

# 湛水直播水稲における高位分げつの有無が 通常分げつの収量関連形質に及ぼす影響

内田良太<sup>\*†</sup>・名越時秀<sup>\*\*</sup>・平野 繁<sup>\*\*</sup>・玉井富士雄<sup>\*\*</sup>・池田良一<sup>\*\*</sup>

(平成 25 年 8 月 22 日受付/平成 25 年 12 月 6 日受理)

**要約**：湛水直播水稲において、高位分げつが出現した分げつと出現しなかった分げつの収量関連形質を比較した。播種様式を点播とし、苗立ち密度 50 本/m<sup>2</sup> (低苗立ち密度) の 50 本区および 100 本/m<sup>2</sup> (適正苗立ち密度) の 100 本区の 2 区を設けた。両区とも高位分げつが多く出現し、その出現数は 50 本区で 78.5 本/m<sup>2</sup> および 100 本区で 93.5 本/m<sup>2</sup> であった。両区とも出現した高位分げつの殆どが bT3 (止葉節から出現した分げつを bT1 とし、求基的に示した分げつ位) と bT4 であった。高位分げつが出現した分げつの方が、出現しなかった分げつより 1 穂籾数、1 穂玄米重および登熟歩合が有意に大きかった。高位分げつが出現した分げつの中では、bT4 が出現した分げつの方が bT3 が出現した分げつより、収量関連形質が大きかった。また、葉数 3 枚の高位分げつが出現した分げつの方が葉数 2 枚の高位分げつが出現した分げつより、1 穂籾数、1 穂玄米重および登熟歩合が大きい傾向が見られた。高位分げつ自身も、bT4 の方が bT3 より、すべての収量関連形質が大きく、さらに葉数 3 枚の高位分げつの方が、葉数 2 枚の高位分げつより登熟歩合を除く収量関連形質が大きい傾向を示した。以上の結果、高位分げつが出現した分げつは、出現しなかった分げつより 1 穂籾数、1 穂玄米重および登熟歩合が大きいことから、出穂期前の蓄積炭水化物が豊富で、しかも出穂期後の炭水化物生産量が多いと推察された。また、高位分げつが出現した分げつの収量関連形質が大きいほど、高位分げつ自身の収量関連形質も大きいことが明らかとなった。

**キーワード**：高位分げつ、収量関連形質、水稲、湛水直播、通常分げつ

## 緒 言

水稲栽培の省力・コスト削減技術として直播栽培の一つである湛水土中直播 (以後、湛水直播) が挙げられる。しかし、湛水直播には出芽、苗立ちの不揃いによる苗立ち密度の不均一の問題がある。直播栽培における一般的な適正苗立ち密度は 100 本/m<sup>2</sup> 程度であり、過酸化カルシウム剤の利用や播種後の落水管理で出芽、苗立ち率は向上し<sup>1-6)</sup>、目標の苗立ち密度に揃え易くなっているが、播種ムラや播種深度のバラツキ<sup>1,2,7)</sup> が原因で、依然として苗立ち密度の局所的な変動は避け難い。苗立ち密度の変動が生じた場合、湛水直播の播種様式の一つである散播栽培では、収量構成要素間で補償作用が働き収量はほぼ一定になる<sup>8,9)</sup>。しかし一方で、低苗立ち密度条件 (40 本/m<sup>2</sup>) では、局所的に苗立ち密度がさらに低下する可能性があり、それによる減収と品質低下が発生する<sup>10)</sup>。これらのことから、補償作用があるものの湛水直播における苗立ち密度の低下は減収や品質低下を避け難いと考えられる。

ところで、散播栽培における低苗立ち密度 (50 本/m<sup>2</sup>) では、高位分げつ (水稲の地上部伸長茎部から出現する分げつ) の出現が認められ、その要因は、単位面積当たりの有効

茎が少ない上に、穂肥によって養分環境が高められたことによる<sup>11)</sup>。さらに、最高分げつ数と有効茎数が少なくなり 1 茎当たりの窒素や炭水化物の配分量が多くなったことが高位分げつの出現要因と考えられる<sup>12)</sup>。このことから、高位分げつの出現は散播栽培のみならず、単位面積当たりの有効茎が少なくなった場合に点播栽培および条播栽培でも起こり得ると考えられる。高位分げつは水稲の地上部伸長茎部から出現する分げつで、不伸長茎部から出現する通常分げつとは性質が異なる。これまでに葉数、出現節位など形態的な解析<sup>13-19)</sup> がなされ、母茎 (高位分げつが出現した分げつ) となる分げつの茎葉中に窒素やデンプン等が豊富に蓄えられる<sup>13)</sup> こと、また母茎の生長が抑制を受ける<sup>17)</sup> などの条件下では高位分げつが出現することが明らかにされている。高位分げつの子実生産性に関しては、これまでに青刈りによる種籾の生産の可能性<sup>14)</sup> や収穫後の刈り株から出現した分げつ (ひこばえ) による収量増加<sup>20)</sup> について論じられている。しかし一方で、茎葉の切断や穂の切除を行わない通常の栽培で出現する高位分げつは、子実 (玄米) のほとんどが未熟粒であるため玄米の外観品質を低下させること、さらに高位分げつと母茎を比較すると、高位分げつは収量関連形質で母茎に劣り、増収に貢献しないと

\* 東京農業大学大学院農学研究科農学専攻

\*\* 東京農業大学農学部農学科

† Corresponding author (E-mail : 52110001@nodai.ac.jp)

報告されている<sup>11)</sup>。これらのことから、実際の圃場栽培で出現する高位分げつは種籾の生産<sup>14)</sup>や収量増加<sup>20)</sup>のような有益な点はなく、玄米外観品質を劣化させるものと考えられる。しかし、これまで高位分げつについて形態、出現要因および収量関連形質については明らかにされてきているが、高位分げつが出現した分げつと出現しなかった分げつとの収量関連形質の相違、また高位分げつが出現した分げつの収量関連形質と高位分げつの収量関連形質の関係については詳細な検討は行われていない。そこで本試験は、湛水点播直播において、低～高苗立ち密度が生じることを想定し、異なる苗立ち密度を組み合わせ、高位分げつが出現した分げつと高位分げつが出現しなかった分げつの収量関連形質および高位分げつが出現した分げつの収量関連形質と高位分げつの収量関連形質との関係を検討した。

### 材料と方法

本試験は、2008年に東京農業大学厚木キャンパス（神奈川県厚木市）のコンクリート砕水田（400 cm×200 cm）において、直播適性のある水稲キヌヒカリ（*Oryza sativa* L. cv. Kinuhikari）を供試して行った。播種直前の5月13日に催芽種子に、乾燥籾重量の2倍量の過酸化カルシウム（カルバー粉粒剤16）を粉衣した。播種は、5月15日に落水状態で行い、出芽率が90%を超えた5月23日から湛水状態で管理した。施肥は、5月13日に代掻きと同時に、基肥として化成肥料（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:18:16）を窒素成分量で3.0 g/m<sup>2</sup>施用し、6月13日と6月18日に追肥として化成肥料（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:18:16）を窒素成分量でそれぞれ0.5 g/m<sup>2</sup>ずつ施用した。穂肥は、化成肥料（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=17:0:17）を窒素成分量で3.0 g/m<sup>2</sup>を分施し、7月9日、7月13日（出穂29～31日前）および7月20日（出穂22～24日前）にそれぞれ0.5 g/m<sup>2</sup>、1.5 g/m<sup>2</sup>および1.0 g/m<sup>2</sup>施用した。試験区は、播種様式を点播（条間30.0 cm×株間20.0 cm：16.7 株/m<sup>2</sup>）とし、1株苗立ち数を3本とした50本区（50本/m<sup>2</sup>：低苗立ち密度）および6本とした100本区（100本/m<sup>2</sup>：適正苗立ち密度）の2水準とした。播種粒数は苗立ち密度によって異なった。すなわち、50本区は1株5粒を、100本区は1株9粒を、それぞれ播種深度を約1 cmに播種し、出芽後に間引きした。なお点播形状は直径5 cmの円とし、その円周上に均等な間隔で播種を行った。間引きは6月1日に、生育が揃った個体を残し地際で切断し、設定の苗立ち数にした。なお全株数は50本区と100本区ともに54株（6列×9株）であった。

本試験では、外周部分の株を除き、設定した領域から生育が中庸な株を20株ずつ選び、通常分げつの穂数、高位分げつが株当たり1本以上出現した株数および高位分げつ出現数を調査した。その後、調査に用いた20株ずつを収穫した。収穫後、以下の収量関連形質を、高位分げつが出現した分げつ、高位分げつが出現しなかった分げつおよび高位分げつに分けて調査した。両区とも1穂ごとに穂長および穂重を測定し、脱粒後、1穂籾数および1穂籾重を測定し、1穂籾数を穂長で除して粒着密度を算出した。籾は籾摺りし、1.8 mmの穀粒検査用縦目篩（直径120 mm、不

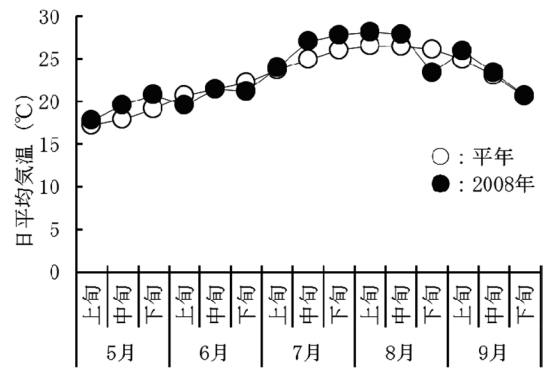


図1 試験期間中の日平均気温。  
平年値は、気象庁横浜地方気象台海老名気象観測所の1980～2007年までの平均値。

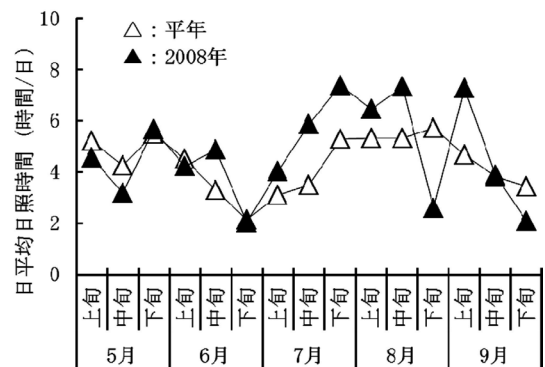


図2 試験期間中の日平均日照時間。  
平年値は、気象庁横浜地方気象台海老名気象観測所の1980～2007年までの平均値。

二金属工業）を乗せた穀粒々度選別機（振幅130 mm、振動数140回/分）で玄米を3分間振盪し、粒厚1.8 mm以上の玄米数と玄米重から、玄米千粒重を算出した。また、1穂全籾数に対する粒厚1.8 mm以上の1穂玄米数の割合を登熟歩合とした。本試験では、地上部伸長茎部から出現した分げつを高位分げつ<sup>14)</sup>とし、不伸長茎部から出現した分げつおよび主稈を通常分げつとした。なお、通常分げつには、主稈と分げつを含むが、主稈と分げつに分けずに調査した。高位分げつの表記は後藤・星川<sup>14)</sup>の方法に従った。すなわち、止葉節を第1節とし、その下の節を第2節、以下同様に基部に向かい第3節、第4節、第5節とし、それぞれの節位から出現した高位分げつをbT1、bT2、bT3、bT4およびbT5と表した。また、試験期間中は試験地で気温の測定を行い、日照時間は横浜地方気象台海老名観測所の数値を用いた。

## 結 果

### 1. 試験期間中の気象

試験期間中の気温と日照時間を図1および図2に示した。平年値は、横浜地方気象台海老名観測所の1980年～2007年の平均値である。平年と比較すると、2008年は、6月は全期間ほぼ平年並の気温で、中旬がやや多照であった。7

表 1 通常分けつの穂数および高位分けつ出現数

苗立ち 密度 (本/m <sup>2</sup> )	通常分けつの穂数		高位分けつ出現数		高位分けつ 出現率 (%)	高位分けつ 出穂率 (%)
	株当たり (本/株)	m <sup>2</sup> 当たり (本/m <sup>2</sup> )	株当たり (本/株)	m <sup>2</sup> 当たり (本/m <sup>2</sup> )		
50	13.2±0.6	219.6±9.7	4.7±0.5	78.5±8.9	36.4±4.4	98.5±1.0
100	11.0±0.5**	182.9±8.5**	5.6±0.6 <sup>n. s.</sup>	93.5±10.4 <sup>n. s.</sup>	51.8±5.6*	93.4±2.5 <sup>n. s.</sup>

数値は、平均値±標準誤差を示す。調査株数は20株ずつであった。高位分けつは20株すべてで出現した。苗が枯死し、実際の1株苗立ち数は、50本区が2.7本/株および100本区が5.5本/株であった。高位分けつ出現率は、通常分けつの穂数に対する高位分けつの出現数の割合を示す。高位分けつ出穂率は、出現した高位分けつの出穂した割合を示す。\*、\*\*はそれぞれ5%および1%水準で有意差があることを示し、n. s.は有意差がないことを示す。

月上旬～8月中旬にかけては、平年よりやや高温で、多照であった。

## 2. 通常分けつの穂数および高位分けつ数

通常分けつの穂数および高位分けつ数を表1に示した。株当たりの穂数は、50本区および100本区がそれぞれ13.2本および11.0本となり、m<sup>2</sup>当たりの穂数は、219.6本および182.9本となり50本区の方が100本区より有意に多かった。高位分けつはすべての株で出現した。株当たりの高位分けつ出現数は、50本区および100本区がそれぞれ4.7本および5.6本となり、m<sup>2</sup>当たりの高位分けつ出現数は、78.5本および93.5本となり、有意な差は認められなかったが、100本区の方が50本区より多い傾向が見られた。高位分けつ出現率は、100本区の方が50本区より有意に高くなったが、高位分けつ出穂率は有意な差は認められず、両区ともに高位分けつの殆どが出穂に至った。

## 3. 高位分けつの出現節位と葉数

高位分けつの出現節位 (bT 位) と葉数 (前出葉は含まない) を表2に示した。両区とも出現した高位分けつの殆どがbT3とbT4であった。bT3とbT4は、50本区ではそれぞれ94本中21本と71本でbT4が多く、100本区はそれぞれ112本中55本と55本でbT3とbT4の出現数が同数であり、50本区の方が下位節の高位分けつの出現割合が高い傾向が見られた。bT2とbT5は僅かに出現したのみで、bT1は両区で出現は見られなかった。bT3の葉数は、両区とも2枚が多く、葉数3枚のbT3は殆ど見られなかった。bT4の葉数は、50本区は多くが3枚であったが、100本区は多くが2枚であった。また、葉数1枚の高位分けつは、出現節位に関係なく未出穂であった。

## 4. 高位分けつの出現時期、出穂時期および到穂日数

高位分けつの出現時期、出穂時期および到穂日数を表3に示した。bT3-2は葉数2枚のbT3を、bT4-2は葉数2枚のbT4を、bT4-3は葉数3枚のbT4を示す。両区とも高位分けつの出現時期は高位分けつが出現した分けつの出穂より早く、50本区および100本区はそれぞれ高位分けつが出現した分けつの出穂7.7日前と出穂5.7日前に出現し、50本区の方が100本区より出現時期が早かった。出現節位で見ると両区とも、bT4-2およびbT4-3の方がbT3-2より出現が早かった。到穂日数は、bT3-2およびbT4-2の方がbT4-3よりも短かった。

表 2 出現節位 (bT 位) と葉数が異なる高位分けつの出現数

bT位	葉数 (枚)	50本区		100本区	
		出現	合計	出現	合計
bT2	1	0		1	
	2	0	0	0	1
	3	0		0	
bT3	1	1		1	
	2	19	21	54	55
	3	1		0	
bT4	1	1		2	
	2	29	71	39	55
	3	41		14	
bT5	1	0		0	
	2	2	2	0	1
	3	0		1	

調査株数は20株ずつであった。高位分けつの出現節位 (bT位) は、母茎の止葉節を第1節とし、その下の節を第2節、以下同様に基部に向かい第3節、第4節、第5節とし、それぞれの節位から出現した高位分けつをbT1、bT2、bT3、bT4およびbT5と表した。本試験では、bT1の出現はなかった。葉数に前出葉は含まない。出現は、高位分けつの出現数 (本/20株) を、合計は、bT位毎の高位分けつの合計数 (本/20株) を示す。

## 5. 高位分けつが出現した分けつと出現しなかった分けつの収量関連形質

通常分けつを高位分けつが出現した分けつと高位分けつが出現しなかった分けつに分け、それぞれの収量関連形質を表4に示した。玄米千粒重を除く収量関連形質で高位分けつが出現した分けつの方が高位分けつが出現しなかった分けつより有意に大きく、特に1穂初数および1穂玄米重で大きかった。また、苗立ち密度間では1穂初数、粒着密度および1穂玄米重において50本区の方が100本区より有意に大きかった。高位分けつが出現した分けつおよび高位分けつが出現しなかった分けつの1穂初数はそれぞれ117.2粒と83.2粒 (母茎は高位分けつが出現しなかった分けつの135.8%) であり、粒着密度は6.0粒/cmと4.8粒/cm (同125.0%) であった。1穂玄米重は2.06gと1.48g (同139.1%) であり、玄米千粒重は22.0gと22.2g (同99.1%) および登熟歩合は80.6%と76.6% (同105.2%) であった。



表 3 高位分げつの出現時期、出穂時期および到穂日数

苗立ち 密度 (本/m <sup>2</sup> )	高位 分げつ の種類	高位 分げつ 出現株数	高位 分げつ 出現数	出現 時期	出穂 時期	到穂 日数	出穂から 収穫までの 日数
		(株/20株)	(本/20株)	(母茎出穂後日数)		(日数)	
50	bT3-2	13	19	-5.3±0.8	12.3±0.6	17.5±0.5	35.3±0.9
	bT4-2	16	29	-9.3±0.4	9.0±0.8	18.3±0.5	37.0±0.8
	bT4-3	10	41	-9.3±0.5	12.1±0.8	21.2±0.5	33.2±0.8
	平均			-8.4±0.4	11.1±0.5	19.5±0.4	34.9±0.5
	平均2			-7.7±0.6	11.6±0.7	19.5±0.5	34.4±0.6
100	bT3-2	18	54	-4.8±0.4	13.9±0.6	18.8±0.4	31.0±1.4
	bT4-2	16	39	-8.3±0.5	10.2±0.9	18.8±0.5	34.0±0.9
	bT4-3	10	14	-8.7±0.9	11.9±1.5	20.6±0.8	32.1±1.4
	平均			-6.6±0.3	12.3±0.5	19.1±0.3	32.2±0.7
	平均2			-5.7±0.6	13.7±0.7	19.6±0.4	31.1±0.8

数値は、平均値±標準誤差を示す。調査株数は20株ずつであった。bT3-2は2枚の葉を持つbT3を、bT4-2は2枚の葉を持つbT4を、bT4-3は3枚の葉を持つbT4を示す。平均は、bT3-2、bT4-2およびbT4-3の平均値を示し、平均2は、表2に示したbT2、bT3、bT4およびbT5を含む。出穂時期、到穂日数および出穂から収穫までの日数は、出穂しなかった高位分げつを除く。到穂日数は、高位分げつの出現から出穂までの日数を示す。母茎は、高位分げつが出現した分げつを指す。

表 4 高位分げつが出現した分げつと出現しなかった分げつの収量関連形質の比較

分げつ の種類	苗立ち 密度 (本/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/株)	1穂初数 (粒/穂)	粒着密度 (粒/cm)	1穂玄米重 (g/穂)	玄米 千粒重 (g/1000粒)	登熟歩合 (%)
高位分げつが 出現した分げつ	50	4.3	125.6±2.7	6.3±0.1	2.21±0.05	21.8±0.2	81.1±1.1
	100	5.3	108.8±3.0	5.7±0.1	1.92±0.06	22.1±0.3	80.0±1.4
高位分げつが 出現しなかった分げつ	50	8.9	88.4±2.2	4.9±0.1	1.48±0.05	22.0±0.3	75.0±1.3
	100	5.7	84.2±2.0	4.6±0.1	1.47±0.04	22.4±0.3	78.1±1.7
高位分げつが 出現した分げつ			117.2	6.0	2.06	22.0	80.6
高位分げつが 出現しなかった分げつ			86.3	4.8	1.48	22.2	76.6
50			107.0	5.6	1.84	21.9	78.0
100			96.5	5.1	1.70	22.3	79.1
分げつの種類			***	***	***	n. s.	**
苗立ち密度			***	***	**	n. s.	n. s.
交互作用			*	n. s.	**	n. s.	n. s.

数値は、平均値±標準誤差を示す。調査株数は20株ずつであった。粒着密度は、1穂初数を穂長で除して算出した。1穂玄米重は、粒厚1.8mm以上の玄米重を示す。登熟歩合は、1穂初数に対する粒厚1.8mm以上の1穂玄米数の割合を示す。\*、\*\*、\*\*\*はそれぞれ5%、1%および0.1%水準で有意差があることを示し、n. s. は有意差がないことを示す。登熟歩合は、逆正弦変換した値を有意差検定した。

## 6. 2枚以上の葉を持つ高位分げつが出現した分げつの収量関連形質

両区で出現が多かったbT3-2、bT4-2およびbT4-3が出現した分げつの収量関連形質を表5に示した。玄米千粒重および登熟歩合を除いた収量関連形質は、50本区の方が100本区より大きい傾向が見られた。また、bT4が出現した分げつの方がbT3が出現した分げつより、1穂初数、粒着密度、1穂玄米重および登熟歩合が大きい傾向が見られた。さらに、葉数3枚の高位分げつが出現した分げつの方が葉数2枚の高位分げつが出現した分げつより1穂初数、1穂玄米重および登熟歩合は大きい傾向が見られた。

## 7. 2枚以上の葉を持つ高位分げつの収量関連形質

bT3-2、bT4-2およびbT4-3の収量関連形質を表6に示

した。高位分げつの収量関連形質は、bT3-2、bT4-2およびbT4-3が出現した分げつの収量関連形質(表5)とその傾向が酷似していた。すなわち、苗立ち密度間ではすべての収量関連形質において50本区の方が100本区より大きく、節位間でもすべての収量関連形質においてbT4がbT3より大きい傾向を示した。また葉数間では、葉数3枚の高位分げつの方が葉数2枚の高位分げつより、登熟歩合を除く収量関連形質が大きい傾向が見られた。

## 8. 1穂玄米重、1穂初数および登熟歩合の関係

高位分げつが出現した分げつと出現しなかった分げつの1穂玄米重と1穂初数、1穂玄米重と登熟歩合の関係を図3に示した。両区とも、高位分げつが出現した分げつ(図中●)と高位分げつが出現しなかった分げつ(図中○)では

表 5 2枚以上の葉を持つ高位分げつが出現した分げつの収量関連形質

苗立ち 密度 (本/m <sup>2</sup> )	母茎 の種類	出現した 株数 (株/20株)	母茎数 (本/20株)	1穂粒数 (粒/穂)	粒着密度 (粒/cm)	1穂玄米重 (g/穂)	玄米 千粒重 (g/1000粒)	登熟歩合 (%)
50	bT3-2	13	14	116.7±4.3	5.8±0.2	2.07±0.08	22.3±0.3	80.5±2.0
	bT4-2	17	29	130.1±2.8	6.7±0.1	2.22±0.06	21.7±0.2	78.9±1.3
	bT4-3	19	40	121.3±2.5	6.1±0.1	2.14±0.05	21.9±0.2	81.0±1.1
100	bT3-2	18	50	102.8±2.1	5.3±0.1	1.83±0.04	22.4±0.2	79.6±1.0
	bT4-2	16	38	119.7±2.5	6.3±0.1	2.00±0.05	21.7±0.2	77.2±1.1
	bT4-3	10	14	112.4±4.7	5.8±0.2	2.06±0.10	21.5±0.2	84.9±1.4
50				122.5	6.2	2.14	21.8	80.4
100				109.7	5.7	1.92	22.1	79.5
	bT3-2			106.4	15.0	1.89	22.4	79.8
	bT4-2			124.2	14.7	2.09	21.7	77.9
	bT4-3			119.0	14.8	2.12	21.8	82.0
	bT3			106.4	5.4	1.89	22.4	79.8
	bT4			119.0	6.0	2.12	21.8	82.0
	葉数2枚			115.0	5.9	1.99	22.0	78.9
	葉数3枚			119.0	6.0	2.12	21.8	82.0

数値は、平均値±標準誤差を示す。調査株数は20株ずつであった。母茎は、高位分げつが出現した分げつを指す。bT3-2は2枚の葉を持つbT3が出現した分げつを、bT4-2は2枚の葉を持つbT4が出現した分げつを、bT4-3は3枚の葉を持つbT4が出現した分げつを示す。粒着密度は、1穂粒数を穂長で除して算出した。1穂玄米重はそれぞれ粒厚1.8mm以上の玄米重を示す。登熟歩合は、1穂粒数に対する粒厚1.8mm以上の1穂玄米数の割合を示す。

表 6 2枚以上の葉を持つ高位分げつの収量関連形質

苗立ち 密度 (本/m <sup>2</sup> )	高位 分げつ の種類	出現した 株数 (株/20株)	高位 分げつ数 (本/20株)	1穂粒数 (粒/穂)	粒着密度 (粒/cm)	1穂玄米数 (粒/穂)	1穂玄米重 (g/穂)	玄米 千粒重 (g/1000粒)	登熟歩合 (%)
50	bT3-2	13	19	49.1±1.9	3.3±0.1	30.7±1.9	0.60±0.04	19.5±0.3	61.6±2.2
	bT4-2	17	29	53.0±1.7	3.4±0.1	36.8±2.5	0.76±0.05	20.6±0.4	68.7±3.7
	bT4-3	19	41	53.6±1.9	3.8±0.1	32.8±2.2	0.69±0.05	20.6±0.4	59.0±3.0
100	bT3-2	18	54	39.0±1.7	2.8±0.1	18.8±1.6	0.38±0.03	19.1±0.2	44.3±3.0
	bT4-2	16	39	47.4±2.1	3.1±0.1	29.1±2.4	0.61±0.05	19.6±0.3	58.9±4.0
	bT4-3	10	14	49.4±3.0	3.5±0.2	26.9±3.8	0.52±0.08	20.0±0.4	47.5±7.0
50				52.4	3.6	33.7	0.69	20.1	62.7
100				43.4	3.0	23.8	0.49	19.2	50.5
	bT3-2			41.7	2.9	22.6	0.44	19.2	49.6
	bT4-2			49.9	3.3	32.5	0.68	19.5	63.2
	bT4-3			52.5	3.7	30.8	0.66	20.4	56.1
	bT3			41.7	2.9	22.6	0.44	19.2	49.6
	bT4			51.1	3.5	31.7	0.67	19.9	60.0
	葉数2枚			45.6	3.1	27.4	0.56	19.3	56.2
	葉数3枚			52.5	3.7	30.8	0.66	20.4	56.1

数値は、平均値±標準誤差を示す。調査株数は20株ずつであった。bT3-2は2枚の葉を持つbT3を、bT4-2は2枚の葉を持つbT4を、bT4-3は3枚の葉を持つbT4を示す。粒着密度は、1穂粒数を穂長で除して算出した。1穂玄米数および1穂玄米重はそれぞれ粒厚1.8mm以上の玄米数および玄米重を示す。登熟歩合は、1穂粒数に対する粒厚1.8mm以上の1穂玄米数の割合を示す。

1穂玄米重と1穂粒数との間に0.1%水準で有意な正の相関関係が認められた( $r=0.782\sim 0.900$ )。1穂玄米重と登熟歩合との間には、50本区の母茎および100本区の高位分げつが出現しなかった分げつを除き、有意な正の相関関係( $r=0.593^{**}$ ,  $r=0.446^{*}$ )が認められた。

## 考 察

本試験では、両区とも高位分げつが多く出現し、その出現数は単位面積当たりの通常分げつの穂数が少ない100本区の方が多かった(表1)。名越ら<sup>11)</sup>の試験では、高位分げつが出現した低苗立ち密度(50本/m<sup>2</sup>)の単位面積当たり穂数は260本/m<sup>2</sup>であり、高位分げつが出現しなかった適

正な苗立ち密度(100本/m<sup>2</sup>)の穂数は320本/m<sup>2</sup>であるのに対し、本試験の穂数は182.9~219.6本/m<sup>2</sup>と少なかった。高位分げつの生長には、高位分げつが出現した分げつの茎葉中に窒素やデンプンが多く蓄えられる必要があり、また出穂前悪環境にあっても出穂後良環境に移すことで高位分げつが生長すると報告されている<sup>13)</sup>。名越ら<sup>11,12)</sup>は、低苗立ち密度ではm<sup>2</sup>当たりの有効茎数が少ない状態で、穂肥によって養分環境が高められたこと、また有効茎数が少なかったため1茎当たりの養分の蓄積量が多くなり、穂肥によって高位分げつが出現した分げつの養分供給に余裕が生じたため高位分げつが多発したと考察している。これらのことから、本試験においては両区とも有効茎が十分に確保

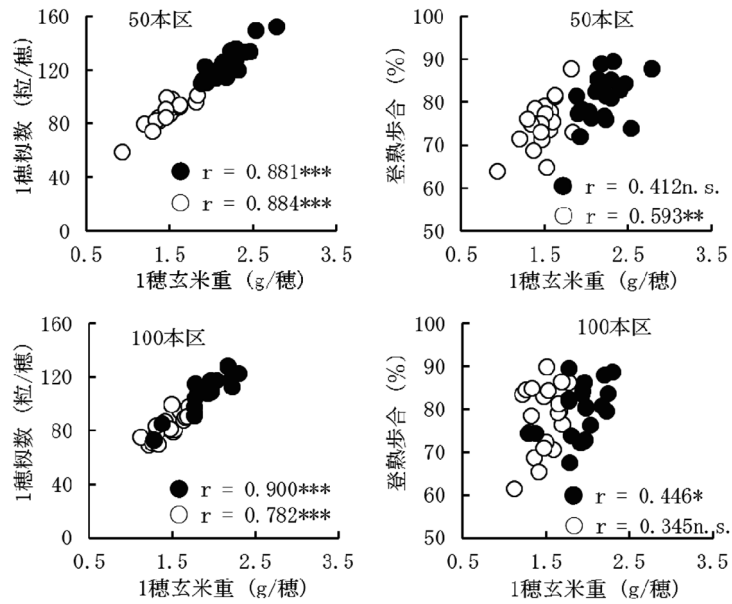


図 3 1穂玄米重, 1穂粒数および登熟歩合の関係。

●: 高位分げつが出現した分げつ

○: 高位分げつが出現しなかった分げつ

\*, \*\*および\*\*\*はそれぞれ5%, 1%および0.1%水準で有意であることを示し, n.s.は有意でないことを示す。

できず、単位面積当たりの有効茎数が少ない状態に穂肥を施肥したため、高位分げつが出現した分げつには茎葉中のデンプンや窒素等が多くなり高位分げつが出現したものと考えられる。

高位分げつの多くが葉数2, 3枚であり、葉数1枚の高位分げつは僅かで、葉数4枚以上の高位分げつは出現しなかった(表2)。分げつは出現後本葉3枚抽出頃までは生育に必要な栄養を主に主稈に仰ぎ、4葉抽出頃から独立的に生育する<sup>21)</sup>ことや、母茎から分げつへの同化産物の供給は発育の進んだ分げつほど少なく、第3葉抽出完了以降もしくはそれに近い発育段階に達した分げつへの分配は少ない<sup>22)</sup>ことが報告されている。これらのことから、本試験において出現した高位分げつは、出穂前に自らが生産した炭水化物量は少ないものと推察され、出穂後も同化産物の殆どを高位分げつが出現した分げつからの供給に依存していたものと考えられる。

高位分げつが出現した分げつと高位分げつが出現しなかった分げつを比べると、高位分げつが出現した分げつの方が1穂粒数, 1穂玄米重および登熟歩合が有意に大きかった(表4)。丹野<sup>23)</sup>は、穂の生産力が高い主茎や3~6号分げつは、出穂期前の蓄積炭水化物が豊富で1穂粒数が多く、登熟歩合も高いと報告している。また、高位分げつが出現した分げつと出現しなかった分げつともに1穂玄米重と1穂粒数並びに1穂玄米重と登熟歩合との間に正の相関関係が認められた(図3)。金ら<sup>24)</sup>の試験も、1穂精玄米重(本試験の1穂玄米重)の重い分げつは、1穂精玄米重の軽い分げつに比べ、1穂粒数が多く、精玄米歩合(本試験の登熟歩合)が高い傾向を示しており、その要因は1穂粒数が多く精玄米歩合の高い分げつは、1穂粒数の少ない分げつ

に比べ炭水化物生産量が多いためと報告している。本試験では、主稈や分げつ節位ごとの調査を行っていないが、これらのことから1穂粒数が多く、1穂玄米重が重い高位分げつが出現した分げつは、1穂粒数が少なく1穂玄米重が軽い高位分げつが出現しなかった分げつに比べ、出穂期前の蓄積炭水化物が豊富であり、かつ出穂後の炭水化物の生産量が多いと考えられる。

本試験は、両区とも、高位分げつが出現した分げつの収量関連形質はbT4が出現した分げつの方がbT3が出現した分げつより大きく(表5)、高位分げつの収量関連形質も、より下位節のbT4の方がbT3より大きかった(表6)。高位分げつの生長には、高位分げつが出現した分げつの茎葉中に窒素やデンプンが豊富に蓄えられる必要がある<sup>13)</sup>、また高位分げつは高位分げつが出現した分げつからの同化産物供給に依存していることから、高位分げつが出現した分げつの収量関連形質が大きいほど、高位分げつの収量関連形質も大きくなると推察される。しかし、両区とも登熟歩合は逆の傾向を示し、bT4-2が出現した分げつの登熟歩合が最も低く(表5)、bT4-2の登熟歩合が最も高かった(表6)。これは、bT4-2の出現時期が早く、出穂から収穫までの日数が最も長い(表3)ことが要因と考えられる。すなわち、bT4-2はbT4-2が出現した分げつからの同化産物供給に長く依存していたために登熟歩合が向上したが、逆にbT4-2が出現した分げつは高位分げつの生長により多くの同化産物を費やしたために自身の登熟歩合が低下したものと考えられる。

これらのことから、高位分げつが出現した分げつは、出現しなかった分げつより1穂粒数, 1穂玄米重および登熟歩合が大きく、出穂期前および出穂期後の炭水化物量が多

いと推察された。また、高位分げつが出現した分げつの収量関連形質が大きいほど、高位分げつの収量関連形質も大きいことが明らかとなった。

#### 引用文献

- 1) 黒沢 健 1975. 過酸化石灰の種子粉衣による水稲機械化湛水直播栽培の苗立安定化. 第1報 過酸化石灰の種子粉衣と埋没種子の苗立ち. 日作東北支部報 17: 40-41.
- 2) 黒沢 健・東 誠司 1976. 過酸化石灰の種子粉衣による水稲機械化湛水直播栽培の苗立安定化. 第3報 温度条件および種子の埋没深さと過酸化石灰粉衣種子の苗立ち. 日作東北支部報 18: 9-11.
- 3) 黒沢 健・木村勝一・能戸昭作 1976. 過酸化石灰の種子粉衣による水稲機械化湛水直播栽培の苗立安定化. 第4報 圃場における過酸化石灰粉衣種子の播種方法と苗立ち. 日作東北支部報 18: 12-14.
- 4) 佐藤 勉 1975. 過酸化石灰による湛水直播水稲の出芽安定化に関する研究. 第3報  $\text{CaO}_2$  粉衣種子の出芽に及ぼす気温と埋没深度の影響. 日作北陸支報 10: 32-36.
- 5) 三石昭三・中村喜彰 1977. 水稲の湛水土壤中直播栽培に関する研究. 第1報 過酸化石灰の粉衣方法と粉衣量. 日作紀 46 (別1): 35-36.
- 6) 狩野幹夫・直井政勝 1992. 水稲の湛水土壤中直播栽培に関する研究. 第6報 散播栽培における初期水管理が出芽・苗立ならびに生育・収量, 倒伏程度に及ぼす影響. 日作関東支報 7: 19-20.
- 7) 富樫辰志 2002. 水稲の打込み式代かき同時土中点播技術の開発. 九州沖縄農業研究センター報告 41: 1-52.
- 8) 三石昭三・森田 修・中島敦司・服部 健 1990. 水稲の湛水土壤中散播栽培における苗立ち密度が生育・収量におよぼす影響. 三重大生資農場研報 8: 1-10.
- 9) 江原 宏・森田 修・金子忠相・藤山堯然 1998. 異なる苗立ち密度条件下における散播水稲個体の生育と収量の補償作用. 日作紀 67: 11-19.
- 10) 吉永悟志・脇本賢三・田坂幸平・松島憲一・富樫辰志・下坪訓次 2001. 打ち込み式代かき同時土中点播栽培による湛水直播水稲の耐倒伏性向上—播種様式および苗立ち密度が耐倒伏性に及ぼす影響—. 日作紀 70: 186-193.
- 11) 名越時秀・内田良太・玉井富士雄・平野 繁・廣瀬友二・元田義春・福山正隆 2010. 水稲湛水直播栽培における低苗立ち密度で出現した高位分げつとその母茎との形質比較. 日作紀 79: 424-430.
- 12) 名越時秀・宇都静恵・松嶋賢一・平野 繁・玉井富士雄・池田良一 2013. 深水や窒素施肥条件による過度な分げつ抑制が水稲の高位分げつ出現に及ぼす影響. 日作紀 82: 156-166.
- 13) 佐藤 庚 1959. 稲の組織内澱粉に関する研究. 第6報 高節位側芽の生長について. 日作紀 28: 30-32.
- 14) 後藤雄佐・星川清親 1988. 青刈り水稲の再生に関する研究. 第2報 青刈り後新たに出現した分げつについて. 日作紀 57: 59-64.
- 15) 後藤雄佐・植山 隆・星川清親 1990. 水稲の分げつ性に関する研究. 第7報 個体内各茎の葉齢と幼穂発育過程との関係. 日作紀 59: 701-707.
- 16) 後藤雄佐・星川清親 1991. 水稲の分げつ性に関する研究. 第8報 個体内各茎の分げつ位と葉数との関係. 日作紀 60: 392-399.
- 17) 高橋 清 1992. イネの高節位分げつの茎の発育相の解析. 日作紀 61: 49-55.
- 18) 後藤雄佐 2003. 水稲の分げつ性. 日作紀 72: 1-10.
- 19) 松葉捷也 2003. 極早生水稲の分げつ体系からみた高位分げつの発生機構. 日作紀 72: 62-67.
- 20) 吉田智彦・穂園咲子 1995. 早期水稲再生芽の生長に関する研究. 日作紀 64: 1-6.
- 21) 佐藤 庚 1961. 稲の組織内澱粉に関する研究. 第8報 澱粉消長よりみた分げつ相互の関係. 日作紀 30: 23-26.
- 22) 王 永琴・花田毅一 1982. 水稲の主茎および分げつ間における  $^{14}\text{C}$  同化産物の移動. 日作紀 51: 483-491.
- 23) 丹野文雄 1992. 水稲の栄養診断と予測技術に関する研究. 第7報 コシヒカリ, ササニシキの分げつの子実生産力と養分吸収特性. 福島農試研報 31: 1-8.
- 24) 金 和裕・金田吉弘・柴田 智・佐藤 馨・三浦恒子・佐藤 敦 2006. 水稲群落における次位・節位別分げつの1穂精玄米重と葉面積および葉面積あたりの葉室窒素量と垂直分布との関係. 日作紀 75: 191-196.



# Effect of Yield Character of Normal Tillers on Appearance of Upper Nodal Tillers for Directly Sown Flooded Paddy Rice

By

Ryota UCHIDA\*<sup>†</sup>, Tokihide NAGOSHI\*\*, Shigeru HIRANO\*\*, Fujio TAMAI\*\*  
and Ryoichi IKEDA\*\*

(Received August 22, 2013/Accepted December 6, 2013)

**Summary** : Using hill sowing at 50 and 100 seedlings/m<sup>2</sup>, the related yield characteristics of normal tillers (tillers with UNT appearance and tillers without UNT appearance) were compared with the appearance of upper nodal tillers (UNT) in direct sowing in flooded paddy field rice. UNTs appeared in 50-seedling and 100-seedling plots. The numbers of UNTs per square meter were 78.5 (50-seedling plot) and 93.5 (100-seedling plot). Those with UNT appearance were almost all bT3 and bT4. The number of spikelets per panicle, the weight of brown rice per panicle, and the percentage of ripened grains of tillers with UNT appearance were significantly higher than those of tillers without UNT appearance. Yield characteristics of tillers of bT4 with appearance were higher than those of tillers of bT3 with appearance compared with the tillers with UNT appearance. The number of spikelets per panicle, the weight of brown rice per panicle, and the percentage of ripened grains of tillers of three-leaf UNTs were higher than for tillers of two-leaf UNTs. All related yield characteristics of the bT4 were higher than those of bT3. All related yield characteristics of the three-leaf UNTs were higher than those of the two-leaf UNTs. Therefore, because the number of spikelets per panicle, the weight of brown rice per panicle, and the percentage of ripened grains of the tillers with UNT appearance were higher than those of tillers without UNT appearance, tillers with UNT appearance showed abundant accumulated carbohydrates before the heading stage, and showed high production of carbohydrates after the heading stage. Results clarified that the related yield characteristics of UNTs were high when the related yield characteristics of tillers with UNT appearance were high.

**Key words** : upper nodal tillers, related yield characteristics, rice plant, direct sowing in flooded paddy field, normal tillers

\* Department of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

\*\* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

<sup>†</sup> Corresponding author (E-mail : 52110001@nodai.ac.jp)