

窒素水準이 다른 條件下에서 Paclobutrazol 處理가 水稻生長 및 倒伏에 미치는 影響

任日彬 · 李善龍 · 林茂相*

Growth and Lodging of Paddy Rice as Affected by Paclobutrazol Application under the Different Level of Nitrogen Fertilizer

Im, I. B., S. Y. Lee and M. S. Lim*

ABSTRACT

This study was conducted to examine the possibility of complete lodging prevention, the growth and yield of the paddy rice plant by paclobutrazol 0.6%G application at 15 days before heading under the several levels (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 kg/10a) of nitrogen fertilizer in 1986.

Culm length was shortened 10-15% by paclobutrazol application. The shortened rate of internode was very extreme on the 3rd and 4th internode in paclobutrazol application. Moment the height of center gravity and lodging index turned higher with increasing nitrogen fertilizer, on the other hand, those of paclobutrazol application were smaller than control. Lodging degree (0-4) was 1-3 above 25kg/10a level of nitrogen fertilizer in control, however, no more than 1 at 45kg/10a level of nitrogen fertilizer in paclobutrazol application. Ripened grain ratio and grain weight of paclobutrazol application were larger than those of control. Yield increased more 15-26% in paclobutrazol application than control. The nitrogen level of maximum yield was about 25kg/10a in control, but was 31kg/10a in paclobutrazol application.

Key words: lodging, growth regulator, rice, nitrogen, paclobutrazol

緒 言

近來에는 水稻의 作期가 빨라지면서 南部 地域에서도 出穗期가 8月 初·中旬 頃이 되고 이들이 登熟되는 8~9月은 颱風이 常習의으로 來襲하고 있어서 每年 倒伏의 憂慮는 深刻하다.

벼가 倒伏되면 登熟比率과 玄米 1,000粒重 低下¹⁾ 등으로 收量이 減少될 뿐만 아니라 穗發芽 등으로 靑米·肩米 등이 많아져 品質이 떨어지며 收穫作業을 어렵게 하여 勞動力의 增加로 生産費가 높아지게 된다.

水稻倒伏은 비·바람·稻體形質의 3條件이 크게 關與하는데 肥沃·多肥·深水·日照不足 등의 環境이 原因이 되어 稻體自體를 弱하게 함으로써, 비·바람 등의 外力이 加해져서 일어난다.⁶⁾

특히 倒伏의 被害가 誘導되는 作物要因으로는 山本^{2), 22)}는 窒素肥料 過多施用, 지나친 深耕, 強風, 密植, 幼穗形成期 以前の 日照不足, 濕畚에서 泥土의 固結(tight-ness)이 되지 않는 경우, 稔實이 너무 良好하여 倒靡(쓰러진) 경우, 病虫害가 莖을 侵害한 경우라고 하였다. 水高^{5), 6)}는 倒伏이 일어나면 減收되는 直接要因으로 受光態勢不良에 의한 光合作用 減退, 通導障害에 의한 養水分 吸收 移行의 沮害 등

*湖南作物試驗場

*Honam Crops Experiment Station, RDA, Iri, 570-080, Korea.

이며, 減收助長要因으로는 圃場 微氣象의 惡化 등에 의한 病虫害 發生이 招來되고 이를 混合要因으로는 穗發芽 發生 등이라고 하였다. 山田²⁰⁾는 穗重增加로 모멘트 增大와 葉鞘의 減退로 밭水稻의 耐倒伏性은 出穗後 2週間에 급격히 低下한다고 했고 Pinth^s¹⁸⁾는 밑에서 根의 開張角과 倒伏과 負의 相關이 認定된다고 했다.

한편 化學物質들을 利用하여 1, 3-9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) 倒伏輕減을 위한 研究들이 꾸준히 遂行되고 있는데 水稻에는 2,4-D, IB, 加理 등, 他 作物^{2, 6, 11, 14)}에서는 CCC, B-9, 에스렐 등이 있으나 이들은 대체로 處理方法間의 差異, 處理上 問題點 등으로 倒伏防止에 크게 寄與하지 못했거나 農家에서 거의 實用化하지 못하고 있다. 原田³⁾는 2,4-D를 幼穗形成期前에 撒布하여 稈長이 짧아져 倒伏이 적었으나 幼穗形成期 以後處理는 倒伏防止의 效果가 없었다고 하였다. 戶荊¹⁾는 2,4-D處理로 株가 裂開되어 倒伏이 輕減된다고 했으며, 木根¹³⁾는 2,4-D處理는 稈基部의 全糖+澱粉의 含有率을 높여서 稈基部를 強化시킴으로써 倒伏을 輕減시킨다고 하였다. 金¹²⁾ 등은 2,4-D處理로 倒伏防止 效果가 없었다고 報告한 바 있다. 또한 最近에는 Paclobutrazol^{8, 9, 10, 16)}, Uniconazole, Inabefide¹⁰⁾, Flurprimido¹⁶⁾ 등 몇種의 生長抑制劑들이 開發되어 試驗이 遂行中에 있으며 本 試驗에서는 水稻栽培時 窒素水準을 달리하여 Paclobutrazol을 處理, 稈長短縮效果 및 倒伏에 미치는 影響을 檢討하기 위하여 試驗한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1986年 湖南作物試驗場 圃場에서 洛東벼를 供試, 4月 20日에 播種하여 5月 30日에 栽植距離 30×13cm로 移秧하였다. 窒素를 除外한 肥料로 P₂O₅는 全量基肥, K₂O는 基肥와 穗肥를 70:30%로 分施하였다. 窒素는 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 kg/10a의 10水準으로 하여 各各 基肥:分蘖肥:穗肥:實肥를 50:20:20:10%로 分施하였다.

供試 藥劑는 植物體內에 吸收되어서 GA의 生合性 經路中 中間生成物의 하나인 “Kaurene”의 合成을 抑制시키는 作用을 한다고 알려진 paclobutrazol⁸⁾ ((2RS-3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-

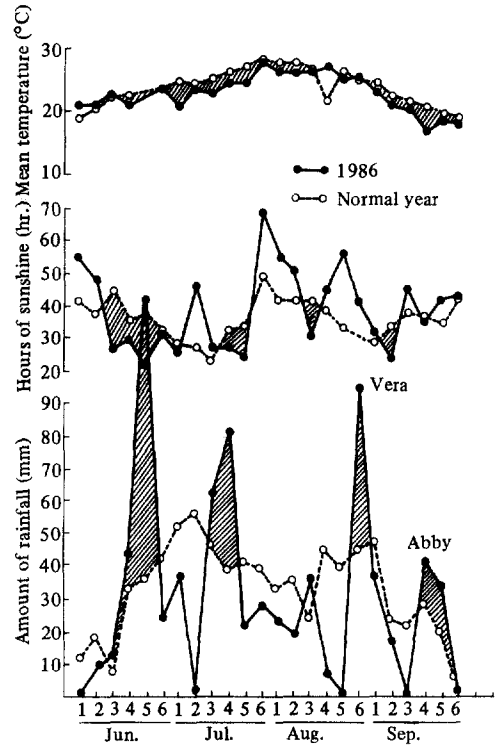


Fig. 1. Outline of meteorological conditions from every five days during rice growing season

ol) 0.6% 粒劑를 出穗前 15日에 處理하였다.

倒伏關連 形質 調査는 出穗後 20日에 永高^{5, 6)}의 方法에 의해서 모멘트, 挫折重, 中心高 등을 調査하여 倒伏指數를 算出하였으며 圃場에서 倒伏은 倒伏直後 2차례 調査하였고 調査方法은 直立狀態를 0으로 하고 完全倒伏을 4로하여 5단계로 表示하였다.

試驗 實施年度(1986)의 主要氣象은 그림 1에서 보는 바와 같이 平均氣溫은 平年보다 多少 낮은 便이었고 日照時數는 큰 差異가 없었으며 降水量은 8月下旬에 颱風 Vera 號와 함께 집중적으로 많았으며 9月中旬 颱風 Abby 號의 來襲으로 倒伏이 甚하였다.

結果 및 考察

1. 稈長 및 節間伸長에 미치는 影響

窒素水準을 달리하여 水稻를 栽培한 本 畝에서 paclobutrazol을 處理한 結果(表 1), 穗長은 窒素水準이 낮은 區에서 짧았으며 35 kg/10a 區에서

Table 1. Effect of paclobutrazol application on panicle length and internode under the different level of nitrogen fertilizer

Treatment		Panicle length (cm)	Culm length (cm)							
Growth regulator	Nitrogen level (kg/10a)		N0	N1	N2	N3	N4	N5	Total	Index
Control	0	18.2	32.8	18.4	9.1	5.2	1.4	0	66.9	100
	5	18.7	33.9	19.4	9.5	6.1	2.2	0	71.1	100
	10	19.5	34.9	20.3	10.0	6.9	3.0	0	75.1	100
	15	20.1	35.7	21.1	10.6	7.7	3.8	0.2	79.1	100
	20	20.4	36.3	21.8	11.2	8.4	4.6	0.2	79.1	100
	25	20.9	36.7	22.4	11.9	9.1	5.3	0.3	85.7	100
	30	21.0	25.8	22.9	12.6	9.8	5.9	0.4	88.4	100
	35	20.5	36.8	23.3	13.3	10.5	6.6	0.4	90.9	100
	40	20.3	36.6	23.5	14.1	11.1	7.1	0.5	92.9	100
	45	20.0	36.2	23.7	15.0	11.7	7.6	0.6	94.8	100
Paclobutrazol	0	18.2	29.7	14.8	6.4	4.8	1.4	0	57.1	85
	5	18.5	31.4	16.1	7.1	5.8	2.2	0	62.6	88
	10	19.1	32.7	17.2	7.7	6.7	2.9	0	67.2	90
	15	19.7	33.9	18.2	8.1	7.4	3.5	0.2	71.3	90
	20	20.0	34.7	18.9	8.5	8.1	4.1	0.2	74.5	90
	25	20.5	35.4	19.5	8.8	8.6	4.6	0.3	77.2	90
	30	20.3	35.8	19.9	9.0	9.0	5.1	0.4	79.2	90
	35	20.1	35.9	20.1	9.2	9.3	5.6	0.4	80.5	89
	40	19.9	35.8	20.2	9.2	9.5	6.0	0.5	81.2	87
	45	19.8	35.5	20.1	9.1	9.5	6.5	0.6	81.3	86

가장 길었고 40, 45 kg/10a 區에서는 짧은 傾向이 있었는데 이는 過肥로 遲發穗가 많아 平均穗長이 짧아진 것으로 생각된다. 또한 paclobutrazol 處理區에서 약간 짧은 便이었는데 이는 多肥區에서 弱勢分蘖의 이삭이 伸長할 때 藥劑의 影響을 받았기 때문에 思料된다. 節間伸長의 變化는 15 kg/10a 以上の 水準에서 第6節이 伸長했으며 第2節까지는 窒素水準이 높을 수록 各節 各節이 伸長 程度가 컸으나 第1節은 30~35 kg/10a 水準에서 가장 크게 伸長되었는데 이것도 이삭과 같은 影響 때문에 思料된다. paclobutrazol 을 撒布 함으로써 第5節은 약 0~1.6 cm 第4節은 0.2~2.2cm 第3節은 2.3~5.9cm 第2節은 3.0~3.9cm 第1節은 0.7~3.1cm 程度씩 짧았으며 第3節이 가장 많이 짧아진 것은 paclobutrazol 을 撒布한 出穗前 15日 頃이던 第3節이 가장 旺盛하게 伸長하는 時期⁷⁾ 인 것으로 思料되며 따라서 本劑는 體內 吸收가 빠르고 速效性인 것으로 推定된다. 또한 그림 2에서 보면 40, 45 kg/10a 水準에서 第4節의 短縮率이 큰 것은 過肥에 의한 出穗의 2~3日 遲延으로 事實上 藥劑處

理 時期가 出穗前 18일 頃이 됨에 따라 第4節의 伸長中에 藥劑를 吸收했으며 30 kg/10a 區까지는 第4節의 伸長終期에 藥劑가 處理되었을 것으로 思料된다.

稈長은 窒素水準이 높을수록 顯著히 伸長되었고 paclobutrazol 處理에 의하여 10~15%나 短縮되었다. 특히 普肥(15 kg/10a) 보다 45 kg/10a 水準에서 paclobutrazol 處理는 稈長이 14% 더 伸長되었는데 無處理는 20%나 더 伸長되었다. 이는 窒素에 의한 稈長伸長 促進效果보다 paclobutrazol 에 의한 伸長 抑制效果가 더 큰 것으로 思料되나 이의 作用機作은 더욱 더 檢討할 必要가 있다고 생각된다.

2. 倒伏形質 및 倒伏에 미치는 影響

窒素水準別로 出穗前 15日에 paclobutrazol 을 處理하여 出穗後 20日에 倒伏形質을 調査(表 2) 한 結果 모멘트는 paclobutrazol 및 無處理 各節이 窒素量이 많아질수록 높은 便이었으나 두 處理 各節이 40~45 kg/10a 水準은 多少 낮았는데 過繁茂에 의한 下葉枯死, 遲發穗의 未登熟 때문에 아닌가 생각

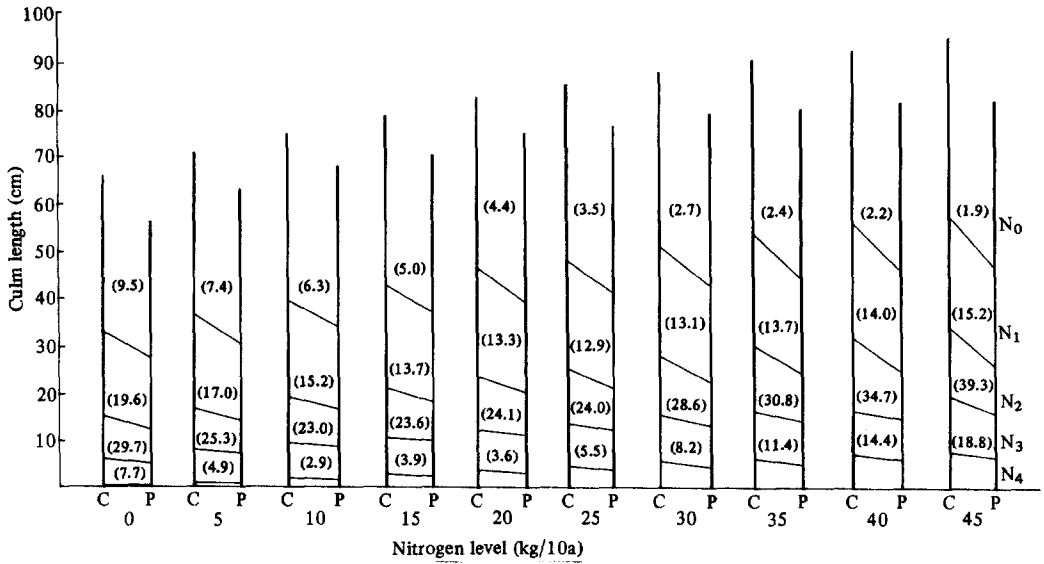


Fig. 2. Effect of paclobutrazol application on shortening of internode under the different level of nitrogen fertilizer.

Note; C: Control

P: Paclobutrazol application

(): Retarded rate of control

된다. Paclobutrazol 處理는 無處理보다 地上部の 伸長抑制로 인한 重量減少와 稈長短縮으로 모멘트가 낮았다. 이는 幼穗形成期前에 2,4-D 處理로 地上部の 伸長이 抑制되어 모멘트가 낮아진다는 原田³⁾의 報告와 일치하는 경향이었으나 下位節間の 伸長은 2,4-D와 다른 경향이였다. 重心高度 窒素水準이 높을수록 높은 경향이였으나 paclobutrazol 處理로 無處理보다 2~3cm 정도 낮아져 耐倒伏에 有利하게 作用되었다. 挫折重은 窒素水準이 높을수록 낮아졌는데 이는 下位節間の 伸長으로 節間の 強度가 弱했기 때문으로 推料되며 paclobutrazol 處理에 의하여 多肥水準에서는 약간 높아지는 경향으로 吳¹⁶⁾의 報告와는 다른 경향이였다. 이는 paclobutrazol 을 處理함으로써 節稈과 葉鞘의 組織이 緻密해지기 때문인 것으로 思料되나 앞으로 더욱 더 檢討할 必要가 있다고 하겠다. 이상과 같은 結果로 倒伏指數도 窒素水準이 높을 수록 높았으며 paclobutrazol 을 處理함으로써 倒伏形質들이 有利하게 作用하여 倒伏指數가 낮아졌다.

圃場倒伏의 程度를 表 2에서 보는 바와 같이 8 月下旬 颱風 Vera 號의 影響으로 無處理의 35 kg/10a 이상 水準에서 가벼운 倒伏이 있었으며 9 月中旬 颱風 Abby 號 來襲으로 無處理는 25 kg/10a 이상 水準에서 倒伏程度 1 이상으로 過肥水準에서

甚한 倒伏이 된 반면 paclobutrazol 處理에서는 45 kg/10a 本準에서만 1 程度의 경미한 倒伏이 있었다.

倒伏과 倒伏形質들과 相關係數를 表 3에서 보면 各 倒伏形質間에는 無處理 및 paclobutrazol 處理 各 같이 有意相關이 있었고 倒伏과 各 形質과는 無處理에서는 地上部重을 除外한 全形質이 높은 有意相關이 있었으며 paclobutrazol 處理에서는 重心高를 除外한 全形質이 有意相關이 없었다. 이는 paclobutrazol 을 處理한 區에서 倒伏이 적었거나 없었기 때문으로 思料된다.

따라서 窒素水準과 倒伏과의 關係를 그림 3에서 보면 無處理에서는 窒素水準과 倒伏間에 有意相關이 있었으나 paclobutrazol 處理에서는 倒伏이 적었다 따라서 多肥 栽培時 藥劑處理로 倒伏을 輕減시킬 수 있을 것으로 생각된다.

3. 生育과 収量에 미치는 影響

窒素水準을 달리한 無處理와 paclobutrazol 處理間의 水稻生育 및 収量에 미치는 影響을 보면 <表 4> 窒素를 増施할수록 出穂가 2~3日 늦어졌고 株當穗數는 많아지는 경향이였으며, paclobutrazol 處理에 따른 變化는 거의 없었다. 穗當穎花數는 35 kg/10a 水準까지는 窒素水準이 높아질수록 많았으며 40-45 kg/10a 水準에서는 過肥에 따라 弱勢

Table 2. Effect of paclobutrazol application on lodging characters and field lodging under the different level of nitrogen fertilizer

Treatment		Moment A	Ht. of center gravity (cm)	Breaking Wt. of N3 (g)	Lodging index B	Field lodging (0 - 4)	
Growth regulator	Nitrogen level (kg/10a)					15DAH C	38DAH
Control	0	723	35.3	1060	68	0	0
	5	832	37.4	1043	80	0	0
	10	931	39.5	1028	91	0	0
	15	1031	41.7	1002	101	0	0.2
	20	1114	42.4	951	117	0	0.4
	25	1208	44.3	876	138	0	1.0
	30	1264	45.3	801	158	0	1.5
	35	1273	45.8	762	167	0.9	1.9
	40	1254	46.2	746	168	1.4	2.4
Paclobutrazol	45	1223	45.1	717	171	2.0	2.8
	0	600	33.0	1061	57	0	0
	5	707	35.3	1047	68	0	0
	10	806	38.1	1035	78	0	0
	15	898	38.9	1015	89	0	0
	20	969	39.7	962	101	0	0
	25	1042	41.9	887	118	0	0
	30	1101	43.7	873	126	0	0
	35	1103	44.3	832	133	0	0
40	1080	43.5	804	134	0	0.3	
45	1033	42.9	754	137	0	1.0	

- A : Top weight x culm length
- B : Moment/Breaking weight x 100
- C : Days after heading

Table 3. Simple correlation coefficient among lodging characters on paclobutrazol application and control under the different levels of nitrogen fertilizer

Character	Top fr. Wt. per tiller	Culm length	Moment	Ht. of center gravity	Breaking Wt. of N3	Lodging index	Field lodging
Paclobutrazol							
Top fr. Wt. Per tiller		0.893**	0.952**	0.913**	-0.684*	0.841**	0.015
Culm length	0.806**		0.947**	0.963**	-0.966**	0.992**	0.554
Moment	0.935**	0.963**		0.990**	-0.889**	0.976**	0.330
He. of center gravity	0.910**	0.973**	0.995**		-0.899**	-0.979**	0.636*
Breaking Wt. of N3	-0.709*	-0.966**	-0.902**	-0.912**		-0.973**	-0.589
Lodging index	0.805**	0.986**	0.957**	0.961**	-0.989**		0.508
Field lodging	0.559	0.924**	0.809**	0.831**	-0.979**	0.941**	
Control							

分蘖이 많아지면서 평균穎花數가 약간 적어졌으며 無處理보다 穗當穎花數가 적었는데 이는 paclobutrazol 處理의 25kg/10a 以上 多肥區에서 paclobutrazol 이 遲發穗의 穎花形成에 影響을 미친 것으로 推

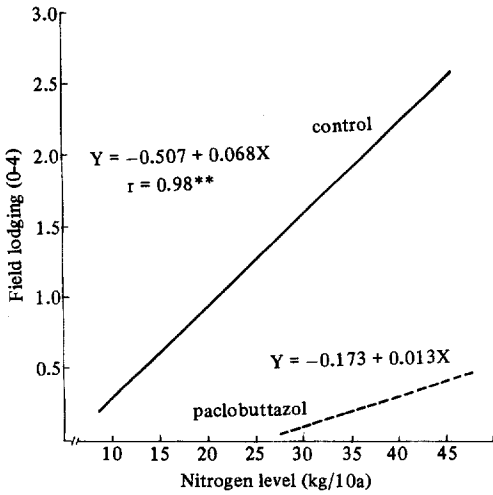


Fig. 3. Effect of paclobutrazol application on field lodging under different levels of nitrogen fertilizer

察된다. 任, 吳 등^{9, 10, 16)}은 paclobutrazol의 幼穗形成期 以前 處理는 穎花數가 減少하고 따라서 無處理에서 倒伏이 되지 않으면 이로 인하여 收量이 減少한다고 했다.

登熟比率은 (表 4) 15 kg/10a 以上 水準에서는 paclobutrazol, 無處理 다같이 窒素水準이 높아질수록 낮았는데 이는 倒伏과 單位面積當 穎花數가 많아 相對的으로 낮아진 것이 아닌가 생각된다. 그러나 paclobutrazol 處理의 25kg/10a 以上 窒素水準에서는 無處理보다 높았는데 이는 倒伏의 輕減으로 受光態勢와 養水分의 吸收 移行이 良好한데 기인된 것으로 思料된다. 한편, 두 處理 다같이 35 kg/10a 以上 水準에서 顯著히 낮아진 것은 穎花의 지나친 確保에 의한 相對的인 低下와 地上部의 過繁茂에 의한 遮光으로 遲發穗의 登熟沮害 때문인 것으로 思料된다. 玄米 1,000 粒重은 登熟比率과 비슷한 傾向이 있으나 無處理와 paclobutrazol 處理 다같이 25 kg/10a 水準에서 가장 높았는데 이는 少肥水準에서는 登熟期때 營養不足에 의한 빠른 老化로 過肥水準에서는 倒伏에 의한 養水分 吸收沮害⁴⁾와 遮光으로 下位分蘗의 日照不足 現象⁶⁾에 의한 穎花의 肥大 증지 때문으로 思料된다.

收量은 (表 4, 그림 4) 無處理에서는 倒伏 등에 의하여 登熟比率과 玄米 1,000 粒重이 顯著히 낮아

Table 4. Effect of paclobutrazol application on heading date and yield components under the different level of nitrogen fertilizer

Treatment		Nitrogen level (kg/10a)	Heading date	No. of panicle per hill	No. of grain per panicle	Ripened grain ratio (%)	Wt. of 1000 grains (g)	Yield (kg/10a)	Index
Growth regulator									
Control		0	Aug. 11	8.8	79.6	92.8	21.8	328	100
		5	Aug. 11	10.3	86.0	92.5	21.9	401	100
		10	Aug. 12	11.7	89.7	92.8	22.0	461	100
		15	Aug. 12	13.0	94.0	91.2	22.1	512	100
		20	Aug. 12	14.1	94.8	87.3	22.2	546	100
		25	Aug. 12	14.5	95.3	84.8	22.4	554	100
		30	Aug. 13	15.4	97.1	81.0	22.2	563	100
		35	Aug. 13	16.3	100.3	75.8	21.4	499	100
		40	Aug. 13	16.5	98.8	68.2	21.0	468	100
		45	Aug. 14	17.0	96.2	62.2	20.5	444	100
Paclobutrazol		0	Aug. 11	8.8	79.5	92.7	21.8	324	98
		5	Aug. 11	10.5	86.1	92.7	21.9	396	98
		10	Aug. 12	11.8	89.4	92.8	22.2	466	101
		15	Aug. 12	12.9	93.2	90.5	22.2	514	100
		20	Aug. 12	14.2	94.1	87.2	22.3	552	101
		25	Aug. 12	14.7	94.7	85.8	22.5	583	105
		30	Aug. 13	15.4	96.5	85.2	22.3	593	105
		35	Aug. 13	16.3	98.1	80.9	21.7	575	115
		40	Aug. 13	16.9	97.3	77.9	21.4	560	120
		45	Aug. 14	17.3	95.3	73.1	21.3	559	126

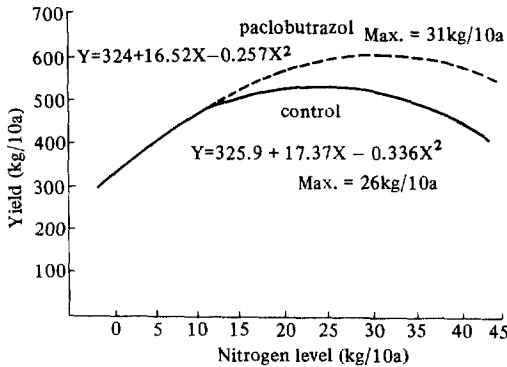


Fig. 4. Effect of paclobutrazol application on yield under the different level of nitrogen fertilizer

窒素水準이 높은區에서 급격히 떨어졌고 paclobutrazol 處理는 45 kg/10a區까지 緩慢한 收量差를 維持하였다. 最高收量의 窒素水準은 無處理에서 26 kg/10a 인데 비하여 paclobutrazol 處理는 31 kg/10a 이었다.

따라서 이러한 藥劑를 處理함으로써 多肥·多收穫 栽培時 倒伏을 輕減시킬 수 있을 것으로 思料되나 地上部 過繁茂 등에 의한 登熟比率 低下로 超多收穫은 곤란했으며 앞으로 이런 問題들을 해결할 수 있는 方法이 연구된다면 쌀 增收에 有利할 것으로 생각된다.

摘 要

窒素水準을 달리한(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 kg/10a 의 10水準) 水稻圃場에서 paclobutrazol 을 出穗前 15日에 處理하여 節間伸長抑制 및 倒伏과의 關係를 試驗한 結果로 要約하면 다음과 같다.

1. Paclobutrazol 處理로 稈長은 少肥(0-15 kg/10a)水準에서 9~11cm 多肥(20~40 kg/10a)水準에서 9~14cm 程度 短縮시켰고 稈長短縮率은 10~15%이었다. 節間長은 paclobutrazol 의 處理 少肥(0~10 kg/10a)에서는 第3, 2, 1節, 普肥(15~25 kg/10a)에서는 第3, 2節, 多肥(30~45 kg/10a)에서는 3, 2, 4節 順으로 短縮率이 컸다.

2. 窒素水準이 높을수록 地上部の 모멘트 中心高가 높고 挫折重은 낮아 倒伏指數가 높아졌으며 paclobutrazol 處理에 의하여 모멘트 中心高가 낮아지고 多肥에서 無處理보다 挫折重을 높게하여 倒伏指數가 낮아졌다.

3. 倒伏과 倒伏形質과의 關係는 無處理에서 稈長,

모멘트, 挫折重, 倒伏指數와 倒伏間에 高度의 有意性이 있었으나 paclobutrazol 處理는 倒伏 輕減으로 有意性이 없었다. 倒伏은 25 kg/10a 以上水準에서 倒伏程度가 1~3이었으나 paclobutrazol 處理에서는 45 kg/10a 區에서만 1정도로 輕微했다.

4. 窒素水準이 높을수록 出穗가 2~3日 遲延되었으며 paclobutrazol 處理에 의한 出穗期의 變動은 없었다.

5. Paclobutrazol 處理로 株當穗數와 穗當穎花數의 差異는 거의 없었고 登熟比率은 窒素水準이 높을수록 낮았으며 paclobutrazol 處理에 의하여 25 kg/10a 以上水準에서는 無處理보다 높았다. 玄米1,000粒重도 登熟比率과 같은 傾向이었다.

6. 收量은 30 kg/10a까지는 窒素水準이 높을수록 많아졌으나 35 kg/10a 以上水準에서는 無處理가 12~23% 減收한 반면 paclobutrazol 處理는 3~7% 減收로 無處理보다 15~26% 增收하였다. 最高收量의 窒素水準은 無處理가 26kg/10a인 반면 paclobutrazol 處理는 31 kg/10a 이었다.

引 用 文 獻

1. 戸薙義次·大辰克己. 1967. 稻作斷法(下), 農業技術協會
2. Grafius, J. E. 1966. Rate of Chance of Lodging Resistance, Yield, and Test Weight in Varietal Mixtures Oats, *Avena Stava* L. crop Sci. 6:369-370.
3. Harada, T. and Y. Edo. 1957. Studies of Lodging Resistance in the Rice Plant. (1) Influence of 2,4-D upon lodging. Jap. Crop Sci. 25:64-66.
4. Hashimoto, Y., T. Nonomura and S. Takiguchi. 1975. Translocation of Nutrients in Stems of Rice Plants When They are Broken Down. A Study with P^{32} at the heading stage of the plant. Jap. Crop Sci. 24 (4):239-240.
5. Hitaka, N. and H. Kobayashi. 1961. Studies on the Lodging of Rice Plant. (I) Preliminary studies on the impeded translocation in lodged stems. Jap. Crop Sci. 30:116-119.
6. Hitaka, N. 1986. Experimental studies on the mechanisms of lodging and of its effect on yield in rice plants. Bull. Natl. Ins. Agr. Sci. A, 15:1-175.

7. 星川清親. 1975. 解剖圖說 イネの生長, 農山漁村文化協會: 131 ~ 136.
8. ICI, Plant Protection Division, 1983. Paclobutrazol (PP-333) a Plant Growth Control in Ornamentals. Technical Inform. Bulletin :1-5.
9. 任日彬・李善龍・金鐘昊. 1985. 水稻倒伏防止試驗, 湖試研報: 350 ~ 357.
10. _____. 1986. 水稻倒伏防止試驗, 湖試研報: 253 ~ 255.
11. Kanao, T., J. Hirano and H. Eguchi. 1974. The Prevention of Lodging of Wheat and Barley by application of CCC, Soil Mulching and Others. Bull. Chugoku Natl. Aric. Exp. Stn., Ser. A. 23: 1-26.
12. 金達壽 外 8. 1968. 水稻倒伏防止에 관한 試驗. 加里追肥에 의한 倒伏防止, 湖南作試報: 492 ~ 506.
13. Kinebuchi, M. and T. Haraki. 1962. Consideration upon the Expansion Tillering Attitude and Lodging Resistance of rice plant Caused by 2,4-D Treatment. Crop Sci. Japan. 31:122-124.
14. Kwak, B. H. and Y. K. Hong. 1976. Studies on the Ethylene-Releasing Agents in Increasing Grain Yield of Barley with Higher Nitrogen Application. J. Korean Soc. Crop. Sci. 21(2):222-232.
15. 이정행 外 4. 1967. 水稻倒伏防止에 관한 試驗, 嶺南作試報: 351 ~ 373.
16. Oh, S. M., H. K. Lee and K. H. Lee. 1984. Effect of Paclobutrazol and Flurprimido Application on Characteristics Related with Lodging of Paddy Rice Plant. Korean J. Weed Sci. 4(2): 163-168.
17. Park, R. K. J. K. Park and K. H. Lee. 1973. Effect of Lodging Resistance for the Rice Varieties and Cultural Practices in Transplanted Rice. Res. Rept. RDA (Crops) 15:45-54.
18. Pinthus, M. J. 1967. Spread of Root System as Indicator for Evaluating Lodging Resistance of Wheat. Crop Sci. 7:107-110.
19. Seco, H., S. Keichi and S. Kaichro. 1978. Lodging of Rice Plant in Relation to Several Different Cultural Conditions (II) Jap. Crop Sci. 27:173-176.
20. Yamada, M. and T. Ohkubo. 1977. Studies of Lodging in Paddy Rice Cultivated on the Upland Field under Irrigation. J. Cent. Agric. Exp. Stn. 26:1-26.
21. 山本健吾・氏家四郎. 1958. 水稻倒伏原因とその對策(I), 農業及園藝, 33(5): 758 ~ 762.
22. _____. 1958. 水稻倒伏原因とその對策(II), 農業及園藝, 33(6): 901 ~ 903.