

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

2005. 2.

연구수행기관: 한국환경정책·평가연구원

환 경 부

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

2005. 2.

연구수행기관: 한국환경정책·평가연구원

환 경 부

제출문

환경부장관 귀하

본 보고서를 『먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립』 용역의 최종 보고서로 제출합니다.

2005. 2

연구기관: 한국환경정책·평가연구원

과제책임자: 이수재(연구위원)

내부참여자: 최지용(연구위원), 문현주(연구위원)
강상인(연구위원), 맹준호(연구위원)
주현수(연구위원)

자문위원: 신동천(연세대학교 교수)
이강근(서울대학교 교수)
권호장(단국대학교 교수)
성익환(한국지질자원연구원 책임연구원)
박선구(국립환경연구원 연구관)
백명수(시민환경연구소 책임연구원)
정진화(한국생물협회 회장)
김동환(환경미디어 국장)

요 약

<연구내용의 개요>

국제적으로 해수나 지하염수 등 염수를 담수화하여 이용하는 사례가 증가하고 있으며, 우리나라도 최근 해양심층수를 탈염 처리하여 먹는물의 원수로 이용하려고 한다. 그러나 현재 먹는물관리법에 탈염수가 명문화되지 않아서 법적 관리에서 많은 문제점을 노출시키고 있다. 이에 따라 본 연구는 국내의 탈염기술의 발달의 정도, 해양심층수 제품수에 대한 사회적 수요의 증가 상황, 신규 수자원 확보의 시급성, 그리고 병입수에 대한 국제통상 관계 등 제반 현황을 고려하여, 탈염수를 먹는물로 인정하는 방안을 논의하였다. 또한 해양심층수를 음용으로 처리한 물은 병입수로서 제조 및 판매를 목적으로 하고 있으므로 먹는물관리법에서 수질기준, 시설기준 및 영업규정 등에 관한 관련 규정의 개정시 필요한 사항을 논의하였다.

염수에는 지하염수와 해수 등이 있는데, 이 연구에서는 해수가 먹는물로서 타당성이 있는지 여부와 병입수의 원수로서 해양심층수의 타당성 여부를 중점적으로 검토하였다. 해수를 먹는물로 인정할 경우 가장 중요한 사항은 수질 안전성이므로 이에 대하여 우선적으로 탈염수가 먹는 물로 적합한지 여부를 다각도로 검토하였다. 해수를 먹는물의 원수로 인정할 경우에는 붕소, 수소이온, 경도, 브롬, 스트론튬 등 해수에 특징적으로 함유되어 있는 것들이 건강에 영향을 줄 수 있는 것으로 조사되었다. 이중 붕소와 수소이온 및 경도는 수질기준이 이미 설정되어 있지만, 브롬과 스트론튬은 수질기준이 설정되지 않았다. 따라서 이들 물질에 대하여 위해성 검토를 거쳐서 붕소, 수소이온농도 및 경도는 해수의 특성을 고려하여 별도의 수질기준을 설정하는 것을 제안하였으며, 브롬산염과 스트론튬은 수질 항목으로 추가할 것을 제안하였다.

해수를 먹는물의 원수로 인정하고 해양심층수를 병입수의 원수로 인정할 경우에 필요한 먹는물관리법의 개정안을 제시하였으며, 하위 규정에서 개정이 필요한 사항도 개괄적으로 검토하였다.

요약하면, 신규 수자원의 확보를 위하여 먹는물의 다원화는 필요하며 지하염수, 강변여과수, 해양표층수 등 기타 수자원에 대하여도 먹는물관리법에 조속히 명문화하여 합

리적으로 관리하는 것이 바람직하다.

<장별 내용 요약>

I. 서론

연구의 목적: 이 연구는 염수를 먹는물로 인정하는 것에 대한 타당성을 살펴보기 위한 것이다. 염수를 먹는물로 이용할 경우에 수량의 안정적 확보 가능성, 원수의 수질 안전성, 처리수의 건강 안정성과 사회적 영향 등 제반 현안을 파악하고, 합리적인 관리 방안을 마련하는 것이 주요 목적이다. 특히 탈염수를 병입수로 제조·유통시 수질기준의 설정방안, 먹는샘물과의 형평성 및 국제 통상관계 등을 심도 있게 검토하여 합리적인 정책 수립 방향을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

염수를 먹는물로 인정: 국내의 먹는물은 먹는물관리법상 수도물, 먹는샘물, 먹는물 공동시설의 물 등 담수를 위주로 분류되어 있으며 그 종류도 매우 제한되어 있다. 그러나 지구상에 막대한 양으로 존재하는 해수나 지하염수 등 염수는 최근 관련 탈염기술의 발달로 담수화가 효율적으로 이루어지고 있으므로 이들 염수를 먹는물관리법에서 먹는물로 인정하는 방안의 타당성을 검토하였다. 염수를 이용하는 것은 그 수량의 확보 측면에서 보면 계절적 변동에 영향을 받지 않고, 육상의 수계를 교란하지 않으며, 해양환경에 영향이 크지 않을 것으로 예상되므로 물 부족의 우려를 해소하기 위하여 적극적으로 개발할 필요가 있다.

해양심층수 음용 처리수의 병입수 인정: 국내에서 병입수로는 먹는샘물만을 인정하고 있는데, 국외에서는 먹는물로 인정받은 모든 종류의 물은 모두 병입수의 원수로 인정하고 있다. 따라서 수질의 안전성만 담보된다면 어떠한 종류의 먹는물도 병입수의 원수로도 가능할 것이다. 일본이나 미국 등 국외에서는 해양심층수가 활발히 개발되

고, 또한 그 탈염처리수를 병입수의 원수로 활용하고 있다. 우리나라도 해양심층수를 본격적으로 개발할 예정이나 먹는물로 인정되지 아니하여 병입수나 다른 음료의 원료로 사용이 곤란한 경우가 많다. 따라서 해양심층수의 탈염수를 병입수의 원수로서 인정하되 기존의 먹는샘물과 연계하여 합리적인 관리방안을 마련하는 것이 필요하다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

먹는물의 다원화 원칙과 평가: 먹는물의 다원화에 대한 원칙으로서 수자원의 합리적 이용성, 환경성 및 자원의 지속 사용 가능성, 수질의 안전성, 사회·경제적 타당성, 그리고 국가 정책의 부합성 등을 설정하여 평가하였을 때, 모두 적합한 것으로 나타나 다원화가 필요한 것으로 판단하였다.

먹는물의 다원화시 조치사항: 먹는물의 다원화시에 필요한 법적·제도적 조치사항 중 가장 시급한 것은 먹는물의 정의를 개정하여 “염수”의 개념을 먹는물에 포함하는 것이다. 염수 중에서 지하염수와 해수가 먹는물의 원수로 이용될 수 있는데, 이 연구에서는 우선적으로 사회적 요구가 많은 해양심층수의 탈염수에 대하여 붕소, 브롬산염, 스트론튬, 경도, 그리고 수소이온농도 등에 대한 위해성 평가를 통하여 새로운 수질기준을 제안하였다.

해양심층수 병입수 인정시 고려 사항: 해양심층수는 지하수와 특성이 다르므로 원수의 이동, 첨가, 혼합, 수처리 방법, 기능성 여부, 심층수 인증제, 포장 재질, 원수의 채수 방법, 수질개선부담금의 부과 여부 등에 관하여 법적인 관련 규정을 마련하는 방안을 검토하였다. 해수는 지하수가 아니지만 병입수를 제조·판매할 경우에는 국제통상관계상 최혜국대우원칙과 내국민대우원칙에 따라 수질개선부담금을 부과하는 것이 필요하다.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

먹는물과 병입수의 추가 인정 대상: 염수에는 해양심층수 및 해양표층수 같은 해수와 지하염수 등이 있는데 현재의 여건에서는 해양심층수만을 먹는물의 원수로 인정하

는 것을 제안하였다. 해양표층수와 지하염수는 그 실태를 면밀히 파악한 후 추가로 인정하는 것이 필요하다. 해양심층수의 처리수는 병입수의 원수로 인정하고 그에 따른 먹는물관리법의 개정안을 마련하였다.

해양심층수 병입수 관리방안: 해양심층수의 수원 관리, 품질기준 설정, 복합용도의 해양심층수의 관리 방안 등을 제안하였으며 병입수 처리수의 제조시설, 수질기준의 설정과 관리, 품질규격, 유통 등 제반 관리방안을 검토하였다.

먹는물의 다원화 도입을 위한 종합적인 제도개선 방안: 먹는물이 다원화될 경우에는 현재 시행되고 있는 먹는물관리법상의 여러 가지 제도가 개선되어야 한다. 샘물개발허가제와 환경영향조사, 병입수의 한정 인정제, 수질개선부담금 부과제, 부담금증명표지제, 자가기준 및 자가규격제, 광고제한, 그리고 수탁가공 방식허용 등에 대하여 현황, 문제점 및 개선방안을 간략히 다루었다.

수질개선부담금 제도의 개선방안: 수질개선부담금은 부과 목적에 대하여 항상 논란이 있으므로 부과 목적을 “수질개선에 기여하기 위하여”라고 한정하고, 국제 통상관계를 고려하여 모든 병입수에 대하여 부과금을 부과하는 것을 제안하였다.

V. 결론 및 정책 제언

먹는물 다원화의 필요성 및 타당성: 먹는물은 신규 수자원의 확보, 수질의 안전성, 환경 영향의 정도, 국제 통상관계, 그리고 국민적 욕구 등을 고려할 때 다원화가 필요하며, 병입수도 다양화할 필요가 있다. 염수를 먹는물관리법상 먹는물의 원수로 명문화하고 염수 중에서 현재 사회적 요구가 많은 해양심층수의 처리수를 병입수의 원수로 명문화하는 것을 제안하였다. 해양표층수와 지하염수는 실태조사를 통하여 먹는물관리법에 명문화하는 방안을 모색하여야 한다.

병입수의 인정 대상과 수질기준: 병입수의 원수로 사용이 가능한 것은 해양심층수 처리수로 한정하였으며 붕소, 브롬산염, 스트론튬, 경도, 그리고 수소이온농도 등의 탈염수 수질기준을 새로 설정하여 제안하였다.

수질개선부담금 개선방안: 수질개선부담금은 부과목적을 변경하고 국제 통상관계와 기존 먹는샘물과의 형평성 등을 고려하여 모든 병입수에 대하여 일정액의 부과금을

부과하는 것을 제안하였다.

제언 사항: 먹는물의 다원화와 병입수의 다양화에 따라 합리적인 관리방안을 마련하고 국민에게 안전한 물을 공급하기 위해서 수질평가연구단의 운영, 먹는샘물의 특성화 전략의 수립 및 추진, 그리고 병입수 관리의 일원화 등을 제안하였다.

약어 목록

ADI	Annual Daily Intake	년간 일일 허용 섭취량
AOU	Apparent Oxygen Utilization	
BMD	Benchmark Dose	
BMDL _{0.5}	Benchmark Dose Lowerbound	
BW	Bottled Water	병입수
CDI	Capacitive Deionization	
CFC	Chlorofluorocarbon	
CFR	Code of Federal Regulations	(미국) 연방규칙
CFU	Colony Forming Unit	
CODEX	Codex Alimentarius (Food Code)	국제식품규격
DEHA	Di(2-ethylhexyl)adipate	
DEHP	Di-Ethylhexyl Phthalate	
DNA	Deoxyribonucleic Acid	
DSW	Deep Sea Water	
DW	Drinking Water	먹는물, 음용수
DWEL	Drinking Water Equivalent Level	
ED	Electrodialysis	전기투석
EU	European Union	유럽연합
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	유엔식량기구
FDA	Food and Drug Agency	(미국) 식품의약청
FFDCA	Federal Food, Drug, and Cosmetic Act	(미국) 연방식품·의약·화장품법
GATT	General Agreement on Tariff and Trade	
GV	Guideline Value	권장치

HQ	Hazard Quotient 위험지수
HRA	Health Risk Assessment 건강 위해성 평가
IARC	International Agency For Research on Cancer 국제암기구
IBWA	International Association of Bottled Water 국제병입수협회
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IMAX	Interim Maximum Acceptable Contamination 임시 최대 허용농도
IPCS	International Programme on Chemical Safety
ISO	International Organization for Standardization 국제표준화기구
LHAs	Lifetime Health Advisories 평생건강 권고치
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level 악영향 관측 최저수준
MAC	Maximum Acceptable Contamination 최대 허용농도
MCLG	Maximum Contaminant Level Goal
MCL	Maximum Contamination Level 최대 허용 오염농도
MTD	Maximum Tolerable Dose 최대 내성 용량
MW	Mineral Water 광물수
NAS	The National Academy of Science
NCI	National Cancer Institute
ND	Not Detected 불검출
NELHA	National Energy Laboratory of Hawaii Authority
NMW	Natural Mineral Water 천연광천수 (먹는샘물)
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level 유해영향 미관측 수준 혹은 무관찰 반응농도
NRDC	Natural Resources Defense Council (미국) 천연자원보호위원회
OEM	Original Equipment Manufacturer 주문자 부착상표
PCB	Polychlorinated Biphenyl
PDW	Piped Drinking Water 수도물
ppb	Parts Per Billion
ppm	Parts Per Million

PQL	Practical Quantification Level
RA	Risk Assessment 위해성 평가
RfD	Reference Dose 참고치
RO	Reverse Osmosis 역삼투
RSC	Relative Source Contribution 오염원 상대 기여도
SDWA	Safe Drinking Water Act (미국) 안전음용수법
SW	Spring Water 용천수
TBT	Tributyltin 유기주석화합물
TDI	Tolerable Daily Intake 1일 섭취허용량
TDI	Total Daily Intake 일일 섭취허용량
TDS	Total Dissolved Solids 총용존고형물
UF	Uncertainty Factor 불확실성 계수
US EPA	Environmental Protection Agency (미국) 환경보호청
USC	United States Code (미국) 연방법전
VSD	Virtually Safe Dose 가상 안전농도
WHO	World Health Organization 세계보건기구
WTO	World Trade Organization 세계무역기구

<제목 차례>

요 약	1
I. 서 론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적과 필요성	2
3. 연구 내용과 방법	3
4. 연구 범위	5
5. 선행 연구의 고찰	7
II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰	9
1. 국내의 먹는물 현황	9
1-1. 국내의 음용수의 법적 관리 현황	9
1-2. 먹는물 분류체계	9
○우리나라의 상수도 공급 체계	9
1-3. 먹는물 분류체계의 문제점	13
○먹는물관리법·수도법의 먹는물의 종류	13
○음용수 관련 용어의 의미	16
○병입수 다원화의 법적 근거의 검토	17
1-4. 먹는물에 대한 소비행태 및 의식	17
○식수 음용에 대한 국민의식	17
○외국의 병입수의 선택에 대한 의식조사 사례	21
2. 외국의 먹는물과 병입수 관리체계	22
2-1. 주요 국가의 수자원 관리체계	22
2-2. 외국의 병입수 관리 법령·기관 및 제도의 현황	25
○미국, 일본, 프랑스, EU 등의 먹는물 분류체계	25
○병입수 원수의 종류 인정 범위	25
○먹는물과 병입수의 관리 주체	25
○광물수와 천연광천수의 차이점	26

○유럽의 용천수와 천연광천수의 구분	26
3. 원수 및 처리수(제품수) 다양성 사례조사	28
3-1. 국내외 탈염수 이용 현황	28
(가) 국내의 식수용 탈염수 생산 현황	28
(나) 해양심층수 이용 현황	36
○국외의 해양심층수 개발 현황	36
○해양심층수를 개발·계획 중인 국가 현황	37
○해양심층수의 취수방식	39
○국내의 해양심층수 제품의 유통과 문제점	39
○탈염수 제조기술의 국가적 필요성	40
3-2. 먹는물의 원수 및 병입수용 원수로 가능한 물	42
3-3. 음용 처리수(제품수)의 종류	43
○국내의 병입수의 종류	43
○먹는물을 원료로 한 음료류	44
○국내 병입수(먹는샘물) 도입 배경	44
4. 국내외 병입수 시장 현황	45
4-1. 먹는샘물과 기타 샘물의 시장 현황	45
○샘물을 원수로 한 음료수 시장 현황	46
4-2. 국외의 병입수 시장 현황과 전망	49
5. 수질개선부담의 현황	53
5-1. 수질개선부담금의 부과 경위	53
5-2. 수질개선부담금의 부과내역	55
5-3. 수질개선부담금의 문제점	57
6. 시사점	58

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

1. 먹는물 다원화의 원칙 설정과 평가	59
1-1. 먹는물 다원화의 원칙 설정	59
1-2. 먹는물 다원화 원칙의 평가	60
○수자원으로서의 해수	60
○해수이용과 환경적 영향	64

○해양심층수의 수질 안정성	66
2. 먹는물 원수의 다원화시 조치 사항	68
2-1. 법적·제도적 조치 사항	68
2-2. 먹는물에 이용되는 자연수와 처리수의 분류 방안 고찰	69
(가) 용어 정비의 필요성	69
(나) 먹는물관리법의 먹는물 관련 용어의 검토	69
○‘샘물’의 정의	69
○‘수질의 안전성’	70
○병입수에서 먹는샘물만 인정되는 사유	71
(다) 먹는물관리법의 용어 정비의 필요성	72
○먹는물관리법 하위 규정에 정의가 필요한 용어	74
○지하수 용어에 대한 고찰	74
○토양대의 포화지하수	74
○지하수 관련 용어	76
2-3. 음용수 관련 용어 정비의 필요성	77
○의약품(대한약전)에서의 상수와 처리수	80
○먹는물관리법 이외의 관련법상 용어 검토	82
3. 염수를 먹는물의 원수로 인정시 고려사항	83
3-1. 해수의 특성 고찰	83
(가) 해수의 화학 성분	83
○해수의 평균 화학조성	83
○우리나라 해수의 특성	86
(나) 해양오염의 특성	89
(다) 동해의 특성	92
○동해의 해수 순환과 온도	94
○동해 해수성분의 수직적 분포 특성	96
(라) 해양표층수와 해양심층수의 수질 특징	103
○일본의 해양표층수와 해양심층수의 수질	103
○일본의 해수의 환경오염 화학물질 검사 결과	105
(마) 소결론	106
3-2. 염수의 음용 처리수의 수질 특성	106
(가) 해양심층수 탈염수의 수질	106

○우리나라의 해양심층수 탈염수의 수질	106
○일본의 해양심층수 병입수의 수질	106
○미국의 해양심층수 병입수의 수질	107
(나) 해양표층수·지하염수 음용 처리수의 수질	107
○국내 해양표층수의 병입수 수질	107
(다) 음용 탈염수 수질의 문제점	113
○수질 분석항목의 제한성	113
○탈염공정상 잔류물질의 처리 문제	114
4. 수질기준의 설정과 위해성 평가	116
4-1. 수질기준의 설정 체계	116
○수질기준의 권장치 설정 방법	118
4-2. 위해성 평가와 위해도 결정	119
○위해성 평가의 개요	121
4-3. 비발암성 물질에 대한 위해성 평가	124
(가) 위험성 확인(1단계)	124
○다양한 독성영향 확인	124
○결정적 연구 확인	125
○사람을 대상으로 한 역학연구(epidemiologic studies) 검토	125
○동물연구(animal studies) 검토	125
○보충적인 연구(supporting studies) 참고	125
○조사된 증거에 가중치 부여	125
○위험성 분류	126
(나)노출 평가(2단계)	127
○환경 노출 평가	127
○인체 노출 평가	128
(다) 용량-반응평가(3단계)	131
○주요한 자료의 선택	131
○유해영향에 대한 여러 NOAEL중 최저 NOAEL을 선택	132
○불확실성 상수 결정	132
○참고치 산출	132
○참고치를 음용수에 해당하는 농도로 전환	133
○오염원 상대 기여도 배정	133

○평생 건강권고치 산출	134
(라) 위해도 결정(4단계)	135
4-4. 발암성 물질의 수질기준의 설정 단계별 절차	136
(가) 해당 물질에 대한 발암성 정보의 수집 및 분석·평가(1단계)	136
(나) 해당 물질의 용량-반응 상관관계를 규명(2단계)	138
(다) 허용 위해도 수준에서 기준 설정(3단계)	142
5. 안전성 평가와 수질기준의 제안	143
5-1. 붕소	145
(가) 물리화학적 특성	145
○붕소와 그 화합물의 종류	145
○붕소의 산업계 사용처	148
○자연계에서 붕소의 분포와 함량	148
(나) 붕소의 위해성 검토	150
○해수에서의 붕소 농도와 문제점	150
○필수금속과 오염금속의 비교	151
○체내 대사의 특징	152
○인체에 대한 노출경로	154
○독성 영향	154
○주요 국가의 수질기준 권장치 및 설정 근거	159
○건강에 입각한 허용 기준의 설정 근거	163
○기준설정 가능 범위 제안	164
○붕소의 수질기준 재설정시 문제점 고찰	165
5-2. 브롬산염(Bromate)	170
(가) 브롬산염의 특징	170
(나) 브롬산염의 위해성 연구 내용	171
○미국 EPA	171
○캐나다	173
○WHO	175
(다) 요약	176
5-3. 스트론튬(Strontium)	178
(가) 스트론튬의 특성	178
(나) 스트론튬의 독성 영향	178

○각국의 스트론튬 기준 검토	181
(다) 수질기준의 제안	182
5-4. 경도	183
5-5. 수소이온 농도지수(pH)	185
○pH의 건강 영향 고찰	185
5-6. 총트리할로메탄(THMs)	187
6. 해양심층수 처리수의 병입수 인정시 고려 사항	187
6-1. 관련법 규정의 제·개정 필요	187
(가) 염수를 먹는물의 원수로 인정	187
(나) 해양심층수의 관련 규정의 마련	187
○원수의 이동	187
○혼합	189
○첨가	189
○수처리 방법	189
○심층수 인증제	190
○기능성	191
○포장 재질	192
○경도	193
○원수 취수와 병입수 제조의 인·허가 사항	193
(다) 수질기준의 설정 방안	193
6-2. 해양심층수 병입수의 수질개선부담금 부과 필요성	196
(가) GATT/WTO 법체제와 환경보호	196
(나) 국제 통상에서 본 병입수의 특성	198
○ WTO/GATT 상에서의 병입수의 성격	198
6-3. 해양심층수 병입수의 관리에 대한 고찰	200
(가) 먹는물 관할의 일원화	200
(나) 원수의 관리 주체	201
(다) 수질 안전성의 확보	202
(라) 병입수 관리의 일원화의 필요성	204
(마) 해양심층수 개발계획의 고찰	205
(바) 소결론	206

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안 209

- 1. 먹는물과 병입수의 추가 인정 대상 209
 - 1-1. 원수 및 병입수의 인정 추가 범위 209
 - (가) 원수 209
 - (나) 병입수 210
- 2. 먹는물 다원화에 따른 관련법 개정 방안 211
 - 2-1. 먹는물 다원화를 위한 먹는물관리법의 개정안 211
 - (가) 먹는물관리법에서 개정이 필요한 사항 211
 - (나) 먹는물관리법의 시행령에서 개정이 필요한 사항 213
 - 영업의 허가로 판매·유통이 가능한 이유 213
 - (다) 시행규칙의 개정이 필요한 사항 215
- 3. 음용 해양심층수 관리방안 217
 - 3-1. 해수 원수와 수원 관리 217
 - 3-2. 해양심층수 품질기준 217
 - 3-3. 해양심층수의 복합이용에 따른 관리방안 218
 - 3-4. 해양심층수 병입수의 관리방안 219
 - (가) 병입수 원수 220
 - (나) 처리수 제조시설 220
 - (다) 품질규격 220
 - (라) 수질기준의 설정과 처리수 관리 220
 - (마) 유통 221
- 4. 먹는물 다원화 도입을 위한 종합적인 제도개선 방안 222
 - 4-1. 먹는물관리법 관련 규정과 제도의 현황 222
 - 먹는물 대상의 한정적 인정 224
 - 병입수는 먹는샘물만 인정 224
 - 샘물개발의 허가제와 환경영향조사 224
 - 수질개선부담금의 부과 225
 - 부담금증명표지제도 225
 - 먹는샘물제조업자의 사후관리 225
 - 자가기준 및 자가규격 실시 225
 - 수출용 제품의 국내 기준요건 적용 배제 225

○광고의 제한	227
○광고나 상표표시의 제한	227
○자가품질검사 의무	227
○수탁가공 방식 인정	227
4-2. 먹는물관리법의 규정과 제도의 문제점 및 개선방안	227
○수돗물 우선정책	228
○수탁가공 제도	228
○단품종 생산	228
○전담 관리 조직의 운영	229
○먹는물 수질 안전성의 확보	229
○홍보 및 교육의 강화	229
○수자원의 합리적 활용 및 오염예방 대책 마련	230
○다른 지하수 관련법과 연계 운영	230
4-3. 수질개선부담금 제도의 개선방안	233
○부과 목적의 조정: 수질평가부담금으로 전환	233
○부과기준의 개선	234
5. 먹는물의 다원화 도입 시기	235

V. 결론 및 정책 제언

1. 주요 연구결과의 결론	237
1-1. 먹는물 다원화의 타당성	237
1-2. 먹는물 다원화의 대상이 되는 원수	237
1-3. 병입수의 인정 대상	237
1-4. 탈염수의 수질기준	238
1-5. 수질개선부담금의 개선방안	238
1-6. 먹는물 다원화의 도입시기	240
2. 제언	240
2-1. 수질평가연구단의 상설 운영 필요	240
2-2. 먹는샘물의 특성화 필요	241
2-3. 병입수 관리의 일원화 필요성 검토	241
2-4. 병입수의 완전 다양화 고려	242

참고문헌	243
<부 록>	251
A1. 먹는물관리법 개정방안 제안	251

〈표 차례〉

표 1-1 연구보고서의 체제	6
표 2-1 음용·식용 또는 인체에 사용되는 물에 관한 법적 관리 현황	10
표 2-2 먹는물관리법상 먹는물의 분류체계	11
표 2-3 우리나라 상하수도 산업의 강점·약점과 위협 및 기회의 분석	12
표 2-4 먹는물관리법과 수도법에 열거된 먹는물의 종류와 제품수의 명칭	14
표 2-5 전국 PET병 수돗물 연간 생산 가능량 (500ml기준)	15
표 2-6 본 연구에서 사용된 먹는물의 구분과 명칭	16
표 2-7 먹는물의 음용상태 조사 결과	18
표 2-8 수돗물 사용에 대한 인식조사	18
표 2-9 수돗물에 대한 신뢰도 조사	18
표 2-10 각국의 음용수의 구분 및 관할부서 현황	25
표 2-11 각국의 먹는물과 병입수의 분류, 관련법규 및 관할 부서	27
표 2-12 총용존고형물에 의한 물의 분류	29
표 2-13 우리나라의 해수담수화시설의 원수 사용 현황	31
표 2-14 해수담수화시설 설치·운영 현황(2003. 7 기준)	32
표 2-15 도서지역 식수원개발사업 현황(2003년 기준)	34
표 2-16 외국의 해양심층수 개발 및 계획 현황	36
표 2-17 해양심층수의 형태별 이용분야	37
표 2-18 일본의 해양심층수 이용연구 현황과 계획	38
표 2-19 음식물에 포함된 붕소 함량과 1일 권장량	40
표 2-20 폐수를 Capacitive Deionization(CDI)법으로 탈염처리한 결과	41
표 2-21 탈염기술의 비교	42
표 2-22 먹는샘물과 기타 샘물의 판매 현황	47
표 2-23 물을 주로 사용하는 식품의 생산 현황(2002년 기준)	47
표 2-24 세계의 병입수 시장 현황	51
표 2-25 주요 국가의 일인당 병입수 소비량	51
표 2-26 미국의 병입수 시장 변화 추이	52
표 2-27 미국인의 일인당 병입수 소비량 변화 추이	52
표 2-28 미국의 병입수의 분야별 시장 현황	53
표 2-29 수질개선부담금의 부과대상 및 부과기준(2000.4 기준)	54
표 2-30 외국의 지하수 추출 부담금(조세) 요율(원화 기준, 원/톤)	55

표 2-31	샘물과 먹는샘물(국내, 수입)의 이용과 수질개선부담금 현황	56
표 2-32	수질개선부담금의 부과액 비교 (2001년 기준)	57
표 3-1	권역별 해수담수화에 의한 신규수자원 확보계획	64
표 3-2	심해수를 먹는물의 원수로 이용하는 것에 대한 평가	68
표 3-3	자연수의 구분과 원수 등의 분류 방안	73
표 3-4	먹는물관리법의 하위 규정에 정의가 필요한 용어의 사례	75
표 3-5	먹는물 혹은 병입수와 관련된 '지하수'의 정의에 대한 비교	76
표 3-6	먹거나 인체에 투여되는 물에 관한 법적 관리 현황	78
표 3-7	대한약전의 물과 처리수	82
표 3-8	해수의 평균 조성	85
표 3-9	우리나라 연안해역의 해수성분(여름)	87
표 3-10	우리나라 연안해역의 해수성분(가을)	87
표 3-11	우리나라 연안해역의 해수성분(봄철)	88
표 3-12	우리나라 연안해역의 해수성분(겨울)	88
표 3-13	해양심층수의 특성	93
표 3-14	각국의 해양심층수의 물리화학적 특성 비교	103
표 3-15	해양표층수와 해양심층수의 비교(일본 고치현 무로토시)	104
표 3-16	일본 무로토 해양심층수 원수의 수질	104
표 3-17	해양표층수와 해양심층수의 물리화학적 비교(일본 고치현)	105
표 3-18	일본의 해양표층수와 심층수의 환경오염물질 분석 결과	105
표 3-19	국내의 해양표층수와 해양심층수 탈염수의 수질분석 결과	109
표 3-20	해양심층수와 탈염처리한 해양심층수의 수질분석표(일본)	110
표 3-21	일본의 대표적인 해양심층수 미네랄워터의 성분	111
표 3-22	우리나라 해양표층수 탈염수(병입수) 수질	112
표 3-23	여과막의 종류	115
표 3-24	미국환경청의 위험 물질 분류를 위한 매트릭스	126
표 3-25	일일 음용수 섭취량(L/일)	130
표 3-26	평균 체중(kg)	130
표 3-27	기대수명(year)	130
표 3-28	불확실성 상수 부여 방법	133
표 3-29	국외의 발암물질 분류 체계	138
표 3-30	고용량에서 저용량으로의 외삽모델과 저용량에서의 양상	141
표 3-31	수학적 모델의 생물학적 가정에 대한 근거	141
표 3-32	해양심층수 탈염수의 먹는물 수질기준 설정안의 비교	144

표 3-33	붕소와 붕소화합물의 물리화학적 특성	147
표 3-34	지각의 원소 조성 (단위 :ppm)	149
표 3-35	자연계의 붕소의 분포와 함량	150
표 3-36	우리나라 해수의 붕소 농도와 담수화 후 붕소 농도	151
표 3-37	필수금속과 오염금속의 비교	153
표 3-38	주기율표에서 원소의 특징	153
표 3-39	붕소의 인체에 대한 노출경로	154
표 3-40	붕소의 인체 흡수율 실험 자료	156
표 3-41	각국의 붕소의 먹는물 수질기준(단위 mg/L)	160
표 3-42	붕소의 수질기준 설정 방안	164
표 3-43	붕소의 수질기준의 설정에 따른 위험도 평가	165
표 3-44	할당량의 변화에 따른 붕소의 먹는물 수질기준의 계산 결과	168
표 3-45	섭취량의 변화에 따른 붕소의 먹는물 수질기준의 계산 결과	168
표 3-46	우리나라의 물과 알코올의 1인 1일 섭취량	169
표 3-47	브롬산염에 대한 각국의 수질기준(단위 mg/L)	171
표 3-48	브롬산염의 종류와 물리적 특성	171
표 3-49	수컷 랫트의 다양한 부위에서 발생한 종양의 용량-반응 자료	172
표 3-50	브롬산염의 수질기준 설정 과정과 제안 수준	177
표 3-51	각국의 스트론튬 수질기준	179
표 3-52	스트론튬의 수질기준의 제안	183
표 3-53	경도에 대한 각국의 수질기준(단위 CaCO ₃ mg/L)	184
표 3-54	수소이온 농도지수(pH)에 대한 각국의 수질기준	186
표 3-55	해양심층수 개발시 유치업종 선정(안) 내역	192
표 3-56	병입수 포장재질에 대한 DEHP와 DEHA의 유출 시험결과	193
표 3-57	탈염수 제품수(병입수)의 수질기준의 선정안 비교	195
표 3-58	먹는물의 수질기준의 할당량 범위	204
표 3-59	음식물의 단계별 관할 현황	205
표 4-1	먹는물의 원수로 포함할 자연상태의 물의 검토	209
표 4-2	먹는물 다원화에 포함될 원수 및 처리수의 수질기준 설정 원칙	210
표 4-3	먹는물관리법에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문	211
표 4-4	먹는물관리법시행령에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문	214
표 4-5	먹는물관리법시행규칙에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문	215
표 4-6	해양심층수의 종류 및 품질인증 방법	217
표 4-7	심층수 품질기준(안)	218

표 4-8 해양심층수의 수산분야 활용방안	219
표 4-9 해양심층수의 개발시 용도	219
표 4-10 해양심층수 처리수 수질관리 방안	220
표 4-11 병입수용 해양심층수의 관리 방안	221
표 4-12 먹는물관리법의 조문 내용	222
표 4-13 지하수법에 의한 용도별 허가·신고 대상의 구분	226
표 5-1 먹는물의 원수와 처리수의 명문화 대상 선정안	238
표 5-2 탈염수 제품수(병입수)의 수질기준의 선정안	239

〈그림 차례〉

그림 1-1 연구의 추진체계	4
그림 2-1 우리나라 상수도 운영체계	11
그림 2-2 우리나라의 현행 수도사업 체계	12
그림 2-3 먹는물의 선호 조사 결과	20
그림 2-4 수돗물에 대한 국민 인식	20
그림 2-5 미국과 프랑스의 병입수 선택 사유 조사 결과	21
그림 2-6 미국의 물 관리 정부 조직체계도	23
그림 2-7 영국의 수자원 관리 체계도	23
그림 2-8 독일의 수자원 관리 체계도	24
그림 2-9 프랑스의 수자원 관리 체계도	24
그림 2-10 우리나라 탈염수 제조 시설 위치도	30
그림 2-11 고효율 저에너지 담수화 기술 개발 추진 현황	30
그림 2-12 국내의 샘물(먹는샘물과 기타샘물) 판매 현황	48
그림 2-13 연도별 국내 샘물(먹는샘물, 수입먹는샘물, 기타샘물) 판매량	48
그림 2-14 주요 국가의 병입수 판매량 현황	50
그림 2-15 주요 국가의 일인당 병입수 소비량	50
그림 3-1 염수를 먹는물로 이용시 고려할 사항의 흐름도	60
그림 3-2 우리나라의 수자원의 현황	61
그림 3-3 지구의 해수(97%)와 담수(3%)의 상대적인 수량 비교도	61
그림 3-4 우리나라의 제한급수 지역	62
그림 3-5 우리나라의 지역별 지하수 사용 현황	63
그림 3-6 해양심층수의 다단계 이용	65
그림 3-7 한강권역의 용수공급계획 중 해수담수화 비율	67
그림 3-8 낙동강 권역의 용수공급계획 중 해수담수화 비율	67
그림 3-9 지하수 관련 용어	77
그림 3-10 우리나라의 해역별 해수의 붕소와 스트론튬의 함량	89
그림 3-11 동해 해수의 화학적 성분의 수직적 분포	94
그림 3-12 동해 해수의 수직적 순환 모델	95
그림 3-13 동해의 일본 분지의 CFC(Chlorofluorocarbon)의 분포	96
그림 3-14 동해의 해수의 박테리아 측정치(단위 CFU/ml)	98
그림 3-15 동해의 해수의 박테리아 측정치(단위 CFU/ml)	99

그림 3-16 동해 해수의 수소이온농도지수(pH) 분포 현황	100
그림 3-17 동해 해수(표층)의 중금속 분포(단위 $\mu\text{g}/\text{kg}$)	101
그림 3-18 동해 해수(표층)의 중금속 분포(단위 $\mu\text{g}/\text{kg}$)	102
그림 3-19 먹는물 수질기준 설정 체계도	117
그림 3-20 위해성 평가와 위해도 관리과정	120
그림 3-21 비발암성 물질에 대한 용량-반응평가의 전체적인 지침	134
그림 3-22 붕소의 먹는물 할당량의 변화에 따른 수질기준 변화	167
그림 3-23 1일 섭취량을 변화할 때의 붕소의 수질기준	167
그림 3-24 해양심층수의 원수의 이동	188
그림 3-25 해수의 일반적인 탈염 처리와 제품의 생산 과정	190
그림 4-1 심층수 상표 및 인증마크(안)	218
그림 4-2 우리나라의 지하수 관리체계도	231
그림 4-3 지하수 행정체계의 흐름	232

I. 서론

1. 연구의 배경

국제적으로 염수를 먹는물의 원수로 이용하는 사례가 증가하고, 국내에서도 상수도 시설과 수도망의 설치가 곤란한 일부 해안이나 도서지역에서 해수를 이미 먹는물의 원수로 이용 중이고, 해양심층수도 음용으로 사용될 예정이다. 그러나 현재의 먹는물 관리법은 담수를 위주로 하여 관리방안이 마련된 법체제로 되어 있어서, 염수를 먹는물로 인정하는 명문화된 조항이 미비하여 많은 문제점을 갖고 있다.

현행 먹는물관리법에서 인정하는 먹는물은 수돗물, 먹는샘물 및 먹는물공동시설 등으로 매우 제한적이다. 또한 병입수는 암반대수층 이하의 물만을 원수로 인정하고 수질기준이나 제조공법 등을 엄격히 규제하는 먹는샘물(천연광천수, natural mineral water)만을 인정하고 있다. 먹는샘물 이외의 물이나 그 물을 용기에 넣은 것을 판매하거나 판매할 목적으로 채취·제조·수입 등은 금지하고 있어서 새로운 원수를 개발하거나 수입하는 것은 원천적으로 불가능하다. 이에 따라, 현재 수돗물을 병에 넣은 서울시의 ‘아리수’, 수자원공사의 ‘물사랑’, 부산시의 ‘순수’ 같은 제품수는 판매가 불가능하며 무상으로만 제공되고 있다. 또한 최근에는 해양표층수를 막여과나 전기투석 등 정수처리 후 병입수를 생산하여 국내에 유통하려는 시도가 있었으나 관련법의 규정 미비로 판매가 불가능하였던 사례도 있었다. 일부 사업자는 지하염수를 병에 넣거나 포장하여 기능성 음료인 것처럼 유통시키고 있으나, 관련법의 관리 규정이 미비하여 일반 국민은 혼란을 일으키고 있다. 일본, 미국이나 유럽 등 외국에서 이미 유통되고 있는 해양심층수, 수돗물, 강변여과수 등 다양한 원수를 이용한 병입수(bottled water)는 국내법상 먹는물로 인정되지 않고 있다. 일본의 해양심층수 처리수는 현재 미량 물질을 첨가하여 식품의약품안전청으로부터 혼합음료로 허가를 받아 유통되고 있으나, 홍보·광고물 등에는 먹는물로 표기하지 않고 있으며, 또한 가끔 과대·허위 광고로 소비자의 혼란을 가중시키고 있다. 해양수산부는 2005년 상용화를 목표로 해양심층수 음

용수 등 제품수를 개발 중이지만 이는 먹는물관리법상 먹는물로 명확히 인정이 되지 않아 병입수로는 유통·판매가 불가능한 상태이다.

요약하면, 먹는물 다원화에 대한 사회적 요구가 증가하나 이에 따른 법적·제도적 관리방안이 마련되어 있지 아니하여 각종 부작용이 발생할 우려가 있다. 그러므로 먹는물의 확대 범위 및 병입수 다원화 등에 대하여 체계적인 연구와 국민여론의 동향, 관계기관 공청회 등 의견수렴 과정이 필요하여 이 연구가 수행되었다.

2. 연구의 목적과 필요성

물은 생명이 필요로 하는 절대 요건 중의 하나이다. 우리는 지금 물 부족을 우려하고 있다. 그러므로 지구상에 다양하게 존재하는 수자원을 활용하는 방안을 모색하여야 한다. 국외에서는 지표수와 지하수뿐만 아니라, 강변여과수, 빙하수, 해수, 지하염수 등이 현재 먹는물 용도로 이미 이용되고 있다. 최근에는 각종 수처리 기술이 발달하여 폐수까지 먹을 수 있는 정도이다. 따라서 적당한 양의 수자원만 확보되면 먹는물로 활용하는 데에 기술적인 장애 요인이 점점 극복되고 있다. 현재 먹는물의 원수로 풍부한 수량이 확보되는 것은 해수인데, 이 해수를 이용한 먹는물의 개발은 세계적으로도 증가하고 있다. 우리나라도 상수도 공급이 어려운 일부 도서지역의 주민에게 지하염수나 해수를 적정하게 수처리를 하여 먹는물로 공급하고 있다. 담수가 부족한 지역은 해수를 담수화하여 먹는물뿐만 아니라 공업용수나 농업용수로 활발히 사용하고 있는 중이다.

향후 해수 이용은 대체 수자원으로서 가치가 더욱 증가할 것으로 보이며, 댐 건설이나 상수원 보호지역의 지정으로 인한 행위·입지 제한 등 담수의 이용시 발생하는 사회적 및 환경적 갈등을 완화할 수 있는 대안으로 자주 거론되고 있다. 그러나 지금의 먹는물관리법은 담수를 위주로 하여 그 관리방안이 마련되어 있다. 따라서 이제는 해수나 지하염수 등 염수를 수처리 하여 먹는물로 이용할 경우를 대비한 먹는물 관리방안을 전반적으로 살펴볼 필요가 있다.

국내에서는 먹는물로 인정받더라도 병입수로서의 허용이 되는 것은 샘물(암반지하수)을 원수로 하는 먹는샘물뿐이다. 따라서 먹을 수 있고 또한 건강상 영향이 없는 물을 단순히 용기에 넣었다고 판매를 허용하지 않은 것은 다소 문제가 있다. 미국, 일본

이나 유럽 등 국외의 경우 먹는물이 법적으로 다원화되어 있어서 다양한 원수를 이용하여 제품수를 생산·판매·유통하는 데에는 별다른 장애가 없다.

이 연구는 염수를 먹는물로 인정할 경우, 수량의 안정적 확보의 가능성 여부, 원수의 수질의 안전성 달성 여부, 처리수의 건강 안정성과 사회적 및 환경적 영향 등 제반 현안을 파악하고 먹는물관리법에 포함하여 관리하는 방안을 다루려고 한다. 특히 탈염수를 원수로 하는 병입수의 허용시 수질기준의 설정방안, 먹는샘물과 형평성 및 국제 통상관계 등을 심도 있게 검토하여 합리적인 먹는물 관리정책의 수립 방향을 제시하고자 한다.

3. 연구 내용과 방법

2002년 “먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구”(환경부)에서 병입수의 시장현황, 먹는물의 수질관리, 병입수 원수의 다양성, 각국의 관련규정 등에 대하여 선행 연구된 바 있다. 그러나 이 당시에는 해양심층수에 대한 상용화된 국내 제품이 없고, 수질이나 기타 상세한 정보가 부재한 상태여서 관련법의 구체적인 개정은 논의되지 않았다.

이번 연구는 국내의 해양심층수의 개발 및 병입수 제품의 출현에 대비하여 선행연구 내용과 연계하여 병입수의 다원화에 따른 관리방안 수립을 위한 구체적인 정책대안을 모색하였다. 이 연구에서 다룬 주요 내용은 다음과 같다.

- 먹는물 범위확대 타당성 여부 검토
- 선진국의 먹는물 및 병입수 관련제도 및 운영사례 조사
- 먹는물 및 병입수(bottled water)다원화 방안 검토
- 구체적인 다원화 제도 도입 시기, 관리기관 등
- 먹는물 다원화에 따른 법적·제도적 개선방향

본 연구는 기존 문헌의 조사, 관련 기관의 방문 조사, 국외 사례의 분석 등을 통하여 현황과 문제점을 파악하고, 본 연구진이 부족한 부분은 전문가의 자문 및 외부 원고 의뢰 등을 통하여 보완하였다. 연구 진행과정에서 중간보고회 및 공개토론회 등을 통하여 연구의 내용을 공개하고 의견을 수렴하여 연구 내용의 충실성, 객관성 및 공정성

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

을 추구하였다(그림 1-1). 주요 연구 자료는 가능한 원본을 확보하여 참고하였으며, 먹는물관리법, 수도법 등 관련법은 수시로 국회와 법제처의 홈페이지를 접속하여 최근의 개정내용을 직접 확인하였다.

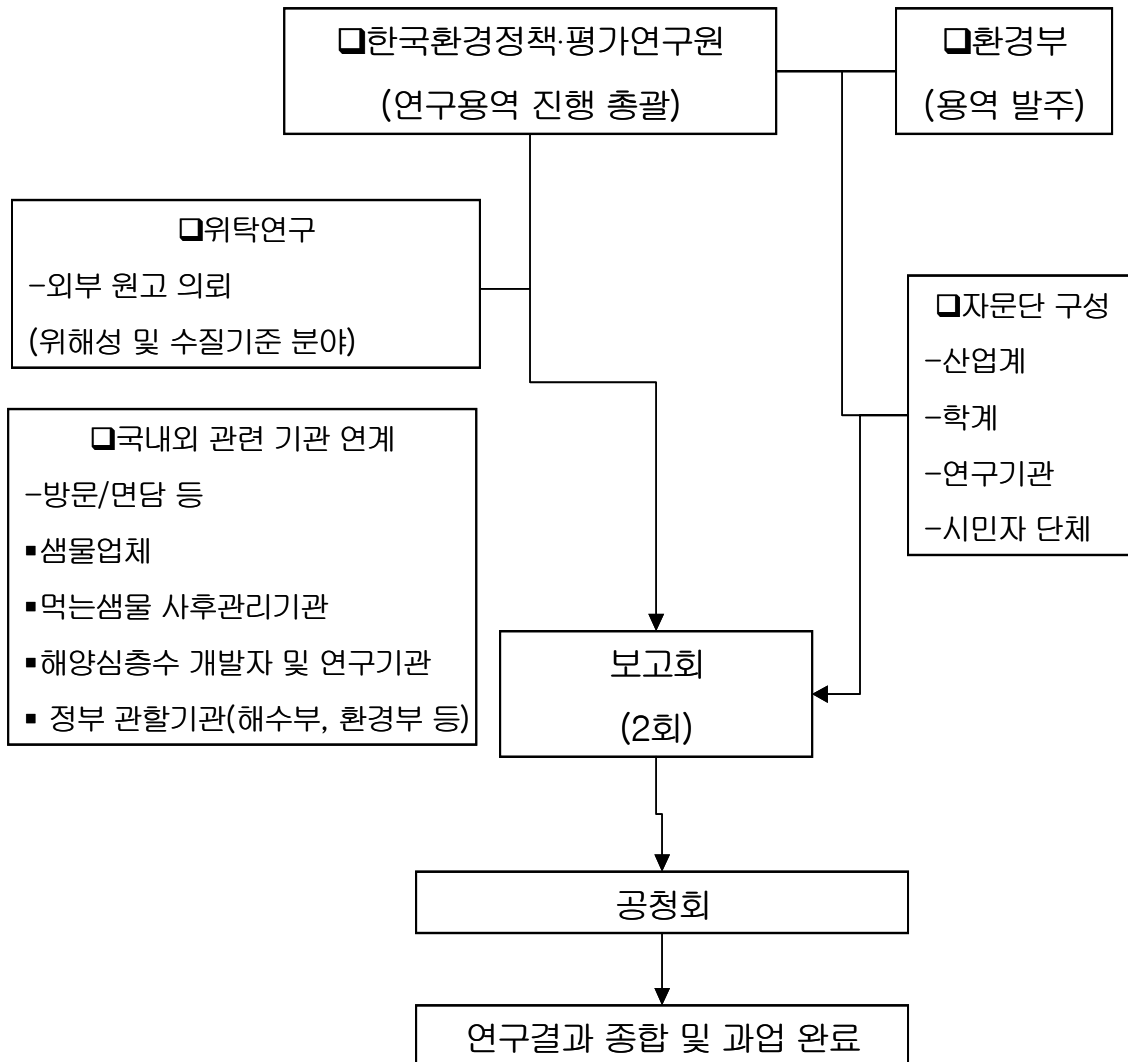


그림 1-1 연구의 추진체계

4. 연구 범위

먹는샘물은 먹는물관리법상 수입먹는샘물을 제외하고는 국내에서 유일하게 병입수로 인정되어 먹는샘물이 병입수의 대표명칭으로 잘못 인식되고 있다. 따라서 “먹는샘물의 다원화”라는 것은 천연광천수(흔히 “생수”라고 일컫는 것)의 종류와 범위를 다원화하려는 의미를 전달하는 것으로 오해될 소지가 많다. 이 연구는 현재 먹는물의 원수에 “염수”가 명문화되지 않아서 발생하는 문제의 해결방안과, 탈염수를 병입수로 인정시 고려할 사항을 주로 다룬다. 따라서 “먹는샘물의 다원화방안에 관한 연구”의 후속으로 본 연구를 추진하고, 먹는샘물이 먹는물관리법에서 다루어지고 있으므로 “먹는물 다원화에 대한 정책방안의 수립”을 주로 연구한다. 그러나 이와 같은 제목으로 인해 연구 범위가 지나치게 확대되는 것을 방지하기 위하여, 본 연구는 해양심층수를 원수로 사용하여 먹는물을 제조하여 병입수로 만든 해양심층수 제품수에 대한 법적 관리방안을 중점적으로 다룰 것이며, 해양심층수 원수 자체의 개발 및 취수에 관련된 사항은 상세히 다루지 않기로 하였다. 또한 강변여과수, 빙하수, 수돗물 등 다른 원수를 이용하여 병입수를 만드는 경우는 본 연구에서는 개괄적으로만 다루고 상세한 연구대상에서는 제외하였다. 다만 암반지하수나 용천수 등 샘물을 이용한 제품수(먹는샘물)는 지금까지 독점적으로 인정받던 병입수의 일종이므로 해양심층수와 관련하여 수질기준, 수질검사 항목, 표시규정 등을 일부만 다룰 것이다.

한편 병입수를 지나치게 세분하는 방안을 모든 대안으로 채택할 경우 대안체계가 지나치게 복잡해지는 점을 감안하여 해양심층수의 원수조건과 처리수 수질기준과 제품규정 등에 한정하여 연구를 진행하였다. 연구보고서의 체제와 다루는 내용의 범위는 (표 1-1)에 제시하였다.

수질개선부담금은 본 연구에서 집중적으로 다루기에는 시간적 제약이 있으므로 전체적인 맥락에서 신규 병입수에 대한 부과의 필요성 여부를 주로 다루었다. 특히 국제통상관계에서 수질개선부담금의 성격을 개괄적으로 살펴보았다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 1-1 연구보고서의 체제

구분	장	내용	비고
내외적 압력		<ul style="list-style-type: none"> ○먹는물의 다양한 원수 및 제품수 인정 요구 -해양심층수 처리수의 먹는물 인정 요구 	<ul style="list-style-type: none"> -해수부, 해양심층수 수입업자, 개발자 등의 요구가 많음
현 상 태 분 석	I	<ul style="list-style-type: none"> ○현행 먹는물관리법·수도법상 자연수(원수)에 ‘염수’ 규정이 없으며, 해양심층수 처리수에 대한 음용기준이 없음 ○현행 먹는물관리법상 가장 문제가 되는 것은 수질기준임 -해양심층수는 붕소, 브롬산염, 스트론튬, 경도 등의 수질기준을 검토 필요 ○국내 병입수는 먹는샘물만 인정됨 	<ul style="list-style-type: none"> ○해수부의 “해양심층수 개발·이용관련법안” 입법예고 완료(04.10.2) -해수담수화사업(환경부)은 진행 중 ○해양심층수 제품수(혼합음료, 식약청 허가) 유통 중(일부 수질·품질에 문제점 노출) ○수돗물을 원수로 한 병입수(아리수, 물사랑, 순수 등)가 무상으로 제공중임
	II	<ul style="list-style-type: none"> ○먹는물의 다원화 타당성 검토 -국내의 여건, 해외사례 조사 분석 ○먹는물의 원수 및 처리수 조사분석 -먹는물의 원수 및 처리수에 포함되는 물을 모두 검토 ○먹는물에 해양심층수 처리수 인정시 문제점 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○먹을 수 있는 물은 모두 인정을 원칙 -현재 빙하수 병입수는 유권해석으로 인정되어 유통 중 -수질안전성, 자원의 활용성, 국제경쟁력, 기술개발 등을 고려
대 응	III	<ul style="list-style-type: none"> ○먹는물 다원화시 고려사항 검토 -수질기준, 시설·제품규정의 설정안 -부담금의 부과 방안 -고사·예규·지침 등 하위 조항 정비 필요성 검토 ○먹는물관리법의 개정 방안 검토 제1안: 해양심층수만 포함하는 안 제2안: 강변여과수, 해양표층수, 수돗물, 인공합양수 등을 모두 포함하는 안 	<ul style="list-style-type: none"> ○기존의 병입수(먹는샘물)는 특이성을 인정하여 별도로 관리하고 있으므로, 해양심층수도 별도 규정 마련하는 것을 검토 -먹는샘물은 수질, 처리수준, 원수이동, 혼합규정 등에서 해양심층수와 차별성이 있음을 인정 ○해양심층수 병입수가 시판할 예정이고, 다른 것들은 수도법에서 다루어도 가능함. 따라서 해양심층수만 대상으로 함
	IV	<ul style="list-style-type: none"> ○먹는물 다원화시 종합적 관리방안 검토 -다원화에 따른 종합적인 제도개선 방안 -다원화에 따른 수질 안전성 확보 방안 -수질개선부담금의 제도 개선 방안 	<ul style="list-style-type: none"> ○관리정책은 지속적으로 개선되어야 함 -특히 수질기준은 적절한 재원을 마련하여 꾸준히 연구·개정이 필요함
	V	<ul style="list-style-type: none"> ○결론 및 제언(다원화시 필요한 사항) -해양심층수 처리수 관련 수질기준, 시설·제품 규정 제시 -병입수의 종합적 관리방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ○먹는물관리법의 체제에 대한 전면적인 개편 작업이 차후에 필요 -한정된 병입수와 수질개선부담금 및 과도한 규제 규정으로 법체계가 매우 복잡한 형태를 갖고 있음

5. 선행 연구의 고찰

먹는물의 다원화와 관련한 정책적인 연구는 「먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구」(환경부, 2002)가 있다. 이것은 먹는물의 원수로 사용이 가능한 물을 개괄적으로 살펴본 것으로서 병입수의 시장 현황, 국외 병입수의 원수의 사용 현황, 각국의 병입수 관련 규정 그리고 먹는샘물 다원화 방안 및 병입수의 분류방안 등을 다루었다. 이 연구는 해양심층수 병입수의 도입 시기는 기존 먹는샘물과의 상관관계를 고려하여 국내에서 해양심층수 개발이 가능한 시점으로 정하는 것이 바람직하다는 연구 결과를 제시하였다. 이번 연구는 그 후속연구의 성격을 가진 것으로서 먹는물 다원화 대상을 정하는 범위 및 수질기준을 구체적으로 설정하고, 이에 따른 제반 관리사항과 관련법의 개정 방향 등을 다루는 것이다.

현재 먹는물의 다원화 대상으로 우선적으로 고려되고 있는 것이 해양심층수인데, 이와 관련된 연구보고서가 다수 출간되었다. 해수부는 2001년과 2003년에 「해양심층수의 다목적 개발(I, II)」를 통하여 해양심층수의 개발 및 이용에 관한 사항을 전반적으로 다루었다. 특히 이 보고서들은 해양심층수를 음용으로 할 경우에 필요한 원수의 조건, 탈염기술, 탈염수의 수질 등에 대한 구체적인 자료를 제공하고 있어서 매우 유용하다. 한편 해수를 음용으로 이용하는 경우를 대비하여 관련법의 정비와 법제화를 연구한 「해양심층수 개발 및 활용을 위한 법제화 검토 연구」(김정봉·류정곤·임경희, 2003, 해양수산개발원)는 해양심층수의 개념과 활용범위, 해양심층수의 개발·이용 사례, 해양심층수 이용에 관련된 기존의 법제도, 해양심층수 개발 및 활용을 위한 관련법의 추진방향 등을 전반적으로 다루고 있다.

「해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구」(환경부, 2002)는 해양표층수와 지하염수를 식수로 이용시 필요한 제반 관련사항을 심도 있게 검토하였다. 이 연구는 해수를 담수화 처리시 붕소가 수질기준을 충족하기 곤란하므로 현실적인 여건을 감안하여 수질기준을 다소 완화하는 것을 제안하고 있다.

일본의 고치현산업진흥센터에서는 「室戸海洋深層水の特性把握および機能解明」를 통하여 해양심층수의 특성에 대하여 3년간 집중적인 연구를 수행하였는데, 이 연구는 해양심층수의 특성, 식품분야의 기능, 생물이용분야의 기능, 그리고 건강 및 안전분야의 기능 등에 대하여 상세한 자료를 제공하고 있다. 이 연구에서 해양심층수는 두부제

조나 양식 등에서 기능성이 있는 것을 관찰하였지만 분자 수준의 연구가 필요한 것으로 결론을 맺고 있다.

병입수 자체에 대한 연구는 매우 적는데, 이는 우리나라에서 먹는샘물 이외의 병입수가 그동안 인정되지 않아서 연구 자체가 제한적이기 때문이다. 「먹는샘물 관리시스템 구축연구(III)」(환경부, 2000)는 샘물업체의 샘물의 이용실태를 연구한 것으로서 취수정의 수위변화를 중앙에서 전산망을 이용하여 확인하고 통제하는 방안에 대한 성과를 다루고 있다.

지하수를 원수로 한 병입수(먹는샘물)를 제조·판매할 경우와 기타 샘물을 생산·판매할 때는 수질개선부담금을 납부하여야 하는데, 부과 자체가 위헌이라는 것과 부과요율이 차별적이라는 것, 수입먹는샘물에 대한 부과 목적의 합리성 여부 등에 대하여 많은 논란이 있었다. 이에 대하여 환경부는 2003년에 「수질개선부담금 부과요율의 적정성 검토 및 개선방안 연구」를 통하여 수질개선부담금 부과에 대한 이론적 배경, 해외사례 분석, 부과요율의 조정 및 부과 방법의 개선 등을 집중적으로 다룬 바 있다.

병입수에 대한 국외의 연구 자료로는 「Bottled Water」(Global Industry Analysts, Inc, 2002)가 있는데, 이는 다양한 종류의 생수시장에 대하여 환경, 경쟁, 가격, 유통 등 다각도로 조사를 하여 2006년까지의 병입수 시장에 대한 예측을 기술하였다. 이 분석 보고서는 병입수가 세계적으로 급성장한 이유와 지하수 이용에 따른 환경문제, 그리고 병입수의 경쟁 상품 등을 상세히 기재하고 있다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

1. 국내의 먹는물 현황

1-1. 국내의 음용수의 법적 관리 현황

현재 국내에서 음용으로 사용되는 물에 대한 관할은 환경부, 건교부, 행자부와 보건복지부 등 여러 곳으로 나누어져 있다(표 2-1). 수량과 수질을 통합하여 관리하여야 한다는 사회적 요구가 많지만 각 분야의 통합에는 그 동안의 관례와 통합의 어려움 등 때문에 다소 시간이 걸리고 있다. 그러나 전반적으로 보면 일반 국민을 위한 먹는물의 수질에 관한 사항은 먹는물관리법을 관할하는 부서인 환경부가 관리하고 있다.

1-2. 먹는물 분류체계

현행 먹는물관리법상 먹는물의 분류는 (표 2-2)와 같은데, 이를 보면 ①에서는 먹을 수 있는 모든 자연수를, ②에서는 어떠한 자연수라도 먹는데 적합하게 처리한 물을 의미한다. 따라서 먹는물관리법은 개념상 모든 먹는물을 관할하고 있다. 다만, 해수, 지하염수, 강변여과수 등은 먹는물관리법이나 수도법 등에 그 용어가 구체적으로 명시되어 있지 않다.

○우리나라의 상수도 공급 체계

우리나라의 수돗물 공급체계는 광역상수도 및 지방상수도로 2원화 되어있다. 광역상수도의 원수는 건교부가 관할하고, 정수장 처리 이후는 환경부가 관할한다. 지방상수도는 상수원 개발에서 최종 소비자까지 모두 환경부가 관할한다(그림 2-1). 수도사업은 수도사업자와 수도사업자 이외의 사업자도 가능하며, 민간수도사업자도 사업이 가능하다¹⁾(그림 2-2).

1) 수도법 제8조 (水道事業의 경영원칙) ①수도사업은 국가·지방자치단체 또는 한국수자원공사가 경영하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 지방자치단체 등을 대신하여 민간사업자에 의하여 수돗물을 공급하는 것이 필요하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2001.3.28>

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 2-1 음용식용 또는 인체에 사용되는 물에 관한 법적 관리 현황

관련 법/규정 (관할부서)	먹는물의 용어	자연수의 용어	처리한 물	수질기준 관련 조항	비고	먹는물 수질기준 적용 여부
먹는물관리법(환경부)	먹는물(제3조)	자연상태의 물	처리수(수돗물, 먹는샘물 등)	법 제5조	-먹는물수질기준및검사등에관한규칙(제2조) -[별표1] 먹는물의 수질기준	○
			정제수, 증류수		-먹는물수질공정시험법 -먹는물관련영업의 시설기준(시행규칙 제8조 관련)	?
수도법(환경부)	음용(제3조)	원수	정수	법 제18조	"	○
지하수법(건교부)	음용수	지하수	-	법 제20조②항(환경부령)	수질항목은 먹는물관리법 적용(시행규칙 제31조)	○
온천법(행정자치부)	음용	온천	-	제13조의 2	-수질기준과 항목(시행규칙 제12조 제1항): '음용적합'이 있지만 적용 근거법은 미제시(통상 온천에서는 '먹는물의 수질기준'을 준용 *pH 5.8 ~ 8.6으로 다름을 유의	△
식품위생법(보건복지부)	먹는물 음용수	-	-	제22조, 제23조, 제27조	-먹는물관리법에 의한 먹는물수질검사기관이 발행한 수질검사(시험)성적서(수돗물이 아닌 지하수 등을 먹는물 또는 식품 등의 제조과정이나 식품의 조리·세척 등에 사용하는 경우에 한한다)	○
				식품공전(식품위생법 제7조1항 근거)	제 3. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격 3. 제조·가공기준 1) 일반공통기준(일부) (2)식품제조·가공 및 조리에 사용하는 물은 먹는물관리법에 적합한 것이어야 한다.	○
약사법(보건복지부)	상수	우물물	정제수, 주사용수, 멸균정제수	제43조(대한약전)	*대한약전에 상세 규정	×
				대한약전	의약품각조 제2부: '상수는 보통 수도수 또는 우물물을 말한다' *상수는 수도수와 우물물을 말하지만 먹는물수질기준은 미적용(대한약전 8개정(2002)부터 시행)	×
수산물품질관리법(해양수산부)	-	-	-	-	*바닷물은 수산품으로 미지정 -"수산물"이라 함은 이식용수산물을 제외한 수산동식물을 말한다(제2조)	-

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-2 먹는물관리법상 먹는물의 분류체계

정의	내용	법적 종류	정의에 사용된 용어	비고
먹는물	①먹는데 통상 사용하는 자연상태의 물	샘터	먹는물 공동시설	자연수
		우물	먹는물 공동시설	
		약수터	먹는물 공동시설	
		샘물, 용천수	암반대수층안의 지하수	
먹는물	②자연상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 물	수돗물	원수 ¹⁾ 를 정수처리한 것	처리수
		먹는샘물	샘물이나 용천수를 처리한 것	

1) 원수: 음용·공업용 등에 제공되는 자연상태의 물(수도법 제3조1항)

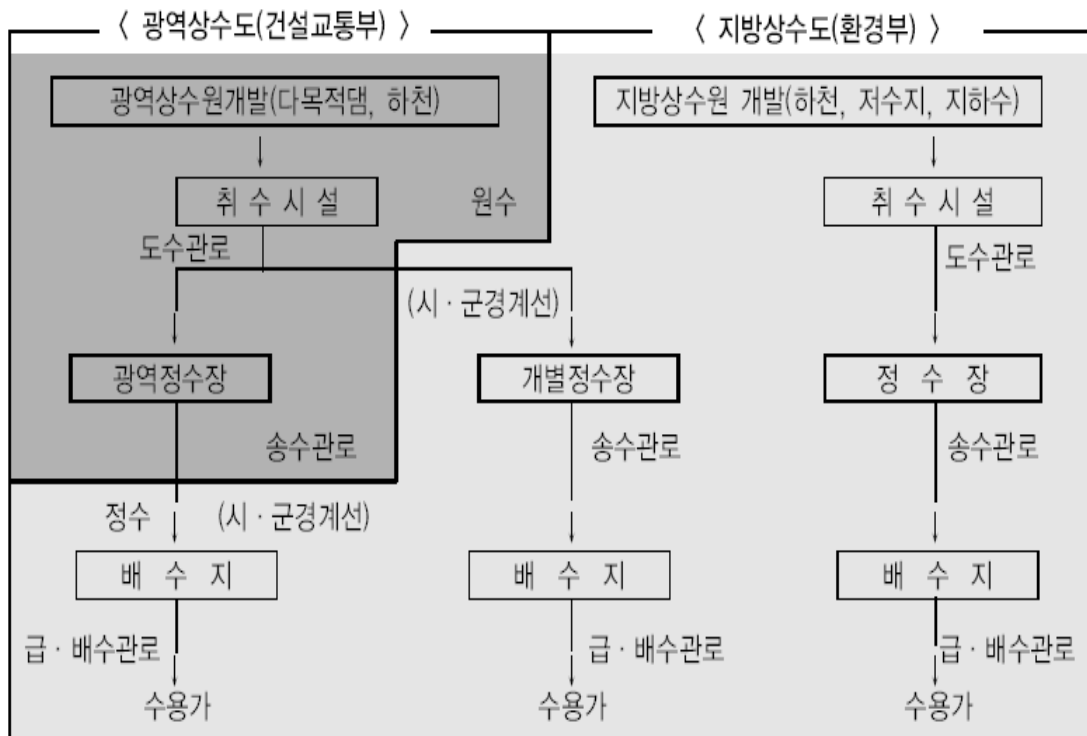


그림 2-1 우리나라 상수도 운영체계

자료: 환경부, 2004, 환경백서, p478.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

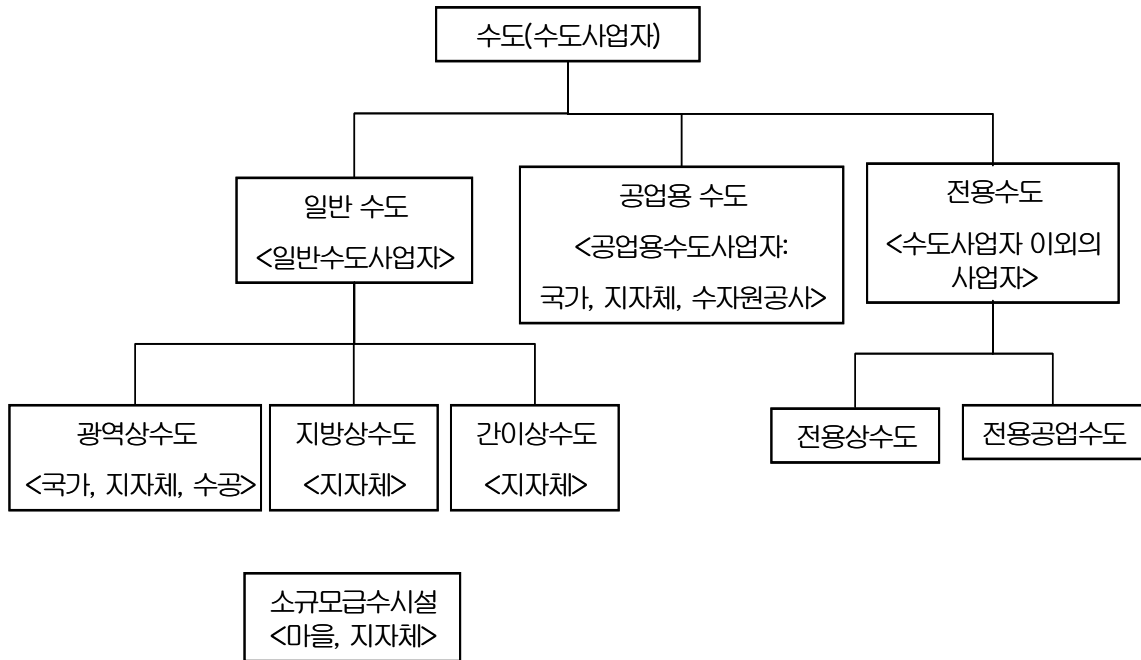


그림 2-2 우리나라의 현행 수도사업 체계

자료: 환경부, 2002, 해수담수화 시설적정설치·운영방안 조사연구, p331.

표 2-3 우리나라 상하수도 산업의 강점·약점과 위협 및 기회의 분석

구분	국내에서	해외에서
약점	-상하수도 사업의 구조적 문제점 ·사업구조 ·관리구조 -산업기반 취약 -전략부재	-치열한 경쟁 -관리기반 구축능력을 포함한 통합 물서비스 공급에 취약
강점	-민영화 등 사업전문화 추진 -수도사업 구조개편 논의	-개도국 시장에서 강점
위협 및 기회	-다국적 물기업의 진입 -환경서비스 시장개방 논의 -서비스 국제표준화 움직임	-환경서비스 시장 개방 논의 -서비스 국제표준화 움직임

자료: 문현주, 2004, 환경산업의 경쟁력 강화방안 연구 -상하수도 산업을 중심으로, 환경포럼, 한국환경정책·평가연구원.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

우리나라의 상하수도 사업은 지방자치단체 중심으로 운영되고 있으나, 공공부문의 비효율적인 요소로 인하여 적정 운영에 다소 어려움이 있을 수 있다(표 2-3). 또한 공공운영에 따른 적정한 산업화 정책의 부족으로 경쟁력 있는 산업으로 육성되지 못하고 있다. 세계무역기구(WTO)의 서비스시장 개방 논의, 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)에서 진행되고 있는 상하수도 서비스 표준화, 다국적 물기업들의 활발한 움직임 등 상하수도 서비스와 관련한 대외적 여건을 볼 때 우리나라도 상하수도사업에서 적극적인 대응이 필요하다.

1-3. 먹는물 분류체계의 문제점

○먹는물관리법·수도법의 먹는물의 종류

현행 먹는물관리법상 먹는물의 분류체계는 매우 제한된 숫자의 먹는물의 종류를 열거하고 있어서 법에 구체적으로 지정되지 않은 자연수나 원수를 먹는물로 활용하거나 제품을 만들어 유통시킬 때 많은 문제가 발생한다(표 2-4).

먹는물관리법상 먹는물²⁾은 ①용천수나 먹는물공동시설의 물 등 먹는데 적합한 자연상태의 물과 ②하천, 호소, 샘물 등 자연상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물이나 먹는샘물 등 몇 가지에 한정되어 있다. 더욱이, 먹는물을 용기에 넣어서 판매할 수 있는 원수는 암반대수층안의 지하수 또는 용천수로 분류되는 '샘물'만 허용하여 제품수는 오직 '먹는샘물'만 인정되고 있다. 따라서 자연수 중 해수나 지하염수 등 염수를 음용으로 처리한 물이나, 수돗물 등 처리수를 이용하여 용기 등에 넣어서 판매하는 것

2) 第3條 (定義) 이 법에서 사용하는 用語의 定義는 다음과 같다. <개정 1997.8.28>

1. "먹는물"이라 함은 먹는데 통상 사용하는 自然狀態의 물과 自然狀態의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물 등을 말한다.
 2. "샘물"이라 함은 岩盤帶水層안의 地下水 또는 湧泉水 등 水質의 安全性을 계속 유지할 수 있는 自然狀態의 깨끗한 물을 먹는 용도로 사용하기 위한 原水を 말한다.
 3. "먹는샘물"이라 함은 샘물을 먹는데 적합하도록 物理的 처리 등의 방법으로 製造한 물을 말한다.
 4. "水處理劑"라 함은 自然狀態의 물을 淨水 또는 消毒하거나 먹는물供給施設의 酸化防止 등을 위하여 添加하는 製劑를 말한다.
 5. "먹는물공동시설"이라 함은 多數人에게 먹는물을 공급할 目的으로 開發하였거나 자연히 형성된 약수터·샘터 및 우물 등을 말한다.
 6. "淨水器"라 함은 物理的·化學的 또는 生物學的 過程을 거치거나 이러한 過程을 結合한 過程을 거쳐 먹는물을 第5條第3項의 規定에 의한 먹는물의 水質基準에 적합하게 하는 器具를 말한다.
 7. "먹는물關聯營業"이라 함은 먹는샘물의 製造業 輸入販賣業, 水處理劑製造業 및 淨水器의 製造業 輸入販賣業을 말한다.
- 第4條 (적용범위) 먹는물과 관련된 사항 중 수돗물에 관하여는 水道法에 規定이 있는 경우 그 法을 적용한다.

은 허용되지 않고 있다.

표 2-4 먹는물관리법과 수도법¹⁾에 열거된 먹는물의 종류와 제품수의 명칭

		용어 정의(법 제3조)	열거된 종류	의미상 포함된 물	비고
먹는물관리법	먹는물	①먹는데 통상 사용되는 자연상태의 물	샘물, 먹는물공동시설의 물	하천, 호소, 용천수, 지하수 등	‘해수’는 자연상태로는 먹지 못함
		②자연상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 물	수돗물, 먹는샘물		해수를 담수화한 것은 음용으로 이용되나 구체적으로 열거되지 않음
수도법	원수	음용·공업용등에 제공되는 자연상태의 물 (농어촌용수 제외)			해수는 자연상태의 물이지만 구체적으로 열거되지 않음
	상수원	음용·공업용등에 제공하기 위하여 취수시설을 설치한 지역의 하천·호소·지하수 등	하천·호소·지하수		해수나 지하염수에도 취수시설이 설치되고 있지만 구체적으로 열거되지 않음 ※상수원관리규칙에 수원을 구분
	정수	원수를 음용·공업용 등의 용도에 적합하게 처리한 물			‘원수’에 해수가 미포함 됨

이로 말미암아, 국내에서는 먹는샘물이 마치 병입수의 전부인 것처럼 인식되는 상황이다. 국제적인 기준으로 보면 ‘먹는샘물’은 천연광천수(natural mineral water)를 병에 넣어서 판매하는 ‘병입수’의 일종일 뿐이다. 그러나 우리나라만 ‘샘물’을 먹는데 적합하게 처리한 ‘먹는샘물’ 이외의 처리수는 병입수로 인정하지 않고 있다. 이러한 문제로 인해 현재 수돗물을 병에 넣은 것은 안전한 ‘먹는물’인데도 불구하고 ‘병입수’로 인정되지 않아 판매용이 아닌 무상으로만 제공되고 있다(표 2-5).³⁾

3) 환경부는 수돗물의 불신해소 및 신뢰도 제고를 위해 PET병 수돗물의 사용 활성화 정책을 추진하고 있다. 이를 위해 ① 수돗물에 대한 불안감 해소와 수돗물 품질의 올바른 평가를 위하여 공공기관에서 솔선하여 PET병 수돗물을 사용토록 함으로써 국민의 신뢰도 제고 및 수돗물 사용의 활성화를 유도하고, ② 공공기관에서 주재하는 주요행사 및 회의 등에 PET병 수돗물을 사용할 수 있도록 무상공급을 추진 중에 있다. 실제로 한국수자원공사는 국무총리실 등 중앙행정기관 23개 부처를 대상으로 매월 약 240 상자(500ml×20병)를 무상 공급 중이다 (환경부, 2004, 먹는물 수질관리지침, p19).

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

수도법에 의한 상수원관리규칙(환경부령 제133호, 2002.12.2)의 제3조(수원의 구분)에서 상수원으로 이용되는 물은 하천수, 복류수, 호소수, 지하수로 구분된다. 지하수는 다시 층적층에 존재하는 표층지하수, 암반에서 유래되는 심층지하수로 세분하고 있다. 따라서 수도법에 의해서도 염수는 명문화되지 않았다.

표 2-5 전국 PET병 수돗물 연간 생산 가능량 (500ml기준)

합계	서울 (아리수)	부산 (산수)	대구	인천	대전	수자원공사 (물사랑)
999만병	80만병	20만병	480만병	9만병	50만병	360만병

자료: 환경부 수도정책과, 2004, 먹는물 수질관리지침, p19.

염수를 먹는물의 원수로 사용할 수 있는가 혹은 먹는샘물로 제조할 수 있는가는 약간의 논란이 있다. 물의 염분은 지표수에서는 증발, 농축, 침전으로, 지하에서는 염광물의 용해, 퇴적층에서는 현생해수의 포획, 화산지대는 화산의 기체상 물질, 토양층에서는 점토층에 의한 염분리 현상 등으로 높아진다.⁴⁾ 지하수는 육상의 관정과 바다 근처의 해안지역의 관정에서 얻을 수 있는데, 육상의 것은 심도가 깊어질수록 염도가 높아지고, 바닷가의 관정은 심도가 깊어짐에 따른 염분의 증가 이외에 해수침투로 인해 염도가 높아진다. 지하수법에 의하면 둘 다 지하수의 정의에 부합하는 지하수이다. 먹는물관리법의 먹는물 수질기준에서 경도, 증발잔류물(총용존고용량과 유사), 철과 망간, 그리고 붕소(보론) 등은 먹는물의 원수에 대한 수질기준에서 제외되어 있으므로⁵⁾ 다른 수질기준을 충족한다면, 먹는데 적합하게 처리하여 먹는물의 원수로 사용할 수 있는 것으로 보인다. 이러한 조건을 적용한다면 해수담수화 사업으로 개발하는 지하염수는 ‘샘물’로 볼 수도 있으나, 샘물은 수질의 안정성이 유지되어야 한다는 규정(먹는물관리법 제3조)에 의하여 문제가 발생한다. 즉 해안지역의 지하수는 채수함에 따라 염수의 농도가 변하고 주변의 담수의 조건에 따라 물의 성분이 바뀔 수 있기 때문이다. 성분 변화가 일어나는 것 중에 대표적인 것은 염소이온이 있는데 염소이온은 먹는물관리법의 수질기준에서 250mg/L 이하여야 한다. 결국 지하염수에 대해서는 먹는물의

4) Appelo, CAJ and Postma, D., 1994, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Rotterdam Netherlands, Balkema, p296.

5) 먹는물수질기준검시등에관한규칙(환경부령 제95호).

원수로 사용할 수 있는지 여부에 대한 판별조건은 염소이온의 농도이다. 대부분의 해안지역에서는 해수가 조금만 침투하여도 염소이온의 농도가 급증하므로 ‘샘물’의 조건이 되기 어렵다.

한편 먹는샘물로 사용하려면 최소한의 물리적 처리를 하여야 하는 조건 때문에 염수 중 이러한 것을 제거하기 위한 막여과나 전기투석법 등을 화학적 처리 조건으로 본다면 먹는샘물로 제조가 허용되지 않는다. 염소이온은 심미적 영향물질이지만 국외와는 달리 우리나라에서는 수직기준에 포함되어 있어서 지하염수는 ‘샘물’이 될 수 없는 조건이다. 따라서 이를 이용하여 먹는샘물을 제조할 수도 없으며, 식품공전에 위한 먹는물의 원수로도 인정되지 아니하여 기타 샘물로도 사용할 수 없다.

지하염수를 먹는샘물의 원수로 사용할 수 없는 것은 일반 국민의 의식도 작용한다. 즉 통상 ‘생수’라고 불리는 먹는샘물(천연광천수)은 아무런 처리를 하지 않고 그대로 먹을 수 있다는 인식 때문이다.

○음용수 관련 용어의 의미

이 연구에서는 혼란을 피하기 위하여 먹는물과 관련된 명칭을 잠정적으로 (표 2-6)과 같이 구분하기로 한다. 또한 공공급수 혹은 영업을 목적으로 하는 먹는물에 관한 사항을 위주로 다루고 비영업용이나 개인적인 용도의 먹는물은 상세히 다루지 않을 것이다.

표 2-6 본 연구에서 사용된 먹는물의 구분과 명칭

일반명칭	정수 등 처리 여부에 따른 구분	구체적인 먹는물의 종류
먹는물 (Drinking Water, DW)	자연상태에서 그대로 음용하는 물 (Natural Drinking Water, NDW)	샘물, 용천수(Spring Water, SW), 우물(Well Water, WW) 등
	어떤 처리를 하여 먹는물 (Treated Drinking Water, TDW)	수돗물(Piped Drinking Water, PDW), ¹⁾ 천연광천수, 먹는샘물 (Natural Mineral Water, NMW), 병입수(Bottled Water, BW) 등

1) 통상 수돗물은 municipal water로 표시되나 이 연구에서는 수도관으로 공급되는 물이라는 것을 명확히 하기 위하여 'piped'라는 명칭을 사용하였다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

○병입수 다원화의 법적 근거의 검토

먹는물관리법 제29조(기준과 규격)⁶⁾의 ①항 및 ②항에 의하면 외견상 병입수의 다원화가 가능한 것처럼 보이지만, 이는 먹는샘물 내에서 다원화가 가능할 뿐이다. 즉, 제2조(정의)에서 이미 먹는샘물 이외의 병입수는 제외되어 있다. 또한 영업 규정인 제16조(판매 등의 금지)에 먹는샘물 이외의 것을 병에 넣어 판매할 수 없으며, 더욱이 판매를 목적으로 채취·제조·수입·저장·운반 또는 진열을 할 수도 없어서 판매·유통을 목적으로 한 일체의 개발과 관련된 시도 자체를 원천적으로 금지하고 있다.

이러한 규제는 수자원의 합리적 사용, 관련 수처리 기술의 발달, 국제 통상의 여건 등을 고려할 때 너무 과도한 측면이 있다. 즉 원칙적으로 먹을 수 있는 물을 단순히 병에 넣었다고 판매를 못하게 금지하는 것은 먹는샘물에만 독점적 지위를 부여하여 바람직하지 못하며 관련법을 개정하여 법적으로 확실히 관리하는 방안을 강구하는 것이 더 나을 것이다. 그러나 먹을 수 있는 물이라 하더라도 먹는물은 국민의 안전성을 최대 명제로 하고 있으므로, 현 상태에서는 사회적으로 요구가 시급한 해양심층수의 처리수를 먹는물로 인정할지 여부를 집중적으로 검토하기로 한다. 법개정의 문제는 현재의 먹는물관리법의 근간을 유지하는 범위에서 최소한의 개정을 추진하되 차후 지하염수, 해양표층수, 강변여과수, 수돗물 등 다른 원수의 먹는물도 병입수로 유통하는 방안을 구체적으로 검토할 필요가 있다.

1-4. 먹는물에 대한 소비행태 및 의식

○식수 음용에 대한 국민의식

환경부가 조사한 먹는물의 소비행태를 살펴보면, 정수기 이용 및 먹는샘물의 음용이 2000년 18.7%에서 2003년 44%로 증가하였고, 수돗물을 끓여서 먹는 비율은 2000년 59.1%에서 2003년 44.8%로 감소하였다(표 2-7, 그림 2-3). 2000년 3월에서 2003년 8월까지의 조사에서 정수기 이용은 2.5배 늘었고, 먹는샘물의 이용은 2배 정도 늘어났다

6) 第29條 (기준과 規格) ①環境部長官은 먹는샘물·水處理劑·淨水器 또는 그 容器(이하 "먹는샘물등"이라 한다)의 종류·性能·製造方法·보존방법·流通期限·사후관리등에 관한 기준과 成分에 관한 規格을 정하여 告示할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7>

②環境部長官은 第1項의 規定에 의하여 기준과 規格이 정하여지지 아니한 먹는샘물등에 대하여는 그 製造業者로 하여금 自家基準과 自家規格을 제출하게 하여 第35條의 規定에 의하여 지정된 檢査機關의 檢査를 거쳐 이를 그 먹는샘물등의 기준과 規格으로 인정할 수 있다. <개정 1997.8.28>

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

(표 2-8, 그림 2-4). 한편, 시민단체가 일반인 550명에 대하여 수돗물에 대한 신뢰 정도를 조사한 결과를 보면 수돗물을 신뢰하는 비율이 50%를 넘지 않는다(표 2-9).

표 2-7 먹는물의 음용상태 조사 결과

조사 시기	끓여서 마심	정수기 이용	먹는샘물	약수터	그대로 음용	계 (%)
2003.8	44.8%	33.6%	10.4%	10.3%	1.0%	100.1
2000.3	59.1%	13.7%	5.0%	13.9%	2.5%	100

자료: 환경부, 2004, 먹는물수질관리지침. p19.

표 2-8 수돗물 사용에 대한 인식조사

조사 시기	막연히 불안	냄새가 나서	언론 보도	물맛이 나빠	녹물	기타	계
2003.8	32.2%	31.2%	11.2%	10.1%	8.0%	7.2%	99.9%
2000.3	30.0%	28.1%	12.5%	8.6%	10.2%	10.6%	100%

자료: 환경부, 2004, 먹는물수질관리지침. p19.

표 2-9 수돗물에 대한 신뢰도 조사

항목 구분(조사 대상:서울시 거주 성인)	응답자 수(%)
계	550(100.0)
수돗물에 대하여 매우 신뢰한다	34(6.2)
수돗물에 대하여 약간 신뢰한다	160(29.1)
수돗물에 대해서 그저 그렇다	159(28.9)
수돗물에 대해서 별로 신뢰하지 않는다	136(24.7)
수돗물에 대해서 전혀 신뢰하지 않는다	61(11.1)

자료: 김연화, 2003, 소비자가 원하는 먹는 물에 대한 의식조사, 소비자가 원하는 먹는 물, 2003년 세계물의해 기념 세미나, 한국소비생활연구원 (별첨 자료).

이러한 양상은 수돗물 우선정책을 지속적으로 추진하고 있는 정부 당국의 의지와 완전히 일치하지 않아 주의를 끌고 있다. 이에 대하여 환경부는, 국민들이 수돗물을 식수

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

로 부적합하다고 생각하는 이유는 품질의 문제가 아니라 막연한 불안감이나 언론보도 등 심리적 요인이 더욱 크게 작용하는 것으로 분석하고 있다. 즉, 국민의 소득수준의 향상에 따라 보다 '안전'하다고 생각하는 먹는물의 종류를 선호하는 것으로 보고 있다. 수도물에 대한 불신을 극복하기 위한 정부 당국의 노력은 꾸준히 이어지고 있으나, 시간이 갈수록 그 안전성에 대한 의문이 줄어들지 않고 있으므로 총체적인 문제점과 개선방안에 대한 합리적인 방안의 모색이 필요하다.⁷⁾ 수도물은 과학적인 정수처리와 철저한 수질검사를 통해 생산·공급되는 안전한 물임에도 불구하고 사용율이 계속 감소하므로, 이에 대한 정확한 원인 분석과 근본적인 대책을 마련하여야 한다.

우리나라는 연간 강수량이 1,200~1,300mm 내외(평균 1,283mm)로 세계평균의 973mm의 약 1.3배 정도이지만 인구밀도가 높기 때문에 일인당 연강수총량은 2,075m³로 세계평균 약 26,800m³의 약 1/10에 불과하다.⁸⁾ 또한 여름철에 강수량이 집중하여 계절적 하천 유량의 변동이 매우 심할 뿐만 아니라, 하천의 유로가 상대적으로 짧고 경사가 급하여 물이 바다로 빨리 배출되는 특성을 가진다. 따라서 수자원의 부존이 지역적 편중이 매우 심하고, 하천은 상시 유지용수가 매우 부족하다. 또한 한강 수계의 상류에 주요 중소도시가 존재하고 수도권은 인구가 과밀하여, 수도물의 상수로 쓰이는 물은 수차례의 취수 및 이용으로 반복 순환과정을 거친 물이다. 따라서 지표수를 이용하는 수도물의 원수는 여러 가지 오염물질이 많이 포함되어 고도정수처리가 필요하다. 정부당국은 상수원보호지역의 하수관 교체사업, 수도관 교체사업, 가정용 물저장시설과 수도꼭지 등의 개량 등을 통하여 상수도의 품질을 개선하는 정책을 지속적으로 유지하고 있으나 막대한 재원의 소요가 늘 현안문제로 남아 있다.

7) 환경부는 수도물 수질의 안전성을 위해 상수원의 보호를 지원, 상수원지역 하수관거 사업, 상수관로 개선사업, 최종 소비자용 수도물 저장소의 개선작업, 수도물 수질개선 사업 등 각종 사업을 추진하고 있다. 그러나 상수도 중 생활용수 비율이 25% 내외인 데도 모든 상수에 대하여 고도처리를 하는 것, 상수관로의 신설·교체·유지, 하수관거 정비사업 등에 소요되는 비용이 엄청나고, 그 효과에 대한 의문을 제기하는 사람들도 있다. 따라서 지하수, 강변여과수, 해수담수화 등 상수원의 다변화에 요구와 함께 소규모화 하여 긴급시 대비를 하자는 논의도 있다.

8) 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p9.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

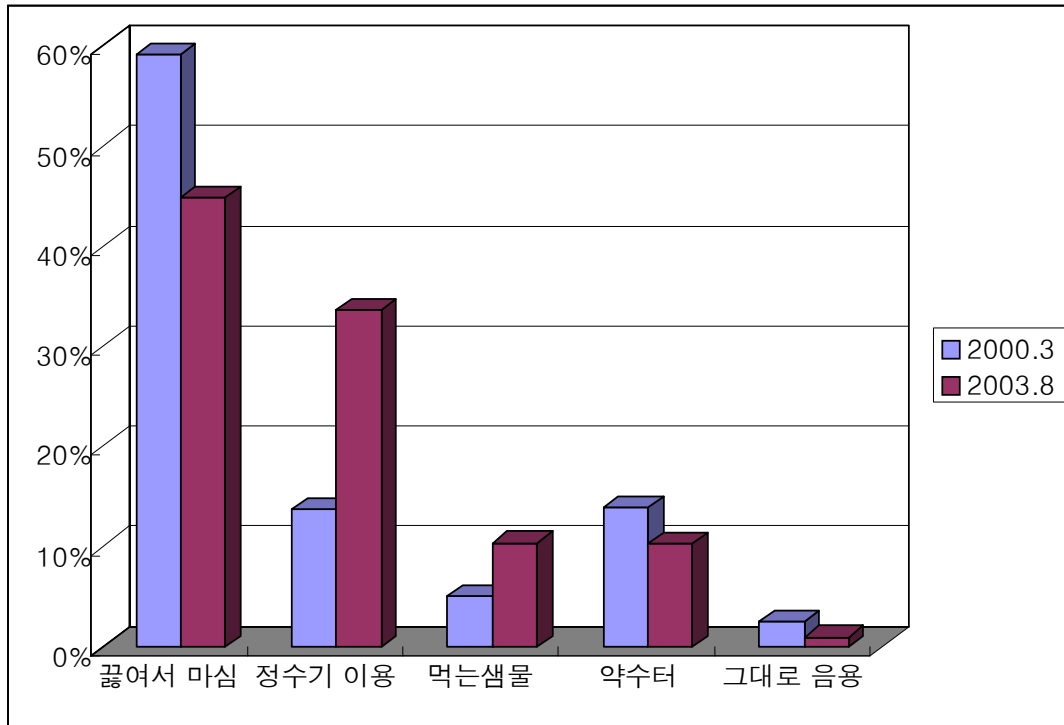


그림 2-3 먹는물의 선호 조사 결과(자료: 환경부 수도정책과, 2004)

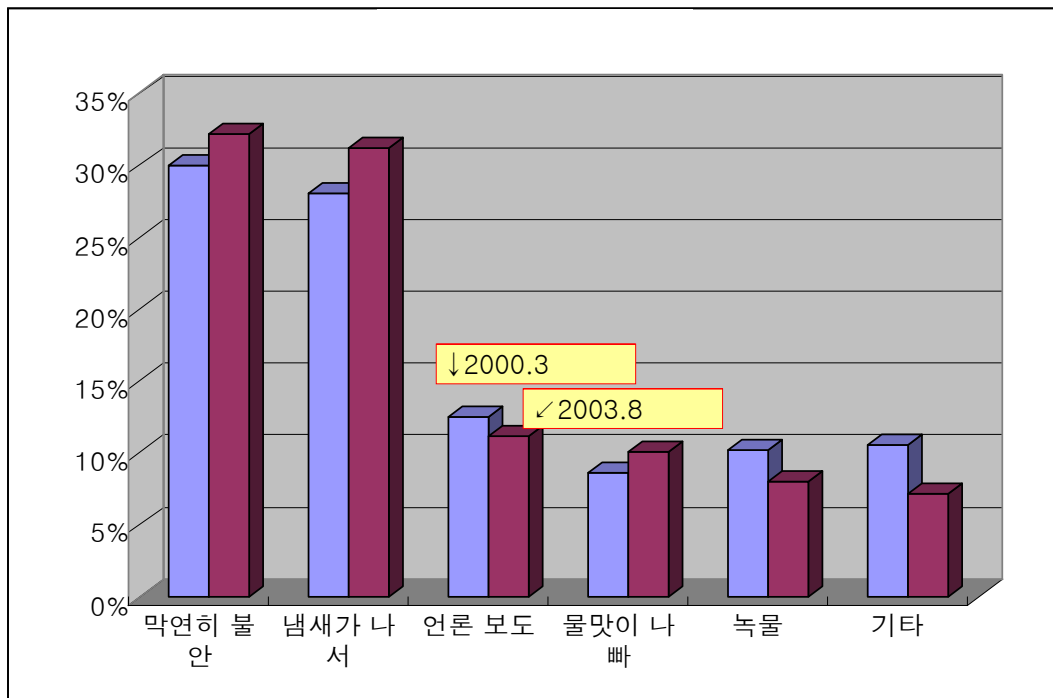


그림 2-4 수돗물에 대한 국민 인식(자료: 환경부 수도정책과, 2004)

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

○외국의 병입수의 선택에 대한 의식조사 사례

미국과 프랑스 국민의 병입수 선택에 대한 조사를 보면 미국민의 3명 중 1명 정도는 수돗물의 안전성에 대한 불안(35%)과 안전한 대체음료수라고 판단되는 병입수를 선호(35%)하는 것으로 조사되었다. 즉 미국의 경우 국민의 70% 정도가 건강과 안전성을 위하여 병입수를 선택하는 것으로 보인다.⁹⁾ 프랑스의 경우 수돗물의 안전성에 대한 우려를 하는 국민은 4명 중 1명 정도 비율인 23% 정도이며, 프랑스 국민의 반수에 가까운 사람들(45%)은 병입수를 맛있는 것으로 인식하고 있으며, 수돗물이 단순히 싫증이 난다는 사람과 수돗물의 안전성을 우려하는 비율은 같은 정도(각 23%)이므로, 수돗물에 대한 강한 불신은 미국보다 비교적 적은 편으로 볼 수 있다(그림 2-5).

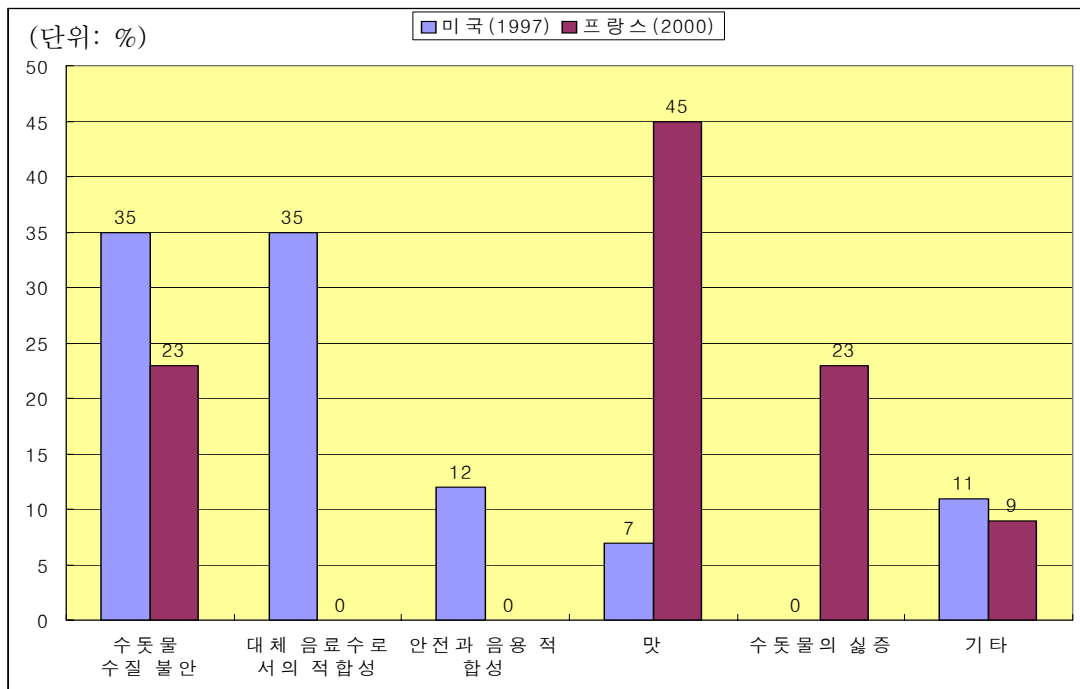


그림 2-5 미국과 프랑스의 병입수 선택 사유 조사 결과

자료: Ferrier, C, 2001, Bottled water: Understanding a social phenomenon, p16-19.

일본은 안전한 물을 염가로 직접 마실 수 있도록 하기 위하여 수도 보급률이 96%를 넘어섰지만, 근래에는 미네랄워터류(천연광천수를 포함한 각종 병입수)의 소비량과 정

9) Ferrier, C, 2001, Bottled water: Understanding a social phenomenon, p16-19(Online available).

수기의 보급이 꾸준히 증가하고 있어서 ‘안전하고 맛있는 물’에 대한 사회적 요구가 커지고 있음을 반영하고 있다.¹⁰⁾

세계적으로 병입수의 유행은 1990년대부터 확산되었는데, 이는 사람들의 생활에서 활동량의 증가, 원거리 이동의 증가, 생활 방식의 변화, 건강에 대한 관심, 수돗물에 대한 불만족 등을 그 원인으로 보고 있다.¹¹⁾

2. 외국의 먹는물과 병입수 관리체계

2-1. 주요 국가의 수자원 관리체계

미국, 영국, 프랑스, 그리고 독일 등 외국은 각 나라의 국내 행정체계에 따라 수자원 관리체계를 유지하고 있으며, 수자원 관리에서 가장 특징적인 것은 관할부서에 관계없이 수자원에 대하여 통합적으로 접근하는 경향이 강하고 환경적 사안을 우위로 두고 관리하는 추세가 뚜렷하다는 것이다(그림 2-6 ~ 그림 2-9).

일반적으로 수자원은 각국이 국가의 전략적 생존 차원에서 관리하고 있으며 수량의 확보와 수질의 일정 수준의 유지를 주요 목표로 하고 있다. 각국의 수자원 정책을 종합해 보면 물 부족의 위험성을 인식하고, 물 정책에 대한 대전환점을 마련하고 있는 중이다. 수자원의 공급면에서는 절약 등을 통한 수요관리는 한계가 있어서 보조수단으로만 기능할 것으로 예상하고 있다. 따라서 수량의 확보와 이에 따른 사회·경제·환경적인 문제를 통합하여 해결하는 물 정책을 추진하고 있다. 국외에서도 물 정책은 보통 담수를 대상으로 설정되어 있는데, 향후 염수를 적극적으로 이용하는 물정책을 수립할 것으로 예상된다.

10) 김진홍, 2004, 일본의 수자원 정책, 제1회 수자원정책포럼, 우리나라 수자원정책의 발전방향 발표자료. 2004.10.6, 과천 그레이스 호텔.

11) Mayell, B. and Murphy, P., 1999, The bottled water crazy, Environmental News Network (<http://www.enn.com>).

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

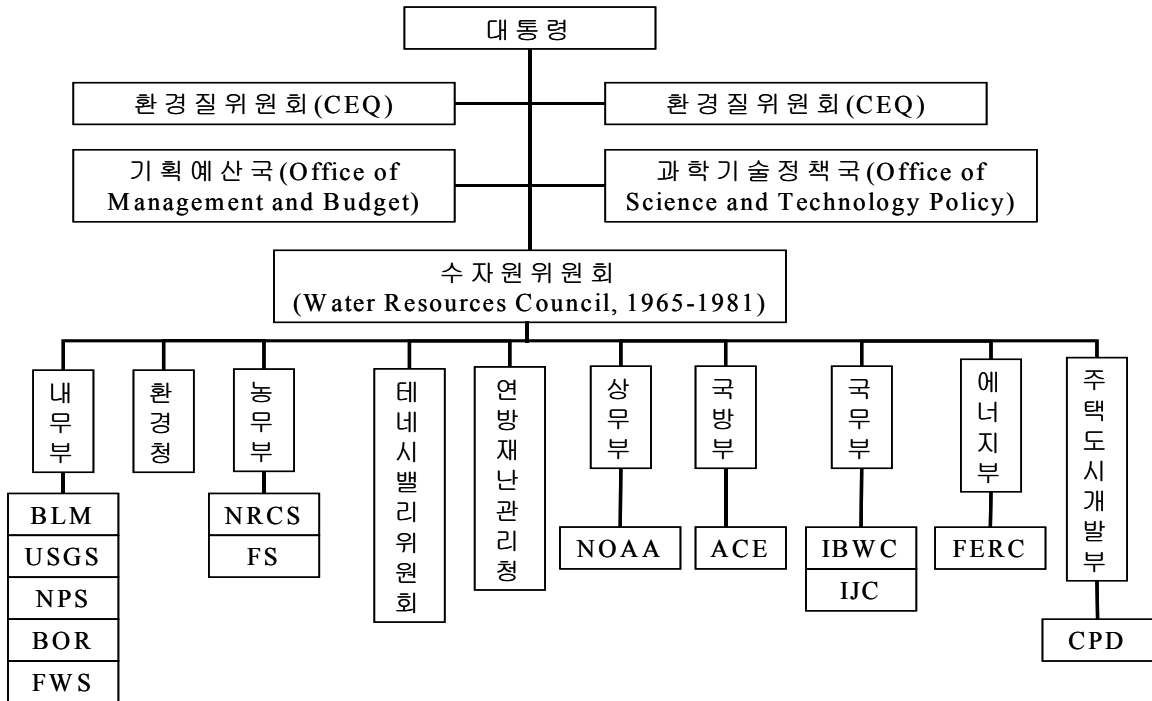


그림 2-6 미국의 물 관리 정부 조직체계도

자료: 이승호, 2004, 유럽의 수자원정책, 제1회 수자원정책포럼 발표자료.

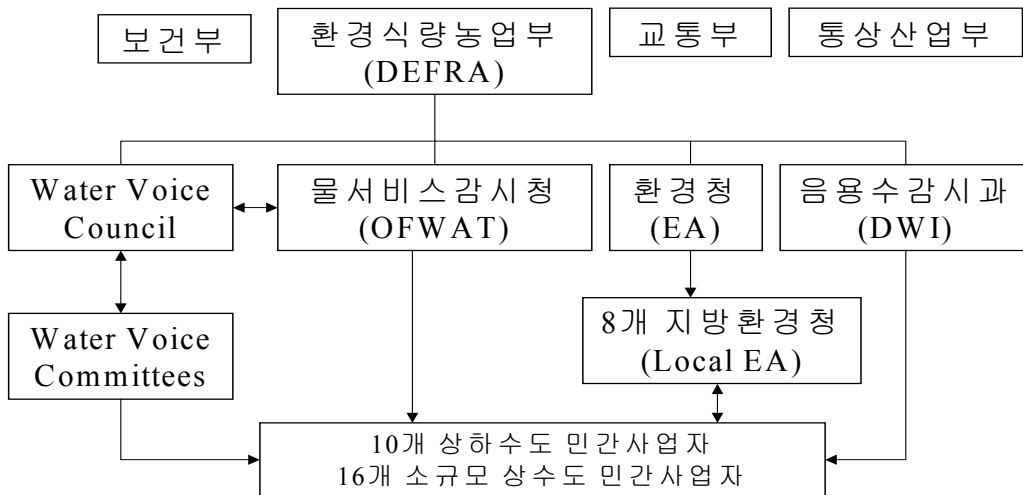


그림 2-7 영국의 수자원 관리 체계도

자료: 이승호, 2004, 유럽의 수자원정책, 제1회 수자원정책포럼 발표자료.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

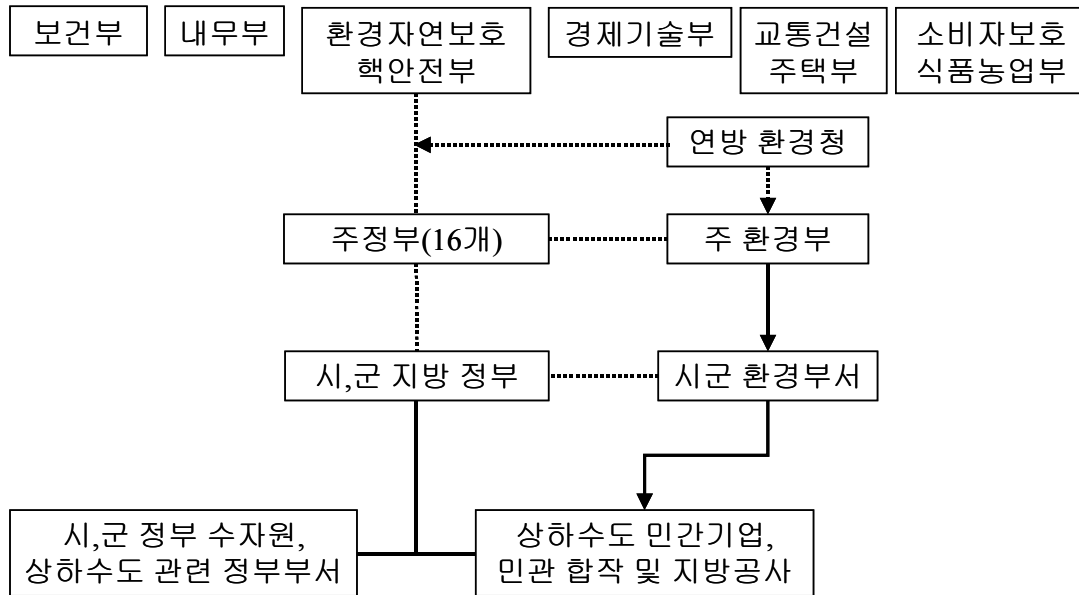


그림 2-8 독일의 수자원 관리 체계도

자료: 이승호, 2004, 유럽의 수자원정책, 제1회 수자원정책포럼, 발표자료.

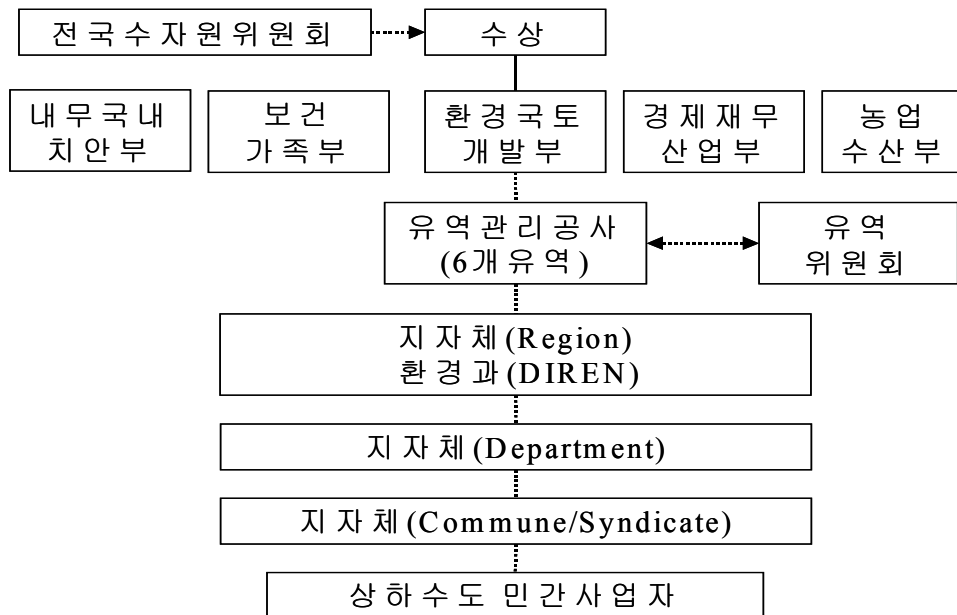


그림 2-9 프랑스의 수자원 관리 체계도

자료: 이승호, 2004, 유럽의 수자원정책, 제1회 수자원정책포럼, 발표자료.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

2-2. 외국의 병입수 관리 법령·기관 및 제도의 현황

○미국, 일본, 프랑스, EU 등의 먹는물 분류체계

일본, 프랑스, 영국, 그리고 미국 등의 먹는물 분류는 각 나라의 실정법에 따라 명칭이 다소 다르지만, 대체로 ①먹는물(DW) 혹은 수도물(PDW)과 ②병입수(BW) 및 ③천연광천수(NMW) 등 3 가지로 구분되고, 각 나라의 행정체계에 따라 통합 혹은 별도로 관리되고 있다(표 2-10, 표 2-11).

표 2-10 각국의 음용수의 구분 및 관할부서 현황

국가	일본			프랑스			영국			미국		
	PDW	BW	NMW	DW	BW	NMW	DW	BW	NMW	DW	BW	MW
관할부서	후생성			보건부			환경식품농촌성 (DEFRA)			환경청 (EPA)	식약청 (FDA)	

- 1) DW(Drinking Water) : 원수에 상관없이 모든 물을 먹는데 적합하도록 처리한 물.
- 2) PDW(Piped Drinking Water) : 수도관으로 공급되는 먹는물.
- 3) BW(Bottled Water) : 먹는물을 어떠한 형태든 병에 넣은 것.
- 4) NMW(Natural Mineral Water) : 지하수에서 유래된 물로 일정량 이상의 광물질이 함유된 것.
- 5) MW(Mineral Water) : 유래에 상관없이 일정량의 광물질이 함유된 것. 처리를 통해 광물질 함유량을 높일 수 있음.
- 6) DEFRA(Department for Environment Food and Rural Affairs).
- 7) EPA(Environment Protection Agency).
- 8) FDA(Food and Drug Administration).

○병입수 원수의 종류 인정 범위

외국의 먹는물의 분류체계를 보면, 일단 먹을 수 있는 물은 모두 먹는물로 포함시키고 있으며 모든 종류의 원수를 포괄적으로 포함하고 있다. 또한 원수를 처리하여 먹을 수 있는 물을 포장하거나 병에 넣은 경우는 ‘병입수’(bottled water)로 분류하여 유통이 허용되고 있다. 천연광천수(natural mineral water)는 안정성을 위하여 최소한의 물리적 처리만을 하고, 수질기준도 건강에 유해한 항목만을 설정하고 있다.

○먹는물과 병입수의 관리 주체

영국, 프랑스, 일본 등에서는 일반적으로 먹는물은 보건부서나 환경부서에서 관할되고 있다. 미국은 미국환경보호청(US EPA)이 안전음용수법(SDWA)을 통하여 수질 및 상수원 등을 관할하고, 기타 병입수(bottled water)는 음료수(beverages)로 보아 식품

의약청(FDA)이 관할하고 있다. 미국의 경우 음용수에 대한 수질이 사회적 문제를 일으키고, 병입수마저 수질관리에 가끔 문제가 발생하고 있어서, 병입수도 환경청이 일관적으로 수질관리를 하도록 요구하는 사례가 자주 제기되고 있다.¹²⁾

○광물수(Mineral Water)와 천연광천수(Natural Mineral Water)의 차이점

유럽에서는 천연광천수(natural mineral water)에 화학처리를 할 경우 'natural'이라는 용어를 붙이지 못하며 'mineral water'라는 용어만 사용할 수 있다. 우리나라도 샘플의 경우, 최소한의 물리적 처리를 한 경우에만 '먹는샘물'이라고 인정하나, 별도의 용어구분이 없다. 다만, 상표에 영어로 표시된 부분에서만 차이가 날 뿐이다. 즉, 최소한의 물리적 처리를 한 '샘물'은 상표에 'Natural Mineral Water'라는 표시가 있으나, 그 외의 것은 'Korean Mineral Water', 'Natural Germanium Water' 등의 표시가 되어 있다.¹³⁾ 따라서 이에 대한 확실한 상표표시 규정(허용되는 사례와 허용이 되지 않는 사례 등을 명문화)이 구체적으로 정비될 필요가 있다.

○유럽의 용천수와 천연광천수의 구분

유럽연합(EU)에서는 1996년에 천연광천수 규정에 '용천수'(spring water)를 추가¹⁴⁾ 하였는데 이는 천연광천수와 혼동될 수 있으므로 정확한 구분이 필요하다. 즉, 천연광천수는 간단한 물리적 정수 및 여과 처리만을 허용하고, 광물질 함량이 비교적 높은 것을 의미하고, 용천수는 자연상태로 음용이 가능한 물이지만 필요시 적정한 물리화학적 처리가 가능하고, 계절 혹은 채수속도에 따라 성분이 반드시 일정할 필요는 없다. 천연광천수는 통상 병입된 상태에서만 운반·수송·판매가 가능하고, 수원이 다른 물을 섞을 수 없으며, 용천수는 물 자체를 운반할 수 있으며 두 가지 이상의 원수를 섞을 수 있다.¹⁵⁾

12) NRDC, 1999, bottled Water: Pure Drink or Pure Hype? (<http://www.nrdc.org/water/drinking/bw>).

13) 일부 먹는샘물업체가 'Natural Mineral Water' 이외의 무기물질(Germanium)에 대한 상표표시를 하여 환경부의 시정 조치를 받은 적이 있다(환경부, 2004. 2, 먹는샘물 제조업체 합동점검 실시 결과 보도자료).

14) EU, 96/70/EC, Article 9, 4a.

15) 환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구, p70-71.

표 2-11 각국의 먹는물과 병입수의 분류, 관련법규 및 관할 부서

국가/ 국제기구	한국			일본			미국			프랑스				EU				WHO/FAO	
	PDW	BW	NMW	PDW	BW	MW	DW	BW	MW	DW	BW	SW	NMW	DW	BW	SW ²⁾	NMW	BW ³⁾	NMW
관련법 혹은 규정	먹는물 관리법 수도법	먹는물 관리법	먹는물 관리법	수도법	식품 위생법	식품 위생법	SDWA	FFDCA (FOOD)	FFDCA (FOOD)	시행령 89-3	시행령98-109 0 (89-369)	시행령98-1090 (89-369)	시행령 98-1090 (89-369)	98/83/ EC	98/83/ EC	96/70/ EC	96/70/ EC	CODEX	CODEX
관할부서	환경부	환경부	환경부	후생 노동성	후생 노동성	후생 노동성	EPA	FDA	FDA	보건부	보건부	보건부	보건부	Council	Council	Council	Council	Alimentarius Commission	Alimentarius Commission
먹는물과 제품의 명칭	먹는물 (수돗물)	먹는샘 물	샘물 (원수)	수돗물	미네랄 워터류 등 이외의 청량음 료수	미네랄 워터류	Public Water Systems (Tap water)	Bottled water (병입수)	Mineral water (광천수)	Eaux potables (먹는물)	Eaux potables préemballées (음용포장수)	Eaux de sources préemballées (용천수 포장수)	Eaux minérales naturelles (천연광천 수)	Drinking water	Bottled water	Bottled Spring water	Natural Mineral Waters	Bottled/ Packaged Drinking Waters (음용 병입 /포장수)	Natural Mineral Waters
수질기준 관련규정	환경부 령 제122호	환경부 령 제122호	환경부 령 제122 호	후생성 영69호	후생성 고시 370호	후생성 고시 392호	NPDWRs, NSDWRs	21CFR 165.110	21CFR 165.110		Art 19 (제19조)	Art 1 et 6 (제1조 및 6조)	Art 1 et 6 (제1조 및 6조)	Article 5	Article 5	Article 8 4a (98/83/E C준수)	Article 5	CAC/RCP 48-2001	CODEX STAN 108-1981, REV. 1-1997
수질기준 항목수	55	50	46	46	25	18	100	84	75	61	61	6	6	28	30	33	8	124	26
비고	먹는물 수질검 사 등에 관한규 칙	먹는물 수질검 사 등에 관한규 칙	먹는물 수질검 사 등에 관한규 칙	수돗물 수질기 준항목	식품, 첨가물 등의 규격기 준	식품, 첨가물 등의 규격기 준	National Primary Drinking Water Regulations	(b) Quality	(b) Quality		Article L25-1 du code de la santé publique (공중보건법 L25-1)	미생물 규정만 있음	미생물 규정만 있음	Annex I	Annex I	96/70/EC (미생물 규정)과 BW를 준용	미생물 규정만 있음	Guidelines for drinking- water quality(WHO)	Heath-Relate d Limits for Certain substances

1)PDW:Piped Drinking Water(수돗물), DW:Drinking Water(먹는물), BW: Bottled (Drinking) Water(병입수), SW: Spring Water(용천수), MW: Mineral Water(광물수), NMW: Natural Mineral Water(천연광천수)

2)EU의 SW는 BW/DW에 따르도록 되어 있음(EU, 96/70/EC Article 8, 4a).

3)WHO/FAO의 BW는 DW의 권장치를 대부분 채택하고 있음.

자료: 환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구, p65.

3. 원수 및 처리수(제품수) 다양성 사례조사

국제적으로 먹는물의 원수의 범위는 점차 확대되고 있는 추세이다. 따라서 어떠한 물이든 적합한 처리를 하여 그 나라의 먹는물 수질기준을 충족하면 대체로 먹는물로 인정하고 또한 그것을 병입수의 원수로 인정하고 있다. 여기에서는 국내외의 다양한 원수의 사용과 그를 이용한 처리수나 제품수 등을 살펴보고자 한다.

3-1. 국내외 탈염수 이용 현황

국내외에서는 해수, 기수 등 염수를 원수로 이용하여 정수처리한 물을 공업용수나 음용수로 개발하여 활발히 이용하고 있다. 세계적으로 11,000개의 담수화시설에서 생산되는 탈염수는 2001년에 1,900만 m³/일, 2004년에 2,000만 m³/일 정도이다. 이들 중 63%가 서아시아와 중동에서 생산되고 있으며, 북아프리카와 유럽이 7%를 차지하고 있다.¹⁶⁾ 담수화시설의 규모는 500,000 m³/일에서 20~100 m³/일 까지 다양하다.¹⁷⁾ 탈염수 시설은 대체로 해수나 기수를 원수로 사용하고 있다. 탈염수는 그 최종 용도에 따라 지역적으로 독특한 방법으로 생산하고 있다. 먹는물의 용도로 사용되는 경우 수질에 대한 판단기준은 복미를 제외하고는 세계보건기구(WHO)의 수질기준을 적용하고 있는 것이 일반적이다.

(가) 국내의 식수용 탈염수 생산 현황

국내의 탈염수는 통상 ‘해수담수화 사업’으로 생산되는 담수를 말하는데, 탈염수를 생산하여 도서지역의 식수원으로 이용하는 원수는 담수화 처리시 부유물질의 영향 때문에 해양표층수보다는 실제로는 대부분 지하기수나 지하염수¹⁸⁾(보통 지하해수라고 한다)를 이용한다. 물은 용존물질의 농도에 따라 담수와 염수로 구분할 수 있는데(표 2-12), 먹는물관리법과 지하수법에서는 이것을 구체적으로 구분하지 않고 있다. 해양표층수를 원수로 이용하는 곳은 해남군 상마도, 북제주군 추자도와 거제도 지심도 등 3 곳뿐이다¹⁹⁾(표 2-13).

16) 해수담수화 중 증발법은 전력이 많이 소비되어 중동 등 에너지가 풍부한 나라들이 주로 사용하였으나, 최근 여과막의 성능이 개선됨에 따라 막여과 법이 활발히 사용되고 있다.

17) WHO, 2004, Desalination Guidelines Development for Drinking Water:Background.

18) 보통 해수담수화라고 하나, 실제로는 지하수 중 염분 농도가 큰 것을 개발하고 있으므로 지하염수(brine water)라고 하였다. 지하해수라는 말은 적합하지 않은 것으로 보인다.

19) 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구, p16

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-12 총용존고형물에 의한 물의 분류

구분	총용존고형물(TDS) 함량	비고
담수(fresh water)	0 ~ 1,000	육상 지표수
기수(brackish water)	1,000 ~ 10,000	하구지역의 해수 및 담수 혼합
염수(saline water)	10,000 ~ 100,000	해수
농염수(brine water)	>100,000	심부 지하, 염호 등

자료: Freeze, R.A. and Cherry, J.A, 1979, Groundwater, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.

해수담수화로 얻어진 처리수는 공업용수로 사용하거나, 일부 상수도보급이 어려운 도서지방에서 음용수로 이용하고 있다. 식수용에 대하여 환경부는 상수도시설확충사업에 해수담수화 사업을 포함시켜 꾸준히 지원하고 있다.²⁰⁾

2003년 7월 현재 우리나라의 탈염수 시설은 전국 44개소에 설치되어 있으며, 시설용량은 2,565m³/일이고 급수 대상인구는 10,812명이다(그림 2-10, 표 2-14).²¹⁾ 우리나라의 3,125개 섬 중 449개 유인도(14%)에 20만 명이 거주하고 있으며, 이 중 수돗물을 안정적으로 공급받고 있는 인구수는 44,000명(22%)이며, 나머지 78%인 156,000명은 간이급수시설, 우물, 그리고 지붕수 등을 생활용수로 이용하고 있다.²²⁾ 따라서 환경부는 도서지역 식수원 개발사업을 통하여 해수담수화 시설용량을 향후 1,420톤/일 규모로 증가시키려고 한다(표 2-15).²³⁾

현재 탈염기술은 고효율 저에너지 담수화 기술을 적극적으로 개발하고 있으므로 향후 탈염수의 생산량은 더욱 늘어날 것으로 보인다(그림 2-11).

20) 환경부, 2004, 환경백서, p492.

21) 환경부, 2004, 해수담수화시설 위탁운영방안(수도사업자→수공)(<http://www.me.go.kr/>"수도정책과/자료목록").

22) 도서지역의 해수담수화 시설에서 생산되는 먹는물의 수질 중 붕소의 함량이 문제가 될 수도 있다. 바닷물에는 붕소가 비교적 고농도로 함유되어 있으며 담수화처리 후 먹는물 수질기준(0.3mg/L)을 초과하는 경우도 많고 이를 제거하는 데 기술적 한계와 비용 문제를 극복해야 한다.

23) 환경부, 2004, 도서지역 식수원개발사업(<http://www.me.go.kr/>수도정책과/자료목록).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립



그림 2-10 우리나라 탈염수 제조 시설 위치도

자료 : <http://www.kowaco.or.kr/> '해수담수화 시범사업'

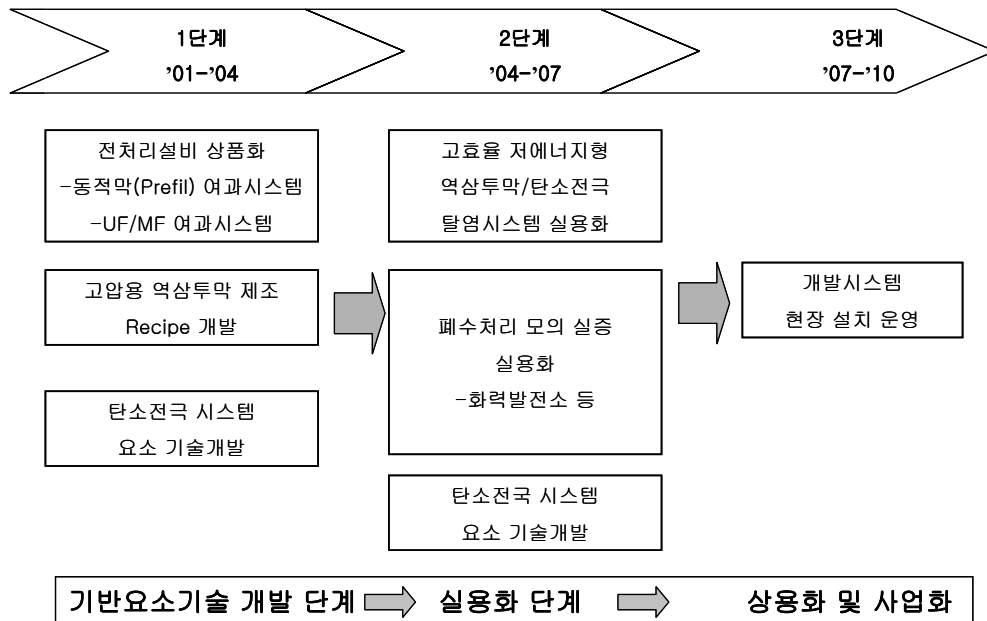


그림 2-11 고효율 저에너지 담수화 기술 개발 추진 현황

자료: 박광규, 2003, 고효율 저에너지 담수화기술, 한전전력연구원.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-13 우리나라의 해수담수화시설의 원수 사용 현황

도명	시군명	도서명	용량(m ³ /일)	불소농도		원수종류*
				원수	생산수	
충남	서산시	우도	15	0.08	<0.05	지하 기수
		고파도	20	0.36	-	
	보령시	고대도	20	<0.05	<0.05	
		외연도	50	<0.05	<0.05	
		삽시도	30	<0.05	<0.05	
		장고도	50	<0.05	<0.05	
		호도	30			
		허육도	10			
	지하 해수	월도	10			
		육도	20			
홍성군		죽도	20	1.18	0.16	
전북	군산시	관리도	20	0.23	-	지하 기수
전남	영광군	상하낙월도	200	0.15	<0.05	지하 해수
		각이도	30			
		석만도	30			
	신안군	홍도	100	1.18	0.53	
	여수시	여자도	60	<0.05		
		송도	50	0.20	0.17	
	고흥군	지죽도	50			
경북	해남군	상마도	15			표면 해수
	울릉군	독도	40			
경남	진해시	연도	20	0.82	0.30	지하 해수
		수도	20	0.11	0.05	
		우도	20	0.57	0.14	
	통영시	학림도	40	0.66	0.16	
		해간도	15			
		읍도	10			
		탄항	30			
		상리	20			
		관암	30	-	0.33	
		여차	40			
		역졸	15		<0.05	
		비산도	10			
		서좌	30			
		곤리도	30	1.04	0.89	
	남해군	노도	20			
		조도(대)	10		0.63	
		조도(소)	20		0.49	
		호도	10			
	거제시	이수도	20			
지심도		20				
제주	북제주군	추자도	500	2.93	1.7	표면해수
		우도	1,000	0.66	0.26	지하해수

*TDS 10,000mg/L 미만이면 기수, 10,000 mg/L 이상이면 해수.

자료: 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구, p16, p27 (일부 수정).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 2-14 해수담수화시설 설치·운영 현황(2003. 7 기준)

① 가동중인 시설

지명	시군명	도서명	용량 (m ³ /일)	급수인구	설치 연도	소요사업비(백만원)			예산	수도형태
						계	국비	지방비		
계	12	31	2,565	10,812	-	14,377	8,442.2	5,934.8	-	-
충남	3	8	235	1,794	-	2,236	344	1,892	-	-
	보령시	고대도	20	284	'97	284	-	284	지방비	간이상수도
		외연도	50	551	'00	595	-	595	지방비	간이상수도
		삼시도	30	189	'00	350	-	350	지방비	간이상수도
		호도	30	197	'01	85	60	25	도식개	간이상수도
		장고도	50	299	'01	105	74	31	도식개	간이상수도
	서산시	우도	15	74	'01	225	-	225	지방비	간이상수도
		고파도	20	104	'99	277	-	277	지방비	간이상수도
	홍성군	죽도	20	96	'98	315	210	105	도식개	소규모급수
전북	1	1	20	142	-	213	100	113	-	-
	군산시	관리도	20	142	'99	213	100	113	도식개	간이상수도
전남	4	7	520	1,875	-	3,632	2,680	952	-	-
	영광군	상하낙월도	200	290	'01	1,429	1,000	429	도식개	간이상수도
		각이도	30	21	'01	500	350	150	도식개	간이상수도
		석만도	30	56	'02				도식개	간이상수도
	고흥군	지죽도	50	363	'02	143	100	43	도식개	간이상수도
	신안군	홍도	100	350	'97	950	950	0	건교부	간이상수도
	여수시	송도	50	416	'01	210	-	210	지방비	간이상수도
여자도		60	379	'02	400	280	120	도식개	간이상수도	
경남	3	13	290	1,990	-	2,337	1,493.2	843.8	-	-
	진해시	연도	20	218	'96	105	-	105	지방비	간이상수도
		수도	20	360	'98	177	123.9	53.1	도식개	간이상수도
		우도	20	214	'98	176	123.4	52.6	도식개	간이상수도
	통영시	학림도	40	250	'98	185	93	92	긴식개	간이상수도
		해간도	15	76	'97	110	55	55	긴식개	소규모급수
		관암	30	93	'98	185	129.5	55.5	도식개	간이상수도
		여차	40	140	'98	192	134.4	57.6	도식개	간이상수도
		역줄	15	50	'96	91	45	46	긴식개	소규모급수
		비산도	10	34	'98	132	100	32	도식개	소규모급수
		곤리도	30	401	'00	214	150	64	도식개	간이상수도
	남해군	노도	20	33	'98	270	189	81	도식개	소규모급수
		조도(大)	10	19	'99	200	140	60	도식개	소규모급수
		조도(小)	20	102	'99	300	210	90	도식개	소규모급수
제주	1	2	1,500	5,011	-	5,959	3,825	2,134	-	-
	북제주군	추자도	500	3,259	'00	3,210	2,055	1,155	도식개	지방상수도
		우도	1,000	1,752	'99	2,749	1,770	979	도식개	지방상수도

주) 도식개 : 도서지역식수원개발사업(국고 70%+지방비 30%), 긴식개 : 긴급식수지원개발사업(국고 50%+지방비 50%)

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

(표 2-14 계속)

② 가동 정지(휴지) 시설

지명	시군명	도서명	용량 (m ³ /일)	급수인구	설치 연도	가동 유무	소요사업비(백만원)			예산	수도형태
							계	국비	지방비		
계	4	8	155	681	-	-	1,135	664	471	-	-
전남	해남군	상마도	15	126	'98	정지	120	84	36	도식개	소규모급수
경남	통영시	읍도	10	48	'97	휴지	110	55	55	간식개	소규모급수
		탄항	30	93	'98	휴지	209	146	63	도식개	간이상수도
		상리	20	143	'96	정지	96	48	48	도식개	간이상수도
		서좌	30	69	'98	정지	140	98	42	도식개	간이상수도
	거제시	지심도	20	25	'97	휴지	130	65	65	간식개	소규모급수
		이수도	20	145	'97	휴지	90	0	90	지방비	간이상수도
남해군	호도	10	32	'01	정지	240	168	72	도식개	소규모급수	

※ 정지 : 전기 기본료 납부, 휴지 : 전원차단

③ 가동 준비중인 시설

계	3	5	170	409	-		340	173	167	-	-
충남	보령시	허육도	10	32	'02		40	-	40	지방비	소규모급수
		월도	10	50	'02		40	28	12	도식개	소규모급수
		육도	20	80	'02		53	-	53	지방비	소규모급수
전북	군산시	방축도	30	247	'02		207	145	62	도식개	간이상수도
경북	울릉군	울릉도	100	-	'02		-	-	-	도식개	간이상수도

④ 건설 추진중인 시설

지명	시군명	도서명	사업내용	사업기간	사업비	국비	지방비
계	7	12	해담 1,390m ³ /일, 관로 50km, 관정 167,710		5,397	2,313	
충남	보령시	원산도	해담 230m ³ /일, 관로 24km, 관정 5	'01-'04	574	402	172
		소도	해담 10m ³ /일, 관로 1.0km, 관정 1	'03'	186	130	56
		추도	해담 10m ³ /일, 관로 0.9km, 관정 1	'03	179	125	54
전남	여수시	대두라도	해담 60m ³ ×2개, 관로 3km, 관정 2	'03	400	280	120
		고흥군	상하화도	해담 40m ³ /일, 관로 3km, 관정 2	'03	500	350
	완도군	다량도	해담 40m ³ /일, 관로 2.5km, 관정 1	'03	500	350	150
		노록도	해담 40m ³ /일, 관로 2.5km, 관정 1	'03	500	350	150
		여서도	해담 50m ³ /일, 관로 2km, 관정 1	'03	500	350	150
	신안군	만재도1	해담 100m ³ ×2개소, 관로 3km	'01-'05	1,657	1,160	497
마산도		해담 100m ³ /일, 관로 5km,	'03-'04	500	350	150	
제주	북제주군	추자도	해담시설 500m ³ /일	'03	1,357	950	407
		남제주군	마라도	해담시설 50m ³ , 관로 3km, 관정 2	'03	857	600

비고: 해담: 해수담수화

자료: 환경부, 2004, 해수담수화시설 위탁운영방안(수도사업자→수공)(<http://www.me.go.kr/>)

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 2-15 도서지역 식수원개발사업 현황(2003년 기준)

시도명	시군구	도서명	사업량			사업기간	2004년예산(백만원)			비고
			저수지(천톤)	정수장(m ³ /일) (해수담수)	관로(km)		총사업비	국비	지방비	
총계	15	43	8,249.00	30,040	1,032.80		66,413	46,490	19,923	
	7	30	7,902	25,720	988.5		51,459	36,022	15,437	
전남도	여수시	개도	110	400	25	'02-'05	1,800	1,260	540	계속
		거문도		(640)	20	'02-'05	1,800	1,260	540	계속
		부도		(10)	3	'04	230	161	69	신규
		나발도		(20)	4	'04	280	196	84	신규
	고흥군	거금도	700	3,800	62	'98-'04	3,799	2,659	1,140	완료
		나로도	570	2,000	59.7	'99-'04	7,516	5,261	2,255	완료
	보성군	장도			17.7	'01-'04	160	112	48	완료
	영광군	안마도		(600)	10	'04	2,000	1,400	600	신규
	신안군	비금도	406	1,200	45	'97-'05	1,767	1,237	530	계속
		암태도	380	1,000	56	'98-'05	3,877	2,714	1,163	계속
		신의도	226	600	35	'01-'05	3,734	2,614	1,120	계속
		장산도	180	900	35	'02-'06	1,784	1,249	535	계속
		흑산도	350		20	'02-'06	2,614	1,830	784	계속
		대둔도	60	120	2	'02-'05	800	560	240	계속
		도초도	350	1,100	40	'03-'06	3,450	2,415	1,035	계속
		마산도		(100)	5	'03-'04	500	350	150	완료
		압해도			55	'03-'06	3,600	2,520	1,080	계속
		지도			80	'04-'07	500	350	150	신규
		임자도	400	1,500	50	'04-'07	500	350	150	신규
		우이도	50	60	12	'04-'07	500	350	150	신규
		병풍도	50	90	12	'04-'07	500	350	150	신규
	진도군	금호도			7	'04	1,000	700	300	신규
		돌목리	120	400	10	'04-'06	500	350	150	신규
완도군	약산도	1,000	2,900	93.6	'98-'04	1,500	1,050	450	완료	
	보길도	1,500	4,000	55	'00-'05	1,898	1,329	569	계속	
	생일도	1,000	2,900	59	'02-'05	2,850	1,995	855	계속	
	신지도			56	'04-'06	500	350	150	신규	
	청산도	400	1,100	22	'04-'07	500	350	150	신규	
	서넙도		(40)	2.5	'04	500	350	150	신규	
	소모도		(40)	2.5	'04	500	350	150	신규	

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

(표 2-15 계속)

시도명	시군구	도서명	사업량			사업기간	2004년예산(백만원)			비고
			저수지 (천톤)	정수장(m ³ /일) (해수담수)	관로 (km)		총사업비	국비	지방비	
인천시	1	2					3,440	2,408	1,032	
	옹진군	백령도	231천톤	1,300	32.27	'97-'04	2,640	1,848	792	완료
		북도				20	'04	800	560	240
충남도	1	2	-	50	7.7		829	580	249	
	보령시	월산도		20	3.1	'04	360	252	108	신규
		효자도			(30)	4.6	'04	469	328	141
전북도	1	1	32	150	0.5		800	560	240	
	군산시	비안도	32	150	0.5	'04	800	560	240	완료
경북도	1	2	-	800	13		2,471	1,730	741	
	울릉군	사동		500	10.4	'01-'04	1,871	1,310	561	완료
		저동			300	2.6	'03-'05	600	420	180
경남도	4	6	365	3,520	45.6		7,414	5,190	2,224	
	통영시	욕지도	83	800		'02-'04	4,449	3,114	1,335	완료
		사랑도	20	320	18	'02-'04	366	256	110	완료
		비진도	10	200	4	'04-'05	500	350	150	신규
	거제도	가조도	5		21	'02-'04	1,100	770	330	완료
	고성군	자란도	7	200	2.1	'04-'05	500	350	150	신규
남해군	남해읍	240	2,000	0.5	'04-'05	500	350	150	신규	

자료: 환경부, 2004, 도서지역 식수원개발사업(<http://www.me.go.kr/수도정책과/자료목록>).

(나) 해양심층수 이용 현황

○국외의 해양심층수 개발 현황

미국, 노르웨이, 그리고 일본 등 외국에서는 심해의 바닷물을 취수하여 수산업, 온도차 발전, 냉방, 수산양식 및 학술연구용 등 다양한 용도로 이용하고 있으며(표 2-16),²⁴⁾ 심해수는 음용으로도 활발히 개발되고 있다(표 2-17).

표 2-16 외국의 해양심층수 개발 및 계획 현황

국가(위치)	주요 개발 용도	비고
미국(하와이)	다목적(수산업, 온도차 발전, 냉방 등)	
미국(마셜 제도)	온도차 발전	
일본(코치현 등)	다목적(수산업, 음용, 해양요법, 화장품, 소금, 의약, 얼음 제조 등)	음용해양심층수 제품 유통 중
노르웨이(피요르드 지역)	수산업(가두리 양식)	
한국(동해안 고성)	연구용 (선박에서 소규모 취수)	
쿠바(마틴더스 만)	온도차 발전	
피지(카리브 해)	온도차 발전(제안단계)	
타히티	온도차 발전(추진 중 중지)	
뉴칼레도니아 섬(프랑스령)	온도차 발전(검토 중)	
인도(매드라스)	온도차 발전(실용화 목표로 연구 중)	
인도네시아(발리섬)	온도차 발전(타당성 조사 연구)	
자마이카	온도차 발전(조사 단계)	
푸에르토리코(폰타즈나)	온도차 발전, 심층수 이용(계획 단계)	
대만	다목적(수산업, 전력, 탈염수 등)(연구 단계)	

자료: 안희도 외(역서), 2001, 알기 쉬운 해양심층수, p100-142.

24) 김정봉 외, 2003, 해양심층수 개발 및 활용을 위한 법제화 검토 연구, 한국해양수산개발원, p32-53. 먹는물 이외의 해양심층수에 대한 일반적인 이용은 해양수산부가 2003년에 발표한 「해양심층수의 다목적 개발(2)」를 참조하면 된다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-17 해양심층수의 형태별 이용분야

구분		분야
물 자체 이용	원수	수산 : 증양식, 사육수 수온조정, 냉각수, 제빙
		에너지 : 목욕수, 취사
		농업 : 시설재배, 온도제어, 영양액 재배
		의료·미용·건강 : 아토피성피부염, 화장수, 해양요법
	농축액	식품: 발효식품, 염건품 등
		의료·미용·건강: 화장품, 해양요법
	탈염수	식품 : 미네랄워터, 청량음료, 발효식품, 염건품
		의료 : 화장수, 생리활성수
	고미네랄수	수산 : 어획물의 선도유지, 얼음
		농업 : 영양액 재배, 토양개량, 토양냉각
		식품 : 각종음료, 발효식품, 두부
		의료·미용·건강 : 화장품, 제약
추출물질 이용	소금	식품 : 가정용 식염, 발효식품, 염건품, 절임, 과자용
		의료·미용·건강 : 화장품, 해양요법

자료: 김정봉 등, 2003, 해양심층수 개발 및 활용을 위한 법제화 검토 연구, 한국해양수산개발원, p15.

○해양심층수를 개발·계획 중인 국가 현황

해양심층수의 개발은 대체로 바다에 있는 섬지역에서 관심을 많이 갖고 있으며, 개발도상국에서는 온도차 발전을 이용하여 전력을 얻을 수 있는 방안을 탐색하고 있다. 그러나 재정적이나 기술적 문제가 많아 개도국에서는 본격적인 개발은 아직 못 하고 있다. 해양심층수를 활발히 개발하고 있는 나라는 현재 미국과 일본이다(표 2-18). 일본은 100m 미만의 바닷물뿐만 아니라 수심 2,000m까지 육상설치형을 이용하여 해양심층수를 채수하고, 오키나와에서는 일 13,000m³를 취수할 예정이므로 본격적인 개발 및 이용단계에 진입한 것으로 보인다. 우리나라는 5,000 톤/일 정도를 취수하여 연구와 산업화 계획 중인데,²⁵⁾ 만일 규모를 10,000톤/일 이상으로 증가시 연간 3,650,000톤 정도이므로 수량만으로는 웬만한 소규모 댐의 저수용량에 근접한다.²⁶⁾

25) 우리나라의 해양심층수는 동해안 고성 앞바다에서 선박을 이용하여 필요시 소량(100~200)리터를 채수하여 연구용으로 이용하고 있다. 육상형 해수 취수시설은 향후 개설될 예정이다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 2-18 일본의 해양심층수 이용연구 현황과 계획

입지	기관명 연구년도	취수 깊이 (m)	취수 해수 온도(°C)	취수관설 치방식	취수관 길이(m)	취수관 구경 (mm)	취수관 재료	취수량 (m³/일)
홋카이도 라우수쵸	라우수심층수이용시설 1999	218		육상 설치형	1,400	∅50	비닐호스	58
도야마현 신미나토시	긴끼대학수산연구소 1992	100	10-19	육상 설치형	1,500	∅450	경질PE관(앞 부분) 리바호스(뒷 부분)	7,200
도야마현 니메리카와시	도야마심층수연구시설 1995	321	①1-2 ②8-30	육상 설치형	①2,630	①∅250	철선피복 경질PE관	①3,000 ②48
도야마현 뉴젠마찌	뉴젠해양심층수 2001 취수관제작, 시설설치(예정) 2001	①300		육상 설치형	①2,500	∅225		2,400
시즈오카현 야이즈시	시즈오카현수산실험장 내 심층수취수시설 (예정) 2001	①680 ②380 ③30		육상 설치형	①7,350 ②3,400 ③965	①∅225 ②∅200 ③∅268	①철선피복 경질PE관 ②경질PE관	①②합4,000 ③2,000
고치현 무로토시, 미쯔	고치현 해양심층수연구소 1989	①320 ②340 ③0.5	①9-9.5 ②15-28	육상 설치형	2,650	∅125	철선피복 경질PE관	①920 ②900
고치현 무로토시 다카오카	무로토해양심층수 아쿠아팜 2000	374		육상 설치형	3,125	∅270	철선피복 경질PE관	4,000
오키나와현 이토만 외해	오키나와해양심층수개 발협동조합 1997 우미야가라1호	①600 ②1,400		육상 설치형	①750 ②1,550	∅50	PVC호스	200
오키나와현 이토만 외해	아열대종합연구소 1999 우미야가라 2000	①800 ②2,000		육상 설치형		∅50	PVS호스	200
오키나와현 구메지마	오키나와현해양심층수 연구소 2000	①612 ②15	①9 ②25-30	육상 설치형	①2,527	①∅380 ②∅280	강선피복PE 관(앞쪽) 철선피복경 질PE관 (뒷쪽)	①13,000 ②13,000

자료: 안희도, 2001, 10. “해양심층수의 이용”, 「해양정책·R&D 동향」, p27 (일부 수정).

26) 중소규모라고 분류되는 평립댐은 850만톤, 화복댐은 4,380만톤 규모이다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

○해양심층수의 취수방식

해양심층수의 취수 방식은 육상형과 해상형으로 구분되는 데, 안정적이고 대량으로 취수하려면 육상형을 설치하여야 한다. 해양심층수를 선박이나 부이 등 부상식 시설에서 취수하여 음용해양심층수를 제조할 수도 있으나, 이러한 경우는 매우 드물 것이고, 대부분 원수를 육상으로 운반하여 육상에서 제조·가공할 것으로 보인다. 해상이든 육상이든 취수한 해수는 저장시설에 저수한 다음 그 후 분수하여 용도에 따라 사용하게 된다.

○국내의 해양심층수 제품의 유통과 문제점

해양심층수를 음용 처리한 병입수는 현재 국내에서 먹는물로 인정되지 않아 수입판매업자들은 일부 성분을 혼합하여 식품의약품에서 허가를 받고 혼합음료로서 유통하고 있다.²⁷⁾ 그러나 이것은 그 성분의 대부분이 물이고 상시로 음용할 가능성이 높으므로 수질의 안전성을 유념할 필요가 있다. 혼합음료는 물 이외의 음식물 성분이 일정량 이상 섞여있는 것인데, 만일 2 wt.% 혼합된 음료라도 나머지는 중량비로 볼 때 98 wt.%가 물이므로 실제로는 물이 더 많다. 그러나 이 2 wt.%에 미량의 수질기준 항목 물질이 포함 되어있는 경우, 상황은 약간 복잡해진다. 통상 수질분석은 먹는물수질공정시험법(먹는물관리법 제5조의 2에 의한 먹는물수질기준및검사등에관한규칙 제2조)에 의거해 부유물질 등을 제거한 후 측정하게 된다. 그러므로 그 농도가 매우 적은 것이 일반적이다. 하지만 혼합음료인 경우, 혼합되는 물질이 식품이고, 그 식품 안에 붕소가 들어 있을 때는 절대 섭취량은 많으나 재료로 쓰인 ‘물’은 수질기준을 충족하므로 식품위생법상으로는 아무 문제가 없다.²⁸⁾ 그러나 수질기준을 초과하였다면 반드시 문제가 되지 않을 수도 있는 데 우리는 음식물로부터 붕소를 섭취하기 때문이다(표 2-19). 통상 음식물의 붕소는 수질기준보다 많은 양이 함유되어 있는데, 만일 과일과 채소 및 곡류를 1일에 각각 100g씩 정도를 먹는다면 전체 섭취량은 0.6~2.5mg 이 되고 이는 수질기준 보다 많은 양이다. 물론 무기물질은 이온상태일 때가 흡수에 유리하므로 음식물에 포함된 것은 체내에 전부가 흡수되기 보다는 일부는 대변으로 배출되므

27) 국내에서 해양심층수가 정식으로 생산되지 않는 상황에서 많은 판매업자들이 지하해수나 단순한 상수도에 소금 등 혼합물을 섞어서 해양심층수를 유통시키는 일도 발생하였는데, 이러한 것을 방지하려면 허가조건과 제품의 시설조건 및 유통관리 등이 철저히 이루어져야 하며, 특히 상표규정이 강화되어야 한다.

28) 실제로 식약청이 혼합음료로 허가를 할 때 붕소는 원수에 함유된 것이 아니고 첨가물로 인한 증액분으로 볼 경우에 약간의 문제의 소지가 있다.

로, 그 일부만이 흡수될 것이다. 이 점에 대해서는 차후 수질기준을 논의 할 때 다시 다룬다.

표 2-19 식물체에 포함된 붕소 함량과 1일 권장량

구분 ¹⁾	붕소 함량 (단위 주의)	비고
콩류	25 ~ 50 $\mu\text{g/g}$	2.5 ~ 5 mg/100g (건조중량)
과일과 채소	5 ~ 20 $\mu\text{g/g}$	0.5 ~ 2 mg/100g(건조중량)
곡류	1 ~ 5 $\mu\text{g/g}$	0.1 ~ 0.5 mg/100g(건조중량)
커피	0.16 mg/L	
사과 주스	1.2 mg/L	
오렌지 주스	0.53 mg/L	
레몬 주스	0.59 mg/L	
1일 섭취 권장량 ²⁾		보건복지부 권장량 (차후 추가)
	2 mg	중앙일보 02.12.
	1.5 ~ 3 mg	http://www.goodssale.co.kr/viva/joint/sub6-1.htm (골다공증은 3 mg 권장)
	6 mg	1일 최대 가능량

주: 1) 한국인의 영양조사의 자료를 근거로 1일 섭취량을 대입하여 개략적 섭취량의 산정이 가능하다.
2) 사람마다 다르며, 사람의 상태에 따라 달라진다.

○탈염수 제조기술의 국가적 필요성

담수의 부족과 고갈은 생명체의 생존뿐만 아니라 한 국가의 경쟁력에도 큰 영향을 미친다. 우리나라는 현재 심각한 물 부족을 겪고 있지는 않지만 갈수기에 일부 지역은 산업용수의 부족으로 조업단축이 발생하기도 한다. 우리나라는 인구 증가율이 둔화되었지만 여전히 인구가 계속 증가하는 추세이고 산업규모가 계속 커질 것을 감안한다면 앞으로 담수의 부족현상은 보다 심각해질 수도 있다. 담수자원을 확보하기 위해서는 육상에서는 댐이나 저수지를 건설하여야 하나, 환경 문제와 이해 갈등으로 인하여 댐 건설은 상당히 지체되고 있다.²⁹⁾

그러므로 담수 부족의 보완, 환경 분쟁의 해결, 그리고 탈염기술의 국제적 경쟁력 등

29) 동강댐으로 알려진 영월댐의 건설계획이 백지화된 2000년 이후 신규댐의 건설은 2~3개 정도이다.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

을 감안하면 양적으로 거의 무한대에 가까운 해수를 담수로 전환시키는 정책을 유도할 필요가 있다. 해외의 담수화 플랜트 건설시장에 대한 경쟁력을 확보하기 위해서도 담수화 기술개발은 중요한 과제이다. 탈염을 위한 증발법은 석유와 같은 에너지 자원이 풍부한 중동지역에서 주로 이용되고 있으며, 우리나라는 증발법에 필요한 각종 담수화기술을 개발하여 이들 나라에 수출하고 있는 실정이다. 에너지 자원이 부족한 나라에서는 역삼투막법이나 전기투석법에 의한 해수의 담수화기술을 개발하여 사용하고 있으며, 우리나라도 이와 같은 기술개발에 주력하고 있다.³⁰⁾ 최근에는 Capacitive Deionization(CDI) 기술³¹⁾이 개발되었는데 이것은 조작이 간편하고 반영구적으로 사용할 수 있으며, 해수나 해수를 탈염 처리하는데 이온에 따라 차이가 있지만 85~98% 정도의 처리 효율을 보인다(표 2-20). 이 CDI는 탈염시 소요되는 에너지 소비량이 적다는 것이 장점이다(표 2-21).

표 2-20 폐수를 Capacitive Deionization(CDI)법으로 탈염처리한 결과

구분	투입	산출	이온 제거 비율(%)
pH	7.1	6.9	-
전기전도도	5,400	250	95.4
칼슘(Calcium, CaCO ₃ 로서)	441	35	92.1
마그네슘(Magnesium)	108	9	91.7
나트륨(Sodium)	2,299	105	95.4
칼륨(Potassium)	30	4	86.7
염소(Chloride)	3,098	145	95.3
황산염(Sulfate)	150	7	95.3
질산염(Nitrate)	67	10	85.1

자료: 박광규, 2003, 고효율 저에너지 담수화 기술, 한전전력연구원.

30) DICER, 2004, 해수담수화를 위한 수처리 공법, TechInfo Part II, Vol. 3(10), p512.

31) 박광규, 2003, 고효율 저에너지 담수화 기술, 한전전력연구원.

표 2-21 탈염기술의 비교

구분	에너지 소비량	특성
증발법	80 kW/L	에너지 소비량 과다, 스케일 형성
역삼투법	7 kW/L	파울링, 화학적 성능 저하
CDI법	2.5 kW/L	에너지 소모 적음, 환경친화적

자료: 박광규, 2003, 고효율 저에너지 담수화 기술, 한전전력연구원.

이 CDI는 에너지 소비량이 적어 고효율이며, 재생폐액이 발생하지 않아서 친환경적이며, 탈염율이 90% 내외로 매우 높으며, 시스템은 운전이 용이하고 조작성이 간편하며 수명은 반영구적이고, 설치 면적이 적게 차지하여 매우 경쟁력이 있는 탈염기술로 알려졌다. 다만 전극소재나 정류기 등 장치비가 고가인 것이 제한 요인이다.

3-2. 먹는물의 원수 및 병입수용 원수로 가능한 물

인간은 자연수를 그대로 먹을 수 없는 시기가 오자 수처리 기술을 발전시켜 각종 물을 안전하게 처리하여 먹는물로 개발하여 왔다. 최근에는 폐수를 처리하여 먹는물로 이용할 정도로 수처리 기술이 발달하였으며, 우주선에서는 인체에서 배출되는 물을 재처리하여 먹는물로 이용하고 있다. 인간이 바다를 개척하기 시작한 초기 시기에 선박에서의 식수는 육지에서 미리 조달하여 싣고 다니거나 빗물을 이용하여 해결하였다. 증기선이 발달한 이후에는 화력을 이용하여 해수를 증발하여 식수로 조달하기도 하였다. 오늘날의 장거리 항해용 선박에서는 해수를 전기분해하여 식수로 사용하고 있는 경우도 많다. 지구상의 모든 물은 음용에 적합하게 수처리하면 먹는 데는 지장이 별로 없다. 이와 같은 상황 때문에 세계 각국은 지구상의 모든 물에 대하여 일정한 요건을 갖출 경우 먹는물의 원수로 인정하고 있다. 몇몇의 나라에서는 승인된 원수나 일정 요건을 갖춘 취수지역 등을 먹는물의 요건으로 삼고 있는 경우도 있지만, 일반적으로 각국은 그 나라가 설정한 먹는물 수질기준에 적합하면 수처리 방법에 무관하게 먹는물로 인정하는 것이 기본적 추세이다. 이와 같은 추세로 본다면 먹는물의 원수로 인정할 수 있는 물 중에 담수로는 통상의 하천수, 호소수, 지하수 이외에 강변여과수, 하상여과수, 지하담수, 인공함양수, 빙하수 등이 있을 수 있으며 염수로는 해양표층수, 해양심

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

층수, 지하기수, 지하염수, 그리고 농염수 등이 있다.

또한 각국은 먹는물로 인정받은 물은 병이나 종이 등으로 포장하여 판매하는 것을 모두 인정하고 있으므로 위에 열거한 모든 물은 먹는물의 수질기준 요건에 적합하다면 모두 병입수의 원수로 인정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 기준을 적용하면 수도물은 먹는물의 대명사로 인정받고 있으므로 병입수의 원수로 사용되어도 무방할 것이다. 다만 이 경우에는 상표표시 규정 등을 강화하여 원수의 종류를 분명히 표시할 필요가 있다. 또한 먹는물을 다원화하고 병입수를 다양화 하더라도 국제적인 관례에 의하여 천연광천수만이 독특한 지위를 갖는 것을 인정하여야 한다.

3-3. 음용 처리수(제품수)의 종류

음용 처리수는 어떤 물이라도 먹을 수 있도록 처리한 상태를 말하며, 그것을 일정한 용기에 넣어서 판매용으로 제조한 것을 제품수 혹은 병입수라고 한다. 제품수는 상거래상 크게 발포수(sparkling water, 탄산수 같이 기포가 발생하는 물)와 정상수(still or non-sparkling water, 기포가 발생하지 않는 물) 등 두 가지로 분류된다.³²⁾ 병입수라고 하는 것은 일반적으로 탄산수나 청량음료수 등 발포수를 제외한 천연광천수와 기타 일반적인 정상수를 지칭한다. 그러나 가끔은 별다른 구분이 없이 병입수가 모든 제품수를 대표하는 말로도 쓰인다. 본 연구에서도 병입수라 함은 천연광천수 병입수, 해양심층수 병입수, 수도물 병입수 등 먹는물을 원수로 한 병입수를 의미하고, 탄산수 등은 병입수에서 제외하기로 한다.

○국내의 병입수의 종류

국내의 병입수는 현재 먹는물관리법상 암반지하수를 원수로 한 먹는샘물만 인정하고 있다. 이는 국제적인 기준으로 보면 천연광천수(natural mineral water)이다. 서울시는 수도물을 원수로 한 ‘아리수’를, 부산시는 ‘순수’를, 그리고 수자원공사는 ‘물사랑’이라는 PET병 수도물을 무료로 공급하고 있어서 병입수의 종류는 다양화되어 있다고도 할 수 있다. 그러나 현재 병입수 중 먹는샘물만을 판매용으로 인정하여 먹는물관리법에서 관리대상으로 하고 있다. 수도물을 병에 넣은 물은 이미 수질기준을 만족하고 있는 물로 만든 제품이지만 비매품이므로 현재의 상황에서는 진정한 병입수로의 인정

32) Global Industry Analysts Inc., 2002, Bottled Water.

어렵다. 다만, 향후 수도사업자가 완전히 민영화되거나 수익성을 위하여 병입수로 판매를 요구할 경우를 대비하여 합리적인 관리방안을 미리 마련할 필요가 있다.

○먹는물을 원료로 한 음료류

국내에서 먹는물을 가공하여 음료로 판매하는 것은 탄산음료류와 기타 음료이다.³³⁾ 탄산음료는 발포수(sparkling water)로서 지하수를 그대로 사용할 경우에는 사실상 ‘샘물’이므로 ‘먹는샘물’로 볼 수 있으나, 채수과정에서 유출된 가스를 재충전하고, 기타음료는 다른 성분을 소량 혼합하여 제조되므로 ‘먹는샘물’로는 분류되지 않는다. 국제적으로는 정상수와 발포수를 합하여 병입수라고 부르기도 한다. 국내의 탄산음료 중에는 천연탄산수나 천연사이다 같은 것이 판매되고 있는데, 이들 제품의 이름이 ‘천연탄산수’, ‘광천수’ 혹은 ‘천연사이다’와 함께 ‘mineral water’라는 영문표기를 하고 있어서 천연광천수(natural mineral water)와 혼동이 있을 수 있다. 이는 병입수의 관할 기관이 다르고 상표규정이 서로 다르기 때문에 발생한 현상이다.

○국내 병입수(먹는샘물) 도입 배경³⁴⁾

1974년 8월 14일 개정된 식품위생법시행령(대통령령 제7224호) 제9조 제31호에서 처음으로 '보존음료수 제조업'을 허가업종에 포함시킨 이래 먹는샘물은 전량을 수출하거나 주한외국인에 판매하는 조건으로만 제조가 허가되었다. 그러다가 1986년 아시안 게임과 1988년 올림픽을 계기로 먹는샘물 국내 시장이 음성적으로나마 본격적으로 형성되면서 먹는샘물의 국내시판 허용이 정부 당국에 의해 긍정적으로 검토되었다. 그러나 1989년 수도물 중금속 파동과 1991년 낙동강 폐놀 오염 사건 등이 연달아 발생하자, 먹는샘물의 국내시판 허용은 수도물에 대한 국민의 불신을 가중시킬 수 있다는 이유로 유보되었고, 이후 정부 당국의 방침은 국내시판의 허용과 그 유보 사이에서 상당한 진통이 있었다. 그러던 중 1994년 3월 8일에 먹는샘물의 국내시판 금지는 국민의 행복추구권 및 직업의 자유를 과도하게 침해한다는 대법원 판결³⁵⁾이 나오고, 1994년 초 다시 낙동강 유기용제 오염 사건 등이 발생함에 따라 먹는샘물 판매량은 급증하였다. 이를 계기로 정부는 1994년 5월에 종전의 보건사회부가 담당하던 먹는샘물 관리업무를 환경부로 전부 이관하고 여러 부처에 흩어져 있던 수질관리업무를 환경부로 일원화하

33) 식품공전, 제4 식품별 기준 및 규격.

34) 헌법재판소, 2004, 먹는물관리법 제28조 제1항 위헌소원 판결문.

35) 대법원 1994. 3. 8. 선고 92누1728 판결, 공1994, 1195.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

였으며, 1995년 1월 5일 마침내 먹는물관리법(법률 제4908호)의 제정을 통하여 먹는샘물의 국내시판을 법적으로 허용하는 한편, 무분별한 지하수 개발 방지와 먹는물에 대한 합리적인 수질관리를 도모하기에 이르렀다. 이에 따라 수질개선부담금이 1995년 먹는물관리법의 제정과 동시에 처음으로 도입되었으며, 공공의 지하수자원을 보호하고 먹는물의 수질개선에 기여하게 함을 부과목적으로서 표방하고 있다.³⁶⁾

4. 국내외 병입수 시장 현황

4-1. 먹는샘물과 기타 샘물의 시장 현황

2003년 현재 먹는샘물제조업과 기타 샘물제조업에서 생산되어 판매된 ‘샘물’의 총량은 400만톤 내외이다(표 2-22). 먹는샘물은 1995년 공식 판매 허용이후 판매량이 꾸준히 늘어나다가 1998년 국내의 경제 불안정 시기에 잠시 줄어들었지만 2002년 이후 200만톤 내외의 판매량(판매액은 2,000억원 내외)을 보이고 있다(그림 2-12). 이는 국민 1인당 연간 44리터(500ml로는 85병정도, 즉 5일에 1병 조금 더 음용함)를 소비한 것이다.³⁷⁾ 먹는샘물 용도외의 ‘기타 샘물’의 판매량은 1998~1999년 2년 동안은 먹는샘물보다 2배 정도였으나, 2000년 이후에는 먹는샘물의 판매량과 비슷한 수치를 보인다. 기타 샘물은 다른 물질과 혼합되어 사용되므로 그 판매액은 환경부 고시가격으로 추정할 수 있다. 수입 먹는샘물은 공식 판매허가 이후 국내 먹는샘물 생산량이 증가하면서 그 판매량이 급감하였다가, 최근 다시 증가세에 있다(그림 2-13).

먹는샘물은 공식적인 판매허용이 후 판매량의 급증에 대하여 많은 분석이 있었다. 특히 1996년과 1997년에는 전년대비 각각 89%와 27% 증가하여 엄청난 성장을 보였으며, 이 시기에 절대량은 적지만 외국산 먹는샘물 역시 2배 이상 늘어났다. 그 당시 우리나라의 경기상황이 좋지 않은 상태에서 먹는샘물업체의 성장은, 공공급수의 수질에 대한 불안감이 많이 반영된 것으로 보고 있다.³⁸⁾ 특히 수도권외의 수돗물을 공급하는 팔당호의 수질저하나 오염사고 등으로 인하여 국민들이 먹는샘물을 더욱 선호한 것으로 해석하고 있다. 그러나 이 시기에는 샘물업체의 난립으로 인한 먹는샘물의 품질시비가

36) 현재 2004.07.15, 2002헌바42, 공보 95,0-0.

37) 국민 4,800만 명을 기준으로 계산한 숫자임(우리나라의 인구는 1996.7.1 기준 4,448,500명, 2001년 기준 4,767,000명 정도, 통계청 자료참조)

38) 서울신문, 1997년 9월 8일자, 생수판매량 급증한 까닭, 사실.

발생하는 등 부작용도 있었다.

1996년의 판매금액의 급증은 수질개선부담금의 부과가 일부 요인으로 작용하였다. 1995년 5월 1일 먹는샘물의 국내 판매가 공식적으로 허용되면서 판매액의 20%에 대하여 수질개선부담금을 부과하였는데, 먹는샘물업체는 부과율의 20%보다 더 높은 40%까지 판매가격을 인상하였기 때문이다. 이에 따라 먹는샘물의 가격이 휘발유보다 1.8배나 높게 책정되는 기현상이 발생하였다.³⁹⁾

먹는샘물은 소득의 증가, 맛있는 물에 대한 소비 욕구, 스포츠 활동시 휴대의 편리성, 주5일제 시행으로 인한 야외활동의 증가 등으로 인하여 향후 판매량이 더 증가할 것으로 보인다. 이에 따라 지하수의 이용과 개발시도도 증가하고 제조업체의 신규 증가가 예상되므로 합리적인 관리방안을 지속적으로 마련할 필요가 있다.

○샘물을 원수로 한 음료수 시장 현황

먹는물은 식품의 주원료나 첨가물로 이용될 수 있는데, 먹는물의 비율이 상대적으로 높은 것은 음료류, 아이스크림 제품류, 얼음, 다(茶)류, 그리고 주류 등이다.⁴⁰⁾ 이중 음료류(soft drink)는 2002년에 2,962,340톤이 생산되어 2조 4,500억원 규모의 판매액을 기록하였다(표 2-23).⁴¹⁾ 먹는샘물 이외의 기타 용도로 사용된 샘물의 양은 2000년 이후 각각 200만톤 내외이므로(그림 2-13), 샘물을 원수로 한 음료, 다류나 주류 등이 상당량 있다는 것을 알 수 있다.

음료류 중 콜라, 사이다, 착향탄산음료, 유성탄산음료, 보리탄산음료 등의 탄산음료는 1998년도 국민 다소비식품순위 조사(식품의약품안전청)에서 우유류 다음으로 2위를 차지하고 있으며, 과일음료, 채소음료 및 혼합음료 등도 10위 내에 들어 있어서, 우리나라의 식생활에서 음료가 차지하는 비중이 매우 크다.⁴²⁾

39) 서울신문, 1995년 5월 10일자, 용납 못할 샘물값 폭리, 사설.

40) 식품공전, 제4 식품별 기준 및 규격(<http://www.kfda.go.kr>).

41) 식품의약품안전청, 2004, 2004년 식품의약품 통계연보 제6호.

42) 식품의약품안전청, 2000, 음료의 안전성 실태조사, p4.

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-22 먹는샘물과 기타 샘물의 판매 현황

구분 년도	먹는샘물				기타 샘물	
	판매량 (톤)	금액 (백만원)	판매량 변화율(%)	판매금액 변화율(%)	사용량 (톤)	사용량 변화율(%)
1983	4,930	359				
1985	10,389	2,031	110.7	465.7		
1987	26,669	5,220	156.7	157.0		
1989	106,389	15,065	298.9	188.6		
1990	131,739	15,086	23.8	0.1		
1991	155,814	18,197	18.3	20.6		
1992	218,510	30,205	40.2	66.0		
1993	243,200	33,636	11.3	11.4		
1994	408,504	62,382	68.0	85.5		
1995	471,514	72,652	15.4	16.5		
1996	893,002	137,964	89.4	89.9		
1997	1,133,974 ¹⁾	118,373 ²⁾	27.0	-14.2		
1998	940,356	90,382	-17.1	-23.6	2,192,218	
1999	1,147,982	127,484	22.1	41.1	2,846,121	29.8
2000	1,429,970	156,189	24.6	22.5	1,703,904	-40.1
2001	1,851,234	203,153	29.5	30.1	1,921,621	12.8
2002	2,026,893	217,492	9.5	7.1	1,972,643	2.7
2003	1,973,151	190,315	-2.7	-12.5	1,938,886	-1.7
계(평균)	13,174,220	1,496,185	(54.4)	(67.7)	12,575,393	(0.7)

자료: 환경부, 2004, 「환경백서」, p513(1993-2003년 「환경백서」도 참조함).

1)과 2) 2002년 「환경백서」에는 각각 873,678과 105,300으로 기재(p522)되었으며, 2003년도부터 위의 숫자로 변경됨(1994년 이전의 자료는 먹는샘물의 공식적인 판매허가 이전의 통계임)

표 2-23 물을 주로 사용하는 식품의 생산 현황(2002년 기준)

구분	생산량(톤)	생산액(천원)
음료류(soft drink)	2,962,340	2,450,738,853
다류(tea)	455,723	909,771,178
빙과류(frozen sweets)	142,586	252,490,824
얼음(edible ice)	925,858	35,685,197

자료: 식품의약품, 2004, 2004년 식품의약품 통계연보 제6호.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

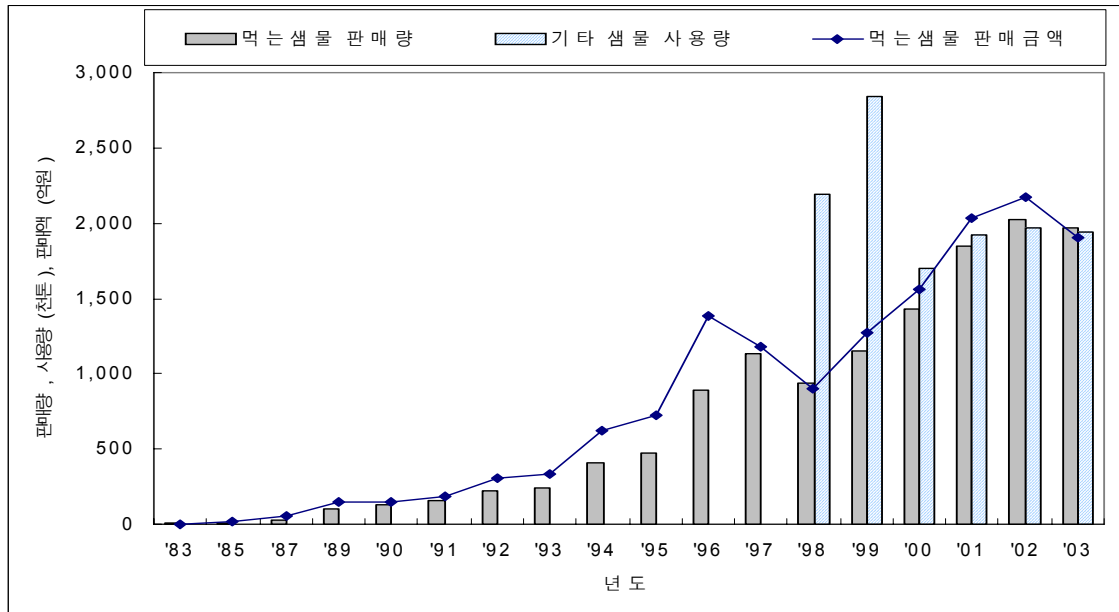


그림 2-12 국내의 샘물(먹는샘물과 기타샘물) 판매 현황

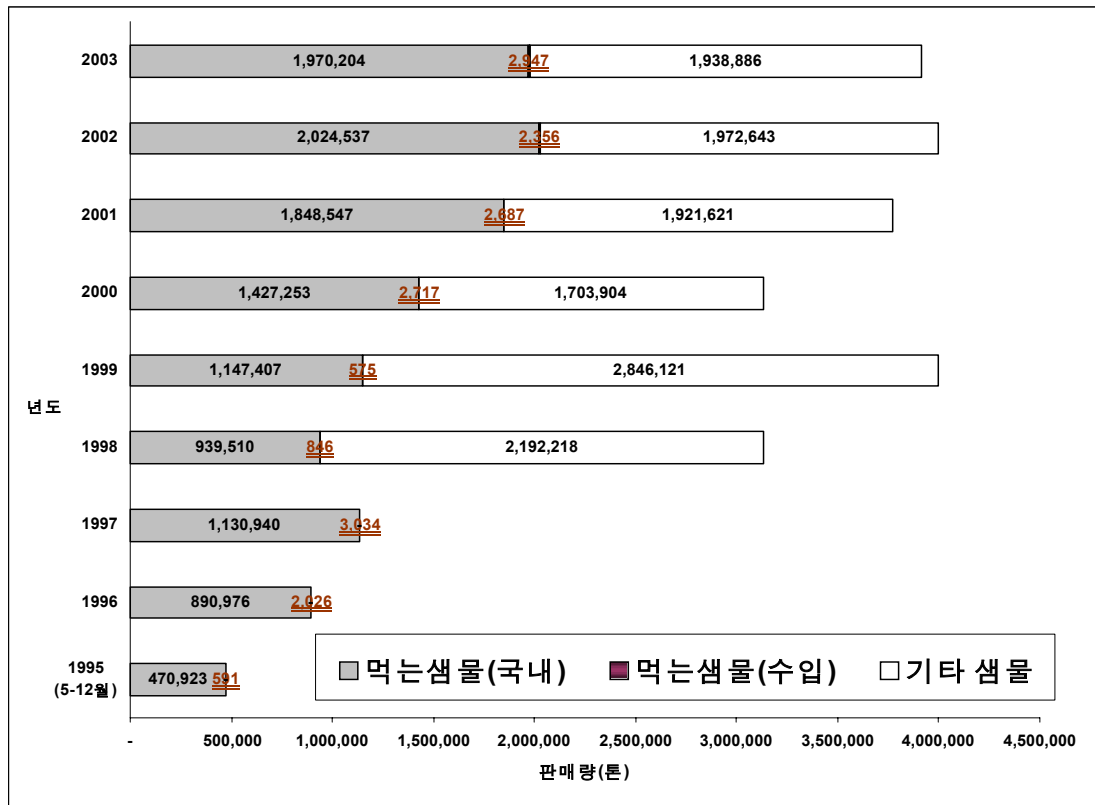


그림 2-13 연도별 국내 샘물(먹는샘물, 수입먹는샘물, 기타샘물) 판매량

4-2. 국외의 병입수 시장 현황과 전망

세계적으로 병입수는 연간 1억 톤이 넘게 생산되고 있다. 미국, 멕시코, 브라질, 중국, 이탈리아, 독일 등에서는 연간 각각 1천만 톤이 넘게 판매되고 있으며, 매년 판매량이 급상승하고 있다(표 2-24, 그림 2-14). 일인당 병입수 소비량을 보면 이탈리아, 멕시코, 프랑스, 아랍 에미레이트, 벨기에, 룩셈부르크, 독일, 그리고 스페인 등이 연간 각각 100리터 이상을 소비하고 있다(표 2-25, 그림 2-15).⁴³⁾

병입수는 향후 소비량이 더욱 급증할 것으로 보인다. 이는 미국의 예에서 예상할 수 있는데, 미국은 1993~2003년도 사이의 10년 동안 병입수의 생산량과 판매량은 매년 7~11% 내외의 성장률을 기록하였으며 일인당 소비량도 많이 늘었다(표 2-26, 표 2-27). 이는 다른 분야에 비하여 병입수 시장이 급속히 팽창한 것으로, 1990년대와 2000년대에 야외활동의 증가와 스포츠 등으로 휴대용 물이 필요하였기 때문이라고 보고 있으나, 부분적으로는 1993년 밀워키에서 수돗물의 오염사건⁴⁴⁾에 의한 영향도 있을 것이다. 미국은 맥주, 커피, 우유 등의 음료류는 전반적으로 성장이 둔화되거나 감소하는데 비하여 병입수 만이 고성장하고 있어서 그 시장의 변화에 대한 관심이 집중되고 있다.

미국은 2003년을 기준으로 하였을 때, 발포수보다는 비발포수(정상수)를 4.5배 정도 더 많이 생산하였으며, 발포수의 수입량은 비발포수보다 4.2배 정도 많다(표 2-28). 이는 수돗물을 병입수의 원수로서 사용하고 기존의 음료 판매업자들이 유통망을 이용하여 대량으로 병입수를 생산하기 때문이다. 특히 아쿠아피나와 다사니 같은 것은 코카콜라와 펩시 제조회사가 각각 생산하고 있는데 미국 내에서 판매량으로는 상위를 점하고 있다.⁴⁵⁾ 국제적으로 이름이 있는 병입수는 수질에서 큰 차이가 없음에도 불구하고 고가로 판매되고 있고, 또한 한 나라의 상징적인 물로 인식되는 경향도 있으므로 우리나라 고유의 상품을 개발하여 수출경쟁력을 확보하는 것도 고려해 볼만 하다.

43) http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc.

44) 1993년 그 때까지만 해도 식수규제에 포함되지 않은 세균인 크립토스포리디움으로 인해 수십만 명의 Milwaukee 주민들이 병들고 100명 이상이 사망 하였다(<http://www1.cpb.or.kr/data/abroad/text/006335>).

45) 두 회사의 경우 기존의 생산시설과 배급망을 이용하여 판매량을 늘일 수 있었다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

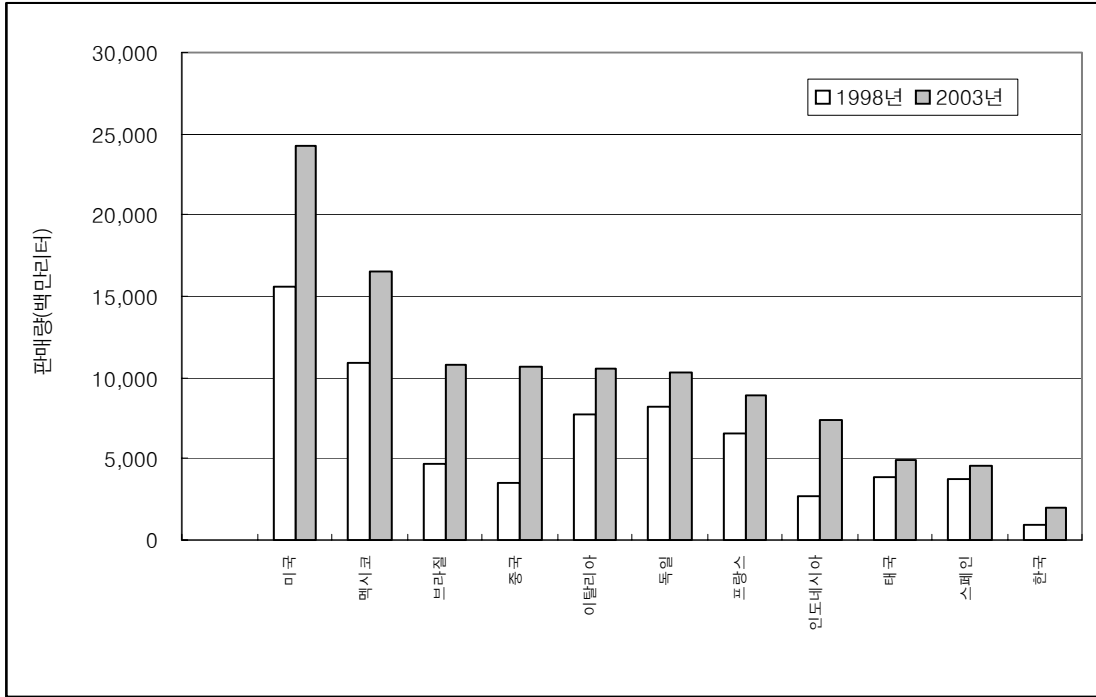


그림 2-14 주요 국가의 병입수 판매량 현황

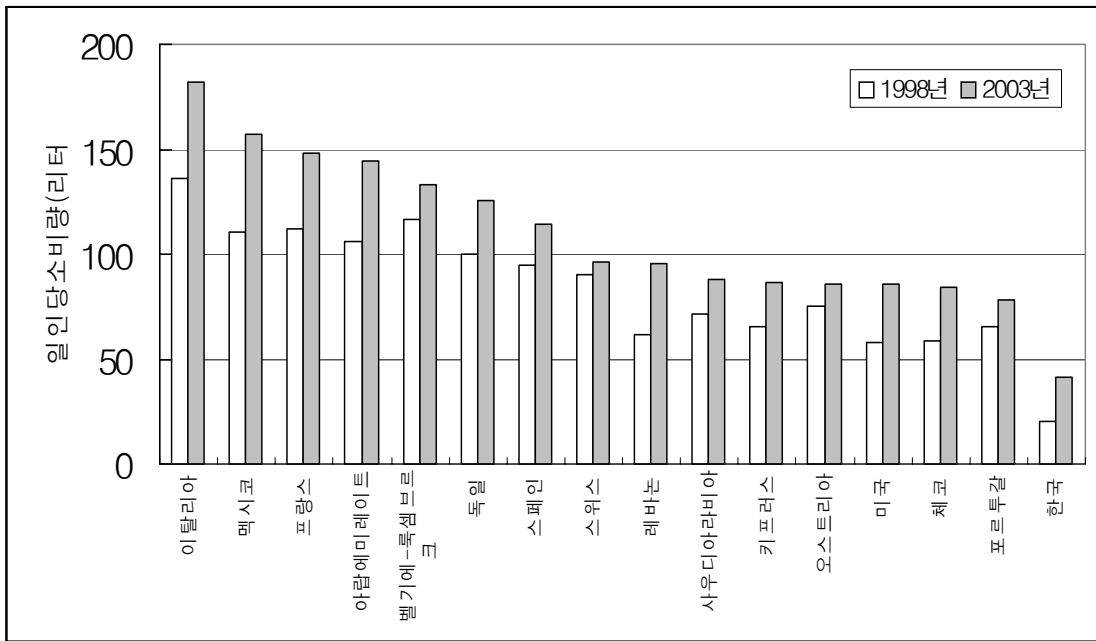


그림 2-15 주요 국가의 일인당 병입수 소비량

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-24 세계의 병입수 시장 현황

2003년도 (순위)	국가	판매량(백만 갈론)		연 변화율 1998 ~ 2003(P)
		1998년	2003년(P)	
1	미국	4,130.7	6,395.0	9.1%
2	멕시코	2,873.0	4,354.7	8.7%
3	브라질	1,251.8	2,840.1	17.8%
4	중국	934.6	2,805.8	24.6%
5	이태리	2,038.7	2,791.0	6.5%
6	독일	2,169.1	2,727.2	4.7%
7	프랑스	1,733.2	2,351.4	6.3%
8	인도네시아	722.2	1,963.3	22.1%
9	태국	1,014.4	1,302.5	5.1%
10	스페인	981.1	1,213.9	4.4%
	10개국 합계	17,848.8	28,744.9	10.0%
	기타 국가의 합	5,340.7	9,278.4	11.7%
	세계의 합	23,189.5	38,023.3	10.4%

(P) Preliminary(예비자료)

자료: Beverage Marketing Corporation(http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc)

표 2-25 주요 국가의 일인당 병입수 소비량

2003년도 (순위)	국가	일인당 소비량(갈론)	
		1998년	2003년(P)
1	이태리	35.9	48.1
2	멕시코	29.2	41.5
3	프랑스	29.5	39.1
4	아랑에미리트	28.1	38.1
5	벨기에-룩셈부르크	30.7	35.1
6	독일	26.4	33.1
7	스페인	25.1	30.2
8	스위스	23.8	25.4
9	레바논	16.2	25.3
10	사우디아라비아	18.9	23.3
11	키프러스	17.2	22.8
12	오스트리아	19.8	22.7
13	미국	15.3	22.6
14	체코	15.4	22.2
15	포르투갈	17.2	20.6
	세계 평균	3.9	6.0

(P) Preliminary(예비자료)

자료: Beverage Marketing Corporation(http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc)

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 2-26 미국의 병입수 시장 변화 추이

연도	생산량 (백만 갈론)	연 변화율	판매액 (백만달러)	연 변화율
1993	2,689.4	8.2%	\$2,876.7	8.2%
1994	2,966.4	10.3%	\$3,164.3	10.0%
1995	3,226.9	8.8%	\$3,521.9	11.3%
1996	3,495.1	8.3%	\$3,835.4	8.9%
1997	3,794.3	8.6%	\$4,222.7	10.1%
1998	4,130.7	8.9%	\$4,666.1	10.5%
1999	4,583.4	11.0%	\$5,314.7	13.9%
2000	4,904.4	7.0%	\$5,809.0	9.3%
2001	5,372.1	9.5%	\$6,880.0	18.4%
2002	5,950.7	10.8%	\$7,725.0	12.3%
2003(P)	6,395.0	7.5%	\$8,277.2	7.1%

(P) Preliminary(예비자료)

자료: Beverage Marketing Corporation(http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc).

표 2-27 미국인의 일인당 병입수 소비량 변화 추이

연도	일인당 소비량(갈론)	연 변화율
1993	10.5	--
1994	11.5	9.4%
1995	12.2	6.4%
1996	13.1	7.4%
1997	14.1	7.4%
1998	15.3	8.3%
1999	16.8	10.0%
2000	17.8	6.0%
2001	19.3	8.5%
2002	21.2	9.8%
2003(P)	22.6	6.3%

(P) Preliminary(예비자료)

자료: Beverage Marketing Corporation (http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc)

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-28 미국의 병입수의 분야별 시장 현황

연도	비발포 병입수 (Non-Sparkling)		비발포 병입수 수입 총량		발포 병입수 (Sparkling)		수입 발포 병입수 총량	
	판매량 (갈론)	변화율	판매량 (갈론)	변화율	판매량 (갈론)	변화율	판매량 (갈론)	변화율
1993	2,422.2	8.7%	174.7	1.4%	92.5	7.2%	2,689.4	8.2%
1994	2,687.6	11.0%	174.8	0.1%	104.0	12.4%	2,966.4	10.3%
1995	2,965.6	10.3%	164.2	-6.1%	97.1	-6.6%	3,226.9	8.8%
1996	3,224.3	8.7%	159.0	-3.2%	111.8	15.1%	3,495.1	8.3%
1997	3,491.4	8.3%	153.8	-3.3%	149.1	33.4%	3,794.3	8.6%
1998	3,823.8	9.5%	146.1	-5.0%	160.8	7.8%	4,130.7	8.9%
1999	4,286.3	12.1%	146.0	-0.1%	151.1	-6.0%	4,583.4	11.0%
2000	4,622.4	7.8%	144.2	-1.2%	137.8	-8.8%	4,904.4	7.0%
2001	5,104.2	10.4%	144.0	-0.1%	123.9	-10.1%	5,372.1	9.5%
2002	5,677.5	11.2%	149.5	3.8%	123.7	-0.2%	5,950.7	10.8%
2003(P)	6,115.8	7.7%	149.5	0.0%	129.7	4.9%	6,395.0	7.5%

(P) Preliminary(예비자료)

자료: Beverage Marketing Corporation(http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc)

5. 수질개선부담의 현황

5-1. 수질개선부담금의 부과 경위

수질개선부담금은 공공의 지하수 자원을 보호하고 먹는물의 수질개선에 기여하기 위하여 부담금을 부과하고 있는데(먹는물관리법 제28조), 1995년 5월에 수도물의 대체성을 강조하기 위하여 부담금제도를 신설하여 먹는샘물에만 평균 판매가액에 20%를 부과하였다. 그러나 지하수를 사용하는 청량음료 및 주류 제조업체도 공공의 지하수 자원을 이용하므로 형평성 차원에서 1997년 8월에 샘물원가의 5%를 부과하였다. 그러나 먹는샘물과 기타 샘물간의 부과액이 현격히 차이가 나서 형평성 차원에서 1999년 9월 규제개혁위원회에서는 1차 개선조치를 하여 2000년 4월 부터 먹는샘물은 부과액

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

을 평균판매가의 20%에서 7%로 낮추고, 청량음료는 샘물원가의 5%에서 7.5%로 상향 조정하였다⁴⁶⁾(표 2-29).

표 2-29 수질개선부담금의 부과대상 및 부과기준(2000.4 기준)

구 분	먹는샘물	기타샘물(주류·청량음료)
부과대상	모든 샘물 개발 업체 (71개업체 2,025천톤)	1일 취수량 300톤 이상 업체 (12개 업체 1,972천톤)
부과기준	평균판매가액의 7.5%	제품 판매가격에서 샘물이 차지하는 원가의 7.5% (※상수도 생산원가 690원/톤의 적용은 2003년 논의됨)
부담금납부액	13,909백만원 (업체평균 196백만원)	63백만원 (업체평균 5백만원)

자료: 환경부, 2003, 수질개선부담금 제도개선방안, 토양수질관리과 제공.

그러나 부과대상의 기준인 평균판매가와 샘물의 원가는 법률의 규정사항이라는 이유로 그대로 유지하여 2001년 10월 18일 먹는샘물 업계가 2차 개선을 요구하는 탄원서를 제출하였다. 이에 따라 2002년 10월 4일 규제개혁위원회가 개선조치를 취하여 2003년 5월에 수질개선부담금 개선을 위한 연구를 수행하였는데, 기타 샘물은 부과 기준이 기타샘물의 사용량에 대하여 상수도 생산원가(569원/톤, 2001년 기준)와 수돗물 이용시 부과되는 물이용부담금인 120원/톤을 합하여 690원/톤으로 변경하는 방안이 논의되었다. 현재 수질개선부담금은 먹는샘물의 경우 판매액에 일정비율을 부과하고 기타 샘물의 경우 샘물이 차지하는 원가에 일정 비율을 부과하도록 되어 있다.

수자원의 개발시 자원을 보호하기 위하여 유럽이나 미국 등 국외에서도 일반적으로 (준)조세를 부과하고 있으므로(표 2-30), 우리나라만 부과하는 것은 아니다.

46) 먹는물관리법 시행령 제8조(수질개선부담금의 부과율): 법 제28조제1항 단서의 규정에 의한 먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자(이하 "제조업자등"이라 한다)에 대한 수질개선부담금(이하 "부담금"이라 한다)의 부과율은 먹는샘물의 평균판매가액의 1천분의 75로 하고, 기타 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자(이하 "기타 샘물개발허가를 받은 자"라 한다)에 대한 부담금의 부과율은 샘물을 사용한 제품의 판매가격에서 샘물이 차지하는 원가의 1천분의 75로 한다. <개정 2000.7.1> [전문개정 1998.1.22]

II. 먹는물 다원화의 타당성 고찰

표 2-30 외국의 지하수 추출 부담금(조세) 요율(원화 기준, 원/톤)

국가	농업·공업용	일반용	침투수(여과수)
네덜란드(2000년)	101	189	31
덴마크(2000년)	0	842	0
독일(Baden-Wuttermberg, 2000년)	63	63	63
독일 베를린(2000년)	390	390	390
영국(1996년)	13 ~ 34	13 ~ 34	13 ~ 34
프랑스 Ile(1996년)	-	68	-

자료: 환경부, 2003, 수질개선부담금 부과요율의 적정성 검토 및 개선방안 연구, p77.

5-2. 수질개선부담금의 부과내역

수질개선부담금은 1995년 5월 1일 먹는샘물이 양성화된 이후 부과되기 시작하였는데, 1995년 이후 2003년까지 9년 동안 총 1,447억원 정도 부과되었다(표 2-31). 그러나 수질개선부담금은 ‘샘물’의 사용량이 비슷하여 공공의 수자원에 미치는 영향이 비슷하거나 오히려 기타 샘물제조업자가 더 영향을 일으킬 수도 있다는 지적이 있음에도, 먹는샘물에 대하여 기타 샘물보다 훨씬 많이 부과(134 ~ 8,501배)되고 있어서 그 형평성의 문제뿐만 아니라, 부과자체에 대한 법정 소송이 자주 있었다.⁴⁷⁾ 이 부담금은 환경개선특별회계에 편입되어 20%는 징수비로 시·도에 교부되고, 징수비를 제외한 50%는 취수정이 위치한 시·군·구에 교부하고 있다. 교부금은 수질관리시책이나 수질검사 비용지원 등에 사용되고 있다. 수질개선부담금은 영업으로 인한 이익금에서 부담하는 것이 아니고, 상품의 원가에 반영되므로 이를 이용하는 국민이 직접 부담하는 형태를 갖는다.

47) 헌법재판소, 2004, 먹는물관리법 제28조 제1항 위헌소원 판결문.

표 2-31 샘플과 먹는샘물(국내, 수입)의 이용과 수질개선부담금 현황

구분	항목	구분 기호	년도		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
			계	1995 (5-12월)									
먹는 샘물	판매량(톤)	계	NA	11,868,076	471,514	893,002	1,133,974	940,356	1,147,982	1,429,970	1,851,234	2,026,893	1,973,151
		국내	NAd	11,850,297	470,923	890,976	1,130,940	939,510	1,147,407	1,427,253	1,848,547	2,024,537	1,970,204
		수입	NAi	17,779	591	2,026	3,034	846	575	2,717	2,687	2,356	2,947
	판매금액(백만원)	계	NB	1,278,901	60,543	114,970	118,373	90,382	127,484	156,189	203,153	217,492	190,315
		국내	NBd	1,267,845	60,005	113,615	117,472	90,067	127,066	154,880	201,202	215,540	187,998
		수입	NBi	11,101	538	1,355	946	315	418	1,309	1,951	1,952	2,317
	평균 가격(원/톤)	계	NC=NB/NA	110.2	128.4	128.7	104.4	96.1	111.1	109.2	109.7	107.3	96.5
		국내	NCd=Bd/Ad	109.4	127.4	127.5	103.9	95.9	110.7	108.5	108.8	106.5	95.4
		수입	NCi=Bi/Ai	645.9	910.3	668.8	311.8	372.3	727.0	481.8	726.1	828.5	786.2
	가격 비교(배)		NCi/NCd	5.9	7.1	5.2	3.0	3.9	6.6	4.4	6.7	7.8	8.2
	수질개선 부담금(백만원)	계	NF	144,454	7,895	22,737	23,154	18,233	19,324	15,939	8,804	14,049	14,319
		국내	NFd	143,130	7,790	22,467	22,974	18,161	19,240	15,808	8,658	13,903	14,129
		수입	NFi	1,324	105	270	180	72	84	131	146	146	190
	평균 부과액(원/톤)		NFa=NF/NA	12,172	16,744	25,461	20,418	19,389	16,833	11,146	4,756	6,931	7,257
	평균 부과율(%)		NFr=NF/NB	11.3	13.0	19.8	19.6	20.2	15.2	10.2	4.3	6.5	7.5
샘물	샘물 사용량(톤)		MA	12,575,393	-	-	-	2,192,218	2,846,121	1,703,904	1,921,621	1,972,643	1,938,886
	수질개선부담금 부과액(백만원)		MF1	258.86	-	-	-	5.33	5.64	49.68	68.28	74.97	54.95
	수질개선부담금 정수액(백만원)		MF2	244.52	-	-	-	5.33	5.65	49.68	68.28	63.50	52.07
	업체수				-	-	-	51	47	15	13	12	12
	평균 부과액(원/톤)		MFa=MF1/MA	20.6	-	-	-	2.4	2.0	29.2	35.5	38.0	28.3
부과액 비교(먹는샘물/샘물)		NFr/MFr	591	-	-	-	7,974	8,501	382	134	182	256	

자료: 환경부 토양수질과(일부 편집).

5-3. 수질개선부담금의 문제점

수질개선부담금은 공공의 지하수 자원을 보존하기 위한 목적세임에도 지하수를 이용하는 업체 중 전체의 0.1% 미만의 일부 업종에만 부과하고 있다. 즉 지하수를 많이 사용하는 공업용수나 농업용수는 전체 지하수의 개발의 99.9%를 차지하나 부과되지 않고 있다. 또한 국내의 지하수 보존과는 관계가 적은 수입먹는샘물업체에는 부과하고, 오히려 지하수 자원에 영향을 주는 수출업체에는 면제하여 부과목적이 맞지 아니한다. 또한 먹는물의 수질개선을 일부 샘물업체에 부담을 지움으로써, 수돗물 우선이라는 정책 목표가 있음에도 불구하고 형평성에서 문제가 발생한다. 또한 취수량을 기준으로 부과하여야 하나 판매액을 기준으로 부과하고 있어서 지하수를 과다하게 사용하더라도 판매가격이 낮으면 부담금이 적은 것이 문제이다. 또한 샘물을 이용하는 먹는샘물업체와 기타 샘물업체간에도 부과효율은 7.5%로 동일하나, 지하수 1톤당 부과액이 수백배 차이가 나서 업종간의 형평성에도 문제가 있다(표 2-32).

표 2-32 수질개선부담금의 부과액 비교 (2001년 기준)

구분	판매량(톤)	부과액(백만원)	비고
먹는샘물	1,851,234	13,899	7,508원/톤(A)
청량음료·주류	1,921,621	68	35원/톤(B)
계	3,772,855	13,969	1/215 (B/A)

자료: 환경부, 2003, 수질개선부담금 개선방안, 토양수질관리과 자료.

수질개선부담금이 취수량이 아닌 업종별로 부과함에 따라 샘물에 약간의 첨가물을 혼합한 혼합음료나 청량음료 등이 먹는샘물의 경쟁상대로 대두되고 있어서 시장을 왜곡하고 있다는 지적도 있다. 청량음료는 그동안 특별소비세가 부과되었으나, 특소세의 폐지 이후 지하수를 사용하는 양에는 큰 차이가 없으면서도 수질개선부담금은 업종간에 수백배 정도 차이가 발생하여 시장경제의 왜곡을 유발하고 있다.

이러한 여러 가지 문제의 시발점은 먹는샘물을 수돗물의 대체 상품으로 보고 소비와 생산을 제한하는 데에서 유래한 것이다. 그러므로 합리적인 개선방안을 마련하여야 한다.

6. 시사점

국내에서 먹는물관리법이 담수를 위주로 관리방안이 마련되어 있으므로 해수나 지하염수 등을 먹는물의 원수로 이용하려고 할 때 먹는물의 원수로 인정되지 않아서 먹는물로의 이용뿐만 아니라 식품의 첨가물 등으로도 이용이 제한되는 등 법적인 제약이 많아 염수의 이용에 많은 어려움이 있다. 따라서 하루 빨리 염수를 먹는물관리법상에서 먹는물의 원수로 인정하여야 한다.

국내에서 병입수를 먹는샘물 하나만 인정한 것은 과도한 규제로 보인다. 즉 병입수는 기본적으로 먹는물을 병에 넣은 것에 불과할 뿐이다. 다만 병입수의 가격이 공공급수인 수도물보다 상대적으로 고가이므로 위화감이나 수도물 우선정책 등의 사유로 이의 사용을 제한하는 것은 일견 타당해 보인다. 그러나 세계 각국이 병입수의 원수를 다양하게 인정하고 있고, 또한 현실적으로 국내에 해양심층수를 원수로 한 혼합음료가 수입판매되고, 또한 해수나 지하염수 등 염수를 이용하여 병입수를 제조하여 판매하려는 움직임이 있으므로 병입수를 다양화할 필요도 있다. 먹는물의 다원화와 병입수의 다양화에 따라서 합리적인 관리방안을 마련한다면 염수를 먹는물의 원수로 이용하는 데 큰 문제점은 없을 것으로 보인다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

1. 먹는물 다원화의 원칙 설정과 평가

1-1. 먹는물 다원화의 원칙 설정

먹는물의 다원화는 적어도 몇 가지 원칙을 충족하여야 한다. 이 연구에서는 그 원칙을 다음과 같이 설정하였다.

- (1) 수자원의 합리적 이용성: 대체 수자원으로서 가능성이 있는가 ?
- (2) 환경성 및 지속성: 환경영향을 저감할 수 있으며 지속 가능하게 이용할 수 있는가 ?
- (3) 수질의 안정성: 음용시 인체에 안전을 담보할 수 있으며, 적절한 수질관리가 가능한가 ?
- (4) 사회·경제적 정당성
 - 기존 먹는샘물과 형평성이 유지될 수 있는가 ?
 - 수처리 기술발전이나 수출 등 국제경쟁력이 있는가 ?
 - 긴급 사태나 재해 등을 대비할 수 있는가?
- (5) 국가 정책의 부합성
 - 수돗물 우선 정책과 부합하는가?

먹는물의 다원화를 위한 전제조건 중 가장 중요한 것은 수질 안전성이다. 즉, 다른 요건을 모두 갖추었다고 하더라도 안전성이 담보되지 않으면 먹는물로 사용하기 어려울 것이다. 따라서 본 연구에서는 수질의 안전성을 최상위의 요건으로 설정하였다(그림 3-1).

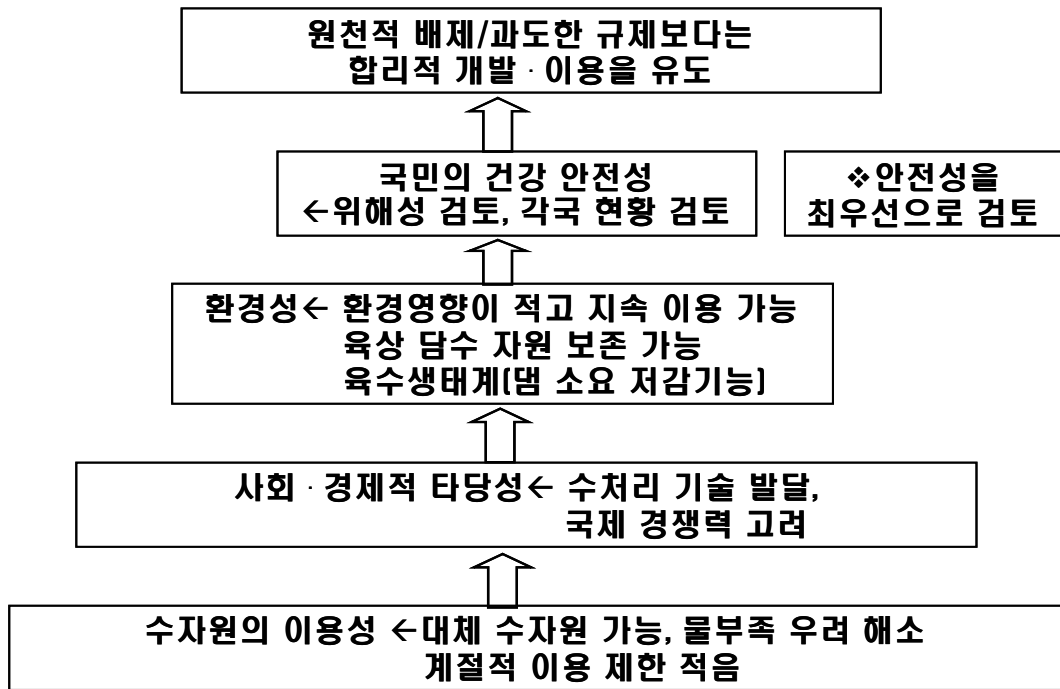


그림 3-1 염수를 먹는물로 이용시 고려할 사항의 흐름도

1-2. 먹는물 다원화 원칙의 평가

현재 먹는물의 다원화 대상으로 긴급히 대두되고 있는 것은 해수와 지하염수 등 염수이다. 이 중 해수를 먹는물의 원수로 인정하는 경우를 중점적으로 검토하기로 한다.

○수자원으로서의 해수

현재 우리나라의 수자원의 총량 산정에는 해수가 제외되어 있으므로(그림 3-2), 해수를 이용하여 탈염수를 수자원으로 이용할 경우 수자원으로 편입되는 양은 막대할 것으로 보인다. 실제로 지구상의 물은 거의 무한대하지만, 담수는 지구의 물의 총량에서 3%에 불과하며, 이마저도 거의 빙하로 되어 있다(그림 3-3). 육상에 있는 물도 대부분은 지하수로 존재하므로 실제 지표수는 얼마 되지 않는다. 따라서 지구상의 수자원 총량에서 97%나 되는 염수를 수자원으로서 적절히 활용할 필요가 있다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

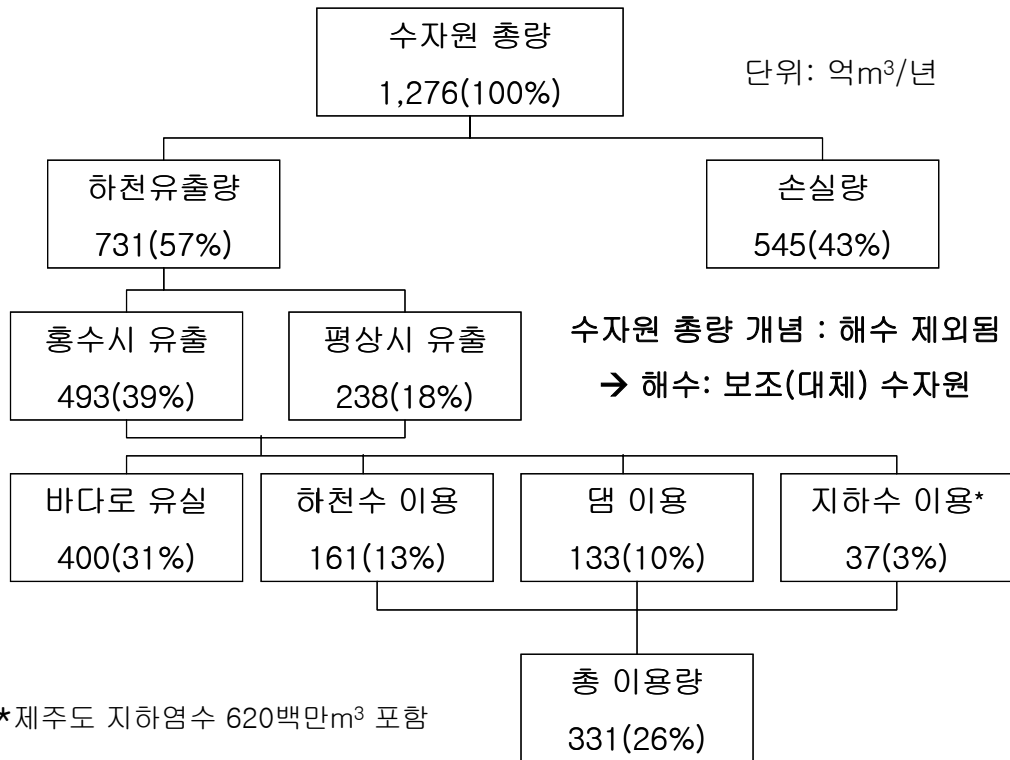


그림 3-2 우리나라의 수자원의 현황
자료: 건교부, 2001, 수자원장기종합계획



(사진: National Geographic, 1993, Water, p24)

그림 3-3 지구의 해수(97%)와 담수(3%)의 상대적인 수량 비교도
(지구의 물이 용량 4L에 담겼다면 담수는 숟가락 용량(120ml, 3%)에 불과하다)

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

우리나라의 도서지역이나 해안지역 중 급수제한이 발생하는 지역이 다수 있는데, 시간이 경과할수록 급수제한 대상지역이 증가하고 있어서 많은 문제를 안고 있다(그림 3-4). 이들 지역 중에는 하천의 발달이 미약하고 인구가 적어 광역상수도망이 보급되기 어려운 곳은 지하수를 많이 이용한다(그림 3-5). 그러나 이들 지역은 지하수를 이용하더라도 염수침투로 인한 식수로의 이용이 곤란해지거나 주변 농경지의 염해 피해 혹은 지반침하 등이 자주 발생한다.⁴⁸⁾ 우리나라의 해안지역은 농업용 지하관정의 이용으로 인해 해수침투가 일어난 지역이 많은데, 시간이 갈수록 해수침투 지역이 증가하고 내륙으로 그 영향권이 점점 확대되고 있다.⁴⁹⁾ 이들 지역은 해안에 주로 분포하므로 해수를 수자원으로 이용할 경우 위에서 언급한 제반 문제가 해결될 수도 있다.

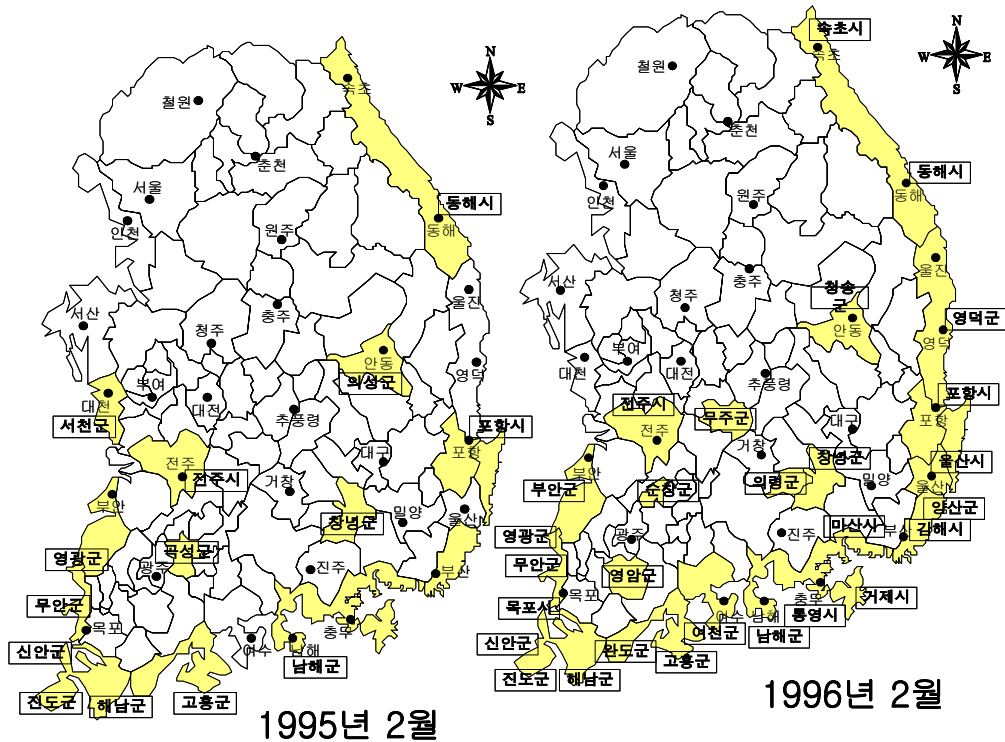


그림 3-4 우리나라의 제한급수 지역
 자료: 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p36.

48) 건교부, 2002, 지하수관리기본계획.

49) 황세호 외, 2004, 해수침투보호구역, 토양지하수 학회 발표자료.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

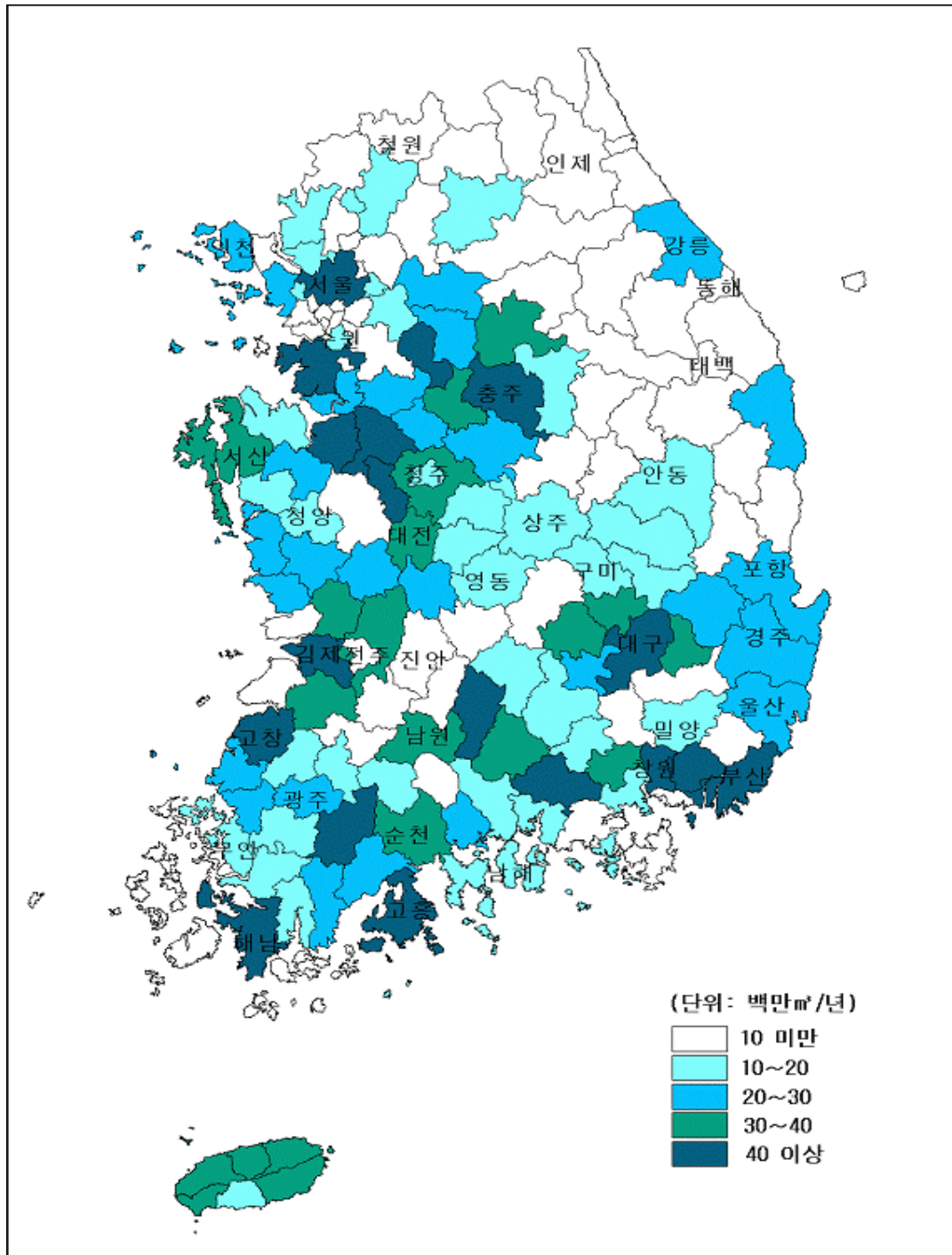


그림 3-5 우리나라의 지역별 지하수 사용 현황

자료: 건교부, 2003, 지하수관리기본계획.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

우리나라는 용수부족을 해결하기 위하여 해수담수화 사업을 추진 중이다.⁵⁰⁾ 해수담수화 사업 대상지역은 전국의 해안 및 도서지역 중 기존 용수공급계획에서 제외된 용수부족지역과 공단개발 및 확장에 따른 추가 용수지역과, 이상가뭄이나 수질사고 등 유사시에 대비하여 비상용수원이 필요한 지역을 선정하고 있다. 담수화 사업기간은 기존 수자원 개발계획과의 연계성과 용수부족 시기를 고려하여 사업기간을 2001~2020년으로 설정하고, 효율적인 사업수행을 위하여 단계적으로 추진하고 있는데, 2011년까지 신규수자원의 0.4%인 800만m³를, 2020년에는 7.5%인 1,800만m³를 확보하는 것으로 계획하고 있다(표 3-1).

표 3-1 권역별 해수담수화에 의한 신규수자원 확보계획

구분 \ 년 도	2001	2006	2011	2016	2020
총확보량	-	-	8	8	195
- 한강 권역	-	-	2	2	63
- 낙동강 권역	-	-	6	6	117
- 금강 권역	-	-	-	-	-
- 영산·섬진강 권역	-	-	-	-	15
4대권역 총용수부족량	+60	Δ102	Δ1,836	Δ2,268	Δ2,633
총 용수부족량 대비확보비율(%)	-	-	0.4	0.35	7.5

자료: 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p53.

○해수이용과 환경적 영향

해수를 담수화할 경우에는 환경에 미치는 영향이 비교적 적고, 또한 가뭄이나 수질 변화 등에 영향을 받지 않는 장점이 있다. 해양심층수는 심해 200m 이하에서 취수하므로 저온성이 특징이다. 따라서 이 저온의 물을 이용한 후 방대한 양을 그대로 해양에 방출할 경우에는 온배수 등에 의한 영향이 있을 수 있다. 또한 염수를 취수하여 탈염한 후 일부 폐수를 바다에 방출하므로 영향이 다소 있을 수 있다. 그러나 취수된 해양

50) 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p53.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

심층수는 다단계 이용을 통하여 해양에 배출되는 양을 줄이고 폐수는 저농도로 해수의 표면에 방출하는 것으로 계획하고 있어서 해양환경에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 보인다(그림 3-6).

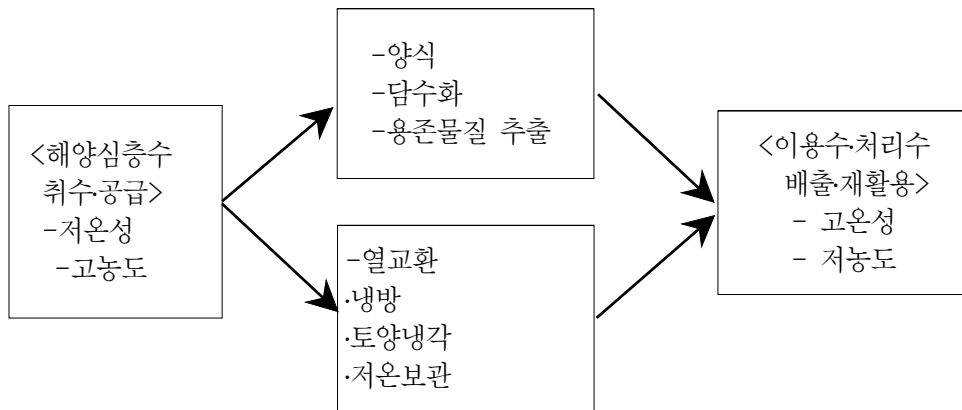


그림 3-6 해양심층수의 다단계 이용

수자원을 해수로 확보할 경우에는 환경갈등의 완화와 자연재해를 저감하는 효과도 있을 것이다. 즉, 우리나라는 주지하다시피 장래 물부족의 위험국가에 들어가 있다.⁵¹⁾ 이에 따라 대규모의 댐의 건설이나 지하수를 개발하여야 하는데, 댐과 지하수개발로 용수를 추가로 확보하는 것은 입지선정과 고비용 등 본질적으로 제한요인이 있다. 반면에 해수담수화는 기술만 개발되면 공급량을 확대하는데 장애 요인은 상대적으로 적을 것으로 보여 2011년 이후에는 현재의 해수담수화 공급계획보다는 증가율이 급격히 높아질 것으로 예상된다(그림 3-7, 그림 3-8).

지표수 확보를 위한 댐·저수지 건설과 지하수 개발은 환경에 큰 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라, 가뭄이나 수질악화 등의 각종 장애 요인에 적절히 대응하기 어려운 경우도 발생한다. 더욱이 댐 건설은 상수원보호지역의 설정으로 인한 행위나 개발제한, 유수 상태를 정수 상태로 변하게 됨에 따른 생태계의 단절, 수몰지역의 발생과 주민의 이동, 우회도로의 건설, 댐 하류지역의 유지용수 부족, 저수지의 수질악화 등 복합적인 환경영향이 발생한다. 그러나 해수담수화로 용수공급의 비율을 높일 경우, 기

51) 국민일인당 이용가능량에 의한 구분으로 1000m³ 미만이면 물기근, 1,700m³ 미만이면 물부족, 그리고 1,700m³ 이상이면 물풍요 국가로 구분된다 (건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p10).

존 댐은 통수구조로 전환하여 생태계의 복원이 가능하고, 유사시 자연재해에 대비한 최소한의 운영으로 댐으로 인한 각종 부작용을 줄일 기회도 많을 것이다.

○해양심층수의 수질 안정성

현재의 수처리 기술은 붕소, 브롬산염이나 스트론튬 등 일부의 수질의 문제점을 충분히 극복할 수 있다. 따라서 장래의 물공급의 안정성 및 담수화 기술의 국제경쟁력 등을 감안하여 해수담수화는, 자원의 활용이라는 측면에서, 수질기준의 충족을 조건부로 완화하여 먹는물에 포함하는 것이 필요하다. 이 경우도 수질기준은 엄격히 지켜져야 하므로, 여건에 따라 장차 그 기준을 현재의 기준에 맞도록 조정하여야 한다.

도서지역은 식수로서 해수나 지하해수를 담수화하여 음용하고 있는데, 해당 지자체의 경우 붕소의 수질기준이 초과할 경우에는 비용이 들더라도 추가로 붕소를 제거한 후에 주민에게 공급하고 있다. 따라서 해양심층수도 일정한 수질기준을 충족하여 일반 국민에게 제공되는 것이 가장 바람직하다. 보건이나 영양 측면에서는 붕소를 섭취하도록 권장하고 있으므로, 해양심층수에서 붕소의 함량이 어느 정도 높아도 된다고 보는 측면도 있지만, 먹는물은 어디까지나 영양 보충 측면보다는 인체 안전성이 가장 중요하고 모든 음식물의 가장 기초적인 바탕이 되므로 배경농도가 높은 것은 바람직하지 않다.

염수 중에 해수를 먹는물의 원수로 인정하는 것에 대한 평가는 전반적으로 긍정적으로 볼 수 있다(표 3-2). 비록 해수를 먹는물 이용하는 것이 불확실성을 어느 정도 안고 있지만, 현재의 과학적 기술수준이나 국외의 사례를 볼 때 그러한 불확실성은 충분히 극복할 수 있는 것으로 보인다.

지금까지 논의한 것을 종합하면, 해양심층수는 먹는물로 인정하고 병입수의 원수로 유통될 경우, 수질기준에 대한 구체적인 기준 설정이 가장 시급한 사항이다. 따라서 현재의 수질기준을 만족하는 것만 병입수로 인정하는 방안, 별도의 수질기준을 설정한 다음 일정한 시간경과 이후 현재의 수질기준을 충족하도록 하는 경과조치의 적용 방안과 음용 해양심층수에 차별적인 별도 규정을 마련하는 방안 등을 고려할 필요가 있다. 만일 먹는물로 인정하지 않고 혼합음료 등 다른 것으로 유통될 경우에는 먹는물관리법에서 다룰 대상이 아니므로 여기서는 고려하지 않았다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

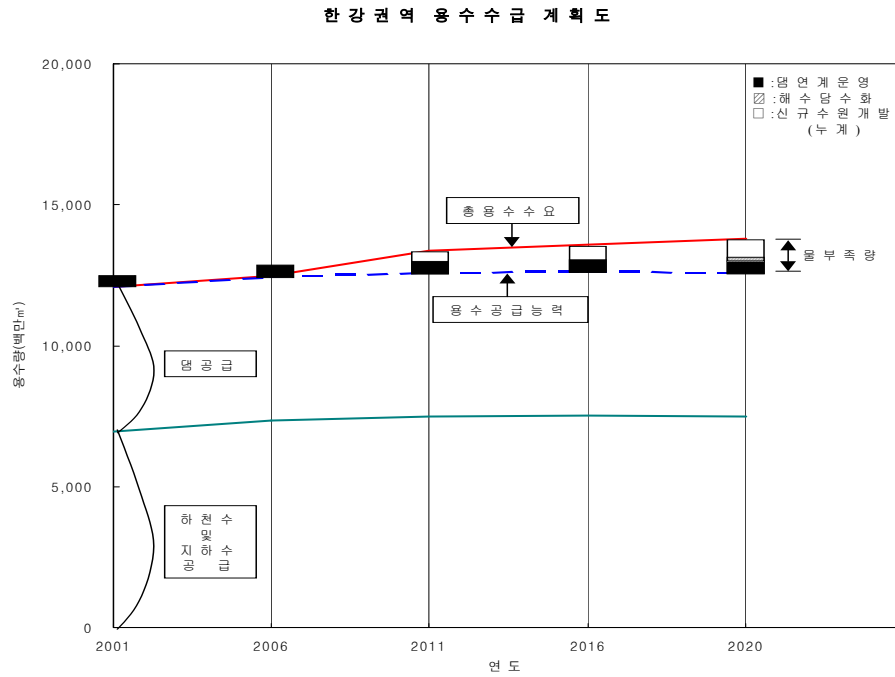


그림 3-7 한강권역의 용수공급계획 중 해수담수화 비율

자료: 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p61.

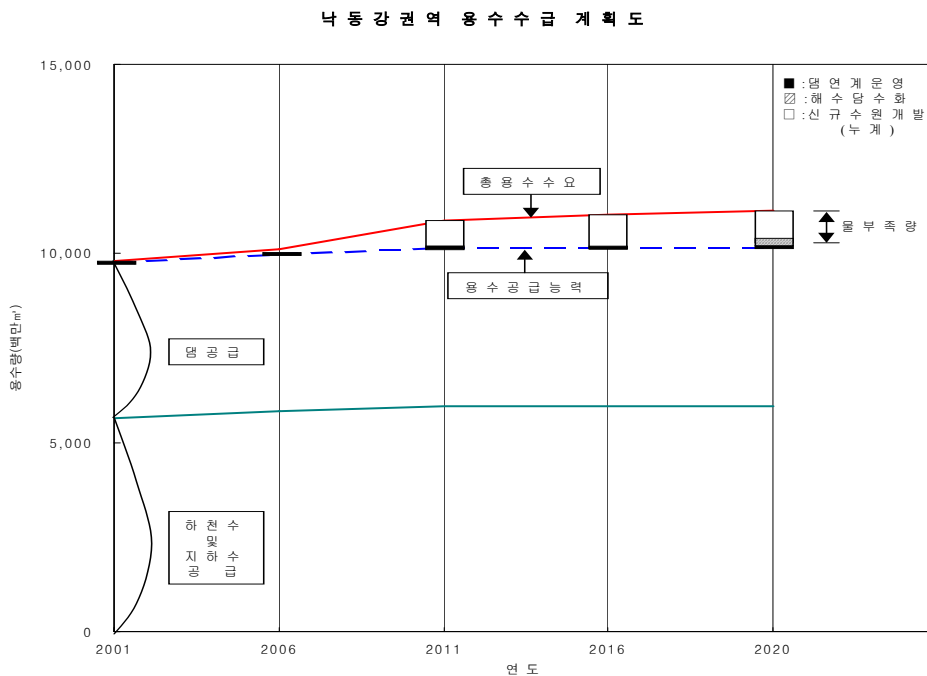


그림 3-8 낙동강 권역의 용수공급계획 중 해수담수화 비율

자료: 건교부, 2001, 수자원장기종합계획, p63.

표 3-2 심해수를 먹는물의 원수로 이용하는 것에 대한 평가

항목	평가	비고
수자원 이용성	-대체수자원 효과가 있음 -해안지역에서 활용성이 높음	자원으로 사용제한 보다는 합리적 개발을 유도하는 것이 필요함
환경성	환경영향이 비교적 적음	담·저수지 등 육상의 수자원을 확보하기 위한 개발압력을 완화하는 효과가 있음
수질 안전성	적절한 수처리 기술을 적용할 경우 현재의 먹는물 수질기준을 충족 가능함	먹는물 수질기준에 포함되지 않은 항목의 검토가 필요함
사회·경제적 타당성	-신규 시장의 개척 가능성 있음 -수출 상품으로 가능성이 있음 -먹는샘물과는 직접 경쟁관계에 있음	-수돗물과는 대체 효과가 있음 -수돗물 우선 정책과 조화가 필요함
재난 대비성	-지표 및 지하수의 오염이나 홍수시 심해수를 이용하여 음용으로 공급이 가능함	-가뭄이나 홍수 등으로 담수의 이용이 제한받는 경우 응급용으로 사용이 가능함

2. 먹는물 원수의 다원화시 조치 사항

2-1. 법적·제도적 조치 사항

현재 먹는물관리법상 먹는물은 하천수, 호소수 등 지표수를 음용으로 처리한 수돗물과, 암반지하수를 음용처리한 먹는샘물, 그리고 자연상태에서 자연수를 그대로 먹는 샘터, 우물, 약수터, 용천수 등인데 이들은 모두 자연상태에서는 담수이다. 현재 해수담수화 사업으로 해수나 지하기수를 탈염처리하여 도서지역의 주민에게 공급하고 있지만 해수나 지하염수가 먹는물의 원수로 명문화되지 않아서 그 담수처리수는 관습적으로 ‘식수’로 보고 있는 실정이다. 또한 수도법상에서도 상수원으로 명문화되지 않아서 ‘염수’는 실질적으로 관리주체를 설정하기도 어려운 상태이다. 염수를 먹는물의 원수로 이용하는 경우에 필요한 제반 법적 및 제도적 사항은 2002년에 해수담수화 사업과 관련하여 연구한 바 있다.⁵²⁾ 그러나 동 연구는 해양표층수와 지하기수 혹은 지하염수를

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

대상으로 한 연구이며, 병입수의 원수로서의 활용성은 논의하지 않고 있어서 해양심층수나 다른 원수가 병입수로 이용되는 것에 대해서는 별다른 방안이 마련되지 않았다. 따라서 현 시점에서 가장 시급한 사항은 먹는물관리법을 개정하여 먹는물의 원수 종류에 ‘염수’를 명확히 정의하고 이를 처리하여 먹는물로 사용할 경우 필요한 사항을 마련하여야 한다. 이제부터 이와 관련한 제반사항을 살펴보기로 한다.

2-2. 먹는물에 이용되는 자연수와 처리수의 분류 방안 고찰

(가) 용어 정비의 필요성

현행 먹는물관리법, 수도법, 식품위생법, 지하수법, 온천법, 그리고 약사법 등에서 ‘먹는물’ 혹은 ‘음용’이라는 용어가 혼재되어 있으므로 먹는물 관련 용어에 대한 통일성 및 일관성이 필요하다. 또한 정의가 서로 다를 경우 혼란이 발생할 뿐만 아니라 같은 대상임에도 법적 적용이 상호 배제나 중복될 경우를 대비하여 관련 조항을 만들어서 관할이나 관리를 명확히 할 필요가 있다.

(나) 먹는물관리법의 먹는물 관련 용어의 검토

○ ‘샘물’의 정의

먹는물관리법의 제3조에 「“샘물”이라 함은 암반대수층안의 지하수 또는 용천수 등 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물을 먹는 용도로 사용하기 위한 원수를 말한다」고 되어 있다. 이는 “암반대수층안의 지하수” 또는 “용천수”를 의미하는 것으로 보이나, 용천수를 따로 정의하지 아니하여 약간의 혼동을 주고 있다. 즉, 현실적으로 국내에서는 용천수를 원수로 한 먹는샘물이 제조나 유통되지 아니하여 먹는샘물의 원수는 오로지 암반지하수로 인식되기도 한다. 즉, 이 규정이 ‘암반대수층안의 용천수’로 오해될 수도 있는데, 용천수(湧泉水)는 사전적 의미상 물의 분출구가 지상에 있고, 암반대수층 안에 있을 수 없으므로 상식적으로 맞지 않지만 실무에서는 많은 혼란을 주고 있다. 이는 또한 용천수를 암반대수층으로부터 유래하는 용천수로 해석할 수 있는 기회를 주기도 하는데, ‘용천수’라는 것은 말 그대로 지표상에서 ‘용솟음쳐서 나오는 샘물’일 뿐이다. 따라서 샘물과 용천수는 다를 것이 없음에도 용어의 정의에서 ‘샘물’과 ‘용천수’가 별개인 것처럼 기술되고 있다. 따라서 법 규정에서 ‘물을 먹

52) 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구, p329.

는 용도로 사용하기 위한 원수를'을 삭제하여야 상식적인 의미가 전달된다. 자연수는 자연상태의 물을 의미하고, 이러한 자연수를 이용하여 처리수를 제조하는 것은 원수의 정의를 따르면 된다. 현재의 규정대로라면 약수터, 샘터 등의 먹는물공동시설의 물은 샘물인지 아닌지 모호해진다.

한편 천연광천수라는 전통적인 용어 때문에 일반인 들은 지하에서 인공적인 방법으로 채수한 것을 왜 '천연'광천수라고 하는지에 대하여 자주 의문을 제기하고 있으므로, 지하암반에서 자연상태로 있는 물을 수증펌프 등 동력장치를 이용하여 '상업적 용도'로 개발한 양수한 물도 샘물로 간주한다는 명확한 규정이 필요하다.⁵³⁾ 이는 인공적으로 함양된 물이라도 원래부터 자연에서 자연상태의 물이라면 '샘물'로 본다는 의미를 가지는 것으로 해석된다.

○'수질의 안전성'

층적 지하수나 지표수에서 유래하는 천층의 암반 지하수는 계절적으로 수량과 수질이 변하기 쉽다. 또한 지표나 주변의 오염물질이 혼입될 우려도 있다. 이런 관점에서 본다면 수질의 안전성은 오염이 일어나지 않는 상태를 의미하고 있는 것으로 보인다. 그러나 자연계에서 수질은 자연적으로 변할 수 있으며 수질은 '안정'하지 않을 수도 있다. 즉 수질의 '안전성'은 수질의 '안정성'과 관련이 있는데, 수질의 안정성의 범위를 구체적으로 명시하지 아니하여 논란의 우려가 있다. 단순히 보면 수질기준을 충족하는 범위로 보면 간단하지만 암반지하수의 성분은 장기적으로는 수질이 상당히 변하므로 '샘물'의 인정에서 문제가 발생한다.

암반지하수는 심도가 깊어질 경우 용존물질의 증가로 수질 성분이 달라질 수 있다. 심부지하수는 염분이 바닷물보다도 높아질 수 있는데 하나의 관정에서도 수질은 채수 심도에 따라 달라진다. 또한 암반을 이루고 있는 지층의 암석종류에 따라 같은 관정이라도 지하수는 지화학적 성분이 달라진다. 해안지역은 해수침투에 의하여 수질의 안정성이 달라진다. 자연상태에서도 염소가 증가할 경우가 있는데 염소이온의 농도가 250 ml/L 이상이 되면 수질기준을 초과하므로 '안전성'이 없다고 볼 수도 있다. 장차 샘물 개발의 심도가 깊어질 경우 이러한 것은 당연한 현안으로 떠오를 것이다.

53) 미국의 bottled water 규정에는 인공적인 채수로 얻어진 암반수를 'natural mineral water'로 인정하고 있다(USC 21CFR 165.110).

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

따라서 수질의 안전성이라는 의미를 보다 명확하게 정의할 필요가 있다. 암반지하수의 수질의 변화는 지질학적인 요건에 의한 것은 인정하되 처리를 하여 먹을 수 있는 물은 먹는물 인정하는 방안도 검토하여야 한다.

위의 사항을 고려하면 우리나라의 먹는샘물의 원수인 “샘물”은 엄격히 말하면 “지하의 암반 대수층안의 포화지하수”를 의미하지만, 지질학적인 변화를 고려할 수 있도록 관련법의 조항을 수정할 필요가 있다. 즉, 먹는물관리법 제3조의 샘물의 정의는 의미와 정확성을 위하여 다음과 같이 변경하는 방안도 고려할 필요가 있다.

조항	원문	개정안
먹는물관리법 제3조	“샘물”이라함은 암반대수층안의 지하수 또는 용천수등 수질의 안정성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물을 먹는 용도로 사용하기 위한 원수를 말한다.	“샘물”이라함은 암반대수층 안의 지하수 또는 용천수 등 수질 특성이 지질학적인 요인에 의해서만 유지되는 자연상태에서 유래되는 물을 말한다.

○병입수에서 먹는샘물만 인정되는 사유

“샘물”과 “먹는샘물”의 정의(먹는물관리법 제3조), 그리고 영업 규정(먹는물관리법 제16조) 때문에 우리나라에서는 “샘물”로 만든 “먹는샘물” 이외의 병입수는 판매용으로 유통될 수 없다. 수질이 먹는물관리법에 의한 수질기준에 적합하여 먹을 수 있는 물은 용기에 넣었을 때도 먹는데에는 적합한 물일 것이다. 따라서 수돗물 우선 정책이라는 명분만으로 샘물을 이용하여 상품화한 먹는샘물만 병입수로 인정하는 것은 다소 무리한 규제로 보일 수도 있다. 수돗물도 안전하다면 병에 넣어서 판매하는 것을 허용할 수도 있다.⁵⁴⁾ 다만 이 경우 천연광천수는 최소한의 물리적 처리를 하여 먹을 수 있다는 특성을 고려하여 별도의 규정을 만들고, 국가의 고유한 특색을 가지는 제품으로 인정할 필요가 있다. 실제로 먹는물이거나 먹는물이 주성분인 여러 가지 음료수가 다른 법(식품위생법)에 의하여 대량으로 유통되고 있는데 이는 수질 안전성에서는 약간

54) 각종 음료수의 원수로서 수돗물이 광범위하게 쓰일 것이다. 또한 수돗물이 안전하다면 병에 넣어서 유통되어도 무방할 것이다. 특히 소독을 하였으므로 미생물 등의 오염이 오히려 적을 수도 있다. 따라서 수돗물 병입수는 수돗물 우선정책과는 크게 상충되지 않을 것이다.

의 문제의 소지가 있다.⁵⁵⁾

(다) 먹는물관리법의 용어 정비의 필요성

현재의 먹는물관리법의 용어 정의는 의미상 다소 혼란을 초래할 소지가 있으므로, 먹는물관리법에 용어 정의를 포괄적으로 개정하고 새로운 용어를 추가할 필요가 있다. 이를 위해서는 자연수, 원수 및 처리수 등에 대한 객관적인 분류가 필요하다(표 3-3). 그러나 자연수를 분류하는데 과학적인 분류체계를 이용할 경우 실무에서 너무 복잡해 지므로 간단한 정의를 사용하는 것이 좋을 것이다. 우선 가장 시급한 것이 먹는물의 정의이다.

제3조 (정의) 중 먹는물의 정의는 다음과 같다.

1. “먹는물”이라 함은 ①먹는데 통상 사용하는 자연상태의 물과 ②자연상태의 물을 먹는 데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물 등을 말한다.

①의 규정에 따라 약수, 샘물, 그리고 먹는물공동시설 등이 관리되고 있으며, ②의 규정에 따라 처리수는 수돗물과 먹는샘물만 한정되는 것으로 보고 있다. 실제로도 수돗물은 수도법에서 관할하고 있으므로, 먹는물관리법에서 처리수는 실질적으로 먹는샘물만 관할하고 있다. 따라서 신규 처리수에 대한 관리가 필요할 때마다 관련 규정을 매번 개정해야 하는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해서는 제3조를 다음과 같이 개정하는 방안도 고려해 볼 수 있다.

제3조 (정의) 의 개정안

1. “먹는물”이라 함은 ①먹는 데 적합한 자연상태의 물과 ②자연상태의 물을 먹는데 적합하도록 처리한 물을 말한다.

55) 식품위생법상의 식품공전에서는 물은 배합수이며 이는 식품원료가 아닌 것으로 분류된다. 따라서 혼합음료 등의 제품의 상표에는 주성분에 물의 함량이 표시되지 않을 뿐만 아니라 그 원수가 무엇인지 알 수가 없다. 이는 알권리 측면에서는 바람직하지 않으므로 개선방안이 마련되어야 한다. 청량음료의 경우 물 이외의 다른 성분 0.3%를 제외하고는 전부 물이므로 오히려 물에 가까울 것인데도 주요 용해된 성분을 알 수 없으며 어떤 경우에는 상표에도 표시가 없다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

이 경우 ①과 ②에 의하여 어떠한 경우든 먹는 용도로 개발되는 물은 먹는물관리법에 따르게 된다. 기존의 먹는물관리법 체계가 수돗물과 먹는샘물 및 기타 먹는물이 복잡하게 섞여있는 체계이므로 법체계의 전면적인 개편도 고려하여야 한다. 즉 먹는물에 관한 공통부분과 병입수나 천연광천수 등에 관하여 별도의 장을 만들어 법체계를 유지하는 것이 바람직할 것이다.

표 3-3 자연수의 구분과 원수 등의 분류 방안

업도	상태 및 순환적 분류	특정 명칭	비고	현재 먹는물의 원수	현재 먹는샘물의 원수			
자연수	↑ 담수	①증발	㉑증발산수	응결시 물로 됨				
		②강우	㉒빗물	지표수의 주 공급원	○			
		③빙하	㉓빙하수	병입수 제품(캐나다 산) 수입 시관중		△		
		④하천	㉔강물	강변여과수의 분류 필요(강물 혹은 지하수)	◎			
		⑤호소	㉕저류지 물	댐·저수지 등의 물은 수도 원수로 사용	◎			
	↓ 염수	⑥지표면 하부 혹은 지중	⑦불포화대	㉖지하수	㉖f 토양수	토양에 흡수되어 있는 물		
					㉖h 모세관수	상승(대기압보다 압력이 적음)		
		⑧포화대	㉖g 중력수		중력으로 하강(약수, 샘, 우물 등)	◎		
			㉖i 용천수		자연적인 분출샘(약수, 샘 등)	◎	◎	
			㉖j 포화 지하수		통상의 “지하수”(약수, 샘, 우물 등)	◎	◎	
⑨해양		㉖k 해양표층수	담수화 운영 중(국내 수출용 병입수 생산)	▲				
		㉖m 해양심층수	수심 200m 이하(일본 제품수 시판)	●				

- ◎ 먹는물관리법에 ‘먹는물’이나 ‘원수’의 명칭이 명확히 있거나 의미상 ‘먹는물’의 원수로 포함되는 것
- 먹는물관리법에 ‘먹는물’이나 ‘원수’의 명칭이 명확히 없지만 의미상 ‘먹는물’의 원수로 가능한 것
- △ 먹는물관리법에 ‘먹는물’이나 ‘원수’의 명칭이 명확히 표현이 없지만, 수질의 안정성을 유지할 수 있는 자연상태의 물로 인정된 것
- ▲ 먹는물관리법에 ‘먹는물’이나 ‘원수’의 명칭이 명확히 없지만 현재 ‘먹는물’의 원수로 공급하는 것
- 먹는물관리법에 ‘먹는물’이나 ‘원수’의 명칭이 명확히 없고, 국외에서 ‘먹는물’ 병입수 제품이 유통 중임
- ※자연계에서 광물 구조내에서 흡착되어 있는 흡착수(혹은 흡습수, adsorbed water)와 구조 내에 존재하는 구조수(structural water) 등이 있으나, 먹는물로 일상적으로 사용되지 않으므로 제외하였다.
- ※하천은 수계의 계곡물을 포함한다.

○먹는물관리법 하위 규정에 정의가 필요한 용어

먹는물관리법은 자연계의 물을 먹는 용도로 이용함에 따라 때로는 법적인 정의에 따라 분쟁이 발생할 가능성이 있다. 따라서 이를 사전에 방지하고 합리적인 관리를 위해서는 관련 고시나 규정에 자연수의 상태에 대한 정의를 개괄적으로 할 필요도 있다. 그러나 아무리 정의를 잘 표현한다고 하여도 항상 해석상에서 모호한 것이 발생하고 또한 실무에서는 정의에 따라 적용이 되지 않는 상황도 자주 발생하므로 지하수에 관련된 학술적인 용어를 너무 상세하게 정의할 필요는 없는 것으로 보인다. 아래에 일부 사례를 들었는데, 적절한 용어를 취사선택하면 될 것이다(표 3-4).

○지하수 용어에 대한 고찰

먹는물관리법에서 먹는샘물의 원수로 사용되는 ‘지하수’에 대해서는 정확한 정의를 할 필요가 있다. 현 상황에서는 지하수는 지하수법에 의한 정의를 따르는 것이 편리할 것이다. 그러나 강변여과수나 해수 등이 먹는물의 원수로 사용될 경우를 대비하여 향후 먹는물관리법에서 관리하고자 한다면 적절한 정의를 미리 하는 것이 바람직하다. 먹는물 혹은 병입수와 관련된 ‘지하수’의 정의에 대한 비교는 (표 3-5)에 제시되어 있다.

○토양대의 포화지하수

토양층에도 그 하부에 불투수층이 존재할 경우, 포화대수층이 존재할 수 있다. 따라서 지하수라고 하면 암반지하수만 있는 것은 아니다. 다만, 암반지하수는 수리지화학적 성질이 거의 일정한데 비하여, 충적 지하수는 주변의 환경에서 영향을 쉽게 받고 또한 강우 등의 영향을 직접적으로 받으므로 안정적인 수질을 유지하기 곤란한 경우가 많다. 먹는물공동시설이나 약수터의 물 중에는 수질기준을 충족하지 못하는 것이 많은데 이는 토양 층에서 유래하는 물인 경우가 많다. 따라서 토양대의 포화지하수라는 수질의 안정성이 유지되기 매우 어렵다. 이러한 연유로 먹는물관리법에서 ‘샘물’은 암반대수층 안의 물을 한정하여 인정하고 있다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-4 먹는물관리법의 하위 규정에 정의가 필요한 용어의 사례

<p>1. 먹는물관리법 제3조에 의한 자연상태의 물의 종류는 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none">㉠ “증발산수”(evapotranspired water)라 함은 자연상태의 물이 기화하여 대기 중에 증발한 물을 말한다.㉡ “빗물”(rain water)이라 함은 자연상태에서 강우로 인하여 내리는 물을 말하며, 자연적인 지표면에 닿기 전에 일정한 용기 등에 채집한 물을 포함한다.㉢ “빙하수”(glacial water)라 함은 빙하로부터 유래한 물을 말하며, 빙하에서 직접 얼음을 채취하여 녹인 물을 포함한다. 다만, 빙하가 자연적으로 용해하여 흘러나올 경우는 ‘강물’로 간주한다.㉣ “강물”(river water)은 자연적인 수계에서 유래하여 하천을 따라 흐르는 물을 말하며, 수계의 모든 지천 및 발원지까지를 포함한다.㉤ “저류지 물”(reservoir water)은 인공적으로 댐,저수지 등을 조성한 곳의 물이나 자연적인 호수,호소 등에 있는 물을 말한다.㉥ “지하수(ground water)”라 함은 자연계의 지하에 있는 물을 말하며, 암반 대수층에 있는 물은 “암반 지하수”라고 하고, 토양 또는 미고결층에 있는 물을 “층적 지하수”라고 한다. “포화대(saturated zone)”라 함은 지하에서 수체에 미치는 기압이 대기압과 같거나 큰 지역을 의미한다.㉦ “염수(saline water)”는 담수보다 염도가 높은 물로서 해수, 기수, 지하염수, 그리고 농염수 등을 말한다. <p>지하수의 정의는 포화대 지하수의 존재 상태를 특별히 구분할 필요가 있을 경우 사용하며, 그 외 이 법에서 특별히 정하는 것 이외는 지하수법에 의한 “지하수” 정의를 따른다. “용천수”는 자연상태의 지하수가 자연적으로 지표로 분출하는 물을 말한다.</p> <p>(대안) 지하수를 상세히 구분하는 경우는 ㉥를 세분하여 다음과 같은 정의를 추가한다.</p> <ul style="list-style-type: none">㉦ “지하수”는 자연상태의 지하에서 존재하는 물을 통칭한다. 지하수는 “토양수”, “모세관수”, “중력수”, “포화 지하수” 등으로 구분한다.<ul style="list-style-type: none">(가) “토양수”는 자연적인 상태의 토양이나 퇴적물 등의 미고결대에서 토양물질에 흡수되어 있는 물을 말한다.(나) “모세관수”는 자연적인 상태의 지표의 대기압보다 낮은 상태의 비포화대에서 상승하는 물을 말한다.(다) “중력수”는 자연적인 상태의 지하에서 중력으로 하강하는 물을 말한다.(라) “포화 지하수”는 자연상태의 지하의 포화대에 존재하는 물을 말한다.

표 3-5 먹는물 혹은 병입수와 관련된 '지하수'의 정의에 대한 비교

구분	관련 법	용어 정의	비고
한국	지하수법(제2조 정의)	"지하수"라 함은 지하의 지층이나 암석사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물을 말한다.	자연상태 이외의 지하의 물도 포함됨
	먹는물관리법	없음	“암반대수층안의 지하수”(제3조)
	온천법	없음	온천은 지하수를 사용하고 일부는 음용함
미국	21 CFR 165.110-bottled water	지하수는 지하에서 수체에 미치는 기압이 대기압과 같거나 큰 지표하의 포화지하수대(subsurface saturated zone)에서 유래하는 물이다.	인공관정에서 유래하는 것도 포함
	40 CFR chapter 1 § 260.10	대수층은 상당량의 지하수를 우물이나 샘에 물을 공급할 수 있는 지층 혹은 지층들을 말한다.	대수층을 정의하고 있음
영국	UK 1999 No. 1540 Food, 천연광천수, 용천수, 병입수 규정	천연광천수는 지하의 지하수면(water table) 혹은 지하수 저장고(deposits)에서 유래하는 물로서, 자연적 혹은 인공적인 출구로 나오는 것을 말한다.	-인공관정에서 유래하는 것도 포함 -자연출구에서 유출하는 물이 '용천수'이다.
WHO /FAO	CODEX Alimentarius	지하수: 용천수(spring water), 자분수(artesian water), 우물(well water) 등 지표면하의 대수층(subsurface aquifer)에서 유래하는 물	식품 규정에 있음

자료 : 환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구, p35.

○지하수 관련 용어

지하에 있는 물은 모두 통상 지하수라고 하지만 구분하기 위하여 (그림 3-9)와 용어를 사용한다. 토양에는 토양입자 사이 공극에 물이 존재한다(토양수, soil water). 공극에 있는 물중 토양입자에 흡착되지 않고, 모세관 현상으로 상승하는 물을 모세관수(capillary water)라고 한다. 이것은 식물의 증발산 작용으로 이용이 가능하고 토양층에서 위로 움직인다.

만일 토양입자 사이에 있는 물이 흡착할 수 있는 양보다 많아지면, 중력에 의해 하강하므로 중력수(gravitational water) 라고 한다. 암석의 틈새에 공기나 다른 기체상태의 물질이 존재하면 불포화대라고 하는데, 이 불포화대(unsaturated zone)에서 중력수는

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

암석의 틈새를 따라 아래로 이동한다. 지하 어느 곳에서 공극이 완전히 물로 채워지고 수압이 대기압과 같은 곳이 존재하는 데 이를 지하수면(water table)이라고 한다. 지하수면 아래는 공극이 모두 물로 채워지므로 포화대(saturated zone)라고 한다. 포화대 하부에 있는 지하수를 ‘포화대 지하수’라고 하는데, 통상 이것을 그냥 ‘지하수’라고 하여 충적지하수와 자주 혼란이 일어나고 있다. 우리나라는 충적층의 발달이 미약하여 충적지하수보다는 암반에 지하수가 대규모로 존재하는 경우가 많다. 또한 외국처럼 대수층으로 존재하는 경우는 매우 드물고 대부분 암반의 균열대에 지하수가 존재하고 있다.

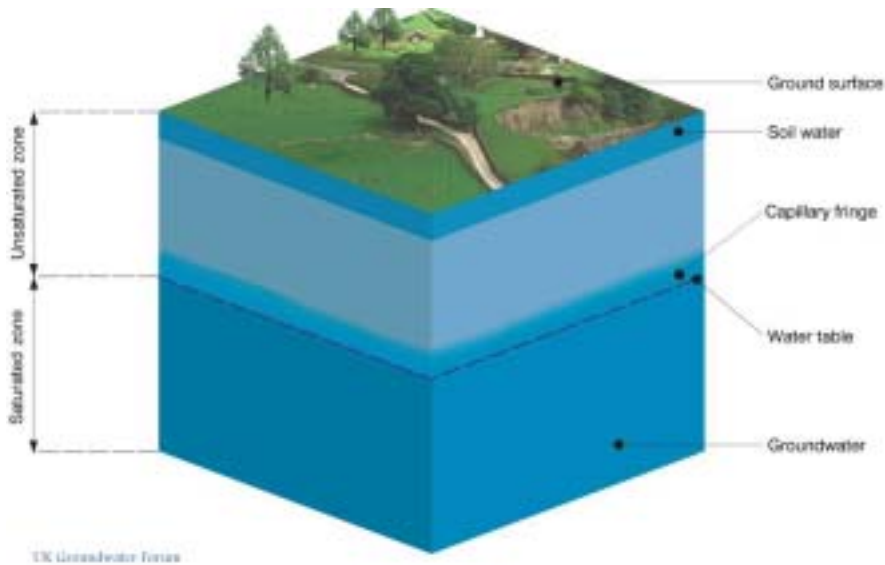


그림 3-9 지하수 관련 용어

자료: www.nwl.ac.uk/gwf/gwoha/gwf002/jpg.

2-3. 음용수 관련 용어 정비의 필요성

현재는 먹는물과 병입수에 대한 관리는 환경부가 전담하고 있다. 그러나 먹는물이거나 인체에 투여되는 물에 대한 사항은 여러 부처의 관련법에 분산되어 있다(표 3-6). 각 개별법에 ‘먹는 물(drinking water)’에 대한 용어의 정의나 사용이 다르므로 이에 대하여 통합 관리방안이 필요하다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-6 먹거나 인체에 투여되는 물에 관한 법적 관리 현황

관련 법·규정 (관할부서)	먹는물의 용어	자연수의 용어	정수 처리한 물	수질기준 관련 조항	비고	먹는물 수질기준 적용 여부
먹는물관리법 (환경부)	먹는물(제3조)	자연상태의 물	처리수 (수돗물, 먹는샘물 등)	법 제5조	-먹는물수질기준및검사등에관한규칙(제2조) -[별표1] 먹는물의 수질기준	○
			정제수, 증류수		-먹는물수질공정시험법 -먹는물관련영업의 시설기준(시행규칙 제8조 관련)	?
수도법 (환경부)	음용(제3조)	원수	정수	법 제18조	"	○
지하수법 (건교부)	음용수	지하수	-	법 제20조 ②항 (환경부령)	-수질항목은 먹는물관리법 적용(시행규칙 제31조)	○
온천법 (행정자치부)	음용	온천	-	제13조의 2	-수질기준과 항목(시행규칙 제12조 제1항): '음용적합'이 있지만 적용 근거법은 미제시(통상 온천에서는 '먹는물의 수질기준'을 준용 *pH 5.8-8.6로 다름을 유의	△
식품위생법 (보건복지부)	먹는물 음용수	-	-	제22조, 제23조, 제27조	-먹는물관리법에 의한 먹는물수질 검사기관이 발행한 수질검사(시험) 성적서(수돗물이 아닌 지하수 등을 먹는물 또는 식품등의 제조과정이나 식품의 조리·세척 등에 사용하는 경우에 한한다)	○
				식품공전 (식품위생법 제7조1항 근거)	제 3. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격 3. 제조·가공기준 1) 일반공통기준 (일부) (2)식품제조·가공 및 조리에 사용하는 물은 먹는물관리법에 적합한 것이어야 한다.	○
약사법 (보건복지부)	상수	우물물	정제수, 주사용수, 멸균정제수	제43조 (대한약전)	*대한약전에 상세 규정	×
				대한약전	의약품각조 제2부: '상수는 보통 수도수 또는 우물물을 말한다' *상수는 수도수와 우물물을 말하지만 먹는물수질기준은 미적용 (대한약전 8개정(2002)부터 시행)	×
수산물품질관리법 (해양수산부)	-	-	-	-	*바닷물은 수산품으로 미지정 -"수산물"이라 함은 이식용수산물을 제외한 수산동식물을 말한다. (제2조)	-

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

‘먹는물’에 대한 정의가 먹는물관리법에 규정(제3조)되어 있지만, 여러 가지 개별법을 살펴보면 ‘음용’이라는 용어가 가장 일반적으로 사용되고 있다. 이는 ‘먹는물’이 먹는물관리법에서 정의한 법적 용어이고, 또한 먹는 물의 수질기준을 환경부의 예규인 「먹는물의수질기준및검사등에관한규칙」에서 “먹는물의 수질기준”을 적용하면서 ‘먹는물’이라는 용어가 더 보편화된 한편, 먹는물관리법이 다른 법보다 비교적 늦게 제정되어(1995.1.5) 우리말 사용이 우선하게 됨에 따라 나타나게 된 현상이다. 우리말을 사용하는 것은 좋으나 의미의 전달과 다른 법률에서의 용어 사용 때문에 많은 혼동이 발생하고 있으므로 용어에 대한 전반적인 정비가 필요하다. 특히 ‘먹는물’을 용기에 넣었을 경우에 ‘병입수’ 대신 ‘병에든물’이나 ‘먹는병물’ 등을 사용하면 어감이 그리 좋지 않은 것이 새로운 문제이다. 서울시의 수도물 병입수인 ‘아리수’는 나름대로 우리말을 사용하고 있으나, 아리가 한강을 의미하고 있어서 일반화된 병입수의 대표어로는 부족하다. 따라서 ‘bottled water’라는 외래어에서 유래한 가장 보편화된 용어인 ‘병입수’를 일반 명칭으로 하고 병입수의 종류에 품목명으로서 ‘먹는샘물(천연광천수)’, ‘음용해양심층수’ 혹은 ‘먹는심층수’ 등을 사용하는 것도 가능할 것이다.

해양심층수를 음용처리한 물을 ‘먹는심층수’로 사용하는 것은 심부의 암반층에 있는 지하수를 ‘암심심층수’하고 부를 수 있기 때문에 또 다른 혼란을 가져올 가능성이 있다. 따라서 ‘먹는심층수’보다는 ‘먹는심해수’가 더 나올 수도 있다.⁵⁶⁾ 용어는 한번 법에 정하여지면 상당히 오랜 기간 사용되므로 명칭 부여나 정의할 경우 신중히 할 필요가 있다.

온천에서 유래하는 온천수도 지질학적으로는 ‘샘물’과 다른 것이 없는 같은 물이다. 그러나 온천법에 의한 ‘음용적합’의 물 중 수소이온농도는 pH 5.8-8.6을 따르고 있어서 먹는물수질기준과는 다르다. 이는 일본의 수도법의 수질기준과 같은 값이다. 약사법에 의한 상수는 수도수와 우물물로 규정되었지만 먹는물관리법에 의한 먹는물수질기준은 적용하지 않아서 엄밀히 말하면 ‘먹는물’이 아니다. 특수한 경우를 제외하고 먹는물은 식품의 주요 원료나 첨가물로 사용되는데 식품공전에서는 식품에 사용되는 물을 먹는물관리법상의 먹는물을 의미하고 있다.

56) 이 연구에서는 해양심층수, 심해수, 먹는심층수, 해양심층수 처리수, 그리고 음용해양심층수 등을 혼용하여 사용하였는데, 해양심층수는 해수 원수를, 해양심층수를 수처리한 것은 해양심층수 처리수를, 해양심층수의 처리수가 음용으로 사용될 경우에는 음용해양심층수 등으로 구분하였다.

이와 같은 상황을 보면 ‘음용’에 쓰이는 물은 전반적으로 일관된 정의가 필요한 것으로 보인다. 가장 간단한 것은 먹는물관리법에서 관할하는 먹는물의 종류를 열거하고, 개별법에서 사용하는 음용의 물은 법적 용어를 조속히 통일할 필요가 있다.

○의약품(대한약전)에서의 상수와 처리수

대한약전에서는 ‘상수’라는 용어를 사용하나, 먹는물관리법상 먹는물과는 그 규격과 기준이 다르다. 약사법에 의한 대한약전의 물 중 ‘상수’는 그동안 먹는물 수질기준을 충족하는 수돗물을 의미하였으나, 대한약전 8개정(2002년)부터는 이의 규정을 삭제하였다. 즉 대한약전의 7 개정에서는 통칙 제11항에서 「상수란 수돗물이나 먹는물관리법 제5조 규정에 의한 먹는물의 수질기준에 적합한 물을 말한다」는 규정이 있었으나 대한약전 8개정에서는 상수의 규격을 삭제하고 의약품 각조 제2부에 ‘상수는 보통 수도수 또는 우물물을 말한다’와 수소이온농도를 pH 5.8-8.6으로 규정하여 먹는물관리법과는 확실히 다름을 명기하고 있다.⁵⁷⁾ 따라서 약전에서 상수는 엄밀하게는 먹는물관리법상 ‘먹는물’이 아니다. 약사법에 의한 대한약전의 처리수는 정제수, 멸균정제수, 그리고 주사용수 등이 있는데(표 3-7), 이것은 먹을 수 있는지 여부가 불분명하다. 비록 ‘상수’가 먹는물에 해당되지 않지만, 상수를 이용하여 처리수를 제조한 정제수, 멸균정제수, 그리고 주사용수 등이 먹는물관리법상 먹는물 수질기준을 만족할 가능성이 높다. 왜냐하면 우리나라의 수질기준은 수소이온농도(pH 5.8 ~ 8.5)를 제외하고는 물질의 농도에 대한 상한선만 설정하고 하한선은 규정이 없기 때문이다.⁵⁸⁾ 따라서 증류수라도 ‘먹는물’이 될 수 있다.

그러나 용어를 어떻게 쓰든 약사법상의 각종 원수(상수와 우물물)와 처리수(정제수, 주사용수, 멸균정제수 등)는 단순한 ‘물’이 아니라 ‘약’으로 규정되어 있다. 먹는물관리법에서 ‘증류수’나 ‘정제수’에 대한 규정은 먹는물수질공정시험방법(먹는물관리법 제5조의2에 의한 먹는물수질기준및검사등에관한규칙 제2조)에 하위규정으로서, 총칙에 ‘시험에 쓰는 물은 따로 규정이 없는 한 증류수⁵⁹⁾ 또는 정제수로 한다’라고 규정되어

57) 출처: 대한약전 개정요지(<http://ezdrug.kfda.go.kr>).

58) 미국은 천연광천수의 경우 총용존고형물질(TDS)를 250mg/L 이상으로 하고 있으며(Ferrier, C., 2001, Bottled water: Understanding a social phenomenon, p3; 환경부, 2002, 먹는샘물다원화방안에 관한 연구, p68), 프랑스의 경우 수돗물과 일반 병입수는 경도 15 이상(환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구, p87)이다.

59) 증류수는 먹는물관리법과 관련 규정에 명확한 규정이 없다. 통상 증류수 [蒸溜水, distilled water] 라고 하면 물을 가열했을 때 발생하는 수증기를 냉각시켜 탈염(脫鹽) 정제된 물을 말한다. 보통의 물, 즉 수돗물이나 우물물 등은 각종 유기물과 무기물을 함유하기 때문에 순수한 물이 아니다. 따라서 증류수는 화학적 조작이나 의약품 등에서

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

있다.⁶⁰⁾ 따라서 먹는물관리법에서도 약사법에 의한 대한약전의 용어와 호환 사용의 여부 및 증류수나 정제수에 대한 정확한 정의가 필요하며, 자연수를 처리한 ‘증류수’ 혹은 ‘정제수’를 먹을 수 있는지 여부를 분명히 할 필요가 있다.⁶¹⁾

물론 상식적으로는 ‘먹는데 적합한’이라는 용어에 그 뜻이 내포되어 있다고는 하나 경험적인 적용과 함께 과학적 적용도 엄밀히 마련되어야 할 것이다. 대한약전에 의한 정제수는 ‘상수’를 증류, 이온교환, 초여과 또는 이들의 조합에 의하여 정제한 물이며, ‘상수’는 수도물 혹은 우물물이므로 먹을 수는 있는 것으로 보인다.

일반적인 담수를 정제하여 정제수를 만들 수 있는 것처럼 ‘해수’도 증류, 이온교환, 초여과 과정을 거치면 ‘탈염수’가 되어 수질기준을 충족할 경우 일상적으로 먹을 수 있을 것이다. 또한 인체에 투여하는 물의 조건에 맞으면 정제수가 될 수도 있을 것이다. 그러나 해수는 먹는물관리법, 수도법, 그리고 약사법 등의 법체계에서 명확히 규정되지 않고 있다.

정제수는 약국에서 쉽게 구입이 가능하고 ‘정제수’라는 표시가 되어 있어서 ‘깨끗한 물’로서 먹을 수 있는 것으로 인식될 수 있다. 그러나 음용할 수 있는지 여부가 표시되지 않아서 일반국민은 혼돈을 일으킬 수 있다. 물을 용기에 담은 모든 병입수는 상표에 음용여부를 분명히 표시하는 것이 필요하다.

순수한 물이 필요할 때 사용된다. 증류수는 수도물이나 우물물을 가열·비등시켜서 발생한 수증기를 냉각·응축시켜서 얻는데, 각종 장치가 고안되어 있다. 장치의 재료에 따라 다소의 불순물이 들어가는 것을 막을 수는 없는데, 유리로 만든 증류기에는 미량의 알칼리가, 구리로 만든 증류기에는 미량의 구리가 혼입하며, 석영유리나 백금으로 만든 것에서는 혼입하는 일이 적다. 또, 공기 중에서 증류하면 공기 속에 있는 부유물, 즉 이산화탄소나 공기 등이 녹아 들어간다. 이런 까닭으로 정밀한 분석에서는 1회 증류한 물에 소량의 과망간산칼륨을 가해서 다시 증류한 재 증류수가 사용된다. 완전히 순수한 물은 pH 7이며, 이것을 평형수(平衡水)라고 하는데, 이것을 공기 중에 방치하면 이산화탄소를 흡수하여 pH 5.7 정도(약한 산성)가 된다. 한편, 증류에 의하지 않고 이온교환수지 등을 사용하여 정제한 물을 증류수와 동일하게 사용하는 경우도 있다. 약전(藥典)에서는 증류수와 이것을 통틀어서 정제수(精製水)라 부른다(<http://www.naver.com> /증류수).

60) 김종택·김종찬, 2001, 먹는물수질공정시험방법 이론 및 해설, p10.

61) 증류수를 먹으면 설사가 난다는 말에 증류수를 먹기를 꺼리는 사람들도 있지만, 실제로 증류수를 먹으면 아무 탈이 없으며 거부감도 없는 편이다. 식후에 증류수를 먹으면 음식물과 혼합되면서 순수한 증류수 성분은 위속에서 유지되기 힘들 것이다. 또한 증류수라고 하여도 증류방법과 정제의 순도에 따라 미량의 물질이 여전히 남게 된다. 따라서 용존이온이나 다른 불순물을 제거하는 정도에 따라 증류수보다는 정제수라는 말이 더 나을 것이다. 반도체 제조 공정에서 사용되는 초순수는 보통의 정제수보다 고도의 정제과정을 거쳐서 만들어지는 물이다. 산업의 발달 및 국민 생활의 변화에 맞추어 먹는물의 종류도 보다 정밀하게 분류될 필요도 있다.

표 3-7 대한약전의 물과 처리수

구분	정의	비고
상수(water)	-상수는 보통 수도수 또는 우물물을 말한다.	-원수로 쓰인다. -pH 5.8-8.6가 먹는물수질기준(5.8-8.5)과 다르다.
정제수(purified water)	-이 약은 상수를 증류, 이온교환, 초여과 또는 이들의 조합에 의하여 정제한 물이다.	-정제법의 마지막에 이온교환법을 쓰는 경우에는 세균에 의한 오염에 조심하고 필요하면 적당한 방법으로 세균을 살멸하거나 없앤다.
주사용수(water for injection)	-이 약은 「상수」 또는 「정제수」를 증류 또는 「정제수」를 초여과에 의하여 만들어 주사제를 만들 때 쓰는 것 또는 이들을 적당한 용기에 넣어 멸균한 것이다.	-초여과를 써서 「주사용수」를 만드는 경우에는 미생물의 막투과에 조심한다. -주사제를 만들 때 쓰는 것은 만든 다음 곧 쓴다. 다만 오염을 피하고 또 미생물이 증식하지 않도록 하여 하룻밤을 보존할 수 있다. -용기에 넣어 멸균한 것은 주로 쓸 때 녹이거나 현탁하여 쓰는 주사제의 용해제에 쓴다. -증류하여 제조한 것은 별명으로 주사용 증류수로 표시할 수 있다.
멸균정제수(sterile purified water)	-이 약은 정제수를 멸균한 것이다.	-이 약은 주사제를 만드는 데에는 쓰지 않는다.

출처: 대한약전(<http://ezdrug.kfda.go.kr/> 각조 제2부).

○먹는물관리법 이외의 관련법상 용어 검토

수산물품질관리법에서는 제2조에 「"수산물"이라 함은 이식용수산물을 제외한 수산동식물을 말한다」라고 정의되어 있어서 수산물에 바닷물 자체는 포함되지 않는다. 또한 「동법 제3조 (다른 법률과의 관계)에서는 「수산물 및 수산가공품에 관하여 이 법에서 규정한 것을 제외하고는 식품위생법 및 대외무역법이 정하는 바에 따른다」고 되어 있어서 해수담수화한 물을 가공하여 식품을 만들더라도 식품위생법을 따르도록 되어 있다. 따라서 해양심층수를 수산물품질관리법에서 관리하려면, 바닷물을 수산품으로 인정하고 그에 맞는 법적관리를 하여야 한다. 그러나 음용으로 개발하여 병입수로 유통시에는 역시 먹는물관리법에 의한 제 규정을 충족하여야 하므로 병입수로는 판매가 불가능하다.

3. 염수를 먹는물의 원수로 인정시 고려사항

지금까지의 식수의 원수는 주로 담수를 이용한 것이었으며, 먹는물관리법도 담수를 위주로 한 규정이 대부분이다. 만일 염수를 먹는물의 원수로 인정시에는 그 염수 자체의 특성을 잘 파악하여야 한다. 현재 염수 중에 먹는물의 원수로 대두되는 것은 해수와 지하염수인데, 본 연구에서는 해수를 대상으로 하여 그 특성을 살펴보기로 한다.⁶²⁾

3-1. 해수의 특성 고찰

해양은 지구상에서 수체 중 가장 많은 $13,700 \times 10^{20}g$ 의 물을 가지고 있는데 지구의 전체 물 중 해수가 97%이고 나머지 3%가 담수이다.⁶³⁾ 담수도 대부분 극지방의 빙봉 상태로 존재하고 있으며, 유체상태로 있는 것의 대부분도 지하수로 존재한다. 따라서 담수 중 지표수는 그 양이 매우 적다. 이 지표수 인류가 산업활동으로 사용하게 됨에 따라 점점 그 필요량이 많아졌으나 최근에는 오염이나 지역적인 물의 편재현상, 가뭄 등으로 점점 물부족을 겪게되었다. 따라서 지금까지의 물 부족이라는 개념은 주로 담수의 부족이라는 의미를 갖고 있다. 최근에는 담수화 기술의 발달로 지구에서 방대한 양의 해수를 적극적으로 이용하는 추세이다. 해수를 먹는물의 원수로 이용하기 위해서는 해수의 환경적 특성과 화학적 성분 등을 파악해 볼 필요가 있다.

(가) 해수의 화학 성분

○해수의 평균 화학조성

해수의 성분은 육상에서 유래한 것과 해중화산의 폭발로 공급된 물질 그리고 대기와의 반응에 의하여 조절되는 것 등으로 구성되어 있다. 지각의 주요 구성원소인 산소(O), 규소(Si), 알루미늄(Al), 철(Fe), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 칼륨(K), 그리고 나트륨(Na)은 풍화작용으로 암석에서 유출되어 강물로 흘러든 다음 바다로 이동된다. 이 중 규소와 알루미늄은 이온크기가 작으면서 전하가 +4가 및 +3가이므로 이온포텐셜이 매우 강하여 결합력 때문에 원래의 광물에서 유출되기도 어렵고 또한, 유출되었다 하더라도 광물질로 침전이 빠르기 때문에 물에 용존된 상태로 존재하기 어렵다. 따라서 육상의 암석에 상대적으로 잔류하는 양이 많아지고 바닷물에서는 그 함유량이 매우 미

62) 지하염수는 지하수영향, 해수침투, 지하수법과의 관할 관계 등의 현안이 있으므로 본 연구에서는 본격적으로 다루지는 않았다. 그러나 먹는물의 원수로 인정하는 데는 큰 문제가 없을 것이다.

63) Drever, JI, 1997, The Geochemistry of Natural Waters. 3rd., Prentice Hall, p2.

약해진다. 칼슘, 칼륨 및 나트륨은 전하가 각각 +2, +1, +1 이며 이온의 반경이 커서 산소와 결합력이 상대적으로 약하여 물에 쉽게 용해된다. 이들은 정상적인 수용액에서는 용존된 상태로 있으므로 하천이나 바닷물에는 그 농도가 매우 높게 나온다. 바다에서 칼슘은 조개 같은 연체동물이 패각으로 다량 소모하고 그 생물체의 사후에는 사체로 해저로 침전되어 바다에서 점점 그 양이 줄어든다. 따라서 바닷물에는 나트륨이 상대적으로 가장 많이 남게 된다. 마그네슘은 이온포텐셜이 중간 정도이므로 규산이나 알루미늄보다는 많으나 칼륨이나 나트륨보다는 적은 용존상태로 존재한다. 철은 철광물로 침전하거나 흡착되므로 그 양이 규산보다도 적다.

위와 같은 지화학적 반응과정, 대기와의 반응 및 해수 자체의 끊임없는 순환 등으로 해수는 바다에서 혼합되어 세계적으로 거의 균일한 성분비를 갖는다.⁶⁴⁾ 이에 따라 해수는 평균적으로 35,000mg/kg(35%)의 염도를 보인다(표 3-8). 염도는 강물(담수)의 유입, 빙하의 용해, 증발, 강수 등에 의하여 지역에 따라 달라지고, 증발량과 강수량에 의해 크게 영향을 받는다. 일반적으로 강수량이 적은 아열대 고압대 지역의 바다는 상대적으로 염도가 높아지고, 강수량이 증발량보다 많은 적도와 한대 전선대에서는 염도가 낮아진다.

해수에서 1mg/kg 이상의 농도를 보이는 것은 염소와 나트륨 등 11개에 불과하다. 그러나 미량원소는 방사성을 띠는 스트론튬(Sr)과 할로젠 족의 원소인 염소(Cl), 브롬(Br), 불소(F) 등이 바닷물에 비교적 많이 포함되어 있다는 것이 특징이다. 해수의 염도는 지역에 따라 다소 달라지지만 해수에 녹아있는 물질의 상대적인 비율은 거의 일정한데, 이를 염분비일정의 법칙이라고 한다. 이는 어느 지역의 염도와 몇 개의 화학성분의 함량을 알면 개략적인 해수의 구성성분비를 모두 알 수 있다.

바닷물에는 산소, 질소, 그리고 이산화탄소 등 여러 가지 기체가 녹아있을 수 있는데, 염분과 온도가 낮을수록, 수압이 커질수록 가스상은 더 많이 용존상태로 있을 수 있다. 해수에서 질소와 산소의 성분비는 4:3이므로 바다에는 대기보다 산소가 더 많이 녹아있다. 해수에 이산화탄소는 대기보다 50배 정도 많이 녹아있어서 지구상의 이산화탄소의 저장고 역할을 한다.

64) Dittmar의 법칙이라고 한다(환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구, p67)

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-8 해수의 평균 조성

성분	농도(mg/kg)			
	(1)(2)	(3)		
염소(Cl)	19,354	18,980	납(Pb)	0.004-0.005
나트륨(Na)	10,770	10,560	셀레늄(Se)	0.004
황산염(SO ₄ ⁻²)	2,712	2,560	비소(As)	0.003-0.024
마그네슘(Mg)	1,290	1,272	구리(Cu)	0.001-0.09
칼슘(Ca)	412.1	400	주석(Sn)	0.003
칼륨(K)	399	380	철(Fe)	0.002-0.02
중탄산(HCO ₃ ⁻)	142.4	142	세슘(Cs)	0.002
브롬(Br)	67.3	65	망간(Mn)	0.001-0.01
스트론튬(Sr)	7.9	13	인(P)	0.001-0.10
붕소(B)	4.5	4.6	토륨(Th)	≤0.0005
불소(F)	1.3	1.4	수은(Hg)	0.0003
루비듐(Rb)	0.2	0.2	우라늄(U)	0.00015-0.0016
알루미늄	0.16-1.9	0.16-1.9	코발트(Co)	0.0001
리튬	0.1	0.1	니켈(Ni)	0.0001-0.0005
바륨	0.05	0.05	라듐(Ra)	8×10 ⁻¹¹
요오드	0.05	0.05	베릴륨(Be)	-
규산(SiO ₂)	0.5-10	0.04-8.6	카드뮴(Cd)	-
질소(N)	0.03-0.9	0.03-0.9	크롬(Cr)	-
아연(Zn)	0.005-0.014	0.005-0.014	티타늄(Ti)	-
용존유기탄소(DOC)	0.3-2			

자료:(1) Stumm, W and Morgan, JJ, 1996, Aquatic Chemistry, 3rd, Wiley, p896.

(2) Drever, JJ, 1997, The Geochemistry of Natural Waters, 3rd, Prentice Hall, p345.

(3) United States Geological Survey(환경부, 2002, 해수담수화 시설 적정설치·운영방안 조사연구, p67, 재인용)

○우리나라 해수의 특성

우리나라 해양표층수의 화학조성은 평균적인 해수 성분과 큰 차이를 보이지 않지만 지역적인 특성은 보여주고 있다(표 3-9~표 3-12). 황해 안은 중국의 황하나 양쯔강에서 유출되는 토사와 우리나라의 한강, 금강, 영산강 같은 하천에서 유출되는 부유물질 때문에 탁도가 다른 해역보다 높은 것이 특징이다. 또한 황해에 접하는 인천, 목포, 고흥 앞바다의 규산의 농도는 다른 지역보다 높은 데, 이는 이들 지역으로 해역으로 유입되는 하천의 광물질의 영향으로 보인다. 수온은 봄, 여름, 그리고 가을 기간에는 해역별로 큰 차이가 없으나, 겨울철에 황해가 다른 지역보다 상대적으로 낮은 온도를 보인다. 황해는 담수의 유입이 활발히 일어나서 인천 부근의 해역은 봄철을 제외하고는 상대적으로 염도가 다른 지역보다는 낮은 상태이다. 수소이온농도지수는 인천 해역이 봄철에 pH 6.5를 보이는 것을 제외하면 모두 pH 7.3~8.2 정도이다. 대기와 접하는 표층해수는 수온, 염도나 대기 중의 이산화탄소 분압 등에 의하여 영향을 받으며 일반적으로 해수는 알칼리성을 띤다. 수소이온농도는 바다의 식물성 플랑크톤의 활동으로 인해 발생하는 이산화탄소의 양에 따라 조절되기도 하며, 연안지역은 담수나 퇴적물의 유입 등으로 직접적인 변화가 일어난다. 따라서 수소이온농도는 해수의 화학적 상태를 파악하는 직접적인 지표로 사용이 가능하다. 우리나라의 기존의 해역 조사자료를 살펴보면 연안지역을 제외하고는 특별히 오염이 심하게 발생한 해역은 없다.

우리나라 근해의 겨울철의 수온은 북위 40° 부근의 동해안에서는 1~2°C 정도, 황해 북부에서는 3°C 미만이며 남해안에서는 11°C 이상을 보인다. 겨울철에 남북간의 해수면의 온도차이는 10°C 정도이다. 여름철에 북쪽은 20~24°C이고 남쪽은 28°C 정도이므로 그 수온의 차이는 상대적으로 적다. 이는 겨울철에 북태평양의 한류와 여름철에 남태평양의 난류의 영향 때문이다. 우리나라 주변의 해수의 염도는 동해는 33.8‰(여름)~34.1‰(겨울), 남해 중앙부는 32.0‰(여름)~34.0‰(겨울)의 범위를 보인다. 이는 여름철에는 강수량이 증가하고 중국의 연안수의 유입량이 증가하기 때문이다.

우리나라의 해수의 붕소와 스트론튬은 각각 3.1-4.3mg/L와 5.3-7.7mg/L 범위를 보이고 있어서(그림 3-10) 세계평균(각각 4.5 및 7.9mg/L) 보다는 낮은 경향을 보인다. 해수 담수화시 이들 성분과 브롬 등은 건강에 영향을 미치는 요인으로 작용하므로 해수를 먹는물의 원수로 이용시에 상세한 조사를 수행하여야 한다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-9 우리나라 연안해역의 해수성분(여름철, 채수시기: 1996.8.5~8.16)

분석항목	단위	인천	목포	고흥	남해	진해	포항	강릉
용존산소	mg/L	6.0	7.7	7.9	8.1	7.4	7.3	7.7
수온	℃	26.3	26.4	26.3	28.1	27.4	27.0	28.1
pH	-	8.1	8.0	7.8	8.1	7.8	7.9	7.9
염도	‰	28.6	31.3	32.2	32.6	31.4	32.2	33.1
염소	mg/L	15,890	17,340	17,840	18,000	17,390	17,830	18,330
탁도	NTU	4.88	1.17	1.51	1.83	1.36	2.25	0.98
칼슘	mg/L	334	364	375	378	365	374	385
마그네슘	mg/L	1,081	1,179	1,213	1,224	1,183	1,212	1,246
규산	mg/L	0.59	0.86	0.61	0.42	0.22	0.19	0.31
바륨	mg/L	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
철	mg/L	0.41	0.12	0.13	0.10	0.11	0.21	0.17
망간	mg/L	0.22	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
스트론튬	mg/L	5.8	7.0	7.7	7.4	7.2	7.6	7.1
붕소	mg/L	3.5	4.0	4.3	4.2	4.1	4.3	3.9

자료: 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사 연구, p78-79.

표 3-10 우리나라 연안해역의 해수성분(가을철, 채수시기: 1996.11.5~11.9)

분석항목	단위	인천	목포	고흥	남해	진해	포항	강릉	홍도
용존산소	mg/L	6.8	7.9	8.1	8.0	7.8	7.9	8.0	8.1
수온	℃	15.7	16.1	15.8	17.2	20.0	16.2	15.9	13.8
pH	-	7.7	8.1	8.2	8.1	7.6	7.9	7.7	8.2
염도	‰	28.1	31.6	32.3	31.9	32.5	32.9	33.1	32.8
염소	mg/L	15,600	17,506	17,890	17,670	18,000	18,220	18,350	18,170
탁도	NTU	7.69	1.69	5.15	1.81	1.42	2.81	1.67	1.26
칼슘	mg/L	328	368	376	371	378	383	385	382
마그네슘	mg/L	1,061	1,190	1,217	1,202	1,224	1,239	1,248	1,236
규산	mg/L	0.70	0.78	0.50	0.40	0.10	0.13	0.18	0.53
바륨	mg/L	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
철	mg/L	0.20	0.01	0.26	0.03	0.06	0.29	0.05	0.02
망간	mg/L	0.39	0.02	0.07	0.02	0.06	0.06	0.02	0.01
스트론튬	mg/L	5.9	6.4	6.6	6.4	6.6	6.7	6.5	6.5
붕소	mg/L	3.1	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.8

자료: 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사 연구, p78-79.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-11 우리나라 연안해역의 해수성분(봄철, 채수시기: 1997.5.8~5.11)

분석항목	단위	인천	목포	고흥	남해	진해	포항	강릉	홍도
용존산소	mg/L	8.1	8.9	7.3	10.7	9.8	11.2	10.5	7.6
수온	℃	14.8	14.9	18.8	16.1	15.9	14.8	13.4	11.8
pH	-	6.5	7.8	7.8	8.0	8.2	7.9	7.8	8.0
염도	‰	33.6	32.8	32.8	33.2	33.8	34.6	33.5	33.2
염소	mg/L	19,800	21,000	18,300	18,750	19,500	20,700	21,600	15,900
탁도	NTU	32.5	10.82	13.00	1.52	7.41	0.19	0.54	1.47
칼슘	mg/L	416	441	384	394	410	435	454	334
마그네슘	mg/L	1,346	1,428	1,244	1,275	1,326	1,408	1,469	1,081
규산	mg/L	0.03	0.75	6.21	0.27	0.29	0.18	0.14	0.38
바륨	mg/L	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
철	mg/L	0.05	0.07	0.03	0.19	0.06	0.03	0.06	0.07
망간	mg/L	0.02	0.06	0.02	0.02	0.00	0.05	0.01	0.02
스트론튬	mg/L	5.3	5.9	5.5	5.4	5.7	5.8	5.5	5.5
붕소	mg/L	3.7	4.1	3.9	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7

자료: 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사 연구, p78-79.

표 3-12 우리나라 연안해역의 해수성분(겨울철, 채수시기: 1997.1.29~2.2)

분석항목	단위	인천	목포	고흥	남해	진해	포항	강릉	홍도
용존산소	mg/L	6.8	8.4	7.8	9.1	7.3	9.6	10.1	8.2
수온	℃	0.1	5.4	0.9	5.8	5.5	10.6	6.9	8.5
pH	-	7.3	7.6	7.5	7.8	7.3	7.9	7.7	7.8
염도	‰	30.7	32.0	33.1	32.8	33.1	34.6	34.1	33.1
염소	mg/L	17,000	17,720	18,650	18,170	18,110	19,160	18,890	18,690
탁도	NTU	31.13	0.88	0.78	1.77	1.44	1.16	0.04	2.26
칼슘	mg/L	357	372	385	382	385	403	397	385
마그네슘	mg/L	1,157	1,206	1,247	1,236	1,247	1,304	1,285	1,247
규산	mg/L	0.87	0.44	0.17	0.03	0.38	0.49	0.48	0.71
바륨	mg/L	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01
철	mg/L	0.18	0.03	0.03	0.06	0.02	0.03	0.04	0.02
망간	mg/L	0.40	0.03	0.05	0.04	0.01	0.03	0.05	0.01
스트론튬	mg/L	5.7	6.4	5.9	5.7	6.5	6.7	6.1	6.6
붕소	mg/L	3.4	2.9	3.2	3.1	3.0	3.5	3.2	3.3

자료: 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사 연구, p78-79.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

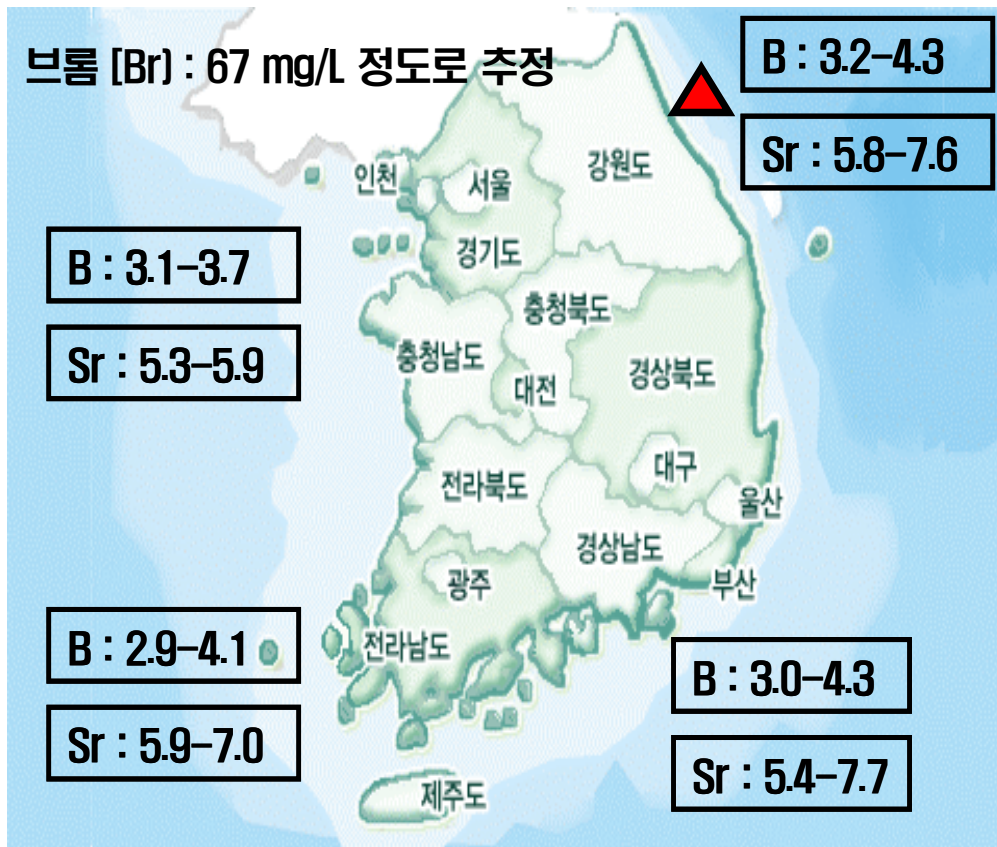


그림 3-10 우리나라의 해역별 해수의 붕소와 스트론튬의 함량(단위 mg/L)

(나) 해양오염의 특성⁶⁵⁾

해양은 육상에서 유래하는 물질을 수용하는 개방계이므로 본질적으로 육상에서 기인하는 모든 오염물질이 있을 수 있다. 그러므로 해양심층수라고 하여 무조건적으로 청정하다는 것은 오해를 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 바다를 오염시키는 원인의 80%는 육상에서 기인하며, 오염의 주범은 생활하수, 산업폐수, 그리고 농·축산 폐수 등이다. 또한 해양에는 어선, 화물선, 여객선, 군함, 유조선, 잠수함, 그리고 가스 시추시설 등에서 배출되는 각종 폐기물로 오염이 발생할 수도 있다.

해양오염의 정의와 자정 능력. 인간활동의 결과로 생긴 물질 또는 에너지는 직·간접적으로 해양에 유입된다. 이것이 생물자원에 해를 입히고, 인류건강을 위협하며, 어

65) 본 절은 http://edu.me.go.kr/env2/stdy/body4_2.html에서 많은 부분을 인용하였다.

업을 포함한 해양활동에 장애가 되고, 해수의 질을 손상시키며, 해양환경의 쾌적성을 떨어뜨리는 것을 해양오염이라고 한다. 방대한 해양은 이론적으로는 투입된 모든 물질을 희석시킬 수 있다. 생물분해성 유기화합물은 해양생물에 의해 모두 분해될 수 있다. 그러나 현실적으로 모든 해양수가 반응에 참가하지 않고 투입된 물질은 또한 고르게 분산되거나 분해되지 않는다. 따라서 특히 연안해역은 자정능력이 상대적으로 저하되어 해양오염이 발생할 수 있다.

생활하수로 인한 해양오염. 생활하수는 각종 하수와 함께 하수종말처리장에서 정수 과정을 거친 후 공공수역으로 방류된다. 우리나라의 경우, 1994년 말 당시 필요한 하수처리장은 42% 정도였으며, 1997년까지 73%를 목표로 하여 생활하수를 전부 처리하지 못하였다. 하천을 오염시키는 원인 중 상당한 부분이 생활하수이므로 우리나라의 해안은 생활하수로 인한 오염이 어느 정도 있다.

농축산폐수로 인한 해양오염. 농경활동에 쓰이는 각종 농약에는 살충제, 살균제, 제초제, 착색제, 방부제, 향생제, 낙과방지제, 생장조절제, 그리고 훈증제 등 그 종류가 400종을 훨씬 넘는다. 이들 농약은 생산성을 위하여 과도하게 사용되고 수계로 유출된 다음 해양으로 유입된다. 농축산폐수는 대표적인 비점오염원으로서, 가축분뇨 중 절반만이 유기질 비료로 이용되고 나머지는 수계로 유출되어 바다에 유입된다. 농축산폐수는 질소와 인 등이 많아서 오염부하량이 높아 적조 등의 원인이 될 수 있다.

산업폐수로 인한 해양오염. 산업활동의 부산물로 나오는 폐수는 생활하수나 농·축산폐수에 비해 생화학적산소요구량(BOD: Biological Oxygen Demand)과 부유물질 농도가 높을 수 있으며, 고농도의 독성물질을 포함하기 때문에 생물체를 치사시킬 수도 있다. 다행히 1986년 이후에는 폐수의 재활용을 통해 폐수방류량의 증가율이 폐수 발생량 증가율의 절반으로 줄어 오염물질 관리가 강화되었다. 산업폐수에 포함된 화학물질은 5백만 종이 넘고, 상업적 생산이 되는 것이 8만종이 넘으며, 하천이나 식수에서 검출되었거나 확인된 물질만도 1,500종이다. 이중에 독성이 강하고 먹이사슬을 통해 농축되어 영향이 큰 물질은 법으로 규제하는데 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 유기인, 페놀, 납, 6가크롬 등으로 한정되어 나머지는 규제되지 않아 공장 등에서 배출하여도 통제되지 않고 있다.

중금속 및 유기성 독성 물질. 중금속은 미생물에 의해 분해되지 않으므로 해양에

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

유출된 중금속은 생물체가 이용할 경우 생체축적으로 점차 그 농도가 높아지는 특성을 가진다. 수은, 카드뮴, 납, 구리, 망간, 아연, 크롬, 비소, 니켈, 코발트, 그리고 바나듐 등이 흔히 유출되는 중금속이며 이중 수은과 카드뮴은 생물농축으로 인한 환경피해 사례가 자주 발생한다. 유기주석화합물(TBT:tributyltin 등)은 선박의 생물부착을 방지하기 위하여 도료로 사용하는데, 선박에서 유출되어 바다로 유입된다. 특히 연안은 많은 선박이 통행하고 수리하는 과정에서 오염의 위험도가 높다. 이 물질은 굴이나 홍합 등의 성장을 억제하고 대수리나 소라와 같은 고등류의 성전환(imposex)을 유발하여 불임의 암컷을 만들어서 생태계를 교란시킨다. 유기독성물질은 대부분 인공적으로 합성되어 자연상태에서 잘 분해되지 않아서 환경 내에서 오래 잔류한다. 또 중금속에 비해 독성이 강하고 생물농축 경향이 더 우세하다. 유기독성물질인 유기염소계 농약, PCB(polychlorinated biphenyl), 그리고 다이옥신 등은 토양침식으로 하천에 유출되고 결국 바다에 유입된다.

유류유출로 인한 해양오염. 바다는 각종 선박이 통행하고 해난사고 등이 발생시 유류가 유출될 가능성이 높으며 일단 유출된 유류는 해류, 조석이나 파랑 등으로 해수면에 넓게 퍼져서 그 피해가 커진다. 그중 용해되는 성분은 해수에 녹아들고 휘발성분은 대기로 방출된다. 유류는 유류분해를 하는 박테리아나 균류에 의해 일부 분해되기도 하지만 독성을 지닌 방향족 탄화수소들은 거의 분해되지 않고 해수나 퇴적물에 잔류한다.

폐기물과 쓰레기로 인한 해양오염. 육지에서 발생한 폐기물 중 비교적 무해하고, 육지에서 처리하기 곤란하고 처리비용이 많이 드는 것은 지정된 해역에서 해양투기를 할 수도 있다. 배출허용 폐기물은 분뇨, 정화조 오니, 수산물 가공 잔재물, 식음료품 제조시설 및 판매장에서 발생하는 폐수, 생물학적 하수처리 찌꺼기, 폐산, 그리고 폐알칼리 등이다. 우리나라의 폐기물 배출 허용 해역은 군산 서쪽, 동해의 포항 동쪽 해안, 그리고 부산 동쪽 공해상 등 세 곳이다. 우리나라는 1994년 해양투기에 의한 해양오염방지협약(런던협약)⁶⁶⁾에 가입함으로써 1996년부터는 산업폐기물 중 폐산과 폐알칼리는 해양배출이 금지되고 있다.

66) 정식 명칭은 「폐기물 및 기타 투기에 의한 해양오염 방지에 관한 조약」으로 소위 런던조약이라 함(첨단 환경기술, 2004, 향후 폐기물의 올바른 해양투기 방향, Vol 12(12), p158). 최근의 해양투기에 관한 사항은 이 책을 참조.

방사능 물질 유입으로 인한 해양오염. 방사능 물질은 우주선이나 방사능을 함유한 광물 등에서 자연적으로 발생하는 것과 원자력 발전소의 가동과 핵실험 및 산업 및 의료용으로 사용된 후 방출되는 것이 있다. 해양에서는 원자력 발전소의 폐기물을 방류하거나 핵 잠수함의 사고 등으로 유출될 수 있다. 최근에는 원자로 핵폐기물의 해양투기를 금지하고 있으므로 해수표면에서는 그 농도가 상당히 줄어들었다.

(다) 동해의 특성

해수는 일반적으로 탈염하여 먹는물로 사용할 수 있으나 오염과 수처리 문제점 등으로 인해 해양표층수보다는 해양심층수를 개발하려는 시도가 이루어지고 있다. 통상 수심 200m 이하의 물을 해양심층수라고 하므로 우리나라는 동해에만 해양심층수⁶⁷⁾가 있다. 동해는 한반도와 일본 사이에 형성된 준 폐쇄역의 특징을 갖는 소해양으로서 분류된다. 일반적으로 해양심층수의 수질은 지역과 수심에 따라 다르게 나타나므로⁶⁸⁾ 이를 정확하게 파악하는 것이 필요하다.

해양심층수는 수심 200m 이하에서 존재하므로 저온성, 청정성, 부영양성, 숙성성, 그리고 고미네랄성 등 5대 특성⁶⁹⁾이 있다고 한다(표 3-13). 그러나 이것은 해양표층수에 대한 상대적인 표현이지 절대적인 특성으로 보기는 어려운 점이 있다. 우선 수심 200~300m에서는 태양광선이 도달하지 못하여 식물성 플랑크톤이 광합성을 할 수 없어서 오염이 되지 않아 청정성이 있다고 자주 언급함으로써 마치 오염이 전혀 없는 것처럼 보이므로 주의하여야 한다. 지하수는 오염원으로부터 차단이 되어 지표수에 비하여 상대적으로 오염이 적으므로 절대적인 의미에서 청정성이 유지될 수 있다. 따라서 암반 지하수의 경우 최소한의 물리적 처리로도 먹을 수 있는 먹는물로 인정받고 있으며, 지금까지도 이 물을 음용하여 큰 문제가 발생한 경우는 거의 없다. 그러나 해수의 경우 개방계이므로 외부의 물질이 자유롭게 유입되고, 또 혼합됨으로써 청정성을 완전히 유지하기 어려운 경우도 많이 발생한다. 따라서 최소한의 물리적 처리로 안전하게 음

67) '해양심층수는 '심해수'라고 하는 것이 나올 수도 있다. 육지의 심부 지층에 있는 물도 심층수라고 부를 수 있기 때문이다. 그러나 '해양심층수'라는 말이 일반적으로 사용되고 있으므로 여기서는 특별히 구분할 필요가 없는 한 '해양심층수'를 그대로 사용하기로 한다.

68) 일본의 오키나와현에서 2002.11.28에 개최된 제6회 해양심층수 이용 연구회에서 일본해양과학기술센터의 야스카와(安川岳忠)는 '일본 주변의 해양심층수의 수질비교' 논문에서 '해양심층수의 유효이용을 위해 수질파악 및 지역별 특성의 차이를 인식하는 것이 중요함'을 발표(http://okinawatimes.co.jp 2002.11.28, 자료: 주문배, 2002, "지구촌해양수산", 한국해양연구원, p11).

69) 고치현해양심층수대책실, 2000, 「해양심층수 취수시설」.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

용으로 활용이 가능한지 여부는 실증자료를 면밀히 살펴보아야 한다.

동해의 수심별 산소, 규산염, 인산염, 그리고 질산염 등에 대한 분포를 보면 수심에 따라 변화양상이 다르다(그림 3-11). 산소는 수심 500m까지는 급격히 줄어들다가 1,000m 이하에서는 줄어드는 비율이 적어지고, 수심 1,500m에서는 거의 일정하다. 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 수심 700m까지는 급격히 늘어나다가 그 이후에는 거의 일정하다. 아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$)는 수심 100m까지는 급격히 감소하고 그 이후에는 존재량이 급격히 줄어든다. 개괄적으로 보면 수심 500m까지는 해수의 성분이 많이 변하고 있음을 알 수 있는데, 이는 여러 가지 물리화학적 및 생물학적 변화가 있다는 것을 의미한다.

그러나 이러한 변화 때문에 해수의 청정성과 안정성이 문제가 되는 것은 아니다. 즉 먹는물에서의 관점은 물리화학적인 변화가 아니라 처리수에 대한 수질의 안전성이기 때문이다. 즉, 원수의 상태가 어느 정도 안전하다면 그 물을 처리하여 수질기준을 충족하면 먹는물의 원수로 사용하는 데는 문제가 없을 것이다.

표 3-13 해양심층수의 특성

구분	특성	활용분야
저온성	연중 안정적인 저수온 해수	- 고수온에 의한 질병 및 사망 방지 - 한수성 어패류의 종묘 생산 및 양식 - 냉방, 냉장, 냉동을 위한 에너지 활용
청정성	병원균과 유기오염물이 적은 청정 해수	- 청정한 양질의 사육수 확보 - 하계 축양수 활용
부영양성	해양식물 생장에 필요한 질소, 인, 규소 등의 무기영양염이 풍부한 부영양 해수	- 식물성 및 동물성 플랑크톤 배양 - 해조류의 배양 및 이를 이용한 복합양식 - 해역 기초생산량 증대
속성성	수압 20기압 이하에서 오랜 기간 성숙한 속성 해수	- 식품 첨가제로 활용 - 화장수 및 화장품 등의 개발에 활용
안정성	다양한 필수 미량원소가 균형 있게 용존해 있는 안정 해수	- 유용물질(희소금속 및 에너지원) 추출 - 기능성 음용수 또는 음료수 제조 - 의료 또는 약용수로 활용

<http://www.kadowa.re.kr/>'해양심층수'

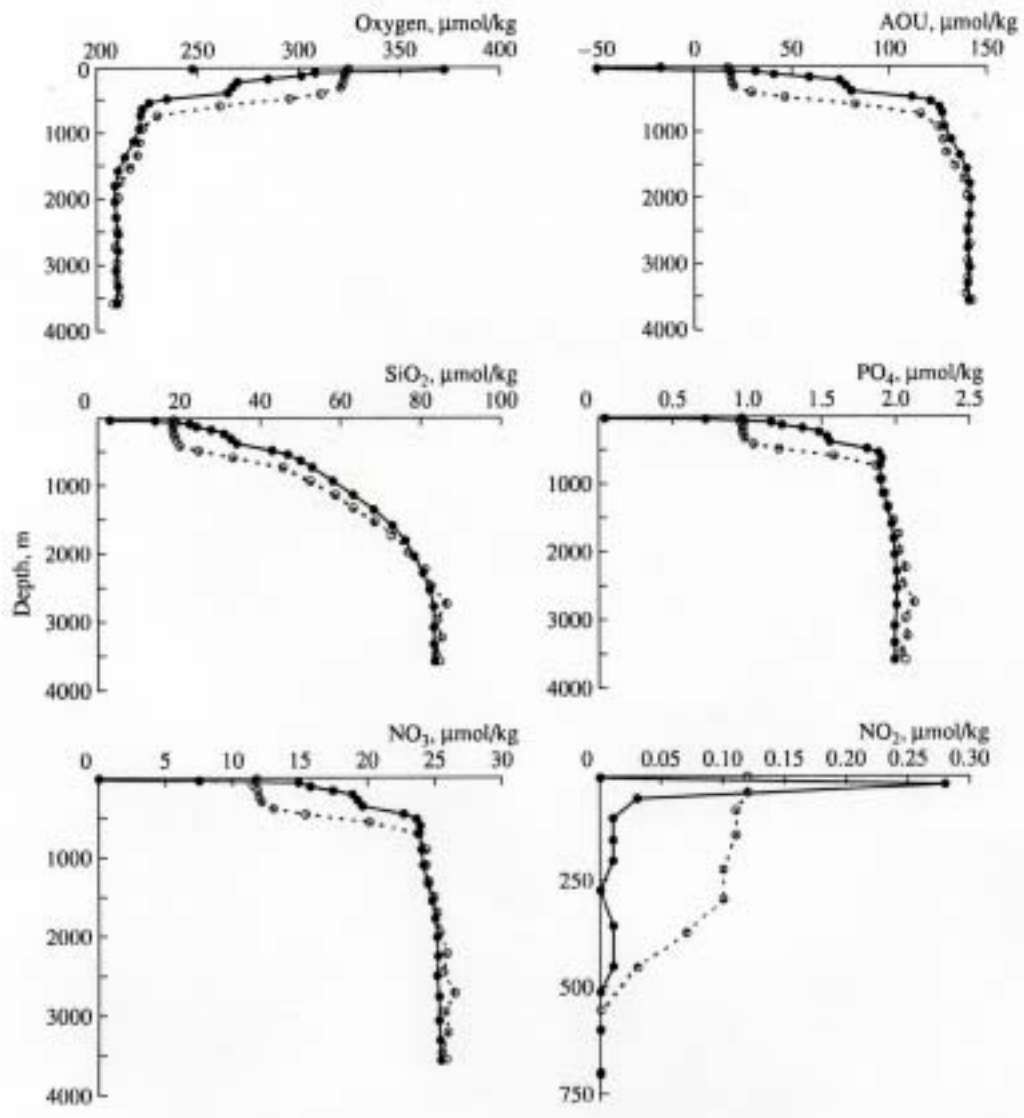


그림 3-11 동해 해수의 화학적 성분의 수직적 분포

자료: Tishchenko et al., 2003, Seasonal Variability of the Hydrochemical Conditions in the Sea of Japan, Oceanology, Vol. 43(5), p683-695.

○동해의 해수 순환과 온도

동해는 동해순환연구(CREAMS: Circulation Research of the East Asian Marginal Seas)에 의하면 균질한 수체가 아니고 여러 개의 층으로 이루어져 있으며(그림 3-12), 가장 밑바닥의 층(수심 3,500m)과 표면의 최상층의 순환주기는 80년 정도로 알려져 있

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

다.70) 따라서 동해의 수체는 매우 빠른 주기로 순환되고 있으므로 표층수와 부단히 혼합하여, 심층수라 하더라도 반드시 심해에서 유래하였다고 볼 수는 없다. 동해의 해수 혼합은 CFC(Chlorofluorocarbon) 등의 환경 추적자로도 확인이 되는데, 수심 1,000m까지는 지표에서 유래하는 물질이 어느 정도 혼입되고 있다(그림 3-13).

동해의 북부는 북태평양의 오호츠크해와 연결되어 있어서 수심 200m에서도 수온이 5℃이하를 보이는 지역이 많다. 따라서 해양심층수를 냉방용으로 이용하는데 매우 유리한 조건을 가지고 있다. 실제로 동해의 고성 앞바다의 수심 200m의 해수 온도는 1.52℃로서 하와이의 600m 수심의 8.2~10.7℃보다 훨씬 낮은 온도를 보인다(표 3-14).

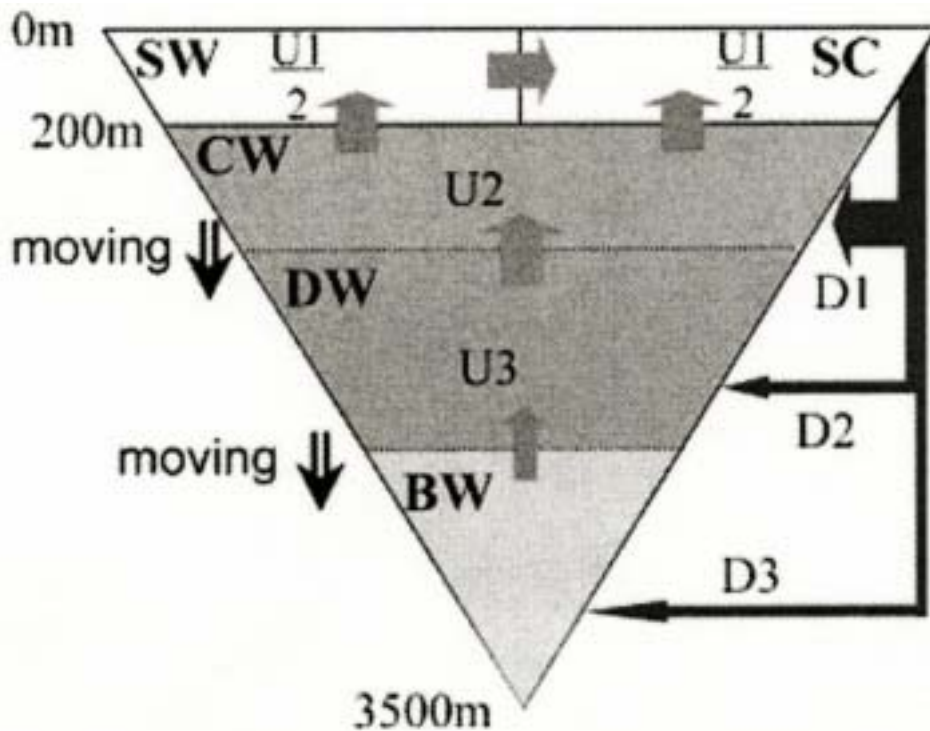


그림 3-12 동해 해수의 수직적 순환 모델

SW: Surface Warm Water, SC: Surface Cold Water, CW: Central Water, DW: Deep Water, BW: Bottom Water(출처: Kang, DJ et al., 2003, Recent developments in chemical oceanography of the East (Japan) Sea with an emphasis on CREAMS findings: A Review, Geosciences Journal, Vol 7(2), p187.)

70) Kim, KR and Kim, K, 1996, What is happening in the East Sea(Japan Sea)? Recent Chemical Observations during CREAMS 93-96, p164-172.

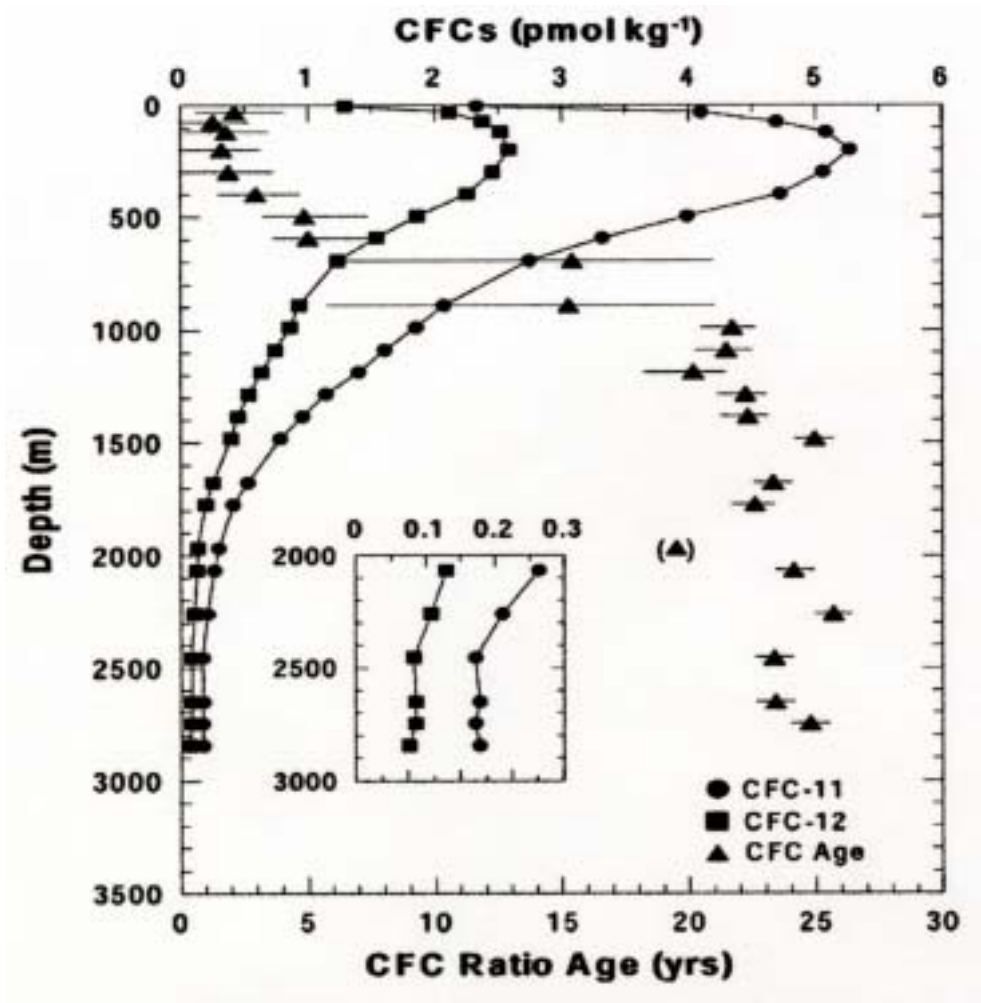


그림 3-13 동해의 일본 분지의 CFC(Chlorofluorocarbon)의 분포
(출처: Kang, DJ et al., 2003)

○동해 해수성분의 수직적 분포 특성

부영양성과 고미네랄성

해양심층수는 부영양성과 고미네랄성이 특성이라고 하는데 이는 해양표층수와 비교한 것이므로 용어의 사용시 주의하여야 한다. 일반적으로 해수에서는 무기물질은 수심이 얇은 곳은 상대적으로 적고, 깊어지면 농도가 높아진다(그림 3-11). 이는 표층에서는 생물이 무기물질을 영양분으로 사용하기 때문이다. 따라서 심층수를 채수하여 양식 등 수산용도 사용시에는 고미네랄성과 부영양성이 그 의미가 있을 수 있으나, 음용으

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

로 할 경우에는 미네랄이 많아도 문제가 될 수 있다. 무기광물질은 먹는물에서는 상한선이 있으므로 적정량이 있는 것이 좋다.

박테리아(heterotrophic bacteria)

동해의 해수에 포함된 박테리아는 표층수에서는 100~500 CFU/ml의 범위를 보인다(그림 3-14과 그림 3-15). 먹는물의 경우 수질기준이 일반세균은 100 CFU/ml, 샘물의 경우 저온일반세균은 20 CFU/ml, 중온일반세균은 5 CFU/ml 이하이므로 해양표층수의 박테리아는 그 자체로는 수질기준을 초과한다. 해수의 박테리아는 수심이 깊어질수록 줄어들고, 수심 100m에서는 50~100 CFU/ml, 수심 500m에서는 10~50 CFU/ml를 보인다. 따라서 박테리아 숫자만을 놓고 볼 때 수심 500m의 해양심층수라도 먹는샘물의 원수인 샘물의 기준보다는 박테리아가 많다.

수소이온농도지수(pH)

해수표층수는 pH 8.3을 초과하는 곳이 있어서 먹는물 수질기준(pH 5.8-8.5)에 상향근접하고 있다(그림 3-16). 그러나 pH는 수심이 깊어질수록 낮아지는 경향을 보이고 있고, 수심 200m에서는 pH 8 이하로 분포하고 있어서 음용처리수의 pH는 특별한 경우 이외는 8.5를 초과할 우려는 적어 보인다.

중금속 (카드뮴, 구리, 납, 아연)

일반적으로 중금속도 해양표면층에서는 생물이 영양분으로 소모하여 깊은 곳보다는 상대적으로 적은 양이 존재한다. 따라서 수심별 중금속 농도는 증가할 것이다. 다만 그 농도가 매우 낮은 수준(최대 1 µg/kg 이하)이므로 먹는물 수질기준을 대부분 충족하고 있다. 동해의 표층수도 중금속 함량이 매우 낮다(그림 3-17, 그림 3-18).

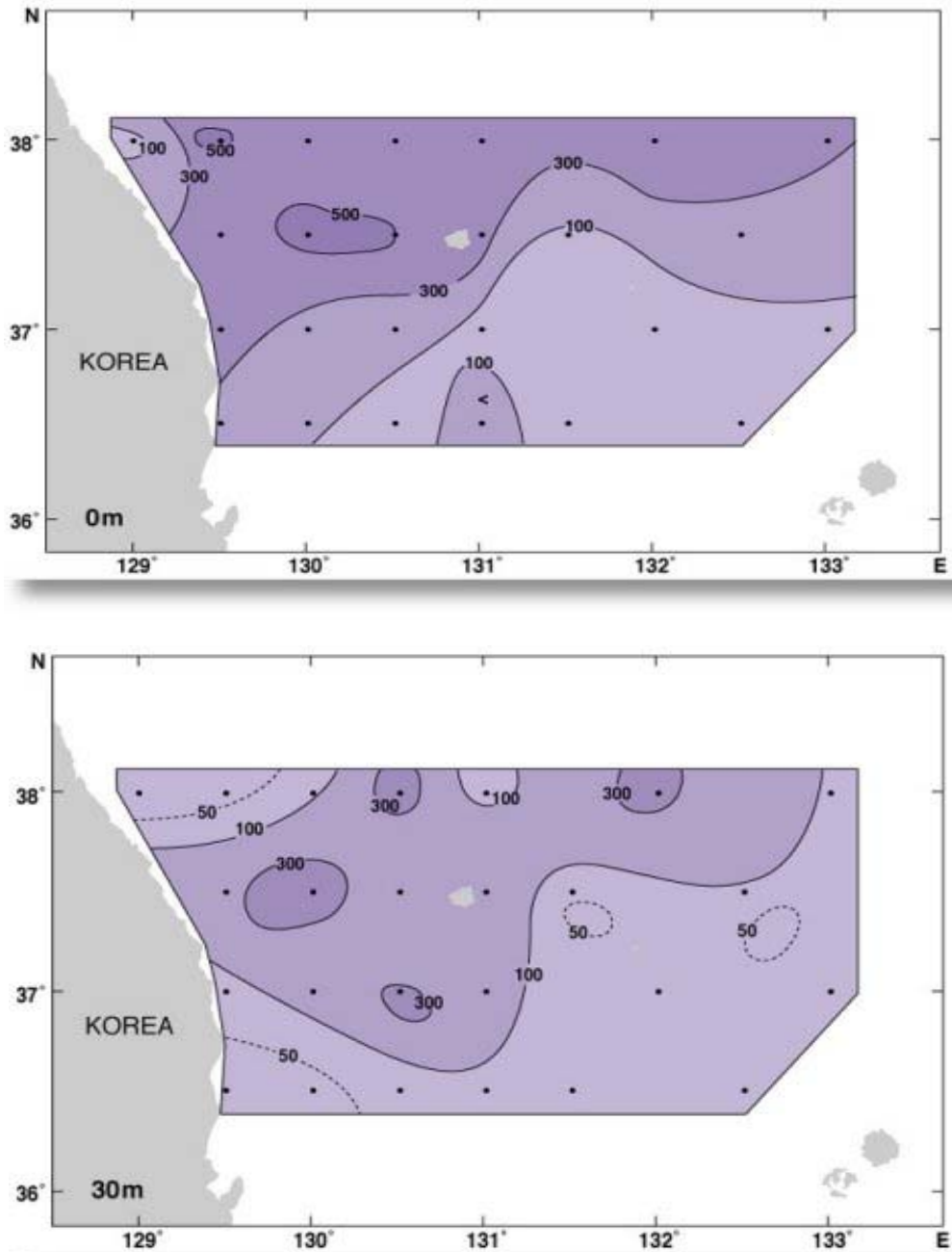


그림 3-14 동해의 해수의 박테리아 측정치(단위 CFU/ml)

(1995년 5월, 좌측하단의 숫자는 수심, 자료: <http://www.kordi/re/kr/> '해양자료' 이하 같음)

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

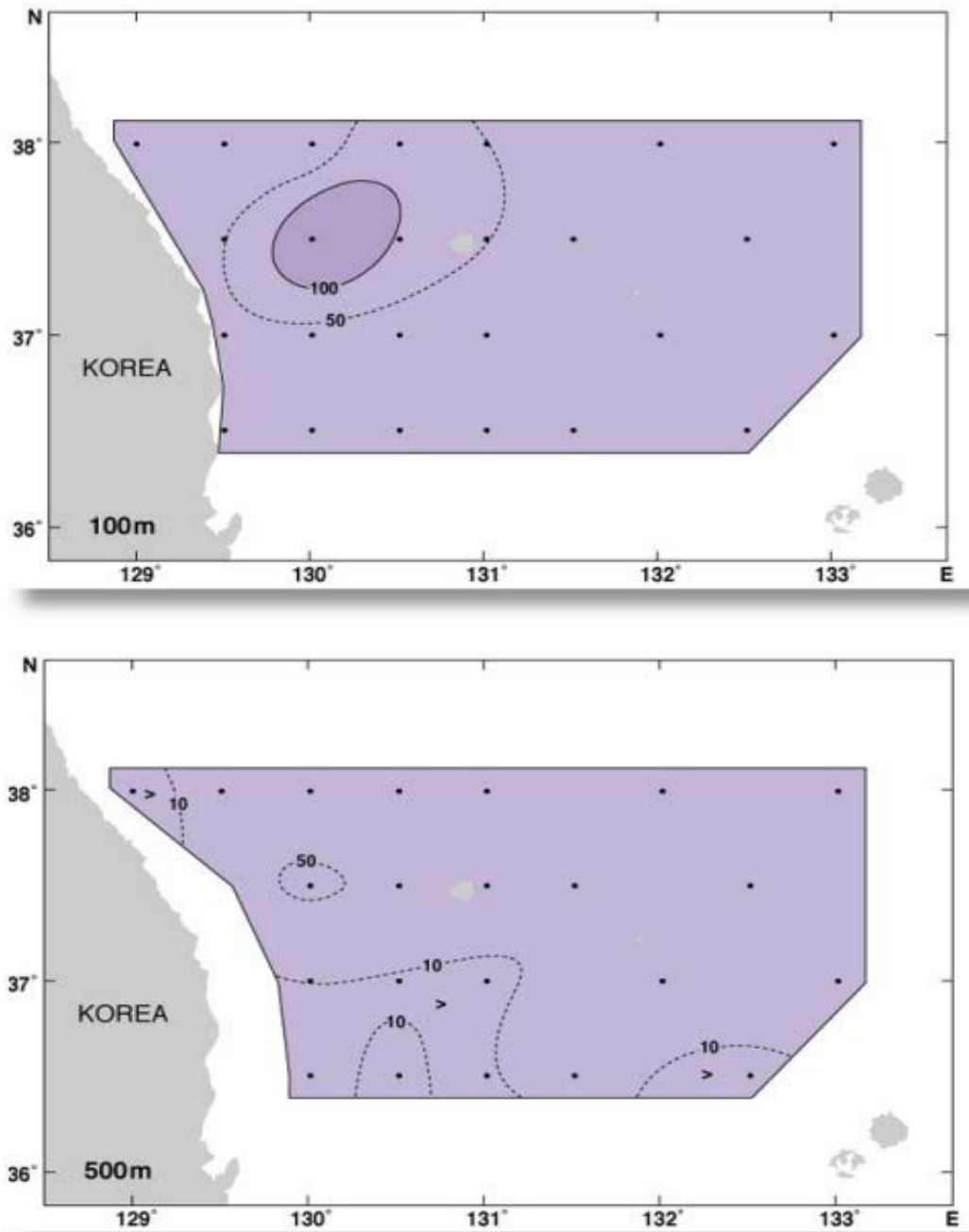


그림 3-15 동해의 해수의 박테리아 측정치(단위 CFU/ml)
(1995년 5월, 좌측 하단의 숫자는 수심)

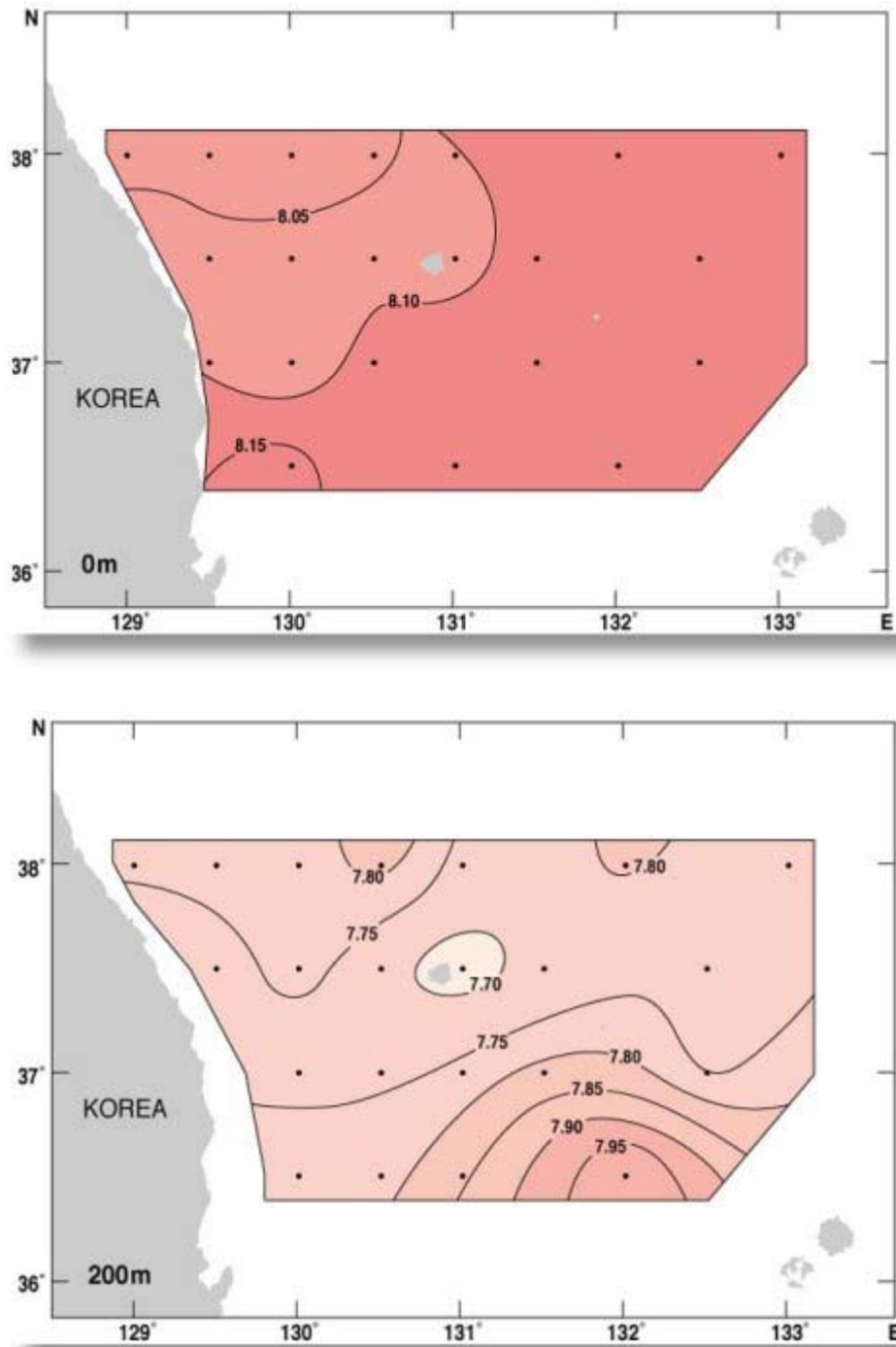


그림 3-16 동해 해수의 수소이온농도지수(pH) 분포 현황
(1997년 2월 측정, 좌측 하단의 숫자는 수심)

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

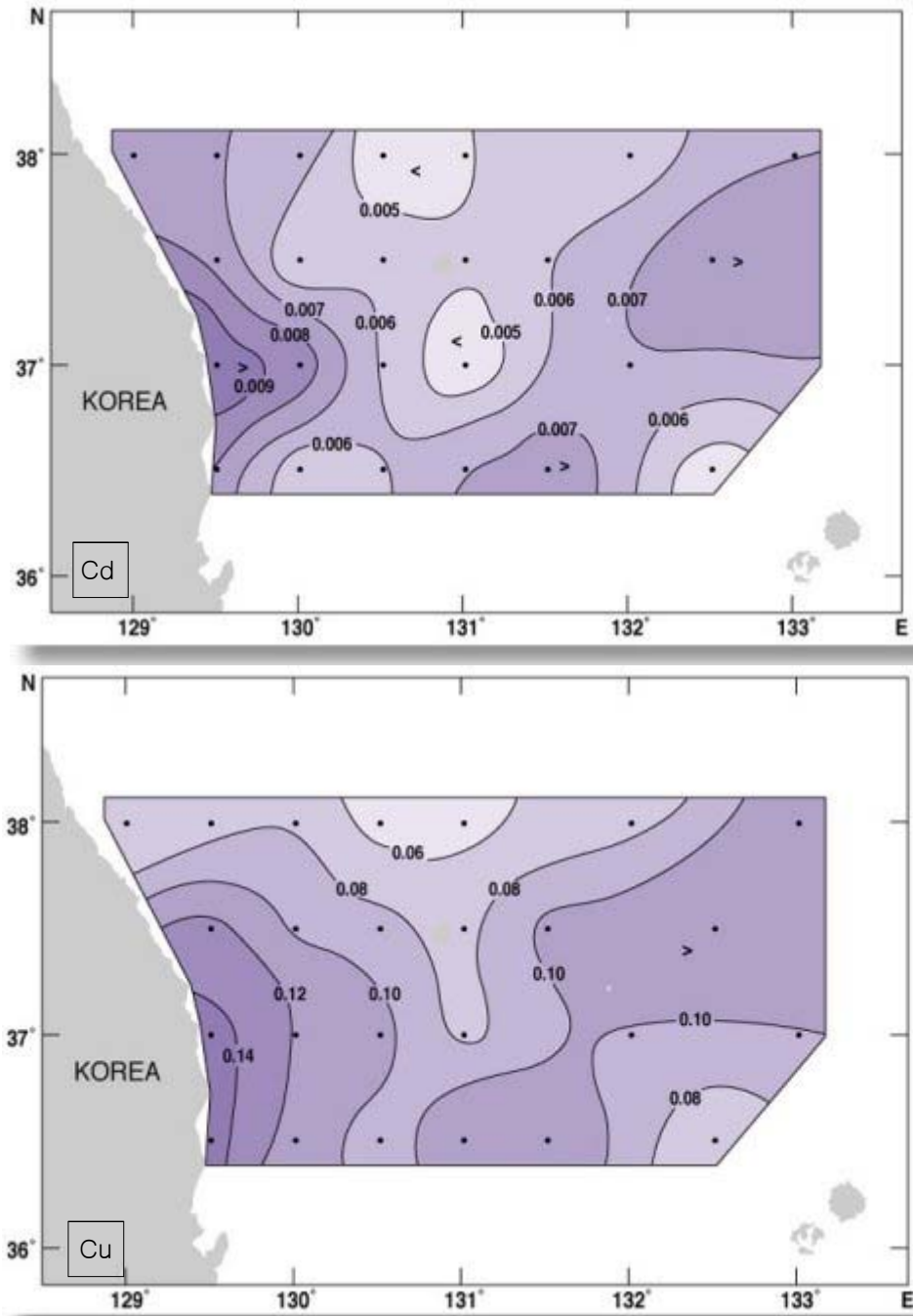


그림 3-17 동해 해수(표층)의 중금속 분포(단위 $\mu\text{g}/\text{kg}$)
(1995년 5월 측정치)

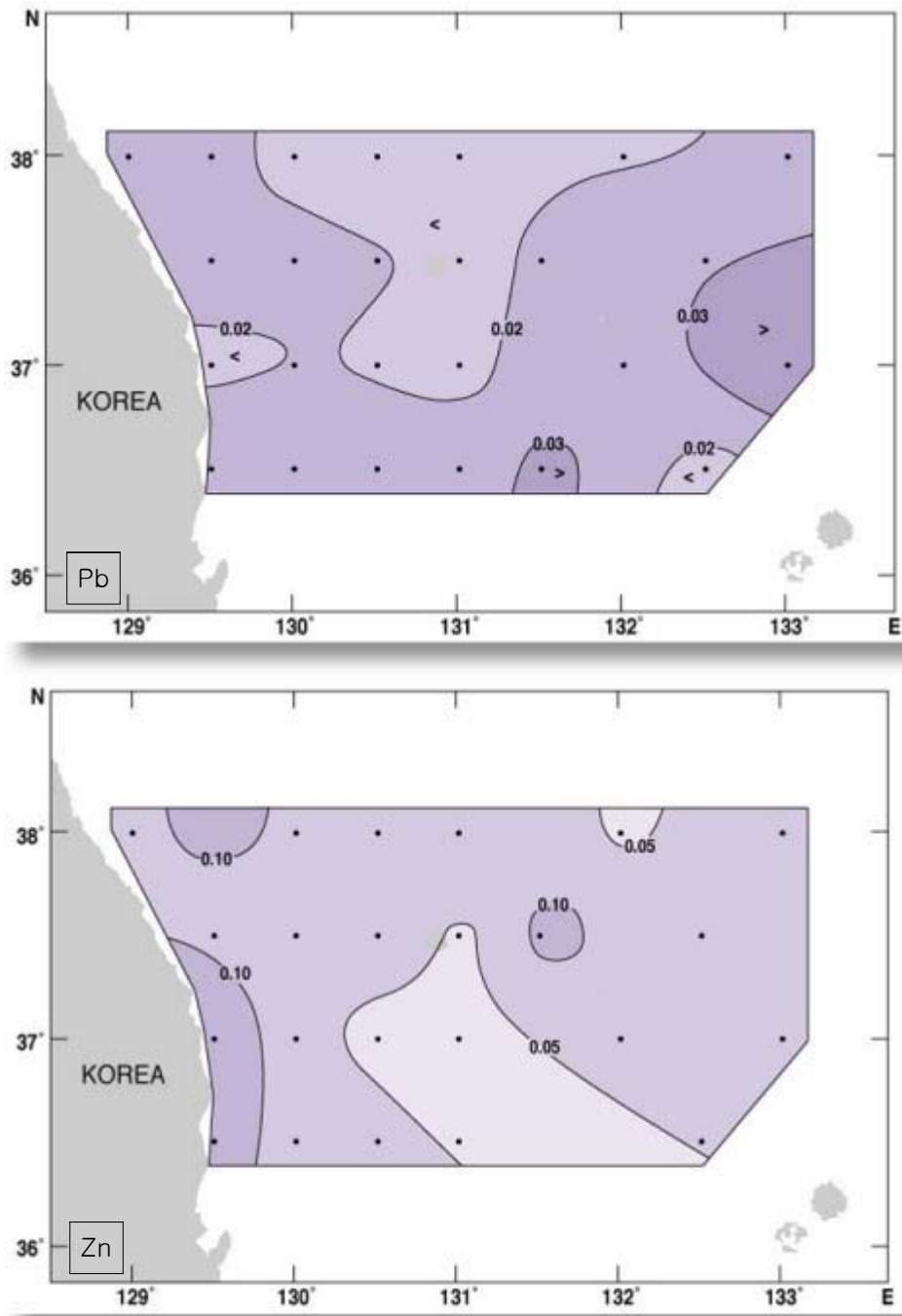


그림 3-18 동해 해수(표층)의 중금속 분포(단위 $\mu\text{g}/\text{kg}$)
(1995년 5월 측정치)

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

(라) 해양표층수와 해양심층수의 수질 특징

해양심층수의 물리화학적 특성에 대한 상세한 비교자료는 적지만 기존의 자료를 검토해 보면 각국의 해양심층수가 지역에 따라 어느 정도의 범위에서 상당히 다르다는 것을 알 수 있다(표 3-14). 따라서 음용으로 이용시 실태조사에 근거한 관리방안이 마련되어야 한다.

표 3-14 각국의 해양심층수의 물리화학적 특성 비교

구분	일본 고치현 (심층수/표층수)	미국 하와이 (심층수/표층수)	한국 고성 동해안 (심층수/표층수)
수온	8.1~9.8/ 16.1~24.9℃	8.2~10.7/ 24.3~28.0℃	1.52 / 23.10℃
수소이온농도지수	7.8~7.9/ 8.1~8.3	7.45~7.64 / 8.05~8.35	7.90 / 8.20
염분	34.3~34.4/ 33.7~34.8‰	34.37~34.29/ 34.33~35.05‰	33.94 / 32.5‰
용존산소	4.1~4.8/ 6.4~9.5mg/L	1.24~1.45 / 6.87~7.28mg/L	9.13 / 8.9mg/L
질산염	12.1~26.0/ 0.0~5.4μM	39.03~40.86 / 0.24~0.42μM	3.6~13.3/0.1~1.4μM
인산염	1.1~2.0/ 0.0~0.5μM	2.89~3.15 / 0.15~0.19μM	1.7~4.3/ND~0.7μM
규산염	33.9~56.8/1.6~10.1μM	74.56~79.20/ 2.64~3.59μM	72.1~108.0/15.3~28.9μM
취수 심도	320m	600m	200m
측정 시기			2000.8

자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획. 해수부 해양개발과 자료, p4.

○일본의 해양표층수와 해양심층수의 수질

일본 고치현 무로토 지역의 해양표층수와 해양심층수를 비교하면 표면보다는 심층에서 pH가 더 낮고, 영양염류는 심층에서 더 많은 특징을 보인다(표 3-15, 표 3-16). 박테리아는 해양표층수에서 우리나라 동해(500 CFU/ml)보다 매우 높은 수치를 보인다. 금속류는 심해수일수록 반드시 그 농도가 높지는 않은 상태를 보인다(표 3-17).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-15 해양표층수와 해양심층수의 비교(일본 고치현 무로토시)

항목	해양표층수	해양심층수 (수심 320m)
수온(°C)	16.1 ~ 24.9	8.1 ~ 9.8
pH	8.1 ~ 8.3	7.8 ~ 7.9
염도(Salt ‰)	33.7 ~ 34.8	34.3 ~ 34.4
용존산소량(Dissolved Oxygen, ppm)	6.4 ~ 9.5	4.1 ~ 4.8
질산성 질소(NO ₃ -N, mg/L)	0.0 ~ 0.08	0.17 ~ 0.36
인산염성 인(PO ₄ -P, mg/L)	0.0 ~ 0.02	0.03 ~ 0.06
규소(Si, mg/L)	0.04 ~ 0.28	0.95 ~ 1.59
클로로필-a(Chlorophyll-a, mg/m ³)	4.2 ~ 50.6	극미량
살아있는 박테리아(CFU/ml)	1,000 ~ 10,000	100

자료: 고치현, 2002, "Muroto Deep Seawater".

표 3-16 일본 무로토 해양심층수 원수의 수질

항목	농도(단위 mg/L)	항목	농도(단위 mg/L)
일반세균	30 CFU/ml 이하	시안	0.01
대장균군	미검출	아질산성 질소	0.25
카드뮴	0.05	불소	1.2
수은	0.000005	붕소	11.9
셀레늄	0.001	아연	0.01
납	0.005	구리	0.01
바륨	0.006	망간	0.003
비소	0.002	유기물 등	3.0
6가크롬	0.01	황화물	0.01

자료: 안희도 외(역서), 2001, 알기 쉬운 해양심층수, 과학기술, p59.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-17 해양표층수와 해양심층수의 물리화학적 비교(일본 고치현 무로토시)

항목	표층수	심층수	항목	표층수	심층수 (수심 320m)
수온(°C)	16.5 ~ 24	10.8 ~ 12.3	암모늄(NH ⁴⁺ , mg/L)	0.03	0.05
수소이온 농도지수(pH)	8.15	7.98	이산화질소(NO ₂ , mg/L)	0.011	0.007
용존산소량(DO, mg/L)	8.91	7.8	질산(NO ₃ ⁻ , mg/L)	0.081	1.518
총 유기탄소(TOC, mg/L)	1.78	0.962	인산(PO ₄ ⁻³ , mg/L)	0.028	0.177
총고용체(TDS, mg/L)	37,590	40,750	납*(Pb, µg/L)	0.087	0.102
알칼리도 (Alkalinity, mg CaCO ₃ /L)	110.5	114.7	카드뮴*(Cd, µg/L)	0.008	0.028
염소(Cl, %)	2.192	2.237	동*(Cu, µg/L)	0.272	0.153
나트륨(Na, %)	1.03	1.08	철*(Fe, µg/L)	0.355	0.217
마그네슘(Mg, %)	0.131	0.13	망간*(Mn, µg/L)	1.313	0.265
칼슘(Ca, mg/L)	441	456	니켈*(Ni, µg/L)	0.496	0.387
칼륨(K, mg/L)	399	414	아연*(Zn, µg/L)	0.452	0.624
브롬(Br, mg/L)	68.1	68.8	비소*(As, µg/L)	0.44	1.051
규소(Si, mg/L)	0.32	1.89	몰리브덴*(Mo, µg/L)	5.555	5.095

자료: <http://www.deepseawater.co.kr/page2.html>.
비고: *표시는 단위 주의.

○ 일본의 해수의 환경오염 화학물질 검사 결과

일본의 고치현 무로토시의 경우 해양표층수 및 심층수에 대한 환경오염의 정도를 파악하기 위하여 방사능, PCB, 유기염소화합물, 페놀, 농약류, 방향족 탄화수소류 등 여러 가지 환경오염물질을 분석하였는데, 특별히 우려될 만한 물질이 검출되지는 않았다(표 3-18).

표 3-18 일본의 해양표층수와 심층수의 환경오염물질 분석 결과(고치현 무로토)

검사구분	검사항목	표층수	심층수	비고	
미생물 검사	세균(24종)	음성	음성		
	와일스 검사(4종)	음성	음성		
이화학적 검사	환경방사능	γ-선 핵종(15종)	정량한계 이하	정량한계 이하 ⁴⁰ K은 제외	
	환경오염화학 물질	PCB	"	"	
		유기염소화합물(24종)	"	"	
		페놀류(10종)	"	"	
		농약류(19종)	"	"	
	방향족탄화수소류(11종)	"	"		

자료: 고치현산업진흥센터, 1999, 室戸해양심층수의 특성파악 및 기능해명, p258.

(마) 소결론

우리나라와 일본의 해양에 대한 수질은 전반적으로 양호한 것으로 보인다. 해수를 처리하여 음용으로 사용할 경우 붕소, 스트론튬, 브롬산염, 그리고 경도 이외에는 특별히 문제가 될만한 항목은 없는 것으로 보인다. 일본의 고치현 무로토시의 해수는 환경적으로 영향이 있는 오염물질의 농도가 매우 적어서 원수는 해양오염에 대해 비교적 안전한 지역으로 보인다. 우리나라도 해양심층수를 개발하려면 환경오염물질에 대한 상세한 조사가 선행될 필요가 있다.

3-2. 염수의 음용 처리수의 수질 특성

(가) 해양심층수 탈염수의 수질

○우리나라의 해양심층수 탈염수의 수질

현재 국내의 해양심층수는 본격적으로 채수가 되지 아니하여 탈염수의 수질과 관련된 자료는 많지 않은 편이다. 일부 시험용으로 채수된 해양심층수의 수질분석 자료를 살펴보면 대체로 현재의 먹는물 수질기준을 충족하지만 일부의 탈염수는 붕소 같은 것이 수질기준(0.3mg/L)을 초과하고 있다(표 3-19 및 표 2-13).

○일본의 해양심층수 병입수의 수질

일본은 해양심층수를 본격적으로 개발하여 다양하게 이용 중인데 해양심층수 원수와 1차 처리수를 분석한 자료는 (표 3-20)에 제시되어 있다. 일본의 해양심층수 제품수는 청량음료수나 미네랄워터류로 분류되어 붕소의 수질기준이 5.2mg/L(H_3BO_3 로 30mg/L)이므로 해수의 평균농도보다 높아서 해양심층수가 일본의 병입수의 수질기준을 초과할 가능성은 적다. 그러나 해수의 높은 pH를 반영하듯 일부 제품은 pH 8.5-9.5을 보이는 것도 있다(표 3-21).

일본의 고치현 무로토시에서 운영하는 해양심층수 처리시설에서 탈염한 물에 대한 분석결과를 보면 붕소가 0.7mg/L를 보이므로 우리나라의 수질기준(0.3mg/L)을 초과하고 있다(표 3-20). 또 일본의 무로토산 심층수의 원수 중 붕소의 농도가 11.9mg/L를 보여주는 것도 있으므로(표 3-16) 국내에 수입되는 해양심층수 제품수⁷¹⁾에 대한 실태조

71) 병입수로 인정되지 아니하여 식약청에 혼합음료로 등록되어 유통되고 있으나, 혼합음료도 먹는물 수질기준을 충족하여야 하므로 문제의 소지가 있다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

사가 필요하다.

○미국의 해양심층수 병입수의 수질

미국은 하와이의 NELHA(National Energy Laboratory of Hawaii Authority)에서 몇 개의 회사가 해양심층수 병입수를 생산하고 있다.⁷²⁾ 해수는 수심 600m(2,000ft)에서 채수하고 있으며, Koyo USA사는 1.5리터 규격의 해양심층수 병입수를 하루 20만병을 생산하고 있다. 미국은 병입수에 붕소의 수질기준이 설정되지 않아서 이 회사의 제품은 미국 병입수의 상표규정에 따라 Mg(12.30mg), Ca(5.85mg), K(4.20mg), Na(112.40mg) 등만 표기하고 있다. 이들 제품은 대부분 일본으로 수출되는데 향후 그 생산량을 늘릴 예정이다.

(나) 해양표층수지하염수 음용 처리수의 수질

우리나라에서 해수담수화 사업으로 해수나 지하염수를 탈염한 물은 대체로 먹는물의 수질기준을 충족하며 일부 시설에서는 붕소가 수질기준(0.3ml/L)을 초과하고 있는데, 초과하는 것들은 최저 0.3ml/L(진해시 연도, 원수 농도는 0.82ml/L, 지하해수)에서 최대 1.7ml/L(북제주군 추자도, 원수농도는 2.93ml/L, 표면해수)까지 범위를 보이고 있다. 우리나라 해양의 붕소의 농도는 봄에 3.7-4.1ml/L, 여름에 3.5-4.3ml/L, 가을에 3.1-3.8ml/L, 그리고 겨울에 2.9-3.5ml/L 등 계절별로 차이를 보이지만(표 3-9~표 3-12), 원수 자체에 붕소 함량이 높아 처리수에도 붕소가 많이 잔류하므로 해수나 지하염수를 음용으로 처리할 경우에는 수질기준을 충족할 수 있도록 추가 처리를 하여 주민에게 공급하고 있다(표 2-13).

지하염수는 해수보다는 붕소가 적게 나올 가능성이 있다. 즉 해수가 암반을 통과하면서 용존물질이 광물질에 흡착되거나 침전 등으로 소모되어 자연적으로 여과가 될 수 있기 때문이다. 지하염수를 먹는물의 원수로 이용할 경우에는 붕소의 함량이 바닷물 보다 적어서 상대적으로 음용에 더 안전할 수도 있다. 다만 지하염수를 이용시에는 관정에서 양수로 인한 해수침투의 촉발로 주변의 관정이나 농업지역에 염해를 일으킬 우려가 있다.

○국내 해양표층수의 병입수 수질

경북 포항에서 D회사가 해양표층수를 사용하여 먹는물을 생산한 바 있다.⁷³⁾ 이 회사

72) Starbulletin, 2004, 10.11, Water is isles' liquid gold([http://starbulletin.com/Hawaii Deep Sea Water](http://starbulletin.com/Hawaii%20Deep%20Sea%20Water)).

는 막여과법(역삼투법)을 사용하여 95% 정도의 탈염처리를 하여 병입수를 제조하였다. 해수는 해안선에서 200m 떨어진 곳의 수심 20m 정도에서 채수하였으며, 일 최대 300톤 정도 처리능력을 보유하고 있다.

통상 해양표층수는 여러 가지 이물질이 많아서 막여과의 효율성을 위해서는 화학적 처리를 하여야 하지만, 이 회사는 원수를 오존으로 처리한 다음 역삼투로 정수하는데, 원수의 1/3이 탈염수로 나오고 나머지는 5%의 농축염수로 회수된다. 탈염수는 바로 병입수로 포장이 되며, 농축수는 음식용 재료, 소금제조, 화장품 제조에 사용 가능하므로 방류하지 않고 재활용한다. 이 회사제품의 pH는 6.6으로서, 해수가 통상 pH 7 이상을 보이는 데 비하면 상대적으로 낮은 수치를 보인다. 또한 경도가 33mg/L이고 증발잔류물이 214mg/L로서 통상의 먹는샘물 수질기준과 유사한 용존무기물질 농도를 보이고 있다. 이 회사의 탈염수는 먹는물 수질기준에 적합한 것인지 여부를 판단하기 어렵다. 왜냐하면 붕소 항목이 분석에서 누락되어 그 함량을 알 수 없으며(표 3-22),⁷⁴⁾ 오존처리를 하였다고 알려졌기 때문에 브롬산염의 검출 여부에 대한 확인이 필요하기 때문이다.

해양표층수도 처리과정에서 유해물질이 걸러지고 소독이나 약품처리로 인한 유해 부산물만 생성되지 않는다면 먹는물의 원수 및 병입수로 이용하는 데는 큰 문제는 없을 것이다. 다만 심층수에 비하여 상대적으로 해양의 표층수가 오염의 개연성이 높다는 것과 정수처리 과정에서 완전히 걸러지지 않는 물질에 대한 실태조사 자료가 부족하여 수질의 안정성 여부는 좀 더 연구가 필요하다. 또 해양표층수는 탈염처리시 약품을 사용하는 경우도 있는데 이들 약품으로 인한 부산물의 생성 여부에 대한 상세한 실증 연구자료가 필요하다. 해양표층수가 음용에 큰 문제를 일으키지 않는다면 도서지역의 식수공급은 기술적·재정적 장애만 극복하면 된다.

73) 이 회사는 생산품에 대하여 전량을 수출의 조건으로 허가를 받았으며, 2001년 10월 26일 제품이 생산되기 시작하였다(회사관계자 개인 면담).

74) 붕소가 분석되지 않은 것은 탈염한 처리수에 대한 분석이 2002년 7월 1일 이전에 시행되었고, 붕소는 이 당시에 먹는물(수돗물)에만 수질기준이 있고 병입수(먹는샘물)에는 기준이 설정되지 않았기 때문이다. 붕소는 해수 중에 4~5mg/L 정도 존재하고, 99.5%의 효율을 갖는 역삼투법에 의하여 40~80%만이 제거된다(김충환정혜원, 1999, 한국물환경학회지, 15권(1), p13~22). 따라서 본 제품은 개정된 먹는물 수질기준 0.3mg/L, 2002년 6월 21일 기준)에 붕소의 함량을 점검해 볼 필요가 있다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-19 국내의 해양표층수와 해양심층수 탈염수의 수질분석 결과

구분	수질항목	단위	종전 기준	개정기준 (02.6.21)	탈염수 (표층수 RO)	탈염수 (심층수 RO)	탈염수 (심층수 ED)
	총 계		47개	55개			
미생물	일반세균(Psychrophilic bacteria)	cfu/ml	100	100	60	불검출	불검출
	총대장균군(Total Coliforms)	/50ml	ND	ND	음성	불검출	불검출
	분원성대장균(Fecal Coliform)	-	-	ND	-		
	대장균(Escherichia Coli)	-	-	ND	-		
유해영향 무기물질	납(Pb; Lead)	mg/L	0.05	0.05	-	불검출	불검출
	불소(F; Fluoride)	mg/L	1.5	1.5	-	불검출	불검출
	비소(As; Arsenic)	mg/L	0.05	0.05	-	불검출	불검출
	세레늄(Se; Selenium)	mg/L	0.01	0.01	-	불검출	불검출
	수은(Hg; Mercury)	mg/L	0.001	0.001	-	불검출	불검출
	시안(CN; Cyanide)	mg/L	0.01	0.01	-	불검출	불검출
	6가크롬(Cr+6; Hexachromium)	mg/L	0.05	0.05	-	불검출	불검출
	암모니아성 질소 (NH ₃ -N; ammonium Nitrogen)	mg/L	0.5	0.5	-	불검출	불검출
	질산성 질소 (NO ₃ -N; Nitrate Nitrogen)	mg/L	10	10	-	불검출	0.1
	카드뮴(Cd; Cadmium)	mg/L	0.01	0.005	-	불검출	불검출
붕소(B; Boron)	mg/L	0.3	0.3	0.39	0.79	3.7	
유해영향 유기물질	다이아지논	mg/L	0.02	0.02	불검출	불검출	불검출
	말타티온	mg/L	0.25	0.25	불검출	불검출	불검출
	파라티온	mg/L	0.06	0.06	불검출	불검출	불검출
	페니트로티온	mg/L	0.04	0.04	불검출	불검출	불검출
	총트리할로메탄	mg/L	0.1	0.1	불검출	불검출	불검출
	페놀	mg/L	0.05	0.05	불검출	불검출	불검출
	1,1,1-트리클로로에탄	mg/L	0.1	0.1	불검출	불검출	불검출
	테트라클로로에틸렌	mg/L	0.01	0.01	불검출	불검출	불검출
	트리클로로에틸렌	mg/L	0.03	0.03	불검출	불검출	불검출
	디클로메탄	mg/L	0.02	0.02	불검출	불검출	불검출
	벤젠	mg/L	0.01	0.01	불검출	불검출	불검출
	톨루엔	mg/L	0.7	0.7	불검출	불검출	불검출
	크실렌	mg/L	0.3	0.3	불검출	불검출	불검출
	에틸벤젠	mg/L	0.5	0.5	불검출	불검출	불검출
카바틸	mg/L	0.07	0.07	불검출	불검출	불검출	
1,1-디클로에틸렌	mg/L	0.03	0.03	불검출	불검출	불검출	
사염화탄소	mg/L	0.002	0.002	불검출	불검출	불검출	

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

(표 3-19) 계속

구분	수질항목	단위	종전	개정 (02.6.21)	탈염수 (표층수 RO)	탈염수 (심층수 RO)	탈염수 (심층수 ED)
심미 적 영향 물질	경도	mg/L	300	300	-	9	23
	과망간산칼륨소비량	mg/L	10	10	-	0.9	0.9
	냄새	-	무취	무취	-	적	적
	맛	-	무미	무미	-	적	적
	동	mg/L	1	1	-	불검출	0.055
	색도	도	5	5	-	1	1
	세제	mg/L	0.5	0.5	-	불검출	불검출
	수소이온농도	-	5.8-8.5	5.8-8.5	-	6.2	6.3
	아연	mg/L	1	1	-	0.016	0.269
	염소이온	mg/L	250	250	-	50	49
	중발잔류물	mg/L	500	500	-	130	650
	철	mg/L	0.3	0.3	-	불검출	불검출
	망간	mg/L	0.3	0.3	-	불검출	0.011
	탁도	NTU	2	2	-	0.02	0.19
황산이온	mg/L	200	200	4	3	44	
알루미늄	mg/L	0.2	0.2	-	불검출	불검출	

자료: 해수부, 2003, 해양심층수의 다목적개발(II), p283-284(아연, 염소이온 오류 수정).

표 3-20 해양심층수와 탈염처리한 해양심층수의 수질분석표(일본)

항목	해양심층수 ¹⁾	탈염해양심층수 ²⁾	항목	탈염해양심층수 ²⁾
일반세균	30/ml 이하	38/ml	Mn	0.005 mg/L 미만
대장균군	불검출	불검출	Zn	0.005 mg/L 미만
pH	7.9	6.4	Pb	0.001 mg/L 미만
용존산소(DO)	4.4. mg/L		Cr ⁺⁶	0.005 mg/L 미만
유기 인	0.1 mg/L 미만	0.1 mg/L 미만	Cd	0.001 mg/L 미만
Na	10,900 mg/L	-	As	0.001 mg/L 미만
Mg	1,200 mg/L	-	음이온계면활성제	0.02 mg/L 미만
Ca	360 mg/L	-	경도	15.5 mg/L
K	580 mg/L	-	중발잔류량	107 mg/L
Cl ⁻	19,100 mg/L	63.1 mg/L	Phenols	0.005 mg/L 미만
SO ₄ ⁻²	2,800 mg/L		냄새	이상없음
NO ₃ ⁻ -N	0.4 mg/L	0.1 mg/L(NO ₂ -N 포함)	유기물 등 (KMnO ₄ 소비량)	0.2 mg/L
PO ₄ ⁻³ -P	0.07 mg/L	-	맛	이상없음
SiO ₂ -Si	1.9 mg/L	-	색도	1도 미만
F		0.08 mg/L 미만	B ³⁾	0.70 mg/L
CN		0.001 mg/L 미만	Ba ³⁾	0.005 mg/L 미만
Hg		0.00005 mg/L 미만	Se ³⁾	0.001 mg/L 미만
Cu		0.01 mg/L 미만	S ³⁾	0.005 mg/L 미만 (as H ₂ S)
Fe		0.03 mg/L 미만		

주 1) 2001. 8. 7. 해양심층수 2) 2002. 3. 5. 탈염해양심층수

3) 미네랄워터류에만 있는 수질기준 항목 자료: 고치현식품위생협회 수질검사성적표

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-21 일본의 대표적인 해양심층수 미네랄워터의 성분

구 분	pH	경도	Ca	Mg	K	Na	비 고
天海の水 250	6.8	250	18	52	17	23	코치
天海の水1000	6.8	1,000	71	200	69	74	코치
마린골드	5.8	19	1.1	3.9	1.3	36	코치
시마코가와역의 물	7.5	103	10	21	6	166	코치
(株)WAVE 滑川		250	8.8	25.2	0.6	9.0	토야마
五洲藥品(株)		250	1.8	5.0	0.2	1.8	토야마
深海遊夢	8.5-9.5	평균140	1.5~3.0	1.9	0.7	14.0	토야마
(株)トンボ飲料		250	36	100	3.0	3.6	토야마
バランス(株)		250	36	100	3.0	3.6	토야마
UHA味覺糖(株)		250 180	1.8 1.3	5.0 3.60	0.2 0.13	1.8 1.53	
大島町商工會異業種交 流協議會		300	1.8	6.2	0.9	16.8	
(株)ポッカコーポレー ション		250	1.7	5.1	0.1	1.6	
カネボウフーズ (株)		250	1.65	5.12	0.09	1.58	
日本海深層水 事業(株)				3	3	57	
아쿠아비트		8.1	0.2	0.1	0.8	92	오키나와
球美の水1000		1,046	64	216	60	72	오키나와
球美の水250		261	16	54	15	18	오키나와
知床深海の水			84.8	440.0		43.2	
심층수 A		19	1.1	3.9	1.3		
심층수 B		133	10.0	21.4	5.9		
심층수 C		66	15.6	6.7	2.2		
심층수 D		1	0.1	0.1	0.9		

자료: 해수부, 2003, 해양심층수의 다목적개발(II), p288(pH 일부 오기 수정).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-22 우리나라 해양표층수 탈염수(병입수) 수질

구 분	수 질 항 목	종 전	개 정 (2002.6.21)	비고	탈염 해양 표층수	
	총 계	47개	55개		단위는 좌동	
미 생 물	일반세균 (Psychrophilic bacteria)	100cfu/ml	100cfu/ml		60	
	총대장균군 (Total Coliforms)	ND/50ml	ND/100ml	강화	음성	
	분원성대장균 (Fecal Coliform)	-	ND/100ml	신설	미분석	
	대장균 (Escherichia Coli)	-	ND/100ml	신설	미분석	
유 해 영 향 무 기 물 질	납 (Pb; Lead)	0.05mg/L	0.05mg/L		0.00	
	불소 (F; Fluoride)	1.5mg/L	1.5mg/L		0.0	
	비소 (As; Arsenic)	0.05mg/L	0.05mg/L		0.000	
	세레늄 (Se; Selenium)	0.01mg/L	0.01mg/L		0.000	
	수은 (Hg; Mercury)	0.001mg/L	0.001mg/L		0.000	
	시안 (CN; Cyanide)	0.01mg/L	0.01mg/L		0.00	
	6가크롬 (Cr+6; Hexachromium)	0.05mg/L	0.05mg/L		0.00	
	암모니아성 질소 (NH ₃ -N; Ammonium Nitrogen)	0.5mg/L	0.5mg/L		0.00	
	질산성 질소 (NO ₃ -N; Nitrate Nitrogen)	10mg/L	10mg/L		0.0	
	카드뮴 (Cd; Cadmium)	0.01mg/L	0.005mg/L	강화	0.000	
	붕소(B; Boron)	0.3mg/L	0.3mg/L		미분석	
유 해 영 향 유 기 물 질	페놀 (Phenol)	0.005mg/L	0.005mg/L		0.000	
	휘 발 성 유 기 물 질	1,1,1-트리클로로 에탄 (1,1,1-Trichloroethane)	0.1mg/L	0.1mg/L		0.000
		테트라클로로에틸렌 (PCE; Tetrachloroethylene)	0.01mg/L	0.01mg/L		0.000
		트리클로로 에틸렌 (TCE; Trichloroethylene)	0.03mg/L	0.03mg/L		0.000
		디클로로 메탄 (Dichloromethane)	0.02mg/L	0.02mg/L		0.000
		벤젠 (Benzene)	0.01mg/L	0.01mg/L		0.000
		톨루엔 (Toluene)	0.7mg/L	0.7mg/L		0.000
		에틸벤젠 (Ethylbenzene)	0.3mg/L	0.3mg/L		0.000
		크실렌 (Xylene)	0.5mg/L	0.5mg/L		0.000
		1,1-디클로로 에틸렌 (1,1 Dichloroethylene)	0.03mg/L	0.03mg/L		0.000
		사염화탄소 (Tetrachlorocarbon)	0.002mg/L	0.002mg/L		0.000
	농 약	다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/L	0.02mg/L		0.0000
		파라티온 (Parathion)	0.06mg/L	0.06mg/L		0.0000
		말라티온 (Malathion)	0.25mg/L	-	삭제	0.0000.
		페니트로티온 (Fenitrothion)	0.04mg/L	0.04mg/L		0.0000
		카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/L	0.07mg/L		0.0000
	소 독 부 산 물	1,2-디브로모-3-클로로프로판 (1,2-Dibromo-3-Chloropropan)	-	0.003mg/L	신설	미분석
		잔류염소 (Residual Chlorine)	-	4.0mg/L	신설	미분석
		총트리할로메탄 (THMs; Trihalomethanes)	0.1mg/L	0.1mg/L		0.000
클로로포름 (Chloroform)		0.08mg/L	0.08mg/L		미분석	
클로랄하이드레이트 (Chloralhydrate)		-	0.03mg/L	신설	<시행시기> 10만톤이상 : '03.1.1. 10만톤미만 : '04.7.1.	
디브로모아세토니트릴 (Dibromoacetoneitrile)		-	0.1mg/L	신설		
디클로로아세토니트릴 (Dichloroacetoneitrile)		-	0.09mg/L	신설		
트리클로로아세토니트릴 (Trichloroacetoneitril)		-	0.004mg/L	신설		
할로아세틱에시드 (HAA; Haloaceticacid)	-	0.1mg/L	신설			

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

(표 3-22 계속)

심 미 적 영 향 물 질	경도 (Hardness)	300mg/L	300mg/L		33
	과망간산칼륨(KMnO ₄) 소비량	10mg/L	10mg/L		0.7
	냄새(소독외의 냄새) (Odor)	무취	무취		적합
	맛(소독외의 맛) (Taste)	무미	무미		적합
	동 (Cu; Copper)	1mg/L	1mg/L		0.000
	색도 (Color)	5도	5도		1
	세제 (ABS; Alkyl Benzene Sulfate)	0.5mg/L	0.5mg/L		0.00
	수소이온농도 (pH)	5.8 ~ 8.5	5.8 ~ 8.5		6.6
	아연 (Zn; Zinc)	1mg/L	1mg/L		0.000
	염소이온 (Cl ⁻ ; Chloride)	250mg/L	250mg/L		51
	증발잔류물 (Total Solids)	500mg/L	500mg/L		214
	철 (Fe; Iron)	0.3mg/L	0.3mg/L		0.00
	망간 (Mn; Manganese)	0.3mg/L	0.3mg/L		0.000
	탁도 (Turbidity)	1 NTU	1 NTU	수돗물 TT* 0.5NTU	0.06
	황산이온 (SO ₄ ⁻² ; Sulfate)	200mg/L	200mg/L		2
	알루미늄 (Al; Aluminium)	0.2mg/L	0.2mg/L		0.00

자료 : 먹는물 수질기준(환경부 수도관리과), 탈염 해양표층수(D사 제공)

*TT: Treatment Technique(수처리 기술적 조건 있음)

(다) 음용 탈염수 수질의 문제점

○수질 분석항목의 제한성

기존의 탈염수의 수질 분석자료는 담수를 위주로 한 현행의 먹는물 수질 분석항목만을 대상으로 하였기 때문에 건강에 문제가 있을 수 있는 물질이 분석대상에서 누락되었을 가능성이 있다. 특히 해양심층수의 수질은 지역과 수심에 따라 다르게 나타나므로, 75) 원수의 성분을 정확하게 파악하는 것이 필요하다.

염수를 처리하여 음용으로 할 경우 특히 문제가 되는 것은 붕소(B), 브롬(Br), 스트론튬(Sr), 경도(hardness) 그리고 수소이온농도(pH) 등이다. 이 중 붕소만이 쟁점으로 부각되었으나 이들 모두에 대한 전반적인 현황과 음용시 건강상 영향의 정도를 구체적으로 검토할 필요가 있다. 즉 붕소는 먹는물 수질기준에 포함되어 있어서 관심의 대상이 되었지만, 브롬은 해수에 상대적 함량(65 ~ 67.3mg/kg)이 비교적 높음에도 불구하고 국내의 먹는물 수질기준에 포함되지 않아서 그동안 주의 깊게 다루지 못했다. 살균

75) 일본의 오키나와현에서 2002.11.28에 개최된 제6회 해양심층수 이용 연구회에서 일본해양과학기술센터의 야스카와(安川岳忠)는 ‘일본 주변의 해양심층수의 수질비교’ 논문에서 ‘해양심층수의 유효이용을 위해 수질파악 및 지역별 특성의 차이를 인식하는 것이 중요함’을 발표(http://okinawatimes.co.jp 2002.11.28. (자료출처: 주문배, 2002.12.2, “지구촌해양수산”, 한국해양연구원, p11).

을 위하여 오존으로 처리시에는 오존이 해수의 칼륨(K)과 나트륨(Na)이 브롬(Br)과 상호작용하여 브롬산염(Bromate, $KBrO_3$ 혹은 $NaBrO_3$)을 부산물로 생성시킬 수 있으므로 주의할 필요가 있다. 브롬산염은 발암 가능성이 우려되어 WHO에서는 수질기준을 잠정 권장치로서 $0.025mg/L$ ⁷⁶⁾로 설정하였다가 2004년에 $0.01mg/L$ ⁷⁷⁾로 강화하였다. 통상 육상의 암반지하수는 브롬이 적어서 샘물의 오존처리가 문제가 되지 않지만, 바닷물은 브롬이 비교적 고농도로 함유되어 있어서 살균을 위한 오존처리 방법은 곤란할 것으로 보인다. 스트론튬은 해수에 $8mg/L$ 정도 포함되어 있고 ^{85}Sr , ^{89}Sr , 및 ^{90}Sr 등의 동위원소가 존재하는데 이들 중 방사성을 나타내는 것 때문에 세계보건기구(WHO)에서는 각각 100, 100, 및 10 Bq/L로 수질기준을 설정하고 있다.⁷⁸⁾

해수에 포함된 미생물에 대한 자료로 필요하다. 담수에 있는 미생물과 염수에 있는 미생물은 다를 것이다. 이론적으로는 막여과시 미생물이 모두 걸러지는 것으로 알려져 있으나, 실제로 해수를 이용하여 검증한 자료는 적은 편이다.

화학물질은 어떤 나라에서 사용이 금지되거나 중지될 경우 더 이상 조사를 수행하지 않지만, 해수는 육상에서 유래된 모든 물질이 혼합되어 순환되므로 각종 화학물질이 포함되어 있다. 이 중에는 건강에 영향을 미칠수 있는 물질도 있을 수 있는데, 현실적으로 이들을 모두 검사하는 것은 불가능하다. 따라서 해수에서 문제가 되는 화학물질을 조사하여 검사대상에 포함하는 것이 필요하다.

요약하면, 기존의 먹는물 수질기준은 담수를 전제로 한 것이므로 염수를 먹는물의 원수로 사용하려면 염수의 특성을 반영한 수질기준을 새로 설정하여야 한다.

○탈염공정상 잔류물질의 처리 문제

탈염공정으로 통상 전기투석법, 막여과법, 그리고 증발법 등을 적용하는데 이들 공정 과정은 염수에 있는 모든 물질을 완전히 걸러내지 못하므로 잔류물질이 남게 된다. 막여과의 막은 합성막으로 분리대상 입자의 크기에 따라 정밀여과막, 한외여과막, 그리고 역삼투막 등으로 분류된다(표 3-23). 역삼투막을 수처리에 사용할 경우 제거 대상 물질은 대장균, 세균, 바이러스, 일반 유기물, 휘기물질, 농약성분 및 무기성 이온 등이며, 부유물질의 농도는 수천 ~ 수만 ppm 범위 인 것도 적용이 가능하다. 역삼투막은 반

76) 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각, p99.

77) WHO, 2004, Guidelines for drinking-water quality, 3rd, p491.

78) WHO, 2004, 전게서, p203.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

투막의 성질을 갖고 그 구멍의 크기는 수 Å 정도이다. 물분자의 크기는 2Å 정도 내외이다. 해수에 많은 나트륨(Na) 이온의 수화반경은 3.6Å 정도이다. 막의 크기와 압력의 조건에 따라 일부의 물질은 막을 그대로 통과하게 되므로 잔류물질이 생기게 마련이다. 이러한 이유로 원래 해수에 많던 붕소나 다른 건강영향 우려물질이 처리 후에도 수질기준을 충족하지 못하는 경우가 있다. 일반적으로 해양표층수를 역삼투하여 탈염할 경우에는 탄산칼슘을 재투입하여 pH를 조절하고 염소나 오존으로 일반세균 등을 제거하므로,⁷⁹⁾ 원수의 화학적 조건은 상당히 변하게 된다. 전기투석법도 탈염과정에서 모든 물질을 완전히 제거하지 못하여 잔류물질이 상당히 많이 남게 된다. 어떤 탈염공정을 사용하던 잔류물질이 남게 되는데, 이를 완전히 제거하거나 일정 수준이하로 떨어뜨리려면 적지 않은 비용과 많은 시간이 소요된다.

표 3-23 여과막의 종류

여과공정	구멍의 크기(nm)	제거 가능한 분자 크기(daltons)	적용압력(kPa/psi)
MF	0.02 ~ 10	100,000 이상	200이하/30이하
UF	0.001 ~ 0.02	1,000 ~ 100,000	100 ~ 1,000/15 ~ 150
NF	0.0008 ~ 0.002	100 ~ 1,000	1,000 ~ 2,500/150 ~ 375
RO	0.0001 ~ 0.001	100 이하	1,500 ~ 8,000/225 ~ 1,200

주) MF:입자와 콜로이드 제거

UF(ultra-filter): 작은 콜로이드 입자 제거, 분자크기가 큰 고분자 물질 제거

NF:유기물질(상수처리시 발암물질의 선구물질, 천연 유기물질(natural organic matter, NOM)제거

RO(reverse osmosis): 해수의 담수화시 사용되는 막

자료: DICER, 2004, 해수담수화를 위한 수처리 공법, DICER Techinfo part II, Vol. 3(10), p508.

잔류물질의 처리를 위한 공정과 함께 소독이나 살균 방법도 문제가 될 수 있다. 해수의 성분이 담수와 다르므로 오존이나 자외선 처리를 적용할 경우 부산물이 어떤 것이 생성되는지에 대한 자료가 필요하다. 오존이나 자외선은 에너지를 공급하는 것이고 해수중의 미량물질은 극미량이라도 반응하여 다른 물질로 변할 수 있기 때문에 이에 대한 실증검사가 필요하다.

79) DICER, 2004, 해수담수화를 위한 수처리 공법, Techinfo part II, Vol. 3(10), p509.

4. 수질기준의 설정과 위해성 평가

4-1. 수질기준의 설정 체계

먹는물은 1차적으로 음용을 목적으로 하기 때문에 안전성이 확보되어야 하므로 먹는물은 수질기준이 설정되어 있다. 여기서는 탈염수의 건강 안전성을 중점으로 다루어 본다.

해수는 개방계이므로 아무리 해양심층수라도 오염의 가능성이 완전히 배제된 것은 아니다. 즉 선박잠수함 등에서의 유류유출, 주변 해역에서의 어업활동 등으로 인한 해양오염, 육상에서의 오염물질의 공급 등의 가능성이 상존한다. 또한 지구상의 모든 물질은 아무리 물리화학적으로 안정되어 있더라도 장기간의 변화와 여건에 따라 순환하게 되어 있으므로 개방계에서는 수질의 안전성에 특히 유의하여야 한다. 물론 해수의 양이 워낙 많아서 희석되는 효과를 고려하면 인간이 인위적으로 제조하여 배출한 각종 유기오염물질은 매우 적은 농도로 분포할 수 있다. 이것은 원수의 조건에 따른 것이므로 논외로 한다면, 바닷물 자체가 본질적으로 갖고 있는 무기물질이 수질기준 설정의 고려 대상이 될 것이다. 탈염수라 하더라도 음용인 경우 기존의 담수를 대상으로 한 먹는물 수질기준을 적용하면 큰 문제는 없을 것이다. 다만 해수를 담수화하였을 경우 그 처리방법은 별개로 하더라도, 수질기준을 초과하거나 초과할 우려가 있는 붕소(B), 수소이온농도지수(pH), 경도와 총용존고형물(total dissolved solids, TDS) 등과 현재 먹는물 수질기준에 설정되지 아니한 브롬산염(bromate)과 스트론튬(Sr) 등은 수질기준을 재설정하거나 신규로 도입할 필요성을 신중히 검토하여야 한다. 이들 물질은 국내의 수질항목에 없는 것도 있으므로 본 연구에서는 일괄적으로 건강상 영향 우려물질로 부르기로 한다.

수질기준은 국가별로 다르다.⁸⁰⁾ 가장 일반적인 기준은 세계보건기구(WHO)의 권장치이다. 그러나 천연광천수는 유럽연합(EU), 미국, 그리고 일본 등의 각 나라에서는 별도의 기준을 설정하여 관리하고 있다. 특히 천연광천수는 건강상 유해물질로 볼 수 있는 항목(유럽연합의 경우 붕소나 비소 등, 미국은 2차 기준인 심미적 물질 등)도 기준이 없는 경우도 있다. 이는 천연광천수의 경우 서구에서 오랜 연원을 가진 식수로서 그 특성을 인정하였기 때문이다. 다만 아무리 안전하다고 간주되는 천연광천수라도 자

80) 이인선 외, 2000, 정책결정자를 위한 각국의 수질관련 기준 비교분석, 국립환경연구원.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

연적인 오염물질이 함유될 수 있으므로 최소한의 수질기준은 적용하고 있다. 그러나 해양심층수의 경우 안전성이 완전히 확인된 것이 아니므로 수질기준을 적절히 마련할 필요가 있다. 다만, 해양심층수는 수자원의 활용성, 수처리 기술의 현황, 투자재원의 조달, 그리고 국제 통상관계 등을 고려하여 별도의 수질기준을 적용하여 관리방안을 마련할 필요가 있다.

우리나라에서 수질기준을 설정할 경우에는 매우 정교하고 엄격한 과정을 거쳐서 결정된다(그림 3-19). 특히 최근에는 위해성 평가를 거치므로 1개의 항목이라도 검증기간이 매우 오래 걸려서 수질기준은 처음 설정할 때 매우 신중하게 결정하여야 한다.

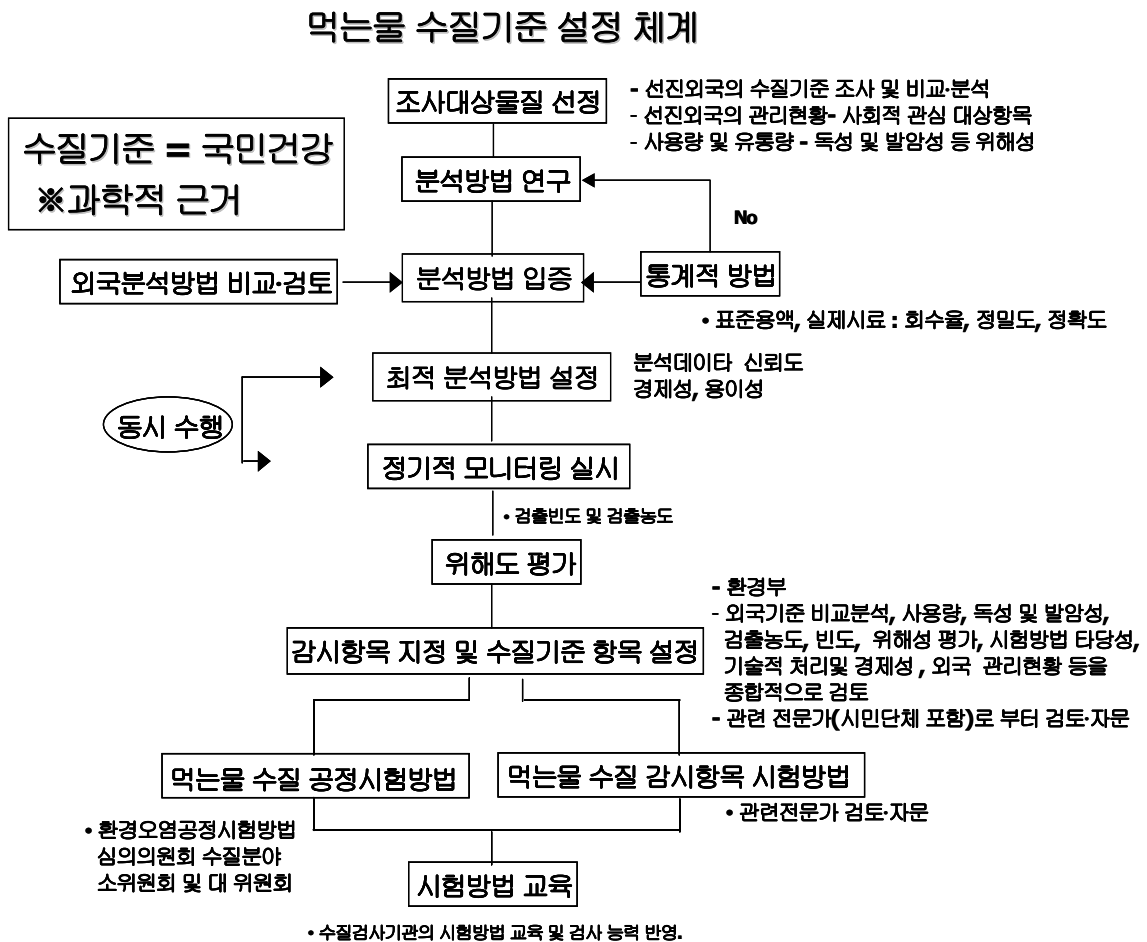


그림 3-19 먹는물 수질기준 설정 체계도

(자료: 국립환경연구원의 박선구 박사 제공)

○수질기준의 권장치 설정 방법

먹는물의 수질기준은 평생 동안 2L를 매일 마실 때, 인체에 영향이 미치는 정도를 추정하여 정한다.⁸¹⁾

1일 섭취허용량

먹는물의 1일 섭취허용량(Tolerable Daily Intake: TDI)은 부수적인 경로를 통한 섭취를 충분히 감안하여 설정한다. 즉, 다른 음식물로도 섭취가 가능하므로 그 할당량을 고려하여 선정한다. 통상 독성에 대한 평가기준은 1일 섭취허용량(TDI)을 이용한다. 독성효과를 일으키는 화학물질의 TDI 산정법은 다음과 같다.⁸²⁾

$$TDI = \frac{NOAEL \text{ or } LOAEL}{UF} \quad (\text{식 3-1})$$

여기서,

NOAEL= 유해영향 미관측 수준 혹은 무관찰 반응농도⁸³⁾(No Observed Adverse Effect Level)

LOAEL= 유해영향 관측 최저수준(Lowest Observed Adverse Effect Level)

UF = 불확실성 계수(Uncertainty Factor)

불확실성 계수(UF)는 4가지 요소(종간 차이, 동종간 차이, 연구자료의 적절성, 그리고 영향의 성질과 심각성 등)를 각각 1~10 배수로 규정하여 최대 10,000배(4가지 요소의 최대 불확실성은 10×10×10×10) 이상이 되지 않도록 한다.

권장치의 설정

먹는물의 수질 권장치(guideline value:GV)는 다음과 같이 산출된다.⁸⁴⁾

$$GV = \frac{TDI \times bw \times P}{C} \quad (\text{식 3-2})$$

81) 이런 이유로 순간적으로 수질기준을 초과한 물을 먹어도 큰 영향은 없을 수 있다. 이점이 대기질 기준과 차이점이다. 대기질은 1시간 기준이나 그 보다 적은 기준이 있는 경우가 많다.

82) 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각, p292.

83) 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각, p10.

84) 한무영, 1999, 「WHO 음용수 수질 가이드라인」, 대한상하수도학회 수도연구회, p44-48.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

여기서, bw = 체중(body weight, 성인 60kg, 아동 10kg, 영아 5kg)

P = 먹는물에 할당된 TDI의 비율(일 섭취량 중 먹는물로 섭취되는 것)

C = 1일 먹는물 섭취량(성인 2ℓ, 아동 1ℓ, 영아 0.75ℓ)

식(3-2)의 C(1일 먹는물 섭취량) 때문에 연령별 기준이 달라져야 한다. 영아, 아동은 건강에 매우 민감하고, 이들은 어릴 때 많은 양의 물을 섭취하므로 이들의 먹는물에는 보다 더 엄밀한 기준이 설정될 필요가 있다.

예를 들어 붕소는 다음과 같이 수질기준이 설정되었다.

·NOAEL = 8.8mg/체중kg

·UF = 100

·P = 0.1(10%에 대한 비율)

·TDI = 8.8(mg/체중kg)/100 = 8,800(μg/체중kg)/100 = 88μg/체중kg

·GV = {88(μg/체중kg)×60kg×0.1} / 2L = 264 μg/L 혹은 0.3 mg/L(반올림 값)

4-2. 위해성 평가와 위해도 결정⁸⁵⁾

현재 우리나라의 수질기준에서 규제하고 있는 화학물질의 수는 선진 외국에 비해 수적으로도 큰 차이가 있을 뿐만 아니라, 기준치에 대한 과학적인 설정 근거도 명확치 않다. 그러면 수질기준은 어떠한 근거에서 설정된 것인가? 또한, 우리나라의 수질기준을 초과하지 않는 음용수는 안심하고 마셔도 되는 것인가? 등등의 의문을 갖게 된다. 그러나 이러한 질문에 과학적으로나 합리적으로 대답을 하기란 쉬운 일은 아니다. 이러한 해답을 제공할 수 있는 과학적인 방법이 건강 위해성 평가(Health Risk Assessment, HRA)라고 할 수 있다.

건강 위해성 평가 제도는 유해화학물질의 건강에 대한 영향을 확률적인 개념 즉, 건강 위해도(health risk)의 개념을 이용하여 평가하고, 도출된 결과를 이용하여 허용 가능한 위해(acceptable risk)의 수준을 정하고 허용농도나 기준치 등과 같은 관리수준을 제시하는 방법이다. 즉, 사람이 환경적 위험(environmental hazard)에 노출되었을 경우

85) 김예신 박사(리스크 대표)의 원고를 참조하여 작성되었다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

에 발생 가능한 영향을 역학적, 임상적, 독성학적 및 환경학적 연구 결과로부터 모델을 이용한 외삽(extrapolation)을 통해 주어진 노출 조건하에서 인간에 미칠 수 있는 건강 위해 범위를 예측하고 평가하는 것이다. 이러한 평가는 ①위험성 확인(hazard identification), ②노출평가(exposure assessment), ③용량-반응평가(dose-response assessment) 그리고 ④위해도 결정(risk characterization)이라고 불리는 주요 4단계의 절차를 통해 수행된다. 이 중 위험성 확인은 위험 유무를 판가름하는 정성적 위해성 평가(qualitative risk assessment) 과정에 속하고, 용량-반응평가, 노출평가 및 위해도 결정과정은 정량적 위해성 평가(quantitative risk assessment)에 속한다. 위해성 평가와 관리과정은 (그림 3-20)에 제시되어 있다.

위해성 평가의 궁극적인 목적은 위해성 관리를 위한 완전한 정보의 제공, 특히 정책 입안 및 규제책을 제시하는데 있다고 볼 수 있으며, 환경관리 정책 결정의 근거자료가 부족한 우리나라와 같은 상황에 있어서 위해성 평가는 시급히 개발되어 보급되어야 할 과제라고 할 수 있다.

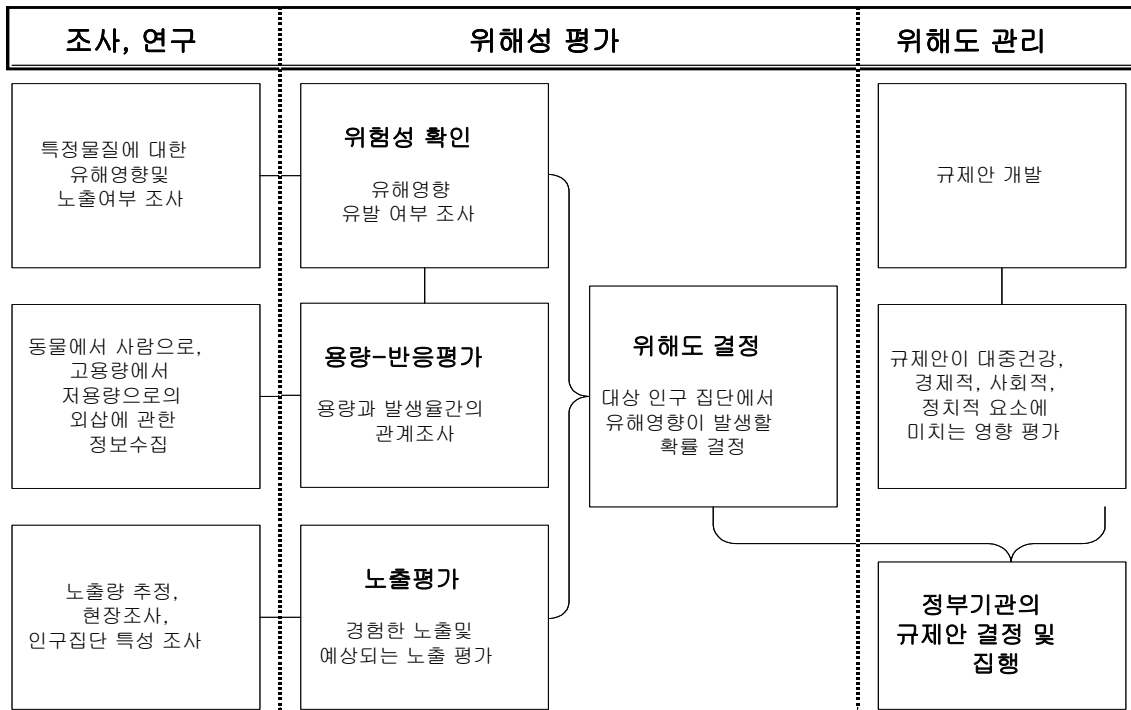


그림 3-20 위해성 평가와 위해도 관리과정

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

○위해성 평가의 개요

우리가 어떤 오염물질의 노출로 인한 인체에 유해한 영향(어떤 영향이 있는지?, 있다면 어느 정도인지?)을 평가한다거나 이 물질에 대한 기준(인체 영향이 없을 정도로 안전한 수준을 정하여 이를 출발점으로 행정상, 규제상의 지표를 정함)을 정하고자 할 때, 반드시 필요한 것이 위해성 평가이다.

우선 평가를 시작하기 이전에 평가대상 물질에 대한 다양한 정보들을 파악하여야 한다. 특히 동물이나 사람에 대한 독성 정보들에 대한 면밀한 검토를 해야 한다. 여기서 평가대상 물질로 인한 주요 독성 영향 무엇인지를 확인하여야 한다. 여기서 발암성에 대한 영향도 검토가 필요하고, 만약 이 물질이 발암성에 대한 자료가 부족하거나 발암성 물질이 아닐 가능성이 높은 경우에는 비발암성 독성 영향에 대해 초점을 맞추어야 한다. 일반적인 위해성 평가 방법에는 발암성 물질과 비발암 물질에 대한 평가 방법이나 기준을 도출하기 위한 방법이 다르다. 발암성에 대한 자료가 부족하거나 발암성 물질이 아닐 가능성이 높은 물질은 비발암성 독성 영향에 대해 초점을 맞추어 위해성 평가를 진행하여야 한다.

우선 비발암 독성 영향의 우리가 안전하다는 수준을 어떻게 결정하는가? 사람에 대한 자료가 있다면 가장 좋지만, 거의 기대하기 어렵다. 그래서 동물 실험자료를 이용한다. 그러면 하나의 물질이 가지는 독성은 다양한 농도에서 다양하게 나타날 것이다. 그러나 안전한 수준을 결정하기 위해서는 낮은 농도에서 나타나는 가장 미약한 영향을 찾아내야 한다. 뭔가 변화는 있지만 이 변화가 유해하지 않아야 한다. 이러한 수준은 유해영향 미관찰 수준(NOAEL)이다. 그러니까 이 수준을 넘으면 유해한 영향이 발생할 수도 있는 가능성이 높아진다고 할 수 있다. 다양한 독성 영향에 대한 면밀한 검토 과정을 통해 도출해 낼 수 있다. 따라서 위해성 평가시, 어떤 물질에 대한 독성 영향을 검토하는 것은 가장 선행되어야 할 중요한 작업이다.

이들 NOAEL을 잡는 시점도, 다양한 연구들로부터 다양한 영향에 대한 다양한 용량이 존재할 수 있기 때문에, 개별적인 판단을 가지고 이 지점을 잡기는 매우 힘들다. 여러 전문가들이 합의하에 이들 용량을 결정하게 된다. 하지만 전문가들마다 판단 기준이 다르기 때문에 나라마다 각기 다른 NOAEL을 결정할 수도 있다. 또한 이 수치는 새로운 연구 결과가 생성됨에 따라 낮아 질수도 높아 질수도 있는 가변적인 값이라 할

수 있다.

BMDL_{0.5}(Benchmark dose lowerbound)는 NOAEL과 동등한 수준의 값이다. NOAEL은 동물 실험에서 관찰된 수치이고, 좀 더 정확한 NOAEL을 찾아내기 위해서는 실험 용량 수준을 아주 세부적으로 나누어서, 많은 용량 수준에서 실험을 해야 한다. 하지만 이는 매우 비현실적이기 때문에 주로 3~4가지 수준의 농도에서 실험을 하므로, 정확한 NOAEL을 찾는 것은 매우 어려운 일이다. 즉 실험에서 얻어지는 NOAEL 값은 실제 NOAEL 값보다 낮거나 높을 수 있는 여지가 충분히 있다. 따라서 새롭게 개발된 방법이 benchmark approach이다. BMD(Benchmark dose)는 실험 자료의 용량-반응 상관성을 고려한 추정치이다. 즉 이 방법은 실제 실험 자료를 용량-반응 모델에 맞추어 BMD를 구하는 방법이다. 실제 이 방법이 관찰에서 얻어지는 NOAEL 보다는 좀 더 불확실성이 적은 것으로 받아들여지고 있다. 여기서 BMD는 대조군 대비 표적 영향의 5% 반응을 나타내는 용량이다. 즉 태아의 체중이 5% 감소하는 수준, 그리고 BMDL_{0.5}에서 L은 보수적 견지에서 95% 하한값을 의미한다. 즉 용량-반응 곡선 중 반응의 95% 상한선을 선택하고, 역으로 이는 더 낮은 용량을 선택하는 방식이다.

이렇게 결정된 NOAEL 또는 BMDL_{0.5}이 사람에 대한 연구에서 도출되었다면, 그만큼 불확실성이 줄어들고, 이 수준을 기준으로 안전 수준을 결정할 수 있지만, 대부분이 동물 실험을 통해 이들 수준이 결정된다. 따라서 사람에게 적용하기 위해서는 불확실성을 고려해주어야 하는데, 이의 고려 인자로서, 동물의 자료를 사람에게 적용함으로써 발생하는 불확실성의 정도, 그리고 같은 사람이라도 각기 반응이 다르기 때문에 이로 인해 발생하는 불확실성의 정도 등등을 고려하여 더욱 낮은 수준에서 안전 수준이 결정되게 된다. 역시 이들 안전 수준도 나라마다 각기 다를 수 있다. 이는 앞서 말한 것처럼 안전 수준을 정하기 위한 출발점인 NOAEL이 다르기 때문이기도 하고, 적용하는 불확실성 상수가 다르기 때문이기도 하다.

일반적으로 NOAEL의 단위는 즉 노출 용량의 단위는 mg/kg/day로 표현한다. 여기에 불확실성 상수를 나누어 주면, 인체에 허용 가능한 용량이 도출되게 된다. 즉 이 용량 이하에서는 유해한 영향이 발생할 가능성이 없다고 간주하는 것이다. 즉 이 수준 이상을 섭취해서는 안 된다는 잣대와 같은 역할을 한다고 보면 된다. 이러한 용량을 일일

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

허용 섭취량(acceptable daily intake; ADI), 일일 한계 섭취량(Tolerable daily intake; TDI), 참고치(Reference Dose; RfD) 등 다양한 단어로 표현하지만, 이는 각기 규제 기관마다 다른 용어를 쓰고 있기 때문이지 의미하는 바는 같다.

그러나 우리가 비교하고자 하는 단위는 mg/kg/day가 아닌 오염도의 단위이다. 즉 ppm이나 mg/L이다. 그러자면 이들 일일 허용 용량을 이에 합당한 단위로 환산을 해야 하는데, 이때 필요한 노출 모수가 체중, 일일 물 섭취량, 그리고 이들 허용 용량에 대한 물의 섭취로 인한 기여도를 고려해야한다. 물의 섭취량은 고려한 것은 일일 허용 섭취량은 물을 섭취하는 것 뿐 만 아니라 식품 섭취 등 다른 노출 경로를 통한 모든 섭취량에 대한 수치를 의미하기 때문이다. 바꾸어 말하면 먹는물의 수질기준은 이미 다른 경로로 섭취되는 것을 제외한 순수한 먹는물의 기준을 의미한다.

이때, 체중이나 일일 물 섭취량의 경우는 나라마다 다르기 때문에, 각국의 대표적인 통계치를 이용하면 된다. 단지 물의 섭취로 인한 기여도는 사실 물질마다 이들 기여도를 산정하는 것에는 매우 어려움이 있기 때문에, 각기 규제 기관마다 사용하는 분율은 다르지만, 미국 환경 보호청에서는 경험적 수치가 없는 경우에는 20%를 가정한다(허용 농도 = $\text{NOAEL} \times \text{평균 체중} \times \text{음용수 섭취로 인한 기여도} / \text{일일 평균 물 섭취량}$). 또한 허용 농도가 각국 마다 다른 이유는 각 나라의 규제기관마다 허용 농도를 산정하기 위해서 선택하는 NOAEL, 체중, 물 섭취량, 기여도 모두 다르게 적용할 수 있기 때문이다. 그리고 일반적으로 위와 같은 방식으로 계산된 농도가 건강에 입각한 기준(Health based criteria)이 된다. 가능한 이 농도를 달성하기 위하여 최선을 다해야 하지만, 여러 가지 물질에 대한 처리기술이나 분석 기술 등 다양한 여건을 고려하여, 이 수준보다는 높게 현실적인 기준을 정하고 있는 경우도 있다.

여기서 이들 비발암성 물질의 독성으로 인한 위해성 여부를 추정하기 위한 방법은 매우 간단하다. 즉 추정한 노출 용량이 mg/kg/day의 형태이면 일일 허용 섭취량과 비교하여 1을 넘으면 위해성이 인정되는 것이고, 그 이하이면 허용 가능하다고 판단할 수 있다. 마찬가지로 어떤 오염도(ppm이나 mg/L)가 있다면, 허용 농도와 비교하여 1을 넘으면 위해성이 인정되는 것이고, 그 이하이면 허용 가능하다고 판단할 수 있다.

이와 같이 비발암성 물질의 경우는 위해성 평가가 단순하고, 주어진 농도에 따라 위해성이 어떻게 변화하는지에 대한 정량적인 결과를 얻기가 힘들다는 단점이 있다. 독

성은 발암성과는 달리, 어느 일정 용량 이상에서만 유해한 영향을 유발시키는 것을 전제로 하고 있기 때문이다. 발암성 물질의 경우는 아주 소량이라도 존재하기만 하면 반응이 일어나는 것을 전제로 하여, 농도에 따른 발암 위해도를 추정할 수 있다. 따라서 주어진 농도가 “a”만큼 저감할 때, 위해도는 “b”만큼 저감시킬 수 있다는 것을 추정할 수 있지만 비발암성 물질의 경우는 그렇지 못하다.

일반적으로 음용수 중에 위해성 평가대상에 대한 적절한 먹는물 수질기준을 설정하려면 다음의 사항을 고려하여야 한다.

- ① 물에 포함된 유해우려 물질을 섭취하는 경우, 주요 유해 영향은 무엇인가?
- ② 위해성에 근거하여 유해물질에 대한 기준을 설정하기 위한 절차는 무엇인가?
- ③ 다른 국가의 기준치는 있는가? 만일 있다면, 이들은 어떤 근거로 기준이나 권고치를 설정하고 있는가?
- ④ 각각의 기준이나 권고치가 다르다면 왜 다른가?
- ⑤ 국내 여건을 감안하여 기준을 설정하는 경우, 어느 정도 범위를 제안할 수 있는가?

4-3. 비발암성 물질에 대한 위해성 평가

(가) 위험성 확인(1단계)

비발암성 물질 위해성 평가 1단계 : 위험성 확인
어떤 화학물질이 인체에 잠재적인 전신독성(systemic toxicity)을 유발시키는가를 결정하는 과정으로 독성영향에 대한 증거를 검색하고, 그 증거들에 가중을 주어 위험성을 결정한다.

○다양한 독성영향 확인

임의의 화학물질은 한 가지 이상의 다양한 독성영향을 가지며 그 영향은 미세한 신체적 변화에서부터 사망으로까지 나타날 수 있다. 화학물질의 노출에 따른 위해성 평

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

가에 있어서 보통 다양한 독성 영향중 가장 낮은 유해영향 미관찰 수준(NOAEL)을 나타내는 것에 관심을 가지지만, 그 물질에 대한 다양한 건강 장애를 규명하기 위해서는 유용한 모든 연구에서의 독성 종말점들(toxic endpoints)을 규명하여야 한다.

○결정적 연구 확인

결정적 연구란 특정 화학물질이 인체 전신 독성물질(systemic toxicants)인가를 결정짓는 정성 평가(qualitative assessment)에 가장 기여도가 큰 연구를 의미한다. 이 연구들은 실험동물을 이용한 연구와 인구집단에 대한 역학연구가 있으며, 또한 정량적인(quantitative) 용량-반응 평가에 이용될 수 있다.

○사람을 대상으로 한 역학연구(epidemiologic studies) 검토

인체자료는 종종 노출된 인구집단에 있어 유해영향을 정성적으로 평가하는 데에 유용하다. 적절한 독성 종말점과 관련된 노출수준에 대한 정보가 있다면, 역학연구는 정성적 용량-반응평가의 근거자료로 이용할 수 있다. 이런 자료가 존재한다면 동물에서 사람으로의 외삽이 필요하지 않으며, 위해성 평가시 동물 자료보다 우선순위에 두고 동물자료는 보충적인 정보로 이용한다.

○동물연구(animal studies) 검토

대부분의 화학물질은 인체영향에 대한 충분한 정보가 부족한데, 이때는 랫트(rat), 마우스(mouse), 토끼(rabbit), 기니아 피그(guinea pig), 햄스터(hamster), 개(dog) 또는 원숭이(monkey) 등을 실험동물로 연구한 결과를 이용한다.

○보충적인 연구(supporting studies) 참고

명확하기보다는 지지적인 정보를 제공하는 보충적인 정보는 다른 자료로부터 제공될 수 있다. 예를 들어, 대사 작용 및 약물동력학적 연구는 특정 물질의 독성 작용기전(mechanism of action)에 대한 정보를 제공할 수 있다. 동물에서 독성을 나타내는 화학물질의 대사 작용을 사람에서 나타나는 것과 비교하여 인체 독성 잠재성을 예측할 수 있고 사람에 있어 동일한 독성을 나타내는 용량을 추정하는 것이 가능하다.

○조사된 증거에 가중치 부여

화학물질이 인체에 위협성을 유발한다는 증거에 가중을 둘 수 있는 평가요소들은 다음과 같다.

- 여러 연구자에 의해 반복된 동물실험에서 유사한 연구결과
- 다양한 성별, 계통(strain), 종, 그리고 노출경로에서 유사한 영향
- 용량-반응 상관관계의 명백한 증거
- 대사와 작용기전에 대한 자료와 영향간의 관련성
- 구조적으로 관련된 성분에서 나타나는 유사한 독성
- 화학물질과 인체영향에 대한 증거들 사이의 관련성

○위험성 분류

물질에 대한 위험성은 앞에서 검토된 모든 자료를 토대로 각 기관마다 상이하게 분류하게 된다. 여기서 발암성 물질은 발암성 물질의 평가 방법에 따라, 발암성이 아닌 독성 물질은 그 물질 고유의 평가 방법에 따라 위해성 평가나 건강에 입각한 기준 설정 절차를 따르게 된다. 미국환경청의 경우 A, B는 발암성 위해성 평가 절차에 따라, D, E는 비발암성 위해성 평가 절차를 따르고, C의 경우는 두 가지 모든 방법을 적용한다(표 3-24).

표 3-24 미국환경청의 위험 물질 분류를 위한 매트릭스

인체 발암성에 대한 증거	동물 발암성에 대한 증거				
	충분	제한	불충분	자료없음	증거없음
충분	A	A	A	A	A
제한	B1	B1	B1	B1	B1
불충분	B2	C	D	D	D
자료없음	B2	C	D	D	E
증거없음	B2	C	D	D	E

주: A (Human carcinogen) : 사람에게 있어 확인된 발암물질
 B1, B2 (Probable human carcinogen) : 사람에게 있어 유력한 발암물질
 C (Possible human carcinogen) : 사람에게 있어 가능한 발암물질
 D (Not classifiable as to human carcinogen) : 사람에게 있어 발암물질로 분류할 수 없는 물질
 E (Evidence of non-carcinogen for human) : 사람에게 있어 발암성이 없는 물질

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

(나)노출 평가(2단계)

사람이 공기, 음용수, 식품첨가물, 치료약품, 그리고 토양 등 다양한 매체를 통해 위험성이 확인된 유해물질에 과연 얼마나 노출되는지를 결정하는 단계로, 그 물질의 매체 중 농도 또는 생물학적인 감시(biological monitoring) 자료들을 토대로 추정한다.

비발암성 물질 위해성 평가 2단계 : 노출평가

대표성 있는 시료를 선택, 최적의 분석을 통해 먹는물 중 비발암성 물질의 오염도 및 이를 섭취하므로 발생하는 일일 평균 인체노출량을 산출한다.

○환경 노출 평가

대상 화학물질에 대한 오염원 규명

유해화학물질의 발생원에 대해 조사하는데 직접 배출에 의한 것이라면 배출원, 배출량 및 위치 조사가 필요하다. 직접적 배출이 아니고 먹는물의 소독과정에서 발생하는 2차생성물인 소독부산물은 물에서 전구물질인 유기물질에 대한 배출원 및 배출량 역시 고려해야 한다.

환경중의 양상(environmental fate) 조사

인체노출과 밀접한 관련성이 있는 유해화학물질의 생성에서 소멸까지 과정과 매체간의 이동에 대한 구체적인 정보를 수집하는데, 대상 화학물질에 대한 옥탄올-물 분배계수, 헨리 상수, 증기압, 수용해도, 그리고 생체농축상수 등과 같은 물리적·화학적 성질을 조사한다. 이러한 성질은 특정매체에 대한 친화력을 결정하며, 화학물질의 농도는 매체간의 이동력을 결정한다. 또한 매체내 물질의 대사 경로 및 대사율의 변화는 순환계에 전달되는 물질의 양에 영향을 미쳐 독성반응을 변화시킬 수 있으며, 빛의 강도, pH, 습도, 온도, 그리고 입자상 물질 등은 화학물질을 변형시켜 소멸 역할을 하는 반면 더 독성이 강한 부산물을 생성시킬 수도 있다. 혼합 및 폭기와 같은 매체간의 전이는 휘발성 유기오염물질을 물에서 공기로 이동시키는 주 요소가 되며, 이 외에도 휘발성, 비극성, 수용성, 그리고 불용성 등의 성질로 인해 화학적 특성이 변화된다.

음용수중 대상 화학물질의 노출농도 결정

우선 대상 화학물질 시료의 대표성, 채취장소 및 시기 등을 결정하여 시료 채취 계획을 세우고, 채취 방법 및 전처리 방법을 결정한다. 채취한 후에는 화학물질의 손실을 예방하거나 최소화하여 운반하고, 표준화된 분석법으로 시료를 분석한다. 연구의 일부로 결과의 신뢰성을 검증하기 위해 QA(Quality Assurance)를 진행하고, 민감도 분석과 검출한계 결정 등을 통해 음용수중 농도를 측정한다. 이외에도 조직 또는 체액에서 화학물질의 농도를 측정함으로써 생물학적 감시를 통한 노출농도를 추정할 수 있다.

○인체 노출 평가

가능한 인체 노출경로 확인

음용수를 통한 노출경로는 대부분 구강경로를 통한 섭취이며, 일부 휘발성 유기오염물질의 경우는 구강경로 섭취 이외에도 가사활동이나 목욕 및 샤워 등으로 유의한 양이 호흡이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다.

실제 노출기간 고려

화학물질의 노출과 관련된 독성영향은 노출의 크기, 빈도 및 기간 등에 따라 매우 다양할 수 있다. 동물실험은 다양한 노출기간(급성, 아만성, 만성)에서, 단일, 간헐 및 연속 투여 등 다양한 용량 투여계획에서 진행된다. 예를 들어, 고용량-급성 연구에서 규명된 과도한 신경독성은 저용량-만성연구에서 나타나는 미소한 신경학적 변화를 더욱 확실하게 한다. 저용량-만성노출 연구에 특별히 관심을 기울여야 하는 이유는 기관 내의 축적(accumulation)을 통해 고용량-급성노출에서는 나타나지 않았던 영향이 발현할 수 있기 때문이다.

노출 가능한 인구집단 규명

음용수를 통한 노출인구집단은 잠정적으로 각 정수장으로부터 공급받는 급수인구나 음용수의 고정 소비층으로 가정할 수 있고 이들 급수인구에 따라 노출인구집단의 크기 및 분포가 결정된다. 또한 노출 인구 집단중 대상 화학물질에 대한 감수성이 강한 어린이나 특정 질환자(예: 유기오염물질의 경우 대부분 간이나 신장과 같은 기관에 주요 영향을 나타내므로 간질환이나 신장질환을 가지고 있는 사람)에 대해서도 반드시 고려해야 한다.

인체 노출량 산정

노출 변수에 대한 모수 값 결정. 노출량을 추정하기 위해 이용되는 가정들은 가능

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

한 정확하고 합리적이어야 하고, 노출 변수에 대한 모수 값은 실측치를 이용하여 인체 노출량 추정에 대한 불확실성을 감소시키는 것이 좋다.

인체 노출량의 계산은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{인체내 총용량} = & \text{오염물질의 농도(contaminant concentration)} \\ & \times \text{매체의 접촉율(contact rate)} \times \text{노출기간(exposure duration)} \\ & \times \text{흡수분율(absorption fraction)} \end{aligned}$$

오염물질의 농도 : 음용수중 대상 물질의 농도

매체의 접촉율 : 음용수 섭취율(표 3-25 참조)

노출기간 : 음용수 섭취 기간

흡수분율 : 음용수 섭취로 인한 위장관계 흡수율로 정확한 자료가 없는 한 100%로 가정

인체내 총용량 값을 평생 동안의 평균 일일 노출량으로 전환하기 위해 체중과 수명을 고려한다(표 3-26, 표 3-27).

평생 동안의 평균 일일 노출량(average daily lifetime exposure)

$$= \frac{\text{총용량}(total\ dose : mg)}{\text{체중}(body\ weight : kg) \times \text{수명}(lifetime : days)}$$

이를 정리하면, 임의의 농도로 오염된 음용수를 체중 60kg의 건강한 성인이 70년 평생(노출기간)동안 하루 2리터씩(접촉율, 표 3-25) 마심으로 인해 섭취될 수 있는 인체 노출량은 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{섭취인체노출량}(mg/kg/day) &= \frac{\text{현오염도수준}(mg/l) \times 2(L/day) \times 70yrs \times 100\%}{60(kg) \times 70yrs} \\ &= \frac{\text{현오염도수준}(mg/L) \times 2(L/day)}{60(kg)} \end{aligned}$$

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-25 일일 음용수 섭취량(L/일)

평균	90th percentile	범위	조사기관 ¹⁾	비고
1.26	1.98	-	연세대 환경공해연구소 (1995)	음용수 및 마시는 음료포함
1.40	2.0	1.98 ²⁾	US EPA(1980)	음용수 및 마시는 음료포함
1.63	-	-	NAS(1977)	문헌고찰(우유포함)
-	-	0.42-2.20	ICRP(1981)	음용수 및 마시는 음료포함
1.25	1.90	0.26-2.80	Gillson & Paulin(1983)	뉴질랜드, 109명 조사
1.20	-	1.07-1.30	FDA(1983)	음용수 및 식품 내 수분 포함
1.53	1.90	1.24-1.73	US EPA(1984)	음용수, 음료 및 알콜 체재 포함
1.39	2.00	0.80-1.96	NCI(1987)	환자-대조군 연구(음용수 섭취에 대한 방광암), 9000명 면접설문

1) NAS(The National Academy of Science), ICRP(International Commission on Radiological Protection), FDA(Food and Drug Admision), NCI(The National Cancer Institute)
 2) Standard deviation(표준편차)

표 3-26 평균 체중(kg)

국가	평균	조사기관	비고
우리나라	남: 66.1 여: 55.4 평균: 60.8	공업진흥청(1992)	근사치로 60kg 적용
	남: 65.9 여: 51.4 평균: 58.7	보건사회부(1991)	
미국	남: 78.1 여: 65.4 평균: 71.8	US EPA(1985)	근사치로 70kg 적용
WHO	-	WHO	60kg 적용

표 3-27 기대수명(year)

국가	평균	조사기관	비고
우리나라	남: 67.7 여: 75.7 평균: 71.7	통계청(1991)	근사치로 70세 적용
미국	남: 71.2 여: 78.2 평균: 74.7	US Bureau of Census(1985)	과거 70세로 적용/ 현재 75세로 적용권유

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

(다) 용량-반응평가(3단계)

비발암성 물질 위해성 평가 3단계 : 용량-반응평가
용량-반응 관계를 이용하여 독성 종말점(toxic endpoint)에서의 유해영향 무관찰수준 또는 최저관찰영향수준을 선정하고 불확실성 상수를 고려하여 참고치를 결정한다.

보통 비발암 독성물질의 경우는 일정 용량, 즉 역치(threshold)용량 이상에서 노출되어야 유해 영향이 관찰된다는 가정을 전제로 하고 있다. 다시 말하면, 일정 용량 이하로 노출되었을 경우는 유해한 영향이 발생하지 않을 것으로 가정한다. 여기서 유해영향(adverse effect)의 종말점들(endpoints)은 임의의 화학물질에 노출됨으로서 발생이 가능한, 그리고 정량가능한 모수의 변화, 신경학적인 변화 또는 장기독성과 같은 측정치를 통해 결정된다.

비발암 독성물질에 대한 안전수준을 결정하기 위해서 동물실험에서 다양한 유해영향의 종말점에 대해 유해영향 무관찰 수준(NOAEL)을 찾게 된다. 그러나 이 수준을 결정하기란 쉽지가 않기 때문에 종종 영향이 관찰되는 최저수준(LOAEL)을 찾기도 한다. 이러한 관찰수준을 근거로 불확실성(uncertainty)을 고려하여 동물에서 사람으로의 외삽을 함으로써 허용이 가능한 인체노출량을 결정한다.

○주요한 자료의 선택

일반적으로 정성적인 위해성 평가를 실행하는 데에는 유용한 인체자료가 부족하기 때문에 동물실험 자료들을 평가에 이용한다. 이들 동물 연구는 독성 물질의 노출을 신중하게 제어하고 노출 개체군간의 차이로 인한 문제와 다른 독성 물질의 동시 노출을 최소화하여야 한다. 그리고 인체와 가장 관련이 있는 동물모델을 규명하고, 명백히 관련된 실험종이 없는 경우, 가장 민감한 종을 이용한다. 왜냐하면 사람은 가장 민감한 실험종보다는 본질적으로 민감하지 않기 때문이다. 대부분의 화학물질의 경우 비발암 종말점을 조사하는 잘 제어된 코호트 연구가 없기 때문에 일부 역학연구는 결정적인 보조자료로 쓰일 수 있다. 인체자료를 이용하는 경우는 중간 외삽의 내재적인 문제를 해결할 수 있는 이점을 가지고 있다. 그러나 대부분의 경우, 동물실험의 자료를 이용하

는 것과 같이 비교적 고용량에서부터 일반 인구집단이 노출 가능한 환경중의 저농도로의 외삽은 필요하다.

○유해영향에 대한 여러 NOAEL중 최저 NOAEL을 선택

임의의 화학물질은 하나의 실험동물, 여러 노출기간의 실험에서 하나 이상의 독성영향을 유발한다. 일반적으로 이들 영향에 대한 NOAEL은 서로 다르며, 용량-반응 평가에 사용되는 결정적인 종말점은 가장 낮은 NOAEL을 나타내는 독성용량이 된다. 이때 NOAEL이란 대조군에 비해, 노출군의 개체에서 유해영향의 빈도나 심각성이 유의한 증가를 나타내지 않은 가장 높은 실험용량을 말한다.

○불확실성 상수 결정

종내 및 종간 다양성(intraspecies and interspecies variability), 동물실험의 질(quality) 및 기간(duration) 등을 고려하여 상이한 인구집단에 있어 실제로 허용이 가능한 용량을 결정하기 위해 불확실성 상수(uncertainty factor : UF)를 적용하는데, 이는 (표 3-28)과 같은 지표에 의거하여 선택한다.

○참고치 산출

참고치(Reference Dose : RfD)란 어떤 물질에 평생 노출되었을 경우 유해한 영향이 발생하지 않을 것으로 기대되는 일일 노출 허용량으로 다음과 같은 수식에 의해 산출된다.

$$\text{참고치 (mg/kg/day)} = \frac{\text{NOAEL 또는 LOAEL (mg/kg/day)}}{\text{불확실성 상수} \times \text{첨가 상수}}$$

이 값은 일정용량에서 화학물질의 잠재적 영향을 측정하기 위한 기준점으로 유용하게 사용된다. 보통 참고치보다 적은 노출용량은 건강위해도와 관련되지 않을 가능성이 크며, 참고치를 초과하는 노출빈도나 크기가 증가하면 인구집단 내에 유해한 영향이 발생할 확률이 크다는 것을 의미한다. 그러나 참고치 이하의 용량은 ‘허용이 가능하다’ 또는 ‘위해도가 없다’라고 혹은 참고치 이상의 용량은 ‘허용이 가능하지 않다’ 또는 ‘유해영향을 초래한다’라고 단정지어 결정할 수는 없다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-28 불확실성 상수 부여 방법

불확실성이 발생 가능한 내용	적용상수
사람에 있어 적절한 노출기간에 따르는 다양한 실험결과를 이용하고, 인구집단내 개인 간의 민감성을 고려한 불확실성	10
사람에 대한 자료가 유용하지 않아 동물장기연구의 타당한 결과를 이용한 경우, 동물에서 사람으로의 외삽과정의 불확실성	10
사람에 대한 자료가 유용하지 않고 단기노출연구의 실험결과를 이용한 경우, 노출기간의 외삽과정에서의 불확실성	10
NOAEL 대신 LOAEL을 사용한 경우의 불확실성	10
<p>첨가 상수(Modifying Factor : MF)</p> <p>과학적인 판단에 의거하여 첨가되는 불확실성 상수로 크기는 과학적 불확실성(자료의 신뢰성이나 충분한 정도, 실험에 할당된 동물수 등)의 전문적인 판단에 의존하여 판가름(기본값=1)</p>	0<MF<10

○참고치를 음용수에 해당하는 농도로 전환

DWEL(Drinking Water Equivalent Level)은 참고치(mg/kg/day)를 음용수에 상응하는 농도단위(mg/L)로 전환한 값으로 다음과 같은 방법으로 산출한다.

$$DWEL(\text{mg}/\ell) = \frac{\text{참고치}(\text{mg}/\text{kg}/\text{day}) \times \text{평균 체중}(60\text{kg})}{\text{일일 음용수 섭취량}(2\text{L}/\text{day})}$$

이 때, 평균체중, 일일 음용수 섭취량과 같은 모수는 노출인구집단 고유의 것을 사용하여 불확실성을 저감시키는 것이 좋다.

○오염원 상대 기여도 배정

오염원 상대 기여도(Relative Source Contribution : RSC)란 대기, 음용수, 식품, 그리고 토양 등과 같은 다양한 환경 매체 중에서 어떤 물질의 총 오염도에 각각의 매체가 기여하는 분율로서 음용수로 의한 기여도는 실측치가 없는 경우, 일반적으로 유기화합물은 20%, 무기화합물은 10%로 가정한다.

○평생 건강권고치 산출

평생 건강권고치(Lifetime Health Advisories : LHAs)란 DWEL 값에 음용수 섭취로 인한 기여도를 고려한 농도로서 아래와 같은 방법으로 계산되며, 이 농도를 허용 수준(체중 60kg의 건강한 성인이 물을 일일 2 L씩 평생 마시고 산다고 가정할 때, 유해영향이 발생하지 않을 것으로 기대되는 일일 평균 농도)으로 간주할 수 있다. 미국 환경보호청(EPA)의 경우는 위와 같은 과정을 통해 산출된 평생 건강 권고치를 음용수 수질 기준의 최대 허용 오염농도(Maximum Contaminant Level : MCL)로 정하고 있다.

$$\text{평생 건강권고치 (mg/l)} = DWEL \times \text{오염원 상대 기여도}$$

비발암성 물질에 대한 용량-반응평가의 전체적인 지침은 (그림 3-21)과 같다.

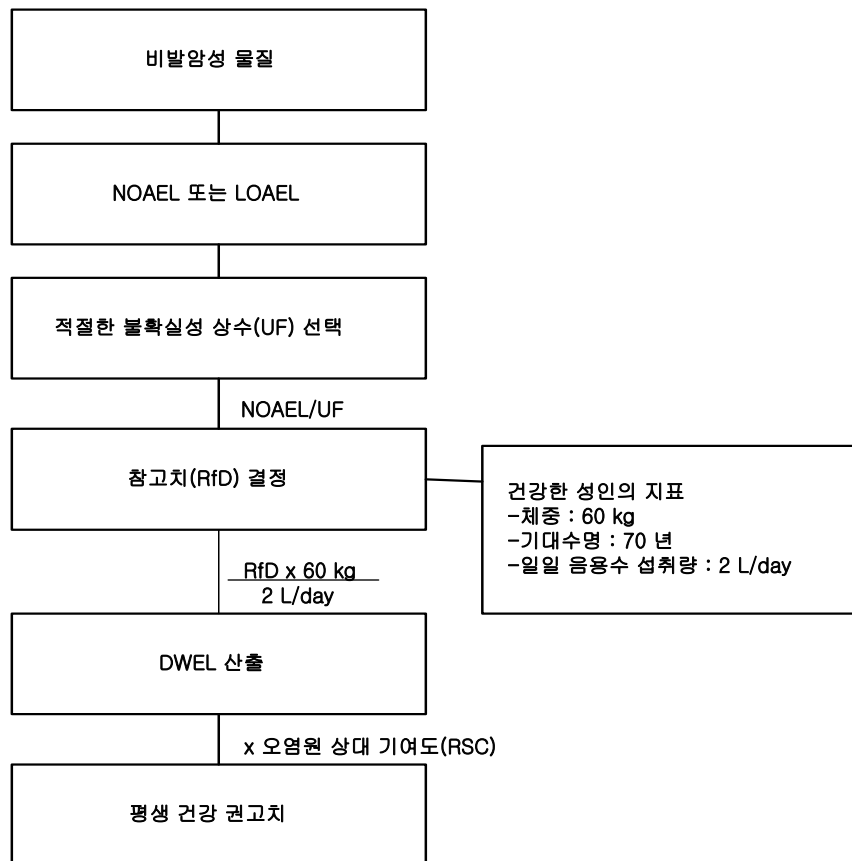


그림 3-21 비발암성 물질에 대한 용량-반응평가의 전체적인 지침

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

(라) 위해도 결정(4단계)

비발암성 물질 위해성 평가 4단계 : 위해도 결정
용량-반응 평가에 의해 결정된 참고치와 노출평가에 의해 산출된 인체노출량을 비교하거나, 각 단계에서 결정된 평생건강권고치와 먹는 물중 오염도를 비교하여 위험 값 및 총 위험도를 산출한다.

비발암성 물질의 노출에 따른 위해도 결정은 용량-반응 평가를 통해 산출된 참고치 또는 평생건강 권고치와의 비교를 통해 실행한다. 현 오염수준을 평생 동안의 일일허용가능량(참고치) 또는 허용가능농도(평생 건강 권고치)와 비교하여 산출되는 위험지수(Hazard Quotient : HQ)이 '1'을 초과하는 경우에는 유해영향(독성)이 발생할 가능성(likelihood)이 있음을 제시해 주며, '1'이하인 경우에는 발생할 가능성이 없음을 제시해 준다.

$$\text{위험값 (HQ)} = \frac{\text{현 오염도 수준에서의 인체 노출량 (mg/kg/day)}}{\text{참고치 (mg/kg/day)} \times \text{오염원 상대 기여도}}$$

$$\text{또는 } \frac{\text{현 오염도 수준 (mg/l)}}{\text{평생 건강 자문치 (mg/l)}}$$

음용수내 역치 이하의 용량으로 다양한 비발암성 물질이 포함되어 있다면, 이들 복합물질의 총 위험도는 각각의 물질에 해당하는 위험값을 합한 것으로서 유해영향의 크기는 총위험도에 비례하고 '1'을 초과하는 경우는 잠재적인 건강장해를 유발시킬 수 있는 가능성이 있음을 가정으로 한다.

$$\text{총위험도} = \sum \text{비발암성물질의 각 위험값}$$

이와 같은 방법은 어떤 물질의 수질기준을 설정할 때 매우 간명한 수치를 보여주므로 정책결정자들이 이해하기 쉬운 장점이 있다.

4-4. 발암성 물질의 수질기준의 설정 단계별 절차

발암성 물질에 대한 수질기준의 설정시에도 단계별 접근을 하여야 한다.

(가) 해당 물질에 대한 발암성 정보의 수집 및 분석·평가(1단계)

발암성에 대한 다음과 같은 중요한 증거들을 검색한다.

- 물질 노출과 암발생 사이의 관련성에 대한 인체 역학 연구
- 통제된 실험조건 하에서의 장기 동물실험연구
- 유전자 독성, 대사 및 약물동력학적 성질을 규명하기 위한 단기검사, 종양 이외의 독성영향, 구조-활성 상관관계, 물질의 물리·화학적 성질 등에 관한 연구

암을 유발시키는 화학물질에 대한 대부분의 역학적 연구는 산업현장의 노출 조건하에서 연구된 것이다. 이는 다른 일반 인구집단에 비해 고농도로 노출되고, 노출집단을 장기간 추적할 수 있기 때문이다. 따라서 노출과 암발생 사이의 양성 관련성은 일반 인구집단에 직접적인 적용이 가능하다. 그러나 양성 결과를 얻을 수 있는 역학 연구(positive studies)는 강력한 발암물질이거나 아주 희귀한 형태의 암을 유발시키는 화학물질에만 국한되어 있다. 따라서 대부분의 화학물질의 경우, 인체 역학 자료를 얻기는 매우 힘들다. 그러므로 동물 실험 자료를 이용하는 경우가 대부분이다.

동물 발암물질의 생체 정량검사(animal bioassay tests)는 전형적으로 랫트(rat) 또는 마우스(mouse)의 수명주기인 2년에 걸쳐 행해진다. 노출경로는 흡입과 섭취이고 모든 조직의 검사를 시행하고, 다음과 같은 지표들이 인체 발암성과의 관련성을 높여준다.

- | | |
|---------------------|------------------|
| - 사람과 동일한 노출경로 | - 다수의 종에서 활성 |
| - 종간에 상응하는 종양부위 | - 여러 부위(장기)에서 활성 |
| - 사람에게 흔한 표적기관 | - 기관 또는 전신 독성 |
| - 종양 발생의 시간 및 진행 정도 | - 다양한 노출수준에서의 반응 |

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

발암성에 대한 부가적인 정보를 얻기 위한 유전자 독성 검사(genotoxic tests)는 화학물질이 DNA와 반응하거나 또는 변형시키는 정도를 측정하기 위한 단기검사(short-term test)로서 양성결과가 화학물질의 발암성을 충분히 입증할 수는 없지만 가능성을 제시한다. 이들 검사에는 Ames test와 같은 돌연변이원성 검사, 염색체(chromosome)의 수나 구조의 변화를 측정하는 chromosome effect 검사, DNA의 손상을 측정하는 DNA 손상검사, 그리고 세포의 변화를 측정하는 세포 변환 검사(mammalian cell transformation test) 등이 있다. 이들 단기 검사중 Ames test가 가장 널리 알려져 있고 광범위하게 이용되는 검사법으로, 화학물질의 Salmonella typhimurium 균주의 특정 유전인자에 대한 돌연변이원성을 측정하는 것으로, 이 검사에서 양성결과를 얻은 화학물질의 약 90%는 동물실험에서 발암성을 나타내며 단기간에 적은 비용으로 수행할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

발암성에 대한 실험값이 없는 경우, 인체발암물질의 구조적 유사성(structural similarities)을 평가하는데, 예를 들어 발암성 정보가 없는 nitrosamine이나 벤지딘 유도체가 발암성 물질로 분류되는 이유는 구조가 유사한 많은 다른 nitrosamine과 벤지딘이 동물실험에서 양성결과를 나타내기 때문이다. 다른 예로 dichlorobenzene의 3가지 이성질체 또한 발암성일 수 있다. 왜냐하면 hexachlorobenzene이 동물성 발암물질이고 benzene은 인체발암물질이기 때문에, 증명되지는 않았지만 구조가 유사한 dichlorobenzene이 발암물질이라 결론 내릴 수 있다.

인체발암성에 대한 물질의 잠재성은 물질의 잠재 발암력과 같은 정보나 관련 연구의 질에 따라 추정할 수 있다. 증거의 가중 방법(weight-of-evidence)은 그 물질이 인체 발암물질인가를 분류하기 위한 접근법으로 역학연구와 동물연구에서 나온 증거들을 통합하여 예비분류하고, 보충적인 자료를 이용해서 이를 상향 또는 하향 조정한다. 이에 기초하여 미국 환경보호청 등 외국에서는 대상 화학물질을 여러 가지 범주로 구분하고 있다(표 3-29).

표 3-29 국외의 발암물질 분류 체계

국제 암 기구 (IARC)	미국 환경보호청 (US EPA)	유럽 연합 (EU)	독 일	노르웨이
1. Carcinogenic to Humans 2A. Probably Carcinogenic to Humans 2B. Possibly Carcinogenic to Humans 3. Not classifiable as to its Human Carcinogenicity 4. Probably Not Carcinogenic to Humans	A. Human Carcinogen B. Probable Human Carcinogen B1 -Limited evidence B2 -Sufficient evidence C. Possible Human Carcinogen D. Not classifiable as to Human Carcinogenicity E. Evidence of Non-carcinogenicity for Humans	1. Known to be Carcinogenic to Man "May cause Cancer" 2. Regarded as if Carcinogenic to Man "May cause Cancer" 3. Concern for Man Owing to Possible Carcinogenic Effect	A 1. Carcinogenic in Man A 2. Animal Carcinogen B. Suspect Carcinogen	I. Sufficient Evidence of Carcinogenicity II. Limited Evidence of Carcinogenicity

(나) 해당 물질의 용량-반응 상관관계를 규명(2단계)

발암성 물질의 용량-반응 곡선(dose-response curve)은 비발암성 물질과 같이 역치(threshold)를 전제로 하지 않는다. 즉, 역치가 존재하지 않는다는 것은 아주 저농도에서도 유해한 반응이 발생할 가능성이 존재한다는 것을 의미한다. 이러한 근거는 ‘일반적으로 회복이 불가능한(irreversible) 손상은 단지 단일용량 투여 후에 따르는 단일 체세포내 돌연변이(mutation)로부터 발생된다’는 사실에 입각한다. 그러나 발암물질이 대사를 통해 무독화되거나 발암물질에 의해 손상된 DNA가 DNA 수복체계(repair system)에 의해 복구되는 기전 때문에 발암성 물질의 역치의 유무에 대해 많은 논란이 있어 왔다. 그러나 암은 일단 발생하면 회복이 불가능하므로 절대적인 안전은 노출이 없어야 가능하다는 이론을 전제로, 발암성 물질의 경우는 비역치 모델(nonthreshold model)을 사용하는 것이 일반적이다.

우선 발암성 물질의 동물실험에 의한 용량-반응 관계를 통계학적인 기법을 이용하여 사람의 경우로 적용해야 한다. 이때 두 가지 과정이 필요한데 첫 번째는 고용량에서 저용량으로의 외삽과정으로 일반적으로 동물 종양연구에 있어서는 최대내성용량(Maximum Tolerable Dose : MTD)이하에서 실험이 진행되지만, 우리가 추정하고자

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

하는 영향은 환경 중 저농도에서의 장기노출에 의한 것이므로 고농도에서 저농도로의 외삽이 필요하며, 이때 비역치에 입각한 수학적 모델이 사용된다. 또 사람에 대한용량-반응을 추정하기 위해서는 동물실험에서 사용된 용량을 사람에 해당하는 용량(human equivalent dose)으로 전환하는 과정(dose scaling)이 필요하다. 이때는 체표면적에 입각하여 용량을 전환하는 것이 일반적이며 용량에 대한 반응은 사람이든 동물이든 동일 용량에 대해서는 동일한 영향(equipotent)을 나타내는 것으로 가정한다. 이러한 과정을 통해 궁극적으로 얻고자 하는 모수는 결국 인체 위해도 추정과 관련된 발암 잠재력(carcinogenic potency) 또는 단위 위해도 추계치(unit risk estimate)이다. 구체적인 용량-반응과정의 진행은 다음과 같다.

① 용량-반응 상관성을 규명하기 위한 적절한 자료군을 선택한다.

용량-반응 상관성을 규명하기 위한 자료들의 경우, 동물자료보다 역학자료를 선호하고, 적당한 역학자료가 없는 경우 실험동물의 생물학적 반응은 인체의 생물학적 반응과 거의 유사한 것(예: 유사한 대사작용)을 선호하고, 해당하는 자료가 없는 경우, 가장 민감한 동물종, 종류 및 성에서 실험된 자료를 선호한다.

이들 자료들은 다음과 기본적인 조건에 합당한지 검토를 해야 한다.

·적어도 두 용량 이상에서 잘 계획된 동물실험인가?

·최대 고용량은 발암성 이외에 다른 독성영향으로 동물 수명주기(life span)에 영향을 미치지 않는 용량으로 설정되었는가?

·실험동물의 수는 각 용량당, 각 종(species)당, 각 성(sex)당 50마리를 기준으로 하고 있는가?

·인체노출경로와 동일 또는 유사한가?

·동물의 전체 수명주기를 통한 연구인가?

·대조군에 비해 종양발생의 유의한 증가를 나타내는 용량-반응 상관성이 양호한가?

② 고용량에서 저용량으로의 외삽을 실행한다.

용량-반응 모델이란 주어진 노출용량으로부터 반응을 예측하고 고농도에서 저농도

로 외삽하는 함수이다. 여기서 용량-반응 함수 $P(d)$ 는 주어진 시간까지 노출용량 d 로 인하여 한정된 모집단으로부터 임의로 선택한 개인에 있어 종양과 같은 생물학적 반응이 발생할 확률로서 동물자료는 사망여부 또는 종양발생 여부와 같은 정성반응자료가 이용된다. 용량-반응 함수는 일차적인 용도로 노출용량으로부터 반응을 예측하는 목적 이외에 안전용량을 결정하는 도구로 이용된다.

용량-반응 평가에서 자주 이용되는 수학적 모델은 one-hit 모델, multi-hit 모델, 선형화 다단계(linearized multistage) 또는 다단계(multistage) 모델 그리고 probit, logit 및 Weibull 모델이다. 외삽은 일반적으로 관찰자료를 수학적 모델에 맞춘 후 모델을 관찰 범위에서 저농도 노출에서 기대되는 위해도를 하향하여 확장함으로써 실행된다. 고용량에서 저용량으로 외삽모델들과 저용량에서의 양상은 (표 3-30)과 같다. 또한 각 수학적 모델의 생물학적 가정은 (표 3-31)의 내용을 근거로 한다.

용량-반응 평가에서 저용량으로의 외삽에 있어 가장 고려해야할 문제는 적절한 모델의 선택이다. 여러 가지 외삽모델에 관찰자료의 적합도가 양호하더라도 저용량에서 예측되는 위해도는 매우 큰 차이를 보이게 되므로 ‘외삽모델의 생물학적인 발암기전’, ‘통계학적인 적합성’ 그리고 ‘일관적이고 합리적인 결정 지침’에 의하여 검토되어야 한다. 미국 환경보호청(EPA)에서는 경우에 따라 화학물질의 생물학적 발암기전에 대한 적절한 정보가 없는 경우 선형화다단계 모델(linearized multistage model)을 이용하고 있다. 그 이유는 이 모델이 발암기전을 수학적으로 잘 반영하고 있으며, 초과 암 발생의 예방적인 측면에서 규제기준 설정시 더 낮은 농도를 나타내기 때문이다.

③ 동물 실험 자료의 경우 동물 용량을 사람에게 해당하는 용량으로 전환한다.

동물용량에서 사람으로의 용량 전환(dose scaling)을 위해 일반적으로 체표면적(체중^{0.75}) 지표를 이용한다. 이는 서로 다른 종(species)에 있어서 대사율은 체중보다 체표면적에 더 밀접하게 관련된다는 약리학적인 근거를 가정으로 하고 있으며, 이때 용량에 대한 반응은 사람이든 동물이든 동일 용량에 대해서는 동일한 영향(equipotent)을 나타내는 것을 가정한다.

④ 단위 노출 용량에 대한 발암력 또는 단위 오염 농도에 대한 단위 위해도 추계치를 산출한다. 그리고 다양한 위해도에 상응하는 농도를 추정한다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-30 고용량에서 저용량으로의 외삽모델과 저용량에서의 양상

모 델	용량 d에서 발암위해도 P(d)	저용량에서의 양상		
		Linear	Sub-linear	Supra-linear
Probit	$(2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{\alpha + \beta \log d} \exp(-u^2/2) d_u (\beta > 0)$	-	$\beta > 0$	-
One-hit	$1 - \exp(-\lambda d) (\lambda > 0)$	$\lambda > 0$	-	-
Multi-hit	$[(k-1)!] \int_0^{\lambda} du^{k-1} \exp(-u) d_u (\lambda, k > 0)$	$k=1$	$k > 1$	$k < 1$
Weibull	$1 - \exp(-\lambda d^m) (\lambda, m > 0)$	$m=1$	$m > 1$	$m < 1$
Multi-stage	$1 - \exp(-\sum_{i=0}^k \beta_i d^i) (\beta_i \geq 0)$	$\beta_1 > 0$	$\beta_1 = 0$	-

표 3-31 수학적 모델의 생물학적 가정에 대한 근거

수학적 모델	생물학적 가정들
Probit/ Lognormal (Mantel-Bryan)	세포내로 들어온 발암물질의 용량이 역치보다 크면 암이 발생한다. M-B모델은 Probit모델의 수식 중 $\beta=1$ 인 경우이다.
Multihit/ one-hit	한 정상세포가 암에 걸리기까지는 발암물질이 동일한 세기로 k번/1번의 hit을 가하여야 한다.
Weibull	n개의 세포로 이루어진 조직에서, 한 세포라도 암에 걸리면 조직도 암에 걸린다.
Multistage	하나의 정상세포가 암세포가 되기까지 다단계(k단계)가 필요하며 이 과정은 비가역적이다.

발암력(cancer potency, q_1^*)은 용량-반응 곡선에서 95% 상한값에 해당하는 기울기(slope), 즉 선형계수(linear coefficient)로서 평균체중(일반적으로 60kg)의 건강한 성인이 어떤 화학물질에서 단위 노출용량(mg/kg/day)으로 오염된 환경매체(물, 공기, 식품 등)를 기대수명(일반적으로 70년) 동안 접촉하고 살 때 그로 인해 발생 가능한 초과발

암확률의 95% 상한값을 의미한다. 단위 위험도(unit risk) 추계치는 발암력과 동일한 의미이나 단지 단위용량(mg/kg/day)이 아니라 단위농도($\mu\text{g/L}$)당 발암확률로 전환한 수치이다.

이때, 노출기간이 해당실험동물의 생명주기(life span)보다 짧은 경우의 발암력은 (동물의 생명주기/실험노출기간)³에 비례한다는 가정을 근거로 기간에 대한 보정을 해주어야 한다. 또한 동물실험의 노출경로가 인체 노출경로와 다른 경우, 예를 들면, 음용수 섭취로 인한 인체 위험도를 산정하려고 하나, 동물자료가 흡입자료만이 유용하고, 흡수율이나 대사율에 대한 정보가 없는 경우는 두 가지 노출경로 모두 흡수율을 100%로 가정하고, 정보가 있는 경우에는 흡수율이나 대사율을 고려하는 것이 좋다. 가능한 이런 것은 피하는 것이 좋고, 부득이한 경우는 이와 같이 노출경로간의 외삽에 대한 불확실성을 잘 기술하여 분석해야 한다.

- 발암잠재력 [$(\text{mg/kg/day})^{-1}$] : 용량-반응 곡선에서 기울기의 95% 상한값으로
단위 노출용량(mg/kg/day)당 초과 발암 확률
- 단위위해도 추계치 [$(\mu\text{g/l})^{-1}$] = 발암잠재력 [$(\text{mg/kg/day})^{-1}$] \times [(체중, kg)⁻¹]
 \times 음용수 섭취량(L/day) $\times 10^{-3}$ (단위 환산계수)
- 목표 위험도에 해당하는 농도: 용량-반응 평가를 통해 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} 의 위험도(각각 만명당, 십만명당, 백만명당 1명의 초과 발암 위험도)에 해당하는 음용수 중 농도

(다) 허용 위험도 수준에서 기준 설정(3단계)

실제로, 미국 환경보호청(EPA)에서는 음용수 중 환경성 발암물질의 경우 음용수내 수질기준목표(Maximum Contaminant Level Goal : MCLG)를 '0'으로 하고 있으며, 허용 위험도(acceptable risk)는 자연적으로 발생할 수 있는 10^{-6} (백만명당 1명의 초과발암확률) 수준으로 정하고 있다. 이 위험도는 무시해도 좋은 아주 작은 위험도로 이에 상응하는 농도를 가상 안전용량(Virtually Safe Dose : VSD)이라 한다. 그러나 실제

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

환경 중 발암물질의 경우, 여러 가지 투자비용에 대한 경제적 손익이나 공학적 처리 기술이라든지 분석기술에 대한 조건들이 감안되어 법적인 규제치는 약 10^{-5} 정도의 농도에서 결정되는 경우가 대부분이다.

5. 안전성 평가와 수질기준의 제안

먹는물 수질기준은 이미 위해도를 고려하여 설정한 수치이므로 이를 가장 하한선으로 보는 것은 당연할 것이다. 그러나 현실적으로는 어떤 기준을 지키기 어려운 상황이 자주 발생한다. 이에 따라 각국은 그 나라의 실정에 맞게 적절한 기준을 선택하여 수질기준으로 설정하고 있다. 방사성 물질만 보더라도 분명히 영향이 있어서 WHO도 음용수 수질 권장치를 설정하였으나, 이도 나라마다 기준이 다르며 우리나라는 아직 수질기준이 설정이 되지 않았다.

현재 먹는물의 원수로 대두되고 있는 해수는 붕소, 스트론튬, 브롬, 경도, 그리고 수소이온농도 등이 건강에 영향을 줄 수 있는데, 특히 붕소가 수처리 과정에서 통상적인 방법으로는 잘 제거되지 않아서 음용수로서 활용이 지체되고 있다. 국제적으로는 담수가 부족한 나라에서는 해수를 식수로서 이용이 증가 중인데 수처리 비용이 막대하게 소요되므로 탈염수에 대하여 붕소같은 것은 수질기준을 완화하여 적용하고 있다. 여기에서는 붕소 등 건강에 영향을 미치는 물질에 대하여 안전성을 검토하여 새로운 수질기준을 설정하는 방안이 타당성이 있는지를 살펴본다. 물질의 안전성 혹은 위해성에 대한 평가를 위해서는 물질의 기본적인 물리화학적 특성이 파악되어야 한다. 본 절에서는 탈염수에 대한 수질기준은 국제적으로도 이제 도입 단계이므로 본격적인 음용에 앞서 원수 및 처리수의 건강 안전성이나 수처리 방법 등에 대하여 엄격한 검토가 필요하다.⁸⁶⁾

탈염수의 수질기준을 설정하는 방안을 단순하게 보면 3 가지로 볼 수 있는데(표 3-32), 현재의 먹는물 수질기준을 적용하는 것이 일견 가장 타당해 보이지만 해수에는 스트론튬이나 브롬 같이 현재 먹는물 수질기준에 포함되지 않은 것과 기술적인 제약으로 현재의 수질기준을 충족하기 어려운 붕소 같은 것이 있으므로, 항목별로 수질기

86)WHO, 2004, Desalination Guidelines Development for Drinking Water:Background. 이 자료도 아직 미완성이므로 탈염수에 대한 연구는 지속되어야 한다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

준을 별도로 선정하는 제1안과 제2안의 문제점과 해결책을 중점적으로 고찰해 본다.

표 3-32 해양심층수 탈염수의 먹는물 수질기준 설정안의 비교

구분		1안	2안	3안
인정시 고려사항	원칙	-별도규정 설정 후 장래 현행 먹는물 수질기준 충족 목표달성 유도	-별도규정 설정 및 그 대로 존치	-현행 먹는물수질기준 충족하는 것만 인정
	비교	-기술수준 및 초기 개발비의 부담을 줄이면서 장래 현재의 먹는물 수질기준을 충족토록 유도	-원수가 같은 제품수는 일원화된 관리가 필요 -먹는샘물도 별도 규정 설정	-먹는물 수질기준을 충족하지 못하는 것은 다른 것(혼합음료 등)으로 유통되도록 유도
수질기준 (처리수)	붕소	① 5mg/L 이하(WHO 천연광천수) ② 1mg/L 이하(일본감시항목 기준) ③ 0.5mg/L(WHO 병입수) ④ 0.3mg/L 달성(국내 먹는물 기준)	5mg/L 이하 (WHO 천연광천수 5) (해수평균 4.6, 우리나라 심층수 처리수 3.7)	0.3mg/L 이하
	pH	5.8-9.0⇒5.8~8.5 (붕소와 유사한 목표연도 적용)	5.8-9.0(EU는 9.5) (해수 특성 반영)	5.8-8.5
	경도	700mg/L 이하 존속 혹은 장래 ⇒500mg/L	700mg/L 이하 (일본의 제품수는, 일부는 1,000 이상)	500mg/L 이하 (먹는샘물과 동일)
	증발 잔류 물	1,000mg/L 이하⇒ 500mg/L	1,000mg/L 이하 (WHO 기준, 국내 처리수 일부 650)	500mg/L 이하 (먹는샘물과 동일)
	브롬 산염	0.025mg/L(WHO) 0.01mg/L(위해성 검토 결과)	-수질기준 추후 설정	(현재 기준 없음) →오존 등의 수처리 제한
	기타	-세부 수질기준 항목별 목표 달성 년도는 차후 결정	-기타 경미한 조정 필 요	-현행 먹는물수질기준 과 동일
필요 조치	-상표 규정의 강화(경도, 붕소 등의 함량 표시, 부작용의 우려, 의사의 권유 표시 의무 등)	-상표 규정의 강화 -먹는샘물의 차별성 인정	-먹는물관리법을 개정 하여 관련 조항 삽입 -기타 규정은 별도 마 련	
비교	-수질기준이 평생 음용을 기준으로 하므로 잠정기간 인정 가능	-안전성의 우려가 약 간 있음	-수질기준은 안전성을 최우선으로 고려하여 현수준을 유지	

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

5-1. 붕소

국내의 일부 정수장의 원수에서 붕소가 수질기준을 초과한 사례가 있었지만⁸⁷⁾, 붕소는 담수를 음용수의 원수로 사용할 경우에는 정수처리과정에서 대부분 제거되기 때문에 문제가 크게 발생하지 않는다. 그러나 염수에서는 정수처리과정에서 상당량의 붕소가 잔류하여 국내의 먹는물 수질기준을 초과하는 경우가 많다.

(가) 물리화학적 특성

붕소는 비금속원소로서 주기율표에서는 IIIA족에 속하고, 산화상태는 +3가이다. 원자번호는 5이며 원자량은 10.81이다. 붕소는 ¹⁰B(19.8%)와 ¹¹B(80.2%)의 두 가지 동위 원소의 혼합물이다.⁸⁸⁾ 붕소와 일부 붕소화합물에 대한 물리화학적 특성은 (표 3-33)에 있다.

○붕소와 그 화합물의 종류⁸⁹⁾

붕소는 자연계에 홑원소물질로서는 존재하지 않으나, 붕산 또는 붕산염으로서 널리 분포한다. 붕산염 광물로는 붕사를 비롯하여 커나이트, 코토아이트, 수안석(透安石), 그리고 자이벨리아이트 등이 있다. 또, 바닷물 속에도 소량이 함유되어 있다. 클라크수는 0.001로 제41위이다. 1720년 붕사와 황산에서 붕산을 얻었고, 1807년 영국의 H.데이비가 붕산을 전기분해하여 홑원소 물질로서 처음으로 추출하였다. 처음에 붕산('boric acid')의 이름을 따서 'boracium'이라는 이름을 제안하였으나, 그 성질이 탄소(carbon)와 비슷하기 때문에 'boron'이라 부르게 되었다. 붕소는 금속 광택이 있는 단단한 흑색 고체로, 전기 반도체이다. 굳기는 9.3으로 다이아몬드(금강석) 다음이며, 탄화붕소보다 단단하다. 화학적 성질은 규소와 비슷하여, 그다지 활발하지 않다. 진한 염산이나 플루오르화수소와는 가열해도 반응하지 않고, 뜨거운 진한 질산이나 황산과 작용하여 붕산이 된다. 플루오르와는 상온에서, 염소와는 41℃에서, 또 브롬과는 71℃에서 직접 반응하며, 요오드와는 반응하지 않는다. 산소 속에서는 700℃에서 빛을 발하면서 연소하고, 황과는 600℃에서 반응한다. 질소 또는 암모니아와 가열하면 질화붕소가 되고, 탄소·규소와는 고온에서 반응하여 붕소화물이 된다.

87) 울산시의 정수장에서 갈수기 때 원수에서 붕소가 초과되는 경우가 있으나, '원수'를 '정수'로 단순 오기한 것으로 해당 정수장은 밝히고 있다(조선일보 2004.3.11, 인터넷 판).

88) WHO, 1998, Environmental Health Criteria 204: Boron. International Programme on Chemical Society, Geneva, Switzerland, ISBN 92 4 157204 3(US EPA, 2001, p2. 재인용)

89) 붕소의 일반적인 기술은 네이버 백과사전에서 인용하였다.

붕산염 [硼酸鹽, borates]

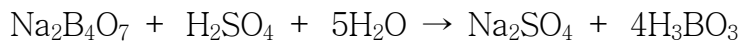
붕소를 중심원자로 하는 산소산의 염으로, 메타붕산칼륨(KBO₂), 메타붕산나트륨(NaBO₂) 등의 메타붕산, 붕사와 같은 사붕산염(Na₂B₄O₇·10H₂O) 및 오붕산염(KB₅O₈·4H₂O)이 알려져 있다. 천연으로 존재하는 것은 대부분 함수염(含水鹽)이다. 무수염은 붕산과 금속산화물의 용해에 의해, 함수염은 수용액에서 얻을 수 있다. 알칼리 금속의 붕산염은 무색이며, 보통 결정수(結晶水)를 가지고 물에 녹는다. 수용액은 가수분해에 의하여 알카리성을 나타낸다. 그 밖의 금속의 붕산염은 일반적으로 물에 잘 녹지 않는다.

붕산 [硼酸, boric acid]

산화붕소 B₂O₃가 수화(水和)되어 생기는 산소산이다. 오르토붕산, 메타붕산, 그리고 사붕산을 총칭하는데, 보통 붕산이라 하면 오르토붕산을 가리킬 때가 많다.

① 오르토붕산: 화학식 H₃BO₃

무색 투명하거나 또는 백색 광택을 가진 인편상(鱗片狀)의 결정이다. 냄새는 없으며, 특유한 맛이 약간 난다. 녹는점 184~186℃, 비중 1.49. 100g의 물에 3.992g(20℃), 2.66g(10℃)이 녹는다. 수용액에 쿠르쿠마의 황색시험지[薑黃紙]를 적시면 갈색이 되고, 100℃에서 말리면 적색이 되므로, 이 반응은 붕산의 검출에 이용된다. 알코올과 글리세롤 등에도 녹으며, 알코올 용액에 점화하면 붕산과 알코올에 의하여 생긴 에스테르가 불꽃 속에서 분리하여 녹색 불꽃을 만들므로 이 반응도 붕산의 검출에 이용되는 경우가 있다. 100℃로 가열하면 1분자를 잃고 메타붕산이 되고, 더 가열하면 140℃에서 사붕산으로, 적열(赤熱)에 의하여 산화붕소로 변한다. 천연산의 붕산염, 특히 붕사 Na₂B₄O₇에 황산 H₂SO₄ 등 무기산(無機酸)을 작용시키면 생기는데, 온도에 따라 물에 대한 용해도의 차가 매우 크므로, 그 성질을 이용하여 정제하거나 분리시킬 수 있다.



오르토붕산은 붕규산 유리, 도자기의 유약, 범랑(瑛瑯) 등의 원료가 되며, 또 비타민 B₂나 루틴 등의 주사제에 가하여 용해를 촉진시키기도 한다. 많이 마시면 위험하며, 치사량은 성인 약 20g, 어린이 약 5g이다.

표 3-33 붕소와 붕소화합물의 물리화학적 특성

구분	붕소	붕산	보랙스	오붕산염	무수붕사	산화붕소
영문표기	Boron	Boric Acid	Borax	Borax Pentahydrate	Anhydrous Borax	Boron Oxide
CAS 등록번호	7440-42-8	10043-35-3	1303-96-4	12179-04-3	1330-43-4	1303-86-2
분자식	B	H ₃ BO ₃	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H ₂ O	Na ₂ B ₄ O ₇	B ₂ O ₃
분자량	10.81	61.83	381.43	291.35	201.27	69.62
붕소 함량(%)	100	17.48	11.34	14.85	21.49	31.06
물리적 특성	흑색 결정, 황갈색 비정질 분말	백색이나 무색의 결정질 입상 혹은 분말	백색이나 무색의 결정질 입상 혹은 분말	백색이나 무색의 결정질 입상 혹은 분말	백색이나 무색의 유리질 입상	백색이나 무색의 유리질 입상
비중(20℃)	2.34	1.51	1.73	1.81	2.37	2.46
용융점(℃)	2,300	169	75(분해됨)	742	741	450
비등점(℃)	2,550	300	320	320	1,575(분해됨)	1,500
용해도(% w/w)	불용성	4.72(20℃) 27.53(100℃)	4.71(20℃) 65.63(100℃)	3.6(20℃) 50.15(100℃)	2.48(20℃) 34.5(100℃)	급격히 붕산으로 수화됨
증기압(mm Hg)	1.56×10 ⁵ (2,140℃)	-	-	-	-	-

자료: US EPA, 2001, Toxicological review of Boron and compounds(CAS No. 7440-42-8), p3.

② 메타붕산: 화학식 HBO_2

세 가지 이성질체의 존재가 알려져 있다. 물에는 매우 서서히 녹으나, 알칼리 수용액에는 잘 녹는다. 수용액은 오르토붕산과 같은 성질을 가진다. 오르토붕산을 가열이나 탈수하면 생긴다.

③ 사붕산: 화학식 $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

피로붕산 혹은 테트라붕산 등이라고도 한다. 유리상 물질로서 알칼리금속염은 안정하다. 오르토붕산을 140°C 에서 40시간 가열하면 생긴다.

○붕소의 산업계 사용처

붕산과 붕산염(주로 보렉스[borax]와 디스오디움 사붕산[disodium tetraborate decahydrate])은 유리제조, 유리섬유 차단제, 도자기 에나멜, 요업 유약, 합금 등에 광범위하게 사용된다. 또한 셀룰로오스 차단제에서 지연제, 세탁용 첨가물, 비료(붕소는 식물에 필수 요소이다), 제초제(고농도의 붕소는 어떤 식물에게는 독성을 가진다) 및 살충제 등으로 사용된다⁹⁰⁾. 붕소는 고체로서는 산업에서 활용성이 매우 낮은 편이다.

○자연계에서 붕소의 분포와 함량

지구의 표층 즉 지각(crust)에서 원소들의 평균 함량의 순서는 (표 3-34)와 같다. 지각에 있어서는 원소의 편재가 있는데 산소와 규소의 두 원소만으로 지각의 74.32%를 차지한다. 지각은 산소, 규소, 알루미늄, 철, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등이 주구성 원소로 되어 있으며, 이를 통상 지각의 8대 구성원소라고 한다. 이들 8대 구성원소에 티타늄과 수소를 합하면 지각의 99.17%를 점유한다.

지각에서 붕소의 함량은 10 ppm 정도 인데, 이는 지각에서 납(13 ppm) 보다 약간 적은 37번째이며, 우리 주변에서 흔히 보는 주석(2 ppm), 텅스텐(1.5 ppm), 그리고 몰리브덴(1.5 ppm) 보다 5배 이상 많은 것이다. 붕소는 자연계에서는 순수한 고체로서는 발견되지 않는다. 붕소가 자연계에서 가장 많이 분배되어 있는 곳은 지각이며 그 다음으로 해양, 담수, 대기 순서이다(표 3-35). 붕소는 자연적으로 상변화나 변이가 잘 발생되지 않지만, 수소이온농도나 습도 등의 변화에 따라 붕소는 붕소 화합물로 변한다. 자연계의 붕소는 주로 풍화작용으로 발생한다.⁹¹⁾

90) Woods, 1994, An Introduction to boron:history, sources, uses, and chemistry, Environ Health Perspect, 102(Suppl 7):5-11(US EPA, 2001, p2, 재인용).

91) ATSDR, 1992, Toxicological Profile for Boron, Public Health Service, US Department of Health and Human Services,

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-34 지각의 원소 조성 (단위 :ppm)

농도 순서	원소	농도	농도 순서	원소	농도
1	산소(O)	466,000	40	사마륨(Sm)	6.0
2	규소(Si)	277,200	41	가돌리늄(Gd)	5.4
3	알루미늄(Al)	81,300	42	이테르븀(Yb)	3.4
4	철(Fe)	50,000	43	세슘(Cs)	3
5	칼슘(Ca)	36,300	44	디스프로슘(Dy)	3.0
6	나트륨(Na)	28,300	45	하프늄(Hf)	3
7	칼륨(K)	25,900	46	베릴륨(Be)	2.8
8	마그네슘(Mg)	20,900	47	에르븀(Er)	2.8
9	티탄(Ti)	4,400	48	브롬(Br)	2.5
10	수소(H)	1,400	49	주석(Sn)	2
11	인(P)	1,050	50	탄탈(Ta)	2
12	망간(Mn)	950	51	비소(As)	1.8
13	플루오르(F)	625	52	우라늄(U)	1.8
14	바륨(Ba)	425	53	게르마늄(Ge)	1.5
15	스트론튬(Sr)	375	54	몰리브덴(Mo)	1.5
16	황(S)	260	55	텅스텐(W)	1.5
17	탄소(C)	200	56	유로퓸(Eu)	1.2
18	지르코늄(Zr)	165	57	홀름(Ho)	1.2
19	바나듐(V)	135	58	테르븀(Tb)	0.9
20	염소(Cl)	130	59	요오드(I)	0.5
21	크롬(Cr)	100	60	툴륨(Tm)	0.5
22	루비듐(Rb)	90	61	루테튬(Lu)	0.5
23	니켈(Ni)	75	62	탈륨(Tl)	0.5
24	아연(Zn)	70	63	카드뮴(Cd)	0.2
25	세륨(Ce)	60	64	안티몬(Sb)	0.2
26	구리(Cu)	55	65	비스무트(Bi)	0.2
27	이트륨(Y)	33	66	인듐(In)	0.1
28	란탄(La)	30	67	수은(Hg)	0.08
29	네오디뮴(Nd)	28	68	은(Ag)	0.07
30	코발트(Co)	25	69	셀렌(Se)	0.05
31	스칸듐(Sc)	22	70	루테튬(Ru)	0.01
32	리튬(Li)	20	71	팔라듐(Pd)	0.01
33	질소(N)	20	72	테루르(Te)	0.01
34	니오브(Nb)	20	73	백금(Pt)	0.01
35	갈륨(Ga)	15	74	로듐(Rh)	0.005
36	납(Pb)	13	75	오스뮴(Os)	0.005
37	붕소(B)	10	76	금(Au)	0.004
38	프라세오디뮴(Pr)	8.2	77	레늄(Re)	0.001
39	토륨(Th)	7.2	78	이리듐(Ir)	0.001

자료: Mason B. and Moore, CB, 1966, Principles of Geochemistry, John Wiley and Sons, p46-47.

표 3-35 자연계의 붕소의 분포와 함량

구분	평균 함유량 (단위, ppm)	비고	출처 ^{주)}
지각	10	일부 셰일, 토양의 함유량 : ~100 ppm	(1)
해수	4.6	해수의 농도 분포 범위 : 0.096-9.6 ppm	(1)
담수	<1.5	-담수의 농도 분포 범위: <0.01-1.5 ppm -일부 강어귀는 붕소함량이 높은 데, 바다로부터 전달 가능성이 있음	(1), (2)
대기(해상)	0.0017	해수의 포말에 의해 발생	(2)
대기(육상)	-	화산활동, 먼지, 산업오염으로 발생	(2)

주:(1) US EPA, 2001, Toxicological review of Boron and compounds(CAS No. 7440-42-8), p2.
(2) 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각, p74.

(나) 붕소의 위해성 검토

○해수에서의 붕소 농도와 문제점

붕소는 원소 단체로서는 존재하기 힘들지만 산화물인 붕산의 형태로 존재할 경우, 안정되어 육상에서 계속 유출되어 바닷물에 지속적으로 모이게 된다. 바닷물은 유체이므로 지질학적 시간 규모의 시간이 경과함에 따라 전 세계의 해수에는 붕소가 거의 고르게 포함되어 있게 되었다. 따라서 어떤 지역에서 해수 중에 붕소 농도는 거의 일정한 값을 지속적으로 갖는다고 보아야 한다. 우리나라의 해양심층수 개발예정지역의 해수의 수질분석 자료에서 붕소의 함량은 3~5mg/L의 범위를 보이고 있다(표 3-36).

붕소의 해수의 평균농도는 4.6mg/L이므로 먹는물의 수질기준 0.3mg/L 보다 15배 이상이다. 붕소가 3-5mg/L 있는 해수를 담수화 처리한 후에는, 현재의 제거율은 대체로 40-80%이므로 처리수는 0.8-3mg/L의 농도를 가진다. 이 경우 현재의 기술로 그 농도를 완화시킬 방안이 마땅치 않다면, 처리수를 다른 붕소가 없는 물과 혼합하여 2.7-10배 정도 희석하여야 한다. 그러나 희석을 할 경우 해양심층수라는 고유 특성을 잃게 되고 해양심층수의 함량이 50% 미만이 되므로 주성분으로 보기에 미흡한 점이 생긴다. 또한 혼합되는 물의 성분에 따라 건강상 영향이 우려되는 브롬산염 같은 부산물이 생성될 가능성도 있다. 따라서 먹는물관리법에서 해수는 혼합을 인정하는 경우에는 혼

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

합수의 규격을 엄격히 정하여야 한다. 일본의 해양심층수 원수 중에는 붕소가 11.6mg/L인 것도 있으므로(표 3-16), 이들 제품의 수입시 제품의 수질기준의 충족여부와 처리수의 제조방법 등에 대한 철저한 관리가 필요하다.

해양심층수는 지역적으로 수질이 차이가 날 수 있으므로 무엇보다도 우리나라의 해양심층수 원수 및 처리수에 대한 상세한 분석자료를 근거로 하여 제품의 제조규정과 수질기준을 설정할 필요가 있다.

표 3-36 우리나라 해수의 붕소 농도와 담수화 후 붕소 농도

해수	해수의 붕소 농도(mg/L)	처리방법 역삼투(RO), 전기투석(ED)	염분농도 제거효율	해수의 최종 처리수의 붕소농도(mg/L)	붕소의 제거율	비고*
해양표층수	3-5	RO	99.5%	1-2	40-80%	1)
"	4-5	RO	99.5%	0.8-3	40-80%	2)
해양심층수		RO, ED		0.79(RO) ~ 3.7(ED)		3)
"				0.7		4)
"	11.9	-	-	-	-	5)

- *1) 김충환a, 2002, “미래 수도시설에 대한 연구동향”, 한국수자원공사 세미나 발표자료.
 2) 김충환b, 1999, “역삼투공정을 이용한 먹는물 생산에서 붕소제거에 관한 연구”. 한국물환경학회지, 15권(1), p13-22.
 3) 해양수산부, 2003, 해양심층수의 다목적 개발(2), p283.
 4) 일본의 고치현 무로토 해양심층수 분석자료. (환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구, p54).
 5) 안희도 외(역서), 2001, 알기 쉬운 해양심층수. p59.

○필수금속과 오염금속의 비교

인체에 미치는 원소 중에서 금속을 필수금속과 오염금속으로 나눌 때, 필수금속은 (표 3-37)과 같은 특성을 갖는다. 비록 붕소는 금속원소는 아니지만 준금속류(metalloids)이므로 필수금속에 가까울 수도 있다(표 3-38). 붕소는 지각에 평균 10ppm 정도 있지만, 바닷물에 그 절반 정도인 평균 4.6ppm이 존재하여 다른 필수금속의 분포 보다는 훨씬 많은 양이 존재한다. 그러나 필수원소라 하더라도 일정량 이상이 축적되면 유해영향을 미치므로 수질기준이 정하여져 있다. 따라서 이것은 전형적인 용량-반응(dose-response)에 따른 영향에 따라 규제를 해야 한다. 바다에는 많은 생물이 존재하므로 이 붕소는 어떤 형태든 생물체의 체내를 순환할 수밖에 없을 것이다. 인간의

세포액도 해수와 유사하므로 붕소에 대한 정확한 이해가 필요하다. 현재의 구득 가능한 자료로 볼 때, 붕소가 체내에 들어오면 건강에 영향을 미치므로, 수질기준이 정해질 수밖에 없다는 것은 자명한 사실이다. 더욱이 해수에는 다른 미량원소⁹²⁾가 다양하게 함유되어 있어서 이에 대한 정밀한 검증작업이 필요하다.

○체내 대사의 특징

붕소는 고체이며 불용성이므로 통상의 상태에서는 수용액으로 존재하지 않는다. 따라서 음식물로 섭취될 경우 체내에 흡수되는 것은 주로 붕산이다. 붕산(H_3BO_3 , 붕소산이라고도 한다)은 약산으로서 표면전하가 0이 되는 1차 본질상수(intrinsic constant)⁹³⁾는 $pK_a=9.2$ 이므로, 체내의 생리적 조건에서는 잘 해리되지 않는다. 다른 붕산염도 비슷한 특성을 갖는다.⁹⁴⁾ 이러한 특성 때문에 일본에서는 붕소에 대한 수질기준을 B(5.2 mg/L)로 표시하지 않고 H_3BO_3 (30mg/L)로 표시한다.⁹⁵⁾ 따라서 붕소와 붕소의 화합물에 대한 독성은 붕소의 환산함량을 기준으로 하는 것이 일반적이다. 붕소산화물(Boron oxide)도 대체로 무수물이고 체내의 물과 발열반응하면서 붕산으로 변하므로 대체로 붕산과 특성이 같은 것으로 보고 있다.⁹⁶⁾ 붕산은 체내에서 탄산염이나 단백질과 복합체(complexes)를 형성할 수 있다.⁹⁷⁾ 붕산과 붕사(borax) 등에 만성 노출될 경우 위장관 자극, 식욕부진, 구토, 멀미 등의 증세를 일으킬 수 있다.⁹⁸⁾ 붕소는 칼슘 소실을 방지하고, 뼈의 탈무기질화를 제한한다.⁹⁹⁾ 특히 폐경기의 여성에게 중요하며, 콩, 자두, 건포도, 아몬드, 헤이즐 너트, 그리고 꿀 등에 많이 함유되어 있다.

92) 미량원소는 분석대상이 무엇인가에 따라 달라진다. 지각에서 미량원소는 흔히 백분율로 표시하기에는 너무 작은 원소들을 말한다. 즉 0.01% 이하의 원소를 말할 때가 많다. 그러나 인체에 대한 미량원소는 과거에 기술로써 인체의 구성원소를 분석하지 못하던 것들을 지칭하므로, 그 기준은 인체의 철의 농도보다 적거나, 혹은 수 ppm(10-6g/g) 단위로 표시되는 것들을 의미한다. (자료: 정문식 외, 1998, 환경화학, 신광문화사, p538.)

93) Stumm W and Morgan, JJ, 1996, Aquatic Chemistry, Jon Wiley and Sons, p536.

94) Woods, WG, 1994, (US EPA, 2001, p2, 재인용).

95) 일본은 붕소에 대하여 H_3BO_3 로서 30 mg/L이다. 이를 환산하면 B 는 약 5.2 mg/L이 된다.

96) WHO, 1998 (US EPA, 2001, p2, 재인용).

97) ECETOC, 1994 (US EPA, 2001, p2, 재인용).

98) <http://www.samineral.com/7.htm>.

99) http://www.waterq.co.kr/sjgs_1.htm.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-37 필수금속과 오염금속의 비교

구분	필수금속	오염금속
생체의 구성 기능	관계가 있다	관계가 없다
생체내 농도	거의 일정	외부환경의 농도에 비례
체내 항상성 기구	있다	없다
축적성	거의 없다	있는 것이 많다
해수 중 농도	크다	적다
질병: 결핍증 과잉증	있다 있다	없다 있다.

자료: 정문식 외, 1998, 환경화학, 신광문화사, p539.

표 3-38 주기율표에서 원소의 특징

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
H	비금속원소 (Nonmetals) ⇒													H	He		
[Li]	Be	준금속원소 (Metalloids) ⇒								B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg	⇐ 금속원소 (Metals)								Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	[As]	Se	Br	Kr
Rb	[Sr]	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns											
범례 :																	
	증명된 원소	-	가능성 있음,	[]	일부 증명됨	↗	특수한 형태로 필요	↘	자극성 있음								

자료: 정문식 외, 1998, 환경화학, 신광문화사, p538.

(주기율 자료: Whitten, KW, Gailey, KD and Davis, RE, 1992, General Chemistry. 4th, Saunders, p124. Lanthanide Series와 Actinide Series는 생략)

○인체에 대한 노출경로

사람은 과일과 채소 등을 섭취함으로써 붕소에 노출된다.¹⁰⁰⁾ 붕소에 노출되기 쉬운 직업은 붕산염 먼지(borate dust)이며 소비자는 화장품, 의약품, 그리고 살충제(insecticides) 등에서 유출되는 붕산염 먼지로 인한 잠재적인 영향이 있다(표 3-39).

표 3-39 붕소의 인체에 대한 노출경로

노출 경로	원 인	공급 물질	비고
음식물	섭취	과일과 채소, 음용수	가장 큰 요인
호흡, 피부 접촉	직업적 노출	붕산염 먼지, 소비제품(화장품, 의약품, 살충제)	잠재적 가능성

US EPA, 2001, Toxicological Review of Boron and Compounds(CAS No. 7440-42-8), p4.

○독성 영향¹⁰¹⁾

과거에 붕소는 동물에 있어서 필수적인 성분이 아닌 것으로 생각되었으나 최근 연구에서 인체의 혈액 내에 아주 낮은 수준으로 존재하고¹⁰²⁾, 동물 실험 연구에서 붕소가 필수 성분일 수 있다는 것을 제시하고 있다¹⁰³⁾¹⁰⁴⁾. 그러나 붕소가 필수 요소에 대한 일부 조건을 만족하고 있지만, 이의 결핍으로 인해 생물학적인 기능에 손상이 있을 수 있다는 것을 증명하기는 쉽지는 않다.¹⁰⁵⁾ 동물 실험에서 붕소는 칼슘, 인, 마그네슘 등의 대사에 직접적으로 영향을 끼치는 것으로 보고된 바 있다.¹⁰⁶⁾

붕소 성분은 위장에서 대부분이 빠르게 흡수되거나 점막이나 손상된 피부를 통해서

100) Anderson et al., 1994, Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl and NaCl in foods. J. Food Comm. Anal., 7:59-82(US EPA, 2001, p4, 재인용).

101) 김예신 박사(리스크 대표)의 원고를 참조하여 작성되었다.

102) Clarke, W.B., Webber, C.E., Koekebakker, M. and Barr, R.D., 1987, Lithium and boron in human blood, J. Lab. Clin. Med., 109(2):155.

103) Nielsen, F.H., 1985, Effects in rats of boron deprivation and of interactions between boron and fluoride, aluminum, magnesium, or calcium, In: Proceedings of the 5th International Symposium on Trace Elements in Man and Animals, Vol. 5. C.F. Mills, I. Bremner and J.K. Chesters (eds.). Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, U.K, p271.

104) Uhrich, K.E., Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1984, Boron deprivation in rats, Proc. N.D. Acad. Sci., 38:108.

105) Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1982, Interaction between boron and cholecalciferol in the chick. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Trace Element Metabolism in Man and Animals, Vol. 4. J.M. Gawthorne, J.M. Howell and C.L. White (eds.), Springer-Verlag, Berlin, p597.

106) Nielsen, F.H., 1985.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

도 흡수된다.¹⁰⁷⁾ 100ppm sodium borate를 포함하는 먹는 물에 노출 후 9일 동안 랫트 (rat)의 간, 신장, 뇌 및 혈액에서 붕소의 농도는 점진적으로 증가하였고 신장에서 최고 농도를 나타내었다. 21일 정도 지나서 신장, 간, 뇌에서의 수준은 점차적으로 정상 수준으로 돌아왔으나 혈액에서는 21일까지도 증가하였다.¹⁰⁸⁾ 붕소는 정상 조직에는 축적 되지 않으나 악성 뇌종양 조직에서는 농축될 수도 있다.¹⁰⁹⁾ 인체 조직에서 보고된 붕소의 평균농도($\mu\text{g/g}$ wet weight)는 신장에서 0.6, 폐에서 0.6, 림프절에서 0.6, 혈액 0.4, 간 0.2, 근육 0.1, 고환 0.09 및 뇌에서 0.06으로 보고된 바 있다.¹¹⁰⁾

인체가 섭취한 물질을 흡수량과 생체이용 가능량으로 구분할 때, 다음의 식을 이용하여 표현한다. 흡수량이 많다고 해서 반드시 생체이용량이 많지는 않을 수도 있다.

$$\text{흡수량} = \text{섭취한 양} - \text{대변으로 배설된 양} \quad (\text{식 3-3})$$

$$\text{생체이용 가능량(체내 잔류량)} = \text{흡수량} - \text{소변으로 배설된 양} \quad (\text{식 3-4})$$

붕소에 대한 흡수량 자료를 보면, 붕소는 체내에 흡수율이 전반적으로 84-94%로 매우 높은 편이며, 여성이 남성보다 흡수율이 더 높다(표 3-40).¹¹¹⁾ 붕소는 신장에서 주로 제거되어 체외로 배설된다. 아주 적은 부분이 땀, 타액 등으로 배설되기도 한다.¹¹²⁾ 또한 소의 경우 모유로 배설되기도 한다.¹¹³⁾ 사람의 경우, 자원자를 대상으로 한 경우, 562 ~ 611mg의 붕산(boric acid)을 정맥주사로 투여한 경우 24시간 동안 투여된 붕소의 1/2정도가 배설되었고, 물중 750mg의 붕산을 섭취한 경우 또는 연고 내 50mg

107) Siegel, E. and Wason, S., 1986, Boric acid toxicity, *Pediatr. Clin. North Am.*, 33:363.

108) Magour, S., Schramel, P., Ovcari, J. and Maser, H., 1982, Uptake and distribution of boron in rats: interaction with ethanol and hexobarbital in the brain, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 11:521.

109) Benson, W.H., Berge, W.J. and Dorough, H.W., 1984, Absence of mutagenic activity of sodium borate (borax) and boric acid in the Salmonella preincubation test, *Environ. Toxicol. Chem.*, 3:209.

110) Hamilton, E.I., Minski, M.J. and Cleary, J.J., 1972/1973, The concentration and distribution of some stable elements in healthy human tissues from the United Kingdom, *Sci. Total Environ.*, 1: 341.

111) 여성은 골다공증을 예방하기 위하여 붕소섭취를 권장하고 있으며, 특히 붕소가 칼슘의 유출을 방지하므로 폐경기 여성은 표준 체중유지를 위하여 하루 1회 이상 붕소함유 식품을 섭취하도록 권장하고 있다(김애정, 2004, 여성의 건강 및 영양관리. -골다공증의 예방관리, <http://www.혜전대학>).

112) Jansen, J.A., Andersen, J. and Schou, J.S., 1984, Boric acid single dose pharmacokinetics after intravenous administration to man, *Arch. Toxicol.*, 55:64.

113) Green, G.H. and Weeth, H.J., 1977, Responses of heifers ingesting boron in water, *J. Anim. Sci.*, 46:812).

을 처리한 경우 약 92%이상이 96시간 내에 배설되었다.¹¹⁴⁾

사람에게 있어 붕산이나 붕산염 섭취 등으로 인한 많은 급성 중독 사례가 보고되어 왔다.¹¹⁵⁾ 이들 증상으로는 메스꺼움, 구토, 혈뇨, 두통, 피부 발진 및 중추신경계의 자극으로 인해 수반되는 우울증 등이다.¹¹⁶⁾ 심한 경우 충격으로 인해 5일 내에 사망할 수도 있다.¹¹⁷⁾ 급성 치사량은 성인에 있어 15~20g으로 추정되고, 유아 5~6g, 신생아 1~3g으로 추정되고 있다.¹¹⁸⁾ 어린이나 노인, 신장에 문제가 있는 개인은 붕소의 급성 독성 영향에 매우 민감하다.

표 3-40 붕소의 인체 흡수율 실험 자료

실험 내용	측정된 값	생체 이용 가능량	비고
131mg B(붕산 형태)를 750mg의 물에 용해한 것과 물-연고(740-1,473mg의 물에 130-258mg의 붕소 혼합물) 인체 투여(6인)	92-94%의 소변 배출 (96시간 이내)	6-8%	-대부분이 잘 흡수됨 -물만 있을 때 더 잘 흡수됨
62mg B(붕산 형태)와 80-140mg B 상당의 음식물을 2명의 여성에게 투여	90% 이상을 소변으로 배출 (1주 이후)	10%	
100mg B 함량의 광천수를 2주간 10명에게 투여	90%가 소변으로 배출	10%	
10mg B를 8명의 남성에게 4주간 매일 투여	84%가 소변으로 배출	16%	

자료: US EPA, 2001, Toxicological Review of Boron and Compounds(CAS No. 7440-42-8), p4.

114) Jansen, J.A, Schou, J.S. and Aggerbeck, B., 1984, Gastrointestinal absorption and in vitro release of boric acid from water-emulsifying ointments, Food Chem. Toxicol., 22: 49.
 115) Underwood, E.J., 1977, Trace elements in human and animal nutrition, Academic Press, New York, NY, p436.
 116) Anonymous, 1983, Final report on the safety assessment of sodium borate and boric acid, J. Am. Coll. Toxicol., 2:87.
 117) Harvey, S.C., 1975, Antiseptics and disinfectants; fungicides, ectoparasiticides, In: Pharmacological basis of therapeutics, L.S. Goodman, A. Gilman, A.G. Gilman and G.B. Koelle (eds.). Macmillan, Toronto, p994.
 118) Dixon, R.L., Lee, I.P. and Sherins, R.J., 1976, Methods to assess reproductive effects of environmental chemicals: Studies of cadmium and boron administered orally, Environ. Health Perspect., 13:59.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

Krasovskii 등은 수 공급체계에서 다양한 농도("0.015, 0.05 또는 0.3mg/kg")의 붕소가 존재하는 지역에 살고 있는 남자들의 성적 기능을 설문지를 통해 조사하였다.¹¹⁹⁾ 0.3 mg/kg 수준의 붕소가 함유된 물을 먹고 사는 남자의 성적 기능이 저하되는 경향을 보고하였다. 그러나 간행된 논문에 포함된 정보의 부족으로 인해 결과의 타당성을 평가할 수는 없다.

Weir & Fisher(1972)가 진행한 연구에서, 암수 각각 5마리의 비글(사냥개)에게 90일 동안 붕소 17.5, 175, 1,750ppm의 농도가 함유된 음식을 섭취시켰다. 외관, 행동, 배설, 제충 및 먹이 소비 측면은 모든 용량에서 정상이었다. 그러나 가장 높은 용량에서 한 마리가 사망하였다. 그리고 175ppm에서 유해한 영향이 관찰되지 않은 반면 최고 농도 1,750ppm에서는 심각한 고환위축(testicular atrophy)을 유발시켰다.¹²⁰⁾

유사한 다른 연구에서 암수 각각 4마리의 비글에게 2년간 0, 58, 117 및 350ppm 또는 38주간 1,170ppm에 노출 시켰을 경우, 350ppm 또는 그 이하에서 대조군과 노출군 사이에 외관, 행동, 식욕부진, 체중, 먹이 소비, 장기 무게, 혈액학적 및 생화학적 지표들의 차이가 관찰되지 않았다. 단지 1,170ppm에 노출된 수컷에서 고환의 변화가 관찰되었다. 따라서 여기서 유해영향 미관찰 수준(NOAE)은 350ppm으로 간주되었다.¹²¹⁾ 이는 8.75mg/kg/day와 동일한 수준이다.

동일한 연구자가 랫트에서 암수 10마리씩 먹이(diet)내에 52.5, 175, 525, 1,750, 또는 5,250 ppm의 붕소를 90일간 노출시킨 경우, 525ppm 이하에서는 유해한 영향이 관찰되지 않았다. 반면 1,750ppm과 5,250ppm의 높은 용량 수준에서는 성장 및 먹이 이용 효율이 현저하게 저하되었다. 그러나 525ppm에서 borax 형태로 섭취된 4마리의 수컷 랫트와 붕산의 형태로 섭취된 한 마리의 랫트에서 고환의 부분적인 위축이 관찰되었다. 1,750ppm에 노출된 모든 수컷 랫트에서는 완전한 고환 위축이 관찰되었다.¹²²⁾

또한 암수 각각 35마리의 랫트에 대해 117, 350, 1,170ppm을 노출시킨 연구에서는 두 가지 낮은 용량 수준에서는 외관과 행동은 모두 정상이었으며, 병리적인 변화도 관찰되지 않았다. 그러나 1,170ppm에서는 털의 외막이 거칠어지고, 비늘 모양의 꼬리, 옹크린

119) Krasovskii, G.N., Varshavskaya, S.P. and Borisov, A.I., 1976, Toxic and gonadotropic effects of cadmium and boron relative to standards for these substances in drinking water, Environ. Health Perspect., 13:69.

120) Weir, R.J., Jr. and Fisher, R.S., 1972, Toxicologic studies on borax and boric acid, Toxicol. Appl. Pharmacol., 23:251.

121) 전계서.

122) 전계서

자세, 발바닥의 부종 및 박리, 비정상적인 긴 발톱, 눈꺼풀 염증 및 눈에서 피가 나오는 등의 증상이 관찰되었다. 그리고 1,170ppm에서 6, 12, 및 24개월째에 모든 수컷에서 고환 및 세정관 상피의 위축이 관찰되었다. 또한 고환의 관의 크기가 감소되었다. 여기서 NOAEL은 350ppm이었고,¹²³⁾ 이를 환산하면, 17.5mg/kg/day이다.

다른 연구에서 붕소 0, 150, 300 ppm을 포함하는 먹는 물에 각 용량당, 15마리의 막젓을 떤 Long-Evans 수컷 랫트를 노출시킨 경우, 총 일일 섭취량은 각각 150ppm은 23.7mg/kg/day과 300ppm은 47.4mg/kg/day이었다. 각각의 용량수준에서 성장이 각각 7.8%와 19.8%가 저해되었고, 300ppm에 노출된 랫트의 경우는 비정상적인 긴 발톱, 거친 털의 외막 및 음낭 위축이 관찰되었다.¹²⁴⁾ 또한 두 용량에서 고환, 정낭, 비장 및 우대퇴골의 무게 감소가 관찰되었다. 그리고 300ppm에서 대조군이나 낮은 용량의 그룹에 비해 유의하게 정자가 감소되었다. 또한 두 용량 모두에서 plasma triglyceride, 혈장 단백질, 그리고 뼈내의 지방 함량 등이 대조군에 비해 모두 낮았다. 이 연구에서 LOAEL을 150ppm으로 간주하였다. 이는 23.7mg/kg/day이다.

18마리 Sprague-Dawley 수컷 랫트에서 먹이 내에 붕소 500, 1000, 2000ppm을 30일 및 60일 동안 투여하였다. 이들 섭취 용량은 일일 각각 12.5, 25, 50mg/kg/day이다. 30일까지는 1,000 및 2,000ppm에서 정모세포, 정자세포, 정자가 감소하였다. 60일에 이들 두 용량 그룹에서 거의 또는 완전한 배무형성증(germinal aplasia)이 관찰되었고 고환 및 부고환의 무게가 현저하게 감소하였다. 또한 두 용량에서 붕소가 고환에 축적되는 것으로 나타났다.¹²⁵⁾

다섯 마리의 랫트에 대한 교접 연구에서, 500ppm에 노출된 수컷과 노출되지 않은 암컷에서 수태율, 새끼 크기, 외관 모두 정상이었다. 그러나 1,000ppm과 2,000ppm에 노출된 경우, 암컷에서의 수태율이 저하하였고, 수컷은 수정 능력이 없었다. 1,000ppm에서의 수정능은 노출이 중단된 후 4주후에 정상으로 돌아왔으나 2,000ppm의 경우는 32주까지 수정능이 없는 상태로 남아있었다. 이는 명백히 생식 세포의 감소로 기인한다.¹²⁶⁾ 117, 350, 1,170ppm에 노출된 Sprague-Dawley 랫트에 대한 3세대 생식 연구에

123) 전계서.

124) Seal, B.S. and Weeth, H.J.,1980, Effect of boron in drinking water in the male laboratory rat, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 25:782.

125) Lee, I.P., Sherins, R.J. and Dixon, R.L., 1978, Evidence of germinal aplasia in male rats by environmental exposure to boron, Toxicol. Appl. Pharmacol., 45:577.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

서, 117, 350ppm에서는 생식에 대한 영향이 없었다, 그러나 1,170ppm에서는 모든 랫트에서 불임을 나타내었다.¹²⁷⁾

태아의 발육 독성(체중 감소)과 관련된 연구 결과(Heindel 등, 1992; Price 등, 1996a)를 조합하여 도출된 BMDL_{0.5}는 10.3mg/kg/day이었고, 이는 Price 등(1996a, 1994)의 연구에서 관찰된 NOAEL 9.6 mg/kg/day과 가장 유사한 수치였다.¹²⁸⁾

The Institute for Evaluating Health Risk에서는 붕소와 랫트, 마우스, 토끼의 늑골 및 척추 발육 사이에 일관적인 상관성이 있다고 하였고, 이들 동물 중 중 가장 민감한 종은 랫트였다. 또한 태아 체중의 감소는 골격의 변화가 관찰되는 용량이나 그 이하의 용량에서 발생할 수 있다고 결론을 맺었다.

동물 실험에서 고농도의 붕소를 섭취하는 경우, 수컷의 고환이나 정자에 유해한 영향을 미쳤고, 그리고 임신한 암컷의 새끼에서 결함이 관찰되었다. 이들 생식 및 발육 독성은 음용수중에 보통 검출되는 농도보다 매우 높은 농도에서 발생하였다. 하지만 이들 영향이 고농도에서 동물에게서 조사된 연구이기 때문에, 저농도에서 사람에게 이러한 영향이 발생할 수 있는지는 다소 불확실하다.

발암성 평가

EPA: 인체 발암성을 평가하기에는 자료가 불충분한 상태("범주 D"에 속함)로 분류하였다.

캐나다: 사람에게 발암물질이 아닐 가능성이 매우 높음("Group IVC"에 속함)으로 분류하였다.

○주요 국가의 수질기준 권장치 및 설정 근거

붕소는 과다 흡수시 건강영향을 일으킬 수 있으므로, 먹는물의 경우 수질기준이 설정되어 있다(표 3-41). 수질기준은 각국마다 먹는물의 종류에 따라 다른데, 수질기준이 설정된 것 중 가장 높은 것은 일본의 미네랄워터류의 일종인 천연광천수가 5.2mg/L이며, 미국과 프랑스는 먹는물 수질기준에 설정되어 있지 않다. 붕소에 대한 WHO(2004)의 권장치는, 돌연변이 연구결과가 음성이었고 발암성이 없었으므로 2년에 걸친 개의 식이연구를 통하여 고환위축에 대한 NOAEL 1일 붕소 8.8mg/체중kg로 산출되었다. 따

126) Lee, I.P., Sherins, R.J. and Dixon, R.L., 1978.

127) Weir, R.J., Jr. and Fisher, R.S., 1972.

128) <http://www.epa.gov/iris/subst/0410.htm>.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

라서 먹는물에 TDI =10%를 할당하여 권장치는 0.3mg/L (반올림값)으로 정해졌었지만, 최근 0.5로 개정되었다.¹²⁹⁾

표 3-41 각국의 봉소의 먹는물 수질기준(단위 mg/L)

구분	음용수(DW)	병입수(BW)	천연광천수(NMW)	비고
세계보건기구(WHO) ¹⁾	0.5(T)	CODEX 준용	CODEX 준용	권장치
국제식품규격(CODEX) ²⁾	-	0.5 (WHO DW 준용)	5	
한국 ³⁾	0.3	(0.3)	0.3	
미국 ⁴⁾	X	-	-	규제 검토 중
캐나다 ⁵⁾	5(T)			
호주 ⁶⁾	4(T)			
일본 ⁷⁾	1(m), 1(dsw)	5.2	5.2	H ₃ BO ₃ 로는 30
유럽연합 ⁸⁾	1	1	X	
독일 ⁹⁾	1			
영국 ¹⁰⁾	2			
프랑스 ¹¹⁾	X	X	X	
조사된 각국의 범위	0.3-5	(0.3)-5.2	0.3-5.2	X는 제외

주: X: 수질기준이 설정되지 아니한 것(확인된 것), T: 기술적 제약으로 설정된 기준, m: 감시항목, dsw: 해양심층수의 기준항목

1) WHO, 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd.

2) CODEX Alimentarius Commission, CAC/RCP 48-2001(병입수), CODEX STAN 108-1981 REV. 1-1997(천연광천수).

3) 먹는물수질기준및검사등에관한규칙(먹는물관리법 제5조 관련)

4) EPA, 2004, 2004 edition of the Drinking Water Standards and health Advisories.

5) Health Canada, 2004, Summary of Guidelines for Canadian Water Quality.

6) NHMRC, 2004, Australian Drinking water Guidelines.

7) 김충환, 2002, 미래수도시설에 대한 연구동향, 한국수자원공사 세미나 발표 자료.

8) EU, 2000, S.I. No. 439 of 2000 European Communities(Drinking Water) Regulations.

9), 10, 11) 이인선 외, 2000, 정책결정자를 위한 각국의 수질관련 기준 비교분석, 국립환경연구원. 이하 각국 혹은 기구별 참고문헌은 같음

129) WHO, 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

미국

미국 환경보호청의 경우는 음용수중 붕소에 대한 기준을 설정하고 있지 않다. 그러므로 공공 음용수 공급체계에 대해 별도로 규제하고 있지는 않다. 미네소타 보건부의 경우는 일부 지하수 오염물질에 대한 건강에 입각한 기준 소위 “건강 위해도 한계 수준”을 설정하고 있다. 여기서 건강 위해도 한계 수준은 평생 동안 매일 섭취 하여도 안전한 오염물질의 농도를 의미한다. 이 한계 수준 초과하는 경우에는 장기간 마시거나 아니면 조리에 사용하기 위해서는 대체 식수원을 사용할 것을 권장하고 있다.

캐나다

음용수 중 붕소의 임시 최대 허용 농도는 5mg/L (5,000 μ g/L) 로서, 아직은 최종 기준이 아닌 임시 기준을 제시하고 있다.¹³⁰⁾ 캐나다의 경우, 임시 최대 허용 농도를 산출하기 위해서, 2년 정도의 장기 연구에서 랫트에서 붕소가 함유된 음식물 투여에 따른 고환의 유해 영향에 대한 NOAEL 값을 350ppm(환산하면, 17.5mg/kg/day)을 적용하였다. 따라서 일일 허용 섭취량(ADI)는

$$ADI = NOAEL / UF = 17.5(\text{mg/kg/day}) / 500 = 0.035 \text{ mg/kg/day}$$

500은 중간 변이에 대한 불확실성 상수 10, 종내 변이에 대한 불확실성 상수 10, 용량-반응 곡선에 대한 경사도를 고려한 불확실성 상수 5를 적용한 값이다 (10×10×5=500).

ADI에 입각하여, 단지 건강만을 고려한 권장치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{권장치} &= \{ADI \times \text{평균 체중} \times \text{음용수로 인한 기여도}\} / \text{음용수 평균 섭취량} \\ &= \{0.035 \text{ mg/kg/day} \times 70\text{kg} \times 0.2\} / 1.5\text{L/day} \approx 0.3 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Weir and Fisher(1972)는 개를 상대로 실험하여 고환의 유해 영향에 대한 NOAEL 값을 8.75mg/kg/day을 얻었는데 이를 근거로 하면 일일 허용 섭취량(ADI)는 다음과 같다.

130) <http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collectionb/H48-10-1-17-1991E.pdf>.

$$ADI = NOAEL/ UF = 8.75\text{mg/kg/day} / 500 = 0.0175 \text{ mg/kg/day}$$

위의 ADI에 입각하여 건강만을 고려한 권장치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{권장치} &= \{ADI \times \text{평균 체중} \times \text{음용수로 인한 기여도}\} / \text{음용수 평균 섭취량} \\ &= \{0.0175 \text{ mg/kg/day} \times 70\text{kg} \times 0.2\} / 1.5\text{L/day} \approx 0.2 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

위 두 가지 연구를 근거로 도출된 건강에 입각한 권장치는 0.2~0.3 mg/L 이다. 그러나 현재 가용하고 현실적인 처리기술이나 분석 방법을 감안하여 임시 기준을 설정하였다. 현재 캐나다의 음용수 공급 체계에서 붕소의 농도를 5mg/L 이하로 감소시켜 처리하기에는 처리 기술이 다소 부족하다. 따라서 이를 근거로 임시 기준을 5mg/L로 설정하였다. 새로운 자료를 반영하여 IMAC에 대한 주기적인 검토를 진행할 계획이다.

세계보건기구

그동안 권장치는 0.3mg/L이었으나 최근 0.5mg/L로 제안하고 있으며¹³¹⁾, 일일 허용 섭취량(TDI)은 다음과 같다.

$$TDI = NOAEL/ UF = 9.6 \text{ mg/kg/day} / 60 = 0.16 \text{ mg/kg/day}$$

500은 중간 변이에 대한 불확실성 상수 10, 종내 변이에 대한 불확실성 상수 10, 용량-반응 곡선에 대한 경사도를 고려한 불확실성 상수 5를 적용한 값이다 (10×10×5=500).

ADI에 입각하여, 단지 건강만을 고려한 권장치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{권장치} &= \{TDI \times \text{평균 체중} \times \text{음용수로 인한 기여도}\} / \text{음용수 평균 섭취량} \\ &= \{0.16 \text{ mg/kg/day} \times 60\text{kg} \times 0.1\} / 2.0\text{L/day} \approx 0.5 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

131) WHO, 2004, Guideline for drinking-water, 3rd.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

미국 환경보호청(US EPA)

현재 기준을 설정하고 있지 않고 있으며 건강 권고치(Health advisory)인 참고치(RfD)만을 제시하고 있다.

$$\text{RfD} = \text{BMDL}_{0.5} / \text{UF} = 10.3 \text{ mg/kg/day} / 66 = 0.2 \text{ mg/kg/day}$$

ADI에 입각하여, 단지 건강만을 고려한 권장치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{권장치} &= \{\text{RfD} \times \text{평균 체중} \times \text{음용수로 인한 기여도}\} / \text{음용수 평균 섭취량} \\ &= \{0.2 \text{ mg/kg/day} \times 70\text{kg} \times 0.2\} / 2.0 \text{ L/day} \approx 1.4 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

가장 기본이 되는 $\text{BMDL}_{0.5}$ 를 설정하는 결정적인 영향은 태아 체중의 감소이고, Heindel등(1992)와 Price등(1996a)에 의해 보고된 발육 영향으로부터 계산된 수치이다.¹³²⁾

○건강에 입각한 허용 기준의 설정 근거

캐나다의 경우, WHO나 EPA에 비해, 불확실성 상수를 매우 보수적으로 하여 약 9배 정도 높은 불확실성 상수를 적용하였다. 반면, 물 섭취량은 상한값보다는 평균값을 적용하였다. 따라서 다른 기관보다 허용 수준이 가장 낮았지만(0.2~0.3mg/L), 현실적인 이유로 인해, 허용 수준보다 약 17~25배 이상으로 임시적인 중간 기준을 제안하고 있다.

WHO나 US EPA의 경우는 관점이 다소 다르지만, 다른 인자들의 값이 대부분 유사하다. 단지 적용된 체중이 약간 다르기 때문에, 허용 수준이 WHO가 약 3배 정도 낮다. 따라서 WHO와 US EPA의 기준 설정 근거들을 적절히 조합하여, 사용한다면 논리적으로는 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 단지 체중과 음용수 섭취량을 우리나라의 자료를 적용하고(이들 수치는 WHO와 유사한 수준을 나타내고 있다), 두 가지 유해 영향(생식독성 또는 발육 독성; 이들 두 가지 영향에 대한 NOAEL 또는 $\text{BMDL}_{0.5}$ 수준이 유사하다)에 대하여, 허용 수준을 계산해 보면 1mg/L의 내외의 수치가 도출된다(표

132) <http://www.epa.gov/iris/subst/0410.htm>.

3-42). 그러나 허용 수준에 대해서, 다른 국가의 설정 근거나 논리를 그대로 차용하여 허용 기준을 설정할 것인지 우리나라에 적합한 논리를 근거로 기준을 설정할 것인지에 대해서는 각계 이해 당사자간의 의사 교환 및 수렴이 필요하다.

○기준설정 가능 범위 제안

앞에서 위해성 평가 결과를 토대로 허용 기준을 우리가 1.0 mg/L 정도에서 합의한다면, 1.0 mg/L를 초과하는 수준으로 존재하는 경우, 비발암성 물질의 위해성 평가 절차에 따라, 생식독성이나 발육 독성과 같은 유해한 영향이 발생할 가능성으로부터 자유롭지 못하기 때문에 1 이상을 넘는 기준을 설정할 경우에는 허용이 가능하지 않은 것으로 결론을 맺을 수 있다(표 3-43).

표 3-42 붕소의 수질기준 설정 방안

구분	캐나다	WHO	미국 EPA	제안 수준
설정 근거	건강 위해도	건강 위해도	건강 위해도	건강 위해도
평가 방법	비발암성 위해성 평가	비발암성 위해성 평가	비발암성 위해성 평가	비발암성 위해성 평가
표적 영향	생식 독성, 고환 위축	생식 독성, 고환 위축	발육 독성, 태아체중감소	생식 독성, 고환 위축, 발육 독성, 태아체중감소
기준 수준 지표 (mg/kg/day)	NOAEL, 17.5 or 8.75	NOAEL, 9.6	BMDL _{0.5} , 10.3	·NOAEL, 9.6 ·BMDL _{0.5} , 10.3
불확실성 상수	500	60	66	60~66
허용 수준 지표 (mg/kg/day)	ADI, 0.035 or 0.0175	TDI, 0.16	RfD, 0.2	RfD, 0.16 ~ 0.2
평균 체중(kg)	70	60	70	60
음용수 기여도(%)	20	10	20	20
물 섭취량(L/day)	1.5(평균)	2	2 (90%상한값)	2 (90%상한값)
허용 농도(mg/L)	0.2 ~ 0.3	0.5	1.4	0.96 ~ 1.2 ≈1.0
법적 규제	임시규제, 5mg/L	권고치	규제 없음, 권고치	규제치

*권고치의 경우는 법적 구속력이 없음

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-43 붕소의 수질기준의 설정에 따른 위험도 평가

규제 농도	허용 농도	위험값(초과율)	건강 기준 판단
0.3	1.0	0.3	안전함
0.5	1.0	0.5	안전함
1	1.0	1.0	안전함
2	1.0	2.0	위험이 우려됨
3	1.0	3.0	위험이 우려됨
4	1.0	4.0	위험이 우려됨
5	1.0	5.0	위험이 우려됨

○붕소의 수질기준 재설정시 문제점 고찰

붕소의 현재 수질기준은 개의 식이실험을 근거로 하여 설정하였으므로, 불확실성(UF)은 이중간의 요소와 인종간의 요소를 고려하여 불확실성을 100으로 보고 있다. 이 수질기준은 할당량(P), 음용량(C), 체중(bw), 불확실성 계수(UF)이 변하면 당연히 변한다. 따라서 여기서는 이러한 변수를 변화하였을 경우 수질기준의 변동에 따른 붕소의 수질기준의 설정방안을 검토하고자 한다. 불확실성 계수는 안전율을 위하여 고정시키고, 또한 체중은 평균적인 사람에 대한 영향을 고려하여 변수변동을 고려하지 않았다. 따라서 여기서는 할당량 및 음용량의 변화 등의 상황을 정하여 수질기준을 계산하였으며(표 3-44, 표 3-45), 이를 근거로 하여 해양심층수 처리수의 붕소의 수질기준 선정시 문제점을 논의하였다.

붕소의 수질기준을 5.2mg/L(CODEX Alimentarius 기준 적용)로 하는 방안

만일 붕소의 수질기준을 일본의 미네랄워터류의 기준인 5.2mg/L로 완화할 경우에는 먹는물로의 할당율이 100%인 경우(2.6mg/L)의 두 배이다(그림 3-22). 이것은 붕소를 먹는물로만 섭취하고 다른 음식으로는 섭취하지 않는 것을 의미한다. 따라서 이 기준은 수질기준 설정의 원리에 적합하지 않다. 일본의 미네랄워터류는 식품규정인 CODEX를 근거로 하였기 때문에 매우 높은 값이 설정되었다.

붕소의 수질기준을 4.6 mg/L(해수의 붕소의 평균농도)로 하는 방안

그 다음 대안은 평균 해수농도인 4.6mg/L를 고려할 수 있다. 이것은 평균농도를 의미

하므로 만일 이 값을 선정한다면 적어도 처리수는 해수농도의 평균치 이하의 값이 나와야 한다는 의미를 갖는다. 이는 평균치보다 높은 해수는 처리를 하여 평균치 이하가 되는 조건이다. 평균치이하의 물은 음용수로 적합하다는 의미이므로 붕소에 대한 여과 처리를 추가로 할 필요가 없다. 이는 일견 부적합한 측면이 있는 것 같지만, 바다에는 여러 생물이 살고 있고, 이들은 바닷물을 이용하여 생명활동을 유지하므로 이 정도의 농도는 바다생물에게는 문제가 되지 않는다는 것을 착안한 것이다. 그렇더라도, 이것이 육상동물이나 인간에게 적합한지는 정확히 모른다. 이 경우는 불확실성 계수를 10으로 한 것(이 경우 수질기준은 2.6mg/L) 보다 2 정도 높은 수치이고, 불확실성을 5로 하였을 경우(이 경우 수질기준은 5.2mg/L) 보다 낮은 값이다(그림 3-22). 그러나 불확실성은 안전율을 고려한 것이므로, 이를 경시하기는 어렵다. 또한 인간은 물을 상시로 먹어야 하고, 또한 많은 사람이 먹어야 하므로 통계적으로 유의한 영향을 받는 사람들의 숫자가 커질 가능성도 있다. 그러므로 안전율을 낮추어서 수질기준을 적용하는 것은 수질의 안전성을 기본정책으로 하는 것에 맞지 않으므로 바람직하지 않다.

1일 음용량으로 정하는 방안

그 다음은 섭취량에 따른 수질기준의 변경을 고려해 본다. 만일 하루 섭취량이 0.5 리터라면, 수질기준은 1.06mg/L 이다(표 3-45, 그림 3-23)¹³³⁾. 이것은 현재 일본이 해수 담수화에 대한 수질기준의 감시항목으로 설정한 수준과 비슷하며, 유럽연합(EU)의 음용수 및 병입수에 적용한 수치(1.0mg/L)와 근접한다. 만일 하루 1 리터라면 수질기준은 0.53mg/L 이다. 이는 우리나라 사람들이 매일 평균적으로 먹는 물의 양(1 리터 내외)을 적용한 기준과 비슷한 수치이다(표 3-46). 하루에 2리터 이상을 마신다면 수질기준은 현재의 수질기준(0.3mg/L) 보다 훨씬 낮아져야하고, 2.5 리터를 마실 경우 수질기준은 0.2mg/L가 된다.

133) 우리나라 국민은 하루에 평균 851ml(남자 945ml, 여자 766ml)의 물을 섭취하는 것으로 조사되어 1일 권장량인 2L의 반 정도를 마신다(자료: 보건복지부, 2001, 건강영양조사(영양조사편), 한국보건산업진흥원, p10).

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

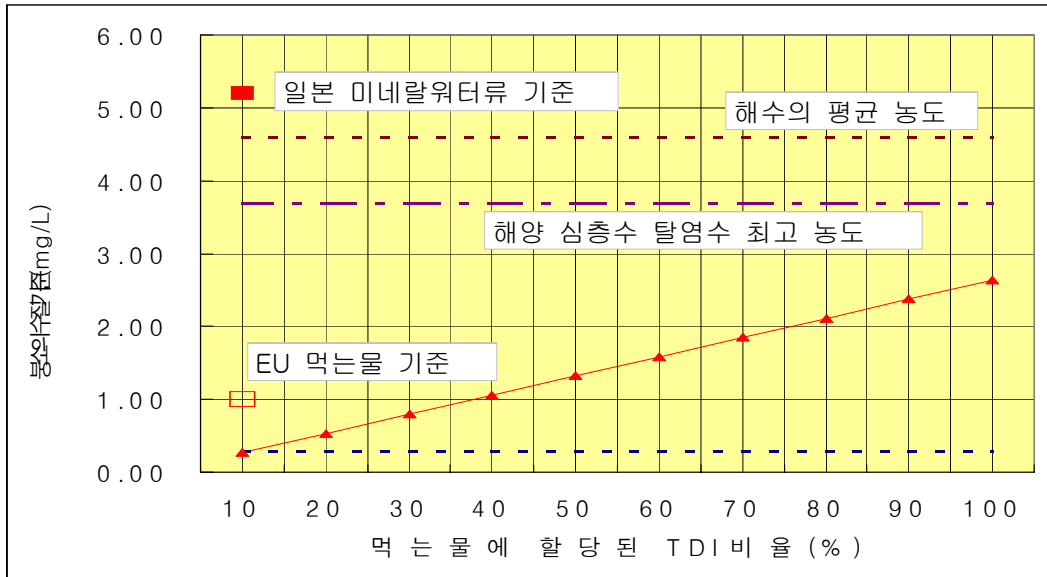


그림 3-22 붕소의 먹는물 할당량의 변화에 따른 수질기준 변화
 매10%의 할당량 증가마다 기준은 0.26mg/L씩 증가한다. 따라서 붕소의 섭취가 먹는 물로만 이루어질 때 수질기준은 2.6mg/L이 된다.

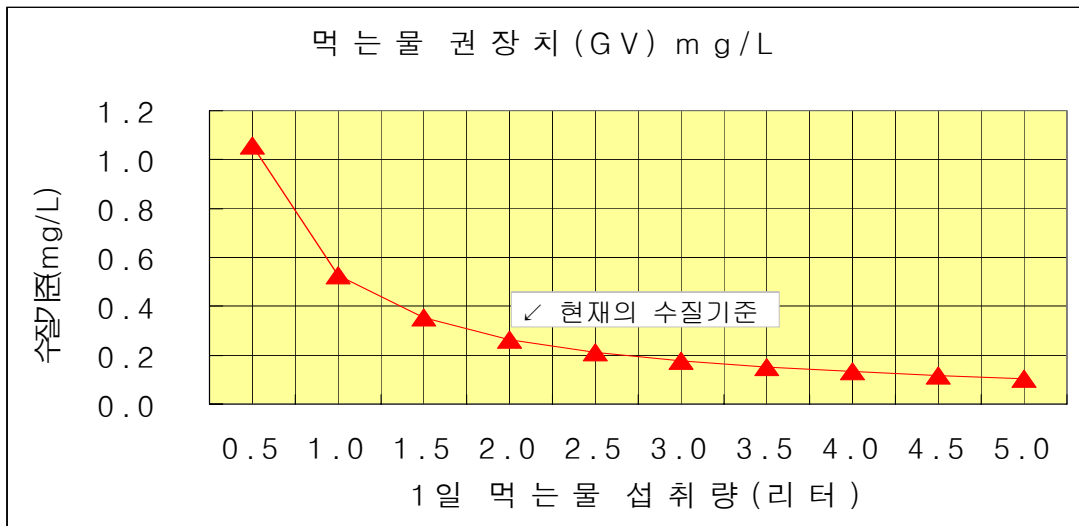


그림 3-23 1일 섭취량을 변화할 때의 붕소의 수질기준

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 3-44 할당량의 변화에 따른 봉소의 먹는물 수질기준의 계산 결과(현재기준:0.3mg/L)

유해영향 미관측 수준 (NOAEL, mg/L)	불확실성 계수 (UF)	1일 섭취허용량 (TDI, mg/L)	체중 (BW, kg)	먹는물에 할당된 비율 (P, %)	1일 먹는물 섭취량 (C, Liter)	먹는물 권장치 (GV, mg/L)	GV ₁ (반올림값, mg/L)
8.8	100	0.088	60	10	2	0.26	0.3
8.8	100	0.088	60	20	2	0.53	0.5
8.8	100	0.088	60	30	2	0.79	0.8
8.8	100	0.088	60	40	2	1.06	1.1
8.8	100	0.088	60	50	2	1.32	1.3
8.8	100	0.088	60	60	2	1.58	1.6
8.8	100	0.088	60	70	2	1.85	1.8
8.8	100	0.088	60	80	2	2.11	2.1
8.8	100	0.088	60	90	2	2.38	2.4
8.8	100	0.088	60	100	2	2.64	2.6

표 3-45 섭취량의 변화에 따른 봉소의 먹는물 수질기준의 계산 결과(현재기준:0.3mg/L)

유해영향 미관측 수준 (NOAEL, mg/L)	불확실성 계수 (UF)	1일 섭취허용량 (TDI, mg/L)	체중 (BW, kg)	먹는물에 할당된 비율 (P, %)	1일 먹는물 섭취량 (C, Liter)	먹는물 권장치 (GV, mg/L)	GV ₁ (반올림값, mg/L)
8.8	100	0.088	60	10	0.5	1.06	1.1
8.8	100	0.088	60	10	1.0	0.53	0.5
8.8	100	0.088	60	10	1.5	0.35	0.4
8.8	100	0.088	60	10	2.0	0.26	0.3
8.8	100	0.088	60	10	2.5	0.21	0.2
8.8	100	0.088	60	10	3.0	0.18	0.2
8.8	100	0.088	60	10	3.5	0.15	0.2
8.8	100	0.088	60	10	4.0	0.13	0.1
8.8	100	0.088	60	10	4.5	0.12	0.1
8.8	100	0.088	60	10	5.0	0.11	0.1

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-46 우리나라의 물과 알코올의 1인 1일 섭취량

구분	물(ml)			알코올(g)			
	전국	남자	여자	전국	남자	여자	
전국	851	945	766	5.4	9.1	2.1	
지역별	대도시	854	949	770	5.8	10.1	2.1
	중소도시	854	948	766	4.6	7.4	2.0
	읍면지역	835	924	755	5.8	9.5	2.4
연령별	1-2	452	422	480	0	0	0
	3-6	646	684	604	0	0	0
	7-12	798	833	757	0	0	0
	13-19	936	1,061	811	2.1	3.3	0.8
	20-29	925	1,067	808	6.6	11.1	3.0
	30-49	897	1,013	792	8.5	14.4	3.2
	50-64	851	940	777	7.5	13.5	2.5
	65	782	871	726	3.9	7.8	1.4

자료: 보건복지부, 2001, 건강영양조사(영양조사편), 한국보건산업진흥원, p10.

사람은 생명을 유지하기 위하여 하루에 2리터 내외의 물을 먹도록 권장하고 있으며, 또한 각종 수질기준의 계산기준이 2리터이므로 예외적으로 2리터 미만을 먹는 것을 가정하여 수질기준을 정하는 것은 다소 비합리적이다. 또 섭취량을 줄이기 위하여 물을 적게 먹을 경우, 다른 생체기능의 이상이 올 가능성도 있으므로 바람직하지 않다.

한편 해양심층수를 이용하여 제품을 생산하는 경우, 개발자가 국가나 공공단체가 아니라면 이윤을 위하여 소비를 촉진하도록 노력할 것이다. 만일 소비량이 많아진다면 수질기준의 설정값은 비례하여 낮아져야 한다. 더욱이 민간개발업자의 경우 기능성 음료개발을 선호하므로 이를 효능이 좋은 것으로 선전을 하고 가격은 고가를 유지하게 되어 그에 따라 이를 선택적으로 음용하는 사람들이 생길 가능성이 있다. 이들은 대체로 경제적으로 여유가 있는 사람들이므로 채소나 과일 등을 보통사람 더 많이 섭취할 가능성이 높다. 이 경우, 먹는물에 할당되는 비율은 상대적으로 낮아져야 한다. 그러면 수질기준은 현재 보다 더 낮아져야 하는 관계가 성립한다. 그러므로 수자원의 활용 측면이라는 점도 있지만 국민 건강을 위해서는 수질기준은 우선 엄격히 지켜야 한다는 명제를 유지하고 합리적인 해결방안을 마련해야 할 것이다. 먹는샘물의 경우, 1인당 년

간 30리터(500ml 용량으로 60개, 2000년 기준)내지 44리터(500ml 용량으로는 85개로 1일 0.23리터 정도, 2001년 기준)를 소비하여 하루 2리터 이상을 마시지 않았지만 이것은 어디까지나 전 국민이 평균적으로 소비한 숫자일 뿐이다. 만일 먹는샘물을 선택적으로 먹는 집단이 국민의 1/10 정도¹³⁴⁾라면 이들은 매일 2리터 정도를 마시게 된다. 통상 생수라고 불리는 먹는샘물을 가정에 배달하여 소비하는 인구는 매우 한정적이고 또한 해양심층수도 고가의 전략을 유지할 경우 이를 선택적으로 소비하는 집단이 생길 수 있으므로 이 또한 수질기준을 적절히 유지할 필요성이 있다.

우리나라의 1인당 1일 상수도 사용량은 380리터(2000년), 374리터(2001년), 362리터(2002년) 등 최근 평균적으로 보면 매년 370리터 정도 된다. 이 중 음용수나 각종 음식물 조리시 사용되는 물(식수, 음료, 국 등)을 0.5~1% 수준으로 보면 1.85~3.7 L 정도를 섭취하게 된다. 한편, 수돗물은 수질기준을 만족하는 것을 공급하므로 붕소의 함량이 높은 다른 물을 음용할 경우는 그로 인한 배경농도의 증가로 어떤 영향이 나타날 수도 있다.

5-2. 브롬산염(Bromate)

(가) 브롬산염의 특징

브롬산염은 독성을 나타내므로 각국은 수질기준을 설정하고 있다(표 3-47). 브롬산(HBrO_3)의 수소 원자가 칼륨이나 나트륨과 치환되어 생긴 염으로서, 브롬산칼륨과 브롬산나트륨이 있다(표 3-48). 백색의 결정 또는 덩어리 모양의 물질이며 비중 3.27, 녹는점 약 350 °C. 약 370 °C에서 산소를 발생하며 분해하고 브롬화칼륨(KBr)으로 변한다. 저온에서는 비교적 물에 잘 녹지 않으나, 고온에서는 상당히 잘 녹으며, 알코올에는 녹지 않는다. 목탄이나 황 같이 산화되기 쉬운 것과 가열하면 폭발한다. 수산화칼륨의 따뜻한 수용액에 브롬을 가하거나, 브롬화칼륨의 따뜻한 수용액을 격막(隔膜)을 쓰지 않고 전기분해하면 생긴다. 밀가루용 탈색제, 브롬산염 적정(滴定)의 분석시약으로 사용되며 산화제이다. 음용수의 살균·소독을 위해 오존을 처리시 부산물로 생성될 수 있는데, 해수의 경우 칼륨과 나트륨 및 브롬이 많이 함유되어 있어서 생성되기 쉽다.

134) 환경부의 먹는물에 대한 선호조사에서 10.1%가 먹는샘물을 선택하였음(환경부 수도정책과, 2004, 먹는물 수질관리지침, p19). 물론 이 수치가 반드시 구매나 소비자 비율을 의미하는 것은 아니다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-47 브롬산염에 대한 각국의 수질기준(단위 mg/L)

구분	음용수(DW)	병입수(BW)	천연광천수(NMW)*
세계보건기구(WHO)	0.01(p,T)	CODEX	CODEX
국제식품규격(CODEX)		0.01(WHO DW)	
한국	X	X	X
미국	0.01	0.01	0.01
캐나다	0.01		
호주	0.02		
일본	0.01		
유럽연합	0.01(2008년까지)	0.01	0.01
조사된 각국의 범위	0.01-0.02	0.01	0.01

주: X: 수질기준이 설정되지 아니한 것(확인된 것), p: 잠정 권장치, T: 기술적 제약으로 설정된 기준
*미국은 병입수 규정에서 천연광천수(NMW)라는 용어 보다는 mineral water를 사용함

표 3-48 브롬산염의 종류와 물리적 특성

구분	분자식	CAS No.	끓는 온도(°C)	녹는 온도(°C)	밀도(20°C)	수용성(g/L)
브롬산 칼륨	KBrO ₃	7758-01-2	-	381	3.34 g/cm ³	275(8°C) 909(100°C)
브롬산 나트륨	NaBrO ₃	7789-38-0	370°C에서 분해	350	3.27 g/cm ³	113(40°C) 498(100°C)

(나) 브롬산염의 위해성 연구 내용¹³⁵⁾

○미국 EPA

발암성 정보

현재 브롬산염에 대하여 미국 환경 보호청에서는 유력한 인체 발암물질인 B2로 분류하고 있다. 사람에 대한 역학적 연구나 장기 노출에 대한 연구가 유용하지는 않지만, 암수 랫트에 음용수의 노출에서 발암성이 입증되었다. 이들 랫트에 대한 중요한 연구가 있는데,¹³⁶⁾¹³⁷⁾이들 연구는 노출경로나 실험동물수가 적절한 것으로 알려졌다. 이들

135) 김예신 박사(리스크 대표)의 원고를 참조하여 작성되었다.

136)Kurokawa, Y., et al., 1983, Enhancement by potassium bromate of renal tumorigenesis initiated by N-ethyl-N-hydroxyethylnitrosamine in F344 rats, Gann, 74:607-610.

실험에서 다양한 부위(신장, 갑상선, 복막)에서 종양이 관찰되었고, 또한 종양 발생이나 종양의 진행 정도에 대한 명확한 용량-반응 상관성을 나타내고 있으므로 브롬산염이 사람에게 있어서 암을 유발시킬 잠재성을 지닌다는 것을 의미하지만 암을 유발시키는 기전에 대해서는 아직 충분히 밝혀지지 않았다.

용량-반응 평가에 따른 발암 위험도 추정치

발암 위험도를 추정하기 위해서 기존 연구자료¹³⁸⁾를 이용하였는데, 용량-반응 자료는 F344 수컷 랫트의 자료이고 노출경로는 음용수를 통한 섭취이며, 종양의 형태는 고환 중피종, 신세뇨관 부종과 암종, 그리고 갑상선 소포세포 부종 및 암종이다(표 3-49).

표 3-49 수컷 랫트의 다양한 부위에서 발생한 종양의 용량-반응 자료

투여 용량(mg)	사람에 상응하는 용량	고환 중피종	갑상선 소포 세포 부종 및 암종	신세뇨관 부종 및 암종
0	0	0/71	0/60	1/69
1.1	0.3	4/73	4/63	1/67
6.1	1.7	5/73	2/67	6/71
12.9	3.5	11/71	5/58	3/62
28.7	7.9	31/67	17/54	18/56

자료: DeAngelo et al. (1998).

이들 자료로 일단계 와이블 모형(시간에 따른 종양 발생 예측 모형; one stage Weibull time-to-tumor) 이용하여 외삽하였고, 인체 용량으로 전환하기 위해서 체중은 0.75를 고려하였다. 이들 연구 결과 발암력(cancer potency, oral slope factor)은 0.7mg/kg/day이고, 단위 농도 당 위험도, 단위 위험도(unit risk)는 2×10^{-5} 이다. 이는 사람이 1ppb 브롬산염으로 오염된 물을 평생 동안 마신다고 가정하였을 경우, 발생 가능한 초

Kurokawa, Y., et al., 1986b, Long-term in vivo carcinogenicity test of potassium bromate, sodium hypochlorite and sodium chlorite conducted in Japan, Environ. Health Perspect., 69:221-235.

Kurokawa, Y., et al., 1986a, Dose-response studies on the carcinogenicity of potassium bromate in F344 rats after long-term oral administration, J. Natl. Cancer Inst., 77:977-982.

137)DeAngelo, A.B., et al., 1998, Carcinogenicity of potassium bromate administered in the drinking water to male B6C3F1 mice and F344/N rats, Toxicol. Pathol., 26(5): 587-594.

138)DeAngelo, A.B., et al., 1998, Carcinogenicity of potassium bromate administered in the drinking water to male B6C3F1 mice and F344/N rats, Toxicol. Pathol., 26(5): 587-594.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

과 발암 위해도가 약 십만명당 2명을 의미한다. 초과 발암 위해도 10^{-4} (만명당 1명), 10^{-5} (십만명당 1명), 10^{-6} (백만명당 1명)에 해당하는 브롬산염 농도는 각각 5ppb, 0.5ppb, 0.05ppb 이다.

기준 설정 배경

미국 EPA의 경우, 건강 위해 잠재성과 음용수내 출현 가능성이 높은 물질에 대하여 미국 안전음용수법(SDWA)의 개정법에서는 환경보호청으로 하여금 최대오염수준(Maximum Contaminant Levels : MCLs)을 제정하도록 하여 행정적으로 규제토록 하고 있으며 아울러 행정적 규제 목적은 아니나 도달 목표로서 최대오염수준목표(Maximum Contaminant Level Goals : MCLGs)를 정하도록 하고 있다. 따라서 각각의 대상 오염 물질에 대하여 우선 MCLG를 정하고 난 후 처리 기술, 경제성, 규제 효과, 그리고 분석 한계 등의 현실성을 고려하여 MCL을 설정하고 있다. 발암물질의 경우 MCLGs는 무조건 "0"이다. 그리고 MCLs은 앞서 언급한 바와 같이 여러 가지 현실적인 조건을 고려하여 발암 위해도, 10^{-4} ~ 10^{-6} (만명당 1명~백만명당 1명)의 수준에서 설정된다. 여기서 백만명당 1명의 위해도에서 설정하는 것이 가장 이상적이지만, 이 수준의 위해도는 거의 무시할 만한 수준의 위해도로서 현실적으로 이들 수준에서 기준을 설정하는 것은 매우 어려운 일이다. 달성 가능한 수준이라면 10^{-6} 에서 설정하는 것이 좋지만, 일반적으로 10^{-5} 수준에서 결정하게 된다. 현재 미국 EPA에서는 브롬산염에 대한 기준을 10ppb로 설정하고 있다. 이 위해 수준은 2.19×10^{-4} 로서, 비교적 높은 위해 수준에서 기준이 설정되었다. 이러한 이유는 공학적 처리 기술이나 비용 문제 그리고 분석 기술 수준의 현실적인 문제로 높게 책정되었다.

○캐나다

발암성 정보

브롬산염으로 인한 인체의 종양 발생에 대한 유용한 정보는 없다. 암수 F344 랫트에서 브롬산칼륨(potassium bromate)이 함유된 음용수를 투여한 경우, 용량이 증가함에 따라 양성 및 악성 신장 세포 종양이 증가하였다. 그리고 햄스터와 서로 다른 3종의 마우스에서 양성 신장 세포 종양을 유발시키는 제한된 증거를 가지고 있다. 그리고 수컷 랫트에서 양성 및 악성 갑상선 종양 및 복막 증피종이 관찰되었다. 마우스의 실험에서는 소장 및 간에서 부종의 유의한 증가가 알려졌다. 따라서 브롬산염의 경우 동물에서

는 충분한 증거가 있고 사람에게 있어서는 자료가 없기 때문에 유력한 발암물질로 분류한다.

용량-반응 평가에 따른 발암 위해도 추정치

발암 위해도는 두 가지 생체 정량 결과로부터 신장 세포 종양에 준거하여 추정되었다. 첫 번째 실험¹³⁹⁾은 암수 F344 랫트를 대상으로, 두 번째 실험¹⁴⁰⁾은 동일 실험실에서 수컷 F344 랫트에서 첫 번째 연구보다 좀 더 저 용량에서 진행한 연구이다. 이들 연구를 모델에 적용한 결과, 음용수중 단위 농도 1ppb에 해당하는 평생 초과 발암 위해도는 $1.55 \times 10^{-6} \sim 2.19 \times 10^{-6}$ (백만명당 약 2명)의 범위로 추정되었다. 그리고 이들 연구자의 세 가지 자료를 근거로 추정한 평생 초과 발암 위해도 10^{-4} (만명당 1명), 10^{-5} (십만명당 1명), 10^{-6} (백만명당 1명)에 해당하는 브롬산염의 농도는 각각 46~65ppb, 4.6~6.5ppb, 0.46~0.65ppb 이다.

기준 설정 배경

브롬산염은 사람에게 유력한 발암물질로서 최대허용농도(Maximum Acceptable Concentration; MAC)는 평생 발암 위해도와 현실적으로 가용한 처리기술에 의해 유도될 수 있다. 캐나다의 경우, 임시 최대허용농도(Interim MAX; IMAC)는 다음과 같은 이유를 고려해서 10ppb로 정하였다.

① IMAX은 합리적인 비용으로 측정할 수 있고 달성이 가능하여야 한다. 현재 음용수중에 브롬산염을 제거하는 유용한 처리기술은 없다. 그러나 오존을 처리하더라도 기술적으로는 고농도의 브롬을 가진 물에서 브롬산염의 형성을 최소화 할 수 있다.

② 음용수 중 브롬산염의 PQL은 2ppb이므로 IMAX보다 적은 수준이다. 이 방법은 Lo & Subramanian에 의해 보고되었고, 기타 DBPs의 간섭을 제거하거나 최소화하기 위한 성공적인 방법이다. 그리고 음용수중 브롬산염을 분석하기 위한 방법으로도 권고되고 있다. 이 경우 숙련된 크로마토그래피 분석자가 필요하다. EPA의 방법 300을 따르는 경우, PQL은 10ppb이다.

③ MAC이 임시로 지정된 이유는 IMAC 수준의 브롬산염을 포함하는 물을 섭취하

139) Kurokawa, Y., et al., 1986b.

140) Kurokawa, Y., et al., 1987, Relationship between the duration of treatment and the incidence of renal cell tumors in male F344 rats administered potassium bromate, Japan. J. Cancer Res. (Gann), 78: 358-364.

Kurokawa, Y., et al., 1986.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

는 경우, 신장암에 대한 평생 위험도(2.19×10^{-4})가 일반적으로 무시할 만한 수준범위를 초과하였기 때문이다. 캐나다의 경우 발암 물질에 대한 허용 위험도를 10^{-5} (십만명당 1명의 위험도)로 보고 있다.

캐나다는 앞으로 분석 기술이나 처리 기술 그리고 음용수 중 브롬산염의 노출과 관련된 건강 위험성에 대한 신규 자료들을 계속 수집하면서, 임시 기준을 주기적으로 점검할 예정이다.

OWHO

발암성 정보

브롬산염은 생체외 실험(in vitro)과 생체내 실험(in vivo) 둘 다에서 돌연변이원성을 나타낸다. IARC에서는 브롬산염을 Group 2B(가능한 인체 발암 물질)로 분류하고 있다. 이는 실험동물에서는 충분한 증거를 가지고 사람에게 있어서는 불충분한 증거가 존재하기 때문이다. 현재 발암 기전에 대해 결론지을 만한 충분한 증거는 없다. 다만 비교적 이른 시기에 종양이 관찰되고 다양한 유전자 독성 정량 연구에서 양성 반응은 발암성에 대한 기전이 저용량에서 DNA 활성화로 기인하는 것을 암시한다. 신장 종양에서 DNA 활성화는 비선형적인 용량-반응 관계를 나타낼 수 있다는 제안적인 증거들이 있지만, 이러한 관련성이 중피종 또는 갑상선 종양에서 나타난다는 증거는 없다. 산화적 스트레스가 신장 종양을 형성하는데 중요한 역할을 할 수 있다. 그러나 신장 종양 발생의 원인이 되는 지방 과산화(lipid peroxidation) 및 자유 래디칼(free radical)의 생성에 대해서는 충분한 증거가 없다. 또한 산화적 스트레스를 포함하는 어떤 단일 기전이 브롬산염에 의한 갑상선 및 복막 종양 생성에 원인이 있다고 제안할 만한 충분한 자료는 없다.

이러한 발암 기전에 대한 충분한 정보가 없기 때문에, IPCS(2000)¹⁴¹⁾는 선형 다단계 모델(linearized multistage model)뿐만 아니라 발암성에 대한 비선형 접근법인 TDI 접근법 둘 다 개발하였다. TDI가 $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 는 랫트의 신장 세포 종양 생성에 있어서 영향이 없는 수준(Kurokawa 등[1986, 1987]의 연구에서는 $1.3 \text{mg}/\text{kg}/\text{day}$)에서 불확실성 상수 1,000을 고려하여 계산되었다. 또한 IPCS에서는 2년간 수컷 랫트에 브롬산칼륨이

141) IPCS, 2000, Disinfectants and disinfectant by-products, Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety(Environmental Health Criteria 216).

함유된 음용수를 노출시켜 발생한 신장 종양의 증가에 근거하여 10^{-5} 의 초과 발암 위험도에 해당하는 $0.1\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 수치를 얻었다.

용량-반응 평가에 따른 발암 위험도 추정치

브롬산염에 대한 용량-반응 평가에서 DeAngelo 등(1998)은 이전의 연구보다 저용량을 사용하였고, 실험용량 그룹당 사용된 동물의 수가 많았다. 일단계 와이블 모형을 이용하여 다양한 종피종, 신장 종양, 갑상선 종양의 발생율에 적용하여 저용량에서 선형 외삽에 의거하여 암 발생 위험도를 추정하였다. 그 결과 발암력은 $0.19\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$ 였고, 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} 의 초과 발암 위험도에 해당하는 농도는 각각 20ppb, 2ppb, 0.2ppb였다.

평생 초과 발암 위험도 10^{-5} 에 관련된 음용수중 브롬산염의 농도는 Kurokawa 등(1986)의 연구를 이용할 경우는 2ppb이다. IPCS 자료를 이용할 경우 발암력 $0.1\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$ 에 체중 60kg과 음용수 섭취량 2 L/day를 고려하면 10^{-5} 에 관련된 음용수중 브롬산염의 농도는 3ppb이다. 비선형적인 접근 방법인 TDI 접근법을 이용하는 경우, 체중 60kg, 음용수 섭취량 2 L/day 그리고 오염 기여도 20%를 고려하는 경우 6ppb이다.

기준 설정 배경

PQL 1ppb를 많은 실험실에서 달성하기는 어려울 수 있다. 약 5ppb 정도는 달성 가능하다. 그리고 음용수중 브롬산염을 제거하기 위해 기술적으로 달성 가능한 수준은 현재로서는 10ppb로 고려되고 있다. 그러므로 건강에 입각한 수치 10^{-5} 에 해당하는 2ppb는 분석 기술이나 처리 기술의 현실적 한계로 인해 10ppb로 조정될 수밖에 없다. 그러므로 잠정적인 임시 기준은 10ppb로 권고한다. 이 수치에 해당하는 초과 발암 위험도는 대략 10^{-4} 에 해당한다.

(다) 요약

전반적으로 건강에 입각한 기준 즉 10^{-5} 에 해당하는 초과 발암 위험도가 유사한 수준이다. 그러나 노출 지수가 우리나라와 동일한 WHO 자료를 차용하는 경우, 건강에 입각한 수준은 2ppb ~ 3ppb로서 브롬산염의 음용수질 기준으로 설정해야하지만, 앞서 언급한 국내의 분석 기술 수준이나 처리 기술 수준을 고려해야 할 것이다. 이들 국내 기술 수준이 만약, 선진국과 동일한 수준이라면, 임시 기준으로서 10ppb가 합리적인 것으로 보인다(표 3-50).

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-50 브롬산염의 수질기준 설정 과정과 제안 수준

구분	미국	캐나다	WHO
접근 방법	발암 위해성	발암 위해성	발암 위해성
발암물질 분류체계	B2 probable human carcinogen	Probably carcinogenic to human	IARC, Group 2B
실험 자료	DeAngelo 등(1998)	Kurokawa 등 (1986, 1987)	Kurokawa 등(1986) DeAngelo 등(1998) IPCS(2000)
외삽 모델	Time-to-tumor, Weibull model	외삽 모델(na)	다양한 외삽 모델(na)
발암력($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)	0.7	na	0.1 ~ 0.19
노출 모수	체중 70kg 물 섭취량 2L	체중 70kg 물 섭취량 1.5L	체중 60kg 물 섭취량 2L
단위 위해도	2.0×10^{-5}	2.19×10^{-6}	5.0×10^{-6}
위해도에 상응하는 농도(ppb) • 10^{-4} • 10^{-5} • 10^{-6}	5 0.5 0.05	46 4.6 0.46	2.0 ~ 3.0
허용 위해도	$10^{-4} \sim 10^{-6}$ (만명당 1명 ~ 백만명당 1명)	10^{-5} (십만명당 1명)	10^{-5} (십만명당 1명)
기준(ppb)	MCLG=0* MCL=10	10 (임시 기준)	10 (임시 권고 기준)
기준에 해당하는 위해도	2.19×10^{-4}	2.19×10^{-5}	5.0×10^{-5}
허용 위해도에 합당한 기준을 설정하지 못한 이유	분석 기술 수준 처리 기술 수준	분석 기술 수준 처리 기술 수준	분석 기술 수준 처리 기술 수준

*발암물질의 목표 기준치는 0이다.

-na; not available

5-3. 스트론튬(Strontium)

(가) 스트론튬의 특성¹⁴²⁾

스트론튬은 핵종으로서 음용수에 포함될 경우 건강에 영향을 미칠 수 있다. 천연으로는 셀레스타이트(SrSO_4)나 스트론티아나이트(SrCO_3)로서 산출되며, 이밖에 알칼리토금속 광석에도 소량이 함유되어 있다. 그 존재는 동족원소인 칼슘에 비하여 극히 적으며 광석의 종류도 적다. 해수 중의 일반적인 함유량은 7.9~13 mg/L 정도이다. 스트론튬은 백색의 금속으로, 납보다는 약간 단단하다. 공기 중에서는 상온에서 곧 산화되어, 금속의 표면에 황색의 산화피막(酸化遊幕)이 생긴다. 미소 분말은 공기 중에서 자연발화한다. 물과는 격렬하게 반응하여 수산화스트론튬을 생성함과 동시에 수소를 발생시킨다. 수은과는 아말감을 형성하고 염산과 반응시에는 수소를 발생하면서 녹는다. 화합물의 원자가는 보통 +2가이다.

스트론튬은 광석을 산화물의 형태로 바꾸어서 산화스트론튬을 알루미늄과 함께 가열함으로써 환원시켜 증류하여 얻는데 이 경우 순도(純度)는 약 99.6 %이다. 또한 염화스트론튬을 용해·전기분해하여도 얻을 수 있다. 스트론튬은 주로 특수합금, 진공관의 게터용 재료 등으로 사용되고, 합금으로는 5% 스트론튬-주석합금, 5% 스트론튬-납합금 등이 구리합금·주석합금·납합금·아연합금 등에 모합금(母合金)으로 첨가된다. Strontium-90은 핵무기 실험 중지후 따라 대기중에서는 감소하고 있는 중이다.

(나) 스트론튬의 독성 영향¹⁴³⁾

스트론튬은 해수에 붕소보다 2.5배 이상 포함되어 있으며 방사성을 띠는 동위원소가 존재하므로 스트론튬은 음용시 일부 영향이 있는 것으로 보고되고 있으며¹⁴⁴⁾, 스트론튬의 수질기준을 설정한 나라가 다수 있다(표 3-51).

WHO가 방사성에 대한 먹는물의 기준을 처음 설정할 때는 먹는물이 방사성 물질에 피폭될 경우를 근거로 하여 설정하였다. 1990년에는 국제방사능보호위원회(ICRP, International Commission on Radiological Protection)의 권고를 받아 들여 먹는물 수질권장치를 2차 개정에서 반영하였으며, 최근의 3차 개정판에서는 ICRP가 발표한 장기적인 피폭과 투여계수(mSv/Bq)를 고려하여 결정하였다.¹⁴⁵⁾

142) <http://www.naver.com/> 스트론튬.

143) 김예신 박사(리스크 대표)의 원고를 참조하여 작성되었다.

144) 정문식 외, 1988, 환경화학, 신광문화사, p538.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-51 각국의 스트론튬 수질기준

구분	음용수(DW)	병입수(BW)	천연광천수(NMW)	단위 환산(mg/L)
세계보건기구(WHO)	⁸⁵ Sr : 100 Bq/L ⁸⁹ Sr : 100 Bq/L ⁹⁰ Sr : 10 Bq/L	CODEX	CODEX	⁸⁵ Sr : 3.85 ⁸⁹ Sr : 3.85 ⁹⁰ Sr : 0.385
국제식품규격(CODEX)		(WHO DW)		
한국	X	X	X	
미국*(IBWA 기준)	⁹⁰ Sr : 8 pCi/L	⁹⁰ Sr : 8 pCi/L	⁹⁰ Sr : 8 pCi/L	⁹⁰ Sr : 0.12
캐나다	⁸⁵ Sr : 300 Bq/L ⁸⁹ Sr : 40 Bq/L ⁹⁰ Sr : 5 Bq/L			⁸⁵ Sr : 11.6 ⁸⁹ Sr : 1.54 ⁹⁰ Sr : 0.19
유럽연합	0.1 mSv/yr (total)			
조사된 각국의 범위				0.12 ~ 3.85

주: X: 수질기준이 설정되지 아니한 것(확인된 것)

*미국은 국가기준이 아님을 유의

단위 환산: 1 Bq/L = 27pCi = 0.0385 mg/L

방사능에 의한 영향은 방사능 물질이 물속에서 이온화 되어 방출되는 과정에 발생한다. 실제로 통상의 물에서는 방사능 물질이 적어서 이러한 현상은 매우 드물고, 방사능 물질에 피폭될 경우에 그 영향이 나타날 수 있다.

스트론튬은 혈액에 들어가서 체내로 전달되는데 이때 칼슘과 비슷한 양태를 보인다. 스트론튬은 대부분 뼈에 축적 된다. 성인은 대체로 뼈의 표면에 부착되나 어린이의 경우는 뼈가 아직 성장과정에 있으므로, 성장기간 동안에 뼈 속에 축적될 가능성이 있다. 뼈가 발육하기 때문에, 뼈속에 국소적으로 용해되어 있던 스트론튬이 혈액을 타고 재순환할 수 있고, 뼈를 발육시키는데 재이용되거나 배설될 수 있다. 따라서 체내로부터 스트론튬은 아주 느리게 배출된다. 스트론튬은 섭취할 경우에 뼈의 성장 및 무기질의 침착에 영향을 미친다. 어린이의 경우 뼈의 발육에 영향을 미치고, 이미 뼈가 완전히 성숙된 어른보다 영향에 더 민감할 수 있다. 칼슘이나 단백질이 적게 섭취하는 어린이의 경우 더 영향을 받을 수 있다.

145) WHO, 2004, Guidelines for drinking-water quality, 3rd, p197.

스트론튬의 독성영향에 대한 주요한 연구가 몇 개 있다. Storey 등(1961)¹⁴⁶⁾은 칼슘(1.6%), 인(0.9%) 및 비타민 D가 포함된 먹이를 어린 랫트 및 성숙한 암컷 랫트에 20일간 제공하였다. 먹이에 포함된 스트론튬의 수준은 각각 0.19, 0.38, 0.75, 1.0(어린 랫트에만 제공), 1.5 및 3.0%였다. 일일 먹이 섭취량을, 어린 랫트는 체중 당 10%, 성숙한 랫트는 체중 당 5%로 가정할 경우에, 어린 랫트의 노출 용량은 각각 190, 380, 750, 1,000 및 3,000mg/kg/day에 해당되고, 성숙한 랫트는 각각 95, 190, 375, 750 및 1,500mg/kg/day에 해당된다. 랫트에서 뼈의 무기질 침착 및 연골 결합에 대해 조사하였는데, 어린 랫트는 성숙한 랫트보다 더 낮은 용량에서 더 심하게 영향을 받았다. 어린 랫트의 경우, 380 mg/kg/day에서 골단판(epiphyseal plate)이 불규칙하고 약간 휘어졌다. 그러나 750 mg/kg/day에서는 골단판이 너무나 불규칙적이어서 측정하기 어려웠다. 380 mg/kg/day 이상에서는 골단연골(epiphyseal cartilage)의 너비가 증가하고 석회화되지 않은 뼈 복합체 및 뼈의 회분(ash) 중량의 감소 등과 같이 뼈의 석회화(calcification)를 저해하였다. 성숙한 랫트는 750mg/kg/day에서 처음으로 변화가 발생하였고, 정상보다 골단 연골판(epiphyseal cartilage plate)이 넓어지고, 골간단 골상 이음새(metaphyseal osteoid seams)의 너비가 불규칙적으로 증가하는 변화를 나타내었다. 따라서 어린 랫트의 NOAEL은 190mg/kg/day이고 LOAEL은 380mg/kg/day이고, 성숙한 랫트의 NOAEL은 375mg/kg/day이고 LOAEL은 750mg/kg/day이었다.

Marie 등(1985)¹⁴⁷⁾은 수컷 Sprague-Dawley 랫트에서 안정 스트론튬을 투여하였다. 이 연구의 목적은 저용량에서 무기물 항상성(mineral homeostasis) 및 뼈 병리(bone history)를 살펴보는 것이었다. 랫트에 SrCl₂의 0, 0.19, 0.27, 0.34 및 0.40%가 포함된 증류수를 투여하였다. 또한 0.5%의 칼슘을 포함하였다. 이들은 체중 및 물 섭취량을 고려할 때, 각각 0, 316, 425, 525 및 633mg/kg/day의 노출용량을 추정하였고, 0.4%(633mg/kg/day)이하의 용량에서는 발육 또는 뼈의 석회질화에 유해 영향이 없는 것으로 판단하였다. 이 용량에서 석회화되는 기간이 증가하고, 석회화율의 감소와 관련하여 골상이 과도하게 두꺼워 지고 그로 인해 성장률이 느려지고 그리고 두 겹으로 된 골상 표면이 감소하였고 이는 종종 뼈 발육의 결함을 초래한다. 이 연구에서는 NOAEL은 525

146) Storey, E., 1961, Strontium "rickets": bone calcium and strontium changes. Austral. Ann. Med. 10: 213-222.

147) Marie, P.J., M.T. Garba, M. Hott and L. Miravet, 1985, Effect of low doses of stable Sr on bone metabolism in rats, Miner. Electrolyte Metab, 11:5-13.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

mg/kg/day이고 LOAEL은 633 mg/kg/day이었다.

Skoryna(1981)¹⁴⁸⁾는 성숙한 수컷 RVH hooded 랫트의 구강 독성을 조사하였다. 이때 투여 용량은 4개(0.002, 900, 1,900, 또는 3,400ppm SrCl₂, 55% Sr) 수준으로 3년간 음용수를 통해 투여하였다. 그리고 대조군이나 실험군 모두 칼슘(0.35ppm)과 마그네슘(0.0682ppm)을 동시에 주었다. 이때, 음용수 섭취량을 49 ml/day로 가정할 때, 노출 용량은 70, 147, 263 mg/kg/day이다. 뼈의 병리적 검사 및 체중 변화의 관찰한 결과, 비정상적인 반응은 관찰되지 않았다. 또한 다양한 장기의 조직을 조사하였으나, 형태학상의 변화는 없었다. 이 연구에서 만성 NOAEL은 263 mg/kg/day이다.

○각국의 스트론튬 기준 검토

미국 환경 보호청(US EPA)

미국 EPA는 현재 기준이 설정되지 않았으며, 평생건강권고치(Lifetime Health advisory)만을 제시하고 있다.

참고치(RfD)는 다음과 같다.

$$\text{RfD} = \text{BMDL}_{0.5} / \text{UF} = 190 \text{ mg/kg/day} / 300 = 0.6 \text{ mg/kg/day}$$

여기서 190mg/kg/day는 여러 가지 중요한 연구 중 가장 민감한(낮은) 수준의 NOAEL을 선택하였다. 또한 민감 집단인 어린이에 대한 영향을 고려하였다. 300은 중간 변이에 대한 불확실성 상수; 10, 종내 변이에 대한 불확실성 상수; 10, 민감한 하위 집단에 대해 고려하여 적용한 값이다(10×10×3=300)

RfD에 입각하여, 단지 건강만을 고려한 권장치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{권장치} &= \{\text{RfD} \times \text{평균 체중} \times \text{음용수로 인한 기여도}\} / \text{음용수 평균 섭취량} \\ &= \{0.6 \text{ mg/kg/day} \times 70\text{kg} \times 0.2\} / 2.0 \text{ L/day} \approx 4 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

148) Skoryna, S.C., 1981, Effects of oral supplementation with stable strontium, Can. Med. Assoc. J., 125(7):703-712.

구강 참고치(Oral RfD)는 세포괴사와 같은 어떤 독성 영향에 있어 역치(threshold)가 존재한다는 가정을 근거로 한다. 일반적으로 RfD는 평생 동안 유해한 영향을 일으키지 않을 평균 노출에 대한 추정치이다. 또한 발암물질에 대한 비발암 영향에 대해서도 유도될 수 있다.

규제 기준 현황

미국 EPA의 경우, 스트론튬이 규제를 위한 목록에는 선정되어 있지만 아직 규제에 대한 최종 결정은 내려지지 않았다. 위해성 평가는 현재 종료되어 평생 건강 권고치를 4ppm으로 제안하고 있고, IRIS에서 온라인 정보를 제공하고 있다.¹⁴⁹⁾ 어린이에 대한 단기 권고치를 제안하고 있는데 1일 기준과 10일 기준 모두 25ppm으로 제안하고 있다. 일부 주정부에서는 자체 기준을 가지고 있는데 플로리다의 경우 4.2ppm, 메인(Maine)의 경우 2.4ppm으로 설정하고 있다.

방사성 원소에 대한 먹는물의 수질기준은 국내에서 설정되지 않았다. 그러나 만일 해양심층수 병입수에 수질기준이 설정된다면 기존의 먹는샘물도 그 기준을 설정하는 방안을 검토하여야 한다. 이 경우 국내에서 방사성 물질이 자연적으로 많이 함유된 지층¹⁵⁰⁾에서 채수하는 먹는샘물업체에 대한 정밀한 조사가 선행되어야 할 것이다.

(다) 수질기준의 제안

스트론튬은 비발암성이지만 해수에 많이 포함되어 있고 건강에 영향을 미칠 수 있으므로 수질기준을 설정하는 것이 바람직하다. 스트론튬이 동일한 농도라도 어린이에게 영향을 더 미칠 수 있기 때문에, 어린이에 대한 영향을 고려해야 한다. 따라서 미국 환경보호청의 경우처럼 다양한 동물실험 연구 중 사전예방 원칙에 따라 가장 민감한 NOAEL을 선택하는 것이 바람직하다. 현재로서는 스트론튬의 건강에 입각한 권고 기준은 임시 기준으로 4ppm으로 하는 것이 적절한 것으로 판단된다(표 3-52). 그러나 규제 대상 매체의 오염원의 상대적인 기여도(relative source contribution)에 대한 조사와 연구가 필요하다.

149) <http://www.epa.gov/iris/>.

150) 옥천대 지층에서 방사능 원소를 함유한 광물이 발견되고 있다. 그러나 지하수에서의 검출여부는 논란이 많다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-52 스트론튬의 수질기준의 제안

구분	미국 EPA	제안 수준
설정 근거	건강 위해도	건강 위해도
평가 방법	비발암성 위해성 평가	비발암성 위해성 평가
표적 영향	뼈 발육 영향	뼈 발육 영향
기준 수준 지표 (mg/kg/day)	NOAEL, 190	NOAEL, 190
불확실성 상수	300	300
허용 수준 지표 (mg/kg/day)	RfD, 0.6	RfD, 0.6
평균 체중(kg)	70	60
음용수 기여도(%)	20	20
물 섭취량(L/day)	2 (90%상한값)	2
건강에 입각한 허용농도(mg/L)	4.0	3.6
법적 규제	현재 규제하지 않음 일부 주정부에서 규제	4.0 (임시 기준)

5-4. 경도

물의 경도는 전통적으로 비누와 반응하는 정도를 측정하는 것이며, 경수일수록 비누 거품을 만들기 어렵다. 경도는 칼슘과 마그네슘, 바륨, 철, 망간, 스트론튬 그리고 아연 등과 같은 다가금속이온이 크게 영향을 미친다. 경도는 계산의 편의를 위하여 통상 1 리터당 탄산칼슘의 대응(혹은 환산)함량으로 정하는 데, 물에 탄산칼슘 60mg/L 미만의 대응함량이 있으면 연수라고 한다. 경도는 이온의 함량으로 결정되지만, 탄산염 경도(일시 경도)와 비탄산염 경도(영구 경도) 등의 관점에서 다루어지기도 한다. 물의 경도를 유발하는 자연계의 원인 물질은 기반암과 토양에서 침출 혹은 유출되는 이온들 때문이다. 칼슘과 마그네슘은 자연계에서 경도의 주요 요인이 되는데 석회암이나 백악 같은 지층에서 특히 많이 유출된다. 칼슘과 마그네슘은 산업계에서 많이 사용되므로

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

부산물로서 생성되는 경우도 빈번하며, 음식물의 주요 구성성분이기도 하다.

경도는 물에서 맛에 영향을 미치는 물질인데, 칼슘이온이 100~300mg/L 인 경우까지가 음용에 적합하다. 칼슘이 500mg/L 이상인 경우 음용자가 심미적으로 불만을 가질 수 있다. 경도는 수질기준을 설정한 나라가 있는 반면 없는 나라도 상당히 있다(표 3-53). 수도관으로 물을 공급하는 경우에는 다음의 특징을 갖는다,

- <60mg/L CaCO₃ : 연수이나 수도관 등을 부식할 가능성이 있음
- 60-200mg/L CaCO₃ : 수도관 유지관리에 적절한 양임
- 200-500mg/L CaCO₃ : 침전물이나 광물질 각질이 생성되기 시작함
- > 500mg/L CaCO₃ : 수도관에 침전 부착물이 심하게 생성됨

경도가 높은 물이 심장병을 낮춘다는 보고가 있으나, 자료의 부족과 이러한 현상이 일반적으로 인정되기 어려워서 세계보건기구는 음용수의 경우 수질기준의 설정을 제한하지 않았다.¹⁵¹⁾

표 3-53 경도에 대한 각국의 수질기준(단위 CaCO₃ mg/L)

구분	음용수(DW)	병입수(BW)	천연광천수(NMW)	비고
세계보건기구(WHO)	X	CODEX	CODEX	제외됨
국제식품규격(CODEX)		X(WHO DW)	X	
한국	300		500	
미국	X	X	X	
캐나다	X			
호주	200			
일본	300	X	X	
유럽연합				
조사된 각국의 범위	200~300		500	

151) WHO, 2003, Hardness in Drinking-water, p3.

5-5. 수소이온 농도지수(pH)

pH는 용액의 수소이온 농도를 나타낸 것으로서 용액 1리터 속에 존재하는 수소이온의 그램이온수를 의미하며, 페하(pH)라는 기호로 표시한다. 수소이온농도는 그 양이 매우 작으므로 그 농도를 간단한 값으로 표시하기 위하여 수소이온 농도의 역수에 상용로그 값을 취하여 사용한다. 수소이온농도와 수산화이온농도의 곱은 수용액의 액성에 관계없이 항상 일정하다. 순수한 물일 경우 1기압 25℃에서 수소이온의 농도는 이론적으로는 10^{-7} 이다. 그램이온인 점을 기준으로 해서 $\text{pH} = -\log 1/[\text{H}^+] = 7$ 을 중성, pH가 7보다 작을 때 이 용액은 산성이며, pH가 7보다 클 때에는 알칼리성이라고 한다. 어류가 살기 적합한 담수의 pH는 6.7~8.6이며, pH는 폐수의 중화·응집 등 화학적 처리를 할 때 중요한 구실을 한다. pH 값을 측정하는 데는 전위차측정법과 비색측정법 등이 있다.

WHO는 1958년에 pH의 수질기준을 6.5~9.2로 제안하였으며, 1963과 1971년에 그 값을 유지하였었다. 1984년에 음용수의 경우 심미적 조건으로서 6.5~8.5를 권장치로 설정하였다. 그러나 수도관으로 공급하지 않는 음용수일 경우에는 그 가능 범위가 더 확장될 수 있어서 1993년에는 건강에 영향을 미치는 물질에서 제외되었다. 현재는 수도관의 운영조건으로서 pH 6.5~9.5를 설정하고 있다.¹⁵²⁾ 각국의 수질기준은 (표 3-54)에 제시되어 있다.

OpH의 건강 영향 고찰

바닷물은 수소이온농도가 담수보다 높은 경우가 있어서 수질기준을 충족할지 여부를 살펴보아야 한다. 우리나라의 해양심층수 개발예정지인 강원도 고성 주변의 해역은 해양표층수가 pH 8.2를 보이고, 해양심층수는 pH 7.9를 보이고 있어서 현재로서는 수질기준을 만족하고 있다. 일본의 경우 해양심층수를 처리하여 만든 최종 제품에는 pH 8.6 이상인 것도 있다. 해수에 포함된 물질을 탈염한 이후에 수소이온농도가 변하는지 여부에 대한 조사나 분석자료는 미흡하다. 담수화 처리후 공기와의 접촉 등에 의해 수소이온농도는 변할 수 있으므로 이에 대한 제조규정 및 시설규정이 마련되어야 한다.¹⁵³⁾

152) WHO, 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd, p426.

153) 해양표층수는 막의 유지관리로서 부유물질 등을 처리하기 위하여 pH를 조절하는데, 황산이 주로 이용된다.

표 3-54 수소이온 농도지수(pH)에 대한 각국의 수질기준

구분	음용수(DW)	병입수(BW)	천연광천수(NMW)	비고
세계보건기구(WHO)	X	CODEX	CODEX	제외됨
국제식품규격(CODEX)		X(WHO DW)	X	
한국	5.8~8.5	-	5.8~8.5	
미국	6.5~8.5(S)	X	X	
프랑스	6.5~9.0	X	X	
호주	6.5~8.5	-	-	
일본	5.8~8.6	5.8~8.6	X	
유럽연합	6.5~9.5(p)	6.5~9.5(p)	X	
조사된 각국의 범위	5.8~9.5	5.8~9.5	5.8~9.5	

주: X: 수질기준이 설정되지 아니한 것(확인된 것), S: 권장 기준, T: p: 잠정기준, T: 기술적 제약으로 설정된 기준

우리나라의 먹는샘물의 원수인 샘물의 경우, 2000년 상반기에 pH 6.03~8.27(평균 7.52¹⁵⁴), 2000년 하반기에 pH 6.16~8.42(평균 7.31) 범위를 보이는데¹⁵⁵, 원수인 샘물이 지표에 나올 경우 온도나 기압 등의 변화로 가스상 탈출과 주변 대기의 혼합 등이 발생하여 수소이온농도가 변한다. 인간이 먹는 것은 변화가 발생한 이후의 물이므로 원수의 pH와 함께 제품수의 pH도 관리가 필요하다. 마찬가지로, 해수도 처리과정에서 변화가 발생하고 공기와 접촉할 경우, 수소이온농도가 변할 수도 있다. 수소이온농도는 원래 25℃일 때를 기준으로 하여 측정하고 다른 온도일 경우에는 보정된 것이며, 해양심층수는 대체로 저온(고성앞 동해안의 심층수는 1.5℃)이므로 이에 대한 정밀한 조사와 연구가 필요하다.

샘물은 지하에 존재하고 있으므로 지하증온을 등에 의해 고온인 상태로 있는 경우가 많다. 우리가 음용시에는 보통 저온 냉장, 상온 또는 실온인 경우가 많으므로 수소이온농도의 규정은 이러한 상황을 고려할 필요가 있다.

154) 단순히 산술평균일 가능성이 있다. 수량을 고려하면 평균은 다르게 나온다.

155) 환경부, 2000, 먹는샘물 관리시스템 구축연구(III), p92.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

5-6. 총트리할로메탄(THMs)

탈염수는 음용을 위하여 소독처리를 할 수 있으므로 총트리할로메탄(THMs)의 생성 및 제거 문제가 될 수 있는 것으로 보고되었다.¹⁵⁶⁾ 따라서 살균 및 소독시에 발생하는 부산물에 대하여 정밀한 조사를 수행하여야 한다.

6. 해양심층수 처리수의 병입수 인정시 고려 사항

6-1. 관련법 규정의 제개정 필요

(가) 염수를 먹는물의 원수로 인정

염수를 먹는물의 원수로 인정시에는 먹는물의 안전을 담보할 수 있어야 하므로 현재의 먹는물 수질기준을 충족하는 것만 음용수로 인정하는 것이 가장 바람직하다. 다만 해수를 대체 수자원으로서의 이용성, 육상 환경의 보존관계, 정수 처리기술의 제약, 국제적인 추세 등의 제반 여건을 고려하여 불가피하게 염수를 음용수로 인정시에는 수질기준을 일정 기간동안 목표를 설정하여 제한적으로 완화할 수도 있을 것이다. 해수의 특성이 본질적으로 붕소나 스트론튬이 많다는 이유로 수질기준을 완화하여 설정하는 것은 국민의 건강 안전성에 큰 영향을 미칠 우려가 있으므로 이는 바람직하지 않다. 염수 중 해양심층수를 먹는물의 원수로 인정할 경우에 현안이 적절하게 검토되고 문제점은 해결되어야 한다.

(나) 해양심층수의 관련 규정의 마련

해양심층수가 먹는물의 원수로 인정되고 병입수 제품으로 생산된다면 다음과 같은 규정이 명문화되어야 합리적인 관리가 가능하다.

○원수의 이동

일반적으로 천연광천수의 원수는 채수지에서 제조시설까지 이동이 허용되고, 소비자용 포장용기 이외의 원수의 장거리 이동은 금지하고 있다.¹⁵⁷⁾ 유럽연합도 천연광천수의 원수 이동을 허용하지 않고 있다.¹⁵⁸⁾ 해양심층수는 취수자와 처리수 생산자가 다를

156) 자세한 실증자료는 제시되지 않았다(김충환, 2002, 미래 수도시설에 대한 연구 동향, 한국수자원공사 세미나 발표 자료).

157) 오염방지를 위한 조치이며, '최소한의 물리적 처리'를 하는 것을 원칙으로 하고자 하는 규제이다. 그러나 해수는 탈염공정시설이 사업자마다 다를 수 있고, '최소한의 처리'라는 의미가 아직 정해지지 않았다. 사실 먹는물관리 법에는 이러한 규정이 명확히 명문화되지는 않고 있다. 해수에 먹는샘물 원수의 채수 및 관리에 필요한 시설규정을 적용하려면 많은 문제가 있다.

수도 있으므로, 원수의 이동은 불가피하다(그림 3-24). 즉, 해양심층수를 취수 후 취수 시설 현장에 탈염시설이 있더라도 다른 판매업자가 자신의 탈염시설을 이용하고자 하는 경우가 발생한다.¹⁵⁹⁾ 해양심층수의 원수의 이동을 제한할 경우 제품수를 생산할 수 있는 조건은 취수권자로 한정되므로 취수권자 이외에는 원수를 배분 받을 수 없다. 이는 비록 해수를 자원으로 특허를 인정한다고 하여도 독점 점유 및 생산·판매의 형태가 되므로 바람직하지 않을 수 있다. 그러므로 원수의 이동은 허용되어야 한다. 다만 이동거리의 제한성 여부는 관련 이해당사자의 의견을 수렴할 필요가 있다. 만일 거리 이동을 무제한으로 허용할 경우, 실질적인 통제가 불가능하여 심층수로 인정받지 못한 것과 유사 심층수가 시장을 교란할 우려가 있다. 요약하면, 해양심층수의 경우 원수의 이동은 허용하되, 유사품 방지와 오염방지를 할 수 있도록 대책이 마련되어야 한다.

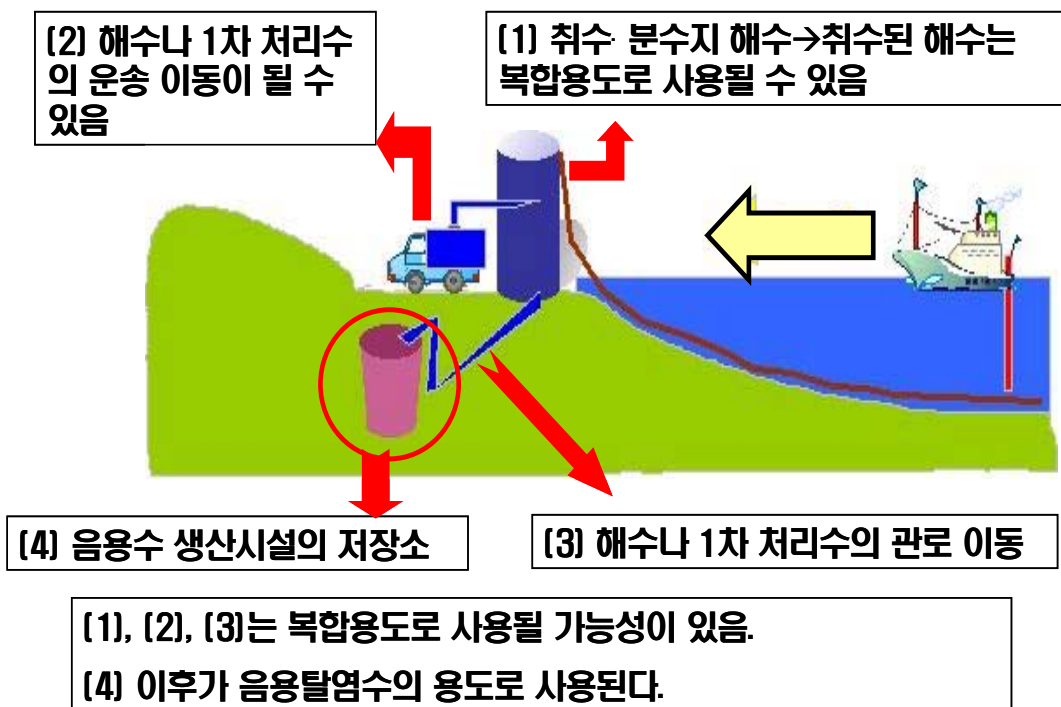


그림 3-24 해양심층수의 원수의 이동

158) Reuters EU Briefing, 8/30/80: '380L0777 - Council Directive 80/777/EEC of 15 July 1980 On the Approximation of the Laws of the Members States Relating to the Exploitation and Marketing of Natural Mineral Waters, p6.

159) 해수부의 해양심층수 개발계획을 살펴보면, 「시범단지 입주업종 외에 심층수 공급업자로부터 농업심층수 등을 구입 하여 원거리에서 심층수를 활용한 상품생산 가능」 이라고 밝히고 있다(김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료, p11).

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

○혼합

해수를 처리한 물은 붕소가 수질기준을 초과하므로, 다른 먹는물과 혼합하여 수질기준을 충족시킬수 있을 것이다. 현재의 먹는샘물은 원수의 혼합이 금지되어 있으므로 수질안전 측면에서 이를 검토할 필요가 있다. 다만 이 경우 기존의 먹는샘물은 원수조차도 혼합되지 않은 것이 강조되는 것을 허용해야 한다. 유럽에서는 이러한 것을 위하여 원수의 혼합이 허용되는 용천수(spring water)라는 것을 도입하여 천연광천수(NMW)보다는 한 단계 품격이 낮은 병입수로서 인정하고 있다.¹⁶⁰⁾ 단 혼합을 허용하더라도 다른 유해물질의 생성을 방지하기 위하여 혼합수의 안전성이 입증된 것을 사용토록 하여야 한다. 즉 수돗물 같은 것은 유해한 소독 부산물을 생성시키고, 오존처리한 물은 브롬산염을 생성시킬 우려가 있으므로 바람직하지 않을 수도 있다.

○첨가

해양심층수를 탈염이나 선택적 처리 이후 탈염수에 대하여 맛이나 미네랄 함량을 높여야 할 경우가 생긴다. 병입수를 제조하는 경우에는 원수 자체에서 추출된 물질만을 처리수에 재첨가를 인정하는 규정이 필요하다. 만일 이러한 규정이 마련되지 아니하면 유사 해양심층수의 유통이 우려된다.

○수처리 방법

먹는샘물은 천연성이라는 특성의 유지를 위해 아무런 처리를 하지 않는 것이 대원칙이지만 해수와 담수는 본질적으로 구성성분이 차이가 많이 나고, 또한 해수는 수처리를 거쳐야만 음용할 수 있으므로 허용되는 수처리 방법과 수처리재의 재질 및 규격 등에 대하여 정확한 규정이 있어야 한다.

특히 수처리과정 중에서 부산물로 발생할 수 있는 물질에 대한 처리방안을 명문화할 필요가 있다. 브롬산염은 먹는물관리법의 수질기준에 포함되어 있지 않지만, WHO의 권장기준이 설정되어 있으므로 우리나라에서 수질기준의 설정 여부를 검토해야 한다. 브롬이 많은 해수에서는 브롬산염이 오존처리시 부산물로 생성될 수 있으므로 이에 대한 현황조사와 위해성 평가를 수행할 필요가 있다. 만일 브롬이 탈염과정에서 완전히 제거되지 않는다면 해양심층수는 오존처리를 허용하기 어렵다. 현재 해수담수화 시설에서 소독은 차아염소산칼슘과 오존이 사용되는데¹⁶¹⁾, 차아염소산칼슘에 의한 부산

160) EU, 96/70/EC, Article 9, 4a.

물의 생성 여부도 살펴보아야 한다.

해양심층수가 수질기준을 충족하기 위하여 각종 처리를 복잡하게 하거나 수소이온 농도지수(pH)를 조정하기 위하여 화학약품처리를 한다면, ‘최소한의 물리적 처리’를 조건으로 하는 먹는샘물과는 분명히 차등을 두어야 한다. 따라서 해양심층수의 탈염처리에 허용되는 공정의 종류와 탈염의 범위를 정하여야 한다. 해수의 일반적인 탈염공정은 (그림 3-25)와 같이 이루어진다.

○심층수 인증제

해양심층수는 채수 깊이와 위치가 중요하므로 해양심층수 원수의 품질의 안전성을 담보할 수 있어야 한다. 또한 국외에서는 해상에서 선박이나 부유시설을 이용하여 채수한 병입수 제품도 유통이 되므로, 원수가 일정 조건을 충족하는 것이 좋을 것이다. 이를 위해서는 정부나 공공단체가 그 품질을 인정하는 인증제의 도입을 할 필요가 있다. 해수부는 해양심층수 자원 및 관리기준과 인증로고의 사용제 등을 검토하고 있다.¹⁶²⁾

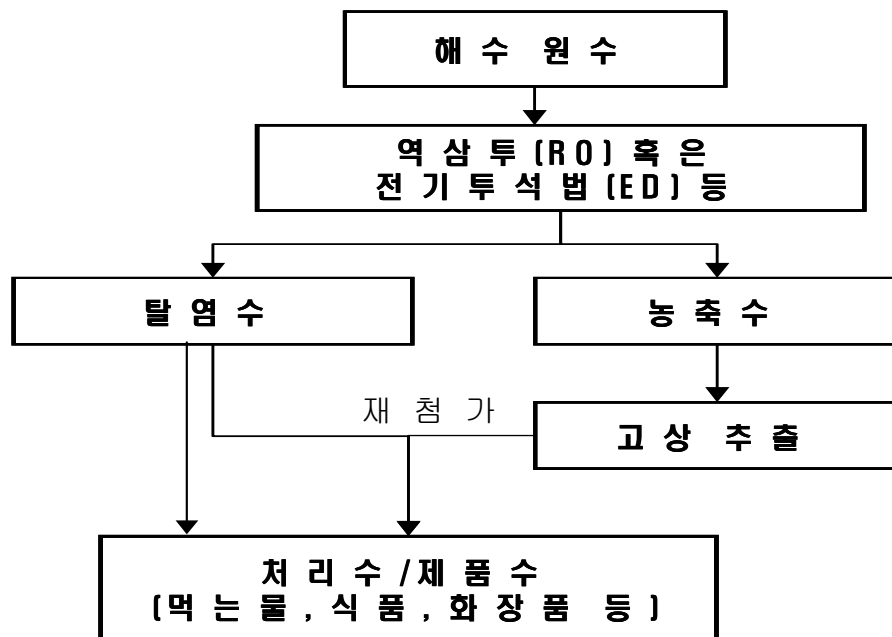


그림 3-25 해수의 일반적인 탈염 처리와 제품의 생산 과정

161) 환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영방안 조사연구, p18.

162) 해수부, 2003, 해양심층수의 다목적 개발(2), p419-422.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

○기능성

해양심층수 개발과 이용에 있어서 음용해양심층수는 ‘기능성’을 수차 강조하고 있다.¹⁶³⁾ 즉 해양심층수의 개발 목적으로서 ‘해양심층수를 활용하여 인체에 유익한 기능성 식수, 기능성 식품 및 의약품 등을 개발함으로써 국민들의 삶의 질을 제고’ 함을 밝히고 있다.¹⁶⁴⁾ 유치업종의 선정기준 및 방법에는 상품화와 고부가가치를 가진 분야를 선정하고 있는데, 기능성 음료(생수)는 기존 유사상품에 비해 1.42배의 가치를 가진 것으로 보고 있다(표 3-55).¹⁶⁵⁾ 그러나 해양심층수는 기능성이 완전히 입증된 것이 아니므로 현재의 상태로서는 기능성을 인정하기는 어려울 것이다. 해양심층수의 효능에 대해서는 그 효능은 있는 것 같지만 아직 분자적 수준에서 그 원인이 과학적으로 밝혀진 상태는 아니므로 기능성의 인정은 신중히 접근하여야 한다.¹⁶⁶⁾ 천연광천수의 기능성에 대해서는 프랑스 이외는 거의 인정하지 않고 있으며, 프랑스도 “이뇨에 좋은” 혹은 “식이요법에 적합한” 등 제한적인 상표표시만 허용할 뿐이다.¹⁶⁷⁾ 유럽연합은 기능성이 정당한 절차와 공인된 방법으로 확인된 경우¹⁶⁸⁾에 기능성을 인정하고 있다. 기능성은 그 효능의 증명이 어려울 뿐만 아니라 사회적으로 부작용이 있을 수 있고, 또한 먹는물은 ‘안전성’이 최우선이므로 기능성은 인정을 유보하는 것이 바람직하다. 다만, 정부나 공신력이 있는 기관이 엄밀한 연구와 임상실험을 통하여 그 기능이나 효능이 밝혀질 경우에는 그것을 한정하여 인정할 수도 있을 것이다.

기능성 여부는 의학적인 분야에 그 판단 ‘기능’을 맡겨야 한다. 먹는물은 안전을 위한 배경물질로서의 역할이 중요하고 어떤 물질에 의하여 ‘기능성’이 생긴다는 것은 별개로 보아야 하기 때문이다. 통상의 먹는물에 기능성을 인정할 경우 국민을 현혹하는 무분별한 광고와 선전으로 먹는물의 합리적인 관리가 어려워질 수 있다.

163) 김영석, 2002, “해양심층수 개발사업 추진계획”, 해수부 해양개발과 자료, p1, p6, p19, p20, p22, p25.

164) 김영석, 2002, “해양심층수 개발사업 추진계획”, 해수부 해양개발과 자료, p1, p6, p19, p20, p22, p25.

165) 국가나 공공단체가 개발할 경우 투자비 회수보다는 공공성 및 형평성을 고려하여 기능성을 그렇게 강조하지 않을 수 있다. 민간개발자의 경우 투자비 회수, 수익성, 건강의 국민적 관심의 고조 등을 이유로 기능성의 인정을 강하게 요구할 가능성이 있다. 그러나 기능성을 인정할 경우 이는 국민들에게 과도한 기대감과 필요 이상의 지출 및 각종 허위·과대광고 등의 부작용이 예상된다.

166) 福富 元, 2001, 「室戸海洋深層水の特性把握および機能解明」, 財團法人高知縣産業 振興センタ, 서문.

167) 환경부, 2002, 먹는샘물다원화 방안에 관한 연구, p72.

168) EU, 80/777/EEC, article 8.2.(b).

표 3-55 해양심층수 개발시 유치업종 선정(안) 내역

유치업종	사 업 내 용	기존유사상품과의 가치비교(일본)
음료(생수)	해양심층수의 청정성과 심층수에 함유된 미네랄을 활용하여 기능성 음료생산	1.42배
소금	해양심층수에 포함된 미네랄이 포함되어 있는 기능성 소금 생산	2.93배
얼음	해양심층수의 저온성을 활용 제조단가 절약 및 청정성을 활용 각종 생물의 선도유지에 유리한 얼음 생산	-
두부	동해고유의 제조기법인 해수두부 제작에 해양심층수를 이용 제조	1.5배
해수탕	피부염 치료효과가 있는 해양심층수 요법을 이용한 해수탕	2.35배
해수풀장	해수의 세정 및 혈행 개선 효과 응용	-
기타	심층수를 활용한 김치, 젓갈 등 생산	

자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획. 해수부 해양개발과 자료, p11.

○포장 재질

포장수의 포장재료는 종이, 유리, 그리고 PET¹⁶⁹⁾ 등이 다양하게 사용되는데, 최근에는 PET병이 압도적으로 많다. PET병은 여러모로 편리한 재질이나 화학공정을 거쳐서 제조되므로 재질의 화학적 안전성에 대한 논란이 가끔 발생하고 있다. 이러한 우려에 대하여 국립환경연구원에서는 디-2-에틸헥실프탈레이트(DEHP)와 디-2-에틸헥실아디페이트(DEHA) 같은 내분비계 장애물질이 유출되는지 여부를 검증하였다(표 3-56).¹⁷⁰⁾ 장기간의 유출 실험 결과, DEHP와 DEHA 두 가지 물질은 미국의 수질기준에 1/2 ~ 1/300 수준으로 나타나 큰 문제가 없는 것으로 발표되었다. 그러나 해양심층수를 사용한 물과 포장용기의 재질의 반응에 대한 자료는 현재 검증할만한 자료를 획

169) PET(Poly-ethylene terephthalate)는 포화 폴리에스테르 소재 중 하나로서 폴리에스테르 섬유를 생산하는 데 사용되며, 고순도 테레프탈(PTA)과 에틸렌글리콜(EG), 디메틸테레프탈레이트(DMT)와 에틸렌글리콜(EG)의 두 가지 중합법에 의하여 제조하는 수지를 말한다(<http://www.petrecycle.or.kr>).

170) 국립환경연구원, 2003. 1, 먹는샘물 중 내분비계 장애물질 조사 결과, 보도자료.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

특하기 어려우므로 포장용 재질에 대한 안전성을 검증할 필요가 있다.

표 3-56 병입수 포장재질에 대한 DEHP와 DEHA의 유출 시험결과

구분		DEHP	DEHA
수질기준(미국/WHO, mg/L)		6/8	400/80
원수		ND ~ 0.04	ND ~ 0.07
정수(병에 넣기전)		ND ~ 0.36	ND ~ 0.78
제품수	3개월 경과	ND ~ 0.31	ND ~ 0.93
	6개월 경과	ND ~ 1.80	ND ~ 1.16
	9개월 경과	0.25 ~ 3.19	ND ~ 1.33

자료: 국립환경연구원, 2003. 1, 먹는샘물 중 내분비계 장애물질 조사 결과, 보도자료.

○경도

해양심층수를 먹는물로 볼 경우와 식품으로 볼 경우에 따라 경도에 관한 기준은 달라진다. 만일 먹는물로 볼 경우에는 일반적인 먹는물의 경도 기준을 따라야 한다. 현재 먹는샘물의 경우 경도가 500으로 조정되었으므로 해양심층수도 당분간은 이 정도의 범위를 유지하는 것이 바람직하다. 만일 경도의 농도를 상향조정할 경우에는 주의사항 등을 상표에 상세히 기입하는 방안을 마련하여야 한다.

○원수 취수와 병입수 제조의 인·허가 사항

해양심층수는 해양에 존재하므로 우리나라에서는 그 관할이 해수부이다. 따라서 원수 자체에 대해서는 해수부가 관리하는 것이 타당하다. 그러나 해수를 처리하여 먹는물로 유통할 경우에는 먹는물관리법에 의하여 관리하는 것이 여러 가지 이유로 합당하다. 이에 관하여는 별도로 논의하기로 한다.

(다) 수질기준의 설정 방안

해양심층수 병입수의 수질기준을 현재의 먹는물 수질 항목과 기준으로 적용할 경우 (표 3-57, A안)에는 수질기준을 초과하는 붕소의 수처리 과정이 필요하여 신규 수자원

의 확보에 기술적·재정적 장애요인으로 작용할 것이다. 또한 브롬산염과 스트론튬은 수질기준이 설정되지 않아서 음용시 건강영향이 우려된다. 음용수의 건강안정성은 어떠한 이유를 막론하고 지켜져야 한다. 그렇지만 현실적으로 수처리에서 기술적인 문제를 안고 있을 경우에는 한시적으로 수질기준을 높게 설정한 다음 일정기간 경과 후 수질기준을 점차로 강화하는 방안도 있다(표 3-57, B안). 이것은 수질기준이 만성기준이고 급성기준이 아닌 것을 반영한 것이다. 즉 현재의 수질기준은 일생동안 2리터를 마시는 것을 가정하고, 안전율을 매우 높게 설정한 결과이다.

탈염수의 수질기준은 원칙적으로 가장 안전한 수치를 선택하는 것이 가장 좋다. 그러나 WHO나 주요 국가들의 수질기준을 살펴보면 기술적인 제한요인이 있을 경우에는 예외적으로 수질기준을 완화하거나 규제에 포함하지 않고 있다. 붕소나 스트론튬 등의 경우 지표수를 사용할 경우에는 크게 문제로 대두하지 않았지만, 해수를 먹는물의 원수로서 대규모로 이용할 경우에는 상황이 달라진다.

해수의 특성, 탈염기술의 한계, 그리고 위해성 평가 결과 등 제반 상황을 고려할 때 탈염수의 병입수 수질기준은 현재 먹는물 수질기준에서 붕소와 경도는 다소 완화하고 수질기준에 설정되지 아니한 브롬산염과 스트론튬은 수질기준을 신규로 설정 것도 가능한 것으로 보인다(표 3-57, C안). 이들 이외의 것들은 현재의 수질기준을 따르고 여건에 따라 부분적으로 조정을 한다. 다만 탈염수의 음용에 따른 보건의 건강에 대한 영향 등을 지속적으로 모니터링하여야 한다. 특히 유의할 것은 기존의 먹는물 수질기준에 포함되지 아니한 브롬산염과 방사성 물질인 스트론튬 등에 관한 상세한 자료가 축적되어야 한다.

수질기준은 한번 정하면 완화하기 어려운 속성을 가지므로 신규로 수질기준을 설정할 때는 실증분석 자료를 근거로 하여 신중히 정하여야 한다. 또한 먹는물의 수질기준 중에는 수도로 공급하는 것을 가정하여 설정한 정도 같은 것이 있으므로 병에 넣어서 공급하는 경우를 구분하여 수질기준을 설정하는 것이 바람직하다. 경도와 수소이온농도에 대한 수질기준은 위해성 평가와 WHO의 권고사항 등을 면밀히 검토하여 설정하여야 한다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

표 3-57 탈염수 제품수(병입수)의 수질기준의 선정안 비교

구분		A안	B안	C안
		별도 기준 설정	한시 규정 적용	현기준 적용
수질기준 (처리수)	붕소	1mg/L 이하	1mg/L 이하 ⇒차후 0.3mg/L	0.3mg/L 이하
	pH	5.8-9.0	5.8-9.0 ⇒차후 5.8-8.5	5.8-8.5
	경도	700mg/L 이하	700mg/L ⇒차후 500 이하	300mg/L 이하 500mg/L(먹는샘물)
	증발잔류물	경도 조정에 따름	경도 조정에 따름	500mg/L 이하
	브롬산염	0.01mg/L 이하	0.01mg/L 이하	-
	스트론튬	4mg/L 이하	4mg/L 이하	-
	기타 항목	-먹는물 수질기준 적용	-먹는물 수질기준 적용	-먹는물 수질기준 적용
장점	-대체 수자원 이용 촉진 (담수자원의 과도한 이용 완화) -해양 특성을 반영한 수질기준(WHO 등) -병입수의 다원화 인정	-사업자의 년차별 수질개선 유도	-현기준을 충족키 위한 수처리 기술 유도(가장 강한 기준 유지)	
단점	-해수 자체의 불확실성 존재 -모니터링 비용 소요	-기술발전을 정확히 예측할 수 없음 (A안과 본질적으로 같음)	-담수를 위주로 한 기준 -신규 수자원의 이용시 장애 존재 -수처리 기술의 현실적 한계를 미반영 -브롬산염이나 스트론튬 같은 물질은 기준이 없음	
필요 조치	-먹는샘물의 차별성 인정 -오존처리 금지 -상표 규정의 강화(원수, 함량, 부작용의 우려, 건강상 영향 등)		-탈염수 관련 규정 마련	

6-2. 해양심층수 병입수의 수질개선부담금 부과 필요성

해양심층수는 국가나 지방자치단체가 취수권을 행사하여 해양심층수의 원수에 대해서는 용수료를 부과할 예정이다. 해양심층수를 음용으로 처리하여 병입수를 생산할 경우에는 먹는샘물과 형평성을 위하여 수질개선부담금을 부여하여야 한다. 따라서 이중과세라는 문제가 발생한다.

먹는샘물이 육상에서 지하환경을 보전하고 수자원을 청정하게 유지하기 위한 명분¹⁷¹⁾으로 부과되고 있는데 반해, 해양심층수는 환경에 미치는 영향이 지하수 채수시보다 적어 동일한 사유로 부과시에는 반발이 예상된다. 수질개선부담금은 먹는샘물제조업자에 부과 자체가 위헌이라는 소송과 수입먹는샘물업자에게는 부당하다는 소송이 있었으나 이에 대하여 헌법재판소는 전자는 1998년 12월 24일에, 후자는 2004년 7월 15일에 각각 합헌이라는 판결을 하였다.¹⁷²⁾ 그러나 전원이 일치된 견해를 보이지 않아 여전히 문제의 소지를 안고 있는 것은 사실이다.

해양심층수는 지하수를 사용하지 않고 또한 환경에 큰 영향을 주지 않으므로 현재의 수질개선부담금을 부과하는 것은 일견 타당치 않아 보인다. 그러나 국제통상의 현상이라 할 수 있는 ‘관세 및 무역에 관한 일반협정’(GATT 1994/WTO) 체제하에서 해양심층수 병입수나 먹는샘물 등 일체의 병입수는 ‘동종상품’으로 취급되므로 우리나라에서 관리나 규제수준을 설정할 때 상당히 주의하여야 한다.

(가)GATT/WTO 법체제와 환경보호¹⁷³⁾

국제사회에서 국가간의 통상관계를 규율하고 있는 것은 과거의 ‘관세 및 무역에 관한 일반협정’(GATT)을 계승·발전시킨 세계무역기구(World Trade Organization, WTO) 협정이다. WTO 협정체제는 하나의 확립된 제도(regime)로서 그 구성원칙을 통하여 국제경제·통상분야에서 국가행위에 관한 기본규칙을 제공하고 있다. 그런데 그러한 규칙은 ‘GATT 1994’ 제1조의 최혜국대우원칙, 제3조의 내국민대우원칙 등과 같이 대개 일반적인 문언으로 구성되어 있으므로 그러한 규칙들을 실제적인 사례에

171) 먹는물관리법 제28조 (일부): “공공의 지하수자원을 보호하고 먹는물의 수질개선에 기여하게 하기 위하여 먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자 기타 제9조의 규정에 의한 샘물개발허가를 받은 자에 대하여 대통령이 정하는 바에 따라 수질개선부담금(이하 "부담금"이라 한다)을 부과징수할 수 있다.”

172) 헌법재판소, 사건번호: 98헌가1과 2002헌바42.

173) 이 부분은 심영규(2003)의 GATT/WTO 법체제하에서의 비차별원칙에 관한 연구 - GATT 1994의 제1조, 제3조 및 제20조 Chapeau 조항을 중심으로, 한양대학교 법학박사 학위논문을 참고하여 작성되었다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

적합하게 적용하기 위해서는 당해 규정에 관한 구체적인 해석이 필요하다. 이러한 해석절차는 WTO협정체제의 일부를 구성하므로, 이를 올바르게 이해하기 위해서는 국제 통상환경이 변화함에 따라 계속 변화·진보하고 있는 WTO 법규정의 해석내용에 대해서 지속적인 관심을 기울여야 한다.

GATT/WTO 법체제는 기본적으로 무역자유화 목적을 달성하기 위하여 비차별원칙을 근본 규칙으로 하고 있는데 이 중 “최혜국대우원칙”(1994 GATT 제1조)과 “내국민대우원칙”(1994 GATT 제3조)이 그 핵심이다.¹⁷⁴⁾

“최혜국대우원칙”이란 상품의 수출입과 관련하여 부과되는 모든 종류의 과징금과 관세 및 그 부과방법, 수출입과 관련된 모든 규칙 및 절차, 수입 후의 국내적 유통 과정상의 모든 사항에 대하여 부여되는 이익, 특전, 특권 또는 면제는 동종의 모든 외국상품에 대하여 무조건적으로 동일하게 부여되어야 한다는 원칙을 말한다. “내국민대우원칙”이란 국내생산 상품과 동종상품인 모든 외국상품은 그 국내적 유통과정에서 동일한 내국세, 기타 과징금, 국내판매, 구매, 운송, 유통, 적용법령, 규칙 및 요건 등의 대우를 받아야 한다는 원칙을 말한다.

이 밖에 모든 무역관련 정책 및 규정 등의 공포 및 시행에 있어서 투명성 원칙¹⁷⁵⁾, 관세양허의 비차별원칙 시행(제2조), 수량제한의 원칙적 금지 및 수량제한조치의 비차별적 시행(제 11조 내지 제14조) 등을 비차별원칙의 실효성 확보를 법원칙으로 채택하고 있다. 그러나 이러한 비차별원칙 및 수량제한금지원칙에 대하여 GATT/WTO체제는 각국의 여러 가지 정책적 고려에 의한 예외를 다음과 인정하고 있는데 이는 1994년 GATT 제20조 (b) 호 및 (g)호 규정¹⁷⁶⁾으로서 보건 및 환경 정책을 달성하기 위한 국내적 조치에 대하여 일정한 요건에 따라 예외를 인정하고 있다. 이는 각국의 환경보호와 보건복지 향상 측면에서 매우 중요한 역할을 한다.

174) 1994년 관세및무역에관한일반협정(외교통상부 <http://www.mofat.go.kr>).

175) 1994 GATT 제10조: 이는 단순한 공포나 공개만을 의미하는 것이 아니라 법규정 등의 실체적 내용의 명료성도 함께 포함하는 것이다.

176) 관세 및 무역에관한일반협정(<http://www.mofat.go.kr>/'통상교섭본부'/'WTO').

※ GATT 1994 <제20조 일반적 예외>

다음의 조치가 동일한 여건이 지배적인 국가간에 자의적이거나 정당화할 수 없는 차별의 수단을 구성하거나 국제무역에 대한 위장된 제한을 구성하는 방식으로 적용되지 아니한다는 요건을 조건으로, 이 협정의 어떠한 규정도 계약당사자가 이러한 조치를 채택하거나 시행하는 것을 방해하는 것으로 해석되지 아니한다.

(a) 공중도덕을 보호하기 위하여 필요한 조치
 (b) 인간, 동물 또는 식물의 생명 또는 건강을 보호하기 위하여 필요한 조치
 (c) 금 또는 은의 수입 또는 수출과 관련된 조치
 (d) 통관의 시행, 제2조제4항 및 제17조 하에서 운영되는 독점의 시행, 특허권·상표권·저작권의 보호, 그리고 기만적 관행의 방지와 관련된 법률 또는 규정을 포함하여 이 협정의 규정에 불합치되지 아니하는 법률 또는 규정의 준수를 확보하기 위하여 필요한 조치
 (e) 교도소노동상품과 관련된 조치
 (f) 예술적, 역사적 또는 고고학적 가치가 있는 국보의 보호를 위하여 부과되는 조치
 (g) 고갈될 수 있는 천연자원의 보존과 관련된 조치로서 국내 생산 또는 소비에 대한 제한과 결부되어 유효하게 되는 경우
 (h) 계약당사자단에 제출되어 그에 의하여 불승인되지 아니한 기준에 합치되는 정부간 상품협정 또는 그 자체가 계약당사자단에 제출되어 그에 의하여 불승인되지 아니한 정부간 상품협정 하의 의무에 따라 취하여지는 조치
 (i) 정부의 안정화계획의 일부로서 국내원료의 국내가격이 국제가격 미만으로 유지되는 기간 동안 국내가공산업에 필수적인 물량의 국내원료를 확보하기 위하여 필요한 국내원료의 수출에 대한 제한을 수반하는 조치. 단, 동 제한은 이러한 국내산업의 수출 또는 이러한 국내산업에 부여되는 보호를 증가시키도록 운영되어서는 아니되며 무차별과 관련된 이 협정의 규정으로부터 이탈하여서는 아니된다.
 (j) 일반적 또는 지역적으로 공급이 부족한 상품의 획득 또는 분배에 필수적인 조치. 단, 동 조치는 모든 계약당사자가 동 상품의 국제적 공급의 공평한 몫에 대한 권리를 가진다는 원칙에 합치되어야 하며, 이 협정의 다른 규정에 불합치되는 동 조치를 야기한 조건이 존재하지 아니하게 된 즉시 중단되어야 한다. 계약당사자단은 1960년 6월 30일 이전에 이 호의 필요성을 검토한다.

(나)국제 통상에서 본 병입수의 특성

○ WTO/GATT 상에서의 병입수의 성격

물은 ‘관세및무역에관한일반협정’(GATT)에서는 ‘상품’으로 규정되며, ‘서비스교역에 관한일반협정’(General Agreement on Trade in Services)에서는 ‘서비스’로 분류된다.¹⁷⁷⁾ 이와 같은 관점에서 보면 병입수(Bottled Water, BW)는 물을 가공하여 병에 넣은 것으로 공산품으로 분류되는 ‘상품’이다. 따라서 원수, 가공과정, 관할기관, 관련법

177) 이창신, 2002, 블루골드, 개마고원, p275.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

에 상관없이 병입수 수입상품에 대하여 동종의 국내상품(like domestic product, GATT 1994 2.2.(a))으로 인식된다. 결과적으로 병입수는 수출입에서 ‘동종상품’(like product)으로 보게 된다. 현재 해양심층수 입법안에서 말하는 ‘먹는심층수’는 용도상 ‘먹는물’이며 형식은 바닷물을 가공처리한 물을 만든 다음 병에 넣은 ‘병입수’이다. 따라서 이는 WTO/GATT 체제하에서는 가공된 하나의 ‘상품’으로 분류된다. 따라서 두 상품은 모두 “최혜국대우원칙”과 “내국민대우원칙”이 적용된다. 기존 먹는물 상품(먹는샘물)에 부과되는 각종 과징금, 관세 및 그 부과방법, 수출입과 관련된 모든 규칙과 절차, 수입 후의 국내 유통과정상의 제반 사항에 대하여 부여되는 이익, 특전, 특권 또는 면제, 내국세, 국내판매, 구매, 운송, 유통, 법령, 규칙 및 요건 등이 같은 정도로 유지되어야 국제통상마찰의 소지가 적어진다. 그러므로 하나의 법체제에서 관리되는 것이 가장 좋으며, 부득이하게 별도의 법에서 관할되더라도 같은 정도의 규제와 관리 수준이 유지되어야 한다. 그러나 후자의 경우는 동종상품을 별도의 법에서 관할하게 되어 바람직하지 않다.

WTO에 가입된 국가에서간의 국제 통상에서는 일반적 최혜국대우(GATT 1994 제1조)와 내국과세 및 규정에 관한 내국민대우(GATT 1994 제3조)에 따라, 동종상품에 대하여는 무차별적으로 대우하여야 한다. 다만 이러한 무차별 규칙(Rule of Non-discrimination, GATT 1994)에 대하여 GATT 1994 제20조의 예외규정에 따라 국내의 상품에 대하여 환경규제가 가능하다. 따라서 국내의 유일한 병입수인 먹는샘물에 대하여 지하수 보존(환경보호)과 수질개선(건강보호)에 기여하기 위하여 수질개선 부담금을 부과하는 것은 정당한 것으로 인정받는다.

이러한 상황을 고려하면, 국내의 먹는샘물에 대하여 수질개선부담금을 부과하므로 수입먹는샘물도 동종상품에 대해 부담금을 부과할 수 있는 근거가 될 수 있다. ‘동종상품’이라는 것은 상품의 물리적 특성, 최종 용도나 소비자의 기호 등으로 분류되는데, 먹는물을 포장하여 판매하는 것은 원수와 제조공정에 무관하게 국제적인 관례로 보면 모두 병입수(bottled water)이다. 따라서 빙하수를 원수로 한 수입먹는샘물도 수질개선 부담금을 부과하고 있는데 이는 동종상품에 대하여 국내의 상품과 무차별적으로 부과하는 것을 인정하기 때문이다. 따라서 원수가 지하수가 아닌 해수라 하여 해양심층수 병입수에 부담금을 부과하지 않을 경우에는 먹는샘물 수출국에서는 동종상품에 대한

차별대우라 하여 통상 문제를 제기할 수도 있다.

만일 이런 상황이 현실화된다면 국내의 수질개선부담금은 더 이상 부과되지 못하고 더욱이 기존의 수돗물 우선정책도 위협받을 수 있다. 따라서 국내에서 생산되는 병입수에 대하여 부과하는 수질개선부담금을 해양심층수 병입수에도 부과할 수밖에 없다. 그러나 수질개선부담금은 그 부과목적이 지하수를 대상으로 결정되었으므로 먹는물과 병입수를 다원화는 이 기회에 그 부과목적은 변경할 필요가 있다.

해양심층수의 처리수가 현재의 먹는물 수질기준을 충족하는데 기술적인 한계는 없는 것으로 알려져 있다. 다만 투자비 회수나 수익성 등이 문제가 될 뿐이다. 따라서 이러한 초기 투자비의 회수기간을 고려하여 경과조치를 적용하고, 경과기간 동안 판매수익의 일부를 수질개선에 사용할 수 있도록 수질개선부담금을 부과하는 것이 바람직하다. 수질이 현저히 개선될 경우 그 부담금의 부과 비율을 줄여나가는 방안을 고려할 수도 있다. 병입수(500ml 당 10원 정도¹⁷⁸⁾)당 부담금을 부과하여 이를 재원으로 하여 병입수의 전반적인 관리(특히 먹는물의 위해성 평가 및 관련 연구 등)를 하는 방법도 있다. 해양심층수에 대하여 부과금을 부여하는 해외 사례는 미국이 있는데, 하와이주가 운영하는 NELHA는 주가 지정한 해역에서 취수한 원수를 증명하기 위한 해양심층수 표식(Hawaiian Deep Sea Water Logo)에 대하여 병입수 당 3센트를 부과하고 있다.¹⁷⁹⁾

6-3. 해양심층수 병입수의 관리에 대한 고찰

(가) 먹는물 관할의 일원화

현재 국내에서는 육지의 수체는 건교부가 담당하고, 해수의 수체는 해수부가 담당하고 있다. 온천수는 행자부가, 농업용수는 농림부가 관할하여 여러 부서가 수체에 대한 관리를 하고 있는 실정이다. 그러나 여러 가지로 용도로 사용되는 물에 대하여 그 수질에 대해서는 일부 특수한 용도¹⁸⁰⁾를 제외하고는 환경부가 일원화하여 관리하고 있다. 특히 먹는물에 대해서는 낙동강 수질오염사건 등 일련의 수질오염 사태를 겪으면

178) 해양심층수를 처리하여 2,000톤/일의 처리수 개발시 4,000만원/일 정도 규모이다. 먹는샘물이 200만톤 정도이므로, 그 10%(처리수 200,000톤 기준)의 시장이 형성되면 40억원/년 정도 규모가 된다.

179) Sean Hao, Seawater for sale: Only \$33.50, Gannett News Service(<http://usatoday.com/>"hawaii-seawater").

180) 의료용이나 산업용 등 특수용도로 사용되는 물을 말한다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

서 사회적인 문제가 크게 발생하자, 1994년 5월에 정부의 물관리 일원화방침에 따라 환경부에서 수질 및 안전관리를 관장하도록 하면서 먹는물에 대한 수질은 환경부가 일원화하여 관장하도록 결정되었다. 먹는물은 국민 전체의 보건과 안전을 위한 것으로서, 원수, 수처리, 물공급체계, 정수기, 그리고 먹는샘물의 유통과 소비 등 생산과 소비 전과정에 걸친 일체형 관리를 하는 것이 먹는물 관리의 주요 핵심이다.

그러므로 먹는물은 적어도 관리기관이 일원화되어야 하며, 특히 병입수는 단일 법체계에서 관리하는 것이 바람직하다. 물에 관하여 수량과 수질을 하나의 부서가 일원화하여 관할하는 것이 가장 바람직하나, 정부의 조직과 업무체계상 현실적으로 이것은 매우 어려운 문제이다. 해수 자체는 우리나라에서 관할권이 해수부에서 전담하도록 되어 있으므로, 광역상수도의 체계와 같이 원수(해양심층수)에 대한 관리는 해수부가 맡고 그것을 이용하여 음용처리한 처리수는 환경부가 다른 먹는물처럼 일원화하여 관리하는 방안도 있을 것이다.

(나) 원수의 관리 주체

먹는물의 원수는 먹는물로 처리를 위해서 수체를 안전하게 관리하여야 한다. 수체의 관리는 수질관리까지 통합하여야 하나, 우리나라는 수체에 대한 관할권이 여러 부처에 분산되어 있어서 실제로는 통합관리가 매우 어려운 실정이다. 더욱이 해수에 대하여 우리나라는 수량과 수질 모두 해양수산부가 관할하고 있어서 해수를 먹는물로 이용할 경우 그 관할권에서 문제가 발생한다. 해수담수화 사업의 경우 지자체와 환경부가 자체적으로 사업을 수행하고 실제로는 해양표층수보다는 지하염수를 사용하고 있으며, 그 사용량도 많지 않을뿐더러 병입수로 이용이 시도되지 않아서 관할권의 문제는 발생하지 않았다. 그러나 해양심층수의 개발과 그 처리수를 병입수의 원수로 이용을 시도하는 과정에서 관할권의 문제가 본격적으로 대두되었다. 해양심층수가 해수이므로 바다에 있는 해양심층수를 관리하는 것은 해수부의 본연의 업무로 보인다. 하지만 해양심층수를 취수한 다음 음용처리한 처리수는 그 용도가 먹는물이므로 현재의 먹는물 관리법에서 관할하는 것이 타당할 것이다. 또한 먹는물관리법이 실제로는 병입수의 일종인 먹는샘물을 관리하기 위한 법이므로 해양심층수 병입수도 병입수의 일종으로서 먹는물관리법에 포함하여 관리하는 것이 바람직하다.

현재의 먹는물관리법 체계를 살펴보면 먹는물의 원수는 ①자연상태의 물과 ②자연

상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물 등을 말한다.¹⁸¹⁾ ②에 의하면 우리나라에서는 어떤 물이든 처리를 하여 음용으로 할 경우에는, 우리법의 체계에서는 ‘먹는물’로 되므로 먹는물관리법에서 관할하는 것이 이치에 맞을 것이다. 다만 원수의 종류를 구체적으로 명시하지 아니하여 해수나 지하염수 같은 것은 직접적인 관리의 범주에서 제외되어 있다. 먹는샘물의 경우 청정한 암반 지하수 원수에 대하여 최소한의 물리적 처리만 허용하도록 하고 있어서, 수질의 안전성을 위하여 수량까지도 현재 환경부가 관할하고 있다.¹⁸²⁾

현재 수처리 기술이 발달하여 폐수¹⁸³⁾ 조차도 수질기준에 적합한 정도로 처리되고 있는데, 만일 폐수처리 주체가 이것을 별도의 법에 따라 음용으로 공급할 경우에는 사회적으로 많은 문제가 발생할 수 있다. 기술적으로 혹은 건강상 먹을 수 있는 물이라도 우리 사회는 국민의 이해와 정서가 중요한 만큼 이러한 신규 처리수도 먹는물을 관할하는 부서가 일관성 있게 관할하는 것이 바람직할 것이다.

건교부가 관할하는 지하수의 경우, 음용으로 제공될 경우에는 수질항목은 먹는물관리법을 적용토록 하고 있다. 온천수의 경우 온천 자체는 행자부가 관할하고 있지만, 그것을 음용으로 제공할 경우에는 먹는물수질기준을 준용하고 있다. 식품위생법에서 첨가물 또는 원료로 사용하는 물은 먹는물 혹은 음용수로 분류되는데, 수질은 먹는물관리법에 적합한 것으로 한정하고 있다. 따라서 위와 같은 현황을 근거로 살펴보면 먹는물의 용도로 사용되는 물의 수질은 수체의 관할부서와 관계없이 일관되게 먹는물관리법에 의해 관리되고 있다.

요약하면, 먹는데 사용하는 물은 국민의 건강과 안전에 직결되므로, 지구상에 있는 모든 자연수와 자연상태의 물을 먹는데 적합하도록 처리한 물은 원수의 조건 및 수질의 안전성 등을 하나의 관할부서에서 일관성 있게 관리하여야 한다.

(다) 수질 안전성의 확보

식용 또는 음용을 위한 먹는물의 수질기준은 가장 견고하게 지켜지고 일관되게 유지할 필요가 있다. 식품 중에는 물과 함께 통상적으로 먹고 물보다 더 많이 먹는 것도 있지만, 근본적으로 물은 생명 유지수단의 가장 원초적인 필수 요건이므로 이것이 수질

181) 먹는물관리법 제2조.

182) 채수정에 온라인 시스템을 구축하여 수질 및 수량을 철저히 관리하고 있다(환경부 토양수질과 참조).

183) 폐수처리수는 먹는물관리법상으로 자연상태의 물을 처리한 것이 아니므로 ‘먹는물’로는 분류되기 어렵다.

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

기준의 근간을 유지하는 것이 바람직할 것이다. 물은 모든 음식물의 가장 기초적인 재료로 사용되므로 다른 것으로부터 어떤 성분이 추가되거나 증가되더라도 그로 인한 영향을 최소화할 수 있도록 낮은 배경값을 갖는 것이 좋을 것이다. 즉 음식물로 인한 유해물질이 증가하더라도 그 안전성을 담보할 수 있는 범위의 수질기준을 유지하는 것이 가장 바람직하다. 일부에서는 수질기준으로 설정된 수질항목이 필수섭취 영양분이므로 섭취를 오히려 권장해야한다고 인식하고 있으나, 이는 수질기준의 설정과정을 이해하지 못한 것이다. 수질기준은 여러 가지 상황을 고려하여 먹는물이라면 반드시 지켜져야 할 최소한의 안전기준이라고 보아야 한다. 따라서 엄밀한 검토없이 국외의 자료만을 참고로 하여 단순히 설정하는 것은 바람직하지 않다. 해수를 처리한 음용수도 특별한 이유가 없는 한 먹는물의 섭취시 할당된 10~20% 내외의 할당율을 유지하는 범위에서 수질기준을 설정하는 것이 바람직하다(표 3-58). 현재 해수담수화 사업에 의해 도서지역에 공급하는 물은 먹는물의 수질기준을 충족하는 것만 주민에게 공급하고 있으며, 봉소의 수질기준이 초과하는 경우에는 2차 처리를 하여 수질기준을 만족하는 것만 공급하고 있다.

먹는물의 종류는 법적으로는 자연상태의 물과 그 물을 처리한 것을 지칭하므로 이론적으로는 무수히 많지만 법 실무에서는 먹는물은 수돗물, 샘물, 먹는물공동시설의 물 등 매우 제한적으로만 인정되고 있다. 또한 병입수는 먹는샘물만 인정하고 있어서 빙하수를 원수로 한 병입수가 수입될 때 많은 논란이 있었으며, 수돗물을 병입 처리한 서울시의 '아리수', 부산시의 '순수'나 수자원공사의 '물사랑' 등은 병입수로 판매가 불가능한 상태이다. 즉, 이미 먹는데 안전하다고 인정된 물조차도 병에 들었다는 이유만으로 유통·판매가 제한되어 있다. 이와 같은 관점에서 볼 때, 원수로 구체적으로 명문화되지 않은 '해수담수화 처리수'(해양심층수) 등은 병입수로 유통이 허용되지 않는 것은 현재의 기준으로 보면 허용되지 않는다. 이러한 처리수 중에는 봉소가 수질기준을 초과하는 것이 상당수 있을 것이므로 안전성이라는 측면에서 보면 많은 문제를 안고 있다. 그러나 물에 대한 수요 증가와 관련 수처리 기술의 발달로 우리나라에서 쉽게 조달 가능한 해수를 이용하는 것은 시대적 흐름이므로 이를 막을 수는 없을 것이다. 따라서 이용 가능한 수자원의 활용과 지표수 및 지하수의 보전을 위해서는 막대한 양이 있는 해수를 이용하도록 권장하여야 할 것이다. 다만 해양수자원의 이용시에는 환

경을 보전하고 동시에 국민의 건강 안전성을 담보할 수 있는 차원에서 개발을 유도하여야 할 것이다.

표 3-58 먹는물의 수질기준의 할당량 범위

항목	수질기준(단위 mg/L)		먹는물의 할당량(P, %) ¹⁾	권장치 설정 근거	IARC (국제암연구센터 분류)
	한국 (2004년)	WHO			
납	0.05	0.01	50	0.75L(유아를 기준)	그룹 2B (발암가능성 물질)
불소	1.5, 2.0(SW, NMW) ²⁾	1.5	x	-독성을 근거로 한 것이 아님 -치아불소침착증 등이 사유	그룹 3
비소	0.05	0.01	20	JECFA가 설정	그룹 1 (발암물질)
세레늄	0.01	0.01	10	NOAEL의 10%	그룹 3
붕소	0.3	0.3	10	개의 식이실험 결과	비발암성

1) 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각.
2) SW(샘물), NMW(먹는샘물)

(라) 병입수 관리의 일원화의 필요성

먹는물은 생산에서 유통까지 전 관정을 한 기관이 관할하면 수질기준의 설정, 수원의 관리 및 제품의 유통관리, 그리고 제품의 수출입 등에서 일관성이 있는 정책 기조를 유지하므로 그 이용자, 수혜자 및 규제자 등이 비교적 예측 가능한 대비를 할 수 있다. 이는 먹는 것을 관할하는 각종 관련법을 살펴보면 더욱 명확해진다(표 3-59). 특히 먹는물은 생존의 가장 기본 필요조건이고 각종 음식물에 필연적으로 원료 혹은 첨가물로 사용되므로 최소한의 안전배경물질(safe background material)로서 취급되어야 한다. 즉 어떠한 물질이 이것과 혼합하여도 먹는물로 인한 영향은 거의 없도록 하는 것이 수질관리의 기본 원리이다.

먹는샘물의 경우 생산에서 유통까지 관할 기관이 일원화되어 있어서 이와 관련된 현

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

안이 발생시에는 하나의 창구에서 제반사항을 논의할 수 있어서 각 이해당사자는 상황의 전개에 대하여 예측 가능성이 높아진다. 따라서 관할 기관의 혼선에 의한 문제가 비교적 적게 발생한다. 해양심층수 제품수 중에는 붕소가 먹는물의 수질기준을 초과하는 경우가 있어서, 그것에 의한 위해성 등을 신중히 검토할 필요가 있으나, 현재 시중에는 혼합음료로 등록되어 이미 유통되므로 그 원수에 대한 자세한 실태조사가 필요하다.¹⁸⁴⁾

표 3-59 음식물의 단계별 관할 현황

종류/단계	농산물	축산물	수산물	주류	소금	먹는물
관련법	농산물품질관리법	축산물 가공처리법	수산물품질관리법	주세법	염관리법	먹는물관리법
생산	농림부	농림부	해수부	국세청	산자부	환경부
가공	식약청	농림부	식약청	국세청	식약청	환경부
유통	식약청	-정육점:농림부 -음식점, 수퍼: 식약청	식약청	국세청 식약청	식약청 (산자부)	환경부
수입	식약청(농림부)	농림부	-가공첨가물 :식약청	식약청	식약청	환경부

(마) 해양심층수 개발계획의 고찰

‘해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률¹⁸⁵⁾’(안)(이하 해양심층수입법안) 내용을 살펴보면, 이 법은 해양심층수의 자체의 관리뿐만 아니라 음용심층수에 대한 기준과 규격을 정하도록 되어 있는데 이는 재고할 필요가 있다. 해수 자체는 해양심층수법에 의하여 관리되는 것은 타당하지만, 음용심층수의 기준과 규격은 먹는물의 수질기준을 설정하고 있는 먹는물관리법에 따라 정해져야 한다. 먹는물 용도로 사용되는 물이 관할기관마다 수질기준이 다를 경우 일반 국민은 혼란에 빠질 수도 있다. 수질기준 중 가장 논

184) 식품에 사용되는 물은 먹는물관리법의 수질기준을 충족해야 한다. 식약청은 식품첨가물의 첨가시 혼합될 수 있다는 사유로 수입 해양심층수의 유통을 허가하였을 수 있다. 붕소로 인한 영향을 신중히 검토할 필요가 있었다.

185) 2004.9.10 입법예고 되었음(<http://www.moleg.go.kr/> '입법예고' 참조).

란이 큰 것은 해수에 평균적으로 4.5mg/L 정도 포함되어 있는 붕소인데, 이는 담수처리 과정에서 완전히 제거되지 않아서 먹는물 수질기준(0.3mg/L)을 초과하는 경우가 많다. 그러나 이는 공공기관이 개발을 추진할 경우 사업성보다는 안정성을 우선으로 하게 되어 크게 문제가 되지 않을 수도 있다.

현재 해양심층수는 개발 및 이용의 기본방향으로 취수시설 등 기반시설은 국가투자로 건설하고, 산업화시설은 민자를 유치하는 것으로 계획하고 있다.¹⁸⁶⁾¹⁸⁷⁾ 해양심층수를 처리하여 먹는물 병입수를 제조할 경우에 현재의 수질기준을 충족하려면 추가 처리¹⁸⁸⁾를 해야 하므로 초기 투자비 증가 요인이 발생한다. 따라서 제품을 생산하려는 제조업자 입장에서 보면 사업성 때문에 수처리 시설 등에 대한 투자는 진입장벽이 될 수도 있다. 이런 문제로 인하여 일부의 사업자는 수질기준의 완화를 요구하는 일도 있었는데, 이는 바람직하지 않은 것으로 보인다. 해수담수화 사업의 경우 수질기준을 충족하기 위하여 수처리장치를 추가하여 수질기준을 충족하는 것을 공급¹⁸⁹⁾하여 국민의 건강을 최우선으로 고려하고 있다. 따라서 해양심층수 사업의 초기에는 공공투자로 신규 수자원을 개발하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다.

(바) 소결론

해양심층수를 먹는물의 원수로 인정할 경우, 그 처리수를 병입수로 제조·판매할 수 있도록 하여야 한다. 그러나 기존의 먹는물관리법에 의한 법적 규정을 적용할 경우 여러 가지 문제점이 발생하므로 합리적인 관리를 위한 별도의 규정을 마련하여야 한다.

해양심층수는 원수의 이동, 처리수의 혼합, 추출물질의 재첨가, 수처리 방법, 심층수 인증제, 기능성, 병입수 포장 재질, 경도, 원수의 취수와 병입수의 제조허가, 수질기준의 설정, 수질개선부담금에 대하여 구체적인 규정을 먹는물관리법에 포함하여야 한다.

우리나라는 물에 대하여 관련법과 관할 주체가 여럿으로 분산되어 있어서 통합관리가 매우 어려운 상태에 있다. 국민의 입장에서 보면 각종 응용목적의 물이 너무 많은 관할부서에서 관리되고 있으므로 이용과 개발의 시도시에 불편을 가질 수 있다. 또한 관련 전문가들도 각종 응용의 물들이 어떻게 관할되고 있는지 파악하기 어려울 정도

186) 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료.

187) 해양심층수 개발사업 참여의향서 제출 안내(<http://www.ecozone.co.kr/>'해양심층수' 2004.9.11 출력).

188) 붕소 제거를 위한 이온교환기 등의 사용시 유지관리비의 상승 요인이 있음

189) 이 경우 기본료가 다른 시설보다 3배 정도 더 많이 책정되고 있다(환경부, 2002, 해수담수화시설 적정설치·운영 방안 조사연구, p34)

III. 먹는물과 병입수의 다원화시 고려할 사항

로 법체계가 복잡하다. 따라서 이러한 상황을 개선하려면 먹는물의 관리는 일원화하는 것이 바람직하다. 특히 먹는물은 생존의 가장 기본적인 요건이므로 적어도 수질관리는 먹는물을 전담하는 부서가 관할하는 것이 필요하다.

먹는물관리의 일원화에 따라 수질기준 및 병입수에 대한 제품의 유통 및 관리 등은 하나의 부서에서 관리하는 것이 국제 통상관계상 문제의 소지를 줄일 수 있다. 수질개선부담금은 수질개선이나 수질평가의 목적으로 존치하는 것이 필요하다. 지하수가 아닌 원수로 병입수를 제조한 경우에도 국제 통상관계상 수질개선부담금을 부과하여야 한다.

(여백)

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

1. 먹는물과 병입수의 추가 인정 대상

1-1. 원수 및 병입수의 인정 추가 범위

(가) 원수

먹는물관리법에서 먹는물의 원수로서 추가될 자연상태의 물은 해양표층수와 지하염수 등이 있으나(표 4-1), 시급히 구체적인 관리방안이 마련되어야 하는 것은 해양심층수이다(표 4-2).

표 4-1 먹는물의 원수로 포함할 자연상태의 물의 검토

원수	원수의 예	처리수 명칭	먹는물관리법의 개정 시급성 ¹⁾	비고
지표수	하천수			수돗물의 원수로 이용 중
	호소수			"
	빙하수		△	수입 먹는샘물 시판 중
	용천수 ²⁾		○	EU 등 규정 있음
지하수	샘물(암반지하수)	먹는샘물	○	먹는샘물 판매 중
	강변여과수		△	국내도 상수원수로 이용 중
	지하염수	음용 지하염수	○	도서지역의 담수화시 원수로 이용 중
해수	해양표층수	음용 해수	○	2002년 시제품 출시(수출을 조건, 국내 판매는 못하였음)
	해양심층수	음용 해양심층수	◎	본 연구에서 개정안 마련함
수돗물	(상수원수)	아리수(서울시) 순수(부산시) 물사랑(수자원공사)	○	무상으로 공급 중임

주: 1) ◎: 가장 시급(개정안 마련이 시급함), ○: 차후 부분 개정 필요, △: 소규모 개정 필요

2) 용천수의 수원은 지하이지만 지표로 분출하는 것이므로 지표수로 보았다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

다만 현실적인 여건을 고려하여 해양표층수와 지하염수는 ‘염수’에 포함시켜서 먹는 물의 관할 범위를 포괄적으로 확대하는 것이 바람직하며, 향후 강변여과수나 빙하수 등도 포함할 수 있도록 관련법의 정비가 필요하다.

(나) 병입수

먹는물의 원수로 염수 중 해양심층수만을 인정하였으므로, 병입수의 원수로 인정되는 것은 역시 해양심층수 처리수만 대상으로 하였다.

표 4-2 먹는물 다원화에 포함될 원수와 처리수의 수질기준 설정 원칙

구분	제1안	제2안	제3안
원칙	-시급한 것만 포함 -최소한의 관련법 개정	-가까운 장래에 대두되는 것도 포함 -관련 규정의 중규모 개정	-가능성 있는 모든 것 포함 -전면 개편
원수의 인정 범위	- ‘해양심층수’만 추가 ※해양표층수와 지하염수는 유보	-해수, 강변여과수, 지하염수, 수돗물 등 현재 개발되는 것 모두 추가	-모든 ‘물’을 포함
병입수의 인정 범위	-해양심층수만 인정	-위에 열거된 원수만 포함	-모든 ‘먹을 수 있는 물’ 포함
처리수의 수질 기준 선정방법	1-1안:현행 먹는물수질기준 충족이 대전제(가장 강함) 1-2안:경과조치 인정(일정한 기간 동안 목표달성 유도, (중간 정도 규제) 1-3안:해양심층수만 별도의 규정(예외 인정, 규제 완화)	좌측란(제1안)과 유사하게 모든 처리수에 대한 검토 필요	좌측란(제1안)과 유사하게 모든 처리수에 대한 검토 필요
비고	-해양심층수 대상 개정안은 본 연구에서 마련됨 -세부 하위 규정 마련 필요	다양한 원수를 관리하기 위한 추가 개정안 마련 필요	-전면 개편이므로 상당한 시일 걸림 -과도입법 우려 있음

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

2. 먹는물 다원화에 따른 관련법 개정 방안

2-1. 먹는물 다원화를 위한 먹는물관리법의 개정안

먹는물관리법에서 해양심층수를 먹는물의 원수로 인정할 경우에는 법의 개정과 함께 구체적인 수질기준 등 하위 규정의 개정이 뒤따라야 한다. 그러나 현재 해양심층수의 수질기준이나 기타 사항을 구체적으로 검토하기 위한 탈염수가 국내에서는 본격적으로 생산되지 않고 일부 시험용만 생산되므로, 현재의 자료를 근거로 하여 예상되는 문제점과 관리방안에 대하여 전반적으로 검토하였다. 만일 국내에서 대량으로 해양심층수 처리수가 생산되어 검토에 필요한 자료가 구비된다면 보다 신뢰성 있는 관리방안이 도출될 것이다. 또한 해양심층수의 처리수를 병입수의 원수로 허용함에 따른 수질기준, 품질규격, 제조 및 위생, 그리고 인허가 사항 등의 규정이 마련되어야 한다. 해양심층수를 먹는물관리법에 포함할 경우 기존의 먹는샘물 규정이 있으므로 대부분은 소폭의 개정만 필요하나, 수질개선부담금은 전면적으로 개정이 필요하다. 먹는물관리법과 관련 규정의 개정안은 부록 A1에 제시하였다.

(가) 먹는물관리법에서 개정이 필요한 사항

해양심층수를 먹는물관리법상의 먹는물의 원수로 인정하고 그 탈염수가 병입수로도 허용되기 위해서는 현행 먹는물관리법의 관련 조항의 개정이 있어야 한다. 이에 각 조문별로 개정이 필요한 사항을 (표 4-3)에 제시하였다. 법을 개정할 경우 수질개선부담금은 해양심층수에 대하여 별도의 규정을 만들어야 한다.

표 4-3 먹는물관리법에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문

(○:법의 개정이 필요, △ : 별표, 별지, 고시 등의 내용과 서식의 개정이 필요)

조문	내용	개정 필요성	비고
제1조	(목적)	-	
제2조	(책무)	-	
제3조	(정의)	○	바닷물, 해수, 병입수, 음용해양심층수 등 추가 필요
제4조	(적용범위)	-	
제5조	(먹는물의 수질관리)	△	‘먹는물수질기준및검사등에관한규칙’(환경부령 제00147호, 2003.11.29)의 내용 개정 필요
제5조의2	(먹는물의 수질공정시험방법)	○	필요시 해양의 미생물이나 다른 수질항목

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

			규정 추가
제6조	(먹는물의 수질감시원)	-	
제7조	(먹는물공동시설의 관리)	-	
제8조	(삭제)	-	
제9조	(샘물개발허가등)	-	
제9조의1	(샘물개발의 허가)	-	
제9조의2	(샘물개발허가의 제한등)	-	
제9조의4	(샘물개발허가의 유효기간)	-	
제10조	(환경영향조사)	-	해양심층수 법(안)에서 수행
제11조	(환경영향조사의 대행)	-	
제12조	(환경영향조사대행장의 등록)	-	
제13조	(결격사유)	-	
제14조	(조사대행자의 등록취소등)	-	
제15조	(환경영향심사)	-	
제16조	(판매등의 금지)	○	‘음용해양심층수’ 추가
제17조	(시설기준)	△	환경부령의 개정 필요
제18조	(영업의 허가등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제19조	(삭제)	-	
제19조의2	(먹는샘물제조업자의 사후관리)	△	먹는샘물제조업자 중 지하수(샘물) 관리를 위한 조항이므로, 해양심층수는 제외
제20조	(조건부 영업허가)	-	
제21조	(영업허가등의 제한)	-	
제22조	(영업의 승계)	-	
제23조	(수입신고등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제24조	(품질관리인)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제25조	(품질관리인 교육)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제26조	(건강진단)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제27조	(준수사항)	-	
제28조	(수질개선부담금의 부과징수)	◎	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가 -수질개선부담금 관련 조항은 먹는샘물제조업자·샘물개발업자에 한정되어 있어서 전반적인 개정이 필요
제28조의2	(수질개선부담금의 용도)	○	-해양심층수의 취수시 용수료와 구분 필요 -생태계보전협력금(자연환경보전법 제52조) 처럼 해수부가 일부 사용하는 방안도 고려
제28조의3	(부담금증명표지)	-	
제28조의4	(부담금증명표지의 제조자)	-	
제29조	(기준과 규격)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제30조	(표시기준)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제30조의2	(수출용 먹는샘물등의 기준·규격 및 표시기준)	-	제29조의 ‘먹는샘물등’에 음용해양심층수가 이미 포함
제31조	(광고의제한)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제32조	(허위 또는 과대 표시·광고의)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

	금지 등)		
제33조	(자가품질검사의 의무)	-	
제34조	(출입·검사·수거등)	-	
제35조	(검사기관의 지정)	-	
제36조	(지도 및 개선명령)	-	
제37조	(삭제)	-	
제38조	(폐쇄조치등)	-	
제39조	(폐기처분등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제40조	(허가의 취소등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제41조	(행정처분효과의 승계)	-	
제42조	(청문)	-	
제43조	(과징금처분)	-	
제44조	(국고보조)	-	
제44조의2	(다른법률과의 관계)	△	필요시 해양심층수의 취수·분수시설에서 음용해양심층수의 제조·판매에 대한 규정 보완 필요
제44조의3	(자료의 요청)	-	
제45조	(위임 및 위탁등)	-	
제46조	(수수료)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제47조	(벌칙)	-	
제48조	(벌칙)	-	
제49조	(벌칙)	-	
제50조	(양벌규정)	-	
제51조	(과태료)	-	
<부칙>		○	시행일자 등 추가

(나) 먹는물관리법의 시행령에서 개정이 필요한 사항

해양심층수가 먹는물의 원수로 이용되고 그 처리수가 병입수로 제조되려면 먹는물관리법의 시행령이 변경되어야 하는데 개정이 필요한 조항은 (표 4-4)와 같다.

○영업의 허가로 판매·유통이 가능한 이유

먹는물관리법 시행령 “제4조(먹는샘물제조업의 허가) ①법 제18조제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업을 하고자 하는 자(이하 “먹는샘물제조업자”라 한다)는 법 제17조의 규정에 의한 시설기준에 적합한 시설을 갖추고, 허가신청서에 환경부령이 정하는 서류를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다<개정 98.1.22>” 라는 규정은 2004년 6월 25일 기준으로 삭제되었다. 이에 따라, 시행규칙 <제9조>에서도 시행령에 의한 영업의 허가 규정이 개정되었다. 따라서 ‘음용해양심층수제조업’을 시행규칙 <제9조>(영업의 허가등)에 포함시키면 제조·판매 등 영업이 가능할 것으로 보인다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 4-4 먹는물관리법시행령에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문

(○:법의 개정이 필요, △: 별표, 별지, 고시 등의 내용과 서식의 개정이 필요)

조문	내용	개정 필요성	비고
제1조	(목적)	-	
제2조	(먹는물수질감시원)	-	
제3조	(샘물개발허가대상)	-	
제4조	(먹는샘물제조업의 허가)	○	(먹는샘물·음용해양심층수 수입판매업의 등록) 혹은 (먹는샘물 등의 수입판매업의 등록)
제5조	(수처리제제조업 등록)	-	
제6조	(먹는샘물수입판매업의 등록)	○	(먹는샘물·음용해양심층수의 수입판매업의 등록) 혹은 (먹는샘물 등의 수입판매업의 등록)
제6조의2	(정수기 제조업·수입판매업의 신고)	-	
제7조	(품질관리인의 자격기준)	○	‘음용해양심층수’ 추가
제8조	(수질개선부담금의 부과율)	○	‘음용해양심층수제조업자’ ‘음용해양심층수수입판매업자’ 등 추가
제9조	(부담금의 부과대상)	○	‘음용해양심층수’ 원료 추가
제9조의2	(먹는샘물의 평균판매가액의 산정 등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제9조의3	(기타 샘물개발허가를 받은 자의 판매원가 산정 등)	-	시행규칙 제9조(영업의 허가)에 규정 추가
제10조	(부과금액의 산정)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제11조	(부담금의 납부시기·징수절차 등)	-	
제12조	(부담금의 징수유예 및 분할납부 등)	-	
제13조	(부담금의 교부 등)	-	
제13조의2	(수질개선부담금의 용도)	○	‘해양수산부가 활용하거나 음용해양심층수의 수질관리 연구 등에 사용’될 수 있도록 규정 추가
제13조의3	(부담금증명표지)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제14조	(광고의 제한등)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제15조	(허가의 취소)	-	
제16조	(삭제)	-	
제17조	(과징금 산정기준)	-	
제18조	(과징금의 납부)	-	
제19조	(위임 및 위탁)	○	‘음용해양심층수’ 관련 문구 추가
제20조	(과태료의 부과등)	-	
<부칙>		○	‘음용해양심층수’ 관련 시행일자 등 규정 추가

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

(다) 시행규칙의 개정이 필요한 사항

해양심층수의 원수와 병입수를 관리하기 위해서는 시행규칙의 개정이 필요한데, 개정이 필요한 조항은 (표 4-5)와 같다.

표 4-5 먹는물관리법시행규칙에 해양심층수 관련 내용이 필요한 조문

(○:법의 개정이 필요, △: 별표, 별지, 고시 등의 내용과 서식의 개정이 필요)

조문	내용	개정 필요성	비고
제1조	(목적)	-	
제2조	(먹는물공동시설의 관리)	-	
제3조	삭제	-	
제4조	(샘물개발허가)	-	샘물개발에만 적용 ⇒영업의 허가(시행규칙 제9조)에서 조건 부로 기율 가능
제4조의2	(샘물개발의 가허가)	-	샘물개발에만 적용
제4조의3	(조사서의 기술적 심사)	-	샘물개발에만 적용
제4조의4	(샘물개발허가의 유효기간 연장허가)	-	샘물개발에만 적용
제5조	(환경영향조사)	-	샘물개발에만 적용
제6조	(조사대행자의 등록)	-	샘물개발에만 적용
제7조	삭제	-	
제8조	(시설기준)	△	-[별표 4]에 ‘음용해양심층수제조업’의 시설기준 추가 -첨가물 규정 마련 필요 ※취수공 규정은 불필요
제9조	(영업의 허가)	○, △	‘음용해양심층수’ 추가 [별지 제5호서식] 수정 필요
제10조	(휴업등의 신고)	-	
제11조	(먹는샘물제조업자의 사후관리)	-	샘물개발에만 적용
제12조	(조건부 영업허가)	-	
제13조	(영업의 승계)	-	
제14조	(수입신고등)	○, △	음용해양심층수의 원수가 해양심층수를 입증하는 서류
제15조	삭제	-	
제16조	삭제	-	
제17조	(품질관리교육)	○	‘음용해양심층수제조업자’ 추가
제18조	(교육과정등)	○	‘음용해양심층수제조업자’ 추가
제19조	(교육계획)	○	‘음용해양심층수제조업자’ 추가
제20조	(준수사항)	△	‘별표6’의 관련 내용 수정 필요
제20조의2	(수질개선부담금의 부과대상 제외 신청)	-	‘별지제14호의2서식’ 그대로 사용

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제21조	(평균판매단가등의 보고)	○, △	‘별지제14호의3서식’, ‘별지제15호서식’ ‘별지제15호의2서식’ 수정 (원수, 제조업 자 등)
제22조	(판매실적의 조사등)	○	‘음용해양심층수’ 추가
제23조	(부담금의 부과고지등)	-	[별지 제16호 서식] 수정 불필요
제24조	(부담금의 징수유예 및 분할납부 등)	-	별지제17, 18, 19호
제25조	(부담금의 부과 및 징수보고)	○	본조의 기일과 ‘별지 제20호 서식’에 ‘음 용해양심층수’ 추가
제26조	(징수비용등의 교부)	○	‘음용해양심층수’ 추가
제26조의2	(부담금증명표지의 관리)	○, △	‘음용해양심층수’ 추가, 별지 제20호의2, 제20호의4, 제20호의 5 서식 수정
제26조의3	(표지제조자의 지정요건)	-	
제27조	(광고의 제한)	○	‘음용해양심층수’ 추가
제28조	(허위 또는 과대 표시·광고의 금 지등)	○	- ‘음용해양심층수’ 추가 - ‘기적의’, ‘신비의’ 등 제외 - ‘기능성’을 강조한 용어 - ‘음용해양심층수’ 추가
제29조	(자가품질검사)	○, △	- [별표 6의2]에서 원수와 음용해양심층수 의 기준을 마련
제30조	(수거등)	○	- ‘음용해양심층수’ 추가 - 별지 서식은 그대로
제31조	(검사기간의 지정)	-	
제32조	(개선기간)	-	
제33조	(행정처분기준)	△	[별표 6의4] 개정 필요 1. 일반기준 나. 먹는샘물 기준 적용일에 추가 2. 개별기준 (8),(9), (10), (14), (22) ‘음용해양심층수 등’ 추가
제34조	(사업장의 영업정지처분의 게시)	-	
제35조	(행정처분대장등)	-	별지 제25호 서식
제35조의2	(과징금 부과 제외)	△	- 시행령 [별표]의 적용기준 중 음용해양 심층수의 특성을 반영할 필요가 있음
제36조	(과징금의 부과처분)	-	
제37조	(수수료)	△	[별표 7]에 ‘음용해양심층수’ 추가
제38조	(과태료의 징수절차)	-	
부칙		-	

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

3. 음용 해양심층수 관리방안

3-1. 해수 원수와 수원 관리

해양심층수는 원칙적으로 200m이하의 해수를 의미한다. 해양심층수를 취수하는 방법은 관로형, 선박형, 그리고 부이형 등이므로 이에 대하여 각각 정의, 해양심층수의 인정여부, 그리고 관리주체 등이 관련법에 명문화되어야 한다(표 4-6). 해양심층수의 원수는 복합용도로 취수되므로 먹는물의 원수로만 사용되지 않는다. 따라서 해양심층수와 취수 및 분수시설 등은 광역상수도처럼 원수를 관할하는 해수부가 관할하는 것이 타당하다고 본다.

표 4-6 해양심층수의 종류 및 품질인증 방법

취수방법	의미	해양심층수의 인정 여부	품질규격	관리주체
관로형	해양 200m 이하에서 취수관을 통하여 채수하는 것	○	해양심층수품질인증 제도에서 인증	해양심층수개발 허가권자
선박형	선박을 이용하여 200m 의 해수를 취수하는 것	○	"	"
부이형	부이를 설치하여 200m 이하의 해수를 취수하는 것	○	"	"

3-2. 해양심층수 품질기준

해양심층수 원수의 해역과 수심 등은 해양수산부가 지정하고 관리하는 것이 현재의 우리나라 행정업무 분담체계상 타당할 것이다. 해수부는 해양심층수의 품질기준(안)을 4개의 분야 18개 항목으로 구분하여 제시하고 있다(표 4-7). 또한 해양표층수나 지하염수 등과의 차별성을 두기 위하여 품질인증제(품질마크 사용)를 실시할 예정이므로(그림 4-1), 해양심층수 원수는 이것을 충족하는 것을 대상으로 하면 될 것이다. 다만 저온성은 너무 낮은 온도(2℃)이므로 다른 지역의 특성을 고려하여 다소 여유가 있게 정하여야 할 것이다. 이중 부영양성 분야는 하한선만 정하고 상한선을 정하지 않았으며, 고미네랄성 분야는 그 기준을 아직 정하지 않았다. 원수를 그대로 사용하는 분야에서는 이것이 타당할 수도 있으나, 원수를 처리하여 음용으로 할 경우에는 먹는물 수질

기준에 충족하는 것이 타당할 것이다.

표 4-7 심층수 품질기준(안)

구분	청정성	저온성	부영양성	고미네랄성
대상	1ml당 일반생균 10이하	2℃이하	인산염:1 mg/L 이상 질산염:3 mg/L이상 규산염:30 mg/L이상	마그네슘,칼륨, 칼슘,인,나트륨, 철,구리,아연, 요드,망간,셀렌, 크롬,몰리브덴 등

자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료, p14.



자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, p14.

그림 4-1 심층수 상표 및 인증마크(안)

3-3. 해양심층수의 복합이용에 따른 관리방안

해양심층수는 음용뿐만 아니라 에너지 개발, 수산분야 및 화장품 등 다양한 분야로 활용이 가능하므로(표 4-8과 표 4-9) 원수에 대한 합리적인 관리가 필요하다. 만일 다른 산업분야에 일차적으로 사용된 물이 처리되어 음용해양심층수로 유통된다면 원수의 청정성 및 진정성 등에서 문제가 발생할 수도 있다. 따라서 수산이나 양식, 다른 물질의 추출 등 다른 용도로 이미 사용되었던 해양심층수는 병입수 제조용 원수로 허용해서는 안 된다.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

표 4-8 해양심층수의 수산분야 활용방안

구분	친어관리	사료 배양	종묘 생산	양식	축양	증식(어장 조성/방류)	기타
청정성	◎		◎	◎	◎	◎	
저온성	◎		◎ (냉수성)	◎ (냉수성)	◎ (하계)	◎ (냉수성)	
부영양성		◎		◎ (섭식성)		◎ (해조장)	◎ (미세조류)
미네랄성		◎				◎	◎ (기초생산)

자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료, p14.

표 4-9 해양심층수의 개발시 용도

구분	에너지	담수화	물질추출	식품	의약건강	농업
청정성		◎		◎	◎	
저온성	◎					◎
부영양성			◎	◎		◎
고미네랄성		◎	◎	◎	◎	◎

자료: 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료, p14.

3-4. 해양심층수 병입수의 관리방안

병입수의 관리는 크게 병입수용 원수, 수질기준, 품질규격, 성분 등의 기준 설정에 관한 사항과 제조방법 및 위생관리 등 제조공정 관리, 그리고 보존방법 및 유통기한 등 사후관리 등으로 나눌 수 있다. 일반적인 병입수 관리는 먹는물관리법과 그에 따른 고시, 훈령, 예규 등을 따르면 되지만 원수가 담수가 아니고 또한 먹는샘물처럼 지하수가 아니므로 부분적으로는 하위 규정의 개정이 필요하다. 여기에서는 해양심층수 병입수 관리에 필요한 사항만을 간략히 살펴본다.

(가) 병입수 원수

해수 원수는 수원지에서 취수시설까지는 취수기관이 관할하므로 병입수의 원수는 1차 배수시설에서 이송되어 나오는 것을 대상으로 한다. 원수가 염수이므로 부식을 방지할 수 있는 저장용기와 송수관 재질을 사용하여야 한다.

(나) 처리수 제조시설

해양심층수는 담수화 처리시 전기투석, 역삼투장치 혹은 증발법 등을 사용할 수 있는데 음용 처리수는 먹는 데 사용되므로 위생이 유지될 수 있는 조건하에서 운용되어야 한다. 특히 원수의 물성에 변화를 주는 물질을 사용해서는 안 될 것이다. 다만 원수가 해수이므로 담수 처리공정상 불가피한 여과, 가압, 그리고 전기분해 등에 사용되는 것은 공인을 받은 물질을 사용토록 하여야 한다.

(다) 품질규격

해양심층수 병입수는 다른 물질은 혼합 혹은 첨가할 수 있으므로 혼합이나 첨가 물질의 종류와 농도를 별도로 정하고 유사 제품과의 구별기준을 마련한다. 특히 지하염수나 다른 고염도 물질을 원수로 사용하는 것은 해양심층수로 인정하지 않는다는 명문화된 규정이 필요하며, 유사물질을 사용한 경우 처벌규정을 마련하여야 한다.

(라) 수질기준의 설정과 처리수 관리

해양심층수는 별도의 수질기준을 정하여 관리하고, 탈염수가 수질을 충족하는지의 여부는 정기 및 수시로 점검하도록 한다. 수질기준을 미충족하거나 관리기준을 위반하는 경우에는 관련 제제조항을 마련한다. 그러나 기존의 먹는샘물과 형평성을 고려하여 조사 빈도와 제제 수위를 설정한다(표 4-10).

표 4-10 해양심층수 처리수 수질관리 방안

구분 \ 단계	인·허가시	가공·제조시	유통시	폐기시
병입수용 원수와 처리수의 수질	관련법에서 지정하는 기관이 검사	-자가수질검사 실시 -정기/수시 점검 병행	정기 및 수시로 임의 수거 검사	미사용수나 저탈염 처리수 등 염분이 잔류하는 폐수의 수질 처리기준 과 방법 설정

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

(마) 유통

일반적인 유통관리는 먹는샘물과 유사할 것이나 탈염수의 유통관리에 대한 구체적인 자료가 부족하여 차후 모니터링계획이 필요하다. 탈염수는 담수와는 그 특성이 다르므로 병입수 제품은 최종 소비자가 그 특성을 쉽게 파악할 있도록 상표규정이 강화되어야 한다. 상표에는 다음과 같은 사항이 표시되어야 한다.

○상표에 표시될 사항
-원수의 종류, 취수방법, 취수심도, 취수일자, 유통기한, 취수시설의 명칭, 탈염처리방법, 살균방법, 혼합물, 첨가물질 등 제품의 특성을 정확히 파악할 수 있는 것

해양심층수의 관리를 위한 것을 요약하면 (표 4-11)와 같다.

표 4-11 병입수용 해양심층수의 관리 방안

구분	내용
원수	-음용을 목적으로 하는 해수의 원수는 분수취수시설에서 먹는물 생산시설의 저장소에 이동한 이후의 물을 대상으로 한다.
첨가	-염수의 탈염과정에서 추출한 자체의 물질은 탈염수에 재첨가할 수 있다 (수질기준은 충족).
혼합	-수질기준을 충족하기 위하여 다른 물과 혼합하는 것은 인정하지 않는다 (품질 시비, 먹는샘물과 형평성, 오존처리된 물의 사용 우려 등)
원수 이동	-심해수의 경우 해수의 이동이 가능하다 (다만, 인증제도의 도입으로 품질유지).
심해수 인증제	-심해수 인증 기준을 마련한다.
복합 생산	-기존의 병입수 시설물을 이용한 복합 이중생산은 인정하지 않는다 (품질 관리의 혼란 방지).
기능성	-탈염수는 기능성은 인정하지 않는다(단 공인기관이 인정시 가능).
수질개선부담금	-병입수당 일정액을 부과한다. -부담금은 수질개선(붕소의 제거, 방사성물질의 모니터링 등)에 사용한다.

※관련법 및 제반 규정은 국내의 제품화 시기에 맞추어서 지속적으로 보완한다.

4. 먹는물 다원화 도입을 위한 종합적인 제도개선 방안

먹는물이 다원화 될 경우에는 기존의 먹는물관리법과 수도법 등의 규정과 제도가 조정되어야 한다. 이 절에서는 병입수와 관련된 직접적인 관계를 갖는 먹는물관리법에 대한 관련 제도의 개선방안을 제시하고자 한다.

4-1. 먹는물관리법 관련 규정과 제도의 현황

먹는물관리법은 크게 보면 먹는물 수질기준의 설정과 수돗물¹⁹⁰⁾ 이외의 먹는물을 관리하기 위한 규정과 제도로 구성되어 있다(표 4-12).

표 4-12 먹는물관리법의 조문 내용

구분	조문	조문 제목	주요 내용
제1장 총칙	제1조	(목적)	
	제2조	(책무)	
	제3조	(정의)	
	제4조	(적용범위)	
제2장 먹는물의 수질관리	제5조	(먹는물의 수질관리)	-수질기준 설정 -수질검사, 검사횟수 지정
	제5조의2	(먹는물의 수질공정시험방법)	수질공정시험방법 고시
	제6조	(먹는물의 수질감시원)	수질지도, 지도원 자격
	제7조	(먹는물공동시설의 관리)	
제3장 환경영향조사 등	제8조	(삭제)	
	제9조	(샘물개발허가등)	시·도지사가 허가
	제9조의1	(샘물개발의 가허가)	환경영향조사 제출 조건
	제9조의2	(샘물개발허가의 제한등)	환경영향조사 결과 판단
	제9조의4	(샘물개발허가의 유효기간)	허가기간은 5년, 연장 가능
	제10조	(환경영향조사)	환경영향조사서 작성
	제11조	(환경영향조사의 대행)	대행자 작성 가능
	제12조	(환경영향조사대행장의 등록)	대행자 등록제
	제13조	(결격사유)	대행자 등록 제한
	제14조	(조사대행자의 등록취소등)	취소 사유 명시
	제15조	(환경영향심사)	-조사서의 기술적 심사 -전문가의 자문
제4장 영업	제16조	(판매등의 금지)	-병입수는 먹는샘물만 허용 -허가를 받지 아니한 샘물 -수입신고 하지 않은 것 -부담금증명표지가 없는 것
	제17조	(시설기준)	환경부령이 정하는 시설 요건

190) 수돗물은 수도법에서 관할하고 있다(먹는물관리법 제4조).

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

	제18조	(영업의 허가등)	일정 요건에 대하여 시도지사의 허가
	제19조	(삭제)	
	제19조의2	(먹는샘물제조업자의 사후관리)	수위, 수량, 수질 측정결과 제출(온라인 관리시스템 운영 중)
	제20조	(조건부 영업허가)	선허가 후조건 충족시 허가(기간 정함)
	제21조	(영업허가등의 제한)	영업 부적격자 명시
	제22조	(영업의 승계)	영업자의 지위 승계, 민사집행법 적용
	제23조	(수입신고등)	수입업자는 신고제
	제24조	(품질관리인)	위생관리를 위한 품질관리인 요건
	제25조	(품질관리인 교육)	정기교육 실시 및 수강료 납부
	제26조	(건강진단)	종업원은 건강진단
	제27조	(준수사항)	원료관리, 제조공정, 품질관리 등 준수
	제28조	(수질개선부담금의 부과징수)	지하수자원의 보호 및 수질개선 목적
	제28조의2	(수질개선부담금의 용도)	-수질관리시책사업비 지원 -수질검사실시비용의 지원 -기타 지하수자원 보호용도
	제28조의3	(부담금증명표지)	용기에 부담금증명표지 표시제도 시행 중
	제28조의4	(부담금증명표지의 제조자)	일정 요건의 시설 및 자격 소지자
제5장 기준 및 표시 등	제29조	(기준과 규격)	-종류·제조방법·보존방법·유통기한·사후관리 -성분에 관한 규격 등 고시 -자가기준과 자가규격 인정
	제30조	(표시기준)	용기나 포장의 표시 및 제품명의 기준
	제30조의2	(수출용 먹는샘물등의 기준·규격 및 표시기준)	-먹는물 수입업자 요구대로 표시 가능 -중방서류 제출
	제31조	(광고의제한)	먹는샘물의 광고 제한
	제32조	(허위 또는 과대 표시·광고의 금지 등)	-과대 표시·광고 금지 -의약품과 혼돈 표시·광고 금지
제6장 검사	제33조	(자가품질검사의 의무)	-자가검사의 실시 및 기록보존 -검사기관의 위탁검사 가능
	제34조	(출입·검사수거등)	-영업자 보고제도 -관계공무원의 검사출입·열람 등 가능
	제35조	(검사기관의 지정)	원재료·제품·용기 등의 검사기관 지정
제7장 영업자에 대한 지도·감독	제36조	(지도 및 개선명령)	영업자에 지도·명령 가능
	제37조	(삭제)	
	제38조	(폐쇄조치등)	부적격 영업자의 폐쇄 조치
	제39조	(폐기처분등)	규정 위반의 폐기조치 가능
	제40조	(허가의 취소등)	허가 조건의 위반시 폐쇄 혹은 영업정지 명령
	제41조	(행정처분효과의 승계)	확정 혹은 진행 중인 행정처분의 승계
	제42조	(청문)	등록취소, 부담금증명표지제의 지정취소, 영업장의 폐쇄 등의 경우 청문 실시
	제43조	(과징금처분)	영업정지 대신 과징금 부과 가능
제8장 보칙	제44조	(국고보조)	-먹는물수질감사원의 운영

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

			-검사 비용 -검사 대상의 수거비용
	제44조의2	(다른법률과의 관계)	지하수개발허가자가 시도지사에 신청시 인정
	제44조의3	(자료의 요청)	먹는물관리제도의 운영에 필요한 자료의 제출
	제45조	(위임 및 위탁등)	권한의 일부 위임 가능
	제46조	(수수료)	영업허가 등에서 수수료 징수
제9장 벌칙	제47조	(벌칙)	
	제48조	(벌칙)	
	제49조	(벌칙)	
	제50조	(양벌규정)	
	제51조	(과태료)	
부칙			

먹는물관리법에서 시행되는 주요 관리제도를 살펴보면 다음과 같다.

○먹는물 대상의 한정적 인정

먹는물은 현재 먹는데 사용되는 자연상태의 물과 먹는데 적합하도록 처리한 수돗물, 먹는샘물 등을 한정적으로 인정하고 있어서(법 제3조), 명문화되지 아니한 먹는물의 원수는 인정되지 않거나 구체적인 관리규정이 없다.

○병입수는 먹는샘물만 인정

현재 국내 병입수는 먹는샘물 하나만 인정(법 제16조)하고 있으며, 기타의 원수를 사용한 병입수는 일체 허용하고 있지 않다. 따라서 샘물이 아닌 원수로 병입수를 제조하고자 할 때마다 법적인 마찰을 일으키고 있다. 빙하수를 원수로 한 수입 병입수는 수질의 안정성이 유지될 수 있는 자연상태의 물이라는 사유로 수입이 허용되었다. 빙하수는 사실상 지표수이고, 또한 해양표층수의 탈염수도 수출을 전제로 제조가 허용된 사례가 있으므로 국내의 병입수는 엄밀히 말하면 이미 다양한 원수를 허용하고 있는 셈이다.

○샘물개발의 허가제와 환경영향조사

일반적으로 지하수를 개발하고 이용할 때는 지하수법(제8조)에 의해 신고를 하거나 허가를 얻어야 하지만(표 4-13), 지하수 이용과 관련된 별도의 법이 있는 경우는 예외로 하고 있다(지하수법 제4조). 샘물을 개발 및 이용하려면 먹는물관리법(제9조) 관련 규정을 따라 샘물개발허가를 얻어야 하며, 샘물개발의 허가 조건으로 환경영향조사(법 제10조)를 실시하여야 한다. 환경영향조사는 지하수의 난개발을 방지하고 수자원을 합

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

리적으로 이용하기 위한 것이다. 환경영향조사제도는 허가의 전제조건(법 제9조의 2)으로 운영되고 있으므로 매우 강한 구속력을 가진다. 또한 샘물개발허가는 유효기간을 5년으로 정하고 필요 요건을 갖추었을 경우 연장토록 되어 있다(제9조의4).

○수질개선부담금의 부과

샘물 개발업자는 공공의 지하수자원을 보호하고 먹는물의 수질개선에 기여하기 위하여 수질개선부담금을 부과하고 있다(법 제 28조). 먹는샘물제조업자는 평균판매액의 100분의 20의 범위 내에서 일정 비율을 적용하고 기타 샘물개발업자에게는 샘물이 차지하는 원가의 100분의 20의 범위 내에서 일정 비율을 부과하고 있다. 이 부과금은 포괄적 조세가 아닌 특정산업에 대한 부담금이라는 이유로 많은 논란이 있다.

○부담금증명표지제도

먹는샘물부담금의 납부 또는 면제 대상인 먹는샘물에 대하여 용기에 “부담금증명표지”를 부착하도록 하고 있다(법 제28조의 3 및 시행령 제13조의3). 부담금증명표지를 위한 시설은 상당한 규모의 시설비가 소요되므로 샘물이 아닌 것을 먹는샘물로 만들어 판매하는 행위를 원천적으로 봉쇄한다는 의미가 크다.

○먹는샘물제조업자의 사후관리

시·도지사는 샘물의 환경변화를 관찰하고 관리를 하기 위하여 먹는샘물제조업자에게 수위, 수량 및 수질 등에 관한 측정결과의 제출을 요구할 수 있는데(법 제19조의 2), 이와 관련하여 지하수 전문기관인 한국지질자원연구원은 온라인(on-line)으로 먹는샘물 관리시스템¹⁹¹⁾을 구축하여 운영하고 있다.

○자가기준 및 자가규격 실시

기준과 규격이 정하여지지 않은 먹는샘물은 제조업자가 자가기준과 자가규격을 제출하고 검사기관의 검사를 거칠 경우 먹는샘물로 인정(법 제29조)할 수 있도록 하여 먹는샘물의 기준과 규격에서 유연성을 갖도록 하고 있다.

○수출용 제품의 국내 기준요건 적용 배제

수출용 제품은 국내의 기준 및 표시기준 대신 수입국의 요구대로 표시할 수 있다(법 제 30조의 2). 이 조건에 의하여 ‘샘물’이 원수가 아닌 ‘해수’를 원수로 병입수를 제조하고자 하는 제조업자에 대하여 수출을 전제로 허가를 한 사례가 있다.

191) 환경부, 2000, 먹는샘물 관리시스템 구축연구(III).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

표 4-13 지하수법에 의한 용도별 허가신고 대상의 구분

용도	구분		허가신고여부	
			2001년	2003년
가정용	동력장치가 없는 경우		면제	면제
	동력장치가 있는 경우	1일 양수능력 30톤 미만 (토출관직경 32mm이하)	면제	(삭제)
		1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm)이하	신고	신고
		1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm)초과	허가	허가
농업용	동력장치가 없는 경우		면제	(삭제)
	동력장치가 있는 경우	1일 양수능력 150톤 (토출관직경 50mm)이하	신고	신고
		1일 양수능력 150톤 (토출관직경 50mm)초과	허가	허가
국방·군사용	1일 양수능력 30톤미만(토출관직경 32mm이하)		면제	(삭제)
	1일 양수능력 30톤이상(토출관직경 32mm초과)		신고	(삭제)
	양수능력에 관계없음		-	신고
일반용	1일 양수능력 100톤(토출관직경 40mm)이하		신고	신고
	1일 양수능력 100톤(토출관직경 40mm)초과		허가	허가
전시비상급수용	양수능력에 관계없음		신고	신고
재해 대비용	양수능력에 관계없음		신고	신고
지하수보전 구역내	1일 양수능력 30톤이상 또는 토출관직경이 32mm 이상인 경우(용도에 관계없음)		허가	허가

자료: 건교부, 2001/2004, 지하수업무 수행지침서.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

○광고의 제한

공익상 필요한 때에는 먹는샘물은 광고를 제한(법 제31조) 할 수 있는데, 먹는샘물은 수돗물과 경쟁 및 대체 관계에 있고, 위화감을 조성할 수 있다는 것을 이유로 현재 텔레비전에 의한 광고를 제한(시행령 제 14조)하고 있으며, 종합유선방송에서는 광고가 가능하나 공중파 방송에서는 광고를 허용하지 않고 있다(시행규칙 제 27조).

○광고나 상표표시의 제한

먹는샘물은 광고나 상표에 허가받은 사항 이외의 것이나, 제품에 포함되지 않은 성분의 표시·광고, 제조연월일의 허위 기재, “최고”, “특수” 등의 표현, 의약품으로 혼동할 우려가 있는 표시·광고 등은 허용하지 않는다(시행규칙 제 28조).

○자가품질검사 의무

먹는샘물 등의 제조업자가 제조하는 제품에 대하여 법적 기준과 규격이 적합한 지 여부에 대하여 자가검사를 실시하도록 하여 먹는샘물의 제품에 대하여 자율적 관리체제를 유지하는 대신 그에 관한 기록을 보존(법 제 33조)토록 하여 사후관리의 실효성을 담보하고 있다.

○수탁가공 방식 인정

먹는샘물은 샘물을 개발하는 자와 상표를 표시하여 판매하는 자가 달라도 되는 수탁가공 방식(주문자 부착상표, Original Equipment Manufacturer, OEM)을 허용하고 있다(시행령 제 9조의2). 이에 따라 먹는샘물에는 수원지에 따라 구분용 표기를 하고 있다.

이외에 먹는샘물은 유통기한을 정하고 있고, 제조시설에서는 먹는샘물만 제조토록하여 이중이나 복합생산을 금지하고 있다.

4-2. 먹는물관리법의 규정과 제도의 문제점 및 개선방안

먹는물은 안전성이 최우선이므로 수질기준 및 유통기한 등 안전성에 관한 것과 수자원 보전 및 환경적 영향을 줄이기 위한 샘물개발허가나 환경영향조사 등 최소한의 환경보호 조건을 제외하면 먹는물관리법에서 특별히 문제가 될 수 있는 것은 대체로 개선방안이 마련될 수 있는 것이다.

○수돗물 우선정책

현재의 먹는물관리법은 수도법으로 관리되던 음용수와 식품위생법으로 관리되던 광천음료수 등 모든 ‘먹는물’을 통합관리하기 위하여 1995년 5월 1일에 제정·시행되었다. 그러나 수돗물은 수도법에 의하여 관리되므로 그 내용상으로 먹는물공동시설과, 정수기나 수처리제 등을 제외하면 실제로는 먹는샘물을 관리하기 위한 규정이 대부분이다. 그러나 먹는샘물에 관한 규정은 다른 나라의 천연광천수와는 다르게 수돗물 우선정책(시행령 제14조 2항)에 의하여 직접적인 품질비교를 금지하고 있으며, 공중과 방송을 제한하고 있다. 따라서 일반 국민들은 먹는샘물의 품질에 대하여 수돗물보다 우월하지 않다는 각종 조사에 익숙해져 있다. 그러나 현실적으로 정수기 판매가 늘어나고 먹는샘물의 소비량도 급증하므로 수돗물 우선정책의 기조는 유지하되 먹는샘물을 차별화 하여 국가적 브랜드화 하는 방안을 별도로 마련하는 것이 바람직할 것이다. 이 경우 광고제한도 완화하는 방안을 고려해 보아야 한다.

○수탁가공 제도

주문자부착상표(OEM)제도를 허용한 수탁가공제도는 생산단가를 절감한다는 효과는 있지만 국제적 관점에서 본다면 천연광천수의 특성을 무시한 것으로 국가가 엄격하게 관리한다는 이미지 제고에는 불리하다. 즉 샘물이 동일 수원에서 채수하였더라도 주문자가 변경될 경우 같은 수원지에서 유래된 물이 다른 상표로 판매되게 되어 소비자의 혼란과 국제 통상관계상 문제가 있을 수 있다. 즉 유럽연합의 기준으로 보면 OEM제도는 자칫 먹는샘물이 천연광천수가 아닌 용천수로 인식될 수 있으므로 주의하여야 할 것이다. 따라서 수원이 같은 곳에서 나온 물은 특별한 사정이 없는 한 같은 상표로 유지되는 것이 바람직하다. 다만 이와 관련하여 이해당사자의 의견을 충분히 검토하여야 한다.

○단품종 생산

현재 병입수는 ‘샘물’을 이용하여 먹는샘물만을 생산토록 하고 있다. 그러나 시설의 규모나 시설의 가동 형편상 다른 종류의 병입수를 생산할 수도 있을 것이다. 이 경우 복합생산으로 인한 관리의 어려움이나 품질시비가 발생할 수 있지만, 먹는샘물제조업체의 운영실태와 국외의 사례를 참고하여 합리적인 방안을 마련한다면 충분히 관리할 수 있을 것으로 보인다.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

이 밖에 먹는물 다원화시 합리적인 관리를 위해서는 다음과 같은 것이 필요하다.

○전담 관리 조직의 운영

해양심층수의 경우 향후 대체수자원으로 활발히 활용될 가능성이 높으므로 이를 전담하여 관리할 중앙부서가 필요하다. 현재도 해양표층수에 대한 개발이 이루어지고 있으므로, 통합하여 운영할 관련 공무원 및 전문가가 필요하다. 특히 병입수에 대한 관리 전담 공무원, 연구자, 그리고 관리자 등에 대한 조직을 정비하고 관련 인력을 보강할 필요가 있다. 특히 모든 종류의 먹는물은 정부 당국에서 일원화하여 관리하는 것이 필요하다.

○먹는물 수질 안전성의 확보

먹는물의 위해성에 대해서는 관련 연구를 꾸준히 진행하여 수시로 수질검사대상의 확대·삭제 및 수질기준의 변경 등을 마련하고, 이를 위하여 적절한 재원조달 방안(기존 수질개선부담금의 활용 등)을 강구하여야 한다. 먹는물의 수질기준은 배경농도의 개념에서 관리하여야 한다. 즉 모든 식품의 기초 원료나 첨가물로 이용되므로 수질기준을 높게 설정하여 관리하는 것은 바람직하지 않을 것이다.

○홍보 및 교육의 강화

먹는물의 안전성 및 수질기준의 의미 등을 국민이 잘 알 수 있도록 홍보와 교육프로그램을 지속적으로 개발·보급하여야 한다. 수질기준은 급성기준이 아닌 만성기준이므로 이에 맞는 적절한 홍보대책을 마련하여야 한다.

정부와 지자체는 수돗물에 대한 인식제고를 위한 많은 노력을 하고 있는데, 서울특별시의 경우 수돗물 수질평가위원회를 운영하여 그 결과를 시민에게 적극적으로 알리고 있다. 통상 수돗물을 평가할 때는 병입수의 관리를 실태를 비교 평가하는 방법을 사용하는데, 수돗물은 상수원과 수도꼭지를 철저히 관리하여 안전하다는 것을 강조하고 있으며, 먹는샘물, 약수터의 물, 정수기의 물은 수질관리가 제대로 이루어지기 힘들다는 것을 강조하고 있다.¹⁹²⁾ 또 수질항목을 여러 개 선정하여 수질검사 결과를 제공하여 안전성을 강조하고 있다. 미국의 경우도 병입수에 대하여 민간단체가 실태조사를

192) 서울특별시 수돗물수질평가위원회, 2004, 시민과 함께하는 수돗물수질평가위원회 심포지움, 2004.12.8, 한국환경정책평가연구원, p71.

통하여 병입수의 문제점을 발표하였는데, 병입수의 일부에서 무기오염물질과 미생물의 등이 오염된 것을 사례로 들어 수돗물보다 낫지 않다는 것을 주장한 바 있다.¹⁹³⁾ 그러나 먹는물로 인정된 것들을 상호비교하는 것은 바람직하지 않다. 즉 모든 먹는물은 관리를 철저히 할 경우 안전하게 먹을 수 있다는 것으로 전환할 필요가 있다.

○수자원의 합리적 활용 및 오염예방 대책 마련

수자원의 이용시 환경영향의 최소화 및 지속가능한 이념을 구현할 수 있도록 합리적인 개발 및 이용 방안을 마련하여야 한다. 특히 지하수는 지표수나 염수보다는 청정하고 그대로 먹을 수 있는 물이므로 국가가 그 수자원을 엄격히 관리하여야 한다. 지하수 수자원의 이용은 비상시의 대비성과 생태적 영향 등을 엄밀히 검토하여야 한다. 지하수의 이용과 추출이 늘어남에 따라 지하수의 오염과 방지는 매우 중요한 과제이다. 지하수가 먹는물의 원수로 이용이 증가할 경우를 대비하여 지하환경의 변화를 미리 파악할 필요가 있다. 샘물개발은 주변에 잠재 오염원이 있을 경우 지하환경을 오염시킬 수도 있다. 지하수 오염이 발생할 경우 지하수는 그 복원대상이 광범위 할뿐만 아니라 정화기준도 설정하기 상당히 어렵다. 지하수의 복원기준을 현재의 수질기준으로 정할 경우 자발적인 복원이 어렵고 복원비용이 막대하여 환경부는 2003년에 「지하수 수질보전 종합대책수립」을 통하여 생활용수에 대하여 대장균수는 5,000MPN/100ml 이하를 1,000MPN/100ml 이하로, 일반세균은 100CFU/ml 이하를 200CFU/ml 이하로, 시안은 불검출에서 0.1mg/L을, 그리고 수은은 불검출에서 0.002mg/L로 수질기준을 설정하는 것을 검토한 바 있다.

○다른 지하수 관련법과 연계 운영

지하수는 기본적으로 지하수법의 운영체제를 따라야 한다. 따라서 샘물의 이용 및 개발도 지하수법 및 다른 법과 연계하여 샘물을 관리하는 것을 모색하여야 한다. 일반적으로 지하수는 하천법에 근거하여 지하수관리기본계획이 마련되고 이에 의하여 개별법에서 지하수를 이용하는 모든 행위에 대하여 관리를 하고 있다(그림 4-2). 지하수법의 행정체계(그림 4-3)는 전반적으로 샘물의 관리방안과 유사하다. 그러나 시간이 지나면서 지하수법과 먹는물관리법이 별도로 운영되면서 세부적인 내용에서 차이가 발생할 수 있으므로 관련법과의 연계성을 잘 유지하여야 한다.

193) NRDC, 1999, Bottled Water: Pure Drink or Pure Hype? ([http://www.nrdc.org/bottled water/](http://www.nrdc.org/bottled_water/)).

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

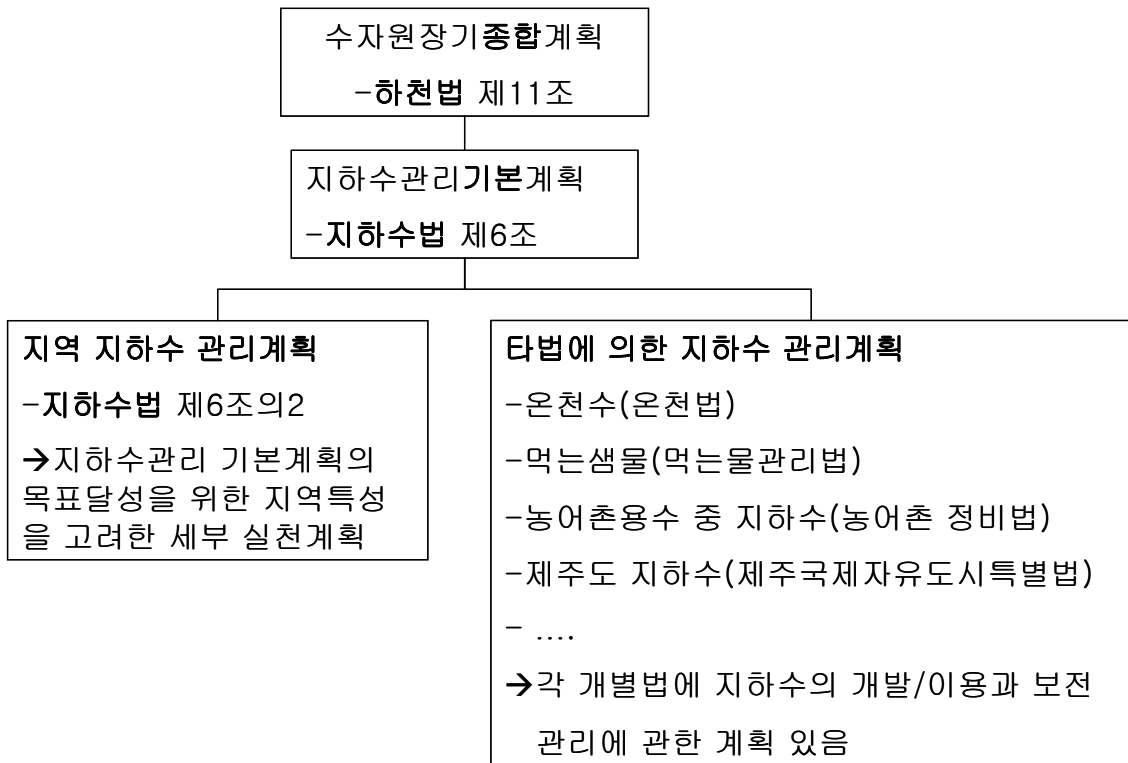


그림 4-2 우리나라의 지하수 관리체계도

자료: 건교부, 2002, 지하수관리기본계획.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

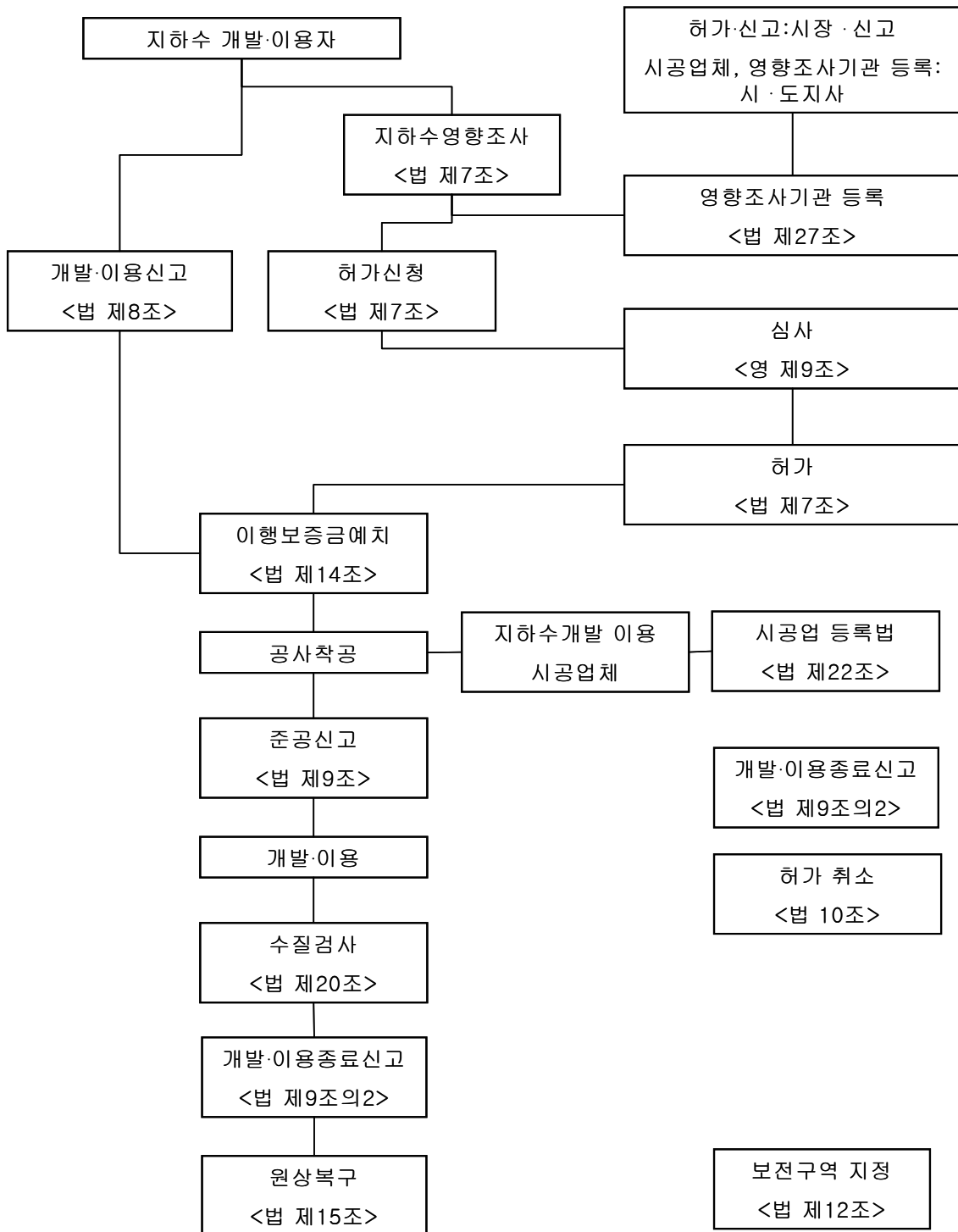


그림 4-3 지하수 행정체계의 흐름
 자료:건교부, 2004, 지하수 업무수행 지침서.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

4-3. 수질개선부담금 제도의 개선방안

○부과 목적의 조정: 수질평가부담금으로 전환

수질개선부담금은 그 동안 먹는샘물제조업자, 기타샘물개발업자, 그리고 먹는샘물수입업자 등에게 부과하였으나 부담금의 부과 자체는 합헌이라는 판례가 있으므로 그 정당성은 인정받았다. 그러나 법에 명시된 수질개선부담금의 부과 목적은 “공공의 지하수자원을 보호하고...”¹⁹⁴⁾ 라는 문구 때문에 수입먹는샘물이나 지하수를 사용하지 않는 해양심층수 병입수 제조업은 지하수에 직접적인 영향을 미치지 아니하므로 논란의 소지가 있다. 또한 수입음료수 중 지하수를 원수로 사용한 제품에 대하여는 수질개선부담금을 부과하지 않고 있다. 또 현재 부과기준은 취수량 기준이 아닌 판매액을 기준으로 부과하므로 먹는샘물제조업자와 기타 샘물업체간에 형평성이 문제가 되고 있다. 지하수는 제품간의 판매액에 의하여 지하환경에 영향을 주기보다는 취수량에 의하여 더 영향을 받는다. 따라서 “공공의 지하수자원을 보호하고...”라는 문구를 삭제하는 것을 검토할 필요가 있다. 그러면 순수하게 “먹는물의 수질개선에 기여하기 위하여”라는 명분으로 수질개선부담금을 부과할 수 있다. 또 그 일부를 수질평가를 위한 재원으로 전환하는 것도 검토할 필요가 있다. 그동안 우리나라는 수질기준을 설정하기 위한 국내 고유의 연구는 매우 미흡하였다. 먹는물은 공공급수이든 병입수든 가장 핵심적인 사항은 수질이다. 국가는 새로운 건강 우려물질의 확인과 수질기준의 개정이나 신규 설정 등 지속적으로 수질에 대하여 관리할 의무가 있으며, 이에 대한 재원은 충분치 않다. 따라서 공공급수의 수질 개선을 위하여 모든 종류의 병입수에 대하여 ‘수질평가 부담금’을 부과한다면 명분은 명확해진다. 다만 이 경우 공공급수인 수도물을 원수로 사용한 병입수를 향후 인정할 경우 이미 수질평가를 거친 물이므로 수질평가부담금의 부과 명분이 다소 모호해진다. 이에 대한 검토가 차후 필요하다. 수질관리의 목적으로 병입수에 대하여 기금을 조성하는 나라도 있는데, 미국의 병입수제조업체들의 협회인 IBWA가 병당 수 센트씩 기금을 자체적으로 조성하여 병입수에 대한 연구, 자체 수질 검사 및 모니터링 등을 실시하고 있다.¹⁹⁵⁾ 이들은 정부기관의 규제기준 보다 더 엄격한 자체의 규제를 실시하고 있는데, 국민의 건강을 위한 배려라는 점에서 시사점이 높

194) 먹는물관리법 제28조.

195) <http://www.bottledwaterweb.com>.

다고 할 것이다.

현재 음용해양심층수는 음용시 안전성이 완전히 입증된 것이 아니므로 수질과 안전성 평가를 위한 조치가 필요하다. 그러므로 생산된 제품에 대하여 병당 일정액의 수질 평가부담금을 부과하여, 붕소, 브롬산염, 방사성 원소 등 건강상 유해물질에 대한 평가 및 수질개선을 위한 기금으로 사용토록 하는 것이 필요하다.

○부과기준의 개선

수질개선부담금의 부과기준에 대해서는 다양한 방법이 있는데, 다음의 3 가지가 기존의 연구에서 논의되었다¹⁹⁶⁾.

- ① 지하수 이용에 대해 부과되는 지역개발세와의 통합
- ② 지하수 취수량을 기준으로 부과기준을 변경
- ③ 판매가격(먹는샘물), 지하수 사용량(기타샘물)의 부과기준은 유지하면서 부과율을 변경하는 방안

현재는 ③안이 적용되고 있으나, 업종간의 부과액에 형평성 문제가 있어서 이해당사자가 여전히 문제를 제기하고 있다. 지하수를 이용하는 경우에는 지하환경에 영향을 미치는 것을 완화하고 저감하기 위한 규제를 하는 것이 바람직하다. 따라서 장기적으로는 지하수 취수량을 기준으로 부과하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다. 그러나 취수량을 부과기준으로 할 경우에는 몇 가지 문제점이 발생한다. 즉, 국내의 먹는샘물에 대한 부과액은 경감되나, 기타샘물업체는 부과액이 급격히 증가하여 시장에 주는 충격이 커진다.¹⁹⁷⁾ 한편, 국내의 샘물은 취수량 파악이 가능하지만, 수입 먹는샘물은 그 원수의 취수량을 파악할 수 없어서 취수량을 기준으로 부과하기 어려워진다. 또한 취수량을 기준으로 한다면 수입식품 중 샘물(지하수)을 원수로 사용한 제품에도 형평성 때문에 부과하여야 하는데, 수입식품의 이는 실행하기 곤란하며 국제 통상관계상 마찰의 소지가 있다. 따라서 취수량 기준의 부과가 합리적이지만 국제 통상관계와 현재의 시장여건을 고려하여 현실적인 대안을 선택할 수밖에 없는 실정이다. 판매가를 기준으로

196) 환경부, 2003, 수질개선부담금 부과요율의 적정성 검토 및 개선방안 연구.

197) 지하수 1톤당 1,000원을 부과시 총징수액은 31.7% 감소한다. 먹는샘물에 대한 부과액은 82% 감소하나, 기타 샘물은 88배가 증가한다.

IV. 먹는물과 병입수의 다원화에 따른 관리방안

부과할 경우는 부과기준이 단순해지고 수입상품에도 일괄적으로 적용되므로 형평성에 대한 마찰의 소지가 적을 수도 있다. 즉 수출국에서 원수를 취수할 때 어떤 형태의 세금이나 부과금을 부과하였는지 파악할 필요가 없으며, 단순히 국내에서의 판매액에 대하여 부과하면 되므로 부과율에 대한 논란의 소지가 적어질 수 있다.¹⁹⁸⁾ 이 경우 취수량보다는 상품의 가격에 따라 부과된다는 문제점이 있으나 고가의 제품에서 더 많은 부과금을 확보할 수 있으므로 어느 정도 형평성은 유지될 수 있다.

5. 먹는물의 다원화 도입 시기

먹는물의 다원화 시기는 빠를수록 좋다. 즉 신규 수자원의 확보와 합리적인 먹는물의 관리를 위해서는 조속히 도입하여야 한다.

현재 해양표층수를 담수처리하여 식수로 공급하는 해수담수화 사업이 이미 진행되고 있으나, 먹는물관리법이나 수도법에 먹는물의 원수로 ‘해수’가 명문화되지 않았다. 현실적으로 해수를 먹는물의 원수로 사용하고 있고, 정부나 시도 지자체에서 해수담수화 사업으로 식수를 공급하고 있으므로 해수를 먹는물로 명문화는 것은 시급하다. 그러나 해수담수화 사업으로 식수를 공급하는 지역에서 담수화 처리하는 물은 대부분 지하염수이다. 지하수는 염소이온의 농도가 250mg/L 이하이고 다른 조건이 먹는물 수질기준에 적합다면 식수로 사용하는 데는 법적 문제가 없으므로 이 지하염수는 이미 먹는물의 원수로 인정받고 있다고 볼 수 있다. 그러나 염도가 높거나 염소이온의 농도가 250mg/L 이상이면 규정상 먹는물의 원수로 사용이 곤란해진다. 최근 탈염기술이 발달하고 있으므로 염소이온에 대한 기준을 완화하여 먹는물의 원수로 인정하고 음용시에만 수질기준을 적용하는 것을 고려하여야 한다.

해양심층수는 먹는물과 유사한 수입제품이 혼합음료로 국내에 유통되므로, 국내에서 해양심층수를 직접 개발하여 병입수 제품이 제조되어 판매되는 시기에 맞추어 도입하면 될 것이다.

식수용 물은 먹는물관리법, 수도법, 지하수법, 식품공전, 대한약전 등에 복잡하게 정의되어 있으므로 이중 먹는물에 관한 것을 먹는물관리법에서 명확히 정의하는 것이

198) 수출용 먹는샘물에는 수질개선부담금을 부과하지 않는데, 이는 부가가치세를 수출용품의 경우 수출국에서는 부과하지 않고, 수입국에서 부과하는 것과 유사한 것이다.

필요하다. 가장 간명한 것은 먹는물관리법에 ‘염수’를 먹는물의 원수로 인정하여 정의하는 것이다.

식품공전에 의하면 음식에 사용하는 물은 먹는물관리법상 물의 요건을 충족하여야 하므로, 지하염수와 해수의 음용 처리수가 먹는물 수질기준에 맞다면 모두 먹는물로 인정하고 다원화하는 하는 것이 필요하다.

먹는물을 제품화한 병입수를 다양화하는 것은 현재의 먹는샘물과 해양심층수에 한정하는 것이 좋을 것으로 보인다. 지하염수, 강변여과수, 하상여과수나 수돗물 등을 원수로 사용한 병입수는 충분한 검토와 연구를 통하여 도입 시기를 정하는 것이 바람직하다.

V. 결론 및 정책 제언

1. 주요 연구결과의 결론

1-1. 먹는물 다원화의 타당성

지표수는 그 수량의 확보에서 계절적 영향을 받고, 오염에 취약하여 수처리과정이 복잡해지고, 댐이나 저수지 등의 건설로 인한 환경영향이나 지역갈등을 유발하고 또한 상수도망을 주기적으로 보수·관리하여야 하는 등 수자원을 확보하고 이용하는데 여러 가지 문제를 안고 있다. 지하수는 지표수보다는 수질의 안정성이 양호하므로 대체 수원으로 개발되고 있으나 지하수의 오염과 고갈이 우려되는 측면이 있다. 즉 지표수나 지하수는 수량과 수질을 동시에 만족하는데 본질적으로 한계가 있다. 따라서 우리는 먹는물을 안정적으로 공급받을 수 있도록 먹는물의 원수를 다원화할 필요가 있다.

1-2. 먹는물 다원화의 대상이 되는 원수

먹는물의 원수로 사용이 가능한 것은 자연상태의 모든 물을 포함하는 것이 가장 바람직하지만 다량의 원수의 확보 가능성, 수질의 안전성이나 환경적 영향, 그리고 국민의 인식과 욕구 등 제반 조건을 고려할 때 합리적인 관리방안의 마련이 가능한 것을 대상으로 하는 것이 좋을 것이다. 현재 다원화 대상으로 적정한 조건을 만족하는 것은 우리나라 주변에 거의 무한대로 있는 해수이다. 또한 지하염수도 먹는물의 원수로 이용할 수 있다. 세계적으로 염수를 먹는물의 원수로 사용하는 추세가 늘어나고 있으며, 우리나라도 탈염기술과 환경영향의 저감기술 등이 빠른 속도로 개발되고 있어서 먹는물로 사용하는 데 큰 문제는 없을 것이다.

1-3. 병입수의 인정 대상

모든 먹는물은 원칙적으로 병입수의 원수가 가능하다. 그러나 병입수의 종류가 갑자기 증가할 경우 관리에 혼란이 우려되므로 원수의 특성, 탈염기술, 그리고 처리수의 수질 등이 검증 가능하고, 국제적으로 이미 개발되어 유통 중인 해양심층수만을 우선적

으로 병입수의 원수로 인정하는 것이 바람직하다(표 5-1).

표 5-1 먹는물의 원수와 처리수의 명문화 대상 선정안

구분	제1안	제2안	제3안
원칙	-시급한 것만 포함 -최소한의 관련법 개정	-가까운 장래에 대두되는 것도 포함 -상당한 관련 규정 개정	-가능성 있는 모든 것 포함 -전면 개편
원수의 인정 여부	-‘해양심층수’만 추가 ※해양표층수 제외	-해수, 강변여과수, 지하염 수, 수돗물 등 현재 개발 되는 것을 모두 추가	-모든 ‘물’을 포함
처리수의 인정 범위	-해양심층수만 인정	-위에 열거된 원수만 포함	-모든 먹을 수 있는 물 포 함
비고	먹는물관리법 개정안 마련 함(일부 완료) -세부 규정 마련 필요	먹는물관리법 추가 개정안 마련 필요	전면 개편이므로 상당한 시 일 걸림
선정 제안	◎		

1-4. 탈염수의 수질기준

탈염수의 수질기준은 해수의 특성, 탈염기술의 한계, 그리고 위해성 평가 등을 고려하여 설정한다. 이에 따라 붕소는 1mg/L, 브롬산염은 0.01mg/L, 스트론튬은 4mg/L, 수소이온농도지수(pH)는 5.8-9.0, 그리고 경도는 700mg/L 등을 제안하였다(표 5-2). 다만 해양심층수는 원수와 처리수에 대한 조사 자료가 부족하므로 차후 정밀한 실태조사를 근거로 하여 수질기준을 재설정하여야 한다.

1-5. 수질개선부담금의 개선방안

해양심층수를 먹는물의 원수와 병입수로 인정하면 수질개선부담금은 그 부과 목적을 변경하여야 한다. 즉 “공공의 지하수자원을 보호하고”라는 목적을 삭제하고 단지 “수질개선에 기여하기 위하여 혹은 수질평가를 위하여”로 한정하여 부과 대상을 “병입수”로 하여야 한다. 해양심층수는 지하수와는 직접적인 관계가 적고 빙하수나 다른 원

V. 결론 및 정책 제언

수의 수입병입수에도 부과목적을 적용하기 용이하기 때문이다.

표 5-2 탈염수 제품수(병입수)의 수질기준의 선정안

구분		A안	B안	C안
		별도 기준 설정	한시 규정 적용	현재 기준 적용
수질 기준 (처리수)	붕소	1mg/L 이하	1mg/L 이하 (⇒차후 0.3mg/L)	0.3mg/L 이하
	pH	5.8-9.0	5.8-9.0 (⇒차후5.8-8.5)	5.8-8.5
	경도	700mg/L 이하	700mg/L 이하 ⇒차후 500 이하	300mg/L 이하 500mg/L(먹는샘물)
	증발잔류물	경도 조정에 따름	경도 조정에 따름	500mg/L 이하
	브롬산염	0.01mg/L 이하	0.01mg/L 이하	-
	스트론튬	4mg/L 이하	4mg/L 이하	-
	기타 항목	- 먹는물 수질기준 적용	-먹는물 수질기준 적용	-먹는물 수질기준 적용
장점	-대체 수자원 이용 촉진 (담수자원의 과도한 이용 완화) -해양 특성을 반영한 수질기준(WHO 등) -병입수의 다원화 인정	-사업자의 년차별 수질개선 유도	-현재 기준을 충족키 위한 수처리 기술 유도 (가장 강한 기준 유지)	
단점	-해수 자체의 불확실성 존재 -모니터링 비용 소요	-기술발전을 정확히 예측할 수 없음 (A안과 본질적으로 같음)	-담수를 위주로 한 기준 -신규 수자원의 이용시 장애 존재 -수처리 기술의 현실적 한계를 미반영 -먹는샘물만 병입수로 인정하여 과도 규제 -브롬산염이나 스트론튬은 기준이 없음	
필요 조치	-먹는샘물의 차별성 인정 -오존처리 금지 -상표 규정의 강화(원수, 함량, 부작용의 우려, 건강상 영향 등)		-탈염수 규정 마련	
선정 제안	◎			

1-6. 먹는물 다원화의 도입시기

국내외에서 해수나 지하염수 등을 먹는물로 이용하고 있으므로 신규 수자원의 확보를 촉진하고 먹는물의 합리적인 관리를 위해서는 먹는물의 다원화는 빠를수록 좋다. 따라서 먹는물관리법에 염수를 먹는물의 원수로 인정하는 방안을 조속히 마련하여야 한다. 특히 해양심층수는 먹는물관리법을 시급히 개정하여야 할 것으로 보인다. 먹는 샘물 이외의 병입수는 해양심층수의 제품이 국내에서 제조·판매되는 시기를 맞추어서 도입하면 될 것이다. 다만 해양심층수와 다른 해양표층수와 지하염수를 병입수의 원수로 사용하는 것은 충분한 조사를 거친 후 도입하는 것이 필요하다.

2. 제언

본 과제는 염수를 먹는물에 포함하여 먹는물 다원화에 대비한 정책방안을 마련하기 위한 연구이었다. 이 과제의 수행 중에 연구진이 느낀 바를 간략히 정리하여 향후 먹는물의 합리적인 관리를 위한 제언을 하고자 한다.

2-1. 수질평가연구단의 상설 운영 필요

이 연구과제를 진행하는 동안 관련 자료의 조사에서 가장 시간이 많이 소요되고 해당 자료의 수집에 애로가 많았다. 특히 국외의 먹는물 관련 자료를 수집하는 데에는 최신 자료의 여부, 각국의 관리기관이나 운영제도 등에 대한 확인과 조사 등이 용이하지 않았다. 특히 수질기준은 항상 변동이 있는데 정기적인 점검이 이루어지지 않아서 관련 전문가들도 일관된 자료를 확보하지 못하고 있는 경우가 많았다. 또한 어떤 항목의 수질기준을 설정하는 데에는 관련 전문가가 국내에 많이 있는데 상호점검이나 비평이 제한되어 있어서 편향된 결론으로 흐를 우려도 있었다.

따라서 이러한 제반 문제를 극복하고 먹는물의 수질 안전성을 확보하여 국민의 건강을 지키기 위해서는 가칭 ‘수질평가연구단’ 같은 것을 상설로 운영하여 먹는물에 관한 모든 정보를 체계적으로 제공하고 합리적인 수질기준을 설정할 필요가 있다. 이러한 것이 성공적으로 정착한다면 수질기준의 변경, 신규 수질항목의 선정 및 폐지 등 국민적 관심 사항을 신속히 대응할 수 있을 것으로 생각된다. 이를 운영하기 재원으로는

수질개선부담금의 일부를 수질평가기금으로 전용하는 방안이 있을 것이다. 현재 가장 시급한 것은 각국에서 수질기준을 운영하는 기관과의 연락체계를 확보하여 정보와 인적 교류를 증진하는 것이다.

수질안전성에 대한 연구기금의 확보는 시급한 과제로 보인다. 국내는 위해성 평가자료의 구축이 미흡하여 외국의 자료를 참조하여 수질기준을 설정하는 경우가 많기 때문에 우리 실정에 적합한 수질기준의 운영이 곤란한 경우가 많다. 이를 보완하려면 전문기관이 정기적이고 지속적으로 위해성에 대한 연구를 수행할 필요가 있다.

2-2. 먹는샘물의 특성화 필요

천연광천수는 한 나라의 고유의 국가적 브랜드 가치를 가지고 있다. 그러나 우리나라는 수돗물 우선정책에 의하여 먹는샘물(천연광천수)은 정상적이고 자유로운 성장의 기회를 제한받고 있다. 따라서 국제 통상관계와 외국의 관리 현황 등을 고려하여 먹는샘물을 특성화하여 차별적인 환경산업으로 육성할 필요가 있다. 이를 위해서는 먹는샘물에 대하여 지속적인 연구와 관리를 통하여 외국의 상품과 차별되는 특징의 파악 및 동 제품의 이미지를 제고하는 방안을 마련하여야 한다. 다만 먹는샘물은 지하수를 수원으로 하고 있으므로 환경에 미치는 영향을 보다 엄격히 관리하여 지하수자원을 지속가능하게 사용할 수 있도록 하여야 할 것이다.

2-3. 병입수 관리의 일원화 필요성 검토

GATT/WTO 등에 의한 국제 통상 관계상 병입수는 원수나 제조공정, 그리고 관리기관 등에 관계없이 동종상품으로 취급받게 된다. 따라서 원칙적으로 같은 정도의 규제를 받는 것이 필요하다. 이를 위해서는 동일한 법체제와 일원화된 관리를 하는 것이 유리하다. 만일 서로 다른 수준의 규제가 이루어질 경우 외국에서 규제가 적은 것을 기준으로 규제완화를 요구하게 되어 국내의 병입수나 먹는물 관리체계가 흔들릴 우려도 있다. 병입수 자체의 수질개선부담금 보다는 수돗물과 관련된 각종 정책이 간접적으로 영향을 받는 것이 더 우려된다. 병입수는 국민의 건강과 직결되는 필수품이지만, 통상관계에서는 ‘상품’으로 유통되므로 국제 통상관계를 최우선으로 고려하여 결정하여야 할 것이다.

2-4. 병입수의 완전 다양화 고려

샘물과 해양심층수를 이용한 병입수는 인정되더라도 강변여과수, 하상여과수, 지하염수, 그리고 해양표층수 등도 수돗물과 마찬가지로 음용에 적합하게 처리될 경우 먹을 수 있는 물이다. 현재 수돗물 우선 정책과 먹는샘물의 한정 인정에 따라 이들은 포장 용기에 넣을 경우 판매가 불가능하여 무상으로만 제공할 수 있다. 그러나 먹을 수 있는 물을 단지 병에 넣었다고 판매하지 못하게 하는 것은 수돗물 우선 정책을 고려하더라도 너무 과도한 규제로 보인다. 수돗물이 품질이 우수하다면 그것을 병에 넣었을 경우에도 우수함은 사라지지 않을 것이고, 판매가 가능하여야 먹는샘물과 경쟁관계를 정확히 파악할 수 있을 것이다. 다만 이 경우 상표표시와 원수의 인증방법의 설정 등 관련제도를 강화할 필요가 있다.

참고문헌

- 건교부, 2001, 수자원장기종합계획.
- 건교부, 2001/2004, 지하수업무 수행지침서.
- 건교부, 2002, 지하수관리기본계획.
- 고치현, 2002, “Muroto Deep Seawater”.
- 고치현산업진흥센터, 1999, 室戸해양심층수의 특성과약 및 기능해명.
- 고치현해양심층수대책실, 2000, 「해양심층수 취수시설」.
- 국립환경연구원, 2003, 먹는샘물 중 내분비계 장애물질 조사 결과, 보도자료.
- 김애정, 2004, 여성의 건강 및 영양관리. -골다공증의 예방관리, (<http://www.대전대학>).
- 김연화, 2003, 소비자가 원하는 먹는 물에 대한 의식조사, 소비자가 원하는 먹는 물, 2003년 세계물의해 기념 세미나, 한국소비생활연구원(별첨 자료).
- 김영석, 2002, 해양심층수 개발사업 추진계획, 해수부 해양개발과 자료.
- 김정봉·류정근·이경희, 2003, 해양심층수 개발 및 활용을 위한 법제화 검토 연구, 한국해양수산개발원.
- 김종택·김종찬, 2001, 먹는물수질공정시험방법 이론 및 해설, p10.
- 김진홍, 2004, 일본의 수자원 정책, 제1회 수자원정책포럼, 우리나라 수자원정책의 발전방향 발표자료, 2004.10.6, 과천 그레이스 호텔.
- 김충환, 1999, “역삼투공정을 이용한 먹는물 생산에서 불소제거에 관한 연구”. 한국물환경학회지, 15권 (1), p13-22.
- 김충환, 2002, 미래 수도시설에 대한 연구 동향, 한국수자원공사 발표자료.
- 김충환·정혜원, 1999, 한국물환경학회지, 15권(1), p13~22).
- 대법원 1994. 3. 8. 선고 92누1728 판결, 공1994, 1195.
- 대한약전 개정요지(<http://ezdrug.kfda.go.kr>).
- 문현주, 2004, 환경산업의 경쟁력 강화방안 연구 -상하수도 산업을 중심으로, 환경포럼, 환경정책·평가 연구원.
- 박광규, 2003, 고효율 저에너지 담수화기술, 한전전력연구원.
- 보건복지부, 2001, 건강영양조사(영양조사편), 한국보건산업진흥원.
- 福富 兀, 2001, 「室戸海洋深層水の特性把握および機能解明」, 財団法人高知懸産業 振興センタ, 서문.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

- 서울특별시 수돗물수질평가위원회, 2004, 시민과 함께하는 수돗물수질평가위원회 심포지움, 2004.12.8, 한국환경정책·평가연구원.
- 서울신문, 1997년 9월 8일자, 생수판매량 급증한 까닭, 사설.
- 식품공전, 제4 식품별 기준 및 규격(<http://www.kfda.go.kr>).
- 식품의약청, 2004, 2004년 식품의약품 통계연보 제6호.
- 식품의약청, 2000, 음료의 안전성 실태조사, p4.
- 심영규, 2003, GATT/WTO 법체제하에서의 비차별원칙에 관한 연구 - GATT 1994의 제1조, 제3조 및 제20조 Chapeau 조항을 중심으로, 한양대학교 법학박사 학위논문.
- 안희도, 2001, “해양심층수의 이용”, 「해양정책·R&D 동향」.
- 안희도·전중균·홍성근(역서), 2001, 알기 쉬운 해양심층수, 과학기술.
- 염병호, 2001, 수돗물의 수질편람, 양서각.
- 이승호, 2004, 유럽의 수자원정책, 제1회 수자원정책포럼, 우리나라 수자원정책의 발전방향 발표자료, 2004.10.6, 과천 그레이스 호텔.
- 이인선 외, 2000, 정책결정자를 위한 각국의 수질관련 기준 비교분석, 국립환경연구원.
- 이창신(역서), 2002, 블루골드, 개마고원, p275.
- 정문식·정문호·이진한·김영규, 1998, 환경화학. 신광문화사.
- 조선일보 2004.3.11, 인터넷 판.
- 첨단 환경기술, 2004, 향후 폐기물의 올바른 해양투기 방향, Vol 12(12).
- 한무영, 1999, 「WHO 음용수 수질 가이드라인」, 대한상하수도학회 수도연구회.
- 해수부, 2001, 해양심층수의 다목적개발(I).
- 해수부, 2003, 해양심층수의 다목적개발(II).
- 헌법재판소, 2004, 먹는물관리법 제28조 제1항 위헌소원 판결문.
- 헌법재판소, 사건번호: 98헌가1과 2002헌바42.
- 헌재 2004.07.15. 2002헌바42, 공보 95,0-0.
- 환경부 수도정책과, 2004, 먹는물 수질관리지침.
- 환경부, 2000, 먹는샘물 관리시스템 구축연구(III).
- 환경부, 2002, 먹는샘물 다원화 방안에 관한 연구.
- 환경부, 2002, 해수담수화 시설 적정설치·운영방안 조사연구.
- 환경부, 2003, 수질개선부담금 부과요율의 적정성 검토 및 개선방안 연구.
- 환경부, 2003, 수질개선부담금 제도개선방안, 토양수질관리과 제공.

참고문헌

- 환경부, 2004, 해수담수화시설 위탁운영방안 (수도사업자→수공) (<http://www.me.go.kr> /"수도정책과/ 자료목록").
- 환경부, 2004, 도서지역 식수원개발사업 (<http://www.me.go.kr> /"수도정책과/ 자료목록")
- 환경부, 2004, 환경백서.
- 환경부, 2004. 2, 먹는샘물 제조업체 합동점검 실시 결과 보도자료.
- 환경부, 2003, 지하수 수질보전 종합대책수립.
- 황세호 외, 2004, 해수침투보호구역, 토양지하수 학회 발표자료.
- Anderson et al., 1994, Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl and NaCl in foods, J. Food Comm. Anal., 7:59-82.
- Anonymous, 1983, Final report on the safety assessment of sodium borate and boric acid, J. Am. Coll. Toxicol., 2:87.
- Appelo, CAJ and Postma, D., 1994, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Rotterdam Netherlands, Balkema, p296.
- ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1992, Toxicological Profile for Boron, Public Health Service, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, TP-91/05.
- Beverage Marketing Corporation, 2004, (http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc).
- Benson, W.H., Berge, W.J. and Dorough, H.W., 1984, Absence of mutagenic activity of sodium borate (borax) and boric acid in the Salmonella preincubation test, Environ. Toxicol. Chem., 3:209.
- Clarke, W.B., Webber, C.E., Koekebakker, M. and Barr, R.D., 1987, Lithium and boron in human blood. J. Lab, Clin. Med., 109(2): 155.
- CODEX Alimentarius Commission, CAC/RCP 48-2001(병입수), CODEX STAN 108-1981 REV. 1-1997(천연광천수).
- DeAngelo, A.B., George, M.H., Kilburn, S.R., Moore, T.M. and Wolf, D.C., 1998, Carcinogenicity of potassium bromate administered in the drinking water to male B6C3F1 mice and F344/N rats, Toxicol. Pathol., 26(5): 587-594.
- DICER, 2004, 해수담수화를 위한 수처리 공법, TechInfo Part II, Vol. 3(10).

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

- Dixon, R.L., Lee, I.P. and Sherins, R.J., 1976, Methods to assess reproductive effects of environmental chemicals: Studies of cadmium and boron administered orally. *Environ, Health Perspect.*, 13:59.
- Drever, JI, 1997, *The Geochemistry of Natural Waters*. 3rd., Prentice Hall.
- ECETOC(European Center for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals), 1994, Reproductive and General Toxicology of Some Inorganic Borates and Risk Assessment for Human Beings, Technical Report No. 65, Brussels, December (in US EPA, 2001).
- EPA, 2004, 2004 edition of the Drinking Water Standards and health Advisories.
- EU, 2000, S.I. No. 439 of 2000 European Communities(Drinking Water) Regulations.
- EU, 80/777/EEC, article 8.2.(b).
- EU, 96/70/EC, Article 9.
- Ferrier, C, 2001, Bottled water: Understanding a social phenomenon, p16-19.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A, 1979, *Groundwater*, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.
- Global Industry Analysts Inc., 2002, *Bottled Water*.
- Green, G.H. and Weeth, H.J., 1977, Responses of heifers ingesting boron in water, *J. Anim. Sci.*, 46:812.
- Hamilton, E.I., Minski, M.J. and Cleary, J.J., 1972/1973, The concentration and distribution of some stable elements in healthy human tissues from the United Kingdom, *Sci. Total Environ.*, 1:341.
- Harvey, S.C., 1975, Antiseptics and disinfectants; fungicides, ectoparasiticides, In: *Pharmacological basis of therapeutics*, L.S. Goodman, A. Gilman, A.G. Gilman and G.B. Koelle (eds.). Macmillan, Toronto.
- Health Canada, 2004, *Summary of Guidelines for Canadian Water Quality*.
- Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1982, Interaction between boron and cholecalciferol in the chick. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Trace Element Metabolism in Man and Animals*, Vol. 4. J.M. Gawthorne, J.M. Howell and C.L. White (eds.), Springer-Verlag, Berlin.
- IPCS, 2000, *Disinfectants and disinfectant by-products*, Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety(Environmental Health Criteria).
- Jansen, J.A, Schou, J.S. and Aggerbeck, B., 1984, Gastrointestinal absorption and in vitro release

- of boric acid from water-emulsifying ointments, *Food Chem. Toxicol.*, 22:49.
- Jansen, J.A., Andersen, J. and Schou, J.S., 1984, Boric acid single dose pharmacokinetics after intravenous administration to man. *Arch. Toxicol.*, 55:64.
- Kang, DJ et al., 2003, Recent developments in chemical oceanography of the East (Japan) Sea with an emphasis on CREAMS findings: A Review, *Geosciences Journal*, Vol 7(2):179-197.
- Kim, KR and Kim, K, 1996, What is happening in the East Sea(Japan Sea)? Recent Chemical Observations during CREAMS 93-96, p164-172.
- Krasovskii, G.N., Varshavskaya, S.P. and Borisov, A.I., 1976, Toxic and gonadotropic effects of cadmium and boron relative to standards for these substances in drinking water, *Environ. Health Perspect.*, 13:69.
- Kurokawa, Y., Aoki, S., Matsushima, Y., Takamura, N., Imazawa, T. and Hayashi, Y., 1986, Dose-response studies on the carcinogenicity of potassium bromate in F344 rats after long-term oral administration, *J. Natl. Cancer Inst.*, 77: 977-982.
- Kurokawa, Y., Matsushima, Y., Takamura, N., Imazawa, T. and Hayashi, Y., 1987, Relationship between the duration of treatment and the incidence of renal cell tumors in male F344 rats administered potassium bromate, *Jpn. J. Cancer Res. (Gann)*, 78: 358-364.
- Kurokawa, Y., Takahashi, M., Kokubo, T., Ohno, Y. and Hayashi, Y., 1983, Enhancement by potassium bromate of renal tumorigenesis initiated by N-ethyl-N-hydroxyethylnitrosamine in F344 rats, *Gann*, 74: 607-610.
- Kurokawa, Y., Takayama, S., Konishi, Y., Hiasa, Y., Asahina, S., Takahashi, M., Maekawa, A. and Hayashi, Y., 1986, Long-term in vivo carcinogenicity test of potassium bromate, sodium hypochlorite and sodium chlorite conducted in Japan, *Environ. Health Perspect.*, 69:221-235.
- Lee, I.P., Sherins, R.J. and Dixon, R.L., 1978, Evidence of germinal aplasia in male rats by environmental exposure to boron, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 45:577.
- Magour, S., Schramel, P., Ovcara, J. and Maser, H., 1982, Uptake and distribution of boron in rats: interaction with ethanol and hexobarbitol in the brain, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 11:521.
- Marie, P.J., M.T. Garba, M. Hott and L. Miravet, 1985, Effect of low doses of stable Sr on bone

- metabolism in rats, *Miner. Electrolyte Metab.* 11:5-13.
- Mason B. and Moore, CB, 1966, *Principles of Geochemistry*, John Wiley and Sons.
- Mayell, B. and Murphy, P, 1999, The bottled water crazy, *Environmental News Network* (<http://www.enn.com>).
- NHMRC, 2004, *Australian Drinking water Guidelines*.
- Nielsen, F.H., 1985, Effects in rats of boron deprivation and of interactions between boron and fluoride, aluminum, magnesium, or calcium, In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Trace Elements in Man and Animals*, Vol. 5. C.F. Mills, I. Bremner and J.K. Chesters (eds.), Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, U.K. p271.
- NRDC, 1999, bottled Water: Pure Drink or Pure Hype? (<http://www.nrdc.org/water/drinking/bw>).
- Reuters EU Briefing, 8/30/80: '380L0777 - Council Directive 80/777/EEC of 15 July 1980 On the Approximation of the Laws of the Members States Relating to the Exploitation and Marketing of Natural Mineral Waters.
- Seal, B.S. and Weeth, H.J.,1980, Effect of boron in drinking water in the male laboratory rat. *Bull. Environ, Contam. Toxicol.*, 25:782.
- Sean Hao, Seawater for sale:Only \$33.50, Gannett News Service ([http://usatoday.com/"hawaii-seawater"](http://usatoday.com/)).
- Siegel, E. and Wason, S., 1986, Boric acid toxicity, *Pediatr. Clin. North Am.*, 33:363.
- Skoryna, S.C., 1981, Effects of oral supplementation with stable strontium, *Can. Med. Assoc., J.* 125(7): 703-712.
- Starbulletin, 2004. 10.11, Water is isles' liquid gold (<http://starbulletin.com/Hawaii Deep Sea Water>).
- Storey, E., 1961, Strontium "rickets": bone calcium and strontium changes, *Austral. Ann. Med.*, 10:213-222.
- Stumm, W and Morgan, JJ, 1996, *Aquatic Chemistry*, 3rd, John Wiley and Sons.
- Tishchenko et al., 2003, Seasonal Variability of the Hydrochemical Conditions in the Sea of Japan, *Oceanology*, Vol. 43(5), p683-695.
- Uhrich, K.E., Hunt, C.D. and Nielsen, F.H., 1984, Boron deprivation in rats, *Proc. N.D. Acad. Sci.*, 38:108.

- Underwood, E.J., 1977, Trace elements in human and animal nutrition, Academic Press, New York, NY, p.436.
- USC, 21CFR 165.110.
- US EPA, 2001, Toxicological review of Boron and compounds(CAS No. 7440-42-8).
- Weir, R.J., Jr. and Fisher, R.S., 1972, Toxicologic studies on borax and boric acid, Toxicol. Appl. Pharmacol., 23:251.
- Whitten, KW, Gailey, KD and Davis, RE, 1992, General Chemistry, 4th, Saunders.
- WHO, 1998, Environmental Health Criteria 204: Boron, International Programme on Chemical Society, Geneva, Switzerland, ISBN 92 4 157204 3
- WHO, 2003, Hardness in Drinking-water, p3.
- WHO, 2004, Desalination Guidelines Development for Drinking Water:Background.
- WHO, 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd.
- Woods, WG, 1994, An Introduction to boron:history, sources, uses, and chemistry, Environ Health Perspect, 102(Suppl 7):5-11
- <http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collectionb/H48-10-1-17-1991E.pdf>.
- http://edu.me.go.kr/env2/study/body4_2.html.
- <http://ezdrug.kfda.go.kr/>.
- http://www.bottledwater.org/public/downloads/2004/2003_BW_Stats_for_Web.doc.
- <http://www.bottledwaterweb.com>.
- <http://www.deepseawater.co.kr/page2.html>.
- <http://www.ecozone.co.kr/'해양심층수'>.
- <http://www.epa.gov/iris/>.
- <http://www.epa.gov/iris/subst/0410.htm>.
- <http://www.epa.gov/iris/subst/0410.htm>.
- <http://www.kordi.re.kr/'해양자료'>.
- [http://www.kowaco.or.kr/"해수담수화 시범사업"](http://www.kowaco.or.kr/).
- <http://www.mofat.go.kr/'통상교섭본부'/'WTO'>.
- <http://www.moleg.go.kr/'입법예고' 참조>.
- <http://www.naver.com /'증류수'>.
- <http://www.naver.com/'스트론튬'>.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<http://www.nwl.ac.uk/gwf/gwoha/gwf002/jpg>.

<http://www.okinawatimes.co.jp> 2002.11.28, In:주문배, 2002, “지구촌해양수산”, 한국해양연구원, p11.

<http://www.samineral.com/7.htm>.

http://www.waterq.co.kr/sjgs_1.htm.

<http://www1.cpb.or.kr/data/abroad/text/006335>.

<부 록>

A1. 먹는물관리법 개정방안 제안

<일러두기>

- 본 부록은 해양심층수를 먹는물로 인정할 경우 먹는물관리법 중 개정이 필요한 사항만을 기재하였다.
- 좌측란은 기존의 먹는물관리법이고 우측란은 개정안이다.
- 문구를 단순히 추가할 필요가 있는 조문은 별다른 설명을 추가하지 아니하였다.

1. 먹는물관리법 개정안

조문	원문	개정 방향(안)
제3조	<p>第3條(定義) 이 법에서 사용하는 用語의 定義 다음과 같다. <改正 97.8.28></p> <p>1. “먹는물”이라 함은 먹는데 통상 사용하는 自然狀態의 물과 自然狀態의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물등을 말한다.</p> <p>4. “水處理劑”라 함은 自然狀態의 물을 淨水 또는 消毒하거나 먹는물 供給施設의 酸化防止 등을 위하여 添加하는 製劑를 말한다.</p> <p>5. “먹는물공동시설”이라 함은 多數人에게 먹는물을 공급할 目的으로 開發하였거나 自然히 形成된 약수터·샘터 및 우물등을 말한다.</p> <p>6. “淨水器”라 함은 物理的·化學的 또는 生物學的 過程을 거치거나 이러한 過程을 結合한 過程을 거쳐 먹는물을 第5條第3項의 規定에 의한 먹는물의 水質基準에 적합하게 하는 器具를 말한다.</p> <p>7. “먹는물關聯營業”이라 함은 먹는샘물의 製造業·輸入販賣業, 水處理劑製造業 및 淨水器의 製造業·輸入販賣業을 말한다.</p>	<p>第3條(定義) 이 법에서 사용하는 用語의 定義는 다음과 같다. <改正 04. ></p> <p>1. “먹는물”이라 함은 먹는데 통상 사용하는 自然狀態의 물과 自然狀態의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물, 음용해양심층수, 등을 말한다.</p> <p>4. “음용해양심층수”라 함은 해양심층수를 먹는데 적합하도록 物理的 처리나 化學적 처리 등의 방법으로 製造한 물을 말한다. 해양심층수는 해양심층수의 개발및관리에 관한 법률(안)(이하 “해양심층수법”이라 한다)의 정의에 따른다.</p> <p>5. “병입수”라 함은 먹는물을 포장 또는 용기에 넣어서 판매하거나 판매를 목적으로 저장·운반·진열 등을 하는 제품을 말한다. 먹는물을 원료로 하여 다른 물질을 첨가하여 제조된 음료수·주류·혼합음료·청량음료 등을 포장 또는 용기에 넣은 것은 제외한다.</p> <p>6. “水處理劑”라 함은 自然狀態의 물을 淨水 또는 消毒하거나 먹는물 供給施設의 酸化防止 등을 위하여 添加하는 製劑를 말한다.</p> <p>7. “먹는물공동시설”이라 함은 多數人에게 먹는물을 공급할 目的으로 開發하였거나 自然히 形成된 약수터·샘터 및 우물등을 말한다.</p> <p>8. “淨水器”라 함은 物理的·化學的 또는 生物學的 過程을 거치거나 이러한 過程을 結合한 過程을 거쳐 먹는물을 第5條第3項의 規定에 의한 먹는물의 水質基準에 적합하게 하는 器具를 말한다.</p> <p>9. “먹는물關聯營業”이라 함은 먹는샘물과 음용해양심층수의 製造業·輸入販賣業, 水處理劑製造業 및 淨水器의 製造業·輸入販賣業을 말한다.</p>

- 1. 염수를 포괄적으로 포함하는 것이 가장 바람직하나, 음용해양심층수 만을 우선적으로 정의 조항에 추가하고, 지하염수나 해양표층수 등 다른 원수는 추후 추가한다.
- 4.“음용해양심층수”는 먹는물관리법에서 정의가 필요하며, 해양심층수의 정의는 해양심층수법(안)에서 정의될 것이다. 음용해양심층수로 얼음을 만든 것은 먹는물관리법에서 제외한다.
- 5. 먹는샘물은 엄밀히는 물 자체를 의미한다. 따라서 그 물을 넣은 제품에 대한 일반적인 명칭이 필요하다. 만일 현재와 같은 분류 명칭을 단순히 사용하면 먹는샘물, 음용해양심층수는 그 물과 제품을 동시에 말하게 되어 구분이 필요할 경우, 매우 곤란한 일이 발생한다. 따라서 통상적으로“병입수”라고 하면, 용기에 먹는물을 넣은 것을 지칭하는 용어로 광범위하게 사용할 수 있다. 우리말 “먹는병물”이나 “병든물”을 사용하면 어감이 안 좋은 것이 단점이다.
- ※ “병입수” 용어의 편리성
 - 병입수에는 수돗물을 원수로 병입수도 포함되어 있어서 향후 용어의 사용에 편리하다.
 - 만일 현재와 같은 체제라면 수돗물을 병에 넣은 것은 별도의 용어를 만들어야 한다.
 - 차후 모든 법조항에서 먹는샘물제조업·음용해양심층수제조업 등으로 구분하여 표기하기보다는 ‘병입수제조업’으로 통일하여 사용할 수 있다.
- 7. ‘음용해양심층수’의 추가

제5조	<p>第5條 (먹는물의 水質管理) ①環境部長官은 먹는물의 水質基準을 정하여 이를 普及하는 등 먹는물의 水質管理를 위하여 필요한 施策을 마련하여야 한다. <개정 1997.8.28></p> <p>②環境部長官 또는 特別市長·廣域市長·道知事(이하 "市·道知事"라 한다)는 먹는물에 대한 水質檢査를 실시하여야 한다. <개정 1997.8.28></p> <p>③먹는물의 水質基準 및 檢査回數는 環境部令으로 정한다. <개정 1997.8.28></p>	<p>※ 먹는물수질기준및검사등에관한규칙(환경부령 2003.11.29 제 00147호)의 내용 수정 필요</p>
-----	---	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

-먹는물수질기준및검사등에관한규칙(환경부령 2003.11.29 제 00147호)의 개정 필요 내용은 본문에 별도로 논의되어 있다.

제9조	<p>第9條 (샘물開發許可등) 大統領令이 정하는 규모 이상의 샘물을 開發하고자 하는 者는 環境부령이 정하는 바에 따라 시·도지사의 허가를 받아야 한다. 許可받은 내용을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. <개정 2003.12.31> [전문개정 1997.8.28]</p>	<p>※ 원수인 해양심층수 개발은 해양수산부 장관이 관할하므로, 먹는물관리법에서는 음용해양심층수제조업(법 제18조)으로 허가를 받으면 영업이 가능하다.</p>
-----	---	--

-해양심층수는 원수의 취수·분수를 해수부장관이 허가하고, 음용해양심층수는 제조시설만 갖추면 되므로, 샘물개발허가와 같은 절차는 불필요하다. 따라서 먹는물관리법 시행령 제4조에 음용해양심층수제조업의 허가 조항을 추가하면 될 것이다.

	第 4 章 營 業	第 4 章 營 業
제16조	<p>第16條(販賣등의 금지) 누구든지 먹는데 제공할 目的으로 다음 各號의 1에 해당하는 것을 販賣하거나 販賣할 目的으로 採取·製造·輸入·貯藏·運搬 또는 陳列을 하지 못한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물외의 물이나 그 물을 容器에 넣은 것 2. 第18條第1項의 規定에 의한 許可를 받지 아니한 먹는샘물이나 그 먹는샘물을 容器에 넣은 것 3. 第23條第1項의 規定에 의한 輸入申告를 하지 아니한 먹는샘물이나 그 먹는샘물을 容器에 넣은 것 4. 第28條의3의 規定에 의한 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물. 다만, 輸入한 먹는샘물을 제외한다. <本號新設 2000.1.7> 	<p>第16條(販賣등의 금지) 누구든지 먹는데 제공할 目的으로 다음 各號의 1에 해당하는 것을 販賣하거나 販賣할 目的으로 採取·製造·輸入·貯藏·運搬 또는 陳列을 하지 못한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물과 <u>음용해양심층수</u> 외의 물이나 그 물을 容器에 넣은 것 2. 第18條第1項의 規定에 의한 許可를 받지 아니한 먹는샘물과 <u>음용해양심층수</u> 혹은 그 먹는샘물과 <u>음용해양심층수</u>를 容器에 넣은 것 3. 第23條第1項의 規定에 의한 輸入申告를 하지 아니한 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>나 그 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>를 容器에 넣은 것 4. 第28條의3의 規定에 의한 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물 <u>병입수·음용해양심층수 병입수</u>. 다만, 輸入한 먹는샘물 <u>병입수·음용해양심층수 병입수</u>를 제외한다. <개정 2005. . . >

제18조	<p>第18條(營業의 許可등) ①먹는샘물製造業을 하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 市·道知事の 許可를 받아야 한다. 大統領令이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. <改正 97.8.28></p> <p>③먹는샘물의 輸入販賣業을 하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 市·道知事에게 登錄하여야 한다. 大統領令이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. <改正 97.8.28></p> <p>⑤市·道知事は 第1項의 規定에 의한 許可를 할 때에는 第15條의 規定에 의한 調査書의 審査結果에 따라 1日取水量을 제한하는 등의 필요한 조건을 붙일 수 있다. <改正 97.8.28></p>	<p>第18條(營業의 許可등) ①먹는샘물製造業이나 <u>음용해양심층수 製造業</u>을 하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 市·道知事の 許可를 받아야 한다. 大統領令이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. <改正 97.8.28></p> <p>③먹는샘물이나 <u>음용해양심층수 製造業</u>의 輸入販賣業을 하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 市·道知事에게 登錄하여야 한다. 大統領令이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. <改正 97.8.28></p> <p>⑤市·道知事は 第1項의 規定에 의한 <u>먹는샘물제조업</u>의 許可를 할 때에는 第15條의 規定에 의한 調査書의 審査結果에 따라 1日取水量을 제한하는 등의 필요한 조건을 붙일 수 있다. <改正 97.8.28></p>
------	--	--

- ⑤항 중 해양심층수 원수의 채수량은 해양부장관이 정하고, 또한 그 환경영향도 해수부장관이 관할하면 먹는물관리법에서는 불필요하다.

제23조	<p>第23條(輸入申告등) ①먹는샘물·水處理劑 또는 그 容器를 輸入하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 環境部長官에게 申告하여야 한다. <改正 97.8.28></p> <p>②環境部長官은 필요하다고 인정하는 때에는 第1項의 規定에 의하여 申告한 먹는샘물등에 대하여 通關節次 완료전에 關係公務員 또는 關係檢査機關으로 하여금 필요한 檢査를 하게 할 수 있다. <改正 97.8.28></p> <p>③환경부장관은 제28조의 규정에 따른 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물수입판매업자에 대하여는 제2항의 필요한 檢査를 거부할 수 있다. <신설 2003.12.31></p>	<p>第23條(輸入申告등) ①먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>·水處理劑 또는 그 容器를 輸入하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 環境部長官에게 申告하여야 한다. <改正 97.8.28></p> <p>②環境部長官은 필요하다고 인정하는 때에는 第1項의 規定에 의하여 申告한 <u>먹는샘물·음용해양심층수</u> 등에 대하여 通關節次 완료전에 關係公務員 또는 關係檢査機關으로 하여금 필요한 檢査를 하게 할 수 있다. <改正 97.8.28></p> <p>③환경부장관은 제28조의 규정에 따른 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 <u>먹는샘물·음용심층수</u> 수입판매업자에 대하여는 제2항의 필요한 檢査를 거부할 수 있다. <신설 2003.12.31></p>
------	--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<p>제24조</p>	<p>第24條(品質管理人) ①먹는샘물製造業者·水處理劑製造業者 및 淨水器製造業者는 品質管理人을 두어야 한다. 다만, 개인인 먹는샘물제조업자·수처리제제조업자 또는 정수기제조업자가 제5항의 규정에 의한 품질관리인의 자격을 갖추고 제2항의 규정에 의한 업무를 직접 수행하는 경우에는 품질관리인을 따로 두지 아니할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2003.12.31></p> <p>②품질관리인은 먹는샘물·수처리제 또는 정수기의 제조과정에서 품질을 관리하고, 제조시설을 위생적으로 관리하여야 한다.</p> <p>③먹는샘물製造業者·水處理劑製造業者 및 淨水器製造業者는 第2項의 規定에 의한 品質管理人의 業務를 방해하여서는 아니되며, 그로부터 業務遂行상 필요한 요청을 받은 때에는 정당한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다. <改正 97.8.28></p>	<p>第24條(品質管理人) ①먹는샘물製造業者·음용해양심층수製造業者·水處理劑製造業者 및 淨水器製造業者는 品質管理人을 두어야 한다. 다만, 개인인 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자·수처리제제조업자 또는 정수기제조업자가 제5항의 규정에 의한 품질관리인의 자격을 갖추고 제2항의 규정에 의한 업무를 직접 수행하는 경우에는 품질관리인을 따로 두지 아니할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2003.12.31, 2005. . . ></p> <p>②품질관리인은 먹는샘물·음용해양심층수·수처리제 또는 정수기의 제조과정에서 품질을 관리하고, 제조시설을 위생적으로 관리하여야 한다. <개정 2005. . . ></p> <p>③먹는샘물製造業者·음용해양심층수製造業者·水處理劑製造業者 및 淨水器製造業者는 第2項의 規定에 의한 品質管理人의 業務를 방해하여서는 아니되며, 그로부터 業務遂行상 필요한 요청을 받은 때에는 정당한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다. <改正 04. . . ></p>
<p>제25조</p>	<p>第25條(品質管理人教育) ①먹는샘물製造業者·水處理劑製造業者·淨水器製造業者 및 品質管理人은 環境部長官이 실시하는 品質管理에 관한 教育을 받아야 한다. <改正 97.8.28></p>	<p>第25條(品質管理人教育) ①먹는샘물製造業者·음용해양심층수製造業者·水處理劑製造業者·淨水器製造業者 및 品質管理人은 環境部長官이 실시하는 品質管理에 관한 教育을 받아야 한다. <改正 97.8.28></p>
<p>제26조</p>	<p>第26條(健康診斷) ①먹는샘물의 製造에 종사하는 從業員(製造業者가 직접 製造에 종사하는 경우에는 製造業者를 포함한다)은 健康診斷을 받아야 한다. 다만, 다른 法令의 規定에 의하여 같은 내용의 健康診斷을 받은 경우에는 이 法에 의한 健康診斷으로 갈음할 수 있다. <改正 99.2.8></p>	<p>第26條(健康診斷) ①먹는샘물·음용해양심층수의 製造에 종사하는 從業員(製造業者가 직접 製造에 종사하는 경우에는 製造業者를 포함한다)은 健康診斷을 받아야 한다. 다만, 다른 法令의 規定에 의하여 같은 내용의 健康診斷을 받은 경우에는 이 法에 의한 健康診斷으로 갈음할 수 있다. <改正 99.2.8></p>

<p>제28조</p>	<p>第28條(水質改善負擔金の 賦課·徵收) ① 環境部長官은 公共의 地下水資源을 보호하고 먹는물의 水質改善에 기여하게 하기 위하여 먹는샘물製造業者 및 먹는샘물輸入販賣業者 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者에 대하여 大統領令이 정하는 바에 따라 水質改善負擔金(이하 “負擔金”이라 한다)을 賦課·徵收할 수 있다. 다만, 먹는샘물의 製造業者·輸入販賣業者에 대하여는 먹는샘물의 平均販賣價額의 100분의 20의 범위안에서 大統領令이 정하는 率에 따라 負擔金を 賦課·徵收하고, 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者에 대하여는 샘물을 사용한 製品의 販賣價格에서 샘물이 차지하는 原價의 100분의 20의 범위안에서 大統領令이 정하는 바에 따라 負擔金を 賦課·徵收한다. <改正 97.8.28></p> <p>⑤ 環境部長官은 第4項의 規定에 의한 環境改善特別會計의 歲入중 먹는샘물製造業者 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者로서 大統領令이 정하는 者로부터 徵收한 負擔金 및 加算金の 100분의 50에 相當하는 金額을 당해 取水井이 位置한 市·郡 또는 自治區에 교부하여야 한다. <新設 97.8.28></p>	<p>第28條(水質改善負擔金の 賦課·徵收) ① 環境部長官은 公共의 地下水資源을 보호하고 먹는물의 水質改善에 기여하게 하기 위하여 먹는샘물製造業者·음용해양심층수製造業者 및 먹는샘물輸入販賣業者·음용해양심층수輸入販賣業者, 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者에 대하여 大統領令이 정하는 바에 따라 水質改善負擔金(이하 “負擔金”이라 한다)을 賦課·徵收할 수 있다. 다만, 먹는샘물·음용해양심층수의 製造業者·輸入販賣業者에 대하여는 먹는샘물·음용해양심층수의 平均販賣價額의 100분의 20의 범위안에서 大統領令이 정하는 率에 따라 負擔金を 賦課·徵收하고, 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者와 제18조의 규정에 의한 음용해양심층수제조업의 허가를 받은 자에 대하여는 샘물이나 음용해양심층수를 사용한 製品의 販賣價格에서 샘물이나 음용해양심층수가 차지하는 原價의 100분의 20의 범위안에서 大統領令이 정하는 바에 따라 負擔金を 각각 賦課·徵收한다. <改正 04. . . ></p> <p>⑤ 環境部長官은 第4項의 規定에 의한 環境改善特別會計의 歲入중 먹는샘물製造業者·음용해양심층수製造業者 기타 第9條의 規定에 의한 샘물開發許可를 받은 者로서 大統領令이 정하는 者로부터 徵收한 負擔金 및 加算金の 100분의 50에 相當하는 金額을 당해 取水井 이나 음용해양심층수 제조시설이 位置한 市·郡 또는 自治區에 교부하여야 한다. <新設 97.8.28></p>
-------------	--	---

- ⑤ 해양심층수는 취수시 용수료를 지불토록되어 있어서, 수질개선부담금까지 부과할 경우 저항이 예상된다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제28조의2	<p>第28條의2 (水質改善負擔金の 用途) 第28條의 規定에 의하여 徵收된 水質改善負擔金は 다음 各號의 1에 해당하는 用途에 한하여 이를 사용한다. 다만, 第28條第6項의 規定에 의하여 徵收費用으로 교부된 금액은 당해 水質改善負擔金の 賦課·徵收에 必要되는 經費로 使用하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第5條第1項의 規定에 의한 먹는물 의 水質管理施策事業費의 지원 2. 第5條第2項의 規定에 의한 먹는물 의 水質檢査實施費用의 지원 3. 기타 公共의 地下水資源을 보호하기 위하여 大統領令이 定하는 用途 <p>[본조신설 1997.8.28]</p>	<p>第28條의2 (水質改善負擔金の 用途) 第28條의 規定에 의하여 徵收된 水質改善負擔金は 다음 各號의 1에 해당하는 用途에 한하여 이 를 使用한다. 다만, 第28條第6項의 規定에 의 하여 徵收費用으로 교부된 金額은 당해 水質 改善負擔金の 賦課·徵收에 必要되는 經費로 使用하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第5條第1項의 規定에 의한 먹는물 의 水質管理施策事業費의 지원 2. 第5條第2項의 規定에 의한 먹는물 의 水質檢査實施費用의 지원 3. 기타 公共의 水資源을 보호하기 위하여 大統領令이 定하는 用途 <p>[본조신설 1997.8.28]</p>
--------	--	--

- 협력금의 부과는 환경부가 하고 사용은 해수부가 하는 것처럼 수질개선부담금도 그러한 형태의 운영 가능성이 있다.

※ 자연환경보전법

제52조 (생태계보전협력금의 용도) 생태계보전협력금 및 제49조제6항의 규정에 의하여 교부된 금액은 다음 각호의 용도에 사용하여야 한다. 다만, 공유수면관리법 제2조의 규정에 의한 바다와 바닷가를 대상으로 하는 사업에서 조성된 생태계보전협력금은 이를 습지 및 해양자연환경의 보전사업을 위하여 사용하여야 한다. <개정 1999.2.8, 2001.4.7, 2004.2.9> 시행일 2005.02.10]

제28조의3	<p>第28條의3 (負擔金證明標識) ①環境部長官은 大統領令이 定하는 바에 따라 먹는 샘물 製造業者에 대하여 출고하는 먹는 샘물 의 容器에 負擔金의 납부 또는 免除 대상임을 證明하는 標識(이하 "負擔金證明標識"라 한다)를 표시하게 할 수 있다.</p> <p>②負擔金證明標識의 規格·표시방법 기타 負擔金證明標識의 관리에 필요한 사항</p>	<p>第28條의3 (負擔金證明標識) ①環境部長官은 大統領令이 定하는 바에 따라 먹는 샘물 製造業者·음용해양심층수製造業者에 대하여 출고하는 먹는 샘물·음용해양심층수 의 容器에 負擔金의 납부 또는 免除 대상임을 證明하는 標識(이하 "負擔金證明標識"라 한다)를 표시하게 할 수 있다.</p> <p>②負擔金證明標識의 規格·표시방법 기타</p>
--------	--	--

	<p>은 環境部승으로 정한다. ③환경부장관은 부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물제조업자에 대하여 부담금증명표지의 사용을 제한할 수 있다. <신설 2003.12.31> [본조신설 2000.1.7]</p>	<p>負擔金證明標識의 관리에 필요한 사항은 環境部승으로 정한다. ③환경부장관은 부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수제조업자</u>에 대하여 부담금증명표지의 사용을 제한할 수 있다. <신설 2003.12.31> [본조신설 2000.1.7]</p>
--	---	---

제29조	<p>第29條 (기준과 規格) ①環境部長官은 먹는샘물·水處理劑·淨水器 또는 그 容器(이하 "먹는샘물등"이라 한다)의 종류·性能·製造方法·보존방법·流通期限·사후관리 등에 관한 기준과 成分에 관한 規格을 정하여 告示할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7></p>	<p>第29條 (기준과 規格) ①環境部長官은 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>·水處理劑·淨水器 또는 그 容器(이하 "먹는샘물등"이라 한다)의 종류·性能·製造方法·보존방법·流通期限·사후관리 등에 관한 기준과 成分에 관한 規格을 정하여 告示할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7, 2005____></p>
------	--	---

제30조	<p>第30條 (標示基準) ①環境部長官은 먹는샘물·水處理劑 및 淨水器의 容器나 包裝의 標示 및 製品名의 사용에 관하여 필요한 기준을 정할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7></p>	<p>第30條 (標示基準) ①環境部長官은 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>·水處理劑 및 淨水器의 容器나 包裝의 標示 및 製品名의 사용에 관하여 필요한 기준을 정할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7, 2005____></p>
------	---	--

제31조	<p>第31條 (廣告의 제한) ①環境部長官은 公益상 필요하다고 인정하는 때에는 大統領令이 정하는 바에 따라 먹는샘물에 관한 廣告를 금지 또는 제한할 수 있다. <개정 1997.8.28> ②環境部長官은 먹는샘물의 製造業者, 輸入販賣業者가 第1項의 規定에 의한 금지 또는 제한에 위반하는 경우에는 그 먹는샘물의 輸入 또는 販賣를 제한하거나 廣告物의 제거등 是正에 필요한 命令이나 措置를 할 수 있다. <개정 1997.8.28></p>	<p>第31條 (廣告의 제한) ①環境部長官은 公益상 필요하다고 인정하는 때에는 大統領令이 정하는 바에 따라 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>에 관한 廣告를 금지 또는 제한할 수 있다. <개정 1997.8.28> ②環境部長官은 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 製造業者, 輸入販賣業者가 第1項의 規定에 의한 금지 또는 제한에 위반하는 경우에는 그 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 輸入 또는 販賣를 제한하거나 廣告物의 제거등 是正에 필요한 命令이나 措置를 할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2005____></p>
------	---	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제32조	<p>第32條 (허위 또는 과대 標示·廣告의 금지 등<개정 1999.2.8>) ①먹는샘물·水處理劑 및 淨水器와 그 容器·包裝의 명칭, 製造方法 및 品質 등에 관하여 허위 또는 과대의 標示·廣告를 하거나 醫藥品과 混同할 우려가 있는 標示·廣告를 하여서는 아니된다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8></p>	<p>第32條 (허위 또는 과대 標示·廣告의 금지 등<개정 1999.2.8>) ①먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>·水處理劑 및 淨水器와 그 容器·包裝의 명칭, 製造方法 및 品質 등에 관하여 허위 또는 과대의 標示·廣告를 하거나 醫藥品과 混同할 우려가 있는 標示·廣告를 하여서는 아니된다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8, 2005 ></p>
제39조	<p>第39條 (폐기처분등) ①시·도지사는 關係公務員으로 하여금 第29條第4項 또는 第32條第1項의 規定에 위반되는 먹는샘물·水處理劑 또는 淨水器나 그 容器·包裝등을 押留 또는 폐기하게 하거나 營業者등에 대하여 處理방법등을 정하여 필요한 措置를 하도록 명할 수 있다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8, 2003.12.31> ②시·도지사는 第18條第1項 내지 第4項 또는 第23條의 規定에 의한 許可를 받지 아니하거나 登錄·申告를 하지 아니하고 製造·輸入한 먹는샘물 또는 水處理劑나 그 容器·包裝등과 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물을 關係公務員으로 하여금 押留 또는 폐기하게 할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7, 2003.12.31></p>	<p>第39條 (폐기처분등) ①시·도지사는 關係公務員으로 하여금 第29條第4項 또는 第32條第1項의 規定에 위반되는 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>·水處理劑 또는 淨水器나 그 容器·包裝등을 押留 또는 폐기하게 하거나 營業者등에 대하여 處理방법등을 정하여 필요한 措置를 하도록 명할 수 있다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8, 2003.12.31, 2005 > ②시·도지사는 第18條第1項 내지 第4項 또는 第23條의 規定에 의한 許可를 받지 아니하거나 登錄·申告를 하지 아니하고 製造·輸入한 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u> 또는 水處理劑나 그 容器·包裝등과 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>를 關係公務員으로 하여금 押留 또는 폐기하게 할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7, 2003.12.31, 2005 ></p>
제46조	<p>第46條 (手數料) 다음 各號의 1에 해당하는 許可등을 받고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 手數料를 납부하여야 한다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8, 2005 > 3. 第18條第1項의 規定에 의한 먹는샘물製造業의 許可·變更許可 5. 第18條第3項의 規定에 의한 먹는샘물輸入販賣業의 登錄 및 變更登錄</p>	<p>第46條 (手數料) 다음 各號의 1에 해당하는 許可등을 받고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 따라 手數料를 납부하여야 한다. <개정 1997.8.28, 1999.2.8, 2005 > 3. 第18條第1項의 規定에 의한 먹는샘물製造業·<u>음용해양심층수</u>製造業의 許可·變更許可 5. 第18條第3項의 規定에 의한 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>輸入販賣業의 登錄 및 變更登錄</p>

제40조	<p>第40條 (許可의 취소등) 5. 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물을 販賣한 때</p>	<p>5. 負擔金證明標識가 없는 먹는샘물·음용 <u>해양심층수</u>를 販賣한 때 <개정 2005 ></p>
------	--	--

제47조	<p>第47條 (罰則) 다음 各號의 1에 해당하는 者는 5年 이하의 懲役 또는 1千500萬원 이하의 罰金에 處한다. 이 경우 懲役과 罰金을 併科할 수 있다.<개정 2000.1.7></p> <p>2. 第18條第1項의 規定에 의한 許可 또는 變更許可를 받지 아니하고 먹는 샘물製造業을 하거나 詐僞 기타 부정한 方法으로 許可 또는 變更許可를 받은 者</p>	<p>第47條 (罰則) 다음 各號의 1에 해당하는 者는 5年 이하의 懲役 또는 1千500萬원 이하의 罰金에 處한다. 이 경우 懲役과 罰金을 併科할 수 있다.<개정 2000.1.7, 2005 ></p> <p>2. 第18條第1項의 規定에 의한 許可 또는 變更許可를 받지 아니하고 먹는 샘물製造業·음용<u>해양심층수</u>製造業을 하거나 詐僞 기타 부정한 方法으로 許可 또는 變更許可를 받은 者</p>
------	---	--

제48조	<p>第48條 (罰則) 다음 各號의 1에 해당하는 者는 3年 이하의 懲役 또는 1千萬원 이하의 罰金에 處한다. 이 경우 懲役과 罰金을 併科할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7></p> <p>4. 第18條第3項의 規定에 의한 登錄을 하지 아니하고 먹는샘물輸入販賣業을 하거나 詐僞 기타 부정한 方法으로 登錄한 者</p> <p>6. 第23條第1項의 規定에 의한 申告를 하지 아니하거나 허위의 申告를 하여 먹는샘물 또는 그 容器를 輸入한 者</p> <p>7. 第29條第4項의 規定에 위반하여 먹는 샘물 또는 그 容器를 販賣하거나 販賣할 目的으로 製造·輸入·貯藏·運搬·陳列기타 營業상 사용한 者</p>	<p>第48條 (罰則) 다음 各號의 1에 해당하는 者는 3年 이하의 懲役 또는 1千萬원 이하의 罰金에 處한다. 이 경우 懲役과 罰金을 併科할 수 있다. <개정 1997.8.28, 2000.1.7, 2005 ></p> <p>4. 第18條第3項의 規定에 의한 登錄을 하지 아니하고 먹는샘물輸入販賣業·음용<u>해양심층수</u>輸入販賣業을 하거나 詐僞 기타 부정한 方法으로 登錄한 者</p> <p>6. 第23條第1項의 規定에 의한 申告를 하지 아니하거나 허위의 申告를 하여 먹는샘물·음용<u>해양심층수</u> 또는 그 容器를 輸入한 者</p> <p>7. 第29條第4項의 規定에 위반하여 먹는 샘물·음용<u>해양심층수</u> 또는 그 容器를 販賣하거나 販賣할 目的으로 製造·輸入·貯藏·運搬·陳列기타 營業상 사용한 者</p>
------	--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>9. 第40條第1項의 規定에 의한 營業의 停止命令에 위반하여 먹는샘물製造業을 한 者</p>	<p>9. 第40條第1項의 規定에 의한 營業의 停止命令에 위반하여 먹는샘물製造業·<u>음용해양심층수製造業</u>을 한 者</p>
--	---	---

부칙		<p>附 則(04. . .)</p> <p>① 이 法은 公布후 ()月이 경과한 날부터 施行한다. 다만, 第()條의 改正規定중 음용해양심층수의 종류·성능 및 製造方法에 관한 사항은 公布한 날부터 施行한다.</p>
----	--	--

2. 먹는물관리법 시행령 개정(안)

조문	해당 조문 내용	개정 필요시 조문 내용
제4조	제4조 (먹는샘물제조업 허가) ①삭제 <2004.6.25> ②법 제18조제1항 후단의 규정에 의하여 허가를 받아야 하는 변경사항은 제조공장의 소재지를 변경하는 경우로 한다. <개정 1998.1.22>	※영업허가로 가능

- 영업의 허가로 판매·유통이 가능한 이유는 다음과 같다.

「시행령 제4조(먹는샘물제조업의 허가) ①법 제18조제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업을 하고자 하는 자(이하 “먹는샘물제조업자”라 한다)는 법 제17조의 규정에 의한 시설기준에 적합한 시설을 갖추고, 허가신청서에 환경부령이 정하는 서류를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다 <개정 98.1.22>」 라는 규정은 <2004.6.25> 기준으로 삭제되었음.

이에 따라, 시행규칙 <제9조>에서도 시행령에 의한 영업의허가 규정이 개정되었다. 따라서 ‘음용해양심층수제조업’을 시행규칙 <제9조> (영업의 허가등)에 포함시키면 제조·판매 등 영업을 가능하다.

제6조	제6조 (먹는샘물수입판매업의 등록) ①삭제 <2004.6.25> ②법 제18조제3항 후단의 규정에 의하여 등록을 하여야 하는 중요한 변경사항은 수입선을 변경하고자 하는 것을 말한다.	※영업허가로 가능
-----	--	-----------

제7조	제7조 (품질관리인의 자격기준) 법 제24조제5항의 규정에 의한 품질관리인의 자격기준은 다음 각호와 같다. <개정 1998.12.31> 1. 먹는샘물제조업 및 수처리제조업의	제7조 (품질관리인의 자격기준) 법 제24조제5항의 규정에 의한 품질관리인의 자격기준은 다음 각호와 같다. <개정 1998.12.31, 2005.> 1. 먹는샘물제조업·음용해양심층수 및 수
-----	---	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>경우에는 제2조제1항 각호의 1에 해당하는 자</p> <p>2. 정수기제조업의 경우에는 다음 각목의 1에 해당하는 자</p> <p>가. 수질환경기사·위생사·위생시험사·공정관리기사 또는 품질관리기사의 자격증이 있는 자</p> <p>나. 전문대학 또는 대학에서 상수도공학·환경공학·화학·미생물학·위생학·공정관리 또는 품질관리분야의 학과를 졸업한 자 또는 이와 동등이상의 자격이 있는 자</p> <p>다. <삭제></p> <p>라. 수질환경·위생·공정관리·품질관리 또는 정수기제조분야에 2년이상 종사한 자</p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>	<p>처리제제조업의 경우에는 제2조제1항 각호의 1에 해당하는 자</p> <p>2. 정수기제조업의 경우에는 다음 각목의 1에 해당하는 자</p> <p>가. 수질환경기사·위생사·위생시험사·공정관리기사 또는 품질관리기사의 자격증이 있는 자</p> <p>나. 전문대학 또는 대학에서 상수도공학·환경공학·화학·미생물학·위생학·공정관리 또는 품질관리분야의 학과를 졸업한 자 또는 이와 동등이상의 자격이 있는 자</p> <p>다. <삭제></p> <p>라. 수질환경·위생·공정관리·품질관리 또는 정수기제조분야에 2년이상 종사한 자</p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>
--	--	--

<p>제8조</p>	<p>제8조 (수질개선부담금의 부과율) 법 제28조제1항 단서의 규정에 의한 먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자(이하 "제조업자등"이라 한다)에 대한 수질개선부담금(이하 "부담금"이라 한다)의 부과율은 먹는샘물의 평균판매가격의 1천분의 75로 하고, 기타 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자(이하 "기타 샘물개발허가를 받은 자"라 한다)에 대한 부담금의 부과율은 샘물을 사용한 제품의 판매가격에서 샘물이 차지하는 원가의 1천분의 75로 한다. <개정 2000.7.1></p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>	<p>제8조 (수질개선부담금의 부과율) 법 제28조제1항 단서의 규정에 의한 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 및 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수수입판매업자(이하 "제조업자등"이라 한다)에 대한 수질개선부담금(이하 "부담금"이라 한다)의 부과율은 먹는샘물·음용해양심층수의 평균판매가격의 1천분의 75로 하고, 기타 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자(이하 "기타 샘물개발허가를 받은 자"라 한다)에 대한 부담금의 부과율은 샘물을 사용한 제품의 판매가격에서 샘물이 차지하는 원가의 1천분의 75로 한다. 다만, 음용해양심층수를 이용하여 '병입수' 이외의 용도로 사용할 경우, 판매가격에서 음용해양심층수가 차지하는 원가의 1천분의 75로 한다.</p> <p><개정 2000.7.1, 2005. . . .></p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>
------------	---	---

- 제8조 수질개선부담금은 먹는샘물제조업자와 샘물개발허가를 받은 자와의 구분하

고 있다.

- 음용해양심층수의 경우, 병입수가 아닌 용도로 개발하여 식품에 첨가·혼합하거나 주 성분 등으로 사용시에는 음용해양심층수만 일방적으로 부과하게 되어 문제점이 발생한다.

<p>제9조</p>	<p>제9조 (부담금의 부과대상) ①법 제28조제2항의 규정에 의한 부담금의 부과대상은 다음 각호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제조 또는 수입하여 판매한 먹는샘물 2. 제3조제1항제2호의 규정에 해당하는 자가 샘물개발허가를 받아 샘물을 원료로 제조하여 판매한 제품 <p>②제1항의 규정에 의한 부과대상중 다음 각호의 1에 해당하는 것은 부담금의 부과대상에서 이를 제외한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 수출하는 것 2. 우리나라에 주재하는 외국군대 또는 주한외국공관에 납품하는 것 <p>③제조업자들은 환경부령이 정하는 바에 따라 제2항의 규정에 의하여 부담금의 부과대상에서 제외되는 것에 관한 증빙서류를 매분기별로 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>	<p>제9조 (부담금의 부과대상) ①법 제28조제2항의 규정에 의한 부담금의 부과대상은 다음 각호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제조 또는 수입하여 판매한 먹는샘물·음용해양심층수 2. 제3조제1항제2호의 규정에 해당하는 자가 샘물개발허가를 받아 샘물을 원료로 제조하여 판매한 제품 3. 법 제18조음용해양심층수를 원료로 제조하여 판매한 제품 <p>②제1항의 규정에 의한 부과대상중 다음 각호의 1에 해당하는 것은 부담금의 부과대상에서 이를 제외한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 수출하는 것 2. 우리나라에 주재하는 외국군대 또는 주한외국공관에 납품하는 것 <p>③제조업자들은 환경부령이 정하는 바에 따라 제2항의 규정에 의하여 부담금의 부과대상에서 제외되는 것에 관한 증빙서류를 매분기별로 환경부장관에게 제출하여야 한다. <개정 2005. . . ></p> <p>[전문개정 1998.1.22]</p>
------------	--	---

<p>제9조 의2</p>	<p>제9조의2 (먹는샘물의 평균판매가격의 산정 등) ①법 제28조제1항 단서의 규정에 의한 평균판매가격은 제조업자들이 판매한 먹는샘물의 용량규격별 가격을 평균한 가격(이하 "평균가격"이라 한다)에 용량규격별 판매수량을 곱한 금액으로 한다.</p> <p>②제1항의 규정에 의한 평균가격은 먹는샘물제조업자와 먹는샘물수입판매</p>	<p>제9조의2 (먹는샘물·음용해양심층수의 평균판매가격의 산정 등) ①법 제28조제1항 단서의 규정에 의한 평균판매가격은 제조업자들이 판매한 먹는샘물·음용해양심층수의 용량규격별 가격을 평균한 가격(이하 "평균가격"이라 한다)에 용량규격별 판매수량을 곱한 금액으로 한다.</p> <p>②제1항의 규정에 의한 평균가격은 먹는샘</p>
-------------------	---	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<p>업자로 구분하여 전년도에 판매한 먹는샘물의 용량규격별 각 사업자의 평균판매단가(이하 "평균단가"라 한다)를 합산한 금액을 당해 용량규격의 먹는샘물을 판매한 사업자의 수로 나눈 금액으로 한다. 이 경우 소숫점 둘째자리에서 반올림한다.</p> <p>③제2항의 규정에 의하여 평균가격을 산정함에 있어서 전년도의 평균단가를 기준으로 하여 산정한 평균가격이 전전년도의 평균단가를 기준으로 하여 산정한 평균가격보다 50퍼센트 이상 증가하거나 감소한 경우에는 당해 연도 1분기의 평균단가를 기준으로 하여 평균가격을 산정할 수 있다.<신설 2000.7.1></p> <p>④제2항의 규정에 의한 평균가격을 산정함에 있어서 전체 사업자 평균가격의 100분의 30을 초과하거나 미달하는 사업자의 평균단가는 이를 제외한다. 다만, 용량규격별 제품의 사업자수가 3이하인 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>⑤제2항의 규정에 의한 평균단가는 다음 각호의 금액으로 하되, 소숫점이하를 버린다. 이 경우 당해 먹는샘물에 대한 수질개선부담금과 부가가치세는 이를 포함하지 아니하며, 제9조제2항의 규정에 의한 부담금부과 제외대상 먹는샘물과 6월 미만의 기간 동안 판매한 먹는샘물은 평균단가 산정대상에서 이를 제외한다.<개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제조업자등이 연간 판매한 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액 2. 제조업자등이 다음 각목의 방식으로 판매하는 경우에는 다음 각목 	<p>물 제조업자·음용해양심층수제조업자와 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수판매업자로 구분하여 전년도에 판매한 먹는샘물·음용해양심층수의 용량규격별 각 사업자의 평균판매단가(이하 "평균단가"라 한다)를 합산한 금액을 당해 용량규격의 먹는샘물·음용해양심층수를 판매한 사업자의 수로 나눈 금액으로 한다. 이 경우 소숫점 둘째자리에서 반올림한다.</p> <p>③제2항의 규정에 의하여 평균가격을 산정함에 있어서 전년도의 평균단가를 기준으로 하여 산정한 평균가격이 전전년도의 평균단가를 기준으로 하여 산정한 평균가격보다 50퍼센트 이상 증가하거나 감소한 경우에는 당해 연도 1분기의 평균단가를 기준으로 하여 평균가격을 산정할 수 있다.<신설 2000.7.1></p> <p>④제2항의 규정에 의한 평균가격을 산정함에 있어서 전체 사업자 평균가격의 100분의 30을 초과하거나 미달하는 사업자의 평균단가는 이를 제외한다. 다만, 용량규격별 제품의 사업자수가 3이하인 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>⑤제2항의 규정에 의한 평균단가는 다음 각호의 금액으로 하되, 소숫점이하를 버린다. 이 경우 당해 먹는샘물·음용해양심층수에 대한 수질개선부담금과 부가가치세는 이를 포함하지 아니하며, 제9조제2항의 규정에 의한 부담금부과 제외대상 먹는샘물·음용해양심층수와 6월 미만의 기간 동안 판매한 먹는샘물·음용해양심층수는 평균단가 산정대상에서 이를 제외한다.<개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제조업자등이 연간 판매한 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액 2. 제조업자등이 다음 각목의 방식으로 판매하는 경우에는 다음 각목의 금액
---	---

	<p>의 금액</p> <p>가. 특별소비세법시행령 제2조제9호의 규정에 의한 제조업자등과 특수한 관계가 있는 판매장의 경영자(이하 "특수관계자"라 한다)에게 무상제공하는 경우(관측용을 제외한다)와 통상판매가격보다 현저히 낮은 가격으로 판매하는 경우에는 특수관계자가 연간 판매하는 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액. 이 경우 통상판매가격보다 현저히 낮은 가격이라 함은 전년도 용량규격별 평균가격의 100분의 70이하인 가격을 말한다.</p> <p>나. 수탁가공 등의 방식으로 먹는샘물을 제조·판매함에 있어서 용기 등의 재료나 자금의 일부 또는 전부를 제공받아 판매하는 경우에는 용량규격별로 제공받은 재료비 및 자금을 포함한 연간 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액. 이 경우 재료비는 회수하여 재사용하는 용기의 경우에는 기업회계기준에 의하여 산출한 해당연도의 당해 용기에 대한 총감가상각비를 해당연도의 총판매량으로 나눈 금액으로 하고, 금융기관 등으로부터 리스하여 사용하는 용기의 경우에는 해당연도의 당해 용기의 총리스비용을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액으로 한다.</p>	<p>가. 특별소비세법시행령 제2조제9호의 규정에 의한 제조업자등과 특수한 관계가 있는 판매장의 경영자(이하 "특수관계자"라 한다)에게 무상제공하는 경우(관측용을 제외한다)와 통상판매가격보다 현저히 낮은 가격으로 판매하는 경우에는 특수관계자가 연간 판매하는 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액. 이 경우 통상판매가격보다 현저히 낮은 가격이라 함은 전년도 용량규격별 평균가격의 100분의 70이하인 가격을 말한다.</p> <p>나. 수탁가공 등의 방식으로 먹는샘물·음용해양심층수를 제조·판매함에 있어서 용기 등의 재료나 자금의 일부 또는 전부를 제공받아 판매하는 경우에는 용량규격별로 제공받은 재료비 및 자금을 포함한 연간 용량규격별 총판매금액을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액. 이 경우 재료비는 회수하여 재사용하는 용기의 경우에는 기업회계기준에 의하여 산출한 해당연도의 당해 용기에 대한 총감가상각비를 해당연도의 총판매량으로 나눈 금액으로 하고, 금융기관 등으로부터 리스하여 사용하는 용기의 경우에는 해당연도의 당해 용기의 총리스비용을 당해 용량규격별 총판매량으로 나눈 금액으로 한다.</p> <p>⑥ 제조업자등은 제5항의 규정에 의하여 산정한 평균단가의 계산서를 다음 연도 1월 말까지 환경부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 제3항의 규정에 의하여 평균가격을 산정할 필요가 있는 때에는 환경부장</p>
--	---	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>⑥제조업자들은 제5항의 규정에 의하여 산정한 평균단가의 계산서를 다음 연도 1월말까지 환경부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 제3항의 규정에 의하여 평균가격을 산정할 필요가 있는 때에는 환경부장관의 요청에 따라 제조업자들은 그에 필요한 평균단가의 계산서를 4월 15일까지 환경부장관에게 제출하여야 한다.<개정 2000.7.1></p> <p>⑦환경부장관은 제2항의 규정에 의한 먹는샘물의 용량규격별 평균가격을 다음 연도 3월말까지 고시하여야 한다. 다만, 제3항의 규정에 의하여 평균가격을 산정한 경우에는 4월말까지 먹는샘물의 용량규격별 평균가격을 고시하여야 한다.<개정 2000.7.1></p> <p>[본조신설 1998.1.22]</p>	<p>관의 요청에 따라 제조업자들은 그에 필요한 평균단가의 계산서를 4월 15일까지 환경부장관에게 제출하여야 한다.<개정 2000.7.1></p> <p>⑦환경부장관은 제2항의 규정에 의한 먹는샘물·음용해양심층수의 용량규격별 평균가격을 다음 연도 3월말까지 고시하여야 한다. 다만, 제3항의 규정에 의하여 평균가격을 산정한 경우에는 4월말까지 먹는샘물·음용해양심층수의 용량규격별 평균가격을 고시하여야 한다.<개정 2000.7.1, 2005. . . ></p> <p>[본조신설 1998.1.22]</p>
--	--	---

- 시행령 제9조의2 ⑤의 2의 나목은 수탁가공(OEM)을 허용한 조항이다.
- 그러나 OEM은 천연광천수의 지역적 특성을 반영하지 못할 수도 있다.

<p>제9조의3</p>	<p>제9조의3 (기타 샘플개발허가를 받은 자의 판매원가 산정 등) ①법 제28조제1항 단서의 규정에 의하여 샘플을 사용한 제품의 판매가격에서 샘플이 차지하는 원가는 제품의 원료로 사용된 샘플의 총톤에 샘플 1톤당 원가를 곱한 금액으로 한다.</p> <p>②제1항의 규정에 의한 제품에 사용된 샘플 1톤당 원가는 다음 각호의 규정에 의한 금액을 합하여 환경부장관이 고시하는 금액으로 한다. <개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 샘플 1톤을 채수(採水)하는데 필요한 표준전력비 2. 지방세법 제257조제1항제2호 가목의 규정에 의한 지하수 1톤당 지역개발세 	<p>제9조의3 (기타 샘플개발허가·음용해양심층수 영업허가를 받은 자의 판매원가 산정 등) ①법 제28조제1항 단서의 규정에 의하여 샘플·음용해양심층수를 사용한 제품의 판매가격에서 샘플·음용해양심층수가 차지하는 원가는 제품의 원료로 사용된 샘플·음용해양심층수의 총톤에 샘플·음용해양심층수 1톤당 원가를 곱한 금액으로 한다.</p> <p>②제1항의 규정에 의한 제품에 사용된 샘플·음용해양심층수 1톤당 원가는 다음 각호의 규정에 의한 금액을 합하여 환경부장관이 고시하는 금액으로 한다. <개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 샘플·음용해양심층수 1톤을 채수(採水)하는데 필요한 표준전력비 2. 지방세법 제257조제1항제2호 가목의 규
--------------	---	---

<p>3. 샘플 1톤을 정수하는데 필요한 평균정수처리비용</p> <p>③제1항의 규정에 의한 판매된 샘플의 양은 판매된 제품의 양에 전체 제품의 제조에 샘플이 사용되는 평균비율을 곱하여 산정한다. 이 경우 평균비율은 연간 제품의 제조에 사용되는 총샘플의 양을 제품의 총생산량으로 나누어 산출한다.</p> <p>④제2항제1호의 규정에 의한 표준전력비는 환경부장관이 고시하는 양수장치(揚水裝置)를 기준으로 산정한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑤제2항제3호의 규정에 의한 평균정수처리비용은 각 사업자의 샘플 1톤당 정수처리비용을 합산한 금액을 그 사업자의 수로 나눈 금액으로 하되, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다. 이 경우 각 사업자의 정수처리비용은 정수처리 약품비, 정수처리시설의 동력비 및 감가상각비, 정수처리 인건비를 합산한 금액을 연간 채수한 지하수의 총톤수로 나눈 금액으로 산정한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑥제5항의 규정에 의한 평균정수처리비용을 산정함에 있어서 전체사업자 평균정수처리비용의 100분의 30을 초과하거나 미달하는 사업자의 정수처리비용은 이를 산정대상에서 제외한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑦기타 샘플개발허가를 받은 자중 부담금 부과대상자는 제3항 및 제5항 후단의 규정에 의하여 산정한 계산서를 다음 연도 1월말까지 환경부장관에게 제출하여야 한다. <개정 2000.7.1></p> <p>⑧환경부장관은 제2항의 규정에 의한 샘플 1톤당 원가를 다음 해 2월말까지 고시하여야 한다. <신설 2000.7.1> [본조신설 1998.1.22]</p>	<p>정에 의한 지하수 1톤당 지역개발세</p> <p>3. <u>샘플·음용해양심층수 1톤을 정수하는데 필요한 평균정수처리비용</u></p> <p>4. <u>해양심층수법(가칭) 제 조에 의한 해양심층수 1톤당 용수료</u></p> <p>③제1항의 규정에 의한 판매된 샘플·음용해양심층수의 양은 판매된 제품의 양에 전체 제품의 제조에 샘플·음용해양심층수가 사용되는 평균비율을 각각 곱하여 산정한다. 이 경우 평균비율은 연간 제품의 제조에 사용되는 총샘플·총음용해양심층수의 양을 제품의 총생산량으로 나누어 각각 산출한다.</p> <p>④제2항제1호의 규정에 의한 표준전력비는 환경부장관이 고시하는 양수장치(揚水裝置)를 기준으로 산정한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑤제2항제3호의 규정에 의한 평균정수처리비용은 각 사업자의 샘플·음용해양심층수 1톤당 정수처리비용을 합산한 금액을 그 사업자의 수로 나눈 금액으로 하되, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다. 이 경우 각 사업자의 정수처리비용은 정수처리 약품비, 정수처리시설의 동력비 및 감가상각비, 정수처리 인건비를 합산한 금액을 연간 채수한 지하수의 총톤수로 나눈 금액으로 산정한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑥제5항의 규정에 의한 평균정수처리비용을 산정함에 있어서 전체사업자 평균정수처리비용의 100분의 30을 초과하거나 미달하는 사업자의 정수처리비용은 이를 산정대상에서 제외한다. <신설 2000.7.1></p> <p>⑦기타 <u>샘플개발허가·음용해양심층수제조업 영업 허가</u>를 받은 자중 부담금 부과대상자는 제3항 및 제5항 후단의 규정에 의하여 산정한 계산서를 다음 연도 1월말까지 환경부장관에게 제출하여야 한다. <개정 2000.7.1></p>
--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>⑧ 환경부장관은 제2항의 규정에 의한 샘물·음용해양심층수는 각각의 1톤당 원가를 다음 해 2월말까지 고시하여야 한다. <신설 2000.7.1> [본조신설 1998.1.22]</p>
--	---

<p>제10조</p>	<p>제10조 (부과금액의 산정) 법 제28조제2항의 규정에 의한 부과금액의 산정방법은 다음 각호와 같다. <개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물의 경우 : 제9조의2의 규정에 의한 용량규격별 평균판매가격에 제8조의 규정에 의한 부과율을 곱하여 산정한 각 용량규격별 금액을 모두 합산하는 방법으로 한다. 이 경우 제9조의2제7항의 규정에 의하여 평균가격이 고시된 것외에는 당해 용량규격에 가장 가까운 용량규격별 평균가격을 적용하여 부과금액을 산정한다. 2. 기타 샘물개발허가를 받은 자의 경우 : 제9조의3의 규정에 의한 원가에 제8조의 규정에 의한 부과율을 곱하여 산정한다. [전문개정 1998.1.22] 	<p>제10조 (부과금액의 산정) 법 제28조제2항의 규정에 의한 부과금액의 산정방법은 다음 각호와 같다. <개정 2000.7.1></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물·음용해양심층수의 경우 : 제9조의2의 규정에 의한 용량규격별 평균판매가격에 제8조의 규정에 의한 부과율을 곱하여 산정한 각 용량규격별 금액을 모두 합산하는 방법으로 한다. 이 경우 제9조의2제7항의 규정에 의하여 평균가격이 고시된 것외에는 당해 용량규격에 가장 가까운 용량규격별 평균가격을 적용하여 부과금액을 산정한다. 2. 기타 샘물개발허가를 받은 자와 음용해양심층수를 다른 식품 등의 원료로 사용하는 자의 경우: 제9조의3의 규정에 의한 원가에 제8조의 규정에 의한 부과율을 곱하여 산정한다. [전문개정 1998.1.22]
-------------	--	---

<p>제13조의2</p>	<p>제13조의2 (수질개선부담금의 용도) 법 제28조의2제3호에서 "대통령령이 정하는 용도"라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 용도를 말한다. <개정 1999.3.3></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 지하수법 제12조의 규정에 의한 지하수보전구역의 지정을 위한 조사의 실시 2. 지하수자원의 개발·이용 및 보전·관리를 위한 기초조사와 복구사업의 실시 	<p>제13조의2 (수질개선부담금의 용도) 법 제28조의2제3호에서 "대통령령이 정하는 용도"라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 용도를 말한다. <개정 1999.3.3, 2005. ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 지하수법 제12조의 규정에 의한 지하수보전구역의 지정을 위한 조사의 실시 2. 지하수자원의 개발·이용 및 보전·관리를 위한 기초조사와 복구사업의 실시 3. 해양심층수 개발법(안) 제 조 규정에 <p>[본조신설 1998.1.22]</p>
---------------	--	---

[본조신설 1998.1.22]	의한 <u>음용해양심층수</u> 의 수질관리 [본조신설 2005.]
------------------	--

제13조의3	<p>제13조의3 (부담금증명표지)</p> <p>① 먹는샘물제조업자는 법 제28조의4의 규정에 의하여 환경부장관이 지정한 부담금증명표지의 제조자(이하 "표지제조자"라 한다)가 부담금증명표지를 표시한 병마개를 사용하여야 한다. 다만, 병마개를 사용하지 아니하거나 부담금증명표지를 표시할 수 없는 병마개를 사용하는 먹는샘물에 대하여는 부담금증명표지를 표시하지 아니할 수 있다.</p> <p>② 먹는샘물제조업자는 제1항 단서의 규정에 의하여 부담금증명표지를 표시하지 아니하는 먹는샘물에 대하여는 환경부령이 정하는 바에 따라 먹는샘물 제조수량을 자동으로 측정할 수 있는 장치로 계측(計測)하여야 한다.</p> <p>[본조신설 2000.7.1]</p>	<p>제13조의3 (부담금증명표지)</p> <p>① 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수</u>제조업자는 법 제28조의4의 규정에 의하여 환경부장관이 지정한 부담금증명표지의 제조자(이하 "표지제조자"라 한다)가 부담금증명표지를 표시한 병마개를 사용하여야 한다. 다만, 병마개를 사용하지 아니하거나 부담금증명표지를 표시할 수 없는 병마개를 사용하는 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>에 대하여는 부담금증명표지를 표시하지 아니할 수 있다.</p> <p>② 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수</u>제조업자는 제1항 단서의 규정에 의하여 부담금증명표지를 표시하지 아니하는 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>에 대하여는 환경부령이 정하는 바에 따라 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u> 제조수량을 자동으로 측정할 수 있는 장치로 계측(計測)하여야 한다.</p> <p>[본조신설 2000.7.1]</p>
--------	---	--

제14조	<p>제14조 (광고의 제한등)</p> <p>① 환경부장관은 법 제31조제1항의 규정에 의하여 다음 각호의 1의 경우에는 텔레비전을 통한 먹는샘물의 광고를 금지 또는 제한할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물의 광고가 국민건강의식을 잘못 이끌 우려가 있는 경우 2. 먹는샘물의 광고가 수도물공급사업에 지장을 줄 우려가 있는 경우 <p>② 환경부장관은 법 제31조제1항의 규정에 의하여 텔레비전외의 광고매체를 통한 먹는샘물의 광고가 제1항 각호의 1에 해당한다고 인정하는 경우에는 이를 제한할 수 있다.</p> <p>③ 제1항 및 제2항의 규정에 의한 광고금</p>	<p>제14조 (광고의 제한등)</p> <p>① 환경부장관은 법 제31조제1항의 규정에 의하여 다음 각호의 1의 경우에는 텔레비전을 통한 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 광고를 금지 또는 제한할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 광고가 국민건강의식을 잘못 이끌 우려가 있는 경우 2. 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 광고가 수도물공급사업에 지장을 줄 우려가 있는 경우 <p>② 환경부장관은 법 제31조제1항의 규정에 의하여 텔레비전외의 광고매체를 통한 먹는샘물·<u>음용해양심층수</u>의 광고가 제1항 각호의 1에 해당한다고 인정하는 경우에는 이를 제한할 수 있다.</p>
------	--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

지 또는 제한의 대상매체·기간·횟수등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.	③제1항 및 제2항의 규정에 의한 광고금지 또는 제한의 대상매체·기간·횟수등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
---	---

제19조	<p>제19조 (위임 및 위탁)</p> <p>①법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한 중 다음 각호의 권한을 시·도지사에게 위임한다. <개정 2004.6.25></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 법 제28조의 규정에 의한 수질개선 부담금과 가산금의 부과 및 징수 2. 법 제28조의3제3항의 규정에 의한 먹는샘물제조업자 부담금증명표지 사용제한 <p>②법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한중 다음 각호의 권한을 유역환경청장 또는 지방환경청장에게 위임한다. <개정 1997.12.31, 1999.3.3, 2002.8.8></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 법 제12조의 규정에 의한 환경영향조사대행자의 등록 및 변경등록 2. 법 제14조제1항의 규정에 의한 환경영향조사대행자의 등록취소 및 업무정지 3. 법 제15조의 규정에 의한 환경영향조사서의 기술적 심사 4. 법 제23조제1항의 규정에 의한 수입신고의 수리 5. 법 제23조제2항의 규정에 의한 검사 6. 법 제34조제1항의 규정에 의한 보고명령·검사·수거 또는 열람 7. 법 제42조 각호의 권한중 위임된 권한에 관한 청문 8. 법 제51조제2항의 규정에 의한 과태료의 부과·징수등에 관한 권한 <p>③법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한중 법 제35조의 규정에 의한 검사기관의 지정 및 지정취소 등에 의한 검사기관의 지정 및 지정취소 등</p>	<p>제19조 (위임 및 위탁)</p> <p>①법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한 중 다음 각호의 권한을 시·도지사에게 위임한다. <개정 2004.6.25></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 법 제28조의 규정에 의한 수질개선부담금과 가산금의 부과 및 징수 2. 법 제28조의3제3항의 규정에 의한 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 부담금증명표지 사용제한 <p>②법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한중 다음 각호의 권한을 유역환경청장 또는 지방환경청장에게 위임한다. <개정 1997.12.31, 1999.3.3, 2002.8.8></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 법 제12조의 규정에 의한 환경영향조사대행자의 등록 및 변경등록 2. 법 제14조제1항의 규정에 의한 환경영향조사대행자의 등록취소 및 업무정지 3. 법 제15조의 규정에 의한 환경영향조사서의 기술적 심사 4. 법 제23조제1항의 규정에 의한 수입신고의 수리 5. 법 제23조제2항의 규정에 의한 검사 6. 법 제34조제1항의 규정에 의한 보고명령·검사·수거 또는 열람 7. 법 제42조 각호의 권한중 위임된 권한에 관한 청문 8. 법 제51조제2항의 규정에 의한 과태료의 부과·징수등에 관한 권한 <p>③법 제45조제1항의 규정에 의하여 환경부장관의 권한중 법 제35조의 규정에 의한 검사기관의 지정 및 지정취소 등에 관한 권한을 국립환경연구원장에게 위임한다. 다만, 법 제18조제4항의 규정에 의한 정수기에 관한 검사기관의 지정 및 지정취소등에 관한 권</p>
------	--	---

부록

	<p>에 관한 권한을 국립환경연구원장에게 위임한다. 다만, 법 제18조제4항의 규정에 의한 정수기에 관한 검사기관의 지정 및 지정취소등에 관한 권한은 그러하지 아니하다. <신설 1998.1.22></p> <p>④법 제45조제2항의 규정에 의하여 환경부장관은 법 제25조제1항의 규정에 의한 품질관리인 교육의 일부를 영업자단체에 위탁할 수 있다.</p>	<p>한은 그러하지 아니하다. <신설 1998.1.22></p> <p>④법 제45조제2항의 규정에 의하여 환경부장관은 법 제25조제1항의 규정에 의한 품질관리인 교육의 일부를 영업자단체에 위탁할 수 있다.</p>
부칙	-경과 규정 등 추가 필요	

3. 먹는관리법 시행규칙 개정안

조문	원문의 내용	개정시 내용
제8조	제8조 (시설기준) 법 제17조의 규정에 의한 먹는물관련영업의 시설기준은 별표 4와 같다.	제8조 (시설기준 및 종류) ①법 제17조의 규정에 의한 먹는물관련영업의 시설기준은 별표 4와 같다. ② <u>해양심층수를 처리한 먹는물과 추출물질 이외의 것을 사용하여 제조한 제품은 ‘음용해양심층수’라는 명칭을 사용할 수 없으며 이와 유사한 명칭을 상표에 표시해서는 아니 된다.</u>
별표 4	먹는물관련영업의 시설기준(제8조 관련) 1. 먹는샘물제조업 시설기준 가. 취수정의 설치	※[별표 4]의 구체적 내용은 해수부 등이 자료 제공시 추후 결정 ※아래 별첨 참조

- 먹는물관련영업의 시설기준(제8조관련) [별표 4]는 먹는샘물제조에 필요한 규정만 있고, 또 먹는샘물은 차량 등의 운송수단을 이용하여 운반이 금지되어 있다. 그러나, 해양심층수는 원수의 이동이 필요하므로, 먹는샘물과는 별도의 규정이 필요하다.

- 개정안 ②의 내용을 위반하였을 경우 행정처분기준(시행규칙 제33조제1항 [별표 6의4] 관련)의 내용도 수정하여야 한다.

- 음용해양심층수의 제조공정은 [별표 4]에서 다음과 같은 내용이 필요하다..

[별표 4]에 아래의 사항을 추가한다.

<p><별첨> 3. 먹는샘물·음용해양심층수 수입판매업 시설기준</p> <p>가. 영업활동을 위한 사무실이 있어야 한다. 나. 먹는샘물을 위생적으로 보관할 수 있는 보관시설을 갖추어야 한다. 이 경우 그 보관시설은 영업신고한 사무실의 소재지와 다른 곳에 설치할 수 있다. 다. 영업신고한 사무실과 같은 장소 또는 같은 건물안에 상시 운영하는 반품·교환품 등의 보관시설을 두어야 한다.</p>

6. 음용해양심층수제조업의 시설기준

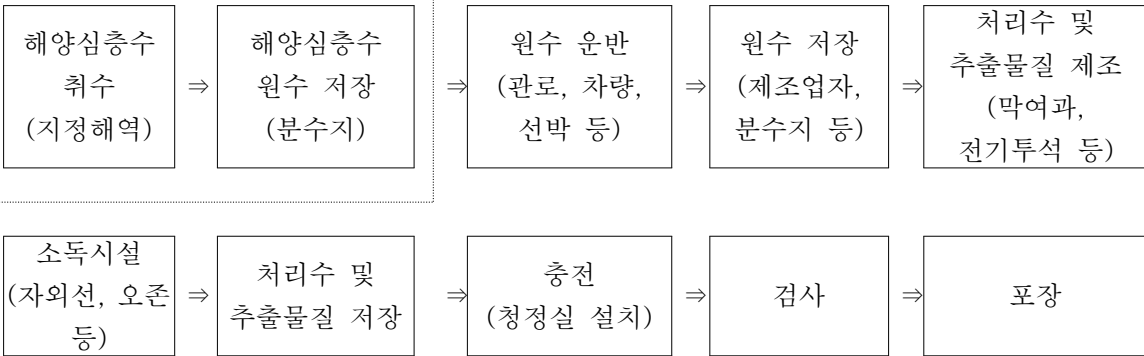
가. 기본기계·기구 및 설비의 설치

(1) 표준제조공정

(가) 표준제조공정 및 적용범위

표준제조공정은 해양심층수의 취수 및 분수지의 저장시설(해양심층수관련법(안)에 따른다. 점선부분)은 제외하고 다음의 공정에 따른다. 다만, 표준공정 이상의 위생적인 공정이 있는 경우에는 그에 의할 수 있다. 선박이나 해상의 부유시설로부터 해양심층수를 채수한 것은 원수 저장시설로 간주한다.

해양심층수 관련법(안) 적용 범위



(나) 용어의 정의

1) 처리수라는 것은 해양심층수를 먹는데 적합하도록 막여과나 전기투석등으로 처리한 해양심층수를 말한다

2) 추출물질이라함은 해양심층수를 처리하는 과정에서 만들어지는 농축액, 소금 등의 물질로서 식용에 적합한 것을 말한다.

(2) 기본기계·기구 및 설비의 관리

(가) 원수 운반시설

원수는 위생배관이나 운반용 저장탱크 등을 운송 수단에 의해 운반·이동 하여야 한다.

운반용 저장탱크는 밀폐되도록 뚜껑을 설치하고 자외선 공기살균기 등 소독 시설을 하여야 하며, 공기의 유통이 필요한 경우에는 에어필터를 설치하여야 한다.

(대안) 다만 운송거리가 ()km 이내이고 보관기간이 ()일 이하인 운반용 저장탱크는 밀폐되도록 뚜껑만 설치하여도 된다.

(나) 원수 저장탱크

원수저장탱크는 밀폐되도록 뚜껑을 설치하고 자외선 공기살균기 등 소독시설을 하여야 하며, 공기의 유통이 필요한 경우에는 에어필터를 설치하여야 한다.

(다) 처리수 제조 및 추출물질 가공 시설

막여과 시설·전기투석 시설과 추출물질을 가공하는 시설은 다른 오염물질과 섞이지 않도록 위생관리가 되어 있어야 한다. 음용해양심층수 제조에 필요한 물질 이외의 화학약품·식품이나 식품원료물질 등은 가공 시설 내에 비치해서는 아니 된다.

(라) 살균·소독시

살균시설은 2회선 이상을 설치하여야 한다.

(마) 처리수 저장조

처리수 저장조는 밀폐되어야 한다. 다만, 공기의 유통이 필요한 경우에는 에어필터를 설치하여야 하며, 자외선 살균 등 미생물의 번식을 억제할 수 있는 적합한 시설을 갖추어야 한다.

(바) 충전실

충전실은 청정실(Clean Room)로 설치되어야 하며, 자외선 공기살균시설을 설치하여야 한다.

(사) 설비·자재

1) 각종 설비는 모두 KS제품의 304-316 스테인레스 재질이거나 동등이상의 재질이어야 한다.

2) 음용해양심층수 생산 배관자재는 위생배관으로 설치하여야 한다.

3) 전 설비 및 배관은 CIP(Clean In Place) 처리방식을 갖추어야 한다.

(바) 기타시설

1) 빈병이나 뚜껑 등을 완전히 살균할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.

2) 회수용기를 재사용하는 경우에는 열탕소독을 할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.

3) 원료·포장재료 기타 음용해양심층수와 직접 접촉하는 부가물들은 다른 재료들과 떨어져 저장할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.

4) 작업장중 출입구·원수처리장·제조가공장·포장실 및 실험실등에는 종업원이 사용하기에 편리한 장소에 각각 도관으로 연결된 고정적인 손 씻는 시설을 갖추어야 한다.

5) 원수 및 처리수 저장탱크의 바닥은 구배면이 되도록 설비하여 잔류물의 세척이 용이하도록 하여야 한다.

다. 검사실 및 장비

(1) 검사실

(가) 검사실은 제조시설과 격리하여 설치하여야 한다.

(나) 검사에 필요한 급수시설 및 환기시설을 갖추어야 한다.

(2) 검사장비. 다만, 법 제35조의 규정에 의한 지정검사기관에 검사를 의뢰하는 경우에는

(가) 내지 (라)의 장비를 생략할 수 있다.

(가) 가스크로마토그래피(GC)

(나) 광전분광광도계

<p>(다) 원자흡광광도계(AAS) 또는 발광광도계(ICP)</p> <p>(라) 퍼지트랩장치</p> <p>(마) pH미터</p> <p>(바) 콜로니 카운터</p> <p>(사) 클린벤취</p> <p>(아) 정제수 제조장치</p> <p>(자) 고압멸균기</p> <p>(차) 저울</p> <p>(카) 건조기</p> <p>(타) 부란기</p> <p>(파) 진탕수욕조</p> <p>(하) 가열판</p> <p>(거) 탁도계</p> <p>(너) 교반기</p> <p>(더) 피펫 세척기</p> <p>(러) 수욕조</p> <p>(머) 잔류염소 비색계</p> <p>(버) 흡후드</p> <p>(서) 기타 검사에 필요한 시약 및 초자</p>

- (마) 설비·자재 이후의 규정은 문구 일부만 수정하면 먹는샘물과 음용해양심층수에 공통으로 적용할 수 있다.

조문	원문의 내용	개정시 내용
제9조	<p>제9조 (영업의 허가등) ①법 제18조의 규정에 의하여 먹는샘물제조업의 허가, 수처리제조업의 등록, 먹는샘물수입판매업의 등록 또는 정수기제조업·수입판매업의 신고를 하고자 하는 자는 법 제17조의 규정에 의한 기준에 적합한 시설을 갖추고, 별지 제5호서식의 신청서 또는 별지 제5호의2서식의 신고서에 다음 각호의 구분에 따른 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26, 2004.6.30></p> <p>1. 먹는샘물제조업의 경우 가. 샘물개발허가증사본</p>	<p>제9조 (영업의 허가등) ①법 제18조의 규정에 의하여 먹는샘물제조업·음용해양심층수제조업의 허가, 수처리제조업의 등록, 먹는샘물·음용해양심층수 수입판매업의 등록 또는 정수기제조업·수입판매업의 신고를 하고자 하는 자는 법 제17조의 규정에 의한 기준에 적합한 시설을 갖추고, 별지 제5호서식의 신청서 또는 별지 제5호의2서식의 신고서에 다음 각호의 구분에 따른 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26, 2004.6.30></p> <p>1. 먹는샘물제조업의 경우</p>

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<p>나. 제조시설 및 설비내역서(평면도를 포함한다)</p> <p>다. 제조공정설명서</p> <p>라. 취수정별취수예정량</p> <p>마. 취수정설비내역서(취수정의 위치도를 포함한다)</p> <p>바. 삭제 <1998.1.26></p> <p>사. 취수정 형성상태를 촬영한 텔레비전 - 카메라 검출필름</p> <p>2. 수처리제제조업의 경우</p> <p>가. 제조시설 및 설비내역서(평면도를 포함한다)</p> <p>나. 품목별 제조공정설명서</p> <p>3. 먹는샘물의 수입판매업의 경우</p> <p>가. 사업계획서(수입선을 포함한다)</p> <p>나. 보관시설내역서</p> <p>다. 원수가 법 제3조제2호에서 규정하고 있는 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물인지를 입증하는 서류</p> <p>4. 정수기제조업의 경우</p> <p>가. 정수기의 품목·형식별 제조공정설명서</p> <p>나. 정수기의 품질검사성적서(법 제29조제1항의 규정에 의하여 고시하는 정수기의 기준과 규격에 관한 검사성적서를 말한다. 이하 이 조에서 같다)</p> <p>다. 정수기의 사후관리계획서</p> <p>5. 정수기수입판매업의 경우</p> <p>가. 사업계획서(수입선을 포함한다)</p> <p>나. 보관시설내역서</p> <p>다. 정수기의 품질검사성적서</p> <p>라. 정수기의 사후관리계획서</p> <p>②법 제18조 및 영 제4조 내지 제6조, 영 제6조의2의 규정에 의하여 변경허가를 받거나 변경등록 또는 변경신고를 하고자 하</p>	<p>가. 샘플개발허가증사본</p> <p>나. 제조시설 및 설비내역서(평면도를 포함한다)</p> <p>다. 제조공정설명서</p> <p>라. 취수정별취수예정량</p> <p>마. 취수정설비내역서(취수정의 위치도를 포함한다)</p> <p>바. 삭제 <1998.1.26></p> <p>사. 취수정 형성상태를 촬영한 텔레비전 - 카메라 검출필름</p> <p>2. 수처리제제조업의 경우</p> <p>가. 제조시설 및 설비내역서(평면도를 포함한다)</p> <p>나. 품목별 제조공정설명서</p> <p>3. 먹는샘물의 수입판매업의 경우</p> <p>가. 사업계획서(수입선을 포함한다)</p> <p>나. 보관시설내역서</p> <p>다. 원수가 법 제3조제2호에서 규정하고 있는 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물인지를 입증하는 서류</p> <p>4. 정수기제조업의 경우</p> <p>가. 정수기의 품목·형식별 제조공정설명서</p> <p>나. 정수기의 품질검사성적서(법 제29조제1항의 규정에 의하여 고시하는 정수기의 기준과 규격에 관한 검사성적서를 말한다. 이하 이 조에서 같다)</p> <p>다. 정수기의 사후관리계획서</p> <p>5. 정수기수입판매업의 경우</p> <p>가. 사업계획서(수입선을 포함한다)</p> <p>나. 보관시설내역서</p> <p>다. 정수기의 품질검사성적서</p> <p>라. 정수기의 사후관리계획서</p> <p>6. <u>음용해양심층수제조업의 경우</u></p> <p>가. <u>제조시설 및 설비내역서</u></p> <p>나. <u>제조공정설명서</u></p>
---	--

<p>는 자는 별지 제5호의2서식의 신고서 또는 별지 제6호서식의 신청서에 변경내용을 증명하는 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26></p> <p>③시·도지사는 먹는샘물제조업의 허가 또는 변경허가를 한 때에는 별지 제7호서식의 허가증을, 수처리제제조업의 등록 또는 변경등록을 한 때에는 별지 제8호서식의 등록증을, 먹는샘물의 수입판매업의 등록 또는 변경등록을 한 때에는 별지 제9호서식의 등록증을, 정수기제조업·수입판매업의 신고 또는 변경신고를 한 때에는 별지 제9호의2서식의 신고필증을 각각 교부하여야 한다. <개정 1998.1.26></p>	<p>다. 분수시설내역서 (분수지의 위치와 운영자를 포함한다)</p>
	<p>라. 분수계약서 사본</p>
	<p>마. 먹는샘물제조업자가 신청하는 경우 (논의 필요)</p>
	<p>7. 음용해양심층수수입의 경우</p>
	<p>가. 사업계획서(수입선을 포함한다)</p>
	<p>나. 보관시설내역서</p>
	<p>다. 원수가 해양심층수임을 증명하는 서류</p>
	<p>라. 수출국 혹은 제조자가 발행한 수질 분석 자료 및 품목 명칭</p>
	<p>②법 제18조 및 영 제4조 내지 제6조, 영 제6조의2의 규정에 의하여 변경허가를 받거나 변경등록 또는 변경신고를 하고자 하는 자는 별지 제5호의2서식의 신고서 또는 별지 제6호서식의 신청서에 변경내용을 증명하는 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26></p>
	<p>③시·도지사는 먹는샘물제조업의 허가 또는 변경허가를 한 때에는 별지 제7호서식의 허가증을, 수처리제제조업의 등록 또는 변경등록을 한 때에는 별지 제8호서식의 등록증을, 먹는샘물의 수입판매업의 등록 또는 변경등록을 한 때에는 별지 제9호서식의 등록증을, 정수기제조업·수입판매업의 신고 또는 변경신고를 한 때에는 별지 제9호의2서식의 신고필증을 각각 교부하여야 한다. <개정 1998.1.26></p>

- 시행규칙 제9조(영업의 허가등)에 따라 [별지 제5호서식], [별지 제5호의2서식], [별지 제6호서식] 등 관련 서식도 추가되거나 수정되어야 한다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제14조	<p>제14조 (수입신고등)</p> <p>①먹는샘물·수처리제 또는 그 용기를 수입하고자 하는 자는 법 제23조의 규정에 의하여 별지 제11호서식의 수입신고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 지방환경관서의 장에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 수입관련서류 2. 수질검사서사본 (먹는샘물에 한한다) 3. 제조일자를 입증할 수 있는 서류(제조자가 제품의 제조일자를 표시한 경우는 제외한다) 4. 자가기준 및 자가규격검토서(수처리제에 한한다) 5. 먹는샘물의 원수가 법 제3조제2호에서 규정하고 있는 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물인지를 입증하는 서류 <p>②지방환경관서의 장은 제1항의 규정에 의한 수입신고를 받은 때에는 별표 5의 검사방법에 따라 검사하여야 한다. 다만, 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물수입판매업자에 대하여는 법 제23조제3항의 규정에 의하여 검사를 거부할 수 있다. <개정 1998.1.26, 2004.6.30></p> <p>③제2항의 규정에 의한 검사결과 법 제29조의 규정에 의한 기준과 규격에 적합한 때에는 별지 제12호서식의 수입신고필증을 교부하고, 그 교부사항을 관계 시·도지사에게 통보하여야 한다. <개정 2000.7.18></p>	<p>제14조 (수입신고등)</p> <p>①먹는샘물·음용해양심층수·수처리제 또는 그 용기를 수입하고자 하는 자는 법 제23조의 규정에 의하여 별지 제11호서식의 수입신고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 지방환경관서의 장에게 제출하여야 한다. <개정 1998.1.26></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 수입관련서류 2. 수질검사서사본 (먹는샘물·음용해양심층수에 한한다) 3. 제조일자를 입증할 수 있는 서류(제조자가 제품의 제조일자를 표시한 경우는 제외한다) 4. 자가기준 및 자가규격검토서(수처리제에 한한다) 5. 먹는샘물의 원수가 법 제3조제2호에서 규정하고 있는 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연상태의 깨끗한 물인지를 입증하는 서류 6. <u>음용해양심층수의 원수가 해양심층수법(안) 제()조에 규정을 적용할 수 있는 해양심층수인지를 입증하는 서류</u> <p>②지방환경관서의 장은 제1항의 규정에 의한 수입신고를 받은 때에는 별표 5의 검사방법에 따라 검사하여야 한다. 다만, 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물수입판매업자·<u>음용해양심층수수입판매업자</u>에 대하여는 법 제23조제3항의 규정에 의하여 검사를 거부할 수 있다. <개정 1998.1.26, 2004.6.30, 2005 ></p> <p>③제2항의 규정에 의한 검사결과 법 제29조의 규정에 의한 기준과 규격에 적합한 때에는 별지 제12호서식의 수입신고필증을 교부하고, 그 교부사항을 관계 시·도지사에게 통보하여야 한다. <개정 2000.7.18></p>
------	---	--

- 제 14조의 개정에 따른 별지서식의 관련 문구를 조정·수정하여야 한다.

<p>제17조</p>	<p>제17조 (품질관리 교육)</p> <p>①법 제25조제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업자·수처리제제조업자 및 정수기제조업자는 영업개시후 1년 이내에 1회 교육을 받아야 하며, 품질관리인은 임명된 날로부터 1년 이내에 1회 교육을 받아야 한다. <개정 1999.2.8, 2004.6.30></p> <p>②품질관리에 관한 교육의 실시기관은 환경공무원교육원 또는 먹는샘물, 수처리제제조 및 정수기제조 관련단체 등 환경부장관이 지정하는 단체 및 기관으로 한다. <개정 1998.1.26></p>	<p>제17조 (품질관리 교육)</p> <p>①법 제25조제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수제조업자</u>·수처리제제조업자 및 정수기제조업자는 영업개시후 1년 이내에 1회 교육을 받아야 하며, 품질관리인은 임명된 날로부터 1년 이내에 1회 교육을 받아야 한다. <개정 1999.2.8, 2004.6.30, 2005. ></p> <p>②품질관리에 관한 교육의 실시기관은 환경공무원교육원 또는 먹는샘물, <u>음용해양심층수</u>·수처리제제조 및 정수기제조 관련단체등 환경부장관이 지정하는 단체 및 기관으로 한다. <개정 1998.1.26></p>
<p>제18조</p>	<p>제18조 (교육과정등)</p> <p>①법 제25조제4항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업자·수처리제제조업자·정수기제조업자 및 품질관리인이 이수하여야 할 교육과정은 다음 각호와 같다. <개정 1998.1.26></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물제조업자 과정 2. 수처리제제조업자 과정 2의2. 정수기제조업자 과정 3. 먹는샘물제조업 품질관리인 과정 4. 수처리제제조업 품질관리인 과정 5. 정수기제조업 품질관리인 과정 <p>②제1항제1호·제2호 및 제2호의2의 규정에 의한 교육과정의 교육기간은 1일 이내, 제1항제3호 내지 제5호의 규정에 의한 교육과정의 교육기간은 2일 이내로 한다. <개정 1998.1.26></p>	<p>제18조 (교육과정등) ①법 제25조제4항의 규정에 의하여 먹는<u>샘물제조업자·음용해양심층수제조업자</u>·수처리제제조업자·정수기제조업자 및 품질관리인이 이수하여야 할 교육과정은 다음 각호와 같다. <개정 1998.1.26></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물제조업자 과정 2. <u>음용해양심층제조업자</u> 과정 3. 수처리제제조업자 과정 4. 정수기제조업자 과정 5. 먹는샘물제조업 품질관리인 과정 6. <u>음용해양심층제조업</u> 품질관리인 과정 7. 수처리제제조업 품질관리인 과정 8. 정수기제조업 품질관리인 과정 <p>②제1항제1호·제2호 및 제2호의2의 규정에 의한 교육과정의 교육기간은 1일 이내, 제1항제3호 내지 제5호의 규정에 의한 교육과정의 교육기간은 2일 이내로 한다. <개정 1998.1.26></p>

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제19조	<p>제19조 (교육계획)</p> <p>①교육실시기관의 장은 매년 11월 30일까지 먹는샘물제조업자·수처리제제조업자·정수기제조업자 및 품질관리인에 대한 다음 해의 교육계획을 환경부장관에게 제출하여 승인을 얻어야 한다. <개정 1998.1.26></p> <p>②제1항의 규정에 의한 교육계획에는 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 교육의 기본방향 2. 교육 수요조사의 결과 및 교육수요 장기추계 3. 교육과정별 교육과목·기간 및 인원 4. 기타 교육에 필요한 사항 	<p>제19조 (교육계획)</p> <p>①교육실시기관의 장은 매년 11월 30일까지 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수제조업자</u>·수처리제제조업자·정수기제조업자 및 품질관리인에 대한 다음 해의 교육계획을 환경부장관에게 제출하여 승인을 얻어야 한다. <개정 1998.1.26></p> <p>②제1항의 규정에 의한 교육계획에는 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 교육의 기본방향 2. 교육 수요조사의 결과 및 교육수요 장기추계 3. 교육과정별 교육과목·기간 및 인원 4. 기타 교육에 필요한 사항
------	---	--

제20조	<p>제20조 (준수사항 <개정 1999.2.8>)</p> <p>①법 제27조제1항의 규정에 의한 먹는물관련영업자가 지켜야 할 사항은 별표 6과 같다.</p> <p>②삭제 <1999.2.8></p>	<p>※[별표 6]의 개정은 아래 참조</p>
------	--	---------------------------

<p>[별표 6] <개정 2000.7.18, 2001.7.23, 2004.6.30, <u>2005</u> ></p> <p>먹는물관련영업자 및 표지제조자의 준수사항(제20조제1항 및 제26조의2제7항관련)</p> <p>1. 먹는샘물제조업자의 경우</p> <p>가. 제조공장안에는 먹는샘물제조업과 직접 관련이 있는 제조시설외의 다른 제조시설을 설치하여서는 아니된다.</p> <p>나. 허가된 1일 채수량을 초과하여 채수하여서는 아니된다.</p> <p>다. 수위·수량·수질의 자동계측시설을 정상적으로 계속 작동되게 하여야 한다.</p> <p>라. 변질되었거나 유통기한이 지난 제품은 이를 교환하여 주어야 한다.</p> <p>마. 생산 및 작업일지를 작성하고 그 기록서류를 최종기재한 날부터 1년간 보존하여야 한다.</p> <p>바. 먹는샘물제조업자는 표지제조자가 반출한 병마개를 운반하는 때에는 도난·탈취 등을 방지할 수 있는 차량을 사용하여야 한다.</p> <p>사. 먹는샘물제조업자는 부담금증명표지가 표시되지 아니한 병마개를 먹는샘물 제조공장에</p>

보관하여서는 아니된다.

아. 자가품질검사결과 수질기준 초과사례 발견시에는 해당일자 생산제품의 수거·폐기 등 적절한 조치를 취한 후 1주일 이내에 그 내용을 시·도지사에게 보고하여야 한다.

2. 수처리제제조업자의 경우

가. 방청제의 원료는 식품첨가물을 사용하여야 한다.

나. 검사결과 부적합 제품은 이를 폐기하거나 다른 용도로 사용하여야 한다.

다. 생산 및 작업일지를 작성하고 그 기록서류를 최종기제한 날부터 1년간 보존하여야 한다.

3. 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수판매업자의 경우

가. 보관창고에는 유독물·농약·의약품·인화물질 기타 보관중인 먹는샘물·음용해양심층수에 유해한 영향을 미칠 수 있는 물건과 같이 보관하여서는 아니된다.

나. 변질되었거나 유통기한이 지난 제품은 이를 교환하여 주어야 한다.

다. 수입 및 판매일지를 작성하고 그 기록서류를 최종기제한 날부터 1년간 보존하여야 한다.

4. 정수기 제조업자 및 수입판매업자의 경우

가. 수도물을 불신하거나 소비자를 현혹시킬 우려가 있는 판매행위·광고 등을 하여서는 아니된다.

나. 품질검사기록부를 작성하고 1년간 보존하여야 한다(제조업자에 한한다).

다. 판매된 정수기의 하자가 발생한 경우에는 다음과 같이 처리하여야 한다.

(1) 판매후 10일이내에 정상적인 사용상태에서 발생한 성능·기능상의 하자로 중요한 수리를 요할 때 : 제품교환 또는 구입가 환불

(2) 판매후 1월이내에 정상적인 사용상태에서 발생한 성능·기능상의 하자로 중요한 수리를 요할 때 : 제품교환

(3) 판매후 1년 이내에 정상적인 사용상태에서 다음과 같은 성능·기능상의 하자가 발생한 경우

(가) 수리가 가능한 경우 : 무상수리

(나) 수리가 불가능한 경우 : 제품교환 또는 구입가 환불

(다) 교환이 불가능한 경우 : 구입가 환불

(라) 동일 하자에 대하여 3회까지 수리하였으나 동일한 고장이 다시 발생한 경우 : 제품교환 또는 구입가 환불

(마) 교환된 제품이 1월이내에 중요한 수리를 요하는 고장이 발생한 경우 : 구입가 환불

라. 품목(모델)이 단종될 경우에는 해당품목의 부품을 단종시부터 3년이상 보유하여야 한다.

마. 필터교환 등 판매후 사후관리체계를 안내하여야 한다.

바. 생산 및 작업일지를 작성하고 그 기록서류를 1년간 보존하여야 한다.

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<p>사. 법 제18조제4항의 규정에 의하여 검사를 받고 신고한 때에는 정수기에 검사를 받은 사실을 표시하여 판매하여야 한다.</p>
<p>5. 표지제조자의 경우</p> <p>가. 부담금증명표지 관련 물품외의 물품을 부담금증명표지 제조장에서 제조·취급하거나 판매하여서는 아니된다.</p> <p>나. 표지제조자는 부담금증명표지 제조현황을 기록하고 마지막으로 기록한 날부터 5년간 보존하여야 한다.</p> <p>다. 병마개를 반출하는 때에는 견고한 포장재로 포장하고, 그 포장에 물품명·병마개 종류·수량 및 제조연월일을 표시하여야 한다.</p> <p>라. 자동계수기는 완제품이 감지기를 통과하여 계수되기 전까지는 동 제품을 다른 곳으로 이동시킬 수 없도록 봉합하여야 한다.</p> <p>마. 표지제조자는 환경부장관이 인정하는 부담금증명표지의 제조단가를 초과하여 먹는샘물 제조업자·음용해양심층수제조업자로부터 비용을 받을 수 없다.</p>
<p>6. 음용해양심층수제조업자의 경우</p> <p>가. 제조공장안에는 음용해양심층수제조업과 직접 관련이 있는 제조시설외의 다른 제조시설을 설치하여서는 아니된다.</p> <p>나. 처리수 저장소의 수위·수량·수질의 자동계측시설을 정상적으로 계속 작동되게 하여야 한다.</p> <p>다. 변질되었거나 유통기한이 지난 제품은 이를 교환하여 주어야 한다.</p> <p>라. 생산 및 작업일지를 작성하고 그 기록서류를 최종기제한 날부터 1년간 보존하여야 한다.</p> <p>마. 음용해양심층수제조업자는 표지제조자가 반출한 병마개를 운반하는 때에는 도난·탈취 등을 방지할 수 있는 차량을 사용하여야 한다.</p> <p>바. 음용해양심층수제조업자는 부담금증명표지가 표시되지 아니한 병마개를 먹는샘물 제조공장에 보관하여서는 아니된다.</p> <p>사. 자가품질검사결과 수질기준 초과사례 발견시에는 해당일자 생산제품의 수거·폐기 등 적절한 조치를 취한 후 1주일 이내에 그 내용을 시·도지사에게 보고하여야 한다.</p>

- 먹는샘물제조업과 음용해양심층수의 제조업을 동시에 한 곳에서 제조할 수 있는지 여부가 논의되어야 한다.
- 일반적으로 처리수 저장소까지는 시설·처리 등이 다르더라도 충전 단계에서는 그 내용이 크게 달라지는 것이 없으므로 허용 여부에 따라 정하여진다.
- 한 장소의 동일한 공장에서 두가지 제품의 제조가 허용이 될 경우 1호 가목과 6호 가목의 먹는샘물제조와 음용해양심층수의 제조는 같은 장소에서 만들어 질수도 있다.

<p>제21조</p>	<p>제21조 (평균판매단가등의 보고) ①먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자는 영 제9조의2제5항의 규정에 의하여 별지 제14호의3서식의 평균단가계산서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표(거래명세서 합계표는 먹는샘물을 다른 물품과 함께 판매하는 경우에 한한다. 이하 같다)를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p>②먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자는 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호서식의 먹는샘물판매실적보고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표 2. 수입신고서사본 (먹는샘물수입판매업자에 한한다) <p>③기타 샘물개발허가를 받은 자(먹는샘물제조업자외에 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다)는 영 제9조의3제7항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호의2서식의 판매원가계산서 및 판매실적보고서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 2000.7.18></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 삭제 <2000.7.18> 2. 삭제 <2000.7.18> <p>[전문개정 1998.1.26]</p>	<p>제21조 (평균판매단가등의 보고) ①먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 및 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수판매업자는 영 제9조의2제5항의 규정에 의하여 별지 제14호의3서식의 평균단가계산서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표(거래명세서 합계표는 먹는샘물을 다른 물품과 함께 판매하는 경우에 한한다. 이하 같다)를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p>②먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 및 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수판매업자는 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호서식의 먹는샘물판매실적보고서·음용해양심층수판매실적보고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표 2. 수입신고서사본 (먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수판매업자에 한한다) <p>③기타 샘물개발허가를 받은 자(먹는샘물제조업자외에 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다)와 식품첨가용 음용해양심층수 제조허가를 받은 자(음용해양심층수제조업자외에 법 제18조의 규정에 의해 음용해양심층수를 주류·식품등의 원료 또는 첨가제로 제조하기 위하여 허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다)는 영 제9조의3제7항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호의2서식의 판매원가계산서 및 판매실적보고서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개</p>
-------------	--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>정 2000.7.18, 2005. .></p> <p>1. 삭제 <2000.7.18></p> <p>2. 삭제 <2000.7.18></p> <p>[전문개정 1998.1.26]</p>
--	---

- 해양심층수가 먹는물 전용의 병입수의 원료로 사용되는 경우 이외에 식품첨가용으로 사용되므로, 먹는샘물제조업자외에 샘물개발허가를 받은 자에 적용하는 것과 유사하게 ‘식품첨가용 해양심층수제조업’이라는 것을 도입하였다.

- [별지 제15의2 서식]도 수정 혹은 추가 서식이 필요

제21조	<p>제21조 (평균판매단가등의 보고)</p> <p>①먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자는 영 제9조의2제5항의 규정에 의하여 별지 제14호의3서식의 평균단가계산서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표(거래명세서 합계표는 먹는샘물을 다른 물품과 함께 판매하는 경우에 한한다. 이하 같다)를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p>②먹는샘물제조업자 및 먹는샘물수입판매업자는 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호서식의 먹는샘물판매 실적보고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표 2. 수입신고서사본 (먹는샘물수입판매업자에 한한다) <p>③기타 샘물개발허가를 받은 자(먹는샘물제조업자외에 법 제9조의 규정에 의하여 샘물개발허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다)는 영 제9조의3제7항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호의2서식의 판매원가계산서 및 판매 실적보고서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표를 첨부하여 시·도지</p>	<p>제21조 (평균판매단가등의 보고)</p> <p>①먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 및 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수수입판매업자는 영 제9조의2제5항의 규정에 의하여 별지 제14호의3서식의 평균단가계산서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표(거래명세서 합계표는 먹는샘물을 다른 물품과 함께 판매하는 경우에 한한다. 이하 같다)를 첨부하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p>②먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 및 먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수수입판매업자는 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호서식의 먹는샘물판매 실적보고서·음용해양심층수판매 실적보고서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표 2. 수입신고서사본 (먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수수입판매업자에 한한다) <p>③기타 샘물개발허가를 받은 자(먹는샘물제조업자외에 법 제9조의 규정에 의하</p>
------	--	---

	<p>사에게 제출하여야 한다. <개정 2000.7.18></p> <p>1. 삭제 <2000.7.18></p> <p>2. 삭제 <2000.7.18></p> <p>[전문개정 1998.1.26]</p>	<p>여 <u>샘물개발허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다</u>)와 <u>식품첨가용 음용해양심층수 제조허가를 받은 자(음용해양심층수 제조업자외에 법 제18조의 규정에 의해 음용해양심층수를 주류·식품등의 원료 또는 첨가제로 제조하기 위하여 허가를 받은 자를 말한다. 이하 같다)</u>는 영 제9조의3제7항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 별지 제15호의2서식의 판매원가 계산서 및 판매실적보고서에 세금계산서 합계표 또는 거래명세서 합계표를 첨부하여 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 2000.7.18, 2005____></p> <p>1. 삭제 <2000.7.18></p> <p>2. 삭제 <2000.7.18></p> <p>[전문개정 1998.1.26]</p>
--	---	---

- 시행규칙 제21조의 내용을 개정할 경우, [별지 제14호의 3 서식], [별지제15호 서식], [별지 제15호의2 서식] 등을 수정하여야 한다.

<p>제22조</p>	<p>제22조 (판매실적의 조사등)</p> <p>①환경부장관 또는 시·도지사는 영 제9조의2제5항·영 제9조의3제4항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 보고한 평균단가, 샘플의 원가, 샘플사용비율 또는 판매실적이 실제보다 적다고 인정되는 경우에는 먹는샘물제조업자·먹는샘물수입판매업자 또는 기타 샘플개발허가를 받은 자의 판매실적등을 조사·확인할 수 있다. <개정 1998.1.26></p> <p>②시·도지사는 제1항의 규정에 의한 조사·확인결과 실제 판매실적보다 적게 신고한 경우에는 그 먹는샘물제조업자 또는 먹는샘물의 수입판매업자에게 수질개선 부담금(이하 "부담금"이라 한다)의 차액을 납부하도록 고지하여야 한다. 이 경우 징수유예는 이를 인정하지 아니한다.</p>	<p>제22조 (판매실적의 조사등)</p> <p>①환경부장관 또는 시·도지사는 영 제9조의2제5항·영 제9조의3제4항 및 영 제11조제2항의 규정에 의하여 보고한 평균단가, 샘플의 원가·<u>해양심층수의 원가</u>, 샘플사용비율·<u>해양심층수의 사용비율</u> 또는 판매실적이 실제보다 적다고 인정되는 경우에는 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수제조업자·먹는샘물수입판매업자·음용해양심층수수입판매업자</u> 또는 기타 샘플개발허가를 받은 자와 <u>식품첨가용 음용해양심층수제조허가를 받은 자</u>의 판매실적등을 조사·확인할 수 있다. <개정 1998.1.26></p> <p>②시·도지사는 제1항의 규정에 의한 조사·확인결과 실제 판매실적보다 적게 신고한 경우에는 그 먹는샘물제조업자·음용</p>
-------------	--	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

		<p>해양심층수제조업자 또는 먹는샘물의수입판매업자·음용해양심층수판매업자에게 수질개선부담금(이하 "부담금"이라 한다)의 차액을 납부하도록 고지하여야 한다. 이 경우 징수유예는 이를 인정하지 아니한다.</p>
--	--	--

- ‘식품첨가용 음용해양심층수제조허가를 받은 자’에 대한 정확한 근거 규정이 필요하다.

제25조	<p>제25조 (부담금의 부과 및 징수보고) 시·도지사는 별지 제20호서식의 부담금의 부과 및 징수실적보고서를 작성하여 다음 각호의 기일까지 환경부장관에게 보고하여야 한다. <개정 2000.7.18></p> <p>1. 먹는샘물에 대한 부담금의 경우 : 다음 분기가 끝나는 달의 10일</p> <p>2. 기타 샘물사용제품에 대한 부담금의 경우 : 다음 연도 4월 20일 [전문개정 1998.1.26]</p>	<p>제25조 (부담금의 부과 및 징수보고) 시·도지사는 별지 제20호서식의 부담금의 부과 및 징수실적보고서를 작성하여 다음 각호의 기일까지 환경부장관에게 보고하여야 한다. <개정 2000.7.18, 2005. ___></p> <p>1. 먹는샘물·음용해양심층수에 대한 부담금의 경우 : 다음 분기가 끝나는 달의 10일</p> <p>2. 기타 샘물사용제품·기타 음용해양심층수사용제품에 대한 부담금의 경우 : 다음 연도 4월 20일 [전문개정 1998.1.26]</p>
------	--	--

- [별지 제20호 서식]은 ‘먹는샘물’과 ‘기타 샘물사용 제품’만 있으므로 ‘음용해양심층수’와 ‘기타 음용해양심층수 사용 제품’을 추가하여야 한다.

- 보고 기일의 적정성은 음용해양심층수의 특성에 따라 결정되어야 한다.

제26조	<p>제26조 (징수비용등의 교부) 환경부장관은 제25조의 규정에 의한 부담금징수실적에 따라 부담금 및 징수비용을 산정하여 다음 각호의 기일까지 해당 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게 교부하여야 한다. <개정 2000.7.18></p>	<p>제26조 (징수비용등의 교부) 환경부장관은 제25조의 규정에 의한 부담금징수실적에 따라 부담금 및 징수비용을 산정하여 다음 각호의 기일까지 해당 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게 교부하여야 한다. <개정 2000.7.18, 2005 ___></p>
------	---	---

	<p>1. 먹는샘물에 대한 부담금의 경우 : 다음 분기가 끝나는 달의 말일</p> <p>2. 기타 샘물사용제품에 대한 부담금의 경우 : 다음 연도 4월 말일 [전문개정 1998.1.26]</p>	<p>1. 먹는샘물·음용해양심층수에 대한 부담금의 경우 : 다음 분기가 끝나는 달의 말일</p> <p>2. 기타 샘물사용제품·기타 음용해양심층수사용제품에 대한 부담금의 경우 : 다음 연도 4월 말일 [전문개정 1998.1.26]</p>
--	--	---

- ‘기타 음용해양심층수사용제품’과 ‘식품첨가용 음용해양심층수제품’ 등의 용어의 통일이 필요하다.

<p>제 26 조 의 2</p>	<p>제26조의2 (부담금증명표지의 관리)</p> <p>①영 제13조의3제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업자가 부담금증명표지를 표시한 병마개(이하 "병마개"라 한다)를 사용하고자 하는 때에는 별지 제20호의2서식의 병마개사용신청서를 법 제28조의4의 규정에 의하여 지정된 부담금증명표지의 제조자(이하 "표지제조자"라 한다)에게 제출하여야 한다.</p> <p>②법 제28조의3제3항의 규정에 의하여 시·도지사가 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물제조업자에 대하여 반출금지를 요청하는 경우에는 표지제조자는 병마개를 반출하여서는 아니된다. <신설 2004.6.30></p> <p>③표지제조자는 제1항의 규정에 의한 신청을 받아 병마개를 반출한 경우에는 다음달 20일까지 별지 제20호의3서식의 병마개반출통보서에 반출내용을 증명하는 서류를 첨부하여 먹는샘물제조업자 관할 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 2004.6.30></p> <p>④먹는샘물제조업자가 병마개를 사용한 때에는 별지 제20호의4서식의 병마개사용상황보고서를 다음달 20일까지 시·도지</p>	<p>제26조의2 (부담금증명표지의 관리)</p> <p>①영 제13조의3제1항의 규정에 의하여 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자가 부담금증명표지를 표시한 병마개(이하 "병마개"라 한다)를 사용하고자 하는 때에는 별지 제20호의2서식의 병마개사용신청서를 법 제28조의4의 규정에 의하여 지정된 부담금증명표지의 제조자(이하 "표지제조자"라 한다)에게 제출하여야 한다. <개정 2005 ></p> <p>②법 제28조의3제3항의 규정에 의하여 시·도지사가 수질개선부담금을 2회 이상 납부하지 아니한 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자에 대하여 반출금지를 요청하는 경우에는 표지제조자는 병마개를 반출하여서는 아니된다. <신설 2004.6.30, 2005 ></p> <p>③표지제조자는 제1항의 규정에 의한 신청을 받아 병마개를 반출한 경우에는 다음달 20일까지 별지 제20호의3서식의 병마개반출통보서에 반출내용을 증명하는 서류를 첨부하여 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자 관할 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 2004.6.30, 2005 ></p>
-------------------	--	--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

<p>사에게 제출하여야 한다.</p> <p>⑤먹는샘물제조업자는 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 다음 분기의 첫째달 20일까지 별지 제20호의5서식의 병마개폐기확인신청서를 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 병마개의 사용과정에서 병마개가 파손된 경우 2. 휴업·폐업 또는 보관 잘못으로 인하여 병마개의 사용이 필요없게 되거나 불가능한 경우 3. 품질불량 등 표지제조자의 잘못으로 병마개의 사용이 불가능한 경우 <p>⑥시·도지사는 제5항의 규정에 의한 신청을 받은 경우에는 병마개의 폐기 여부를 확인하여야 하고, 제5항제3호에 해당하는 경우에는 표지제조자에게 그 사실을 통보하여야 한다. <개정 2004.6.30></p> <p>⑦영 제13조의3제2항의 규정에 의하여 먹는샘물 제조수량을 자동으로 측정할 수 있는 장치를 설치한 먹는샘물제조업자는 별지 제20호의6서식의 자동계수기가동상황기록부와 별지 제20호의7서식의 기계봉합 및 봉합해제 확인대장을 기록하고 이를 5년간 보관하여야 한다.</p> <p>⑧표지제조자는 부담금증명표지의 위조 및 변조를 방지하기 위하여 환경부장관이 정하는 모형을 각인한 인쇄판을 사용하여 하며, 그밖에 부담금증명표지의 관리를 위하여 별표 6의 준수사항을 지켜야 한다.</p> <p>[본조신설 2000.7.18]</p>	<p>④먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자가 병마개를 사용한 때에는 별지 제20호의4서식의 병마개사용상황보고서를 다음달 20일까지 시·도지사에게 제출하여야 한다. <개정 2005 ></p> <p>⑤먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자는 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 다음 분기의 첫째달 20일까지 별지 제20호의5서식의 병마개폐기확인신청서를 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 병마개의 사용과정에서 병마개가 파손된 경우 2. 휴업·폐업 또는 보관 잘못으로 인하여 병마개의 사용이 필요없게 되거나 불가능한 경우 3. 품질불량 등 표지제조자의 잘못으로 병마개의 사용이 불가능한 경우 <p>⑥시·도지사는 제5항의 규정에 의한 신청을 받은 경우에는 병마개의 폐기 여부를 확인하여야 하고, 제5항제3호에 해당하는 경우에는 표지제조자에게 그 사실을 통보하여야 한다. <개정 2004.6.30></p> <p>⑦영 제13조의3제2항의 규정에 의하여 먹는샘물·음용해양심층수 제조수량을 자동으로 측정할 수 있는 장치를 설치한 먹는샘물제조업자·음용해양심층수제조업자는 별지 제20호의6서식의 자동계수기가동상황기록부와 별지 제20호의7서식의 기계봉합 및 봉합해제 확인대장을 기록하고 이를 5년간 보관하여야 한다.</p> <p>⑧표지제조자는 부담금증명표지의 위조 및 변조를 방지하기 위하여 환경부장관이 정하는 모형을 각인한 인쇄판을 사용하여 하며, 그밖에 부담금증명표지의 관리를 위하여 별표 6의 준수사항을 지켜야 한다.</p> <p>[본조신설 2000.7.18]</p>
--	--

- [별지 제20호의2 서식]에서 음용해양심층수제조업자 서명을 준비하여야 한다.

제27조	제27조 (광고의 제한) 법 제31조제1항 및 영 제14조의 규정에 의하여 먹는샘물의 텔레비전 광고(종합유선방송에 의한 광고를 제외한다)는 이를 할 수 없다.	제27조 (광고의 제한) 법 제31조제1항 및 영 제14조의 규정에 의하여 먹는샘물· <u>음용해양심층수</u> 의 텔레비전 광고(종합유선방송에 의한 광고를 제외한다)는 이를 할 수 없다.
------	---	--

제28조	제28조 (허위 또는 과대 표시·광고의 금지 등<개정 1999.2.8>) 법 제32조의 규정에 의한 허위 또는 과대의 표시·광고의 범위는 용기·포장·라디오·텔레비전·신문·잡지·음곡·영상·인쇄물·간판 기타의 방법에 의하여 먹는샘물·수처리제·정수기 및 그 용기·포장의 명칭·제조방법·품질 또는 사용에 대한 정보를 알리는 행위중 다음 각호의 1에 해당하는 것을 말한다. <개정 1998.1.26, 1999.2.8> 1. 먹는샘물 및 수처리제의 경우 가. 법 제18조의 규정에 의하여 허가 받은 사항, 등록된 사항 또는 법 제23조의 규정에 의하여 수입신고한 사항과 다른 내용의 표시·광고 나. 제품중에 함유된 성분과 다른 내용의 표시·광고 다. 제조연월일 또는 유통기한을 표시함에 있어서 사실과 다른 내용의 표시·광고 라. "최고"·"특수"등의 표현이나 "특수제법"등의 모호한 표현으로 소비자를 현혹시킬 우려가 있는 표시·광고 마. 의약품으로 혼동할 우려가 있는 내용의 표시·광고 2. 정수기의 경우	제28조 (허위 또는 과대 표시·광고의 금지 등<개정 1999.2.8>) 법 제32조의 규정에 의한 허위 또는 과대의 표시·광고의 범위는 용기·포장·라디오·텔레비전·신문·잡지·음곡·영상·인쇄물·간판 기타의 방법에 의하여 먹는샘물· <u>음용해양심층수</u> ·수처리제·정수기 및 그 용기·포장의 명칭·제조방법·품질 또는 사용에 대한 정보를 알리는 행위중 다음 각호의 1에 해당하는 것을 말한다. <개정 1998.1.26, 1999.2.8> 1. 먹는샘물· <u>음용해양심층수</u> 및 수처리제의 경우 가. 법 제18조의 규정에 의하여 허가 받은 사항, 등록된 사항 또는 법 제23조의 규정에 의하여 수입신고한 사항과 다른 내용의 표시·광고 나. 제품중에 함유된 성분과 다른 내용의 표시·광고 다. 제조연월일 또는 유통기한을 표시함에 있어서 사실과 다른 내용의 표시·광고 라. "최고"·"특수"·" <u>신비</u> "등의 표현이나 "특수제법"등의 모호한 표현으로 소비자를 현혹시킬 우려가 있는 표시·광고 마. 의약품으로 혼동할 우려가 있는 내용의 표시·광고 2. 정수기의 경우
------	--	---

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

	<p>가. 법 제18조제4항의 규정에 의하여 신고한 사항과 다른 내용의 표시·광고</p> <p>나. "최고"·"특수"등의 표현이나 "특수 제법"등의 모호한 표현으로 소비자를 현혹시킬 우려가 있는 표시·광고</p> <p>다. 유효정수량을 표시함에 있어서 실제정수량과 다른 내용의 표시·광고</p> <p>라. 실제 정수기능과 다른 기능의 표시·광고</p> <p>마. 다른 회사제품과 비교하거나 다른 회사제품을 비방하는 표시·광고</p>	<p>가. 법 제18조제4항의 규정에 의하여 신고한 사항과 다른 내용의 표시·광고</p> <p>나. "최고"·"특수"등의 표현이나 "특수 제법"등의 모호한 표현으로 소비자를 현혹시킬 우려가 있는 표시·광고</p> <p>다. 유효정수량을 표시함에 있어서 실제정수량과 다른 내용의 표시·광고</p> <p>라. 실제 정수기능과 다른 기능의 표시·광고</p> <p>마. 다른 회사제품과 비교하거나 다른 회사제품을 비방하는 표시·광고</p>
--	---	---

- 광고의 내용 제한과 함께 상표표시 규정도 강화할 필요가 있다.

제29조	<p>제29조 (자가품질검사) 법 제33조제1항의 규정에 의한 자가품질 검사는 다음 각호의 구분에 의한다. <개정 1998.1.26, 2001.7.23></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물제조업자의 경우 : 별표 6의2의 검사기준 2. 수처리제제조업자의 경우 : 생산품목 별 월 1회이상(검사항목은 법 제29조의 규정에 의한 수처리제의 기준과 규격에 관한 고시에서 정한 항목에 의한다) 3. 정수기제조업자의 경우 : 별표 6의3의 검사기준 	<p>제29조 (자가품질검사) 법 제33조제1항의 규정에 의한 자가품질 검사는 다음 각호의 구분에 의한다. <개정 1998.1.26, 2001.7.23></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 먹는샘물제조업자·<u>음용해양심층수</u>의 경우 : 별표 6의2의 검사기준 2. 수처리제제조업자의 경우 : 생산품목 별 월 1회이상(검사항목은 법 제29조의 규정에 의한 수처리제의 기준과 규격에 관한 고시에서 정한 항목에 의한다) 3. 정수기제조업자의 경우 : 별표 6의3의 검사기준
------	---	--

- [별표 6의2]의 서식에 음용해양심층수의 내용을 포함하거나 [별표 6의3]에 음용해양심층수를 추가하고, [별표 6의4]와 [별표 6의5]를 하나씩 이동시켜야 한다.

- 이 경우 해양심층수는 지표수나 지하수와 다른 성분을 가지고 있으므로 그 검사항목과 검사주기를 새로 만들어 주어야 한다.

- 병원성 미생물의 존재 가능성을 검토하여야 한다.

제30조	<p>제30조 (수거등)</p> <p>①법 제34조 및 제39조의 규정에 의하여 관계공무원이 먹는샘물·수처리제등을 수거 또는 압류한 때에는 별지 제21호서식에 의한 수거·압류증을 교부하여야 한다.</p> <p>②법 제34조·제38조 및 제39조의 규정에 의한 수거·폐쇄·압류 또는 폐기를 하는 공무원의 권한을 표시하는 증표는 별지 제22호서식에 의한다.</p>	<p>제30조 (수거등)</p> <p>①법 제34조 및 제39조의 규정에 의하여 관계공무원이 먹는샘물·음용해양심층수·수처리제등을 수거 또는 압류한 때에는 별지 제21호서식에 의한 수거·압류증을 교부하여야 한다.</p> <p>②법 제34조·제38조 및 제39조의 규정에 의한 수거·폐쇄·압류 또는 폐기를 하는 공무원의 권한을 표시하는 증표는 별지 제22호서식에 의한다.</p>
------	---	---

- 별지 제21호 서식과 별지 제22호 서식은 그대로 사용이 가능하다,

제33조	<p>제33조 (행정처분기준) ①법 제14조·법 제35조제3항 및 법 제40조제4항의 규정에 의한 조사대행자·검사기관 및 먹는물관련 영업자에 대한 행정처분기준은 별표 6의4와 같다. <개정 2001.7.23></p> <p>②환경부장관, 국립환경연구원장, 지방환경관서의 장 또는 시·도지사는 위반정도가 경미하거나 기타 특별한 사유가 있다고 인정되는 경우에는 위반행위의 동기·내용등을 고려하여 별표 6의4에서 정한 영업정지기간 또는 업무정지기간의 2분의 1의 범위 안에서 감경할 수 있다. <개정 2001.7.23></p> <p>[전문개정 1998.1.26]</p>	<p>※[별표 6의4]에 음용해양심층수의 내용을 추가하여야 함</p>
------	--	--

-[별표 6의4]에 음용해양심층수의 내용을 추가하여야 한다.

<p>1. 일반기준</p> <p> 나. 먹는샘물 기준 적용일에 추가</p> <p>2. 개별기준</p> <p> (8),(9), (10), (14), (22)</p> <p> ‘음용해양심층수 등’ 추가</p>
--

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

제35조의2	<p>제35조의2 (과징금 부과 제외) 영 별표 제1호가목에서 "환경부령이 정하는 수질기준"이라 함은 먹는물수질기준및 검사등에관한규칙 별표 1 제1호 다목 내지 라목, 제2호(나목을 제외한다) 및 제3호의 규정에 의한 수질기준을 말한다. <개정 2001.7.23> [본조신설 2000.7.18]</p>	<p>※ 음용해양심층수의 수질검사항목 및 수질 기준을 정하고, 또한 제외 규정의 필요성 여부를 마련하여야 한다.</p>
--------	--	--

※‘먹는물수질기준및검사등에관한규칙’(환경부령 제00147호, 2003.11.29)은 별도로 논의한다.

- 음용해양심층수의 경우, 보론과 정도에 대한 완화 규정을 두어, 과징금부과로 같음하는 방안도 있다.

제37조	<p>제37조 (수수료) ①법 제46조의 규정에 의한 수수료는 별표 7과 같다. ②제1항의 규정에 의한 수수료는 그 허가·등록·신고 또는 지정기관이 지방환경관서의 장인 경우에는 수입인지로 납부하고, 시·도지사인 경우에는 그 지방자치단체의 수입증지로 납부하여야 한다. <개정 1998.1.26></p>	<p>※ [별표 7]의 서식에 음용해양심층수 내용을 추가</p>
------	---	-------------------------------------

- [별표 7]의 서식에 음용해양심층수 내용을 추가하여야 한다.

부칙	경과조치 등 필요한 사항 개정
----	------------------

먹는물 다원화에 대한 정책방안 수립

- 발행기관 : 환경부·한국환경정책·평가연구원
- 발 행 일 : 2005년 2월
- 발 행 처 : 환경부 토양수질관리과
경기도 과천시 중앙동 1번지
우편번호 : 427-760
TEL: (02) 2110-6768 ~ 9
FAX: (02) 507-6282

한국환경정책·평가연구원
서울특별시 은평구 불광동 613-2
우편번호 122-706
TEL: (02) 380-7777, 7779
FAX: (02) 380-7744
