

## 穂首分化期の窒素追肥と栽植密度の組み合わせが水稻の面積当たり穎花数に及ぼす影響

小林和広\*・中瀬寛子・今木正

(島根大学)

**要旨:** 密植は単位面積当たり穎花数を確保する上で重要な栽培技術であり、しかも1次枝梗に着生する穎花数の割合(1次枝梗着生穎花率)が向上するので、登熟にも有利であると考えられてきた。この実験では栽植密度と穎花数の関係を1次枝梗着生穎花率に着目しながら行った。穂数と1穂穎花数の関係を明確に出すために、分けつ力の高い品種日本晴を用いた。4つの栽植密度(11.1~44.4株 $m^{-2}$ )に、1穂穎花数を効果的に増加させる穂首分化期の窒素追肥(0~7.5g $m^{-2}$ )を4段階組み合わせた処理を行った。その結果、単位面積当たり分化穎花数と現存穎花数は密植ほど増加した。密植の効果は、窒素追肥が多いほど顕著に現れた。密植によって、穂数が増加したが、1穂分化1次枝梗数は減少し、分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数、穎花退化率はほとんど影響されなかった。予想に反して、密植によって1次枝梗着生穎花率はほとんど増えなかった。この理由は分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数が栽植密度の影響を受けなかったことと、1次枝梗に分化した穎花の退化率が高いことの2つである。分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数は穂首分化期から穎花分化始期までのシュート窒素含有率の増分と高い相関関係にあった。以上のことから密植で穎花数を確保するときに必ずしも1次枝梗着生穎花率を高く維持できるとは限らないことが示唆された。  
**キーワード:** 1次枝梗, 穎花数, 栽植密度, 水稻, 窒素, 分化穎花数, 穂数。

日本の西南暖地や熱帯での水稻の収量は単位面積当たり穎花数によって制限されており、その増加は急務とされている(Takeda 1984, 吉田 1986)。日本では、これまでに栽培的には多肥密植によって単位面積当たり穎花数を確保してきた。密植によって面積当たり穎花を1穂穎花数よりも穂数で確保することは、1次枝梗に着生する穎花の割合(1次枝梗着生穎花率)が増えるために登熟に有利であるとみなされてきた(和田 1969, 松島 1973)。ところが近年、1穂穎花数を拡大する形でシンクサイズを拡大した品種が出現し、その多収が注目されている。中国での多収はこのような穂重型の多収性のハイブリッドライスを多肥・密植で栽培することによって得ている。しかし、天野ら(1996 a, b)は中国の現行の栽植密度(78.5株 $m^{-2}$ )よりも疎植(42.7株 $m^{-2}$ )で同等の単位面積当たり穎花数を確保することが可能であることを実証した。穎花数の増加に対して密植がどの程度有効であるかを明らかにするには、密植による穎花数拡大のメカニズムを明らかにする必要がある。

面積当たり穎花数はその成立過程から、穂数、1穂分化1次枝梗数、分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数(2次枝梗に着生する穎花数はほぼ一定)、穎花退化率の4つの構成要素(穎花数構成要素)に分解できる。これに基づいて面積当たり穎花数を増やす方法として、面積当たり穂数(松島 1973)、1穂1次枝梗数と1次枝梗当たり2次枝梗数の両者で決定される1穂穎花数(松葉 1991, Pengら 1999)、穎花の退化(Senanayakeら 1996)のそれぞれに注目した研究がなされてきた。穎花数の決定に関するこれらの4つの過程のそれぞれに関与する形態的あるいは生理的な要因が近年発見され始めている。例えば、福

(1999)は、穂首分化期の幼穂の基部直径と1穂当たり分化1次枝梗数との間に正の相関関係を認めている。小林・堀江(1994)は穂首分化期から穎花分化始期までのシュート窒素(N)含有率の増分と分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数に正の相関を認めている。

栽植密度と水稻収量ならびに収量構成要素との関係についてはこれまでにいくつかの研究がなされてきた(山田 1961 a, b, 武田・広田 1971, 秋田 1982, Akita and Tanaka 1992)。栽植密度を変えると個体間の競合の始まる時期が異なり、収量構成要素や穎花数構成要素も競合の起こる発育段階に左右されると考えられる(秋田 1982)。武田・広田(1971)は2~300株 $m^{-2}$ の範囲で栽植密度が高くなるほど品種シラヌイの穎花数が増えるものの、50株 $m^{-2}$ を越すとほぼ頭打ちを示す傾向を得た。秋田(1982)は品種日本晴において面積当たり穂数は栽植密度とともに増えるが、面積当たり穎花数はそれが最大となる栽植密度(多肥区で25株、基肥のみ区で16株 $m^{-2}$ )のあることを示した。このように密植は面積当たり穂数を増加させる一方で、1穂重(山田 1961 a, b)や1穂穎花数(秋田 1982)を減少させる。その結果、収量やそれと密接な関係にある面積当たり穎花数はある栽植密度を越すとほとんど増加しなくなると考えられる。しかし、密植が1穂穎花数を減らす機構はほとんど示されていない。密植によって、1次枝梗に着生する穎花が増えることから、密植によって1穂穎花数が減少するのは、分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数が減ることによって、1穂分化穎花数が減少するためか、2次枝梗上の穎花が退化しやすいこと(和田 1969)から穎花退化率が高くなるためのどちらかではないかと予想できる。密植によって穎花数を確保するためには密植に

よる1穂穎花数の減少の程度を抑える必要がある。

この実験では栽植密度が穎花数構成要素に及ぼす影響のうち特に以下の3点に着目した。

1. 密植によって1穂穎花数の減少するのは穎花数構成要素のどれが減少するからか。
  2. 穂首分化期から穎花分化始期までのシュートN含有率の増分と分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数の関係が異なる栽植密度間でも成り立つのか。
  3. 密植によって1次枝梗着生穎花率が小さくなるのはどの穎花数構成要素に作用するからか。
- 4段階の栽植密度(11.1~44.4株m<sup>-2</sup>)に、1穂穎花数の増加に最も効果的な穂首分化期における4段階のN施肥(0~7.5g m<sup>-2</sup>)を組合せた実験を行った。

### 材料と方法

穂数と1穂穎花数の関係が明瞭に出るように穂数の多くとれる水稻品種日本晴を使用した。1997年、箱育苗した22日苗を5月31日に島根大学生物資源科学部附属生物資源研究センター本庄農場(島根県松江市)の水田に移植した。栽植密度は11.1, 16, 22.2, 44.4株m<sup>-2</sup>の4段階とした。この栽植密度は日本晴を使った栽植密度の実験(秋田1982)を参考にして決めた。それぞれの栽植間隔は30×30, 25×25, 15×30, 15×15cmである。1株2本植とした。基肥は窒素(N), リン酸, カリそれぞれ成分で4, 8, 8g m<sup>-2</sup>とした。栽植密度の効果がなるべく遅くまで続くように分けつ肥は与えなかった。穎花分化に最も効果的な時期である穂首分化期(7月21日)にN成分にして0, 2.5, 5, 7.5g m<sup>-2</sup>の4段階(無肥区, 少肥区, 中肥区, 多肥区)の追肥処理をした。穂首分化期N追肥を主区とする分割区法を採用し、反復は2反復とした。各区の圃場の面積は3.85~14.7m<sup>2</sup>で、疎植ほど面積を大きくした。

穂首分化期(7月20日), 穎花分化始期(7月31日)に各反復区から8株をサンプリングした。葉身, 根, それ以外の部分(茎)に切断し, 根を除いた後, 葉身, 茎をそれぞれ80℃で48時間以上乾燥した後, 葉身と茎の乾物重を測定した。サンプルを粉碎し, セミマイクロケルダール法

で葉身と茎のN含有率を測定し, それからシュートN含有率を求めた。

出穂期(8月24~27日)に各反復区8株をサンプリングし, 穂数を数えた後, 現存穎花数, 現存1次枝梗数, 現存2次枝梗数を調査した。さらに退化穎花数, 退化1次枝梗数と退化2次枝梗数を, 穎花や枝梗の退化痕跡を数えることによって求めた(松島1957)。分化穎花数は現存穎花数と退化穎花数の和として求めた。分化1次枝梗数, 分化2次枝梗数も同様にして求めた。さらに1次枝梗に着生あるいは分化している穎花を数え, 1次枝梗着生穎花数あるいは1次枝梗分化穎花数とした。1次枝梗着生穎花数の現存穎花数に対する割合を1次枝梗着生穎花率, 1次枝梗分化穎花数の分化穎花数に対する割合を1次枝梗分化穎花率とした。したがって, 現存穎花数は1次枝梗着生穎花数と2次枝梗着生穎花数の和となった。さらに以上のような穎花数に関する測定項目について分散分析を行った。

### 結果

#### 1. 栽植密度と穂首分化期のN追肥が穎花数構成要素におよぼす影響

単位面積当たり現存穎花数, 分化穎花数や穎花数構成要素について分散分析した結果を第1表に示した。栽植密度の効果は面積当たり分化穎花数において5%水準で, 1穂穎花数において1%水準で有意であった。穎花数構成要素のうち, 穂数と1穂当たり分化1次枝梗数には栽植密度の効果が1%水準で有意であった。いずれの項目についても栽植密度と穂首分化期N追肥の交互作用は有意でなかった。

単位面積当たり現存穎花数は有意ではなかったが, 密植ほど増える傾向があった(第2表)。4つの施肥区をまとめた平均では栽植密度11.1株m<sup>-2</sup>の疎植区では現存穎花数は25568m<sup>-2</sup>であったのに対し, 44.4株m<sup>-2</sup>の密植区では13%多い29010m<sup>-2</sup>となった。無肥区では栽植密度が増加しても現存穎花数はほとんど変わらなかったが, 多肥区では栽植密度が高くなると増加した。その結果, 一番現存穎花数の多いのは栽植密度44.4株m<sup>-2</sup>(密植区), N

第1表 栽植密度と穂首分化期窒素追肥の2要因における面積当たり穎花数および穎花数構成要素についての分散分析。

| 変動因         | 自由度 | 平均平方     |           |           |         |              |                  |        |
|-------------|-----|----------|-----------|-----------|---------|--------------|------------------|--------|
|             |     | 現存穎花数    | 分化穎花数     | 1穂(現存)穎花数 | 穂数      | 1穂当たり分化1次枝梗数 | 分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数 | 穎花退化率  |
| <b>主試験区</b> |     |          |           |           |         |              |                  |        |
| ブロック(B)     | 1   | 5990991  | 25141141  | 49.4      | 6657    | 0.0138       | 0.0520           | 4.169  |
| 窒素施肥(N)     | 3   | 59371123 | 67743773  | 398.6**   | 977     | 0.1783       | 0.3976*          | 32.110 |
| 誤差(B×N)     | 3   | 9040312  | 23734011  | 11.0      | 1202    | 0.0232       | 0.0265           | 7.698  |
| <b>副試験区</b> |     |          |           |           |         |              |                  |        |
| 栽植密度(D)     | 3   | 18717204 | 36675753* | 115.6**   | 16299** | 2.0145**     | 0.0157           | 1.893  |
| 交互作用(N×D)   | 9   | 8188207  | 10014346  | 22.9      | 337     | 0.0202       | 0.0246           | 6.094  |
| 誤差          | 12  | 7224584  | 8398103   | 10.8      | 617     | 0.0319       | 0.0087           | 7.018  |

\*\* , \* : 1%, 5%水準でそれぞれ有意であることを示す。

第2表 栽植密度と穂首分化期窒素追肥が面積当たり穎花数および穎花数構成要素に及ぼす影響。

| 栽植密度<br>(株 m <sup>-2</sup> ) | 窒素<br>追肥量<br>(g m <sup>-2</sup> ) | 現存穎花数<br>(m <sup>-2</sup> ) | 分化穎花数<br>(m <sup>-2</sup> ) | 1穂<br>穎花数  | 穎花数構成要素                  |                  |                      |              |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|------------------|----------------------|--------------|
|                              |                                   |                             |                             |            | 穂数<br>(m <sup>-2</sup> ) | 1穂当たり分化<br>1次枝梗数 | 分化1次枝梗当た<br>り分化2次枝梗数 | 穎花退化率<br>(%) |
| 44.4                         | 0                                 | 25117 ± 472                 | 39194 ± 2028                | 51.9 ± 4.2 | 486 ± 31                 | 8.66 ± 0.06      | 1.19 ± 0.08          | 35.9 ± 4.5   |
|                              | 2.5                               | 24617 ± 583                 | 36797 ± 1064                | 56.4 ± 0.3 | 436 ± 8                  | 8.88 ± 0.07      | 1.28 ± 0.00          | 33.1 ± 0.3   |
|                              | 5                                 | 31630 ± 224                 | 45141 ± 125                 | 70.5 ± 3.2 | 449 ± 17                 | 9.14 ± 0.29      | 1.73 ± 0.05          | 29.9 ± 0.7   |
|                              | 7.5                               | 34675 ± 3908                | 47747 ± 2981                | 73.2 ± 4.0 | 472 ± 28                 | 8.86 ± 0.04      | 1.87 ± 0.03          | 27.4 ± 3.7   |
| 22.2                         | 0                                 | 24922 ± 28                  | 37026 ± 1332                | 60.2 ± 0.9 | 413 ± 6                  | 9.52 ± 0.01      | 1.27 ± 0.05          | 32.7 ± 2.5   |
|                              | 2.5                               | 25299 ± 882                 | 36947 ± 1653                | 64.7 ± 1.9 | 391 ± 25                 | 9.67 ± 0.03      | 1.39 ± 0.09          | 31.5 ± 0.7   |
|                              | 5                                 | 28769 ± 3297                | 42107 ± 4729                | 74.3 ± 0.3 | 387 ± 46                 | 9.70 ± 0.10      | 1.78 ± 0.06          | 31.7 ± 0.2   |
| 16                           | 7.5                               | 31444 ± 17                  | 43068 ± 515                 | 77.1 ± 3.1 | 408 ± 17                 | 9.60 ± 0.12      | 1.75 ± 0.13          | 27.0 ± 0.8   |
|                              | 0                                 | 23497 ± 4837                | 33844 ± 6420                | 62.2 ± 5.6 | 374 ± 44                 | 9.47 ± 0.21      | 1.35 ± 0.16          | 30.6 ± 1.2   |
|                              | 2.5                               | 25778 ± 674                 | 37487 ± 681                 | 66.3 ± 2.2 | 389 ± 3                  | 9.81 ± 0.05      | 1.42 ± 0.07          | 31.2 ± 0.5   |
| 11.1                         | 5                                 | 27194 ± 762                 | 40339 ± 51                  | 72.8 ± 1.8 | 374 ± 20                 | 10.06 ± 0.03     | 1.64 ± 0.15          | 32.6 ± 2.0   |
|                              | 7.5                               | 28428 ± 1024                | 40485 ± 759                 | 73.3 ± 0.8 | 388 ± 18                 | 9.83 ± 0.16      | 1.64 ± 0.03          | 29.8 ± 1.2   |
|                              | 0                                 | 25332 ± 2351                | 37674 ± 3499                | 67.7 ± 1.3 | 373 ± 28                 | 9.96 ± 0.09      | 1.51 ± 0.02          | 32.8 ± 0.0   |
| 4つの施肥区をまとめた平均値               | 2.5                               | 25280 ± 980                 | 36562 ± 1105                | 70.1 ± 1.2 | 360 ± 8                  | 10.12 ± 0.04     | 1.48 ± 0.01          | 30.9 ± 0.6   |
|                              | 5                                 | 23576 ± 7                   | 35919 ± 1228                | 70.2 ± 1.8 | 336 ± 8                  | 10.12 ± 0.05     | 1.58 ± 0.15          | 34.4 ± 2.2   |
|                              | 7.5                               | 28084 ± 630                 | 39648 ± 233                 | 80.6 ± 1.1 | 348 ± 13                 | 10.04 ± 0.17     | 1.86 ± 0.03          | 29.2 ± 1.2   |
| 44.4                         |                                   | 29010 ± 1297                | 42220 ± 473                 | 63.0 ± 2.9 | 461 ± 3                  | 8.88 ± 0.12      | 1.52 ± 0.04          | 31.6 ± 2.1   |
| 22.2                         |                                   | 27609 ± 1042                | 39787 ± 2057                | 69.1 ± 1.5 | 400 ± 23                 | 9.62 ± 0.06      | 1.55 ± 0.06          | 30.7 ± 1.0   |
| 16                           |                                   | 26224 ± 1487                | 38039 ± 1612                | 68.6 ± 0.2 | 381 ± 21                 | 9.79 ± 0.01      | 1.51 ± 0.02          | 31.0 ± 1.0   |
| 11.1                         |                                   | 25568 ± 499                 | 37451 ± 349                 | 72.2 ± 0.7 | 355 ± 10                 | 10.06 ± 0.02     | 1.61 ± 0.04          | 31.8 ± 0.7   |
| 4つの栽植密度区をまとめた平均値             | 0                                 | 24717 ± 1672                | 36935 ± 3320                | 60.5 ± 0.4 | 412 ± 27                 | 9.39 ± 0.06      | 1.32 ± 0.04          | 33.0 ± 1.5   |
|                              | 2.5                               | 25243 ± 339                 | 36948 ± 299                 | 64.4 ± 1.4 | 394 ± 3                  | 9.62 ± 0.03      | 1.39 ± 0.04          | 31.7 ± 0.4   |
|                              | 5                                 | 27792 ± 957                 | 40877 ± 894                 | 71.9 ± 1.8 | 387 ± 23                 | 9.76 ± 0.04      | 1.69 ± 0.10          | 32.1 ± 0.9   |
|                              | 7.5                               | 30658 ± 559                 | 42737 ± 368                 | 76.1 ± 2.2 | 404 ± 5                  | 9.58 ± 0.06      | 1.78 ± 0.05          | 28.4 ± 0.5   |

平均値 ± 標準誤差 (n=2)。

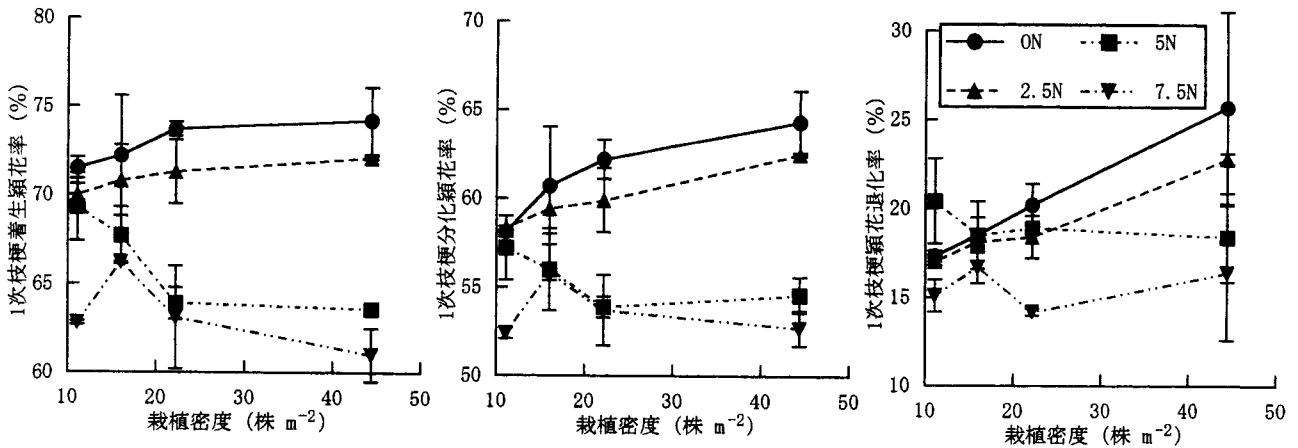
施用量 7.5 g m<sup>-2</sup> (多肥区) の区で、34675 m<sup>-2</sup> となった。これは武田・広田 (1971) のシラヌイの栽植密度試験 (300 株 m<sup>-2</sup>) で得た 36392 m<sup>-2</sup>、秋田 (1982) の日本晴の栽植密度試験 (25 株 m<sup>-2</sup>) で得た 36150 m<sup>-2</sup> にやや足りない程度であり、暖地で日本晴を密植して得られる穎花数の上限はほぼこのぐらいであろう。分化穎花数も有意ではなかったが、栽植密度が増加するほど増える傾向にあった。現存穎花数の最も多かった区では分化穎花数も最高の 47747 m<sup>-2</sup> であり、これも日本晴の通常の栽培で得られる上限値 (小林・堀江 1994) にほぼ近かった。このように密植下で穂首分化期の N 追肥を多く与えた条件では分化穎花数が増加し、その結果、現存穎花数が増加した。密植区の効果が多肥で強く出たことは、秋田 (1982) の結果と一致した。

穂数は密植ほど増加し、穂首分化期の N 追肥はほとんど関与しなかった。4つの施肥区をまとめた平均では疎植区で 355 本 m<sup>-2</sup>、密植区では 30%多い 461 本 m<sup>-2</sup> となった。1穂穎花数は密植によって減少し、穂首分化期の N 追肥で増加した。4つの施肥区をまとめた平均では、疎植区の1穂穎花数は 72.2、密植区のそれは 13%少ない 63.0 となった。穂数とは対照的に1穂当たり分化1次枝梗数は疎植ほど増加した。すなわち密植区では 8.88、疎植区では 13%多い 10.06 となった。1次枝梗の分化する時期より少し早い穂首分化期の N 追肥にもかかわらず、1穂当

り分化1次枝梗数に及ぼす N 追肥の効果は栽植密度に比べると大きくはなかった。分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数は栽植密度とは関係がなく、多肥ほど増加した。一番少ない区は密植区の無肥区で 1.19、一番多い区は密植区が多肥区の 1.87 で、密植区の無肥区と比べて 57%多くなった。無肥区では栽植密度が高くなるほど分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数が小さくなる傾向にあったが、多肥区ではほとんど栽植密度は影響しなかった。穎花退化率は栽植密度と関係がなく、無肥区で最も高くなった。この少肥ほど増加するという傾向は密植区の方が著しかった。しかし、27~35.9%とその変動幅は小さく、現存穎花数への寄与は大きくなかった。この実験によると、密植による1穂穎花数の減少は1穂当たり分化1次枝梗数の減少によるところが大きく、分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数も穎花退化率も必ずしも減っておらず、当初予想されたこの両者の寄与はあまり大きくなかったことが示された。

## 2. 1次枝梗に着生した穎花の割合

1次枝梗着生穎花率は最初の予想に反して栽植密度の影響を大きく受けなかった (第1図左)。1次枝梗分化穎花率も密植によって無肥区と少肥区ではやや高くなったが、中肥区と多肥区ではほとんど変わらなかった (第1図中)。これに対して、1次枝梗着生穎花率や1次枝梗分化穎花率に対する穂首分化期の N 追肥の影響は顕著に現れた。す



第1図 栽植密度と穂首分化期の窒素追肥が1次枝梗に着生した穎花の割合に及ぼす影響。

図は左から1次枝梗着生穎花率(1次枝梗上の現存穎花数の総現存穎花数に対する割合), 1次枝梗分化穎花率(1次枝梗上に分化した穎花の総分化穎花数に対する割合), 1次枝梗穎花退化率(1次枝梗に分化した穎花の退化率)である。

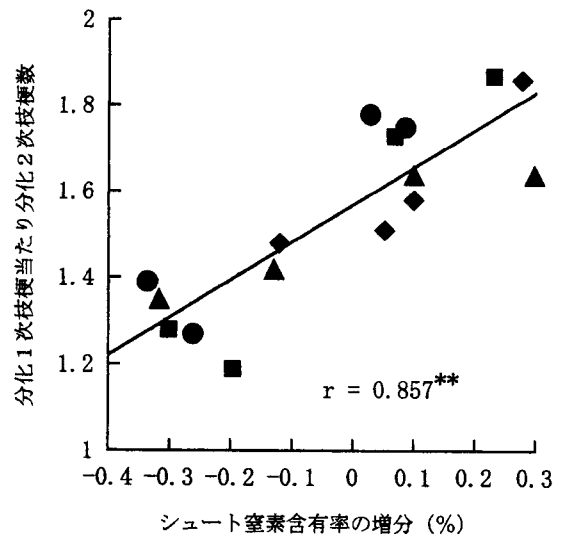
●, ▲, ■, ▼: それぞれ穂首分化期における窒素追肥量が0, 2.5, 5, 7.5 g m<sup>-2</sup>を表す。

なわち1次枝梗着生穎花率も1次枝梗分化穎花率も穂首分化期のN追肥が多いほど低下した。栽植密度に関係なく、多肥区では1次枝梗着生穎花率が60%程度と低く、一方、無肥区では70%を越えた。

密植にしても1次枝梗着生穎花率が増えなかった理由は、分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数が栽植密度の影響を受けなかったこと(第2表)、無肥区と少肥区では1次枝梗分化穎花率が密植によってやや高くなったが(第1図中)、1次枝梗に分化した穎花の退化率(1次枝梗穎花退化率)も密植区で高くなって(第1図右)、両者が打ち消しあったことの2点であった。分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数は穂首分化期から穎花分化始期までのシュートN含有率の増分と高い正の相関があることが報告されている(小林・堀江 1994)。今回の実験でも同様の傾向が得られ、この関係は栽植密度の影響を受けないことがわかった(第2図)。

考 察

今回供試した日本晴では密植にすると現存穎花数が増えるのは穂数が増加することが主な要因であり、穎花数構成要素の残り3つのうち1穂当たり分化1次枝梗数が密植にすると逆に減少し、残りの2つの分化1次枝梗当たり分化2次枝梗数と穎花退化率は密植の影響をほとんど受けないことがわかった。穎花数に対する密植の効果は穂肥が多いほど強く現れた。今回と同じ品種である日本晴を用いた実験(秋田 1982)でも、少肥区では16株 m<sup>-2</sup>の栽植密度で面積当たり穎花数は最大となり、多窒素区ではそれより密植である25株 m<sup>-2</sup>で穎花数は最大となった。今回の実験では密植による1穂穎花数の減少は1穂分化1次枝梗数の減少によるものであることが示された。密植による1穂穎花数の減少の要因として当初予想された分化1次枝梗当たりの分化2次枝梗数と穎花退化率の寄与は小さかった。



第2図 1次枝梗当たり分化2次枝梗数と穂首分化期から穎花分化始期までのシュート窒素含有率の増分の関係。

◆, ▲, ●, ■: それぞれ栽植密度11.1, 16, 22.2, 44.4株 m<sup>-2</sup>を表す。

\*\* : 1%水準で有意。

本実験では密植にしても1次枝梗着生穎花率は増えなかった。その一方で、穂首分化期から穎花分化始期までのシュートN含有率の増分と分化1次枝梗当たりの分化2次枝梗数との間の正の相関関係は異なる栽植密度間でも認められた(第2図)。このことから、密植にすると1次枝梗着生穎花率が高くなると従来まで考えられたのは、密植下では、栄養生長期の生長が過剰となり、穂首分化期から穎花分化始期までのシュートN含有率が急速に低下し、分化1次枝梗当たりの分化2次枝梗数が減少したためではないかと考えられる。これに加えて、本実験では、無肥区・少肥区において1次枝梗穎花退化率が密植で高くなったことが密植による1次枝梗分化穎花率の増加を打ち消し、そ

山田登 1961a. 水稻の栽植密度と収量について [1]. 農及園 36: 13— 315.

18.

吉田昌一 1986. 稲作科学の基礎. 博友社, 東京. 256—257.

山田登 1961b. 水稻の栽植密度と収量について [2]. 農及園 36: 311—

### Effects of Planting Density and Topdressing at the Panicle Initiation Stage on Spikelet Number per Unit Area :

Kazuhiro KOBAYASI, Hiroko NAKASE and Tadashi IMAKI (*Fac. of Life and Environ. Sci., Shimane Univ., Matsue 690-8504, Japan*)

**Abstract :** Dense planting is an important cultural technique to increase the number of spikelets per unit area, and is thought to be favorable for grain filling because it increases the percentage of spikelets on the primary rachis-branches (PBs) to the total spikelets. The objective of this experiment was to analyze the relationship between planting density and spikelet number with reference to the percentage of spikelets on the PBs. An active tillering cultivar, Nipponbare was used. Four planting densities (11.1 to 44.4 hills  $m^{-2}$ ) were combined with four rates of nitrogen topdressing (0 to 7.5  $g m^{-2}$ ). Denser planting increased the number of differentiated and final spikelets. The effect of the dense planting on spikelet number was more prominent, the higher the rate of nitrogen application at panicle initiation. The dense planting increased panicle number per unit area, but decreased the number of differentiated PBs per panicle. The number of differentiated secondary rachis-branches per PBs and the percentage of spikelet degeneration were scarcely affected by the density. Contrary to the expectation, the denser planting did not increase the percentage of spikelets on the PBs. This is because the number of differentiated secondary rachis-branches per differentiated PB was not changed by planting density and the degeneration of spikelets on the PBs increased with increasing planting density. This experiment suggests that dense planting does not necessarily increase the percentage of spikelets on PBs.

**Key words :** Differentiated spikelet, Nitrogen, Panicle number, Planting density, Primary rachis-branch, Rice, Spikelet number.

## 書評

「応用植物科学実験」山口裕文・堀内昭作・森源治郎 監修, 養賢堂, 東京, 2000年, 192頁, 3400円.

本書は, 大阪府立大学のスタッフが大学2-3年生の実験テキストとして執筆・編集した手引き書である. タイトルには「応用植物科学」とあるが, 具体的には従来の農学科あるいは園芸学の実験として学ばれていた事項に加え, 植物研究で利用の多い分子生物学の技術, さらに汚染や景観といった環境に関わる事項の調査方法を含んでいる.

構成は, 1. 応用植物科学実験の基礎, 2. 植物の基本構造と機能, 3. 植物の分子生物学, 4. 植物の遺伝, 5. 植物の生理, 6. 育種の技術, 7. 開発生産の技術, 8. 農業生態系の構造と生産性, 9. 収穫物の評価と品質管理, 10. 植物と微生物, 11. 植物と昆虫, 12. 実験計画とデータの分析, という12章からなる. 章のタイトルだけでは分かりにくい, 例えば, 第1章は画像解析も含めた顕微鏡使用法や器具取り扱い, 化学薬品の廃液処理法, SI単位系の解説などからなり, 第7章は培養や気象観測・収量調査を, 第8章は層別刈り取り法や土壌診断に加えて大気汚染・水質汚濁・景観調査を扱っている. 第9章は主に園芸作物である.

QTL解析など新しい技術・手法の紹介も適宜盛り込まれており, 項目だけみると盛りだくさんの印象があるが, 個々の項目はポイントをおさえながら適切な分量にまとめられており, 学部学生の目線に合わせた解説となっている. 丁寧に分かりやすさを意図して描かれた図が多いのも, 学生の理解を助けるであろう. こうした配慮は実験書という本の性格からして当然のことではあるが, 既に専門知識と専門用語で頭のうまった教官は分かりやすい文章を書くのは苦手なことが多く, 作図に手間と時間をかけるというのも今日の大学の現状では厳しいものがある. 実験教育にかける大阪府大のスタッフの熱意を感じる. 一部には, 間に合わせの図で済ませた節も散見されるが, これは, 所定の期間で多くの執筆者が分担する書籍では避けられない面があり, 全体としては他の実験書と比べても丁寧な作りといつて良い.

ところどころに挿入されたコラムでは, 実験のワンポイント解説や, 学部の実験では扱えないがちょっと知っておいて欲しい手法, あるいは, 作況指数の解説や酸性雨の話題などがとりあげられている. この実験書を自分の学科のテキストに採用するのは良いが, 下手な説明をしていると退屈した学生がこっそりコラムを楽しんでいたりしそうだ.

なお, 実験植物の栽培法については, 栄養実験としての水耕栽培やグロースポウチなど特殊なもののみを扱っているが, 一般的な栽培法については, 姉妹編の「応用植物科学栽培実習マニュアル」(日作紀69(2):200を参照)がある.

(東京大学 阿部淳)