

水稻 節間の 維管束 및 通氣腔과 이삭 特性과의 關係

蔡濟天* · 金鳳九* · 李東珍**

A Study on the Development of Internodal Vascular Bundles and Air Spaces, and its Relationships to Panicle Characteristics of Rice Varieties

Je Cheon Chae*, Bong Ku Kim* and Dong Jin Lee**

ABSTRACT

The experiment was carried out in order to investigate the development of vascular bundles and air spaces of rice internode, and its relationships to the panicle characteristics of rice varieties. The results obtained were as follows;

The number of total vascular bundles in upper 1st internode was significantly different among varieties, but there was no remarkable differences among varieties and nodal positions below the 2nd internode.

In the 5th internode 21-31 air spaces according to varieties was developed, however, no air space was found in upper 1st and 2nd internodes at maturing stage. Significant varietal difference of air space was observed in upper 4th internode.

The number of vascular bundles, internodal thickness were positively correlated with panicle length, the number of rachis branches, and the spikelets in rice varieties.

緒 言

植物은 光合成을 수행하는 地上部와 養水分을 吸收하는 地下部가 獨自의인 機能을 수행하면서, 維管束을 통하여 連結되어 있으며 이들 器官間에는 相互密接한 關係性이 있음은 잘 알려진 사실이다.

특히 水稻는 他作物과 달리 酸素가 부족한 湛水土壤에 적응, 생육하므로 體內에 通氣腔이 발달하여 地上部로부터 根部로 酸素供給이 이루어지고 있으며,^{3, 7, 15, 16)} 節間の 維管束數는 1次枝梗數, 2次枝梗數 및 穎花數와 밀접한 關係가 있다고 報告되고 있다.⁴
5, 10, 13, 14, 17)

이와 같이 水稻 節間の 通氣腔, 維管束 등 組織學의 特性 및 이들과 地上部 形質과의 關係性은 그 어느 作物에서 보다는 밀접하고 따라서 많은 研究가 이루어져 왔다. 그러나 이에 관한 研究는 대부분 日本 型벼를 중심으로 國外에서 이루어져 왔으며 우리나라의 研究는 많지 않다.

李¹²⁾는 유신티에 발생한 위조現象의 원인을 규명하는 研究에서 IR 262를 交配母本으로 하는 品種의 通氣系 發達이 미약하여 이의 遺傳可能性을 제시한 바 있으며, 또한 通氣系의 發達은 第3節間까지는 나타나지 않고 第4節間에서 뚜렷한 品種間 차이가 나타남을 報告하였다.

本 研究는 우리나라에서 재배되고 있는 水稻 品種

* 檀國大學校 農科大學(College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330, Korea)

** 作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon 170, Korea) (1984. 9. 4 接受)

을 供試하여 維管束 및 通氣腔數의 品種間 差異를 살피고 이들과 몇가지 이삭형질과의 關聯性을 알아 보고자 수행하였다.

材料 및 方法

統一系 品種으로서 유신, 남풍벼, 금강벼, 풍산벼, 태백벼 등 5品種, 一般系 品種으로서 상풍벼, 진주벼, 진홍, 추광벼, 추청벼 등 5品種, 합계 10品種을 供試하였다.

1981年 4月 15日 檀國大學校 農科大學 實驗畝에 播種하여 50日苗를 30×15cm, 1株 3 苗로 ಿಯ앙하였다. 施肥量은 窒素, 磷酸, 加里를 10a당 15:11:11kg 施用하였으며 질소는 基肥:分蘗肥:穗肥를 50:30:20으로, 加里는 基肥:穗肥를 70:30으로 分施하였다. 기타의 재배관리는 檀國大學校 農科大學 표준경중법에 준하였다.

各 品種 모두 出穗後 35日에 品種當 3株의 主莖을 대상으로, 上位 第1節부터 第5節까지 各 節의 1cm 아래 부분을 標本으로 채취하였다. Paraffin법에 의한 切片을 100배율의 현미경하에서 檢鏡하였다.

結果 및 考察

供試한 10개 水稻品種들의 維管束數는 表 1 및 表 2에서 보는 바와 같다. 節間的 總維管束數(表 1)는 上位 第1節間에서 가장 적게 발달되었으나 品種間

Table 1. Varietal differences in the number of total vascular bundles in internode of rice plants at maturing stage.

Variety	Internode position from top				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Yushin	46.6	68.3	61.4	67.0	63.6
Nampungbyo	38.3	57.7	57.5	56.0	56.0
Keumkangbyo	42.0	55.4	56.3	54.4	58.0
Pungsanbyo	39.6	58.7	60.3	57.7	56.4
Taebaekbyo	32.7	58.3	55.7	51.6	53.0
Sangpungbyo	26.6	55.0	56.0	53.0	53.6
Jinjubyo	26.6	57.5	58.0	56.3	54.4
Jinheung	33.0	59.4	57.4	56.3	56.0
Akihikari	23.7	59.0	56.0	54.0	54.0
Akibare	23.4	52.0	52.0	51.0	53.7
F-value	7.31**	6.92**	1.23 ^{n.s.}	6.52**	4.08**
L. S. D. (5%)	4.93	3.79	8.44	4.11	4.13

** Significant at p=0.01 level.

차이는 가장 현저하게 나타났으며, 第2節間 이하에서는 節間間的 維管束數 차이가 크지 않고 品種間的 차이도 적었다.

上位 第1節間에서의 維管束數는 維新이 가장 많은 46.6개, 금강벼가 42.0개 등 統一系 品種은 32.7개 이상이였다. 한편 一般系 品種은 振興이 33.0개로서 가장 많았고 그 나머지 品種들은 23.4~26.6개의 維管束數를 나타내어 대체로 統一系 品種의 維管束數가 一般系 品種들보다 많은 것으로 나타났다. 그러나 第2, 3, 4, 5節間的 維管束數는 維新品種만이 61

Table 2. Varietal differences in the number of large and small vascular bundles in internode of rice plants at maturing stage.

Variety	Internode position from top									
	1st		2nd		3rd		4th		5th	
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
Yushin	20.3	26.3	36.3	32.0	32.7	28.7	35.0	32.0	33.3	30.3
Nampungbyo	19.3	19.0	30.0	27.7	29.0	28.5	28.3	27.7	29.0	27.0
Keumkangbyo	20.7	21.3	28.7	26.7	29.0	27.3	27.7	26.7	29.5	28.5
Pungsanbyo	19.3	20.3	31.0	27.7	32.3	28.0	29.7	28.0	28.7	27.7
Taebaekbyo	15.7	17.0	30.0	28.3	28.7	27.0	25.3	26.3	25.3	27.7
Sangpungbyo	11.3	15.3	28.3	26.7	30.0	26.0	27.3	25.7	26.3	27.3
Jinjubyo	12.3	14.3	29.0	28.5	29.3	28.7	28.0	28.3	27.7	26.7
Jinheung	12.3	20.7	30.7	28.7	29.7	27.7	29.3	27.0	28.0	28.0
Akihikari	11.7	12.0	29.7	29.3	28.7	27.3	27.3	26.7	27.0	27.0
Akibare	11.7	11.7	27.0	25.0	27.0	25.0	26.3	24.7	27.0	26.7
F-value	9.10**	8.16**	7.06**	6.66**	1.08 ^{n.s.}	1.33 ^{n.s.}	7.62**	4.68**	6.80**	1.99 ^{n.s.}
L. S. D. (5%)	2.76	3.61	2.45	1.99	4.85	4.12	2.39	2.45	2.34	2.30

1) 2) : L and S indicate Large and Small vascular bundles respectively

** Significant at P = 0.01 level.

~68개의 범위일 뿐 대부분의品種들은大差없이 51~59개의 범위이었다.

한편總維管束數를大維管束과小維管束으로 구분하여 본 결과는表 2와 같다.總維管束數에서와 마찬가지로品種들간의 차이는上位第1節間에서 뚜렷하였고 그 이하의節間들에서는品種들간의 차이나節間들간의 차이가 뚜렷하지 않았다. 그리고水稻節間이 갖는維管束數는大維管束과小維管束이 거의 절반씩인 것으로 나타났다.

水稻體內的皮膚組織이崩壞되어 발달하는通氣腔數를 보면表 3과 같다.

Table 3. Varietal differences in the number of air spaces in internode of rice plants at maturing stage.

Variety	Internode position from top				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Yushin	0	0	0	0	31.3
Nampungbyo	0	0	0	0	23.7
Keumkangbyo	0	0	0	6.3	25.5
Pungsanbyo	0	0	0	0	23.7
Taebaekbyo	0	0	8.7	25.3	27.3
Sangpungbyo	0	0	0.7	17.0	25.7
Jinjubyo	0	0	13.7	25.7	27.0
Jinheung	0	0	0	8.0	21.3
Akikhikari	0	0	5.7	25.0	24.0
Akibare	0	0	0	19.0	26.3
F-value	—	—	2.58*	5.50**	3.73**
L. S. D.(5%)	—	—	4.15	9.91	8.89

* Significant at P=0.05 level.

** Significant at P=0.01 level.

Table 4. Varietal difference in the internode diameter of rice plants at muturing stage.

(unit: mm²)

Variety	Internode position from top				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Yushin	3.87	13.45	22.51	28.48	32.60
Nampungbyo	4.01	10.06	13.38	17.88	27.65
Keumkangbyo	4.04	10.62	13.47	17.94	19.30
Pungsanbyo	4.59	11.04	14.78	19.61	24.26
Taebaekbyo	3.30	8.65	11.05	16.60	19.55
Sangpungbyo	2.16	7.63	9.70	13.04	20.24
Jinjubyo	2.11	7.81	10.36	12.76	18.49
Jinheung	2.80	9.91	12.71	17.90	26.84
Akikhikari	1.98	8.11	11.37	13.17	17.93
Akibare	1.63	5.24	7.15	10.20	15.72
F-Value	8.16**	6.04**	7.92**	8.39**	5.63**
L. S. D(5%)	1.14	2.61	3.27	4.03	6.76

** Significant at P=0.01 level.

上位第1, 第2節間에서는 어떤品種에서도通氣腔의 발달을 볼 수 없었으나第3節間에서는 다소 발달하는品種이 있었고第4節間에서는品種들간에 뚜렷한 차이를 볼 수 있었으며,第5節間에서는 모든品種들의通氣腔이 잘 발달하여品種들간의 차이는 뚜렷하지 않았다.

維新, 南風벼, 豊産벼는 제4절간의通氣腔 발달이 전무하였고 錦江벼도 6.3개에 불과했던 반면 太白벼나 기타一般系品種들은 현저한通氣腔의 발달을 나타내었다. 이러한 결과는水稻節間的通氣腔이上位第3節間에서부터 발달하여第4節間에서 뚜렷한品種間 차이가 있다는報告¹⁰⁾와 일치하였다.

李¹²⁾는維新벼의萎凋現象을究明하는研究에서維新벼와 그交配親인 IR 262는第4節間的通氣腔이 전혀 발달되지 않았는데 비해統一品種은 잘 발달되어 있음을 밝히고通氣腔發達の遺傳性을 지적한 바 있다.本實驗의 결과通氣系의 발달이 미약한維新을 비롯한南風벼, 錦江벼, 豊産벼 등은 모두 IR 262를交配親으로 하여育成된 품종이었고,通氣系의 발달이 양호한太白벼 등 기타一般系品種들은 그렇지 않음으로서通氣系發達の遺傳性이 재확인되었다.

維管束 및 通氣腔數와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각되는節間的 굵기를節間斷面積으로 구해 본 결과는表 4와 같다.

節位別節間的 굵기는下位節일수록品種間的 차이가 작고上位節일수록品種間 뚜렷한 차이가 있었다. 대체로統一系品種들은上位第1,2節間이

Table 5. Several panicle characteristics in relation to yield of rice varieties at maturing stage.

Variety	Panicle length (cm)	No. of primary rachis per panicle	No. of secondary rachis per panicle	No. of spikelets per panicle
Yushin	25.7	12.7	31.7	184.6
Nampungbyo	21.4	12.0	32.7	160.3
Keumkangbyo	20.1	12.0	27.0	149.3
Pungsanbyo	22.6	11.3	28.3	160.0
Taebaekbyo	23.0	11.0	23.0	135.3
Sangpungbyo	19.6	11.0	22.3	129.0
Jinjubyo	21.7	10.3	26.7	136.7
Jinheung	24.2	10.7	27.0	134.7
Akihikari	21.4	10.3	20.3	121.7
Akibare	18.0	9.3	14.0	88.0
F-Value	6.27 **	4.74 **	4.68 **	6.20 **
L. S. D(5%)	2.54	1.42	7.57	32.33

** Significant at P = 0.01 level.

Table 6. Correlation coefficients between the number of total vascular bundles and panicle characteristics of rice varieties.

		Panicle length	No. of primary rachis per panicle	No. of secondary rachis per panicle	No. of spikelets per panicle
No. of total vascular bundles	1st	0.601	0.870 **	0.790 **	0.865 **
	2nd	0.915 **	0.677 *	0.716 *	0.825 **
	3rd	0.780 **	0.725 *	0.851 **	0.915 **
	4th	0.772 **	0.783 **	0.706 *	0.804 **
	5th	0.550	0.649 *	0.665 *	0.762 *

一般系品種들보다 2배정도 굵은 특성을 보였으며 3, 4, 5節間에서는 統一系와 一般系品種들간의 절간굵기 차이가 뚜렷하지 않았다. 본 실험에 공시된 품종 중에서는 維新의 절간이 특이하게 굵었고, 추청벼의 절간이 가장 가늘었다.

한편 수도品種의 이삭과 關聯된 形質로서 穗長, 1次, 2次枝梗數 및 穗當顯花數를 조사한 결과는 表 5와 같다. 각 形質이 모두品種들간에 현저한 차이를 나타냈는데 전반적으로 보아 통일계 품종들의 이삭형질이 일반계 품종보다 우수하였으며 특히 維新벼는 穗長, 枝梗數, 顯花數가 他品種보다 많았던 반면 추광벼, 추청벼는 적었다.

水稻品種의 節間特性과 이삭형질과의 相互關聯性을 살펴보면, 節間の 總維管束數와 이삭형질과의 相聯은 表 6과 같다. 上位第 1 및 第 5節間の 維管束數가 穗長과 相聯을 보이지 않은 것을 예외로 하면 水稻 節間の 維管束數는 穗長, 枝梗數 및 顯花數 등 이삭형질과 매우 밀접한 相聯을 보이고 있다.

또한 斷面積으로 표시되는 節間の 굵기도 節間の

維管束數는 물론이고 枝梗數, 顯花數 등 이삭형질과 매우 밀접한 相聯을 나타내었다(表 7).

猪ノ坂⁶⁾, 川原⁸⁾는 穗軸에서 1次枝梗의 原基가 分化할 때 穗軸의 大維管束도 分化함을 밝힌 바 있고, 林^{4,5)}, 山川¹⁷⁾ 등은 上位第 1節間の 大維管束數와 顯花數와는 正의 相聯關係가 있음을 報告하였다.

本實驗의 結果를 놓고 볼 때 統一系品種을 포함한 우리나라의 水稻品種들은 維管束數, 通氣腔數로 대표되는 節間組織과 穗長, 1次 및 2次枝梗數, 顯花數로 나타낸 이삭形質이品種들간에 현저한 차이가 있음을 알 수 있었다. 그리고 節間の 維管束數는 收量能力과 直結되는 枝梗數 및 顯花數와 매우 밀접한 相聯이 있음이 判명되었으며 이러한 形質들은 또한 節間の 굵기와도 밀접한 相聯이 있음을 알 수 있었다. 다시 말해서 節間이 굵은品種들은 그에 비례해서 維管束數가 많으며 이는 枝梗數와 顯花數를 증대시키는데 있어 밑바탕이 됨으로서 收量能力을 향상시키는 것으로 해석된다. 대부분의 統一系品種들이 短稈이면서 節間이 굵은 것은 이러한 점에서 多

Table 7. Correlation coefficients between the number of vascular bundles, ear characteristics and the internode diameter of rice varieties.

		Number of vascular bundles		Panicle length	No. of primary rachis per panicle	No. of secondary rachis per panicle	No. of spikelets per panicle
		Large	Small				
Internode diameter	1st	0.937**	0.803**	0.468	0.820**	0.768**	0.823**
	2nd	0.856**	0.698*	0.772**	0.901**	0.853**	0.947**
	3rd	0.817**	0.677*	0.781**	0.839**	0.750*	0.882**
	4th	0.862**	0.859**	0.802**	0.857**	0.756*	0.892**
	5th	0.754*	0.694*	0.776**	0.753*	0.811**	0.819**

收을 위해 바람직한 특성으로 보여진다.

한편 第4節間の 通氣腔(air space) 발달이品種間에 뚜렷한 차이를 보이고 있고 IR 262品種 後代들의 通氣腔 발달이 빈약한 것으로 보아 強還元土壤에 전될 수 있는品種을 선발하는 방법으로서 출수기 이후에 第4節間の 通氣腔만을 조사해 보면 될 것으로 고찰된다.

摘 要

우리나라 水稻品種들의 節間 維管束數 및 通氣腔數를 節位別로 알아보고 이들과 이삭形質과의 相關關係를 구해 본 결과 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 우리나라 水稻品種들의 節位別 總維管束數는 上位第1節間에서 약 23개~47개로서 品種間에 현저한 차이가 있었다. 그러나 第2節間 이하에서는 유신흥종을 제외하고 品種들간에 큰 차이없이 51개~59개의 범위이었다.

2. 通氣腔은 上位第1, 2節間에서는 전혀 발생이 없었고 第5節間에서는 모든 品種이 양호하게 발달하여 21~31개가 발생하였으며 품종간에 뚜렷한 차이를 나타내는 節位는 第4節間이었다.

3. 節間の 維管束數, 굵기 및 穗長, 1, 2次枝梗數, 穎花數間에는 매우 밀접한 正의 有意相關이 인정되었다.

引 用 文 獻

1. 有門博樹. 1955. 通氣腔의 發達와 耐濕性との關係 (第6報) 麥類及び數種牧草類の灌水處理に對する生理學的並に解剖學的反應. 日作紀 24 : 53-58.
2. Armstrong, W. 1971. Radial oxygen losses from intact rice roots as affected by distance from the apex, respiration and waterlogging.

Physiol. Plant. 25 : 192-197.

3. Glasslone, V. F. C. 1942. Passage of air through Plant and its relation to measurement of respiration and assimilation. Am. J. Bot. 29 : 156~159.
4. 林 把翠. 1974. 水稻稈の大維管束數と草型との關係. 日作紀 43(1) : 123-124.
5. _____. 1976. 水稻の大維管束數と穗の形成に關する研究(第1報). 稈の大維管束數と草型との關係. 日作紀 45(2) : 322-327.
6. 猪ノ坂正之. 1962. 稻の維管束の分化發達及び維管束による各器官の相互連絡と成育との關係についての研究. 宮崎大學農研時報. 7(1) : 15-116.
7. Jensen, C. R., L. H. Stolzy., and J. Leley 1967. Tracer studies of oxygen diffusion through roots of barley, corn and rice. Soil. Sci. 103 : 23-29.
8. Katayama, T. 1961. Studies on the intercellular spaces in rice (!) Proc. Crop. Sci. Soc. Japan. 29(2) : 229-233.
9. 川原治之助. 1960. 水稻幼穗形成前後における維管束の走行と發生に關する研究. 野口稱吉編, 開花の生理生態的研究. 養賢堂, 東京 : 52-64.
10. 李東珍. 1984. 窒素施用水準에 따른 水稻의 組織解剖學的 構造와 穗相特性과의 關連性에 關한 研究. 建國大學校. 碩士學位論文.
11. 李鍾蕪·大田保夫. 1973. 水稻根の形態および機能と地上部諸形態との關連について. 農技研報. D (24) : 61-105.
12. _____. 1980. 水稻品種의 萎凋現象과 生理 및 形態解剖學的 構造와의 關連性에 關한 研究.(第2報) 維新벼의 萎凋現象發生과 形態解剖學的 構造와의 關係. 韓作誌 25(2) : 6-14.
13. 松島省三. 1957. 水稻收量の成立の豫察に關する

- 研究. 農技研報 A5 : 1~254.
14. 中山治彦. 1962. 稲稈の發育に關する — 診斷法. 北陸農業試報 6 : 161~164.
15. Raalte, M. H. Van. 1941. On the oxygen supply of rice roots. Ann. Bot. Gardens Buitenzorg 51 : 43-47.
16. _____. 1944. On the oxidation of the environment by the roots of rice. Ann. Bot. Gardens Buitenzorg. Hors. Serie. 15-34.
17. 山川 寛. 1949. 水稻稈の維管束數と徳. 九州農業講演要旨 1 : 2~3.