

水稻 倒伏輕減劑 處理가 Gibberellin 拮抗作用, Auxin 相互作用,  
Ethylene 發生 및 後作物 生育에 미치는 效果

姜忠吉\* · 朴英善\* · 尹洪淵\*\*

**Effect of Rice Lodging Inhibitors on the  
Gibberellin Antagonism, Auxin Interaction,  
Ethylene Evolution and Growth of Second Crops**

Kang, C. K\*, Y. S. Park\*, and H. Y. Yoon\*\*

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of gibberellin biosynthesis retardants as used by rice lodging inhibitors on the gibberellin antagonism, auxin interaction, ethylene evolution and growth of second crops. Results obtained can be summarized as follows. Inabenfide, paclobutrazol and uniconazole markedly inhibited the epicotyl elongation of mung bean. Inhibiting effect of epicotyl by these chemicals was markedly stimulated by gibberellic acid, thus showing clear antagonism between these chemicals and gibberellic acid. Significantly large number of roots were formed in the mung bean cuttings which were rooted in the paclobutrazol and uniconazole of 1 ppm. The higher the concentration, the more the number of roots forms. It was guessed that these effect was closely related with auxin. Ethylene evolution was a little stimulated in the leaf of rice under the treatment of inabenfide, paclobutrazol and uniconazole at earlier stage(5 DAT), however it was suppressed at later stage(10, 30 DAT) at higher concentration. The effect of gibberellin biosynthesis inhibitors to second crops retarded tomato plants without influencing the height of barley. The treatment of paclobutrazol and uniconazole which is triazole-type more severely inhibited than that of inabenfide which is isonicotinamide-type. The more the concentration, the less the height of tomato plants.

緒 言

最近 水稻栽培의 特徵은 良質米生産, 農作業의 省力化 및 多收性 爲主로 바뀌어지고 있고, 收穫 作業의 機械化가 크게 增加되었으며, 또한 어린 모의 機械移秧栽培는 아주 어릴 때 移秧되어 알 게 심겨지므로써 뿌리가 土壤 表層에 많이 分布 하게 되고, 줄기가 弱해져 倒伏抵抗性 強化가 重要한 問題로 擡頭되고 있다. 더구나 良質米 品種 이 生育期間中에 徒長하기가 쉽고, 一部地域에서 는 每年 常習의으로 水稻가 倒伏되므로써 倒伏抵

抗性 向上 技術開發이 緊要한 問題로 되고 있다. 이런 가운데 世界的으로 水稻나 밀 등의 主要 耕作作物의 倒伏問題를 解決코자 많은 研究와 開發이 積極的으로 進行되어 왔으나 實用化에 成功한 例는 極히 적었다. 多幸히 近年에 이르러 몇 몇 水稻 倒伏輕減劑가 開發·普及되게 되었고<sup>3,21,23,24,26)</sup>, 國內에서는 inabenfide 4%粒劑 한 品目이 1991年 4月 18日 登錄되어<sup>16,17)</sup> 農家에 普及·使用 있다. 水稻 倒伏輕減劑로 利用되고 있는 것은 isonicotinamide系인 inabenfide와 triazole系인 paclobutrazol 및 uniconazole인데, 이들 藥劑에 關한 研究는 倒伏輕減效果 뿐만 아

\* 農藥研究所 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon, 441-100, Korea

\*\* 農友種苗(株) Nong Woo Seed Co. Ltd.

나라 花芽形成促進<sup>1,2,11,12,19,25,28</sup>, 姓變化<sup>15,20</sup>, 植物 hormone間的 balance 研究<sup>10,19,22</sup> 및 藥害輕減<sup>5</sup> 등 많은 研究가 多樣하게 이루어지고 있다. 本 研究는 水稻 倒伏輕減劑 處理時 gibberellin과 의 拮抗作用, 植物 hormon의 相互作用 및 後作物 生育에 어떠한 影響을 미치는 가를 究明코자 實施하였다.

### 材料 및 方法

小粒種 녹두 '방아사' 品種을 供試하여 0.04% sodium hypochlorite 溶液에 1時間 浸漬消毒 後 흐르는 물(15°C~20°C)에 24時 間 동안 浸漬하였다가 질석에 播種하였다. 播種 後 25°C의 恒溫室에서 5,000lux의 連續照明 螢光燈下에서 發芽시켜 第 1本葉이 最大 크기가 되고, 第 2 本葉이 1~3 mm 程度가 되었을 때 各各의 幼苗 子葉을 除去하고, 子葉 밑 3cm 部位를 잘라서 이들 幼苗를 生長 調節物質이 含有된 容量 7ml의 vial에 3個體씩을 잘라 넣고 3,000lux의 螢光燈下에서 7日間 生育 시킨 後 幼苗를 꺼내어 發根數와 上胚軸 長이를 測定하였다. 發根數는 肉眼으로 뿌리라고 볼 수 있는 것은 모두 計數하였으며, 上胚軸의 長이는 試驗 始作時와 終了時에 各各 그 長이를 재어서 7 日間の 上胚軸 增加值를 data에 表示하였다. Ethylene gas 分析은 1/2,000a wagner pot에 추정버를 移秧하여 本葉 10枚 程度까지 育苗한 後 10a當 成分量으로 inabenfide는 90, 180, 360g을, paclobutrazol은 6, 12, 24g을 各各 處理하였고, 藥劑處理 5, 10, 30日 後에 最上位展開葉 5 cm를 切斷하여 gas chromatography를 表 1과 같은 條件에서 分析하였다.

後作物에 미치는 影響을 調査코자 水稻 倒伏輕減劑 試驗이 既完了된 논圃場의 表土 5cm를 採取한 後 이를 1/2,000a wagner pot에 담아 여기에 동보리 種子를 直播하였으며, 토마토는 興農

種墓의 서광토마토를 本葉 3葉期까지 育苗 後 定植하여 25°C 內外의 溫實에서 그 影響을 測定하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 水稻 倒伏輕減劑 處理가 GA<sub>3</sub>와 의 拮抗作用에 미치는 效果

表 2에서 보는 바와 같이 inabenfide 處理時 無處理보다 녹두의 上胚軸 伸長이 크게 抑制되었으나 水稻 倒伏輕減劑와 GA<sub>3</sub>와 의 混用處理時 GA<sub>3</sub>의 濃度가 높을수록 녹두의 上胚軸 伸長이 크게 增加하였다. Paclobutrazol의 境遇 表 3에서 보는 바와 같이 paclobutrazol 單獨處理時 抑制된 녹두의 上胚軸 伸長이, GA<sub>3</sub>와 의 混用處理에서 GA<sub>3</sub>의 濃度가 높을 수록 그 伸長程度가 顯著하였다. Uniconazole 또한 類似한 效果(表4)를 보였는데, 이러한 水稻 倒伏輕減劑가 녹두의 上胚軸 伸長을 抑制하고, 伸長抑制가 GA<sub>3</sub>의 混用處理時 GA<sub>3</sub>濃度가 높으면 높을 수록 增加한다는 것은 水稻 倒伏輕減劑와 GA<sub>3</sub>와는 拮抗作用이 있음을 나타내며, 이들 藥劑가 水稻內에서 gibbeellin의 生合成을 抑制하고 있음을 間接적으로 示唆하고 있어 이들 藥劑가 水稻體內의 內生 gibbesellin의 生合成을 抑制한다는 報告<sup>3,4,21,23,24,26</sup>와 그 推移가 같은 脈絡임을 알 수 있었다.

Table 2. Increase in epicotyl length in mungbean cutting as influenced by inabenfide treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	Increase in epicotyl length (cm)
Inabenfide + GA <sub>3</sub>	0	0.2
	0.1+0	0.1
	0.1+0.01	0.4
	0.1+0.1	0.7
	0.1+1.0	2.0
	1.0+0	0.2
	1.0+0.01	0.5
	1.0+0.1	1.2
	1.0+1.0	2.0
	10.0+0	0.1
10.0+0.01	0.6	
10.0+0.1	1.2	
10.0+1.0	1.6	

Table 1. The conditions of GLC for analysis of ethylene.

Specification	Condition
Detector	Varian 6000 gas chromatography
Column	Porapak N
Temperature	Column oven : 100°C
	Injection port : 100°C
	Detector block : 120°C

**Table 3.** Increase in epicotyl length in mungbean cutting as influenced by paclobutrazol treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	Increase in epicotyl length (cm)
Paclobutrazol+ GA <sub>3</sub>	0	0.2
	0.01+0	0.8
	0.01+0.01	0.8
	0.01+0.1	1.3
	0.01+1.0	1.1
	0.1+0	0.2
	0.1+0.01	1.5
	0.1+0.1	1.1
	0.1+1.0	1.1
	1.0+0	0.1
	1.0+0.01	1.8
	1.0+0.1	1.0
	1.0+1.0	1.3

**Table 4.** Increase in epicotyl length in mungbean cutting as influenced by uniconazole treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	Increase in epicotyl length (cm)
Uniconazole+ GA <sub>3</sub>	0	0.2
	0.1+0	0
	0.1+0.01	0.4
	0.1+0.1	0.9
	0.1+1.0	0.5
	1.0+0	0
	1.0+0.01	0.08
	1.0+0.1	1.2
	1.0+1.0	1.1
	10.0+0	0.1
	10.0+0.01	0.9
	10.0+0.1	0.7
	10.0+1.0	0.8

**Table 5.** Number of root developed in mungbean cutting as influenced by inabenfide treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	No. of root developed
Inabenfide+ GA <sub>3</sub>	0	6.8
	0.1+0	8.2
	0.1+0.01	8.5
	0.1+0.1	4.8
	0.1+1.0	6.7
	1.0+0	8.0
	1.0+0.01	5.7
	1.0+0.1	8.8
	1.0+1.0	5.2
	10.0+0	7.7
	10.0+0.01	9.7
	10.0+0.1	9.2
	10.0+1.0	6.3

**Table 6.** Number of root developed in mungbean cutting as influenced by paclobutrazol treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	No. of root developed
Paclobutrazol+ GA <sub>3</sub>	0	6.8
	0.01+0	19
	0.01+0.01	13
	0.01+0.1	14.8
	0.01+1.0	12.7
	0.1+0	19.5
	0.1+0.01	11.5
	0.1+0.1	18.3
	0.1+1.0	12.3
	1.0+0	22
	1.0+0.01	18.2
	1.0+0.1	13.7
	1.0+1.0	13.0

**2. 水稻 倒伏輕減劑 處理가 auxin과의 相互 作用에 미치는 效果**

Inabenfide의 處理效果는 表 5에서 보는 바와 같이 單獨處理時 無處理보다 녹두의 發根數가 약간 增加하였다. 그러나 GA<sub>3</sub>의 濃度가 높을수록 녹두의 發根數는 抑制되는 傾向이었다. 表 6과 7의 paclobutrazol과 uniconazol의 效果 또한 같은 傾向이었는데, uniconazole(表7)의 境遇 uniconazole 1ppm을 處理時 無處理에 比해 約 5 倍의 發根數가 增加하였다. 이처럼 水稻 倒伏輕減劑 處理時 녹두의 發根數가 크게 增加한다는

것은 水稻에 있어서 줄기 伸長을 抑制할 뿐만 아니라 뿌리의 發育을 促進하므로서 倒伏抵抗性を 크게 向上시키는 것으로 推察되며, 이러한 結果는 白川<sup>23,24)</sup>가 指摘한 바와 같이 inabenfide處理時 水稻의 根量이 增加했다는 報告와 一到하였다. 水稻 倒伏輕減劑 處理에 依해 녹두의 發根數가 크게 增加한 것은 發根을 促進하는 것으로 알려진 auxin과 깊은 關係가 있는 것으로 생각된다. 앞으로 水稻 倒伏輕減劑 處理時 水稻 뿌리의 內生 auxin의 生合成에 關한 追後의 研究가 要請된다.

**Table 7.** Number of root developed in mungbean cutting as influenced by uniconazole treatments.

Chemical	Concentration (ppm)	No. of root-developed
Uniconazole+ GA <sub>3</sub>	0	6.8
	0.1+0	10.5
	0.1+0.01	13.7
	0.1+0.1	8.8
	0.1+1.0	6.7
	1.0+0	31
	1.0+0.01	15.7
	1.0+0.1	9.3
	1.0+1.0	4.2
	10.0+0	20.3
	10.0+0.01	8.8
	10.0+0.1	16.7
	10.0+1.0	14.7

**Table 8.** Effect of inabenfide on the ethylene evolution in rice.

Chemical	Analysis date	Ethylene evolution (nl/g/24hrs)			
		0	90	180	360 <sup>y</sup>
Inabenfide 4% G	5DAT <sup>z</sup>	10.51	17.56	11.80	16.59
	10DAT	63.04 (100)	53.96 (86)	51.62 (82)	53.11 (84)
	30DAT	16.68	17.41	14.63	10.35

z : Days after treatment.

y : Application rate(g ai/10a).

**Table 9.** Effect of paclobutrazol on the ethylene evolution in rice.

Chemical	Analysis date	Ethylene evolution (nl/g Fw/24hrs)			
		0	6	12	24 <sup>y</sup>
Paclobutrazol 0.6% G	5DAT <sup>z</sup>	10.51	25.01	21.64	19.55
	10DAT	63.04 (100)	63.65 (101)	59.23 (94)	38.03 (60)
	30DAT	16.68	11.51	15.89	2.82

z : Days after treatment.

y : Application rate(g ai/10a).

**Table 10.** Effect of uniconazole on the ethylene evolution in rice.

Chemical	Analysis date	Ethylene evolution (nl/g Fw/24hrs)			
		0	0.6	1.2	2.4 <sup>y</sup>
Uniconazole 0.04% G	5DAT <sup>z</sup>	10.51	17.52	11.91	14.90
	10DAT	63.04 (100)	68.15 (108)	62.77 (99)	20.09 (32)
	30DAT	16.68	23.00	14.15	11.50

z : Days after treatment.

y : Application rate(g ai/10a).

### 3. 水稻 倒伏輕減劑 處理가 水稻葉의 ethylene 發生에 미치는 效果

水稻 倒伏輕減劑 處理가 水稻葉의 ethylene 發生에 미치는 效果는 表 7, 8, 9에서 보는 바와 같다. Inabenfide 處理效果는 葉劑處理 後 5日에는 그 發生量이 無處理보다 약간 增加하였으나 時間이 經過할수록, 葉量이 많을수록 더욱 抑制되었다. 이는 表 9와 10의 paclobutrazol과 uniconazole에서도 마찬가지로 處理 後 5日에는 그 發生量이 增加하다가 時間이 經過할수록, 葉量이 많을수록 더욱 抑制되는 傾向이었다. Kazuo 等<sup>10)</sup>이 uniconazole을 水稻 어린 苗에 處理한 後 6日에 ethylene發生量을 分析한 結果 약간 增加하였다고 報告하였는데, 本 研究 結果에서도 初期에는 약간 增加하였으나 時間이 經過할수록, 葉量이 많을수록 抑制되는 傾向이었다.

이처럼 水稻 倒伏輕減劑 處理時 ethylene發生이 減少한다는 것은 ethylene이 植物體의 stress hormone임을 勘案할때<sup>6)</sup> 出穗以後 水稻葉의 生育에 肯定的인 影響을 미치는 것으로 看做된다.

잎은 光合成을 하는 器官이고, 光合成量과 密接한 關係가 있으며, 特히 出穗期의 잎의 同化力은 收量과 깊은 關係가 있는데, 水稻 倒伏輕減劑 處理가 水稻葉의 ethylene發生을 抑制한다는 것은 水稻葉의 光合成能을 增大시키거나 惑은 더욱 延長시켜 結局 登熟率을 向上시키는 것으로 생각된다.<sup>24)</sup>

### 4. 水稻 倒伏輕減劑 處理가 後作物 生育에 미치는 效果

Inabenfide의 處理效果는 表 11에서 보는 바와 같이 보리에 있어서는 無處理와 大差는 없었으나 토마토의 境遇 10a當 成分量으로 160g 處理時 無處理에 비해 25% 草長이 抑制되었다가 處理 後 30日에 約 6% 抑制되어 大差는 없었다. 그러나 paclobutrazol과 uniconazole은 表 12와 13에서 보는 바와 같이 보리에서는 大差가 없었으나 토마토에 있어서 paclobutrazol을 成分量으로 10a當 18g 處理時 無處理에 비해 72%가 抑制되었다가 15日 後인 葉劑處理 後 30日에도 30%가 抑制되었고 uniconazole도 類似한 效果를 보여 水稻 倒伏輕減劑 處理時 後作物 生育에 主意를 要한다.

이들 葉劑處理로 花芽促進 및 過度한 營養生長을 抑制한다는 肯定的인 面이 없지 않으나 많은

**Table 11.** Effect of inabenfide on the growth of barley and tomato as following crops.

Chemical	Application rate (g ai/10g)	Plant height (cm)			
		Barley		Tomato	
		15DAT <sup>z</sup>	30DAT	15DAT	30DAT
Inabenfide 4% G	0	19.5(100)	27.1(100)	8.9(100)	36.9(100)
	80	18.1(93)	25.6(94)	7.3(82)	32.7(89)
	120	18.0(92)	25.9(96)	7.2(81)	33.6(91)
	160	19.7(101)	27.3(101)	6.7(75)	34.7(94)

z : Days after transplanting at green house.

**Table 12.** Effect of paclobutrazol on the growth of barley and tomato as following crops.

Chemical	Application rate (g ai/10a)	Plant height (cm)			
		Barley		Tomato	
		15DAT <sup>z</sup>	30DAT	15DAT	30DAT
Paclobutrazol 0.6% G	0	19.5(100)	27.1(100)	8.9(100)	
	6	18.9(97)	27.2(100)	3.5(39)	22.2(60)
	12	19.1(98)	27.2(100)	3.7(42)	27.0(73)
	18	17.2(88)	25.7(95)	2.5(28)	25.7(70)

z : Days after transplanting at green house.

**Table 13.** Effect of uniconazole on the growth of barley and tomato as following crops.

Chemical	Application rate (g ai/10a)	Plant thight (cm)			
		Barley		Tomato	
		15DAT <sup>z</sup>	30DAT	15DAT	30DAT
Uniconazole 0.04% G	0	19.5(100)	27.1(100)	8.9(100)	36.9(100)
	0.8	19.5(100)	27.8(103)	5.0(56)	27.4(74)
	1.2	19.6(101)	27.2(100)	4.3(48)	27.7(75)
	1.6	19.0(97)	24.9(92)	3.3(37)	24.4(66)

藥量を處理한後 거울에 비닐하우스 栽培를 할 境遇 特히 많은 注意가 要求된다.

### 摘 要

最近에 開發된 水稻 倒伏輕減劑를 供試하여 gibbeellin 拮抗作用, auxin 相互作用, ethylene 發生 및 後作物 生育에 미치는 效果를 檢討한 바 그 主要 結果는 다음과 같다.

1. 水稻 倒伏輕減劑(inabenfide, paclobutrazol 및 uniconazole) 處理가 녹두의 上胚軸 伸長을 크게 抑制시켰으나 GA<sub>3</sub>와의 混用處理時 GA<sub>3</sub> 濃도가 높을수록 더욱 伸長되는 拮抗作用을 보였다.
2. 水稻 倒伏輕減劑 處理時 녹두의 不定根 發生을 顯著히 增加시켜 auxin과의 깊은 相互作用이 있는 것으로 推察되며, GA<sub>3</sub> 濃도가 높을수록 不定根의 發生이 抑制되었다.
3. Ethylene 發生은 水稻 倒伏輕減劑 處理에 依

해 短期間(5 DAT)에는 增加하였으나 時間이 經過할수록(10, 30 DAT), 葉量이 많을수록 抑制되었다.

4. 後作物에 미치는 水稻 倒伏耕作者의 處理效果는 禾本科인 보리에서는 別로 큰 影響이 없었으나 廣葉인 토마토에서는 草長이 크게 抑制되었다. Inabenfide는 處理後 30日에 回復이 되었으나 paclobutrazol과 uniconazole은 그 抑制가 매우 컸다.

### 引 用 文 獻

1. Banno, K., S. Hayashi and K. Tanabe. 1985. Effects of SADH and shoot-bending on flower bud formation, nutrient components and endogenous growth regulators in Japanese pear (*Pyrus secotina* Rehd.). J. Japan Soc. Hort. Sci. 53 : 365-375
2. Banno, K., S. Hayashi and K. Tanabe. 1986. Promotion of flower bud formation and increse

- of pollen yield applied of ethephon and BA in 'Chojuro' pear (*Pyrus serotina* Rehd.). J. Japan Soc. Hort. Sci. 55 : 33-39.
3. Izumi, K., I. Yamaguchi, A. Wada, H. Oshio and W. Takahashi. 1984. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1, 2, 4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. *Plant Cell Physiol.* 25 : 611-617.
  4. Izumi, K., Y. Kamiya, A. Sakurai, and N. Takahashi. 1985. Studies of sites of action of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1, 2, 4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol (S-3307) and comparative effects of its stereoisomers in a call-free system from *Cucurbita maxima*. *Plant Cell Physiol.* 26 : 821-827.
  5. Joyce, G. L. and R. D. Oetting. 1991. Paclobutrazol reduces insecticide phyto-toxicity damage on salvia. *PGRSA Quarterly* 19(3) : 162.
  6. 姜忠吉. 1988. 生長調節物質 處理가 콩나물의 生育 및 細根發生에 미치는 影響. 慶熙大學校大學院 博士學位論文
  7. 姜忠吉·李孝承·柳甲善·朴英善. 1990. 벼倒伏輕減劑 實用化研究. 農藥研究所 試驗研究報告書 pp.210-219.
  8. 姜忠吉·柳甲善. 1989. 벼倒伏輕減劑 實用化研究. 農藥研究所 試驗研究報告書 pp. 109-122.
  9. 姜忠吉·柳甲善. 1990. 벼倒伏防止校果試驗. 農藥品目告示試驗事業報告書 pp. 74-77.
  10. Kazuo, I., S. Nakagawa, M. Kobayashi, H. Oshio, A. Sakurai, N. Takahashi. 1988. Levels of IAA, cytokinins, ABA and ethylene in rice plants as affected by a gibberellin biosynthesis inhibitor, uniconazol-P. *Plant Cell Physiol.* 29(1) : 97-104.
  11. Konder, W. J. 1974. Ethephon-induced flowering in apple seedlings. *Hort Sci.* 9 : 444-445.
  12. Koranski, D. S., B. E. Struckmeyer and G. E. Beck. 1978. The role of ancymidol in *Clerodendrum* flower initiation and development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 : 813-815.
  13. Letham, D. S. and L. M. S. Palni. 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 34 : 163-197.
  14. Letham, D. S., T. J. V. Higgins, P. B. Goodwin and J. V. Jacobsen. 1978. *Phytohormones and related compounds : a comprehensive treatise.* Edited by Letham, D. S., P. B. Goodwin and T. J. V. Higgins 1 : 1-27. Elsevier, North-Holland.
  15. Mishra, R. S. and B. Pradhan. 1970. The effect of (2-chloroethyl) trimethyl ammonium chloride on sex expression in cucumber. *J. Hort. Sci.* 45 : 29-31.
  16. 農藥使用指針書. 1991. 農藥工業協會.
  17. 農藥年報. 1991. 農藥工業協會.
  18. Oshio, H. and K. Izumi. 1986. S-3307, a new plant growth retardant. Its biological activities. Food and fertilizer technology center book series No. 34. PP. 198-208.
  19. Rajasekaran, K., M. B. Hein and I. K. Vasil. 1987. Endogenous abscisic acid and indol-3-acetic acid and somatic embryogenesis in cultured leaf explants of *Pennisetum purpureum* Schum. *Plant Physiol.* 84 : 47-51.
  20. Rudich, J., A. H. Halevy and N. Kedar. 1972 a. Interaction of gibberellin and SADH on growth and expression of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97 : 369-372.
  21. 坂齊. 1989. パクロブトラゾールの植物わい化機構とイネ新規倒伏輕減劑スマレクト劑としての利用. 今月の農業 7月號 : 98-103.
  22. Sankhla, N., T. D. Davis, H. S. Gehlot, A. Upadhyaya, A. Sankhla, and D. Sankhla. 1991. Growth and organogenesis in moth bean callus cultures as influenced by triazol growth regulators and gibberellic acid. *J. Plant Growth Regul.* 10 : 41-45.
  23. 白川憲夫. 1990. イネ成長調節劑イナベンフィドの作用性. 植物の化學調節 25(1) : 86-98.
  24. 白川憲夫·當岡博實·竹内正毅·市川 正. 1990. 植物成長調節劑イナベンフィドの開発. 日本農藥學會地 15 : 286-294.
  25. Stuart, N. M. 1961. Initiation of flower buds in rhododendron after application of growth retardants. *Science* 134 : 50-52.
  26. 上野 博. 1989. パクロブトラゾールの作用特

性と植物矮化剤としての實用性. 植物の化學  
調節 24(2) : 127-141.

27. Wang Y. T., L. L. Gregg. 1991. Modification  
of hibiscus growth by treating unrooted cut-  
tings and potted plants with uniconazole or

paclobutrazol. J. Plant Growth Regul. 10 :  
47-51.

28. Zeevaart, J. A. D. 1976. Physiology of flower  
formation. Annu. Plant Physiol. 27 : 321-348.