

특별연재

現代를 변화시킨 20대 發明·發見 <14>

DDT가 깨버린 알껍질

조지 M. 우드웰



▲폴 뮐러.

DDT의 효능을 발견하고 노벨 생리의학상을 받았다.

오크레코크섬은 미국 노드 캐롤라이너주 해안 밖에 있는 길다란 모래섬이다. 이 섬은 중부 대서양에서 휘몰아치는 물결로부터 미국 본토를 막아 주는 사슬같이 깔린 섬들 중의 하나이다. 이 섬은 낮고 습하다. 섬의 3분의 1은 몽땅 염소(鹽沼: 바닷물이 드나드는 늪)로 덮여있다. 오크레코크섬은 여러 세기를 두고 사람이 살고 있었으나 계절마다 염소에 사는 모기가 언제나 지배하고 미칠듯이 집요하게 사람의 입과 눈과 귀를 폐지어 습격한다. 그러나 미해군은 제2차

DDT의 신비는 단명으로 그쳤으나 환경운동의 도화선이 되었다.

세계대전중 이 늪지대에 DDT (dichloro-dipheyl-trichlorethane)을 뿌려 미국 해안 방위병들이 살 수 있는 섬으로 만드는데 성공했다.

그러나 미 해군이 이 섬에서 떠난 오래 뒤인 1950년대와 1960년대에는 이 지방의 분무기가 오크레코크섬의 좁은 길을 누비면서 DDT와 디젤 오일을 공중에 뿌렸다. 시민들은 개인용 분무기들을 갖고 있었다. 가솔린 연료로 발동하는 잔디깎이 기계를 이용하여 뜨거운 배출시스템에 DDT와 디젤 오일을 떨어뜨려 분무기 구실을 할 수 있었다. 이렇게 한바퀴 마당을 돌면 바람이 잘 때는 저녁에 감탕나무와 히말라야 삼목을 축축히 적서 며칠은 모기떼로부터 벗어날 수 있었다.

곤충과의 오랜 전쟁양식을 바꾼 강력한 인공 화학물 가족 중에서 처음 등장한 DDT는 1874년 독일 화학자인 O. 자이들러(Othmar Zeidler)가 합성한 것이다. 그러나 그 중요성을 1939년 처음 인식한 사람은 스위스 바젤의 J. R. 가이거회사에 근무하던 연구자 폴뮐러(Paul H. Müller)¹⁾였다. 뮐러는 여러가지 살충용 화학물질을 실험하던 가운데 DDT의 뛰어난 효능을 발견했다. 1941년 이 스위스인은 DDT를 사용하여 스위스 농장에서 콜로라도 감자 딱정벌레와 싸우는데 성공했다. 그 뒤 1943년 미국에서 실험한 결과 DDT의 효능을 확인하게 되었다.

1948년 뮌헨에서 그의 이런 공적으로 노벨상을 받았다.

DDT는 하나의 기적이었다. 곤충에게는 매우 독성이 강하고 물에는 녹지 않지만 특히 인간을 비롯한 포유동물에게 독성이 약해서 곤충문제에 대한 만능해결책인 것같이 보였다. 제2차세계대전중 연합군은 옛부터 군대를 괴롭히는 모기를 제어하고 티브스를 매개하는 이를 없애기 위해 옷에 뿌리는 살충제로 DDT를 널리 사용했다. 또 열대지방의 집벽에 살포하면 수주일간은 효력이 남아있었다. 콜로라도 감자 딱정벌레 외에도 목화의 바구미벌레와 그밖의 많은 작물의 해충을 제어하는데 널리 쓰였다. 마침내 농림산물의 수량을 늘이고 말라리아, 황열

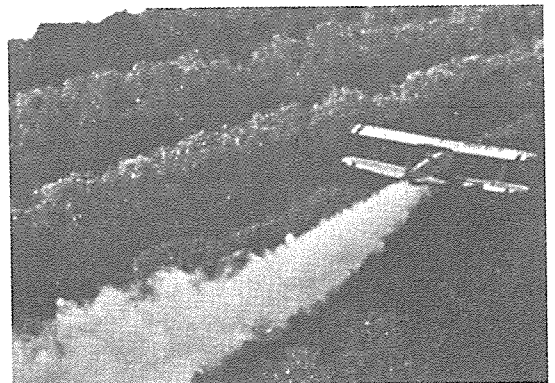
병 그리고 그밖의 곤충으로 생기는 질병을 제어하기 위해 전세계적으로 쓰였다. 이런 질병은 인류사를 통해 인간에게 침해를 주었으니 DDT는 공중보건에 하나의 혁명을 가져온 것이다.

그러나 해충을 제어하는 기적은 단명에 그쳤다. 명확히 말해서 해충은 인간과 경쟁을 하고 있다. 해충은 거의 모두가 체구는 작되 번식이 빠르고 광범위한 환경에서 번영을 누린다. 여러 세대를 두고 독성에 만성적으로 노출되면 저항력이 생기고 심지어는 면역도 된다. 바로 이런 일이 DDT에서 발생한 것이다.

그 이유는 매우 단순하다. 살충제로 불리우리만큼 여러 종의 곤충에 대해 효능이 있는 DDT와 같은 독성은 무차별적이다. 이 독성이 해충이라고 부를만큼 충분히 숫자가 늘어난 어떤 생물의 개체군을 줄이게 되면 그때까지 이 해충집단이 번식하는 것을 제한하고 있었던 천적의 수도 줄인다. 정상적으로 억제하는 영향력을 가진 생물을 제거하면 이 해충이 급속하고 무서운 기세로 소생하는 길을 터준다. 광범위한 효능을 가진 살충제는 해충문제에 대한 장기적인 해결책에 실패할 뿐 아니라 새롭고 더욱 심각한 곤충문제를 야기시킨다. 이런 기본적인 생물학적인 원리는 DDT에서 사실이라는 것이 밝혀졌다.

이밖의 다른 문제도 있었다. DDT를 특별히 소망스러운 살충제로 만든 이 특성이 일반환경

▼ DDT는 곤충에게 매우 독성이 강한 반면 인간을 비롯한 포유동물에게는 독성이 약한 것으로 밝혀져 널리 사용되었다.



차례

〈1900-1919〉

- (1) 플라스틱이 바꾼 세계
- (2) IQ 테스트와 함정
- (3) 아인슈타인의 멋진재
- (4) 혈액형발견이 구제한 숫한 인명
- (5) 수의 재판
- (6) 휴지통에서 나온 진공관
- (7) 식량증산의 길을 튼 잡종옥수수
- (8) 진공소재기에서 揚力을 얻은 현대 항공술

〈1920-1939〉

- (9) 산업발전을 떠받친 發明의 수레바퀴
- (10) 제 2의 의학혁명
- (11) 人類의 뿌리를 밝힌 타우의 어린이
- (12) 原子를 깬 이야기
- (13) 宇宙의 始初를 찾다
- (14) DDT가 깨버린 알껍질
- (15) 20世紀의 얼굴, TV가 나오기 까지

〈1940-1959〉

- (16) 人口의 均衡을 잡은 避妊藥
- (17) 나치스의 暗號풀기로 출발한 컴퓨터
- (18) 精神疾患을 구제한 클로르프로마진
- (19) 20世紀 産業의 쌀, 半導體
- (20) 2重나사선이 펼친 新世界
- (21) 레이저가 연 光産業

에서는 위험한 것으로 만든 것이다. DDT의 널리 효력을 가진 독성효과는 물고기와 개와 같은 곤충이 아닌 많은 생물에게 영향을 주게 되는 것이다. DDT의 잔류성으로 거둬 되풀이 해서 사용할 때 위험한 정도의 축적을 가져오게 되

▼DDT의 무절제한 사용은 해충의 천적까지 죽이고 급기야는 해충의 급속한 증가를 가져왔다.

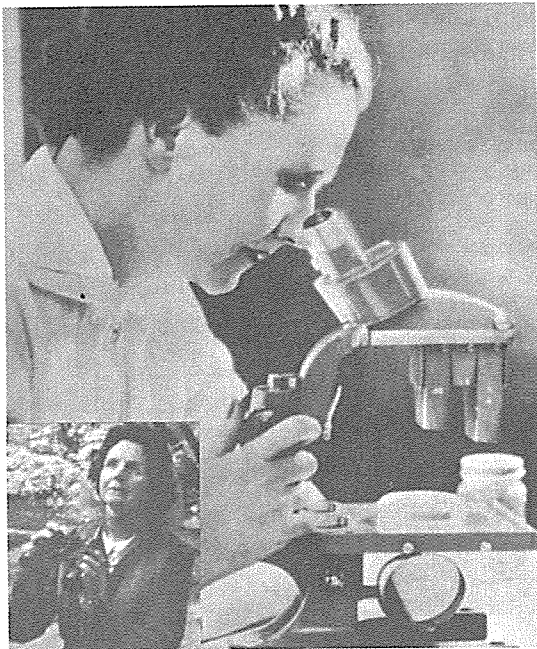


는 것이다. 이런 위험성은 1945년초 미국 내무성 어류 및 야생생물보호국의 생물학자인 C. 코탐(Clarence Cottam)과 E. 히긴스(Elmer Higgins)가 실증했으며 내무성은 DDT를 특히 저습지에서는 살충제로서 사용하지 말라는 경고를 발표했다.

이런 경고도 아랑곳없이 DDT는 급속하게 전세계로 번져 모기와 그밖의 많은 곤충을 제어하는 주요한 약제가 되었다. 제2차 세계 대전이 끝난 20년 후 DDT는 잔물에 사는 모기를 제어하기 위해 롱 아일랜드의 염沼지대에 정기적으로 공중 살포되었다. 여러가지 다른 공중살포 계획으로 매미나방과 같은 해충도 제거될 듯 생각되었으나 매미나방은 해마다 미국에서는 그 생활범위를 넓혀가고 있다.

그러나 1960년대에 이르러 일이 모두 순조롭게 되어가는 것이 아니라는 증거가 세계 도처에서 나타나기 시작했다. DDT는 미국 메인주와 뉴브룬스위크의 산림토양 속에 축적되고 있었다. 남극의 펭귄과 바다표범은 DDT 잔재를 지니고 있었고 DDT가 사용된 곳에서 동떨어진 높은산의 호수도 오염되었다. 60년대 말에 이르자 지구상의 모든 생물이 상당량의 DDT를 내포하게 되었다. 결론은 공기중에 살포된 DDT가 사용된 곳에서 훨씬 떨어진 곳으로 운반되어 비속에 침전된다는 것이다.

이보다 널리 인식되거나 알려지지는 않았으나 1960년대에는 또 다른 하나의 중대한 관측결과가 드러났다. 오늘날 「먹이연쇄효과」²⁾라고 불리는 것이다. 생물시스템은 일반적인 환경에서 에너지, 물, 영양분을 축적하여 생존한다. 이들은 또 DDT와 그밖의 화합물, 방사성, 중금속과 같은 유독물을 축적할 수도 있다. 식물은 언제나 토양과 공기속에 내포된 이들 물질을 축적한다. 초식동물은 식물을 먹음으로써 이 물질을 축적하며 식육동물은 먹이에서 축적된다. 이런 물질의 흡수율이 배설물보다 더 높으면 농도가 올라간다. 이런 방법으로 정상적인 대사에서 아무 역할도 하지 않는 DDT와 같은 물질이 놀라울 정도로 집중할 수 있다. 어떤 하구의 저습지를



▲ 레이첼 카슨. 그녀는 '침묵의 봄'이라는 저서를 통해 DDT와 같은 광범위한 유독물질의 추세와 영향에 대해 경고했다.

세밀하게 조사한 사례를 보면 '먹이 연쇄'를 통하여 DDT가 얼마나 축적되는가를 잘 알 수가 있다. 이 저습지의 물은 DDT잔류농도가 0.001 ppm(1 ppm은 1 백만분의 1)이었으나 플랑크톤은 0.01~0.1ppm 사이의 농도를 가진 DDT 찌꺼기를 갖고 있었고, 조개는 1.0ppm 이상을, 그리고 물고기는 2~3 ppm, 특히 식육성 조류와 부식성(썩은 고기를 먹음) 조류는 10~100 ppm이나 내포하고 있었다. 이런 농도는 매우 높은 것이어서 이보다 10배로 농도가 높다면 생물을 멸망시킬 수 있다. 이 '먹이연쇄'는 포화상태에 이른 것으로 생각되었다.

가장 두드러진 영향은 식육을 하는 새에게 왔다. 예컨대 높은 절벽에 사는 맹금류인 송골매의 모습은 북아메리카의 광범위한 지역에서 찾아볼 수 없게 되었다. 1940년대 말에 뉴잉글랜드 지방에서 번창하던 이 집단은 1960년대 중반에 이르러 어린 새끼를 생산하지 못하게 되었다. 고기를 먹는 물수리도 뉴욕과 뉴 잉글랜드의 해

안지역에서 거의 같은 운명을 맞이하게 되었다. DDT찌꺼기가 축적되면 이 새들은 부드러운 껍질을 가진 알을 낳게 되어 동우리에서 쉽게 부서진다. 따라서 번식이 되지 않아 2~3년 내에 뉴욕주 가디너섬의 물수리집단은 수백쌍에서 10쌍 이하로 줄어들었다. 최근 수년내 이 숫자는 다시 회복되고 있다.

이 새들의 습성이나 서식지 그리고 개체수와 같은 것은 조류학자들이 잘 알고 있는 크고 눈에 잘 띄는 새들이다. 그러나 다른 새의 집단에 관한 비슷한 데이터는 입수하는데 제한이 있거나 얻기가 힘들다. 동식물학자들에게는 이렇게 축적된 오염물이 미치는 효과가 분명하게 보이지만 어떤 사람들은 그 효과가 아직도 실증되지 않았고 또 실증할 수 없다고 이의를 제기하고 있다. 그것은 생태계 전체에 미치는 독성의 만성적인 영향이 중요한 변화를 일으키고 있다는 것을 인식하는데 충분한 경험이 없었기 때문이었다.

이 문제는 저명한 생물학자이며 저술가인 레이첼 카슨(Rachel Carson)의 손으로 명백하게 드러났다. 그러나 카슨은 그녀의 저서 '침묵의 봄'(Silent Spring) 때문에 널리 비판을 받았으며 아직도 받고 있다. 이 저서에서 카슨은 DDT와 같은 광범위한 유독물질의 추세와 영향을 가차없이 정확하게 펼쳐 보이고 있다. 1962년 출간된 '침묵의 봄'은 환경에 대해 당대의 관심을 집중시켰다. DDT는 긴급한 문제로 등장했다.

DDT의 사용을 제어하는데 결국은 법적인 조치가 필요했다. 최초의 이런 노력은 1957년 롱 아일랜드에서 시작되었다. 널리 알려진 박물학자인 R. C. 머피(Robert Cushman Murphy)를 포함한 일단의 시민들은 매미나방을 롱 아일랜드에서 근절할 의도로 DDT를 공중살포하는 것을 저지하려고 했다. 이들은 롱아일랜드가 주민들의 의사를 어기면서까지 유독물질로 오염되어서는 안된다고 주장하였다. 그러나 이 시민들의 노력은 실패하고 말았다. 롱아일랜드에는 DDT가 살포되었으나 매미나방의 피해는 계속 늘

어나고 있었다.

DDT사용을 금지하려는 시민들의 또 하나의 노력은 1960년대 중반에 전개되었다. 당시 서포크군 모기위원회는 롱아일랜드에서 DDT를 살포하려고 했다. 행정계통을 통해 저지하려고 끈질기게 노력하던 끝에 젊은 변호사인 V. 얀나콘(Victor Yannacone)은 그 방법으로 법정의 살포 금지명령을 모색했다. 그는 박물학자와 조류학자들을 포함한 지방 과학계의 지지를 얻었다. 이리하여 법정의 살포 금지명령을 따냈고 1년 남짓 법적효력은 지속되었다.

이 사건으로 공개토론이 제거되었고 과학자들은 자료를 제시했으며 피고측의 약점이 국민적인 주목을 끌게 되었다.

이 사건과 그 뒤 여러번에 걸쳐 벌어진 DDT 사용금지를 위한 도전은 성공적이었다. 이것을

▼DDT의 광범위한 사용은 환경을 오염시키고 동식물 체내에 DDT의 독성을 축적시키게 된다. 송골매와 같은 맹금류는 DDT의 축적으로 인해 알껍질이 얇아져 쉽게 부서지면서 번식에 큰 장애를 가져왔다.

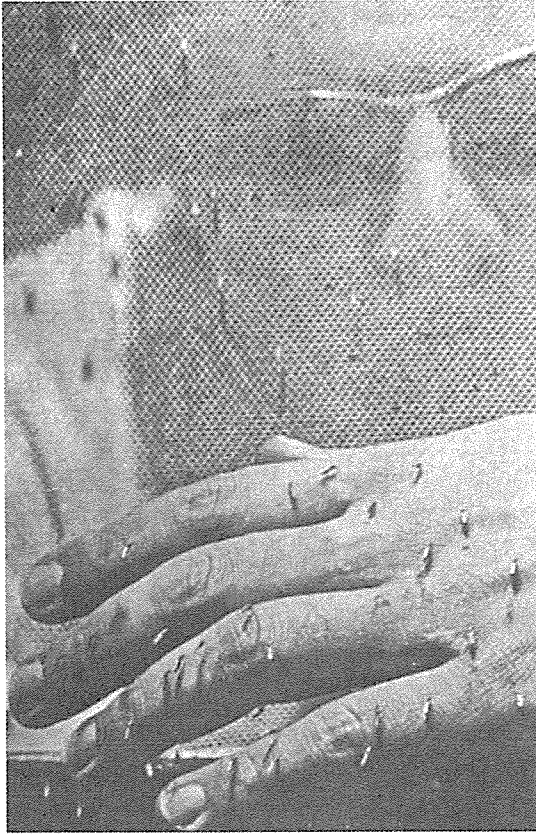


계기로 문제를 크게 부각시키게 되어 살충제로서 지속적이며 널리 효력이 있는 유독물질을 사용하면 위험하다는 것을 널리 알리는 결과를 가져왔고 살충제 사용통제에서 정부기관이 태만했다는 것이 드러났다. 이리하여 법정을 이용하는 기술이 늘어나고 법률가와 과학자들의 연계가 강화되면서 환경수호기금(EDF)이 발족됐다.

마침내 W. 러클스하우스(William Ruckelshaus) 장관의 선도로 미국환경청(EPA)은 DDT의 사용금지문제를 다루는 청문회를 개최하려고 명령했다. 1972년의 이 증언을 근거로 하여 러클스하우스는 특별한 환경에서 허용되는 경우를 제외하고는 미국내에서 DDT를 사용하는 것을 금지했다.

이 조치는 특이하고 매우 중요한 내용을 지녔다. 이 내용은 살충제업계의 주장과 농업계의 대부분의 주장과는 대조적으로 DDT의 사용을 적절하게 규제하는 방법은 없다고 요약했다. 러클스하우스는 목화생산을 하는 한 농장에서 DDT를 사용하면 이웃농장에서 생산되는 우유에 오염되고 멀리 떨어진 강어귀의 물고기도 오염되게 된다는 사실을 인정했다. 그런데 사람과 다른 포유동물에게는 매우 안전하되 곤충에게는 아주 치명적인 화학물질을 받아들일 여지가 없다고 주장하는 것은 이치에 어긋나게 생각되기도 했지만 러클스하우스의 결론은 이 뛰어난 기술제품은 안전하게 사용할 수 없다는 것이었다.

불행히도 이런 경험은 독극물 관리에서 광범위하게 적용할 수 있는 교훈이 아니라 어떤 고립된 특별한 환경에만 한정된 것이라고 해석되었다. 지속적이며 널리 효력을 가진 유독성을 가진 염소화탄화수기소는 일반적으로 사용이 금지되었거나 특별히 허용된 도포구에게만 사용이 제한되어 있다. 그러나 해충구제의 교훈에서 얻은 경험에 따르면 널리 효력이 있는 유독물질은 해충을 박멸하지 못한다는 것이다. 해충집단의 저항력문제, 먹이연쇄에서의 유독성 찌꺼기의 축적가능성, 인간의 음식물에 대한 오염, 자연의 훼손 등 모든 문제를 마치 DDT와 함께 사라진 특수문제처럼 다루었다. 그러나 DDT의



▲미국 노드캐롤라이너주 해안 밖에 있는 오크레이크섬은 DDT의 사용으로 며칠동안 모기떼의 극성에서 벗어날 수 있었다.

교훈에서 보면 유독물질을 해충 제어에 사용해야 할 때 널리 효력이 있는 유독물질을 지속적으로 사용하면 DDT가 직면했던 것과 비슷한 장기적인 문제를 야기시킨다는 것을 알 수 있다. 그런데 업계에서는 널리 효력이 있는 유독성물질의 시장을 확장하고 있고 해마다 해충문제는 걱정없다고 보장하고 있다.

현재 독성물질의 위험성을 분석할 때 직접 사람에게 미치는 영향으로 제한을 두는 경향이 있으며 또 이런 위험성을 자동차운전이나 비행기 조종을 할 때 우리가 받아들이는 것과 같은 위험으로 해석하는 경향이 있다. EPA 장관으로 두번째 임기에 취임한 러클스하우스는 받아들일 수 있는 수준을 결정하기 위해 이 위험도 측

정을 요구했다. 그러나 자동차를 사용하거나 비행기를 타거나 또는 광산에서 일할 때 내재하는 위험은 환경의 전반적인 오염 때문에 미리 알지 못하고 본의 아니게 당하는 위험과는 성질이 다르다. 전자의 경우는 자발적인 것이며 기간에 한정이 있고 제어할 수 있는 것인데 비해 후자는 때 맡겨진 것이며 기간은 없고 흔히 측정도 할 수 없는 것이다. 정부란 일반 국민들을 이런 일반적인 위험에서 보호하기 위해 구성된 것이다. 우리는 절대적인 보호를 기대한다. 이런 보호는 환상적인 이익의 댓가로 질병이나 죽음의 위험을 받아들여야 한다고 생각하는 일부 사람의 사고방식을 근거로 해서는 안될 것이다. 보호의 수준은 높게 설정하되 타당하고 가능하며 반드시 필요한 것이 되어야 한다.

또 하나 배려해야 할 일이 있는데 이것은 흔히 지나쳐 버리기 쉽다. 모든 식육동물이나 부식동물과 마찬가지로 사람은 강인하고 그 먹이연쇄는 어느 정도 오염으로부터 격리될 수도 있다. 그러나 해양, 하구, 하천, 호수, 초원, 삼림, 그리고 소택지는 그렇게 강인 하지 못하고 공중과 물 속으로 널리 번지는 유독물질로부터 쉽게 보호할 수가 없다. 이들은 유독물질이나 또는 환경화학의 변화에 노출 되면 실질적으로 영향을 받는다. 이 생물시스템을 보호하기 위해 마련한 유독물질 사용기준은 다시 인간의 안전을 보장할 것이다. 그러나 거꾸로 인간의 안전을 보장한 기준은 생물시스템의 보호를 보장하지 못할 것이다. 이것은 우리가 DDT와 더불어 얻은 경험의 냉혹한 유산이다.

(玄源福譯)

〔註〕

1) 뮐러(Paul Hermann Müller, 1899~1965): 스위스의 화학자. Olton태생으로 Basel대학에서 배웠다. D-reyfuuss 전기기계회사에 이어 Geigy 무두질회사 연구실에서 종사하면서 새로운 가축 무두질제를 합성했다. 1935년부터 식물 해충을 박멸하는 새로운 살충제 합성에 착수, 1939년 DDT를 합성하여 강력한 살충효과를 발견했다. 1948년 이 업적으로 노벨생리학상을 받았다.

2) 먹이연쇄(food chain): 생태계에서 먹는 것과 먹히는 것과의 일련의 생물의 관계.