



# 作物の競合並びに補償に関する研究. 第11報 : 水稻の収量構成要素に及ぼす栽植密度の影響(園芸農学)

秋田, 謙司

---

**(Citation)**

神戸大学農学部研究報告, 15(1):17-21

**(Issue Date)**

1982

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCD0I)**

<https://doi.org/10.24546/00227249>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227249>



## 作物の競合並びに補償に関する研究

### 第11報 水稲の収量構成要素に及ぼす栽植密度の影響\*

秋 田 謙 司\*\*

(昭和56年8月10日受理)

## STUDIES ON COMPETITION AND COMPENSATION OF CROP PLANTS

### XI. Effects of Planting Density on the Yield Component in Rice Plant

Kenji AKITA

#### Abstract

This study was carried out to clarify the effects of the planting density and manuring on the yield component and winnowed paddy weight of var. Nihonbare.

The number of ears per plant decreased with the higher planting density, but the number of ears per  $m^2$  increased with the higher density and it was a almost constant values at plots of higher planting density, but the value differd with the manuring.

The number of glumous flowers and winnowed paddys per plant and per ear decreased generally with the higher planting density. The value of D plot was higher than anyother plots under the basal dressing plots, and in E plot under the heavy manuring plots. It marked decreased at lower planting density, and decreased gradually at higher planting density. The ratio of winnowed paddys under the same density were higher value in the basal dressing plots, but the number of glumous flowers and winnowed paddys show the lager values in the heavy manuring plots than basal dressing.

The thousand-kernel-weight of winnowed paddys was heavier in the basal dressing plots, but the weight of winnowed paddys per plant was heavier in the heavy manuring plots. The weight of winnowed paddys per  $m^2$  was the maximum weight in D plot and E plot under the basal dressing plots, and in E plot under the heavy manuring plots. It marked decreased at lower planting density, and decreased gradually at plots of higher planting density. The decreased values in basal dressing and higher density plots were lager than in heavy manuring plots. At the same density, these weight were heavier in the heavy manuring plots.

In conclusion, there are many problems remaining unsolved, and it was suggested that the yield component desides the final yield with the compound environmental factors.

The investigation on the relation between planting density and yield is summarized above and it is expected several different approaches.

栽植密度と収量の関係について、DONALD<sup>3)</sup>は地上部に対する最高限度の乾物生産を基礎にして、最高の生態的収量を一定に維持することは可能であるが、種実収量は最適密度より高い密度では減少することを指摘し、

HOLLIDAY (1960) の小麦, MORROW and HUNT (1891), HAYNES and SAYRE (1956), DUNTING and WILLEY (1961) らのとうもろこし, 並びに DONALD (1954) の *Wimmera ryegrass* と *Subterranean clover* などの実験結果から、最適密度の種実収量に対して高い密度では10~40%まで収量が落ちたことを報告して、KIRA *et al*<sup>4)</sup> の最終

\* 日本作物学会第166回講演会において一部を発表

\*\* 附属農場

収量一定の法則が種実収量に適合しないと、群落における種実収量は個体間の競争がいつ始まるかが重要であると述べた。武田<sup>8)</sup>も最終収量が一定であれば、途中の経過、個々の個体重などかまわないという視点からは、生長の問題をとらえ得ないということを強調している。

著者<sup>1,2)</sup>は、栽植密度が高い水稲は、早くから個体間の相互作用が始まり、生育段階が進むにつれてきびしい競争を生ずるので、環境に順応した生産構造を示し、個体の茎数や乾物重は小さく、生育期間中における植物体を構成する各器官の割合では、高い密度ほど葉身重の比率が小さくなり、ことに施肥量が少ないと密度による差が顕著であることを認めた。

水稲の収量は穂数、1穂えい花数、精糶歩合及び精糶

1,000粒重によって構成される。本報はこれら収量構成要素と生育期間中の諸形質との関係を追究し、栽植密度が収量に及ぼす影響について検討したものである。

### 材料及び方法

前報<sup>1)</sup>と同じ材料を使用して、各区とも生育斉一な10株について穂数、えい花数、精糶数、並びに精糶重を測定した。個体あたりの収量構成要素と精糶重は10株の平均値で示し、1穂あたりのえい花数、精糶数及び精糶重は各区の個体の平均値/個体の平均穂数で求めた。 $m^2$ あたりの収量構成要素と精糶重は、各区の $m^2$ あたり株数に個体の平均値を乗じて算出した。なお、精糶は比重1.10の塩水によって選別した。

Table 1. Relation between the planting density and yield component per plant and ear in rice plant

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Basal dressing	Plant	number of ear	42.8	38.5	22.3	15.8	10.7	7.7	5.7	4.5	3.6	2.9
		number of glumous flower	4172	3886	2275	1387	883	605	441	316	249	171
		number of winnowed paddy	3822	3518	2090	1286	811	553	396	295	226	149
		winnowed paddy weight (g)	97.7	88.8	53.5	33.4	21.4	14.9	10.5	7.8	5.9	3.8
	Ear	number of glumous flower	97.6	100.9	101.9	87.6	82.0	78.8	77.8	70.6	68.4	59.0
		number of winnowed paddy	89.3	91.4	93.6	81.2	75.7	72.1	69.8	65.8	62.1	51.3
		winnowed paddy weight (g)	2.28	2.31	2.40	2.11	2.00	1.95	1.85	1.74	1.62	1.31
Ratio of winnowed paddy (%)		92	91	92	93	92	92	90	93	91	87	
Thousand-kernel-weight (g)		25.6	25.2	25.6	26.0	26.4	26.7	26.4	26.4	26.0	25.7	
Heavy manuring	Plant	number of ear	76.4	54.8	30.4	20.2	15.0	10.5	8.0	6.2	4.9	4.1
		number of glumous flower	8316	5742	3160	2055	1446	986	712	520	405	318
		number of winnowed paddy	7052	4563	2505	1638	1159	801	582	413	341	269
		winnowed paddy weight (g)	170.7	112.3	62.6	41.3	29.1	20.1	14.6	11.1	8.7	6.7
	Ear	number of glumous flower	111.5	104.8	103.9	101.7	96.4	93.9	89.0	83.9	82.0	78.5
		number of winnowed paddy	94.5	83.3	82.4	81.8	77.3	76.3	72.8	71.3	69.0	66.4
		winnowed paddy weight (g)	2.29	2.05	2.06	2.04	1.94	1.91	1.83	1.79	1.76	1.65
Ratio of winnowed paddy (%)		85	79	79	80	79	81	82	85	84	85	
Thousand-kernel-weight (g)		24.3	24.6	25.0	25.2	25.1	25.1	25.1	25.1	25.3	25.1	

実験結果

個体並びに穂あたりの収量構成要素及び精粗重と栽植密度の関係は第1表のとおりである。

個体あたり穂数と栽植密度の関係についてみると、少肥では 2.9~42.8本、多肥では 4.1~76.4本で、最高のA区に対して最低のJ区の比率は少肥では7%、多肥では6%であった。個体あたりえい花数は少肥では 171~4,172、多肥では 318~8,316の範囲内にあり、精粗数は少肥では 149~3,822、多肥では 269~7,052であり、栽植密度による差が明らかに示された。その結果、各区の個体あたり精粗重は少肥では 3.8~97.7g、多肥では 6.7~170.7g であって、両者とも最高のA区に対する最低のJ区の比率は、えい花数、精粗数におけると同様に4%であった。

1穂あたりえい花数は、少肥の最高はC区の101.9で、最低のJ区はその58%の59.0であった。なお、C区より低い密度ではえい花数はC区よりも少なかった。多肥の最高はA区の111.5で、最低はJ区の78.5であり、A区に対するJ区の比率は60%であった。両者とも栽植密度が高い区ほどえい花数が少ない傾向を示したが、ある程度以上の高い密度では区間の差が大きかった。1穂あたり精粗数は、少肥の最高はC区の93.6で、最低のJ区はその55%の51.3であった。多肥の最高はA区の94.5で、最低のJ区はその63%の66.4であった。各区の1穂あたり精粗重は、少肥ではC区が最高の2.40g、最低はJ区の1.31gで、C区に対するJ区の比率は55%であった。多肥の最高はA区で2.29g、最低のJ区は1.65gで、その比率は66%であった。

精粗歩合は少肥では87~93%で、J区を除くと各区とも90%以上であり、栽植密度と精粗歩合との間に一定の関係は認められなかった。多肥では79~85%でA区を除き全般に高い密度において比率が高い傾向があった。なお、同じ密度では多肥より少肥の方が高い比率を示した。精粗1,000粒重は、少肥では25.2~26.7gであり、F区が最も重くこれより密度が高くて低くても、その重量が漸減することが認められた。多肥では24.3~25.3gであり、栽植密度の影響は明らかでなかった。

m<sup>2</sup>あたり収量構成要素と精粗重は第1図のとおりである。

各区の m<sup>2</sup> あたり穂数は、少肥では43~300、多肥では75~405の範囲内にあり、栽植密度が低いと穂数は少なく、高い密度では多いが、ある程度以上の高い密度になると区間差は小さく、次第に漸近線になる傾向を示した。

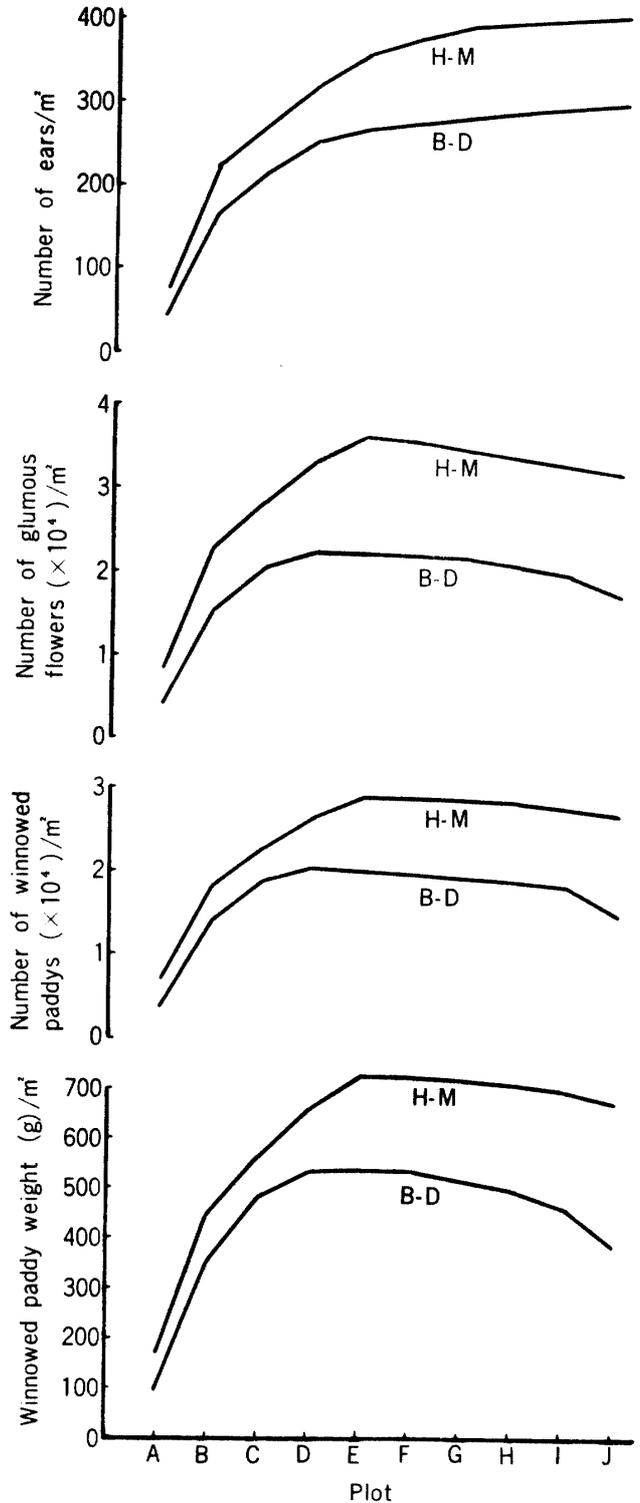


Fig. 1. Relation between the planting density and yield component per m<sup>2</sup> at basal dressing and heavy manuring in rice plant.

B-D; basal dressing plots,  
H-M; heavy manuring plots.

Table 2. The ratio of yield, yield component of basal dressing to heavy manuring per m<sup>2</sup>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Number of ear	56	70	73	78	75	73	73	73	74	73
Number of glumous flower	50	68	72	68	61	61	62	61	61	54
Number of winnowed paddy	54	77	83	79	70	69	68	67	66	55
Winnowed paddy weight	57	79	85	81	74	74	72	70	68	57

m<sup>2</sup>あたりえい花数は、少肥では 4,172~22,192, 多肥では 8,316~36,150の範囲内にあり、少肥ではD区、多肥ではE区の値が最高で、これらの区より密度が低いと著しく少ないことが認められ、逆に高い密度では密度が高くなるに従ってわずかではあるが少なくなる傾向を示した。m<sup>2</sup>あたり精粒数は少肥では 3,822~20,573, 多肥では 7,052~28,975であり、栽植密度と精粒数の関係は全般にえい花数と同様の傾向を示した。

m<sup>2</sup>あたり精粒重は、少肥の最高はD区とE区の 537 gで、最低はA区の 98 gであった。多肥の最高はE区の 728 gで、最低はA区の 171 gであった。栽植密度と精粒重の関係はえい花数、精粒数におけると同様に、低い密度では著しく少なく、高い密度では密度が高くなるに従ってわずかに減少することが認められた。なお、高い密度における精粒重の減少の程度は施肥量によって異なり、多肥よりも少肥の方が著しかった。さらに、同じ密度における穂数、えい花数、精粒数並びに精粒重は、いずれも少肥より多肥の方が大きく、施肥量による差が顕著に認められた。

施肥量が収量構成要素並びに精粒重に及ぼす影響を明らかにするため、同じ密度の多肥を 100として、少肥の値を指数で示したのが第2表である。

多肥に対して少肥の穂数はD区が78と最高を示し、ついでE区の75であった。栽植密度が低いA区は56と最低でつぎはB区の70であったが、これらの区を除くと各区とも73~74であった。えい花数はC区の72が最高でついでB区及びD区の68であり、概して低い密度での値が高い傾向があったが、ただ最低密度のA区は50で最も低く、最高密度のJ区がこれにつぎ54と低い値を示した。その他の区はほとんどが61~62で、これらの区では栽植密度による差は明らかでなかった。精粒数ではC区が83と最高を示し、これより密度が高くなるに従ってその値は小さくなり、最高密度のJ区では55にすぎなかった。また、C区より低い密度でもその値は小さく、最低密度

のA区ではわずかに54であった。精粒重では、C区が85と最高を示したが、最低はA区及びJ区の57であり、同じ密度でも施肥量によって精粒重の差に変動があり、ある程度の密度における差は小さいが、それよりも密度が高くても低くてもその差は拡大することが認められた。

## 考 察

群落を構成する個体は栽植密度が高いほど競合が大きくなり、個体は小型になり乾物重が小さくなる。水稻群落では個体間に相互作用が生ずるようになると、最も顕著に認められるのは分けつに対する影響である。すなわち、個体あたり総葉数は基本的には茎数によって支配されるが、新葉の形成に伴って LAI や SLA が大きくなり、相互遮蔽が進むと下層の葉から早く枯上る。そればかりではなく分けつの発生にも大きな影響を及ぼし、過度の遮蔽は分けつを休眠させ、弱小分けつの枯死を招来する。

幼穂形成期の茎数に対して各区の穂数は、少肥では 46~111%, 多肥では 49~127%で、両者とも栽植密度が低いA区とB区は幼穂形成期より増加したが、他の区はいずれも減少しており、ことに密度が高い区ほど減少率が大きく、最高密度のJ区ではいずれも50%以上の茎が枯死していた。その結果、各区の個体あたり穂数は、少肥では 2.9~42.8本、多肥では 4.1~76.4本で、最高密度のJ区では最低密度のA区の 6~7%の穂数にすぎなかった。しかし、各区のm<sup>2</sup>あたり穂数では、少肥は43~300本、多肥は75~405本となり、いずれも最高の穂数を示したのはJ区であるが、両者ともある程度以上の密度では次第に漸近線を示した。なお、同じ密度の多肥を 100とした少肥の指数は、それが最も大きいD区で78、他の区は70~75であったが、A区は56と特に小さかった。すなわち、施肥量が穂数に及ぼす影響は栽植密度によって著しく異なることが示された。

m<sup>2</sup>あたり穂数がある程度以上の密度で漸近線を示すの

に対して、えい花数ではやや異なる傾向を示した。すなわち、えい花数が最高を示したのは少肥ではD区の22,192, 多肥ではE区の36,150であった。このことは、1穂あたりえい花数の差によるものであり、少肥の1穂あたりえい花数は59.0~101.9, 多肥では78.5~111.5と区間差が大きく、全般に高い密度ほどその数が少ないため、 $m^2$ あたりえい花数も減少したものである。なお、同じ密度の多肥に対する少肥の指数は、それが最も大きいC区で72, ついでB区とD区が68であったが、その他の区はほとんどが61~62であった。しかし、A区は50, J区は54を示し、最低密度並びに最高密度における指数の低下は解明を要する課題である。

なお、松島<sup>5)</sup>は穂数が多いほど1茎あたり栄養分が不足となり、1穂あたりえい花が減少するものと考えた。高い密度では弱小分げつが枯死するので、 $m^2$ あたり穂数はある程度以上の密度ではあまり差がなくなるが、高い密度ほど栄養条件が悪く、えい花生成期の栄養が不足して<sup>9)</sup>、 $m^2$ あたりえい花数に大きな差が生じたものと考えられる。

精籾歩合は少肥では87~93%, 多肥では79~85%で、少肥では栽植密度との関係は明らかではなく、多肥では密度が高い方の比率がやや大きい、むしろ施肥量による差の方が大きかった。精籾1,000粒重は少肥では25.2~26.7g, 多肥では24.3~25.3gで、栽植密度による区間差は明らかでないが、1,000粒重は施肥量が少ない方が大きな値を示した。

その結果、1穂あたり精籾重は少肥では1.31~2.40g, 多肥では1.65~2.29gであり、栽植密度並びに施肥量によって区間に差を生じた。これを $m^2$ あたりでみると、少肥では98~537gでD区とE区とが最高を示した。なお、 $m^2$ あたり精籾重が最高となる最適密度の存在が認められ、これより低いまたは高い密度では精籾重の減少は明らかである。一方、多肥の $m^2$ あたり精籾重は171~728gでE区が最高を示したが、E区より高い密度では次第に減少した。このことは数種作物の種実収量におけるDONALD<sup>3)</sup>らの実験結果と一致するものと考えられ、栄養分が不足する状態ではさらに明確に示されることが明らかになった。

これを要するに、水稻は同一品種であっても栽植密度によって各生育段階の生態反応が異なり、それぞれ特徴のある生産構造を示す。従って生育期間中における形質の差異が収量構成要素に及ぼす影響は大きく、それらの競合要因は中田<sup>6,7)</sup>の指摘するように、主として光と栄養分の不足によるものと考えられ、施肥量の多少によって同じ密度の個体でも生態反応が異なっており、当然の

ことながらそれらが収量に大きく影響を及ぼすものと判断される。

## 摘 要

本研究は水稻日本晴を供試して、栽植密度並びに施肥条件の差異が水稻の収量構成要素と精籾重に及ぼす影響について比較検討を試みたものである。

個体あたり穂数は栽植密度が高い区ほど少ないが、 $m^2$ あたり穂数は密度が高いと多くなり、高い密度ではほぼ一定数を示すがその数値は施肥量によって異なった。

個体あたりえい花数及び精籾数、並びに1穂あたりえい花数及び精籾数は、栽植密度が高いほど少なく、 $m^2$ あたりえい花数及び精籾数は少肥ではD区、多肥ではE区が最高となり、E区より低い密度では著しく減少し、高い密度では次第に減少する傾向を示した。なお、同じ密度の精籾歩合は少肥の方が高いが、えい花数及び精籾数では多肥の方が多かった。

精籾1,000粒重は少肥の方がやや重い、個体あたり精籾重では多肥の方が重い。その結果、 $m^2$ あたり精籾重は少肥ではD区とE区、多肥ではE区の値が最高を示し、これより低い密度では著しく減少し、高い密度でも次第に減少した。なお、高い密度における減少の程度は少肥の方が大きかった。また、同じ密度ではいずれも多肥の精籾重が大きかった。

これを要するに、収量構成要素は複合的な環境要因によって、最終的に収量を決定するので、農業上の生産では多方面からの検討を要することが示唆された。

終りに懇篤な御助言を頂いた作物学教室丹下宗俊教授に感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 秋田謙司：神大農研報，15，5-10，1982.
- 2) 秋田謙司：神大農研報，15，11-16，1982.
- 3) DONALD, C. M. : *Advances Agron.* 15, 1-118, 1963.
- 4) KIRA, T., H. OGAWA and N. SAKAZAKI : *Jour. Inst. Potytech. Osaka City Univ.* D 4, 1-16, 1953.
- 5) 松島省三：稲作の理論と技術 — 収量成立の理論と応用一，養賢堂，東京，1967.
- 6) 中田公三：日作紀，41，別2，81-82，1972.
- 7) 中田公三：日作紀，41，別2，83-84，1972.
- 8) 武田友四郎：作物の光合成と物質生産，1-14，養賢堂，東京，1971.
- 9) 和田源七・松島省三：日作紀，31(1)，23-26，1962.