

밥맛이 좋은 Japonica 벼 品種들의 倒伏抵抗성과
倒伏輕減劑 Paclobutrazol 에 대한 反應¹⁾

李殷雄* · 權容雄* · 蘇昌鎬*

Lodging Liability and Response to Paclobutrazol
Application of High Eating Quality
Japonica Rice Varieties

Eun Woong Lee,* Yong Woong Kwon* and Chang Ho Soh*

ABSTRACT

Most of the japonica rice varieties preferred for high eating quality are liable to lodging even under moderate rate of nitrogen application. This lodging liability has been a critical limit even for proper evaluation of physiological characteristics of those varieties exhibitable under higher nitrogen levels. Use of recent inhibitors of gibberellin biosynthesis such as 'Paclobutrazol' may allow us to overcome this barrier. The responses of four high eating quality varieties to nitrogen application to the level of 150kg N per ha were evaluated with and without use of Paclobutrazol in comparison with a non-lodging, improved short japonica, Dongjin and a non-lodging, high yielding indica x japonica Milyang 23. The four were Damageum (the best eating quality in the 1930s), Nongrim 6 (the best in the 1960s), Chuchung (the best since 1970s), Koshihikari (the best in Japan since 1960s).

As expected increased application of nitrogen increased plant height, length of the 3rd internode, and lodging liability, being measured as culm breaking load, in all varieties tested and caused actual lodging in the field from the 50kg N/ha level in Damageum and Koshihikari and at the level of 150kg N/ha in Nongrim 6. Application of Paclobutrazol (0.6%G) 15 days before heading reduced plant height, length of the 3rd internode and lodging liability being measured as culm breaking load in all varieties tested. However, the application of Paclobutrazol during active tillering stage resulted in decreased culm breaking load in Damageum, Nongrim 6, and Koshihikari in spite of the decreased plant height and culm length as in the other varieties. Maximum yield was obtained with 100kg N and 30kg Paclobutrazol at 15 days before heading in Nongrim 6, 150kg N and 30kg Paclobutrazol at 15 days before heading in Damageum, and 150kg N and 20kg Paclobutrazol at 20 days after transplanting plus 30kg Paclobutrazol at 15 days before heading in the variety Koshinhikari and Chuchung.

Under a sensory evaluation of cooked rice, the four high eating quality varieties were not different in rank and Paclobutrazol treated rice was not distinguished from the untreated in eating quality.

* 서울대학교 農科大學 (Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon 170, Korea)

¹⁾ 本 論文은 1986 年度 文敎部 學術研究助成費 支授에 의하여 이루어졌음. <1987. 6. 12 接受>

緒 言

水稻의 多收穫栽培은 必然 多肥가 수반되며, 따라서 倒伏과 病害, 특히 稻熱病에 대한 抵抗性의 弱화로 인해 뜻하는 바 增收을 이루지 못하는 경우가 많다. 이에 대응하여 品種改良面에서는 Indica 와 Japonica 벼의 遠緣交雜으로 “統一벼”를 育成하여 1971년부터 多收性 品種으로 장려 보급하였는데 統一系品種들은 短稈이며 穗重型으로서 耐倒伏性이 강하고 窒素反應이 좋으며 病蟲害에 대한 저항성도 강한 특성을 보였다. 그러나 米質, 즉 食味が 국민의 嗜好에 미치지 못하였으므로 그간 그의 改良에 진력하였으며 상당한 改善을 보였다. 그렇지만 그동안 經濟成長과 더불어 米穀의 自給度도 매우 높아져서 국민의 쌀에 대한 選好는 다시 食味爲 主로 기울게 되었고 統一系品種에서 다시 一般系品種, 그리고 最近에는 특히 優良食味品種의 栽培가 늘어나게 되었다.

一般系品種은 統一系品種보다 쉽게 倒伏하며 특히 優良한 食味를 갖는 品種은 더욱 倒伏하기 쉬운 缺點을 지니고 있으며, 또 그들의 재배에서 多收穫을 하자면 窒素施肥量의 增大와 密植은 불가피한데 病蟲害問題는 적절한 農藥使用에 의존한다고 하더라도 이 경우 倒伏은 매우 큰 制限因子로 대두된다. 한편 이제까지는 도복하기 쉬운 벼 品種들의 收量性은 倒伏하지 않은 水準의 窒素施肥量과 栽植密度에서만 評價할 수 있었는데, 최근에 實用化되기 시작한 Gibberellin 生合成 抑制劑 Paclobutrazol, Inabenfide 등은 벼의 倒伏抑制에 卓越한 효과를 보이고 있으며 곧 實用化될 전망이다.

이와 같은 觀點에서 倒伏하기 쉬운 優良食味 벼 品種들에 대한 窒素施肥量과 倒伏抑制劑 處理에 대한 反應의 相互關係를 摸索함으로서 水稻의 良質多收性 品種育成을 위한 遺傳資源의 生理的 特性을 제시하고 倒伏을 輕減시킬 수 있는 栽培法 改善을 위한 方向性을 제시하고자 本 研究를 수행하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1986年度에 서울大學校 農科大學 實驗農場에서 수행하였다. 供試品種은 Japonica 型(一般系) 品種으로 時代的인 優良食味品種으로 알려져 있는 多摩錦(1930年代), 農林6號(1965年 前後),

秋晴벼(1975年 前後), 短稈性인 東津벼(現在) 및 統一系인 密陽23號(現在)와 日本에서 最上 優良食味品種으로 재배되고 있는(1960~1980年代) 고시히가리 등 6個 品種이다.

供試品種을 4月 20日 保溫折衷苗莖에 파종하여 育苗한 후 5月 30日에 40日 苗를 재식거리 30cm × 15cm로 1株 3本植하였다. 施肥는 10a當 窒素를 5, 10 및 15kg을 尿素로 基肥에 50%, 分蘖肥에 20%, 穗肥에 30%로 分施하였으며, 磷酸은 10kg을 溶成磷肥로, 加里는 12kg을 鹽化加里로 전량 기비로 施用하였다. 倒伏抑制劑인 Paclobutrazol은 移秧後 20日에 10a當 0kg 및 2kg을 처리한 후 供試品種別로 예상 出穗日을 止葉의 抽出程度와 幼穗의 길이로 判定하여 出穗前 15日에 0, 3 및 4.5kg을 처리하였으며 Paclobutrazol은 粒劑(有效成分含量 0.6%)를 사용하였다.

倒伏의 關聯形質에 관한 調査는 出穗後 25日에 株內에서 가장 稈長이 큰 것 2개를 選擇하여 稈長 및 第3節間長(上位節로부터)과 第3節間의 挫折荷重 등을 4株 調査하였으며 그 값을 가지고 다음式⁵⁾에 의하여 倒伏指數를 算出하였다.

$$\text{倒伏指數} = \frac{\text{稈長} \times \text{地上部 生體重}}{\text{bending moment} \times \text{單位稈乾重}}$$

$$\text{Bending moment} = \frac{\text{挫折荷重} \times \text{兩地點間거리}}{4}$$

挫折荷重은 莖稈挫折強度試驗機(EO-3型, Kiya社, 日本)에 의하여 測定하였다. 圃場에서의 倒伏 調査는 9月 22日(出穗後 30日頃)에 실시하였으며 倒伏程度는 倒伏하지 않은 것을 0으로 하고, 完全 倒伏된 것을 5로 하여 6等級으로 나누어 遠觀 評價하였다.

收量 및 收量構成要素는 出穗後 45日에 조사하였는데, 穗數, 穎花數는 10株씩 조사하였고, 收量은 20株씩 2반복으로 조사하였다.

食味評價는 農村振興廳 作物試驗場의 檢査方法에 準하여 실시하였는데 檢査要員은 17名이었으며, 檢査 및 分析은 simple paired comparison test^{1,3)} 및 multiple comparison test^{1,3)}를 이용하였다. 玄米의 窒素含量은 micro-kjeldahl法¹¹⁾으로, 아미로스 함량 및 알칼리 붕괴도는 IRRI의 方法⁴⁾에 準하여 分析하였다.

結果 및 考察

1. 窒素施肥量 및 Paclobutrazol 處理가 倒伏 및 倒伏關聯形質에 미치는 영향

窒素施肥量에 따른 벼의 稈長, 第3節間長 및 第3節間的 挫折荷重의 反應을 表 1에 나타내었다. 이에서 보는 바와 같이 稈長과 第3節間長은 질소 시비량이 증가함에 따라 增大되었으며, 그 정도는 稈長이 큰 品種일수록 크게 나타났다. 한편 倒伏에 가장 크게 영향을 받는 第3節間的 挫折荷重은 질소시용량이 증가할수록 적어져, 第3節間이 쉽게 彎曲되거나 挫折이 쉽게 이루어질 수 있는 상태로 되었다. 品種間的 反應을 살펴보면 統一系인 밀양23호의 挫折荷重이 다른 품종보다 훨씬 컸으며, 같은 一般系 品種중에서는 短稈性인 東津벼의 挫折荷重이 컸고 밀양23호와 동진벼는 특히 窒素施用량을 증가하더라도 挫折荷重이 크게 감소되지 않는 특성을 보였음에 반하여 밥맛이 좋은 것으로 알려진 추청, 농립6호, 다마금 및 고시히까리는 窒素施用량 增加에 따른 挫折荷重 減少反應성이 매우 컸다. 窒素施肥

量과 paclobutrazol 處理量에 따른 稈長의 反應을 表 2에 제시하였다. Paclobutrazol을 出穗前 15일에 처리한 結果 稈長이 短縮되었는데 그 정도는 paclobutrazol 처리량이 증가할수록 增大되었으며, 窒素施用량이 많은 경우 paclobutrazol에 의한 稈長 短縮效果가 컸다. 窒素肥料를 10a當 10kg을 施用했을 경우 paclobutrazol의 處理時期와 處理량을 달리하였을 때의 稈長과 第3節間的 挫折荷重을 表 3에 나타내었다. Paclobutrazol의 無處理와 移秧後 20일에 1회만 처리한 것의 稈長을 비교하여 보면, 移秧後 20日, 즉 分蘖期에 해당하는 時期에 paclobutrazol을 처리하더라도 稈長은 1.4~11.3% 정도 短縮되었다. 第3節間的 挫折荷重에 있어서는 分蘖期나 出穗前 15일에 paclobutrazol 處理량을 增加시키면 靑壯중이 증대되지만, paclobutrazol을 分蘖期에 處理하고 出穗前 15일에도 處理한 것은 Japonica 品種들의 경우 出穗前 15일에만 處理한 경우에 비하여 오히려 挫折荷重이 작았다. 統一系인 밀양23호 경우에도 비슷한 樣狀이었으며, paclobutrazol을 2회 處理할 경우 稈長은 1회 處理보다 더욱 작아지

Table 1. Varietal responses of culm length and length of the 3rd internode and culm breaking load at 25 days after heading to nitrogen application levels.

Variety	Nitrogen (kg/10a)				Length of the 3rd internode (cm)				Culm breaking load (g)			
	5	10	15	LSD.05	5	10	15	LSD.05	5	10	15	LSD.05
Damageum	96.1	114.0	113.5	6.9	16.0	20.1	24.9	3.7	487.5	275.0	237.5	47.2
Nongrim 6	80.0	90.3	95.3	4.3	14.8	18.1	18.3	2.6	295.0	325.0	175.0	36.9
Koshihikari	81.8	87.5	97.5	5.2	13.9	14.5	17.4	1.9	435.0	337.5	296.0	66.3
Chuchung	79.6	87.0	95.0	7.2	10.6	12.8	14.4	2.1	375.0	288.0	113.0	53.7
Dongjin	73.0	81.1	84.0	4.6	12.1	13.1	13.9	1.3	525.0	475.0	475.0	41.7
Milyang 23	59.3	61.8	65.0	3.2	7.3	10.2	9.4	2.6	962.5	700.0	875.0	39.2

* Measured at 25 days after heading.

Table 2. Effects of nitrogen and Paclobutrazol application rate on the culm length of rice plants at 25 days after heading.

Variety	N (kg/10a)				10				15			
	9	3	4.5	LSD.05	0	3	4.5	LSD.05	0	3	4.5	LSD.05
Damageum	96.1	93.1	90.4	2.9	114.0	102.8	98.3	3.2	115.3	109.3	97.8	4.3
Nongrim 6	80.0	79.5	76.5	2.2	90.3	89.5	82.3	2.8	95.3	80.0	78.0	2.9
Koshihikari	81.8	78.3	76.0	1.8	87.5	84.3	81.0	2.6	97.5	81.5	76.8	3.1
Chuchung	79.6	72.0	67.8	2.6	87.0	79.0	70.0	4.2	95.0	92.0	82.0	5.3
Dongjin	73.0	71.3	66.0	3.0	81.1	74.6	74.3	3.6	84.0	71.8	69.3	3.7
Milyang 23	59.3	56.3	54.3	2.4	61.8	56.8	53.3	2.2	65.0	60.3	53.0	4.0

1) PA: Paclobutrazol 0.6% G

Table 3. Responses of culm length and culm breaking load at 25 days after heading to paclobutrazol application.

Variety	PA ¹⁾		Culm length (cm)						Culm breaking load (g)						
	20DAT ²⁾		3			2kg			0			2kg			LSD.05
	15DBH ³⁾		0	3	4.5kg	0	3	4.5kg	0	3	4.5kg	0	3	4.5kg	
Damageum	114.0	102.8	98.3	107.8	96.0	98.3	6.1	275.0	362.5	525.0	180.0	175.0	315.0	57.6	
Nongrim 6	90.3	89.5	82.3	85.4	83.3	81.0	3.8	325.0	262.5	400.0	137.5	125.0	287.5	63.5	
Koshihikari	87.5	84.3	81.0	88.3	72.3	75.0	4.7	337.5	350.0	387.5	150.0	322.5	475.0	48.7	
Chuchung	87.0	79.0	70.0	82.1	76.5	70.7	5.1	288.0	455.0	355.0	347.0	400.0	424.5	72.0	
Dongjin	81.1	74.6	73.4	72.0	70.5	67.5	3.8	475.0	612.5	600.0	435.0	412.5	500.0	53.5	
Milyang 23	61.8	56.8	63.3	66.5	59.5	55.8	3.9	700.0	1350.0	1112.5	1050.0	1300.0	1200.0	76.3	

* Nitrogen application rate: 10kg/10a.

1) PA: Paclobutrazol 0.6%G.

2) Days after transplanting.

3) Days before heading.

만 좌절하중은 오히려 出穂前 15日에 1回 處理함이 더 컸던 것은 더욱 研究 檢討할 面으로 생각한다.

倒伏指數를 算出하는데 필요한 各 形質들을 조사 측정하여 式에 代入 計算한 倒伏指數를 表 4에 제시하였다. 倒伏指數를 概觀하면 窒素施用량이 증가할수록 도복지수가 커지고, paclobutrazol 처리에 의하여 도복지수가 낮아졌다. 倒伏指數는 실제 이를 계산하는데 이용되는 형질들 자체에 個體變異가

컸었지만 적어도 同一 品種 内에서는 倒伏程度를 예측할 수 있는 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다. 한편 圃場에서 도복의 발생정도를 조사한 結果 최초로 도복이 발생한 시기는 9月 22日이었는데 이때는 出穂後 30日 경이었고, 조사 結果는 表 5에서 보는 바와 같다. 즉 倒伏이 발생한 品種은 다 마금, 농림 6호 및 고시히카리의 3 품종이었는데 대체로 질소소비량이 많을수록 도복의 정도가 컸으며 paclobutrazol 을 처리한 경우에는 도복발생의 防

Table 4. Effects of nitrogen and Paclobutrazol application on lodging index of rice plants at 25 days after heading.

N (kg/10a)	PA ¹⁾ (kg/10a)		Variety					
	20DAT ²⁾	15DBH ²⁾	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Dongjin	Milyang 23
5	0	0	4.01	6.75	4.52	8.18	3.44	3.42
		3	5.73	6.69	3.56	4.20	3.09	3.17
		4.5	6.61	4.63	6.10	4.74	2.64	2.76
	2	0	5.74	9.71	6.66	9.10	2.98	4.42
		3	7.82	6.73	5.85	4.75	2.34	4.95
		4.5	4.42	6.43	4.95	4.95	2.31	3.73
10	0	0	11.90	5.56	7.37	9.10	5.94	4.86
		3	8.26	5.91	8.03	4.75	4.09	2.78
		4.5	4.71	4.30	9.86	4.95	3.03	3.62
	2	0	14.21	14.63	14.32	8.74	4.10	4.43
		3	11.90	10.24	6.90	5.27	3.51	3.63
		4.5	6.77	8.60	5.13	4.92	2.67	3.52
15	0	0	12.73	15.32	8.48	27.60	6.44	4.99
		3	11.04	7.41	14.34	21.50	3.57	3.83
		4.5	7.87	4.45	16.05	16.70	6.16	4.09
	2	0	14.32	34.53	10.63	16.40	13.30	5.19
		3	10.10	19.91	8.83	10.70	4.22	6.61
		4.5	7.96	29.60	6.03	6.41	5.89	6.19

1) PA: Paclobutrazol 0.6% G.

2) Days after transplanting.

3) Days before heading.

Table 5. Degree of field lodging.

N (kg/10a)	Paclobutrazol ¹⁾		Variety					
	20DAT ²⁾	15DBH ³⁾	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Dongjin	Milyang 23
5	0	0	1	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4.5	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4.5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2.5	0	0	0	0	0
		3	1	0	0	0	0	0
		4.5	0	0	0	0	0	0
	2	0	2	0	3.5	0	0	0
		3	0	0	1	0	0	0
		4.5	0	0	0	0	0	0
15	0	0	3	1	1	0	0	0
		3	2	0	0	0	0	0
		4.5	1	1	0	0	0	0
	2	0	1	1	3	0	0	0
		3	1	0	1	0	0	0
		4.5	1	1	1	0	0	0

* Observed at 30 days after heading.

* Field lodging (0-5); 0: Non-lodging, 5: Complete lodging

1) 0.6% G. 2) Days after transplanting 3) Days before heading.

止 또는 輕減의 效果를 보였다. 이러한 效果는 더욱 長稈種에 있어서 뚜렷하게 나타났다. 따라서 一般系의 長稈種에 있어서 窒素施用量을 많이 하는 경우 paclobutrazol 처리는 倒伏防止 效果를 낼 수 있을 것으로 생각된다.

2. 窒素增施 및 Paclobutrazol 處理가 収量 및 収量構成要素에 미치는 영향

窒素施用量에 따른 収量의 反應은 表 6과 같다. 窒素施肥량을 증가시키면 供試品種 모두 収량이 증대되었는데 그 정도는 16.6%~33.3%이었다. 窒

素水準에서는 10 a 당 10 kg 을 사용하였을 때 수량이 높게 나타났다. 한편, paclobutrazol 을 移秧後 20 日에 처리하였을 때의 収量反應은 表 7에서 보는 바와 같이 多摩錦과 農林6號는 paclobutrazol 을 처리한 경우 오히려 収量의 減少가 나타났지만 고시히카리 및 秋晴벼에 있어서는 수량이 증대되었다. Paclobutrazol 을 移秧後 20 日과 出穂前 15 日에 처리한 경우 収量의 反應을 종합적으로 나타낸 것이 表 8 이다. 供試品種別로 處理들 중에서 最高의 収量을 나타낸 경우를 살펴보면, 多摩錦은 窒素를 15 kg 施用하고 paclobutrazol 을 出穂前 15 日에만 3 kg 처리하였을 때이며, 農林6號는 窒素 10 kg 施用하고 paclobutrazol 을 出穂前 15 日에만 3 kg 처리하였을 때 収량이 높았다. 고시히카리와 秋晴벼의 경우는 窒素를 15 kg 施用하고 paclobutrazol 을 移秧後 20 日에 2 kg, 出穂後 15 日에 3 kg 2 回 처리하였을 때 収량이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 窒素肥料 水準에 따른 収量의 反應(表 6)에서는 窒素肥料를 10 a 당 10 kg 을 施用하였을 때 収량이 높았던 점과 결부하여 생각하여 보면, 倒伏이 발생하기 쉬운 長稈品

Table 6. Grain yield responses to nitrogen application rates.

Variety	(yield: kg/10a)			LSD.05
	Nitrogen (kg/10a)			
	5	10	15	
Damageum	292.5	373.6	352.8	19.4
Nongrim 6	315.3	420.3	391.0	24.7
Koshihikari	354.3	413.1	427.9	15.8
Chuchung	312.7	388.0	368.2	20.2

Table 7. Effect of paclobutrazol treated at 20 days after transplanting on rice grain yield.

Nitrogen (kg/10a)	Paclobutrazol (kg/10a)	Variety			
		Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung
5	0	292.5	315.3	354.3	312.7
	2	264.7	312.2	355.0	387.5
10	0	373.6	420.3	413.1	388.0
	2	388.5	357.0	483.6	481.5
15	0	352.8	391.0	427.9	368.2
	2	304.1	350.3	456.7	471.8
LSD.05		21.8	26.7	32.9	29.8

Table 8. Effect of Paclobutrazol application time and rate on rice grain yield.

(yield: kg/10a)

Nitrogen (kg/10a)	Paclobutrazol ¹⁾ (kg/10a)		Variety				
	20DAT ²⁾	15DBH ³⁾	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	
	5	0	3	327.0	334.6	349.5	318.3
4.5			312.4	328.7	388.9	303.3	
2		3	274.5	297.0	322.4	370.9	
		4.5	319.2	320.0	379.5	382.5	
10		0	3	375.3	396.8	379.5	352.6
			4.5	291.0	379.9	363.0	313.4
	2	3	358.6	373.5	463.0	462.9	
		4.5	315.7	331.2	423.6	470.3	
	15	0	3	393.4	341.6	384.3	370.2
			4.5	349.3	367.8	356.3	351.4
2		3	293.6	303.8	499.1	486.5	
		4.5	373.5	373.6	331.5	414.6	

1) 0.6% G.

2) Days after transplanting.

3) Days before heading.

種에 대한 耐倒伏性 및 收量性 向上을 위한 栽培의 인 대책이 될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 paclobutrazol 처리 전채를 놓고 볼 때에는 paclobutrazol 처리에 의하여 收量의 減少가 일어나는데 특히, 4.5 kg 처리시에는 減收程度가 커서 고시히카리의 경우는 21%의 減收를 보였다. 이러한 경향은 窒素肥料를 10 a 당 16 kg 을 施用하고 paclobutrazol 을 3 kg 처리한 경우 수량의 감소가 0~3% 정도 발생했다는 報告⁷⁾와 비교하여 볼 때, 도복하기 쉬운 在來長稈種이라고 하더라도 paclobutrazol 處理는 10 a 당 3 kg (0.6 G) 以內이어야 함을 알 수 있고, paclobutrazol 처리는 過量일 경우 倒伏을 하지 않은 벼에 비하여 減收도 일어날 수 있음을 알려준다. 그러나 품종에 따라 paclobutrazol 에 대한 반응의 정도가 다르고 실제 倒伏이

발생하였을 때에는 paclobutrazol 처리에 의해 倒伏에 의한 收量의 減少를 방지할 수 있었다는 研究結果^{7,9)}와 아울러 종합적으로 다루어져야 할 것으로 생각한다.

또한 倒伏이 수량에 미치는 영향의 정도는 倒伏發生時期, 發生程度 및 品種 特性 등이 복합적으로 작용하여 나타나므로 倒伏抑制劑를 實用化하기 위해서는 축적된 研究結果를 토대로 하여 신중하게 검토하여야 할 것으로 생각된다.

窒素施用量 및 paclobutrazol 處理가 收量構成要素에 미치는 영향은 表 9와 表 10에 나타내었다. 전체적으로 보았을 때 一様인 경향을 보이지 않았다.

Table 9. Effects of nitrogen and Paclobutrazol on number of panicles per-hill and number of spikelets per panicle of rice plants.

N (kg/10a)	PA ¹⁾ (kg/10a)		No. of panicle				No. of Spikelet			
	20DAT ²⁾	15DBH ³⁾	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung
5	0	0	8.3	11.8	10.0	16.0	129.8	82.2	98.7	88.2
		3	11.4	13.2	12.3	14.0	124.3	77.4	104.3	78.2
		4.5	14.1	13.4	12.1	15.5	106.1	99.9	89.3	76.7
	2	0	10.3	15.3	12.4	12.7	112.1	82.4	84.2	69.8
		3	12.7	15.9	12.3	15.0	108.3	67.7	76.9	66.1
		4.5	12.6	18.5	14.6	16.7	106.2	79.4	102.7	68.6
10	0	0	13.1	14.8	12.7	17.1	113.8	95.6	88.1	74.6
		3	13.6	14.9	13.4	18.7	115.2	96.8	97.9	72.2
		4.5	12.8	13.9	12.1	16.5	92.8	73.2	103.8	84.3
	2	0	14.2	16.2	13.5	18.5	114.1	77.9	81.8	69.6
		3	15.5	18.2	14.0	16.3	122.0	89.0	96.8	75.5
		4.5	14.5	16.3	13.1	16.6	114.9	71.9	93.2	73.1
15	0	0	16.0	14.8	12.2	14.7	119.8	88.6	76.9	65.8
		3	13.6	15.1	13.0	14.8	117.0	94.7	75.3	71.2
		4.5	13.2	16.3	14.2	14.6	122.7	66.7	74.3	79.2
	2	0	16.4	16.2	12.1	18.4	96.4	89.8	87.2	87.6
		3	14.1	13.9	12.9	16.5	115.8	70.5	69.8	64.3
		4.5	14.1	15.5	12.9	17.2	114.6	78.7	82.8	65.2

1) 0.6% G. 2) Days after transplanting. 3) Days before heading.

Table 10. Effects of nitrogen and paclobutrazol on ripened grain ratio and weight of 1000grains of rice plants.

N (kg/10a)	PA ¹⁾ (kg/10a)		Ripened grain ratio (%)				Weight of 1000 grains (%)			
	20DAT ²⁾	15DBH ³⁾	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung
5	0	0	93.9	86.4	83.3	92.7	26.8	23.6	27.9	25.1
		3	87.1	85.4	70.5	91.5	27.6	24.4	26.5	25.4
		4.5	82.1	90.2	71.6	88.0	27.0	22.8	25.7	24.6
	2	0	88.1	78.2	66.9	91.4	27.0	21.9	27.2	26.2
		3	92.2	75.1	75.8	90.3	26.2	22.6	24.7	27.2
		4.5	81.3	83.1	62.4	88.9	27.0	22.1	25.9	25.3
10	0	0	84.8	83.9	71.5	85.9	26.4	22.0	26.8	27.6
		3	77.0	88.8	62.1	89.1	26.2	21.3	26.4	26.4
		4.5	75.5	76.4	68.3	85.7	26.3	21.4	28.1	26.5
	2	0	91.5	85.7	60.3	82.1	28.0	21.5	25.9	25.8
		3	85.2	86.3	69.4	91.6	26.1	23.2	25.9	26.6
		4.5	88.5	77.1	62.7	90.2	26.9	21.1	25.0	27.0
15	0	0	81.2	89.0	68.2	88.5	27.8	21.5	24.9	27.1
		3	66.6	89.4	59.6	88.6	26.6	21.6	25.4	27.0
		4.5	84.4	78.1	56.4	87.7	27.1	23.2	25.5	26.2
	2	0	82.4	81.9	56.7	73.5	27.3	22.0	25.4	27.3
		3	75.7	87.2	69.9	90.4	27.0	20.9	25.6	25.9
		4.5	83.8	81.1	63.7	79.5	27.1	23.0	25.7	27.6

1) 0.6% G. 2) Days after transplanting. 3) Days before heading.

3. 供試品種의 밥맛 比較 및 Paclobutrazol

처리가 밥맛에 미치는 영향

國際米作研究所^{2,8)}에서는 쌀의 食味評價方法을 첫째, 취반특성(취반중 용적 증가 및 吸水量, 粒子的 길이 변화 등), 둘째, 밥의 質感(texture), 그리고 세째, 간접적인 방법(아밀로스 함량, 알칼리 붕 퍼도 등)으로 분류하였다. 本試驗에서는 밥맛이 좋

은 品種이라고 알려져 있는 多摩錦, 農林6號, 고시히카리, 秋晴 및 東津벼를 도정하여 精白米를 만든 후 밥을 지어 밥맛 檢定요원 17名을 대상으로 조사한 바, 그 結果는 表 11과 같다. 취반정도는 대체로 알맞다고 응답한 경우가 58.8~76.5% 정도 되어 일단 밥맛 평가를 위한 조건은 갖추어졌다고 할 수 있었다. 평가 결과 供試된 품종의 밥맛

Table 11. Sensory Evaluation of cooked rice of the high eating quality rice varieties.

		Variety				
		Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Dongjin
Cooking quality	Juicy	35.3	29.4	17.6	17.6	29.4
	Proper	64.7	58.8	76.5	70.5	70.6
	Dry	0.0	11.8	5.8	11.7	0.0
	Total	100%	100%	100%	100%	100%
Color/ Appearance	Like extremely	41.3	17.6	64.8	82.3	58.8
	Like	52.9	58.9	29.4	17.7	41.2
	Dislike	5.8	23.5	5.8	0.0	0.0
	Total	100%	100%	100%	100%	100%
Aroma	Like extremely	41.3	29.4	29.4	58.8	47.0
	Like	52.9	52.9	53.0	41.2	53.0
	Dislike	5.8	17.6	17.6	0.0	0.0
	Total	100%	100%	100%	100%	100%
Stickiness	Like extremely	41.3	52.9	29.5	58.8	47.1
	Like	47.0	41.3	58.8	51.2	35.3
	Dislike	11.7	5.8	11.7	0.0	17.6
	Total	100%	100%	100%	100%	100%
Eating quality	Excellent	50.0	50.0	56.2	68.8	43.8
	Good	50.0	50.0	43.8	31.2	56.2
	Total	100%	100%	100%	100%	100%

은 모두 좋은 것으로 나타났으며 특히, 秋晴벼의 밥맛이 가장 좋다고 응답한 검사자의 비율이 68.8%로 높게 나타났다. 이 같은 결과는 秋晴, 多摩錦, 農林6號 고시히카리 등 4品種을 multiple comparison test에 의한 검정 결과(表 12)에서도 확인되었다. Multiple comparison test는 공시된 품종들의 밥맛이 좋은 순서대로 순위를 매겨, 그 순위대로 + 1.03, + 0.3, - 0.3, - 1.03의 값을 부여한 후 有意性 檢定을 한 것인데, 4 품종간 밥맛의 차이는 有意性을 보이지는 않았다.

Paclobutrazol 처리에 의하여 밥맛의 변화가 일

Table 12. Multiple comparisons test for sensory evaluation of eating quality.

	Variety			
	Chuchung	Damageum	Kashihikari	Nongrim 6
Sample scores	4.85	0.47	3.39	-2.08
Sample means	0.35	0.03	0.24	-0.18
F-value	1.035 ^{NS}			

Table 13. Simple paired comparisons test for sensory evaluation of eating quality of rice between the rice plants grown with paclobutrazol treatment at 0 kg and 4.5 kg (0.6% G) per 10a.

Between paired sample	Variety		
	Damageum	Nongrim 6	Chuchung
Difference	70.6%	47.1%	64.7%
No difference	29.4%	52.9%	35.3%

어나는지 여부를 검정하기 위하여 paclobutrazol 을 처리하지 않은 것과 10 a 당 4.5 kg 을 처리한 多摩錦, 農林6號 및 秋晴벼를 供試하여 simple paired comparison test 를 한 결과(表 13) 統計的으로는 paclobutrazol 처리 有無에 따른 밥맛의 차이는 有意性이 없었으나, 多摩錦의 경우는 밥맛의 차이가 있다고 응답한 검사자가 70.6%나 되었다. 多摩錦, 農林6號, 고시히카리 및 秋晴벼의 玄米 中에 含有된 全窒素, 아미로스 함량 및 알칼리 붕괴도를 분석한 결과는 表 14와 表 15에 나타내었다. 窒素施用量 및 paclobutrazol 처리에 따른 全

Table 14. Contents of total nitrogen in the brown rice grown under different nitrogen and paclobutrazol levels.

N (kg/10a)	PA ¹⁾ (kg/10a)	Variety			
		Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung
5	0	0.823%	0.892	0.843	0.755
	3	1.098	0.995	0.862	0.806
10	0	0.755	1.029	0.942	0.772
	3	0.909	1.029	0.928	0.806
15	0	0.978	0.978	0.931	0.823
	3	1.132	0.823	0.897	0.755

1) Paclobutrazol 0.6% G.

Table 15. Amylose content and alkali digestibility value (ADV) of the brown rice of the rice plants grown with different nitrogen and Paclobutrazol treatments.

N (kg/10a)	PA ¹⁾ (kg/10a)	Amylose content (%)				ADV (1-7)			
		Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung	Damageum	Nongrim 6	Koshihikari	Chuchung
5	0	15.7	17.6	18.4	19.3	5.0	5.0	5.1	5.0
	3	18.0	15.8	18.1	19.2	5.2	5.0	5.0	5.1
10	0	18.9	17.4	17.8	19.7	5.1	5.2	5.0	5.1
	3	19.2	16.3	17.2	19.4	5.0	5.3	5.2	5.0
15	0	19.9	16.4	18.0	18.8	5.1	5.5	5.2	5.2
	3	19.1	16.6	18.2	18.3	5.0	5.1	5.0	5.3

1) Paclobutrazol 0.6% G.

窒素含量, 아미로스 함량 및 알칼리 붕괴도의 반응은 일성을 보이지 않았다. 그러나 遠觀으로 조사한 결과, 窒素施用量이 많을수록, 그리고 paclobutrazol의 처리량이 4.5 kg / 10 a 일 경우에 미묘하고 근소한 차이지만 精白米의 색택이 약간 어두운 색調로 변화되는 傾向이 있었는데 이는 追後 體系의 研究檢討되어야 할 것이다.

摘 要

밥맛이 좋은 벼 品種들의 窒素反應과 倒伏抑制劑에 대한 反應을 밝히기 위하여 多摩錦, 農林6號, 고시히카리, 秋晴벼, 東津벼 및 密陽23號를 供試하여 4월 20일에 파종하여 5월 30일에 移秧하였다. 窒素施肥水準은 10a當 5, 10 및 15kg 이었으며 倒伏抑制劑로는 paclobutrazol을 사용하여 移秧後 20일에 10a當 粒劑(有效成分 0.6%)로 0 및 2kg을 처리한 후 出穗前 15일에 0, 3 및 4.5kg을 처리하였다. 倒伏關聯形質은 出穗後 25일에, 收量 및 收量構成要素는 出穗後 45일에 조사하였다. 밥맛의 평가는 官能檢査로 하였다.

1. 窒素施肥水準이 증가함에 따라 稈長 및 收량은 증가하였으나 第3節間の 挫折荷重은 減少하고 倒伏指數는 增加하였다.
2. Paclobutrazol 처리는 供試品種 모두의 稈長, 第3節間長을 短縮시켰으나, 第3節間の 挫折荷重과 倒伏指數는 多摩錦, 農林6號 및 고시히카리와 같은 長稈種에서는 移秧後 20일에 處理할 경우에는 오히려 倒伏하기 쉬운 條件이 되었고 出穗前 15일에 處理할 경우에는 그 反對傾向을 보였다.
3. 圃場에서의 倒伏은 多摩錦, 農林6號 및 고시히카리에서 발생하였으며 窒素施用量이 많을수록 倒伏이 심하였으며, paclobutrazol 처리에 의해서는 倒伏發生이 輕減되었다.
4. 窒素施肥量에 대한 收量の 反應은 多摩錦, 農林6號 및 秋晴은 10a當 10kg에서, 고시히카리는 15kg 수준에서 最高收量を 보였다.
5. Paclobutrazol 처리의 收量에 대한 効果는 窒素施肥量과 品種, 그리고 paclobutrazol의 施用量 및 施用時期에 따라 달랐는데 窒素施用量이 10a當 5kg 水準일 때에는 paclobut-

razol(0.6 G) 3 kg 처리에 의해 3.4~26%增收되었고, 4.5kg 처리에 의해서는 3.8~20%增收되었다. 短稈種인 東津벼와 密陽23號는 窒素 15 kg/10a 水準에서도 倒伏의 위험이 없었지만 밥맛이 좋은 長稈種들은 窒素施用量 10kg/10a 以上の 경우 倒伏하기 쉬웠는데 農林6號는 窒素 10kg/10a, 出穂前 15일에 paclobutrazol 3kg 處理區, 多摩錦은 窒素 15kg/10a, 出穂前 15일에 paclobutrazol 3kg 處理區, 고시히가리와 秋晴벼는 窒素 15kg/10a 에서 paclobutrazol 을 移秧後 20일에 2kg 처리 후 出穂前 15일에 3kg 2回 處理한 경우 收量이 제일 많았다.

6. 多摩錦·農林6號, 고시히가리 및 秋晴벼의 밥맛 차이는 없었으며 paclobutrazol 처리에 의한 밥맛의 변화는 없었다.

參 考 文 獻

1. Agriculture Canada. 1977. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Res. Branch Canada Dept. of Agriculture.
2. 정혜빈·안승요·김성곤. 1982. 아끼바레 및 밀양23호 쌀 전분의 이화학적 성질 비교. 韓國農化學會誌 25: 67-74.
3. Del Mundo, A.M. 1979. Sensory assessment of cooked milled rice Proc. Chemical Aspects of Rice Grain Quality. IRRI. pp. 313-326.
4. Juliano, B. O. 1982. An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating qualities of milled rice. IRRI Res. Paper Vol. 77.
5. Kang, K. K., Y. W. Kwon, and C. Y. Yoo. 1985. Effect of applied GA₃ and Paclobutrazol, an inhibitor of GA biosynthesis, on the growth of internodes and panicle of the rice plants. Kor. J. Crop Sci. 30: 471-480.
6. 權容雄. 1984. Paclobutrazol 에 의한 벼 倒伏防止效果에 관한 연구. 韓雜草誌 4(別冊): 12.
7. 權容雄·蘇昌鎬. 1986. 벼 品種들의 지베렐린 및 지베렐린 生合成抑制劑에 대한 反應差이에 관한 研究. 農試論文集(農業產學協同篇) 71-82.
8. 李正行. 1983. 米質檢定方法確立을 위한 基礎研究. 農振廳 產學協同研究報告 '83-14.
9. 李善龍. 1986. 研究指導速報 5, 6月號. 農振廳 17-19.
10. 任日彬·李善龍·林茂相. 1986. 窒素水準別 生長調整劑 처리가 水稻 生育 및 倒伏에 미치는 영향. 韓作誌 32(別冊): 32-33.
11. Yoshida, S. 1972. Laboratory manual of rice physiology. IRRI.