

窒素施肥体系および疎植の組合わせ栽培が水稻の生育 および収量に及ぼす影響*

平野 貢・山崎 和也**・TRUONG Tac Hop

黒田 栄喜・村田 孝雄

(岩手大学農学部)

1996年8月29日受理

要 旨: 水稻品種あきたこまちとひとめぼれを供試して、基肥窒素無施用—8葉期以降追肥の施肥体系と疎植の組合わせ栽培が慣行栽培に比べて低収である原因と改善の可能性について検討した。基肥窒素無施用—疎植栽培区では葉面積や分げつなどの栄養生長が緩慢で最大葉面積指数も4程度と小さかった。また有効茎歩合が慣行区に比べてやや大きかったにもかかわらず、登熟期における m^2 当たり穂数はかなり小さく、 m^2 当たり粒数は3万粒を下回った。登熟歩合は慣行区よりも明らかに大きかったが、収量は慣行区より5-10%低かった。穂揃期の有効茎数を株あたりで見ると、1次分げつは慣行区と基肥窒素無施用—疎植栽培区で大差がなかったが、2次分げつでは後者で多く、全有効茎数も多くなった。有効茎となった1次分げつおよび2次分げつの発生部位は慣行区では下位節に、基肥窒素無施用—疎植栽培区では上位節に偏る傾向があった。しかし、基肥窒素無施用—疎植栽培区の2次分げつ穂は1穂重、穂長および1穂当たり生葉重が大きかった。穂ばらみ期および登熟期の個体群内部の相対光強度は基肥窒素無施用—疎植栽培区で明らかに大きかった。

キーワード: あきたこまち、下位節分げつ、基肥窒素無施用、相対光強度、疎植、2次分げつ、ひとめぼれ、穂数。

Effects of Combined Practice of Nitrogen Application Regime with Sparse Planting on the Growth and Yield of Rice: Mitsugu HIRANO, Kazuya YAMASAKI, TRUONG Tac Hop, Eiki KURODA and Takao MURATA (*Faculty of Agriculture, Iwate University, Ueda, Morioka 020, Japan*)

Abstract: Rice cultivars Akitakomachi and Hitomebore were cultivated in the field using an on-farm developed system; no basal dressing of nitrogen combined with sparse planting (Exp plots). Their growth and yield were analyzed as compared with rice cultivated by general practice (Cont plot) with respect to the improvement of yield. In the Exp plots, nitrogen application was omitted at basal dressing but carried out as top dressing from 8th leaf age onward. Compared with the Cont plot, leaf expansion and tillering in the Exp plots were slower, the maximum leaf area index being about 4, whereas it was about 6 in the Cont plot. In the Exp plots, the percentage of fruitful culms was relatively large, but the panicle number m^{-2} was small, which resulted in a small spikelet number, less than 30,000. The percentage of ripened grains was significantly larger, but the yield was 5-10% lower than that of the Cont plot. The panicle number per hill of primary tillers was not largely different among the plots, but that of secondary tillers was relatively large in the Exp plots. The fruitful culms of both primary and secondary tillers appeared to develop from upper node orders in the Exp plots as compared to the Cont plot. The panicles of secondary tillers in the Exp plots were larger than those in the Cont plot with respect to panicle weight, panicle length and leaf weight per panicle. Relative light intensity in the canopy was significantly larger at both booting and middle ripening stages in the Exp plots as compared to that in the Cont plot.

Key words: Akitakomachi, Hitomebore, Nitrogen application regime, Relative light intensity, Secondary tillers, Sparse planting, Spikelet number.

1993年の冷害は今なお記憶に新しいところであるが、冷涼な東北地域の稲作では低温・低日照にもとづく冷害を常に警戒する必要がある、そのために多くの対応策が打ち出されている^{2,6,7,10}。しかし、障害型冷害に最も効果的と言われている深水管理^{7,10}にしても、それを実施しようとすれば用水の

不足や基盤整備が不十分などの問題があり冷害対策として万全とはいえない。また、多収稲作では、一般に窒素を多く施用し穂数の確保を重視する栽培が行われている。とくに、生育期間の短い冷涼地帯の稲作では初期生育を確保し増進することの必要性から基肥窒素の施用が重視されている^{5,6}。しかし、多窒素栽培は気象条件に恵まれれば多収が実現するが、一般に、低温・低日照の年には冷害を一層助長することが知られている。

一方、1993年の異常気象のもとでも、栽培管理

* 本研究費の1部は、文部省科学研究費補助金 (No 06660013) によった。

** 現在: 空知中央地区農業改良普及センター, 北海道岩見沢市。

の違いによって被害程度に著しい違いがみられた^{11,12)}。被害を軽減した事例の中で、著者たちが登熟中期に現地視察を行ってとくに注目したのは基肥窒素無施用—8葉期以降追肥の窒素施肥体系と疎植を組み合わせた事例（基肥窒素無施用—疎植栽培）で、視察した農家のいずれにおいても、明らかに障害不稔が軽く平年作に近い収量を得ていた⁴⁾。基肥窒素無施用—疎植栽培によって生育した水稻の外観は、慣行法によって生育した水稻の外観とは著しく異なっていた。すなわち、登熟中期にも関わらず葉は緑色で、慣行法の水稲の葉が黄緑色に変色していたのとは対照的で、1茎あたり生葉数も1枚程度は多かったが、過繁茂の兆候はなかった。また茎が太く、葉が厚い傾向が認められ、1穂あたり粒数も多く観察された。しかし、このように、基肥窒素無施用—疎植栽培で水稻生育が慣行栽培法の場合とは著しく異なり、その上に、冷害程度が小さかった理由について十分な解析がなされていない。とくに、葉色が濃いことは窒素含有率が高いことを示しているが、このような水稻は慣行栽培では冷害に弱いことが広く知られている^{1,2,13)}。基肥窒素無施用—疎植栽培で見られた水稻生育の特徴や耐冷性は、かつて青森県で広く普及していた基肥窒素少肥—深層追肥栽培でも部分的に認められた¹¹⁾。これらのことは、基肥窒素無施用—疎植栽培が耐冷性技術となりうる可能性を示している。しかし、本栽培法を取り入れている農家は、平年の収量が慣行法に及ばず5-10%低いという大きな欠点を指摘しており、このことが本栽培法の農家への普及を妨げている最大の要因と考えられる。したがって、普及のためには、少なくとも慣行栽培並みの収量増が不可欠である。水稻の基肥窒素無施用栽培については、温暖地における事例³⁾が報告されているが、寒冷地における栽培特性について検討されたものはない。本研究では、農家

の事例で認められた水稻生育の再現を試みつつ、基肥窒素無施用の施肥体系と疎植の組み合わせが、水稻の生育および収量に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

1. 試験区の構成と栽培概要

本実験は、1995年に岩手大学農学部附属農場の水田（火山灰土壌）において、水稻品種あきたこまちおよびひとめぼれを供試して実施した。試験区は、施肥体系および栽植密度を変えて組み合わせた5区を2品種のそれぞれに設け、標準区は5a、その他の区は2.5aの無反復であった。施肥体系は、第1表に示すように、基肥窒素施用（+N）と基肥窒素無施用（-N）の2体系とした。-Nは+Nに比べてNが合計で2.2 gm⁻²少なかった。栽植密度は、m²当たり22.2株を標準とし、16.7株（17株区）および13.3株（13株区）の疎植区を設けた。

施肥体系と栽植密度を組み合わせた5試験区の構成は次ぎの通りであった。①CONT（対照）；+Nと22.2株の組み合わせ、②+N17；+Nと16.7株、③+N13；+Nと13.3株、④-N17；-Nと16.7株、⑤-N13；-Nと13.3株。なお、以下の論述において、基肥窒素施用—疎植栽培の②と③をまとめて表現する場合には+N区、基肥窒素無施用—疎植栽培の④と⑤をまとめる場合には-N区と表す。

育苗はペーパーポットを用い、ポット当たり3粒を播種した。移植は5月17-18日に実施したが、そのときの葉令はあきたこまち4.4、ひとめぼれ4.3であった。試験水田の夏期における中干しは基肥窒素無施用—疎植栽培の-N17と-N13では土壌窒素の低下を防ぐために省略した。なお、出穂期（出穂率40-50%）は、あきたこまちが8月7-8日、ひと

第1表 各施肥体系の施肥時期と施肥量(gm⁻²)

施肥体系*	肥料成分	追 肥							合 計
		基 肥	5月8日	5月30日	6月23日	6月26日	6月29日	7月26日	8月9日
+N	N	5.2	2.6	—	2.0	—	2.1	—	11.9
	P ₂ O ₅	17.8	1.4	—	3.6	—	0.9	—	23.7
	K ₂ O	10.8	1.4	—	2.8	—	2.4	—	17.4
-N	N	0	—	3.5	—	2.0	2.1	2.1	9.7
	P ₂ O ₅	17.8	—	1.9	—	1.1	0.9	0.9	22.6
	K ₂ O	10.8	—	1.9	—	1.1	2.4	2.4	18.6

*: +Nは基肥窒素施用区、-Nは基肥窒素無施用区。

めぼれが8月15-16日であった。

2. 生育調査

草丈、茎数および穂数は、各試験区20株について調査した。乾物重は、平均的な生育を示した5-8株を採取し、器官別に分けて90℃で通風乾燥し測定した。葉面積は平均的な2株について比葉面積を求め葉身乾物重から算出した。最高分げつ期および穂揃期に行った1次および2次分げつ構成の調査は、5株15個体について、あらかじめ主茎の葉身にマークした葉令をもとに、各個体の1次分げつの節位(II-VII)を特定し、1次分げつの各節位から発生していた2次分げつ(IIx-VIIx)の本数を数えた。

3. 収量および収量関連形質の調査

収量調査株の採取は、あきたこまちは10月3日、ひとめぼれは10月13日に行った。両品種ともCONTでは1個所から100株ずつ、その他の各試験区では50株ずつを3個所から採取し、それぞれの採取場所での収量を求めて各試験区の平均と標準偏差を算出した。収量構成要素の調査は、各試験区の収量調査株採取場所で平均的な穂数を示した5株、計15株を採取して1株単位で行った。精糲重は1.06の塩水選、精玄米重は1.8mm篩を基準として選別し測定した。収穫期における分げつ次位別の1穂生重(含水率約20%)と穂長は、各試験区から10株を採取し、その中の平均的な3株を選んで主茎、1次および2次分げつに分け、それぞれ稔実した穂のすべてについて1穂ごとに測定した。

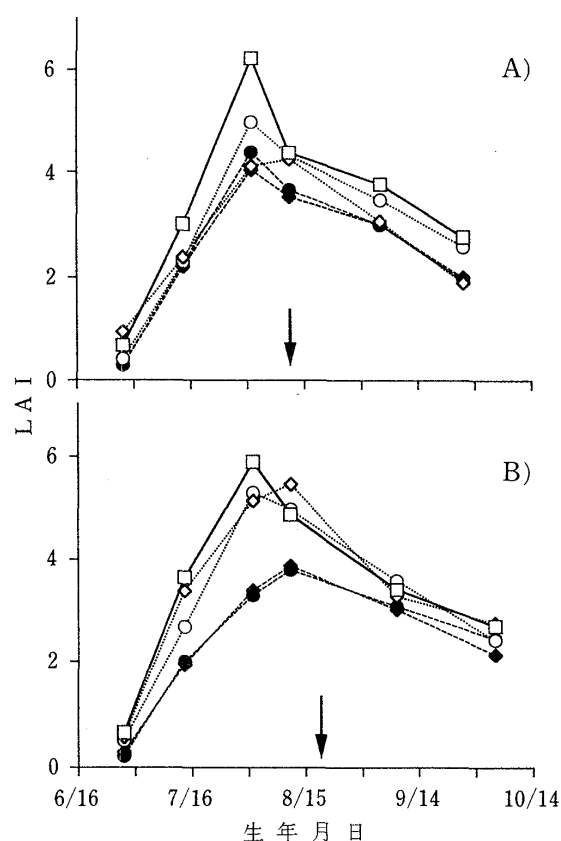
4. 個体群内部の相対光強度の測定

積算日射計(Foglia-20)を個体群内部の地上15cmの高さに3カ所、個体群の上方に1個所設置して、個体群内外の光強度を測定した。測定は、計器に制限があったため、あきたこまちのCONT、+N13および-N13に限って、穂ばらみ期の8月2日(薄曇り)と登熟期の9月6日(曇天)に、朝の8時から夕方の18時まで2時間毎に実施して相対光強度を算出した。

結 果

1. 生育と収量構成要素の特徴

窒素施肥体系と栽植密度の違いが葉面積指数(LAI)の推移に及ぼす影響を、第1図に示す。あきたこまち、ひとめぼれともにLAIが最大に達したのは穂ばらみ期であり、CONTでは6程度であったが、-N区ではほぼ4と小さかった。また、



第1図 生育にともなうLAIの推移

A); あきたこまち, B); ひとめぼれ.
□; CONT, ◇; +N17, ○; +N13, ◆; -N17,
●; -N13, 矢印; 穂揃期.

栄養生長期から出穂期までのLAIの増加はCONTで最も著しかったが、あきたこまちではCONT以外の区では大差がなかった。これに対して、ひとめぼれでは基肥窒素の影響が顕著で-N区で明らかに小さかった。このような施肥窒素に対するあきたこまちとひとめぼれの反応の違いは、葉色においても認められ、全区で生育期間を通してひとめぼれはあきたこまちに比べて緑色が薄い傾向があった。このため、ひとめぼれは基肥窒素をやや多めに施用することが推奨されている¹⁵⁾。登熟期にはLAIは次第に低下したが、登熟全期を通して+N区の方が-N区より大きく推移した。

第2表に、草丈、茎数および穂数を示す。草丈はあきたこまち、ひとめぼれともに、最高分げつ期には-N区でやや小さい傾向があったが、登熟期にはその差が一層顕著になった。最高分げつ期の茎数は、両品種とも、1株当たりではCONTでやや小さい傾向があった。m²当たり茎数では窒素施肥体系よりも栽植密度との関係が深く、CONTで最も大きく、17株区、13株区の順であった。したがっ

て、株数を m^2 当たり13株まで減らすと穂数の確保が困難になることが予想された。成熟期の穂数は、株当たりでみるとCONTと-N区で小さく、+N区で大きい傾向があった。 m^2 当たりでは-N区で小さく、また栽植密度の小さい区で小さかった。有効茎歩合は、CONTで最も小さかった。-N区に比べ、+N区で有効茎歩合が大きい傾向があった。

1穂粒数は、CONTに比べて、あきたこまちの+N区でやや小さい傾向があったが、その他の区では差がなかった。 m^2 当たり粒数は、穂数の多かったあきたこまちのCONTおよび+N17とひとめぼれのCONTと+N区でいずれも3万粒以上、とくにひとめぼれの+N区では3万5千粒を越えた。-N区では茎数が少なく m^2 当たり粒数も3万

粒に達しなかった。両品種を込みにした成熟期の m^2 当たり穂数は、第3表に示す m^2 当たり粒数と $r=0.763^{**}$ (1%水準で有意) の関係がみられたが、1穂粒数と m^2 当たり粒数の間には相関がなかった。一方、登熟歩合をみると、あきたこまちの各区では90%前後で区間に著しい差はなかった。ひとめぼれでは m^2 当たり粒数が大きかった+N区では明らかに小さく、-N区ではCONTに比べて大きかった。千粒重は区間で大差がなかった。以上の収量構成要素を反映して、各区の収量は、両品種ともCONTで大きく、-N区で5-10%小さい傾向が認められた。収量と m^2 当たり粒数の間には $r=0.613^*$ (5%水準で有意) の関係があったことから、-N区の低収量は粒数の不足、すなわち、穂数の不足と関係が深かった。

第2表 草丈、茎数および穂数と有効茎歩合

品 種	最高分げつ期*			登熟期*	成熟期*		有効茎歩合	
	処理	草丈(cm)	茎数 株 ⁻¹	茎数 m ⁻²	草丈(cm)	穂数 株 ⁻¹		穂数 m ⁻²
あきたこまち								
CONT	61.4±2.1	28.6±2.4	635±53	106.6±2.9	19.3±2.5	429±55	65.7	
+N 17	61.2±2.2	35.2±2.4	586±42	107.8±2.3	24.6±2.3	410±41	69.0	
+N 13	63.2±2.9	36.4±2.0	484±27	110.0±1.8	29.9±2.7	398±36	79.9	
−N 17	58.5±2.2	32.4±2.0	541±34	99.1±3.2	21.9±3.0	365±53	67.6	
−N 13	58.3±2.3	35.2±2.3	469±30	102.6±1.9	25.5±1.5	340±20	73.3	
ひとめぼれ								
CONT	66.1±2.0	36.5±2.9	811±64	103.5±2.2	20.3±3.6	450±80	55.3	
+N 17	66.1±1.9	43.1±2.7	717±47	105.0±1.7	28.7±2.2	478±38	67.1	
+N 13	68.0±1.4	37.9±1.9	505±25	105.5±2.3	33.0±3.8	440±51	81.0	
−N 17	59.2±1.9	36.3±1.5	605±26	94.1±1.6	21.4±1.8	357±33	61.2	
−N 13	64.6±1.4	39.5±2.4	526±32	99.4±2.8	28.4±1.7	378±23	69.1	

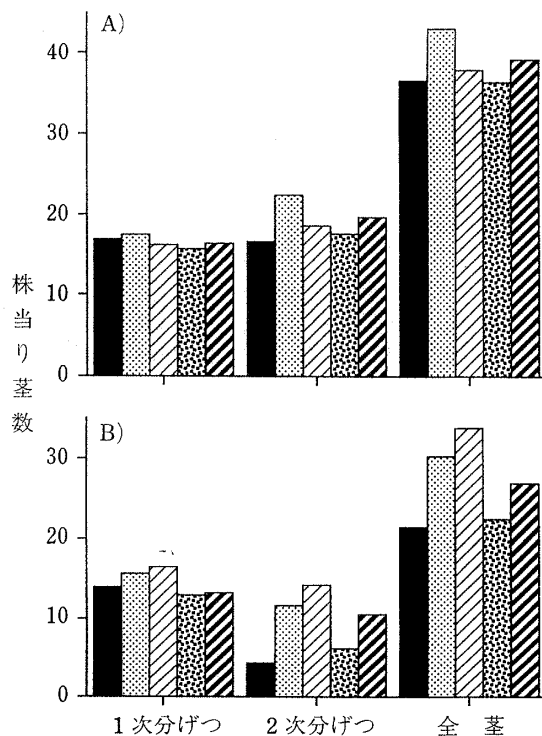
*: 調査日は最高分げつ期が両品種とも7月14日、登熟期は8月22日、成熟期はあきたこまちが9月26日、ひとめぼれが10月4日であった。

第3表 収量および収量構成要素

品 種 処理	粒数 m^{-2} (×1000)	1穂粒数	登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	収量 (gm^{-2})
あきたこまち					
CONT	33.8±0.5	78.8±1.1	86.2±2.5	20.9±0.2	621±18
+N 17	30.6±0.3	74.7±0.7	91.7±0.6	21.0±0.3	596±7
+N 13	29.7±0.4	74.7±0.9	87.2±1.4	21.2±0.3	598±27
-N 17	29.0±0.4	79.5±1.1	92.6±0.1	21.4±0.2	583±18
-N 13	28.5±1.4	83.8±4.1	90.3±1.3	21.0±0.2	566±5
ひとめぼれ					
CONT	32.2±1.5	71.5±3.2	85.7±1.0	21.7±0.3	622±4
+N 17	35.4±3.2	74.1±6.7	75.7±1.2	21.4±0.5	623±9
+N 13	35.1±1.4	79.7±3.4	75.9±5.8	20.9±0.4	577±28
-N 17	26.5±1.9	74.3±5.2	89.1±1.2	22.5±0.1	565±32
-N 13	28.8±0.2	76.3±0.4	89.3±0.4	22.5±0.2	600±15

2. 2次分げつの生長

基肥窒素施肥の有無は分げつ発生に、また栽植密度は分げつの消長に大きく影響する^{14,16)}が、1次および2次分げつへの影響をみるため、第2図に、ひとめぼれにおける株当たり1次および2次分げつ数と全茎数を示す（あきたこまちにおいてもきわめて類似の結果を得ているが省略する）。最高分げつ期には、1次分げつ数は試験区間でほとんど差がなかった。2次分げつ数は+N17では明らかに大きかった。-N区においては基肥窒素無施用のため下位節1次分げつの生長が進まず、2次分げつの発生・生長も抑制されることが考えられたが、予想した以上に2次分げつの生長がみられた。全茎数の区間差は、ほぼ2次分げつの差に原因していた。穂揃期の有効茎数は、最高分げつ期の茎数に比べて、2次分げつの減少は1次分げつより著しかった。とくに、CONTの減少が大きく、次いで-N17が大きかった。これに対して、+N区および-N13では2次分げつの消失程度が小さく穂数確保への貢献が大き



第2図 ひとめぼれの最高分げつ期と穂揃期における1株当たりの1次分げつ数、2次分げつ数および全茎数
A); 最高分げつ期 (7月18日), B); 穂揃期 (8月18日)。穂揃期調査は有効茎と有効茎に発達する茎数のみ計測した。

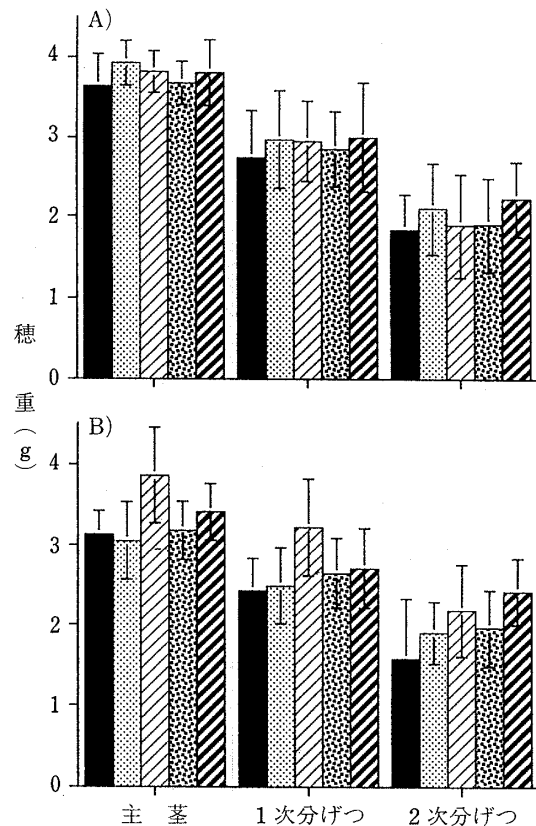
□; CONT, ▨; +N17, ▩; +N13, ▤; -N17, ▦; -N13.

かった。

一般に、2次分げつは主茎および1次分げつに比べて弱小化することが認められている。第3図は、収穫期の1穂生重を示している。両品種に共通して、1穂重は主茎、1次分げつおよび2次分げつのいずれにおいてもCONTと差がないか、疎植区で僅かに大きい傾向があった。とくに、2次分げつは、疎植区で穂数が多くなっているにも関わらず、CONTと同等もしくはそれを上回る1穂重を示した。なお、穂長（データ省略）についても1穂重と同様の結果が得られた。

3. 2次分げつの特徴

第4図に、ひとめぼれの2次分げつの発生部位を示す。最高分げつ期における2次分げつの発生部位は、いずれの区においてもその大部分がIVx-VIxであった。-N13においては、他の区に比べて、



第3図 収穫期における主茎、1次および2次分げつの1穂生重

A); あきたこまち, B); ひとめぼれ。外観的に稔実した穂の生重を1穂ごとに測定し、平均値と標準偏差を算出した。記号は第2図と同じ。

Vx および VIx の茎数が小さかった。穂揃期になると、各区それぞれに試験区の特徴に応じて変化した。すなわち、CONT では IVx と Vx に 1/3 程度を残して他は消失した。+N 区では IVx と Vx での有効化が著しかったが、VIx はそのほとんどが消失した。-N 区では IVx の有効化は小さかったが、Vx は大きく、また VIx の有効化は -N13 で大きく認められた。以上のような 2 次分げつの変化はあきたこまちにおいてもほぼ同様に観察された。

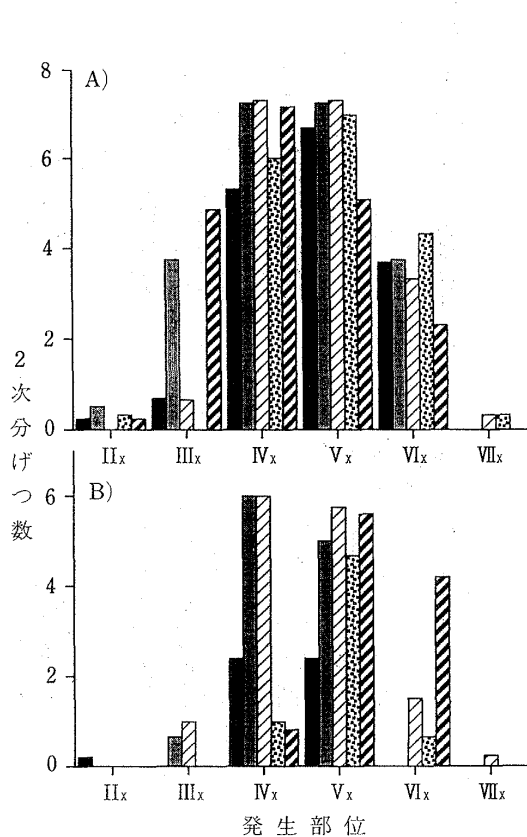
2 次分げつの発生・生長は、1 次分げつのそれらと無関係ではあり得ない。1 次分げつのデータは省略したが、両品種とも、CONT と +N 区の 1 次分げつは III-VII が、-N 区のそれは IV-VIII がほぼ有効茎となっていた。すなわち、穂揃期における 2 次分げつの減少は、CONT では分げつ発生部位の全般とくに上位分げつに多く、栽植密度との関係が大きいと推定された。また、-N の各区では IVx での減少が大きかったが、このことは最初の追肥

(8 葉期) が IVx の分化期から初期伸長期に相当していたことと関係が深い。

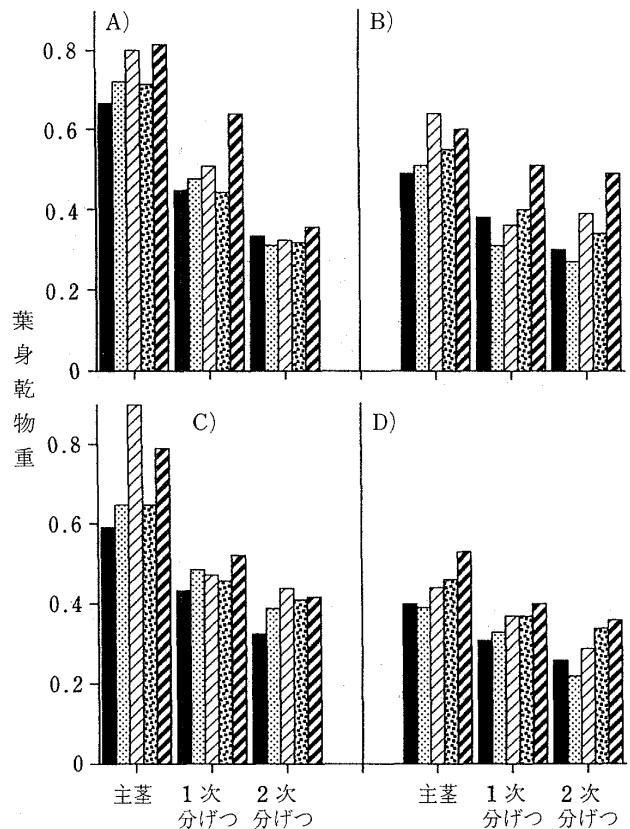
1 つの穂の稔実量は、基本的にはその穂が着生している茎の貯蔵養分量および着生している葉身の光合成能力に依存している。したがって、茎あたり葉身重(葉面積)や葉身の寿命は着生している穂の稔実量と関係が深い。第 5 図に、穂揃期と登熟期の茎あたり葉身重を示す。一般的な傾向として、葉身重は両品種のいずれの時期にも主稈 > 1 次分げつ > 2 次分げつの順序が認められ、また多くの場合 CONT で他の区より小さい傾向があった。2 次分げつに着目してみると、あきたこまちの穂揃期で区間差が見られなかったのを除き、あきたこまちの登熟期、ひとめぼれの穂揃期および登熟期には -N 区で大きい傾向が見られた。

4. 個体群内部の相対光強度

基肥窒素無施用一疎植栽培における狙いの 1 つは、生育全期を通して個体群の深部まで光を透過さ



第 4 図 ひとめぼれの最高分げつ期と穂揃期における 1 株当たり 2 次分げつの発生部位別現存数 A); 最高分げつ期, B); 穂揃期。記号は第 2 図と同じ。



第 5 図 穂揃期および登熟期における主茎、1 次および 2 次分げつの 1 株当たりの葉身乾物重 A); あきたこまち穂揃期 (8 月 11 日), B); あきたこまち登熟期 (9 月 4 日), C); ひとめぼれ穂揃期 (8 月 18 日), D); ひとめぼれ登熟期 (9 月 8 日)。記号は第 2 図と同じ。

第4表 あきたこまちの穂ばらみ期および登熟期における個体群内部の相対光強度(%)

測定日・時刻	CONT	+N 13	-N 13
8月2日 8時	22.6	28.5	33.4
10時	22.6	27.0	36.9
12時	22.8	28.9	42.4
14時	22.3	28.2	42.1
16時	21.1	27.5	40.7
18時	20.7	25.3	40.1
平均	22.0±0.9	27.6±1.3	39.3±3.5
9月6日			
平均	13.6±0.2	17.6±0.1	25.9±0.2

せて個体群全体として効率的な生産構造を形成・維持させることである。そこで、あきたこまちについて穂ばらみ期と登熟期に個体群内部の相対光強度を測定した。なお、穂ばらみ期の LAI は、第1図から CONT で6、+N13 で5、-N13 で4.5程度であり、登熟期にはそれぞれ4、3.6および3程度であった。第4表には8月2日の2時間毎の測定値とそれらの平均値を示しているが、薄曇りでの測定のため日変化はほとんどなかった⁸⁾。9月6日は曇天で日変化はさらに小さかったので平均値のみを示した。-N13では穂ばらみ期においても、登熟期においても明らかに相対光強度が大きく、CONTの2倍に近かった。また+N13でも終始CONTを上回り大きかった。

考 察

岩手県の一部農家で定着している水稻の基肥窒素無施用一疎植の組合わせ栽培は、1993年の冷害においても被害が軽かったことから、冷害多発地帯における耐冷性技術として高く評価することができるが、その作物・栽培学的解析は全く行われていない。従来、東北地方に冷害をもたらすヤマセは低温と低日射の複合的な被害であるにも関わらず、低温対策のみが重視され、低日射に着目した対策はほとんど無かった。基肥窒素無施用一疎植栽培は過繁茂を抑えて光の投入をはかるとともに葉身の緑色を保つなど低日射条件においても光合成能力の保持を重視した栽培法と考えられる。しかし、この栽培法は、多肥・密植の慣行栽培法に比べて平年には収量が5-10%低いと言われており、本実験においても低かった。その原因は、本実験の結果から、下位節分げつの生長を抑制しているので面積当たりの穂数および粒数の不足にあることが分かった。

この欠点を克服する方法としてまず考えられるのは、1穂粒数と登熟歩合を大きくすることである。本実験では、1穂粒数はあきたこまち、ひとめぼれともに試験区間でほとんど変わらなかったが、農家のあきたこまちの事例では本実験の1穂粒数より10-15%大きかった¹¹⁾。このことから、本実験の肥培管理には改善すべき点があったと考えられる。登熟歩合は両品種とも、-N区ではCONTに比べて有意に大きかったが、その原因の1つとしてm²当たり粒数がいずれも3万粒以下であったことが考えられる。しかし、個体群内部の相対光強度および1穂当たり葉重が大きかったことを考えあわせると、前報⁹⁾で指摘したように、出穂前蓄積分や登熟初期の個体レベルの光合成能力が大きかったことも一つの原因であったと考えられる。したがって、本栽培法の場合、この時期の個体レベルの光合成能力をできるだけ高く維持することが重要であり、農家の事例で疎植にこだわる最大の理由と考えられた。ただし、-N区ではLAIが全体的に小さく推移しており、個体群レベルの乾物生産量が低かったことが考えられ、このことも平年における低収の一因と考えられる。

粒数不足を補う他の1つの方法は2次分げつによって穂数を確保することであろう。多肥密植栽培のCONTでは、大部分の穂は主茎と下位節の分げつから構成されており、上位節分げつ、とくに2次分げつは弱小分げつとなって消失した。しかし、-N区では中・上位節分げつや2次分げつの消失が少なく、有効茎となった。とくに、2次分げつ穂は、上位節からの発生であったにもかかわらず、株あたりの数が多く、1穂重や穂長さらには1茎当たり葉重もCONTのそれらに比べて遜色の無いものであった。これらの結果は、基肥窒素無施用一疎植栽培において最大の難点とされる粒数不足を2次分げつの確保によって穂数の面からある程度まで補うことができる可能性を示している。

2次分げつの確保や1穂粒数の増大あるいは登熟期における光合成能力の改善等は、いずれも窒素施肥に絡む問題であって、8葉期の窒素施肥以後の肥

注1) 平野貢・村田孝雄 1993. 疎植と基肥窒素無施用水稻の収量関連形質の調査(岩手県矢巾町高田, 佐々木辰郎の事例) 未発表。

注2) Truong Tac Hop 1995. Effect of difference in nitrogen application regime on growth, cold tolerance and yield of rice plant. 岩手大学大学院農学研究科修士論文。

培管理について一層の工夫が必要である。下位節分げつが無いので8葉期以後に多肥窒素栽培を行っても過繁茂の恐れが少なく^(註2)、ある程度植物体の窒素レベルを高く維持することで1穂粒数の増大や2次分げつの生長を促進し、登熟期における個体レベルの光合成を高く保つことが可能のように考えられる。このような考え方から、本実験の-N区の窒素施肥量を検討してみると、葉色や葉身窒素含有率(データ省略)において-N区と+N区ではほとんど差が認められなかったことから、-N区では窒素施肥量を多少多めにすべきであったと考えられる。本実験の基肥窒素無施用-疎植区では、多肥栽培で慣行的に実施されている中干しを省略したが、さらに8葉期以後も継続的に肥効を持続させるためには有機質肥料等の使用が必要のように考えられる。

謝辞: 本研究の遂行に当たっては、岩手大学農学部附属農場職員坂本甚五郎および西 政佳両技術官から多大のご協力を頂いた。また、作物生産学講座の留学生王 英典さんには試料調査および本稿の取りまとめに当たり、有益な討論を頂いた。記して感謝する。

引用文献

1. 天野高久・森脇良三郎 1984. 水稻の冷害に関する作物学的研究. 第2報 穂ばらみ期不稔に関する葉身の限界窒素含有率. 日作紀 53:1-6.
2. 藤瀬一馬・本庄一雄・平野 貢 1981. 東北. 北海道における昭和55年夏期の異常低温による農作物の実態調査と解析. 文部省科研費補助金自然災害特別研究突発災害研究成果 No. B-55-2:121-126.
3. 橋川 潮 1982. 暖地における早植水稻の多収生育相に関する研究. 第2報 基肥無窒素水稻にみられる多収性の事例. 日作紀 51(別2):29-30.
4. 石川武男編 1994. 検証平成コメ凶作. 家の光協会, 東京. 15-102.
5. 石塚喜明・田中 明 1952. 寒地と暖地の水稻栽培技術の比較. 農及園 27:537-541.
6. 石塚喜明監修, 星野達三編著 1991. 北海道の稲作. 北農会, 札幌. 1-361.
7. 小林正男・佐竹徹夫 1979. 稲の穂ばらみ期低温による不稔を防止するために有効なかんがい水の深さ. 日作紀 48:243-248.
8. 黒田栄喜・王 英典・山下 学・平野 貢・村田孝雄 1996. 積算日射計による簡易測定法について. 日作紀 65(別2):241-242.
9. 村田孝雄・保坂優子・平野 貢・黒田栄喜 1997. 水稻あきたこまちの登熟期における葉身および茎の炭水化物代謝. 日作紀 66:221-228.
10. 西山岩男・伊藤延男・早瀬広司・佐竹徹夫 1969. 水稻の障害型冷害防止に対する水温および水深の効果. 日作紀 38:554-555.
11. 小沢 聖・菅野洋光 1994. 日本農業気象学会東北支部座談会「93大冷害 in 東北」. 農業気象 50:235-248.
12. 作井英人 1994. 平成5年冷害における稲作被害の軽減要因. 農及園 69:3-12.
13. Satake, T., S.Y. Lee, S. Koike and K. Kariya 1987. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in the plants. XXVII. Effect of water treatment and nitrogen application before the critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. 日作紀 56:404-410.
14. 佐藤 孝・清水清隆 1958. 栽植密度が水稻の分げつ構成に及ぼす影響. 日作紀 27:179-181.
15. 田中 良・猪野 亮・神名川眞三郎 1992. 水稻品種「ひとめぼれ」の栽培特性. 第1報 栽培密度と施肥法. 日作東北支部報 35:35-37.
16. Yamada, N., Y. Ota and H. Nakamura 1961. Ecological effect of planting density on growth of rice plant. 日作紀 29:329-333.