



## 제3부 화학 및 생물무기

- 제1장 / 화학무기
- 제2장 / 생물무기

## ● 제1장 ● 화학무기



### 화학무기의 정의 및 특징

1969년 발간된 UN보고서는 화학작용제(Chemical Warfare Agents)를 ‘사람·동물·식물에 직접적인 독성효과를 주기 위해 사용하는 기체·액체·고체 상태의 화학물질’이라고 정의하고 있다.

화학무기금지협약(CWC)에서는 화학무기(Chemical Weapons)를 ‘독성 화학물질(화학작용제)과 그 원료물질뿐 아니라 탄약 및 살포장비, 그리고 이와 직접적으로 관련된 모든 장비까지 포함’한 개념으로 보고 있다. 여기서 독성 화학물질은 사람이나 동물의 생체작용에 화학적인 영향을 미침으로써 사망, 일시적 마비, 영구적 상해를 일으키는 화합물을 말한다. 대식물작용제에 대해서는 직접적으로 언급하지 않았으나, ‘전쟁에서 비전투용 목적 외에는 살초제를 사용할 수 없다’는 의무 규정을 두고 있다.

오늘날 수천 종의 독성 물질이 알려져 있으나, 실제 화학작용제로 적합한 물질은 70여종이며, 이들 중 일부가 20세기에 들어와서 화학작용제로 사용되거나 비축되었다. 현재는 화학작용제로 사용하기에 유리한 조건을 갖춘 몇 가지 종류만이 관심 대상이 되고 있다.

#### 화학작용제 선택 시 고려 사항

- 매우 유독하면서도 취급이 용이해야 한다.
- 용기 속에서 분해가 되지 않고, 장기간 저장이 가능해야 하고, 용기를 부식시키지 않아야 한다.
- 대기 중의 수분이나 산소와 결합해서도 안정적이어야 한다.
- 살포 시 발생하는 열에 견딜 수 있어야 한다.

CWC는 이러한 화학물질을 독성 및 사용 용도에 따라 다음과 같이 분류하였다.

구 분	목록 1 물질	목록 2 물질	목록 3 물질
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학작용제</li> <li>• 최종 원료물질</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용 잠재 물질</li> <li>• 핵심 원료물질</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재래 화학작용제</li> <li>• 핵심 기초원료물질</li> </ul>
상업적 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 거의 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소량 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대량생산 · 사용</li> </ul>
대표적 물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GB/HD 등 신경 · 수포작용제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PFIB, DC 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과거 사용되었던 CK, CG 등</li> <li>• <math>PCl_3</math> 등 원료물질</li> </ul>

제1차 세계대전 때 대부분 개발되어 국지전에서 간헐적으로 사용되던 화학무기는 제2차 세계대전 중에는 유럽지역에서 사용되지 않았다. 이는 연합군과 독일군이 서로 보복을 두려워했기 때문이다. 그러나 현재에도 여전히 상대방에 대한 심리적 · 전술적 효과가 매우 커서 사용 및 보유의 유혹이 잠재하고 있다.

미국 화학민간방위위원회는 화생방 무기의 강력한 효과를 다음과 같이 비교하였다.

구 분	생물무기	화학무기	핵무기
효과범위 <sup>1)</sup>	88,000km <sup>2</sup>	260km <sup>2</sup>	190~260km <sup>2</sup>
인원피해	25~75% 발병	30% 사상	98% 사상
구조물 파괴	없음	없음	대규모
사용 비밀성	큼	약간	없음
검출확인	복잡 지연	복잡	간단
생산비 <sup>2)</sup>	1US달러	600US달러	800US달러

1) B-52 폭격기 1대 적재량(5톤) 기준(탄저, 사린, 원자20kt)

2) 도시지역 1km<sup>2</sup> 인원살상 비용(1999년 유엔 전문가 보고서)

또한 화학작용제는 은밀한 연구개발이 가능하며, 그 목적이 산업용인지 군사용인지 구분이 어려워 개발 의도를 은폐하기 쉽다. 그리고, 산업용 시설의 일부만 변경하여도 대량생산이 가능하기 때문에 불량국가나 테러단체들이 보유나 획득을 시도할 가능성이 높다. 1995년 일본 도쿄 사린 독가스 테러 사건에서 보았듯이 '테러단체의 악의적인 살인행위'에 실제 이용되었다.



수포작용제에 오염된 모습



## 화학작용제의 분류

화학작용제는 물리적 상태, 사용 목적, 생리적 작용에 따라 분류한다.

### ● 물리적 상태에 따른 분류

작용제의 끓는점, 녹는점, 증기압, 휘발도 등 물리적 성질에 따라 고체·액체·기체 작용제로 분류한다.

※ 일반적으로 화학전에 사용하는 유독물질을 독가스라고 부르지만, 꼭 가스만 사용하는 것은 아니다. 대부분 독성 화학작용제의 초기 상태는 액체이며(BZ와 같은 물질은 고체, 살포 시 물질에 따라 가스 혹은 액체 형태로 운용된다. 이때 액체의 입자 크기가 매우 작아서 육안으로는 기체 처럼 보인다. 따라서 화학전에 사용되는 모든 물질을 가스라고는 할 수 없지만, 관습상 독가스라고 부른다.

### ● 사용 목적에 따른 분류

#### (1) 독성작용제

사람을 살상하기 위해 사용하는 작용제다. 인체에 반응하여 나타나는 증상에 따라 신경, 질식, 혈액, 수포, 최루 및 구토 작용제로 분류한다.



독성작용제

#### (2) 무능화작용제 (Incapacitating Agent)

중추신경 계통의 조절 기능을 혼란시키거나 방해하고, 신경·눈·귀 등의 일시적인 마비를 일으키는 작용제를 말한다. 다량으로 노출되지 않을 경우 생명에 위협을 주거나 영구적인 상해를 일으키지는 않는다. 종류로는 BZ, 칸나비놀(Cannabinols), 페노티아진(Phenothiazines) 등이 있다. 방독면 착용으로 방호가 되며, 별도의 치료 없이 몇 시간 안에 증상이 저절로 호전된다.

#### (3) 대식물작용제 (Herbicide : 제초제)

식물을 죽이거나 피해를 주는 작용제로 식물의 생리적 과정을 변형시켜 잎을 말리거나 성장을 자극 또는 억제하는 데 사용한다. 종류로는 2·4-D, 2·4·5-T, 오렌지(Orange), 블루(Blue), 화이

트(White) 등이 있다. 작용제가 살포될 경우 방독면과 보호의를 착용해야 보호되며, 작용제에 오염될 경우 잔류성이 강하기 때문에 의사의 전문적인 치료가 필요하다.

#### (4) 연막제

차장연막제는 화학작용제나 화학화합물이 연소, 가수분해, 기타 반응 시 연막을 형성하는 화합물이다. 적의 관측을 방해하고 직접조준 사격 효과 등을 감소시키기 위해 사용된다. 신호연막제는 차장연막제와 비슷하나 연소시간이 짧고 색상이 있어 신호 또는 통신용으로 사용한다.

#### (5) 폭동진압작용제

폭동·시위 등을 진압하거나 대침투작전 시 사용하는 작용제로, 무능화작용제와 마찬가지로 일정 시간이 경과하면 그 효과가 사라지는 특성이 있다. 종류에는 최루작용제와 구토작용제가 있다.

##### (가) 최루작용제(Tearing Agent)

눈물을 흘리게 하거나 호흡장애를 일으키는 작용제를 말한다. 고농도로 사용 시 피부에 침투하여 수포와 가려움증을 유발한다. 많이 흡입할 경우 화상, 멀미, 구토를 일으킨다. 종류로는 CA, CN, CNC, CNB, CNS, CS, CR 등이 있다. 보호방법은 방독면 착용으로 충분하며, 오염되더라도 맑은 공기를 쏘이는 방법으로 자연적인 치유가 가능하다.

##### (나) 구토작용제(Vomiting Agent)

구토와 멀미를 일으키는 작용제다. 오염 시 코와 목에 고통을 주고, 기침·재채기·콧물·눈물 등을 동반하며, 두통을 일으킬 수도 있다. 종류로는 DA, DC, DM 등이 있다. 방독면 착용으로 보호되며, 비오염지역으로 이동하면 저절로 회복된다.

### ● 생리적 작용에 따른 분류

인체에 미치는 독성작용제의 생리적 작용에 따라 다음과 같이 분류한다.

#### (1) 신경작용제(Nerve Agent)

호흡기·소화기·피부를 통하여 체내에 흡수되면 체내 콜린에스테라제 효소의 작용을 억제시켜 아세틸콜린을 축적시킴으로써 동공축소, 호흡곤란, 근육경련 등의 증상을 가져온다. 작용제 종류로는 GA(tabun), GB(sarin), GD(soman), VX 등이 있다. 보호를 위해서는 방독면과 보호의를 착용하여야 한다. 오염되었을 때는 신경작용제 해독제를 주사하여 치료할 수 있다.





### (2) 질식작용제(Choking Agent)

호흡기를 통하여 인체에 흡수되며, 주로 폐 조직을 공격해 폐수종(육지익사)을 일으킨다. 이 작용제는 코에서부터 폐에 이르는 호흡 경로의 조직을 자극함으로써 염증을 유발하여 사망에 이르게 한다. 종류로는 CG(phosgene), DP(diphosgene), PS(chloropicrin) 등이 있다. 보호방법은 방독면 착용이 최선이며, 오염되었다면 맑은 공기를 흡입하는 것이 중요하다.

### (3) 혈액작용제(Blood Agent)

호흡기를 통해 체내에 흡수되면 시토크롬 옥시다아제(cytochrome oxidase)라는 효소를 무력화해 혈액의 산소 운반을 불가능하게 한다. 신체조직, 특히 중추신경계통의 산소부족을 유발해 인체 기능을 급격하게 저하시킴으로써 사망에 이르게 하는 작용제다. 종류로는 AC(Hydrogen Cyanide), CK(Cyanogen Chloride), SA(Arsenic Trihydride) 등이 있다. 보호를 위해서는 방독면을 착용하여야 하며, 오염되었을 경우 맑은 공기를 쏘이는 것 외에 특별한 치료방법은 없다. 특히 혈액작용제는 방독면의 정화통 기능을 빠르게 파괴하는 특성이 있다.

### (4) 수포작용제(Blister Agent)

호흡기·소화기·피부를 통하여 흡수되는 작용제로 염증과 수포를 유발하여 신체조직을 파괴한다. 특히 수포작용제의 증기는 물기 있는 조직에 민감하게 반응하여 점막이나 호흡기관, 특히 눈에 강하게 반응한다. 종류로는 H, HD, HN-1, HN-2, HN-3, HT, L(lewisite) 등이 있다. 방독면과 보호의 착용이 필수이며, 치료방법은 화상 치료 절차와 동일하다.



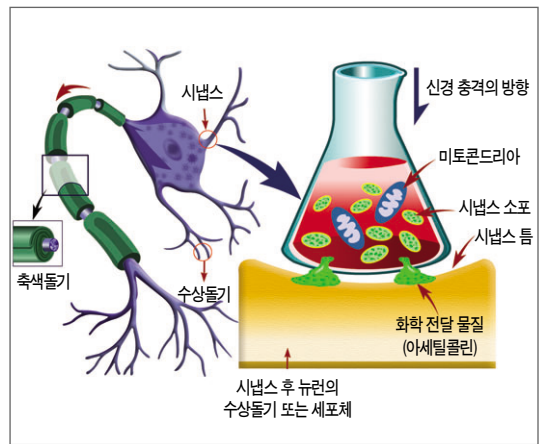
## 화학작용제의 인체반응

### ● 신경작용제

- 종류 : GA, GB, GD, VX
- 증상 : 동공축소, 콧물 · 침 흘림, 호흡곤란, 심장박동수 감소, 방분, 방뇨

인체의 신경계는 뇌와 척수로 구성된 중추신경계와 감각신경(체성신경계) 및 운동신경(자율신경계)으로 구성된 말초신경계로 이루어져 있다.

생체 내부의 환경을 일정하게 유지하는 자율신경계는 교감신경계와 부교감신경계로 구성되어 있다. 신경작용제는 이러한 자율신경계에 영향을 줌으로써 사람을 살상한다. 특히 척추의 자율신경계에서 자극을 전달하는 물질인 아세틸콜린의 축적현상을 유발하여 부교감신경의 기능을 증대시키고, 이로써 신경계의 균형을 파괴하는 작용을 한다.



인체 내 신경전달체계

교감신경과 부교감신경이 인체 내에서 작용하는 기능은 다음 표와 같다.

구 분	부교감신경	교감신경	신경작용제 오염 시 증상
동 공	축소	확대	동공축소, 시야 흐림
기관지 분비물	증가	감소	콧물 · 침 흘림, 기관지액 증가
폐 기 능	위축	활성화	호흡곤란
심 장 박 동	감소	증가	박동수 감소
장	수축	이완	방분, 방뇨
방 광	수축	이완	방뇨

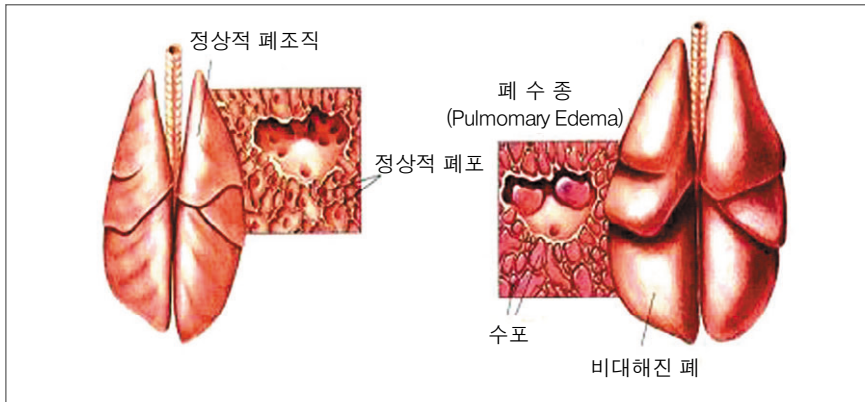


## ● 질식작용제

- 종류 : CG, DP, PS
- 증상 : 폐수종(육지역사), 저산소증, 쇼크 · 질식사

탄소와 염소이온 위주의 단순한 구조로 이루어져 있는 질식작용제는 호흡기를 통해 흡입하였을 때 기관지 상피의 수분과 반응하여  $\text{CO}_2$ 와  $\text{HCl}$ 로 분해된다.

이때  $\text{CO}_2$ 는 반사성 호흡 중추를 억제하고 저산소증을 일으켜 심장부전으로 쇼크 · 질식사를 유발한다.  $\text{HCl}$ 은 국소 자극, 폐세포 파괴 및 폐세포 내 혈장을 누출시켜 폐수종을 일으키고 산소부족을 유발하여 사망에까지 이르게 한다.



질식작용제 오염증상

## ● 혈액작용제

- 종류 : AC, CK, SA
- 증상
  - 급성 : 의식불명, 경련, 거친 호흡, 심장장애, 중추신경 마비
  - 지연 : 호흡곤란, 경련 · 마비, 타액 분비, 현기증, 무기력 · 불안

혈액작용제는 중독 시 생물학적 산화 과정을 담당하는 ‘시토크롬 옥시다아제’ 효소의 활동을 억제한다. 이에 따라 세포의 호흡을 담당하는 미토콘드리아의 생물학적 산화 호흡 과정을 마비시켜 세포 내의 산소 공급을 차단하고 세포질식 · 무산소대사로 인해 젖산을 축적시킨다. 그 결과로 세포 기능이 정지하고 사망에 이른다.

혈액작용제에 의한 증상 대부분은 뇌의 산소부족으로 발생한다.



## ● 수포작용제

- 종류 : 겨자계(HD, HN-3), 비소계(L, PD), 발진성(CX)
- 증상 : 피부에 수포 발생, 흡입 시 호흡기관 상해, 흡수 시 구토 및 설사

수포작용제에 중독되면 작용제의 에틸기에서 염소(Cl) 원자가 이탈하여 활성 술포늄(sulfonium) 이온으로 전환된다. 이 활성 술포늄이 생체 분자들과 결합하여 작용제의 독성 효과가 발현된다.

활성 술포늄 이온이 생체 분자들과 결합하는 유형은 다음과 같다.

첫째, 활성 술포늄 이온은 DNA · RNA의 염기와 알킬화 반응으로 결합하게 되는데, 이는 DNA · RNA의 염기사슬을 파괴하여 돌연변이를 발생시키고 암 등을 유발한다.

둘째, 자유라디칼을 통제하는 기능인 글루타티온과 결합하여 자유라디칼 조절기능을 상실시킨다. 이에 따라 유독한 자유라디칼 수가 증가하면서 세포를 괴사시킨다.



수포작용제에 오염된 손

셋째, 세포 내의 여러 단백질과 결합하여 효소작용을 억제하고 대사작용을 저해하여 세포막 단백질을 파괴하고 세포를 괴사시킨다.



## 화학무기의 종류

화학무기는 화학작용제를 재래식 탄의 내부에 충전하여 투발 후 폭발력에 의한 파편효과 대신 작용제 분산에 의한 오염효과를 달성하기 위하여 고안되었다. 그러나 독성물질을 탄체에 충전한 상태에서 장기간 보관하면 탄체 부식 등으로 작용제가 누출될 우려가 있다. 이에 따라 미국은 생산, 저장, 향후 폐기 시까지의 안전을 고려한 새로운 개념의 화학무기를 1980년대에 개발하기 시작하였다.

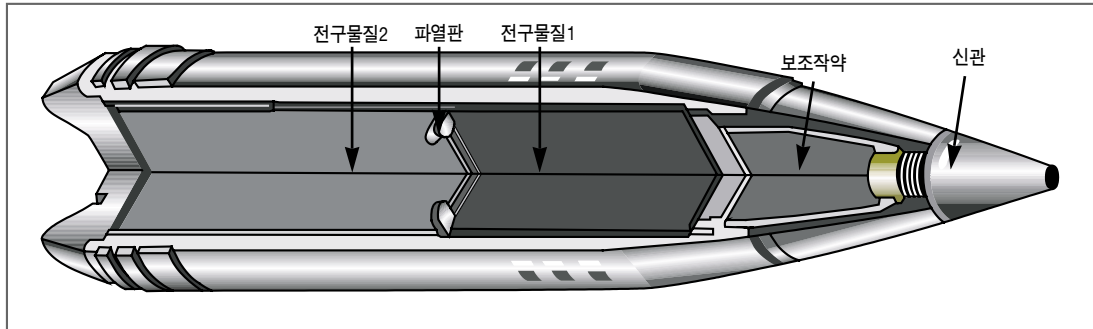
평소에는 화학작용제 원료인 두 물질(precursor: 전구물질)을 분리 제조·보관하다가 투발 전에 두 물질을 탄체에 장전·발사하도록 한 것으로, 비행 중에 관성에너지와 열로 인하여 탄체 내부에서 전구물질이 혼합되면서 화학반응으로 작용제가 된다.

평상 시 두 전구물질을 분리 보관하기 때문에 이를 이원화탄(Binary)이라 하고, 순수 화학작용제만으로 운용하는 탄종은 일원화탄으로 구분한다.

이원화탄으로 화학무기를 제작할 경우 안전성은 크게 증가된다. 그러나 발사 후 발생하는 탄체 내부 온도와 압력, 탄체 회전의 운동에너지로만 독성 화학물질을 만들어야 하므로 개발하는 데 기술

화학무기 발달 과정

구분	연도	연 도 별												
		1915	1916	1917	1918	1925	1933	1935	1939	1943	1944	1955	1980	1990
작용제 종류	질 식	C1 <sub>2</sub>	DP		DM									
		CG	PS											
	혈 액	AC, CK												
	수 포		H	HD	ED, MD					L, HN				
	신 경							GA	GB		GD		GB, VX	
	독 소											Toxin		
탄 종	일원화탄												이원화탄	



이원화탄의 구조

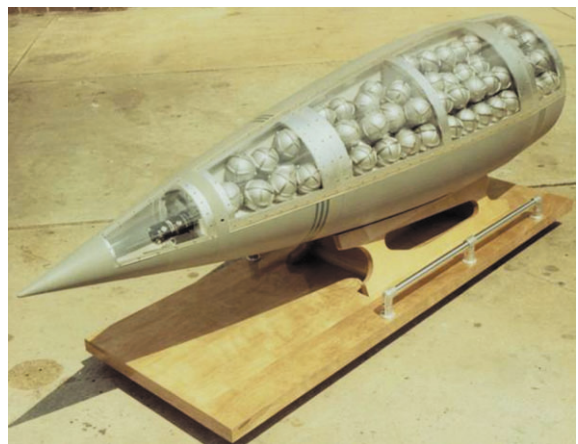
적 어려움이 있다. 그 때문에 현재까지 만들어진 이원화탄은 아래의 신경작용제 3가지뿐이다.

Sarin(GB-2) : methylphosphonyldifluoride(DF) + mixture of isopropanol and isopropylamine(OPA)

Soman(GD-2) : methylphosphonyldifluoride(DF) + pinacolylalcohol

VX-2 : O-ethyl-O-2-diisopropylaminoethyl methylphosphonite(QL) + sulphur

이원화탄은 휴대와 운반이 용이하므로 테러단체들도 많은 관심을 가지고 있다. 다만 일본 도쿄 사린 독가스 테러(1995년)에서 나타났듯이 휴대하여 살포할 때는 운동에너지와 열에너지를 충분히 얻지 못하여 독성효과가 기존 작용제보다 상당히 낮을 수밖에 없다.





## 화학작용제 탐지장비의 종류 및 기능

화학작용제 탐지 기술은 크게 접촉 탐지(Point detection), 정찰(Reconnaissance), 원거리 탐지(Remote sensing, Stand-off detection) 3가지로 분류된다. 이들 기술을 화학작용제의 종류와 목적에 따라 선택한다.

화학작용제 탐지 장비 · 물자의 종류

구 분	기술의 원리		장비 및 물자
접촉식	발색탐지법	탐지기	· KM8 · KM9
		탐지키트	· KM18A2 · KM256
		가스탐지기	· 가스탐지기(GASTEC)
	이온이동도법	이온탐지법	· 화학자동경보기(km8K2)
		이온이동도법	· K-CAM2 · APD-2000
	질량분석법		· HAPSITE(GC/MS) · MS200
	표면음향과장		· SAW(Surface Acoustic Wave)
센서배열기술		· SAT(Sensor Array Technology)	
정찰	이온이동도법	이온탐지법	· 화학자동경보기(KM8K2/KM8K1)
		이온이동도법	· 화학작용제 탐지장비(K-CAM2)
	질량분석법		· 화학작용제 자동분석기(MM1)
원거리	원거리탐지법	수동형	· 분광법 응용기술
		능동형	· 라이다(LIDAR)

### ● 접촉 탐지(Point Detection)

이는 특정 지점에서 사용된 화학작용제의 종류를 식별하는 데 운용하는 것이 주목적이나, 독성 화학작용제의 존재에 대해 알려주는 경보기 역할을 제한적으로 할 수도 있다. 또한 시간이 충분하여 여러 지점을 탐지할 수 있다면 정찰장비처럼 사용할 수도 있다.

### ● 정찰(Reconnaissance)

전장관리의 한 부분인 정찰은 작전지역의 화학 위험에 대한 정보를 제공하는 능동적인 오염측정 활동이다. 즉 화학 오염이 어디에 있고 없는지에 관한 정확한 결정을 할 수 있도록 한다. 야전에서 정찰은 탐지, 식별, 표시, 보고, 시료수집 활동 등 5가지 중요 임무를 수행한다. 이같은 정찰은 MOPP4(임무형 보호태세 4단계)에서 도보로 실시할 수도 있다. 하지만 신속한 기동과 이동을 수반하는 현대전에서는 5가지 임무를 수행할 수 있는 장비를 기동차량(화생방 정찰차, NBC Recon Vehicle)에 탑재하여 화학정찰 임무를 완수할 수 있는 무기체계를 갖추고 있다.

### ● 원거리 탐지(Remote Detection)

원거리 탐지 기술은 화학작용제 운(雲)을 레이더 기술로 확인하는 것이다. 화학작용제에 대한 조기 경보를 위하여 사용하는 원거리 탐지장비는 일반적으로 최대 5km 거리의 화학작용제를 탐지할 수 있는데, 화학작용제를 흡수한 스펙트럼과 비교하기 위하여 작용제의 오염이 전혀 없는 청결한 스펙트럼을 사용한다. 일반적으로 운용이 매우 까다로워 사용자가 이 장비의 원리에 대한 지식을 지니고 있어야 탐지 결과를 올바르게 해석할 수 있다. 이 기술을 이용한 탐지기에는 수동형 또는 능동형 센서를 이용한 적외선 분광기가 사용된다.



화생방 정찰차(NBC)





## 임무형 보호태세(MOPP : Mission Oriented Protective Posture)

임무형 보호태세(MOPP)는 화생방전 상황에서 전투원의 생존성 보장을 위해 적절한 보호 수준을 결정하는 융통성 있는 보호 방법을 말한다. 전술 상황에 따라 부대인원의 생존성 증대, 효과적인 임무수행 등을 고려하여 총 7단계를 적용하고 있다. MOPP 단계는 전술상황이 변하거나 새로운 정보를 획득하였을 때 해당 부대가 임무를 수행할 수 있도록 마련한 지침이다. 단계별 보호장비 활용방법은 아래 표와 같다.

MOPP 단계별 착용 보호장비

단계	상 황	보호의	전투화 덮개	방독면/ 보호두건	보호장갑
준비	적의 화생방 공격 가능성이 희박할 때	준비	준비	휴대	준비
0	적의 화생공격 전 부대가 작전지역으로 최초 이동할 때	휴대	휴대	휴대	휴대
1	화생방 경계경보가 발령된 때	착용	휴대	휴대	휴대
2	화생작용체에 오염된 듯한 지역을 통과할 때	착용	착용	휴대	휴대
3	화생방 경보가 발령된 때	착용	착용	착용	휴대
4	화학공격 또는 오염지역에서 작전을 벌일 때	착용	착용	착용	착용
"A"	· 화생전 위협이 급박하게 증가할 때 (신속한 출동 요구) · 화학공격 후 전차·건물·시설 등에서 근무할 때 (직접 노출 없을 시)	휴대	휴대	착용	휴대 (착용)

MOPP는 단계가 높아질수록 보호 정도가 증가하여 생존성은 높아지지만, 상대적으로 전투력은 감소한다. 이러한 현상은 추가적인 복장 착용에 의한 열피로 증가, 감각과 움직임 둔화 등이 원인이다. 따라서 현장 지휘관은 적의 위협, 온도, 작업률, 부대임무 등을 고려하여 화학사상자와 열사상자 발생을 최소화할 수 있는 적절한 보호 수준을 결정하여야 한다.

MOPP 단계별 보호장비 착용



## 화학작용제 탐지장비의 발전 방향

세계적으로 화학작용제 탐지장비는 광범위한 지역에 대해서는 원거리 탐지 및 경보기를 이용한 조기경보체제를 갖추고, 화학작용제에 의해 오염되었거나 오염이 예상되는 국부적인 지역에는 접촉식 탐지장비를 운용하는 두 가지 방향이 병행 발전하고 있다.

미국은 헬기와 무인항공기에 화학작용제를 탐지할 수 있는 시스템을 탑재한 완벽한 화학전 전장 감시체계 구축을 계획하고 있다. 탐지 범위를 원격·광역화한 수동형 원거리 탐지기에는 적외선 분광법을 적용하여 반경 5km 이내의 신경·수포작용제 운(雲)을 탐지할 수 있는 M21 원격 감응 화학작용제 경보기와 신경작용제의 분포를 탐지하는 AN/KAS-1이 있다. 또 LIDAR(Light Detection and Ranging, 광파탐지 및 거리측정기) 기술도 많이 응용하고 있다.

오늘날 탐지장비는 탐지 정보를 빠르게 상급 부대 지휘소로 전송하여 지휘관의 작전통제를 지원할 수 있는 부가 기능을 중요시하고 있다. 따라서 장비에 디지털 및 통신기반을 부가하여 자동보고 능력을 추가하는 추세이며, 전술통신망과의 연계를 추진하고 있다. 통합감시체계의 구현을 위하여서는 화생방 분야의 통합시스템을 개발하는 추세다. 앞으로도 화학 탐지·경보 장비는 이러한 개념하에서 군의 통합시스템이 설정되었을 때 즉시 적용될 수 있도록 접속 기능을 지속적으로 갖추어 나아갈 것으로 예상된다.



미래 전장 화생방정찰체계

## 제1장 화학무기



이와 함께 운용개념상 화학작용제와 생물학작용제를 하나의 장비로 모두 탐지하는 기능을 갖출 계획이다. 예를 들어 미국은 화·생 검출 식수원 모니터 장비인 JCBAWN에 다양한 기술과 검증 단계를 부가하는 장기 계획을 갖고 있다. 우리나라도 모듈 형식의 화·생 검출 장비 개발을 추진 중이다.

특히 2020년 이후의 차세대 화생방 정찰차는 무인 정찰기 또는 무인 정찰로봇 체계와 통합하는 화생방 정찰 체계로 발전할 것으로 기대된다.

영국은 현재 효소억제반응을 이용하는 작용제 경보 및 탐지기 NAIAD(Nerve agent Immobilized Enzyme Alarm and Detector)를 운용 중이지만 탐지 작용제 확장, 군수부담과 재원 감소, 전력소모 개선 등의 사유로 차세대 장비를 배치하여 운용할 계획이다. 이온이동도 분석법을 적용하여 두 가지 형태의 장비 개발도 고려하고 있다. 첫째는 LCAD(Lightweight Chemical Agent Detector) 개념으로, 소형·경량·저가·신속응답·위험여부만 탐지하는 특성을 보유하여 즉시 필요한 행동을 취할 수 있게 해주는 장비다. 둘째는 저농도에서 충분한 시간을 갖고 유독 여부를 판단해 주는 MCAD(Man-portable Chemical Agent Detector) 개념으로, LCAD보다 상대적으로 크기는 증가하지만 감도가 우수하다는 장점이 있다.

그리고 신경·수포작용제를 동시에 탐지할 수 있는 GID-2를 함정용으로 개발한 데 이어 집단 보호시설 및 차량용으로 GID-3를 개발, 시험평가 단계에 이르고 있다. 이온이동도 기술은 영국이 주도하고 있으며, 미국을 비롯한 여러 국가에 자체 개발한 장비를 공급하고 있다.



영국 화학작용제 탐지기 GID



휴대용 화학작용제 탐지기 CAM

## 화학무기금지 관련 협약 발전

최초의 화학무기 사용은 기원전 5세기 무렵 스파르타군이 아테네를 공격할 때 유황을 이용하여 유독가스를 일으킨 것으로 보고 있다. 그러나 현대적 의미에서의 화학전은 제1차 세계대전 중인 1915년 4월 21일 독일군이 영·프랑스 연합군의 방어진지를 돌파하기 위해 염소가스를 사용한 것을 효시로 보고 있다. 이후 연합군 측의 화학무기 개발과 보복공격으로 본격화되어 제1차 세계대전 중 200여회의 화학전이 발생하였다. 하지만 2차 대전 당시에는 상호 보복공격의 두려움과 1차 대전 후 체결된 제네바의정서(1925년)의 영향을 받아 사용되지 않았다.

그러나 많은 식민지 국가들의 독립 과정에서 인접 국가와의 분쟁이나 내란·폭동 등에 은밀히 사용되고, 특히 제3세계 국가들이 경쟁적으로 화학무기를 보유하려는 경향이 대두되면서 이를 완전히 금지해야 한다는 국제적 공감대가 형성되었다.

이처럼 비인도적 전쟁수단으로 간주되어 온 세균, 독소 및 화학작용제 등을 금지하고자 하는 국제적 노력의 결과로는 1899년에 체결된 헤이그조약을 사실상 효시로 볼 수 있다. 그러나 이 조약은

화학무기 사용 사례

구 분	사용국	피해국	작용제	피 해(명)	비 고	
제1차 세계대전 (1914~1918년)	독일 연합군	연합군 독일	염소 수포	1,300,000	방호 상태 미흡으로 치명적 피해 요새화 진지 돌파	
제2차 세계대전 (1939~1945년)	-	-	-	-	화학무기 및 방호능력 보유 (325,000톤)	
국 지 분 쟁	1963~1967년	소 련	예멘	신경 수포	1,500	전투원/민간인(8만여명 사망) 사용 후 증거인멸 이란-이라크 상호 사용 이라크 투르드족에 사용
	1975~1981년		라오스	황우	50,000	
	1978~1981년		캄보디아	신경	10,000	
	1979~1981년		아프간	황우	3,000	
	1980~1988년	이란 이라크	이란 이라크	신경 수포	15,000	
걸프전 (1990~1991년)	-	-	-	-	이라크의 위협 미실현	

## 제1장 화학무기



전시 질식가스 발사체의 사용을 불법화하는 데에만 목적을 두고 있어 제1차 세계대전 당시 독일에 의한 염소가스 사용을 규제하지 못하는 한계를 드러냈다. 이후 1925년 질식성, 독성 또는 기타 가스 및 세균무기의 전시 사용을 금지하는 제네바의정서가 체결되었다. 하지만 이 의정서 또한 화학무기의 개발·생산·비축을 금지하는 합의점을 찾지 못하여 화학무기를 전면적이고 근본적으로 금지하지 못한다는 문제를 안고 있었다.

이후 월남전에서 대량의 자극제 및 고엽제를 사용한 미국을 여러 나라가 거세게 비난하자 1968년 UN 총회는 화학무기 사용 금지에 관한 연구보고서 작성을 요청하였고, 이듬해 UN 사무총장은 ‘화학·생물무기와 이들의 사용 효과’라는 보고서를 제출하였다. 이를 토대로 UN 제네바 군축회의에서 화학 및 생물무기 금지에 관한 새로운 협약안의 토의를 시작하였다.

1970년대에 접어들면서 활발해진 논의는 화학 및 생물무기를 포괄적으로 금지하는 협약 체결을 주장한 소련 및 동구권 국가들과 생물·화학무기의 분리를 주장하는 미국 등 다수 국가 사이의 첨예한 대립으로 난항을 겪기도 하였지만 결국 비교적 타결이 쉬웠던 생물무기금지협약을 1972년에 체결하고 1993년에는 화학무기금지협약을 체결하였다.

화학무기 관련 국제조약

연 도	조 약 명	내 용	비 고
1874년	브뤼셀 선언	독성무기의 사용 금지	
1899년	제1차 헤이그 조약	질식성 및 유독성 가스의 살포수단 사용 금지	27개국 참가
1907년 10월	제2차 헤이그 조약	독성무기 사용 금지	
1919년 10월	베르사유 조약	독일에 대한 독가스 사용 금지	
1922년 2월	위싱턴 조약	전쟁에 질식성·유독성 가스 사용 금지	
1925년 6월	제네바 의정서	독성가스 및 세균무기의 전시 사용 금지	
1972년 4월	생물 및 독소무기금지 조약	생물 및 독성무기의 개발, 생산, 비축 및 사용 금지	
1974년 6월	미·소 공동선언	화학무기 금지 문제에 관한 미·소의 공동 이니셔티브 성명	UN군축회의 의제 상정
1983년 1월	바르샤바 조약 제국의 블록 선언	유럽에서의 화학무기 사용 금지 제언	
1993년 1월	화학무기금지협약	화학무기의 개발, 생산, 획득, 비축, 사용, 이전 금지	1997년 4월 29일 발효





## 화학무기금지협약

1980년대에 들어서 거의 10년간 지속된 이란-이라크전쟁에서 이라크는 이란 내 전투요원뿐만 아니라 자국 내 민간인에게까지 화학무기를 무차별 사용하였다. 이는 화학무기 확산에 대한 우려를 야기하고 실질적이고 효과적인 화학무기 규제협약을 체결해야 한다는 필요성을 불러일으켰다.

화학무기를 금지하기 위한 협상은 1980년 제네바 군축회의(CD) 내 화학무기특별위원회(Ad hoc Working Group on Chemical Weapons)가 구성되면서 본격화되었다. 1984년 화학무기특별위원회가 준비한 협약 임시 전문으로 시작한 협상은 1991년 걸프전에서 이라크에 의한 화학무기 사용 위협으로 조기 타결을 촉구하게 되었고, 마침내 1992년 9월 화학무기금지협약(CWC: Chemical Weapons Convention)이 채택돼 1997년 4월에 발효되었다.

CWC는 전문·본문 24개조와 화학물질·검증·비밀보호 등 3개의 부속서로 구성되어 있으며 화학무기의 개발·생산·비축·사용을 전면 금지하고 협약 발효 후 10년 이내인 2007년까지 지구상의 모든 화학무기를 폐기하도록 규정하고 있다. 또한 화학무기 생산 가능성을 원천적으로 봉쇄하기 위해 화학무기로 사용할 수 있는 원료물질 및 기타 유기화학물질을 목록별로 명시하여 이들의 생산, 소모, 국가간 수출입 실태를 국제적 감시하에 두도록 하고 있다. 특히 비회원국에 대해서는 화학원료 물질의 무역규제 및 기술이전의 통제 등 불이익을 가함으로써 협약 가입을 유도하고 있다.

### 협약 가입국의 주요 의무와 권리

- 의무
  - 화학무기의 개발·생산·비축·사용·이전의 금지.
  - 화학무기 및 화학무기 생산시설을 협약발효 후 10년(2007년) 내 폐기.
    - ※ 불가피한 사유 발생 시 최대 5년 연장 가능(2012년까지 폐기).
  - 사찰을 통한 협약 이행의 검증 수용.
  - 제조제·폭동진압작용제의 전투수단 사용 금지.
- 권리
  - 화학무기 사용 또는 사용 위협 시 보호 및 지원을 요청할 권리.
  - 협약에 위반되지 않는 한 당사국간 화학물질 자유교역 및 사용 권리.



군축 역사상 획기적인 진전으로 평가받는 CWC는 국제 군축 및 안보 측면에서 몇 가지 특징을 갖는다.



화학물질 저장고

첫째, 협약의 평등성이다. 대표적 불평등 조약인 핵확산금지조약(NPT)은 핵무기 보유 금지를 의무로 규정하면서도 일정 시점 이전에 이미 핵무기를 보유한 국가는 제외하여 회원국간 차별적 지위를 인정한다. 이에 반해 CWC는 예외 없이 모든 회원국에 대하여 회원국이 보유한 모든 화학무기를 폐기하도록 의무화함으로써 화학무기 보유국의 기득권을 부정하고 있다.

둘째, CWC는 협약 이행을 위한 체계적이고 효율적인 검증체제를 갖추고 있다. 생물무기금지협약(BWC)처럼 대부분의 군축조약은 검증체제를 규정하지 않아 협약 목표를 달성하기 어려운 점이 있다. 하지만 CWC는 협약 규제 활동으로 최초신고 및 연례 정기신고와 이 신고의 정확성을 확인하는 최초사찰, 정기사찰, 강제사찰 등의 검증장치를 명시하고 있다.

셋째, CWC는 협약에 가입하지 않은 국가에 대한 제재 조항을 마련해 놓았다. 즉 협약 비회원국은 화학무기 핵심원료 물질은 물론 화학산업의 필수적인 물질까지 협약 회원국과 자유롭게 거래할 수 없다. 협약 비회원국에 대한 목록 1물질의 이전은 협약 발효 시점인 1997년 4월 29일부터 금지하였으며, 목록 2물질의 이전은 협약 발효 후 3년이 지난 2000년 4월 29일부터 이전을 금지하고 있다. 목록 3물질을 비회원국으로 이전할 때는 그 화학물질이 본 협약이 금지하지 않는 연구 등의 목적으로 사용하거나 다른 국가로 재이전하지 않는다는 보장이 있어야 한다. 따라서 협약에 가입하지 않은 국가는 목록 1·2물질을 협약 회원국가와 거래할 수 없으며, 목록 3물질의 수입도 제한을 받고 있다.

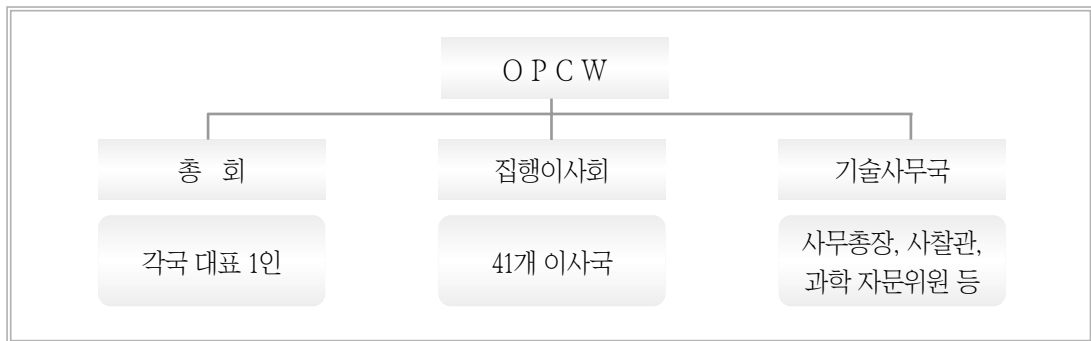
이처럼 CWC에서 화학물질의 수출입을 통제하는 것은 많은 화학물질이 민수용과 군사용으로 동시에 사용될 수 있는 이중용도(dual-use) 품목이기 때문이다. 예를 들어 목록 2물질인 티오디글리콜(Thiodiglycol)은 불펜 잉크의 첨가제로 사용되면서 동시에 수포작용제인 겨자가스(mustard gas)의 원료로도 쓰인다.



## 화학무기금지기구 (OPCW : The Organization for the Prohibition of Chemical Weapons)

화학무기금지기구(OPCW)는 화학무기금지협약(CWC)의 목표와 목적을 달성하고, 협약 준수에 대한 국제적 검증 규정을 포함한 협약 규정의 이행을 보장하며, 또한 회원국간 협의와 협력의 장을 제공하기 위해 1997년 5월에 설립된 기구로 네덜란드 헤이그에 본부를 두고 있다.

OPCW는 총회, 집행이사회, 기술사무국 등으로 구성하고 있다.



총회는 OPCW의 주 기관으로 집행이사회를 최종 승인하고, 기타 기구와 관련한 사안을 심의한다.

- 모든 회원국으로 구성(각 회원국은 하나의 투표권 행사).
- 매년 정기회의를 열고, 필요할 경우 특별회기 개최.
- OPCW의 권한 및 기능과 관련된 모든 사안 또는 쟁점 심의.
- 기술사무국의 사무총장 및 집행이사국 선출.

집행이사회는 기구의 집행기관으로 총회 준비에 대한 책임을 진다.

- 총 41개 이사국으로 구성(2년 임기).
  - 아프리카 9개국, 아시아 9개국, 동유럽 5개국, 라틴아메리카 및 카리브 지역 7개국, 서유럽 및 그 밖의 국가에서 10개국 지명.
  - 나머지 1개국은 아시아와 라틴·카리브지역 회원국 중 순차적으로 지명.



OPCW 전경

- 기술사무국의 활동을 감독하고, 각 회원국의 국내담당 기관과 협력(우리나라는 외교통상부가 국내담당 기관으로 지정).
- 기구의 사업계획안 및 예산안 심의.

기술사무국은 총회와 집행이사회의 기능 수행을 지원하며 이 협약에 규정된 검증조치를 수행한다.

- 사무총장, 사찰관, 과학자문위원 등으로 구성.
- 각 회원국의 협약 준수 여부를 검증하기 위한 사찰 수행.
- 사무총장의 임기는 4년이며, 1회에 한하여 재임 가능.

회원국들의 합의로 출발한 검증이행기구인 OPCW는 여타 국제협약이 달성하지 못한 성과를 조기에 달성하고 있다. 즉 개별 회원국이 신고한 화학무기의 자발적인 폐기를 유도하고 이를 검증하고 있으며, 생산시설을 평화적 목적의 시설로 전환하거나 폐기하는 작업을 순조롭게 진행하고 있다. 또한 상호 지원 및 보호를 위한 국제적 협조 체계를 구축하고자 스위스와 우리나라 등 9개국이 지역별 방호교육을 통한 전문가 양성을 실시 중이고, 1만명을 동시에 지원할 수 있는 각종 화학보호 장비 및 물자를 준비하고 있다. 현재도 이러한 지원 체계를 구체적으로 시행할 수 있는 전산 시스템을 구축할 계획이다.





## 화학무기 폐기

화학무기금지협약(CWC)에서는 폐기해야 할 화학무기를 크게 3가지로 구분하고 있다. 첫째는 자체 생산 또는 자국 내에 보유하고 있는 화학무기다. 둘째는 1925년 이전에 생산하였거나 1925년부터 1946년까지 생산하여 더 이상 화학무기로 사용할 수 없을 만큼 성능이 저하된 화학무기, 즉 오래된 화학무기(OCW: Old Chemical Weapons)다. 셋째는 버려진 화학무기(ACW: Abandoned Chemical Weapons)로 오래된 화학무기를 포함하여 1925년 이후 다른 나라의 영토에 그 나라의 동의 없이 버린 화학무기다. 제2차 세계대전 당시 중국 영토에 일본이 버린 경우가 해당된다.

CWC는 모든 회원국에 협약 발효 후 30일 안으로 자국 내에 보유하고 있는 화학무기를 신고하도록 규정하고 있다. 2006년 12월 현재까지 미국, 러시아, 중국, 인도 등 전체 가입국이 보유 혹은 버려진 화학무기 등으로 신고한 화학작용제는 약 7만 2,500톤이며 화학탄 및 저장용기(container)는 약 870만 개다.

화학무기 폐기 의무는 보유 국가에 있다. 그러나 버려진 화학무기는 해당 화학무기를 현재 보유하고 있는 국가가 아니라 무기를 버린 국가가 책임지고 폐기해야 한다.

OPCW에 신고한 화학무기는 협약 발효 후 2년 이내에 폐기를 시작해서 협약 발효 후 10년, 즉 2007년 4월 28일 이내에 폐기를 완료해야 한다. 검증부속서는 폐기기한을 단계별로 규정하고 있다.

폐기단계	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
폐기기한 * 협약발효 후	2년 이내 (1999년)	5년 이내 (2002년)	7년 이내 (2004년)	10년 이내 (2007년)
폐기량(누적)	1%	20%	45%	100%

그러나 불가피한 사정으로 단계별 폐기기한을 준수하지 못할 경우 해당 국가는 폐기기한 연장을 OPCW 집행이사회에 요청하여야 한다. 집행이사회는 권고를 받아 총회가 폐기기한 연장을 승인하면, 연장 요청국은 해당 단계에 폐기하지 못한 화학무기를 다음 단계 기한 내에 그 해당 폐기량을 포함하여 폐기해야 한다. 만약 100% 폐기 완료 기한인 2007년까지 폐기의무를 완수할 수 없을



## 제1장 화학무기



경우에는 단계별 연장과 동일한 절차를 거쳐 기한 연장을 요청할 수 있다. 그렇다 하더라도 최대 5년, 즉 2012년까지만 연장할 수 있고 이를 초과할 수 없다.

협약 회원국은 자국이 폐기해야 할 의무가 있는 화학무기의 폐기 비용을 부담해야 하며, 집행이사회가 별도로 결정하지 않는 한 화학무기의 저장과 폐기에 대한 OPCW 검증 비용을 부담해야 한다.

화학무기 폐기는 단순한 독성 화합물 처리보다 어렵다. 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 각국이 보유하고 있는 화학작용제가 다양하여 각각 상이한 폐기 방법을 요구한다. 둘째, 화학작용제가 탄체에 주입되어 있을 경우 탄체에서 화학작용제를 추출하는 것은 위험할 뿐 아니라 화학탄의 종류도 다양하여 적절한 추출방법을 찾기가 쉽지 않다. 셋째, 오래된 화학탄이나 버려진 화학탄은 화학작용제의 부식성으로 작용제 누출 위험이 있어 취급이 곤란하다. 넷째, 일반적으로 화학탄 저장시설들이 이격되어 있어 저장시설별로 폐기시설을 운용하거나 이송해서 처리해야 한다.

이러한 이유로 화학무기 폐기는 고비용 저효율의 특성을 갖는다. 화학무기를 폐기하는 데는 생산비용의 10배 이상 소요되는 것으로 추정된다.

러시아는 화학무기를 가장 많이 보유한 국가로 7개 저장시설에 신경작용제 3만 2,500톤, 수포작용제 7,500톤 등 총 4만톤의 화학무기를 저장하고 있다고 신고하였다. 그러나 러시아는 경제적 이유로 CWC가 규정한 폐기기한을 준수하지 못해 OPCW 집행이사회에 폐기기한 연장을 신청하여 승

인을 얻은 상태로, 20%를 폐기하는 2단계를 2007년 4월로 연기하였다. 현재 2개 폐기시설을 운영하고 4개 폐기시설을 건설 중인 러시아의 폐기완료를 위해 EU 여러 나라와 미국 등 세계 각국이 협력 중이다.

러시아에 이어 두 번째로 많은 화학무기를 보유한 미국은 8개 지역에 이를 저장하고 있다. 미국은 2006년 말까지 폐기를 완료한 Johnston Atoll과 현재 운영 중인 4개의 시설을 포함하여 총 8개의 폐기시설을 가동할 계획이다.

기타 국가들은 미국·캐나다 등 서방국가의 도움으로 폐기시설을 건설 중이거나, 규정에 의한 폐기를 진행 중이다.



johnston atoll 화학공장



## 강제사찰

화학무기금지협약(CWC)은 다른 군축조약과 달리 협약 이행을 위한 체계적이고도 효율적인 검증체제를 규정하고 있다. 즉 협약 규제 활동에 대한 최초신고 및 연례 정기신고와 이 신고의 정확성을 확인하는 최초사찰, 정기사찰 등을 마련하였다. 이러한 검증 활동은 네덜란드 헤이그에 있는 화학무기금지기구(OPCW)가 수행하고 있다.

특히 CWC는 협약 위반 의심국을 12시간 전에 사전 통보하고 사찰할 수 있도록 강제사찰(challenge inspection)제도를 도입하였다. 즉 협약 9조에 ‘모든 회원국은 다른 회원국의 협약 불이행과 관련하여 야기된 의혹을 해소할 목적으로 강제사찰을 요구할 권리를 갖는다’고 규정하고 있다. 따라서 어느 국가의 협약 준수 여부에 대한 의혹이 있을 경우 다른 회원국이 요청하면 신고 또는 미신고 시설 구별 없이 화학 산업시설을 포함해 의심이 가는 모든 시설의 현장을 점검할 수 있다. 하지만 아직 강제사찰이 집행된 적은 없다.

강제사찰의 중요한 기능은 위반억지에 있다. 위반의 의혹에 대해 실시하는 사찰제도가 존재함으로써 위반행위의 은폐가 어려워지고, 적발 시 제재가 예상되므로 잠재적 위반자는 위반행위를 실행에 옮기는 것을 주저하게 되어 결국 억지의 효과를 달성하게 된다. 최근 OPCW에서 강제사찰에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있으며 사찰관 훈련 등을 실시하고 있다.

강제사찰 절차는 다음과 같다.

사찰요청국은 요청서를 집행이사회와 사무총장에게 제출한다. 사무총장은 사찰요청서를 접수한 후 1시간 내에 접수 사실을 사찰요청국에 통지하고, 사찰단을 구성하여 입국지점 도착 전 12시간 이내에 피사찰국에 통보한다. 집행이사회가 사찰요청국과 피사찰국을 제외하고 4분의 3 이상의 찬성으로 사찰을 반대하지 않는 한 사찰은 진행된다. 집행이사회는 사찰결과보고서를 평가하여 최종 결정한다.

CWC가 강력한 검증체계를 구축했음에도 불구하고 완벽한 검증이 가능한 것은 아니다. 과거 UN 특별위원회(UNSCOM : UN Special Commission)가 이라크를 사찰한 예에서 보듯 해당국가가 협조하지 않을 경우 이를 효율적으로 검증하기란 사실상 불가능하다. 국가의 비호하에 불법적으로 숨어서 만드는 화학무기를 찾아내는 것은 기술적으로 한계가 있으며, 내부 제보자의 도움이 없는 한 그런 사실이나 물질 등의 전용 의도를 밝히기란 매우 어렵다.



## 화학방호교육

화학무기금지기구(OPCW)가 주관하는 화학방호교육은 화학무기금지협약(CWC) 제10조 '방호 관련 지원 및 협조 이행'을 위해 지역별로 실시하고 있다. 화학방호 및 지원시스템 분야의 선진국이 지역 내 관련자를 대상으로 해당 교리·장비·정책 수립에 관해 교육을 실시하여 화학방호 관련 기술자를 양성하고, 차후 전문가 그룹으로 발전시켜 유사시 상호 지원할 수 있도록 하는 데 그 목표가 있다.

1997년 협약 발효 후 스위스·체코 등 유럽 국가 위주로 시행되어 온 화학방호교육은 아시아와 미주 등 다른 지역으로도 교육기회를 확대할 필요성이 제기되었다. 이에 우리나라는 지역적 구도상 아시아권의 교육을 주도할 경우 OPCW 내에서 우리나라의 위상을 높이는 데 기여할 것으로 판단하여 2004년부터 유치를 추진, 2005년 아시아 지역 교육 책임국가로 선정되었다.

국방부는 매년 실시하는 화학방호교육을 통해 OPCW 내에서의 국가기여도를 높이고, 우리나라의 화학방호시스템 및 관련 장비·물자를 간접적으로 홍보하는 등 국가 위상을 높이고 있다. 또한 이러한 행사를 통해 국제기구 및 다른 국가의 화학방호 관련 정보를 획득하고 교류를 활성화하며, 군의 전문화·국제화 등 능력 향상에 기여하고 있다.

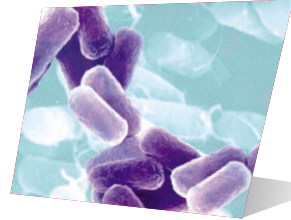
최근 OPCW는 화학방호교육의 좀더 체계적이고 통합된 시스템을 구축하고자 개최 국가들과 활발한 논의를 진행하고 있다.

### 우리나라 화학방호교육

- 교육 일정 : 매년 전반기 중 5박 6일
- 대상 인원 : 25명 내외(CWC 아시아 회원국 신청자 중 OPCW에서 선발)
- 교육 주관 : OPCW 및 국군 화생방방어사령부(제1화학방어연구소)
- 교육 내용
  - CWC 협약 및 OPCW 임무·활동 소개
  - 국제적 화학위협과 동향, OPCW 및 주요국의 대응 정책
  - 화학보호 방법, 장비·물자 소개 및 실습
  - CWC 협약시설 등 견학

## ● 제2장 ●

# 생물무기



### 생물무기의 정의 및 특징

생물무기란 세균과 독소 등의 특수한 생화학물질을 이용하여 인간·동물·식물을 살상·고사시키는 무기를 말한다. 1972년에 발효된 생물무기금지협약(BWC)은 생물무기를 그 운반수단까지 확대 적용하여 생물무기의 확산 및 사용을 방지하려는 의지를 담고 있다. 세부적인 정의는 다음과 같다.

#### BWC

- 원천이나 생산방식과 상관 없이 형태나 양으로 보아 질병예방이나 보호, 기타 평화적 목적으로 정당화되지 아니하는 미생물과 기타 세균 또는 독소.
- 적대 목적이나 무력충돌 시 상기의 물체나 독소를 사용하기 위하여 고안된 무기, 설비 혹은 수송 수단.

국내에서도 국제적인 흐름을 반영하여 생물무기 및 관련 용어를 아래와 같이 규정하고 있다.

〈화학·생물무기의 금지 및 특정화학물질·생물작용제 등의 제조·수출입규제 등에 관한 법률(2006.6. 개정)〉

- 생물작용제  
자연적으로 존재하거나 유전자를 변형하여 만든 것으로서 인간 또는 동식물에게 사망, 고사, 질병, 일시적 무능화 또는 영구적 상해를 유발하는 미생물 또는 바이러스.
- 독소  
생물체가 만드는 물질 중 인간 또는 동식물에게 사망, 고사, 질병, 일시적 무능화 또는 영구적 상해를 유발하는 것.
- 생물무기
  - 생물작용제 또는 독소, 다만 질병의 예방과 치료나 그 밖의 평화적 목적으로 사용하는 경우는 제외.
  - 상기 규정된 생물작용제 또는 독소의 충전 및 사용을 위한 목적으로 설계된 장비 및 운반수단.

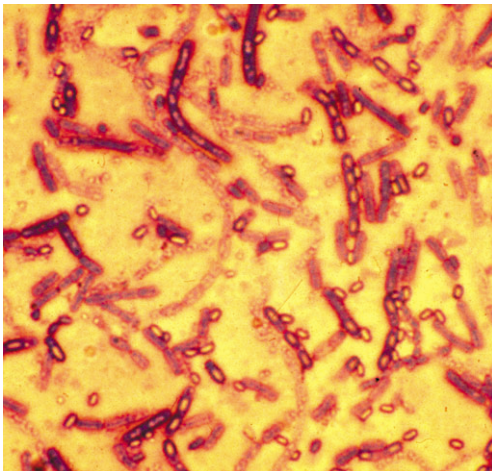
## 제2장 생물무기



생물무기는 미량으로도 살상이 가능하며 은닉이 쉬울 뿐만 아니라, 생물무기 살포 시 인명 손상까지의 시간 차이가 존재하여 초기 감지하기가 어렵다. 그리고 한번 오염되면 스스로 번식·확산되기 때문에 치료를 위해서는 잘 갖추어진 위생시설과 원활한 의약품의 공급이 필수적이다. 또한 주변시설의 손상없이 사람만을 목표로 공격이 가능하며, 사용 후 그 증거를 찾기 어렵다. 이러한 생물무기의 사용 위협만으로도 사회적 공포를 불러일으킬 수 있는 효과가 커서 테러단체 등의 보유 가능성이 증대되고 있다.

2001년 10월 미국에서는 알카에다 등 국제테러조직이 생화학무기 입수를 시도하거나 이미 보유 중이라는 첩보가 확산되었다. 특히 우편에 의한 탄저균 배달 등의 테러로 총 46명의 탄저 양성반응자와 5명의 사망자가 발생한 것은 물론 이에 대응하느라 경제적 손실도 컸다. 생물무기가 사용되었을 때 사회·경제적으로 끼치는 영향이 지대하다는 사실을 체험하게 된 것이다.

북한의 생물무기 생산 능력에 대해서는 확실한 근거를 갖고 있지 않으나 탄저 등 12종 이상의 생물작용제를 배양 및 생산할 수 있는 능력을 보유한 것으로 추정된다.





## 생물학작용제 종류

생물학작용제는 인간이나 동식물에 질병감염 및 중독을 유발하여 기능을 손상시키거나 살상을 위해 사용하는 것으로, 종류로는 병원성 미생물과 독소가 있다.

생물무기로 사용할 수 있는 미생물에는 곰팡이(fungi), 박테리아(bacteria), 리케차(rickettsia), 바이러스(virus) 등이 있다. 미생물은 호흡기 등으로 침입한 후 번식과 일정기간 잠복기를 거쳐 감염을 일으켜 결국 질병을 양성화한다. 독소는 화학 및 생물학 기술의 발달과 더불어 동식물이나 병원균의 물질대사 과정에서 추출한 물질로, 인공적으로 대량생산이 가능한 유독성 생화학 물질이다. 이러한 독소는 화학작용제와 비슷한 증상을 야기하지만 효과는 더욱 치명적인 것으로 알려져 있다.

생물학작용제는 군사적 목적에 따라 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 인체를 감염시켜 살상을 일으키더라도 전염성이 없는(infectious, but no contagious) 작용제로, 탄저균 등이 여기에 속한다. 또 다른 하나는 인체에 대한 감염성과 전염성이 모두 높은(infectious and contagious) 작용제로 천연두균이 대표적이다.

생물학작용제 분류

구 분	수	종 류
생물무기금지협약 (BWC)	51종	· 세균 : 12종(대인 : 10, 대식물 : 2) · 바이러스 : 22종(대인 : 15, 대동물 : 6, 대식물 : 1) · 원생동물 : 1종(대인) · 독소 : 11종(대인) · 곰팡이 : 5종(대식물)
호주그룹 (AG)	73종	· 핵심리스트 : 56종(세균 : 13, 바이러스 : 20, 독소 : 19, 유전자물질 : 4) · 경고리스트 : 17종(세균 : 5, 바이러스 : 8, 유전자물질 : 4)
미국 질병통제센터 (UNCDC)	25군	· Category A : 7그룹 · Category B : 12그룹 · Category C : 6그룹
북대서양조약기구 (NATO)	39종	· 39종

국제기구에서는 수출입 통제 혹은 질병관리를 위해 생물학작용제를 다음과 같이 분류하고 있다.



우리나라는 생물무기 관련 병원체 리스트를 3등급으로 분리하여 관리하고 있다.

- 1) 제1급: 우리나라에서 출현 혹은 유행한 적은 없었으나 국가안보에 위협을 미칠 수 있는 병원균(천연두, 탄저, 페스트 등).
- 2) 제2급: 1급에 비하여 중등 정도의 전파력과 전염력을 보유하고 있는 병원체로, 비교적 치명률은 낮으나 생물 테러 예방 및 관리가 필요한 병원균(브루셀라균, 리신 독소, 콜레라, 대장균O157 등).
- 3) 제3급: 새로 발현하는 병원체와 유전자 재조합 병원성 물질로, 전염력 및 치명률이 높고 개발 잠재력이 있어 사고발생 시 국민보건에 충격적인 위험성이 있는 병원균(한탄바이러스, 황열 등).

### 생물학작용제 살포 방법

작용제의 살포방법은 선발원(line of source)에 의한 살포와 점발원(point of source)에 의한 살포가 있다.

선발원에 의한 살포는 목표지점의 윗바람 지역에서 풍향의 수직 방향으로 살포하는 것이다. 작용제의 위험거리는 풍속, 풍향, 대기의 안정도, 작용제 자체의 안정성 등 여러 요소에 의하여 달라지지만 탄저균과 같은 작용제는 살포지점으로부터 최대 200km까지도 오염시킬 수 있다. 비행기에 탑재하도록 고안한 농업용 살충제 살포장치가 좋은 예이다.

점발원에 의한 살포는 고정 살포장치에 의해서 미립자(연기) 형태로 살포하는 것이다. 즉 미사일이나 포탄에 의해서 날아간 후 지상에서 소형 폭탄으로 산개되어 넓은 지역에 퍼진다. 이러한 생물학 소형 폭탄은 그림에서 보는 바와 같이 대부분 수류탄과 같은 구형(球形)이다. 이 폭탄은 충격을 받거나 일정 고도에 도달하면 작용제를 살포하도록 장치되어 있다.

이밖에도 폭발에 의한 방법, 지뢰·기뢰 등을 이용한 방법, 테러리스트나 특수부대에 의한 은밀한 투발 방법도 있다.

이때 생물학작용제는 음식이나 식수의 오염을 통해 후방지역을 혼란시키거나 지원 체계를 마비시키기 위해 운용되기도 한다. 생물학작용제는 젖은 상태나 마른 상태로 사용될 수 있으며, 특히 건조분말은 살포·휴대·저장 등에 유리하다. 그러나 산업적으로 냉동건조나 분말상태로 살포하는 기술을 이미 여러 나라가 실용화했음에도 불구하고 건조분말 작용제는 여전히 생산에 있어서는 정밀한 기술 수준을 필요로 한다.



생물학 소형 폭탄



## 미생물

살아 있는 유기체인 미생물 중 인체에 피해를 주는 것들이 생물학작용제로 사용된다. 일반적으로 곰팡이, 세균(박테리아), 리케차, 바이러스를 통합하여 이르는 말이다.

- 곰팡이 - 무좀 등의 질병을 유발하여 전투력을 약화시킴.
- 세균 - 결핵, 장티푸스, 매독, 파상풍 등의 질병을 사람에게 유발.
- 리케차 - 세균과 비슷하며 발진티푸스, 발진열 등을 유발.
- 바이러스 - 여과지를 통과할 만큼 매우 작은 미생물로, 질병의 60%를 유발한다. 사람에게는 광견병, 감기, 홍역 등을 일으킴.

이와 같은 미생물이 생물학작용제로 사용되는 이유는 감염, 확산, 잠복기, 탐지 곤란, 생존주기 등 이들의 5대 특성이 무기화에 적합할 뿐 아니라 대량 제조가 용이하기 때문이다.

### • 감염

병원성 미생물이 체내로 침입, 발육·증식한 상태를 말한다. 대부분 호흡기 계통으로 인체에 감염 되지만 소화기 계통, 상처난 피부 등을 통해서도 가능하다. 소량이라도 호흡기 계통으로 폐에 침투하면 쉽게 질병을 유발한다.

### • 확산

살아 있는 미생물은 아주 작고 가볍기 때문에 바람에 의해 원거리까지 확산될 수 있으며, 감염된 환자의 이동을 통해서도 확산될 수 있다.

### • 잠복기

미생물이 인체에 침투하면 인체방어 기능이 약화되면서 발병까지 일정한 시간이 소요되는 것을 말한다. 미생물의 종류에 따라 수십분 또는 수주일이 소요되기 때문에 작용제를 운용할 때에는 잠복기를 고려하여 선정한다.

### • 탐지 곤란

현재까지 생물학탐지장비(BIDS) 외에는 생물학 공격을 탐지할 수 있는 수단이 없다는 것이 생물

## 제2장 생물무기

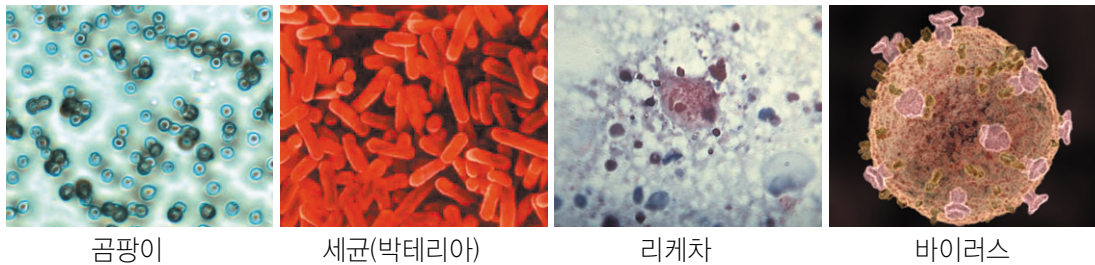


무기를 운용하는 최대 이점이다. 또한 인체 기관에 의해서도 탐지가 곤란하기 때문에 생물학작용제를 은밀하게 살포한 후 질병이 발병될 시기에 전투를 시작하면 상대가 대응하기 곤란해진다.

### • 생존주기

미생물도 생명체이므로 출생기, 성장기, 쇠퇴기가 존재한다. 대부분의 미생물은 발아, 증식, 노쇠, 소멸 단계의 생존주기를 거친다. 이와 같은 과정을 거치는 데에는 수시간에서 수일이 소요되며 인체에 침투하지 못한 생물학작용제는 바람·강우·태양광선과 같은 기상의 영향으로 대부분 죽어서 없어진다. 단 탄저균처럼 아포(몸체 주위에 스스로 만드는 보호막)를 형성할 수 있는 일부 세

### 생물작용제의 종류



곰팡이

세균(박테리아)

리케차

바이러스

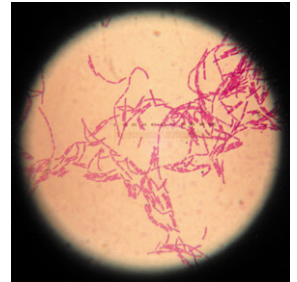
### 주요 생물학작용제 특성

병명	전염성	감염경로	잠복기	치사율	백신 유무 (국외/국내)	치료제
탄저병	없음	흡입, 경구, 피부	1~6일	95~100%	○/×	Ciprofloxacin Doxycycline
페스트	강함	흡입, 매개곤충	2~3일	90~100%	○/×	Streptomycin Doxycycline
천연두	강함	흡입	7~17일	1~30%	○/×	Vaccinia 항혈청
보툴리눔 독소	없음	흡입, 피부, 경구	1~5일	(LD <sub>50</sub> ) 0.001μg/kg	○/×	말 항혈청
야토병	없음	흡입, 점막, 피부	1~21일	5~10%	○/×	Streptomycin Gentamycin
포도상 구균	없음	흡입, 피부, 경구	3~12시간	(LD <sub>50</sub> ) 50μg/kg	×/×	-
콜레라	미약	경구, 흡입	1~5일	3~30%	○/○	Streptomycin Doxycycline

균은 다른 미생물보다 장기간 생존할 수 있다. 이러한 생존주기를 이용하여 원하는 시기에 효과를 나타내도록 조절할 수도 있어 생물학작용제는 더욱 치명적이다.

[탄저병]

탄저병이란 탄저균(Bacillus anthracis) 감염에 의하여 사람과 짐승이 공통으로 걸리는 질환이다. 동물은 오염된 목초지의 탄저균 아포에 의하여 감염되며, 사람은 포자 또는 포자에 감염된 피부와 손상된 부분의 접촉이나 포자의 흡입 또는 오염된 육류의 섭취를 통해 감염된다.



탄저균

잠복기는 보통 5일이지만, 폭로량과 폭로 경로에 따라 1일~8주까지 다양하다.

구 분	피부손상 시	흡입 시	섭취 시
잠복기	3~7일	1~6일	1~7일

탄저균은 공기를 통해 사람에서 사람으로 전파되지 않으나, 손상된 피부를 통해서도 감염이 일어날 수 있다. 탄저병원체는 건조, 열, 자외선, 감마선 및 기타 많은 소독제에 저항력이 있다. 또 토양 종류에 따라서는 탄저포자가 수십 년 동안 잠복할 수도 있다.

탄저균의 감염 여부는 환자의 피부병변, 혈액, 복수, 대변, 뇌척수액 등에서의 탄저균 배양이나 혈청학적 검사 등으로 확인할 수 있다.

● 임상적 특성

• 피부탄저

벌레에 물린 듯한 구진이 감염 부위(손·팔·얼굴·목 등)에 나타나며, 1~2일이 지나면 지름 1~3 cm 크기의 둥근 수포성 궤양이 형성된 후 중앙 부위에 괴사성 가괴(eschar)가 형성되고 부종을 동반한다. 이후 1~2주가 지나면 병변이 건조되어 가괴는 떨어지고 흉터가 남으며, 발열·피로감·두통이 함께 일어나기도 한다.

• 폐(肺)탄저

초기에는 미열, 마른기침, 피로감 등 가벼운 감기 증세를 보인다. 그러다가 탄저균이 폐의 심부





에 침입하면 출혈성 과사와 부종을 유발하여 종격동 확장, 호흡곤란, 빈맥, 토혈 등이 동반되고 패혈성 쇼크로 급속히 진행되어 사망에까지 이른다.

### • 장(腸)탄저

초기에는 구역질, 구토, 식욕부진, 발진 등 일반적인 증상이 일어난다. 하지만 시간이 경과하면 토혈, 복통, 혈변 등의 증상과 함께 패혈증으로 진행된다.

### • 예방 및 치료

탄저백신을 접종하는 방법과 항생제를 경구에 투여하는 방법이 있다. 항생제를 활용할 경우 폐탄저가 의심되면 그 증상은 급격히 진행되므로 실험실적 확진검사 결과를 기다리지 말고 조기에 항생제를 투여하여야 한다.

## [천연두]

두창 또는 마마라고도 불리는 천연두는 바이러스에 의한 급성 발진성 질환이다. 보통 공기로 전파되지만 수포액, 타액, 호흡기 분비물 등에 의해 직접 전파되기도 한다.

1977년 소말리아에서 마지막 천연두 환자가 발견된 이후 1980년 세계보건기구(WHO)는 두창 박멸 선언으로 전 세계 두창 박멸을 인증하였다. 우리나라에서도 1960년 이후 발견된 환자가 없다.

천연두는 노출시점으로부터 발진이 나타나기까지 7~19일(평균 12일)이 걸린다. 또 발열 및 전염성이 나타나기까지의 기간은 보통 10~14일이다. 발열과 동시에 전염성이 있으며, 발열 후 2~3일째에 전염성이 가장 높다. 그 전염성은 발진이 변하면서 점차 낮아져서 피부 병소가 딱지로 덮일 때에 급격히 감소한다.

천연두의 사망률은 자연적인 유행 시 대두창의 경우 15~20%, 소두창은 1% 정도로 보고되고 있다. 그러나 전혀 두창이 발생한 적이 없는 인구집단에서 발생한 경우 사망률이 50~90%로 높아진다. 특히 1세 이하의 영아와 노년층의 사망률이 가장 높게 나타난다.

### • 예방 및 치료

천연두는 백신 접종만으로도 예방이 가능하다. 하지만 일단 발병할 경우에는 특별한 치료 방법이 없어서 일반적인 외상치료 방법을 적용하고 있다.

우리나라는 두창의 자연적인 발병 위험이 없어졌다고 판단, 1978년 이후 예방백신 접종을 중단하였다. 그러나 최근 생물무기로서의 위험성 증가로 접종의 필요성이 대두됨에 따라 수입과 국내 개발·생산을 통하여 2007년까지 두창 백신 1,600만 명분을 확보할 계획이다. 이후 필요 시 국내 생산기반을 활용하여 6개월 이내에 3,500만 명분을 추가 생산할 수 있도록 추진하고 있다.

## 백신과 항생제

### 항생제

감염증을 일으키는 원인균을 죽이기 위해 만든 물질(약)로 알려진 항생제는 ‘어떤 미생물(세균)이 다른 미생물의 성장을 저해하기 위해 만든 천연물질’이다. 즉 전성기를 거쳐 노화되기 시작한 세균이 다른 세균으로부터 자신을 보호하기 위해서 직접 만든 독성물질이다. 1929년 알렉산더 플레밍이 푸른곰팡이에서 ‘페니실린’을 발견한 것처럼 수많은 항생제는 세균을 죽이기 위해서 ‘세균’에서 찾아냈다.

그러나 바이러스는 무생물과 생물의 중간 위치에 있는 유기체이기 때문에 항생제가 죽이지 못한다. 그래서 바이러스에 감염된 경우 항바이러스제제를 사용하여 치료가 아닌, 활동을 억제하는 처치만 하는 것이다. 결국 예방만이 최선의 대응인데, 이를 위해 만든 것이 백신이다.

### 백신

백신은 극소량의 비활성화된 바이러스를 침투시켜 인체에서 그 바이러스에 대한 항체를 생성하도록 유도하는 것이다. 그렇게 되면 그 바이러스(항원)가 몸에 들어와도 항체를 신속하게 만들어 몸에서 퇴치할 수 있게 된다.

백신은 1798년 영국의 에드워드 제너가 우두를 일으키는 바이러스(종두 바이러스)가 천연두를 영구적으로 예방한다는 사실을 발견하고 사람들에게 직접 바이러스를 접종한 것이 시초가 되었다. 이후 1881년 루이 파스퇴르에 의해 탄저병, 광견병 백신이 개발되는 등 광범위한 백신 연구가 활발히 이뤄져 많은 병을 예방할 수 있게 되었다.





### 독소

우리나라의 ‘화학·생물무기의 금지 및 특정화학물질·생물작용제 등의 제조·수출입규제 등에 관한 법률(2006년 4월 개정)’ 정의에 따르면 독소는 생물체가 만드는 물질 중 인간 또는 동식물에게 사망, 고사, 질병, 일시적 무능화, 영구적 상해를 유발하는 것이다.

독소는 사람에게 매우 유독하다. 더욱이 안정적이고 다루기 쉽기 때문에 생물학전에서 매우 중요한 위협수단이다. 화학작용제가 인위적인 합성을 통해 생산되는 것과 달리 독소는 원래 살아 있는 유기체로부터 생성된다.

독소의 작용과 효과는 신경·수포·구토·질식작용제 등의 화학작용제와 유사하다. 군사적으로 중요한 독소들은 보통 두 가지 방법으로 살상을 일으키는데, 작용 방법에 따라 신경독소와 세포독소로 분류한다.

#### ● 신경독소(neurotoxins)

신경자극의 전달을 방해하는 독소로, 신경계에 매우 특이하게 영향을 미친다. 신경독소의 증상은 신경작용제의 증상과 유사하게 동공축소, 경련 및 경직성 마비를 일으킨다. 시야가 흐려지거나 동공확대 때문에 눈이 부시고 전율, 발작, 착란, 극도의 근육약화·경직 또는 이완성 마비를 일으키기도 한다.

신경독소의 종류로는 보툴리눔 독소, 복어 독소, 색시톡신, 과상풍, 양서류 독소, 전갈 독소, 말미잘 독소, 아나톡신 A 마이토크신 등이 있다.

#### ● 세포독소(cytotoxins)

독특한 메커니즘으로 인해 여러 효과를 나타낸다. 세포 자체를 파괴하는 독소도 있고, 단백질 합성이나 세포 조절 및 기타 생화학적 과정들을 포함하는 세포의 활동을 파괴하는 독소도 있다. 세포독소의 증상은 수포·구토·질식작용제와 유사하다. 또 식중독 증상과도 유사하여 멀미·구토·설사 등을 일으키는가 하면 발진, 염증 또는 수포, 황달, 출혈, 조직의 변패(괴사)가 발생하기도 한다.

세포독소의 종류로는 T-2, 트리코테신, 아플라톡신, 플레이톡신, 아브린, 진균독소, 뱀독, 포도상구균 장독소, 대장균 장독소, 바다말벌 독소 등이 있다.

대부분의 독소는 화학작용제보다 수천 배 더 유독한데, 이러한 효과는 노출된 독소의 종류와 흡수 경로에 따라 다르다. 그러므로 독소는 전술적 또는 전략적 무기로 사용될 수 있다. 대부분의 독소는 수백km를 오염시킬 수 있으며, 필요에 따라서는 지상 또는 공중 과열탄과 공중 분사탱크 및 지면 에어로졸 발생기를 통해 위협적인 독소의 에어로졸 운(雲)을 만들 수 있다.

독소별 효과

□ 신경독소(Neurotoxins)의 작용 효과

독 소	작 용
보툴리눔, 복어 독소, 색시톡신, 코노톡신, 베타 분가로톡신 등	신경전달물질의 방출, 탈 분극, 이온전달 차단
양서류 독소, 아나톡신A, 전갈 독소, 플레이톡신, 그라야노톡신, 브레베톡신, 말미잘 독소 등	탈 분극을 야기하거나 비활성화를 억제
양서류 독소, 아나톡신A	발작 및 경련 야기
양서류 독소, 아나톡신A, 복어 독소, SEB, 보툴리눔, 마이토크신	심장 독성 효과로 인한 쇼크 및 치사

□ 세포독소(Cytotoxins)의 작용효과

독 소	작 용
T-2, 기타 트리코테신	피부손상(피부독소)
T-2, 아플라톡신, 아브린	출혈 야기(출혈독소)
아플라톡신, 키다 진균 독소	간 손상, 황달 야기(간세포독소)
뱀독, 뱀의 산성 포스포릴라아제, 크로톡신, 마이크로시스틴	생체막 · 조직 손상(괴사독소)
크로타민(뱀독)	근육손상(근육독소)
포도상구균 장독소 A/B, 대장균 장독소	장막에 영향(장독소)
심장독소, 바다말벌 독소, 리신, 트리코테신, 포도상구균 용혈독소	적혈구 파괴
대장균 장독소, 백일해 독소, 흑사병 독소, 탄저병 독소, 콜레라 독소	조절 · 대사과정 방해
아브린, 디프테리아 독소, 리신, 트리코테신, 시켈라 이질독소	단백질 합성 차단



### 생물학작용제의 탐지장비 종류 및 기능

전술적으로 가장 효용성 있게 활용할 수 있는 생물학작용제 탐지·식별장비로는 현재 생물학작용제 통합탐지체계인 Portal Shield와 BIDS 두 종류가 있다.

Portal Shield는 기지·항만 등의 외곽지역에 설치하여 중앙통제소와 20~24개의 유·무선 탐지기(MARK-3)를 연결, 생물학작용제를 식별해 내는 실시간 탐지체계다. 현재 미군에서 운용하고 있으며, 수십 종의 작용제를 탐지할 수 있다. 그러나 실제로 운용할 때에는 탐지 가능성이 가장 높은 8개의 작용제를 사전 입력하여 그 작용제에 한해서 탐지하도록 하고 있다. 탐지에 15분, 식별에 20분이 소요되고 대당 가격은 약 110억원이다.

BIDS(Biological Integrated Detection System) 역시 실시간 탐지장비로, 차량에 탑재하여 전술적으로 운용한다. 미국은 걸프전 당시 1개 중대를 배치한 바 있다. 탐지에 5분, 식별에 20분이 소요된다. 8종의 작용제까지 탐지 가능하고 가격은 대당 약 30억원이다.

생물학 통합탐지장비는 감시 → 수집 → 탐지 → 식별 단계로 운용된다.

감시단계에서는 대기 중의 미세입자를 연속적으로 감시하다가 생물학 탐지 필요성이 인식되면, 즉 부유입자 이상 징후가 발견되면 샘플링 작동을 지시한다.

수집단계에서는 분당 1,000리터의 속도로 공기 중의 입자를 흡입하여 선별 농축한다.

탐지단계에서는 3종의 형광시약과 1종의 발광시약을 사용하여 미생물 입자인 세균, 포자, 바이러스, 단백질 독소 등의 존재 유무를 확인한다.

#### ◆ BIDS의 발전



Non-Developmental Item(NDI)



Pre-Planned Product Improvement(P3I)



Joint Biological point Detection system(JBPDS)



구 분	NDI	P3I	JBPDS
작동방식	수동	반자동	완전 자동
탐지시간	15분	10분	2분
식별가능 작용제	4종	8종	10종
식별시간	30분	20분	18분
통 신	음성	음성	음성 & 디지털

마지막 식별단계에서는 유전자 증폭 및 형광기로 세균을 식별하는 유전자 식별기와 항체가 있는 시약을 사용하여 특정 생물학 작용제의 양성 반응 여부를 관찰하는 면역 식별 키트 두 가지 방법을 통해 생물학작용제를 알아낸다.

우리나라는 2002년 월드컵 당시 생물학 테러에 대비하기 위해 국방과학연구소에서 자체 개발한 생물학 정찰차의 성능을 지속적으로 개선하여 현재 총 34대를 운용 중이며, 생물학작용제 살포의 심지역에 투입·운용함으로써 신속히 작용제 종류를 탐지하도록 지역 담당 부대에 배치하였다. 또한 정찰차 등에 의한 생물학작용제 탐지 시 화학방어연구소에서 정밀 분석·검증하여 오염지역 확산을 방지하고 피해를 최소화하도록 실험실적 분석 장비를 갖추고 있다.





### 생물학작용제의 탐지장비의 발전 방향

지금까지 알려진 생물학작용제 탐지기술은 임상실험이나 환경 모니터링을 위하여 실험실적으로 사용하던 방법이 군에도 그대로 적용되고 있다. 그러다 보니 야외에서 사용할 경우 환경의 열악성으로 인해 적용이 제한되고, 특히 비전문가들이 사용할 만한 장비가 만들어지지 않았다.

또 유사 성질의 미생물체가 다양한 데다 균 자체의 복잡한 특성과 개체수의 희소성 등으로 인해 야전에서 생물학작용제를 실시간 탐지하고 식별할 수 있는 장비를 만드는 데에는 많은 어려움이 따른다. 특히 생물학 탐지장비는 공기 중 입자의 수집·농축, 병원성 혹은 비병원성 판별, 작용제 종류의 탐지 및 식별 등 일련의 과정이 연계되어 있어서 화학작용제 탐지기술보다 단계가 복잡하고 어렵다.

일반적으로 생물학작용제는 현미경 조사, 배양 기술, 생 화학적 분석, 면역학적 방법으로 분석한다. 군 장비는 주로 생화학적 및 면역학적 분석법을 장비 개발에 적용하고 있다. 이와 더불어 작용제의 세포학적 특성 분석, 컴퓨터 분석 프로그램, 특이적 항원·항체 인식 기법을 활용하여 정확도 및 정밀도를 향상시키고 소형화를 통해 휴대성을 높여 가고 있다.

그러나 정확한 분석을 위해 아직은 실험실적 기술을 바탕으로 야전에서 운용 가능한 탐지장비들이 더 신뢰받고 있다. 인위적으로 유발한 생물학작용제의 유무를 확인하기 위해 평상시 환경변화를 모니터링할 수 있는 통합 생물학 탐지기 IBAD(Interim biological agent detector)가 좋은 예다. 특히 수집기·탐지기·식별기가 종합된 미군의 합동생물탐지장비 JBPD(S(Joint biological point detection system)는 다양한 기술을 적용, 생물학 탐지의 정확성을 향상시킬 것으로 기대된다.

또 접촉식 혹은 원거리 생물학작용제 탐지체계는 단순 조치를 위한 체계에서 실제적 전투력 보호를 위한 체계로 발전할 전망이다. 이를 위해 화생방을 통합하는 다기능 형태와 야전 농도를 탐지·식별할 수 있는 고감도 방식으로 발전하고, 특히 C4I 체계에 연동되어 실시간 전 지역 감시 및 경보 전파가 가능할 것으로 보인다.

접촉식 탐지체계는 마이크로칩과 나노기술을 활용하여 탐지감도를 향상시키는 것은 물론 실시간 탐지, 경량화, 소비전력을 최소화 등을 하고자 한다. 원거리 탐지체계는 UAV 등에 적용하여 식별 능력과 탐지거리를 향상시키고, 다양한 플랫폼에 탑재가 가능하도록 경량화될 것으로 예측된다.

우리나라는 2008년부터 2010년까지 화생 겸용 자동탐지기와 생물·독소 분석식별기를 개발한다는 목표 아래 현재 연구 중이며, 신형 화생방 정찰차는 2013년 이후에 실전 배치할 예정이다.

## 생물무기금지 관련 협약 발전

고대 생물학전은 전염병으로 죽은 인간이나 동물의 시체를 이용하는 수준이었다. 1346년 크림전쟁 당시 타타르인이 카파시를 포위 공격할 때 페스트로 희생된 시체들을 성 안으로 던져 넣었다는 기록이 있고, 1763년에는 영국인들이 미국 인디언 추장들에게 오염된 담요를 제공하여 많은 인디언을 죽인 일도 있다.

제2차 세계대전 중에는 독일·러시아·일본이 생물학전에 대한 실험실 연구를 시작하였고, 영국과 미국도 1941년께 유사한 연구를 실시하였다. 특히 제2차 세계대전 중 독일군의 V-1 로켓에 의한 보툴리눔 독소 사용 가능성은 전 유럽에 공포심을 유발시켰고, 일본은 1942년 페스트·탄저균 등을 포함한 생물학작용제로 중국에서 11곳의 도시를 공격한 사실이 1949년과 1985년에 공개되었다.

오늘날에도 생물학작용제는 표적 암살을 위해 은밀히 사용되는 것으로 알려지고 있다. 특히 일부 불량국가들이 탄저균과 천연두 바이러스 등을 보유한 것으로 알려져 있다.

- 1978년 9월 런던 버스정류장에서 독소주사를 맞은 후 4일 만에 사망한 불가리아의 반체제 인사이자 작가인 게오르기 마르크코프는 전임 KGB 국장 올레그 칼루긴의 승인하에 소련정부가 지원하는 생물무기 테러에 의해 암살된 것으로 1993년 밝혀졌다.
- 일본 옴진리교는 1995년 도쿄 지하철 사린 독가스 사건이 발생하기 2년 전인 1993년 도쿄 거리에 탄저균을 살포한 적이 있음을 자백한 바 있으며, 이를 위해 여러 해 동안 보툴리눔 독소와 탄저균을 확보하려 했음이 경찰 조사 결과 밝혀졌다.
- 2001년 10월 미국에서는 알카에다 등 국제테러조직이 생화학무기 입수를 시도하거나 이미 보유 중이라는 첩보가 확산되었으며, 우편물에 의한 탄저균 테러로 총 46명이 양성반응을 나타내 이 중 5명이 사망하였다.

이러한 배경 속에서 서방국가들은 무차별적이고 필요 이상의 고통을 일으키는 비인도적·비인간적 생물무기를 규제하고자 ‘헤이그협약(1899년, 1907년)’, ‘제네바의정서(1925년)’를 체결하였다. 그러나 생물무기의 개발·생산·비축 등에 대한 금지 규정을 명시하지 못해 그 한계성을 드러냈다.

생물학전에 대한 연구는 제2차 세계대전 이후에도 1960년대까지 계속되었다. 하지만 미국은 “면역이나 보호와 같은 방어수단의 연구를 제외하고는 생물학작용제의 사용과 연구를 금하며, 모든

## 제2장 생물무기



생물학무기를 파괴하겠다”는 닉슨 대통령의 발표가 있는 이후 황열병, VEE, Q열, 탄저균, 야토병, 브루셀라병, 검은 녹병, 고사병을 유발하는 작용제를 파괴하였다. 생물무기 포기 및 비축 무기 폐기(1969년), 전쟁 목적의 생물무기 생산·비축 및 사용포기 선언(1970년) 등 미국의 노력이 세계 각국과 공감대를 형성하면서 생물무기금지협약 체결을 위한 협상이 가속화되었다.

생물무기금지 관련 협의는 소련을 위시한 동구 진영과 미국·영국을 중심으로 한 서방의 양대 진영 사이에서 계속 진행되어 1971년 12월 UN 총회의 결의로 협약안이 채택되었다. 이후 1972년 4월 미국·영국·소련을 비준서 수탁국가로 선정하여 조기 비준을 촉구하고, 세계 각국에 동참을 호소한 결과 1975년 3월 26일 22개국이 비준서에 서명함으로써 명실상부한 국제조약으로서 효력을 발생하게 되었다.

생물무기금지협약의 영문 약칭은 BWC(Biological Weapons Convention)이나 원래 명칭은 ‘세균무기(생물무기) 및 독소무기의 개발·생산 및 비축의 금지와 그 폐기에 관한 협약’ (‘The Convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of Bacteriological(Biological) and Toxin weapons and on their destruction’)이다.



## 생물무기금지협약

독가스·세균의 전시 군사적 사용을 금지하기 위한 제네바의정서가 1925년 체결된 이후 18개국이 참가한 1968년 제네바 군축회의에서 영국의 제청으로 화학전에 관한 조약으로부터 생물학전의 조약을 분리하는 안이 제시됐다. 이에 대해 러시아를 비롯한 동구권과 미국은 처음엔 반대하였다. 그러나 1969년 닉슨 대통령이 생물학작용제 폐기를 발표한 이후 활발한 협상을 통하여 1972년 생물무기금지협약(BWC: Biological Weapons Convention)이 체결되고, 1975년부터 효력을 발휘하게 되었다. 북한은 1987년 3월, 우리나라는 1987년 6월에 이 협약에 가입하였다.

BWC의 주요 내용은 다음과 같다.

- 생물학작용제 및 독소의 개발 금지.
- 생물학작용제 생산을 위한 각종 설비의 폐기 혹은 평화적 목적으로 전환.
- 생물학작용제 생산 설비의 이전이나 기타 국가가 획득하는 것을 원조, 고무 또는 권유 금지.

BWC는 1991년 제3차 BWC 평가회의 때 신뢰구축조치(CBM)에 합의하였는데, 회원국은 1992년 이후 매년 4월 15일까지 자국의 협약 CBM 이행실태를 UN 군축국에 신고하도록 하였다. 이에 따라 우리나라도 일반 연구시설 1곳(생명공학연구소)과 백신 생산시설 6곳(제약회사)을 신고하고, 1992년 이후 매년 이행실태 신고서를 제출하고 있다. 그러나 실제 신고서 제출이 저조하고, 내용도 형식적이라는 평가가 계속 제기됨에 따라 이를 보완·강화하기 위한 방안을 논의하고 있다.

1995년 이후 BWC의 신고 대상, 용어 정의, 사찰 및 방문 등의 협약 이행방안, 국제적 기술협력 및 부속서 등 전반적인 협약 이행체제를 강화하고자 특별그룹회의를 주기적으로 개최하고 있다. 2001년 5월에 개최된 제24차 회의에서 미국은 검증의정서 초안으로는 첨단 생물무기기술의 유출을 막을 수 없고, 국가안보와 관련된 기술이 유출될 우려가 있으며, 불량국가들의 은밀한 개발로 생물무기 확산을 방지할 수 없다는 판단하에 초안 채택을 거부하기도 하였다.

그러다가 2006년 제6차 평가회의에서 제시된 문제점들을 보완해 최종안에 합의할 수 있었고, 각국의 국내 이행 법안 및 신뢰구축조치 강화 방안을 지속적으로 시행하여 협약을 조기에 정착시키자는 공감대를 이끌어냈다.





### 생물무기금지협약의 신뢰구축조치

신뢰구축조치(CBMs : Confidence Building Measures)는 회원국간 상호 신뢰구축 및 생물무기 투명성 확보를 목적으로 실시되는 자발적인 조치로서, 각 회원국은 1992년부터 매년 4월 15일까지 자국의 생물무기금지협약(BWC) 관련 신고사항을 UN 군축국에 알리도록 되어 있다. 그러나 매년 신고서를 제출한 국가 수가 40~60개국에 불과하다.

1996년 7월 제4차 특별그룹회의에서는 회원국들이 협약이행을 상호 확인하여 신뢰도를 높이고, 여제 효과를 얻기 위해 양자 또는 다자간 상호 방문제도를 구체적으로 논의하였다. 방문제도는 강제적인 것이 아니라 자발적인 성격의 교환방문과 신뢰구축방문 두 가지로 나뉜다. 교환방문은 회원국간 상호 동일 시설에 대한 과학기술 교류의 성격을 띠고 있으며, 신뢰구축방문은 회원국간 또는 회원국과 BWC 이행기구간 신뢰 증진을 위해 실시하고 있다.

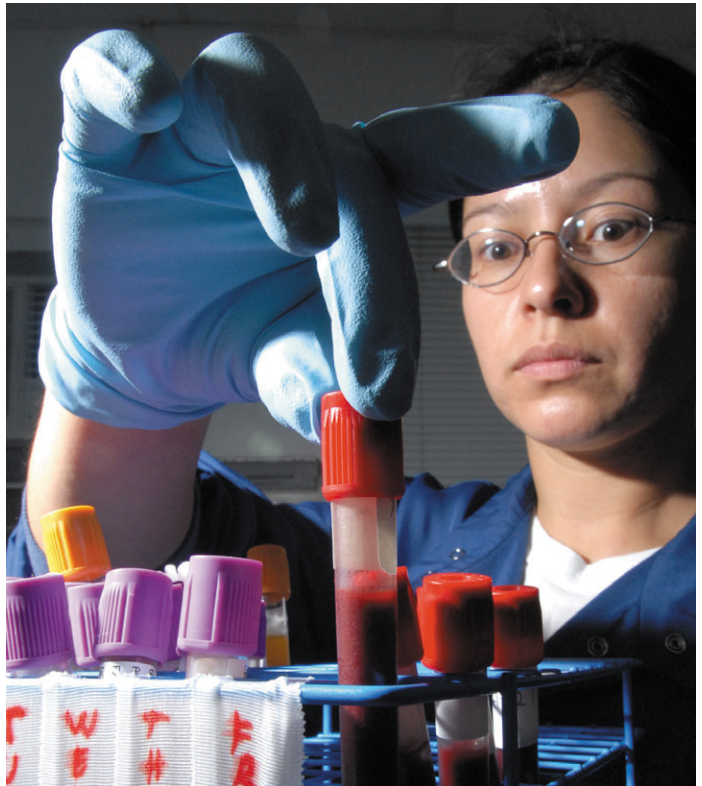
두 방문제도 모두 연간 2~3주를 초과하지 않는 범위에서 실시하되, 협약기구에 신고한 시설뿐만 아니라 순수 목적을 가진 상업·교육·연구시설 등의 미신고 시설도 방문한다. 방문 활동기간 중에는 신고되거나 계획한 활동을 검토한다. 또 현재 활동에 대한 육안 관찰, 기타 안전 및 봉쇄시설과 관련된 진행현황 토의, 과학적 교류 등에 대한 논의도 이뤄진다.

#### CBM 세부 신고내용(항목: A~G)

- A. Part 1 : 일반 생물학 연구시설에 대한 자료 교환
  - 연구소 명칭·위치, 수행업무, 연구기금 출처
- Part 2 : 국가생물방어 연구·개발(R&D) 계획 관련 내용
  - 생물방어 계획 보유 여부
  - 생물방어 계획에 대한 세부 내용
  - 생물방어 연구시설에 대한 정보
- B. 연도별 전염성·비전염성 질병 발생에 대한 정보
- C. 국가의 생물학 분야 관련 활동
  - : 전염병 치료, 백신 생산, 일반 미생물학 연구 내용 등
- D. 각종 국제 세미나 참여 실적
- E. 생물무기 개발·생산·보유 금지, 수출입 통제 관련 입법 현황
- F. 생물무기 공격·방어와 관련된 과거 연구 활동 내용
- G. 백신 생산시설 관련 정보

일반적으로 교환방문은 'BWC와 관련된 과학 교류'의 소극적 의미로 해석될 수 있는 반면 신뢰구축방문은 협약 10조(기술협력)의 이행을 위한 주요 수단으로 활용될 수 있어 좀더 광범위한 의미를 지닌다.

BWC를 성실히 이행하고 있는 우리나라는 1992년부터 BWC와 관련된 신뢰구축조치(CBMs) 이행실태를 매년 UN 군축국에 통보하고 있으며, 특히 국내 이행체제 강화를 위한 입법 활동 등 협약이행 측면에서 신뢰도 향상에 최선을 다하고 있다.





### 우리나라의 화학테러 대응체계

우리나라는 화학·생물테러에 대비하기 위해 2001년 10월 관계부처 회의를 통해 각종 방안을 수립하였다. 먼저 화학·생물테러 물질의 국내 유입을 차단하기 위하여 정보통신부는 서울·부산 국제우체국에서 국제우편물 검색을 강화하고 있다. 건설교통부는 공항·항만 등의 보안검색 강화를, 관세청은 화학·생물테러 위험물 반입 방식을, 법무부는 국제 테러분자에 대한 정보관리 등을 담당하며 지속적으로 이를 보완하고 있다.

화학·생물테러 대비 사항으로 행정자치부는 원전 및 화학공단 소재지에 화생방기동대를 운용하고 있다. 특히 지하철·백화점 등 많은 사람이 오가는 취약시설이 있는 시·군·구에는 화생방기동대를 확대 편성하였고, 이런 시설에는 방독면의 긴급 보급을 추진 중이다. 향후 시·도당 1개의 테러 대응 전담 구조대를 지정하는 등 화학·생물테러 대비 종합조치반을 구성해 대응할 예정이다.

보건복지부는 국립보건원에 생물테러 대책반 및 상황실을 구성·운영하고, 탄저병·페스트 등 생물테러에 대비하여 예방 및 치료제의 비축을 추진하고 있다.

경찰청은 다중이용시설에 대한 순찰을 강화하고 서울, 부산, 대구, 인천, 전남 등 5개 경찰청 소속 제독중대와 112 타격대를 중심으로 화학·생물 방호 및 제독훈련을 실시하고 있다. 또한 서울, 부산, 대구, 인천, 전남, 충남 등 지방 특공대에 테러 대응 임무를 부여하여 전문 부대로의 육성을 추진하고 있다.



생화학테러 대비 훈련

생물테러 임무수행 체계도

