

# 벼 재배방법 바꾸고 계통 다른 제초제 교호 사용해야

1998년 물옥잠 최초 확인, 물달개비, 미국외플, 올챙이고랭이 등 7초종 6만여ha  
종자 많고 가벼워 바람·물에 쉽게 이동, 불과 1-2년만에 전 지역으로 확산

**제**초제 저항성 잡초는 미국이나 유럽 등 주로 선진국의 콩, 옥수수, 밀 등 밭작물에 문제가 되어 왔다. 그러나 1990년 중반부터는 우리나라 논에서 주로 많이 사용되고 있는 벤설푸론-메칠, 피라조설푸론-에칠, 이마조설푸론 등과 같은 설폰닐우레아계 제초제들에 대한 저항성 잡초들이 급격히 증가하고 있다. 특히 한국과 일본의 논에서 이들 계통의 제초제들에 대한 저항성 잡초들이 빠른 속도로 확산되고 있다.

## ■ 경작지에서의 제초제 저항성 잡초 발생원인

대부분의 사람들은 병균이나 해충은 일년에 여러 세대가 경과하여 발생하므로 이들을 방제하기 위하여 동일종의 약제를 여러 번 살포하기 때문에 저항성으로 변하는 것은 당연하다고 생각한다. 그러면 대부분 농가에서 일년에 제초제를 거의 한번 살포할 뿐만 아니라 병균이나 해충과 달리 잡초는 일년에 단지 1세대만 경과함에도 불구하고 제초제 저항성 잡초가 발생하는 원

인은 무엇일까? 가장 큰 원인은 최근에 널리 사용되어 지고 있는 제초제들 때문이다.

최근에 개발되는 제초제들은 잡초의 특정 부위만 가해하여 살초하기 때문에 선택성이 매우 탁월할 뿐만 아니라 약효지속성도 매우 길어 한번 처리하면 40일 이상까지 약효가 유지된다. 이러한 특성을 지닌 제초제를 처리한 후 일정한 시일이 경과 하면 약효가 서서히 떨어지고 이때 발아된 잡초는 비록 제초제 영향을 받았지만 생존하여 많은 종자를 맺어 토양 속에 떨어지게 된다. 이러한 과정이 특정 동일 제초제 대하여 수년 동안 반복적으로 되면 특정 제초제에 대하여 잡초가 저항성으로 변하여 결국 경작지 전체에 저항성 잡초로 우점하게 된다

## ■ 저항성 잡초 발생 증가 및 조기확산 원인

제초제는 1970년대 초부터 국내 논에서 사용되어지고 있으며 설폰닐우레아계 제초제가 등록되어 사용되기 시작한 1990년 초까지는 주로

부타크로르, 엠오, 치오벤카브 등 일년생잡초 방제용 제초제들이 사용되었다. 이들 일년생 잡초 방제용 제초제들은 약효지속기간이 짧은 뿐만 아니라 제초제들이 잡초에 흡수된 후 뿌리, 잎, 줄기 등 잡초의 여러 부위를 가해하여 살초하기 때문에 잡초가 저항성으로 변할 가능성이 매우 낮다. 그러나 설폰닐우레아계 제초제는 약효지속성이 매우 길고 잡초의 생장점에서 효소만 억제하여 살초하기 때문에 잡초와 작물 사이에 선택성이 매우 높아 잡초가 저항성으로 변할 가능성이 매우 높다.

저항성 잡초 증가 원인 무엇보다도 설폰닐우레아계 제초제들이 혼합된 제초제들의 사용 증가에 있다. 국내 논에 등록되어 사용 중인 설폰닐우레아계 제초제들은 아짐설푸론, 벤설푸론, 시노설푸론, 에톡시설푸론, 이마조설푸론, 피라조설푸론, 할로설푸론까지 7종류가 보급되어 사용 중이다. 이들 제초제들은 모두 다년생 및 광엽 일년생잡초 뿐만 아니라 방동사니과 잡초에도 방제 효과가 우수하다. 이 때문에 농가에서 선호되어 품목수가 매우 빠르게 증가하고 있다(그림 1).

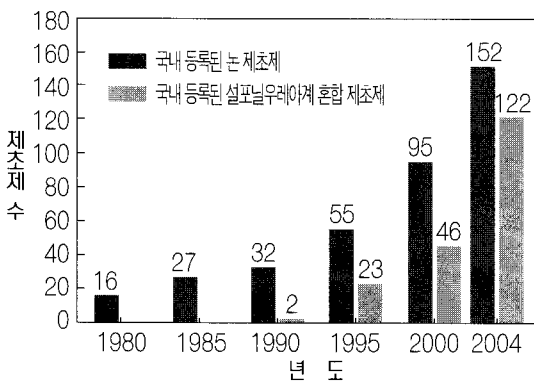
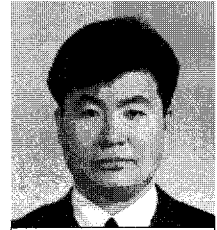


그림 1. 설폰닐우레아계 혼합 제초제 품목 수 현황

지금까지 국내외에서 제초제에 대한 저항성 잡초들이 발생한 경작지의 공통적인 특징은 한

가지 작물을 같은 재배 방법으로 경작함으로써 동일 제초제가 수년 동안 계속 사용되어졌고, 사용된 제초제들은 모두 선택성과 약효 지속성이 매우 높은 것으로 조사되었다. 또 최근 벼 담수



박 태 선  
농업과학기술원 잡초관리과

직과 및 어린모기계이앙 재배면적이 급격히 증가하고 있다. 그러나 현재까지 국내에서 벼 담수 직과 및 어린모기계이앙 논에서는 약해 때문에 설폰닐우레아계 혼합 제초제들을 대체하여 사용할 수 있는 제초제가 없기 때문에 이들 제초제의 지속적인 사용은 불가피한 실정이다.

또한 설폰닐우레아계 제초제들과 화분과인피를 방제할 수 있는 모리네이트, 에스프로카브 등이 혼합된 “일발처리제” 형의 제초제들을 농업인들이 매우 선호하기 때문에 설폰닐우레아계 제초제에 예민한 물옥잠, 물달개비, 올챙이고랭이 등의 저항성 잡초들이 증가하고 있는 실정이다(표 1).

표 1. 국내 논 제초제들에 대한 농업인의 선호도

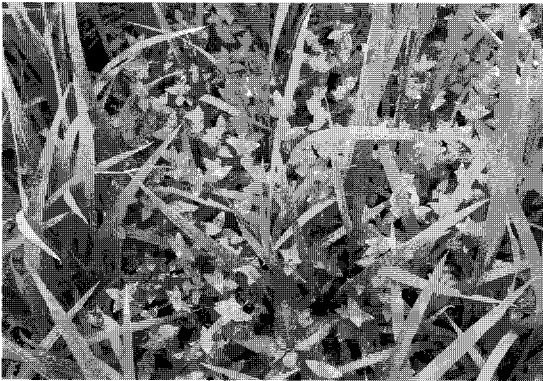
(2002, 농업과학기술원)

순위	제 초 제	순위	제 초 제
1	피라조설푸론-에칠+모리네이트입제	6	피라조설푸론-에칠+메페네티입제
2	벤설푸론-메칠+모리네이트입제	7	피라조설푸론-에칠+치오벤카브입제
3	부타크로르입제	8	벤설푸론-메칠+메페네티+다이므론입제
4	시노설푸론+모리네이트입제	9	싸이할로호프-부틸+벤타존 미탁제
5	피라조설푸론-에칠+에스프로카브입제	10	피리벤족심유제

저항성 잡초 조기확산 원인 제초제 저항성 잡초가 논에서 일단 발생하면 인근지역으로 매우 빠르게 확산하게 된다. 국내 논에서 발생된 물옥잠, 물달개비, 올챙이고랭이, 미국외풀, 알방동사니 등의 제초제 저항성 잡초들은 모두 한 개의 식물체에서 수만에서 수십만 개까지 종자가 생



제초제 저항성 물달개비.



제초제 저항성 미국외플

산된다. 이들 저항성 잡초들은 종자가 가벼워 바람이나 물에 의하여 쉽게 이동될 뿐만 아니라 농기구에 의해서도 쉽게 확산되어 진다.

특히 물옥잠, 미국외플은 저항성 계통의 꽃가루가 감수성 계통과 수분되어 질 경우 저항성 계통이 우성으로 나타나기 때문에 이들 잡초가 저항성 잡초로 변하면 불과 1~2년 후에 전 지역으로 확산되어 진다.

### ■제초제 저항성 잡초 발생 현황

현재까지 국내 논에서 발생된 설포닐우레아계 제초제 저항성 잡초들은 1998년에 서해안 간척지 논에서 우점하고 있는 물옥잠이 처음 제초제 저항성 잡초로 확인된 다음 물달개비, 미국외플,



제초제 저항성 알방동사니

올챙이고랭이, 마디꽃, 알방동사니, 새섬매자기 까지 7초종이 약 61,659ha에 발생하는 것으로 조사되었다(표 2). 이들 확인된 초종 외 올미, 벼풀 그리고 여뀌바늘에 대하여서도 민원이 급증하고 있는 실정이다.

표 2. 국내 제초제 저항성 잡초 초종별 발생면적

초종	발생농가 수	발생면적 (ha)	제초제 연용기간(년)
물옥잠	1(서산간척지)	10,000	9
물달개비	356	34,327	7~10
미국외플	26	32	4~6
올챙이고랭이	74	494	7
마디꽃	11	6	8~9
알방동사니	58(영산강간척지)	12,800	8
새섬매자기	1(서산간척지)	4,000	12
계	527	61,659	

우리와 제초제 사용경향이 비슷한 일본에서는 이미 1995년부터 제초제에 대한 저항성 잡초의 발생이 확인된 이후 현재까지 11 초종이 전체 논 면적의 28%까지 확산된 것으로 볼 때 국내에서도 더 많은 초종이 더 넓은 면적에 발생하고 있을 것으로 생각된다. 국내에서 발생된 저항성 잡초들은 주로 벼 답수직파 및 어린모기계이앙 재배면적이 넓은 충남, 전남, 전북 지역에서 주로 확인되었으나 최근에는 경기, 강원 등 다른

표 3. 설포닐우레아계 제초제 저항성 잡초에 대한 제초제별 효과

제 초 제	처리량 (kg a.l.ha <sup>-1</sup> )	방제시기* (엽기)	설포닐우레아계 저항성 잡초					
			물옥잠	물달개비	미국외플	올챙이고랭이	마디꽃	알방동사니
부타크로르	1.5	1.5	◎	○	◎	○	◎	◎
벤푸라세이트	0.45	-	×	×	○	×	×	×
카펜트라존	0.25	3	○	◎	◎	○	◎	◎
크로메프로프	0.35	1.5	○	○	◎	○	◎	◎
디메피퍼레이트	2.1	-	×	×	×	×	×	×
디치오피르	0.09	1	◎	○	◎	×	◎	◎
에스프로카브	0.9	-	×	×	×	×	×	×
펜트라자마이드	0.25	1	◎	◎	◎	×	◎	◎
모리네이트	1.5	-	×	×	×	×	×	×
메페나셋	1.1	1.5	○	◎	◎	×	○	○
피라졸레이트	1.8	3	◎	◎	◎	○	◎	◎
프레틸라크롤	0.45	1	○	○	○	×	○	◎
피리부티카브	0.65	-	×	×	×	×	×	×
치오벤카브	2.1	1	○	◎	◎	○	○	◎

\*방제시기는 물달개비 기준. ◎(매우 효과적), ○(효과적), ×(비효과적)

지역에서도 민원이 급증하고 있다

### ■ 제초제 저항성 잡초 방제기술

경작지에서 제초제 저항성 잡초가 발생되면 방제에 따른 생산비와 수량 감수가 필연적이고 제초제 저항성 잡초가 일단 발생한 논은 토양 속에 많은 저항성 잡초 종자가 포함되어 있기 때문에 기존에 사용되어 지고 있는 제초제로는 방제가 불가능하다. 그러므로 저항성 잡초 발생 예방이 무엇보다 중요하다.

논에서 제초제 저항성 잡초 발생을 예방하기 위해서는 벼 재배방법을 바꿔가면서 다른 계통의 제초제를 교호적으로 사용하는 것이 가장 좋은 방법이다. 그러나 우리나라의 경우 국내외 사정상 벼의 재배 양식전환은 많은 어려움이 있기 때문에 주로 방제에 치중하고 있는 실정이다. 설포닐우레아계 제초제 저항성 잡초를 방제하기 위해서는 크게 2가지 관점 즉, 전년도에 이미 저항성 잡초가 발생한 논과 금년에 피라조설프론-

에칠+모리네이트 입제 등과 같이 설포닐우레아계 혼합 제초제를 살포하였으나 방제에 실패한 논으로 구분하여 방제하여야만 한다.

전년도 발생 논에서의 방제 지난해에 설포닐우레아계 제초제 저항성 잡초가 발생한 논에서는 이들 잡초에 효과적인 제초제 성분이 혼합된 제초제를 선택적으로 사용하는 것이 매우 중요하다. 특히 이양논의 경우 로타리와 동시에 사용할 수 있는 옥사존 유제, 부타크로르 유탁제, 펜트라자마이드 유제 등이 매우 효과적이다. 그러나 벼 담수직과 논에서는 약해가 발생할 가능성이 매우 높기 때문에 가능한 사용을 피해야 한다. 또한 초·중기에는 저항성 잡초에 효과적인 성분이 혼합된 제초제를 벼 재배양식에 맞게 등록된 제초제를 선택적으로 살포하여야만 효과적으로 방제할 수 있다(표 3).

물달개비를 기준으로 1~1.5엽기 까지 초기에 방제할 수 있는 제초제는 부타크로르, 크로메프로프, 디치오피르, 펜트라자마이드, 메페나셋,

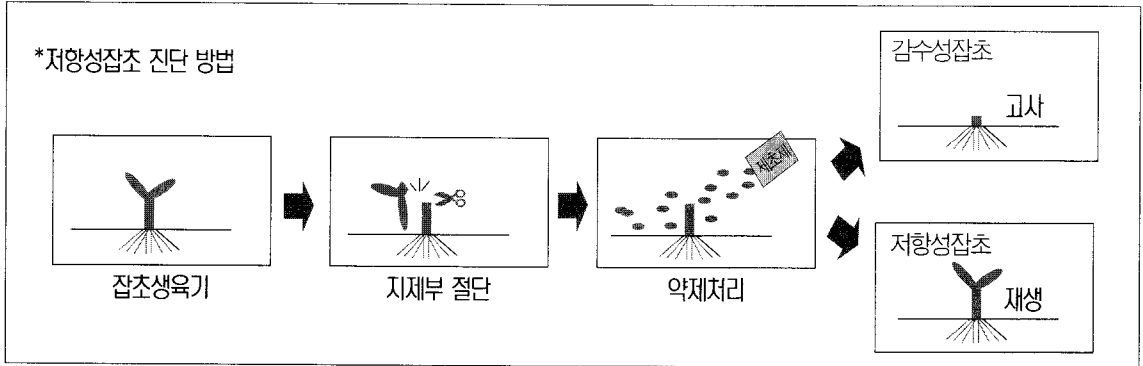


그림 2. 제초제 저항성 잡초 조기진단 과정

표 4. 담수직파 논에서 설포닐우레이계 제초제 저항성 잡초 중·후기 방제기술

제 초 제	처리시기* (엽기)	저 항 성 잡 초				방제기 (%)
		물옥잠	물달개비	울쟁이고랭이	미국외풀	
부타크로르+피라졸레이트 입제	4~5	100	100	100	98	100
피라조선헤프론+피라졸레이트+씨메트린 입제	4~5	91	94	93	100	93
벤타존 액제(200ml/10a)+2,4-D 액제(35ml/10a)	6~8	98	99	100	100	99

\*처리시기는 물달개비 기준.

피라졸레이트, 치오벤카브 제초제들이 매우 효과적이었다. 또 물달개비 3엽기까지는 카펜트라존과 피라졸레이트가 대부분 제초제에 매우 효과적이었다. 특히 2004년도부터 제초제 저항성 잡초 전문약제로 등록된 카펜트라존에칠+피라조선헤프론에칠+피리미노박메칠 입제와 아짐선헤프론+카펜트라존에칠+피리노박메칠 입제는 저항성 잡초 초종뿐만 아니라 다년생 및 일년생 화분과 잡초도 효과적으로 방제할 수가 있다.

그러나 화분과 전용제초제 성분인 베포러세이트, 디메피퍼레이트, 에스프로카브, 모리네이트, 피리부티카브 등의 성분이 혼합된 제초제의 사용은 절대로 피해야 한다.

당해년도 방제 실패 논에서의 방제 앞에서 언급한 것처럼 제초제 저항성 잡초들은 종자 생산량이 매우 많기 때문에 전년도에 저항성 잡초 발생을 확인할 수 없을 정도로 발생하였으나 이듬

해는 저항성 잡초가 매우 우점하게 된다. 그러나 잡초가 제초제에 대한 반응은 물 관리, 처리시기에 따라서 약효가 나타나지 않을 수가 있기 때문에 <그림 2>와 같이 특정 잡초가 우점되던 논흙이나 칸막이로 소면적(약 0.5m<sup>2</sup>)을 만든 다음 가위로 지표부위를 절단한 다음 즉시 설포닐우레이계 혼합제를 처리하는 방법으로 저항성 여부를 조기 진단하여야 한다. 진단 후 저항성으로 밝혀지면 물달개비를 기준으로 4~5엽기까지는 부타크로르+피라졸레이트 입제나 피라조선헤프론+피라졸레이트+씨메트린 입제를 살포하여야 한다. 또한 저항성 잡초를 초·중기에 방제하는 것을 실패하였을 경우에는 벤타존 50%(200ml/10a)와 2,4-D액제 50%(35ml/10a)을 살포하면 효과적으로 저항성 잡초를 방제할 수 있다(표 4). 그러나 벤타존 액제만으로 처리하면 방제효과가 떨어진다. Y