

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 對한 벼와 피間的
解剖形態學的 反應 差異
千相旭 · 具滋玉* · 權三烈**

Morphological Characteristics of Growth of Rice and Barnyardgrass under Various Cropping Patterns

V. Difference in Morphological and Anatomical Response to Thiobencarb
Chon, S.U., J.O. Guh*, and S.L. Kwon**

ABSTRACT

Thiobencarb retarded the growth of new leaves in only barnyardgrass under dry condition while under water condition the shoot growth of broadcast rice, and both shoot and root growth of barnyardgrass was considerably inhibited. Root elongation of rice and barnyardgrass was severely inhibited only under water condition, while that of transplanted rice was slightly inhibited. Inhibition of shoot and root growth in broadcast, drilled rice and barnyardgrass under water condition was much higher than that under dry condition, whereas the inhibition was less in transplanted rice than direct seeded rice. Microscopically, thiobencarb severely inhibited shoot growth and development of barnyardgrass by inducing tubular-like leaves. The cells of the shoot apices of treated barnyardgrass seedling under dry condition was vacuolated and irregularly arranged. Under water condition, leaf primordia of broadcast rice was constricted, barnyardgrass showed tubular-like leaves, inhibited apices elongation and vacuolated cells(visually lack cytoplasm).

Key words : cropping patterns, rice, barnyardgrass, Thiobencarb, morphological characteristics

緒 言

Thiobencarb (*S*-[(4-chlorophenyl) methyl] diethyl carbamothioate)는 Carbamate系 除草劑로서 수도작에서 피와 beared sprangletop (*Leptochloa fascicularis*)의 방제에 매우 유용한 약제^{5,9)}이며, 발아하는 잡초의 성장을 억제시키고^{9,21)}, EPTC (*S*-ethyl dipropylthiocarbamate)와 비슷한 作用機作으로서 옥신作用點에서 蛋白

質合成을 저해한다고 알려져 있다¹⁰⁾. 벼는 發芽부터 초엽까지 感受性을 띠며 그 이상 자라게 되면 耐性을 얻게 된다고 하며²⁷⁾, 一年生 單子葉植物의 형태적인 변화로서는 뿌리에 영향이 적은 반면 中莖伸長은 억제되고 짙은 綠色으로 잎이 변화되며 초엽속에서 구부러지는 현상이 나타난다고 하였다¹¹⁾. Shibayama 等²⁵⁾은 피와 sprangletop에 thiobencarb를 莖葉處理한 결과 두 종 모두의 地下部에는 영향을 주지 않았으나 전개되는 잎 內部的 新葉生長을 지연시키고 細胞의 肥

* 全南大學校 農科大學 (Coll. of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea)

** BASF 韓國支店 (BASF Korea Ltd., Seoul 100-094, Korea)

<1994. 9. 8 접수>

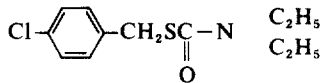
大, 液胞化 및 筒葉發生이 있었음을 보고하였다. 또한 展開하는 잎이 상처를 받게 되고 分葉始原體가 현저히 팽배해지며 생육이 억제되고 1-1.5 葉期에 처리하게 되면 제 1엽은 완전히 伸長하여 영향을 받지 않으나 제 2엽 신장은 有意的으로 減少되었으며 생장이 縱的으로 制限되었음을 보고하였다. Matsumoto 等¹⁵⁾은 thiocarbamate系 除草劑 dimepiperate를 벼와 옥수수, 피와 바랭이에 처리한 결과 벼와 옥수수는 강한 耐性을, 피와 바랭이는 除草劑에 感受性을 보였는데 이는 그 作用機作이 1차적으로 lipid 生合成經路에 있기 때문으로 해석하였다. Thiobencarb가 처리된 피에서 筒葉이 형성되고^{1,8,25)} 수도에 대한 증상으로는 矮化가 나타나며^{13,20,28)} 分葉數가 增加된 矮化植物體가 있고, 分葉이 遲延되는 두가지 비정상적인 증상이 있음이 밝혀졌다¹³⁾. 이러한 矮化現狀은 脫鹽素된 thiobencarb에 의해서 생기게 되며²⁸⁾ 脫鹽素反應은 灌水條件下의 극히 한정된 토양에서만 일어나며 이는 탈염소균이 한정된 조건하에서만 생육이 가능하기 때문인 것으로 보고되었다¹⁶⁾. 또한 thiobencarb의 移動性과 生理活性研究를 통하여 시금치의 경우 土中灌溉보다는 地表面灌水時에 처리함으로써 시금치의 活力과 또한 乾物重이 減少됨을 보고하였다²²⁾. 乾畝直播栽培時의 主要한 禾本科雜草²⁰⁾인 피를 방제하기 위하여, 美國에서는²⁶⁾ thiobencarb를 發生前土壤處理後 fenoxaprop로 莖葉處理함으로써 방제효과를 높였던 것으로 보아 직파재배에서는 混合劑 내지 體系處理가 불가피함을 보여준 사례로 생각된다. 따라서 본 연구는 栽培樣式에 따라 除草劑 thiobencarb 處理에 의한 벼와 피의 解剖形態學的反應 差異를 구명함으로써 앞으로 直播栽培로의 轉換時 合理的인 除草劑 選擇과 使用時期, 選擇性 誘發原理 등을 植物解剖學的의 側面에서 관찰하고 정립하여 雜草防除體系 確立에 기초자료로 제공코자 의도하였다.

材料 및 方法

供試材料는 第 I 報와 동일한 조건에서 재배된 벼와 피가 공시되었고 移秧벼는 8日 苗에 국한하였으며 供試된 除草劑는 thiobencarb [S-I(4

-Chlorophenyl)methyl diethyl] 7% 粒劑를 推薦藥量의 倍量인 4,200g ai/ha가 되도록 파종 및 이앙후 5일에 土壤處理되었고 각 처리는 3반복으로 수행되었다(표 1).

Table 1. Information of herbicide Thiobencarb used in the experiment²⁷⁾.

Compound	Carbamate
Chemical name	S-[(4-chlorophenyl)methyl] diethyl carbamothioate
Structural formula	
Formulation	7% Granular
Vapor pressure	1.48×10^{-6} mm Hg at 20°C
Solubility	30 ppm (Water at 20°C)
Rate (g ai/ha)	4,200

제초제의 形態學的 差異를 관찰하기 위하여 처리후 10일째 굴취하여 外部形態의 症狀를 촬영하고 生育調査를 위해 처리후 0, 5, 10일째 굴취하여 草長, 根長, 地上部 및 地下部 生體重, 第 1, 2 葉身長, 제 1엽초장, 葉齡 및 中莖長이 3반복으로 조사하고 無處理에 대비한 抑制率을 산출하였다. 또한 解剖學的 研究를 위해 처리후 10일째 줄기 기저 부위로부터 8mm 길이까지를 切斷하여 FAA溶液 (Formalin : Acetic acid : Alcohol : Distilled water = 15 : 10 : 35 : 40) (V/V)에 24시간 固定시킨후 30, 50, 70, 90 및 100% 알콜과정에서 1시간씩 脫水시키고 alcohol과 xylene이 3 : 1, 1 : 1, 1 : 3으로 혼합된 용액에 각각 2시간씩 浸漬하여 透明화시킨후 paraplast에 72시간 동안 浸漬시킨후 embedding하였다^{18,23)}. Embedding된 組織은 steel knife가 固定된 手動式 rotary microtome에 8 μ m 두께로 縱斷 및 橫斷하였으며 절단은 각 처리당 3반복으로 수행하였고 切片은 0.5% Safranin 水溶液 (W/V)과 0.5% Fast-green 95% alcohol 溶液 (W/V)에 각각 1시간, 12초간 각각 對照染色시킨후 光學顯微鏡 40, 100 倍率下에서 檢鏡하였다. 調査는 줄기橫斷部의 葉始原體와 葉초의 解剖學的 變化를, 縱斷部는 分裂組織의 伸長程度와 細胞構造의 變化를 각각 觀察하였다.

따라서 본 연구는 栽培樣式에 따라 除草劑 butachlor와 thiobencarb 處理에 의한 벼와 피의 解剖形態學的 反應 差異를 구명함으로써 앞으로 直播栽培로의 轉換時 合理的인 除草劑 選擇과 使用時期, 選擇性 誘發原理 등을 植物解剖學的 側面에서 관찰하고 整理하여 雜草防除體系 確立에 기초자료로 제공코자 하였다.

結果 및 考察

1. 生育 反應 差異

가. 外部 形態的 症狀

處理後 10日(播種後 15日)된 벼의 경우 乾畚條件에서 자란 표면 및 토중과종벼(사진 1-A, B)에서는 뚜렷한 증상차이가 나타나지 않았으나 피는 第1葉만 전개되고 第2葉은 전개되지 않고 생장이 정지되어 있었으며(사진 1-C) 잎색깔은 濃綠色을 띠는 특징을 나타내었다. 灌水條件에서 자란 벼의 경우는 表面벼(사진 1-E)가 土中벼(사진 1-F)에 비해 지상부생장에서 더 큰 억제를 받았으며 또한 벼보다는 피(사진 1-D)가 더 억제되었다. 灌水피와 灌水表面벼는 그때까지도 아직 잎 전개가 되지 않았다. 한편 移秧條件에서 자란 벼는 어떤 특이한 증상도 나타나지 않았다(사진 1-G).

나. 草長 및 根長의 差異

Thiobencarb 處理後 20日間 乾畚條件에서 자란 벼의 抑制率은 草長의 경우 無處理에 對比하여 피는 82%, 土中벼는 26%, 表面벼가 11% 순으로 억제되었고 根長은 각각 21, 0%, 3%로서 根長보다는 草長이 억제정도가 심하였다. 한편 灌水條件下에서 자란 벼나 피의 草長은 피, 表面벼, 土中벼 順으로 각각 82, 56, 46% 억제되는 경향을 나타내었고 根長은 각각 83, 78, 85%의 억제율을 나타냄으로써, 乾畚보다 抑制率이 컸으며 草長보다 根長의 억제율이 더 큰 경향이였다(그림 1). 또한 移秧된 8日苗는 地上部, 地下部가 각각 13, 8% 억제되었다. 이상의 결과로 볼 때 灌水下에 파종된 表面벼는 地上部 및 地下部 모두 除草劑 處理層 위에 존재하므로 약제접촉이 많아져서 약해 위험성이 더 높게 되며^{17,19)} 따라서 thiobencarb는 乾畚條件에서 보다 灌水條件에

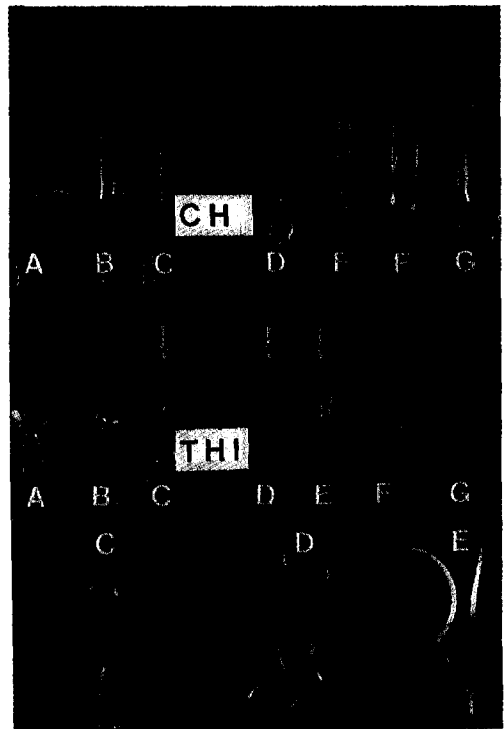


Plate 1. Photographs showing thiobencarb effect on rice and barnyardgrass seedlings under various cropping patterns 15 days after seeding or transplanting. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil (B), and barnyardgrass (C: inhibited leaf growth of barnyardgrass) under dry condition, broadcast rice on soil (E: slightly constricted rice leaf), drill seeded rice in soil (F), and barnyardgrass (D: growth was completely inhibited) under water condition, and 8 day-old seedling(G) under transplanting condition.

서, 地下部보다 地上部 生育을, 表面벼보다 土中벼의 草長을 더 억제하였으며 이런 결과는 橫的인 肥大生長보다 縱的인 길이 伸長面에서 더욱 뚜렷하게 나타났다. 따라서 肥大生長이 이루어지는 과정보다 縱的伸長이 이루어진 과정에서 피해가 커질 수 있음을 나타낸다고 하겠다.

다. 地上部 및 地下部 生體重의 差異

處理後 10日된 乾畚直播의 경우 地上部 生體重은 피, 表面벼, 土中벼가 각각 無處理에 對比하여 68, 50, 25% 순으로 억제되고 地下部 生體重

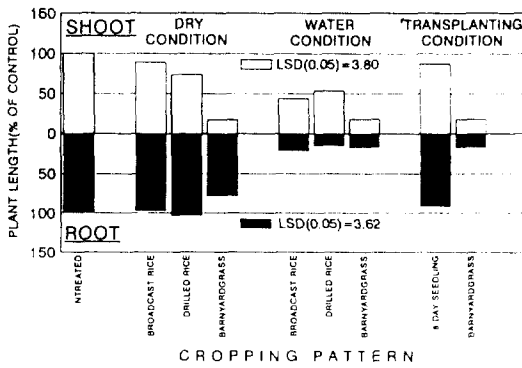


Fig. 1. Effect of thiobencarb on plant height and root length of rice and barnyardgrass at 20 days after application. Application timing : 5 days after seeding.

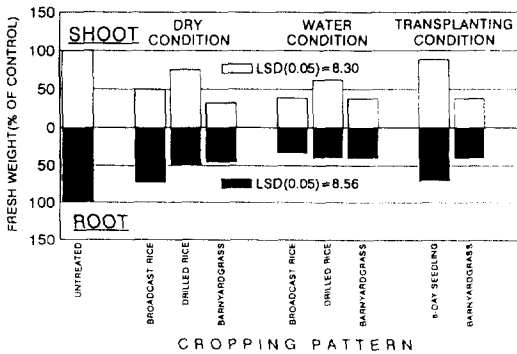


Fig. 2. Effect of thiobencarb on shoot and root fresh weight of rice and barnyardgrass under various cropping patterns 10 days after application. Application timing : 5 days after seeding or transplanting.

은 各各 54, 27, 50% 억제되었다. 灌水直播의 경우에는 地上部는 皮, 表面벼, 土中벼 각각 62, 60, 38% 순으로 억제되고 地下部 生體重은 각각 60, 67, 60% 억제되었으며 移秧된 8日苗의 地上部和 地下部는 各各 10, 30% 억제되었다. 즉 thiobencarb에 의한 벼의 生育抑制는 乾畚보다는 灌水條件에서 더 컸고, 乾畚條件에서의 地上部 生體重은 土中벼보다 表面벼가, 地下部 生體重은 반대로 表面벼보다 土中벼가 더욱 억제되는 경향이 있었으며 灌水條件에서는 地上部 및 地下部 生體重 모두 土中벼보다 表面벼의 抑制率이 더 높았으며 皮는 대체로 乾畚 및 灌水條件 모두에서 벼보다 다소 더 높은 抑制率을 보였을 뿐 직파에서의 벼와 皮간 抑制率 差異는 크지 않은 경향이 있었다. 한편 移秧 8日苗는 地下部 生體重만이 다소 억제되었다(그림 2).

라. 잎 形態의 差異

乾畚直播된 土中벼의 葉齡과 第2葉身長은 藥處理로 인하여 各各 無處理에 對比하여 25, 34% 抑制되었고 皮는 葉齡이 40% 억제되었으며, 第2葉 신장은 이루어지지 않았다. 그러나 灌水에서는 針葉時期부터 生長이 停止된 狀態로 葉齡進展이나 第2葉 伸장이 完全하게 抑制됨을 보였다. 한편 移秧苗는 葉초장만이 約 25% 抑制되었을 뿐이다.

즉 乾畚벼와 移秧벼에서는 잎이 형성되었으나 灌水에서는 벼와 皮 모두가 針葉狀態에서 지속생장이 불가능하였고 乾畚에서도 皮는 第1葉만 展開되고 2葉부터 出葉이 停止되었다(표 2). 이는

Table 2. Morphological characteristics (% of the untreated check) of leaf of applied rice and barnyardgrass cultivated under various cropping patterns 10 days after application of thiobencarb.

Cropping pattern	Leaf stage	1st leaf length	2nd leaf length	Leaf sheath length
Dry condition :				
Broadcast rice on soil	100.0	86.7	100.0	86.2
Drilled rice in soil	76.5	83.3	65.8	80.0
Barnyardgrass in soil	58.8	86.2	0	85.3
Water condition :				
Broadcast rice on soil	0.0	0.0	0.0	0.0
Drilled rice in soil	0.0	0.0	0.0	0.0
Barnyardgrass in soil	0.0	0.0	0.0	0.0
Transplanting condition :				
8-day-old seedling	122.7	84.6	110.7	74.3

Reiners 等³⁰⁾이 報告한 상치의 경우 잎生長에서 有意的인 抑制을 받았으며 진한 綠色잎이 되고 移植後 4日에는 잎 乾物重이 57%나 減少하였으며 分裂組織에서 葉의 發育이 억제되어 非正常的인 生育을 하게 되는 현상과 類似한 결과였으며 또한 Shibayama 等²⁵⁾은 처리 당시 이미 전개된 잎은 생장에 영향을 받지 않으나 처리 후에 전개되는 잎의 伸長은 有意的으로 減少된다고 報告한 것과도 일치하는 결과라 하겠다.

마. 中莖長의 差異

피의 Mesocotyl 伸長은 乾畚의 경우 10日째 無處理에 對比하여 22% 억제되고 20日째는 64% 억제되었으며, 澇水條件에서는 10日까지 억제경향이 없었으나 20日째는 32% 억제됨으로써 澇水보다는 乾畚피의 中莖伸長이 더욱 억제되는 경향을 알 수 있었다(표 2). 즉 中莖은 伸長이 됨으로써 피에 대한 藥效가 증가되는 현상으로 반영되는데 乾畚條件에서 澇水條件보다 無處理에 對比한 相對的 伸長率 억제가 커서 피의 生育抑制을 크게 하였던 원인이었을 것으로 판단된다.

2. 解剖學的 反應 差異

가. 줄기橫斷에 의한 解剖學的 反應 差異

乾畚條件에서 자란 土中벼의 葉始原體는 다소 위축된 모양이었고(사진 2-B) 피는 葉始原體의 Twist 現狀(사진 2-C)과 筒葉現狀(사진 2-C1)이 발생하여 地上部 生長이 정지되고 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 筒葉發生은 몇몇의 보고들^{1,8,25)}에서도 類似한 結果였다. 澇水條件에서 자란 表面벼는 葉始原體의 조직이 상당한 萎縮을 받고 각 조직의 세포가 위축되며 부분적인 파괴

가 야기되었으나(사진 2-E) 土中벼는 어떤 解剖學的 특이현상도 나타내지 않았다(사진 2-F). 그러나 피는 전형적으로 통엽을 이루는 특징이 있었으며 엽초부위 세포의 부분적인 위축이 발견되었다(사진 2-D). 반면에 移秧된 8日苗의 특이적인 조직변화는 인정되지 않았다(사진 2-G).

나. 줄기縱斷에 의한 解剖學的 反應 差異

乾畚條件에서 자란 표면 및 토중벼(사진 3-A, B)에서는 解剖學的 특이성이 발견되지 않았으나, 피는 無處理에 비하여 세포의 조밀도가 낮고 부분적인 細胞의 液胞化現狀이 일어났으며, 規則性을 잃어버린 양상을 나타내었다(사진 3-C). 반면에 澇水條件에서 자란 表面벼(사진 3-E)는 分裂組織에 다소의 萎縮現狀이 나타났으나 土中벼(사진 3-F)에서는 변화가 없었고, 피는 分裂組織의 伸長이 다소 억제를 받았을 뿐만 아니라 細胞의 配列이 不規則적이었고 細胞의 非核化 또는 液胞化現狀이 두드러지게 나타났다(사진 3-D). 다만 移秧된 8日苗에서는 어떤 解剖學的 特異性도 발견할 수 없었다(사진 3-G). 이와같은 결과들은 Shibayama 등²⁵⁾이 보고한 바와 같이 thiobencarb는 展開되는 잎속의 新葉生長을 遲延시키며 地上部 生長點의 細胞가 液胞化되고, 細胞의 肥大가 야기된다는 결론과 유사하며 이러한 증상들은 灌溉有無에 따라²²⁾ 그리고 脫鹽素化되는 條件에 따라¹⁶⁾ 다르며 感受性植物에서는 전반적인 矮化를 초래하는 결과로 유도된다^{13,28)}고 한다. thiobencarb는 피는 直播의 어느 조건에서도 심하게 생육 억제되었지만, 벼의 경우는 乾畚에서 地上部가, 澇水에서는 地下部 生育抑制가 상대적으로 더욱 심했으며, 乾畚條件에서는 表面벼

Table 3. Mesocotyl length(cm) of applied barnyardgrass cultivated under dry and water condition 10 and 20 days after thiobencarb application 5 days after seeding.

Treatment	Days after application	
	10	20
Dry condition :		
Untreated	0.9±0.2(100)	1.4±0.4(100)
thiobencarb	0.7±0.4(77.8)	0.5±0.2(35.7)
Water condition :		
Untreated	0.4±0.1(100)	0.9±0.2(100)
thiobencarb	0.4±0.1(100)	0.6±0.1(67.7)

* Figures in parentheses are % of the untreated check.

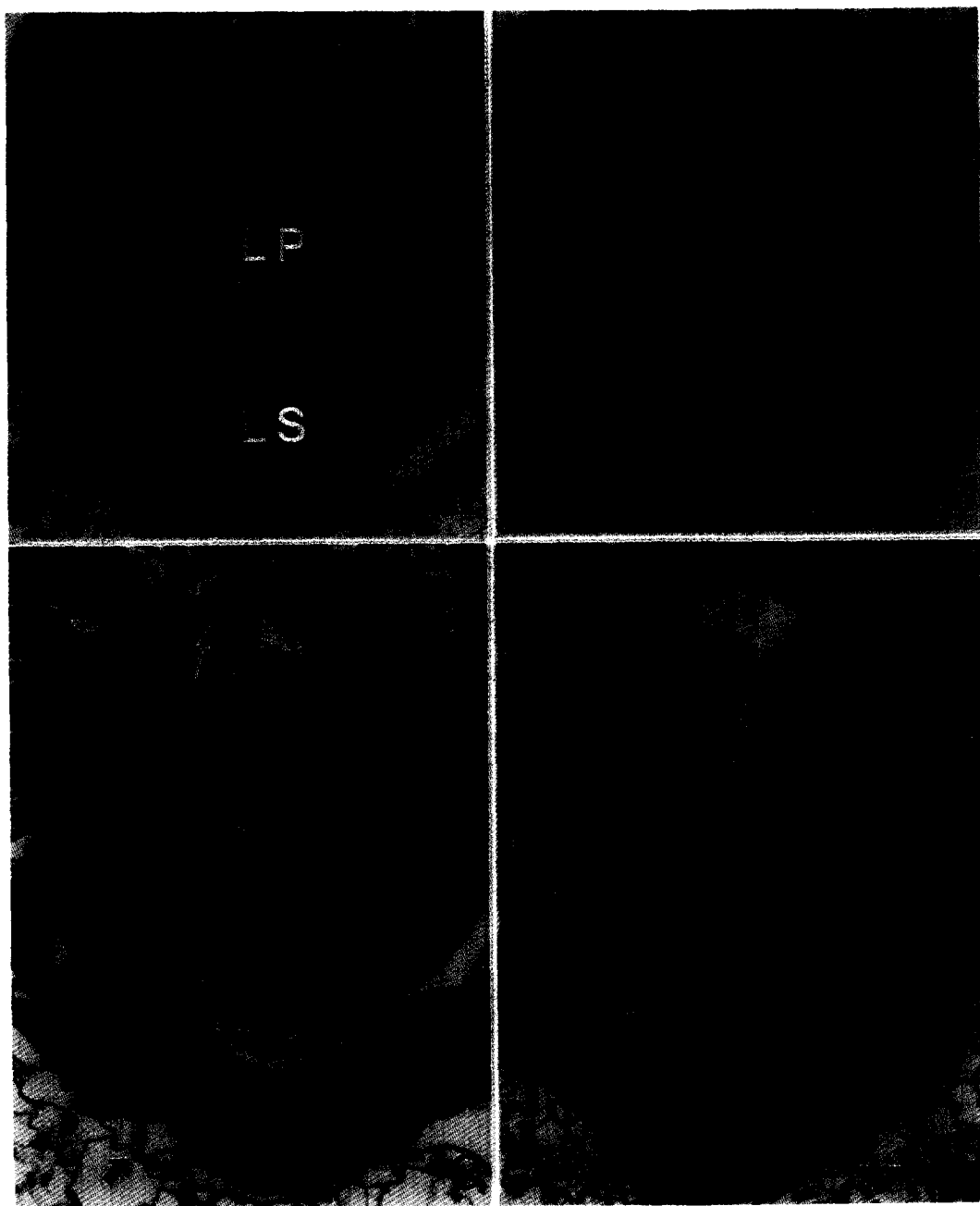


Plate 2-1. Transverse sections of stems of thiobencarb-treated rice and barnyardgrass seedlings 10 days after application. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass (C) under dry condition, broadcast rice on soil(E), drill seeded rice in soil(F), and under transplanting condition. LP : Leaf primodia, LS : Leaf sheath. The bar represents $1\mu\text{m}$.

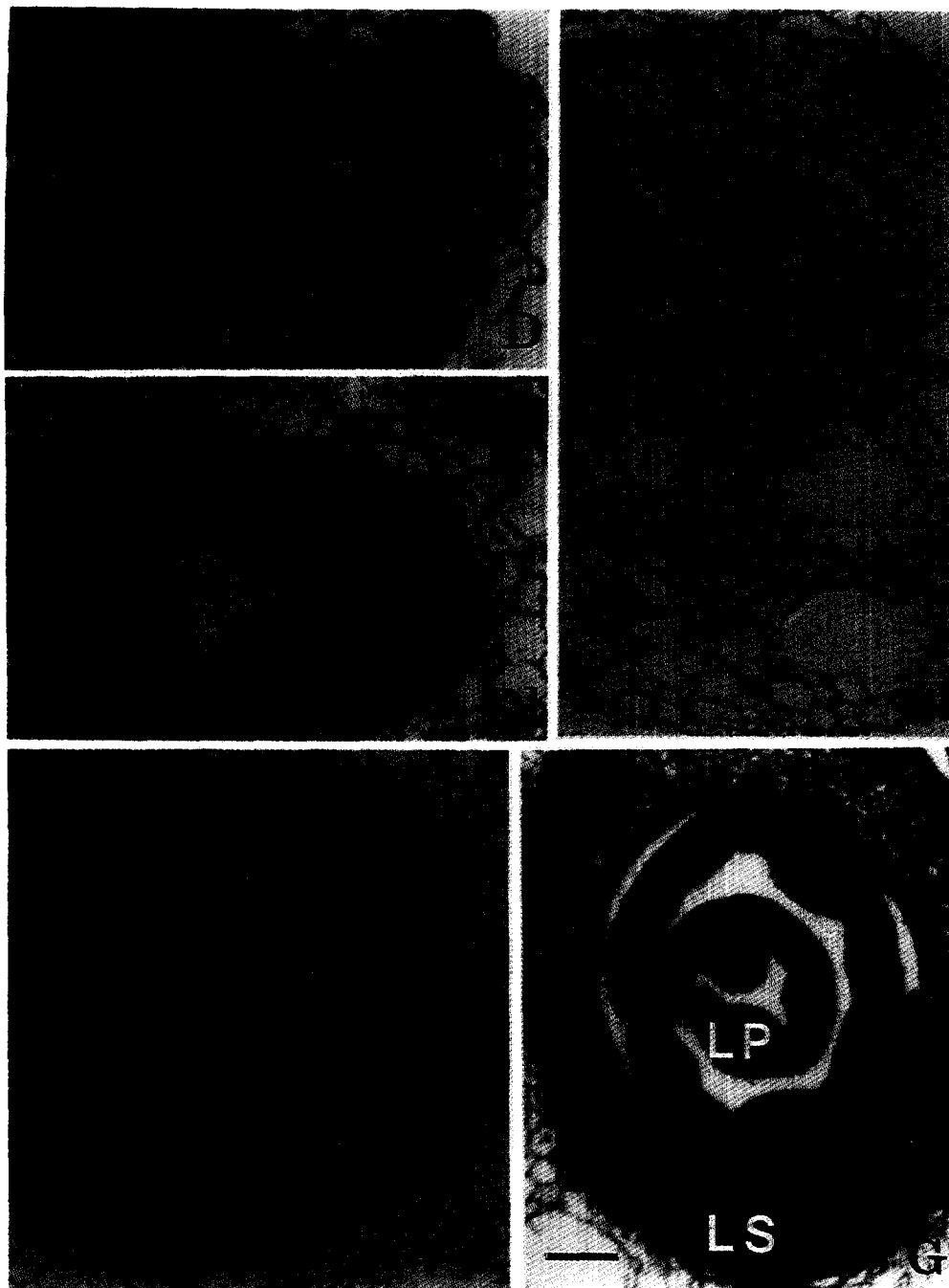


Plate 2-2. Transverse sections of stems of thiobencarb-treated rice and barnyardgrass seedlings 10 days after application. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass (C) under dry condition, broadcast rice on soil(E), drill seeded rice in soil(F), and under transplanting condition. LP : Leaf primordia, LS : Leaf sheath. The bar represents 1 μ m.

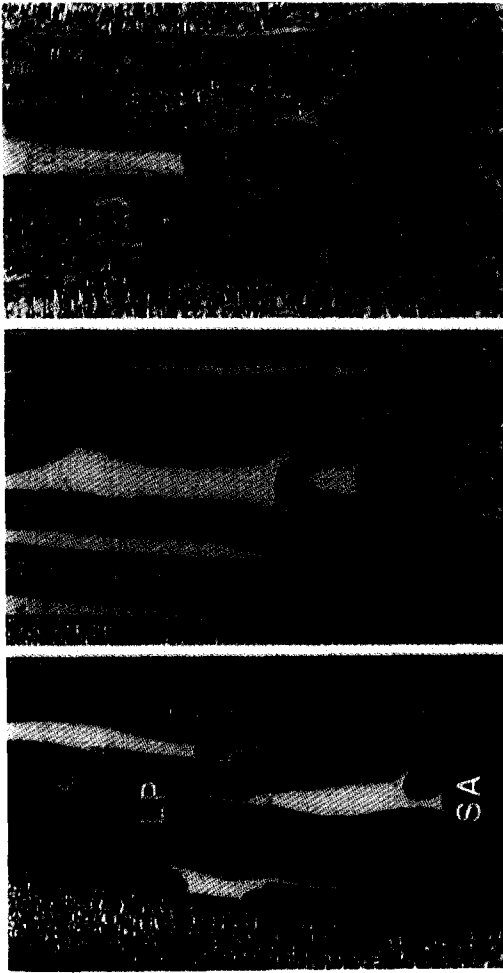


Plate 3-1. Longitudinal sections of stems of thiobencarb-treated rice and barnyardgrass seedlings 10 days after application. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass(C) under dry condition, broadcast rice on soil(E), drill seeded rice in soil(F), and barnyardgrass(D : vacuolated cells and inhibited meristems) under water condition, and 8 day-old seedling(G) under transplanting condition. LP : Leaf primodia, LS : Leaf sheath. The bar represents $1\mu\text{m}$.

보다 土中벼가 感受的이었으나, 湛水條件에서는 土中벼보다 表面벼가 더 感受的인 경향을 보였다. 解剖學的 反應에 있어서도 湛水與否에 관계 없이 피에서는 筒葉이 發生되고^{1,8,25)}, 細胞의 液

胞化現狀^{3,4,6)}, 不規則한 細胞配列^{8,12,14,18)} 및 分열 조직의 伸長阻害 등이 야기되었다. 특히 筒葉發生은 다른 研究者들의 thiobencarb에 대한 보고^{1,8,25)}에서와 일치한 전형적인 특징이었다. Seaman 등²⁴⁾이 보고한 바에 따르면 乾畚條件보다 湛水狀態下에서 除草劑의 약해유발 가능성이 더 크기 때문에 湛水直播시 약해의 최소화에 주력해야 할 것이며, 특히 藥害우려가 높은 湛水表面벼는 除草劑 選擇 및 使用에 注意할 필요가 있다고 생각된다. 즉 移秧栽培에서 일반적으로 사용하고 있는 發生前 土壤處理用的 除草劑들은 水溶性이 극히 낮고 處理層을 형성하여 새로 發芽하는 植物의 幼芽와 幼根生長을 抑制함으로써 水中에서의 呼吸增大를 통한 枯殺作用을 나타내는 特性相 벼와 잡초간의 選擇的 活性發現差異는 크지 않다고 하겠다. 移秧묘라도 苗齡이 어릴수록, 移秧묘보다 直播묘가, 直播묘라도 乾畚播種된 벼보다 湛水播種된 벼가, 그리고 表面播種된 벼보다 土中播種된 벼가 쉽게 生育阻害를 나타내는 이유도 결과적으로 物理的 및 形態的 選擇防護의 原理를 이용하기 어려운 데 따르는 것으로 보인다.

摘 要

多様な 栽培樣式, 乾畚直播, 湛水直播 및 移秧栽培條件下에서 除草劑 butachlor 및 thiobencarb에 대한 벼와 피의 解剖形態學的 反應差異가 검토되었다. 播種 및 移秧후 5日째에 Thiobencarb를 推薦量의 倍量인 $4,200\text{g ai/ha}$ 를 土壤處理한 後 10日 및 20日째에 外部形態 및 解剖學的 反應을 調査하였다.

1. 乾畚에서는 피만 第1葉 展開後 出葉停止現狀이 있었고 湛水에서는 表面벼의 地上部가 억제되었고 피의 전반적인 生育抑制가 나타났다.
2. 乾畚에서의 草長은 無處理에 對比하여 벼가 11~26%, 피는 83%, 湛水에서는 벼가 46~56%, 피는 82% 억제되었다. 乾畚에서의 根長은 벼 3% 이내, 피는 21%였고 湛水벼는 78~85%, 피는 83% 抑制되었고 移秧된 8일묘는 10% 내외의 경미한 정도였다.
3. 피, 表面벼 및 土中벼의 정상부 生體重은 乾畚直播

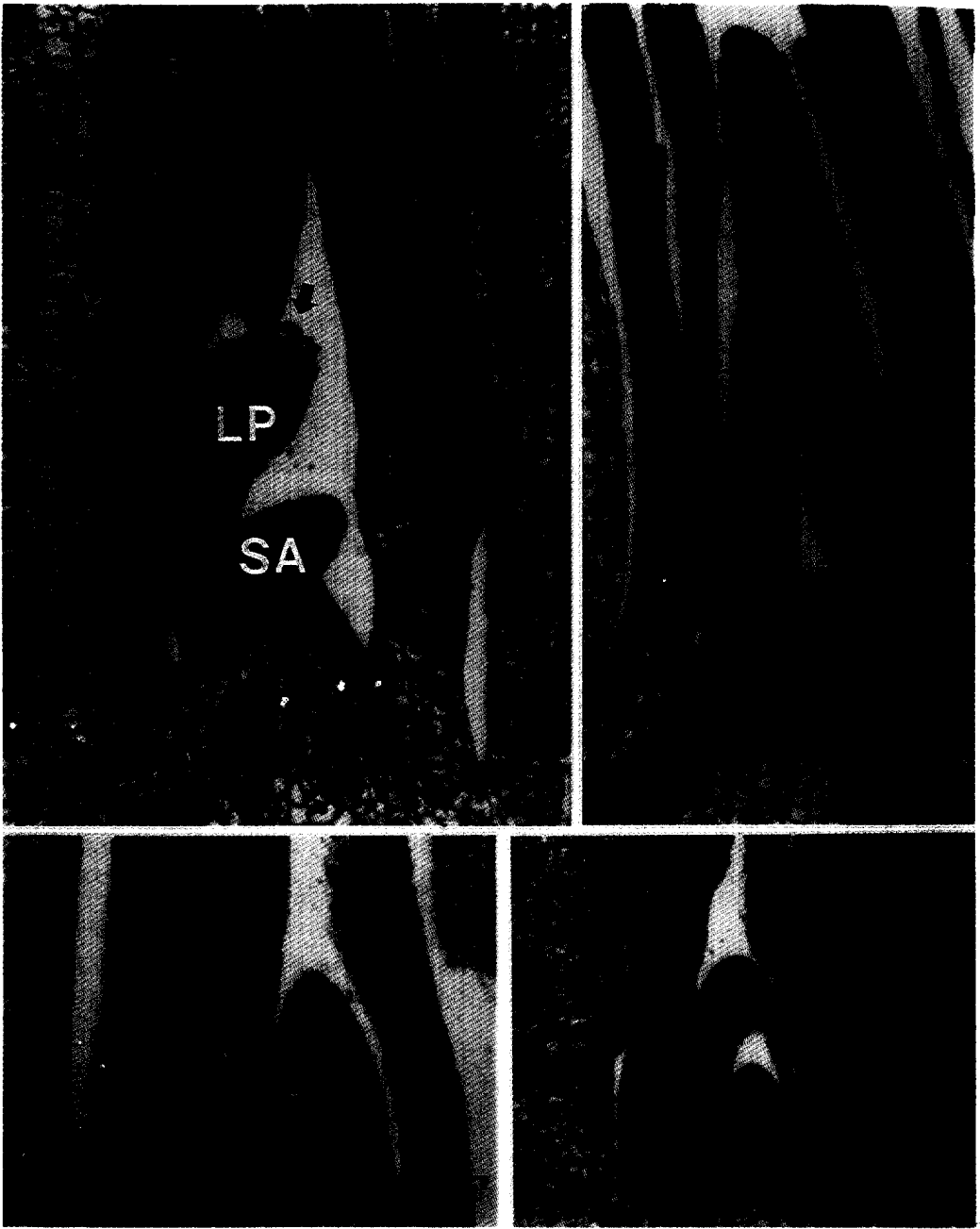


Plate 3-2. Longitudinal sections of stems of thiobencarb-treated rice and barnyardgrass seedlings 10 days after application. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass (C) under dry condition, broadcast rice on soil(E), drill seeded rice in soil(F), and barnyardgrass(D : vacuolated cells and inhibited merstems) under water condition, and 8 day -old seedling(G) under transplanting condition. LP : Leaf primodia, LS : Leaf sheath. The bar represents $1\mu\text{m}$.

- 에서 각각 無處理에 對比하여 68, 50, 25% 順이었고, 地下部 生體重은 各各 54, 27, 50% 억제되었으나 灌水條件에서 地上部가 각각 62, 60, 38%, 地下部가 60, 67, 60% 억제되었으며 移秧되는 地上部 및 地下部가 各各 10, 30%로 輕微하게 抑制되었다.
4. 乾畚條件에서 土中벼의 葉齡과 第2葉身長이 各各 無處理에 對比하여 25, 34% 억제되었고 피는 葉齡이 40%, 第2葉身長이 100% 各各 억제되었다. 그러나 灌水에선 針葉時期에 있어서 生長이 停止된 狀態로 100% 抑制됨을 보였다. 한편 移秧되는 엽초장만이 約 25% 抑制되었을 뿐이다.
5. 中莖長은 20일째 乾畚에선 無處理에 對比하여 64%, 灌水에선 32% 抑制率을 보였다.
6. 줄기橫斷部의 組織反應은 乾畚條件에서 土中벼의 葉始原體 萎縮과 피의 Twist 現狀과 筒葉發生이 있었으며 灌水條件에선 表面벼의 組織이 심하게 萎縮되었고 피는 筒葉이 발생되었다.
7. 줄기縱斷部의 反應은 乾畚의 細胞가 液胞化되고 規則性を 잃었고, 灌水表面벼와 分裂組織이 萎縮되고 피의 分裂組織 伸長이 억제되고 細胞의 液胞化 現狀이 나타났다.

引用 文 獻

1. Arai, M. and R. Kawashima, 1954. Studies on weed control in rice culture by 2, 4-D(III) on growth hindrance of rice plants caused by 2, 4-D spraying and mechanism of yield decrease (I) J. Kanto-Tosan. Agr. Exp. Sta. Japan. 6: 45-58.
2. Chang, W.L. 1971. Recent progress of chemical weed control programe for transplanted rice in Taiwan Proc. 3rd APWSS Conf. 2: 257-269.
3. 千相旭·具滋玉·李榮萬·李度鎮. 1988. Oxyfluorfen에 耐性 및 感受性 水稻品種에 對한 解剖學的 差異. 韓雜草誌. 8(2): 187-198.
4. 千相旭·具滋玉·李榮萬·李度鎮. 1988. Bensulfuron에 耐性 및 感受性인 水稻品種間의 解剖學的 比較研究. 韓雜草誌. 8(3):

- 219-236.
5. Goto, M. 1973. The use of thiobencarb in rice cultivation. Proc. 4th APWSS Conf. 1: 124-129.
6. 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. Kor. J. Weed Sci. 12(2): 132-143.
7. Hosaka, H., H. Inaba, A. Satoh and H. Ishikawa. 1984. Morphological and histological effects of sethoxydim on corn (*Zea mays*) seedlings. Weed Sci. 32: 711-721.
8. Kaufman, P.B. 1955. Histological responses of the rice plant (*Oriza sativa*) to 2, 4-D. Amer. J. Bot. 42: 649-659.
9. Kimura, L. 1971. Properties and mode of action of thiobencarb, a selective herbicide for rice fields. Proc. 3rd APWSS Conf. 1: 185-187.
10. Kimura, L., N. Ichizen and S. Matsunaka. 1971. Mode of action of a herbicide, thiobencarb. Weed Res. Japan 12: 54-59.
11. Kimura, I. 1971. "Properties and Mode of Action of Benthicarb a Selective Herbicide for Rice Fields" Proceedings of the 3rd APWSS Conf. Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 185-187.
12. 小林勝一郎·山林祐二·植木邦和. 1977. 形態, 組織的にみなエンバクコムフギ間における barban의 選擇性. 雜草研究. 22: 21-27.
13. Koyama Y., Y. Takeichi and T. Yamada 1979. "Mechanism of Dwarfing of Rice Plant in Paddy Field Sprayed with Benthicarb Herbicide" Weed Res. 24: 264-280.
14. 行本峰子·洪田處二. 1985. 作物의 藥害 全國農村教育協會. pp. 83-100.
15. Matsumoto H., S. Nishi and K. Ishizuka 1991. "Action of Thiocarbamate Herbicide Dimepiperate on Plant Metabolism" Weed Res. Japan 36(3): 257-265.

16. 文永熙. 1986. “土壤中에 있어서 Thiobencarb(Benthiocarb)의 脫鹽素反應에 관한 研究” 韓雜草誌 6(2) : 99-101.
17. 中谷治夫. 1981. 田植機利用にする水稻湛水土壤中直播栽培に關する研究. 石川農試年譜. 11 : 1-28.
18. O'Brien, T. D., M. E. McCully. 1981. The study of plant structure principles and selected methods. p.280.
19. 朴成泰·金純哲·孫洋·李壽賓·鄭根植. 1990. 嶺南地域에서의 벼 乾畚直播 主要 栽培法 研究. 農試論文集(水稻篇) 32(2) : 18-28.
20. Pyon, J. Y. an H. Y. Lee. 1989. Effect of fenclorim on reducing herbicidal injury of rice in subirrigated seedbed and direct-seeded condition. Proc. III. 12th APWSS Conf. 741-745.
21. 卞鍾英·吳世鉉·金昭年. 1988. 水稻 湛水直播栽培에서 除草劑의 安全性에 關한 研究. 韓雜草誌. 8(1) : 59-63.
22. 梁桓承·韓成洙·金慶炫. 1983. “除草劑 Pyrazolate의 作用特性에 關한 研究” 韓雜草誌. 3(2) : 174-189.
23. Sass, J. E. 1958. Botanical microtechnique. 3th Ed. Iowa State Univ. p.228.
24. Seaman, D. E. 1983. Farmer' weed control technology for water-seeded rice in Northern America. pp.167-177 in Proc. Conf. Weed Control inRice. Int. Rice Res. Inst, Los Banos, Laguna. Philippines.
25. Shibayama, H. and J. F. Worley. 1976. Growth responses of barnyardgrass and bearded sprangletop seedlings to thiobencarb. Weed Sci. 24 : 276-281.
26. Smith, R. J., Jr. 1988. Weed control in water-and dry-seeded rice, *Oryza sativa*. Weed Tech. 2 : 242-250.
27. Weed Science Society of America. 1989. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. 6th Ed. p.301.
28. Yamada T., H. Chisaka, Y. Koyama and Y. Takeichi 1979. “Mechanism of Dwarfing of Rice Plant in Paddy Field Sprayed with Benthiocarb Herbicide” Weed Res. 24 : 272-280.
29. 延圭輻·金吉雄·申東賢·李仁中·鄭鐘宇·金鶴基. 1991. 벼 直播栽培의 雜草와 作物間의 競合 및 防除. 韓雜草誌 11(3) : 178-186.
30. 石田精一·河林雄司. 1965. α -chloro(or bromo) acetaminde系 除草劑に關する研究. 雜草研究-乾田直播用土壤處理劑としての實用性について-. No. 4 : 110-112.