

GA₃가 水稻 Japonica 短稈・長稈品種의 節間伸長에 미치는 反應의 差異

金容權*・許文會*

The Differential Internode Elongation Responses of Dwarf and Tall Japonica Rice Cultivars to GA₃ Application

Yong Kwon Kim* and Mun Hue Heu*

ABSTRACT

The responses of GA₃ treatment on the culm length, internode elongation, number of internodes elongated and on the panicle length of 115 Japonica rice cultivars were studied. One spray with 50 ppm GA₃ was made at about 30 days before heading.

Generally short culm cultivars showed better elongation responses than taller ones and a few taller cultivars showed reduced culm length. The internode length of 1st, 5th, 6th and 7th were increased, but, 2nd, 3rd and 4th internodes were reduced. Especially the reduction of 3rd internode elongation and the increase of 5th internode length was prominent. Most of the tested cultivars showed no changes in the number of internodes elongated, but, in some cultivars it was increased and in a few ones it was reduced. The effect on the panicle length was variable depending cultivars. No significant correlation was found between the culm length elongation and the elongation of panicle length, implying that the response of GA₃ on the culm and on the panicle is independent of each other. According the response of culm length elongation tested cultivars were grouped into 6: Significantly reducing, slightly reducing, less sensitive, slightly elongating, largely elongating and extremely elongating.

緒 言

水稻에 있어서 지베렐린이 Yabuta(1935년)에 의해 처음 分離된 이후 水稻 稈長에 미치는 GA 反應性和 短稈遺傳子와의 相互關係를 檢討하기 시작하였으며 이미 麥類¹⁾나 옥수수²⁾ 같은 作物에서는 GA 反應性에 對한 遺傳子들의 作用이 報告된 바 있다.

한편 水稻에 있어서 GA₃가 稈長 및 節間長에 미치는 效果는 品種에 따라 各기 다른 樣相을 보이며

5, 7, 11, 12) 短稈銀坊主와 같은 品種은 生體內에서 內生지베렐린을 거의 生成하지 않아서 GA 反應性이 크게 나타나지만 Fukei 71 같은 品種은 GA₃를 處理하였을 때 稈長 및 節間長이 거의 反應하지 않아서 GA 無反應性 品種으로 報告^{2,6)}되고 있다.

Harada와 Vergara³⁾는 短稈銀坊主를 제외하고는 短稈品種과 長稈品種間에 GA 含量의 差異를 認定할 수 없었으나 GA₃ 反應性은 短稈種이 長稈種에 비하여, Japonica 品種들이 Javanica 品種들에 비하여 크다고 하였다. 또한 GA₃를 處理함으로써 稈長이 增加되는데 이것은 節間의 數가 增加하기 때문

*서울大學校 農科大學(Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon 440-744, Korea) <88.5.13 接受>

이 아니라 4.9, 14 下部節間이 크게 伸長 되기 때문이라고 하였다.

벼 短稈品種間 雜種의 採種에 있어서 GA_3 利用은 보편화되고 있어서 GA_3 에 對한 品種間 反應의 差異는 採種效率의 증진과 雄性不稔系統育成에 있어서 關心을 끌게 되었다.

이 論文은 GA_3 를 採種에 利用할 것을 前提로 Japonica 115 品種에 GA_3 를 處理하여 稈長·節間長·伸長節間數 및 穗長에 미치는 影響을 檢討한 것이다.

材料 및 方法

供試品種은 서울大學校 農科大學에서 稈長을 分析하기 위한 材料로 保存하고 있는 Japonica 品種中 稈長이 80 cm 以下인 矮性 및 半矮性 27 品種과 80~145 cm에 이르는 長稈 88 品種 總 115 品種으로서 5月 30日 栽種間隔 30 × 15 cm로 1株 1本植 移秧하여 出穗 30日前에 GA_3 50 ppm을 葉에 분무살포 하였다. 이들 品種에 對한 出穗期는 전년도 出穗한 날짜를 기준삼아 결정하였으며 處理當 3 反復을 取하였다.

栽培管理는 農科大學의 標準栽培法에 準하였으며 收穫時에 벼를 지포면에서 잘라 稈長, 節間長, 伸長節間數 및 穗長을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 稈長에 미치는 效果

GA_3 가 稈長에 미치는 直接的인 效果는 그림 1에서 보는 바와 같이 GA_3 를 處理함으로써 많은 品種들이 稈長의 增加를 보이고 있으나 短縮된 品種도 상당수 있었다. 80 cm를 基準으로 短稈과 長稈으로 나누어 볼 때 短稈品種中에서는 稈長이 거의 增加하지 않는 品種群과 현저하게 增加하는 品種群으로 나눌 수 있었고 長稈品種中에서는 稈長이 短縮되는 品種群과 약간 增加하는 品種群으로 나눌 수 있었다.

그림 2에서는 GA_3 反應度를 알아보기 위하여 處理時 稈長을 無處理時 稈長으로 나누어 100을 곱한 값을 GA_3 에 對한 相對反應값으로 表示하여 비교하였다. 短稈品種中에서는 거의 反應하지 않은 것, 120% 以內로 조금 反應한 것, 130% 以上 현저하게 反應한 品種群으로 區別이 되나 長稈種에서는 短縮되거나 경미하게 反應한 品種이 대부분을 차지

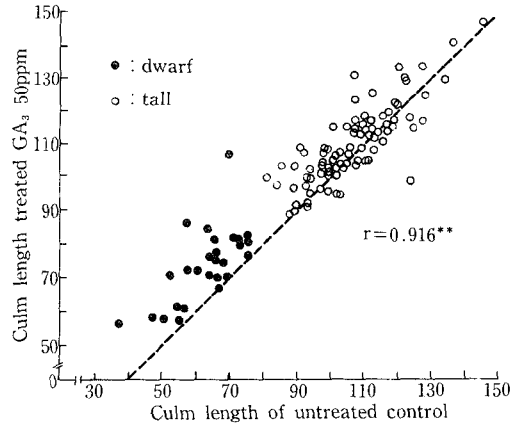


Fig. 1. Effect of GA_3 treatment on the culm length.

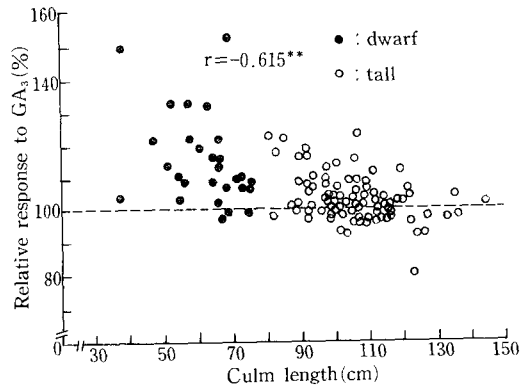


Fig. 2. Relationship between culm length and relative response to GA_3 .

하였고 120% 以內로 조금 反應한 品種이 약간 있었다.

以上에서와 같이 GA_3 가 稈長에 미치는 影響을 볼 때 短稈種에서도 지베렐린에 거의 反應하지 않는 品種이 상당히 있다는 것이 확인되었다. 이같이 反應이 적었던 短稈品種들에 對하여서는 生體內 지베렐린 生成量을 調査하여 短稈遺傳子와 GA 反應度 및 植物體 GA 生成量과의 關係를 구체적으로 檢討하여야 될 것으로 생각한다.

2. 節間長에 미치는 效果

이삭 밑 上部로부터 第 1, 2, 3 節間 등으로 表示하여 各 節間別 GA_3 效果를 나타낸 것이 表 1이다. 第 4 節間을 제외한 모든 節間에서 處理效果가 認定되었으며 節間에 따라 節間長의 增減이 相異하였다. 節間別로 보면 第 1, 5, 6, 7 節間長이 增加하였고 그중 第 5 節間이 현저하게 增加한 반면 第 2, 3, 4 節間長은 短縮되었고 특히 第 3 節間이 현저하게 短縮

Table 1. Effect of GA₃ treatment at 30 days before heading on the elongation of internodes of 115 Japonica rice cultivars.

GA ₃ dose	Length of internode from the top(cm)						
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
0 ppm	37.90	23.62	17.74	12.09	5.16	0.52	0.00
50 ppm	38.76	22.95	15.74	11.82	9.88	1.74	0.10
Increment	0.86	-0.67	-2.00	-0.27	4.72	1.22	0.10
L.S.D. at 5%	0.459	0.294	0.321	0.369	0.441	0.256	0.010

되었다. 그래서 稈長은 第3節間長과 第5節間長の 정도에 따라 크게 影響을 받는 것으로 생각되었다.

GA₃ 無處理와 處理時 稈長을 100으로 놓고 稈長을 구성하는 각각의 節間長을 比率로 비교한 것이 그림 3이다. 處理時 稈長은 無處理에 비하여 第1節間長이 차지하는 비율은 비슷하나 第2, 3節間 比率은 오히려 減少하였고 第4, 6節間 比率은 약간 增加하였으며 第5節間이 차지하는 비율은 상당히 增加되었다.

第1~3節間長은 GA₃의 影響이 거의 없거나 短縮된 반면 第3節間 以下の 下位節間이 현저하게 伸長되었는데 이것은 出穗前 30日 處理時의 結果이

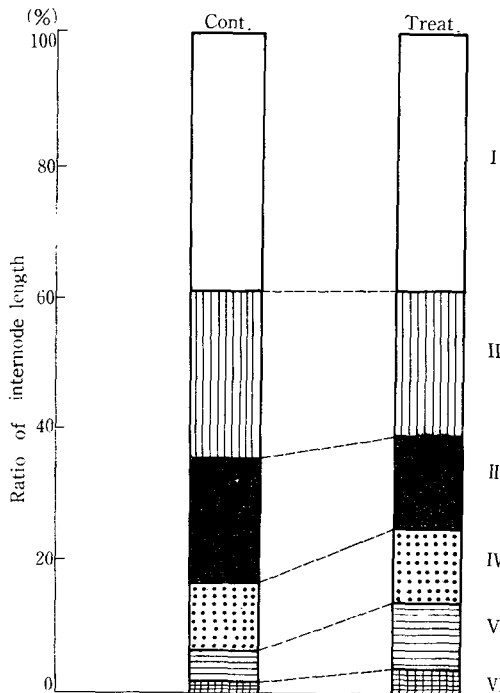


Fig. 3. Relative changes in the ratio of internode length after GA₃ treatment at 30 days before heading compare to untreated control.

Table 2. Changes in the internode number after GA₃ application compare to untreated control.

No. of internodes at control plot	No. of internodes after GA ₃ application					No. of cultivars
	3	4	5	6	7	
3	1		1			2
4		11	25	3		39
5		1	49	16		66
6			2	5	1	8
No. of cultivars	1	12	77	24	1	115

고 處理時期와 GA₃ 濃度에 따라 節別 伸長反應이 어떻게 달라질 것인지는 앞으로 더 檢討되어야 할 것이다.

3. 伸長節間數에 미치는 效果

節間數는 지표면에서 베어 눈에 보이는 1cm 以上되는 節間만을 調査하였기 때문에 실제 모든 伸長節間數가 調査되었다고 할 수 없겠으나 GA₃ 無處理와 處理時 뚜렷하게 反應한 節間數를 비교할 수 있었다. 表2에서 보는 바와 같이 GA₃를 處理함으로써 伸長節間數가 變化하지 않는 것이 66品種, 增加한 것이 46品種으로 많은 品種에서 伸長節間數가 增加하고 있었으나 오히려 減少한 것도 3品種 있었다.

伸長節間數와 稈長과의 相關關係를 나타낸 것이 그림 4이다. 無處理나 處理時 모두 正의 相關이 認定되었다. 즉 伸長節間數가 많은 것이 稈長도 컸었다.

節間數가 變化하지 않는다는 報告¹⁴⁾와는 달리 많은 品種에서 伸長節間數가 增加하고 있었는데 이것은 節間長이 1cm 以上 된 것만을 調査하였기 때문이었으나 伸長한 節間은 지배적인 處理時期와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다.

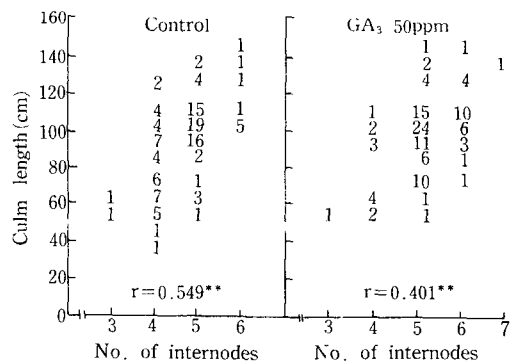


Fig. 4. Correlation between number of internodes and culm length.

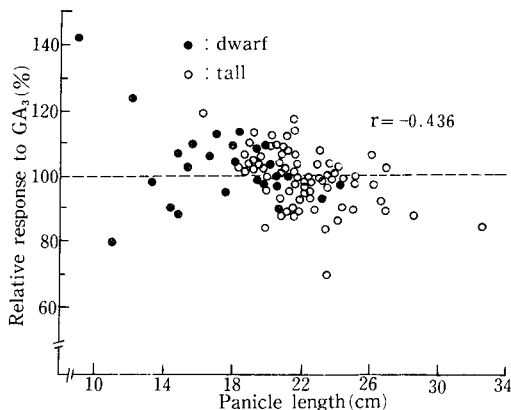


Fig. 5. Relationship between panicle length and relative response to GA_3 .

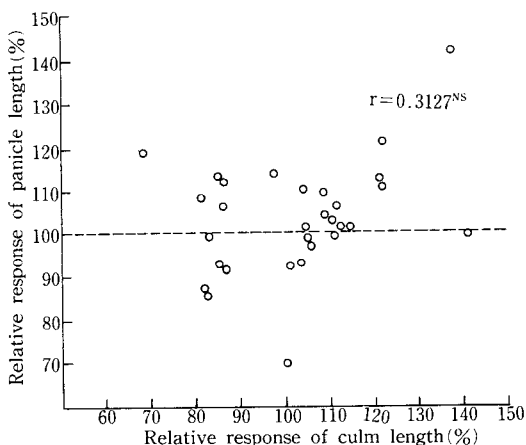


Fig. 6. Relationship between the culm length response and the panicle length response to GA_3 .

4. 穂長에 미치는 효과

稈長에서와 마찬가지로 方法으로 穂長에 對한 GA 反應값을 구하여 그림 5로 表示하였는데 GA_3 를 處理함으로써 一般적으로 穂長은 오히려 短縮되는 경향이 있었으며 短稈이나 長稈品種에서 모두 一定한 경향을 보이지 않았다.

GA_3 에 對한 穂長의 反應과 稈長의 反應을 나타낸 것이 그림 6이다. 稈長의 反應값과 穂長의 反應값 간에는 相關을 보이지 않고 獨立인 關係를 보였다. 즉 GA_3 를 處理함으로써 稈長이 크게 反應한 品種들이 穂長도 크게 反應한 것은 아니었다. 이것으로 GA_3 가 稈長에 미치는 影響과 穂長에 미치는 影響은 각기 다르다는 것을 알 수 있었다.

5. GA_3 反應性에 依한 品種群 区分

稈長에 對한 GA_3 反應性的 정도를 Efficiency

Table 3. Response type of 115 Japonica rice cultivars to GA_3 treatment.

Type	Efficiency	Cultivars
-2	-15.0<	Homarenishiki
-1	-5.0~-15.0	Cselzaz, CI 9879, Fukunohana
0	-5.0~ 5.0	PI 162154, DK 1, Waseikoku#3, Alorna, Lacross, CI 9540, PI 162348, Nato, Taichung 168, Taichung 163, CI 9407, P-123, Vista, CI 9584, Carreon, Taichung 160, Taichung 162, Chukoku 31, Taichung 164, Fukei 314, Kankei 79, Shiranui, CS-M3, Calady 40M-10, Paltal X Nahda, Nihonbare, Calrose, Milfor 6(2), CI 9013, Kurenai mochi, H-105, Pahleud 111, CI 5309, Ishikarishiroke, Shin#2, Yashiro mochi, Tsuyake, Aichi asahi, Norin#20, Kanto 51, Jaekun, Norin#22, Toride#1, Honenwase, Huan-sen, Fujisaka#5, Sawaminori, Shensuraku, Paltal, Pungok, Gegon, Pungkwang, Norin#29, Norin#25, Suzukaze, Nongkwang, Chukoku#41, Norin#6, Kimmaze, Satominori, Akihikari, Fukei 71
1	5.0~ 15.0	Yukara, Hiyoku mochi, Kimmasari, CI 8639, Taichung 178, Waesung#5, Tewa-chikari, Nongdae 799-R2-40-1, Taichung 159, Taichung 161, H-65-6, P-142, P-140, Taichung 158, Kankei 66, H-106, PI 1, Caloro, Ginga, Yakeiko, Chokoto, N, CMS, S.82, Shirogane, Susung, Jinheung, Palkweng, Colusa
2	15.0~ 25.0	Reimei, Waesung#6, Chukey 314, Bang-nong 2477-1, Hoyoku, Kankei 467, PI 3, CI 8310, Fukunishiki, Tanginbozu, S.242, Olchal
3	25.0<	Waesung#1, H-155-6, Japanese variety, Chukoku 25, S.224

로 계산하여 表 3에서와 같이 品種群을 區分해 보았다.

$$\text{Efficiency} = \frac{(\text{處理時 稈長} - \text{無處理時 稈長})}{\text{無處理時 稈長}} \times 100$$

一般적으로 GA_3 處理에 依해 稈長이 增加하고 있었으나 예외적으로 몇 品種에서는 短縮되었는데 이것이 處理時期와 濃度때문에 나타나는 現象인지 또는 品種固有의 遺傳的 現象인지에 關하여 구체적인 檢討가 요구된다. GA 反應性을 生體內 GA 含量程度와 관련하여 上島¹³⁾는 ① GA 含量이 작으면서 GA_3 處理 反應性이 높은 것 ② GA 含量이 많으면서 GA_3 處理 反應性이 높은 것 ③ GA 含量이 작으면서 GA_3 處理에 對한 反應性도 낮은 것으로 區分하였고 Kitano 等⁶⁾은 GA 含量은 많으면서 GA_3

處理 反應性이 낮은 것을 提示한 바 있다. 본 실험에 使用한 品種들의 生體內 GA 含量程度를 調査하여 GA 反應性和 GA 含量程度의 相互關係를 명확히 할 수 있으면 GA₃ 反應性的 遺傳을 究明하는 데 도움이 될 것이다. 또한 Shrestha 等¹⁰⁾이 報告한바와 같이 同一品種이라도 GA 살포시기에 따라서 反應의 差異가 있음을 감안한다면 여기에 區分한 것은 필요에 따라서는 재검토되어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

水稻 Japonica 品種들에 있어서 GA₃ 에 適切히 反應하는 品種을 選拔할 것을 目的으로 出穗期 30 日前에 GA₃ 50 ppm을 處理하여 稈長, 節間長, 伸長節間數 및 穗長에 미치는 效果를 調査하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 大部分의 品種에서 GA₃ 處理가 稈長을 增加시켰으나 그 程度는 一律의이지 않았으며 稈長이 短縮된 品種도 있었다. 短稈品種이 長稈品種보다 相對적으로 節間伸長 程度가 컸다.

2. GA₃를 處理하여 各 節間別로 伸長程度를 보면 第 1, 5, 6, 7 節間은 增加하였고 第 2, 3, 4 節間은 오히려 短縮되었다. 특히 第 3 節間은 현저하게 短縮되었고 第 5 節間은 현저하게 增加하여 稈長の 增減은 第 3 節間과 第 5 節間에 依해 左右되었다.

3. 뚜렷한 伸長反應을 보이는 節間數는 많은 品種에 있어서 變化하지 않았으나 1 節間 增加한 것이 41 品種, 2 節間 增加한 것이 5 品種 있었다. 그러나 3 品種은 1 節間이 減少하였다.

4. GA₃를 處理함으로써 穗長은 大體로 減少하는 경향이였으며 短稈과 長稈 品種에서 모두 一定한 경향을 보이지 않았다.

5. GA₃ 反應性的 程度를 6 個群으로 區分하였는데 많은 品種들이 反應하지 않는 0 群에 포함되고 稈長이 25% 以上 增加한 것과 15% 以上 短縮된 것도 있었다. 이것은 生育時期에 따라 GA 反應이 다르다는 이전의 報告를 감안하여 品種群 區別에는 GA₃ 處理時期가 고려되어야 할 것으로 考察하였다.

引 用 文 獻

1. Allan, R.E., O.A. Vogel and J.C. Craddock. 1959. Comparative response to gibberelic acid

of dwarf, semidwarf, and standard short and tall winter wheat varieties. *Agron. J.* 51:737-740.

2. Futsuhara, Y. 1985. Developmental genetic studies on induced dwarf mutants in Rice. *International Rice Genetics symposium.*
3. Harada, J. and B.S. Vergara. 1971. Response of different rice varieties to gibberellin. *Crop Sci.* 11: 373-374.
4. _____, _____. 1972. Growth pattern of tall and short lines of Rice and their response to Gibberellin. *Ann. Bot.* 36: 571-577.
5. Heu, M.H. and G.L. Shrestha. 1984. Effect of gibberelic acid on the internode elongation of some semidwarf hybrid rice. *Korean J. Breed.* 16(1): 28-34.
6. Kitano, H., Y. Futsuhara and T. Nakada. 1983. Character expression of induced dwarf mutants in rice. III. Effects of GA₃ on the culm elongation and presence of endogenous GA-like substances in the dwarf mutant, Fukei 71. *Japan J. Breed.* 33(2): 138-147.
7. Ogawa Yukiyoshi. 1963. Studies on the conditions for Gibberellin assay using rice seedling. *Plant and Cell Physiology* 4: 227-237.
8. Phinney, B.O., and M. Katsumi. 1967. Genetic control of GA production. *Chemical Regulation of Plants* 41: 11-18.
9. Shrestha, G.L., 1980. Effect of Gibberelic acid on the internode elongation of rice cultivars. *Korean Crop Sci.* 25(1): 20-24.
10. _____ and M.H. Heu. 1984. Effect of Gibberelic acid (GA₃) treated at various growth stages on internode contraction and gamadiness in Rice. *Seoul Nat'l Univ. Coll. of Agri. Res.* 9(2): 1-7.
11. Suge Hiroshi. 1978. The genetic control of Gibberellin production in Rice. *Japan J. Genetics* 53(3): 199-207.
12. 高橋隆平·逢原雄三. 1976. 수도에 있어서 왜성 유전자의 발현양식 및 그에 미치는 지베렐린의 영향(日文). 왜성 유전자의 유전육종학

적 연구 : 61-74.

13. 上島脩志. 1972. 벼 왜성유전자의 발현기구에 관한 고찰. I. 지베렐린에 대한 반응과 체내 지베렐린 물질의 존재에 관하여(日文). 神大農報研 10 : 177-182.

14. _____ · 永井耕介. 1984. 지베렐린산 處理가 왜성도의 절간장 및 절간유세포의 길이와 수에 미치는 영향. 神戶大學 大學院 自然科學研究科紀要 2-B : 15-24.