

化學 및 生物學戰에 對한 研究趨勢

金 炯 萬 (理學博士)

1 概 要

人類歷史를 통해 戰爭中 毒性物質을 써서 敵을 殺傷한 例는 때때로 있었지만, 所謂 化學戰이라고 부를 만큼 큰 規模로 毒性物質을 써서 많은 犧牲者를 낸것은 世界 第1次大戰때 시작되었다고 볼 수 있다

한편 生物學 武器에 대한 概念은 1次大戰後에 생긴 것이지만 이의 本格的 武器化는 2次大戰中에 시작된 것이다

科學의 다른 分野와 마찬가지로 化學도 20世紀에 접어들면서 急速度로 發展을 하게 되었고 그 중 獨逸은 有機化學이 특히 발달되어 化學工業이 어느 나라 보다도 앞서 있었다

大學이나 研究所實驗室에서 새로운 化合物이 계속 쏟아져 나왔고, 이들중 많은 것이 有毒한 것으로 알려져 있었다

1次大戰이 시작되자 化學者들은 이들 有毒化合物을 武器로 쓸수 있나를 생각하게 되어 刺戟性 化合物을 砲彈에 充填해 撒布해 보았으나 처음 시도는 큰 效力을 얻지 못했다

다음으로 試圖한 것이 殺傷力이 강한 作用劑였는데 그 當時의 砲彈으로 撒布해서는 必要한 濃度를 얻을 수가 없어서 다른 方法을 講究한 것이 실린더에 넣은 壓縮鹽素였다

1915年 4月 22日 塹壕戰으로 沈滯되어 있던 Bolimov 東西部戰線에서 獨逸軍은 바람의 方向이 적 당한 틈을 타 數千個의 壓縮鹽素 가스실린더에서 同時에 發散시켜 聯合軍에게 큰 被害를 입혔다

이것이 化學戰의 始初가 된 것인데 1次大戰中 200回의 鹽素가스 撒布作戰이 벌어졌다

이 鹽素가스에 대한 防禦策도 즉시로 講究가 나었는데 이 作用劑가 呼吸器管을 통해 體內에 浸透하는 것이므로 처음에는 수건을 重炭酸소다 등 鹽素와 反應하는 化合物의 溶液에 적시어 코와 입을 막았고 곧이어 鹽素가스를 中和시키는 化合物이 든 防毒面이 나오기 시작했다 이로서 化生放戰에서 攻擊과 防禦의 競爭이 시작된 것으로 이 競爭은 오늘날까지 계속되고 있다

이들 防禦策을 克服하기 위해 곧 포스겐이 作用劑로서 登場했고 이를 中和하고 또 당시 豫想했던 作用劑인 靑酸도 中和시키기 위해 苛性소다와 芥이 든 防毒面이 支給되었으며, 드디어 이와같이 作用劑를 中和시키는 化合物과 作用劑를 物理적으로 吸着하는 動物性 活性炭이 든 淨化筒이 나오게 되었다

이렇게 防毒面의 능력이 계속 向上되므로써 呼吸器管을 통하는 作用劑의 効能이 반대로 떨어지게 되어 獨逸軍은 皮膚를 통과하는 芥子가스를 사용하기 시작했다

이 作用劑로 부터의 保護策으로는 기름으로 侵潤시킨 戰鬪服을 着用했으나 여러가지 問題點이 있었는데 이로써 1次大戰은 끝났다

1次大戰 후에도 보다 強力한 作用劑를 찾는 것과 이들을 武器化하는 것, 그리고 그 防禦策에 대한 研究開發은 계속되어 오늘날의 多樣한 化學武器와 防禦裝備體制를 갖게 됐다

2 化學武器의 現況

化學武器 개발의 첫 段階는 自然에서 抽出하거나 合成으로 얻어진 化合物을 動物實驗을 통해 그 毒性의 程度를 알아내는 것이다

이것에 합격된 化合物은 다음 여러가지의 物理的性能의 實驗을 거쳐 果然 에어로졸로서나 砲彈에 充填해 撒布할 수 있나를 보게되는 것이다

이렇게 系統的인 과정을 거쳐 無數한 化合物이 檢査된 결과 오늘날 몇 가지의 作用劑가 武器化됐는데 이 中에서 가장 強力한 것이 神經作用劑이다

1935年 獨逸의 Schrader는 有機弗素化合物이 殺虫劑 役割을 할수 있나를 研究한 끝에 有機磷化合物들이 殺虫劑로서 좋은 것을 알았고 이 中에서 Tabun은 哺乳動物에도 毒性이 強하다는 것을 알았다

이것이 軍當局에 報告되자 軍에서는 化學作用劑로 쓸수 있는 것으로 곧 判斷이 되어 이것을 武器로서 開發해, 1942년에는 大量生産이 시작됐다

한편, Schrader는 이에 대한 研究를 계속해 1939년에는 Sarin을 合成했다

1944年엔 Nobel賞 受賞者인 Kuhn이 獨逸 陸軍을 위해 Tabun과 Sarin의 藥學的인 研究를 하다가 Sarin 보다도 毒性이 強한 Soman을 合成했다

이들 神經作用劑가 獨逸서 發明됐다는 것을 聯合軍側에서는 모르고 있었고 獨逸에서는 Sarin과 Soman에 대해서 量産準備를 했으나 結局 2次大戰이 끝날 때까지 武器化는 못했다

2次大戰이 끝난후 殺虫劑會社에서도 神經作用劑에 대해 많은 關心을 갖고 이에 대한 研究가 활발히 계속되어 G系列과는 構造가 다른 神經作用劑가 나와 이를 V系列作用劑라 부르는데 이들은 現在까지 作用劑 中에서 가장 毒性이 強한 것으로 알려져 있다

神經作用劑는 呼吸器管과 皮膚 양쪽을 통해 浸透하는 作用劑로 神經系列에 널리 分布되어 있고 神經機能에 중요한 酵素인 아세틸콜린에스테라제의 阻害劑로서 다른 作用劑에 비해 최소 10배는 더 毒性이 있어 比較的 작은 砲彈으로 撒布해도 有效濃度를 갖게할 수 있으며, 더구나 撒布가 쉬운 物理的인 性質을 갖고 있어 오늘날 化學武器중 가장 중요한 것이다

한편, 이들은 다른 作用劑와는 달리 無臭, 無味 無色이어서 그 存在를 알기 힘들어 오늘날 化學作用劑에 대한 防禦策은 주로 神經作用劑에 대한 것이라해도 過言이 아니다

3 防禦裝備의 現況

1次大戰 終結後 防毒面에 대한 研究도 계속되어 왔으나 오늘날 支給되고 있는 防毒面은 1次大戰 것에 비해 根本的으로 다른 점은 없다

改良된 點은 에어로콜을 除去하는 粒子濾過에 있어서 濾過物質의 계속적인 向上으로 오늘날에 와서 0.1미크론 程度까지 작은 粒子를 걸러낼 수가 있고 活性炭의 吸着性能도 계속 向上되어 왔으며 특히 銅, 銀, 크롬과 같은 觸媒를 活性炭에 부속시켜 靑酸과 鹽化靑酸같은 작은 粒子들을 分解해 버리게 한 것이다

그래서 현재 淨化筒은 들어오는 作用劑의 99.99%까지를 除去하는 能率을 갖고 있어 어느 作用劑에 대해서도 거의 完璧한 防禦力을 갖고 있다 그러나 顔面部에 있어서는 아직도 不便한 點이 많아 繼續的인 研究가 필요하다

이와 같이 呼吸器管을 위한 防禦策은 대단히 좋으나 皮膚를 통해 浸透하는데 대한 保護策은 현재 까지 별로 좋지가 못하다 1次大戰中 芥子가스에 對備해서 기름으로 적신 옷은 空氣와 濕氣를 통과시키지 않아 長期間 着用하는 경우, 過熱이 되어 쉬 疲勞하게 되어 使用價値가 없다

그래서 그 후에 普通 野戰服에 浸潤시켜 作用劑는 제거하되 空氣와 水分을 통과시키는 物質을 갖던 중 美國서 발견한 것이 CC-2이고 다음에 여기에 10%의 酸化亞鉛을 添加한 것이 XXCC-3이다

이 物質은 芥子가스에는 效力이 좋으나 神經作用劑에 대해서는 效能이 많이 떨어지고 貯藏中 活性鹽素가 遊離되는 등 問題點이 있다 한편 고무로 된 不浸透性 保護衣는 作用劑에 대한 保護率은 대단히 좋으나 空氣나 水分을 通過시키지 않아 오래 사용할 수 없는 弱點이 있다

集團保護裝置에 있어서는 淨化해야 될 空氣의 量에 따라 크기가 다른 淨化器가 標準化되어 있고 空氣를 빨아드리는 것은 가소린엔진이나 電氣모터로 되어 있다

淨化器는 防毒面과 같이 粒子를 濾過하는 部分과 活性炭層으로 구성되어 있는데 이는 防毒面의 淨化高같이 그 性能이 좋아 問題點은 없다

이들은 固定된 建物이나 防空壕 같은데 설치할 수도 있고, 野戰에서 필요할 때 접어서 運搬이 쉽

게 만들어 待避所에 설치해 쓸 수도 있다 出入은 최소의 空間을 이용하며 汚染된 空氣가 안으로 못 들어 가게 하는 裝置도 補給이 되어 있다

다음 個人裝備 그리고 地域除毒問題에 있어서 1次大戰때 쓰이기 시작된 것이 漂白粉인데 이로부터 發散되는 活性鹽素가 化學作用劑를 酸化시켜 破壞시키는 것이다

그 후 活性鹽素를 더 많이 함유하고 있는 Super bleach가 開發되었는데 이는 廉價이고 效力이 좋은 점은 있으나 固體이기 때문에 撒布하기 힘든 것과 不安定하고 金屬에 대한 腐蝕성이 강하며 低溫度에서 쓸수 없다는 問題點들이 있다

이것을 打開하기 위해 美國서 開發된 것이 DS-2인데 이는 디에틸렌 트리아민과 苛性소나를 함유하고 있어 化學作用劑를 加水分解해서 除去하는 것으로 漂白粉과 같은 短點들은 없지만 값이 비싼 것이 문제이다

化學作用劑가 직접 皮膚에 接觸했을 때 위에 말한 除毒劑를 쓸 수는 있지만 刺戟성이 많기 때문에 특별히 皮膚除毒키트가 支給되고 있는 軍隊도 있다

以上の 除毒劑들은 化學作用劑 전체에 共通적으로 適用이 되는 것이지만 神經作用劑는 특유한 問題를 提起하기 때문에 이에 대한 防禦策이 강구되어야 한다 神經作用劑 이외의 化學作用劑들은 人體에 被害가 올 정도의 量이 體內에 浸透하기 전에 그 냄새등 感覺으로 그 存在를 알게 되어 保護策을 취할 수 있으나 神經作用劑는 그렇지 못하여 어떠한 警報裝置가 필요하다는 것은 오랫동안 느껴 왔으나 최근에 와서야 이것이 補給되기 시작했다

이 自動警報器에 쓰이는 原理는 여러가지가 있을 수 있다 그 중 하나는 G系列作用劑와 警報器內에서 循環되는 化合物과 反應해 이온이 생기면 이것과 電極 사이의 電壓差를 增幅해서 警報를 울리게 하고 V系列作用劑가 공기중에 存在하면 警報器內에서 觸媒를 통해 일단 G系列과 유사한 化合物로 바뀌게 된다 또 하나는 酵素인 콜린에스테라제의 阻害反應을 이용한 것이다

中性基質을 계속 供給해서 이온들을 생기게 하면 電極과 電壓差異가 계속 存在하게 되는데 神經作用劑가 공기중에 있으면, 阻害作用에 의해 酵素反應을 抑制해 電壓에 差異가 없어져 이것으로 警

報를 울리게 한다

셋째方法은 색깔의 變化를 이용한 것인데 indicator tape에서 反射되는 光線이 Photocell로 反射시키는데 만일 G系列作用劑가 tape에 있는 化合物과 發色反應을 일으키면 反射되는 光線의 量이 줄어들어 이것을 이용해 警報를 울리게 하는 것이다

除毒劑 사용후 防毒面을 벗어도 되나 하는 것을 확인하기 위해 또한 作用劑를 識別하기 위해 여러가지 探知키트가 發給되고 있는데 이는 대체로 化學作用劑와 키트에 있는 化合物이 反應해 色變化를 일으키게 확인하는 것이다

前술한 여러가지 防禦策은 물론 완전한 것은 못하고 또 설사 完全하다 해도 奇襲撒布에 의해 作用劑가 體內에 浸透할 수가 있다

化學作用劑 全部에 대한 解毒劑는 없지만 몇가지 神經作用劑에 대해 有效한 解毒劑는 10餘年 전부터 알려져 있다

처음에 나온 것이 아트로핀이고 나중에 옥십이 發見되었는데 이 옥십은 神經系統에 널리 分布되어 있는 아세틸 콜린에스테라제와 非可逆的으로 結合한 神經作用劑를 酵素에서 떼어내는 性能을 갖고 있다

오늘날에 解毒注射劑로서는 옥십 아트로핀과 鎮靜劑 防腐劑등을 섞은것이 대체로 補給되고 있다

神經作用劑 攻撃을 받았을 경우 醫療팀이 일일이 解毒劑注射을 놓을 時間的인 여유가 없기 때문에 兵士들 자자가 自己 스스로 注射을 놓아야 하는데 이를 위해 간단한 自動注射器가 補給되어 있다

美國에서 나온 特許를 보면 이 注射器 發射時裝填되어 있던 스프링의 힘으로 注射바늘이 注射器에서 튀어나와 筋肉으로 들어간다

일단 바늘이 筋肉에 들어가면 바늘과 그와 연결되어 있는 注射液 容器사이에는 고무막이 터져 注射液이 筋肉으로 들어가게 된다 이렇게 일단 應急治療가 있는 다음엔 물론 後送되어 專問醫師의 治療를 받아야 된다

4 化學武器 研究의 趨勢

새로운 作用劑에 대한 研究는 계속될 것이다 현재의 傾向은 神經作用劑보다 더 毒性이 강한것 보다는 毒性은 그 정도이나 현재의 保護體制가 適

應이 전혀 안되는 새로운 作用劑를 찾을 것이다

開發된 神經作用劑가 충분한 毒性은 갖었다고 보고 있으며 그 보다 더 毒性이 크면 生産과 武器化하는 過程에서 安全問題가 매우 심각하게 된다

殺傷하지 않고 잠정적으로 無能力化시키는 作用劑도 世界的으로 研究가 되고 있다 소위 BZ라는 無能力作用劑는 이미 1961년부터 標準化했지만 문제점이 많아 현재로 少量만이 저장되고 있다 이 作用劑의 症勢는 視力이 희미해지고 精神狀態가 혼동되며 幻想을 갖게 되고 記憶力이 없어진다 3~4日 後에는 正常으로 돌아온다

問題點은 이러한 症勢는 사람마다 差異가 많고 어떤 사람에게는 症勢가 없으며, 個人的 精神狀態에 많이 달려 그 戰術的인 效果를 정확히 예측키 困難한 點이 있어 좀 더 明確한 無能力作用劑가 계속 研究될 것이다

다음으로 化學作用劑를 좀 더 效果의으로 사용할 수 있는 研究는 繼續될 것이다 이에는 크기가 最適的인 에어로졸을 發生시키는 問題와 微氣象學을 좀 더 精確하게 理解하는 問題이다

作用劑로서 가장 적당한 에어로졸의 크기는 1μ 에서 5μ 사이로 보고 있다 이보다 작으면 呼吸으로서 肺안에 들어갔다가도 숨을 내릴때 다시 나오게 되고 또 이보다 크면 肺안까지 침투를 못해 作用劑의 效力이 줄어들다

그러나 現在의 砲彈의 爆發이나 壓縮空氣 등을 써서 에어로졸을 만드는 裝置는 大部分의 에어로졸이 5μ 보다 커서 이 크기를 줄이는 研究가 繼續되리라 믿는다

에어로졸發生裝置에는 超音波發生器를 이용하여 에어로졸 크기를 줄이는 可能性이 엿보이고 砲彈에 있어서는 爆發物과 作用劑의 比率 全體크기 또는 各成分등의 構造등을 계속 변화시켜 爆發後의 粒子 크기의 分布를 測定해야 된다 아직까지 이런 것들을 豫測할 만한 理論이 없기 때문에 계속 實驗을 해야 되고 長期間이 要하리라 보고

다음으로 化學作用劑가 일단 에어로졸로 되면 다음은 그때그때의 氣象條件에 따라 化學作用劑의 效果가 左右될 것이 確實한데 이것을 豫測할 수 있는 微氣象學은 아직도 精確한 科學이 못된다

中東內에서의 에어로졸의 移動狀況의 研究와 또 여러가지 外的條件에 따르는 空氣의 흐름이 계속 研究되리라 본다

以上の 두 問題가 발달되면 一定量의 作用劑를 써서 더 넓은 地域을 汚染시킬 수 있거나 또는 에어로졸의 濃度를 높이거나 할수 있게 하므로서 그 效率를 높이게 되는 것이다 또 하나 作用劑의 效率를 높이는 方向은 體內에 浸透되는 速度를 높이는 것이다

皮膚가 이들 作用劑를 通過하는 것은 어느 程度까지 때문에 皮膚의 組織을 變化시켜 化學作用劑가 더 쉽게 通過하도록 돕는 物質을 添加하는 것이다

지금까지 알려져 있는 것으로는 디메질선폴사이드와 Soman 또는 VX와 混合해 쓰면 이들 作用劑에 의한 效力이 훨씬 높아진다는 것이다

化學武器開發에 있어서 최근에 활발히 進行되고 있는것은 소위 Binary 概念 즉 二成分 개념이다 이는 砲彈이나 爆發彈안에 두가지의 無毒性化合物을 격리시켜 蓄積했다가 이 武器가 사용될 직전이나 또는 砲彈이 發射된후 이 두 化合物이 섞여 反應을 일으켜 目標物에 도착전에 毒性化學作用劑로 되는 것이다

이것은 새로운 概念은 아니고 2次大戰 前에도 다른 目的으로 試圖되었으나, 최근에 와서 神經作用劑의 Binary System이 美國서 公開發하게 進行되고 있고 소련을 비롯한 다른 나라에서도 비밀리에 進行될 것이라고 본다

Binary System을 開發하는 두 理由는 化學武器의 製造 輸送 貯藏등이 安定하게 되기 때문이다

Binary 化學武器가 實用段階에 이르기까지는 두 分野의 問題점이 解決되어야 한다

첫째는 毒性이 없는 두 化合物이 化學作用劑가 되는 化學反應이고, 다음은 이들 反應을 砲彈이나 爆發彈內에서 할수 있는 裝置이다

먼저 化學反應에 있어서 한가지의 神經作用劑를 合成하는 과정은 몇가지 方法이 있으며 그중 最終단계에 가담하는 두가지 反應化合物이 毒性이 없다는 것은 이미 잘 알려져 있는 事實이다

그러나 Binary System에서의 反應條件은 實驗室이나 大量生産할 때와는 전혀 다르기 때문에 짧은 時間에 反應이 完結되고 두개의 反應化合物도 反應生産物인 神經作用劑와 같이 無臭 無色이라는 條件이 중요하다

다음 hardware에 있어서는 密閉된 容器안에 두가지 反應物質이 격리되어 保管되어야 하며, 필요

할때 外部로부터의 어떤 信號에 의해 이 두 物質이 섞여야 된다 特히 反應化合物中에 하나가 固體인 경우 서로 잘 섞이는 것이 問題가 된다

이 境遇 여러 方法이 있겠으나 1972年 美國서 나온 特許에 의하면 爆彈에서 燃燒劑에 의해 가스를 發生시켜 이것이 프라스틱 주머니에 든 固體를 터뜨려 液體와 섞게하거나 壓縮가스가 軸에 달린 날개를 빨리 돌게하여 固體와 液體인 反應物質을 잘 섞이게 한다

5 防禦裝備 開發趨勢

自動警報器에 있어 몇個 나라에서 現在 보유하고 있는 所謂 point alarm은 그 敏感度는 충분하지만 構造가 대단히 복잡하며 優先 값이 비쌀뿐더러 그 維持와 管理가 복잡하다 이것의 主要原因은 酵素를 쓰는 警報器나 옥심을 쓰는 警報器에도 水溶液을 계속 供給해 주어야 되기 때문이다

그래서 水溶液이 필요없는 警報器로서 현재로 可望性이 있어 보이는 것은 所謂 이온화 警報器이다 이미 商品化되어 있는 煙氣를 探知하는 火災警報器나 一酸化炭素警報器가 바로 이 原理를 쓴 것인데 이를 개량해 神經作用劑 警報器로 쓰일 가능성이 많다 이들 point alarm들은 警報後 防禦策을 講究할 시간여유가 그리 길지 못한것이 弱點이다

理想적인 방법은 멀리서 接近하는 作用劑의 에어로졸을 探知하는 것인데 이것은 물론 point alarm에서와 같은 化學的인 방법을 쓸수 없고 物理的인 方法을 써야 된다

現在로서 가장 可能性이 있는 것은 神經作用劑가 어느 특수한 赤外線을 吸收하기 때문에 멀리있는 하늘에 赤외線을 탐지하는 一種의 分光器를 써 電波探知器같이 계속 探知하는 방법이다 현재로서 無能力作用劑에 대한 自動警報器는 없는 것으로 알고 있는데 이에 대한 研究도 進行되리라 推測이 된다 한편 探知키트에 있어서는 지금까지 잘 알려져 있는 化學作用劑에 대한 探知는 이미 잘되어 있기 때문에 앞으로 出現할 化學作用劑 및 無能力作用劑에 대한 變色探知方法이 계속 開發될 것이다

다음 呼吸器管과 눈을 통해 體內에 浸透하는 作用劑를 저지시키는 防毒面은 현재로써 그 能率은 충분하나 한편 보는 것, 말하는 것등 機能을 많이

감소시켜 個人的 戰鬥能力을 몹시 減少시킨다 그래서 長期的인 研究目標은 呼吸器管을 보호하면서 防毒面을 안졌을 때나 크게 다름없이 모든 作業을 할수 있도록 하는것이다

우선 淨化筒에 있어서 그 부피와 무게를 줄이는 方向의 研究가 되어야 되는데 이것을 위해서는 전혀 原理가 다른 淨化方法이 나와야된다

防毒面의 視野를 넓히는 문제도 중요해 顔面部가 거의 全部 透明해야 되고 더구나 照準 등 目的을 위해 顔面部가 부드러워야 한다 한편 通話하던가 물마시는 것이 現在것보다 쉽도록 하려고 계속 研究가 될것이다

現在 淨化筒의 한 短點은 屍氣가 많은데서 그 貯藏性이 적다는 것인데 이것은 미리 처리해 이 問題를 없애는 方向으로 研究가 進行되고 있다 이와 같은 呼吸器管에 비해 皮膚를 보호하는 것은 훨씬 더 힘든일이다

세겅으로 된 浸透性保護衣와 英國서 支給되고있는 外套는 겉에 弗素가 많이들은 炭水化合物 化合物을 부착시켜 神經作用劑를 못들어오게 하고, 안에는 活性炭을 吸着시켜 들어오는 神經作用劑를 吸收한다 이것은 貯藏性이 짧은것이 큰 短點이다

理想적으로는 보통 軍服을 처리해서 作用劑가 皮膚에 接觸못하게 하는것인데 여기에는 두가지 方向으로 研究가 進行되고 있다 하나는 軍服自體에 活性炭을 부착시키는 것인데 現在 잘 떨어지지 않는 活性炭纖維가 개발이 되어가고 있다

한가지 問題였던 것은 속에 숨겨진 糞산이 活性炭의 吸着力을 많이 減少시키는 것인데 이것은 化合物로 活性炭을 미리 처리해 解決되고 있다

또 하나는 XXCC-3매와 마찬가지로 軍服에 作用劑와 反應해 그것을 分解하는 成分을 입히는 것이다 제일 가능성이 많은것은 被服에 觸媒를 입혀 作用劑를 酸化시키거나 加水分解해서 破壞해 버리는 것이다

현재 補給되고 있는 不浸透性 保護衣는 熱과 물도 通過시키지 못해 오래 입을 수가 없는데 淨화된 空氣를 保護衣의 안으로 供給하는 방법이 현재 開發되고 있다 換氣에 필요한 濾過器 送風機는 兵士가 등에 메고 다니게 되어있다

集團保護裝備에서는 그 濾過器는 防毒面 淨化筒에서와 같이 能率이 대단히 증으나 濾過器가 너무 크고 무거워 運搬이 문제가 된다

活性炭이 에어로졸을 濾過하는 것과 전혀 다른 原理에 의해 空氣中에 있는 作用劑를 제거하는 방법이 講究되어야 하는데 現在로서 가능성이 있는 것은 電力으로 에어로졸을 除去하는 것이다 化學作用劑 에어로졸이 들어있는 空氣에 荷電된 液體 에어로졸을 섞어 交流電場을 통과시켜 化學作用劑를 沈澱시키는 것이다

마지막 醫學的인 保護策으로는 옥심과 아트로핀이 든 神經作用劑, 解毒劑에 대해서 이미 記述했는데 문제는 이것이 Soman에 대해 效力이 별로 없는 것이다

그 理由는 Soman은 所謂 blood brain barrier를 잘 通過하는데 現在 알려져 있는 옥심들은 그것을 통과 못하기 때문이다

그래서 옥심에 非極性基를 添加해서 blood brain barrier를 쉽게 통과시킬 수 있도록 하는 研究가 계속되고 있다

窮極的인 목적은 모든 神經作用劑에 有效한 解毒劑를 얻는데 있다 그런데 于先 暫定的인 조치로 한가지 可能性이 있는 것은 카바메이트제나 타린같이 神經系統의 아세틸 콜린에스터라제와 可塑的으로 反應하는 化合物을 미리 注射해 Soman이 나중에 들어와도 이들의 競爭때문에 酵素와 結合을 못하게 하는 것이다 問題는 카바메이트나 타린들도 毒性이 어느 程度있는 것이므로 이것을 맞은후 正常的인 活動이 힘들고 또 미리 注射를 놓아야 하기때문에 Soman에 의한 攻擊이 있으리라는 情報가 미리 있어야 된다는 점이다

좀더 理想的인 방법은 神經作用劑에 대한 免疫인데 이에 대한 研究도 계속되리라 생각되며, 또 體內에 들어간 神經作用劑를 直接中和시키는 化合物도 계속 研究되고 있고, 神經作用劑를 體內에서 破壞시키는 酵素에 대한 研究도 되어가고 있다

그러면 防禦策을 綜合評價해 볼때 現在 알려져 있는 神經作用劑에 대한 保護策은 앞으로 멀지않은 將來에 거의 完璧하게 될 것이다

그러나 自動警報器가 좀더 발전이 되어도 攻擊을 豫告하는데 있어 完璧할 수가 없어 奇襲을 당할 可能性이 늘 있는 것이고 일단 이것이 일어나면 醫學的인 保護策은 犧牲者의 數를 減少시키긴 해도 이것을 없앨 수는 없다

더구나 새로운 原理에 의한 化學作用劑가 나오면 이에 대한 保護策이 나오기前까지는 늘 不安한

狀態에 있는 것이다

1次大戰때 攻擊과 防禦 사이에 경쟁이 있었던 것과 같이 앞으로도 계속 競爭이 있을 것이지만 攻擊은 能動的이고 防禦問題研究는 늘 受動的이므로 化學戰에 대한 威脅은 계속있을 것으로 豫測이 된다

6 生物學戰

1次大戰때 化學作用劑가 무서운 武器로 쓸수 있다는 것이 證明되자 그後 細菌도 戰爭目的에 쓸수 있을것이라고 많은 사람들이 생각하게 되었고, 軍事專門家들도 이에 대한 關心을 次次 갖게되었다

그래서 2次大戰 前까지는 日本, 獨逸 英國, 프랑스, 소련 등 각 나라에서 生物學武器에 대한 研究가 시작되었으며, 美國은 2次大戰이 시작된以後에 이에대한 準備가 진행되었다

日本은 1936년부터 1945년까지 滿洲 哈爾濱 근처에서 生物學武器에 대한 開發事業을 했다 그들은 腸內細菌, 페스트, 炭疽菌 등을 各種砲彈, 暴彈에 장전했고 昆蟲을 통해 撒布하는 방법도 講究했으나 2次大戰 末까지 실용할 만큼 성공하지를 못했다

獨逸이 1930年代 初期부터 細菌戰 준비를 하고 있다고 소문은 있었으나 확실치는 않고 1943년에 戰爭에 敗北하기 시작하면서 本格的으로 준비가 시작됐으나 이 역시 戰爭末까지 實用化되지 못했다

英國은 獨逸서 細菌戰 준비를 한다는 報告를 듣고, 1940년부터 化學戰研究所에서 生物學武器에 대한 研究가 시작했지만 역시 戰爭末까지 武器化하지는 못했다

美國은 生物學 武器開發에 착수한것은 1941年으로 늦게 시작한 했으나 가장 規模가 컸고, 生物學 武器開發에도 누구보다도 앞섰던 것으로 알려져 있다

그 當時 이들 研究狀況은 아직도 秘密等級이 돼 있어 잘 알수가 없지만 제일 貢獻이 컸던것은 그들의 소위 'cloud chamber project'이다

그 當時까지만 해도 傳染病은 消化器管을 통해 感染되는 것으로 알려져 있었는데 cloud chamber內에서 에어로졸을 發生시켜 動物의 呼吸器管을 통해 傳染되는 것을 알게되어 生物學作用劑도 化學

作用劑같이 에어로졸 狀態로 널리 撒布해 넓은 地域에 汚染이 가능한 것을 알게 되었다

2次大戰 末까지 生物學武器가 實用化 단계에 도달은 못했어도 生物學作用劑도 化學作用劑와 비슷한 방법으로 넓은 地域에 撒布해 대규모의 犠牲者를 낼수 있는것이 判明됐고 또 細菌은 번식하는 것이기 때문에 化學武器보다도 더 무서워질 可能性이 있는것을 알게 되었다

2次大戰이래 生物學武器에 대해서도 계속 研究가 되어와 現在로서 病原細菌 리켓치아, 바이러스 등이 보다 武器化될 수 있고 이 撒布方法은 化學作用劑와 근본적으로는 같겠지만 자세한 것은 전혀 알수 없다

美國은 1971년에 生物學武器에 관한 연구를 公式적으로 中斷하고 그 당시 保有하고 있던 生物學作用劑를 모두 破壞한 것으로 알려져 있으나 소련서는 계속 大規模로 계속되는 것으로 알려져 있다

다음 生物作用劑에 대한 保護策으로는 化學作用劑에 대한 保護裝備들이 生物學作用劑에도 그대로 適用이 된다

生物學作用劑에 대한 自動警報裝置는 없는것으로 알고 있으며, 作用劑의 식별은 實驗室에서만 할수 있는데 螢光抗體法과 放射免疫分析法과 같이 微量의 生物作用劑를 신속히 識別할 수가 있다

除毒劑로서는 漂白粉, DS_2 등 化學作用劑, 除毒劑가 그대로 쓰이고 호름알데히드, 에칠렌옥사이드, 베타푸로피오락톤, 메질브로마이드 등 生物學作用劑단 除毒하는 化合物도 보급이 되어있다

現在 알려져 있는 生物作用劑는 全部 자연으로 발생하는 病原細菌, 리켓치아, 바이러스들이기 때문에 그 대부분에 대한 ワクチン, 抗血清 그리고 몇가지에 있어서는 抗生劑가 개발되어 있다 그러면 앞으로 生物學戰의 研究方向은 어떠한 것인가에 대하여 考慮해 보겠다

먼저 生物學武器開發에 있어서 새로운 作用劑를 얻는데는 두가지 過程을 밟게될 것이다 먼저 自然에 存在하면서 알려져 있지않는 病菌, 리켓치아, 바이러스를 繼續 發견될 것인데 특히 바이러스가 可能性이 제일 많다 두번째는 遺傳工學을 써서 새 生物學作用劑를 만드는 것이다

細胞內에서 그 遺傳을 결정하는 것은 DNA인 것은 오래전에 알려졌다 이 遺傳子때문에, 예를 들면 콜레라菌이 分裂되면 두개의 콜레라菌이 되며

단 菌이 되지 않는다

1953年 이래 DNA의 構造가 밝혀지면서부터 遺傳의 기작이 무엇이나에 대해서 많이 밝혀지게 되었다

최근에 와서 遺傳工學分野의 研究가 시작된 이래 細胞內에서 DNA를 꺼내 이것을 化學的이나 다른 方法에 의해 그 構造를 변화시켜 다시 細胞에 넣으면 變形된 種類의 細胞가 되고 가령 細菌인 경우 感染성이 強하거나 또는 아직까지 알려져 있는 抗生劑가 들지 않는 細菌으로 될수도 있다

이 遺傳工學은 아직 原始的인 단계에 있지만 이것이 急速度로 발전되면 한가지 細菌을 變形시켜 願하는 새로운 細菌을 人工的으로 만들수도 있다는 것이다

化學作用劑의 撒布와 마찬가지로 生物學作用劑도 呼吸器管에 浸透가 보다 빠른 에어로졸 크기로 撒布시키도록 하려는 研究가 계속될 것이며, 微氣象學을 보다 잘 理解해야 되는것은 여기도 마찬가지로 지이다

但 生物學作用劑들은 化學作用劑보다도 撒布때나 에어로졸 狀態로 바람에 의한 運搬時에 더 불안정하고 특히 紫外線에 의해 破壞가 많이된다

이 問題를 극복시키는 한 方法은 生物學作用劑의 에어로졸을 紫外線을 通過시키지 않는 物質로 싸서 撒布하는 것이다

이 方法은 micro encapsulation이라 하는데 이미 製藥이나 食品工業에서 많이 利用되고 있는 방법이다

앞서 化學作用劑에 作用劑가 皮膚를 더 쉽게 통과하도록 하는 成分을 첨가해서 撒布한다고 했는데 生物學作用劑에서도 비슷한 方法을 쓸수가 있다 예를들면 肺를 刺戟시키는 成分과 같이 生物學作用劑를 撒布해서 肺에 浸透하는 것을 促進시키는 것이다

이렇게 다른 成分을 첨가해서 生物作用劑의 效力을 올리는 대신 作用劑의 構造를 변경시켜 그 效率을 올리는 方法도 講究되고 있다

바이러스는 核酸과 그를 싸고 있는 蛋白質로 構成되어 있는데 이들 蛋白質은 核酸을 파괴시키려는 酵素로부터 保護하고 宿主細胞에 들어가는 것을 돕는다

바이러스가 宿主細胞에 침범하면 核酸은 蛋白質 껍질로부터 벗어나 宿主細胞의 代謝機能을 自己 스스로가 繁殖하는 것으로 이용해 宿主細胞를 결

국 破壞시키는 것이다

그런데 어느 바이러스에 대한 免疫이나 抗血清은 이 蛋白質表皮와 反應하는 것이기 때문에 바이러스의 核酸은 感染性은 있지만 그에 대한 豫防策에는 效力이 없다

또 바이러스 自體보다도 그의 核酸이 感染對象이 대게로 廣範圍하다는 것이다 例를 들면 silk worm만을 感染시키는 바이러스는 그 蛋白質包裝을 벗기면 사람에게도 感染이 된다

그래서 바이러스 보다는 거기서 나온 核酸自體가 더 有效한 生物作用劑로 사용할 수 있는데 問題는 보호하는 蛋白質外皮가 없어 不安定한 것이다

이 問題를 다른 成分을 첨가하거나 micro encapsulation으로 解決하려는 研究가 진행될 수 있을 것이다

生物學作用劑의 에어로졸도 냄새도 없고 색깔도 없으니 自動警報器 개발이 필요한데 이 目的에 두 가지 類似한 方法이 고려될 수 있다 그중 하나는 生物體의 活動에너지의 根柢이 되는 ATP를 探知하는 것이다

모든 細胞에 ATP가 存在하고 바이러스나 리켓지아도 細胞內에서 繁殖하는 것이기 때문에 微量 ATP로서 汚染되고 있어 이의 存在가 空氣中에서 探知가 되면 生物學作用劑가 存在한다고 판단이 될 것이다

具體적인 方法으로는 반딧불의 原理를 이용하는 것이다 卽 반딧불에선 류시페라제 라는 物質이 류시페라제 라는 酵素에 의해 加水分解할때 光線이 發生한 것인데 이때에 꼭 ATP가 酵素에 添加되어야 한다

그래서 류시페린과 이 酵素가 들어있는 容器에 空氣를 계속 통과시켜 光線이 발생하면 生物作用劑가 있다는 것으로 判斷하는 것이다

또 하나의 方法은 해마틴이 모든 生物作用劑에 存在하는데 이 物質은 류미놀 이라는 化合物이 過酸化水素와 작용해 光線을 발생하는 反應의 觸媒 役割을 하기때문에 이때 역시 발생하는 光線을 탐지해서 警報를 울리게 하는 것이다

生物學作用劑가 에어로졸 狀態로 撒布되었을 때 ATP나 해마틴의 濃度가 극히 자기때문에 많은 量의 空氣를 吸收해서 이들 物質을 濃縮시키는 장치도 警報器에 포함되어야 한다

다음에 重要한 問題는 生物作用劑를 신속히 識

別하는 問題이다 현재까지 알려진 醫學的인 防禦策들은 作用劑 종류마다 다르기 때문에 어떤 作用劑가 存在하는가를 빨리 알아야 대책을 講究할 수가 있다

지금은 空氣나 土壤 등 見本을 採取해 實驗室로 보내서 識別을 하기때문에 이 識別은 現場에서 迅速히 할수 있는 裝備가 개발되어야 한다 現在 여러나라에서 이에 대한 研究가 진행은 되고있으나 그 原理는 알 수가 없다

生物學作用劑에 대한 醫學的인 保護策으로는 첫째, 免疫에 있어서 많은 生物學作用劑에 대한 ワク진은 存在하지만 이것들이 作用劑 하나하나에 대한 것이기 때문에 미리 어느 作用劑로 攻撃을 받을 것인가를 알아야 된다

그래서 좀더 廣範圍하게 쓰이는 ワク진 開發이 필요해 현재 이 方向의 研究가 계속 진행되고 있다

例를 들면 lipopolysaccharide를 注射하면 몇가지 종류의 感染에 抵抗性이 생기는것을 알게된다 이것이 되는 메카니즘은 아직 모르고 있는데 일단 이것이 알려지면 廣範圍하게 免疫이 可能하지 않나들 생각하고 있다

ワクチン은 前에 이야기한 問題點과 또 免疫性이 생기기까지 2~4週日이 걸린다는 問題가 있어 그 대신 動物에서 抗血清을 얻어 대량 貯藏하는것이 重要하다 이것은 生物學武器로 攻撃을 받았을때 어떤 作用劑인가를 알면 그 治療劑로서 쓸수 있고, 또 어떤 作用劑로 攻撃을 당할 것이라는 豫告만 있으면 攻撃直前に 쓰여도 有效한 때문이다

이것들을 위해 아직 開發이 안된 抗血清에 대한 研究는 계속될 것이다 ワクチン 또는 抗血清에 대한 研究는 새로운 生物作用劑를 武器化하는때도 필요하다 醫學的인 보조없이 새로운 生物學作用劑를 大量生産 撒布한다는 것은 극히 危險한 일이기 때문이다 抗生劑와 그의 細菌을 직접 破壞시키는 化學物에 대한 研究도 물론 계속되어야 한다

參 考 文 獻

- 1) SIPRI The Problem of Chemical and Biological Warfare Vol 1-6 Almquist & Wiksell, Vppsala 1973
- 2) SIPRI Chemical Disarmament New Weapons for Old Almquist & Wiksell Uppsala 1975
- 3) A M Prentiss Chemicals in War McGraw Hill New York, 1937
- 4) Ian V Hogg, Gas, Ballantine, New York, 1975