日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）82（1）：69―75（2013）

北陸地域で疎植栽培した水稲品種「北陸 193 号」の生育および収量特性

古畑昌巳
（中央農業総合研究センター北陸研究センター）

要旨：北陸地域において「北陸 193 号」の疎植栽培を確立することを目的として，2009～2011 年の 3 ヶ年にわたって，早期（4 月末～5 月初め）および標準時期（5 月中下旬）に 1 株植えつけ本数を減らす，または株間を広げて疎植栽培した「北陸 193 号」の生育，収量および収量構成要素について調査を行った．疎植区は，標準区に比べて，茎数が少なく，LAI が小さく推移する傾向を示した．また，疎植条件において早期移植は，標準時期移植に比べて生育量は小さく推移したが，籾わら比が高まった結果，収量は同程度となった．疎植栽培での収量は，個体密度の低下に伴って減収傾向を示したが，同程度の個体密度であれば，1 株植え付け本数を減らした疎植区は株間を広げた疎植区に比べて減収程度は小さいことが示唆された．

キーワード：個体密度，栽植密度，収量，生育，疎植，多収性品種，北陸 193 号．

現在の日本では，水稲の主食用市場が縮小していく中，加工米，飼料用といった多用途需要に対応できる水稲品種の育成（農水省 2008a）や栽培技術確立のための研究が精力的に行われているが，多用途利用において生産コストを抑えることは極めて重要である．それには，多収品種を利用して水稲の生産性を高めると同時に，作期分散や規模拡大，省力的な栽培法の導入が有効であり（農水省 2008b），省力的な栽培法の例として疎植栽培が挙げられている．

「北陸 193 号」は，北陸研究センターにおいて収量性の向上を目標として，韓国品種から育成したインド型多収系統「上 344」と中国のインド型多収品種「桂朝 2 号」の交配後代から育成された極多収品種である（Goto ら 2009）．2007 年から JA 全農による新潟県でのバイオエタノール実証試験の原料米として採用され，約 300 ha 程度生産されている．また関東以西で粗玄米収量の高い品種として好成績を上げている（永畠 2009，石田・山本 2010，長田ら 2011，春口 2011，溝渕 2011，渡辺ら 2011）．さらに，「北陸 193 号」の出穂期が育成地では遅いこと（早晩性は晩生の晩）や，日印交雑等により育成された多収品種・系統を寒冷地で栽培した場合，登熟不良によって低収となるという報告（春原ら 1983）から，寒冷地の標準時期の移植では登熟性の低下が懸念されたが，同地域で「北陸 193 号」の移植時期を早め，出穂期を早めた場合，登熟歩合の向上に伴って増収すること（松村ら 2009）が報告されている．

現在，水稲の省力的栽培法として，日本型品種の「コシヒカリ」（中山ら 2008，石井・上野 2011），「ヒノヒカリ」（山田 2002，森重・河内 2004，夛田 2007），「あきたこまち」と「ヒノヒカリ」（木村ら 2004）の疎植栽培が西日本の平坦地を中心に普及や研究が進み，東日本へも普及し始めている．また，寒冷地において日本型品種「はえぬき」の疎植栽培では慣行栽培と同等の収量が確保できることも報告されている（齋藤ら 2008）が，寒冷地南部に区分される北陸地域では，インド型品種の疎植栽培について十分な検討や報告が行われていない．そのため，本試験では，北陸地域で疎植栽培した「北陸 193 号」の乾物生産性・収量性について，早期移植栽培条件および標準時期移植栽培条件で検討を行った．

材料と方法

1．試験方法

試験は 2009 年～2011 年の 3 ヶ年において中央農業総合研究センター北陸研究センター（新潟県上越市）の圃場（細粒質還元型グライ低地土，強粘質）において試験を行った．また，移植時期について，早期移植は 2009 年 5 月 1 日，2010 年 4 月 30 日および 2011 年 4 月 27 日に，標準時期移植は 2009 年 5 月 19 日，2010 年 5 月 18 日および 2011 年 5 月 17 日に，慣行で育苗した播種後約 30 日の中苗を移植した．試験の栽植密度を第 1 表に示した．疎植は，株間を広げること，または 1 株植えつけ本数を減らすことによって株密度と個体密度を設定し，個体密度を標準区（100％）に対して，8 割前後とした疎植 I 区（75．2％）と疎植 II 区（83．3％），5 割前後とした疎植 III 区（50．2％）と疎植 IV 区（50％）を設けた．1 試験区の面積は約 21．6 m^2（6 m ×3．6 m）の 2 反復とした．

第 1 表　栽植密度の設定．

区名	株間 × 条間（cm）	株密度（株 /m^2）	1 株植えつけ本数（本）	個体密度（個体 /m^2）
標準	15 × 30	22．2	3	66．6
疎植 I	20 × 30	16．7	3	50．1
疎植 II	30 × 30	11．1	5	55．5
疎植 III	20 × 30	16．7	2	33．4
疎植 IV	30 × 30	11．1	3	33．3

2009～2011 年の試験において設定した栽植密度．

2012 年 7 月 11 日受理．連絡責任者：古畑昌巳　〒 943-0193 新潟県上越市稲田 1-2-1
TEL 025-523-4131，FAX 025-524-8578，furuhata@affrc.go.jp

第2表　旬別および月別気象概況.

	年次	5月			6月	7月	8月	9月	10月
		上旬	中旬	下旬					上旬
日平均気温（℃）	2009	**17.0**	**16.3**	**18.5**	**21.4**	23.8	24.5	21.2	18.1
	2010	**16.3**	14.7	16.3	**21.4**	**26.1**	**28.4**	**23.2**	**19.7**
	2011	**15.5**	**17.5**	16.9	**21.5**	**26.4**	**26.4**	**22.9**	15.7
	平年値	14.2	16.1	17.4	20.4	24.2	25.5	21.6	18.2
日射量（MJ/m^2/ 日）	2009	**18.0**	**19.4**	16.8	**18.2**	12.4	14.8	**13.7**	9.3
	2010	**21.6**	16.0	13.8	**18.7**	**17.9**	**18.3**	**12.3**	**11.0**
	2011	**18.0**	**22.7**	13.9	**17.5**	**18.6**	**17.5**	**13.0**	**12.0**
	平年値	16.5	16.8	18.1	15.3	15.7	15.9	11.3	9.9

日平均気温および日射量の平年値は1971～2000年までの平均値で表し，太字は平年値以上の値を示す.

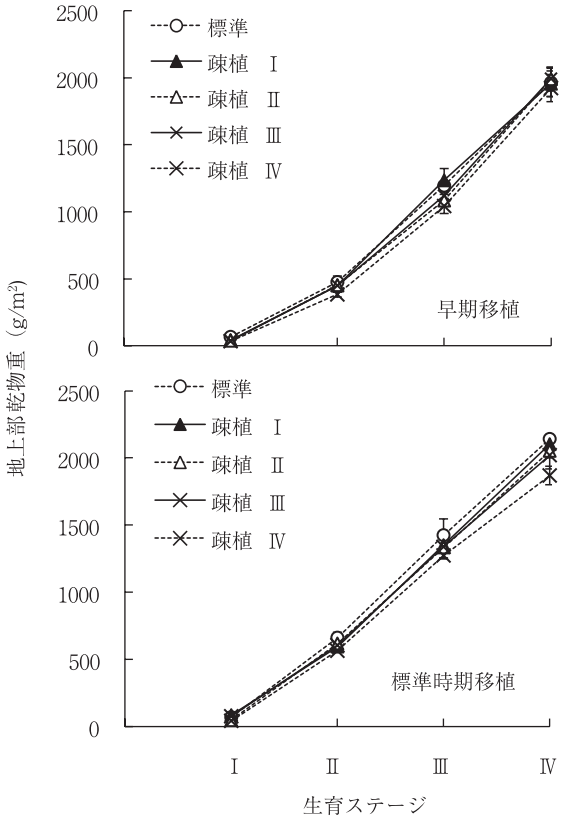
施肥は，早期移植，標準時期移植ともに緩効性肥料であるLPコート50を基肥として，速効性肥料である硫安を穂肥（1回目：出穂前20日，2回目：出穂前10日）として用いた．また，施肥量（窒素成分）は，早期移植，標準時期移植ともに基肥7 g/m^2，穂肥1回目3.5 g/m^2，穂肥2回目3.5 g/m^{2}施用した．移植後の水管理は浅水管理とし，6月下旬に落水して圃場にヒビが入る程度まで中干しした後は間断灌漑で管理した．病害虫防除は適宜行った．なお，移植時期から成熟期に相当する5月から10月上旬までの日平均気温および日射量は，北陸研究センター内の気象観測装置によって1時間毎の正時に計測された値から算出した.

2．生育および収量の調査方法

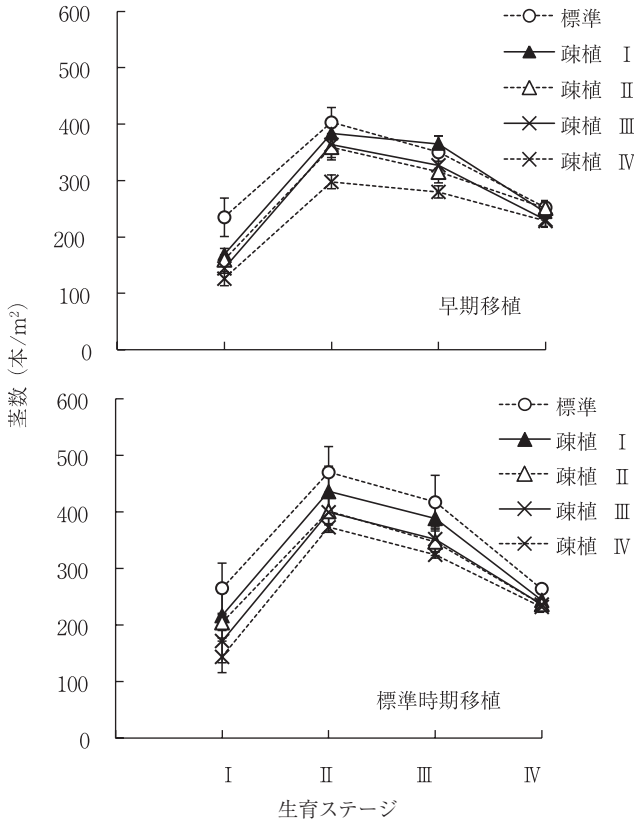
生育調査として，1区当たり10株について分げつ盛期から成熟期まで計4回の抜き取り調査を行った．抜き取り株は茎数を調査した後，代表株について器官別に分解し，葉面積を測定後，80℃で3日乾燥し，乾物重，窒素含有率を測定した．なお，窒素分析は乾式燃焼法（エレメンタール社製，rapidN）により行った．また，非構造性炭水化物（NSC）含有率は穂揃い期の葉鞘付稈を微粉砕して，重量法（大西・堀江1999）によって求めた.

収量および収量構成要素の調査は以下の方法で行った．1区当たり2.7 m^{2}を成熟期に刈り取り，刈り取り株の穂数を調査した後に天日乾燥を行った．乾燥後，脱穀を行う際にしいなを含めた籾を全て回収し，均分したサンプルの籾数を計測してm^{2}当たり籾数を算出した．1穂籾数はm^{2}当たり籾数をm^{2}当たり穂数で除して算出し，収量は粒厚1.8 mm以上の精玄米重で表し，登熟歩合はm^{2}当たり籾数と粒厚1.8 mm以上の精玄米数をもとに算出した．千粒重は精玄米約20 gの粒数を計測することにより算出した．なお，精玄米重と千粒重は水分含有率15%となるように値を補正した．さらに，脱穀した際に籾の重さと脱穀後のわら重をそれぞれ秤量して，籾わら比を算出した.

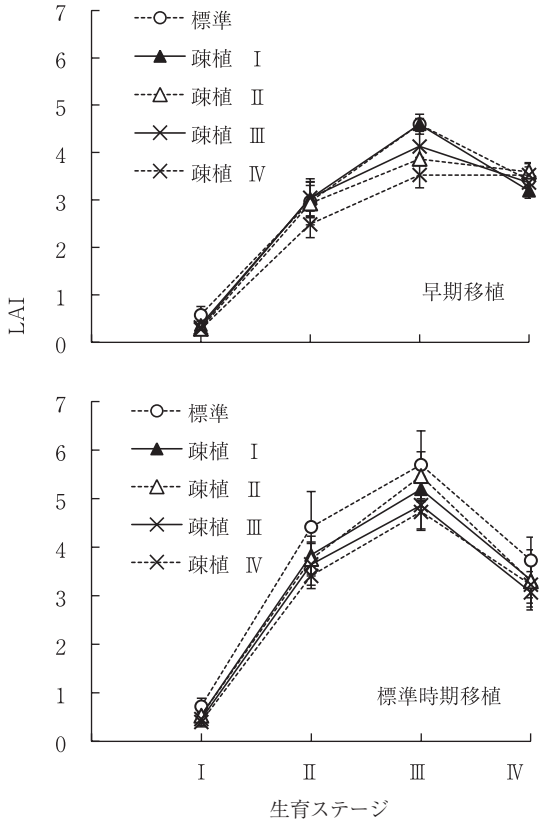
データの解析について，異なる疎植条件での比較では，移植時期（早期移植，標準時期移植）別に，生育ステージごとの試験区（標準区および疎植I～IV区）の値の3ヶ年の平均値を用いた．また，疎植栽培の移植時期の比較では，移植時期別に，生育ステージごとの疎植区（疎植I～IV区）全体の3ヶ年の平均値を用いた．さらに，収量および収量構成要素の比較では，収量および収量構成要素に及ぼす移植時期，栽植密度，年次の効果について分散分析を行った．なお，解析には，統計解析ソフト（エクセル統計ver.6.0）を用いた.



第1図　寒冷地で異なる疎植条件で栽培した北陸193号の地上部乾物重の推移.
I：分げつ盛期，II：幼穂形成期，III：穂揃い期，IV：成熟期．値は2009～2011年の平均値で示し，縦棒は標準誤差を示す（第2図～第8図も同様）.



第2図　寒冷地で異なる疎植条件で栽培した北陸193号の茎数の推移.



第3図　寒冷地で異なる疎植条件で栽培した北陸193号のLAIの推移.

結　　果

1. 試験年次の気象概況

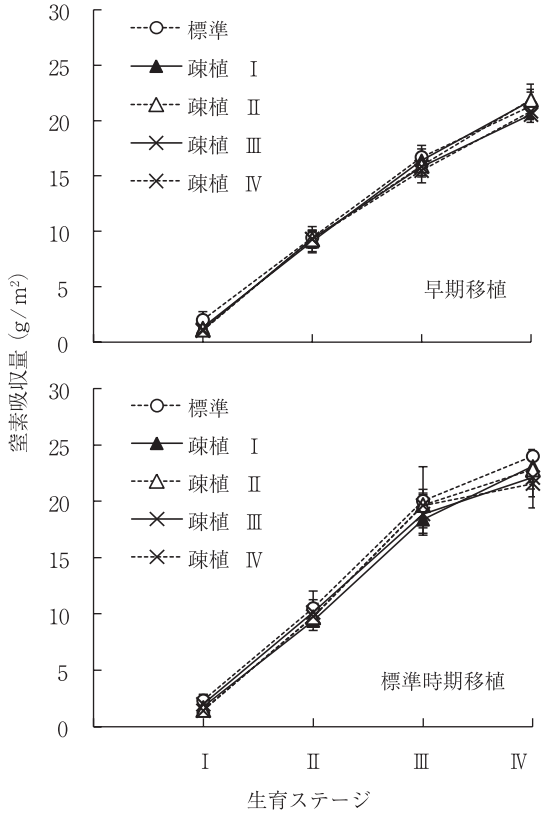
試験を実施した3ヶ年の気象概況を第2表に示した. 2009年の日平均気温では，5月～6月は平年に比べて高く，7月～10月上旬は平年並みか低く推移した. また，2009年の日射量では，5月上中旬，6月および9月は平年に比べて高く，5月下旬，7月～8月および10月上旬は平年に比べて低く推移した. 2010年は記録的な猛暑となり，日平均気温では，5月中旬～下旬は平年に比べて低く推移したが，5月上旬，6月～10月上旬は平年に比べて高く，特に7月～8月にかけては，平年に比べて2～3℃高めに推移した. また，2010年の日射量は，日平均気温と同様に5月中旬～下旬は平年に比べて低く推移したが，5月上旬，6月～10月上旬は平年に比べて高く推移した. 2011年の日平均気温では，5月下旬および10月上旬は平年に比べて低く推移し，5月上旬～中旬，6月～9月は平年に比べて高く推移した. また，2011年の日射量では，5月下旬は低く推移し，5月上旬～中旬，6月～10月上旬は平年に比べて高く推移した.

2. 寒冷地で異なる疎植条件で栽培した「北陸193号」の生育特性

寒冷地で異なる疎植条件で栽培した「北陸193号」のm^2当たりの地上部乾物重の推移を第1図に示した. 地上部乾物重は，早期移植，標準時期移植ともに分げつ盛期から成熟期にかけて栽植密度間の差は小さく推移した. 寒冷地で異なる疎植条件で栽培した「北陸193号」のm^2当たりの茎数の推移を第2図に示した. 茎数は，早期移植，標準時期移植ともに分げつ盛期から穂揃い期にかけて栽植密度間の差は大きく，疎植区では，疎植Ⅰ区が最も多く，疎植Ⅳ区が最も少なく推移する傾向を示した. 寒冷地で異なる疎植条件で栽培した「北陸193号」のLAIの推移を第3図に示した. LAIは，早期移植，標準時期移植ともに幼穂形成期から穂揃い期にかけて栽植密度間の差は大きく，疎植Ⅳ区が最も小さく推移する傾向を示した. 寒冷地で異なる疎植条件で栽培した「北陸193号」の窒素吸収量の推移を第4図に示した. 窒素吸収量は，早期移植，標準時期移植ともに分げつ盛期から成熟期にかけて栽植密度間の差は小さく推移した.

3. 寒冷地で異なる時期に疎植した「北陸193号」の生育特性

寒冷地で異なる時期に疎植した「北陸193号」のm^2当たりの地上部乾物重の推移を第5図に示した. 地上部乾物重は，標準時期移植が早期移植に比べて幼穂形成期から穂揃い期にかけて有意に大きく推移したが，成熟期の乾物重は両区間に差は見られなかった. 寒冷地で異なる時期に疎

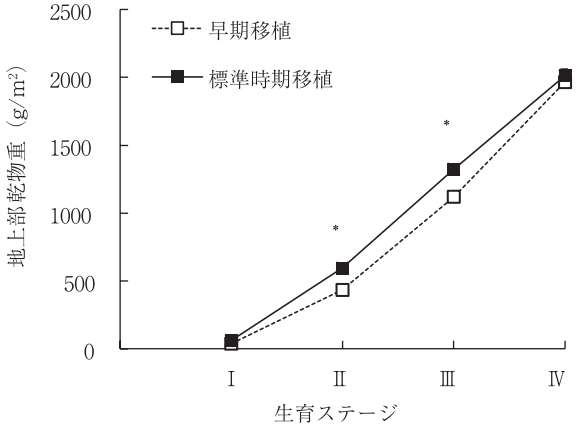


第 4 図　寒冷地で異なる疎植条件で栽培した北陸 193 号の窒素吸収量の推移.

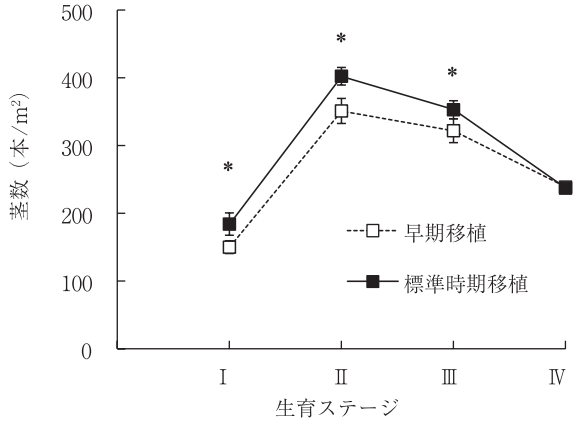
植した「北陸 193 号」の m^2 当たりの茎数の推移を第 6 図に示した．茎数は，標準時期移植が早期移植に比べて分げつ盛期から穂揃い期にかけて有意に多く推移したが，成熟期の穂数は両区間に差は見られなかった．寒冷地で異なる時期に疎植した「北陸 193 号」の LAI の推移を第 7 図に示した．LAI は，標準時期移植が早期移植に比べて分げつ盛期から穂揃い期にかけて有意に大きく推移したが，成熟期の LAI は両区間に差は見られなかった．寒冷地で異なる時期に疎植した「北陸 193 号」の窒素吸収量の推移を第 8 図に示した．窒素吸収量は，標準時期移植が早期移植に比べて分げつ盛期から成熟期にかけて有意に大きく推移した．

4. 寒冷地で異なる移植時期に疎植栽培した「北陸 193 号」の収量および収量構成要素

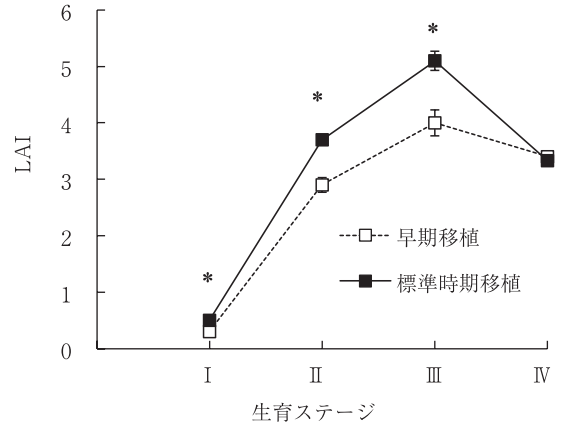
寒冷地で異なる移植時期に疎植栽培した「北陸 193 号」の収量および収量構成要素を第 3 表に示した．出穂期は，早期移植では 8 月 6 日～8 月 7 日，標準時期移植では 8 月 17 日となり，早期移植は標準移植時期に比べて出穂期は 10 日程早く，移植から出穂期までの期間は 10 日程長くなった．早期移植の地上部乾物重は，標準期移植に比べて有意に小さかったが，早期移植の籾わら比は，標準期移植に比べて有意に大きかった．また，精玄米重について，早期移植は，標準時期移植とほぼ同等となり，早期移植，標準時期移植ともに疎植 I 区＞疎植 II 区＞疎植 III 区＞疎植 IV 区



第 5 図　寒冷地で異なる時期に疎植した北陸 193 号の地上部乾物重の推移.
値は疎植 I～IV 区の平均値で示す．*：対応のある t 検定の結果，同じ生育ステージの異なる移植時期間において 5％水準で有意であることを示す.

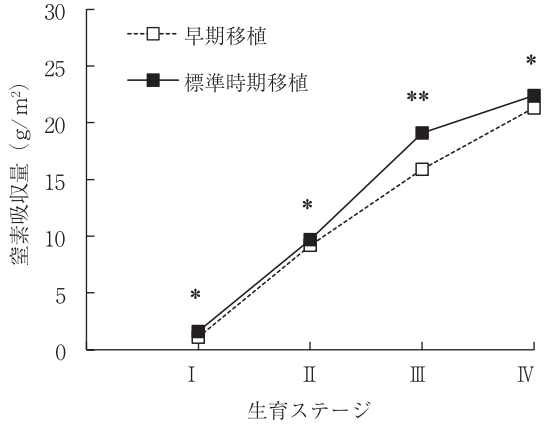


第 6 図　寒冷地で異なる時期に疎植した北陸 193 号の茎数の推移.
値は疎植 I～IV 区の平均値で示す．*：対応のある t 検定の結果，同じ生育ステージの異なる移植時期間において 5％水準で有意であることを示す.



第 7 図　寒冷地で異なる時期に疎植した北陸 193 号の LAI の推移.
値は疎植 I～IV 区の平均値で示す．*：対応のある t 検定の結果，同じ生育ステージの異なる移植時期間において 5％水準で有意であることを示す.

の順となった．また，栽植密度の低下に伴って m^2 当たりの穂数は減少し，1 穂籾数は増加する傾向が認められた．さらに，精玄米重，m^2 当たりの穂数および 1 穂籾数は，移植時期間で有意差は認められず，栽植密度間および年次間で有意差が認められた．総籾数は，移植時期間，栽植密度間および年次間のいずれにおいても有意差が認められなかった．登熟歩合，千粒重，玄米窒素含有率，穂揃い期の NSC 含有率は，移植時期間および栽植密度間では有意差が認められず，年次間でのみ有意差が認められた．



第 8 図　寒冷地で異なる時期に疎植した北陸 193 号の窒素吸収量の推移．
値は疎植 I～IV 区の平均値で示す．*：対応のある t 検定の結果，同じ生育ステージの異なる移植時期間において 5％水準で有意であることを示す．

考　　察

1．寒冷地での疎植が「北陸 193 号」の生育，収量に及ぼす影響

本試験の結果，「北陸 193 号」の疎植栽培では茎数（第 2 図），LAI（第 3 図）は標準区よりも少なく推移して穂数は少なく，1 穂籾数は多くなった（第 3 表）．これに関して，温暖地で日本型品種を供試して，株間を広げた疎植栽培を行った結果，茎数や LAI が少なく推移して，穂数は少なく，1 穂籾数は多くなること（山田 2002，木村ら 2005），寒冷地で日本型品種を供試して，株間を広げた疎植栽培を行った結果，茎数や LAI が少なく推移して，穂数が少なくなること（平野ら 1997，齋藤ら 2008）が報告されており，本試験で供試したインド型品種「北陸 193 号」においても，疎植栽培した日本型品種と同様な生育経過や収量構成要素の傾向を示した．また，試験を行った 3 ヶ年のうち 2 ヶ年で生育期間中の日平均気温と日射量が高めに推移したこと（第 2 表）によって，疎植条件においても生育が旺盛となったため，標準区と比べて最大 6％程度の減収にとどまったと考えられた．

本試験の結果，疎植区の生育量は標準区に比べて少なめ

第 3 表　異なる移植時期と栽植密度が北陸 193 号の収量，収量構成要素に及ぼす影響．

移植時期	栽植密度	出穂期（月．日）	地上部乾物重（g/m²）	籾わら比（%）	精玄米重（g/m²）	穂数（本 /m²）	1 穂籾数（粒）	総籾数（×千 /m²）	登熟歩合（%）	千粒重（g）	玄米窒素含有率（%）	NSC 含有率（%）
早期	標準	8．6（99）	2137	104	843	256	152	38．8	95．2	22．8	1．52	44．4
	疎植 I	8．7（100）	2119	101	836	247	156	38．2	97．1	22．5	1．55	45．8
	疎植 II	8．7（100）	2036	109	814	231	163	37．4	97．3	22．4	1．54	44．8
	疎植 III	8．7（100）	1997	108	795	234	168	39．3	92．0	22．4	1．58	43．6
	疎植 IV	8．7（100）	1957	113	790	215	176	37．9	95．7	21．9	1．57	43．5
	平均		2049	107	816	237	163	38．3	95．5	22．4	1．55	44．4
標準時期	標準	8．17（91）	2222	95	821	257	153	39．1	92．4	22．8	1．58	42．7
	疎植 I	8．17（91）	2177	99	827	239	160	38．0	95．1	22．9	1．55	43．0
	疎植 II	8．17（91）	2136	94	791	241	159	38．1	92．6	22．4	1．52	43．3
	疎植 III	8．17（91）	2064	98	787	227	164	37．2	93．5	22．6	1．57	44．3
	疎植 IV	8．17（91）	2070	98	777	225	162	36．1	94．9	22．7	1．56	42．9
	平均		2134	97	801	238	160	37．7	93．7	22．7	1．56	43．2
ANOVA	移植時期（A）		**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	栽植密度（B）		**	ns	*	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
	年次（C）		ns	**	*	**	**	ns	**	**	**	**
	A × B		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	A × C		*	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
	B × C		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	A × B × C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

2009～2011 年の平均値．（　　）内の数値は移植から出穂期までの日数．精玄米重は粒厚 1．8 mm 以上，水分 15％換算．玄米窒素含有率は乾物換算．**，*：分散分析の結果，1％水準，5％水準で有意差があることを示す．ns：有意差なし．

に推移して（第 2 図，第 3 図），個体密度の低下に伴って減収傾向を示した（第 1 表，第 3 表）が，同程度の個体密度であれば，1 株植え付け本数を減らした疎植区は株間を広げた疎植区に比べて茎数は多めに（第 2 図），LAI は大きめに（第 3 図）推移する傾向を示し，減収程度も小さかった（第 3 表）．1 株植え付け本数と収量との関係について，手植え移植条件で 1 株植え付け本数を増やした場合，穂数はあまり増加せずに 1 穂籾数と登熟歩合が低下して減収することが報告されている（中野・水島 1994）．また，日本型品種を供試して，株間を広げた条件で 1 株植えつけ本数を減らした区が，同一株密度で 1 株植えつけ本数を減らさない区と同程度の収量を得た事例（藤田 1993，森重・河内 2004）が報告されている．これらの結果から判断すると，1 株植えつけ本数を減らすことは株間を広げることに比べて，生育や収量に影響しにくい可能性が考えられた．現在主流となっている疎植栽培は，株間を広げたのみの疎植栽培であるが，株間を従来ほど広げずに 1 株植えつけ本数を減らす疎植栽培によって，生育や収量がより安定する可能性が示唆されている一方，現在の機械移植体系では，1 株植えつけ本数の減少は欠株率上昇につながる可能性もあることから，疎植栽培における株密度と 1 株植えつけ本数の調整による生育・収量の影響についてはさらなる検討が必要であると考えられた．

2．寒冷地での異なる移植時期が「北陸 193 号」の生育，収量に及ぼす影響

本試験の結果，疎植した「北陸 193 号」の早期移植は標準期移植に比べて穂揃い期までの生育量（第 5，6，7，8 図）や収穫時の地上部乾物重（第 3 表）が小さかったが，出穂後の地上部乾物重増加程度が大きく（第 5 図），籾わら比が高まった結果，収量はほぼ同等となった（第 3 表）．これに関して，北陸地域において早植えしたインド型水稲品種群は，遅植えした同品種群に比べて移植後の低温のため，生育初期の草丈，葉齢，地上部乾物重が小さくなること（Ohsumi ら 2012），早植えは遅植えに比べて生育が低温によって抑制されるため，乾物生産およびポテンシャル収量の向上に寄与できていないこと（大角ら 2010）が報告されており，「北陸 193 号」の早期移植栽培では低温等により生育前半の生育は停滞しやすいと考えられた．一方，「北陸 193 号」の移植時期を早め，出穂期を早めた場合，登熟歩合の向上に伴って増収すること（松村ら 2009），早植えは遅植えに比べて「北陸 193 号」を含む晩生品種の登熟環境を良好にすること（大角ら 2010）が報告されており，早期移植では出穂期が早まり出穂後の地上部乾物重増加程度が大きかったこと（第 5 図）や籾わら比が高いこと（第 3 表）と合わせて，「北陸 193 号」の早期移植栽培では生育後半の生育が旺盛となりやすいことが考えられた．さらに，本試験を行った 3 ヶ年のうち 2 ヶ年で生育期間中の日平均気温と日射量が高めに推移したこと（第 2 表）で，早期移植は，生育前半の生育停滞が緩和されるとともに，生育後半の旺盛な生育が促進された結果，標準時期移植とほぼ同等の収量を確保しやすくなったことも考えられた．また，精玄米重について，移植時期と年次の交互作用が 1％水準で有意となったこと（第 3 表）は，気象条件によって収量への移植時期の効果が異なることを示している．本試験を行った 3 ヶ年では，早期移植（標準時期移植）後の気象条件が年次によって異なり（第 2 表），インド型品種である「北陸 193 号」は，日本型品種に比べて移植後の気温の高低によっては初期生育量が異なることが予想されることから，同一移植時期であっても年次によって生育が異なった結果，収量への効果も異なったことが考えられた．

以上，早期および標準時期に 1 株植えつけ本数を減らす，または株間を広げて疎植栽培した「北陸 193 号」の生育，収量および収量構成要素について調査を行った結果，疎植区は，標準区に比べて，茎数が少なく，LAI が小さく推移する傾向を示した．また，疎植条件において，早期移植は，標準時期移植に比べて生育量は小さく推移したが，籾わら比が高まったため，収量は同程度となった．さらに，疎植栽培での収量は，個体密度の低下に伴って減収傾向を示したが，同程度の個体密度であれば，1 株植えつけ本数を減らした疎植区は株間を広げた疎植区に比べて減収程度は小さいことが示唆された．

謝辞：本研究の遂行にあたって，丸山義明氏，廣川誠氏および研究スタッフの杉浦尚美さん，渡辺梅子さんにはご協力頂いた．ここに記して感謝の意を表する次第である．

引 用 文 献

藤田究 1993. 異なる 1 株植付本数および栽植密度におけるコシヒカリの生育特性 第 1 報 生育収量および乾物生産特性. 日作四国支報 30 : 13-20.

Goto A., H. Sasahara, A. Shigemune and K. Miura 2009. Hokuriku 193 : A New High-yielding Indica Rice Cultivar Bred in Japan. JARQ 43 : 13-18.

春口真一 2011. 新規需要米への活用が期待される新品種「北陸 193 号」の特性. 熊本県農業研究センター平成 22 年研究成果. http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/47707.pdf（2012/05/20 閲覧）.

平野貢・山崎和也・Truong Tac Hop・黒田栄喜・村田孝雄 1997. 窒素施肥体系および疎植の組み合わせ栽培が水稲の生育および収量に及ぼす影響. 日作紀 66 : 551-558.

石田義樹・山本寛人 2010. 静岡県に適する飼料用及び米粉用水稲品種. 平成 22 年度静岡県農林水産関係試験研究成果情報 : 26-27.

石井利幸・上野直也 2011. 省力，低コストな水稲疎植栽培の本県主要品種への適用性. 山梨県総合農業技術センター平成 22 年度成果情報. http://www.pref.yamanashi.jp/sounou-gjt/documents/suitososhoku.pdf（2012/05/20 閲覧）.

木村浩・森重陽子・杉山英治・住吉俊治・川崎哲郎・河内博文 2004. 愛媛県平坦部における水稲疎植栽培に適した移植時期. 平成 15 年度近畿中国四国農業研究成果情報 : 47-48.

木村浩・森重陽子・杉山英治・住吉俊治・河内博文・川崎哲郎

2005. 疎植水稲の生育特性と安定生産技術. 愛媛農試研報 39 : 1-9.
松村修・大角壮弘・古畑昌巳・元林浩太・小島誠 2009. インド型超多収水稲品種「北陸 193 号」は寒冷地南部では遅植えすると減収する. 平成 20 年度関東東海北陸農業研究成果情報. http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto20/12/20_12_12.html（2012/05/20 閲覧）.
溝渕正晃 2011. 高知県における新規需要米の収量性. 農業技術センターニュース 62. http://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/kikan/kenkyu/se/home/news/news_62/62-03.pdf（2012/05/20 閲覧）.
森重陽子・河内博文 2004. 水稲の疎植と苗かき取り量の削減による苗箱数低減技術. 平成 15 年度近畿中国四国農業研究成果情報 : 197-198.
長田健二・佐々木良治・大平陽一 2011. 温暖地西部における新規需要米向け多収品種の収量性. 平成 22 年度近畿中国四国農業研究成果情報. http://wenarc.naro.affrc.go.jp/seika/seika_nendo/h22/pdf/01_sakumotu/05_0105.pdf（2012/05/20 閲覧）.
永畠秀樹 2009. 多収穫米の品種選択と栽培技術. 石川県農業総合研究センター平成 20 年度研究成果発表会発表要旨. http://www.pref.ishikawa.lg.jp/noken/seikahappyou/documents/kaga06.pdf（2012/05/20 閲覧）.
中野尚夫・水島嗣雄 1994. 水稲の一株植え付け本数の違いが収量構成要素および収量に及ぼす影響. 日作紀 63 : 452-459.
中山幸則・北野順一・神田幸英・山川智大 2008. 早期栽培におけるコシヒカリの疎植限界密度. 三重県農業研究所平成 19 年度研究成果. http://www.mate.pref.mie.lg.jp/marc/SEIKA/H19/14seikaH19.pdf（2012/05/20 閲覧）.
農水省 2008a. 水稲の品種開発. http://www.komenet.jp/_member/documents/2008/15-080307.pdf（2012/05/20閲覧）.
農水省 2008b. 品目別生産コスト縮減戦略～生産現場の取組のヒント～2. 水田作. http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_cost/pdf/data2.pdf（2012/05/20 閲覧）.
大西政夫・堀江武 1999. 重量法による水稲各器官中の非構造性炭水化物の簡易定量法. 日作紀 68 : 126-136.
大角壮弘・松村修・古畑昌巳 2010. 寒冷地南部において作期の違いが多収性水稲品種の乾物生産および収量性に及ぼす効果. 日作紀 79（別 1）: 176-177.
Ohsumi, A., M. Furuhata and O. Matsumura 2012. Varietal differences in biomass production of rice early after transplanting at low tenperatures. Prant Prod. Sci. 15 : 32-39.
齋藤博行・秋場善憲・早坂崇 2008. 山形県における水稲「はえぬき」の疎植栽培について. 日作東北支部報 51 : 3-4.
春原嘉弘・今内祥雅・関寛三・鈴木守 1983. 寒冷地における多収性外国稲の生育特性. 東北農業研究 33 : 9-10.
夛田万幸 2007. ますます広がる水稲疎植栽培. 奈良県農業総合センターニュース 126. http://www.pref.nara.jp/secure/8307/1268.pdf（2012/05/20 閲覧）.
渡辺大輔・小橋健・中司祐典・羽嶋正恭 2011. 山口県に適する飼料用米品種について. 平成 22 年度農林総合技術センター試験研究成果発表会. http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp_open/a17201/00000005/tochiriyou2210.pdf（2012/05/20 閲覧）.
山田千津子 2002. 水稲疎植栽培の省力効果と特徴. 香川県農業試験場研究成果豊穣 40. http://www.pref.kagawa.lg.jp/noshi/seika/houzyou/40pdf/40crop2.pdf（2012/05/20 閲覧）.

Growth and Yield Characteristics of Rice Cultivar 'Hokuriku 193' Cultivated by the Sparse Planting Method in the Hokuriku District of Japan : Masami Furuhata (*NARO Agricultural Research Center Hokuriku Research Center, Joetsu 943-0193, Japan*)

Abstract : This study was conducted to establish a method of sparse planting culture of rice cultivar 'Hokuriku 193 'in the Hokuriku district of Japan. For 3 years (2009–2011), 'Hokuriku 193' was cultivated by sparse planting i.e., decreasing the number of seedlings per hill or increasing hill distance, under early (late April to early May) and standard (mid- to late May) planting conditions, and their growth, yield, and yield components were examined. The numbers of stems and the leaf area index were lower in the sparse planting plot than in the standard plot. Growth was poorer in the early plot than in the standard plot. However, under sparse planting conditions the grain-to-straw ratio was higher in the early plot and the yield was the same as that in the standard plot. The yield in sparse planting culture decreased at a lower population density. The yield loss due to planting fewer seedlings per hill was less than that due to planting with increased hill distance at the same population density.

Key words : Growth, High yielding variety, Hokuriku 193, Planting density, Population density, Sparse planting, Yield.