

多年生 雜草의 出芽 및 塊莖生成에 미치는 諸要因

崔忠惇* · 金純哲* · 李壽寬*

Factors Affecting Emergence and Tuber Formation of Lowland Perennial Weeds

Choi, C.D.* , S.C.Kim* and S.K.Lee*

ABSTRACT

Several factors affecting emergence and tuber formation of lowland perennial weeds were studied at the Yeongnam Crop Experiment Station in 1988. Period of tuber germination start to final tuber varied by species. *Eleocharis kuroguwai* and *Sagittaria trifolia* required longer than 10 days at 30°C for this while *Cyperus serotinus* and *S. pygmaea* needed about 4 days. Application of gibberellic acid shortened this period while Uniconazole application delayed.

E. kuroguwai and *C. serotinus* had ability to emerge under 20cm depth placement. However, *S. trifolia* could not emerge under 15cm depth. All species decreased their growth with increase in planting depth. *E. kuroguwai* had least correlated between dry matter production and tuber formation. Clipping of above ground part negatively related with tuber formation eventhough the effect of clipping time was differed by species. The most critical clipping time was 60 days after emergence (DAE) for *E. kuroguwai* and 90 DAE for *C. serotinus*. Covering of colored polyethylene film was also related with tuber formation with varing effects. In general, the order of effectiveness for tuber formation were black, orange, blue and red. Application of Uniconazole and Pachlobutrazol effectvely controlled the formation of tuber of *E. kuroguwai* and this effect enhanced by early application.

緒 言

70年代와 80年代의 雜草 發生分布를 比較해 보면 가장 두드러진 것이 全國的으로 1年生雜草는 줄어들었지만 多年生雜草는 크게 增加한 事實이며⁶⁾, 이러한 現象은 앞으로 繼續될 展望이어서 水稻栽培에 있어서 큰 問題點으로 대두되고 있다. 多年生雜草의 發生增加는 여러가지 要因이 複合的으로 關與하였겠지만 重要的한 몇 가지 原因으로는 早期栽培·品種의 變遷·1年生雜草에만 作用하는 特定 除草劑의 連用 등으로 群落의 變化를 가져와 環境에 對한

適應力이나 競爭力이 강한 多年生雜草가 漸次 優占되고 있는 實情이다.

多年生雜草는 繁殖力이 強하고 塊莖이 外部環境에 對한 適應力이 높기 때문에 生存能力도 1年生雜草에 比하여 높은 것으로 알려져 있으며, 栽培環境에 따라 塊莖의 形成部位나 出芽時期가 草種에 따라르고 不均一하여 防除를 더욱 어렵게 하고 있다. 따라서 多年生雜草의 防除를 위한 除草劑의 研究開發도 重要하겠지만 이들 雜草에 對한 生理生態의인 研究도 並行하는 것이 體系的이고 綜合的인 防除體系를 確立하는데 도움이 될 것으로 생각되어 本稿에서는 울방개, 벼풀, 가래, 너도방동산이, 울미 등 主要

* 嶺南作物試驗場 Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 628-800, Korea

草種에 對하여 發芽 및 出芽力 檢定과 여러가지 環境要因에 따른 塊莖生成 能力을 檢討하여 防除體系 確立을 위한 基礎資料로 利用하고자 몇가지 試驗한 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

1. 發芽 및 出芽

發芽力檢定은 올방개 (*E. kuroguwai* Ohwi.), 벚풀 (*S. trifolia* Rottb.), 가래 (*P. distinctus* Benn.), 너도밤동산이 (*C. serotinus* Rottb.), 올미 (*S. pygmaea* Miquel.) 등 5草種의 塊莖을 15·20·25·30℃로 調節하여 草種別로 發芽가 始作될 때부터 終了될 때까지 所要期間을 調査하였다. 出芽力檢定은 올방개, 벚풀, 너도밤동산이의 3草種을 對象으로 直徑 15 cm 높이 60 cm의 漏水가 되지 않는 플라스틱 用器에 播種深度를 2·5·10·15·20 cm로 調節하여 播種後 45日間 2~3日 間隔으로 出芽率을 調査하였으며, 生長調整劑의 效果를 檢討하기 위하여 GA(gibberellic acid)·BA(6-benzyl amino purine)·IAA(indole-3-acetic acid)·Uniconazole((E)-1-(P-chlorophenyl)-4-4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol)을 各各 1·10·100·300 ppm으로 劑劑하여 크기가 均一한 벚풀 塊莖을 48時間 浸漬시켜 1/2,000 a pot에 播種하여 覆土深을 2cm, 灌水深을 2cm로 維持하면서 出芽가 終了될 때까지 25/20℃ 溫室에서 檢定하였다.

2. 塊莖生成

크기가 均一한 올방개와 너도밤동산이의 塊莖을 直徑 15 cm 높이 60 cm의 플라스틱 用器에 10 개씩 播種하여 覆土深을 2·5·10·15·20 cm로 調節하여 成熟期에 塊莖生成量을 調査하였으며, 地上部의 切葉時期 및 切葉程度에 따른 塊莖生成量과의 關係를 밝히고자 올방개와 너도밤동산이를 1/5,000 a pot에 播種하여 出芽後 30·60·90日에 各各地上部를 1/3, 1/2, 2/3를 切葉하여 成熟期에 調査하였다. 光質에 對한 反應은 赤色·靑色·朱黃色·黑色의 폴리에틸렌 필름으로 遮光시켰으며 處理時期는 出芽~出芽後 60日, 出芽後 60日~成熟期, 出芽~成熟期の 3時期로 하여 調査하였고, 生長調整劑에 對한 反應은 uniconazole(0.04 G)과 p-chlobutrazol((2RS, 3RS)-1-(4-chloropheny)

-4-4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol)(0.6 G)을 올방개 對象으로 出芽前·出芽直後·出芽後 20日에 pot(1/2,000 a)當 10·20·40 mg을 處理하였다.

結果 및 考察

1. 發芽 및 出芽

溫度範圍를 15℃에서 30℃까지로 두었을 때 發芽가 始作될 때부터 終了될 때까지의 所要期間은 全草種이 溫度가 높아질수록 短縮되었다(表 1). 올방개와 벚풀은 20℃ 以下에서는 16~18日이 所要되었으며 30℃의 高溫에서도 10日 以上이 所要되어 다른 草種에 比하여 發芽가 매우 不均一하다는 것을 알 수 있으며, 가래는 15℃에서 12日, 20℃에서 9日, 25℃에서 7日, 30℃에서는 4日이 所要되었으며, 너도밤동산이와 올미는 15℃에서의 低溫에서도 7日 内外로 짧았으며 30℃에서는 4日만에 發芽가 完了되어 草種과 溫度에 따라 發芽의 均一度가 다르게 나타났으며 高溫일수록 發芽가 均一해진다는 事實을 알 수 있다. 가래와 올미는 10℃에서도 出芽가 可能하며 出芽最適溫度는 25~30℃의 範圍라고 알려져 있으며¹⁰⁾ 土壤溫度가 높을수록 出芽積算溫度는 낮아지는데 草種別로는 올방개가 가장 낮았고 다음으로 가래 올미의 順으로 낮았다. 올미의 出芽積算溫度는 100℃ 内外라는 報告도 있는데¹⁰⁾ 出芽所要期間과 出芽의 均一性과는 密接한 關係가 있는 것으로 여겨진다.

播種深度別 出芽所要日數를 보면 草種別로 상당한 差異가 있었는데(表 2), 대체로 播種深度가 깊어질수록 出芽所要期間이 길어졌다. 草種別로는 올방개가 가장 길었는데 深度가 10 cm程度에서도 30日 以上이 所要되었으며, 20 cm에서도 出芽가 可能하였는데 出芽期間이 42日이나 되는 등 播種 深度別 出芽所要期間이 20日程度 差異가 있어 藥劑의 處

Table 1. Period of bud germination as affected by temperature for several perennial weeds.

Weed species	Temperatures (°C)			
	15	20	25	30
<i>E. kuroguwai</i> Ohwi.	18	17	13	12
<i>S. trifolia</i> Rottb.	18	16	15	10
<i>P. distinctus</i> Benn.	12	9	7	4
<i>C. serotinus</i> Rottb.	8	7	6	4
<i>S. pygmaea</i> Miquel.	7	5	4	4

Table 2. Period of shoot emergence as affected by soil depth for several perennial weeds.

Weed species	Soil depth (cm)				
	2	5	10	15	20
<i>E. kuroguwai</i> Ohwi.	23	29	34	37	42
<i>C. serotinus</i> Rottb.	11	13	15	18	28
<i>S. trifolia</i> L.	24	28	34	-	-

理時期 選定이나 防除를 더욱 어렵게 하는 原因이 되고 있다. 너도방동산이도 地表面에서 20 cm 地下部에 分布되어 있어도 出芽가 可能하여 出芽力은 比較的 強한 편이지만 所要期間은 올방개에 比하여 播種深度에 따라 11~17日 짧았다. 벼풀은 15 cm 以上에서는 出芽가 不可能하였는데 出芽에 要求되는 日數는 올방개와 비슷하였다. 多年生雜草 塊莖의 出芽限界深度는 가래의 경우 30 cm, 올미는 15 cm로 報告되고 있으며,¹²⁾ 올방개의 限界深度가 15 cm라는 報告도 있는데⁷⁾ 本 試驗에서는 20 cm에서 出芽하였다. 이러한 差異는 土性이나 塊莖의 營養狀態, 溫度, 光條件 等 여러가지 要因에 의해 달라질 수 있다고 여겨지며, 竹松¹⁴⁾은 多年生雜草의 塊莖出芽에 關與하는 環境要因으로는 溫度, 酸素, 光, 水分 등으로 이들 要因들이 單獨 또는 相互 關連되어 作用한다고 하였다.

벼풀의 出芽에 있어서 生長調整劑도 影響을 미쳤는데(그림 1), IAA와 BA는 크게 差가 없었지만 10 ppm 以上の 濃度에서 無處理에 比해 平均出芽日數가 1~2日 短縮되었으며, GA는 1~100 ppm에서는 濃度間 差가 없었으나 300 ppm 處理에서는 7日이 短縮되었고, Uniconazole은 10 ppm 以下에서는 1日, 100 ppm에서는 2日, 300 ppm에서는

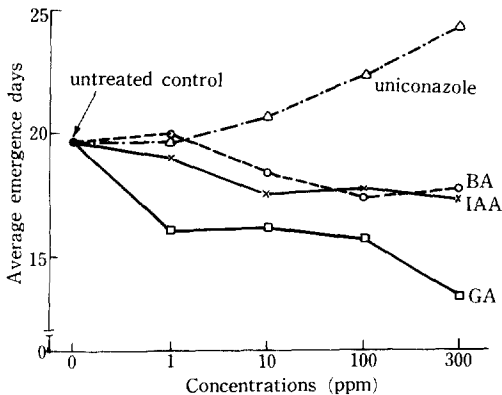


Fig. 1. Effect of plant growth regulations for emergence of *S. trifolia* Rottb.

4日이 遲延되어 濃度가 높아질수록 出芽日數가 길어져서 本 試驗의 結果로 미루어 볼 때, BA와 IAA는 벼풀 塊莖의 休眠打破에 影響을 주지 않으며, GA는 休眠을 打破시키는 反面 uniconazole은 오히려 休眠을 誘導시키는 것으로 생각된다.

2. 塊莖生成

올방개와 너도방동산이의 播種深度에 따른 塊莖生成과의 關係는 表 3, 4와 같다. 올방개는 播種深度가 2·5·10·15·20 cm로 깊어짐에 따라 塊莖數는 74·56·45·38·24個로 줄어들었으며, 塊莖의 무게와 크기, 地上部의 乾物重이 減少하여 全體의 生育이 低調하였다. 塊莖의 크기나 數에 比하여 塊莖의 生成量이 播種深度에 가장 影響을 많이 받으며, 地上部 乾物生産量과 塊莖生成量과는 播種深度가 얇은 處理에서는 塊莖生成量이 乾物生産量보다 많았으나 10 cm와 15 cm의 深度에서는 비슷하였고 20 cm에서는 乾物生産能力이 높았다. 너도방동산이도 播種深度가 깊어질수록 塊莖生成量이 減少되어 20 cm에서는 34 g으로 2 cm의 66 g에 比하여 50%程度 減少되었으며 地上部의 乾物生産能力과 地下部의 塊莖生成能力은 거의 비슷하였다. 播種深度가 깊어질수록 地上部나 地下部の 生育이 低調해지는 것은 出芽하는데 있어서 營養分의 消耗가 많았고, 또한 出芽도 遲延이 되어 生育期間의 短縮으로 인하여 全體의 生育에 있어서 不利하게 作用하였던 것

Table 3. Effect of seeding depth on tuber formation for *E. kuroguwai* Ohwi.

Item	Soil depth (cm)				
	2	5	10	15	20
Number of tubers	74	56	45	38	34
Weight of tubers(g)	61	47	36	28	20
100 tubers weight(g)	82	82	78	72	59
Dry weight of above ground(g)	42	36	33	28	27

Pot size ; ϕ 15 cm, H 60 cm

Table 4. Effect of seeding depth on rhizome production and dry weight of above ground for *C. serotinus* Rottb.

Item	Soil depth (cm)				
	2	5	10	15	20
Tuber weight (g/pot)	66	59	56	38	34
Dry weight of above ground(g/pot)	62	57	51	31	30

Pot size : ϕ 15 cm, H 60 cm

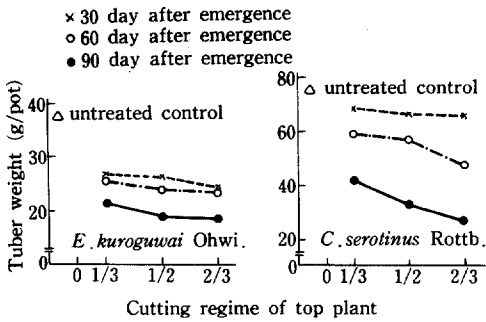


Fig. 2. The fresh weight of tuber or rhizome at maturity as affected by cutting regime and cutting time of top plant.

으로 생각된다. 塊莖生成량과 地上部の 乾物生産量이 密接한 關係가 있는 것으로 보아 塊莖生成은 地上部の 光合成能力과도 關係가 있을 것으로 推測이 되고, 이러한 觀點에서 본다면 乾物生産量에 對한 塊莖生成량의 比率이 올방개가 너도방동산이보다 높아서 光利用 效率面에서는 올방개가 유리하게 作用한다고 할 수 있겠다.

올방개와 너도방동산이의 塊莖生成량은 切葉時期와 切葉程度에 따라서도 뚜렷한 差異가 있었는데 (그림 2), 대체로 切葉程度가 클수록 塊莖生成량이 減少하였으며, 草種間에는 너도방동산이가 올방개에 比하여 影響을 많이 받았다. 切葉時期別로는 草種間 樣相이 다르게 나타났는데, 올방개는 出芽後 60日에 切葉하는 것이 塊莖生成을 크게 抑制시켰으며, 다음으로 90日, 30日의 順이었는데 反하여 너도방동산이는 切葉時期가 늦어질수록 塊莖의 生成이 抑制되었다. 草種間的 이러한 差異는 서로 生育時期가 다르기 때문인 것으로 즉, 營養生長期에서 生殖生長期로 轉換되는 時期에 切葉하는 것이 塊莖生成을 크게 抑制시키는 것으로 생각되는데, 이 時期가 두 草種間 서로 달랐던 것으로 여겨진다. 切葉處理에 의해 塊莖生成량이 減少된 것은 地上部の 光合成能力을 低下시켜 地下部로 轉移되는 同化産物の 不足과 切葉을 하면 再生되기 때문에 塊莖生成에 必要한 營養分이 地上部の 再生에 消耗되기 때문에 相對的으로 塊莖生成이 抑制를 받은 것으로 思料되며 金等⁵⁾도 類似한 報告를 한 바 있다.

着色 플리에칠렌 필름도 塊莖生成에 크게 影響을 미쳤는데(表 5, 6), 處理時期에 따라서도 큰 差異가 있었다. 올방개에 있어서 出芽始부터 出芽後 60日까지 遮光시켰을 때 無處理의 塊莖生成량이 35 g

Table 5. Effect of light quality regime on tuber formation for *E. kuroguwai* Ohwi.

Period of treatment	Color of polyethylene film			
	Red	Red-yellow	Blue	Black
Emergence-60 days after emergence	25.3	18.2	21.8	7.7
60 days after emergence-maturity	24.3	8.7	18.3	1.8
Emergence-maturity	18.5	4.6	15.4	0

Tuber weight of untreated control ; 34.6 g/pot
Pot size ; 1/5, 000 a

Table 6. Effect of light quality regime on rhizome formation for *C. serotinus* Rottb.

Period of treatment	Color of polyethylene film			
	Red	Red-yellow	Blue	Black
Emergence-60 days after emergence	46.8	24.5	35.1	3.8
60 days after emergence-maturity	46.4	24.7	32.1	0.9
Emergence-maturity	39.4	19.8	26.5	0

Rhizome weight of untreated control ; 53.4 g/pot
Pot size ; 1/5, 000 a

인데 比하여 赤色필름 下에서는 25 g, 朱黃色 18 g, 靑色 22 g, 黑色 8 g으로 黑色필름이 影響을 가장 많이 받았고 赤색이 적게 받았다. 出芽後 60日부터 成熟期까지의 遮光에서는 비슷한 傾向이었지만 全體의으로 보면 塊莖生成의 抑制程度가 前期處理에 比해 높았는데 特히 朱黃色필름과 黑色필름에서 抑制가 심하였다. 同一色의 필름에서 處理時期別로 보면 全時期를 遮光하는 것이 가장 抑制를 많이 받았고 黑色에서는 地上部가 枯死하여 塊莖이 전혀 生成되지 않았다. 너도방동산이도 필름間的 差異는 올방개와 비슷하였지만 處理時期別 差는 올방개에 比하여 적은 傾向이었으며, 올방개와는 달리 前期處理와 後期處理間的 差異는 赤色과 朱黃色에서는 거의 없었고 靑色필름에서도 크게 差異는 없었으나 黑色에서는 거의 塊莖이 生成되지 않았다. 全生育時期를 遮光하였을 때는 無處理의 53 g에 比하여 赤色필름 39 g, 朱黃色 20 g, 靑色 27 g으로 塊莖生成 抑制程度가 올방개와 比較하면 적은 편이었다. 이와같이 필름의 색에 따라 塊莖生成이 影響을 많이 받는데, 靑色필름이 雜草의 生育을 抑制하여 雜草防除의 效果가 높다는 報告가 있으며,^{15,16)} 쇠비름 강아지풀 털비름은 靑色필름 下에서 發芽는 促進되었지만 乾物生産能力은 낮아지는 傾向이며,¹⁷⁾ 黑色

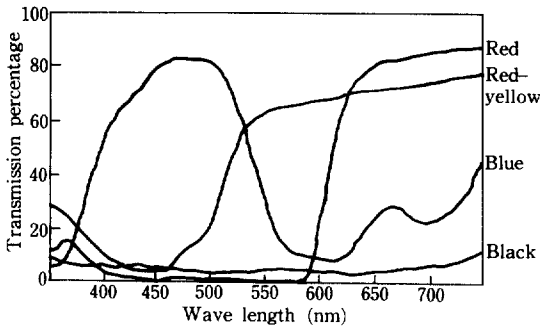


Fig. 3. Transmission spectra of various colored films.

은 光을 거의 透過시키지 않기 때문에 雜草의 生育을 抑制하고 長期間 處理하면 光合成 能力이 消失되어 雜草가 枯死한다는 報告^{8,10}가 있는데 本 試驗의 結果도 이와 類似하였다. 試驗에 供試된 4種의 필름에 對한 光透過率은 그림 3에서와 같이 赤色은 650~700 nm, 青色은 450~500 nm의 光을 透過시켰는데, 이 波長들이 一般的으로 植物의 光合成에 利用되고 있다. 朱黃色은 可視光의 80% 이상을 透過시키지 못하였고 黑色은 透過率이 5%程度였다. 卜¹¹은 필름種別別 光度測定에서 青色은 自然狀態 對比 17%, 黑色은 0.6%程度로 報告하였는데, 塊莖生成은 光質과 光度의 影響을 받고 있다는 것을 알 수 있다.

生長調整劑의 處理에 의해서도 藥量이나 處理時期에 따라 올방개의 塊莖生成量이 크게 影響을 받았는데(그림 4), 處理時期別로는 出芽前에 處理하는 것이 抑制效果가 가장 높았고 出芽時 處理와 出芽後 20日 處理에서 效果가 차츰 減少하는 것으로 보아 處理時期가 늦어질수록 塊莖生成 抑制效果는

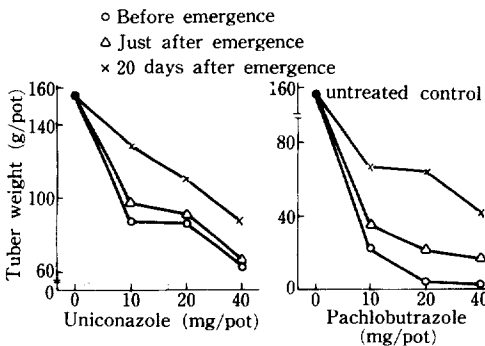


Fig. 4. Tuber weight of *E. kuroguwai* Ohwi. in association with application time and dosage of uniconazole and pachlobutrazol.

낮아지는 것으로 생각된다. 藥量에 따른 差異도 크게 나타났는데, 無處理의 塊莖量이 約 160 g인데 비하여 出芽前 uniconazole 10~20 mg, 出芽後 20日에 pachlobutrazol 10 mg 處理에서 50%程度 抑制效果가 있었으며, 出芽前 pachlobutrazol 20·40 mg 處理는 塊莖이 거의 生成되지 않는 등 藥量이 增加할수록 抑制程度가 심하였다. 塊莖生成에 影響을 미치는 要因으로는 日長, 溫度, 生長調節物質, 營養分 등이 關與하는데, 短日·低溫이 塊莖生成에 有利하며,^{1,4)} 長日·高溫에서는 GA含量이 增加하고 短日·低溫에서는 GA含量이 減少한다는 報告⁹⁾로 미루어 보아 GA는 塊莖生成에 不利하게 作用하는 것으로 類推할 수 있으며, 金⁵⁾도 너도방동산이에 GA를 處理하면 塊莖生成이 抑制된다고 하였다. 本 試驗에 供試한 生長調整劑는 anti-GA性物質로 GA生成過程을 妨害하여 植物의 草長伸長을 抑制시켜 草型을 短稈化시키는 것이 一般的인 特性인데,^{3,10)} 多年生雜草의 塊莖生成을 抑制시키는 效果가 있는 것으로 나타나 今後 雜草防除分野에 適用 擴大시킬 수 있을 것이며, 또한 除草劑 開發에 있어서 生長調整劑와의 混用 可能性도 肯定的으로 檢討될 수 있을 것으로 思料된다.

摘 要

環境要因이 主要 多年生雜草의 發芽 및 塊莖生成에 미치는 影響을 究明하고자 遂行하였던 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 發芽始부터 終了되기까지의 所要期間은 올방개와 벗풀은 30°C에서 10日 以上인 反面 가래·너도방동산이·올미는 4日程度였으며, GA는 벗풀의 出芽期間을 短縮시켰으며 uniconazole은 出芽를 遲延시켰다.

2. 올방개와 너도방동산이는 20 cm의 土深에서도 出芽가 可能하였으며, 벗풀은 15 cm 以上에서는 出芽가 不可能하였다.

3. 올방개와 너도방동산이는 播種深度가 깊어질수록 塊莖生成量과 地上部 乾物重이 減少되었으며, 乾物生産量에 對한 塊莖生成量의 比率은 올방개가 높았다.

4. 올방개는 出芽後 60日에, 너도방동산이는 90日에 切葉하는 것이 塊莖生成에 크게 影響을 주었으며, 切葉程度가 클수록 塊莖生成이 抑制되었다.

5. 着色필름의 被覆은 올방개와 너도방동산이의

塊莖生成을 抑制시켰는데, 黑色이 가장 심하였고 朱黃色, 青色, 赤色の 順이었다.

6. Uniconazol과 pachlobutrazol의 處理에 의 해 올방개의 塊莖生成이 抑制되었는데, 處理時期가 빠를수록 또한 藥量이 增加될수록 抑制效果가 높았다.

參 考 文 獻

1. Forsline, P.L. and A.R. Langille. 1975. Endogeneous cytokinins in *Solanum tuberosum* as influenced by photoperiod and temperature. *Physiol. Plant.* 34 : 75-77.
2. Horowitz, M., Y. Regev and A. Gevelberg. 1979. Plastic mulches as a method of weed control. *Phytoparasitica.* 7(2) : 142.
3. ICI. Plant protection division. 1983. Pachlobutrazol a plant growth regulator for growth control in ornamentals. Technical inform. pp1-5.
4. Kim, K.U. and D.U. Kim, 1979. Differentiation of underground organ in yellow nutsedge. *Res. Rev. of Kyungpook National Univ.* 27 : 381-385.
5. 金建佑·金吉雄. 1986. 生長調節劑가 너도방 등산이의 塊莖形成에 미치는 影響. *韓雜誌.* 6(1) : 18-24.
6. 金純哲. 1983. 韓國의 논 雜草分布 및 群落現況. *韓雜誌.* 3(2) : 223-245.
7. 具然忠·朴錫洪·權圭七·李鍾薰. 1984. 主要多年生雜草에 對한 播種深度別 雜草發生 生態에 關한 研究. *韓雜誌.* 4(2) : 130-134.
8. Nishikawa, H. and K. Inada. 1971. Weed control in upland in Japan using plastic mulching cultivation. *Proceeding of the 3th APWSS Conference.* 354-361.
9. Okazawa, Y. 1979. Roles of plant hormones for development of potato plants. *植物の化學調節.* 14(2) : 67-75.
10. 卞鍾英. 1984. 土壤溫度가 올방개 가래 및 올미의 出芽와 初期生育에 미치는 影響. *韓雜誌.* 4(2) : 125-129.
11. _____. 1985. 着色 폴리에틸렌필름 멀칭이 雜草의 發芽·發生 및 生長에 미치는 影響. *韓雜誌.* 5(1) : 19-23.
12. 梁桓承·金茂基·金載哲. 1976. 多年生雜草의 生態에 關한 研究. *韓作誌.* 21(1) : 24-34.
13. Sumitomo Chemical. Plant protection division. 1985. S-3307 D, a new plant growth regulator, Technical inform. pp1-8.
14. 竹松哲夫·近內誠登. 1978. 水田雜草의 理論 實際. 博友社.
15. 稻田勝美. 1971. マルチ用綠色 フィルムの原理とその利用效果. *農業および園藝.* 46(1) : 17:22.
16. 稻田勝美·山本雅子. 1971. マルチ用着色フィルムして關する研究. *日作紀.* 40 : 132-134.