

栽培樣式에 따른 數種 除草劑에 대한 벼와 피의  
解剖形態的 反應差異. Ⅲ. Propanil에 대한 反應差異

千相旭 · 具滋玉 · 鞠龍仁<sup>1</sup>

Morphological and Anatomical Response of Rice and  
Barnyardgrass to Herbicides under Various Cropping Patterns.

Ⅲ. Response to Propanil

Chon, S.U., J.O. Guh and Y.I. Kuk<sup>1</sup>

ABSTRACT

Propanil [N-(3,4-dichlorophenyl) propanamide] which was applied at 4,200g ai/ha postemergence 7 days after seeding or transplanting, completely reduced the growth of shoot and root of barnyardgrass at 100% under dry condition while plant height, root length and shoot fresh weight of barnyardgrass at 63, 40 and 78%, respectively under water condition. On the other hand, the herbicide did not affect the growth of shoot and root of rice grown under water condition and transplanting condition, but reduced the plant height, root length and shoot fresh weight of broadcast rice on soil at 24, 18 and 28%, respectively, under dry condition. Microscopically, the epidermal cells of treated-barnyardgrasses under both conditions were severely constricted, chloroplasts in the cells of vascular bundle sheath were partially lacked, and mesophyll cells were often ruptured, whereas those of treated-rice were not affected. Histological observations showed that propanil reduced the thickness of leaf blade of barnyardgrass under both conditions at 36-48% due to mainly reduction and constriction of mesophyll cell, while it did not affect or even increased the thickness of leaves of rice under all conditions compared to control. These results indicate that broadcast rice on soil were more injured than drilled rice in soil under dry condition, however, in the other tested conditions rices were not affected.

Key words : Propanil, morphological and anatomical responses, rice, barnyardgrass

緒 言

직파재배에서 체계처리에 의한 잡초방제가 불가피함으로써 기존의 이앙재배에서 구사되고

고 있는 중후기경엽처리제에 대한 직파조건  
의 벼와 피의 약해반응 및 제초효과가 검토되어  
져야 할 것으로 본다. 알려진 바 피를 중심으  
로 한 화본과 잡초는 광엽 및 사초과 잡초보  
다 더 벼의 수량감소에 더 큰 영향을 주며<sup>24)</sup>

<sup>1</sup> 全南大學校 農科大學(Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.)

<1996. 5. 29 접수>

Arkansas 한 연구에 의한 피가 m당 50본씩 벼 품종 Newbonnet와 Lemont와 함께 재식된 결과 두 벼품종의 수량이 각각 68% 및 65% 감소를 초래하였다고 보고 하듯<sup>24)</sup>, 우리나라를 비롯한 주요한 수도작지에서 가장 우점되고, 경합력이 큰 잡초종으로 보고 되고있다<sup>9,12,25)</sup>. Propanil은 광합성 저해형의 접촉형 경엽처리 제초제로서 처리된 감수성 식물에서 잎의 괴사현상이 전형적인 외증으로써<sup>18)</sup>, 화본과 잡초, 특히 피를 4엽기까지 탁월하게 방제하며<sup>21,27)</sup> 이양은 물론 담수직파재배<sup>1,28)</sup> 및 건담직파재배<sup>7)</sup>에서 단제 및 tank mixture<sup>22,23,26,29)</sup>로 현재 사용되고 있는 제초제이다. Propanil은 서로 상이한 대사작용을 가진 벼와 피의 탁월한 속간선택성에 기인한 제초활성을 나타내며<sup>11,30,32,33)</sup>, 내성을 보인 벼에서는 흡수된 propanil을 벼에는 약해가 없는 3,4-dichloroaniline으로 가수분해시키는 효소 aryl acylamidase가 활성을 띠어 벼와 화본과 잡초간의 생리적 선택성을 발휘하는 것으로 보고되어 있다. 따라서 감수성의 피와 대부분의 화본과 잡초에서는 거의 낮은 양의 효소가 존재하므로 어린 피의 앞에서 보다 어린벼 앞에서 효소 활성이 60배 가량 높다고 보고된 바 있다<sup>11)</sup>. 그러나 직파재배 전파로 인해 체계 처리는 물론 다른 광엽 및 사초과 잡초들에 대한 동시 방제를 위해서는 단제보다는 잔류형 제초제 bifenoxy, butachlor, oxadiazon 및 thio-bencarb 등과 같은 조합처리가 더욱 효과적이고 살초폭이 넓은 방제를 기대할 수 있는 것으로 보고된 바 있다<sup>22,23,29)</sup>.

직파재배에서 벼와 피는 파종 후 토양처리 (Acetamide系)한 결과 본질적인 선택성은 인정되지 않지만 처리층이 벼의 생장점위치 위에만 형성되면 벼의 약해는 경감되거나 없게 되나 피는 발생심도와 거의 무관하게 생장점이 처리층에 쉽게 노출되어 완전방제가 가능하다는 보고들<sup>13,14)</sup>이 있다. 이와 같이 처리층 또는 파종위치 등에 따른 경종적 방법, 직파묘, 치묘 및 중묘 등과 같은 작물연령, 건담, 담수직파 및 이양 등과 같은 재배양식 또는 환경에 따라서 제초제의 약해 및 약효반응은 달리 나타나

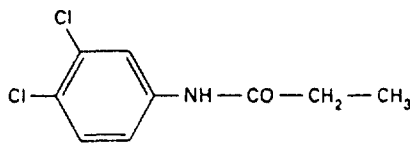
게 된다. 전형적인 경엽처리제에 대한 감수성 식물들은 경엽에서의 chlorosis 및 necrosis<sup>5,15,31)</sup>, 줄기에서 초장단축<sup>6,15)</sup> 등과 같은 외형적인 증상을 보이며, 세포단위에서는 세포배열이 불규칙해지고<sup>4,8,15,31)</sup>, 표피 및 엽육세포의 위축 및 파괴현상이 나타나고<sup>8,15)</sup>, 세포비대 등과 같은 기형세포의 출현<sup>4,8,15)</sup> 등의 현상을 나타낸다. 따라서, 본 연구는 기존의 이양조건과 건담 및 담수의 직파조건에서 벼와 피를 공시하여 propanil에 대한 기본적인 생장반응과 그에 따른 해부학적 반응차이를 검토할 목적으로 수행되었다.

## 材料 및 方法

논 토양(식양토)이 충전된 1/5,000a 플라스틱 pot에 건담(Dry condition) 및 담수조건(Water condition)을 만든 후 표면(Broadcast on soil surface) 및 토중(Drilled in soil)으로 건넵보관된 벼(품종 : 동진)와 피(강피)를 각각 20립 및 30립씩 파종한 후 피와 토중직파벼는 1cm 깊이로 복토하였다. 이양조건(Transplanting condition)에서는 8일묘(8-day-old seedling)가 pot당 5본씩 2cm 깊이로 이양되었고 경합배제를 위해 각기 단식으로 온실내에서 재배되었고, 모든 시험은 완전임의 배치법 5반복으로 수행되었다. 시비는 관행에 준하여 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=7-4-5kg/10a (질소 50% 기비)으로 하였고 주간 28±2℃ 및 야간 21±1℃로 온도를 유지시켰고 광은 자연 광의에도 보광을 위해 Halogene metal 등(20,000 lux 이상)을 설치하여 매일 14시간 동안 유지시켰다.

파종 및 이양 후 7일째에 Propanil 유제(35%)를 4,200g ai/ha 약량으로 경엽처리(표 1)하여 처리 후 10일째 식물체를 채취하여 초장, 근장 및 지상부 생체중을 측정하였고, 해부학적 반응차이를 검토하기 위해 채취된 처리별 경엽 및 줄기의 기저부위를 8mm 정도로 절단한 후 FAA 용액(Formalin : Acetic acid : Alcohol : Distilled water = 15 : 10 : 35 : 40)(v/v)에 24시간 동안 고정 후 알콜과정에서 탈수시켜 alcohol + xylene의 여러 혼합액에 투명화시킨 후 paraplast로

**Table 1.** Information of herbicide used in the experiment<sup>32)</sup>

Common name	Propanil
Compound	Acylamide
Chemical name	N-(3,4-dichlorophenyl)propanamide
Structural formula	
Formulation	35% EC
Vapor pressure	$9 \times 10^{-5}$ mmHg at 60°C
Solubility	225ppm(water at 20°C)
Rate	4,200g ai/ha

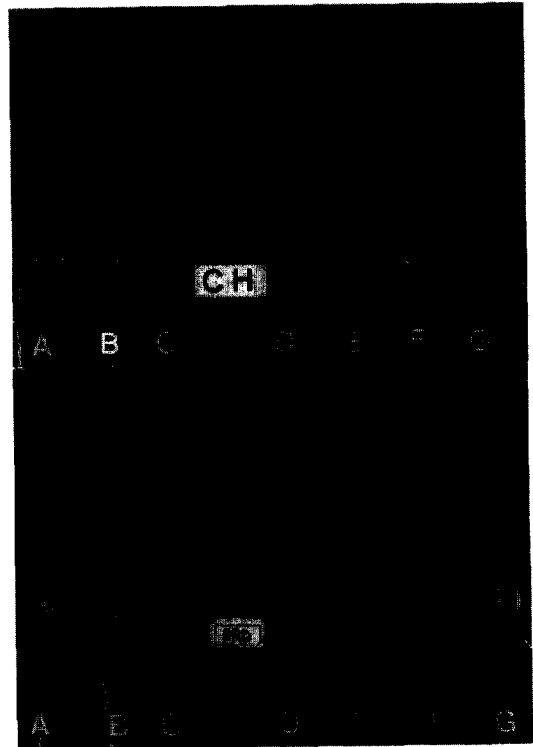
72시간 동안 침투과정을 거쳐 embedding 하였다<sup>10,16,17)</sup> 조직절편은 steel knife가 장진된 rotary microtome에 8 $\mu$ m 두께로 횡단하여 0.5% safranin 수용액(w/v)과 0.5% fast green 95% alcohol 용액(w/v)에 대조염색한 후 100배 및 400배 현미경에서 줄기 횡단부의 엽시원체와 엽신의 해부학적 변화를 관찰하고, 엽육세포층 및 총엽신의 두께를 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 生長反應 差異

Propanil 처리 후 10일째 벼의 외부형태적 증상은 건답(사진 1-A, B), 담수조건(사진 1-E, F) 및 이앙조건(사진 1-G)에서는 크게 나타나지는 않았으나 피는 처리후 3일째부터 건답조건(사진 1-C)에서 완전한 피사현상이 나타났고 담수조건(사진 1-D)에서는 엽선단이 고사되고 신엽이 더 이상 분화·전개되지 않는 침엽상태로 생장이 정지되어 있는 증상을 보였다. 이런 결과는 다른 보고<sup>5,15,31)</sup>들에서도 언급한 바와 같은 증상들이었다.

초장 및 근장을 측정한 결과 피의 초장과 근장은 건답조건에서 각각 100% 억제되어 고사되었으나 담수조건에서는 63% 및 40% 각각 억제되었다. 그러나 건답조건의 벼의 초장과 근장은 표면벼에서 각각 24% 및 18% 억제되



**Plate 1.** Photographs showing propanil effect on rice and barnyardgrass under various cropping patterns at 10 days after foliar application. (Application timing : 7 DAS). Broadcast rice on soil(A), drilled rice in soil(B) and barnyardgrass(C) in soil under dry seeded condition, broadcast(E), drilled(F) rice and barnyardgrass(D) under water seeded condition and 8-day(G) seedling under transplanting condition.

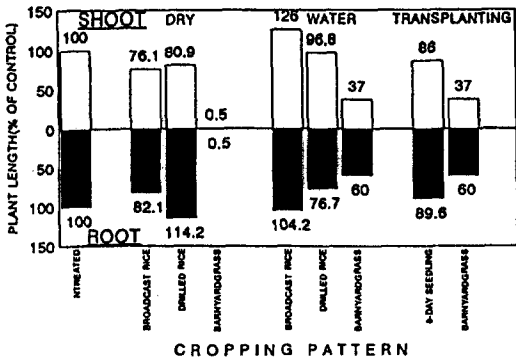


Fig. 1. Effect of propanil on plant height and root length of rice and barnyardgrass at 10 days after application. Application timing : 10 days after seeding.

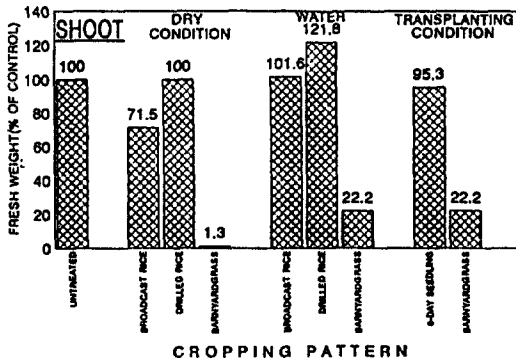


Fig. 2. Effect of propanil on shoot fresh(g/plant) of rice and barnyardgrass at 10 days after application. Application timing : 7 days after seeding.

었고, 토중벼에서는 초장은 20% 억제되었으나 근장은 오히려 14% 증가하였다. 담수직파조건 하에서는 표면벼는 초장 및 근장 모두 26% 및 4% 증가하였다. 토중벼는 초장의 경우 무처리와 유사하였으나 근장은 23% 억제되었다. 한편 이앙 8일벼의 초장 및 근장은 각각 14% 및 10% 경미한 억제를 보였다(그림 1).

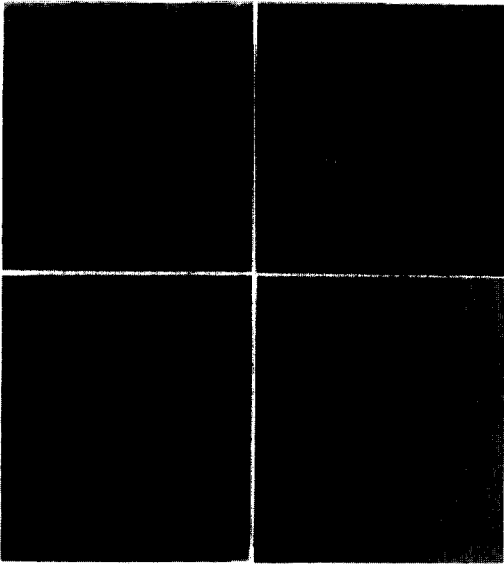
지상부 생체중을 측정할 결과, 피는 역시 건답조건에서 100% 완벽한 억제를 나타냈으나, 담수조건에서는 78% 억제되어 건답보다 낮은 억제율을 보였다. 한편 벼는 건답조건에서 표면 파종 벼의 경우 28% 억제되었으나 토중벼는 큰 영향을 받지 않고 무처리와 유사한 반응을

보였다. 담수조건인 경우 표면 파종벼는 무처리와 유사한 생체중을 보였고, 토중 파종벼는 무처리에 비해 22% 증가하는 경향을 보였으며 이앙벼는 무처리와 거의 유사한 반응을 보였다(그림 2).

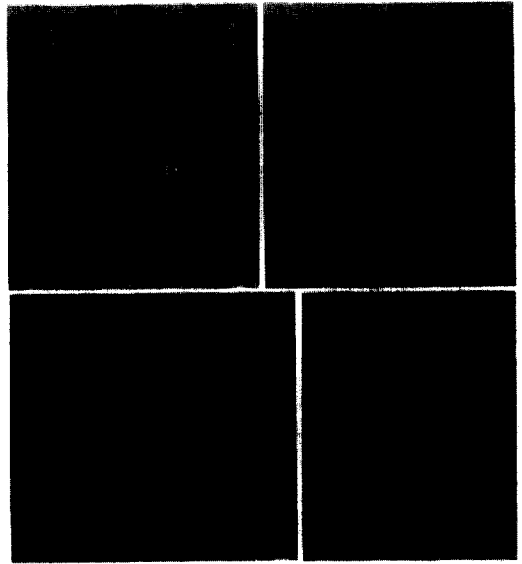
피에 대한 propanil의 억제효과는 건답조건에서 완벽하였으나 담수조건에서는 다소 낮은 억제율을 보여 담수상태하에서의 propanil의 활성이 다소 저하되었음을 나타냈다. 한편 propanil에 의한 벼의 생장은 담수조건에 비해 건답조건에서 다소 억제경향이 더 컸으며, 토중벼보다는 표면벼에서 지하부보다는 지상부생장에서 그 정도가 더 큰 것으로 나타났다. Seamam<sup>2)</sup>과 다른 연구자들<sup>3,19)</sup>의 보고한 바에 따르면 건답조건 보다 담수상태에서 토양처리제에 의한 약해유발 가능성이 크다는 결과와는 달리, 본 연구는 propanil을 경엽처리한 결과로서 담수상태보다는 수분결핍의 조건인 건답에서 벼에 대한 약해가 큰 것으로 나타났고, 같은 조건의 환경이라 하더라도 종자의 파종위치에 따른 차이에 근거하여 약제처리층에 노출되기 쉬운 표면 파종벼가 약제 처리층 아래에 위치한 토중 파종벼에 비해 생장억제율이 크게 나타난다는 보고들<sup>2,3,13,14)</sup>과 유사한 결과를 보였다. 한편 피의 방제는 건답에서 탁월하였으나 담수조건에서는 propanil 활성저하로 인한 낮은 방제가 예상되므로 완전한 배수에 의한 약제처리와 surfactant 등을 이용한 효율적 제초제 처리가 요구되어야 할 것으로 본다.

## 2. 解剖學的 反應差異

줄기를 횡단하여 엽시원체 및 엽초를 관찰한 결과 벼의 경우 공시된 전 재배조건에서 큰 변화는 인정되지 않았으나 피는 엽시원체 및 엽초의 생장 정지 및 위축현상 등으로 나타났다. 엽신을 횡단하여 최외부 보호조직인 표피세포(EP), 내부 광합성조직인 엽육세포(MC) 및 유관속통도조직인 유관속초세포(VBS)를 관찰한 결과 두 조건의 벼와 이앙 8일벼의 엽신에서는 뚜렷한 해부학적 변화가 관찰되지 않는 무처리(사진 2)와 유사한 반응을 보였다(사진



**Plate 2.** Cross sections of leaves of untreated rice (A, B) and barnyardgrass(C, D) seedlings under grown dry(A, C) and water condition (B, D) 17 days after seeding. EP : epidermal cell, MC : mesophyl cell, VBS : vascular bundle sheath cell. The bar represents  $1 \mu\text{m}$ .



**Plate 3.** Cross sections of leaves of propanil-treated rice(A, B) and barnyardgrass(C, D) seedlings under grown dry(A, C) and water condition(B, D) 10 days after application. EP : epidermal cell, MC : mesophyl cell, VBS : vascular bundle sheath cell. Arows show constricted EP, lacked chloroplast in VBS and partially ruptured MC. Bars represents  $1 \mu\text{m}$ .

3-A, B). 그러나 건담조건의 피는 표피세포가 심하게 위축되고 엽육세포의 팽압이 상실되고, 유관속초세포내의 엽록체의 파괴 및 소실이 관찰되었다(사진 3-C).

담수조건에서 피는 유관속초세포를 제외한 엽육 및 표피세포가 부분적으로 파괴되고 엽신의 두께가 유의적으로 현저하게 감소되었다(사진 3-D). 한편 각 처리별 엽육세포층 및 총엽신의 두께를 측정한 결과 건담조건의 두배의 엽육 및 엽신 두께는 무처리와 유사하거나 오히려 10~19% 증가하는 경향이었고 담수조건에서는 27%에서 57%까지 크게 증가되었다. 그러나 이양벼의 경우는 무처리와 거의 유사한 경향이였다(표 2).

한편 피의 엽육세포층 및 엽신의 두께는 두 조건에서 엽육세포층이 53~55% 총엽신의 두께가 36~48% 각각 감소되는 경향을 보여 두 표피세포사이 엽육세포층의 위축 및 파괴로 인한 감소가 총엽신의 두께 감소에 크게 영향

을 준 것으로 판단된다. 이러한 결과 역시 다른 종류의 제초제 처리결과에서도 유사한 반응을 보였는데 감수성 식물의 경우 세포단위에서 표피 및 엽육세포의 위축현상<sup>2,3,8,15,31)</sup> 및 부분적 파괴현상<sup>2,3)</sup>, 유관속초세포내의 엽록체 소실<sup>5,8,15,31)</sup> 및 엽육세포의 팽압상실에 의한 엽신의 두께 감소<sup>8)</sup> 등이 각각 보고되었다.

결과적으로 직파재배지에서 propanil 약해 가능성은 이양재배에서 보다는 직파재배에서, 동일직파재배라 하더라도 담수조건보다는 건담조건에서, 토중과중벼보다는 포면 과중벼에서 더 커질 수 있으며, 피에 대한 방제가 담수조건에서 불만족스러운 경향이 있으므로 이에 대한 대책이 뒤따라야 할 것으로 보며, 최근의 몇몇 보고에서 propanil에 대한 저항성을 가진 피 변종의 출현을 밝힌 바 있듯이 본 연구에 이어 계속되는 다양한 피의 변종들에 대한 제초제 반응검토가 이루어져야 할 것으로 본다.

**Table 2.** Comparison in total leaf thickness and thickness of mesophyll cell layer of rice and barnyardgrass grown under various cropping patterns 5 days after propanil application.

Cropping pattern	Applied rate (g ai/ha)	Total leaf thickness (unit)	Mesophyll cell layer (unit)
<b>DRY CONDITION</b>			
Rice broadcast on soil	0	8.3 ± 0.6(100)*	5.6 ± 0.3(100)
	4,200	8.2 ± 0.6( 99)	7.9 ± 1.5(141)
Rice drilled in soil	0	7.3 ± 0.9(100)	6.4 ± 0.4(100)
	4,200	8.0 ± 0.4(110)	8.1 ± 1.4(127)
Barnyardgrass in soil	0	10.5 ± 1.4(100)	6.6 ± 1.3(100)
	4,200	6.7 ± 1.7( 64)	3.4 ± 1.2( 52)
<b>WATER CONDITION</b>			
Rice broadcast on soil	0	5.2 ± 0.9(100)	3.5 ± 0.5(100)
	4,200	6.2 ± 0.8(119)	5.5 ± 1.3(157)
Rice drilled in soil	0	5.4 ± 0.5(100)	4.6 ± 0.3(100)
	4,200	5.3 ± 1.2(102)	6.2 ± 0.8(135)
Barnyardgrass in soil	0	4.5 ± 0.5(100)	3.1 ± 0.1(100)
	4,200	2.1 ± 1.2( 47)	1.4 ± 0.1( 45)
<b>TRANSPLANTING CONDITION</b>			
8-day-old seedlings	0	7.2 ± 0.8(100)	5.0 ± 1.0(100)
	4,200	7.0 ± 1.0( 52)	5.0 ± 1.0(100)

\* Figures in parentheses are relative number(%) against untreated.

### 摘 要

파종 및 이앙 후 7일째 propanil 4,200g ai/ha를 다양한 재배양식에서 재배된 벼와 피에 경엽처리한 결과 피의 초장과 근장에서 건담조건인 경우 각각 100% 완전히 억제되었으나 담수 조건에서 경우는 63 및 40% 각각 억제되었다. 담수직파조건과 이앙조건인 벼의 초장과 근장은 무처리와 유사하거나 오히려 증가되는 경향을 보였으나 건담조건에서는 20~24% 억제를 보였다. 지상부 생체중에 있어서 피는 건담조건에서 100% 억제되는 반면 담수조건에서 78%가 억제되었다. 벼의 생체중은 건담조건인 표면파종벼에서만 28%로 상당한 억제가 있었으나 다른 재배양식에서는 무처리와 유사하거나 증가한 경향이였다. 광학현미경에서 해부학적 변화는 공시된 전재배양식의 벼에서는 관찰되지 않았으나 피의 경우에 있어서는 건담 및 담수 두조건 모두에서 심한 표피세포의 위축현상, 유관속초세포의 엽록체의 부분적 소실 및 엽육세포의 파괴현상이 각각 관찰되었다.

벼의 엽육세포층 및 총엽신의 두께는 무처리와 유사한 경향이거나 담수조건에서는 오히려 증가되었으나 피는 무처리에 비해 두조건 모두에서 엽육세포층의 두께 감소로 인한 총엽신두께가 36~48% 감소되었다. Propanil 배량 처리로 인한 건담직파벼는 토중벼보다는 표면파종벼에서 약해발생이 있었고 다른 재배양식의 벼에서는 안전한 경향이었고 피는 두조건에서 모두 탁월한 방제를 보이나 담수조건에서 피의 방제는 다소 불만족스러웠다.

### 引用 文 獻

1. Castin, E.M. and K. Moody. 1989. Effect of different seeding rates moisture regimes, and weed control treatments on weed growth and yield of wet-seeded rice. APWSS 12th Proc. I. :337-343.
2. 千相旭·具滋玉·金容在. 1994. 栽培樣式에 따른 벼와 피의 生長 및 解剖形態學的의 差異. IV. 栽培樣式에 따른 除草劑 Butachlor

- 에 대한 벼와 피간의 解剖形態學的反應差異. 韓雜誌 14(3):199-211.
3. 千相旭·具滋玉·權三烈. 1994. 栽培樣式에 따른 벼와 피의 生長 및 解剖形態學的差異. V. 栽培樣式에 따른 除草劑 Thiobencarb에 대한 벼와 피간의 解剖形態學的 反應差異. 韓雜誌 14(3):212-222.
  4. 千相旭·具滋玉·李榮萬·李度鎮. 1988. Bensulfuron 耐性 및 感受性 水稻品種間에 解剖學的 比較研究. 韓國雜草學會 8(3):219-236.
  5. Davis, D.G. and K.E. Dusbabek. 1975. Translocation and effects of perfluidone on cotton and yellow nutsedge. *Weed Sci.* 23(2):81-85.
  6. 藤田究·芝山秀次郎. 1988. 數鍾除草劑가水稻に及ぼあ形態的影響とジヌビヘルトの藥害輕減效果 藥害輕減效果 Bensulfuron-methyl とそのジヌビヘルト混合劑の形態的影響と苗の植付深度. 雜草研究 33(4):278-284.
  7. Grawford, S.H. and K.R. Carroll. 1985. Herbicide performance in drill-seeded rice. p.39. Southern Weed Science American Society.
  8. Guh, J.O., S.U. Chon., S.U. Han., and Y.I. Kuk. 1992. Anatomical difference in selectivity between paddy rice and weed species by mixture use of oxyfluorfen and bensulfuron. *KJWS* 12(2):132-143.
  9. Elmore, C.D. 1986. Weed survey-southern states. *Res. Rep. South. Weed Sci. Soc.* 36: 148-184.
  10. Esau, K. 1976. Anatomy of seed plants. 2th Edi. pp.550.
  11. Fear, D.S. and G.G. Still. 1968. The metabolism of 3,4-dichloro-propionanilide in plants. Partial purification and properties of an arylamidase from rice. *Phytochemistry(Oxf.)* 7: 913-920.
  12. Holm, L., J.V. Pancho, J.P. Herberger and D.L. Pluncknett. 1979. A geographical atlas of world weeds. John Wiley & Sons, New York.
  13. 石田精一·河林雄司. 1965.  $\alpha$ -chloro(or bromo) acetamide 系 제초제에關する研究. -乾田直播用 土壤處理劑としての實用性について-雜草研究 4:110-112.
  14. 石田精一·河林雄司. 1965.  $\alpha$ -chloro(or bromo) acetamide 系 제초제에關する研究. -作用特性-雜草研究 4:103-109.
  15. 行本峯子·洪田處二. 1985. 作用の藥害. 全國農村教育協會. pp.83-100.
  16. O'Brien, T.P. and M.E. McCully. 1981. The study of plant structure principles and selected methods. pp.280.
  17. Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique. 3th Ed. Iowa State Univ. pp.228.
  18. Schweizer, E.E., D.W. Lybecker, and R.L. Zimdahl. 1988. Systems approach to weed management in irrigated crops. *Weed Science* 36:840-845.
  19. Seaman, D.E. 1983. Farmer weed control technology for water-seeded rice in Northern America. pp.167-177 in Proc. Conf. Weed Control in Rice Int. Rice Res. Inst., Philippines.
  20. Shibayama, H. and K. Fujita. 1989. Morphological responses of rice plant to bensulfuron-methyl a new rice herbicide in Japan and their safening by combination with dimepiperate. 12th APWSS Proc.:119-125.
  21. Smith, R.J., Jr. 1974. Response of rice to postemergence treatment of propanil *Weed Sci.* 22:563-568.
  22. Smith, R.J., and K. Khodayari. 1985. Herbicide treatments for control of weeds in dry-seeded rice(*Oryza sativa*). *Weed Sci.* 33:686-692.
  23. Smith, R.J., Jr. 1981. Herbicide programs for weed control in rice. *Agric. Res. Results. (ARR-S-8)*. Sci. Ed. Admin. U.S. Dep. Agric. pp.52.
  24. Smith, R.J., Jr. 1988. Weed thresholds in southern U.S. rice, *Oryza sativa* *Weed Technol.* 2:232-241.
  25. Smith, R.J., Jr. 1977. Comparisons of herbicide treatments for weed control in rice Arkansas

- Agric. Exp. Stn. Rep. Ser. 233.
26. Smith, R.J., Jr., and J.E. Hill. 1990. Weed control technology in U.S. rice. pp.314-327 in B.T. Grayson, M.B. Green, and L.G. Copping, eds. Pest Management in Rice. Elsevier Sci. Pub. Ltd., U.K.
  27. Smith, R.J., Jr. 1983. Integrated weed management in rice in the USA. KJWS 3(1):1-13.
  28. 宋根萬 · 崔容造 · 金正教 · 孫吉滿 · 李裕植. 1987. 水稻直播栽培에 있어서 除草劑 處理 效果. 農試論文集(作物) 29(1):119-126.
  29. Stauber, L.G., P. Nastasi, R.J. Smith, Jr. A.M. Baltazar and R.E. Talbert. 1991. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and bearded sprangletop (*Leptochloa fascicularis*) control in rice (*Oryza sativa*). Weed Technology 5:337-344.
  30. Still, G.G. 1968. Metabolism fate of 3,4-dichloropropionanilide in plants: the metabolism of the propionic acid moiety. Plant Physiology 213:543-546.
  31. Swisher, B.A. and F.T. Corbin. 1982. Behavior of BAS-9052OH in soybean (*Glycine max*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) plant and cell cultures. Weed Sci. Vol. 30:640-650.
  32. Weed Science Society of America. 1989. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. Sixth Ed. pp. 301.
  33. Yih, R.Y., D.H. McRae, and H.F. Wilson. 1968. Mechanism of selective action of 3,4-dichloropropionanilide. Plant Physiology. 43: 1291-1296.