

水稻早期栽培における栽植様式と生育との関係

植木健至・佐藤宗治*

(作物学研究室・*育種学研究室)

昭和62年8月10日 受理

The Relationship between Planting Pattern and Yield Related Traits in Early Cultured Rice Plants

Kenji UEKI and Muneharu SATO*

(Laboratory of Crop Science, *Laboratory of Plant Breeding)

緒 言

近年、暖地における早期水稻の収量が著しく停滞していることは多くの統計資料からも明らかである。この原因を栽培技術的視点よりみれば堆肥施用の減少に伴う地力の低下に加えて、農村労働力の流出によって技術の粗放化もまた進行した結果ではないかと推定されるのである。とくに後者については、栽植様式の変化が端的に物語っているように思われる。1例をあげれば、本来密植が要求される早期作の栽植密度は減少の一途をたどり、普通作のそれに近いまでに接近している状況である⁸⁾。

栽培様式と水稻生育様相との関係については、生態学的観点からこれまで Kira ら³⁾、近藤⁴⁾、武田ら⁷⁾、Yamada ら⁹⁾を始めとして数多く発表されている。理論的には栽植密度を増加すれば最終収量は一定となるにしても、実際的にはそれぞれの地域の立地条件に対応して最適密度が決定されることはいうまでもない。とくに鹿児島県の早期作地帯においてはシスラを母体として透水性の大きい砂壤土が多いために、栽培様式の粗放化の悪影響を一層拡大していることは容易に想像される。

本研究は、このような観点から改めて早期水稻の栽植様式(栽植密度、1株苗数)の差異と、堆肥施用の有無との組み合わせが収量に及ぼす影響をみたものであるが、ここで稲体要因としてとくに稈基重に着目した理由を若干述べたい。

最初に稈基重の概念を発表した片山²⁾は、第1伸長節間の長さ及び太さが、その稈に着生する穂の大きさと密接に関係を有すること、そしてその表示法として稈基部10cmの風乾重量を稈基重と命名した。その後、松尾⁵⁾は暖地稲作を論ずるなかで、暖地水稻が寒地のそれに比べて1穂粒数ひいては穂重が小さいことが稈

基重と密接に関連していることを指摘し、また松島⁶⁾は収量解析に関する研究のなかで、1穂穎花数と稈基第1伸長節間の太さとは高い相関関係を有することを実証している。普通期水稻と異なり、南九州の早期水稻の節間伸長期は日照時数の少ない梅雨期にかかる時期で、軟弱な生育を示しやすく、この時期の稈の肥大様相の差異が収量に大きく影響するものと考えたからである。

材 料 と 方 法

品種：コシヒカリ

試験区の構成：栽植密度2段階(密植区30×12cm・27.8株/m²および疎植区30×18cm・18.5株/m²)、1株苗数4段階(1, 3, 5および8本区)、土壌条件2段階(堆肥4t/10a施用区および無施用区)の組合せ合計16区を設けた。なお、密植区、疎植区の株数は、それぞれ早期、普通期水稻における鹿児島県の耕種基準に従ったものである。鹿大農学部内水田(透水性の大きいシラス土壌)を使用し、1区当たり面積2.4m²の半精密栽培とした。

栽培方法：苗令3.5(不完全葉も含む)の稚苗を1986年4月24日に移植した。元肥としてN5kg/10a, P₂O₅7kg/10a, K₂O5kg/10aを、中間追肥としてN2kg/10aを、そして穂肥としてN, K₂O何れも3kg/10a施用した。8月11日に収穫した。

収穫物調査：収穫、風乾後に各区とも、穂数において最も各区の平均植に近い5株を選定し、主稈と分けつ茎とにわけて、収量構成要素ならびに稈基重を測定した。なお、稈基重は稈毎に付着根を切り離し、第1伸長節間の下端より上部10cm部分の風乾重をもって表示した。

結 果 と 考 察

実験期間の気象条件は概ね平年並に推移したが、収

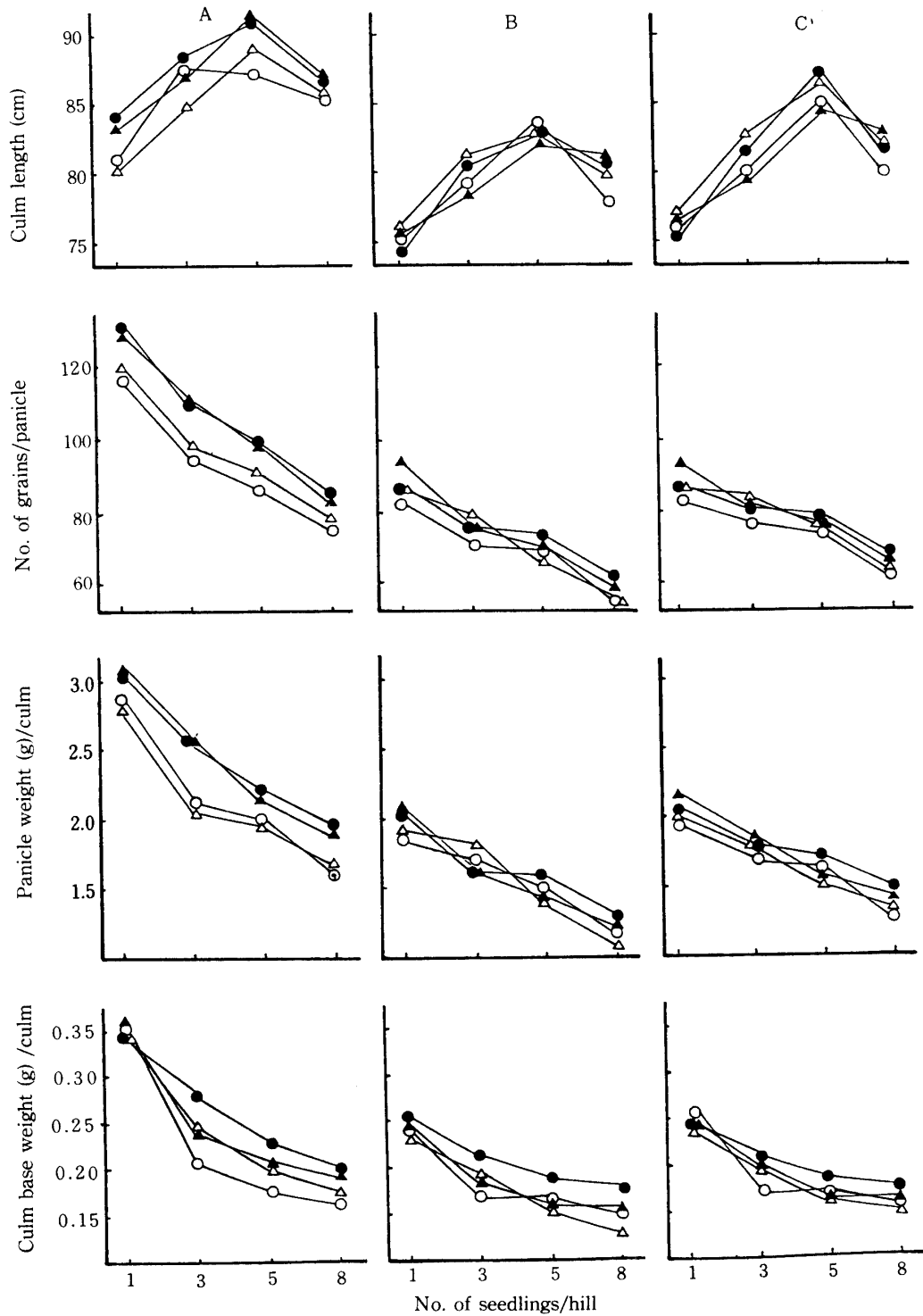


Fig. 1. Culm-wise responses of yield related traits on planting patterns and manure application.

A, B, and C represent the average of main culms, that of tillers and that of all culms, respectively.

Symbols: ● sparse planting and no manure application,
○ dense planting and no manure application,
▲ sparse planting and manure application, and
△ dense planting and manure application.

穫前約15日に当たる7月24日に集中豪雨があり、一部の株に倒伏をみたため直ちに支柱を立てて復元した。全体的な収量には大きな影響はなかったと思われたが、弱小分けつ茎には稔実不良となるものもみられた。このため、本調査は80株（1区5株、16区）のうち、稔実歩合80%以下の弱小茎を除外し健全穂をもつ1289茎を対象として実施した。

1. 1茎に着目した場合

調査茎を主稈群と分けつ群に分け、1茎当たりの稈長、1穂穎花数、1穂重および稈基重についての調査結果を Fig. 1 に示した。

まず稈長については、主稈群>分けつ群の傾向が、また主稈群においては疎植区が密植区より勝る傾向がみられたものの全体的には栽植密度、堆肥施用の影響は少なかった。最も影響が大きかったのは1株苗数であって、1株苗数の増加につれて稈長は長くなるが5本植でピークとなり、8本植では減少するということがみられた。この稈長に表れた様相については後述したい。次に1穂穎花数は Table 1 の相関表からみても明らかなように1穂重と類似の傾向を示し、両者共に1株苗数の増加につれて減少傾向を示すが、疎植>密植の傾向が主稈群において明瞭にみられた。同様のことは稈基重においてもみられる。ここでも全体的に1株苗数の増加につれて減少するが、1本植を除いた主稈群に疎植>密植の傾向がみられるようである。以上 Fig. 1 を全体的にみれば、稲体に及ぼす疎植の効果が主稈群に表れ、分けつ群に少なかったこと、また

栽植様式が同じであれば堆肥施用効果がみられなかったことが注目されるのである。

Fig. 2 は1穂重と稈基重の関係を各処理区の平均値からみたものであるが、主稈、分けつを含めて極めて高い相関がみられる。稈基の肥大は松島⁶⁾によると幼穂形成前5日頃から幼穂発育中期頃までに決定されるという。つまり、Fig. 1 にみられる様相から、この時期における植付苗数、栽植密度に由来する空間密度の差異が茎の肥大にひいては1穂重につよく影響し、反面土壌条件の影響は少なかったと考えられるのである。なお前述した稈長と稈基重との関係を全調査茎を

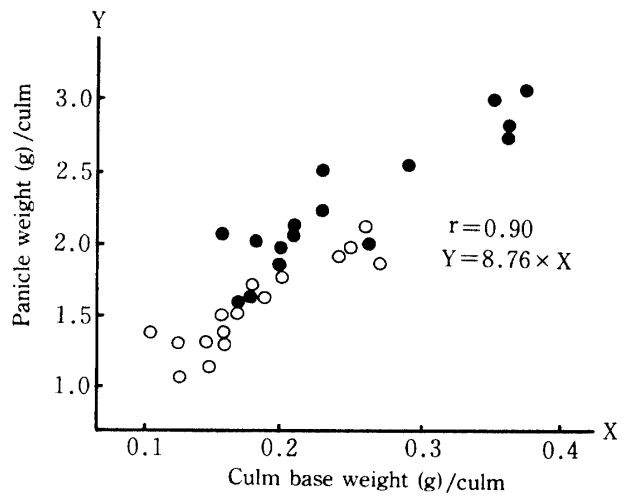


Fig. 2. Culm-wise relationships between panicle weight and culm base weight. Symbols: ● main culms, and ○ tillers.

Table 1. Culm-wise correlation coefficients* of yield related traits of rice

	Culm length	No. of grains per panicle	Panicle weight	Culm base weight
Culm length	1.00	0.58	0.54	0.27
No. of grains per panicle		1.00	0.97	0.72
Panicle weight			1.00	0.77
Culm base weight				1.00

*: No. of observations = 1289.

Table 2. Significance levels of effects of planting pattern and manure application culm-wisely determined by analyses of variance

	No. of seedlings per hill	Planting density	Manure application
Culm length	**	NS	NS
No. of grains per panicle	**	**	NS
Panicle weight	**	**	NS
Culm base weight	**	*	*

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.
NS : Nonsignificant at the 0.05 level.

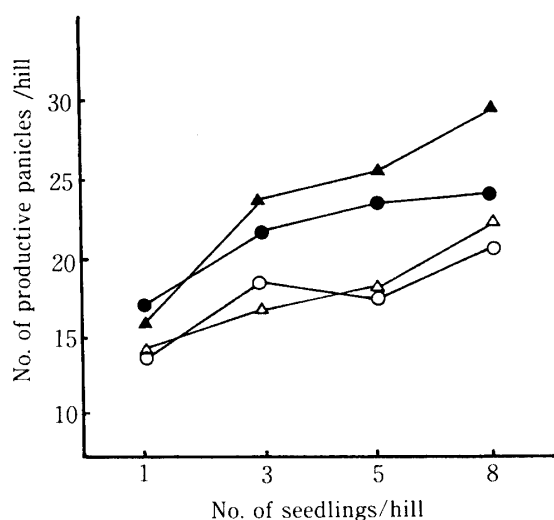


Fig. 3. Hill-wise relationships between the number of productive panicles and the number of seedlings/hill. Symbols are the same as in Fig. 1.

対象とした Table 1 でみると両者、即ち稈の長さとも太さとの関係は稀薄で、両者ともに1穂粒数、1穂重に影響するものの、稈基重においてその影響度ははるかにまさることが明らかである。

Table 2 に処理と稲体要因との関係についての分散分析の結果を示した。ここでも1株苗数はここにあげた稲体要因すべてにつよく影響し、また栽植密度も稈長以外の各要因と有意であったが、堆肥処理の影響は稈基重においてわずかに認められるのみであった。

2. 1株当たりに着目した場合

1株当たりと異なり、ここでは穂数が大きな要因として加わる。有効穂数については Fig. 3 に示すように疎植>密植は当然としても、各処理区とも1株苗数の増加につれて増加する傾向がみられるが、3本以上ではその差は比較的少なかった。ただここで疎植区において、堆肥施用の効果が明瞭に表れたことが注目される。

次に、1株着粒数については、主稈群着粒数、分けつ群着粒数及び両者の合計である1株総着粒数にわけて Fig. 4 に示した。当然のことながら主稈群では1株苗数の増加（主稈数の増加）につれて着粒数は増加し、分けつ群では逆の傾向がみられ、結果として、1株総着粒数は1本植を除いて各処理区とも植付苗数による影響は穂数における場合よりも小となっている。ここで特徴的なことは、1株当たりに着目した場合は逆に栽植密度、堆肥施用の差異による影響が主稈群では比較的少なかったのに対し分けつ群では処理区間

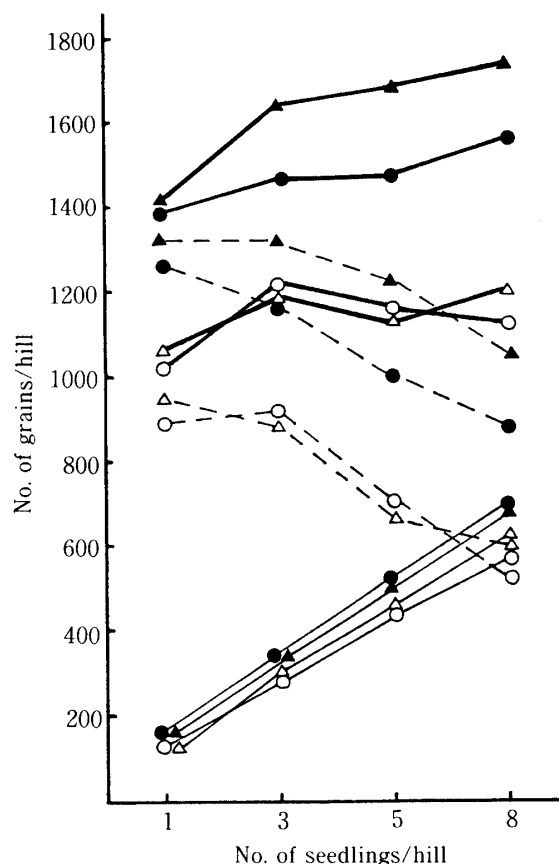


Fig. 4. Hill-wise relationships between the number of grains and the number of seedlings/hill.

— : represents all culms,
— : main culms, and
- - - : tillers.

Symbols are the same as in Fig. 1.

差が明瞭に表れたことである。つまり、分けつ群において全体的に疎植>密植であるが、とくに疎植区においては、堆肥施用効果が顕著に表れた反面、密植区においてそれがみられなかったことである。

主稈群、分けつ群の穂重は Fig. 5 に示したように上述した着粒数の傾向を反映したものとなっており、結果として1株穂重は堆肥施用・疎植区で最も大で、無堆肥・疎植区がこれにつき、密植区が堆肥施用の有無に拘らず最低となったが、全体的に植付苗数の影響は極めて小となった。1株穂重と1株稈基重との相関を Fig. 6 に示した。全体的に有意の相関関係がみられるが、Fig. 2 の1株当たりの場合と比較すると、その関係はやや低くなることが認められた。

3. 面積当たりに着目した場合

1株穂重を m^2 当たり換算したのが、Fig. 7 である。前述のように1株穂重と1株総粒数は極めて類似の傾向を有するため、ここでは穂重についてのみ述べ

る。まず1本植区では堆肥施用、密植効果がともに表れたものの、3~5本植区では、無堆肥・疎植区を除いた3区間には大差がみられなかった。ただ無堆肥の場合に注目すると、疎植区では植付苗数の増加につれて穂重が増加する反面、密植区では8本植になるとかえって減少すること、つまり植付苗数の効果が栽植密度の差異によって異なることが推定されるのである。この点は石井¹⁾の株間距離が長くなるにつれて1株苗数増加の効果が高まるとの報告と一致するものである。

以上述べた諸結果のなかからとくに特色的と思われる次の2点について述べたい。

まず、全調査茎を対象とした場合の1茎当たりの稈基重に着目すると、1穂重との間に極めて高い相関関係をもち、かつ簡単な1次直線として表示されることより考えて、稲作診断の方法としては稈長よりも有効であることが認められるのである。一方、各処理区の

平均値別にみれば、1株苗数の増加に反比例して稈基重は減少する傾向がみられたが、本実験においては1株苗数の増加につれて穂数もまた増加したことより考えて、穂数増との補償作用とみることが出来る。ただ前述のように、8本区は何れの処理区においても稈長が減少したことより考えて、極端な1株苗数の増加は若干の生育抑制をもたらすものと考えられる。なお、堆肥施用が稈基重の増大に直結せず穂数増となって表れたことに対しては、盛夏期の普通作と異なり、比較的低温、寡照期に生育する早期水稻の気象環境による

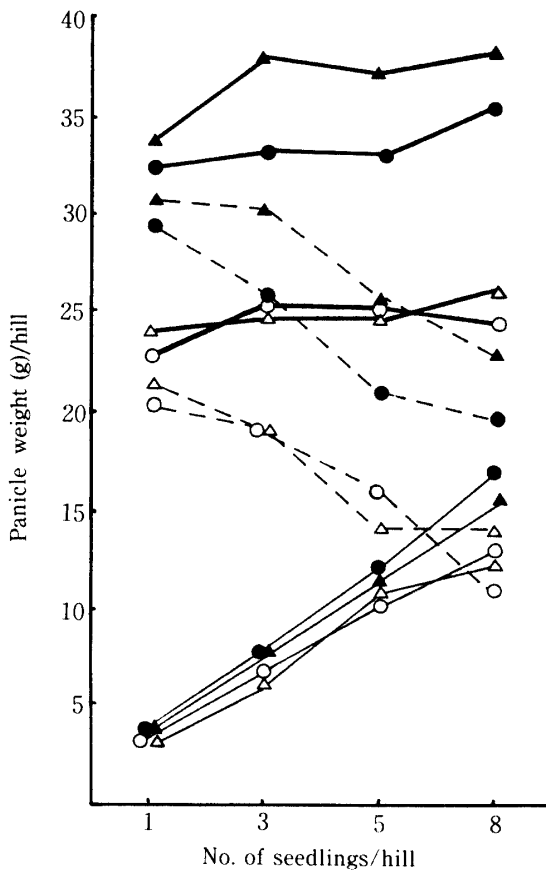


Fig. 5. Hill-wise relationships between panicle weight and the number of seedlings/hill. Lines and symbols are the same as in Fig. 4.

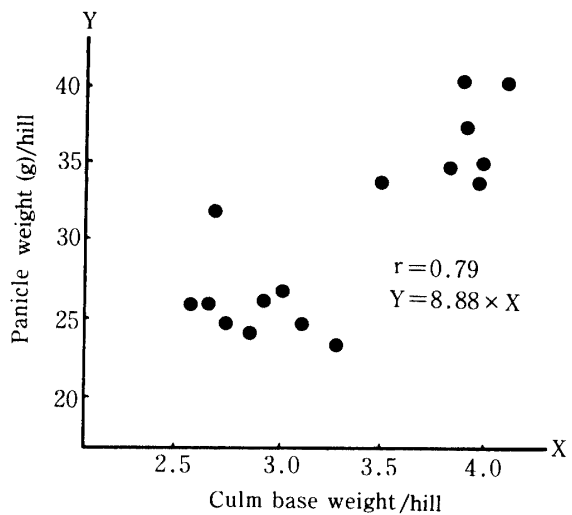


Fig. 6. Hill-wise relationships between panicle and culm base weight.

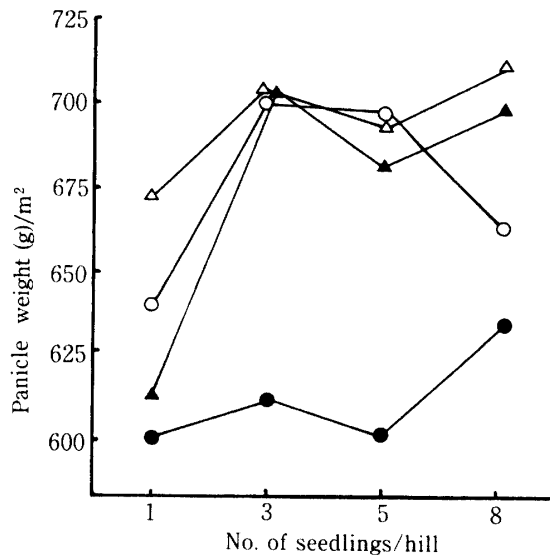


Fig. 7. Relationships between panicle weight and the number of seedlings/hill. symbols are the same as in Fig. 1.

ものと考えられるが、この点に関しては追試して検討したい。一般に穂数に対する依存度が高いといわれる早期水稲において将来飛躍的な増収を指向するためには、1茎毎の稈基重の増大をはかりそれが穂の増大に直結するような栽培法の開発が望まれるのである。

つぎに m^2 当たり穂重から単収を推定すると明らかに密植効果がみられたが、疎植であっても堆肥施用によって分けつ群の穂数ひいては穂重を増加し、結果的に密植の場合と殆んど同様の単収が得られることがわかった。周知のようにコシヒカリの品種特性からみて、化学肥料の増施は直ちに倒伏と直結することより考えて、堆肥を施用しなければ、疎植はそのまま低収量と直結するということである。このような観点から、ここで鹿児島県で行われた農家の実態調査を引用したい。その1つ土壌管理実態に関するアンケート調査^{#1)}は、堆肥施用農家は約半分以下であることを示している。少なくとも水田よりも畑が多い鹿児島県では堆肥の施用が畑に向けられ、水田に対する投与が極めて少ないことは確実である。また、早期水稲の栽植密度に関する実態調査^{#2)}によると、抽出農家63戸のうち県の基準値27.8株/ m^2 を守っている農家はわずか1戸であり、普通作のそれに近い21株/ m^2 未満の農家数は7割にも達しているという。本実験は有機物施用か密植化の何れか推進しない限り、西南暖地の早期水稲の収量の停滞は打破出来ず、1株苗数の増加等によって補えるものではないことを示したものと見える。

要 約

暖地水稲早期栽培において栽植様式の生育に及ぼす影響を堆肥施用の有無との関連において調査した。

1茎に着目した場合、1株苗数は調査した稲体要因すべてに強く影響し、また栽植密度も稈長以外の各要因、つまり1穂粒数、1穂重、稈基重と有意であったが、堆肥施用有無の影響は稈基重においてわずかに認

められるのみであった。なお、全調査茎を対象とした1茎当たりの稈基重と1穂重の間には極めて高い相関が認められた。

1株当たりに着目すると、疎植によって穂数は増加するが、同時に1株苗数の増加によっても増加する傾向がみられた。この傾向は1株着粒数でも類似したが、植付苗数の影響は極めて小さくなった。ここで特徴的なことは疎植区の分けつ群において堆肥施用の効果が顕著にみられ、結果として1株穂重もまた同区において最大となったことである。

最後に面積当たり穂重から収量を推定すると、明らかに密植区は疎植区より勝ったが、疎植であっても堆肥施用によって密植区と同様の収量が得られることが認められた。

文 献

- 1) 石井龍一・角田公正・町田寛康：作物の生育・収量に及ぼす栽植の不均一性の影響に関する影響。(第2報)1株植付苗数の不均一な水稲個体群における株間補償と個体間競争。日作紀, **41**, 57-62 (1972)
- 2) 片山 佃：水稲における分蘖の分解的研究。農試彙報, **1**, 327-371 (1931)
- 3) Kira, T., Ogawa, H. and Sakazaki, N.: Intraspecific competition among higher plants. I. competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed population. *Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ. D.* **4**, 1-16 (1953)
- 4) 近藤頼巳：水稲における栽植密度の増加について。農及園, **19**, 667-674 (1944)
- 5) 松尾大五郎：稲作診断。p.223-227, 養賢堂, 東京(1950)
- 6) 松島省三：稲作の理論と技術。p.112-125, 養賢堂, 東京(1959)
- 7) 武田友四郎・広田 修：水稲栽植密度と子実収量との関係。日作紀, **40**, 381-385 (1971)
- 8) 植木建至：限界地農業の展開。p.109-130, お茶の水書房, 東京(1946)
- 9) Yamada, N., Ota, Y. and Nakamura, H.: Ecological effects of planting density on growth of rice plant. *Jap. Jour. Crop Science*, **29**, 329-333 (1961)

注 1. 鹿児島県農業試験場, 土壌管理実態調査書 (1979~1982)

注 2. 鹿児島県, 水田作利用総合対策地区別会議資料 (1983)

Summary

Effects of planting pattern and manure application, including their interactions, on the yield related traits of the early-season-cultured rice were evaluated in Kagoshima, a warm region in Japan.

The culm-wise analyses revealed some significant effects of the number of seedlings/hill on all the observed traits. Effects of the planting density on all the traits but culm length were also significant. No significant effect was indicated by the application of manure in any traits, except in culm base weight. A significantly high correlation between culm base weight/culm and panicle weight/culm was detected.

In the hill-wise analyses, the increase of the number of panicles was observed with the increase of the number of seedlings/hill. The sparse planting also advanced it. A similar tendency was indicated in the number of grains set in a hill, though the effect of the number of seedlings/hill was not significant enough. It should be noted that the increase of the number of tillers by the application of manure induced the growth of panicle weight/hill in a heavy manuring plot.

After considering all these results, it may be concluded that, in general, a higher planting density is more favorable for increasing panicle weight or yield in a unit area than a lower planting density. It may safely be said, however, that the application of an appropriate amount of manure is to be as effective as the dense planting, if not better, as it pushes up yield significantly in a sparse planting plot.