

イネの対肥料反応性に関する研究

第1報 幼苗期における生長速度の品種間差

江 原 宏・土 屋 幹 夫・小 合 龍 夫

(岡山大学農学部)

平成元年7月31日受理

要 旨：イネ幼苗期における生長速度の品種間差異と、それに関わる要因を明確にするため、インド型、日本型の、耐肥性、草型および生育日数の異なるイネ35品種を、7段階の培養液濃度下で第2葉抽出時から8.5葉期まで(30日間)水耕栽培し、生長解析を行うとともに、実験終了時に、葉身の全窒素、全炭素含有率およびクロロフィル含量を測定した。その結果、幼苗期における生長速度には培養液濃度が異なっても大小関係が変わらない品種間差異があり、その差異は、乾物増加量(ΔW)で9倍、RGR, NAR, LAR, SLAおよび葉面積当り窒素含有量で2~3倍と大きく、比較的低濃度域で大きいことが明確になった。また、乾物当り炭素含有量は、品種および培養液濃度に拘らず一定であり、したがって、葉面積当り炭素含有量はSLAによって一義的に規定されていることが明らかになった。他方、生長速度の品種間差異に係わる主要な要因としては、乾物重当りではなく葉面積当りの窒素含有量(NCLA)が指摘でき、低培養液濃度条件においても、また、高培養液濃度条件によってSLAが増大する状況においても、NCLAを高く維持できる性質がNARを高く維持することにつながり、このことが生長速度が大きい品種群のもつ重要な特性となっていることを明確にした。また、この特性とインド型、日本型の別、および耐肥性程度、草型等との間には一定の対応関係が無いことを明らかにした。本論文では、これらの結果に基づいて、生長パラメーターとしてのNCLAの重要性について論及した。

キーワード：イネ、水耕栽培、生長解析、窒素含有率、培養液濃度、肥料反応性、品種間差、幼苗期。

Fundamental Growth Response to Fertilizer in Rice Plants I. Varietal difference in the growth rate at the seedling stage : Hiroshi EHARA, Mikio TSUCHIYA and Tatsuo OGO (*Faculty of Agriculture, Okayama University, Okayama 700, Japan*)

Abstract : Varietal differences in growth rate and its related characteristics at seedling stage were examined with 35 rice varieties of different ecotypes and growth types, which were grown until the 8.5-leaf stage under seven levels of nutrient concentrations of Kimura B culture solution. Distinctive varietal differences were found particularly in dry matter increase (ΔW), relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR). Certain varieties had higher ΔW at every nutrient level. And the correlations between ΔW and RGR, RGR and NAR, and NAR and nitrogen content per leaf area (NCLA) were highly positive, while highly significant negative ones were found between NAR and SLA, and NCLA and SLA at every nutrient level. However, NAR did not correlate with nitrogen content per leaf dry weight (NCLW). Based on these results, NCLA was specified as a very important factor relating to varietal differences of growth rate. Consequently, it is concluded that the high ability to increase NCLA is one of the most important characteristics for high growth rate at lower nutrient level, and also at higher level where SLA is apt to increase. However, neither ecotype nor growth type corresponded with this characteristic.

Key words : Concentration of culture solution, Fertilizer response, Growth analysis, Nitrogen content, Rice, Seedling stage, Varietal difference, Water culture.

低コスト稲作においては、必要最小限の資本投入でいかに多くの収量を得るかが要点となる。その方策として、施肥管理技術の改善や少肥多収栽培技術の開発を指向する上では、イネ品種の施肥量に対する反応特性を明確にし、有用形質の利用を図ることが重要な課題の一つと考えられる。

品種の施肥量に対する反応性については、従来「耐肥性」あるいは「肥料反応性」という用語が用いられ、その強弱は、多肥条件下で耐病性や耐倒伏性を含めて成立する収量性を、すなわち、窒素施

用量を増した場合の収量の多少を目安として判断されている。また、狭義には多肥条件に対する品種の形態的、生理的反応特性を示す用語としても使用されている^{2,22)}。したがって、イネ品種の肥料反応に関するこれまでの研究では、上述の目安に基づいて耐肥性の強弱を仕分けた数品種の生育特性を比較した報告^{2,17,18,26)}や、インド型、日本型など生態型が典型的に異なる数品種について、増肥窒素の効果の違いを検討した報告^{3,4,5,13,14,16,24)}が極めて数多い。しかしながら、何れも、多収性の追求から多肥を

条件とした品種の反応性に焦点を当て、しかも比較的少数の品種を用いて実施されたもので、少肥条件をも含めて幅広くイネの品種の肥料反応を検討した報告は極めて少ない。

ところで、馬場²⁾は、耐肥性の小さい品種は、瘦地や肥料の少ない条件では耐肥性の大きい品種に比べて、その少量の窒素で体をつくる働きが大きく、茎葉が伸びて葉面積も大きくなり、稈も穂も伸びて収量があり、少肥向であるとしている。また角田²⁵⁾は、極少肥向品種は少肥条件、とくに土壤中の可給態窒素濃度が低い場合の窒素吸収力が極めて強いと述べている。これらの知見は、少肥向品種のもつ形質の有用性を示唆するとともに、将来、少肥条件下においても肥料を有効に利用できる品種の育成や、より高度な施肥技術の開発を成し得る可能性を提示しているものとして注目される。したがって、低コスト稲作技術の確立が急務とされている現在においては、従来の耐肥性あるいは肥料反応性とは異なる、より基礎的な意味でのイネ品種の肥料反応性の解明が重要な課題と考えられ、具体的には、多数の品種を対象として幅広く肥料反応の差異を調査し、その差異の生じている原因を解明することを通じて、少肥多収性イネ品種の具備すべき形質を明確にする必要があると考えられる。

本研究では、このような観点から、「対肥料反応性」という用語を用いて、従来の耐肥性あるいは肥料反応性とは区別し、上述の諸点を明確にすることを目的とした。そのため、インド型、日本型品種から成る、耐肥性、草型、生育日数、耐乾性および耐塩性程度の異なるイネ 35 品種を、7 段階の培養液濃度条件下で水耕栽培し、培養液濃度に対する幼苗期の生育反応の品種間差とその原因について調査検討した。本論文では、生長速度の大小に焦点を当て、生長速度の品種間差とそれに係わる要因について解析した。

材料と方法

実験は、岡山大学農学部研究圃場内の、両側面を開放としたビニールハウス内で実施し、日本型 13 品種、インド型改良 16 品種およびインド型在来 6 品種からなるイネ 35 品種（水稻 32 品種、陸稻 3 品種）を供試した（第 1 表）。各品種の種子は消毒を行った後、発芽を揃えるために 18°C で 20 時間、20°C で 30 時間、30°C で 12 時間吸水させ、いわゆるハトムネ状態にまで発芽したものを実験に用いた。

インド型在来品種については種子消毒に先立ち 50°C で 4 日間、休眠打破を行った。培養には、直径 1 cm の穴を 3×4 cm の間隔で開け、裏面にサランネットを貼った厚さ 5 mm の塩ビ板（82×142 cm）を、2401 入りプラスチックバットに取り付けた容器を用いた。1987 年 6 月 25 日に、塩ビ板の各穴に 1 粒ずつ播種し、細粒の水田土壌を穴に充填し、覆土した。バットには塩ビ板と液面の間に 5 mm 程度の空間が残るように水道水を入れ、コンプレッサーで通気し、塩ビ板の下面より常時加湿するとともに、土壌表面からも霧吹きによって、適宜、灌水した。3 日後の第 2 葉抽出時（6 月 28 日）からは、水道水を培養液に交換し、木村氏 B 液の基準濃度を 100% とした、濃度の異なる 7 区（10, 40, 70, 100, 130, 160, 190% 区）を設けて水耕栽培した。その後、培養液の交換は 7 日毎に行い、培養液の pH は 2 日毎に pH 5.5 に調整した。なお、実験期間中のビニールハウス内の温度および湿度の推移は、草高とほぼ同じ高さに設置した自記温湿度計（竹田計器製）で測定し、日平均温度および湿度は、午前 0 時を起点とした 3 時間毎の測定値の平均値で表した。

発芽後 23 日（6.5 葉期）および 33 日目（8.5 葉期）に、濃度別に各品種 10 個体をサンプリングし、分けつ数、葉面積、部位別乾物重を調査した。そして、これらのデータをもとに、発芽後 23 日間および発芽後 23 日から 33 日までの 10 日間について 2 回の生長解析を行った。また、実験終了時の試料の葉身については、葉面積当りクロロフィル含量、乾物重当りの全窒素および全炭素含有率を測定した。クロロフィル含量は、各区 2 個体の完全に展開した最上位の葉身の中央部からとった葉片を用い、Mackinney 法¹²⁾により測定した。また全窒素、全炭素含有率は、乾物重の測定を終わった 10 個体の葉身全部を粉碎混合し、CN コーダー（Yanaco MT-600 型）によって測定した。

結果と考察

生長速度の品種間差に関わる要因の解析 第 1 図に、実験を実施したビニールハウス内の温度、湿度の推移を示したが、幼苗期のイネの生育環境としては、概ね支障の無い温度、湿度条件であったと考えられた。

実験期間中の乾物増加量（ΔW）には品種間差が認められ、40% 以上の濃度区で、その差異が顕著で

Table 1. List of rice varieties and line used.

Designation	Growth duration ¹⁾ (d)	Seed weight (mg)	Plant type ²⁾	Tillering habit	Fertilizer responsiveness ³⁾	Remarks ⁴⁾
Indica						
IR28	106	23.2	SN	Med.	High	Drought-SV, Salt-SV
IR58	106	23.8	N	High	High	Drought-TV
IR60	106	21.8	N	High	High	
IR50	108	20.3	N	High	High	Salt-SV
IR52	108	24.5	SN	High	Med.	Drought-TV, Salt-MV
IR38	119	23.7	IM	High	High	Salt-SV
IR46	119	17.1	SW	High	Low	Drought-MV
H4	121	24.8	W	Med.	Low	Salt-MV
BPI-76	122	21.5	W	Med.	Low	Drought-MV
Azucena	124	31.8	SW	Low	High	Salt-SV
Binato	126	24.8	W	Mid.	Low	Salt-SV
C22	130	21.2	W	Low	Low	
IR32	134	23.0	IM	Low	High	Salt-MV
IR42	137	19.0	SW	Med.	High	Salt-MV
Peta	137	22.3	W	Med.	Low	
IR4595-4-1-13		24.9	IM	High		Salt-TV
Dular	140	24.6	W	Low		Drought-TV
Kala-Rata 1-24		21.4	W	Med.		Salt-TV
CP231		17.1		Low		
BR4-10		19.9	SW	Med.		
Pokkali		29.1	W	Med.		Salt-TV
Nona Bokra		23.0	W	Med.		Salt-TV
Japonica						
RikutoNorin 21	141	28.2	SN	Med.		Drought-MV
Horei	147	27.0	IM	Low		Drought-SV
Koganemasari	152	25.2	SW	Low		Drought-MV
Toyonishiki	154	26.8	IM	Low		Drought-SV
Yamabiko	159	29.0	IM	Med.		Salt-MV
Norin 22	160	26.8	W	Med.	Med.	Drought-MV
Toyohatamochi	161	27.8	W	Low		Drought-TV
Esoshimamochi	161	31.3	N	High		Drought-SV
Tsukubahatamochi	161	29.7	N	Med.		Drought-MV
Akebono	162	29.5	IM	Low		
Asahi	162	26.0	IM	Med.		Drought-MV
Omachi	162	29.1	W	Med.	Low	Drought-MV
RikutoNorin 12		28.2	W	Low		Drought-MV

1), 2) Growth duration and plant type were according to the paper of Tsuchiya^{23,24)}, the list of recommended rice varieties by the Ministry of agriculture, forestry and fishery of Japan¹⁵⁾.

N : panicle number type, SN : semi-panicle-number type, IM : intermediate type, SW : semi-panicle-weight type, W : panicle weight type.

3) Fertilizer responsiveness was evaluated according to IRRI annual report⁸⁾, the paper of Shi et al.²⁰⁾ and Baba²⁾.

4) Drought and salt tolerance were evaluated according to the paper of Ichwantoari et al.⁶⁾, IRRI annual report^{9,10)}. TV : tolerant variety, MV : moderately tolerant variety, SV : sensitive variety.

あった (第2図)。とくに、Binato, Pokkali, BR 4-10 および Kala Rata 1-24 の4品種は、培養液濃度が異なっても、常に増加量大の品種群を、一方、アケボノ, IR 32, IR 42, CP 231 およびトヨハタモチの5品種は常に増加量小の品種群を構成してい

た。各培養液濃度区における最大と最小の乾物増加量の比は、5~9 倍の達し、この時期の生育量の品種間差が極めて大であることが明らかになった。

ところで、幼苗期の生育には、種子重あるいは胚および胚乳の大きさの差異が関与していることが知

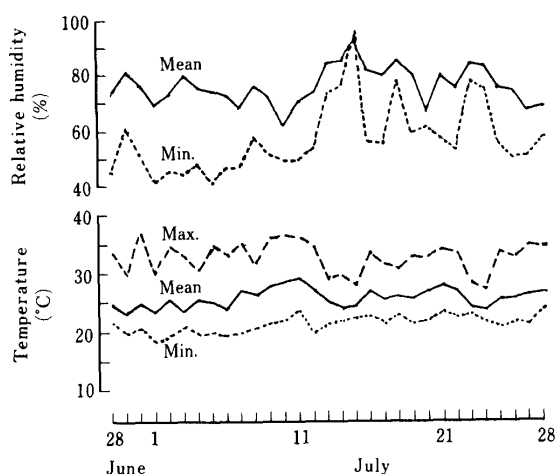


Fig. 1. Change of air temperature and relative humidity in vinyl house.

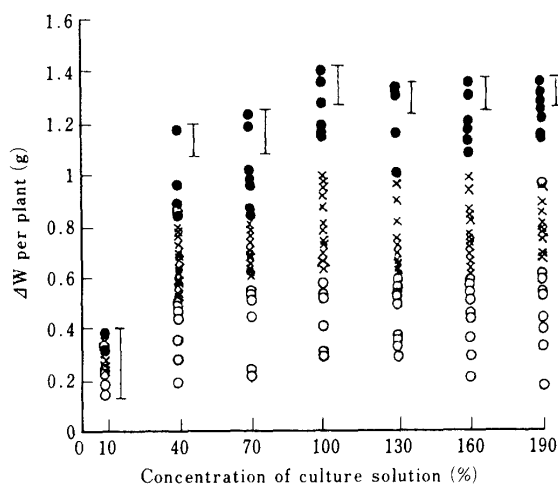


Fig. 2. Varietal difference of ΔW in rice seedling grown for 33 days from germination under different nutrient concentration.

Varieties are grouped into three according to the value of ΔW /plant at standard nutrient concentration: large- ΔW (●), $1g \leq \Delta W$; medium- ΔW (×), $0.6 \leq \Delta W < 1g$; and small- ΔW (○), $\Delta W < 0.6g$. Bars indicate L.S.D. ($P=0.05$).

られており、この時期の乾物増加の品種間差を検討するにあたっては、この点を明確にしておく必要がある。そこで、本実験の生育調査の中では、種子重の差異の影響が現れ易いと考えられる発芽後23日間について、 ΔW と1粒重および ΔW と相対生長率(RGR:乾物重の初期値を1粒重として算出した)との相関係数を求めた(第2表)。その結果は、どの培養液濃度区においても、 ΔW の品種間差が1粒重ではなくRGRの差異に基づいていることを示し、第2図に示した発芽後33日間の ΔW の品種

Table 2. Correlation coefficients between ΔW for 23 days from germination and seed weight, RGR under different nutrient concentrations.

Concentration (%)	Seed wt.	RGR
10	0.169 ^{NS}	0.673 ^{**}
40	0.204 ^{NS}	0.873 ^{**}
70	-0.068 ^{NS}	0.897 ^{**}
100	0.070 ^{NS}	0.901 ^{**}
130	-0.008 ^{NS}	0.863 ^{**}
160	0.256 ^{NS}	0.839 ^{**}
190	0.117 ^{NS}	0.877 ^{**}

Data of RGR are from the 1st growth analysis for 23 days after germination.

** : significant at 1% level,

NS : not significant.

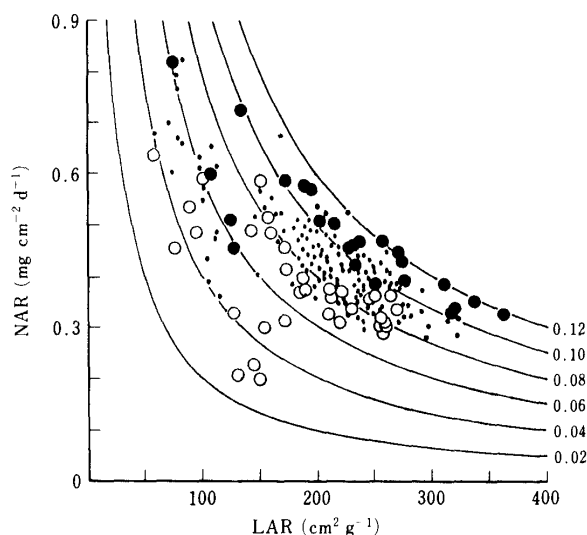


Fig. 3. Comparison of three varietal groups in the composition of RGR.

Data of RGR, NAR and LAR are from the 1st growth analysis for 23 days after germination. Curved lines indicate RGR ($g g^{-1} d^{-1}$). Varieties are grouped into three: large- ΔW group (●); medium- ΔW group (×); and small- ΔW group (○) as shown in Fig.2.

間差も、1粒重ではなくRGRの差異に基づいているものと考えられた。

したがって次に、RGRに品種間差の生じている理由を、発芽後23日間を対象にして、RGRを純同化率(NAR)と葉面積比(LAR)に分けて検討した(第3図)。この期間のNARを求めるにあたっては、葉面積の初期値が無いため、葉積をもとにNARを算出し、LARはRGRをNARで除すことによって算出した。

その結果、品種および濃度区を含めた全体に、

NAR と LAR の間に負の相関関係が認められる中で、 ΔW の大きい品種群では ΔW が小さい品種群に比べ、LAR が大であっても、NAR が比較的高く維持されていることが明らかになり、このことが ΔW の大きい品種群の RGR が大きい原因と考えられた。そして、LAR が大であっても NAR が高いこの特性は、葉重比 (LWR) が大でも比葉面積 (SLA) が比較的小さい性質に基づいているものと考えられた (第4図)。

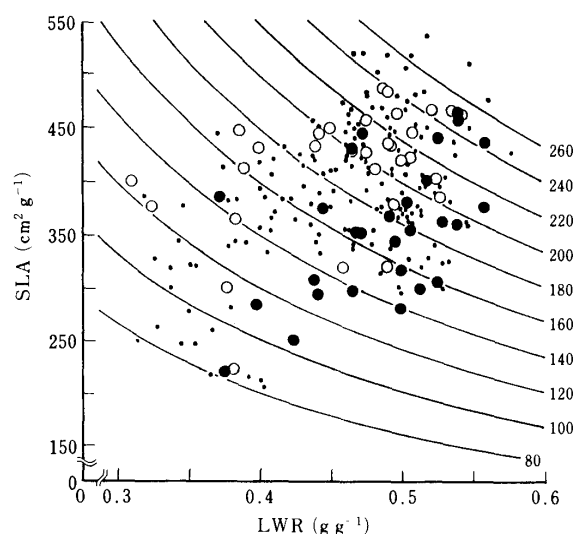


Fig. 4. Comparison of three varietal groups in the composition of LAR.

Data of LAR, LWR and SLA are from the 1st growth analysis. Curved lines indicate LAR ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$). Symbols are the same as those in Fig.3.

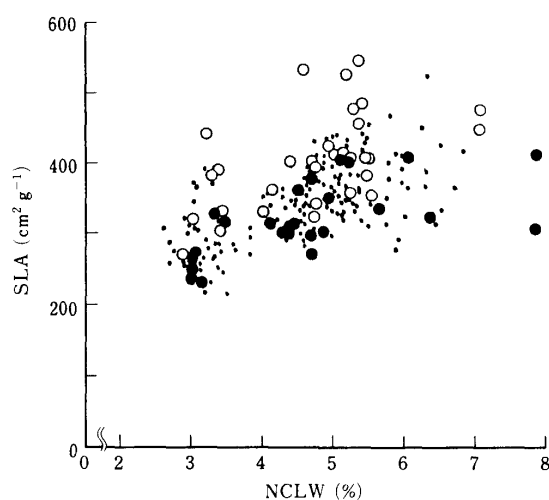


Fig. 5. Comparison of three varietal groups in the relationship between N content in leaf blade and SLA.

Symbols are the same as those in Fig.3.

発芽後23日から33日までの10日間を対象とした第2回目の生長解析の結果においても、NAR と LAR, LWR と SLA の関係に同様のことが認められたことから、実験終了時に測定した葉身の乾物重当り窒素含量 (Nitrogen content per leaf weight: NCLW) と第2回目の生長解析で求めた SLA の関係を検討した。その結果、 ΔW の大きい品種群では ΔW の小さい品種群に比較して、NCLW が増大しても、SLA が小さいことが明らかになり、NAR

Table 3. Correlation coefficients between NAR and the content of some leaf constituents under different nutrient concentrations.

Concentration (%)	NCLW	Chlorophyll content ¹⁾	NCLA	SLA
10	0.199 ^{NS}	0.095 ^{NS}	0.589**	-0.466**
40	-0.305 ^{NS}	0.204 ^{NS}	0.705**	-0.508**
70	-0.286 ^{NS}	0.246 ^{NS}	0.485**	-0.568**
100	-0.405*	0.176 ^{NS}	0.601**	-0.682**
130	0.212 ^{NS}	0.333*	0.722**	-0.672**
160	-0.057 ^{NS}	0.138 ^{NS}	0.531**	-0.558**
190	-0.217 ^{NS}	0.006 ^{NS}	0.515**	-0.666**

1) Chlorophyll content per leaf area.

Data of NAR and SLA are from the 2nd growth analysis.

*, **: significant at 5%, 1%, level.

NS: not significant.

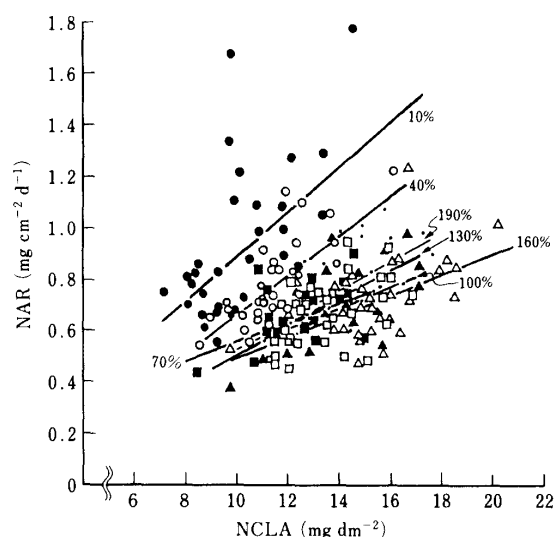


Fig. 6. Relationship between NCLA and NAR under different nutrient concentrations.

Slopes of the regression equations are 8.76 at 10% (●), 7.73 at 40% (○), 3.75 at 70% (■), 4.25 at 100% (□), 5.25 at 130% (▲), 4.12 at 160% (△) and 5.49 at 190% (•) levels of standard nutrient concentration.

と葉面積当り窒素含量 (Nitrogen content per leaf area: NCLA) の関連がうかがわれた (第5図)。

そこで, NCLW, NCLA, クロロフィル含量および SLA と NAR の関係を調べた結果, どの培養液濃度区においても, NAR は NCLW ではなく, NCLA との間に高い正の相関関係を有していることが明確になるとともに, NCLA と NAR の関係における回帰直線の傾きは培養液濃度 10% および 40% で大きく, それ以上の濃度では同程度で小さいこと, すなわち, NCLA に対する NAR の増加率は低培養液濃度条件下で高いことが明らかになった (第3表, 第6図)。この差異の原因については, 必ずしも明確ではないが, 低培養液濃度では個体の C/F 比が大きく, とくに根部の割合が大であったことから, シンクがソースに対して大であるために, 換言すれば, いわゆるシンク効果によって単位 NCLA 当りの NAR が高まったものと推察された (第7図)。従来, C/F 比と NAR の間には一定の関係がみられないとする報告⁷⁾があるが, この結果は, 本実験でも NAR にほとんど変化が認められなかった C/F 比 0.8~1.1 の範囲において得られたものであり, 両結果は矛盾しないものと考えられる。

何れにせよ, NCLA と NAR の間に有意に高い正の相関関係が認められたことは, NAR が高く維持される上では, 葉面積拡大の際に, 乾物重当りの窒素含有率ではなく, 葉面積当りの窒素含有率が高

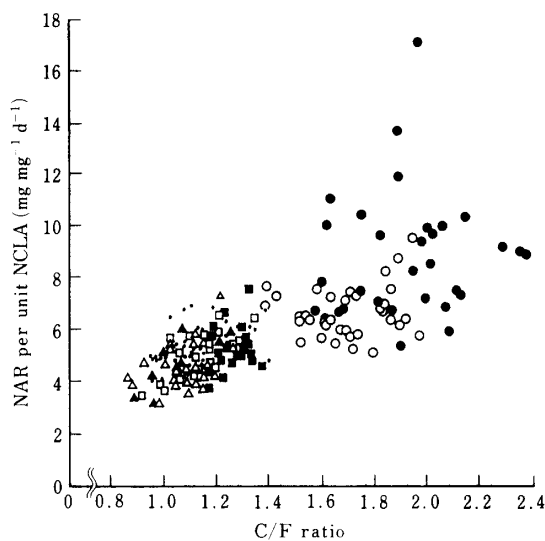


Fig. 7. Relationship between C/F ratio and NAR per unit NCLA under different nutrient concentrations.

Symbols are the same as those in Fig.6.

Table 4. Range of varietal difference in growth parameters under different nutrient concentrations.

Growth parameter	10%		40%		70%		100%		130%		160%		190%	
	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)	Max. (a)	Min. (b)
JW	0.358	0.123	2.91	0.163	1.141	0.163	7.00	0.163	1.141	0.163	1.141	0.163	1.141	0.163
RGR	0.122	0.055	2.22	0.064	0.126	0.064	1.97	0.064	0.126	0.064	1.97	0.064	0.126	0.064
NAR	1.774	0.566	3.13	0.547	2.25	0.902	2.25	0.902	2.25	0.902	2.25	0.902	2.25	0.902
LAR	133.1	49.9	2.67	90.9	1.71	215.9	1.71	215.9	1.71	215.9	1.71	215.9	1.71	215.9
SLA	446.9	217.0	2.06	393.1	215.8	0.336	1.82	537.6	292.2	1.84	455.5	284.7	1.60	548.0
LWR	0.395	0.277	1.43	0.430	0.430	0.480	1.14	0.646	0.426	1.52	0.531	0.427	1.24	0.537
NCLA	14.5	7.2	2.01	16.1	8.6	1.87	15.0	8.5	1.77	16.9	11.4	1.48	17.1	9.8
NCLW	3.36	2.62	1.28	4.12	2.90	1.42	5.07	3.99	1.27	5.49	4.34	1.27	6.27	4.58
CCLA	199.0	102.8	1.94	199.6	117.1	1.71	159.7	88.3	1.81	160.8	102.7	1.57	157.1	80.9
CCLW	46.84	44.04	1.06	47.46	44.45	1.07	48.15	46.37	1.04	47.58	44.52	1.07	48.32	44.33

Data of JW per plant (g) are for 33 days after germination, data of RGR ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$), NAR ($\text{mg cm}^{-2} \text{d}^{-1}$), LAR ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$), SLA ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) and LWR (g g^{-1}) are from the 2nd growth analysis. NCLA (mg dm^{-2}), NCLW (mg dm^{-2}), CCLA (mg dm^{-2}) and CCLW (mg dm^{-2}) are in leaf blade of rice seedlings grown for 33 days after germination.

く維持されていることが重要であることを示すものである。このことは、イネ葉身の窒素含有量が可溶性蛋白含有量および RuDPCarboxylase (RuDPc) 活性と高い正の相関関係にあること¹⁹⁾からすると、いわゆる従来から使用されている「窒素保持力」という概念に対して実体を付与するものと考えられ、極めて注目される点である。一方、NCLA と同じ単位葉面積当りであっても、クロロフィル含量と NAR との間に密接な正の相関関係が認められなかったことは、品種が異なればクロロフィル含量の多少によって栄養状態の診断が同じ含量基準を用いてはできないことを示している。この点に関して、内

田ら²⁷⁾は、温度、培養液窒素濃度および光強度を変えて育成したイネの個葉光合成能力が、クロロフィル含量よりも全窒素含量や可溶性蛋白含量、Fraction I 蛋白含量とより高い正の相関を示すことを、また坂¹⁹⁾は、光合成速度と高い正の相関を示す RuDPc 活性とクロロフィル含量の間の相関関係は生育時期で異なり、栄養生長期では有意な相関が認められないことを明らかにしている。したがって、これらの結果を考え合わせると、葉面積当り窒素含量は、将来、品種の違いを含めて稲体の栄養診断を可能とする手法を確立する上での有望な指標の一つといえ、この意味においても注目すべき重要な

Table 5. Varietal difference in CCLW, and relationship between SLA and CCLA under different nutrient concentrations.

Concentration (%)	CCLW		SLA and CCLA	
	Mean	C.V.	Regression equation	Coefficient (r ² =)
10	45.59	1.60	$-1.000x^{455.2}$	-0.981**
40	46.00	1.31	$-0.999x^{455.0}$	-0.963**
70	47.03	0.90	$-0.990x^{443.8}$	-0.977**
100	46.06	1.33	$-1.017x^{509.8}$	-0.992**
130	45.84	1.92	$-1.029x^{544.4}$	-0.972**
160	46.21	3.07	$-0.961x^{365.7}$	-0.975**
190	46.11	1.86	$-0.958x^{360.8}$	-0.966**
A11	46.12	2.02	$-0.979x^{406.8}$	-0.969**

Data of SLA are from 2nd growth analysis.

** : Significant at 1% level.

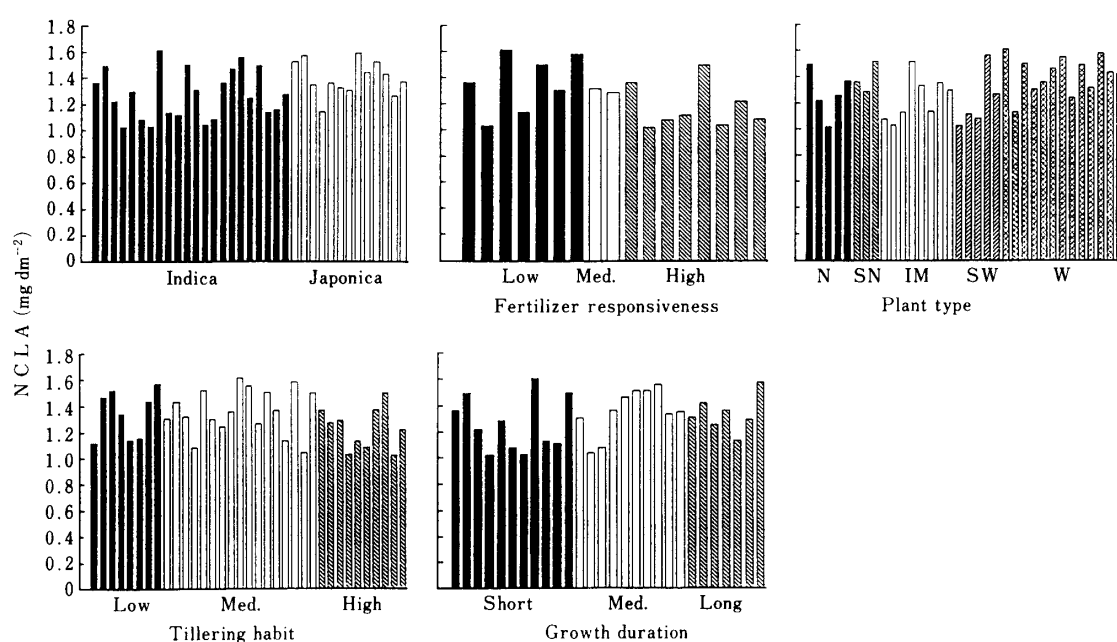


Fig. 8. Comparison of ecotypes and growth types in NCLA under standard nutrient concentration of culture solution.

形質といえよう。

以上の結果から、幼苗期の生長速度の大きい品種の特徴を取りまとめて表現すれば、葉面積の拡大を葉身の薄化に依存するのではなく、葉身への高い乾物分配率に依存し、葉面積当り窒素含有量が高く、光合成関連酵素活性の高い葉身を展開する特性を有しているものといえ、とくに、少肥条件下においてもこの特性を有することが、少肥向品種の具備すべき要件の一つとして重要であろうと推察された。

各生長パラメーターにおける品種間変異 第4表には、品種間での各生長パラメーターの変異巾を検討するために、培養液濃度区別にその最大値、最小値および両者の比を示した。発芽後33日間のΔWでは最大約9倍、RGR、NAR、LAR、SLAとNCLAでは2～3倍の品種間差異があることが明確になるとともに、LWRおよびNCLWにおける品種間変異は他のパラメーターに比較して小さいことが明らかになった。本実験で用いた35品種の中でも、RGR、NAR、LAR、SLAおよびNCLAに、この程度の大きな品種間差異があったこと、とくに、その差異が低培養液濃度域において比較的大であったことは、少肥向品種の育成を図ろうとする上での可能性を示唆するものとして注目され、さらに、世界に7万種類以上のイネ (*Oriza sativa* L.) が現存していること¹¹⁾を考え合わせると、その可能性は一層高まるものと推察される。他方、葉身の乾物重当り炭素含量 (Carbon content per leaf weight: CCLW) については、品種および培養液濃度の違いによっても変動しない極めて安定した形質であることが明らかになり、したがって、葉面積当り炭素含量 (Carbon content per leaf area: CCLA) はSLAによって、ほぼ同じ関係式において極めて単純に規定されることが明確になった (第5表)。このことは、炭素が葉身構造上の主要元素であることを考慮すると極めて当然な結果ともいえるが、窒素増肥等によってSLAが増大した場合には、それに応じて強度の小さい葉身が形成されることを示唆し、受光態勢に係わる葉身の形態を基本的に規定する要因として興味深い事実といえよう。

他方、第8図には、インド型、日本型の別、従来の耐肥性程度、穂数型、穂重型および生育日数の別と、100%濃度区におけるNCLAとの関係を示したが、何れも明確な対応関係は認められなかった。同様の結果は他の濃度区においても、またSLAとの関係においても認められ、対肥料反応性の解明に

においては、従来の品種分類に囚われず、幅広くイネ品種を対象とした調査研究が必要なことを改めて提起しているものといえる。とくに、インド型と日本型の間にも明確な差異が認められなかったことは、従来の報告²⁰⁾と一致しないが、この相違は、緒言でも指摘したように、従来の研究で両品種群の代表として取り扱われた品種が、その数および属性において極めて限られていたことによるものと考えられる。また、耐肥性との関連についても、前述の通り、従来の耐肥性が、多肥条件下における収量の多少で判定されているものであることから、栄養生長の肥料反応を必ずしも反映していないことによると考えられ、本実験の各生長パラメーターとの間に一定の対応関係が認められなかったことは当然かも知れない。

以上の結果から、本研究では、イネ幼苗期における生長速度には培養液濃度によって大小関係が変わらない極めて大きな品種間差異があることが明確になり、低培養液濃度条件においても葉面積当り窒素含有量が高いことが、また、高培養液濃度条件によって葉面積の拡大が助長される場合にも、葉面積当り窒素含有量が高く維持されることが、生長速度が大きい品種群のもつ重要な特性として指摘された。そして、この葉面積当り窒素含有量が、従来、概念的に用いられていた「窒素保持力」の実体として、また将来における有望な栄養診断の指標として、極めて重要な形質であることが示唆されるとともに、その品種間差異には、これまでの品種分類と特定の対応関係にないことが明確になった。

引用文献

1. Akita, S., L. Blanco and S.S. Virmani 1986. Physiological analysis of heterosis in rice plant. Japan. Jour. Crop Sci. 55 (Extra issue 1): 14-15.
2. 馬場 赴 1956. 耐肥性品種. 戸刈義次・松尾高嶺編 稲作講座 I. 朝倉書店, 東京. 65-73.
3. 趙 東三・村田吉男 1980. 水稻の光合成と物質生産に関する研究. 第1報 窒素追肥による光合成能力の品種間差異. 日作紀 49: 88-94.
4. ———・横井誠一・村田吉男 1980. ————. 第2報 窒素追肥による葉内窒素成分の変化と光合成能力との関係における品種間差異. 日作紀 49: 608-614.
5. 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6報 窒素施用が草型の異なる水稻品種の葉肉構造に及ぼす影響. 日作紀 39: 426-430.
6. イワントアリ・高村奉樹・土屋幹夫・小合龍夫 1988. 分げつ期土壌水分処理に対する稲品種の反応. 日作

- 紀 57 (別 1): 187-188.
7. 池永 昇・森田林逸・升尾洋一郎 1968. 水稻における純同化率の季節的变化. 日作紀 37: 614-617.
8. International Rice Research Institute 1982. Agronomic and related characteristics. Annual Report for 1982. IRRI, Los Banos. 16-22.
9. ————— 1983. Drought resistance. Annual Report for 1983. IRRI, Los Banos. 68-91.
10. ————— 1986. Adverse soils tolerance. Annual Report for 1986. IRRI, Los Banos. 122-139.
11. ————— 1986. Genetic resources program. Annual Report for 1986. IRRI, Los Banos. 2-5.
12. Mackinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. Jour. Biol. Chem. 140: 315
13. 宮川修一 1981. インド型水稻の圃場における窒素収支の品種間差異. 熱帯農業 25: 107-114.
14. 長戸一雄・山田記正・F.M. チャウドリー 1971. ナッソ追肥に対する日本型および印度型水稻の反応. 日作紀 40: 170-177.
15. 農林水産省農蚕園芸局 1985. 水陸稲都道府県別特性表. 水陸稲・麦類奨励品種特性表. 農業技術協会, 東京. 63-160.
16. 折谷隆志・円佛利康・葭田隆治 1979. 作物の窒素代謝に関する研究. 第 16 報 水稻各品種における光合成, 葉面生長と N 代謝との関係. 日作紀 48: 10-16.
17. 長田明夫・村田吉男 1962. 水稻品種の光合成と耐肥性に関する研究. 第 1 報 中生品種の光合成と耐肥性に関する研究. 日作紀 30: 220-223.
18. ————— 1962. —————. 第 2 報 早生品種の光合成と耐肥性に関する研究. 日作紀 30: 224-227.
19. 坂 齊 1976. イネの生育に伴う RuDP カルボキシラーゼ活性の変動. II. 光合成・呼吸速度, クロロフィル量等との関係. 日作紀 45 (別 2): 179-180.
20. Shi Q. and S. Akita 1988. Biomass production and grain yield of IR cultivars in high nitrogen water culture. Japan. Jour. Crop Sci. 57 (Extra issue 1): 23-24.
21. 田中 明 1958. インド稲の栄養生理的特性. 農及園 33: 299-304.
22. ————— 1971. 品種の特性とその背景. 熱帯稲作生態論. 養賢堂, 東京. 18-65.
23. 土屋幹夫 1985. 今日までに育成された稲 IR 品種の生育と収量性. 日本熱帯農業学会 第 58 回講演会要旨: 28-29.
24. —————・B.S. Vergara・和田源七 1986. 低窒素条件における水稻品種の窒素に対する反応. 日作紀 55 (別 1): 50-51.
25. 田中孝幸・松島省三 1971. 水稻収量の成立原理とその反応に関する作物学的研究. 第 98 報 葉身窒素含有率および葉身の厚さが個葉の葉面および裏面の光同化曲線に及ぼす影響. 日作紀 40: 164-169.
26. 角田重三郎 1960. 形態と機能からみた多収性品種. 松尾高嶺編, 稲の形態と機能—稲多収の基礎理論—. 農業技術協会, 東京. 179-228.
27. 内田直次・伊藤亮一・村田吉男 1980. 作物の葉における光合成機能の発達と衰退に関する研究. 第 1 報 イネ葉の発達過程における変化. 日作紀 49: 127-134.