

水稻 및 雜草의 氣孔形態와 分布

金純哲 · 李壽寬 · 鄭根植*

Stomata Variation of Rice and Weeds

Kim, S.C., S.K. Lee and G.S. Chung*

ABSTRACT

Stomatal variation was observed at the Yeongnam Crop Experiment Station in 1988 using 42 rice cultivars and 30 weed species.

The shape, density or size of stomata was varied depending on the species. Two general trends, however, were found that more number of stomata was found at lower leaf epidermis than upper leaf epidermis and stomata number was negatively correlated with stomata size. *Anelima japonica* and *Portulaca oleracea* had the least number of stomata having 17-20 stomata per mm² for upper leaf epidermis and 17-54 stomata for lower leaf epidermis while *Polygonum conspicuum* had the greatest number of stomata (449 for upper leaf epidermis and 511 for lower leaf epidermis). Soybean, *Aeschynomene indica*, *Ludwigia prostrata* and *Lactuca indica* had the smallest in stomata size while the biggest stomata was found at *P. oleracea* and *A. Japonica* that had the least number of stomata. *Cyperus* species such as *C. difformis*, *C. iria* and *C. serotinus* had no stomata at upper leaf epidermis. The stomata were distributed only at lower leaf epidermis for these species. *Potamogeton distinctus*, on the other hand, had stomata almost at upper leaf epidermis and thus, hardly found the stomata at lower leaf epidermis.

Among rice cultivars, Tongil-type had the greatest number of stomata followed by Indica-type and Japonica-type, in order. Cultivars released after 1960 had more stomata than cultivars released before 1960 for Japonica-type cultivars while stomata size had reversed trend. Jinheung had the least number of stomata (≃ 150 per mm²) while Yushin had the greatest number of stomata (350 for upper and 449 for lower leaf epidermis, respectively) among rice cultivars. Other cultivars having more than 350 stomata per mm² were Samgangbyeo, Milyang 23, Woonbongbyeo, etc.

緒 言

植物의 表表面에는 表皮組織(epidermal cell)으로부터 分化된 氣孔(stomata)이 發達되어 있다. 이 氣孔은 開閉運動을 通하여 水分과 가스(CO₂, O₂) 出入을 積極的으로 調節하는 重要한 器官이다.

氣孔의 모양, 크기 및 密度는 植物의 種類에 따라 크게 다를 뿐 아니라^{2,4,7} 生育環境에도 크게 影響을 받는 것으로 알려져 있다^{3,5,6,9,10,11,12,16}. 대체

로 氣孔의 分布密度는 同一個體에서도 앞의 位置, 앞의 表面과 裏面, 土壤의 養水分狀態 等⁸에 따라 달라지지만 一般的으로 1 mm² 當 50~300 個 範圍를 보이는 것으로 알려져 있으며^{2,7,8} 極斷的으로 1,923 個도 報告된 바 있다⁸. 氣孔의 크기에 있어서는 溼地植物이 乾地植物보다 그리고, 4 倍體植物이 2 倍體植物보다 큰 傾向으로 報告되고 있으며⁸, 열려있을 때 크기가 比較的 큰 것으로는 燕麥이 38 μ × 8 μ, 적은 것은 호박의 6 μ × 3 μ 程度이고, 옥수수 是 26 μ × 4 μ, 벼는 30 μ × 4 μ인 것

* 嶺南作物試驗場 Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang, Korea

로 報告되었다.^{8,14)} 한편 이들 氣孔이 차지하는面積은 全表面積의 1% 以下(戶荊, 1975)⁸⁾ ~ 0.1% 以下(Bidwell, 1979)²⁾ 로 알려져 있으나 極斷的으로는 3% 以上도 報告되고 있다.⁸⁾ 氣孔의 모양에 있어서도 草種에 따라 球形, 橢圓形, 마름모꼴 등 여러가지 形態를 갖고 있고, 構造에 있어서도 比較的 簡單한 構造에서부터 孔邊細胞(guard cell)와 助細胞(subsidiary cell)을 갖는 複雜한 構造로 되어 있는데, 一般的으로는 溫生植物은 比較的 簡單한 構造를 가지고 있고, 乾生植物은 複雜한 構造를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.⁸⁾ 最近에는 禾本科雜草의 氣孔形態와 分布¹⁾, 벼品種類別 氣孔分布¹⁴⁾에 對해 報告되고 있다.

本 報告는 移秧畝에서 生育하고 있는 벼와 논周邊에서 자라고 있는 雜草들을 對象으로 氣孔의 形態와 分布에 關해 調査한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 實驗에 使用된 水稻品種은 日本型 品種으로는 1960年代 以前에 栽培된 趙同知, 黑租, 穀良都, 多摩錦, 銀坊主 등 6品種과 1960年代 以前에 育成, 普及된 洛東벼, 秋晴벼, 大晴벼, 蟾津벼, 八公벼, 盈德벼, 五臺벼, 大成벼 등 16品種이며, 統一型 品種으로는 七星벼, 豐産벼, 伽耶벼, 密陽 23號, 密陽 30號, 三剛벼, 維新, 龍門벼 등 13品種을, 그리고 印度型 品種으로는 IR8, IR36, IR64, UPLRI-5 등 5品種이었다. 4月 25日 播種하여 못자리에서 43日間 育苗하여 6月 9日 本畝에 移秧하였는데 其他栽培方法은 嶺南作物試驗場 벼標準栽培法에 따랐다. 試料採取는 7月 7日~8日 사이에 잎이 完全히 展開된 上位 第2葉을 選擇하여 잎 가운데 部分의 表面과 裏面을 各各 白色메니큐어로 발라 完全히 乾燥시킨 후 예리한 칼로 메니큐어表皮를 除去한 後 슬라이드그라스에 附着하여 位相體光學顯微鏡(phase contrast microscope)에서 20×4倍率로 3回 反復 觀察하여 1mm² 面積當으로 換算하였다. 氣孔의 幅과 長(길이)은 孔邊細胞와 副細胞를 包含하여 測定하였고, 氣孔의 크기는 氣孔의 모양이 球形, 橢圓形, 長橢圓形, 亞鈴形, 마름모꼴 등 여러 形態로 되어 있어 便易上 簡便하게 길이와 幅을 量하여 算出하였다.

雜草의 경우는 禾本科雜草 14種(밀리핀産피 3種과 벼, 밀, 보리 包含), 廣葉雜草 17種(콩 1種 包

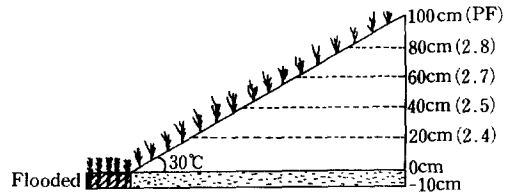
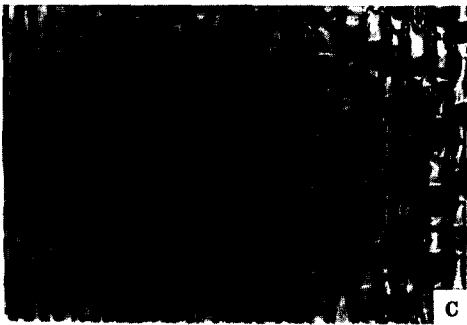
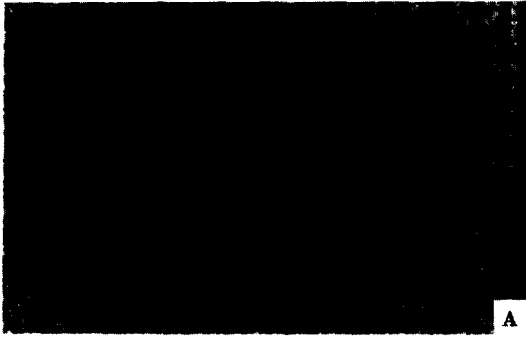


Fig. 1. Schematic diagram of weed growth at slope cultivation. PF values were measured on August 9.

含) 및 방동산이科雜草 5種을 使用하여 澑水狀態에서부터 여러가지 土壤水分條件을 維持할 수 있는 傾斜地栽培(그림 1) 方法으로 20日 前後의 어린 雜草를 5月 10日에 移植하여 논雜草는 澑水部分에서 그리고 밭雜草는 傾斜地中央部分(PF 2.5 前後)에서 試料를 採取하여 벼와 같은 方法으로 調査하였다.

結果 및 考察

本 實驗에 供試된 草種들의 氣孔모양은 크기는 生 態群別 및 科別로 다를뿐 아니라 좁게는 草種別로 도 큰 差異를 보이고 있는데(사진 1), 球形에 가까운 草種들로는 속속이풀, 가래, 소리쟁이, 마디꽃 등이었고 橢圓形의 氣孔을 가진 草種은 바랭이, 개비름, 자귀풀, 사마귀풀, 벗풀, 물달개비, 여뀌, 여뀌바늘, 피種類 등이었으며, 長橢圓形을 가진 草種은 보리, 밀, 울쟁고랭이, 울방개, 방동사니類 등이었으며, 벼品種들은 마름모꼴을 하고 있었다. 몇몇 草種을 除外한 大部分의 草種들은 上表面의 氣孔數보다 下表面의 氣孔數가 더 많은 편이었는데 특히 여뀌바늘과 고들빼기는 下表面의 氣孔數가 mm²當 300餘個 더 많이 分布되어 있었다. 上表面에 더 많은 氣孔數를 가진 草種은 主로 밭에 生育하는 C₄ 雜草들로서 쇠비름, 소리쟁이, 마디풀, 강아지풀, 민바랭이, 돌피와 논에 자라는 여뀌, 밭뚝이풀 및 數種의 벼品種들(UPLRI-5, 豐産벼, 振興, 盈德벼, 矮稻 C)이었다(表 2~5). 다음은 供試된 모든 草種들 중에서 가장 적은 數의 氣孔을 가진 草種은 사마귀풀(裏面 17個, 裏面 54個)과 쇠비름(表面 20個, 裏面 17個)이었고, 反對로 가장 많은 氣孔을 가진 草種은 꽃여뀌(表面 449個, 裏面 511個)였으며, 氣孔크기에 있어서는 콩, 자귀풀, 여뀌바늘(裏面), 고들빼기(裏面) 등이 가장 작은 氣孔을 가진 草種이었고 反對로 가장 큰 氣孔을 가진 草種



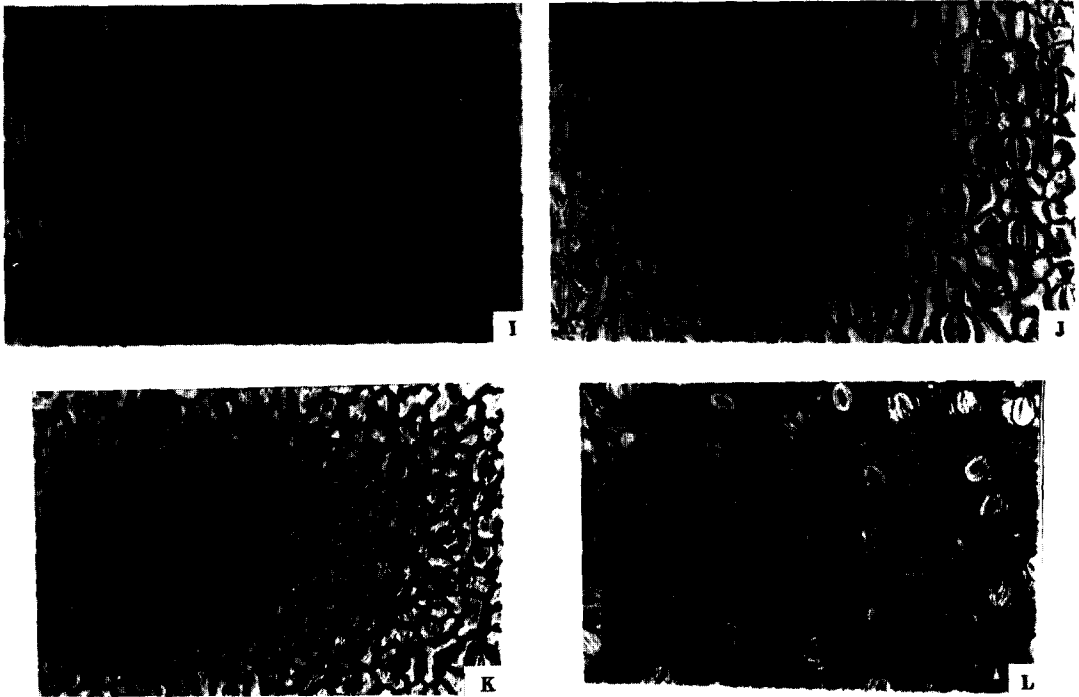


Photo 1. Various types of stomata for several species(20x4). A=Rice B=Barley C=*Echinochloa crus-galli* D=*Digitaria adscendens* E=*Cyperus serotinus*(upper epidermis) F=*C. serotinus*(lower epidermis) G=*Aneilema japonica* H=*Sagittaria trifolia* I=*Potamogeton distinctus* J=*Monochoria vaginalis* K=*Ludwigia prostrata* L=*Sonchus oleraceus*

은 쇠비름과 사마귀풀이었다. 한편 방동사니類는 앞表面에는 氣孔이 分布되어 있지 않고 앞裏面에만 氣孔이 分布되어 있었고 앞裏面에는 極히 드물게 分布되어 있거나 退化되어 있었다. 以上은 供試된 草種들의 一般的인 傾向을 要約하여 說明하였으며 지금부터는 各 生態群別로 具體的으로 分析하여 보기로 한다.

벼品種

벼品種의 氣孔密度와 크기에 對한 變異性은 雜草보다는 매우 낮았으나(表 1) 品種類型間 및 品種間의 差異도 뚜렷하였다. 全體的으로 볼 때 水稻品種의 氣孔數는 앞의 表面보다 裏面이 많고, 品種類型別로는 統一型 品種 > 印度型 品種 > 日本型 品種 (1960年代 以後 品種 > '60年代 以前 品種)의 順으로 많은 傾向을 보였는데 이는 吳等¹⁰⁾의 벼 앞表面을 對象으로 調査한 內容과 같은 傾向이었다. 日

Table 1. Coefficient of variation of the number and size of stomata for rice and weed species

Species	Upper epidermis		Lower epidermis	
	Number	Size	Number	Size
<i>Rice</i>				
Japonica-type				
- Before 1960	10.3	9.6	16.0	13.9
- After 1960	16.2	14.4	19.1	14.3
- Total	16.4	15.6	19.8	14.8
Tongil-type	17.8	17.4	16.0	22.6
Indica-type	9.5	12.7	14.1	10.2
<i>Weeds</i>				
Grasses				
Broad leaved	49.9	18.6	32.3	12.4
Sedges	69.7	109.1	68.2	97.7
	-	-	29.3	26.4

本型 品種에서 볼 때 全體的으로는(表 2), 앞表面의 氣孔數는 224 個/mm² 이며 裏面에는 表面보다 25 個가 많은 249 個였다. 같은 日本型 品種中에서

Table 2. Number and size of stomata of Japonica-type rice cultivars

No. Cultivar	Upper epidermis				Lower epidermis			
	Number (no./mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)	Number (no./mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)
<i>Before 1960</i>								
1. Jodongji	215 \pm 10	32.0 \pm 3	18.5 \pm 3	592(120) ^b	279 \pm 17	30.0 \pm 4	14.0 \pm 3	420(85)
2. Damagym	178 \pm 8	34.5 \pm 5	16.5 \pm 4	569(115)	205 \pm 11	34.5 \pm 4	16.5 \pm 4	569(115)
3. Yoonbangju	242 \pm 13	30.5 \pm 4	15.5 \pm 3	473(96)	274 \pm 15	27.0 \pm 5	15.0 \pm 3	405(82)
4. Whedo-c	215 \pm 13	36.0 \pm 6	18.5 \pm 4	666(135)	200 \pm 13	32.5 \pm 4	18.5 \pm 4	601(121)
5. Ahemuk	190 \pm 11	34.5 \pm 5	18.0 \pm 3	621(125)	195 \pm 14	34.0 \pm 5	17.0 \pm 4	578(117)
6. Damajo	191 \pm 13	35.0 \pm 5	16.5 \pm 4	578(117)	200 \pm 15	33.0 \pm 4	16.5 \pm 4	545(110)
7. Hyookjo	192 \pm 8	34.5 \pm 4	16.0 \pm 3	552(112)	229 \pm 16	31.5 \pm 4	16.0 \pm 3	504(102)
8. Gokryangdo	190 \pm 9	34.0 \pm 5	17.5 \pm 3	595(120)	192 \pm 11	33.5 \pm 6	15.5 \pm 3	519(105)
Sub-mean	202	33.9	17.1	581(117)	222	32.0	16.1	518(105)
<i>After 1960</i>								
9. Nacdongbyeo	209 \pm 10	30.0 \pm 6	16.5 \pm 4	495(100)	235 \pm 16	32.5 \pm 16	19.0 \pm 4	618(125)
10. Chucheongbyeo	198 \pm 13	31.1 \pm 4	15.5 \pm 3	482(97)	247 \pm 17	33.0 \pm 4	15.3 \pm 4	505(102)
11. Daecheongbyeo	249 \pm 16	29.5 \pm 4	14.0 \pm 3	413(83)	276 \pm 17	30.0 \pm 5	14.0 \pm 2	420(85)
12. Seonambyeo	220 \pm 11	30.5 \pm 5	14.5 \pm 3	442(89)	252 \pm 13	30.5 \pm 5	15.0 \pm 4	478(97)
13. Bogwangbyeo	249 \pm 15	29.0 \pm 4	15.5 \pm 4	450(91)	266 \pm 16	29.5 \pm 6	16.0 \pm 5	472(95)
14. Woonbongbyeo	313 \pm 18	25.3 \pm 3	14.0 \pm 2	357(72)	383 \pm 20	25.0 \pm 5	14.0 \pm 3	350(71)
15. Songjeonbyeo	254 \pm 13	29.0 \pm 3	15.0 \pm 3	435(88)	254 \pm 17	31.0 \pm 4	16.5 \pm 3	512(103)
16. Seolakbyeo	237 \pm 17	32.0 \pm 6	15.5 \pm 4	496(100)	291 \pm 15	25.0 \pm 3	14.5 \pm 3	363(73)
17. Nongbec	196 \pm 11	27.0 \pm 5	15.0 \pm 3	405(82)	274 \pm 13	26.0 \pm 4	15.0 \pm 3	390(79)
18. Hwaseoungbyeo	254 \pm 17	34.0 \pm 4	18.4 \pm 4	626(126)	266 \pm 16	31.0 \pm 4	15.5 \pm 3	481(97)
19. Palgongbyeo	236 \pm 11	30.0 \pm 4	15.0 \pm 3	450(91)	252 \pm 11	29.0 \pm 5	15.5 \pm 4	450(91)
20. Daeseoungbyeo	235 \pm 14	32.5 \pm 3	15.5 \pm 4	504(102)	249 \pm 14	33.0 \pm 6	15.5 \pm 4	512(103)
21. Yeongdeogbyeo	222 \pm 15	35.0 \pm 5	17.1 \pm 3	599(121)	198 \pm 11	33.0 \pm 5	16.0 \pm 4	528(107)
22. Sobechyeo	244 \pm 16	30.5 \pm 6	15.5 \pm 4	473(96)	298 \pm 15	30.0 \pm 4	14.5 \pm 3	435(88)
23. Ohdaebyeo	301 \pm 14	34.0 \pm 5	15.4 \pm 3	524(106)	313 \pm 18	30.3 \pm 6	15.0 \pm 4	455(92)
24. Jinheung	155 \pm 10	34.0 \pm 4	15.5 \pm 3	527(106)	150 \pm 9	31.0 \pm 4	15.5 \pm 3	481(97)
Sub-mean	236	30.9	15.5	480(97)	263	30.0	15.4	466(94)
Total mean	224	31.9	16.0	514(104)	249	30.7	15.7	483(98)

^a Length x width

^b Relative size(%) to reference cultivar, Nacdongbyeo.

도 1960年代以後育成, 普及된品種은 1960年代以前의在來品種이나導入品種보다 上表面에서 34個, 裏面에서 41個가 더 많은氣孔을 갖고 있었다. 氣孔의 크기는 反對로 上表面이 上裏面보다 큰傾向이고 또한 1960年代以前의在來品種이나導入品種이 1960年代以後品種보다 氣孔數는 적은 대신 氣孔의 크기는 오히려 表面에서 20%, 裏面에서 11% 各各 더 큰 것으로 나타났다. 이러한傾向은 밑에서도 비슷한結果가 報告되고 있다.¹³⁾ 品種別로는 振興이 가장 적은 수의 氣孔을 갖고 있었고(表面 155個/mm², 裏面 150個/mm²), 雲峰벼는 가장 많은數의 氣孔을 갖고 있었다(表面 313個, 裏面 383個), mm²當 氣孔數가 上表面에서 200個

以下로 氣孔數가 적은品種群에 屬하는品種으로는 多摩錦, 愛國, 多摩粗, 黑租, 穀良都, 秋晴벼, 農白 및 振興이고 300個 以上으로 相對的으로 많은 氣孔數를 가진品種은 雲峰벼와 五臺벼였고, 上裏面에서도 雲峰벼와 五臺벼만이 300個 以上の 氣孔이 分布되어 있었고, 200個 以下인品種은 愛國, 穀良都, 盈德벼 및 振興이었고 其他品種들은 200~300個의 範圍를 보였다.

氣孔의 크기에 있어서는 氣孔數가 가장 많았던 雲峰벼가 對照品種인 洛東벼보다 約 30% 더 작은 크기로서 日本型品種中에서는 가장 작은 氣孔을 가졌고, 矮稻-c는 洛東벼보다 35%나 더 큰 氣孔으로서 가장 큰 氣孔을 가지고 있었다.

Table 3. Number and size of stomata of Tongil-type and Indica-type rice cultivars

No. cultivar	Upper epidermis				Lower epidermis			
	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)
<i>Tongil-type</i>								
1. Chilseoungbyeo	254±17	32.5±5	17.5±4	569(115)	286±19	32.5±6	19.0±4	618(125)
2. Poongsanbyeo	306±22	32.0±4	20.0±4	640(129)	303±20	31.5±6	20.5±3	646(131)
3. Gayabyeo	254±18	35.5±7	16.0±3	568(115)	301±16	31.4±5	16.5±4	518(105)
4. Samgangbyeo	348±22	26.0±4	14.0±3	364(74)	360±20	25.0±4	11.0±3	275(56)
5. Milyang 23	323±24	29.0±6	14.5±4	421(85)	348±24	28.5±5	14.5±2	413(83)
6. Milyang 30	294±19	28.0±6	17.0±5	476(96)	323±19	23.5±4	15.5±3	364(74)
7. Becwoonchalbyeo	195±17	35.0±4	15.5±3	543(110)	235±16	34.5±5	15.0±3	518(105)
8. Yushin	350±21	25.5±4	15.0±3	383(77)	449±23	25.0±4	15.0±3	375(76)
9. Tongil	266±19	26.0±5	16.0±3	416(84)	320±19	26.5±4	15.5±3	411(83)
10. Weonpoongbyeo	269±16	27.0±6	15.0±3	405(82)	279±17	27.5±5	15.0±2	413(83)
11. Jangseoungbyeo	252±17	29.5±4	16.0±2	472(95)	301±13	30.5±4	16.5±4	503(102)
12. Namyongbyeo	205±14	32.0±5	16.5±4	528(107)	306±17	27.5±4	15.0±4	413(83)
13. Yongmoonbyeo	242±18	33.0±4	16.0±3	528(107)	298±20	32.0±5	14.5±3	464(94)
Sub-mean	274	30.1	16.1	486(98)	316	28.9	15.7	456(92)
<i>Indica</i>								
14. IR 8	212±14	31.0±4	18.0±3	558(113)	242±10	28.0±4	15.5±3	434(88)
15. IR 36	272±20	35.5±5	15.0±2	533(108)	309±19	28.5±5	13.5±3	385(78)
16. IR 64	217±17	28.5±5	15.3±4	436(88)	232±16	26.5±4	14.5±3	384(78)
17. UPLRI-5	229±15	28.0±4	14.5±3	406(82)	212±15	28.5±4	14.5±3	413(83)
18. Purple rice	218±16	34.5±6	16.0±3	552(112)	289±20	28.6±5	17.5±4	501(101)
Sub-mean	230	31.5	15.8	497(100)	257	28.0	15.1	423(85)
Total mean	261	30.5	16.0	489(99)	300	28.7	15.5	447(90)

^a Length x width

統一型品種에서 보면(表 3), 白雲찰벼가 가장 적은數의氣孔을 갖고 있었고(表面, 195個, 裏面 235個), 維新은 表面 350個, 裏面 449個로 가장 많은數의氣孔을 갖고 있었으며, 그외에도 豐産벼, 三剛벼, 密陽 23號는 上表面에서 300個 以上の氣孔을 갖고 있었고, 豐産벼, 伽倻벼, 三剛벼, 密陽 23號, 密陽 30號, 統一, 長成벼, 南榮벼는 上裏面에서 300個 以上の氣孔을 갖고 있는品種들이었다. 13個의統一型品種들의平均氣孔數는 上表面 274個, 裏面 316個로 裏面이 42個나 더 많았다. 氣孔의 크기는全體적으로 볼 때 日本型品種보다는 약간 작았는데, 그중에서도 三剛벼, 密陽 30號와 維新은 對照品種인 洛東벼보다 表面에서 約 25%, 裏面에서 46%(三剛벼)~25%(密陽 30號, 維新) 더 작은氣孔을 갖고 있었다. 한편 豐産벼는 對照品種보다 表面 29%, 裏面 31% 더 큰氣孔을 가져 統一型品種中에서는 가장 큰氣孔을 보였다.

印度型品種의 경우를 보면(表 3), 統一型和 日本型的中間程度로, 上表面 230個, 裏面 257個로 裏面이 約 30個程度 더 많은氣孔을 갖고 있었다. 供

試된 5個의 印度型品種中에서는 上表面의 경우 IR 8의 212個로부터 IR 36의 272個까지의範圍를 가졌고, 裏面에서는 UPLRI-5의 212個에서 IR 36의 309個까지 分布되었다. 氣孔의 크기는 表面보다 裏面の氣孔이 約 15% 더 작았다. 品種別로는 上表面에서 紫稻가 가장 컸고, UPLRI-5와 IR 64가 가장 작았고, 上裏面에서는 紫稻가 가장 컸고 그外品種들은 對照品種의 78~88%範圍를 보였다.

以上の結果로 보아 벼의氣孔數는 上表面보다 裏面이 25~40個程度 많고, 品種類型別로는 統一型, 印度型, 日本型('60年代以後)'60年代以前)의 順으로 많은數의氣孔을 갖고 있었고 氣孔의 크기는 反對로 表面이 6~9% 더 큰氣孔을 갖고 있음을 알 수 있었으며, 氣孔의 密度와 크기 또한 品種에 따라서도 큰 差異가 있음도 알 수 있었다.

雜草

本試驗에 供試된 草種은 總 36種인데 이中 禾本科 雜草 및 作物(벼, 보리, 밀)이 14種, 廣葉雜草

Table 4. Number and size of stomata of grass species

No. Species	Upper epidermis				Lower epidermis			
	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	width (μ m)	Size ^a (μ m ²)
<i>C₄ species</i>								
1. <i>Echinochloa glabrescens</i>	96 \pm 7	28.0 \pm 4	16.5 \pm 3	462(100) ^b	104 \pm 9	24.0 \pm 4	15.5 \pm 3	372(81)
2. <i>E. crus-galli</i> ssp. <i>hispidula</i>	72 \pm 6	32.5 \pm 4	16.0 \pm 3	520(113)	94 \pm 7	31.5 \pm 3	15.0 \pm 3	473(102)
3. <i>E. colona</i>	72 \pm 6	36.5 \pm 3	18.5 \pm 4	675(146)	87 \pm 7	32.0 \pm 3	16.0 \pm 3	512(111)
4. <i>E. crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i>	161 \pm 14	30.5 \pm 5	15.0 \pm 3	458(99)	209 \pm 16	26.5 \pm 4	15.5 \pm 2	411(89)
5. <i>E. crus-galli</i> var. <i>praticola</i>	217 \pm 17	29.0 \pm 4	15.0 \pm 3	435(94)	163 \pm 14	28.5 \pm 3	14.5 \pm 3	413(89)
6. <i>Leersia japonica</i>	207 \pm 10	25.0 \pm 3	16.5 \pm 3	413(89)	212 \pm 9	23.5 \pm 4	14.5 \pm 4	341(74)
7. <i>Digitaria adscendens</i>	163 \pm 9	32.5 \pm 4	15.5 \pm 3	504(109)	155 \pm 10	28.5 \pm 3	15.5 \pm 4	442(96)
8. <i>Setaria viridis</i>	244 \pm 20	26.5 \pm 4	13.5 \pm 2	358(77)	200 \pm 17	29.5 \pm 4	15.5 \pm 3	457(99)
9. <i>Arthraxon hispidus</i>	54 \pm 5	29.5 \pm 4	15.5 \pm 3	457(99)	141 \pm 11	31.5 \pm 5	15.0 \pm 4	473(102)
Sub mean	143	30.0	15.8	476(103)	152	28.4	15.2	433(94)
<i>C₃ species</i>								
10. Samgang(rice, tongil)	266 \pm 21	32.0 \pm 4	16.0 \pm 3	512(111)	298 \pm 18	30.0 \pm 3	14.0 \pm 3	420(91)
11. Nacdong(rice, japonica)	209 \pm 14	30.0 \pm 3	16.5 \pm 3	495(107)	235 \pm 15	32.5 \pm 4	18.0 \pm 3	585(127)
12. IR64(rice, indica)	217 \pm 17	28.5 \pm 4	14.5 \pm 3	413(89)	232 \pm 16	30.5 \pm 4	14.5 \pm 2	442(96)
13. Oweolbori(barley)	42 \pm 7	58.5 \pm 5	17.0 \pm 4	995(215)	72 \pm 6	56.5 \pm 5	17.0 \pm 3	961(208)
14. Cheonggemil(wheat)	54 \pm 5	46.5 \pm 4	15.5 \pm 3	721(156)	69 \pm 4	48.5 \pm 4	18.0 \pm 3	873(189)
Sub-mean	158	39.1	15.9	627(136)	181	39.6	16.3	656(142)
Total mean	148	33.3	15.8	530(115)	162	32.4	15.6	513(111)

^a Length x width

^b Relative size(%) to reference species, *Echinochloa glabrescens*.

및 作物(콩)이 17種, 방동산이科 雜草가 5種이었다(表 4, 5). 全體의으로 볼 때 氣孔數와 크기는 生態群 또는 科別보다는 草種에 따라 큰 差異를 보이고 있는데 특히 廣葉雜草에 屬한 草種들의 變異가 두드러졌으며, 이와같은 變異性은 氣孔의 數보다 氣孔의 크기에 더욱 컸다(表 1). 우선 禾本科 雜草의 경우를 살펴보면(表 4), 피, 바랭이, 겨풀 등과 같은 *C₄* 植物과 벼, 보리, 밀과 같은 *C₃* 植物間에는 뚜렷한 差異點을 發見할 수 없으나 草種間 差異는 뚜렷하였다. 上表面에서는 보리, 밀, 조개풀이 1 mm² 當 42 ~ 54 個의 氣孔數로 가장 적었고 三剛벼와 강아지풀은 266 ~ 244 個로 가장 많은 氣孔이 分布되어 있었으며, 200 個 以上인 種은 韓國產 돌피, 겨풀과 벼였고, 100 個 以下인 種은 필리핀產 피種類였다. 한편 上表面에서는 밀과 보리가 約 70 個로 가장 적은 氣孔數를 그리고 三剛벼는 298 個로 가장 많은 氣孔을 갖고 있었으며, 200 個 以上の 氣孔을 갖고 있는 種은 벼, 겨풀, 강아지풀, 韓國產강피(*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*)였으며 필리핀產 피種類는 100 個 以下の 氣孔을 갖고 있었다.

氣孔의 크기에서는 上表面에서 강아지풀, IR 64 (印度型 벼) 및 겨풀은 對照雜草인 필리핀產 강피

(*Echinochloa glabrescens*)보다 11 ~ 23 % 적었으며, 보리는 供試草種中 가장 큰 氣孔을 갖고 있었다. 上表面에서도 비슷한 傾向을 보이고 있다. 같은 피種類라도 필리핀產 돌피 一種인 *Echinochloa colona*가 가장 큰 氣孔을 갖고 있으며, 氣孔數는 필리핀產 강피인 *Echinochloa glabrescens*가 가장 많은 氣孔을 갖고 있었다. 本實驗의 結果에서는 芦田와 杉野(1984)¹⁾에 依해 報告된 禾本科 雜草들은 *C₄* 雜草는 *C₃* 雜草보다 그리고 *C₃* 雜草는 上表面이 上表面보다 氣孔數가 많다고 한 그러한 一定 傾向을 찾아볼 수 없었다.

廣葉雜草에서는 禾本科나 방동산이科 雜草보다 草種間 變異가 대단히 컸는데, 氣孔數는 上表面에서 사마귀풀과 쇠비름의 17 ~ 20 個에서부터 췌어췌의 449 個까지 分布하고 있고, 氣孔의 크기도 콩의 0.37 (對照雜草 皮對比)에서부터 쇠비름의 7.14 까지 分布하고 있다(表 5). 이밖에 氣孔數가 100 個 以下인 草種은 여뀌바늘, 벼풀, 방가지뚱 및 고들빼기였고, 200 個 以上인 草種은 여뀌, 자귀풀, 밭쪽외풀, 마디꽃, 개비름 및 콩이었다. 氣孔의 크기에 있어서는 쇠비름 다음으로 큰 草種은 사마귀풀로 對照草種보다 約 6 倍 더 컸다.

한편 上表面에서는 多年生 水生雜草인 가래의 경

Table 5. Number and size of stomata of broad leaved and sedge species

No. Species	Upper epidermis				Lower epidermis			
	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)	Number (no./ mm ²)	Length (μ m)	Width (μ m)	Size ^a (μ m ²)
<i>Broad leaved</i>								
1. <i>Polygonum conspicuum</i>	449±18	19.0±4	12.5±2	238(52)	511±23	18.0±3	15.5±3	279(60)
2. <i>P. hydropiper</i>	279±16	19.5±5	14.5±3	283(61)	215±17	30.0±4	15.0±3	450(97)
3. <i>P. aviculare</i>	124±9	26.3±4	16.0±4	421(91)	121±7	21.5±4	16.0±2	344(74)
4. <i>Ludwigia prostrata</i>	84±9	24.5±6	19.5±4	478(103)	375±21	14.5±3	13.0±2	189(41)
5. <i>Aeschynomene indica</i>	254±13	15.5±4	14.5±3	225(49)	331±19	15.5±3	14.5±3	225(49)
6. <i>Monochoria vaginalis</i>	183±14	31.0±4	19.5±4	605(131)	207±13	31.0±4	20.5±4	636(138)
7. <i>Aneilema japonica</i>	17±2	63.5±6	43.5±5	2,762(598)	54±4	53.5±4	41.5±3	2,220(481)
8. <i>Potamogeton distinctus</i>	170±14	27.0±6	26.5±4	716(155)	3±1	21.0±4	18.5±3	389(84)
9. <i>Lindernia procumbens</i>	291±19	30.5±5	21.0±3	641(139)	229±13	33.5±6	20.5±4	687(149)
10. <i>Rotala indica</i>	212±10	21.5±5	16.0±3	344(74)	214±9	21.0±4	15.5±3	326(71)
11. <i>Sagittaria trifolia</i>	47±5	56.0±4	23.5±3	1,316(285)	57±4	66.5±4	21.5±4	1,430(310)
12. <i>Rumex japonicus</i>	126±11	34.5±5	19.5±4	673(146)	67±6	51.0±4	23.0±3	1,173(254)
13. <i>Lactuca indica</i>	35±6	23.0±4	18.5±3	426(92)	335±19	17.0±3	14.5±2	247(53)
14. <i>Sonchus oleraceus</i>	98±8	29.5±6	19.5±4	575(124)	227±14	26.5±5	20.0±3	530(115)
15. <i>Portulaca oleracea</i> (C ₄)	20±3	55.0±3	60.0±5	3,300(714)	17±3	51.5±4	51.0±3	2,627(569)
16. <i>Amaranthus viridis</i> (C ₄)	221±13	27.6±5	20.7±4	571(124)	240±19	31.4±6	20.0±4	628(136)
17. Soybean	220±17	16.5±4	10.5±3	173(37)	348±20	18.0±4	10.5±3	189(41)
Mean	167	30.6	22.1	809(175)	209	30.7	20.6	739(160)
<i>Sedges</i>								
1. <i>Cyperus difformis</i> (C ₃)	0	0	0	0	249±23	53.5±6	23.5±5	1,257(272)
2. <i>C. iria</i> (C ₄)	0	0	0	0	126±14	34.5±5	22.5±4	776(168)
3. <i>C. serotinus</i> (C ₄)	0	0	0	0	121±11	58.5±6	19.5±4	1,141(247)
4. <i>Scirpus hotarui</i> (C ₃)	180±15	41.5±5	15.8±4	656(142)	0	0	0	0
5. <i>Eleocharis kuroguwai</i> (C ₄)	237±10	42.3±3	17.2±2	728(158)	0	0	0	0
Mean	209	41.9	16.5	692(150)	165	48.8	21.8	1,058(229)

^a Length x width

^b Relative size(%) to reference species, *Echinochloa glabrescens*.

우 기공이 거의 없거나 퇴화된 상태였다. 쇠비름은 17개로 가장 적었으며 그 다음으로는 사마귀풀, 벚풀 및 소리쟁이가 54~67개 범위였고, 꽃여뀌가 511개로 가장 많은 수의 기공을 갖고 있었으며, 여뀌바늘, 자귀풀, 고들빼기 및 콩은 300개 이상의 기공을 갖고 있었다. 기공의 크기에 있어서는 콩, 여뀌바늘, 자귀풀 및 고들빼기가 가장 작은 기공을 가졌으며 쇠비름과 사마귀풀이 가장 큰 기공을 갖고 있었다.

다음은 끝으로 방동사니과 잡초를 보면, 알방동사니, 금방동산이 및 너도방동사니는 잎 표면에는 기공이 없고 잎 뒷면에만 분포되어 있었는데 이들 중에서 알방동사니가 249개로 가장 많은 기공을 갖고 있었고 나머지 두 종류는 121~126개의 기공이 분포되어 있었다(表 5). 기공의 크기는 금방동사니가 가장 작은 기공을 갖고 있었다. 같은 방동사니과 잡초 중에서 원통형 잎을 가져 잎 표면과裏面的 區分이 없는 올챙고랭이와 올방개는 180~237개

의 기공이 분포되어 있었고, 기공의 크기는 방동사니類보다는 작지만 피類보다는 약 1.5배 더 큰 기공을 가졌다.

摘 要

水稻栽培地에 生育하고 있는 벼와 周邊 雜草들의 기공形態, 크기 및 密度를 調査하기 위해 1988年 嶺南作物試驗場 水稻試驗園에서 水稻品種 42種과 雜草 30種, 보리, 밀 및 콩 各 1種을 供試하여 調査하였던 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 기공의 모양은 草種에 따라 뚜렷한 差異를 보였는데 球形에 가까웠던 草種은 속속이풀, 가래, 소리쟁이, 마디꽃 등이었고, 橢圓形에 屬하는 草種은 민바랭이, 개비름, 자귀풀, 사마귀풀, 벚풀, 물달개비, 여뀌, 여뀌바늘과 피類였으며, 長橢圓形에 屬하는 草種은 보리, 밀, 올챙고랭이, 올방개 및 방동사니類였다. 벼品種들은 特異하게 마름모形을

갖고 있었다.

2. 氣孔의 密度와 크기도 草種間 差異가 뚜렷하였는데 特別 廣葉雜草에 屬하는 草種들에서 더욱 심하였다. 此品種들간의 差異는 雜草에 比해서는 相對的으로 적었다.

本 試驗에 使用된 모든 草種中에서 가장 적은 數의 氣孔을 가진 草種은 사마귀풀(表面 17 個, 裏面 54 個)과 쇠비름(表面 20 個, 裏面 17 個)였고, 反對로 가장 많은 氣孔을 가진 草種은 꽃여뀌(表面 449 個, 裏面 511 個)였으며 氣孔 크기에 있어서는 콩, 자귀풀, 여뀌바늘(裏面) 및 고들빼기(裏面) 등은 對照草種이었던 강피보다 折半以下의 크기였고 反對로 氣孔의 크기가 가장 컸던 草種은 쇠비름과 사마귀풀로써 此보다 6~7 倍 더 큰 氣孔을 갖고 있었다.

3. 大部分의 草種들은 裏表面의 氣孔數가 裏表面의 氣孔數보다 많았는데, 特別 여뀌바늘과 고들빼기는 裏表面에 mm^2 當 300 餘個 더 많이 分布하고 있었다. 그러나 裏表面에 더 많은 氣孔을 가진 草種들은 쇠비름, 소리쟁이, 마디풀, 강아지풀, 민바랭이, 돌피 등과 같이 주로 밭에 生育하는 C_4 植物과 논에 자라는 여뀌, 발뚨의풀과 數種의 此品種들이었다(UPLRI-5, 豐産벼, 振興, 盈德벼, 矮稻-C).

4. 알방동사니, 금방동사니 및 너도방동사니는 裏表面에는 氣孔이 없고, 裏表面에만 氣孔이 分布되어 있었고, 가래는 反對로 裏表面에만 氣孔이 分布되어 있으며, 裏表面에는 極히 드물게 分布되거나 거의 退化되어 있었다.

5. 此品種의 氣孔數는 品種間的 差異도 컸지만, 品種類型間 差異도 큰 傾向을 보였는데 全體적으로 볼 때 統一型 品種이 가장 많은 數의 氣孔을 가지고 있었고, 다음은 印度型 品種, 日本型 品種의 順이었다. 가장 적은 數의 氣孔을 가졌던 日本型 品種들도 1960 年代 以後에 育成, 普及된 品種들이 1960 年代 以前에 栽培되었던 在來種과 導入種보다 많은 數의 氣孔을 가졌다. 氣孔의 크기에 있어서는 1960 年代 以前의 在來種과 導入種이 가장 큰 氣孔을 갖고 있었다.

全體 此品種中에서 振興은 가장 적은 數(= 150 個)의 氣孔을 갖고 있었고, 維新은 가장 많은 數(表面 350 個, 裏面 449 個)의 氣孔을 가진 品種이었으며, 이밖에 mm^2 當 350 個 以上 分布된 品種들은 三剛벼, 密陽 23 號, 雲峰벼 등이었다.

引用 文 獻

1. 蘆田馨·杉野守. 1984. イネ科雜草의 葉身における 氣孔의 形態와 分布. 雜草研究 29(2) : 138-146.
2. Bidwell, R.G.S. 1979. Plant physiology 2nd. ed. Macmillan publishing Co., Inc., New York 726p.
3. Clements, F.E. and Long, F.L. 1935. Further studies of elongation and expansion in Helianthus phytometens. Plant physiol. 10 : 637-660.
4. Fahh, A. 1986. Plant anatomy. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford 544p.
5. 石原·佐合隆一·小倉忠治·反島中廣·田崎忠良. 1972. 水稻 葉における 氣孔의 閉開와 環境條件との關係. 第4報. 氣孔開度와 光合成速度との關係. 日作紀 41 : 93-101.
6. 石原·江原 昭·平澤正·小倉忠治. 1978. 水稻葉における 氣孔의 閉開와 環境條件との關係. 第7報. 葉身의 チツソ濃度와 氣孔開度의 關係. 日作紀 47(4) : 664-673.
7. 石津純一·內藤 豐·原田·松本忠夫·柳澤富雄·山田晃弘. 1986. 生物學 데이터북. 丸善株式會社. 916p.
8. 戶 義次. 1975. 作物의 光合成と物質生産. 養賢堂 420p.
9. Ketellaper, H.J. 1963. Stomatal physiology. Ann. Rev. plant physiol. 14 : 249-270.
10. Miskin, K.E., and Rasmusson, D.C. 1970. Frequency and distribution of stomata in banley. Crop Sci. 10 : 575-578.
11. 永井威三郎·鈴木森次郎. 1932. 稻の葉の 氣孔に就. 朝鮮農試 彙報 6 : 338-344.
12. 南潤一·河龍雄·金基駿. 1984. 小麥葉身의 氣孔運動과 氣孔의 環境變異. II. 窒素의 追肥가 小麥葉身의 氣孔開度에 미치는 影響. 韓作誌 29(3) : 267-274.
13. 南潤一·河龍雄. 1984. 小麥葉身의 氣孔分布 및 氣孔數와 他形質과의 關係. 韓作誌 29(4) : 307-313.
14. 吳龍飛·李東珍·韓熙錫·朴錫洪·朴來敬. 1988.

- 벼幼苗의 氣孔數 및 크기의 品種間 差異와 窒素 및 低溫處理에 따른 氣孔開2도의 變化. 農試論文集(水稻篇) 30(3) : 39-45.
15. 吉田智彦·鈴木守. 1977. 稻葉身 氣孔數의 品種間差. 日本九州支報 44 : 11-12.
16. 吉田智彦·小野敏忠. 1978. 二, 三의 環境條件가 稻葉身 氣孔 密度에 及ぼす 影響. 日作紀 47(4) : 506-514.