# 殺　　虫　　劑

## ——藥理學的 作用과 獸醫臨床에서의 應用——

## (第 一 回)

서울大學校 獸醫科大學

**李　長　洛** 譯

〔譯者註〕本誌 編輯者의 請託에 의해서 L. Meyer Jones, 『Veterinary Pharmacology and Therapeutics』 中에서 殺虫劑에 관한 部分만 飜譯합니다. 제1部(藥理學的 作用)은 獸醫學徒에게, 제2부(獸醫臨床에서의 應用)은 臨床獸醫師에게, 새로운 知識을 많이 提供해 줄 것입니다.

農藥管理法施行規則(1958년 1월 20일, 農林部令 第63號) 제3조에는 農藥營業者의 資格을 가지는 者는 農科大學 農藝化學科卒業者, 獸醫師, 및 藥師라고 明記되어 있읍니다. 이러한 事實을 생각해 볼때 本 譯文은 전혀 無意味한 것이 아닐 것으로 믿어 집니다.

## 제 1 부

## 各種 殺虫劑의 藥理學的 作用

人類는 農作物과 家畜을 害치는 各種 害虫을 驅除하려고 오랜 歲月을 두고 애써 왔다. 紀元前 1000년 쯤에 호머 Homer 는 害을 驅除하기 위해 硫黃을 피운다는 事實을 말했다. 紀元 900년이 되었을 때는 中國사람들은 庭園의 害虫을 驅除하기 위해서 砒素를 使用하고 있었다. 紀元 1300年에 마르코·포로 Marco Polo는 駱駝의 疥癬을 治療하기 위해서 기름을 使用한다는 것을 記錄했다. 學者들은 最近에 와서는 사람과 家畜에 疾病을 傳播하는 昆虫을 驅除하는 問題에 관해서 더욱 많은 考慮를 하게 되었다. 美國 農務省은 害虫에 의한 美國內 家畜의 平均 年 被害額을 5億달라에 이를 것이라고 推算하고 있다. 美國內 家畜과 農作物이 害虫으로 말미암아 每年 입는 被害額은 틀림없어서 40億달라 일것이라고 한다.

最近 40年間에 害虫驅除法은 많은 發展을 이루었다. 1942년까지에는 廣範圍에 걸친 各 種類의 殺虫劑가 使用되었다. 즉, 砒素劑, 弗素劑, 除虫菊製品, 로트논劑 니코틴劑, 硫黃劑, 銅劑, 油類, 및 그 밖의 各種 化學製品이 그것이었다. 1942년에, 含鹽素炭化水素系 殺虫劑로 는 最初의 것인 클로로페노테인 Chlorophenothane, U.S.P. (D.D.T.)이 하나의 殺虫劑로서 美國에 紹介되었다. 클로로페노테인이 모기를 막아 내는 힘이 있다는 것이 1936년에 밝혀졌다. 이 化合物을 廣範圍하게 試驗하고서 곧 그 당시의 世界第二次大戰 동안에 이것을 應用했다. 그 때는 熱帶地方과 亞熱地方에서 疾病媒介昆虫을 驅除한다는 것이 매우 緊要한 일이었기 때문이었다. DDT가 紹介된 後로 몇 종류의 다른 含鹽素炭化水素系製品이 나타 났다. 現在 이러한 製品을 利用할수 있다.

옛날의 各種 殺虫劑는 短時間에 効果를 發揮하는 것이 었으며, 모두들 害虫에 接觸하자마자 곧 그 害虫을 쓰러뜨려 죽이는 効力으로해서 多年間 使用되어 왔다. DDT가 紹介된 후로는 殘留 作用이라는 새로운 槪念이 생겨났다. 含鹽素炭化水素系 殺虫劑는 殘留作用이 있으므로 建物의 壁이나 動物의 皮毛에 한번만 뿌리져서도 數 週日 동안 殺虫 効果를 發揮할수 있다.

<美合衆國中央政府 殺虫劑, 菌類撲滅劑 및 殺鼠劑에 관한 法令은 1947년에 公布되었으며 美國 農務省이 이를 施行하고 있다. 이 法令은 除草劑와 殺鼠劑의 州間 交易을 調整하고 있으며 그리고 商業的으로 賣買되고 있는 一定한 毒物의 登錄을 規定하고 있다. 美國農務省 食物醫藥品管理處는 1938年에 公布된 <食物, 醫藥品 및 化粧에 관한 法令>이 定하는 바에 따라 食料品의 殺虫劑 殘滓에 의한 汚染을 圈束하고 있다. 이를테면, 食物醫藥品管理處는 殺虫劑를 뿌린 젖소의 젖으로부터 그 殺虫劑가 排出되고 있는 지의 與否를 그리고 食肉內에 어떠한 종류의 것이고 간에 有害한 殺虫劑殘滓가 存在하고 있지나 않는지를 監督하고 있다.

## 含鹽素炭化水素系 殺虫劑

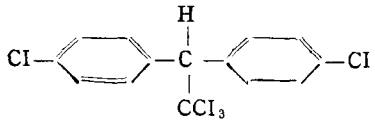
含鹽素炭化水素類는 DDT의 出現 以後로 重要한 殺虫劑가 되었다. 각기 含鹽素炭化 水素의 하나인 페러다이클로로벤진 Paradichlorobenzene과 오도다이클로로벤진 orthodichlorobenzene 이 이미 殺虫劑로서 널리 使用되어 왔기 때문에 含鹽素炭化水素類는 한 部類의 殺虫劑로서는 결코 새로운 것이 아니다. 오도다이클로로

벤진 製品은 높은 蒸發氣壓을 通해서 効果를 發揮하는데도 相當히 長時間 効力을 持續한다. 대체로, 各種 含鹽素炭化水素系 殺虫劑는 각기 그들 重力의 1/3—2/3에 該當하는 무게의 鹽素를 含有한다.

클로로페노테인, 美國藥典 Chlorophenothane, U.S.P.(다이클로로다이페닐트라이클로로에테인 Dichlorodiphenyltrichloroethane, 디디티 DDT)

DDT는 dichlordiphenyltrichloroethane의 P.P′異性體와 ortho-PP′ 異性體의 混合物에 붙여진 略稱이다. DDT의 P.P 異性體는 粗製(工業用) DDT의 약 70%를 차지하며 粗製 DDT가 發揮하는 殺虫効果의 대부분은 이것에 基因한다

**化學的性質**：DDT는 化學的으로 異性體가 45個 存在할수 있으되 그 中에서 殺虫力이 가장 强한 것이 바로 P.P′ 異性體이다. P,P′異性體의 化學的 純粹品은 냄새도 없고 맛도 없으며 白色의 긴 針狀結晶性 物質이다. P,P′ 異性體는 比較的 不働性이며 그리고 安定하다.



Chlorophenothane, U.S.P.

**製劑**：DDT製品에는 다음의 세 等級이 있다. 粗製(工業用 또는 商業用) DDT; 精製(煙霧劑用) DDT; 그리고 研究標準品으로 使用되는 P.P′ 異性體 高度純粹品. 粗製 DDT는 보드라운 灰色의 粉末로서 물에는 녹지 않으나 脂肪과 脂肪溶劑에는 상당히 잘 녹는다. 家畜外部寄生虫 驅除用으로 使用하기 위해서는 粗製 DDT를 水和劑와 結合된 狀態의 粉末劑로 만드는 것이 보통이다. 이 混合物은 그대로 撒布用粉末로서 使用할수도 있고 혹은 懸濁液 形態로 適用하기 위해서 물에 탈수도 있다. DDT는 또한, 畜舍 따위의 無生物物體에 適用하기 위해서는 이것을 燈油에 溶解시킨 油性溶液의 狀態로서도 使用할수 있다. 그러나 DDT의 油性溶液은 家畜에 대해서는 결코 使用할수 없다. DDT는 또한 煙霧濟와 濃縮乳劑의 形態로도 그리고 塗料, 光澤劑 및 蠟劑와 같은 被覆劑의 形態로도 使用하고 있다. 商業的으로 賣買되고 있는 各種 DDT製品은 그 DDT濃度가 1%인 것으로 부터 75%인 것에 이르는 각가지 것이 있다. 家畜에 適用하기 위한 水和劑 形態의 製品은 대개가 50% 濃度의 것이다.

**昆虫에 대한 作用**：DDT는 經口的 吸收毒으로서도 作用할수 있기는 하나 주로 接觸毒으로서 使用된다. DDT는 燻煙劑나 忌避劑가 아니며 또한 害虫의 알(卵)을 죽이는 힘은 없다. 昆虫이 DDT에 대한 感受性은, 昆虫의 키틴質(角質)表皮가 選擇的으로 DDT를 吸收한다는 事實과 서로 關係가 있다(리처즈 Richards씨 및 카트콤프 Cutkomp씨 1946년). 昆虫에 있어서는, DDT는 感覺神經과 運動神經의 兩쪽 末梢神經組織에 주로 作用하는 것같다. DDT가 昆虫을 毒殺하는 方法은 아직 잘 알려져 있지 않으나, 各種 含鹽素炭化素系 殺虫劑의 毒性 程度는 昆虫體內에서의 脫<헬로젠 化水素>作用 dehydrohalogenation 에 의해서 각기 殺虫劑로부터 遊離되는 鹽酸의 量과 正比例한다는 것이 어느정도 示唆되어 있다.

DDT는 극히 少量으로써도 昆虫을 죽일수 있다. 파리가 結晶性 (純粹)DDT로 된 엷은 膜 위를 걸을 때는 파리는 곧 날수 없게 되고 이어서 걸을수도 없게 된다. DDT는 곤虫에 있어서 興奮, 共齊運動不能, 痙攣, 全身癱瘓 그리고 죽음— 이러한 外觀上의 症勢를 이에 記載한 順序로 일으킨다. (케너디 Kennedy, 1947년). 家畜 DDT中毒에 걸렸을 때는 이와 同一한 症勢가 일어나되 骨格筋의 振顫이 더욱 優勢하게 나타난다. DDT는 害虫의 種類에 따라 그 効果를 달리한다. 어떤 昆虫은 원래는 DDT에 대해서 感受性이 있었는데 지금은 DDT에 대해서 抵抗性을 보이고 있다. (세퍼드 Shepard 씨, 1951년).

**哺乳類에 대한 作用**：哺乳動物에 있어서 DDT의 主要한 全身作用은, 過度 興奮, 痙攣 및 癱瘓가 뚜렷이 나타나는 中樞神經 障碍이다. DDT는 주로 小腦와 高位運動中樞에 作用하는 것같다. 脊髓 혹은 筋神連接部에 대해서는 아무런 効果도 없음이 이미 밝혀졌다.

DDT는 心臟筋肉을 敏感 하게 한다. 따라서 DDT가 作用할 때는, 交感神經이 興奮함으로써 일어나는 것과 같은 혹은 交感神經興奮藥을 注射할 경우에 나타나는 것과 같은, 心室纖維性攣縮이 일어날 수도 있다. 哺乳動物에 있어서의 DDT의 毒作用은 트리이클로로에테인 trichloroethane 基와 패러-클로로페닐 P-Chlorophenyl 基로 말미암아 일어나는 것으로 생각되고 있다. DDT는 神經細胞軸索突起의 表面組織을 混亂시킴으로써 神經 脂質表面에서의 燐石灰化를 物理的으로 한다는 것이 示唆된바 있다. 神經의 脂質表面에 대한 이와같은 妨害는 DDT에 의해서 이루어지지 DDT의 어떤 中間代謝産物에 의해서 이루어지는 것이 아니다.

DDT와 다른 各種의 含鹽素炭化水素系 殺虫劑는 아마 體組織內에서의 각가지 酵素 作用을 抑制할 것이다 基質內에 DDT가 百萬分의 3—30의 濃度로 存在할 때는 實驗用쥐의 心臟에 있어서의 사이트크롬옥시데이스

cytochrome oxidase의 作用은 阻止된다. (존스톤 Johnston, 1951년) 다른 組織內에 있는 酵素도 같은 모양으로 影響을 받을 것임이 거의 틀림없다.

**吸收**: DDT의 毒性이 昆虫과 哺乳動物에 있어서 서로 다른 것은 DDT의 被吸收性이 昆虫과 哺乳動物에 있어서 각기 다른데에 그 主原因이 있는 것 같다. 粉末狀DDT는 昆虫의 키틴質表皮로부터는 쉽게 吸收되나 哺乳動物의 皮膚를 通해서는 거의 혹은 전혀 吸收되지 않는다. 粉末狀 DDT는 哺乳動物의 消化管으로부터 조금만 그리고 不規則하게 吸收된다. 油性溶劑에 녹혀져있는 狀態의 DDT는 哺乳動物의 皮膚나 消化管에 適用될 때 相當히 잘 吸收된다. 腸內에 있는 脂肪이나 脂肪溶劑는 DDT를 溶解시키며 따라서 腸組織에 의한 DDT의 吸收를 돕는다.

**體組織內에서의 分配와 蓄積**: DDT는 大部分 動物의 모든 組織 內에서 發見된바 있다. 그러나 다른 組織에서의 그것보다 越等하게 많은 量의 DDT가 生體의 脂肪組織內에서 發見된다. 그것은 DDT가 脂肪과 脂肪溶劑에 더욱 잘 녹기 때문이다.

DDT가 動物體內에 貯蓄되는 程度는 攝取된 量과 攝取가 이루어진 時間의 兩쪽 條件에 따라 다르다. DDT가 動物體內에 貯蓄되는 濃度는 먹이에 있어서의 DDT 濃度의 6—28 倍일 것이다. 百萬分의 1—10과 같은 낮은 濃度로써 DDT를 攝取한 때는, 最高蓄積濃度가 6個月 만에 이루어진다. 6個月 以後는 排出이 增加한다. 보다 높은 濃度로써 DDT를 攝取할 때는, DDT는 繼續的으로 貯蓄된다. 어떤 動物은 組織內에 靜脈內注入時 致死量의 數倍에 該當하는 만큼의 DDT를 中毒의 症勢를 나타냄이 없이 體組織內에 蓄積할수 있다. 體組織內에서의 蓄積은 DDT를 어떠한 濃度로 攝取해서도 이루어진다. 體內에 蓄積된 DDT의 50%가 3個月 以上 體內에 保有된다. DDT의 各 異性體는 이들이 먹이 안에 存在했을 때에 이루던 것과 同一한 比率로 體內에 蓄積된다. (美國醫學協會 藥學化學審議會 Council Pharm, and chem, A.M.A., 1951년)

**排出**: DDT의 排出은 느리다. 經口的으로 投與된 DDT의 거의 대부분은 變化되지 않은채 등에 排出된다 이 事實은 DDT가 잘 吸收되지 않음을 가리키고 있다 창자로부터 吸收된 DDT의 대부분은 2—4일 안으로 다이—(패러—클로로페닐) 酢酸 di—(P—chlorophenyl) acetic acid의 形態로서 (75—80%) 그리고 또한 이 化合物의 各種 에스터 ester의 形態로서 오줌에 排出된다. 이때 DDT의 若干은 아직 그 形態는 밝혀져 있지않으나마 膽汁 안에도 排出된다. 體內에 吸收된 DDT中 이렇게 排出된 나머지의 것은 體內 모든 곳의 脂肪組織 안에 貯蓄된다. 그후 DDT는 脂肪組織으로부터 漸次로 分離되어 오줌과 젖을 통해 排出된다.

젖을 分泌하고있는 動物이 DDT含有 飼料를 먹을 때는 그 젖의 乳脂肪 안에 DDT가 排出된다. 食物醫藥品管理處는 젖소 혹은 젖소飼料桶에 대해서 DDT를 使用하는 것을 禁止하고있다. 그러나 이 問題는 아직 完全히 解決되어 있지않다. 왜냐하면 乾草, 豌豆, 옥수수, 그리고 그 밖의 農作物에 달라붙는 害虫을 驅除하기 위해서 DDT를 使用하고 있으며 이러한 農作物이 소의 먹이로서 利用될 수는 있기 때문이다. 生長中의 앨펄퍼 alfalfa에 DDT를 뿌렸을 때는 그 앨펄퍼로 만든 乾草는 DDT殘滓를 百萬分의 7—8만큼 含有할수가있다. 이와 같은 乾草를 젖소에 먹이며는 그 젖소의 젖에는 그 후 곧 틀림없이 DDT가 百萬分의 2,3—3,0의 比率로 排出된다. 이러한 젖으로 製造한 버터는 DDT를 약 百萬分의 65의 比率로 含有하게 될 것이다. 이렇게 많은 量을 含有하게 되는 것은 DDT가 脂肪에 더욱 잘 녹는다는데에 그 原因이 있다. (스미드 Smith씨 및 共同研究者, 1948년) 젖의 DDT에 의한 汚染은 公衆保健上으로 繼續的인 危險이 되고 있다. 이 問題는 飮食物의 대부분을 牛乳로써 메우고있는 어린아이들의 경우에 있어서 특히 그러하다.

**毒性**: DDT 에는 固有의 毒性이 있기는 하나' 哺乳動物은 皮膚로나 창자로나 혹은 呼吸管으로부터 DDT를 매우 조금만 吸收하기 때문에 正當하게 使用하기만하면 DDT는 哺乳動物에 대해서는 비교적 안전하다 그러나 經口的으로라도 過多한 量을 投與하며는 急性中毒이 일어날수 있다. 油性溶液 狀態의 DDT는 皮膚로나 消化管으로부터 吸收되므로 危險하다. 含鹽素炭化水素系 殺虫劑의 油性製品은 어떠한 것이고 간에 哺乳動物에는 使用하지말아야 한다. 이러한 것은 無生物物體에 대해서 適用할수 있다. DDT中毒에 걸리는 程度는 動物의 種類에 따라 그리고 같은 種類일지라도 個體에 따라 다를뿐만 아니라 또한 投與의 經路에 따라 그리고 DDT製品의 溶劑 혹은 懸濁媒質에 따라서도 差異가 있다. 多量의 體脂肪을 가지고 있는 哺乳動物은 마른 動物의 경우에 있어서보다 DDT의 急性中毒에는 잘 걸리지 않는다. 그것은 前者의 경우는 DDT를 그 體脂肪속에 貯蓄할수 있으나 後者의 경우는 神經組織과 其他 重要組織에 DDT를 보다 많이 貯蓄해야 되기 때문이다. 굶은 動物은 굶지않은 動物 보다

더욱 敏感하며 그리고 어린 動物은 나이 많은 動物 보다 역시 더욱 敏感하다. 昆虫과 물고기는 DDT의 毒作用에 比較的 敏感하다. 그리고 甲殼類와 兩棲類도 또한 그러하다. 鳥類는 DDT의 毒作用에 대해서 특별히 잘 견딘다. DDT에 感受性이 있는 哺乳動物 및 種類를 感受性의 程度가 줄어지는 順序로 적으면 대략 다음과 같다. 마우스, 고양이, 개, 집토끼, 기니피그, 원숭이, 돼지, 말, 소, 면양, 그리고 염소.

靜脈內로 注入할 경우에 있어서의 DDT의 最少致死量은 대부분 種類의 動物에 있어서 體重 每 Pound 當 약 25mg이다. DDT의 經口的 最少致死量은 경우에 따라 많이 다르기는 하나 대체로 靜脈內注射時 最少致死量의 10倍이다. DDT의 致死量은 靜脈內로 注射할 때는 中毒症勢가 5—10分 안으로 나타나지마는, 經口的으로 投與할 때는 이와는 달리 數 時間의 潛伏期가 지나고서야 中毒症勢가 나타난다. DDT의 腹膜腔內注入時 致死量, 皮下注射時 致死量, 또는 筋肉內注射時 致死量은 靜脈內注入時 致死量 보다 훨씬 많다. 이것은 DDT가 腹膜, 皮下 혹은 筋肉으로 부터는 조금만 그리고 不規則하게 吸收되기 때문이다.

慢性中毒은 少量의 DDT를 長期間에 걸쳐서 攝取하거나 혹은 少量의 DDT에 오래 接觸하는 結果로서 일어날수가 있다. DDT 慢性中毒의 持續期間은 攝取된 量과 攝取된 期間의 如何에 따라 다르다. DDT에 대한 感受性은 個體에 따라 많은 差異가 있고보니 安全耐容量을 確定하기가 困難했었다. 肉用牛에 있어서는 0.5% DDT를 2週日의 사이를 두고 31—36回 噴霧한 後에도 肉眼으로는 아무런 나쁜 結果도 觀察할수 없었다. 이들 肉用牛의 脂肪組織에는 DDT가 百萬分의 90의 濃度로 蓄積되어 있었다. 病理組織學的 病變은 전혀 없었다. (래더레프 Radeleff씨 및 共同研究者, 1952년)

哺乳類에 있어서의 慢性中毒症勢는 比較的 천천히 나타나며 첫째로 觀察되는 것이 頸部와 頭部에 있는 筋肉의 振전이다. 이러한 振전은 後軀 쪽으로 進行하고 同時에 그 强度를 增加한다. 結局에 가서는 隨意運動이 困難하게 되거나 不可能하게 된다. 强直性痙攣과 間代性痙攣이 頻繁히 일어난다. 이러한 痙攣性發作은 더욱 그 回數가 많아져서 마지막 판에는 거의 繼續的으로 일어난다. 最後에 가서는 抑壓狀態로 빠지고 이어서 呼吸衰頹으로 해서 죽게 된다. 慢性中毒의 全過程이 完全히 끝나기 위해서는 2—5日이 걸릴 것이다.

DDT中毒의 病理學的所見은 慢性的으로 中毒된 動物에 있어서만 뚜렷하다. 肝의 肝小葉 中心部壞死가 顯著하다. 이밖에 腎細尿管上皮細胞의 脂肪變性, 그리고 心臟肉筋과 隨意筋의 集中性壞死가 存在한다. 中樞神經에 나타나는 病變으로서는 脊髓에 있는 大型細胞의 둘레와 大腦運動神經細胞核의 둘레에서의 空胞形成, 그리고 小腦의 頂部核과 齒狀核에 있어서의 組織障害가있다. 中樞神經系의 組織障害는 DDT의 多量이 長期間에 걸쳐서 投與된 後에야만 일어난다.

百萬分의 10 만큼의 少量도 長期間 投與할때는 檢出이 可能한 病理學的 變化가 나타날 것이다.

**DDT中毒의 治療** : DDT에 의한 急性中毒을 治療함에 있어서는 消化管으로부터 DDT를 除去하는 方向으로 그리고 中樞神經系의 障碍에서오는 各種 症勢를 輕減하는 方向으로 處置를 進行해야 한다. DDT를 經口的으로 攝取하였을 때는, 可能하다면 胃洗滌을 하고 이어서 鹽類下劑를 投與함을 通해서 DDT를 除去해야 한다. 飼料 안에 脂肪分이 없도록해야 한다. 脂肪은 DDT를 溶解시켜 DDT의 吸收를 돕게되기 때문이다. 피노바비탈 phenobarbital을 中毒時에 일어나는 모든 振전 또는 다른 神經症勢를 抑制할수 있는 만큼 많이 投與하여야 한다. 피노바비탈은 大腦에 運動領域皮質을 選擇的으로 抑壓하는 作用이 있으므로 다른 바비튤鹽酸類보다 効力이 뛰어난다. 治療的 目的으로 에피네프린epinephrine을 投與하는일 또는 結果的으로 에피네프린이 分泌되게하는 突然한 外來刺戟을 加하는 일은 避해야 한다. 이러한 일들은 DDT로 因해서 敏感해진 心臟筋肉에 있어서 致命的인 心室纖維性攣縮을 일으키게 될 蓋然性이 있기 때문이다. 振전과 痙攣을 抑制하기에 必要한 피노바비탈의 用量은 이것의 麻醉量 보다는 적다(레만 Lehman씨, 1949년).

## 디디디 DDD (티디이 TDE)

DDT에는 哺乳動物에 대한 慢性毒性, 파리를 늦게 쓰러뜨린다는 것, 그리고 昆虫의 이에 대한 耐性 獲得과 같은 一定한 缺點이 있다. 그래서 이러한 缺點을 가지지 않는 化合物을 만들어 보려고 애 쓴 結果로서 多數의 DDT 類似物이 研究되어왔다.

DDD는 DDT 誘導體의 하나이며 DDT에 比해서 에테인 ethane 結合에 있어 鹽素原子를 한개 덜 가지고 있다. DDD는 여러모로 母化合物인 DDT와 비슷하다 DDD는 DDT가 毒殺할수 있는 昆虫의 大部分에 대해서 有効하되, 대개의 경우 DDT 보다 効力이 弱하다. 뿐만아니라 DDD는 DDT의 경우보다. 殘留作用이 弱다. 그러나 DDD는 물고기에 대해서는 DDT보다 덜

有毒하므로 모기의 幼虫인 장구벌레를 죽이기 위해서 DDD는 보다 더욱 適合하다. DDD는 DDT에 抵抗하는 파리에 대해서 DDT代用藥으로서의 구실을 못함이 밝혀져 있다.

DDD는 DDT의 경우처럼 脂肪組織과 그밖의 다른 組織에 貯蓄된다. DDD와 DDT는 兩쪽이 모두 개에 있어서는 胎盤膜을 通過해서 胎盤內로 흘러간다. DDD는 오줌 안에 그 自體의 形態로서 排出되는 것이 아니고 2,2—비스—(파러—클로로페닐)酢酸 2,2—bis(P—Chlorophenyl) acetic acid 의形態로서 排出된다. 이 化合物은 DDT의 경우에 있어서도 生體內에서 보통으로 생기는 最終産物의 하나로 되어있다. (피너건 Finnegan씨 및 共同研究者, 1919년). 메독시클로르 Methoxychlor

**化學的性質**：粗製(工業用) 메독시클로르는 白色의 結晶性 固體로서 대개의 보통 有機溶劑에는 녹되 물에는 녹지 않는다. 粗製메독시클로르는 P.P′ 異性體를 약 88% 그리고 關係物質을 12% 含有한다. 粗製메독시클로르는 90% 濃縮劑의 形態로서 販賣되고있다. 이 濃縮劑의 나머지 약 10%는 기름이다. 이것은 가장 흔히 水和性粉末과의 50%混合劑의 形態로 만들어져 撒布用粉末劑 혹은 水性懸濁液으로서 使用되고 있다.

**殺虫効力**：메독시클로르는 家畜에 寄生하는 여러種類의 外部寄生虫을 驅除함에 있어서 대우 有用하다. 메독시클로르는 DDT가 하는 것보다는 빨리 파리를 쓰러뜨리지마는 파이레드럼(除虫菊 粉末)의 경우 보다는 더디다. 메독시클로르도 역시 DDT가 特徵的으로 가지고 있는 바와 같은 殘留殺虫作用을 많이 가지고있다

**代謝過程**：메독시클로르의 生體內에서의 終末 및 解毒速度는 아직 잘 밝혀져 있지않다. 메독시클로르를 攝取하고있는 動物의 오줌 안에서는, 變化되지 않은채의 메독시클로르도 發見되지않고 또한 DDT의 경우에 나타나는 것에 相應하는 置換된 酢酸도 나타나지 않는다. (우드워드 Woodward씨 및 共同研究者, 1948년).

**毒性**：다른 各種 殺虫劑와 比較해보면, 메독시클로르는 哺乳動物에 대한 毒性이 弱하고, 體脂肪에 蓄積되는 傾向이 거의 없으며, 그리고 適用된 動物의 젖에 거의 排出되지 않는 편이다.

메독시클로르는 哺乳動物에 대해서는 DDT 보다 相當히 덜 有毒하다. 哺乳動物에 있어서의 經口的 急性毒性을 比較해 본 結果는, DDT는 메독시클로르 보다 약 25倍나 더 有毒함을 보여주고 있다. (호지 Hodge씨 및 共同研究者, 1950년). 實驗動物에 있어서의 平均 經口的致死量은 體重 每 Pound 當 3 Gm 보다 많다. (니프링 Knipling, 1951년). 면양은 體重 每 Pound 當 1 Gm. 此率의 量이 經口的으로 投與되어서는 아무런 影響도 받지 않는다. (웰치 Welch씨, 1946년).

實驗期間은 길지 않았으나 慢性毒性을 研究하는 實驗에 있어서, 메독시클로르는 單純히 生長의 遲延 만을 조금 일으켰다. 그런데도 DDT는 同一한 投與量에 있어서 例外없이 致命的인 打擊을 주었다. 메독시클로르에 의한 生長遲延은 分明히 自意的으로 飼料攝取를 拒否한데에 그 原因이 있었다. 메독시클로르가 投與되는 動物은, DDT에 의해서 일으켜지는 것에 견줄만한 獨特한 肝組織障害는 아무런 것도 나타내지 않는다. 比較的 多量의 메독시클로르를 攝取한 후에 도 단지少量의 메독시클로르 만이 體脂肪 內에서 發見된다. 脂肪組織 內에 메독시클로르가 貯蓄되지 않는다는 事實은, 메독시클로르는 蓄積될수 있기 前에 벌써 生體內에서 빨리 破壞되고 만다는 것을 示唆한다. 이 事實을 DDT의 代謝過程과는 顯著하게 다른 點이다. 표 43.1을 보면, 肉用牛의 脂肪組織 內에 貯蓄된 메독시클로르는 10週日 以內에 排出된다는 것, 그러나 DDT와 TDE는 0.5% 溶液을 한번 뿌린 후 27週日이 지나서도 如前히 소의 脂肪組織 內에 存在한다는 것을 알수 있다. 개머·비·에이치·시 gamma BHC를 0.03% 의 濃度로 뿌렸을 때는 이것을 脂肪組織 內에서 檢出할수 없었다. 어린 숫소는 去勢한 숫소 보다 殺虫劑를 더욱 진하게 蓄積하였다.(클래본 Claborn씨, 1956년)

메독시클로르는, 家畜의 皮膚에 대해서 한번 만 適用하거나 反復 適用하거나 간에 溶液狀態로 適用할 때는, 새로 나온 모든 殺虫劑 中에서 가장 毒性이 弱하다. 면양, 소, 돼지, 그리고 말에 대해서, 메독시클로르를 2%에 이르기까지 含有하는 各種 製劑를 反復 噴霧해서도 不利한 結果라고는 아무런 것도 없었다. 어린 송아지의 皮膚에 대해서 8%까지에 이르는 여러 濃度로서 한번 씩 만 適用했을 때 마우런 有害한 結果도 나타나지 않았다. (니프링 Knipling, 1951년).

急性 및 慢性毒性에 관해서 더욱 자세히 알고자 한다면 레만 Lehman씨의 實驗結果 (1948년)를 參考함이 좋다.

**牛乳에의 排出** 牛乳의 殺虫劑에의 한汚染을 檢査하기위해서 代表的인 젖소 牧場 11個所를 選定하여 그곳젖소들에 한 여름 동안 4回에 걸쳐 各種 殺虫劑를 뿌리면서 그 젖소들의 젖을 每週 한번 씩 採取 分析한

표 43.1

한번 噴霧한 후 各 時期에 있어서의 소의 脂肪組織 內에 存在하는 殺虫劑의 濃度(百萬分 比)

| 殺虫劑 | 2週日 | 6週日 | 10週日 | 16週日 | 22週日 | 27週日 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DDT, 0.5% | 11.2 | 8.1 | 5.3 | 2.3 | 2.8 | 1.7 |
| TDE, 0.5% | 11.0 | 5.2 | 3.9 | 1.1 | .7 | .5 |
| 메독시클로르 0.5% | 2.8 | 1.7 | 0 | | | |
| 린데인 Lindand | 去勢한 숫소에서나 어린숫소에서나 간에 모두 存在하지 않았다. | | | | | |

(클래본 Claborn씨, 1956년)

바있다. (카터 Carter씨 및 共同研究者, 1949년). 그 結果를 보면, 메독시클로르는 採取한 牛乳標本 總數의 작은 比率에 있어서 微量이 排出됨을 알수 있다. (표 43.2). 다른 殺虫劑는 採取한 牛乳標本 總數의 보다 많은 比率에 있어서 보다 많은 量이 排出되었다.

美國農務省은, 젖소에 DDT를 噴霧하며는 牛乳와 牛乳製品이 DDT를 含有하게 되여 公衆保健上의 危險이 造成된다는 理由로써, 젖소 自體에 혹은 젖소 周圍에 DDT를 뿌리는 것을 禁止하고있다. 그 代身에 美國農務省은, 메독시시클로르, 除虫菊粉末, 또는 一定한 有機硫靑酸鹽殺虫劑를 젖소에 달라붙는 파리를 驅除하기 위해서 使用할 것을 推奬하고 있다. 이들 化合物은 젖소의 젖에 排出되지 않으므로 公衆保健上의 危險을 이루는 일이 없다.

六鹽化벤젠 (Benzene Hexachloride(헥서클로로사이·클로헥세인 Hexachlorocyclorocyclohexane 비·에이치·시BHC)

**化學的性質**：六鹽化벤진 $C_6H_6Cl_6$이 뚜렷한 殺虫効力을 가진다는 事實은 1941년 푸란스에서 밝혀졌으되 이와는 別途로 英國서도 1942년에 이 事實을 알아 낸 바 있다. 六鹽化벤진 benzene hexachloride(BHC)을 殺虫力이 없는 六鹽素벤진 hexachlorobenzene $C_6Cl_6$과 混同해서는 아니된다. BHC의 正當한化學名은 헥서클로로사이클로헥세인 hexachlorocyclohexane이다.

六鹽化벤진은 幾何學的異性體가 16個 存在할수 있다고하나 現在까지는 그 中 5個 만이 確認되어있다. 이들 5個의 異性體는 각기 發見된 順序에 따라 앨퍼 alpha 비터 beta 개머 gamma 델퍼 delta 엡시런 epsilon 이라고 命名되어있다. 이들중 개머異性體가

표 43.2

파리驅除를 위해서 한 여름 동안 (3個月間)에 殺虫劑를 4回 뿌린 젖소의 젖에의 殺虫劑 排出狀態

| 殺虫劑 | 噴霧濃度 (%) | 採取된牛乳標本總數中에서 殺虫劑를 含有하고 있는것의 比率(%) | 牛乳內의 殺虫劑 濃度 (平均) (百萬分比) | 牛乳에 含有된殺虫劑의總量比較(單位) |
|---|---|---|---|---|
| 메독시클로 | 0.5 | 7 | 0.1 | 1 |
| 르톡사펜 Toxaphene | 0.5 | 37 | 0.1 | 5 |
| DDD | 0.5 | 60 | 0.3 | 26 |
| 클로데인 Chlordane | 0.5 | 94 | 0.2 | 27 |
| DDT | 0.25 | 95 | 0.3 | 41 |
| DDT | 0.5 | 100 | 0.6 | 86 |

(침터 Carter씨 및 共同研究者의 報告(1949년)에 依據함)

殺虫力이 가장 强하다.

六鹽化벤진은 앨커리性物質과의 配合이 禁忌된다. 六鹽化벤진은 앨커리性物質과 配合될 때 鹽化水素를 遊離하게 된다.

## 製劑

**粗製(工業用)六鹽化벤진** Benzene hexachloride *technical grade*은 어두운 白色의 結晶性粉末로서 有機溶劑에는 녹으나 물에는 거의 녹지 않는다. 이 製劑는 DDT보다는 揮發性이 상당히 더 크다. 이 事實은 BHC의 殘留作用이 DDT의 경우 보다 짧은 까닭을 밝혀준다. 이 粗製BHC는 燻烟性을 가지고 있으며 强하고도 매우 오래 持續하고 곰팡이 냄새가 난다. 일부 사람들은 이 냄새를 싫어한다. 이와같은 곰팡이 냄새로해서 食肉 牛乳 달걀 그리고 사람이 먹는 다른 各種食肉의 둘레에서는 BHC를 못쓰게 되어있다. 그것은 이러한 食品들 주위에서 BHC를 뿌리며는 食品이 BHC에서 풍겨나오는 곰팡이 냄새를 빨아들일것이기때문이다. 이 곰팡이 냄새는 BHC의 개머異性體에서풍겨난다기 보다는 製品속에 들어있는 不純物에서 나는 것이다. 商業的으로 賣買되고있는 粗製(工業用) BHC에는 개머異性體가 12—36%含有되어있다.

**개머六鹽化벤진**：美國藥典 Gamma Benzene Hexachloride U.S.P. (개머·비·에이치·시 gamma BH

C 린데인 (lindane)거멕세인 (gammexane)은 白色의 結晶性粉末이다. 곰팡이 냄새가 조금 나기는 하되 不快한 정도는 아니다. 이 製劑는 물에는 거의 녹지 않되 앨코홀에는 녹는다. 개머 BHC는 水和性粉末劑 濃縮乾劑 撒布用粉末劑 煙霧劑 및 液劑의 狀態로서 利用할수 있다. 개머 BHC는 殺虫作用이 느리다. 따라서 개머BHC는 害虫을 卽時로 쓰러뜨리는 性質의 殺虫劑라고는 할수 없다. 그러타고는 하나 개머BHC는 DDT가 하는 것보다는 조금 빨리 昆虫을 죽인다. 개머BHC의 化學的 및 物理的 性質은 粗製(工業用)BHC의 경우와 비슷하다.

元來에는 개머BHC는 젖소와 염소 이들의 飼料 또는 飼料桶類에 대해서 直接 뿌려서는 안되나 毒性이 弱하고도 慢性的이니 파리를 驅除할 目的으로 젖소 畜舍에 뿌릴수는 있다고 指示되어 있었다. 그러나 最近에는 개머BHC를 疥癬虫을 驅除할 目的으로 10日間의 사이를 두고 두번 혹은 세번 젖소에 대해서 直接 뿌리고 있다. 每번 噴霧한 후 2日 혹은 3日 동안에 걸쳐 젖에 排出되는 개머BHC의 量은 별달리 따진만한 것이 못되는 것으로 看做되고 있다(제2부를 參照하라) 어떤 形態의 개머BHC이고간에 사람이 이와 接觸하는 것은 避해야한다. 皮膚가 개머BHC로써 汚染되었을 때는 汚染된 部分을 비누와 물로써 빨리 씻어야하며 그리고 汚染된 衣服은 입어서는 아니된다. 개머 異性體는 哺乳動物에 대해서 더욱 强한 急性毒性을 나타낸다. 그러나 한편 개머 異性體는 다른 異性體들보다 더욱 빨리 排出되며 따라서 慢性毒性은 가장 弱하게 나타낸다. BHC의 개머異性體는 昆虫體內에서의 이노시톨inositol代謝過程을 妨害함으로써 殺虫의 効果를 發揮하는지도 모른다(커크우드KirKwood씨 및 필립스 Phillips씨 1946년)

**蓄積**：앨퍼 비터 개머 및 델터 異性體는 모두 變化되지 않은채 脂肪組織內에 가장 진한 濃度로서 貯蓄된다. 이들 異性體는 腦髓 腎臟 肝 그리고 筋肉組織에서는 相當히보다 낮은 濃度로서 나타난다. 개의 肝에서는 개머異性體가 貯藏됨을 볼수 없다. 개머異性體는 副腎組織 內에 蓄積되며 그 程度는 脂肪組織內에서의 蓄積程度와 거의 비슷하다. BHC의 各 異性體를 개에대해서 飼料에 百萬分의 100의 濃度로서 먹이며는 各 異性體는 대략 4—6週日동안 개의 體內에 蓄積한다. 이 時期後은 蓄積濃度가 대체로 同一한 程度로 維持된다. 그러나 비터異性體는 例外的으로 蓄積濃度가 다소 增加할지도 모른다. 各 異性體의 飼料에의 配合을 中止할 때는 앨퍼 개머 및 델터 異性體는 脂肪組織으로부터 急速히 排出된다. 이들 세 異性體는 약 1週日 안으로 體組織으로부터 사라지지마는 비터異性體는 排出되기에 3個月이 걸릴지도 모른다(대비도 Davidow씨 및 프로리Frawley씨 1951년). BHC의 各 異性體의 脂肪組織 內에서의 蓄積 程度는 그 各 異性性의 慢性毒性과 直接的인 關連을 가지고 있다. 그러므로 비터異性體가 가장 强한 慢性毒性을 가지고 있다.

개머異性體 0.03% 含有 BHC를 소에 대해서 2週日에 1回씩의 比率로 12回에 걸쳐 噴霧한 후에 그 소의 脂肪組織 內에서의 BHC의 蓄積을 檢査했었다. 마지막 噴霧가 끝나고서 2週이되었을 때 그러한 소로부터 採取된 脂肪組織 標本에는 BHC가 百萬分의 31의 濃度로서 確認되었다. 1個月 後는 그 濃度가 百萬分의 로떤어졌으며 그리고 2個月이 지나니 BHC는 脂肪組織으로부터 사라졌다. 소에대해서 0.025% 개머BHC를 3週日 間隔으로 모두 9回에 걸쳐 噴霧한 후에 그 소로부터 脂肪을 採取하여 分析해 보았으나 개머BHC를 發見할수 없었다(니프링Knipling씨 1951년).

BHC가 가지는 特有한 곰팡이 냄새는 BHC를 뿌린 動物의 고기에까지 不快한맛과 냄새가 나게 할지도 모른다. 그러나 外部寄生虫 驅除를 위해 推奬되어있는 濃度로써 BHC를 뿌린바있는 家畜의 고기에서는 不快한 맛과 냄새가 난적이 없다. 이러함에도 불구하고 肉用家畜에 대해서는 BHC가 生體內로부터 排出될수 있는 時間的 餘裕를 주기위해서 屠殺하기 前 2週日 동안에는 BHC를 뿌리지 말 것이 推奬되어 있다. 닭고기와 달걀은 다른 種類의 動物의 경우 보다 BHC의 特徵的인 곰팡이 냄새를 더욱 오랫동안 지니는 것같다.

**毒性**：개에 있어서는 實驗的으로 개머異性體의 乳劑를 靜脈內로 注射하여 急性中毒을 일으키며는 中樞神經系가 興奮한다. 비터異性體와 델터異性體는 中樞神經系를 抑壓한다. 개머異性體가 作用할때는 腦電氣描寫圖의 모양이 大發作 "grand mal"型癲癇 時에 나타나는것과 같아지며 동시에 心臟博動은 느려지고 血壓은 上昇한다 먹네이머러 (MCNamara씨 및 크롭Krop씨 1948년). BHC의 개머異性體는 急性毒性의 見地에서는 粗製(工業用)BHC보다 훨씬 더 强力하다.

송아지가 gamma BHC로써 偶然히 汚染된 飼料를 먹고서 急性中毒에 걸린 적이 있다. 飼料를 먹은 後 5分以內로 그 송아지는 크게 소리 질렀고 몸을 벌었고 침을 많이 흘렸고 등을굽혔고 목을 뒤로 세게 젖혔고 비틀거렸고 쓰러졌으며 그리고 다리를 내어

저 었다. 그 飼料를 먹었던 송아지는 모두 鼓脹症에 걸린것 처럼 보였다. 송아지는 汚染된 飼料를 먹은 後 1—5時間 안으로 죽었다. 化學分析을 해 봤더니 개머 BHC가 胃內容物에는 百萬分의 30의 濃度로 腦髓에서 百萬分의 9의 濃度로 存在하고 있었다. 解剖檢診을 實施했었지마는 意義가 있는 病變은 아무런 것도 發見할수 없었다(먹에너니씨 McEnerney씨 1951년).

BHC의 各 異性體를 慢性毒性이 增加하는 順序로 적는다면 다음과 같이 된다. 델터異性體 개머異性體 粗製(工業用)BHC 앨퍼異性體 그리고 끝으로 비터異性體로 다른 것보다 毒性이 相當히 더 强하다. 개머異性體는 DDT의 경우보다 약 $\frac{1}{4}$ 程度 有毒하다. 粗製 BHC는 DDT이 경우와 同等한 慢性毒性을 가지고 있다.(피츠허 Fitzhugh씨 및 共同研究者 1950년)

粗製BHC를 皮膚에 適用하면 皮膚를 刺戟하되 그 程度는 개머異性體의 含量에 正比例한다.

成熟한 면양 염소 소 말 그리고 돼지에 대해서 개머異性體를 0.15—0.24% 含有하는 粗製BHC로서만든 噴霧劑 혹은 殺虫液을 4日 間隔으로 反復 適用했을 때는 有害한 結果라고는 아무런 것도 觀察할수 없었다. 그러나 개머異性體의 含量이 0.75%의 것을 뿌렸던 소는 죽고 말았다. 生後 3個月 혹은 그 以下의 송아지는 BHC에 대해서 成熟한 소의 경우보다 훨씬 더 敏感하다. 갓난 송아지에 대해서 개머BHC의 濃度가 0.05%의 것을 噴霧劑는 殺虫液의 形態로서 한번만 適用했는데도 그 송아지는 中毒에 걸렸다. 그러나 개머 BHC의 濃度가 0.025%일 때는 그렇지 않았다. 갓난 송아지의 皮膚에 대해서 개머BHC의 軟膏劑 혹은 塗抹劑를 適用할 때도 한번만 칠한다하더라도 體重 每 Pound 當 2.3mg. 또는 그 以上의 量을 局所的으로 適用하는 경우에는 이따금 中毒이 일어날 것이다(래더레프 Radeleff씨 및 共同研究者 1955년). 젖을 빨고 있는 돼지새끼와 면양새끼는 개머BHC의 噴霧에 대해서 송아지 보다 훨씬 더 잘 견디는 것같다. 0.1% 濃度의 개머BHC는 젖을 빨고 있는 돼지새끼와 生後 六個月쯤 된 면양새끼의 兩쪽을 모두 害치지 않는다(니프링 Knipling씨 1951년). 면양이 痩瘠한 狀態에 있을 때는 中毒에 걸리기 쉽다(래더레프Radeleff씨 및 버쉬랜드Bushland씨 1953년).

**病理學的所見**：BHC에 의해서 일으켜진 病理學的所見은 대체로 DDT中毒 時에 觀察되는 것과 비슷하다. 가장 特徵的인 所見은 肝의 損傷이다. 개머異性體와 앨퍼異性體는 腎細尿管上皮細胞에서 中間程度의 硝子樣變性을 일으킨다.

**中毒의 治療**：펜토바비탤·소디엄 Pentobarbital Sodium은 개와 집토끼에 있어서는 개머BHC의 中樞神經興奮作用을 막아내거나 解消할수있을 것이다(먹네이머러 McNamara씨 및 크롭 Krop씨 1948년). 개머 BHC는 또한 개에있어서 特有한 心悸遲徐를 일으키되 이 症勢는 황酸에트로핀 Atropine Sulfate를 使用함으로써 治療學的으로 막을수 있다. 人工呼吸을 實施할 수도 있다. 實驗的으로 心臟部分매사지를 하고있기도 하다.

BHC의 多量을 經口的으로 攝取했을 때는 BHC가 體組織內에 蓄積함으로해서 中毒症勢는 數日間 持續한다. 개머BHC가 혹은 더욱 有毒하고도 持續的인 다른 異性體가 生體로부터 排出될 때까지 治療를 繼續해야만 한다. 臨床的 見地에서 따진다면 개머BHC로부터 오는 慢性毒性은 대수로운 것이되지 못하나 粗製BHC로부터 오는것은 相當히 重要하다. 그것은 粗製BHC에 含有되어있는 비터異性體는 體組織內에 오래 머물러있는 傾向이 있기 때문이다. (次號繼續)

스코필드 博士 傳記

# 우리의 벗 스코필드

李 長 洛 엮음

完 全 洋 裝, 四六版 3 0 0 面
歷 史 的 寫 眞, 文書等 多數收錄
全國有名書店一齊販賣
定 價 1, 2 0 0 圓
서 울 正 音 社 發行