

**BULLETIN
OF THE
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
FOR TOHOKU REGION**

Tohoku Nogyo Kenkyu Center Kenkyu Hokoku
No.109, March 2008

**東北農業研究センター
研究報告**



独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

東北農業研究センター

岩手県盛岡市

**National Agricultural Research Center
for Tohoku Region**

National Agriculture and Food Research Organization
Morioka, Iwate 020-0198, Japan

本誌から転載・複製する場合は当研究
センターの許可を得てください。

東北農業研究センター研究報告 第109号

所 長 八 卷 正

編集委員会

編集委員長	田 中 規 夫	
編 集 委 員	須 山 哲 男	荒 木 陽 一
	滝 田 正 樹	田 村 有 希 博
	鷗 川 洋 樹	

BULLETIN OF THE
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
FOR TOHOKU REGION

No.109

Director General
Tadashi YAMAKI

Editorial Board

Editor
Norio TANAKA

Associate Editors

Tetuo SUYAMA	Yoichi ARAKI
Tadashi TAKITA	Yukihiro TAMURA
Hiroki UKAWA	

東北農業研究センター研究報告 第109号 (平成20年3月)

目 次

東北地域向けの早生の飼料イネ専用品種「べこごのみ」の育成 中込 弘二・山口 誠之・片岡 知守・遠藤 貴司・滝田 正 横上 晴郁・加藤 浩	1 - 13
製粉性、粉の色相及び収量性が改善された寒冷地向け もち性小麦新品種「もち姫」の育成 谷口 義則・伊藤 裕之・平 将人・前島 秀和・吉川 亮 中村 和弘・八田 浩一・中村 洋・伊藤美環子・伊藤 誠治	15 - 29
早熟でモザイク病に強い納豆用極小粒大豆新品種「すずほのか」の育成 高田 吉丈・河野 雄飛・加藤 信・湯本 節三・島田 信二 境 哲文・島田 尚典・高橋 浩司・故足立大山・田渕 公清 菊池 彰夫・中村 茂樹・伊藤美環子・番場 宏治	31 - 40
研究資料	
東北地域における直播水稻の登熟特性と収量・品質関連形質 吉永 悟志・白土 宏之・長田 健二・福田あかり・中林 光文 横山 裕正・木村 利行・日影 勝幸・小田中温美・浅野 真澄 三上 雄史・島津 裕雄・木川 裕美・三浦 恒子・若松 一幸 山川 淳・井上 由紀・浅野目謙之・中山 芳明・島宗 知行 鈴木 幸夫・木田 義信・佐々木園子	41 - 82
東北地域における耕作放棄地の草地化とミニ放牧技術の開発 梨木 守・嶺野 英子・東山 由美・成田 大展・出口 善隆 佐藤 茂次・大槻 健治・中村フチ子・川畑 茂樹・佐藤 真 小梨 茂	83 - 98

BULLETIN OF THE
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
FOR TOHOKU REGION
No.109 (March 2008)

CONTENTS

NAKAGOMI, K., YAMAGUCHI, M., KATAOKA, T., ENDO, T., TAKITA, T., YOKOGAMI, N. and KATO, H. : Development of a New Early Maturity Rice Cultivar "Bekogonomi", for feed	1 - 13
TANIGUCH, Y., ITO, H., TAIRA, M., MAEJIMA, H., YOSHIKAWA, R., NAKAMURA, K., HATTA, K., NAKAMURA, H., ITO, M. and ITO, S. : A New Waxy Wheat Cultivar "Mochihime".....	15 - 29
TAKADA, Y., KONO, Y., KATO, S., YUMOTO, S., SHIMADA, S., SAKAI, T., SHIMADA, H., TAKAHASHI, K., ADACHI, T., TABUCHI, K., KIKUCHI, A., NAKAMURA, S., ITO, M. and BANBA, K. : A New Soybean Cultivar "Suzuhonoka", with Small seed for Natto (fermented soybeans), Early Maturing and Resistance to Soybean Mosaic Virus.	31 - 40
Note	
YOSHINAGA, S., HIRATSUCHI, H., NAGATA, K., FUKUDA, K., NAKABAYASHI, M., YOKOYAMA, H., KIMURA, T., HIKAGE, K., ODANAKA, A., ASANO, M., MIKAMI, Y., SHIMAZU, H., KIKAWA, H., MIURA, C., WAKAMATSU, K., YAMAKAWA, A., INOUE, Y., ASANOME, N., NAKAYAMA, Y., SHIMAMUNE, T., SUZUKI, Y., KIDA, Y. and SASAKI, S. : Grain Filling Properties and Characteristics of Yield and Grain Quality of Direct-seeded Rice (<i>Oryza stiva</i> L.) in Tohoku District	41 - 82
NASHIKI, M., TOUNO, E., HIGASHIYAMA, Y., NARITA, H., DEGUCHI, Y., SATO, S., OHTSUK, K., NAKAMURA, F., KAWAHATA, S., SATO, S. and KONASHI, S. : Grassland Development and Small-scale Grazing Techniques for the Fallow Land in the Tohoku Region in Japan	83 - 98

東北地域向けの早生の飼料イネ専用品種「べこごのみ」の育成

中込 弘二^{*1)}・山口 誠之^{*1)}・片岡 知守^{*1)}・遠藤 貴司^{*1)}
滝田 正^{*1)}・横上 晴郁^{*2)}・加藤 浩^{*3)}

抄 録：「べこごのみ」は、東北農業研究センターにおいて中生の安定多収品種「ふくひびき」と多収系統「97UK-46」を交配し、その後代より育成した早生の飼料イネ専用品種である。

出穂期は、「アキヒカリ」より4日早く、育成地（秋田県大仙市）では、“早生の早”に属する。「アキヒカリ」と比較し、稈長及び穂長が長く、穂数が少ない穂重型の草型である。稈は「アキヒカリ」より太く、稈の柔剛は“やや剛”である。玄米は“中粒”で品質は“下上”、精玄米重は「アキヒカリ」より5%多収である。

いもち病真性抵抗性遺伝子*Pib*及び*Pik*を持つと推定され、いもち病圃場抵抗性は葉いもちが“強”、穂いもちが“中”である。耐冷性は“やや弱”であり、穂発芽性は“易”である。耐倒伏性は強い。

黄熟期は「アキヒカリ」並かやや早く、乾物全重は「アキヒカリ」より移植栽培で6%、直播栽培で9%多収であり、TDN収量は「アキヒカリ」より移植栽培で6%、直播栽培で5%多収である。

本品種は、東北地域中北部において、飼料として基幹食用品種より早く収穫可能な稲発酵粗飼料品種として利用できる。また、粗玄米重も多収であることから飼料米品種としての利用も期待できる。

キーワード：水稻、品種、べこごのみ、飼料イネ、稲発酵粗飼料、飼料米、早生、東北地域

Development of a New Early Maturity Rice Cultivar, “Bekogonomi”, for Feed : Koji NAKAGOMI^{*1)}, Masayuki YAMAGUCHI^{*1)}, Tomomori KATAOKA^{*1)}, Takashi ENDO^{*1)}, Tadashi TAKITA^{*1)}, Narifumi YOKOGAMI^{*2)} and Hiroshi KATO^{*3)}

Abstract : Bekogonomi is a new rice cultivar suitable for feed developed at the National Research Center for the Tohoku Region in 2007. It was selected from progenies of a cross between Fukuhibiki and 97UK-46.

Bekogonomi is classified as an early maturity rice. It has medium length, is thick and has stiff culms. It has a true resistance gene to blast, *Pib* and *Pik*, and its resistance to leaf blast and panicle blast are high and medium, respectively. Cold tolerance at the booting stage is slightly weak. The size of this brown rice is medium, and the grain yield of Bekogonomi is about 5% higher than that of Akihikari.

The yellow-ripe stage of Bekogonomi is slightly earlier than that of Akihikari, and the TDN yield is about 6% higher than that of Akihikari.

Bekogonomi is available for rice whole-crop silage in the middle-to-north part of the Tohoku region, because harvest time of Bekogonomi is earlier than that of the leading cultivar in this region. In addition, it is available as rice feed grain because of its high grain-yielding ability.

Key Words : Rice, Bekogonomi, Feed rice, Whole-crop silage, Rice feed grain, Early maturity, Tohoku region

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

* 2) 現・北海道農業研究センター (National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)

* 3) 現・作物研究所 (National Institute of Crop Science, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan)

2008年1月21日受付、2008年3月3日受理

I 緒 言

現在、米は生産過剰傾向にあり水田では転作が求められているが、その一方で国内の飼料自給率は25%と低く、自給飼料の増産が求められている。この中で飼料イネは、転作作物として導入が容易な作物として注目されている。東北地域においても1999年以降稲発酵粗飼料の作付けが拡大しており、2005年では847haの作付けが行われている（東北農政局2005）。中でも東北地域中北部である岩手県及び秋田県ではそれぞれ113ha、286haの作付けがあり、東北地域全体のおよそ50%を占めている。東北地域中北部においては、天候の安定性と収穫時期の競合回避の理由から、基幹食用品種の収穫より早く稲発酵粗飼料の収穫を完了したいとの要望がある。

一方で、稲発酵粗飼料の栽培においては、低コスト化を図るために、地上部乾物重が高く、耐倒伏性が高い飼料イネ専用品種の導入が求められる（加藤2005）。しかし、現在までに東北地域で栽培可能な飼料イネ専用品種として育成されている「べこあおば」（中込ら 2006）及び「夢あおば」（三浦ら 2006）は、熟期が「中生の晩」であり、基幹食用品種より早く黄熟期収穫ができないため、東北地域中北部での稲発酵粗飼料栽培には主に早生の食用品種の代用や黄熟期以前の収穫が行われている（渡邊 2006）。そのため、東北地域中北部においては、さらに熟期の早い飼料イネ専用品種の育成が要望されていた。

今回、東北農業研究センターでは、東北地域における飼料イネ栽培の振興を図るため、早生の飼料イ

ネ専用品種の開発を行い、「べこごのみ」を育成した。本報告では、「べこごのみ」の普及と今後の飼料イネ専用品種の改良に資するため、本品種の育成経過及び特性等を紹介する。

本品種の育成にあたり特性検定試験や奨励品種決定調査を行って頂いた関係機関及び担当者各位には厚く御礼申し上げます。特に秋田県農林水産技術センター農業試験場には、現地実証試験等にご尽力を頂いた。また、大仙研究拠点研究支援センター各位には、育種業務遂行にご協力を頂いた。これらの方々に深く感謝申し上げます。

II 来歴及び育成経過

1. 育種目標

東北地域中北部で基幹食用品種より早く収穫を行えるよう「アキヒカリ」並の早生で、耐倒伏性に優れ収量が安定して高い飼料イネ専用品種の育成を目標とした。

2. 来 歴

「べこごのみ」は、東北地域で安定して収量性のある中生の食用品種「ふくひびき」を母親とし、中国雲南省の多収系統の血を引く「奥羽342号」と山形県農業総合研究センターで育成された「山形22号」（後の「雪化粧」）の後代である多収系統「97UK-46」を父親として人工交配を行い、その後代より選抜、固定を図ってきた梗種の品種である（図1）。

3. 選抜の経過

1997年に東北農業試験場水田利用部（現・東北農業研究センター大仙研究拠点）において、人工交配

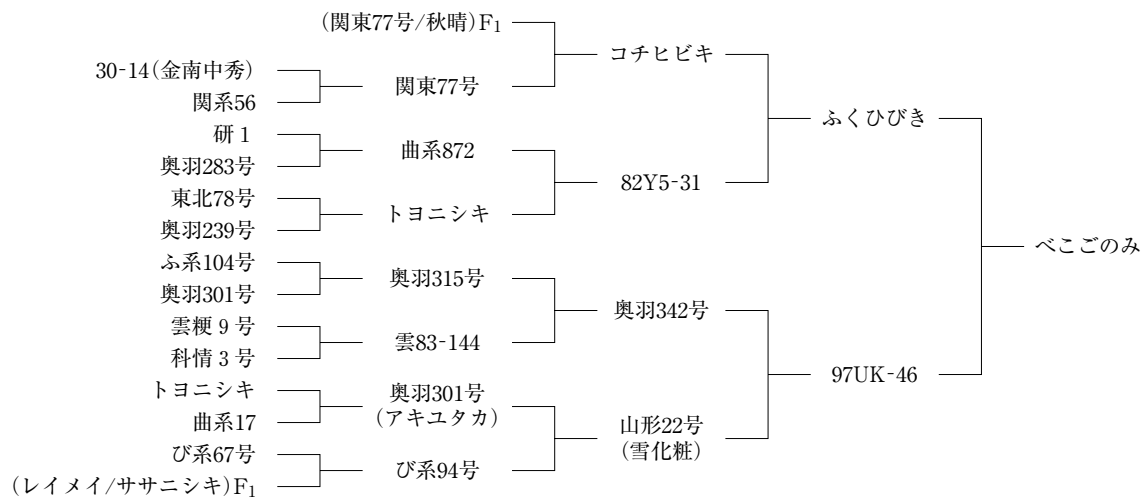


図1 「べこごのみ」の系譜

表1 「べこごのみ」の育成経過概要

年次	1997	1998	1999	2000-2001	2002	2003	2004	2005	2006
世代	交配 F1の養成	F ₂ 集団	F ₃ 単独系統	F ₃ 種子保存	F ₄ 系統	F ₅ 羽系飼793	F ₆	F ₇ 奥羽飼395号	F ₈
育成系統図	奥交97-160	800個体	:			2691	2686	2676	3036
			99YAL-60		1135	2692	2687	2677	3037
			99YAL-61		1136	2693	2688	2678	3038
			99YAL-62		1137	2694	2689	2679	3039
			:		2695	2690	2680	3040	
選抜経過	養成系統群数	-	-	-	5	2	1	1	1
	養成系統数	-	22	-	15	10	5	5	5
	選抜系統数	-	5	-	2	1	1	1	1
	選抜個体数	22	15	-	10	5	5	5	5
	生検番号	-	-	-	-	K4-22	K7-3	K4-4	K5-3

注. 奥交は交配番号、下線 () は、「べこごのみ」の選抜系統を示す。

表2 「べこごのみ」の形態的特性 (育成地、2006年)

品種名	移植時		稈		芒		ふ先色	穎色	粒着密度	脱粒性	止葉の直立
	苗丈	葉色	細太	柔剛	多少	長短					
べこごのみ	中	中	やや太	やや剛	極少	極短	白	黄白	極密	難	半立
アキヒカリ	中	中	中	中	極少	極短	白	黄白	やや密	難	立
ふくひびき	中	中	やや太	やや剛	極少	極短	白	黄白	密	難	立

注. 止葉の直立：成熟期における止葉の直立の程度。

及び冬期F₁個体の養成を行い、1998年にF₂集団を養成し、22個体を選抜した(表1)。1999年のF₃世代以降は、系統育種法により選抜固定を図ってきたが、その間の2000年及び2001年は系統の養成は行わず育成継続の是非を検討するために種子保存を行った。その後、食用品種の収穫前に黄熟期収穫を行える早生の飼料イネ専用品種育成が要望されたため、2002年に系統を復活させ、熟期が早く黄熟期乾物全重が高い系統の選抜、固定を図った。2003年に「羽系飼793」の系統名を付与し生産力検定試験、特性検定試験を行った。2004年のF₆世代からは「奥羽飼395号」の系統名を付与し、希望する関係県や関係研究機関等に配付し、地方適応性や飼料適性を検討した。

その中で、収量が高く安定していること、熟期が早く東北地域中北部において基幹食用品種の収穫前に黄熟期収穫が可能なこと、牛の飼料に適していることが明らかとなった。また、秋田県等から稲発酵粗飼料として高い評価を得たことから、本品種の普及により東北地域中北部での稲発酵粗飼料栽培の振興を図れるものと考えられ、種苗法に基づく品種登録の出願を行った(出願番号：第21395号、出願年月日：平成2007年8月27日)。

4. 命名の由来

東北地域で牛を意味する“べこ”を名前に付けることにより、東北地域において牛が好んで食べ飼料イネ栽培が振興されることを願い命名した。

III 特性の概要

特性調査においては、東北地域において早生で多収の食用品種「アキヒカリ」及び飼料イネ栽培に用いられることが多い中生で多収の食用品種「ふくひびき」を比較品種として用いた。

1. 形態的特性

移植時の苗丈及び葉色は「アキヒカリ」並の“中”である(表2)。移植後の本田における初期生育は良好で、草丈は「アキヒカリ」より高く、葉色はやや淡い。成熟期における稈の細太は「アキヒカリ」よりやや太く「ふくひびき」並の“やや太”、稈の柔剛は「ふくひびき」並の“やや剛”である。

稈長は「アキヒカリ」より長い“中稈”であり、穂長は「アキヒカリ」より長い“やや長”、穂数は「アキヒカリ」より少ない“少”で、草型は“穂重型”である(表3)。また、成熟期の止葉の直立の程度は“半立”で、穂の抽出程度は小さい(表2、写真1、写真2)。

表3 「べこごのみ」の移植栽培における生育特性及び収量(育成地)

品種名	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	穂いもち (0-5)	全重 (kg/a)	精玄米重 (kg/a)	同左 比率 (%)	玄米 千粒重 (g)
べこごのみ	7/25	8/31	79	22.1	255	0.1	0	155	68.6	105	22.0
アキヒカリ	7/29	9/1	75	18.7	377	0.1	0.4	149	65.2	(100)	22.1
ふくひびき	8/3	9/7	74	19.8	335	0.1	0	180	71.7	110	23.6

注. 数値は2003~2006年の平均。成熟期は2004~2006年の平均。

平均の播種日は4月23日、移植日は5月20日。施肥量は窒素成分で基肥0.9kg/a、追肥0.7kg/a。栽植密度30×15cm、1株3本植え。他の条件は慣行栽培に準ずる。倒伏:0(無倒伏)-5(完全倒伏)。穂いもち:0(発病無し)-5(発病甚)。精玄米重は1.8mmの篩いを使用。同左比率は「アキヒカリ」の精玄米重を100としたときの比率。



写真1 「べこごのみ」の株標本
(左:べこごのみ、中央:アキヒカリ、右:ふくひびき)



写真3 「べこごのみ」の籾及び玄米
(左:べこごのみ、中央:アキヒカリ、右:ふくひびき)



写真2 移植栽培での「べこごのみ」の草姿
(育成地、2006年8月)
(ラベルより左:べこごのみ、右:アキヒカリ)

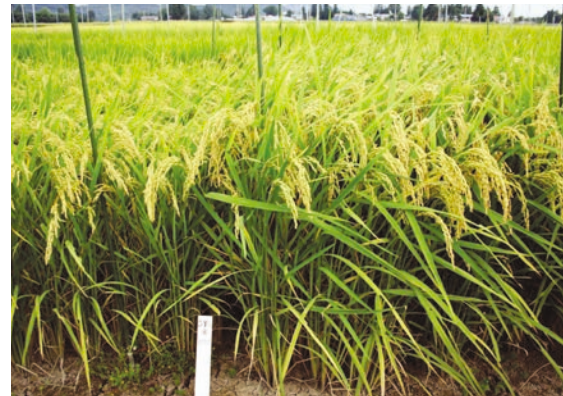


写真4 直播栽培(表面散播)での「べこごのみ」の草姿
(育成地、2006年9月)
(ラベルより左:アキヒカリ、右:べこごのみ)

表4 「べこごのみ」の直播栽培における生育特性（育成地）

品種名	播種方法	苗立ち		出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	穂いもち (0-5)
		密度(本/m ²)	率(%)							
べこごのみ	表面 条播	137	66	8/ 4	9/20	79	20.5	381	1.1	0.0
アキヒカリ		135	64	8/ 7	9/20	76	17.6	438	1.6	1.3
ふくひびき		148	71	8/ 9	9/24	74	18.6	508	1.4	0.0
べこごのみ	表面 散播	349	70	8/ 6	9/23	87	20.2	393	2.1	0.0
アキヒカリ		288	58	8/ 8	9/23	75	17.5	622	1.8	0.8
ふくひびき		332	66	8/10	9/27	76	18.2	507	1.8	0.0

注. 値は、表面条播は2003、2004、2006年の平均、表面散播2005、2006年の平均。散播の苗立ちは、2006年単年度データ。平均の播種日は表面条播5月14日、表面散播5月12日。カルパー無処理種子を表面播種。

ふ先色は“白”、穎色は“黄白”、粒着密度は「アキヒカリ」より多い“極密”であり、極短芒を極少程度に生じる。脱粒性は“難”である。玄米の粒型及び粒大は「アキヒカリ」並の“中”である（写真3）。

表5 「べこごのみ」の押し倒し抵抗性（宮崎県総合農業試験場、2005年）

品種名	押し倒し抵抗値 (kg/m ²)	倒伏程度 (0-5)	評価
べこごのみ	7.93	2.5	やや強
どんとこい	7.52	3.0	中
ほほえみ	7.24	2.5	中
はえぬき	6.82	1.5	中

注. 消毒、カルパー無処理催芽種子を湛水条播。播種量は400粒/m²、条間30cm。押し倒し抵抗値は出穂17日後に、倒伏程度は出穂3～4週間後に調査。倒伏：0（無倒伏）-5（完全倒伏）。

2. 生態的特性

移植栽培における出穂期は「アキヒカリ」より4日、「ふくひびき」より9日早い“早生の早”、成熟期は「アキヒカリ」より1日、「ふくひびき」より7日早い“早生の早”に属する粳種である（表3）。耐倒伏性は「アキヒカリ」、「ふくひびき」並に強い“強”である。精玄米重は「アキヒカリ」より5%多収であり、玄米千粒重は「アキヒカリ」並である。直播栽培では、苗立ち率は「ふくひびき」並であり、出穂期は「アキヒカリ」より2～3日、「ふくひびき」より4～5日早い（表4）。倒伏程度は「アキヒカリ」、「ふくひびき」並である（表4、写真4）。また、押し倒し抵抗性は「どんとこい」よりやや強い“やや強”である（表5）。低温発芽性は「はえぬき」、「ふくひびき」に優る“良”（表6）、低温土

表6 「べこごのみ」の低温発芽性（育成地、2006年）

品種名	催芽処理 (時間) ¹⁾	有効積算温度（℃日） ²⁾						評価
		12.2℃区			14.6℃区			
		25%発芽	50%発芽	75%発芽	25%発芽	50%発芽	75%発芽	
べこごのみ	12	11	13	14	13	14	16	良
Italica Livorno	12	8	8	8	8	9	10	極良
Arroz da Terra	24	17	19	20	18	20	21	やや良
はえぬき	24	19	21	24	20	23	25	中
ふくひびき	24	20	23	26	21	24	26	中

注. 所定の発芽率に至るのに必要な有効積算温度で評価。

1) 催芽温度は25℃（積算温度に算入）。

2) 有効温度は10℃として算出。全て10℃蒸留水中で4日間浸種。100粒、反復なし。2005年産種子。

表7 「べこごのみ」の低温土中出芽性（育成地、2006年）

品種名	催芽処理 (時間)	播種時 発芽率(%)	草丈 (mm)	中茎長 (mm)	葉齢	乾物重 (mg/個体)	出芽率 (%)	苗立ち率 (%)	評価
べこごのみ	12	1	62	1.6	3.0	5.53	47	43	中
Arroz da Terra	24	7	100	4.3	2.7	9.93	76	75	極良
ひとめぼれ	24	1	70	1.4	2.8	6.67	48	45	中
ふくひびき	24	1	69	2.4	2.7	5.63	41	31	やや劣

注. 4月27日播種。10℃4日間浸種、25℃催芽、カルパー無粉衣、播種深度10mm。100粒×3反復。灰色低地土小規模水田。ひび割れない程度に落水。播種後10日間平均地温13.4℃。播種39日後調査。出芽率は鞘葉出現個体、苗立ち率は第2葉完全展開個体の割合。

表8 「べこごのみ」のいもち病真性抵抗性遺伝子型 (育成地、2006年)

品種名	レースコード	レース (菌株名)						推定遺伝子型
		007.0 (稲86-137)	037.1 (研60-19)	001.2 (Mu-95)	003.2 (95Mu-29)	007.2 (31-4-151-11-1)	033.3 (Yu-01)	
べこごのみ	—	R	R	R	R	R	S	<i>Pik, Pib</i>
新2号	1	S	S	S	S	S	S	<i>Pik-s</i>
愛知旭	2	S	S	R	S	S	S	<i>Pia</i>
石狩白毛	4	S	S	R	R	S	R	<i>Pii</i>
関東51号	10	R	S	R	R	R	S	<i>Pik</i>
ツユアケ	20	R	S	R	R	R	S	<i>Pik-m</i>
フクニシキ	40	R	R	R	R	R	R	<i>Piz</i>
ヤシロモチ	100	R	R	M	M	MR	R	<i>Pita</i>
Pi No.4	200	R	R	R	MR	R	R	<i>Pita-2</i>
とりで1号	400	R	R	R	R	R	R	<i>Piz-t</i>
BL1	0.2	R	R	S	S	S	S	<i>Pib</i>
K59	0.4	R	R	R	R	MR	R	<i>Pit</i>

注. 噴霧接種による。表中のSは罹病性反応、Mは中間反応、Rは抵抗性反応を示す。

表9 「べこごのみ」のガラス室内における人工接種による葉いもち圃場抵抗性 (育成地、2006年)

品種名	真性	基準	第1回 (レース777.3)		第2回 (レース777.3)		第3回 (レース337.3)		第4回 (レース037.3)	
			病斑数	病斑面積率 (%)	発病程度	病斑面積率 (%)	発病程度	ケース当たり病斑数	評価	
べこごのみ	<i>Pib, Pik</i>	—	41	25	6.0	16	4.0	15	強	
ふくひびき	<i>Pia, Pib</i>	(やや強)	37	44	6.0	46	4.5	42	やや強	
むつほまれ	<i>Pia</i>	強	—	46	5.5	38	4.0	24	強	
あきたこまち	<i>Pia, Pii</i>	中	—	31	6.5	56	5.5	77	中	
イナバワセ	<i>Pii</i>	弱	—	83	10.0	84	6.5	257	弱	

注. ガラス室内でポット栽培したものに噴霧接種。接種時葉齢は第1回は約6.5葉、第2回から第4回は約3.5葉。病斑面積率は接種7日後に接種葉を個体毎に調査。発病程度は0 (無病) - 10 (全葉枯死) で評価し、接種約2週間後にポット毎に調査。

表10 「べこごのみ」のガラス室内における人工接種による穂いもち圃場抵抗性 (育成地)

品種名	真性	基準	2004年				2006年			
			接種菌株: Spr-777.3 (レース777.3)				接種菌株: 愛79-142 (レース037.3)			
			第1回		第2回		第1回		第2回	
			出穂 (月日)	罹病率 (%)	出穂 (月日)	罹病率 (%)	出穂 (月日)	罹病率 (%)	罹病率 (%)	評価
べこごのみ	<i>Pib, Pik</i>	—	9/ 4	59	9/27	76	8/21	10	中	
ふくひびき	<i>Pia, Pib</i>	(中)	9/10	90	9/29	65	9/ 1	56	中	
青系128号	<i>Pia</i>	強	9/11	77	10/ 7	40	9/ 2	16	強	
まいひめ	<i>Pia</i>	中	—	—	—	—	8/31	73	中	
むつほまれ	<i>Pia</i>	中	9/ 6	91	10/ 1	81	—	—	弱	
ふ系94号	<i>Pia</i>	弱	9/10	92	10/ 2	75	—	—	弱	

注. ポット栽培もしくは株上げした出穂直後の個体に噴霧接種し、一定日 (2004年は21日、2006年は40日) 後に1穂毎に罹病率を調査。

中出芽性は「ふくひびき」にやや優り「ひとめぼれ」並の“中”である (表7)。

いもち病真性抵抗性遺伝子は、噴霧接種試験における各菌株に対する反応より *Pib* 及び *Pik* を持つと推定され (表8)、圃場抵抗性はガラス室内での人

工接種による検定の結果から、葉いもちが“強” (表9)、穂いもちが“中” (表10) である。

障害型耐冷性は、恒温深水法による検定の結果「アキヒカリ」並の“やや弱”である (表11)。白葉枯病抵抗性は、剪葉接種法による結果から“弱”

表11 「べこごのみ」の障害型耐冷性

品種名	育成地 4年平均		青森藤坂 2年平均		岩手 2006年		古川 2年平均		評価
	出穂期	稔実率	出穂期	稔実率	出穂期	稔実率	出穂期	稔実率	
	(月日)	(%)	(月日)	(%)	(月日)	(%)	(月日)	(%)	
べこごのみ	8/ 4	8.9	8/10	41.5	8/ 8	7.0	8/2	18.6	やや弱
アキヒカリ	8/11	7.0	8/13	53.8	8/12	5.0	8/7	17.0	やや弱
中母35	8/ 5	66.7	8/14	82.0	8/11	21.9	8/3	68.1	極強
レイメイ	8/10	12.1	8/13	57.9	8/11	6.8	8/6	30.0	中
ムツホナミ	8/11	3.7	8/15	71.7	8/11	8.5	8/5	42.3	やや弱

注. 青森藤坂：青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部、岩手：岩手県農業研究センター、古川：宮城県古川農業試験場。恒温深水法による穂ばらみ期耐冷性の検定。育成地の4年平均は2003～2006年の平均、青森藤坂の2年平均は2005、2006年の平均、古川の2年平均は2004、2006年の平均。

表12 「べこごのみ」の白葉枯病抵抗性(山形県農業総合研究センター農業生産技術試験場庄内支場)

品種名	病斑長(cm)	評価
べこごのみ	19.8	弱
中新120号	5.8	強
フジミノリ	10.2	中
ヒメノモチ	18.3	弱

注. 数値は2005年及び2006年の平均。接種菌株は第2菌群及び第3菌群の混合。2005年は7月28日、2006年は7月27日に10cfu/mlの菌濃度に調製した浮遊液を、剪葉接種法により止め葉に接種。

表14 「べこごのみ」の穂発芽性(育成地)

品種名	穂発芽程度(0-10)	評価
べこごのみ	7.1	易
アキヒカリ	6.9	易
ふくひびき	4.5	やや易
つがるロマン	1.7	やや難

注. 数値は2003～2006年の平均。成熟期に3穂採取後、温度30℃、湿室内に静置。5～7日後に穂発芽程度を達観調査。穂発芽程度0(穂発芽粒無し)～10(穂発芽粒100%、伸長大)。

表13 「べこごのみ」の縞葉枯病抵抗性(岐阜県農業技術センター)

品種名	罹病株率(%)	評価
べこごのみ	5.8	罹病性
あさひの夢	0.0	抵抗性
ハツシモ	65.1	罹病性
日本晴	91.4	罹病性

注. 数値は2005及び2006年の平均。
罹病株率：罹病株数/植付株数×100、出穂期の値。

(表12)、縞葉枯病抵抗性は、“罹病性”(表13)である。また、穂発芽性は、育成地での検定結果より「アキヒカリ」並の“易”である(表14)。

3. 飼料特性

黄熟期は、移植栽培では8月27日で「アキヒカリ」並であり、「ふくひびき」より8日早い(表15)。また、直播栽培での黄熟期は9月7～10日で、「アキヒカリ」よりやや早い(表16)。

黄熟期における乾物全重は、移植栽培では117kg/aで「アキヒカリ」より6%多収であり(表15)、直播栽培での条播では139kg/aで3%、散播

表15 「べこごのみ」の移植栽培における飼料特性(育成地)

品種名	黄熟期							成熟期	
	黄熟期	乾物全重	同左比率	CP含量	TDN含量	TDN収量	同左比率	粗玄米重	同左比率
	(月日)	(kg/a)	(%)	(%)	(%)	(kg/a)	(%)	(kg/a)	(%)
べこごのみ	8/27	117	106	5.4	62.1	72.6	106	71.3	106
アキヒカリ	8/27	110	(100)	5.2	62.5	68.8	(100)	67.0	(100)
ふくひびき	9/ 4	124	120	4.4	62.9	78.5	114	73.3	109

注. 数値は2003～2006年の平均。CP(粗タンパク)及びTDN(可消化養分総量)は、近赤外分光分析により推定。栽培管理は表3と同様。

では150kg/aで9%多収である(表16)。また、近赤外分光分析法により推定したTDN含量は、移植栽培では「アキヒカリ」並、直播栽培ではやや低く、TDN収量は移植栽培で「アキヒカリ」より6%(表15)、直播栽培では5%多収である(表16)。

黄熟期に地際部より15cmの高さで収穫した際の地際刈りに対する収量損失率は、「アキヒカリ」、「ふくひびき」並で10%程度である(表17)。

また、冷水処理による不稔発生時においては、不稔が発生していない場合と比較し、穂重割合は小さく、茎葉NSC(非構造的炭水化物)含量が高い。また、TDN含量は低く、乾物全重は変わらない(表18)。そのため、「べごのみ」は耐冷性が“やや弱”で、冷害年においてはTDN収量が低下する可能性があるが、通常年並の乾物収量を期待できる。また、屑米を含めた粗玄米重は71.3kg/aであり、

表16 「べごのみ」の直播栽培における黄熟期飼料特性(育成地)

品種名	栽培方法	黄熟期 (月日)	黄熟期 (kg/a)	同左比率 (%)	CP含量 (%)	TDN含量 (%)	TDN収量 (kg/a)	同左比率 (%)
べごのみ	表面条播	9/10	139	103	-	-	-	-
アキヒカリ		9/11	135	(100)	-	-	-	-
ふくひびき		9/14	150	111	-	-	-	-
べごのみ	表面散播	9/ 7	150	109	5.5	58.6	87.9	105
アキヒカリ		9/ 9	140	(100)	4.9	60.8	83.5	(100)
ふくひびき		9/11	156	114	4.5	59.9	93.4	112

注. 数値は、表面条播は2003、2006年の平均、表面散播は2005、2006年の平均。CP(粗タンパク)及びTDN(可消化養分総量)は、近赤外分光分析により推定。栽培管理は表4と同様。

表17 「べごのみ」の黄熟期における高刈り時収量損失率(育成地、2006年)

品種名	高刈り時収量損失率(%)			
	移植栽培		直播栽培 (表面散播)	
	10cm	15cm	10cm	15cm
べごのみ	6.7	9.6	7.6	9.6
アキヒカリ	7.6	10.9	7.0	10.8
ふくひびき	6.8	10.0	7.6	10.2

注. 収量損失率は、地際刈りで収穫を行った後に地際部より10cm及び15cmの部分で切断し、調査。

表19 「べごのみ」の外観品質(育成地)

品種名	腹白 (0-5)	背白 (0-5)	心白 (0-5)	乳白 (0-5)	光沢 (1-9)	総合 (1-9)
べごのみ	2.9	0.7	1.9	1.8	4.8	6.9(下上)
アキヒカリ	1.4	0.2	0.8	0.7	4.3	4.6(中)
ふくひびき	2.2	0.3	1.5	0.8	4.7	6.0(中下)

注. 数値は2004~2006年の平均。腹白、心白、乳白、背白の発現程度: 0(無)~5(甚)、光沢: 1(極大)~9(極小)、総合: 1(上上)~9(下下)。

表18 「べごのみ」の不稔発生時の乾物全重及び飼料栄養価(育成地、2006年)

区名	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/pot)	不稔率 (%)	乾物全重 (g/pot)	穂重割合 (%)	茎葉NSC含量 (%)	TDN含量 (%)
冷水区	7/29	69.3	20.6	20.0	86**	100	26.7**	37.0**	56.5*
対照区	7/28	66.4	20.1	21.5	0	99	47.2	28.2	59.5

注. 5月26日に円形ポット(直径17cm)に1ポット1株、3本植えし、7月15日まで温室で栽培。以降、冷水区は、冷水田(水深25cm、水温18.4℃)に設置し、出穂期まで冷水処理。出穂後27日に収穫を行い各形質の調査。茎葉NSC(非構造的炭水化物)含量は重量法により測定。TND含量は近赤外分光分析による推定値。反復数は6。**は1%、*は5%水準で有意差あり。

表20 「べごのみ」の食味試験成績(育成地)

品種名	白米水分 (%)	搗精歩合 (%)	外観 (-3~+3)	粘り (-3~+3)	総合 (-3~+3)	調査年月日 (パネル数)
べごのみ	13.5	89.3	-0.93**	-1.00**	-1.13**	
アキヒカリ	13.3	89.4	0.00	0.00	0.00	2006.11.26 (15名)
ふくひびき	13.3	89.2	0.00	0.00	0.00	

注. 数値は官能値: -3(基準より劣)~0(基準と同)~+3(基準より優)の7段階評価の平均値。**は1%水準で有意差あり(符号検定)。

「アキヒカリ」より6%多収である(表15)。

4. 品質及び食味特性

玄米の外観品質は、腹白、心白、乳白の発現が「ふくひびき」より多く、総合評価では「ふくひびき」よりやや劣る“下上”である(表19)。炊飯米の食味は、外観、粘り、総合評価が「ふくひびき」より劣る(表20)。

IV 栽培適地及び栽培上の留意点

1. 配付先における試作結果

奨励品種決定調査における試験結果を表21に示した。全重及び玄米重は熟期が遅い食用品種との比較では及ばないものの同熟期の品種との比較では、食用品種に優る。

また、主に東北地域中北部における配付先の稲発

酵粗飼料の栽培試験において「ふくひびき」と出穂期及び乾物全重を比較した結果、出穂期は「ふくひびき」より6日ほど早く、乾物全重は4%多収であった(表22)。

2. 栽培適地

「べこごのみ」は東北地域において“早生の早”に属するため、東北地域中北部以南での栽培に適する。

3. 栽培上の留意点

- 1) 生育や収量を確保するために食用品種より施肥量を多めにする必要があるが、「べこごのみ」は耐倒伏性が強いものの、倒伏を招く恐れがあるため極端な多肥栽培は避ける必要がある。
- 2) いもち病真性抵抗性遺伝子*Pik*及び*Pib*を持つと推定され、現在のところ圃場での発病は認めら

表21 「べこごのみ」の奨励品種決定基本調査における出穂期と収量

試験地	対照品種名	年次	施肥	出穂期(月日)		出穂差(日)	全重(kg/a)		比較比率(%)	玄米重(kg/a)		比較比率(%)	
				べこごのみ	対照品種		べこごのみ	対照品種		べこごのみ	対照品種		
青森	むつほまれ	2005	多肥	8/4	8/3	1	134	131	102	75.0	74.8	100	
青森藤坂	むつほまれ	2005	標肥	8/7	8/6	1	161	146	110	67.8	64.9	104	
			多肥	8/7	8/6	1	187	174	107	68.9	65.7	105	
岩手	コガネヒカリ	2005	多肥	7/31	8/6	-6	108	118	92	37.2	48.2	77	
			2006	標肥	7/31	8/7	-7	125	132	95	59.3	62.7	95
				多肥	8/1	8/7	-6	129	139	93	63.3	62.6	101
岩手県北	かけはし	2005	多肥	8/8	8/2	6	182	140	130	76.1	61.1	125	
千葉北総	初星	2005	多肥	7/22	7/28	-6	108	113	96	-	-	-	
平均				8/2	8/4	-2	142	137	103	64	63	101	

注. 青森：青森県農林総合研究センター、青森藤坂：青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部、岩手：岩手県農業研究センター、岩手県北：岩手県農業研究センター県北農業研究所、千葉北総：千葉県農業総合研究センター北総園芸研究所。

表22 配付先における「ふくひびき」との出穂期及び乾物全重の比較

配付先	試験地	年次	出穂期(月日)		出穂差(日)	乾物全重(kg/a)		同左比率(%)
			べこごのみ	ふくひびき		べこごのみ	ふくひびき	
東北農研栽培研	秋田県大仙市	2004	7/27	8/4	-8	142	151	94
		2005	7/28	8/3	-6	155	158	98
東北農研総研一チーム	岩手県一関市	2005	8/4	8/5	-1	127	114	112
北陸研究センター	新潟県上越市	2006	7/22	7/28	-6	109	117	93
秋田農試	秋田県秋田市	2006	8/7	8/13	-6	145	134	108
		2005	8/11	8/14	-3	139	126	110
			2006	8/9	8/17	-8	136	137
秋田畜試	秋田県大仙市	2005	7/30	8/3	-5	134	123	109
岩手農研センター	岩手県北上市	2005	8/9	8/15	-6	94	83	114
		2006	7/26	7/30	-4	116	106	110
平均			8/1	8/7	-6	130	125	104

注. 東北農研栽培研：東北農業研究センター栽培生理研究室、東北農研総研一チーム：東北農業研究センター総合研究第一チーム、北陸研究センター：中央農業研究センター北陸研究センター、秋田農試：秋田県農林水産技術センター農業試験場、秋田畜試：秋田県農林水産技術センター畜産試験場、岩手農研センター：岩手県農業研究センター。

表23 「べこごのみ」の育成従事者と従事期間

年次・世代 氏名	1997 交配・F ₁	1998 F ₂	1999 F ₃	2000 F ₃	2001 F ₃	2002 F ₄	2003 F ₅	2004 F ₆	2005 F ₇	2006 F ₈	2007 F ₉	在任 月数	現在の所属
(室長・チーム長)													
山口誠之					⑩	○	○	○	○	○	③	66	現在員
滝田 正	④	○	○	○	⑨							54	東北農研
(室員・チーム員)													
片岡知守	⑧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	③	116	現在員
遠藤貴司							⑩	○	○	○	③	42	現在員
中込弘二						⑧	○	○	○	○	③	56	現在員
横上晴郁	④	○	○	○	○	○	⑨					78	北海道農研
加藤 浩				②	⑨							20	作物研
山口誠之	④	○	⑧									29	(現在員)

注. 丸囲みした数字は移動した月を表す。東北農研：東北農業研究センター、作物研：作物研究所、北海道農研：北海道農業研究センター。

れないが、親和性レースの出現により、発病が認められた場合は、適宜防除が必要である。

3) 安定した収量と高い栄養価を得るために、黄熟期に収穫を行う必要がある。

V 育成従事者

「べこごのみ」の育成に従事した者及びその期間は表23に示した通りである。

VI 考 察

1. 期待される効果

「べこごのみ」は、東北地域において早生の品種であり、黄熟期は移植栽培で8月下旬、直播栽培では9月上旬に迎える。東北地域中北部の基幹食用品種である「あきたこまち」の収穫時期が9月下旬から始まることから(秋田県 2007)、「べこごのみ」の稲発酵粗飼料としての収穫は直播栽培においても「あきたこまち」の収穫までに十分に完了できるものと考えられる。また、育成地ではTDN収量は「アキヒカリ」より6%、配付先においては乾物全量が「ふくひびき」より4%多収であった。そのため今まで早生の稲発酵粗飼料品種がなく、早生の食用品種による代用や黄熟期以前の収穫により収量や栄養価を十分に確保できないケースがあった東北地域中北部(渡邊 2006)において、「べこごのみ」は稲発酵粗飼料生産の安定化及び拡大に大きく貢献するものと考えられる。中でも秋田県での評価が高く、2007年度より秋田県内で稲発酵粗飼料として栽培されており、将来的には100haの普及面積を見込んでいる。

また、日本の濃厚飼料自給率は11%(農林水産省

2007)である一方で原油価格の高騰や環境問題を背景にトウモロコシ穀粒のバイオエタノール向けの需要が増加し、飼料価格の高騰が起きている。そのため国内では水稲の子実を利用する飼料米に対しても注目が高まっている。既に東北地域の中でもいくつかの地域では本格的な飼料米への取組を行っている。その中で、「べこごのみ」は茎葉を含めた全重だけではなく粗玄米重も既存の早生多収品種の「アキヒカリ」より6%多収であることから、飼料米としての利用も期待できる。

2. 残された問題点

飼料用栽培は、東北地域において今後作付けがさらに拡大すると予想される。また、飼料用栽培では多肥条件で栽培されることが前提となるためいもち病の発生が問題となり(滝田 2007)、一方でコストの面からいもち防除は極力抑える必要がある。現在までに育成されている飼料イネ専用品種はいもち病に対して外国稲由来の真性抵抗性を持つものがほとんどであるが、より安定的な栽培のために圃場抵抗性を強化していく必要がある。近年では、いもち病圃場抵抗性遺伝子*pi21*(Fukuoka and Okuno 2001)や*Pb1*(Fujii *et al.* 2000)などについて有効なDNAマーカーが開発されている。今後、これらのマーカーも効率的に利用し、圃場抵抗性の導入を図る必要がある。

また、「べこごのみ」を含め「アキヒカリ」、「ふくひびき」、「夢あおば」、「べこあおば」などの東北地域で栽培可能な主な多収品種の耐冷性は、いずれも“やや弱”であり強くない。そのため飼料米としての利用において、冷害に遭遇した場合に、大きな減収を招く危険性がある。東北地域での飼料米栽培

の安定化、適地の拡大において多収品種の耐冷性強化も重要となろう。

引用文献

- 1) 秋田県. 2007. 平成19年度稲作指導指針：43-44
- 2) 加藤浩. 2005. 稲発酵粗飼料の総合的生産・利用技術体系の開発②飼料イネ育種の現状と今後の展開方向. 農業技術 60 (11)：6-9
- 3) 滝田 正. 2007. エサ米に適した極大粒型の多収品性品種. 農業技術 62：473-476.
- 4) 東北農政局. 2006. 平成16・17年度東北食料・農業・農村情勢報告 p.93.
- 5) 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. 2006. 直播栽培に適する稲発酵粗飼料専用品種「べこあおば」の育成. 東北農業研究センター研究報告 106：1-14.
- 6) 農林水産省. 2007. 食料農業農村白書 p.50.
- 7) Fujii, K.; Hayano-Saito, Y.; Saito, K.; Sugiura, N.; Hayashi, N.; Tsuji, T.; Izawa, T.; Iwasaki, M. 2000. Identification of a RFLP Marker Tightly Linked to the Panicle Blast Resistance Gene, *Pb1*, in Rice. *Breed.Sci.* 50：183-188.
- 8) Fukuoka, S.; Okuno, K. 2001. QTL analysis and mapping of *pi21*, a recessive gene for field resistance to rice blast in Japanese upland rice. *Ther. Appl. Genet.* 103：185-190.
- 9) 三浦清之, 上原泰樹, 小林 陽, 太田久稔, 清水博之, 笹原英樹, 福井清美, 小牧有三, 大槻 寛, 後藤明俊, 重宗明子. 2006. 水稻新品種「夢あおば」の育成. 中央農業総合研究センター研究報告 7：1-23.
- 10) 渡邊寛明. 2006. 東北に適した飼料イネ品種と多収栽培技術. 水田輪作-東北農業研究センターにおける研究 12：3-8.

付表1 種苗特性分類一覧

形質番号	形質	べごごのみ		アキヒカリ		ふくひびき	
		階級	区分	階級	区分	階級	区分
(グループ1)							
1	葉：アントシアニン着色	1	無	1	無	1	無
3	葉：葉耳のアントシアニン色	1	無	1	無	1	無
4	止葉：葉身の姿勢 (初期観察)	1	立	1	立	1	立
5	止葉：葉身の姿勢 (後期観察)	3	半立	1	立	1	立
6	出穂期 (50%出穂) (CN)	1	極早生	2	早生	5	中生
7	外穎：頂部のアントシアニン着色 (初期観察)	1	無	1	無	1	無
8	稈：長さ	5	中	3	短	3	短
9	稈：アントシアニン着色	1	無	1	無	1	無
10	穂：主軸の長さ	6	中～長	4	短～中	5	中
11	穂：穂数	3	少	4	少～中	4	少～中
12	穂：芒の分布	3	上半分のみ	3	上半分のみ	3	上半分のみ
13	小穂：外穎の毛茸の多少	5	中	5	中	5	中
14	小穂：外穎先端の色 (ふ先色)	1	白	1	白	1	白
15	穂：主軸の湾曲程度	5	垂れる	5	垂れる	5	垂れる
16	穂：穂型	2	紡錘状	2	紡錘状	2	紡錘状
17	成熟期 (CN)	2	早生	2	早生	5	中生
18	穎色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
19	穎色：模様	1	無	1	無	1	無
20	外穎：頂部のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
21	護穎：長さ	6	中～長	6	中～長	5	中
22	護穎：色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
23	籾：1000粒重 (成熟)	5	中	5	中	6	中～大
24	籾：穎のフェノール反応	1	無	1	無	1	無
26	玄米：長さ	5	中	5	中	5	中
27	玄米：幅	5	中	5	中	5	中
28	玄米：形	2	半円	2	半円	2	半円
29	玄米：色	1	淡褐	1	淡褐	1	淡褐
30	玄米：香	1	無又は極弱	1	無又は極弱	1	無又は極弱
(グループ2)							
31	鞘葉：アントシアニンの着色	1	無色又は極少	1	無色又は極少	1	無色又は極少
32	根出葉：鞘葉の色	1	緑	1	緑	1	緑
33	葉：緑色の程度	5	中	5	中	5	中
34	葉鞘：アントシアニンの着色	1	無	1	無	1	無
36	葉身：表面の毛茸	5	中	5	中	5	中
37	葉：襟のアントシアニンの着色	1	無	1	無	1	無
38	葉：葉舌の形	2	鋭形	2	鋭形	2	鋭形
39	葉：葉舌の色	1	無色	1	無色	1	無色
40	葉：葉身の長さ	5	中	5	中	5	中
41	葉：葉身の幅	5	中	5	中	5	中
42	稈：形状	3	半立	3	半立	3	半立
44	雄性不稔	1	無	1	無	1	無
45	外穎：キールのアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
46	外穎：頂部下のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
47	小穂：柱頭の色	1	白	1	白	1	白
48	稈：太さ	6	中～太	5	中	6	中～太
50	稈：節間のアントシアニン着色	1	無	1	無	1	無
51	穂：芒	9	有	9	有	9	有
52	穂：芒の色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
53	穂：最長芒の長さ	1	極短	1	極短	1	極短
54	穂：芒の色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
55	穂：2次枝梗の有無	2	有	2	有	2	有
56	穂：2次枝梗の型	2	2型	2	2型	2	2型
57	穂：抽出度	5	抽出	7	概ね抽出	5	抽出
58	葉：老化	7	晩	7	晩	7	晩
59	外穎：キールのアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
60	外穎：頂部下のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
61	籾：長さ	5	中	5	中	5	中
62	籾：幅	5	中	5	中	5	中
63	胚乳：型	3	梗	3	梗	3	梗
64	胚乳：アミロース含量	4	4型	4	4型	4	4型
65	精米：アルカリ崩壊	3	低崩壊	3	低崩壊	3	低崩壊
68	障害型耐冷性	4	やや弱	4	やや弱	4	やや弱
70	穂発芽性	3	易	3	易	4	やや易
71	耐倒伏性	7	強	7	強	7	強
72	脱粒性	7	難	7	難	7	難
73	地上部全重	6	やや大	5	中	6	やや大
74	いもち病真性抵抗性遺伝子	13-5	<i>Pib, Pik</i>	1-1	<i>Pia</i>	11-11	<i>Pia, Pib</i>
75	穂いもちほ場抵抗性	5	中	5	中	5	中
76	葉いもちほ場抵抗性	7	強	6	やや強	6	やや強
77	白葉枯病抵抗性品種群別	1	金南風群	1	金南風群	1	金南風群
78	白葉枯病圃場抵抗性	3	弱	5	中	4	やや弱
79	縞葉枯病抵抗性別品種群別	1	日本水稲型(+)	1	日本水稲型(+)	1	日本水稲型(+)
84	蛋白質含量	4	低～中	4	低～中	4	低～中
(グループ3)							
	草型		穂重		穂重		穂重
	玄米：外観品質		下上		中上		中中
	食味 (炊飯米)		中下		中上		中上

付表2 指定種苗品種特徴表示に基づく品種特性表示基準

系統名(育成場所)	べこごのみ(東北農業研究センター)
栽培適地	東北中北部以南
用途	飼料用
早晩性	早生の早
稈長	中
草型	穂重
耐倒伏性	強
耐冷性	やや弱
いもち病	強
白葉枯病	弱
縞葉枯病	無
玄米の見かけの品質	下
栽培上の注意	耐倒伏性は強いものの、倒伏を招く恐れがあるため極端な多肥栽培は避ける。いもち病の発病を見たら、防除等の対策が必要である。

製粉性、粉の色相及び収量性が改善された寒冷地向け もち性小麦新品種「もち姫」の育成

谷口 義則*¹⁾・伊藤 裕之*¹⁾・平 将人*¹⁾・前島 秀和*¹⁾
吉川 亮*²⁾・中村 和弘*³⁾・八田 浩一*⁴⁾・中村 洋*⁵⁾
伊藤美環子*²⁾・伊藤 誠治*⁶⁾

抄 録：「もち姫」は、1996年1月に東北農業試験場の温室（現 東北農業研究センター）において早生、もち性の「もち盛系C-D1478（後のはつもち）」を母とし、同じく早生、もち性の「もち盛系C-G1517」と耐雪性、耐病性を持つ硬質小麦「盛系B-8605（後のハルイブキ）」を交配したF₁を父として人工交配を行い、以後、系統育種法により選抜・固定を図り育成したものである。2006年12月25日に小麦農林糯166号「もち姫」として命名登録を行った。

本品種はもち性で、従来のもち性品種「はつもち」より耐寒雪性がやや優れ多収で、製粉性及び粉の色相が大幅に改善された品種である。

播性はIVで寒冷地の主力品種である「ネバリゴシ」と比較して出穂期は2日早く、成熟期は2日遅いやや早生種である。穂は白ふ、有芒で稈長は「ネバリゴシ」と同程度のやや短稈種で耐倒伏性は中程度である。耐寒雪性はやや弱く、穂発芽性はやや難である。赤かび病抵抗性は“やや弱”、小麦縞萎縮病抵抗性は“強”、うどんこ病および赤さび病抵抗性は“やや強”である。収量は「ネバリゴシ」とほぼ同じである。千粒重はやや小さく、外観品質は中の中である。粒質は中間質で「ネバリゴシ」と比較して製粉歩留が同程度で粉の明るさはやや低く、白さはやや高い。ファリノグラムの吸水率は極めて高く、バリロメーターバリュウは中で、アミログラムの最高粘度時の温度が低く、ブレークダウンが大きい。

本品種はもち性小麦粉の特長を活かした小麦粉せんべい、ケーキ、和菓子、パンなど地域特産的な用途が考えられており、寒冷地平坦部での作付けに適する。

キーワード：コムギ、もち、製粉性、色相、寒冷地、新品種

A New Waxy Wheat Cultivar, “Mochihime”: Yoshinori TANIGUCHI*¹⁾, Hiroyuki ITO*¹⁾, Masato TAIRA*¹⁾, Hidekazu MAEJIMA*¹⁾, Ryo YOSHIKAWA*²⁾, Kazuhiro NAKAMURA*³⁾, Koichi HATTA*⁴⁾, Hiroshi NAKAMURA*⁵⁾, Miwako ITO*²⁾ and Seiji ITO*⁶⁾

Abstract: The new waxy wheat cultivar “Mochihime” was bred by the pedigree breeding method at the National Agricultural Research Center for the Tohoku Region. It was selected from a cross between “Hatsumochi” and F₁ (Mochi-morikei C-G1517/Haruibuki). The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan registered this cultivar as “Waxy Wheat Norin 166” in 2006.

“Mochihime” is a remarkably improved waxy-type cultivar with awns, white-glumes and red seeds, and its growth habit is degree, IV (winter type). “Mochihime” is an early to middle maturing cultivar in the Tohoku region, and it has slightly shorter culm length than similar cultivars. Since it is a waxy-type wheat, this cultivar's amylose content is very low. Compared with the previously bred waxy

* 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center For Tohoku Region, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

* 2) 現・北海道農業研究センター (National Agricultural Research Center For Hokkaido Region, Memuro, kasai-gun Hokkaido 082-0071, Japan)

* 3) 現・長野県農事試験場 (Nagano Agricultural Experiment Station, Susaka, Nagano 382-0051, Japan)

* 4) 現・九州沖縄農業研究センター (National Agricultural Research Center For Kyushu Okinawa Region, Chikugo, Fukuoka 833-0041, Japan)

* 5) 現・作物研究所 (National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan)

* 6) 現・中央農業総合研究センター北陸研究センター (Hokuriku Research Center, National Agricultural Research Center, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan)

2008年1月7日受付、2008年3月3日受理

wheat cultivar “Hatsumochi”, “Mochihime” is characterized by high yielding, good milling properties, high whiteness and high brightness of flour. “Mochihime” has moderate pre-harvest sprouting resistance, wheat yellow mosaic resistance, moderate leaf rust resistance and moderate powdery mildew resistance. On the other side, its snow mold tolerance is slightly weak.

The maximum viscosity temperature on an amylogram is low, and the breakdown is high. “Mochihime” should show its originality when used in bread and confectionery or when mixed with non-waxy wheat flour. It is well suited for local production for local consumption. “Mochihime” is considered to be well adapted to the low land of the Tohoku and Hokuriku regions in Japan.

Key Words : Winter wheat, Waxy, New cultivar, Mochihime

I 緒 言

1995年に盛系C-D1478など世界で初めてのもち性小麦が4系統開発され(星野ら 1996)、2000年にこれらが「はつもち」、「もち乙女」(吉川ら 1998)、「あけぼのもち」、「いぶきもち」(山口ら 2003)として登録された。これと前後して、1997～2000年度に「モチ性小麦の生産・利用技術実用化事業」((財)農産業振興奨励会1998～2001)により、もち性小麦の普及を目指して、実証栽培と製品試作が行われた。その結果、めん用粉やパン用粉にもち性小麦粉をブレンドすると「食感が改善される」、「もちもち感がでる」、「日持ちが良くなる」等のプラスの評価が得られ、また、そば、南部せんべい、だんご、パウンドケーキ、餃子の皮、まんじゅう等、様々な食品が試作され、いくつかの食品でもち性小麦粉使用の有望性が実証された。しかし、その後、東北地域ではもち性小麦の栽培が定着することはなく、全国的にも三重県で「あけぼのもち」がわずかに栽培されているだけである。その主たる理由は初期に開発された4品種は、耐寒雪性や収量性等の栽培特性のほか、製粉性や灰分、粉の色相などが、製品化に必要な品質水準に達していなかったためである。しかしながらその短所を克服すれば、もち性小麦の普及は充分可能と推察されていた。

実際、作物研究所では収量性や製粉性が改良された「うららもち」(藤田ら 2007)が2005年に育成され、「あけぼのもち」にかわり、関東以西での普及が期待されている。東北農業研究センターでも新たなもち性小麦品種の育成に取り組んできたが、この内、「東北糯217号」の栽培成績が青森県で評価され、また、同県で二次加工業者による製品試作を通じて、もち性小麦の流通に展望が開けてきた。そこで直ちに奨励品種採用には至らないが、同県での地

域特産的な普及が見込まれるため、2006年に「もち姫」の名称で命名登録を行った。命名登録後、岩手県においても「もち姫」の普及に向けた取り組みが行われている。

本報告では「もち姫」の普及と今後のもち性小麦の改良に資するため、本品種の育成経過や特性について紹介する。

本品種の育成に当たり、特性検定試験、系統適応性検定試験、奨励品種決定調査を実施していただいた関係機関および担当者各位に厚く御礼を申し上げます。特に青森県農林総合研究センター畑作園芸試験場の菊池昌彦氏、柳野利哉氏、前嶋敦夫氏および青森県保健大学の藤田修三氏には、青森県内の実需者等と協議を重ね、もち性小麦粉の需要を開拓するなど新品種登録の大きな推進力となっていた。また、青森県、岩手県の実需者には製粉、加工品の試作において多大なるご協力をいただいた。さらに、東北農業研究センター(旧東北農業試験場)業務第1科の関村良蔵(故人)、木村力也、藤沢敏彦(故人)、齋藤文隆、古澤久男、齊藤真一、谷藤彰、佐藤敏幸、松橋克也、熊谷常三の諸氏には栽培管理や生育・収量調査および品質分析など育種業務の遂行にご尽力いただいた。ここに記して各位に厚く御礼申し上げます。

II 来歴および育成経過

「もち姫」は1995年度(1996年1月)に東北農業試験場内の温室(岩手県盛岡市)にて早生、もち性の「もち盛系C-D1478(後のはつもち)」を母とし、同じく早生、もち性の「もち盛系C-G1517」と耐雪性、耐病性の硬質小麦「盛系B-8605(後のハルイブキ)」を交配したF₁を父として人工交配を行い(図1、表1)、以後、系統育種法により選抜・固定を図ってきたものである。当初の育種目標はもち性、

早生、安定多収、強稈、耐寒雪性、耐病性（縞萎縮病、赤さび病、うどんこ病）、難穂発芽性、外観品質良、高製粉性、良粉色である。なお、もち性品種

育成を主たる育種目標としたが、うるち性ながら、Waxy遺伝子が1～2遺伝子残った低アミロース品種の育成も育種目標とした。

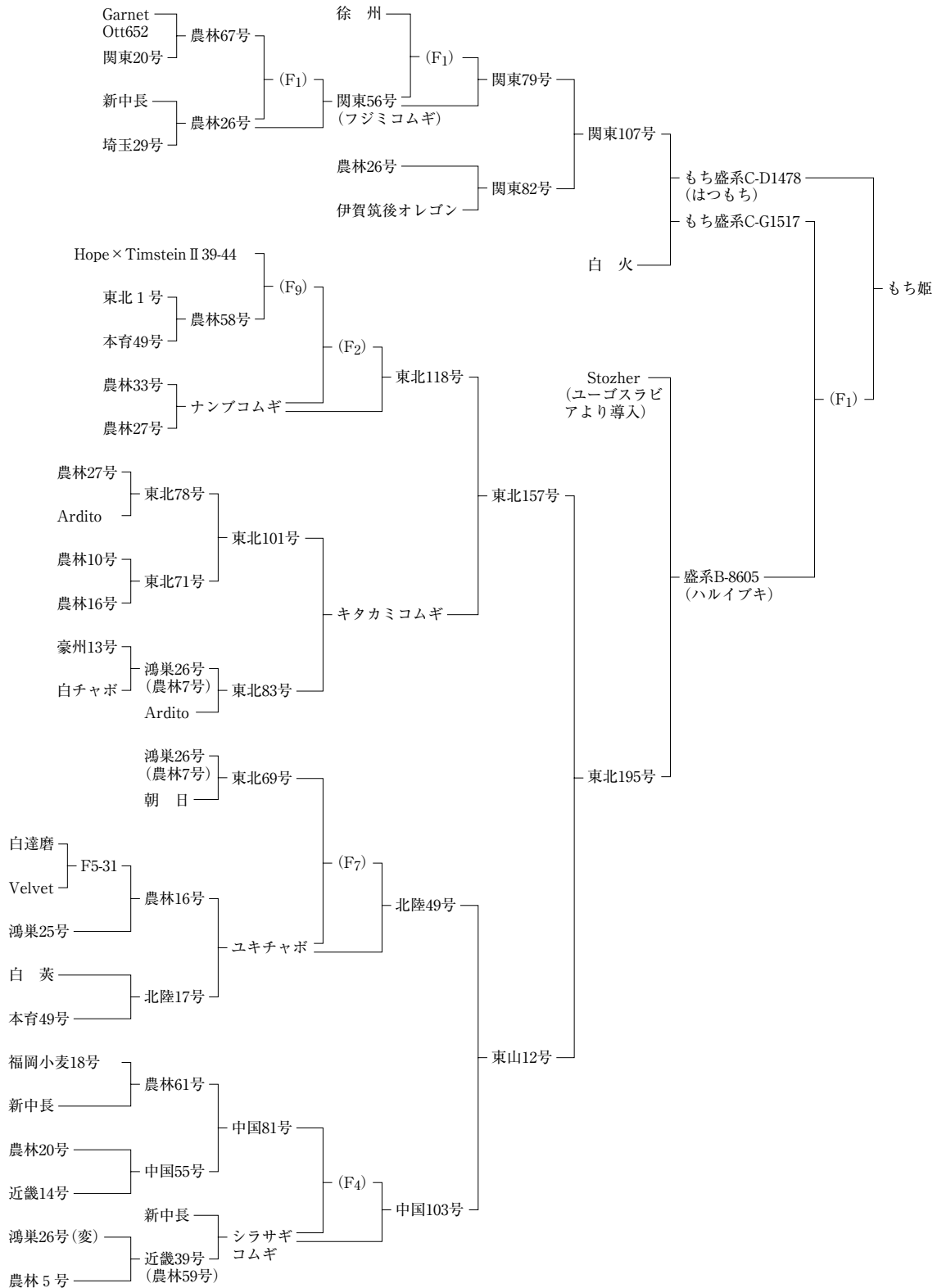


図1 「もち姫」の系譜

表1 交配親の主要特性

系 統 名 品 種 名	叢性	稈長	穂長	穂型	芒の 多少	ふ色	播性 程度	成熟期	耐雪性	穂発 芽性	赤さ び病	もち うるち性
もち盛系C-D1478	中	長	やや短	紡錘状	中	黄	Ⅲ	早	弱	難	中	もち
もち盛系C-G1517	中	長	中	紡錘状	中	黄	-	早	やや弱	中	-	もち
盛系B-8605	やや匍匐	やや長	やや短	紡錘状	中	黄	V	やや早	やや強	中	強	うるち
もち姫	やや匍匐	やや短	やや短	紡錘状	中	黄	Ⅳ	やや早	やや弱	やや難	やや強	もち

表2 「もち姫」の選抜経過

試験年度	1995	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
世 代	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁
供試数	もち性	系統群数			12(1)	6(1)	3(1)	2	2	1	1	1
		系統数	32個体	97個体	18	28(4)	20(5)	14(5)	11	10	10	10
うるち性	系統群数				7	3	2	-	-	-	-	-
	注1)	系統数	-	80個体	9	12	10	-	-	-	-	-
選抜数	もち性	系統群数			5(1)	3(1)	1(1)	1	1	1	1	1
		系統数			12	6(1)	3(1)	2(2)	2	1	1	1
		個体数	-	97	18	28	20(5)	14(5)	11(11)	10	10	10
うるち性	系統群数				4	2	0	-	-	-	-	-
	注1)	系統数			7	3	2	0	-	-	-	-
	個体数	32粒	80	9	12	10	10	0	-	-	-	-
生産力検定予備試験					○							
生産力検定試験	条播					○	○	○	○	○	○	○
	ドリル播					○	○	○	○	○	○	○
特性検定試験供試数					1	9	10	10	9	9	11	11
系統適応性検定試験供試数						4	3					
奨励品種決定調査供試数								14	9	5	3	3
備 考	盛交				もち盛系C-3150		東北糯217号					
	C-399				注2)	注2)	注2)					

注. 1) うるち性の欄にはもち・うるちの分離系統も含む。選抜によりもち性で固定した場合はもち性の欄に移す。

2) 供試数、選抜数の内、もち盛系C-3150の数を()内に記した。

1996年4月に交配種子を春播してF₁個体を養成し、その稔実種子をヨウ素溶液を用いてもち性とうるち性とに判別し、1996年度のF₂以降はもち性、うるち性それぞれについて選抜を行った。

1998年度にF₄世代で、後に「もち姫」となる「もち盛系C-3150」を始め、もち性10系統、うるち性4系統に試験系統番号をつけ、生産力検定予備試験と穂発芽検定に供試した。1999年度以降は系統適応性検定試験と特性検定試験に供試し、その結果、青森県と山形県での成績が良好など、「もち盛系C-3150」の有望性が認められたので、2001年度に「東北糯217号」の系統名を付して、各県における奨励品種決定調査に供試し、他の兄弟系統は2000年度を最後にすべて廃棄した。「東北糯217号」は2001および2002年度は2系統群で系統を維持していたが、2003年度以降は1系統群10系統で維持した(表2)。

奨励品種決定調査の結果、青森県畑作園芸試験場での成績が良好であったが、「もち性」という特性

上、需要に見通しが立たなかった。そのため、同試験場では2004年から加工業者、試験研究機関、普及センター、行政および育成地が一体となって加工利用について検討を重ね、その結果、南部せんべいや和菓子で市販が可能なレベルの試作品ができ、もち性小麦の流通に展望が開けてきた。そこで当面の栽培見込み面積が小さく、直ちに奨励品種採用には至らないものの、同県での地域特産的な普及が見込まれることから、2005年12月25日に小麦農林糯166号「もち姫」の名称で命名登録を行い、同時に12月8日に品種登録の出願をした。育成終了は2006年8月、F₁₁世代である。「もち姫」の名称は粉色が白く優れたもち性小麦であることと、利用が想定される菓子用をイメージしたことに由来し、英語表記するときは“Mochihime”を用いる。

Ⅲ 特 性

「もち姫」の草姿、穂及び粒の形態、圃場での生

育状況を写真1～写真3に示した。また、形態的特性、生態的特性、品質特性を「平成9年度種苗特性分類調査報告書（1998年3月）」の基準に従って分類し、東北地域の主力品種である「ネバリゴシ」およびもち性品種「はつもち」とともに表3、表4、表5に示した。

1. 形態的特性

叢性は“やや匍匐”で株の開閉は“やや開”である。稈長は「ネバリゴシ」と同程度の“やや短”で、穂長は「ネバリゴシ」よりやや短い、分類上は同

じ“やや短”である（表6）。

葉色は“やや淡”で、稈、葉鞘、穂のワックスは“やや多”である。葉身の下垂度は“中”、フレッケンは“やや少”で「ネバリゴシ」と同様に、登熟期の初期から葉先が少し枯れる特性を有する。穂型は“紡錘状”で粒着は「ネバリゴシ」よりやや密の“やや密”で重複小穂を生じやすい。芒の有無・多少および芒長は“中”でふの色は“黄”である。

粒の形は「ネバリゴシ」より長い“やや長”で粒の大小は“中”、粒の色は“褐”である。千粒重は



写真1 「もち姫」の株標本
(左：「もち姫」、中：「ネバリゴシ」、右：「はつもち」)
2006年8月18日 東北農業研究センターにて撮影



写真2 「もち姫」の穂（正面、側面）と子実
(左：「もち姫」、中：「ネバリゴシ」、右：「はつもち」)
2006年8月18日 東北農業研究センターにて撮影



写真3 「もち姫」の圃場での穂揃期の草姿
(左：「ネバリゴシ」、中：「もち姫」、右：「はつもち」)
2006年5月31日 東北農業研究センター圃場



写真4 「もち姫」の加工品
(左：ロールケーキ、右上：南部せんべい、右下：しんこもち)

「ネバリゴシ」と同じ“やや小”、容積重は“中”でドリル播では「ネバリゴシ」と同等で条播ではやや小さいが、「はつもち」より大きい。外観品質は“中の中”で「ネバリゴシ」より劣るが「はつもち」より明らかに優れる(表7)。

2. 生態的特性

播種程度は“Ⅳ”で、出穂期は「ネバリゴシ」より2～3日早い“やや早”で、成熟期は「ネバリゴシ」より2日遅いが分類上は同じ“やや早”である(表6、表8)。

耐雪性は根雪期間が長い北海道立上川農業試験場、新潟県農業総合研究所、岩手県農業研究センターでは「弱」と判定されるが、育成地の特性検定試

表3 「もち姫」の形態的特性

形質 番号	形質	もち姫 階級(区分)	ネバリゴシ 階級(区分)	はつもち 階級(区分)
1-1	叢性	6(やや匍)	6(やや匍)	5(中)
1-2	株の開閉	6(やや開)	5(中)	5(中)
1-3	葉鞘の色	1(無)	1(無)	1(無)
2-4	稈長	4(やや短)	4(やや短)	7(長)
2-5	稈の細太	5(中)	5(中)	4(やや細)
2-6	稈の剛柔	5(中)	5(中)	5(中)
2-7	稈のワックスの多少	6(やや多)	2(かなり少)	6(やや多)
3-8	葉色	4(やや淡)	4(やや淡)	4(やや淡)
3-9	葉鞘のワックスの多少	6(やや多)	3(少)	6(やや多)
3-10	葉鞘の毛の有無と多少	1(無～極少)	1(無～極少)	1(無～極少)
3-11	葉身の下垂度	5(中)	5(中)	5(中)
3-12	フレッテンの有無と多少	4(やや少)	2(かなり少)	4(やや少)
4-13	穂型	2(紡錘状)	2(紡錘状)	2(紡錘状)
4-14	穂長	4(やや短)	4(やや短)	4(やや短)
4-15	粒着の粗密	6(やや密)	5(中)	4(やや疎)
4-16	穂の抽出度	5(中)	5(中)	5(中)
4-17	穂のワックスの多少	6(やや多)	2(かなり少)	6(やや多)
4-18	ふ毛の有無	1(無)	1(無)	1(無)
4-19	葎の色	1(黄)	1(黄)	1(黄)
5-20	芒の有無と多少	5(中)	1(無～極少)	5(中)
5-21	芒長	5(中)	1(極短)	5(中)
6-22	ふの色	2(黄)	1(淡黄)	2(黄)
7-23	粒の形	6(やや長)	4(やや円)	5(中)
7-24	粒の大小	5(中)	4(やや小)	4(やや小)
7-25	粒の色	4(褐)	3(黄褐)	4(褐)
7-26	頂毛部の大きさ	5(中)	5(中)	-
8-27	粒の黒目の有無・多少	1(無～極少)	1(無～極少)	5(中)
9-28	千粒重	4(やや小)	4(やや小)	3(小)
9-29	容積重	5(中)	6(やや大)	3(小)
10-30	原麦粒の見かけの品質	5(中の中)	7(上の中)	2(下の中)
11-31	粗蛋白質含量	5(中)	5(中)	7(多)
11-32	灰分含量	5(中)	4(やや少)	5(中)
12-33	うるち・もちの別	9(もち)	1(うるち)	9(もち)

注. 平成9年度種苗特性分類調査報告書(1998年3月)の基準による。

験および生育調査成績を加味すると「ネバリゴシ」より弱い「はつもち」より1ランク強い“やや弱”である。倒伏は「ネバリゴシ」より少ないが、中程度に倒伏する年次もあるので、耐倒伏性は“中”に分類した。穂発芽性は“やや難”で、縞萎縮病耐病性は“強”、うどんこ病耐病性は「ネバリゴシ」よ

表4 「もち姫」の生態的特性

形質 番号	形質	もち姫 階級(区分)	ネバリゴシ 階級(区分)	はつもち 階級(区分)
13-34	播性の程度	4(Ⅳ)	5(Ⅴ)	3(Ⅲ)
15-36	出穂期	4(やや早)	5(中)	3(早)
15-37	成熟期	4(やや早)	4(やや早)	3(早)
17-41	耐寒性	4(やや弱)	6(やや強)	3(弱)
17-43	耐雪性	4(やや弱)	5(中)	3(弱)
17-44	耐凍上性	4(やや弱)	5(中)	3(弱)
18-45	耐倒伏性	5(中)	6(やや強)	4(やや弱)
19-46	穂発芽性	6(やや難)	7(難)	6(やや難)
20-47	脱粒性	5(中)	5(中)	3(易)
21-48	収量性	6(やや多)	6(やや多)	5(中)
23-70	しま萎縮病抵抗性	7(強)	7(強)	7(強)
23-71	赤かび病抵抗性	4(やや弱)	5(中)	-
23-72	うどんこ病抵抗性	6(やや強)	4(やや弱)	6(やや強)
23-73	赤さび病抵抗性	6(やや強)	7(強)	4(やや弱)

注. 平成9年度種苗特性分類調査報告書(1998年3月)の基準による。

表5 「もち姫」の品質特性

形質 番号	形質	もち姫 階級(区分)	ネバリゴシ 階級(区分)	はつもち 階級(区分)
22-49	粒の硬軟	5(中)	4(やや軟)	5(中)
22-50	粒質	2(中間質)	1(粉状質)	1(粉状質)
22-51	製粉歩留	5(中)	5(中)	3(低)
22-52	ミリングスコア	5(中)	5(中)	4(やや低)
22-53	60%粉粗蛋白質含量	5(中)	5(中)	7(多)
22-54	60%粉灰分含量	5(中)	5(中)	6(やや多)
22-55	60%粉アミロース含量	1(極少)	3(少)	1(極少)
22-56	粉の白さ	5(中)	4(やや低)	2(かなり低)
22-57	粉の明るさ	4(やや低)	5(中)	2(かなり低)
22-58	粉の色づき	5(中)	6(やや高)	5(中)
22-59	粉の明度	4(やや低)	5(中)	2(かなり低)
22-60	粉の赤み	5(中)	6(やや高)	8(かなり高)
22-61	粉の黄色み	5(中)	6(やや高)	6(やや高)
22-62	吸水率	9(極高)	4(やや低)	9(極高)
22-63	バリメーターバリュー	5(中)	4(やや低)	-
22-64	生地の力の程度	5(中)	6(やや大)	4(やや小)
22-65	生地の伸張抵抗	4(やや弱)	4(やや弱)	3(弱)
22-66	生地の伸張度	6(やや長)	6(やや長)	5(中)
22-67	生地の形状係数	4(やや小)	4(やや小)	3(小)
22-68	最高粘度	5(中)	7(大)	4(やや小)
22-69	ブレークダウン	7(大)	7(大)	7(大)

注. 平成9年度種苗特性分類調査報告書(1998年3月)の基準による。

表6 「もち姫」の育成地における生育特性

栽培法	品種名	叢性	寒雪害	出穂期 月/日	成熟期 月/日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	株の開閉	倒伏 程度	赤さ び病	うどんこ病	赤か び病	縞萎縮病
ドリル播	もち姫	5.5	1.4	5/20	7/ 6	87	7.8	499	6.3	1.2	0.3	0.3	0.2	0.2
	ネバリゴシ	6.0	1.3	5/22	7/ 4	86	8.6	518	5.3	2.2	0.1	1.9	0.1	0.1
	ナンブコムギ	6.1	1.0	5/21	7/ 5	97	9.9	454	5.0	2.5	1.3	0.2	0.1	0.1
	キタカミコムギ	4.9	1.5	5/25	7/11	94	8.7	428	5.5	1.2	1.3	0.7	0.2	0.2
	はつもち	5.1	2.0	5/17	7/ 6	90	7.5	430	5.1	1.1	1.2	0.2	0.0	0.0
条播	もち姫	5.5	1.8	5/20	7/ 7	85	8.1	396	6.1	1.2	0.6	0.4	0.2	0.2
	ネバリゴシ	5.9	1.6	5/23	7/ 5	82	8.6	373	5.3	1.7	0.0	2.7	0.2	0.2
	ナンブコムギ	6.3	1.6	5/23	7/ 7	86	9.9	318	4.7	2.1	2.6	0.8	0.1	0.1
	キタカミコムギ	4.9	1.9	5/25	7/12	92	8.9	329	5.3	1.0	1.7	0.9	0.2	0.2
	はつもち	5.1	2.4	5/17	7/ 8	86	7.7	316	4.6	0.6	2.0	0.5	0.1	0.1

注. ドリル播 1999-2002、2004、2005年度の6ヶ年平均
 条間20cmの6条ドリル播、播種量7kg/10a
 2002年度以前は前作ひまわりで基肥窒素施肥量5.0~5.2kg/10a、融雪期窒素追肥2kg/10a
 2004年度以降は前作水稲で基肥窒素施肥量7.7~8.0kg/10a、融雪期窒素追肥4kg/10a
 条播 1998-2002、2004、2005年度の7ヶ年平均
 畦幅70cm、播幅15cmの条播、播種量7kg/10a、前作ひまわり
 1998年度は播種量6kg/10a、基肥窒素施肥量5.6kg/10a、融雪期窒素追肥2kg/10a
 1999~2002年度は播種量6kg/10a、基肥窒素施肥量6.4~6.8kg/10a、融雪期窒素追肥2kg/10a
 2004年度以降は播種量5kg/10a、基肥窒素施肥量5.0~5.2kg/10a、融雪期窒素追肥2kg/10a
 調査基準 叢性：1（極直立）~3（直立）~5（中）~7（匍匐）~9（極匍匐）
 株の開閉：1（極閉）~3（閉）~5（中）~7（開）~9（極開）
 寒雪害、倒伏程度、病害：0（無）、1（微）、2（少）、3（中）、4（多）、5（甚）

表7 「もち姫」の育成地における子実特性

栽培法	品種名	リットル重 (g)	出千粒重 (g)	粒形	粒の 大小	粒の 色	粒質	赤か び粒	発芽 粒	黒目 粒	外観 品質	収量 (kg/a)	対標 準比
ドリル播	もち姫	777	35.7	5.9	4.8	4.4	1.2	0.5	0.3	1.4	5.3	54.5	95
	ネバリゴシ	775	35.6	4.0	4.4	3.2	1.1	0.1	0.2	1.0	6.1	57.3	100
	ナンブコムギ	779	42.1	5.8	6.2	4.3	1.6	0.1	0.1	1.2	4.7	37.3	65
	キタカミコムギ	767	39.5	4.4	5.0	4.5	1.1	0.3	0.2	1.6	5.4	55.6	97
	はつもち	729	32.1	5.1	4.3	4.2	1.5	1.0	0.6	3.0	1.4	34.4	60
条播	もち姫	780	36.7	5.3	4.9	4.2	1.3	0.6	0.2	1.5	5.0	46.6	108
	ネバリゴシ	791	36.4	3.8	4.5	3.0	1.4	0.2	0.1	1.0	6.0	43.0	100
	ナンブコムギ	781	40.7	5.4	6.2	4.3	1.9	0.2	0.1	1.2	4.6	24.6	57
	キタカミコムギ	792	39.2	4.4	5.1	4.2	1.6	0.2	0.3	1.6	5.7	40.8	95
	はつもち	723	31.6	5.0	4.3	4.4	1.5	1.2	0.5	4.3	1.5	30.2	70

注. 試験年次及び栽培方法は表6に同じ
 調査基準 粒形：1（極短）~3（短）~5（中）~7（長）~9（極長）
 粒の大小：1（極小）~3（小）~5（中）~7（大）~9（極大）
 粒の色：1（淡黄）、2（黄）、3（黄褐）、4（褐）、5（赤褐）、6（赤）
 粒質：1（粉状質）、2（中間質）、3（硝子質）
 赤かび粒、発芽粒、黒目粒：0（無）、1（微）、2（少）、3（中）、4（多）、5（甚）
 外観品質：1（下下）、2（下中）、3（下上）、4（中下）、5（中中）、6（中上）、7（上中）、8（上上）、9（上上）

表8 育成地における「もち姫」の耐病性、諸障害抵抗性および播性

品種名	耐寒雪性	縞萎縮病	うどんこ病	赤さび病	穂発芽性	播性程度
もち姫	やや弱	強	やや強-強	やや強	やや難-難	Ⅳ
ネバリゴシ	中	強	やや弱	強	難	Ⅴ
ナンブコムギ	やや強-強	弱	やや強	弱-やや弱	やや難	Ⅴ
キタカミコムギ	やや弱-中	やや強	中	中	易-やや易	Ⅴ
はつもち	弱	強	やや強	やや弱	やや難	Ⅲ

注. 試験年次 耐寒雪性2004-2005年度、縞萎縮病1999-2004年度、穂発芽1998-2005年度
 他は1999-2005年度

表9 特性検定試験委託先における「もち性」の耐病性、諸障害抵抗性

品種名	耐雪性	耐雪性	耐寒雪性	凍上抵抗性	赤さび病	赤かび病
	上川農試	新潟農総研	岩手農研	長野中信農試	北海道中央農試	北見農試
もち姫	弱	弱	弱	中	やや弱	やや弱
ネバリゴシ	弱	—	やや弱	強	—	中
ナンブコムギ	中	強	やや強	強	—	やや強
キタカミコムギ	弱	やや弱	やや弱	中	中	やや強
はつもち	—	—	弱	—	—	—

注. 試験年次 耐寒雪性(新潟)2000-2001年度、赤さび1999-2001年度、赤かび2002-2005年度、他は1999-2005年度試験場の略称は掲載順に北海道立上川農業試験場、新潟県農業総合研究所、岩手県農業研究センター、長野県中信農業試験場、北海道立中央農業試験場、北海道立北見農業試験場である。

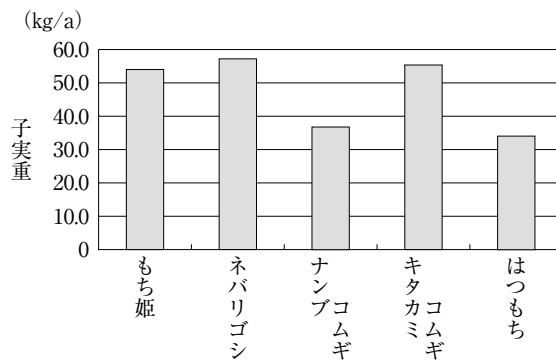


図2 「もち姫」の子実重(東北農業研究センタードリル播)1999-2002、2004、2005年度の6ヶ年平均

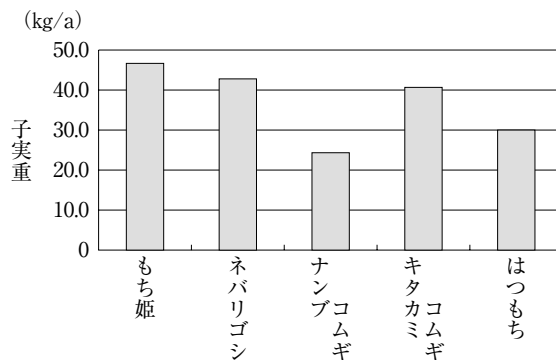


図3 「もち姫」の子実重(東北農業研究センター条播)1998-2002、2004、2005年度の7ヶ年平均

り強い“やや強”である。赤さび病耐病性は北海道では“やや弱”、育成地では“やや強”で、赤かび病耐病性は「ネバリゴシ」よりやや弱い“やや弱”である。(表6、表8、表9)。

収量は「ネバリゴシ」とほぼ同等の“やや多”であり、「はつもち」より多い(図2、図3)。

3. 品質特性

Waxy (Wx) 遺伝子はすべて変異型のもち性で、

表10 「もち姫」のピュロインドリン、Waxy 遺伝子型

品種名	ピュロインドリン遺伝子		Waxy遺伝子		
	<i>Pina</i>	<i>Pinb</i>	<i>Wx-A1</i>	<i>Wx-B1</i>	<i>Wx-D1</i>
もち姫	<i>b</i>	<i>a</i>	—	—	—
ネバリゴシ	<i>a</i>	<i>a</i>	—	—	+
ナンブコムギ	—	—	+	+	+
キタカミコムギ	—	—	+	+	+
はつもち	—	—	—	—	—

注. ピュロインドリン遺伝子の判別は近畿中国四国農業研究センター池田達哉氏、Waxy遺伝子は東北農業研究センターめん用コムギ研究東北サブチーム中村俊樹、石川吾郎両氏に依頼した。

粒の硬軟は“中”で粒質は中間質であるがピュアインドリン (*Pin*) 遺伝子の型は *Pina-D1b*、*Pinb-D1a* である(表10)。

原粒灰分は「ネバリゴシ」より多い“中”で、原粒粗蛋白質含量は“中”である。製粉歩留は「ネバリゴシ」と同等の“中”で、「はつもち」より高く、ミリングスコアは「ネバリゴシ」よりやや低いが分類は同じ“中”である(表11)。

60%粉灰分は「ネバリゴシ」と同じ“中”で「はつもち」より少なく、60%粉粗蛋白質含量は“中”である。粉の白さ・白度 (*R455*、*W**) は「ネバリゴシ」よりやや高い“中”で、粉の明るさ・明度 (*R554*、*L**) は「ネバリゴシ」よりやや低い“やや低”であるが、いずれも「はつもち」より明らかに高い(表12)。

ファリノグラフの吸水率は「はつもち」と同様に“極高”で、バリメーターバリューは“中”である。エキステンソグラフの面積は“中”、伸張抵抗は“やや弱”、伸張度は“やや長”、形状係数は“やや小”である。アミログラフでは「はつもち」と同様に最高粘度時の温度が他の品種より明らかに低い。最高粘度は“中”で、ブレイクダウンは“大”である(表13)。

表11 「もち姫」の原粒成分および製粉性

播種法	品種名	原 粒			ビューラー試験製粉機による製粉試験						
		灰分 含量 %	蛋白 含量 %	硝子 率 %	製粉 歩留 %	BM 率 %	セモリナ 生成率 %	セモリナ 粉砕率 %	ストレー ト粉灰分 %	ミリング スコア	灰分 移行率 %
ドリル 播	もち姫	1.50	11.9	28	68.5	31.0	65.4	80.0	0.44	81.6	48.1
	ネバリゴシ	1.30	10.6	18	69.0	44.5	61.2	78.1	0.41	83.4	46.7
	ナンブコムギ	1.64	13.2	24	65.3	47.6	59.1	75.0	0.45	77.2	46.2
	キタカミコムギ	1.54	10.7	23	70.5	43.5	61.1	80.6	0.49	80.9	47.9
	はつもち	1.58	13.0	28	61.5	28.0	67.7	71.0	0.50	71.4	41.8
条 播	もち姫	1.40	13.1	43	68.7	35.3	64.8	78.6	0.46	80.8	45.9
	ネバリゴシ	1.36	12.8	42	69.3	42.9	62.8	77.3	0.45	82.0	46.1
	ナンブコムギ	1.61	14.1	48	67.1	53.5	58.6	74.6	0.51	76.9	45.8
	キタカミコムギ	1.55	12.5	58	70.8	42.1	62.2	80.1	0.50	80.6	47.3
	はつもち	1.53	14.3	42	61.4	31.8	67.4	69.4	0.53	70.1	39.9
	農林61号	1.66	8.9	7	66.5	45.4	61.1	75.0	0.46	78.7	48.0

注. ドリル播は1999、2001、2002、2004年度4ヶ年平均、条播は1998-2000、2002、2004年度5ヶ年平均
農林61号は群馬県産を無償譲渡されたもので1998-2004年度7ヶ年平均
原粒の諸成分は原粒水分12.5%で算出した。

表12 「もち姫」の60%粉成分および色相

播種法	品種名	60 % 粉											
		灰分 含量 %	蛋白 含量 %	アミロー ス含量 %	SDS -SV ml	比表 面積 cm ² /g	反 射 率			粉の色相			
						R455 %	R554 %	D455 -D554	明度 L*	赤み a*	黄色み b*	白度 W*	
ドリル 播	もち姫	0.41	10.2	1.4	49	2833	51.3	62.5	0.086	85.3	0.41	13.7	79.9
	ネバリゴシ	0.38	8.8	23.4	35	3688	51.4	64.4	0.098	85.8	0.48	14.8	79.4
	ナンブコムギ	0.42	11.3	26.9	40	3453	50.0	64.5	0.110	85.8	0.52	16.2	78.4
	キタカミコムギ	0.45	9.0	28.7	35	3183	53.5	65.9	0.091	87.0	0.53	13.9	81.0
	はつもち	0.50	11.2	1.2	48	2290	43.1	54.7	0.105	79.5	1.07	15.4	74.3
条 播	もち姫	0.42	12.2	1.1	57	2564	51.8	63.3	0.088	85.9	0.25	13.9	80.1
	ネバリゴシ	0.42	10.7	22.7	43	3485	50.8	64.5	0.104	86.3	0.41	15.4	79.3
	ナンブコムギ	0.47	12.7	26.8	48	3487	50.8	65.2	0.109	86.1	0.41	16.8	78.2
	キタカミコムギ	0.46	10.7	28.8	48	3208	53.9	66.3	0.090	87.3	0.37	14.3	80.9
	はつもち	0.52	12.9	1.3	49	2185	43.9	55.2	0.099	79.6	0.90	15.1	74.6
	農林61号	0.43	7.4	27.9	25	3701	53.4	67.0	0.099	87.8	0.19	14.4	81.1

注. 試験年次は表11に同じ
60%粉の諸成分は粉水分13.5%で算出した。SDS-SVはSDSセディメンテーション値の略である。
R455：粉の白さ、R554：粉の明るさ、D455-D554：粉の色づき

表13 「もち姫」の糊化特性および生地の特徴

播種法	品種名	アミログラム				ファリノグラム					エキステンソグラム			
		糊化開 始温度 ℃	最高粘度 時温度 ℃	最高 粘度 B.U.	ブレーク ダウン B.U.	吸水 率 %	生地の 形成時間 min	生地の 安定度 min	生地の 弱化度 B.U.	パロリメータ パリュ-	面積 cm ²	伸張 抵抗 B.U.	伸張 度 mm	形状 係数
ドリル 播	もち姫	56.9	65.2	603	475	74.7	5.1	3.4	136	47	67	211	231	0.9
	ネバリゴシ	59.6	82.2	824	433	58.2	3.1	3.0	103	42	68	201	230	0.9
	ナンブコムギ	58.1	88.8	866	375	59.9	3.2	4.1	90	44	-	-	-	-
	キタカミコムギ	59.2	85.0	743	230	57.2	2.7	3.6	94	43	99	375	196	2.0
	はつもち	58.0	65.6	350	261	75.5	3.4	2.7	194	32	46	145	230	0.7
条 播	もち姫	57.2	70.0	657	443	76.1	5.9	3.7	112	54	66	204	246	0.8
	ネバリゴシ	59.9	84.8	936	470	59.8	3.7	3.9	86	47	72	212	258	0.8
	ナンブコムギ	58.5	89.1	917	340	59.9	3.6	4.2	89	47	-	-	-	-
	キタカミコムギ	58.6	87.8	770	210	58.5	4.0	5.1	61	53	99	347	224	1.6
	はつもち	59.1	65.6	336	256	75.1	4.4	3.1	183	41	48	148	215	0.6
	農林61号	57.7	87.9	1004	261	58.3	1.5	1.7	99	37	63	271	163	1.7

注. エキステンソグラムは135分間ねかせたときの値を示した。
試験年次は表11に同じ、エキステンソグラムは2001年度のドリル播と1998年度の条播は分析未実施。

4. 固定度

供試10系統の出穂期、稈長、穂長、1株穂数の平均値および変動係数から判断して、「もち姫」は実用的に固定していると推察される(表14)。

Ⅳ 適地および栽培上の留意点

1. 奨励品種決定調査結果

奨励品種決定調査では宮城県、福島県(会津地域)、埼玉県、岐阜県が初年度から「打ち切り」の

評価であった(表15)。宮城県以外の東北各県の初年度評価は「再検討」で複数年検討された。特に青森県畑作園芸試験場では5年間にわたって試験が行われ、この内、3年間の評価は「有望」であった。

2. 青森県における試作成績

奨励品種決定調査で「有望」または「再検討」の評価が多く、現地試験など「もち姫」の普及に向けた取り組みが行われた青森県の成績を以下に示す。

表14 「もち姫」の固定度調査

品種名	系統番号	出穂期 (月/日)	稈長		穂長		穂数		調査株数
			平均 (cm)	CV (%)	平均 (cm)	CV (%)	平均 (cm)	CV (%)	
もち姫	1	5.24	89.1	2.3	9.5	3.7	14.6	15.7	20
	2	5.24	87.4	1.7	9.4	4.1	13.1	19.6	20
	3	5.24	91.8	1.8	9.3	4.1	15.0	17.2	20
	4	5.24	88.2	2.4	9.4	3.8	13.2	17.7	20
	⑤	5.24	89.0	2.2	9.1	3.1	15.8	12.1	20
	6	5.24	87.9	2.4	9.3	3.0	14.1	16.6	20
	7	5.24	88.8	3.8	9.3	4.4	14.5	21.4	20
	8	5.24	87.3	2.7	9.1	4.1	13.9	22.6	20
	9	5.24	86.6	3.0	9.1	4.0	14.4	21.8	20
	10	5.24	86.2	2.3	9.6	3.3	14.5	16.4	20
	平均	5.24	88.2	2.5	9.3	3.8	14.3	18.1	
ネバリゴシ		5.27	88.1	3.2	10.4	3.6	19.3	13.7	18
ゆきちから		5.23	91.5	2.2	9.6	3.2	15.2	20.0	20
ナンブコムギ		5.26	96.7	3.3	11.0	4.8	9.4	23.7	19

注. 系統番号を○で囲った系統が選抜系統

耕種概要: 畦幅70cm、条間12cm、株間12cm、二条千鳥点播、2005年9月28日播種

表15 奨励品種決定調査における収量性および有望度

試験地	試験区	標準品種	試験年度				
			2001	2002	2003	2004	2005
青森畑園試	標準	ネバリゴシ	149○	98○	98○	67△	78△
	密播	ネバリゴシ				82	83
青森本場	標準	ネバリゴシ	125△	109×	94△	103△	100×
	晩播	ネバリゴシ	116	109	98	(評価できず)	101
岩手本場	標準	ナンブコムギ	138△	105△	122×		
岩手県北	標準	ナンブコムギ	174△	125△	152×		
宮城古川	標準	シラネコムギ	108×				
秋田	標準	あきたっこ	111△	121×			
山形	標準	ナンブコムギ	159△	116×			
福島本場	標準	きぬあずま	77△	89×			
福島会津	標準	しゅんよう	88×				
福島相馬	標準	きぬあずま	89△	92△	94×		
埼玉	標準	農林61号	110×				
岐阜	標準	農林61号	60×				
岐阜中山間	標準	キタカミコムギ	102×			115△	115×
鳥取	標準	農林61号	99△	83×			

注. 数字は子実重の対標準比率(%) ○:有望、△:再検討、×:打ち切り

青森本場の2004年度晩播栽培は標準品種、検定系統種共に、雪腐れ病のためほとんど枯死し、評価できなかった。

1) 栽培成績

青森県農林総合研究センターの畑作園芸試験場と水田利用部および4カ所の現地圃場の成績を総括すると、出穂期は「ネバリゴシ」より1～4日早い、成熟期は同程度～3日遅く、育成地と同様の傾向が見られる。稈長は両試験場では「ネバリゴシ」と同程度であるが現地試験ではやや高く、穂数は寒雪害の影響を受けた五所川原市を除くと「ネバリゴシ」と同程度かやや多い。寒雪害は「ネバリゴシ」とほぼ同程度で「はつもち」より少ないが、年次により「ネバリゴシ」より多く発生する。赤かび病、穂発芽は「ネバリゴシ」よりやや被害が多い。耐倒伏性

は「ネバリゴシ」と同程度で、うどんこ病に対する抵抗性は明らかに高い。収量は畑作園芸試験場の密播と「ネバリゴシ」より寒雪害の多かった五所川原市では「ネバリゴシ」より少なく、「ネバリゴシ」にうどんこ病が激発したつがる市では優ったが、他は概ね同程度である。リットル重は「ネバリゴシ」よりやや小さく、千粒重は同程度、外観品質は全般的に見てわずかに劣る(表16、表17、表18)。

2) 品質分析成績

青森県における「もち姫」の品質は「ネバリゴシ」の試験年次が少ないので「はつもち」と比較した(表19、表20)。製粉歩留およびミリングスコアは明

表16 青森県農林総合研究センター畑作園芸試験場(上北郡六戸町)における「もち姫」の栽培成績

品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 多少	赤さ び病	うどん こ病	赤か び病	寒雪 害	穂発 芽	子実重 (kg/a)	標準 比率	リットル 重(g)	千粒重 (g)	品質 概評	
標準栽培	もち姫	5.21	7.16	97	7.0	747	1.9	0.3	0.5	0.6	1.2	0.3	53.1	96	758	34.1	4.0
	ネバリゴシ	5.25	7.16	95	8.4	701	2.8	0.4	2.1	0.4	0.8	0.2	55.5	100	773	34.4	3.5
	キタカミコムギ	5.26	7.22	103	8.9	522	1.2	0.3	0.5	0.4	0.9	0.3	56.9	102	760	38.9	4.3
	ナンブコムギ	5.22	7.17	103	9.7	608	3.5	0.5	0.1	0.0	0.2	0.1	43.8	79	765	41.5	4.3
	はつもち	5.17	7.12	96	7.3	637	1.7	0.4	0.0	1.1	1.6	0.1	30.4	55	694	29.7	5.5
密播栽培	もち姫	5.26	7.23	97	6.9	788	2.2	0.5	0.5	1.8	1.4	1.0	46.5	82	748	32.8	5.0
	ネバリゴシ	5.28	7.20	97	8.2	741	2.4	1.3	2.9	0.7	1.4	0.0	56.4	100	768	33.3	4.4
	キタカミコムギ	5.29	7.27	108	9.1	593	3.0	0.9	0.7	1.4	1.2	1.0	53.5	95	752	37.5	4.5
	ナンブコムギ	5.25	7.21	109	9.5	717	3.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.5	44.1	78	756	39.6	5.0
	はつもち	5.22	7.17	92	6.9	691	0.4	1.2	0.0	2.5	2.0	0.5	30.4	54	687	27.8	5.9

注. 試験年次は標準：2001～2005年度、密播は2004～2005年度
 倒伏の多少、病害及び諸障害は0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚
 品質概評は1：上の上、2：上の下、3：中の上、4：中の中、5：中の下、6：下
 畑圃場(埴壤土)、播種期9月20～24日
 標準：条間30cmのドリル播 播種量：8kg/10a、密播：条間20cmのドリル播 播種量：密播、10kg/10a
 基肥施肥量(kg/10a)：N：6 P₂O₅：9 K₂O：8(標準施肥量)
 追肥：2001年度はなし、2003年度は5月19日にN：2kg/10a、他は4月1～10日と5月21～28日にN：2kg/10aずつ

表17 青森県農林総合研究センター水田利用部(黒石市)における「もち姫」の栽培成績

品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 多少	赤さ び病	うどん こ病	赤か び病	寒雪 害	子実重 (kg/a)	標準 比率	リットル 重(g)	千粒重 (g)	品質 概評	
標準栽培	もち姫	5.19	7.5	88	7.7	480	1.0	0.6	0.8	0.0	1.2	47.6	106	817	35.6	2.5
	ネバリゴシ	5.21	7.4	87	8.1	455	1.0	0.6	3.2	0.0	1.2	44.9	100	814	34.2	2.3
	キタカミコムギ	5.25	7.10	99	8.9	395	0.6	0.2	1.2	0.0	1.2	50.1	112	801	39.9	2.5
	ナンブコムギ	5.18	7.3	100	9.9	481	1.6	1.4	0.6	0.0	0.4	43.4	97	806	39.5	4.0
	はつもち	5.13	6.30	89	7.6	368	1.5	1.0	1.3	0.0	1.8	31.6	72	764	33.3	6.0
晩播栽培	もち姫	5.19	7.7	77	7.6	360	0.0	0.3	0.3	0.0	1.5	40.5	103	816	35.0	3.3
	ネバリゴシ	5.20	7.4	79	7.7	374	0.0	0.3	3.0	0.0	1.3	39.4	100	814	35.2	2.0
	キタカミコムギ	5.24	7.11	89	8.4	294	0.0	0.5	1.0	0.0	1.5	38.3	97	799	41.7	3.3
	ナンブコムギ	5.16	7.5	95	9.5	378	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	35.3	90	807	42.5	3.7
	はつもち	5.12	7.3	80	7.5	185	0.3	0.7	1.7	0.0	2.0	19.4	53	771	32.5	5.3

注. 試験年次は2001～2005年度、2004年度の晩播は「ナンブコムギ」以外は寒雪害で枯死したため平均値から除いた。
 調査基準は表16に同じ
 水田圃場(埴壤土)、2005年度は畑圃場。播種期は標準：9月18～26日、晩播：10月4～5日
 条間30cmのドリル播 播種量：8kg/10a
 基肥施肥量(kg/10a)：N：8 P₂O₅：12 K₂O：10(標準施肥量)
 追肥：生育に応じ追肥なし、N：2kg/10aを1回追肥、N：2kg/10aずつ2回追肥

表18 青森県下4カ所における「もち姫」の現地栽培成績

試験 場所	品種名	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	倒伏	赤さ	うどん	赤か	寒雪	穂発	子実重	標準	リットル	千粒重	品質
		(月.日)	(月.日)	(cm)	(cm)	(本/m)	多少	び病	こ病	び病	害	芽	(kg/a)	比率	重(g)	(g)	概評
南部町	もち姫	5.18	7.13	78	6.7	436	0.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	34.5	102	782	39.7	4.0
	ネバリゴシ	5.22	7.13	73	7.1	413	0.0	1.0	2.3	0.0	1.0	1.0	33.3	100	789	39.0	3.8
十和田 市	もち姫	5.25	7.16	89	7.4	443	0.0	1.0	0.5	0.8	2.8	0.8	41.7	108	773	34.6	4.0
	ネバリゴシ	5.27	7.16	86	8.2	445	0.0	1.5	2.5	0.5	2.8	0.0	38.7	100	776	33.9	4.0
五所川 原市	もち姫	5.26	7.15	55	7.7	262	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	23.2	62	805	36.3	3.0
	ネバリゴシ	5.29	7.15	50	7.3	383	0.0	0.0	1.5	0.0	1.0	0.0	35.1	100	813	35.8	4.0
つがる 市	ネバリゴシ	5.30	7.20	70	8.5	349	0.0	0.5	1.0	0.0	1.0	0.0	50.0	147	804	40.8	3.0
	もち姫	5.23	7.12	84	7.6	482	2.0	0.5	1.5	0.0	1.8	0.0	57.0	148	780	37.0	3.0
	ネバリゴシ	5.27	7.11	81	9.3	388	2.0	0.0	4.5	0.0	1.5	0.0	38.7	100	802	34.5	3.0
	ネバリゴシ	5.28	7.19	101	9.9	418	2.0	1.0	2.5	0.0	1.0	0.0	55.0	142	793	39.7	3.0

注. 試験年次は2004~2005年度。調査基準は表16に同じ。

表19 青森県農林総合研究センター畑作園芸試験場(上北郡六戸町)産「もち姫」の品質

品種名	原 粒			ビューラー試験製粉機による製粉試験							60%粉			
	灰分 含量 %	蛋白 含量 %	硝子 率 %	製粉 歩留 %	BM 率 %	セモリナ 生成率 %	セモリナ 粉砕率 %	ストレー ト粉灰分 %	ミリング スコア %	灰分 移行率 %	灰分 含量 %	蛋白 含量 %	アミロー ス含量 %	比表 面積 cm ² /g
もち姫	1.58	12.1	55	65.6	26.1	66.7	78.2	0.47	77.2	46.2	0.45	10.9	1.6	2565
ナンブコムギ	1.80	14.8	74	63.0	44.8	61.7	70.7	0.47	74.5	46.5	0.44	13.0	25.1	3270
はつもち	1.57	12.5	55	58.4	22.4	67.0	71.4	0.55	65.9	38.0	0.55	10.7	2.3	2300

品種名	粉の色相				アミログラム				ファリノグラム				
	明度 L*	赤み a*	黄色み b*	白度 W*	糊化開 始温度 ℃	最高粘度 時温度 ℃	最高 粘度 B.U.	ブレーク ダウン B.U.	吸水 率 %	生地 形成時間 min	生地 安定度 min	生地 弱化度 B.U.	バリメー タバリュー
もち姫	85.7	0.72	14.4	79.6	52.7	64.5	403	282	76.9	6.6	4.3	108	57
ナンブコムギ	86.8	0.72	16.0	79.2	59.5	87.0	646	279	62.1	3.3	3.6	70	48
はつもち	79.4	1.88	16.8	73.3	60.9	65.8	92	68	76.0	2.0	1.9	245	18

注. 試験年次は2002-2004年度 3ヶ年平均
分析は東北農業研究センターで行った。
原粒の諸成分は水分12.5%で、60%粉の水分は13.5%で換算した。

表20 青森県農林総合研究センター水田利用部(黒石市)産「もち姫」の品質

品種名	原 粒			ビューラー試験製粉機による製粉試験							60%粉		
	灰分 含量 %	蛋白 含量 %	硝子 率 %	製粉 歩留 %	BM 率 %	セモリナ 生成率 %	セモリナ 粉砕率 %	ストレー ト粉灰分 %	ミリング スコア %	灰分 移行率 %	灰分 含量 %	蛋白 含量 %	アミロー ス含量 %
もち姫	1.60	7.5	53	65.2	30.7	65.0	76.8	0.44	78.2	47.3	0.44	6.6	2.1
ナンブコムギ	1.89	9.6	76	60.2	45.3	59.5	69.6	0.45	72.7	45.9	0.45	8.3	25.8
はつもち	1.58	9.0	47	51.7	24.2	71.6	58.1	0.62	55.7	31.4	0.62	8.1	1.7

品種名	粉の色相				アミログラム				ファリノグラム				
	明度 L*	赤み a*	黄色み b*	白度 W*	糊化開 始温度 ℃	最高粘度 時温度 ℃	最高 粘度 B.U.	ブレーク ダウン B.U.	吸水 率 %	生地 形成時間 min	生地 安定度 min	生地 弱化度 B.U.	バリメー タバリュー
もち姫	88.5	0.02	14.2	81.7	59.4	67.1	1007	710	71.7	5.9	5.1	90	55
ナンブコムギ	88.6	0.25	16.1	80.3	60.6	90.0	1078	426	58.2	2.1	3.5	85	41
はつもち	80.8	1.14	15.1	75.5	60.3	65.8	128	106	76.5	1.3	1.2	195	20

注. 試験年次は2002年度
分析は東北農業研究センターで行った。
原粒の諸成分は水分12.5%で、60%粉の水分は13.5%で換算した。

らかに「はつもち」より高い。原粒灰分は「はつもち」と同程度であるが、60%粉の灰分は少ない。原粒および60%粉の蛋白含量は畑作園芸試験場では「はつもち」と同程度で、水田利用部では少ない。比表面積から「もち姫」は中間質に区分される。「はつもち」より粉の明度、白度が高く、赤み、黄色みが少ない。アミログラムの最高粘度時の温度は「はつもち」と同様に明らかに低い。畑作園芸試験場の最高粘度は低く、表16では外見上顕著な穂発芽が観察されていないが、雨害を受けたものと推定される。ただし、「はつもち」よりは高い。ファリログラムの吸水率は「はつもち」と同様に高く、「はつもち」の生地形成時間、生地の安定度、生地の弱化度、パロリメーターバリューはいずれも薄力的であるのに対し、「もち姫」はより中力的である。

3. その他の配付先における成績

「もち姫」の出穂期、成熟期は福島県を除く東北各県では各地の標準品種と大差が見られないが、福島県以南では晩生の「キタカミコムギ」を標準品種とする岐阜県（中山間地域）を除き、標準品種より遅い（表21）。福島県を除く東北各県および埼玉県、岐阜県（中山間地域）では各地域の標準品種より多収である。品質概評は、岩手県で標準品種とほぼ同等であるが、他の地域では劣る。特に会津地域を除く福島県および関東以西では標準品種との差が大きい。

4. 栽培適地

奨励品種決定調査成績および特性検定試験、特に耐雪性検定試験の成績から「もち姫」は福島県を除く寒冷地（東北・北陸）の平坦地に適すると判断される。適地の根雪期間のおおよその目安は80日～90日以下である。

表21 その他の地域における「もち姫」の栽培成績

試験地	品 種 名	試験年次	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m)	倒伏 多少	赤か び病	縞萎 縮病	寒雪 害	子実重 (kg/a)	標準 比率	リットル 重 (g)	千粒重 (g)	品質 概評
岩手 本場	もち姫	2001-2003	5.13	7.3	85	8.2	440	0.8	1.0	0.0	1.0	54.3	125	772	36.7	3.5
	ナンブコムギ		5.12	7.2	96	10.0	397	2.3	0.7	0.7	0.5	43.6	100	775	41.9	3.3
	もち乙女		5.7	6.30	80	6.2	390	0.7	0.7	0.0	2.5	36.5	84	735	36.6	5.3
岩手 県北	もち姫	2001-2003	5.17	7.9	83	6.9	531	0.7	0.0	0.0	0.5	52.1	149	775	36.0	3.0
	ナンブコムギ		5.19	7.8	83	8.6	478	1.0	0.3	1.7	0.5	34.9	100	776	42.1	2.8
	もち乙女		5.11	7.3	72	5.5	438	0.0	0.0	0.0	1.5	34.1	98	755	37.0	4.8
宮城 古川	もち姫	2001	5.3	6.20	81	7.8	387	0.0	0.0	0.0	1.0	41.1	108	759	34.7	3.0
	シラネコムギ		5.1	6.20	78	7.4	317	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	100	748	38.0	1.5
秋田	もち姫	2001-2002	5.13	6.27	87	7.6	424	0.8	0.0	-	4.3	47.0	115	792	36.6	5.0
	あきたっこ		5.16	6.28	92	8.6	356	0.5	0.4	-	2.0	41.0	100	782	42.8	4.0
	ナンブコムギ		5.12	6.26	101	9.1	356	1.3	0.3	-	2.5	38.7	94	785	45.1	4.0
山形	もち姫	2001-2002	5.10	6.23	89	7.9	554	1.5	0.0	0.0	1.0	54.9	137	790	34.8	3.0
	ナンブコムギ		5.9	6.21	92	9.7	446	0.0	0.0	0.0	0.5	40.0	100	764	43.8	2.0
福島 本場	もち姫	2001-2002	5.9	6.21	78	7.8	264	0.0	0.0	-	-	31.0	83	780	36.7	5.8
	きぬあずま		5.5	6.17	75	8.1	300	0.0	0.0	-	-	37.4	100	746	39.8	4.0
福島 会津	もち姫	2001	5.2	6.20	85	8.7	213	0.0	0.0	0.0	4.0	22.8	88	792	34.7	3.0
	しゅんよう		4.30	6.18	81	9.4	233	0.0	0.0	0.0	2.0	25.9	100	795	44.2	2.0
福島 相馬	もち姫	2001-2003	5.4	6.21	92	8.3	579	1.5	0.3	0.0	-	59.7	92	785	35.0	4.0
	きぬあずま		4.26	6.16	83	8.9	535	0.3	0.3	0.0	-	65.2	100	796	41.8	2.5
埼玉	もち姫	2001	4.19	6.10	90	9.0	567	3.6	0.0	0.0	-	62.4	110	813	30.0	6.0
	農林61号		4.16	6.8	96	8.5	527	2.8	0.0	0.0	-	56.6	100	813	38.4	3.0
岐阜	もち姫	2001	4.19	6.10	81	9.6	477	0.0	0.5	0.0	-	27.9	60	815	36.7	5.0
	農林61号		4.10	6.3	92	9.8	340	0.0	1.0	0.0	-	46.4	100	796	41.5	3.0
	はつもち		4.12	6.4	97	9.8	533	0.0	0.5	0.0	-	41.9	90	800	36.3	4.5
岐阜 中山間	もち姫	2001、	5.14	6.25	84	7.8	363	0.0	0.0	0.0	1.9	34.5	111	801	35.1	4.6
中山間	キタカミコムギ	2004-2005	5.21	6.29	95	8.2	320	0.0	0.0	0.0	1.7	31.8	100	763	40.3	4.2
鳥取	もち姫	2001-2002	4.25	6.11	82	9.0	474	0.2	1.3	0.0	-	42.7	92	682	34.9	4.0
	農林61号		4.21	6.10	88	8.5	479	0.4	0.5	0.0	-	46.6	100	720	41.3	1.5

注. 発芽良否は1:良~5:否、叢生は1:直立~5:匍匐、株の開閉1:閉~5:開、倒伏の多少、病害及び諸障害は0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚、品質概評は1:上の上、2:上の上、3:中の上、4:中の中、5:中の下、6:下

5. 栽培上の留意点

採種にあたっては、もち性であるので通常品種との交雑に注意する。

穂発芽性は「やや難」だが、登熟期の低温や長雨により穂発芽する危険があるので適期収穫に努める。特に青森県の成績から外見上は穂発芽していなくてもアミログラムの最高粘度が低下することがあるので注意が必要である。

V 考 察

世界で初めて育成された「はつもち」や「もち乙女」は新製品開発の面で期待が寄せられたが、結局普及することはなかった。その原因は耐寒雪性が不十分で収量性が低いといった栽培上の問題に加え、製粉性が低く、粉の色相がくすむ特性が市販化を阻んだことによると推察される。しかし、両品種が寒冷地において「もち性小麦」という新規需要を開拓した功績は大きく、短所を克服すればもち性品種の普及が期待できることを明らかにした。「はつもち」の製粉性の低さはセモリナ粉砕率が低いことが主たる原因である(吉川ら 1998)。これは作物研究所で育成された「あけほのもち」にも共通している。また、「はつもち」の原粒灰分は他の品種と比較して高くはないが、灰分移行率が低く粉の灰分が明らかに高くなり、これが粉の色相悪化の一因になっていると推察される。「もち姫」ではセモリナ粉砕率、灰分移行率とも大幅に改善されており、製粉性、粉の色相は実用上問題のないレベルまで改善されたと判断される。

「もち姫」の利用法としてはこれまでの試作品の結果から(写真4)、膨張性が高い性質を利用した小麦せんべいが挙げられる。通常、小麦せんべいでは食品添加物である重曹を加えて膨張させているが、「もち姫」では食品添加物を加えなくても膨張するという利点が消費者に歓迎されると思われる。また、食品に「もちもち感」、「つるつる感」や「しっとり感」を与えることから和菓子や餃子の皮、ケーキなどの洋菓子に有望と思われる。他方、通常アミロース小麦粉とのブレンド利用が期待されるものとしてはパン類、麺類が考えられる。これらは既存食品の原料をもち性小麦粉に置き換えたものであり、今後もち性小麦粉の利用を拡大するには全く新しい食品の開発も必要と思われる。

一方、「もち姫」のように全く新しい品質特性を

持った品種では、めん用やパン用などの用途の明確な品種とは異なり、生産者(団体)は実需者による生産物購入の見通しが立たない限り作付けに踏み切れないという問題がある。逆に実需者は「もち性」という特性に興味を示しても市場に流通していない限り利用できない。また、流通の見通しが無い限り、奨励品種等に採用されることはなく、多くの県で奨励品種決定調査が打ち切られたことは前出のとおりである。したがって、「来歴および育成経過」に示したように青森県での取り組みがなければ「もち姫」の品種登録はできなかったものと推察される。幸い品種登録後、岩手県においても「もち姫」普及の取り組みが行われることになった。今後、「もち姫」の作付けを定着させるためには育成地や県関係者が、生産者と実需者、販売と購入とを結びつける仲立ちをする必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 藤田雅也, 乙部(桐潤)千雅子, 松中 仁, 関 昌子, 吉岡藤治, 柳澤貴司, 吉田 久, 長嶺 敬, 山口勲夫. 2007. 収量性および製粉性が改善されたもち性小麦品種「うららもち」の育成. 作物研研報 8: 109-129
- 2) Hoshino, T.; Ito, S.; Hatta, K.; Nakamura, T.; Yamamori, M. 1996. Development of waxy common wheat by haploid breeding. *Breeding Science* 46: 185-188
- 3) 山口勲夫, 乙部(桐潤)千雅子, 柳澤貴司, 長嶺敬, 牛山智彦, 吉田 久. 2003. もち性小麦新品種「あけほのもち」及び「いぶきもち」の育成とその特性. 作物研研報 3: 21-34
- 4) 吉川 亮, 八田浩一, 中村和弘, 中村 洋. 1998. モチ性小麦「東北糯210号」, 「東北糯211号」の製粉性及び品質の地域間差. 東北農業研究 51: 95-96

早熟でモザイク病に強い納豆用極小粒大豆 新品種「すずほのか」の育成

高田 吉丈*¹⁾・河野 雄飛*¹⁾・加藤 信*¹⁾・湯本 節三*¹⁾
 島田 信二*²⁾・境 哲文*³⁾・島田 尚典*⁴⁾・高橋 浩司*⁵⁾
 故 足立大山*⁶⁾・田渕 公清*⁷⁾・菊池 彰夫*⁸⁾・中村 茂樹*⁹⁾
 伊藤美環子*¹⁰⁾・番場 宏治*¹¹⁾

抄録：「すずほのか」は、1992年に東北農業試験場作物開発部大豆育種研究室（現東北農業研究センター大豆育種研究東北サブチーム（大仙研究拠点刈和野））において、ダイズモザイクウイルス（SMV）抵抗性で耐倒伏性に優れる納豆用極小粒品種の育成を目標に、SMV抵抗性で耐倒伏性、小粒、良質の「刈交778F₅」を母、納豆用の極小粒品種「コスズ」を父とした人工交配を行い、以後、選抜・固定を図り育成した品種である。本品種は「コスズ」より早熟、短茎で倒伏抵抗性が「コスズ」より強い。SMVのA、B、C及びD系統に抵抗性である。収量と品質は「コスズ」並、粒大は極小粒で納豆加工適性も良好である。

2007年に「すずほのか」として品種登録出願された。栽培適地は東北全域で、主に「コスズ」の置き換え品種として普及が見込まれる。

キーワード：新品種、ダイズ、早熟、ダイズモザイクウイルス抵抗性、倒伏抵抗性、極小粒、納豆

A New Soybean Cultivar, "Suzuhonoka", with Small Seeds for Natto (Fermented Soybeans), Early Maturing and Resistance to Soybean Mosaic Virus: Yoshitake TAKADA*¹⁾, Yuhi KONO*¹⁾, Shin KATO*¹⁾, Setsuzo YUMOTO*¹⁾, Shinji SHIMADA*²⁾, Tetsufumi SAKAI*³⁾, Hisanori SHIMADA*⁴⁾, Koji TAKAHASHI*⁵⁾, Taizan ADACHI*⁶⁾, Kohsei TABUCHI*⁷⁾, Akio KIKUCHI*⁸⁾, Shigeki NAKAMURA*⁹⁾, Miwako ITO*¹⁰⁾ and Koji BANBA*¹¹⁾

Abstract: A new soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivar, "Suzuhonoka", was developed at the National Agricultural Research Center for the Tohoku Region in 2007. To develop a cultivar with small seeds for natto (fermented soybeans), early maturing and resistance to soybean mosaic virus (SMV), we selected plants from a cross between "Kariko 778 F₅" and "Kosuzu".

The date of maturity of "Suzuhonoka" is earlier than that of "Kosuzu" at Kariwano, Akita (latitude

* 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Kariwano, Daisen, Akita 019-2112, Japan)

* 2) 現・中央農業総合研究センター (National Agricultural Research Center, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan)

* 3) 現・九州沖縄農業研究センター (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Miyakonojo, Miyazaki 885-0091, Japan)

* 4) 現・北海道立十勝農業試験場 (Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Kasai, Hokkaido 082-0071, Japan)

* 5) 現・作物研究所 (National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan)

* 6) 元・国際農林水産業研究センター (Deceased, Japan International Research Center for Agricultural Sciences)

* 7) 現・中央農業総合研究センター北陸研究センター (Hokuriku Research Center, National Agricultural Research Center, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan)

* 8) 現・近畿中国四国農業研究センター (National Agricultural Research Center for Western Region, Zentsuji, Kagawa 765-8508, Japan)

* 9) 元・近畿中国四国農業研究センター (Retired, National Agricultural Research Center for Western Region)

* 10) 現・北海道農業研究センター (National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro, Kasai, Hokkaido 082-0071, Japan)

* 11) 元・北海道農業試験場 (Retired, Hokkaido National Agricultural Experiment Station)

39° 32' N; longitude 140° 22' E). The cultivar was classified into group III based on the date of maturity. "Suzuhonoka" has purple flowers, gray pubescence, triangular leaflets and light brown pods at maturity. It has a medium-size stem and shows a determinate growth type and high lodging resistance. It is also resistant to SMV strains A, B, C and D. The seed coat of the "Suzuhonoka" seeds is yellowish white, and the hilum is yellow. The seeds are very small, which is suitable for use in fermented soybeans. "Suzuhonoka" is highly compatible with the climate and soil of the Tohoku district.

Key Words : *Glycine max*, Soybean, Very small size seed, Fermented soybeans, Soybean mosaic virus resistance, Lodging resistance, New cultivar

I 緒 言

日本で消費される食品用大豆(約100万t)のうち、納豆製造に使用される大豆は約14万tで、このうち国産大豆は約2万tである。納豆用には主に小粒大豆が利用され、米国やカナダからの輸入小粒大豆が大半を占めるが、これら輸入大豆に対する差別化や消費者の安全安心志向を受けて、国産の小粒大豆にも堅調な需要があり、納豆専用の小粒大豆品種が各地で栽培されている。

現在の東北における納豆用主力品種である「コスズ」は、岩手県、宮城県、秋田県、福島県等で合計約500ha作付けされている。「コスズ」の納豆加工適性は良好であるが、東北南部地域に分布が認められるダイズモザイクウイルス(SMV)のC及びD系統に対して抵抗性を有しておらず、また蔓化・倒伏し易い短所があるため、病害抵抗性や耐倒伏性等の機械化適性を強化した品種が求められている。東北農研センターで2004年に育成した「すずかおり」はSMVのC及びD系統抵抗性を有し、耐倒伏性を強化した品種であるが、最下着莢節位高が低いため機械化適性が十分でなく、また、成熟期が中生で作期分散が図りにくい等、大豆作の大規模化に向けて改良の余地が残されていた(河野ら 2006)。

今回育成した「すずほのか」は、SMVのC及びD系統に抵抗性を有し、「コスズ」より短茎で耐倒伏性が優り、また最下着莢節位高が「すずかおり」よりも高く、コンバイン収穫等の機械化適性が一層向上している。また、早熟なことから作期の分散が可能である。そこで、これらの優れた特性を有する「すずほのか」を品種登録出願(2007年8月)し、東北において「コスズ」の置き換えを中心に普及を図ることとした。この機会に、本品種の来歴、育成経過、特性等について報告し、普及の参考に供したい。

「すずほのか」の育成に際し、奨励品種決定調査、

系統適応性検定試験並びに特性検定試験にあたられた公立農業試験研究機関の担当者各位には多大なご協力をいただいた。また、納豆加工適性試験について国産大豆協議会品質評価分科会及び納豆メーカー各社には格段のご協力を賜った。さらに東北農業研究センター大仙研究拠点職員の大嶋清悦、鎌田精孝、千葉 剛、栗津晃成、高橋建英、佐藤英次、佐藤義弘、加藤 昭、藤井 修、佐藤祐孝、佐藤光晴、高橋明浩、高貝久穂、佐藤康孝、高橋武志の各氏には育種業務の遂行にご尽力いただいた。ここに記して各位に深く感謝する。

II 来歴及び育成経過

1992年に東北農業試験場作物開発部大豆育種研究室(現東北農業研究センター大豆育種研究東北サブチーム(大仙研究拠点刈和野))において、SMV抵抗性で耐倒伏性に優れる納豆用極小粒品種の育成を目標に、SMV抵抗性で耐倒伏性、小粒、良質の「刈交778F₅」を母、納豆用の極小粒品種「コスズ」を父とした人工交配を行い、以後、選抜・固定を図り育成した(図1、表1)。

交配後の1993年にF₁個体を、1994年にF₂集団を養成し、1995年のF₃ではSMVのCとD系統のウイルスの人工接種により抵抗性個体を選抜した。その後、F₄で系統、F₅で系統群を作り、熟期や耐倒伏性等の選抜を行った。1999年に「刈系639号」として生産力検定予備試験、系統適応性検定試験及び特性検定試験等に供試し、早熟でSMVに強く耐倒伏性も優

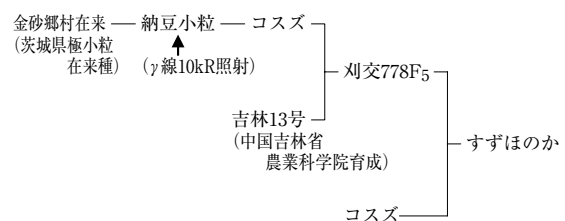


図1 「すずほのか」の系譜

れたことから2000年に「東北146号」の地方番号を付し、以後、生産力検定試験、奨励品種決定調査、納豆加工適性試験等に供試した。その結果、「コスズ」に比較して、成熟期が早く収量と粒の外観品質は同程度であること、倒伏や蔓化及び褐斑粒の発生が少ないこと、納豆加工適性は「コスズ」並に良好であることが確認された。これらのことから2007年2月の作物試験研究推進会議・新品種候補審査委員会において新品種候補とすることが承認され、2007

年8月に「すずほのか」の名称で品種登録出願を行った。育成終了の世代はF₁₄である。

なお、「すずほのか」(英語表記：Suzuhonoka)の品種名は、莢が鈴なりに稔り、稔った大豆が香りがくわしい納豆になるようお願い命名した。

Ⅲ 特性の概要

「すずほのか」の形態的特性、生態的特性及び品質特性を表2、表3及び表4にそれぞれ示した。こ

表1 育成経過

年次	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
世代	交配	F ₄	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	
供試	系統群数					15	6	3	1	1	1	1	1	1	1	
	系統数					95	75	30	21	7	7	7	7	7	7	
	個体数	101花	59	2788	1410	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	
選抜	系統数					15	6	3	1	1	1	1	1	1	1	
	個体数	36莢	57		95	75	30	21	7	7	7	7	7	7	7	
	粒数	59	10736	8200												
備考									刈系 東北							
									639号 146号							

注. 1) 「×25」は各系統25個体よりなることを示す。

表2 形態的特性

品種名	胚軸のアントシアニンの着色	小葉の形	花の色	毛茸		主茎の長さ	主茎節数	分枝数	一莢内粒数	伸育型	熟莢の色	粒		種子の色	種皮の色	臍色		
				多	形							大きさ	形					
すずほのか	有	三角形	紫	中	直	白	中	やや多	多	多	有限	淡	極小	球	弱	黄	黄白	黄
コスズ	有	卵形	紫	中	直	白	長	多	多	やや多	有限	淡*	極小*	球*	弱	黄	黄白	黄
すずかおり	有	卵形	紫	中	直	白	中	中	中	有限	淡	極小	球	弱	黄	黄白	黄	
鈴の音	有	三角形	紫	中	直	白	中	中	やや多	有限	中	小	球	弱	黄	黄	黄	
スズユタカ	有*	卵形*	紫*	中*	直*	白*	中*	中*	中*	有限*	濃*	中*	扁球*	弱*	黄*	黄白*	黄*	

注. 1) 各形質の分類は審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年3月)に従い、育成地での観察、調査に基づいて行った。

2) *は当該形質について標準品種になっていることを示す。

3) 「すずかおり」は「すずほのか」と同じ交配組合せから育成された姉妹品種。

表3 生態的特性

品種名	開花期	成熟期	生態型	裂莢の難易	最下着莢節位高	倒伏抵抗性	病虫害抵抗性						
							モザイクウイルス					ウイルス病圃場抵抗性	シストセンチュウ
							A	B	C	D	E		
すずほのか	中	やや早	中間型	中	中	強	強	強	強	強	弱	強	弱
コスズ	やや晩	中	中間型	中	中	中	強	強	弱	弱	弱	中	弱
すずかおり	中	中	中間型	中	低	強	強	強	強	強	弱	強	弱
鈴の音	やや早	早	中間型	中	中	強	強	強	弱	弱	弱	中	弱
スズユタカ	やや晩	やや晩	中間型	中*	中	中	強	強	強	強	弱	強*	強*

注. 1) 各形質の分類は審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年3月)に従い、育成地での観察、調査に基づいて行った。

2) *は当該形質について標準品種になっていることを示す。

れら特性の分類は、主に特性検定試験並びに育成地における生産力検定試験に基づき行った。生産力検定試験は普通畑標準播(表5)、転換畑標準播(表6)及び普通畑晩播(表7)の3条件で実施したが、

以下の特性に関する具体的数値は、大豆作の大半が転換畑で行われていることから、転換畑標準播における数値を引用した。

1. 形態的特性

「すずほのか」の主茎長(68cm)は「コスズ」より17cm短く、主茎節数(15.5節)は1.9節少なく、分枝数(10.4本/株)は1.8本少なく、これにより主茎長は中、主茎節数はやや多、分枝数は多に分類される。また、伸育型は有限で、小葉の形は「コスズ」の卵形に対して三角形、花色と毛茸色は「コスズ」と同じでそれぞれ紫と白である。百粒重は9.7gで、粒大は「コスズ」と同様に極小である。種皮と臍の色はそれぞれ黄白と黄である。「すずほのか」の子実の幅と長さ及び厚さと幅の比は、それぞれ0.94、0.89であり、粒形は球に分類される(表8)。

表4 品質特性

品種名	粗蛋白質含有率	粗脂肪含有率	裂皮の難易	品質
すずほのか	高	低	中	中の上
コスズ	高	低	中	中の上
すずかおり	中	中	難	中の上
鈴の音	中	中	難	上下
スズユタカ	中*	中*	中	中の上*

注. 1) 各形質の分類は審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年3月)に従い、育成地での観察、調査に基づいて行った。
2) *は当該形質について標準品種になっていることを示す。

表5 普通畑標準播における生育、収穫物および品質調査成績

品種名	開花期 (月日)	成熟期	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度				全実重 (kg/a)	子実重 (%)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒程度			品質
						蔓	倒伏	ウイルス	立枯					紫斑	褐斑	裂皮	
すずほのか	7.28	10.2	72	16.4	10.4	微	中	無	微	51.1	27.6	103	9.5	微	無	微	中上
コスズ(標準)	8.04	10.12	84	17.3	10.8	微	多	無	微	51.2	26.7	100	9.4	微	微	微	中上
すずかおり(比較)	7.29	10.13	68	15.8	10.0	微	少	無	微	57.1	30.5	114	9.3	微	無	微	中中
鈴の音(比較)	7.27	9.26	71	15.8	7.7	微	微	無	微	42.7	23.1	87	11.2	微	無	微	中上

注. 1) 2000~2006年の7ヶ年平均。ただし、「すずかおり」は2001~2006年の6ヶ年平均。

表6 転換畑標準播における生育、収穫物および品質調査成績

品種名	開花期 (月日)	成熟期	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度				全実重 (kg/a)	子実重 (%)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒程度			品質
						蔓	倒伏	ウイルス	立枯					紫斑	褐斑	裂皮	
すずほのか	7.27	10.5	68	15.5	10.4	微	少	無	微	58.1	31.8	101	9.7	微	無	微	中上
コスズ(標準)	8.3	10.18	85	17.4	12.2	微	甚	無	微	60.8	31.6	100	10.1	微	微	微	中上
すずかおり(比較)	7.30	10.16	64	15.7	10.3	微	微	微	微	58.8	31.4	99	9.5	微	無	微	中上
鈴の音(比較)	7.25	9.29	69	15.4	8.2	微	微	無	微	55.0	30.5	97	11.7	微	無	微	中上

注. 1) 2000~2006年の7ヶ年平均。ただし、「すずかおり」は2001~2006年の6ヶ年平均。

表7 普通畑晩播における生育、収穫物および品質調査成績(育成地)

品種名	開花期 (月日)	成熟期	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度				全実重 (kg/a)	子実重 (%)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒程度			品質
						蔓	倒伏	ウイルス	立枯					紫斑	褐斑	裂皮	
すずほのか	8.7	10.10	57	14.0	7.9	微	少	無	微	40.8	23.4	101	9.5	微	無	微	中上
コスズ(標準)	8.12	10.18	67	14.8	7.7	微	中	無	微	43.1	23.2	100	9.3	微	微	微	中上
すずかおり(比較)	8.10	10.19	56	13.6	7.4	微	微	無	微	47.4	26.1	112	9.5	微	無	無	中上
鈴の音(比較)	8.8	10.4	53	13.1	5.5	微	微	無	微	34.5	20.3	88	10.8	微	無	微	中上

注. 1) 2000~2006年の7ヶ年平均。ただし、「すずかおり」は2001~2006年の6ヶ年平均。

2. 生態的特性

1) 早晩性及び収量性

「すずほのか」の開花期は7月27日で「コスズ」より7日早く、成熟期は10月5日で13日早いことから、開花期は中、成熟期はやや早に分類される。生態型は中間型である。子実重は31.8kg/aで「コスズ」並である。

2) 病虫害抵抗性

(1) ダイズモザイクウイルス抵抗性

育成地におけるダイズモザイクウイルスの病原系統別接種試験では、A、B、C及びD系統に対する抵抗性が確認され、「すずほのか」の抵抗性は強と判定される(表9)。

(2) ダイズシストセンチュウ抵抗性

北海道立十勝農業試験場におけるダイズシストセンチュウ抵抗性検定試験では、2ヶ年(2000、2005

年)ともに寄生度指数が抵抗性弱の標準品種「キタムスメ」並であり、「すずほのか」の抵抗性は弱と判定される(表10)。

(3) 紫斑病抵抗性

福島県農業試験場会津支場(現福島県農業総合センター会津地域研究所)で実施した紫斑病抵抗性検定試験において、指標品種の発病粒率と比較した2ヶ年(2000、2005年)の結果から「すずほのか」の紫斑病抵抗性は強と判定される(表11)。

(4) 立枯性病害抵抗性

岩手県農業研究センターで実施した立枯性病害抵抗性検定試験において、同一株内「Harosoy」対比を重点に判定した結果、2000年の立枯性病害抵抗性は中、2005年は強と判定された(表12)。したがって、「すずほのか」の立枯性病害抵抗性は、2ヶ年の平均によりやや強と分類される。

表8 粒形調査成績(育成地)

品種名	長さ	幅	厚さ	幅/長さ	厚さ/幅	判定
	(mm)	(mm)	(mm)			
すずほのか	5.63	5.31	4.69	0.94	0.89	球
コスズ	5.55	5.28	4.65	0.95	0.88	球
すずかおり	5.35	5.20	4.82	0.97	0.93	球
鈴の音	5.85	5.49	5.03	0.94	0.92	球

注. 1) 2004~2006年の3ヶ年平均。
2) 育成地普通畑標準播産50粒を調査した。
3) 粒形“球”の分類基準：幅/長さが0.85以上で厚さ/幅が0.85以上。

表9 ダイズモザイクウイルス病原系統別抵抗性検定試験成績(育成地)

品種名	ダイズモザイクウイルス病原系統				
	A	B	C	D	E
すずほのか	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(100)
デウムスメ	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(92)
農林4号	S(70)	S(100)	S(80)	S(80)	S(60)

注. 1) 試験年次は2001年。
2) 検定法：病原系統別に人工接種し、個体毎にモザイク症状の有無を観察した。
3) 括弧内の数字は発病個体率。抵抗性は発病個体率から判定し、R：0~10%、(R)：11~30%、(S)：31~50%、S：51~100%。
4) デウムスメ、農林4号はA~D系統に対する抵抗性が強と弱のそれぞれの指標品種である。

表10 ダイズシストセンチュウ抵抗性検定試験成績(北海道立十勝農業試験場)

品種名	寄生度指数						判定
	2000年			2005年			
	7月28日	8月9日	抵抗性	7月25日	8月2日	抵抗性	
すずほのか	64	-	S	50	44	S	弱
キタムスメ	78	83	S	51	62	S	弱
トヨムスメ	9	10	R	13	9	R	強
Peking	3	3	R	3	0	R	極強

注. 1) 検定試験は更別村レース3優占汚染圃場で実施。
2) 根の雌成虫の着生密度を個体毎に0(無)~4(甚)の階級値で表し、以下の式により寄生度指数を算出した。

$$\text{寄生度指数} = \frac{\sum (\text{階級値} \times \text{該当個体数}) \times 100}{4 \times \text{個体数}}$$

3) 抵抗性は標準品種の寄生度指数を参考にして判定し、R：抵抗性、S：罹病性で示した。
4) キタムスメは弱、トヨムスメは強、Pekingは極強の標準品種である。
5) 各年次の月日は調査日を示す。

表11 紫斑病抵抗性検定試験成績(福島県農業試験場会津支場)

品種名	2000年		2005年	
	発病粒率(%)	判定	発病粒率(%)	判定
すずほのか	15.3	強	0.7	強
赤茨(長野)	1.6	強	0.8	強
タマヒカリ	16.6	やや強	9.6	やや強
スズユタカ	20.2	中	10.3	中
エンレイ	29.5	中	18.6	中

注. 1) 現・福島県農業総合センター会津地域研究所
2) 判定：任意に抽出した100gの子実について発病粒率で判定。判定基準は指標品種の発病粒率を元に各年毎に定めた。2000年の判定基準は、強：1.6~16.6、やや強：16.7~24.9、中：25.0~29.9、やや弱：30.0~40.0、弱：40.1~100(単位%)。2005年の判定基準は、強：0.7~9.5、やや強：9.6~14.5、中：14.6~20.0、やや弱：20.1~40.0、弱：40.1~100(単位%)。
3) 赤茨(長野)は強、タマヒカリはやや強、スズユタカとエンレイは中の指標品種である。

3) 機械化適性

「すずほのか」の倒伏抵抗性は、転換畑での倒伏程度が「コスズ」の甚に対して少と3ランク低く(写真2)、また、普通畑標準播及び晩播においても「コスズ」より倒伏が少ないことから、倒伏抵抗性は強と判定される。最下着莢節位高は「コスズ」並で中に分類される(表13)。裂莢の難易について、熱風乾燥処理(土屋・砂田 1978)による裂莢性検定試験の結果、「すずほのか」の裂莢率から「スズ

ユタカ」並の中に分類され、「コスズ」と同じである(表14)。以上より、「すずほのか」の最下着莢節位高並びに裂莢性は「コスズ」と同程度であるが、耐倒伏性が強いいため機械化適性は「コスズ」より優れると言える。

3. 品質特性

1) 粒の外観品質、粒度分布、裂皮性及び子実成分

「すずほのか」の粒の外観品質は生産力検定試験

表12 立枯性病害抵抗性検定試験成績(岩手県農業研究センター)

品種名	2000年				2005年			
	発病株率(%)	平均発病度	同一株内Harosoy対比	判定	発病株率(%)	平均発病度	同一株内Harosoy対比	判定
すずほのか	95.6	1.74	0.731	中	88.0	1.26	0.383	強
ナンブシロメ	100.0	2.28	1.005	弱	100.0	2.64	0.745	弱
ワセスズナリ	94.6	1.62	0.745	中	100.0	2.99	0.822	弱
スズカリ	95.1	1.51	0.628	強	100.0	2.13	0.596	やや強

- 注. 1) 1株に供試品種・系統とHarosoyを混植し、Harosoyが罹病した株だけを調査対象とした。
 2) 発病度は、0:発病無し、1:地際部に褐変が認められる、2:褐変が地際部全体を巻き巻いている、3:褐変が地際部を中心に長く伸びている、4:主根が腐朽、5:枯死、とする階級値を個体毎に与え、次式によって算出した。発病度 = $\{ \sum (\text{階級値} \times \text{該当株数}) / (\text{全調査株数} \times 5) \} \times 100$
 3) 同一株内Harosoy対比は、同一株内のHarosoyの発病度に対する供試系統の発病度として算出した。
 4) 判定は同一株内Harosoy対比を重点に行った。2000年の判定は、強:同一株内Harosoy対比0.629未満、やや強:0.629~0.699、中:0.700~0.799、やや弱:0.800~1.004、弱:1.005以上。2005年の判定は、強:同一株内Harosoy対比0.500未満、やや強:0.500~0.599、中:0.600~0.649、やや弱:0.650~0.699、弱:0.700以上。
 5) ナンブシロメは弱、ワセスズナリは中、スズカリはやや強の指標品種である。

表13 最下着莢節位高調査成績(育成地)

品種名	最下着莢節位高(cm)	判定
すずほのか	15.6	中
コスズ	15.9	中
すずかおり	12.8	低
鈴の音	16.9	中
スズユタカ	18.4	中

- 注. 1) 2000~2006年の7ヶ年平均。ただし、「すずかおり」は2001~2006年の6ヶ年平均。
 2) 普通畑標準播における10株、3反復を調査した。
 3) スズユタカは中の標準品種である。

表14 熱風乾燥処理による裂莢率の調査成績(育成地)

品種名	裂莢率(%)	判定
すずほのか	83	中
コスズ	95	中
すずかおり	78	中
鈴の音	71	中
スズユタカ	3	難

- 注. 1) 2001、2002、2004~2006年の5ヶ年平均。
 2) 裂莢率は、成熟期の2週間後に60℃・3時間処理後、裂莢数を調査した。
 3) 2001、2002年は50莢を2反復、2004~2006年は50莢を3反復、それぞれ裂莢数を調査した。
 4) スズユタカは中、タチユタカは難の標準品種である。

表15 粒度分布調査成績(育成地)

品種名	篩目の大きさ						百粒重(g)
	4.2mm未満	4.3mm~4.8mm	4.9mm~5.4mm	5.5mm~6.0mm	6.1mm~6.6mm	6.7mm~7.2mm	
すずほのか	0.3	3.0	61.1	33.5	2.2	0.0	9.7
コスズ	0.2	5.2	69.5	25.0	0.1	0.0	9.1
すずかおり	0.5	6.4	75.9	17.1	0.1	0.0	9.4
鈴の音	0.1	3.2	35.7	53.2	7.5	0.2	10.5

- 注. 1) 2005~2006年の2ヶ年平均。
 2) 調査は普通畑標準播種産について各反復500g、2反復について行った。
 3) 粒度は重量比(%)。

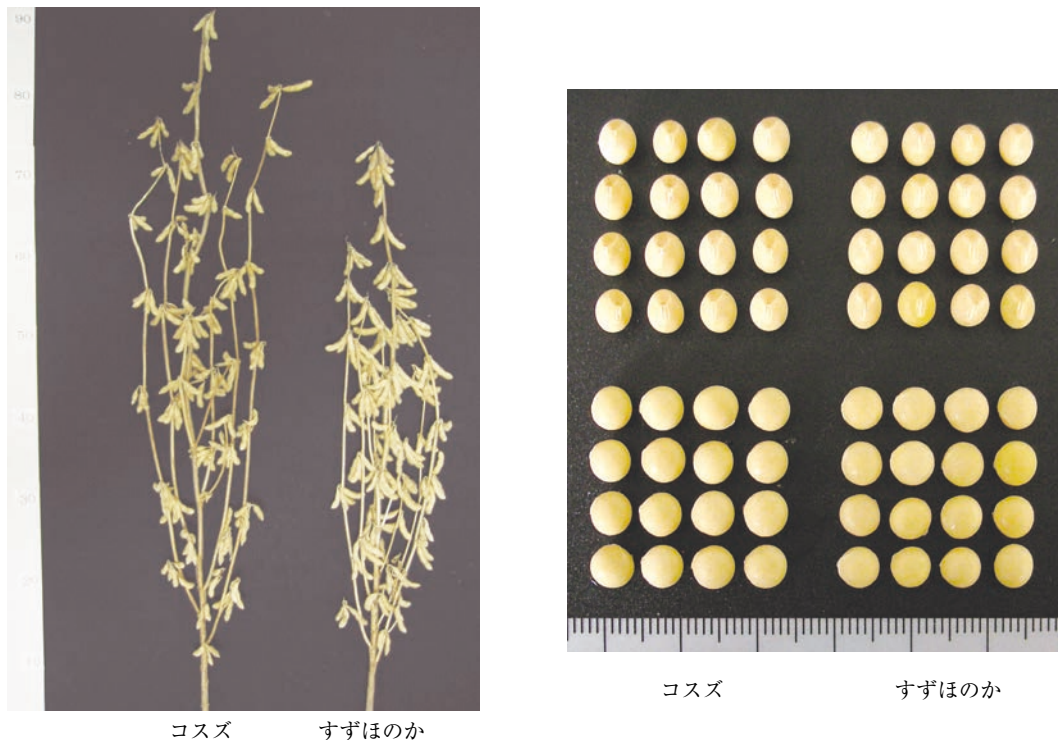
の障害粒発生程度等から「コスズ」と同じ中の上に分類される。粒度分布は標準品種「コスズ」より5.5mm篩い上の割合がやや高い（表15）。裂皮の難易は、吸水・乾燥処理（村田ら 1991）による検定結果（表16）及び育成地における生産力検定試験の裂皮発生程度から「コスズ」並の中と判定される。「すずほのか」の粗蛋白質含有率はいずれの栽培条件でも中の標準品種「スズユタカ」よりも高く、高

の標準品種「エンレイ」に近いことから高に分類される（表17）。粗脂肪含有率は中の標準品種「スズユタカ」より低く、低に分類される。

2) 納豆加工適性

納豆製造時に特に問題となる石豆（水に浸漬しても吸水しない子実）の検定試験の結果、「すずほのか」に石豆の発生は見られなかった（表18）。

「すずほのか」の納豆加工適性試験は、国産大豆



コスズ すずほのか

写真1 「すずほのか」の草本と子実の形態

- 注. 1) 2006年東北農業研究センター大仙研究拠点 水田転換畑産
2) 2006年6月2日播種、畦幅75cm、株間16cm、1株2本立



すずほのか コスズ

写真2 「すずほのか」と「コスズ」の熟期と耐倒伏性の違い

- 注. 1) 撮影：2006年10月上旬
2) 2006年東北農業研究センター大仙研究拠点 水田転換畑
3) 2006年6月2日播種、畦幅75cm、株間16cm、1株2本立

協議会品質評価分科会（茨城県工業技術センターで実施）において行った（表19）。納豆の硬さは「スズマル」より硬いが「コスズ」より軟らかく、明るさは「スズマル」に比べやや暗いが「コスズ」と同程度であった。納豆の官能評価は、硬さで「スズマル」より劣るが、その他項目並びに総合評価は「スズマル」や「コスズ」と大差なかった。また、品質評価分科会以外で行った、納豆メーカーや公立機関における納豆加工適性試験では、官能評価の総合評価は「コスズ」並であった（データ省略）。以上の結果から、「すずほのか」の納豆加工適性は「スズ

マル」よりやや劣るが「コスズ」並と言える。

IV 適地及び栽培上の留意点

1. 奨励品種決定調査における試験成績

「すずほのか」の奨励品種決定調査を2000～2006年の7ヶ年に延べ84箇所で行った。このうち各県農業試験場場内試験の成績概評を表20に示した。概評のうち劣るが延べ2箇所、やや劣るが延べ9箇所、再検討が延べ25箇所、やや有望が延べ11箇所であった。やや有望箇所の内訳は青森県で2箇所、岩手県で3箇所、宮城県で2箇所、福島県で3箇所、栃木

表16 吸水乾燥法による裂皮検定試験成績（育成地）

品種名	裂皮粒率(%)	判定
すずほのか	47	中
コスズ	54	中
スズユタカ	36	中
エンレイ	22	難

注. 1) 2005～2006年の2ヶ年平均。
2) 検定法：30℃・13時間吸水後、30℃・湿度80%で8時間以上乾燥後、裂皮の大きさが最大3mm以上の粒数を調査した。供試粒数は50粒2反復である。
3) スズユタカは中、エンレイは難の標準品種である。

表18 石豆検定試験成績（育成地）

品種名	石豆率(%)
すずほのか	0
コスズ	0
鈴の音	0

注. 1) 2001～2006年の6ヶ年平均。
2) 検定法：粒選した100粒をポリコップに入れ、蒸留水を十分に注ぎ、恒温器内で20℃・16時間放置後、吸水していない粒数を調査。

表17 子実成分調査成績（育成地）

品種名	粗蛋白質含有率(%)			粗脂肪含有率(%)		
	普通畑 標準播	転換畑 標準播	普通畑 晩播	普通畑 標準播	転換畑 標準播	普通畑 晩播
すずほのか	44.3	43.9	42.6	18.5	18.7	19.1
コスズ	43.4	44.9	43.2	18.3	18.2	18.4
すずかおり	42.2	42.0	40.8	19.3	19.5	19.7
鈴の音	42.6	43.4	41.8	19.7	19.3	19.7
スズユタカ（標準）	39.9	40.9	40.0	20.3	20.1	20.1
エンレイ（標準）	44.4	45.0	43.6	19.4	19.1	19.1

注. 1) 2000～2006年の7ヶ年平均。ただし、「すずかおり」は2001～2006年の6ヶ年平均。
2) 分析は近赤外分光分析法による無水分中の含有率。窒素蛋白質換算係数は6.25。
3) スズユタカは粗蛋白質含有率“中”、粗脂肪含有率“中”の標準品種。エンレイは粗蛋白質含有率“高”の標準品種。

表19 国産大豆協議会品質評価分科会における納豆加工適性試験成績

品種名	納豆		官能評価									
	硬さ(g)	明るさ(L*)	菌被り	溶菌	割れ	豆の色	香り	硬さ	味	糸引き	総合	
すずほのか	82.8	56.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.6	2.8	3.0	2.8	
コスズ	87.3	55.9	2.8	2.8	3.0	2.9	2.8	2.6	2.9	3.2	2.9	
スズマル（標準）	80.5	59.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
			(5)	良	少	少	良	良	軟	良	強	良
			官能評価の調査基準(3)	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通
			(1)	悪	多	多	悪	悪	硬	悪	弱	悪

注. 1) 育成地の2001～2005年の普通畑、転換畑、晩播および2004年福島農試産、延べ14点の平均。
2) 納豆加工適性試験は茨城県工業技術センターの常法により実施された。
3) 納豆の硬さ(g)は数値が大きいほど硬く、明るさ(L*)は数値が大きいほど明るい。
4) 官能評価は国産の納豆用小粒品種のなかで最も加工適性の評価が高い「スズマル」（北海道胆振産）を普通(3)とした5点法の相対評価。

県で1箇所であった。

奨励品種決定調査のうち「コスズ」が標準品種になっている箇所について比較したところ、標準播(58箇所平均)では成熟期が8日早い10月6日で、主茎長は14cm短く、蔓化、倒伏程度は1ランク低い0.8(微)と1.8(少)であった(表21)。子実重は28.7kg/aで「コスズ」対比98%、百粒重はやや軽く、品質は同等であった。晩播(23箇所平均)では成熟期が「コスズ」より7日早い10月10日で、主茎長は11cm短く、倒伏程度は2.7(中)に対し2ランク低い1.3(微)であった。百粒重はやや軽く、子実重と品質は「コスズ」並であった。

以上より、「すずほのか」の奨励品種決定調査における東北地域での成績は、収量、品質はコスズ並でかつ同品種より早熟で倒伏が少なく、また配付先での評価も悪くないことから、「すずほのか」を東北地域で「コスズ」の置き換えを中心に普及するこ

とに支障はないと言える。

2. 栽培適地

成熟期、ダイズモザイク病抵抗性及び公立試験研究機関における奨励品種決定調査成績等の成績から、「すずほのか」の栽培適地は東北全域と判断される。

3. 栽培上の留意点

「すずほのか」はダイズシストセンチュウ抵抗性を有していないため、連作やセンチュウ汚染圃場での栽培は避ける必要がある。

V 考 察

1. 期待される効果

2007年から新たな農業政策である品目横断的経営安定対策が導入され、生産の規模拡大が見込まれることから、作期の分散も可能で機械化適性が高く栽培しやすい大豆品種が一層求められている。また、

表20 奨励品種決定調査における成績概評一覧

県名	試験場所	2000年			2001年			2002年			2003年			2004年			2005年			2006年			標準品種
		収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	収量比 (%)	成熟期 (H)	概評	
青森	農研	93	+1	△	99	+1	◇	109	0	○	108	+5	◇	91	0	◇	92	-9	◇	87	+2	△	鈴の音(H12-16) コスズ(H17)
	畑園	94	+2	◇	89	+2	△	80	+2	△	84	+1	◇	90	+6	◇	95	+4	○	95	+4	△	
岩手	農研										109	-	○	93	-14	◇	92	-6	○	69	-4	◇	コスズ 鈴の音(H12) コスズ(H13-18)
	県北	108	+4	◇	95	-10	○	88	-13	◇	131	-12	◇	113	-9	◇	136	-11	△	118	-4	◇	
宮城	古川農試													109	-15	◇	100	-6	○	96	-11	○	コスズ
秋田	農試	90	+1	◇	113	-8	◇	108	-6	△													コスズ
山形	農研	82	+4	×																			鈴の音
	庄内	91	+9	◇																			鈴の音
	中山間	95	+5	◇																			鈴の音
福島	農セ										95	-7	◇	79	-5	◇	71	-3	○	80	-6	◇	コスズ
	会津地域													90	-4	◇	77	-9	○	38	-10	△	コスズ
	浜地域													91	-9	◇	76	-6	○	70	-11	◇	コスズ
新潟	農研	61	+11	×																			コスズ
栃木	農試				114	-26	○	81	-22	△													納豆小粒

注. 1) 概評 ◎: 有望、○: やや有望、◇: 再検討、△: やや劣る、×: 劣る。

表21 奨励品種決定調査における生育、収穫物、品質等に関するコスズとの比較

栽培条件 (延べ箇所数)	品種名	成熟期 (月.日)	主茎長 (cm)	生育中の障害		子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	品質
				蔓化	倒伏				
標準播 (58箇所)	すずほのか	10.6	70	0.8	1.8	28.7	98	9.8	3.9
	コスズ(標準)	10.14	84	2.1	3.0	29.3	100	10.3	4.0
晩播 (23箇所)	すずほのか	10.10	57	0.2	1.3	27.4	99	10.0	3.4
	コスズ(標準)	10.17	68	1.3	2.7	27.8	100	10.6	3.5

注. 1) 生育中の障害 無: 0、微: 1、少: 2、中: 3、多: 4、甚: 5。

2) 品質 上上: 1、上中: 2、上下: 3、中上: 4、中中: 5、中下: 6、下: 7。

同対策では等級間格差が設けられ、外観品質が助成単価に直接反映されることから、これまで以上に品質の高位安定化が重要となっている。

「すずほのか」は「コスズ」に比べ、短莖で耐倒伏性が優り栽培しやすい。「コスズ」よりも早熟なことから作期の分散が可能で、晩播栽培でもコンバイン収穫で必要となる立毛乾燥期間を確保しやすい。また、ダイズモザイクウイルスに強く褐斑粒による品質低下は見られない。これらの特性を有する「すずほのか」を品種登録して普及に移すことにより、東北地域における納豆用小粒大豆の生産規模拡大や高品質・安定生産に貢献することが期待される。

2. 今後の課題

大豆の主要土壌害虫であるダイズシストセンチュウは主に畑作地帯に分布し、水田転換畑での被害は顕在化していないが、今後、転換畑での長期連作や畑地化により土壌中のセンチュウ密度の高まりとともに顕在化する恐れがある。防除方法としては、適切な田畑輪換や抵抗性品種の作付けが有効である。これまで、東北農業研究センターでは納豆用小粒大豆品種として「コスズ」、「鈴の音」、「すずかおり」そして今回「すずほのか」を育成したが、いずれの品種もセンチュウ抵抗性を有していない。一方、納豆加工面では「コスズ」並の加工適性は達成できたが、実需者に定評のある「スズマル」並の評価を得るには至っていない。今後は、シストセンチュウ抵抗性の付与と納豆加工適性の一層の向上が望まれる。

VI 育成従事者

() 内は育成担当世代を示す。

高田吉丈 (F₃~F₁₄)、河野雄飛 (F₈~F₁₄)、加藤信 (F₁₂~F₁₄)、湯本節三 (F₂~F₆、F₁₁~F₁₄)、島田信二 (F₆~F₁₁)、境 哲文 (F₆~F₁₁)、島田尚典 (F₅~F₉)、高橋浩司 (交配~F₈)、故足立大山 (F₄~F₇)、田淵公清 (F₄~F₆)、菊池彰夫 (F₄~F₆)、中村茂樹 (交配~F₄)、伊藤美環子 (交配~F₂)、番場宏治 (交配)

引用文献

- 1) 河野雄飛, 湯本節三, 高田吉丈, 加藤 信, 島田信二, 境 哲文, 島田尚典, 高橋浩司, 足立大山, 田淵公清, 菊池彰夫, 中村茂樹, 伊藤美環子, 番場宏治. 2006. ダイズモザイクウイルス抵抗性の納豆用極小粒ダイズ新品種「すずかおり」の育成. 東北農研研報 105: 17-33.
- 2) 村田吉平, 菊池彰夫, 酒井真次. 1991. 大豆裂皮性簡易検定法(吸水裂皮法)について. 日作東北支部会報 34: 57-58.
- 3) 農林水産先端技術産業振興センター. 2004. 審査基準国際統一委託事業調査報告書. 31p.
- 4) 土屋武彦, 砂田喜与志. 1978. 大豆の裂莢性に関する育種学的研究. II 裂莢性の検定方法と品種間差異. 北海道立農試集報 39: 19-26.

研究資料

東北地域における直播水稻の登熟特性と収量・品質関連形質

吉永 悟志^{*1)}・白土 宏之^{*1)}・長田 健二^{*1)}・福田あかり^{*1)}
 中林 光文^{*2)}・横山 裕正^{*2)}・木村 利行^{*2)}・日影 勝幸^{*3)}
 小田中温美^{*4)}・浅野 真澄^{*5)}・三上 雄史^{*5)}・島津 裕雄^{*5)}
 木川 裕美^{*5)}・三浦 恒子^{*6)}・若松 一幸^{*6)}・山川 淳^{*7)}
 井上 由紀^{*7)}・浅野目謙之^{*7)}・中山 芳明^{*8)}・島宗 知行^{*9)}
 鈴木 幸夫^{*9)}・木田 義信^{*10)}・佐々木園子^{*10)}

抄録：東北地域における水稻直播栽培の収量・品質の安定化に資するため、東北6県の農業試験研究機関および東北農業研究センターでは、2004～2006年に「水稻直播栽培における登熟向上要因の解明」に関する連絡試験を実施し、直播水稻の登熟関連特性や収量・品質関連形質を調査して移植水稻との特性比較を行った。各地の試験において、直播栽培では移植栽培と比較して籾数が減少し、平均で10%程度の収量性の低下が認められたが、登熟歩合の低下は認められず、千粒重は増大する傾向が確認された。籾数の減少は穂数あるいは1穂籾数の減少によるが、1穂籾数の減少が顕著であった調査地においては、2次枝梗着生籾の割合が減少することで登熟や玄米品質の安定化に有利になることが示唆された。一方、直播栽培による出穂期の遅れにともなう登熟気温の低下により、一部地域では高温登熟の回避による整粒歩合の向上が確認された。また、直播栽培において白米アミロース含有率が増加したものの、その程度は小さく、食味への影響は小さいことが示唆された。今後は、これらの知見をもとに、直播栽培の収量および品質安定化のための栽培法の確立につなげる必要がある。

キーワード：収量、水稻、直播、登熟、東北、品質

Grain Filling Properties and Characteristics of Yield and Grain Quality of Direct-seeded Rice (*Oryza stiva* L.) in Tohoku District : Satoshi YOSHINAGA^{*1)}, Hiroyuki SHIRATSUCHI^{*1)}, Kenji NAGATA^{*1)}, Akari FUKUDA^{*1)}, Mitsufumi NAKABAYASHI^{*2)}, Hiromasa YOKOYAMA^{*2)}, Toshiyuki KIMURA^{*2)}, Katsuyuki HIKAGE^{*3)}, Atsumi ODANAKA^{*4)}, Masumi ASANO^{*5)}, Yushi MIKAMI^{*5)}, Hiro SHIMAZU^{*5)}, Hiromi KIKAWA^{*5)}, Chikako MIURA^{*6)}, Kazuyuki WAKAMATSU^{*6)}, Atsushi YAMAKAWA^{*7)}, Yuki INOUE^{*7)}, Noriyuki ASANOME^{*7)}, Yoshiaki NAKAYAMA^{*8)}, Tomoyuki SHIMAMUNE^{*9)}, Yukio SUZUKI^{*9)}, Yoshinobu KIDA^{*10)} and Sonoko SASAKI^{*10)}

-
- * 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Yotsuya, Daisen, Akita 014-0102, Japan)
 - * 2) 青森県農林総合研究センター (Aomori Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, Kuroishi, Aomori 036-0522, Japan)
 - * 3) 岩手県農業研究センター (Iwate Agricultural Research Center, Kitakami, Iwate 024-0003, Japan)
 - * 4) 岩手県立農業大学校 (Iwate Agricultural Junior College, Kanegazaki, Iwate 029-4501, Japan)
 - * 5) 宮城県古川農業試験場 (Miyagi Prefecture Furukawa Agricultural Experiment Station, Osaki, Miyagi 989-6227, Japan)
 - * 6) 秋田県農林水産技術センター農業試験場 (Akita Prefectural Agriculture Fishery and Forestry Research Center, Akita, Akita 010-1231, Japan)
 - * 7) 山形県農業総合研究センター (Yamagata Prefectural Agricultural Research Center, Yamagata, Yamagata 990-2372, Japan)
 - * 8) 山形県置賜総合支庁 (Yamagata Prefecture Okitama Area General Branch Administration Office Government, Takahata, Yamagata 999-2174, Japan)
 - * 9) 福島県農業総合センター (Fukushima Agricultural Technology Center, Koriyama, Fukushima 963-0531, Japan)
 - * 10) 福島県農業総合センター浜地域研究所 (Hama-dori Research Center, Fukushima Agricultural Technology Center, Soma, Fukushima 979-2542, Japan)

2007年12月3日受付、2008年3月3日受理

Abstract : The characteristics of yield and grain quality of direct-seeded rice in Tohoku region was investigated under “a cooperative experiment for analysis of grain filling properties in direct-seeded rice”. The experiment was carried out at the prefectural agricultural experiment stations in the Tohoku district and at the National Agricultural Research Center for Tohoku region, in order to clarify the constraints for stabilization of yield and grain quality in the direct-seeding cultivation from 2004 to 2006. The yield of direct-seeded rice decreased about 10% due to decrease in the total number of spikelets, compared to that of transplanted rice, although grain filling rate did not decrease and weight of 1000 grains increased in direct-seeded rice. In case of the decrease in the total number of spikelets derived from lower number of spikelets per panicle in direct-seeded rice, the lower percentage of spikelets at 2nd rachis branch on the panicle, which is favorable for stabilization of the grain quality, was shown. And it is suggested that the direct-seeding cultivation is effective for the higher percentage of perfect grains because of the lower temperature at ripening period due to the delay of heading time. Furthermore, although the amylose content of grains in direct-seeded rice increased, the difference with that in transplanted rice was smaller than that affect on the taste quality. Hereafter, it is important to improve the cultivation method on the basis of knowledge in the experiment.

Key Words : Direct-seeding, Grain quality, Rice, Ripening, Tohoku region, Yield

目 次

1. 青森県における直播水稻の登熟関連特性と 収量・品質関連形質……………43	5. 山形県における直播水稻の登熟関連特性と 収量・品質関連形質……………66
2. 岩手県における直播水稻の登熟関連特性と 収量・品質関連形質……………49	6. 福島県における湛水直播水稻の登熟関連特 性と収量・品質関連形質……………69
3. 宮城県における直播水稻の登熟関連特性と 収量・品質関連形質……………55	7. 福島県における乾田直播水稻の登熟関連特 性と収量・品質関連形質……………73
4. 秋田県における直播水稻の登熟関連特性と 品質関連形質の移植水稻との比較……………62	8. 東北地域における直播水稻の登熟特性と品 質関連形質の特徴……………77

青森県における直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

青森県において水稻直播栽培（以後、直播栽培）が本格的に取り組まれるようになって約10年が経過し、2007年に直播栽培面積（主に湛水直播）は約140haとなったが、東北各県と比較するとかなり少ない状況である。直播栽培の普及が進まない理由として、①鳥害、②残草、③出穂の遅れ、④出芽・苗立ち不良、及びこれらを原因とする収量の不安定性が挙げられる。当県において現行の奨励品種を使用して直播栽培を行う場合、その出穂期は移植栽培と比較して7～10日程度遅れ、年次によっては登熟障害、収量・品質の低下を伴うことがある。直播栽培の普及には、収量・品質の安定化を図ることが重要であるが、今回は出穂後の気象（気温）が直播栽培の収量・品質に与える影響について検討した。

II 材料と方法

2004～2006年にゆめあかり、つがるロマンを用い、移植・直播栽培の作期移動試験を当センター境公園場で実施した。主な耕種概要は以下のとおりである。

1. 耕種概要

1) 作期（移植日または播種日）

移植：2004～2005年は5/13、5/20、5/27の3作期、2006年は5/12、5/19、5/26の3作期、計9作期
 直播：2004年は4/26、5/6、5/17の3作期、2005年は4/26、5/6、5/16の3作期、2006年は4/26、

5/8、5/16の3作期、計9作期

2) 移植・播種方法

移植：24.2株/m²、1株4本手植え、中苗（乾籾100g/箱、35日苗、2004～2005年はハウス畑育苗、2006年はハウス置床遮断育苗）
 直播：湛水土中条播（播種深度約1cm）、条間30cm、播種量は作期によって変更、催芽種子に乾籾重の1倍重相当のカルパーコーティング、播種後出芽揃まで落水管理を実施、各年次の作期別播種量、苗立数、播種後落水日数は表1のとおり

3) 施肥量（N成分量kg/a、基肥＋幼穂形成期追肥）

移植：2004～2006年とも0.6+0.2
 直播：2004年は0.6+0.2、2005～2006年は0.8+0.2

2. 調査項目

1) 出穂、登熟気温及び収量関連について

栽培方法及び気象条件が各年次・作期の生育ステージ、収量、収量構成要素等に与える影響について比較・検討した。なお、統計検定は分散分析法を用いた。

2) 玄米品質関連について

品質関連形質の分析は東北農業研究センターが担当し、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計（Infratec1241 フォス・ジャパン社製）を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器（RQI10A サタケ社製）により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース

表1 直播栽培における各年次・作期の播種量・苗立数・播種後落水管理日数

品種年次	作期	播種量 (kg/10a)	苗立数 (本/m ²)	播種後落水日数(日)	品種年次	作期	播種量 (kg/10a)	苗立数 (本/m ²)	播種後落水日数(日)
ゆめあかり					つがるロマン				
2004	4.26	5	50	15	2004	4.26	5	77	15
	5.6	5	166	12		5.6	5	164	12
	5.17	5	169	13		5.17	5	173	13
2005	4.26	5	88	27	2005	4.26	5	84	27
	5.6	6	68	25		5.6	6	44	25
	5.16	4	57	23		5.16	4	65	23
2006	4.26	10	118	27	2006	4.26	10	144	27
	5.8	6	145	17		5.8	6	93	17
	5.16	4	123	13		5.16	4	106	13

含有率をオートアナライザーⅡ型(ブラン・ルーベ社製)により測定した。さらに、食味計(トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製)を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。なお、移植及び直播で設定した3作期を作期幅ととらえ、それぞれの平均値を分散分析により解析した。

Ⅲ 結 果

1. 出穂、登熟気温及び収量関連について

表2は移植・直播栽培における出穂・登熟条件及び収量関連形質について、表3は直播・移植栽培における枝梗別籾数及び登熟歩合について調査した結果である。直播栽培の出穂期は、移植栽培と比較して、ゆめあかりで7日、つがるロマンで6日遅かった。同様に成熟期は、両品種とも10日遅かった。また、このような出穂の遅れに伴い、直播栽培の出穂後20日・40日の登熟気温は、両品種とも1.0℃前後低かった。直播栽培の精玄米重は両品種とも移植栽培と比較して低く、栽培方法による有意差がみられ、精玄米重指数の3か年平均値は、ゆめあかりで85%、つがるロマンで83%であった。直播栽培の m^2 穂数は、両品種とも移植栽培より少ない傾向が認められるとともに、1穂籾数も直播栽培で減少した。また、1次・2次枝梗別籾数では、1次枝梗籾数では両品種とも栽培方法による有意差はみられなかったが、2次枝梗籾数では両品種とも有意差がみられ、直播栽培で少なかった。これらにより、直播栽培の総籾数は、両品種とも少なく、栽培方法による有意差がみられた。直播栽培の登熟歩合は、移植栽培と比較して同等ないしやや優り、ゆめあかりでは栽培方法による有意差がみられたが、つがるロマンでは有意差はみられなかった。1次・2次枝梗別籾の登熟歩合では、両品種とも有意差はみられなかった。また、直播栽培の千粒重は両品種とも大きく、栽培方法による有意差がみられた。

2. 玄米品質関連について

表4は移植・直播栽培における玄米品質関連形質について調査した結果である。直播栽培の玄米タンパク含有率は、移植栽培と比較して同等ないし低く、ゆめあかりでは栽培方法による有意差がみられたが、つがるロマンでは有意差はみられなかった。また、直播栽培の白米アミロース含有率は、両品種とも移植栽培と比較して高く、栽培方法による有意差がみられた。味度値は栽培方法による有意差はみ

られなかったものの、両品種とも直播栽培で高かった。次に、直播栽培の整粒歩合は両品種とも移植栽培と比較して高く、栽培方法による有意差がみられた。未熟粒歩合は両品種とも移植栽培と比較して有意に低くなるとともに、胴割粒歩合も両品種とも移植栽培と比較して低い傾向にあった。玄米粒形については、長さ、幅ともに栽培方法による有意差がみられ、直播栽培で増大した。また、厚さは栽培方法による有意差はみられなかったものの、両品種とも直播栽培でやや厚かった。

Ⅳ 考 察

1. 出穂、登熟気温及び収量関連について

直播栽培では精玄米重が移植栽培より大きく劣るが、その大きな要因として、 m^2 当たり穂数が少ない傾向を示すとともに、1穂籾数が少ないため、 m^2 籾数が減少することが挙げられる。当県の直播栽培では、播種後から出芽揃まで落水管理を実施するが、播種後の低温で出芽が遅れる場合には落水期間が長引くため、この期間の肥料の流亡が大きくなる可能性が考えられる。その結果、幼穂形成期前後に生育量が十分に確保されず、穂数不足・籾数不足に繋がると推察される。また、直播栽培で移植栽培並みの m^2 籾数を確保するためには、幼穂形成期前後の生育量が移植栽培よりかなり大きくないと不可能であることが推察される(図1～3)。

直播栽培では出穂期が移植栽培より遅れ、登熟期間の気温も移植栽培より低いが、登熟歩合は移植栽培並かそれ以上となっている。1次・2次枝梗別籾の構成をみみると、直播栽培では1次枝梗籾数は移植栽培とほぼ同じであるが、2次枝梗籾は少なくなっている。それぞれの登熟歩合をみみると、1次枝梗籾では直播栽培、移植栽培ともほとんど差がみられないが、2次枝梗籾では直播栽培が大きく低下している。直播栽培では登熟力の大きい1次枝梗籾が多いことで、登熟歩合を高めていると推察される(図4及び5)。

直播栽培では玄米千粒重が移植栽培より大きい。玄米千粒重と籾数の関係では、両品種とも1次枝梗籾割合では正の相関が(図6及び7)、2次枝梗籾割合では負の相関が、 m^2 籾数では負の相関がみられる。玄米千粒重と出穂後の気温との関係では、両品種とも出穂後11日以降の気温と強い負の相関があり(表5)、気温が高いほど玄米千粒重が小さくな

表2 移植・直播栽培における出穂・登熟条件及び収量関連形質

品種 年次	栽培法	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	登熟気温	登熟気温	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂	総	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
				40日 (°C)	20日 (°C)				粒数 (粒)	穂数 (×千/m ²)			
ゆめあかり													
2004	移植	7.30	9.8	22.5	24.4	596	(100)	460	80.5	37.1	79.8	22.2	0.0
	直播	8.2	9.16	22.0	23.3	527	88	409	67.6	27.3	86.3	23.1	0.3
2005	移植	8.2	9.12	23.9	25.6	678	(100)	491	88.6	43.3	82.0	20.5	0.0
	直播	8.11	9.22	22.6	24.2	522	77	384	72.2	27.8	88.9	23.0	0.0
2006	移植	8.4	9.15	23.3	24.9	631	(100)	482	81.3	39.0	86.4	21.4	0.0
	直播	8.12	9.25	22.1	24.5	568	90	438	67.0	29.6	86.2	22.3	0.0
平均	移植	8.1	9.11	23.2	25.0	635	(100)	478	83.5	39.8	82.8	21.4	0.0
	直播	8.8	9.21	22.3	24.0	539	85	410	68.9	28.2	87.1	22.8	0.1
有意差(栽培法間差)						**	**	**	**	*	**	-	
つがるロマン													
2004	移植	7.31	9.10	22.4	24.0	598	(100)	396	85.6	33.7	82.9	23.3	0.0
	直播	8.4	9.20	21.5	22.5	507	85	398	61.4	24.2	85.7	24.3	1.3
2005	移植	8.5	9.16	23.3	24.9	671	(100)	421	89.3	37.4	86.5	21.4	0.0
	直播	8.13	9.27	22.2	24.1	538	80	351	78.8	27.7	85.7	24.0	0.7
2006	移植	8.7	9.19	22.8	24.9	611	(100)	417	83.3	34.9	90.2	22.5	0.0
	直播	8.14	9.28	21.7	24.2	522	85	389	65.8	25.6	88.6	24.0	0.0
平均	移植	8.4	9.15	22.8	24.6	627	(100)	411	86.1	35.3	86.5	22.4	0.0
	直播	8.10	9.25	21.8	23.6	522	83	379	68.7	25.9	86.7	24.0	0.7
有意差(栽培法間差)						**	ns	**	**	ns	**	-	

注. 1) 各年次の移植・直播栽培の数値は、各年次の全作期の平均値で示した。

2) 精玄米重は粒厚1.9mm以上、水分15.0%換算。

3) **、*は1%及び5%水準で有意差有り、nsは有意差なしを示す。

4) 気象データは黒石アメダス値を使用、以下同様。

表3 移植・直播栽培における枝梗別穂数及び登熟歩合

品種 年次	栽培法	1穂穂数(粒)			登熟歩合(%)		
		1次枝梗	2次枝梗	合計	1次枝梗	2次枝梗	全体
ゆめあかり							
2004	移植	44.5	36.1	80.5	-	-	79.8
	直播	42.4	25.2	67.6	-	-	86.3
2005	移植	44.3	44.3	88.6	91.0	73.5	82.0
	直播	44.7	27.4	72.2	93.1	82.2	88.9
2006	移植	44.3	37.0	81.3	91.4	80.8	86.4
	直播	43.0	24.0	67.0	92.8	74.4	86.2
平均	移植	44.4	39.1	83.5	91.2	77.1	82.8
	直播	43.4	25.5	68.9	93.0	78.3	87.1
有意差(栽培法間差)		ns	**	**	ns	ns	*
つがるロマン							
2004	移植	48.7	36.9	85.6	-	-	82.9
	直播	39.9	21.5	61.4	-	-	85.7
2005	移植	46.3	43.0	89.3	94.2	78.2	86.5
	直播	47.3	31.5	78.8	93.9	73.6	85.7
2006	移植	46.4	36.9	83.3	94.8	84.5	90.2
	直播	40.9	24.9	65.8	95.0	78.4	88.6
平均	移植	47.2	38.9	86.1	94.5	81.3	86.5
	直播	42.7	26.0	68.7	94.5	76.0	86.7
有意差(栽培法間差)		ns	**	**	ns	ns	ns

表4 移植・直播栽培における玄米品質関連形質

品種 年次	栽培法	玄米 タンパク (%)	アミロー ス含有率 (%)	味度値	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			2次枝梗 着生割合 (%)
								長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	
ゆめあかり											
2004	移植	5.8	19.1	-	82.4	12.5	2.8	5.16	2.80	1.96	44.7
	直播	5.7	19.7	-	86.3	10.8	1.6	5.26	2.89	2.00	36.8
2005	移植	6.5	17.6	58	82.9	16.7	0.5	5.09	2.72	1.91	49.9
	直播	6.0	19.5	65	89.2	9.5	1.3	5.22	2.80	1.93	38.0
2006	移植	6.3	16.4	70	72.6	26.3	1.1	5.03	2.75	1.97	45.2
	直播	5.9	19.3	76	88.9	10.0	1.1	5.17	2.83	2.00	35.4
平均	移植	6.2	17.7	64	79.3	18.5	1.5	5.09	2.75	1.94	46.6
	直播	5.9	19.5	70	88.1	10.1	1.3	5.22	2.84	1.98	36.7
有意差 (栽培法間差)		*	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**
つがるロマン											
2004	移植	5.7	19.9	-	74.7	12.5	10.3	5.10	2.89	2.00	43.1
	直播	5.7	20.8	-	87.3	8.5	2.7	5.29	2.96	2.03	34.8
2005	移植	6.3	18.3	65	86.0	11.3	2.7	5.12	2.79	1.94	48.1
	直播	6.2	20.8	68	88.6	7.6	3.8	5.26	2.88	1.95	39.8
2006	移植	6.1	17.8	75	75.8	19.5	4.8	5.03	2.80	1.99	44.2
	直播	5.9	19.9	81	88.4	9.5	2.1	5.17	2.88	2.00	37.6
平均	移植	6.0	17.5	70	78.8	14.5	5.9	5.08	2.83	1.97	45.2
	直播	6.0	20.5	76	88.1	8.5	2.9	5.24	2.91	1.99	37.4
有意差 (栽培法間差)		ns	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**

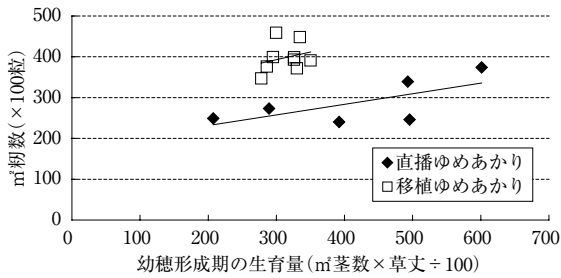


図1 ゆめあかりの幼穂形成期生育量とm²当り粒数の関係

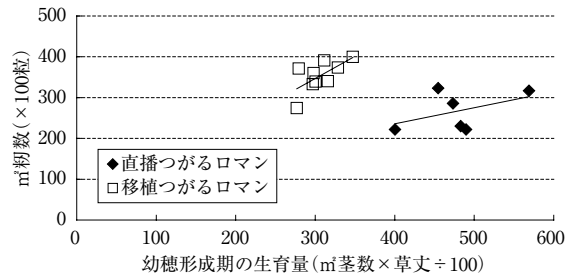


図2 つがるロマンの幼穂形成期生育量とm²当り粒数の関係

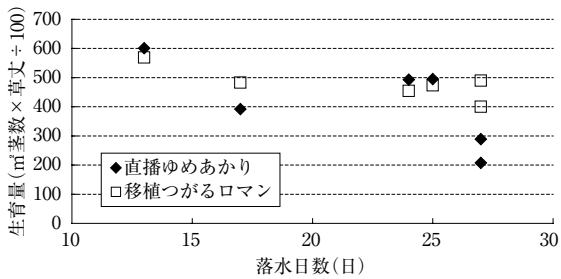


図3 直播栽培での播種後落水管理日数と幼穂形成期生育量の関係

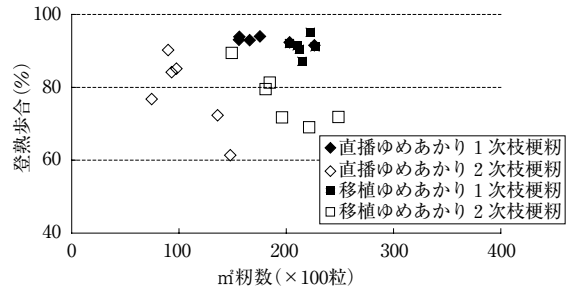


図4 ゆめあかりの栽培方法別の1次・2次枝梗の登熟歩合

注. 1) 図1～3の幼穂形成期生育量は前後の生育調査結果からの推定。
2) 図1～3のデータは直播が2005～2006年、移植が2004～2006年。

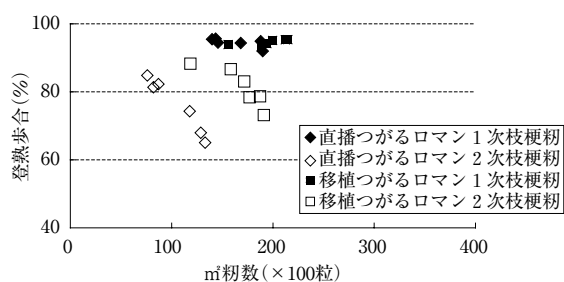


図5 つがるロマンの栽培方法別の1次・2次枝梗粉の登熟歩合

注. 図3～4のデータは直播、移植とも2005～2006年。

る。直播栽培では登熟力の強い1次枝梗粉が多く、また、移植栽培より生育が遅れることで出穂後の気温が低いという有利な条件になることから、玄米千粒重が大きくなるものと推察される。

2. 玄米品質関連について

登熟気温（出穂後40日までの平均気温）が各玄米品質に与える影響を検討したところ、品種によって気温の影響を受ける時期は異なる（表5）。出穂後の気温が高い条件では、味度値の低下、玄米タンパク含有率の増加、白米アミロース含有率の低下、整粒歩合の低下、未熟粒歩合の増加、胴割粒歩合の増加が確認されるとともに、玄米粒形は長さ、幅は小

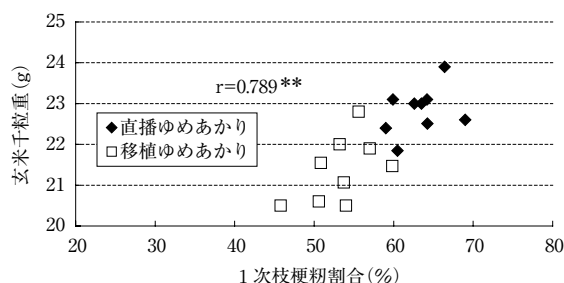


図6 ゆめあかりの1次枝梗粉割合と玄米千粒重の関係

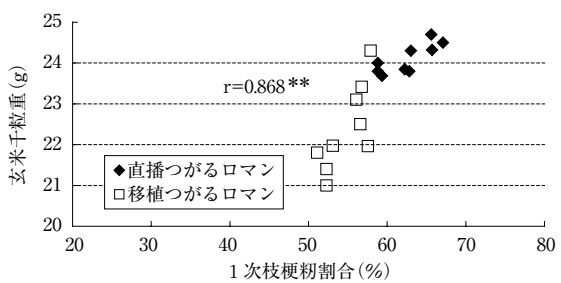


図7 つがるロマンの1次枝梗粉割合と玄米千粒重の関係

表5 出穂後日数別の平均気温が玄米千粒重及び玄米品質に与える影響

品種・形質	出穂後				出穂後		
	1～10日	11～20日	21～30日	31～40日	1～20日	21～40日	40日間
ゆめあかり							
玄米千粒重 (g)	-0.065	-0.756**	-0.661**	-0.317	-0.586*	-0.628**	-0.659**
味度値	-0.873**	-0.816**	-0.793**	-0.862**	-0.902**	-0.845**	-0.938**
玄米タンパク含有率 (%)	0.029	0.839**	0.736**	0.250	0.621**	0.642**	0.687**
白米アミロース含有率 (%)	0.252	-0.524*	-0.667**	-0.228	-0.204	-0.583*	-0.402
整粒歩合 (%)	0.088	-0.176	-0.287	-0.324	-0.066	-0.377	-0.220
未熟粒歩合 (%)	-0.253	0.336	0.483*	0.199	0.069	0.441	0.252
胴割粒歩合 (%)	0.311	-0.313	-0.446	0.290	-0.013	-0.141	-0.075
玄米長 (mm)	0.209	-0.569*	-0.537*	-0.200	-0.265	-0.478*	-0.390
玄米幅 (mm)	-0.119	-0.816**	-0.644**	-0.314	-0.666**	-0.615**	-0.702**
玄米厚さ (mm)	-0.449	-0.698**	-0.614**	-0.437	-0.806**	-0.664**	-0.812**
つがるロマン							
玄米千粒重 (g)	-0.131	-0.717**	-0.655**	-0.586*	-0.669**	-0.720**	-0.784**
味度値	-0.841**	-0.890**	-0.770**	-0.822**	-0.951**	-0.837**	-0.917**
玄米タンパク含有率 (%)	-0.162	0.848**	0.514*	-0.004	0.603**	0.353	0.504*
白米アミロース含有率 (%)	0.222	-0.604**	-0.476*	-0.354	-0.352	-0.462	-0.466
整粒歩合 (%)	-0.266	-0.049	0.117	-0.611**	-0.190	-0.294	-0.290
未熟粒歩合 (%)	-0.221	0.281	0.145	0.324	0.084	0.264	0.200
胴割粒歩合 (%)	0.622**	-0.088	-0.340	0.625**	0.299	0.185	0.299
玄米長 (mm)	-0.008	-0.429	-0.076	-0.410	-0.349	-0.271	-0.370
玄米幅 (mm)	0.069	-0.808**	-0.436	-0.291	-0.620**	-0.422	-0.593**
玄米厚さ (mm)	-0.147	-0.817**	-0.552*	-0.159	-0.772**	-0.453	-0.671**

注. 1) **, *は1%、5%の水準で相関があり。

さくなり、粒厚は薄くなる。この傾向は、ゆめあかり、つがるロマンに共通して認められる。登熟気温が低い直播栽培は移植栽培と比較して、白米アミロース含有率は高くなるが、玄米タンパク含有率は同等ないし低い傾向にあり、味度値は高い傾向にあることから、食味的には移植栽培に劣らないことが推察される。また、整粒歩合は高く、未熟粒歩合・胴割粒歩合は低く、玄米の長さ・幅も移植栽培より大きいことから、外観品質的にも移植栽培に優ることが推察される。

3. ま と め

3か年の試験の結果、当県における直播栽培は収量性は移植栽培より劣るものの、玄米品質、食味については移植栽培より優れているという特徴を明らかにすることができた。今後、直播栽培は水稲生産技術として普及、拡大していくことが予想されるが、それに向けて収量及び品質安定化のための栽培方法を確立していく必要がある。

(中林光文・横山裕正・木村利行)

岩手県における直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

岩手県における水稻湛水直播栽培面積は1998年に13haであったが2006年には126haまで増加したものの、最近では収量の不安定性、雑草防除問題、特別栽培米の増加などにより直播栽培面積は頭打ちである。

しかし、省力・低コスト技術として直播栽培は重要な技術であり、作期拡大のメリットや食味品質に関する特徴を明らかにする必要がある。

本研究では、作期移動試験により移植栽培と比較した直播栽培の作期、登熟特性、食味品質関連形質の特徴について検討した。

II 材料と方法

岩手県農業研究センター（北上市）の圃場で、2004年から2006年まで移植栽培及び湛水直播栽培、3作期を設定し試験を行った。品種はあきたこまち及びひとめぼれを用いた。直播栽培は代かき同時打ち込み点播（2004～2005年）または条播機を装着した多目的田植機による条播（2006年）により行った。播種は、カルパー16粉粒剤を1倍重湿粉衣し乾糶換算で5 kg/10a程度播種し、出芽までは落水管理（落水出芽法）し出芽までは7～20日程度要した。試験において苗立ち本数は80～150本/m²程度であった。試験の播種または移植時期は表6のとおりである。基肥施肥量は耕起前に10aあたりN：P₂O₅：K₂O=6.0：12.0：9.0kg施用、追肥は幼穂形成期頃に10aあたりN：K₂O=2.0：2.0kg施用した。病虫害及び雑草防除は通常の管理とした。

稈・葉鞘中の非構造的炭水化物（Nonstructural Carbohydrate、以下NSC）含量は穂揃い期に採取した稲体について、大西・堀江（1999）の重量法により測定し、稲体窒素含量はケルダール法（ケルテック分析装置 フォス・ジャパン社製）により測定した。

品質関連形質の分析は東北農業研究センターが担当し、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計（Infratec1241 フォス・ジャパン社製）を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は

品質判別器（RQII0A サタケ社製）により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーⅡ型（ブラン・ルーベ社製）により測定した。さらに、食味計（トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製）を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。

気象データはアメダスデータ（アメダス地点：北上）を用いた。

III 結果と考察

1. 生育ステージと収量構成要素

直播栽培の出穂期は、移植栽培に比較し平均であきたこまちが5日、ひとめぼれが6日遅れ、これに伴い、直播栽培の登熟期間中の平均気温は3カ年平均で移植栽培よりあきたこまちが0.9℃、ひとめぼれが1.0℃低くなった（表6）。

千粒重については、出穂後20日間の登熟平均気温が低いほど玄米の長さ及び幅は大きくなる（図8）ため、出穂期が遅くなる直播栽培では、移植より玄米の長さ及び幅が大きくなり千粒重が増大する傾向が認められた（表7、8）。直播栽培の収量は移植栽培と比較し、あきたこまちが84%、ひとめぼれが86%と有意に劣った。直播栽培及び移植栽培ともに、一穂籾が多いほど総籾数が多くなり、総籾数が多いほど精玄米収量が高い傾向が認められるが、直播栽培では移植栽培に比較して一穂籾数が少なく、収量の制限要因のひとつであると考えられた（図9）。

このように、直播栽培では一穂籾数が減少し、総籾数が少なくなったことにより減収したが登熟歩合が高く千粒重が増大する特徴が認められた。

2. 穂揃い期の栄養状況（乾物重、NSC）

2次枝梗着生割合が高まることにより一穂籾数が増加するが、直播栽培では2次枝梗着生割合が高まるにつれて穂揃い期のNSC含有率が低下した（図10）。これは、籾形成にNSCが利用されたためと考えられるが、籾数確保や登熟性確保のためには稲体NSC含有率を十分高めておくことも重要であると考えられる。

一方、ひとめぼれでは移植（直播は播種）から穂揃い期までの積算日照時間が多いほど穂揃い期の

表6 播種から成熟期までの気象条件

栽培法		播種期 (月.日)	出芽期 (月.日)	移植期 (月.日)	出穂期 (月.日)	登熟気温 出穂後40日 (℃)	登熟気温 出穂後20日 (℃)	積算日照播 種(移植)~ 出穂(hrs)	成熟期 (月.日)
あきたこまち									
2004	直播(早)	4.30			8.6	22.2	23.2	392	9.24
	直播(普)	5.7			8.6	22.2	23.2	366	9.24
	直播(遅)	5.18			8.10	21.5	21.9	366	10.1
	移植(早)	4.09		5.6	7.30	23.3	25.0	387	9.13
	移植(普)	4.20		5.14	8.2	22.8	24.3	364	9.18
	移植(遅)	4.27		5.25	8.4	22.5	23.8	343	9.25
2005	直播(早)	5.2	5.23	-	8.9	23.4	24.6	316	9.24
	直播(普)	5.11	5.25	-	8.10	23.3	24.4	312	9.26
	直播(遅)	5.18	5.29	-	8.12	23.2	24.3	288	10.1
	移植(早)	4.11	-	5.6	8.4	24.3	25.7	360	9.16
	移植(普)	4.19	-	5.16	8.6	24.0	25.1	351	9.17
	移植(遅)	4.25	-	5.25	8.7	23.7	24.9	298	9.20
2006	直播(早)	5.2	5.12	-	8.9	23.3	25.5	324	9.20
	直播(普)	5.12	5.20	-	8.14	22.6	24.9	311	9.28
	直播(遅①)	5.22	5.28	-	8.18	21.6	24.1	272	10.4
	直播(遅②)	5.31	6.05	-	8.21	20.8	23.3	236	10.10
	移植(早)	4.10	-	5.8	8.5	24.3	26.3	312	9.13
	移植(普)	4.18	-	5.15	8.8	23.5	25.8	291	9.20
	移植(遅)	4.24	-	5.25	8.12	22.9	25.1	266	9.29
	平均	5.10	5.23		8.10	22.6	24.0	327	9.27
直播栽培 平均	直播(早)	5.1	5.18		8.8	23.0	24.4	344	9.23
	直播(普)	5.10	5.23		8.10	22.7	24.2	330	9.26
	直播(遅)	5.19	5.29		8.13	22.1	23.4	309	10.2
	平均	5.10	5.23		8.10	22.6	24.0	327	9.27
移植栽培 平均	移植(早)	4.10		5.7	8.3	23.9	25.7	353	9.14
	移植(普)	4.19		5.15	8.5	23.4	25.1	335	9.18
	移植(遅)	4.25		5.25	8.8	23.0	24.6	302	9.25
	平均	4.18			8.5	23.5	25.1	330	9.19
ひとめぼれ									
2004	直播(早)	4.30			8.9	21.6	22.3	419	9.28
	直播(普)	5.7			8.9	21.6	22.3	394	9.28
	直播(遅)	5.18			8.20	20.5	21.5	413	10.7
	移植(早)	4.9		5.6	8.3	22.7	24.1	412	9.18
	移植(普)	4.20		5.14	8.4	22.5	23.8	374	9.21
	移植(遅)	4.27		5.25	8.9	21.6	22.3	373	10.1
2005	直播(早)	5.2	5.23	-	8.14	22.8	24.2	329	10.3
	直播(普)	5.11	5.25	-	8.16	22.6	23.9	329	10.3
	直播(遅)	5.18	5.29	-	8.17	22.3	23.7	304	10.3
	移植(早)	4.11	-	5.6	8.8	23.5	24.7	387	9.20
	移植(普)	4.19	-	5.16	8.9	23.4	24.6	363	9.22
	移植(遅)	4.25	-	5.25	8.11	23.3	24.3	318	9.27
2006	直播(早)	5.2	5.12	-	8.13	22.8	25.1	346	9.28
	直播(普)	5.12	5.20	-	8.20	21.1	23.5	327	10.4
	直播(遅①)	5.22	5.28	-	8.21	20.8	23.3	282	10.10
	直播(遅②)	5.31	6.5	-	8.25	20.0	22.2	258	未達
	移植(早)	4.10	-	5.8	8.9	23.3	25.5	338	9.19
	移植(普)	4.18	-	5.15	8.11	23.1	25.2	323	9.27
	移植(遅)	4.24	-	5.25	8.16	22.1	24.7	283	10.5
	平均	5.10	5.23		8.15	21.8	23.3	349	10.2
直播栽培 平均	直播(早)	5.1	5.18		8.12	22.4	23.8	365	9.29
	直播(普)	5.10	5.23		8.15	21.7	23.2	350	10.1
	直播(遅)	5.19	5.29		8.19	21.2	22.8	333	10.7
	平均	5.10	5.23		8.15	21.8	23.3	349	10.2
移植栽培 平均	移植(早)	4.10		5.7	8.7	23.1	24.8	379	9.19
	移植(普)	4.19		5.15	8.8	23.0	24.5	353	9.23
	移植(遅)	4.25		5.25	8.12	22.3	23.8	325	10.3
	平均	4.18			8.9	22.8	24.4	352	9.25

表7 収量および収量構成要素

栽培法		精玄米重 (g/m ²)	移植対比 (%)	穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒)	総粒数 (千粒/m ²)	2次枝梗 着生率 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米 千粒重 (g/千粒)	倒伏程度 (0~4)	
あきたこまち											
2004	直播 (早)	496	94	412	62.7	25.8	29.1	91.7	22.6	0.0	
	直播 (普)	469	77	450	53.6	24.1	29.2	93.5	23.1	0.5	
	直播 (遅)	383	70	428	48.4	20.7	31.6	91.2	23.6	0.0	
	移植 (早)	530	—	566	63.2	35.8	29.3	74.7	21.4	3.6	
	移植 (普)	608	—	446	71.3	31.8	31.0	95.4	21.9	2.0	
	移植 (遅)	545	—	413	76.5	31.6	33.2	90.1	21.8	2.4	
	2005	直播 (早)	573	101	450	70.5	31.7	37.4	90.0	21.8	2.8
		直播 (普)	439	78	500	54.2	27.1	29.4	94.2	22.5	2.4
		直播 (遅)	468	79	492	69.3	34.1	34.4	93.6	23.0	0.6
		移植 (早)	566	—	408	83.5	34.1	46.0	90.6	22.1	1.0
		移植 (普)	561	—	409	76.2	31.2	43.0	90.7	21.5	1.0
		移植 (遅)	593	—	471	65.7	30.9	36.2	90.2	22.0	1.0
	2006	直播 (早)	382	77	325	62.7	20.4	32.1	94.1	21.3	0.0
		直播 (普)	493	92	385	67.2	25.9	26.9	95.8	21.1	0.0
		直播 (遅①)	514	87	477	52.7	25.1	36.1	93.4	22.9	0.0
直播 (遅②)		404	69	363	52.6	19.1	34.0	95.3	23.0	0.0	
移植 (早)		498	—	384	68.5	26.3	41.0	83.3	21.1	0.0	
移植 (普)		533	—	410	72.4	29.7	42.0	88.5	22.1	0.0	
移植 (遅)		588	—	433	77.4	33.5	38.4	92.7	21.2	0.0	
直播栽培 平均		484	91	396	65.3	26.0	32.9	91.9	21.9	0.9	
移植栽培 平均		467	82	445	58.3	25.7	28.5	94.5	22.2	1.0	
平均	455	79	466	56.8	26.6	34.0	92.7	23.2	0.2		
平均	469	84	435	60.1	26.1	31.8	93.1	22.4	0.7		
移植栽培 平均	移植 (早)	531	—	453	71.7	32.1	38.8	82.9	21.5	1.5	
	移植 (普)	567	—	422	73.3	30.9	38.7	91.5	21.8	1.0	
	移植 (遅)	575	—	439	73.2	32.0	35.9	91.0	21.7	1.1	
	平均	558	100	438	72.8	31.7	37.8	88.5	21.7	1.2	
有意差 (栽培法間差)		**		ns	**	*	**	*	*		
ひとめぼれ											
2004	直播 (早)	431	84	386	53.2	20.5	28.5	89.7	23.7	0.0	
	直播 (普)	471	74	453	49.9	22.6	30.2	94.3	23.7	0.0	
	直播 (遅)	333	56	456	49.2	22.4	32.7	86.1	23.7	0.0	
	移植 (早)	515	—	557	62.2	34.6	31.2	74.7	22.6	3.2	
	移植 (普)	638	—	482	63.0	30.4	31.9	95.7	23.0	2.0	
	移植 (遅)	591	—	448	72.0	32.3	32.5	87.7	22.3	2.0	
	2005	直播 (早)	585	92	541	61.1	33.0	31.5	85.9	22.8	2.8
		直播 (普)	498	91	536	54.8	29.4	30.0	85.8	23.1	2.9
		直播 (遅)	522	88	498	63.0	31.4	32.0	87.7	23.7	0.7
		移植 (早)	637	—	451	68.2	30.8	37.5	90.1	22.8	2.0
		移植 (普)	547	—	424	62.5	26.5	42.8	92.8	22.9	2.0
		移植 (遅)	594	—	433	60.2	26.1	31.5	96.2	23.5	2.0
	2006	直播 (早)	475	82	385	57.3	22.1	34.0	94.6	22.7	0.0
		直播 (普)	677	118	598	53.9	32.3	31.9	95.2	22.9	0.0
		直播 (遅①)	591	94	610	44.8	27.3	31.9	92.1	24.0	0.0
直播 (遅②)		452	72	418	60.4	25.3	40.1	87.7	22.5	0.0	
移植 (早)		582	—	432	64.0	27.6	38.3	91.4	22.6	0.0	
移植 (普)		576	—	387	65.5	25.3	40.6	92.7	23.9	0.0	
移植 (遅)		632	—	482	60.5	29.2	32.2	90.4	22.4	0.0	
直播栽培 平均		497	86	437	57.2	25.2	31.3	90.1	23.1	0.9	
移植栽培 平均		549	93	529	52.9	28.1	30.7	91.8	23.2	1.0	
平均	482	80	521	52.3	27.0	32.2	88.6	23.8	0.2		
平均	509	86	496	54.1	26.8	31.4	90.2	23.4	0.7		
移植栽培 平均	移植 (早)	578	—	480	64.8	31.0	35.7	85.4	22.7	1.7	
	移植 (普)	587	—	431	63.7	27.4	38.4	93.7	23.3	1.3	
	移植 (遅)	606	—	454	64.2	29.2	32.1	91.4	22.7	1.3	
	平均	590	100	455	64.2	29.2	35.4	90.2	22.9	1.5	
有意差 (栽培法間差)		*		ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	

注. **, * : 1%および5%水準で有意差あり。 ns : 有意差なし

表8 食味関連成分および玄米形状

栽培法		玄米タンパク含有率 (%)	白米アミロース含有率 (%)	味度値	整粒歩合 (%)	玄米長さ (mm)	玄米幅 (mm)	玄米厚さ (mm)
あきたこまち								
2004	直播 (早)	6.4	19.9		89.1	5.28	2.83	1.93
	直播 (普)	6.8	19.5		89.0	5.30	2.86	1.97
	直播 (遅)	6.5	19.7		88.7	5.41	2.85	1.95
	移植 (早)	6.3	19.2		75.1	5.22	2.76	1.95
	移植 (普)	6.6	19.8		91.0	5.20	2.80	1.98
	移植 (遅)	6.3	19.9		87.1	5.33	2.78	1.94
2005	直播 (早)	6.6	18.4	62.5	82.1	5.19	2.78	1.92
	直播 (普)	6.5	18.4	61.5	87.9	5.23	2.81	1.93
	直播 (遅)	6.4	20.5	63.8	87.7	5.27	2.83	1.92
	移植 (早)	7.0	18.5	51.5	53.0	5.14	2.73	1.94
	移植 (普)	6.9	17.9	51.3	62.8	5.17	2.76	1.94
	移植 (遅)	6.4	18.9	53.9	82.1	5.22	2.76	1.95
2006	直播 (早)	6.6	17.1	70.7	80.7	5.16	2.75	1.98
	直播 (普)	6.4	17.2	72.5	91.9	5.17	2.76	1.97
	直播 (遅①)	6.7	19.0	73.6	93.7	5.31	2.80	1.98
	直播 (遅②)	6.3	19.4	77.7	95.3	5.30	2.80	1.95
	移植 (早)	6.5	17.1	65.7	83.9	5.20	2.73	1.99
	移植 (普)	6.7	17.9	66.9	87.6	5.22	2.80	2.02
移植 (遅)	6.4	18.8	71.8	84.9	5.14	2.73	1.97	
直播栽培 平均	直播 (早)	6.5	18.5	66.6	83.9	5.21	2.79	1.94
	直播 (普)	6.6	18.4	67.0	89.6	5.23	2.81	1.96
	直播 (遅)	6.5	19.7	68.7	90.0	5.33	2.83	1.95
	平均	6.5	18.9	67.4	87.8	5.25	2.81	1.95
移植栽培 平均	移植 (早)	6.6	18.3	58.6	70.6	5.18	2.74	1.96
	移植 (普)	6.7	18.5	59.1	80.4	5.19	2.78	1.98
	移植 (遅)	6.4	19.2	62.9	84.7	5.23	2.76	1.95
	平均	6.6	18.7	60.2	78.6	5.20	2.76	1.96
有意差 (栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
ひとめぼれ								
2004	直播 (早)	5.9	20.6		86.6	5.35	2.84	1.95
	直播 (普)	6.2	20.1		86.6	5.29	2.87	1.97
	直播 (遅)	6.0	21.1		87.9	5.41	2.98	2.00
	移植 (早)	6.0	20.5		82.4	5.23	2.81	2.00
	移植 (普)	6.1	20.4		88.8	5.22	2.85	2.02
	移植 (遅)	6.0	20.6		86.5	5.28	2.78	1.97
2005	直播 (早)	6.3	19.8	66.8	83.0	5.22	2.83	1.94
	直播 (普)	6.0	21.6	67.8	86.4	5.25	2.83	1.96
	直播 (遅)	5.9	21.5	72.6	88.3	5.32	2.84	1.96
	移植 (早)	6.4	19.6	63.9	80.7	5.17	2.81	1.99
	移植 (普)	6.4	19.4	61.7	84.6	5.20	2.83	1.99
	移植 (遅)	6.0	19.9	67.0	87.5	5.23	2.86	2.00
2006	直播 (早)	6.0	17.3	78.5	91.1	5.12	2.80	1.98
	直播 (普)	5.7	19.4	88.8	95.0	5.24	2.83	2.00
	直播 (遅①)	5.9	20.0	85.0	94.4	5.33	2.84	2.02
	直播 (遅②)	5.5	21.5	89.0	93.9	5.36	2.83	1.99
	移植 (早)	6.0	18.2	75.3	89.3	5.26	2.83	2.05
	移植 (普)	6.7	18.2	72.7	90.9	5.32	2.90	2.07
移植 (遅)	5.7	19.3	81.0	89.7	5.13	2.81	2.00	
直播栽培 平均	直播 (早)	6.1	19.2	72.7	86.9	5.23	2.82	1.96
	直播 (普)	6.0	20.4	78.3	89.3	5.26	2.84	1.97
	直播 (遅)	5.9	20.9	78.8	90.2	5.35	2.89	1.99
	平均	6.0	20.2	76.6	88.8	5.28	2.85	1.97
移植栽培 平均	移植 (早)	6.1	19.4	69.6	84.1	5.22	2.82	2.01
	移植 (普)	6.4	19.3	67.2	88.1	5.24	2.86	2.03
	移植 (遅)	5.9	19.9	74.0	87.9	5.21	2.82	1.99
	平均	6.1	19.6	70.3	86.7	5.22	2.83	2.01
有意差 (栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

NSC含有量が高まる傾向が認められ、NSC含有量と生育期間の日照との関係が示唆された（図11）。播種日が遅いほど穂揃い期までの積算日照時間が少なくなることから、籾数確保の観点から播種時期に応じた肥培管理等の検討が今後必要と考えられた。

3. 玄米品質及び食味関連成分

出穂後20日間の登熟期間の平均気温が高いほど整粒歩合が低下する傾向であり（図12）、登熟気温の低い直播栽培で移植栽培より品質が良好であった。また、出穂後20日間の平均気温が低いほどアミロー

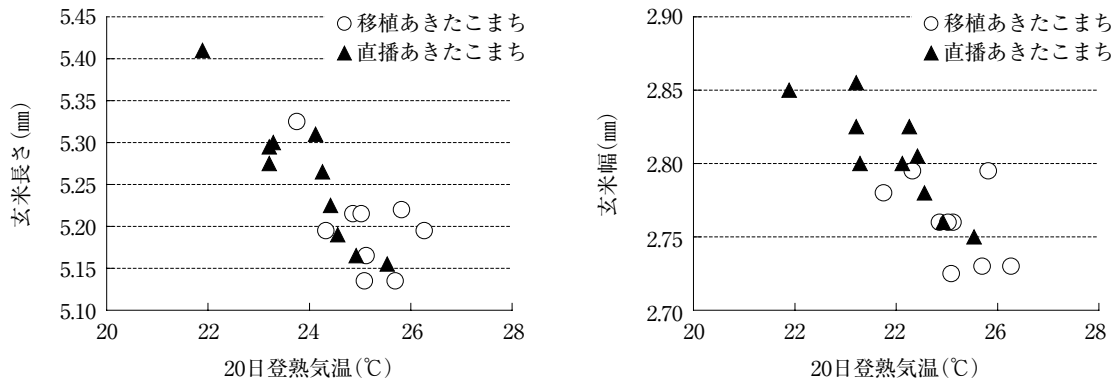


図8 登熟気温と玄米長さ及び幅
20日登熟気温：出穂後20日間平均気温。

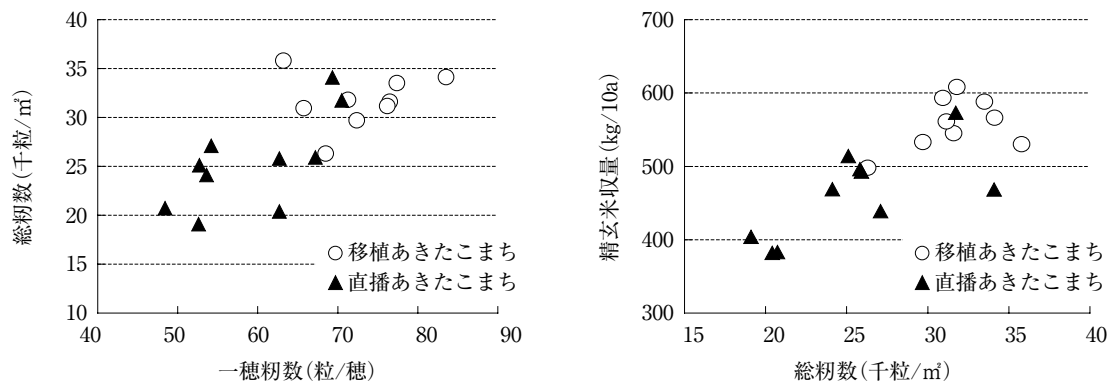


図9 一穂籾数と総籾数および総籾数と精玄米収量との関係

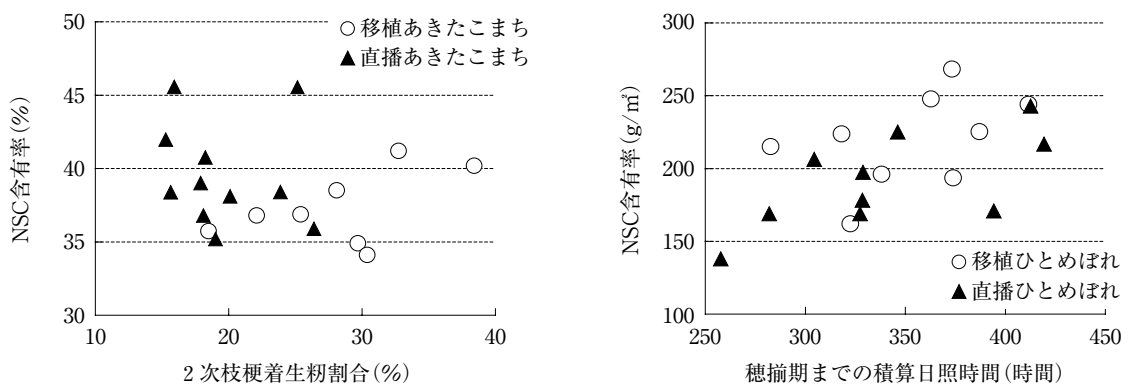


図10 2次枝梗着生割合と穂揃期NSC含有率

図11 積算日照時間とNSC含有量
積算日照時間：移植及び直播から穂揃い期までの積算値。

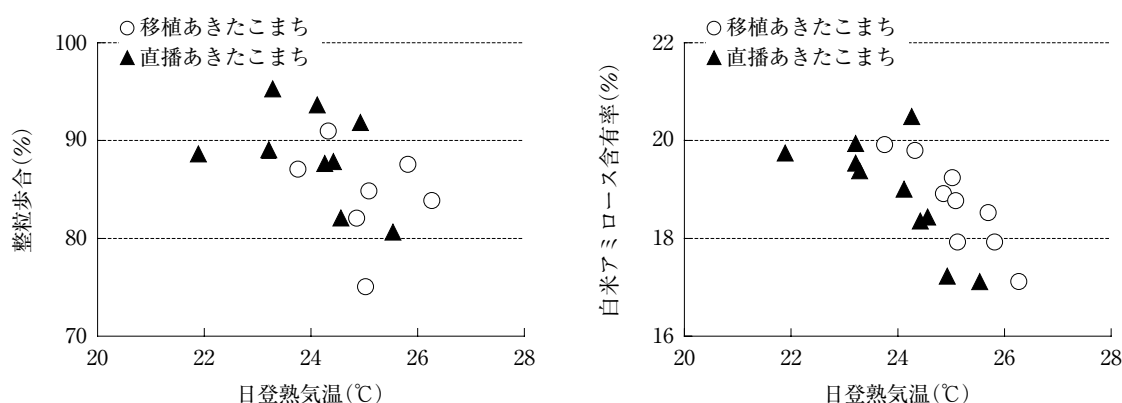


図12 登熟気温と整粒歩合および白米アミロース含有率

ス含有率が増加したが、同じ温度では直播でアミロース含有率が低い傾向であった(図12)。このため、登熟気温が低下した直播栽培でアミロース含有率が増加する傾向を示したものの、移植栽培との差は小さく、食味への影響は小さいものと考えられた。

玄米タンパク質含有率は、出穂後40日間の登熟気温が高いほど高まった(表8)。この要因の一つとして、登熟期間中の平均気温が高いほど玄米粒形が小さくなったことによるものと考えられた。また、出穂後40日間の平均気温が高いほど味度値が低下し、登熟期間の平均温度が低い直播で移植栽培より味度値が高い特徴が認められた(表8)。このことから、登熟気温の高い条件での味度値の低下には、高温条件での小粒化やタンパク質含有率の増加が関連しているものと考えられた。

4. ま と め

以上のように、直播栽培では移植栽培と比較して2次枝梗割合の低下により一穂粒数及び総粒数が減少することにより減収した。一方で、直播栽培では出穂期の遅れによる品質への影響は認められなかった。食味関連成分では登熟気温が低下した直播栽培でアミロース含有率が増加する傾向を示した。しかし、移植栽培のアミロース含有率との差は小さく、同じ登熟温度で比較した場合に、直播栽培米で移植栽培米より低い傾向も認められ、食味への有利な特性が示された。

引用文献

- 1) 大西政夫, 堀江武. 1999. 重量法による水稻各器官中の非構造型炭水化物の簡易定量法. 日作紀. 68: 126-136.

(日影勝幸・小田中温美)

宮城県における直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

本県における直播栽培の面積は、1998年頃から徐々に増加し、2006年時点では253haに達している。2003年の冷害年においては、移植栽培と比較して直播栽培の収量が優れた事例がいくつも報告された。

これらのことを踏まえ、2004年から3年間「やませ気象下の水稻生育・被害予測モデルと冷害回避技術の開発 課題名：直播による冷害危険期の回避技術」に参画すると共に、東北農業研究センターを中心に、東北6県の農業試験場が連絡試験を実施し、直播栽培における生育ステージや冷害危険期の気温の差、及び収量、品質について、移植栽培と比較検討を行った。

II 材料と方法

1. 直播水稻の収量性及び品質特性の解明

- 1) 試験場所：宮城県大崎市古川農業試験場圃場
- 2) 試験年次：2004～2006年
- 3) 供試品種：ひとめぼれ、まなむすめ
- 4) 作 期：
 - 移植 早期：4月下旬、普通期：5月中旬、
晩期：5月下旬
 - 直播 早期：4月下旬、普通期：5月中旬、
晩期：5月下旬
- 5) 栽 植 法：
 - 移植 栽植密度21.2株/m²、稚苗、機械植え
 - 直播 湛水条播、条間30cm、播種量4kg/10a、播種後から出芽揃いまでは落水管理、平均苗立ち数約100本/m²前後
- 6) 施 肥 量：
 - 移植 基肥N5kg/10a（速効性）、追肥:幼形期N1+減分期N1kg/10a
 - 直播 基肥N5kg/10a（速効性+緩効性30%）、追肥:減分期N1kg/10a
- 7) 調査項目：出穂期および坪刈りによる収量、収量構成要素を調査した。このときの玄米篩選は1.90mmで統一した。品質関連形質として、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計（Infratec1241 フォス・ジャパン社製）

を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器（RQI10A サタケ社製）により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーⅡ型（ブラン・ルーベ社製）により測定した。さらに、食味計（トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製）を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。

移植および直播水稻の収量及び品質関連形質の比較を行うとともに、各形質の変動要因について解析した。なお、統計検定はt検定により、栽培法間差を評価した。

2. 直播水稻の障害型冷害回避の有効性と遅延型冷害の危険性の解析

早期播種の直播水稻と普通期の移植水稻について生育ステージや幼穂伸長期の気温を比較し、直播水稻の障害型冷害回避の有効性を検証した。

また、直播水稻の普通期播種と晩期播種の生育ステージや収量および品質について比較し、直播水稻による遅延型冷害の危険性を検証した。

III 結果と考察

1. 直播水稻の収量性及び品質特性の解明

1) 収量関連形質

移植及び直播水稻の収量関連形質を表9、10に示した。直播水稻は移植に比べ、出穂期は6日程度遅くなり、登熟期の気温は低下し、登熟日数は長くなった。直播水稻は移植に比べ、m²当たり穂数、総籾数及び精玄米重が少なく、両品種とも10～12%減収した。また直播水稻は移植に比べ、m²当たり総籾数は少ないにもかかわらず、登熟歩合は同等か低く、千粒重は重い傾向が見られた。

直播水稻が移植に比べ精玄米重が低下する要因として、m²当たり穂数及び総籾数が少ないことと、総籾数が少ない割に登熟歩合が低いか同等であることが考えられた。直播水稻の精玄米重を増加させる方法として、m²当たり穂数を多くし、登熟力を向上させるための播種法や施肥法を確立することが重要と考えられるが、「ひとめぼれ」の場合、移植栽培に比べ倒伏しやすいため、倒伏軽減対策も併行し

て考える必要がある。

2) 品質関連形質

全作期における移植および直播水稻の品質関連形質を表11、12に示した。直播水稻は移植に比べ玄米タンパクは高かった。この要因として、直播栽培では総粒数の減少により粒当たりの窒素吸収量が増加したことが考えられるが、食味を下げるほどの玄米タンパク含量ではなかった。

直播水稻のアミロース含有率は、移植に比べ高い傾向にあった。一般にアミロース含有率は登熟気温が低い条件で増加することから、直播水稻の登熟気

温が全般的に低かったと考えられた。

玄米粒形の長さは直播水稻の方が長く、玄米粒形の厚さは薄かった。直播水稻の登熟気温は移植に比べ全般を通じ低く推移し、玄米の長さが決まる登熟前半は、デンプンの消費及び競合が少ないため玄米が長くなり、玄米の厚さが決まる登熟中～後半は、登熟が不足気味となり玄米が薄くなったものと考えられる。

3) 出穂後20日間の平均気温と品質の関係

出穂後20日間の平均気温と整粒歩合の関係を図13に示した。両品種とも、出穂後20日間の平均気温が

表9 登熟条件及び収量関連形質 (品種:ひとめぼれ)

年次	栽培法	移植期 播種期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	登熟 日数 (日)	登熟気温 40日 (℃)	登熟気温 20日 (℃)	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数	総 粒数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
早期	2004 移植	4.30	8.2	9.13	42	22.4	23.8	633	(100)	514	63.0	32.4	84.4	23.2	0.0
	2004 直播	4.28	8.8	9.25	48	21.4	22.2	499	79	476	57.4	27.3	77.6	23.6	1.9
	2005 移植	4.28	8.8	9.16	39	23.2	24.2	569	(100)	420	71.7	30.1	83.8	22.6	0.0
	2005 直播	4.27	8.13	9.26	44	22.8	23.8	503	88	414	64.0	26.5	82.6	23.0	0.0
	2006 移植	5.01	8.8	9.15	38	22.9	24.9	556	(100)	443	63.0	27.9	88.8	22.7	0.0
	2006 直播	4.26	8.16	9.23	38	21.6	24.1	532	96	355	75.1	26.6	87.1	23.0	0.6
	平均 移植	4.30	8.6	9.15	40	22.8	24.3	586	(100)	459	65.9	30.1	85.7	22.8	0.0
	平均 直播	4.27	8.12	9.25	43	21.9	23.3	512	88	415	65.5	26.8	82.4	23.2	0.8
	有意差(栽培法間差)								ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
	普通期	2004 移植	5.12	8.5	9.16	42	22.0	23.0	594	(100)	468	63.5	29.5	83.8	24.0
2004 直播		5.12	8.11	9.27	47	21.0	21.2	419	70	430	60.0	25.8	69.4	23.4	1.4
2005 移植		5.10	8.9	9.19	41	23.0	24.0	569	(100)	513	61.2	31.4	79.7	22.7	0.0
2005 直播		5.11	8.17	10.2	46	22.1	23.4	518	91	473	65.9	31.2	73.0	22.8	0.0
2006 移植		5.16	8.12	9.20	39	22.4	24.4	547	(100)	507	57.0	28.9	87.5	21.8	1.0
2006 直播		5.10	8.18	9.26	39	21.2	23.6	563	103	448	64.6	28.9	84.7	23.0	0.6
平均 移植		5.13	8.9	9.18	41	22.5	23.8	570	(100)	496	60.6	29.9	83.6	22.8	0.3
平均 直播		5.11	8.15	9.28	44	21.4	22.7	500	88	450	63.5	28.6	75.7	23.1	0.7
有意差(栽培法間差)								ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	
晚期		2004 移植	5.27	8.10	9.24	45	21.0	21.2	513	(100)	512	52.7	26.8	79.9	24.0
	2004 直播	5.27	8.15	10.4	50	20.6	20.7	390	76	443	54.3	24.0	68.9	23.6	1.5
	2005 移植	5.30	8.13	9.26	44	22.8	23.8	533	(100)	462	64.5	29.8	77.9	23.0	0.0
	2005 直播	5.25	8.21	10.5	45	21.2	22.9	496	93	405	62.6	25.3	83.3	23.5	0.0
	2006 移植	5.30	8.19	9.29	41	20.9	23.3	534	(100)	482	67.4	32.3	74.4	22.1	1.6
	2006 直播	5.24	8.22	10.4	43	20.3	22.8	544	102	513	63.3	32.5	72.8	23.0	2.0
	平均 移植	5.29	8.14	9.26	43	21.6	22.8	527	(100)	485	61.5	29.6	77.4	23.0	0.5
	平均 直播	5.25	8.19	10.4	46	20.7	22.1	477	90	454	60.1	27.3	75.0	23.4	1.2
	有意差(栽培法間差)								ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	移植	早期	4.30	8.6	9.15	40	22.8	24.3	586	103	459	65.9	30.1	85.7	22.8
普通期		5.13	8.9	9.18	41	22.5	23.8	570	(100)	496	60.6	29.9	83.6	22.8	0.3
晚期		5.29	8.14	9.26	43	21.6	22.8	527	92	485	61.5	29.6	77.4	23.0	0.5
直播	早期	4.27	8.12	9.25	43	21.9	23.3	512	102	415	65.5	26.8	82.4	23.2	0.8
	普通期	5.11	8.15	9.28	44	21.4	22.7	500	(100)	450	63.5	28.6	75.7	23.1	0.7
	晚期	5.25	8.19	10.4	46	20.7	22.1	477	95	454	60.1	27.3	75.0	23.4	1.2
全作期	移植						561	(100)	480	62.7	29.9	82.2	22.9	0.3	
平均	直播						496	88	440	63.0	27.6	77.7	23.2	0.9	
有意差(栽培法間差)								*	**	ns	**	ns	ns	ns	

精玄米重、千粒重は1.90mm以上、水分15%換算、**、*：1%および5%水準で有意差有り、ns：有意差無し

表10 登熟条件及び収量関連形質（品種：まなむすめ）

年次	栽培法	移植期 播種期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	登熟 日数 (日)	登熟気温 40日 (℃)	登熟気温 20日 (℃)	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 初数	総 籾数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)	
早期	2004	移植														
		直播	4.28	8.8	9.25	48	21.4	22.2	569		392	71.9	28.2	80.4	25.1	1.0
	2005	移植	4.28	8.9	9.17	39	23.0	23.9	610	(100)	400	77.6	31.1	81.4	24.1	0.0
		直播	4.27	8.13	9.26	44	22.6	23.9	534	88	335	76.5	25.7	84.4	24.8	0.0
	2006	移植	5.1	8.8	9.16	39	22.9	24.9	642	(100)	414	72.4	30.0	89.3	24.1	0.0
		直播	4.26	8.15	9.23	39	21.9	24.2	551	86	326	76.2	24.8	90.2	24.6	0.0
	平均	移植	4.30	8.9	9.17	39	22.9	24.4	626	(100)	407	75.0	30.5	85.4	24.1	0.0
		直播	4.27	8.12	9.25	44	21.9	23.4	551	87	351	74.8	26.2	85.0	24.8	0.3
	有意差(栽培法間差)															
	普通期	2004	移植	5.12	8.3	9.17	45	22.2	23.6	628	(100)	443	62.0	27.3	89.9	25.6
		直播	5.12	8.11	9.27	47	21.0	21.2	509	81	359	62.0	22.2	88.7	25.8	0.0
2005		移植	5.10	8.9	9.21	43	23.0	24.0	629	(100)	484	66.6	32.2	80.8	24.1	0.0
		直播	5.11	8.17	10.02	46	22.1	23.4	515	82	390	65.8	25.6	81.1	24.8	0.0
2006		移植	5.16	8.13	9.20	38	22.3	24.4	564	(100)	393	69.7	27.4	88.3	23.6	0.0
		直播	5.10	8.17	9.25	39	21.4	23.9	539	96	352	67.4	23.7	90.1	25.2	0.0
平均		移植	5.13	8.8	9.19	42	22.5	24.0	607	(100)	440	66.1	29.0	86.3	24.5	0.0
		直播	5.11	8.15	9.28	44	21.5	22.8	521	86	367	65.1	23.8	86.7	25.3	0.0
有意差(栽培法間差)								ns		*	ns	*	ns	ns	ns	
晚期		2004	移植	5.27	8.10	9.24	45	22.5	24.1	511	(100)	407	56.0	22.8	87.0	25.8
		直播	5.27	8.15	10.4	50	20.6	20.7	467	91	380	62.9	23.9	76.5	25.5	0.0
	2005	移植	5.30	8.13	9.27	45	22.6	23.9	560	(100)	440	71.3	31.3	73.1	24.5	0.2
		直播	5.25	8.21	10.5	45	20.9	22.8	490	88	346	65.8	22.8	85.4	25.2	0.0
	2006	移植	5.30	8.19	9.29	41	20.9	23.3	531	(100)	376	69.0	26.0	83.6	24.6	0.0
		直播	5.24	8.23	10.4	42	20.1	22.6	559	105	396	70.3	27.8	80.8	24.9	0.0
	平均	移植	5.29	8.14	9.27	44	22.0	23.8	534	(100)	408	65.5	26.7	81.2	25.0	0.1
		直播	5.25	8.20	10.04	46	20.5	22.0	505	95	374	66.3	24.8	80.9	25.2	0.0
	有意差(栽培法間差)								ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns
	移植	早期	4.30	8.8	9.17	39	22.9	24.4	626	103	407	75.0	30.5	85.4	24.1	0.0
普通期		5.13	8.9	9.19	42	22.5	24.0	607	(100)	440	66.1	29.0	86.3	24.5	0.0	
晚期		5.29	8.14	9.27	44	22.0	23.8	534	88	408	65.5	26.7	81.2	25.0	0.1	
直播	早期	4.27	8.12	9.25	44	21.9	23.4	551	106	351	74.8	26.2	85.0	24.8	0.3	
	普通期	5.11	8.15	9.28	44	21.5	22.8	521	(100)	367	65.1	23.8	86.7	25.3	0.0	
	晚期	5.25	8.20	10.04	46	20.5	22.0	505	97	374	66.3	24.8	80.9	25.2	0.0	
全作期	移植							584	(100)	420	68.1	28.5	84.2	24.6	0.0	
平均	直播							526	90	364	68.7	25.0	84.2	25.1	0.1	
有意差(栽培法間差)								**		**	ns	*	ns	*	ns	

精玄米重、千粒重は1.90mm以上、水分15%換算、**、*：1%および5%水準で有意差有り、ns：有意差無し

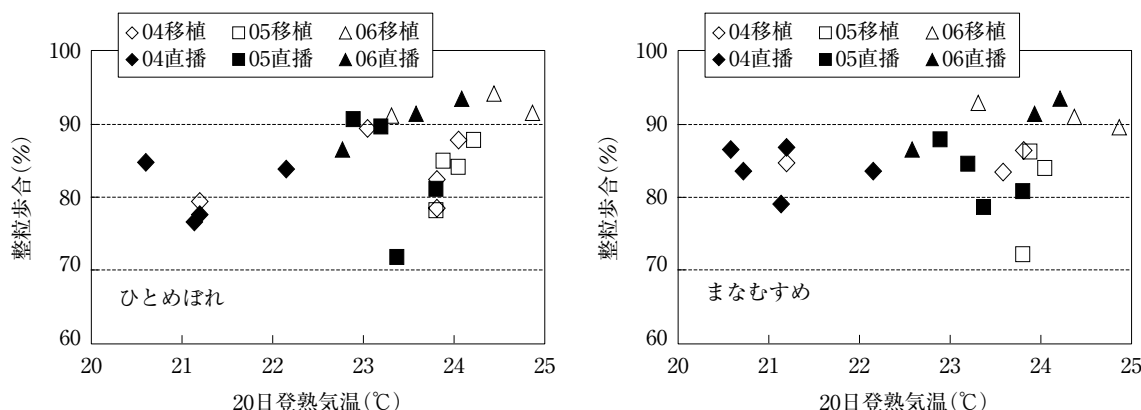


図13 登熟気温と整粒歩合の関係

20日登熟気温：出穂後20日間平均気温。

表11 品質関連形質 (品種:ひとめぼれ)

品種 年次	栽培法	玄米 タンパク (%)	アミロー ス含有率 (%)	味度値	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			
								長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	
早期	2004	移植	5.8	18.5	80.7	78.5	17.8	0.5	5.21	2.92	2.00
		直播	6.0	18.5	91.8	83.9	15.1	0.1	5.33	2.86	1.95
	2005	移植	6.1	16.7	72.3	87.9	12.1	0.1	5.15	2.84	1.96
		直播	6.2	18.0	75.3	81.2	18.9	0.0	5.23	2.87	1.93
	2006	移植	5.9	16.7	76.2	91.6	7.9	0.6	5.16	2.83	2.00
		直播	6.3	18.5	79.5	92.1	7.9	0.1	5.08	2.87	1.97
	平均	移植	5.9	17.3	76.4	86.0	12.6	0.4	5.17	2.86	1.98
		直播	6.2	18.3	82.2	85.7	13.9	0.0	5.21	2.87	1.95
	有意差(栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	普通期	2004	移植	5.5	19.4	83.8	89.5	7.1	2.4	5.26	3.01
直播			6.3	18.4	88.4	82.9	16.0	0.1	5.30	2.81	1.93
2005		移植	6.2	16.6	74.4	84.2	15.9	0.0	5.23	2.84	1.97
		直播	6.9	18.4	75.2	86.0	13.1	0.0	5.30	2.84	1.89
2006		移植	5.9	17.5	76.4	94.3	5.3	0.5	5.03	2.81	1.98
		直播	6.3	19.2	81.3	91.5	8.5	0.1	5.09	2.87	1.97
平均		移植	5.9	17.8	78.2	89.3	9.4	1.0	5.17	2.88	1.98
		直播	6.5	18.6	81.6	86.8	12.5	0.0	5.23	2.84	1.93
有意差(栽培法間差)		*	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	
晚期		2004	移植	5.4	18.9	93.0	79.4	19.9	0.0	5.32	2.97
	直播		6.1	18.6	91.8	84.8	14.0	0.0	5.33	2.82	1.91
	2005	移植	6.1	17.7	70.9	78.2	21.8	0.1	5.25	2.88	1.96
		直播	6.2	19.0	78.2	90.7	9.3	0.0	5.28	2.84	1.94
	2006	移植	5.9	19.3	77.1	91.2	8.6	0.3	5.15	2.85	1.95
		直播	6.2	20.6	84.6	88.0	12.0	0.0	5.21	2.86	1.93
	平均	移植	5.8	18.6	80.3	82.9	16.7	0.1	5.24	2.90	1.95
		直播	6.2	19.4	84.8	87.8	11.8	0.0	5.27	2.84	1.93
	有意差(栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	移植	早期	5.9	17.3	76.4	86.0	12.6	0.4	5.17	2.86	1.98
普通期		5.9	17.8	78.2	89.3	9.4	1.0	5.17	2.88	1.98	
晚期		5.8	18.6	80.3	82.9	16.7	0.1	5.24	2.90	1.95	
直播	早期	6.2	18.3	82.2	85.7	13.9	0.0	5.21	2.87	1.95	
	普通期	6.5	18.6	81.6	86.8	12.5	0.0	5.23	2.84	1.93	
	晚期	6.2	19.4	84.8	87.8	11.8	0.0	5.27	2.84	1.93	
全作期	移植	5.9	17.9	78.3	86.1	12.9	0.5	5.19	2.88	1.97	
平均	直播	6.3	18.8	82.9	86.8	12.7	0.0	5.24	2.85	1.93	
有意差(栽培法間差)		**	*	**	ns	ns	ns	*	ns	**	

**、*：1%および5%水準で有意差有り、ns：有意差無し

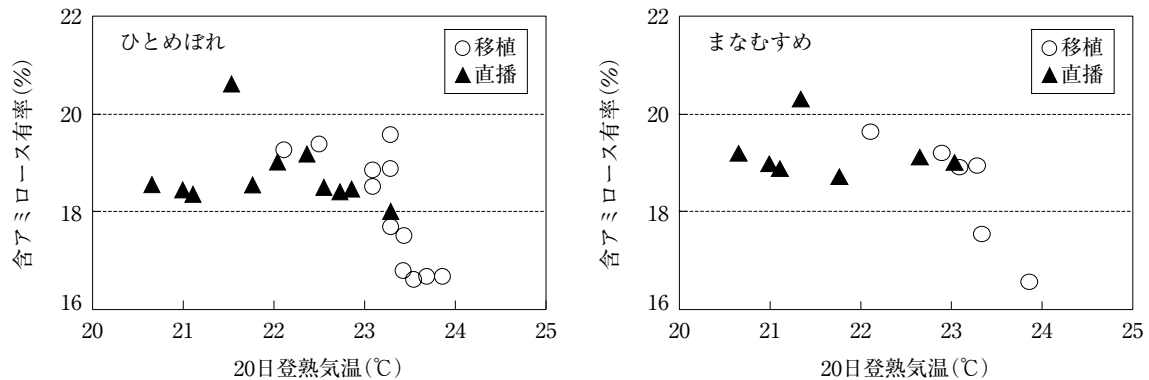


図14 登熟気温と白米中アミロース含有率の関係

20日登熟気温：出穂後20日間平均気温。

表12 品質関連形質（品種：まなむすめ）

品種 年次	栽培法	玄米 タンパク 率 (%)	アミロ ース含有率 (%)	味度値	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			
								長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	
早期	2004 移植										
	2004 直播	6.3	18.7	89.9	83.6	15.3	0.2	5.47	2.92	1.96	
	2005 移植	6.0			84.0	13.3	0.5	5.23	2.94	2.01	
	2005 直播	6.3			80.8	17.6	0.2	5.29	2.99	2.01	
	2006 移植	5.8	16.5	78.0	89.6	6.9	3.5	5.36	2.90	2.00	
	2006 直播	6.2	19.0	77.3	93.6	4.8	1.7	5.25	2.97	1.98	
	平均	移植	5.9	16.5	78.0	86.8	10.1	2.0	5.30	2.92	2.00
	平均	直播	6.3	18.9	83.6	86.0	12.6	0.7	5.33	2.96	1.98
	有意差(栽培法間差)										
	普通期	2004 移植	5.8	19.2	88.6	83.5	4.2	11.8	5.38	3.13	2.01
2004 直播		6.2	18.9	89.1	86.8	12.5	0.1	5.49	2.96	1.96	
2005 移植					86.3	14.0	0.0	5.30	2.97	2.06	
2005 直播					78.6	19.1	0.0	5.32	2.96	2.01	
2006 移植		5.9	17.5	79.6	91.1	5.3	3.8	5.22	2.90	1.99	
2006 直播		6.3	19.1	79.1	91.5	6.4	2.2	5.22	3.00	1.98	
平均		移植	5.9	18.4	84.1	86.9	7.8	5.2	5.30	3.00	2.02
平均		直播	6.3	19.0	84.1	85.6	12.6	0.8	5.34	2.97	1.98
有意差(栽培法間差)											
						ns	ns	ns	ns	ns	ns
晚期	2004 移植	5.7	18.9	92.9	84.7	14.3	0.2	5.43	3.08	1.95	
	2004 直播	6.2	19.2	87.3	83.6	15.9	0.1	5.48	2.92	1.91	
	2005 移植	6.8			72.1	24.4	0.1	5.27	2.97	1.99	
	2005 直播	6.4			87.9	11.4	0.0	5.34	2.98	2.01	
	2006 移植	6.3	19.6	81.4	93.0	6.5	0.6	5.33	2.97	1.99	
	2006 直播	6.3	20.3	83.6	86.6	13.5	0.0	5.35	2.94	1.93	
	平均	移植	6.3	19.3	87.2	83.3	15.0	0.3	5.34	3.01	1.98
	平均	直播	6.3	19.8	85.4	86.0	13.6	0.0	5.39	2.95	1.95
	有意差(栽培法間差)										
			ns			ns	ns	ns	ns	ns	ns
移植	早期	5.9	16.5	78.0	86.8	10.1	2.0	5.30	2.92	2.00	
	普通期	5.9	18.4	84.1	86.9	7.8	5.2	5.30	3.00	2.02	
	晚期	6.3	19.3	87.2	83.3	15.0	0.3	5.34	3.01	1.98	
直播	早期	6.3	18.9	83.6	86.0	12.6	0.7	5.33	2.96	1.98	
	普通期	6.3	19.0	84.1	85.6	12.6	0.8	5.34	2.97	1.98	
	晚期	6.3	19.8	85.4	86.0	13.6	0.0	5.39	2.95	1.95	
全作期	移植	5.9	18.4	81.9	85.5	8.5	3.3	5.34	2.99	2.00	
平均	直播	6.3	19.3	82.3	86.2	11.2	0.7	5.35	2.96	1.96	
有意差(栽培法間差)											
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

**、*：1%および5%水準で有意差有り、ns：有意差無し

表13 早期直播と普通移植における幼穂伸長期温度

播種期	移植期	出穂期		出穂前-25~0日平均気温(℃)		
		直播	移植	直播	移植	差
実測値						
2004	4.28 5.12	8.9	8.5	25.0	24.0	1.1
2005	4.27 5.10	8.13	8.9	23.9	24.0	-0.1
2006	4.26 5.16	8.16	8.12	23.0	22.0	1.0
平均	4.27 5.12	8.12	8.8	24.0	23.3	0.6

表14 直播における標準播種と遅播種の出穂期・登熟温度比較

播種期	移植期	出穂期		出穂後40日間平均気温(℃)	
		直播	移植	直播	移植
実測値					
2004	5.12 5.27	8.11	8.15	20.9	20.5
2005	5.11 5.25	8.17	8.21	21.9	20.9
2006	5.10 5.24	8.18	8.22	20.9	20.1
平均	5.11 5.25	8.15	8.19	21.3	20.5

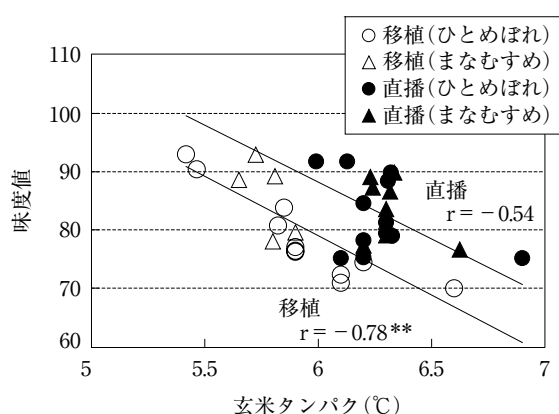


図16 玄米タンパクと味度値の関係

係を図14に示した。白米アミロース含有率は、出穂後20日間の平均気温が23℃以下ではほぼ横ばいであり、23℃以上になると気温が高くなるほど低下した。直播水稻の出穂後20日間の気温は、大半が23℃以下であり、アミロース含有率はほぼ一定であった。このように、直播栽培における出穂の遅れにともなうアミロース含有率の顕著な増加は認められず、食味への影響も小さいものと推察された。

出穂後20日間の平均気温と玄米粒形の「長さ」の関係を図15に示した。玄米粒形の「長さ」は、出穂後20日間の平均気温が高いほど短くなる傾向を示し、その影響は直播栽培の方が明確であった。

4) 玄米タンパクと味度値の関係

玄米タンパク含有率と味度値の関係を図16に示した。移植栽培、直播栽培とも玄米タンパクが高いほど味度値は低下する傾向にあった。しかしながら、同程度の玄米タンパク含有率の場合、移植栽培に比べ直播栽培の味度値が高くなる傾向にあった。この要因として直播栽培では移植栽培と比較して千粒重が大きいことが影響している可能性が考えられる。

2. 直播水稻の障害型冷害回避の有効性と遅延型冷害の危険性の解析

1) 早期直播と普通期移植の関係

早期播種の直播水稻と普通期移植水稻における出穂期と幼穂伸長期の平均気温を表13に示した。直播水稻は移植に比べ、出穂期は各年とも4日程度遅く、出穂前25日の平均気温は高い傾向にあった。このことから、直播水稻は移植に比べ、確実に生育ステージは遅くなり、平年においては穂ばらみ期等の温度が高くなることから、障害型冷害の回避には有効と考えられた。

2) 直播水稻における普通期播種と晩期播種の関係

直播水稻における普通期と晩期の出穂期、登熟温度、収量及び品質関連形質について表14~16に示した。晩期の播種時期は普通期に比べ14日程度遅かったが、出穂期は約4日程度しか遅れなかった。晩期播種の出穂後40日間の平均気温は、普通期播種に比べ0.8℃程度低かったが、安全出穂期（出穂後40日間積算温度800℃ 平均20℃）以内に出穂していた。また、普通期播種と晩期播種では、収量構成要素に明確な差は見られなかったが、「ひとめぼれ」の精玄米重は普通期播種に比べ晩期播種で低かった。さらに、普通期播種と晩期播種の品質については明確な傾向は見られなかった。このように直播水稻の晩期播種は普通期播種に比べ、品質は変わらないが減収するので、気象の年次変動がある中で安全に登熟させるには普通期播種が望ましいと考えられた。

3. まとめ

以上のように、宮城県の直播栽培では移植栽培と比較して収量性の低下が認められたが、その主要因はm²当たりの穂数の減少にともなう粗数不足と、総粗数が少ない割に登熟歩合は同等か低下傾向にあったことによった。また直播水稻において、玄米タンパク含有率の上昇の傾向が見られたが、食味低下につながる程度ではなく、白米アミロース含有率も登熟気温の低下による顕著な増加は認められず、味度値も高い傾向であった。

なお、直播栽培では、移植栽培と比較して穂ばらみ期の気温が高いことから、冷害回避には有利と考えられるが、播種時期が遅すぎると減収の可能性が示唆された。

これらのことから、直播栽培は移植に比べ多少減収するものの、冷害回避の有利性や成熟期の違うこと等を利用して、移植栽培とうまく組み合わせながら、大規模経営に導入していくべきと考えられた。

(浅野真澄・三上雄史・島津裕雄・木川裕美)

秋田県における直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

秋田県においては規模拡大および複合経営の手段として直播栽培の普及が進められている。しかし収量が移植栽培に比較して5~10%劣ることが多く、収量の安定化が求められている。そのため移植栽培と直播栽培の収量および登熟関連特性、玄米品質の比較を行い、直播栽培の安定生産のための資とする。

II 材料と方法

1. 移植水稻と直播水稻の比較試験

1) 耕種概要

試験は秋田県農業試験場内水田圃場で2004年から2006年の3カ年行った。ほ場の土壌はグライ土壌である。水稻の品種はあきたこまちを用いた。中苗移植栽培（以下、移植、栽植密度22.2株 m^{-2} ）と湛水土中直播栽培（以下、直播）を行った。移植日は2004年が5月14日、2005年が5月15日、2006年が5月17日である。直播の播種日は2004年が5月9日、2005年、2006年が5月10日である。直播の播種量は乾籾換算で0.4kg a^{-1} 、カルパー粉粒剤16の粉衣は乾籾重比1倍量である。播種後は積算平均気温90℃まで落水管理を行った。落水管理期間は2004年では4日、2005年では10日、2006年では5日であった。また苗立数は2004年では80本/ m^{-2} 、2005年では62本/ m^{-2} 、2006年では101本/ m^{-2} であった。

施肥は、移植では基肥を全層施肥で $N-P_2O_5-K_2O = 0.6-0.6-0.6kg a^{-1}$ 行い、追肥を減数分裂期に $N 0.2kg a^{-1}$ 行った。直播では基肥を全層施肥で $N(速効性:LP70=1:1)-P_2O_5-K_2O = 0.8-1.07-0.93kg a^{-1}$ 行い、追肥は減数分裂期に2004年は $N0.1kg a^{-1}$ 、2005年は $N0.2kg a^{-1}$ 行った。解析に用いた直播水稻の生育データは、2004年は点播と条播2圃場の平均値、2005年、2006年は条播で得られたものである。

2) 調査項目

穂揃い期及び成熟期のサンプリングにより地上部乾物重を測定するとともに、穂揃い期の稈・葉鞘中の非構造化炭水化物含量を大西・堀江(1999)の重量法により測定した。

収量は成熟期に各試験区で無作為に1~2カ所を選び移植は96株、直播は $3.6m^{-2}$ を採取し、粒厚1.9mm以上の精玄米（以下、玄米）の重さを測定し水分15%に換算して算出した。千粒重は精玄米について求めた。1穂籾数と登熟歩合は、成熟期に各試験区における生育調査での平均穂数に近い株を移植は5株、直播は1mを採取して求めた。

玄米タンパク含有率はケルダール法による窒素含有率にタンパク換算係数5.95を乗じて、水分15%換算して求めた。

外観品質は品質判別器(RQI10A サタケ社製)および農政事務所による調査を行った。

2. 直播水稻の品質関連形質と変動要因の検討

1) 耕種概要

試験は2001年から2006年まで秋田農試水田圃場で品種あきたこまちを用いて行った。直播方式は湛水土中条播および点播である。播種日は4月29日~5月21日である。播種量は乾籾換算で $0.4 kg a^{-1}$ 、カルパー粉粒剤16の催芽籾への粉衣は乾籾重比1~1.5倍量である。施肥は基肥（全層または側条施肥）と追肥で合計 $N0.5\sim 1.0 kg a^{-1}$ 行った。

2) 調査項目

玄米タンパク含有率は試験1と同様に求めた。外観品質は農政事務所の調査により求めた。

III 結 果

1. 移植水稻と直播水稻の比較試験

1) 出穂期および登熟気温

出穂期は3カ年の平均で移植は8月3日、直播は8月10日で、直播で7日間遅くなった。出穂後40日間の登熟気温は3カ年の平均で移植は $23.2^{\circ}C$ 、直播は $22.1^{\circ}C$ で、直播で $1.1^{\circ}C$ 低下した。出穂後20日間の登熟気温は3カ年の平均で、移植が $25.1^{\circ}C$ 、直播が $23.6^{\circ}C$ となり、直播により $1.5^{\circ}C$ 低下した(表17)。

2) 収量および収量構成要素

3カ年の収量は移植で $51.0\sim 65.0kg a^{-1}$ 、直播で $40.7\sim 57.6kg a^{-1}$ とどちらの栽培方法においても年次変動が大きかった。各年の比較では、2005年は直播と移植で同等であったが、2004年と2006年は直播で収量が少なく、特に2004年の減収のため、3ヶ年

平均では10%程度の減収となった。2004年の直播の収量が40.7kg a⁻¹と特に少なかったのは、直播では出穂時期が遅く、2004年8月20日の台風による潮風害が大きく、登熟歩合が低下したためと考えられた。

収量構成要素の総粒数は2004年では直播が多くなり、2005年では同等であった。2006年では移植が多くなった。また千粒重は3ヶ年の平均で、移植22.0g、直播22.2gと同等だった。登熟歩合は3ヶ年の平均では移植が91.4%、直播は90.1%と同等だったが、2004年では直播が84.3%と移植に比べて6.7%低くなり、2005年では直播が94.5%と移植に比べて2.4%高くなった。2006年は同等であった。(表17)

3) 乾物生産およびNSC蓄積

穂揃期の乾物重は3ヶ年の平均で移植が831g m⁻²、

直播が804g m⁻²で直播が3%程度少なかった。成熟期の乾物重は2005年、2006年2ヶ年の平均で移植が1341g m⁻²、直播が1374g m⁻²で直播は3%程度多かった。一方、登熟期の乾物増加は2005年、2006年の平均で移植が510g m⁻²、直播が569g m⁻²と、直播は10%程度多かった(表18)。

穂揃期のNSC含有率は3ヶ年の平均値で移植が38.0%、直播が33.8%と、移植で高かった。m²あたりおよび籾あたりのNSC量は移植、直播ともに年次変動が大きく、一定の傾向は見られなかった。(表18)

4) 品質関連形質

3ヶ年の平均で玄米タンパク質含有率は移植で6.6%、直播で6.0%だった。玄米外観品質は移植で2.7、直播で1.8だった。整粒歩合は移植で72.3%、直

表17 登熟条件および収量関連形質

年次	播種期	出穂期 (月・日)	登熟気温 40日 (°C)	登熟気温 20日 (°C)	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数	総 粒数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
あきたこまち												
2004	移植	7.31	22.7	24.2	52.0	(100)	393	68.1	26.8	91.0	22.4	0.0
	直播	8.7	21.4	22.0	40.7	78	405	73.1	29.6	84.3	22.2	1.3
2005	移植	8.1	23.8	25.3	51.0	(100)	424	57.0	24.3	92.1	21.9	0.0
	直播	8.10	22.6	24.0	51.4	101	391	62.7	24.5	94.5	22.4	0.0
2006	移植	8.7	23.2	25.8	65.0	(100)	421	74.0	31.2	91.2	21.8	0.5
	直播	8.12	22.4	24.9	57.6	89	492	58.0	28.5	91.6	22.0	0.8
平均	移植	8.3	23.2	25.1	56.0	(100)	413	66.4	27.4	91.4	22.0	0.2
	直播	8.10	22.1	23.6	49.9	89	429	64.6	27.5	90.1	22.2	0.7
		*	*	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注. 精玄米は粒厚1.90mm以上、水分15%換算。2004-2006年普通期栽培(作柄解析、2006移植を除く)。

図中の*は2元配置の分散分析において5%水準で試験区間に有意差のあることを示す。

図中のNSは2元配置の分散分析において試験区間に有意差のないことを示す。

表18 乾物生産及びNSC蓄積

年次	播種期	登熟気温	穂揃い期			成熟期	登熟期	
		40日 (°C)	乾物重 (g/m ²)	NSC (%)	NSC (g/m ²)	NSC (mg/籾)	乾物重 (g/m ²)	乾物増加 (g/m ²)
あきたこまち								
2004	移植	694	37.1	37.1	152	5.7	-	-
	直播	814	34.3	34.3	173	5.8	-	-
2005	移植	847	39.9	39.9	213	8.8	1,196	349
	直播	670	30.6	30.6	126	5.1	1,185	515
2006	移植	951	37.0	37.0	207	6.6	1,485	534
	直播	929	36.4	36.4	215	7.5	1,562	633
平均	移植	831	38.0	38.0	191	7.0	1,341	510
	直播	804	33.8	33.8	171	6.2	1,374	569
		ns	*	*	ns	ns	ns	ns

注. NSC: 籾・葉鞘中非構造性炭水化物含量。重量法により測定。

図中の*は2元配置の分散分析において5%水準で試験区間に有意差のあることを示す。

図中のNSは2元配置の分散分析において試験区間に有意差のないことを示す。

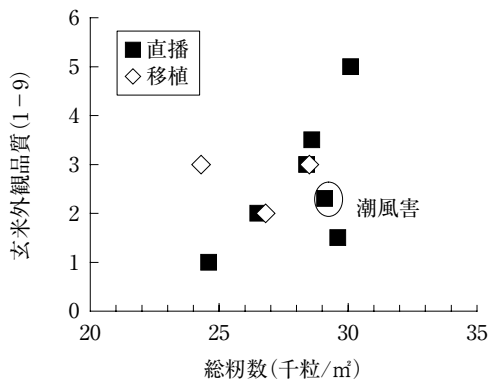


図17 総粒数と玄米外観品質の関係

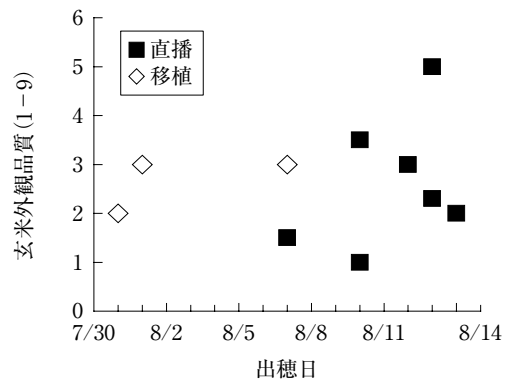


図19 出穂日と玄米外観品質の関係

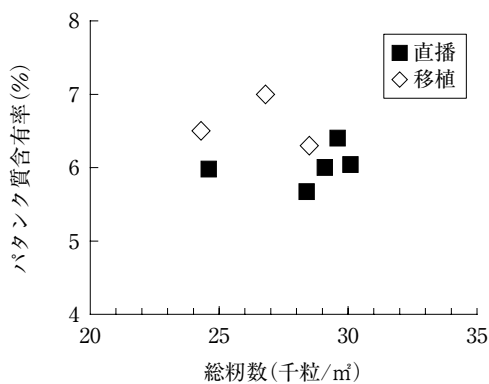


図18 総粒数と玄米タンパク質含有率の関係

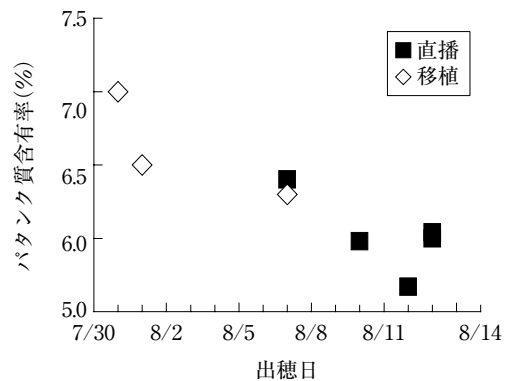


図20 出穂日と玄米タンパク質含有率との関係

播で83.2%だった。直播は移植栽培に比較して、玄米タンパク質含有率と玄米外観品質が高く、整粒歩合も高かった。しかし2006年の直播は整粒歩合の差は小さく、玄米外観品質は同じだった(表19)。

2. 直播水稻の品質関連形質と変動要因の検討

1) 総粒数と玄米外観品質および玄米タンパク質含有率

2004年の潮風害をのぞいて、総粒数が多くなると外観品質は低下し、29千粒m⁻²を超えると玄米外観品質が3以上になる傾向が見られた(図17)。一方、総粒数と玄米タンパク質含有率との関係は見られなかった(図18)。

2) 出穂日と玄米外観品質および玄米タンパク質含有率との関係

出穂日が8月13日より遅くなると玄米外観品質は3以上となる傾向が見られた(図19)。また、出穂日が遅くなると玄米タンパク質含有率が低くなる傾向が見られた(図20)。

IV 考 察

1. 移植水稻と直播水稻の比較試験

1) 乾物生産と収量について

直播の出穂期までの生育日数は、移植の育苗期間を35日間とし、移植日、播種日、直播栽培の出穂日が7日程度遅れることをあわせると移植に比較して約20日短くなる。そのため穂揃期までの乾物生産量が少なく、またNSC含有率も低くなっていると考えられた。一方出穂期が7日遅れ、登熟気温が出穂後20日間で1.1℃、40日間で1.5℃低下しているにもかかわらず(表17)、穂揃期から成熟期までの乾物増加量は直播で多くなっている(表18)。これらのことから直播は移植よりも成熟期の乾物重に対する出穂期以降の乾物増加比率が大きくなっており、出穂期以降の気象条件に左右される程度が大きいと考えられる。このことが直播は移植に比較して収量が安定せず、また低くなっている要因の一つと考えられる。

表19 品質関連形質

年次	播種期	玄米 タンパク (%)	玄米外 観品質 (1-9)	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形		
							長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)
あきたこまち									
2004	移植	7.0	2.0	85.5	12.8	1.0	5.17	2.89	2.00
	直播	6.4	1.5	80.9	16.5	0.5	5.17	2.85	1.93
2005	移植	6.5	3.0	56.3	43.5	0.3	5.05	2.77	1.94
	直播	6.0	1.0	90.1	9.6	0.3	5.19	2.85	1.91
2006	移植	6.3	3.0	75.0	24.9	0.2	5.11	2.77	1.99
	直播	5.7	3.0	78.5	20.9	0.6	5.12	2.75	1.98
平均	移植	6.6	2.7	72.3	27.1	0.5	5.11	2.81	1.98
	直播	6.0	1.8	83.2	15.7	0.5	5.16	2.82	1.94
		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注. 玄米タンパクは窒素含有率に係数5.95を乗じ、水分15%換算して求めた。玄米外観品質は、農政事務所調べ。

整粒歩合、未熟粒、胴割れ、玄米粒形は東北農研で測定（穀粒判別器使用）。

図中の*は2元配置の分散分析において5%水準で試験区間に有意差のあることを示す。

図中のNSは2元配置の分散分析において試験区間に有意差のないことを示す。

2) 玄米品質について

直播は移植に比較して玄米タンパク質含有率が低く、玄米外観品質が高く、整粒歩合が高い傾向にある。しかし2006年には直播の収量が57.6kg a⁻¹で秋田県における目標収量並（移植と直播ともにあきたこまちでは57kg a⁻¹である。平成19年度稲作指導指針）の収量となり、玄米タンパク質は低かったが、玄米外観品質および整粒歩合は同等であった。直播においても収量が目標収量並みの場合は、玄米の品質が高いとは限らないと考えられた。

2. 直播水稻の品質関連形質と変動要因の検討

直播においても玄米品質は籾数が増加すると低下する傾向が見られる。移植並の収量を確保する可能性がある30千粒m⁻²以上の籾数では玄米外観品質が低下している（図17）。また出穂日が遅くなると玄米外観品質が下がる傾向があったことから（図19）、籾数が多く出穂が遅れた場合は、その後の気象経過により収量が増加することが考えられるが同時に品質の低下も予想される。

3. ま と め

直播は、出穂までの生育日数が短く、穂揃期までの生育が移植に比べて小さい。そのため成熟期の乾物重に対する出穂後の乾物増加の割合が移植に比べて大きい。これが、収量が大きく変動し、また減収する要因の一つになっていると考えられる。また直播では生産された玄米は移植に比べて高い整粒歩合、低いタンパク質含有率の傾向がある。しかし2006年のように直播の収量が目標収量並になった場合は、玄米品質は移植と同等になると考えられた。直播による玄米が高品質・良食味であるのは、収量が少ない条件での限られた現象であると思われる。

引用文献

- 1) 大西政夫, 堀江 武. 1999. 重量法による水稻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.

(三浦恒子・若松一幸)

山形県における直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

山形県では湛水土壤中直播栽培を中心に直播面積が増加し、1990年の3.6haから2004年には900.8haにまで達した。しかし、その後漸減傾向にあり2007年には798.6haとなっている。

一方、米価の低下は著しく省力・低コスト技術としての直播栽培は重要性が増している。また、高温登熟による品質低下が問題とされる中、直播栽培においては生育ステージの遅れによる高温登熟回避による品質の確保事例も県内で散見されている。

そこで、直播栽培における諸形質について試験を行い直播栽培の収量・品質の安定化要因を解明する。

II 材料と方法

供試品種は「はえぬき」で2004～2006年に山形県農業総合研究センター内の水田圃場（細粒灰色低地土）で移植と湛水土壤中直播栽培で試験を実施した。移植時期は5月19～20日、栽植密度は22.2株/m²、株当たり苗本数は4本、m²当たり苗本数は88.8本とした。基肥窒素量は6kg/10a、追肥窒素量は2kg/10aとした。

湛水土壤中直播栽培の播種時期は4月28～30日、酸素供給剤（カルパー粉粒剤16）を乾粉2倍量湿粉衣した催芽種子を乾粉相当で3.5kg/10a、条間30cmとして条播した。基肥窒素量は4kg/10a、追肥窒素量は2kg/10aとした。

播種後は出芽盛期まで概ね10日間程度落水状態で管理、その後入水し除草剤散布等慣行管理に移行した。苗立数は98本/m²以上となり、本県における指標（80～100本/m²）を確保した。

収量、収量構成要素及び玄米品質は定法により調査した。精玄米重、玄米品質は、粒厚1.9mm以上の玄米について調査した。また、各区からサンプリングした穂の1次枝梗および2次枝梗の着生粉数を計数して2次枝梗着生粉割合を算出した。

品質関連形質の分析は東北農業研究センターが担当し、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計（Infratec1241 フォス・ジャパン社製）を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器（RQI10A サタケ社製）により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーⅡ型（ブラン・ルーベ社製）により測定した。さらに、食味計（トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製）を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。

穂揃い期の稈・葉鞘中の非構造性炭水化物（NSC）含有量の分析は重量法（大西・堀江 1999）によった。

III 結 果

1. 出穂登熟気温および収量関連形質

直播栽培では移植栽培に比べ3カ年平均値で出穂期が4日遅くなった。

表20 登熟条件および収量関連形質

年次	播種期	移植・ 直播日 (月.日)	出穂期 (月.日)	登熟気温	登熟気温	精	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 粉数	総 粉数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
				40日 (°C)	20日 (°C)	玄米重 (g/m ²)							
2004	移植	5.20	8.3	23.6	24.8	640	(100)	468	73.6	34.4	88.2	22.3	0
	直播	4.30	8.3	23.6	24.8	584	91	468	65.1	30.5	93.3	22.8	0
2005	移植	5.20	8.4	24.8	25.8	637	(100)	514	71.8	36.9	91.3	21.3	0
	直播	4.28	8.10	24.0	24.6	543	85	452	69.1	31.2	78.3	21.8	0
2006	移植	5.19	8.6	23.3	25.7	629	(100)	485	72.6	35.2	93.4	22.0	0
	直播	4.30	8.12	22.2	24.6	568	90	528	58.9	31.1	88.8	21.7	0
平均	移植	5.20	8.4	23.9	25.4	635	(100)	489	72.7	35.5	91.0	21.9	0
	直播	4.29	8.8	23.3	24.7	565	89	483	64.4	30.9	86.8	22.1	0
有意差(栽培法間差)						**		ns	*	**	ns	ns	ns

注. 精玄米は粒厚1.90mm以上、水分15%換算。**、*：1%および5%水準で有意差有り。ns有意差無し。

直播栽培では移植比99%と移植並に穂数は確保したが、1穂粒数の減少に伴いm²当たりの総粒数は移植対比87%と低下した。そのため、収量は移植に対し11%低下したものの、千粒重は移植並であった(表20)。

2. 稈・葉鞘中非構造性炭水化物(NSC)の蓄積

NSC含有率や蓄積量の栽培法間の差は小さいが、直播では粒数が減少することから、粒当たりNSCが高まる傾向にあった(表21)。

3. 品質関連形質

直播栽培では、出穂期の遅れにより、登熟前期20日間の平均気温は0.6℃低下した(表20)。しかし、低下程度が1℃以下の範囲であったため、食味低下につながるような白米アミロース含有率の増加は認められなかった(表22)。

直播栽培の整粒歩合は2005年、2006年とも移植より高くなった。2004年については移植より整粒歩合

が低下しているが、これは胴割れの多発による低下であり、収穫後の乾燥に問題があったものと推察される(表22)。また、2次枝梗着生割合は年次間のばらつきが大きく判然としなかった(表22)。

IV 考 察

直播栽培の安定化のためには生育量の確保が重要となるが、播種後の落水による苗立ち率の安定化により、直播栽培においても移植とほぼ同等の生育量が確保され、穂数も移植並となった。

一方、1穂粒数が移植に比べ低下したことによりm²当たりの総粒数が減少し精玄米重は低下しているが、これは基肥窒素量を減量していることが影響したと考えられる。このため、直播栽培での基肥の減量程度を小さくすることで収量差を縮小することが可能と推察される。総粒数の減少は1穂粒数の減少によるものであったが(表20)、1穂粒数の減少は2次枝梗着生割合の減少による場合が多いことから、直播栽培は、登熟や品質の安定化に有効であることが示唆された。

一方、直播栽培により出穂期が遅れ、登熟気温が低下し、登熟前期20日間の平均気温が25℃以上になり難しく、整粒歩合の低下回避する可能性があることが示唆された。また、食味低下につながる様なアミロース含有率の増加も認められなかった。これらのことから、直播栽培による出穂期の遅れは品質の安定化につながっていると考えられた。

次に、稈・葉鞘中の非構造性炭水化物(NSC)含有率及び蓄積量は年次間差が大きく栽培法による差は判然としないが、直播栽培で粒数が減少することにより一粒当たりの非構造性炭水化物(NSC)蓄積

表21 NSC含有率および蓄積量

年次	播種期	穂揃い期		
		NSC (%)	NSC (g/m ²)	NSC (mg/粒)
2004	移植	34.9	174	5.1
	直播	40.7	244	8.0
2005	移植	38.6	213	5.8
	直播	37.4	183	5.8
2006	移植	36.8	214	6.1
	直播	36.1	230	7.4
平均	移植	36.8	200	5.6
	直播	38.1	219	7.1
有意差(栽培法間差)		ns	ns	ns

注. NSC：稈・葉鞘中非構造性炭水化物含量。
ns：有意差無し。

表22 品質関連形質

年次	播種期	玄米タンパク (%)	アミロース含有率 (%)	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			2次枝梗着生割合 (%)
							長さ (mm)	幅 (mm)	幅 (mm)	
2004	移植	6.0	18.1	90.0	7.3	0.2	5.11	2.78	1.95	1.95
	直播	5.7	18.2	83.2	9.0	4.0	5.05	2.81	1.99	1.99
2005	移植	6.9	17.0	85.9	13.9	0.2	5.03	2.73	1.92	1.92
	直播	6.5	17.8	89.4	10.5	0.1	5.17	2.79	1.95	1.95
2006	移植	7.4	18.3	85.1	14.3	-	-	-	-	-
	直播	7.7	18.5	86.4	10.3	-	-	-	-	-
平均	移植	6.8	17.8	87.0	11.8	0.2	5.07	2.75	1.93	1.93
	直播	6.5	18.1	87.9	9.0	1.4	5.13	2.79	1.96	1.96
有意差(栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注. ns：有意差無し。

量は移植同等以上に確保されていた。このような非構造性炭水化物（NSC）の蓄積の増加は直播栽培における登熟の安定化に寄与することが考えられる。

引用文献

- 1) 大西政夫, 堀江 武. 1999. 重量法による水稻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.

(山川 淳・井上由紀・浅野目謙之・中山芳明)

福島県における湛水直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

集落営農に関する一連の取り組みの中で、水稻直播栽培（直播栽培）の導入が、地域の水田農業を再編するきっかけとなった事例が数多くみられる。そこで福島県では、直播栽培をこれまでの様に低コスト化技術としてだけでなく、稲作の生産構造を改革する起点に位置づけて推進していくことにした。

しかし、福島県の直播栽培面積は2004年までは順調に増加してきたが、それ以降は、1000ha前後にとどまり伸び悩んでいる。このような状況の中、直播栽培の登熟特性を解析し、収量と品質の安定化対策を構築することは、直播栽培を推進する上で重要と考えられる。

そこで、本課題では「直播水稻の登熟特性」に関する連絡試験の中で、移植栽培と湛水直播栽培の生育ステージの相違に起因する、収量、品質及び炭水化物の蓄積量を比較し、直播水稻の登熟特性や品質関連形質の特徴を明らかにすることを目的とした。

II 材料と方法

1. 試験年次：2005年～2006年
2. 試験場所：福島県農業試験場（2005年）、福島県農業総合センター（2006年）
3. 供試品種：ひとめぼれ、コシヒカリ
4. 耕種概要

1) 移植栽培：

移植日 2005年5月1日、15日、2006年5月15日、栽植密度30cm×16cm (20.8株/m²)、植付本数5本/株 (2005年)、4本/株 (2006年)、施肥量 (N成分) 基肥ひとめぼれ0.6kg/a、コシヒカリ0.3kg/a、追肥0.2kg/a、(P₂O₅、K₂O成分) 基肥0.8kg/a

2) 湛水直播栽培：

播種方式 湛水土中条播、播種日 2005年5月6日、2006年5月9日、播種量0.4kg/a (乾籾換算)、条間30cm、施肥量 (N成分) 基肥0.3kg/a、追肥0.2kg/a、(P₂O₅、K₂O成分) 基肥0.8kg/a、播種後の水管理は、2005年が9日間、2006年が8日間の落水管

理を行い、その後は湛水管理とした。

5. 各調査項目の測定方法

- 1) 収量、収量構成要素：水稻成熟期に各区80株を刈り取った。乾燥後、脱穀調整し、常法により収量及び収量構成要素を算出した。
- 2) 品質関連形質の分析は東北農業研究センターが担当し、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計 (Infratec1241 フォス・ジャパン社製) を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器 (RQI10A サタケ社製) により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーII型 (プラン・ルーベ社製) により測定した。さらに、食味計 (トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製) を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。
- 3) 稈・葉鞘中非構造化炭水化物 (NSC) 含有量：出穂期に生育中庸な稲株を、各区6株採取した。株は、部位別 (葉、稈+葉鞘、穂、枯葉) に分け、80℃で通風乾燥した。乾燥後、稈+葉鞘部を粉碎し、東北農業研究センターに依頼し、重量法によりNSC含有率を測定した。

III 結果

1. 登熟条件、収量及び収量構成要素

移植栽培 (移植) と湛水直播栽培 (湛直) の登熟条件、収量及び収量構成要素を表23に示した。出穂期は、ひとめぼれ、コシヒカリとも湛直の方が遅く、それに伴って登熟気温も低下した。

精玄米重は湛直で低くなった。湛直の収量低下は、穂数の減少によりm²当たり籾数が確保できなかったためである。m²当たり穂数と籾数を除いて、収量構成要素には、栽培法による有意な差異は認められなかったが、湛直の登熟歩合や千粒重が高い傾向を示した。

2. 玄米品質

玄米品質を表24に示した。なお、2005年の玄米サンプルは坪刈り後の過乾燥により、胴割れ粒が多発

生した。そのため、整粒歩合、未熟粒、胴割れ粒の発生率及び味度値については、2006年のデータのみを対象にした。

玄米の外観品質では、両品種とも整粒歩合、未熟粒、胴割れ粒の発生率に移植と湛直での差異は認められなかった。玄米粒形も同様であった。また、登

熟気温による玄米粒形の変動は、品種と栽培法によって傾向が異なった(図21、22)。

食味を左右する玄米タンパク質、アミロース含有率と、味度値には、栽培法による差はみられなかった。なお、一般に登熟気温が低下すると、アミロース含有率は上昇するが、本試験のひとめぼれでは明

表23 登熟条件、収量及び収量構成要素 (2005~2006年)

品種 年次	栽培法	苗立ち数 (本/m ²)	出穂期 (月・日)	登熟気温	登熟気温	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 初数	総 初数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
				40日 (°C)	20日 (°C)								
ひとめぼれ													
2005	移植	—	8.06	24.6	25.2	600	(100)	482	61.6	29.7	85.4	19.6	0.1
	湛直	73	8.12	23.9	24.6	496	83	383	63.2	24.2	93.6	22.6	2
2006	移植	—	8.08	24.2	26.0	599	(100)	507	61.7	31.2	89.1	22.3	0
	湛直	72	8.12	22.7	25.0	523	87	370	65.4	24.2	94.5	23.3	0
平均	移植	—	8.7	24.4	25.6	600	(100)	495	61.7	30.5	87.3	21.0	0.1
	湛直	73	8.12	23.3	24.8	509	85	377	64.3	24.2	94.1	23.0	1
有意差(栽培法間差)						*		*	ns	*	ns	ns	
コシヒカリ													
2005	移植	—	8.15	23.6	24.7	563	(100)	414	72.2	29.9	83.4	22.6	1
	湛直	80	8.18	23.0	24.2	480	85	330	74.1	24.5	90.4	23.1	3
2006	移植	—	8.14	24.6	22.4	577	(100)	375	76.7	28.8	91.9	22.7	1
	湛直	73	8.18	21.4	23.8	550	95	340	80.5	27.4	90.7	23.1	0.3
平均	移植	—	8.15	24.1	23.6	570	(100)	395	74.5	29.4	87.7	22.7	1
	湛直	77	8.18	22.2	24.0	515	90	335	77.3	26.0	90.6	23.1	1.7
有意差(栽培法間差)						**		**	ns	*	ns	ns	

注. 1) 精玄米重、千粒重は、粒厚1.9mm以上、水分15%換算した値。
2) **、*：1%および5%で有意差有り、ns：有意差無しを表す。

表24 玄米品質

品種 年次	栽培法	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			玄米 タンパク (%)	アミロ ース含有率 (%)	味度値
					長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)			
ひとめぼれ										
2005	移植	59.5	32.3	8.3	4.86	2.64	1.88	6.5	—	37
	湛直	28.4	40.5	31.1	4.52	2.61	1.87	5.7	18.9	29
2006	移植	91.4	7.3	1.5	5.06	2.85	1.99	5.6	18.3	80
	湛直	93.1	5.8	1.3	5.10	2.88	2.00	5.9	17.8	79
平均	移植	75.5	19.8	4.9	4.96	2.75	1.94	6.1	18.3	58
	湛直	60.8	23.2	16.2	4.81	2.75	1.94	5.8	17.5	54
有意差(栽培法間差)					ns	ns	ns	ns		
コシヒカリ										
2005	移植	87.2	12.8	0.1	5.05	2.94	1.93	6.2	19.0	59
	直播	91.0	7.8	1.3	5.10	2.98	1.93	5.9	18.3	67
2006	移植	91.9	8.1	0.1	4.98	2.93	1.93	5.5	19.9	84
	直播	90.7	9.1	0.2	4.99	2.93	1.96	5.6	20.2	84
平均	移植	72.0	10.5	0.1	5.02	2.94	1.93	5.9	18.7	72
	直播	75.0	8.5	0.8	5.05	2.96	1.95	5.8	19.3	75
有意差(栽培法間差)					ns	ns	ns	ns	ns	

注. 1) 玄米外観品質、玄米タンパク、アミロース含有率、味度値は東北農業研究センターによる調査結果。
2) 2005年の玄米サンプルは、刈り取り後の過乾燥により胴割れ粒が多発生し、外観品質、味度値が著しく低下したため、整粒、未熟粒、胴割れ、味度値について統計処理を省略した。
3) **、*：1%および5%で有意差有り、ns：有意差無しを表す。

確な変動が認められなかった (図23)。また、コシヒカリにおいて、登熟気温が22℃以下に低下した条件でのアミロース含有率の上昇は認められなかった (図24)。

3. 乾物生産及び非構造型炭水化物 (NSC) の蓄積量

穂揃期の乾物重は、ひとめぼれで湛直が低い傾向を示し、コシヒカリでは差がなかった (表25)。

登熟期間の乾物生産については、ひとめぼれではデータ不足により一定の傾向を把握することが困難

であった。コシヒカリでは、穂揃い期の乾物重は移植に比較して湛直で乾物生産が減少した。

コシヒカリのNSC蓄積量には、栽培法による差は認められなかった。

IV 考 察

本試験では、湛直の収量は移植より低下した。しかし、玄米品質と食味に関連する形質には、栽培法による差がみられなかった。

そのため、福島県の湛直では、収量が移植に劣る

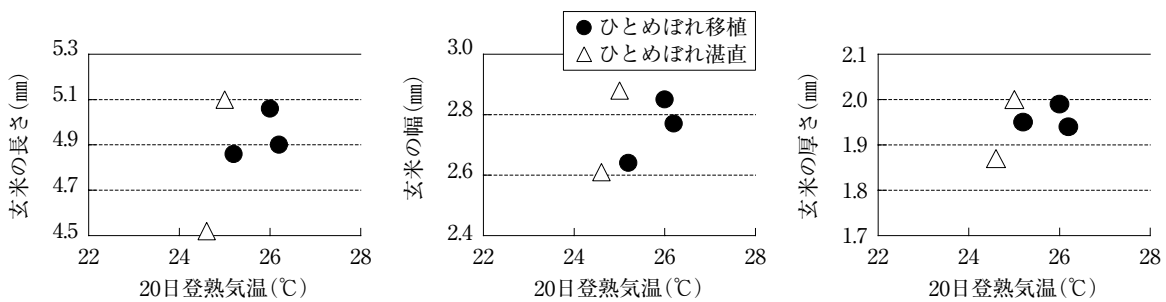


図21 登熟気温が玄米粒形に及ぼす影響 (ひとめぼれ)
20日登熟気温：出穂後20日間平均気温。

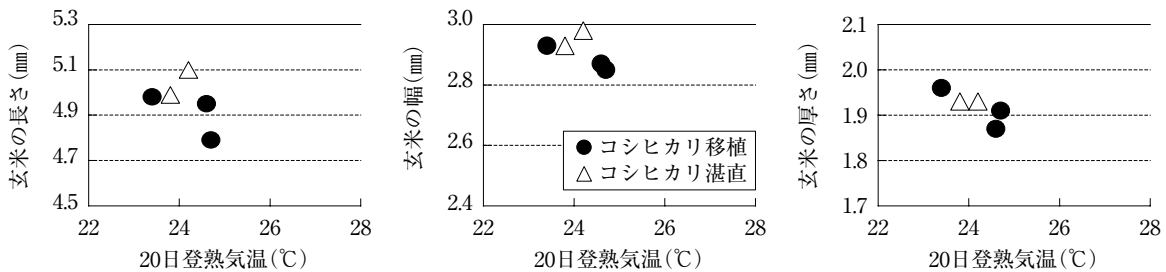


図22 登熟気温が玄米粒形に及ぼす影響 (コシヒカリ)
20日登熟気温：出穂後20日間平均気温。

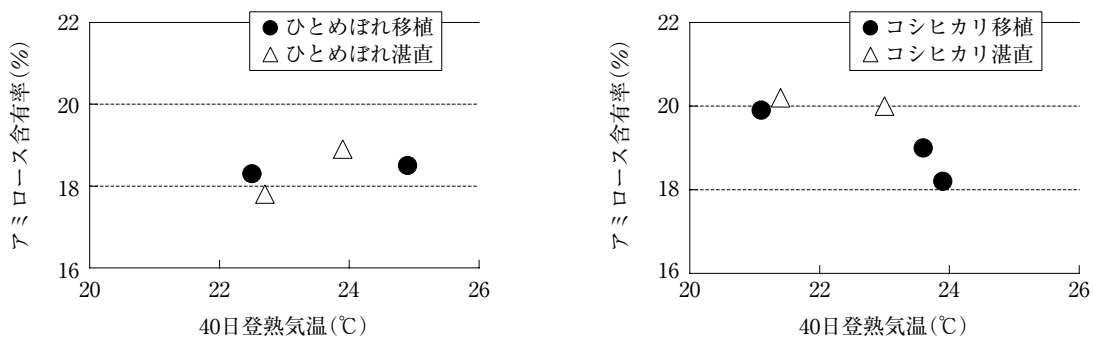


図23 登熟気温がアミロース含有率に及ぼす影響 (ひとめぼれ)
40日登熟気温：出穂後40日間平均気温。

図24 登熟気温がアミロース含有率に及ぼす影響 (コシヒカリ)
40日登熟気温：出穂後40日間平均気温。

表25 乾物生産及びNSC蓄積量

品種 年次	栽培法	穂揃期				成熟期乾物重 (g/m ²)	登熟期間中の 乾物増加量(g/m ²)
		乾物重(g/m ²)	NSC(%)	NSC(g/m ²)	NSC(mg/粉)		
ひとめぼれ							
2005	移植	943	39.6	373	12.6	1,219	276
	湛直	809	34.8	282	11.7	1,283	474
2006	移植	918	37.3	342	11.0	1,340	422
	湛直	787	—	—	—	—	—
平均	移植	931	38.5	358	11.8	1,280	349
	湛直	798	34.8	282	11.7	1,283	474
有意差(栽培法間差)		**					
コシヒカリ							
2005	移植	907	35.0	317	10.6	1,376	469
	湛直	829	36.6	303	12.4	1,204	375
2006	移植	852	37.1	316	11.0	1,209	357
	湛直	929	33.8	314	11.5	1,281	352
平均	移植	880	36.1	317	10.8	1,293	413
	湛直	879	35.2	309	11.9	1,243	364
有意差(栽培法間差)		ns	ns	ns	ns	*	*

注 1) NSC：葉鞘に蓄積される非構造的炭水化物。東北農業研究センターによる分析結果。

2) **、*：1%および5%で有意差有り、ns：有意差無しを表す。

ものの、玄米品質は移植並を確保できると考えられた。

試験結果から得られた湛直の優位性は、登熟期間の気温低下による高温登熟の回避である。これに関しては、試験2カ年が高温登熟年でなかったために、移植日を早め登熟気温を上昇させて検討し、データを蓄積する必要がある。

本試験では、穂揃期のNSC蓄積量に、栽培法による差はみられなかった。

これまで、乾田直播栽培では、出穂までに蓄積する炭水化物の量が少なく、収量が登熟期間の乾物生産に依存するため、天候不良年における収量・品質の不安定性が指摘されている(島宗ら 2001)。一方で、鈴木ら(2005)は、湛直では移植に比較してm²当たり粉数が増加しても、玄米品質が低下しにくいことを報告している。

しかしながら、栽培法の違いが、出穂前後の炭水化物の蓄積量や乾物生産量に及ぼす影響について

は、県内各地でのデータ蓄積が十分でなく、今後の検討を要する。

以上のことから、福島県における湛水直播栽培を推進するためには、導入のメリットとなる高温登熟障害の回避効果についての検証が必要である。次に、湛水直播栽培で認められた収量の低下や天候不順時の収量安定性などについての技術対策を強化することが必要であると考えられる。

引用文献

- 1) 島宗知行, 小林祐一, 吉田直史, 斎藤弘文. 2001. 乾田直播栽培における水稻の登熟特性. 東北農業研究. 54: 39-40.
- 2) 鈴木幸雄, 伊藤博樹, 荒井義光, 荒川市郎. 2005. 湛水直播栽培「ふくみらい」の苗立ちと品質・収量. 日作東北支部報. 48: 79-80.

(島宗知行・鈴木幸夫)

福島県における乾田直播水稻の登熟関連特性と収量・品質関連形質

I はじめに

福島県における水稻直播栽培は、省力化・コスト低減・作期分散の有効な手段として1996年から推進しており、その栽培面積は2006年で997ha（うち乾田直播栽培面積は39ha）となっている。

このような状況の中、「直播水稻の登熟特性」に関する連絡試験で、移植栽培と乾田直播栽培の生育ステージ、収量・品質及び非構造化炭水化物含量を比較し、直播水稻の登熟特性や品質関連形質の特徴を明らかにしようと試みたので結果を報告する。

II 材料と方法

試験は2004～2006年に、福島県相馬市の福島県農

業総合センター浜地域研究所内圃場で行った。乾田直播栽培・移植栽培とも品種は、あきたこまち、ひとめぼれを用いた。

乾田直播栽培は、早播：4月7～10日、標播：4月22～26日とし、播種量は0.60～0.88kg/aとした。播種当日逆転ロータリによる1回の耕耘後、傾斜ベルト式小型播種機により条播（条間30cm）した。基肥窒素量は緩効性肥料（LP70）で0.8kg/a、穂肥は幼穂形成期に硫酸で0.2kg/aとした。

乾田直播栽培は、播種後出芽まで乾田状態で管理したが、降水が少なく圃場が乾燥した場合にはフラッシングを実施した。春期低温年や早播では出芽がやや不良になったものの、苗立ち数は3ヶ年平均で約120本/m²となった。なお、入水期は稲が3～4

表26 登熟条件および収量

品種	品種年次	栽培法	播種期 移植期 (月/日)	苗立ち数 (本/m ²)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟 日数 (日)	40日 登熟気温 (℃)	精玄 米重 (kg/a)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	穂数/ 苗立ち数 (本)	1穂 籾数 (粒/穂)	m ² 籾数 (×100/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-4)
あきたこまち	2004	移植	5.10	—	7.26	9.3	39	24.2	67.3	(100)	514	—	71.2	366	88.6	21.3	3.3
		早播	4.7	87	8.1	9.12	42	23.7	49.6	74	342	3.9	73.0	250	88.8	22.9	0.0
		標播	4.22	106	8.3	9.16	44	23.3	56.3	84	386	3.6	77.1	298	88.1	22.9	0.0
	2005	移植	5.9	—	8.3	9.12	40	24.7	56.3	(100)	457	—	76.1	348	83.6	20.4	2.4
		早播	4.8	69	8.10	9.22	43	24.0	44.1	78	284	4.1	73.6	209	90.9	23.4	0.0
		標播	4.25	100	8.10	9.22	43	24.0	43.8	78	313	3.1	67.5	211	91.4	23.4	0.0
	2006	移植	5.10	—	8.2	9.10	39	23.8	61.4	(100)	478	—	71.3	341	89.6	20.7	2.6
		早播	4.10	188	8.11	9.23	43	22.7	55.8	91	411	2.2	67.6	278	92.1	22.9	0.2
		標播	4.26	192	8.12	9.25	44	22.6	55.3	90	420	2.2	67.4	283	91.5	22.6	0.2
平均	移植	5.10	—	7.31	9.8	39	24.2	61.7 _a	(100)	483 _a	—	72.9	352 _a	87.3	20.8 _a	2.8	
	早播	4.8	115	8.7	9.19	43	23.5	49.8 _b	81	346 _b	3.4	71.4	246 _b	90.6	23.1 _b	0.1	
	標播	4.24	133	8.8	9.21	44	23.3	51.8 _b	84	373 _b	3.0	70.7	264 _b	90.3	23.0 _b	0.1	
ひとめぼれ	2004	移植	5.10	—	7.30	9.9	41	23.8	68.4	(100)	545	—	63.6	346	86.5	23.1	1.5
		早播	4.7	147	8.8	9.22	45	22.5	55.5	81	410	2.8	66.7	273	87.9	23.4	0.0
		標播	4.22	97	8.10	9.24	45	22.2	56.6	83	411	4.2	68.4	281	85.4	23.2	0.0
	2005	移植	5.9	—	8.7	9.18	42	24.3	58.0	(100)	493	—	66.2	326	83.1	22.2	2.5
		早播	4.8	70	8.15	9.27	43	23.6	50.3	87	323	4.6	82.3	266	85.3	23.2	0.0
		標播	4.25	90	8.15	9.28	44	23.6	55.6	96	386	4.3	74.0	286	84.4	23.0	0.0
	2006	移植	5.10	—	8.6	9.16	41	23.3	61.4	(100)	497	—	64.7	322	87.1	21.9	2.4
		早播	4.10	150	8.15	9.30	46	22.2	59.9	98	402	2.7	74.0	297	92.9	23.1	1.4
		標播	4.26	158	8.16	10.2	47	22.0	56.9	93	407	2.6	70.1	285	92.3	22.8	0.6
平均	移植	5.10	—	8.4	9.14	41	23.8	62.6	(100)	512 _a	—	64.8	331 _a	85.6	22.4 _a	2.1	
	早播	4.8	122	8.13	9.26	45	22.8	55.2	88	378 _b	3.4	74.3	279 _b	88.7	23.2 _b	0.5	
	標播	4.24	115	8.14	9.28	45	22.6	56.4	90	401 _b	3.7	70.8	284 _b	87.4	23.0 _b	0.2	

注. 移植日：5月10日（稚苗）、栽植密度：14×30cm（4本/株移植）。

乾田直播栽培は早播と標播で実施した。

精玄米重は粒厚1.8mm以上。

40日登熟気温：出穂後40日間の平均気温。

異なる文字の間にはTukeyの多重検定で6%水準で有意差がある。

葉期となる6月10日前後とした。その後の水管理は出穂期まで間断灌漑とした。

移植栽培の移植期は5月9～10日で、条間30cm×株間14cmの1株3本植えとした。基肥窒素量は化成肥料で0.6kg/a、穂肥は幼穂形成期に硫酸で0.2kg/aとした。

出穂期に稲株をサンプリングし、稈・葉鞘中の非構造性炭水化物 (NSC) 含量を重量法 (大西・堀江 1999) により測定した。成熟期には、収量および収量構成要素の調査を行った。

品質関連性質として、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計 (Infratec1241 フォス・ジャパン社製) を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器 (RQI10A サタケ社製) により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーII型 (ブラン・ルーベ社製) により測定した。さらに、食味計 (トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米

機製作所社製) を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。

Ⅲ 結果と考察

1. 収量、収量構成要素及び登熟条件

乾田直播栽培では、出穂期が移植栽培より6～10日遅かった。また、出穂の遅れにより登熟期間の気温も1℃前後移植栽培より低かった (表26)。

乾田直播栽培は、m²粗数が移植栽培より少なかったものの、登熟歩合が移植並み～やや高く、千粒重は移植より大きかった (表26)。

移植栽培との収量比較では、乾田直播栽培あきたこまちの収量指数 (移植を100) は74～91、でひとめぼれでは81～98とそれぞれ少なかった (表26)。

乾田直播栽培の収量が移植栽培より低いのは、穂数の減少によりm²粗数が減少したと考えられた。移植栽培との収量比が90を超えた2006年は、他年次よりm²粗数が多く、登熟歩合も高かった。この年

表27 地上部乾物重とNSC蓄積

品 種	品 種 年次	栽 培 法	出穂期				NSC 含有率 (%)	NSC量			成熟期 乾物重 (g/m ²)	乾 物 増加量 (g/m ²)	同 左 穂 当たり (g/本)	
			乾物重		茎 当 たり			m ² 当 たり (g/m ²)	一 穂 当 たり (mg/穂)	1 粗 当 たり (mg/粗)				
			全 体 (g/m ²)	茎 (g/m ²)	葉 (g/m ²)	茎 重 (g/本)								葉 重 (g/本)
あきたこまち	2004	移植	989	609	225	1.19	0.44	32.0	195	381	5.4	1,577	588	1.14
		早播	689	426	166	1.25	0.49	34.6	147	433	5.9	1,147	458	1.34
		標播	939	449	176	1.16	0.46	34.9	157	405	5.3	1,439	500	1.30
	2005	移植	853	523	204	1.15	0.45	36.1	189	415	5.5	1,393	540	1.18
		早播	488	290	126	1.02	0.44	35.2	102	359	4.9	962	474	1.67
		標播	556	331	144	1.05	0.46	36.0	119	378	5.6	1,027	471	1.50
	2006	移植	922	550	222	1.15	0.46	34.9	192	401	5.6	1,392	470	0.98
		早播	836	519	189	1.26	0.46	36.9	192	465	6.9	1,264	428	1.04
		標播	701	432	169	1.03	0.40	38.2	165	393	5.8	1,176	475	1.13
平均	移植	921	561 a	217 a	1.16	0.45	34.3	192	399	5.5	1,454	533	1.10	
	早播	671	412 b	160 b	1.18	0.46	35.6	147	419	5.9	1,124	453	1.35	
	標播	732	404 b	163 b	1.08	0.44	36.4	147	392	5.6	1,214	482	1.31	
ひとめぼれ	2004	移植	1,025	619	234	1.14	0.43	29.8	184	340	5.3	1,558	533	0.98
		早播	884	546	193	1.33	0.47	33.7	184	448	6.7	1,129	245	0.60
		標播	772	486	169	1.18	0.41	35.3	172	417	6.1	1,284	512	1.25
	2005	移植	924	562	218	1.14	0.44	34.0	191	388	5.9	1,408	484	0.98
		早播	757	453	183	1.40	0.57	31.7	144	444	5.4	1,381	624	1.93
		標播	737	450	167	1.16	0.42	33.5	151	389	5.3	1,367	630	1.57
	2006	移植	906	537	217	1.08	0.44	32.4	174	350	5.4	1,359	453	0.91
		早播	839	484	187	1.25	0.48	34.2	166	428	5.8	1,210	371	0.96
		標播	975	595	218	1.46	0.54	36.6	218	534	7.6	1,373	398	0.98
平均	移植	952	573	223	1.12	0.44	32.1	183	359	5.5	1,442	490	0.96	
	早播	827	494	188	1.33	0.51	33.2	165	440	6.0	1,240	413	1.16	
	標播	828	510	185	1.27	0.46	35.1	180	447	6.3	1,341	513	1.27	

注. NSC: 稈・葉鞘中の非構造性炭水化物。
乾田直播栽培は早播と標播で実施した。
異なる文字の間にはTukeyの多重検定で5%水準で有意差がある。

は、苗立ち数が多く、m²穂数も多くなっているが、穂数/苗立ち数を見ると、他の年次より数値が小さく、主茎依存型であったことも登熟歩合が高まった一因と考えられた。

2. 乾物生産とNSC含量

出穂期のm²当たり乾物重は乾田直播栽培で小さかったものの、一茎当たりで見ると、移植栽培より茎重が重かった。また、乾田直播栽培では茎当たりの葉重が、移植栽培並～やや重かった(表27)。

登熟期の乾物増加は乾田直播栽培が移植栽培より小さいが、一穂当たりで見ると移植栽培より大きかった(表27)。

乾田直播栽培のNSC含有率は、2004年、2006年では乾田直播栽培のほうが移植栽培よりやや高かった(表27)。両年の出穂前15日間の気象条件をみると、移植栽培より乾田直播栽培のほうが気温が高く、日照時間が多かった(表28)。2005年の乾田直播栽培のNSC含有率は、あきたこまちで移植栽培並、ひとめぼれで移植栽培より低かった。この年の出穂期前15日間の日照時間は、ひとめぼれでは乾田直播栽培のほうが少なかった(表28)。

本県では梅雨後半の7月中旬に低温・少照となることが多いが、乾田直播栽培は生育ステージが移植栽培より遅くなるため、この時期を回避し、移植栽培より出穂期前の気温が高く、日照時間が多くなり、乾田直播栽培のほうが移植栽培より出穂期の茎の非構造化炭水化物の蓄積が多くなると考えられる。

3. 品質関連形質

玄米タンパクは乾田直播栽培が移植栽培並～やや低く、味度値は2005年の早播あきたこまちを除き高

かった(表29)。また、白米アミロース含有率は、移植栽培より乾田直播栽培が高かった(表29)。これは、乾田直播栽培は登熟気温が低いためと思われる。

整粒歩合は移植栽培より乾田直播栽培が高く(表29)、乾田直播栽培の玄米粒形は、移植栽培と比較

表28 出穂前15日間の気象条件

品種	年次	栽培法	播種期 移植期 (月/日)	出穂期 (月/日)	出穂前15日間	
					平均気温 (°C)	日照時間 (hr)
あきたこまち	2004	移植	5.10	7.26	24.2	57.2
		早播	4.7	8.1	26.0	95.5
		標播	4.22	8.3	26.2	110.5
	2005	移植	5.9	8.3	23.4	44.6
		早播	4.8	8.10	25.8	78.6
		標播	4.25	8.10	25.8	78.6
	2006	移植	5.10	8.2	20.7	27.0
		早播	4.10	8.11	23.0	75.9
		標播	4.26	8.12	22.9	72.3
	平均	移植	5.10	7.31	22.8	42.9
	早播	4.8	8.7	24.9	83.3	
	標播	4.24	8.8	25.0	87.1	
ひとめぼれ	2004	移植	5.10	7.30	25.4	77.3
		早播	4.7	8.8	26.8	114.5
		標播	4.22	8.10	26.7	117.1
	2005	移植	5.9	8.7	24.8	71.0
		早播	4.8	8.15	25.9	48.8
		標播	4.25	8.15	25.9	48.8
	2006	移植	5.10	8.6	22.2	61.2
		早播	4.10	8.15	23.3	76.6
		標播	4.26	8.16	23.5	76.6
	平均	移植	5.10	8.4	24.1	69.8
	早播	4.8	8.13	25.3	80.0	
	標播	4.24	8.14	25.4	80.8	

注. アメダス相馬の気象データを使用した。

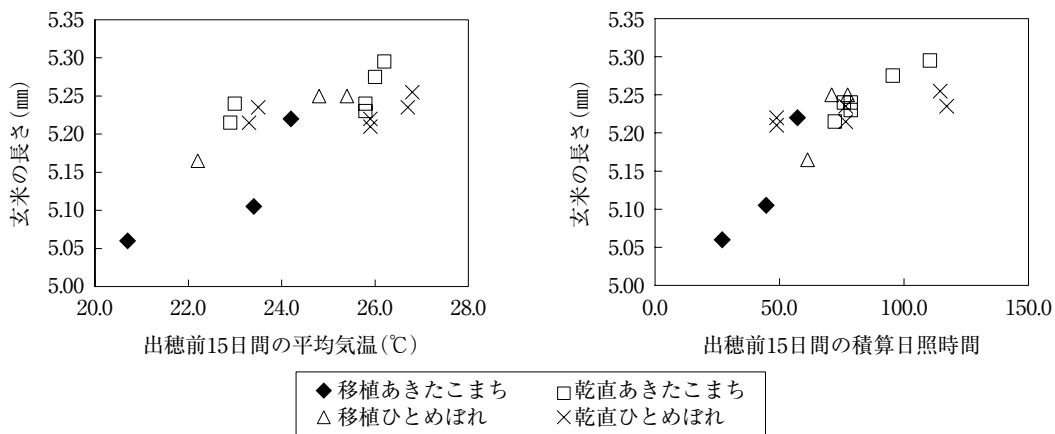


図25 出穂前15日間の平均気温・日照時間と玄米長さ

表29 品質関連形質

品種	年次	栽培 法	播種期 移植期 (月/日)	玄米 タンパク (%)	アミロース (%)	味度値	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形		
										長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)
あきたこまち	2004	移植	5.10	6.4	18.0	-	89.4	9.9	0.1	5.22	2.78	1.93
		早播	4.7	5.9	19.6	-	96.0	3.5	0.1	5.28	2.88	1.96
		標播	4.22	6.1	20.1	-	95.7	3.8	0.2	5.30	2.89	1.95
	2005	移植	5.9	7.2	18.0	54.2	78.7	21.4	0.0	5.11	2.72	1.87
		早播	4.8	6.8	-	53.4	93.0	7.0	0.0	5.24	2.87	1.91
		標播	4.25	6.7	17.7	58.9	92.0	8.0	0.1	5.23	2.87	1.92
	2006	移植	5.10	7.3	16.4	66.7	94.2	5.9	0.0	5.06	2.70	1.91
		早播	4.10	6.6	16.9	71.8	96.7	2.9	0.5	5.24	2.87	1.98
		標播	4.26	6.4	17.7	75.1	97.6	2.0	0.5	5.22	2.86	1.96
	平均	移植	5.10	7.0	17.5	60.4	87.4	12.4	0.0	5.13	2.73	1.90
		早播	4.8	6.4	18.3	62.6	95.2	4.5	0.2	5.25	2.87	1.95
		標播	4.24	6.4	18.5	67.0	95.1	4.6	0.2	5.25	2.87	1.94
ひとめぼれ	2004	移植	5.10	5.7	19.1	-	83.4	14.1	0.0	5.25	2.87	1.98
		早播	4.7	5.7	20.5	-	91.8	7.5	0.0	5.26	2.90	1.97
		標播	4.22	5.6	20.2	-	88.8	10.7	0.0	5.24	2.88	1.96
	2005	移植	5.9	6.9	18.2	59.0	80.3	19.7	0.0	5.25	2.84	1.89
		早播	4.8	6.9	-	62.2	82.0	18.1	0.0	5.21	2.86	1.91
		標播	4.25	6.6	18.8	60.1	79.7	20.4	0.0	5.22	2.87	1.90
	2006	移植	5.10	6.9	16.4	69.0	89.4	10.6	0.0	5.17	2.75	1.93
		早播	4.10	6.7	17.4	73.1	95.9	4.1	0.1	5.22	2.89	1.96
		標播	4.26	6.4	17.8	72.8	96.4	3.6	0.1	5.24	2.88	1.96
	平均	移植	5.10	6.5	17.9	64.0	84.4	14.8	0.0	5.22	2.82	1.93
		早播	4.8	6.4	18.9	67.6	89.9	9.9	0.0	5.23	2.88	1.94
		標播	4.24	6.2	18.9	66.5	88.3	11.5	0.0	5.23	2.87	1.94

注. 1.9mm選別のサンプルを使用した。
異なる文字の間にはTukeyの多重検定で5%水準で有意差がある。

して「長さ」、「幅」が増大した(表29)。

玄米の「長さ」は、出穂前15日間の気温が高く、日照時間が多いと長くなった(図25)。この時期は籾殻の大きさが決まる時期であることから、乾田直播栽培では籾殻が大きくなっているため、玄米も大きくなり易いと思われる。

これらのことから、乾田直播栽培のほうが移植栽培より味度値が向上していたが、これにはタンパク低下や玄米粒形の大型化が関与すると考えられる。

4. まとめ

一連の試験で乾田直播栽培では、収量は移植栽培に劣るものの、品質は劣らなかった。

乾田直播栽培は、移植栽培に比べ登熟期間の温度は低いものの、移植栽培より m^2 籾数が少ないこと、また、出穂期のNSC含有率も高いことから、登熟が十分に行われ、未熟粒が少なく、登熟歩合が高く、品質や食味は低下しないと考えられた。

引用文献

- 1) 大西政夫, 堀江武. 1999. 重量法による水稲各器官中の非構造化炭水化物の簡易定量法. 日作紀. 68: 126-136.

(木田義信・佐々木園子)

東北地域における直播水稻の登熟特性と品質関連形質の特徴

I はじめに

水稻の直播栽培は、育苗作業や育苗施設が不要となる点で移植栽培と比較して省力性が高く、稲作の大規模化に有効な技術として位置付けられ、集落営農の推進や担い手への農地集積において、その導入が重要になる。また、農業生産に占める水稻作の比率が相対的に高い東北地域では、このような直播栽培導入の重要性が高い。しかしながら、東北地域では8月下旬以降の気温の低下が顕著となるために、移植栽培と比較して出穂期が遅れる直播栽培は、登熟気温の低下による収量、品質への悪影響が懸念される。

一方、寒冷地における水稻の直播栽培では、移植水稻との生育ステージのズレによる障害型冷害の危険期分散に対する有効性が指摘されるとともに（吉永ら 2007）、直播栽培による出穂の遅れは、近年問題が顕在化している高温登熟によるコメ品質低下の抑制に有効になることが示唆されている（吉永ら 2006）。

このように、東北地域への直播栽培の導入には多様な側面があるものの、これまで寒冷地における直播水稻の品質特性の詳細な検討事例は少なく、特に東北地域全体を含めて総括するような解析が近年行われていない。そこで、東北各県の参画により2004年から2006年に実施した連絡試験において行った各地の移植および直播栽培の作期試験結果をもとに、東北地域における直播水稻の登熟特性と品質関連形質の特徴について解析を行った。

謝辞：3カ年にわたる連絡試験では、東北各県の試験研究機関の試験担当者にご多大なるご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

II 材料と方法

1. 連絡試験の概要

東北各県の農業試験研究機関及び東北農業研究センターにおける移植および直播圃場試験（2004～2006年）の作期試験データを収集するとともに、各地における収量調査後の玄米サンプルを収集し、米粒成分や外観品質の調査を東北農業研究センターに

おいて一括して行った。各地の作期試験の施肥法や播種量は各地の慣行法に準じた（詳細は本研究資料の各県の取りまとめ参照）。

なお、東北農業研究センターにおいては、移植栽培3作期（早植え：5月9～10日、普通期：5月23～24日、遅植え：6月6～7日）、直播栽培3作期（早播き：4月27～30日、普通期：5月12～14日、晩播：5月26～28日）それぞれ設定した。また、移植では、条間30cm×株間15cm（22.2株/m²）1株3本を手植えし、直播では、条間30cm×株間15cm（22.2株/m²）の1株5粒点播の苗立ち後に、1株3本（苗立ち密度66.6本/m²）に補正した。

2. 試験地および品種

試験は、青森県農林総合研究センター（青森県黒石市）、岩手県農業研究センター（岩手県北上市）、宮城県古川農業試験場（宮城県大崎市）、秋田県農林水産技術センター農業試験場（秋田県秋田市）、山形県農業総合研究センター（山形県山形市）、福島県農業総合センター（福島県郡山市、河沼郡、相馬市）および東北農業研究センター（秋田県大仙市）の東北6県、延べ9カ所において実施した。

年次と試験地に対応した供試品種は表30に示したとおりで、各地の基幹品種とした。

3. 調査項目

出穂期および刈りによる収量、収量構成要素を調査した。このときの玄米篩選は1.90mmで統一した。また、各区からサンプリングした穂の枝梗別の着生粒を計数して2次枝梗着生粒割合を算出した。

品質関連形質として、米選後の玄米タンパク含有率を近赤外分光光度計（Infratec1241 フォス・ジャパン社製）を用いて測定するとともに、外観品質および玄米粒形は品質判別器（RQI10A サタケ社製）により調査した。また、精米後の粉碎サンプルの白米アミロース含有率をオートアナライザーII型（ブラン・ルーベ社製）により測定した。さらに、食味計（トーヨー味度メーターMA-90B 東洋精米機製作所社製）を用いて食味評価の指標となる味度値を測定した。

4. データの解析方法

各地の普通期栽培における移植および直播水稻の

収量および品質関連形質の比較を行うとともに、各形質の変動要因を他作期（早期、晩期）も含めたデータを用いて解析した。なお、統計検定はt検定により、栽培法間差を評価した。

Ⅲ 結果と考察

1. 直播水稻の収量性に関する特性

3カ年の収量性（普通期栽培）の栽培法間差を表31にまとめた。直播栽培の出穂は、各年次の平均値で5～10日、平均約7日移植栽培と比較して遅れ、これに対応して出穂後40日間の平均気温は約1℃低下した。また、収量および収量構成要素については、年次により程度は若干異なるが相対的な栽培法間差の傾向は一致し、年次毎の収量の平均値は直播栽培で5～14%低下した。直播栽培の穂数は移植栽培との差が小さかったが、1穂粉数の減少が顕著であり、これにより総粉数が減少したことが減収の主要因と推察される。本試験の一部地域で調査された穂揃い期乾物重は直播栽培で低下したこと（データ省略）、出穂期の1茎重と1茎当たり粉数の間に密接な正の相関関係が認められる（Shiratsuchi *et al.* 2007）こ

とから、上記のような1穂粉数の減少は、直播栽培における出穂期までの生育量の減少が関連しているものと推察される。

一方、登熟歩合は移植と直播で同程度であったものの、千粒重は直播栽培で高まった。このような直播栽培における千粒重の増大は、品質面での向上要因と考えられた。なお、試験事例の多かった「あきたこまち」と「ひとめぼれ」について登熟気温と登熟性との関係を図26に示したが、出穂後40日間の平均気温が20℃以上の範囲では、「あきたこまち」、「ひとめぼれ」ともに登熟気温の低下による登熟度（登熟歩合×千粒重）の顕著な低下は認められなかった。このように、直播栽培では登熟気温の低下を生じるものの、上記のような粉数の減少により登熟に対する影響は小さいものと推察された。

2. 直播水稻の品質に関する特性

年次毎の普通期栽培の品質関連形質を表32に取りまとめた。品質についても年次により程度は若干異なるが相対的な栽培法間差の傾向は一致した。すなわち、直播栽培では移植栽培と比較して玄米タンパク含有率が同程度～低下、アミロース含有率は同程

表30 解析に用いた試験地域、年次と供試品種

試験場所	2004年		2005年		2006年	
1 青森県農林総合研究センター	つがるロマン	ゆめあかり	つがるロマン	ゆめあかり	つがるロマン	ゆめあかり
2 岩手県農業研究センター	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ
3 宮城県古川農業試験場	ひとめぼれ	まなむすめ	ひとめぼれ		ひとめぼれ	まなむすめ
4 秋田県農林水産技術センター	あきたこまち		あきたこまち		あきたこまち	
5 山形県農業総合研究センター	あきたこまち	はえぬき	あきたこまち	はえぬき	コシヒカリ	
6 福島県農業総合センター			コシヒカリ		ひとめぼれ	コシヒカリ
7 福島県農業総合センター会津地域研究所			ひとめぼれ	ふくみらい	コシヒカリ	
8 福島県農業総合センター浜地域研究所	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ
9 東北農業研究センター	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ	あきたこまち	ひとめぼれ

表31 東北各地の移植・直播普通期栽培における出穂期および収量関連形質

年次	栽培法	移植・ 直播日 (月.日)	出穂期 (月.日)	登熟気温 40日 (℃)	精 玄米重 (g/m ²)	同左 指数	穂数 (本/m ²)	1穂 粉数	総 粉数 (×千/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)
2004 (n=13)	移植	5.16	8.2	22.9	604	(100)	455	72.8	32.8	85.0	22.9
	直播	5.9	8.7	22.0	518	86	431	64.8	27.8	84.8	23.4
	有意差				**		ns	*	**	ns	*
2005 (n=17)	移植	5.17	8.1	24.1	596	(100)	449	73.9	33.1	86.2	22.1
	直播	5.6	8.12	23.3	530	89	421	69.2	28.9	86.5	23.0
	有意差				**		ns	*	**	ns	**
2006 (n=13)	移植	5.18	8.9	23.0	574	(100)	435	71.8	31.1	89.8	22.3
	直播	5.10	8.15	22.0	545	95	419	64.2	26.3	90.6	23.3
	有意差				ns		ns	ns	*	ns	**

注. 精玄米は粒厚1.90mm以上、水分15%換算。**, * : 1%および5%水準で有意差有り。ns有意差無し。

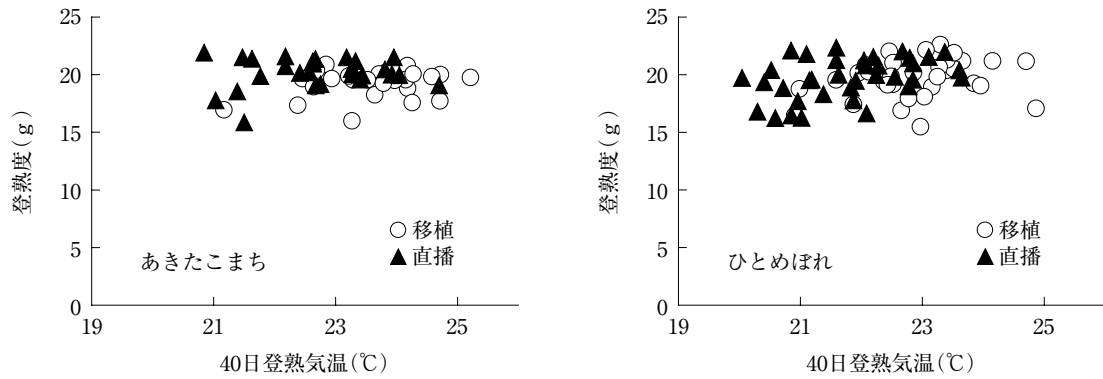


図26 登熟気温と登熟度との関係

登熟度 (算出式=登熟歩合×千粒重/100) は登熟性の指標。40日登熟気温：出穂後40日間の平均気温。

度～増加、味度値は向上傾向、整粒歩合は若干増加傾向で未熟粒は減少傾向となった。また、玄米粒形については「長さ」や「幅」が直播栽培で増大する傾向が確認された。これらの形質のうち直播栽培における玄米タンパク低下は味度値の向上に關与したと考えられる。また、玄米粒形の大型化は前述の千粒重の増加と関連するとともに、整粒歩合の増加(未熟粒の減少)に寄与したものと推察される。

直播栽培では2次枝梗着生割合が相対的に低かった(表32)が、これは1穂粒数の減少によると考えられる(図27)。穂内の着粒位置の品質への影響をみるために、東北農業研究センターの2005年普通期栽培での調査結果を表33に示した。2次枝梗着生用の玄米を1次枝梗着生用の玄米と比較すると、玄米粒形(長さ、幅、厚さ)が小さくなるとともに、整粒歩合が明らかに低下した。このため、直播水稻における2次枝梗着生割合の減少は、登熟歩合の安定化や整粒歩合の向上による品質の安定化に寄与する

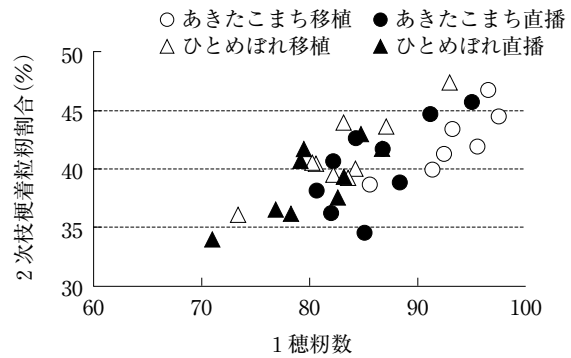


図27 1穂粒数と2次枝梗着生割合との関係
東北農研センター作期試験データ(2004-2006)。

ものと推察される。なお、食味品質に関しても、2次枝梗着生由来の米粒による炊飯米の食味は、1次枝梗着生由来のものと比較して、官能評価が低下することが報告されており(Matsue et al. 1994)、直播栽培における2次枝梗着生割合の減少は外観品質のみならず食味品質の向上にも寄与すると推察

表32 東北各地の移植・直播普通期栽培における品質関連形質

年次	栽培法	玄米 タンパク (%)	アミロー ス含有率 (%)	味度値	整粒 (%)	未熟粒 (%)	胴割れ (%)	玄米粒形			2次枝梗 着生割合 (%)
								長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	
2004 (n=13)	移植	6.1	19.6	-	84.9	11.4	2.0	5.17	2.84	1.98	38.8
	直播	6.1	19.9	-	86.7	11.5	0.8	5.27	2.86	1.96	35.1
	有意差	ns	ns		ns	ns	*	**	ns	ns	*
2005 (n=17)	移植	6.7	18.6	57.6	79.7	19.7	0.6	5.11	2.80	1.94	42.4
	直播	6.3	19.4	62.9	86.8	12.4	0.7	5.19	2.84	1.93	36.3
	有意差	**	**	**	*	*	ns	**	**	ns	**
2006 (n=13)	移植	6.3	17.5	71.9	83.5	14.2	2.4	5.10	2.81	1.98	42.5
	直播	6.1	18.9	77.3	89.8	8.8	1.4	5.16	2.86	1.98	38.3
	有意差	*	**	**	*	*	ns	*	*	ns	ns

注. 表31参照。玄米タンパクは含水率15%換算、アミロース含有率(白米)は乾物換算の値。

される。

次に、登熟気温が品質関連形質に及ぼす影響について検討するために、出穂後40日間の平均気温と整粒歩合との関係を検討すると、特に出穂の早い「あきたこまち」において登熟気温の高い条件で整粒歩合の低下が認められ、整粒歩合が80%以下になる事例は移植水稲で顕著に多くなった(図28)。直播水稲における整粒歩合の安定化の要因として、直播水稲は出穂期が遅れるために登熟期間の気温が移植水

稲よりも低下し、高温条件での白未熟粒の発生による整粒歩合の低下を生じにくいことがあげられる。また、このような高温登熟による品質低下は籾数が多い条件で助長される(高橋 2006)ことから、直播栽培では移植栽培と比較して籾数が減少したことも品質の安定化に寄与しているものと考えられる。

さらに、登熟気温と粒形の関係では登熟気温が低い条件で玄米長さが増大し、大粒化につながっていることが示された(図29)。一般に登熟期の高温は

表33 着粒位置別の玄米形質の栽培法間差

年次	栽培法	あきたこまち				ひとめぼれ			
		整粒歩合 (%)	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	整粒歩合 (%)	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)
全 穂	移植	82.4	5.14	2.80	1.95	87.2	5.19	2.87	1.96
	直播	87.8	5.24	2.84	1.96	89.4	5.26	2.89	1.97
1次枝梗	移植	87.2	5.23	2.82	1.97	93.9	5.24	2.90	1.97
	直播	92.3	5.29	2.87	1.96	95.1	5.32	2.93	1.98
2次枝梗	移植	65.0	4.98	2.75	1.93	77.1	5.00	2.84	1.93
	直播	76.5	5.03	2.78	1.90	72.7	5.01	2.85	1.92

注. 東北農業研究センター2005年普通期データ。1.90mm篩選。

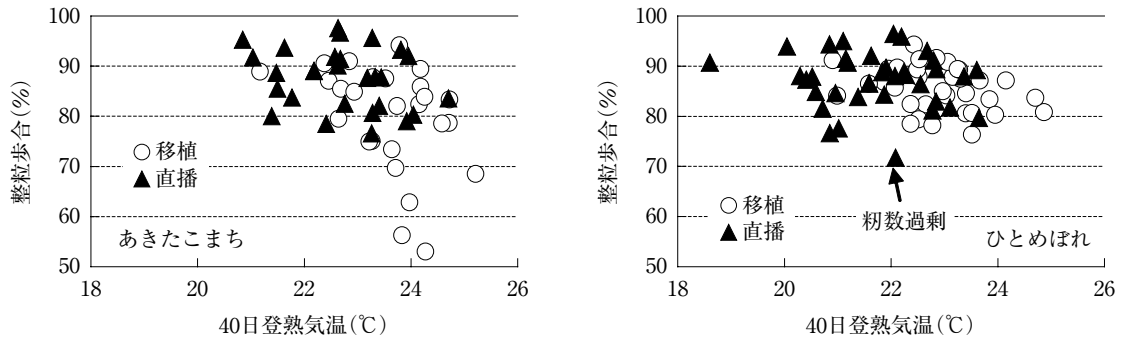


図28 登熟気温と整粒歩合との関係

40日登熟気温：出穂後40日間の平均気温。

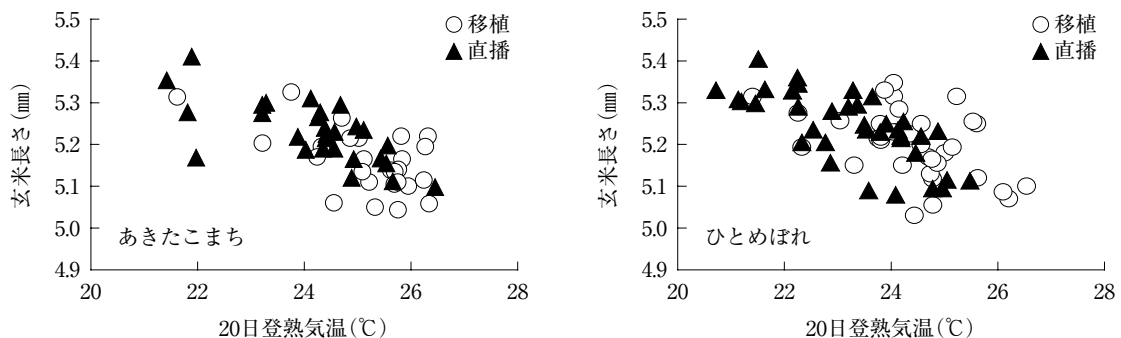


図29 登熟気温と玄米粒形との関係

20日登熟気温：出穂後20日間の平均気温。

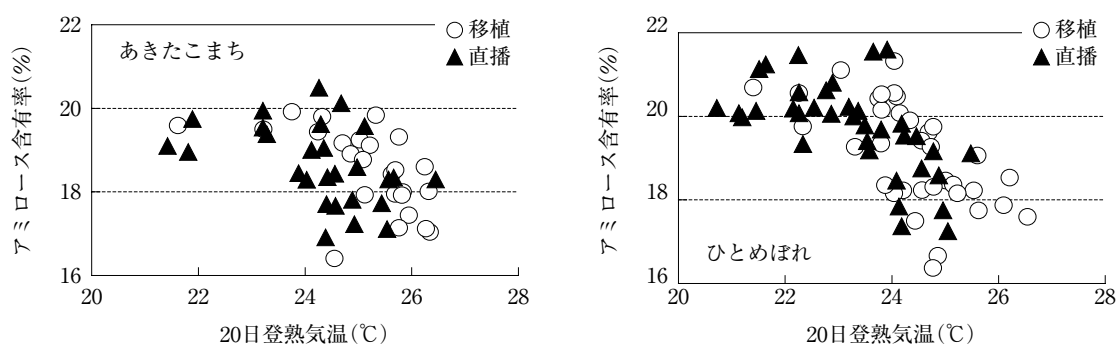


図30 登熟気温と白米アミロース含有率との関係
20日登熟気温：出穂後20日間の平均気温。乾物換算の含有率。

玄米重の低下を生じさせる (Tashiro・Wardlaw 1991) ことから、直播栽培で登熟気温が低かったことが、玄米の大型化に寄与していると考えられる。また、玄米の粒形は籾殻の大きさの影響も受ける (丸山・田中 1985)。本試験においても、籾殻が形成される出穂前5～25日の気温と玄米長さとの関係には高い正の相関関係が認められている (データ省略)。これらから、直播水稻の玄米の大型化 (長さや幅の増大) には、籾殻形成時期の気温が移植水稻よりも高いこと、玄米の長さや幅が決定する登熟初期の気温が移植水稻よりも低いことが関与しているものと推察される。

アミロース含有率については、一般に登熟気温の低下による増加が、食味の低下要因になることが知られている (稲津 1988)。本試験における登熟気温とアミロース含有率との関係を図30に示した。出穂後20日間の平均気温が低下する条件でアミロース含有率が増加する傾向を示したが、同気温が23～24℃以下の条件ではアミロース含有率の増加は緩慢であるために直播栽培におけるアミロース含有率の顕著な増加は認められなかった。このために、全体の平均値 (表32) における栽培法間差も小さく、直播水稻におけるアミロース含有率の増加による食味への影響は小さいものと推察された。

3. ま と め

以上のように、東北地域の直播栽培では移植栽培と比較して収量性の低下が認められたが、その主要因は1穂籾数の減少にともなう籾数不足であり、登熟歩合の低下は認められず、千粒重は増大する傾向が確認された。また、直播栽培における出穂期の遅れによる品質への悪影響は認められず、逆に出穂が早く登熟初期に高温となる移植栽培で品質低下が確

認された。さらに、直播水稻において登熟気温の低下を生じたが、食味低下につながるような白米アミロース含有率の顕著な増加は認められず、玄米タンパク含有率の低下、1穂籾数の減少による2次枝梗着生割合の低下など、品質向上に有利な特性が示された。本試験の結果を暖地 (北部九州) における直播水稻の収量・品質の検討 (尾形・松江 1997) と比較すると、本試験の直播栽培での減収程度が大きかったものの、1穂籾数の減少にともなう2次枝梗着生割合の低下や千粒重の増加などは共通した特性として認められている。

なお、直播栽培では移植栽培と比較して一般に耐倒伏性が低下するが、登熟期の倒伏は食味関連品質の低下を生じさせる (松江ら 1991) ため、直播水稻の品質安定化のためには、施肥や水管理等による倒伏抑制技術の適用が重要となる。

今後は、地域間差や品種間差について詳細に検討を行い、直播栽培の収量および品質安定化のための栽培法の確立につなげる必要があると考える。

引用文献

- 1) 稲津 脩. 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農試報. 66: 1-89.
- 2) 丸山幸夫, 田中孝幸. 1985. 水稻の作期が生収量におよぼす影響. 北陸農試報. 27: 80-99.
- 3) 松江勇次, 水田一枝, 古野久美, 吉田智彦. 1991. 北部九州産米の食味に関する研究 第1報 移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化学的特性におよぼす影響. 日作紀. 60: 490-496.
- 4) Matsue, Y.; K. Odahara and M. Hiramatsu. 1994. Differences in protein content, amylase content

- and palatability in relation to location of grains within rice panicle. *Jpn. J. Crop Sci.* 63 : 271-277.
- 5) 尾形武文, 松江勇次. 1997. 北部九州における水稲湛水直播栽培に関する研究 第3報 湛水直播栽培における米の食味と理化学的特性. *日作紀.* 66 : 214-220.
- 6) Shiratuchi, H.; Y. Odaira and J. Takanashi. 2007. Relationship between dry weight at heading and the number of spikelets on individual rice tillers. *Plant Prod. Sci.* 10 : 430-441.
- 7) 高橋 渉. 2006. 気候温暖化条件下におけるコシヒカリの白未熟粒発生軽減技術. *農業および園芸.* 81 : 1012-1018.
- 8) Tashiro, T. and I. F. Wardlaw. 1991. The effects of high temperature on the accumulation of dry matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. *Aust. J. Plant Physiol.* 18 : 259-265.
- 9) 吉永悟志, 長田健二, 福田あかり, 白土宏之. 2006. 寒冷地における直播水稲の品質特性. *日作紀.* 75 (別2) : 276-277.
- 10) 吉永悟志, 中林光文, 木村利行, 日影勝幸, 小田中温美, 浅野真澄, 結城裕美, 木田義信, 長田健二, 白土宏之, 福田あかり. 2007. 東北地域における水稲直播栽培導入による冷害危険期分散効果. *日作東北支部報.* 50 : 19-20.
- (吉永悟志・白土宏之・長田健二・福田あかり)

 研究資料

東北地域における耕作放棄地の草地化と ミニ放牧技術の開発

梨木 守^{*1)}・嶺野 英子^{*2)}・東山 由美^{*2)}・成田 大展^{*3)}
 出口 善隆^{*4)}・佐藤 茂次^{*5)}・大槻 健治^{*5)}・中村フチ子^{*5)}
 川畑 茂樹^{*6)}・佐藤 真^{*6)}・小梨 茂^{*6)}

抄録：東北地域において急増する耕作放棄地を放牧利用し畜産の活用を目的として、狭小で分散する耕作放棄地の草地化技術とそこでの放牧利用技術（ミニ放牧）の開発に向けて、東北農業研究センター、岩手大学、福島農業総合センター、岩手県農業研究センターで共同研究を行った。草地化技術の開発に関しては、簡易GPSに外部アンテナを付加することにより測量精度が高まり、10a以上の耕作放棄地の面積把握や見取り図の作成などを簡易に行える方法を開発した。また、フェストロリウム（×*Festulolium Braunii*）は、融雪時の排水不良状態を経ても、イタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam.）並の収量と栄養価を確保できるので、湿潤な土壌条件にある耕作放棄地の適草種として有望なことを明らかにした。さらに、放棄桑園の草地化には、4～5月に桑樹を剥皮処理してシードレットを播種する方法のほうが従来の方法よりも桑樹（*Morus bombycis* Koidz.）の伐採や搬出作業が省け、さらに牧草の定着もよいため、軽労かつ低コストに草地化できることを証明した。耕作放棄地のミニ放牧技術の開発として、家畜の行動面・生理面において、同一農家で飼養されているストレスが少ない放牧牛を組み合わせて放牧することが有効であることを示した。また、フェストロリウム主体草地における2歳未満の黒毛和種繁殖雌子牛のミニ放牧による日増体量は0.38kgから0.46kgにあり、繁殖性には影響のない発育が期待できると判断された。このような草地化技術とミニ放牧技術の開発は、飼料自給率の向上および耕作放棄地対策の具体的な対応策の一助になる。

キーワード：黒毛和種、耕作放棄地、簡易GPS、飼料栄養価、ストレス、桑園、草地化、尿中コルチゾール、フェストロリウム、ミニ放牧

Grassland Development and Small-scale Grazing Techniques for the Fallow Land in the Tohoku Region in Japan : Mamoru NASHIKI^{*1)}, Eiko TOUNO^{*2)}, Yumi HIGASHIYAMA^{*2)}, Hironobu NARITA^{*3)}, Yoshitaka DEGUCHI^{*4)}, Shigeji SATO^{*5)}, Kenji OHTSUKI^{*5)}, Fuchiko NAKAMURA^{*5)}, Shigeki KAWAHATA^{*6)}, Shin SATO^{*6)}, and Shigeru KONASHI^{*6)}

Abstract : Recently, land managers have looked to fallow agricultural lands such as paddy fields as possible areas for pasturing cattle. To skillfully manage such lands as grasslands, it is important to understand the size of the areas in question. The hand-held GPS with an external antenna might have an acceptable margin of error for measuring areas of fallow land. GPS technologies easily can be applied to quickly obtain information on field conditions. *Festulolium* is moisture-proof and is a promising herbage species that could yield herbage mass and the same level of quality as annual ryegrass even with bad drainage following thawing. Mulberry fields can be developed well into grasslands by barking the trunks of mulberry trees without felling them during the sprouting stage

* 1) 現・畜産草地研究所 (National Institute of Livestock and Grassland Science, Nasu-shiobara, Tochigi 329-2747, Japan)

* 2) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

* 3) 元・東北農業研究センター (Retired, National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

* 4) 岩手大学農学部 (Iwate University, Morioka, Iwate 020-8550, Japan)

* 5) 福島県農業総合センター (Fukushima Agricultural Technology center, Arai, Fukushima 960-2156, Japan)

* 6) 岩手県農業研究センター (Iwate Prefecture Agricultural Research Center, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan)

2008年1月15日受付、2008年3月3日受理

in the spring and sowing the handmade herbage seed pellets in the autumn, which could reduce labour and money. The number of affiliative behaviours was greater in cows grazed in abandoned paddy fields than in animals grazed in pasture in large groups. Urinary cortisol levels, which were used as an indicator of stress, were almost the same between the two cattle groups. Grazing of beef cows from the same farmer in an abandoned paddy field was thus not inferior to grazing in pasture with respect to animal behaviour and physiology. The daily body-weight gain of breeding calves being grazed in the small *Festulolium* pasture of less than 0.6 ha ranged from 0.38kg to 0.46kg, which was a sufficient growth rate for breeding cows. From these results, we conclude that grassland development and small-scale grazing techniques in fallow fields would be useful to boost the rate of self-sufficiency in herbage and solve the problem of the increasing amount of fallow land in Japan.

Key Words : Fallow land, *Festulolium*, Grassland establishment, Hand-held GPS, Herbage nutrition, Japanese Black, Mulberry field, Small-scale grazing, Stress, Urinary cortisol

目 次

I 序	84	III 耕作放棄地におけるミニ放牧技術	92
II 耕作放棄地の草地化技術	85	III-1 ストレスフリー牛群編成によるミニ放牧技術の開発	92
II-1 耕作放棄地放牧における簡易GPSの利用	85	III-2 フェストロリウムを導入した狭小草地のミニ放牧による黒毛和種繁殖雌子牛の育成効果	95
II-2 耐寒・耐湿性新型牧草として期待されるフェストロリウムの飼料栄養特性	88		
II-3 桑樹剥皮による放棄桑園の草地化技術	90		

I 序

東北地域において耕作放棄地は2006年現在で35,741ha(東北農政局統計部調べ)と急増している。また、我が国は新たな食料・農業・農村基本計画において現在の飼料自給率24%(2002年)を2015年には35%(粗飼料自給率では100%)に回復させることを目標に掲げ、飼料増産運動を進めている。このような耕作放棄地対策および飼料自給率の向上に対する推進政策の一つとして、耕作放棄地放牧の取り組みの拡大があげられている。また、放牧利用は家畜の飼養労力が軽減できるため、東北地域においても肉牛農家を中心に期待が高い。しかし、東北地域の耕作放棄地の地形は複雑なうえ、狭小面積で分散立地していることが多く、特に水田跡耕作放棄地では冷涼、積雪気象条件でしかも融雪時期が遅いため、高い土壤水分、泥濘化しやすいなど、牧草の生育に不良な環境にある。このような条件に対して、従来の畑土壌条件を対象とした草地化技術や大面積の草地での多頭牛群による放牧技術では対応が難しい。

本研究の目標の1つは、耕作放棄地の土地情報の

簡易把握方法、湿潤土壌条件における適草種の選定、桑樹園跡地の簡易草地造成法など、耕作放棄地の草地化技術を開発することとした。また、2つ目は、草地化された狭小面積の耕作放棄地や分散する草地においても、牛にストレスフリーに過不足なく採食させることのできる放牧頭数の組み合わせ方法と黒毛和種繁殖雌育成牛を対象とした放牧育成技術を開発し、耕作放棄地を対象としたミニ放牧技術を開発することとした。

これらの研究成果をまとめた本資料が耕作放棄地をミニ放牧利用するために普及・行政・研究者の各方面で、ご活用いただけることを願う。

なお本研究は、農林水産省の競争的研究資金である先端技術を活用した農林水産研究高度化事業において、2004年度開始の「寒冷地における耕作放棄地の草地化とミニ放牧技術の開発(課題番号1637)」で行ったものである。ミニ放牧マニュアルも発刊(<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/periodical/pamphlet/list.html>)されているので、併せてご利用いただきたい。本研究の遂行にあたり、ご支援をいただいた農林水産省はじめ岩手大学、福島県、岩手県の共同研究機関の関係各位に対して、厚く感謝申し上げます。

げる。また、各地で耕作放棄地など試験実施のために圃場あるいは家畜を提供していただいた生産者の皆様に対して、厚く御礼申し上げます。

(東北農業研究センター 須山哲男)

II 耕作放棄地の草地化技術

II-1 耕作放棄地放牧における簡易GPSの利用

1. はじめに

水田跡地など耕作放棄地を放牧地として適切に管理、利用するには、面積、形状などを把握しておくことが重要である。これらの情報は、牧柵等の資材の見積もりや設置の段取り、さらに施肥や播種設計、放牧計画を行う上で不可欠である。

我が国の多くの土地について、その位置や面積は法17条地図や公図から知ることができる。しかし耕作放棄地など山間にある土地では地図が未整備であることも多い。このような場合、放牧利用を図る上で不都合なために測量が必要となる。

草地の造成・利用・管理を目的とする測量に、公的な地積測量ほどの高い精度は要求されない。また土地情報を簡単に得る手段として航空写真を利用する方法もあるが、目的とする土地が撮影された写真を入手するのは容易ではなく、経費も安価でない場合が多い。

これまでに簡易に草地の形や面積を測量する方法として巻尺を使う直接測量があり、また小迫ら(1995)はポケットコンパスによる簡易測量法を報告している。しかし、これらの測量が可能な土地は、平坦で障害物がなく巻尺が直線的に張れることや、コンパスで見渡せる場合などに限られる。また、測量作業は一人では難しい。さらに測量の対象となる土地が複数ある場合、その土地の位置関係が判る配置図を作成するのは難しい。

しかし近年、農業分野で精密農業や森林測量にGPS(Global Positioning System)を利用する研究が行われてきた(後藤・宮崎2001、小林ら 2001、水島ら 2000、森・武田2000、奥山ら 1998、立木・尾張 2000、安田 2001)。また上述の地積測量にも基準局からの補正情報を取り入れて測位する高精度なGPS受信機(DGPS、RTK-DGPSなど)の利用が既に実用化されている(國見ら 2002)。さらに、最近ではレジャー用として数万円の価格で居場所などがリアルタイムに確認できる機能がついている小型GPSの人气が高まっている。

そこで小型GPS受信機が草地面積の測定や配置図の作成に有効に使えるかを明らかにするために、巻尺による直接測量と比較し、その有効性を検討した。なお、詳細は後述するが小型GPS受信機の測量精度に関する試験は、緯度、経度が既知の地点がある東北農業研究センターで実施した。また、耕作放棄地の測量適用例を示すため、ミニ放牧利用を計画している生産者の耕作放棄地を測量の対象にした。

2. 材料と方法

1) 測量精度

試験は東北農業研究センター内(盛岡市下厨川、北緯39度45分、経度141度8分、標高167m)の平坦な地形条件の圃場(約1.25ha)において実施した。センター内の試験圃場にある緯度および経度の既知点(東経141度8分10.476秒、北緯39度45分51.705秒)に対して、3種類のGPSの測位精度を比較した。1つは小型GPS(eMap、ガーミン社製)を単独使用するもの(以下GPS)、2つ目はこのGPSに外部アンテナ(GA27C、ガーミン社製)を装着し3.6mの高さに垂直に掲揚して使用するもの(以下、GPS+ANT)、さらに3つ目はディフェレンシャルGPS(DGPS、AgGPS124、ニコン・トリンプル社製、以下、DGPS)とした。2005年7月に、既知点をそれぞれのGPS、GPS+ANT、DGPSで連続して100点を測位した。なお、測位データは本体に記録され、パソコンに取り込むことができる。このデータを各GPSについて、順に5個ずつに区切りその平均値を求め、合計20点の測位データとし、既知点からのズレ(距離)および同一GPS内での測位データのバラツキなどを比較した。またこのデータを表計算ソフト(ここではマイクロソフトエクセル)で処理し測点間の距離を算出し、草地の面積や外周距離を求めた。なお2点間の距離は緯度と経度から次式(Sugimoto 2006)により求めた。この場合、緯度、経度はラジアンで与える。

$$D = \sqrt{((M \times d\phi) \times (M \times d\phi) + (N \times \cos(\phi) \times d\lambda) \times (N \times \cos(\phi) \times d\lambda))}$$

(Hubenyの距離計算式)、ただし、Dは2点間の距離(m)； ϕ は2点の平均緯度； $d\phi$ は2点の緯度差； $d\lambda$ は2点の経度差；Mは子午線曲率半径；Nは卯酉線曲率半径

$$M = 6334834 / \sqrt{(1 - 0.006674 \times \sin(\phi) \times \sin(\phi))^3}$$

$$N = 6377397 / \sqrt{1 - 0.006674 \times \sin(\phi) \times \sin(\phi)}$$

2) 試験圃場での測量

面積約1.25haの試験圃場を14個の三角形に分割し、個々の面積の測量を巻尺による距離測量とGPS+ANTにより行い、両者を比較した。

3) 耕作放棄地圃場での測量例

GPS+ANTを使って、山形県のK氏の放牧利用を計画する耕作放棄地（水田跡地で未区画整備圃場であり、K氏圃場は小川により区分された2枚の圃場で構成されていた。測量は畦にそって角々を測位し、測位データに基づき、上記の表計算ソフトとドロー系ソフト（ここではキャンバスX）により、測点間の距離を計算し、また測点間を線（測線）で結び圃場の形や配置を図化した。なお面積の算出は、得られた圃場図を任意の三角形に区分し、個々の三角形の面積を三辺の長さからヘロンの公式により求め、それらを積算した値とした。

3. 結果と考察

1) 測量精度

DGPSによる測位値は既知点の周りに集中し、GPSによる値が既知点より最も離れて分布した。GPSおよびGPS+ANTは両者の間に分布した（図1）。DGPSの既知点からの平均距離は0.60mであり、GPS+ANTの8.26mおよびGPSの12.69mと比べて短く、精度が高かった（表1）。DGPS（AgGPS124）の仕様書に記載の公称精度は1m以下とされ、GPS（eMap）のそれには単独使用の場合は15mと記載されている。また、Hulbert & French (2001) は、

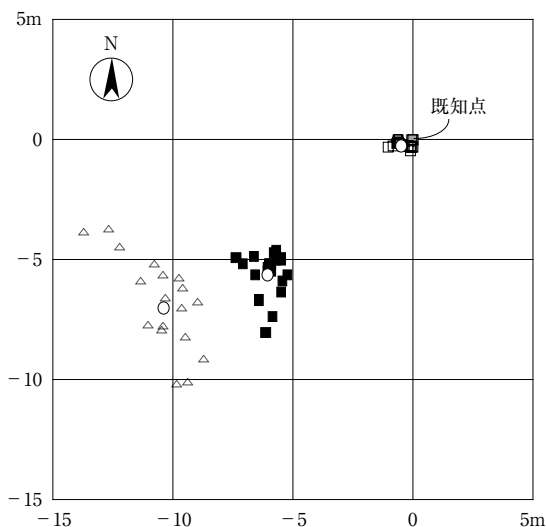


図1 GPS散布図

既知点をGPS (△)、GPS+ANT (■)とDGPS (□)で測位した場合のデータのバラツキ。既知点の緯度、経度を原点(0, 0)として表示。○は各GPSの測位点の中心点。

表1 既知点からの距離と各GPS測位の中心点からの距離

	GPS	GPS+ANT	DGPS
自由度	19	19	19
既知点からの距離	12.69 ± 0.59m a ¹⁾	8.26 ± 0.75m b	0.60 ± 0.28m c
中心点からの距離	1.85 ± 1.18m a	0.87 ± 0.57m b	0.30 ± 0.14m c
95%信頼限界	1.30m~2.4 m	0.60m~1.14m	0.23m~0.37m
分散	1.40	0.32	0.02
F比	4.38**	16.84**	

注. a) 同一行の異なる文字間に5%水準で有意差あり、**P<0.01

GPS単体使用の場合、精度は5mとしている。本試験結果でもDGPSの精度の高さが確認された。GPS+ANTの場合、単独使用のGPSの精度より高く、その値は平均で8.26mであり、仕様書に記載の公称精度の15mよりも約2倍の高い精度が得られていた。外部アンテナを装着することで精度が高まるという本結果は、弓削(2000)の報告と一致している。

ただし、この精度測定にあたっては、GPSの測定精度が気象条件の影響を受けるので(Lass & Callihan 1993)、各種GPSの測位も相互にかつランダムに行う必要があった。しかしそれを実行することは難しいため、本試験では各GPSごとに、100回の測位を連続して行った結果であることを考慮する必要がある。

それぞれの測位についてみると、同一GPSの中では、20個の測位値は中心点に集まっていた（図1および表1）。中心からの平均距離と標準偏差および分散はDGPS、GPS+ANT、GPSの順に小さく有意差がみられた。GPS+ANTはDGPSに比べ精度は低く、測位値は既知点の南西に偏っているが、GPSの精度より高く、また中心からの平均距離0.87m（95%信頼限界幅0.60~1.14m）も短かった。このような結果から、GPS+ANTは、既知点に対する測位値のバラツキから高い精度とはいえないが、草地で利用するには十分な精度と推定される。

2) 試験圃場での測量

表2に巻尺による距離測量（以下、巻尺）とGPS+ANTで得られた14個の三角形に分割して測量した結果を示した。対象試験圃場の総面積は巻尺で12,566m²、GPS+ANTでは12,392m²であり、推定値は巻尺の99%であった。また、14個の三角形についてみると、小面積の三角形（<30m²）では巻尺とGPS+ANTの測量にズレが大きかった。このことから圃場面積の測量における誤差は、面積が小さいほ

表2 巻尺測量とGPS+ANTによる土地面積の測量結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合計	t 検定
A:巻尺(m ²)	1,655	1,640	1,638	1,581	1,399	1,366	1,024	816	753	511	119	33	16	15	12,566	
B:GPS+ANT(m ²)	1,529	1,674	1,612	1,491	1,412	1,355	1,033	863	768	489	108	35	11	12	12,392	NS
(B/A)×100	92	102	99	94	101	99	101	95	102	96	91	106	68	78	99	自由度13 t 値 1.019 p 値 0.327

NS：巻尺とGPS+ANT測量結果に有意差なし（データに対応のある場合のt検定の結果）

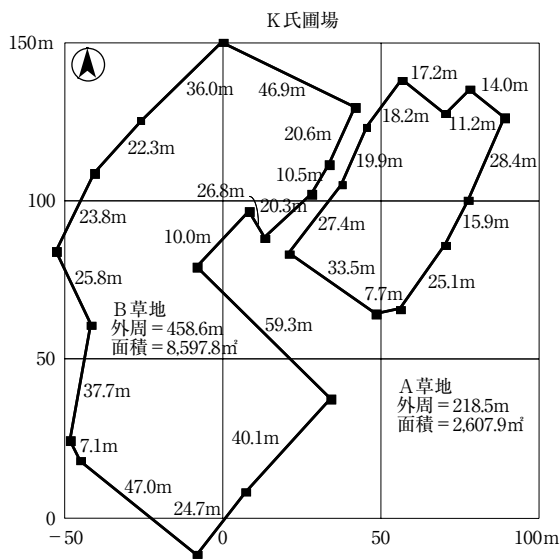


図2 GPS+ANTでの耕作放棄地圃場の測量結果の一例

ど大きくなると推察される。しかしながら、GPS+ANTの測量は巻尺の測量値を100%として比較すると、30m²以上の圃場では91-106%の範囲に収まっており、許容範囲のズレと考える。

3) 耕作放棄地圃場での測量例

図2にGPS+ANTで測量して得られたK氏の圃場図を示した。この図のように圃場の見取り図が描け、圃場の形状の把握が容易となり、今後の圃場の草地化と放牧利用の際の参考になると考える。即ち、面積は牧草などの生産量を推定し、放牧頭数が予測できる。また牧草の播種量や施肥量の算定にも用いることができる。形状、外周距離は図2のような見取り図（土地の形状や外周距離が分かる）が完成すれば、この図から電気牧柵の角支柱（力が掛かる柱）と牧柵柱（力の掛からない中間の柱）の位置を決める。次に、出入り口のゲート、飲水器、電牧器など

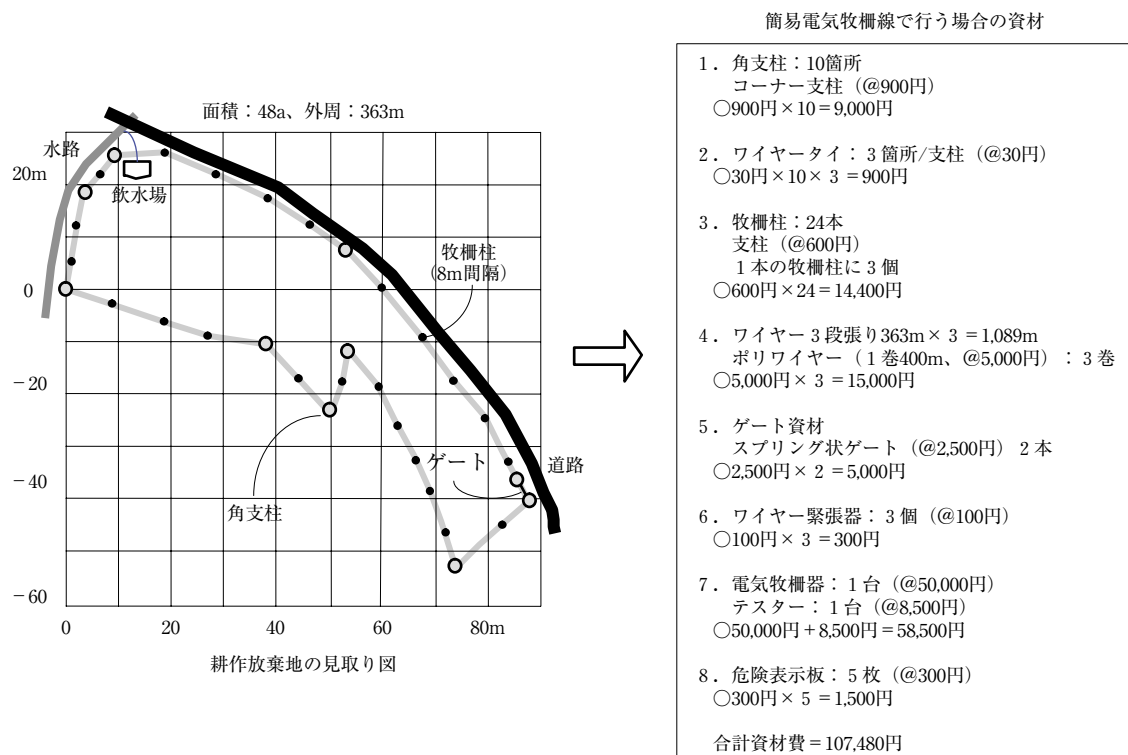


図3 耕作放棄地の見取り図に基づく資材の見積もり例

の設置場所を決める。ゲートは牛を追い込みやすく通路に近い所に、飲水器は水源に近い所に、電牧器は太陽の光がよく当たりしかも人の触れにくい所に配置する。また、見取り図の外周距離などをもとに必要な資材を調達する(図3)。複数の放牧地がある場合に牧区配置図があると、相互の牧区の配置関係が分かりやすくなる。牧区の配置と牧草の生育状況などを考慮して放牧順序を決定する。また、牧区配置図は家畜や放牧地管理のメモが書き込み、放牧状況の把握に便利である。

最後に、小型GPSは2006年時点で外部アンテナが装着可能な機種でもアンテナを含めて5万円以下で入手できる。また、得られた測位データも表計算ソフトなどで整理し、図化することが簡易にできる。なお1カ所測位(5反復)に掛かる時間は15秒程度であった。処理のための計算手順については本報では細かく記載していないが、関心のある方は著者に問い合わせさせていただきたい。

4. 引用文献

- 1) 後藤純一, 宮崎雅幸, 2001. 森林内における搬送波位相によるGPS静的干渉測位の精度. 森林学誌 16: 111-120.
- 2) Hulbert, I. A. R.; French, J. 2001. The accuracy of GPS for wildlife telemetry and habitat mapping. J. Appl. Ecol. 38: 869-878.
- 3) 小林裕之, 矢田 豊, 茶珍俊一, 小神野和貴, 野上由美子, 鳥本秀幸. 2001. 森林内外での多機種のGPS受信機による測位比較. 日林誌 83: 135-142.
- 4) 小迫孝実, 井村 毅, 河野道治. 1995. パーソナルコンピュータを用いた複雑傾斜放牧地の簡易測量法. 四国農試報告 59: 1-17.
- 5) 國見利夫, 新田 浩, 渡辺秀喜. 2002. 教程地積測量. 山海堂. 東京. p.12-58.
- 6) Lass, L.W.; Callihan R.H. 1993. GPS and GIS for weed surveys and management. Weed Technol. 7: 249-254.
- 7) 水島 晃, 野口 伸, 石井一暢, 寺尾日出男. 2000. 自律走行車輛のGPS位置計測に関わる傾斜補正. 農機誌 62: 146-153.
- 8) 森 章, 武田博清. 2000. S/A解除による森林DGPSの測位精度への影響. 日林誌 82: 393-396.
- 9) 奥山武彦, 奥島修二, 中里裕臣, 今泉眞之, 竹内陸雄. 1998. ディファレンシャルGPSの測位精度と野外調査への応用の検討. 土木学会論文集 194: 149-157.
- 10) Sugimoto T. 2006. Kashmir 3D for 3DCG & GPS. User's Manual. 20.2 Calculation Formula (2) Hybeny's Distance Formula. [Cited 16 December 2006.] Available from URL: http://www.kashmir3d.com/kash/manual-e/std_siki.htm.
- 11) 立木靖之, 尾張敏章. 2000. 森林調査におけるDGPSとLPSの利用可能性. 北大農学部演習林研報 57: 95-104.
- 12) 安田典夫. 2001. GPSを搭載した農耕地の土壤調査支援システムの開発. ペドロジスト 45: 14-22.
- 13) 弓場憲生. 2000. 安価なGPSも結構あります. 森林航測 191: 11-15. (東北農業研究センター 梨木 守・成田大展)

II-2 耐寒・耐湿性新型牧草として期待されるフェストロリウムの飼料栄養特性

1. はじめに

現在東北地域の粗飼料の生産基盤は、水田等の耕作放棄地の利用など広がりを見せている。しかし、水田跡耕作放棄地は土壤水分が高く、また北東北地域においては早春の融雪時に圃場の水没がしばしば見られるなど飼料生産にとって不良な生育環境である場合が多い。そのため、従来の牧草品種では対応が難しく、新たな草種・品種の導入が検討されており、耐湿性が高い草種であるフェストロリウムが注目されている。

フェストロリウムは *Festuca* 属の永続性および高い環境耐性と *Lolium* 属の高い生産性および高栄養価とを併せ持つ牧草として人為的に作出された属間雑種である。交雑に用いられる親としては *Festuca* 属のツールフェスク (*Festuca arundinacea* Schreb.) およびメドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.)、*Lolium* 属のイタリアンライグラスおよびペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) であり、これらの組み合わせにより様々な草型や栽培特性を持つ品種が開発されている(燈野 2006)。フェストロリウムは属間雑種であるため一般的に栽培特性等に品種間差が大きく、耐湿性に優れる(的場ら 2001)とされている。しかし東北地域の水田跡地のように融雪時期が遅く春先に湿潤状態になりがちな圃場に

における生育は十分に調べられていない。そこでフェストロリウム各品種の春先の土壤湿潤条件に対する牧草生産性と飼料栄養価を調べ、その導入適性を検討した。

2. 材料と方法

供試牧草として、フェストロリウムのパーフェスト、フェリーナ、エバーグリーン、パウリタ、東北農業研究センター育成系統TK1の5品種・系統、また対照草種として、従来より耐湿性が高いとされているイタリアンライグラス品種のアキアオバを用いた。約1/500aのコンテナ（縦36cm×横51cm×高さ30cm）の底面に排水用の穴を開け、培土（クレハ園芸培土）を20cmの高さまで充填し、東北農業研究センター内の日当たりのよい場所に設置し、2005年9月に各草種の種子（3kg/10a）を散播した。湛水処理区と対照区を3反復設け、湛水処理区は越冬後の3月21日から4月10日までの3週間、コンテナの排水用の穴に栓をして、コンテナを満水にした状態（培土表面から10cmの水深）に維持した。また対照区はコンテナに適宜灌水するだけとし、排水の良い状態を保った。施肥は、湛水処理後、複合肥料（NPK:20-10-10）を窒素水準で3kg/10aを施用した。試験全期間を通して湛水処理区のpF値は0～0.5、対照区は1～2の範囲の値であった。湛水処理1ヶ月後の5月10日に刈り取り、通風乾燥（60℃、48時間）した後、粉碎し、飼料繊維成分を常法により求め、下記の推定式 $TDN = 54.18 + 0.287(OCC + Oa) - 0.183Ob$ によりTDNを推定した。

3. 結果と考察

3月21日から4月10日の3週間の湛水処理により、パーフェストの湛水処理区は枯死した(写真1)。湛水処理後1ヶ月目（5月上旬）刈り取り時の乾物収

量の湛水処理区/対照区（%）はフェリーナ、パウリタが水田跡地に良く用いられているイタリアンライグラスの81.2%より低いもしくは同程度であったのに対し、エバーグリーンは95.6%、東北農研育成系統TK1は97.0%となり、湛水による影響は低いと考えられた（表3）。

またTDN含量については全品種において湛水処理区/対照区（%）が約100%の値となり、両区に差は認められず（表3）、越冬後の湛水による影響を受けなかった。さらに、難消化性の繊維画分であるOb含量の湛水処理区/対照区（%）は乾物収量で湛水処理区/対照区（%）が高かったエバーグリーンおよびTK1においてイタリアンライグラスと同様に高い値となった（表3）。

以上のことからパーフェストを除いて、供試したフェストロリウム品種は、融雪時の排水不良状態を経ても、イタリアンライグラスと同等の収量を確保でき、栄養価も遜色がなく、水田跡耕作放棄地への導入草種として期待できると考えられる。

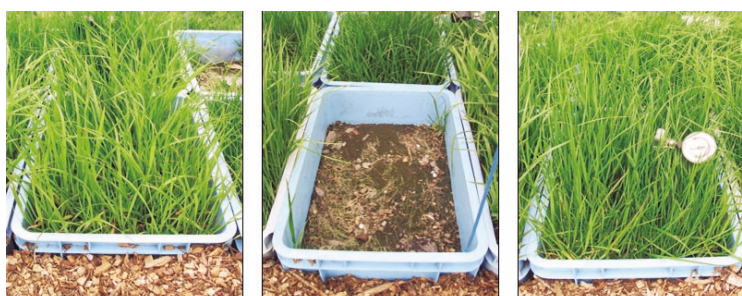
4. 引用文献

- 1) 的場和弘、田村良文、伏見昭秀. 2001. フェス

表3 湛水処理区の乾物収量および飼料成分含量

品種	乾物収量 (g/ポット)	TDN含量 (%DM)	Ob含量 (%DM)
フェストロリウム			
エバーグリーン	62.2(95.6)	69.6(98.2)	22.8(107.7)
フェリーナ	38.4(72.7)	67.5(101.6)	27.9(95.1)
パウリタ	50.4(79.7)	69.7(100.4)	22.2(99.5)
TK1 (育生系統)	62.2(97.0)	69.3(98.5)	23.5(116.2)
イタリアンライグラス			
アキアオバ	51.1(81.2)	71.5(98.7)	19.1(116.5)

注. 括弧内の数字は（湛水処理区/対照区、%）



イタリアンライグラス
(アキアオバ)

フェストロリウム
(パーフェスト)

フェストロリウム
(TK1)

写真1 湛水処理1ヶ月後のコンテナの様子

トロリウム (×*Festulolium*) 品種の特性評価－
越冬性と耐湿性－. 日草誌47 (別): 138-139.

- 2) 嶺野英子. 2006. フェストロリウム (農業・生物特定産業技術研究機構編, 農業技術事典 NAROPEDIA). 東京. 農文協. p1351.
(東北農業研究センター 嶺野英子)

II-3 桑樹剥皮による放棄桑園の草地化技術

1. はじめに

桑園跡耕作放棄地を有効に放牧利用するためには再生能力に優れる牧草の導入が不可欠である。しかし、牧草を積極的に導入して草地化し放牧利用した報告はない。

福島県は放棄桑園が多く (福島県の耕作放棄地面積12,374haの内、放棄桑園面積1,271ha (2005年農林業センサス)), この桑園への不耕起牧草導入法として、桑樹を伐採し、そこに牧草をシードペレットで導入する方法が考案されている (富永ら 2004)。しかしこれまでの方法では桑樹の伐採・積載・搬出の各作業を伴い労働負荷が大きいと、その軽労化が望まれる。

そこで、桑樹を環状剥皮し立木状態のまま枯殺しながら牧草を導入する方法を検討した。またシードペレット製造資材でペレットの核となる固形化学肥料の入手は困難なため、容易に入手可能な市販の園芸用資材を用いた土粒シードペレットによる代替の可能性を検討した。

2. 材料と方法

1) 放棄桑園における桑樹の現状調査

福島県安達郡白沢村内の4ヶ所の15年以上放棄された桑園を対象に桑樹の現状を明らかにするため、10a当たりの株数、幹数、胸高直径を各100m²について調査した。

2) 桑園における草地造成法の検討

上述の安達郡白沢村内の試験地 (面積24a) において、桑樹を剥皮するだけの剥皮処理区 (剥皮区) および桑樹を伐採、搬出する従来の方法で行う慣行区を設けた (図4)。剥皮区は播種前約3カ月の2006年6月6日に、これまでの調査で剥皮作業性の良い両刃タイプの草刈り鎌を使用して行った。上述の放棄桑園内の161m²において、熟練した作業員3人がm²当たり46本 (胸高直径は様々) を桑樹のほぼ胸高の所で環状に剥皮するのに要する作業時間を計測した。さらに、剥皮区と慣行区には、マクロシー

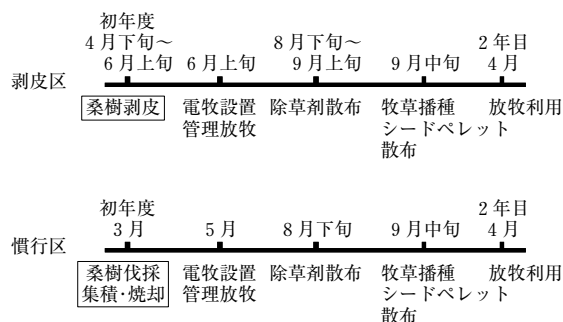


図4 剥皮区と慣行区の作業工程

ドペレット区 (MSP区) と土粒シードペレット区 (土粒SP区) を設けた。MSP区は固形肥料773型 (日本肥料株式会社製、1粒当たり重量:12g、N-P-K: 7.0-7.5-3.5) を核としたシードペレットを250kg/10a散布した。土粒SP区はマクロシードペレットの代替として赤玉土大粒の園芸用培養土 (サンベックス鹿沼社製) を核として製造したシードペレットを280l/10a散布した。調査対象地の面積は、MSP区は剥皮区49m²、慣行区19m²、土粒SP区は剥皮区98m²、慣行区19m²とした。その後、試験区全体 (117m²) をソーラー式の電気牧柵で囲い、黒毛和種繁殖雌成牛4頭を用いて、8月下旬まで下草や灌木等の除去を目的とする管理放牧を行った。放牧終了後の9月8日に除草剤 (10a当たりグリホサート剤750mlを100ℓの水で希釈) を試験区に全面散布した。播種草種とその播種量は以下の通りとした。ペレニアルライグラス (品種:フレンド) 1.5kg/10a、オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.、品種:フロンティア) 1.0kg/10a、トールフェスタ (品種:サザンクロス) 0.5kg/10a、シロクローバ (*Trifolium repens* L.、品種:フィア) 0.2kg/10aとして、9月21日に播種した。

土粒SP区では、播種とほぼ同時の9月23日に土壌改良資材として苦土石灰100kg/10aと熔燐80kg/10aおよび複合肥料N-P-K: 5-10-5kg/10aを施用した。なお、MSP区は肥料成分をMSP自体が含まため施用しなかった。

剥皮作業終了後の相対日射量の変化を簡易積算日射量測定システム (オプトリーフ測定器T-METER THS-470) により計測した。なお、計測位置は、桑樹の枝葉が少なく、地上を徘徊する野生動物による測定器への加害を防ぐことができると考えられる地上約180cmの位置に設置した。

播種牧草調査として個体密度を10月30～31日に各区に任意に設置した2個の1m×1mのコドラートの内部0.25m² (0.5m×0.5m)を調査した。

3. 結果と考察

15年以上放棄された桑園は林地化し、株数505個/10a、幹数1,126本/10a、胸高直径は平均4.7cm (1.1cm～11.5cm)であった。

春に剥皮すると、剥皮後から枯死が始まり、播種時期の9月頃には、桑園近くの草地の72～78%程度の日射量が得られた(表4)。剥皮区と慣行区の結果から、剥皮区でも慣行区でも牧草の総個体密度は300個体/m²以上あった。これは吉田(1976)が草地の適正密度として示している300～400個体/m²を確保していることになり、良好な牧草の定着が得られていたといえる(表5)。また土粒シードペレットがマクロシードペレットを用いるよりも良好な牧草定着が得られる傾向にあった(表5)。

桑樹の胸高位を環状剥皮する両刃タイプの鎌による剥皮作業(161m²)に要する時間は3人で16分47秒を要した。よって10a当たり1人での剥皮作業時間は、約5.2時間と推定された(表6)。これは落葉期3月頃の伐採・積載・搬出の作業時間の約14.3時間/人/10a(岩手県農業研究センターら 2004)と比較して大幅に低減できており、作業の質も軽労化してきたといえる。剥皮区は慣行区と比較して、作業時間は63.5%、また資材費用も約74%まで低減し、軽労、低コスト化が可能であった(表6)。

表4 相対日照量の推移 (%)

	2006年		
	6月1日～23日	8月11日～9月8日	9月8日～10月4日
桑園近くの草地	100.0	100.0	100.0
剥皮処理した桑園	59.1	77.7	72.2

注. 剥皮処理は2006年6月25日に実施

表5 播種後の植生 (2006年10月)

草種	剥皮区		慣行区	
	MSP区 ¹⁾	土粒SP区 ²⁾	MSP区	土粒SP区
ベレニアルライグラス	208	310	174	108
個体密度 オーチャードグラス	76	134	132	204
(個体数/m ²) トールフェスク	2	22	4	14
シロクロバ	20	24	8	32
合計	306	490	318	358

注. 1) マクロシードペレット区
2) 土粒シードペレット区

表6 放棄桑園の草地化に関わる作業時間および資材費用

区分	剥皮区	慣行区
	(土粒SP区)	(MSP区)
桑樹伐採等	-	14.3
桑樹剥皮	5.2	-
表土処理	0.8	0.8
放牧施設	1.7	1.7
牧草播種	5.4	5.4
土改材・肥料	1.0	-
合計	14.1 (63.5)	22.2 (100)
放牧施設	20,296	20,296
給水施設	7,081	7,081
MSP製造	-	36,285
資材費用	10,245	-
(円/10a)	9,245	-
除草剤	2,474	2,474
桑樹焼却燃料	-	350
合計	49,341 (74.2)	66,486 (100)

注. 2001年調査成績の慣行区を比較対象として引用した。作業時間および資材費用では、作業工程で慣行法に変更した作業のみ算定して評価した。また、放牧施設、給水施設は耐用年数を5年と想定して単年度1/5で算定した。括弧内数値は剥皮区の慣行区に対する比率 (%)

最後に、剥皮処理と土粒シードペレットを用いた草地化を行う場合、1) 樹幹剥皮には樹皮が剥がれやすく、作業が容易な幹の木質部に樹皮が付着している4月～5月頃が適すること、2) 剥皮もれがあると樹皮が再生して枯死化しないため、丁寧に剥皮処理することに留意する必要がある。

4. 引用文献

- 1) 岩手県農業研究センター, 北海道立畜産試験場, 北海道立十勝農業試験場, 青森県農林総合研究センター, 福島県畜産試験場, 福島県農業試験場. 2004. 市場評価向上を目指した黒毛和種肥育素牛の集約放牧育成技術の確立. 東北地域基幹農業技術体系化促進研究 研究成果 No. 9: 57-60.
 - 2) 富永 哲, 佐藤茂次, 八巻 聡, 渡辺有作. 2004. 遊休桑園における放牧利用飼養体系の現地実証. 福島県畜産試験場研究報告 12: 80-85.
 - 3) 吉田重治. 1976. 草地の生態と生産技術. 養賢堂. 東京. 75-80.
- (福島農業総合センター 佐藤茂次・中村フチ子・大槻健治)

Ⅲ 耕作放棄地におけるミニ放牧技術

Ⅲ-1 ストレスフリー牛群編成によるミニ放牧技術の開発

1. はじめに

水田跡耕作放棄地は狭小面積で分散して立地していることが多く、放牧頭数も少数である。このような少頭数の放牧では多頭数の放牧より社会関係が固定化され、社会的順位が劣位である牛に過度のストレスを与えている可能性が考えられる。家畜福祉の面から、家畜にとって良い生活というのは、肉体的に健康であると同時に生理・生化学的および行動的狀態が正常で、ストレス反応を示さないストレスフリーな状態にあることである。

ほ乳類では、急性ストレスの指標として、副腎皮質より分泌されるコルチゾールの血液中濃度を用いることが多い。慢性ストレスに関しても、横臥を制限されたウシにおいてコルチゾールの長期的な上昇が認められたという報告がある (Fisher *et al.* 2002)。一方、採血に伴う拘束や採血行為そのものが血液中コルチゾールレベルを高めると言われているが、痛みを伴わずに採取が可能である尿のコルチゾールレベルが血液中レベルの代替となりうることが報告されている (Morrow *et al.* 2000, Higashiyama *et al.* 2005)。

現在、全国的に耕作放棄地の放牧利用が推進されているが、狭小面積・少頭数放牧が、群居性のウシにとってどの程度のストレスになるのか不明である。また、社会的ストレスに関する研究は生産性の低下の防止や家畜の福祉に役立つものと考えられる。そこで、本研究ではミニ放牧における牛の行動および尿中コルチゾールレベルを調査する。それにより、狭小面積・少頭数放牧条件下における牛の社会行動および社会的ストレスを含む放牧ストレスの実態を明らかにし、ストレスフリーな状態でミニ放牧できる牛群編成のための基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 材料と方法

1) 調査地

盛岡市にあり、生産者AおよびBが所有している水田跡耕作放棄地2ヵ所 (小面積区A、B) で調査を行った。小面積区AおよびBは、それぞれフェストロリウム、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea*

L.) およびイタリアンライグラス、飼料用ヒエ (*Echinochloa esculenta* (A. Braun) H. Scholz)、ペレニアルライグラスの混播草地である。総面積は小面積区Aでは3,673m²、小面積区Bでは4,067m²である。大面積・多頭数放牧 (以下、大面積区とする) として岩手大学農学部附属寒冷FSC御明神牧場12号草地で調査を行った。大面積区はオーチャードグラス、リードカナリーグラスの混播草地で、総面積22,678m²である。

2) 供試動物

供試動物は、小面積区では生産者AおよびBが飼養する黒毛和種繁殖牛を各2頭用いた。大面積区の供試動物は1番草では御明神牧場で飼養されている黒毛和種繁殖牛22頭、黒毛和種育成牛2頭、日本短角種4頭および交雑種1頭の計29頭、再生草では黒毛和種繁殖牛11頭、黒毛和種育成牛1頭および日本短角種4頭の計16頭のうち各3頭を用いた。

3) 試験期間

1番草において小面積区Aでは2004年5月21日～6月22日、小面積区Bでは2004年6月24日～7月23日に放牧を行った。大面積区は2004年5月31日～6月15日に放牧を行った。再生草において小面積区Aでは2004年7月28日～9月6日、小面積区Bでは2004年8月27日～10月8日、大面積区では2004年8月5日～8月20日に放牧を行った。

4) 行動調査および解析

行動調査は各放牧期において放牧初期と放牧後期の計12回、1番草4:00～18:00、再生草5:00～18:00 (小面積区Bは5:00～17:00) に行った。1番草において小面積区Aでは5月24日、6月17日に、小面積区Bでは6月29日、7月20日に、大面積区では6月4日、6月14日に行動調査を行った。再生草においては、小面積区Aでは8月3日、8月17日に、小面積区Bでは9月1日、10月5日に、大面積区では8月9日、8月17日に行動調査を行った。小面積区、大面積区ともに社会行動を連続観察により調査し、行動が出現する毎に行動内容、対象牛、開始時間および終了時間を記録した。社会行動対象牛数は放牧群の頭数-1と定義した。社会行動については1時間あたりの出現回数と社会行動対象牛1頭に対する出現回数を求めた。さらに社会行動を親和行動、敵対行動および社会的探査に分類し同様に集計した。維持行動については、1分毎のタイムサンプリングにより記録し摂食行動、休息行動、反芻

行動、自己舐め行動、その他に分類した。1 番草放牧期と再生草放牧期の区分は行わず、調査牛（小面積区 8 頭および大面積区 6 頭）のうち重複した個体を除く、小面積区 6 頭および大面積区 3 頭のデータを解析に用いた。維持行動については個体別に各行動出現頻度を集計し、調査時間で除し出現割合を求めた。全行動において Mann-Whitney の U 検定を行った。

5) 尿中コルチゾールレベルの分析

小面積A区および大面積区において、上述の各行動調査の前後 2～3 日以内に 1 回、加えて終牧後に 1 回、行動調査対象牛の尿を採取した。

採取した尿はゴミをろ過して除去した後、一部を分析まで-20℃以下で保存した。尿中コルチゾール濃度はEIA法（Oxford Biomedical Research, Inc., Oxford, MI, USA）により測定した。尿の濃さを一定とするため、尿中コルチゾール濃度は尿中クレアチニン濃度で除した（Klante *et al.* 1997）。クレアチニン濃度は分光光度計を用いて測定した（クレアチニンテストワコー、(株)和光純薬工業、大阪）。

尿中コルチゾールレベルについては、放牧期ごとに調査地を因子とした一元配置法による解析を行った。また、放牧初期と放牧後期の変化をみるため、調査地と個体を一次単位とし、入退牧の時期を二次単位とした分割実験モデルとして解析を行った。統計分析はすべてSASのGLMプロシジャ（SAS Institute Inc. 1988）を用いて行った。

3. 結 果

社会行動の総出現回数および社会行動対象牛 1 頭あたりに対する出現回数を表 7 に示した。敵対行動

の総出現数は、放牧初期および後期において大面積区が小面積区より多かった（ $P < 0.05$ ）。しかし、1 頭あたりの出現数は、区間に有意な差はなかった。親和行動の 1 頭あたりの出現数は、小面積区は両期において大面積区より多かった（ $P < 0.05$ ）。社会行動の内容として親和行動の中で「舐める」、敵対行動では「威嚇」が最も多く観察された。舐め行動は小面積区および大面積区ともに、どちらかの放牧牛が一方向的に舐められることが多く観察された。維持行動の出現割合を表 8 に示した。いずれの行動においても区間に有意な差はなかった。

表 8 小面積区および大面積区における維持行動の出現割合（回/時）

	放牧初期		放牧後期	
	小面積区(n=6)	大面積区(n=3)	小面積区(n=6)	大面積区(n=3)
摂食	20.27 ± 10.25	22.60 ± 8.39	18.26 ± 4.04	23.71 ± 13.16
休息	29.34 ± 11.96	12.92 ± 2.43	30.38 ± 6.54	14.31 ± 5.93
反芻	8.39 ± 3.91	13.30 ± 6.31	9.13 ± 3.35	8.16 ± 3.60
自己舐め	0.77 ± 0.49	0.46 ± 0.22	0.72 ± 0.33	0.53 ± 0.36
移動	0.81 ± 0.34	2.05 ± 1.15	1.06 ± 0.63	1.48 ± 0.64
その他	0.41 ± 0.14	0.45 ± 0.46	0.46 ± 0.24	0.59 ± 0.51

注. 放牧初期：放牧開始数日後、放牧後期：放牧開始 2 週間以上後
平均 ± 標準偏差

終牧時の尿中コルチゾールレベルは、小面積区では 1 頭、大面積区では 2 頭による結果であり統計処理はできなかったが、両区において差はなく、基礎レベルは同等であると考えられた（図 5）。1 番草初期では、小面積区において大面積区よりも尿中コルチゾールレベルは高かったが、後期には差は認められなかった。再生草後期において、小面積区の尿

表 7 小面積区および大面積区における社会行動の出現数および社会行動対象牛 1 頭あたりの出現数（回/時）

	放牧初期		放牧後期	
	小面積区(n=6)	大面積区(n=3)	小面積区(n=6)	大面積区(n=3)
総出現数	親和 0.64 ± 0.41	0.29 ± 0.25	0.66 ± 0.43	0.26 ± 0.25
	敵対 0.14 ± 0.23	1.41 ± 0.76*	0.14 ± 0.19	1.64 ± 0.19*
	社会的探索 0.02 ± 0.06	0.12 ± 0.04	0.05 ± 0.10	0.21 ± 0.19
	計 0.80 ± 0.32	1.82 ± 0.95*	0.85 ± 0.53	2.11 ± 0.43*
1 頭あたり	親和 0.64 ± 0.41	0.01 ± 0.01*	0.66 ± 0.43	0.01 ± 0.01*
	敵対 0.14 ± 0.23	0.05 ± 0.03	0.14 ± 0.19	0.06 ± 0.01
出現数	社会的探索 0.02 ± 0.06	0.004 ± 0.001	0.05 ± 0.10	0.01 ± 0.01
	計 0.80 ± 0.32	0.06 ± 0.03*	0.85 ± 0.53	0.08 ± 0.02*

注. 放牧初期：放牧開始数日後、放牧後期：放牧開始 2 週間以上後
平均 ± 標準偏差
* : $P < 0.05$

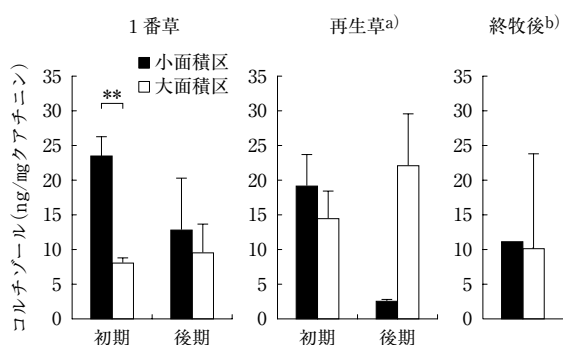


図 5 小面積区および大面積区におけるウシの尿中コルチゾールレベル

注. ** $P < 0.01$, a) 放牧面積区と放牧時期（初期および後期）の間に交互作用有り（ $P < 0.05$ ）、b) 小面積区の調査対象牛が 1 頭のため統計処理は不可

中コルチゾールレベルは低かったが、初期とともに両区で尿中コルチゾールレベルの有意な差は認められなかった。ただし、小面積区については初期の方が後期よりも高い傾向にあった。

4. 考 察

行動調査において1頭あたりの敵対行動は両区で有意な差はなく、小面積区では1頭あたりの親和行動の出現が有意に多かった。親和行動は、競争を高めるような敵対行動を抑制することができ、生産性を高めることができる (Takeda *et al.* 2001)。また、親和行動は、血縁関係、同居期間の長さが影響すると言われている (Sato *et al.* 1991)。今回小面積区の調査で用いた牛は、血縁関係にないが、同じ農家で飼育されていた。そのため親和行動が多く見られたと考えられる。小面積区、大面積区ともに親和行動の中で「舐める」という行動が最も多く観察された。Sato (1984) は舐め行動は、皮膚や体毛を清潔に保つだけでなく、鎮静効果も持つと報告している。また、精神的なものだけでなく動物達の心拍数も減少するなど、肉体的にも影響を与えることができる (Sato *et al.* 1993)。これらのことから舐め行動は敵対行動などからのストレスを抑制することができると考えられる。本調査において小面積区では大面積区より社会行動の総出現回数は少なかった。大面積区の牛は小面積区のように社会行動の対象が決まった相手だけではなく、多数の牛に対して社会行動を行った。そのため、社会行動自体は小面積区より社会行動の出現回数は多いが、社会行動の対象牛1頭に対する出現回数は少なくなったと考えられる。維持行動では、いずれの行動においても有意な差はなく、狭小面積・少頭数放牧であるミニ放牧は、大面積・多頭数放牧と比較して行動的に問題はないと考えられる。

一方、尿中コルチゾールは、放牧開始後約1ヶ月が経過した後期において、2頭からなる小面積区の少頭数牛群と大面積区が多頭数牛群との間でそのレベルに差はなかった。Takedaら (2000) は、公共牧場における調査から、同一農家出身の2頭のグループと17頭のグループでは社会的安定度に差はなかったと報告しており、本試験においても、生理的指標によるストレス度は両区で同程度であると考えられた。しかし、入牧初期における小面積区の少頭数牛群の尿中コルチゾールレベルは、同時期における大面積区が多頭数放牧牛群よりも高かった。このこ

とから、入牧初期の小面積区での少頭数放牧は、一般的な放牧地での多頭数放牧と比較し、視床下部—下垂体前葉—副腎皮質系が活性化されストレス度は高いということが示唆された。本試験で使用した大面積放牧地は、大学の附属牧場であり部外者の進入はほとんどない。一方、小面積区の水田跡耕作放棄地はその周囲に一般道が走り、一般車両が頻繁に往来していた。このような小面積区における外部環境が、放牧初期のコルチゾールレベルを高めた一因として考えられる。しかしながら、後期にはその上昇は解消され、ウシが環境に順応した可能性が考えられた。

以上のことから、同一農家飼養放牧牛を組み合わせさせて水田跡耕作放棄地の小面積圃場にミニ放牧することは、行動面・生理面において問題はなく、ストレスフリーな状態で放牧できると考えられる。

5. 引用文献

- 1) Fisher, A. D.; Verkerk, G. A.; Morrow, C. J.; Matthews, L. R. 2002. The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary-adrenal axis regulation in lactating cows. *Livest. Prod. Sci.* 73 : 255-263.
- 2) Higashiyama Y.; Narita H.; Nashiki M.; Higashiyama M.; Kanno T. 2005. Urinary cortisol levels in Japanese Shorthorn cattle before and after the start of a grazing season. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18 : 1430-1434.
- 3) Klante G.; Brinschwitz T.; Secci K.; Wollnik F.; Steinlechner S. 1997. Creatinine is an appropriate reference for urinary sulphatoxymelatonin of laboratory animals and humans. *J. Pineal Res.* 23 : 191-197.
- 4) Morrow C. J.; Kolver E. S.; Verkerk G. A.; Matthews L. R. 2000. Urinary corticosteroids: an indicator of stress in dairy cattle. *Proc. NZ Soc. Anim. Prod.* 60 : 218-221.
- 5) SAS Institute Inc. 1988. SAS User's Guide (Release 6.03). SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.
- 6) Sato, S. 1984. Social licking pattern and relationships to social dominance and live weight gain in weaned calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12 : 25-32.
- 7) Sato, S.; Tarumizu, K.; Hatae, K. 1993. The

- influence of social factors on allogrooming in cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38 : 235-244.
- 8) Sato, S.; Tarumizu, K.; Sonoda, T. 1991. Social, behavioural and physiological functions of allogrooming in cattle. (Appleby, M. C.; Horrell, R. I.; Pretherick, J. C.; Rutter, S. M. *Applied Animal behaviour: past, present and future.*) Herts. Universities Federation for Animal Welfare. P.77-78.
- 9) Takeda K.; Sato S.; Sugawara K. 2000. The number of farm mates influences social and maintenance behaviours of Japanese Black cows in communal pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67 : 181-192.
- 10) Takeda, K.; Sato, S.; Sugawara, K. 2001. Changes of Affiliative relationships in Japanese Black calves after grouping in the same pen. *Anim. Sci. J.* 72 : 164-168. (岩手大学 出口善隆, 東北農業研究センター 東山由美)

Ⅲ-2 フェストロリウムを導入した狭小草地のミニ放牧による黒毛和種繁殖雌子牛の育成効果

1. はじめに

水田跡耕作放棄地において、現在放牧されているのは黒毛和種繁殖雌成牛が中心で、繁殖雌子牛の放牧では発育遅延が懸念されるため、殆ど行われていない。一方、属間雑種のフェストロリウムはI-2項で示したように、耕作放棄地への導入草種として期待できる。

そこで本研究では、耕作放棄地の放牧利用促進に資するため、黒毛和種繁殖雌子牛を対象として、フェストロリウム主体草地におけるミニ放牧による育成効果を検討した。

2. 材料と方法

試験は2004年から2006年に岩手県農業研究センター畜産研究所外山畜産研究室（盛岡市、平均気温5.6℃、最高気温30.2℃、最低気温-26.9℃、平均降水量1,349mm）の6号試験圃場（標高830m）において実施した。草地の造成は、2004年9月に試験圃場をプラウ耕起とロータリー碎土した後、基肥として複合肥料（NPK：18-12-6）を窒素水準で6 kg/10aを施用し、フェストロリウム品種のエバー

グリーンを播種し（播種量3 kg/10a）、2005年春から試験に供した。試験区の構成条件等を表9に、各年度の試験区の配置状況を図6に示した。

1) 定置放牧条件（2005年）

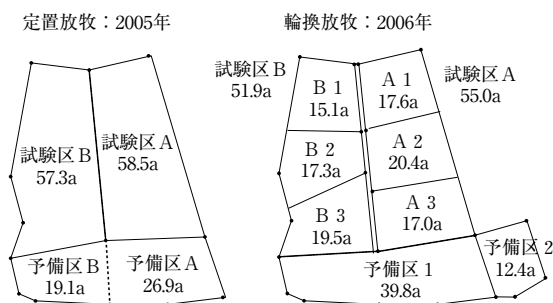


図6 試験区配置

2005年は、フェストロリウム主体草地の利用1年目の生産量、飼料栄養価を調査し、同草地を定置条件でミニ放牧利用した場合の黒毛和種繁殖雌子牛の育成成績を調べた。調査期間は2005年6月16日から11月2日（139日間）までとした。供試牛は黒毛和種繁殖雌子牛（放牧開始時平均月齢12~16ヶ月齢、平均体重276kg）ほか、スプリングフラッシュ時の利用平準化のため黒毛和種繁殖雌成牛2頭（平均体重551Kg）も短期的に用いた。なお、放牧馴致として、放牧開始に先立ちパドック飼養を9日間、午後放牧を2日間、昼放牧を4日間、昼夜放牧を2日間実施した。また、配合飼料は本放牧8日前に給与量を半減、6日前からは与えなかった。

放牧は、上述した新規造成のフェストロリウム主体草地を牧区A（58.5a）と牧区B（57.3a）に2分し、定置放牧した（図6左）。牧区Aには、前期の6月16日から8月4日にかけては平均4.2頭、後期の8月25日から11月2日にかけて平均4.7頭を放牧した。牧区Bには、前期に平均4.0頭、後期に平均3.7頭を放牧した（頭数はいずれも300kg体重換算）。両牧区とも10月5日以降は草量の不足によりA区、B区の面積をそれぞれ26.9a、19.1a拡張するとともに、8月5日から24日までの20日間は休牧し、この間に複合肥料（N-P-K：18-12-6）を窒素水準で6 kg/10aを施用した。草地植生の調査は放牧初期と放牧終了後の2回、ライン法により草種ごとの出現頻度を計測した。牧草の乾物生産量および乾物採食量は、2週間間隔のケージ内外差法により求めた。なおケー

表9 試験条件

区 分	定置放牧：2005年				輪換放牧：2006年				
自然立地 条件	標 高	700m							
	地 形	平坦							
	積雪期間	12月11日～4月5日 (115日)							
草地造成 利用年度	2004年9月 (フェストロリウム「エバグリーン」) 利用1年目				同左 利用2年目				
放牧条件 面積牧区 数	定置放牧、A区：58.5a、1牧区		定置放牧、B区：57.3a、1牧区		輪換放牧、A区：55.0a、3牧区		輪換放牧、B区：52.0a、3牧区		
	8月5日～25日迄予備区に放牧		8月5日～25日迄予備区に放牧		1区平均面積18.3a		1区平均面積17.3a		
	10月5日以降85.4aに拡大		10月5日以降85.4aに拡大		8月11日～30日迄予備区に放牧		8月11日～30日迄予備区に放牧		
放牧期間、 頭数(300 kg体重換 算)	放牧期間 6月16日～8月4日 (49日)		延べ208頭数		放牧期間 6月2日～8月11日 (70日)		延べ 245頭		
	延べ196頭数		延べ 172頭						
	前 期	6月16日～7月12日	3.0頭	6月16日～7月12日	2.0頭				
	後 期	7月13日～8月4日	5.8頭	7月13日～8月4日	6.5頭				
	日平均頭数 4.2頭		日平均頭数 4.0頭		日平均頭数 3.5頭		日平均頭数 2.5頭		
後 期	放牧期間 8月25日～11月2日 (69日)		延べ 321頭		放牧期間 8月30日～10月12日 (43日)		延べ 158頭		
	延べ 254頭		延べ 116頭						
	日平均頭数 4.7頭		日平均頭数 3.7頭		日平均頭数 3.7頭		日平均頭数 2.7頭		
年 間	118日		118日		113日		113日		
	延べ 529頭		延べ 450頭		延べ 403頭		延べ 288頭		
	日平均頭数 4.5頭		日平均頭数 3.8頭		日平均頭数 3.6頭		日平均頭数 2.6頭		

ジはA区、B区にそれぞれ3個を設置した。牧草の飼料栄養価は近赤外線分析により、CP、TDNを測定した。さらに、家畜の体重を2週間毎に測定した。

2) 輪換放牧条件 (2006年)

利用2年目の2006年は、草地を輪換放牧した場合について、2005年と同様の目的で試験を行った。調査期間は6月2日から10月12日(131日間、休牧期間18日を含む)とした。供試牛は、A群が黒毛和種繁殖雌子牛4頭(放牧開始時平均月齢14.0ヶ月、同体重239kg)およびB群は3頭(放牧開始時平均月齢11.3ヶ月、同体重233kg)の計7頭を用いた。なお、試験期間中において発情が見られたものには、適宜放牧地で人工授精を行った。また放牧馴致は2005年と同様に行った。放牧条件として、2005年度に供用した造成2年目のフェストロリウム主体草地を牧区A(55.0a)と牧区B(51.9a)を新たに区画しなおし、さらにそれぞれを3分割(1区平均：A区18.3a、B区17.3a)して輪換放牧した(図6右)。

牧区Aには、前期の6月2日から8月11日にかけては平均3.5頭、後期の8月30日から10月11日にかけては平均3.7頭を放牧し、牧区Bには前期に平均2.5頭、後期に平均2.7頭を放牧した(頭数はいずれも300kg体重換算)。春施肥は5月18日に、追肥は複合肥料(N-P-K：18-12-6)を8月13日に試験区の掃除刈りと併せて窒素水準で6kg/10aずつ施用した。転牧は観察による草量減少および脱柵などの兆

表10 フェストロリウム主体草地における出現頻度の経時的推移 (%)

	1年目(2005年)		2年目(2006年)	
	放牧開始時	放牧終了時	放牧開始時	放牧終了時
フェストロリウム	79.2	72.6	62.0	74.5
その他の牧草	3.2	6.0	24.0	9.5
雑草	0.4	1.8	5.0	1.5
不食過繁地	0.7	3.2	0	11.5
裸地	16.5	16.5	9.0	3.0

候が表れる度を実施した。調査は2005年と同様に行ったが、乾物生産量、体重は入牧および転牧ごとに測定した。なおケージは小区画ごとに3個設置した。さらに牧草の飼料栄養価は、酵素法によりCP、TDNを測定した。TDNの推定には以下の式を用いた。

$$TDN = 54.18 + 0.287 \times (OCC + Oa) - 0.183 \times Ob$$

(自給飼料品質評価研究会編 2001)。

3. 結果と考察

1) フェストロリウム主体草地の牧草生産性

(1) 草地の持続性

2004年秋に造成され、高標高地で一冬越したフェストロリウム主体草地のフェストロリウムの出現頻度は放牧初期で79.2%、定置放牧試験の終了後で72.6%を占め(表10)、よく維持された。利用2年目では、2005年秋と比較して放牧開始時のフェストロ

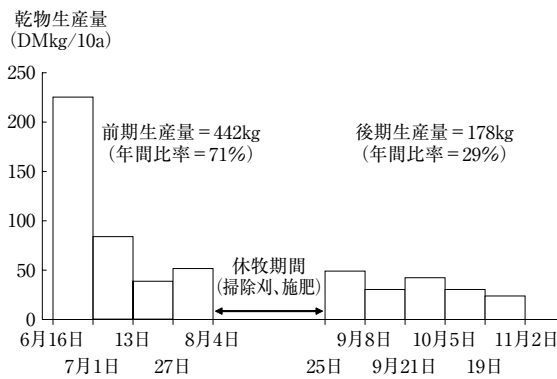


図7 フェストロリウム主体草地の定置放牧における乾物生産量の推移 (2005年)

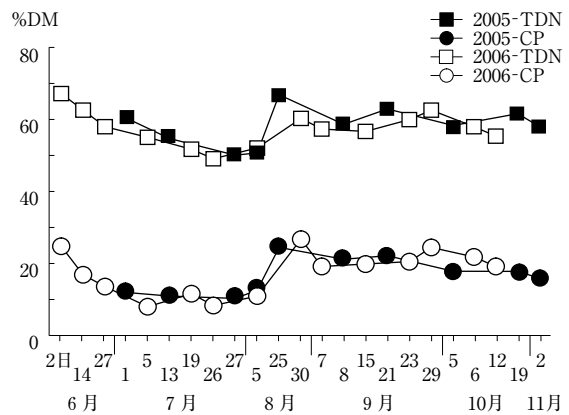


図9 フェストロリウム主体草地の飼料栄養価の季節推移

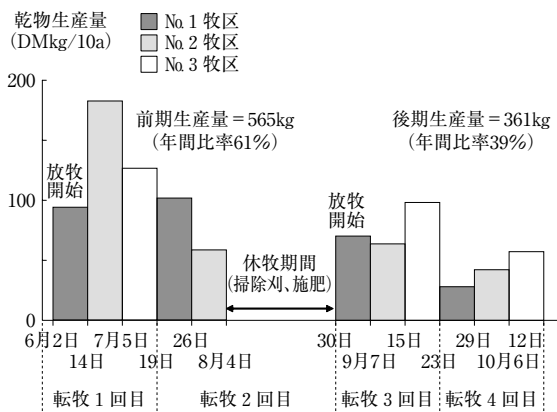


図8 フェストロリウム主体草地の輪換放牧における乾物生産量の推移 (2006年)

リウムの出現頻度が62%に下がったが、輪換放牧試験の終了後には74.5%に回復し、その他の牧草の出現頻度は9.5%であり、雑草、裸地は少なかった(表10)。このように草地植生は良好に維持され、フェストロリウム主体草地の永続性は高いといえる。

(2) 牧草生産性と飼料栄養価

利用1年目(定置放牧条件、2005年)の乾物生産量は620kg/10aであった。これは東北地域の中標高～高標高地帯の放牧地としての標準的な収量450～680kg/10a(農林水産省畜産局 1995)を示していた(図7)。利用2年目(輪換放牧条件、2006年)の年間の乾物生産量は926kg/10aとなり、1年目より大幅に増えて十分な収量が確保できていた(図8)。

フェストロリウム主体草地の飼料栄養価をみると、TDN、CPは放牧前期の6月にはそれぞれ58%

以上、12%以上であった。これらは日本飼養標準肉用牛2000年版(中央畜産会 2000)に示されている黒毛和種繁殖雌子牛12～14ヵ月齢の日増体0.4～0.6kgを確保するために必要な含量(TDN 58%、CP 12%)に比べて高い値であった。7月下旬から8月上旬にかけてTDN、CPはそれぞれ50%前後、10%前後まで減少した(図9)が、8月下旬以降の放牧後期には回復し、いずれの栄養成分も増体に十分な含量で推移した(図9)。

2) フェストロリウム主体草地の放牧利用と黒毛和種繁殖雌子牛の発育

2005年の定置放牧では、乾物生産量と採食量から求めた試験期間の利用率は牧区平均で92.4%と高かった(表11)。1頭あたりの乾物摂取量は体重の2.4%、TDN充足率は123%と推定された(表11)。また、黒毛和種繁殖雌子牛5頭の前期の日増体量は平均0.61kg、後期は平均0.40kg、休牧期間を含めた全期間日増体量は平均0.46kgであった(表12)。

2006年の輪換放牧では、牧草利用率は82%前後で経過し、乾物摂取量は体重の4.8%、TDN充足率は210%程度と推定された(表13)。輪換放牧条件の7頭の前期の日増体量は平均0.43kg、後期は平均0.58kg、休牧期間を含めた全期間日増体量は平均0.38kgであった(表12)。また、受胎率はA区、B区平均で57%であった(表12)。

上述の通り日本飼養標準肉用牛2000年版(中央畜産会2000)では、黒毛和種繁殖雌子牛の12～24ヵ月齢までの日増体量は0.4～0.6kgが目標とされている。放牧の全期間日増体量は、定置放牧条件で0.41～0.53kg、輪換放牧条件で0.35～0.43kgが得られて

表11 定置放牧条件でのフェストロリウム主体草地の牧草生産性 (2005年)

	牧区面積 (ha)	放牧頭数 ¹⁾ (頭)	乾物生産量 (kgDM/10a)	採食量 (kgDM/10a)	牧草利用率 (%)	1日当たり DM摂取量 ²⁾ (kgDM/10a)	TDN充足率 ³⁾ (%)
牧区A	0.64	4.49	637	613	96.1	6.6(2.2)	112.6
牧区B	0.61	3.76	603	534	88.6	8.0(2.7)	134.2
平均	0.63	4.15	620	573	92.4	7.3(2.4)	123.4

注. 1) 300kg体重換算

2) 括弧内数字は、1日当たり乾物摂取量の体重比 (%) を示す。

3) 体重300kg、日増体量0.4kgで算出した。

表12 体重の推移

区分	開始時 平均体 重kg	前期		休牧・予備牧区		後期		全期間		
		期間	日増体量 (kg/日)	期間	日増体量 (kg/日)	期間	日増体量 (kg/日)	受胎率 (%)	日増体量 (kg/日)	
2005年 (定置放牧)	A区	286	6月16日	0.56	8月5日	0.17	8月25日	0.37	-	0.41
	B区	261	～8月4日	0.68	～24日	0.48	～11月2日	0.44	-	0.53
	平均	276		0.61		0.29		0.40	-	0.46
	(合計)		(50日)		(20日)		(69日)			
2006年 (輪換放牧)	A区	239	6月2日	0.48	8月12日	-0.38	8月30日	0.59	75	0.35
	B区	223	～8月11日	0.37	～29日	0.36	～10月12日	0.57	33	0.43
	平均	223		0.43		-0.06		0.58	57	0.38
	(合計)		(70日)		(18日)		(43日)			

表13 輪換放牧条件でのフェストロリウム主体草地の牧草生産性 (2006年)

	牧区面積 (ha)	放牧頭数 ¹⁾ (頭)	乾物生産量 (kgDM/10a)	採食量 (kgDM/10a)	牧草利用率 (%)	1日当たり DM摂取量 ²⁾ (kgDM/10a)	TDN充足率 ³⁾ (%)
牧区A	0.55	3.58	954	785	82.2	11.4(4.3)	192.1
牧区B	0.52	2.55	898	721	80.8	13.8(5.3)	227.1
平均	0.54	3.06	926	753	81.5	12.6(4.8)	209.6

注. 1) 300kg体重換算

2) 括弧内数字は、1日当たり乾物摂取量の体重比 (%) を示す。

3) 体重300kg、日増体量0.4kgで算出した。

おり、繁殖性に影響がないとされる発育水準が確保できていたと判断される。

以上のことから、定置と輪換の両放牧条件下においてフェストロリウム主体草地の植生はよく維持され持続性は高く、黒毛和種繁殖雌子牛の育成に必要な乾物生産量や栄養価を十分に提供できるといえる。なお、定置条件はスプリングフラッシュ時の利用平準化のためこの時期に増頭するなど放牧頭数を調節する必要がある。また、ミニ放牧でできるだけ多くの牛を放牧し効率的な利用をする場合は輪換放牧が適していると考えられる。

4. 引用文献

- 1) 自給飼料品質評価研究会編. 2001. 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京. p79-142.
 - 2) 農林水産省畜産局. 1995. 草地管理指標－草地の維持管理編－. 日本草地草畜種協会, 東京. 7-27.
 - 3) 日本飼養標準肉用牛. (2000). 中央畜産会, 東京. p57-58.
- (岩手県農業研究センター 川畑茂樹・佐藤 真・小梨 茂)

東北農業研究センター研究報告 第109号

平成20年3月 発行

編集兼発行 東北農業研究センター
代表者 八 卷 正
〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平4
電 話 (019) 643-3414, 3417
(情報広報課)

印 刷 所 河北印刷株式会社
〒020-0015 盛岡市本町通2-8-7
