

## 한국의 잡초방제법 변천과 전망(上)



이 글은 1990년 10월 19일 서울파레스호텔에서 본회 주최로 열린 제8회 韓·日·中 3국농약공업협회 회의에서 가진 특별강연에서 金吉雄교수(경북대학교 농과대학)가 발표한 내용이다. 관심있는 독자들을 위해 3회로 나누어 소개한다.

〈편집자주〉

1990년대는 식량생산과 농업관련 산업에서 농약의 유용성과 이용에 많은 변화를 일으킬 것으로 전망된다. 국가적 차원에서 농약사용에 대한 환경정책이 강화될 것이고 이와같은 조치는 더욱더 엄격해질 것으로 보인다. 이런 시점에서 미래의 식량생산을 위한 농약사용에 대해 전문가 및 관련자들이 함께 모여 숙고하고 토론하는 것은 매우 중요한 일이 될 것이다.

농약사용의 엄격한 규제가 강화됨에도 불구하고, 농약사용은 인간의 건강, 수질, 야생생물의 서식처나 자연환경이 수용하기 어려운 위험을 유발할 것이라는 인식이 있다.

이와같은 선입견은 농산물, 수질, 대기의 오염에 미칠 농약의 영향에 대하여 부가적인 규제조치를 촉구하게 할 것이다. 소비자나 일반대중은 생산에 사용되고 있는 농약의 규제조항에 대해 잘알지 못하기 때문에, 이들은 농약의 이용을 제한하거나 금지해야 한다는 잘못된 인식된 환경론자들의 주장에 쉽게 공감하게 될 것이다.

우리가 이처럼 농약사용에 대한 강력하고 절박한 규제들에 대해 어떻게 대처해 나아가는가가 당면한 문제이다. 대체방안으로 추구해야 할 방법중의 하나는 농약에만 의존하지 않고 병·해충·잡초 방제를

효과적으로 할 수 있는 방제법의 가능성을 찾아봐야 하는 것이다. 또 하나의 문제는 현재와 미래에 있을 규제조치에 처해있는 농약을 대체하여 이용될 수 있을 어떤 농약이나 비농약성 대체 물질이 개발될 수 있을 것인가 하는 것이다. 그러나 분명한 것은 수많은 기존 농약들이 계속 사용될 것이라는 점이며 그 이유는 등록자(생산자)들이 특정작물에 대해 이들 농약이 계속적으로 사용될 수 있도록 농산물에 안전하고 환경에 오염이 없다는 사실을 입증해 나갈 것이기 때문이다. 그 좋은 예로서는 제초제 glyphosate, 살충제 carbaryl 및 chloropyrifos, 응애제 propargite를 들 수 있다. 농약사용의 현안에 대하여 일반인의 인식증대와 연구투자의 증대는 필연코 안전한 방제기술을 개발하게 될 것이고 농약을 포함한 대체방법의 개발에 박차를 가할 것이다.

또 우리가 인식해야 할 다른 중요한 것은 농약과 질소비료를 사용하지 않을 경우 현재의 식량 생산량의 40%까지 감소될 것이며 수년이 지나면 60% 이상 감소될 것이라는 점이다. 더우기 세계적으로 매일 35,000명이나 되는 사람들이 기아로 죽어가고 있으며 연중 사망자중 1,500만명이 어린이들이고, 5

억이 넘는 사람들이 만성적 기아로 허덕이고 있다는 사실이다. 그러므로 세계인구는 폭발적으로 증가하고 있으며 현재의 1인당 식량 소비량이 현재의 수준으로 유지된다 하더라도 향후 37년간 증가된 인구의 식량을 충당하기 위해서는 현 생산량의 70% 이상이 증가되어야 할 것이다. 2025년에 예상되는 82억 세계인구의 연간 식량소비량은 90억톤이 될 것으로 전망되는데 이것은 1988년 세계 식량생산량인 43억톤의 두배 이상이 될 것이다.

식량생산과 인류의 생존에 관련되는 여러가지 요인을 고려할 때 우리가 농학자이든 환경학자이든 관계없이 세계적으로 경작지의 감소, 식량부족, 인구의 폭발적인 증가에 따른 문제의 심각성에 대해 세계의 정치, 교육, 종교 지도자들을 설득하고 경각심을 일깨워주는 것이 우리 모두의 임무가 될 것이다. 특히, 일반대중에게 주지시켜야 할 것은 농약의 안전성과 농약의 신제품 하나를 개발해서 등록하는데 까지는 5~10년이 소요되고 개발비는 4천 5백만 달러 이상 필요하며 성공확률은 1/20,000 밖에 되지않아 농약개발이 얼마나 힘든가를 인식시키도록 농약협회나 제조회사가 노력해야 될 것이다.

이처럼 도전적인 어려운 상황에서 한국의 잡초방제법 변천에 대한 고찰과 앞으로 잡초방제를 어떻게 해야 할 것인가를 제시할 수 있는 기회를 갖게 되어 매우 기쁘게 생각하는 바이다. 본 논문의 내용은 첫째 방제코저하는 잡초와 잡초방제법의 변천, 둘째 1989년도를 기준한 제초제 사용현황, 세째 논잡초 군락의 천이에 미치는 요인과 전작의 문제 잡초 구명, 금후의 잡초방제법의 변천 전망과 잡초방제법의 새로운 방안 등에 대해서 요약 기술하고자 한다.

## 1. 잡초 방제법의 변천

### 가. 제2차 세계대전 이전

제2차 세계대전 이전에 농민들이

어떻게 잡초를 방제하였는가에 대한 정확한 자료가 없으나 호미를 사용하여 손으로 잡초를 제거하였거나, 로타리로 잡초를 방제하였을 것으로 쉽게 짐작이 된다. 논에서는 대개 3회 정도, 밭작물에서는 2~3회 정도 손으로 잡초를 방제했을 것이다.

### 나. 1945~1969년 기간

1945년에서 1960년 초반까지는 손제초법이 주된 방제수단으로 사용되어 왔다(표1). 1960년대 중반기는 한국 농업사에 있어서 중요한 전환점의 기간이라 할 수 있다. 쌀은 한국인의 주식으로 절대적인 비중을 차지하는 작물로서 벼증산을 위한 품종개량, 관개수 시설, 비료사용, 잡초방제를 포함한 식물보호 등에

표1. 한국의 잡초방제법의 변천

잡초방제법	논				밭		
	주요수단 <sup>1)</sup>	보조수단 <sup>2)</sup>			주요수단	보조수단	
		호미	로타리	봄가을갈이		호미	로타리
1945년 이전	□	+	+	+	□	+	+
1950	□	+	+	+	□	+	+
1960	□	+	+	+	□	+	+
1970	■	+	-	+	□■	+	+
1980	■	-	-	+	□■	+	+
1990	■	-	-	-	□■	+	+

1) □ ; 손제초, ■ ; 제초제 사용

2) + ; 보조수단 사용, - ; 보조수단 사용않음

표2. 한국의 제초제 등록연혁

등록 년도	논 잡 초 약	밭 잡 초 약	과원잡초약	비농경지 잡초약
1957	2,4-D			
1963	(MCP) <sup>2)</sup> , (PCP)			
1965	Propanil			
1966	(Nitrofen), (OCS-21944)			
1967	(PCP/MCP)	Simazin		
1968		Linuron, (Swep)		
1969		Alachlor, Chlornitrofen		
1970		Butachlor	Paraquat	
1971	(Thiobencarb/Simetryn) <sup>3)</sup>			
1974		Napropamid		
1976	Piperophos/Dimethametryn, Molinate/Simetryn			
1977	Thiobencarb, (ACN/NIP/ MCPB), Bifenox	(Terbutryn)	Glyphosate, (Asulam)	
1978	Oxadiazon, Bentazone, Perfluidone			
1980		Diphenamid, Metribuzin		
1981	Chlormethoxyfen	Methabenzthiazuron, Alloxydim, Prometryn, Trifluralin	Bromacil	Picloram
1982		Nitralin		
1983	Thiobencarb/Naproanilide Butachlor/Chlormethoxyfen Butachlor/Naproanilide Butachlor/Pyrazolate	Pendimethalin	Oxyfluorfen	
1984	Pretilachlor, Pretilachlor/ Naproanilide, MCP-Na	Metolachlor/Prometryn, Dicamba, Dicamba/2,4-D, Fluazifop-butyl, MCPP	(Methabenz- thiazuron) (Amitrole/ MCPA)	
1985	Molinate/Simetryn/MCPB, Pyrazolate			
1986	Pretilachlor/Pyrazoxyfen Piperophos/Pyrazoxyfen		Glufosinate	Sodium- Chlorate

연도	논 잡 초 약	밭 잡 초 약	과원잡초약	비농경지 잡초약
1988	Butachlor/ Bensulfuron-methyl, Mefenacet/ Bensulfuron-methyl, Pyrazoxyfen/Butachlor, Bifenox/Perfluidone, Mefenacet	Sethoxydim, Ethalfuralin		
1989	Quinchlorac/Bentazone, Bensulfuron-methyl/ Quinclorac	Dimethazone, Metolachlor, Haloxypop-methyl, Quizalofop-ethyl, Bensulide, Alachlor/Pendimethalin	Terbutylazine, Bialaphos	
1990	Bensulfuron-methyl/ Pretilachlor Mefenacet/Pyrazolate Pyrazosulfuron-ethyl/ Molinate Pyrazosulfuron-ethyl/ Quinchlorac Pyrazosulfuron-ethyl/ Thiobencab Pyrazosulfuron-ethyl/ Butachlor	Pendimethalin/Linuron Metolachlor/Prometryn CNP Isoxaben		

- 1) 이 표는 최초등록을 기준으로 작성하였음.
- 2) ( )속의 제초제는 1989년 현재 등록취소된 것임.
- 3) 혼합제는 “에”와 같이 표기하였음(“에” : Thiobencarb/simetryn)

큰 관심을 가지게 되었다. 1960대 벼증산과 동시에 잡초방제 비용을 줄일 수 있는 효과적인 잡초방제법의 구멍이 정부기관은 물론 농민들의 큰 관심사가 되었다.

표2는 우리나라에 제초제가 도입되어 등록된 시기를 나타낸 것으로

2,4-D, MCP, propanil 및 nitrofen 등의 제초제가 1960년대에 눈에 사용토록 등록되었고 2,4-D는 1957년에 도입된 우리나라 최초의 등록 제초제이다. 1962년까지는 일부 농가에서 사용하였을 뿐 대부분의 농가에서 전통적으로 손제초를 하였고

1963년부터 1965년까지는 PCP, Propanil 등의 제초제가 농가에 보급되기 시작하였으나 그 소비량은 많지 않았다. 1966년 이후 제초제 소비는 급격히 늘어났으며 nitrofen의 사용이 증가하였다.

金은 수도의 못자리와 본답에서 가장 주요한 잡초는 피 및 물달개비라고 보고하였으며 제초제에 의한 잡초방제나 영농의 기계화가 도입될 경우에 가래 및 올방개와 같은 다년생 잡초방제의 필요성을 제시하였다. 또한 金은 1960년대 수도 이양재배의 경우 손제초와 로타리제초가 일반적인 제초법이었으며 이 시기에 대부분의 농민들은 수도 전생육기간 동안 3회에 걸쳐 실시하였는데 ① 손제초(1회)+로타리제초(2회), ② 로타리제초(1회)+손제초(2회), ③ 로타리제초(2회)+손제초(1회) 등의 잡초방제체계중 한가지를 택하여 사용하였다고 설명하였으며 본답의 잡초발생 정도나 이용가능한 재배방법에 따라 효과적인 방제체계의 선택이 필요하다고 제안하였다.

### 다. 1970년 이후~현재

1970년대는 잡초방제적 측면에서 한국 농업의 전환점으로 간주되며 제초제를 사용한 화학적 방제법이

점차적으로 손제초 방법을 대신하면서 중요한 제초방법으로 대두하였다. 이 시기에 제초제 사용의 급격한 증가는 1970년대 초반 농촌 노동력의 도시공업화 지역으로의 이동으로 인한 농촌노임의 상승과 노동력 부족에 의해서 크게 영향을 받았다.

1971년에 수행한 논외 잡초조사에 의하면 광엽잡초가 전잡초군락의 67%를 차지하였고 사초과 잡초가 25.1%, 나머지 7.8%가 화본과 잡초로 광엽잡초가 논외 우점초종이었다. 논에서 가장 중요한 잡초는 일년생의 마디꽃, 다년생의 쇠털풀이었으며 다음으로 물달개비, 알방동사니, 피, 발뚝외풀, 다년생인 가래, 사마귀풀, 올방개 및 여뀌 등이 주요 잡초로 판명되었다. 이들 일년생잡초 방제를 위하여 제초제가 중요한 방제법으로 등장되어 사용되었다.

1981년도 논외 잡초조사에 의하면 일년생인 물달개비가 가장 우점하는 초종이었으며 그 다음으로 다년생인 올미, 가래, 벼풀, 너도방동사니와 마디풀, 사마귀풀, 발뚝외풀, 올방개 및 여뀌마늘 순으로 우점하여 잡초군락의 변화가 논에서 다년생잡초가 우점하는 방향으로 나타났었다. 논 다년생 잡초방제의 중요성은 1980년대 초부터 농민과 연구

가들의 주목을 끌게 되었다. 잡초군락 변화에 대해서는 다음 장에서 상세하게 논의하겠다.

현재 모든 한국농민들은 논에서 1981년에 조사 보고된 초종과 유사한 일년생 및 다년생 잡초를 방제키 위하여 제초제를 주로 사용하고 있으나 밭에서는 주작물이 아닌 경우에는 아직도 손제초가 일반적으로 사용되고 있는데 이것은 재배면적이 적어서 적당한 제초제의 개발이 되지 않았거나 적용확대 시험을 하지 않았기 때문이다.

결론적으로 현재 한국의 잡초방

제는 거의 제초제의 사용으로 이루어지며 손제초는 보조적 방법으로 행해지고 있다고 볼 수 있다. 지난 20년간 한국의 잡초방제법은 손제초에서 제초제를 사용하는 화학적 방제로 변화되었다고 사료된다.

## 2. 제초제 사용 현황

### 가. 한국의 제초제 사용

한국의 제초제 사용은 유효성분량으로 1966년 99톤에서 1989년 4,882톤으로 증가되어 약 49배의 증가를 보였으며 제초제 사용증가는

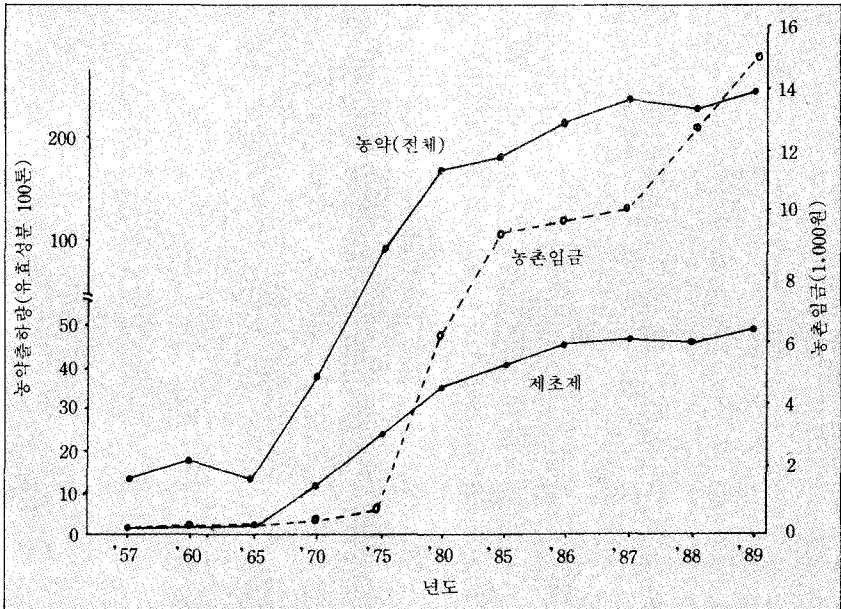


그림 1. 제초제 사용과 농약소비 및 농촌임금 관계

농촌임금의 증대와 비례하는 것으로 사료된다(그림1).

표3은 1989년 경지면적에 대한 제초제의 사용비율을 나타낸 것으로 논 112% 이상, 밭은 약 70%의 면적에 제초제를 처리하여 논 3분의 2 정도가 밭에 처리되었다. 밭에서 제초제의 사용이 적은 것은 제초제 사용기술을 도입하는데 많은 어려움이 있었기 때문으로 사료된다. 그러나 과수원의 경우에는 1,319.6% 정도의 엄청난 양의 제초제가 사용되었으며 이것은 과수원 면적의 13배에 달하는 면적에 제초제를 사용한 것이며 주로 파라코

(Paraquat)와 같은 비선택성 제초제가 사용되었는데 그 양은 과수원 제초제의 약 91%에 달하였고, 이처럼 수치가 높은 것은 비농경지에 사용된 제초제도 포함되어 있기 때문으로 추정된다.

1990년 현재 한국에 등록된 농약수는 일본 농약의 4분의 1 이하이지만 제초제의 경우에는 일본의 3분의 1 정도로 적으며 1990년 현재 한국에 등록된 제초제의 총수는 상품명별을 기준으로 90여종에 달한다(표4).

1960년대 중반에 사용된 제초제는 2,4-D로서 아주 적은 양이 사용되

표3. 한국의 제초제 사용현황(1989년도)

구 분	경지면적(A) (1,000ha)	농약출하(B) (제품량, 톤)	제초제수 <sup>1)</sup>	제초제 사용 비율 <sup>4)</sup> (%)	금 액 (백만원)
논 <sup>1)</sup>	1,257	42,244	28	112.01 <sup>2)</sup>	39,066
밭 <sup>2)</sup>	766	9,095	28	69.82 <sup>3)</sup>	11,428
과원 <sup>3)</sup>	127	5,028	6	1,319.63 <sup>4)</sup>	22,212
산림	6,491	16	1		39

1) : 유효성분을 기준으로 한 제초제 수입.

2), 4) =  $\{B \div (30\text{kg} \times A)\} \times 100$     3) =  $\{B \div (17\text{kg} \times A)\} \times 100$

표4. 한국·일본·대만의 사용농약수 비교

구 분	사 용 농 약 수		
	한국(1990)	일본(1987)	대만(1988)
살균제	156	404	213
살충제	200	1,156	297
제초제	90	293	109
생장조정제·기타	21	167	39
합 계	467(100)	2,020(433)	658(141)

자료 : 농약연구소(1970)



표5. 한국의 주요 제초제 사용추세(1961~1989년)

년도	제초제 총소비량 (제품량 : kg)	논제초제 점유율 (%)	제초제수 <sup>1)</sup>	주요 제초제(시장점유율 : %)		
				1 위	2 위	3 위
1961	9,610	-	1	2,4-D (100.0)		
1965	25,323	-	4	PCP (49.1)	2,4-D (31.4)	Propanil (14.3)
1970	4,957,585	-	14	Nitrofen (44.5)	PCP (21.7)	Chlornitrofen (11.3)
1975	28,398,840	97.7	20(4)	Butachlor (50.0)	Nitrofen (42.9)	Chlornitrofen (0.01)
1980	47,164,924	88.1	30(4)	Butachlor (66.5)	Alachlor (9.3)	Thiobencarb (8.8)
1985	49,430,965	79.5	50(2)	Butachlor (53.1)	Alachlor (13.8)	Thiobencarb (7.7)
1989	56,663,131	74.6	65	Butachlor (36.4)	Alachlor (14.6)	Butachlor/ Bensulfuron- methyl(11.2)

1) 유효성분으로 본 제초제 수임.

\* 자료 : 농약연보(농약공업협회)

었고, 1960년대 후반기에는 PCP, 1970년대 초반에는 nitrofen이 사용되었으며, 지난 15년 동안은 butachlor가 한국의 전체 제초제 시장의 50% 이상을 점유하였다. Butachlor 및 alachlor와 같은 산아מיד계제의 제초제가 지난 15년 동안 논, 밭의 주요한 제초제였으며(표5) 최근에는 다른 많은 제초제가 논, 밭의 살초용으로 등록 사용되고 있다.

이것은 제초제 사용이 잡초방제의 중요한 수단이며 현재로서는 제초제를 대신할 만한 대체 방법이 없음을 시사하고 있다. 논, 밭의 제초제

사용량의 변화를 보면 1975년에 전체 제초제량의 97.7%, 1985년에 79.5%, 1989년에는 74.6%로 점차 감소하는 경향을 보였으며 대신에 밭의 제초제 사용은 점차 증가하였다(표5). 논에 사용되는 제초제의 대부분은 토양 처리용 입제형인데 이것은 처리작업이 용이하기 때문에 이용되어 왔다. 산아מיד계제 제초제의 사용량은 1981년에 수도용 제초제의 79.6%를 차지하였으나 1989년에 60.0%로 감소되었다(표6). 반면에 혼합형 제초제의 사용은 1983년에 11.6%에서 1989년에 34.3

표6. 한국의 주요 화학계통별 논제초제 사용추세(1981~1989년)

년도	총 논제초제 소비량 (제품량: kg)	제초제수	주요 화학계통(시장점유율: %)			
			1 위	2 위	3 위	4 위
1981	38,666,325	17	산 아마이드계 (79.6)	카바메이트계 (10.8)	디페닐에테르계 (8.4)	혼합제 (3.0)
1982	37,518,030	17	산 아마이드계 (76.8)	카바메이트계 (10.2)	혼합제 (6.5)	디페닐에테르계 (5.2)
1983	43,959,100	21	산 아마이드계 (72.0)	혼합제 (11.6)	카바메이트계 (8.5)	디페닐에테르계 (5.7)
1984	40,692,221	23	산 아마이드계 (79.6)	혼합제 (12.3)	카바메이트계 (9.3)	디페닐에테르계 (4.8)
1985	39,319,060	23	산 아마이드계 (68.7)	혼합제 (17.4)	카바메이트계 (9.7)	디페닐에테르계 (2.3)
1986	42,555,520	25	산 아마이드계 (72.8)	혼합제 (18.2)	카바메이트계 (4.2)	디페닐에테르계 (2.7)
1987	42,923,479	23	산 아마이드계 (72.5)	혼합제 (20.5)	카바메이트계 (2.6)	디페닐에테르계 (2.2)
1988	41,710,829	26	산 아마이드계 (65.5)	혼합제 (28.3)	디페닐에테르계 (4.2)	카바메이트계 (2.6)
1989	42,243,890	28	산 아마이드계 (60.0)	혼합제 (34.3)	디페닐에테르계 (4.0)	카바메이트계 (2.9)

\* 자료: 농약연보(농약공업협회)

%로 현저히 증가하였는데 이것은 논의 일년생 및 다년생 잡초를 동시에 방제할 수 있는 1회 처리 제초제(one-shot herbicide)에 대한 농민의 요구가 증가하였기 때문으로 사료된다. 현재는 논의 경우 일년생 잡초방제 보다는 다년생 잡초방제에 더 큰 관심을 가지게 되었다. 이에 반하여 밭의 경우 제초제 사용량이 적은 것은 상대적으로 각종 전작물에 대한 재배면적이 적기 때문이며 또한 농약 제조업자들은 이와같은

재배면적이 적은 작물에 대해 큰 관심을 갖지 않았다고 사료된다.

1989년 현재 18종의 밭작물에 사용되고 있는 제초제는 약 85종에 달하며 그 중 여러종의 제초제는 여러 작물에 사용할 수 있도록 추천되어 있다(표7). 일반적으로 밭에 사용 가능한 제초제의 수가 논에 비해 상대적으로 적은 것은 밭의 경우 제초제의 적절한 사용에 여러 가지 제한요소가 있기 때문인 것으로 간주된다. 밭에 제초제 처리시

표7. 1986년 및 1989년도 발작물에 등록된 제초제

작 물	제초제수		1989년 사용 제초제
	'86	'89	
보리·밀	6	5	butachlor, linuron, methabenzthiazuron, pendimethalin, trifluralin
콩	5	10	alachlor, fluazifop, linuron, haloxyfopmethyl, sethoxydim, ethalfluralin, dimetazon, metolachlor, metolachlor + prometryn, quizalofop ethyl, trifluralin
옥수수	3	7	alachlor, linuron, metolachlor + prometryn, simazine, alachlor + pendimethalin, pendimethalin, pendimethalin + linuron
감자	7	7	alachlor, metribuzin, napropamid, pendimethalin, alloxydim, metolachlor + prometryne, nitralin
고추	3	5	alachlor, napropamide, metolachlor, oxadiazon, pendimethalin
무	1	1	alachlor
양파	4	7	alachlor, nitralin, linuron, fluazifop-buthyl, pendimethalin, alloxydim, methabenzthiazuron
땅콩	2	2	alachlor, fluazifop-buthyl
배추	4	5	napropamide, nitralin, pendimethalin, triline, trifluralin
토마토	2	2	metribuzin, napropamide
당근	2	3	linuron, prometryn, pendimethalin
담배	2	1	napropamide
사과·배	8	7	asulam, glufosinate, glyphosate, oxyfluorfen, dichlorbenil, terbutylazine, simazin, paraquat
뽕나무	4	4	alachlor, paraquat, simazine, pendimethalin
일반과수	3	4	glyphosate, paraquat, oxyfluorfen, glufosinate
산림	4	5	glyphosate, paraquat, simazin, sodium-chlorate, hexazinone
잔디	3	8	asulam, dicamba, MCPP, napropamide, pendimethalin chlor-nitrofen, isoxaben, bensulide
감귤	2	2	bromacil, oxyfluorfen
Total	65(30)	85(48)	

( ) : 등록 제초제수

\* 자료 : 농약연보(농약공업협회)

에는 토양종류 및 수분과 같은 환경조건에 영향을 받기 쉽고 선택성 제초제를 적절히 살포할 수 있는 적당한 살포기가 없다는 점을 들 수

있다. 이런 요인들에 의해서 밭의 제초제 사용확대가 제한된 것으로 사료된다. <다음호에 계속>