

# 伊勢平坦地域における水稲「コシヒカリ」栽培の 窒素施肥法の確立とそのための栄養診断

北野 順一\*・吉川 重彦\*\*・山口千香子\*\*\*

Investigations of optimum nitrogen fertilization practices and nutritional diagnosis  
for a rice cultivar, "Koshihikari" cultivation at the Ise Plain, central Japan.

Jun-ichi KITANO\*, Shigehiko YOSHIKAWA\*\* and Chikako YAMAGUHI\*\*\*

## 緒 言

水稲の収量は収量構成要素、すなわち単位面積当り穂数、1穂穎花数、登熟歩合、千粒重の4要素の積として表され<sup>5)</sup>、収量ならびに収量構成要素は稲体の窒素栄養状態と密接な関係をもっている。すなわち単位面積当りの穂数と1穂穎花数の積である単位面積当りの穎花数は、出穂期あるいは穎花分化終期までの窒素吸収量に支配され、また登熟歩合と千粒重は、出穂後の炭水化物同化能力をとおして稲体の窒素栄養状態に影響される<sup>10)</sup>。さらに生育中期の窒素栄養状態は上位葉の葉身や下位節間の伸長に係わり、出穂後の受光態勢や倒伏抵抗性に影響する<sup>9)</sup>。このように水稲の生育および収量は窒素栄養状態に大きく影響され、成熟期の窒素含有量が等しい場合でもその吸収時期の差によって外部形態、収量構成要素収量、収量には大きな違いがみられる。したがって一定量の収量を得るには生育時期別に適正な窒素含有量を保障し、必要な時期に必要な量の窒素を効率良く吸収させることが必要である。

水稲の生育時期別の最適窒素含有量を明らかにすることは、地力窒素発現量に応じた肥培管理方法を確立する上で意義があり<sup>7) 11) 13)</sup>、特に耐倒伏性の小さいコシヒカリでは施肥量を決めるための有効な情報となる。コシヒカリの最適窒素含有量については加藤ら<sup>3)</sup>、丹野<sup>16)</sup>、吉

沢ら<sup>17)</sup>が報告しているが、水稲の生育は作期や気象条件に影響されることから、各地域別に最適窒素含有量を求めることが必要である。本報では、伊勢平坦地域における早期栽培コシヒカリの肥培管理方法を確立するため、その生育時期別の最適窒素含有量と最適窒素含有量に基づき肥培管理のための栄養診断法について検討した結果を報告する。

## 試験方法

試験は、1986年と1987年の2ケ年間コシヒカリを供試し、三重県農業技術センター内水田で行った。供試圃場の土壌型は細粒灰色低地土灰色系（全国統名は鴨島統）に属し、作土の土性は埴壤土で、減水深は1cm/日以下であった。

試験区の構成を第1表、第2表に示した。試験区の大さは1区35~40㎡とした。基肥および中間追肥は硫安系の低度化成（8-8-8）、穂肥はNK化成（17-0-17）、被覆尿素肥料は窒素溶出日数140日タイプを用いた。被覆尿素肥料は代掻直前に全面施用し、基肥は荒代掻後に施用した。

栽培概要を第3表に示した。育苗箱1箱当りに乾粃180gを播種し、電熱育苗器内で出芽、緑化後ビニールハウス内で育苗した稚苗（2.2葉）を機械移植した。栽

第1表 1986年の試験区構成

試験区 番号	施肥窒素成分量 (kg/a)						計
	地力* 増強	基肥	穂肥(出穂前日数)				
			初期** 追肥	25日	19日	8日	
1	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0.6
2	0	0.2	0	0	0.4	0.2	0.8
3	0	0.2	0	0	0.2	0.2	0.6
4	0	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.8
5	0	0.4	0	0.2	0	0.2	0.8
6	0	0.4	0	0	0.4	0.2	1.0
7	0	0.4	0	0	0.2	0.2	0.8
8	0	0.4	0.2	0	0.2	0.2	1.0
9	0	0.6	0	0	0.4	0.2	1.2
10	0	0.6	0	0	0.2	0.2	1.0
11	0	0.6	0	0	0	0.2	0.8
12	0	0.6	0.2	0	0	0.2	1.0
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0.4	0	0	0	0	0	0.4
15	0.4	0.2	0	0	0.2	0.2	1.0
16	0.4	0.4	0	0	0.2	0.2	1.2

\* 被覆尿素140日タイプ

\*\* 移植後20日

第2表 1987年の試験区構成

試験区 番号	施肥窒素成分量 (kg/a)				計
	地力* 増強	基肥	穂肥(出穂前日数)		
			18日	7日	
1	0	0.2	0	0.2	0.4
2	0	0.2	0.3	0.2	0.7
3	0	0.2	0.5	0.2	0.9
4	0	0.4	0	0.2	0.6
5	0	0.4	0.3	0.2	0.9
6	0	0.4	0.5	0.2	1.1
7	0	0.6	0	0.2	0.8
8	0	0.6	0.3	0.2	1.1
9	0	0.6	0.5	0.2	1.3
10	0.3	0.2	0	0.2	0.7
11	0.3	0.2	0.3	0.2	1.0
12	0.3	0.2	0.5	0.2	1.2
13	0.3	0.4	0	0.2	0.9
14	0.3	0.4	0.3	0.2	1.2
15	0.3	0.4	0.5	0.2	1.4
16	0.3	0.2	0.3	0.2	1.0
17	0.3	0	0	0.2	0.5
18	0	0	0	0.2	0.2

\* 被覆尿素140日タイプ

第3表 栽培概要(月/日)

	1986年	1987年
播種	4/11	4/20
代掻	4/26	4/27
移植	5/1	5/2
中間追肥	5/21	—
中干し	6/15~30	6/14~27
穂肥	7/13, 7/23	7/8, 7/18
出穂期	7/31	7/26
成熟期	9/1	8/28

植密度は1986年には $m^2$ 当たり19.4株、1987年には $m^2$ 当たり21.6株とした。なお除草剤および病虫害防除剤散布は慣行に従って行った。

調査は、分けつ期(移植後40日)、穂首分化期(出穂前30日)、幼穂形成期(出穂前24日)、出穂期、成熟期に実施した。草丈および茎数は1区について連続20株を調査した。単葉葉色は、カラスケール(富士フィルム製)と葉緑素計(ミノルタSPAD501型)を用いて生育調査と同じ20株について最長茎の第1展開葉と第2展開葉の葉身中央部で測定した。群落葉色は、カラスケールを用い1区につき3カ所を4名で測定し、その平均値で表示した。各時期に1区について4~6株を抜き取り、葉、茎、穂に分け80°Cで48時間以上通風乾燥し、乾物重を測定後、それらを粉碎し、ケルダール法によって部位別に窒素量を求めた。窒素含有量は、個体当りの窒素含有量に栽植密度を乗じ、 $m^2$ 当りの窒素含有量として表示した。収量は1区当たり3.3 $m^2$ を刈り取り調査した。また収量構成要素は生育調査に用いた20株を抜き取り調査した。倒伏は、倒伏程度を無倒伏(0)から完全倒伏(5)の間を6段階に分け、成熟期に観察調査した。

### 結果および考察

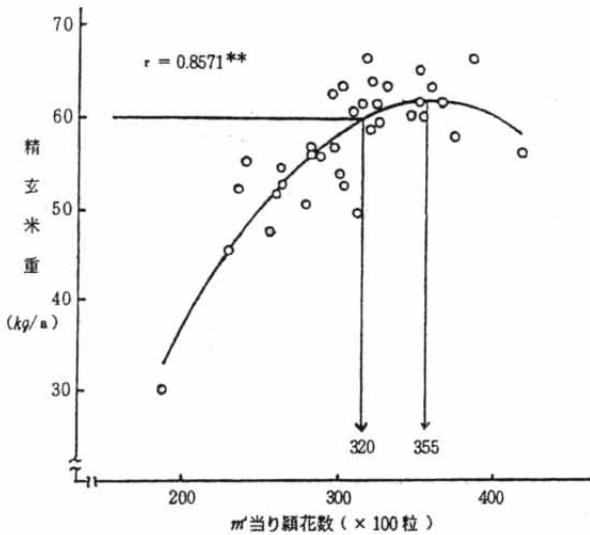
#### 1. コシヒカリの生育時期別の最適窒素含有量

##### 1) 収量水準に応じた最適穎花数

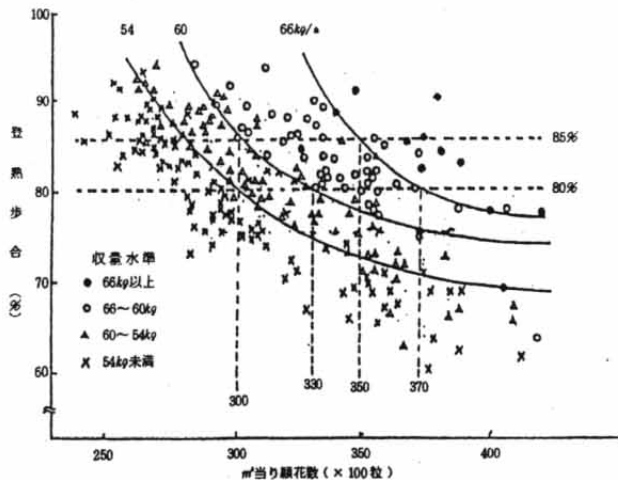
水稻の収量は、収量構成要素の一つである $m^2$ 当たり穎花数によって大きく左右される。第1図に示したように、本試験によって得られた $m^2$ 当たり穎花数と収量の関係は、2次回帰式が良く当てはまった。 $m^2$ 当たり穎花数が増加すると収量も増えるが、その増収程度は鈍くなり、 $m^2$ 当たり穎花数が約35,500粒で最高収量となった。また、60kg/aの収量を得るには32,000粒が必要であった。

水稻の収量は $m^2$ 当たり穎花数と登熟歩合の積と考えて大過なく、穎花数を光合成産物である炭水化物を収容する容器とすれば、登熟歩合はその容器に収容可能な炭水化

物生産量に対する、実際に収容された炭水化物の比率を示している。和田<sup>10)</sup>は、炭水化物生産量に対して常に最高の収量をあげる最適穎花数が存在し、登熟歩合が80~85%の時に最高収量となり、登熟歩合が80~85%となる穎花数が最適穎花数と考えられるとしている。一般に炭水化物生産量の70%以上は出穂後の同化作用によって生産される<sup>9)</sup>ことから、 $m^2$ 当り穎花数と登熟歩合および収量の関係は主として登熟期間の気象条件に影響される。このため最適穎花数を明らかにするには多数年次のデータの解析が必要である。1981年から1987年までの7年間、三重県農業技術センターで実施したコシヒカリの栽培試験データを用いて収量、穎花数および登熟歩合の関係をみると第2図のとおりであり、各収量水準における穎花数と登熟歩合の関係には負の相関関係が認



第1図  $m^2$ 当り穎花数と収量の関係



第2図  $m^2$ 当り穎花数と登熟歩合の関係 (1981~1986 n=264)

められた。第2図より登熟歩合が80~85%となる時の $m^2$ 当り穎花数を収量水準別に求めると、60 kg/a水準では30,000~33,000粒/ $m^2$ 、66 kg/a水準では35,000~37,000粒/ $m^2$ が最適穎花数であり、本試験における60 kg/a水準の $m^2$ 当り穎花数とほぼ一致した。

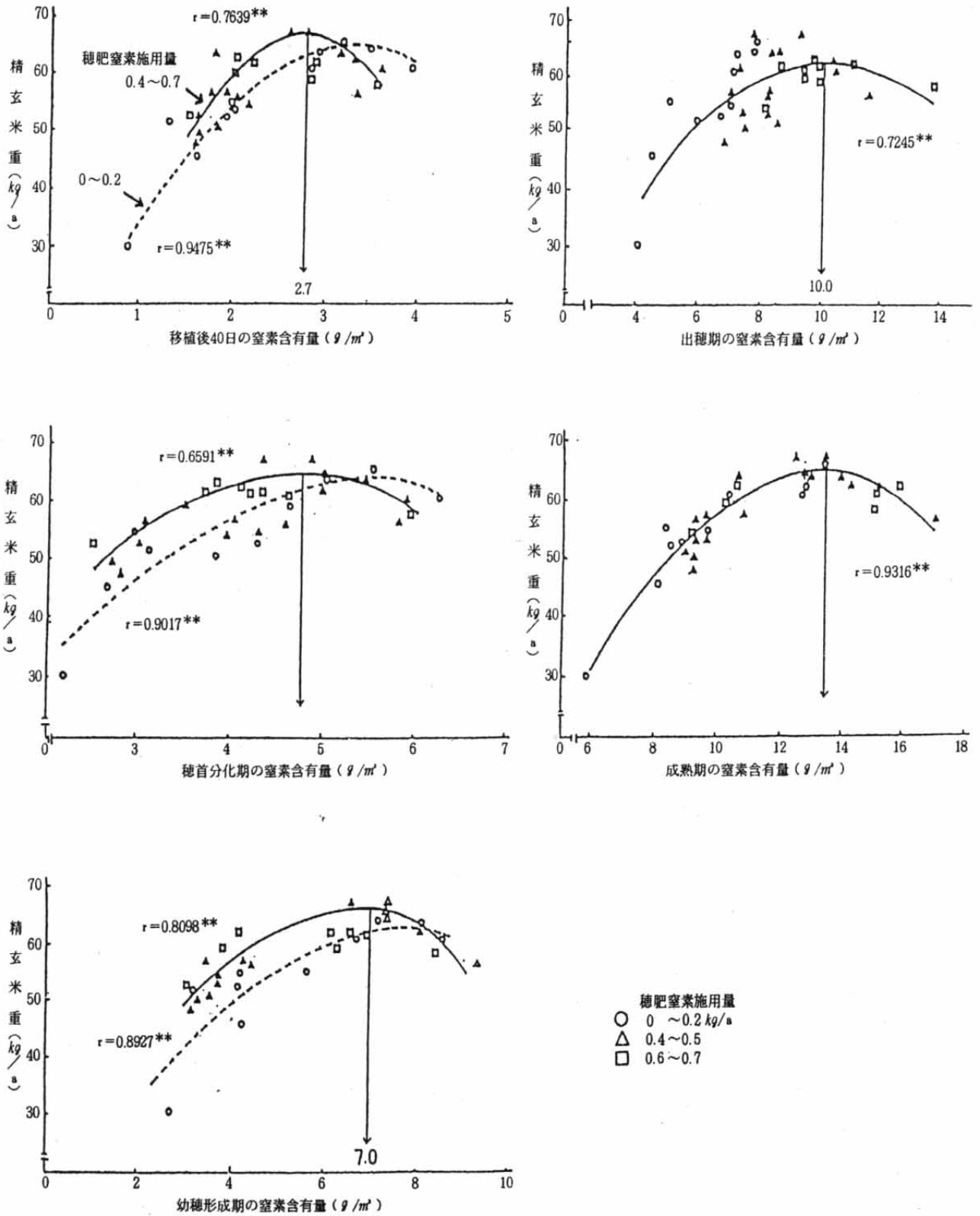
2) 生育時期別の窒素含有量と収量および $m^2$ 当り穎花数の関係

生育時期別の $m^2$ 当り窒素含有量(以下、窒素含有量と記す)と収量および $m^2$ 当り穎花数の関係を第3図、第4図に示した。窒素含有量と収量および $m^2$ 当り穎花数の関係には各生育時期において有意な相関があったが、その相関関係は収量に比べて概して穎花数との間で高かった。また、その相関は生育ステージの進行にともなって高まる傾向を認めた。しかし、移植後40日、穂首分化期および幼穂形成期における窒素含有量と $m^2$ 当り穎花数との関係は穂肥の窒素施用量によって当てはまる2次回帰式が多少異なり、穂肥の施用によって穎花数が増加する傾向が、幼穂形成期まで認められた。和田<sup>10)</sup>は、単位面積当り穎花数は分化穎花数と退化穎花数の差であり、分化穎花数は穎花分化終期までの窒素吸収量に支配され、退化穎花数は穎花分化終期から出穂期までの1分化穎花当りの乾物増加量に影響されることを明らかにしている。本試験における穂肥施用時期は減数分裂期に相当することから、乾物重の増加が退化穎花数の減少に寄与したものと考えられた。

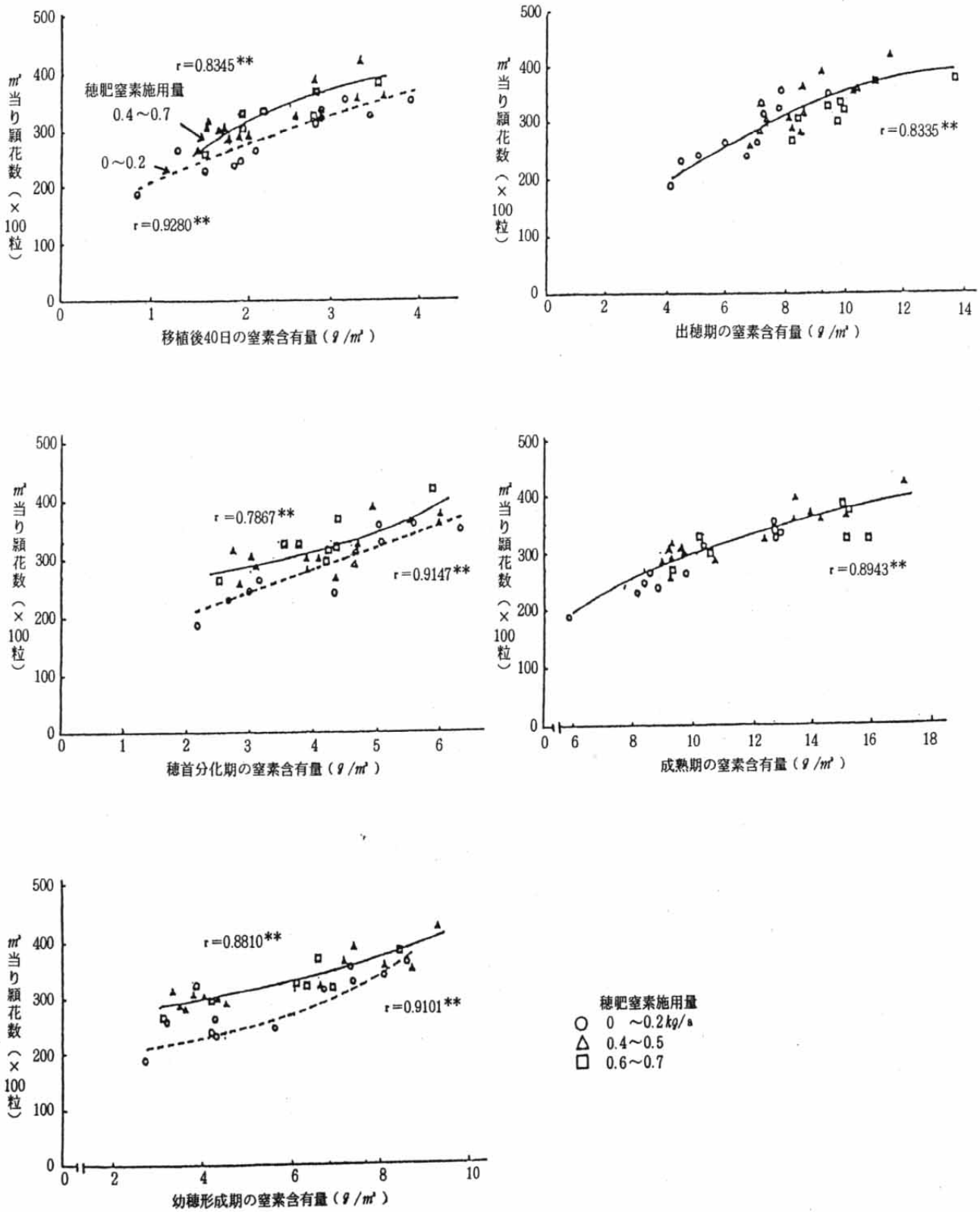
出穂期の窒素含有量が $m^2$ 当り穎花数と関係が深いことは松島<sup>9)</sup>によって早くから見出されているが、本試験では移植後40日という比較的生育初期段階の窒素含有量が、 $m^2$ 当り穎花数、収量および倒伏に強く影響していた。加藤ら<sup>9)</sup>は移植後30日および40日の窒素含有量が穎花数と関係が高く、早期の窒素栄養診断が必要であることを指摘しているが、本試験結果からも、生育の初期から窒素栄養状態を制御することが収量の安定化には重要と考えられた。

3) 最適穎花数確保に必要な生育時期別の窒素含有量

生育時期別の窒素含有量と $m^2$ 当り穎花数との関係(第4図)から、収量水準別の最適穎花数確保に必要な窒素含有量を求めると第4表のとおりであった。また、生育時期別の窒素吸収割合は第5表のとおりであり、60~66 kg/a水準のコシヒカリでは穂首分化期以降に約60%、うち出穂期以降に約30%と生育後期に多くの窒素を吸収していた。これは多収のためには出穂期以降にも多くの窒素吸収が必要とする柳沢ら<sup>16)</sup>、深山ら<sup>7)</sup>の報告と同様の結果を示すものと考えられた。60 kg/a水準と66 kg/a水準の時期別窒素吸収割合を比較すると、穂首分化期から出穂期間の吸収割合に違いがみられ、



第3図 生育時期別の窒素含有量と収量の関係



第4図 生育時期別の窒素含有量とm²当り穎花数の関係

第4表 生育時期別の最適窒素含有量

生育時期	最適窒素含有量 (g/m <sup>2</sup> )		最高収量となる窒素含有量 (g/m <sup>2</sup> )
	60kg/a水準	66kg/a水準	
移植後40日	1.8 ~ 2.3	2.5 ~ 2.9	2.7
穂首分化期	3.7 ~ 4.6	5.0 ~ 5.4	4.7
幼穂形成期	4.5 ~ 6.0	6.8 ~ 7.7	7.0
出穂期	7.4 ~ 8.6	9.1 ~ 10.3	10.0
成熟期	10.2 ~ 12.0	12.6 ~ 14.0	13.4

第5表 生育時期別の窒素吸収割合

生育期間	60kg/a水準	66kg/a水準
	(%)	(%)
移植後40日まで	19	20
移植後40日～穂首分化期	19	18
穂首分化期～幼穂形成期	10	15
幼穂形成期～出穂期	25	18
出穂期～成熟期	28	29

60 kg/a水準では穂首分化期から幼穂形成期までに10%、幼穂形成期から出穂期までに25%の窒素吸収割合であるのに対して、66 kg/a水準では各々15%、18%の吸収割合であった。このことは、66 kg/a水準における最適穎花数が35,000~37,000粒/m<sup>2</sup>と60 kg/a水準に比べて多かった理由が、稲体が穂首分化期頃により積極的に窒素吸収することによって分化穎花数を増加させたことによることを示すものと考えられた。

#### 4) 窒素含有量と倒伏の関係

生育時期別の窒素含有量と倒伏程度との関係を第5図に示した。窒素含有量と倒伏程度との関係には、2次回帰式が良く当てはまり、各生育時期とも高い相関関係を認めた。移植後40日、穂首分化期および幼穂形成期における両者の関係は、窒素含有量と収量および穎花数の関係以上に穂肥に強く影響され、窒素含有量が同等でも穂肥窒素施用量が多いほど倒伏程度は大きくなった。穂肥施用による倒伏程度の増大は、上位節間(N0~N3節間)の伸長による長稈化と、穎花数の増加により曲げモーメントが増大した結果と考えられた。

一般に成熟期における倒伏程度の許容限界は、コンバイン収穫において作業能率の低下につながらぬ程度、すなわち無倒伏(0)から完全倒伏(5)の6段階評価

法での3以下であるとされている。一般的な穂肥窒素施用量である0.4~0.5 kg/a条件における時期別の窒素含有量と倒伏程度との関係から倒伏程度を3以下に抑えるための限界窒素含有量を求めると、移植後40日では3.0 g/m<sup>2</sup>、穂首分化期では5.2 g/m<sup>2</sup>、幼穂形成期では7.5 g/m<sup>2</sup>、出穂期では10.2 g/m<sup>2</sup>、成熟期では14.0 g/m<sup>2</sup>であった。また、求められた倒伏限界の窒素含有量は、収量66 kg/a水準の最適窒素含有量の上限値とほぼ等しかった。この結果は当地域における慣行栽培法の収量限界が66 kg/a水準であり、より多収を目指すためには、水管理や倒伏軽減剤の利用など倒伏防止のための技術的改良が必要であることを強く示唆するものである。

#### 5) 最適窒素含有量に基づく適正基肥量の決定

窒素栄養状態が水稻の生育および収量に及ぼす影響は大きく、安定多収のためには窒素含有量を適正量に制御する必要がある。特に耐倒伏性の小さいコシヒカリでは、本試験結果からも生育初期の窒素含有量の制御、すなわち基肥窒素の適正施用が重要である。

幼穂分化期までの窒素を基肥で供給すると仮定すれば、基肥による必要な窒素供給量は幼穂分化期の最適窒素含有量から、移植期から幼穂分化期間の地力窒素発現量を差引いた値である。さらに、基肥の窒素施用量は、土壌中の窒素濃度が変化した時に利用率が変化しないとすれば、必要窒素供給量を窒素利用率で除することで求めることが可能である。地力窒素発現量の推定については、杉原<sup>9)</sup>、金野<sup>9)</sup>の手法を用いて県下の代表的な水田土壌について検討が進められつつあり、今後のデータの積み重ねによって最適窒素含有量と地力窒素発現量から、適正な基肥窒素施用量を算出することが可能となるものと思われる。

## 2. 生育量による栄養診断

### 1) 生育量と窒素栄養状態の相関関係

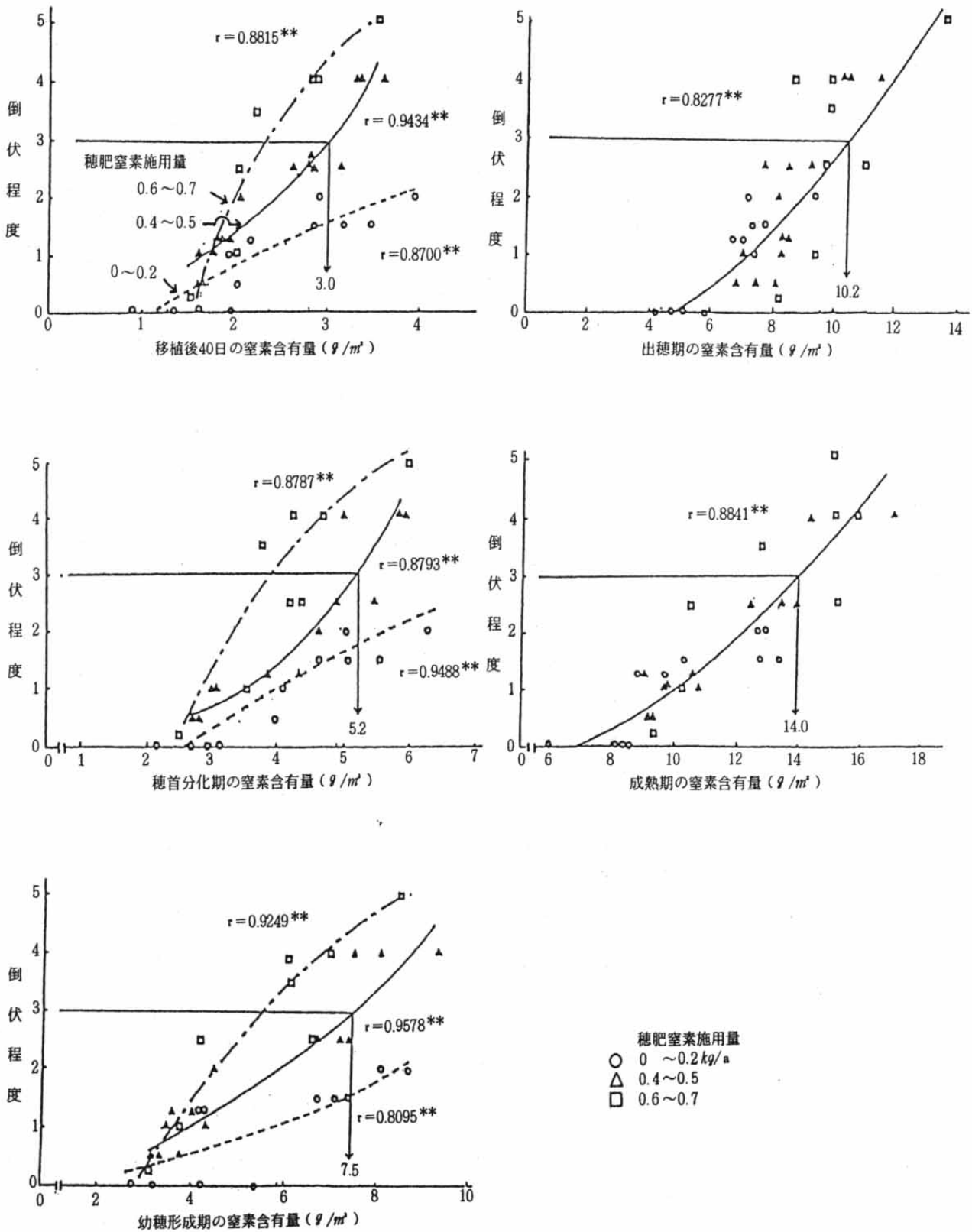
第6表に1986年度における生育時期別の葉色と窒素栄養状態の相関関係を示した。

生葉ならびに稲体の窒素含有率は、群落葉色より単葉葉色およびSPAD値(葉緑素計測定値)との間により高い相関が認められた。また、各時期とも第1展開葉に比べて第2展開葉の測定値と相関が高い傾向があった。

窒素含有量と葉色値との関係は、窒素含有率と同様に群落葉色より単葉葉色およびSPAD値と相関が高く、穂首分化期と幼穂形成期では有意な相関が認められた。

### 2) 草丈×茎数×葉色値による窒素含有量の推定

窒素含有量は窒素含有率と乾物重の積として表され、乾物重の大小に大きく影響される。乾物重の推定には、



第5図 生育時期別の窒素含有量と倒伏程度の関係

第6表 生育時期別の葉色と窒素栄養状態との相関関係 (1986)

目的変数	説明変数	移植後40日	穂首分化期	幼穂形成期
生葉の窒素含有率(%)	SPAD値(第1葉)	0.6851*	0.8853**	0.4629
	SPAD値(第2葉)	0.8028**	0.9152**	0.4880
	単葉葉色(第1葉)	0.5856	0.8790**	0.5696
	単葉葉色(第2葉)	0.7507*	0.9576**	0.6173*
	群落葉色	0.5439	0.7714*	0.5089
稲体の窒素含有率(%)	SPAD値(第1葉)	0.4872	0.8372*	0.6537*
	SPAD値(第2葉)	0.2619	0.9122**	0.7189*
	単葉葉色(第1葉)	0.4086	0.8216*	0.4448
	単葉葉色(第2葉)	0.7507*	0.8976**	0.5719
	群落葉色	0.5439	0.6629	0.4327
窒素含有量(mg/株)	SPAD値(第2葉)	0.5628	0.8306*	0.6613*
	単葉葉色(第2葉)	0.5037	0.8948**	0.9495**
	群落葉色	0.4502	0.7947*	0.6282
	SPAD値(第2葉)×茎数	0.7055*	0.9203**	0.9846**
	単葉葉色(第2葉)×茎数	0.7102*	0.9404**	0.9909**
	群落葉色×茎数	0.6598*	0.9415**	0.9848**
	SPAD値(第2葉)×草丈×茎数	0.7417*	0.9454**	0.9926**
	単葉葉色(第2葉)×草丈×茎数	0.7477*	0.9532**	0.9929**
	群落葉色×草丈×茎数	0.7052*	0.9619**	0.9789**

(注) SPAD値：ミノルタ葉緑素計(SPAD501)の計測値  
 単葉葉色、群落葉色：富士カラースケールの葉色値  
 \* 5%, \*\* 1%水準で有意差有り

非破壊で簡便に調査できる草丈×茎数値がよく用いられている。本試験結果によると、葉色値に茎数または草丈×茎数値を乗じることで葉色値のみに比べて相関は高まり、いずれも1%水準で有意であった(第6表)。草丈×茎数×単葉葉色(第2展開葉)値と窒素含有量との関係を、第6図に示した。

移植後40日における草丈×茎数×葉色値と窒素含有量との関係をみると、年次間差は小さく、次式によって窒素含有量の推定が可能であった。

$$Y = 0.24 + 2.52 \times 10^{-3} \times X$$

Y：窒素含有量(g/m<sup>2</sup>)

X：草丈×茎数×単葉葉色(第2展開葉)  
(cm・本・10<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

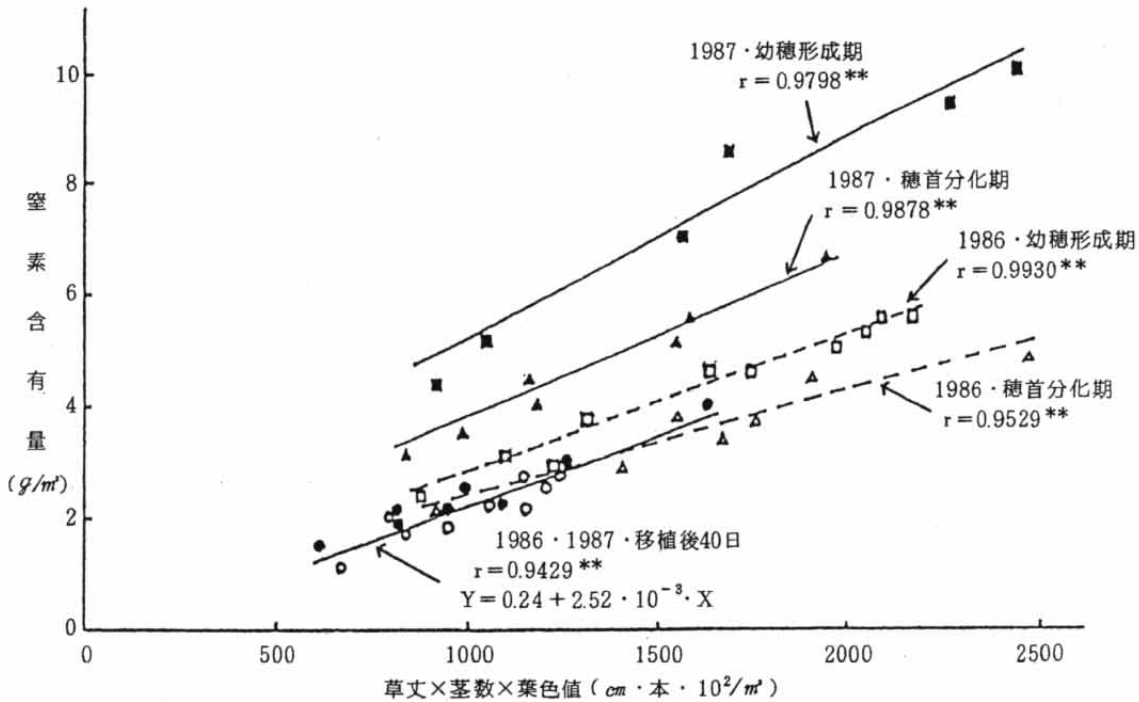
しかし、穂首分化期と幼穂形成期では年次によってその関係が異なり、草丈×茎数×葉色値から窒素含有量を精度よく推定するのは困難であった。

矢島<sup>15)</sup>は草丈×茎数値は、乾物重が300g/m<sup>2</sup>までは

直線関係が認められるが、幼穂形成期以降の乾物重の代替値としてもちいることは困難であることを指摘し、その理由として乾物重が増加の一途をたどるのに対して、茎数は最高分けつ期を過ぎると減少し、また草丈は出穂期以降伸長が停止し増加しないことによるからであると指摘している。穂首分化期と幼穂形成期における窒素含有量の予測式に年次間差がみられるのは、茎数の減少過程と下位節間の伸長にともなう茎の充実程度が気象条件によって異なり、その結果として乾物重との相関関係に差が生じたためと考えられる。

加藤ら<sup>3)</sup>は、乾物重の推定方法としては草丈×株周値が草丈×茎数値に比べて年次間差、地域間差が小さく、株周の簡便な測定器を開発することで実用化できると報告している。幼穂形成期以降における窒素含有量の推定は、穂肥や実肥の施用量を決定する上で有効であり、精度高くかつ簡便な推定方法について更に検討が必要であろう。





第6図 草丈×茎数×葉色値と窒素含有量の関係  
注) 葉色値：単葉葉色（第2展開葉）

3) 適正穎花数の確保と倒伏防止のための栄養診断値  
前述のように草丈×茎数×単葉葉色値による窒素含有量の推定は、初期生育段階については可能であったが、穂首分化期以降では困難であった。しかし、草丈×茎数×単葉葉色値と㎡当り穎花数および倒伏程度の関係については、第7図に示すとおり窒素含有量と同じく有意な相関関係が認められ、生育状態の適、不適の判断の目安としては利用可能と考えられた。収量 60 kg/a を確保するための栄養診断の目標値を㎡当り穎花数との関係から求めると、移植後 40 日では 85,000~104,000 cm · 本 / ㎡、幼穂形成期では 113,000~153,000 cm · 本 / ㎡であった。また、倒伏程度が 3 以上となる値は、移植後 40 日では 121,000 cm · 本 / ㎡、幼穂形成期では 172,000 cm · 本 / ㎡であった。

**摘 要**

伊勢平坦地域における早期栽培コシヒカリの生育時期別最適窒素含有量を明らかにするとともに、生育量による栄養診断法について検討した。

1) 収量水準に応じた最適穎花数は、60 kg/a 水準では 30,000~33,000 粒 / ㎡、66 kg/a 水準では 35,000~37,000 粒 / ㎡であった。

2) 各生育時期の窒素含有量と収量、㎡当り穎花数および倒伏程度との間には有意な相関関係が認められ、その関係は穂肥窒素施用量によって多少異なった。

3) 最適穎花数からみた生育時期別の最適窒素含有量は、60 kg/a 水準では移植後 40 日 1.8~2.3 g / ㎡、穂首分化期 3.7~4.6 g / ㎡、幼穂形成期 4.5~6.0 g / ㎡、出穂期 7.4~8.6 g / ㎡、成熟期 10.2~12.0 g / ㎡、66 kg/a 水準では移植後 40 日 2.5~2.9 g / ㎡、穂首分化期 5.0~5.4 g / ㎡、幼穂形成期 6.8~7.7 g / ㎡、出穂期 9.1~10.3 g / ㎡、成熟期 12.6~14.0 g / ㎡であった。

4) 倒伏限界の窒素含有量は、移植後 40 日 3.0 g / ㎡、穂首分化期 5.2 g / ㎡、幼穂形成期 7.5 g / ㎡、出穂期 10.2 g / ㎡、成熟期 14.0 g / ㎡であった。

5) 草丈×茎数×単葉葉色値と窒素含有量は相関が高く、移植後 40 日では次式によって窒素含有量が推定可能であった。

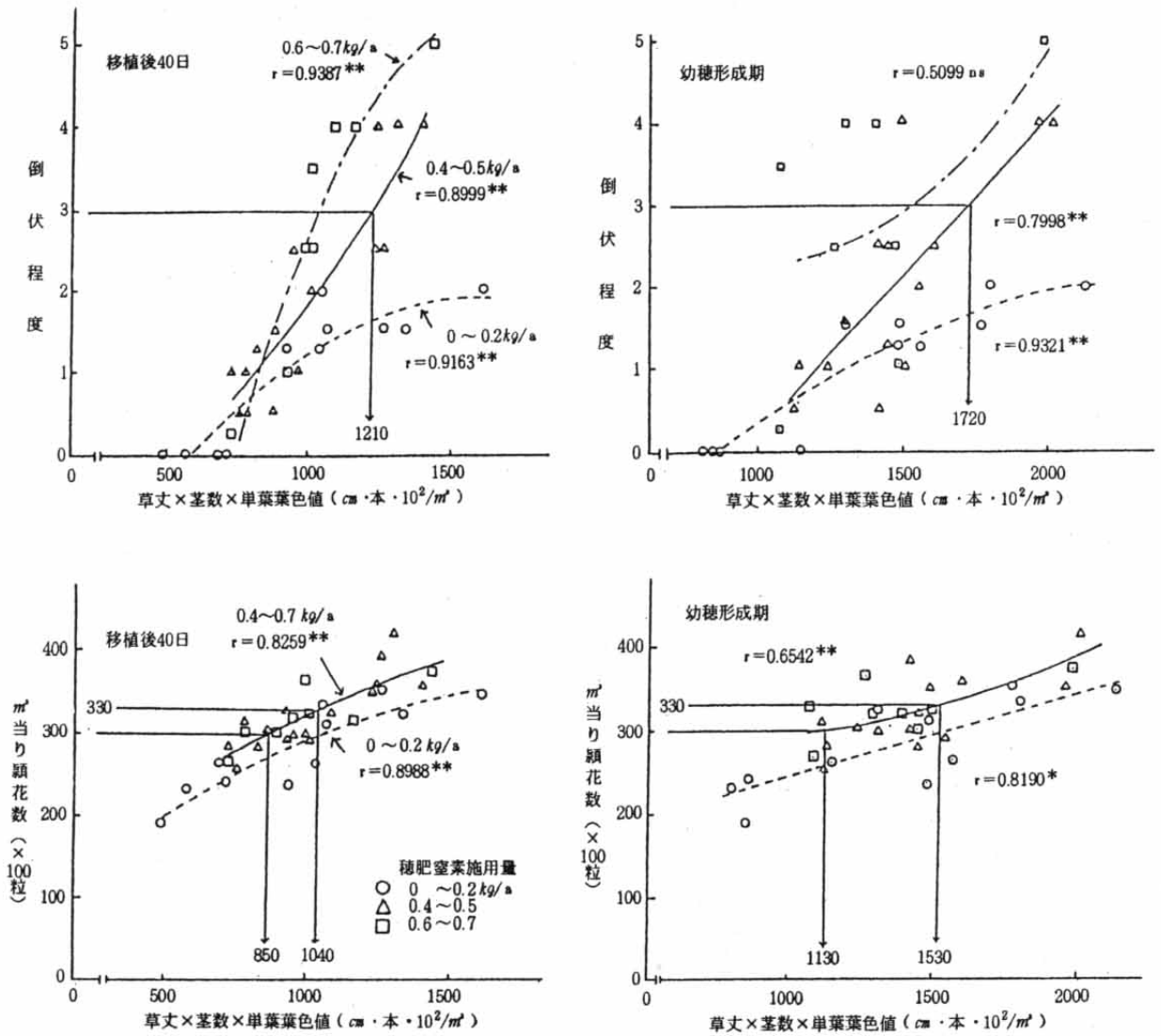
$$Y = 0.24 + 2.52 \times 10^{-3} \times X$$

Y : 窒素含有量 (g / ㎡)

X : 草丈×茎数×単葉葉色 (第2展開葉)

(cm · 本 · 10² / ㎡)

6) 収量 60 kg/a 水準における草丈×茎数×単葉葉色値の適正值は、移植後 40 日では 85,000~104,000 cm · 本 / ㎡、幼穂形成期では 113,000~153,000 cm · 本 / ㎡であった。また、倒伏程度が 3 以上となる値は、移植後 40 日では 121,000 cm · 本 / ㎡、幼穂形成期では 172,000 cm · 本 / ㎡であった。



第7図 草丈×茎数×葉色値と倒伏程度およびm<sup>2</sup>当たり穎花数の関係  
注) 葉色値：単葉葉色（第2展開葉）

謝 辞

本報告をとりまとめるあたり御助言、御校閲いただいた名古屋大学農学部農学科河野恭廣教授、山内 章助手に対して、深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 神保恵志郎, 芳賀静雄, 吉田富男, 板垣賢一, 吉田 浩, 原田康信, 東海林覚 (1982) 水稻生育中期における窒素栄養と生育診断, 予測に関する研究. 山形農試研報 16 : 79-90.
- 2) 加藤保, 塩田悠賀里, 関稔, 長谷川徹 (1987) 水稻の生育診断予測技術第1報 水稻窒素保有量の推定. 愛知農試研報 19 : 68-76.

- 3) 加藤保, 塩田悠賀里, 関稔, 長谷川徹 (1988) 水稻生育診断予測技術第2報 コシヒカリの最適窒素保有量推移. 愛知農試研報 20 : 50-54.
- 4) 金野隆光 (1986) 土壤窒素無機化特性の評価と予測プログラム (ENMS) 「土壤窒素供給力の評価報」農研センター研修資料.
- 5) 松島正三 (1956) 稲作の理論と技術. 養賢堂. 1-302.
- 6) 松崎昭夫 (1973). 水稻生育中期における窒素吸収制限とその栽培的意義に関する研究. 農技研報A 21 : 27-129.
- 7) 深山政治, 岡部達雄 (1979) 稚苗移植水稻の施肥法とその地域性. 第1報水稻の最適窒素保有量より

- みた窒素の施肥法. 千葉農試研報 20:111-131.
- 8) 村山登, 吉野実, 大島正男, 塚原貞雄, 川原崎裕司 (1955) 水稲の生育に伴う炭水化物の集積に関する研究. 農技研報 B 4:123-166.
- 9) 杉原進, 金野隆光, 石井和夫 (1986) 土壌中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報 1:127-166.
- 10) 高橋重郎, 和田源七, 庄子貞雄 (1976) 水田における窒素の動態と水稲の窒素吸収について. 第7報 窒素吸収パターンと水稲の生育・収量構成要素. 日作記 45:220-225.
- 11) 丹野文雄 (1988) 総合軽量化方式による栄養診断法で倒伏させない上手なコシヒカリの栽培. 農乃園 63:951-958.
- 12) 上野正夫, 大竹俊博 (1988) 土壌窒素有効化パターンの解析と水稲の窒素栄養診断法(1). 水稲の窒素吸収パターン特性と土壌窒素. 農乃園 63:1053-1170.
- 13) 上野正夫, 中西正則, 熊谷勝巳, 大竹俊博 (1988) 土壌窒素有効化パターンの解析と水稲の窒素栄養診断法. (3) 土壌窒素と窒素吸収パターンによる水稲の追肥診断システムの考え方. 農乃園 63:1267-1270.
- 14) 和田源七 (1969) 水稲収量成立におよぼす窒素栄養の影響. 農技研報 A16:27-167.
- 15) 矢島正晴 (1988) 水稲の生育診断・予測その現状と今後の課題. 農之園 63:1013-1018.
- 16) 柳沢宗男, 高橋治助 (1964) 水稲の生産力要因の解析に関する栄養生理学的研究. 農技研報 B14:41-171.
- 17) 吉沢 崇, 山口正篤, 栃木喜八郎 (1987) 水稲安定栽培のための生育診断及び対応技術に関する研究. 第3報 早植コシヒカリの施肥反応と窒素吸収. 日作記 56(別1):14-15.

## SUMMARY

In order to establish the practices for stable early-season culture of a rice cultivar, Koshihikari, at the Ise Plain, central Japan, the optimum amount of nitrogen uptake for maximum production was evaluated at different developmental stages of plants grown under different nitrogen fertilization conditions. Practical indices based on some morphological characters and leaf color of the rice plants were also investigated for the convenient diagnosis of plant nutrition status.

1. Optimum numbers of glumous flower for the yield level of 60 kg/a and 66 kg/a ranged from 30,000 to 33,000/m<sup>2</sup> and 35,000 to 37,000/m<sup>2</sup>, respectively. (\* Equivalent to 100 m<sup>2</sup>.)

2. The amounts of nitrogen uptake by the plants at each growth stage indicated significant correlation with yield, number of glumous flowers/m<sup>2</sup> and lodging index\*. However, these correlations were more or less differed with the amount of nitrogen applied at panicle formation stage. (\* The extent of lodging was classified into six grades at the harvest from 0 as no plant lodged to 5 as all plants lodged.)

3. The optimum amount of nitrogen uptake by the plants that ensured the optimum number of glumous flowers per unit area for maximum yield was as follows; at the yield level of 60 kg/a, 1.8 to 2.3 g/m<sup>2</sup> at 40 days after planting, 3.7 to 4.6 g/m<sup>2</sup> at neck-node differentiation stage, 4.5 to 6.0 g/m<sup>2</sup> at panicle formation stage, 7.4 to 8.6 g/m<sup>2</sup> at heading stage, and 10.2 to 12.0 g/m<sup>2</sup> at the harvest; at the yield level of 66 kg/a, 2.5 to 2.9 g/m<sup>2</sup> at 40 days after planting, 5.0 to 5.4 g/m<sup>2</sup> at neck-node differentiation

stage, 6.8 to 7.7 g / m<sup>2</sup> at panicle formation stage, 9.1 to 10.3 g / m<sup>2</sup> at heading stage, 12.6 to 14.0 g / m<sup>2</sup> at the harvest, respectively.

4. The amount of nitrogen uptake by the plants at lodging index 3 which is the practical lodging limit for the harvest by combine harvester was 3.0 g / m<sup>2</sup> at 40 days after planting, 5.2 g / m<sup>2</sup> at neck-nose differentiation stage, 7.5 g / m<sup>2</sup> at panicle formation stage, 10.2 g / m<sup>2</sup> at heading stage, and 14.0 g / m<sup>2</sup> at the harvest, respectively.

5. The high significant correlation was obtained between the product of plant height (cm) × stem number × relative value of leaf color\* of the uppermost 2nd leaf, and the amounts of nitrogen uptake by the plants. amount of nitrogen uptake of plant could be estimated by the following formula;  $Y = 0.24 + 2.52 \times 10^{-3} \times X$ , where Y is the amount of nitrogen uptake by the plants (g / m<sup>2</sup>), X is the product of plant height (cm) × stem number × relative value of leaf color (the 2nd leaf from the top) (cm · No. · 10<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>) · (\*Leaf color was measured with the color scale (Fuji film Co.Ltd.) and chlorophyll meter (Minolta SPAD 501.))

6. The optimum values of X at yield level of 60 kg / m<sup>2</sup> ranged from 85,000 to 104,000 cm · No. / m<sup>2</sup> at 40 days after planting, 113,000 to 153,000 cm · No. / m<sup>2</sup> at panicle formation stage, respectively. The lodging index became greater than 3 when the X value was 121,000 cm · No. / m<sup>2</sup> at 40 days after planting, and 172,000 cm · No. / m<sup>2</sup> at panicle formation stage, respectively.