

二・三の環境条件が稲葉身気孔密度に及ぼす影響

吉 田 智 彦・小 野 敏 忠

(農林省九州農業試験場)

昭和53年1月25日受理

気孔は葉身による大気とのガス交換の主たる出入口であり、気孔の開度⁷⁾や大きさ²⁸⁾はガス交換速度に大きな影響を与える。葉身の単位面積当たり気孔の数(気孔密度と以後略す)の変化も蒸散速度¹⁰⁾、光合成速度^{25,26)}に共に影響を与える。気孔密度は種間で大きく異なりかつ品種間差も大きい。稲66品種の止葉表側で357~534、裏側で445~721 (/mm²)²⁷⁾、春播き大麦647品種の止葉裏側で36~98 (/mm²)⁹⁾、大豆43品種の葉身表側で81~175、裏側で242~345 (/mm²)³⁾などの値が知られており、稲の気孔密度は他の作物に比べてかなり高い⁶⁾。

葉身気孔密度は外部環境の相違によって変動する。気孔密度は強光下で増加する^{4,5,8,9,13)}。乾燥土壤中で生育すると増加する^{8,16)}とする一方、大麦¹²⁾や大豆¹⁹⁾では減少するとの報告がある。踏圧により小麦葉身の気孔密度は増加する¹⁴⁾。

稲葉身の気孔密度に関する研究の結果によると、気孔密度は下位葉では葉身の裏側が表側より低い^{11,20)}が上位葉では裏側が表側より高くなり¹⁸⁾、かつ上位葉は下位葉より気孔密度が高い¹¹⁾。山崎^{22,23)}によれば1本の気孔列当たりの気孔数は上位葉ほど増加し、かつ無窒素・疎植区で増加する。生育初期の葉では、日本型稲の同一葉身内では気孔密度の変異は少ないとする²⁰⁾一方、先端で増加する¹¹⁾との報告や、畑状態で生育すると水田状態のものより増加する¹¹⁾、減少する²⁴⁾との両報告、多肥で増加する^{11,24)}との報告などがある。長南²⁾によれば葉肉細胞の大きさと気孔密度とは負の相関がある。

このように稲葉身気孔密度に関した研究は古くから行われてきたが、その数は比較的少なくまだ十分ではないようである。かつ環境の相違による気孔密度の変異の研究^{11,24)}は生育初期の材料を供試しており、生育後期での環境変異に関した研究がさらに必要と思われる。そこで本研究は稲葉身気孔密度について、同一葉身内や葉位別の変異、および年次間、施肥条件、移植時期、畑と水田などの環境条件の相違による反応について検討した。さらに葉の大きさや生育期間と気孔密度との関係についても検討した。

材 料 と 方 法

年次間変異の調査に供試したもの以外はすべて1977年に九州農試(築後市)の圃場に標準栽培した。気孔密度の推定法は以下のとおりである。圃場で葉身を切り取り切口を水につけビニールの袋をかぶせてしおれないようにして実験室に持ち帰った。同一葉身内の変異をみたもの以外は、葉身の先端で幅が狭くなりだす部分を除いた部分の中肋と葉縁の中央附近に2・3か所マニキュアを薄く塗り葉表面の鋳型を作った。乾燥後マニキュアを葉からはがして、水を一滴たらしたスライドガラスの上に葉表面の鋳型のできている面を上にして乗せ、その上から紙で軽く押えて余分の水を除きプレパラートを作った。視野0.118 mm²の顕微鏡を用い、1つのマニキュアで作った鋳型のプレパラート当たり2回1視野の気孔を数えた。1枚の葉当たり4~6カ所の視野の気孔を葉の表・裏側共に数えた。気孔は葉脈に沿って分布しており、1視野内にはおおむね4・5列の葉脈を含むので、視野の決定はプレパラートの中央附近を任意に選んで行い、計測の際の誤差を平均化するようにした。気孔を数えた葉身の長さ×幅を計り、長さ×幅で葉面積を求める代りとして葉の大きさとした。葉身内にある気孔総数の相対的な比較をするため、葉身の形はあまり異ならないと仮定して、葉身の長さ×幅×気孔密度(表と裏側の和)、を計算し総気孔数と呼ぶこととした。

1. 同一葉身内変異

農林18号と日本晴の2品種を6月3日、22.2株/m²、1株3本植で移植し、最初に出穂した稈の止葉を2株から取った。葉身横方向の変異をみるため、裏側中央附近の気孔密度を中肋から葉縁にかけて中肋に直角方向に1mmおきに葉表面の鋳型を作り気孔を数えた。縦方向の変異をみるために葉身基部から先端まで葉縁と中肋の中央附近に2cmおきに鋳型を作り気孔を数えた。

2. 葉位による変異

水稲5品種、陸稲13品種、水・陸稲の交配による2品種の計20品種を供試した。これらの品種を全部

5月30日折衷苗代に播種した。移植は、水田は6月24日、1品種2畦ずつ1本植で22.2本/m²、畑は6月28日に1品種1畦、1本植で33.3本/m²とした。7月12日の本田初期に水田・畑共に最頂展開葉(L_pと略す。おおむね不完全葉を除いた第6葉に当たる)の気孔を数えた。1品種から3個体とり、葉身1枚に2カ所ずつ鋳型を作った。この場合は葉を切り取らなかった。また止葉(L_f)を5個体から、止葉の2枚下位の葉(L₂)を4個体から、各々最初と次に出穂した程について取り、各1枚の葉身に3カ所鋳型を作った。

3. 年次間変異

気孔密度の品種間差の年次間変異をみるため、在来種を含む九州地域の13品種と印度型3品種の計16品種を、1976年と1977年に1品種2畦ずつ22.2本/m²で1本植した。これらの品種を含む66品種の1976年の試験結果は別に報告した²⁷⁾。1977年栽培のものは4個体から止葉を1枚ずつ取り、1枚に3カ所ずつ鋳型を作った。

4. 施肥による変異

九州における代表的な施肥法について止葉気孔密度の変異をみた。すなわち、I:少肥区(基肥のみ)、II:中期制限区(基肥施用後、幼穂形成期の1週間後まで無追肥)、III:標肥区、IV:ラグ期追肥区(基肥を減らし、その分を最高分けつ期から幼穂形成期の間のいわゆる vegetative lag phase の期間に追肥)の4種類である(第1表)。レイホウ、農林18号、瑞豊の3品種を6月20日、22.2株/m²、1株3本植で移植した。出穂後10株から止葉を1枚ずつ取り、各1枚に3カ所ずつ鋳型を作った。

5. 移植時期の相違による変異

日本各地からの日本型10品種、印度型2品種と日印交雑の韓国品種統一の計13品種について、移植時期を4種類とし止葉気孔密度の変異をみた。すなわち、I:早植(4月20日播種、6月3日移植)、II:

普通期植(5月24日播種、6月29日移植)、III:晩植(6月27日播種、7月26日移植)、IV:極晩植(7月8日播種、8月5日移植)の4種類である。22.2株/m²で1株3本植、1品種3畦ずつ植え、出穂後4株から止葉を1枚ずつ取り、各1枚の葉身に3カ所ずつ鋳型を作った。

実験結果

1. 同一葉身内変異

止葉裏側の中央附近での中肋から葉縁にかけての気孔密度の変異を第1図に示した。いずれも相対値で示したものであって、気孔密度(縦軸)は同一葉身の全測定値の平均を1とし、中肋からの距離(横軸)は最も外側の測定点までの距離を1とした。農林18号、日本晴共に気孔密度は葉身の中肋附近で高く、葉縁になるほど減少した。中肋附近の気孔密度は平均値より約10%多く、葉縁附近では約10%少なかった。第2図に止葉の先端から基部にかけての中肋と葉縁の中央附近での気孔密度の変異を葉身の表側と裏側別に示した。この場合も相対値で示し、気孔密度(縦軸)は同一葉身の全測定値の平均を1とし、葉身先端からの距

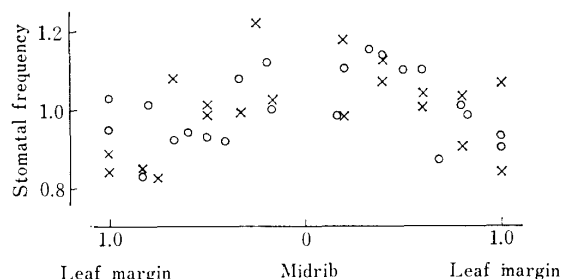


Fig. 1. Stomatal frequency from midrib to leaf margin in lower surface of a flag leaf. Relative values are shown as follows. Mean of the leaf stomatal frequency is 1. Midrib is 0 and leaf margin is 1. x: Norin No. 18. O: Nipponbare.

Table 1. Methods of fertilizer application for experiment 4.

Manuring	Plot			
	I	II	III	IV
Basal dressing	4	7	7	4
Top dressing (1) Lag stage ¹⁾	0	0	0	3
(2) Young panicle formation stage	0	0	3	3
(3) Seven days after (2)	0	3	0	0
(4) Booting stage	0	3	3	3

Values in the table show nitrogen kg/10 a. 1): Stage between the maximum tiller number stage and the young panicle formation stage.

離(横軸)は先端から2 cmの点を基点とし、最も基部に近い測定点を1とした。気孔密度は表側、裏側共に葉身の中央付近で最も高く、先端と基部にかけて減少した。この傾向は日本晴、農林18号の両品種共に同じであった。中央部は平均値より約10%多く、先端や基部では約10%減少した。

2. 葉位による変異

第3図に陸稲品種・水稲品種ごとの水田・畑でのLp・L₂・Lfの気孔密度の平均値を示した。気孔密度は上位葉が下位葉より表側・裏側共に高く、またどの葉位でも裏側が表側より水田・畑共に高かった。気孔密度(表と裏側の和)のLp・L₂・Lf相互間の相関を第2

Table 2. Correlation coefficients for leaf stomatal frequencies¹⁾ in different positions on the stem.

Leaf ²⁾	Lp	L ₂	Lf
(Lowland field)			
Lp	—	0.439	0.244
L ₂	0.196	—	0.829**
Lf	0.258	0.800**	—
(Upland field)			

Correlation was calculated on the means of each cultivar. Upper right of the table shows the values of the plants grown in lowland and lower left shows in upland field.

***: Significant at 1% and 5% level, respectively. 1): Upper plus lower leaf surface. 2): Lp: Fully expanded top leaf on July 12. It was about 6th leaf (number was counted by excluding the leaf immediately succeeding the coleoptile). L₂: (n-2) th leaf. Lf: Flag leaf (n-th leaf).

Table 3. Correlation coefficients between stomatal frequencies of upper and lower leaf surface and between stomatal frequencies¹⁾ of plants grown in lowland and upland field.

Leaf ²⁾	Upper vs. lower leaf surface		Lowland vs. upland field
	Grown in lowland	Grown in upland	
Lp	0.710**	0.892**	0.372
L ₂	0.896**	0.983**	0.746**
Lf	0.921**	0.857**	0.656**

Correlation was calculated on the means of each cultivar grown in lowland and upland. 1): Upper plus lower leaf surface. 2): Refer to Table 2.

表に示した。水田・畑共に初期葉(Lp)とL₂やLfなどの上位葉とは相関があまり高くなかった。L₂とLfとの間の相関は高く、Lfで気孔密度の高い品種はL₂

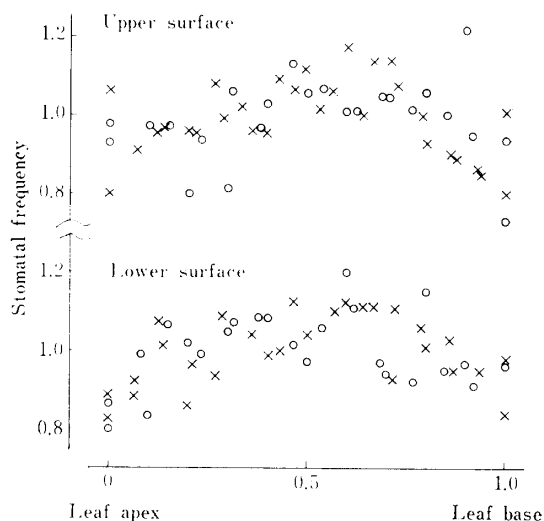


Fig. 2. Flag leaf stomatal frequency from leaf apex to leaf base. Leaf apex is 0 and leaf base is 1. Other notes are same as Fig. 1.

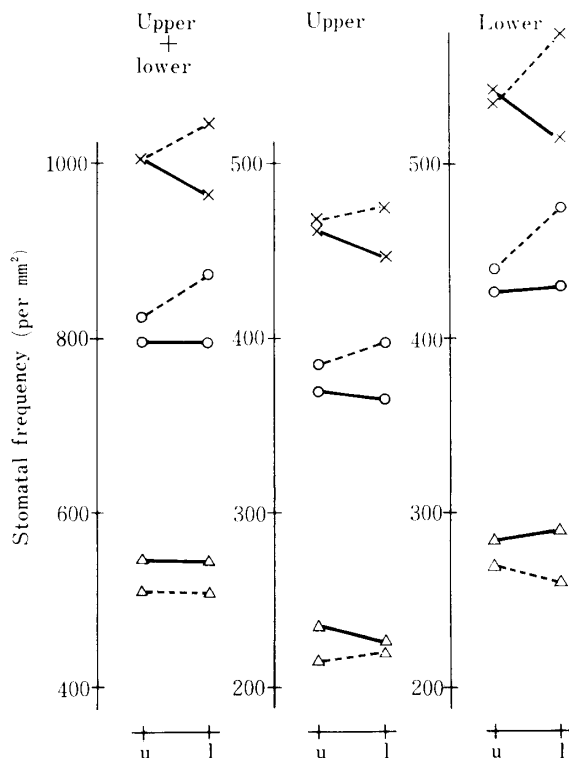


Fig. 3. Stomatal frequency in leaves grown in lowland and upland field.: Lowland rice cultivar. —: Upland rice cultivar. Δ : Lp, $\circ$: L₂, $\times$: Lf (Lp, L₂, Lf are same as in Table 2). u: Upland, l: lowland field.

でも高かった。第3表に示すごとく葉身の表側と裏側との相関は水田・畑共にどの葉位でも高く、表側の気孔密度の高い品種は裏側も高かった。

3. 年次間変異

1976, 77の両年に栽培した16品種の止葉気孔密度(表と裏側の和)の相関係数は0.783であり、第4図に示すごとく、年次を異にしても気孔密度の品種間差は安定していた。第4図の○印は印度型品種(IR-8, Tetep, Rantai emas)における値であり、印度型品種の気孔密度は高かった。

4. 施肥による変異

施肥法を変えた場合の止葉の気孔密度(表と裏側の和)、葉の大きさおよび総気孔数の変化を第5図に示した。気孔密度は少肥区で最も高く、中期制限区・標肥区の順に減少したが、ラグ期追肥区は標肥区より増加した。止葉の大きさは少肥区で最も小さく、中期制限区、標肥区と増加し、ラグ期追肥区で最も大きかった。止葉の総気孔数は少肥区が最も少なく、中期制限区と標肥区の差は明確でなく、ラグ期追肥区で非常に多くなった。これらの傾向は3品種に共通であった。

以上から止葉の気孔数に関する窒素施肥の効果を整理してみると以下のとおりである。

(1) 標肥区と中期制限区とを比較すると、幼穂形成期の追肥は止葉を大きくしたが、総気孔数への影響は明確でなく、気孔密度は減少した。

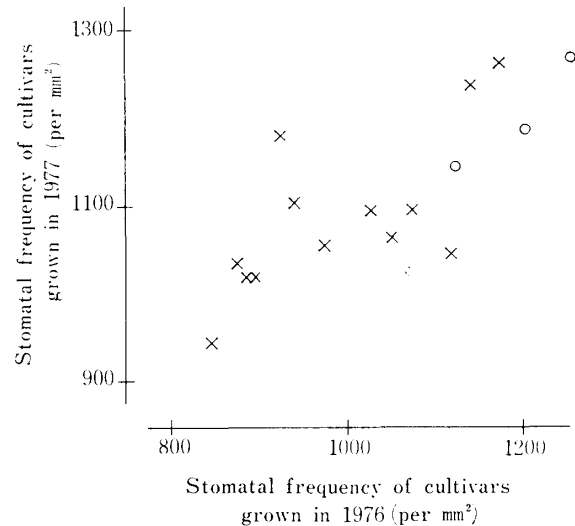


Fig. 4. Relationship between stomatal frequencies¹⁾ of a flag leaf grown in 1976 and 1977. 1): Upper plus lower leaf surface. ×: Japonica type. ○: Indica type.

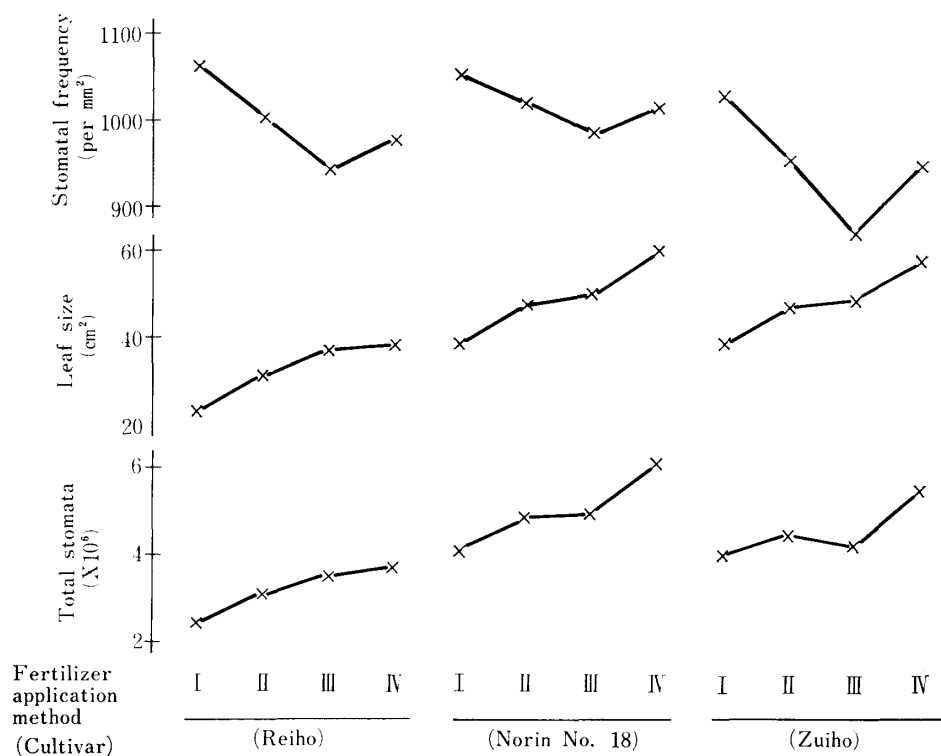


Fig. 5. Stomatal frequency¹⁾, leaf size²⁾ and total stomates³⁾ of a flag leaf grown in different methods of fertilizer application⁴⁾. 1): Upper plus lower leaf surface. 2), 3): Refer to Table 5. 4): I—IV: Refer to Table 1.

(2) 少肥区と中期制限区の比較では、幼穂形成期の1週間後や穂ばらみ期の追肥は止葉の気孔数に大きな影響を与えないであろうから、止葉の気孔密度や総気孔数の差は基肥量の差により大きな影響を受けたといえる。基肥量が少ないと総気孔数が少なくなるが、それ以上に葉が小さくなり、気孔密度は高くなった。

(3) ラグ期追肥も止葉の気孔密度、大きさおよび総気孔数と関係が深かった。ラグ期追肥区を少肥区や標肥区と比べてみると、止葉が大きくなり総気孔数も増加した。特に総気孔数は著しく増加し、たとえ葉は大きくなっても気孔密度は高くなった。

5. 移植時期の相違による変異

13品種での移植時期相互間の相関係数を止葉の気孔密度(表と裏側の和)と葉の大きさについて計算し第4表に示した。止葉気孔密度はどの移植時期間でも有意な正の相関があり、気孔密度の高い品種は移植時期を異にしてもいつも高かった。移植時期の近いもの

相互間の相関は離れたもの相互間の相関より高かった。早植と普通期植の間の気孔密度の関係を第6図に示すが、印度型2品種(IR-24, Tetep)と統一は気孔密度が高く、特に統一は高い値であった。これらの傾向は晩植や極晩植でも同様であった。

止葉の大きさも移植時期相互間の相関は有意なものが多く、移植時期が異なってもその品種間差は安定していた。しかし相関係数は気孔密度の場合よりは小さかった。

移植時期別に気孔密度と出穂迄日数(播種から出穂迄の日数)および葉の大きさとの間の相関を計算し第5表に示した。どの移植時期でも両者共に相関係数は正の値であった。さらに各品種別に移植時期の相違による気孔密度と出穂迄日数や葉の大きさとの間の相関係数を計算しその平均を求め第5表の下部に示した。出穂迄日数とは大きい正の値、葉の大きさとは小さい負の値であった。なお印度型2品種と統一は晩植と極

Table 4. Correlation coefficients between flag leaf stomatal frequencies¹⁾ (upper right of the table) and between flag leaf sizes²⁾ (lower left of the table) of plants transplanted on different dates.

Transplanting date ³⁾	I	II	III	IV
	(Stomatal frequency)			
I	—	0.902**	0.852**	0.798**
II	0.805**	—	0.792**	0.741**
III	0.866**	0.690**	—	0.933**
IV	0.708**	0.449	0.622*	—
	(Leaf size)			

1): Upper plus lower leaf surface. 2): Leaf length x width. 3): Transplanted, I: June 3, II: June 29, III: July 26, IV: Aug. 5, respectively.

Table 5. Correlation coefficients between stomatal frequency¹⁾ and days to heading²⁾ or leaf size³⁾ and between days to heading and total stomates⁴⁾ of cultivars containing Indica and Japonica type rice transplanted on different dates.

Transplanting date ⁵⁾	Stomatal frequency vs.		Days to heading vs. Total stomates
	Days to heading	Leaf size	
I	0.461	0.293	0.452
II	0.441	0.288	0.409
III	0.786**	0.375	0.911**
IV	0.732*	0.807**	0.726*
Mean of correlation coefficients in each cultivar ⁶⁾	0.850	-0.250	0.332

Correlation was shown for each transplanting date⁵⁾. Also, correlation was calculated on the means of each transplanting date for each cultivar and the values were averaged⁶⁾. A flag leaf was used for estimating stomatal frequency, leaf size and total stomates. 1): Upper plus lower leaf surface. 2): Number of days from sowing to heading. 3): Leaf length x width. 4): 1) x 3) (relative values of total stomates in a leaf). 5): Refer to Table 4.

晩植では出穂がかなり遅れたので、晩植と極晩植の出穂迄日数に関する計算から除いた。気孔密度と出穂迄日数の関係は同一移植時期で品種間を比較しても、同一品種で移植時期を比較しても共に出穂迄日数の減少により気孔密度が減少した。出穂迄日数と止葉の総気孔数との間の相関係数を計算し第5表に同様に示した。値はいずれも正で出穂迄日数の減少により総気孔数も減少した。気孔密度と葉の大きさとの関係は、品種間の比較と移植時期の比較とが傾向を異にしたので、この点をさらに明らかにするため、気孔密度と葉の大きさとの間の遺伝相関と環境相関を移植時期を反復として求めた¹⁷⁾。遺伝相関は0.633、環境相関は-0.208であり、気孔密度と葉の大きさとの関係は、印度型品種を含む水稻品種の間の比較では、品種間の

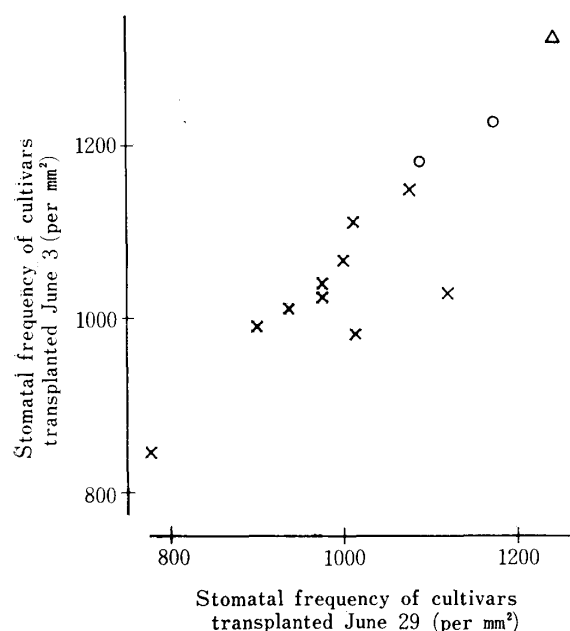


Fig. 6. Relationship between stomatal frequencies¹⁾ of a flag leaf grown in different transplanting dates. 1): Upper plus lower leaf surface. ×: Japonica type. ○: Indica type. Δ: Tongil.

Table 6. Genetic and environmental correlation coefficients between stomatal frequency¹⁾ and leaf size²⁾.

Comparison among	Indica and Japonica ³⁾ type rice cultivars	Upland and lowland ⁴⁾ rice cultivars	
		L ₂	Lf
Genetic correlation	0.633	-0.553	-0.711
Environmental correlation	-0.208	-0.023	0.133

Values were estimated from the analysis of variance table of 4 replications of 13 cultivars³⁾ or 2 replications of 20 cultivars⁴⁾. 1), 2): Refer to Table 4. 5): Refer to Table 2.

反応（遺伝相関）と同一品種で異なる環境の間での反応（環境相関）とが異なった（第6表）。

6. 水田と畑での変異

第3表に気孔密度について水田と畑の間の相関係数を各葉位別に示した。Lpを除き相関は高く、水田で

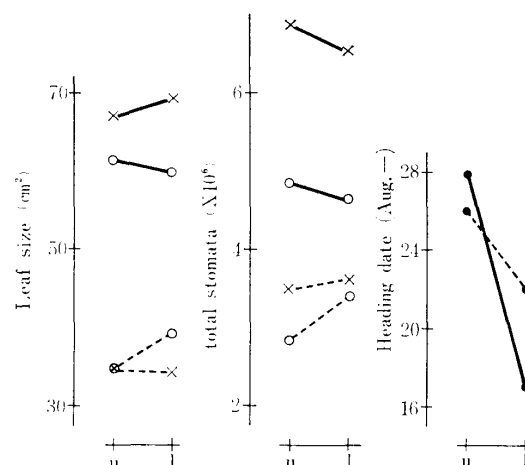


Fig. 7. Change in leaf size¹⁾, total stomata²⁾ and heading date for rice cultivars grown in lowland and upland field. 1), 2): Refer to Table 5. Other notes are same as Fig. 3.

Table 7. Correlation coefficients between stomatal frequency¹⁾ and heading date or leaf size²⁾ of cultivars containing upland and lowland rice grown in lowland and upland field.

Field	Leaf ³⁾	Stomatal frequency vs.	
		Heading date	Leaf size
Lowland	L ₂	0.486*	-0.638**
	Lf	0.250	-0.740**
Upland	L ₂	0.408	-0.318
	Lf	0.173	-0.319

Correlation was shown for plants grown in upland and lowland field. 1), 2): Refer to Table 5. 3): Refer to Table 2.

気孔密度の高い品種は畑でも高かった。第3図から明らかなように、 L_p を除き水稻品種の L_2 および L_f における気孔密度は陸稲品種より高かった。水稻品種は水田で畑より高く、一方陸稲品種は水田で畑より低いか同じで水・陸稲品種により反応を異にした。第7図に L_2 および L_f の葉の大きさ、総気孔数および出穂期を示した。葉の大きさは L_2 , L_f 共に陸稲品種が水稻品種よりかなり大きく、水田と畑での変化については明らかでなかった。総気孔数は陸稲品種が水稻品種より多く、水稻品種は水田で増加し陸稲品種は減少した。出穂期は水・陸稲品種共に水田で畑より早まり、特に陸稲品種が早まった。気孔密度と出穂期や葉の大きさとの間の相関係数を求め L_2 と L_f , 水田と畑ごとに第7表に示した。気孔密度と葉の大きさとの間の相関はいずれも負の値であった。移植時期の差による変異をみた場合と同様に、水田と畑での値を反復として L_2 と L_f ごとに気孔密度と葉の大きさとの間の遺伝相関と環境相関を求め第6表に示した。 L_2 と L_f 共に遺伝相関は負、環境相関は小さな値であった。よって陸稲品種を含む集団の比較では葉の大きい品種の気孔密度は低かった。

考 察

止葉内の位置による気孔密度の変異はかなりはっきりした傾向を示し、葉身中央部で高く、葉縁や先端または基部で減少したが、その変異は平均値の10%位の増減であり比較的変異は小さいといえる。上位葉は下位葉より気孔密度は高く、表側は裏側より低く過去の知見と一致した。気孔密度の品種間差は異なる年次間、移植時期の間、水田と畑での生育間で比較的安定しており、 L_2 や L_f の気孔密度の高い品種はどの環境条件でも高かった。さらに上位葉同志、葉の表側と裏側の間の相関も高いから、稲葉身気孔密度は他の形質、たとえば出穂期や稈長などと同様に、安定した計量が可能な形質だと考えられる。

陸稲品種の上位葉の気孔密度は水稻品種より低く、陸稲品種が蒸散量を少なくする適応を、本試験に供試した印度型品種は日本型品種より気孔密度が高く高温下で生育する際の蒸散量を多くする適応を、それぞれ示唆している²⁷⁾と考えられる。

窒素施用量や時期によって止葉の総気孔数や気孔密度は変化した。葉身内の気孔形成が、個葉の組織分化のどの段階での環境条件によって影響されるかはまだあまり明確でない。大谷ら¹⁵⁾は小麦の最頂展開葉を(第 n 葉)とするとその上位の伸長葉(第 $n+1$ 葉)は

気孔の形成が始まっており、さらにその次の葉(第 $n+2$ 葉)では一般に気孔の形成をみてないとしている。そして(第 n 葉)の踏圧により最も強く影響されるのは(第 $n+1$ 葉)の気孔形成だとしている。山崎²¹⁾によると、水稻では(第 n 葉)の展開が完了しているとき、(第 $n+2$ 葉)の幼葉の先端部に成熟した気孔がみられ、基部方向に順次発達程度を異にした分化中の気孔があるとしている。ラグ期追肥区では追肥の時期に上位より数えた第4葉、幼穂形成期の1週間後の追肥の時期には第2葉の展開期であった。すなわち本報告では、(第 n 葉)の時期の追肥により(第 $n+3$ 葉)の大きさ、総気孔数および気孔密度を増加させたが、(第 $n+1$ 葉)の総気孔数への影響は明確でなく、葉は大きくしたが総気孔数はそれに伴わず気孔密度は減少した。(第 $n+2$ 葉)への影響は本実験の範囲では明らかにできないが、施肥による稲の気孔数に与える影響は、小麦の踏圧による場合よりも後から出てくる葉に影響を与えることを示している。さらに葉の大きさと総気孔数に与える影響は葉の分化段階で異なり、総気孔数を増加させる施肥時期の期限は、葉を大きくする期限よりも前の時期になることも示している。ただし、基肥量の増加のみでは止葉の総気孔数は増加させるが、それ以上に葉を大きくして気孔密度は減少する。

出穂迄日数が短くなると気孔密度は減少し、大麦の場合^{25,26)}と傾向が一致した。気孔の形成が生育期間の短くなることにより十分行われなため気孔密度が減少したのであろう。

水稻品種のみでの比較では大きな葉を持つ品種は気孔密度が高かった。しかし水稻と陸稲品種の両方を含んだ比較の場合では大きな葉の品種の気孔密度は減少し、葉の大きさと気孔密度との関係が水・陸稲品種で異なっていることが明らかになった。しかし同一品種において環境の差による葉の大きさと気孔密度との間にはどの場合にも相関はなかった。これは施肥の差により葉を大きくするが気孔密度の減少する場合や、葉を大きくし、かつ気孔密度も増加する場合のあることでも明らかである。

水稻品種は水田で畑より L_2 や L_f の気孔密度が高く、湿潤条件で生育すると気孔密度は増加した。一方陸稲品種ではこの傾向が明確ではない。阿部・小野¹⁹⁾は水・陸稲品種の出穂が畑より水田で早まるが、水・陸稲品種の間には早まり方に大差のないことをみている。ここでは出穂は水田で畑より早まり特に陸稲品種が早まった。出穂迄日数が気孔密度と関係の深いこと

を述べたが、陸稲品種は水田で生育することにより生育日数がかなり短くなり、そのために気孔密度が減少した可能性がある。水稻品種は陸稲品種より気孔密度が高く、また水稻品種は水田で畑より気孔密度が高いから、本来気孔密度は安田²⁴⁾、小田¹²⁾、寺沢¹⁹⁾らのいうごとく、湿潤条件下で生育すると増加するのかもしれない。

摘 要

1. 稲葉身の気孔密度は中肋附近が高く葉縁に近くなると減少した。また葉身中央部が高く先端と基部に近くなると減少した。上位葉は下位葉より高く、裏側は表側より高かった。

2. 葉身気孔密度は水稻品種が陸稲品種より高く、また印度型品種は高い値であった。品種間差は異なる年次間、移植時期間、水田と畑の間でそれぞれ高い相関を示した。上位葉同志、葉身の表側と裏側の間の相関も高かった。

3. 葉身気孔密度は施肥条件により異なり、ラグ期追肥により止葉の気孔密度が増加した。止葉の大きさと止葉の総気孔数も同時に増加した。生育日数が減少すると気孔密度は減少した。水稻品種のみの比較では大きな葉を持つ品種では増加したが、水・陸稲品種を含んだ場合の比較では減少した。同一品種の環境の差による変異間の比較では気孔密度と葉の大きさに関係はなかった。水稻品種の上位葉の気孔密度は水田で畑より増加したが陸稲品種では明瞭でなかった。

謝 辞

本研究の供試材料や出穂期のデータの多くは九州農試作1部第7研究室の厚意により提供していただいた。また本論文の校閲と有意義な助言を西尾敏彦同研究室長から賜った。厚く御礼申し上げる。

引 用 文 献

1. 阿部祥治・小野敏忠 1968. 水陸稲品種の畑かん栽培適応性について. 茨城県農試報告 **9**: 1—7.
2. 長南信雄 1970. 禾穀類の葉における同化組織に関する研究. 第5報 葉肉構造の作物間の比較. 日作紀 **39**: 418—424.
3. CHA, A. J. and W. A. BRUN 1975. Stomatal size and frequency in soybeans. Crop Sci. **15**: 309—313.
4. CLEMENTS, F. E. and F. L. LONG 1935. Further studies of elongation and expansion

- in *Helianthus* phytometers. Plant Physiol. **10**: 637—660.
5. 浜田秀男 1942. 棉の気孔の生育と外囲との関係に就いて. 日作紀 **14**: 119—121.
6. 星川清親 1971. 光合成器官としての葉の構造. 戸刈義次監修, 作物の光合成と物質生産. 養賢堂, 東京. 15—23.
7. 石原 邦・佐合隆一・小倉忠治・牛島忠広・田崎忠良 1972. 水稻における気孔の開閉と環境条件との関係. 第4報 気孔開度と光合成速度との関係. 日作紀 **41**: 93—101.
8. マクシーモフ, N. A. 1926. 植物と水. 野口弥吉監修, 川田信一郎・菅原友太・佐藤 勇・高橋英二共訳, 1959, 刀江書院, 東京. 1—871.
9. MISKIN, K. E. and D. C. RASMUSSEN 1970. Frequency and distribution of stomata in barley. Crop Sci. **10**: 575—578.
10. ——— and D. N. MOSS 1972. Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in barley. Crop Sci. **12**: 780—783.
11. 永井威三郎・鈴木森次郎 1932. 稲の葉の気孔に就て. 朝鮮農試彙報 **6**: 338—344.
12. 小田桂三郎 1963. 作物大系 第2編 麦類 II. 麦の生理・生態. 養賢堂, 東京. 23.
13. 奥山光繁・般田敬美 1952. 気象要素が葉たばこに及ぼす影響 (第1報). 日照の強弱による葉組織の変化について. 日作紀 **21**: 170—171.
14. 大谷義雄・西村修一 1947. 麦の踏圧の生理学的研究 (第1報). 幼苗期の踏圧 (摘要). 日作紀 **17**(3): 1.
15. ———・———・高井静雄 1950. 踏圧効果の発現機構に就いての続報. 日作紀 **19**: 198—200.
16. PENFOUND, W. T. 1931. Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture. Amer. Jour. Bot. **18**: 558—572.
17. 斉尾乾二郎 1960. 遺伝相関係数の意義と求め方. 農及園 **35**: 1351—1355.
18. 滝口壮士 1950. 禾穀類の気孔密度の特殊環境における変化に就いて (第2報). 日作紀 **19**: 82—86.
19. 寺沢輝雄 1974. 大豆葉身における気孔の形成に関する研究. 日作紀 **43**(別2): 213—214.
20. 輪田 潔・三石昭三 1949. 禾穀類幼作物の気孔

- 分布 (予報). 日作紀 **18**: 116—119.
21. 山崎耕宇 1963. 水稻の葉の形態形成に関する研究 1. 葉の發育経過に関する一般的觀察. 日作紀 **31**: 371—378.
22. ——— 1963. ———. II. 葉位を異にした場合の葉の發育の相違について. 日作紀 **32**: 81—88.
23. ——— 1963. ———. III. 一・二の環境条件が葉の形態形成におよぼす影響. 日作紀 **32**: 145—151.
24. 安田貞雄 1924. 稻の蒸騰作用と通導組織発達との関係. 九州帝大農学部学芸雑誌 **1**: 1—19.
25. YOSHIDA, T., D. N. Moss and D. C. RASMUS-
SON 1975. Effect of stomatal frequency in
barley on photosynthesis and transpiration.
九州農試報告 **18**: 71—80.
26. ——— 1976. オオムギの気孔数について. I.
気孔数と光合成速度との関係. 育雑 **26**: 130—
136.
27. ———・鈴木 守 1977. 稻葉身気孔数の品種
間差. 日作九支報 **44**: 11—12.
28. ——— 1978. On the stomatal frequency
in barley. V. The effect of stomatal size on
transpiration and photosynthesis. 育雑 **28**:
印刷中.

Environmental Differences in Leaf Stomatal Frequency of Rice

Tomohiko YOSHIDA and Toshitada ONO

(Kyushu Agricultural Experiment Station, Chikugo, Fukuoka 833)

Summary

1. Stomatal frequency (stomatal number per unit leaf area, abbreviated *Sf*) of a flag leaf was high at the middle of the leaf and low at the leaf margin. It was low at the leaf base and the leaf apex (Fig. 1, 2). *Sf* in a leaf in upper leaf position on a stem was higher than that in lower leaf position. *Sf* in lower leaf surface was higher than that in upper leaf surface (Fig. 3).

2. *Sf* of upland rice cultivars was lower than that of lowland rice cultivars (Fig. 3). *Sf* of Indica type rice was higher than that of Japonica rice (Fig. 4, 6). *Sf* of leaves grown in different years (Fig. 4), in different transplanting dates (Table 4) and in lowland and upland field (Table 3) correlated highly in positive way. *Sf* of L_2 and L_f (Table 2) and *Sf* in lower and upper leaf surface (Table 3) correlated highly also in positive way.

3. Fertilizer application at lag stage caused an increase of *Sf*, leaf size and total stomates of a flag leaf (Table 1, Fig. 5). *Sf* decreased with a shortening of the growing period (Table 5, 7). In comparison among cultivars of lowland rice, *Sf* of cultivars having a large leaf was high (Table 5). But in comparison among cultivars containing upland rice, *Sf* of cultivars having a large leaf was low (Table 7). Values of genetic correlation between *Sf* and leaf size (Table 6) explained this tendency quite well. Values of environmental correlation between them were low (Table 6). *Sf* of lowland rice grown in lowland field was higher than that in upland field. In case of upland rice, however, difference between *Sf* grown in lowland and upland field was not so clear (Fig. 3).