최 종
연구보고서

벼 직파재배에 있어서 잡초성벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구

Establishment of Control System of Weedy Rice (*Oryza sativa*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) in Direct-seeded Rice

연 구 기 관

전 북 대 학 교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 31

주관연구기관명 : 전북대학교
총괄연구책임자 : 양 환 승
책 임 연 구 원 : 김 진 기
연 구 원 : 경 은 선

협동연구기관명 : 우석대학교
협동연구책임자 : 김 종 석
협동연구책임자 : 마 상 용
연 구 원 : 안 병 구

요 약 문

Ⅰ. 제 목

벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

우리의 쌀 농사는 식량안보, 환경보전 및 민족정서 유지의 차원에서 반드시 지켜져야 하며, 이를 위하여 농업의 경쟁력 강화는 당면한 선결과제로 부각되고 있다. 1차산업의 경쟁력 강화에 있어서 우선적으로 고려되어야 할 사항은 농촌의 심각한 인력난에 적절히 대응할 수 있는 방안 마련이라 할 수 있다. 이러한 배경에서 벼 재배는 육묘와 이앙작업이 생략되어 노동력 및 생산비 절감 효과를 가져오는 직파재배로 전환되고 있는 추세이다. 직파재배 기술이 안정적으로 정착될 때, 직파재배는 이앙재배에 비하여 총작업 시간의 29.6%가 절감된다. 특히 육묘이앙 단계에서 기계이앙은 10a당 16.2시간이 소요되는데 비하여 직파재배는 5.2시간으로 감소되어 67.9%의 노동력 절감이 나타난다. 이와같이 벼 직파는 농번기에 있어서 노동력 완화에 크게 기여 할 뿐만 아니라, 생산비 절감으로 인한 농가소득 증대와 국제경쟁력 제고에도 기여하는 재배체계라 할 수 있다. 그러나 아직 그 작부체계가 확립되어 있지 않았고, 현실적으로는 입묘확보, 도복방지 및 잡초방제 등 많은 문제점을 내포하고 있다. 현재까지 보고된 직파기술개발의 현황에 비추어 보면, 입묘와 도복 문제는 직파재배용 품종의 개발 등을 통하여 해결될 것으로 기대된다. 이와는 달리, 잡초방제의 경우에는 최근 우수한 신규제초제의 개발로 다년생 잡초를 비롯한 대부분의 잡초

의 방제가 어느 정도 가능하게 되었으나, 잡초성벼와 피는 직파재배상 가장 큰 문제점으로 남아 있다.

잡초성벼(앵미, 적미 및 이형주의 총칭; *Oryza sativa*, 이하 앵미로 표기함)는 벼와 동일 종에 속하고 재배벼와 생리생태적 특성이 거의 같으며 제초제에 대한 내성도 거의 차이가 없다. 따라서 재배벼와 비슷한 생육시기에 제초제를 처리하여 앵미를 방제한다는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 이유에서 효과적인 화학적 방제법이 아직 확립되어 있지 않으며, 최근 직파재배에 있어서 새로운 문제잡초로 부각되고 있다. 특히 건답직파의 연작지대에서는 그 발생량이 급속히 증가하여 재배벼와의 경합을 통하여 수량감소는 물론, 쌀의 품질을 저하시키기 때문에 시판시에도 많은 어려움이 있다.

피 (*Echinochloa crus galli*)는 직파재배시 가장 문제가 되는 잡초이다. 건답직파는 대형 농기계에 의해서 일관작업이 가능하여 가장 생력적인 재배방법이지만, 피를 위시한 잡초발생량이 많아 방제적 측면에서 어려움이 많다. 또한 담수직파 방법중 무논골뿌림과 무경운 담수직파의 경우에는 재배벼 파종전에 땅굳힘을 위하여 3 5일간 배수하여 건습상태를 유지하는 기간이 있기 때문에 피를 비롯한 저온성 잡초의 발생이 많고 생육이 재배벼에 비하여 상대적으로 빠르게 나타난다. 일반적으로 제초제의 처리는 벼 뿌리의 활착 이후에 이루어진다. 벼 활착은 기온, 경운시기 및 방법, 최아상태, 파종방법, 물 관리상태 등에 따라 다르게 나타나며, 활착시기가 지연되면 피는 3 5엽 이상으로 자라게 되는데 현재 담수직파용으로 고시된 제초제중 엽기가 진전된 피에 대하여 유효한 제초제는 아직 개발되지 않은 실정이다(cyhalofop-butyl 합제는 경엽처리시에는 5 6엽의 피의 방제도 가능하나 담수하 입제로 사용할 때에는 3엽이상으로 진전된 피에 대한 효과는 미약하다).

본 연구는 앵미에 대한 종자생리 및 재배벼와의 내성차이를 구명하고 직파 재배양식별로 재배적 및 화학적 방제 방법을 조합한 합리적인 방제 체계를 확립

하고자 시도하였다. 또 그 방제기작을 생물적, 화학적 방법을 통하여 검증하고 피를 비롯한 일년생 잡초와 다년생 잡초의 합리적인 방제체계를 확립하는데 기여하고자 하였다.

Ⅲ. 연구 개발 내용 및 범위

1. 연구범위

본 연구는 최근 벼 직파재배를 계속하면서 문제점으로 대두되고 있는 앵미 발생을 輕減시키기 위하여 앵미의 생육 특성과 이에 바탕을 둔 합리적인 방제 체계를 확립하고자 완주를 비롯한 9개 지역에서 앵미를 수집하여 재배벼와 비교하였다.

2. 연구내용

가. 앵미의 생태적 특성

1) 수집종의 특성 및 유연관계
   - 가) 수집종의 특성
   - 나) 유연관계
2) 종자의 발아특성
   - 가) 개화후 시기별 발아율
   - 나) 수분 흡수 능력
   - 다) 저온 경과후 발아 능력
3) 월동기간중 종자세 변화
   - 가) 월동기간중 저장조건에 따른 발아율 변화
   - 나) 토양 매몰 심도에 따른 월동중 발아율 변화
4) 초기 생장 능력

가) 광에 대한 감응성

나) 출아 속도

다) 뿌리 생장 속도

나. 직파재배양식별 화학적 방제 효과

1) 담수직파 재배시 파종전 처리 제초제의 효과

가) 담수표면산파

나) 무논골뿌림

다) 무경운 담수직파

2) 담수직파 재배시 파종전 처리 제초제의 약해 및 약효 변동 요인 구명

가) Oxadiazon, oxadiargyl의 처리 방법에 따른 약해 및 제초효과 변동

나) 파종후 물관리 방법에 따른 벼의 약해 및 앵미와 피의 방제 효과

다) 재배벼의 파종심도와 최아정도의 차이가 입모와 생육에 미치는 영향

라) 토양처리형 제초제에 대한 수집 앵미의 감수성 차이

마) 앵미 최아정도에 따른 oxadiazon에 대한 반응

바) 앵미 최아정도에 따른 oxadiazon, molinate, thiobencarb에 대한 반응

사) Oxadiazon의 답표면수중 소실과 토양 흡착

3) 건답직파 재배시 앵미 및 피의 방제

가) 체계처리에 의한 방제

나) 조기 파종후 벼 출아전 비선택성 제초제에 의한 방제

다) 파종전 건토혼화 처리에 의한 방제

라) 파종전 건토혼화 처리후 물관리 방법에 따른 방제

마) 화본과 선택살초성 경엽처리형 제초제에 대한 앵미의 선택적 방제

다. 재배양식 전환에 의한 앵미 방제 효과

1) 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 연차별 제초제 선발

가) 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 제초제 선발(1998)

나) 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 제초제 선발(1999)

2) 보리재배에 의한 앵미 및 피 방제

가) 보리 수확후 기계이앙 재배시 효과

나) 보리 재배 토양에서의 앵미 발생 억제 효과

다) 보리 추출물에 의한 발아 억제 효과

라) 담수산파시 보릿짚 혼화처리가 벼의 약해와 앵미 및 피 방제에 미치는 영향

라. 농가 포장 실증시험

1) 1차년도 (1996 1997)

가) 담수표면산파

나) 무논골뿌림

다) 무경운 담수직파

라) 건답직파

2) 2차년도 (1997 1998)

가) 담수표면산파

나) 무논골뿌림

다) 무경운 담수직파

라) 맥후작 기계이앙

3) 3차년도 (1998 1999)

가) 담수표면산파

나) 무논골뿌림

다) 무경운 담수직파

라) 맥후작 직파

마) 맥후작 기계이앙

바) 건답직파

3. 연구결과

가. 앵미의 생태적 특성

최근 벼 직파재배를 계속하면서 문제점으로 대두되고 있는 앵미 발생을 경감시키기 위하여 앵미의 생육 특성과 이에 바탕을 둔 합리적인 방제 체계를 확립하고자 완주를 비롯한 9개 지역에서 앵미를 수집하여 재배벼와 비교하였다.

수집한 9종의 앵미 모두 주요한 생태적 특성이 각각 달랐으며, 유연관계에 있어서도 서로 차이를 보였다. 발아능력은 개화후 5일경에는 전혀 없었고, 완주산 앵미는 개화후 10일경에 30%, 20일경에 50%정도를 보였지만 묘 발육은 비정상적이었다. 울주와 수성산 앵미는 재배벼에 비해 수분흡수가 많고, 호시, 온양, 영시산 앵미는 수분을 흡수한 상태에서 저온을 경과했을 때 재배벼에 비해 발아율 감소가 작았다. 앵미가 실내에서 월동하였을 때는 수확 직후와 큰 차이 없이 95% 이상의 발아를 보였는데, 포장에서 월동할 경우에는 10% 이하(완주와 부량산 앵미) 및 50% 안팎(호시와 영시산 앵미)의 발아율을 유지하였다. 양토에서 월동한 종자보다 식양토에서 월동한 종자가 전체적으로 발아율이 낮았고, 표층에서 월동한 종자가 1 7㎝ 깊이에 묻혀 월동한 종자보다 발아율이 낮았다. 발아율은 명조건과 암조건 사이에 큰 차이를 보이지 않았지만, 평균발아일수와 발아속도는 명조건이 다소 유리하였다. 동진벼에 비해 생육 초기의 뿌리 발달이 빠른 것도 있으나(완주, 부량 및 온양산 앵미), 대부분은 파종후 시간이 경과하면서 재배벼와 큰 차이를 보이지 않았다.

나. 벼 직파재배 양식별 화학적 방제

담수직파 재배에서 벼 파종 7 10일전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하면 약량이 높아지면서 앵미방제 효과가 증가하였는데, molinate와 thiobencarb는 각각 450g, 420g a.i/10a수준까지는 약해가 없었고, oxadiazon

은 60g a.i/10a이상의 약량에서 초기 약해를 보였으나 시간이 경과함에 따라 점차 회복되었다. 약해를 경감하고 입모율과 잡초방제율을 제고하기 위해서는 고저가 없는 균일한 정지작업과 볍씨가 토중에 매몰되지 않도록 해야 한다. 이때 파종후 계속 담수상태를 유지하는 것보다는 파종 1일후부터 착근할 때까지 배수하는 것이 초기 약해를 경감시키고 초기 생육에도 유리하였다. 파종전 제초제 처리에 이어 sulfonylurea합제(이하 SU합제로 표기)를 체계처리할 경우는 공시 제초제 모두 손제초구에 비하여 수량의 차이는 거의 없었지만, 파종전에 제초제를 처리하지 않고 파종후 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 등의 SU합제만 처리했을 때는 앵미 및 피 등의 잡초해로 수량이 감소되었다. 담수직파재재시 안전한 입모확보를 위해서는 볍씨가 토중에 매몰되지 않도록 해야 하며, 만약 매몰되었을 경우에는 낙수하면 약해도 경감되고 출아도 촉진시킬 수 있었다. 또한 최아된 볍씨를 파종하면 초기생육은 빠르나 시간이 경과하면서 차이가 없어지고 낙수하면 근활착이 빠르므로 담수후 생육이 빨라졌다. 결국 파종당시 볍씨의 최아 정도는 입모와 초기생육에는 크게 영향을 미치지 못했다. 토양처리형 제초제에 대한 앵미의 감수성은 파종전 처리 제초제의 종류와 처리 약량에 따라 차이를 보였고, oxadiazon, molinate, thiobencarb 모두 앵미가 2 5㎜정도로 최아가 더 된 상태에서 처리하였을 경우가 무최아 상태에서 처리했을 때보다 방제 효과가 더욱 증진되었다.

담수직파 재배시 oxadiazon은 처리 2시간후까지 담수중 유효성분이 빠른 속도로 감소하는 경향을 보였고, 처리 2일후부터는 유효성분의 감소가 완만하게 나타났으며, 4일후에는 처리량의 2 3.5%만이 담수중에 존재하였고, 처리 7일후에는 0.03ppm정도만 담수중에 잔존하였다. 포장에서 oxadiazon의 흡착량은 약량의 증가와 함께 증가하였으며, 진탕 6시간후까지 처리 약량의 대부분이 토양에 흡착되었으나 토성간에 차이는 크지 않았다. 또, 15 30℃의 범위에서 토성간에 큰 차이가 없었으나, 미사질식토에서 흡착반감기는 2.5시간으로 사양토의

3.2시간보다 다소 빠른 흡착 속도를 보였다.

건답직파 재배시 조기 파종후 재배벼 발아 직전 비선택성 제초제와 잡초발생전 제초제를 혼합하여 경엽처리했을 경우 70%정도 앵미방제가 가능하였다. 건답직파 재배시 파종전 5㎝깊이로 건토 혼화처리한 제초제의 약량이 추천량의 두배량 수준이었는데도 초기 약해는 거의 없었고, 그 이후의 생육에도 영향이 없었지만 앵미에 대한 방제 효과는 담수직파재배에 비하여 매우 저조하였다. 이때 토양처리형 제초제를 파종전에 건토혼화 처리한 다음 담수기간을 4 7일간 유지하였을 경우 재배벼에 약해 없이 앵미의 방제 효과가 증진되었다.

외국에서 앵미방제를 위해서 사용된 경엽처리형제초제 중 sethoxydim, amidochlor, MH, fenoxaprop-P-ethyl 등은 앵미에 대한 방제효과는 높았지만 재배벼에 대한 약해가 너무 커서 사용이 어려웠다. 그러나 fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon을 혼합하여 처리하였을 때 재배벼에 약해는 적고, 일부 앵미에 대한 방제 효과는 우수하였다. 완주산 앵미의 방제 효과는 有效分蘖期부터 無效分蘖期까지 처리에서 30%이하로 낮았으나, 幼穗分化期에는 72%로 급증하였다. 幼穗形成期와 穗孕期 처리에서는 각각 86%, 87%의 효과를 보였으며, 30%출수기 처리에서는 94%로 효과가 높았다. 동진벼에 대한 약해는 유효분얼기 처리에서는 거의 없었고, 무효분얼기와 유수분화기 처리에서는 각각 14%, 19%를 나타냈다. 유수형성기 처리에서는 27%의 약해를 보였고, 수잉기와 20%출수기 처리에서는 33 35%의 약해를 보였다. 약제 처리 시기가 출수기에 가까워지면서 완주산 앵미의 방제 효과는 증가하지만 동진벼에 대한 약해 또한 증대되기 때문에 앵미와 재배벼의 생육 및 출수일 등을 경종적으로 조절하여 재배벼의 약해는 최소화하고 앵미의 방제 효과를 최대로 높일 수 있는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 fenoxaprop-P-ethyl과 bentazon을 각각 24.5, 400g a.i/10a를 혼합하여 개화기에 처리하였을 경우 앵미의 불임율을 높여 앵미 방제 효과가 가장 높았던 반면, 재배벼에는 약해가 인정되지 않아 앵미 방제에 있어서 검토할 수

있는 적정 약량으로 간주된다.

다. 재배양식 전환에 의한 앵미 방제효과

1998년 앵미다발답의 기계이앙 전환시 유효제초제의 선발의 실험결과 이앙 4 5일전에 buhachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 이앙 10 15일후에 SU합제를 처리한 구등은 초기약해도 없었고 그후 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 앵미에 대한 방제효과는 75 100% 범위였고, 피에 대한 효과는 95%의 우수한 결과를 얻었다. 이앙전 처리는 하지 않고 이앙후에 신규 SU합제 6종만을 처리한 구도 약해는 없고 생육도 양호하였으나 피의 방제율은 95%로 우수하였고 앵미에 대한 효과는 37 61% 범위로 저조하였다. 1999년 실험결과에서도 이앙전에 butachlor, pretila- chlor, oxadiazon, oxadiargyl, molinate, thiobencarb 등을 처리한 다음 이앙후 SU합제를 처리한 구 모두 초기약해도 없었고 생육도 양호하였다. 피에 대한 방제율은 92.7% 98.4%였고, 앵미에 대한 방제율은 86 97.3%로 우수하였다. 그러나 이앙전 처리는 하지 않고 이앙후 신규 SU합제인 헤라크레스(ethoxysulfuron+benfresate +molinate), 금싸락(anilofos+azimsulfuron)만 처리한 구 등은 약해가 없었다. 피에 대한 방제율은 75 90% 범위였으나 앵미에 대한 방제율은 약 60% 정도로 낮았다.

보리재배후 기계이앙하고 중기처리 제초제를 처리한 결과 보리재배구나 재배되지 않은구 모두 초기약해는 거의 없었고 그 후의 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 피 방제율은 보리재배구 98%, 재배되지 않은 구는 94%로 큰 차이는 없었으나 앵미에 대한 방제효과는 보리재배구 86%, 재배되지 않은구는 68%의 방제율은 보여 차이가 컸다. 보리재배논과 재배되지 않은 논에서 토양을 채취하여 앵미 발생량을 비교한 결과 보리가 재배되지 않은 토양에서 앵미의 출아는 평균 228본/㎡ 인데 반하여 보리재배 토양에서의 출아율은 109본/㎡으로 50%이

하였고, shoot의 길이와 건물중에 있어서도 동일한 경향을 나타냈다. 또한 보리 재배토양과 비재배토양에 일정 비율의 물을 가하여 얻은 토양추출물에 앵미 종자를 침지하여 수경실험을 실시한 결과 보리 재배토양에서는 앵미의 발아가 억제되었고 초장, 근장 및 건물중으로 조사한 유묘의 생육도 약 50% 억제되었다. 보리생육 단계별로 地下部와 地上部별로 추출하여 앵미를 置床하여 발아 및 생육억제양상을 조사하였던 결과 보리의 생육이 영양생장에서 생식생장으로 진전됨에 따라 추출물에 의한 앵미의 발아 및 생육이 약 30 50% 억제되었다. 보리 수확후 보릿짚을 소각한 구와 5㎝ 내외로 절단하여 作土에 고루 혼화하고 파종후 물관리방법을 달리하여 입모율, 생육, 수량, 앵미 및 피의 방제효과를 조사한 결과 보릿짚을 태운구나 갈아엎은구, 그리고 파종전 oxadiazon 등의 약제처리구나 무처리구, 파종후 낙수구나 담수유지구 모두 초기약해는 거의 없었고 입모율도 큰 차이가 없었다. 보릿짚 혼화구의 앵미 및 피에 대한 방제효과는 oxadiazon, molinate, thiobencarb 처리구 98.5 100% 범위의 우수한 방제효과를 나타냈지만, 보릿짚을 소각하고 파종후 담수유지구의 앵미방제율은 86.4 93%, 피의 방제율은 97.5 이상이였고, 파종후 낙수구는 96% 이상으로 우수하나 앵미의 방제율은 79.9 90.9% 범위를 나타냈다.

별도의 농가실증 시험을 통하여 수행한 보릿짚 혼화후 담수산파 재배에서도 벼 입모율 확보와 그 이후의 생육이 성공적이었으며, 앵미와 피에 대한 방제효과도 우수하여 기계이앙 못지않은 수량을 얻었다(표 5-40, 41). 이 경우에 보릿짚 절단 토양혼화까지는 본 연구의 방법과 같았으나, 파종전에 oxadiazon 등을 처리하지 않고 써레후 바로 파종하여 입모시까지 낙수처리로 포장을 건조시켰다. 그리고 입모후에 재담수하고 포도대장, 흥부논 등 SU합제를 처리하였으나, 피와 앵미의 제초적기를 벗어난 관계로 잔초가 다량 발생하여 피안커, 크린처 등의 추가처리나 손제초로 인한 노력과 비용이 더 투입된 것으로 판단된다.

라. 농가포장 실증시험

본 연구의 주요 착안점은

1) 담수직파에 있어서 파종전 써레질 후 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 7 10일 동안 담수상태를 유지한 후 환수하여 최아볍씨를 파종하거나(표면산파), 파종 1 2일 전에 배수하여 논표면을 다소 굳힌 다음 직파기로 골을 타고 파종(무논골뿌림, 무경운 담수직파)한 후에 SU합제 등을 체계처리하여 앵미와 피의 안정적인 방제를 달성하는 것이다.

2) 건답직파시 ①앵미방제는 조기파종으로 앵미 및 피를 발생시킨 후 재배벼 출아직전에 비선택성제초제+토양처리형제초제의 혼합살포에 의한 방제, ②파종전 건토 로타리 직후 전기 제초제들을 처리하고 5㎝로 혼화한 후 4 7일 담수상태를 유지하다가 배수 후 직파기로 파종하는 방법, ③벼, 앵미 모두 혼재시 유수분화기 개화기 사이에 화본과 선택살초성제초제를 시기별로 처리하여 앵미만 선택적으로 방제하는 방안 등에 대하여 연구를 진행하였다.

3) 재배양식 전환에 따른 앵미 및 피의 방제에 있어서 ①앵미다발답의 기계이앙 또는 담수직파로의 전환, ②보리재배 및 그 후 기계이앙 또는 담수직파 재배로의 전환, ③맥후작 담수직파시 보릿짚의 작토중 혼화에 의한 지력유지와 앵미 및 피 방제효과 등에 대한 연구를 수행하였다.

이 모두가 종래의 관행방제체계와는 다른 새로운 방제체계이기 때문에 이를 일선 농가에 의해 확인함과 동시에 이를 확산시키기 위하여 현지 농가 실증시험이 요구되었다. 본 결과는 전남·북 농업기술원과 전북원종장, 전주농고의 포장과 직파 선도농가 포장에서 3년간에 걸쳐 총 45개 포장에서 수행된 연구결과이다.

1차년도 시험 (1997) 에서 담수직파 10포장(표면산파 4건, 무논골뿌림 4건, 무경운 담수직파 2건), 건답직파 2포장 모두 약해가 경미하거나 거의 없어, 입모에 실패한 농가는 없었다. 그리하여 1997년 8월 25일에 산학관련 총 42명이

참석한 가운데 현지 평가회를 개최하여 약해에 대한 우려를 불식하였다. 파종전 처리한 molinate에 대해서는 어는 논에서나 약해가 없었고, thiobencarb는 12개 포장중 2개 포장(전남 농업 기술원, 정읍 정홍용 농가)에서 부분적으로 생육억제, 왜화현상, 고사증상이 보였고 그 이외의 포장에서는 약해가 거의 없었다. 이 2개 포장은 정지작업이 불균일하여 깊은 곳은 물이 고여 순환이 되지 않아 토양이 극도로 환원되어 탈염소 thiobencarb가 된 관계라 판단되었다. Oxadiazon 60g/10a 이상, oxadiargyl 10g/10a 처리시에는 토성 및 기타요인에 따라 출아지연과 입모수 감소를 낸 포장도 있었으나 경시적으로 회복되어 파종 40 60일 후 까지는 손제초구와 차이가 없었다. 피에 대한 효과는 모든 시험답에서 90 100% 범위의 우수한 방제율을 나타냈다. 앵미에 대한 방제효과는 약제 종류와 약량에 따라 차이가 있어 oxadiazon은 400 500㎖/10a 약량에서 90 100%의 우수한 효과를 나타냈으며 molinate는 270 420g/10a에서 64 90%, thiobencarb는 315 420g/10a에서 67 90% 범위의 방제율을 나타내 고약량일수록 효과는 증진되었다. 그러나 정지작업의 불균일로 담수시에도 지면이 노출되거나(정읍 정홍용 농가), 약제처리 후 집중호우 등으로 인하여 물이 넘치는 경우에는 제초효과가 부진하였다.

무논골뿌림시 파종전에 oxadiazon 등을 처리하고 5㎝ 깊이로 건토혼화 한 후 8일간 담수를 유지한 후 배수하여 건조하고 직파기로 파종한 2개포장(전주농고 및 이동휴 농가)에서는 약해는 없었으나 앵미에 대한 방제효과가 담수하 무논골뿌림에 비하여 크게 낮았다.

건답직파시 파종 5일전에 건토조건에서 로타리하고 oxadiazon, oxadiargyl, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 5㎝로 건토 혼화한 다음 파종하여 벼의 입모 및 생육에 미치는 영향과 제초효과를 조사하였던 바, 시용약량이 배나 높은데도(oxadiazon, oxadiargyl) 약해는 거의 없었고 생육에도 전혀 지장이 없었다. 피에 대한 방제율은 80 97% 범위로 우수하였으나 앵미에 대한 방제율은

효과가 거의 없거나 70% 이하의 낮은 방제율을 보여 건토혼화 후 일정기간 담수기간을 설정할 것이 제기되었다.

2차년도 시험 (1998)은 담수표면산파 5농가, 무논골뿌림 4농가, 무경운 담수직파 1농가, 보리재배후 기계이앙 3농가 등 총 13농가포장에서 실시하였다. 담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)에 있어서 파종전 처리제초제 중 molinate(450g a.i/10a), thiobencarb(420g a.i/10a)는 공시포장 어디에서도 약해가 없었다. Oxadiazon구는 전주 정영택 농가는 oxadiazon의 살포량 조정미숙으로 과량살포(600㎖/10a) 되어 초기 출아지연 등 약해를 냈으나 그 후 회복되어 보파없이 입모확보가 되었다. 그러나 김제 유세환(표면산파), 장동혁(무논골뿌림) 농가는 동일약량(600㎖/10a) 처리로도 거의 약해없이 입모율이 확보되었던 것으로 보아 토성에 따라 약량이 조절되어져야 한다는 것이 입증되었다.

정지작업이 제대로 이루어지고 물관리가 정상적인 경우에 피는 공시한 포장 어디에서나 90 95%의 우수한 방제율을 나타냈으나 앵미에 대한 방제율은 약제의 종류, 약량에 따라 차이가 있었다. Oxadiazon, oxadiargyl은 85 95% 범위의 방제율을 보였고 thiobencarb와 molinate는 70 90% 범위의 방제율을 나타냈다. 전주농고포장에서 앵미방제율이 특히 낮았던 이유는 정지작업의 불균일과 물관리가 제대로 이루어지지 않았던 관계이다. 그러나 파종전 처리는 하지 않고 입모후 SU합제만 처리한 구의 앵미 방제율은 0 60% 이하의 낮은 방제율을 보였다. 파종후 물관리 방법의 차이에 따른 약해 및 약효 변동요인 시험결과(전북 원종장) 파종 1일후 낙수구가 계속담수구에 비하여 초기약해가 감소되었고 입모율도 15%정도 높게 나타났으나 피 및 앵미에 대한 방제효과는 15%정도 낮았다.

앵미 및 피 다발답에 있어서 이앙 4 5일전에 oxadiazon, butachlor, thiobencarb, molinate 등을 처리하고 이앙후 설포닐우레아 합제를 체계처리한

결과 약해가 거의 없었고 그 이후의 생육도 양호하였으며, 피는 어느 시험구나 90%이상 95%, 앵미는 84 96% 범위의 방제가 가능하였다(김제 정회헌 농가 포장, 삼례 전주농고 포장).

보리재배후 기계이앙전환시 앵미 및 피 방제에 있어서 써레질후 pretilachlor, oxadiazon등을 처리하고 4 5일후 이앙한 다음 설포닐우레아 합제를 체계처리한 경우 약해가 거의 없었고 피는 95%, 앵미는 98%의 방제율을 나타냈다.

3차년도 (1999) 시험은 과거 2년동안 연어진 결과를 최종적으로 농가포장에서 확인하기 위하여 실증시험개소를 증가시켰으며, 포장 시험규모도 1구면적을 20 40a로 확대하여 실시하였다. 담수직파 14개소(산파 9개소, 무논 골뿌림 3개소, 무경운 담수직파 2개소)와 앵미 다발답의 기계이앙전환 2개소, 맥후작의 기계이앙 또는 담수직파 1개소, 건답직파 3개소 등 총계 20개 포장에서 실시되었다.

담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)를 3년 이상 계속한 선도농가인 전주 정영택, 김제 정회헌, 김제 죽산 김두석, 유세환, 정읍 정홍용, 익산 이동휴, 부안 최한열, 김제 장동혁씨 등의 포장에서 실시된 결과는 표 5-26 39에서 보는 바와 같이 molinate, thiobencarb구는 물론 oxadiazon 처리구에 있어서도 약해는 거의 없었으며, 입모율 또는 그 이후의 생육도 무처리구에 비하여 차이가 없었다. 앵미 및 피에 대한 방제효과도 oxadiazon구는 90 98%범위의 방제율, thiobencarb 6kg/10a에서 82%, molinate 4.5kg/10a에서 81%의 우수한 효과를 나타냈으며 수량도 530kg/10a 560kg/10a범위로 기계이앙에 뒤지지 않았다.

전주농고와 전북 원종장의 두 포장에서는 파종후 물관리방법의 차이 즉, 파종후 벼 출아시까지 담수유지구와 파종 다음날부터 벼 뿌리 활착시까지 낙수하고 건습상태를 유지한 구로 나누어 시험을 실시한 바(표 5-31, 32) 초기 약해경감과 안정적 입모율 향상을 위해서는 낙수 출아가 14%정도 입모율이 향상되어

바람직하나, 피 및 앵미에 대한 방제율은 18%정도 떨어졌다. 토성이 사양토이고 물 보유력이 없는 포장의 무경운 담수직파시에는 파종전 담수하 토양처리형 제초제 처리가 어려우니 파종전에 앵미, 피, 너도 방동사니, 사마귀풀 등을 미리 발생시켜 glyphosate 등에 의하여 방제하고 담수직파후 pyribenzoxim, cyhalofop-butyl, bentazon 등의 경엽처리제 살포에 의하여 문제잡초등을 방제하여 530kg/10a 수량을 얻어 직파를 성공적으로 수행할 수 있었다.

보리수확후 보릿짚을 소각하지 않고 5㎝로 절단하여 작토에 고루 혼화하고 담수후 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 파종 7일전에 처리하고 파종후 물관리를 달리하였던 바 보릿짚 혼화구도 거의 약해없이 입모가 잘 되었고 그 후의 생육도 양호하였다. 입모율은 파종후 낙수구가 담수구보다 다소 높았으나, 앵미 방제율은 담수 유지구에 비하여 약간 떨어졌다. 맥후작으로 기계이앙 전환시 이앙 3 4일전에 pretilachlor를 처리하고 기계이앙한후 SU합제를 체계처리시 약해도 없었고, 피 및 앵미 방제효과도 우수하여 수량도 그 지역 기계이앙구에 비하여 떨어지지 않았다.

건답직파에 있어서는 최한열, 정회헌 농가포장과 전주농고 포장 모두 되도록 조기 파종하여 피, 앵미 및 기타 잡초를 발생시킨 후 재배벼 출아직전 비선택성 제초제(glyphosate 또는 paraquat)와 토양처리형 제초제(butachlor, pendimethalin)를 혼합하여 처리하였다. 금년에는 기온상승이 예년보다 빨라 처리당시 잡초발생량이 많아 피 및 앵미등 대상 잡초에 대한 방제효율을 높일 수 있었다. 잔존한 피 일부와 앵미에 대하여서는 손제초 또는 pyribenzoxim, cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl+bentazon등에 의하여 마무리 제초를 성공적으로 수행하여 세포장 모두 기계이앙에 못지않는 높은 수량을 얻을수 있었다. 각 농가의 수량을 보면 정회헌씨 포장에서는 580kg/10a, 최한열씨 포장은 585kg/10a, 전주농고 포장은 542kg/10a 였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 앵미의 생리 ·생태적 특성 연구와 연계한 방제법 추구

잡초성 벼(이하 앵미로 표기함)는 재배벼와 생리 ·생태적 특성이 거의 유사하기 때문에 그 선택적인 방제법의 개발은 직파재배에 있어서 매우 중요한 사안이다. 외국산 앵미종은 논외로 하더라도 매우 다양한 앵미종이 국내에 분포하고 있으며, 본 연구에 의하면 같은 지역에서 수집한 앵미종에 있어서도 그 생태적 특성이 매우 다르고 특히 제초제에 대한 내성이 생태종 별로 다르기 때문에 그 방제가 매우 어렵다는 것이 확인되었다. 따라서 지역별, 산지별 앵미의 생태적 연구와 이에 따른 화학적 방제 연구가 우리나라의 재배환경에 맞추어 독창적으로 개발되어야 할 것이다.

2. 담수직파에 있어서 앵미 및 피에 대한 방제체계 확립

기존의 담수직파시 잡초방제체계는 벼 입모후 sulfonylurea합제(이하 SU합제로 표기) 처리를 위주로 하고 있는 바, 이러한 방제법으로는 앵미 방제는 물론, 피의 안정적인 방제도 어렵다. 따라서 본 연구에서는 파종 7 10일전에 써레질 후 thiobencarb, molinate, oxadiazon 등을 처리한 후에 입모후 SU합제 등을 체계처리하는 방제체계를 설정하고 이에 대한 체계적인 검증시험을 통하여 앵미 및 피의 효율적인 방제와 아울러, 다년생잡초의 대부분도 방제할 수 있는 방법을 개발하였다. 그 결과, 본 연구의 방제체계를 적용한 일반농가에 있어서 8ha 10ha 이상의 직파영농에 성공한 사례가 상당수 집계되고 있다 (김제 장동혁 농가, 부안 허경옥 농가 등).

3. 건답직파시 효율적 앵미 및 피 방제체계의 제시

현재 등록된 제초제중 건답직파용으로 유망한 제초제를 대상으로 약제 특성,

처리시기 및 처리방법 등에 따른 연구를 수행한 결과, 담수직파에서와 같이 만족한 수준의 앵미 방제는 불가능하였다.

첫째, 가장 효율적인 앵미 방제방법은 벼 조기파종으로 앵미, 피, 사마귀풀, 너도방동사니 등의 발생을 유도하여 비선택성 제초제와 토양처리형 제초제의 혼합제를 처리할 때 약 70% 정도의 방제가 가능함을 확인하였다. 이 경우에도 안정적인 방제효과를 유지하기 위해서는 균일한 정지작업, 조기파종 및 적정 토양습도의 유지를 통하여 약제살포 직전에 대상잡초의 발생을 최대로 유도하여야만 한다. 본 방제법은 현재 건답직파시 농민들이 가장 많이 채택하고 있는 방법이다.

두 번째 방법은 건답조건에서 정지작업 후에 oxadiazon, oxadiargyl, thiobencarb, molinate 등을 처리하고 건토혼화하여 4 7일동안 담수상태를 유지하다가 배수하여 건조시킨 다음, 직파기로 파종하는 방법으로 이 경우에 시용약량은 높은데도 약해는 없었고, 앵미에 대한 방제율이 70 80% 범위로 무논조건에서의 방법에 비하여 절차가 복잡하고 앵미 방제율이 낮아 농민들에게 권장사항이 될 수 있을지는 재고중이다. 그러나 이 방제체계에서 피에 대한 효과는 매우 우수하였다.

또 다른 방법은 fenoxaprop-P-ethyl 등의 화본과 선택살초성 제초제를 앵미의 유수분화기 개화기에 처리하는 방법으로 앵미에 대한 방제율은 높으나, 약 30%의 재배벼에 대한 수량감소가 나타남으로써 특수한 재배조건에만 적용이 가능하다. 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 fenoxaprop-P-ethyl과 길항성이 인정되는 bentazon을 혼합 처리하였을 경우에 벼에 대한 약해는 감소된 반면, 일부 앵미의 불임율은 증대되었다.

4. 재배양식 전환에 의한 앵미 및 피 방제체계의 확립

건답직파의 연작으로 앵미 및 피가 크게 문제된 포장은 기계이앙 또는 담수직

파로 전환시 발생량도 많이 감소하고 제초제 처리시 방제효과도 크게 상승한다. 기계이앙으로 전환시에도 담수직파와 마찬가지로 이앙 4 5일전에 oxadiazon, butachlor, pretilachlor, thiobencarb, molinate 등을 처리하고 이앙후 SU합제를 체계처리하는 방법을 통하여 앵미, 피 및 기타잡초의 안정적 방제를 확인하였다. 실제로 일부 농가들은 본 방제체계에 좋은 반응을 보이고 있다.

보리재배후 기계이앙을하고 SU 중기처리 제초제를 처리할 때 비재배구에 비하여 보리재배구에서 높은 앵미 방제율을 보여 앵미 방제에 있어서 보리후작 벼 재배의 유용성이 확인되었다. 또한 보리재배토양과 보리의 추출물에 앵미종자를 침지하여 수경실험을 실시한결과, 보리 또는 토양 추출물에서 앵미의 발아가 억제되었고 초장, 근장 및 건물중 등 생육도 50% 정도 억제되었다. 이 결과는 보리재배시 피, 앵미 등 잡초발생의 억제에 대한 기초적 정보를 제공하고 있다.

보리 수확후 보릿짚을 5㎝ 내외로 절단하여 작토에 혼화하고 oxadiazon 등을 처리하고 약제처리 7일경과 후에 벼를 파종한 다음, 물관리방법을 달리하여 약해 및 앵미와 피의 방제율을 조사하였던 바, 재배벼의 생육이 양호하고 만족할 만한 수준의 앵미 및 피의 방제효과를 확인하였다. 본 연구는 농가 실증시험 결과에서도 확인이 되었기에 앞으로 보릿짚을 소각치않고 토양에 혼화하여 환원하는 재배양식으로의 전환에 좋은 계몽자료가 되리라 생각된다.

5. 홍보, 대농민 계몽교육, 학술정보자료로의 활용

본 연구결과의 직파재배시 농가적용이 가능시된 사항에 대해서는 농업관련 연구기관이나 선도농가 포장에서 실증확인실험을 3년에 걸쳐 50여개 포장에서 실시하여 이를 통한 직파기술체계 확립에 기여하고자 하였다. 현재 연구성과는 년 4회 개최되는 직파연구회(회원 670명)의 세미나를 통하여 홍보 및 대농민

계몽교육에 활용하였으며, 전남북 지역의 산학관연 기관의 관계자 및 직파선도 농가를 초청하여 본 연구의 시험포장에 대한 현지 평가를 실시하였다. 또한 연구내용에 대하여서는 직파연구회 세미나외에, 호남식물보호학회, 한국잡초학회 등에 발표 또는 논문으로 게재하였다.

6. 경제 ·사회적 파급효과

직파재배 기술은 농촌의 심각한 인력난 완화에 크게 기여 할 뿐만 아니라, 생산비 절감으로 인한 농가소득 증대와 국제 경쟁력 제고에도 기여하는 재배체계라 할 수 있다. 직파재배에 있어서 잡초방제 기술체계의 확립은 향후 직파재배 면적의 확대에 크게 기여할 수 있으며, 지속적 쌀 생산에 기여함으로써 안정된 농업경영활동에 의한 농업의 경쟁력 강화에 직접적으로 영향을 미칠 것으로 기대된다.

Summary

This study was conducted to establish cultural and chemical control system of red rice and barnyardgrass which has been becoming a serious problem weeds in direct-seeded rice field. Nine accessions of red rice collected from different regions differed in major ecological characteristics and showed distant phylogenetic relationship. Red rice seeds at five days after anthesis did not germinated. Wanjuaengmi germinated 30 to 50 % at 10 to 20 days after anthesis, producing only abnormal seedlings. Uljuaengmi and Susungaengmi absorbed more water than Dongjinbyeo or Gancheokbyeo, and Hosiaengmi, Onyangaengmi and Youngsiaengmi showed more germination than Dongjinbyeo or Gancheokbyeo after soaking at -1, -5 or -10 ℃. Most red rices maintained more than 95% germination when stored indoor condition for 120 days, but the germination was decreased to less than 50% when overwintered in field condition. Germination of seeds overwintered in clay loam soil was lower than that of loam soil, and seeds on surface layer germinated less than those in 1 to 7㎝-deep soil. Red rices showed no difference in germination percentage between light and dark conditions, but mean germination time was shorter and promptness index was higher under the light condition than under the dark condition. Root development of red rice such as Wanjuaengmi, Buryangaengmi and Onyangaengmi was faster than that of Dongjinbyeo or Gancheokbyeo.

Conventional method with sulfonylurea mixture applied after seeding was not effective to control red rice and barnyardgrass in direct-seeded rice. Control effect of the weed species was enhanced by oxadiazon, oxadiargyl, molinate or thiobencarb applied before seeding in water-seeded rice. Optimal application dosages of the herbicides to control red rice were oxadiazon 60g a.i/10a, oxadiargyl 10g a.i/10a, molinate 450g a.i/10a and thiobencarb 420g a.i/10a. Optimal application time of molinate and thiobencarb was 5 to 10 days and that of oxadiazon

and oxadiargyl was 7 to 10 days before seeding. Oxadiazon and oxadiargyl caused early crop injury at more than 60g a.i/10a and more than 10g a.i/10a, respectively, but the injury could be recovered with the time being. There was no grain yield reduction by the application of oxadiazon, molinate or thiobencarb before seeding, but red rice caused significant yield reduction under untreatment before seeding or only sulfonylurea mixtures treatment after seeding,

Water management following precise land preparation was one of the essential factors to obtain low crop injury and high control effect. In this case, draining followed one day after seeding was more advantageous than flooding until rice emergence in reducing crop injury, and improving seedling stand and early growth. Five-cm deep soil incorporation after oxadiazon and oxadiargyl treatment also induced reduction of crop injury of rice cultivar, but no change in control effect of red rice.

Effect of oxadiazon, molinate and thiobencarb applied before seeding was different to the accessions of red rice. Oxadiazon had stabler and higher activity than molinate and thiobencarb to the accessions of red rice. Oxadiazon, molinate and thiobencarb was effective to red rice at 2 to 5㎜ of sprouting stage.

Oxadiazon applied at 2ppm in 3㎝-deep surface water was reduced quickly in two hours after treatment, and the reduction become slower from two days after treatment to four days after application reaching 2 to 3.5% of oxadiazon applied. At 7 days after treatment, the oxadiazon residue in surface water was 0.03ppm. Adsorption amount of oxadiazon, adsorped by six hours after shaking, positively correlated with increasing in the rate applied into soil. Adsorption half-life of oxadiazon was shorter in silty clay than in sandy clay loam.

In dry-seeded rice, weeding effect of mixture of non-selective herbicide and soil-applied herbicide on red rice was 70% of handy weeding when it treated before emergence of rice cultivar. Under soil incorporation, crop injury was not observed in spite of the doubled

application rate, but control effect on red rice was lower than in water-seeded rice field. Flooding for 4 to 7 days after soil incorporation of oxadiazon, molinate or thionbencarb before rice seeding improved control effect on red rice without rice injury in dry-seeded rice.

Fenoxaprop-P-ethyl, sethoxydim, amidochlor and MH applied at panicle initiation stage to flowering stage effectively inhibited growth of red rice, but caused rice injury to 30% of untreated control. In case of fenoxaprop-P-ethyl, its phytotoxicity on rice was reduced by mixture treatment with bentazon, but which satisfactorily controlled some red rice accessions. Crop injury and weeding effect of red rice was increased at the application time of the herbicides closing to heading stage of the varieties. In future research, cultural methods, in which growth and heading period between rice cultivar and red rice would be controlled, are required to reduce crop injury and to guarantee effective control effect of red rice.

In case of change of cultivaton method from direct-seeding to transplanting, butachlor, pretilachlor, oxadiazon, thiobencarb or molinate treated at five days before transplanting followed by pyrazosulfuron-ethyl+molinate treatment at 10 days after transplanting showed not only satisfactory weeding effect of red rice, but also no early crop injury of rice.

Emergence, shoot length and dry weight of red rice in barely-cultivated field and soil extracts was lower than that in uncultivated field and soil extracts. Germination, growth and dry weight of red rice in barely-cultivated soil extracts was lower than that in uncultivated. Growth inhibition of red rice by the extract was increased as barley was proceeded from vegetative to reproductive growth stage. Chracterization and action mechanism of substances present in extracts of barley and soil would be investigated to clearly related to phytotoxicity of the extracts and growth inhibition of red rice.

Under soil incorporation with 5cm-cutted barely straw, oxadiazon, thiobencarb and molinate treated 7 days before seeding had similar activity under incineration of barely straw, in terms of crop injury, seedling stand and growth of rice, but weeding effect of oxadiazon, molinate or thiobencarb was higher under soil incorporation of barley straw than under incineration of barley straw.

Contents

목 차

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위

우리의 쌀 농사는 식량 안보, 환경 보전 및 민족 정서 유지의 차원에서 반드시 지켜져야 하는데, 현재 벼 재배에 있어서 당면한 선결 과제는 경쟁력의 강화이다.

직파재배는 벼 재배법 중 노동 투하량이 적고 생산비도 크게 절감될 수 있는 재배법이기 때문에 농촌의 일손이 크게 부족한 현실과 국제 경쟁력 재고를 고려할 때 하루 속히 그 기술 체계가 확립되어야 한다. 직파재배 기술이 안정적으로 정착된다면 이앙재배에 비하여 총 작업시간이 29.6%가 절감되며, 특히 육묘와 이앙 작업이 생략되어 67.9%의 노동력 절감이 된다. 그럼에도 불구하고 벼 직파재배는 아직 그 作付體系가 확립되어 있지 않으며 현실적으로 立毛 確保, 倒伏防止(최 등 1991) 및 雜草 防除(최 등 1991) 등에 대하여 기술적으로 많은 문제를 내포하고 있다. 특히, 최근에는 새로이 雜草性벼(이하는 앵미로 표기함)와 피의 발생이 크게 확대되고 있어 이에 대한 방제 기술의 확립이 무엇보다도 시급한 실정이다.

앵미가 일단 논에 발생하면 早熟性(Sonnier 1964), 脫粒性(Abdullah et al. 1994), 休眠性(Helpert 1981) 등의 특성 때문에 계속해서 발생될 가능성이 높다. 또한 불리한 환경에 대한 적응력이 크고, 營養生長期에는 재배벼와 형태적으로 同一하여 구별이 어렵다. 한편, 벼와의 競合은 생육 초기에 가장 심한데, 초기 제거의 어려움으로 競合期間은 길어지고 벼의 수량이 크게 영향을 받는다. 특히 건답직파의 連作地帶에서는 그 발생량이 급속히 증가하여 재배벼와의 경합을 통한 수량 감소는 물론 쌀의 품질을 저하시키기 때문에 소비자의 기

피현상도 나타나고 수매시에도 많은 어려움이 있다. 더욱이 앵미는 재배벼와 同一 種에 속하고 生理 ·生態的 特性이 비슷하기 때문에 제초제에 대한 耐性도 거의 차이가 없어서 재배벼 생육 시기에 제초제를 처리하여 앵미를 선택적으로 방제한다는 것은 대단히 어려워 논에 발생하는 어느 잡초보다도 방제에 문제가 된다. 피는 원래 벼 재배지대에 있어서 방제가 어려운 문제잡초이다. 특히, 직파재배가 진행되면서 재배방식, 물관리방법, 선택제초제 등의 변경에 따라 더욱더 문제가 커진 난방제잡초로 부상하였다. 따라서 이의 안정적인 방제방법의 수립이 중요해졌다.

본 연구에서는 직파재배시 새로이 문제가 커진 앵미와 피의 생리 ·생태적 특성에 바탕을 두고 재배적 및 화학적 방제 방법을 조합한 합리적인 방제 체계를 확립하고자 하였다.

제 2 절 연구 내용

본 연구는 직파재배에 있어서 문제시되는 앵미와 피에 대하여 합리적인 방제 체계를 확립하는데 그 목적을 두고 있다. 이를 위하여

(1) 수집장소가 서로 다른 앵미종의 생리생태적 특성과 RAPD방법에 의하여 이들 앵미의 유연관계를 분석하였다. 앵미종자의 발아특성으로서 개화후 시기별 발아율, 수분흡수능력, 저온경과후 발아능력을 조사하였고, 월동기간중 실내와 포장에서 월동하였을 경우의 발아율 변화와 토양심도에 따른 월동중 발아율 차이를 조사하였다. 또한 앵미의 초기생장능력을 알아보기위해 광에 대한 감응성, 출아속도, 뿌리생장속도 등을 조사하였다.

(2) 이러한 생육특성을 갖는 앵미와 피의 효과적인 방제 방법을 찾기 위하여 담수직파재배(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)시 파종전처리제초제의

효과를 검토하였고, 이들 파종전 처리제초제의 앵미 및 피의 방제효과와 재배벼에 대한 약해 경감방안에 대하여 실험을 실시하였다. 건답직파재배시 방제방법을 찾기 위하여 체계처리에 의한 방제, 건토혼화처리후 물관리 방법의 차이에 의한 방제, 경엽처리형 제초제 처리에 의한 방제방법에 대한 실험을 실시하였다.

(3) 위 (2)와 같은 화학적 방제방법 이외에 기계이앙으로 재배양식을 전환했을 경우 앵미와 피의 효율적 방제방법을 찾기 위한 제초제를 선발하고자 하였으며, 직파연작으로 앵미 및 피가 문제된 경우, 보리를 재배하고 기계이앙 또는 담수직파 재배를 한 경우의 방제효과 증진에 대하여 연구를 하였다.

본 연구결과에서 제시되는 방제체계는 모두 농가의 포장 실증연구를 통하여 확인되었으며, 선발된 방제체계에 대하여서는 생물적, 화학적 검정방법을 통하여 그 방제기작을 구명함으로써 본 연구에서 얻어진 결과의 확인과 아울러 이후에 이루어질 잡초방제 연구에 유용한 기초정보를 제공하고자 하였다.

제 2 장 앵미의 생태적 특성

제 1 절 서 설

앵미는 玄米의 種皮色이 赤色인 벼를 말하는데, 종피색의 濃淡程度가 다양하며 보통은 종피 부분에만 색을 띠지만 종자 내부 전체까지 색을 띠기도 한다(Vincenheller 1906). 앵미는 재배벼에 비해 낟알이 부드러워 적색 色素를 제거하기 위해 과도하게 搗精할 경우 쉽게 부서지고 수량 감소를 가져온다(Dodson 1898). 앵미의 특성이 다양한 원인은 재배벼와 앵미의 自然交雜에 의한 것으로 추측되며(Do Lago 1982), 재배벼와 교잡할 경우 제 1대에서는 100%, 제 2대에서는 75%가 적색인 果皮를 갖는다(Huey et al. 1978).

미국의 Carolina에서는 1846년부터 앵미가 벼 포장에서 잡초로 인식되었고(Smith 1979), Arkansas, Louisiana, Texas, Mississippi에서도 앵미가 벼 포장에서 가장 큰 문제 잡초의 하나로 취급되었으며(Fontenot 1973), 미국 남부에서는 앵미의 발생으로 인해 매년 5,000만불의 경제적 손실을 입는다고 하였다(Baldwin 1978). 아시아에서는 일본, 인도, 태국, 인도네시아, 방글라데시, 말레이시아에서 앵미의 발생이 문제시되었고, 유럽에서는 이탈리아와 불가리아에서 문제가 되었으며, 브라질, 수리남, 베네주엘라, 콜롬비아, 아프리카 등에서도 앵미 발생의 심각성이 지적되었다(FFTC 1995).

우리나라에서 앵미에 대한 최초의 연구는 1910 1914년 사이에 野木 등의 보고(朝鮮農會 1935)와 1911년 勸業模範場에서 수집한 우리나라 재배종에 앵미가 혼입되어 있다는 보고(向坂幾三郎 1916)가 있지만 언제부터 발생되었는지는 분명하지 않다. 최근, 우리나라에 전국적으로 앵미가 분포하고 있음이 보고되었고(서 등 1992), 앵미의 생리·생태적 특성에 관한 연구가 일부 이루어졌다(김 1989). 앵미는 출수후 4일부터 발아 능력을 가진다고 한 반면(Dunand. 1988), 출수후 12일부터 活力을 가진다고 보고되었다(Charles & Eastin 1978). 또한 앵미는 개화후 10일부터 脫粒되기 시작하여(Azmi et al. 1994), 95% 登熟되었

을 때 57%정도가 탈립된다고 한다(Watanabe et al. 1994). 앵미는 탈립하여 오랫동안 포장에서 휴면상태를 유지할 수 있고, 休眠打破와 휴면증진에 관한 조건이 정확히 알려지지 않았기 때문에 앵미의 재발생에 대한 효과적인 억제 방법이 없다(Eastin 1979). 한편, 앵미의 발아와 휴면에는 週期性이 있는데, 수분을 흡수한 앵미의 휴면 주기성은 노출 온도와 관계를 갖고 있어서 10℃와 20℃에서 각각 25일씩 3 4개월동안 變溫을 주었을 때 가장 높은 휴면성을 보인다(Delouche et al 1986). 또한 실내조건에서는 휴면타파가 점진적으로 서서히 이루어지지만 포장에 탈립된 앵미는 환경적인 요소에 의해 변화가 생겨 휴면기간이 연장될 수 있다(Bewley & Black 1985). 토양중에 묻혀 있는 앵미는 광과 休眠週期의 영향때문에 휴면의 변화가 생기는데, 발아시 광에 의존하는 것은 phytochrome이 관여되는 것으로 보인다(Taylorson 1972).

한편, 앵미가 높은 越冬性을 갖는 이유중의 하나는 穎을 통한 수분의 투과성이 적기 때문이며, 겨울동안 저온에 대한 耐冬性은 재배벼에 비해 높다고 하였다(柳島純雄1965). 또한 앵미의 발아율이 낮은 원인중의 하나는 穎의 不透水性에 있으며, 발아율은 영을 제거하거나 기계적인 손상에 의해 높아질 수 있다. 야생벼의 휴면성은 재배벼보다 강한데, 일반적으로 고온처리가 야생벼의 휴면을 타파하지만 종에 따라서 또는 종자가 수확된 후의 시간 경과에 따라서 휴면타파에 요구되는 처리 시간은 다르다(Vaughan 1994).

재배벼가 앵미 및 다른 여러 잡초와 競合할 경우 앵미와의 경합에 의한 수량 감소가 가장 크며(Smith 1989), ㎡당 5본의 앵미가 발생하면 22%의 수량 감소가 있고, ㎡당 20본이 발생할 경우는 57%의 수량 감소가 생기며, ㎡당 32본이 발생하면 64%의 수량 감소를 가져온다고 하였다(Montealegre & Vargas 1989). 또한 앵미는 出芽後 40 60일이 限界競合時期이고, 출아후 60 80일부터 CGR(crop growth rate), 葉面積指數, 잎짚 建物重이 재배벼에 비하여 감소한다(Kwon 1989).

제 2 절 재료 및 방법

1. 蒐集種의 특성 및 類緣關係

가. 수집종의 특성

1995년 호남과 영남지역에서 수집한 형태적 특징이 다른 9종류의 앵미를 1996 1998년 전북대학교 농과대학 부속농장 논 포장에서 증식하여 주요한 특성을 조사하였다.

나. 유연관계

수집한 앵미의 유연관계 분석은 다음과 같은 방법으로 실험을 실시하였다.

1) DNA 분리 및 정제

종자를 파종하여 생육시킨 후 잎의 길이가 5㎝정도 자랐을 때 채취하여 냉동건조기로 동결건조하여 Roger(1988)의 방법을 변형해서 DNA를 분리하였다. 0.5g의 시료에 2X CTAB 8㎖를 첨가하고 65±1℃에서 15분간 처리한 다음 等量의 $CHCl_3$를 첨가하여 혼합하였다. 3,000rpm에서 15분간 원심분리한 후 上澄液을 채취하여 等量의 isopropanol을 첨가한 후 혼합하였다. 파스퇴르 파이펫으로 DNA를 건져내서 70% ethanol에 세척한 다음 건조시키고, 1㎖ TE buffer에 DNA를 녹인 후 37℃±1에서 60분간 RNase 처리하였다. Polysaccharide 제거를 위해 DNA solution에 최종 2M NaCl을 첨가하고 2배량의 95% ethanol를 첨가한 후에 원심분리하여 DNA를 추출하였다. DNA pellet을 70% ethanol에 헹군 다음 건조시켜 pH 8.0 TE buffer에 녹인 후 -20℃±1에 보관하였다. 추출된 DNA의 농도와 순도는 UV spectrophotometer를 이용하여 260nm와 280nm에서 흡광도를 측정한 다음, 필요한 농도로 희석하여 PCR 반응에 사용하였다.

2) PCR 반응의 기본 조건

PCR 반응조건은 Template DNA 30ng, dNTP 200 μM, primer quantity 200nM,

Taq polymerase 1unit, $MgCl_2$ 1.5mM로 하여 PCR 총반응 용액량을 25㎕로 하였다.

3) Primer의 선택

UBC의 primer 200 300까지를 screening하여 band 발현 양상이 양호한 8개의 primer를 사용하였다.

4) 전기영동

각 primer별로 PCR 반응이 끝난 후 1.2% agarose gel에서 50V로 70분간 전기영동하였다. 전기영동 buffer는 0.5X TAE를 이용하였으며, 전기영동이 끝난 후 gel은 ethidium bromide로 5분간 염색한 후 증류수로 탈색하였다.

5) 유연관계 분석

유연관계 분석은 NTSYS(Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) computer program의 UPGMA(Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic average) 분석 방법(Rohlf 1989)으로 실시하였으며, 그 결과를 토대로 dendrogram을 작성하였다.

2. 종자의 발아 특성

가. 開花後 시기별 발아율

공시한 앵미 중 長粒型인 완주산 앵미와 短粒型인 죽산산 앵미를 개화후 시기별 발아율 조사에 사용하였다. 개화되는 穎에 라벨을 붙여 개화한 날짜를 표시해 두고, 5, 10, 20, 30, 40일이 경과한 다음 採種하였다. 채종 직후 직경이 9cm인 페트리디쉬에 여과지(Toyo No. 2) 2장을 깔고 50립씩 3반복으로 置床하여 20 ±1 ℃로 조정한 恒溫器에 두고 14일후에 발아율과 草長을 조사하였다.

나. 수분 흡수 능력

수온을 15, 10, 5, 1 ±1 ℃로 조절하여 종자를 浸漬하고, 24, 48, 72시간후에

꺼내어 종자 표면에 남은 수분을 제거한 다음의 100립중에서 80±1℃의 dry oven에 48시간 건조시킨 직후의 乾物重을 빼서 浸漬前의 100립중에 대한 백분율을 계산하여 종자에 흡수된 수분의 양을 산출하였다.

다. 저온 경과후 발아 능력

종자를 20±1℃에서 0, 12, 24, 36, 48, 60시간동안 각각 침지시간을 달리하여 수분을 흡수시킨 다음 -10, -5, -1℃에서 72시간 경과후 꺼내어 20±1℃로 조정한 항온기에 두고 14일후에 발아율을 조사하였다.

3. 월동기간중 종자세 변화

가. 저장조건에 따른 월동중 발아율

1) 실내 보관 종자 : 수확 직후부터 다음해 파종 직전까지 종자를 실내의 常溫에 보관하면서 1개월 간격으로 발아율을 조사하였다.

2) 포장 월동 종자 : 수확 직후부터 다음해 파종 직전까지 종자를 식양토 포장의 표면에 放置하여 두고 1개월 간격으로 채취하여 실내에서 발아율을 조사하였다.

나. 토양 埋沒 심도에 따른 월동중 발아율

종자를 수확 직후 배수가 비교적 양호한 양토와 배수가 잘되지 않는 식양토 토양에 각각 0, 1, 3, 5, 7㎝로 깊이를 달리하여 묻은 다음 120일후에 꺼내어 발아율을 조사하였다.

4. 초기 생장 능력

가. 광에 대한 감응성

종자를 페트리디쉬에 50립씩 3반복으로 치상한 다음, 항온기의 온도를 15±

1℃로 조정하여 명조건과 암조건에 두고 24시간 간격으로 14일동안 매일 발아된 수를 조사하여 발아율, 平均發芽時間[MGT : mean germination time, Edward(1934)], 發芽速度指數[PI : promptness index, Timson(1965)]를 산출하였다.

$$MGT = \frac{\sum(t_i \cdot n_i)}{\sum n_i}$$

$$PI = \sum[n_i \cdot (T+1-t_i)]$$

t_i : 치상후 조사일수, n_i : 조사 당일의 발아수

$\sum n_i$: 총 발아수, T : 총 조사일수

나. 출아 속도

종자를 25±1℃에서 2일간 浸種시킨 후 건답조건의 폿트에 파종하고 20일동안 앵미 수집종간 또는 재배벼와 앵미 사이의 출아 양상을 조사하였으며, 평균출아일수, 출아속도지수는 위 식을 이용하여 산출하였다.

다. 뿌리 생장 속도

종자를 25±1℃에서 2일간 침종하여 폿트에 파종한 다음, 5, 10, 20일후에 主根의 길이 및 幼苗 10본의 건물중을 조사하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 수집종의 특성 및 유연관계

가. 수집종의 특성

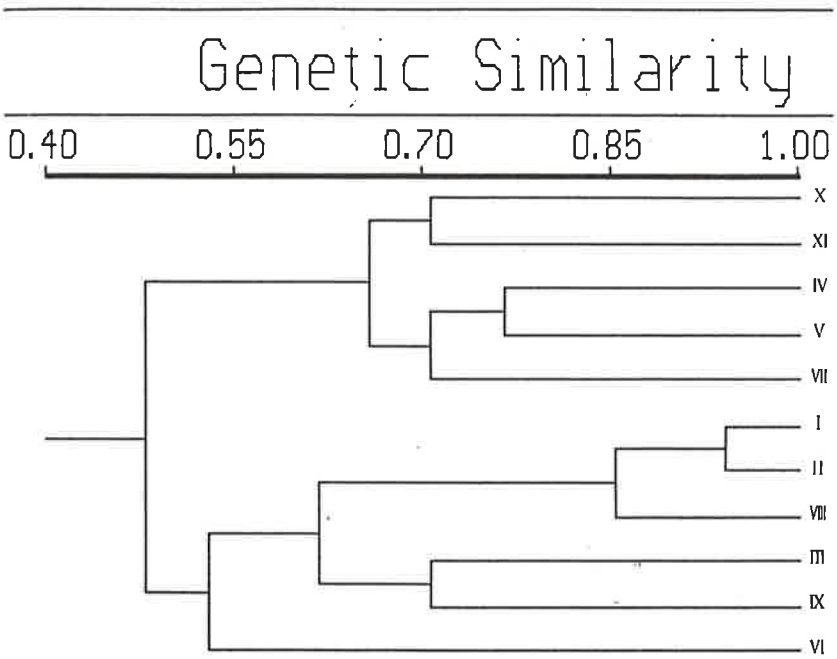
본 실험에 공시한 앵미와 재배벼의 주요한 생태적 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

Table 2-1. Ecological characteristics of red rices and rice cultivars used in this study.

No	Accessions	Heading date	Effective spike No./stock	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Spikelets /panicle	1,000 grains weight(g)	Length /width ratio	Awn length (cm)	Shattering habit
I	Wanjuaengmi	Aug 20	32	99	21.7	84.5	21.7	2.21	0	easy
II	Buryangaengmi	Aug 21	30	99	22.5	78.5	20.3	2.38	0	easy
III	Juksanaengmi	Aug 29	23	96	20.8	94.9	21.5	1.93	0.9	hard
IV	Hosiaengmi	Aug 14	25	96	18.1	90.3	18.4	1.72	0	easy
V	Youngdongaengmi	Aug 14	23	99	23.4	99.6	19.4	2.04	2.7	medium
VI	Onyangaengmi	Aug 15	24	95	20.3	97.0	21.4	1.80	0	medium
VII	Youngsiaengmi	Aug 13	26	81	18.1	90.4	18.5	1.71	0.7	easy
VIII	Ujuaengmi	Aug 21	25	85	19.6	86.5	18.8	1.82	0	medium
IX	Susungaengmi	Aug 15	24	82	20.8	94.1	19.1	1.99	2.5	medium
X	Dongjinbyeo	Aug 18	24	82	18.2	82.2	22.9	1.72	0	hard
XI	Gancheokbyeo	Aug 16	22	79	17.8	81.0	22.4	1.78	0	hard

나. 유연관계

UBC primer를 이용하여 RAPD-PCR에 의한 band를 분석한 후 NTSYS-PC program에 의해 유연관계를 분석하여 dendrogram을 작성하였다(그림 2-1).



I : Wanjuaengmi, II : Buryangaengmi, III : Juksanaengmi, IV : Hosiaengmi, V : Youngdongaengmi, VI : Onyangaengmi, VII : Youngsiaengmi, VIII : Uljuaengmi, IX : Susungaengmi, X : Dongjinbyeo, XI : Gancheokbyeo

Fig 2-1. Dendrogram showing phylogenetic relationship among nine red rices and two rice cultivars based on cluster analysis of RAPDs. The numbers are phylogenetic similarity coefficients according to Nei(1987).

NTSYS-PC program에 의해 작성한 dendrogram을 통하여 유전적 類緣係數 0.70를 기준으로 하여 5개의 군으로 분류되었다(표 2-2).

Table 2-2. Accessions classified by the RAPD phylogenetic similarity coefficient.

Group	Accessions
A	Dongjinbyeo, Gancheokbyeo
B	Hosiaengmi, Youngdongaengmi, Youngsiaengmi
C	Wanjuaengmi, Buryangaengmi, Ujuaengmi
D	Juksanaengmi, Susungaengmi
E	Onyangaengmi

2. 종자의 발아특성

가. 개화후 시기별 발아율

앵미가 개화하여 어느 정도의 시간이 경과한 이후부터 발아 능력을 갖게 되는지 알아보기 위해 공시한 앵미 중 장립형과 단립형을 각각 한 종씩 선정하고, 동진벼를 對照品種으로하여 개화후 시간 경과에 따른 발아율과 초장을 조사하였다(표 2-3).

개화후 5일 경과한 다음 채종했을 때는 공시한 두 종의 앵미와 재배벼 모두 전혀 발아하지 않았다. 개화후 10일에 채종한 경우 완주산 앵미와 죽산산 앵미의 발아율은 각각 30.7%, 10.7%로 동진벼의 3.3%보다 높았다. 개화후 10일에 채종한 완주산 앵미의 치상 14일후의 초장은 1.2㎝정도로 개화후 40일의 초장 8.8㎝에 비하면 매우 부진하였다. 개화후 20일에 채종했을 경우의 발아율은 앵미와 동진벼간에 큰 차이가 없었고, 개화후 30일에 채종했을 때는 앵미에 비해 동진벼의 발아율이 약간 높았다. 개화후 40일에 채종했을 경우의 발아율은 두

종의 앵미 모두 동진벼와 차이 없이 99%내외로 높았다.

Table 2-3. Germination vigour of red rices and rice cultivar with time after anthesis[1].

Accessions	Days after anthesis									
	5		10		20		30		40	
	GP[2]	SL[3]	GP	SL	GP	SL	GP	SL	GP	SL
Wanjuaengmi	0	0	30.7a	1.2a	55.0a	2.4a	86.3b	7.7a	99.3a	8.8a
Juksanaengmi	0	0	10.7b	1.1a	51.0b	2.2a	82.7c	6.0c	99.3a	7.0b
Dongjinbyeo	0	0	3.3c	1.0a	50.7b	1.5b	90.3a	6.7b	98.7a	6.8b

1) Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.
2) GP : Germination percentage(%)
3) SL : Shoot length(cm)

앵미간에는 장립형인 완주산 앵미가 단립형인 죽산산 앵미에 비하여 개화후 10일에는 더 높은 발아율을 보였지만, 개화후 20, 30, 40일에는 서로 큰 차이가 없었다.

앵미는 출수후 4일만 되면 발아할 수 있는 능력이 있고, 개화후 10일부터 탈립되기 시작한다고 하였는데(Dunand 1988, Azmi et al. 1994), 본 실험에 공시한 완주산과 죽산산 앵미에서는 개화후 10일정도 경과한 이후부터 발아할 수 있는 능력은 있지만 발아후 정상적인 식물체로 성장하기에는 개화후 더 많은 시간이 경과하여야 가능할 것으로 생각된다.

나. 수분 흡수 능력

앵미의 영을 통한 수분 투과량을 알기 위하여 침지온도와 침지시간을 달리하여 종자내의 수분함량을 조사하였다(표 2-4).

Table 2-4. Absorbed water amount(%) of red rices and rice cultivars with different soaking temperature and time.

Accessions	1℃			5℃			10℃			15℃		
	Soaking time(hours)											
	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Ⅰ	±	±	±	±	±	±	−	±	±	±	±	±
Ⅱ	−	−	−	±	±	±	±	±	−	±	±	±
Ⅲ	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Ⅳ	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Ⅴ	±	±	±	−	±	+	±	+	±	−	±	±
Ⅵ	±	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Ⅶ	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Ⅷ	+	+	+	+	+	±	+	+	±	+	+	±
Ⅸ	±	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	±
Ⅹ	12.3	17.8	21.8	15.1	21.6	26.8	17.6	24.8	30.1	20.5	26.8	32.1
Ⅺ	16.0	20.6	26.4	17.5	24.2	29.5	19.1	26.7	32.1	22.2	30.4	35.4

Ⅰ Ⅺ : Refer to table 2-1.
＋ : Absorbed water amount more than Dongjinbyeo or Gancheokbyeo
− : Absorbed water amount less than Dongjinbyeo or Gancheokbyeo
± : Absorbed water amount between Dongjinbyeo and Gancheokbyeo

본 실험에 공시한 앵미 중 죽산, 호시, 온양, 영시산 앵미는 침지 온도 1, 5, 10, 15℃에서 동진벼나 간척벼에 비해 대체로 수분 흡수량이 적었던 반면, 울주와 수성산 앵미는 동진벼나 간척벼에 비해 수분 흡수량이 더 많았다. 따라서 앵미가 높은 越冬性을 갖는 이유중의 하나가 영을 통한 수분의 투과량이 적기 때문이다는 보고(柳島純雄 1965)는 공시한 앵미 모두에 적용되는 것은 아닌 것으로 생각된다.

다. 저온 경과후 발아 능력

앵미가 포장에서 월동하게 되는 경우 서로 다른 양의 수분을 흡수한 상태로 일정기간 급격한 저온을 경과할 경우의 발아력 상실 정도를 알아보기 위해 종자의 수분함량을 달리한 다음 저온을 경과한 후 발아율을 조사하였다(표 2-5).

-1℃에서 72시간 경과한 앵미와 재배벼 모두 흡수한 수분함량에 관계없이 발아율에 큰 차이가 없었지만, 간척벼는 침지시간이 길어질수록 앵미에 비하여 발아율이 낮았다. -5℃에서 72시간 경과한 경우는 수분함량이 많아질수록 장립형 앵미의 발아율이 크게 감소하였고, 다른 앵미들도 대체로 감소하는 경향을 보였다. -10℃에서 72시간 경과했을 때 24시간동안 침지한 종자는 급격한 발아율 감소를 보였고, 48시간이상 침지한 경우 재배벼는 물론 호시, 온양, 영시산 앵미를 제외하고는 거의 발아하지 않았다. 따라서 종자가 월동하는 동안 급격한 저온을 경과할 경우의 수분함량은 종자의 생명력 유지에 있어 매우 중요한 요소로 작용함을 알 수 있었고, 종자내의 수분함량이 많을수록 저온에 대한 반응은 재배벼보다 앵미가 덜 민감하기 때문에 겨울동안 살아 남을 수 있는 가능성이 높음을 알 수 있었다.

Table 2-5. Germination rate of red rices and rice cultivars after soaking followed by low temperature exposure[1)].

Varieties	-1℃					-5℃					-10℃				
	Soaking time(hours)														
	12	24	36	48	60	12	24	36	48	60	12	24	36	48	60
Ⅰ	100a	99.3a	91.0b	90.0b	90.0ab	98.7a	91.0b	25.3g	8.0g	0g	62.0c	15.0h	0d	0c	0b
Ⅱ	99.3a	99.3a	97.3a	97.3a	97.3a	96.0a	91.7b	52.7e	8.7g	0g	82.7b	21.3g	20.0c	0c	0b
Ⅲ	100a	99.3a	98.0a	98.0a	83.7b	99.3a	98.7a	82.0b	61.0c	17.3e	91.3ab	36.0f	0d	0c	0b
Ⅳ	99.3a	98.0a	97.3a	97.3a	85.0b	97.0a	92.0b	91.7a	79.3a	65.0a	96.7a	92.0a	63.3a	41.3a	18.3a
Ⅴ	99.3a	99.3a	97.3a	97.0a	97.0a	97.3a	90.0b	85.0ab	61.3c	16.7e	96.7a	46.0e	25.7c	0c	0b
Ⅵ	98.7a	98.7a	98.0a	97.3a	96.7a	96.0a	92.0b	81.3b	70.7b	47.3c	91.7ab	55.3d	26.0c	8.0bc	4.0b
Ⅶ	99.7a	99.3a	99.3a	98.7a	98.0a	90.7ab	84.7c	81.0b	78.7a	56.0b	90.7ab	80.7b	46.7b	18.0b	11.0ab
Ⅷ	99.3a	98.7a	98.0a	98.0a	95.2a	99.3a	84.0c	66.0d	52.7d	7.3f	84.0b	20.7g	9.3cd	0c	0b
Ⅸ	99.3a	99.3a	99.3a	98.7a	98.7a	98.0a	90.7b	90.0a	51.7d	28.0d	91.7ab	65.7c	15.3cd	0c	0b
Ⅹ	99.7a	100a	98.7a	98.3a	95.7a	97.3a	90.7b	73.3c	34.0e	6.7f	82.3b	32.7f	0.7d	0c	0b
Ⅺ	92.0b	90.0b	84.0c	79.3c	70.7c	86.7b	77.3d	44.0f	23.3f	7.3f	33.3d	16.3h	0d	0c	0b

Ⅰ Ⅺ: Refer to table 2-1.

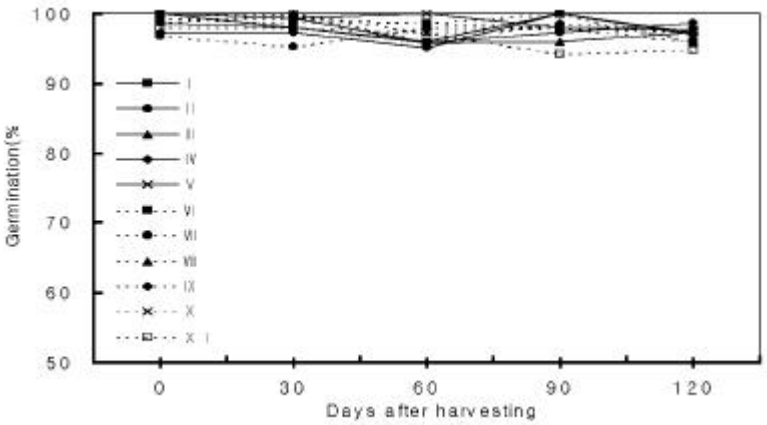
1) Refer to table 2-3.

3. 월동기간중 종자세 변화

가. 월동기간중 저장조건에 따른 발아율 변화

1) 실내 보관 종자

앵미가 재배벼를 수확하기 전이나 수확도중 포장에 탈립되지 않고 재배벼와 함께 채종되어 실내에 보관되었을 경우의 발아율 변화를 조사하였다(그림 2-2).



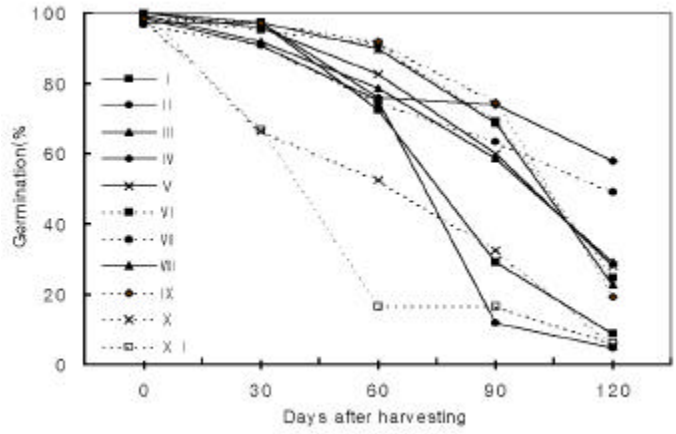
I : Wanjuaengmi, II : Buryangaengmi, III : Juksanaengmi, IV : Hosiaengmi, V : Youngdongaengmi, VI : Onyangaengmi, VII : Youngsiaengmi, VIII : Uljuaengmi, IX : Susungaengmi, X : Dongjinbyeo, XI : Gancheokbyeo

Fig 2-2. Germination rate of red rices and rice cultivars overwintered in room temperature.

본 실험에 공시한 앵미 모두 수확 직후의 발아율은 95%이상으로 높았고, 수확 후 시간이 경과하여 다음해 파종 직전까지도 발아율은 크게 떨어지지 않았다. 따라서 앵미가 混入되어 수확된 종자를 다음해 볍씨로 사용할 경우 재배양식과 포장조건에 따라 정도의 차이는 있을지라도 앵미의 재발생이 예상된다.

2) 포장 월동 종자

재배벼를 수확하기 전이나 수확도중 포장에 탈립된 앵미의 월동중 발아율 변화를 조사하기 위해 앵미를 포장에 두고 1개월 간격으로 채취하여 발아율을 조사한 결과, 수확 직후에는 앵미와 재배벼 모두 95%이상으로 발아율이 높았다 (그림 2-3).



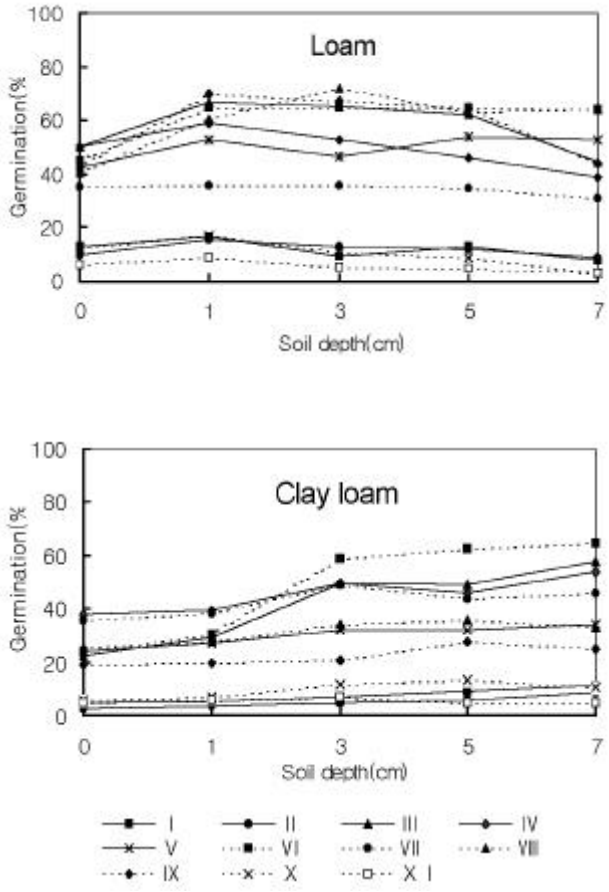
Ⅰ: Wanjuaengmi, Ⅱ: Buryangaengmi, Ⅲ: Juksanaengmi, Ⅳ: Hosiaengmi, Ⅴ: Youngdongaengmi, Ⅵ: Onyangaengmi, Ⅶ: Youngsiaengmi, Ⅷ: Uljuaengmi, Ⅸ: Susungaengmi, Ⅹ: Dongjinbyeo, Ⅺ: Gancheokbyeo

Fig 2-3. Germination rate of red rices and rice cultivars overwintered in field.

나. 토양 埋沒 심도에 따른 월동중 발아율 변화

양토 조건에서 월동한 경우 표층에서 월동한 앵미의 발아율은 1 7cm 깊이에 묻힌 앵미의 발아율보다 저조하였고, 완주, 영동, 울주산 앵미를 제외한 나머지 앵미는 토심이 깊어질수록 발아율이 약간씩 떨어지는 경향이었다. 식양토에서는 앵미에 따라 약간의 차이는 있지만 표층의 앵미와 1cm 깊이에 묻힌 앵미가 3, 5, 7cm 깊이에 묻힌 앵미보다 전체적으로 발아율이 낮았고, 3, 5, 7cm 사이에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 3, 5, 7cm 깊이에 묻힌 앵미와 재배벼

간의 차이를 보면 양토와 식양토에서 모두 재배벼에 비해 앵미의 발아율이 높았지만, 완주와 부량산 앵미는 재배벼와 큰 차이를 보이지 않고 발아율이 낮았다(그림 2-4).



Ⅰ: Wanjuaengmi, Ⅱ: Buryangaengmi, Ⅲ: Juksanaengmi, Ⅳ: Hosiaengmi, Ⅴ: Youngdongaengmi, Ⅵ: Onyangaengmi, Ⅶ: Youngsiaengmi, Ⅷ: Uljuaengmi, Ⅸ: Susungaengmi, Ⅹ: Dongjinbyeo, Ⅺ: Gancheokbyeo

Fig 2-4. Germination rate of red rices and rice cultivars after winter with different soil textures and buried depths.

토성간의 차이를 보면 식양토에서 월동한 종자가 양토에서 월동한 종자보다 전체적으로 발아율이 저조하였는데, 이것은 식양토에서 월동하는 종자가 양토에서 월동하는 종자보다 종자의 수분함량이 높은 상태에서 저온을 경과했기 때문으로 생각된다.

4. 초기 생장 능력

전년도에 포장에 탈립되었거나 수확할 때 재배벼 종자에 혼입된 앵미가 다음해 포장에 다시 발생될 때 발아에서부터 초기 생육과정을 지나는 동안 재배벼에 비하여 얼마나 다른 생장 능력을 갖는지 조사하였다.

가. 광에 대한 감응성

포장에서 앵미가 광에 노출된 정도에 따른 초기 발아 양상을 알아보기 위해 광조건을 달리하여 실내에서 발아율을 조사하였다(표 2-6).

앵미와 재배벼의 발아율은 명조건과 암조건 사이에 큰 차이를 보이지 않았지만, 앵미의 平均發芽日數(MGT)와 發芽速度(PI)에 있어서는 暗條件보다 明條件에서 다소 높은 경향을 보였고, 동진벼와 간척벼 역시 명조건이 다소 유리하였다. 광에 민감한 일부 야생벼는 日長이 그들의 성장 기간에 영향을 미치고 늦게 출아하는 종자는 출아시간이 단축된다고 하였는데(Vaughan 1994), 본 실험에서는 앵미가 재배벼에 비해 발아에 있어서 광에 특히 민감하다는 경향은 찾을 수 없고, 암조건보다는 명조건이 발아에 다소 유리하였다.

Table 2-6. Germination percentage, mean germination time and promptness index of red rices and rice cultivars at the light and dark condition[1)].

Varieties	GP[2)]		MGT[3)]		PI[4)]	
	Light	Dark	Light	Dark	Light	Dark
I	96	96	6.5	6.8	416	395
II	95	93	6.8	6.9	395	386
III	93	94	10.8	11.1	216	201
IV	95	95	10.5	10.9	239	210
V	95	93	7.3	7.5	338	297
VI	96	96	9.2	9.6	275	254
VII	95	95	9.4	9.6	263	255
VIII	96	96	8.5	8.9	323	306
IX	94	94	9.0	9.3	288	257
Mean	95a	95a	8.7b	9.0a	306a	285b
X	93	93	8.8	9.0	304	286
XI	91	91	8.8	9.1	305	278
Mean	92a	92a	8.8b	9.1a	305a	282b

I XI : Refer to table 2-1.
1) : Refer to table 2-3.
2) GP : Germination percentage(%)
3) MGT : Mean germination time(day)
4) PI : Promptness index

나. 출아 속도

앵미 발생이 재배벼의 입모 확보와 생육 초기의 경합에 어느 정도 영향을 미칠 수 있는지 알아보기 위해 파종후 20일동안의 출아 양상을 조사하였다(표 2-7).

공시한 앵미의 출아율은 완주, 온양, 울주산 앵미가 동진벼와 간척벼에 비해 높았고, 나머지 앵미는 재배벼와 비슷하였다. 평균출아시간(MET)과 출아속도(PI)에서는 호시, 영시, 영동산 앵미는 재배벼에 비해 길었지만, 완주, 부량, 죽산, 온양, 울주, 수성산 앵미는 동진벼와 간척벼에 비해 빨라 이들 앵미는 출아율이 재배벼와 비슷할지라도 출아속도는 재배벼보다 다소 빠르다는 사실을 알 수 있었다.

Table 2-7. Emergence vigour of red rices and rice cultivars in dry-seeded pot [1].

Emergence vigour	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
EP[2]	93a	90ab	89ab	89ab	86b	93a	86b	93a	89ab	90ab	89ab
MET[3]	7.4c	7.9bc	8.8b	9.5ab	10.2a	8.0bc	10.0a	8.1bc	9.0b	9.4ab	10.5a
PI[4]	354a	328ab	303b	251cd	242cd	313b	266cd	310b	282c	257cd	225d

I XI : Refer to table 2-1.

1) : Refer to table 2-3, 2) EP : Emergence percentage(%)

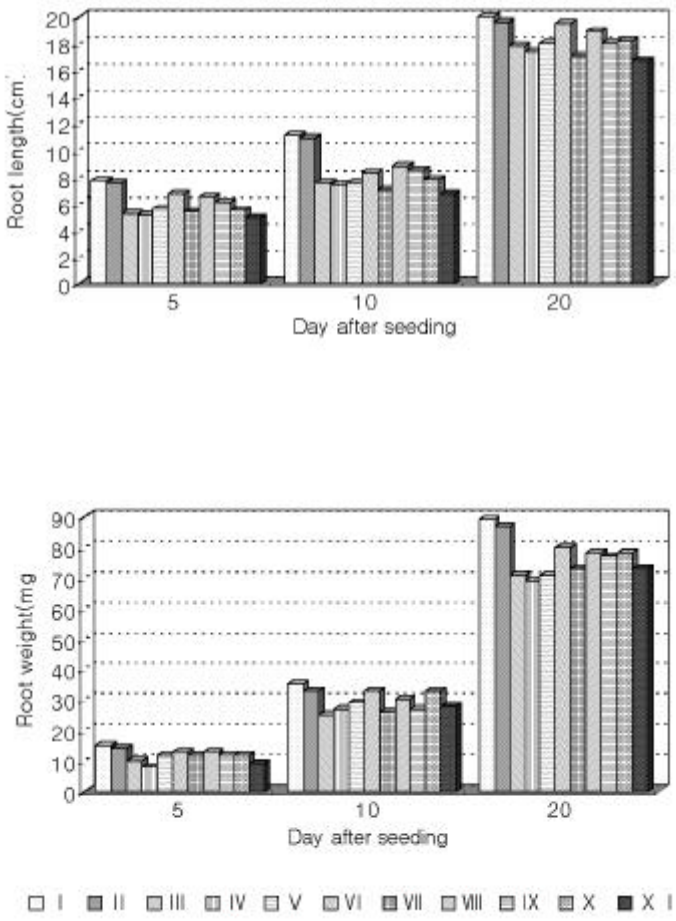
3) MET : Mean emergence time(day), 4) PI : Promptness index

다. 뿌리 생장 속도

생육 초기 식물체 地下部의 발달 정도는 幼苗期 이후의 생육을 좌우하는 중요한 요인이 될 수 있으므로 생육 초기 앵미의 뿌리 발달 양상을 조사하였다.

파종 5일후 앵미의 主根長을 조사해 본 결과(그림 2-5), 죽산, 호시, 영시산 앵미는 동진벼에 비해 근장이 짧았지만, 나머지 앵미는 동진벼와 간척벼에 비해 길었다. 파종후 10, 20일이 경과하면서 죽산, 호시, 영동, 영시, 수성산 앵미는 동진벼에 비해 근장이 짧았지만, 완주, 부량, 온양, 울주산 앵미는 파종 5일후의 결과와 마찬가지로 동진벼에 비해 길었다. 파종 5일후 유묘 10본의 뿌리 건물중은 완주, 부량, 온양, 울주산 앵미는 동진벼에 비해 높았고, 호시, 죽산산 앵미를 제외한 나머지 앵미는 동진벼와 차이가 없었다. 파종 10일 및 20일후 뿌리 건물중은 완주, 부량, 온양산 앵미만 동진벼에 비해 높았고, 나머지 앵미는 동진벼에 비해 낮았다.

본 실험에 공시한 앵미 중 완주, 부량, 온양산 앵미는 동진벼에 비해 생육 초기의 뿌리 발달이 빨랐지만, 나머지 앵미는 파종후 시간이 경과하면서 재배벼와 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 공시한 앵미 모두가 재배벼보다 뿌리 발달이 빠른 것은 아니었으며, 앵미간에도 뿌리 발달 양상이 서로 달랐다.



Ⅰ: Wanjuaengmi, Ⅱ: Buryangaengmi, Ⅲ: Juksanaengmi, Ⅳ: Hosiaengmi, Ⅴ: Youngdongaengmi, Ⅵ: Onyangaengmi, Ⅶ: Youngsiaengmi, Ⅷ: Uljuaengmi, Ⅸ: Susungaengmi, Ⅹ: Dongjinbyeo, Ⅺ: Gancheokbyeo

Fig 2-5. Root length and weight of red rices and rice cultivars at 5, 10, 20 days after seeding.

제 4 절 적 요

최근 벼 직파재배를 계속하면서 문제점으로 대두되고 있는 앵미 발생을 경감시키기 위하여 앵미의 생육 특성과 이에 바탕을 둔 합리적인 방제 체계를 확립하기 위한 기초자료를 얻고자 완주를 비롯한 9개 지역에서 앵미를 수집하여 재배벼와 비교하였다.

수집한 9종의 앵미 모두 주요한 생태적 특성이 각각 달랐으며, 유연관계에 있어서도 서로 차이를 보였다. 발아능력은 개화후 5일경에는 전혀 없었고, 완주산 앵미는 개화후 10일경에 30%, 20일경에 50%정도를 보였지만 묘 발육은 비정상적이었다. 울주와 수성산 앵미는 재배벼에 비해 수분흡수가 많고, 호시, 온양, 영시산 앵미는 수분을 흡수한 상태에서 저온을 경과했을 때 재배벼에 비해 발아율 감소가 작았다. 앵미가 실내에서 월동하였을 때는 수확 직후와 큰 차이 없이 95% 이상의 발아율을 보였는데, 포장에서 월동할 경우에는 10% 이하(완주와 부량산 앵미) 및 50% 안팎(호시와 영시산 앵미)의 발아율을 유지하였다. 양토에서 월동한 종자보다 식양토에서 월동한 종자가 전체적으로 발아율이 낮았고, 표층에서 월동한 종자가 1 7㎝ 깊이에 묻혀 월동한 종자보다 발아율이 낮았다. 발아율은 명조건과 암조건 사이에 큰 차이를 보이지 않았지만, 평균발아일수와 발아속도는 명조건에서 다소 유리하였다. 동진벼에 비해 생육 초기의 뿌리 발달이 빠른 것도 있으나(완주, 부량 및 온양산 앵미), 대부분은 파종후 시간이 경과하면서 재배벼와 큰 차이를 보이지 않았다.

제 5 절 인용문헌

Abdullah, M. Z., Azmi, M. and Watanabe, H. 1994. Hypothesis regarding the origin of *padi angin*, A weedy form of rice in Malaysia. Paper presented at Padi Angin Workshop, 18 May 1994, Penang. 3p.

Azmi, M., Watanabe, H. and Abdullah, M. Z. 1994. Weed succession over several seasons of direct seeded rice Seberang perai, Malaysia. *Proceeding of 4th International Conference on Plant Protection in the Tropics*(Rajan, a. and Ibrahim, M. eds.), 28-31 March 1994, Kuala Lumpur, pp. 221-227.

Baldwin, F. L. 1978. Red rice control in alternate crops. *In* E. F. Eastin(ed.). Red rice : Research and control ; Proceedings of a symposium held at Texas & University, Agricultural Research and Extension Center at Beaumont, December 13, 1978. Bulletin B-1270. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX. pp. 16-18.

Bewley, J. D., and M. Black. 1985. Seed physiology of development and germination. Plenum Press, New York. 267p.

Charles, W. H. and E. F. Eastin. 1978. Basic red rice research in Texas. Red rice research and control. pp. 27-29.

최충돈, 김순철, 이수관. 1991. **벼 직파재배에서** uniconazol **처리가 도복에 미치는 영향**. **농시논문집(수도)** 33(3) : 81-86.

朝鮮農會. 1935. **朝鮮農會報** 9(11) : 9-27.

Delouche, J. C., T. Teekachunhatean., and C. E. Vaughan. 1986. Secondary

dormancy in red rice seed. Proc. Rice Tech. Work. Group 21 : 74-75.

Dodson, W. R. 1898. Red rice. Louisiana Agric. Exp. Stn. Bull. 50 : 206-226.

Do Lago, A. A. 1982. Characterization of red rice(*Oryza sativa* L.) phenotypes in Mississippi. Ph. D. diss., Mississippi State Univ., Starkville, MS. 143p.

Dunand, R. T. 1988. Red rice--its impact on grain quality and its cultural control : A review of research in Louisiana, 1960-1982. Louisiana Agric. Exp. Stn. Bull. 792.

FFTC. 1995. Weedy rice. FFTC Newsletter 109 : 8.

Fontenot, H. A. 1973. Wild ducks fight red rice. Rice J. 76 : 14.

Helpert, C. W. 1981. Dormancy, germination, and emergence of red rice(*Oryza sativa L.*) in Rice Abstract. 5(7) No. 1395.

Huey, B. A., and F. L. Baldwin. 1978. Red rice control. Pages 19-25 *in* E. F. Eastin(ed.). Red rice : Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. 1270.

김재철. 1989. **적미종의 생리생태적 특성 및 벼와의 경합에 관한 연구. 충북대학교 박사학위논문집**.

金純哲, 崔忠惇, 李壽寬. 1991. **벼 乾畓直播栽培에서 雜草發生 生態와 防除. 農試論文集(作物保護篇)** 33(2) : 63-73.

Kwon, S. L. 1989. Red rice(*Oryza sativa*) interference and management in rice. Dissertation of Ph.D. Univ. of Arkansas.

Montealegre, F. A., and J. P. Vargas. 1989. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la poblacion de arroz rojoy los rendimientos del arroz comercial. Arroz(bogotá) 38(359) : 19-24.

Rohlf, F. J. 1989. NTSYS-PC Numercial taxonomy and multivariate analysis system, version 1.50. Exeter publ. New York.

Smith, R. J., Jr. 1979. How to control the hard-to-kill weeds in rice. Weeds Today. 10(1) : 12-14.

Smith, R. J., Jr. 1989. Economics of weed control in U. S. rice.Proc. Asian-Pacific Weed Sci. Soc. 12(3) : 39-51.

Sonnier, E. A. 1964. Red rice studies. Ann. Prog. Rpt., Rice Exp. Stn., La. Agri. Exp. Stn., Lsu Agricultural Center. 56 : 165-180.

Taylorson, R. B. 1972. Phytochrome controlled Changes in dormancy and germination of Buried weed seeds. Weed Sci. 20(5) : 417-422.

Vaughan. D. A. 1994. The wild relative of Rice-A Genetic Resources Handbook. IRRI. pp. 17-18.

Vincenheller, W. G. 1906. Rice growing in Arkansas. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull. 89 : 119-129.

Watanabe, H., Azmi, M., Md. Zuki, I. and Ho, N. K. 1994. Infestation of weedy rice(*padi angin*) in Direct seeded ricefields in Peninsular Malaysia. *Weed Research*, Japan 39(Supplement I) : 134-135.

柳島純雄. 1965. **雑草的立場からみた赤米(トウコン)の越冬と出芽について**. **雑草研究** No. 4 : 67-70.

제 3 장 재배 양식별 화학적 방제 효과

제 1 절 서 설

앵미의 생리 ·생태적 특성과 경종적 방제에 관해서는 국내에서도 몇 몇 연구가에 의해서 검토된 바 있다. 그러나 생리 ·생태적 특성과 결부된 효과적인 화학적 방제에 관한 구체적인 연구의 결과는 거의 이루어져 있지 않은 실정이다.

담수직파 재배에서 벼 출아후 직파용 SU합제 처리로는 앵미의 안정적인 방제가 매우 어렵다. 앵미와 재배벼는 同一 種이며 생리 ·생태적 특성이 거의 같기 때문에(Craigmiles 1978), 출아후 동일 생육기 처리로는 현재까지 개발된 직파용 제초제 어느 것으로도 선택적인 방제가 거의 불가능하다(Stehling & Kaufman 1986). 그러나 담수직파 재배에서 molinate를 파종전에 土壤混和處理하고 재배벼를 파종하면 입모와 수량의 감소 없이 앵미 방제에 높은 효과가 있다(Baker & Sonnier 1983). 이 때 파종후 물관리가 매우 중요한데 계속 담수상태를 유지하면서 초기에 짧은 기간의 건조기간이 있으면 재배벼의 입모에 영향을 주지 않고 앵미 방제율을 높일 수 있다(Smith 1981). 한편, molinate와 thiobencarb를 파종전에 土壤混和處理하거나 thiobencarb를 土壤表面處理하여 앵미를 선택적으로 방제할 수 있지만(Jose et al. 1999, Wirjahardja & Susilo 1980), 앵미에 따라서는 molinate와 thiobencarb에 대한 내성이 다르다(Said & Yukimoto 1995). 앵미는 재배벼에 비해 molinate와 thiobencarb에 대해 더 感受性이 있고(Baker & Bourgeois 1976), thiobencarb (4㎏/ha)를 처리할 경우 약해경감제로서 1, 8-naphthalic anhydride(NA)가 필요한 품종이 있는 반면 약해가 없는 품종도 있다(Wirjahardja & Parker 1977). 또한 NA와 calcium peroxide 등의 안정제나 보호제를 사용하면 재배벼에 대한 제초제의 약해를 경감시켜 앵미를 방제할 수 있다(Price 1977). 일본에서는 oxadiazon이 담수직파용으로 등록되었고, 동남아시아 및 歐美에서는 담수직파시 oxadiazon의 적용 보고는 매우 적은데 반하여, 남미, 브라질의 산다가다리나주에서는 담수직파시

파종전에 oxadiazon을 처리하므로서 앵미방제가 가능하기 때문에 건답직파를 담수직파로 90%까지 전환하였다.

한편, 파종전에 molinate를 토양 혼화처리하고 재배벼의 생육단계가 幼穗分化期나 穗孕期에 fenoxaprop-P-ethyl, 幼穗分化期에 sethoxydim, 90%이상 出穗했을 때 amidochlor, 100% 出穗하고 7일 경과후에 MH를 추가로 처리하면 파종전에 molinate만 처리했을 때보다 앵미 방제 효과를 높일 수 있다(Kwon 1989). 또한 amidochlor와 mefluidide 등의 植物生長調節劑를 처리하면 식물체의 신장을 억제하고 종자 발달을 하지 못하게 하여 앵미를 방제할 수 있고(Dunand et al 1986), mefluidide와 bentazon을 혼합하여 처리하면 앵미를 방제할 수 있다(Rao & Harger 1981). 이 밖에 파종전 molinate 처리로 방제되지 않은 앵미는 fluazifop, imazethapyr, quizalofop 등으로 방제할 수 있는데, 특히 fluazifop는 유수분화기에 앵미의 이삭 형성을 억제하는 효과가 있다(Salzman 1988). 한편, 앵미의 선택적인 방제의 어려움을 해결하기 위해 73개 벼 품종들에 대해 molinate에 대한 반응을 검정하여 molinate에 抵抗性이 있는 벼를 육성할 수 있음을 지적하였고(Richard et al 1979), 최근에는 分子遺傳技術을 이용하여 제초제에 저항성이 있는 벼를 육성하여 앵미의 선택적인 방제 가능성을 제시하고 있다(Braverman & Linscombe 1994).

화학적 방제를 통한 앵미 방제와 재배벼의 약해에 영향을 미치는 요인으로는 앵미의 생육단계, 재배종의 종류, 경합기간, 토양산도, 토양수분 및 시비조건 등이 중요한 요소로 작용한다(Smith 1988). 세계적으로 벼 생산지대인 미국, 남미, 유럽, 아프리카, 동남아 등의 어느 곳에서나 앵미 발생에 의한 수량 감소와 미질 저하로 경종적 및 화학적 방제에 노력을 기울여 좋은 성과를 얻고 있다. 하지만 각 지역마다 앵미의 종류와 특성, 기후, 토성, 재배품종, 재배양식 등에 차이가 있으므로 외국의 결과를 우리나라에 그대로 적용하기는 어렵고 우리나라의 현실에 맞는 독창적인 방제 방법을 모색하여야 한다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파) 재배시 파종전 처리 제초제의 효과

실험 포장의 주요한 耕種 槪要 및 토양의 특성은 표 3-1과 같으며, 施肥量은 질소: 인산: 칼리를 각각 11: 7: 8㎏/10a으로 하였고, 질소는 基肥-分蘖肥-穗肥를 파종 1일전-5엽기-출수전 20일에 각각 40-30-30%로 分施하고, 인산은 全量을 기비로 施用하였으며, 칼리는 기비 70%, 수비 30%로 분시하는 것을 원칙으로 하고, 포장의 토양 비옥도 및 벼의 생육상황에 따라 시비량을 조절하였다.

파종후 저온성 해충 방제를 위하여 carbofuran입제를 3㎏/10a 수준으로 살포하고, 파종후 10 15일에 多年生雜草와 一年生雜草 중 남아 있는 잡초의 방제를 위하여 잡초 엽기에 따라 직파용 SU합제 또는 SU에 cyhalofop-butyl이 함유된 합제를 일률적으로 처리하였다. 손제초구는 3회에 걸쳐 손제초 작업을 하였고, 파종전에 제초제를 처리하지 않은 구는 파종 10일전에 써레질을 하고 파종 10일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 3㎏/10a 수준으로 살포하였다. 파종후 20일에 초기 약해를 達觀으로 조사하고, 파종후 40일에 立毛數와 草長을 조사하였다. 앵미와 피의 방제 효과는 파종 70일후에 식물체의 건물중을 조사하여 無處理 對比 방제율로 산출하였고, 수확후 재배벼의 수량을 조사하였다. 파종후 병충해방제, 시비, 물관리 등은 관행법에 따라 실시하였다.

Table 3-1. The major cultivation methods and physiochemical properties of soil used in the experiment.

Field[1] number	Methods of direct-seeded rice	rice cultivar (Seeding rate)	Application date of herbicides before seeding	Seeding date	Soil texture	pH	Organic substance content (%m/m)	Cation exchange capacity (me/100g)
I	Water-seeded rice	Dasan (6kg/10a)	May 10	May 17	Silty clay	5.3	2.2	10.87
II	Water-seeded rice	Namcheon (5kg/10a)	May 14	May 21	Sandy clay loam	5.7	2.1	9.12
III	Wet drill-seeded rice	Dongjin (6kg/10a)	May 3	May 10	Silty clay	5.4	2.3	10.55
IV	Wet drill-seeded rice	Dongjin (6kg/10a)	May 5	May 12	Silty clay	5.4	2.3	10.55
V	Wet drill-seeded rice	Dasan (5kg/10a)	May 10	May 19	Loam	5.9	2.9	10.47
VI	Wet drill-seeded rice	Dasan (5kg/10a)	May 7	May 14	Loam	5.9	2.9	10.47
VII	Wet drill-seeded rice	Ilmee (5kg/10a)	May 5	May 13	Sandy clay loam	5.7	2.8	11.38
VIII	No-tillage wet drill seeding	Geummam (5kg/10a)	May 6	May 16	Silty clay loam	5.7	2.8	11.38
IX	No-tillage wet drill seeding	Dasan (5kg/10a)	May 9	May 19	Loam	5.9	2.9	10.47
X	No-tillage wet drill seeding	Gancheok (6kg/10a)	May 21	May 31	Sandy clay loam	5.7	2.8	11.38

1) I, Chonbuk National University field located in Chonju ; II, Jeong Hong Yong 'farm located in Jeongep ; III, IV, Chonllabukdo Pure Breed Seed field located in Iksan ; V, VI, Ryang Jin Hwan 'farm located in Chonju ; VII, VIII, Jang Dong Heuk 'farm located in Kimje ; IX, Ryang Jin Hwan 'farm located in Chonju ; X, Ahn Tea Hong 'farm located in Kimje

가. 담수표면산파

파종 7 10일전 담수상태에서 써레질을 한 직후에 oxadiazon은 12%유제 400 700㎖/10a, molinate는 10%입제 2.1 4.2kg/10a, thiobencarb는 7%입제 3 6kg /10a를 약량별로 살포후 5cm깊이로 혼화한 구와 표면에 그대로 살포한 구로 나누었다. 약제 처리후 7 10일간 3cm 깊이로 담수상태를 유지한 후 최아된 볍씨를 파종하였다. 파종후 淺水管理를 하고 벼가 출아한 다음 着根을 위하여 3 4일간 눈그누기를 실시한 후 再湛水하였다. 약제처리 7 10일후 볍씨를 파종하

고 입모가 된 다음 파종전 처리제초제로 방제가 어려웠던 一年生과 多年生 잡초의 방제를 위하여 파종후 10 15일에 SU합제를 일률적으로 체계처리 하였다.

나. 무논골뿌림

파종 7 10일전 담수상태에서 써레질을 한 직후에 oxadiazon은 12%유제 400 500㎖/10a, molinate는 10%입제 3 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 4.5 6㎏/10a를 살포하였다. 약제 처리후 5 8일간 담수상태를 유지한 후 배수하여 1 2일간 논을 굳힌 다음 직파기로 파종하였다. 파종후 볍씨의 이동을 막기 위해 서서히 담수하여 淺水狀態를 유지하고 벼가 출아한 후 着根을 위하여 3 4일간 눈그누기를 한 다음 재담수하였다. 1998년도 이후의 실험에서는 파종후 다음날부터 뿌리활착시까지 배수구를 두어 출아시까지 계속 담수구와 대비하였다.

다. 무경운 담수직파

담수 8일전에 越年生雜草와 低溫性 一年生雜草의 방제를 위하여 비선택성 제초제인 glyphosate를 잡초의 경엽에 충분히 묻도록 살포하였다. 이어서 파종 10일전에 담수하고 oxadiazon은 12%유제 500㎖/10a, molinate는 10%입제 3.5 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a를 살포하였다. 약제 처리후 5 8일간 담수상태를 유지하다가 배수하여 1 2일간 땅을 굳힌 다음 직파기로 파종하였다. 파종후 서서히 담수하여 淺水狀態를 유지하고, 벼가 출아한 후 着根을 위하여 3 4일간 눈그누기를 한 다음 재담수하였다.

2. 담수직파 재배시 파종전 처리 제초제의 약해 및 약효 변동 요인 구명

가. 담수직파 재배시 oxadiazon, oxadiargyl의 처리 방법에 따른 약해 및 제초효과 변동

표면적 4,200㎠의 콘크리트 폿트에서 수행되었으며, 공시토양은 미사질식토로

써 pH 5.3, 유기물함량 2.2, CEC 10.87㎎/100g 이었다. 로타리시 각구의 일정 면적에 앵미종자를 일정량 파종하고 담수후 정밀 써레질한 후 oxadiazon, oxadiargyl 소정약량을 처리한 다음, 혼화구는 레이키로 5㎝ 심도로 혼화하고, 표면처리구는 그대로 두었다가 최아볍씨(대산벼 5㎏/10a)를 고루 파종하였다. 그 이후의 물관리, 중기처리 제초제 처리, 병충해 방제, 시비 등은 전술한 일반 관행법에 준하여 실시하였다.

나. 담수직파 재배시 파종후 물관리 방법에 따른 벼의 약해 및 앵미와 피 방제 효과

1) 폿트 실험

표면적 4,200㎠의 콘크리트 폿트에 식양토를 채운 다음 완주산 앵미를 파종한 후 혼화하였다. 담수후 정밀하게 써레질을 한 다음 oxadiazon은 12%유제 500㎖/10a, molinate는 10%입제 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a를 살포하였다. 약제 처리 7일후에 파종하여 담수 폿트는 着根할 때까지 계속 담수상태를 유지하였고, 배수 폿트는 파종 1일후 배수하고 着根後 재담수하였다. 그 후의 시비, 물관리, 병충해 방제 및 조사 방법은 포장 실험에서와 동일한 방법으로 하였다.

2) 포장 실험

담수직파 재배시 파종 7일전에 oxadiazon은 12%유제 500㎖/10a, molinate는 10%입제 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a를 살포하고 7일후에 최아된 볍씨를 파종하였다. 담수 유지구는 파종 직후 계속해서 7일간 담수상태를 유지한 다음 3 4일간 눈그누기 후 재담수하였고, 배수구는 파종 1일후 배수하고 착근후에 재담수하였다. 그 이후 시간 경과에 따라 재배벼의 초기 생육과 앵미의 발생 양상을 조사하였다.

Table 3-2. The major cultivation methods and physiochemical properties of soil used in the experiment.

Field No.	Varieties (seeding rate)	Application date of herbicides before seeding	Application date of herbicides after seeding	seeding date	Soil				Plot (m^2)
					Soil texture	pH	Organic substance content (%m/m)	CEC (me/100g)	
I	Daesan Dongan (5kg/10a)	May 10.'98 May 7.'99	June 10.'98 June 8.'99	May 17 May 15	Clay loam	5.5	2.3	10.84	250
II	Ilmee (5kg/10a)	May 17.'99	June 17.'99	May 24	Loam	5.5	2.4	9.33	1000
III	Dongan (5kg/10a)	May 3.'99	May 30.'99	May 10	Silty clay	5.4	2.3	10.55	2000

I : Chonbuk National University field located in Chonju
II : Chonju Agricultual high school field located in Wanju
III : Chonllabukdo Pure Breed Seed field located in Iksan

위 실험1)에서 콘크리트 폿트의 담수직파시 파종후 물관리 방법의 차이가 벼의 입모, 약해 및 앵미와 피의 방제효과에 미치는 영향을 조사하였는데, 본 연구는 포장조건에서 이를 확인코자 3개 포장조건에서 시험을 실시하였다.

다. 담수직파 재배시 재벼벼의 파종심도와 최아정도의 차이가 입모와 생육에 미치는 영향

담수직파의 기술정착에 있어서 가장 중요한 사항은 도복, 잡초방제와 더불어 초기 입모 확보라 할 수 있다. 본 연구에서는 성공적인 입모 확보와 초기 생육의 촉진으로 잡초와의 경합력을 재고하기 위한 방법의 하나로 볍씨의 파종심도와 최아정도의 차이에 따른 입모와 초기 생육에 미치는 영향을 3가지 품종에 대하여 검토하고자 하였다.

1) 폿트 실험

콘크리트 폿트에 식양토를 일정량 채우고 3 4cm 깊이로 담수한 후 일정량의 복비를 뿌리고 써레질 후 3종류 제초제의 소정약량을 살포하였다. 그후 8일간

담수상태를 유지한 후 배수하여 지표면을 약간 굳힌 다음, 1㎝ 깊이 파종구는 최아정도가 다른 볍씨 15립을 1㎝내외의 깊이에 핀셋으로 파종하였고, 표면산파구는 지표면에 그대로 15립을 파종하고 진압하였다. 파종 1일후 2㎝ 내외의 깊이로 담수하고 출아시까지 그대로 유지한 후 3일간 눈그누기를 한 다음 재담수하였다. 그 이후의 추비, 병충해방제, 물관리 등은 관행법에 따랐다. 낙종후 경시적으로 약해를 조사하였고, 파종 30일 후에 엽령, 폿트당 입모수, 초장 등을 측정하여 무처리구에 대한 백분율을 구하였다.

2) 포장실험

균일한 써레질을 한 후 4종류의 제초제 소정 약량을 각 시험구에 처리한 다음 7일간 담수상태를 그대로 유지한 후 배수하여 지표면을 약간 굳혔다. 무최아 볍씨는 침종만 2일간 하였고, 최아 볍씨는 유아 길이가 3㎜내외 되게하여 각 구에 일정량씩 토양표면에 산파하였다. 낙수구는 파종 다음날 배수하여 볍씨의 뿌리가 활착할때까지 건조상태를 유지한 후 재담수하였고, 담수유지구는 유아가 출아할때까지 5 6일간 담수상태를 유지하다가 배수하여 3일간 눈그누기를 실시한 후 재담수하였다. 그 이후 시비, 중기처리 제초제의 처리, 병해충방제, 물관리, 조사방법 등은 폿트시험에 준하여 실시하였다.

라. 토양처리형 제초제에 대한 蒐集 앵미의 感受性

앵미 9종을 담수조건의 폿트(530㎠)에 60립씩 파종한 후 oxadiazon은 12%유제 400 600㎖/10a, molinate는 7%입제 3 6㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 3 6㎏/10a를 살포한 다음 경시적으로 앵미 발생 억제 효과를 조사하고, 파종후 40일에 출아된 유묘의 건물중을 조사하여 무처리 대비 방제율을 산출하였다.

마. 앵미의 催芽程度에 따른 oxadiazon에 대한 반응

장립형인 완주산 앵미와 단립형인 죽산산 앵미를 25℃에서 24시간 침지만시킨 경우, 2㎜정도 최아시킨 경우 및 10㎜정도 최아시킨 경우로 나누어 폿트(530㎠)에 60립씩 파종하였다. 파종 직후 oxadiazon 12%유제 500㎖/10a를 3cm 깊이의 담수상태에서 살포하고, 파종 20일후 폿트당 立毛數와 초장을 조사하였다.

바. 앵미의 催芽程度에 따른 oxadiazon, molinate, thiobencarb에 대한 반응

전년도 연구에서 앵미의 파종전 토양처리형 제초제 처리시 앵미에 대한 방제효과는 약제처리당시 앵미의 최아된 정도에 따라서 그 차이를 보였다. 즉, 최아가 진전된 것일수록 흡수량이 많아 공시제초제인 oxadiazon의 영향을 더욱 크게 받았다. 본 연구는 공시약제를 oxadiazon 외에 thiobencarb, molinate 로 확대하여 완주산 앵미의 최아정도에 따른 앵미의 생육억제정도를 규명코자 하였다.

앵미중 장립형인 완주산 앵미를 수침만 2일하고 전혀 최아시키지 않은 경우, 2㎜정도 최아시킨 경우, 5㎜정도 최아시킨 경우로 나누어 파종하였다. Oxadiazon의 농도는 지금까지의 실험결과 재배벼에 약해를 주지 않고 앵미방제에 효과적인 60g a.i/10a 수준으로 하였고, thiobencarb의 농도는 420g a.i/10a, molinate는 450g a.i/10a 수준으로 하여 3cm 깊이의 담수상태에서 살포하였다. 파종 40일후에 폿트당 입모수, 초장을 파종전 처리를 하지 않은 무처리구와 대비하여 조사하였다.

사. Oxadiazon의 畓表面水中 消失과 토양 吸着

1) Lysimeter 조건의 표면수중 oxadiazon의 농도 변화

실험에 사용된 lysimeter는 문 등(1993)이 사용한 방법에 따라 조성하였다. 원형 플라스틱 폿트(직경 90cm, 높이 90cm, 표면적 6,358㎠)를 처리 내용별로 고정 배치하고 폿트의 하단부로부터 일정량의 자갈, 모래 및 공시 토양을 充塡

한 다음 물을 공급하여 表土를 균질화하였다. Lysimeter의 表層部에 充塡된 공시 토양은 식양토와 사양토를 사용하였으며, 각 토양의 주요 특성은 표 3-3과 같다. 표층의 토양을 고르게 정지한 직후 3cm 깊이의 水深을 유지한 상태에서 oxadiazon 12%유제 500㎖/10a를 살포하였다. Lysimeter의 漏水量은 1일 1cm로 조절하였으며, 소형 피펫을 사용하여 약제 처리후 30분부터 經時的으로 표면수를 채취하여 잔류유효성분을 분석하였다.

Table 3-3. The major physiochemical properties of soils used in the experiment.

Soil[1)]	Particle size distribution(%)			pH (1:5, H_2O)	Organic substance content (%m/m)	Cation exchange capacity (me/100g)
	Sand	Silt	Clay			
CL	27	35	38	5.5	2.3	10.84
SL	58	24	18	5.2	1.2	8.67

1) CL : Clay loam, SL : Sandy loam

표면수중에 존재하는 oxadiazon의 抽出 및 分析은 농촌진흥청 農藥殘留試驗法을 일부 변형하여 실시하였다. 먼저 채취한 표면수 중에서 150㎖를 취하여 여과지(Whatman no. 5)와 Celite 545(#87367, Fluka, Switzerland)를 이용하여 Buchner funnel상에서 신속히 여과하였다. 濾液은 separatory funnel에 옮기고 약 50㎖의 증류수를 추가로 여과 funnel에 통과시켜 funnel 및 收去用器를 충분히 세척한 다음, separatory funnel의 여액과 합하여 총량이 200㎖가 되도록 하였다. 이 여액을 150㎖의 dichloromethane(Merck, Germany)으로 3회에 걸쳐 分劃하고 dichloromethane層을 수집하여 30℃에서 감압건고시켰다. 濃縮用器에 약 5㎖의 n-hexane을 가하여 잔존물을 용해시킨 다음, 이 n-hexane 농축액을 10g의 florisil이 充塡된 유리 컬럼(직경 1.5cm, 높이 60cm)에 가하였다. 컬럼

에 n-hexane/ethyl ether(80:20, v/v) 100㎖를 가하여 流出시켜 버리고, 컬럼에 n-hexane/ethyl ether(95:5, v/v) 100㎖를 통과시켜 그 용출액을 수거하였다. 용출액을 다시 30℃에서 감압건고시킨 후 5㎖의 농약분석용 hexane(Merck, Germany)을 가하고 용기내의 잔존물을 충분히 용해시켜 분석 시료로 사용하였다.

Table 3-4. Analytical conditions of gas chromatography.

Instrument	HP-6890, Hewllet Packard, USA
Temperature	Injector : 250℃ Oven : 230℃ Detector : 250℃
Column	HP-608 capillary(0.53mm x 25m)
Detector	Electron capture detector
Carrier gas	N_2, 4㎖/min
Injection volume	1 ㎕
Retention time	5.15min.
Detection limit	25ppb

표면수로부터 추출한 oxadiazon은 표 3-4와 같은 조건으로 안정된 gas chromatography(이하 GC로 표기)를 이용하여 분석하였다. 무처리 토양에 oxadiazon 표준품(98.9%)을 稀釋하여 0.2 1ppm 수준으로 처리한 回收率 실험에서 上記 분석법에 의한 oxadiazon의 回收率은 92.7 95.4%로 조사되었다.

2) 포장에서 답표면수중 oxadiazon의 농도 변화

토양의 특성이 다른 4군데의 시험 포장에 처리구를 조성하고, 써레질 직후 3cm 깊이의 담수조건에서 oxadiazon 12%유제 500㎖/10a를 살포한 다음 경시적

으로 답표면수를 채취하고 GC를 이용하여 약제 성분을 분석하였다. 시험 포장 토양의 주요 특성은 표 3-5와 같으며, oxadiazon의 추출과 분석은 위의 실험 (1)과 동일한 방법으로 하였다. 무처리 토양에 oxadiazon 표준품을 稀釋하여 0.2 1ppm 수준으로 처리한 回收率 실험에서 上記 분석법에 의한 oxadiazon의 회수율은 91.6 94.3%로 조사되었다.

Table 3-5. The major physiochemical properties of soils used in the experiment.

Soil[1)]	Particle size distribution(%)			pH (1:5, H_2O)	Organic matter content (%m/m)	Cation exchange capacity (me/100g)
	Sand	Silt	Clay			
SiC	9	47	44	5.4	2.3	10.55
SiCL	19	42	39	5.6	2.0	9.24
SCL	46	24	30	5.0	1.8	8.53
SiC	6	49	45	5.3	2.2	10.87

1) SiC : Silty clay, SiCL : Silty clay loam, SCL : Sandy clay loam,

3) 토양 조건의 要因別 oxadiazon의 흡착 특성

Oxadiazon의 토양중 흡착 실험은 문 등(1993)과 한(1998)의 방법에 따라 수행하였으며, 실험에 사용된 토양의 주요 특성은 표 3-5와 같다. 토성별 흡착 실험에서는 4종의 風乾土壤 5g에 5 50ppm 수준의 oxadiazon 표준품을 포함한 수용액 100㎖를 가하고 室溫에서 왕복진탕기를 이용하여 100rpm에서 6시간동안 진탕하였다. 진탕한 토양을 3,000rpm에서 10분간 원심분리한 다음, 上澄液을 취하고 다시 12,000rpm에서 15분간 원심분리하였다. 2차 원심분리후 얻어진 상등액을 분석 시료로 사용하였으며, 용액중에 존재하는 oxadiazon의 정량은 위 실험 (1)에 서술된 방법에 준하여 용액중 약제의 추출 및 GC 분석에 의하여 실시하였다.

온도별 흡착 실험에서는 4종의 공시 토양에 대하여 5ppm수준의 oxadiazon을 처리하고, 15 30℃로 조정한 항온기에서 6시간동안 靜置하였다가 上記와 동일한 방법으로 분석하였다. 흡착 시간별 실험은 토성이 다른 2종의 토양에 대하여 5ppm수준의 oxadiazon을 처리하고 0.5 12시간동안 진탕하는 방법으로 실시하였다.

흡착된 약제의 양은 처리량으로부터 용액중에 남아 있는 양을 뺀 값으로 산출하였으며, 시간 경과에 따라 나타난 토양중 oxadiazon의 흡착량 변화는 양 등이 제시한 반응 모델식을 토대로 吸着半減期를 산출하였다.

3. 건답직파 재배시 앵미 및 피의 방제

가. 체계처리에 의한 방제

본 실험은 1997년 4월부터 10월까지 전북대학교 농과대학 부속농장 논 포장에서 수행하였다. 4월 20일 15cm 깊이로 경운하고, 4월 27일 1차 써레질한 다음, 7일후에 2차 써레질을 하여 碎土와 整地作業이 정밀하게 되도록 하였다. 일품벼를 공시 품종으로 하였으며 파종량은 5㎏/10a 수준으로 하였고, 제초제의 처리 내용은 공시한 제초제별로 특성에 따라 추천일자에 추천량(일부는 배량)을 처리하였다. 旱魃로 토양수분 부족시에는 5m 간격으로 만들어진 물고랑을 통하여 適濕이 유지되도록 灌水하였고, 파종 44일후에 3cm 깊이로 담수한 다음 10일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 살포하였다.

공시 제초제의 벼 생육에 미치는 영향은 제초제 처리후 경시적으로 달관에 의하여 약해정도(0 9)를 평가하였으며, 파종 40일후에 ㎡당 입모수와 초장 및 분얼수를 조사하였다. 제초 효과는 1차로 건답기간중인 6월 14일 각 시험구별로 ㎡당 잡초를 모두 뽑아 草種別로 분류하여 本數와 生體重을 조사하여 무처리 대비 방제율로 산출하였고, 2차로 수확전인 9월 15일에 전 시험구별로 殘存

雜草를 뽑아 초종별로 본수와 건물중을 조사하여 방제율을 산출하였다. 병충해 방제는 6월 29일과 8월 10일 두차례에 걸쳐 살충·살균제를 혼합하여 살포하였으며, 기타 재배법은 건답직파의 일반 관행법에 준하여 실시하였다.

나. 早期 播種後 벼 出芽前 비선택성 제초제+토양처리형 제초제에 의한 방제

전년 11월에 秋耕을 한 후 1998년 4월 초에 파종을 예정하였으나, 파종 適期에 강우가 잦아 5m 간격으로 배수로를 설치하여 배수를 시도하였으나 로타리를 하는데 알맞는 건토상태 유도는 어려웠다. 앵미 발생을 유도하기 위하여 완주산 앵미를 1㎏/10a 수준으로 파종하고 1차 로타리를 하였으나, 균일한 整地作業은 어려워 10일후에 2차 로타리를 하였다. 파종 2일전에 월년생잡초를 비롯한 앵미, 피 및 기타 잡초의 방제를 위하여 비선택성 제초제인 paraquat 액제 300㎖/10a를 살포하였다.

승용이앙기에 직파기를 부착하여 동안벼를 6㎏/10a 수준으로 파종하고, 5일후에 butachlor유제 300㎖/10a와 pendimethalin유제 500㎖/10a를 혼합하여 잡초의 경엽에 고루 살포하였다. 벼의 출아가 고르게 된 다음 파종 25일후에 시험구 전면에 4 5cm 깊이로 담수하여 중기 일발처리제를 살포하였다.

Table 3-6. Common name, application rate and time of herbicides used in dry-seeded rice field[1].

No	Herbicides treated before flooding[2]	Herbicides treated after flooding	Application rate (prod. /10a)		Application time	
			Herbicides treated before flooding	Herbicides treated after flooding	Herbicides treated before flooding (DAS[3])	Herbicides treated after flooding (DAF[4])
I	Weed Check	-	-	-	-	-
II	Hand Weeding	-	-	-	-	-
III	Bif+Pen	Pyraz+Molin	500㎖	3㎏	5	10
IV	Bif+Pen	Pyraz+Molin	1,000㎖	〃	〃	〃
V	Oxa+Pen	Pyraz+Molin	300㎖	〃	〃	〃
VI	But fb	Piper+Dimet	3㎏ fb 2,000㎖	〃	5 fb 29	〃
VII	Cyh+Ben (0.07+2.1G)	Bensul+Molin	3㎏ fb 2,000㎖	〃	〃	〃
VIII	Thio fb Cyh+Ben	Pyraz+Molin	300㎖ fb 500㎖+300㎖	〃	5 fb 21	〃
IX	Buta fb Prop+Pendi+Prop	Pyraz+Molin	500㎖ fb 800㎖	〃	〃	〃
X	Pendi fb Prop	Pyraz+Molin	400㎖ fb 500㎖	〃	〃	〃
XI	Oxadi fb Prop+Thiob	Molin+Simet	300㎖+300㎖	〃	16	〃
XII	Paraq+Buta	Molin+Simet	600㎖+300㎖	〃	〃	〃
XIII	Paraq+Buta	Piper+Dimet	500㎖	〃	20	〃
XIV	Prop+Pendi	Molin+Simet	500㎖	〃	〃	〃
XV	Prop+Pendi	Molin+Simet	1,000㎖	〃	〃	〃
XVI	Prop+Pendi	Molin+Simet	500㎖	〃	〃	〃
XVII	Prop+Thiob	Molin+Simet	500㎖	〃	〃	〃
XVIII	Prop+Molin	Piper+Dimet	1,000㎖	〃	〃	〃
XIX	Cyhal+Benta	Piper+Dimet	2,000㎖	〃	〃	〃
	Cyhal+Benta					

1) Bifen, bifenox; pendi, pendimethalin; oxadi, oxadiazon; buta, butachlor; cyhal, cyhalofop-butyl; benta, bentazon; thiob, thiobencarb; prop, propanil; paraq, paraquat; molin, molinate; pyraz, pyrazosulfuron-ethyl; piper, piperophos; bensul, bensulfuron-methyl; simet, simetryn

2) EC : Emulsifiable concentrate; GR, Granule; ME, Microemulsion,

3) DAS : Days after seeding

4) DAF : Days after flooding

표 횡

다. 파종전 乾土混和 處理에 의한 방제

1차 로타리를 한 후 oxadiazon은 12%유제 800㎖/10a, molinate는 10%입제 4.2㎏/ 10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a를 살포하고 碎土作業을 하면서 5㎝ 내외의 깊이로 土壤混和處理를 하였다. 강우로 과습이 되었을 경우에는 배수하여 땅을 굳힌 다음 가볍게 로타리를 하고 건답직파기로 파종하였다. 벼가 출아하기 전에 잡초가 남아 있는 부분은 pendimethalin+propanil 유제 500㎖/10a를 잡초의 경엽에 묻도록 살포하였다. 벼의 엽기가 3 4엽 정도로 진전된 후 담수하고, 담수 5일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 3㎏/10a 수준으로 살포하였다. 파종 40일후에 초기 약해를 달관으로 조사한 다음 경시적으로 입모수, 초장을 조사하였다. 앵미에 대한 방제 효과는 건물중을 조사하여 무처리 대비 방제율로 산출하였고, 수확 후 수량을 조사하였다.

라. 파종전 건토혼화 처리후 물관리 방법의 차이에 따른 방제

전년 11월에 秋耕을 하고 1998년 4월 초에 5m 간격으로 배수로를 설치한 다음 1차 써레질을 하였으나, 잦은 강우로 다시 배수로를 통하여 토양을 건조시킨 후 2차 써레질을 하였다. 그 후 oxadiazon은 12%유제 800㎖/10a, molinate는 10%입제 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a를 살포한 다음 5cm 내외의 깊이로 건토혼화하였다. 물관리 방법은 건토혼화후 즉시 담수하여 7일간 담수구, 혼화 3일후부터 4일간 담수구 및 혼화후 무담수로 구분하였다. 파종은 건답상태에서 승용이앙기에 직파기를 부착하여 실시하였으며, 벼의 출아가 고르게 된 파종후 25일에 담수하고, 담수후 10일에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 3㎏/10a 수준으로 살포하였다.

1998년도에 이어 건토혼화처리후 물관리방법의 차이에 따른 약해, 앵미 및 피의 방제효과에 대하여 시험을 다시 실시하였다. 지난해 11월에 15㎝깊이로 가을갈이를 하였고, 1999년 4월 15일 완주산 앵미 1㎏/10a 및 복합비료 20㎏ 2포

/10a를 살포하였다. 4월 16일 건토조건에서 1차로타리를 치고 5m 간격으로 관배수로를 만들었으며, 3종류의 제초제 소정량을 처리하고 5㎝내외의 깊이로 건토혼화하였다. 1구 면적을 125㎡(5m × 25m)로 하고 뚝을 쌓은 다음 7일 담수유지구와 4일 담수 유지구는 각각 소정일 담수한 후 배수하여 건조시켰고, 건토상태 그대로 유지할 구는 무담수 상태로 두었다. 5월 3일 파종할 예정이었으나 강우로 연기되었으며, 5월 5일 건답유지구는 바스타(glufosinate-ammonium)를 처리하여 이미 발생한 잡초를 방제하였다. 담수 또는 강우에 의하여 표토가 너무 단단해졌기 때문에 5월 9일 전 시험구를 가볍게 2차로 로타리를 한 다음 5월 10일 동안벼를 가우초로 분의한 후 태홍식 직파기로 파종하였다. 5월 11일 담수하지 않은구는 표 3-6에 표시한 약제{마세트(butachlor), 스톰푸+마세트(pendimethalin+butachlor), 초자비(anilofos+pendimethalin) 등}를 처리하였다. 일차처리만으로는 각구 모두 피, 바랭이 등의 잔초가 있었으므로 6월 5일 전 시험구에 대하여 피안커(pyribenzoxim 80 ℓ/20 ℓ)를 경엽처리하였다. 6월 19일 담수하에 내노내(pyrazosulfuron-ethyl+pyriminobac-methyl 3㎏/10a)를 처리하였고, 6월 21일 잡초종류별로 본수와 건물중을 조사하였다. 6월 26일 10a당 요소 4㎏, 파단 3㎏, 오리자 3㎏을 혼합하여 살포하였고, 7월 7일 생육조사(입모수 및 초장)를 실시하였다. 앵미는 8월 28일(파종 108일후)에 각 시험구마다 포기별로 채취하여 건물중을 조사하고 무처리구에 대한 방제율을 산출하였다.

마. 禾本科 選擇殺草性 경엽처리형 제초제에 대한 감수성

1) 직파재배에 대한 fenoxaprop-P-ethyl의 적용성 구명

파종전 처리에 의하여 방제되지 않고 잔존하는 피에 대하여 완전 방제를 목적으로 화본과 경엽처리형 제초제의 적용성 여부를 조사하였다. 시험 전년도에 채종한 피 종자를 육묘하여 생장단계별로 소형폿트에 이식한 후에

fenoxaprop-P-ethyl과 bentazone 을 혼합하여 처리하였다. 약제처리 당시의 피의 생육단계는 4 5엽기와 6 7엽기로 조정하였으며, 약제처리 35일 후에 지상부의 건물중을 측정하였다. Fenoxaprop-P-ethyl 및 bentazon의 농도는 각각 3.5 21 및 80 480 g a.i/10a 수준이었다.

2) 앵미의 생육단계 및 종별 감수성

1997년에는 앵미 9종과 재배벼 2개 품종에 대하여 fenoxaprop-P-ethyl 단제, fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon 또는 pyribenzoxim을 혼합한 합제, sethoxydim, amidochlor, MH를 처리하였고, 1998년에는 앵미 9종과 재배벼 4개 품종에 대하여 fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim 단제와 fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon 또는 pyribenzoxim 합제의 혼합 농도를 달리하여 생육 시기별로 경엽에 살포한 후 경시적으로 재배벼에 대한 약해 및 앵미의 방제 효과를 조사하였다.

1999년도 연구에서는 1997 1998년도 연구결과를 토대로 화본과선택살초성 제초제의 앵미 방제효과를 증대시키기 위하여 개화기에 약제를 단제와 혼합제로 구분한 후 농도를 각각 달리하여 살포한 후 공시 앵미종의 불임률과 재배벼의 임실률, 수장, 1차지경, 2차지경수, 총영화수 등을 조사하였다. 공시한 약제의 약량과 처리 시기 및 처리 당시 앵미와 재배벼의 생육 단계는 다음과 같다(표 3-7 11).

Table 3-7. Application rate of foliar treatment herbicides to control red rice used in 1997 experiment.

Herbicides	Application rate(g a.i/10a)
Fenoxaprop-P-ethyl	14
Fenoxaprop-P-ethyl+Bentazon	14+320
Fenoxaprop-P-ethyl+Pyribenzoxim	14+3
Sethoxydim	11
Amidochlor	170
MH	170

Table 3-8. Application date and growth stage of red rices and rice cultivar at the time of applying herbicides in 1997 experiment.

Application date	Growth stage[1)]										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Aug 6	IT PI	IT PI	IT	PF B	PF B	PF B	PF B	IT PI	PF B	PI PF	PF

1) I, Wanjuaengmi ; II, Buryangaengmi ; III, Juksanaengmi ; IV, Hosiaengmi ; V, Youngdongaengmi ; VI, Onyangaengmi ; VII, Youngsiaengmi ; VIII, Uljuaengmi ; IX, Susungaengmi ; X, Dongjinbyeo ; XI, Gancheokbyeo
IT, Inefftive tiller ; PI, Panicle initiation ; PF, Panicle formation ; B, Booting

Table 3-9. Application rate of foliar treatment herbicides to control red rice used in 1998 experiment.

Herbicides	Application rate(g a.i/10a)
Fenoxaprop-P-ethyl	7, 14, 17.5
Bentazon	320
Pyribenzoxim	3, 6, 7.5
Fenoxaprop-P-ethyl + Bentazon	7+160, 10.5+160, 10.5+240, 14+240, 17.5+240, 17.5+320, 21+320, 24.5+400
Fenoxaprop-P-ethyl + Pyribenzoxim	7+3, 10.5+4.5, 14+6, 17.5+6, 17.5+7.5, 21+7.5, 24.5+9

Table 3-10. Application date and growth stage of red rices and rice cultivar at the different time of applying herbicides in 1998 experiment.

Application date	Growth stage												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
July 7	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET	ET
July 17	ET	ET	ET	IT	IT	IT	IT	ET	IT	IT	IT PI	ET	ET
July 27	IT	IT	IT	PI PF	PI PF	PI PF	PI PF	IT	PI PF	PI	PI PF	IT	IT
Aug 4	PI	PI	IT PI	B	B	B	B	PI	B	PF	PF B	PI	PI
Aug 10	PF	PF	PI PF	LB	LB	LB	LB	PF	LB	B	B L B	PF	PF
Aug 17	B	B	B	20%H	20%H	20%H	30% H	B	20%H	LB	10% H	B	B
Aug 24	30% H	20% H	LB	90%H	90%H	90%H	100% H	10% H	90%H	60% H	80% H	10% H	20% H

I XIII : I, Wanjuaengmi ; II, Buryangaengmi ; III, Juksanaengmi ; IV, Hosiaengmi ; V, Youngdongaengmi ; VI, Onyangaengmi ; VII, Youngsiaengmi ; VIII, Ujuaengmi ; IX, Susungaengmi ; X, Dongjinbyeo ; XI, Gancheokbyeo ; XII, Daesanbyeo ; XIII, Donganbyeo

ET, Effective tiller ; IT, Ineffctive tiller ; PI, Panicle initiation ; PF, Panicle formation ; B, Booting ; LB, Late booting ; H, Heading

Table 3-11. Application rate of herbicides used in 1999 experiment.

Herbicides	Application rate(g a.i/10a)
Fenoxaprop-P-ethyl	7
Fenoxaprop-P-ethyl	14
Fenoxaprop-P-ethyl	21
Bentazon	160
Bentazon	320
Bentazon	400
Pyribenzoxim	3
Pyribenzoxim	6
Pyribenzoxim	9
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	7+160
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	10.5+160
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	10.5+240
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	14+240
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	17.5+240
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	17.5+320
Fenoxaprop-P-ethyl +Bentazon	24.5+400
Fenoxaprop-P-ethyl +Pyribenzoxim	7+3
Fenoxaprop-P-ethyl +Pyribenzoxim	14+6
Fenoxaprop-P-ethyl +Pyribenzoxim	14+9
Fenoxaprop-P-ethyl +Pyribenzoxim	17.5+6
Fenoxaprop-P-ethyl +Pyribenzoxim	17.5+9

제 3 절 결과 및 고찰

직파재배는 크게 두 가지 방법으로 나누는데, 담수조건에서 써레질하고 파종하여 무논상태에서 재배하는 담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파, 산파)와 건답상태에서 耕耘·整地作業과 파종작업을 하며 파종후 30 40일은 건답상태를 유지하고, 그 후 담수하여 재배하는 건답직파로 나누어진다. 앵미 방제 방법에는 직파재배 양식별로 차이가 있으므로 이에 주안점을 두고 실험을 실시하였다.

양 등(1997)은 앵미 방제를 위한 재배양식별 시험에서 건답직파에 유망한 제초제 17가지를 선택하여 약제 특성에 따라 시기별로 유망한 제초제를 처리하거나 또는 체계처리를 하였으나 앵미 방제는 불가능하였다. 다만 담수표면산파나 무논골뿌림 재배시 파종 7 10일전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb를 처리하고, 입모후 SU합제를 처리할 경우 앵미에 대한 방제 효과가 현저하였다. 따라서 본 연구에서는 일차적으로 담수직파재배에 있어서 파종전에 화본과에 대한 방제력이 일발처리제인 설포닐우레아(SU)합제보다 강력하고, 가격이 저렴하며 벼에 대한 안전성도 높은 초기 처리 제초제의 효과에 주안점을 두고 실험하였다. 그 이유는 앵미와 재배벼는 동일 종으로 생리·생태적 특성이 거의 같아 출아후 동일 생육기 처리로는 현재까지 개발된 직파용 제초제 어느 것으로도 선택적인 방제는 거의 불가능하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 벼 파종 7 10일전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb를 처리하여 앵미의 발아와 생장을 억제하고, 약제의 有效成分이 감소된 상태에서 볍씨를 파종할 경우 앵미 방제가 가능한지를 검토하였다. 파종전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하는 원리는 위 3종의 제초제를 포함한 대부분의 제초제들은 잡초 출아시 幼芽에 대하여 가장 민감하게 작용하기 때문이다. 따라서 앵미 출아시 幼芽部를 통하여 약액이 흡수되어 출아가 억제되거나 枯死되고, 약제 처리후 5

10일이 경과되는 동안 제초제의 유효성분은 논 토양에 거의 吸着되어 약액이 消失된 상태에서 볍씨를 파종할 경우 재배벼에 거의 약해 없이 입모가 가능할 것에 着眼하였다.

1. 담수직파 재배시 파종전 처리 제초제의 효과

가. 담수표면산파

담수표면산파는 써레후 배수하여 논 표면을 건조시킬 필요가 없고, 직파기계 없이도 파종이 가능한 재배법이기 때문에 작업 절차가 간편하다. 또한 잡초 방제 측면에서도 다른 직파 재배법보다 유리하기 때문에 농민들이 選好하는 재배방법이지만 倒伏에 대한 안전성이 부족한 것이 결점이다. 그러나 직파적응 품종의 선택, 시비량의 조절, 중간물떼기, 倒伏輕減劑 처리 등에 의해 도복으로 인한 피해를 줄일 수 있다. 처리 약제의 施用藥量은 3 4단계, 처리시기는 파종 7일전과 10일전 처리, 처리방법은 5㎝ 깊이의 혼화처리와 표면처리로 나누어 시험을 실시하였던 바 그 결과는 표 3-12와 같다.

1) 벼의 초기약해 및 생육

Oxadiazon은 처리약량별로는 60g a.i/10a 약량까지는 거의 약해가 없었고, 입모율도 큰 차이가 없었으나 그 이상의 약량(72g 84g a.i/10a)에서는 출아가 지연되는 등 약해가 인정되었고, 입모수도 다소 떨어졌다. 그러나 처리시기별(파종10일전, 7일전 처리), 처리방법별(표면처리, 5㎝혼화처리)로는 초기 약해 및 생육에 차이가 없었다. 그러나 고약량 처리구의 약해도 경시적으로 점차 회복되어 파종 40일후에는 무처리구와 큰 차이가 없었다. Molinate와 thiobencarb는 최고약량인 400, 420g a.i/10a 까지는 약해가 거의 없었으며 처리방법별 차이에도 약해가 거의 없었다(표 3-12).

Table 3-12. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice(Chonbuk national university field, 1997)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i./10a)	Application time[3]	Application method before seeding[4]	Crop[5] Injury (0 9) 20 DAS	Seedling stand (no./m²) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding Effect(%) Red rice	Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	-	0	112a	18.8a	219b	69.3 g/m²	105 g/m²
Handy weeding	-	-	-	0	113a	26.8a	538a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	48 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	1	116a	27.4a	527a	93a	97a
		10DBS fb 15DAS	surface	1	108a	29.7a	541a	93a	89a
	60 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	1	100b	27.5a	521a	96a	92a
		10DBS fb 15DAS	Surface	1	108a	26.9a	529a	90a	91a
			Incorporation	1	100b	27.6a	542a	100a	89a
	72 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	1.5	84bc	26.6a	538a	100a	98a
		10DBS fb 15DAS	Surface	1.5	109c	28.0a	515a	93a	95a
			Incorporation	1.5	88bc	25.2a	523a	100a	98a
	84 fb 2.1+150	10DBS fb 15DAS	Incorporation	2	84bc	25.2a	527a	100a	95a
Molinate fb P+M	210 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0	109a	28.0a	521a	64b	91a
			Incorporation	0	112a	29.5a	510a	77b	95a
	300 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0	108a	28.0a	536	71b	97a
			Incorporation	0	104a	28.8a	530	72b	82a
	420 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0	112a	28.0a	529a	79b	88a
			Incorporation	0	104a	28.9a	515a	75b	98a
Thiobencarb fb P+M	210 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0	112a	27.0a	516a	67b	90a
	300 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0	124a	28.0a	527a	74b	95a
	420 fb 2.1+150	7DBS fb 15DAS	Surface	0.5	120a	28.0a	514a	77b	92a
			Incorporation	0.5	116a	27.0a	510a	80b	98a
Untreatment before seeding fb P+M	2.1+150	15DAS	Surface	0	100b	27.3a	495b	39c	88a

1) Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.
2) P+M: Pyrazosulfuron-ethyl+Molinate
3) DBS : Days before seeding, DAS : Days after seeding
4) Incorporation : Incorparation depth 5cm
5) 0 : no injury, 9 : completely killed

파종전 처리로 이와 같이 약해가 輕微한 것은 3가지 제초제 모두 벼에 대해 약해가 적은 안전한 제초제로 알려져 있으며, 약해 증상은 뿌리에 대한 영향은 적고 幼芽部를 통하여 약제 성분이 흡수될 때 가장 심하기 때문으로 생각된다. 그런데 공시한 3가지 제초제 모두 토양 흡착력이 강하기 때문에 약제 처리후 시간이 경과됨에 따라 畓表面水의 농도는 급격히 감소하고, 처리층은 지표하에 형성되므로 表層에 최아 볍씨를 파종하더라도 幼芽部를 통한 흡수는 거의 없어 볍씨가 토양중에 묻히지 않는 한 약해는 거의 없게 된다(今井康史 1986, 一前宣正 1980). 그러나 토양중에 있는 앵미는 출아시 미리 처리된 약액을 발아단계에서부터 幼芽로 흡수하여 치명적인 해를 받게 되어 발아가 억제되거나 출아후 바로 고사하게 된다.

整地作業이 제대로 된 포장의 경우에는 공시한 파종전 처리 제초제 모두 초기 약해가 경미하거나 거의 없었고, 입모수도 적절하였으며 그 이후의 생육도 손제초구에 비하여 거의 차이가 없었다. 하지만 정밀한 整地作業이 되지 않은 포장에서는 지표면이 낮은 곳에서 유효 성분이 한곳에 집중되고, 배수시에도 물이 고인 상태로 있게 되어 토양이 환원상태가 될 때는 同一 포장내에서도 특히, oxadiazon과 thiobencarb 처리구에서 부분적으로 초기 약해 증상을 볼 수 있었다. 따라서 파종전 제초제 처리시 고른 整地作業은 벼의 안전한 입모 확보를 위해서 매우 중요한 요인이라고 생각된다.

2) 앵미 및 피의 방제효과

I번 포장에서 피에 대한 방제율은 3약제 모두 전 처리구에서 모두 90%이상의 우수한 효과를 나타냈다. 앵미에 대한 방제율은 파종전 처리는 하지않고 파종후 SU합제만 처리한 구의 방제율이 39%이하인데 반하여 파종전 처리구는 모두 우수한 효과를 나타냈다. Oxadiazon은 60g a.i/10a 이상의 약량에서는 어느 처리구이고 90%이상의 앵미 방제율을 나타냈다. Molinate의 앵미에 대한 방제효

과는 64 79%이고 약량의 증가와 더불어 방제율이 약간씩 증진되었다. Thiobencarb는 67 80%의 앵미 방제효과를 보였고 처리약량이 높아지면서 효과가 약간씩 증가하여 420g a.i/10a에서 80%의 방제율을 나타냈다. 3약제 모두 파종전 처리시기와 5㎝이내의 토양혼화처리 여부에 따른 제초효과 변동은 거의 인정할수 없었다(표 3-12).

II번 농가 포장에서 앵미의 방제율은 파종전 처리 제초제의 종류에 따라 65 82%로 I번 포장보다 효과가 떨어졌다. 본 포장은 整地作業이 균일하게 되지 않아 지면이 낮은 곳은 앵미의 방제 효과가 거의 완벽하였으나 재배벼에 대해 약해가 있었고, 지면이 높아 담수시에도 水面 위로 노출된 곳에서는 앵미의 방제 효과가 거의 없었기 때문에 포장 전체의 종합적인 방제율은 약간 낮게 나타났다고 생각된다. 한편, 피에 대한 방제 효과는 공시한 3가지 약제 모두 90%이상으로 높았다(표 3-12, 13).

3) 벼의 수량에 미치는 영향

파종전 처리에 의한 초기 약해는 거의 없었고 그 이후의 생육도 양호하였으며, 파종전 제초제 처리에 이어 SU합제를 처리하여 잡초해가 적었기 때문에 파종전 처리구 모두 손제초구에 비하여 수량의 차이는 없었다. 그러나 파종전에 제초제를 처리하지 않고 파종후 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제만 처리한 구는 앵미와 피 등의 잡초해로 인하여 파종전 처리구와 수량의 차이를 보였다(표 3-12, 13).

Table 3-13. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice(Jeong Hong Yong 'farm, 1997)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i./10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%) Red rice	Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	0	83b	34b	472c	22.8 g/㎡	30.5 g/㎡
Handy weeding	-	-	0	90a	38a	642a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	7DBS fb 10DAS	1	81b	34b	629a	82b	93b
Molinate fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	89a	39a	643a	68c	91b
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	1	83b	34b	651a	65c	90b
Non treatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150	10DAS	0	89a	39a	578b	42d	67c

1) 4) : Refer to table 3-12.

나. 무논골뿌림

담수표면산파는 써레질 직후 파종이 가능하기 때문에 작업 절차가 간단하고 잡초방제 측면에서도 유리하다. 그러나 도복에 대한 안전성이 적기 때문에 日本에서는 土中直播栽培法을 개발하였다(三石昭三 1986). 즉, 벼 종자에 산소발생제인 CaO_2을 분의하여 파종하면 1.0 1.5㎝정도 복토하고 담수하여도 벼 출아에는 지장이 없기 때문에 본 기술이 정착하여 20여년 계속되고 있다. 그런데 우리나라에서는 CaO_2을 분의하는데 따르는 비용(₩ 50,000원/10a)의 절감을 위하여 써레질 후 2 5일 동안 배수하여 토양을 굳힌 다음 전용 파종기를 이용하여 3 4㎝ 깊이로 골을 타면서 파종하는 방법을 개발하였다. 이는 복토가 되지 않은 상태로 파종을 하기 때문에 출아율이 높고 벼가 자라는동안 주위의 흙이

묻힘으로써 배토 효과가 있기 때문에 도복을 경감시키는 잇점이 있다. 그런데 논굳히기를 알맞게 하는 것이 쉽지 않다. 즉 너무 무르면 종자가 깊이 묻혀 벼가 출아하지 못하고 반대로 논표면이 너무 단단한 상태에서 골을 파게 되면 볍씨가 흙에 밀착되지 못하고, 활착도 어려워 뜬모, 누운모 등이 많이 생긴다. 그 동안까지 발표된 보고내용을 보면 박 등(1986)은 統一系 품종은 日本型 품종에 비하여 出芽 및 立苗率이 떨어지고 있음을 지적하였고, 印度型 품종은 담수상태에서는 발아시 산소 不足에 의하여 發芽 ·發根이 현저히 억제되고, 日本型 품종보다 높은 농도의 산소를 요구하는 특성이 있다고 하였다. 李 등(1998)은 일반계와 통일계 품종의 水中溶存酸素의 吸收와 발아특성연구에서 용존산소의 흡수속도, 수분흡수, 발아율 및 용존산소흡수량은 일반벼인 洛東벼가 통일계인 三剛벼보다 많았으며, 발아율 및 種子根의 出現까지의 가간은 日本型은 3 4일, 日本型×印度型 품종은 4 5일이라고 하였고, 침종 5일후의 초엽장, 根長, 발아율은 日本型 품종이 印度型 품종보다 현저하게 크므로 벼 계통간에 차이가 있음을 보고하였다. 또한 金 등(1996)은 무논골뿌림시 催芽長, 過酸化石灰處理 및 播種深度가 立毛와 초기 생육에 미치는 영향에 관한 연구에서 出芽率 및 立毛率은 催芽 길이가 길수록(0.5㎜<2㎜<1㎝) 向上되었고, 파종심도가 깊을수록 떨어졌다고 하였다. 또 최아 길이가 길거나 파종심도가 얕을수록 草長이 크고 건물중이 무거웠으며, 立毛率은 최아 길이가 4㎜일 때 파종이 균일하고 立毛의 均一度가 높았다고 하였고, CaO2 종자 분의에 의한 立毛向上效果는 최아되지 않은 종자에서 가장 높고 파종 심도 1.0㎝까지가 높다고 하였다. 이와 같이 무논골뿌림에서는 입모율 향상을 위한 기초적인 연구가 주류를 이루고 있고, 잡초 방제를 비롯한 기타 문제점에 대한 연구 보고는 거의 없는 상황이기 때문에 농가보급이 어렵다고 생각된다. 그러나 담수산파에 비하여 倒伏에 대한 안전성이 높고, 산파보다도 조파가 재배관리에서도 장점이 있기 때문에 근래 무논골뿌림에 대한 인식이 차차로 높아지고 있어 본 법에 대한 합리적인

재배체계의 확립이 요구되고 있다. 이와같은 상황에서 본 연구에서는 파종 8 10일전 담수중에 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리한 다음 1 2일 전에 배수하고 무논골뿌림으로 파종 하였다.

1) 벼의 초기 약해 및 생육

1997년도 시험결과에 있어서 파종 7일전 molinate, thiobencarb 처리구에서는 무처리구에 비하여 출현 및 입모수에 차이가 없었다. 그러나 oxadiargyl 및 oxadiazon 처리구에서는 초기약해가 있었으며 입모율도 다소 저하되었다. 그러나 경시적으로 회복되어 파종 50일 후에는 초장 및 분얼에 있어서 무처리구에 근접하였다(표 3-14).

Table 3-14. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and Barnyardgrass in wet drill-seeded rice(Chonbuk pure breed seed field, 1997).

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3)]	Rice growth			Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
			Crop injury[4)] (0-9) 20DAS	Seedling stand (no/㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS		Red rice 70DAS	Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	0	88a	37.0a	228b	324 g/㎡	194 g/㎡
Handy weeding	-	-	0	88a	38.0a	537a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	10DBS fb 10DAS	2	75b	36.0a	529a	100a	100a
Thiobencarb fb P+M	350 fb 2.1+150		0	82a	36.5a	531a	85b	100a
Molinate fb P+M	400 fb 2.1+150		0	83a	37.5a	519a	90a	100a
Oxadiargyl fb P+M	10 fb 2.1+150		3	59c	35.6a	527a	100a	100a
Nontreatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150		0	86a	36.7a	481b	0c	65b

1) 4) : Refer to table 3-12.

1998년도 시험에서도 두 포장 모두 파종전 thiobencarb, molinate 처리에서 초기 약해가 거의 없었고, 입모수, 초장 등의 생육에 있어서도 처리간에 유의차가 없었다. 이와 같이 입모가 고루 잘된 것은 약제 처리후 8 10일간 담수상태를 유지하는 동안 토양 입자가 下層까지 고루 沈降하여 직파기로 파종할 때 골 형성이 균일하게 잘된 것이 그 이유중의 하나로 생각된다. Oxadiazon 처리는 초기 약해로 인하여 부분적으로 입모수가 적고 초기 생육도 저조하였으나, 생육이 진전되면서 회복되었다. 따라서 肉眼으로 보이는 초기 약해 때문에 파종전 oxadiazon 사용을 忌避하는 경우도 있지만, 생육이 진전되면서 약해 증상은 회복되기 때문에 크게 우려하지 않아도 될 것으로 판단된다.

2) 앵미 및 피의 방제 효과

전북 원종장과 양진환씨 포장에서 파종 70일후 앵미의 방제율을 보면 oxadiazon은 99%, 100%, molinate는 81%, 79%, thiobencarb는 75%, 80%를 나타냈다. 그러나 파종전에 3가지 제초제를 처리하지 않고 출아후에 SU합제만 처리한 구는 앵미의 방제율이 34%, 43%로 저조하였던 것과 비교할 때 3가지 제초제 모두 앵미의 방제 효과가 뚜렷하였다. 피에 대한 방제 효과는 공시한 3가지 약제 처리구에서 모두 95%이상으로 매우 높았다(표 3-15, 17).

Table 3-15. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in wet drill-seeded rice(Chonbuk pure breed seed field, 1998)[1)].

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3)]	Crop Injury (0 - 9)[4)] 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%) Red rice 70DAS	Weeding effect(%) Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	0	78b	36ab	424c	38.0g/㎡	27g/㎡
Handy weeding	-	-	0	87a	38a	521a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	7DBS fb 10DAS	2	77b	33b	529a	99a	99a
Molinate fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	85a	38a	527a	81b	97a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	86a	39a	527a	75b	98a
Nontreatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150	〃	0	84a	38a	489b	34c	65b

1) 4) : Refer to table 3-12.

Table 3-16. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in wet drill-seeded rice(Ryang Jin Hwan 'farm, 1997)[1)].

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3)]	Rice growth: Crop Injury[4)] (0 - 9) 20DAS	Rice growth: Seedling stand (no./㎡) 33DAS	Rice growth: Plant height (cm) 33DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%) Red rice 70DAS	Weeding effect(%) Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	0	81bc	30.3a	521b	45.5 g/㎡	28.3 g/㎡
Handy weeding	-	-	0	84a	31.0a	675a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	48 fb 2.1+150	10DBS fb 10DAS	1.5	69c	30.3a	669a	100a	100a
Molinate fb P+M	300 fb 2.1+150		0	74bc	30.7a	648a	69b	93a
	360 fb 2,1+150		0	80ab	29.9a	661a	76b	100a
Thiobencarb fb P+M	315 fb 2.1+150		0	81ab	31.3a	659a	80b	100a

1) 4) : Refer to table 3-12.

Table 3-17. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in wet drill-seeded rice(Ryang Jin Hwan 'farm, 1998)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%) Red rice 70DAS	Weeding effect(%) Barnyard-grass 70DAS
Weedy check	-	-	0	74ab	34a	514c	39.0g/㎡	11.3g/㎡
Handy weeding	-	-	0	80a	35a	672a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	9DBS fb 10DAS	1	70b	32b	670a	100a	100a
Molinate fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	79a	35a	661a	79b	96a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	82a	35a	673a	80b	95a
Non treatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150	〃	0	81a	35a	619b	43c	69b

1) 4) : Refer to table 3-12.

3) **벼의 수량에 미치는 영향**

파종전 처리구는 관행구와 비교하여 수량 감소는 없었으나, 파종전 처리를 하지 않았던 구는 앵미와 피 등의 잡초해로 인하여 파종전 처리를 한 구와 수량의 차이를 보였다.

장동혁 농가 포장의 경우(표 3-18) oxadiazon은 본 연구진에서 추천한 60g a.i/10a 약량보다도 약간 높은 수준이었으나 거의 약해도 없었고 적정량의 입모도 확보되었으며 그 후의 생육도 양호하였다. Thiobencarb 처리구는 원래 약해가 거의 없는 약제이나 써레질 과정에서 정지가 제대로 되지 않아 지면이 낮아 물 순환이 제대로 되지 않은 곳에서는 부분적으로 초장억제 및 왜화현상을 목격할 수 있었다. 그러나 7월 29일 현지포장 답사 결과 전반적으로 볼 때 작황이 매우 양호하였고 뿌리 발달과 배토가 잘된 탓인지 힘을 들여 손으로 포기를 뽑으려 해도 기계이앙묘 못지 않게 뽑히지 않았다.

Table 3-18. Effect of oxadiazon and thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and Barnyardgrass in wet drill-seeded rice(Jang Dong Heuk farm, 1998)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 20DAS	Plant height (cm) 45DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
							Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
Weedy check	-	-	-	178a	43.0b	385b	55.8g/㎡	67.2g/㎡
Handy weeding	-	-	-	182a	56.4a	605a	100	100
Oxadiazon fb P+M	72 fb 2.1+150	7DBS fb 10DAS	1	186a	57.2a	621a	95a	95a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	"	1.5	180a	55.6a	619a	85a	90a

1) 4) : Refer to table 3-12.

외관상으로 볼 때 점파이기 때문에 기계이앙논과 거의 구분이 되지 않았으며 잡초발생도 거의 없었으나 다만 올방개가 부분적으로 약간 발생되고 있는 상태였다. 본 농가는 20필지(24,000평) 전농토를 파종전 oxadiazon, thiobencarb를 7일전에 처리하고 뒤이어 중기처리 제초제를 처리하여 약해없이 아주 성공적인 영농을 이룬 모범 선도농가이다.

다. 무경운 담수직파

무경운 담수직파은 직파재배법 중에서도 경운과 整地作業이 생략된 방법이기 때문에 省力栽培 측면에서는 가장 유리한 재배법이다. 그러나 입모 확보와 앵미 및 기타 잡초 발생이 문제시되기 때문에 이에 대한 대책이 요구된다.

본 연구에서는 담수 7 10일전에 비선택성 제초제인 glyphosate를 처리하여 越年生雜草와 一年生雜草를 방제하고, 파종 10일전에 담수하여 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리한 후 파종 1 2일전에 배수하여 무경운 담수직파 파종하였다.

1) 벼의 초기 약해 및 생육

Molinate와 thiobencarb 처리는 생육 초기부터 거의 약해가 없었고, 그 이후의 생육도 양호하였다. Oxadiazon 처리구는 생육 초기에 출아가 다소 지연되었으나, 초장에 있어서는 처리간에 차이가 없었고 그 이후의 생육도 손제초구에 비하여 거의 차이가 없었다.

2) 앵미의 방제 효과

V번 포장의 앵미에 대한 방제 효과는 oxadiazon, molinate, thiobencarb 처리구 모두 비교적 저조하였다. 그 이유는 본 포장은 약제 처리 3시간 후 집중호우로 처리한 약액이 토양에 완전히 흡착되지 못한 상태에서 流失되어 앵미에 대한 방제 효과가 떨어졌던 것으로 생각된다.

VI번 포장에서 앵미에 대한 방제 효과를 보면 oxadiazon처리구는 100%의 우수한 방제율을 보였으나 thiobencarb처리구는 77%, molinate처리구는 68%로 비교적 낮은 방제율을 나타냈으나 파종전 무처리구의 방제율 42%에 비하여 높았다. 본 포장이 양토조건인 관계로 물 溶解度가 높은 molinate는 溶脫되어 약효가 감소되었고, molinate 처리구 중에 지표면이 높은 곳이 있어 담수후에도 水面 위로 노출된 부분이 있었던 관계로 생각된다.

3) 벼의 수량에 미치는 영향

파종전 처리를 하지 않고 파종 10일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제만 처리한 구는 파종전 처리를 한 구와 비교하여 수량의 감소를 보였으나 처리구간에는 유의차가 없었다.

Table 3-19. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in no-tillage wet drill seeding(Jang Dong Heuk 'farm, 1997)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Rice growth						Weeding effect(%)	
			Crop Injury[4] (0 - 9)	Seedling stand (no./㎡)	Plant height (cm)	Seedling number (no/hill)	Plant height (cm)	Grain yield (kg/10a)	Red rice	Barnyard-grass
			20DAS	40DAS		82DAS			70DAS	
Weedy check	-	-	0	96a	43.3a	11.8b	84.6ab	314b	23.0 g/㎡	5.6 g/㎡
Handy weeding	-	-	0	96a	44.1a	11.8b	84.6ab	568a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	10DBS fb 20DAS	0	88a	39.4b	11.0b	77.4b	574a	30b	98a
Molinate fb P+M	350 fb 2.1+150		0	92a	39.0b	12.6b	78.6ab	559a	40b	95a
Thiobencarb fb P+M	315 fb 2.1+150		0	92a	44.0a	15.2a	87.3a	557a	35b	90a
	420 fb 2.1+150		0	88a	43.4a	10.6b	82.0ab	586a	40b	94a

1) 4) : Refer to table 3-12.

Table 3-20. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in no-tillage wet drill seeding(Ryang Jin Hwan 'farm, 1997)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
							Red rice	Barnyard-grass
							70DAS	
Weedy Check	-	-	0	75b	32a	523b	35.2g/㎡	3.5g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	81a	32a	681a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	10DBS fb 10DAS	1	74b	32a	675a	100a	100a
Molinate fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	82a	33a	665a	68b	98a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	81a	33a	667a	77b	96a
Non treatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150	〃	0	81a	33a	620ab	42c	71b

1) 4) : Refer to table 3-12.

Table 3-21. Effect of thiobencarb before seeding on crop injury, yield of rice cultivar and weeding effect of red rice and barnyardgrass in no-tillage wet drill seeding(Ahn Tea Hong farm, 1998)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 20DAS	Plant height (cm) 45DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
							Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
Weedy Check	-	-	0	72a	30.7b	268b	37.1g/㎡	48.9g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	78a	33.6a	541a	100a	100a
Thiobencarb fb P+P	420 fb 3+2.1	7 DBS fb 10DAS	0	80a	34.3a	550a	95a	80b

1), 3), 4) : Refer to table 3-12.

2) P+P : Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl

위 농가는 태홍식 직파기를 개발한 농가이며 무경운 담수직파를 6년동안 동일 포장에서 성공적으로 수행해 온 독특한 농가로 해마다 기계이앙 못지 않는 다수확을 올리고 있는 농가이다. 7월 4일 관찰한 결과 입모가 비교적 드문편이었으나 약해 증상은 없었다. 중기처리 제초제 처리 적기가 지연되었으나 피 및 앵미는 거의 없었다. 그러나 물달개비, 올챙이고랭이 등 기타 잡초들이 발생중에 있었고, 당일 내노내(pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl)를 처리중이었다. 그 후 방동사니과 및 물달개비 등 일부 남아있는 잡초방제를 위하여 밧사그란(bentazon)을 경엽처리 하였다. 9월 7일 답사 결과 비록 파종기는 약간 늦었으나 출수하여 호숙기에 들어갔고, 작황도 기계이앙구에 비하여 떨어지지 않고 우수하였으며, 잡초도 거의 눈에 띄지 않았다(표 3-21).

2. 담수직파 재배시 파종전 처리 제초제의 약해 및 약효 변동 요인 구명

담수직파시 파종전 처리를 할 경우 써레질이 균일하고 적정약량을 처리하였거나 물관리 방법이 제대로 이루어졌을 때에는 초기 약해 없이 피 및 앵미 방제에 효과가 높았다. 포장 實證實驗으로 30여 군데에서 실험한 결과(제 5장참조), 동일 약제, 동일 약량을 처리하였을 경우에도 포장에 발생한 앵미의 종류

와 최아정도, 토성, 약제 처리후 물관리 방법에 따라 약효 및 약해에 변동이 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 그 원인을 구명하여 소기의 입모율을 확보하고 안정적인 피 및 앵미 방제 체계를 확립하고자 실험을 실시하였다

가. 담수직파 재배시 oxadiazon, oxadiargyl의 처리 방법에 따른 약해 및 제초효과 변동

Table 3-22. Effect of treatment methods of oxadiazon and oxadiargyl on crop injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Application method[4]	Rice growth			Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
				Crop Injury[5] (0 - 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 30DAS	Plant height (cm) 30DAS		Red rice 80DAS	Barnyard-grass 80DAS
Weedy check	-	-	-	0	109a	11.2b	257b	45 g/㎡	15g/㎡
Handy Weeding	-	-	-	0	101ab	16.0a	578a	100a	100a
Oxadiargyl fb P+M	10 fb 2.1+150	10DBS fb 20DAS	Incorporation	1.0	95b	17.5a	558a	96a	100a
			Surface	1.5	88c	15.1a	561a	86b	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	10DBS fb 20DAS	Incorporation	1.0	102ab	15.5a	557a	98a	100a
			Surface	1.0	90bc	15.7a	564a	100a	100a

1) 5) : Refer to table 3-12.

농가포장 실증연구에서 oxadiazon은 담수직파시 파종전 처리제초제중 앵미, 피 등의 방제효과 면에서는 가장 우수한 제초제로 판단되었다. 그러나 조건에 따라 입모지연, 초기약해 등이 있을 수 있다. 또한 oxadiargyl은 oxadiazon과 유사한 oxadiazol계 자매화합물로서 oxadiazon보다 생리활성이 10배 정도 강하고, 담수직파시 10g a.i/10a약량에서 앵미를 완전히 방제할 수 있는데, 특히 혼화심도가 10㎝이상으로 깊은 경우에는 제초효과가 크게 감소된다는 것이 알려져 있고, 토양 혼화처리에 의하여 그 활성이 낮아지는 것으로 알려지고 있다. 따라서 두 제초제에 대하여 약제처리 방법을 달리하여 약해와 약효에 대하

여 검토한 결과, 초기약해 및 입모수에 있어서 두 제초제 모두 큰 차이는 없으나, 표면처리때보다 혼화처리때 입모수가 많고 출아속도도 약간 빠른 결과를 나타냈다. 제초효과에 있어서 피는 두처리간에 별다른 차이없이 100% 방제율을 나타냈고 앵미 방제효과도 95% 이상으로 거의 차이가 없었다. 따라서 앞으로 잔효지속효과 및 혼화심도에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

나. 담수직파 재배시 파종후 물관리 방법에 따른 벼의 약해 및 앵미와 피의 방제 효과

담수직파 재배시 파종전 oxadiazon, molinate, thiobencarb 처리에 의한 적정입모수의 확보 및 앵미, 피의 방제 효과에 대한 1997년도 시험결과 oxadiazon은 12%유제 500㎖/10a, molinate는 10%입제 4.2㎏/10a, thiobencarb는 7%입제 6㎏/10a 수준에서 거의 약해가 없었고, 처리 시기별로는 파종 7일전과 파종 10일전 사이에 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서는 약량 수준은 단일수준, 처리 시기는 파종 7일전으로 하고 oxadiazon 및 oxadiargyl의 처리방법, 파종후 물관리 방법을 달리하여 초기 약해, 입모수 및 초기 생육과 앵미, 피 등의 방제 효과 등이 어떻게 변동하는가를 폿트와 4개소의 포장 실험을 통하여 다시 검토하였다.

1) 폿트 실험

파종 1일후에 낙수한 폿트의 파종후 40일에 조사한 입모수는 동진벼와 다산벼에서 각각 70 72본, 77 90본으로 파종후 계속 담수한 경우의 입모수 43 56본, 56 79본으로 동진벼는 28%, 다산벼는 17% 정도 담수구보다 낙수구에서 입모수가 많았다. 파종후 40일에 조사한 초장에 있어서도 파종 1일후에 배수한 경우는 동진벼와 다산벼에서 각각 39cm, 41cm로 파종후 계속 담수한 경우의 31 36cm, 32 38cm보다 초기 생육의 진전이 빨랐다. 동진벼보다 다산벼의 입모

수가 많으며, 초기 생육이 빨랐던 것은 파종 당시 다산벼는 催芽 및 發根程度가 동진벼보다 다소 진전된 상태였기 때문으로 생각된다. 따라서 담수산파 재배시 최아가 균일하고 發根시킨 상태에서 파종하면 파종전 처리 제초제에 의한 초기 약해를 줄일 수 있고 입모 확보에도 유리하다고 생각된다.

Table 3-23. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury and early growth of rice cultivar at different water management method after seeding in water-seeded rice(1998 Concrete pot test).[1)]

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Water management method[3)]	Dongjin			Dasan		
			Crop injury[4)] (0-9) 20DAS	Seedling stand (no./pot) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Crop injury (0-9) 20DAS	Seedling stand (no./pot) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS
Weedy Check	-	Flooding	0	57ab	34ab	0	77ab	38ab
Handy Weeding	-	Flooding	0	69a	35ab	0	80ab	38ab
Oxadiazon	60	Flooding	1.0	54ab	35ab	1.0	79ab	38ab
fb P+M	fb 2.1+150	Drainage	0	70a	39a	0	90a	41a
Molinate	420	Flooding	1.0	56ab	36ab	1.0	77ab	37ab
fb P+M	fb 2.1+150	Drainage	0	72a	39a	0	89a	41a
Thiobencarb	420	Flooding	2	43b	31b	2.0	56b	32b
fb P+M	fb 2.1+150	Drainage	0	71a	39a	1.0	77ab	41a

1), 2), 4) : Refer to table 3-12.
3) Flooding, Flooding until emergence ; Drainage, Drainage at one day after seeding until root establishment

공시한 파종전 처리 제초제 중 thiobencarb는 약해에 비교적 안전하나 생짚過多投入으로 토양의 異常 환원상태 또는 물빠짐이 되지 않는 환원조건에서는 생리 활성이 강한 脫鹽素 thiobencarb으로 되어 약해를 유발하고 矮化·枯死되는 것으로 알려져 있는데(文 1985), 본 연구에서는 420g a.i/10a의 약량에서 계속 담수상태를 유지하였을 때 입모율이 떨어지고 일부는 矮化·枯死되는 현상을 나타냈다. 그러나 이 경우에도 파종 1일후 바로 배수하였을 때는 초기 약해를 경감시킬 수 있었다(표 3-23).

2) 포장 실험

가) 전북대 포장 (1998)

낙수구는 초기약해가 거의 없었고 담수구의 약해도 경미하였으며 초기에 약간의 약해가 있었던 구도 경시적으로 회복되어 그 이후의 생육에는 무처리구에 비하여 거의 차이가 없었다. 파종 30일후의 초장에 있어서도 파종 후 배수한 구는 22.4 25.7㎝ 범위인 반면, 파종 후 담수한 구는 19.5 24.8㎝ 범위를 나타내어 파종 후 배수하는 것이 입모 확보와 초기 생육에 유리하였다. 표 3-24에서 담수산파 1일후 바로 배수한 구는 파종 30일후의 ㎡당 입모수가 파종전 처리제초제의 종류에 따라 약간의 차이는 있지만 128 156본 정도의 범위로 파종 후 담수한 구 92 135본에 비해 많았는데 낙수구의 평균 입모율은 ㎡당 139본, 담수구의 ㎡당 입모수는 114본으로 낙수구의 입모수가 18%정도 더 많았다.

본 포장실험에서 담수산파 후 배수하였을 경우 초기에는 유아의 신장이 늦으나 뿌리의 활착이 빠르므로 재담수 일자를 앞당길 수 있었고, 재담수후에는 유아의 신장이 빨랐다. 반면, 담수하에서 파종하고 계속해서 담수상태를 유지하였을 경우는 파종후 상당기간 활착을 하지 못하고 뜬모, 누운모가 많았는데 유아 출아후 3일정도 눈그누기 실시로 뿌리가 활착 후에는 모가 직립함으로써 입모율이 어느정도 회복될 수 있었다. 파종 100일 후 앵미의 방제율을 보면 공시한 파종전 처리제초제 중 oxadiazon의 효과가 가장 우수하였는데, 파종후 배수한 구는 87 89%의 방제율을 보인 반면, 파종 후 담수상태를 계속 유지한 구는 98 99%의 방제율을 보여 거의 완벽한 방제효과를 보였다. Thiobencarb, molinate, oxadiargyl의 방제율은 파종 후 배수한 구에서 각각 68, 65, 71%를 보인 반면, 파종후 계속 담수한 구는 각각 77, 69, 75%을 보여 파종 후 배수구가 앵미의 방제효과가 다소 낮았다. 파종후 물관리 방법에 따라 피에 대한 방제효과는 파종 후 배수하였을 경우는 86 94%의 방제율을 보였고, 파종 후 담수상태를 유지하였을 경우는 89 97%의 방제효과를 보여 배수구와 큰 차이를

보이지 않았다. 그러나 피에 대한 방제 효과는 2가지 물관리 방법에서 모두 앵미에 대한 방제효과에 비하여 우수하였다. 한편, oxadiazon와 oxadiargyl의 5cm 내외 혼화처리는 입모수와 제초효과에 있어서 표면처리에서와 큰 차이가 없었다(표 3-24).

Table 3-24. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb and oxadiargyl treatment before seeding on crop injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass according to water management method in water seeded rice(Chonbuk National Univ. field, 1998).[1)]

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Application method[3)]	Water management method[4)]	Rice growth			Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
				Crop[5)] injury (0 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 30DAS	Plant height (cm) 30DAS		Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
Weedy Check	-	Surface	Flooding	0	132b	23.9b	235b	524g/㎡	282g/㎡
		Surface	Drainage	0	152a	25.5a	228c	639g/㎡	367g/㎡
Handy Weeding	-	Surface	Flooding	0	135b	24.0ab	547a	100a	100a
		Surface	Drainage	0	156a	25.7a	559a	100a	100a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	Surface	Flooding	1.0	92e	21.8c	543a	77b	93a
		Surface	Drainage	0	140b	23.8b	538a	68b	89a
Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150	Surface	Flooding	0	132b	24.3a	547a	69b	95a
		Surface	Drainage	0	132b	24.8ab	550a	65b	91a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	Surface	Flooding	1.5	102d	20.1cd	559a	99a	97a
		Surface	Drainage	0	136b	23.5b	541a	87ab	93a
		Incorporation	Flooding	1.5	100de	19.5d	563a	98a	98a
		Incorporation	Drainage	0	132b	22.4bc	554a	89ab	94a
Oxadiargyl fb P+M	10 fb 2.1+150	Surface	Flooding	1.5	112c	23.6b	537a	75b	90a
		Surface	Drainage	0	128b	23.7b	551a	71b	86a
		Incorporation	Flooding	1.5	112c	24.8a	547a	72b	89a

1) 3), 5) : Refer to table 3-12.
4) : Refer to table 3-24.

나) 전북대 포장 (1999)

초기약해는 공시제초제 모두 거의 없거나 경미하였으며 파종 40일후의 초장도 16.4 20cm 범위로 큰 차이가 없었다. 파종 40일후 ㎡당 입모수는 파종전처

리 제초제의 종류에 따라 약간의 차이가 있으나 담수산파 1일후 바로 배수한 구에서는 124 138본이었고, 담수유지구는 118 129본 범위였다. 파종후 낙수구는 평균 133본, 담수구는 평균 123본으로 낙수구의 입모율이 8%정도 높았다.

담수유지구는 초기에 누운묘, 뜬묘가 부분적으로 눈에 띠었으나 출아후 3 4일간 눈그누기 실시로 뿌리가 활착됨에 따라 누운묘, 뜬묘 등이 대부분 직립하여 입모율이나 생육(초장, 엽령)에는 큰 차이가 없었다. 또한 본 포장의 경우 기비로 저인산 복비를 구하지 못하여 다인산 복비(21:12:12)를 사용한 결과로 파종 3 4일후 이끼발생이 심하여 이의 방제를 위하여 예정일 보다 담수기간을 단축하여 낙수구와 담수구간 차이가 좁혀졌다.

파종후 낙수구는 누운묘, 뜬묘는 거의 없었으나 낙수에 의하여 지온이 1°C 내외로 낮아졌고 지표면이 건조되면서 토양경도가 단단해지게 되어 최아볍씨 일부가 건조되어 담수유지구에 비하여 초기 출아, 생육이 지연되는 지점도 있었으나 충분한 산소공급으로 뿌리활착은 빨랐기 때문에 담수이후의 생육은 신속하여 경시적으로 담수유지구보다 오히려 생육이 앞서게 되었다.

피에 대한 효과는 공시약제와 물관리 방법에 따라 약간의 차이는 있으나 84 98% 범위의 우수한 방제율을 나타내고 있으며 담수구의 평균 방제율은 88%, 낙수구의 평균 방제율은 79%로 담수구의 방제율이 약 10% 높았다. 그러나 앵미에 대한 방제율은 피와는 달리 최저 55%(파종전 무처리구)에서 최고 95% 범위를 나타내고 있는바 담수구의 평균 방제율은 82.3%, 낙수구의 방제율은 72%로서 계속담수유지구의 방제율이 낙수구에 비하여 약 10%내외로 효과가 높았다. 대체로 낙수구의 효과가 담수유지구에 비하여 10%정도 방제율이 떨어졌고 약제간에는 oxadiazon의 효과가 가장 높게 나타났다(표 3-25).

Table 3-25. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb, oxadiargyl and water management method before seeding on crop injury, weeding effect of red rice and barnyardgrass, yield of rice cultivar in water-seeded rice (Chonbuk national univ. field, 1999) [1)]

Treatment [2)]	Application rate (g a.i/10a)	Water management method [3)]	Crop [4)] injury (0 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 40DAS	Yield (kg/10a)	Weeding effect(%) Red rice 95DAS	Weeding effect(%) Barnyard-grass 105DAS
Weedy Check	-	Drainage	0	136a	20.0b	348b	379.5g/㎡	281.1g/㎡
		Flooding	0	124bc	19.9b	385b	344.7g/㎡	227g/㎡
Handy Weeding	-	Drainage	0	138a	21.8a	561a	100a	100a
		Flooding	0	119c	19.5bc	573a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150.	Drainage	1.0	135a	20.5ab	542a	86abc	85b
		Flooding	1.5	120c	18.1cd	527a	94ab	98a
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150.	Drainage	1.0	129b	21.9a	549a	76cd	80b
		Flooding	1.0	120c	17.7de	540a	87abc	97a
Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150.	Drainage	0	133ab	20.0bc	532a	89abc	82b
		Flooding	0	125bc	18.5bcd	548a	92ab	87a
Nontreatment fb P+M	0 fb 2.1+150.	Drainage	0	132ab	21.5a	537a	50ef	72b
		Flooding	1.0	129b	19.4bc	539a	56ef	78b
Oxadiargyl fb P+M	7.5 fb 2.1+150.	Drainage	1.0	130ab	20.2b	527a	62def	76b
		Flooding	1.0	129b	16.7de	534a	81bc	82b
Oxadiargyl fb P+M	10 fb 2.1+150.	Drainage	1.5	131ab	18.7bcd	532a	69de	80b
		Flooding	1.5	118c	16.4e	520a	83bc	84b

1), 2), 4) : Refer to table 3-12.
3) : Refer to table 3-24.

다) 전주농고 (1999)

초기약해는 거의 없었고 그후의 생육도 무처리구에 비하여 거의 차이가 없었으며, 입모수는 담수유지구는 83 84본/㎡, 낙수구는 93 94/㎡본으로 낙수구의 입모수가 11% 높았다. 담수산파후 배수하면 초기에는 幼芽의 신장이 늦으나 뿌리의 活着이 빠르므로 재담수일을 앞당길 수 있었고, 재담수 후에는 幼芽의 신장이 빨랐다. 반면, 담수하에서 파종하고 계속해서 담수상태를 유지하면 파종후 눈그누기 할 때까지 활착을 하지 못하고 누워 있는 幼苗가 많았고, 일부

는 한곳에 몰려 있기도 하였으나 눈그누기후 회복되었다. 피 및 앵미의 방제 효과는 파종전 처리제초제인 oxadiazon과 molinate간에 약간의 차이가 있었는데 계속 담수구는 oxadiazon은 피 100%, 앵미는 92%인데 대하여 낙수구는 피 85%, 앵미 75%로 낮아졌다. Molinate구는 담수시 피 90%, 앵미는 85%인데 대하여 낙수시 피는 70%로 저하하였고 앵미는 85%를 유지하였다.

Table 3-26. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb before seeding on crop injury, weeding effect of red rice and barnyardgrass, yield of rice cultivar in water-seeded rice(Chonju agricultural high school field. 1999)[1)]

Treatment[2)]	Application rate (g ai/10a)	Water management method[3)]	Rice growth			Yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
			Crop injury[4)] (0 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (cm) 75DAS		Red rice 75DAS	Barnyard-grass 75DAS
Weedy Check	-	-	0	82b	91a	245b	357g/㎡	712g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	85ab	90a	547a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	Flooding Drainage	1.0 0	84b 93a	91a 88a	523a 535a	92a 75b	100a 85ab
Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150	Flooding Drainage	0 0	83b 94a	90a 89a	552a 523a	85ab 85ab	90a 70b

1), 2), 4) : Refer to table 3-12.
3) : Refer to table 3-24.

라) 전북 원종장 (1999)

2년간 계속 연구결과 공시제초제중 oxadiazon의 효과가 가장 우수하였기 때문에 99년도에는 oxadiazon에 대해서만 파종후 물관리 방법의 차이에 따른 약해 및 제초효과 변동을 구명하였다.

초기약해는 낙수구보다 담수유지구에서 약간 더 높았으나 경시적으로 생육은 회복되었다. 입모수는 담수유지구가 83본/㎡, 낙수구는 94본/㎡으로 낙수구의 입모율이 더 높았다.

Table 3-27. Effect of oxadiazon before seeding on rice injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice(Chonbuk pure breed seed field, 1999)[1)]

Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Water management method[3)]	Rice growth				Weeding effect(%)	
			Crop[4)] injury (0 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 40DAS	Plant height (㎝) 80DAS	Yield (㎏/10a)	Red rice 80DAS	Barnyard-grass 80DAS
Weedy Check	-	-	-	84b	93a	289b	249 g/㎡	512 g/㎡
Handy Weeding	-	-	-	86ab	90b	550a	100a	100a
Oxadiazon	60	Flooding	1.5	83b	89b	535a	94a	100a
fb P+M	fb 2.1+150	Drainage	1.0	94a	92a	530a	75b	82b

1), 2), 4) : Refer to table 3-12.
3) : Refer to table 3-24.

앵미 및 피의 방제 효과는 계속 담수유지구는 앵미 94%, 피 100%의 방제율인 데 대하여 낙수구는 앵미 75%, 피 82%를 나타내 계속 담수유지구의 방제율이 파종후 낙수구보다 앵미는 약 20%, 피는 18% 높았다.

川口등(1998)은 담수직파 일주일 후 3, 6, 12일간 눈그누기를 실시한 구와 그대로 담수상태를 유지한 구를 비교하여 벼 입모율과 잡초 억제율을 조사한 결과, 벼 立苗率은 눈그누기 기간의 증가에 따라 상승하였고, 피의 출아율, 건물중 및 분얼수도 눈그누기 기간의 증가에 따라 상승하여 눈그누기는 피의 성장에 크게 영향을 끼쳤다. 수생잡초인 물달개비의 출아율은 눈그누기에 영향이 없었고, 초장 및 個体當 건물중은 6일 및 12일간 처리로 감소하였으며, 올챙고랭이는 피, 물달개비와는 달리 出芽率, 草長, 個体當乾物重 모두 눈그누기의 영향을 받지 않았다. 또 中山등(1998)도 담수직파시 눈그누기 시기와 기간의 차이가 pyrazolate劑의 제초 효과에 미치는 영향을 조사한 바 있는데, 눈그누기의 시기와 기간에 따라 제초 효과는 크게 변하며, 제초제 처리 직후 장기간에 걸친 눈그누기는 제초 효과를 현저하게 감소시킨다 하였다. 그 主原因은 눈

그누기 기간중에 피의 葉齡이 pyrazolate제의 처리 적기를 넘기 때문이라고 하였다. 이상의 川口, 中山등(1998) 연구는 파종전에 제초제를 처리하지 않은 조건에서 실시한 결과지만 파종후 바로 배수하여 건습상태를 유지하면 벼에 대한 입모는 상승하나 잡초 방제에 영향이 있음을 시사하고 있다. 또한, 일본에서는 근래 湛水土中直播에서도 파종후 바로 배수하여 안정된 입모 확보를 할수있다고 보고하였고 (岡村과 井口 1996), 丸山(1999)의 담수직파재배에 있어서 出芽苗立期의 낙수관리의 指標化등의 요약 보고에 의하면 파종후의 낙수관리는 담수관리와 비교하여 지온은 다소 낮아지나 토양중에 산소가 공급되어 산화적으로 유지되기 때문에 출아율이 높아지고 그 후 根의 생장이 촉진되기 때문에 뜬묘, 누운묘가 적고 立苗率이 向上된다고 하였다. 그러나 파종후 落水관리에 의하여 잡초가 발생되기 쉽기 때문에 이에 대한 대책이 필요함을 지적하고 있다.

또한 Baker(1986), Lo(1994)등은 파종후 계속 담수상태를 유지할 경우에는 앵미 방제에 효과는 있지만 재배벼의 입모수가 떨어지는 반면, 계속 담수상태를 유지하는동안 초기에 단기간 낙수기간이 있으면 재배벼의 입모에 영향을 주지 않고 앵미 방제 효과를 높일 수 있다는 보고한 바 있다.

이상 3년여에 걸쳐 담수직파시 벼 입모율 향상과 안정적인 피 및 앵미 방제를 위하여 폿트 및 4개포장에서 실험을 실시하였다.

그 결과를 요약하면 파종후 낙수처리는 초기 약해가 경감되고 입모율이 8 18% 내외 향상이 되었다. 그러나 앵미 및 피의 방제면에 있어서 낙수시에는 담수유지구에 비하여 피와 앵미 모두 방제율이 10% 20% 떨어진 폐단이 야기되었다. 따라서 파종 1일후 낙수는 잡초방제 측면에서 신중한 고려가 요구되며 낙수 ·출아는 파종당시의 기온, 발생잡초의 종류와 양(앵미종 포함), 벼 품종, 토성, 누수량 등 지역 특성에 따라 변이가 크므로 보다 많은 연구의 축적과 검토 및 고려가 요망된다. 특히, 파종전 oxadiazon등 초기처리제초제를 처리하지 않는 포장인 경우에는 피를 비롯 다른 잡초의 생육이 진전되어 중기처리 제초

제의 처리적기를 벗어나는 사례가 흔히 발생함으로 유의하여야 된다.

다. 담수직파재배시 재배벼의 파종심도와 최아정도의 차이가 입모와 생육에 미치는 영향

1) 폿트실험

3품종 모두 표면파종과 1㎝ 깊이의 파종구의 대비에 있어서 입모수, 엽령, 초장등 초기 생육은 약제처리 유무와 공시제초제의 종류에 관계없이 표면 파종구가 1㎝ 깊이 파종구에 비하여 앞선 경향을 보였다. 그 이유는 담수상태를 유지한 조건에서는 볍씨가 토중에 조금이라도 매몰된 경우에는 출아종자에 대한 산소공급이 부족하여 환원상태가 되기 때문이다. 이런 이유때문에 일본의 土中直播시에는 종자에 산소발생제인 CaO_2를 분의하거나(三石등 1986), 파종후 배수하여 낙수출아를 시도하면 토양중에 매몰된 볍씨도 출아시킬수 있다. 본 연구에서 1㎝ 파종심도의 경우도 부분적으로 출아가 가능하였던 것은 누수, 간단관수 또는 눈그누기 기간등에 있어서 밭상태를 유지하였기 때문으로 사려된다.

최아정도가 0㎜, 2.0㎜, 5.0㎜로 각각 다른 경우에 있어서 재배벼의 입모수 및 초기생육은 처리 약제의 종류에 관계없이 거의 차이가 없었다. 그것은 쎄레직후 제초제를 처리하고 10일동안 담수상태를 유지하는 동안 답표면수중의 유효성분은 거의 대부분 토양에 흡착되고 답표면수중의 유효성분농도는 극미량이었기 때문에 최아된 재배벼 파종시 유아를 통하여 흡수된량은 거의 없었던 관계로 사려된다. 담수직파시 입모확보를 위해서는 파종전제초제 처리유무에 관계없이 종자가 토중에 매몰되지 않도록 하거나 만일 매몰종자가 있는 경우에는 파종후 볍씨 출아시까지 낙수하여 건답상태를 유지하여 충분한 산소를 공급해 주는 일이라 생각된다.

Table 3-28. Influence of seeding depth and different sprouting length of rice on seedling stand and growth in water-seeded rice.

Rice cultivar	Sprouting length (mm)	Seeding depth (cm)	Handy weeding		Oxadiazon		Molinate		Thiobencarb	
			Seedling stand (no/pot)	Shoot length (cm)	Seedling stand (no/pot)	Shoot length (cm)	Seedling stand (no/pot)	Shoot length (cm)	Seedling stand (no/pot)	Shoot length (cm)
Sangju	0	1	4	24.2	8	24.2	11	24.0	2	26.5
		0	13	30.0	9	25.4	11	28.4	11	31.6
	2	1	5	24.0	9	24.6	7	21.6	8	27.2
		0	10	28.2	11	24.8	12	24.6	11	30.8
	5	1	7	25.0	10	22.8	10	22.8	7	27.8
		0	9	27.4	8	27.2	12	26.2	13	31.6
Dongan	0	1	1	32.0	1	22.0	7	25.2	2	27.0
		0	7	29.8	6	27.6	9	25.8	8	30.0
	2	1	1	31.0	2	26.5	1	22.8	1	29.5
		0	13	29.4	10	29.0	14	26.2	12	31.0
	5	1	2	26.0	1	33.0	2	30.5	4	30.2
		0	11	32.0	3	27.7	12	27.2	11	31.0
Ilmee	0	1	14	21.2	7	28.0	12	29.2	8	25.4
		0	14	26.4	8	28.2	12	28.6	12	29.6
	2	1	7	21.4	3	20.0	6	26.2	8	28.2
		0	14	25.2	6	27.4	14	30.8	13	29.0
	5	1	10	28.4	5	25.6	9	27.6	2	31.0
		0	15	27.0	7	28.2	12	29.8	12	30.0

2) 포장실험

초기약해는 최아정도, 낙수구, 담수구, 처리제초제의 종류에 관계없이 거의 없었다. 입모율은 처리약제의 종류에 따라서 큰 차이가 없고 담수유지구에서 92 104본/㎡, 낙수구에서 98 112본/㎡ 범위를 나타내 낙수구의 입모수가 약간 많은 결과를 나타냈다. 그후의 생육(초장, 엽령 진전)은 파종 25일후까지는 볍씨 최아구가 담수유지구, 낙수구 모두 약간 앞선 경향을 보였으나 파종 50일후에는 거의 차이가 없었다.

이상의 Pot 및 포장 시험결과에서 안전한 입모확보를 위해서는 약제처리유무에 관계없이 벼 종자가 1㎝ 이상으로 토양중에 매몰되지 않도록 하여야 한다.

만일 매몰된 종자가 많은 경우에는 낙수하여 산소(O_2)를 공급해주므로써 약해도 경감시키고, 출아도 촉진할수 있다는 결과를 얻었다. 또한 볍씨의 최아정도에 따른 입모는 최아볍씨가 무최아볍씨보다 초기 유아의 생육은 빠르나 경시적으로 차이가 없어지며, 특히 파종후 낙수할 경우 입모율도 높아지고 근활착이 빠르므로 담수후의 생육이 급속히 진전되어 최아의 길이가 입모생육에 영향이 거의 없게 된다.

Table 3-29. Effect of water mangement, herbicide and sprouting length of rice on crop injury and growth in water-seeded rice[1)].

Water mangement method	Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Sprouting length (mm)	Crop[3)] injury (0 9) 20DAS	Seedling stand (no./㎡)	Plant height (cm)	Seedling number (no./hill)	Plant height (cm)
					25DAS		50DAS	
Drainage after seeding until root establishment	Weedy Check	-	3	0	105abc	20.6a	14a	50.0c
			0	0	111a	19.8a	13a	49.7c
	Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	3	0	110a	17.1c	14a	49.6c
			0	0	108ab	16.0c	13a	49.2c
	Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	3	0	112a	21.0a	13a	49.3c
			0	0	98cd	18.6b	14a	50.3c
	Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150	3	0	109ab	20.9a	13a	48.7c
			0	0	97cd	20.3a	12a	49.6c
Flooding after seeding until emergence	Weedy Check	-	3	0	99cd	19.5a	13a	54.4a
			0	0	102bc	18.7b	13a	53.8a
	Oxadiazon fb P+M	60 fb 2.1+150	3	0	100bcd	18.2b	13a	52.6b
			0	0	96cd	15.5c	13a	53.6a
	Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	3	1	92d	20.7a	12a	54.9a
			0	0	104abc	17.0c	13a	53.2a
	Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150	3	0	100bcd	19.4a	13a	50.5bc
			0	0	92d	18.3b	12a	51.2b

1) 3) : Refer to table 3-12.

일부 농민지도기관에서는 담수산파시 파종전에 thiobencarb를 처리하고 5 7 일후 볍씨 파종하는 볍씨를 최아시키지 않을 때에는 심한 약해가 발생한다고

경고하고 있는데 이 논리는 시정되어져야 된다. 김제 장동혁 농가 등은 직파기로 파종시(특히, 무논골뿌림)에 오히려 최아종자를 쓰지않고 수침만 2일정도만 침종한 종자를 사용하여 3만여평을 약해없이 성공적으로 경작하고 있는 바 이 결과는 저자 등의 실험결과와 일치된다.

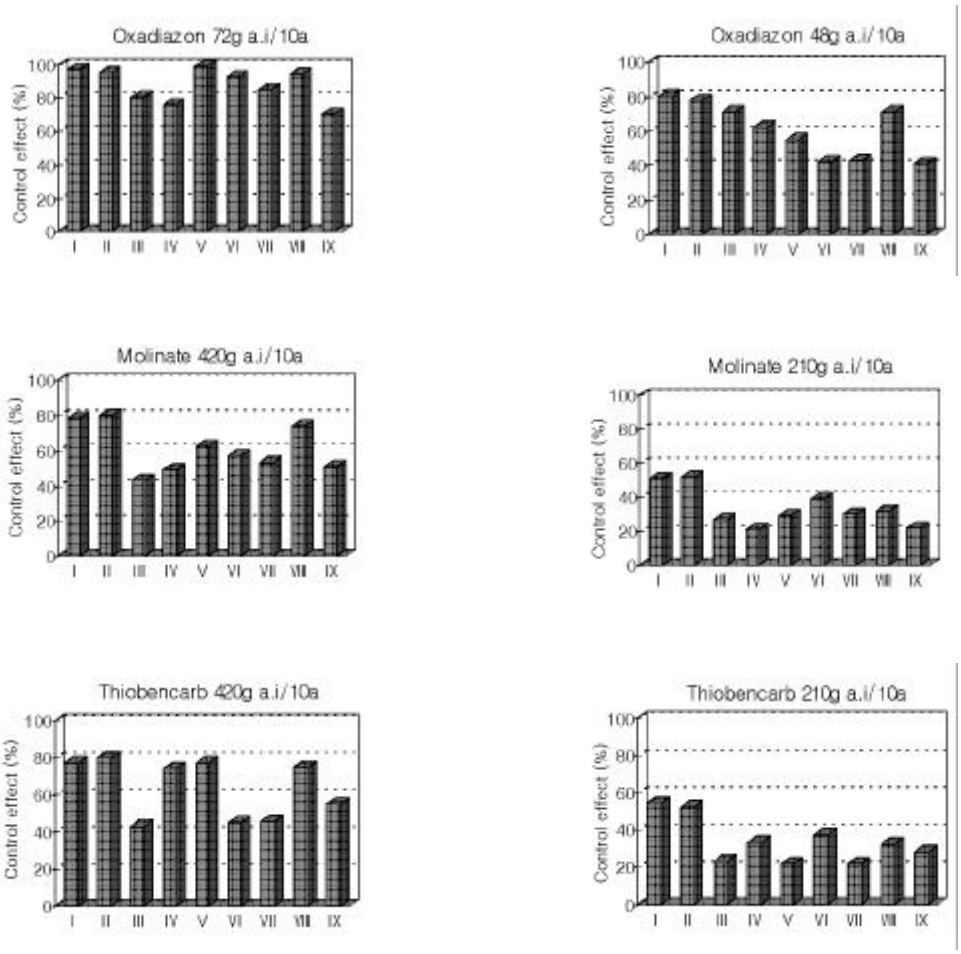
라. 토양처리형 제초제에 대한 蒐集 앵미의 感受性

그동안까지 담수직파 재배시 파종전 토양처리형 제초제 oxadiazon, molinate, thiobencarb를 처리하여 앵미 방제 효과를 검토한 실험에서는 앵미 중 주로 장립형이며 脫粒性이 강한 완주산 앵미를 대상으로 하였다. 그러나 앵미는 수집종에 따라 생태적 특성도 다르고 제초제에 대한 감수성도 서로 다르기 때문에 (百武博, 1993) 완주산 앵미를 포함한 9종의 앵미를 폿트에 파종하여 토양처리형 제초제에 대한 감수성을 조사하였다.

Oxadiazon은 공시한 파종전 처리 제초제 중 앵미의 방제 효과가 가장 높았는데 특히, 고약량인 72g a.i/10a에서는 완주, 부량, 영동, 온양, 울주산 앵미에 대해서 90%이상의 방제율을 보였고, 죽산, 호시, 수성산 앵미에 대해서는 80% 이하로 효과가 약간 떨어지는 경향이었다.

Molinate는 처리 약량이 210g a.i/10a일 때의 방제율이 20 50%로 낮았고, 420g a.i/10a에서 완주, 부량, 울주산 앵미는 70 80%의 방제율을 보였으며, 나머지 앵미는 대부분 60%이하의 방제율을 나타냈다.

Thiobencarb는 처리 약량이 210g a.i/10a일 때의 방제율이 20 50%로 낮았고, 420g a.i/10a일 때는 40 80%였으며, 완주, 부량, 호시, 영동, 울주산 앵미에 대해서는 70 80%의 방제율을 보였다.



I: Wanjuaengmi, **II**: Buryangaengmi, **III**: Juksanaengmi, **IV**: Hosiaengmi, **V**: Youngdongaengmi, **VI**: Onyangaengmi, **VII**: Youngsiaengmi, **VIII**: Ujuaengmi, **IX**: Susungaengmi

Fig 3-1. Difference of control effect among red rices with oxadiazon, molinate or thiobencarb treatment at 7 days before seeding in water-seeded rice field.

공시한 제초제 모두 추천량에서 방제율이 낮은 것은 앵미를 전혀 최아시키지 않은 상태에서 파종하였고, 파종후 물관리를 淺水 혹은 間斷灌水를 하였기 때문으로 생각된다. 국내에서도 일본형 재배벼와 통일품종 등이 simetryn에 대하여 감수성 차이가 있다고 보고하였고(Kim et al 1975), 벼 50종이 perfluidone에 대하여 감수성 차이가 있다고 보고하였으며(양과 한 1983), 최근에는 앵미 및 재배벼간에 저항성 차이가 있다고 보고하였다(국 등 1997). 또한, indica형인 IR8이 japonica형보다 감수성이 높다고 하였고(重松昭二 1971), indica형에서 발견된 약제 내성에 대한 遺傳子 分析에서 감수성의 차이가 單純遺傳子의 지배를 받을 가능성을 시사하였다(海野芳太郎 1977).

一前(1990)은 34개 벼 품종에 대하여 thiobencarb에 대한 감수성의 차이를 조사한 결과, japonica형에는 감수성이 낮은 품종이 많고, indica형에는 감수성이 높은 품종이 많다고 하였는데, 그 이유로는 종자 무게의 차이에 기인된 養分 持續期間의 차이를 들 수 있고, 처리 부위별로도 차이가 있어 발아시 幼芽에 처리한 것이 뿌리에 처리한 것보다 감수성이 크다고 하였다. Molinate와 thiobencarb에 대해 재배벼와 앵미 사이에 選擇性이 있음을 보고하였고(Richard 1979), triazine계인 simetryn과 dimethametryn에 대해서도 抵抗性系統과 感受性系統이 다르다는 것을 발견하였다(百武 1993). 벼 품종간의 감수성 차이는 발아와 생육의 차이, 根系의 차이에 의한 약제 흡수량의 차이, 품종 고유의 생리·유전적 형질 차이 등에서 기인된 것으로 생각된다. 그런데 감수성 차이는 제초제 종류마다 作用機作도 다르고, 토성, 부식함량, 물관리 방법, 약제처리후 배수일자, 누수량의 차이, 온도 차이 등의 환경요인에 따라서 변동폭이 달라질 수 있다고 생각된다.

본 실험 결과가 국내의 다른 실험 결과(국 등 1997, 박 등 1997)와 차이가 있는 것은 공시한 앵미의 종류가 다르고 실험 방법(폿트, 실내, 포장실험)이 서로 다른데 원인이 있다고 생각된다.

마. 앵미의 최아정도에 따른 oxadiazon에 대한 반응

위의 실험 라.에서 파종전 토양처리형 제초제 중 공시한 앵미 모두에 대해 비교적 방제 효과가 높았던 제초제는 oxadiazon 이었다. 그런데 앵미에 대한 oxadiazon의 방제 효과는 약제 처리 당시 앵미의 최아 정도에 따라 그 차이를 보였다. 따라서 앵미의 최아정도를 달리하였을 경우 oxadiazon에 대한 앵미의 반응을 폿트 실험을 통하여 검토하였다.

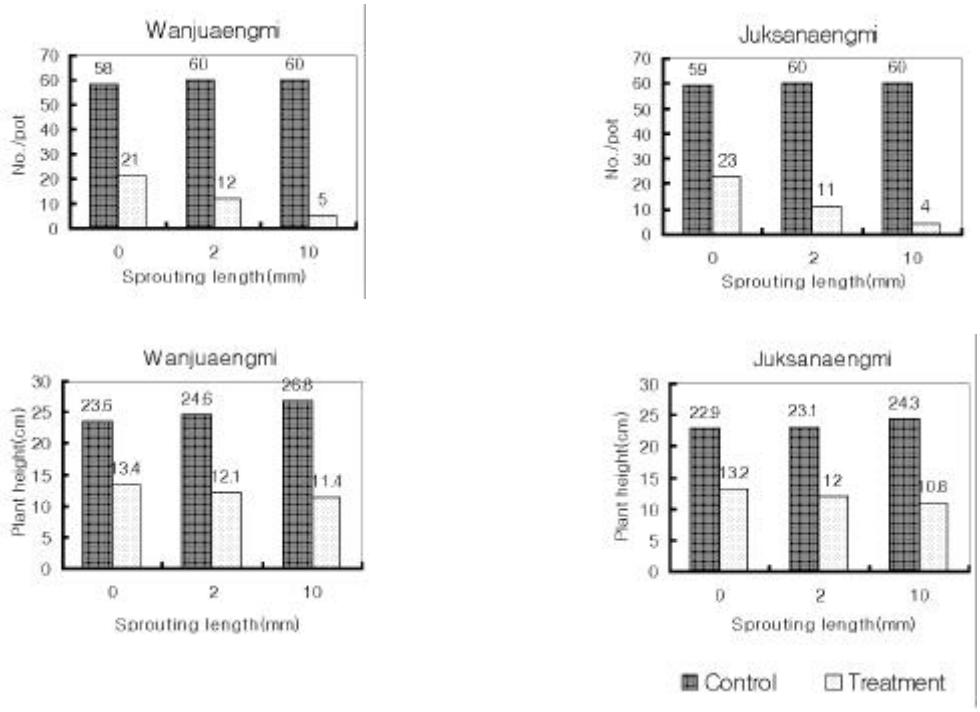


Fig 3-2. Effect of oxadiazon on red rice control at different sprouting length in water-seeded rice pot.

완주산 앵미는 최아정도가 0, 2, 10㎜일 때 무처리의 입모수는 폿트당 각각 58, 60, 60본 이었던 반면, oxadiazon 처리에서는 21, 12, 5본으로 최아가 더 진행될수록 입모수가 적었다. 또한 최아정도가 0, 2, 10㎜일 때 무처리의 초장은 각각 23.6, 24.6, 26.8cm이었던 반면, oxadiazon 처리에서는 13.4, 12.1,

11.4cm로 최아가 더 진행될수록 초장이 짧았다. 또한 죽산산 앵미에서도 이와 똑같은 경향을 보였다.

이와 같이 완주산, 죽산산 앵미 모두 공통적으로 전혀 최아되지 않았을 때보다 2㎜ 또는 10㎜정도로 최아가 더 진행된 상태에서 oxadiazon에 접촉되었을 경우 앵미에 대한 방제 효과가 증가하였는데, 그 이유는 최아가 진행될수록 幼芽部를 통하여 약제가 더 빨리 흡수되었기 때문으로 판단된다. 따라서 파종전 oxadiazon 처리에 의하여 앵미의 방제 효과를 높이기 위해서는 앵미가 발아할 수 있는 최적의 조건을 만들어 幼芽部 발달이 가능한 많이 유도된 상태에서 파종전 처리 제초제를 살포하는 것이 앵미 방제를 위하여 더욱 효과적이라고 생각된다.

바. 앵미의 최아정도에 따른 oxadiazon, molinate, thiobencarb에 대한 반응

전항에서는 앵미의 최아정도에 따른 oxadiazon의 반응차이에 대하여 검토하였다. 본 항에서는 oxadiazon외에 molinate, thiobencarb까지 포함하여 최아정도에 따른 약제 반응차이를 검토하였다.

완주산 앵미의 최아정도가 0, 2, 5㎜일때 oxadiazon의 경우 무처리대비 입모율은 각각 32.4, 17.6, 8.3%를 보였고, 무처리대비 초장은 각각 52.7, 49, 42.6%를 보였다. Thiobencarb의 경우 최아정도가 0, 2, 5㎜일때 무처리대비 입모율은 각각 37.8, 19.4, 23.5%를 보였고, 무처리대비 초장은 각각 55.9, 48.2, 47.0%를 보였다. Molinate의 경우 최아정도가 0, 2, 5㎜일때 무처리대비 입모율은 각각 35.1, 23.5, 16.6%를 보였고, 무처리대비 초장은 각각 56.6, 55.5, 47.8%를 보였다.

이와같이 완주산 앵미에서 전혀 최아되지 않았을 경우보다 2㎜ 또는 5㎜정도로 최아가 더 진행된 상태에서 oxadiazon, thiobencarb, molinate에 접촉되었을 경우 앵미방제효과가 더욱 현저하였다. 그 이유는 최아가 진전될수록 유아를 통한 흡수량과 그 속도가 신속하였기 때문으로 사려된다. 따라서 파종전

oxadiazon, thiobencarb, molinate처리에 의하여 앵미방제효과를 높이기 위해서는 앵미가 발아할 수 있는 최적의 조건을 만들어 유아부 발달이 최대한 유도된 상태에서 파종전처리제초제를 처리하는 것이 앵미방제를 위해서 더욱 효과적이라고 생각된다.

Table 3-30. Growth response of red rice at different sprouting length to herbicides

Treatment	Application rate (g a.i/10a)	Sprouting length (mm)	Seedling stand[1)]	Plant height (cm)	Leaf stage	Fresh weight (g)
Untrated control	-	0	37	38.1	6	5.62a
		2	34	36.9	6	5.21ab
		5	36	38.7	6	5.45ab
Oxadiazon	60	0	12(32.4)ab	20.1(52.7)a	3-5	4.59bc
		2	6(17.6)bc	18.1(49)b	2-3	2.86de
		5	3(8.3)c	16.5(42.6)c	3	2.33ef
Thiobencarb	420	0	14(37.8)a	20.6(55.9)a	3-5	4.92f
		2	7(19.4)bc	17.8(48.2)bc	3	3.47bc
		5	8(23.5)b	18.1(47.0)b	3-4	3.14de
Molinate	450	0	13(35.1)a	21.6(56.6)a	4-5	4.90bc
		2	8(23.5)b	20.5(55.5)a	3-4	3.97cd
		5	6(16.6)bc	18.5(47.8)b	4	3.58de

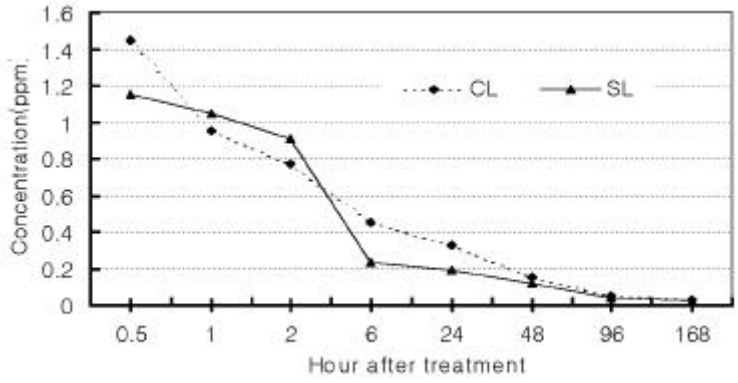
1) : ( ), percent to untreated control

사. Oxadiazon의 답표면수중 소실과 토양 흡착

1) Lysimeter 조건의 표면수중 oxadiazon의 농도 변화

담수직파 재배시 공시한 파종전 처리 제초제 중 앵미 방제에 가장 효과가 높았던 oxadiazon이 파종 7일전 처리시 최아볍씨에 대하여 약해가 거의 없는 이유와 발아시 앵미, 피 등이 효과적으로 방제될 수 있는 메카니즘을 파악하기 위하여 oxadiazon처리후 畓表面水中에 유효성분의 경시적 消失과정과 흡착특성에 대하여 구명코져하였다. 써레질 직후에 oxadiazon처리하여 담수중에 용존되

어 있는 유효성분의 농도를 lysimeter system을 이용하여 조사하였던바 무누수 상태에서 oxadiazon 처리후 2시간까지는 사양토(SL)에 비하여 식양토(CL)에서 다소 빠른 약제의 감소를 보였으며, 답표면수를 조사한 결과 처리 1시간 이내에 처리량의 약 50%가 감소하였다. 그러나 1일 평균 1cm의 속도로 漏水를 실시하였을 때는 처리 2시간 이후부터 사양토에서 약제 감소가 급속히 나타나 처리후 24시간까지 처리량의 약 90%가 감소하였다. Oxadiazon 처리후 2일부터는 두 토양의 답표면수중 약제 농도에 거의 차이가 없었으며, 4일후에는 처리량의 2 2.5%만이 표면수중에 존재하였다. 처리후 7일에는 0.03ppm이하로 낮아지거나 GC 분석으로 거의 검출이 되지 않는 농도가 되었다(그림 3-3).



* CL : Clay loam, SL : Sandy loam

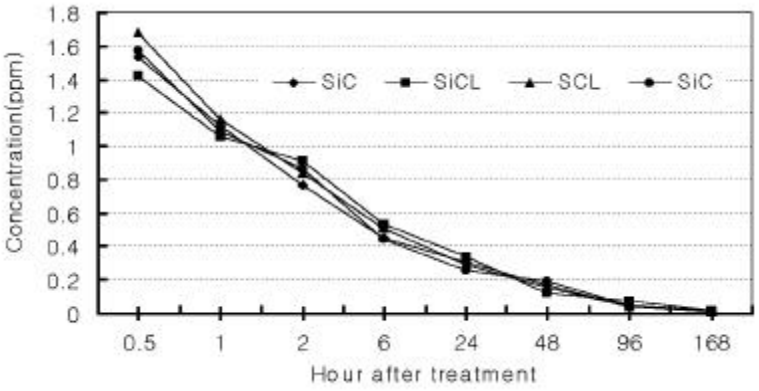
Fig 3-3. Time-sequential reductions of oxadiazon from 3cm-deep surface water in lysimeters containing two different soils.

한편, 제초 효과에 있어서는 처리후 4일까지 oxadiazon의 83.5 90.5%가 담수중에서 소실되어 토양 표층에 처리층을 형성하므로 처리층 이하에 존재하는 앵미는 幼芽部에서 약제를 흡수하여 地上에 나타나면 광에너지에 의하여 생화학적 반응을 일으켜 有毒物質을 생성하여 갈변되면서 점차 消滅·枯死하게 된다. 따라서 약제(松中. 1970.) 처리전에 이루어지는 경운, 써레질 및 물관리와 같

은 포장관리 방법에 의하여 앵미의 출아가 유도된 포장 조건에서는 oxadiazon에 의한 효과가 증대되며, 약제에 대한 앵미의 幼芽部 노출이 충분하지 않은 포장조건에서는 약효에 변동이 나타날 수 있음을 시사하고 있다.

2) 포장에서 답표면수중 oxadiazon의 농도 변화

토성이 다른 4군데의 포장에 oxadiazon유제 500㎖/10a를 처리하고 표면수중의 약제 농도를 經時的으로 조사함으로써 포장조건에서 실제로 나타난 약해 및 약효 변동과 연관지어 설명하고자 하였다. 4군데 포장에 약제 처리후 經時的으로 채취한 표면수중의 농도를 조사한 결과 약제 처리후 2시간까지 빠른 속도로 감소하는 경향을 보여 토성에 관계 없이 1 2시간후에는 처리량의 약 50%만이 담수중에 존재하였다. 처리 2일후 부터는 표면수중 약제의 감소가 완만하게 나타났으며, 4일후에는 처리량의 2 3.5%만이 담수중에 존재하였고, 처리 7일후에는 0.03ppm이하의 농도를 보여 lysimeter 조건에서와 거의 동일한 결과를 보였다(그림 3-4).



* SiC : Silty clay, SiCL : Silty clay loam, SCL : Sandy clay loam

Fig 3-4. Time-sequential reductions of oxadiazon from 3cm-deep surface water in four fields.

이와 같은 결과는 oxadiazon 처리후 써레질에 의하여 oxadiazon의 상당 부분이 급속히 토양 입자와 함께 토양 표층에 沈下하고, 그 후 다시 浮遊해 있는 토양 성분의 微細粒子 沈下에 따라 토양 표면에 蓄積해 가는 것으로 생각된다.

Oxadiazon의 담수직파에 대한 적용성 연구에서 약제 처리후 답표면수중 농도가 0.05ppm이하에서는 약해도 없고, 벼의 초기 생육에도 영향이 없다고 하였다(小野 1974). 그런데 본 시험 결과 약제 처리 4일후에는 0.04 0.05ppm, 7일후에는 0.03ppm이하이거나 GC로도 거의 檢出이 되지 않는 농도이므로 볍씨가 토양중에 埋沒되어 있지 않는 한 벼에 대한 약해는 거의 없다고 할 수 있다. 그러나 이러한 약제의 經時的 消失은 처리 약량, 토성, 온도, 누수량과 물관리 방법 등에 따라 변동이 생길 수 있기 때문에 경우에 따라서는 약해를 유발할 가능성도 있다고 생각한다.

한편, 앵미의 방제 효과는 약제 처리 초기에 결정되는 것으로 생각되며, 이 기간동안 최아된 앵미가 畓面水에 접촉되거나, 지표 처리층 밑에서 출아중에 있는 앵미가 약액을 흡수하고 출아하여 햇빛을 받게 되면 본 약제의 특성상 광에너지에 의하여 생화학적 반응을 일으켜 有毒物質을 생성한 후 갈변되면서 점차 枯死하게 된다(重松昭一 1970). 따라서 약제 처리전에 이루어지는 경운, 써레질 및 물관리와 같은 포장 관리 방법에 의하여 출아가 誘導된 포장조건에서는 oxadiazon에 의한 효과가 증대되며, 幼芽部 노출이 불량한 포장조건에서는 약효에 변동이 나타날 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 앵미에 대한 oxadiazon의 방제 효과도 정밀한 써레질, 약제 처리후 물의 이동, 물관리 방법, 토성, 누수량, 앵미의 종류와 최아정도 등의 환경조건에 따라 변동이 생길 수 있다고 생각된다.

3) 토양 조건의 요인별 oxadiazon의 흡착 특성

포장에 처리된 oxadiazon이 답표면수중에서 매우 빠른 속도로 감소되기 때문에 이러한 消失經路가 토양중 흡착에 의한 것인지 여부를 조사하기 위하여 oxadiazon의 처리 농도, 吸着培養時間 및 온도별로 일련의 실험을 수행하였다.

토성이 다른 4군데의 토양에 oxadiazon의 처리 약량별로 흡착량의 차이를 조사한 결과, 공시 토양 모두 약량의 증가와 함께 흡착량의 증가를 보였으나, 진탕 6시간후 까지 처리 약량의 대부분이 토양에 흡착되어 토성간에 차이를 찾기 어려웠다(표 3-31). 또한 oxadiazon의 온도별 흡착량 변화에 있어서는 15 3 0℃의 범위에서 토성간에 큰 차이가 없었다(표 3-32).

Table 3-31. Changes of adsorption quantity of oxadiazon to soil texture and application rate[1)].

Application rate (μg/㎖)	Soil[2)]	The remained in water (μg/㎖)	Adsorption amount (μg/g, soil)
5	SiC	0.72c	4.28c
	SiCL	0.57c	4.43c
	SCL	0.60c	4.40c
	SiC	0.63c	4.37c
10	SiC	4.68b	5.32b
	SiCL	4.46b	5.54b
	SCL	4.49b	5.51b
	SiC	4.67b	5.33b
50	SiC	37.52a	12.48a
	SiCL	35.48a	14.52a
	SCL	36.43a	13.57a
	SiC	35.94a	14.06a

1) : Refer to table 3-12.
2) SiC ; Silty clay, SiCL ; Silty clay loam, SCL ; Sandy clay loam

Table 3-32. Change of adsorption quantity of oxadiazon to incubation temperature in four different soils[1].

Application rate (μg/mℓ)	Temperature (℃)	Soil[2]	The remained in water (μg/mℓ)	Adsorption amount (μg/g, soil)
5	15	SiC	0.54a	4.46a
		SiCL	0.51a	4.49a
		SCL	0.53a	4.47a
		SiC	0.58a	4.42a
	20	SiC	0.62a	4.38a
		SiCL	0.57a	4.43a
		SCL	0.60a	4.40a
		SiC	0.63a	4.37a
	30	SiC	0.63a	4.37a
		SiCL	0.66a	4.34a
		SCL	0.58a	4.42a
		SiC	0.62a	4.38a

1) : Refer to table 3-12.
2) : Refer to table 3-31.

이러한 결과를 토대로 토양 특성이 다른 2개의 토양을 대상으로 진탕시간을 달리하여 흡착량의 변화를 조사하고 토성별 흡착속도를 비교하였다(표 3-33). 유기물 및 점토 함량이 비교적 높은 미사질식토에서 다소 빠른 흡착속도를 보여 吸着曲線式에 의하여 산출된 吸着半減期에 있어서도 미사질식토(SiC)는 2.5시간, 사질식양토(SCL)는 3.2시간으로 나타났다. 또한 oxadiazon은 처리초기에 빠른 속도로 흡착되어 처리 4 5시간까지 처리량의 90%이상이 흡착되었으며, 그 이후에는 흡착량의 변화가 거의 나타나지 않았다. 이러한 흡착 특성은 답표면수중 약제의 감소 양상과도 일치하는 경향으로 답표면수중으로부터 약제의 감소는 대부분 토양중 흡착에 의한 것으로 판단된다.

Table 3-33. Time-sequential change of adsorption quantity of oxadiazon in two soils.

Soil[1)]	Application rate (μg/mℓ)	Shaking time (hours)	The remained in water (μg/mℓ)	Adsorption amount (μg/g, soil)	Adsorption formula and half life
SiC	5	0	4.53	0.47	1/A=0.145+0.362(1/T) (r^2 = 0.964) Half period : 2.5 hours
		0.5	3.91	1.09	
		1	2.66	2.34	
		2	1.42	3.58	
		3	1.02	3.98	
		4	0.81	4.12	
		5	0.65	4.35	
		6	0.63	4.37	
		12	0.57	4.43	
SCL	5	0	4.58	0.42	1/A=0.127+0.4122(1/T) (r^2 = 0.964) Half period : 3.2 hours
		0.5	4.02	0.98	
		1	2.59	2.41	
		2	1.55	3.45	
		3	0.86	4.14	
		4	0.77	4.23	
		5	0.68	4.32	
		6	0.60	4.40	
		12	0.54	4.46	

1) : Refer to table 3-31.

3. 건답직파 재배시 앵미 및 피의 방제

가. 체계처리에 의한 방제

건답직파는 乾土條件에서 整地作業과 파종작업이 동시에 이루어짐으로 기계화 일관작업이 가능하고, 새의 피해 및 倒伏에도 비교적 안전하므로 농민들이 선호하고 있지만, 건답직파를 계속할 경우 앵미 및 피를 비롯한 잡초 관리에 어려움이 많다. 즉, 건답직파에 있어 영농의 성패는 잡초 방제를 어떻게 성공적으로 하느냐에 달려 있다. 직파재배 농가 중 잡초 방제를 위하여 가장 많이

실시하고 있는 방법은 비선택성 제초제 paraquat 또는 glyphosate에 토양처리형 제초제 butachlor와 pendimethalin 등을 혼합하여 처리하는 방법이다. 이 원리는 이미 발생한 잡초는 비선택성 제초제인 paraquat, glyphosate 등으로 고사시키고, 그 후 발생하는 잡초는 잡초 발생 억제제인 butachlor와 pendimethalin을 혼합하여 처리함으로써 방제가 가능하다. 물론 처리 시기를 잘 맞추면 성공할 수 있지만 지역마다 벼 파종 시기가 다르고, 晩播인 경우에는 벼와 잡초의 동시 출아로 적용이 불가능하며 기상조건과 농가의 사정에 따라 처리 적기를 놓칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 파종전 ·후 시기별로 때에 맞는 적합한 제초제를 선발하여 처리하고, 1차 처리후 잡초 방제가 완전하지 못할 때에는 추가로 2차 처리를 실시하는 체계처리 확립을 위하여 유망한 제초제 17종을 공시하여 건답 및 담수기간에 걸쳐 시험을 실시하였으며, 시험결과는 표 3-34와 같다.

1) 건답기간, 담수후 약해 및 생육

초기 약해는 pendimethalin 합제구인 bifenox+pendimethalin과 propanil+pendimethalin 배량 처리구에서 輕微한 생육 억제가 있었으나 經時的으로 회복되었고, 그 외의 처리구에서는 배량구에서도 거의 약해가 없었다. Propanil과의 합제인 propanil+pendimethalin, propanil+thiobencarb, propanil+molinate 등은 벼 1 1.5엽기, 피 2 3엽기에 처리할 때 거의 약해가 없었으나, 벼의 엽기가 진전되고 고온일 때는 잎 끝이 고사되지만 곧 회복되었다. ㎡당 입모수와 초장에 있어서는 bifenox+ pendimethalin과 propanil+pendimethalin 배량 처리구에서 약간의 생육 억제 현상이 있었고, 나머지 처리구에서는 손제초구에 비하여 거의 차이를 볼 수 없었으며, 담수후에 처리한 4가지의 논제초제에 대한 약해도 거의 없었다.

Table 3-34. Effect of herbicides on phytotoxicity, growth and yield of rice cultivar in dry-seeded rice field.[1)]

	Herbicides treated[2)]		Application rate(pro./10a)		Crop[3)] injury (0 9)	Seedling stand (no./㎡)	Plant height (cm)	Tiller number (no./㎡)	Grain yield (kg/10a)
	before flooding	after flooding	before flooding	after flooding	20DAS	40DAS	40DAS	40DAS	
I	Weedy Check	-	-	-	0	82b	31.5b	450b	108b
II	Handy Weeding	-	-	-	0	99a	37.5a	520a	548a
III	Bifenox+Pendimethalin	P+M	500	3kg	0	98a	35.3a	528a	548a
IV	Bifenox+Pendimethalin	P+M	1,000	〃	1	83b	31.5b	526a	550a
V	Oxadiazon+Pendimethalin	P+M	300	〃	0	95a	35.6a	544a	532a
VI	Butachlor fb C+B	P+D	3kg fb 2,000	〃	0	95a	37.5a	520a	536a
VII	Thiobencarb fb C+B	B+M	3kg fb 2,000	〃	0	98a	36.2a	530a	540a
VIII	Butazon fb prop.+Pend.+Prop.	P+M	300 fb 500+300	〃	0	95a	35.1a	546a	539a
IX	Pendimethalin fb Propanil	P+M	500 fb 800	〃	0	98a	35.4a	520a	548a
X	Oxadiazon fb Prop.+Thiobencarb	P+M	400 fb 500	〃	0	95a	35.1a	534a	538a
XI	Paraquat+Butachlor	M+S	300 fb 300	〃	0	96a	37.8a	547a	548a
XII	Paraquat+Butachlor	M+S	600 fb 300	〃	0	95a	36.7a	545a	550a
XIII	Propanil+Pendimethalin	P+D	500	〃	0	98a	37.6a	536a	544a
XIV	Propanil+Pendimethalin	M+S	500	〃	0	95a	35.2a	538a	530a
XV	Propanil+Pendimethalin	M+S	1,000	〃	1	81b	31.1b	542a	542a
XVI	Propanil+Thiobencarb	M+S	500	〃	0	95a	36.3a	546a	549a
XVII	Propanil+Molinate	M+S	500	〃	0	98a	36.4a	530a	530a
XVIII	Cyhalohop-butyl+Bentazon	P+D	1,000	〃	0	95a	37.2a	540a	535a
XIX	Cyhalohop-butyl+Bentazon	P+D	2,000	〃	0	95a	37.1a	540a	542a

2) C+B : Cyhalohop-butyl+Bentazon, Prop. : Propanil, Pend. : pendimethalin,
P+M : Pyrazosulfuron-ethyl+Molinate, M+S : Molinate+Simetryn,
P+D : Piperphos+Dimethametrun
1), 3) : Refer to table 3-12.

2) **건답기간중 제초 효과(담수전 파종 39일후 조사)**

본 포장에 발생된 잡초의 우점도는 화본과인 앵미는 31.7%, **피는** 33.2%, **바랭이는** 27.4%, **방동사니과인 방동사니는** 1.4%, **너도방동사니는** 3.3%, **광엽잡초인 냉이는** 8.5%, **여뀌는** 5.2%, **개비름은** 9.2%, **깨풀은** 8.46%, **명아주는** 4.6%**로 비교적 고루 분포하였다. 본 연구에서는 합제인 경우 건답기간중** 1**회 처리만으로 그 결과를 평가하였고, 단제인 경우에는** 1**차 처리후 잡초가 발생한 구는 추가로 체계처리도 실시하였다. 앵미에 대한 방제 효과는** paraquat+butachlor **처리구만** 40%**이상의 방제율을 나타냈고, 그 이외의 모든 처리구는** 0 33%**의 방제율을 나타냈다(표** 3-35). **따라서 앵미에 대한 제초 효과는 평가하지 않고** 1**차**

조사후 모두 제거하였다. 처리 시기별로 그 결과를 보면 다음과 같다.

가) 잡초발생전 토양처리(파종후 5일이내처리)와 벼 출아후 경엽처리제의 체계처리

단 1회 처리만으로 가장 제초 효과가 우수하였던 구는 bifenox+pendimethalin 처리구(91%)였고, 체계처리구 중에서는 butachlor입제 또는 thiobencarb입제 처리후 cyhalofop-butyl+bentazon 처리구(93%), butachlor 유제 처리후 propanil+pendimethalin합제에 propanil을 혼합한 처리구(93%), oxadiazon 처리후 thiobencarb+propanil 처리구(94%)였다. Bifenox+pendimethalin 합제 처리구(91%)가 oxadiazon+pendimethalin 처리구(87%)에 비하여 제초 효과가 높았던 것은 pendimethalin의 함량 차이에 기인된 것으로 생각된다. Butachlor 또는 thiobencarb 처리후 cyhalofop-butyl+bentazon합제가 우수한 효과를 얻은 이유는 cyhalofop-butyl(DE537) 성분이 엽기가 진전된 화본과 잡초에도 유효하고, bentazon은 一年生 및 多年生 廣葉雜草를 비롯하여 多年生雜草인 너도방동사니에 대해서도 효과가 높기 때문이다. 또한 oxadiazon 처리후 propanil+thiobencarb 처리구는 oxadiazon처리후 일부 殘存雜草를 propanil+thiobencarb에 의하여 방제할 수 있었기 때문으로 생각된다.

나) 벼 발아 직전 잡초 발생후 paraquat+butachlor 처리(파종 16일후)

벼는 출아 직전이고 잡초는 이미 발생한 시기에 처리하므로 이미 발생한 잡초를 비선택성 제초제인 paraquat에 의하여 고사시키고, 그 뒤에 발생한 잡초는 butachlor에 의하여 발생을 억제시키는 혼합제이므로 본 실험 결과는 공시 제초제 어느 것보다도 효과가 높았다. 다만 여뀌와 깨풀은 약간 耐性을 보였으나 종합 방제율은 추천량에서 92%, 배량에서는 97%로 높은 효과를 나타냈다.

다) 벼 및 잡초 모두 출아후 생육기 처리(파종 20일후)

파종후 잡초 및 벼 모두 출아하여 벼는 1 1.5엽기, 잡초는 2 3엽기에 쓸 수 있는 제초제는 propanil+pendimethalin, propanil+thiobencarb, propanil+molinate 및 cyhalofop-butyl+bentazon합제 등이다.

이 중에서 3종의 합제들은 공통적으로 함유된 propanil에 의하여 이미 발생한 피, 광엽잡초 등은 모두 선택적으로 고사되고, 그 이후에 발생할 잡초들은 pendimethalin, thiobencarb, molinate 등에 의하여 발생을 억제할 수 있도록 만들어진 유사한 제초 특성을 갖는 제초제들이다. 이들 4종류의 제초제들을 1회 처리(추천량) 만으로는 84 87%의 방제율을 나타냈는데, 그 이유는 피, 바랭이 등의 화본과 잡초 방제율이 완전하지 못하였고, 多年生雜草인 너도방동사니 방제가 만족스럽지 못하였기 때문이다. 그러나 위 제초제 중 propanil+pendimethalin을 배량 처리하였을 때에는 95%까지 방제율이 상승하였다. 따라서 잡초 발생량이 많은 논은 施用藥量을 더 높이거나 1차 처리후 남은 잡초나 재발생된 잡초의 억제를 위해서 경엽처리제의 추가 살포가 요구된다.

Cyhalofop-butyl+bentazon을 벼 1.5엽기, 피 3 4엽기에 처리한 결과 벼에는 거의 약해가 없고, 엽기가 진전된 피 및 방동사니 등에 대한 효과는 우수하였으나, 토양중 殘效期間이 짧아서 뒤에 발생한 잡초 억제 효과가 거의 없었고, 개비름의 방제가 어려워 종합 방제율은 추천량에서 86%, 배량에서 97%를 나타냈다.

Table 3-35. Weeding effect of herbicides treated with different application rate and time in dry-seeded rice field.

Treated No.	DAS	Weeding effect (%)											Total	
		Os	Ec	Ds	Ca[a)]	Cs	Cb	Ph	Al	Aa	Ca[b)]	Ai	Dry weight (g)	Weeding effect (%)
I	39	30g	31.4g	26g	1.3g	3.2g	8g	4.9g	8.6g	8g	4.4g	-	126	0
	131	-	32.6g	6.6g	-	7.2g	-	3.6g	-	-	-	7.2g	57	0
II	39	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100
	131	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100
III	39	12	96	89	100	60	96	80	100	100	100	-	11.3	91
	131	-	95	91	-	80	-	43	-	-	-	65	8.7	85
IV	39	33	100	100	100	75	91	88	100	100	100	-	4.2	97
	131	-	100	98	-	85	-	82	-	-	-	85	3.6	94
V	39	13	88	84	89	72	72	60	97	90	83	-	15.6	87
	131	-	85	90	-	70	-	60	-	-	-	72	11.7	80
VI	39	20	90	91	100	100	97	90	50	85	100	-	9.2	93
	131	-	85	96	-	100	-	74	-	-	-	72	8.9	85
VII	39	0	92	90	100	100	93	89	60	90	100	-	9.2	93
	131	-	82	98	-	100	-	76	-	-	-	80	8.6	85
VIII	39	13	96	90	100	85	93	75	95	95	100	-	9.2	93
	131	-	84	96	-	76	-	65	-	-	-	70	7.3	87
IX	39	13	84	88	100	85	100	90	80	90	100	-	15.5	88
	131	-	95	97	-	74	-	78	-	-	-	74	0.3	87
X	39	27	95	96	87	70	100	90	90	95	95	-	7.4	94
	131	-	86	95	-	79	-	85	-	-	-	78	1.0	85
XI	39	40	98	100	100	100	100	85	100	90	100	-	2.9	92
	131	-	85	87	-	80	-	92	-	-	-	70	10.6	81
XII	39	47	100	100	100	100	100	80	100	98	100	-	1.5	97
	131	-	88	90	-	85	-	95	-	-	-	80	7.8	86
XIII	39	20	77	77	75	60	100	80	100	96	100	-	20.9	84
	131	-	73	85	-	67	-	75	-	-	-	71	15.3	73
XIV	39	33	81	85	85	60	88	90	100	98	100	-	17.0	87
	131	-	76	82	-	65	-	62	-	-	-	70	15.4	73
XV	39	40	96	90	95	80	98	100	100	100	100	-	6.3	95
	131	-	90	91	-	85	-	84	-	-	-	80	7.4	87
XVI	39	0	79	79	81	73	100	70	100	91	90	-	20.4	84
	131	-	73	86	-	73	-	75	-	-	-	73	14.8	74
XVII	39	13	88	88	80	60	88	70	90	90	90	-	17.0	87
	131	-	74	90	-	71	-	82	-	-	-	68	14.6	74
XVIII	39	10	85	85	100	100	91	90	60	85	100	-	17.6	86
	131	-	75	78	-	90	-	89	-	-	-	60	14.8	74
XIX	39	33	95	95	100	100	100	100	88	97	100	-	3.5	97
	131	-	82	85	-	100	-	92	-	-	-	75	4.9	91

I XIX : Refer to table 3-34.

Os : *Oryza sativa*, Aa : *Acalypha australis*, Ds : *Digitaria sanguinalis*, Ec : *Echinochloa crusgalli*, Ca[a)] : *Cyperus amuricus*, Cs : *Cyoerus serotinus*, Ph : *Persicaria hydropiper*, Al : *Amaranthus lividus*, Cb : *Capsella bursa-pastoris*, Ca[b)] : *Chenopodium centrorubrum*, Ai : *Aeschynomene indica*

3) 담수기간중 제초 효과(벼 출수 30일후)

건답기간중 앞서 말한 제초제들을 그 특성에 맞는 적기에 처리하고 파종 45일후에 담수하여 10일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate, bensulfuron-methyl+molinate, molinate+simetryn, piperophos+dimethametryn 등의 제초제를 처리하고, 벼 출수후 30일에 최종 殘草를 조사하였다(표 3-35). 殘草調査는 ㎡당 평가는 어려웠으므로 20㎡내에 남아 있는 모든 잡초를 뽑아 조사하였다. 제초 효과는 건답기간중 약간의 잔초로 남았던 乾生 밭잡초인 냉이, 개비름, 깨풀, 명아주 등은 거의 담수후에 없어졌고, 공시 포장에서 가장 優占雜草였던 피(50.2%) 및 바랭이(10.2%) 등은 再生되었거나 중간물떼기 기간중 재발생으로 효과가 만족스럽지 못하였다. 여뀌(5.5%), 자귀풀(23%), 너도방동사니(11.1%) 등이 대부분의 처리구에서 잔초로 남게 되어 추천량에서 종합 방제율은 1차 조사 때에 비하여 크게 떨어진 73 94%를 나타냈다.

17가지 처리구중 85%이상의 방제율을 나타낸 구는 bifenox+pendimethalin 처리후 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 처리구, butachlor 또는 thiobencarb 처리후 cyhalofop-butyl+bentazon 처리구, paraquat+butachlor 처리후 molinate+simetryn 처리구, propanil+pendimethalin 배량 처리후 molinate+simetryn 처리구, cyhalofop-butyl+bentazon 배량 처리후 piperophos+dimethametryn 처리구 등이었다.

이상 처리시기를 달리하여 토양처리형 및 경엽처리형 제초제를 처리하였던 바 파종후 잡초발생전 토양처리형 제초제 처리나 벼와 피 모두 출아후 사용되는 경엽처리형 제초제 어느것의 처리로도 앵미방제는 거의 불가능하고, 조기파종으로 저온성잡초의 발생을 유도하고 재배벼 출아직전 비선택성 제초제+토양처리형 제초제 처리만이 어느정도 방제가 가능하다는 결론을 얻게되었고 또한, 시기별로 처리되는 어떤약제의 처리로도 단 1회처리로는 만족스런 효과를 얻기 어렵고 잡초발생량에 따라서 건답기간중 2 3회, 이어서 담수후 1회 약제처리

는 필수적이란 것을 시사하고 있다. 김 등(1991)에 의하면 파종직후 유망 토양처리형 제초제 5종과 propanil+butachlor 합제, propanil+thiobencarb 합제, quinclorac+bentazon 수화제 합제등의 혼합제를 시용한바 파종 30일후 까지는 80% 내외의 방제율을 나타내나 60 80일로 되면서 점차 제초효과가 감소하여 quinclorac+bentazon 합제만이 80% 방제율이 지속되었고 그 이외의 모든 처리구는 큰 잡초해를 입게된 것을 보고하였고, 최근 김 등(1998)은 cyhalofop-butyl 미탁제를 20일후 처리하고 이어서 파종 45일에 fenoxprop-p-ethyl+bentazon 미탁제를 추가 처리하거나 propanil+pendimethalin 유제를 파종 15일후 처리하고 이어서 파종 45일후 pyribenzoxim을 체계처리 하는것이 높은 방제율을 나타냈다고 보고한 바 필자의 연구결과와 거의 같은 경향이다.

따라서 건답직파 재배시 완벽한 잡초 방제를 위해서는 손제초가 수반되거나, 그 殘草量이 많은 경우에는 마무리 제초작업으로 엽기가 진전된 禾本科나 廣葉雜草에도 효과가 높은 제초제의 추가 살포가 요구된다.

본 연구에서 17가지의 처리구별 앵미의 방제 효과를 평가하였으나, 벼 발아직전 paraquat+butachlor 혼합제 처리구를 제외하고 처리 시기 및 처리 약제에 관계 없이 거의 효과가 없었다. 본 연구외에 별도로 완주군 삼례읍 이 종진씨 포장, 전주농고 포장 등에서 실시한 연구결과(제5장)도 본 연구 결과와 마찬가지로 관행적인 건답직파 방식으로는 앵미 방제는 어렵다는 것이 확인되었다. 따라서 건답직파 재배시에는 앵미 방제를 위한 새로운 접근 방법이 요구된다.

나. 早期 파종후 벼 出芽前 비선택성 제초제+토양처리형 제초제에 의한 방제

농촌진흥청에서 권장하는 건답직파의 파종 適期는 중북부는 4월 25일 4월 30일, 중부지방은 4월 20일 4월 25일, 남부지방은 4월 12일 4월 25일로써 그 지역의 평균기온이 13℃이상되는 날부터 파종이 가능하다는 것에 근거를 두고 있다. 그런데 최근 일부 농가에서는 적기보다 30여일 앞당겨 파종하는데, 권

등(1996)의 보고에 의하면 벼를 적기보다 1개월정도 앞당겨 파종하였을 경우 出芽日은 5월 1일에 파종한 것보다 11 26% 낮았으나 앵미인 갈색까락샤레와 갈색샤레는 거의 같고, 또한 벼와 피의 出芽所要日數가 길어지고 출아 開始後 적정 입모 확보까지의 기간이 길어져 생육이 불균일하고 잡초 방제, 施肥, 灌漑 등의 재배관리상 어려움이 증대된다고 하였다. 또한 김 등(1973)과 최 등(1998)은 4월 26일 파종에 비하여 5월 20일 파종시 잡초 발생량이 84.8%(건물중기준) 감소된다고 하였다.

그런데 농가에서 조기 파종을 하는 이유는 耕作規模가 큰 농가에서의 노력 按配를 위한 목적과 조기 파종을 하여 저온성 발생 잡초인 앵미, 피 및 기타 잡초를 발생시켜 벼 출아전에 비선택성 제초제+토양처리형 제초제 처리로 건답기간중 잡초 방제를 효율적으로 수행하고자 하는데 있다.

전술한바와 같이 파종후 잡초 발생전 토양처리형 제초제 처리나 벼와 피 모두 출아후 경엽처리형 제초제 처리로는 앵미 방제가 거의 불가능하고 벼 출아 직전 비선택성 제초제 처리에서만 앵미 방제가 어느 정도 가능함을 확인하였다. 따라서 이를 보다 더 확인하기 위하여 조기파종으로 저온성잡초의 출아를 유도하고 재배벼 출아직전 비선택성 제초제(paraquat)+토양처리형 제초제(butachlor, pendimethalin)의 효과를 시험하였다. 2차 로타리 후 비선택성 제초제 paraquat를 파종 2일전에 경엽처리하고 이어서 파종 5일후에 butachlor+pendimethalin을 추가처리하고 벼가 출아한 다음 담수하여 10종류의 신규 SU합제의 중기일발처리제를 살포한 결과는 표 3-36과 같다.

1) 벼의 초기 약해 및 생육

파종 40일후 처리구 모두 약해는 거의 없었고, ㎡당 입모수도 115 120본으로 적정량을 확보하였으며, 초장에 있어서도 26 28cm범위로 처리간에 차이가 없었다(표 3-36).

Table 3-36. Effect of paraquat+pendimethalin+butachlor treatment before emergence of rice cultivar on red rice and barnyardgrass control in dry-seeded rice field.[1)]

Herbicides treated before irrigation (2DBS fb 10DAS)[2)]	Herbicides treated after irrigation (30DAS)	Application rate (prod./10a)	Crop Injury[3)] (0 - 9) 40DAS	Seedling stand (no./㎡) 60DAS	Plant height (cm) 60DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
							Red rice	Barnyard-grass
							100DAS	
Weedy Check	-	-	0	115a	27a	420b	11.0 g/㎡	17.9 g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	120a	28a	517a	100a	100a
Paraquat fb Butachlor+ Pendimethalin	Pyrazosulfuron-ethyl +Molinate +Pretilachlor	300㎖ fb 300㎖+500㎖ fb 3kg	0	118a	27a	520a	58c	92b
〃	Ethoxysulfuron+ Molinate+Benfresate	〃	0	115a	27a	521a	60c	93b
〃	Halosulfuron-methyl +Molinate	〃	0	118a	27a	530a	57c	91b
〃	Ethoxysulfuron +Anilophos	〃	0	115a	28a	524a	73b	89b
〃	Azimsulfuron +Molinate	〃	0	120a	27a	531a	79b	91b
〃	Pyrazosulfuron-ethyl +Pyriminobac-methyl	〃	0	119a	26a	515a	77b	92b
〃	Pyrazosulfuron-ethyl +Molinate	〃	0	116a	27a	519a	73b	92b
〃	Azimsulfuron +Anilophos	〃	0	120a	26a	518a	72b	92b
〃	Cyclosulfuron +Molinate	〃	0	117a	26a	524a	78b	92b
〃	Imazosulfuron +Esprocarb	〃	0	115a	26a	523a	78b	91b

1) 3) : Refer to table 3-12.

2) **앵미 및 피의 방제 효과**

파종 100일후 앵미 방제 효과는 57 79%**로 피의 방제 효과** 89 93%**에 비해 낮았다. 이는 벼 파종후 灌·排水路를 만들었고, 잦은 강우로 파종전에 발생한 앵미 및 피를 비롯한 기타 잡초들이 비선택성 제초제** paraquat **에 의하여 고사되었고 잡초발생억제제인** pendimethalin**과** butachlor**을 혼합하여 처리함으로서 아직 발생되지 않았던 피는 발생억제제에 의해 억제되었기 때문이다. 앵미의**

방제 효과가 피보다 낮은 이유는 oxadiazon에 대해서 벼는 피보다 제초제 내성이 10배 이상이나 강하고, thiobencarb에 대하여 벼는 피보다 9배로 내성이 강하다고 하였던 바(一前宣正 1980), 두 종사이에 본질적인 내성 차이에 그 원인이 있으며, paraquat 처리 당시 발생되지 않았던 앵미는 乾土條件에서 pendimethalin 및 butachlor에 의해서도 방제가 불가능하였고, 담수후에 SU합제의 중기처리 제초제를 처리하였으나 앵미 방제에는 효과가 없었기 때문으로 생각된다. 따라서 벼 발아 직전 비선택성 제초제와 토양처리형 제초제 살포로 앵미의 만족스러운 방제는 어렵기 때문에 방제 효과를 높이기 위해서는 4월중 조기 파종을 하고 적습을 유지하여 앵미의 발생을 최대한 유도하는 일이라 생각된다.

다. 播種前 乾土混和 處理에 의한 방제

건답직파 재배는 앵미를 비롯한 기타 잡초관리에 어려움이 많기 때문에 담수직파 또는 기계이앙과의 輪換栽培가 바람직하지만, 물 保有能力이 적은 사질토양의 경우나 수리시설이 불완전한 경우에는 담수직파로의 전환이 어렵다. 본 연구에서는 乾土條件에서 파종전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb를 표면처리하고 5㎝내외의 깊이로 土壤混和 하여 앵미의 방제 효과와 벼의 생육에 미치는 영향을 조사하였던 바 그 결과는 표3-37과 같다.

1) 벼의 초기 약해 및 생육

파종전 처리 제초제의 약량은 추천량의 두배량 이었는데도 파종 40일후의 초기 약해는 없었고, 파종 60일후의 ㎡당 입모수는 130 133본을 확보하였으며, 초장에 있어서도 처리간에 유의차가 없었다(표 3-37).

Table 3-37. Effect of dry-soil incorporation after oxadiazon, molinate, thiobencarb treatment on crop injury, yield of cultivated rice and weeding effect of red rice and Barnyardgrass in dry-seeded rice field(Chonju agricultural high school field)[1].

Treatment[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application time[3]	Crop Injury[4] (0 - 9) 40DAS	Seedling stand (no./㎡) 60DAS	Plant height (cm) 60DAS	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
							Red rice	Barnyard-grass
							100DAS	
Weedy Check	-	-	0	112b	33.0a	433b	22.8g/㎡	22.1g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	130a	33.2a	511a	100a	100a
Oxadiazon fb P+M	96 fb 2.1+150	10DBS fb 30DAS	0	130a	32.8a	515a	72b	92b
Molinate fb P+M	450 fb 2.1+150	〃	0	133a	33.5a	510a	52c	91b
Thiobencarb fb P+M	420 fb 2.1+150	〃	0	132a	33.8a	513a	44c	89b
Non treatment before seeding fb P+M	0 fb 2.1+150	5DAS	0	130a	33.1a	472ab	22d	45c

1) 4) : Refer to table 3-12.

2) 앵미 및 피의 방제 효과

앵미의 방제율은 파종전 oxadiazon, molinate, thiobencarb 처리 모두 44 72%로 비교적 낮았다. 이와 같이 乾土條件에서 파종전 제초제를 처리할 경우는 담수상태에서 처리할 때(표 3-23 27)보다 앵미의 방제 효과가 떨어졌다. 그러나 파종전에 3가지 제초제를 처리하지 않고 출아후에 SU합제만 처리한 구의 앵미에 대한 방제율 22%에 비하면 효과는 인정되었다(표 3-37).

竹松와 近內(1985) 에 의하면 oxadiazon은 湛水時 제초 효과가 매우 크며, 無湛水에 비하여 2cm 깊이의 담수조건에서는 약 20배의 제초 효과가 있다고 하였고, thiobencarb의 경우도 밭상태에서는 제초 효과가 적고 담수상태에서는 크게 나타난다고 하였다. 그 이유는 무논에서는 토양입자 주위에 過飽和狀態로 물이 존재하여 thiobencarb의 유효성분이 토양입자간에 浮遊 또는 부드러운 吸着狀態로 붙어 있기 때문에 발아 직후 잡초 幼芽部에서 흡수되기가 용이하기

때문으로 생각된다.

라. 파종전 건토혼화처리후 물관리방법에 따른 연차별 약해 및 방제효과

1) 파종전 건토혼화처리후 물관리방법에 따른 약해 및 방제효과(1998년)

지금까지 연구 결과 파종전 담수하에 토양처리형 제초제를 처리하는 경우에는 앵미 방제가 가능하다는 결과를 얻었다. 그러나 다항의 건답직파 재배시 파종전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb를 처리하고 건토혼화한 다음 볍씨를 파종하였을 경우 앵미에 대한 방제 효과는 너무 낮았다(표 3-38). 기초실험 결과 파종전 건토혼화 처리 후 일정 기간 담수상태를 유지하면 앵미의 제초 효과가 증진됨을 알 수 있었다. 따라서 본 실험에서는 파종전에 토양처리형 제초제를 처리하고 건토혼화한 다음 4 7일동안 담수유지구, 무담수구등으로 나누어 물관리 방법을 달리하여 앵미의 방제 효과를 조사하였던바 그 결과는 표 3-38과 같다.

가) 벼의 초기약해 및 생육

파종전후에 잦은 강우로 로타리 정지작업이 충분하지 못하였고, 따라서 쇄토작업도 만족스럽게 되지 않았다. 특히 4 7일간 담수 유지구는 흙표면이 단단하여 골형성이 잘 되지 않았고, 복토도 원만하지 못하여 고른 출아가 되지 않을 것으로 우려하였으나, 파종후에도 잦은 비로 습도가 알맞은 관계였는지 적정의 입모율을 확보하는데에는 어려움이 없었다. 즉, 파종후 벼의 출아는 동일 plot 내에서도 건습도 차이와 쇄토정도의 차이에 따라 약간의 지속차이는 있었으나, 파종 15일 후에는 건답시험포 전면에 걸쳐 고루 출아가 잘 되었으며, 표 3-38에서 볼 수 있는 바와 같이 입모율은 104 134본/㎡으로 매우 양호하였고, 달관에 의한 약해도 거의 없었다.

Table 3-38. Effect of dry soil incorporation of herbicides before seeding on crop injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass in dry-seeded rice[1)].

Water management	Treatment	Application rate (g a.i/10a)	Crop injury[2)] (0~9)		Rice growth		Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
			20DAS	40DAS	Seedling stand (no/m²) 45DAS	Plant height (cm) 45DAS		Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
7 days flooding after soil incorporation	Weedy check	-	0	0	123ab	30.7a	378b	228 g/m²	177 g/m²
	Handy weeding	-	0	0	120ab	30.5ab	557a	100a	100a
	Thiobencarb	210	0	1.0	105bc	28.2cde	548a	74cde	99a
		420	0	0	122ab	27.3def	552a	85abc	91a
	Molinate	225	0	0	122ab	30.3ab	545a	73c	100a
		450	0	1.0	105bc	27.3ef	550a	92a	99a
	Oxadiazon	48	0	0	104c	29.1bc	542a	87abc	97a
		96	0	2.0	109bc	26.4f	551a	93a	98a
	Oxadiargyl	20	0	0	117bc	27.7def	550a	81bcd	100a
		40	0	1.0	117bc	27.6def	551a	94a	100a
4 days flooding after soil incorporation	Handy weeding	-	0	0	128ab	28.2cde	555a	100a	100a
	Thiobencarb	210	0	0	124ab	27.8d	543a	51dfg	86a
		420	0	1.0	119b	28.7cde	548a	70de	92a
	Molinate	225	0	1.0	134a	27.9cdef	551a	79bcde	99a
		450	0	1.5	131ab	28.5cd	550a	82bcd	100a
	Oxadiazon	48	0	0	119b	28.1cdef	549a	64ef	97a
		96	0	1.0	124ab	27.2ef	546a	84bcd	98a
	Oxadiargyl	20	0	0	117bc	27.6d	550a	53fg	100a
		40	0	1.5	123ab	27.6d	551a	82bc	98a
No flooding after soil incorporation	Handy weeding	-	0	0	120ab	28.7cde	557a	100a	100a
	Thiobencarb	420	0	0	130ab	26.9ef	548a	40g	88a
	Molinate	450	0	0~1.0	110bc	29.4abc	549a	51fg	98a
	Oxadiazon	96	0	2.0	103bc	28.1cde	543a	63ef	98a
	Oxadiargyl	40	0	1.0	123ab	28.4cde	543a	75cde	91a

Herbicides were treated 5 days before seeding and pendimethalin+butachlor mixture (500+300 ml/10a) was additionally applied before flooding to control the survival weeds. All treatment were follow by pyrazosulfuron-ethyl+molinate mixture (2.1+150 g a.i/10a) at 20 days after seeding.

1), 2) : Refer to table 3-12.

그러나 6월 10일 벼가 3.0엽 내외로 생육되었기 때문에 각 시험구 전면에 걸쳐 담수하여 3 4㎝ 상태로 담수심을 유지하고 벼 생육을 관찰한 바에 의하면, 파종전 처리제초제의 종류와 약량에 거의 관계없이 동일 plot 내에서도 높은 지점에서는 거의 약해가 없었으나, 낮은 지점의 벼는 유엽(流葉), 하수(下垂), 황화, 뿌리의 갈색화 등이 부분적으로 생겼다. 이 결과는 지난해의 연구결과로 볼 때 파종전 처리 건토혼화 제초제의 영향이라고는 볼 수 없고, 파종 이후에 butachlor+pendimethalin의 혼합처리에 기인된 약해로 추론된다. 상기 약해 증상은 파종전 ·후 건토 유지구보다 4 7일간 담수유지구에서 그 정도가 보다 심하였다. 그 이유는 담수 유지구는 흙이 다져져 단단하게 되어 골 형성이 어려웠고, 쇄토작업도 불충분하여 복토가 충분하지 못하였는데, 약제처리후에 담수에 의하여 약액이 물에 의해서 확산되어 토양공극을 통해 벼 뿌리쪽으로 흡수되어 뿌리 생육에 영향이 큰 butachlor 및 pendimethalin에 의하여 유발된 약해라고 판단된다. 특히 낮은 지점에 있어서 약해가 관찰된 것은 담수후에 이곳에 약액이 집중된 관계로 사려된다. 따라서 건답직파시 약해를 방지하기 위해서는 고저가 없는 정지작업과 쇄토를 잘하여 복토를 2.5 3㎝ 정확히 하는 일이라 생각된다. 그러나 이들 약해도 6월 16일에 분얼비 시비로 차차 회복되어 6월 23일 현재 생육조사 결과 모든 처리구가 무처리구에 비하여 거의 차이가 없었다.

나) 앵미 및 피의 방제 효과

피에 대한 방제 효과는 건토혼화 후 7일간 담수 유지구, 4일간 담수 유지구, 무담수구와 처리약량간에 큰 차이없이 거의 모든 처리구가 90% 100%범위의 높은 방제율을 나타냈다. 이것은 파종전 처리제초제에 이어 피 방제력이 강한 butachlor와 pendimethalin 혼합제를 벼 출아전에 살포하였고 담수후에는 설포닐우레아합제의 중기처리 제초제를 처리한 결과로 사려된다. 따라서 앵미보다

내성이 약한 피 방제는 처리약량이 담수시보다 높기는 하나 파종전 혼화처리로도 방제가 가능하였다. 앵미에 대한 방제효과는 피에 대한 효과같이 우수하지 않고 평균적으로 볼 때 약제종류 및 약량에 따라 차이가있고 담수 7일 유지구(73% 94%) > 담수 4일 유지구(51% 84%) > 무담수구(40% 75%)의 순으로 방제효과가 높은 경향이다. 예상대로 특히 무담수구에 있어서 방제효과가 크게 떨어졌고 동일 제초제인 경우는 역시 약량이 추천량의 배량이 될 때 방제효과는 증진되었다. 제초제 종류별 효과를 볼 때는 oxadiazon oxadiargyl > molinate ≥ thiobencarb 의 순위를 보이고 있다.

건토 혼화시 이와같이 시용약량이 높은데도 담수직파시에 비하여 앵미에 대한 방제효과가 떨어진 것은 담수하에서는 유효성분의 분산과 확산이 큰데 반하여 건토조건에서는 불충분하기 때문이다. 그러나 건토혼화 후 일정기간 벼 파종전 담수상태를 유지하면 어느 정도의 효과는 기대가 되기 때문에 앞으로 추구할 필요가 있다고 생각된다. 1998년도에는 건답직파 파종시 강우가 잦아서 당초 설계대로 연구진행을 하는데 어려움이 많았으므로 다시 반복해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

2) 파종전 건토혼화처리후 물관리방법에 따른 약해 및 방제효과(1999년)

가) 벼의 초기약해 및 생육

표 3-39에서 볼 수 있는 바와같이 파종전제초제처리후 건토혼화하고 담수유지구 및 건토조건에서 파종후에만 제초제를 처리한구 모두 약해는 거의 없었고, 입모수(/㎡)도 109본에서 123본의 범위로 처리간에 큰 차이가 없었으며 초장과 분얼수에서도 거의 차이가 없었다. 건토혼화전 각 약제의 처리약량을 담수직파시에 비하여 oxadiazon 및 oxadiargyl은 각각 2배, 4배의 고약량을 처리하였는데도 거의 약해가 없었던 것은 무담수하의 약제처리였기 때문에 약제가 제대로 확산되지 못하였던 관계로 판단된다.

Table 3-39. Effect of oxadiazon, molinate, thiobencarb on crop injury of rice cultivar and weeding effect of red rice and Barnyardgrass at different water management method after dry-soil incorporation in dry-seeded rice field(1999)[1)].

Water management method after treatment	Treatment[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Crop injury[3)] (0-9) 30DAS	Seedling stand (no./m²) 57DAS	Seedling number (no./hill) 57DAS	Plant height (cm) 57DAS	Yield (kg/10a)	Weed control(%)	
								Red rice 110DAS	Barnyard-grass 100DAS
4Days flooding after soil incorporation	Weedy Check	-	0	118ab	16.0b	47.4bc	267b	250.4g/m²	109.9g/m²
	Hand Weeding	-	0	120ab	15.7bc	47.2bc	552a	100a	100a
	Oxadiargyl fb PY fb P+P	40 fb 4 fb 3+2.1	0	110b	15.5bc	46.6c	532a	73bc	99a
	Oxadiazon fb PY fb P+P	96 fb 4 fb 3+2.1	0	109b	13.5c	46.2c	543a	77b	99a
	Molinate 15G fb PY fb P+P	450 fb 4 fb 3+2.1	0	122a	14.5c	47.8b	535a	75bc	98a
7Days flooding after soil incorporation	Weedy Check	-	0	121ab	16.0b	48.7b	299b	224.9g/m²	409.5g/m²
	Oxadiargyl fb PY fb P+P	40 fb 4 fb 3+2.1	0	118ab	15.5bc	46.8c	534a	77b	100a
	Oxadiazon fb PY fb P+P	96 fb 4 fb 3+2.1	0	112b	17.0b	48.1b	531a	82b	100a
	Molinate fb PY fb P+P	450 fb 4 fb 3+2.1	0	119ab	17.0b	47.8bc	537a	77b	99a
No flooding after soil incorporation	Weedy Check	-	0	115b	15.0b	44.1d	250b	204.5g/m²	291.5g/m²
	A+P fb PY fb P+P	75+125 fb 4 fb 3+2.1	0	121ab	16.0b	47.9bc	525a	55d	100a
	Butachlor fb PY fb P+P	176.4 fb 4 fb 3+2.1	0	123a	22.0a	50.4a	522a	60c	99a
	Butachlor + Pendimethalin fb PY fb P+P	176.4 + 15.85 fb 4 fb 3+2.1	0	115b	20.0a	48.2bc	528a	73bc	99a
	P+L fb PY fb P+P	50+75 fb 4 fb 3+2.1	0	119ab	17.0b	44.5d	517a	61c	95a

1), 3) : Refer to table 3-12.

2) PY, Pyribenzoxim applied before flooding to control the survival weeds ; P+P, Pyrazosufuron-ethyl+Pyriminobac-methyl applied at 5 days after flooding ; A+P, Anilofos+Pendimethalin; P+L, Pendimethalin+linuron

나) 앵미 및 피의 방제효과

앵미에 대한 방제효과는 건토혼화후 담수유지구는 73.4 82% 범위의 방제율을 나타냈고, 혼화후 무담수구는 55.2 72.5% 범위의 방제율을 나타내 담수직파시에 비교하여서는 매우 효과가 낮았다. 그러나 약제처리후 담수기간 유지에 의하여 무담수한 전년도 결과보다는 상승되었다. 피에 대한 방제효과는 처리구간에 큰 차이없이 95 99.8% 범위의 우수한 방제율을 나타냈다. 이와같은 결과는 파종전후 피에 강력한 제초제들을 고약량으로 처리하였고, 이어서 약간의 잔초에 대하여서는 처리 적기폭이 넓은 피안커(pyribenzoxim)의 경엽처리에 의하여 건답기간중의 피를 거의 완벽하게 방제할 수 있었으며 담수후의 설포닐우레아(SU)합제처리도 발생을 억제한 결과라고 생각된다. 앵미 방제율이 피에 비하여 떨어진 것은 종간에 제초제에 대한 내성에 차이가 있었고, 파종전 건토혼화 처리한 oxadiazon, oxadiargyl, molinate등에 의한 앵미방제효과는 있었으나, 파종후 토양처리제와 경엽처리제 그리고 담수후의 중기처리 제초제에 의한 앵미 방제 효과는 거의 없었던 관계로 사려된다.

이상의 3년간에 걸친 시험결과 앵미의 효율적인 방제를 위해서는 건답직파조건에서는 절차가 복잡하고 시용약량이 높은데도 효과는 담수직파시에 비하여 크게 떨어지기 때문에 본법의 농가적용에 대해서는 추후 좀더 검토해야 할 것으로 생각된다.

마. 화본과 선택살초성 경엽처리형 제초제에 대한 감수성

1) 직파재배에 대한 fenoxaprop-P-ethyl의 적용성 구명

파종전 처리를 통하여 발생초기의 피는 충분히 방제할 수 있으나, 포장조건 등에 따라서 파종전 처리제에 의하여 방제되지 않고 잔존하는 피의 경우에는 엽기가 진전되어 방제가 매우 어렵게 된다. 따라서 본 연구에서는 엽기가 진전

된 피에 대하여 유효한 경엽처리형 제초제를 선발할 목적으로 fenoxaprop-P-ethyl의 직파재배에 대한 적용성 여부를 검정하였다.

Table 3-40. Effect of fenoxaprop-P-ethyl on growth of barnyardsgrass and rice cultivar with leaf stage of rice.

Treatment	Application rate (g a.i/10a)	Application time (Leaf stage)	Cultivar			Barnyard-grass
			Crop injury[1] (0 9)	Seedling stand	Plant height (cm)	Seedling stand
Weedy check	-	-	0	29	26.6	24
Fenoxaprop-P-ethyl	1.75	2	8	2	20.2	0
		3 3.5	2	22	24.6	0
		4 5	2	20	25.8	0
	3.5	2	9	0	0	0
		3 3.5	3	21	20.6	0
		4 5	3	18	19.3	0
	7	2	9	0	0	0
		3 3.5	9	0	0	0
		4 5	8	0	0	0
Bentazon	160	2	2	25	25.4	11
		3 3.5	1	27	25.8	14
		4 5	1	27	25.7	17
Fenoxaprop-P-ethyl + Bentazon	1.75 + 160	2	5	7	21.3	2
		3 3.5	1	24	26.0	0
		4 5	0	25	27.5	0
	3.5 + 160	2	2	16	18.1	0
		3 3.5	1	28	21.0	0
		4 5	1	30	24.9	0
	7+ 160	2	6	11	13.3	0
		3 3.5	5	12	17.3	0
		4 5	3	18	26.2	0

1) Refer to table 3-12.

Fenoxaprop-P-ethyl의 단제처리에서는 표준 시용량의 1/4량 수준 (1.75g a.i/10a)에서도 2 5엽의 피에 대하여 완전 방제가 가능하였으나, 재배벼에 대해서도 높은 약해를 유발하므로 약해 감소를 위하여 fenoxaprop-P-ethyl에 대하여 길항성이 있는 bentazon을 혼합처리하는 방법을 모색하였다. Bentazon (160g a.i/10a)을 혼합처리하는 경우, 피에 대한 제초효과는 단제처리와 비슷

한 수준으로 유지되는 반면, 벼에 대한 약해는 현저히 경감되었다. 그러나 fenoxaprop-P-ethyl 의 약량이 높은 경우에는 여전히 재배벼의 생육 정도에 따라 약해를 보였다. 따라서 이 약제의 벼에 대한 약해를 최소화하기 위해서는 두 약제의 최적 혼합비율 및 적정 처리시기의 설정이 이루어져야 할것으로 판단된다.

Table 3-41. Effect of fenoxaprop-P-ethyl and bentazon on growth of rice 4 to 5 leaf stage.

Fenoxaprop-P-ethyl (g a.i/10a)	Dry weight reduction(%)						
	Bentazon (g a.i/10a)						
	0	80	160	240	320	400	480
0	0	0	0	0	4.7	7.2	10.9
3.5	57.2	39.7	16.3	16.4	18.6	11.4	11.7
7	86.8	68.2	34.5	37.2	36.1	31.4	34.3
10.5	89.5	85.8	56.2	64.7	57.1	43.6	42.8
14	96.3	94.6	75.1	61.9	58.6	45.3	46.9
17.5	100	100	88.8	77.3	64.8	49.8	42.3
21	100	100	92.7	86.3	67.5	53.7	43.7

Table 3-42. Effect of fenoxaprop-P-ethyl and bentazon on growth of barnyardgrass at 6 to 7 leaf stage.

Fenoxaprop-P-ethyl (g a.i/10a)	Dry weight reduction(%)						
	Bentazon (g a.i/10a)						
	0	80	160	240	320	400	480
0	0	0	4.5	5.9	8.3	11.1	16.6
3.5	65.4	65.3	56.4	55.0	39.4	36.4	36.7
7	88.6	85.6	80.8	62.6	59.3	58.6	51.3
10.5	92.8	88.4	84.9	76.7	56.4	61.5	55.0
14	100	100	91.4	86.4	72.8	66.3	56.6
17.5	100	100	100	89.3	76.5	67.7	58.1
21	100	100	100	100	100	72.8	54.6

이상의 결과를 토대로 포장조건에서 피의 생육이 진전된 경우를 가상하여 적정 처리시기를 벼 4 5엽, 피 6 7엽으로 설정하고 상기의 두 약제를 농도 별로 조합, 처리하므로서 최적 혼합비율을 조사하였다. 약제처리 후 두 초종의 건물중 감소에 의한 약해 및 제초효과를 종합한 결과, fenoxaprop-P-ethyl과 bentazon의 적정 혼합량은 7 g과 160 g a.i/10a으로 나타났다. 이때 재배벼의 생육억제율은 34.5 %였으며, 앵미의 억제율은 80.8 %로 나타났다. 그러나 현 단계에서 이러한 생육억제가 시간이 경과함에 따라 회복 또는 진전될지의 여부는 불분명하며, 또 출수 및 종자형성에는 어떠한 영향이 있는지도 정확히 알 수 없다. 포장조건에서는 피의 생육단계가 균일하지 않기 때문에 방제효과의 변동이 쉽게 예상된다. 따라서 앞으로는 약제처리 후에 나타나는 생육단계별 약해 및 제초효과의 변동 추이에 대한 연구가 요구되며, 현재는 분얼기 출수기 까지 진전된 벼 및 피에 대한 약제처리를 통한 이 혼합제의 종자형성 억제효과를 구명하려는 시험이 계속되었다.

2) 앵미의 생육단계 및 종별 감수성(1997)

同一植物인 경우에도 成熟度에 따라서 제초제에 대한 감수성이 다르다고 알려져 있다(竹松哲夫 1982). 2,4-D는 發芽期와 幼苗期에 가장 감수성이 높아 이 시기에는 2,4-D에 耐性인 禾本科 식물까지 영향을 미치며 생육단계가 진행되면서 완전히 分蘖된 시기에는 저항성이 생기게 되며 穗孕期와 出穗期에 감수성이 커지고, 糊熟期에는 저항성이 매우 강해진다(Klingman et al 1975). Glufosinate-ammonium에 대한 벼 112개 품종간 感受性을 조사한 결과, Fukei 126과 탐진벼가 耐性品種으로 분류되었고, 영덕벼, 팔공벼, 남영벼가 감수성 품종으로 분류되어 품종간에도 차이가 있음을 확인하였다(홍 등 1991). Aryloxy phenoxy계 화합물인 fenoxaprop-P-ethyl, quizalohop-ethyl, propaquizalofop 및 cyclohexandion계 제초제인 sethoxydim, alloxidim 등은 종래의 화본

과 방제 제초제였던 dalapon이나 glyphosate 등이 선택성이 거의 없던 것과는 달리 화본과 잡초에만 선택성이 높다. 이들 화합물은 화본과 중에서도 草種에 따라 또는 생육단계에 따라 제초제에 대한 감수성이 다르고 처리 약량이 다르다는 것이 알려져 있다(Hance & Holly 1990).

본 연구에서는 1997년 앵미의 방제 가능성을 검토하고자 외국에서 사용이 보고된 fenoxaprop-P-ethyl, sethoxydim, amidochlor, MH 외에 자체적으로 예비실험한 fenoxaprop-P-ethyl+bentazon, fenoxaprop-P-ethyl+pyribenzoxim를 앵미 9종과 재배벼 2개 품종을 기계이앙하여 생육시킨 다음 외국의 보고에서와 동일한 약량 및 시기별로 처리하여 앵미에 대한 방제 효과 및 재배벼에 대한 약해를 조사하였다(표 3-43).

가) Fenoxaprop-P-ethyl(14g a.i/10a)에 대한 반응

무처리 대비 수량 감소로 평가한 앵미의 방제 효과는 완주(94%)>부량(78%)>수성(72%)>영시(69%)>호시(65%)>영동(58%)>죽산(54%)>온양(38%)=울주산앵미(38%) 순으로 나타났고, 재배벼에 대한 약해는 동진벼(53%)와 간척벼(48%) 모두 높게 나타났다.

Kwon(1989)의 보고에 의하면 담수산파나 건답직파에서 파종전에 molinate를 처리한 후 재배벼의 유수분화기에 fenoxaprop-P-ethyl를 처리하면 30%이하의 약해를 보이면서 앵미에 대해 86 94%의 방제 효과가 있다고 하였다. 또한 무논산파에서 穗孕末期때 fenoxaprop-P-ethyl 처리로 30%이하의 약해를 나타낸 반면, 건답직파에서는 파종전 처리를 하고 穗孕末期때 fenoxaprop-P-ethyl를 처리하여 80%이상의 앵미 방제 효과와 재배벼에 대해 30%이상의 약해를 나타냈다고 한다. 본 연구에서는 완주, 부량, 수성산 앵미에 대해 70%이상의 방제 효과를 보였지만, 동진벼와 간척벼에 대해 50%내외의 약해를 보였다.

Table 3-43. Red rice control and rice cultivar injury caused by yield reduction againist untreated control with F, F+B, F+P, SD, AC, MH treatment[1].

Herbicides[2]	Application rate (g a. i/10a)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
		No. of panicles/m^2-A										
Control	-	405a	365a	330a	300a	340a	350a	300a	308a	298a	365a	374a
F	14	128d	280b	304b	201b	270b	321b	210b	261b	232c	293b	328b
F+B	14+320	158cd	298b	320ab	278a	338a	342a	218b	278b	263b	305b	359ab
F+P	14+3	185c	283b	319ab	285a	318ab	313b	220b	268b	270b	350a	333b
SD	11	245b	270b	305b	190b	318ab	318b	220b	293a	278b	358a	333b
AC	170	260b	279b	295b	291a	313ab	333ab	238b	275b	260b	343a	328b
MH	170	263b	278b	298b	280a	263b	320b	240b	268b	293a	340a	335b
		No. of spikelets/panicle-B										
Control	-	84a	78a	89a	90a	98a	94a	90a	84a	95a	84a	95a
F	14	39c	59b	80b	75b	80b	83b	70b	79a	78b	71b	81b
F+B	14+320	60b	64b	86a	85a	96a	92a	72b	80a	80b	84a	95a
F+P	14+3	36c	58b	87a	75b	94a	82b	67b	80a	72bc	70b	78b
SD	11	38c	58b	86a	76b	75b	81b	72b	71b	65c	76ab	76b
AC	170	51b	60b	79b	80ab	79b	83b	56c	80a	80b	69b	79b
MH	170	28c	61b	80b	86a	74b	90a	68b	72b	77b	77ab	78b
		Ripened grain rate(%)-C										
Control	-	81a	80a	83a	75a	82a	77a	75a	77a	73a	90a	83a
F	14	57b	42b	64b	53b	70ab	71a	58b	74a	42b	75b	71b
F+B	14+320	63ab	45b	75ab	55b	73ab	73a	61b	76a	43b	90a	75b
F+P	14+3	35c	48b	76ab	63ab	68ab	71a	60b	73a	43b	73b	73b
SD	11	2d	37b	66b	51b	73ab	52b	63b	40b	23c	69b	73b
AC	170	55b	44b	65b	51b	70ab	71a	57b	65ab	40b	73b	75b
MH	170	73a	38b	74ab	55b	53b	76a	57b	65ab	62ab	72b	70b
		1,000 grains weight(g)-D										
Control	-	21.7a	20.3a	21.5a	18.4a	19.4a	20.3a	18.5a	18.5a	19.1a	24.5a	21.9a
F	14	12.5c	14.9b	16.9c	15.1b	15.0c	18.7b	13.5c	16.3b	14.5b	21.0b	17.7c
F+B	14+320	14.6b	14.0b	18.6b	15.9b	17.1b	18.9b	15.9b	17.9a	14.0b	24.2a	19.0b
F+P	14+3	11.8c	10.1c	18.7b	15.2b	14.3c	18.8b	15.3b	16.0b	13.2b	20.8b	17.7c
SD	11	5.0d	10.5c	16.5c	12.8c	14.4c	15.7c	15.2b	16.5b	13.1b	20.1b	17.0c
AC	170	15.7b	13.9b	16.8c	15.4b	17.4b	19.0b	15.9b	16.4b	14.3b	21.4b	17.6c
MH	170	20.1a	10.3c	18.2b	13.0c	15.0c	20.2a	13.6c	16.4b	13.7b	19.8b	17.8c
		A×B×C×D(kg/10a)										
Control	-	598a	462a	570a	373a	538a	565a	375a	384a	389a	695a	646a
F	14	36d	103bc	263d	130cd	237d	349c	125b	240c	110c	328c	334c
F+B	14+320	87c	124b	389b	202b	416b	444b	154b	300b	138bc	576b	472b
F+P	14+3	28d	77c	405b	204b	266d	333c	135b	225c	112c	388c	336c
SD	11	10e	53d	303c	88d	246d	205d	152b	233c	118c	339c	310c
AC	170	107b	99bc	255d	159c	309c	367c	121b	234c	118c	370c	342c
MH	170	108b	60d	308c	150c	162e	425b	125b	214c	175b	359c	326c
		-Red rice control (%)-									-Rice cultivar injury (%)-	
F	14	94a	78bc	54a	65ab	58b	38b	69a	38a	72b	53a	48a
F+B	14+320	86b	73c	34b	46c	23c	21c	59b	22b	65b	17b	27b
F+P	14+3	95a	83b	29b	45c	51b	41b	64ab	40a	71b	44a	52a
SD	11	100a	89a	47ab	76a	54b	64a	60b	39a	87a	51a	52a
AC	170	82b	79bc	55a	52b	43bc	33b	68a	39a	70b	47a	47a
MH	170	82b	86ab	46ab	54b	70a	25c	69a	44a	50c	48a	50a

1) Refer to table 3-12.
2) F, Fenoxaprop-P-ethyl ; P, Pyribenzoxim ; B, bentazon ; SD, Sethoxydim F+B, Fenoxaprop-P-ethyl+Bentazon ; F+P, Fenoxaprop-P-ethyl+Pyribenzoxim; AC, Amidochlor
I XI: Refer to table 3-11.

나) Fenoxaprop-P-ethyl+bentazon(14+320g a.i/10a)에 대한 반응

앵미의 방제 효과는 완주(78%)>부량(73%)>수성(65%)>영시(59%)>호시(46%)>죽산(34%)>영동(23%)>울주(22%)>온양산 앵미(21%) 순으로 나타났고, 재배벼의 약해는 간척벼(27%)가 동진벼(17%)보다 높게 나타났다. 위 가)의 fenoxaprop-P-ethyl 단제 처리시에는 재배벼에 대해 50%내외의 약해를 보였지만 본 처리에서는 재배벼에 대해 30%이하의 약해를 보였는데, 이는 fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon을 혼합함으로써 길항작용에 의하여 약해가 경감되었기 때문으로 생각된다.

다) Fenoxaprop-P-ethyl+Pyribenzoxim(14+3g a.i/10a)에 대한 반응

앵미의 방제 효과는 완주(95%)>부량(83%)>수성(71%)>영시(64%)>영동(51%)> 호시(45%)>온양(41%)>울주(40%)>죽산산앵미(29%)순으로 나타났다.

Fenoxaprop-P-ethyl+pyribenzoxim 처리로 완주, 부량산 앵미에 대한 방제 효과는 높았으나, 재배벼의 약해는 간척벼 52%, 동진벼 44%를 보였다.

Pyribenzoxim 단제 처리시에는 벼에 대한 약해는 거의 없는데 fenoxaprop-P-ethyl 단제 처리시보다 pyribenzoxim을 혼합함으로써 벼에 대한 약해가 상승하였는데, 이것이 相加 또는 相乘作用인지 구명할 필요가 있다고 생각된다.

라) Sethoxydim(11g a.i/10a)에 대한 반응

앵미의 방제 효과는 완주(100%)>부량(89%)>수성(87%)>호시(76%)>온양(64%)>영시(60%)>영동(54%)>죽산(47%)>울주산 앵미(39%) 순으로 나타났고, 재배벼의 약해는 동진벼(51%)와 간척벼(52%)가 비슷하였다. Kwon(1989)의 보고에 의하면 담수산파에서 파종전 처리를 한 후 재배벼의 생육 단계가 幼穗分化期일 때 sethoxydim를 처리하면 88 91%의 앵미 방제 효과가 있다고 하였다. 본 실험에서 완주, 수성, 부량산 앵미에 대해서는 80%이상의 비교적 높은 방제 효과를

보였으나, 재배벼에 대한 약해가 50%이상으로 높게 나타나 앵미에 대한 방제 효과가 높을지라도 재배벼에 대한 약해가 우려되기 때문에 적용이 어려울 것으로 생각된다.

마) Amidochlor (170g a.i/10a)에 대한 반응

앵미의 방제 효과는 완주(82%)>부량(79%)>수성(70%)>영시(68%)>죽산(55%)>호시(52%)>영동(43%)>울주(39%)>온양산 앵미(33%) 순으로 나타났고, 재배벼의 약해는 간척벼와 동진벼 모두 47%정도로 높게 나타났다. Stehling 등(1986)의 보고에 의하면 재배벼가 75% 출수하고 앵미가 출수후 7일정도 경과했을 때 amidochlor를 처리하여 앵미를 선택적으로 방제할 수 있다고 하였고, Kwon(1989)은 재배벼가 90%이상 출수했을 때 amidochlor를 처리하여 88 91%의 앵미 방제 효과가 있다고 하였다. 본 실험에서는 완주, 부량산 앵미에 대해서 80%내외의 방제 효과를 보였지만 재배벼에 대한 약해가 크기 때문에 적용이 어려울 것으로 생각된다.

바) MH(170g a.i/10a)에 대한 반응

앵미의 방제 효과는 부량(86%)>완주(82%)>영동(70%)>영시(69%)>호시(54%)>수성(50%)>죽산(46%)>울주(44%)>온양산 앵미(25%) 순으로 나타났고, 재배벼의 약해는 간척벼와 동진벼가 각각 50%, 48%를 나타냈다. Kwon(1989)의 보고에 의하면 재배벼가 100% 출수한 다음 7일후에 MH를 처리하였을 경우 53 90%의 앵미 방제율을 보였다고 하였다. 본 실험에서는 부량, 완주산 앵미에 대하여 80%이상의 방제 효과가 있었지만 재배벼에 대한 약해가 50%안밖으로 높게 나타났다.

3) 앵미의 생육단계 및 종별 감수성(1998)

1997년 실험 결과 공시한 6종류의 경엽처리형 제초제 중 fenoxaprop-P-ethyl

單劑는 재배벼에 대한 약해가 컸지만, bentazon을 혼합하였을 때는 拮抗作用에 의하여 재배벼에 약해가 적고 일부 앵미에 대해 방제 효과는 높았다. Fenoxaprop-P-ethyl에 pyribenzoxim을 혼합하였을 때는 앵미의 방제 효과는 높았지만 재배벼에 대한 약해가 bentazon을 혼합하였을 때보다 컸다.

1998년 연구에서는 fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim단제와 fenoxaprop-P-ethyl에 pyribenzoxim과 bentazon를 혼합 처리하여 재배벼의 약해를 경감시키고 앵미 방제 효과를 높일 수 있는 처리 적기와 최적 혼합 비율을 찾고자 하였다.

Fenoxaprop-P-ethyl 단제는 재배벼에 대한 약해가 컸으나, pyribenzoxim 단제는 추천량의 두배량인 6g a.i/10a 수준에서도 재배벼에 대한 약해가 거의 보이지 않았으며, bentazon 단제 역시 재배벼에 대한 약해는 거의 없었다.

Fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon을 혼합한 다음 經時的으로 달관조사한 결과, 처리 시기 및 수집 앵미와 재배벼에 따라 방제 효과 및 약해에 있어 서로 차이를 보였다. 8월 10일 이후 처리에서 완주산과 부량산 앵미에 대해 70 90%의 방제율을 보였고, 온양산과 울주산 앵미에 대해서는 10 30%의 방제율을 보였으며, 재배벼에 대한 약해는 동진벼와 대산벼에서 10 30%로 간척벼와 동안벼의 10 40%보다 적었다. 이와같이 fenoxaprop-P-ethyl +bentazon 합제의 처리 적기는 8월 4일에서 8월 24일까지로 처리 적기 폭이 넓었고, 7월 27일 이전의 처리에서는 초장억제 및 황화현상 등의 약해 증상이 보였지만, 처리후 시간이 경과하면서 정상적인 생육으로 회복되어 수확기에 달관조사한 결과 앵미에 대해서는 20%이하의 방제 효과를 보였고, 재배벼에 대해서는 20%이하의 약해를 보였다. Fenoxaprop-P-ethyl+pyribenzoxim 합제는 전 처리시기에 걸쳐 fenoxaprop-P-ethyl+bentazon보다 앵미에 대해 10 20%정도 높은 방제 효과를 보였지만, 재배벼에 대한 약해 역시 10 20%정도 높게 나타났다.

Table 3-44. Red rice control and rice cultivar injury by visual estimate with time after F, F+B, P, F+P treatment at different growth stage.

Application date	Herbicides[1)]	Application rate (g a.i/10a)	Red rice control(%)									rice cultivar injury(%)			
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
July 7	F	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+B	7+160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+B	10.5+240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	7+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	10.5+4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
July 17	F	7	20	20	10	20	20	10	20	10	20	10	20	20	10
	F+B	10.5+160	10	10	0	10	10	0	10	0	10	0	10	10	0
	F+B	14+240	10	10	0	10	10	0	10	0	10	0	10	10	0
	P	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	7+3	10	10	0	10	10	10	20	10	10	0	10	10	10
	F+P	10.5+4.5	20	10	10	20	20	10	20	10	20	10	20	10	10
July 27	F	14	30	30	30	30	30	20	30	20	20	20	30	30	20
	F+B	14+240	20	20	20	20	20	10	20	10	10	10	20	20	10
	F+B	17.5+320	20	20	20	20	20	10	20	10	10	10	20	20	20
	P	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	14+6	30	30	30	30	30	20	30	30	30	20	30	30	30
	F+P	17.5+7.5	40	30	30	40	40	30	30	30	40	20	40	30	30
Aug 4	F	17.5	80	80	40	40	40	30	30	30	20	30	40	30	30
	B	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+B	17.5+240	70	70	30	30	30	10	20	10	10	20	30	10	10
	F+B	21+320	70	70	30	30	30	20	20	20	10	20	30	20	10
	F+B	24.5+400	70	70	30	30	30	20	20	20	10	20	40	20	20
	P	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	17.5+6	80	80	50	40	40	30	30	30	30	30	40	30	30
	F+P	21+7.5	80	80	50	50	50	30	40	30	40	30	50	40	40
	F+P	24.5+9	80	80	50	50	50	30	40	30	40	30	50	40	40
Aug 10	F	17.5	90	80	40	50	50	40	40	30	40	40	50	40	40
	F+B	14+240	70	70	20	30	30	10	20	10	10	30	30	20	20
	F+B	17.5+320	70	70	20	30	30	20	20	20	10	30	30	20	30
	F+B	21+320	80	70	20	30	30	20	20	20	10	30	40	20	30
	P	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F+P	14+6	80	80	30	40	50	30	40	30	40	40	50	30	50
	F+P	17.5+7.5	90	80	40	50	60	40	50	30	40	40	60	40	50
	F+P	21+7.5	90	90	40	50	70	40	50	40	50	40	60	40	60
Aug 17	F	17.5	90	80	60	70	60	30	50	30	40	30	40	40	40
	F+B	14+240	70	70	40	50	40	10	20	20	10	20	20	10	20
	F+B	17.5+320	80	70	50	50	50	10	30	20	20	20	30	20	20
	F+B	21+320	80	80	50	50	50	10	30	20	20	20	30	20	20
	F+P	14+6	90	80	60	70	60	30	50	30	40	30	40	30	40
	F+P	17.5+7.5	90	90	60	80	70	30	60	30	50	30	50	40	50
	F+P	21+7.5	90	90	70	80	80	40	60	40	60	40	50	40	50
Aug 24	F	17.5	100	90	60	70	60	50	60	40	60	30	50	40	50
	F+B	14+240	80	70	50	50	30	20	30	20	20	20	30	20	20
	F+B	17.5+320	80	80	50	50	50	20	30	20	30	20	40	30	30
	F+B	21+320	90	90	50	50	50	20	40	20	40	30	40	30	30
	F+P	14+6	90	90	60	70	60	40	60	40	60	30	50	40	50
	F+P	17.5+7.5	90	90	70	70	70	50	70	40	70	30	60	40	50
	F+P	21+7.5	100	90	70	70	80	50	70	50	70	40	60	40	60

1) : Refer to table 3-43.

I XIII : Refer to table 3-11.

Table 3-45. Red rice control and rice cultivar injury caused by yield reduction againist untreated control with F+B treatment[1].

Herbicide[2]	Application rate (g a.i/10a)	Application date	Wanjuaengmi	Dongjinbyeo
			No. of panicles/㎡-A	
Control	-	-	402a	364a
F+B	10.5+240	July 7	400a	363a
	14.0+240	July 17	395a	363a
	17.5+320	July 27	384a	352ab
	21.0+320	Aug 4	198b	335b
	21.0+320	Aug 10	180b	332b
	21.0+320	Aug 17	177b	334b
	21.0+320	Aug 24	175b	331b
			No. of spikelets/panicle-B	
Control	-	-	82a	83a
F+B	10.5+240	July 7	81a	82a
	14.0+240	July 17	79a	82a
	17.5+320	July 27	79a	80a
	21.0+320	Aug 4	70ab	80a
	21.0+320	Aug 10	58b	79a
	21.0+320	Aug 17	55b	78a
	21.0+320	Aug 24	53b	80a
			Ripened grain rate(%)-C	
Control	-	-	81a	91a
F+B	10.5+240	July 7	80a	90a
	14.0+240	July 17	78a	90a
	17.5+320	July 27	75a	89a
	21.0+320	Aug 4	67ab	85ab
	21.0+320	Aug 10	52b	85ab
	21.0+320	Aug 17	53b	80b
	21.0+320	Aug 24	32c	78b
			1,000 grains weight(g)-D	
Control	-	-	21.5a	23.6a
F+B	10.5+240	July 7	21.3a	23.5a
	14.0+240	July 17	20.4a	23.4a
	17.5+320	July 27	19.0ab	22.6ab
	21.0+320	Aug 4	17.5b	22.2ab
	21.0+320	Aug 10	15.0c	21.2bc
	21.0+320	Aug 17	14.3c	21.0bc
	21.0+320	Aug 24	11.8d	20.2c
			A×B×C×D (kg/10a)	
Control	-	-	574a	649a
F+B	10.5+240	July 7	552a	630a
	14.0+240	July 17	497ab	627a
	17.5+320	July 27	416b	560ab
	21.0+320	Aug 4	163c	524b
	21.0+320	Aug 10	81d	473bc
	21.0+320	Aug 17	74d	438c
	21.0+320	Aug 24	35d	417c
			Red rice control(%)	Rice cultivar injury(%)
F+B	10.5+240	July 7	4d	3c
	14.0+240	July 17	13cd	3c
	17.5+320	July 27	28c	14b
	21.0+320	Aug 4	72b	19b
	21.0+320	Aug 10	86ab	27ab
	21.0+320	Aug 17	87ab	33a
	21.0+320	Aug 24	94a	35a

1) Refer to table 3-12.

2) Refer to table 3-43.

Fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 처리로 방제 효과가 가장 높았던 앵미는 완주산 앵미였고, 재배벼 중에서는 동진벼의 약해가 가장 적었다. 수확기에 약제 처리 시기별로 완주산 앵미와 동진벼의 수량구성요소를 조사한 후 수량을 算出하여 무처리 대비 수량 감소율로 앵미 방제 효과와 재배벼에 대한 약해를 평가하였다(표 3-45).

4) 앵미의 생육단계 및 종별 감수성(1999)

1997년과 1998년 연구결과를 종합하여 보면 1997년 경시적 달관 조사에서 모든 공시 앵미에 대한 약제 효과는 출수기(8월 24일) 처리가 유효분얼기, 무효분얼기, 유수형성기, 수잉기 때보다 방제효과가 탁월하였다. 1998년 실험에서는 완주산 앵미와 동진벼를 공시하여 fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon을 혼합처리한 경우 수량구성요소에 대한 제초제 혼합제의 영향은 앵미의 후기 생식생장 단계에서 방제효과가 가장 효율적이었으며 재배벼의 약해는 35%이었다. 따라서 1999년 실험에서는 이들 결과를 토대로 앵미 방제의 효과를 증대시킴과 동시에 재배벼에 대한 약해를 경감시키는 약제 종류와 혼합비율을 선정코자 하였다. 경엽처리형 제초제 fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim을 단제와 혼합제를 구분하고 약량을 21수준으로 나누어 완주산 앵미 등 9종의 앵미와 동안벼, 상주벼, 동진벼의 개화기에 처리한 결과는 표 3-46과 같다.

Fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim 單劑는 앵미의 불임률에 영향을 주었으나 약제 농도에 따라 차이가 인정되었다(6.3-29.7%). Fenoxaprop-P-ethyl 單劑에서는 온양산 앵미(24.4%), bentazon 單劑에서는 부량산 앵미(25%), pyribenzoxim 單劑에서는 울주산 앵미가 가장 높은 불임률(29.7%)을 보였다. 공시 앵미중 영동산 앵미는 최저 불임률(6.3%)을 보였는데 약제의 단제처리에 대한 내성이 공히 높은 것으로 나타났다. 한편, 약제에 대한 재배벼의 임실률은 fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim 單劑에서 동진벼의 임

실률이 91.1 95.2%로 동안벼와 상주벼에 비하여 약제의 내성이 더 강한 것으로 나타났다. Fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim을 혼합 처리한 경우 역시 공시 앵미간 불임률이 차이가 인정되었는데 대체로 단제 처리보다 높은 불임률을 조장시켰다.

Table 3-46. Red rice control and rice cultivar injury by percent sterility and percent of fertile grain with time after F, F+B, P, F+P treatment at anthesis stage.

Herbicides[1)]	Application rate (g a.i/10a)	Red rice									Rice cultivars		
		Percent sterility(%)									Percent of fertile grain(%)		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Control	-	11.4	15.4	5.7	6.6	3.6	5.9	13.9	13.3	7.2	96.7	99.1	97.8
F	7	16.4	15.9	18.8	13.2	10.3	24.4	16.2	24.3	13.4	82.8	92.5	70.9
F	14	11.5	19.4	17.9	13.2	11.9	10.2	18.1	14.0	19.3	80.0	91.1	89.6
F	21	14.1	19.4	19.5	13.9	10.4	15.4	15.7	16.5	15.0	78.5	92.0	88.9
B	160	15.3	16.1	27.6	9.3	6.3	18.1	16.2	16.2	14.6	86.7	95.1	76.5
B	320	16.4	25.0	20.3	10.0	8.4	10.6	17.6	14.0	17.0	84.2	95.2	89.2
B	400	27.0	16.7	21.0	12.1	9.9	18.9	19.1	16.2	16.1	85.2	94.0	84.6
P	3	10.1	20.4	21.4	17.2	7.2	21.4	18.0	29.7	21.4	79.8	93.8	49.6
P	6	26.6	15.8	19.4	13.9	12.6	14.8	22.7	19.0	19.9	71.6	93.8	56.5
P	9	12.0	21.4	19.7	14.0	11.8	13.2	25.0	23.4	17.9	76.6	92.9	67.2
F+B	7+160	16.0	18.9	18.7	12.2	6.6	20.6	19.6	45.2	20.8	86.0	97.8	88.7
F+B	10.5+160	21,3	27.3	12.1	24.0	8.6	12.2	22.5	12.8	17.8	88.5	98.9	76.8
F+B	10.5+240	18.5	24.7	16.0	38.7	9.0	14.5	20.1	13.5	18.5	81.2	96.5	90.4
F+B	14+240	17.5	21.7	14.5	18.1	4.8	14.6	17.2	14.3	15.4	66.3	97.5	80.9
F+B	17.5+240	18.8	39.3	17.1	11.6	9.3	18.3	14.3	21.1	27.8	69.9	98.5	78.1
F+B	17.5+320	28.0	50.3	11.6	18.2	10.1	15.2	15.6	20.8	28.1	55.1	98.1	83.9
F+B	24.5+400	47.9	47.7	29.7	26.9	24.1	20.8	47.7	29.0	68.6	87.7	99.0	90.7
F+P	7+3	45.2	40.0	28.8	21.5	6.5	14.3	28.4	22.2	27.6	84.9	97.2	94.2
F+P	14+6	15.3	39.2	17.7	21.1	6.6	20.5	52.6	30.0	10.5	67.7	95.1	89.3
F+P	14+9	21.5	81.7	29.2	21.3	8,7	17.8	37.0	18.0	13.2	78.7	98.3	92.9
F+P	17.5+6	15.6	66.0	27.9	19.0	9.6	14.1	19.2	18.3	20.0	84.4	98.9	89.4
F+P	17.5+9	19.0	83.1	26.0	15.4	9.6	19.8	16.2	18.1	288	66.3	96.1	67.2

1) Refer to table 3-43.
2) I, Wanjuaengmi ; II, Buryangaengmi ; III, Juksanaengmi ; IV, Hosiaengmi ; V, Youngdongaengmi ; VI, Onyangaengmi ; VII, Youngsiaengmi ; VIII, Uljuaengmi ; IX, Susungaengmi ; X, Donganbyeo ; XI, Dongjinbyeo ; XII, Sangjubyeo

Fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 합제 처리는 공시 앵미중 부량산 앵미의 불임에 가장 영향을 끼쳤으며 24.5g a.i/10a+400g a.i/10a 농도 처리구에서 불임률이 50.3%로 가장 높았다. 영동산 앵미는 이들 약제를 혼합처리시 기타 공시 앵미에 비하여 불임률이 낮아 혼합한 경우에서도 내성을 보였다. 한편 합제 처리에 의한 재배벼의 임실률은 동진벼가 96.6 99.0%로 동안벼와 상주벼보다 높았는데 재배벼의 임실률은 혼합제가 단제에 비하여 적게 영향을 준 것으로 조사되었다.

Fenoxaprop-P-ethyl+pyribenzoxim 합제 처리는 공시 앵미중 부량산 앵미의 불임에 가장 영향을 끼쳤으며 17.5g a.i/10a+9g a.i/10a 농도 처리구에서 불임률이 83.1%로 가장 높았다. 이들 약제의 합제 경우에서도 영동산 앵미는 기타 공시 앵미에 비하여 불임률이 낮아 합제한 경우에서도 내성을 보였으며 fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 합제보다 더 낮은 불임률이 나타났다. 합제 처리에 의한 재배벼의 임실률은 동진벼가 95.1-98.9%로 동안벼와 상주벼보다 높았으나 17.5g a.i/10a+9g a.i/10a 처리구에서는 동안벼와 상주벼의 임실률이 각각 66.3%, 67.2%로서 단제 처리는 fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 혼합제 처리에서 보다 저조하였다. 한편 선택성 경엽처리형 제초제의 효과에 있어서 수장, 1차지경수, 2차지경수, 총영화수 등은 약제처리에 의한 차이가 인정되지 않았다.

이상을 종합하여 보면 앵미와 재배벼의 개화기에 있어서 화본과 선택살초성 경엽처리형 제초제인 fenoxaprop-P-ethyl, bentazon, pyribenzoxim에 대한 감수성은 단제의 경우 모두 민감한 것으로 나타났다. 그러나 혼합 처리한 경우에 있어서는 앵미의 불임을 유발하지만 재배벼의 임실률에 대해서는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데 특히, fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 의 24.5g a.i/10a+400g a.i/10a 합제 처리에서 가장 효과적인 앵미 방제와 재배벼 약해 경감을 보였다. 따라서 본 연구를 기초로 이들 제초제의 혼합 시용을 통한 앵

미 방제의 효율을 증대시키고 재배벼의 약해를 경감시킬 수 있는 효과적인 처리방법을 강구함으로서 재배벼의 수량을 확보함과 동시에 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

제 4 절 적 요

담수직파 재배에서 벼 파종 7 10일전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하면 약량이 높아지면서 앵미방제 효과가 증가하였는데, molinate와 thiobencarb는 각각 450g, 420g a.i/10a수준까지는 약해가 없었고, oxadiazon은 60g a.i/10a이상의 약량에서 초기 약해를 보였으나 시간이 경과함에 따라 점차 회복되었다. 약해를 경감시키고 입모율과 잡초방제율을 제고하기 위해서는 고저가 없는 균일한 정지작업과 볍씨가 토중에 매몰되지 않도록 해야 한다. 이때 파종후 계속 담수상태를 유지하는 것보다는 파종 1일후부터 착근할 때까지 배수하는 것이 초기 약해를 경감시키고 초기 생육에도 유리하였다. 파종전 제초제 처리에 이어 SU합제를 체계처리할 경우는 공시 제초제 모두 손제초구에 비하여 수량의 차이는 거의 없었지만, 파종전에 제초제를 처리하지 않고 파종후 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 등의 SU합제만 처리했을 때는 앵미 및 피 등의 잡초해로 수량이 감소되었다. 담수직파재재시 안전한 입모확보를 위해서는 볍씨가 토중에 매몰되지 않도록 해야 하며, 만약 매몰되었을 경우에는 낙수하면 약해도 경감되고 출아도 촉진시킬 수 있었다. 또한 최아된 볍씨를 파종하면 초기생육은 빠르나 시간이 경과하면서 차이가 없어지고 낙수하면 근활착이 빠르므로 담수후 생육이 빨라졌다. 결국 파종당시 볍씨의 최아 정도는 입모와 초기생육에는 크게 영향을 미치지 못했다. 토양처리형 제초제에 대한 앵미의 감수성은 파종전 처리 제초제의 종류와 처리 약량에 따라 차이를 보였고, oxadiazon, molinate, thiobencarb 모두 앵미가 2 5mm정도로 최아가 더 된 상태에서 처리하였을 경우가 무최아 상태에서 처리했을 때보다 방제 효과가 더욱 증진되었다.

담수직파 재배시 oxadiazon은 처리 2시간후까지 담수중 유효성분이 빠른 속도로 감소하는 경향을 보였고, 처리 2일후부터는 유효성분의 감소가 완만하게 나

타났으며, 4일후에는 처리량의 2 3.5%만이 담수중에 존재하였고, 처리 7일후에는 0.03ppm정도만 담수중에 잔존하였다. 포장에서 oxadiazon의 흡착량은 약량의 증가와 함께 증가하였으며, 진탕 6시간후까지 처리 약량의 대부분이 토양에 흡착되었으나 토성간에 차이는 크지 않았다. 또, 15 30℃의 범위에서 토성간에 큰 차이가 없었으나, 미사질식토에서 흡착반감기는 2.5시간으로 사양토의 3.2시간보다 다소 빠른 흡착 속도를 보였다.

건답직파 재배시에는 조기 파종후 재배벼 발아 직전 비선택성 제초제와 잡초 발생전 제초제를 혼합하여 경엽처리했을 경우에만 70%정도 앵미방제가 가능하였다. 건답직파 재배시 파종전 5㎝깊이로 건토 혼화처리한 제초제의 약량이 추천량의 두배량 수준이었는데도 초기 약해는 거의 없었고, 그 이후의 생육에도 영향이 없었지만 앵미에 대한 방제 효과는 담수직파재배에 비하여 매우 저조하였다. 이때 토양처리형 제초제를 파종전에 건토혼화 처리한 다음 담수기간을 4 7일간 유지하였을 경우 재배벼에 약해 없이 앵미의 방제 효과가 증진되었다.

외국에서 앵미방제를 위해서 사용된 경엽처리형 제초제 중 sethoxydim, amidochlor, MH, fenoxaprop-P-ethyl 등은 앵미에 대한 방제효과는 높았지만 재배벼에 대한 약해가 너무 커서 우리나라에서 적용은 어렵다. 그러나 fenoxaprop-P-ethyl에 bentazon을 혼합하여 처리하였을 때 재배벼에 약해는 적고, 일부 앵미에 대한 방제 효과는 우수하였다. 완주산 앵미의 방제 효과는 有效分蘖期부터 無效分蘖期까지 처리에서 30%이하로 낮았으나, 幼穗分化期에는 72%로 급증하였다. 幼穗形成期와 穗孕期 처리에서는 각각 86%, 87%의 효과를 보였으며, 30%출수기 처리에서는 94%로 효과가 높았다. 동진벼에 대한 약해는 유효분얼기 처리에서는 거의 없었고, 무효분얼기와 유수분화기 처리에서는 각각 14%, 19%를 나타냈다. 유수형성기 처리에서는 27%의 약해를 보였고, 수잉기와 20%출수기 처리에서는 33 35%의 약해를 보였다. 약제 처리 시기가 출수기

에 가까워지면서 완주산 앵미의 방제 효과는 증가하지만 동진벼에 대한 약해 또한 증대되기 때문에 앵미와 재배벼의 생육 및 출수일 등을 경종적으로 조절하여 재배벼의 약해는 최소화하고 앵미의 방제 효과를 최대로 높일 수 있는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 fenoxaprop-P-ethyl과 bentazon을 각각 24.5, 400g a.i/10a를 혼합하여 개화기에 처리하였을 경우 앵미의 불임율을 높여 앵미 방제 효과가 가장 높았던 반면, 재배벼에는 약해가 인정되지 않아 앵미 방제에 있어서 권장할 수 있는 적정 약량으로 판단한다.

제 5 절 인용문헌

Baker, J. B. and E. A. Sonnier. 1983. Red rice and its control. Pages 327-333 *in* Weed control in rice. Proc. Conf. IRRI. Los Banos. Philippines.

Baker, J. B., E. A. Sonnier, and J. W Shrefler. 1986. Integration of molinate use with water management for red rice(*Oryza sativa*) control in water-seeded rice(*Oryza sativa*). Weed Sci. 34 : 916-922.

Baker, J. B. and W J. Bourgeois. 1976. A progress report on screening of herbicides for red rice control(Abstr.). Proc. Rice Technical Working Group. 16 : 90-91.

Braverman, M P. and S. D. Linscombe. 1994. Field evaluation of transgenic glufosinate resistant rice. Proc. South. Weed Sci. Soc. 47 : 22.

Craigmiles, J. P. 1978. Introduction. Pages 5-6 *in* E. F. Eastin(ed.). Red rice : Research and control ; Proceedings of a symposium held at Texas & University, Agricultural Research and Extension Center at Beaumont, December 13, 1978. Bulletin B-1270. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX. pp. 5-6.

Dunand, R. J., J. B. Baker, M W Brunson, R. R. Dilly, G. A. Meche, and J. W Shefler. 1986. Plant growth regulator effects on rice. Louisiana Agric. Exp. Stn., 78th Ann. Res. Rep., Crowley, Louisiana.

한수곤. 1998. Fenoxaprop-P-ethyl**의 토양중 행동 특성에 관한 연구. 전북대학교 박사학위논문**.

Hance, R. J. and K. Holly. 1990. Weed Control Hand Book. Black well

scientific publications. pp. 84-91.

洪錫英, 金吉雄, 申東賢. 1991. Glufosinate-ammonium에 對한 水稻 (*Oryza sativa L.*)品種間 反應. 韓雜草誌 11(3) : 195-204.

百武 博, 夏 菱, 石琢 皓造. 1993. シメトリンとジメタメトリンに對する野生稻雜草型野生稻および栽培稻の感受性差異. 雜草研究 38(別 1) 202-203.

今井康史. 1986. 除草劑モリネ-トの土壤微生物および植物による代謝. 名古屋大學 博士學位 請求論文.

川口 俊, 小笠原勝, 竹內安智, 近內誠登. 1998. 湛水條件下におげる直播水稻と雜草の競合に及ぼす芽干しの影響. 雜草研究 Vol 43(1) : 54-56.

全載哲, 金鐘奭, 馬祥墉, 梁桓承. 1995. 벼 湛水直播 栽培에 따른 主要 雜草의 發生生態와 防除技術開發研究. 1. 問題雜草의 生態와 防除. 2. 直播栽培樣式別 雜草防除. 農事論文集(‘94 농업산학협동) 37 : 63-69.

JOSE A. N, JAMES M. C., MARY L. K, and GARRY N. M, 1999. Red Rice(*Oryza sativa*) Biology. Ⅱ. Ecotype Sensitivity to Herbicides. Weed Technology 13 : 19-24

一前宣正. 1980. イネとダイヌビエのBenthiocarbに對する感受性差異ならびに生育反應研究. 宇都宮大學農學部 學術報告特輯 第 36號 : 1 48.

片岡孝義, 正垣 優. 1975. 水稻 湛水直播栽培におけるモリネエトのノビエ防除效果と藥害. 雜草研究 No. 19 : 64-68.

Kim, K. U., S. B. Ahn., and M. Miyahara. 1975. Rice varietal response to various preemergence herbicides, proc, 5th Asian-pacific weed science society conference. 298-302.

김길웅, 신동현, 박상조, 정종우, 여명환. 1995. 畓田輪換栽培地에서의 雜草發生動態. 韓雜草誌 15(4) : 305-312.

金顯浩, 李舜癸, 李在哲, 宋寅萬, 申喆雨, 文昌植, 卞鍾英. 1998. 湛水·乾畓直播 벼栽培에서 雜草의 發生特性 및 效果的인 雜草防除. 韓雜草誌 18(1) : 1-11.

金尙洙, 朴洪圭, 崔元永, 李善龍, 趙守衍, 趙東三. 1996. 벼 무논골뿌림 栽培時 催芽長, 過酸化石灰 處理 및 播種深度가 立毛와 初期生育에 미치는 影響. 韓作誌 41(3) : 295-301.

金純哲, 崔忠惇, 李壽寬. 1991. 벼 乾畓直播栽培에서 雜草發生 生態와 防除. 農試論文集(作物保護篇) 33(2) : 63-73.

Klingman. G. L., F. M. Ashton., L. J. Noordhoff. 1975. Weed science. John wiley & sons. pp. 220-222.

鞠龍仁, 具滋玉, 千相旭. 1997. 蒐集 雜草性벼(*Oryza sativa*)의 分類, 生長 및 除草

권용웅, 이변우, 김도순. 1996. 越冬前 및 初春에 播種한 栽培벼, 雜草性벼 및 피의 出現特性. 韓雜草誌 16(2).

Kwon, S. L. 1989. Red rice(*Oryza sativa*) interference and management in rice. Dissertation of Ph.D. Univ. of Arkansas.

李哲遠, 成耆英, 朴錫洪, 朴來敬, 趙東三. 1998. 벼 湛水土中 直播栽培 硏究. II. 벼品種의 水中發芽時 溶存酸素吸收 發芽特性. 韓作誌 33(1) : 97-101.

Lo, N. P. 1994. Chemical control of *padi angin*. Paper Presented at Padi Angin Workshop, 18 May 1994, Penang, 9p.

丸山幸夫. 1999. 水稻の湛水直播栽培におげる出芽苗立期の落水管理の指標化 農業技術 99. 8月号 1-4

三石昭三. 井村光夫 萩原素之. 1986. 水稻の湛水土壌中散播栽培法に關する研究 文部省 科學研究補助金 試驗研究課題. P 1 : 52

松中昭一. 1970. 新除草劑G315のオルト置換ジヘエニル系除草劑との類似性. 雜草研究 10 : 40-43.

文永熙. 1985. 土壌中における除草劑ベンチオカ-ブの脫鹽素に關する研究. 日本名古屋大學大學院. 박사논문집. 1-196.

문영희, 김윤태, 김영석, 한수곤. 1993. 토양중 살충제 ethoprophos의 분해성 및 이동성의 측정과 예측에 관한 모델 연구. 한국환경농학회지. 12(3) : 209-218.

中山壯日, 高林實. 1998. 水稻の湛水直播における芽干しの時期および期間によるピラソレト劑の除草效果の變動. 雜草研究 Vol 33(3) : 20-24

농촌진흥청. 1992. 벼 생력 재배 기술.

岡村省三, 井口裕之. 1996. 湛水土壌中直播におげる水管理の變遷. 植調 30(12).

小野 博, 河村雄司. 1974. オキサジアゾに關する研究. 2) 湛水直播水稻に對する適用性. 日雜研講要 vol(13) : 63-63.

박광호, 이문희, 서학수, 최용석, 정창국. 1997. 앵미의 생리 ·생태 및 화학적 방제 가능성 연구. 한잡초지 17(1) : 38-39.

박석홍, 이철원, 양원하, 박래경. 1986. 벼 담수토중 직파재배연구. Ⅰ. 온도

및 파종심도에 따른 출아 및 초기생장. 학작지 31(2) : 204-213.

Price, J. B. 1977. Red rice control in rice using herbicides plus safeners. Thesis. Texas A & M University. 26p.

Rao, S. R. and T. R. Harger. 1981. Mefluidide-bentazon interaction on soybeans(*Glycine max*) and red rice(*Oryza sativa*). Weed Sci. 29 : 208-212.

Richard, E. P., Jr. and J. B. Baker. 1979. Responses of selected rice(*Oryza sativa*) lines to molinate. Weed Sci. 27 : 219-223.

梁桓承, 韓成洙. 1983. 數種 多年生雜草 混生畓에 있어서 除草劑에 의한 效果的인 雜草防除. Perfluidon의 作用特性究明을 中心으로. 韓雜草誌 3(1) : 75-99.

Said, H. and M. Yukimoto. 1995. Post-application attenuation of molinate and thiobencarb in rice field water. Pages 646-650 *in* Proceeding of the 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Tsukuba, Japan.

Salzman, F. P., R. J. Smith, Jr., and R. E. Talbert. 1988. Suppression of red rice(*Oryza sativa*) seed production with fluazifop and quizalofop. Weed Sci. 36 : 800-803.

重松昭二, 本島建治, 木村一郎. 1971. B3015に關する研究-イネの 品種間差異について. 日本雜草研究會 第 10回 講要 : 54-56.

Smith, R. J., Jr. 1981. Control of red rice(*Oryza sativa*) in water-seeded rice(*Oryza sativa*). Weed Sci. 29 : 663-666.

Smith, R. J., Jr. 1988. Red rice control programs for rice success or failure. Proc. Rice Tech. Work. Group 22 : 114-115.

Stehling, S. T. and J. E. Kaufman. 1986. Selective reproductive control of red rice in rice with amidochlor. Proc. South. Weed Sci. Soc. 39 : 57-62.

竹松哲夫. 1982. **除草劑研究總覽**. **博友社**. 208-213, 215-218, 688-691

竹松哲夫, **近內誠登**. 1985. **水田除草の理論と實際**. **博友社** pp. 271-276, 358-363

海野芳太郎, **木下俊郎**, **高橋萬右衛門**. 1977. **イネの日印品種間に見い出された藥劑耐性の遺傳變異**. **育雜** 27 **別** (1) : 226-227.

Wirjahardja, S., and C. Parker. 1977. Chemical control of wild and red rice. Proceedings of sixth Asian-Pacific Weed Science Society Conference, 315-321.

Wirjahardja, S., and H. Susilo. 1980. Chemical control of wild perennial *Oryza rufipogon* Griff. and Indonesian red rice. Pages 19-24 *in* Proceedings of the seventh Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Suppl. Vol. : 9-25.

제 4 장 재배양식 전환에 의한 앵미 방제 효과

제 1 절 서 설

수분조건이 전혀 다른 논상태와 밭상태로 재배양식을 전환하면 토양의 理化學性, 병충해 및 雜草群落이 현저하게 변할뿐 아니라 잡초 발생량도 크게 감소된다는 것이 알려져 있다(강 등 1996, 具 등 1997, Nelson 1908, 竹內安智 1990, 野口 1992). 따라서 건답직파의 連作으로 앵미나 피의 발생량이 많은 경우에는 담수직파나 기계이앙으로 재배양식을 전환하거나 보리를 재배하면 그 발생을 크게 줄일 수 있다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 제초제 선발

시험장소는 전주시 전미동 전기배씨 포장을 임차하여 실시하였으며, 공시 토양은 식양토로서 pH 5.7, 유기물함량 2.3%, CEC 10.23me/100g이었다. 施肥量은 질소: 인산: 칼리를 각각 15:10:10kg/10a으로 하였는데, 질소는 基肥-分蘖肥-穗肥를 각각 40-30-30%로 分施하고, 인산은 全量을 기비로 施用하였으며, 칼리는 기비 80%, 수비 20%로 분시하였다. 물관리 및 기타 병충해 방제 등은 일반 관행법에 준하였다.

이앙 20일전에 완주산 앵미를 1kg/10a수준으로 포장 전면에 살포하고 담수상태에서 써레질 한 후 butachlor 등의 이앙전 처리 제초제 5종을 약량별로 처리하고 5일후에 안산벼 35일묘를 기계이앙한 다음, 10일후에 일률적으로 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 3kg/10a수준으로 살포하였다. 이앙전에 제초제를 처리하지 않는 구는 이앙 10일후에 신규 SU계 제초제 6종을 처리하였다. 초기 약해는 이앙후 20일에 조사하였고, 이앙후 40일에 초장과 분얼수를 조사

하였으며, 앵미의 방제 효과는 이앙후 100일에 조사하였다. 이앙전 ·후에 처리한 제초제들의 특성과 약량을 보면 다음과 같다(표 4-1).

Table 4-1. Characteristic and application rate of herbicides used in transplanted paddy rice field.

Herbicides	Ingredient content (%)	Formulation	Application rate (prod./10a)
Butachlor	6	Granule	3kg, 6kg
Pretilachlor	2	Granule	3kg, 6kg
Oxadiazon	12	Emulsifiable	400㎖, 800㎖
Thiobencarb	7	Granule	3kg, 6kg
Molinate	15	Granule	1.5kg, 3kg
Halosulfuron-methyl+Molinate	0.18+7	Granule	3kg
Cyclosulfamuron+Molinate	0.2+7	Granule	3kg
Azimsulfuron+Molinate	0.07+7.5	Granule	3kg
Ethoxysulfuron+Molinate+Benfresate	0.07+5+1.2	Granule	3kg
Pyrazosulfuron-ethyl+Pyriminobac-methyl	0.07+0.1	Granule	3kg
Pyrazosulfuron-ethyl+Molinate	0.07+5	Granule	3kg

1998년도 연구에 이어 1999년도에 또 지난해와 동일의 앵미가 많이 발생했던 포장을 기계이앙한 다음 앵미 및 피 방제에 미치는 영향을 2개소에서 계속하여 조사하였다(표 4-4). 실험방법은 써레질직후 이앙 4-5일전에 butachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb등을 처리하고 이어서 노난매(pyrazosulfuron-ethyl+molinate 합제) 등을 처리한 구와 이앙전 처리는 하지 않고 일미벼 30일묘를 기계이앙후에 신규 설포닐우레아(SU)합제인 헬라클레스(ethoxysulfuron+benfuresate+molinate 합제)와 금싸락(anilofos+azimsulfuron 합제) 등 SU합제만을 처리한 구를 비교하였다. 1999년 실시한 그 이외의 시험 진행절차는 전년도와 같다.

2. 보리재배에 의한 앵미 방제 효과

가. 보리 재배후 기계이앙전환시 앵미 및 피의 방제 효과

시험장소는 완주군 삼례읍 김정태씨 포장이었으며, 공시 토양은 양토로서 pH 5.6, 유기물함량 2.4%, CEC 9.16me/100g 이었다. 공시 보리 품종은 올보리였고, 파종량은 15kg/10a 이었다. 시비는 질소:인산:칼리를 15:10:10kg/10a 수준으로 살포하였다.

1구 면적중 4/5는 보리를 파종하였고, 나머지 1/5은 보리를 파종하지 않고 앵미 및 피의 발생량을 조사하였다. 보리 파종 5일후에 pendimethalin 31%유제 500㎖/10a를 손제초구와 放任區를 제외한 전면에 살포하였다. 약제 처리후 경시적으로 달관에 의해 약해를 조사하였으며, 다음해 3월 30일에 처리구별로 ㎡당 발생 잡초를 초종별로 채취하여 건물중을 조사하여 방제율을 산출하였고, 6월 10일 穗長, 穗數/㎡와 수량을 조사하였다.

보리 수확후 바로 담수하여 淺水條件에서 정밀 써레질을 한 다음 동진벼 14일묘를 기계이앙하였다. 이앙 12일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 입제 3kg/10a를 처리하였으나 처리 적기를 놓쳐 피에 대한 방제가 불충분하여 이앙후 22일에 molinate+simetryn 합제 3kg/10a를 살포하였다. 이앙후 초기 약해를 달관으로 조사하였고, 이앙후 40, 60일에 재배벼의 초장과 분얼수를 조사하였으며, 앵미의 방제 효과는 이앙후 100일에 보리 재배구와 재배하지 않은 구의 발생 本數를 조사하여 방제율을 산출하였다.

나. 보리 재배 토양의 앵미 발생 억제 효과

1997년과 1998년 3 4월에 완주지역의 보리 재배 포장에서 10cm 깊이의 토양을 채취하여 플라스틱 폿트에 充塡하고 완주산 앵미를 0 3cm 정도의 깊이에 1kg/10a수준으로 파종하였다. 파종전에 폿트에 공급한 물의 양에 따라 充塡된

토양의 수분함량을 5 35%로 조절하였으며, 전 시험기간동안 소량의 물을 정기적으로 공급하여 최소의 수분함량을 유지시켰다. 파종 당시 앵미의 발아율은 85% 이었으며, 파종후 7일부터 經時的으로 앵미의 출아율을 관찰하고, 파종후 30일에 초장과 건물중을 조사하여 생육 양상을 비교하였다.

토양 추출물에 의한 앵미의 생육 억제 효과는 전 등(1997)의 방법에 따라 보리 재배 지역 및 비재배 지역에서 채취한 토양에 소정의 물을 가하고 室溫에서 3시간동안 진탕하여 여과한 다음 추출액을 준비하였다. 앵미를 토양 추출액이 담겨 있는 용기에 옮기고 양 등(1997)이 사용한 水耕栽培 조건에서 앵미의 발아율 및 생육 양상을 관찰하였다. 이 때 토양 추출액의 농도는 토양에 가한 물의 양으로 조절하여 토양 : 물의 비율을 1:5 1:1(w/v)로 하였다.

다. 보리 추출물에 의한 앵미 발아 억제 효과

본 실험은 1997년과 1998년 2회에 걸쳐 실시하였으며, 매년 보리 생육 시기별로 3 5葉期, 分蘖期, 幼穗形成期, 出穗期에 채취한 보리 시료를 사용하였다. 모든 시료는 채취 직후에 地上部와 根部로 분리하고 80% methanol에서 균질화하였으며, 이때 시료와 추출 용매의 비율은 1:10(w/v)으로 하였다. 균질화된 시료를 여과하고 30℃에서 감압농축한 다음 보리 추출액으로 사용하였다. 보리 추출액이 담긴 용기에 앵미를 옮기고, 양 등(1997)이 사용한 방법을 이용하여 水耕栽培 조건에서 종자의 발아율, 초장, 근장 및 건물중을 조사하였다.

라. 담수산파시 보릿짚 혼화처리가 벼의 약해와 앵미 및 피 방제에 미치는 영향

맥류를 재배하고 그 후작으로 벼 재배시 보릿짚의 타감작용에 의하여 앵미와 피를 비롯한 대부분의 잡초의 발생량이 크게 감소된다는 것이 알려져 있다(松尾喜義 1994, 李春雨 등 1991). 따라서 전년도 앵미발생량이 많았던 논에 보리

를 재배하고 그 후작으로 기계이앙 대신에 담수산파를 하였을 때에 앵미 및 피의 발생에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하기 위하여 3개 포장에서 시험을 실시하였다. 그런데 일반농가들의 고정관념과 관습으로 보릿짚 경운시 그대로 갈아엎을 때에 직파기에 의한 파종작업을 어렵게 할뿐아니라 입모와 그 후의 생육에도 지장을 준다고하여 보리수확후 보릿짚을 소각하는 농가가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 환경보전과 지속적 농업유지 측면에서 농가들의 그릇된 보릿짚 소각 관습을 시정하는 근거를 얻기 위하여 보릿짚을 태우지 않은구와 태운구를 비교하였다.

Table 4-2. The major cultivation method and physiochemical properties of soil (99').

Field	Varieties	Seeding rate (kg/40a)	Application date	Seeding date	Soil	pH	Organic substance content (%m/m)	CEC (me/100g)
I	Sangjubyeo	30	June 13	June 20	Loam	5.9	2.6	10.87
II	Sangjubyeo, Junghwabyeo	40	-	June 14	Clay loam	5.8	2.6	10.54
III	Manahnbyeo [Milyang(151)]	30	-	June 16	Silty clay loam	5.7	2.1	9.12

I : Chonju jeonmidong Yang jin whan' farm

II : Kimje buyang Jeong hoi hun' farm

III : Jeongeup jeongwoo Jeong hong yong' farm

I번 포장에서 콤바인 수확시 보릿짚을 5 10㎝ 길이로 절단하여 보리논에 깔고 그중 1000㎡은 농가 관행대로 소각하고, 나머지 500㎡는 균일하게 토양에 피복한 후 트랙터로 경운하였다. 다음날 담수하고 1일 경과후 보릿짚이 토양과 잘 혼화되도록 정밀 써레질을 한 다음 5m 간격으로 관배수로를 만들고 뚝을 쌓아서 500㎡씩 3등분하였다. 그후 바로 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 소정량(표 4-1) 고르게 살포하고 일주일동안 담수를 유지한 후 환수하고 최아 볍씨를 큐라텔과 혼합하여 파종하였다. 보릿짚 소각구중 한 시험구는 벼 출아시까지 담수를 유지한 후 배수하여 3 4일간 눈그누기를 실시한 후 재담수하였

고, 또 다른 시험구는 파종 다음날부터 낙수하여 벼 뿌리가 활착될때까지(파종 후 5 6일) 낙수상태를 유지한 후 재담수하였다. 한편 보릿짚 혼화구도 파종 후 낙수구와 담수유지구로 나누어 보릿짚 소각구와 같은 방법으로 입모시까지 물관리를 하였다. 파종 12일 후에 1차시비, 병충해 방제 및 잡초방제를 위하여 1,500㎡당 요소 1.5포에 오리자 1.5포, 파단 1.5포 및 노난매(pyrazosulfuron-ethyl+molinate) 1.5포를 혼합하여 고루 살포하였다. 이어서 10일후 2차시비로 복비 30kg/1,500㎡을 살포하였고, 8월 4일 이삭거름으로 요소와 염화가리를 각각 8kg/10a 수준으로 살포하고 9월 8일 목도열병과 혹명나방 방제를 위하여 빔 1포와 다갈 1포를 혼합하여 분무기로 고루 살포하였다. 7월 7일(파종 17일후)에 달관에 의한 약해를 조사하였고 아울러 입모수(/㎡)와 초장을 조사하였다. 9월 18일 각 구마다 피 및 앵미의 발생량을 초종별로 뽑아서 조사하였다.

II과 III포장에서는 보리수확시 보릿짚을 5㎝ 길이로 절단하여 논표면에 고루 깐후 트랙터로 경운하고 담수후 정밀 써레질을 하고 보릿짚이 작토에 고루 혼화되도록 하였다. 담수하에 최아종자를 파종하고 다음날 바로 관배수로를 만들어 배수하여 입모가 될 때까지 건조상태를 유지하였다. 입모후에 재담수하고 비료와 제초제를 살포를 하였으며 그 이후의 물관리, 병충해 방제 등은 I번 포장의 실험 방법에 준하여 실시하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 연차별 제초제 선발

가. 직파답의 기계이앙 전환시 앵미와 피 방제를 위한 제초제 선발(1998)

직파재배를 계속하여 앵미가 다량 발생했던 포장에 앵미 방제 방법의 하나로 기계이앙으로 재배 양식을 전환했을 경우 앵미 방제에 가장 효과적인 제초제가 요구된다. 기계이앙의 경우에는 제초제의 선택 폭이 넓어지므로 값이 싸면서 가장 효율적으로 앵미를 방제할 수 있는 제초제가 필요하다(竹松 1985).

본 연구에서는 앵미 발생이 많았던 포장에 기계이앙으로 재배양식을 전환 할 때 이앙 5일전에 butachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고, 이앙 10일후에 pyrazosulfuron-ethyl+molinate입제를 體系處理했을 경우와 慣行栽培에서처럼 이앙전 처리는 하지 않고 이앙 10일후에 SU합제만 처리했을 경우의 앵미에 대한 방제 효과를 검토하였다.

체계처리한 모든 처리구에서 초기 약해는 거의 없었고, 초기 생육에서도 처리간에 차이가 없었으며, 앵미의 방제 효과는 75 100%이었고, 피에 대한 방제 효과는 95%이상으로 거의 완벽하였다. 이앙전에 제초제를 처리하지 않고 관행 이앙재배에서처럼 이앙 10일후에 SU합제만 처리하였을 경우에도 신규 SU합제의 종류에 관계 없이 초기 약해는 없었고, 초기 생육에도 영향이 없었지만 앵미의 방제 효과는 37 61%로 저조하였고, 피의 방제 효과는 90%이상이었다(표 4-3).

이와같이 이앙전에 acidamide계인 butachlor와 pretilachlor, thiocarbamate계인 thiobencarb와 molinate, oxadiazol계인 oxadiazon 등의 처리에 의하여 이앙벼에 대해서는 안전하고 앵미와 피에 대한 방제 효과가 우수하였다. 이들 제초제들이 3엽이상의 이앙벼에 대해서는 안전하지만 발아중인 벼 혹은 앵미에 대한 감수성이 큰 특성을 갖고 있어서 발아시 SU합제보다도 작용이 강력하기 때문으로 생각된다.

Table 4-3. Control effect on red rice with butachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb treatment at 5 days before transplanting followed by pyrazosulfuron-ethyl+molinate treatment at 10 days after transplanting(1998)[1].

Herbicides before transplanting (5DBT)[2]	Herbicides after transplanting (10DAT)[3]	Application rate (prod./10a)	Crop injury (0~9)[4] 20DAT	Plant height (cm) 40DAT	Tiller number (no./hill) 60DAT	Weeding effect(%) Red rice 100DAT	Barnyard-grass 100DAT
Weedy Check	-	-	0	32a	19a	13.5g/㎡	11.1g/㎡
Handy Weeding	-	-	0	32a	21a	100a	100a
Butachlor	Pyrazosulfuron-ethyl +Molinate	3kg fb 3kg	0	32a	20a	95ab	96a
		6kg fb 3kg	0	32a	19a	99a	100a
Pretilachlor	〃	3kg fb 3kg	0	32a	20a	98a	98a
		6kg fb 3kg	0	32a	21a	100a	100a
Oxadiazon	〃	400㎖ fb 3kg	0	32a	21a	91b	100a
		800㎖ fb 3kg	0	31a	18a	99a	100a
Thiobencarb	〃	3kg fb 3kg	0	32a	18a	75c	100a
		6kg fb 3kg	0	31a	18a	90b	100a
Molinate	〃	1.5kg fb 3kg	0	32a	19a	76c	100a
		3kg fb 3kg	0	32a	19a	90b	100a
Non-treatment	Halosulfuron+ Molinate	3kg	0	32a	19a	41e	100a
"	Cyclosulfamuron+ Molinate	3kg	0	32a	20a	37e	100a
"	Azimsulfuron+ Molinate	3kg	0	32a	18a	61d	98a
"	Ethoxysulfuron+ Molinate+Benfresate	3kg	0	32a	19a	40e	90ab
"	Pyrazosulfuron+ Pyriminobac	3kg	0	31a	19a	45e	100a
"	Pyrazosulfuron+ethyl molinate	3kg	0	32a	21a	51de	90ab

1) Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.
2) DBT : days before transplanting.
3) DAT : days after transplanting.
4) 0 : no injury, 9 : completely killed

나. 직파답의 기계이앙 전환시 앵미 및 피 방제를 위한 제초제 선발(1999)

1998년도 연구에 이어 1999년도에 연작으로 앵미 다발답을 기계이앙으로 전환하여 앵미 및 피 방제에 미치는 영향을 동일포장에서 다시 실시하였다(표 4-4).

몇종의 초기처리 제초제를 이앙전에 처리한 후 노난매(pyrazosulfuron-ethyl+molinate 합제) 등 SU합제를 처리한 모든구와 이앙전 처리는 하지 않고 신규 설포닐우레아제(SU제)인 헤라클레스(ethoxysulfuron+benfuresate+molinate 합제)와 금싸락(anilofos+azimsulfuron 합제)만을 처리한 구 모두 초기약해가 없었고 생육도 손제초구에 비하여 차이가 없었다.

피에 대한 방제효과는 초기처리제를 처리한 구는 92.7 99.4% 범위의 우수한 효과를 나타냈고 이앙후처리만 한구는 75.4 95.6% 범위의 방제율을 나타냈다.

앵미에 대한 효과는 이앙전처리에 이어 체계처리한구는 86 97.3% 범위의 우수한 효과를 나타냈고 이앙후에 SU합제만을 처리한구는 60% 이하의 낮은 방제율을 보였다.

결국 2차년도의 시험 결과도 일차년도의 결과와 거의 같은 경향을 나타내고 있다. 즉 이앙전 oxadiazon, butachlor, pretilachlor, thiobencarb 의 처리는 앵미 및 피의 방제에 매우 효과가 높은 결과를 나타냈다.

근래에는 기계이앙답에도 앵미의 발생이 문제가 되고 있고 특히, 써레질후 여러 사정으로 제초제 처리가 지연될 경우에 피 등이 크게 문제가 되고 있는 바 이앙전에 위의 일년생 전용 제초제를 3 5일전에 미리 살포하고 이앙후 일발처리 제초제를 체계처리 함으로써 앵미에 대한 방제 효과와 더불어 피 및 기타 잡초의 안정적인 방제도 가능하다고 생각된다.

Table 4-4. Control effect on red rice with butachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb treatment at 5 days before transplanting followed by pyrazosulfuron-ethyl+molinate treatment at 10 days after transplanting(1999)[1)]

Herbicides treated before irrigation (5DBI)[2)]	Herbicides treated after irrigation (10DAT)[3)]	Application rate (g a.i/10a)	Crop injury (0-9)[4)] 20DAT	Seedling stand (no./㎡) 60DAT	Plant height (cm) 60DAT	Yield (kg/10a)	Weeding effect (%) Red rice	Weeding effect (%) Barnyard-grass
Weedy Check	_	-	-	120a	48.1abc	321b	210g/㎡	173.7g/㎡
Handy Weeding	_	-	-	122a	49.4a	587a	100a	100a
oxadiargyl	Pyrazosulfuron-ethyl+ Molinate	10 fb 2.1+150	0	120a	47.9abc	540a	90.3a	97.3a
Butachlor	"	180 fb 2.1+150	0	123a	47.9abc	559a	97.33a	96.4a
Thiobencarb	"	420 fb 2.1+150	1	125a	47.9abc	541a	89.3a	92.7a
Oxadiazon	"	48 fb 2.1+150	0	126a	49.2ab	555a	94a	99.4a
Pretilachlor	"	60 fb 2.1+150	0	120a	47.7bc	566a	93.8a	99.5a
Molinate	"	300 fb 2.1+150	0	123a	47.6bc	546a	86a	95.7a
Non-treatment	Ethoxysulfuron+ Benfuresate+ Molinate	188.1	0	120a	48bc	541a	60b	81.1ab
"	Pyrazosulfuron-ethyl+ Molinate	2.1+150	0	119a	47.4c	545a	62.6b	95.6a
"	Anilofos+ azimsulfuron	46.5	0	118a	47.9abc	549a	59.2b	75.4b

1) 4) : Refer to table 4-3.

2. 보리재배에 의한 앵미 및 피 방제 효과

최 등(1995)은 보리를 앞작물로 하는 米麥二毛作 作付體系가 벼 一毛作 재배에 비하여 피를 비롯한 대부분의 잡초 발생이 억제되고 전체적으로 약 30%정도의 발생 輕減效果가 있음을 보고하였다. 또한 이 등(1991)도 볏짚과 보릿짚의 生理活性物質이 상추 발아 및 잡초 발생 및 생육에 미치는 영향을 검토하였던 바, 볏짚 500g/㎡이상 被覆時 독새풀 생장을 35%이상 억제하는 효과가 있었고, 보릿짚을 300g/㎡이상 피복할 경우 피와 바랭이 생장이 97% 억제되었다. 권과

김(1985) 등도 보리 殘餘物에 존재하는 phenolic compound를 추출, 분리, 동정 및 이들 작물의 주요 생육기간중 총 phenol 함량을 측정하고 동정된 주요 표준 phenolic compound 및 잔여물水溶抽出液이 벼와 잡초의 발아 및 생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 호밀, 밀의 추출액은 벼와 논잡초인 피, 너도방동사니의 신초 및 뿌리 생육과 발아를 뚜렷하게 억제시켰다고 하였다. 본 포장의 優占雜草는 뚝새풀이며 다음으로 약간의 벼룩나물이 발생되고 있었다. 월동후 4월 5일 제초 효과를 조사한 결과 pendimethalin 처리구의 종합방제율은 89%로 비교적 우수하여 잡초해에 의한 수량 감소는 거의 없었다. 보리에 대한 약해는 초기부터 거의 없었으며 초기 생육도 손제초구와 차이가 없었고, 출수기, 穗數, 穗長, 수량 등도 손제초구와 차이가 없었다.

Table 4-5. Effect of pendimethalin on crop injury, grain yield and weeding effect in barley field[1)].

Treatment	Application rate (prod. kg/10a)	Application time (DAS)[2)]	Crop injury (0-9)[3)]	Heading date	Panicle length (cm)	Panicle number (no./㎡)	Grain yield (kg/10a)	Weeding effect(%)		
								A.a	S.u	Total
Weedy check	-	-	0	April 25	3.4a	567b	276b	95g/㎡	0.5g/㎡	95.5g/㎡
Handy weeding	-	-	0	April 25	3.6a	589a	294a	100a	100a	100a
Pendimethalin	3	3	0	April 25	3.5a	585a	303a	88b	90b	89b

1) 3) : Refer to table to 4-3.
A.a : *Alopecurus amurensis*, S.u : *Stellaria uliginosa*

가. 보리 수확후 기계이앙 재배시 앵미 방제효과

1) 초기 약해 및 생육

보리가 재배된 구나 재배되지 않는 구 모두 벼의 초기 약해는 거의 없었고, 그 후 분얼수, 초장 등의 생육도 손제초구와 비교하여 거의 차이가 없었다(표 4-6).

Table 4-6. Effect of barley cultivation after direct-seeded rice on red rice and barnyard-grass emergence in transplanted paddy rice field[1)].

Field	Treatment[2)]	Application time (DAT)[3)]	Application rate (prod. kg/10a)	Plant height (cm) 40DAT	Tiller number (no./hill) 60DAT	Weeding effect	
						Red rice	Barnyard-grass
						100DAT	
Untreated control	-	-	-	54a	28a	2g/㎡	57g/㎡
Barley cultivated	P+M fb M+S	12 fb 22	3 fb 3	53a	27a	86a	98a
Barley uncultivated	P+M fb M+S	12 fb 22	3 fb 3	55a	28a	68b	94a

1), 3) : Refer to table to 4-3.
2) P+M: pyrazosulfuron-ethyl+molinate, M+S : Molinate+Simetryn

2) **앵미 및 피의 방제 효과**

앵미에 대한 방제효과는 동일 제초제의 同一量을 처리하였는데도 보리가 재배된 구는 86%, 재배되지 않는 구는 68%의 방제율을 나타내어 차이를 보였고, 피의 방제율은 보리가 재배된 구는 98%, 재배되지 않는 구는 94%로 큰 차이는 없었다. 이와 같이 이앙벼 活着後 토양처리로도 앵미 및 피 등에 대하여 비교적 우수한 제초 효과를 나타낼 수 있었던 것은 건답상태를 담수상태로 전환함에 따라 산소가 부족한 환원상태가 유지되므로서 乾·濕生雜草인 앵미와 피 등의 발아 및 생육이 억제된 결과라고 생각된다. 보리 재배구에서 재배하지 않았던 구보다 제초 효과가 증가한 것은 湛水效果외에 他感作用 物質의 영향이 加上된 것으로 판단된다. 앵미 다발답의 기계이앙으로의 전환이나 보리재배후 기계이앙의 도입효과에 대해서는 제 5장중 1998년도에 실시한 완주 김정태씨의 맥후작후 기계이앙 도입, 김제 부량 정회헌씨와 전주농고 포장 등에서 기계이앙전 oxadiazon, pretilachlor, butachlor **등의 처리 결과 큰 효과가 있음이 판명되었다. 따라서 건답직파의 連作으로 앵미 발생이 문제가 된 논은 벼 수확후에 보리의 二毛作 재배를 하고 이어서 기계이앙으로 전환시 앵미 방제에 큰 효과가 있을 것으로 생각된다.**

본 연구에 이어서 보리의 타감작용 효과를 보다 더 규명하고자 보리 재배 논

토양과 토양 추출물에서의 앵미 발아 및 생육 억제능력을 조사하고, 보리의 생육단계별로 생리활성물질을 추출하여 앵미의 발아 및 생육 억제율 등을 조사하였다.

나. 보리 재배 토양에서의 앵미 발생 억제 효과

보리 재배에 따른 앵미의 발생 억제 효과를 검정하기 위하여 보리 재배 지역과 재배하지 않은 지역에서 채취한 토양을 플라스틱 폿트에 充塡한 다음 앵미를 파종하여 출아율 및 생육을 조사한 결과, 보리를 재배한 토양에 파종한 앵미의 발생은 재배하지 않은 토양에서보다 적었으며, 각 개체의 초장 및 건물중도 같은 경향을 보였다. 이러한 억제 양상은 토양중 수분함량이 증가할수록 증대되었으며, 약 35%의 토양수분 조건의 보리재배토양에서는 비재배토양과 비교하여 최고 50 60%의 발아 및 건물중의 감소가 나타났다(표 4-7).

Table 4-7. Emergence and growth of red rice in barley-cultivated soil[1)].

Soil	Soil moisture (%)	Sprouts (no.)	Shoot length (cm)	Dry weight (g)
Barley-cultivated	5	127b	10.4ab	15.07b
	20	96b	8.3b	11.17b
	35	104b	7.6b	12.84b
Barley-uncultivated	5	216a	11.8a	30.1a
	20	243a	12.4a	33.4a
	35	227a	11.5a	31.2a

1) Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level by t-test.

또한 보리 재배 지역의 토양에서 나타나는 앵미에 대한 생육 沮害效果를 확인하기 위하여 보리를 재배한 각 토양 시료에 일정 비율의 물을 가하여 48시간 동안 진탕하여 얻은 토양 추출물에 앵미를 浸漬하는 방법으로 수행한 一連의 水耕實驗에서 보리를 재배한 토양에서는 앵미의 발아가 억제되었고, 초장, 근장 및 건물중으로 조사한 幼苗의 생육도 역시 억제되었다(표 4-8).

Table 4-8. Effect of extracts prepared from barley-cultivated soil on germination and growth of red rice[1)].

Soil	Soil:Water (w/v)	Germination rate (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Dry weight (g)
Barley-cultivated	1 : 5	92a	4.8ab	7.6ab	1.37b
	1 : 2	64b	3.2b	5.4b	1.04b
	1 : 1	68b	2.8b	5.2b	1.15b
Barley-uncultivated	1 : 5	95a	5.5a	8.6a	2.64a
	1 : 2	91a	5.4a	8.3a	2.39a
	1 : 1	93a	5.8a	8.7a	2.26a

1) : Refer to table 4-7.

이러한 결과는 생육중인 보리로부터 他感作用을 하는 물질이 分泌되어 토양중에 殘存하고 있음을 시사하는 것으로써, 이후의 실험에서는 이에 대한 확인 실험으로 보리 추출물에 의한 억제 효과를 검정하였다.

다. 보리 추출물에 의한 발아 억제 효과

보리 추출물에 의한 앵미의 생육 억제 효과를 검정하기 위하여 생육 단계별로 보리를 채취하여 보리 地上部와 根部로부터 추출한 추출액에 앵미를 置床하여 발아 및 생육 억제 양상을 조사하였다(표 4-9).

Table 4-9. Effect of extracts prepared from shoots and roots of barley on germination and growth of red rice[1)].

Growth stage	Barley tissue	Germination rate (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Dry weight (g)
Control	-	93a	6.3a	10.2a	2.84a
3 5 Leaf	Shoot	82b	5.9a	9.6ab	2.76a
	Root	76b	6.4a	9.4ab	2.57b
Tillering Panicle formation	Shoot	64c	5.1b	8.5b	2.61b
	Root	65c	4.8b	9.2ab	2.54b
Heading	Shoot	57cd	3.7c	8.1b	2.01c
	Root	43d	4.2bc	7.5c	1.84d

1) : Refer to table 4-3.

보리의 생육 초기부터 출수기에 이르기 까지 보리 추출물에 의하여 앵미의 출아 및 생육 억제가 나타났다. 이러한 억제는 보리의 생육시기가 출수기에 이를수록 증대되는 경향이었으며, 이 시기의 보리 추출물 처리에 의하여 앵미의 발아율 및 건물중은 약 50% 감소하였다. 이러한 결과는 답리작 맥류재배를 할 경우 앵미 및 피를 비롯한 기타 잡초의 군락이 현저하게 변할뿐만 아니라, 잡초의 발생량도 크게 감소된다는 보고와도 일치하는 경향으로 직파재배에 있어서 효과적인 잡초방제를 위하여 답리작 맥류재배와 맥후작 벼 직파재배의 유용성을 시사하고 있다.

라. 담수산파시 보릿짚 혼화처리가 벼의 약해와 앵미와 피 방제에 미치는 영향

본 연구에서는 밀집첨가 영향, 파종후 낙수여부와 입묘 및 약해, 제초효과변동을 구명하기 위하여 보릿짚 혼화구와 소각구를 설치하고 파종후 물관리방법을 달리하여 시험을 실시하였다.

井澤(Isawa) 등은 밀집 및 탄수화물(전분, 여과지) 첨가 토양에 있어서 산화환원전위와 담수직파 수도의 입묘와의 관계를 구명한 연구에서 담수직파 수도의 입모의 안정화를 기하기 위해서는 파종 입모기간의 토양 Eh를 0㎷이상으로 유지함이 중요하다고 하였다. 吉永(Yoshinaga) 등은 土中直播時 파종후 落水 方式을 취할때에 출아성 및 출아율의 향상에 기여하여 出芽立苗 의 안정화에 유효하다고 하였다. 丸山(1997) 은 落水管理는 담수관리와 비교하여 地溫은 1℃ 전후 낮아지나, 토양중에 O_2 가 공급되어 산화환원전위가 100 200㎷높게 추이하여 산화적으로 유지되기 때문에 출아율이 10 15% 높아진다고 하였다(三石 등 1986). 또한 그후의 뿌리의 生長이 촉진되기 때문에 뜬묘, 누운묘가 적고 입묘율이 향상된다고 하였다. 단 낙수에 의하여 잡초가 발생되기 쉽기 때문에 이에 대한 방제체계가 고려되어야 함을 지적하였다.

1) 벼의 초기약해 및 생육

표 4-10에서 볼 수 있는 바와같이 보릿짚을 태운구나 갈아엎은구 그리고 파종전 약제처리구나 무처리구, 파종후 낙수구나 담수유지구를 막론하고 초기약해는 거의 없었다. 다만 보릿짚을 태운구중 벼 출아시까지 담수유지구에 있어서 초기에 뜬묘, 누운묘등이 부분적으로 약간 산견되었으나 눈그누기를 3-4일 실시한 결과 뿌리활착과 더불어 정상적으로 회복되었다. 입묘율은 각 처리구간에 큰 차이없이 118 130본/㎡범위를 나타내 입묘확보에 지장을 초래한 시험구는 없었다.

이와같은 결과는 본 연구가 온도가 비교적 높은시기에 실시되었고 보릿짚을 5㎝ 내외로 잘게 절단하여 작토층 전면에 고루 혼화를 하였고, 공시토양이 사질양토로 투수가 잘된 포장이였고, 파종후 이어서 낙수를 하였기 때문에 산소의 공급이 충분하여 산화환원 전위가 크게 낮아지지않아 보릿짚 혼화구에 있어서도 약해를 거의 나타내지 않았고 입모확보에도 지장이 없었던 것으로 생각되며, 맥후작을 본 연구에서 실시한 방법을 채택하면 안정적인 입묘확보는 무난할 것으로 판단된다.

2) 앵미 및 피에 대한 방제효과

보릿짚 혼화구는 앵미, 피 모두 거의 무초상태로 98.5 100%범위의 우수한 방제효과를 나타냈다. 이와같은 결과는 파종일주전에 앵미 및 피의 방제력이 강한 제초제들을 앵미등의 발아시기에 처리하였고 보릿짚의 他感효과도 작용한 결과라고 판단된다. 보릿짚을 소각하고 파종후 담수유지구는 앵미방제율은 86.4 93% 피의 방제율은 97%이상의 방제율을 나타냈고, 파종후 낙수구는 피의 방제율은 96% 이상으로 우수하였으나, 앵미의 방제율은 79.9 90.9% 범위의 방제율을 나타내 계속 담수유지구에 비해서는 다소 낮았다(표 4-10).

Table 4-10. Effect of soil incorporaton of 5-cm cutted barley straw, water management and herbicide on crop injury and weeding effect of barnyardgrass and red rice in water-seeded rice.[1)]

Treatment		Herbicides[2)]	Application rate (g a.i/10a)	Crop injury (0-9)[3)] 20DAS	Seedling stand (no./m²) 20DAS	Plant height (cm) 20DAS	Yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
								Red rice 105DAS	Barnyard-grass 105DAS
Incineration of barley straw	Drainage after seeding	Weedy check	-	0	118ab	18.5abc	325b	154g/m²	186g/m²
		Hand weeding	-	0	120ab	18.9ab	569a	100a	100a
		Molinate fb P+M	450 fb 4.2+300	0	113ab	18.3ab	546a	79.5b	96a
		Thiobencarb fb P+M	420 fb 4.2+300	0	126a	18.7abc	537a	85.7ab	97a
		Oxadiazon fb P+M	60 fb 4.2+300	1.0	116ab	17.8abcd	540a	90.9ab	99a
	Continuos Flood	Weedy check	-	0	125a	17.5bcd	248b	95.3g/m²	145g/m²
		Hand weeding	-	0	119ab	18.1abcd	560a	100a	100a
		Molinate fb P+M	450 fb 4.2+300	0	112ab	18.4abc	539a	86.4ab	97a
		Thiobencarb fb P+M	420 fb 4.2+300	0	120ab	18.5abc	537a	91.5ab	98a
		Oxadiazon fb P+M	60 fb 4.2+300	1.0	126a	17.2abc	551a	93ab	100a
Incorporation of 5-cmcutted barley straw	Drainage after seeding	Weedy check	-	0	115ab	17.9abcd	340b	90.3g/m²	150g/m²
		Hand weeding	-	0	121ab	18.0abcd	561a	100a	100a
		Molinate fb P+M	450 fb 4.2+300	0	125a	17.6abcd	536a	98.5a	99a
		Thiobencarb fb P+M	420 fb 4.2+300	0	124a	19.1a	546a	99a	99a
		Oxadiazon fb P+M	60 fb 4.2+300	1.0	119ab	17.4bcd	548a	99.2a	100a
	Continuos Flood	Weedy check	-	0	118ab	18.0abcd	309b	92g/m²	80g/m²
		Hand weeding	-	0	125a	18.5bcd	567a	100a	100a
		Molinate fb P+M	450 fb 4.2+300	0	120ab	17.5bcd	537a	97.5a	100a
		Thiobencarb fb P+M	420 fb 4.2+300	1.0	125a	16.8c	538a	98.5a	100a
		Oxadiazon fb P+M	60 fb 4.2+300	1.5	108b	17.2cd	536a	100a	100a

2) P+M: Pyrazosulfuron-ethyl+Molinate

1), 3) : Refer to table 4-3.

맥후작 담수표면산파를 수행한 두 농가의 실증시험결과는 표 4-11, 표 4-12와 같다. 두 농가 모두 공통점은 보리수확시 콤바인으로 약 5㎝로 보릿짚을 절단하여 논바닥 전면에 고루 깔고 트렉터로 경운한후, 담수하여 일차로 로타리를 친후 이어서 물을 뺀 상태에서 2차 로타리를 치면서 토양에 고루 혼화한다. 그리고 담수하에 최아볍씨를 파종(30 40㎏/40a)하였다. 파종 다음날 관배수를 통하여 물이 괴인곳이 없도록 논에 구열이 생길정도로 말리고 입모가 된 후에 다시 담수하여 시비, 제초제처리를 하였다. 입모후 제초제처리는 정홍용농가는 6월 14일 파종후 6월 27일에 포도대장(bensulfuron-methyl+molinate)을, 정회헌 농가는 6월 14일에 파종하고 6월 26일에 흥부논(pyrazosulfuron-ethyl+molinate)을 살포하였던 바 기온이 비교적 높은 시기이며 또 낙수를 하였기 때문에 잡초의 생육도 빨라진관계로 위 두제초제에 대하여 피의 살초한계엽기인 2.5엽을 넘게되어 제초효과는 만족스럽지 못하였다. 따라서 손 피사리 또는 피안커(pyribenzoxim) 또는 크린쳐(cyhalofop-butyl) 등으로 잡초방제를 마무리하게 되었다. 본 시험의 특징은 보릿짚을 소각하지 않고 토양에 고루 혼화하더라도 본 연구진이 얻은 결과와 같이 초기약해도 없고 입모율도 충분히 확보가 되었으며 그 이후의 생육도 매우 순조로와 만족스럽게 수량도 얻을수 있는점이라 할수있었다. 본 실험결과는 인근농가에 충분한 홍보가 되어 보릿짚을 소각하는 좋지않은 관습이 고쳐질 것을 기대한다.

앞서도 언급한 바와같이 직파에서 파종후 물을 빼고 낙수출아를 하는 경우에는 약해도 경감되고 입모율은 상승하나 잡초 방제율이 떨어지니 자기가 경작하는 논의 잡초발생량, 파종당시 기온, 토성 등에 따라 낙수기간등은 충분한 검토가 요구된다. 또한 앵미 및 피에 대한 안정적인 방제를 위하여 파종 일주일 정도 전에 oxadiazon, thiobencarb 등을 처리하는 것도 고려되어져야 되리라 생각된다.

Table 4-11. Effect of herbicide on crop injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice following soil incorporation of 5-cm cutted barley straw before seeding and drainage after seeding until root establishment(Jeog Hong Yong farm).

Treatment[1]	Application rate (g a.i/10a)	Application time (DAS)[2]	Rice growth				Yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
			Crop injury (0-9)[3] 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 20DAS	Tiller number (no./㎡) 60DAS	Plant height (cm) 20DAS		Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
Weedy check	-	-	0	126	417	69	215	28g/㎡	36g/㎡
handy weeding	-	-	0	127	432	73	471	100	100
B+M fb pyrib. fb Fenox. fb Cyhal.	5.1+150 fb 3 fb 7 fb 25	14 fb 25 fb 30 fb 40	1.0	123	420	71	455	95	90

1) B+M: bensulfuron-methyl+molinate, Pyrib: pyribenzoxim
Fenox: fenoxaprop-P-ethyl, Cyhal: cyhalofop-butyl
2) DAS : Days after seeding
3) 0 : no injury, 9 : completely killed

Table 4-12. Effect of herbicide on crop injury and weeding effect of red rice and barnyardgrass in water-seeded rice following soil incorporation of 5-cm cutted barley straw before seeding and drainage after seeding until root establishment.(Jeog Hoi Heon farm)

Treatment[1]	Application rate (g a.i/10a)	Application time (DAS)[2]	Rice growth				Yield (kg/10a)	Weeding effect(%)	
			Crop injury (0-9)[3] 20DAS	Seedling stand (no./㎡) 20DAS	Tiller number (no./㎡) 60DAS	Plant height (cm) 20DAS		Red rice 100DAS	Barnyard-grass 100DAS
Weedy check	-	-	0	155	360	19.3	224	245 g/㎡	286 g/㎡
handy weeding	-	-	0	170	385	22.6	518	100	100
P+M fb pyrib. fb Fenox. fb Cyhal.	2.8+200 fb 3 fb 7 fb 25	14 fb 25 fb 30 fb 40	0	165	375	21.1	520	99	95

1) P+M: pyrazosulfuron-ethyl+molinate, Pyrib: pyribenzoxim
Fenox: fenoxaprop-P-ethyl, Cyhal: cyhalofop-butyl
2) DAS : Days after seeding
3) 0 : no injury, 9 : completely killed

이상의 결과를 요약하면 보리후작으로 담수산파를 하였을 경우에도 보릿짚을 작토전면에 고루 혼화하고 파종후 낙수를 할 경우 안정적인 입모확보가 가능함을 확증하는 결과를 얻었다. 다만 파종후 낙수시에는 잡초의 발생량이 많고 또 생육도 촉진되기 때문에 투수가 잘되지 않는 점질토양, 잡초발생이 많은논, 투수가 너무잘되어 볍씨가 지나치게 건조되기 쉬운 포장(파종당시 15℃이하의 낮은온도조건)을 제외하고는 적용이 가능하리라 판단되는 바 앞으로 지역별, 토성별, 시기별로 검증이 필요하리라 생각된다.

제 4 절 적 요

1998년 앵미다발답의 기계이앙 전환시 유효제초제의 선발의 실험결과 이앙 4 5일전에 buhachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 이앙 10 15일후에 SU합제를 처리한 구등은 초기약해도 없었고 그후 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 앵미에 대한 방제효과는 75 100% 범위였고, 피에 대한 효과는 95%의 우수한 결과를 얻었다. 이앙전 처리는 하지 않고 이앙후에 신규 SU합제 6종만을 처리한 구도 약해는 없고 생육도 양호하였다. 피의 방제율은 95%로 우수하였으나 앵미에 대한 효과는 37 61% 범위로 저조하였다. 1999년 실험결과에서도 이앙전 butachlor, pretilachlor, oxadiazon, oxadiargyl, molinate, thiobencarb 등을 처리한 다음 이앙후 SU합제를 처리한 구 모두 초기약해도 없었고 생육도 양호하였다. 피에 대한 방제율은 92.7% 98.4%였고, 앵미에 대한 방제율은 86 97.3%로 우수하였다. 그러나 이앙전 처리는 하지 않고 이앙후 신규 SU합제인 헤라크레스(ethoxysulfuron+benfresate+molinate), 금싸락(anilophos+azimsulfuron)만 처리한 구 등은 약해가 없었다. 피에 대한 방제율은 75 90% 범위였으나 앵미에 대한 방제율은 약 60% 정도로 낮았다.

보리재배후 기계이앙하고 중기처리 제초제를 처리한 결과 보리재배구나 비재배구 모두 초기약해는 거의 없었고 그 후의 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 피 방제율은 보리재배구 98%, 재배되지 않은 구는 94%로 큰 차이는 없었으나 앵미에 대한 방제효과는 보리재배구 86%, 비재배구는 68%의 방제율은 보여 차이가 컸다. 보리재배논과 비재배논에서 토양을 채취하여 앵미 발생량을 비교한 결과 보리 비재배토양에서 앵미의 출아는 평균 228본/㎡ 인데 대하여 보리재배토양에서의 출아율은 109본/㎡으로 50%이하였고, shoot의 길이와 건물중에 있

어서도 동일한 경향을 나타냈다. 또한 보리 재배토양과 비재배토양에 일정 비율의 물을 가하여 얻은 토양추출물에 앵미종자를 침지하여 수경실험을 실시한 결과 보리 재배토양에서는 앵미의 발아가 억제되었고 초장, 근장 및 건물중으로 조사한 유묘의 생육도 약 50% 억제되었다. 보리생육 단계별로 地下部와 地上部별로 추출하여 앵미를 置床하여 발아 및 생육억제양상을 조사하였던 결과 보리의 생육이 영양생장에서 생식생장으로 진전됨에 따라 추출물에 의한 앵미의 발아 및 생육이 약 30 50% 억제되었다. 보리 수확후 보릿짚을 소각한 구와 5㎝ 내외로 절단하여 作土에 고루 혼화하고 파종후 물관리방법을 달리하여 입모율, 생육, 수량, 앵미 및 피의 방제효과를 조사한 결과 보릿짚을 태운구나 갈아엎은구, 그리고 파종전 oxadiazon 등의 약제처리구나 무처리구, 파종후 낙수구나 담수유지구 모두 초기약해는 거의 없었고 입모율도 큰 차이가 없었다. 보릿짚 혼화구의 앵미 및 피에 대한 방제효과는 oxadiazon, molinate, thiobencarb 처리구 98.5 100% 범위의 우수한 방제효과를 나타냈지만, 보릿짚을 소각하고 파종후 담수유지구의 앵미방제율은 86.4 93%, 피의 방제율은 97.5 이상이였고, 파종후 낙수구는 96% 이상으로 우수하나 앵미의 방제율은 79.9 90.9% 범위를 나타냈다.

별도의 농가실증 시험을 통하여 수행한 보릿짚 혼화후 담수산파 재배에서도 벼 입모율 확보와 그 이후의 생육에 성공적이었으며, 앵미와 피에 대한 방제효과도 우수하여 기계이앙 못지않은 수량을 얻었다(표 5-38, 5-39). 이 경우에 보릿짚 절단 토양혼화까지는 본 연구의 방법과 같았으나, 파종전에 oxadiazon 등을 처리하지 않고 써레후 바로 파종하여 활착시까지 낙수처리로 포장을 건조시켰다. 그리고 활착후에 재담수하고 포도대장, 흥부논 등 SU합제를 처리하였으나, 피와 앵미의 제초적기를 벗어난 관계로 잔초가 다량 발생하여 피안커, 크린처 등의 추가처리나 손제초로 인한 노력과 비용이 더 투입된 것으로 판단된다.

제 5 절 인용문헌

최충돈, 문병철, 김순철, 오윤진. 1995. 직파재배답에서의 잡초 및 적미발생생태. 한잡초지 15(1) : 39-45.

井澤敏彦, 平岡博幸, 西山岩男. 1985. 湛水直播水稻の苗立ちにおよぼす土壤環境の影響. 第1報 小麥わらおよび炭水化物添加土壤における酸化還元電位と湛水直播水稻の苗立ちとの關係. 日作記. 別冊54 : 24 25.

전인수, 김명조, 허장현, 유창현, 조동하, 김이훈. 1997. 알팔파 연작장해에 관여하는 타감물질의 탐색 및 생물검정. 한국작물학회지 42(2) : 228-235.

川名義昭, 兒嶋清. 1996. 初期落水管理 をする 水稻 湛水直播栽培における 雜草の發生消長と 數種除草劑の除草效果. 35回 雜研講要. 164-165.

강양순, 곽태순, 송문태. 1996. 벼 무경운재배시 둑새풀 우점정도가 벼 생육 및 잡초발생에 미치는 영향. 한국작물학회지 41(5) ; 619-624.

권순태, 김길웅. 1985. 맥류작물(밀, 호밀)의 잔여물로부터 동정된 Phenolic Compound가 잡초의 발아 및 생육에 미치는 영향. 한잡초지 5(2) ; 121-130.

구연충, 성기연, 송득영, 이상복, 허일봉. 1997. 답전윤환에 따른 잡초발생변화. 한잡초지. 17(2) : 157-162.

李春雨, 金昌錫, 張暎熙, 延圭復. 1991. 雜草生長에 미치는 볏짚, 보릿짚의 Allelopathic effect. 韓雜草誌 11(2) : 122-127.

丸山幸夫. 1999. 湛水直播における落水管理の指標化. 全國直播稻作サミツト資料. 97-131.

三石昭三. 1986. 水稻の湛水土壤中 散播栽培法に關する研究. 文部省科學研究補

助金 試驗研究報告. (2): 1-52

丸山幸夫. 1999. **水稻の湛水直播栽培における出芽苗立期の落水管理の指標化**. **農業技術**. 99**年** 8**月號**. 1-4.

松屋喜義, **小松良行**, **上村幸正**. 1994. **麥跡湛水直播水稻の雜草防除について**. **第1報 麥わらのすきこみが雜草の發生におよぼす影響**. **雜研**. **別冊**33: 87-88.

Nelson, R. J. 1908. Rice growing in Arkansas. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull. 98: 133-148.

野口勝可. 1992. **栽培技術の 變遷に伴う雜草群落の變化**. **雜研**. 37(1): 1-7.

竹松哲夫, **近內成登**. 1985. **水田除草の理論と實際**. **博友社**.

竹內安智. 1990. **栽培技術の變遷に伴う雜草群落の變化-田作**. **雜研**. 35: 1-35.

양재의, **박동식**, **한대성**. 1997. **포장조건에서** kinetic models**로부터** benfuresate **및** oxolinic acid**의 토양중 반감기 비교 평가**. **한국환경농학회지** 14(3) : 302-311.

岡村省三, **井口裕之**. 1996. **湛水土壤中直播における水管理の變遷**. **植凋**. 30(12).

小野博, **河村雄司**. 1974. **オキサジアソンに關する研究**. 2) **湛水直播水稻に對する適用性**. **雜研講要**. 13: 63-64.

제 5 장 포장 실증실험 결과

제 1 절 농가실증시험 개요

직파재배는 크게 무논조건에서 써레질후 파종하여 재배하는 담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)와 건답상태에서 로타리후 파종하여 재배하는 건답직파로 분류된다. 본 연구의 목적은 직파재배가 시작되면서 새로운 문제잡초로 부각된 앵미와 피의 방제체계 확립이다. 따라서 연구수행도 담수직파와 건답직파로 나누어 진행하였다.

담수직파에서 방제체계의 특이한 착안점은 현재 관행 방제체계로 되어 있는 벼 출아후 설포닐우레아합제등 일발처리제초제의 사용에 앞서 파종 5 10일전에 토양처리형 제초제를 먼저 처리하는 것이다. 그 이유는 첫째 앵미와 재배벼는 동일종으로 생리·생태적 특성이 거의 같으므로 출아후 동일생육기의 처리로는 현재까지 개발된 직파용 제초제 어느것으로도 선택적인 방제는 거의 불가능하다. 따라서 벼 파종전에 미리 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하여 앵미에 흡수시켜 그 발아와 생장을 억제하고 처리약제의 유효성분이 경시적으로 감소되어 재배벼에 접촉되어도 해를 주지 않는 시점에 재배벼를 파종한다는 것이다. 다음으로 피의 안정적인 방제를 위하여 담수직파에서 제초제 처리 시기는 벼가 출아후 착근된 후가 된다. 그런데 벼 파종후 이상저온, 최아불균일, 물관리방법 등에 따라서 예정 보다 벼의 착근은 늦어지나, 저온성 잡초인 피는 계속 성장하여 3 5엽 까지 엽기가 진전된다. 그리하여 직파용 제초제의 처리적기를 놓쳐 만족스런 제초효과를 얻지 못하는 경우가 많다. 따라서 값이 싸면서 피 방제력이 SU합제보다 강하고 잔효기간도 긴 위의 제초제 등을 파종전에 처리하여 피를 고사시키거나 또는 발아를 억제시킨다면 벼의 착근이 늦어지더라도 피의 안정적인 방제가 가능할것으로 추정하였다. 본 연구방향은 과거에 다른 연구실적이 없는 새로운 과제였기 때문에 우선 폿트 또는 포장실험을 통하여 파종전 공시제초제들의 선택, 적정약량, 처리시기, 처리방법,

약해 및 약효의 변동요인 등을 먼저 실시하고(제 3장 참조) 그 결과를 토대로 토성, 공시품종, 재배방법, 물관리, 잡초분포 등이 다른 도내 각 지역의 경작규모가 비교적 큰 직파선도농가를 대상으로 실증시험을 실시하였다.

농가 실증시험(1997 1999) 일람표

	담수표면산파	무논골뿌림	무경운 담수직파	맥후작 담수직파	맥후작 기계이앙	건답직파	계
1997	4	4	2		3	2	12
1998	5	4 (2개소 건토혼화)	1				13
1999	9	3	2	2	1	3 (1개소 건토혼화)	20
계	18	11	5	2	4	5	45

1997년부터 1999년까지 3년동안 농가포장을 임차하거나 관련 농업기관인 전주농고, 전북 원종장, 전남 ·북 농업기술원 등과 공동연구형태로 확인 실증시험을 실시한 총건수는 담수표면산파 18건, 무논골뿌림 11건(건토혼화 2개소), 무경운 담수직파 5건, 보리재배후 담수직파전환 2건, 보리재배후 기계이앙전환 3건, 건답직파 5건(건토혼화 1개소) 등 총 45건이었다. 이중 제 3장의 재배양식별 시험연구사례에서 이미 그 결과에 대하여 기술한 농가, 전남 ·북 농업기술원에서 독자적으로 연말 평가회에서 발표된 부분은 제외하고 그 이외의 농가에서 수행한 실증연구결과를 연도별, 직파양식별로 고찰하였다.

제 2 절 1차년도 (1996 1997) 실험결과

1. 경종 개요

재배양식	포장 소재지	재배품종	약제 처리일 (월/일)	파종 및 이앙일 (월/일)
담수 표면산파	전주시 전미동 정영택씨 포장	영남벼	5/10	5/17
	김제시 죽산면 유세환씨 포장	이륙벼	5/8	5/16
	정읍군 정우면 정홍용씨 포장	남천벼	5/14	5/21
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	안산벼	5/15	5/22
무논 골뿌림	익산시 전북 원종장 포장	동진벼	5/3	5/10
	전주시 전미동 양진환씨 포장	다산벼	5/10	5/19
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	안산벼	5/1	5/17
	익산시 춘포면 이동휴씨 포장	남천벼	5/2	5/21
무경운 담수직파	김제시 부량면 장동혁씨 포장	금남벼	5/6	5/16
	전주시 전미동 양진환씨 포장	다산벼	5/9	5/19
건답직파	완주군 삼례읍 전주농고 포장	안산벼	4/28	5/19
	완주군 삼례읍 이종진씨 포장	동진벼	4/23	4/30

2. 토양의 주요 특성

재배양식	농가 포장	토성	입경분포 (%m/m)			산도 (pH)	유기물 함량 (%m/m)	양이온 치환용량 (meq $100g^{-1}$)
			Sand	Silt	Clay			
담수 표면산파	전주 정영택	미사질식양토	19	43	38	5.8	2.3	10.24
	김제 유세환	식토	17	39	43	5.6	3.0	11.26
	정읍 정홍용	사질식양토	53	25	22	5.7	2.1	9.12
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
무논 골뿌림	익산 전북원종장	미사질식토	9	47	44	5.4	2.3	10.55
	전주 양진환	양토	32	42	26	5.9	2.9	10.47
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
	익산 이동휴	미사질식토	9	44	47	5.0	2.5	11.16
무경운 담수직파	김제 장동혁	미사질식양토	13	44	43	5.7	2.8	11.38
	전주 양진환	양토	32	42	26	5.9	2.9	10.47
건답직파	삼례 전주농고	양토	43	33	24	5.3	2.5	9.33
	삼례 이종진	양토	49	32	19	5.9	2.6	10.25

3. **시험결과**

가. 담수표면산파

표 5-1. 전주시 전미동 정영택 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	40DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 - 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	124	28.4	8.6	67.6	68g/㎡	52g/㎡
손제초	-	-	0	92	27.8	12.7	66.5	100	100
론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3kg	7DBS	1.0	92	26.6	12.4	67.4	90	95
	500㎖ fb 3kg		1.0	108	26.8	10.1	68.5	100	100
몰리네이트 fb 노난매	4kg fb 3kg		0	83	28.3	12.1	70.1	90	95
사단 fb 노난매	6kg fb 3kg		1.0	96	28.6	11.8	66.5	85	95
파종전 무처리 fb 노난매	0 fb 3kg	10DAS	0	92	27.8	12.7	65.7	0	80

론스타 : oxadiazon (48, 60 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (400 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-2. 김제군 죽산면 유세환 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	42DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	84	36.8	6.7	68.7	28g/㎡	52g/㎡
손제초	-	-	0	84	39.0	6.7	68.7	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	7DBS	0	80	40.1	7.2	71.6	98	100
몰리네이트 fb 노난매	3.5kg fb 3kg		0	83	40.0	8.3	69.6	95	97
사단 fb 노난매	6kg fb 3kg		0	84	37.9	7.4	74.0	90	96
파종전 무처리 fb 노난매	0 fb 3kg	10DAS	0	82	39.3	6.9	69.7	50	82

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (350 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-3. 정읍군 정우면 정홍용 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율(%)	
			20DAS	38DAS		65DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	80	37.1	7.2	66.5	102g/㎡	85g/㎡
손제초	-	-	0	88	37.3	7.2	66.5	100	100
옥사다이아길 fb 노난매	166㎖ fb 3㎏	10DBS	1	83	37.0	7.9	63.5	80	90
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3㎏	7DBS	1	84	35.6	8.8	63.6	75	95
몰리네이트 fb 노난매	4㎏ fb 3㎏		0	86	35.9	8.3	65.6	65	93
사단 fb 노난매	6㎏ fb 3㎏		1	85	32.4	8.5	69.9*	60	90

옥사다이아길 : oxadiargyl (10 g a.i/10a)
론스타 : oxadiazon (48, 60 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (400 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-4. 완주군 삼례읍 전주 농고 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율(%)	
			20DAS	38DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	92	24.2	17	67.2	36g/㎡	45g/㎡
손제초	-	-	0	88	26.2	17	64.4	100	100
론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3㎏	7DBS	0	60	25.6	13	60.3	95	95
	500㎖ fb 3㎏		0	72	25.0	14	61.0	100	95
몰리네이트 fb 노난매	4㎏ fb 3㎏		0	52	26.5	16	62.1	89	90
사단 fb 노난매	5㎏ fb 3㎏		0	56	26.0	18	60.3	67	90
파종전 무처리 fb 노난매	0 fb 3㎏	10DAS	0	86	27.3	15	65.0	60	75

사단 : thiobencarb (350 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

나. 무논골뿌림

표 5-5. 익산시 전북 원종장 포장

처리약제	처리 약량 (prod./10a)	처리 시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	40DAS		60DAS		30 (70) DAS	
			초기약해 (0 - 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	88	37.0	10.7	79.3	76(417) g/㎡	54(406) g/㎡
손제초	-	-	0	88	38.0	15.8	85.5	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	10DBS	2	75	36.0	16.0	86.9	100 (95)	100 (100)
사단 fb 노난매	5kg fb 3kg		0	82	36.5	15.0	84.6	85 (70)	100 (100)
몰리네이트 fb 노난매	4kg fb 3kg		0	83	37.5	14.7	87.0	90 (75)	100 (100)
옥사다이아길 fb 노난매	166㎖ fb 3kg		3	59	35.6	12.5	79.6	100 (100)	100 (100)
파종전 무처리 fb 노난매	0 fb 3kg	10DAS	0	86	36.7	10.4	83.9	0 (0)	65 (40)

옥사다이아길 : oxadiargyl (10 g a.i/10a), **론스타** : oxadiazon (60 g a.i/10a),
몰리네이트 : molinate (400 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (350 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-6. 전주시 전미동 양진환 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	33DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 - 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	81	30.3	18.0	68.6	39g/㎡	11.3g/㎡
손제초	-	-	0	84	31.0	18.3	69.0	100	100
론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3kg	10DBS	1.5	69	30.3	22.2	67.5	100	100
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	74	30.7	18.3	71.3	69	93
	3.5 fb 3kg		0	80	29.9	17.5	68.4	76	100
사단 fb 노난매	4.5kg fb 3kg		0	81	31.3	20.5	70.2	80	100

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (300, 350 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (315 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-7. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	35DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	80	33.2	12	58.1	23.2g/㎡	25g/㎡
손제초	-	-	0	84	33.0	14	56.4	100	100
옥사다이아길 fb 노난매	166㎖ fb 3kg	10DBS	0	88	30.2	12	54.3	78	95
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg		0	56	31.5	12	53.0	86	100
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	72	30.8	15	53.2	10	100
사단 fb 노난매	4.5kg fb 3kg		0	64	29.8	13	53.4	78	98

옥사다이아길 : oxadiargyl(10 g a.i/10a), **론스타** : oxadiazon (60 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (300 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (315 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-8. 익산시 춘포면 이동휴 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	35DAS		60DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	72	40.0	19	79.1	67.6g/㎡	35.5g/㎡
손제초	-	-	0	78	41.0	20	78.3	100	100
옥사다이아길 fb 노난매	166㎖ fb 3kg	10DBS	0	36	40.0	18	75.0	24	100
론스타 fb 노난매	600㎖ fb 3kg		0	84	35.0	17	72.2	58	90
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	48	36.0	19	75.3	0	93
사단 fb 노난매	9kg fb 3kg		0	72	41.0	17	78.0	43	89

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (450 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (630 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

다. 무경운 담수직파 연구결과

표 5-9. 김제시 부량 장동혁 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20DAS	40DAS		82DAS		70DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	96	43.3	11.8	84.6	23g/㎡	5.6g/㎡
손제초	-	-	0	96	44.1	11.8	84.6	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	10DBS	0	88	39.4	11.0	77.4	30	98
몰리네이트 fb 노난매	3.5kg fb 3kg		0	92	39.0	12.6	78.6	40	95
사단 fb 노난매	4.5kg fb 3kg		0	92	44.0	15.2	87.3	35	90
	6kg fb 3kg		0	88	43.4	10.6	82.0	40	94

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (350 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (315, 420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+olinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-10. 전주시 전미동 양진환 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기 (DBS)	재배벼 생육					방제율(%)	
			20 DAS	35 DAS		60 DAS		70 DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	108	19.5	16.5	62.0	35.2gg/㎡	3.5g/㎡
손제초	-	-	0	128	19.0	18.9	64.8	100	100
론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3kg	10	1.5	114	20.0	15.6	62.8	100	100
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	125	23.3	18.5	71.9	35	100
	3.5kg fb 3kg		0	117	30.8	17.5	64.3	57	100
사단 fb 노난매	4.5kg fb 3kg		0	124	31.8	16.9	65.4	100	100

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a),
몰리네이트 : molinate (300, 350 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (315 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

라. 건답직파

표 5-11. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율(%)	
			20 DAS	35 DAS		60 DAS		70 DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	96	37.0	11	55.0	2.8g/㎡	2.1g/㎡
손제초	-	-	0	100	47.0	12	55.3	100	100
옥사다이아길 fb 노난매	332㎖ fb 3kg	10DBS fb 10DAS	0	116	44.6	11	51.4	56	90
	664㎖ fb 3kg		0	132	43.5	11	47.8	68	99
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg		0	112	42.7	14	53.0	60	100
	800㎖ fb 3kg		0	112	43.0	10	53.2	72	100
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	84	50.2	14	55.4	32	90
	4.5kg fb 3kg		0	136	46.5	10	53.5	48	96
사단 fb 노난매	4.5kg fb 3kg		0	32	64.3	11	55.0	29	90

옥사다이아길 : oxadiargyl (20, 40 g a.i/10a),
론스타 : oxadiazon (60, 96 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (315 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (300, 450 g a.i/10a),
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-12. 완주군 삼례읍 이종진 농가 포장

처리약제	처리약량 (prod./10a)	처리시기	재배벼 생육					방제율 (%)	
			20 DAS	40 DAS		82DAS		70 DAS	
			초기약해 (0 9)	입모수 (no/㎡)	초장 (cm)	분얼수 (no/hill)	초장 (cm)	앵미	피
무처리	-	-	0	86	41.0	12	73.3	6.1g/㎡	7.8g/㎡
손제초	-	-	0	92	45.5	17	78.0	100	100
론스타 fb 노난매	800㎖ fb 3kg	10DBS	0	84	44.6	14	71.4	50	98
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg		0	80	46.0	15	72.3	48	95
사단 fb 노난매	6kg fb 3kg		0	84	45.4	17	77.1	39	95

론스타 : oxadiazon (96 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (300 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

4. 시험결과 요약

담수표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파 재배는 파종전까지의 작업절차만 약간의 차이가 있을뿐 파종후의 물관리방법, 눈그누기, 중기처리 제초제의 체계처리, 시비, 병충해방제 등 공통점이 많기 때문에 세 가지 직파에서 얻어진 결과를 일괄하여 고찰하고자 한다. 1997년도의 농가실증시험은 담수표면산파 4농가, 무논골뿌림 4농가, 무경운 담수직파 2농가, 건답직파 2농가 등 12농가이다. (전남·북 농업기술원 제외)

담수직파에서 40a규모의 대면적 농가실증시험은 첫 번째 시도였기 때문에 약해에 대한 우려도 있었으나 12포장 모두 약해가 경미하거나 거의 없었다. Molinate는 360g a.i/10a까지 무약해, thiobencarb는 두 포장을 제외한 나머지 포장에서는 420g a.i/10a까지 거의 약해가 없었고 그 후의 생육도 양호하였다. Oxadiazon 60g a.i/10a, oxadiargyl 10g a.i/10a 약량에서 토성 및 기타요인에 따라 출아지연과 입모수 감소 등 약해를 낸곳도 있었으나 초기약해는 經時的으로 회복되어 파종 40 60일 후에는 손제초구의 초장, 분얼수와 대비하여 차이가 없었다. 그러나 앞으로 두 약제에 대해서는 약해 경감대책에 관한 연구의 필요성이 제기되었다.

Thiobencarb 420g a.i/10a 처리구 중 2개의 시험포장(정읍 정홍용 농가, 전남농업 기술원)에서 파종 30여일 후부터 부분적으로 초장 억제 등 왜화현상이 나타났다. 이는 토성과 아울러 지표면이 낮은 부분이 있어 그곳에 약제가 집적하고, 물이 순환되지 않아 오래 계속 고여 있던 관계로 토양이 극도로 환원상태가 되어 thiobencarb가 탈염소 thiobencarb로 변화된 관계로 판단된다. 이런 경우도 파종후 바로 배수하여 출아시키면 약해는 크게 경감됨을 알 수 있었다.

담수직파의 전 시험포장을 통하여 피에 대한 제초효과는 공시 제초제 모두 90 100% 범위의 안정적인 우수한 결과를 보였다. 그러나 앵미에 대한 효과는 제초제의 종류 및 약량에 따라 차이가 있었다. Oxadiazon은 처리량이 48 60g

a.i/10a 이상일 때에는 90 100% 범위의 우수한 방제율을 나타냈다.

Oxadiargyl 구는 10g a.i/10a 처리구에서 공시포장 모두 90 100% 범위의 우수한 방제율을 나타냈고 molinate와 thiobencarb구는 약량이 증가되면서 앵미의 방제효과가 증가되었으며, 두 약제 모두 300g a.i/10a 약량 이상에서 비교적 양호한 방제율을 보였다. 방제율은 처리약량에 따라 molinate 64 90%, thiobencarb 67 90% 범위에서 포장별로 다소 차이가 있었으며 oxadiazon의 효과에는 미치지 못하였다. Molinate의 경우에는 시용약량이 300g a.i/10a 이하에서는 효과가 부족하고 사질토양에서 제초효과가 다소 감소되었는데, 이는 molinate의 수용해도가 900ppm으로 다른 약제에 비하여 높기 때문에 약제의 용탈에 의한 결과라고 판단된다. 공시 포장중 정읍 정우면의 정홍용 농가의 담수산파 포장과 김제 부량의 장동혁 농가의 무경운 담수직파의 경우는 공시제초제 모두에 있어서 방제효과가 낮게 나타났다. 그 이유는 정홍용농가의 경우는 정지작업이 고르게 되지 않는 상태에서 약을 처리한 관계로 지면이 높은 곳은 앵미의 방제가 되지 않았다. 장동혁 농가의 경우는 공시제초제 모두에 대하여 차별없이 효과가 낮았는데, 이는 약제처리 직후 집중강우로 물이 넘치게 된 결과로 판단된다.

무논골뿌림(전북 원종장 포장, 전주 양진환 농가 포장)을 실시하였던 결과, oxadiazon과 oxadiargyl 두약제 모두 피 및 앵미에 대한 방제율은 우수하였으나 파종후 전북 원종장 포장에서는 약해가 각각 2, 3(0 9)로 나타났고 oxadiargyl은 입모수 감소도 있었지만 수량에까지는 영향이 없었다.

무논골뿌림직파시 무논이 아닌 건토조건에서 로타리를 하고 파종전 혼화처리를 한 전주농고 포장은 담수하 무논골뿌림구에 비하여 앵미에 대한 방제효과가 매우 낮게 나타나 농가적용을 기대하기 어려웠다.

건답직파는 건토조건에서 기계화 작업이 가능하고 도복에도 비교적 안전하므로 농민들이 선호하고 있지만 앵미를 비롯한 피 등의 잡초관리는 매우 어려움

이 있는 것이 보고되고 있다. 본 연구에서도 제 3장에서 건답직파시 직파용 제초제의 체계처리로 앵미방제는 기대할수 없음이 확인되었다. 따라서 새로운 연구 접근 방법으로 파종전 토양혼화처리 시험을 2개포장에서 시도하였다. 즉 건토조건에서 파종 5일 전에 oxadiargyl, oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 약량별로 처리하고 5㎝ 내외로 혼화한후 파종하고 벼의 입모 및 생육에 미치는 영향과 피, 앵미 및 기타 잡초의 방제율을 조사하였다. 파종전 건토혼화처리를 한 경우에는 벼 발아후 잔존 피가 있는 부분은 pendimethalin+propanil의 혼합제를 잡초의 경엽에 살포하였으며, 담수 5일 후에는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 합제를 처리하였다. 물 관리, 시비, 병해충 방제 등은 관행 재배법에 따랐다.

건답직파에서는 처리약량이 무논골뿌림에 비하여 oxadiazon은 2배, oxadiargyl은 4배, molinate와 thiobencarb는 각각 2배량을 처리한 경우에도 초기약해 및 이후의 생육에도 전혀 지장이 없었다. 제초효과에 있어서 피에 대한 방제율은 oxadiazon은 97.3%, molinate는 80%, thiobencarb는 83%, oxadiargyl은 83 97%의 방제율을 보여 담수산파에 비하여 크게 떨어지지 않았다. 그러나 앵미에 대해서는 공시제초제 모두 효과가 거의 없거나 70% 이내의 낮은 방제율을 나타내었다. 건답직파에서의 앵미 방제효과를 향상시키기 위하여 앞으로의 연구에서는 건토혼화후 일정기간 담수상태를 유지한 후 배수하여 땅을 건조시킨 다음 파종하는 방법을 시도하고자 한다.

제 3 절 2차년도 (1997 1998) 실험결과

1. 경종개요

재배양식	포장 소재지	재배 품종	약제 처리일 (월/일)	파종 및 이앙일 (월/일)	중기처리 제초제처리일 (월/일)
담수 표면산파	전주시 전미동 정영택씨 포장	영남벼	5/12	5/20	6/ 5
	김제시 죽산면 유세환씨 포장	동안벼	5/10	5/16	5/31
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	동진벼	5/13	5/21	6/ 5
	익산시 전북 원종장 포장	동진벼	5/ 5	5/12	5/27
	부안군 보안면 허경옥 포장	일미벼	5/ 3	5/10	5/26
무논 골뿌림	김제시 부량면 장동혁씨 포장	일미벼	5/ 5	5/13	5/30
	익산시 춘포면 이동휴씨 포장	대산벼	5/12	5/21	5/31
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	동진벼	5/ 7	5/21	6/ 4
	익산시 전북 원종장 포장	동진벼	5/ 5	5/12	5/27
무경운 담수직파	김제시 부량면 안태홍씨 포장	간척벼	5/21	5/31	7/ 4
맥후작 기계이앙	완주군 삼례읍 김정태씨 포장	동진벼	5/22	5/25	6/ 5
	김제시 부량면 정회헌씨 포장	서남벼	5/29	6/ 3	6/12
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	동진벼	5/27	6/ 1	6/ 9

2. 토양의 주요 특성

재배양식	농가 포장	토성	입경분포 (%m/m)			산도 (pH)	유기물 함량 (%m/m)	양이온 치환용량 (meq $100g^{-1}$)
			Sand	Silt	Clay			
담수 표면산파	전주 정영택	미사질식양토	19	43	38	5.8	2.3	10.24
	김제 유세환	식토	17	39	43	5.6	3.0	11.26
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
	익산 전북원종장	미사질식토	9	47	44	5.4	2.3	10.55
	부안 허경옥	미사질식토	12	45	43	5.8	2.6	10.50
무논 골뿌림	김제 장동혁	미사질식양토	13	44	43	5.7	2.8	11.38
	익산 이동휴	미사질식토	9	44	47	5.0	2.5	11.16
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
	익산 전북원종장	미사질식토	9	47	44	5.4	2.3	10.55
무경운 담수직파	김제 안태홍	미사질식양토	13	44	43	5.7	2.8	11.38
맥후작 기계이앙	삼례 김정태	양토	41	36	23	5.6	2.4	9.16
	김제 정회헌	식양토	29	33	38	5.8	2.6	10.54
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33

3. 실험결과

가. 담수표면산파

표 5-13. 전주시 전미동 정영택 농가 포장

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	30DAS	앵미 45DAS	피 45DAS
무처리구	-	0	102	25.6	65g/㎡	84g/㎡
손제초구	-	0	105	25.4	100	100
론스타 670㎖	손노리 3㎏	2.0	82	19.7	95	95
몰리네이트 4.5㎏	손노리 3㎏	0	110	22.8	70	90

론스타 : oxadiazon (80 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a)
손노리 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate(2.1+150 g a.i/10a)

표 5-14. 김제시 죽산면 유세환 농가 포장

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	45DAS	앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	0	196	52.6	210g/㎡	54g/㎡
손제초구	-	0	198	52.4	100	100
론스타 600㎖	노난매 3㎏	0	192	51.4	90	95

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-15. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	45DAS	앵미 45DAS	피 45DAS
무처리구	-	0	168	55.6	365.6g/㎡	10.4g/㎡
손제초구	-	0	164	55.8	100	100
론스타 500㎖	노난매 3kg	0	165	54.4	96	98
옥사다이아길 166㎖	"	0	164	53.6	94	98
몰리네이트 4.5kg	"	0	162	53.3	84	96
사단 6kg	"	0	157	54.2	80	92

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a), **옥사다이아길** : oxadiargyl (10 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-16. 익산시 전북 원종장 포장

물관리 방법	처리약제	처리 약량 (prod./10a)	처리 시기	재배벼 생육				제초효과(%)	
				초기약해 (0-9) 20DAS	입모수 (no/㎡) 30DAS	초장 (cm) 50DAS	분얼수 (no/hill) 50DAS	앵미 70DAS	피 70DAS
계속 담수구	무처리구	-	-	-	80	57.5	8.2	244g/㎡	175g/㎡
	손제초구	-	-	0	82	57.8	10.1	100	100
	론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3kg	7DBS fb 20DAS	2.0	56	56.4	9.4	95	100
	파종전무처리 fb 노난매	0 fb 3kg	20 DAS	0	81	56.3	10.3	54	50
약제처리 1일후 배수구	무처리구	-	-	-	80	57.5	8.2	418g/㎡	297g/㎡
	손제초구	-	-	0	82	57.8	10.1	100	100
	론스타 fb 노난매	400㎖ fb 3kg	7DBS fb 20DAS	1.0	78	55.5	10.2	75	85
	파종전무처리 fb 노난매	0 fb 3kg	20 DAS	0	81	56.3	10.3	50	65

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-17. **부안군 보안면 허경옥 농가 포장**

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	30DAS	50DAS	앵미 70DAS	피 70DAS
무처리구	-	0	98	55	102g/㎡	95g/㎡
손제초구	-	0	95	54.5	100	100
론스타 500㎖	노난매 3㎏	1.0	93	53	95	90

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

나. 무논골뿌림

표 5-18. **김제시 부량면 장동혁 농가 포장**

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	45DAS	앵미 80DAS	피 80DAS
무처리구	-	0	182	56.3	45g/㎡	62g/㎡
손제초구	-	0	185	54	100	100
론스타 600㎖	노난매 3㎏	1.0	186	57.2	95	95
사단 6㎏	"	1.5	180	55.6	85	90

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (420 g a.i/10a)

표 5-19. **익산시 춘포면 오산리 이동휴 농가 포장**

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장(㎝)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	45DAS	앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	0	115	38.2	65g/㎡	74g/㎡
손제초구	-	0	112	37.5	100	100
론스타 500㎖	만천하 3㎏	1.0	110	36.2	92	92
사단 6㎏	"	0	120	37.3	85	90

만천하 : Azimsulfuron+molinate (1.5+210 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-20. **완주군 삼례읍 전주농고 포장**

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기 약해 (0 9)	입모수 (no./㎡)	초장 (cm)	제초효과(%)	
		20DAS	20DAS	45DAS	앵미 45DAS	피 45DAS
무처리구	-	0	132	52.8	249.2g/㎡	6.1g/㎡
손제초구	-	0	130	52.3	100	100
론스타 500㎖	노난매 3kg	0	128	51.1	76	98
옥사다이아길 166㎖	"	0	131	52.6	72	100
몰리네이트 4.5kg	"	0	132	51.6	48	96
사단 6kg	"	0	130	51.8	46	94

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a), **옥사다이아길** : oxadiargyl (10 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a), **사단** : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-21. **익산시 전북 원종장 포장**

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	재배벼 생육				제초효과(%)	
		초기약해 (0-9) 20DAS	입모수 (no/㎡) 30DAS	초장 (cm) 50DAS	분얼수 (no/hill) 50DAS	앵미 70DAS	피 70DAS
무처리구	-	0	69	56.3	9.4	324g/㎡	194g/㎡
손제초구	-	0	72	57.2	9.8	100	100
론스타 400㎖	노난매 3kg	0	67	56.5	8.8	90	100
몰리네이트 3.5kg	노난매 3kg	0	73	56.8	9.2	82	88
파종전 무처리	노난매 3kg	0	72	56.6	8.7	55	63

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a), **몰리네이트** : molinate (350 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

다. 무경운 담수직파

표 5-22. 김제시 부량 안태홍 농가 포장

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 20DAS	초장 (cm) 45DAS	제초효과(%)	
					앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	0	67	32.1	142.8g/㎡	84.5g/㎡
손제초구	-	0	78	35.3	100	100
사단 6kg	내노내 3kg	0	80	34.3	95	80

사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
내노내 : pyrazosulfuron-ethyl+pyriminobac-methyl (30+2.1 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

라. 맥후작 기계이앙

표 5-23. 완주군 삼례읍 하리 김정태 농가 포장

파종전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기약해 (0 9) 20DAT	분얼수 (no./hill) 45DAT	초장 (cm) 45DAT	제초효과(%)	
					앵미 100DAT	피 100DAT
무처리구	-	0	13	44	153g/㎡	212g/㎡
손제초구	-	0	16	47	100	100
솔네트 3kg	노난매 3kg	0	15	45	98	95

솔네트 : Pretilachlor (60 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-24. 김제 부량면 정회헌 농가 포장

이앙전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기약해 (0 9) 20DAT	분얼수 (no./hill) 45DAT	초장 (cm) 45DAT	제초효과(%)	
					앵미 100DAT	피 100DAT
무처리구	-	0	12	35.4	219g/㎡	175g/㎡
손제초구	-	0	14	35.8	100	100
론스타 400㎖	만드리 3kg	1.0	15	36.3	90	95

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a)
만드리 : butachlor+bensulfuron-methyl (75+5.1 g a.i/10a)
DAT : days after transplanting

표 5-25. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

이앙전처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	중기처리 제초제 및 약량 (prod./10a)	초기약해 (0 9) 20DAT	초장(㎝) 45DAT	포기당 분얼수 45DAT	제초효과(%)	
					앵미 100DAT	피 100DAT
무처리구	-	0	31.0	19	25g/10㎡	38g/10㎡
손제초구	-	0	32.3	22	100	100
몰리네이트 3kg	만냥 3kg	0	32.0	22	84	92
마세트 400㎖	〃	0	31.5	21	88	90
사단 6kg	〃	0	32.5	21	92	95
론스타 670㎖	〃	0	31.8	21	96	95
이앙전 무처리	노난매 3kg	0	32.0	22	36	72

몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a), **마세트** : butachlor (235 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a), **론스타** : oxadiazon (80 g a.i/10a)
만냥 : pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet (6.3+315 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAT : days after transplanting

4. 시험결과 요약

당년도에는 표면산파 5건, 무논골뿌림 4건, 무경운 담수직파 1건, 맥후작 기계이앙 3건 등 모두 13건 이였다. 97년도의 시험결과 및 토성에 따라서 각 제초제별로 약량수준을 증량 또는 감량 조절을 하였다. 즉, molinate는 360g에서 450g a.i/10a으로 oxadiazon은 약해면에서 가급적 60g a.i/10a이하로 하고 흡착력이 적은 논인 경우는 48g a.i/10a까지도 낮추었다. 또한 약해경감 방안으로 파종후 물관리 방법을 달리하여 약해와 제초효과 변동연구도 시도하였다(전북 원종장). 전반적인 시험결과는 일차년도와 큰 차이없이 파종전 처리제초제는 피에 대한 안정적 방제와 앵미 방제효과가 우수하였다.

가. 초기약해 및 생육

파종전 처리제초제중 molinate는 450g a.i/10a로 증량시에도 어느 논에서나 거의 약해가 없었고 생육도 양호하였다. thiobencarb의 경우도 특수 토양조건 외에는 420g a.i/10a 수준까지는 거의 약해가 없었다. Oxadiazon 및 oxadiargyl 구도 거의 대부분의 포장(삼례 전주농고, 익산 이동휴 농가, 김제 유세환 농가, 전북 원종장)에서 약해가 전무하거나 있더라도 경미하여 그후 바로 회복이 되었다. 그러나 포장조건에 따라 약해우려도 있기 때문에 oxadiazon은 최고 시용약량을 60g a.i/10a(12%유제 500㎖/10a)로 시험설계하였고 토성에 따라 흠착력이 적은 토양인 경우에는 48g a.i/10a약량도 시험 설계하였다. 그러나 경작자의 착오로 설계량의 30 40% 초과하여 살포하게되는 농가도 있는데 이 경우에는 초기 출아지연 또는 입모수 감소까지 초래했다(전주 정영택 농가). 그러나 김제 유세환 농가(담수산파) 및 김제 장동혁 농가(무논골뿌림) 등의 논인 경우에는 점토 및 유기물 함량이 높은 관계인지 72g a.i/10a수준에서도 전혀 약해가 관찰되지 않았고, 흡착력이 없거나 또는 정지작업이 제대로 되지 않은 포장인 경우에는 48g a.i/10a 수준에서도 다소의 약해가 발생하는 사례도 있어 토성에 따라 시용 약량을 조절하여야 되리라 판단되었다. 그러나 본제의 초기약해는 경시적으로 회복되어 후기생육에는 거의 지장이 없는 약제 특성이 있으므로 초기약해가 다소 있다해도 크게 우려하지 않아도 된다. 예를 들면 부안군 보안면 하입석 허경옥 농가는 22필지(26,400평)에 파종 7일전 oxadiazon을 전면처리하고 담수표면산파하여 잡초해 없이 성공적으로 벼 농사를 하였고, 김제 부량의 장동혁 농가는 20필지(24,000평)를 파종전 oxadiazon 또는 thiobencarb 처리후 파종하였는데 아무런 약해없이 기계이앙 못지않은 수량을 올릴수 있었다. 파종후 물관리 방법의 차이에 따른 약해 및 입모율은 파종후 계속 담수유지구가 1일후 낙수구에 비하여 초기 약해가 30% 정도로 가볍게 나타났고 입모율도 다소 떨어졌다(전북 원종장 포장).

또, 낙수구는 뜬묘, 누운묘등이 거의 없었던 것에 비하여 계속 담수유지구는 초기에는 뜬묘, 누운묘가 있었으나 눈그누기 이후 직립하여 상당히 회복이 되었다. 따라서 입모율 증진을 위해서는 파종후 뿌리활착시까지는 낙수처리가 효과적이라는 결론을 얻게 되었다.

나. 제초효과

1997년도 결과와 마찬가지로 정지작업이 제대로 잘 이루어지고, 적정약량이 살포되고, 물관리가 제대로 된 경우에는 피에 대한 방제효과는 공시제초제 모두 90%이상의 안정적인 방제가 가능하였다. 그러나 앵미에 대한 방제효과는 공시제초제의 종류와 약량에 따라 다소 차이가 있었다. 앵미에 대한 방제효과가 가장 우수한 제초제는 oxadiazon으로 약량에 따라 90 100% 범위의 우수한 방제율을 보였다. 다음으로 앵미 방제효과가 우수하였던 것은 oxadiargyl로 시료확보량 부족으로 광범위한 포장에 시험은 하지못하였으나 90% 안팎의 효과를 보였다.

재배벼에 대하여 가장 안정성이 높았던 molinate와 thiobencarb는 약량이 높아지면서 방제율이 높아져 molinate는 450g a.i/10a에서 82 90%, thiobencarb는 420g a.i/10a 시용시 85% 내외의 방제율을 나타냈다. 그러나 molinate와 thiobencarb는 산지 앵미의 수집종에 따라서 효과에 차이가 있었다.

6년 계속 무경운 담수직파를 실시하였던 안태홍씨는 파종일자가 다소 늦었으나 담수 10일전에 glyphosate를 처리하여 기생잡초를 방제하고 파종 10일전에 담수하여 thiobencarb 처리후 10일후에 배수하고 본인이 개발한 태홍식 직파기로 파종하였다. 초기약해도 거의 없었고 입모도 80본/㎡으로 적절하였다. 입모후 중기처리제 내노내(pyrazosulfuron-ethyl+pyriminobac-methyl)를 추가 처리하였던 바 그후 생육도 양호하고 잡초도 거의 발생되지 않았다.

제 4 절 3차년도 (1998 1999) 실험결과

1. 경종개요

재배양식	포장소재지	재배품종	약제 처리일 (월/ 일)	파종 및 이앙일 (월/ 일)
담수 표면산파	전주시 전미동 정영택씨 포장	영남벼	5/ 5	5/ 12
	김제시 죽산면 김두석씨 포장	동안벼	5/ 15	5/ 22
	김제시 죽산면 유세환씨 포장	동안벼	5/ 17	5/ 23
	정읍시 정우면 정홍용씨 포장	이리442호	6/ 11	6/ 17
	익산시 이동휴씨 포장	호안벼	5/ 14	5/ 19
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	일미벼	5/ 17	5/ 24
	익산시 원종장 포장	동진벼	5/ 3	5/ 10
	전북 농업기술원	대산벼	5/ 3	5/ 10
	전남 농업기술원	일미벼	5/ 15	5/ 20
무논골뿌림	김제시 부량면 장동혁씨 포장	일미벼	5/ 12	5/ 22
	부안군 주산면 최한열씨 포장	남평벼	5/ 10	5/ 19
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	일미벼	5/ 18	5/ 25
무경운 담수직파	구이 강병옥씨 포장	수원 438호	6/ 27	6/ 13
	김제군 부량면 안태홍씨 포장	오대벼	7/ 5	7/ 12
맥후작 직파	정읍시 정우면 정홍용씨 포장	남평벼	5/ 3	5/ 13
	김제시 부량면 정회헌씨 포장	상주벼	6/ 26	6/ 14
맥후작 기계이앙	완주군 삼례읍 김정태씨 포장	동진벼	6/ 3 6/ 20	6/ 7
건답직파	김제시 부량면 정회헌씨 포장	동안벼	5/ 6 5/ 30	4/ 27
	부안군 주산면 최한열시 포장	이리 435호	5/ 12	4/ 29
	완주군 삼례읍 전주농고 포장	일미벼	5/ 14 5/ 25	5/ 12

2. 토양의 주요 특성

재배양식	농가 포장	토성	입경분포 (%m/m)			산도 (pH)	유기물함량 (%m/m)	양이온 치환용량 (meq/100g)
			Sand	Silt	Clay			
담수 표면산파	전주 정영택	미사질식양토	19	43	38	5.8	2.3	10.24
	김제 김두석	미사질식토	11	43	46	5.6	2.8	10.26
	김제 유세환	식토	17	39	43	5.6	3.0	11.26
	정읍 정홍용	사질식양토	53	25	22	5.7	2.1	9.12
	익산 이동휴	미사질식토	9	44	47	5.0	2.5	11.16
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
	익산 전북원종장	미사질식토	9	47	44	5.4	2.3	10.55
	전북 농업기술원	식토	16	35	43	5.6	3.2	11.24
	전남 농업기술원	미사질양토	10	46	44	5.6	1.5	10.03
무논 골뿌림	김제 장동혁	미사질식양토	13	44	43	5.7	2.8	11.38
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33
	부안 최한열	미사질식양토	17	47	36	6.4	1.6	13.1
무경운 담수직파	구이 강병옥	사양토	38	24	18	5.2	1.2	8.67
	김제 안태홍	미사질식양토	13	44	43	5.7	2.8	11.38
맥후작 직파	정읍 정홍용	사질식양토	53	25	22	5.7	2.1	9.12
	김제 정회헌	식양토	29	33	38	5.8	2.6	10.54
기계이앙	삼례 김정태	양토	41	36	23	5.6	2.4	9.16
건답직파	김제 정회헌	식양토	29	33	38	5.8	2.6	10.54
	부안 최한열	미사질식양토	17	47	36	6.4	1.6	13.1
	삼례 전주농고	양토	44	32	24	5.5	2.4	9.33

1999년도에 실시된 농가 실증시험은 담수표면산파 9농가, 무논골뿌림 3농가, 무경운 담수직파 2농가, 보리재배후 담수직파 2개소, 맥후작 기계이앙 1개소, 건답직파 3개소 등 총 20개소였다. 1999년도에는 그동안까지 연구에 의하여 얻어진 결과를 농가포장에서 재확인하기 위하여 시험규모를 20a 40a로 크게 하였다. 담수직파시에 안정적인 입모율 확보를 위하여 파종후 낙수 ·출아시키는 방법이 국내 ·외적으로 논의되고 있는 바 이것의 長短點을 파악하고자 실증시험을 농가포장에서도 2개소 도입하였다. 또한 앵미 및 피의 발생감소를 위하여 직파재배 연작으로 앵미 다발상태인 논에 대하여 기계이앙 또는 담수직파로의 전환과 보리재배효과 또, 그 이후에 기계이앙 또는 담수직파로의 전환효과, 보릿짚 소각과 작토중에의 혼화등 파종방법의 차이에 따른 입모율, 제초효과의 차이점 등을 알고자 설계에 반영하였다.

3. 실험결과

가. 담수표면산파

표 5-26. 전주시 전미동 정영택 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 30DAS	입모수 (no./㎡) 33DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 33DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	-	139	435	21.9	248	72g/㎡	91.1g/㎡
손제초구	-	-	-	148	443	22.1	559	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3㎏	7DBS fb 20DAS	1.5	132	442	19.4	548	90	95
사단 fb 노난매	6㎏ fb 3㎏	7DBS fb 20DAS	1.0	128	438	21.4	564	82	90

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-27. 김제시 죽산면 김두석 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 20DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 20DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	-	160	435	18	283	27.4g/㎡	19.5g/㎡
손제초구	-	-	-	168	448	21	565	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	6DBS fb 20DAS	1.0	164	446	20	560	91	96

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-28. 김제시 죽산면 유세환 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 30DAS	입모수 (no./㎡) 30DAS	분얼수 (no./㎡) 65DAS	초장 (㎝) 30DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	119	441	19.9	272	37.1g/㎡	50.2g/㎡
손제초구	-	-	0	125	449	21.6	532	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	8DBS fb 20DAS	1.0	127	446	20.5	528	90.4	98

표 5-29. 정읍시 정우면 정홍용 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 70DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 70DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	119	416	87	331	65g/㎡	66g/㎡
손제초구	-	-	0	120	450	93	532	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	10DBS fb 20DAS	1	123	432	91	528	95	98

DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-30. 익산시 춘포면 이동휴 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 27DAS	입모수 (no./㎡) 56DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 56DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	120	427	431	315	56.2g/㎡	68.3g/㎡
손제초구	-	-	0	123	438	438	540	100	100
론스타 fb 노난매	500㎖ fb 3kg	5DBS fb 20DAS	2.0	119	433	46.8	530	92	97
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg	5DBS fb 20DAS	1.0	117	432	44.9	530	81	94

론스타 : oxadiazon (60 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-31. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	물관리 방법	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
				초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no/㎡) 40DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 75DAS		앵미 75DAS	피 75DAS
무처리구	-	-	-	0	62	415	91	252	357g/㎡	712g/㎡
손제초구	-	-	-	0	65	432	90	554	100	100
론스타 fb 노난매	600㎖ fb 3kg	7DBS fb 20DAS	담수	1.0	64	433	91	542	92	100
			낙수	0	73	439	88	563	75	85
몰리네이트 fb 노난매	3kg fb 3kg	7DBS fb 20DAS	담수	0	63	448	90	555	85	90
			낙수	0	74	452	89	536	85	70

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-32. 익산시 전북 원종장 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리시기	물관리 방법	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
				초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 40DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 80DAS		앵미 80DAS	피 80DAS
무처리구	-	-	-	-	64	421	93	283	249g/㎡	512g/㎡
손제초구	-	-	-	-	66	438	90	535	100	100
론스타 fb 노난매	600㎖ fb 3kg	7DBS fb 20DAS	담수	1.5	63	441	89	542	94	100
			낙수	1.0	74	435	92	536	75	82

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-33. 전북 농업기술원 포장

처리 약제	처리 약량 (prod. /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 10DAS	입모수 (no./㎡) 30DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 70DAS		앵미 95DAS	피 95DAS
무처리구	-	-	0	245	209	69.4	131	252g/㎡	178g/㎡
손제초구	-	-	0	221	427	70.2	535	100	100
론스타 fb 암행어사	400㎖ fb 3kg	7DBS fb 13DAS	1	190	425	67.2	526	86.3	100
사단 fb 암행어사	4.5kg fb 3kg	7DBS fb 13DAS	0	202	413	69.8	448	60.4	100

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (315 g a.i/10a)
암행어사 : azimsulfuron+cyhalofop-butyl+molinate (1.5+18+90 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-34. **전남 농업기술원 포장**

처리 약제	처리 약량 (prod. /10a)	처리 시기	물관리 방법	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
				초기 약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 10DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 20DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	담수	0	91	385	18.0	385	159g/㎡	200g/㎡
손제초구	-	-	담수	0	107	557	17.4	563	100	100
론스타 fb 만냥	400㎖ fb 3kg	5DBS fb 20DAS	배수	1	101	560	13.5	560	88.4	100
			담수	2	79	527	12.1	527	92.6	100
사단 fb 만냥	3kg fb 3kg	5DBS fb 20DAS	배수	0	113	521	15.6	521	84.2	100
			담수	0	105	508	18.6	508	93.3	100
몰리네이트 fb 만냥	8.4kg fb 3kg	5DBS fb 20DAS	배수	0	105	436	12.4	436	83.8	100
			담수	0	109	457	12.4	457	95.8	100

론스타 : oxadiazon (48 g a.i/10a)
사단 : thiobencarb (210 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (420 g a.i/10a)
만냥 : pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet (6.3+315 g a.i/10a)

나. 무논골뿌림

표 5-35. **김제시 부량면 장동혁 농가 포장**

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 25DAS	입모수 (no./㎡) 60DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 60DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	117	438	69	255	63g/㎡	58g/㎡
손제초구	-	-	0	118	450	73	595	100	100
론스타 fb 노난매	600㎖ fb 3kg	10DBS fb 20DAS	1.0	122	453	72	580	95	98

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-36. 부안군 주산면 최한열 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod / 10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 DAS	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no. / ㎡) 660DAS	분얼수 (no. / ㎡) 60DAS	초장 (㎝) 60DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	105	442	73	264	246g/ ㎡	252g/ ㎡
손제초구	-	-	0	118	448	74	570	100	100
사단 fb 노난매	3㎏ fb 3㎏	10DBS fb 20DAS	1.0	110	446	72	560	95	95

사단 : thiobencarb (210 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-37. 완주군 삼례읍 전주농고 포장

처리 약제	처리 약량 (prod / 10a)	처리시기	물관리 방법	재배벼 생육				수량 (㎏/10a)	제초효과(%)	
				초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no. / ㎡) 40DAS	분얼수 (no. / ㎡) 75DAS	초장 (㎝) 75DAS		앵미 75DAS	피 75DAS
무처리구	-	-	-	0	62	422	91	286	357g/ ㎡	712g/ ㎡
손제초구	-	-	-	0	65	448	90	553	100	100
론스타 fb 노난매	600㎖ fb 3㎏	7DBS fb 20DAS	담수	1.0	61	445	89	537	95	100
			낙수	0	74	438	92	544	73	82
몰리네이트 fb 노난매	3㎏ fb 3㎏	7DBS fb 20DAS	담수	0	64	439	88	548	88	95
			낙수	0	72	451	92	539	60	73

론스타 : oxadiazon (72 g a.i/10a)
몰리네이트 : molinate (450 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

다. 무경운 담수직파

표 5-38. 완주군 구이면 강병옥농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 60DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 60DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	117	417	69	322	58g/㎡	49g/㎡
손제초구	-	-	0	120	420	73	545	100	100
근사미 300㎖ fb 피안커 600㎖ fb 크린쳐 500㎖ fb 노난매 3㎏	300㎖ fb 600㎖ fb 500㎖ fb 3㎏	10DBS fb 25DAS fb 30DAS fb 40DAS	0	118	425	72	530	90	95

근사미 : glyphosate (123 g a.i/10a)
피안커 : pyribenzoxim (6 g a.i/10a)
크린쳐 : cyhalofopbutyl (25 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)

표 5-39. 김제시 부량면 안태홍 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 30DAS	입모수 (no./㎡) 30DAS	분얼수 (no./㎡) 70DAS	초장 (㎝) 30DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	112	427	31.2	215	31.6g/㎡	39.7g/㎡
손제초구	-	-	0	118	438	35.3	345	100	100
사단 6㎏ fb 노난매 3㎏	6㎏ fb 3㎏	7DBS fb 20DAS	0	114	436	34.6	350	95	80

사단 : thiobencarb (420 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

라. 맥후작 직파

표 5-40. 정읍시 정우면 정홍용 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기 (DAS)	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 60DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 60DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	126	417	69	215	36g/㎡	28g/㎡
손제초구	-	-	0	127	432	73	471	100	100
포도대장 3kg fb 피안커 fb 300㎖ fb 푸로레 fb 100㎖ fb 크린쳐 fb 500㎖	14 fb 25 fb 30 fb 40		1.0	123	420	71	455	90	95

포도대장 : bensulfuron-methyl+molinate (5.1+150 g a.i/10a)
피안커 : pyribenzoxim (3 g a.i/10a)
푸로레 : fenoxaprop-P-ethyl (7 g a.i/10a)
크린쳐 : cyhalofop-butyl (25 g a.i/10a)

표 5-41. 김제시 부량면 정회헌 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기 (DAS)	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기 약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 20DAS	분얼수 (no./㎡) 60DAS	초장 (㎝) 20DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	155	360	19.3	224	286 g/㎡	245 g/㎡
손제초구	-	-	0	170	385	22.6	518	100	100
흥부논 4kg fb 피안커 fb 300㎖ fb 푸로레 fb 100㎖ fb 크린쳐 fb 500㎖	12 fb 25 fb 30 fb 40		0	165	375	21.1	520	95	99

흥부논 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.8+200 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

마. 맥후작 기계이앙

표 5-42. 완주군 삼례군 김정태 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod. /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAT	입모수 (no./㎡) 36DAT	분얼수 (no./㎡) 60DAT	초장 (㎝) 36DAT		앵미 95DAT	피 95DAT
무처리구	-	-	0	91	438	43.7	258	60.1g/㎡	62g㎡
손제초구	-	-	0	98	451	45.1	428	100	100
솔네트 fb 노난매	4.5kg fb 3kg	7DBT	0	93	449	43.8	420	90	85

솔네트 : pretilachlor (7 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DBT : Days before transplanting, DAT : Days after transplanting

바. 건답직파

표 5-43. 김제시 부량면 정회헌 농가 포장

처리 약제	처리 약량 (prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 27DAS	입모수 (no./㎡) 55DAS	분얼수 (no./㎡) 55DAS	초장 (㎝) 55DAS		앵미 95DAS	피 95DAS
무처리구	-	-	0	114	390	47	342	57g/㎡	97g/㎡
손제초구	-	-	0	119	420	48	595	100	100
근사미+스톰푸 fb 푸로레 fb 피안커 fb 노난매	900㎖+800㎖ fb 100㎖ fb 300㎖ fb 3kg	10DAS fb 34DAS fb 34DAS fb 40DAS	0	127	415	47	580	98.6	72.4

근사미 : glyphosate (328 g a.i/10a)
스톰푸 : pendimethalin (247.6 g a.i/10a)
푸로레 : fenoxaprop-P-ethyl (7 g a.i/10a)
피안커 : pyribenzoxim (3 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

표 5-44. **부안군 주산면 최한열 농가 포장**

처리 약제	처리 약량 (Prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 27DAS	입모수 (no./㎡) 58DAS	분얼수 (no./㎡) 58DAS	초장 (㎝) 58DAS		앵미 100DAS	피 100DAS
무처리구	-	-	0	114	429	48.2	356	120g/㎡	151g/㎡
손제초구	-	-	0	120	440	50.3	590	100	100
마세트 fb 피안커 fb 내노내	300㎖ fb 600㎖ fb 3㎏	7DBS fb 7DAS fb 10DAS	0	121	436	49.6	585	75.1	98.9

마세트 : butachlor(176.4 g a.i/10a)
피안커 : pyribenzoxim(6 g a.i/10a)
내노내 : primisulfuron-methyl+pyrazosulfuron-ethyl+molinate(3+2.1 g a.i/10a)

표 5-45. **완주군 삼례읍 전주농고 포장**

처리 약제	처리 약량 (Prod /10a)	처리 시기	재배벼 생육				수량 (kg/10a)	제초효과(%)	
			초기약해 (0 9) 20DAS	입모수 (no./㎡) 40DAS	분얼수 (no./㎡) 75DAS	초장 (㎝) 75DAS		앵미 75DAS	피 75DAS
무처리구	-	-	0	52	431	88	284	557g/㎡	506g/㎡
손제초구	-	-	0	55	443	89	542	100	100
초자비 fb 노난매	500㎖ fb 3㎏	12DBS fb 20DAS	0	54	448	92	474	55	60
파트너 fb 노난매	500㎖ fb 3㎏	12DBS fb 20DAS	0	53	452	88	442	63	52
마세트 fb 노난매	250㎖ fb 3㎏	12DBS fb 20DAS	0	54	445	90	439	88	85
마세트+ 스톰푸 fb 노난매	250㎖+ 300㎖ fb 3㎏	12DBS fb 20DAS	1	56	450	89	542	90	92
마세트+ 스톰푸+ 바스타 fb 노난매	250㎖+ 300㎖+ 300㎖ fb 3㎏	12DBS fb 20DAS	1	53	449	91	539	95	100

초자비 : anilophos+propanil(75+125 g a.i/10a)
파트너 : pendimethalin+linurin(75+50 g a.i/10a)
마세트 : butachlor(147 g a.i/10a)
스톰푸 : pendimethalin (247.6 g a.i/10a)
바스타 : glufosinate ammonium(54 g a.i/10a)
노난매 : pyrazosulfuron-ethyl+molinate (2.1+150 g a.i/10a)
DAS : days after seeding, DBS : days before seeding

4. 시험결과 요약

1) 담수표면산파

직파 재배의 체험이 많고 또한 영농규모도 큰 대표 선도농가인 전주 정영택, 김제 죽산 김두석, 유세환, 정읍 정홍용, 익산 이동휴씨 등의 포장에서 3년째 공동연구를 실시하였다. Thiobencarb, molinate처리구는 물론 oxadiazon 처리구에 있어서도 초기약해는 극미한 상태였으며 입모율과 그후의 생육도 무처리구에 비하여 거의차가 없었다. 앵미 및 피 방제효과는 oxadiazon은 60g a.i/10a에서 90 98% 범위의 우수한 효과를 나타내 담수직파 기술이 정착된 느낌이다. 수량도 최저 528kg에서 560kg범위로 기계이앙에 뒤지지 않았다.

Oxadiazon과 더불어 thiobencarb(정영택 농가), molinate(이동휴 농가)에서도 약해는 거의 없었으며 그 후의 생육도 정상적이었다. 피에 대한 효과는 최저 90%에서 98%범위까지로 우수하였으나 앵미에 대한 방제율은 molinate (10G)는 4.5kg에서 81%, thiobencarb(7G)는 6.0kg 약량에서 82% 방제율을 나타냈다. 그러나 수량감소까지에는 영향이 미치지 않아 수량은 530 560kg 범위로 기계이앙재배에 뒤지지 않았다.

전주농고와 전북 원종장의 두 포장에서는 파종후의 물관리 방법의 차이 즉, 출아시까지 담수유지구와 파종 다음날부터 벼 뿌리 활착시까지 건습상태를 유지한 구로 나누어 시험을 실시하였던 바 두 포장에서 모두 초기약해는 낙수구가 적고 입모율도 초기 뜬묘, 누운묘 등이 거의 없는 낙수구에서 14% 정도 높게 나타났다. 그러나 피 및 앵미에 대한 방제율은 전주농고 포장에서 피는 oxadiazon 처리시 담수하에서는 100%이나 낙수구에서는 85%, molinate 처리구는 담수구에서는 90%, 낙수구에서는 70% 방제율을 나타내 낙수구에서 18% 정도 떨어졌다. 앵미는 oxadiazon 처리시에는 담수유지구 92%에 대하여 낙수구는 75%, molinate는 양조건에서 모두 85%를 나타내 방제율이 20% 정도 낮았다. 전북 원종장에서 oxadiazon 처리시 담수유지구는 피, 앵미 각각 100%, 94%인데

反하여 낙수구는 피 82%, 앵미 75%로 낙수구의 방제율이 19% 낮아지고 있다. 결론적으로 본 연구 결과도 초기약해 경감, 안정적인 입모율 향상을 위해서는 낙수 ·입묘가 바람직하나, 잡초방제 측면에서는 잡초발생이 문제가 되니 잡초발생이 많은 논 등에서는 낙수 ·입묘에 대하여 신중한 검토가 되어져야 되리라 판단된다.

전남 농업기술원은 molinate와 thiobencarb 처리구가 물관리 방법에 관계 없이 초기약해도 거의 없었고 입모율 확보에도 영향이 없었으며 그 후의 생육도 양호하였다. Oxadiazon은 특히 담수유지구에서 초기약해가 있었고 입모율도 떨어지고 있으나 경시적으로 회복되어 그 후에 생육과 수량 구성요소도 다른구에 비하여 떨어지지 않았다. 앵미에 대한 방제율은 oxadiazon 92.6%(담수) 88.4%(배수), thiobencarb 93.3%(담수) 84.2%(배수), molinate 95.8%(담수) 83.8%(배수)의 우수한 효과를 나타냈으며 배수구보다 담수유지구에서의 방제율이 높았고, 피에 대한 방제율은 3가지 제초제 모두 100%이었다. 수량에 있어서는 oxadiazon구가 527 560kg/10a, thiobencarb구가 508 521kg/10a, molinate구가 436 457kg/10a로 나타났다. Molinate구의 수량 감소는 물달개비에 대한 방제가 거의 되지 않아 잡초해를 입게된 결과로 해석된다.

전북 농업기술원은 thiobencarb처리구는 초기 약해도 거의 없었고 그 이후의 생육도 양호하였다. Oxadiazon구는 경미한 약해가 있었으나 경시적으로 회복되어 그 이후의 생육에는 영향이 없었다. 피에 대한 방제율은 두 제초제 모두 100%의 효과를 보였으며 앵미에 대한 방제율은 oxadiazon 86.3%, thiobencarb 60.4% 이었다. 이 결과로 앵미 방제가 되지 않았던 무처리구의 수량은 131kg/10a, thiobencarb는 448kg/10a, oxadiazon은 526kg/10a 이었다. 결과적으로 피 및 앵미방제 측면에서는 담수유지구가 파종후 낙수구 보다는 18 20% 높은 결과를 보였다. 전남 ·북 기술원 포장에서 3년간 계속하여(1997 1999) 담수표면산파 시험을 실시하였던 바 97, 98년 시험결과는 각 기술원 독자적으로 연말

시험보고서 또는 한국잡초학회지(전남 농업기술원)에 발표되었으므로 1999년 시험결과만 수록하였다. 결론적으로 두 기술원 모두 oxadiazon, thiobencarb, molinate 등을 파종전 처리를 하게될 때 큰 약해없이 앵미 및 피를 안정적으로 방제할 수 있었다.

2) 무논골뿌림 김제 장동혁 농가 포장

파종 7일전에 oxadiazon 72g a.i/10a를 처리하고 파종하였는데도 약해는 거의 없었다. 본 농가는 파종후 입모시까지 논 바닥에 구열이 생길정도로 계속 낙수를 한 관계로 생각된다. 초기부터 약해가 없었기 때문에 그 후의 생육도 매우 양호하였으나 피 등 잔초가 남아 손제초 또는 fenoxaprop-P-ethyl+bentazon 합제등의 마무리 제초제를 처리하여 560kg이상의 수량을 올리게 되었다.

3) 무논골뿌림 부안 주산면 최한열 농가 포장

파종 7일전에 thiobencarb(7G) 3.75kg/10a를 처리하고 체계적으로 중기처리 제초제를 처리하였던 바 약해는 거의 없었고 그 후의 생육도 양호하였다. 그러나 피 등 일부 잔초가 있어 손제초 또는 경엽처리형 제초제를 추가처리하여 앵미 및 피 모두 95%의 방제율을 얻어 590kg이상의 수량을 올리게 되었다.

4) 무경운 담수직파 완주 강병옥 농가 포장

사양토로서 심토는 사력이 많아 물보유력이 없어 담수하여 파종전 토양처리형 제초제의 처리가 어렵다. 따라서 비선택성 제초제(glyphosate)에 의하여 파종전에 발생잡초를 방제하고 파종후 pyribenzoxim, cyhalohop-buthyl, bentazon 등을 처리하였던 바 약해는 거의 없었고 문제잡초 대부분이 방제되어 기계이앙 못지않은 수량을 올릴수 있었다. 앵미방제는 파종전 비선택성 제초제에 의하여 방제된 것으로 판단된다.

5) 무경운 담수직파 안태홍 농가 포장

7년 연속 무경운 담수직파를 계속해온 농가인 바 본인이 개발한 직파용 기계 개발로 분주하여 파종이 7월 12일로 지연되었다. 앵미 및 피 방제는 담수전에 2회에 걸친 glyphosate 처리로 이때 대부분이 방제된 것으로 판단된다. 담수후 파종전에 thiobencarb(7G) 6kg/10a 처리후 10여일후 파종하고 그 이후에 중기 처리제를 처리하였다. 파종이 너무 늦어 수확은 기대치 않았으나 출수는 늦었어도 정상파종구의 2/3수량은 얻을수 있었다.

6) 맥후작 담수직파재배

김제 정회헌 농가와 정읍 정홍용 두 농가포장에서 보리수확후 담수표면산파를 실시하였는데 일반농가와 같이 보릿짚을 소각하지 않고 콤바인 수확시 5㎝내외로 절단하여 작토층에 고루 혼화하고 로타리후 파종하고 파종후 바로 낙수하였던 바 두 농가 모두 약해도 없었고 입모율에도 지장이 없었으며 그 이후의 생육도 순조로웠다. 수량면에서도 기계이앙재배에 비하여 떨어지지 않았다.

보리재배 후작인 관계로 잡초 발생량은 적었으나 낙수·출아로 피 등 잡초가 잔초로 남아 중기처리제 손노리(pyrazosulfuron-ethyl+molinate)와 피안커(pyribenzoxim), 크린쳐(cyhalofop-butyl) 등을 처리하여 방제하였다. 앞으로 파종전 제초제의 처리등이 강구되어져야 되겠으나 본 연구는 보릿짚을 태우지 않고 재배에 성공한 좋은 사례가 될 수 있을 것이다.

7) 맥후작 기계이앙 재배로의 전환(완주 김정태 농가)

보리 수확후 담수하여 경운·정지하고 이앙 4일전에 pretilachlor를 처리하고 15일묘를 이앙후 중기처리제를 처리하였다. 초기약해는 없었고 그 후의 생육도 순조로왔으며, 앵미 및 피의 발생량도 적어 방제율은 각각 90%, 85%로 나타났고 잡초해도 없어 수량은 420kg으로 이 지역의 기계이앙논과 거의 대등하였다.

8) 건답직파

건답직파 재배에 있어서 앵미 및 피 방제는 조기 파종하여 앵미, 피 등을 발생시키고 재배벼 출아 직전에 비선택성 제초제+토양처리형 제초제의 혼합제처리에 의한 방제가 기대된다.

가) 김제 정회헌 농가 포장

정회헌 농가 포장은 4월 27일 파종후 5월 10일에 glyphosate+pendimethalin을 처리하였다. 예년보다 기온이 높아 앵미, 피 등의 출아가 빨랐기 때문에 비선택성 제초제의 처리효과가 높게 나타났다. 피등 나머지 잔초에 대해서는 피안커(pyribenzoxim), 크린처(cyhalofop-butyl)등의 추가처리와 담수후 SU합제 처리로 잡초문제를 비교적 성공적으로 해결하게 되어 580kg/10a의 수량을 얻게 되었다.

나) 부안 최한열 농가 포장

4월 29일 파종하여 5월 12일 paraquat+butachlor합제 처리로 이미 발생한 피와 앵미 방제가 어느정도 가능하였다. 그 이후의 잔존피에 대하여서는 풀뚝(cyhalofop-butyl+pendimethalin)의 추가처리를 하였고 담수후에 SU합제를 처리함으로서 잡초문제를 잘 해결하게 되어 590kg/10a의 수량을 얻게 되었다.

다) 삼례 전주농고 포장

기상관계로 파종이 5월 12일로 순연되었다. 잡초발생전 처리제초제 파트너(linuron+pendimethalin), 초자비(anilofos+pendimethalin), 마세트+스톰푸(butachlor+pendimethalin) 등은 잡초발생전에 처리하고 대조로 바스타+마세트+스톰푸(glufosinate ammonium+butachlor+pendimethalin)를 재배벼 출아 직전에 경엽처리하였다. 그 결과 잡초발생전 처리제초제는 피 52 92%의 방제율이였는데 비선택성 제초제+두종류의 토양처리형 제초제의 혼합구에서는 거의 100% 방제율을 나타냈다. 앵미 방제율도 잡초발생전 처리제초제는 55 90% 범위인데 반하여 비선택성 제초제 혼합구는 95%로 우수한 방제율을 나타내 비선

택성 제초제 처리의 효과가 높았다. 99년도에는 예년보다 일찍 기온이 높아져 피, 앵미등의 발생량이 처리 당시에 많았던 관계로 방제효율이 좋았던 것으로 생각된다.

제 5 절 적 요

본 연구의 주요 착안점은

1) 담수직파에 있어서 파종전 써레질 후 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 7 10일 동안 담수상태를 유지한 후 환수하여 최아볍씨를 파종하거나(표면산파), 파종 1 2일 전에 배수하여 논표면을 다소 굳힌 다음 직파기로 골을 타고 파종(무논골뿌림, 무경운 담수직파)한 후에 SU합제 등을 체계처리하여 앵미와 피의 안정적인 방제법을 강구하였다.

2) 건답직파시 ①앵미방제는 조기파종으로 앵미 및 피를 발생시킨 후 재배벼 출아직전에 비선택성 제초제+토양처리형 제초제의 혼합살포에 의한 방제, ②파종전 건토 로타리 직후 전기 제초제들을 처리하고 5㎝ 깊이로 토양혼화한 후 4 7일 담수상태를 유지하다가 배수 후 직파기로 파종하는 방법에 대하여 연구를 진행하였다.

3) 재배양식 전환에 따른 앵미 및 피의 방제에 있어서 ①앵미발생량이 많은 논에서 기계이앙 또는 담수직파로의 전환, ②보리재배 후 기계이앙 또는 담수직파 재배로 전환, ③맥후작 담수직파시 보릿짚의 작토중 혼화에 의한 지력유지와 앵미 및 피 방제효과 등에 대한 연구를 수행하였다.

또, 이 모두가 종래의 관행방제체계와는 다른 새로운 방제체계이기 때문에 이 결과를 일선 농가포장에서 확인하고 동시에 이를 확대시키기 위하여 현지 농가 실증시험이 요구되었다. 본 결과는 전남·북 농업기술원과 전북 원종장, 전주농고의 포장과 직파 선도농가 포장등 총 45개 포장에서 3년간에 걸쳐 수행된 연구결과이다.

1차년도 시험 (1997) 에서 담수직파 10포장(표면산파 4건, 무논골뿌림 4건, 무경운 담수직파 2건), 건답직파 2포장 모두 약해가 경미하거나 거의 없어, 입모에 실패한 농가는 없었다. 그리하여 1997년 8월 25일에 산학관련 총 42명이

참석한 가운데 현지 평가회를 개최하여 약해에 대한 우려를 불식하였다. 파종전 처리한 molinate에 대해서는 어느 논에서나 약해가 없었고, thiobencarb는 10개 포장중 2개 포장(전남 농업기술원, 정읍 정홍용 농가)에서 부분적으로 생육억제, 왜화현상, 고사증상이 보였고 그 이외의 포장에서는 약해가 거의 없었다. 이 2개 포장은 정지작업이 불균일하여 깊은 곳은 물이 고여 순환이 되지 않아 토양이 극도로 환원되어 탈염소 thiobencarb가 된 관계라 판단되었다. Oxadiazon 60g a.i/10a 이상, oxadiargyl 10g a.i/10a 처리시에는 토성 및 기타요인에 따라 출아지연과 입모수 감소를 보인 포장도 있었으나 경시적으로 회복되어 파종 40 60일 후 까지는 손제초구와 차이가 없었다. 피에 대한 효과는 모든 시험답에서 90 100% 범위의 우수한 방제율을 나타냈다. 앵미에 대한 방제효과는 약제 종류와 약량에 따라 차이가 있어 oxadiazon은 48 60g a.i/10a 약량에서 90 100%의 우수한 효과를 나타냈으며 molinate는 270 420g a.i/10a 에서 64 90%, thiobencarb는 315 420g a.i/10a에서 67 90% 범위의 방제율을 나타내 고약량일수록 효과는 증진되었다. 그러나 정지작업의 불균일로 담수시에도 지면이 노출되거나(정읍 정홍용 농가), 약제처리 후 집중호우 등으로 인하여 물이 넘치는 경우에는 제초효과가 부진하였다.

무논골뿌림시 파종전에 oxadiazon 등을 처리하고 5㎝ 깊이로 건토혼화 한 후 8일간 담수를 유지한 후 배수하여 건조하고 직파기로 파종한 2개포장(전주농고, 이동휴 농가)에서는 약해는 없었으나 앵미에 대한 방제효과가 무논골뿌림에 비하여 크게 낮았다.

건답직파시 파종 5일전에 건토조건에서 로타리하고 oxadiazon, oxadiargyl, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 5㎝로 건토 혼화한 다음 파종하여 벼의 입모 및 생육에 미치는 영향과 제초효과를 조사하였던 바, 시용약량이 추천량의 2배나 높은데도(oxadiazon, oxadiargyl) 약해는 거의 없었고 생육에도 전혀 지장이 없었다. 피에 대한 방제율은 80 97% 범위로 우수하였으나 앵미에 대한

방제율은 효과가 거의 없거나 70% 이하의 낮은 방제율을 보여 건토혼화 후 일정기간 담수기간을 설정할 것이 제기되었다.

2차년도 시험 (1998)은 담수표면산파 5농가, 무논골뿌림 4농가, 무경운 담수직파 1농가, 보리재배후 기계이앙 3농가 등 총 13농가포장에서 실시하였다. 담수직파(표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)에 있어서 파종전 처리제초제 중 molinate(450g a.i/10a), thiobencarb(420g a.i/10a)는 공시포장 어디에서도 약해가 없었다. Oxadiazon구는 전주 정영택 농가에서 oxadiazon의 살포량 조정미숙으로 과량살포(600㎖/10a) 되어 초기 출아지연 등 약해를 냈으나 그 후 회복되어 보파없이 입모확보가 되었다. 그러나 김제 유세환(표면산파), 장동혁(무논골뿌림) 농가는 동일약량(600㎖/10a) 처리로도 거의 약해없이 입모율이 확보되었던 것으로 보아 토성에 따라 약량이 조절되어져야 한다는 것이 입증되었다.

정지작업이 제대로 이루어지고 물관리가 정상적인 경우 피에 대한 방제율은 공시한 어느포장에서나 90 95%의 우수한 방제율을 나타냈으나 앵미에 대한 방제율은 약제의 종류, 약량에 따라 차이가 있었다. Oxadiazon, oxadiargyl은 85 95% 범위의 방제율을 보였고 thiobencarb와 molinate는 70 90% 범위의 방제율을 나타냈다. 전주농고포장에서 앵미방제율이 특히 낮았던 이유는 정지작업의 불균일과 물관리가 제대로 이루어지지 않았던 관계이다. 그러나 파종전 처리는 하지 않고 입모후 SU합제만 처리한 구의 앵미 방제율은 0 60% 이하의 낮은 방제율을 보였다. 파종후 물관리 방법의 차이에 따른 약해 및 약효 변동요인 시험결과(전북 원종장) 파종 1일후 낙수구가 계속담수구에 비하여 초기약해가 감소되었고 입모율도 15%정도 높게 나타났으나 피 및 앵미에 대한 방제효과는 15%정도 낮았다.

앵미 및 피 다발답에 있어서 이앙 4 5일전에 oxadiazon, butachlor, thiobencarb, molinate 등을 처리하고 이앙후 설포닐우레아 합제를 체계처리한

결과 약해가 거의 없었고 그 이후의 생육도 양호하였으며, 피는 어느 시험구나 90%이상 95%, 앵미는 84 96% 범위의 방제가 가능하였다(김제 정회헌, 전주농고).

보리재배 후 기계이앙 전환시 앵미 및 피 방제는 써레질 후 pretilachlor, oxadiazon등을 처리하고 4 5일후 이앙한 다음 설포닐우레아 합제를 체계처리한 경우 약해가 거의 없었고 피는 95%, 앵미는 98%의 방제율을 나타냈다.

3차년도 (1999) 시험은 과거 2년동안 연어진 결과를 최종적으로 농가포장에서 확인하기 위하여 실증시험포를 증가시켰으며, 포장 시험규모도 1구면적을 20 40a로 확대하여 실시하였다. 담수직파 14개소(산파 9개소, 무논 골뿌림 3개소, 무경운 담수직파 2개소)와 앵미 다발답의 기계이앙전환 2개소, 보리재배후 기계이앙 1개소, 건답직파 3개소 등 총계 20개 포장에서 실시되었다.

담수직파(담수표면산파, 무논골뿌림, 무경운 담수직파)를 3년 이상 계속한 선도 농가인 전주 정영택, 김제 정회헌, 김제 죽산 김두석, 유세환, 정읍 정홍용, 익산 이동휴, 부안 최한열, 김제 장동혁씨 등의 포장에서 실시된 결과는 표 5-26 39에서 보는 바와 같이 molinate, thiobencarb구는 물론 oxadiazon 처리구에 있어서도 약해는 거의 없었으며, 입모율 또는 그 이후의 생육도 무처리구에 비하여 차이가 없었다. 앵미 및 피에 대한 방제효과도 oxadiazon구는 90 98%범위의 방제율, thiobencarb 6kg/10a에서 82%, molinate 4.5kg/10a에서 81%의 효과를 나타냈으며 수량도 530kg/10a 560kg/10a범위로 기계이앙에 뒤지지 않았다.

전주농고와 전북 원종장의 두 포장에서는 파종후 물관리방법의 차이 즉, 파종후 출아시까지 담수유지구와 파종 다음날부터 벼 뿌리 활착시까지 낙수하고 건습상태를 유지한 구로 나누어 시험을 실시한 바(표 5-31, 32) 초기 약해경감과 안정적 입모율 향상을 위해서는 낙수 출아가 14%정도 입모율이 향상되어 바람직하나, 피 및 앵미에 대한 방제율은 18%정도 떨어졌다.

토성이 사양토이고 물 보유력이 없는 포장의 무경운 담수직파시에는 파종전 담수하 토양처리형 제초제 처리가 어려우니 파종전에 앵미, 피, 너도 방동사니, 사마귀풀등을 미리 발생시켜 glyphosate 등에 의하여 방제하고 담수직파후 pyribenzoxim, cyhalofop-butyl, bentazon 등의 경엽처리제 살포에 의하여 문제잡초등을 방제하여 530㎏/10a 수량을 얻어 직파를 성공적으로 수행할 수 있었다.

보리수확후 보릿짚을 소각하지 않고 5㎝ 정도로 절단하여 작토에 고루 혼화하고 담수후 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 파종 7일전에 처리하고 파종후 물관리를 달리하였던 바 보릿짚 혼화구도 거의 약해없이 입모가 잘 되었고 그후의 생육도 양호하였다. 입모율은 파종후 낙수구가 담수유지구보다 다소 높았으나, 앵미 방제율은 담수 유지구에 비하여 약간 떨어졌다. 맥후작 기계이앙전환시 이앙 3 4일전에 pretilachlor를 처리하고 기계이앙한후 SU합제를 체계처리시 약해도 없었고, 피 및 앵미 방제효과도 우수하여 수량도 그 지역 기계이앙구에 비하여 떨어지지 않았다.

건답직파에 있어서는 최한열, 정회헌 농가포장과 전주농고 포장 모두 되도록 조기 파종하여 피, 앵미 및 기타 잡초를 발생시킨후 재배벼 출아직전 비선택성 제초제(glyphosate 또는 paraquat)와 토양처리형 제초제(butachlor, pendimethalin)를 혼합하여 처리하였다. 당년에는 기온상승이 예년보다 빨라 처리당시 잡초발생량이 많아 피 및 앵미등 대상 잡초에 대한 방제효율을 높일 수 있었다. 잔존한 피 일부와 앵미에 대하여서는 손제초 또는 pyribenzoxim, cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl+bentazon등으로 마무리 제초를 성공적으로 수행하여 세포장 모두 기계이앙에 못지않는 높은 수량을 얻을수 있었다. 각 농가의 수량을 보면 정회헌씨 농가 포장에서는 580㎏/10a, 최한열씨 농가 포장은 585㎏/10a, 전주농고 포장에서 542㎏/10a 였다.

제 6 장 종합적요

본 연구는 최근 벼 직파재배를 계속하면서 문제점으로 대두되고 있는 앵미의 발생을 경감시키기 위하여 앵미의 생육 특성과 이에 바탕을 둔 합리적인 경종적 및 화학적 방제 체계를 확립하고자 완주를 비롯한 9개 지역에서 앵미를 수집하여 재배벼와 비교하였다.

수집한 9종의 앵미 모두 주요한 생태적 특성이 각각 달랐으며, 類緣關係에 있어서도 서로 차이를 보였다. 발아능력은 개화후 5일경에는 전혀 없었고, 완주산 앵미는 개화후 10일경에 30%, 20일경에 50%정도의 발아율을 보였지만 묘 발육은 비정상적이었다. 울주와 수성산 앵미는 재배벼에 비해 발아시 수분흡수가 많았고, 호시, 온양, 영시산 앵미는 수분을 흡수한 상태에서 저온을 경과했을 때 재배벼에 비해 발아율 감소가 작았다. 앵미가 실내에서 월동하였을 때는 수확 직후와 큰 차이 없이 95%이상의 발아를 보였는데, 완주와 부량산 앵미는 포장에서 월동할 경우에는 10%이하의 발아율을 보였고, 호시와 영시산 앵미는 50%안팎의 발아율을 유지하였다. 양토에서 월동한 종자보다 식양토에서 월동한 종자가 전체적으로 발아율이 낮았고, 표층에서 월동한 종자가 1 7㎝ 깊이에 묻혀 월동한 종자보다 발아율이 낮았다. 발아율은 명조건과 암조건 사이에 큰 차이를 보이지 않았지만, 평균발아일수와 발아속도는 명조건이 다소 유리하였다. 동진벼에 비해 생육 초기의 뿌리 발달이 빠른 것도 있으나(완주, 부량 및 온양산 앵미), 대부분은 파종후 시간이 경과하면서 재배벼와 큰 차이를 보이지 않았다.

건답직파시에는 앵미의 화학적방제는 매우 어렵고, 담수직파시에도 현행 일반적인 방제체계인 입모후 SU합제 처리만으로는 앵미방제는 불가능하고 피의 안정적인 방제도 어렵다. 그러나 담수직파시 써레질후 파종전에 oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 7 10일동안 담수상태를 유지하다가 파

종 1 2일전에 배수하고 표면산파 또는 직파기로 조파(무논골뿌림 또는 무경운 담수직파)하고 입모후 SU합제를 체계처리할 경우 앵미 및 피의 안정적인 방제가 가능하였다. 앵미 방제를 대상으로 할 때 파종전 처리제초제의 적정약량은 oxadiazon 60g a.i/10a, oxadiargyl 10g a.i/10a, molinate 450g a.i/10a, thiobencarb 420g a.i/10a 이었다. 처리시기는 molinate, thiobencarb는 파종5일전 파종10일전 이였고, oxadiazon, oxadiargyl은 파종7일전 파종10일전 이였으며 약제처리후 5㎝혼화시 약해는 다소 감소되나 제초효과에는 거의 변동이 없었다. 약해경감을 꾀하고 제초효과를 향상시키기 위해서는 높고 낮음이 없는 정밀한 써레질로 담수시 논표면이 노출되거나 배수시 물이 고여있는 지점이 없어야 되며 또한 벼종자가 땅속에 매몰되지 않아야 됨이 필수요건이다. 이때에는 파종후 물관리방법이 중요하기 때문에 파종후 바로 낙수한 구와 벼 출아시까지 담수상태를 유지한 구에 대한 약해와 약효의 변동요인을 조사한 결과 파종 다음날부터 낙수하는 것이 약해가 경감되고 입모율도 10 15%정도 향상되었다. 그러나 앵미 및 피의 방제율은 담수 유지구보다 낙수구가 10 15% 떨어졌다. 파종전 제초제 처리에 이어 SU합제를 체계처리할 경우는 공시 제초제 모두 손제초구에 비하여 수량의 감소는 거의 없었지만, 파종전에 제초제를 처리하지 않고 파종후 pyrazosulfuron-ethyl+molinate합제만 처리했을 때는 앵미 및 피의 발생량 증가로 수량이 감소되었다. Oxadiazon과 oxadiargyl은 처리후 5㎝ 깊이로 토양혼화처리하면 표면처리때보다 약해는 다소 경감되나 제초효과는 거의 영향이 없었다.

담수하 토양처리형 제초제에 대한 앵미종간 감수성차이를 시험한 결과 파종전 처리제초제의 종류와 처리약량에 따라서 앵미 수집종간 방제효과에 차이를 보였는데, 방제효과가 가장높고 수집종간 방제효과의 차이도 적었던 약제는 oxadiazon이었다. 앵미의 최아정도에 따른 방제효과는 molinate, thiobencarb, oxadiazon 세약제 모두 최아되지 않았을 때보다 2 5㎜정도 최아되었을 때 더

욱 증가하였다.

담수직파 재배시 oxadiazon의 답표면수중의 유효성분의 소실 잔류량을 조사한 결과 처리 2시간후까지 담수중 유효성분이 빠른 속도로 감소하는 경향을 보였고, 처리 2일후부터는 약제의 감소가 완만하게 나타났으며, 4일후에는 처리량의 2 3.5%만이 담수중에 존재하였고 7일후에는 0.03ppm의 극미량만 잔존하였다. 포장에서 oxadiazon의 흡착량은 약량의 증가와 함께 증가하였으며 진탕 6시간후까지 처리 약량의 대부분이 토양에 흡착되었으나 토성간에 차이는 크지 않았다. 또, 15 30℃의 온도범위에서 토성간에 큰 차이가 없었으나, 미사질식토에서 흡착반감기는 2.5시간으로 사질식양토에서의 3.2시간보다 다소 빠른 흡착속도를 보였다.

현재의 건답직파용 토양처리형 및 경엽처리형 제초제(17종 공시) 처리로는 앵미방제는 불가능하였고 조기 파종후 재배벼 출아 직전 비선택성 제초제와 토양처리형 제초제를 혼합살포하면 앵미는 70%정도 방제가 가능하였다. 건답직파시 건토조건에서 로타리직후 약제처리한 다음 5㎝깊이로 혼화처리한 경우에는 제초제의 약량이 추천량의 두배량 수준일 때도 초기 약해는 거의 없었고, 그 이후의 생육도 영향이 없었지만 앵미에 대한 방제 효과는 담수직파에 비하여 크게 저조하였다. 그러나 건토혼화후 담수기간을 4 7일간 유지하면 재배벼에 약해 없이 앵미의 방제율은 70%로 증진되었다.

화본과 선택살초성 제초제인 fenoxaprop-P-ethyl, sethoxydim, amidochlor, MH등을 유수분화기 개화기 사이에 처리한 결과 앵미 방제효과는 우수하였으나 재배벼에 대한 약해도 30%정도로 나타나 적용은 어려웠다. 다만 fenoxaprop-P-ethyl에 Bentazon을 혼합사용시 길항작용에 의하여 재배벼에 대한 약해는 경감되면서 일부 앵미에 대한 방제효과는 유지되었다. 완주산 앵미의 경우 방제효과는 有效分蘖期부터 無效分蘖期까지 처리에서는 30%이하로 낮았으나, 幼穗分化期 처리에서는 72%로 급증하였다. 幼穗形成期와 穗孕期 처리시에는 유의차

없이 각각 86%, 87%의 효과를 보였으며, 30%출수 처리에서는 94%로 효과가 높았다. 한편 동진벼에 대한 약해는 유수형성기 처리에서는 27%, 수잉기와 20%출수기에는 유의차 없이 33 35%의 약해를 보였다. 약제 처리 시기가 출수기에 가까워지면서 완주산 앵미의 방제 효과는 증가하였지만 동진벼에 대한 약해 또한 증대되기 때문에 앵미와 재배벼의 생육 및 출수일 등을 경종적으로 조절하여 재배벼의 약해는 최소화하고 앵미의 방제 효과를 최대로 높일 수 있는 연구가 필요하다고 생각된다.

이앙재배전환에 있어서는 1998년 실험결과, 파종 4 5일전에 butachlor, pretilachlor, oxadiazon, molinate, thiobencarb 등을 처리하고 이앙 10 15일후에 SU합제를 처리하면 초기약해도 없었고 그후 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 앵미에 대한 방제효과는 75 100% 범위였고, 피에 대한 효과는 95%의 우수한 결과를 얻었다. 이앙전 처리는 하지 않고 이앙후에 신규 SU합제 6종만을 처리하면 약해는 없고 생육도 양호하였으며 피의 방제율도 95%로 우수하였으나 앵미에 대한 효과는 37 61% 범위로 저조하였다.

보리를 재배하면 재배하지 않은 포장보다 앵미의 발생이 적었으며, 보리의 생육이 진전됨에 따라 보리 경엽 추출물에 의한 앵미의 발아 및 생육 억제 효과가 다소 높게 나타났다. 보리재배후 기계이앙하고 중기처리 제초제를 처리한 결과 보리재배구나 비재배구 모두 초기약해는 거의 없었고 그 후의 생육도 무처리구와 차이가 없었다. 피의 방제율은 보리재배구는 98%, 재배되지 않은 구는 94%로 큰 차이는 없었으나 앵미에 대한 방제효과는 보리재배구는 86%, 비재배구는 68%의 방제율을 보여 차이가 컸다. 보리 재배논과 재배치 않은 논에서 토양을 채취하여 앵미발생량을 비교한 결과 보리를 재배치 않은 토양에서 출아율은 평균 228본/㎡에 비하여 보리재배 토양에서의 출아율은 109본/㎡으로 50% 이하였고, 지상부의 길이와 건물중에 있어서도 동일한 경향을 나타냈다. 또한 보리재배토양과 재배치 않은 토양에 일정비율의 물을 가하여 48시간 진탕하여

얻은 토양추출물에 앵미종자를 침지하여 수경 실험을 실시한 바 보리재배토양에서는 앵미의 발아가 억제되었고 초장, 근장 및 건물중등 유묘의 생육도 약 50% 억제되었다. 보리생육 단계별로 지상부와 근부를 분리하고, 추출하여 앵미의 발아 및 생육억제양상을 조사하였던 바, 보리의 생육이 영양생장에서 생식생장으로 진전됨에 따라 추출물에 의해 전반적으로 앵미의 발아 및 생육억제가 약 30 50% 정도 나타났다. 보리에 함유된 앵미의 생육 저해에 관여하는 물질의 동정 및 작용 경로에 관한 연구와 타감작용 물질의 조성 차이가 앵미의 발생 억제에 어떻게 반영되는지에 대해서는 좀 더 구체적인 검토가 요망된다.

보리수확후 보릿짚을 소각하지 않고 논에 환원시키기 위하여 수확시 보릿짚을 약 5㎝ 내외로 절단하여 작토층에 고루 혼화하여 경운 정지후 담수하고 파종전에 oxadiazon 등을 처리한 다음 7일후에 파종하고 바로 낙수한 구와 뿌리활착시까지 계속 담수상태를 유지한 구로 나누어 보릿짚 소각구와 대비하여 실험을 실시하였다. 그 결과 초기약해, 입모율, 그후의 생육은 보릿짚 소각구와 혼화처리구 사이에 거의 차이가 없었다. 그러나 앵미 및 피에 대한 제초효과는 소각구보다 혼화처리구가 다소 높은 경향을 보였다.

<부록> 연구성과 발표실적

1. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1997. 벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구. 1. 담수직파시 oxadiazon, molinate, thiobencarb, oxadiargyl의 파종전 처리효과. 한국잡초학회 학술발표요지. 제17권 별책2호 21-24.

2. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1997. 벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구. 2. 건답직파 및 무논골뿌림에 있어서 파종전 제초제의 건토혼화효과. 한국잡초학회 학술발표요지. 제17권 별책2호 25-28.

3. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1997. 벼 직파재배에 있어서 잡초성 벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구. 3. 답표면수중 oxadiazon의 농도변화 및 재배벼와 잡초성벼간의 약제 반응성 차이. 한국잡초학회 학술발표요지. 제17권 별책2호 29-30.

4. 양환승. 1997. 직파재배에 있어서 잡초방제. 제11차 직파재배연구회 세미나 자료집. 25-37.

5. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1997. 잡초방제 마무리. 제12차 직파재배연구회 세미나 자료집. 11-14.

6. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1997. 앵미 및 피의 합리적인 방제를 위한 97년 연구결과 요약. 제13차 직파재배연구회 세미나 자료집. 16-21.

7. 마상용, 전재철. 1997. Fenoxaprop-P-ethyl의 제초활성 변이와 관련된 생리적요인. 한국농약과학회지. 제1권 1호.

8. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1998. 적미종자의 생리·생태적 특성에 관한 연구. 한국잡초학회 학술발표요지. 제18권 별책1호 29-31.

9. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1998. 앵미의 방제효과 변동요인에 관한 연구. 한국잡초학회 학술발표요지. 제18권 별책2호 67-70.

10. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1998. 수도직파재배에서 잡초관리의 문제. 호남식물보호연구회지. 제11호 72-85.

11. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1998. 벼 직파재배에 있어서 잡초성벼 및 피 방제체계 확립에 관한 연구. 1. 담수표면산파 재배시 앵미와 피에 대한 oxadiazon, molinate, thiobencarb 의 파종전 처리효과. 한국잡초학회지. 제18권 2호 106-115.

12. 마상용, 김승우, 전재철. Fenoxaprop-P-ethyl 의 제초활성에 대한 bentazon 의 길항작용기구. 한국잡초학회지. 제18권 2호. 161-170.

13. 양환승. 1999. 피 및 잡초성벼 연구개요. 제23차 직파재배연구회 세미나 자료집. 14-17.

14. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1999. 벼 직파재배에 있어서 앵미 및 피의 효율적인 방제. 전북 쌀 연구회 심포지엄 발표자료. 14-45. 호남농업 시험장.

15. 경은선. 앵미 (*Oryza sativa*) 수집종의 생육 특성 및 방제. 한국잡초학회 학술연구 발표요지. 제 19권 1호. 5-7.

16. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1999. 재배벼의 파종심도와 최아정도가 입모와 생육에 미치는 영향. 한국잡초학회 학술발표요지. 제19권 별책2호 81-83.

17. 양환승, 김진기, 경은선, 김종석, 마상용. 1999. 보리짚 처리가 담수산파시 약해 및 피와 앵미 방제에 미치는 영향. 한국잡초학회 학술발표요지. 제19권 별책2호 85-86.

18. Kyoung, E. S., J. K. Kim, J. S. Kim, A. Y. Ma and H. S. Ryang. 1999. Germination characteristics of some red rice seeds. Korean Journal of Crop Science. in press.

19. 마상용, 김종석, 양환승. 1999. 잡초성벼 및 피에 대한 보리의 타감효과 탐색. 한국잡초학회지. 제19권 3호 게재예정.

Table 3-6. Common name, application rate and time of herbicides used in dry-seeded rice field.

No	Herbicides treated before flooding[1)]	Herbicides treated after flooding	App (
			Herbi tre bef floo
I	Weedy Check	-	
II	Handy Weeding	-	
III	Bifenox(15)+Pendimethalin(25) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	50
IV	Bifenox(15)+Pendimethalin(25) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	1,0
V	Oxadiazon(4)+Pendimethalin(15) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	30
VI	Butachlor(58.8) GR fb Cyhalofop-butyl(3)+Bentazon(16.5) EC	Piperophos(4.4)+Dimethametryn(1.1) GR	3kg fb
VII	Thiobencarb(7) GR fb Cyhalofop-butyl(3)+Bentazon(16.5) EC	Bensulfuron-methyl(0.17)+Molinate(5) GR	3kg fb
VIII	Butachlor(58.8) fb Propanil(25)+Pendimethalin(25)+Propanil(35) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	300㎖ fb 5
IX	Pendimethalin(31.7) fb Propanil(35) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	500㎖ f
X	Oxadiazon(12) fb Propanil(20)+Thiobencarb(35) EC	Pyrazosulfuron-ehtyl(0.07)+Molinate(5) GR	400㎖ f
XI	Paraquat(24.5)+Butachlor(33) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	300㎖
XII	Paraquat(24.5)+Butachlor(33) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	600㎖
XIII	Propanil(25)+Pendimethalin(25) EC	Piperophos(4.4)+Dimethametryn(1.1) GR	50
XIV	Propanil(25)+Pendimethalin(25) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	50
XV	Propanil(25)+Pendimethalin(25) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	1,0
XVI	Propanil(20)+Thiobencarb(35) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	50
XVII	Propanil(20)+Molinate(35) EC	Molinate(1.2)+Simetryn(5) GR	50
XVIII	Cyhalofop-butyl(3)+Bentazon(16.5) ME	Piperophos(4.4)+Dimethametryn(1.1) GR	1,0
XIX	Cyhalofop-butyl(3)+Bentazon(16.5) ME	Piperophos(4.4)+Dimethametryn(1.1) GR	2,0

1) EC, Emulsifiable concentrate ; GR, Granule ; ME, Microemulsion

2) DAS, Days after seeding ; DAF, Days after flooding