



한국에 들어온 최초의 선택성 제초제 2,4-D

박 종 성 충남대학교 농과대학 명예교수

“오늘날 농업에 관심을 지니고 있는 사람 중에 호르몬형 선택성 제초제인 2,4-D를 모르는 사람은 없을 것이다. 그러나 우리나라에 2,4-D가 언제 들어와서, 농가에 보급될 때까지 어떤 시험연구가 있었는지를 아는 사람은 드물 것이라 생각되어 잡초방제기술의 발전과 관련된 몇가지 이야기를 적어둘까 한다.”

앞서 적어두었지만 1947년 이른 봄 클라레 박사가 나에게 건네준 미국 듀폰사(Du pont)의 신농약중에는 3종류의 종자소독제 이외에 호르몬형 선택성 제초제인 2,4-D(2,4-dichlorophenoxy acetic acid : 상표명 Tufor 40)의 시판제품이 끼어 있었다. 2,4-D에 대한 지식이 전혀 없었던 나는 유효성분, 적용잡초, 사용방법 등에 관한 2,4-D의 사용지침서를 읽은 다음, 식물호르몬의 작용이 살초작용으로 이어진다는 점과 농자들이 오랫동안 갈망하던 ‘선택성’ 제초제가 드디어 개발되었구나 하는 점에서 큰 흥미를 느끼지 않을 수 없었다. 클라레 박사의 요청도 있고해서 나는 지체없이 2,4-D의 선택적인 살초효과에 관한 시험연구에 착수하기로 결심하였다.

국내최초의 2,4-D 살초효과 시험에 착수

같은 해의 5월 15일부터 전작포장 중에서

여러가지 초종으로 구성된 잡초군락을 골라, 2,4-D의 농도(0.2~1%)와 살포량(500~2,000 ml/10m²)을 달리하여 경영에 살포한 다음 여러가지 잡초와 맥류에 대한 살초효과를 조사하였다. 이것이 우리나라에서 실시된 선택성 제초제 2,4-D의 살초효과에 관한 최초의 시험연구였다. 예상한대로 시험결과는 2,4-D에 대한 저항력이 벼과식물은 대단히 강하지만 대체로 광엽잡초는 약하다는 것과 다년생 숙근성 잡초에 대하여는 식물호르몬 작용을 나타내는 경우가 있다는 것을 보여 주었다. 그러나 몇가지 문제점도 있었기에 이와같은 제초제의 후일의 시험연구를 위해 참고가 될까하여 몇가지 적어둔 메모도 있다.

메모I-24시간이내 지상부 도복

잡초군락에 2,4-D를 분무기로 살포한 1~2일 후에는 저항성이 약한 광엽잡초에 변색, 지상부(줄기)의 시들음, 굴곡, 비틀림, 도복등의 해징(害徵)이 나타나면서 말라죽게 되는데, 특히 주목된 것은 지상부(줄기)의 윗부

분이 비틀리면서 쉽게 도복하는 것이 적지 않았다는 사실이다. 봄맞이, 고마리, 메꽃, 민들레, 지칭개, 질경이, 소리쟁이, 쇠뜨기 등에서는 2,4-D처리후 24시간 이내에 도복하는 것을 관찰할 수 있었다. 이것이 2,4-D의 작용기작을 생각하면서 적어둔 첫번째의 메모이다.

메모II-강한 저항성 보인 토끼풀

광엽잡초 중에도 토끼풀, 붉은토끼풀, 흰명아주등과 같이 2,4-D에 대한 저항성이 상당히 강한 것이 있다는 사실을 이 시험연구에서 알게 되었다(표1 참조). 그후에 알게된 사실이지만

표1. 몇가지 잡초의 2,4-D에 대한 저항성 (박종성, 1947)

저항성	잡 초 명
강(強)	잔디, 뚝새풀, 개밀, 밀*, 보리*, 도랭이피, 토끼풀, 붉은토끼풀, 흰명아주.
약(弱)	개망초, 쑥, 지칭개, 냉이, 꽃다지, 싹쑥바귀, 민들레, 질경이, 소리쟁이, 고마리, 벼룩나물, 메꽃, 개갯냉이, 왜젓가락나물, 쇠뜨기, 봄맞이

* 작물포장에서의 관찰

같은 콩과식물중에도 토끼풀속이나 싸리속의 어떤 종류와 같이 2,4-D에 대한 저항성이 상당히 강한 것이 있는가하면 약한 것도 있다고 한다. 토끼풀이 잡초로 등장하는 농경지에 있어서는 바람직한 2,4-D의 살초효과를 기대할 수 없지만, 사료작물로서 토끼풀을 재배하는 농경지에 있어서는 광엽잡초의 바람직한 선택성 제초제로서 2,4-D를 이용할 수 있지 않은가 하는 것이 두번째로 적어둔 메모이다.

실제로 광엽잡초인 토끼풀이 2,4-D에 대한 저항성이 상당히 강하다는 것은 예상밖의 일이었다. 이와같은 사실에서 2,4-D가 지니고 있는 선택적인 살초력의 차이는 벼과의 식물과 그밖의 과(科)에 속하는 광엽잡초 사이에서만 찾아볼 수 있는 것이 아니라, 같은 과에 속하는 식물의 속간(屬間)이나 종간(種間), 또는 같은 작물의 품종간(品種間)에서도 찾아볼 수 있을 것이라는 짐작도 해보았다.

메모III-속근잡초엔 재생력 증대

세번째 적어둔 메모는 잡초의

줄기나 잎에 살포된 2,4-D가 지상부에서 흡수되어 지하부에 있는 줄기나 뿌리로 이행하는 과정에서, 단계적으로 농도가 떨어져 지하부에 있는 줄기나 뿌리에 대하여 살초력을 발휘하지 못하고, 다년생 속근성 잡초의 경우에는 오히려 식물호르몬으로 작용하여 재생능력을 증대시킨다는 것이다. 2,4-D를 잡초군락에 살포하면 1~2일후에 저항성이 약한 광엽잡초의 지상부는 모두 말라죽지만, 다년생 속근성 잡초중에는 25~30일 후부터 재생하는 것이 적지 않으며, 이들 재생개체는 2,4-D 처리전의 그것에 비하여 생육이 훨씬 왕성할 뿐만 아니라 외형도 대단히 크다는 것을 관찰할 수 있었다. 특히 소리쟁이류(*Rumex* sp.)의 재생개체의 생체량은 2,4-D 처리전의 그것보다 2배 가까이 되는 것으로 추측되었다. 간단히 말해서 광엽잡초라 할지라도 다년생 속근성 잡초인 경우에는 2,4-D만으로는 충분한 살초효과를 기대할 수 없다는 이야기이다.

메모IV-맑은날 살포가 효과좋아

2,4-D를 살포한 다음의 기상 조건, 특히 기온과 일조가 살초 효과와 밀접한 관계가 있다는 것이 마지막으로 적어놓은 메모이다. 몇차례 반복된 이 시험연구를 통해 실제로 경험한 사실이지만, 구름없이 햇빛이 잘 쬐이고 기온이 비교적 높은 정오경에 2,4-D를 살포하면 1~2일 이내에 뚜렷한 살초효과가 나타났지만, 비교적 기온이 낮은 오전이나 구름으로 햇빛이 쬐이지 않은 날에 2,4-D를 살포하면 살초효과가 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 많았다.

농기보급이 어려웠던 국내사정

같은 해의 가을 클라레박사의 요청으로, 발잡초에 국한된 것이지만 2,4-D의 선택적인 살초 효과에 관한 시험결과를 그분에게 전달하였다. 앞서 적은바와 같이 몇가지 사소한 문제점이 있기는 하나, 2,4-D가 실용적인 선택성 제초제로 결론지어져 있었다. 그후 클라레박사는 몇차례 나의 연구실을 찾아와 2,4-D를

농가에 보급할 수 있는 조치를 취하라는 권고가 있었으나 나는 이를 받아들이지 않았다. 전후 2년밖에 안되는 그 당시(1947)의 내나라 경제사정이 너무나도 비참했다는 것이 그 주된 이유였다. 실제로 농촌에는 일자리를 잃은 유휴노동력이 너무 많았고 대부분의 농민이 해마다 보릿고개를 경험하고 있었으니 하는 말이다. 그러나 그 당시 힘겨운 제조작업에 시달려온 농민들이 나의 편견과 판단으로 2,4-D의 도입과 보급을 주저하고 있다고 탓한다면 나는 이를 변명할 여지가 없다는 것을 잘 알고 있었다.

무엇보다도 내가 결정적으로 잘못된 것은 2,4-D와 같은 선택성 제초제에 관한 시험연구를 중단했다는 사실이다. 2,4-D의 도입과 보급은 내나라의 경제사정이 호전되는 후일로 미루어둔다 해도, 적어도 논잡초에 대한 방제체계가 확립될 때까지 시험연구는 계속했어야 할 일이었다고 생각된다. 지금에 와서 생각하면, 그당시 이보다 더 중요하고 의의있는 시험연구도 별로

표2. 제초제 소비량의 변천(한국, 단위 M/T)

구분	년 도							
	1946	1956	1961	1966	1971	1975	1982	1988
제초제(H)	0	0	10	130	9,434	28,399	43,133	54,134
전체농약(C)	2,095	4,873	5,556	12,549	25,634	88,289	113,442	157,340
H/C(%)	0	0	0.2	1.0	36.8	32.2	37.0	34.4
제초제품목수	0	0	1	8	21	20	40	81

없었는데 말이다. 확실히 이 연구의 중단은 시야가 좁고 앞을 내다볼 줄 모르는 나와같은 농학자가 저지르기 쉬운 일임에 틀림없다.

다행히도 8년후 부터 몇군데 농업시험기관(수원, 1955~'57; 경기도, 1955~'56; 경상북도, 1955~'57)에서 논잡초에 대한 2,4-D의 살초효과에 관한 시험연구가 재개되었으며, 그 결과를 토대로 수원농업시험장의 최현옥박사는 1960년에 "2,4-D에 의한 논제초법" (신농업기술, 99~111면, 향문사)이라는 귀중한 논문을 발표하였다. 이어 1961년에는 우리나라에서 처음으로 선택성 제초제 2,4-D의 농가보급이 시작되었다. 그후 약 30년이 지난 오늘날 제초제를 주축으로 하는 잡초 방제기술은 눈부시게 발전하였으며, 이와

더불어 제초제의 소비량도 놀랄만큼 늘어나 있다(표2 참조).

세계2차대전중에 개발된 2,4-D는 합성(Pokerny, 1941년)에서 식물호르몬 작용의 구멍(Zimmerman, 1942년)을 거쳐 선택성 제초제로서 등장(Marth, Mitchell등, 1944년)한 다음 약 50년이 지난 오늘에 있어서도 제초제라는 농약의 자리를 계속 지키고 있다. 잘은 모르지만 제초제로서 결격사유가 별로없는 2,4-D가 앞으로 농약의 자리에서 쉽게 물러날 것 같지 않다. 나는 많은 농약을 다루어본 일이 없지만 수명이 긴 농약과는 꽤 인연이 깊다는 생각을 할때가 있다. 클라레 박사가 시험연구용으로 나에게 건네준 신농약중의 종자소독제인 치람제나 호르몬형 선택성 제초제인 2,4-D가 모두 장수(長壽)의 농약이었고,

또한 1967년 미국에서 2불을 주고 구입(2파운드)하여 가지고 온 BT제(나비목 해충용 미생물살충제)도 수명이 길것으로 예상되니 하는 말이다. 오늘날까지 인간이 개발한 그 많은 농약중에서도 2,4-D만큼 흥미있는 에피소드(插話)와 함께 장수하고 있는 것도 드물지 않은가 하는 생각이 든다. 2,4-D에 얽힌 에피소드를 적어둘 지면의 여유가 없지만 몇가지만 간추려 적어볼까 한다.

합성에서 실용화까지 3년

1941년 2,4-D가 합성된 다음 불과 3년만에 실용적인 제초제로 등장하였다면, 오늘날 이 사실을 의심하지 않는 사람은 거의 없을 것이다. 그러나 내가 2,4-D의 시판제품을 클라레 박사로부터 건네받은 것이 1947년 이른 봄의 일이었으며, 또한 어떤 과학잡지(자연, 1983. 4월호)에 실려있는 것이지만, 월남전에서 고엽작전에 쓰인 화학무기중의 오렌지제(2,4-D와 2,4,5T의 혼합제)나 화이트제(2,4-D와 피크로람의 혼합제)가 실은 세계2차대전중

에 일본상륙작전을 위해 개발된 것이라는 글의 내용으로부터 생각할때 2,4-D가 2차대전중 단시일내에 실용화되었다는 것은 사실인것 같다.

어떤 농약의 합성에서 실용화까지 3년밖에 걸리지 않는다면 새로운 농약의 개발에 흥미를 느끼지 않는 사람은 별로 없을 것으로 생각된다. 더우기 2,4-D와 같이 싼값으로 쉽게 합성할 수 있는 것이라면 더 말할 나위 없다. 잘은 몰라도 현재 어떤 새로운 농약이 개발되어 실용적으로 쓰일때 까지 많은 시간과 투자가 필요할 뿐만 아니라 개발의욕을 상실한 만큼 등록절차가 대단히 까다로운 것으로 알고 있다.

이런 점에서 생각할때 2,4-D의 역사는 우리들이 되새겨볼만한 가치가 있다. 제초제로서의 2,4-D의 개발을 까다로운 절차 때문에 전후로 미루었다면, 그것이 어떻게 되었을까하는 생각을 해보면 알 수 있는 일이다. 까다로운 절차만이 우수한 농약을 찾아내는 길이 아니라는 생각이 든다.

제초제에 관한 역사를 살펴보면 느끼는 것이 하나 있다. 2,4-D를 가장 유명한 제초제로 만든 것은, 벼과식물에 대한 살초력은 약하지만 광엽식물에 대한 살초력은 대단히 강한 선택적인 살초작용이 아닌가 싶다.

실은 2,4-D 이전에 유기니트로 화합물인 디·엔·오·씨(DNOC)제가 이미 1933년에 프랑스에서 벼과식물에는 살초력이 약하나 광엽식물에는 살초력이 강한 선택적 제초제로서 인정되어 있었다. 그러나 DNOC제는 그 이전부터 진딧물이나 응애를 구제하는 살충제로 개발 중에 있었기 때문에 오히려 광엽식물에 대한 심한 약해는 DNOC제의 개발을 방해하는 요인으로만 주목되었지 선택성 제초제의 개발에는 이어지지 않았다. 광엽작물에 대한 진딧물이나 응애의 피해에 비하면 벼과작물의 그것이 문제가 되지 않는다는 것을 생각하면 이해할 수 있는 일이다.

2,4-D와는 달리 벼과잡초에 대하여는 살초력이 강하지만 광엽작물에 대하여는 살초력이 약

한 선택성 제초제중에 아이·피·씨(IPC)라는 것이 있다. 이 약제는 이미 1885년에 합성된 것이지만 제초제로서 개발하기 시작한 것은 1945년 이후의 일이라고 한다. 이 모두가 2,4-D를 유명한 제초제로 등장시키는데 무관한 일이라고 생각되지 않는다.

종합방제는 과학이전의 철학

앞서 적은 바와 같이 2차대전 중 불과 3년만에 2,4-D의 합성이 식물호르몬의 작용을 선택적인 살초작용으로 이어준 연구성과는 지난 수천년 전부터 농에 종사하는 사람들이 실제로 원하는 최초의 제초제, 2,4-D의 개발과 소리없는 무서운 화학무기, 2,4-D의 개발로 요약된다. 후자의 개발 때문에 한때 2,4-D에 관한 연구가 군사비밀로서 공개되지 않고 진행되었다고 하는데, 그 착안점은 2,4-D가 우리들의 주곡인 벼, 맥류, 옥수수등과 같은 벼과작물에 대하여는 살초력이 약하지만 전투행위에 방해가 되는 광엽식물에 대하여는 살초력이 강하다는 선택성에 있지 않

은가 싶다. 만약에 2,4-D가 벼과작물에 대하여는 살초력이 강하고, 광엽식물에 대하여는 살초력이 약한 것이었다면 화학무기로서 2,4-D는 주목되지 않았을 것이라는 생각도 든다.

농업에 종사하는 사람들중에는 2,4-D와 같은 제초제의 개발과 이용을 20세기 후반기의 농업혁명이라고 하는 사람도 더러 있는 것으로 알고 있다. 손이나 호미로 힘겨운 논, 밭의 제초작업을 경험한 사람이라면 누구나 할만한 이야기라고 생각된다. 나도 그중의 한사람이다. 2,4-D와 같은 호르몬형 선택성 제초제가 잡초방제기술의 획기적인 발전을 통해 20세기 후반기의 산업, 특히 농업발전에 크게 기여한 사실을 잘 알고있는 사람이라면 2,4-D와 같은 제초제의 역할을 과소평가하지는 않을 것이다.

1981년에 발족한 한국잡초학회가 약 10년밖에 지나지 않은 오늘날 약400명의 회원으로 구성된 커다란 학회로 급속하게 성장한 것으로 알고 있다. 또한 식물보호와 직접관련된 몇개 학

회중에서도 가장 활발하고 알찬 학술활동을 하고있다는 것도 잘 알고 있다.

노파심인지 몰라도 장래의 잡초방제기술의 발전을 위해 참고가 될까하여 한두가지 적어둘 것이 있다. 병해충을 대상으로 한 식물보호에 있어서 종합방제는 가장 합리적인 방제원리이며 이는 하나의 과학이라고 하기 보다는 철학이라고 한다. 잡초방제라고 해서 예외는 아니라고 생각된다. 우리나라 잡초의 종합방제체계가 하루빨리 확립되었으면 하는 욕심에서 하는 말이다. 또한 적어도 100종류 이상의 우수한 제초제가 개발되어 있는 오늘날 새로운 제초제의 개발 보다도 기존 제초제를 종합방제에 활용하는 것이 더 시급한 과제가 아닌가 하는 생각이 드니 하는 말이다.

또 한가지 걱정스러워서 적어둘 것이 있다. 지난날 많은 잡초가 외국에서 우리나라에 침입하여 큰 피해를 주고 있는 것으로 아는데, 현재 그에 대한 대책은 있는지 궁금해서 하는 말이다. <다음호에 계속>