

열대 지방 수도작의 잡초 방제

식물환경연구소

김 동 수

열대 지방에 있어서의 수도작의 잡초방제는 최근까지 거의 손과 제초기에 의존하고 왔으며 기상조건과 경종 방법은 잡초방제의 비용이나 방제기술을 향상시키는데 많은 제약을 주고있다. 쓰레질과 경운에 의한 잡초방제 효과는 3주 이내이며 필리핀에서는 본답의 이앙을 위해서는 최소한 1회의 경운 및 1회 혹은 그 이상의 쓰레질이 요구되며 태국에서는 우기초(雨季初)에 종횡으로 경운한뒤 쇠토후 쓰레질을 하고 이앙을하나 이앙 후 20일경부터 1~2회에 걸쳐 발로 답입하여 잡초를 제거하는 방법을 널리 쓰고있다. 그러나 이들 동남아 세아 지역에서는 강우시기의 지연이나 비능률적인 농기계의 사용으로 분담정지 작업이 조잡한 곳이었다. 논수심 및 수도품종의 형태도 잡초방제에 소요되는 인원을 결정하는 큰 요인이 된다. 수심이 깊거나, 장간, 잎우거진 품종 (leafy Variety)을 이앙한 경우 적은인원으로 잡초 방제의 목적이 달성될 수 있으나 단간, 분얼이 적고 직립형 품종은 많은량의 잡초발생을 허용하고 특히 이앙후 3주까지의 관계수 부족은 잡초의 발아를

크게 촉진시킨다. 따라서 서투른 물관리는 잡초방제 소요시간을 증가시키는 큰 원인이 된다. 동남아세아 여러나라의 수도 재배면적의 약 80% 정도가 물을 조절할 수 없는 수리 불안전답 이라는 것은 잡초방제 기술을 발전시키는데 가장 큰 기술적 저해요인이라 할수 있다. 더욱 아적도 농업 노동임금이 저렴한 이 지역에 있어서 제초제를 도입한 잡초방제를 추진시키는데 또 하나의 저해요인이 되고있는 것이다. 그러나 최근 (1992) 필리핀에 국제 비곡연구소 (IRRI)가 설치되면서부터 잡초방제 분야의 연구 및 그 결과의 응용면에서 많은 변천을 가져 왔으며 현재까지 주로 IRRI에서 이루어진 연구결과를 토대로 열대지방의 수도작에 있어서의 잡초방제의 문제점 및 그 방향을 제시해본다

1. 주요잡초의 분포

잡초의 효과적인 방제를 위해서는 먼저 눈에 발생하고있는 잡초의 종류 및 그 생태적인 특성을 알아야 한

표 1. 수도작에 있어서 주요잡초의 분포

	필	립	핀	태	국	대	만	한	국	일	본
1. 화본과 Grasses											
a. 피 Echinochloa crusgalli	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
b. Leptochloa chinensis	×	×									
c. Paspalum scrobiculatum	×	×	×								(thun)
2. 방동산 이류 Sedges											
a. 참방동산이 Cyperus iria	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
b. 바람하늘적이 Fimbristylis miliacea	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	(littoralis)
c. 알방동산이 Cyperus difformis	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
d. 금방동산이 Cyperus microiria	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
e. 쇠 털 끝 Eleocharis acicularis						×	×	×	×	×	×
3. 광엽잡초 Broadleaved species											
a. 물달개비 monochoria vaginalis	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
b. sphenochlea zelanica	×	×									
c. 마 더 꽃 Rotala indica						×	×	(ulginosa)	×	×	×
d. 등 에 풀 Dopatrium junceum						×	×	×	×	×	×
e. 운머벗풀 sagittaria spp								×	×	×	×

다. 왜냐하면 약제의 종류나 경종방법의 변화에 대해서 잡초가 갖는 반응이 그 종류에 따라 다르기 때문이다. 현재까지 필립핀에서 발생하고있는 논 잡초로서는 33과 153종이 조사되었고 우리나라(경남지방)의 31과 65종 보다는 많은편이며 이들 가운데 대부분의 잡초가 수도수량에 영향한다고 보아야 할 것이나, 그중 발생량이 많거나 수도의 수량에 크게 영향한다고 믿어지는 주요잡초들에 대해서 그 분포 상향을 보면 열대지방과 온대지방간의 지역분포에 차이가 있으나

이들중 우점잡초(優點雜草)에 속하는 피, 방동산이 및 물달개비등의 1년생 잡초는 열대에서 온대에 이르기까지 광범위하게 분포되고 있음을 알수있다. (표 1)

2. 잡초의 발생과 수도의 수량

잡초의 발생이 수도의 수량에 주는 영향은 잡초의 종류는 물론 잡초 및 수도의 생육조건과 토양기상조건에 따라 그 피해정도도 달라진다. 즉 동일한 잡초의 동일한 발생밀도에서도 조건에 따라서 수도가 받는 피해정도는 달라진다. 따라서 “몬순” 기후의 영향을 받는 열대지방과 온대지방간에는 잡초와 수도의 경합정도에 차이가 있음을 생각할수있다. 작물과 잡초가 혼생하고 있을때 서로 경합하고있는 성장요소는 일반적으로 물, 양분, 및 햇빛의 3요소로 알려져있다. 그러나 수도작에서는 물에대한 경합을 무시할수 있으므로 이경우에는 햇빛과 양분이 경쟁의 주 원인이 될것이다 이들 양요인은 서로 관련되어 있으므로 각각 독립적으로 분리시켜 설명하기는 곤란하나 편의상 나누어 잡초의 유형별로 그 특징을 살펴 지역간의 차이를 보기로 한다.

가. 햇빛에 대한 경합

잡초가 수도에 대해 햇빛의 경합을 이루키는 정도는 잡초의 초기생육의 양부(良否), 초형등에 따라 다를것이나 결국 경합상태에 놓여진 잡초가 도달하는 초고(草高)가 문제된다. 담잡초 중에는 물달개비, 마디꽃 쇠털굴등과 같이 초고가 별로 높지않은 잡초와 피, 방동산이류와 같이 수도와 동일하거나 그 이상의 초고를 갖는 잡초가 있다. 그럼 1은 열대지방(필립핀)과 온대지방(일본)에 있어서의 수도단일 및 잡초혼합 군락을 생산구조도로서 비교해본것이다.

지역간의 차이를 수잉기(잡초의 개화기)에 있어서이 군락내부의 조도(照度)를 군락 중층에서 비교해보면 무잡초구에 비해서 물달개비 주체군락에서는 열대지방

에서 약간차이가 있을뿐 온대지방에서는 거의 차이가 없으나 (50%내외) 피 발생구에서는 온대 열대를 막론하고 투광율이 불과 25% 내외로서 아주낮다. 특히 열대지방의 피는 온대의것보다 초고가 약 50cm나 더 크므로서 수도의 생육에 미치는 영향이 훨씬 클것 보여주고 있으며 이는 동일한 조중에 있어서도 열대지방의 잡초의 생장이 온대지방보다 빠른데 기인하는 것이다.

[피의 평균 성장량: 3cm/1일 (필립핀)]

나. 질소 양분에 대한 경합

생육초기에 아직경합이 개시되지 않은 시기에는 잡초의 유무에 관계없이 수도가 흡수하는 질소량에는 변화가 없다. 즉 잡초가 존재하고 있을때는 잡초가 흡수한 질소량만 큼 군락전체의 흡수 질소량은 증대하고 있는것이다. 그후 지하부에 있어서 경합이 심해짐에 따라 수도가 흡수하는 질소량은 감소하여 군락전체의 흡수질소량은 잡초가 발생하지 않았을 때의 수도의 흡수질소량에 가까워진다. 필립핀과 우리나라간엔 수도와 잡초의 지상부전질소 농도의 차이를 비교해보면 표 2와 같다.

표 2. 지역별 식물체내의 질소 농도

식물별	지역별	전질소농도
수도	필립핀	1.8
	한국	1.4
물달개비	필립핀	2.7
	한국	2.8
피	필립핀	1.3
	한국	1.4

조사시기: 출수기(개화기)

조사장소: 필립핀; IRRRI

한국; 영남작시

필립핀이나 한국을 막론하고 피의 질소 농도는 수도와 대체로 같은정도이나 물달개비는 수도보다 훨씬높다. 즉 식물체내 전질소 농도는 지역적인 차이는 거의 없으나 잡초의 조종간 차이는 명백히 인정된다. 이러한 사실은 잡초의 종류가 다르면 비록 동일한 잡초중량에서도 질소에 대한 수도와의 경합정도는 달라진다는것을 지적하는것으로 따라서 질소에 대한 경합의 조종간 차이도 현재까지 시험결과에서 동일한 잡초중량을 기준으로 보았을때는 물달개비가 피보다 수도에 미치는 영향이 크다고 말할수 있겠으나 잡초가 흡수한

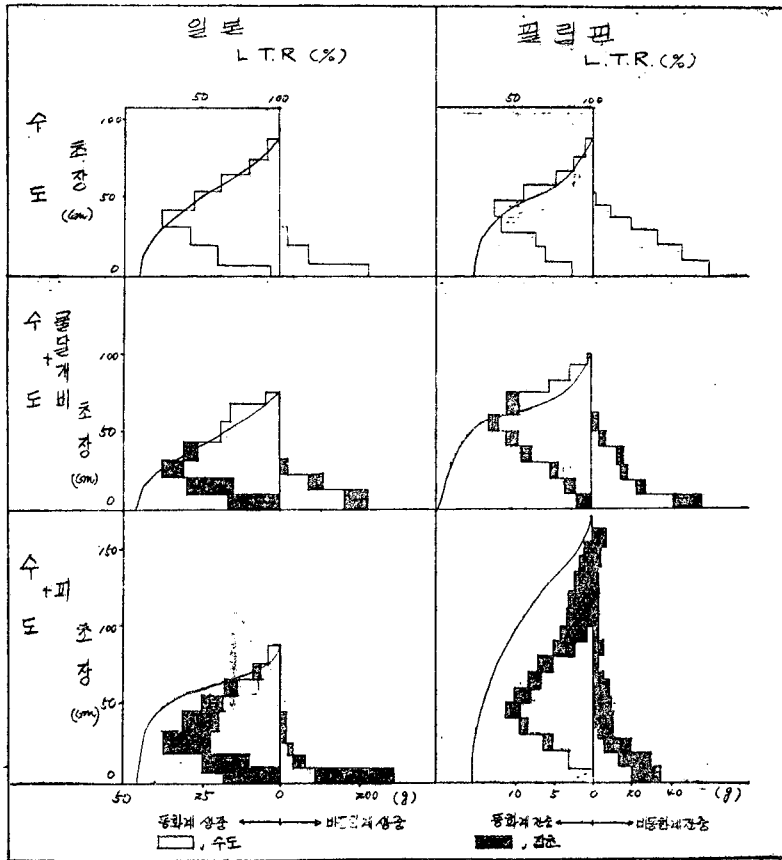


그림 1. 지역별 수초 및 잡초 혼합 군작의 생산구조도.

질소량의 동일단위량으로 본 수초에 주는 영향은 잡초의 총 군락중량이 문제가된다.

다. 잡초의 발생량과 수초의 수량

경합의 요인을 햇빛과 양분으로 보아왔으나 수초의 생산량은 경합의 과정에서 잡초가 양분, 햇빛등의 생육요소를 박탈 이용하는 량과 그시기에 의해서 규제되는것이라 할수있다. 그러나 실제로는 생육량의 시간적인 변화보다는 경합의결과 생김현상이 더 중요시되는 경우가 많다. 인위적으로 설치된 잡초의 발생량이 많은 조건하에서 수초와 잡초의 혼합군락내에 있어서의

잡초건물중 생산량과 수초 수량과의 관계를 표 3에 나타내어 보면

표 3. 잡초의 종류가 수초수량에 미치는 영향

군락의 종류	잡초중량(출수기) g/m^2				수초수량	
	한 국		필 리 핀		한국 필리핀	
	외 물달개비	외 물달개비 + 기타	외 물달개비	외 물달개비 + 기타		
수 초	0	0	0	0	6102	8535
수초+물달개비	0	52	0	129	5902	7578
수초+피+물달개비	60	75	1,206	37	4835	1094

필리핀의 경우 물달개비군락은 피와의 혼합군락에 비해서 건물중은 10%에 불과하며 혼합군락에 있어서의 잡초건물중은 거의피로서 점유된다. 따라서 잡초개체당 건물생산량은 피가 물달개비보다 훨씬 낫지만 아니라 수도의 수량에 미치는 영향도 피가 물달개비보다 훨씬 컸다. 이러한 경향은 한국에서도 찾아볼수있으나 크 정도는 열대지방이 온대지방보다 훨씬 큰 것으로 믿어진다 이와같이 열대지방에서도 피의피해가 가장 심한것은 사실이며 또 잡초의 화학적 방제면에서도 물달개비 등 대부분의 넓은 잎을 가진 잡초는 Phenoxy계 제초제로 용이하게 방제할수있다는 점으로 미루어 1년생 잡초중에서는 피가 가장 문제시 되고있는 것이다.

3. 잡초의 방제방법

잡초의 방제방법을 생태적방제 기계적방제 화학적방

제의 3가지로 나누어본다면 열대지방에서는 전갈한바와같이 아직도 대부분의 농민이 기계적방제방법에 의존하고있는 실정이다. 이지역의 수도는 대부분이 우기(雨季)에 재배되고 있으므로 재배기간중 빈번한 강우는 논의 수심을 깊게하여 습생잡초의 발생을 억제하는 효과가 클때가 많다. 그러나 이는 자연발생적인 현상으로서 계획적인 생태적 방제와는 다르며 심수근인한 수도의 생육에 주는 영향이 오히려 크다.

가. 기계제초와 화학적 방제의 효과

손 및 소형 기계제초시에 소요되는 노임과 제초제 및 기계적방제 수단을 복합시킨 몇가지의 방제체제의 효과를 비교하기위해 1965년에 필리핀의 2개 연구소(IRRI 및 Iloilo)에서 수행된 시험결과를 보면 손으로 제초하는 경우에 가장 많은 노임이 소요되는 반면 량도 가장 많았었다. (표 4)

표 4. 잡초방제 방법에 관한 시험

1965, Iloilo (필리핀)

처 리 내 용	잡초중량 g/plot	제초시간 man-hr/ha	제초비용 kg/ha	정 조 수 량	
				조 수 익 kg/ha	순 수 익 kg/ha
1. 손제초 (2회)	3	178+100	486	4032	752
2. 손 + MCPA(1.0kg)	4	(178)+11	365	3850	691
3. MCPA(1.0kg)+손	6	11+94	219	3837	824
4. propanil(3.0kg)+MCPA(1.0kg)	11	22	493	3815	528
5. 손제초 (1회)	4	167	292	3785	699
6. propanil (3.0kg)	11	11	439	3684	450
7. 제초기 × 손	3	67+144	369	3631	468
8. Dichlobenil	12	11	229	3587	564
9. Dichlobenil+MCPA (1.0kg)	12	11+11	162	3328	372
10. 제초기 + MCPA (1.0kg)	14	(67)+11	136	3276	346
11. 제초기 (1.0kg)	10	(67)	117	3243	332
12. MCPA (1.0kg)	57	11	54	3224	376
13. Thioobenzamide (0.75kg)	43	11	124	2215	297
14. Dichlobenil (0.75kg)	14	11	124	3129	211
15. Thiobenzamide (1.50kg)	17	11	229	3037	14
16 2,4-D ester (1.0kg)	28	11	54	2876	28
17. 무 제 초	65	0	—	2794	—
LSD .05		21g		636kg	

그러나 제조비용을 제한 순수익은 Iloilo에서는 MCPA+손제초가 가장 높고 IRRJ에서는 MCPA+제조기 혹은 2,4-D+제조기의 체계가 손제초와 함께 가장 높은 수익이 있음이 밝혀졌다.

이러한 현상은 열대지방에서도 종래의 손 및 기계제초에 의존하던 체계에서 벗어나 제조제를 도입한 새로운 잡초방제 체계확립의 가능성을 보여주는 것이며 부분적으로나마 필리핀의 경우 기업농가에서는 점차적으로 제조제를 이용한 제조체계를 도입중에 있음은 이를 뒷받침 해주고 있다.

나. 제조제에 의한 잡초방제

전술한바도 있거니와 대부분의 동남아시아 열대지방

의 농민들은 제조제를 이용한 수도작 잡초방제 기술의 도입은 고려하지 않고 있는 실정이나 1962년 필리핀에 국제미곡연구소가 생긴 이래 현재까지 수백종에 달하는 제조제 및 혼합제들을 대상으로 그효과를 광범위하게 시험하여 왔으며 이를 바탕으로 태국, 인도, 인도네시아, 세이론 및 마레이시아 등지에 이르는 동남아 여러지역에서도 많은 시험 연구가 계속 되어 왔다.

1. 신제조제의 효능검정

열대지방에서 현재까지 필리핀 (IRRI)을 비롯한 동남아 여러나라 농사 시험장의 연구결과 수도작에서 그 효과가 인정된 제조제는 표 5와 같으며 주로 1년생 광엽잡초 및 방동산이류의 방제를 위한 Phenoxy (2,4-D

표 5. 수도에 있어서의 제조제

분 류	제 초 제 명	상 품 명	화 학 명 (유효성분)
출 문 형 제 초 제	2,4-D MCPA (MCP) 2,4,5-T	수백종의 상품 명이 사용되고 있음	2,4-dichlorophenoxy acetic acid 2-methyl-4-chlorophenoxy acetic acid 2,4,5-trichloro phenoxy acetic acid
비선택성 제 초 제	PCP paraquat DNBP (dinoseb)	PENTA CADE PAMCON GRAMOXONE PREMERGE	pentachlorophenol 1,1-dimethyl-4, 4-bipyridylum dichloride 4,6-dinitro-osec-butyl phenol
선택성 제 초 제	propanil (DCPA, DPA) Moilnate EPTC pyriclor Dichlobenil (DBN) NPE (NIP)	STAM F-34 ROGUE SURCOPUR ORDRAM EPTAM DAXTRON CASORON TOK	3,4-dichloropropionanilide s-ethylhexahydro-1 H-azepine-1-carbothioate ethyl-N, N-di-propylthiolcarbamate 2,3,5-trichloro-4-pyrid-inol 2,6-dichlorobenzonitrile 2,4-dichlorophenyl-4-nitro phenyl ether

MCP)계 제조제와 토양처리제 (PCP)로서의 비선택성 제조제 및 제피를 위한 화분과 속간선택성제조제 들로 되어 있다. 또 최근 EPTE/MCPA, Pyriclor/MCPA 등의 혼합제를 비롯하여 CP 53619, CP 57177 및 CP 56250 등의 새약제들의 효과도 크다는 것이 인정 되었다. 이상과 같이 많은 종류의 새로운 제조제가 이양재 배 혹은 직파재배 수도의 잡초방제에 큰 효과가 있음에도 불구하고 아직이지역 농민들에게 잘 이용되지 않고 있는 실정이며 빠른 보급을 위해서는 약제가 구비해야 할 몇가지 조건 즉 ① 약제의 사용방법이 간편해야 한다. ② 사용적량 및 적기의 허용한계 범위가 가

급적 넓을것 ③ 약해 및 독성이 낮어야 할것. ④ 담수 조건에서도 사용이 가능할것. ⑤ 기타 농약(비료)과의 혼합이 가능할것. ⑥ 수화제 보다는 입제일것. ⑦ 값이쌀것 등 여러가지 문제점이 남아있는 것이다. 그러나 이러한 문제점도 이지역 농민의 소득이 향상되고 또 지식수준이 높아짐에 따라 제조제 이용의 전망은 밝아질 것이라 믿어진다.

2) PHENOXY계 제조제의 조기사용

Phenoxy계 제조제인 2,4-D. MCPA 등은 광엽잡초에 효과가 큰 선택성 제조제로서 온대지방은 물론 열대 지방에서도 널리 알려져 왔으나 최근 1966년에 IRRJ

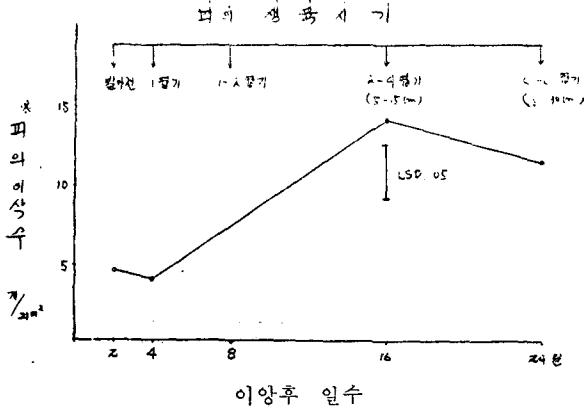
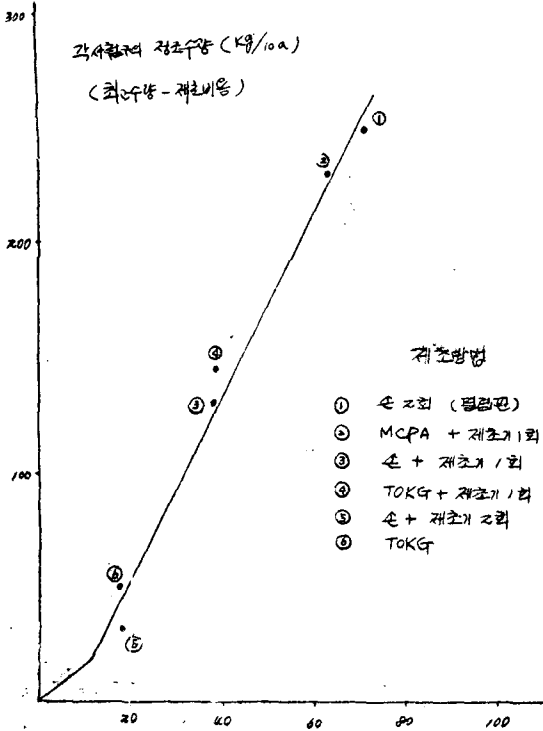


그림 2. Phenoxy계 제초제의 담수처리 시기가 피의살초 효과에 미치는 영향(1966, IRI) $\sqrt{x+1}$ 로 변형한 숫자

시판이 가능하게 되었으며 이러한 결과는 태국 및 기타 여러 동남아시아 지역에서도 검토되고있는 실정이다.

4. 인력 제초제의 비용과 제초제 사용

일반적으로 인력제초의 비용과 제초제의 사용량과는



잡초에 의한 감수량 (%)

$$\left(\frac{\text{최고수량} - \text{무제초수}}{\text{최고수량}} \times 100 \right)$$

그림 3. 지역별 제초비용에 대한 수량증가와 잡초에 의한 감수량과의 관계에서 3,4-D Na,

2,4-D IPE(isopropyl ester), 2,4-D amine salt 및 MCPA—K등 몇가지의 Phenoxy계 제초제의 사용시기를 구명하는 시험결과(그림 2) 이양재배에 있어서 이들 제초제의 조기사용으로 광엽잡초는 물론 화분과 잡초인 피에 대한 살초효과가 클 뿐만 아니라 수도의 약해도 거의 없다는 사실이 발견된 이래 이에 대한 연구는 계속되어 1969년에는 2,4-D IPE의 입제를 개발하여 이양재배 수도의 잡초발생전(이양후 4일내외)에 담수상태의 조건에서도 사용 할수 있도록 하므로써 현재 필리핀에서는 적어도 인력제초

1회 비용의 절반 이하에 해당하는 월값에 정비례 한다고 볼수 있다. 즉 인력제초의 비용이 높아질수록 제초제의 사용량도 증가 할수 있는 것이나 인력제초의 비용의 고저는 2개의 측면에서 고찰 되어져야 한다는 것이다. 그 첫째는 무제초 상태의 논에 비해서 어느정도 제초효과를 높이느냐에 따라 동일 임금 수준에서도 제초비용은 달라질것이기 때문이다. 한편 아무리 제초 작업을 정밀하게 하더라도 증수 효과가 적은 경우라면 상대적으로 순수익은 떨어지므로 제초의 효과도 저하된다.

그림 3은 필리핀(IRRI)과 한국(영남작사)의 시험장 성적에서 순수익이 가장 높았던 제초방법과 잡초에 의한 감수량 간의 관계를 각각 비교해본 것으로 잡초에 의한 감수량이 높은 필리핀이 감수량이 적은 한국보다 제초 효과가 크다는 것을 의미하여 양국간에 임금 수준이 동일 하다는 가정 하에서는 필리핀과 같이 잡초 피해가 심한 열대지방보다 제초제의 이용도가 높아질 가능성을 있음을 시사 해주고 있다.

두째로는 제초 소요시간을 동일 하게 하여 동일한 제초효과를 얻으려고 할 때에 있어서의 제초비용의 차이로서 이것은 농업 임금이 의해서 결정된다. 따라서 농민이 지불 할수 있는 제초제의 가격은 임가와 밀접한 관계를 갖는다. 이관치를 Price map (Ruttan & Moomaw, 1963)를 인용 설명해 보면 노임이 일당 250원인 농민이 210원/10a의 돈을 제초제를 구입 하기 위해 지불 할수 있다고 하면 360원을 받는 농민은 315원/10a 정도는 지불할수있는 제안이 된다. 반대로 극단으로 임금이 싸서 일당 140원 인 경우를 가정하면 농민은 88원/10a 이상은 제초제 구입을 위해 지불 할수 없다는 결

론에 이른다.

이와 같이 농민이 제초제 구입을 위해서는 지불 할 수 있는 금액의 한계에 대해서 일반적으로는 노동력의 부족 현상은 김매는 방법의 선택 방향으로 움직이게 하고 노동력이 풍부하고 더우기 자가 노동력이 위주가 되는 때에는 임금에 비해 안정된 가격의 제초제를 구

입할수 있는 조건에서도 손으로 김매기를 하는 경우가 많아진다. 이상 지적한 두가지 문제가 열대지방에서의 제초제 사용의 전망이 좋으면서도 현재까지 널리 보급 되지 못하고 있는 가장 큰 원인이라 할수 있을 것이다.