

Characteristics of Seedling Emergence and Dry Matter Production of Direct-seeded Rice Cultivars for Whole-crop Silage in Tohoku Region

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Direct-seeding, Dry matter production, Lodging resistance, Rice cultivar for whole-crop silage, Seedling emergence, Tohoku region, Yellow-ripe stage 作成者: 吉永, 悟志, 長田, 健二, 福田, あかり メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001192

東北地域の飼料イネ向け品種・系統の直播適性および乾物生産性

吉永 悟志*¹⁾・長田 健二*¹⁾・福田あかり*¹⁾

抄 録：東北地域における飼料イネ直播栽培の確立に必要な基礎データを得るために、飼料イネ向け品種・系統の直播栽培適性の評価および東北地域の直播栽培で高い乾物生産性を発揮するための生育特性について検討した。その結果、出芽については顕著な品種間差は認められなかったが、各品種ともカルパー被覆後の加温処理により苗立ちの安定化が図られた。また、乾物および玄米収量に関しては、移植栽培と比較して直播栽培では黄熟期の乾物収量および玄米収量は低かったが、生育期間の確保が可能な晩生品種が乾物生産の増大に有利であることが確認された。さらに、直播栽培において乾物生産を高める形質として、出穂期までに高い葉面積を確保するとともに、登熟期の葉面積を高く維持することや、葉身が厚く、葉身窒素含有率も高いこと、および吸光係数が低く受光態勢に優れることなどの特性を有することが重要であると考えられた。飼料イネ向け新品種の「べこあおば」や着粒突然変異系統のRM645はこれらの形質や耐倒伏性の安定性の点で飼料イネの直播栽培に有利な特性を示した。

キーワード：黄熟期，乾物生産，出芽，飼料イネ，耐倒伏性，直播，東北

Characteristics of Seedling Emergence and Dry Matter Production of Direct-seeded Rice Cultivars for Whole-crop Silage in Tohoku Region : Satoshi YOSHINAGA *¹⁾, Kenji NAGATA *¹⁾ and Akari FUKUDA *¹⁾

Abstract : We examined the seedling emergence and the characteristics of dry matter production in direct-seeded rice for whole-crop silage (RWCS) in the Tohoku region in order to obtain available data for establishment of the cultivation. It was shown that using seeds stored at 20 °C for 3 days after they were coated with an oxygen supplier was effective for uniform emergence and a higher emergence rate in the tested cultivars. Dry matter production at yellow-ripe stage and grain yield of the direct-seeded RWCS were lower than those of transplanted RWCS. In direct-seeding, greater dry matter production was obtained in cultivars that showed longer growth period, larger leaf area during ripening period, and lower specific leaf area, which results in high leaf-blade nitrogen content and a lower extinction coefficient. The newly developed RWCS cultivar “Bekoaoba” and the spikelet-decreased mutant “RM645” were considered more suitable for direct-seeding cultivation, because they showed higher lodging resistance in addition to these desirable characteristics in dry matter production.

Key Words : Direct-seeding, Dry matter production, Lodging resistance, Rice cultivar for whole-crop silage, Seedling emergence, Tohoku region, Yellow-ripe stage

緒 言

我が国におけるホールクロップサイレージ用水稲（以下、飼料イネ）の安定栽培技術の確立および普及は、水稲の生産調整が増大するなかで水田農業を維持することや、先進国の中でも特段に低い我が国の食糧自給率向上を達成するために極めて重要であ

る。これに対応して、近年、飼料イネ品種の育成、栽培・収穫技術確立や給与技術確立のための研究が精力的に行われるとともに、飼料イネ生産も徐々に増加しつつあり、研究の進展と技術の普及が期待されているところである。

ホールクロップ利用を前提とした飼料イネが備えるべき生育特性は、一般食用水稲の場合とは異なる

* 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Daisen, Akita 014-0102, Japan)

2005年12月1日受付, 2006年2月9日受理

点が多い。この点を整理すると、まず飼料イネでは子実のみならず茎葉を含めた植物体全体の乾物収量が高いことが必要になるとともに、飼料の質の確保のためには可消化養分総量(TDN)が高いことも重要な条件となる。また、飼料イネ栽培では収穫期の倒伏は、収穫時における土壌の混入や植物体の高水分条件などによりサイレージ品質の低下につながる場合が多い。特に、飼料イネでは乾物収量の増大のために一定の多肥栽培が必要とされることなどから、耐倒伏性が高い品種の利用や耐倒伏性を高めるための栽培法の重要性が高い。さらに、他の飼料作物との生産コストの差を小さくするために、飼料イネ栽培は省力・低コスト化が必須であり、直播栽培や疎植栽培などの省力・低コスト栽培において高い乾物収量を得ることが重要となってくる。この他、省力・低コストのみならず飼料としての安全性とも関連する特性として、耐病、耐虫性が高い品種特性も飼料イネ適性としてあげられる。

一方、東北地域のような寒冷地における飼料イネの導入においては、水稻の生育に適する気温が確保される期間が短いために作付けおよび収穫時期の制約があり、乾物生産の確保の点では不利な条件といえる。このため、東北地域における飼料イネの直播栽培については、限られた生育期間の中で高い乾物収量を得ること、移植栽培と比較して耐倒伏性の低下しやすい直播栽培においても多肥栽培条件で高い耐倒伏性を示すことなどが重要となる。しかしながら、東北地域における飼料イネの直播栽培に関する研究事例は少なく、データの蓄積が必要となっている。

以上のような背景をもとに、本報告では東北地域における飼料イネ直播栽培の確立に必要な基礎データを得るために、飼料イネ向け品種・系統の直播栽培適性の評価および東北地域の直播栽培で高い乾物生産性を発揮するための生育特性について検討した。なお、ホールクroppサイレージ用の飼料イネでは、上述のように黄熟期の乾物収量やTDN収量が最も重要な形質となるが、玄米収量やその構成要素についても、飼料の消化性や品種の識別性に関わる重要な形質であり、本報告では玄米収量に関する検討も合わせて行った。

本試験は、農林水産省の委託研究プロジェクト「ブランドニッポン3系(飼料イネ)」への参画のもとに実施したものである。

なお、供試品種の「RM645」は独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場より分譲いただいた。また、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構畜産草地研究所飼料調製研究室より黄熟期サンプルの近赤外分光光度計によるTDN分析データを提供いただいた。記して関係各位に感謝の意を表す。

材料と方法

1. 出芽試験

供試品種として、早晩性や草型が異なる「ふくひびき」、「べこあおば」、「RM645」の3品種・系統を用いた。「ふくひびき」は東北農業試験場(現東北農業研究センター)において育成され、1995年に品種登録された多収品種であり、飼料イネとして秋田県などの一部で作付けされている。「べこあおば」(中込ら 2005)は東北農業研究センターにおいて飼料イネ専用品種として育成され(旧系統名:奥羽飼 387号)、2005年9月に命名登録(水稻農林 408号)された。一方、「RM645」は農業生物資源研究所放射線育種場において農林8号の放射線突然変異系統として作出されたもので、原品種と比較して1穂粒数が6割程度しか着生しない特性を有し、稈・葉鞘へのデンプン蓄積量が多いために、飼料イネの消化性向上に有効となる可能性が示唆されている(吉永ら 2005)。出芽試験はこれら品種・系統の2002年産種子を用いて2003年に実施した。

乾物の2倍重相当の酸素供給剤(過酸化石灰含有資材、商品名:カルパー粉粒剤 16)を被覆したハト胸催芽初(以下、カルパー被覆種子と略記)をビニール袋に密封し、10および20℃の恒温器中にそれぞれ3日間貯蔵した後、以下の出芽試験に供した。水田土壌(灰色低地土)と水を約3:1の割合で混合した代かき土壌を入れたコンテナ(内寸:長さ320mm,幅240mm,深さ120mm)を数時間静置し、その後コンテナ底部に挿入した排水管から12時間程度落水し、土壌表面に被覆種子を播種後、落水時の覆土深が10mmになるように代かき土壌を覆土した。1区当たりの播種量は50粒、3反復とし、1コンテナ当たり3区を設定した。このとき、覆土後は落水状態のまま20℃の恒温室に設置し、播種後14日目まで経時的に出芽調査を行い、最終出芽率および平均出芽日数を算出した。

2. 圃場試験

2002~2004年の3か年にわたって、東北農業研

究センター水田利用部（秋田県大仙市）内の灰色低地水田において行った。

出芽試験に用いた3品種の湛水直播栽培を同一圃場で行うとともに、「ふくひびき」の移植栽培を近接圃場で実施した。直播栽培における播種時期は、2002年は5月15日、2003および2004年は5月12日、カルパー被覆種子を用いて「打込み式代かき同時土中点播機」（下坪ら 1996）による湛水直播栽培を行った。播種様式は条間30 cm、株間20 cm（16.7株/m²）、目標播種深度10 mmで、播種量は乾粒相当で約4 g/m²として、播種後は出芽まで落水管理とした。出芽揃い後入水し、除草剤（イマズスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤）を散布した。出芽後は生育および収量調査地点の出芽苗を1株当たり5～6本（苗立ち密度80～100本/m²）になるよう密度補正を行った。移植栽培では2002および2003年は5月15日、2004年は5月14日に中苗を条間30 cm、株間15 cm（22.2株/m²）、1株3本で手植えた。

施肥は基肥、分けつ肥および穂肥2回の合計4回行い、穂肥は出穂前24日および12日を目処に施用した。それぞれの時期の施用量（施肥4回の窒素成分量：g/m²）を2002年は移植栽培では8-2-3-3、直播栽培では6-3-3-3、2003および2004年は両栽培ともに6-4-3-3とした。

なお、直播栽培は1区当たり面積48 m²の1区制、移植栽培は1区15 m²3反復で実施し、直播栽培では区内の3地点の調査データを用いて統計解析を行った。

3. 生育特性および乾物・玄米収量の調査方法

生育および乾物収量の調査は、穂揃い期および黄熟期に1区当たり15～16株を抜き取って実施した。なお、抜き取りは株の基部を含めて行っている。抜き取り株は部位別に分解し、葉面積の測定を行い、80℃で48時間乾燥後、乾物重、窒素含有率を測定した。窒素分析は乾式燃焼法（エレメンタル社 vario MAX）により行った。稈・葉鞘中の非構造性炭水化物（以下、NSCと略）の含有率は重量法（大西・堀江 1999）により測定し、乾物重を乗じて含有量を求めた。また、黄熟期のTDNは畜産草地研究所における近赤外分析値による推定値（藤田ら 2003）を用いた。また、穂揃い期には晴天時に群落内の高さ別日射量を群落日射計（盟和商事 LI-191SA）を用いて測定するとともに層別（地際

より10 cm間隔）の葉面積を調査し、吸光係数を算出した。なお、黄熟期は出穂後の積算気温が800～850℃を目安として判定した。

玄米収量調査は成熟期に1か所当たり直播栽培では50株（3.0 m²）、移植栽培では60株（2.7 m²）刈り取り、常法に従って行った。

4. 耐倒伏性の調査方法

圃場における倒伏程度は黄熟期に各区の平均的な株の傾きを0（無倒伏）～4（完全倒伏）の5段階で達観で判定した。また、押し倒し抵抗の測定は富樫ら（1997）の方法に準じ、デジタルフォースゲージ（日本電産シンボ社製 FGC-5）を取り付けた架台を回転支点が稲株の地際になるように設置し、稲株の地際15 cmの高さを45°の角度まで押し倒す際にかかる力の極大値を測定した。測定時期は出穂15～20日後とし、移植栽培、直播栽培ともに1区当たり15株測定した。

結 果

1. 出芽試験

出芽試験の結果を表1に示した。カルパー被覆後低温貯蔵した種子を用いた標準条件での供試品種の出芽率には有意差が認められなかったものの、「ふくひびき」と比較して「べこあおば」および「RM645」の出芽率が低い傾向を示した。一方、20℃3日間の加温処理を行った場合には、3品種とも約80%の出芽率を示すとともに、標準条件と比較して平均出芽日数が1日以上短縮された（表1）。

表1 出芽性の品種間差

品種・系統	貯蔵条件	出芽率 %	平均出芽 日数
ふくひびき	標準	81.2	6.0
	加温	80.4	4.9
べこあおば	標準	72.5	5.6
	加温	79.7	4.5
RM645	標準	74.6	6.1
	加温	82.6	4.5
品 種		ns	*
貯蔵条件		ns	**
貯蔵条件*品種		ns	ns

貯蔵条件：標準は低温（10℃）貯蔵、加温は3日間20℃。**：1%水準で有意、*：5%水準で有意、ns：有意差無し。

2. 乾物収量
穂揃い期および黄熟期の乾物生産については表2
および表3に、各品種の出穂期、黄熟期および登熟
期の気象条件を表6にそれぞれ示した。気象条件は、

2002年は8月下旬以降の多照、2003年は7～8月
の低温および寡照、2004年は8月上旬までの高温
が特徴的であり、各年次とも傾向が異なった。
「ふくひびき」の移植栽培と直播栽培を比較する

表2 供試品種・系統の穂揃い期の乾物生産関連形質

品種・系統	栽培法	年次	乾物重 g/m ²	NSC	葉身窒素	葉面積	比葉面積 cm ² /g	吸光係数
				含有量 g/m ²	含有率 %	指数		
ふくひびき	移植	2002	903	179	3.2	5.6	238	0.55
		2003	987	221	2.7	5.9	228	0.51
		2004	873	191	3.0	5.1	228	—
		平均	921 b	197 c	3.0 a	5.6 a	231 b	0.53 a
ふくひびき	直播	2002	874	161	2.9	5.9	258	0.49
		2003	937	228	2.5	4.9	231	0.52
		2004	793	209	2.7	4.2	237	—
		平均	868 b	199 c	2.7 b	5.0 ab	242 a	0.51 ab
べこあおば	直播	2002	1013	255	2.7	5.4	222	0.37
		2003	905	244	2.5	4.0	220	0.45
		2004	971	328	2.4	4.9	233	—
		平均	963 b	276 b	2.6 b	4.8 b	225 b	0.41 c
RM645	直播	2002	1298	357	2.1	5.9	182	0.49
		2003	1145	303	2.3	4.9	183	0.48
		2004	1227	368	2.1	5.1	176	—
		平均	1223 a	343 a	2.1 c	5.3 ab	180 c	0.49 b

NSC：稈・葉鞘中の非構造性炭水化物。平均値間で同一記号のついた値間にはLSD 5%水準の有意差がないことを示す(表3～4も同じ)。

表3 供試品種・系統の黄熟期の乾物生産関連形質

品種・系統	栽培法	年次	乾物重 g/m ²	ΔW	NSC	TDN	TDN	葉身窒素	葉面積	比葉面積 cm ² /g
				g/m ²	含有量 g/m ²	%	g/m ²	含有率 %	指数	
ふくひびき	移植	2002	1509	606	125	61.2	923	1.9	3.5	231
		2003	1594	607	103	62.5	996	1.5	3.7	223
		2004	1505	633	—	61.3	922	1.6	3.1	222
		平均	1536 b	615 a	114 c	61.6 a	947 a	1.7 a	3.4 b	225 a
ふくひびき	直播	2002	1537	663	143	60.6	931	1.5	3.4	228
		2003	1403	466	110	63.4	890	1.4	2.4	216
		2004	1234	441	—	60.9	752	1.9	2.6	230
		平均	1391 c	523 ab	126 bc	61.6 a	857 a	1.6 ab	2.8 c	224 a
べこあおば	直播	2002	1562	549	192	62.5	976	1.5	3.3	202
		2003	1428	523	99	63.0	900	1.6	2.2	192
		2004	1423	452	—	61.2	871	1.4	2.7	198
		平均	1471 bc	508 b	145 ab	62.2 a	916 a	1.5 b	2.7 c	197 b
RM645	直播	2002	1807	509	497	59.2	1069	1.3	4.3	153
		2003	1685	540	462	60.1	1013	1.3	3.5	150
		2004	1658	432	—	58.2	965	1.3	3.6	141
		平均	1717 a	494 b	480 a	59.2 b	1016 b	1.3 c	3.8 a	148 c

ΔW：穂揃い期～黄熟期乾物増加量。NSC：稈・葉鞘中の非構造性炭水化物。TDN：可消化養分総量。

表4 供試品種・系統の玄米収量収量構成要素および稈長

品種・系統	年次	粗玄米重		総粒数 ×1000/m ²	精玄米 千粒重 g	倒伏 程度 0-4	稈長 cm
		g/m ²	1 穂粒数				
ふくひびき 移植	2002	849	109	40.6	24.5	3.5	88.2
	2003	819	111	46.9	22.2	0.1	79.2
	2004	807	106	35.3	25.2	1.7	82.5
	平均	825 a	109 a	40.9 a	24.0 c	1.8 a	83.3 b
ふくひびき 直播	2002	816	90	35.4	25.3	0.8	84.7
	2003	754	89	36.5	23.4	0.5	77.0
	2004	657	97	32.8	24.6	1.7	75.0
	平均	743 b	92 b	34.9 b	24.4 c	1.0 ab	78.9 c
べこあおば 直播	2002	829	84	30.9	33.0	0.0	75.5
	2003	703	95	31.9	32.4	0.0	66.1
	2004	742	82	28.9	32.9	0.0	64.9
	平均	758 b	87 c	30.5 c	32.8 a	0.0 c	68.9 d
RM645 直播	2002	344	47	17.1	27.2	1.5	97.5
	2003	230	41	16.6	25.1	0.0	87.6
	2004	236	41	17.1	25.8	0.0	78.7
	平均	270 c	43 d	16.9 d	26.1 b	0.5 bc	87.9 a

玄米重および千粒重は水分15%換算。

と、穂揃い期、黄熟期ともに直播栽培では地上部乾物重が移植栽培よりも低い傾向が認められ、黄熟期には有意な差を生じた。また、穂揃い期の葉身窒素含有率は移植栽培で高く、葉面積指数も高い傾向が認められたが、吸光係数はほぼ同等であった。黄熟期の稈・葉鞘のNSC含有量は直播栽培で高い傾向を示した。一方、直播栽培の3品種を比較すると、年次によりその程度は異なるものの穂揃い期、黄熟期ともに、地上部乾物重は出穂期の遅いほど、すなわち「RM645」>「べこあおば」>「ふくひびき」の順に高い傾向を示した。黄熟期のTDN含有率の品種間差は小さく、3%程度内の差であったため、黄熟期のTDN収量は乾物収量とほぼ同様の品種間差を示した。黄熟期の乾物重と穂揃い期の乾物重の差である登熟期乾物増加量(ΔW)は、移植栽培の「ふくひびき」で高く600g/m²を超えていたが、直播栽培の3品種は平均で500g/m²前後であった。葉身の形質については、穂揃い期の葉面積指数の品種間差は小さかったが、「RM645」は穂揃い期の葉身窒素含有率が低いものの比葉面積が顕著に小さく、また、黄熟期のLAIが高く維持されていた。吸光係数については「べこあおば」で顕著に低かった。一方、黄熟期の稈・葉鞘のNSC含有量は「RM645」で顕著に高く、「ふくひびき」の直播栽培と比較す

ると約4倍に達していた。

3. 玄米収量および収量構成要素

移植栽培の「ふくひびき」の玄米収量は3か年とも800g/m²を超えて、安定して高かった(表4)。これに対し、「ふくひびき」および「べこあおば」の直播栽培では、2002年は「ふくひびき」の移植栽培とほぼ同等の玄米収量を示したものの、2003年および2004年は10~15%程度減収した。一方、「RM645」は粗玄米重の3か年平均値は300g/m²を下回り、顕著に低い収量性を示した。各品種の収量構成要素の特徴は以下のように整理される。「ふくひびき」は直播栽培で粒数が減少したものの他品種と比較して粒数が顕著に多いという特性を有する。「べこあおば」は同じ直播栽培の「ふくひびき」と比較すると粒数は少ないものの、千粒重が顕著に大きく30gを超えている。「RM645」では、1穂粒数が40~50粒と他品種の半分程度の水準であり、総粒数の減少により玄米収量が顕著に低下した。

4. 耐倒伏性

耐倒伏性関連形質として、稈長および倒伏程度は表4、押し倒し抵抗値は表5に示した。栽培法間では、「ふくひびき」の稈長は移植栽培と比較して直播栽培で短くなる傾向が認められた。品種間では「べこあおば」の稈長が顕著に短く、「RM645」の

表5 有望品種・系統の押し倒し抵抗値

品種・系統	栽培法	押し倒し抵抗値 g/程	
		2002	2003
ふくひびき	移植	66.5 c	70.2 b
ふくひびき	直播	71.2 c	69.2 b
べこあおば	直播	106.6 a	101.2 a
RM645	直播	91.9 b	110.3 a

同一年次で同一記号のついた値間には LSD 5% 水準の有意差がないことを示す。

稈長が長いという特性を示した。倒伏程度は「ふくひびき」において移植栽培、直播栽培ともに年次によっては1.0以上の倒伏程度を示した場合があったが、「べこあおば」では3か年、「RM645」では2か年で無倒伏であった。これらの品種は、「ふくひびき」の移植および直播栽培と比較して有意に押し倒し抵抗値も高く、「ふくひびき」が70g前後の値を示したのに対し、90g以上の値を示した。

考 察

本報告では、東北地域の飼料イネ向け品種を用いて、寒冷地の直播条件における乾物生産性や玄米収量について調査するとともに直播栽培で重要となる出芽性、耐倒伏性について検討を行った。

1. 出芽性

3品種の出芽検定試験の結果から、催芽種子へのカルパー被覆および播種後落水管理の条件であれば、出芽性の問題は特段生じないことが示唆されたものの、「べこあおば」および「RM645」は「ふくひびき」と比較して出芽率が低下する傾向が認められた。一方、各品種とも標準条件（カルパー被覆後低温貯蔵）と比較して、被覆種子の加温処理により出芽速度や出芽率が向上した。このような処理は、普通品種において既に検討されて有効性が確認されているが（花見・手代木 1998, 吉永ら 2000）、飼料イネ栽培の安定化に対しても、出芽・苗立ちの安定化に有効であると推察された。また、出芽速度の向上による播種後の落水期間の短縮により、除草剤散布時期が早まり、除草効果の向上につながることから、除草剤散布が制約される飼料イネ栽培では本技術の導入が有効であると考えられる。

なお、「べこあおば」については千粒重が30gを超える大粒品種であるため、播種粒数の確保のためには一般品種よりも播種重量を増やす必要がある。

このため、播種機によっては播種粒数の確保が困難となることが考えられ、注意が必要である。

2. 乾物生産および玄米収量の栽培法間差

「ふくひびき」の黄熟期の乾物重は、移植栽培と比較して直播栽培で減少したが、穂揃い期には約50g/m²であった乾物重の栽培法間差が黄熟期には約150g/m²に拡大していることから、両区の乾物生産の差は登熟期間中の乾物生産の差が主要因と考えられる。そこで、登熟期の気象条件を表6にとりまとめた。この表から、移植栽培と比較して直播栽培で出穂期が5日遅くなったものの登熟期（出穂～黄熟期）の日射量や気温については顕著な差は認められていない。このため、登熟期の乾物生産の差の要因は、直播栽培による出穂の遅れではなく、登熟期の乾物生産能の差によるものと推察される。この点については、移植栽培の方が穂揃い期および黄熟期の葉面積が高く維持されるとともに同時期の葉身窒素含有率も高いことから、移植栽培において登熟期の乾物生産能が高くなっていることが考えられる。

「ふくひびき」における玄米収量の栽培法間差は1穂初数の多少によるシンクサイズの違いによるものであった。直播栽培において1穂初数が少なかった要因としては出穂期までの1穂当たりの生育量が直播栽培で低かったことが考えられる。

3. 「べこあおば」の飼料イネとしての適性

直播栽培の「べこあおば」の黄熟期の乾物収量は、移植栽培の「ふくひびき」には及ばないものの直播栽培の「ふくひびき」の乾物収量と比較して平均で6%程度高まった。乾物増加を穂揃い期までと登熟期（穂揃い期から黄熟期）に分けて比較すると、登熟期の乾物増加量の差は小さいため、穂揃い期までの乾物生産の差が黄熟期の乾物収量の差の要因となっていることが分かる。「べこあおば」の出穂期は直播栽培の「ふくひびき」と比較して平均で8日程度遅いため（表6）、「べこあおば」では出穂までの生育期間が長いことが、穂揃い期の乾物重の差の主要因と考えられる。出穂期以降の気象条件を比較すると、出穂が遅い「べこあおば」では登熟期の日射量の減少とともに気温の低下が認められる（表6）。長田ら（2004）は、「べこあおば」が日射乾物変換効率の高いことを示しているが、本試験においても、「べこあおば」は、比葉面積が小さく（葉身が厚い）、穂揃い期の吸光係数も低い（群落内部まで光が透過する）という乾物生産に有利な草型を示したことが

表6 各試験年次の出穂期、黄熟期および登熟期の気象条件

品種・系統	栽培法	年次	出穂期 月. 日	黄熟期 月. 日	登熟期	
					平均気温 ℃	平均日射量 MJ/m ² /日
ふくひびき	移植	2002	8.07	9.10	23.3	15.7
		2003	8.07	9.12	21.9	12.9
		2004	8.04	9.08	22.7	16.3
		平均	8.06	9.10	22.6	15.0
ふくひびき	直播	2002	8.12	9.17	22.0	16.2
		2003	8.12	9.18	21.5	13.6
		2004	8.09	9.14	21.7	15.8
		平均	8.11	9.16	21.7	15.2
べこあおば	直播	2002	8.23	10.01	20.2	16.3
		2003	8.20	9.28	20.3	12.6
		2004	8.16	9.23	21.0	14.1
		平均	8.20	9.27	20.5	14.4
RM645	直播	2002	9.06	10.24	16.4	12.8
		2003	9.07	10.30	14.9	11.7
		2004	9.08	10.26	16.4	10.4
		平均	9.07	10.27	15.9	11.6

登熟期：出穂期～黄熟期。気温は大曲アメダスデータ，日射量は秋田アメダスデータ。

ら、出穂の遅れにともない日射量が減少した条件となっても一定の乾物生産の確保が可能であったものと推察される。

一方、玄米収量についてみると直播栽培では「ふくひびき」と「べこあおば」の玄米収量はほぼ同等であった。「べこあおば」はシンクサイズの点では「ふくひびき」を上回るものの大粒であるために登熟歩合が低下しやすく、「ふくひびき」との玄米収量に差を生じなかったものと考えられる。

また、飼料イネ栽培で重要な形質となる耐倒伏性については、供試品種中の押し倒し抵抗値は最も高い値を示すとともに、登熟期に台風による強風の影響を受けた2004年度を含めて圃場での倒伏程度は0（無倒伏）であった。直播栽培における耐倒伏性については播種様式の影響を受ける（吉永ら 2001）ことから、耐倒伏性の低下する散播栽培等での検討も必要であるが、「べこあおば」は直播栽培においても非常に高い耐倒伏性を示し、飼料イネ栽培の安定化に有効であるものと考えられる。

4. 「RM645」の乾物生産特性および乾物・玄米収量

直播栽培の「RM645」の黄熟期の乾物収量は、移植栽培の「ふくひびき」と比較しても顕著に高く、

直播栽培の「ふくひびき」の乾物収量と比較すると平均で20%以上高まった。乾物増加を時期別に比較すると、登熟期の乾物増加量は直播栽培の「ふくひびき」と比較して差が小さく、「べこあおば」の場合と同様に、穂揃い期までの乾物生産の差が黄熟期の乾物収量の差の要因となっている。特に「RM645」の出穂期は「べこあおば」よりもさらに遅く、直播栽培の「ふくひびき」と比較して平均で30日近い差を生じている（表6）。このように、「RM645」では出穂までの生育期間が長いことが、穂揃い期の乾物重が高まった主要因と考えられる。一方、出穂期以降の気象条件を比較すると、出穂が遅い「RM645」では登熟期の日射量の減少や気温の低下が顕著となっている（表6）ものの、「ふくひびき」の直播栽培とほぼ同等の登熟期の乾物増加を示している。突然変異系統である「RM645」はその親品種の農林8号と比較しても乾物生産に優れることが示されているが（吉永ら 2005）、本試験においても、比葉面積が「べこあおば」以上に小さく、また、登熟期の葉面積が高く維持されるなど乾物生産に有利な特性が示されており、これらの特性も乾物生産の向上要因となっていると考えられる。

玄米収量については、糊数が極端に少ないために

収量性は低いものとなっている。また、これに対応して稈・葉鞘中のNSC含有率が顕著に高まり、500 g/m²近いNSCが蓄積した。飼料イネの消化性について、サイレージにした場合でも籾の乾物消化率が低いことが示唆されている(箭原ら 1981, 加藤ら 2004)。このため、「RM645」のように籾への乾物分配率が低く、茎葉にデンプンを蓄積する特性は、消化性向上の点で有効となると推察される。さらに、籾への乾物分配が低いことは登熟期の株の重心を低くするために耐倒伏性の向上に有効となる。本試験においても「RM645」の稈長は平均で90 cm近い値を示したにもかかわらず、軽度の倒伏を生じたのみであった。

なお、「RM645」の出穂期を考慮すると同系統を東北地域で栽培する場合には収穫時期が遅くなりすぎることや、耐病性などの特性を高めるために、同系統が中間母本として利用されている。

5.まとめ

東北地域の飼料イネ向け品種・系統の直播栽培適性および乾物生産性について検討した。その結果、出芽については、「べこあおば」および「RM645」は「ふくひびき」と比較して出芽率が低下する傾向が認められたが、カルパー被覆後の加温処理により苗立ちの安定化が図られることが示された。また、乾物および玄米収量に関しては、移植栽培と比較して直播栽培では黄熟期の乾物収量および成熟期の玄米収量が低かった。直播栽培においては生育期間の確保が可能な晩生品種で乾物生産の増大に有利であることが確認されたものの、ホールクロップサイレージ用飼料イネの収穫は一般品種の収穫前に実施されるとが多いため、晩生品種導入の場合には黄熟期以前に刈り取る予乾体系の検討も必要であると考えられる。また、移植栽培と比較して出穂期の遅れる直播栽培では、乾物生産を高める形質として、①出穂期までに高い葉面積を確保するとともに、②登熟期の葉面積を高く維持することや、③葉身の形質として比葉面積が低く窒素含有量が高いこと、④受光態勢として吸光係数が低いことなどの特性を有することが特に重要になると考えられ、本試験で供試した「べこあおば」や「RM645」の有効性が示唆された。なお、これらの形質は品種特性としてある程度決定されているものの、施肥法や播種様式により一定の制御が可能である。また、多肥条件では品種の早晩性による乾物重の差が小さくなることや(石川・井

尻 2002)、NSC含有量が施肥条件により変動すること(山口・松村 2002)などが報告されており、飼料イネの直播栽培における安定多収のための施肥法について検討を進めることが重要であろう。

引用文献

- 1) 藤田泰仁, 村井勝, 蔡義民, 甘利雅弘, 小川増弘. 2003. 近赤外分析法による飼料イネの飼料成分および栄養価の推定. 畜産草地研究成果情報 2: 49-50.
- 2) 花見厚, 手代木昌宏. 1998. 水稲湛水直播栽培における酸素供給剤被覆種子の加温による出芽促進. 東北農業研究 51: 69-70.
- 3) 石川哲也, 井尻勉. 2002. ホールクロップサイレージ用稲の多肥条件における生育と乾物生産. 日作紀 71(別1): 20-21.
- 4) 加藤恒雄, 城田圭子, 新出昭吾, 番匠宏行. 2004. 発酵粗飼料としての稲籾の消化率に及ぼす割れ粘性の効果. 日作紀 73(別1): 108-109.
- 5) 長田健二, 寺島一男, 吉永悟志, 福田あかり. 2004. 東北地域向け飼料用水稲育成品種・系統の生育および収量特性. 日作東北支報 47: 87-89.
- 6) 中込弘二, 山口誠之, 片岡知守, 遠藤貴司, 滝田 正, 東正昭, 横上晴郁, 加藤 浩, 田村泰章. 2005. 直播栽培に適する稲発酵粗飼料専用新品種「べこあおば」の育成. 東北農業研究 58: 3-4.
- 7) 大西政夫, 堀江武. 1999. 重量法による水稲各機関中の非構造化炭水化物の簡易定量法. 日作紀 68: 123-136.
- 8) 下坪訓次, 富樫辰志. 1996. 水稲の代かき同時土中直播栽培に関する研究 1. 点播直播について. 日作紀 65(別1): 12-13.
- 9) 富樫辰志, 吉永悟志, 下坪訓次. 1997. 土中点播水稲の押倒し抵抗簡易測定法. 日作九支報 63: 7-9.
- 10) 箭原信男, 高井慎二, 沼川武雄. 1981. 水稲ホールクロップサイレージの調整利用に関する研究. 東北農試研報 63: 151-159.
- 11) 山口弘道, 松村修. 2002. 飼料イネ向け特性としての登熟後期非構造化炭水化物再蓄積の施肥

- による変動. 日作紀 71(別1) : 18-19.
- 12) 吉永悟志, 脇本賢三, 富樫辰志, 田坂幸平.
2000. 土中出芽性向上のための酸素供給剤被覆
水稲種子の乾燥および貯蔵条件. 日作紀 69 : 146-
152.
 - 13) 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.
 - 14) 吉永悟志, 長田健二, 寺島一男, 福田あかり.
2005. 水稲の着粒突然変異系統「RM645」の
乾物生産特性. 日作紀 74(別1) : 310-311.