

生長調節劑가 多年生雜草 너도방동사니
(*Cyperus serotinus* Rottb.)의 塊莖形成에 미치는 影響

金 達 佑*·金 吉 雄*

Effects of Growth Regulators on the Tuberization
of Perennial Weed, *Cyperus serotinus* Rottb.

Kim, K. W.* and K. U. Kim*

ABSTRACT

This study was conducted to determine the possible role of growth regulators and the effect of foliar part cutting on the tuber formation of *C. serotinus*. Foliar application of 6-benzylaminopurine (BA) increased tuber number and fresh weight of *C. serotinus* by an average of 24.7% and 32.4%, respectively, as compared with the untreated control. However, the tuberization of *C. serotinus* was inhibited by single treatment of abscisic acid (ABA) and gibberellic acid (GA) as the concentrations increased. As compared with the untreated control, BA at 10^{-4} M and combination of BA 10^{-5} + GA 10^{-5} M increased 31.8% and 53.7% of tuber number, respectively, but GA at 10^{-5} M decreased tuber number by 21.9%. 15kg/10a of nitrogen under three levels of BA resulted in the highest number of tuber formation of *C. serotinus*, an increase of 24.7% as compared with the untreated control. GA treated increased flowering of *C. serotinus* by an average of 4.8% based on the untreated control. Tuber number and fresh weight of *C. serotinus* was markedly inhibited as the number of cutting times increased. Three times cutting inhibited tuber number and fresh weight of *C. serotinus* by 76.1% and 96.6%, respectively, under nitrogen of 15kg per 10a as compared with the untreated control.

Key words; *Cyperus serotinus*, growth regulators.

緒 言

너도방동사니는 논과 濕地에서 發生하는 多年生雜草로서 그 生育盛期는 作物의 生育期間 中인 6~10월이다. 이 雜草는 生育과 繁殖力이 旺盛하며 光合成効率が 優秀한 C_4 植物이므로 營養과 受光面에서 作物과 競爭力이 매우 커서 一年生에 有効한 除草劑를 連用하는 地域에서 問題雜草로 擡頭되고 있다.²⁾

너도방동사니의 主된 繁殖器官은 塊莖이며 種子가

形成되지만 너도방동사니의 生活史에 있어서 重要하지는 않다.^{5,21)} 그러므로 除草劑에 依해서 地上部를 除去시켜도 塊莖과 根莖에 依해 繁殖·增殖하게 된다.

塊莖形成에 影響을 미치는 要因으로는 日長, 溫度, 生長調節物質 및 營養 등이 있으며 短日·低溫條件이 塊莖形成에 有効한 要因으로 看做되고 있다.^{1,3,4,11,20)} 감자의 塊莖形成 誘導 역시 日長과 溫度에 依해서 크게 影響받는다고 報告된 바 있다.¹⁾ 이같은 環境條件은 植物體內的 GA(gibberellic acid) 및 cyto-

*慶北大學校 農科大學 農學科

*Dept. of Agronomy, Kyungpook National University, Taegu 635, Korea.

kinin 含量的變化에 影響을 미치게 되며, 長日・高温條件下에서는 GA含量이 增加하고 短日・夜温低下에서는 GA含量이 減少한다는 報告¹¹⁾가 있으며, Mauk 等⁹⁾은 cytokinin 系 物質인 zeatin riboside含量이 長日 및 夜温이 높은 것보다 短日 및 夜温이 낮은 狀態에서 生長한 감자에서 높다고 報告한 바 있다.

Sattelmacher 等¹⁶⁾은 塊莖形成에 關與하는 生長調節劑인 cytokinin 의 活性는 塊莖形成 以前의 감자 stolon 先端部에서는 낮았다가 塊莖形成期의 stolon 先端부와 形成中인 塊莖에서 增加되지만, cytokinin 이 塊莖形成의 誘導에 直接 影響을 미치는 要因은 아니며 塊莖의 肥大에 重要한 役割을 한다고 報告하였다.

또한 Palmer 等^{12,13)}은 IAA(indole acetic acid), GA, ABA(abscisic acid)는 kinetin 이 誘導시킨 塊莖形成을 抑制시킨다고 報告했다.

本 試驗에서는 너도방동사니의 生育 및 塊莖形成에 미치는 生長調節劑의 影響을 究明하여 얻어진 實驗의 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本 試驗에 供試된 너도방동사니의 塊莖은 1984年에 慶北大學校 農科大學 試驗圃場에서 增殖하여 採取한 것으로 充實하게 成熟된 塊莖을 選拔하여 試驗材料로 使用하였다.

供試土壤의 理化學的 特性은 表 1 과 같다.

Table 1. Physico-chemical properties of the soil used in the experiment.

pH (1:5)	O. M. ¹⁾ (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable-Cation (meg/100g)			Si O ₂ (ppm)
			K	Ca	Mg	
5.63	2.27	139	0.14	3.69	1.03	69

1) Organic matter.

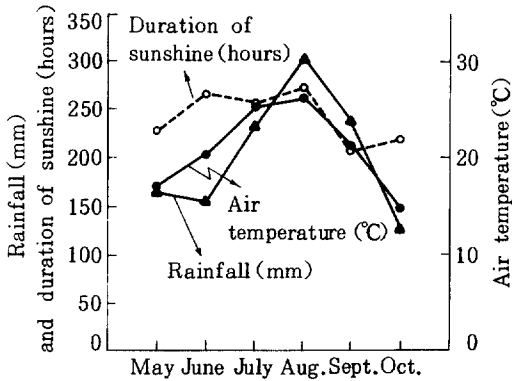


Fig. 1. Changes in temperature, duration of sunshine and rainfall at Taegu. ('85)

本 試驗이 遂行된 期間 中의 大邱地方 氣象狀態는 그림 1 과 같다.

試驗 1. 生長調節劑의 莖葉處理와 너도방동사니의 生育 및 塊莖形成

1/2,000a 풋트에 壤土를 2/3 程度로 채운 뒤 完全任意로 3 反復 配置한 후, 播種床에서 均一하게 萌芽시켜진 1 葉期의 幼苗를 풋트當 1 포기씩 심고 6月 3日에 水深을 2cm 깊이로 維持시켰다. 活着

後 N-P₂O₅-K₂O 는 15-9-11kg/10a 水準으로 施用하였으며, 窒素水準別 BA 處理區는 P₂O₅-K₂O 는 10a 當 9-11kg 으로 固定하고 窒素를 7.5, 15 및 30kg/10a 의 3 水準으로 施用하였다. 生長調節劑의 處理는 GA, BA(6-benzylaminopurine) 및 ABA 各 各 10⁻⁶, 10⁻⁵, 10⁻⁴ M로 處理하였으며, 生長調節劑間의 混合處理는 10⁻⁶+10⁻⁶, 10⁻⁶+10⁻⁵, 10⁻⁶+10⁻⁴, 10⁻⁵+10⁻⁶, 10⁻⁵+10⁻⁵, 10⁻⁵+10⁻⁴, 10⁻⁴+10⁻⁶, 10⁻⁴+10⁻⁵, 10⁻⁴+10⁻⁴ M을 移植後 70日째 및 80日째에 풋트當 8ml(1,600 l/ha) 씩 展着劑인 Triton X-100 을 少量添加하여 小型 hand sprayer로 各 濃度別로 各 時期當 1회씩 總 2회 處理하였다. 分藥數는 處理前(8月 1日) 및 收穫時(10月 2日)에, 開花率은 開花期에, 形成된 塊莖의 數 및 生體重은 收穫時에 調査하였다.

試驗 2. 너도방동사니 地上部의 切斷과 塊莖形成 및 地上部 再生力

1/2,000a 풋트에 壤土를 2/3 程度로 채운 後 完全任意로 3 反復 配置한 다음, 播種床에서 均一하게 萌芽된 一葉期의 幼苗를 풋트當 1 포기씩 7月 1日에 移植하여 水深을 2cm 깊이로 維持시켰다. 活着後 N-P₂O₅-K₂O 를 窒素水準에 따라 10a 當

7.5-9-11, 15-9-11, 30-9-11 kg 施用하였다. 移植後 50日째에 1回 切斷, 60日째에 2回 切斷, 70日째에 3回 切斷을 實施하였다. 各 切斷後 10日째마다 再生된 地上部(shoot) 길이를 調査하고 再生된 地上部를 切斷하여 乾物重을 調査하였으며 形成된 塊莖의 數 및 生體重은 收穫時(10月 9日)에 調査하였다.

結果 및 考察

1. 生長調節劑 處理와 너도방동사니의 生育 및 塊莖形成

GA, BA, ABA를 移植後 70日째(8月 12日) 및 80日째에 各各 1回씩 莖葉에 處理한 後에도 너도방동사니의 分蘖數는 繼續 增加하였으나 處理前인 8月 1日보다 큰 增加는 없었으며 ABA 處理區는 無處理에 比해 多少 減少를 보였으며 有意성이 認定되었다. 그러나 ABA 處理區 以外에는 生長調節劑의 種類와 分蘖數間에는 有意성이 認定되지 않았다(表 2). 한편, 生長調節劑 處理에 依해 形成된 塊莖의 數와 生體重은 處理間에 有意한 差異가 있었으며 BA

處理區에 있어서 塊莖의 數 및 生體重은 無處理에 比해 各各 平均 24.7%, 32.4%의 增加를 보였으며 有意성이 認定되었다.

GA 및 ABA 處理는 無處理에 比해서 塊莖數가 減少되는 傾向을 보였으며, 生長調節劑間의 混合處理는 無處理에 比해서 塊莖數를 增加시키는 傾向을 보여주었으나 處理間에 有意성은 認定되지 않았다.

BA 處理區에서 濃度別로 塊莖形成에 미친 效果를 보면, BA 10^{-4} M이 處理된 區에서 248.7個의 塊莖을 形成하여 無處理區의 188.7個에 比해서 31.8%의 增加를 보였다(表 3).

이와같이 BA 處理區의 塊莖數가 無處理에 比해 顯著히 增加되는 것은 Kim 등^{3,4)}이 yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) 및 향부자(*Cyperus rotundus* L.)에 對해서 報告한 것처럼 cytokinin系 生長調節劑인 BA가 너도방동사니의 地下莖 分化를 誘導한 때문이 아닌가 思料된다. 감자의 境遇, 塊莖形成 以前에는 stolon內 cytokinin 活性이 낮지만, 一旦 塊莖形成이 始作되면 stolon과 새로 發育中인 塊莖內의 cytokinin 活性이 相當히 높아진다는 報告^{8,16)}가 있다. 그러므로 너도방동사니의 塊莖形成 역시 cyto-

Table 2. Effect of GA, ABA, and BA on the growth of *C. serotinus*.

Treat. ¹⁾	No. of shoot (No./pot)		No. of tuber (No./pot) ²⁾	% of unt. control	Tuber fresh wt. (g/pot)	% of unt. control
	Aug. 1	Oct. 1				
GA	64.8 ^c	71.4 ^c	175.5 ^c	93.0	76.4 ^d	89.4
ABA	70.6 ^{ab}	77.6 ^c	176.8 ^c	93.7	78.5 ^d	91.8
BA	76.5 ^a	87.3 ^a	235.3 ^a	124.7	113.2 ^a	132.4
GA+BA	73.0 ^a	85.3 ^{ab}	226.3 ^{ab}	119.9	96.4 ^b	112.7
GA+ABA	73.6 ^a	85.3 ^{ab}	194.1 ^{bc}	102.8	81.7 ^d	95.6
BA+ABA	73.2 ^a	90.6 ^a	211.3 ^{abc}	112.0	94.2 ^{bc}	110.2
Unt. control	69.2 ^b	81.0 ^b	188.7 ^{bc}	100.0	85.5 ^{cd}	100.0

1) Each represents the average of combined $10^{-4} + 10^{-5} + 10^{-6}$ M treatments.

2) Each number is the average of three replications and tubers counted all those newly developing, immature and mature, determined at Oct. 1, 1985.

3) Means within each column with the same letter are not significantly different at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

Table 3. Combining effect of BA with GA on the tuberization of *C. serotinus*¹⁾

Growth regulators conc. (M)	BA				
	0	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	
GA	0	188.7(100.0) ²⁾	235.3(124.7)	222.0(117.6)	248.7(131.8)
	10^{-6}	187.9 (99.6)	201.7(106.9)	214.3(113.6)	227.3(120.5)
	10^{-5}	147.3 (78.1)	202.3(107.2)	290.0(153.7)	250.0(132.5)
	10^{-4}	191.3(101.4)	253.3(134.2)	233.7(123.8)	163.7 (86.8)

1) Tuber number per pot, 1/2,000 a.

2) (): % of untreated control.

kinin系 生長調節劑가 關係할 것으로 推定된다.

GA와 BA의 混合處理(表 3)에서 보면, 一般的으로 BA의 濃度가 높아짐에 따라 塊莖數가 增加되는 傾向이며 BA 10^{-5} M과 GA 10^{-5} M 混合處理區에서 無處理區보다 무려 53.7%의 增加를 보였으나, 以外の 混合處理區는 BA 10^{-4} M 單獨處理區보다 좋은 效果를 보이지 않았다.

GA와 ABA 混合處理에 대한 影響을 濃度別로 보면(表 4), GA 및 ABA 10^{-5} M에서 無處理보다 各 各 21.9%, 12.4%의 塊莖數의 減少를 나타냈으나, GA 10^{-4} M과 ABA 10^{-5} M 混合處理에서 23.8%의 增加를 보여서 GA와 ABA의 混合效果에 對한 結論

을 내리기는 매우 어렵다.

BA와 ABA의 混合處理에서 보면(表 5), 대체로 無處理보다 塊莖數가 많았으며, 또 BA와 ABA의 混合時 BA濃度는 높고 ABA의 濃度가 낮을 수록 塊莖數가 많았다. BA의 效果는 ABA의 濃度가 높아질 수록 減少되는 傾向이었다. 各자의 塊莖形成은 內生 生長調節劑인 auxin, GA, ABA, cytokinin 間에 塊莖形成 時期別로 密接하게 聯關이 되어 있으며 이 中 ABA의 境遇는 補助的인 役割을 한다고 報告되었다.^{7,8)} 또한 ABA는 塊莖形成에 對해서 效果가 없거나⁹⁾ 促進⁵⁾ 또는 抑制¹³⁾ 하는 事例가 있으므로 塊莖形成 效果를 認定하기는 어렵다.

Table 4. Combining effect of ABA with GA on the tuberization of *C. serotinus*¹⁾.

Growth regulators conc. (M)		ABA			
		0	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}
GA	0	188.7(100.0) ²⁾	177.8 (94.2)	165.3 (87.6)	187.2 (99.2)
	10^{-6}	187.9 (99.6)	174.7 (92.6)	191.3(101.4)	149.5 (79.2)
	10^{-5}	147.3 (78.1)	200.7(106.3)	197.3(104.6)	207.3(109.9)
	10^{-4}	191.3(101.4)	217.0(115.0)	233.7(123.8)	175.7 (93.1)

1) Tuber numer per pot, 1/2,000 a.

2) (): % of untreated control.

Table 5. Combining effect of ABA with BA on the tuberization of *C. serotinus*¹⁾.

Growth regulators conc. (M)		ABA			
		0	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}
BA	0	188.7(100.0) ²⁾	177.8 (94.2)	165.3 (87.6)	187.2 (99.2)
	10^{-6}	235.3(124.7)	217.0(115.0)	198.0(104.9)	183.3 (97.1)
	10^{-5}	222.0(117.6)	249.3(132.1)	229.7(121.7)	184.7 (97.9)
	10^{-4}	248.7(131.8)	228.7(121.2)	216.7(114.8)	194.7(103.2)

1) Tuber number per pot, 1/2,000 a.

2) (): % of untreated control.

Table 6. Tuber number and fresh weight of *C. serotinus* as affected by BA in relation to nitrogen levels.

BA	Nitrogen levels (kg/10 a)					
	7.5		15		30	
	Tuber No. ¹⁾	F. W. ²⁾	Tuber No.	F. W.	Tuber No.	F. W.
Unt. control	186.3	72.0	188.7	85.5	357.7	138.0
	—% of unt. control—					
10^{-6} M	97.0	128.2	124.7	141.9	62.5	73.0
10^{-5} M	88.2	110.1	117.6	123.3	84.0	86.8
10^{-4} M	133.5	156.7	131.8	131.9	88.5	93.8
LSD 0.05	36.6	43.2	36.0	19.2	26.9	35.0
Ave. of three conc.	106.2	131.7	124.7	132.4	78.3	84.5

1) Tuber number per pot, 1/2,000 a.

2) F. W.: Tuber fresh weight, gram per pot, 1/2,000 a.

Okazawa^{8,11)}는 감자의塊莖形成의誘導條件으로서內生GA의低下를첫째로들고있으며, Mares等¹⁰⁾은GA處理가감자塊莖組織內에서澱粉으로轉換되는糖의蓄積程度를減少시킨다고報告했다. 本試驗에서는GA의效果를認定하기가어려웠으며, BA處理區의塊莖形成促進效果는cytokinin系生長調節劑가澱粉蓄積을助長한다고報告되어진바,^{14,18)} BA의莖葉處理가地下莖의分化誘導및澱粉의蓄積으로생긴結果와聯關이있지않나推定된다.

窒素施用水準別과BA處理濃度와의關係를보면, 窒素施用量이15kg/10a일때塊莖數가平均24.7%增加되었으며, BA處理는濃도가높을수록塊莖數가增加되는傾向이었다(表6). Kim等⁹⁾은yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.)의砂耕栽培時低濃度の窒素處理가塊莖形成에效果의이었다고報告했으며, Sattelmacher^{15,17)} 등은감자의水耕栽培時窒素供給의中斷이cytokinin의活性을增加시킨다고報告한바있다. 本試驗에서는窒素施用을全量基肥로했기때문에窒素水準間的生育差와너도밤동사나의窒素를多量要求하는特性이窒素의摘定水準에서塊莖數를增加시킨結果를가져오지않았는가생각된다. Kim⁹⁾ 및Sattelmacher^{15,17)} 등의研究結果와는多少相異한것같다.

너도밤동사나의開花에미치는生長調節劑의影響을보면, GA處理區에서無處理에比해平均4.8%增加시켰으나ABA, BA, GA+ABA, GA+BA, BA

+ABA處理에서는오히려減少되는傾向을나타냈다(그림2). 이와같은結果는一般他作物의開花와類似한것으로思料된다.

2. 너도밤동사나 地上部の 切斷과 地上 및 地下部の 生長

너도밤동사나 줄기를基部에서5cm만남기고10日間隔으로1回(8月20日), 2回, 3回切斷하여줄기의再生力과塊莖形成을調査해본結果, 줄기의再生된總 길이는窒素水準에關係없이無處理의草長에미치지 못하는못하였으며各切斷後再生된줄기의 길이는窒素水準에따라큰差異가없었다. 再生된줄기의總乾物重은無處理보다 훨씬적었다(그림3).

1回, 2回, 3回切斷後, 收穫時에塊莖數및塊莖의生體重을調査해본結果, 無處理보다塊莖數와生體重이顯著히減少되었으며그程度는切斷

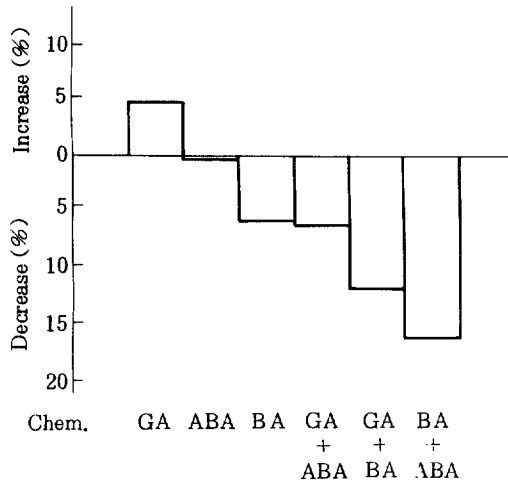


Fig. 2. Hormonal effects on the flowering of *C. serotinus*. (data based on the untreated control)

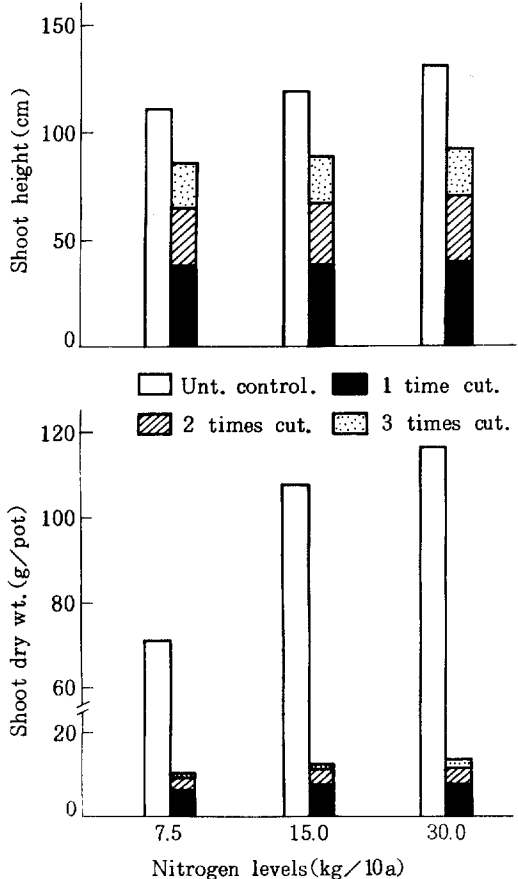


Fig. 3. Shoot regrowth of *C. serotinus* as affected by cutting of top part.

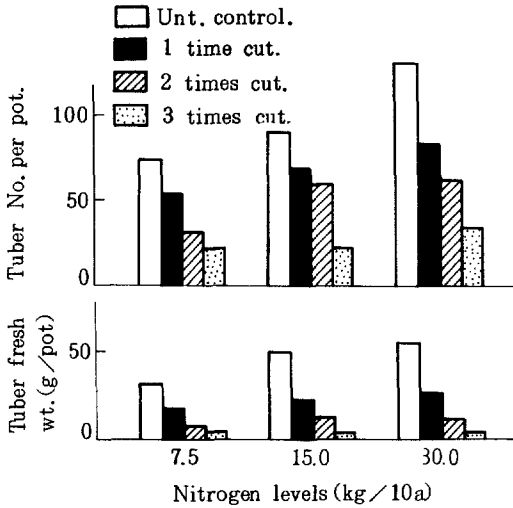


Fig. 4. Tuber No. and fresh wt. of *C. serotinus* as affected by cutting of top part.

回數에 比例하였다(그림 4).

切斷處理가 無處理보다 塊莖의 數 및 生體重이 顯著히 減少된 것은 地上部가 同化物質을 生成할 수 있는 source가 缺如되어 地下部로 轉移하는 同化產物의 不足 및 繼續的인 地上部の 再生이 原因일 것으로 思料된다. 또한 너도방동사니는 切斷後 줄기가 急速히 生長하므로 GA 등의 植物生長調節物質이 關與할 可能性도 排除할 수 없는 것 같다.

너도방동사니가 窒素의 要求度가 크고 多年生 雜草 中에서 水稻와 競爭力이 가장 큰 雜草라는 點을 考慮할 때, 그 주된 繁殖器官인 塊莖의 形成이 植物生長調節物質과 密接한 關係가 있으며 地上部の 切斷이 地下의 塊莖形成에 크게 抑制的인 立證되어, 本 研究를 通하여 얻어진 結果는 本 雜草의 效果의 인 防除體系를 確立하는데 基礎資料로 利用되리라 믿어지며 塊莖形成 機構에 對해서는 今後 繼續的인 研究가 要望된다.

摘 要

生長調節劑가 너도방동사니의 生育 및 塊莖形成에 미치는 影響과 莖葉切斷의 效果를 究明하여 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. BA의 莖葉處理時 너도방동사니의 塊莖數와 塊莖의 生體重은 無處理에 比해서 各各, 平均 24.7%와 32.4%로 顯著히 增加했으나 ABA 및 GA를 單獨 處理한 境遇, 大體로 抑制되는 傾向이었다.

2. BA 10^{-4} M 處理와 BA 10^{-5} M과 GA 10^{-5} M의 混合處理에서 塊莖數는 無處理에 比해 各各, 31.8%와 53.7%로 增加했으나 GA 10^{-5} M 處理에서는 21.9%의 減少를 보였다.

3. 窒素水準別 BA의 處理效果를 보면, 窒素施用이 $15\text{ kg}/10\text{ a}$ 水準에서 塊莖數는 BA의 濃度를 平均하여 無處理보다 24.7% 增加되었다.

4. 生長調節劑가 너도방동사니의 開花에 미치는 影響을 보면, GA 處理區만이 無處理區보다 平均 4.8% 增加를 나타냈다.

5. 切斷回數의 增加는 너도방동사니의 塊莖數 및 塊莖의 生體重을 顯著히 減少시켰으며 3회 切斷의 境遇, 窒素水準 $15\text{ kg}/10\text{ a}$ 에서 塊莖數는 無處理보다 76.1% 減少되었다.

引用 文 獻

1. Forsline, P. L. and A. R. Langille. 1975. Endogenous cytokinins in *Solanum tuberosum* as influenced by photoperiod and temperature, *Physiol. Plant.* 34: 75-77.
2. Kim, K. U. and B. H. Kang. 1977. Ecological characteristics of perennial sedges, *Eleocharis kuroguwai* and *Cyperus serotinus* Rottb., Asian-Pacific Weed Society Sixth Conference, 185-192.
3. Kim, K. U. and D. U. Kim. 1979. Differentiation of underground organ in yellow nutsedge, *Research Review of Kyungpook National Univ.* 27: 381-385.
4. Kim, K. U. and H. Nakayama. 1984. Effect of growth regulators on tuberization of purple nutsedge, *Weed Research (Japan)* 29: 55-59.
5. Krauss, A. 1978. Tuberization and abscisic acid content in *Solanum tuberosum* as affected by nitrogen nutrition, *Potato Res.* 21: 183-193.
6. Kusanagi, T. 1984. Studies on the reproductive characteristics of perennial weeds in paddy fields and their control, *Weed Research (Japan)* 29: 255-267.
7. Koda, Y. and Y. Okazawa. 1983. Influences of environmental, hormonal and nutritional factors on potato tuberization in vitro, *Japan Jour. Crop Sci.* 52: 582-591.

8. Koda, Y. and Y. Okazawa. 1983. Characteristic changes in the levels of endogenous plant hormones in relation to the onset of potato tuberization, *Japan Jour. Crop Sci.* 52: 592-597.
9. Mauk, C. S. and A. R. Langille. 1978. Physiology of tuberization in *Solanum tuberosum* L., *Plant Physiol.* 62: 438-442.
10. Mares, D. J., Marschner, H. and A. Krauss. 1981. Effect of gibberellic acid on growth and carbohydrate metabolism of developing tubers of potato (*Solanum tuberosum*), *Physiol. Plant.* 52: 267-274.
11. Okazawa, Y. 1979. Roles of plant hormones for development of potato plants, *植物の化学調節* 14(2): 67-75.
12. Palmer, C. E. and O. E. Smith. 1969. Cytokinins and tuber initiation in the potato *Solanum tuberosum* L., *Nature* 221: 279-280.
13. Palmer, C. E. 1969. Hormonal control of tuberization in *Solanum tuberosum* L., Ph. D. Dissertation. Univ. of Calif., Riverside. U.S.A.
14. Sasamoto, H. O. and H. Suzuki. 1979. Activities of enzymes relating to starch synthesis and endogenous levels of growth regulators in potato tips during tuberization, *Physiol. Plant.* 45: 320-324.
15. Sattelmacher, B. and H. Marschner. 1978. Relation between nitrogen nutrition, cytokinin activity and tuberization in *Solanum tuberosum*, *Physiol. Plant.* 44: 65-68.
16. Sattelmacher, B. and H. Marschner. 1978. Cytokinin activity in stolons and tubers of *Solanum tuberosum* during the period of tuberization, *Physiol. Plant.* 44: 69-72.
17. Sattelmacher, B. and H. Marschner. 1978. Nitrogen nutrition and cytokinin activity in *Solanum tuberosum*, *Physiol. Plant.* 42: 185-189.
18. Smith, O. E. and C. E. Palmer. 1970. Cytokinin-induced tuber formation on stolons of *Solanum tuberosum*, *Physiol. Plant.* 23: 599-606.
19. Smith, O. E. and L. Rappaport. 1969. Gibberellines, inhibitors, and tuber formation in the potato, *Solanum tuberosum*, *American Potato Journal* 46: 185-191.
20. Suge, H. and T. Kusanagi. 1975. Photoperiodic control of flowering and tuberization in *Cyperus serotinus*, *Weed Research (Japan)* 20: 8-11.
21. Yamagishi, A. 1983. Analytical studies on the life cycle of the perennial weed, *Cyperus serotinus* Rottb., and control measures, *Weed Research (Japan)* 28: 1-8.