

## 水稻圃場試験調査法の改善のための基礎研究

### 第1報 量的諸形質の変動係数と標本数の目安

楠 田 宰

(中国農業試験場)

平成元年4月30日受理

**要 旨**：標本調査における標本数は、調査対象形質の変動係数と目標精度から算出することができる。しかし、水稻の量的諸形質の変動係数は十分に明らかにされていない。そこで、水稻圃場試験で標本調査による各種調査を行う場合に必要な標本数を明らかにするために、最高分げつ期、穂揃期および成熟期における量的諸形質の変動係数を3カ年にわたり種々の栽培条件下で調査した。なお、調査の対象としたのは、栽培試験で一般的な1株植付け本数を一定とした手植え水稻である。量的諸形質の変動係数の、年次、圃場、作期、品種、植付け条方向の違いによる差は、栽培管理がよほど粗雑でない限り小さく、これらの栽培条件が異なっても標本数に大差はないと判断された。ただし、変動係数の、栽植密度の違いによる差は無視できない大きさであった。そこで、標準的な栽植密度で栽培した水稻について、最高分げつ期、穂揃期、成熟期の生育時期別に、量的諸形質の母変動係数の99%信頼区間の上限値を調査結果から推定し、解析に用いる変動係数とした。この値を用いて、目標精度を許容誤差率5%・信頼水準68%、許容誤差率10%・信頼水準68%、許容誤差率5%・信頼水準90%、許容誤差率10%・信頼水準90%、許容誤差率5%・信頼水準95%、および許容誤差率10%・信頼水準95%とした六つの場合について、目標精度を達成するのに必要な標本数を算出した。この標本数をランダム抽出して調査すれば、それぞれの場合における目標精度を理論的に満たした標本平均値を得ることができる。

**キーワード**：水稻、標本数、標本調査、変動係数、圃場試験、目標精度、量的諸形質。

**A Basic Study on Field Experiment and Investigation Methods in Rice Plant** I. Coefficient of variation and standard sample size in the survey of quantitative characters : Osamu KUSUDA (*Chugoku National Agricultural Experiment Station, Fukuyama, Hiroshima 721, Japan*)

**Abstract** : Generally, the sample size in a sample survey can be calculated according to the coefficient of variation among the characters to be studied and also the desired precision of the survey. In the case of rice plants, however, sufficient information is not available regarding coefficient of variation in their quantitative characters. In order to obtain sample size of a sample survey in a field experiment, the coefficients of variations of characters were investigated under various conditions for a period of three years. This study was made using hand-transplanted rice of the fixed number of seedlings per hill as generally practiced in cultivation experiments. The difference of the variation coefficients due to the year, field, cropping season, variety of the crop, and the direction of planting rows was small unless cultivation management was exceptionally loose, and it was judged that differences in these cultivation conditions hardly affect the sample size for a crop survey. The difference of the variation coefficients due to differing planting densities was too large to ignore.

In this study, using rice plants grown in a standard density, statistical estimation was made on the coefficients of variation in quantitative characters at each growth period of the max tiller number stage, full heading stage and maturing stage. Then, the sample sizes in six cases of differing desired precision were computed, using the estimated coefficient of variation.

**Key words** : Coefficient of variation, Desired precision, Field experiment, Quantitative character, Rice plant, Sample size, Sample survey.

水稻の圃場試験における生育調査や収量・収量構成要素調査などは、標本調査により行われることが多い。標本調査による各種調査を実施する場合は、データの信頼性(精度)を確保するために標本の数や抽出方法については十分に注意を払う必要がある。しかし、実際には個々の試験担当者の経験等に基づき標本が抽出されることが多く、また、試験区面積や調査労力等の制約のために、データの信頼性をあまり考慮せずに標本数を削減するなど調査の簡

略化が行われる場合もある。

このため、最近では現行の圃場試験法の問題点を指摘した文献<sup>4,5)</sup>が発表されるなど、圃場試験法に対して、データの信頼性という点からも関心が持たれるようになった。圃場試験による生育診断や生育予測をより正確なものにするためには、従来にも増して試験データの信頼性が要求される。また、個別データをデータベース化して有効に利用するためにも、各データは一定水準以上の信頼性を保持してい

る必要がある。

これに対して既存の調査基準には、調査時期、調査部位等についての記述はあるものの、データの信頼性という点から最も重要な抽出標本数および標本の抽出方法と精度との関係が明記されておらず、この点を論じた文献も極めて少ない。

そこで、本研究では、水稻圃場試験において標本調査を実施する場合に必要な標本数を明らかにするとともに、効率的な標本抽出法、省力的な調査法について検討した。

本報では、栽培試験で一般的な1株植付け本数を一定とした手植え水稻について、量的諸形質の変動係数を明らかにするとともに、その栽培条件の違いによる差について検討を行った。その結果に基づいて、標本をランダム抽出して調査する基本的な場合に必要な標本数を算出した。

## 材料と方法

### 試験Ⅰ 変動係数の年次間差、植付け条方向間差および圃場間差の解明

量的諸形質の株間変動係数（以下、変動係数という）の実態を明らかにするとともに、その年次間差、植付け条方向間差および圃場間差を明らかにするために以下の試験を行った。

1985年から1987年の3カ年にわたり、中国農業試験場の水田（細粒灰色低地土、佐賀統）において、日本晴を第1表に示した条件で栽培した。全試験区ともに、乾籾換算で100 g/箱を播種して箱育苗した苗を使用し、栽植密度は条間30 cm、株間15 cmの22.2株/m<sup>2</sup>とした。

全試験区ともに、最高分げつ期、穂揃期（1985年は穂揃後12日）および成熟期に、各圃場より240株を30株×8条の長方形（1985年は160株を20株×8条の長方形）から全株採取し、量的諸形質を株ごとに調査し、変動係数を算出した。ただし、器官別乾物重および葉面積は、その内の100～120

株について調査した。

各調査時における調査は以下のように行った。最高分げつ期および穂揃期の調査は、所定の株数を圃場より掘り取り、根の周囲に付着した泥を高圧水道で洗い落とし、株ごとに草丈、生体重を測定した。乾物重は、稲を茎ごとに分解して基部に付着した泥をさらに良く洗い、根をはさみで切り落とし、80℃で48時間以上乾燥した後に秤量した。葉面積は、緑色を保っている葉身を葉面積計（林電工 AAM-7）で測定した。さらに、各器官別乾物重が全乾物重に占める割合、SLA（Specific Leaf Area、葉面積/葉身乾物重）を株ごとに算出した。

成熟期の調査は所定の株数を地際から刈り取り、株ごとに最長稈長、最長稈穂長、穂数、全籾数、および玄米千粒重を測定した。この結果をもとに、1穂籾数（全籾数/穂数）、登熟歩合（精玄米粒数/全籾数×100）を株ごとに算出した。

変動係数の年次間差は、1985年から1987年の3カ年間、A圃場で作条方向を東西にして植付けた水稻について調査した変動係数を比較して検討した。植付け条方向間差は、1987年にA圃場およびB圃場において作条の方向を東西と南北にして植付けた水稻について調査した変動係数を、圃場間差は1987年にA圃場、B圃場およびC圃場に植付けた水稻について調査した変動係数を、それぞれ比較して検討した。

### 試験Ⅱ 変動係数の作期間差、品種間差、栽植密度間差および生育時期間差の解明

主要な量的形質の変動係数の作期間差、品種間差、栽植密度間差および生育時期間差を明らかにするために以下の試験を行った。

1986年：日本晴とアケノホシを供試した。試験Ⅰと同様の苗を、移植期を5月20日、6月4日、6月18日とした3種類の作期に、栽植密度44.4株/m<sup>2</sup>（30 cm×7.5 cm）、22.2株/m<sup>2</sup>（30 cm×15 cm）、11.1株/m<sup>2</sup>（30 cm×30 cm）の3水準で1株植付け

第1表 栽培条件の概要。

試験年次	圃場	移植期	条方向	移植方法	窒素施肥量
1985	A 圃場	6月20日	東西	1株3本手植え	0.8 kg/a
1986	A 圃場	6月18日	東西	1株3本手植え	0.8 kg/a
1987	A 圃場	6月16日	東西	1株3本手植え	0.7 kg/a
	A 圃場	6月16日	南北	1株3本手植え	0.7 kg/a
	B 圃場	6月17日	東西	1株3本手植え	0.7 kg/a
	B 圃場	6月17日	南北	1株3本手植え	0.7 kg/a
	C 圃場	5月19日	東西	1株4本手植え	0.7 kg/a

本数を3本として手植えた。施肥量は窒素成分量で合計1.25 kg/aとした。最高分げつ期、穂揃期および、成熟期に各試験区から20株を連続的に抽出して、草丈、穂数（最高分げつ期は茎数）および生体重を株ごとに測定し、変動係数を算出した。調査の方法は試験Iと同様である。

1987年：アケノホシと中国108号を供試し、移植期を5月21日、6月3日、6月16日とした3種類の作期に、1986年と同様の3種類の栽植密度で移植した。施肥量も1986年と同様とした。最高分げつ期および穂揃期に1986年と同様の調査を行った。

## 結 果

### 1. 量的諸形質の変動係数とその年次間差

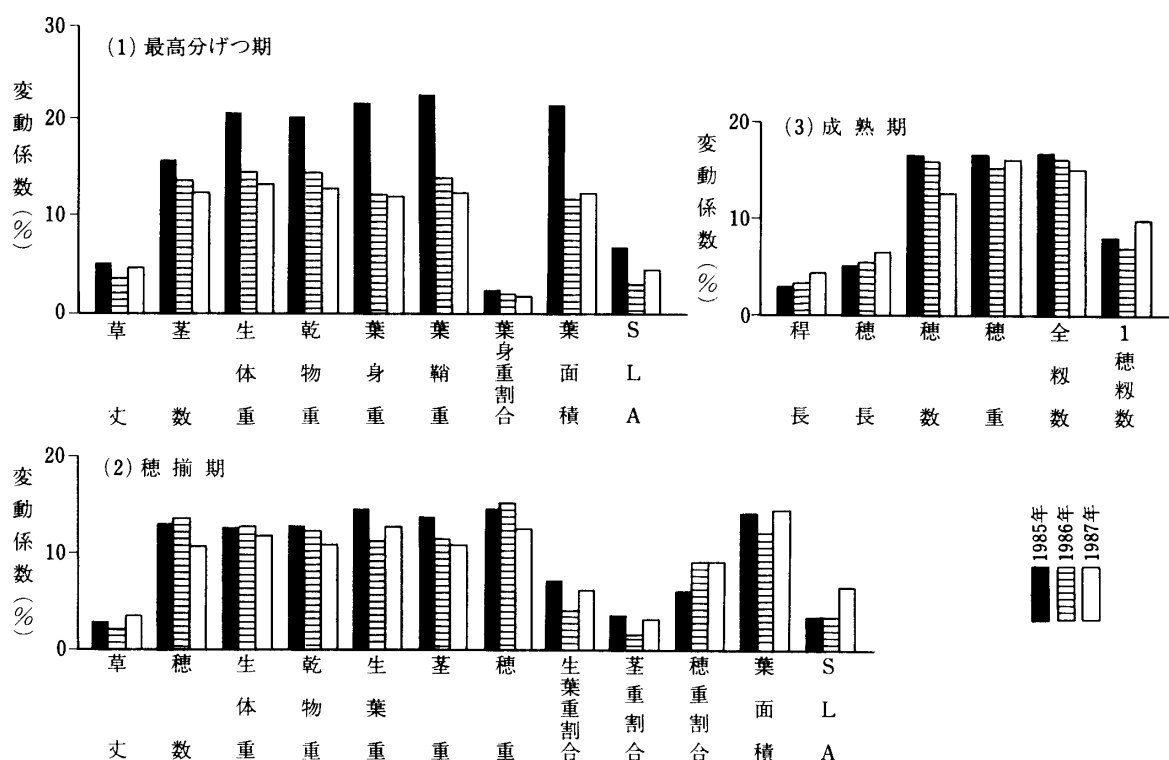
量的諸形質の変動係数を、1985年から1987年の3カ年にわたり同一圃場で栽培した水稻について調査した結果を第1図に示した。

最高分げつ期の諸形質についてみると、草丈の変動係数は3~5%と小さく、その年次間差も2%程度と小さかった。茎数の変動係数は12~15%程度で、その年次間差は3%程度であった。生体重、乾物重、葉身乾物重、葉鞘乾物重の重量形質および葉面積の変動係数は、1986年と1987年の2カ年につ

いてみると12~15%程度で、それぞれの年次間差は2%以下と小さかった。しかし、1985年が他の2カ年に比べて極めて大きな値であったため、3カ年の年次間差は7~10%と大きかった。葉身重割合（葉身乾物重/乾物重）の変動係数は約2%と小さく、その年次間差も極めて小さかった。SLAの変動係数は3~7%程度と小さく、その年次間差は4%程度であった。

穂揃期の諸形質についてみると、草丈の変動係数は、2~4%と小さく、その年次間差も小さかった。穂数の変動係数は11~14%程度で、その年次間差は3%程度であった。生体重、乾物重、器官別乾物重の変動係数は11~15%程度で、それぞれの年次間差は1~3%程度であった。各器官別乾物重が全乾物重に占める割合の変動係数は、茎重（葉鞘重+稈重）割合が2~4%程度、生葉重割合が4~7%程度、穂重割合が6~9%程度と比較的に小さく、それぞれの年次間差は2~3%であった。葉面積の変動係数は12~15%程度で、その年次間差は3%程度であった。SLAの変動係数は4~7%程度と小さく、その年次間差は3%程度であった。

成熟期の諸形質についてみると、最長稈長の変動係数は3~5%程度、最長稈穂長の変動係数は5~7%で、年次間差は両形質ともに2%程度と小



第1図 変動係数の年次間差。

さかった。穂数の変動係数は13~17%程度で、その年次間差は4%程度であった。穂重の変動係数は15~16%程度で、その年次間差は約1%と小さかった。全粒数の変動係数は15~17%程度で、その年次間差は2%程度と小さかった。1穂粒数の変動係数は7~10%程度で、その年次間差は3%程度であった。

以上のように、変動係数の年次間差は、最高分けつ期の重量形質および葉面積では1985年の値が極めて大きかったために7~10%と大きかったが、その他の形質ではほとんどが3%以下であった。

## 2. 変動係数の植付け条方向間差

量的諸形質の変動係数を、1987年に場内2カ所の圃場において、それぞれ作条の方向を東西および南北にして植付けた水稻について調査した結果を第2図に示した。

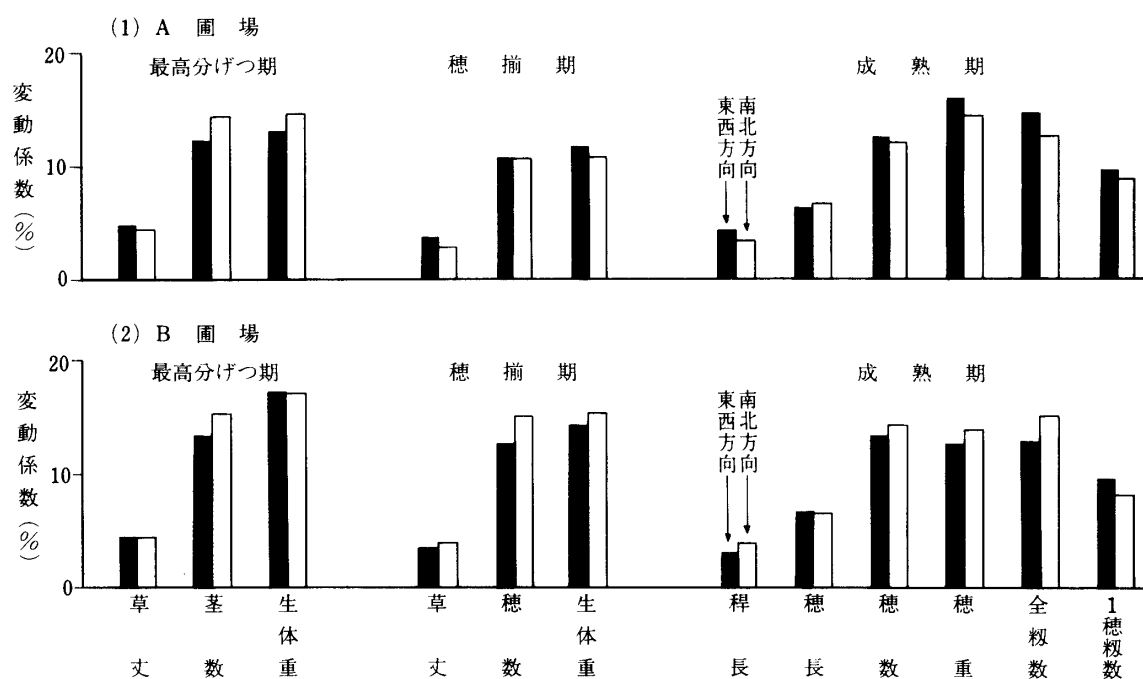
両圃場ともに、最高分けつ期、穂揃期および成熟期の全調査時において、各形質の変動係数の条方向間差は0~2%程度と小さかった。

## 3. 変動係数の圃場間差

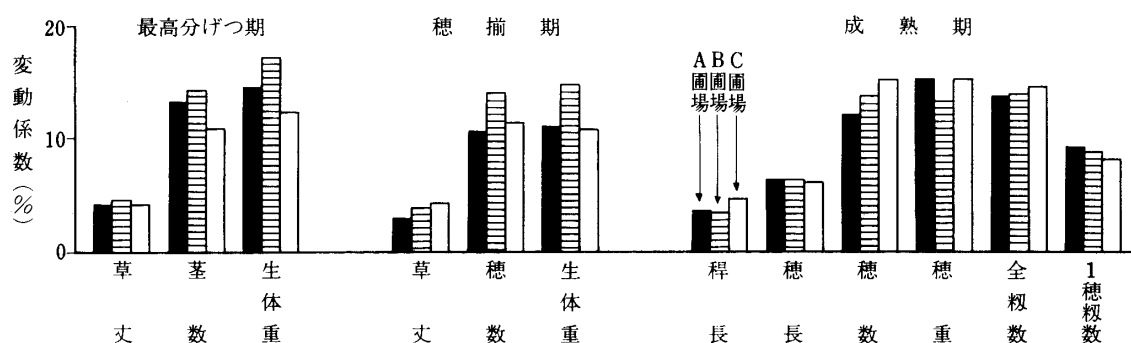
量的諸形質の変動係数を、1987年に場内3カ所の圃場で栽培した水稻について調査した結果を第3図に示した。なお、A圃場およびB圃場の値は東方向植えと南北方向植えの平均値、C圃場の値は東方向植え2反復の平均値である。

最高分けつ期、穂揃期の草丈および成熟期の最長稈長、最長稈穂長、全粒数、1穂粒数の変動係数の圃場間差は、いずれも2%以下と小さかった。しかし、最高分けつ期、穂揃期の生体重および各調査時期の茎数、穂数の変動係数の圃場間差は、3~5%とやや大きかった。

前述のように、植付け条方向間差は小さかったの



第2図 変動係数の植付け条方向間差。



第3図 変動係数の圃場間差。

第2表 変動係数の作期間差, 品種間差, 栽植密度間差および生育時期間差.

	1986 年			1987 年		
	草丈	茎(穂)数	生体重	草丈	茎(穂)数	生体重
作 期						
5月20日植え	3.26	14.32	14.14	5月21日植え	3.06	14.39
6月4日植え	3.85	14.47	15.30	6月3日植え	3.59	14.06
6月18日植え	3.07	13.20	12.97	6月16日植え	4.14	14.10
品種・系統						
日 本 晴	3.34	13.44	13.52	中国108号	3.58	14.27
アケノホシ	3.45	14.55	14.76	アケノホシ	3.61	14.09
栽植密度	**	**	**	**	**	**
44.4株/m <sup>2</sup>	3.78	16.85	16.93	44.4株/m <sup>2</sup>	4.32	17.83
22.2株/m <sup>2</sup>	3.32	14.11	14.04	22.2株/m <sup>2</sup>	3.52	13.83
11.1株/m <sup>2</sup>	3.08	11.03	11.45	11.1株/m <sup>2</sup>	2.95	10.89
生育時期	**		**	**		*
最高分けつ期	4.12	14.53	15.91	最高分けつ期	4.27	14.65
穂 揃 期	2.88	13.30	13.18	穂 揃 期	2.92	13.72
成 熟 期	3.18	14.16	13.33			13.56

変動係数はすべて%表示である.

茎(穂)数の欄は, 最高分けつ期は茎数の変動係数, 穂揃期, 成熟期は穂数の変動係数である.

\*は5%水準で, \*\*は1%水準で, それぞれ有意差があることを示す.

で, これを反復とみなし2反復, 3水準として分散分析したところ, 最高分けつ期の生体重が5%水準で, 穂揃期の生体重が1%水準でそれぞれ有意差が認められた. しかし, その他の形質では有意差は認められなかった.

#### 4. 変動係数の作期間差, 品種間差, 栽植密度間差, および生育時期間差

圃場水稻の草丈, 茎(穂)数および生体重について, 変動係数の作期間差, 品種間差, 栽植密度間差および生育時期間差を第2表に示した.

作期間差については1987年の草丈で5%水準で有意差が認められたが, その差は1%程度と小さかった. その他の形質については, 変動係数にほとんど差がなく, 有意差も認められなかった.

品種間差については, 1986年の日本晴とアケノホシとの比較および1987年の中国108号とアケノホシとの比較において, 草丈, 茎(穂)数, 生体重ともに差は0~1%程度と小さく, 有意差も認められなかった.

栽植密度間差については, 2カ年とも全形質ともに密植になるほど変動係数は大きく, 1%水準で有意差が認められた. 密植と疎植との差は, 草丈では1%前後と小さかったが, 茎(穂)数, 生体重では6~7%と大きかった.

生育時期間差については, 2カ年とも全形質ともに最高分けつ期が穂揃期よりも大きく, 1986年の

草丈, 生体重および1987年の草丈では1%水準で, 1987年の生体重では5%水準で有意差が認められた. しかし, 変動係数の差は1~3%と小さかった.

#### 考 察

標本調査法の単純任意抽出法では, 標本数は次式から近似値をもとめることができる<sup>11)</sup>.

$$n_0 \geq t\alpha^2 \frac{C_x^2}{\epsilon^2}$$

ここで,  $n_0$  は標本数,  $t\alpha$  は危険率  $\alpha\%$ ・自由度無限大における統計量  $t$  の値,  $C_x$  は母変動係数,  $\epsilon$  は許容誤差率(許容しうる誤差の平均値に対する相対的比率)である. この標本数決定の方法を圃場試験に適用したのが, 松島らの「調査個体数決定早見表」<sup>6)</sup>である.

この方法では, 正確には知ることのできない母変動係数  $C_x$  の値を必要とする. 津村ら<sup>11)</sup>によると, 一般に, 前回の調査や似通った調査の値を利用したり, また何らかの方法で若干のデータを集めて推定するなどして,  $C_x$  の値が求められている.

圃場試験においては, 収量・収量構成要素の変動係数は, 松島ら<sup>7)</sup>, 堀江ら<sup>2)</sup>, 遠藤ら<sup>1)</sup>により報告されている. しかし, 推定を目的とする調査では100程度より大きい標本が必要である<sup>10)</sup>のに対して, これらの報告では供試株数が少なく, 母集団を十分に反映した推定値とは言いがたい. 最高分けつ期や

穂揃期における量的諸形質の変動係数は、田村ら<sup>9)</sup>が草丈、茎数について、角田ら<sup>12)</sup>が草丈、茎数、生体重について報告しているが、後者は試験の主目的が異なるので推定に供試した標本数が32株と少ない。また、乾物生産特性を知るうえで重要な乾物重や葉面積については報告がない。このように、圃場水稻の量的諸形質の変動係数はほとんど明らかにされていない。

したがって、松島らの「調査個体数決定早見表」<sup>6)</sup>が有効に利用されることは少なく、松島らが調査個体数に対して問題提起してから30年以上経過した今でも、適正な標本数の決定は圃場試験を実施するうえでの大きな課題である。

本試験で明らかにした量的諸形質の変動係数は、100~240株という十分な大きさの標本を用いて調査したものである。さらに、栽培条件の違いによる差も明らかにした。よって、この試験結果から母変動係数を推定して、目標精度を達成するのに必要な標本数を算出すれば、その数値はかなり汎用性があるものと考えられる。

圃場水稻の量的諸形質の変動係数に無視できないような強い影響を与えている要因が存在すれば、その要因については水準ごとに母変動係数を推定する必要がある。まず、この点について考察する。

年次間差は、最高分けつ期の重量形質および葉面積では7~10%と大きかった。しかし、1985年の値が突出していることや、これらの形質も穂揃期、成熟期では差が3%以下と小さいことから、これは、年次間差というよりも施肥ムラあるいは植付け深のばらつきのため生じたものと考えられる。

圃場間差は、最高分けつ期、穂揃期の茎(穂)数、生体重では4~5%とやや大きな差であった。これらの形質の変動係数は、一番管理の行き届いたC圃場では小さく、水持ちが悪く雑草が多発生したB圃場では大きい傾向にあった。このことは、ここにみられた圃場間差は、圃場の地力分布や土壌条件の差によるものではなく、栽培管理の精疎の差から生じた差であることを示唆している。また、条方向間差が小さかったのは、東西方向と南北方向の試験区が隣接していたので、栽培管理の差がほとんど生じなかったためと考えられる。

変動係数の品種間差、作期間差はほとんど認められなかった。この点については、田村ら<sup>9)</sup>も品種の違いによって草丈の変動係数が極端に異なるとは考えられないと報告している。

生育時期間差は分散分析による有意差が認められ、最高分けつ期が穂揃期よりも大きかったが、変動係数の差は1~3%と小さなものであった。しかし、角田ら<sup>12)</sup>の報告における均一植区(1株植付け本数が均一)の茎数、生体重の変動係数は、分けつ初期には分けつ盛期以降よりも大きな値となっており、生育初期から成熟期までを一括して母変動係数を推定するには無理があると考えられる。そこで本報では、最高分けつ期、穂揃期、成熟期の生育時期別に母変動係数を推定することにした。

変動係数の栽植密度間差については、堀江ら<sup>2,3)</sup>が水稻、二条大麦、大豆で、小野ら<sup>8)</sup>がラッカセイ、二条大麦、ソルガム等で、密植により変動係数が増大する形質があることを報告している。本試験でも、茎(穂)数や生体重では変動係数の栽植密度間差は6~7%と無視できない大きさであった。そこで、本報で推定する母変動係数は、標準的な栽植密度の場合に限ることとする。しかし、本試験における栽植密度の水準は密植が44.4株/m<sup>2</sup>、疎植が11.1株/m<sup>2</sup>と一般栽培試験では行われなような栽植密度であったために変動係数の差が大きくなったと考えられるので、極度の密植あるいは疎植でない限りは特に意識する必要はないものと思われる。

このように、年次、植付け条方向、圃場、作期、品種、生育時期の違いにより、量的諸形質の変動係数には差があった。しかし、母変動係数を推定するときに区別しなければならないような差は、生育時期の他は栽培管理の精疎に起因するものであった。すなわち、極度の施肥ムラ、雑草の多発生など、よほど栽培管理が粗雑でない限りは、年次、植付け条方向、圃場、作期、品種が異なっても、生育時期が同じであれば量的諸形質の母変動係数を推定するときに区別する必要はないと判断された。

そこで、最高分けつ期、穂揃期、成熟期の生育時期別に、各試験で求めた個々の変動係数から、変動係数の母平均値の99%信頼区間を算出し、その上限値を、標本数を算出するのに用いる母変動係数とすることとした。99%信頼区間の上限値を用いたのは、栽培管理によって少々変動が大きくなっても目標精度を達成するためである。なお、試験IIのデータは20株と少数の標本より算出した変動係数なので、変動係数の諸条件間差をみるにとどめ、母変動係数を推定するための計算からは除外した。

本試験から得られた各形質の変動係数には、それぞれのデータ数(調査区数)が、8のものと1~4

第3表 量的諸形質の変動係数.

			調査区数	変動係数の 平均値	標準偏差	99%信頼区間の幅	99%信頼区間	
							下限値	上限値
〈最高分げつ期〉								
草	丈	8	4.47	0.42	0.52	3.95	4.99	
茎	数	8	13.34	1.84	2.28	11.06	15.61	
生	体	8	15.30	2.91	3.59	11.71	18.90	
乾	物	4	15.55 <sup>a</sup>	—	3.59 <sup>b</sup>	11.96	19.14	
葉	身	3	13.34 <sup>a</sup>	—	3.59 <sup>b</sup>	9.75	16.93	
葉	鞘	3	14.28 <sup>a</sup>	—	3.59 <sup>b</sup>	10.69	17.87	
葉	身	3	2.11 <sup>a</sup>	—	0.52 <sup>b</sup>	1.59	2.63	
葉	面	3	13.26 <sup>a</sup>	—	3.59 <sup>b</sup>	9.67	16.85	
S	L	3	4.27 <sup>a</sup>	—	0.52 <sup>b</sup>	3.75	4.79	
〈穂 揃 期〉								
草	丈	8	3.55	0.79	0.97	2.58	4.53	
穂	数	8	12.42	1.59	1.97	10.45	14.39	
生	体	8	12.53	1.66	2.06	10.47	14.59	
乾	物	4	12.16	—	2.06 <sup>b</sup>	10.10	14.22	
生	葉	3	12.94	—	2.06 <sup>b</sup>	10.88	15.00	
茎	乾	3	12.17	—	2.06 <sup>b</sup>	10.11	14.23	
穂	乾	3	14.28	—	2.06 <sup>b</sup>	12.22	16.34	
生	葉	3	5.93	—	0.97 <sup>b</sup>	4.96	6.90	
茎	重	3	3.05	—	0.97 <sup>b</sup>	2.08	4.02	
穂	重	3	8.26	—	0.97 <sup>b</sup>	7.29	9.23	
葉	面	3	13.79	—	2.06 <sup>b</sup>	11.73	15.85	
S	L	3	4.66	—	0.97 <sup>b</sup>	3.69	5.63	
〈成 熟 期〉								
最	長	8	3.95	0.75	0.93	3.02	4.88	
最	長	8	6.21	0.72	0.89	5.32	7.10	
穂	数	8	14.42	1.74	2.15	12.27	16.57	
穂	重	8	14.96	1.42	1.76	13.20	16.72	
全	粒	8	14.82	1.60	1.98	12.84	16.79	
1	穂	8	8.53	0.92	1.13	7.40	9.66	
粒	重	2	16.11	—	1.76 <sup>b</sup>	14.35	17.87	
精	玄	1	15.70	—	1.76 <sup>b</sup>	13.94	17.46	
精	玄	1	16.19	—	1.98 <sup>b</sup>	14.21	18.17	
登	熟	2	5.45	—	0.89 <sup>b</sup>	4.56	6.34	
玄	米	1	2.34	—	0.89 <sup>b</sup>	1.45	3.23	

変動係数はすべて%表示である.

a: 1985年のウェイトを 1/8 として算出した.

b: 類似形質の信頼区間の幅を用いた.

のものがある。データ数が8の調査形質については、変動係数の平均値と標準偏差を算出し、これらの値から変動係数の母平均値の99%信頼区間を算出した。データ数が1~4の形質については、平均値と標準偏差から信頼区間を出すにはデータ数が少なすぎるので、平均値とデータ数が8の類似形質の信頼区間の幅を用いて変動係数の母平均値の99%信頼区間を算出した。

最高分げつ期の諸形質の変動係数の平均値は以下のように算出した。1985年の値が他の2カ年の値に比べて極めて大きく、このウェイトが、草丈、茎数、生体重では1/8であるのに対して、乾物重では

1/4、その他の形質では1/3と形質により異なる。そこで、1985年の値のウェイトが全ての形質で1/8になるように統一した。

こうして求めた変動係数の平均値および母変動係数の99%信頼区間の幅と下限値、上限値を第3表に示した。

前述したように、標本数は目標精度に応じて算出される。試験担当者は、試験の目的、データの用途、調査労力等から総合的に判断して目標精度を定めなければならない。また、データベースを構築するときも、その有効利用のためには個々のデータが具備すべき精度の最低水準は定めておく必要があ

第4表 量的諸形質の標本調査における標本数の目安(ランダム抽出時)。

信 頼 水 準		68%		90%		95%	
許容誤差率		5 %	10%	5 %	10%	5 %	10%
〈最高分げつ期〉		(株)	(株)	(株)	(株)	(株)	(株)
草	丈	1	1	3	1	4	1
茎	数	10	3	27	7	38	10
生	体 重	15	4	39	10	55	14
乾	物 重	15	4	40	10	57	15
葉	身 乾 物 重	12	3	31	8	45	12
葉	鞘 乾 物 重	13	4	35	9	50	13
葉	身 重 割 合	1	1	1	1	2	1
葉	面 積	12	3	31	8	44	11
S	L A	1	1	3	1	4	1
〈穂 揃 期〉							
草	丈	1	1	3	1	4	1
穂	数	9	3	23	6	32	8
生	体 重	9	3	23	6	33	9
乾	物 重	9	3	22	6	32	8
生	葉 乾 物 重	9	3	25	7	35	9
茎	乾 物 重	9	3	22	6	32	8
穂	乾 物 重	11	3	29	8	42	11
生	葉 重 割 合	2	1	6	2	8	2
茎	重 割 合	1	1	2	1	3	1
穂	重 割 合	4	1	10	3	14	4
葉	面 積	11	3	28	7	39	10
S	L A	2	1	4	1	5	2
〈成 熟 期〉							
最	長 稈 長	1	1	3	1	4	1
最	長 稈 穂 長	3	1	6	2	8	2
穂	数	11	3	30	8	43	11
穂	重	12	3	31	8	43	11
全	籾 数	12	3	31	8	44	11
1	穂 籾 数	4	1	11	3	15	4
籾	重	13	4	35	9	50	13
精	玄 米 重	13	4	33	9	47	12
精	玄 米 粒 数	14	4	36	9	51	13
登	熟 歩 合	2	1	5	2	7	2
玄	米 千 粒 重	1	1	2	1	2	1

許容誤差率：許容しうる誤差の平均値に対する相対的比率。

信頼水準：得られた標本平均値が許容誤差の範囲内に入る確率。

る。しかし、どういう調査にはどの程度の精度が必要かという基準が定められていない。このことは、調査法がいまだに問題となる大きな原因のひとつでもあり、今後の大きな課題である。

ここでは、目標精度として許容誤差率（許容しうる誤差の平均値に対する相対的比率）5%・信頼水準（得られた標本平均値が許容誤差の範囲内に入る確率）68%，許容誤差率 10%・信頼水準 68%，許容誤差率 5%・信頼水準 90%，許容誤差率 10%・信頼水準 90%，許容誤差率 5%・信頼水準 95%，許容誤差率 10%・信頼水準 95%，の 6 種類を設定し、それぞれの目標精度を達成するのに最低限必要とする標本数を第 4 表に示した。目標精度を定めて、ここに示

した標本数をランダム抽出して調査すれば、よほど極端に栽培管理が粗雑で水稻の生育に大きな変動がない限り、目標精度を理論的に満たした標本平均値を得ることができる。

以上、1 株植付け本数が一定の手植え水稻による圃場試験において、量的諸形質を標本調査する場合に必要な標本数を明らかにした。ただし、この標本数は、標本をランダム抽出して調査する場合の数であることに注意しなければならない。調査労力、試験区面積等の制約から、標本を連続的に抽出するなど、システムチックな標本抽出を行うことも多いが、このような場合の精度については改めて報告する。



**謝辞** 本研究の機会と便宜を与えてくださり、貴重な示唆をいただいた当场作物開発部栽培生理研究室の前室長（現農業研究センター耕地利用部水田雑草研究室長）芝山秀次郎博士に深謝する。また、有益な助言をいただいた九州農業試験場研究技術情報官の宮川敏男氏、野菜・茶業試験場茶栽培部作業技術研究室長の渡邊利通氏、当场作物開発部栽培生理研究室長の松葉捷也博士の各位に感謝の意を表する。

### 引用文献

1. 遠藤征彦・佐々木忠勝 1979. 機械移植における水稻収量調査方法に関する一考察. 日作東北支部報 22: 53—54.
2. 堀江正樹・増田澄夫・山村 巖・川口数美・細山利雄 1971. 作物の諸特性についての統計学的研究. 第9報 水稻および二条大麦数形質の品種内個体間変異についての考察. 日作紀 40: 223—229.
3. ———・御子柴公人・荻原英雄 1971. ———第10報 大豆諸形質の品種内個体間変異についての考察. 日作紀 40: 230—236.
4. ———1985. 圃場試験法の歴史と課題(1). 農業技術 40: 87—91.
5. 松本 顕1985. 水稻圃場試験調査法の現状と問題点. 農業技術 40: 368—372.
6. 松島省三・岡部 俊 1954. 作物の圃場の試験に於ける調査個体数決定早見表. 農及園 29: 495—497.
7. ———・角田公正・岡部 俊 1957. 水稻の簡易速決坪刈法〔1〕. 農及園 32: 1309—1312.
8. 小野良孝・吉田 健 1978. 作物の個体間変異に関する研究. 農事試研報 28: 1—38.
9. 田村修司・小野騏一・岡崎宇良・糸賀 昇 1955. 水稻圃場試験の生育調査に関する考察. 土肥誌 25: 194—196.
10. 津村善郎 1956. 標本調査法. 岩波書店, 東京, 21—23.
11. ———・築林昭明 1986. 標本調査法. 岩波書店, 東京, 69—70.
12. 角田公正・石井龍一・町田寛康 1971. 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研究. 第1報 1株植付苗数の不均一性が水稻の生育・収量に及ぼす影響. 日作紀 40: 1—6.