

## 植物生長調整劑의 農業的 利用 研究

### II. Uniconazole과 Pachlobutrazol의 土壤處理가 며 苗垡期 生育에 미치는 影響

崔忠惇\* · 金純哲\*

## Agricultural Use of the Plant Growth Regulators

### II. Effect of Uniconazole and Pachlobutrazol Treatment on the Rice Seedling Growth

C.D. Choi\* and S.C. Kim\*

#### ABSTRACT

An experiment was conducted to obtain the basic information on overgrowth of rice seedling using GA biosynthesis inhibitors such as uniconazole and pachlobutrazol. For this, three application times, just before seeding, 1.5 leaf stage and 2.5 leaf stage, were tested with the different dosages.

For shortening effect of plant height, uniconazole had greater effect than pachlobutrazol. The shortening of plant height by plant growth regulators were mainly due to shortening effect of the leaf sheath rather than leaf blade.

For soil incorporation treatment, shortening effect was continued until 30 days after seeding while this was decreased thereafter. Early application and high dosage generally resulted in high shortening effect.

The ratio of dry weight was decreased by chemical application and the shortening ratio of plant height was positively correlated with the healthy score.

#### 緒 言

農業에 있어서 植物生長調整劑의 利用은 農業發展 段階로 볼 때 最高次元의인 것이라고 할 수 있으며, 아직 國內에서의 使用量이 많지는 않지만 차츰 增加하고 있고, 新物質 探索과 이에 대한 基礎研究 및 作物에의 應用研究가 活發하게 進行되고 있어 向後 脚光만을 새로운 分野로 대두되고 있다. 지금까지 開發된 大部分의 植物生長調整劑는 禾本科作物에 비해 廣葉作物에 效果가 높게 나타나는 傾向이어서 實質的인 適用도 주로 雙子葉 또는 廣葉作物에서 많이 이루어지고 있으며 米麥分野에서는 極히 制限的이다.

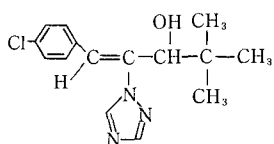
現在 南部 二毛作地帶에 水稻 機械移秧을 擴大普及함에 있어서 가장 큰 問題點으로 提起되고 있는 것이 高溫期에 育苗되므로 移秧時에 苗의 徒長으로 인한 缺株의 發生과 過多한 植傷 및 苗가 軟弱하게 자라므로 初期生育이 遲延되는 것이다. 따라서 苗垡期에 徒長을 抑制하고 健苗를 育成하기 위하여 植物生長調整劑로서 GA 生合成 抑制劑인 uniconazole 과 pachlobutrazol 을 藥量과 時期를 달리하여 處理하는 試驗을 遂行하였던 바 몇 가지 結果를 얻었기에 報告한다.

#### 材料 및 方法

作物試驗場(Yeongnam Crop Experiment Station, Miryang 628-800, Korea) <88.8.1 接受>

本試驗은 嶺南作物試驗場 溫冷調節溫室에서 日本型品種인 洛東벼를 供試하여 遂行하였다. 試驗에 供試된 植物生長調整劑는 triazol 系의 GA 合成 抑制劑인 日本의 sumitomo 化學에서 開發한 uniconazole [(E)-1-(p-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazole-1-yl)-1-penten-3-ol, 試驗番號: S-3307] 과 英國 ICI 에서 開發한 pachlobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol, 試驗番號: pp-333] 이며, 藥劑의 物理化學的인 特性은 그림 1 과 같고 製型은 uniconazole 0.04% 粒劑와 pachlobutrazol 0.6% 粒劑였다.

消毒한 벼 種子를 溫室에서 3日間 浸種시킨 後 30°C 發芽器에서 24時間 催芽시켜서, 4cm 깊이로 흙을 채운 plastic pot (가로: 20cm, 세로: 15cm, 높이: 6cm)에 pot 당 種子 20g 씩을 播種해서 0.5cm 覆土하여 出芽시켰다. 出芽後에는 澆水深을 1cm 로 維持하면서 自然光下에서 30±1°C로 40日間 生育시켰다. 藥劑處理는 播種前 土壤混和處理, 1.5葉期 澆水土壤處理, 2.5葉期 澆水土壤處理의 3時期로 하였으며, 處理藥量은 10a當 成分量으로 uniconazole: 0.2g, 0.4g, 0.8g, 1.6g 이었으며 pachlobutrazol: 3g, 6g, 12g, 24g 이었다.



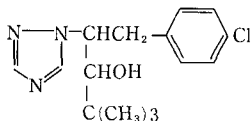
Common name: Uniconazole

Chemical name: (E)-1-(P-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol

Molecular formula: C<sub>15</sub>H<sub>18</sub>ClN<sub>3</sub>O

Molecular weight: 291.78

Melting point: 147-164°C



Common name: Pachlobutrazol

Chemical name: (2RS, 3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol

Molecular formula: C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>ClN<sub>3</sub>O

Molecular weight: 293.5

Melting point: 165-166°C

Fig. 1. Physico-chemical properties of uniconazole and pachlobutrazol.

施肥는 N-P-K=1-1-0.8g/pot으로 N은 基肥 50% 追肥 50%로, P,K는 全量 基肥로 施用하였으며, 10日 間隔으로 4회에 걸쳐서 各處理別 草長短縮의 程度를 重點으로 調査하였고, 試驗區 配置는 完全任意配置 3 復復이었다.

## 結果 및 考察

Uniconazole 을 播種前 土壤處理 하였을 時 初期 苗生育에 있어서 藥量別 草長短縮 程度는 그림 2 와 같다. 成分量으로 10a當 0.4g 處理까지는 草長의 伸長抑制가 5% 程度로 初期生育을 크게 抑制하지 않았으며, 0.8g·1.6g 處理에서는 各各 18%·24%로 藥量이 增加함에 따라 草長의 伸長이 크게 抑制되었다. 草長短縮을 葉鞘部位와 葉身部位로 區分하여 보면, Uniconazole 0.8g 處理에서 草長短縮率이 18%였는데 葉鞘短縮率 34%에 比하여 葉身短縮은 2%에 불과하였으며, 1.6g 處理에서는 草長短縮率이 24%였는데 葉草長短縮이 36%·葉身長短縮이 5%로 나타나 草長의 短縮은 葉鞘의 伸長抑制에 크게 起因된다는 것을 알 수 있었다.

Pachlobutrazol 處理에서도 初期의 草長短縮樣相은 Uniconazole 과 비슷하게 나타났는데 (그림 3), 藥量別 草長短縮率을 보면, 10a當 3~6g 處理에서 約 20%, 12g 處理에서 38%, 24g 處理에서 50%程度 短縮效果를 보였으며 藥量이 增加할수록 短縮程度가 높았다. 葉鞘部와 葉身部の 短縮程度를 比較해 보면, 3g 處理에서는 差가 없었고, 6g 處理에서는 葉鞘의 短縮率이 34%인데 比해 葉身の 短縮率은 20%로 葉鞘의 短縮率이 훨씬 높았으며,

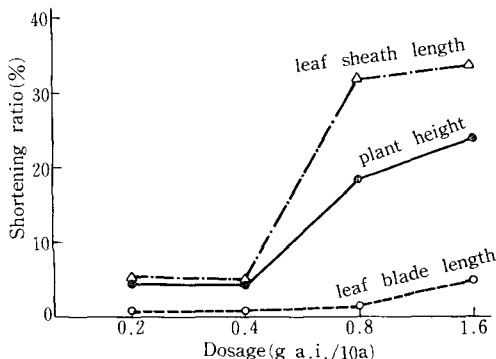


Fig. 2. Response of plant height, leaf sheath length and leaf blade length at 10 days after seeding to soil incorporation treatment of uniconazole.

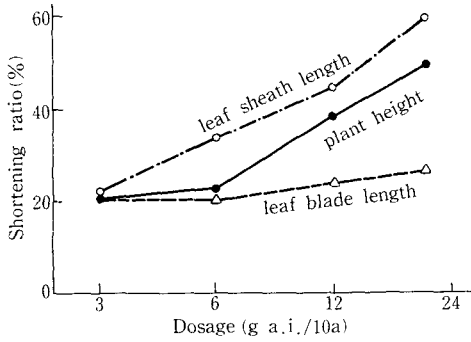


Fig. 3. Response of plant height, leaf sheath length and leaf blade length at 10 days after seeding to soil incorporation treatment of pachlobutrazol.

藥量이 增加할수록 葉身の 短縮보다 葉鞘의 短縮率이 더욱 높았다. 活性面에서 보면 Uniconazole에 비해 多少 낮았으며, Uniconazole 과 様相이 다른것은 前述한 바와 같이 Uniconazole 은 葉身の 短縮은 거의 없이 主로 葉鞘의 伸長抑制에 의해 草長이 短縮되지만 pachlobutrazol 은 藥量增加에 따른 差는 크지 않고 葉身長이 20~25%나 短縮되었다.

植物體內에서의 GA 生合成 經路 및 GA 生合成 抑制物質의 作用部位를 살펴보면, 大部分의 GA 生合成 抑制物質들은 GGP (geranyl geranyl pyrophosphate)에서 Kaurenal 로 轉換되는 生合成 過程中的 어느 部位에 作用하여 Kaurenolic acid의 生成을 遮斷시키는데, CCC·Amo-1618·Phosphon 등은 GGP에서 Kaurene 으로, Ancymidol 과 Uniconazole Pachlobutrazol 같은 triazole 系의 生長抑制物質들은 Kaurene 이 Kaurenolic acid로 轉換되는 것을 抑制함으로써 GA의 活性 및 作用을 抑制시킨다. 23) 前報<sup>1)</sup>에서 筆者 등은 Uniconazole 과 Pachlobutrazol의 水溶液에 種子를 浸漬處理해서 苗 生育을 觀察해 본 結果 草長短縮에 있어서 葉鞘長보다 葉身長의 短縮이 큰 것으로 報告하였는데, 本 試驗에서와 같이 土壤處理에서는 오히려 葉鞘長の 短縮이 크게 나타났다. 이러한 結果는 吸收 및 作用部位의 差異에서 起因되는 것으로 여겨지는데 즉 種子를 水溶液에 浸漬하여 種實이 藥劑를 吸收하면 胚乳의 貯藏養分이 胚로 移動하는데 直接的인 影響을 미치지만 土壤處理에서는 種實에서 吸收되기도 하지만 뿌리를 통해 吸收되어 地上部로 移行되기 때문인 것으로 思料된다.

播種前 土壤處理에서 藥劑別 經時的인 草長短縮率을 보면 Uniconazole 의 경우(그림 4), 同一 時期

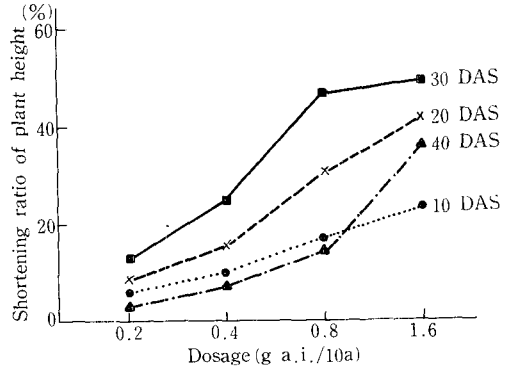


Fig. 4. Changes in plant height by soil incorporation treatment of uniconazole in various dosage levels (DAS; days after seedling).

에서는 藥量이 增加할수록 草長伸長抑制 程度가 높았으며, 同一 藥量에서는 時日이 經過할수록 草長の 短縮效果가 높게 發現되다가 後期에는 크게 減少하였는데, 0.2 g 處理의 경우 播種後 10日에는 約 5% · 20日에는 10% · 30日에는 15%로 短縮效果가 增大되다가 40日에는 거의 效果가 없었다. 0.4 g ~ 1.6 g 處理에서도 비슷한 傾向으로 各 藥量別 播種後 30日에 草長短縮效果가 가장 높았으며 그 後부터는 效果가 低下되었다.

Uniconazole 은 植物體의 잎이나 줄기 組織으로도 吸收되지만 主로 뿌리로 吸收되어 木質部를 통하여 移行이 되어 頂芽分裂組織에 作用해서 Kaurenolic acid 로의 酸化作用을 抑制하여 GA 生合

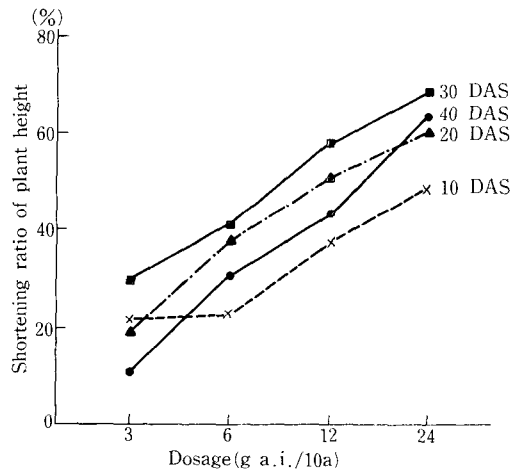


Fig. 5. Changes in plant height by soil incorporation treatment of pachlobutrazol in various dosage levels (DAS; days after seedling).

성을沮害하기 때문에<sup>7)</sup>處理한藥劑가溶解되어 뿌리가充分히吸收할 수 있는限界期가播種後30日前後이고 이期間이 지나면土壤內에서의分解와灌水狀態에서는表上위로溶出되어蒸發하여藥效가떨어지는 것으로 생각된다.

Pochlobutrazol의土壤混和處理에서도(그림5)藥量이增加할수록草長短縮效果가 높았다.藥量別草長短縮程度를 보면播種後10日에는6g處理까지差가 없었고6g以上에서는短縮效果가增加하였으며,20日에는3g處理에서約20%로10日에서와 큰差가 없었으나24g處理에서는60%나草長伸長이抑制되었으며,各藥量別30日까지는效果가增大되다가40日에는떨어졌는데, 이것은前述한Uniconazole의藥效發現機作과 비슷한樣相을 나타내는 것으로 보여지며勝田 등<sup>4)</sup>도矮化劑를處理하면草長の伸長이抑制되는데 그影響은播種後35日까지持續된다고報告하였으며李 등<sup>5)</sup>도類似的한結果를報告하였다.Pachlobutrazol은뿌리, 잎, 줄기組織을通하여吸收되어木質部를通해頂芽로移行이 되는데水溶液으로莖葉에噴霧處理하는 것이土壤處理보다活性이 빨리 나타나는 것으로報告되고 있다.<sup>3)</sup>

苗莖期後期の處理時期別苗生育은Uniconazole의 경우(表1),播種前土壤混和處理에서0.4g까지는草長短縮效果가 거의 없었으나0.4g以上藥量이增加할수록效果가 높았다.1.5葉期處理에서도0.4g以下는播種後40日까지는短縮效果가

10%미만이었고濃도가 높아짐에 따라效果가 높았다.2.5葉期處理에서는1.6g處理에서도草長短縮率이10%로同一藥量에서는處理時期가빠를수록草長の伸長抑制程度가 높게 나타났다.葉鞘와葉身の短縮程度를比較해 보면葉鞘의短縮率이 훨씬 높았는데種子處理에서는葉身の短縮이 크게作用하였다는崔 등<sup>1)</sup>의報告로 미루어 보아處理方法에 따라短縮部位가 다르게 나타난다는 것을 알 수 있다.葉數進展은無處理와 크게差異가 없었으며,藥劑處理에 의해乾物重比率은多少 낮아지는傾向이었고苗充實度는處理時期가빠를수록 또한藥量이增加할수록 높았다.Uniconazole을處理하면細胞伸長的抑制와形態的인營養生長의減少가特徵으로 나타나는데細胞의數는減少하지 않지만縱的인伸長이抑制되는 대신橫的으로生長하기 때문에<sup>7)</sup>草長の伸長이抑制되고苗充實度가 높아지는 것으로 여겨지며,草長の短縮程度가 클수록乾物重은減少된다는勝田 등<sup>4)</sup>의報告가 이를 뒷받침하고 있다.

播種後40日의Pachlobutrazol處理時期 및藥量別苗生育은表2와 같다.播種前混和處理에서는3g에서11%,6g에서31%,12g에서44%,24g에서64%의草長短縮效果를 나타내는等各處理時期別共히藥量을增加할수록草長伸長이抑制되었다.同一藥量에서處理時期別草長短縮率은3g에서播種前處理는11%,1.5葉期處理에서는8%,2.5葉期에서는5%로減少하는等各

Table 1. Effect of uniconazole by soil treatment on growth of rice seedling at 40 days after seeding.

Application time	Rate (g a.i./10a)	Shortening rate(%)			Number of leaves	Dry weight ratio(%)	Healthy score <sup>1)</sup>
		Plant height	Leaf sheath length	Leaf blade length			
Just before seeding	0.2	4 <sup>d2)</sup>	5 <sup>f</sup>	0 <sup>c</sup>	5.7 <sup>b</sup>	20.3 <sup>bc</sup>	1.78 <sup>cd</sup>
	0.4	7 <sup>c</sup>	20 <sup>de</sup>	0 <sup>c</sup>	6.0 <sup>a</sup>	19.7 <sup>c</sup>	2.11 <sup>c</sup>
	0.8	15 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	19.5 <sup>c</sup>	2.35 <sup>b</sup>
	1.6	36 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	20.0 <sup>bc</sup>	3.78 <sup>a</sup>
1.5 leaf stage	0.2	2 <sup>d</sup>	1 <sup>f</sup>	0 <sup>c</sup>	6.2 <sup>a</sup>	19.8 <sup>bc</sup>	1.77 <sup>cd</sup>
	0.4	9 <sup>bc</sup>	25 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	6.1 <sup>a</sup>	21.9 <sup>b</sup>	2.11 <sup>c</sup>
	0.8	14 <sup>b</sup>	32 <sup>c</sup>	5 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>	20.7 <sup>bc</sup>	2.22 <sup>b</sup>
	1.6	32 <sup>a</sup>	40 <sup>ab</sup>	15 <sup>a</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	18.3 <sup>c</sup>	2.42 <sup>b</sup>
2.5 leaf stage	0.8	1 <sup>d</sup>	15 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	20.1 <sup>bc</sup>	1.61 <sup>d</sup>
	1.6	10 <sup>b</sup>	25 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	20.5 <sup>bc</sup>	1.98 <sup>c</sup>
Untreated control		0 <sup>d</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>c</sup>	6.0 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	2.34 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Dry weight(mg)/Plant height(cm)

<sup>2)</sup>Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncans Multiple Range Test.

**Table 2.** Effect of pachlobutrazol by soil treatment on growth of rice seedling at 40 days after seeding.

Application time	Rate (g a.i./10a)	Shortening rate(%)			Number of leaves	Dry weight ratio	Healthy score <sup>1)</sup>
		Plant height	Leaf sheath length	Leaf blade length			
Just before seeding	3	11 <sup>c2)</sup>	23 <sup>d</sup>	5 <sup>ef</sup>	5.6 <sup>b</sup>	19.3 <sup>ab</sup>	2.34 <sup>c</sup>
	6	31 <sup>c</sup>	37 <sup>c</sup>	24 <sup>cd</sup>	6.1 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>	2.90 <sup>b</sup>
	12	44 <sup>b</sup>	51 <sup>b</sup>	38 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>	18.7 <sup>b</sup>	3.54 <sup>a</sup>
	24	64 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	17.7 <sup>c</sup>	3.54 <sup>a</sup>
1.5 leaf stage	3	8 <sup>c</sup>	18 <sup>de</sup>	4 <sup>f</sup>	6.0 <sup>a</sup>	20.2 <sup>b</sup>	2.26 <sup>c</sup>
	6	29 <sup>cd</sup>	35 <sup>c</sup>	19 <sup>d</sup>	6.1 <sup>a</sup>	19.6 <sup>ab</sup>	2.14 <sup>c</sup>
	12	36 <sup>c</sup>	48 <sup>b</sup>	29 <sup>c</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	20.4 <sup>b</sup>	2.18 <sup>c</sup>
	24	51 <sup>b</sup>	68 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	18.1 <sup>bc</sup>	2.29 <sup>c</sup>
2.5 leaf stage	3	5 <sup>ef</sup>	10 <sup>e</sup>	3 <sup>f</sup>	5.5 <sup>b</sup>	20.4 <sup>b</sup>	1.58 <sup>d</sup>
	6	11 <sup>e</sup>	25 <sup>d</sup>	9 <sup>e</sup>	5.6 <sup>b</sup>	22.2 <sup>a</sup>	1.53 <sup>d</sup>
	12	25 <sup>d</sup>	38 <sup>c</sup>	14 <sup>c</sup>	5.4 <sup>b</sup>	21.4 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>d</sup>
	24	27 <sup>d</sup>	52 <sup>b</sup>	19 <sup>d</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	20.4 <sup>b</sup>	2.16 <sup>c</sup>
Untreated control		0 <sup>f</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>f</sup>	6.0 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	2.34 <sup>c</sup>

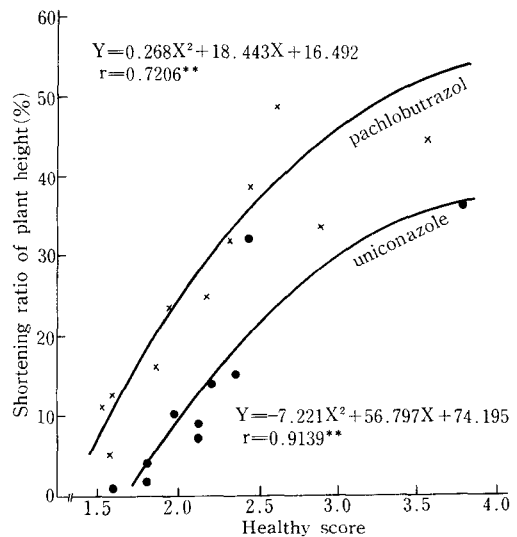
<sup>1)</sup>Dry weight(mg)/Plant height(cm)

<sup>2)</sup>Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncans Multiple Range Test.

藥量別 處理時期가 늦어질수록 草長의 伸長抑制 程度가 낮아졌다. 草長의 部位別로는 葉鞘長의 短縮率이 훨씬 높았으며, 乾物重比率은 草長短縮率이 높을 수록 낮아지는 傾向이었고, 苗充實度는 同一 藥量일 경우에는 處理時期가 빠를수록 높았으며 同一 處理時期에서는 藥量이 增加할수록 높은 傾向을 나타내었다.

本 試驗에서는 播種前 24 日 處理에서 40 日이 經過하여도 64 %의 草長短縮效果가 있었는데 李 등<sup>5)</sup>의 試驗結果에 의하면 播種前 48 g 處理에서 約 30 % 程度의 效果가 있었다고 하였다. 이러한 差異는 試驗條件이 各其 다른 pot 와 圃場에서 遂行되었기 때문인 것으로 생각된다. 土壤에 處理된 Pachlobutrazol 은 뿌리로 吸收되어 細胞分裂을 減少시켜 營養生長을 抑制시키기 때문에<sup>3)</sup> 發根이 始作되기 前 즉 藥劑處理時期가 빠를수록 草長의 伸長이 크게 抑制되는 것으로 생각된다.

한편 苗充實度와 草長短縮率과의 關係에 있어서 (그림 6), Uniconazole 은 相關關係가  $Y = -7.221X^2 + 56.797X + 74.915$  ( $r = 0.9139^{**}$ ), pachlobutrazol 은  $Y = 0.268X^2 + 18.443X + 16.492$  ( $r = 0.7206^{**}$ )으로 正의 相關이 있는 것으로 나타나 두 藥劑 共히 草長短縮率이 클수록 苗充實度가 높아진다는 事實을 알 수 있다. 矮化劑를 處理하면 地下部의 乾物重比率은 減少하지만 苗充實度가 높아져 苗素質이 改善된다는 林 등<sup>6)</sup>의 報告도 本 試驗의 結果와



**Fig. 6.** Relationship between healthy score and shortening ratio of plant height at 40 days after seeding by soil treatment of uniconazole and pachlobutrazol.

一致하고 있다. 草長短縮率에 對한 苗充實度는 藥劑間에 있어서 Uniconazole 이 多少 높은 것으로 나타났다.

### 摘 要

機械移秧苗의 徒長을 防止하고 苗素質의 向上을

과하며 移秧後 初期生育을 促進시킬 수 있는 可能性을 檢討하기 위하여 triazole 系의 GA 生合成 抑制劑인 Uniconazole 과 Pochlobutrazol 의 處理試驗을 遂行하였다. 各其 다른 處理時期 및 藥量下에서 苗素質에 미치는 影響을 究明하고자 溫室에서 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 草長短縮效果로 본 藥劑間 活性은 Uniconazole 이 높았으며, 草長短縮要因은 주로 葉鞘의 伸長抑制에 起因되었다.

2. 播種前 土壤混和處理에서 播種後 30日까지 草長短縮率이 經時的으로 增加하였으나 30日 後로는 減少하였으며 두 藥劑가 비슷한 樣相을 나타내었다.

3. 處理時期別 草長短縮效果는 處理時期가 빠를수록, 同一 處理時期에서는 藥量이 增加할수록 높았다.

4. 乾物重比率은 藥劑處理에 의해 낮아졌으며, 草長短縮率과 苗充實度는 正의 相關關係가 있었다.

#### 引 用 文 獻

1. 崔忠惇·金純哲·李壽寬. 1988. 植物生長調整劑의 農業的 利用에 關한 研究. I. 벼 種子浸漬處理가 苗垵期 生育에 미치는 影響. 農試論文 30(作物) (印刷中).
2. Davis, D.T., H.S. Gehlot, C.F. Williams and N. Sankhla. 1987. Comparative shoot growth retarding activities of pachlobutrazol and XE-1019. Proceeding of the 14th annual PGR society of America meeting. pp 114-119.
3. ICI. Plant protection division. 1983. Pachlobutrazol, a plant growth regulator for growth control in ornamentals. Technical inform. pp 1-5.
4. 勝田眞澄·高梨純一·坂 齊. 1987. 矮化劑處理가 水稻幼植物群落의 物質生産에 及ぼす 影響. 植物化學調節學會昭和61年度 研究發表記錄集. pp 77-78.
5. 이경휘·이효승·김광포. 1986. 水稻 健苗育成 및 倒伏防止 生長調節劑處理效果. 農藥研究所 報告書. pp 153-158.
6. 林圭玉·權容雄·羅愛實. 1987. GA<sub>3</sub>와 pachlobutrazol 處理가 水稻幼苗의 出葉·葉身形態 및 苗素質에 미치는 影響. 韓作誌 37(別冊2號). pp 31-32.
7. Sumitomo chemical, plant protection division. 1985. S-3307 D, a new plant growth regulator. Technical inform. pp 1-18.