

**BULLETIN  
OF  
TOHOKU AGRICULTURAL RESEARCH CENTER**

Tohoku Nogyo Kenkyu Center Kenkyu Hokoku  
No.118, March 2016

**東北農業研究センター  
研究報告**

国立研究開発法人 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

**Tohoku Agricultural Research Center**

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118号

所 長 石 黒 潔

編集委員会

編集委員長	大 黒 正 道		
編 集 委 員	湯 川 智 行	松 元 哲	
	篠 田 満	御子柴 義 郎	
	渡 邊 寛 明	信 濃 卓 郎	

BULLETIN OF  
TOHOKU AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

No.118

*Director General*  
Kiyoshi ISHIGURO

*Editorial Board*

*Editor*  
Masamichi DAIKOKU

*Associate Editors*

Tomoyuki YUKAWA	Satoru MATSUMOTO
Mitsuru SHINODA	Yoshiro MIKOSHIBA
Hiroaki WATANABE	Takuro SHINANO

# 東北農業研究センター研究報告 第118号 (平成28年3月)

## 目 次

寒冷地向け超強力小麦新品種「こしちから」の育成 谷口 義則・伊藤 裕之・池永 幸子・中村 俊樹・石川 吾郎 吉川 亮・中村 和弘・平 将人・八田 浩一・前島 秀和 伊藤美環子・中村 洋・伊藤 誠治 .....	1 - 19
病虫害抵抗性で収量が多い中粒のダイズ新品種「はたむすめ」の育成 菊池 彰夫・島村 聡・加藤 信・平田 香里・河野 雄飛 湯本 節三・高田 吉丈 .....	21 - 35
多収で直播栽培向きの良食味水稻品種「ちほみのり」の育成 太田 久稔・山口 誠之・福畠 陽・梶 亮太・津田 直人 中込 弘二・片岡 知守・遠藤 貴司 .....	37 - 48
東北地域における水稻高温登熟耐性基準品種の選定 梶 亮太・太田 久稔・福畠 陽・津田 直人・森山 茂治 今 智穂美・遠藤 貴司・中込 佑介・佐藤 浩子・川本 朋彦 加藤 和直・後藤 元・阿部 洋平・佐藤 弘一・佐々木園子 吉田 直史・大寺 真史 .....	49 - 55
水稻の育苗箱全量施肥における培土と施肥位置が苗箱内の水分環境に与える影響 高橋 智紀・西田 瑞彦・吉田 光二 .....	57 - 68
東北日本海側において播種期、栽植密度および1株本数がダイズの生育収量に与える影響 持田 秀之 .....	69 - 77
濃厚飼料を多給した黒毛和種去勢牛に対する圧碎稲わら給与がルーメン内 pH に与える影響 および圧碎稲わらの市販透湿防水シートによる被覆保管が嗜好性に及ぼす影響 小松 篤司・深澤 充・東山 由美・関矢 博幸・杉浦 玲 大谷 隆二・押部 明德 .....	79 - 85
イノシシ用電気柵の設置段階におけるヒューマンエラーの類型と普及指導による解消効果 藤本 竜輔・竹内 正彦 .....	87 - 92

BULLETIN OF  
TOHOKU AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
No.118 (March 2016)

CONTENTS

TANIGUCHI, Y., ITO, H., IKENAGA, S., NAKAMURA, T., ISHIKAWA, G., YOSHIKAWA, R., NAKAMURA, K., TAIRA, M., HATTA, K., MAEJIMA, H., ITO, M., NAKAMURA, H. and ITO, S. : A New Hard Winter Wheat Cultivar, "Koshichikara" .....	1 – 19
KIKUCHI, A., SHIMAMURA, S., KATO, S., HIRATA, K., KONO, Y., YUMOTO, S. and TAKADA, Y. : A New Soybean Cultivar, "Hatamusume", with Pest Resistance, Yield Stability and Medium Seed Size .....	21 – 35
OHTA, H., YAMAGUCHI, M., FUKUSHIMA, A., KAJI, R., TSUDA, N., NAKAGOMI, K., KATAOKA, T. and ENDO, T. : "Chihominori": A New High-yield Rice Cultivar with High Eating Quality and Adaptability to Direct Seeding .....	37 – 48
KAJI, R., OHTA, H., FUKUSHIMA, A., TSUDA, N., MORIYAMA, S., KON, C., ENDO, T., NAKAGOMI, Y., SATO, H., KAWAMOTO, T., KATO, K., GOTO, H., ABE, Y., SATO, H., SASAKI, S., YOSHIDA, N. and OTERA, M. : Selection of Standard Rice Varieties for Evaluating Grain Quality under High Temperature during Ripening Stage for Tohoku Region .....	49 – 55
TAKAHASHI, T., NISHIDA, M. and YOSHIDA, K. : Effects of One-shot Application of Controlled-release Fertilizer According to Water Characteristics in a Nursery Box for Rice .....	57 – 68
MOCHIDA, H. : Effect of Sowing Time and Planting Pattern on Soybean Yield and Seed Quality in Locations along the Sea of Japan at Tohoku Region .....	69 – 77
KOMATSU, T., FUKASAWA, M., HIGASHIYAMA, Y., SEKIYA, H., SUGIURA, R., OHTANI, R. and OSHIBE, A. : Effects of Feeding Macerated Rice Straw on Rumen pH and of covering the Straw with a Moisture-permeable, Waterproof Sheet on Feeding Preference in Japanese Black Steers .....	79 – 85
FUJIMOTO, R. and TAKEUCHI, M. : Types of Human Errors during the Installation of an Electric Fence for Wild Boars and the Error-reduction Effects of Extension Activities .....	87 – 92

## 寒冷地向け超強力小麦新品種「こしちから」の育成

谷口 義則<sup>\*1)</sup>・伊藤 裕之<sup>\*1)</sup>・池永 幸子<sup>\*1)</sup>・中村 俊樹<sup>\*1)</sup>  
 石川 吾郎<sup>\*1)</sup>・吉川 亮<sup>\*2)</sup>・中村 和弘<sup>\*3)</sup>・平 将人<sup>\*4)</sup>  
 八田 浩一<sup>\*5)</sup>・前島 秀和<sup>\*6)</sup>・伊藤美環子<sup>\*5)</sup>・中村 洋<sup>\*4)</sup>  
 伊藤 誠治<sup>\*7)</sup>

**抄 録**：「こしちから」は秋播のパン・中華麵用硬質小麦で、グルテニン遺伝子 *Glu-D1d* と *Glu-B3g* を有する超強力小麦である。1996年5月に「盛系C-138（後の東北209号）」と「東北205号（ハルイブキ）」との人工交配を行い、派生系統育種法で育成した。2013年8月に育成を完了し、2014年4月に品種登録出願を行った。

播性はIV、出穂期および成熟期は寒冷地の基準で“やや早”であり、寒冷地の硬質主力品種「ゆきちから」より出穂期は1日早く、成熟期は1日遅い。稈長が89cmのやや短稈種で、穂型は紡錘状、ふ色は赤濁で有芒である。「ゆきちから」と比較して子実重と千粒重は同程度で容積重は大きい。子実は硬質で粒の形と大きさが“中”の赤粒種、外観品質は“上の下”である。

「ゆきちから」より蛋白質含量がやや多く、灰分含量がやや少ない。「ゆきちから」と比較して製粉歩留が高く、ファリノグラムの吸水率は同程度で、バロリメーター値は高く、エキステンソグラムの伸張抵抗はかなり強く、生地力の程度も大きい。粉の色相は「ゆきちから」と比較して明度が低く、赤みと黄色みが高い。育成地における製パン適性試験では「ゆきちから」より比容積および官能評価点がやや優れ、「ICW」と「HRW」より劣った。

耐寒性は“やや強”だが、耐雪性は「ゆきちから」より劣る“やや弱”である。耐倒伏性は“強”、穂発芽性は“かなり難”で「ゆきちから」に優る。縞萎縮病抵抗性は“強”、赤かび病と赤さび病抵抗性は“中”、うどんこ病抵抗性は“やや弱”である。

栽培適地は東北・北陸地域の根雪期間80日以下の平坦地で、パン・中華麵用およびブレンド用としての普及が期待される。

**キーワード**：コムギ、超強力、グルテニンサブユニット、寒冷地、新品種、こしちから

**A New Hard Winter Wheat Cultivar, "Koshichikara"**: Yoshinori TANIGUCHI<sup>\*1)</sup>, Hiroyuki ITO<sup>\*1)</sup>, Sachiko IKENAGA<sup>\*1)</sup>, Toshiki NAKAMURA<sup>\*1)</sup>, Goro ISHIKAWA<sup>\*1)</sup>, Ryo YOSHIKAWA<sup>\*2)</sup>, Kazuhiro NAKAMURA<sup>\*3)</sup>, Masato TAIRA<sup>\*4)</sup>, Koichi HATTA<sup>\*5)</sup>, Hidekazu MAEJIMA<sup>\*6)</sup>, Miwako ITO<sup>\*5)</sup>, Hiro NAKAMURA<sup>\*4)</sup> and Seiji Iro<sup>\*7)</sup>

**Abstract**: The new winter hard wheat cultivar "Koshichikara" has high bread-baking quality. It has extremely strong dough properties due to the effect of the glutenin subunit genes *Glu-D1d* and *Glu-B3g*. "Koshichikara" was bred by the derived line method at the NARO Tohoku Agricultural Research Center in 2013. It was selected from a cross between "Morikei C-138 (Tohoku 209)" and "Tohoku 205

- 
- \* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)
  - \* 2) 元・農研機構中央農業総合研究センター (NARO Agricultural Research Center, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan)
  - \* 3) 現・農研機構九州沖縄農業研究センター (NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Chikugo, Fukuoka 833-0041, Japan)
  - \* 4) 現・農研機構作物研究所 (NARO Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan)
  - \* 5) 現・農研機構北海道農業研究センター (NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Memuro, Kasai-gun Hokkaido 082-0071, Japan)
  - \* 6) 現・長野県農業試験場 (Nagano Agricultural Experiment Station, Susaka, Nagano 382-0051, Japan)
  - \* 7) 現・農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター (NARO Agricultural Research Center, Hokuriku Research Center, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan)

2015年11月26日受付、2016年2月8日受理

(Haruibuki)".

"Koshichikara" is an early- to middle-maturing cultivar in the Tohoku region, and its growth habit is degree IV (winter type). "Koshichikara" has a slightly short culm length (89 cm) with awns and red glumes. The yield of "Koshichikara" was the same as that of the standard winter wheat cultivar "Yukichikara" in the Tohoku and Hokuriku regions, though its test weight was higher than that of "Yukichikara". "Koshichikara" has red and glassy grains. The protein content of "Koshichikara" was found to be slightly higher than that of "Yukichikara". Compared with "Yukichikara", "Koshichikara" is characterized by high flour yield, a high farinogram valorimeter value, large dough extension quality and very strong resistance to extension in extensography. The volume and quality scores of bread made with "Koshichikara" were slightly greater than those of bread made with "Yukichikara".

"Koshichikara" has moderate cold tolerance and shows slightly weak snow mold resistance. Its lodging resistance, sprouting resistance and resistance to yellow mosaic virus are high. Its resistance to scab and leaf rust are intermediate. Its resistance to powdery mildew is slightly low.

"Koshichikara" is considered to be adapted to growth on the plains with less than 80 days of continuous snow cover, such as found in the Tohoku and Hokuriku regions of Japan.

**Key Words** : Winter wheat, extra strong, glutenin subunit, new cultivar, Koshichikara

## I 緒 言

国産小麦の多くはうどん等の原料として開発されており、パンや中華麺原料としては適しておらず、蛋白質の量と質の改善が求められた。そこで、パン・中華麺用品種の育成は、蛋白質含量を高くすると共にグルテンを強くするとされていた高分子量グルテニンサブユニット *Glu-D1d* (5+10) (Payne *et al.* 1981; 1987) の導入を目標に進められてきた。2001年には *Glu-D1d* とグルテンを強くする低分子量グルテニンサブユニットを有した超強力小麦「勝系33号」が品種登録された (2010年に改めて「北海260号」として品種登録)。その後、超強力特性を発現する高分子量グルテニンサブユニットと低分子量グルテニンサブユニットとの組合せが明らかにされ (Funatsuki *et al.* 2006)、超強力小麦の品種改良が進んだ。当初は超強力小麦の用途が明確でなく、広く普及する事はなかったが、2005年に品種登録出願された「ハナマンテン」(中村ら 2007) でその価値が実需者に認められ、2008年に品種登録出願された「ゆめちから」(田引ら 2011) の普及により、広く知られるようになった。

東北地域では、2002年に製パン適性が不十分で栽培面積が減少していた「コユキコムギ」に代わり、製パン適性がより優れる硬質小麦「ゆきちから」

(吉川ら 2009) が育成され、その後、東北地域における硬質小麦の主力品種となった。しかし、「ゆきちから」も準強力小麦の範疇にとどまり、製パン適性が十分には高くなかったことから、2006年に超強力小麦の特性を持つ「東北223号」を開発し、各県における奨励品種決定調査に供試した。「東北223号」は後に「銀河のちから」(谷口ら 2013) として品種登録され、岩手県の奨励品種に採用されるが、供試当初は用途が明確でなかったこともあり、他の多くの県では奨励品種決定調査が終了した。しかしながら、その後「ゆめちから」の普及により超強力小麦の有望性が広く認識されるようになった。そこで再度、超強力小麦を各県で再評価してもらうため、新たに「銀河のちから」と交配組合せが同じ姉妹系統で、同品種より栽培面においていくつかの優れた特性を持つ「東北225号」を開発し、奨励品種決定調査に供試した。その結果、福井県での適応性が優れ、普及が期待されることから、2014年に「こしちから」の名称で、品種登録出願を行った。本報告では「こしちから」の普及に資するため、本品種の育成経過や特性について紹介する。

本品種の育成は農林水産省の委託事業「平成25年度冬期の水田活用を促進する高品質な冬作物品種の開発委託事業」において行われた。

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、並びにグルテニンサブユニットの遺伝子型を特定していただいた農研機構近畿中国四国農業研究センターの池田達哉博士に厚く御礼申し上げます。また、東北農業研究センター研究支援センター（旧東北農業試験場企画連絡室）業務第1科の（故）関村良蔵、木村力也、（故）藤沢敏彦、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、齊藤進、佐々木猛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

### 1. 育種目標および来歴

「こしちから」は1995年度（1996年5月）に東北農業試験場にて「盛系C-138」を母とし、「東北205号」を父として人工交配を行い（盛交C-454）、以後、派生系統育種法による選抜・固定を経て育成された（図1）。「こしちから」と2014年に品種登録された「銀河のちから」とは雑種第6代まで選抜経過

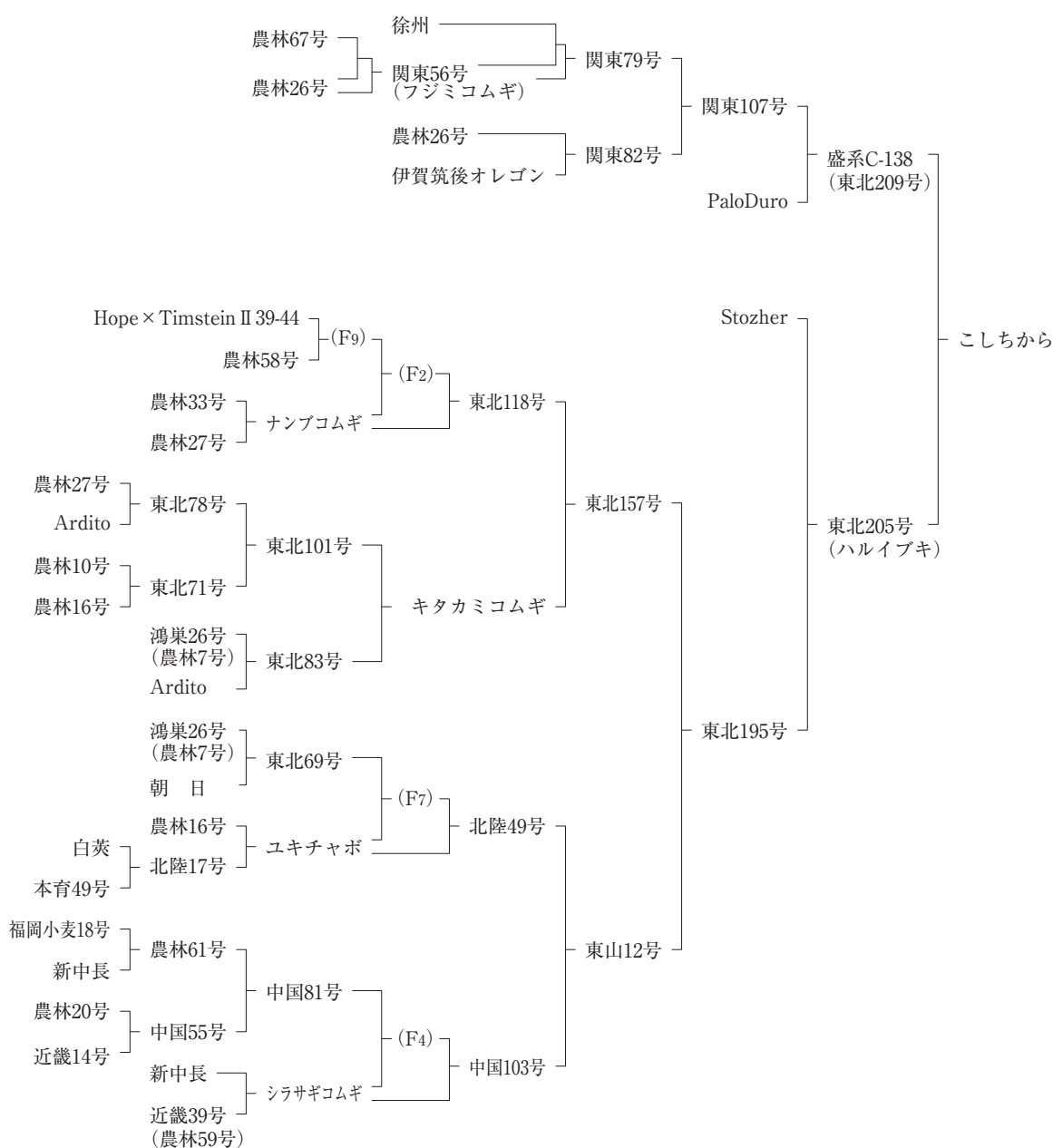


図1 「こしちから」の系譜図

表1 「こしちから」の交配親の特性

品種名	叢性	稈長	穂長	穂型	芒の有無	ふ色	播性	成熟期	耐雪性	耐倒伏性	赤さび病	縞萎縮病
こしちから	やや匍匐	やや短	中	紡錘状	有	褐	Ⅳ	やや早	やや弱	強	中	強
母：盛系C-138 (東北209号)	やや匍匐	長	やや短	紡錘状	有	褐	Ⅳ-V	やや早	やや弱	中	やや弱	強
父：東北205号 (ハルイブキ)	やや匍匐	やや長	やや短	紡錘状	有	黄	V	中	やや弱	強	強	強

表2 「こしちから」の選抜経過

試験年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>	F <sub>14</sub>	F <sub>15</sub>	F <sub>16</sub>	F <sub>17</sub>	F <sub>18</sub>
供試数	系統群	条播							1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	系統	10個体	○	78.4g	63.7g	272	17	5	3	5	5	10	10	20	10	10	10	10	10
選抜数	系統群	全刈り							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	系統	全刈り							1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	個体	21(注1)	10個体	○	○	272穂		3	5	5	10	10	20	10	10	10	10	10	10
生産力検定予備試験								○	○	○									
生産力検定試験											○	○	○	○	○	○	○	○	○
特性検定試験	箇所数							1	1	8	10	12	12	6	10	12	12	9	7
系統適応性検定試験	箇所数									3	5	5	8	0	3				
奨励品種決定調査	箇所数															9	10	5	4
備考		点播	散播	散播	散播	穂播	散播	以後点播											
		盛交C-454	温室	春播				盛系 C-B373											
																	東北225号		

注1) 上表で記載を省略したが、交配で得た21粒の内、11粒は世代促進をせずに圃場に播種し、その後代から2002年に盛系C-B3900と盛系C-B3901を作出した。

注2) 2001年度の選抜数からは後に「こしちから」になる盛系3736の供試数と選抜数のみを記載し、他は省略した。

を同じくする姉妹品種である。両親の特性を表1に示した。「盛系C-138」は後の「東北209号」で麵用の低アミロース系統である。「東北205号」は後に「ハルイブキ」(吉川ら 2004)として品種登録された耐倒伏性と耐病性に優れたパン用品種である。「盛系C-138」と「東北205号」の成熟期は寒冷地の基準ではそれぞれ「やや早」、「中」で、耐雪性はともに「やや弱」、耐倒伏性はそれぞれ「中」、「強」である。「盛系C-138」の病害抵抗性は縞萎縮病が「強」であるが、赤さび病は「やや弱」で、「東北205号」は両方の病害に「強」である。当初は超強力小麦ではなく、麵用品種の育成を目指していたため、主要育種目標を低アミロース特性と高製麵適性ととし、他に早生、安定多収、耐寒雪性、耐病性、難穂発芽性、強稈、外観品質良、高製粉性、良粉色を目標とした。

## 2. 育成経過

「こしちから」の選抜経過を表2に示した。雑種第1代(F<sub>1</sub>、以下同様に略称)は10個体を点播で

栽植し、全個体を収穫した。F<sub>2</sub>とF<sub>3</sub>は、前年度に収穫した種子を混合して播幅15cm、7kg/10aの播種量で散播して雑種集団を養成し、選抜集団は全刈りを行った。この間、F<sub>1</sub>を温室で、F<sub>2</sub>を春播することにより、世代促進を図り育種年限を1年間短縮した。

F<sub>4</sub>の雑種集団をF<sub>3</sub>と同じ栽培様式で養成し、稈長、穂長、穂型等を指標として272穂を選抜した。F<sub>5</sub>は前年度選抜した272穂を派生系統として、条間40cm、株間25cmの二条千鳥に穂のまま播種し、草型を指標として17系統を選抜した。F<sub>6</sub>は7kg/10aの播種量で播幅15cm、畦長5mに散播し、立毛調査で17系統中有望な5系統を選抜した。選抜系統は全刈りを行い、次年度種子とするとともに、品質分析を行った。F<sub>7</sub>で5系統にそれぞれ盛系C-B3732～盛系C-B3736の系統名をつけて畦幅70cm、条間15cm、株間12cm、畦長3.6mの二条千鳥点播に播種し(F<sub>8</sub>以降も同じ栽培様式、ただし畦長は4～5m)、同時に生産力検定予備試験および穂発芽性検定試験に

供試した。このうち、盛系C-3736と盛系C-B3734が後に「こしちから」と「銀河のちから」になる系統である。残る盛系C-3732は熟期が遅く穂発芽し易いため、盛系C-B3735は倒伏が見られたためF<sub>7</sub>で廃棄し、盛系C-B3733もF<sub>8</sub>で廃棄した。

盛系C-B3736は、F<sub>8</sub>は1系統群3系統、F<sub>9</sub>とF<sub>10</sub>は1系統群5系統、F<sub>11</sub>以降は1系統群を10系統に栽植して系統選抜を行うとともに、F<sub>9</sub>以降は生産力検定試験と特性検定試験および系統適応性検定試験を実施した。この間、F<sub>12</sub>で生育量に系統間差が認められたため2系統群に分けたが、翌年に生育の良い方を残し1系統群に絞った。F<sub>7</sub>～F<sub>8</sub>における品質分析から、盛系C-B3736は硬質で、蛋白質含量が高いことが判明したため、F<sub>10</sub>以降は育種目標を高製麺適性から高製パン適性に変更した。また、F<sub>9</sub>での高分子量グルテニンサブユニット組成の分析から、製パン適性を向上させる*Glu-D1d* (5+10)を有することが判明し、その後低分子量グルテニンサブユニットの遺伝子型も製パン適性を高める*Glu-B3g* (Branlard *et al.* 2001)で、両方の遺伝子の組み合わせが超強力型であることが判明した。実際にF<sub>9</sub>以降の分析から、グルテンが強靱で、製パン適性も「ゆきちから」と比較して同等または優れている事が明らかとなったため、以後、超強力小麦として扱うこととした。さらに倒伏し易く、縮萎縮病に弱いという「ナンブコムギ」の短所や耐穂発芽性が不十分な「ゆきちから」の短所が改良されていること、先行して各県に配付していた超強力小麦系統「東北223号（銀河のちから）」と多くの特性が類似していたが、熟期がやや早く、稈長がやや短く、遠観で見た草姿で穂揃いが良い特性が認められたことから、2009年度にF<sub>15</sub>で「東北225号」の系統名を付して東北および周辺各県における奨励品種決定調査の材料として配付した。

「東北225号」は福井県で実施された奨励品種決定調査で高い評価を得たが、福井県の生産者および実需者から、本系統の栽培適性および超強力小麦としての加工適性の評価を受ける必要があり、未譲渡性を担保するために2014年4月に品種登録出願を行った。

なお、育種完了は2012年度（2013年8月）、世代はF<sub>18</sub>である。

### 3. 命名の由来

漢字表記は「越力」で、パン・中華麺用小麦とし

てグルテンが強靱な特性を表すと共に、新品種が寒冷地日本海側（越の国、現在の福井県～新潟県）の広域で栽培されるように願いを込めた。

### 4. 普及状況

2014年秋播より、福井県経済連が実証圃を設けて、地域適応性と加工適性の評価を行っている。

## Ⅲ 特 性

### 1. 形態的特性

「こしちから」の株、穂および粒の形態を写真1、写真2に示した。また、生産力検定試験の形態的特性に係わる成績を東北地域の主力品種である「ゆきちから」と形態の近似する「銀河のちから」とともに表3に示し、そのデータを元に種苗特性分類調査報告書の基準（農林水産技術情報協会1998）に従って分級した形態的特性の階級値を表4に示した。特性の分類に当たってはドリル播栽培の値を主として用い、条播栽培の値を参考とした。

「こしちから」の多くの特性は「銀河のちから」とほぼ同一である。生態的特性および品質特性を含め「銀河のちから」との相違点は後述し、ここでは寒冷地の硬質主力品種である「ゆきちから」との比較を行う。稈長は育成地の生産力検定試験ドリル播では89cmで、「ゆきちから」より8cm短い、穂長はわずかに短い程度で、穂数は少ない（表3）。種苗特性分類では稈長は“やや短”、穂長は“中”に区分される（表4）。粒の形は“中”、粒の大小は“中”で、粒の色は“赤褐”である（表4）。原麦粒の見かけの品質（外観品質）はドリル播で中上、条播で中上～中中で「ゆきちから」より優れ（表3）、種苗特性分類で「ゆきちから」が“中の上”で登録されていることから、「こしちから」は“上”に区分される（表4）。千粒重は「ゆきちから」とほぼ同等で、“中”に区分され、容積重は「ゆきちから」より大きく、“大”に区分される（表3、表4）。

以下、品種を見分ける形態的特性を列挙する。叢性が“やや匍匐”、株の開閉が“やや開”、葉色が“濃”である（表4）。稈と葉鞘のワックスは“多”であるが、穂のワックスは“やや少”で、葉身の下垂度は“中”、フレッケンの有無・多少は“かなり少”である（表4）。穂型は“紡錘状”、粒着粗密は“中”、芒の有無・多少は“多”、芒長は“やや長”でふの色は“赤褐”である（表4）。葉色が濃く、



「こしちから」 「ゆきちから」 「銀河のちから」

写真1 「こしちから」の株標本



「こしちから」 「ゆきちから」 「銀河のちから」

写真2 「こしちから」の穂と子実

表3 生産力検定試験における「こしちから」の形態的特性

播種法	品種名	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	粒の形	粒の大小	粒の色	外観品質	千粒重 g	容積重 g
ドリル播	こしちから	89	9.0	587	4.6	4.6	4.6	中上	38.0	846
	ゆきちから	97	9.3	678	5.0	5.0	4.3	中下-下上	38.3	821
	銀河のちから	91	9.3	605	4.6	4.6	4.6	中中	37.5	840
条播	こしちから	85	9.2	369	4.8	4.8	4.7	中上-中中	37.8	834
	ゆきちから	89	9.4	420	5.3	5.2	4.4	中下	38.2	817
	銀河のちから	88	9.4	393	4.7	4.7	4.9	中上-中中	38.1	835

## 耕種概要

ドリル播：2005-2012年度平均。2011年は湿害甚だしく、平均値から除外した。

条間20cmの6条播。播種量250粒/m<sup>2</sup>。前作水稲（2005年度は小麦連作）。

堆肥100kg/a（2005年度は無し）。苦土石灰8kg/a（2005年度は6kg/a）。

基肥（kg/a）N：0.8、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：2.7、K<sub>2</sub>O：2.0、融雪期追肥0.4kg/a。

2006年度から穂孕み期～出穂期の追肥0.4kg/aも実施（2007年度は0.3kg/a）。

条播：2002-2012年度平均。畦間70cm、播幅15cm。播種量500g/a（2002-2003年度は600g/a）。

前作ひまわり。堆肥100kg/a（2007年度から無施用）。苦土石灰6kg/a（2006年度から8kg/a）。

基肥（kg/a）2002年度 N：0.68、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：4.45、K<sub>2</sub>O：0.68、2003年度 N：0.64、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：4.58、K<sub>2</sub>O：1.6、2004-2005年度 N：0.5、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：1.69、K<sub>2</sub>O：1.25、2006年度以降 N：0.4、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：1.35、K<sub>2</sub>O：1.0。

融雪期追肥N：0.2kg/a、2002年度の融雪期はK<sub>2</sub>O：0.2kg/aも施肥。

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）。

表4 「こしちから」の形態的特性

形質番号	形質	こしちから	ゆきちから	銀河のちから
1-1	叢性	6 (やや匍匐)	5 (中)	6 (やや匍匐)
1-2	株の開閉	6 (やや開)	6 (やや開)	6 (やや開)
1-3	葉鞘の色	1 (無)	1 (無)	1 (無)
2-4	稈長	4 (やや短)	5 (中)	5 (中)
2-5	稈の細太	5 (中)	5 (中)	5 (中)
2-6	稈の剛柔	6 (やや剛)	5 (中)	6 (やや剛)
2-7	稈のワックスの多少	7 (多)	6 (やや多)	7 (多)
3-8	葉色	7 (濃)	6 (やや濃)	7 (濃)
3-9	葉鞘のワックスの多少	7 (多)	6 (やや多)	7 (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)	6 (やや大)	5 (中)
3-12	フレッケンの有無と多少	2 (かなり少)	2 (かなり少)	2 (かなり少)
4-13	穂型	2 (紡錘状)	2 (紡錘状)	2 (紡錘状)
4-14	穂長	5 (中)	5 (中)	5 (中)
4-15	粒着の粗密	5 (中)	5 (中)	5 (中)
4-16	穂の抽出度	5 (中)	5 (中)	5 (中)
4-17	穂のワックスの多少	4 (やや少)	6 (やや多)	4 (やや少)
4-18	ふ毛の有無	1 (無)	1 (無)	1 (無)
4-19	葯の色	1 (黄)	1 (黄)	1 (黄)
5-20	芒の有無と多少	7 (多)	2 (かなり少)	7 (多)
5-21	芒長	6 (やや長)	2 (かなり短)	6 (やや長)
6-22	ふの色	5 (赤褐)	2 (黄)	5 (赤褐)
7-23	粒の形	5 (中)	5 (中)	5 (中)
7-24	粒の大小	5 (中)	5 (中)	5 (中)
7-25	粒の色	5 (赤褐)	5 (赤褐)	5 (赤褐)
7-26	頂毛部の大きさ	5 (中)	5 (中)	5 (中)
8-27	粒の黒目の有無・多少	1 (無～極少)	1 (無～極少)	1 (無～極少)
9-28	千粒重	5 (中)	5 (中)	5 (中)
9-29	容積重	7 (大)	6 (やや大)	7 (大)
10-30	原麦粒の見かけの品質	7 (上・下)	6 (中・上)	7 (上・下)
12-33	うるち・もちの別	1 (うるち)	1 (うるち)	1 (うるち)

注) 「こしちから」の形質を「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、寒冷地北部(東北)の主力品種である「ゆきちから」および特性の近似する「銀河のちから」と比較して階級値に分級した。

稈と葉鞘のワックスが多いので、出穂期前でも「ゆきちから」や「ナンブコムギ」をはじめ、寒冷地の主要品種と容易に区別することができる。

## 2. 生態的特性

「こしちから」の生態的特性、収量性および障害・病害抵抗性を表6～表9に示し、そのデータを元に種苗特性分類調査報告書の基準に従って分級した階級値を表5に示した。播種程度は“Ⅳ”で「ゆきちから」より1ランク低い(表5)。生産力検定試験ドリル播では出穂期は5月18日で「ゆきちから」より1日早く、成熟期は7月5日で「ゆきちから」より1日遅い(表6)。種苗特性分類では出穂期、成熟期とも「ゆきちから」と同じ“やや早”に区分される(表5)。

耐雪性は農研機構東北農業研究センター(以下、

育成地)では“やや弱”、岩手県農業研究センター(以下、岩手農研)では“やや弱～中”、北海道立総合研究機構上川農業試験場では“弱”であり、「ゆきちから」より1～2.5ランク弱く、「銀河のちから」とほぼ同程度である(表7)。種苗特性分類では「ゆきちから」が“やや強”で「銀河のちから」が“やや弱”であるので、「こしちから」は“やや弱”と判定される(表5)。表7から根雪期間と被害程度とを比較すると、育成地では根雪期間80日以内での被害程度は微～少である。一方、根雪期間90日を超えると2005年のように多の被害を受けることがあるが、2011年のように根雪期間100日前後でも被害程度が微にとどまる年もあり、根雪期間90日から100日の平均被害程度は中である。岩手農研では根雪期間80日～90日での越冬率は80%以上である

が、110日前後では越冬率が20%程度に低下する年があり、回復程度も悪い。以上から安全を見た栽培適地は根雪期間80日以下の地帯と推察される。ただし、後述のように中程度の被害が発生しても、その後回復して収量低下が見られないこともあり、中程度の被害が発生する根雪期間100日以内の地帯までは栽培が可能と推察される。

耐寒性については“やや強”、耐倒伏性は“強”、穂発芽性は“かなり難”で「ゆきちから」より耐倒伏性は1ランク、穂発芽性は3ランク優る(表5)。子実重はドリル播では38.0kg/aで38.3kg/aの「ゆきちから」とほぼ同等で、条播では47.5kg/aで50.1kg/aの「ゆきちから」より5%少ない(表8)が、階級値区分は「ゆきちから」と同じ“中”に分

類される(表5)。雪害との関係を比較すると、越冬後茎立前の達観による雪害調査で中程度の雪害が発生した2007年度と2008年度でも、子実重は「ゆきちから」とほぼ同程度であり、子実重の年次間の標準偏差は「ゆきちから」と同程度である。

赤かび病抵抗性は表9に示したように北海道立総合研究機構北見農業試験場(以下、北見農試)と農研機構北海道農業研究センター(以下、北農研)では“中”で長野県農業試験場(以下、長野農試)では“やや弱”であった。「ゆきちから」と比べると北見農試と長野農試では0.5ランク強く、北農研では0.5ランク弱く、強弱の差異は判然としない。しかし、発病度は北農研ではほぼ同程度だが、北見農試と長野農試では「ゆきちから」よりそれぞれ1.4

表5 「こしちから」の生態的特性

形質番号	形質	こしちから	ゆきちから	銀河のちから
13-34	播性の程度	4 (IV)	5 (V)	4 (IV)
15-36	出穂期	4 (やや早)	4 (やや早)	4 (やや早)
15-37	成熟期	4 (やや早)	4 (やや早)	4 (やや早)
17-41	耐寒性	6 (やや強)	7 (強)	6 (やや強)
17-42	耐雪性	4 (やや弱)	6 (やや強)	4 (やや弱)
17-44	耐凍上性	6 (やや強)	7 (強)	6 (やや強)
18-45	耐倒伏性	7 (強)	6 (やや強)	7 (強)
19-46	穂発芽性	8 (かなり難)	5 (中)	7 (難)
20-47	脱粒性	5 (中)	5 (中)	5 (中)
21-48	収量性	5 (中)	5 (中)	5 (中)
23-70	縞萎縮病抵抗性	7 (強)	7 (強)	7 (強)
23-71	赤かび病抵抗性	5 (中)	4 (やや弱)	5 (中)
23-72	うどんこ病抵抗性	4 (やや弱)	7 (強)	5 (中)
23-73	赤さび病抵抗性	5 (中)	7 (強)	5 (中)

注) 「こしちから」の形質を「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、寒冷地北部(東北)の主力品種である「ゆきちから」および特性の近似する「銀河のちから」と比較して階級値に分類した。播性の程度、穂発芽性、縞萎縮病抵抗性、うどんこ病抵抗性、赤さび病抵抗性は2003年度(穂発芽は2001年度)~2009年度に育成地で実施した特性検定試験成績(具体的データは省略)に基づいて区分し、耐凍上性は2003年度~2010年度に長野県農業試験場で実施した特性検定試験(具体的データは省略)に基づいて区分した。耐雪性は表7、赤かび病は表9に基づき、それ以外は生産力検定試験成績に基づいて区分した。

表6 生産力検定試験における「こしちから」の熟期、障害及び病害

播種法	品種名 系統名	出穂期 月/日	成熟期 月/日	寒雪害	倒伏 程度	縞萎 縮病	赤か び病	うどん こ病	赤さ び病	収量 kg/a	対標準比 %
ドリル播	こしちから	5.18	7.5	1.9	0.2	0.1	0.0	1.3	0.0	57.2	98
	ゆきちから	5.19	7.4	0.7	1.6	0.3	0.1	0.2	0.0	58.1	100
	銀河のちから	5.20	7.6	2.0	0.4	0.1	0.0	1.0	0.0	58.5	101
条播	こしちから	5.20	7.6	1.1	0.2	0.2	0.1	1.0	1.2	47.5	95
	ゆきちから	5.21	7.5	1.3	0.6	0.4	0.4	0.1	0.3	50.1	100
	銀河のちから	5.21	7.7	1.2	0.2	0.2	0.1	0.9	1.0	51.6	103

耕種概要: 表3に同じ

調査基準: 寒雪害、倒伏程度、病害: 達観調査0(無)、1(微)、2(少)、3(中)、4(多)、5(甚)

表7 「こしちから」の耐雪性

品種名	試験年度	育成地			岩手農研					上川農試		
		根雪期間(日)	被害程度	判定	根雪期間(日)	越冬株率%	被害程度	回復程度	判定	根雪期間(日)	発病度	判定
こしちから	2003	-	-	-	79	85	30	4.0	やや強	-	-	-
	2004	81	2.0	やや弱	107	22	83	1.5	弱	141	100	弱
	2005	93	3.8	やや弱	124	11	90	1.0	弱	144	87	弱
	2006	0	2.8	中	118	56	70	2.0	中	134	99	弱
	2008	78	1.0	やや弱	89	84	50	1.5	中	-	-	-
	2009	76	1.5	中	111	72	75	3.0	中	132	84	弱
	2010	81	2.3	やや弱	116	66	88	1.0	中	130	98	弱
	2011	100	1.0	中	126	7	95	1.0	やや弱	-	-	-
	2012	101	2.5	やや弱	110	23	95	1.0	中	-	-	-
	平均	87	2.1	やや弱	109	47	75	2	やや弱-中	136	94	弱
ゆきちから	平均	-	1.2	中-やや強	-	95	17	5	強	-	56	やや弱
銀河のちから	平均	-	2.3	やや弱	-	59	70	2	中	-	89	弱

調査基準

育成地：被害程度は0（無）、1（微）、2（少）、3（中）、4（多）、5（甚）。被害程度は寒害と雪害の両方を含むが被害の主体は雪害である。2004-06、2008-12年度8カ年平均。2006年度は積雪が30日以上連続しなかったため根雪期間は0日だが、断続的ながら積雪が続いたので、根雪期間の平均値からは除外した。

岩手農研：越冬株率を主に、葉枯れ面積率（記載略）、被害程度、回復率を参考に強から弱の5段階に評価。

被害程度は 5：病斑のみ、10：葉の枯死1/2以下、20：葉の枯死1/2以上、35：ほとんどの葉が枯死、50：茎の枯死1/2以下、75：茎の枯死1/2~2/3、90：茎の枯死2/3以上、100：ほとんどの茎枯死。

上川農試：2003-06、2008-12年度9カ年平均。

発病度を0（健全）~4（枯死）の5段階で調査し、「発病度（0~100）=（各発病度×当該株数）の総和／調査株数×25」で発病度を算出、ホロシリコムギを“やや強”として極強~弱の6段階に評価。

2004-06、2009-10年度5カ年平均。

表8 生産力検定試験における「こしちから」の収量性

栽培法	ドリル播栽培						条播栽培					
	こしちから		ゆきちから		銀河のちから		こしちから		ゆきちから		銀河のちから	
品種名	子実重	寒雪害	子実重	寒雪害	子実重	寒雪害	子実重	寒雪害	子実重	寒雪害	子実重	寒雪害
試験年度	kg/a		kg/a		kg/a		kg/a		kg/a		kg/a	
2002	-	-	-	-	-	-	49.8	1.0	53.5	0.5	48.1	1.3
2003	-	-	-	-	-	-	52.1	1.0	51.2	0.5	52.9	0.3
2004	-	-	-	-	-	-	49.4	2.5	60.1	1.0	55.5	2.5
2005	34.0	0.5	33.6	0.3	32.5	0.5	53.1	1.3	51.1	0.8	54.5	1.3
2006	37.1	0.2	38.4	0.3	36.7	0.2	50.0	0.4	51.1	0.5	55.2	0.4
2007	42.5	3.0	42.9	1.0	43.1	2.5	49.6	1.5	50.9	0.8	50.5	1.5
2008	40.6	1.5	40.9	0.3	40.4	1.8	62.8	0.5	59.4	0.0	67.7	0.3
2009	36.5	2.8	37.7	1.0	35.8	2.8	44.5	1.0	46.6	0.2	48.2	1.0
2010	38.3	2.3	38.3	0.8	37.0	2.5	50.5	1.8	47.2	0.5	53.5	1.8
2011	-	-	-	-	-	-	37.5	1.3	44.6	0.5	50.7	1.3
2012	37.2	3.3	36.5	1.5	36.9	3.5	23.0	1.5	35.1	0.8	31.0	1.8
平均	38.0	1.9	38.3	0.7	37.5	2.0	47.5	1.2	50.1	0.5	51.6	1.2
標準比	99	-	100	-	98	-	95	-	100	-	103	-
標準偏差	2.8	1.2	3.0	0.5	3.4	1.2	10.1	0.6	6.9	0.3	8.7	0.7

耕種概要：表3に同じ

調査基準：寒雪害、倒伏程度、病害：達観調査0（無）、1（微）、2（少）、3（中）、4（多）、5（甚）

表9 「こしちから」の赤かび病抵抗性

品種名 系統名	北見農試		北農研		長野農試	
	発病度	判定	発病度	判定	発病度	判定
こしちから	3.7	中	4.8	中	3.6	やや弱
ゆきちから	5.1	やや弱-中	4.7	中-やや強	4.1	弱-やや弱
銀河のちから	3.6	やや強	5.1	中	-	-

注. 北見農試 (2005-2010年度、2007年度を除く)、北農研 (2006-2010年度、2007年度を除く)、長野農試 (2005-2011年度、2007、08年度を除く) で実施した特性検定試験成績を記載。  
発病度は0 (無)~8 (穂全体に発病)

と0.5スコア少なく、抵抗性は1ランク優ると判断される。「銀河のちから」と比較すると北見農試では“やや強”の「銀河のちから」より1ランク劣るが、北農研ではどちらも“中”で同じである。また、発病度は北見農試、北農研ともほぼ同じであるので抵抗性は同程度と判断される。種苗特性分類では「ゆきちから」が“やや弱”で「銀河のちから」が“中”であるので、「こしちから」は“中”と判定される (表5)。他の病害抵抗性として、縞萎縮病抵抗性は“強”、うどんこ病抵抗性は“やや弱”、赤さび病抵抗性は“中”である (表5)。

### 3. 品質特性

#### 1) 原麦成分、製粉性および小麦粉品質

品質分析成績を表10~表12に、これらのデータを元に判定した生態的特性の区分値を表13に示した。

粒は硝子率が90%と高く (表10)、粒質は“硝子質”である (表13)。製粉歩留は73.9%で「ゆきちから」の72.0%より高く、また、「ゆきちから」に比べてセモリナ粉砕率、ミリングスコア、灰分移行率が高く、総合的に製粉性が優れる (表10)。製粉歩留およびミリングスコアの階級値は「ゆきちから」の“やや高”に対し、“高”に区分される (表13)。原麦粗蛋白質含量は13.0%、60%粉粗蛋白質含量は11.7%で「ゆきちから」の12.4%、11.0%よりやや多い (表11)。階級値は原麦、60%粉とも“多”に区分され、原麦は“やや多”の「ゆきちから」より1ランク多いが、60%粉は「ゆきちから」も“多”であるので同じ区分である (表13)。原麦および60%粉灰分は「ゆきちから」よりやや少なく、“やや少”に区分される (表11、表13)。

「こしちから」はアミロース合成遺伝子の  $Wx-A1$  を欠くが (表14)、澱粉中のアミロースの割合は

表10 「こしちから」の製粉性 (2005-2010年平均)

品種名 銘柄名	硝子率 %	製粉歩留 %	BM率 %	セモリナ	セモリナ	ストレート	ミリング スコア	灰分 移行率 %
				生成率 %	粉砕率 %	粉灰分 %		
こしちから	90	73.9	26.3	64.3	91.0	0.42	88.0	53.4
ゆきちから	80	72.0	25.2	64.1	89.7	0.47	83.6	50.7
銀河のちから	86	74.3	26.1	64.3	91.6	0.42	88.5	53.3
1 C W	-	74.4	22.2	66.7	91.2	0.50	84.2	50.7
H R W	-	73.0	21.7	66.1	90.8	0.47	84.7	49.8

製粉条件：加水目標水分16%、フィード速度16分/kg、ブレーキロール間隙0.1-0.08mm、ミドリングロール間隙0.05-0.02、ブレーキ側篩目40W-40W-45W、10XX-10XX-11XX、ミドリング側篩目60W-70W、10XX-10XX-11XX

表11 「こしちから」の原粒および60%粉品質 (2005-2010年平均)

品種名 銘柄名	原麦				澱粉中のアミ ロースの割合 %	比表 面積 cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	60%粉			
	蛋白 含量 %	灰分 含量 %	蛋白 含量 %	灰分 含量 %			粉の色 (Lab 表色系) <sup>a)</sup>			
							明度 L*	赤み a*	黄色み b*	白度 W*
こしちから	13.0	1.51	11.7	0.39	26.9	1868	87.9	0.71	14.3	81.3
ゆきちから	12.4	1.58	11.0	0.43	27.1	2087	88.2	0.62	13.3	82.2
銀河のちから	12.7	1.47	11.3	0.38	27.1	1945	88.2	0.68	12.8	82.6
1 C W	13.8	1.58	12.8	0.46	27.7	1852	88.3	1.66	14.3	81.5
H R W	12.3	1.47	10.6	0.43	28.3	2087	88.4	0.56	15.2	80.8

a) 粉の色はミノルタ CM-3500d で測定した。



表12 「こしちから」の生地物性 (2005-2010年平均)

品種名 銘柄名	ファリノグラム					エキステンソグラム(135分)				アミログラム			
	吸水	生地	生地	生地	パロリメ	生地	伸長	伸長	形状	糊化開	最高粘度	最高	ブレーク
	率	形成時間	安定度	弱化度	ーター・	力の程度	抵抗	度	係数	始温度	時の温度	粘度	ダウン
%	min	min <sup>a)</sup>	B.U.	バリュー	cm <sup>2</sup>	B.U.	mm		℃	℃	B.U.	B.U.	
こしちから	66.4	11.4	-	43	73	149	796	150	5.3	57.0	89.2	790	192
ゆきちから	66.6	3.5	-	87	49	68	223	207	1.1	58.8	89.3	796	218
銀河のちから	64.7	12.9	-	33	75	150	742	157	4.7	57.4	89.0	769	204
1 CW	67.4	8.4	-	27	74	133	483	206	2.4	59.1	90.1	671	166
HRW	62.0	8.5	-	21	73	138	627	166	3.9	59.8	89.0	641	144

a) 生地の安定度は「こしちから」の粘度が下がらず、値が無限大(生地の弱化度が0)になる年があったので平均値が算出できなかった。

表13 「こしちから」の品質特性

形質番号	形質	こしちから	ゆきちから	銀河のちから
11-31	原麦粗蛋白質含量	7 (多)	6 (やや多)	6 (やや多)
11-32	原麦灰分含量	4 (やや少)	5 (中)	4 (やや少)
22-49	粒の硬軟	7 (硬)	7 (硬)	7 (硬)
22-50	粒質	3 (硝子質)	3 (硝子質)	3 (硝子質)
22-51	製粉歩留	7 (高)	6 (やや高)	7 (高)
22-52	ミリングスコア	7 (高)	6 (やや高)	7 (高)
22-53	60%粉粗蛋白質含量	7 (多)	7 (多)	7 (多)
22-54	60%粉灰分含量	4 (やや少)	5 (中)	4 (やや少)
22-55	60%粉アミロース含量	5 (中)	5 (中)	5 (中)
22-59	粉の明度	5 (中)	6 (やや高)	6 (やや高)
22-60	粉の赤み	6 (やや高)	5 (中)	5 (中)
22-61	粉の黄色み	6 (やや高)	5 (中)	5 (中)
22-62	吸水率	6 (やや高)	6 (やや高)	6 (やや高)
22-63	パロリメーターバリュー	6 (やや高)	6 (やや高)	6 (やや高)
22-64	生地の力の程度	7 (大)	6 (やや大)	7 (大)
22-65	生地の伸張抵抗	8 (かなり強)	5 (中)	8 (かなり強)
22-66	生地の伸張度	4 (やや小)	5 (中)	4 (やや小)
22-67	生地の形状係数	8 (かなり大)	5 (中)	8 (かなり大)
22-68	最高粘度	5 (中)	5 (中)	5 (中)
22-69	ブレークダウン	5 (中)	5 (中)	5 (中)

注) 「こしちから」の形質を「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、寒冷地北部(東北)の主力品種である「ゆきちから」と特性の近似する「銀河のちから」と比較して階級値に分級した。

全て正常型の「ゆきちから」とほぼ同等である(表11)。硬軟質性は粉の比表面積の値が硬質小麦の「ゆきちから」より小さい(粉が粗い)ことから“硬質”と判断される(表11、表13)。粉の色相は「ゆきちから」と比較して明度が低く、赤みと黄色みが高い(表11)。階級値は明度が「ゆきちから」より1ランク低く“中”、赤みと黄色みが1ランク高く“やや高”である(表13)。

2) 小麦生地特性

「こしちから」の高分子量および低分子量グルテ

ニンサブユニットの遺伝子型は*Glu-D1d*と*Glu-B3g*を持つ超強力型である(表14)。このためファリノグラムの生地の弱化度が「ゆきちから」の87B.U.に対して43B.U.と小さく、製パン適性の指標であるパロリメーター値は「ゆきちから」の49に対して73と高い(表12)。ただし、「ゆきちから」と「銀河のちから」の階級値が“やや高”であるので、「こしちから」の階級値も同じ“やや高”に区分した(表13)。吸水率は「ゆきちから」とほぼ同じで、階級値も同じ“やや高”である(表12、表13)。超強力

表14 「こしちから」の Wx および Glu 遺伝子の構成

品種名	Wx-A1	Wx-B1	Wx-D1	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	Glu-A3	Glu-B3	Glu-D3
こしちから	b	a	a	a	c	d	e	g	a
ゆきちから	a	a	a	a	b	c	c	b	a
銀河のちから	b	a	a	a	c	d	e	g	a

注) Wx 遺伝子の a は正常、b は欠失。

Glu 遺伝子の分析は近畿中国四国農業研究センター池田達哉博士に依頼した。

特性はエクステンソグラムでより顕著に現れ、生地の力の程度が「ゆきちから」の68cm<sup>2</sup>に対して149cm<sup>2</sup>と2倍以上大きく、伸張抵抗は223B.U.に対し796B.U.と3倍以上強い(表12)。他方、伸長度は「ゆきちから」の207mmに対して150mmと小さく、そのため伸張抵抗と伸長度の比である形状係数が「ゆきちから」1.1に対して5.3と明らかに小さい(表12)。階級値として「ゆきちから」に対する「こしちから」の生地の力の程度は1ランク大きい“大”、伸張抵抗は3ランク強い“かなり強”、伸長度は1ランク小さい“やや小”、形状係数は3ランク大きい“かなり大”に区分される(表13)。アミログラフの最高粘度およびブレイクダウンは「ゆきちから」と同程度で“中”に区分される(表12、表13)。

### 3) 加工適性

製パン適性試験を3カ所で行った(表15~17)。この内、育成地および北農研ではピンミキサーを用い高速ミキシングを行なった。加水量は育成地では「ゆきちから」よりやや多く、北農研では同程度で、育成地、北農研ともミキシング時間が「ゆきちから」と2倍以上の差で長かった(表15、表16)。比容積は「ゆきちから」より大きく、官能評価では北農研の焼き色が「ゆきちから」より劣るものの、形の均整、皮質、香り、味は両所とも高く、育成地ではすだち、北農研では色相と触感も高く、合計点は「ゆきちから」より育成地で5.7点、北農研で4.2点上回った(表15、表16)。東北製粉協同組合は縦型ミキサーで高速ミキシングを加えないミキシングを行なった点で製パン方法が異なる。「ゆきちから」より加水量が多く、ミキシング時間はわずかに長い(表17)。パンの体積はわずかに小さく、官能評価では皮質が劣るが、他の項目および合計点に大差は見られなかった(表17)。3箇所の試験を総括すると高速ミキシングを入れない製パン試験では「ゆきちから」とほぼ同程度の製パン適性で、高速ミキシングでは「ゆきちから」より製パン適性が優っており、

ミキシング耐性が強いと判断された。なお、3カ所ともパン・中華麵用の輸入銘柄である「1CW(カナダ産No.1ウエスタン・レッド・スプリング)」や「HRW(米国産ハード・レッド・ウインター)」と比べるとパン体積や比容積、官能評価合計点は劣っていた。

中華麵適性試験では「ゆきちから」と比べ、食感と同程度だが、色相、ホシの程度、食味が劣るため官能評価の合計点は「ゆきちから」の74.1点に対して71.8点と低い(表18)。輸入銘柄との比較では中華麵用として最上級に位置する「PH(オーストラリア産プライム・ハード)」と比較するとホシの程度と食感が劣るため合計点(「PH」は74.7点)も低いが、パン・中華麵原料として幅広く利用されている「HRW」と比べると1日後色相と食感が優れ合計点(「HRW」は70.0点)も高く、「こしちから」は中華麵として十分な品質を有していると判断される。(表18)。

### 4. 「銀河のちから」との相違点

「こしちから」は「銀河のちから」と特性が類似するが、「銀河のちから」より出穂期、成熟期が1~2日早く(表6)、稈長が1ランク短く(表4)、穂発芽性が1ランク優れ、うどんこ病抵抗性が1ランク劣っており(表5)、粗蛋白質含量がやや多く、粉の明るさが低く、赤みと黄色みが高い(表11、表13)。ただし、出穂期、成熟期は特性分類表では同じ“やや早”に区分される(表5)。

稈長については生産力検定試験での両品種の差異はドリル播で2cm、条播で3cm程度で差はわずかである(表3)。これは「銀河のちから」は「こしちから」と比べ1株の中で各分げつの長さの差異が大きい特性を有しており(写真1)、このため、目視による稈長の差異は明らかであっても、実測時には飛びだした稈は測定されず、実際より低めに測定されることが多いためである。しかし、固定度調査で1個体ずつ測定した結果は10系統計420~460株の

表15 育成地における「こしちから」の製パン適性（2005-2010）

品種名	加水量 ml	ミキシング 時間 分秒	比容積		官能評価								合計
			比容積 (30)	点数 (10)	焼色 (5)	形の均整 (5)	皮質 (5)	すだち (10)	内色相 (5)	触感 (5)	香り (15)	味 (15)	
こしちから	65.5	6.40	4.61	16.2	6.8	3.2	3.5	6.9	3.4	3.1	10.7	10.3	64.0
ゆきちから	64.6	3.09	4.36	13.7	6.6	2.9	3.0	6.1	3.5	3.2	9.8	9.6	58.3
銀河のちから	64.0	6.24	4.67	17.0	6.5	3.3	3.5	7.0	3.6	3.2	10.7	10.3	65.1
1CW	67.0	4.54	5.45	24.7	8.0	4.0	4.0	8.0	4.0	4.0	12.0	12.0	80.7
HRW	61.4	5.45	5.21	22.8	7.6	3.6	3.7	7.4	3.7	3.4	10.7	10.4	72.9

試験方法

分析材料および製パン法：育成地ドリル播の収穫物。ストレート法。

原料配合：小麦粉100g、食塩2g、砂糖5g、ドライイースト1g、ショートニング5g。2007年度以降はこの倍量を配合  
混 捏：ナショナル 100-200gミキサー使用。2006年度以降は調速機で「こしちから」、「銀河のちから」、「HRW」は  
117rpm、他は90rpmに設定

発 酵：1次発酵30℃50分-ガス抜き-2次発酵30℃30分-ガス抜き-ベンチ30℃15分-成形-ホイロ発酵38℃55分。  
湿度は85%。ガス抜きはシーティングモルダー使用。2007年度以降は2次発酵前に生地を2分割

焼 成：200℃25分

官能評価：1CWを標準とし、1CWの配点を満点の80%とした。ただし、比容積の点数は日本イースト工業界の基準に従った。（ ）内数値は各項目の配点を示す。

表16 北農研における「こしちから」の製パン適性（2006-2010）

品種名	加水量 ml	ミキシング 時間 分秒	比容積		官能評価								合計
			比容積 (30)	点数 (10)	焼色 (5)	形の均整 (5)	皮質 (5)	すだち (10)	内色相 (5)	触感 (5)	香り (15)	味 (15)	
こしちから	65	10.26	5.00	20.0	7.0	2.8	3.0	6.5	3.7	3.4	11.0	10.4	67.8
ゆきちから	65	4.21	4.84	18.7	7.3	2.5	2.8	6.3	3.4	3.1	10.0	9.6	63.6
銀河のちから	64	10.16	4.93	19.3	6.8	2.7	2.9	6.7	3.8	3.4	10.7	10.3	66.6
1CW	66	5.42	6.01	28.2	7.9	4.0	4.1	7.8	3.9	3.9	11.6	11.5	82.9
HRW	62	8.04	5.68	26.0	7.4	3.6	3.8	7.2	3.7	3.5	11.2	11.3	77.7

試験方法

分析材料および製パン法：育成地ドリル播の収穫物。ストレート法。

製パン法：ナショナル100gミキサー使用し、1回の仕込量を小麦粉100gとし、生イーストを使用する以外はほぼ育成地と同じ。

官能評価：1CWを標準とし、1CWの配点を満点の80%とした。比容積の点数は日本イースト工業界の基準に従った。

（ ）内数値は各項目の配点を示す。

表17 東北製粉協同組合における「こしちから」の製パン適性（2005-2010）

品種名	加水量 ml	ミキシング 時間 (下注参照)	パン 体積 ml	比容積 点数 (10)	官能評価								合計
					焼色 (10)	形の均整 (5)	皮質 (5)	すだち (10)	内色相 (5)	触感 (15)	香り (10)	味 (25)	
こしちから	66.8	L3M3↓L2M4	1688	7.5	7.6	3.5	3.4	7.1	7.8	11.2	7.1	19.5	74.6
ゆきちから	65.3	L3M3↓L2M3	1707	7.6	7.6	3.6	3.6	7.3	7.9	11.2	7.1	19.5	75.3
銀河のちから	65.2	L3M3↓L2M4	1594	7.2	7.2	3.4	3.4	7.3	8.1	11.2	7.3	19.5	74.6
1CW	66.3	L3M3↓L2M5	1839	8.0	8.0	4.0	4.0	8.0	8.0	12.0	8.0	20.0	80.0
HRW	65.7	L3M3↓L2M4	1786	7.9	7.8	3.6	3.6	7.6	7.7	11.4	7.5	19.5	76.5

試験方法

分析材料および製パン法：育成地ドリル播の収穫物。ストレート法。阿部製粉株式会社実施。

原料配合：小麦粉100%、食塩1.8%、砂糖5%、脱脂粉乳2%、イーストフード0.1%、イースト3%、ショートニング5%  
混 捏：30コート、2006年度以降20コート 縦型ミキサー使用。ミキシング時間は上表のとおり。

(例) L3M3↓L2M4は低速3分、中速3分、ショートニング投入して低速2分、中速4分

ショートニング投入前及び投入後の低速時間は各品種、各年度共通。最後の中速時間は品種や年度により異なるため平均値を記載。

発 酵：1次発酵20℃60分-分割190~200g×2個-ベンチ15分-ホイロ発酵38℃60分、2005年度以降55分。

焼 成：上火180℃、下火210℃、20~25分

官能評価：1CWを標準とし、1CWの配点を満点の80%とした。（ ）内数値は各項目の配点を示す。

平均で「こしちから」は75.9cm、「銀河のちから」81.3cmと差が明らかであった（各系統のデータ略）。このため、特性分類表では「銀河のちから」の“中”に対し、「こしちから」は“やや短”に分類される（表4）。

#### IV 適地および栽培上の留意点

##### 1. 奨励品種決定調査の概評

品種登録申請までに10県12カ所の研究機関で4年間にわたり奨励品種決定調査が行われ、のべ28回調査が行われた（表19）。このうち、極有望が2回、有望が7回、再検討が12回、打ち切りが6回、判定無しが1回であった。極有望、有望評価は秋田県、福島県、新潟県、石川県、福井県で日本海側の県に

多く見られ、多収、容積重大、外観品質良が評価されていた。打ち切り評価は岩手県、福島県会津地域、新潟県、富山県、石川県、長野県で、岩手県は赤さび病・低収、早期枯れ上がり、会津地域は雪害、富山県は穂数の少なさが指摘されていた。

##### 2. 普及が想定される福井県での成績

福井県農業試験場では奨励品種の「ナンブコムギ」と比較して、「こしちから」は出穂期が3日早く、成熟期が2日早く、稈長と穂長は短く穂数が多い。障害・病害ではうどんこ病に強い。子実重が15%多く、千粒重は小さいが容積重が大きく、外観品質はやや優れる（表20）。

福井県の現地試験では「ナンブコムギ」と比べ「こしちから」は出穂期が同程度か早く、成熟期は

表18 「こしちから」の中華麺適性（2005～2010年度平均）

品種名	色相		ホシの程度 1日後 (20)	食感直後 (20)	食味直後 (10)	食感7分後 (20)	合計 (100)
	当日 (10)	1日後 (20)					
こしちから	7.1	14.6	14.0	14.5	7.1	14.6	71.8
ゆきちから	7.5	15.1	14.6	14.8	7.4	14.7	74.1
銀河のちから	6.9	14.1	14.1	14.6	7.3	15.0	72.0
PH	7.2	14.7	15.1	15.0	7.2	15.5	74.7
HRW	7.0	14.0	14.0	14.0	7.0	14.0	70.0

注) 中華めんの製造および官能試験は小麦の品質評価法－官能検査によるめん適性（1985）農林水産省食品総合研究所に準じた。官能評価はHRWを標準とし、HRWの配点を満点の70%とした。（ ）内の数値は各評価項目の配点を示す。

表19 奨励品種決定調査の配付先における成績概評

試験地	栽培法	標準品種	試験年度			
			2009	2010	2011	2012
岩手県農業研究センター	標準	ゆきちから	△115	×	×100	
同県北農業研究所	標準	ゆきちから	△104	△122		
宮城県古川農業試験場	標準	ゆきちから	△104	△92		
秋田県農業試験場	標準	ネバリゴシ	○101	○96		
	遅播	ネバリゴシ	92	102		
山形県農業総合研究センター	標準	ナンブコムギ	△110	△139	△105※	
	多肥	ナンブコムギ	132	132	116	
福島県農業総合センター	標準	きぬあずま	△114	○102	△76	△87
	ドリル播	きぬあずま				87
同会津地域研究所	標準	ゆきちから				×81
新潟県農業総合研究所作物研究センター	標準	コユキコムギ	○112	×	×60	
富山県農林水産総合技術センター農業研究所	標準	ゆきちから				
石川県農林総合研究センター農業試験場	標準	ナンブコムギ		△106	×	×107
福井県農業試験場	標準	ナンブコムギ	○139	○105	○122	◎114
長野県農業試験場	標準	シラネコムギ	×	×103	-102	◎114

注) 数字は子実重の対標準比率（%）

◎：極有望、○：有望、△：再検討、×：打ち切り、※：特性把握につき中止

表20 福井県農業試験場における栽培特性および収量性

系統名 品種名	試験 年度	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏 多少	うどん こ病	赤か び病	子実重 (kg/a)	標準比 (%)	容積重 (g)	千粒重 (g)	品質 概評	有望 度
こしちから	2009	4.28	6.17	74	9.2	135	0.0	0.0	0.3	33.3	139	804	37.9	3.5	○
	2010	5.05	6.17	88	8.7	536	0.0	0.0	0.0	59.0	105	833	36.5	3.0	○
	2011	4.24	6.12	88	9.3	417	0.0	0.0	0.0	65.4	114	868	39.6	3.2	◎
	2012	4.22	6.12	79	9.4	398	0.0	0.0	0.0	55.7	114	837	37.3	3.0	◎
ナンブコムギ	2009	5.02	6.19	78	9.9	110	0.0	3.0	0.0	24.0	100	758	41.8	4.0	-
	2010	5.07	6.20	104	10.3	415	1.0	2.0	0.0	56.0	100	821	41.8	3.5	-
	2011	4.30	6.15	100	10.2	436	1.0	0.0	0.0	57.4	100	852	45.8	3.6	-
	2012	4.26	6.12	98	11.2	327	0.0	0.0	0.0	48.9	100	841	41.3	3.5	-
こしちから	平均	4.29	6.15	82	9.1	371	0.0	0.0	0.1	53.4	115	836	37.8	3.2	-
ナンブコムギ		5.02	6.17	95	10.4	322	0.5	1.3	0.0	46.6	100	818	42.7	3.7	-

## 耕種概要

転換畑、殖壤土 条播 播種量160粒/m<sup>2</sup>

畦間：5m (2009)、6.5m (2010-11)、5.5m (2012)、播幅：28cm (2009-11)、30cm (2012)

播種期：10月31日 (2009)、10月18日 (2010)、10月18日 (2011)、10月17日 (2012)

堆肥無し、基肥 (kg/10a) N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=3 : 6 : 3 (2009-2011)、3 : 4 : 3 (2012)

追肥 (kg/10a：窒素成分のみ記載)

2009年 越冬前 (11/16) : 4、消雪後 (2/22) : 3、穂肥1回目 (3/10) : 2、穂肥2回目 (3/31) : 1

2010-11年 越冬前 (11月下旬) : 3、消雪後 (2月下旬～3月上旬) : 3、穂肥 (幼穂長7mm) : 3、開花10日後 : 4

2012年 越冬前 (11/20) : 3、消雪後 (3/7) : 3、穂肥 (幼穂長7mm) : 3

調査基準：倒伏および病害は達観調査 0 (無)、1 (微)、2 (少)、3 (中)、4 (多)、5 (甚)

外観品質は1 (上上)、2 (上下)、3 (中上)、4 (中中)、5 (中下)、6 (下)

特記事項：2009年度は出芽不良で播種し直したため、初期生育が緩慢で、穂数減、短稈、低収となった。

4カ年とも出芽は良好で、赤さび病、縞萎縮病、寒雪害の発生は見られなかった。

坂井で早く他は同程度である。農業試験場と同じく、「ナンブコムギ」より稈長、穂長が短く、穂数が多い。「こしちから」の子実重は坂井では「ナンブコムギ」より低い、他の3箇所は高い。また、「ナンブコムギ」より千粒重が小さく、容積重は同程度か大きい (表21)。以上、現地試験の成績も概ね試験場と同様の傾向を示した。

品質分析結果を表22に示したが、2009年度は極端に蛋白含量が少なかったため、2010年度成績について記述する。「ナンブコムギ」の硝子率が60% (中間質) に対し、「こしちから」は92% (硝子質) と高かった。原麦の灰分は「ナンブコムギ」より少なく、粉の灰分は同程度であった。蛋白質含量は原麦、粉ともにやや多かった。製粉歩留とミリングスコアは明らかに高く、製粉性が優れていた。「ナンブコムギ」はBM率が高く、比表面積が大きく、軟質の特性を示していたが、「こしちから」はBM率が低く、比表面積が小さく硬質の特性を示していた。「ナンブコムギ」より粉の明度がやや低く、赤みがやや高く、色相はやや劣っていた。黄色みは高かったが、黄色みが高いことを特徴とする「ナンブコムギ」と比較すると低かった。

アミログラムの最高粘度とブレイクダウンはほぼ

同程度であった。

### 3. 奨励品種決定調査での各地の成績

各県で実施された奨励品種決定調査成績を表23に示した。寒冷地で広く栽培されている「ゆきちから」や「ナンブコムギ」と比べ、出穂期と成熟期は概ね同じか早く、稈長・穂長は例外もあるものの両品種より短い。穂数は「ゆきちから」より少なく、例外もあるものの、「ナンブコムギ」より多い。子実重は「ゆきちから」と同等か多く、千粒重は小さく、容積重が大きい。

### 4. 栽培適地

奨励品種決定調査成績および耐雪性検定試験から判断し、雪害と梅雨期の雨害回避の面から栽培適地は寒冷地 (東北・北陸地域) の平坦部で、根雪期間による栽培適地の目安は安全期間80日以下、限界期間は100日以下と推察される。

### 5. 栽培上の留意点

耐雪性がやや弱いので、根雪期間の長い地帯では薬剤により雪腐病を防除する。

## V 考 察

現在の寒冷地の主力品種である「ナンブコムギ」は縞萎縮病に弱く、耐倒伏性に劣る短所がある。同

表21 福井県現地試験圃場における栽培特性および収量性

試験地	系統名 品種名	発芽 良否	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏 多少	うどん こ病	赤か び病	子実重 (kg/a)	標準比 (%)	容積重 (g)	千粒重 (g)	品質 概評
坂井	こしちから	1	4.24	6.15	92	9.1	644	0.0	0	60.3	86	844	36.4	中上	△
	ナンブコムギ	1	4.28	6.19	105	10.5	400	0.0	0	70.5	100	844	41.6	中上	
奥越	こしちから	1	5.09	6.23	90	8.2	429	3.0	2	46.5	144	842	38.5	中中	○
	ナンブコムギ	1	5.10	6.23	101	9.8	282	1.9	2	32.4	100	815	44.8	中上	
丹南	こしちから	1	5.05	6.18	71	7.4	312	0.0	0	78.2	204	-	35.3	上中	○
	ナンブコムギ	1	5.05	6.18	80	8.9	288	0.0	0	38.4	100	-	40.2	下中	
二州	こしちから	1	4.25	6.15	95	9.1	426	0.3	0	46.2	131	842	35.1	上中	△
	ナンブコムギ	4	4.30	6.15	102	10.4	368	1.3	0	35.4	100	828	41.6	上中	

耕種概要 (施肥量の単位はkg/10a)

坂井 坂井市三国町

半湿田 壤土 条播 条間 25cm 播種量8.0kg/10a 播種期10月8日

基肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=12.3:4.9:1.0 追肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=4.1:4.1:4.1 (4/29)

奥越

勝山市野向町

半湿田 水稲後 埴壤土 条播 条間 30cm 播種量7.0kg/10a 播種期10月15日 根雪期間94日

基肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=5.6:5.6:5.6追肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=2.1:2.1:2.1 (11/13)、2.9:0:0 (3/28)、2.1:2.1:2.1 (4/26)、2.9:2.9:2.9 (5/12)

丹南

越前市余田町

半湿田 埴壤土 条播 播種量7.0kg/10a 播種期10月12日 根雪期間37日

基肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=4.6:7.0:2.8 追肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=2.8:2.8:2.8×4回(越冬前、越冬後、穂肥2回)

二州

美浜町久々子

半湿田 水稲後 埴壤土 条播 条間 30cm 播種量7.0kg/10a 播種期10月9日

基肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=13.8:5.0:4.0 追肥 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1.0:1.0:1.0 (4/2)

特記事項: 4カ年ともうどんこ病、赤かび病の発生は見られなかった。

表22 福井県農業試験場における品質特性

品種名	試験 年度	原麦		ビューラー製粉			60%粉			アミログラム					
		硝子 率	灰分 含量	蛋白 含量	製粉 歩留	BM 率	ミリング スコア	灰分 含量	蛋白 含量	比表 面積	粉の色(Lab表色系)				
		%	%	%	%	%	スコア	%	%	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	明度 L*	赤み a*	黄色み b*	最高 粘度 B.U.	ブレイク ダウン B.U.
こしちから	2009	-	1.62	8.4	71.2	20.3	77.1	0.53	7.3	2140	88.4	0.46	14.1	721	175
	2010	92	1.80	13.4	73.3	28.1	83.0	0.47	11.9	1950	87.9	0.77	14.4	821	178
ナンブコムギ	2009	-	1.78	8.6	68.7	44.6	78.0	0.48	7.7	3440	88.6	0.42	18.3	893	225
	2010	60	1.87	13.0	67.4	40.6	76.9	0.48	11.2	3690	88.3	0.71	17.2	874	188

注) 福井県農業試験場で栽培された収穫物を分析。

ビューラー製粉機の設定は「こしちから」は硬質条件、「ナンブコムギ」は軟質条件とした。

年次間で蛋白含量に大きな差があるため、平均値は算出していない。

じく「ゆきちから」は赤かび病抵抗性が“やや弱”で穂発芽性が“中”であるため、開花期や収穫期の多湿、多雨で赤かび病や穂発芽が発生する危険があり、収量、品質の不安定要因となっている。「こしちから」の縮萎縮病抵抗性は“強”、穂発芽性は“かなり難”であるので、この点では問題のないレベルまで改善されている。赤かび病抵抗性は“中”であり、薬剤による防除が必須となっているが、「ゆきちから」よりは1ランク改善されている。また、収量水準は「ゆきちから」と同程度であるが、耐倒伏性が“強”で「ゆきちから」より1ランク強

いことから、多肥栽培等による増収が期待できる。

一方、「こしちから」は耐雪性が“やや弱”という短所を有している。特性検定試験の結果からは薬剤防除のない場合で、被害程度を微～少にとどめるためには、根雪期間80日以内の地帯で栽培する必要がある。しかし、育成地で行った生産力検定試験では融雪後に中程度の被害が観察された年度でも、その後回復し、明確な子実重の低下が見られなかったことから、実際にはもう少し根雪期間が長い地帯でも栽培が可能と判断される。特性検定試験では根雪期間110日前後で回復できない被害が発生している

表23 「こしちから」の奨励品種決定調査における栽培性および収量性

試験地	系統名 品種名	試験年度	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/㎡)	寒雪害	倒伏 多少	赤さび病	うどんこ病	赤かび病	縞萎縮病	子実重 (kg/a)	標準 比率	容積重 (g)	千粒重 (g)	品質 概評
岩手 本場	こしちから	2009	5.20	7.02	84	8.8	359	1.0	0.4	0.8	0.0	0.0	0.2	46.2	105	828	37.0	2.0
	ゆきちから	2010	5.20	7.01	88	9.0	394	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	44.1	100	806	39.4	2.0
	ナンブコムギ		5.22	7.03	97	10.3	310	0.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.7	38.8	88	815	42.9	4.0
岩手 県北	こしちから	2009	5.20	7.09	91	8.3	600	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	50.3	113	849	35.7	3.3
	ゆきちから	2010	5.23	7.11	96	8.0	668	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	44.5	100	834	34.7	2.8
	ナンブコムギ		5.26	7.12	83	8.9	506	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.4	29.7	67	818	37.0	3.3
宮城 古川	こしちから	2009	5.11	6.28	74	8.2	474	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	0.0	51.4	98	830	38.0	4.5
	ゆきちから	2010	5.15	6.30	84	8.7	500	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	52.2	100	816	38.0	3.8
	ナンブコムギ		5.15	6.29	90	9.7	466	0.0	0.0	0.5	0.3	1.3	0.0	49.5	95	820	43.8	3.3
秋田 本場	こしちから	2009	5.22	6.30	82	8.4	428	0.9	1.8	0.0	0.0	0.5	0.0	49.0	99	812	36.8	2.5
	ネバリゴシ	2010	5.25	7.01	89	8.2	439	1.5	2.1	0.0	3.0	1.3	0.0	49.6	100	784	34.5	4.0
	ナンブコムギ		5.24	6.30	100	10.2	414	1.0	4.8	0.0	0.0	0.5	0.0	42.6	86	791	41.7	4.0
標播 秋田 本場	こしちから	2009	5.25	7.02	69	7.5	368	0.5	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	33.1	96	786	33.3	3.0
	ネバリゴシ	2010	5.28	7.03	69	8.0	326	0.8	0.5	0.0	1.8	0.8	0.0	34.5	100	768	34.3	3.0
	ナンブコムギ		5.25	7.02	88	9.0	407	0.3	1.5	0.0	0.0	0.5	0.0	40.5	117	749	42.8	4.0
遅播 山形 本場	こしちから	2009	5.20	6.28	94	8.4	540	1.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	51.1	118	837	35.7	2.5
	ナンブコムギ	2011	5.21	6.27	102	9.8	555	0.3	3.5	0.3	0.0	0.0	0.0	43.4	100	816	40.7	3.3
	ゆきちから		5.21	6.27	94	8.2	607	0.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	49.7	114	818	38.4	2.7
標肥 山形 本場	こしちから	2009	5.20	6.30	97	8.9	552	1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	58.6	125	836	35.8	3.5
	ナンブコムギ	2011	5.21	6.29	104	10.6	588	0.3	3.8	0.3	0.0	0.0	0.0	46.8	100	802	39.7	5.0
	ゆきちから		5.21	6.29	95	8.7	667	0.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	57.5	123	822	37.1	4.3
多肥 福島 本場	こしちから	2009	5.08	6.21	86	8.9	397	0.0	1.3	0.0	0.3	0.0	0.0	47.6	91	801	38.2	1下
	ゆきちから	2011	5.11	6.23	91	9.4	404	0.0	1.5	0.0	0.3	0.0	0.0	41.8	80	784	37.9	2中
	アオバコムギ		5.09	6.22	92	8.9	444	0.0	2.8	0.0	0.3	0.0	0.0	48.8	94	787	38.3	2中-2下
	きぬあずま		5.07	6.19	81	8.3	401	0.0	1.3	0.0	0.3	0.0	0.0	52.2	100	792	39.6	1中-1下
福島 本場	こしちから	2012	5.06	6.17	88	9.6	384	-	1.0	-	-	-	-	57.4	87	818	40.1	-
	ゆきちから		5.09	6.18	90	9.3	470	-	1.0	-	-	-	-	52.2	80	800	40.5	-
	ドリル		5.06	6.18	83	8.4	448	-	1.0	-	-	-	-	65.7	100	829	41.9	-
福島 会津	こしちから	2012	5.17	6.22	77	10.0	201	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6	81	789	35.9	3.0
	ゆきちから		5.18	6.23	85	10.0	278	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	100	726	35.0	3.0
新潟 本場	こしちから	2009	5.19	6.27	81	8.4	313	5.0	0.0	-	-	0.0	-	38.5	87	861	36.6	4.0
	コユキコムギ	2010	5.24	6.29	76	7.5	286	4.5	0.0	-	-	0.0	-	44.3	100	861	41.4	4.8
富山 本場	こしちから	2011	5.07	6.23	81	8.0	436	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.6	103	837	36.9	-
	ゆきちから		5.08	6.23	93	8.5	537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.0	100	820	37.8	-
石川 本場	こしちから	2010	5.02	6.17	88	9.1	408	0.0	0.0	-	-	0.0	-	55.6	112	841	37.3	3.8
	ナンブコムギ	2012	5.04	6.18	97	10.8	357	0.0	0.0	-	-	0.0	-	49.5	100	821	43.9	4.0
長野 本場	こしちから	2009	5.11	6.25	79	9.0	438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.3	102	819	36.9	4.3
	シラネコムギ	2010	5.13	6.26	80	8.0	445	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	58.9	100	803	39.2	4.3
	ハナマンテン		5.08	6.21	71	8.5	493	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.7	101	794	39.7	4.0

注) 病害および諸障害 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚  
品質概評 1:上の上、2:上の下、3:中の上、4:中の中、5:中の下、6:下、福島は農産物検査

ことから、根雪期間による栽培適地の目安は安全期間として80日以内、限界期間は100日以内と推察される。

福井県では奨励品種採用の条件として、完全硝子質粒で外観品質と蛋白質含量が安定して高いこと、容積重が大きく多収であること、既存の奨励品種「ナンブコムギ」より早生であること、収穫時期が

梅雨入りに近いことから耐穂発芽性が“かなり難”であること、根雪期間が60日程度であることから、播性Ⅳ以上で大麦品種「ファイバースノウ」並みの耐雪性を有することを示していた。福井県での試験から「こしちから」の硝子率は完全とは言えないものの、「ナンブコムギ」より明らかに高く、外観品質は“中の上”ながら安定しており、「ナンブコム





である「ゆきちから」のみならず、「銀河のちから」よりも比容積が大きく、「1CW」に近づいたと報告されている。実際、「銀河のちから」は「ゆきちから」等他の小麦粉とブレンドされ、パン、中華麺、生パスタ等として市販されている。以上から「こしちから」も単独での利用のほか、ブレンド原料として使用されることにより伸長度が低い短所が克服され、伸長抵抗が大きい特性を活かした様々な製品の原料として利用されることが期待される。

### 引用文献

- 1) Branlard, G.; Dardevet, M.; Saccomano, R.; Lagoutte, F.; Gourdon, J. 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica* 119 : 59-67.
- 2) Funatsuki, W. M.; Takata, K.; Tabiki, T.; Ito, M.; Nishio, Z.; Funatsuki, H.; Yamauchi, H. 2006. A specific combination of HMW and LMW glutenin subunits results in extra-strong dough properties. *Gluten proteins 2006 2007* : 1-5.
- 3) 池永幸子, 谷口義則, 中村和弘, 伊藤裕之. 2012. 超強力小麦品種「銀河のちから」を利用したブレンド粉の製パン適性. *作物学会誌* 81 (別2) : 296-297.
- 4) 中村和弘, 上原 泰, 細野 哲, 牛山智彦. 2007. 中華めん用硬質小麦新品種「ハナマンテン (華漫天)」の育成. *北陸作物学会報* 42 : 81-84.
- 5) 農林水産技術情報協会. 1998. 平成9年度種苗特性分類調査報告書 小麦.
- 6) Payne, P. I.; Holt, L. M.; Law, C. N. 1981. Structural and genetical studies on the high-molecular-weight subunits of wheat glutenin. Part I: Allelic variation in subunits amongst varieties of wheat (*Triticum aestivum*). *Theor. Appl. Genet.* 60 : 229-236.
- 7) Payne, P. I.; Nightingale, M. A.; Krattiger, A. F.; Holt, L. M. 1987. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British grown wheat varieties. *J. Sci. Food Agric.* 40 : 51-65.
- 8) 田引 正, 西尾善太, 伊藤美環子, 山内宏昭, 高田兼則, 桑原達雄, 入来規雄, 谷尾昌彦, 池田達哉, 船附雅子. 2011. 超強力秋まき小麦新品種「ゆめちから」の育成. *北海道農研研報* 195 : 1-12.
- 9) 谷口義則, 中村和弘, 伊藤裕之, 平 将人, 中村俊樹, 石川吾郎, 吉川 亮, 八田浩一, 前島秀和, 伊藤美環子, 中村 洋, 伊藤誠治. 2013. 寒冷地向け超強力小麦新品種「銀河のちから」の育成. *東北農研研報* 115 : 21-36.
- 10) Yamauchi Hiroaki; Zenta Nishio; Kanenori Takata; Yuji Oda; Kazufumi Yamaki; Nanako Ishida and Hideho Miura. 2001. The Bread-Making Quality of a Domestic Flour Blended with an Extra Strong Flour, and Staling of the Bread Made from the Blended Flour. *Food Sci. Technol. Res.* 7 (2) : 120-125.
- 11) 山内宏昭, 高田兼則, 山木一史, 安孫子俊之. 2001. 北海道におけるパン用小麦 (高タンパク質硬質小麦) の生産, 育種, 用途開発の現状と将来. *日本食品科学工学会誌*. 48 (11) : 798-806.
- 12) 吉川 亮, 中村和弘, 伊藤美環子, 星野次汪, 伊藤誠治, 八田浩一, 田野崎真吾, 谷口義則, 佐藤暁子, 中村 洋, 高野博幸. 2004. パン用小麦新品種「ハルイブキ」の育成. *東北農研研報* 102 : 1-22.
- 13) 吉川 亮, 中村和弘, 伊藤美環子, 伊藤裕之, 星野次汪, 伊藤誠治, 八田浩一, 田野崎真吾, 谷口義則, 佐藤暁子, 中村 洋, 藤原秀雄, 上田邦彦, 北原練一, 中島秀治, 後藤虎男. 2009. 製パン適性が高く, 早生で耐寒雪性が強い小麦新品種「ゆきちから」の育成. *東北農研研報* 110 : 17-44.



## 病虫害抵抗性で収量が多い中粒の ダイズ新品種「はたむすめ」の育成

菊池 彰夫<sup>\*1)</sup>・島村 聡<sup>\*1)</sup>・加藤 信<sup>\*1)</sup>・平田 香里<sup>\*1)</sup>  
河野 雄飛<sup>\*2)</sup>・湯本 節三<sup>\*3)</sup>・高田 吉丈<sup>\*4)</sup>

**抄 録**：「はたむすめ」は、農研機構東北農業研究センターにおいて、東北地域に適した耐病虫害で高品質な中粒の優良品種の育成を目標に、「東北156号」と「ふくいぶき」との人工交配から選抜・固定を図り、2014年に育成された。「はたむすめ」の花色、毛じ色及び熟莢色は、各々、紫、白及び褐である。主茎長は中程度で、伸育型は有限である。ダイズモザイクウイルスのA、B、C及びD系統、及び、ダイズシストセンチュウ・レース3に対して抵抗性である。子実は、しわ粒の発生が少なく、種皮色及び臍色が、各々、黄白及び黄の中粒種である。収量が多く、豆腐や納豆加工に適している。東北地域における成熟期が“中生の晩”であることから、栽培適地は東北地域中南部等である。

**キーワード**：ダイズ、新品種、ダイズモザイクウイルス抵抗性、ダイズシストセンチュウ抵抗性、しわ粒

**A New Soybean Cultivar, “Hatamusume”, with Pest Resistance, Yield Stability and Medium Seed Size** : Akio KIKUCHI<sup>\*1)</sup>, Satoshi SHIMAMURA<sup>\*1)</sup>, Shin KATO<sup>\*1)</sup>, Kaori HIRATA<sup>\*1)</sup>, Yuhi KONO<sup>\*2)</sup>, Setsuzo YUMOTO<sup>\*3)</sup>, Yoshitake TAKADA<sup>\*4)</sup>

**Abstract** : A new soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivar called “Hatamusume” was developed at the NARO Tohoku Agricultural Research Center in 2014. This cultivar was selected from a cross between “Tohoku 156” and “Fukuibuki” with the goal of developing a cultivar of medium seed size and good quality with resistance to both soybean mosaic virus (SMV) and soybean cyst nematode (SCN).

“Hatamusume” is classified into group IV based on the date of maturity at Kariwano, Akita (latitude 39° 32' N, longitude 140° 22' E). It has purple flowers, gray pubescence and brown pods at maturity. It has a medium stem height with determinate growth habit. It is resistant to both SMV strains, A, B, C and D, and SCN race 3. The seeds of “Hatamusume” are medium-sized, with an only slightly wrinkled seed appearance and yellowish white seed coats with yellow hila. “Hatamusume” is suitable for tofu and natto processing. “Hatamusume” shows high productivity and adaptability in the mid-range and southern areas of Tohoku district.

**Key Words** : Soybean, New cultivar, Soybean mosaic virus resistance, Soybean cyst nematode resistance, Wrinkled seed appearance

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Kariwano, Daisen, Akita 019-2112, Japan)

\* 2) 現・農研機構九州沖縄農業研究センター (NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

\* 3) 元・農研機構東北農業研究センター (Retired, NARO Tohoku Agricultural Research Center)

\* 4) 現・農研機構近畿中国四国農業研究センター (NARO Western Region Agricultural Research Center, Zentsuji, Kagawa 765-8508, Japan)

2015年12月20日受付、2016年2月8日受理

## I 緒 言

2015年3月に閣議決定された「食料・農業・農村基本計画」において、国産ダイズの生産努力目標が32万トンに設定された。その実現に向けて、単収の向上が必須であるが、年次変動や地域間差が大きく、これまで長期に渡り低迷している単収の推移を見ると、克服すべき課題は多い。そのため、生産者からは収量及び品質が確保できるダイズ品種、実需者からは様々なニーズに対応した加工適性が高く、安定供給が得られるダイズ品種が求められている。

東北地域で最も多く作付けされているダイズ品種「リュウホウ」は、ダイズモザイクウイルスに対する抵抗性が不十分で、また、しわ粒等の被害粒が発生し易い。そのため、気象災害や収穫時期の遅れ等、しわ粒の発生が助長される条件下では整粒割合が低くなることから、品質や収量に問題を抱えている（佐藤ら 2007）。

そこで、このような問題を解決するため、「リュウホウ」と作期分散が可能であり、ダイズモザイクウイルス及びダイズシストセンチュウ・レース3に対する抵抗性を兼ね備え、中粒でしわ粒が少ない「はたむすめ」を2014年に育成した。本報告では、本品種の来歴、育成経過、特性等について記述する。

本品種の育成に当たり、「リュウホウ」の作付け

率が9割を越えている秋田県をはじめ関係公立農業試験研究機関の担当者各位には、奨励品種決定調査、現地試験の実施を通じ、その特性把握にご尽力いただいた。また、系統適応性検定試験、特性検定試験に当たられた同機関の担当者、及び、加工適性試験に当たられた国産大豆の品質評価に係る情報交換会の実需者委員各位には、それぞれ多大なご協力をいただいた。さらに、東北農業研究センター大仙研究拠点の技術専門職員各位には育種業務の遂行にご尽力いただいた。ここに記して深く感謝する。

## II 来歴及び育成経過

「はたむすめ」は、2005年に農研機構東北農業研究センター水田利用部大豆育種研究室（現、水田作研究領域大豆育種グループ（大仙研究拠点刈和野）、以下、育成地）において、東北地域に適した耐病虫性で高品質な優良品種の育成を目標に、高タンパク含量でダイズモザイクウイルス及びダイズシストセンチュウ・レース3に対する抵抗性“強”の「東北156号」を母、高イソフラボン含量でダイズモザイクウイルス及びダイズシストセンチュウ・レース3に対する抵抗性“強”の「ふくいぶき」を父とした人工交配から育成された品種である（図1）。交配後、2006年の春季に温室でF<sub>1</sub>個体を養成後、同年の夏季にF<sub>2</sub>集団から優良個体の選抜を行い、その

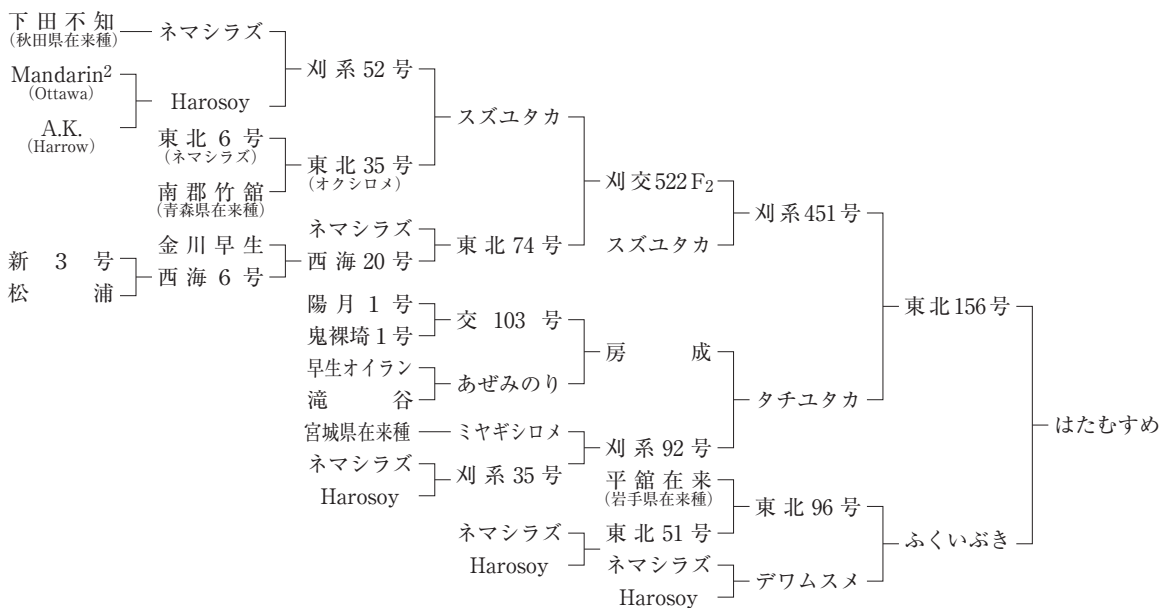


図1 「はたむすめ」の系譜

後、単粒ないし複数粒系統法を用いて世代を進め、2008年に優良なF<sub>6</sub>個体を選抜し、以後、系統育种法により選抜及び固定を図った。2010年から「刈系842号」として生産力検定予備試験、系統適応性検定試験等に供試し、“中生の晩”でダイズモザイクウイルス及びダイズシストセンチュウ・レース3に対する抵抗性が“強”であったことから、2012年に「東北171号」の地方番号を付し、以後、生産力検定試験、奨励品種決定調査及び特性検定試験等に供試してきた（表1）。2013年における世代はF<sub>11</sub>であり、主要な形質について個体間及び系統間の変異を調査した結果、実用的に支障のない程度に固定しているものと認められた（表2）。2014年に育成を完了し、本系統の東北地域での普及を図るため、同年5月に「はたむすめ」の名称で品種登録出願を行った。

なお、「はたむすめ」（英語表記：Hatamusume）の品種名は、大豆畑で健やかに生育し、良質な中粒大豆がたくさん穫れて、生産者や実需者から娘のように可愛がってもらえることを願って命名した。

### Ⅲ 特性の概要

「はたむすめ」の主要な形態的特性、生態的特性及び品質特性について、東北地域で最も多く作付けされているダイズ品種「リュウホウ」、及び、成熟

期と粒大が類似しているダイズ品種「タチユタカ」とともに、農林水産植物種類別審査基準（2012）に従い、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いて分類した（表3～表6）。また、育成地における生産力検定試験の耕種概要を表7に示した。

#### 1. 形態的特性

「はたむすめ」の胚軸のアントシアニン着色の有無は“有”、花の色は“紫”、側小葉の形は“鋭先卵形”、茎の毛じの色は“白”である。茎の長さ、茎の節数及び分枝の数はいずれも“中”、伸育型は“有限”で、「リュウホウ」及び「タチユタカ」と同じである。熟莢の色の濃淡は「タチユタカ」の“濃”に対して“中”である（写真1）。粒度は、篩い目7.3mm上に70%以上残り、篩い目7.9mm上には70%以上残らないことから、中粒規格に入り（表8）、子実の大きさは「リュウホウ」の“やや大”に対して“中”である。子実の形は「幅／長さ」及び「厚さ／幅」比から“球”に分類される（表9）。種皮の地色は“黄白”、子実のへそ及び子葉の色はいずれも“黄”、粒の光沢は“弱”である（写真1）。

以上、「はたむすめ」の主な形態的特性をとりまとめたものが表3となる。

表1 育成経過

年次 世代	2005		2006			2007		2008	2009	2010	2011	2012	2013
	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	
供試	系統群数				40	40	40	34	6	6	1	1	
	系統数			40	40	160	160	34	42	42	7	7	
	個体数	91花	20	203	×4	×25	×1	×7	×25	×25	×25	×25	
選抜	系統数			40	40	40	34	6	6	1	1	1	
	個体数	12莢	16	40	40	160	160	34	42	42	7	7	
	粒数	23	1,138										
備考		世代 促進		世代 促進		世代 促進				刈系 842号		東北 171号	

表2 固定度調査成績（育成地）

品種名	変動係数(%) <sup>a)</sup>							
	主茎長		主茎節数		分枝数		百粒重	
	標準播	標準播	標準播	標準播	標準播	標準播	標準播	標準播
はたむすめ	4.8	3.0	3.9	3.8	6.0	19.4	1.8	2.1
リュウホウ	7.5	4.8	3.0	4.7	10.3	21.7	5.0	4.1

試験年次は2013年。栽植様式は畦幅75cm、株間12cm、1株1本立。

a) 東北171号（F<sub>11</sub>）の7系統における系統間及び系統内個体間の変動係数。

表3 形態的特性

品種名	胚軸のニンゲソ着色	側小葉の形	花の色	茎の毛じ		茎の長さ	茎の節数	分枝の数	伸育の型	熟の濃淡	子実			種皮の地色	
				多	少						大きさ	光沢	子葉の色		へその色
はたむすめ	有	鋭先卵形	紫	中	直白	中	中	中	有限	中	中	球弱	黄	黄	黄白
リュウホウ <sup>a)</sup>	有*	鋭先卵形	紫*	中*	直白*	中*	中*	中*	有限*	中*	やや大	球弱	黄*	黄*	黄白*
タチユタカ	有	鋭先卵形	紫	中	直白	中	中	中	有限	濃	中	球弱	黄	黄	黄白

農林水産植物種類別審査基準 (2012年4月) に従って、育成地での観察及び調査に基づいて分類した。

a) 「リュウホウ」は\*印の状態の標準品種である。

表4 生態的特性

品種名	開花	成熟	生	裂莢の難易	最節下の着莢さ	倒伏抵抗性	病虫害抵抗性					
							モザイクウイルス病原系統				ウ圍場抵抗性病性	シレンスチュウ3
							A	B	C	D		
はたむすめ	やや晩	やや晩	中間型	中	中	中	抵抗性	抵抗性	抵抗性	抵抗性	強	強
リュウホウ <sup>a)</sup>	中	中	中間型*	中*	中*	中	抵抗性	抵抗性	感受性	感受性	中	強
タチユタカ	やや晩	やや晩	中間型	難	中	強	抵抗性	抵抗性	抵抗性	抵抗性	強	弱

農林水産植物種類別審査基準 (2012年4月) に従って、育成地での観察及び調査に基づいて分類した。

a) 「リュウホウ」は\*印の状態の標準品種である。

表5 品質特性

品種名	粗タンパク含有率	粗脂肪含有率	裂皮の難易	品質
はたむすめ	中	中	中	中の中
リュウホウ	中	中	中	中の中
タチユタカ	中	やや高	中	中の中

農林水産植物種類別審査基準 (2012年4月) に従って、育成地での観察及び調査に基づいて分類した。

表6 育成地における生産力検定試験成績

試験条件	品種名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度 <sup>a)</sup>					全実重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒程度 <sup>a)</sup>			品質 <sup>b)</sup>	
							蔓化	倒伏	ウイルス	立枯	青立					紫斑	褐斑	裂皮		しわ
普通畑標準播	はたむすめ	7.31	10.15	79	17	6.7	0.3	1.8	0.0	0.9	2.3	64.9	34.0	112	27.4	0.2	0.0	0.8	1.7	4.7
	リュウホウ(標)	7.26	10.03	64	15	7.9	0.8	0.7	0.0	1.3	2.1	56.0	30.8	100	30.2	0.2	0.0	1.0	3.8	5.3
	タチユタカ	7.29	10.15	66	17	6.1	0.0	0.7	0.0	3.0	2.4	52.5	25.8	85	24.9	0.0	0.0	0.7	2.5	5.2
転換畑標準播	はたむすめ	8.03	10.23	89	18	6.0	1.2	3.0	0.2	0.3	2.0	87.1	48.1	112	29.9	0.2	0.3	1.0	1.3	4.8
	リュウホウ(標)	7.31	10.07	72	16	7.2	1.5	2.7	0.0	0.7	1.8	73.7	42.7	100	34.4	0.0	0.2	1.3	2.8	5.0
	タチユタカ	8.02	10.19	79	17	5.0	1.0	1.3	0.2	0.3	1.2	73.2	41.4	96	26.4	0.0	0.3	0.3	1.7	4.7
普通畑晩播	はたむすめ	8.12	10.28	55	13	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	47.9	29.3	131	23.9	0.0	0.0	0.3	1.7	4.7
	リュウホウ(標)	8.10	10.15	49	13	6.4	0.0	0.3	0.0	0.0	-	38.0	22.3	100	26.0	0.0	0.0	0.7	2.3	5.3
	タチユタカ	8.13	10.25	49	14	5.4	0.0	0.0	0.0	0.3	-	38.6	21.9	98	19.2	0.0	0.0	0.0	0.7	5.7

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。ただし、普通畑晩播は、ダイズサヤタマバエの大発生による成熟不良となった2013年を除いた。

a) 生育中の障害程度及び障害粒の程度 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚。

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

表7 育成地における生産力検定試験の耕種概要

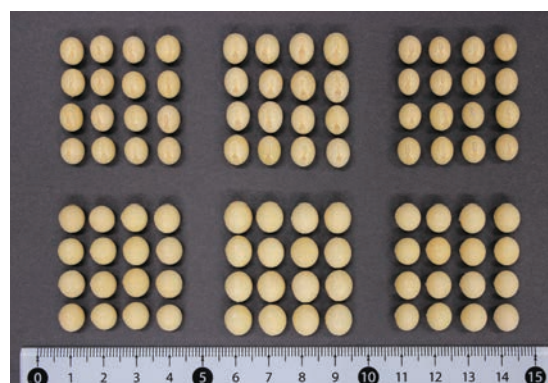
品種名	播種期 <sup>b)</sup> (月日)	施肥量(kg/a) <sup>a)</sup>					栽植密度			一区 面積 (㎡)	区制	
		窒素	リン酸	加里	溶燐	炭カル または 苦土石灰	堆肥	畦幅 (cm)	株間 (cm)			一株 本数 (本)
普通畑標準播	5.26	0.24	0.8	0.8	4.0	6.0	200	75	16	2	10.5	3
転換畑標準播	6.03	0.30	1.0	1.0	-	6.0	-	75	16	2	9.0	3
普通畑晩播	6.26	0.24	0.8	0.8	4.0	6.0	200	75	12	2	9.0	3

a) 窒素、リン酸、加里は成分量、溶燐、炭カルまたは苦土石灰、堆肥は製品量。

b) 播種期は2012及び2013年の2ヶ年平均。ただし、普通畑晩播は、ダイズサヤタマバエの大発生による成熟不良となった2013年を除いた。



はたむすめ リュウホウ タチユタカ



はたむすめ リュウホウ タチユタカ

写真1 「はたむすめ」の草姿と子実の形態

草本は、2013年農研機構東北農業研究センター大仙研究拠点 普通畑産。2013年5月27日播種、畦幅75cm、株間16cm、1株2本立。

子実は、2013年農研機構東北農業研究センター大仙研究拠点 転換畑産。2013年6月4日播種、畦幅75cm、株間16cm、1株2本立。

## 2. 生態的特性

## 1) 早晚性

「はたむすめ」の開花期は、育成地における生産力検定試験の結果、「リュウホウ」より2~5日遅く、「リュウホウ」の“中”に対して“やや晩”である(表6)。成熟期は「リュウホウ」より12~16日遅く、「リュウホウ」の“やや早”に対して“やや晩”である。生態型は“中間型”である。

## 2) 機械化適性

## (1) 裂莢の難易

熱風乾燥処理による裂莢性検定試験(土屋・砂田1978)の結果、「はたむすめ」の裂莢の難易は、「タチユタカ」の“難”に対して、「リュウホウ」と同程度の“中”に分類される(表10)。

## (2) 最下着莢節位の高さ

「はたむすめ」の最下着莢節位の高さは、「リュウホウ」並で“中”に分類される(表11)。

表8 粒度分布調査成績(育成地)

品種名	試験条件	6.1mm未満 (%)	6.1~6.7mm (%)	6.7~7.3mm (%)	7.3~7.9mm (%)	7.9~8.5mm (%)	8.5mm以上 (%)	百粒重 (g)
はたむすめ	普通畑標準播	0.3	1.2	8.9	66.6	23.0	0.0	27.0
	転換畑標準播	0.2	0.9	4.7	41.7	48.8	3.8	30.7
リュウホウ	普通畑標準播	0.5	2.4	15.9	41.5	37.8	1.9	28.7
	転換畑標準播	0.1	0.6	2.7	16.7	65.6	14.3	34.1
タチユタカ	普通畑標準播	1.3	7.4	38.9	49.8	2.6	0.0	25.6
	転換畑標準播	1.0	3.7	24.9	59.5	10.8	0.1	25.7

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。粒度は重量比(%)。供試材料は500g、2反復。

表9 粒形調査成績(育成地)

品種名	試験条件	長さ(mm)	幅(mm)	厚さ(mm)	幅/長さ	厚さ/幅	判定
はたむすめ	普通畑標準播	8.34	7.81	6.82	0.94	0.87	球
	転換畑標準播	8.58	8.08	7.03	0.94	0.87	球
リュウホウ	普通畑標準播	8.81	7.77	6.57	0.88	0.85	球
	転換畑標準播	9.17	8.25	7.23	0.90	0.88	球
タチユタカ	普通畑標準播	8.28	7.55	6.74	0.91	0.89	球
	転換畑標準播	8.26	7.62	6.82	0.92	0.90	球

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。畦幅75cm、株間16cm、1株2本立。供試粒数50粒。粒形の分類基準は以下のとおり。

球 : 幅/長さが0.85以上で厚さ/幅が0.85以上  
 偏球 : 幅/長さが0.85以上で厚さ/幅が0.84以下  
 楕円体 : 幅/長さが0.84以下で厚さ/幅が0.85以上  
 偏楕円体 : 幅/長さが0.84以下で厚さ/幅が0.84以下

表10 熱風乾燥法による裂莢性検定試験成績(育成地)

品種名	裂莢率 <sup>a)</sup> (%)	判定
はたむすめ	55.3	中
リュウホウ	46.3	中
タチユタカ <sup>b)</sup>	1.3	難*
スズユタカ <sup>b)</sup>	26.7	中*
エンレイ	92.0	易
タチナガハ	70.7	易

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。普通畑標準播産、供試莢数は50莢、3反復。

a) 裂莢率は60℃、2時間の熱風乾燥処理による。  
 b) 「タチユタカ」及び「スズユタカ」は\*印の状態の標準品種である。

表11 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
	普通畑標準播	転換畑標準播	
はたむすめ	19	16	中
リュウホウ <sup>a)</sup>	17	16	中*
タチユタカ	20	20	中
スズユタカ <sup>a)</sup>	15	15	中*
タチナガハ	31	26	高

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。供試株数は10株、3反復。

a) 「リュウホウ」及び「スズユタカ」は\*印の状態の標準品種である。



表12 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
はたむすめ	抵抗性 (0)	抵抗性 (0)	抵抗性 (0)	抵抗性 (000)
農林4号 <sup>a)</sup>	感受性* (100)	感受性* (100)	感受性* (100)	感受性* (100)
デワムスメ <sup>a)</sup>	抵抗性* (0)	抵抗性* (0)	抵抗性* (0)	抵抗性* (4)

試験年次及び結果は2011及び2012年の2ヶ年平均。2011年は刈系842号の成績。

病原系統別の人工接種による。

抵抗性は括弧内の発病個体率から判定。分類基準は以下のとおり。

抵抗性：0～10%、やや抵抗性：11～30%、やや感受性：31～50%、感受性：51～100%。

a) 「農林4号」及び「デワムスメ」は\*印の状態の標準品種である。

表13 ダイズシストセンチュウ抵抗性検定試験成績（道総研十勝農試）

品種名	シスト寄生指数 (レース3)	根粒 着生指数	判定
はたむすめ	2.2	42.4	強
キタムスメ <sup>a)</sup>	48.0	26.3	弱*
トヨムスメ <sup>a)</sup>	4.6	44.6	強*

試験年次及び結果は2011～2013年の3ヶ年平均。2011年は刈系842号の成績。試験はダイズシストセンチュウ・レース3優占圃場で実施。

個体毎に根部に着生するシスト数及び根粒数を、0（無）～4（甚）の階級値で表し、以下の式により、シスト寄生指数及び根粒着生指数を算出した。

シスト寄生指数及び根粒着生指数

$= \{ \sum (\text{階級値} \times \text{該当個体数}) / (4 \times \text{調査個体数}) \} \times 100$

抵抗性の判定は、レース判定用指標品種及び比較品種のシスト寄生指数及び根粒着生指数を参考に抵抗性を判定した。

a) 「キタムスメ」及び「トヨムスメ」は\*印の状態の標準品種である。

### （3）倒伏抵抗性

「はたむすめ」の倒伏抵抗性は、育成地における普通畑標準播及び転換畑標準播における生産力検定試験の結果、「タチユタカ」の倒伏程度“微”に対して“少～中”と1～2ランク程度劣ることから“中”と判定される（表6）。

以上のことから、コンバイン収穫の際に重要となる裂莢の難易、最下着莢節位の高さ、倒伏抵抗性について、「はたむすめ」はいずれも“中”であることから、適期収穫や培土等の栽培管理に注意する必要がある。

なお、「はたむすめ」の茎葉処理型除草剤（ベンタゾン）による薬害程度は「タチユタカ」より軽微である（データ省略）。

### 3）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、「はたむすめ」はA、B、C及びD

病原系統に対する抵抗性を有することが確認された（表12）。また、2011年に長野県野菜花き試験場で実施されたウイルス病検定圃場における「はたむすめ」（「刈系842号」世代）の生育期及び褐斑粒の発病度は「ギンレイ」と同じ“極強”であることから、ダイズモザイク病の圃場抵抗性は“強”と判定される（データ省略）。

なお、その他のウイルス病として、2011年に農研機構近畿中国四国農業研究センターで接種試験されたラッカセイわい化ウイルス及びインゲンマメ南部モザイクウイルスに対する「はたむすめ」の抵抗性はいずれも“弱”である（データ省略）。

#### （2）ダイズシストセンチュウ抵抗性

北海道立総合研究機構十勝農業試験場（以下、道総研十勝農試）におけるダイズシストセンチュウ（*Heterodera glycines* Ichinohe）・レース3抵抗性検定試験では、寄生指数が抵抗性“強”の標準品種「トヨムスメ」並であり、「はたむすめ」の抵抗性は“強”と判定される（表13）。また、長野県野菜花き試験場において2013年に実施されたダイズシストセンチュウ・桔梗ヶ原個体群抵抗性検定試験では、寄生指数が抵抗性“弱”の標準品種「Lee」並であり、「はたむすめ」の抵抗性は“弱”と判定される（表14）。さらに、2013年に道総研十勝農試において実施されたダイズシストセンチュウ・レース1抵抗性検定試験では、寄生指数が抵抗性“弱”の標準品種「トヨムスメ」並であり、「はたむすめ」の抵抗性は“弱”と判定される（データ省略）。

#### （3）紫斑病抵抗性

福島県農業総合センター会津地域研究所における紫斑病（*Cercospora kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu）抵抗性検定試験では、指標品種の発病粒率を比較した2ヶ年の結果、「はたむすめ」の紫斑病抵抗性は“強”と判定される（表15）。

## (4) 立枯性病害抵抗性

岩手県農業研究センターにおける立枯性病害抵抗性検定試験では、同一株内「Harosoy」対比を重点に判定した結果、「はたむすめ」の立枯性病害抵抗性は2ヶ年の平均により“やや弱”と分類される(表16)。

以上、「はたむすめ」の主な生態的特性をとりまとめたものが表4となる。

## 3. 品質特性

## 1) 粒の外観品質

「はたむすめ」の粒の外観品質は、育成地における生産力検定試験の結果、「リュウホウ」や「タチ

ユタカ」と同じ“中の中”と判断される(表6)。

## 2) 裂皮の難易

吸水・乾燥処理(村田ら 1991)による裂皮性検定結果、「はたむすめ」の裂皮粒率は、裂皮の難易が“難”の指標品種「エンレイ」より高く、“中”の指標品種「スズユタカ」並であることから、「はたむすめ」の裂皮の難易は“中”に分類される(表17)。

## 3) 子実成分

育成地及び秋田県のいずれの栽培条件でも、「はたむすめ」の粗タンパク含有率及び粗脂肪含有率は、いずれも「リュウホウ」とほぼ同じ“中”に分

表14 ダイズシストセンチュウ抵抗性検定試験成績(長野県野菜花き試験場)

品種名	シスト寄生指数 (桔梗ヶ原個体群)	対Lee比 (%)	判定
はたむすめ	95.9	99.6	弱
Peking	0.0	0.0	極強
PI88788	53.2	53.2	強
PI90763	0.0	0.0	極強
Pickett	11.0	11.0	極強
Lee	96.3	100.0	弱

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。試験はダイズシストセンチュウ(桔梗ヶ原個体群)汚染土壌を用いたプラスチックコンテナで実施。個体毎に根部に着生するシスト数を、0(無)~4(甚)の階級値で表し、以下の式により、シスト寄生指数を算出した。

シスト寄生指数

$$= \frac{\sum(\text{階級値} \times \text{該当個体数})}{(4 \times \text{調査個体数})} \times 100$$
 抵抗性の判定は、レース判定用指標品種及び比較品種のシスト寄生指数の比較による。30%未満:極強、30以上60%未満:強、60%以上90%未満:中、90%以上:弱。

表15 紫斑病抵抗性検定試験成績(福島県農業総合センター会津地域研究所)

品種名	発病粒率(%)			判定
	自然感染区	発病促進区	平均	
はたむすめ	3.7	3.1	3.4	強
赤茨(長野) <sup>a)</sup>	1.7	1.2	1.5	強*
タマヒカリ <sup>a)</sup>	6.3	4.6	5.5	やや強*
スズユタカ <sup>a)</sup>	12.0	5.0	8.5	中*
エンレイ <sup>a)</sup>	13.9	8.0	11.1	中*

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。自然感染区は標播とし、発病促進区は晩播で罹病種子の散布と冠水処理を実施。

判定は、年次ごとに指標品種の発病粒率を考慮して分級した。供試粒数は任意に抽出した子実100g。

a) 「赤茨(長野)」、「タマヒカリ」、「スズユタカ」及び「エンレイ」は\*印の状態の指標品種である。

表16 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	発病株率 (%)	平均 発病度	同一株内 Harosoy 対比	
			Harosoy 対比	判定
はたむすめ	98	3.17	0.807	やや弱
ナンブシロメ <sup>a)</sup>	85	3.03	0.759	やや弱*
スズカリ <sup>a)</sup>	87	2.68	0.643	やや強*

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。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。

平均発病度は、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取り巻いている、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、下式によって算出した。

平均発病度

$$= \frac{\sum(\text{階級値} \times \text{該当株数})}{(\text{全調査株数} \times 5)} \times 100$$

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。

判定は、同一株内「Harosoy」対比を重点に、平均発病度及び発病株率から、年次ごとの指標品種を考慮して分級した。

a) 「ナンブシロメ」及び「スズカリ」は\*印の状態の指標品種である。

表17 吸水乾燥法による裂皮性検定試験成績(育成地)

品種名	裂皮粒率 (%)	判定
はたむすめ	63	中
エンレイ <sup>a)</sup>	37	難*
スズユタカ <sup>a)</sup>	68	中*

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。30℃下、13時間吸水後、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。供試粒数は普通畑標準播種の50粒、2反復。

a) 「エンレイ」及び「スズユタカ」は\*印の状態の指標品種である。

類される（表18、表19）。また、試験が行われた各場所の調査結果から、「はたむすめ」の粗タンパク含有率及び粗脂肪含有率は、他品種と同様に、裁

培地域及び栽培条件により差が認められた（表20～表22）。

以上、「はたむすめ」の主な品質特性をとりまとめたものが表5となる。

#### 4. 加工適性

##### 1) 豆腐加工適性

国産大豆の品質評価に係る情報交換会において、2011年及び2012年の育成地産「はたむすめ」を用いた豆腐加工適性試験をA社にて実施した。その結果、2011年産では各評価項目で豆腐の全国標準品である「フクユタカ」とほぼ同等、2012年産では硬さはあるものの、味の点で「フクユタカ」より若干劣っているとの評価を得た（表23）。実際には、豆腐

表18 子実成分調査成績（育成地）

品種名	粗タンパク含有率(%)			粗脂肪含有率(%)		
	普通畑	転換畑	判定	普通畑	転換畑	判定
	標準播	標準播		標準播	標準播	
はたむすめ	41.4	43.2	中	21.8	20.7	中
リュウホウ	41.8	43.1	中	21.4	20.7	中
タチユタカ	41.1	42.3	中	22.8	22.0	やや高

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。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。

表19 子実成分調査成績（秋田県）

品種名	粗タンパク含有率(%)									粗脂肪含有率(%)								
	秋田農試				現 地					秋田農試				現 地				
	標播	標晩播	晩播	極晩播	比内	能代	大仙	湯上	由利本荘	標播	標晩播	晩播	極晩播	比内	能代	大仙	湯上	由利本荘
はたむすめ	42.6	42.4	41.6	43.9	44.3	41.2	41.6	42.8	43.1	21.1	20.5	21.0	19.6	19.4	20.3	21.1	20.3	20.3
リュウホウ	42.7	41.8	41.8	42.6	42.5	41.4	42.5	43.9	42.9	21.1	21.3	21.2	20.0	20.5	21.1	21.1	20.2	20.2
タチユタカ	41.8	41.7	40.9	42.0	43.7	40.6	41.4	42.0	43.7	22.6	21.9	20.9	20.3	21.1	21.9	22.3	21.7	21.7

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。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。

表20 子実成分調査成績（秋田県以外の地域、山形県）

品種名	粗タンパク含有率(%)								粗脂肪含有率(%)							
	山形農総研		現 地						山形農総研		現 地					
	農総研	水田農試	三川町	新庄市	川西町	中山町	酒田市	農総研	水田農試	三川町	新庄市	川西町	中山町	酒田市		
はたむすめ	43.7	41.4	44.7	42.8	42.8	44.3	43.4	20.9	21.6	19.4	20.4	19.9	20.0	20.4		
タチユタカ	45.5	42.1	44.7	43.5	42.0	44.5	45.0	20.6	21.7	20.3	20.9	21.1	20.4	20.5		
リュウホウ	42.9	40.1	43.3	43.1	41.4	42.6	43.0	21.2	22.0	20.4	20.8	21.1	20.7	20.8		
エンレイ	45.9	43.6	45.8	45.8	44.4	45.8	45.8	19.9	20.6	19.6	19.7	20.4	19.3	19.6		

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。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。

表21 子実成分調査成績（秋田県以外の地域、青森県及び福島県）

品種名	粗タンパク含有率(%)					粗脂肪含有率(%)				
	青森産技農総研				福島農総	青森産技農総研				福島農総
	標準播種	晩播密植	晩播狭畦	現地金木		標準播種	晩播密植	晩播狭畦	現地金木	
はたむすめ	43.8	44.1	45.0	44.7	42.7	19.9	19.2	18.8	18.5	20.8
おおすず	43.3	45.5	45.6	45.2	44.4	21.2	20.0	20.0	20.0	20.9
オクシロメ	40.4	40.7	-	42.6	-	21.1	20.7	-	19.8	-
ふくいぶき	-	-	-	-	41.9	-	-	-	-	21.1

試験年次及び結果は2012または2013年の成績。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。

の破断強度等に関して問題はなく、「はたむすめ」の豆腐加工適性は“適”と判断される。

### 2) 煮豆加工適性

国産大豆の品質評価に係る情報交換会において、2012年の育成地産「はたむすめ」を用いた煮豆加工適性試験をB社にて実施した。煮豆の全国標準品である「トヨムスメ」と比べて、不良率・包装前除去

率は非常に低いが、粒径が明らかに小さいことや色調（光沢）が暗いこと、豆のうまみ（味）が弱いことを考慮し、「はたむすめ」の煮豆加工適性は“可”と判断される（表24）。

### 3) 納豆加工適性

国産大豆の品質評価に係る情報交換会において、2012年の育成地産「はたむすめ」を用いた納豆加工

表22 子実成分調査成績（秋田県以外の地域、北陸及び鳥取県）

品種名	粗タンパク含有率(%)					粗脂肪含有率(%)				
	新潟作研		富山農技	石川農総	鳥取農試	新潟作研		富山農技	石川農総	鳥取農試
	標播	晩播				標播	晩播			
はたむすめ	43.9	46.9	43.7	41.7	44.3	21.0	19.8	20.5	21.3	20.7
エンレイ	45.2	47.1	46.5	44.0	45.4	20.3	18.6	20.4	20.7	20.3
サチユタカ	-	-	-	-	44.6	-	-	-	-	19.9

試験年次及び結果は2012または2013年の成績。

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。

表23 豆腐加工適性試験成績（A社）

品種名	原料 生産 年次	豆乳 <sup>a)</sup>		豆腐 <sup>a)</sup>	官能評価 <sup>b)</sup>						コメント
		Brix	粘度	破断応力	外観	甘味	こく味	不快味	食感	おいしさ	
		(mPa·s)	(g/cm <sup>2</sup> )	(悪:1) (良:5)	(弱:1) (強:5)	(弱:1) (強:5)	(有:1) (無:5)	(軟:1) (硬:5)	(まずい:1) (うまい:5)		
はたむすめ	2011	11.7	32.7	59.5	3.0	3.0	2.8	2.8	3.0	2.6	各評価項目で標準のフクユタカとほぼ同等の評価であった。 硬さはあるものの、味の点ではフクユタカより若干劣っていた。
	2012	11.6	21.2	63.5	2.6	2.4	2.6	2.5	3.2	2.5	
フクユタカ (標準)	2011	12.0	29.5	66.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	2012	12.4	31.2	68.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	

「はたむすめ」は育成地水田転換畑産、「フクユタカ」は福岡県産（国産大豆の品質評価に係る情報交換会の豆腐の全国標準品）。

豆腐の製造は、九州沖縄農研の大豆育種グループによる。6.25倍加水・小谷野らの電子レンジを用いた加熱搾り法で実施した。

a) 豆乳Brix、豆乳粘度及び豆腐破断応力は、九州沖縄農研の大豆育種グループによる測定。

b) 官能評価は、「フクユタカ」を標準（3点）として、A社のパネラー5人の平均点で示す。

表24 煮豆加工適性試験成績（B社）

品種名	原料大豆 100g 当たり 粒数 (g)	浸漬 大豆 不良 粒率 (%)	製品 収量 (g)	包装前 選別 除去率 (%)	官能評価 <sup>a)</sup>							
					色沢	光沢	香り	舌触り	豆の硬さ	味	皮残り	総合
					(悪:1) (良:5)	(悪:1) (良:5)	(悪:1) (良:5)	(ざらつく:1) (なめらか:5)	(軟:1) (硬:5)	(悪:1) (良:5)	(硬:1) (軟:5)	(悪:1) (良:5)
はたむすめ	357	0.6	1,313	0.1	2.4	2.8	2.8	2.7	3.8	2.8	3.1	2.3
トヨムスメ (標準)	257	5.1	1,318	1.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

「はたむすめ」は育成地水田転換畑産、「トヨムスメ」は北海道産（国産大豆の品質評価に係る情報交換会の煮豆の全国標準品）。いずれも2012年産。

製造条件は、B社の定法による。20℃で12時間浸漬後107℃で12分蒸煮、加糖量485gで1時間蜜漬。

a) 官能評価は、「トヨムスメ」を標準（3点）として、B社のパネラー9人の平均点で示す。

適性試験を茨城県工業技術センターにて実施した。納豆はやや硬かったが、官能評価では中粒納豆の全国標準品である「ナカセンナリ」並であり、「はたむすめ」の納豆加工適性は“適”と判断される(表25)。

4) 味噌加工適性

国産大豆の品質評価に係る情報交換会において、2012年の育成地産「はたむすめ」を用いた味噌加工適性試験を中央味噌研究所にて実施した。赤色味噌の全国標準品である「エンレイ」と比較して、赤味の冴えが弱く、蒸煮大豆が硬く味噌もやや硬いとの評価であったが、蒸煮時間を調整する等の大豆処理方法を工夫することにより改善の可能性は期待できることから、「はたむすめ」の赤色系の味噌加工適性は“可”と判断される(表26)。

IV 生産力及び栽培特性

1. 生産力検定試験成績

1) 育成地における成績

育成地において、普通畑標準播、転換畑標準播及び普通畑晩播で生産力検定試験を実施した(表6)。

普通畑標準播における「はたむすめ」は、「リュウホウ」と比較して、開花期で5日、成熟期で12日遅く、草丈が15cm長く、倒伏程度が1ランクほど劣った。また、子実重は1割以上多く、百粒重が1割程度軽く、しわ粒の発生が2ランクほど少なかった。転換畑標準播における「はたむすめ」は、「リュウホウ」と比較して、開花期で3日、成熟期で16日遅く、草丈が17cm長かったが、倒伏程度が同程度であった。また、子実重は1割以上多く、百粒重が1割程度軽く、しわ粒の発生が1ランク以上少なかった。ダイズサヤタマバエの被害の少なかった2012年の普通畑晩播における「はたむすめ」は、「リュウホウ」と比較して、開花期で2日、成熟期で13日遅く、倒伏はどちらもほとんど無かった。また、子実重は3割ほど多く、百粒重が1割程度軽く、しわ粒の発生が1ランクほど少なかった。

以上のことから、「はたむすめ」は「リュウホウ」よりも遅く成熟するが、子実重が安定して多く、百粒重が軽い中粒で、しわ粒の発生が少ないことが明らかとなった。なお、「はたむすめ」は中粒であるが、充実した莢数の確保が可能であることから、収

表25 納豆加工適性試験成績 (茨城県工業技術センター)

品種名	納豆				官能評価 <sup>a)</sup>								
	硬さ (g)	色調			菌かぶり (悪:1) (良:5)	溶菌 (多:1) (少:5)	割れつぶれ (多:1) (少:5)	豆の色 (悪:1) (良:5)	香り (悪:1) (良:5)	硬さ (硬:1) (軟:5)	味 (悪:1) (良:5)	糸引き (悪:1) (良:5)	総合 (悪:1) (良:5)
		L*	a*	b*									
はたむすめ	140.2	50.0	5.9	11.0	2.7	2.9	3.4	2.9	3.2	2.5	2.5	3.1	2.5
ナカセンナリ (標準)	122.6	47.4	7.4	7.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

「はたむすめ」は育成地水田転換畑産、「ナカセンナリ」は長野県産(国産大豆の品質評価に係る情報交換会の中粒納豆の全国標準品)。いずれも2012年産。

製造条件は、茨城県工業技術センターの定法による。

a) 官能評価は、「ナカセンナリ」を標準(3点)として、茨城県工業技術センターのパネラー15人の平均点で示す。

表26 味噌加工適性試験成績 (中央味噌研究所)

品種名	100粒重 (g)	発芽率 (%)	浸漬比 (倍)	蒸煮比 (倍)	蒸煮大豆					赤色系味噌の官能評価 <sup>a)</sup>				
					水分 (%)	硬さ (g)	色調			色	香り	味	組成	総合
							Y(%)	x	y					
はたむすめ	29.5	100	2.22	2.02	56.6	676	31.66	0.387	0.381	-10	-1	-2	-7	-10
エンレイ (赤色系標準)	33.1	96	2.32	2.06	59.2	530	33.08	0.386	0.381	0	0	0	0	0

「はたむすめ」は育成地普通畑産、「エンレイ」は新潟県産(国産大豆の品質評価に係る情報交換会の赤色系味噌の全国標準品)。いずれも2012年産。

製造条件は、茨城県工業技術センターの定法による。

a) 官能評価は、「エンレイ」を標準として良い(1点)、同じ(0点)、悪い(-1点)の3段階で評価し、合計値を示した。パネラーは28名。

量が安定していると考えられる。

- 2) 「リュウホウ」の作付け率が高い秋田県における成績  
「はたむすめ」は、2012及び2013年に秋田県農業

試験場の奨励品種決定調査に供試されるとともに、延べ10箇所の現地調査に供試された(表27、表28)。同試験場における奨励品種決定調査4播種期の平均で、「はたむすめ」は、「リュウホウ」と比較して、

表27 秋田県農業試験場における奨励品種決定調査試験成績

試験条件	品種名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度 <sup>a)</sup>					子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒の程度 <sup>a)</sup>				品 <sup>b)</sup> 概 <sup>c)</sup>	
							蔓化	倒伏	ウイール	立枯	青立				紫斑	褐斑	裂皮	しわ		
標播	はたむすめ	7.28	10.09	70	16	2.9	0.0	0.3	0.0	0.0	0.9	31.6	114	28.6	0.8	1.0	1.5	1.0	2.8	○
	リュウホウ(標)	7.23	9.30	68	15	3.5	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	27.8	100	33.8	0.8	0.8	1.3	2.3	2.5	
	タチユタカ	7.27	10.08	59	17	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	18.2	65	26.5	1.5	0.8	0.5	3.5	4.5	
標晩播	はたむすめ	8.03	10.12	61	16	3.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	30.8	117	26.4	1.0	0.3	1.0	1.0	1.8	○
	リュウホウ(標)	8.01	10.02	59	14	3.5	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	26.1	100	30.9	0.8	0.8	1.5	2.5	3.0	
	タチユタカ	8.04	10.12	50	16	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	16.0	61	23.2	1.3	0.5	0.3	4.3	5.3	
晩播	はたむすめ	8.09	10.21	59	15	3.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	25.9	94	27.4	1.0	0.3	0.8	1.3	2.0	○
	リュウホウ(標)	8.06	10.08	59	14	3.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	26.0	100	31.1	1.0	0.8	0.8	1.8	3.3	
	タチユタカ	8.09	10.22	49	15	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	17.0	57	23.6	1.3	0.8	0.3	4.0	5.0	
極晩播	はたむすめ	8.20	10.31	62	13	0.3	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	19.0	147	28.9	1.0	0.3	1.3	0.3	2.3	○
	リュウホウ(標)	8.18	10.27	57	12	1.5	1.0	3.1	0.0	0.0	1.0	13.8	100	30.3	0.5	0.3	0.8	0.5	5.3	
	タチユタカ	8.19	10.31	49	14	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	15.0	92	25.3	1.0	0.0	1.0	0.5	4.0	

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。

a) 生育中の障害程度及び障害粒の程度 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚。

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

c) 概評 ◎:有望、○:やや有望、◇:再検討、△:やや劣る、×:劣る。

表28 秋田県現地における奨励品種決定調査試験成績

試験条件	品種名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度 <sup>a)</sup>					子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒の程度 <sup>a)</sup>				品 <sup>b)</sup> 概 <sup>c)</sup>	
							蔓化	倒伏	ウイール	立枯	青立				紫斑	褐斑	裂皮	しわ		
比内町	はたむすめ	8.02	10.22	93	20	3.1	0.0	2.3	0.0	0.0	1.5	40.9	119	30.3	0.3	0.8	1.3	0.3	1.5	○
	リュウホウ(標)	7.28	10.08	78	17	4.5	1.3	1.5	0.0	0.0	0.3	35.0	100	33.7	0.5	0.8	1.8	1.8	2.8	
	タチユタカ	8.02	10.23	81	20	2.3	0.0	0.4	0.0	0.0	1.0	34.8	100	28.3	0.0	0.5	1.5	1.5	1.3	
能代市	はたむすめ	8.11	10.14	64	15	2.9	1.5	2.6	0.0	0.0	0.0	26.2	106	23.4	1.3	1.0	0.0	0.5	2.0	○
	リュウホウ(標)	8.06	10.05	60	14	3.9	1.8	2.9	0.0	0.0	0.0	24.7	100	28.1	0.8	0.8	0.3	2.0	1.8	
	タチユタカ	8.10	10.12	60	16	2.8	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	23.4	94	21.7	1.3	0.5	0.3	1.3	2.0	
大仙市	はたむすめ	8.02	10.05	60	16	2.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	29.7	104	24.7	0.8	0.0	0.8	0.8	2.8	○
	リュウホウ(標)	7.28	10.01	54	14	3.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	29.0	100	29.2	0.5	0.8	0.8	2.5	3.0	
	タチユタカ	8.20	10.05	47	16	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.2	87	22.2	0.5	0.8	0.3	1.5	2.0	
潟上市	はたむすめ	8.07	10.16	46	15	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	20.2	108	25.4	0.3	1.0	0.8	1.8	2.8	○
	リュウホウ(標)	8.03	10.06	44	14	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	19.7	100	30.4	0.3	1.0	1.0	2.5	2.0	
	タチユタカ	8.06	10.15	34	16	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	10.2	54	21.6	0.3	1.0	0.3	2.3	3.3	
由利本荘市	はたむすめ	8.04	10.16	54	15	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	22.9	125	29.1	0.3	0.8	0.8	1.5	3.0	○
	リュウホウ(標)	7.29	10.03	41	13	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	18.7	100	31.2	0.3	1.0	1.0	2.0	3.5	
	タチユタカ	8.04	10.14	39	15	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	11.7	64	26.2	1.0	1.0	0.3	2.8	4.3	

試験年次及び結果は2012及び2013年の2ヶ年平均。

a) 生育中の障害程度及び障害粒の程度 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚。

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

c) 概評 ◎:有望、○:やや有望、◇:再検討、△:やや劣る、×:劣る。

表29 その他の地域における奨励品種決定調査試験成績

試験場所	試験条件	品種名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主節数 (本/株)	分枝数 (本/株)	生育中の障害程度 <sup>a)</sup>					子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	障害粒の程度 <sup>a)</sup>				品質 <sup>b)</sup>	概評 <sup>c)</sup>
								蔓化	倒伏	ウイルス	立枯	青立				紫斑	褐斑	裂皮	しわ		
青森農総	標準	はたむすめ	8.06	10.19	89	20	4.3	1.0	5.0	1.0	2.0	55.3	139	30.2	0.0	0.0	2.0	0.0	5.0	×	
		おおすず(標)	7.28	10.10	53	16	5.3	1.0	1.0	1.0	2.0	39.6	100	40.0	1.0	0.0	1.0	1.0	4.0		
		オクシロメ	8.01	10.17	76	20	5.4	1.0	4.0	1.0	2.0	43.6	110	23.0	0.0	0.0	5.0	0.0	6.0		
	晩播密植	はたむすめ	8.14	10.23	87	17	3.1	1.0	4.0	1.0	1.0	50.9	111	29.7	0.0	0.0	1.0	0.0	6.0	×	
		おおすず(標)	8.06	10.14	66	15	3.2	1.0	3.0	1.0	1.0	46.0	100	38.5	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0		
		オクシロメ	8.09	10.21	75	16	3.5	1.0	4.0	1.0	1.0	48.6	106	22.0	0.0	0.0	3.0	0.0	6.0		
晩播狭畦	はたむすめ	8.14	10.25	84	17	3.1	1.0	4.0	2.0	0.0	53.6	111	28.6	0.0	0.0	1.0	0.0	6.0	×		
	おおすず(標)	8.07	10.15	61	16	4.2	0.0	2.0	2.0	1.0	48.5	100	39.1	0.0	0.0	2.0	1.0	5.0			
青森現地	金木町	はたむすめ	8.09	10.22	70	17	3.3	1.0	4.0	1.0	2.0	56.5	160	28.6	1.0	0.0	1.0	0.0	6.0	×	
		おおすず(標)	8.03	10.11	50	14	4.3	0.0	2.0	2.0	3.0	35.2	100	32.8	1.0	0.0	1.0	2.0	6.0		
		オクシロメ	8.06	10.19	66	16	3.7	1.0	4.0	1.0	2.0	46.3	131	23.3	0.0	0.0	3.0	0.0	6.0		
山形農総	標播	はたむすめ	8.02	10.18	76	17	4.8	0.0	2.0	0.0	0.0	3.5	40.0	110	29.3	2.0	0.5	1.0	2.5	5.0	△◇
		タチユタカ(標)	8.02	10.17	79	18	5.2	0.0	1.0	0.0	0.0	2.5	36.4	100	29.2	1.0	0.0	2.0	1.0	5.0	
		リュウホウ	7.31	10.07	75	17	5.9	0.0	1.0	1.0	0.5	1.5	32.3	89	31.9	1.5	1.0	1.0	3.5	6.0	
		エンレイ	7.31	10.15	80	16	4.9	0.0	2.0	0.5	0.0	1.5	38.9	107	32.3	2.0	0.5	1.0	2.0	5.0	
山形水田	標播	はたむすめ	8.03	10.09	59	16	4.8	0.0	1.0	0.0	0.5	1.0	26.1	90	22.9	0.5	0.0	0.5	2.0	4.0	△◇
		タチユタカ(標)	8.04	10.09	56	15	5.5	0.0	1.0	0.0	1.0	28.7	100	20.6	0.5	0.0	1.5	1.5	3.0		
		リュウホウ	8.02	10.01	55	16	6.0	0.0	1.5	0.0	0.5	1.0	28.0	97	26.5	0.0	0.0	1.0	1.5	6.5	
		エンレイ	8.01	10.06	59	15	5.3	0.0	1.0	0.0	0.5	1.0	29.0	100	26.4	1.0	0.0	0.5	1.5	6.0	
三川町	密植	はたむすめ	7.30	10.07	67	16	4.4	0.0	1.5	0.0	0.0	3.0	38.0	106	24.7	0.0	0.0	1.5	1.0	5.0	◇○
		タチユタカ(標)	7.31	10.11	67	16	4.6	0.0	1.5	0.0	0.0	2.0	35.9	100	23.7	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	
		リュウホウ	7.28	10.02	62	15	5.3	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	35.9	101	31.2	0.0	0.0	1.0	1.5	5.5	
		エンレイ	7.31	10.12	70	16	5.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	37.7	105	29.4	0.0	0.0	1.0	2.0	6.0	
新庄市	密植	はたむすめ	8.04	10.13	68	15	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	36.5	103	26.2	1.0	0.0	0.5	1.5	5.0	◇◇
		タチユタカ(標)	8.04	10.11	70	16	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	35.9	100	25.3	1.0	0.0	0.5	1.5	3.0	
		リュウホウ	8.03	10.05	61	15	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	35.7	100	30.5	1.0	0.0	0.5	3.0	4.5	
		エンレイ	8.03	10.09	69	14	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	38.2	107	29.8	1.5	0.0	0.5	1.5	4.5	
山形現地	川西町	はたむすめ	8.05	10.20	65	14	3.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	35.7	115	27.6	1.0	0.0	0.0	1.0	4.0	○○
		タチユタカ(標)	8.04	10.19	61	13	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2	100	26.5	1.5	0.0	0.0	1.0	2.0	
		リュウホウ	7.31	10.13	54	12	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	106	31.1	1.0	0.0	0.0	2.0	5.0	
		エンレイ	8.02	10.16	58	12	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.8	106	29.9	1.5	0.0	0.0	2.0	6.0	
中山町	密植	はたむすめ	8.02	10.19	58	14	4.8	0.0	1.5	0.0	0.0	4.0	39.5	105	30.7	1.5	0.0	0.5	1.0	5.5	△◇
		タチユタカ(標)	8.01	10.20	61	14	6.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	38.1	100	28.5	0.5	0.0	1.5	0.0	5.0	
		リュウホウ	7.31	10.11	52	13	5.5	0.0	0.5	0.0	0.0	1.5	33.3	88	32.9	2.5	0.0	1.0	2.5	6.5	
		エンレイ	8.01	10.13	61	14	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	38.5	102	34.5	1.5	0.0	1.0	0.5	6.0	
酒田市	密植	はたむすめ	7.28	10.04	82	17	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	33.1	101	24.2	0.5	0.0	1.0	2.0	5.5	○◇
		タチユタカ(標)	7.28	10.05	83	17	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	32.5	100	23.9	0.5	0.0	1.0	1.5	4.5	
		リュウホウ	7.25	9.30	64	15	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	29.5	91	30.1	0.5	0.0	1.0	3.5	7.0	
		エンレイ	7.28	10.06	77	16	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	31.8	97	28.3	0.5	0.0	0.5	2.0	4.5	
福島農総	標準	はたむすめ	7.21	10.09	75	17	3.6	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	45.7	92	29.6	3.0	0.0	0.5	1.0	2.5	◇△
		ふくいぶき(標)	7.23	10.19	77	16	4.8	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	49.9	100	31.3	1.5	0.0	1.5	1.0	2.5	
		おおすず	7.18	10.03	59	14	4.6	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	45.8	92	39.0	1.5	0.0	1.0	1.5	3.0	
新潟作研	晩播	はたむすめ	7.22	10.08	54	15	3.8	0.0	2.0	0.0	0.0	3.0	36.7	130	26.1	0.0	0.0	1.0	3.0	6.0	◇
		エンレイ(標)	7.18	10.06	41	13	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	28.3	100	32.1	0.0	0.0	1.0	4.0	7.0	
		はたむすめ	8.02	10.19	45	13	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	29.4	117	28.5	0.0	0.0	2.0	2.0	7.0	◇
富山農技	標準	はたむすめ	7.19	9.23	70	15	2.3	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	25.8	87	17.8	0.0	0.0	1.0	4.0	6.0	×
		エンレイ(標)	7.22	9.30	59	13	3.5	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	29.6	100	25.5	0.0	0.0	1.0	3.0	5.0	
石川農総	標播	はたむすめ	7.19	9.24	50	15	3.9	-	1.0	-	-	0.0	24.8	97	19.9	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	△
		エンレイ(標)	7.17	10.08	50	13	5.1	-	0.0	-	-	1.0	25.5	100	26.8	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	
鳥取農試	6上	はたむすめ	7.24	10.18	57	15	3.2	1.5	0.0	0.0	0.0	2.0	30.4	93	30.7	0.3	0.0	0.5	3.7	7.0	×
		サチユタカ(標)	7.30	10.31	56	16	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	33.4	100	33.8	0.0	0.0	0.9	0.0	6.1	
		エンレイ	7.24	10.15	57	14	3.9	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	31.3	95	31.6	0.5	0.0	0.0	2.9	6.7	

試験年次及び結果は2012または2013年の成績。ただし、概評がふたつある場所は2012及び2013の2ヶ年平均。

a) 生育中の障害程度及び障害粒の程度 0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚。

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

c) 概評 ◎：有望、○：やや有望、◇：再検討、△：やや劣る、×：劣る。

付表 「はたむすめ」の育成従事者と担当世代

氏名	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	世代	交配、F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> 、F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub> 、F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>
菊池彰夫					●					●
島村 聡								●		●
加藤 信	●									●
平田香里									●	●
河野雄飛	●							●		
湯本節三	●					●				
高田吉丈	●				●					

開花期が3日、成熟期が9日遅く、子実重対比は118%、百粒重は3.7g軽く、しわ粒の発生が1ランクほど少なく、粒の外観品質は1ランク向上した。また、現地調査5箇所の平均で、「はたむすめ」は、「リュウホウ」と比較して、開花期が5日、成熟期が10日遅く、子実重対比は112%、百粒重は3.9g軽く、しわ粒の発生が1ランクほど少なかった。

以上のことから、秋田県において、「はたむすめ」は、「リュウホウ」よりも遅く成熟するが、しわ粒が少なく、収量、品質とも優れる傾向がみられた。

### 3) 秋田県以外における成績

秋田県以外に、「はたむすめ」の奨励品種決定調査を2012及び2013年に延べ22箇所で行った(表29)。そのうち、青森県では熟期がやや遅く、耐倒伏性が劣り、青立ち程度が大きいことから評価が劣った。山形県では場所によって評価が分かれているが、安定した収量性が認められている。

## 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結果から、「はたむすめ」の栽培適地は東北地域中南部等と判断される。

## 3. 栽培上の留意点

「はたむすめ」はダイズシストセンチュウ・レース3抵抗性を有しているが、立枯性病害に“やや弱”であり、過度の連作は収量の低下や土壌伝染性病害の蔓延を招くので、適切な輪作のもとで栽培を行う。

## V 考 察

最近、豆腐や納豆の実需者からの要望として、多収と高品質が得られる中粒規格の国産ダイズの安定供給が挙げられる。しかしながら、東北地域では、

秋田県のように、品種構成として中粒需要に応える優良な奨励品種がないのが実情である。また、ダイズの検査等級の主な格下げ要因であるしわ粒は、特に、東北の主力品種である「リュウホウ」で発生し易く、気象災害や収穫時期の遅れ等によって増加する(佐藤ら 2007)。

「はたむすめ」は、東北地域における成熟期が“中生の晩”で、ダイズモザイクウイルス及びダイズシストセンチュウ・レース3に対する抵抗性が強く、しわ粒が少ない白目中粒の多収品種である。そのため、「リュウホウ」と作期分散が可能であり、良質な中粒規格の国産ダイズとして普及させることにより、東北地域中南部等を中心としたダイズ生産振興、需要拡大、さらには、加工業界の発展に繋がることが期待される。

2015年2月に農林水産省から公表された作付面積統計によると、2014年度の東北地域におけるダイズ生産はその約9割が水田転換畑で行われている。これらの水田転換畑におけるダイズの作付け頻度の増加に伴い、病虫害の発生や地力の低下等が低単収の要因となっている。全国各地に発生している茎疫病や黒根腐病等は短期連作でも拡大しやすい。また、ダイズ作が固定化され、畑地化した圃場では、主要土壌害虫のダイズシストセンチュウの顕在化や既存レース抵抗性の崩壊が起こる恐れがある。これまでに、農研機構東北農業研究センターでは、茎疫病や黒根腐病等の圃場抵抗性、及び、ダイズシストセンチュウ・レース3とは異なるレース1や桔梗ヶ原個体群等に対する抵抗性品種は育成されていないことから、今後の取り組みとして、これらの問題に対応する高度抵抗性を付与する育種が必要である。



### 引用文献

- 1) 村田吉平, 菊池彰夫, 酒井真次. 1991. 大豆裂皮性簡易検定法(吸水裂皮検定法)について. 日作東北支部会報 34: 57-58.
- 2) 農林水産省. 2012. 農林水産植物種類別審査基準-大豆種. 1-34.
- 3) 佐藤雄幸, 井上一博, 石岡徳孝. 2007. 大豆「リュウホウ」のしわ粒発生に対する摘莢処理の影響. 日作東北支部会報 50: 141-142.
- 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.



## 多収で直播栽培向きの 良食味水稲品種「ちほみのり」の育成

太田 久稔<sup>\*1)</sup>・山口 誠之<sup>\*2)</sup>・福嶋 陽<sup>\*1)</sup>・梶 亮太<sup>\*3)</sup>  
津田 直人<sup>\*1)</sup>・中込 弘二<sup>\*4)</sup>・片岡 知守<sup>\*5)</sup>・遠藤 貴司<sup>\*6)</sup>

**抄録**：「ちほみのり」は、2005年に東北農業研究センターにおいて「奥羽382号（のちの「萌えみのり」）」に「青系157号」を交雑した雑種後代から、東北農業研究センターで選抜し、育成した多収で直播栽培向きの良食味水稲品種である。「奥羽416号」の地方名で栽培特性・品質特性を検討し、優秀性が確認されたため、2014年に品種登録出願を行った。この品種の育成地（秋田県大仙市）での標肥移植栽培における特徴は、出穂期は「あきたこまち」より3日程度早く、成熟期は「あきたこまち」より2日程度早く、東北地域では「かなり早」に属する。稈長は「あきたこまち」より13cm程度短く、穂長は「あきたこまち」と同等かやや短い、穂数は「あきたこまち」よりやや多い。草型は「偏穂数型」である。倒伏は「あきたこまち」より明らかに少なく、耐倒伏性は「強」である。精玄米収量は「あきたこまち」より約11%多い。玄米は「あきたこまち」と比較して粒長がやや長く、粒幅がやや狭く、粒厚は同程度である。玄米の外観品質は「あきたこまち」と同等である。白米のアミロース含有率、玄米のタンパク質含有率は、「あきたこまち」と同程度である。炊飯米は「あきたこまち」と同程度で良食味である。いもち病真性抵抗性遺伝子型は「*Pia, Pii*」と推定され、葉いもち圃場抵抗性は「強」、穂いもち圃場抵抗性は「やや強」である。縞葉枯病に「罹病性」で、白葉枯病圃場抵抗性は「やや弱」、穂発芽性は「やや易」である。障害型耐冷性は「中」である。

「ちほみのり」は稈長が短いため、多肥移植栽培、直播栽培においても倒伏はほとんど認められず、「あきたこまち」より直播栽培で多収であるため、直播栽培に適し、良質で低価格の業務用米用途に適すると考えられる。

キーワード：イネ、多収、直播、良食味、ちほみのり

**“Chihominori” : A New High-yield Rice Cultivar with High Eating Quality and Adaptability to Direct Seeding** : Hisatoshi OHTA<sup>\*1)</sup>, Masayuki YAMAGUCHI<sup>\*2)</sup>, Akira FUKUSHIMA<sup>\*1)</sup>, Ryota KAJI<sup>\*3)</sup>, Naoto TSUDA<sup>\*1)</sup>, Koji NAKAGOMI<sup>\*4)</sup>, Tomomori KATAOKA<sup>\*5)</sup> and Takashi ENDO<sup>\*6)</sup>

**Abstract** : A new rice cultivar suitable for direct seeding cultivation, “Chihominori”, was developed from a cross between “Ouu382” and “Aoikei157”. The cross was carried out in 2005 and resulted in a promising line named “Ouu416” that was distributed for performance tests in 2012. The superiority of “Ouu416” was confirmed in these tests, and the line was submitted to the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2014 for official registration as “Chihominori”.

“Chihominori” belongs to an early maturation group in the Tohoku region. Its heading date is 3 days earlier than that of “Akitakomachi” and its ripening date is 2 days earlier than that of “Akitakomachi”.

“Chihominori” has a short culm length and average to above-average panicle numbers, and is classified

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Daisen, Akita 014-0102, Japan)

\* 2) 現・農研機構作物研究所 (NARO Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan)

\* 3) 現・農研機構北海道農業研究センター (NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)

\* 4) 現・農研機構近畿中国四国農業研究センター (NARO Western Region Agricultural Research Center, Fukuyama, Hiroshima 721-8514, Japan)

\* 5) 現・農研機構九州沖縄農業研究センター (NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Chikugo, Fukuoka 833-0041, Japan)

\* 6) 現・宮城県古川農業試験場 (Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station, Osaki, Miyagi 989-6227, Japan)

as a semi-panicle-number type plant. Its grain yield is higher than that of "Akitakomachi". Its resistance to lodging is strong. Its resistance gene to blast is "Pia, Pii", and its levels of field resistance to blast on leaves and panicles are strong and medium to strong, respectively. Its cold tolerance is medium. It has weak-to-medium resistance to bacterial leaf blight and is susceptible to rice stripe virus. Its pre-harvest sprouting resistance is weak to medium. Its eating quality and the taste of its cooked rice are excellent, with performance equal to that of "Akitakomachi". The amylose content in "Chihominori" endosperm is the same as that of "Akitakomachi". The protein content in "Chihominori" grains is the same as that of "Akitakomachi".

"Chihominori" is high yielding and adaptable to direct seeding. It is expected that "Chihominori" can contribute to low-cost production of rice in Japan.

**Key Words** : paddy rice, high-yield, direct seeding, high eating quality, Chihominori

## I 緒 言

現在、食生活の多様化にともない主食用米の需要は横ばいか穏やかな減少傾向にあり、消費形態をみると、家でご飯を炊いて食べる家庭内消費が減少傾向であるのに対し、中食・外食向けに供される業務用米の消費量は増加傾向にある。業務用は、一定の品質・食味を保有し、価格の安い米のニーズが高いことから、低コスト生産が可能な多収品種が求められている(小針 2014)。

東北農業研究センターでは、低コスト生産が可能な直播栽培向きの品種「萌えみのり(片岡ら 2007)」を育成し、直播栽培の普及を推進している。しかし、「萌えみのり」の熟期は中生であり、東北北部において直播栽培を行う場合には出穂の遅延による登熟不足が懸念され、熟期が早い品種の育成が求められている。また、「萌えみのり」のいもち病抵抗性は不十分なため、苗箱施薬ができない直播栽培において、いもち病の問題が発生することがあり、いもち病抵抗性に優れた品種の育成も求められている。他にも、作業の競合を軽減するため「あきたこまち」より早い熟期で「あきたこまち」より先に収穫して作期分散を行える多収品種が求められている。「ちほみのり」は、短稈で倒伏に強く、直播栽培に適し、「あきたこまち」より熟期が早く、収量が多い特性をもつ。大潟村農業協同組合との共同研究において移植栽培に供試した結果、「あきたこまち」より熟期が早く多収であることから有用と認められ、2014年に「ちほみのり」として品種登録出願(出願公表2014年9月18日、出願番号:第29143号)

を行った。2015年産から秋田県の産地品種銘柄に設定され、主に大潟村で一般栽培が行われている。

本品種の育成は主に農業・食品産業技術総合研究機構の運営費交付金において行われ、農林水産省委託プロジェクト「広域・大規模生産に対応する業務・加工用作物品種の開発」において特性評価試験を継続している。本品種の育成にあたっては、耐病性等の特性検定試験、系統適応性試験および奨励品種決定基本調査の実施について農研機構の関係機関並びに府県の関係者のご協力をいただいた。現地栽培試験では、大潟村農業協同組合の担当者の方々にご協力いただいた。東北農業研究センター業務第3科の各位には圃場管理、調査にご尽力いただいた。深く感謝する。

## II 育成経過

### 1. 来歴

「ちほみのり」の系譜を図1に示す。「ちほみのり」は、早生で直播栽培に適し、多収の品種を育成することを目標として、直播栽培に適した「奥羽382号(のちの「萌えみのり」)」と早生の「青系157号」の交雑後代より育成された品種である。

### 2. 選抜経過

「ちほみのり」の選抜経過を表1に示す。2005年に東北農業研究センター水田作研究領域において人工交配を行った。2005年F<sub>1</sub>を養成し、2006年に独立行政法人国際農林水産業研究センター沖縄支所においてF<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>を世代促進栽培で養成した。2007年(F<sub>4</sub>世代)に個体選抜、2008年(F<sub>5</sub>世代)に単系統選抜を行い、以後、系統栽培により選抜・固定を



図1 「ちほみのり」の系譜図

表1 「ちほみのり」の選抜経過

年次	2005		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>
試験番号	奥交05-24	05温室F1-24	06石垣-13	07BS-7	566	2888	2421	2206	2346	2482
	(5粒)					(羽系1352)			(奥羽416号)	
栽植系統群数						6	3	2	1	1
栽植系統数				1800*	19	30	15	10	5	5
選抜系統数				19*	6	3	2	1	1	1

注. \*は個体数である。

はかってきた。2009年 (F<sub>6</sub>世代) より「羽系1352」の系統番号で生産力検定試験、特性検定試験に供試し、早生で直播栽培適性を持ち、生産力、耐病性等に見通しを得たので「奥羽416号」の地方系統名を付し、2012年から関係各県に配付してきた。2014年で雑種第11代である。

### Ⅲ 特 性

#### 1. 形態特性および生態特性

特性調査成績を表2、生育調査成績を表3、表4、収量調査成績を表5、表6に示す。「ちほみのり」の葉色は「あきたこまち」よりやや淡く、“中”

表2 「ちほみのり」の特性調査成績

品種名	穂ばらみ期の 葉の緑色の濃淡	後期の 止め葉の姿勢	稈の太さ	最長芒の長さ	外穎先端の色 (ふ先色)	穎の色	脱粒性	胚乳の型
ちほみのり	中	立～半立	やや細	中	白	黄白	難	梗
あきたこまち	やや濃	半立	中	短	白	黄白	難	梗
まっしぐら	やや淡	立～半立	-	極短	白	黄白	難	梗

注. 稲種苗特性分類に基づく評価。

表3 「ちほみのり」の移植栽培における生育調査成績

施肥水準	品種名	出穂期(月.日)	成熟期(月.日)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/㎡)	倒伏程度	穂いもち
標肥	ちほみのり	7.28	9.11	76	17.8	473	0.0	0.0
	あきたこまち	7.31	9.13	89	18.5	451	2.1	0.0
多肥	ちほみのり	7.31	9.18	79	18.3	573	1.4	0.0
	あきたこまち	8.02	9.17	93	18.6	546	3.4	0.0
	まっしぐら	7.30	9.18	84	18.8	497	1.3	0.0

注. 東北農研における成績。倒伏程度、穂いもち：0（無）～5（甚）の達観判定。  
 標肥：2009年～2013年の標肥栽培平均値。多肥：2012年～2013年の多肥栽培平均値。  
 標肥栽培（チッソ成分）：基肥7kg/10a+追肥2kg/10a（2009年～2010年）。  
 基肥5kg/10a+追肥2kg/10a（2011年～2013年）。  
 多肥栽培（チッソ成分）：基肥7kg/10a+追肥5kg/10a。  
 移植日：5月17日～23日。

表4 「ちほみのり」の表面条播栽培における生育調査成績

施肥水準	品種名	苗立ち率(%)	出穂期(月.日)	成熟期(月.日)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/㎡)	倒伏程度
標肥	ちほみのり	66.0	8.06	9.17	72	16.9	514	1.1
	あきたこまち	73.6	8.08	9.19	84	17.3	474	3.2
多肥	ちほみのり	60.2	8.07	9.22	72	16.8	620	1.8
	あきたこまち	64.8	8.08	9.22	86	17.5	571	3.8
	まっしぐら	61.2	8.07	9.24	77	17.2	538	2.9

注. 東北農研における土壌表面に条状に播種した湛水直播栽培。倒伏程度：0（無）～5（甚）の達観判定。  
 標肥：2009年～2013年の標肥栽培平均値。多肥：2012年～2013年の多肥栽培平均値。  
 標肥栽培（チッソ成分）：基肥7kg/10a+追肥2kg/10a（2009年～2010年）。  
 基肥5kg/10a+追肥2kg/10a（2011年～2013年）。  
 多肥栽培（チッソ成分）：基肥7kg/10a+追肥5kg/10a。  
 播種日：5月10日～16日、播種密度：200粒/㎡。

表5 「ちほみのり」の移植栽培における収量調査成績

施肥水準	品種名	風乾	精玄	同左	屑米重	玄米
		全重	米重	比率	歩合	千粒重
		(kg/a)	(kg/a)	(%)	(%)	(g)
標肥	ちほみのり	168	69.3	111	1.6	23.3
	あきたこまち	167	62.5	100	2.0	22.6
多肥	ちほみのり	187	80.8	128	3.0	22.7
	あきたこまち	172	63.2	100	3.5	21.9
	まっしぐら	187	81.1	128	3.0	23.2

注. 標肥：2009年～2013年の平均値。多肥：2012年～2013年の平均値。

表6 「ちほみのり」の直播栽培における収量調査成績

施肥水準	品種名	風乾	精玄	同左	屑米重	玄米
		全重	米重	比率	歩合	千粒重
		(kg/a)	(kg/a)	(%)	(%)	(g)
標肥	ちほみのり	171	68.2	137	2.3	22.6
	あきたこまち	155	49.9	100	4.6	22.0
多肥	ちほみのり	171	70.4	110	2.3	22.4
	あきたこまち	174	63.9	100	2.4	22.6
	まっしぐら	176	70.5	110	2.6	23.2

注. 標肥：2009年～2013年の平均値。多肥：2012年～2013年の平均値。

である。稈長は「あきたこまち」（“やや長”）より12cm～14cm程度、「まっしぐら」より5cm程度短い、“短”である。穂長は「あきたこまち」、「まっしぐら」と同程度かやや短く、“やや短”である。穂数は「あきたこまち」よりやや多く、「まっしぐら」より多い“偏穂数型”に分類される（写真1）。芒が有り、最長芒の長さは“中”である。ふ先色は“白”、ふ色（穎の色）は“黄白”である（写真2）。脱粒性は“難”である。

「ちほみのり」の出穂期は「あきたこまち」より1～3日程度早く、「まっしぐら」と同程度、成熟期は標肥栽培では「あきたこまち」より2日程度早く、多肥栽培では「あきたこまち」、「まっしぐら」と同程度で、熟期は「あきたこまち」よりやや早い“かなり早”に属する。移植多肥栽培、標肥直播栽培とも倒伏はほとんど認められず、直播栽培では「まっしぐら」より倒伏が少ない（表3、表4、写

真3）。耐倒伏性は“強”である。

精玄米重は「あきたこまち」と比較して、標肥移植栽培は約11%、多肥移植栽培は約28%（表5）、標肥直播栽培は約37%、多肥直播栽培は約10%の多収で（表6）、多収品種の「まっしぐら」と同程度の収量である。玄米千粒重は「あきたこまち」と同程度かやや重い。

## 2. 玄米品質および食味特性

### 1) 玄米品質

「ちほみのり」の玄米の外観品質は「あきたこまち」と同程度で、「まっしぐら」より優れる（表7、写真2）。玄米の粒形は「あきたこまち」、「まっしぐら」と比較して粒長がやや長く、粒幅がやや狭く、粒厚は「あきたこまち」と同程度で、「まっしぐら」よりやや薄い。粒厚分布は2.0mmから2.2mmの割合が多く、「あきたこまち」より粒厚が揃っている（表8、表9、写真2）。「ちほみのり」の適搗



写真1 「ちほみのり」の草姿  
（左：ちほみのり、中：あきたこまち、右：まっしぐら）



写真2 「ちほみのり」の籾と玄米  
（左：ちほみのり、中：あきたこまち、右：まっしぐら）



写真3 「ちほみのり」の表面条播栽培  
（左：まっしぐら、中：ちほみのり、右：あきたこまち）  
大仙研究拠点圃場、2013年9月10日撮影

表7 「ちほみのり」の玄米外観品質調査成績

栽培条件	品種名	総合 (1-9)	腹白 (0-9)	心白 (0-9)	乳白 (0-9)	背白 (0-9)	光沢 (3-7)	色沢 (3-7)
移植	ちほみのり	4.5	0.3	0.4	1.1	1.5	5.4	5.0
標肥	あきたこまち	4.4	0.2	0.3	1.0	1.3	5.4	5.5
移植	ちほみのり	4.6	0.8	0.5	1.8	0.3	6.0	5.0
多肥	あきたこまち	4.7	0.5	1.0	1.3	1.0	6.0	4.8
	まっしぐら	5.4	0.3	1.0	2.8	0.0	5.3	5.3
直播	ちほみのり	3.9	0.3	0.3	0.8	0.8	5.5	5.0
標肥	あきたこまち	4.1	0.0	0.2	1.0	0.8	5.4	5.4
直播	ちほみのり	4.1	0.5	0.0	0.5	0.8	5.0	5.0
多肥	あきたこまち	3.6	0.0	0.5	0.0	0.3	5.3	5.3
	まっしぐら	5.0	0.8	0.8	1.3	0.3	5.0	5.0

注. 標肥は2009年～2013年、多肥は2012年～2013年の平均値。  
 耕種概要及び施肥水準は表3、表4と同じ。  
 総合は1(上上)～9(下下)、腹白、心白、乳白、背白は0(無)～9(甚)で評価。  
 光沢、色沢は3(小)～7(大)で評価。

表9 「ちほみのり」の玄米粒厚分布

品種名	縦目篩い目 (mm) 別の重量 (%)							
	2.2以上	～2.1	～2.0	～1.9	～1.8	～1.7	～1.6	1.6未満
ちほみのり	7.4	38.7	41.9	8.2	2.3	0.8	0.3	0.4
あきたこまち	14.6	39.0	33.3	8.8	2.8	0.8	0.4	0.3
まっしぐら	28.9	46.6	18.8	3.7	1.2	0.4	0.2	0.2

注. 2013年産玄米200gを縦目篩選抜機で7分間振とうした。2反復で試験を行った。

表8 「ちほみのり」の玄米形状調査成績

品種名	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)	粒長	
				／粒幅	×粒幅
ちほみのり	5.18	2.67	2.02	1.94	13.8
あきたこまち	5.06	2.74	2.01	1.85	13.9
まっしぐら	5.06	2.81	2.06	1.80	14.2

注. 2013年産玄米200粒をサタケ穀粒判別器 RGQ110B を用いて測定した。2反復で試験を行った。

精時までの搗精時間は「あきたこまち」と同程度であり、適搗精時の搗精歩合は「あきたこまち」、「まっしぐら」と同程度かやや高く、胚芽残存歩合は「あきたこまち」より少なく、「まっしぐら」と同程度である。精米白度は「あきたこまち」と同程度である(表10、表11)。

## 2) 食味および成分

炊飯米の食味は、粘り、光沢とも「あきたこまち」と同程度である(表11)。玄米のタンパク質含有率は「あきたこまち」と同程度で、白米のアミロース含有率は「あきたこまち」と同程度かやや低い(表12)。

表10 「ちほみのり」の搗精試験調査成績

品種名	調査項目	搗精時間(秒)			
		80	90	100	110
ちほみのり	搗精歩合(%)	90.9	90.7	90.4	89.5
	精米白度	40.1	40.7	41.2	42.0
	胚芽残存歩合(%)	22.8	7.0	4.3	0.8
あきたこまち	搗精歩合(%)	90.8	90.6	90.0	89.0
	精米白度	39.2	40.7	41.8	42.2
	胚芽残存歩合(%)	19.0	14.0	11.3	2.8
まっしぐら	搗精歩合(%)	90.1	89.9	89.5	
	精米白度	41.1	41.4	42.7	
	胚芽残存歩合(%)	10.0	2.5	0.8	

注. 搗精は Kett パーレストを使用。2013年産玄米 10g 搗精、4反復。  
 精米白度は Kett-C300 により調査。胚芽残存歩合は 1 試験区 100 粒調査。  
 □は適搗精(背部および縦溝の糠、胚の残存程度で判定)を示す。

## 3. 病害抵抗性および障害耐性

### 1) いもち病抵抗性

「ちほみのり」のいもち病真性抵抗性遺伝子型は「*Pia, Pii*」と推定される(表13)。「ちほみのり」の葉いもち圃場抵抗性は「あきたこまち」より強く、



表11 「ちほみのり」の食味官能試験調査成績

品種名	試験年次	試験回数	搗精歩合 (%)	精米白度	光沢 (-3~+3)	粘り (-3~+3)	総合評価 (-3~+3)
ちほみのり	2009年~	11	88.6	42.1	-0.10	-0.13	-0.12
あきたこまち	2013年		88.2	42.1	-0.07	-0.23	-0.19
ちほみのり	2011年~	8	88.4	42.4	-0.10	-0.13	-0.10
あきたこまち	2013年		87.9	42.5	-0.08	-0.31	-0.28
まっしぐら			87.0	43.0	-0.25	-0.25	-0.30

注. 5点法で実施。パネル数は11~17名。加水量は1.35にて炊飯を行った。  
 基準品種は「ひとめぼれ」を用いた。2009年、2013年の移植栽培は「あきたこまち」を用いた。  
 総合評価、光沢は+は基準より良く、-は基準より劣ることを示す。  
 粘りは、+は粘り、-は粘らないことを示す。

表12 「ちほみのり」のタンパク質含有率およびアミロース含有率調査成績

品種名	試験年次	タンパク質含有率 (%)	アミロース含有率 (%)
ちほみのり	2009年	6.3	16.5
あきたこまち	~2013年	6.4	17.0
ちほみのり	2011年	6.3	16.7
あきたこまち	~2013年	6.3	17.3
まっしぐら		6.4	16.6

注. タンパク質含有率：標肥栽培試験区の玄米を近赤外分光分析法により測定。  
 アミロース含有率：標肥栽培試験区の白米をブラン・ルーベ社オートアナライザー II 型により測定。

表13 「ちほみのり」のいもち病真性抵抗性遺伝子の推定

品種名 系統名	レース番号			推定 遺伝子型
	007.0	035.1	033.1	
ちほみのり	S	R	R	<i>Pia, Pii</i>
新2号	S	S	S	+
愛知旭	S	R	S	<i>Pia</i>
藤坂5号	S	S	R	<i>Pii</i>
関東51号	R	S	S	<i>Pik</i>
ツユアケ	R	S	S	<i>Pik-m</i>
フクニシキ	R	R	R	<i>Piz</i>
ヤシロモチ	R	R	R	<i>Pita</i>
Pi No.4	R	R	R	<i>Pita-2</i>
とりで1号	R	R	R	<i>Piz-t</i>
BL1	R	R	R	<i>Pib</i>
K59	R	R	R	<i>Pit</i>

注. 東北農研センターで2010年、2011年実施。  
 噴霧接種による。Rは抵抗性反応、Sは罹病性反応。

「まっしぐら」と同程度で“強”、穂いもち圃場抵抗性は「あきたこまち」より強く、「まっしぐら」と同程度で“やや強”と判定される（表14、表15）。

## 2) 白葉枯病抵抗性

「ちほみのり」の白葉枯病抵抗性は「あきたこま

表14 「ちほみのり」の葉いもち圃場抵抗性検定調査成績

品種名 系統名	いもち真性抵抗性 遺伝子	2010年~2013年	
		発病程度	判定
ちほみのり	<i>Pia, Pii</i>	4.8	強
あきたこまち	<i>Pia, Pii</i>	6.5	中
まっしぐら	<i>Pia, Pii</i>	4.9	強
中部45号	<i>Pii</i>	4.9	強
はたじるし	<i>Pia, Pii</i>	5.4	やや強
ひとめぼれ	<i>Pii</i>	8.0	やや弱

注. 東北農研センターの検定結果。  
 発病程度：0（無発病）~10（全葉枯死）の達観判定。

ち」、「まっしぐら」と同程度で、“やや弱”と判定される（表16）。

## 3) 縞葉枯病抵抗性

「ちほみのり」の縞葉枯病抵抗性は“罹病性”と判定される（表17）。

## 4) 穂発芽性

「ちほみのり」は「あきたこまち」、「まっしぐら」より穂発芽し易く、“やや易”と判定される（表18）。

## 5) 障害型耐冷性

冷水かけ流し試験における「ちほみのり」の稔実率は「あきたこまち」、「まっしぐら」と同程度で“中”と判定される（表19）。

## 6) 高温登熟性

「ちほみのり」の高温条件下における白未熟粒率は「あきたこまち」と同程度である（表20）。

## 7) 押し倒し抵抗性

「ちほみのり」の表面条播栽培における押し倒し抵抗は「あきたこまち」、「まっしぐら」と同程度である（表21）。

表15 「ちほみのり」の穂いもち圃場抵抗性検定調査成績

品種名 系統名	いもち 真性抵抗性 遺伝子	東北農研			秋田			山形庄内			愛知山間			総合 判定
		2010年～2013年			2009年～2010年			2011年～2013年			2013年			
		出穂期 (月日)	発病 程度	判定	出穂期 (月日)	発病 程度	判定	出穂期 (月日)	発病 程度	判定	出穂期 (月日)	発病 程度	判定	
ちほみのり	Pia, Pii	8.02	4.9	やや強	8.02	5.3	中	8.04	3.6	中	8.09	3.8	強	やや強
あきたこまち	Pia, Pii	8.03	6.0	やや弱	8.04	6.9	やや弱	8.05	4.2	やや弱				やや弱
まっしぐら	Pia, Pii	7.31	5.1	やや強	8.01	5.5	中							やや強
はたじるし	Pia, Pii				8.03	4.1	強	8.05	2.6	強				強
つがるロマン	Pia, Pii				8.01	5.4	中	8.04	3.5	中				中
イナバワセ	Pii				8.04	8.8	弱							弱
ヨネシロ	Pii							8.04	3.0	やや強				やや強
里のうた	Pii							8.05	3.1	やや強				やや強
中部55号	Pii										8.12	3.0	強	強
トドロキワセ	Pii										8.08	5.5	やや強	やや強
青系128号	Pia	8.02	3.8	強										強
まいひめ	Pia	7.30	5.3	中										中
ふ系94号	Pia	8.03	6.9	弱										弱

注. 秋田：秋田県農業試験場、山形庄内：山形県農業総合研究センター水田農業試験場、愛知山間：愛知県農業総合試験場山間農業研究所。  
発病程度：0（無発病）～10（全穂枯死）の遠観判定。

表16 「ちほみのり」の白葉枯病抵抗性検定調査成績

品種名 系統名	出穂期 (月・日)	病斑長 (cm)	判定
ちほみのり	7.25	8.9	やや弱
あきたこまち	7.29	7.5	やや弱
まっしぐら	7.23	9.0	やや弱
中新120号	8.03	4.4	強
フジミノリ	7.23	7.4	中
ヒメノモチ	7.28	16.5	弱

注. 山形県農業総合研究センター水田農業試験場の検定結果。  
2012年、2013年にⅡ群菌とⅢ群菌を接種した平均値。

#### IV 配付先の試験成績

「ちほみのり」は系統適応性試験を3ヶ所（5試験）、奨励品種決定基本調査を11ヶ所（21試験）および現地試験1ヶ所に供試した（表22）。28試験のうち22試験で対照品種との収量比が100%を超え、19試験で対照品種より出穂が早く、22試験で対照品種より穂数が多い。奨励品種決定基本調査における有利形質と不利形質の集計結果を図2に示す。有利形質としては、収量が10と最も多く、他に稈長、熟期、食味、倒伏が有利形質としてあげられる。不利形質としては、玄米の外観品質（品質、乳白、基白、背白）が12と多い。

#### V 栽培適地および栽培上の留意点

- 1 耐冷性は「あきたこまち」と同等なため、冷害の発生しやすい地帯では栽培をさける。

表17 「ちほみのり」の縞葉枯病抵抗性検定調査成績

品種名	縞葉枯病発病指数		杜稲発病指数比		判定		総合判定
	反復1	反復2	反復1	反復2	反復1	反復2	
ちほみのり	56.6	33.8	79	59	S	M	罹病性
日本晴	60.0	30.0	83	52	S	M	罹病性
St No.1	0.0	1.8	0	3	R	R	抵抗性
杜稲	72.0	57.4	100	100	S	S	罹病性

注. 2012年の近畿中国四国農業研究センターにおける保毒虫による幼苗検定結果。2反復。  
縞葉枯病発病指数 =  $(100 \times A + 80 \times B + 60 \times Bt + 40 \times Cr + 20 \times C + 5 \times D) / \text{調査苗数}$   
A、B、Bt、Cr、C、Dは病徴型の階級（A：著しい病徴～D：極軽微な病徴）  
杜稲発病指数比が30未満をR（抵抗性）、30～60未満をM（中程度抵抗性）、60以上をS（罹病性）と判定。

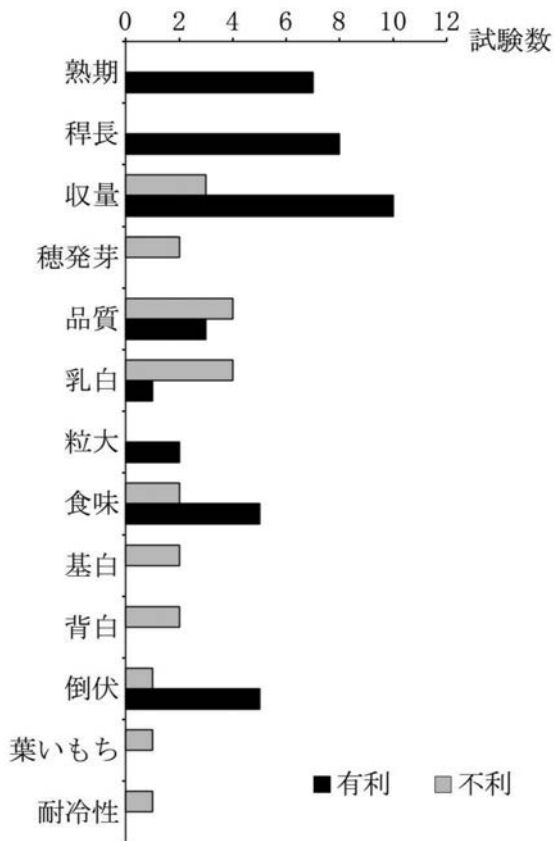


図2 「ちほみのり」の配付先における有利または不利と評価された形質

2 極端な多肥は倒伏の恐れがあるため、地力に合わせて施肥を行う。

### VI 命名の由来および育成従事者

穂数が多く（ちほ：千穂）、おいしい米を多く実らせる様子にちなんで「ちほみのり」と命名した。

「ちほみのり」の育成従事者は表23のとおりである。

### VII 考 察

「ちほみのり」は、短稈で倒伏しにくい特性を備え、かつ、玄米収量が多収であることを確認できた早生の穂数型多収品種である。「ちほみのり」の出穂特性は、配付先の試験結果から東北、関東では「あきたこまち」よりやや早く、暖地の早期栽培では、「あきたこまち」と同程度で「コシヒカリ」より早いと考えられる（表22）。「ちほみのり」の玄米収量性は、移植栽培、直播栽培とも「あきたこま

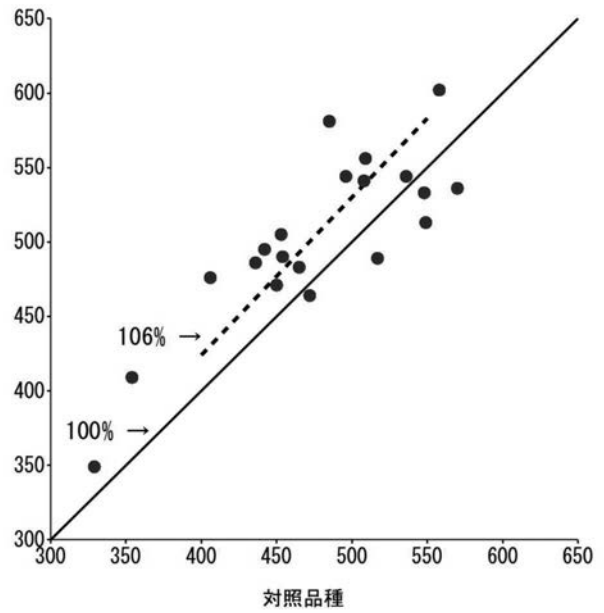


図3 奨励品種決定基本調査における「ちほみのり」の穂数（本/m<sup>2</sup>）

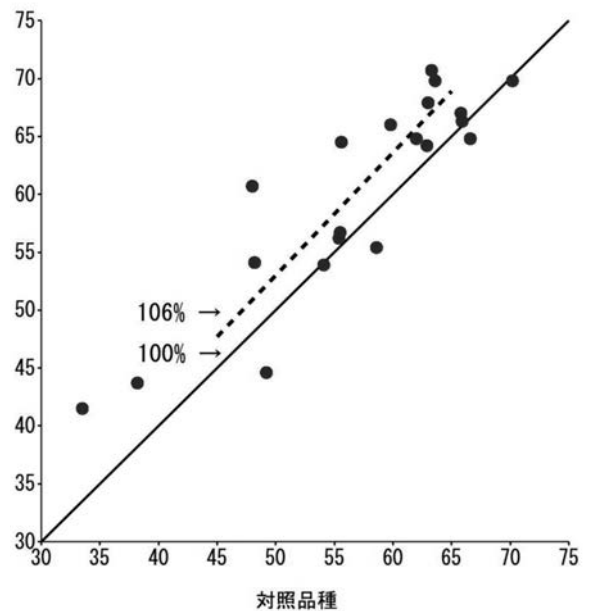


図4 奨励品種決定基本調査における「ちほみのり」の玄米重（kg/a）

ち」と比較し穂数がそれぞれ5%程度、8%程度多いことが主な多収要因と考えられ(表3、表4)、配付先の多くの試験でも対照品種より穂数が約6%多く(図3)、収量比が約6%高い(図4)。「ちほみのり」の耐倒伏性は、直播栽培、多肥栽培においても稈長が80cm未満と短く、倒伏はほとんど認められないことから、倒伏に強く、直播栽培に向いていると考えられる。また、倒伏しにくいことも「ち

ほみのり」の多収要因と考えられる。青森県では耐倒伏性に優れる「まっしぐら」が普及し、直播栽培にも用いられているが、「ちほみのり」は、「まっしぐら」と比較して、直播栽培の耐倒伏性に優れ(表4、写真3)、玄米品質に優れている(表7)ことから、寒冷地北部の直播栽培に適していると考えられる。「ちほみのり」の倒伏事例としては、2014年の宮城県における直播栽培試験があるが、倒伏の要因は解析されていない。この試験は、出穂後に曇天雨天が続いたことによる影響も考えられ、他の倒伏事例があれば要因を解析し対策を行う必要がある。また、「ちほみのり」の押し倒し抵抗は、耐倒伏性に優れる飼料用品種「べこげんき(福寛ら2014)」より小さく、「あきたこまち」と同程度であり(表21)、「ちほみのり」の耐倒伏性は、短い稈長による倒伏軽減が主な要因と考えられる。そのため、稈長の伸長による倒伏が懸念され、施肥方法を含めた栽培条件について検討する必要がある。直播栽培での

表18 「ちほみのり」の穂発芽性検定調査成績

品種名	穂発芽程度		判定
	2010年～2013年		
ちほみのり	5.6		やや易
あきたこまち	4.6		やや難
まっしぐら	5.0		中
ふくひびき	5.6		やや易

注. 東北農研における標肥栽培区の成績の平均値。  
成熟期に収穫した切り穂を30℃温水中に6日間処理。  
穂発芽程度：2(極難)～8(極易)の7段階評価。

表19 「ちほみのり」の障害型耐冷性検定調査成績

品種名	東北農研			青森藤坂			宮城古川			総合判定
	2009年～2013年			2009年～2013年			2012年～2013年			
	出穂期 (月日)	稔実率 (%)	判定	出穂期 (月日)	稔実率 (%)	判定	出穂期 (月日)	稔実率 (%)	判定	
ちほみのり	8.09	40.7	中	8.13	38.8	中	8.09	40.1	中	中
あきたこまち	8.11	37.1	中	8.12	35.7	中				中
まっしぐら	8.07	44.5	中	8.12	44.5	中				中
はたじろし	8.12	55.0	強	8.15	69.0	強	8.09	69.8	強	強
イブキワセ	8.13	32.8	やや強	8.16	51.7	やや強	8.10	62.0	やや強	やや強
ヒメノモチ	8.10	20.9	やや弱	8.14	23.8	やや弱	8.10	15.3	やや弱	やや弱

注. 青森藤坂：地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部  
宮城古川：宮城県古川農業試験場  
冷水かけ流しによる19℃処理。

表20 「ちほみのり」の高温耐性検定調査成績

品種名	埼玉(5月上旬移植)			埼玉(5月下旬移植)			福井		
	2012年～2014年			2012年～2014年			2013年～2014年		
	出穂期 (月日)	平均気温 (℃)	白未熟粒率 (%)	出穂期 (月日)	平均気温 (℃)	白未熟粒率 (%)	出穂期 (月日)	平均気温 (℃)	整粒率 (%)
ちほみのり	7.15	27.2	18.4	7.24	28.0	22.9	7.24	27.3	67.6
あきたこまち	7.15	27.1	17.8	7.27	28.2	24.2	7.23	27.1	56.1
ふさおとめ	7.15	27.1	4.3	7.26	28.0	5.4			
ハナエチゼン							7.21	27.1	74.4
越路早生	7.14	27.1	9.2	7.26	28.0	12.0			
初星	7.16	27.2	29.2	7.29	28.4	28.3	7.25	27.0	43.3

注. 埼玉：埼玉県農林総合研究センター水田農業研究所  
福井：福井県農業試験場

苗立ち数は、「あきたこまち」よりやや少ないものの、生育する上で十分な苗立ち数を確保していることから特に問題は生じないと考えられる（表4）。また、苗箱施肥ができない直播栽培では、いもち病が発生しやすい問題があるが、「ちほみのり」のいもち病抵抗性は、「あきたこまち」、「萌えみのり」

より強く、直播栽培に適していると考えられる。

「ちほみのり」の玄米外観品質、炊飯米食味特性は、「あきたこまち」と同程度で、高温登熟条件の白未熟粒率も「あきたこまち」と同程度である。しかし、配付先の試験では、品質、特に乳白が不利形質とあげられていることから、栽培地、生産年によって、乳白の増加による品質低下が起りうる事が考えられる。

「ちほみのり」は寒冷地、温暖地、暖地のいずれにおいても、出穂が早い特性を有し、稈長が短く倒伏しにくく、多収で、玄米品質、食味も良好であることから、作期を分散し、多肥栽培、直播栽培を行うことが可能であり、低価格の業務用米用途に適すると考えられる。今後、低価格で質の良い米の生産・流通に貢献することが期待される。

表21 「ちほみのり」の押し倒し抵抗調査成績

品種名	出穂期 (月日)	抵抗値 (kg)	穂数 (本)	1穂当たり抵抗値 (g/本)
ちほみのり	8.06	1.21	24.5	49
あきたこまち	8.07	1.11	22.7	49
まっしぐら	8.06	1.23	24.5	50
べこげんき	8.04	1.64	12.9	127

注. 表面条播による直播栽培、2012年の値。  
出穂後約2週間後に、デジタルフォースゲージを高さ20cmの茎部分に当て、45°に押し倒した時の抵抗値（最大値）を測定。

表22 「ちほみのり」の配付先試験一覧

試験名	試験地	有望度	収量比 (%)		出穂差 (日)	穂数比 (%)	有望度	収量比 (%)		出穂差 (日)	穂数比 (%)	対照品種名			
			少肥	標肥				少肥	標肥						
試験年次			2009年				2010年				2011年				
系適	青森	青森	×	106	-2	126						つがるロマン			
		青藤坂	△	92	0	102	○△	101	2	114	△	106	2	119	まっしぐら
	秋田	秋田					△	101	0	116					たかねみのり
試験年次			2012年				2013年				2014年				
奨決および現地試験	岩手	岩手	×	97	0	116								あきたこまち	
		古川	△	95	-1	108	△	116	-5	111	×	110	-4	106	やまのしずく
	宮城	古川						126	-5	97		108	108	やまのしずく	
		古川*										124*	-7*	95*	ひとめぼれ*
	秋田	秋田	△	105	-3	112									あきたこまち
		大潟**		152**	-3**	126**		113**	-3**	-		107**	-	126**	あきたこまち**
	山形	庄内	△	102	0	101									はなの舞
	福島	福島	△	102	-1	111	△×	112	-3	120					あきたこまち
	茨城	竜ヶ崎					○△	100	-2	104	△	102	-4	109	あきたこまち
	千葉	北総					×	110	0	117					ふさおとめ
	山梨	山岳麓									○△	99	-4	98	ひとめぼれ
	香川	香川									△	114	-4	106	はえぬき
高知	高知					△	91	0	105	△×	101	0	110	あきたこまち	
宮崎	宮崎	○△	112	-4	94	△	101	-4	93	○△	108	-4	101	コシヒカリ	

注. 系適：系統適応性試験、奨決：奨励品種決定基本調査、青森：地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所、青藤坂：地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部、秋田：秋田県農業試験場、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、庄内：山形県農業総合研究センター水田農業試験場、福島：福島県農業総合センター、竜ヶ崎：茨城県農業総合センター農業研究所水田利用研究室、北総：千葉県農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所水田利用研究室、山岳麓：山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター岳麓試験地、香川：香川県農業試験場、高知：高知県農業技術センター、宮崎：宮崎県総合農業試験場  
竜ヶ崎、北総、高知、宮崎は早期栽培、山岳麓、香川は普通期栽培の結果。  
\*：湛水直播栽培。\*\*：現地移植試験（出穂差は観察による推測値）。  
有望度は、◎：有望、○：やや有望、×：試験打ち切り。収量比は、各試験地の対照品種に対する玄米重比。出穂差は、各試験地の対照品種に対する差。「ちほみのり」の出穂が早い場合にマイナス。

表23 「ちほみのり」の育成従事者

年次・世代	2005		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	備考
	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2-3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	
太田 久稔							○				現在員
							4月				
山口 誠之							○				現 作物研
							3月				
福嶋 陽							○				現在員
							4月				
梶 亮太					○						現 北農研 (2014年3月まで)
					4月						
津田 直人									○		現在員
									4月		
中込 弘二									○		現 近中四農研
									3月		
片岡 知守					○						現 九沖農研
					3月						
遠藤 貴司					○						現 古川農試
					3月						

## 引用文献

- 1) 福嶋 陽, 太田久稔, 梶 亮太, 津田直人, 中込弘二, 山口誠之, 片岡知守, 遠藤貴司. 2015. 東北地域の稲発酵粗飼料の生産に適した水稲品種「べこげんき」の育成. 東北農研研報 117: 1-13.
- 2) 片岡知守, 山口誠之, 遠藤貴司, 中込弘二, 滝田 正, 横上晴郁, 加藤 浩. 2007. 直播適性が高い良食味水稲品種「萌えみのり」の育成. 東北農研研報 107: 15-28.
- 3) 小針美和. 2014. 業務用米の動向について－増加する需要と求められる産地対応－. 農中総研調査と情報 44: 4-5.

## 東北地域における水稻高温登熟耐性基準品種の選定

梶 亮太<sup>\*2)</sup>・太田 久稔<sup>\*1)</sup>・福嶋 陽<sup>\*1)</sup>・津田 直人<sup>\*1)</sup>  
 森山 茂治<sup>\*3)</sup>・今 智穂美<sup>\*4)</sup>・遠藤 貴司<sup>\*5)</sup>・中込 佑介<sup>\*5)</sup>  
 佐藤 浩子<sup>\*5)</sup>・川本 朋彦<sup>\*6)</sup>・加藤 和直<sup>\*6)</sup>・後藤 元<sup>\*7)</sup>  
 阿部 洋平<sup>\*8)</sup>・佐藤 弘一<sup>\*9)</sup>・佐々木園子<sup>\*9)</sup>・吉田 直史<sup>\*10)</sup>  
 大寺 真史<sup>\*9)</sup>

**抄 録**：東北地域向けの水稻高温登熟耐性基準品種を選定するために、6 試験地において水稻24品種系統をガラス温室で栽培し、穀粒判別器で玄米の整粒歩合および白未熟粒歩合を測定した。2011～2013年の3年間の試験結果から、“かなり早”熟期では、「ふ系227号」を“やや強”、「むつほまれ」を“中”、「駒の舞」を“弱”、“早”熟期では、「ふさおとめ」を“強”、「里のうた」「こころまち」を“やや強”、「あきたこまち」を“中”、「初星」を“弱”、“中”熟期では、「みねはるか」を“やや強”、「ひとめぼれ」「はえぬき」を“中”、「ササニシキ」を“弱”、“晩”熟期では、「笑みの絆」を“強”、「つや姫」を“やや強”、「コシヒカリ」を“中”の基準品種に選定した。

**キーワード**：水稻、東北地域、高温登熟耐性、基準品種

**Selection of Standard Rice Varieties for Evaluating Grain Quality under High Temperature during Ripening Stage for Tohoku Region** : Ryota KAJI<sup>\*2)</sup>, Hisatoshi OHTA<sup>\*1)</sup>, Akira FUKUSHIMA<sup>\*1)</sup>, Naoto TSUDA<sup>\*1)</sup>, Shigeharu MORIYAMA<sup>\*3)</sup>, Chihomi KON<sup>\*4)</sup>, Takashi ENDO<sup>\*5)</sup>, Yuusuke NAKAGOMI<sup>\*5)</sup>, Hiroko SATO<sup>\*5)</sup>, Tomohiko KAWAMOTO<sup>\*6)</sup>, Kazunao KATO<sup>\*6)</sup>, Hajime GOTO<sup>\*7)</sup>, Yohei ABE<sup>\*8)</sup>, Hiroichi SATO<sup>\*9)</sup>, Sonoko SASAKI<sup>\*9)</sup>, Naofumi YOSHIDA<sup>\*10)</sup> and Masafumi OTERA<sup>\*9)</sup>

**Abstract** : We selected standard rice varieties for evaluating grain quality under high temperature during ripening stage for Tohoku region. Twenty-four varieties were cultivated in greenhouses at 6 breeding stations for 3 years from 2011 to 2013. Judging from the percentage of normal grains and chalky grains, the following standard varieties were selected. In the very-early heading group, Fukei-227 was selected as moderately tolerant to high temperatures, Mutsuhomare as average in its response (neither tolerant nor sensitive), and Komanomai as sensitive. In the early heading group, Fusaotome was selected as tolerant, Satonouta and Kokoromachi, as moderately tolerant, Akitakomachi as average, and Hatsuboshi for moderately sensitive. In the medium-term heading group, Mineharuka was

- 
- \* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Daisen, Akita 014-0102, Japan)
  - \* 2) 現・農研機構北海道農業研究センター (NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)
  - \* 3) 青森県産業技術センター農林総合研究所 (Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, Agriculture Research Institute, Towada, Aomori 034-0041, Japan)
  - \* 4) 現・青森県産業技術センター野菜研究所 (Aomori Pref. Industrial Technology Research Center, Vegetable Research Institute, Rokunohe, Aomori 033-0071, Japan)
  - \* 5) 宮城県古川農業試験場 (Miyagi Pref. Furukawa Agricultural Experiment Station, Osaki, Miyagi 989-6227, Japan)
  - \* 6) 秋田県農業試験場 (Akita Agricultural Experiment Station, Akita, Akita 010-1231, Japan)
  - \* 7) 現・山形県農業総合研究センター (Yamagata Integrated Agricultural Research Center, Yamagata, Yamagata 990-2372, Japan)
  - \* 8) 山形県農業総合研究センター水田農業試験場 (Rice Breeding and Crop Science Experiment Station of Yamagata Integrated Agricultural Research Centre, Tsuruoka, Yamagata 999-7601, Japan)
  - \* 9) 福島県農業総合センター (Fukushima Agricultural Technology Centre, Koriyama, Fukushima 963-0531, Japan)
  - \* 10) 現・福島県農業総合センター会津地域研究所 (Aizu Reserch Centre, Fukushima Agricultural Technology Centre, Aizubange, Fukushima 969-6506, Japan)

2015年11月5日受付、2016年2月8日受理

selected as moderately tolerant, Hitomebore and Haenuki as average, and Sasanishiki as sensitive. In the late-heading group, Eminokizuna was selected as tolerant, Tsuyahime as moderately tolerant, and Koshihikari as average.

**Key Words** : *Oryza sativa* L., grain quality, high temperature during ripening stage, standard varieties

## I 緒 言

水稻の玄米は、登熟期間の気温が高温条件（以下、高温登熟とする）になると、背白、基白等の白未熟粒が多く発生し、品質が低下することが知られている（長戸ら 1965、森田 2008）。高温登熟による玄米の品質低下は、主に西日本、北陸地域等で問題となってきたが、近年では東北地域においても、高温登熟による水稻の外観品質の低下が発生している。全国的に高温年となった2010年は、岩手県を除く東北各県で1等米比率は70～75%となり、過去10年の平均87%を大きく下回った（白土ら 2012）。このような状況の中で、東北地域に適した高温登熟耐性の強い水稻品種の育成が求められている。以前より高温登熟による品質低下が問題となっている地域では、高温登熟耐性の基準品種が選定され、高温登熟耐性品種育成に活用されている（飯田ら 2002、若松ら 2005、石崎 2006、伊藤ら 2012）。一方、東北地域では、青森県で高温登熟耐性の基準品種を選定しているが（神田ら 2005、神田ら 2007）、東北地域全体に対応した基準品種はこれまで無く、各育成地が他地域で選定された基準品種を参考にして高温登熟耐性を判定していた。今後、東北地域における高温登熟耐性品種の育成を効率的に推進するためには、地域で共通の基準品種を設けて、品種系統の高温登熟耐性についての情報を共有していくことが重要である。そこで、東北地域の6箇所の試験地で3年間、高温登熟耐性検定の連絡試験を行い、新たに東北地域向けの高温登熟耐性基準品種を選定したので報告する。

本研究の遂行にあたり、青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部の農場員、宮城県古川農業試験場の農場業務職員ならびに非常勤職員、秋田県農業試験場総務管理室管理班の班長ならびに技能技師および育種担当の非常勤職員、山形県農業総合研究センター水田農業試験場の現場業務を担当した

各位、福島県農業総合センター事務部農場管理課農場管理員、東北農業研究センター業務第3科の技術専門職員ならびに非常勤職員、稲育種担当の非常勤職員各位には、供試材料の栽培管理、施設管理、試料の調製・調査等で尽力していただいた。ここに心から厚く御礼申し上げる。

## II 材料と方法

### 1. 供試材料および試験地

高温登熟耐性検定試験は、2011年から2013年の3年間、熟期別に合計24品種系統を供試して行った。試験地は、東北農業研究センター（秋田県大仙市）、青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部（青森県十和田市）、宮城県古川農業試験場（宮城県大崎市）、秋田県農業試験場（秋田県秋田市）、山形県農業総合研究センター水田農業試験場（山形県鶴岡市）、福島県農業総合センター（福島県郡山市）の6箇所で、各試験地の供試材料は表1に示したとおりである。本試験では、“かなり早”熟期（むつほまれ級）、“早”熟期（あきたこまち級）、“中”熟期（ひとめぼれ級）、“晩”熟期（コシヒカリ級）の、それぞれの熟期ごとに基準品種を選定することを目的とした。なお、「かけはし」は“極早”熟期に属するが、本試験では“かなり早”熟期の品種と比較検討を行った。

### 2. 高温登熟耐性検定方法

高温登熟耐性の検定にはガラス温室を利用した高温処理法を用いた。玄米の整粒歩合、白未熟粒歩合は、穀粒判別器で調査した。白未熟粒歩合は、坂井ら（2015）の方法に従って、乳白粒、腹白粒、基部未熟粒の発生歩合の合計とした。なお、穀粒判別器の腹白粒には、高温条件下で多発する背白粒が含まれるとみなした。また、試験地ごとに高温登熟耐性を「極強」～「極弱」の7段階で判定した。高温登熟耐性の判定は、各試験地の従来の判定基準に従って行った。各試験地での移植日、施肥条件、加温の



有無、穀粒判別器の機種を表2に示した。高温登熟耐性の判定基準は表3、判定時の基準品種は表4に示したとおりである。

### Ⅲ 結 果

#### 1. 出穂期および登熟気温

各試験地における供試材料の出穂期および登熟気

表1 供試材料一覧

熟期	試験地 品種系統名	藤坂			古川			秋田		山形			福島		東北農研		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2013	2011	2012	2013
かなり早	ふ系227号	-	-	○	-	-	○	-	○	-	-	-	-	○	-	-	○
	かけはし	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-
	むつほまれ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○
	駒の舞	○	○	○	-	-	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○
早	ふさおとめ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	里のうた	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	てんたかく	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○
	こころまち	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	越路早生	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	○
	ハナエチゼン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
	あきたこまち	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	やまのしずく	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○
	初星	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	中	みねはるか	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-
ひとめぼれ		-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
まなむすめ		-	-	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	○
はえぬき		-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
トヨニシキ		-	-	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	○
おきにいり		-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	○	○	○	-	○
ササニシキ		-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
晩	笑みの絆	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	○
	つや姫	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
	コシヒカリ	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
	キヌヒカリ	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○

注) 「○」は高温登熟耐性試験に供試、「-」は高温登熟耐性試験に供試していない。「かけはし」は“極早”熟期だが、“かなり早”熟期の品種と比較検討した。2012年の福島および東北農研の中～晩熟期は、ガラス温室が極端な高温になったため欠測とした。

表2 各試験地の高温登熟耐性検定試験方法

		藤坂	古川	秋田	山形	福島	東北農研
2011年	移植日	5月25日	6月13日	-	5月2日	5月30日	5月26日
	窒素施肥量(kg/10a)	6月8日(かけはし) 基肥8.0+追肥4.0	基肥20.0	-	基肥10.0	無施用	基肥8.0
	加温	25℃以下で加温	夜間加温	-	なし	なし	なし
2012年	移植日	5月24日	6月18日	5月24日	5月8日	5月29日	5月22日
	窒素施肥量(kg/10a)	6月1日(かけはし) 基肥8.0追肥4.0	基肥20.0	基肥12.0	基肥5.0	無施用	基肥8.0
	加温	25℃以下で加温	夜間加温	温水灌漑	温水灌漑	温水灌漑	なし
2013年	移植日	5月30日	6月21日	5月23日	5月7日	5月17日	5月30日
	窒素施肥量(kg/10a)	6月10日(かけはし) 基肥8.0追肥4.0	基肥10.5	基肥7.0	基肥5.0	基肥6.0	基肥8.0
	加温	25℃以下で加温	夜間加温	温水灌漑	温水灌漑+25℃ 以下で加温	温水灌漑	なし
穀粒判別器		サタケ RGQI20A	サタケ RGQI10A	サタケ RGQI20A	Kett RN-300	サタケ RGQI20A	サタケ RGQI10A

表3 各試験地の高温登熟耐性の判定基準

藤坂	達観評価の白未熟粒発生程度（乳白、腹白、背白、基白、心白を1(無)～9(甚)で評価した合計）。 達観評価と穀粒判別器の判定から総合判定。
古川	達観評価) 乳白、背白、基白（発生程度を1(無)～9(甚)で評価）。 穀粒判別器) 白未熟歩合（2011年は白死米、2013年は白死米+その他未熟米を含む）、整粒歩合。
秋田	穀粒判別器で測定した白未熟粒歩合（死米含む）。白未熟粒歩合が同程度で整粒歩合が異なる場合は、整粒歩合も考慮に入れ微調整。
山形	穀粒判別器の白未熟粒歩合（心白粒含む）。
福島	穀粒判別器の白未熟粒歩合。整粒歩合10%以下の品種は評価を1ランク落とす。
東北農研	達観評価の白未熟粒歩合（背白（基白を含む）と乳白を0(無)～9(甚)で評価した合計値）。

表4 各試験地の高温登熟耐性検定の基準品種

	強	強～やや強	やや強	やや強～中	中	中～やや弱	やや弱	弱	備考
藤坂	こころまち							駒の舞	県で選定した基準品種。
古川	ふさおとめ てんたかく (ふ系227号) (笑みの絆)	越路早生 (みねはるか)	ハナエチゼン (越路早生) (つや姫)	はえぬき (こころまち)	むつほまれ あきたこまち ひとめぼれ (やまのしずく) (まなむすめ)	(はえぬき)	ミネアサヒ コシヒカリ (トヨニシキ) (ササニシキ)	初星	県で選定した基準品種。 ( )内は、2013年のみ供試、または2013年にランクを変更した品種。
秋田	ふさおとめ てんたかく 越路早生		ハナエチゼン まなむすめ		むつほまれ あきたこまち ひとめぼれ コシヒカリ		はえぬき キヌヒカリ	初星	北陸、鹿児島 の基準品種を参考にした。
山形	里のうた		はえぬき つや姫		あきたこまち こころまち ひとめぼれ コシヒカリ		むつほまれ	駒の舞 新潟早生 ササニシキ	県で選定した基準品種 (後藤ら 2012)。
福島	ふさおとめ てんたかく 越路早生		ハナエチゼン まなむすめ こころまち		むつほまれ あきたこまち コシヒカリ	ひとめぼれ	はえぬき キヌヒカリ	初星	北陸、茨城(飯田ら 2002)、 鹿児島 の基準品種を参考にした。
東北農研	ふさおとめ てんたかく 越路早生		ハナエチゼン まなむすめ		むつほまれ あきたこまち ひとめぼれ コシヒカリ		はえぬき キヌヒカリ	初星	北陸、鹿児島 の基準品種を参考にした。

温（出穂後20日間の平均気温）を表5に示した。供試材料の出穂期の順序は、各試験地で同じ傾向を示し、試験材料の熟期区分に問題はないと考えられた。

ただし、「かけはし」は、晩植をした藤坂以外の試験地では出穂期が「かなり早」熟期の供試材料よりも5日以上早く、同熟期としての比較は困難であると思われた。

登熟気温は、全試験の平均で、いずれの供試材料も28～30℃の範囲におさまっていた。また、各試験地の登熟気温の平均は、27.8～29.6℃であった。このことから、異なる試験地・年次の試験結果を平均して、高温登熟耐性の基準品種の選定を行うことが可能であると判断した。

## 2. 高温登熟耐性検定結果

供試材料の高温登熟耐性検定の結果を表6に示した。

「かなり早」熟期では、「かけはし」と「むつほまれ」は、整粒歩合、白未熟粒歩合のいずれも同程度で、「駒の舞」は整粒歩合が低く、白未熟粒歩合が高かった。「ふ系227号」は、2013年のみの供試であったが、同熟期の品種と比較して整粒歩合が高く、白未熟粒歩合が低かった。

「早」熟期では、「ふさおとめ」「里のうた」「こころまち」「越路早生」は、全試験の平均で整粒歩合が40%以上、白未熟粒歩合30%以下だった。「ハナエチゼン」「てんたかく」「あきたこまち」「やま

表5 供試材料の出穂期および登熟気温

熟期	品種系統名	藤坂		古川		秋田		山形		福島		東北農研		全試験平均	
		出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温	出穂期	登熟気温
かなり早	ふ系227号	8/3	28.6	8/19	27.7	8/3	27.7	-	-	7/27	27.3	8/1	28.9	8/4	28.0
	かけはし	8/1	28.2	-	-	7/26	29.4	-	-	-	-	7/22	29.8	7/27	29.1
	むつほまれ	8/2	28.4	8/12	29.1	7/31	28.1	7/25	29.8	-	-	7/30	29.9	8/1	29.1
	駒の舞	8/2	28.3	-	-	7/31	28.0	7/24	29.7	-	-	7/29	29.8	7/29	29.0
早	ふさおとめ	8/7	28.1	8/15	29.0	8/5	27.8	7/30	29.4	8/1	28.5	8/2	30.1	8/5	28.9
	里のうた	-	-	-	-	8/5	27.8	7/31	29.3	8/1	28.5	8/2	30.1	8/1	29.1
	てんたかく	8/4	28.5	8/17	28.9	8/7	27.8	8/1	29.2	8/2	28.6	8/6	28.8	8/6	28.7
	こころまち	8/4	28.4	8/16	29.0	8/4	27.9	7/28	29.5	7/30	28.1	7/31	29.9	8/4	28.9
	越路早生	8/6	28.3	8/16	29.0	8/6	27.8	7/31	29.5	7/30	27.9	8/2	28.8	8/6	28.7
	ハナエチゼン	8/4	28.4	8/14	29.1	8/4	27.9	7/29	29.6	7/29	28.3	8/3	29.3	8/4	28.8
	あきたこまち	8/7	28.0	8/17	28.9	8/6	27.8	8/1	29.3	8/2	28.4	8/1	29.6	8/6	28.7
	やまのしずく	8/5	28.4	8/15	29.0	8/5	27.8	7/27	30.1	8/1	28.6	8/1	30.1	8/4	29.0
	初星	8/8	27.7	8/18	28.9	8/8	27.8	8/3	29.3	8/5	28.6	8/5	29.4	8/8	28.7
	平均	-	28.3	-	28.8	-	27.8	-	29.6	-	28.4	-	29.2	-	28.7
中	みねはるか	-	-	8/25	28.6	8/15	27.7	8/6	30.2	8/8	28.5	8/10	28.9	8/13	28.8
	ひとめぼれ	-	-	8/23	28.5	8/13	27.7	8/6	29.2	8/7	28.5	8/9	28.9	8/12	28.6
	まなむすめ	-	-	8/22	28.6	8/8	27.7	8/2	30.3	8/5	28.6	8/6	29.6	8/10	28.9
	はえぬき	-	-	8/20	28.7	8/12	27.9	8/6	29.3	8/9	28.4	8/9	29.0	8/11	28.7
	トヨニシキ	-	-	8/19	28.9	8/9	27.8	8/2	30.3	8/5	28.6	8/5	30.1	8/9	29.1
	おきにいり	-	-	-	-	8/9	27.9	-	-	8/4	28.7	8/6	29.9	8/6	28.8
	ササニシキ	-	-	8/19	28.8	8/10	28.0	8/3	29.4	8/4	28.7	8/8	29.2	8/9	28.9
晩	笑みの絆	-	-	8/26	28.5	8/19	27.0	8/14	30.6	8/10	28.3	8/14	28.2	8/17	28.5
	つや姫	-	-	8/24	28.5	8/18	27.2	8/12	29.2	8/10	28.3	8/16	27.9	8/16	28.3
	コシヒカリ	-	-	8/24	28.5	8/16	27.5	8/11	29.2	8/11	28.2	8/17	27.8	8/16	28.4
	キヌヒカリ	-	-	-	-	8/17	27.4	8/13	29.2	8/10	28.2	8/14	28.1	8/14	28.3

注) 登熟気温は、ガラス温室内の出穂後20日間の日平均気温を平均した値(℃)。「かけはし」は“極早”熟期だが、“かなり早”熟期の品種と比較検討した。出穂期、登熟気温ともに各育成地の供試年の平均値。

のしずく」は整粒歩合が30%台で、白未熟粒歩合も上述の品種よりも高かった。「初星」は、整粒歩合が29.7%で同熟期の品種よりも明らかに低かった。

“中”熟期では、「まなむすめ」「みねはるか」「ひとめぼれ」が整粒歩合45%程度であったが、白未熟粒歩合は、「みねはるか」が低く、次いで「ひとめぼれ」「まなむすめ」の順となった。「はえぬき」は、整粒歩合は36.3%でやや低く、白未熟粒歩合は31.4%で「まなむすめ」と同程度であった。「トヨニシキ」「ササニシキ」は、整粒歩合がそれぞれ31.1%、28.3%と低く、未熟粒歩合は35%程度で同熟期の中では高かった。「おきにいり」は整粒歩合が低く、試験による変動が大きかった。

“晩”熟期では、「笑みの絆」の整粒歩合が51.5%と高く、「つや姫」と「コシヒカリ」が同程度であった。白未熟粒歩合は、「笑みの絆」が17.0%と低く、「つや姫」は「コシヒカリ」よりも白未熟粒歩合が低かった。「キヌヒカリ」は、整粒歩合がやや低く、白

未熟粒歩合の、試験による変動が大きかった。

以上の整粒歩合と白未熟粒歩合の結果に加えて、全試験の判定結果の平均を考慮して、熟期ごとに合計15品種系統を東北地域向けの高登熟耐性基準品種として選定した(表7)。基準品種のランクは、「強」～「弱」の5段階とした。選定にあたっては、各ランクの基準品種は2つまでとし、可能な限り、東北地域で作付けされている品種を選定するようにした。

“かなり早”熟期では、「ふ系227号」を“やや強”、「むつほまれ」を“中”、「駒の舞」を“弱”、“早”熟期では、「ふさおとめ」を“強”、「里のうた」「こころまち」を“やや強”、「あきたこまち」を“中”、「初星」を“弱”、“中”熟期では、「みねはるか」を“やや強”、「ひとめぼれ」「はえぬき」を“中”、「ササニシキ」を“弱”、“晩”熟期では、「笑みの絆」を“強”、「つや姫」を“やや強”、「コシヒカリ」を“中”の基準品種とした。

表6 供試材料の高温登熟耐性検定結果

熟期	品種系統名	試験 点数	整粒率 (%)			白未熟粒率 (%)			判定(2(極強)~8(極弱))		
			全試験 平均	標準 偏差	変動 係数	全試験 平均	標準 偏差	変動 係数	全試験 平均	標準 偏差	変動 係数
かなり 早	ふ系227号	5	51.1 a	10.1	19.9	31.6 a	11.3	35.8	4.0	0.6	15.8
	かけはし	5	22.4 b	14.9	66.6	45.3 a	13.9	30.6	5.0	1.4	28.3
	むつほまれ	14	22.8 b	13.1	57.6	44.8 a	19.9	44.5	5.5	0.6	11.4
	駒の舞	11	15.6 b	12.6	80.8	49.5 a	18.7	37.9	6.9	0.3	4.2
早	ふさおとめ	16	48.5 a	18.2	37.4	27.2 a	18.7	68.7	3.2	0.8	25.3
	里のうた	10	46.0 a	20.7	44.9	21.9 a	17.4	79.7	3.7	0.9	24.3
	てんたかく	14	39.9 a	16.7	42.0	30.4 a	17.9	59.0	4.1	1.2	28.6
	こころまち	16	42.4 a	20.4	48.2	29.9 a	20.2	67.5	4.3	1.4	32.5
	越路早生	14	42.3 a	16.9	39.9	29.5 a	13.7	46.4	4.4	0.8	19.3
	ハナエチゼン	15	36.4 a	18.4	50.4	35.1 a	19.8	56.4	4.4	1.2	27.3
	あきたこまち	16	37.9 a	19.6	51.6	33.1 a	18.9	57.0	4.5	1.1	23.9
	やまのしずく	15	33.0 a	21.6	65.6	43.2 a	18.2	42.1	5.1	1.1	21.2
	初星	16	29.7 a	17.5	58.9	39.6 a	17.2	43.5	6.5	0.9	14.4
中	みねはるか	10	45.7 a	16.7	36.6	17.3 a	10.7	61.5	3.3	0.6	19.4
	ひとめぼれ	12	45.4 a	15.1	33.2	26.1 ab	14.4	55.1	4.3	0.6	14.0
	まなむすめ	11	43.3 a	18.8	43.6	32.4 ab	17.0	52.7	4.7	1.0	20.4
	はえぬき	12	36.3 a	14.4	39.7	31.4 ab	13.0	41.5	5.2	0.6	10.7
	トヨニシキ	11	31.1 a	20.2	64.9	36.6 ab	17.5	47.8	5.7	1.3	22.4
	おきにいり	6	27.6 a	20.4	74.0	48.2 b	15.0	31.2	6.5	0.5	7.7
	ササニシキ	12	26.9 a	17.1	63.5	36.8 ab	16.8	45.7	6.3	1.0	16.2
晩	笑みの絆	10	51.5 a	22.3	43.4	17.0 a	11.7	68.7	3.1	0.7	22.6
	つや姫	12	41.7 a	20.5	49.2	22.7 a	13.7	60.1	4.3	0.7	17.2
	コシヒカリ	12	42.9 a	21.8	50.7	28.5 a	19.1	66.9	5.0	0.8	16.3
	キヌヒカリ	8	45.6 a	25.8	56.5	23.4 a	20.5	88.0	4.9	1.2	23.9

注) 整粒率、白未熟粒率を逆正弦変換して多重比較を行った。同一のアルファベットを付した品種系統間では5%水準で有意差無し (Tukey-Kramer 法)。「かけはし」は“極早”熟期だが、“かなり早”熟期の品種と比較検討した。

表7 東北地域高温登熟耐性基準品種

熟期	強	やや強	中	やや弱	弱
かなり早	むつほまれ級	ふ系227号	むつほまれ		駒の舞
早	あきたこまち級	ふさおとめ	里のうた こころまち	あきたこまち	初星
中	ひとめぼれ級		みねはるか	ひとめぼれ はえぬき	ササニシキ
晩	コシヒカリ級	笑みの絆	つや姫	コシヒカリ	

#### IV 考 察

ほとんどの供試材料の登熟気温は、いずれの試験地でも27℃以上であった。水稻の玄米は、出穂後20日間の平均気温が27~28℃以上の高温条件で、白未熟粒が多発することが報告されている (寺島ら 1999、若松ら 2007)。このことから、供試材料は、高温登熟耐性の検定に十分な気温で登熟したものと考えられる。

他地域の基準品種と比較してみると、“早”熟期では、“強”の基準品種とした「ふさおとめ」は、愛知県では“やや強”、新潟県、鹿児島県では“強”と判定されている。“中”の基準品種とした「あきたこまち」は、愛知県で“中”と判定され、“弱”の基準品種とした「初星」は、愛知県、鹿児島県で“弱”と判定されている。また、“中”熟期の“中”の基準品種とした「ひとめぼれ」は、新潟県、鹿児島県で“中”と判定されている。晩生の“中”の基準

品種とした「コシヒカリ」は、愛知県では“やや弱”、鹿児島県では“中”の基準品種である。これらの基準品種のランクの比較から、東北地域の高温登熟耐性の基準品種は、他地域の基準品種と概ね同じランクに位置づけられていると考えられる。残された問題点としては、いずれの熟期も、基準品種が埋まっていないランクがある点が挙げられる。今後、育成される品種や他地域の品種等を供試して、引き続き基準品種の追加を検討していく必要がある。

### 引用文献

- 1) 飯田幸彦, 横田国夫, 桐原俊明, 須賀立夫. 2012. 温室と高温年の圃場で栽培した水稲における玄米品質低下程度の比較. 日作紀 71: 174-177.
- 2) 石崎和彦. 2006. 水稲の高温登熟性に関する検定方法の評価と基準品種の選定. 日作紀 75: 502-506.
- 3) 伊藤 晃, 船生岳人, 城田雅毅, 加藤 満, 杉浦和彦, 中村 充, 加藤恭宏. 2012. 愛知県における極早生熟期の水稲高温耐性基準品種の選定. 愛知農総試研報 44: 45-51.
- 4) 神田伸一郎, 須藤 充. 2005. 青森県中生熟期水稲におけるガラス温室を利用した高温登熟性検定法の確立. 東北農業研究 58: 7-8.
- 5) 神田伸一郎, 清野貴将, 須藤 充. 2007. 青森県における水稲高温登熟性の早生・中生同時検定法と基準品種の選定. 東北農業研究 60: 9-10.
- 6) 後藤 元, 早坂 剛, 佐野智義, 柴田康志, 齋藤 寛, 阿部洋平, 中場 勝. 2012. 山形県におけるビニルハウスを利用した高温耐性検定法の検討と基準品種の選定. 東北農業研究 65: 7-8.
- 7) 森田 敏. 2008. イネの高温登熟障害の克服に向けて. 日作紀 77: 1-12.
- 8) 長戸一雄, 江幡守衛. 1965. 登熟期の高温が穎花の発育ならびに米質に及ぼす影響. 日作紀 34: 59-66.
- 9) 坂井 真, 田村克徳, 森田 敏, 片岡知守, 田村泰章. 2015. 早植えと遮光フィルム被覆処理を併用したイネの高温寡照耐性の評価法の開発. 育種学研究 17: 105-114.
- 10) 白土宏之, 清藤文仁, 市田忠夫, 木村利行, 石岡将樹, 菅原浩視, 吉田 宏, 浅野真澄, 菅野博英, 佐藤一良, 松本眞一, 佐藤雄幸, 三浦恒子, 金 和裕, 結城和博, 早坂 剛, 本間猛俊, 今田孝弘, 藤田智博, 神田英司, 大平陽一, 山口弘道. 2012. 東北地域における2010年産米の品質低下要因と対策技術. 東北農研研報 114: 67-117.
- 11) 若松謙一, 田之頭拓, 小牧有三, 東 孝行. 2005. 暖地における水稲登熟期間の高温が玄米品質に及ぼす影響と品種間差異. 日作九支報 71: 6-9.
- 12) 若松謙一, 佐々木修, 上藪一郎, 田中明男. 2007. 暖地水稲の登熟気温の高温が玄米品質に及ぼす影響. 日作紀 76: 71-78.



## 水稲の育苗箱全量施肥における培土と施肥位置が 育苗箱内の水分環境に与える影響

高橋 智紀<sup>\*1)</sup>・西田 瑞彦<sup>\*1)</sup>・吉田 光二<sup>\*2)</sup>

**抄 録**：水稲の疎植栽培の普及などにより、育苗箱全量施肥を行う際、育苗箱への肥料の多量施用が必要となる機会が増えている。肥料の多量施用は育苗箱中の保水性や苗の生育に影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では多量施用を行った場合の育苗時の乾燥ストレスの可能性について検討を行った。施用量は0, 600, 1200g/箱とし、培土の種類、施肥位置（混合、層状施肥、箱底施肥）をかえ、無加温育苗での農業フィルムの被覆期間と灌水開始以降の水分環境について検討した。被覆期間においては表面から5mmの土壌の水分と出芽率の間に有意な正の相関がみられ、最大容水量が大きい培土、または箱底施肥で表層土壌の含水比が高まり、出芽率が高くなった。被覆除去後においては育苗箱の保水性と苗の乾物重に有意な相関は見られたが、決定係数は小さかった ( $r^2=0.13$ )。以上から被覆期間において出芽率が低下するリスクを第一に考える必要があり、これを防ぐためには最大容水量の大きな培土を選ぶこと、箱底に施肥することが効果的だと結論した。

**キーワード**：水稲、育苗、育苗箱全量施肥、乾燥ストレス、培土、肥効調節型肥料、土壌物理

**Effects of One-shot Application of Controlled-release Fertilizer According to Water Characteristics in a Nursery Box for Rice** : Tomoki TAKAHASHI<sup>\*1)</sup>, Mizuhiko NISHIDA<sup>\*1)</sup> and Koji YOSHIDA<sup>\*2)</sup>

**Abstract** : One-shot application of controlled release fertilizer in a nursery box is an advantageous technique to decrease the labor cost of rice production. However, heavy application of fertilizer is considered to cause drought stress because the water-holding capacity of the nursery box decreases. The objective of this study was to elucidate the possibility of drought injury of rice seedlings in a nursery box with heavy, one-shot application of controlled-release fertilizer. We examine the drought stress for three fertilizer application levels (0, 600, 1200 g/box), nine types of potting soils, two periods (a covered period for retaining heat by plastic film in the initial stage of seedlings and the subsequent uncovered period with daily watering), and three methods of seeding (seeding on a mixture of soil and fertilizer and covering with soil; adding potting soil first, applying fertilizer on the potting soil, seeding on the fertilizer, then covering with soil; and putting down fertilizer first, applying potting soil on top, seeding on the potting soil, then covering with soil). In the covered period, the water content of the surface soil had a high correlation with ratio of standing. Using high-water-holding-capacity potting soil and seeding on soil but not on fertilizer increased the water content of covered soil and the standing ratio. In the uncovered period, the water content of nursery boxes had a significant correlation with the dry matter of seedlings, but the coefficient of determination was small ( $r^2=0.13$ ). We concluded that the most critical period for the risk of drought stress is the covered period, and that the selection of potting soil with a high water-holding capacity and the application of seeds on soil rather than fertilizer are important techniques to avoid drought injury.

**Key Words** : Paddy Rice, Raising seedlings, Single application of fertilizer in nursery box, Water stress, Potting soil, Controlled-release fertilizer, Soil physics

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Daisen, Akita 014-0102, Japan)

\* 2) ジェイカムアグリ東北支店 (JCAM AGRIC. CO., LTD. Sendai, Miyagi 980-0811, Japan)

2015年11月1日受付、2016年2月16日受理

## I 緒 言

近年普及が進んでいる水稲の育苗箱全量施肥技術は育苗箱内に一作期間に必要な窒素肥料を施用し、追肥作業の省力化を図るものである(吉田・上野 2014)。通常の移植体系では10aあたりの育苗箱数は25枚程度であり、6kgN/10aの施肥を仮定すると育苗箱に施用する肥料の量は約600g/箱となる(吉田・上野 2014)。これに対し生産現場では、省力化のために必要育苗箱数を12枚/10a程度にまで減らす疎植栽培が提案されており、これに対応する場合は1200g/箱程度の肥料を育苗箱に施用する必要がある。しかし多量施用が苗の生育に与える影響は十分に検討されていない(坂東 2009)。

肥料の多量施用で懸念されることとして育苗箱の保水性の低下や、ルートマットの発達が弱まり肥料がばらけることが挙げられる(坂東 2009)。保水性やルートマットの発達程度は肥料の施用量だけではなく、培土の種類や肥料の施用方法にも影響される。現在育苗箱全量施肥において一般的な施肥方法は3種類ある(吉田・上野 2014)。1つめは培土と肥料を混合して育苗箱に入れる「混合施肥」、2つめは最初に育苗箱に培土を入れ、次に肥料を施用し、その上に播種と覆土を行う「層状施肥」、3つめは最初に育苗箱に肥料を入れ、次に培土を入れ、その上に播種と覆土を行う「箱底施肥」である。多量施用が保水性やルートマットの発達程度に与える影響を検討する際には、こうした施用方法の違いや培土の物理性についても考慮する必要があると考えられる。

保水性を検討する上でもう1つ重要なのは、育苗工程との関連である。東北地域で一般的な無加温育苗では播種後に育苗箱をハウスに置床し、保温用の農業フィルムを被覆し出芽を促す。この段階では灌水ができないため、被覆期間を通した水分状態が問題となる。これに続く被覆除去後には毎日灌水を行うことが一般的であるため、日単位の水分状態の変化を把握する必要があると考えられる。

本研究の目的は、育苗箱への肥効調節型肥料の施用が育苗時の乾燥ストレスおよびルートマットの発達に与える影響を明らかにすることである。上述のように育苗箱の水分環境は肥料以外の因子の影響も受ける。本研究では特に培土の種類および、被覆期間とその後という育苗工程上の違いに着目して検討した。

## II 材料と方法

### 1. 育苗用培土の物理的性質

市販されている8種の育苗用培土(表1)および被覆尿素(ジェイカムアグリ、育苗まかせN400-100)の保水性・水の移動にかかわる因子として、最大容水量、水分特性曲線、不飽和および飽和透水係数を測定した。最大容水量はヒルガード法、不飽和透水係数は蒸発法(Mohrath et al. 1997)、飽和透水係数の測定には変水位法(土壤環境分析法編集委員会 1997)を用いた。水分特性曲線は飽和 $\sim$ -3.1kPaは砂柱法で-98kPaまでは加圧盤法で、これ以下についてはサイクロメーター法で測定した。

### 2. 被覆期間中の育苗箱内の水分環境の解析

試験は2014年と2015年の2カ年行った。2014年はコンクリート床のガラス室にベニヤ板を敷いて置床し、通常育苗箱の半分の面積の育苗箱(写真1、育苗箱の内寸は28cm $\times$ 29cm、41穴)を利用した。「結果と考察」で説明するように被覆期間中の乾燥は出芽に大きな影響を及ぼすことが分かったため、2015年はより生産現場に近い条件として床部が土壤のガラス室に置床し、通常育苗箱(スズテック、「すくすく(1084穴)」)を用いた。便宜上、以降では箱あたりの表示はすべて通常サイズの育苗箱換算値として示す。

2014年には4月18日に、2015年には4月24日に表1の処理区を設定し、あきたこまちの催芽籾を170g播種した。培土の量は体積が13mmの厚さとな

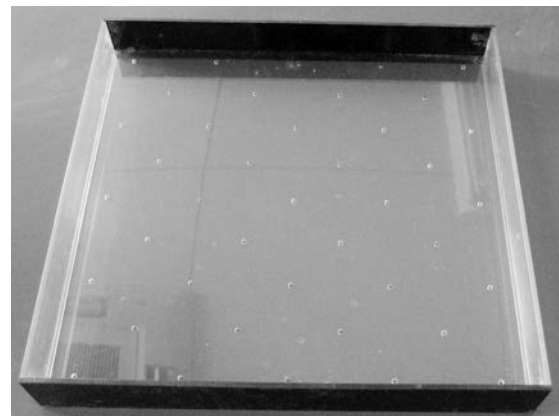


写真1 2014年に用いた一般的な育苗箱の半分の面積の育苗箱



表1 試験区の設計一覧<sup>a)</sup>

	施肥位置	施肥量 g/箱	培土の量 <sup>b)</sup> g/箱	覆土の量 <sup>b)</sup> g/箱	2014年 被覆期間	2015年 被覆期間	2014年 被覆後
培土A1	対照	0	2,460	760			○
培土A2	対照	0	2,510	740			○
培土S	対照	0	2,660	760			○
培土U	対照	0	2,670	760			○
培土O	対照	0	3,320	850	○	○	○
	混合	600	2,030	850	○	○	
	層状	600	2,030	850	○	○	○
		1,200	1,180	850	○	○	○
	箱底	600	2,030	850	○	○	○
		1,200	1,180	850	○	○	○
培土M	対照	0	4,130	940	○		○
	混合	600	2,920	940	○		
	層状	600	2,920	940	○		○
		1,200	1,690	940	○		○
	箱底	600	2,920	940	○		○
		1,200	1,690	940	○		○
培土I	対照	0	2,660	800	○		○
	混合	600	1,880	800	○		
	層状	600	1,880	800	○		○
		1,200	1,090	800	○		○
	箱底	600	1,880	800	○		○
		1,200	1,090	800	○		○
培土T	対照	0	2,590	730	○	○	○
	混合	600	1,830	730	○	○	
	層状	600	1,830	730	○	○	○
		1,200	1,060	730	○	○	○
	箱底	600	1,830	730	○	○	○
		1,200	1,060	730	○	○	○

a) 被覆期間の試験では2014年と2015年は苗箱の大きさが異なるため、表は通常の苗箱（58×29cm）換算した値を示した。○は各試験で供試した処理区を示す。

b) 培土および覆土の重量は乾土換算値。

るように揃えた。使用した培土の種類および被覆尿素肥料の施用量は表1のとおりである。施肥窒素量が6kgN/10a、苗箱数を25箱/10aと仮定した際の箱あたりの肥料の施用量は600gと計算されるため、これを標準に2倍量施用に相当する1200g/箱区を用意した。なお吉田・上野（2014）によるハンドブックでは施肥量の記載は1000g/箱までとなっており、1200g/箱の施用はこの上限をやや上回っている。覆土は培土と同じものを用い、すべての処理区において生土で1000g/箱とした。また、このほかに殺菌剤（タチガレエース）7g/箱を培土に混和した。

播種後の苗箱には16mmの灌水を行い底面から浸透水が流出することを確認した。苗箱は育苗器には入れず、ガラス室（無加温）に置床した。浸透水量

が測定できるように各苗箱の下には同型のバットを置き、浸透水を受けた。保温シート（シルバーポリトウ #90、東罐興産株式会社）をかぶせ、シート内の苗箱の高さにおける気温を経時的に測定した。保温シートを被覆後、2日間隔で表面から5mmの覆土（以下、表層土壌とする）の重量含水比および苗箱重を播種後7日目まで調査した。播種後9日目に、苗箱から30個体を無作為に抽出し、3mm以上の根または地上部の伸張が認められるか否かを基準に出芽率を求めた。

### 3. 保温シート除去後の苗箱内の水分環境の解析

2014年に保温シート除去後、灌水開始以降について、施肥量と施肥位置が苗箱の水分環境に与える影響を検討した。

4月18日に表1の処理区（24処理、48箱）を設定

し、催芽糶の播種を行った。苗箱（スズテック、「すくすく1084穴」）への培土および農薬の施用量は前述の「2 被覆期間中の苗箱内の水分環境の解析」に準じた。また、すべての苗箱に千代田化成（15-15-10）を14g/箱施用した。播種後に育苗器で30℃に加温し、4月21日に育苗用ハウスに置床し、シルバーポリトウ #90（東籾興産株式会社）で2日間被覆した。保温シート除去から1日後の4月24日から約15mm/dを1日1回午前7:30から8:00の間に灌水し、天候に応じて換気等の通常の育苗管理を行った。

育苗期間中の蒸発散量を把握するために各苗箱の下にはポリエチレンを内張りした苗箱を重ね、重力排水される水を受けられる構造とした。灌水前には苗箱の重量（A）および重力排水された水の重量（DA）を、灌水後には苗箱の重量（B）と重力排水された水の重量（DB）を測定し、測定後に受け皿から除去した。以下の式により重力排水された水の重量（D）、蒸発散量（ET）および灌水量（I）を求めた。

$$I_i = (B_i - A_i) + (DB_i - DA_i)$$

$$D_i = DA_{i+1} - DA_i$$

$$ET_i = I_i - D_i - (A_{i+1} - A_i) \\ = (A_i - A_{i+1}) + (DB_i - DA_{i+1})$$

i は測定開始後の日数を示す。この計算式では苗の乾物重を考慮していないため、 $D_i$ 、 $ET_i$ に苗の1日あたりの乾物生産量が誤差として含まれている。また、初日の測定の結果、DBと翌日のDAの差は0.24mmとわずかであった（標準偏差は0.07）。このため、以降は簡略化のためにDAの測定は行わずに $DA_{i+1} = DB_i$ と仮定した。この仮定により、灌水量は平均で0.2mm/dの過大評価を、蒸発散量は平均で0.2mm/dの過小評価をする。

蒸発散量の測定は5月12日まで行い（ただし、5月7日～5月9日は除く）、5月21日に苗の生育量およびマット強度の試験を行った。育苗箱から取り出したマットの両手持ち、片手持ちの可否の調査を行い、「容易」、「困難」、「不可」の3段階で評価し、それぞれを3、2、1として数値化した。苗の生育量として苗箱の中央部および対角線上の中央から角の1/3に相当する位置から苗30本を無作為に選び合計乾物重を求めた。

育苗期間中は地面から40cmの高さに温湿度計を設置し、温度と湿度の測定を行った。また高さ1m

に風速計をおき、ハウス内の風速を測定した。

### Ⅲ 結果と考察

#### 1. 培土の物理性

育苗用培土の物理特性を表2に示した。また培土と被覆尿素肥料の透水係数の測定結果を図1に示した。「人工培土の品質等について」（農林水産省農畜園芸局農産課 1988）によると飽和透水係数の「留意すべき値」は $10^{-3}$  cm/sec以上となっており、今回用いたすべての培土でこの値を上回った（図1）。また最大容水量は50g/100g以上とされており、培土Mはこの値に達しなかった。同資料では-3.1kPa含水比と-49kPaの含水比との水分差（以下、有効水分とする）が、10%以上であることが望ましいとしている。今回の測定では-49kPa含水比を測定していなかったため、水分特性曲線の内挿によく利用されるvan Genuchten式（小杉 2007）を用いて-49kPa含水比を求めたところ、培土I、培土Mでは、推奨値である10%を下回った（表2）。

#### 2. 被覆期間中の苗箱内の水分環境の解析

シート被覆下の気温の推移を図2に示した。シートを被覆することにより苗箱の温度は常に外気温よりも高く保たれ、期間を通じた保温シート内と外気温の平均値は2014年でそれぞれ20.5℃と9.0℃、2015年では22.3℃と14.9℃であった。

保温シート内での水移動の例として培土O、培土Tの結果を表3に示した。両年とも受け皿への浸透水は認められず、どの処理区においても苗箱内の水分の減少は蒸発散によるものだった。このことはシート被覆期間中の苗箱では水移動は下から上への移動が主体であることを示している。蒸発散量の平均値は299～421g/箱（1.8mm）であり、被覆期間において平均18～22%の水が蒸発散によって苗箱から失われた。この傾向は2014年における他の培土でも同様だった。

播種9日後の出芽率は表層土壌の重量含水比との相関が高く（図3）、表層土壌の乾燥が出芽不良の主因であると考えられた。また年次間で比較すると2015年は出芽率・表層土壌の含水比はともに2014年よりも高く、2015年単独では両者の間に有意な相関は無かった。

表層土壌の含水比をみると2014年は培土、施肥方法、および両者の交互作用は有意であり、2015年では培土および施肥方法に有意差があった（表4 -

表 2-1 育苗用培土および被覆尿素的物理性

形状	粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土	合計	最大容水量	最大容水量	有効水分	全炭素含量	
	%	%	%	%	%	%	g/100g	g/mL	%(v/v)	%	
培土 A1	21.4	25.4	46.8	35.2	17.9	100	86.3	0.65	59	7.5	
培土 A2	27.3	19.8	47.1	31.8	21.1	100	83.8	0.63	36	1.8	
培土 S	9.4	18.3	27.8	37.3	34.9	100	77.6	0.66	34	2.4	
培土 U	49.4	2.7	52.1	17.8	30.0	100	71.5	0.63	47	0.3	
培土 O	粒状	12.8	15.3	28.1	30.8	41.1	100	51.9	0.54	27	1.0
培土 M	粒状	62.4	12.1	74.4	15.6	10.0	100	36.8	0.49	6	0.3
培土 I	粒状	56.2	8.3	64.5	14.0	21.5	100	70.7	0.59	8	0.4
培土 T		4.9	8.0	12.9	38.5	48.6	100	73.6	0.61	31	5.9
被覆尿素	-	-	-	-	-	-	116.8	1.17	15	-	

表 2-2 育苗用培土および被覆尿素的物理性 (続き)

飽和透水係数 cm/sec	各水分ポテンシャルにおける体積水分率								
	-0.25kPa	-0.98kPa	-3.1kPa	-9.8kPa	-49kPa <sup>a)</sup>	-980kPa	-1500kPa	-9800kPa	
	v/v	v/v	v/v	v/v	v/v	v/v	v/v	v/v	v/v
培土 A1	0.0025	0.650	0.657	0.628	0.336	0.060	0.048	0.043	0.027
培土 A2	0.0332	0.630	0.619	0.412	0.327	0.130	0.060	0.051	0.030
培土 S	0.0061	0.660	0.626	0.401	0.311	0.129	0.068	0.059	0.029
培土 U	0.0472	0.630	0.638	0.531	0.313	0.056	0.061	0.058	0.042
培土 O	0.0807	0.540	0.398	0.334	0.269	0.144	0.066	0.060	0.033
培土 M	0.0022	0.490	0.503	0.402	0.199	0.065	0.051	0.045	0.023
培土 I	0.0672	0.590	0.416	0.345	-	0.261	0.280	0.260	0.212
培土 T	0.0025	0.610	0.580	0.484	-	0.254	0.223	0.178	0.097
被覆尿素	-	0.496	0.174	0.182	-	0.054	0.058	0.037	0.022

a) van Genuchten式 (小杉 2007) からの内挿値。

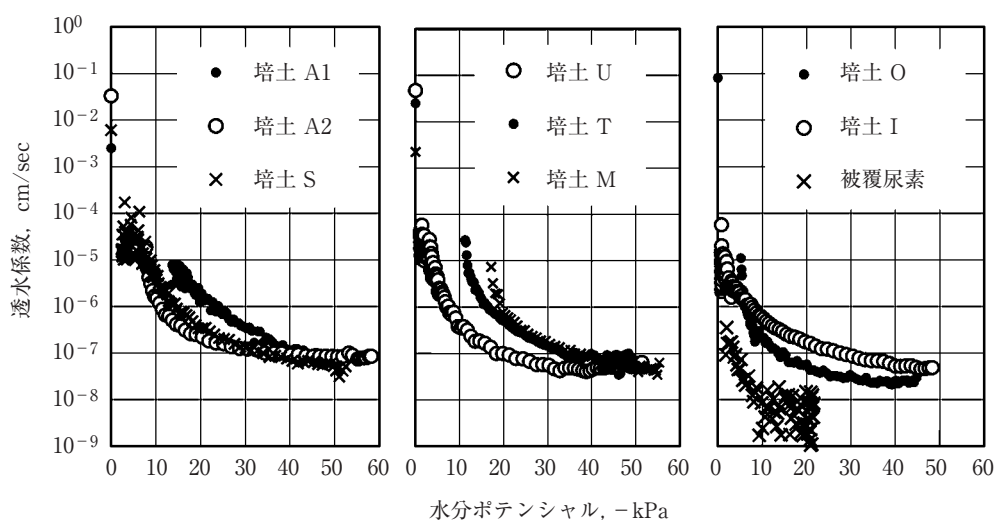


図 1 培土および被覆尿素的透水係数

水分ポテンシャルがゼロの値は飽和透水係数を、それ以外は各水分ポテンシャルでの不飽和透水係数を示す。

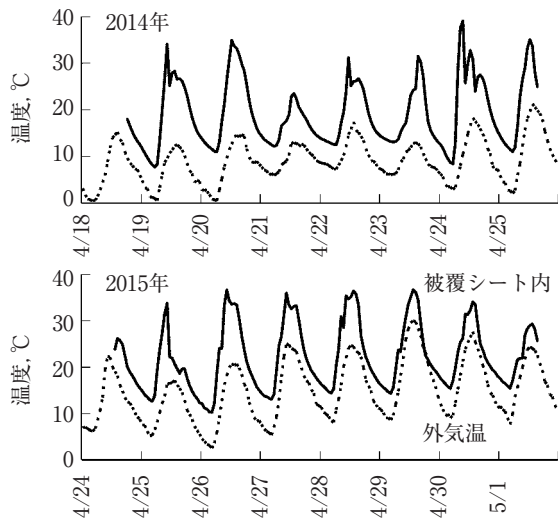


図2 保温シート被覆期間中の気温の推移

実線は保温シート被覆内の気温、点線は大曲アメダスの気温。

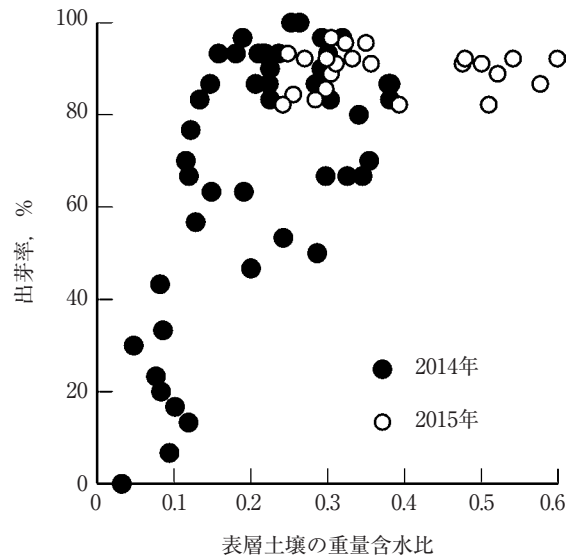


図3 播種後7日目の表層土壌の重量含水比と播種後9日目の出芽率の関係

表3 被覆期間の苗箱の水収支 (各処理の平均値)

	2014年 <sup>a)</sup>		2015年		
	培土O	培土T	培土O	培土T	
被覆直前 <sup>b)</sup> の水分量(A) g/箱	1,377	1,939	1,724	2,058	
期間中の浸透水量 g/箱	0	0	0	0	
期間中の蒸発散量(B) g/箱	299	370	315	421	
B/A	%	21.7	19.1	18.3	20.5

a) 2014年のデータは通常の大きさの苗箱に換算した値。  
b) 灌水19時間後のデータ

1)。交互作用があった2014年の単純主効果を多重比較すると同一施肥方法での表層土壌の水分は培土の種類によって大きく変化し、培土O、培土Mは培土I、培土Tに比べて低い傾向だった(表4-2)。2015年の主効果についても同様に培土Oよりも培土Tの含水比が大きかった(表4-3)。培土O、培土Mは供試した培土の中では最大容水量が小さな培土であり(表2)、培土の物理性が表層土壌の乾燥に影響したと考えられる。また同一培土での施肥方法についての単純主効果をみると箱底施用の含水比は対照区と同等以上であるのに対し、培土M、培土Tでは層状1200g/箱で含水比が最小となった。ただし、層状600g/箱と層状1200g/箱の間に有意な差はなく、肥料の施用量は表層の乾燥に影響しなかった。培土O、培土Iについてはこのような傾向は見られず、これが分散分析で交互作用がみられた要因

であると考えられる。培土O、培土Iはともに粒状培土であるという特徴を持ち、この特徴と今回測定した表層土壌の乾燥との関連については今後検討する必要がある。また、2015年も層状施用では表層の含水比が低い傾向を示したが多重比較では処理間に有意差はなかった。

出芽率をみると2015年には有意差がなく(表5-1、表5-3)、2014年には培土、施肥方法および両者の交互作用に有意差が認められた(表5-1)。単純主効果を多重比較し、施肥方法に対する培土の種類の違いをみると、層状施用では培土Mの出芽率が著しく低下した(表5-2)。これに対して箱底1200g/箱区では培土の種類間に有意差は認められなかった。次に同一培土における施肥方法の単純主効果をみると培土Mにおいて層状施用区の出芽率の低下が有意であり、それ以外の培土では処理による明確な傾向は無かった。

以上から最大容水量の小さい培土と層状施肥の組み合わせは出芽不良のリスクを高める恐れがあると考えられた。被覆尿素は培土と比べ不飽和透水係数が小さい(図1)。このために種子直下に肥料が存在する層状施肥では毛管水が切断され、下方からの水分供給が低下することが懸念される(板東2009)。表層土壌の重量含水比をみると、このような傾向は認められ(表4-2)、層状施肥では表層土壌が乾燥しやすいといえる。また層状施肥では種

表 4-1 播種後 7 日目における表層土壌の重量含水比 (wt/wt) の分散分析結果

	2014年				2015年			
	自由度	平方和	F 値	危険率	自由度	平方和	F 値	危険率
培土	3	0.31317	148.6	$1.2 \times 10^{-15}$	1	0.16792	47.4	$1.7 \times 10^{-15}$
施肥方法	5	0.06535	18.6	$1.5 \times 10^{-7}$	5	0.05810	3.3	0.043
交互作用	15	0.03733	3.5	0.0029	5	0.02988	1.7	0.21
残さ	24	0.01686			12	0.04247		

表 4-2 2014年における表層土壌の重量含水比 (wt/wt) と単純主効果の多重比較

	対照	Y <sup>b)</sup>	混合施肥	Y	層状600	Y	層状1200	Y	箱底600	Y	箱底1200	Y
培土 O	0.08	c	0.13	c	0.11	c	0.14	b	0.2b	b	0.20	b
X <sup>a)</sup>	b		ab		b		ab		a		a	
培土 M	0.09	c	0.10	c	0.11	c	0.07	c	0.17	b	0.22	b
X	bc		bc		bc		c		ab		a	
培土 I	0.26	b	0.22	b	0.22	b	0.25	a	0.30	a	0.31	a
X												
培土 T	0.38	a	0.32	a	0.29	a	0.22	a	0.35	a	0.35	a
X	a		ab		bc		c		ab		ab	

- a) 培土の種類に対する各施肥法の多重比較。同符号は Bonferroni の多重比較によって有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。培土 I は有意差なし。
- b) 各施肥方法に対する培土の種類多重比較。同符号は Bonferroni の多重比較によって有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。

表 4-3 2015年における表層土壌の重量含水比 (wt/wt) と多重比較<sup>c)</sup>

	対照	混合施肥	層状600	層状1200	箱底600	箱底1200	処理平均
培土 O	0.32	0.30	0.28	0.28	0.31	0.28	0.29b
培土 T	0.55	0.50	0.43	0.30	0.53	0.47	0.46a
培土平均	0.43	0.40	0.35	0.29	0.42	0.37	0.37

- c) 同符号は Bonferroni の多重比較によって有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。施肥方法間については有意差なし。

子は肥料の直上に播かれるために、表層土壌の乾燥だけでなく、肥料の層の水分量の低下によって乾燥ストレスを受ける可能性も考えられる。

2014年と2015年では蒸発散量は同様な値であったが、表層土壌の水分および出芽率は大きく異なり、2014年の方が乾燥傾向が強かった。この理由は明らかではないが、この2ヵ年の間にはハウスの床環境、被覆時の気温および育苗の種類等が異なるため、結果の違いはこれらに起因すると考えられる。育苗期間中の天候が不順で被覆期間が長くなった場合には、2014年のように表層土壌の乾燥が進むことが予想される。2014年、2015年ともに表層土壌の含水比には培土の種類や施肥位置が影響するという結果は一貫しており、最大容水量が高い培土を選び、箱底施用を行うことで、年次間の気象条件等に関わらず乾燥のリスクが抑えられた。

### 3. 保温シート除去後の苗箱内の水分環境の解析

保温シート除去後、育苗期間中のハウス内およびアメダスによる気温・湿度の推移を図4に示した。

育苗期間中のハウス内の平均気温は11~18℃で推移し、屋外に較べ日平均で1~5℃高かった。蒸発散量は、0.8~3.6mm/dの範囲に分布した。日日照時間と蒸発散量には密接な関係があり、日日照時間が長い日は蒸発散量が高かった。ハウス内の日平均風速は最大でも0.3m/secと極めて小さい値だった(データ省略)。また、どの区においても毎日浸透水がみとめられ(データ省略)、余剰水が浸透する程度に十分な灌水が行われていたことが確認された。

肥料の施肥位置や施用量が灌水前後の苗箱内の水分量および蒸発散量に与える影響の例を図5に示した。灌水後の水分量は徐々に増加する傾向を示したが、これはここで示した水分量は苗の重量を含めたみかけの水分量であり、苗の生長による重量の増加が含まれているためである。灌水前、後ともに苗箱内の水分量は施肥量が増えるにつれて減少しており、肥料の保水性が培土に較べ小さい(表2-2)ことを反映していた。また、同量の肥料が含まれている場合、層状施肥に比べ、箱底施肥では苗箱あた

表5-1 播種後9日目における出芽率(%)の分散分析結果

	2014年				2015年			
	自由度	平方和	F値	危険率	自由度	平方和	F値	危険率
培土	3	12304	35.0	$6.3 \times 10^{-9}$	1	1487	59.1	0.46
施肥方法	5	8048	13.7	$2.2 \times 10^{-6}$	5	9038	71.9	0.62
交互作用	15	13279	7.6	$8.0 \times 10^{-6}$	5	3483	27.7	0.92
残さ	24	2811			12	30185		

表5-2 2014年の播種後9日目における発芽率(%)と単純主効果の多重比較

	対照	Y <sup>b)</sup>	混合施肥	Y	層状600	Y	層状1200	Y	箱底600	Y	箱底1200	Y
培土 O	21.7	c	78.3	ab	45.0	b	85.0	a	93.3	a	95.0	
X <sup>a)</sup>	b		a		b		a		a		a	
培土 M	56.7	b	55.0	b	10.0	c	8.3	c	63.3	b	90.0	
X	b		b		c		c		ab		a	
培土 I	100	a	91.7	a	90.0	a	85.0	a	95.0	a	93.3	
X												
培土 T	86.7	a	81.7	ab	58.3	b	50.0	b	75.0	ab	68.0	
X	a		ab		ab		b		ab		ab	

- a) 培土の種類に対する各施肥法の多重比較。同符号は Bonferroni の多重比較によって有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。培土 I は有意差なし。
- b) 各施肥方法に対する培土の種類多重比較。同符号は Bonferroni の多重比較によって有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。箱底 1200g/箱は有意差なし。

表5-3 2015年の播種後9日目における発芽率(%)

	対照	混合施肥	層状600	層状1200	箱底600	箱底1200	処理平均
培土 O	87.2	90.0	93.3	86.7	89.4	87.2	89.0
培土 T	93.3	92.8	92.2	88.3	88.9	87.8	90.6
培土平均	90.3	91.4	92.8	87.5	89.2	87.5	89.8

りの水分量が多い傾向だった。これは苗箱底部の孔を肥料粒子または土壌粒子が塞ぐ効果が施肥方法等によって異なるためだと考えられる。この影響があるため、苗箱の水分含量は培土や肥料の保水性だけでは決定できず、施肥位置や苗箱の底面の形状、敷紙の有無等の影響を受けることが予想された。ここでは培土 I の結果を示したが、供試したすべての培土において上述の結果は同様だった。

蒸発散量は、水分量に比べ相対的に処理区間の差は小さかった(図5)。しかし、試験に供試したすべての処理区の蒸発散量の標準偏差をみると、蒸発散量が大きな日には試料間のばらつきが大きくなる傾向みられた。これは乾燥時には蒸発散量の処理区間差が広がることを示している。蒸発散量のばらつきの増加は、乾燥ストレスを生じた苗箱では気孔が閉じ蒸発散量が低下したため、そうでない苗箱との差が拡大したことによると推察される。そこで標準偏差が大きかった4月29日、5月4日、5月6日の3日間の蒸発散量の平均値を求めたところ、培土

I、培土 T では層状1200g/箱区で蒸発散量が有意に小さくなった(表6)。また、苗の重量が小さく過大評価の影響が小さい4月24日の灌水後の苗箱の水分量を最大保水量とし、上述3日間の蒸発散量の平均値との関係をみたところ、両者には正の相関がみられ、最大保水量の小さな苗箱では蒸発散量が小さい傾向があった(図6上)。これは上述3日間の蒸発散量には苗箱の保水性が影響を与えていることを示唆している。さらに育苗終了時の苗の乾物重と上述3日間の蒸発散量の平均値との関係をみると、蒸発散量が大きかった苗箱で苗の乾物重が大きい傾向だった(図6右下)。このことから処理区によっては乾燥ストレスによって気孔が閉じ、これが蒸発散量の低下として観測される一方、育苗終了時の乾物生産を低下させる一因となったと考えられた。しかし乾物重のばらつきに対する最大保水量の寄与率は13%と小さかった(図6左下、 $r^2=0.13$ )。このことから、培土の種類や施肥方法が苗の生育に及ぼす影響は存在するものの、わずかだと判断した。

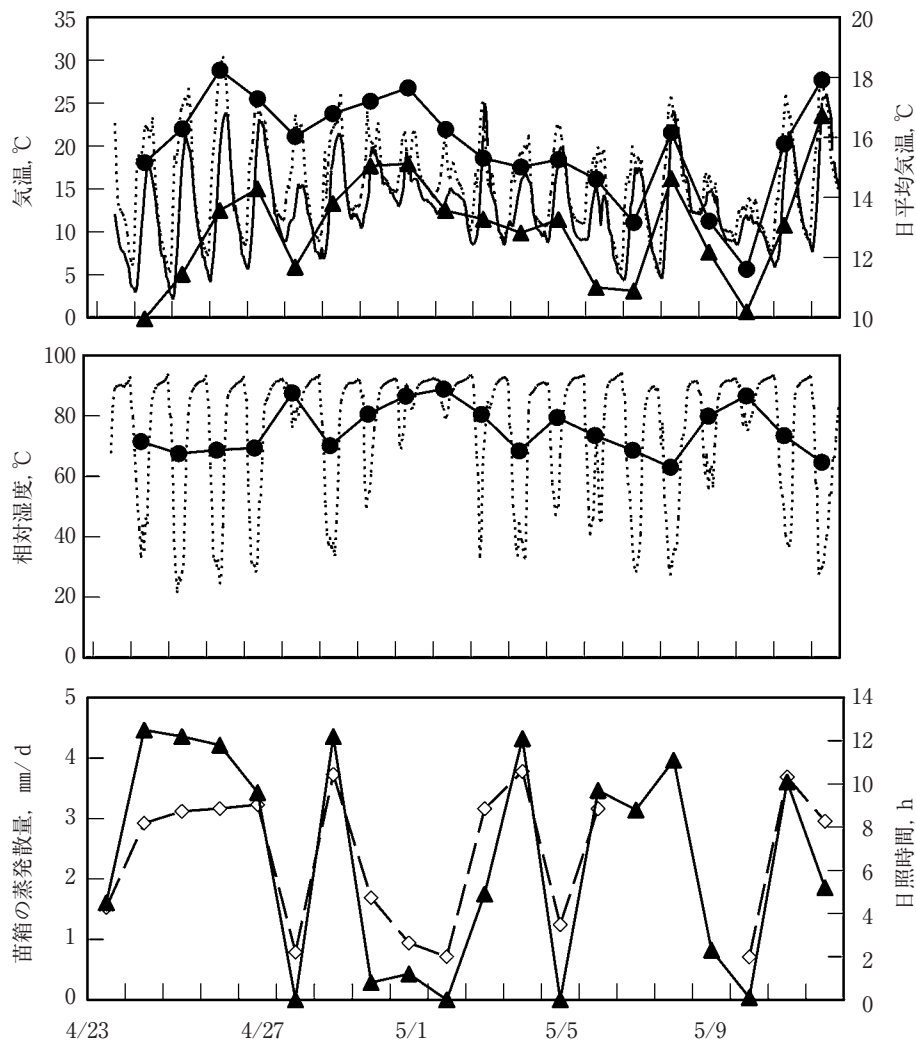


図4 保温シート除去後のハウス内およびアメダスによる気温・湿度の推移

シンボルがないものについては、点線はハウス内の観測値。実線はアメダスの観測値。  
 シンボルがあるものについては、上段の●はハウス内の日平均気温、▲はアメダスの日平均気温、中段の●はハウス内の日  
 相対湿度、下段の▲はアメダスにおける日日照時間、◇は苗箱の日蒸発散量（全処理区の平均値）を示す。

ロール形成およびマット強度評価のための両手持ちの可否についてはすべての苗箱で「容易」と判定され、処理の差はなかった。片手持ち適性の結果を表7に示した。片手持ちの可否は処理によってばらつきが認められ、育苗箱全量施肥によりハンドリングが悪化する傾向だった。しかし分散分析の結果によると、培土の種類、施肥量、施肥位置の3者ともに処理の効果は有意ではなかった（データ省略）。また培土I、培土Mの箱底施肥においては底面の肥料こぼれが観察された（写真2）。この原因は明らかでなく、今後の検討課題である。

以上より、培土の種類や施肥法によっては乾燥による乾物重の減少が認められるが影響は軽微であっ



写真2 「培土M箱底施肥1200区」における底面の肥料こぼれ  
 (5月21日撮影)

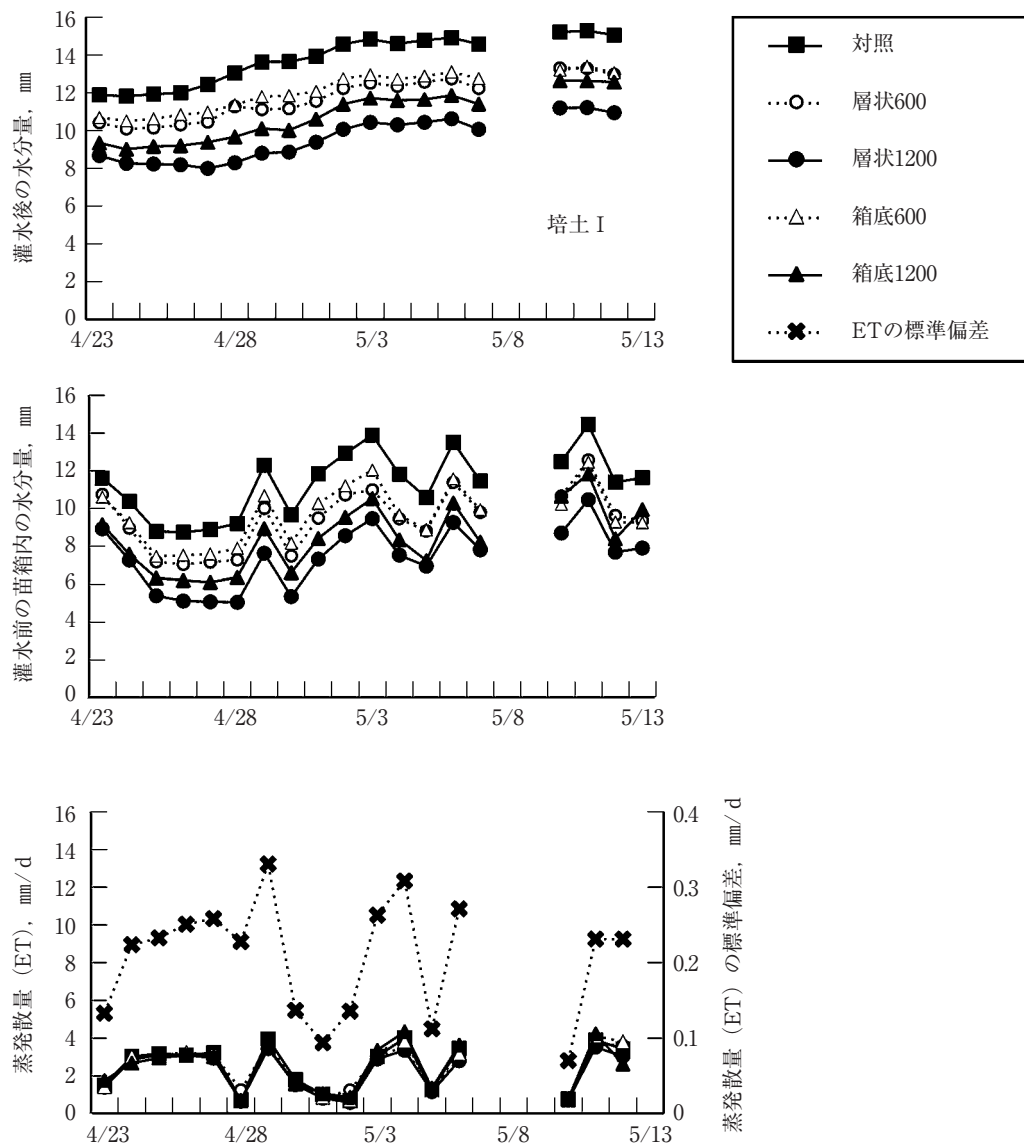


図5 施肥位置および施肥量が灌水前後の苗箱内の水分量または蒸発散量に与える影響

灌水前および灌水後水分量はそれぞれ灌水前苗箱重 (A)、灌水後苗箱重 (B) から苗箱、乾土、肥料、殺菌剤および種子の重量を引いた値。下の図の蒸発散量 (ET) の標準偏差は全試料 (n=48) の標準偏差を示す。

表6 4月29日、5月4日および5月6日の蒸発散量の平均値 (mm/d)<sup>a)</sup>

	培土 A1	培土 A2	培土 S	培土 U	培土 O	培土 M	培土 I	培土 T
対照	3.95	3.87	3.54	3.36	3.75	3.61	3.81a	4.19a
層状600	-	-	-	-	3.67	3.57	3.37bc	3.60ab
層状1200	-	-	-	-	3.59	3.40	3.20c	3.07b
箱底600	-	-	-	-	3.68	3.28	3.55ab	3.37ab
箱底1200	-	-	-	-	3.65	3.07	3.83a	3.36ab

a) 符号は各培土に対して Bonferroni の多重比較を行い、同符号では有意差がないことを示す ( $p < 0.05$ )。培土 O、培土 M は施肥方法間に有意差なし。



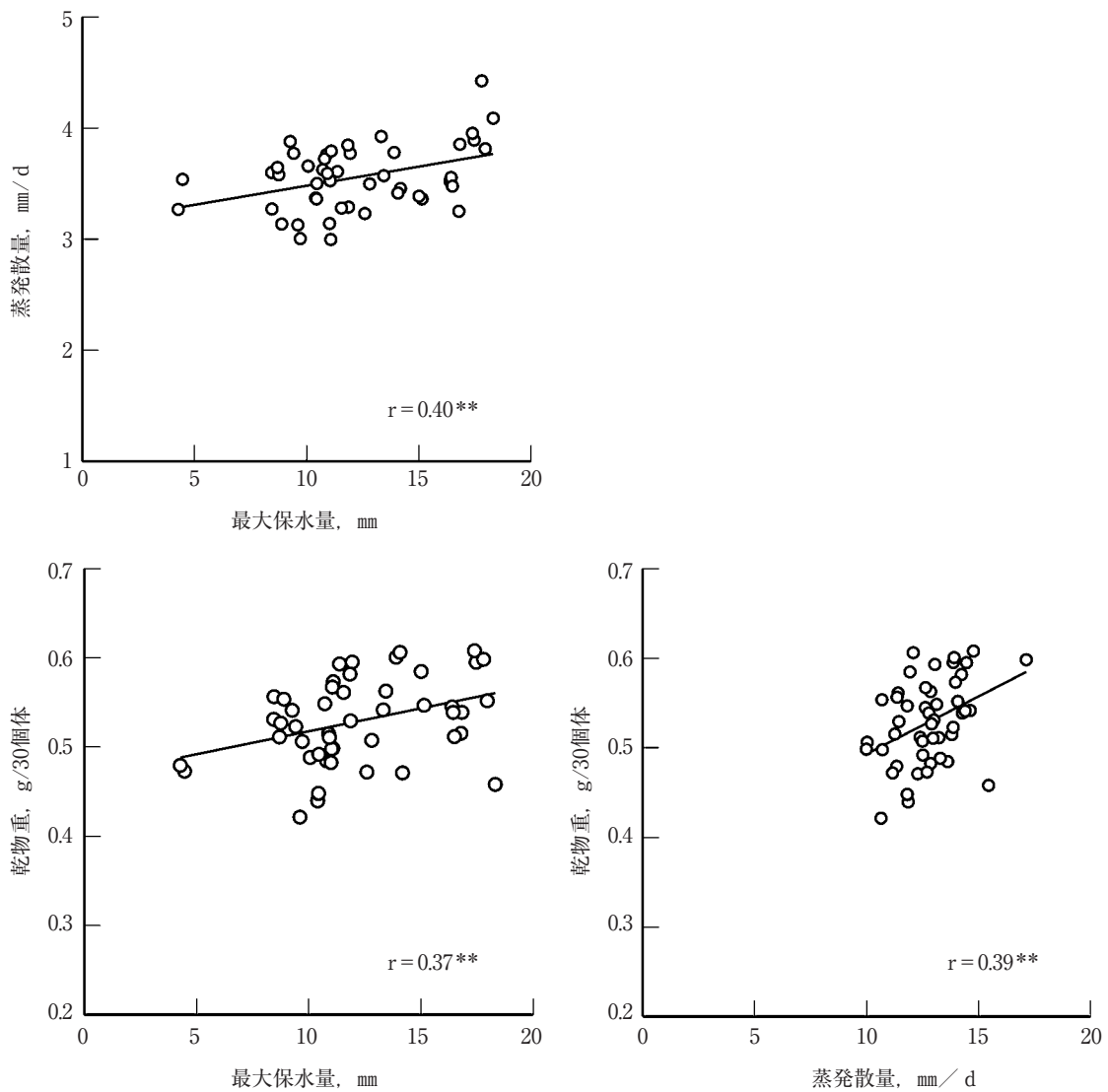


図6 蒸発散量、最大保水量および苗の乾物重との関係

蒸発散量は処理区のばらつきが大きかった4月29日、5月4日、5月6日の3日の平均値。最大保水量は苗の生長の影響が小さい4月24日の灌水直後の水分量。\*\*は1%以下の危険率で相関が有意であることを示す。

表7 各処理を行った育苗箱におけるマットの片手持ち適性<sup>a)</sup>

	培土 A1	培土 A2	培土 S	培土 U	培土 O	培土 M	培土 I	培土 T
対照	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	1.5	2.3	2.5
層状600	-	-	-	-	3.0	2.0	3.0	2.3
層状1200	-	-	-	-	2.0	2.8	1.5	2.5
箱底600	-	-	-	-	3.0	2.0	2.8	1.8
箱底1200	-	-	-	-	3.0	2.0	2.3	1.0

a) 片手持ち適性3段階で評価した平均値。

た。また、育苗箱全量施肥によるマット強度の低下は有意でなく1200g/箱程度までの施用についてはマット強度に大きな問題はないと判断された。

#### 4. 育苗期間全体を通じた考察

今までにみてきたように全体として1200g/箱程度の施用量まででは苗の乾燥ストレスは実用上大きな問題にならないと考えられた。ただし、被覆期間中の検討において、コンクリート床にベニヤ板を敷き、その上に浸透水を受けるバットと育苗箱を置床した2014年には発芽率の大きな低下が認められた。このことから多量施用が乾燥ストレスを引き起こすリスクが比較的高いのは無加温育苗における被覆期間だと思われる。この期間の乾燥の特徴は表層土壌の乾燥が進行し、出芽不良を起こすことであり、最大容水量の大きい培土を用い、箱底施肥を行うことで表層土壌の水分低下は緩和されることが明らかとなった。今回の実験では培土の種類や施肥方法のみを対象に乾燥ストレスを評価したが、現場の育苗管理はハウスの構造、農業フィルムの材質、気温、湿度、日長等の条件が様々であり、より緻密にリスクを評価するにはこうした育苗環境に関する情報収集を行う必要があると考えられる。

## 引用文献

- 1) 坂東 悟. 2009. 育苗箱全量施肥栽培(箱底施用)と疎植の組合せ. 『農業技術大系』作物編 技+488の120-技+488の125.
- 2) 土壤環境分析法編集委員会. 1997. 土壤環境分析法. 博友社.
- 3) 小杉賢一郎. 2007. Y. Mualem著「不飽和多孔質の透水係数を推定する新たなモデルについて」ならびにM. Th. van Genuchten著「不飽和土壌の透水係数を推定する閉形式解について」. 土壌の物理性 106 : 47-60.
- 4) Mohrath, D.; Bruckler, L.; Bertuzzi, P.; Gaudu, J.C.; Bourlet, N. 1997. Error analysis of an evaporation method for determining hydrodynamic properties in unsaturated soil, Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 725-735.
- 5) 農林水産省農蚕園芸局農産課. 1988. 人工床土の品質等について. 農林水産省.
- 6) 吉田光二, 上野正夫. 2014. 図解「育苗まかせ」を使いこなすためのハンドブック東北版. ジェイカムアグリ.

## 東北日本海側において播種期、栽植密度および1株本数が ダイズの生育収量に与える影響

持田 秀之\*<sup>1)</sup>

**抄 録**：東北日本海側のダイズについて、播種日、栽植密度、1株本数など栽植様式が収量品質に与える影響を検討した。7月中旬播種までは成熟を迎えることができること、主茎長、主茎節数などの栄養生長形質は、播種が遅くなるとともに短くあるいは少なくなるが、その程度は形質によって異なること、7月上旬播種までは最大子実重は300g/m<sup>2</sup>を越えるが、7月中旬播種では、適栽植密度であっても300g/m<sup>2</sup>を下回ること、開花期以降の平均気温が高いと蛋白含量が40%を下回る可能性のあることがわかった。1株本数の影響は、「リュウホウ」の主茎長と2009年の「すずさやか」を除けばみられないこと、適栽植密度は、「すずさやか」より早生の「リュウホウ」で高くなる傾向を示すこと、分枝節数の密度反応が1本立てで2本立てより大きくなること、1株2本立てにおける子実重の変動は株当たりく個体当たりとなることがわかった。

**キーワード**：ダイズ、播種日、栽植密度、1株本数、収量品質

**Effect of Sowing Time and Planting Pattern on Soybean Yield and Seed Quality in Locations along the Sea of Japan at Tohoku Region** : Hideyuki MOCHIDA\*<sup>1)</sup>

**Abstract** : Maturity stage for the soybean variety 'Ryuhou' became slower with later sowing time in terms of vegetative growth, particularly branch characteristics. The calculated maximum yield was maintained at 300 g/m<sup>2</sup> until the middle of July. Protein was inversely correlated with accumulated temperature. It might be less than 40% if it is more than 1800 °C. In addition, the influence of sowing rate per stand was hardly recognized except for in variety 'Suzusayaka'. The optimum density for maximum seed yield for the variety 'Ryuhou' was higher than that for 'Suzusayaka'.

**Key Words** : soybean, sowing time, planting pattern, yield, quality

### I 緒 言

東北地域日本海側中部のダイズは、積雪のため麦などの土地利用型冬作物が作付体系に導入しにくいため1年1作となっている。しかしながら、農地集積が進み大規模経営が増加するに伴い、作業競合を回避するため播種期間が長くなり晩播となる割合が高まっている。晩播すると、標準播種と同じ栽植密度では減収する危険性が高くなる。現在、晩播による減収を防ぐため密植栽培が普及しつつあるが、その場合の適栽植密度と最大子実重は明らかとなっ

ていない。また、農家圃場では、ダイズを1株2本立てで播種している事例が多く、1株1本立てとすることが多い試験研究機関における栽植密度試験の結果が必ずしも適用できないことが懸念される。一方で、播種期、栽植密度など栽培条件によってダイズの品質は異なることが指摘されているが(平ら2004)、その要因は必ずしも明らかとなっていない。

ここでは、播種期を変えた場合の適栽植密度と最大子実重を求め、生育、収量形質に与える影響を検討した。また、1株本数の違いがダイズの生育、収量品質やその揃い、さらには適栽植密度と最大子実

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Daisen, Akita 014-0102, Japan)  
2015年11月16日受付、2016年2月8日受理

重に与える影響を調査し、いくつかの知見を得たので報告する。

なお、本研究の遂行に当たっては、当研究センター大豆育種研究東北サブチーム（現水田作研究領域大豆育種担当）より優良種子を分譲頂くとともに、東北水田輪作研究チーム（現水田作研究領域土壌肥料研究担当）の西田瑞彦博士には窒素分析を行うに当たって適切な助言と指導を頂戴した。また、圃場管理等に際し、当研究センター業務4科（現研究支援センター業務第3科）職員の多大なる支援を得た。ここに記して感謝の意を表する。

## II 材料および方法

試験場所は、東北農業研究センター大仙研究拠点（四ツ屋地区）の灰色低地土圃場で、2カ年実施した。

### 試験1 播種期がダイズ「リュウホウ」の適栽植密度と生育収量に与える影響

播種期は、2008年は6月5日（6月上旬）、6月18日（6月中旬）、7月2日（7月上旬）、7月18日（7月中旬）、7月31日（7月下旬）、2009年は6月9日（6月上旬）、6月22日（6月中旬）、7月6日（7月上旬）、7月17日（7月中旬）、7月31日（7月下旬）のそれぞれ5回とした。供試品種は、秋田県では早中生種に属する「リュウホウ」を用いた。施肥は、苦土石灰100kg/10aを全面施用し耕耘した後、基肥として $N-P_2O_5-K_2O=3-10-10$ kg/10aを化成肥料で全面施用した。病虫害防除などその他の管理は慣行にしたがって実施した。

試験区は、播種日ごとに疎植、標植及び密植の3水準を設けた。6月上旬播種は、疎植8.9本/m<sup>2</sup>、標植13.3本/m<sup>2</sup>、密植22.2本/m<sup>2</sup>とした。6月中旬と7月上旬は、疎植13.3本/m<sup>2</sup>、標植22.2本/m<sup>2</sup>、密植33.3本/m<sup>2</sup>、7月中旬と下旬は、疎植25.6本/m<sup>2</sup>、標植38.5本/m<sup>2</sup>、密植51.3本/m<sup>2</sup>とした。いずれも2反復分割区法にて実施した。なお、標植については、秋田県の大豆指導指針（平成27年3月制定）で5月下旬から6月上旬の普通栽培で13.3~16.8本/m<sup>2</sup>としており、本試験でもそれを基準にして播種期が遅くなるほど密度が高くなるように栽植密度を設定した。

条間は、6月上旬、6月中旬、7月上旬および7月中旬は75cmとし、7月下旬は65cmで、いずれも開花期までに中耕培土を1回実施した。株間は、6月上旬の疎植15cm、標植10cm、密植6cmとなり、

6月中旬、7月上旬、7月中旬および7月下旬は、疎植10cm、標植6cm、密植4cmとなる。

成熟期に1区20本を面積刈りし、個体ごとに生育収量および収量構成要素を調査した。また、子実のタンパク含量は、インドフェノール法にて窒素を定量し、その値に窒素-タンパク質換算係数6.25を乗じて求めた。

適栽植密度は、Duncan (1958) がトウモロコシ、国分・朝日 (1985) がダイズにそれぞれ適用した下記の要領で求め、その時の子実重を最大子実重とした。

ダイズの個体当たり子実重 ( $y$ ) と栽植密度 ( $p$ ) との関係は次式で表すことができる。

$$y = k * 10^b p \quad (k; \text{定数}, b; \text{回帰係数})$$

その場合、単位面積当たりの子実重は、栽植密度 ( $p$ ) を乗じた  $Y = pk * 10^b p$  となる。この式を  $p$  について微分することにより、最大子実重となる最適栽植密度 ( $P_{opt}$ ) は次式で求められる。

$$P_{opt} = -1/2.303b$$

### 試験2 1株本数と栽植密度がダイズの生育収量に与える影響

播種期は6月上旬とし、供試品種として中晩生種の「すずさやか」と早中生種の「リュウホウ」を用いた。施肥は、苦土石灰100kg/10aを全面施用し耕耘した後、基肥として $N-P_2O_5-K_2O=3-10-10$ kg/10aを化成肥料で全面施用した。病虫害防除などその他の管理は慣行にしたがって実施した。試験期間は2009年と2010年の2カ年とした。試験区は、1株本数を1本と2本の2水準、栽植密度を疎植 (8.9本/m<sup>2</sup>)、標植 (13.3本/m<sup>2</sup>) 及び密植 (22.2本/m<sup>2</sup>) の3水準とし、2反復分割区法にて実施した。適栽植密度とその際の最大子実重の求め方は試験1と同様に行った。

## III 結果および考察

### 試験1 播種期がダイズ「リュウホウ」の適栽植密度と生育収量に与える影響

#### 1. 播種日と生育ステージ

いずれの年次においても、7月下旬播種を除き、8月中には開花し成熟期を迎えることができた（表1）。また、播種から開花までの期間は播種日が遅くなるほど短くなるが、開花から成熟までの期間は開花までの期間に比べて短くなる程度は小さく、7月中旬播種ではむしろ長くなる傾向を示した。当地域では、11月上旬には降雪がみられることから、

ダイズ「リュウホウ」の晩播限界は、7月中旬と言  
える。

## 2. 播種日、栽植密度と子実重

播種日が栄養生長形質に与える影響をみると、主  
茎長、主茎節数、分枝節数、分枝数、茎太ともに播  
種日が遅くなるとともに短くあるいは少なくなる

が、その程度は主茎長、主茎節数、茎太で小さく、  
分枝節数、分枝数で大きかった（表2、表3）。ま  
た、栽植密度の影響は、主茎長は密度が高くなるに  
したがって長くなるが、主茎節数、分枝節数、分枝  
数、茎太は少なくなり、その程度は分枝節数で大き  
いことがわかった。

子実重は、2008年は7月中旬以降、2009年は7  
月上旬の播種日以降減少する傾向がみられ、莢  
数、100粒重がともに減少し、とりわけ莢数の減少  
が子実重の低下につながった。100粒重は、播種日  
が遅くなるにつれて小さくなり、2008年は7月上旬  
播種まで大粒の基準値である30g以上を確保できた  
が、2009年では6月中旬播種までとなった（表4、  
表5）。

最大子実重は、播種日が遅くなるとともに少なく  
なり、2カ年の平均値で見ると、7月上旬播種まで  
は300g/m<sup>2</sup>を越えるが、7月中旬播種では、適栽植  
密度であっても300g/m<sup>2</sup>を下回った（図1）。また、  
6月中旬と7月上旬播種における適栽植密度は2カ  
年平均で27本/m<sup>2</sup>前後で、6月上旬播種の約5割増

表1 大豆の播種日と生育ステージ

年次	播種日	播種～開花	開花期	開花～成熟	成熟期
2008	6月5日	52	7月27日	74	10月9日
	6月19日	46	8月4日	69	10月12日
	7月2日	38	8月9日	68	10月16日
	7月18日	35	8月22日	80	11月11日
	7月31日	34	9月3日	-	-
2009	6月9日	50	7月29日	64	10月1日
	6月22日	45	8月6日	62	10月7日
	7月6日	41	8月16日	62	10月17日
	7月17日	36	8月22日	65	10月26日
	7月31日	37	9月6日	-	-

注. 「-」は降雪などにより成熟に達しなかったことを示す。

表2 播種日と栽植密度が大豆の生育に与える影響  
(2008)

播種日	栽植 密度	主茎長 (cm)	節数		分枝数 (本/株)	茎太 (mm)
			主茎	分枝		
6月5日	疎植	72.6	14.5	22.8	5.1	8.3
	標植	77.2	14.6	17.8	4.9	8.0
	密植	80.9	14.3	16.8	5.0	7.8
6月19日	疎植	60.8	12.9	17.6	3.6	6.8
	標植	67.0	12.8	12.6	3.3	6.1
	密植	68.8	12.4	10.0	2.7	5.9
7月2日	疎植	53.2	12.1	14.0	3.9	6.0
	標植	61.5	12.1	9.4	3.3	5.8
	密植	61.9	10.9	8.3	2.8	5.2
7月18日	疎植	46.6	11.6	9.8	3.2	5.6
	標植	52.3	11.5	7.7	2.6	5.0
	密植	53.8	10.6	5.3	1.5	4.2
播種日	**	**	**	**	**	**
6月5日 (平均)	76.9a	14.5a	19.1a	5.0a	8.1a	
6月19日 (平均)	65.5a	12.7b	13.4b	3.2b	6.3b	
7月2日 (平均)	58.9b	11.7c	10.5c	3.3b	5.7c	
7月18日 (平均)	50.9b	11.2d	7.6d	2.4c	4.9d	
栽植密度	**	**	**	**	**	**
疎植 (平均)	58.3a	12.7a	16.0a	3.9a	6.7a	
標植 (平均)	64.5b	12.7a	11.9b	3.5b	6.2b	
密植 (平均)	66.4b	12.0b	10.1c	3.0c	5.8c	

注. \*\*は1%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。播種日と栽植密度の間には交互作用なし。

表3 播種日と栽植密度が大豆の生育に与える影響  
(2009)

播種日	栽植 密度	主茎長 (cm)	節数		分枝数 (本/株)	茎太 (mm)
			主茎	分枝		
6月9日	疎植	67.1	15.4	27.9	4.8	9.2
	標植	72.9	15.6	23.7	5.1	8.8
	密植	79.4	14.6	14.7	3.8	7.3
6月22日	疎植	66.5	14.6	19.5	4.9	8.4
	標植	71.4	13.9	14.6	4.4	7.3
	密植	77.2	13.5	12.2	3.7	6.6
7月6日	疎植	57.0	12.8	16.5	4.0	6.4
	標植	61.6	12.3	10.6	3.2	5.9
	密植	64.7	11.8	8.0	2.7	5.1
7月17日	疎植	54.6	12.1	10.1	2.9	5.6
	標植	54.6	11.4	7.9	2.4	5.0
	密植	60.0	10.9	5.0	1.7	4.6
播種日	**	**	**	**	**	**
6月9日 (平均)	73.1a	15.2a	22.1a	4.5a	8.4a	
6月22日 (平均)	71.7a	14.0b	15.4b	4.3a	7.5b	
7月6日 (平均)	61.1b	12.3c	11.7c	3.3b	5.8c	
7月17日 (平均)	56.4c	11.5d	7.7d	2.3c	5.0d	
栽植密度	**	**	**	**	**	**
疎植 (平均)	61.3a	13.7a	18.5a	4.1a	7.4a	
標植 (平均)	65.1b	13.3b	14.2b	3.7b	6.7b	
密植 (平均)	70.3c	12.7c	10.0c	3.0c	5.9c	

注. \*\*は1%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。播種日と栽植密度の間には交互作用なし。

表4 播種日と栽植密度が大豆の収量に与える影響 (2008)

播種日	栽植密度	子実重 (g/m <sup>2</sup> )	100粒重 (g)	一莢粒数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	蛋白含量 (%)	適栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	最大子実重 (g/m <sup>2</sup> )
6月5日	疎植	444	36.7	1.86	650	43.5	18.2	510
	標植	444	34.5	1.88	683	44.0		
	密植	516	35.1	1.81	812	44.7		
6月19日	疎植	438	34.1	1.86	690	44.2	24.3	523
	標植	546	32.3	1.82	926	43.6		
	密植	483	32.6	1.79	828	44.0		
7月2日	疎植	367	30.1	1.85	660	42.9	24.5	450
	標植	491	31.2	1.84	854	44.1		
	密植	595	30.4	1.82	1,075	44.1		
7月18日	疎植	235	26.8	1.61	545	47.2	39.8	324
	標植	290	30.2	1.64	586	46.3		
	密植	327	29.1	1.64	687	45.9		
播種日		**	**	n.s.	**	*		
	6月5日 (平均)	467a	35.5a	1.85	715a	44.1a		
	6月19日 (平均)	489a	33.0b	1.83	814a	43.9a		
	7月2日 (平均)	484a	30.5c	1.84	863a	43.7a		
	7月18日 (平均)	284b	28.7d	1.63	606a	46.5b		
栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		
	疎植 (平均)	371	31.9	1.80	636	44.4		
	標植 (平均)	443	32.0	1.80	762	44.5		
	密植 (平均)	480	31.8	1.76	850	44.7		

注. \*\*は1%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。播種日と栽植密度の間には交互作用なし。

表5 播種日と栽植密度が大豆の収量に与える影響 (2009)

播種日	栽植密度	子実重 (g/m <sup>2</sup> )	100粒重 (g)	一莢粒数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	蛋白含量 (%)	適栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	最大子実重 (g/m <sup>2</sup> )
6月9日	疎植	354	31.0	1.89	602	42.8	16.3	399
	標植	372	28.8	1.90	682	40.9		
	密植	384	28.1	1.84	742	41.5		
6月22日	疎植	366	30.3	1.92	630	43.4	32.9	464
	標植	380	31.2	1.90	643	44.3		
	密植	492	30.7	1.94	829	44.1		
7月6日	疎植	281	27.1	1.99	522	45.5	27.1	339
	標植	323	28.6	1.95	580	46.8		
	密植	335	27.0	1.92	648	45.7		
7月17日	疎植	211	25.4	1.87	445	48.7	31.9	260
	標植	255	25.6	1.85	538	49.0		
	密植	256	23.8	1.89	567	49.0		
播種日		**	**	n.s.	**	*		
	6月9日 (平均)	370a	29.3a	1.88	675a	41.7a		
	6月22日 (平均)	413b	30.7ab	1.92	701b	43.9b		
	7月6日 (平均)	313c	27.5b	1.95	584c	46.0c		
	7月17日 (平均)	241d	24.9c	1.87	517d	48.9d		
栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.		n.s.		
	疎植 (平均)	303a	28.4	1.92	550a	45.1		
	標植 (平均)	333b	28.5	1.90	611b	45.2		
	密植 (平均)	367c	27.4	1.90	697c	45.1		

注. \*\*は1%水準、\*は5%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。1株本数と栽植密度の間には交互作用なし。

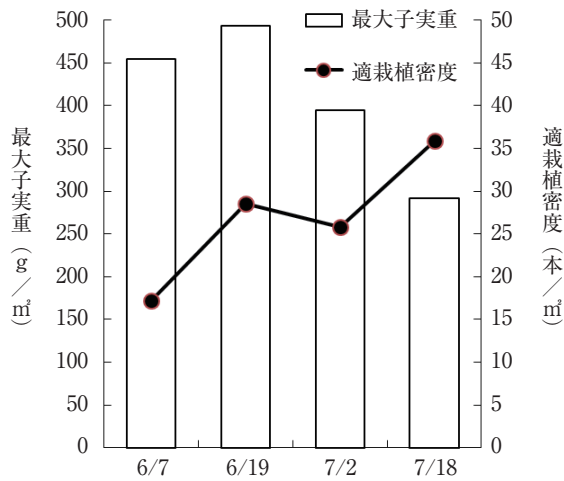


図1 播種日と適栽植密度

注. \*) 最大子実重は、適栽植密度における子実重を示す。  
 \*\*) 播種日は月/日で表し、2ヶ年の平均で示す。

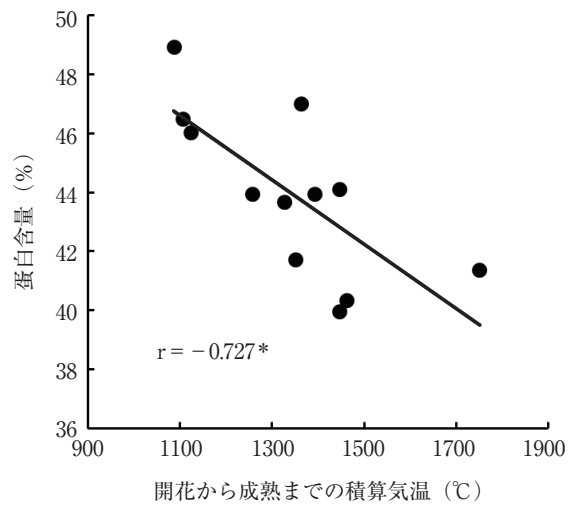


図2 蛋白含量と登熟期の積算気温との関係

注. \*印は5%水準で有意であることを示す。

表6 1株本数と栽植密度が大豆の生育に与える影響 (2009)

品種	1株本数	栽植密度	主莖長 (cm)	節数		分枝数 (本/株)	莖太 (mm)	
				主莖	分枝			
すずさやか	1本立て	疎植	73.7	17.1	33.9	4.9	10.3	
		標植	82.8	17.5	24.1	4.2	9.4	
		密植	87.2	17.0	13.7	2.9	7.9	
	2本立て	疎植	74.2	17.2	30.0	4.4	9.5	
		標植	80.0	17.0	21.7	3.8	8.8	
		密植	84.0	15.9	11.2	2.4	7.4	
	1株本数			n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
	1本立て (平均)			81.2	17.2	23.9a	4.0	9.2
	2本立て (平均)			79.4	16.7	21.0b	3.5	8.6
	栽植密度			n.s.	n.s.	**	*	**
	疎植 (平均)			74.0	17.2	31.9a	4.6a	9.9a
	標植 (平均)			81.4	17.3	22.9b	4.0a	9.1a
密植 (平均)			85.6	16.4	12.4c	2.7b	7.7b	
リュウホウ	1本立て	疎植	67.1	15.4	27.9	4.8	9.2	
		標植	72.9	15.6	23.7	5.1	8.8	
		密植	79.4	14.6	14.7	3.8	7.3	
	2本立て	疎植	65.6	15.1	27.8	4.9	9.4	
		標植	72.1	15.4	19.6	4.1	8.4	
		密植	77.0	14.7	13.1	3.4	7.3	
	1株本数			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	1本立て (平均)			73.1	15.2	22.1	4.5	8.4
	2本立て (平均)			71.6	15.1	20.1	4.1	8.4
	栽植密度			**	n.s.	**	n.s.	*
	疎植 (平均)			66.3a	15.3	27.8a	4.8	9.3a
	標植 (平均)			72.5b	15.5	21.6b	4.6	8.6b
密植 (平均)			78.2c	14.7	13.9c	3.6	7.3c	

注. \*\*は1%水準、\*は5%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。1株本数と栽植密度の間には交互作用なし。

表7 1株本数と栽植密度が大豆の生育に与える影響 (2010)

品種	1株本数	栽植密度	主茎長 (cm)	節数		分枝数 (本/株)	茎太 (mm)
				主茎	分枝		
すずさやか	1本立て	疎植	57.8	16.1	44.6	7.3	12.4
		標植	67.5	16.3	40.8	6.7	11.6
		密植	77.2	15.4	16.2	3.8	8.3
	2本立て	疎植	62.1	15.7	39.2	7.0	11.3
		標植	65.4	15.4	29.9	6.0	10.4
		密植	76.9	15.5	18.3	4.7	9.0
	1株本数		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	1本立て (平均)		67.5	15.9	33.9	5.9	10.8
	2本立て (平均)		68.2	15.5	29.1	5.9	10.2
	栽植密度		n.s.	n.s.	*	*	**
	疎植 (平均)		60.0	15.9	41.9a	7.1a	11.8a
	標植 (平均)		66.5	15.8	35.3a	6.3a	11.0a
密植 (平均)		77.1	15.5	17.2b	4.2b	8.6b	
リュウホウ	1本立て	疎植	50.8	14.4	29.6	5.3	9.2
		標植	59.4	14.5	21.5	4.5	8.2
		密植	63.1	14.0	15.9	3.7	6.9
	2本立て	疎植	56.5	14.3	27.7	4.8	9.8
		標植	60.0	14.1	21.0	4.1	8.4
		密植	64.8	13.7	14.8	3.5	7.2
	1株本数		*	n.s.	n.s.	n.s.	**
	1本立て (平均)		57.7a	14.3	22.3	4.5	8.1a
	2本立て (平均)		60.4b	14.0	21.2	4.1	8.5b
	栽植密度		**	n.s.	**	*	**
	疎植 (平均)		53.6a	14.4	28.7a	5.0a	9.5a
	標植 (平均)		59.7b	14.3	21.3b	4.3b	8.3b
密植 (平均)		63.9c	13.9	15.4c	3.6c	7.1c	

注. \*\*は1%水準、\*は5%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。1株本数と栽植密度の間には交互作用なし。

しとなった(図1)。

### 3. 播種日、栽植密度と子実の蛋白含量との関係

子実の蛋白含量は播種日が遅いほど高くなり、栽植密度による影響は明らかでなかった(表4、表5)。蛋白含量と気象条件との関係を見ると、登熟期の積算気温と蛋白含量の間には、有意な負の相関関係( $r = -0.727^*$ )がみられ、積算気温が高いと、蛋白含量が品質として求められる40%を下回る可能性のあることがわかった(図2)。これまでに、蛋白含量に対する気象条件の影響は品種によって異なることが知られており(内川ら 2004)、暖地では登熟期間の積算気温が高いほど蛋白含量が低くなり、主茎に着生した粒の蛋白含量は分枝の場合より高いことがわかっている。今回の結果はこれと符合しており、一部のダイズ品種については共通する特徴と言える(中村ら 1990)。

### 試験2 1株本数と栽植密度がダイズの生育収量に与える影響

#### 1. 1株本数、栽植密度と栄養生長形質との関係

2010年における「リュウホウ」の主茎長と2009年の「すずさやか」の分枝節数を除けば、いずれの形質も1株本数の影響はみられなかった。2010年の「リュウホウ」は、主茎長が1株2本立てで大きくなった。また、2009年の「すずさやか」では、分枝節数が1株1本立てで多くなり、分枝節数の密度反応が1本立てで2本立てより大きくなることが分かった(表6、表7)。品種間あるいは栽植密度間で大きく変動する形質として分枝節数、分枝数等の分枝関連形質であることがわかっており(堀江ら 1971)、その影響が2本立てで顕著に現れたと言える。

#### 2. 1株本数、栽植密度と子実重との関係

収量に対する1株本数の影響は、いずれの品種で



表8 1株本数が大豆の収量及び適栽植密度に与える影響 (2009)

品種	1株本数	栽植密度	子実重 (g/m <sup>2</sup> )	100粒重 (g)	一莢 粒数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	蛋白含量 (%)	適栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	
すずさやか	1本立て	疎植	391	24.5	2.06	775	42.6	15.9	
		標植	382	23.5	2.08	781	42.8		
		密植	411	22.7	2.00	907	43.5		
	2本立て	疎植	362	23.8	2.04	746	43.5	14.5	
		標植	362	24.0	2.01	751	42.4		
		密植	355	23.0	2.03	760	43.2		
	1株本数			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	1本立て (平均)			395	23.6	2.05	821	43.0	
	2本立て (平均)			359	23.6	2.02	752	43.1	
	栽植密度			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	疎植 (平均)			377	24.2	2.05	760	43.0	
	標植 (平均)			372	23.8	2.05	766	42.6	
密植 (平均)			383	22.9	2.01	834	43.4		
リュウホウ	1本立て	疎植	354	31.0	1.89	603	42.8	16.3	
		標植	372	28.8	1.90	683	40.9		
		密植	384	28.1	1.84	744	41.5		
	2本立て	疎植	335	30.3	1.90	581	43.3	18.7	
		標植	338	29.5	1.89	609	43.3		
		密植	398	29.5	1.78	759	42.8		
	1株本数			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	1本立て (平均)			370	29.3	1.88	677	41.7	
	2本立て (平均)			357	29.7	1.86	650	43.1	
	栽植密度			*	n.s.	n.s.	*	n.s.	
	疎植 (平均)			344a	30.6	1.90	592a	43.0	
	標植 (平均)			355ab	29.1	1.89	646a	42.1	
密植 (平均)			391b	28.8	1.81	752b	42.1		

注. \*は5%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。1株本数と栽植密度の間には交互作用なし。

もみられなかったが、適栽植密度は、「すずさやか」より「リュウホウ」で高くなる傾向を示すことがわかった (表8、表9)。国分・朝日 (1985) は、熟期別に品種ごとの適栽植密度を調査し、密度増加に伴う子実重の増加は熟期が早いほど大きく、適栽植密度も高いことを示しており、「リュウホウ」の適栽植密度が「すずさやか」より高くなることと符合している。また、1株本数が粒大と蛋白含量に与える影響はみられず、ダイズの収量品質面での1株本数の影響は認められないと言える。

### 3. 1株本数と子実重の変動

1株2本立てにおける子実重の変動をみると、株当たり<個体当たりとなった (表10)。宮川・甲斐 (1983) は、2本立てでは、株内変動が株間変動よりはるかに大きいとしており、本試験の結果はこの指摘と一致している。ダイズは出芽時子葉が土壌を持ち上げて出芽するため、イネ科作物と比較して抽出力の強弱が出芽に及ぼす影響が大きいことが示さ

れており (井之上・陳 1981)、1穴播種粒数が多いほど抽出力が大きく、クラストの発生による出芽率の低下が起きないとされている。そのため、農家圃場では苗立ちを確保するため1穴2粒播種が実施されているが、本試験の範囲では苗立ちした場合、株単位で見れば、株当たり子実重、収量には差がないと言える。

## IV 摘 要

東北日本海側では、7月中旬播種までダイズは成熟を迎えることができること、主茎長、主茎節数、莖太など栄養生長形質は、播種日が遅くなるとともに短くあるいは少なくなるが、その程度は形質によって異なること、7月上旬播種までは最大子実重は300g/m<sup>2</sup>を越えること、開花期以降の平均気温が高いと蛋白含量が40%を下回る可能性のあることがわかった。また、1株本数の影響は、一部の品種、年次の形質でみられるが、適栽植密度は、「すずさや

表9 1株本数が大豆の収量および適栽植密度に与える影響 (2010)

品種	1株本数	栽植密度	子実重 (g/m <sup>2</sup> )	100粒重 (g)	一莢 粒数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	蛋白含量 (%)	適栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	
すずさやか	1本立て	疎植	339	21.9	1.93	799	40.7	11.4	
		標植	401	22.3	1.96	917	40.5		
		密植	271	21.1	1.85	695	40.6		
	2本立て	疎植	301	23.9	1.97	641	41.8	17.4	
		標植	315	21.7	1.90	763	40.5		
		密植	343	22.8	1.84	815	41.5		
	1株本数			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	1本立て (平均)			337	21.8	1.92	804	40.6	
	2本立て (平均)			320	22.8	1.91	740	41.3	
	栽植密度			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	疎植 (平均)			320.1	22.9	1.95	873a	41.2	
	標植 (平均)			358.2	22.0	1.93	985b	40.5	
密植 (平均)			307.3	22.0	1.85	1124b	41.0		
リュウホウ	1本立て	疎植	307	26.8	1.84	624	41.6	17.9	
		標植	324	27.3	1.83	647	41.6		
		密植	357	27.7	1.77	728	40.9		
	2本立て	疎植	328	28.4	1.89	611	42.5	16.4	
		標植	335	28.7	1.88	623	43.2		
		密植	357	27.4	1.84	708	42.7		
	1株本数			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	1本立て (平均)			329	27.2	1.82	666	41.4	
	2本立て (平均)			340	27.8	1.83	647	42.8	
	栽植密度			n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	
	疎植 (平均)			318	27.6	1.87	617a	42.0	
	標植 (平均)			330	28.0	1.86	635a	42.4	
密植 (平均)			357	27.5	1.81	718b	41.8		

注. \*\*は1%水準、\*は5%水準で有意。同じ英小文字には有意差がないことを示す。1株本数と栽植密度の間には交互作用なし。

表10 1株本数が子実重の変動係数に与える影響

品 種	栽植密度	1本立て	2本立て	
			個体	株
すずさやか	疎植	29.4	34.3	22.6
	標植	29.7	49.3	37.7
	密植	55.4	71.5	42.4
1株本数	*	38.1a	51.7b	34.3a
品 種	栽植密度	1本立て	2本立て	
			個体	株
リュウホウ	疎植	35.4	43.7	17.1
	標植	43.0	45.8	27.5
	密植	51.4	63.0	42.0
1株本数	*	43.3a	50.8a	28.9b

注. 同じ英小文字には有意差がないことを示す。  
調査年：2009年

か」より早生の「リュウホウ」で高くなる傾向を示すこと、1株2本立てにおける子実重の変動は株当たり<個体当たりとなることなどがわかった。

## 引用文献

- 1) Duncan, W.G. 1958. The relationship between corn population and yield. Agron. J. 50 : 82-84.
- 2) 堀江正樹, 御子柴公人, 荻原英雄. 1971. 作物の諸特性についての統計学的研究 第10報 大豆諸形質の品種内個体間変異についての考察. 日作紀 40 : 230-236.
- 3) 井之上 準・陳 日斗. 1981. 作物の出芽に関する研究 ダイズにおける粒重と芽ばえの抽出力. 日作紀 50 (3) : 344-350.
- 4) 岩渕哲也, 尾形武文, 田中浩平. 2006. ダイズ

- の出芽・苗立ち安定のための3粒点播栽培に関する研究－1穴播種粒数が芽ばえの抽出力に及ぼす影響－. 日作紀 75 (2) : 132-135.
- 5) 国分牧衛, 朝日幸光. 1985. 大豆の栽植密度に対する反応の品種間差異 (予報). 日作東北支部報 28 : 112-115.
- 6) 宮川敏男, 甲斐俊二郎. 1983. 大豆調査における適正標本数の解明 第1報 品種と株当たり本数について. 日作九支報 50 : 80-82.
- 7) 中村茂樹, 中沢芳則, 大庭寅雄. 1990. 大豆子実蛋白含有率の播種期による変動及び変動要因. 九州農試報告 26 : 221-231.
- 8) 平 春枝, 中村茂樹, 磯谷尚子, 河津 恵. 2004. 大豆の食物繊維, タンパク質および脂質含量への転換畑および晩期播種栽培の影響. 日本食品科学工学会誌 51 (1) : 38-46.
- 9) 内川 修, 福島裕介, 松江勇次. 2004. 水田転換畑ダイズの主茎と分枝に着生した子実タンパク質含有率と播種時期、栽植密度との関係. 日作紀 73 (3) : 287-292.



## 濃厚飼料を多給した黒毛和種去勢牛に対する圧砕稲わら給与が ルーメン内pHに与える影響および圧砕稲わらの 市販透湿防水シートによる被覆保管が嗜好性に及ぼす影響

小松 篤司<sup>\*1)</sup>・深澤 充<sup>\*1)</sup>・東山 由美<sup>\*1)</sup>・関矢 博幸<sup>\*1)</sup>  
杉浦 玲<sup>\*2)</sup>・大谷 隆二<sup>\*1)</sup>・押部 明德<sup>\*3)</sup>

**抄 録**：汎用コンバインの脱穀機能により圧砕された稲わら（圧砕稲わら）は短時間で乾燥が可能である。このため、天候不順により稲わらの乾燥が難しかった地域においても粗飼料としての供給が可能となる技術である。一方で黒毛和種去勢牛に圧砕稲わらを給与した報告はない。また、市販透湿防水シートは透湿性と防水性の相反する機能を兼ね備えた稲わらロール被覆用素材であるが、被覆時におけるロール内の温度変化やそれを用いて保管した稲わらのウシへの給与時における嗜好性については報告されていない。そこで、黒毛和種去勢牛において圧砕稲わら給与がもたらすルーメン内pH変動および咀嚼行動への影響を検討した。また、圧砕稲わらの市販透湿防水シート被覆保管がもたらすロール内温度変化および嗜好性に対する影響を検討した。慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であり、採食時間、反芻時間およびルーメン内pHの変化に違いが見られないことが明らかとなった。このため、黒毛和種肥育牛において慣行稲わらの代替として圧砕稲わらを給与できることが示された。また、市販透湿防水シートにより被覆保管した圧砕稲わらはブルーシートにより被覆保管した圧砕稲わらよりもロール内温度上昇が抑制され、かつ嗜好性が高いということが明らかとなった。市販透湿防水シートは透湿防水の効果により、保管中の乾燥促進機能を持つだけでなく、嗜好性のよい圧砕稲わらを調製できることが示された。

**キーワード**：圧砕稲わら、透湿防水シート、嗜好性、ルーメン内pH

**Effects of Feeding Macerated Rice Straw on Rumen pH and of covering the Straw with a Moisture-permeable, Waterproof Sheet on Feeding Preference in Japanese Black Steers** : Tokushi KOMATSU<sup>\*1)</sup>, Michiru FUKASAWA<sup>\*1)</sup>, Yumi HIGASHIYAMA<sup>\*1)</sup>, Hiroyuki SEKIYA<sup>\*1)</sup>, Rei SUGIURA<sup>\*2)</sup>, Ryuji OHTANI<sup>\*1)</sup>, and Akinori OSHIBE<sup>\*3)</sup>

**Abstract** : In areas with bad weather, macerated rice straw, prepared with a quick-dry technique using a screw-type threshing combine, is effectively used as roughage for livestock. However, to our knowledge, no studies have shown the effects of feeding macerated rice straw on Japanese Black steers. Further, although it is well known that Karatto Sheet<sup>®</sup> (Mitsubishi Plastics), a covering sheet for round bales of rice straw, is moisture-permeable and waterproof, its performance in terms of changes in the internal temperature of the rice straw bales and feeding preferences for rice straw covered with the sheet has not been investigated. Here, we examined the feeding preference and change in rumen pH of Japanese Black steers fed macerated rice straw and the change in the internal temperature of macerated rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup>. No difference was observed in feeding preference between macerated and conventional rice straw. Further, no difference was observed in rumination time and rumen pH between macerated and conventional rice straw, although the eating time for macerated rice straw was shorter than that for conventional rice straw. These results suggest that macerated

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

\* 2) 三菱樹脂株式会社 (Mitsubishi Plastics, Inc. Chiyoda-ku, Tokyo 100-8252, Japan)

\* 3) 国際農林水産業研究センター (Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan)

rice straw can be used as an alternative to conventional rice straw for feeding Japanese Black steers. The rate of increase in internal temperature of round bales of rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup> was found to be lower than that of rice straw covered with a standard tarp. In terms of feeding preference, rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup> was found to be preferable to that covered with a tarp. Therefore, we conclude that the sheet not only facilitates drying of the rice straw but also enhances its quality, making it more palatable to the Japanese Black steers.

**Key Words** : Macerated rice straw, Rumen pH, Feeding preference, Moisture permeable and waterproof sheet

## I 緒 言

国内で排出される稲わらは、家畜の飼料として利用することで海外からの家畜伝染病の侵入の阻止や飼料自給率の向上が見込まれることから、普及が期待される粗飼料源である。しかし、国内における稲わらの年間生産量に対して、利用割合は10%に留まっている（農林水産省 2013）。特に東北地域では秋の刈り取り後における天候不順により稲わらの乾燥が不十分となり、利用できない場合が多い。

このような東北地域特有の気候に対応するため東北農業研究センター（以下、東北農研）においてスクリュウ型脱穀機構を有する汎用コンバインで稲わらを圧砕し（圧砕稲わら）、迅速乾燥後に収集する技術が開発された（大谷ら 2010）。圧砕稲わらは従来の稲わらと比較して磨り潰された状態であるため、従来の稲わらと同様に利用できるかについて調べた、ウシへの給与試験が報告されている。押部ら（2011）は日本短角種および黒毛和種繁殖牛に圧砕稲わらを給与した場合、従来の乾燥稲わらと比較して採食時間は短くなるが反芻時間は変わらないことを報告している。また、日本短角種去勢牛に圧砕稲わらを給与した場合、乾燥稲わらと比較して肉質や血漿中代謝産物に違いが見られない事が報告されている（小松ら 2015）。一方、黒毛和種去勢牛において圧砕稲わらを給与した事例はない。黒毛和種去勢牛の肥育期には濃厚飼料が多く与えられることから、ルーメン内のpHが低下しルーメンアシドーシスが発生しやすい状況になっている。そのため、粗飼料は栄養源としての目的よりはむしろ、粗飼料が持つ粗剛性によりルーメンを刺激し、発酵によるルーメン内の恒常性を保つために給与される。よって、少

量ではあるものの給与される粗飼料の品質や形状がルーメンに大きな影響を与えることが予想される。

一方、透湿防水シートは近年、市販が始まった透湿性・通気性および防水性の相反する機能を兼ね備えた稲わらロール被覆用シートである。防水性を持つため屋外での稲わらロールの保管が可能であり、水分含量が30%前後の稲わらロールであっても屋外に被覆保管することにより10%台まで乾燥させる機能を持つ（美保 2014）。また、肥育牛の脂肪交雑にとって負の影響を持つ稲わらのβ-カロテン含量は市販透湿防水シートによる保管により低下する事が示されている（美保 2014）。ロール内の発酵に伴う急激な温度上昇は稲わら中のタンパク質と糖によるメイラード反応などを引き起こすため（Saner 1986）、品質の劣化につながるが、透湿防水シートによるロール内の温度変化については報告されていない。また、品質の劣化が生じる場合、家畜へ給与した際の嗜好性の低下の可能性が考えられる。

本研究では牧草サイレージ主体給与により飼養管理された黒毛和種去勢牛を用い、肥育後期に近い濃厚飼料の多給状態にし、粗飼料として牧草サイレージ、慣行稲わら、あるいは圧砕稲わらを給与したときのルーメン内pH変動と咀嚼時間を測定した。また、圧砕稲わらの市販透湿防水シート被覆保管がもたらすロール内温度変化および嗜好性に対する影響を検討した。

本稿は革新的技術緊急展開事業「東北日本海側水田輪作」の研究資金を用いて調査した結果を記述した。また、本試験にあたり、東北農業研究センター研究支援センター業務第2科の技術専門職員に研究支援の面でご尽力いただいた。これらの方々に感謝を申し上げる。

## II 材料と方法

### 1. 供試飼料および供試動物

#### 1) 供試飼料

供試した圧碎稲わらは、東北農研内の圃場において栽培された「べこごのみ」から乾燥調製した。加えて、嗜好性試験では宮城県名取市の圃場で栽培された「まなむすめ」から乾燥調製したものも用いた。圧碎稲わらは、カッティングユニットを取り外して、ウンドローワを取り付けた汎用コンバイン(大谷ら 2008)を用いて刈収穫時に圧碎して刈り株上に排出したわらを水分が20%以下となるように天日乾燥したのちロールペール成形して調製した。圧碎稲わらを東北農研では16日間、名取市では7日間圃場に放置し水分含量が20%以下となるように圃場で乾燥させた後、梱包を行った。梱包後の圧碎稲わらは保管試験に利用するものを除き屋内に保管した。

慣行稲わらは市販の乾燥稲わらロール(公益社団法人あおもり農林業支援センター製「ひとめぼれ」稲わら)を屋内に保管し、咀嚼及びルーメン内pH測定試験、及び嗜好性試験に利用した。

牧草サイレージについては東北農研内の圃場で栽培及び収穫調製されたオーチャードグラス一番草サイレージを用いた。

それぞれの飼料は一般分析(自給飼料利用研究会 2009)を行い、粗タンパク質、粗脂肪、粗灰分、中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維について乾物中の含有率を求めた(表1)。

#### 2) 供試牛

ルーメンフィステルが装着された黒毛和種去勢牛3頭(平均体重728kg、平均月齢83.3ヵ月)を供試した。馴致期間および試験期間を除く通常の飼養管理においては体重の0.5%量となる市販の配合飼料

(TDN 72%、CP 13%)と牧草サイレージ10kgを9:00と16:00に半分に分けて給与した。

### 2. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

試験期間中は乾物比で濃厚飼料80%、粗飼料20%とし、TDN含量で体重維持量となるように給与した。粗飼料として圧碎稲わら区、慣行稲わら区、牧草サイレージ区の3試験区を設定し、3×3(I期14日)のラテン方格法で給与試験を行った。試験期間最終3日間においてルーメン内留置型pH測定器(SPPH型、エス・シー・ビー、北海道)を装着し、5分間隔で連続してルーメン内のpHの測定を行った。また、東北農研で開発された咀嚼計(SCRUM: Sequential Chewing and Rumination Measuring System)を頭部に装着し、採食および反芻時間の測定を行った。最終日前日9:00から最終日9:00までの測定結果を取りまとめ、統計解析を行った。

### 3. 保管試験および嗜好性試験

#### 1) 圧碎稲わら保管試験

東北農研の圃場で梱包された圧碎稲わらロールについて透湿防水シート(乾っとシート®、三菱樹脂株式会社、東京)により被覆保管する区(透湿防水シート区)およびブルーシートにより被覆保管する区(ブルーシート区)を設定した。それぞれ圧碎稲わらロール4個を用い、屋外のコンクリート床面に敷設したプラスチック製パレット上に図1(a)のように配置し、それぞれ透湿防水シートおよびポリエチレン製中厚手の汎用シート(ブルーシート、DCMホールディングス、東京)により被覆した(図1(b))。ロール中心部には温度計(RT-14、エスベック、大阪)を挿入し、15:00における中心部温度を20日間にわたり継続して測定を行った。また、40日毎にロール上部、中部、下部より中心に向かってフィードサンプラー(藤原製作所、東京)を

表1 給与飼料中の一般成分含量(乾物中%)

	牧草サイレージ	乾燥稲わら	名取産 圧碎稲わら	圧碎稲わら	乾っとシート + 圧碎稲わら	ブルーシート + 圧碎稲わら
乾物率	62.7 (0.8)	90.1 (0.3)	93.1 (1.7)	86.2 (0.8)	90.8 (0.9)	90.9 (0.9)
粗タンパク質	15.0 (2.3)	4.5 (1.1)	3.3 (1.2)	4.0 (2.1)	6.8 (2.8)	3.8 (1.7)
粗脂肪	3.4 (0.1)	0.8 (0.1)	0.4 (0.0)	1.2 (0.1)	1.5 (0.5)	0.5 (0.3)
粗灰分	6.0 (1.5)	19.0 (3.7)	17.5 (3.4)	19.9 (2.7)	19.5 (2.3)	19.1 (1.1)
NDF	63.9 (1.3)	66.6 (1.2)	66.7 (1.1)	64.7 (1.7)	68.2 (1.7)	68.0 (1.6)
ADF	31.4 (1.3)	41.9 (1.0)	41.8 (1.5)	41.6 (0.2)	42.0 (1.1)	42.2 (1.1)

NDF: 中性デタージェント繊維、ADF: 酸性デタージェント繊維

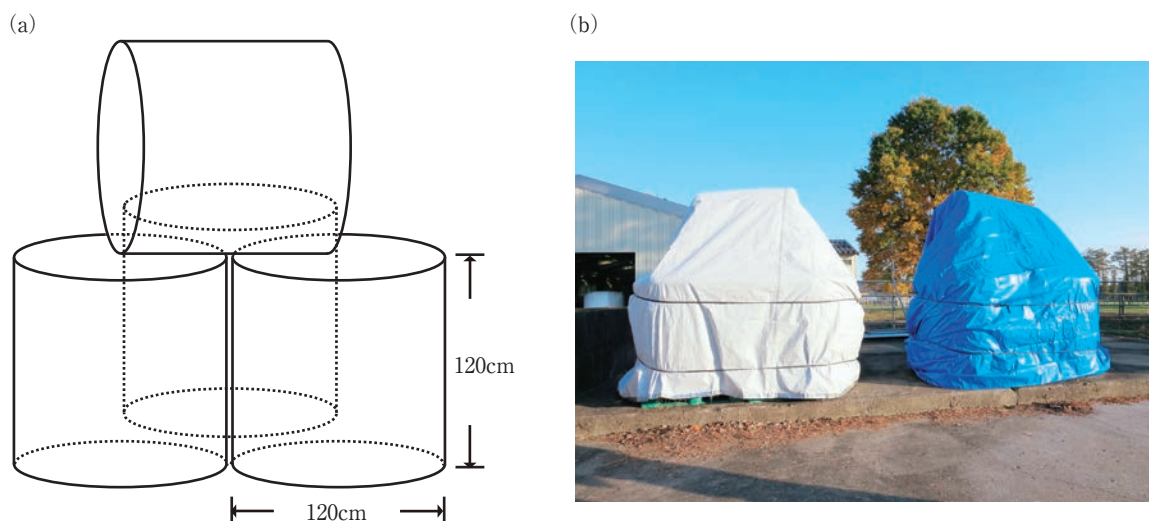


図1 圧砕稲わらロールの配置 (a) および異なる素材による被覆保管 (b)

用い、試料採取した後、水分含量を測定した。温度測定終了後もそれぞれのシートで7ヵ月間被覆を続け、後述する嗜好性試験において利用した。

#### 2) 嗜好性試験

嗜好性試験は5種類の供試飼料（牧草サイレージ、慣行稲わら、圧砕稲わら（名取市産）、透湿防水シート被覆保管圧砕稲わら、およびブルーシート被覆保管圧砕稲わらから任意の2飼料を取り出す全ての組み合わせを一日を単位として無作為に配置し、一対比較法により実施した（渡辺ら 1995）。同じ飼料は3日間連続しないように配置した。試験は朝の通常飼料給与前に、2kgの供試飼料を大きさの等しい2つのコンテナに入れ給与し、10分間の現物採食量を測定した。位置による影響を無くすために給与開始5分後に左右の位置を入れ替えた。同時に給与された供試飼料の合計採食量に占める割合からそれぞれの供試飼料の他方に対する相対的な評点を表2に示す基準で算出した。

#### 4. 統計解析

全ての統計処理はR（The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria）を視覚的に操作できるプログラムであるEZR（自治医科大学附属さいたま医療センター、埼玉）を利用した（Kanda *et al.* 2013）。ルーメン内pHの変化については2要因とも対応のある反復測定分散分析を行った。採食および反芻時間の違いについては分散分析を行い、有意差が見られたことから各試験区についてボンフェローニの多重比較検定を行った。保管試

表2 採食比率（%）と嗜好性の評点

飼料 A		飼料 B	
採食比率(%)	評点	採食比率(%)	評点
00-10	-4	90-100	4
10-20	-3	80-90	3
20-30	-2	70-80	2
30-40	-1	60-70	1
40-60	0	40-60	0
60-70	1	30-40	-1
70-80	2	20-30	-2
80-90	3	10-20	-3
90-100	4	00-10	-4

験については1要因のみ対応のある反復測定分散分析を行い、ロール内温度および時間との間に交互作用があったことから各測定日における温度について対応のないstudentのt検定を行った。嗜好性試験については表2から得られた評点を集計してシェッフェの方法（中屋変法）で分散分析（中屋 1970）し、平均嗜好度の差の検定を行った。

### Ⅲ 結 果

#### 1. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

牧草サイレージ、慣行稲わら、および圧砕稲わら給与時におけるルーメン内pHの変動を図2に示した。異なる飼料間pHの変動に有意な違いは見られず、pHは5.6から7.1の間で推移した。異なる飼料における採食時間、および反芻時間を表3に示した。分散分析の結果、反芻時間については有意差が見ら



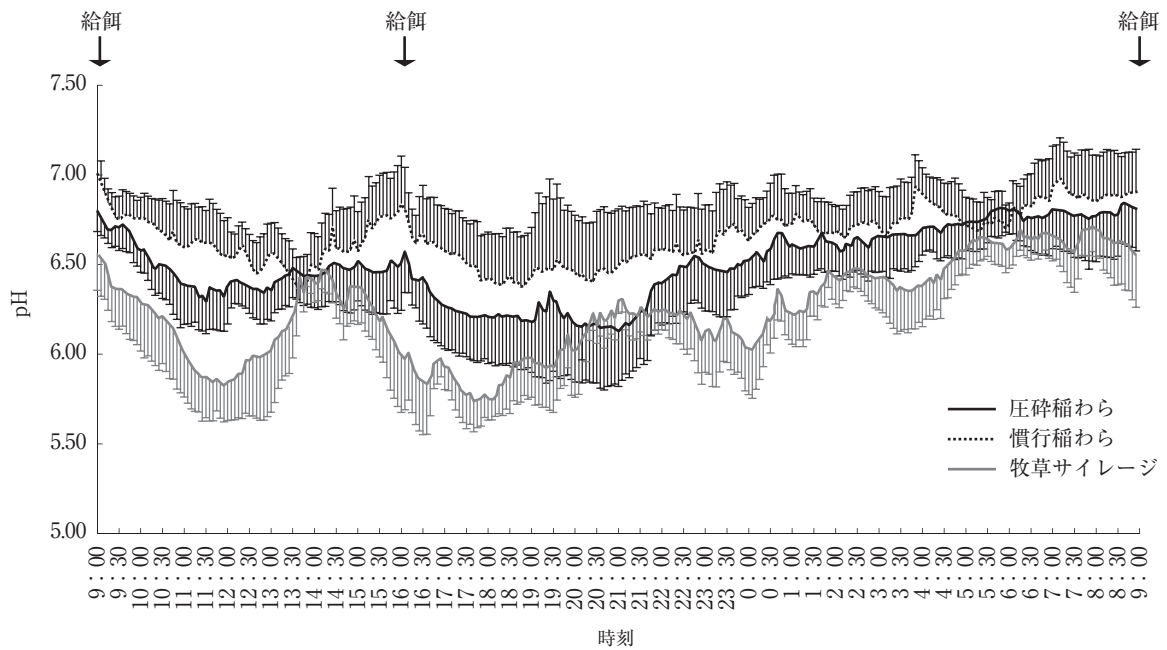


図2 異なる飼料給与時におけるルーメン内 pH 変動の推移  
注. 平均値±標準偏差

表3 異なる飼料における採食および反芻時間 (分)

	サイレージ	圧砕稲わら	慣行稲わら
採食時間 (分)	40.0±8.5	45.0±6.0	59.3±4.0
反芻時間 (分)	169.3±20.6	224.3±66.8	213.7±45.7
平均(分)±標準偏差			

れなかったが、採食時間については有意な差が見られた（牧草サイレージ区：40.0分、圧砕稲わら区：45.0分、慣行稲わら区：59.3分）。しかし、ボンフェローニの多重比較の結果では異なる飼料における採食時間について5%水準では有意差は見られなかった（牧草サイレージ区および慣行稲わら区間で $p = 0.075$ 、圧砕稲わら区および慣行稲わら区間で $p = 0.085$ ）。

### 2. 圧砕稲わら保管試験

それぞれの被覆時におけるロール内温度の変化を図3に示した。保管開始直後からロール内温度は上昇し、3日目にピークを迎えた。ピーク時のロール内温度はブルーシート区では55℃前後、透湿防水シート区では40℃前後であった。以降、ロール内温度は下降し、15日目以降は外気温と同等の温度となった。ブルーシート区および透湿防水シート区において温度の上昇の程度に違いが見られ、被覆後3、4、7～10、および13日時点においてブルーシート被覆におけるロール内温度が高い結果となった。

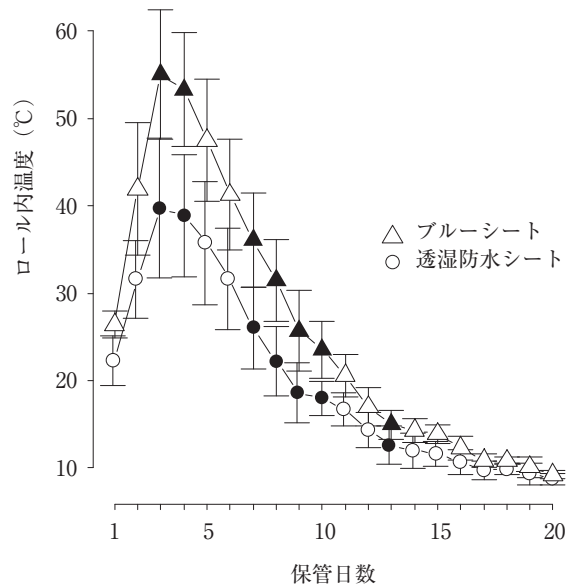


図3 ブルーシートおよび透湿防水シート被覆保管時における圧砕稲わらロール内温度の推移（平均値±標準偏差）  
注. 黒印シンボルは有意差有（ $P < 0.05$ ）

各区における被覆後の圧砕稲わら水分含量の推移を表4に示した。被覆開始時点の水分含量は15.4%であり、120日目では透湿防水シート区では13.8%であり、ブルーシート区では15.0%であったが、両者の水分含量には有意な違いが見られなかった。

表4 透湿防水シート区およびブルーシート区における水分含量の変化の推移 (%)

	10/24 (被覆日)	12/8 (40日後)	1/31 (80日後)	3/6 (120日後)
透湿防水シート	15.4±2.0	13.9±1.9	14.4±2.3	13.8±1.7
ブルーシート	15.4±2.0	17.4±5.0	15.4±4.1	15.0±2.3

平均 ± 標準偏差

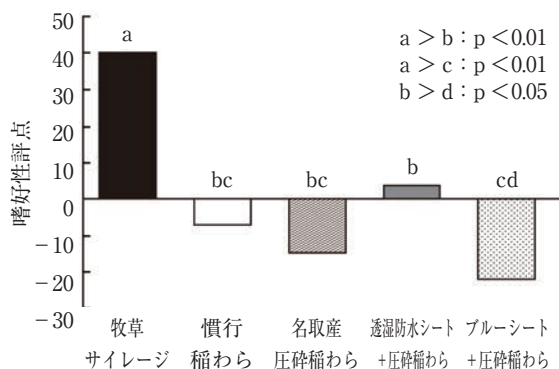


図4 異なる飼料における嗜好性評点  
注: 異なる文字間において有意差有 (P<0.05)

### 3. 嗜好性試験

5種類の飼料における嗜好性評点結果を図4に示した。牧草サイレージが慣行稲わら、名取産圧砕稲わら、透湿防水シート被覆圧砕稲わら、およびブルーシート被覆圧砕稲わらと比較して嗜好性が高い結果となった ( $p < 0.01$ )。また、透湿防水シート被覆圧砕稲わらがブルーシート被覆圧砕稲わらと比較して嗜好性が高い結果となった ( $p < 0.05$ )。

## IV 考 察

### 1. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

異なる粗飼料給与 (牧草サイレージ、慣行稲わら、および圧砕稲わら) においてルーメン内のpHの変化に大きな違いは見られなかった。ルーメン内のpHは通常7.0~6.0を保ち、5.5以下の状態が続くのがルーメンアシドーシスであるとされる (小原2008)。また、亜急性のルーメンアシドーシスではpHが5.6以下に低下する状態が3時間/日以上継続し、採食量の低下や下痢などの病態を特徴とする (Gozho et al. 2005)。本試験結果では濃厚飼料80%と肥育期に近い飼料組成であったが、アシドーシス状態にはならなかった。このため、圧砕稲わら給与がルーメン内pHに与える影響は慣行稲わらや、牧

草サイレージと同等であったと考えられた。また、反芻時間は飼料によって大きな違いは見られなかった。反芻動物は反芻行動によって粗飼料の微生物による消化性を高め、ルーメン内の恒常性を保っているとされる (Jouany JP 2006)。このため、ルーメン内pH変動や、反芻時間の観点からも圧砕稲わら給与は慣行稲わらなどの粗飼料給与と比較し遜色ないと考えられた。一方で多重比較の結果では5%水準で有意ではなかったものの、慣行稲わらと比較して圧砕稲わらと牧草サイレージにおいて採食時間が少ない傾向であった。慣行稲わらは稲わらの物理的特性を変えずに乾燥させており、牧草サイレージや圧砕稲わらと比較して粗剛性が高い。このため慣行稲わらを持つ物理的特性により採食時間が長かったと考えられた。採食時間の増加により唾液が増加し、ルーメン内の恒常性が保たれると考えられるが今回の結果では採食時間の変化はルーメン内pHには大きな影響を与えなかった。

### 2. 保管試験

乾燥稲わらの保管では水分を20%以下にすることで腐敗を防ぐと言われている (美保 2014)。今回の試験結果では保管開始時の水分含量が15%台だったにもかかわらずロール内の温度が上昇した。これは圃場から複数の圧砕稲わらを採取した結果、平均水分含量が15%であったが、地表近くの水分含量が高い箇所がロール内に含まれた場合に発酵が進み、結果的に温度上昇が起こったと考えられた。一方で、ブルーシートにより被覆した圧砕稲わらと比較して透湿防水シートにより被覆した圧砕稲わらではロール内の温度上昇が抑制された。透湿防水シートは防水性がありながら通気性を持つ素材で構成されている。このため、温度上昇によって発生する水蒸気がシート内側から外側へ排出され、過度の温度上昇が抑制された事が考えられた。発酵によるロール内の温度上昇は稲わらに含まれるタンパク質がメイラード反応を起こし、消化率や嗜好性に負の影響を及ぼす可能性が報告されている (Saner 1986)。このため、ブルーシート被覆と比較して透湿防水シート被覆は飼料の保管に関してより有利な条件である。

### 3. 嗜好性試験

嗜好性試験において牧草サイレージが他の飼料と比較して嗜好性が一番優れていた。本試験で利用したサイレージはオーチャードグラスを調製したものであるが、表1にあるようにタンパク質含有率が高

く、また、発酵により生じた有機酸が食欲を増進させたことが考えられた。また、慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であった。圧砕稲わらは慣行の稲わらと異なり、汎用コンバインにより磨り潰された形状をしている。このため、嗜好性に影響が出るということが考えられたが今回の結果では同等の嗜好性であった。このため、黒毛和種肥育における粗飼料給与の際に慣行の稲わらの代替として圧砕稲わらを給与することは嗜好性の点からは問題ないと考えられた。一方で、ブルーシートで被覆保管した圧砕稲わらと比較して透湿防水シートで被覆保管した圧砕稲わら給与が高い嗜好性を示した。保管試験においてブルーシートにより被覆保管した圧砕稲わらにおいてロール内温度が高い結果であった。このため、ロール内温度上昇による稲わらの変性や、水蒸気発生に伴うロール表面上のカビにより嗜好性の低下が起こったと考えられた。これらの結果は稲わらロールの屋外保管において、たとえば保管開始時の水分が推奨される20%以下であったとしても、ブルーシートよりも、透湿防水シートで被覆する方がロール内温度の上昇を抑制し、かつウシへの給与においても嗜好性がよいことを示唆するものである。

以上の結果より慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であり、採食時間の減少傾向が見られるものの、反芻時間およびルーメン内pHの変化に違いが見られないことが明らかとなった。このため、黒毛和種肥育牛において慣行稲わらに代替して圧砕稲わらを給与することが可能であることが示された。また、透湿防水シートで被覆保管した圧砕稲わらはブルーシートで被覆保管した圧砕稲わらよりもロール内温度上昇が抑制され、かつ嗜好性が高いという事が明らかとなった。透湿防水シートは本来の機能である乾燥の促進だけでなく、圧砕稲わらの高い嗜好性を維持することが示された。

## 引用文献

- 1) Gozho GN, Plaizier JC, Krause DO. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J. Dairy Sci.* 88 : 1399-1403.
- 2) Jouany JP. 2006. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 96 : 250-264.
- 3) Kanda Y. 2013. Investigation of the freely-available easy-to-use software "EZR" (Easy R) for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 48 : 452-458.
- 4) 小松篤司, 深澤 充, 東山由美, 関矢博幸, 木村俊之, 木村映一, 大谷隆二, 押部明德. 2015. 日本短角種肥育牛への圧砕稲わら給与が血液成分および産肉性に及ぼす影響. 東北農業研究センター研究報告 117 : 45-50.
- 5) 美保雄一郎. 2014. 稲わら・牧草乾燥シート「乾っとシート」の開発について. 肉牛ジャーナル9月号 : 56-58.
- 6) 中屋. 1970. シェツフェの一対比較法の一変法. 日本科学技術連盟官能検査大会報文集 1-12.
- 7) 農林水産省資料. 2013. 飼料をめぐる情勢(平成25年6月)
- 8) 小原嘉昭. 2008. 急性ならびに潜在性ルーメンアシドーシスの諸課題. *家畜診療* 55 : 309-314
- 9) 大谷隆二, 金井源太, 天羽弘一, 関矢博幸, 冠秀昭, 押部明德. 2010. 汎用コンバインとスワースコンディショナを用いた稲わらの乾燥・収集体系. 東北農業研究成果情報 (<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2008/tohoku08-34.html> [2015年11月1日確認])
- 10) 押部明德, 大谷隆二, 福重直輝, 小松篤司, 池田堅太郎, 関矢博幸, 田中 治, 木村俊之, 木村映一, 中込弘二. 2011. 汎用コンバインを用いた圧砕処理が黒毛和種雌牛における稲わらの粗飼料価に及ぼす影響. 東北農業研究センター研究報告 113 : 29-32.
- 11) Saner LD. 1986. Symposium Protein and fiber digestion, passage and utilization in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 69 : 2734-2749.
- 12) 渡辺晴彦, 春日春光, 我有 満, 萩原正義. 1995. 黒毛和種繁殖牛におけるソルガムサイレージの嗜好性の品種系統間差異 一対比較法による嗜好性の評価. *日草誌* 41 : 145-151.



## イノシシ用電気柵の設置段階におけるヒューマンエラーの 類型と普及指導による解消効果

藤本 竜輔<sup>\*1)</sup>・竹内 正彦<sup>\*2)</sup>

**抄 録**：イノシシ進入防止用電気柵の効果を高めるために、柵線、支柱、碍子の設置段階に生じるヒューマンエラーを類型化した。また、普及指導によるエラー解消効果を実証し、効果的な解消方法を検討した。2013年度に電気柵が一斉導入された福島県二本松市の2集落（AおよびB）を調査地とし、A集落のみ定期的な普及指導をおこなった。2014年10月に設置済み電気柵の4mを1線分として、すべての線分（A集落：1,703線分、B集落：2,412線分）のエラーの有無と内容を記録した。計13種類のエラーが記録された。エラーあり線分の出現率は、普及指導を実施したA集落（15%）が、実施しなかったB集落（57%）より有意に低かった（G検定、 $G = 792.291$ 、 $p < 0.001$ ）。両集落のエラー構成は、起伏変化に柵線高を合わせきれずに発生するエラーは共通していたが、地形要因に由来しないエラーはB集落で特徴的に認められた。以上のことから電気柵設置におけるエラーは普及指導によって大幅な低減が期待できること、および起伏変化に応じて発生するエラーは比較的残留しやすいことが示された。

**キーワード**：獣害対策、電気柵、イノシシ、ヒューマンエラー、普及指導

**Types of Human Errors during the Installation of an Electric Fence for Wild Boars and the Error-reduction Effects of Extension Activities** : Ryusuke FUJIMOTO<sup>\*1)</sup> and Masahiko TAKEUCHI<sup>\*2)</sup>

**Abstract** : To increase the efficiency of electric fences to prevent the passage of wild boars *Sus scrofa* into crop fields, we describe the typical human errors during the installation of electric wires, poles, and insulators. Additionally, we consider methods to avoid these errors by examining the effects of Extension activities. The investigation was conducted at two settlements (A and B) in Nihonmatsu City, Fukushima Prefecture, Japan. Electric fences had been introduced concurrently in the city in 2013, and only Settlement A had been advised about the exact ways to set up the fence, at the beginning of 2013. In October 2014, we investigated the presence or absence of errors and their type every 4 m along the entire stretches of installed fences (Settlement A: 1,703 segments, Settlement B: 2,412 segments). We found 13 types of errors in the study area. The occurrence rate of error segments in Settlement A was significantly lower than that of Settlement B (A, 15%; B, 57%; G-test,  $G = 792.291$ ,  $p < 0.001$ ). The type of errors caused by uneven ground occurred in both settlements while errors unrelated to the unevenness of the ground were frequently detected in Settlement B. As is clear from above, we found that human errors during the installation of an electric fence can be significantly decreased by providing appropriate information. Further, errors caused by uneven ground can still occur, even with Extension activities.

**Key Words** : Wildlife damage management, electric fence, *Sus scrofa*, human error, Extension activities

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Fukushima, Fukushima 960-2156, Japan)

\* 2) 農研機構中央農業総合研究センター (NARO Agricultural Research Center, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan)  
2015年7月2日受付、2015年10月27日受理

## I 緒 言

イノシシ*Sus scrofa* L.による農業被害に対し農業者が実施可能な対策手法の1つとして、進入防止柵が広く運用されている。進入防止効果が期待できる柵の構造や設置方法、維持管理手法は、さらなる高度化の余地はあるものの、基礎的な技術はすでに完成しているといっよい(江口 2003、本田 2005、小寺 2011、農林水産省生産局 2014)。しかし実際の農作業現場では、様々なヒューマンエラー(単なる使用方法の間違いや過度な省略、以下エラーとする)によって十分な効果が発揮されていない場合が多い(江口 2003、本田 2005)。

このため、資機材の改良とともに、エラー発生要因の解明や、この発生要因をふまえた解消方法の検討がおこなわれている。たとえば本田(2007a)は、進入防止効果を阻害する要因として設置不良および管理不良が存在し、さらにこれらの不良は専門家による助言の有無や組織的活動といったヒューマンファクターによって解消され得ることを示した。九鬼ら(2013)は、効果が期待できる運用の必要条件として、適切な路線設定・適切な設置・適切な維持管理の3つを挙げ、さらに柵の導入時に具体的かつ合理的な維持管理体制について合意を形成しておくことが重要であると述べている。すなわち、進入防止柵の運用には計画・設置・管理の各段階において発生し得る固有のエラーがあり、この解消のために適切な普及指導が効果的かつ不可欠である。こうしたエラーの存在と普及指導の重要性の関係は柵の運用だけにとどまらず、獣害対策全般において共通の構造であろう(井上 1998、井上ら 2004、本田 2007b)。

他方、エラーの発生や解消効果には地域性の問題もある。そのため、他地域で開発・高度化された技術を別の地域に導入する時、導入地域固有のエラー構成や解消効果について検証しておく必要がある。しかしながら地域性の問題を含め、計画・設置・管理の段階別にどのようなエラーがどれだけ発生するのか定量的に示した報告はみられない。また、普及指導によるエラー解消効果は獣害対策の進展において核心となるテーマであると考えられるが、この効果を定量的に実証した例はない。そこで本研究では、進入防止柵として一般的なイノシシ用簡易電気柵において、最も部材量の多い柵線、支柱、碼子に着目し、設置段階に生じるエラーを分類、定量し

た。また、普及指導によるエラー解消効果を示す一例として実証実験をおこない、効果的な解消方法について提示した。

なお本研究の遂行にあたり、二本松市役所、福島県県北農林事務所安達農業普及所、福島県農業総合センターからは事業内容の情報提供や調査地選定についてのご助力をいただいた。A集落ならびにB集落の方々からは快く調査等へのご協力をいただいた。この場を借りて心より御礼申し上げる。

## II 方 法

### 1. 調査地

福島県二本松市の阿武隈川以東に位置する2集落(A集落およびB集落)を調査地とした(図1)。阿武隈高地の標高約300~350mに位置する両集落は、いずれも起伏に富んだ中山間集落であり、県道を挟んで隣接している。この地域では近年になってイノシシによる農業被害が顕在化しはじめたことを受け、2013年秋から2014年春にかけて、農林水産省所管の鳥獣被害防止総合対策交付金を活用し、簡易電気柵の一斉導入事業が実施された。本研究はこの事業によって導入された柵(A集落:延べ6,812m、B集落:延べ9,648m)を調査対象とした。

### 2. 普及指導

上記の事業を実施するにあたり、電気柵の導入事業に参画した20集落に対して、一般的な設置および

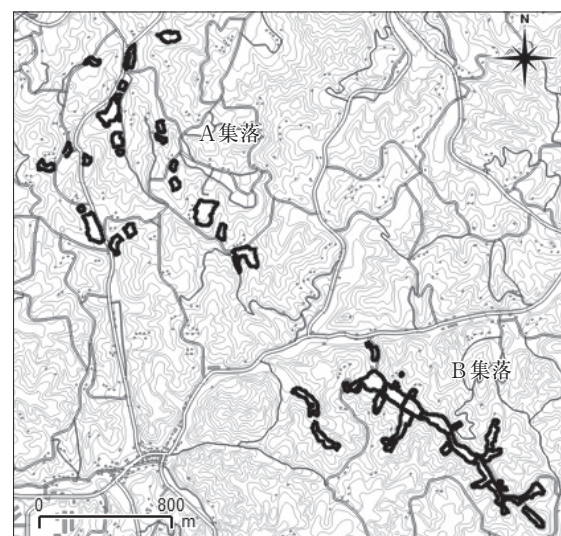


図1 調査対象集落と電気柵の位置

● 電気柵の設置線分

この図は国土地理院提供の基盤地図情報を利用して作成した。

管理の方法についての指導が2013年10月にあり、集落代表者各3名程度が参加した。この時は、柵線の地上高を20cmおよび40cmとすること、碍子を外側に向けること、段差際に設置しないことなどを電気柵メーカーが口頭で解説した。

これに加えてA集落には、筆者が定期的な普及指導を追加した。すなわち、導入事業が計画段階であった2013年4月以降、週1回から月1回ほどの頻度で集落を訪問し、主に集落代表者に対して、電気柵の運用方法を含む獣害対策全般について解説する機会や相談を受ける機会を設けた。また、集落内の協働で実施された電気柵の設置作業の初日（2013年12月1日）に筆者が作業員として参加し、この作業を通じて適切な設置や管理について助言した。こうした介入を計43回おこなった。一方でB集落に対しては、このような介入を調査以前におこなわなかった。調査が終了するまでに両集落に対して上記以外の設置方法に関する普及指導を実施した人員は存在しない。

### 3. 電気柵設置状況の踏査

2014年10月2～3日にA集落、同4～15日にB集落において電気柵の設置状況を踏査した。踏査では柵線の設置路線を4mごとに分け、1線分として扱った（A集落：1,703線分、B集落：2,412線分）。この理由は、ほとんどの支柱間の距離が4mであったことや、過度に狭い線分を採用すると同一のエラーを重複カウントする可能性が高くなることな

どから、4mが便宜上適当であると考えたためである。線分ごとのイノシシ進入リスクの原因になるエラーの有無と、エラーの内容を記録した。柵線の適正な地上高の範囲は、下段は15～25cm、上段は35～45cm、かつ、上下間が15～25cmとした。なお、本研究で記録対象としたエラーは、集落間で発生率を定量比較できるように、柵線、支柱および碍子に対して「設置段階」で生じるものに限った。したがって、維持管理が困難な路線に設定しているなどの「計画段階」に生じるエラーや、電気柵本器のアース不良などの設置段階に生じるエラーであっても「定量比較が困難なもの」、あるいは除草がされておらず漏電しているなどの「管理段階」に生じるエラーは対象外とした。

## Ⅲ 結 果

### 1. エラーの分類と発生要因

踏査を通じて計13種類のエラーが記録された（表1）。エラーの内容は、(a)～(i)：柵線の高さが不適正であったものと、(j)～(m)：それ以外に大別できた。さらに前者のエラーは発生要因別に、(a)：水路横断箇所に発生したもの、(b)・(c)：ゲート内の起伏横断箇所に発生したもの、(d)・(e)：水路やゲート以外の起伏横断箇所に発生したもの、(f)：段差際に支柱（路線）を設置した箇所に発生したもの、(g)～(i)：上記地形要因が線分内にないものに分けられた。

表1 イノシシ用電気柵の設置段階におけるエラーの類型

記号	類型		発生要因	
	エラーの内容	柵線の状態 <sup>a)</sup>	地形要因	起伏と柵線の位置関係
(a)	柵線高の不正	高	水路上	起伏頂点を横断
(b)	柵線高の不正	高	ゲート内	起伏頂点を横断
(c)	柵線高の不正	低	ゲート内	起伏頂点を横断
(d)	柵線高の不正	高	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(e)	柵線高の不正	低	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(f)	柵線高の不正	高	段差際	起伏頂点と並走
(g)	柵線高の不正	高	なし	起伏なし
(h)	柵線高の不正	高(上) <sup>b)</sup>	なし	起伏なし
(i)	柵線高の不正	低	なし	起伏なし
(j)	柵外地面の通電障害 (アスファルトなど)	—	—	—
(k)	柵に構造物が隣接	—	—	—
(l)	碍子が内向き	—	—	—
(m)	支柱に碍子なし	—	—	—

a) 下段15～25cm、上段35～45cmの場合、適正な地上高として扱った。

b) 上段のみ適正高より高かったものを示す。

表2 調査線分ごとのエラー数の内訳

集落名	各線分内のエラー数					調査線 分数
	なし	1種類	2種類	3種類	4種類	
A集落	1,450	253	0	0	0	1,703
B集落	1,040	943	392	35	2	2,412

発生要因別に13種類のエラーを分類すると、(a)～(f)：地形要因に由来するものと、(g)～(m)：地形要因と無関係なものに大別することができた。このうち(g)～(i)の、地形要因と無関係に柵線の地上高が不適正になるエラーの発生要因について、B集落の代表者に聞き取りをおこなったところ、「イノシシが入ってこない箇所の柵線は、草刈り作業の効率化のために、わざと高く設定してある」という意図的なものであることがわかった。

## 2. エラー出現率の集落差

AおよびB集落の調査線分におけるエラー数の内訳を表2に示した。1種類以上のエラーが記録された線分の出現率は、普及指導を実施したA集落(図2a、15%)において普及指導を実施しなかったB集落(図2b、57%)よりも有意に小さかった(図3；G検定、 $G = 792.291$ 、 $p < 0.001$ )。また、A集落では1線分に2種類以上のエラーが重複することはなかったが、B集落では18%の線分において2種類以上のエラーが重複していた(表2)。

AおよびB集落におけるエラーごとの出現率を図4に示した。(a)および(k)を除く全てのエラーで、A集落における出現率が有意に低かった(表3)。また、(a)、(b)、(d)および(f)のエラーは両集落に共通して見られた一方で、(g)および(l)のエラーはB集落で特異的に高い出現率を示した。

## IV 考 察

### 1. 普及指導の重要性

本実証研究により、普及指導によって電気柵の設置エラーに差が生じることが定量的に示された。普及指導を実施しなかった場合のエラー線分出現率は、実施した場合の3.8倍であり(図2、3)、両集落の調査線分数に対する延べエラー数で比較すれば、その差は7.9倍に達する(表2)。これらが示すように、現状、獣害対策のためには進入防止柵等の設備の導入だけでは不足で、適切な普及指導まで包括的に実行される必要があるといえる。それには農

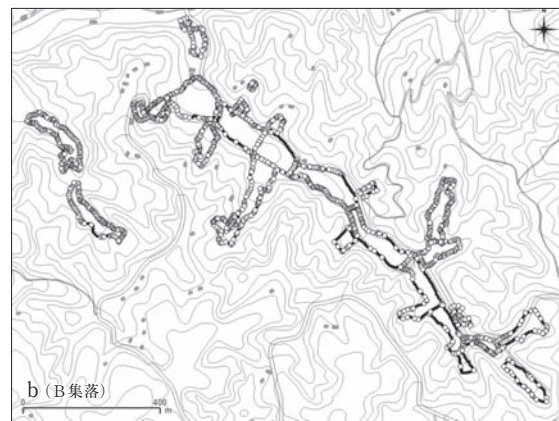


図2 エラー線分の分布

○ エラーあり線分、● エラーなし線分  
この図は国土地理院提供の基盤地図情報を利用して作成した。

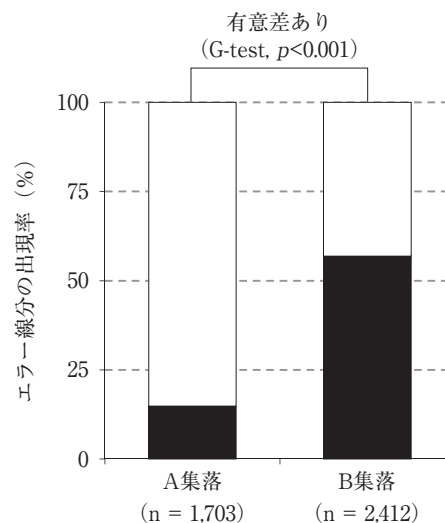


図3 電気柵の設置段階におけるエラーが1種類以上あった線分の出現率

■エラーあり、□エラーなし



表3 エラーごとの出現率の集落間差に対する G 検定の計算結果

記号 <sup>a)</sup>	G	p
(a)	0.5369	0.4637
(b)	13.0364	3.06e <sup>-4</sup> ***
(c)	12.8452	3.38e <sup>-4</sup> ***
(d)	53.5718	2.49e <sup>-13</sup> ***
(e)	25.7401	3.91e <sup>-7</sup> ***
(f)	119.1720	2.20e <sup>-16</sup> ***
(g)	864.1980	2.20e <sup>-16</sup> ***
(h)	32.2064	1.39e <sup>-8</sup> ***
(i)	6.4164	0.01131 *
(j)	19.1388	1.22e <sup>-5</sup> ***
(k)	0.7010	0.4025
(l)	217.4290	2.20e <sup>-16</sup> ***
(m)	5.3461	0.02077 *

a) 表1のエラー類型を示す。  
\* p < 0.05, \*\*\* p < 0.001

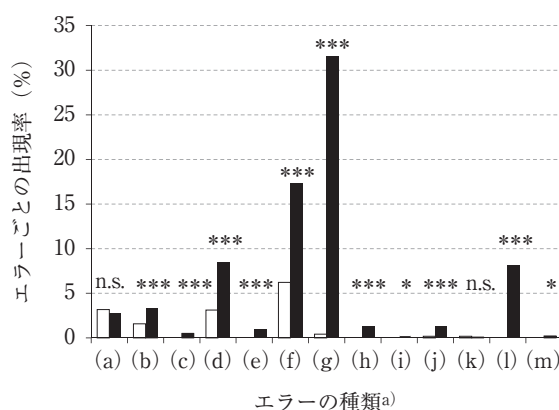


図4 調査対象集落におけるエラーごとの出現率

a) 表1参照  
□ A集落, ■ B集落  
図中の記号は G 検定 (表3) によるエラーごとの出現率の集落間差を示す (n.s. 有意差なし, \*p < 0.05, \*\*\*p < 0.001)。

業普及員や市町村の獣害対策担当者の負う役割が大きい。このため、獣害対策における継続的な普及指導の重要性が広く認識され、これらの業務を十分に実施できるような人員体制の整備が必須である。

一方で今後の方向性として、エラーを解消する技術開発には、資機材の設計をエラーが発生しにくい構造に改良するハード的な手法と、普及指導の方法や体制を改良するソフト的な手法が考えられる。誰が使用しても絶対にエラーが発生しない資機材は理想であるが、それによって資材費が高価になっては、普及は望めない。また、どれだけハード面を高度化しようとも、その度に仕様を逸脱する間違っただ使用法をされることは、現実的には避けがたい。例えば簡易電気柵の支柱を柵線が20cmと40cmの位置にしか取り付けられない構造に改良したとしても、結果に示したように使用者には可能な限り草刈り作業を効率化したいという需要が存在するため、支柱下部に別のパーツを追加して柵線高を底上げしたり、下段の柵線を取り外したりしてしまうおそれがある。そうなればせっかくの新開発資材もただの使いにくい支柱に過ぎない。ここで重要なのは、「なぜ、そうする必要があるのでか」が使用者が理解することであり、正確な情報の提供、すなわち適切な普及指導が欠かせないということである (井上・室山 2002)。したがって、エラーの解消を図る場合には、ハード・ソフトにかかわらず、費用対効果を検討することに加え、エラーの発生要因を踏まえた解決策

の検討が重要であると考えられる。

## 2. 発生要因から見た解消効果の違い

本研究において、普及指導によるエラー解消効果はエラーの種類ごとに違いがあることが示された (図4)。エラーの内容のうち、柵線高の不正で地形要因に由来する (a)、(b)、(d) および (f) は、普及指導を実施した集落でも解消効果がみられないか、比較的小さく、残留性が強いと思われる。一方で、普及指導を実施していない集落で特異的に高い出現率を示した地形要因と無関係な (g) および (l) は、普及指導による解消効果が大きいと思われる。この違いは、エラーの発生要因の違いによって、適切な設置に必要な作業量が異なるためであると考えられる。すなわち、地形要因に由来するエラーの克服は、①単に等間隔に支柱を設置して柵線を架設した後に、②エラーの発生に気づき、③整地や、窪み部分への支柱の増設、追加の柵線を暖簾状に垂らして水路を塞ぐなどの「平坦地では不要な追加作業」を要するため、なぜそれが必要なかを理解していても比較的難易度が高い。一方で、地形要因と無関係なエラーの克服は、草刈り作業の効率化を優先して柵線を高く設置「しない」、あるいは柵子の「向きを間違わない」という追加作業を要しないものであり、なぜそれが必要なかを理解していれば適正に設置することは比較的容易である。したがって、今後の新技術開発においてはハード・ソフトともに起伏変化の克服への対応に注力することが、実

効性の高い対策に結びつくと考えられる。

### 3. 今後検証すべき課題

本研究は、電気柵運用上の設置段階に生じ、イノシシ進入防止効果を阻害するエラーのうち、柵線、支柱および碍子に対して発生するものに限って定量された1事例であることに注意が必要である。異なる地域においてはエラーの構成や発生頻度が本研究の結果と異なる可能性がある。さらに電気柵の運用においては、本研究が対象とした他にも、Ⅱの3で示したようなエラーが発生する可能性が残されている。しかも実際の運用体系では、「除草不足による漏電」という管理段階に生じるエラーの発生要因が、「除草が困難な路線設定であったため」などのように計画段階に起因するような、段階横断的な構造を持つことも予測される。多くの現場において、管理段階で「除草の徹底」を呼びかけても一向に改善されない理由がここにあると思われる。これらのことから、効果的な電気柵の運用を達成するためには、各地域において、段階ごとに、発生要因をふまえたエラー解消方法の検討が実施されるべきであると考えられる。

### 引用文献

- 1) 江口祐輔. 2003. イノシシから田畑を守る. 東京. 農山漁村文化協会. 147p.
- 2) 本田 剛. 2005. イノシシ (*Sus scrofa*) 用簡易型被害防止柵による農業被害の防止効果：設置及び管理要因からの検証. 野生生物保護 9: 93-102.
- 3) 本田 剛. 2007a. 被害防止柵の効果を制限する要因—パス解析による因果推論—. 日林誌 89: 126-130.
- 4) 本田 剛. 2007b. イノシシ被害の発生に影響を与える要因：農林業センサスを利用した解析. 日林誌 89: 249-252.
- 5) 井上雅央. 1998. 猿害対策に必要なもう一つの視点. 農業および園芸 73: 1251-1252.
- 6) 井上雅央, 室山泰之. 2002. 奈良県の猿害防止対策 (1) 情報提供. ワイルドライフ・フォーラム 8: 1-9.
- 7) 井上雅央, 米田健一, 前川寛之, 角山美穂, 岩本和彦. 2004. 奈良県の猿害防止対策 (2) 農家への支援. ワイルドライフ・フォーラム 9: 19-31.
- 8) 小寺祐二. 2011. イノシシを獲る ワナのかけ方から肉の販売まで. 東京. 農山漁村文化協会. 132p.
- 9) 九鬼康彰, 武山絵美, 東口阿希子. 2013. 獣害対策としての金網フェンスに対する農家の維持管理意識—和歌山県有田郡有田川町K地区を事例に—. 農業農村工学会論文集 286: 27-35.
- 10) 農林水産省生産局. 2014. 改訂版 野生鳥獣被害防止マニュアル イノシシ・シカ・サル 実践編. 東京. エイエイピー. 77p.

東北農業研究センター研究報告 第 118 号

---

---

平成 28 年 3 月 発 行

編集兼発行 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
東北農業研究センター

代表者 石 黒 潔

〒 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

---

---





リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。