

(리) (포) (트)

제 초 제

혼합제 개발의 문제점 및 방향

경북대학교 농과대학

교수 김 길 응

1. 韓-日간의 제초제 소비현황

벼농사에서 가장 인력이 많이 소모되는 작업이 이앙, 김매기(잡초방제), 수확 및 탈곡 등인데 최근의 이앙은 손에서, 기계를 사용하는 기계이앙으로 점차 전환되고 있으나, 전체 면적에 대한 기계이앙 비율은 아직 20%를 넘지 못하는 실정이다.

우리나라와 같이 재배기간이 특히 한정돼 있는 조건하에서는 적기이앙한다는 것은 매우 중요하다.

일본에 있어서의 기계이앙 면적은 94.3% <표 1>이며 기타 손 이앙 등 직파가 나머지 5.7%로써 기계이앙이 주된 이앙방법이 되고 있어서 금후 우리나라도 농촌 노동인구감소와 영농수지타산 등을 고려할 때 기계

<표 1> 논 재배양식별의 면적과 비율
(일본식물조절제연구협회 '83)

재 배 양 식	면적(ha)	비율(%)
기 계 이 앙	2,104,563	94.3
직 파	13,884	0.6
손 이 앙	11,971	5.02
기 타	1,091	0.08
총 계	2,231,509	100.0

화 추세는 확대되리라 믿어진다.

한국, 기계이앙 면적 → 20% 미만

94.3% ← 일본, 기계이앙 면적

김매기 작업은 지난 70년대말 및 80년대 초반을 분기점으로 하여 손제초에서 제초제를 사용한 제초법으로 크게 탈바꿈하였다. 특히 지난 81년도에 논에서 사용된 전제초제의 함량은 전경지 면적(1,200,000여정보)의 평균으로 산출했을 때 1회 이상 살포한 즉 전경지 면적이 1회 이상 제초제를 사용한 것으로 집계되어 지난 66년도 제초제 사용량 127톤에 비하여 81년에 38,600여톤이 출하되므로써 무려 300배 이상 증가된 것으로 사료된다.

일본에 있어서의 제초제 소비량은 <표 2>와 같으며 현재 벼 재배면적 2,231,509ha 가운데서 제초제를 1회 살포하는 면적 비율이 17.5%, 2회가 63.6%, 3~4회 살포가 18.9%로써 평균하여볼때 1년 벼농사에서 제초제를 약 2.5회정도 살포되며 논 단위면적당 우리나라보다 2.5배 이상 제초제를 사용하는 것으로 추정되었다.

日, 한국보다 2.5배이상 사용

사용한 제초제를 단·혼제로 나누어 봤을때 일본에서는 '79년도에 50%가 혼제형의 제초제였는데 비해

<표 2> 논잡초 방제회수별 면적과 비율(일본식물조절제연구협회 '83)

유형(산포회수)	면적(ha)	비율(%)
I 형(1회)	390,360	17.5
II 형(2회)	1,419,995	63.6
III 형(3~4회)	420,765	18.9
기 타	309	—
계	2,231,429	100.0

- * I 형은 주로 이식전후 및 중기에 1회 산포하는 것
- II 형은 주로 이식전과 중기, 이식직후와 중기 및 초기와 후기 또는 중기와 후기 등의 2회 처리
- III 형은 주로 초·중·후기 3회 처리 및 초·초·중·후기 및 초·중·중·후기 등에 4회 처리하는 것.

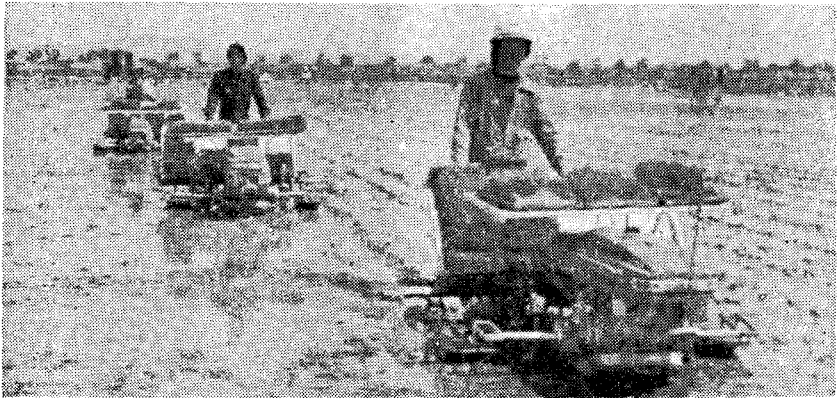
우리나라는 90%이상이 단제형이며 혼제는 6~7%에 불과하여 일본에서의 혼합제 처리는 우리나라보다 7~8배정도 높았다 볼수있다. 일본에서의 제초제 사용을 단제와 단제, 단제와 혼제, 혼제와 혼제등을 2~3회로 체계처리를 하고있는것으로 추정할때 우리나라보다 엄청나게 많은 제초제를 소모하여 제초제사용에 의한 부담이 큰것으로 사료된다.

혼합제 그 자체의 개발이나 이용은 잡초의 방제범위를 넓히는 데 있는 것이다. 최근 일본의 잡초 발생량을 볼기 같으면 표3과 같다.

2. 문제잡초의 발생양상

발생 면적비로 보면 여전히 1년생

◇ 제초제 혼합제 개발의 문제점 및 방향 ◇



◇ 금후 우리나라도 농촌노동력감소와 영농수지타산등을 고려할때 기계화 추세는 확대되어 갈것이다.

〈표 3〉 잡초발생면적(일본식물조절연구협회 '83)

일 년 생	면적(%)	다 년 생			
		종 류	면적(%)	종 류	면적(%)
피	87	울챙이고랭이	41	미 나 리	12
마디꽃	86	울 미	37	울 방 개	10
물달개비	33	쇠 털 꿀	34	가 래	6
금방동사니	20	너도방동사니	24	개구리밥	0.4
기타일년생	35	택 사	16	기 타	1.2

으로서는 피, 마디꽃, 물달개비, 금방동산이 순이며 피 및 마디꽃은 전체 면적에 가까운 87% 및 86%로 발생면적이 넓다. 발생밀도에 대한 언급은 없으나 일년생은 종자에 의해 번식되므로 몇 포기만 있어도 그이듬해에 전체면적에 발생할 수 있으며 수로등 외지에서 유입이 쉬우므로 방제하여야만 1년생잡초의 피해를 격감시킬수있다. 다년생의 발생을

면적비로보면 일본전역에 발생되며 발생면적비가 가장 큰것은 울챙이고랭이 41%, 울미 37%, 쇠털꿀 34%, 너도방동산이 24%, 벼꿀 20%, 미나리 12%, 가래 11% 및 울방개 10% 등이며 쇠털꿀은 일본전역에 고르게, 울챙이고랭이, 가래, 택사, 울방개, 벼꿀, 너도방동산이 등은 중북부지방에, 울미, 미나리 등은 중남부지방에 많이 발생하고 있었으며 발생

비로 본 주요 방제목표가 되는 다년생 잡초는 울챙이고랭이, 울미, 쇠털꼴 너도방동산이, 뽕풀등으로 분포있을것이다. 울방개, 가래는 발생면적이 다소적으나 지역에따라 문제가 될 수 있다.

우리나라는 일년생으로 피, 물달개비 및 마디꽃등은 전국적으로 고르게 분포 발생하며 다년생으로서는 중남부지방 및 특히 남부지방에 울미, 뽕풀, 중부지방에 가래, 전국적으로 울챙이고랭이, 너도방동산이 등이 분포 발생하는 일본과 우리나라와는 유사한 잡초종들이 우점하고 있다고 사료된다. 현재 일본에서는 제조제 사용회수 및 량이 우리나라보다 훨씬 많으면서 또한 혼합제등으로 체계처리를 하고 있으면서도 문제의 초종은 역시 우리와 유사한것으로 미뤄볼때 혼제의 처리는 체계처리를 하던간에 문제의 잡초종은 유사한점을 시사해주고 있다.

그러면 이런측면에서 제조제에 의한 잡초방제법의 같길은 어떤것일까? 혼합제는 과연 단제보다 효과적이며 경제적 일수 있다? 완전히 제조제에만 의존하는 일본형의 제조법과 1회정도 처리하는 개도국의 제조법과의 차이점은 어떤 것일까?, 잡초의 발생면에서 볼때 어떤 요인들에 의해 다년생에 유효한 제조제의 처리에도 불구하고 역시 다년생

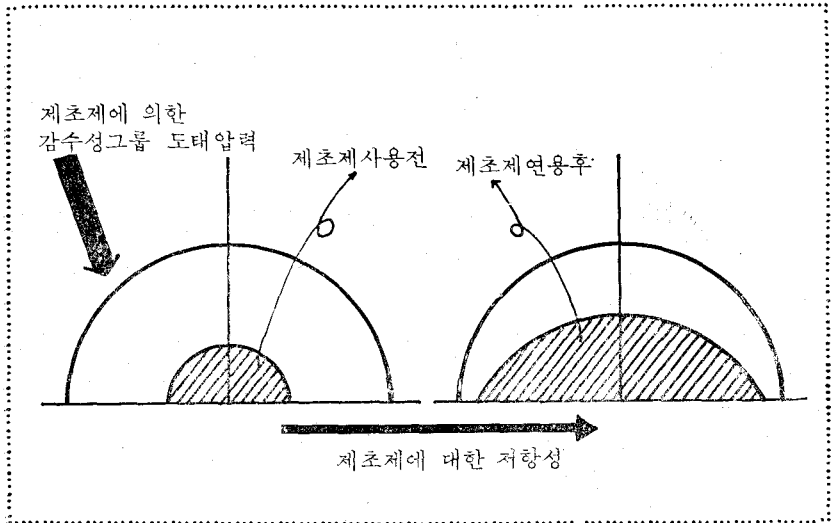
은 문제되고 있을까? 또한 혼합제의 역할은 어떤 것일까? 이런 측면에서 문제점을 제기하고 선진국형으로 가는 제조법은 어떤것인가를 숙고하고저 한다.

3. 저항성 잡초의 발현

잡초군락의 천이에 영향을 미치는 요인은 여러가지로 생각되며 그중에서도 직접적으로 영향을 미치는 요인은 재배법의 변이에 의한것이 가장 큰 요인이라 생각된다.

일년생제조제 연용으로 다년생 잡초 증가 초래

그중에서도 특히 일년생에 효과가 큰 제조제를 연용 처리하므로써 감소성인 잡초군을 제거하는 대신 저항성인 소수의 그룹이었던 다년생이 증가하는 현상을 가져온것이 아닌가 생각된다. (그림 1). 절정식생의 원리에서 보면 일년생에서 다년생을 거쳐 관목, 수목등으로 이행해 가는 것이 자연의 계승원리라고 한다면 일년생 보다는 다년생이 번무하는 것이 당연하리라 생각된다. 그러나 10여년전만 하더라도 다년생보다는 일년생이 우점하였다. 그때만 하더라도 손에 의한 제조법이 주된 또는 보조적인 방제법으로 사용되었기 때



<그림 1> 제초제 연용에 의한 저항성 잡초증대

파에 다년생잡초가 침범하거나 생존하면 손으로 완전히 제거가 가능하였다. 그러나 다년생잡초들이 지닌 피경의 휴면성 및 강한 번식력등은 한번 번식이되면 안착이 가능하고 그 지역에 적응하여 생존하게되므로 문제의 잡초로 등단되고 있다.

기계에 의한 씨레질로 다년생 잡초 번식촉진

그밖에도 춘·추경을 거의 하지않는다거나 경운기 및 로타리로 씨레질하는것은 다년생잡초의 지하경을 절단시켜 정아우세현상을 파괴시켜

번식을 촉진시킨다. 또 한편으로 단 간 다수확품종의 확대 보급 및 단작에 질소시비를 과다시비하고 물관리를 천수심으로 하므로써 너도방동산이같은 발아에 산소를 많이 요하는 다년생잡초등이 문제의 잡초로 등단하게되는등 다년생잡초의 우점에 호조건적인 환경이 알파로 작용해온것임에 틀림없다.

농약을 연속적으로 사용하므로써 감수성이던 잡초가 내성을 획득하는 사례를 살충제 및 살균제 연용처리에 의한것보다 훨씬 그사례가 적은데 그 이유로서는 (1)포장에는 항시 신·구의 잡초종자가 동시에 토양에 존재하며 (2)대부분의 잡초종자가

휴면성을 갖고 있으며 (3)잡초는 1년에 1회 번식하여 번식회수가 적고 (4)감수성 종자의 유입이 항시 가능하고 (5)동종의 제초제를 수년간 연용하는 사례가 적기 때문이다. 이러한 사실등에의거 잡초가 [내성을 지닌다는것은 생소한 것이었으나 최근에 강아지풀에 어떤 제초제를 10회 정도 연속처리하여 저항성을 지닌 잡초의 집단이 현저히 증가를 보인다는 사실이 입증되었다. 이와같은 사실은 트리아진계 제초제에서 많은 예가 보고되어 있다.

감수성인 잡초가 내성을 갖게된다는 것은 두 개체간에 약제 종내선택성은 형태적 형질만에의해서만 설명될수 없으며 유전적 생리·생화학적 형질의 차이에 의한것이라고 생각된다. 트리아진에 저항성 및 감수성 잡초의 생태형간의 차이점은 발아속도, 뿌리의 발생심도등의 형태적인것만의 차이에 의한것이 아니고 엽록체의 구조 또는 기능의 차이에 기인한다고 보고 되는 것으로 보아 내성을 지니게 되는것은 유전·생리·생화학적면에서 차이를 갖게됨을 의미한다.

잡초의 경우, 살충제·살균제등에 의한 저항성개체의 발현에비해 제초제의 교호사용으로 [인하여 내성을 지닌 잡초 한종의 집단은 쉽게 방제할수있으므로 방제상으로 크게 문제

가되지 않지만 내성을지닌 여러집단(여러종)이 공존하게되어 이들을 효과적으로 방제할수 없게되며는 수량에 현저한 감소를 초래 할수 있을것이므로 이런측면에서 주의를 요하고 우리의 지식을 총동원하여 효과적인 방제법 및 방제체계를 확립하는 것이최대의 과제가 될것이다.

4. 바람직한 접근방법

현재 발생중인 일년생 및 다년생의 대부분이 현존하는 제초제의 단독 또는 혼합처리에 의해서 효과적으로 방제가 가능하나 잡초군락의 양상 및 군락속의 잡초의 조합에 따라 방제효과가 극히 낮을수가 있다. 예를 든다면 일본 전논면적의 10%에 발생되고있는 울방개는 주된 잡초는 못되면서 비교적 현존하는 제초제에 의해서 적절히 방제가 어려운 잡초다. 이잡초의 발생심도가 깊어서 출아에 이르는 시기가 이양후 15~60일로써 가장 발생폭이 넓으며 또한 불균일하게 출아 되므로써 한종류의 제초제에 의해서 효과적으로 방제가 어려운 실정이다.

현재는 울쟁이고랭이, 올미, 쇠털꿀, 너도방동산이, 벼풀등이 방제의 목적이 되고있으나 이들 잡초중에 몇종이나 또는 전부가 효과적으로 방제될 수 있다면 울방개가 우점종

◇ 제초제 혼합제 개발의 문제점 및 방향 ◇

으로 중단할 가능성을 배제할수없는 실정이다. 그러나 한종류의 잡초만이 단독 우점하리라고 기대할수는 없으나 공존하면서 우점할수는 있을 것이다. 이와같은 잡초군락의 천이는 환경조건과 투여한 제배기술에 의해 영향을 받을것이나 그중에서 제배직전의 작물에 사용한 제초제의 종류 및 잡초방제방법에도 영향을 받을것으로 추정된다.

**신 제초제 개발에 4천만불
선발확률 2만분의 1에 불과**

새로운 제초제의 개발은 4천만불이라는 엄청난 비용이들고 약제의 선발확률이 1/20,000에 불과하고보면 잡초의 종류에 따른 효과적인 약제를 개발한다는것은 지극히 어려운 실정이다. 현재나 미래의 농사는 생력재배를 통한 재배기술의 과학화에 있고보면 제초제의 사용이나 제초제에 더욱 의존하는 잡초방제법이 이용되리라고 본다. 이러한점등을 고려할때 현존하는 전제초제 및 등록되었다가 유예되거나 탈락된 전종류의 제초제를 대상으로 천이가 상당히 진전되어 안정화되어있는 잡초군락을 대상으로 재 선발해보는 노력은 약효나 안정성 측면에서 효과적인 제초제를 선발할수있는 계기를

마련할수 있을것이고 또 나아가 현존하는 제초제들과 재조합하여 혼합해보는 노력은 약효범위를 확대시킬수 있는 또 한가지의 바람직한 제초법의 접근책이 될수있을것이다. 지역적으로 평가된 잡초군락을 중심으로 선택적 제초제를 선발하여 체계처리를 확립시키는 것이 바람직한 것이다.

5. 혼합제 개발의 방향

2종 또는 3종의 제초제를 혼합할시 그때의 효과는 상승·상가적 또는 길항적인 반응을 보이게 될것이다. 바람직한 혼합제형은 상승 또는 상가적일때 제조될수 있을것이다. A와 B의 제초제를 혼용할시 상승적 효과가 있다면 두약제의 적량보다도 적은 약량에서도 소기의 효과 즉, 살초범위를 증대시키기 위한 목표를 충족시킬수 있을것이며 내성의 발현속도도 늦을 것이다. 상가적인 경우에는 잡초방제범위를 넓힐수 있는 이점이있다. 경제성등을 고려하여 단제시의 적량보다 낮은 약량으로 혼합할때 치사량보다 낮은 약량에서 잡초가 여러차례 노출되게되면 감수성이던 개체군이 저항성을 지닌 개체군으로 전락될수있는 충분한 소지가 있다.

내성의 증대는 서로 다른 작용기작과 대상 방제잡초종이 서로 다를

때 제조제가격을 고려하여 단제처리 시보다 적은 약량, 다시말해서 치사량보다 낮은 수준에서 두 약제를 혼합하였을때 잡초의 방제범위는 넓으나 감수성이던 잡초들이 해독할 수 있도록 적응성을 가지게 될수있어서 내성을 지닌 개체가 발현될 수 있게 된다. 그리고 이들의 단제처리시 발현될지도 모르는 내성과 혼합제처리시의 경우를 비교해보면 혼합제처리시가 훨씬 빨리 나타날지도 모른다. 이런 관점에대한 아직 정확한 해답을 제시하지는 못하고있다.

최근 2~3년 동안에 혼합제 개발 측면에 열의를 보이고 있으며 혼합제 개발에대한 시험이 많이 촉진되고 있다.

그 이유로서는 일년생과 다년생을 동시에 방제할수있는 약종의 혼합을 염두에 두면서 두약제 단독처리시보다 훨씬 적은 약량의 혼합에서 상당한효과를 보이고 있으며 금년초에 4종의 수도용 초기처리형의 혼합제가 등록시판되었다.

금후의 개발방향은 제조제도 멀지 않아 1회이상 살포하게 되리라는 전망아래 체계처리를 염두에 뒤야할것이며 한 종류의 혼합제로써 완벽한 방제를 하기란 이론적으로 불가능하므로 첫째로 일년생잡초의 발생 및 우점성을 고려한 일년생과 다년생에 유효할수있는 제조제를 혼합하여 이

양 전후한 초기에 처리하는 혼합제형이 있을 것이고 둘째로 다년생 특히 올미-벗풀, 가래, 너도방동산이-올방개-올챙이고래이 등의 잡초가 조합된 군락형에 유효한 중·후기형 혼합제의 개발이 필요할것이다. 혼합시의 유효성분의 조합을 단제로서 발휘할수있는 방제범위등을 고려하여 경제적인 측면에서 고려하면서 조합하는것이 바람직할 것이다.

위와같은 혼합제등의 개발 및 선택성이 높은 제조제의 등단에도 불구하고 우리는 끊임없이 잡초와의 투쟁을 하지 않을수 없으며 순간적인 측면에서 소기의 방제목적은 달성할수 있지만 자연의 전체측면에 보면 우리가 개발한 재배기술이 미치는 범위는 매우 좁다. 토양속에 수없이 많은 잡초종자 및 괴경들이 존재하므로 현존하는 군락에 연계든지 침입하여 새로운 군락을 형성하여 방제상의 어려움을 줄수있게 될 것이다.

이런측면에서 우리는 현존하는 잡초들의 생리·생태적 특성등을 연구하여 이들의 환경적응 능력이나 번식성 기타 생장력등을 최대로 이해하는데 역점을 두어야 할것이다. 언제 문제가 된다 하더라도 효과적인 방제상의 처방책을 제시할수 있어야 할것이다. 또 한편으로 잡초의 번식원 내지 "풀"로써 작용해주는 수로

◇ 제초제 혼합제 개발의 문제점 및 방향 ◇

나 저수지에 발생하는 잡초등을 효과적으로 적기에 방제하는것은 수로를 통해서 이듬해 농토에 유입할 전파원을 차단할 수 있는것이다. 그렇게 할때 우리의 방제목표는 자기 농토에서 벗어난 거시적측면에서 지역단위로 방제목표를 설정하여 효과적

으로 대처할수 있는 방제법을 확립시키는 측면까지 전진할수 있어야 할것이다. 농민-기술개발자 산업체가 일심으로 협력할때 보다 잡초에 의한 피해를 경감시킬수 있게되며 흡족한 작물생산을 할수있게 될것이다.

농약원제 합성품목 추가등록 현황

〈83.7.25 현재〉

원 제 명	유효 성분 종류	규격	등록일자	회사명	비 고
아이비원제	0, 0-Diisopropyl-S-benzyl thiophosphate	90% U P	83. 3. 12	진흥정밀	도열병약
도마도톤원제	P-chloro phenoxy acetic acid	99	83. 3. 12	한정화학	생 장 축 약
마 하 원 제	Maleic hydrazide	95	83. 3. 28	미성농약	생 장 억 약
비 피 원 제	2-Sec-butyl phenyl N-methyl carbamate	90	83. 5. 6	한정화학	멸 구 약
알 라 원 제	2-Chlor-o-2, 6-diethyl-N-(methoxy methyl) acetanilide	90	83. 5. 6	동양화학	발잡초약
싸이틴원제	Tricyclo hexyltin hydr-oxide	90	83. 5. 12	송원산업	응 애 약
카 보 원 제	2, 3-Dihydro-2, 2-dimethyl-7-benzofuran-yl-methyl carbamate	75	83. 6. 8	제철화학	이 화 명 나 방 약
베 나 솔 원 제	3-Allyloxy-1, 2-benziso thiazol-1, 1-dioxide	90	83. 7. 1	(주)금양	도열병약
가 벤 다 원 제	2-(Methoxy carbonyl amino)-benzimidazole	90	83. 7. 5	제철화학	탄저병약