

新潟県農業総合研究所 **研究報告**

*JOURNAL OF THE NIIGATA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE*



No. **16**

MARCH 2018

新潟県農業総合研究所研究報告 第16号

目次

[報文]

1. 「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成における DNA マーカー選抜法の利用

橋本憲明・重山博信・神戸 崇・板谷越重人・石橋俊明

松井崇晃・名畑越夫・奈良悦子・石崎和彦..... 1

2. 大豆大粒品種「里のほほえみ」の生育特性及び加工適性

川上 修・藤田与一・諸橋敬子..... 9

3. ウコンノメイガに対する殺虫剤の防除効果

石本万寿広・岩田大介..... 19

[抄録] ..... 27

4. 米の特性が製粉性に与える影響および米粉性状と製パン性の関係

本間紀之・高橋 誠・吉井洋一

5. 味噌用麴製造時におけるポリアミンの消長

小林和也・渡辺 聡

6. **Prevention of Abrupt Increases in Postprandial Blood Glucose Levels by Rice Bread Made with the Novel Rice Cultivar “*Konayukinomai*”**

Wataru NORO, Ryuichiro AKAISHI, Sumiko NAKAMURA, Ken'ichi OHTSUBO,

Hideo MAEDA and Youichi YOSHII

7. **Comparison of soybean cultivars for enhancement of the polyamine contents in the fermented soybean natto using *Bacillus subtilis* (natto)**

Kazuya KOBAYASHI, Yuichiro HORII and Satoshi WATANABE

## 「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成における DNA マーカー選抜法の利用

橋本憲明<sup>1)</sup>・重山博信<sup>1)</sup>・神戸 崇<sup>1)</sup>・板谷越重人<sup>1)</sup>・石橋俊明<sup>1)</sup>・松井崇晃<sup>2)</sup>・名畑越夫<sup>3)</sup>  
奈良悦子<sup>4)</sup>・石崎和彦<sup>1)</sup>

- 1) 農業総合研究所作物研究センター      2) 佐渡農業普及指導センター  
3) 新発田農業普及指導センター      4) 農業大学校

### Breeding of blast complete resistance isogenic lines in the rice cultivar “Koganemochi”, “Gohyakumangoku” and “Koshiibuki” using DNA Marker-assisted selection

Noriaki HASHIMOTO, Hironobu KASANEYAMA, Takashi KANBE, Shigeto ITAYAGOSHI,  
Toshiaki ISHIBASHI, Takaaki MATSUI, Koshio NABATA, Etsuko NARA and Kazuhiko ISHIZAKI

- 1) Agricultural Research Institute Crop Research Center  
2) Sado Agricultural Development And Extension Center  
3) Shibata Agricultural Development And Extension Center  
4) Agricultural College

**要 約** 「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」のいもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成に、DNA マーカー選抜法を利用したいもち病検定を行った。育成した系統群の葉いもち及び穂いもち抵抗性を調査したところ、目的の抵抗性を持つことが確認できた。DNA マーカーによる検定精度は高く、従来のいもち孢子接種法による検定と併せて行うことにより、より高精度な抵抗性選抜が可能であった。

### 緒言

新潟県では、「コシヒカリ」にいもち病真性抵抗性遺伝子を付与した「コシヒカリ新潟 BL」を育成した<sup>(1)(2)(3)</sup>。「コシヒカリ新潟 BL」には保有するいもち病真性抵抗性遺伝子が異なる7系統が品種登録されており、そのうち4系統を混植したマルチラインを2005年度から一般栽培している。県内に分布するいもち菌レースは、綿密な動態調査を毎年行っており、その情報を基に混合する系統の種類及び割合を決定し、「コシヒカリ新潟 BL」が常にいもち病に対し抵抗性を持つよう運用している。

「コシヒカリ新潟 BL」の普及により、新潟県ではいもち病防除回数及び使用薬剤の低減が可能となり<sup>(4)</sup>、生産者の労力及び生産コスト低減につながった。また、「コ

シヒカリ」における特別栽培米の生産量が増え、新潟米のブランド力向上に大いに寄与している。

このような「コシヒカリ新潟 BL」の成功に続き、新潟県では他の主要な奨励品種についてもいもち病真性抵抗性付与系統の育成を行ってきた。糯米「こがねもち」、酒米「五百万石」、粳米「こしいぶき」のいもち病真性抵抗性同質遺伝子系統（以下 BL と略す）の育成である。

「コシヒカリ新潟 BL」の育成は「コシヒカリ」を母本に、導入目的のいもち病真性抵抗性遺伝子を持つ品種を父本に交配を行い、その後代を母本にし、「コシヒカリ」を連続戻し交配する手法で行った。戻し交配によって得られる種子は理論的に半数が目的のいもち病真性抵抗性遺伝子を持ち、半数はその遺伝子を持たない。母本とし

て利用する抵抗性遺伝子を持つ個体は、幼苗の段階でいもち孢子接種法で選抜を行ってきた。

「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」BL についても同様の手法で育種を行ったが、連続戻し交配が終了し系統育種を行う段階で、抵抗性個体の選抜をいもち孢子接種法だけではなく、DNA マーカー選抜法も併せて行った。

## 材料および方法

### 1. 供試材料

供試系統を表 1 に示す。これらは「こがねもち」「五百万石」及び「こしいぶき」を母本に、コシヒカリ新潟 BL1 号 (いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pia* 保有)、コシヒカリ新潟 BL2 号 (*Pii*)、コシヒカリ新潟 BL3 号 (*Pita-2*)、コシヒカリ新潟 BL4 号 (*Piz*)、コシヒカリ新潟 BL7 号 (*Piz-t*)、コシヒカリ新潟 BL8 号 (*Pib*) 及びコシヒカリ新潟 BL5 号 (*Pik*) を父本に交配した F1 にそれぞれの元品種を 4~9 回連続戻し交配し、自殖させた系統である。なお、「こがねもち」は *Pia* を持つため、「こがねもち」BL には *Pia* を導入目的にした育種は行わず、同様に「五百万石」及び「こしいぶき」は *Pii* を持つため、*Pii* を導入目的とする育種は行わなかった。

### 2. いもち孢子接種法による抵抗性検定

1 系統あたり 100 個体程度を育苗し、いもち孢子接種法で抵抗性個体の選抜を行った。「こがねもち」BL の検定には、導入目的のいもち病真性抵抗性遺伝子を持つ個体は抵抗性を示し、持たない個体は罹病するいもち菌レース 003.0 を用いた。同様の理由で「五百万石」BL 及び「こしいぶき」BL の検定にはいもち菌レース 005.0 を用いた<sup>(6)</sup> (表 2)。

具体的な方法は以下の通りである。シャーレに分注したオートミール培地 (5%オートミール, 2%ショ糖, 3.5%寒天) にいもち菌を接種し、28℃で 2 週間程度培養した。菌株が培地全面に生えたのを確認後、孢子形成装置内で 3 日間静置し、孢子形成を促した。次に培地表面の孢子を回収し、0.05% tween 80 溶液で孢子濃度が 10<sup>4</sup>個/ml になるよう調製し、5 葉期の苗に噴霧接種した。その後孢子発芽機内で 24℃1 晩処理し、温室内で 7~10 日間育苗した後発病程度を調査し、抵抗性病斑が生じた個体を選抜し、供試個体とした。

さらに、供試個体がいもち病真性抵抗性遺伝子を 2 つ持つホモ型か 1 つしか持たないヘテロ型か調べるために、その自殖後代 10~20 個体のいもち病抵抗性を検定した。その結果、後代全てが抵抗性の個体はホモ型、後代の一部に罹病性が生じる個体はヘテロ型と判断した。

表1 供試系統のいもち病抵抗性検定結果及びDNAマーカーの選抜精度

供試系統名	世代	供試 個体数	後代検定の結果 ホモ:ヘテロ:なし	導入目的 遺伝子	DNA マーカー	選抜精度 (%)
五百万石/コシヒカリ新潟BL1号/9*五百万石	B9F2	46	10:36:0	<i>Pia</i>	Pg320	95
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL1号/9*こしいぶき	B9F2	46	18:27:1			100
こがねもち/コシヒカリ新潟BL2号/8*こがねもち	B8F2	49	35:14:0	<i>Pii</i>	Pc1454	99
こがねもち/コシヒカリ新潟BL3号/8*こがねもち	B8F2	49	20:29:0			98
五百万石/コシヒカリ新潟BL3号/9*五百万石	B9F2	46	17:29:0	<i>Pita-2</i>	<i>Pita</i>	100
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL3号/9*こしいぶき	B9F2	28	13:15:0			96
こがねもち/コシヒカリ新潟BL4号/8*こがねもち	B8F2	54	25:26:3	<i>Piz</i>	z4791	100
五百万石/コシヒカリ新潟BL4号/9*五百万石	B9F2	46	10:35:1			100
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL4号/9*こしいぶき	B9F2	39	12:27:0			100
こがねもち/コシヒカリ新潟BL7号/8*こがねもち	B8F2	51	15:36:0	<i>Piz-t</i>	P5659	100
五百万石/コシヒカリ新潟BL7号/9*五百万石	B9F2	46	18:28:0			96
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL7号/9*こしいぶき	B9F2	39	7:32:0			100
こがねもち/コシヒカリ新潟BL8号/8*こがねもち	B8F2	51	15:36:0	<i>Pib</i>	b28	100
五百万石/コシヒカリ新潟BL8号/9*五百万石	B9F2	46	22:24:0			100
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL8号/9*こしいぶき	B9F2	30	8:22:0			100
こがねもち/コシヒカリ新潟BL5号/8*こがねもち	B8F2	51	17:34:0	<i>Pik</i>	K6415	96
五百万石/コシヒカリ新潟BL5号/4*五百万石	B4F2	46	26:20:0			98
こしいぶき/コシヒカリ新潟BL5号/7*こしいぶき	B7F2	36	18:17:1			94

※ホモ:ヘテロ:なし: 導入目的遺伝子をホモ, ヘテロで持つ個体数及び持たない個体数

※選抜精度: 後代検定の結果を基準としたDNAマーカーの選抜精度

(後代検定の結果とマーカー検定の結果が合致した系統数/供試系統数×100)

表2 供試いもち菌レースと導入真性抵抗性遺伝子の抵抗性の関係

いもち菌 レース	導入真性抵抗性遺伝子						
	<i>Pia</i>	<i>Pii</i>	<i>Pita-2</i>	<i>Piz</i>	<i>Pik</i>	<i>Piz-t</i>	<i>Pib</i>
003.0	-	+	+	+	+	+	+
005.0	+	-	+	+	+	+	+
037.1	-	-	+	+	-	+	+

+: 抵抗性あり - : 抵抗性なし

### 3. DNA 抽出

供試個体の第1葉からDNAを抽出した。2mlのプラスチック試験管に径7mmのジルコニアボール、葉組織、DNA抽出用バッファー(100mM Tris, 10mM EDTA, 1M KCl, 2%CTAB, pH8.0) 600μlを入れ、Shake Master (Bio Medical Science 社)で振幅数1,100rpmで1分間粉碎処理した。その後、卓上マイクロ冷却遠心機(クボタ社)で15,000rpm, 5分間遠心を行い、上清500μlを1.5mlのプラスチック試験管に回収した。その後クロロホルム・イソアミルアルコール(24vol:1vol)を500μl加え、ロータリーシェーカー(イワキ社)で約1時間上下転し、蛋白凝固処理を行った。15,000rpm, 5分間遠心を行い、上清300μlを1.5mlのプラスチック試験管に回収し、イソプロパノール300μlを加えDNAを析出させた。さらに、15,000rpm, 5分間遠心を行い、上清を除いた後70%エタノール700μlで沈殿を洗浄した。最後に沈殿を1時間程度風乾して、1/10TE(10mM Tris, 1mM EDTA, pH8.0) 50μlを加え、DNAを含む沈殿を十分に溶かした。

### 4. DNA 増幅方法

増幅に用いるDNAマーカーは北陸研究センターで開発されたSNPマーカーを用いた<sup>(6)(7)(8)</sup>(表3)。これらのマーカーはいもち病真性抵抗性遺伝子そのものを増幅せず、いもち病真性抵抗性遺伝子が座乗する染色体の近傍を増幅する。そのため、抵抗性遺伝子とDNAマーカーの増幅領域には密接な連鎖関係があり、抵抗性遺伝子の有無と増幅の有無は高い相関を示す。本研究では抵抗性遺伝子が存在すると増幅が生じるよう設計されたDNAマーカー(ポジティブマーカー)及び存在しないと増幅が生じるよう設計されたDNAマーカー(ネガティブマーカー)を分析に用いた(表4)。

例えばいもち病真性抵抗性遺伝子をホモ型で持つ個体は、ポジティブマーカーのみ増幅が生じ、ヘテロ型で持つ個体は、両マーカーで増幅が生じる。また、抵抗性遺伝子を持たない個体はネガティブマーカーのみ増幅が見られる。

DNA増幅方法は96穴のPCRプレートウェル内に滅菌

表3 DNAマーカーの塩基配列

導入遺伝子	マーカー名	プライマー名	プライマー塩基配列
<i>Pia</i>	Pg320	Pg320-521	TGTCCAAGCCTCACGTACC
		Pg320-BL1-51	TCAGGGCATTGAGACCCGTT
		Pg320-K-51	TCAGGGCATTGAGACCCGTC
<i>Pii</i>	Pc1454	Pc1454-BL2-53	CAGTTCCTGGGGTTTGATTTAATTGCG
		Pc1454-BL2-31	TGTTTTATATTCACCGGTTACAAAGT
		Pc1454-K-53	CAGTTCCTGGGGTTTGATTTAATTGCT
		Pc1454-K-31	TGTTTTATATTCACCGGTTACAAAGC
<i>Pita-2</i>	ta5	Pita5e	CGAAAGGTGTATGCACTATAGTATCC
		Pita5sta5	CAGCGAACTCCTTCGCATACGCA
		Pita5sN5	CAGCGAACTCCTTCGCATACGCG
<i>Piz</i>	z56592	P5659e21L	GCATAGGAATCTATTGCTAAGCATGAC
		P5659sZ95S	CCGCGTTTTCCACGTGAAA
	z4791	P5659sN95S	CCGCGTTTTCCACGTGAAC
		4791s41	TGAATGTGAGAGGTTGACTGTGG
		4791e4	CACGCCACCCTTCAATGGAGACT
<i>Pik</i>	k6415	k6415 rev	ATCCCGATGTCATCGATCAC
		K6415R	CTAATGGAATTAACCGGTTGAGCTA
		k6415K	CTAATGGAATTAACCGGTTGAGCTG
<i>Piz-t</i>	z56591	P5659s91L	TCTAAAACATCTCTTCATATATATGAAGGCCAC
		P5659eZ95L	AGTAGTTGCTGAGCCATTGTAAACA
		P5659eN95L	AGTAGTTGCTGAGCCATTGTAAACG
<i>Pib</i>	b28	b28s1	ATCAGGCCAGGCCAGATTG
		b28eb15	GACTCGGTGACCAATTCGCC
		b28eN15	GACTCGGTGACCAATTCGCA

橋本憲明・重山博信・神戸 崇・板谷越重人・石橋俊明・松井崇晃・名畑越夫・奈良悦子・石崎和彦：「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成における DNA マーカー選抜法の利用

蒸留水 6.15μl, 10 倍濃度の PCR 反応用溶液 1μl, dNTPs 0.8μl, 2 種類のプライマー (10μM) 各 0.5μl, Taq 酵素 (Takara Taq Hot Start) 0.05μl, DNA 溶液 1μl を入れ, PCR Thermal Cycler Dice (タカラ社) で DNA 増幅反応を行った. 反応は 94°C 2 分初期変性後, 基本的に 94°C 30 秒, 60°C 30 秒, 72°C 30 秒のサイクルを 32 回行った.

るために, いもち菌レース 037.1 を用い, 「こがねもち」BL 及び「五百万石」BL の雑種第 5 世代の葉いもち及び穂いもち抵抗性検定を行った.

表4 マーカーの種類とプライマーセット

検定遺伝子	マーカー名	種類	5'プライマー	3'プライマー
<i>Pia</i>	Pg320	ポジティブマーカー	Pg320-521	Pg320-BL1-51
		ネガティブマーカー	Pg320-521	Pg320-K-51
<i>Pii</i>	Pc1454	ポジティブマーカー	Pc1454-BL2-53	Pc1454-BL2-31
		ネガティブマーカー	Pc1454-K-53	Pc1454-K-31
<i>Pita-2</i>	ta5	ポジティブマーカー	Pita5e	Pita5sta5
		ネガティブマーカー	Pita5e	Pita5sN5
<i>Piz</i>	z56592	ポジティブマーカー	P5659e21L	P5659sZ95S
		ネガティブマーカー	P5659e21L	P5659sN95S
	z4791	共優性マーカー	4791e4	4791s41
<i>Pik</i>	k6415	ポジティブマーカー	k6415 rev	K6415R
		ネガティブマーカー	k6415 rev	k6415K
<i>Piz-t</i>	z56591	ポジティブマーカー	P5659s91L	P5659eZ95L
		ネガティブマーカー	P5659s91L	P5659eN95L
<i>Pib</i>	b28	ポジティブマーカー	b28s1	b28eb15
		ネガティブマーカー	b28s1	b28eN15

ポジティブマーカー：抵抗性遺伝子が存在すると増幅が生じるマーカー

ネガティブマーカー：抵抗性遺伝子が存在しないと増幅が生じるマーカー

共優性マーカー：ポジティブマーカー, ネガティブマーカー両方の性質を持つマーカー

## 5. 電気泳動

DNA 増幅産物 2μl を濃度 1.5% のアガロースゲルに注入し, 電気泳動装置 (ミュージッド社) を用い, 電圧 135V で 15 分間通電した. 泳動が終わったゲルを臭化エチジウム入りの泳動溶液で 10 分間染色後, 紫外線蛍光撮影装置 (アトー社) で増幅産物の有無を確認した.

## 6. DNA マーカーによるいもち病真性抵抗性遺伝子保有系統の選抜精度調査

いもち孢子接種法による後代検定の結果を基準とし, DNA マーカー選抜の精度を調査した. すなわち, 供試系統における DNA 分析によるホモ, ヘテロの評価がいもち接種の評価と完全に一致した場合, DNA マーカーによる選抜精度は 100% と結論した. DNA マーカーによる判定といもち接種の評価が異なった場合は DNA マーカー選抜のエラーと評価し, その割合を調査した.

## 7. ほ場での育成系統のいもち病抵抗性調査

育成した系統のほ場におけるいもち病抵抗性を調査す

## 結果および考察

### 1. 後代検定の結果

供試個体は連続戻し交配終了後に自殖した B4F2~B9F2 世代をいもち孢子接種検定し, いもち病抵抗性を持つと判定したものである. 後代検定の結果, 全ての系統において抵抗性ホモ型及び抵抗性ヘテロ型が存在した (表 1). 系統選抜においては抵抗性ホモ型のみを選抜する必要はあるが, いもち病真性抵抗性は優性形質のため, B4F2~B9F2 世代では抵抗性ホモ型を選抜できない. そのため, ホモ型を得るには供試個体の自殖後代 (B4F3~B9F3 世代) を検定する必要があった.

また, 抵抗性を持たない個体がこしいぶき/コシヒカリ新潟 BL1 号//9\*こしいぶきの系統で 1 個体, こがねもち/コシヒカリ新潟 BL4 号//8\*こがねもちの系統で 3 個体, 五百万石/コシヒカリ新潟 BL1 号//9\*五百万石の系統で 1 個体, こしいぶき/コシヒカリ新潟 BL5 号//7\*こしいぶきの系統で 1 個体存在した. この理由は罹病性個体の病斑が抵抗性のものと似通っていたり, あるいは検定時に罹

病性病斑を見落としたため、罹病性個体を誤って選抜したためと考えられた。

抗性同質遺伝子系統とした。

## 2. DNA マーカーの選抜精度

結果を表1に示す。供試した8種類のマーカーの選抜精度は、全て90%以上だった。特に *Piz* を識別するマーカー-z4791, P5659 及び *Pib* を識別するマーカー-b28 は100%の値を示した。反面、*Pik* を識別するマーカー-K6415 は供試した3系統全てで後代検定と DNA マーカー分析の結果に差異が生じた。これら4種類のマーカーと目的の真性抵抗性遺伝子の物理距離は z4791 が 0.36Mbp, P5659 が 0.02Mbp, b28 が 0.91Mbp, K6415 が 0.16Mbp だった。

一般的に目的遺伝子とマーカー間の物理距離に近いほど、遺伝的距離は近くなり、マーカーの選抜精度は向上する。マーカー-K6415 と *Pik* の物理距離はマーカー-z4791 と *Piz*, マーカー-b28 と *Pib* の物理距離と比べそれぞれ約1/2 と 1/5 なのにもかかわらず、選抜精度は両マーカーより低かった。イネにおいては物理距離 100Kbp が遺伝距離 0.4cM に相当するため<sup>9)</sup>、計算上はマーカー-K6415 の選抜精度は 99.4%になるはずだが、今回の研究では、やや低い値となり、その理由は不明であった。

## 3. いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の選抜

いもち孢子接種法による後代検定及び DNA マーカー選抜両方でいもち病真性抵抗性遺伝子をホモ型で持つと判断した個体を選抜し、それらの後代をいもち病真性抵

## 4. 育成したいもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の葉いもち及び穂いもち抵抗性

結果を表5に示す。「こがねもち」BL では、葉いもち、穂いもち共に *Pita-2*, *Piz*, *Piz-t*, *Pib* 導入系統は元品種の「こがねもち」より高い抵抗性を示したが、*Pii*, *Pik* 導入系統の抵抗性は元品種と同程度であった。検定に用いたレース 037.1 は *Pia*, *Pii*, *Pik* を持つ品種を侵害し、*Pita-2*, *Piz*, *Piz-t*, *Pib* を持つ品種は侵害できない菌株なので(表3)、これらの結果は妥当なものであった。また、「五百万石」BL では *Pita-2*, *Piz*, *Piz-t*, *Pib* 保有系統は「こがねもち」BL と同様に元品種より明らかに抵抗性が増し、*Pia*, *Pik* 導入系統においても葉いもち抵抗性が若干向上した。

以上の結果から、育成したいもち病真性抵抗性同質遺伝子系統群は目的の抵抗性を持つことが確認できた。

## 5. DNA マーカー選抜の育種への応用について

DNA マーカー選抜は形質による選抜に比べ、いくつかの利点がある。1 つ目は検定結果が外部環境の影響を受けない点である。ほとんどの形質は生育時の気温、日照、施肥条件などの外部要因による影響を受ける。しかし、イネの DNA は非常に安定しており、外部環境による変化は生じないため、DNA 分析は安定した結果が得られる。2 つ目はどの生育段階でも検定可能なことである。形質による選抜は目的の形質が確認できる生育段階にならな

表5 供試系統の葉、穂いもち発病程度及び耐病性判定結果

品種・系統名	組 合 せ	保有 遺伝子	葉いもち		穂いもち	
			発病程度	耐病性	発病程度	耐病性
こがねもち		<i>Pia</i>	2.0	中	5.0	やや強
こがねもちILi①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL2号//8*こがねもち	<i>Pia,i</i>	2.6	やや弱	4.5	やや強
こがねもちILta-2①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL3号//8*こがねもち	<i>Pia,ta-2</i>	0.1	極強	2.9	強
こがねもちILz①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL4号//8*こがねもち	<i>Pia,z</i>	0.0	極強	2.0	強
こがねもちILz-t①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL7号//8*こがねもち	<i>Pia,z-t</i>	0.0	極強	2.0	強
こがねもちILb①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL8号//8*こがねもち	<i>Pia,b</i>	0.0	極強	2.5	強
こがねもちILk①～③	こがねもち/コシヒカリ新潟BL5号//8*こがねもち	<i>Pia,k</i>	2.3	やや弱	4.0	やや強
五百万石		<i>Pii</i>	2.4	弱	5.3	弱
五百万石ILa①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL1号//9*五百万石	<i>Pii,a</i>	1.1	やや強	4.2	弱
五百万石ILta-2①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL3号//9*五百万石	<i>Pii,ta-2</i>	0.0	極強	2.5	やや強
五百万石ILz①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL4号//9*五百万石	<i>Pii,z</i>	0.0	極強	2.3	やや強
五百万石ILz-t①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL7号//9*五百万石	<i>Pii,z-t</i>	0.0	極強	2.3	やや強
五百万石ILb①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL8号//9*五百万石	<i>Pii,b</i>	0.1	極強	2.3	やや強
五百万石ILk①～③	五百万石/コシヒカリ新潟BL5号//4*五百万石	<i>Pii,k</i>	1.2	中	3.4	中

発病程度は各3系統の平均値

こがねもちILの世代はB8F5, 五百万石ILはB9F5

発病程度は0:無～10:甚の11段階評価

葉いもち耐病性判定は極強,強,やや強,中,やや弱,弱,極弱の7段階評価

穂いもち耐病性判定は強,やや強,中,やや弱,弱の5段階評価

こがねもちILは2014年度, 五百万石ILは2015年度調査と年次が異なるため,発病程度と耐病性判定は両年で一致しない

橋本憲明・重山博信・神戸 崇・板谷越重人・石橋俊明・松井崇晃・名畑越夫・奈良悦子・石崎和彦：「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成における DNA マーカー選抜法の利用

ければ検定ができないが、DNA 分析は検体から DNA を取り出すことができれば可能である。3 つ目は目的の形質によって分析方法が変わらない点である。形質による選抜では目的によってそれぞれ専用の選抜方法が必要だが、DNA マーカー選抜は試料によって DNA を取り出す工程が若干異なるものの、それ以降の分析方法はほぼ同じである。4 つ目は検定期間が短い点である。本研究で行ったいもち孢子接種法は苗を3葉期まで育てた後、孢子を接種し病斑を確認するまでに1ヶ月以上を要した。それに対し、DNA 分析は1~数日で結果が出る。最後に劣性形質の検定が可能である。イネは2倍体のため、劣性遺伝子が関与する形質はヘテロ型では発現せず、形質による選抜では自殖後代のホモ型しか選抜できない。しかし、DNA マーカー選抜はホモ、ヘテロ型が容易に判定できるため、より早い段階での選抜が可能である。

反面、DNA マーカー選抜にも欠点がある。1 つ目は多検体を分析するためには多くの労力がかかる点である。例えば数千のイネのいもち病抵抗性を DNA マーカー選抜で検定するには1ヶ月程度が必要である。2 つ目は分析するための実験室、分析機器、高価な試薬が必要な点である。形質による選抜では、ほとんどの場合、安価な機器で検定可能である。3 つ目は利用可能な DNA マーカーがなければ分析できない点である。イネは既にゲノムの全塩基配列情報が解読されており、育種に応用可能な多くの DNA マーカーがあるが<sup>(10)</sup>、育種上有用な全ての形質に対応するマーカーはそろっていない。

今回はモデルとしていもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育種に DNA マーカー選抜法を応用したが、いもち病抵抗性検定は既に確立したいもち孢子接種法で行える。しかし、検定方法の違う2つの方法を行うことにより、より確実な選抜を行うことができた。

このように現段階では、DNA マーカー選抜は形質による選抜に替るものではなく、その利点を生かして、より精度の高い育種に寄与したり、選抜の効率化を図るために利用されるべきと考える。

## 謝辞

農研機構九州沖縄農業研究センター（元農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター）の田淵宏朗主任研究員には DNA マーカーの提供及び分析技術の助言等、多大なご協力をいただいた。ほ場作業全般において、当作物研究センターの技術員の皆様にご努力をいただき

た。厚くお礼を申し上げる。

本研究の大部分は県単事業の水稲品質向上技術開発事業「実用育種に適応可能な DNA マーカー選抜法の確立」（平成23~27年度）で行った。

## 引用文献

- (1) 石崎和彦, 新潟県におけるコシヒカリのいもち病真性抵抗性マルチラインの実用化に関する研究, 新潟県農業総合研究所研究報告第8号 1-37 (2007)
- (2) 石崎和彦・松井崇晃・小林和幸・重山博信・金田智・加藤武司, いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統「コシヒカリ新潟 BL9, 10, 11, 12号」, 新潟県農業総合研究所研究報告第11号 1-17 (2011)
- (3) 石崎和彦・橋本憲明・松井崇晃・名畑越夫・神戸崇・奈良悦子・星豊一・阿部聖一・小林和幸・重山博信・平尾賢一・金田智, 水稲新品種「コシヒカリ新潟 BL13号」, 新潟県農業総合研究所研究報告第13号 47-66 (2015)
- (4) 新潟県ホームページ, コシヒカリ BL の開発状況と特性, <http://www.pref.niigata.lg.jp/nosanengei/1215712857692.html> (2017)
- (5) 林長生, イネいもち病菌, 微生物遺伝資源利用マニュアル第18号 (2005)
- (6) 田淵宏朗・橋本憲明・林敬子・芦川育夫・吉田均, 新潟県水稲16品種の混入・交雑検定用ネガ DNA マーカーセットによるパルク検定, 中央農研研究報告 26 : 39-55
- (7) Hayashi K, Yoshida H, Ashikawa I. Development of PCR-based allele-specific and InDel marker sets for nine rice blast resistance genes. *Theor Appl Genet* 113 (2) 251-60 (2006)
- (8) 農研機構, イネいもち病真性抵抗性遺伝子型を効率的に識別する DNA マーカーセット, <https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2006/narc06-901.html> (2006)
- (9) Wu J, Mizuno H, Hayashi-Tsugane M, Ito Y, Chiden Y, Fujisawa M, Katagiri S, Saji S, Yoshiki S, Karasawa W, Yoshihara R, Hayashi A, Kobayashi H, Ito K, Hamada M, Okamoto M, Ikano M, Ichikawa Y, Katayose Y, Yano M, Matsumoto T, Sasaki T. Physical maps and recombination frequency of six rice chromosomes. *Plant J.* 36:720-730

橋本憲明・重山博信・神戸 崇・板谷越重人・石橋俊明・松井崇晃・名畑越夫・奈良悦子・石崎和彦：「こがねもち」「五百万石」「こしいぶき」いもち病真性抵抗性同質遺伝子系統の育成における DNA マーカー選抜法の利用

(2003)

(10) 農林水産省農林水産技術会議，ゲノム情報の品種改良への利用 -DNA マーカー育種-，農林水産研究開発レポート No.21 (2007)

## 大豆大粒品種「里のほほえみ」の生育特性及び加工適性

川上 修<sup>1)</sup>・藤田与一<sup>1)</sup>・諸橋敬子<sup>2)</sup>

1) 新潟県農業総合研究所作物研究センター

2) 新潟県農業総合研究所食品研究センター

### Soybean Large Seed Size Cultivar, “Satonohohoemi” Growth Characteristics and Tofu processing suitability

Osamu KAWAKAMI<sup>1)</sup>, Yoichi FUJITA<sup>1)</sup> and Keiko MOROHASHI<sup>2)</sup>

1) Niigata Agricultural Research Institute Crop Research Center

2) Niigata Agricultural Research Institute Food Research Center

**要約** 大豆「里のほほえみ」は、しわ粒の発生が少なく外観品質に優れる。最下着莢節位高が高く、難裂莢性を有しているため、刈り取りロスが少なく機械収穫に適している。百粒重は40g程度と極めて大きく、収量性も高い。成熟期は、「エンレイ」より9日程度遅い「晩生」である。「里のほほえみ」の子実成分は、「エンレイ」と同等に粗蛋白質含量が高いが、豆腐の硬さは「エンレイ」よりも柔らかいため、凝固剤濃度を0.35%とすると「エンレイ」と同等の硬さと官能評価を示す豆腐が製造できる。

## 緒言

近年、新潟県産大豆は5,000ha程度の作付面積を維持しているが、品質は全国平均を大きく下回っている状態が続いている<sup>(1),(2)</sup>。この要因として、新潟県内は中生品種「エンレイ」への作付集中による収穫作業の遅れや地力の低下等によるしわ粒の発生が挙げられる<sup>(3),(4)</sup>。

作付集中の分散のためには、播種期に早晩の差をつけることが考えられるが、5月中旬は水稲との作業競合が起こり、6月中旬以降は培土作業の時期が梅雨と重なり、培土作業に支障をきたす。

しわ粒の発生を抑えるために、ヘアリーベッチ等の緑肥をすき込むことで地力の増進を図る方法もあるが、新たな作業工程が入ることで普及していない。

これを打開するため晩生品種の「里のほほえみ」の生育特性を検討し、品質が「エンレイ」以上であるこ

とを確認した。

## 実験方法（材料及び方法）

### 1. 「里のほほえみ」の来歴及び育成経過

「里のほほえみ」は、東北農業研究センターにおいて、ダイズモザイクウイルス抵抗性で大粒良質の品種を目標に、1996年にダイズモザイクウイルス抵抗性の「東北129号」を母、極大粒系統の「刈交0264MYF<sub>6</sub>」を父とした人工交配から育成された品種である。以後、選抜・固定を図り、2009年に品種登録された品種である<sup>(5)</sup>。

### 2. 新潟県での「里のほほえみ」の選定経過

「里のほほえみ」は2007年から2009年まで作物研究センターで奨励品種決定本調査に「東北160号」と

して供試されたが、標準播（6月1日基準日）において、県の有望度判定を満たさなかったため調査が打ち切られた。

しかし、山形県を始めとする複数の県が奨励品種として採用したため、2013年から奨励品種決定調査を再度実施した。

### 3. 大豆奨励品種決定調査（本調査）

奨励品種決定本調査は、作物研究センター（長岡市）において2013年から2015年の3か年、佐渡農業技術センター（佐渡市）において2014年から2015年の2か年行った。本調査では、供試品種として「里のほほえみ」、標準品種として「あやこがね」、比較品種として「エンレイ」を用いた。標準播の播種は5月末から6月初めに、晩播（作物研究センターのみ）の播種は6月20日頃に実施した。播種密度は標準播で条間75cm、株間15cmの1粒播き、晩播で条間60cm、株間10cmの1粒播きとした。

作物研究センター（以下、作物研）では、標準播の調査は水田転換畑で、基肥は窒素0.16kg/a、リン酸0.4kg/a、加里0.6kg/aを施用した。晩播は普通畑で、基肥は標準播と同じ量を施用した。佐渡農業技術センター（以下、佐渡農技）では、基肥は窒素0.18kg/a、リン酸0.68kg/a、加里0.9kg/a及び稲わら牛糞堆肥を100kg/a施用した。

培土は標準播では開花期までに2回、晩播では1回実施した。

病害虫防除はタネバエ、紫斑病等に種子消毒、7月下旬にアブラムシ類・ウコンノメイガ、8月中旬に紫斑病・アブラムシ類、8月下旬にマメシクイガに対して液剤防除をそれぞれ実施した。

試験規模は作物研の標準播では12㎡3反復、晩播では9.6㎡3反復、佐渡農技では約15㎡3反復で実施した。

なお、奨励品種決定本調査は、「平成16年度版大豆試験（系適・奨決）成績書作成マニュアル（Ver.2.4）」<sup>6)</sup>に準じた。

### 4. 大豆奨励品種決定調査（現地調査）

奨励品種決定現地調査は、新潟県の北部平坦部（村上市）及び西部平坦部（上越市）において2014年及び2015年の2か年行った。現地調査では、本試験と同様の品種を用いた。播種は6月上旬から中旬に実施した。播種密度は標準播で条間75cm、株間15cmの1粒播きとした。

村上市では、基肥は窒素0.16kg/a、リン酸0.4kg/a、加里0.6kg/aを施用した。上越市では、2014年に基肥は窒素0.21kg/a、リン酸0.12kg/a、加里0.12kg/aを、2015年には窒素0.24kg/a、リン酸0.14kg/a、加里0.14kg/aを施用した。

培土は開花期までに2回実施し、病害虫防除は現地慣行栽培に準じた。

なお、奨励品種決定現地調査も、「平成16年度版大豆試験（系適・奨決）成績書作成マニュアル（Ver.2.4）」<sup>6)</sup>に準じた。

### 5. 豆腐の加工適性調査

奨励品種決定本調査において2015年に作物研（長岡市）で栽培された「里のほほえみ」及び「エンレイ」を用いて豆腐の硬さと食味官能評価を調査した。

#### (1) 豆腐の製造方法

浸漬した大豆に乾物重量当たり6倍量の水を加え、加熱搾りにより豆乳を調製した。100mlのトールビーカー内で豆乳中の凝固剤（塩化マグネシウム6水和物）濃度が0.30%、0.35%及び0.40%となるように添加し、70°Cで30分間凝固させて豆腐を製造した。

#### (2) 豆腐の硬さの測定

製造した豆腐を10°Cで1.5時間冷却後、テンシプレッサー（TTP-50BX：（有）タケトモ電気製）で硬さを測定した。硬さは円柱型10mmのプランジャーを用い速度1mm/sで豆腐を押したときの破断時の応力とした。

#### (3) 食味官能評価

職員17人で、「エンレイ」で製造した豆腐（凝固剤濃度0.30%）を基準とし、「里のほほえみ」を相対評価した。

#### (4) 統計処理

エクセル統計2010（（株）社会情報サービス）を用いて分散分析及び多重比較を行った。

## 調査結果

### 1. 形態的特性

「里のほほえみ」の胚軸色は緑色，花色は白色，小葉は円葉である。毛茸色は白色，その多少は中である。

「エンレイ」と比較して，主茎長は長く，分枝数はやや多く，茎の太さは太い。伸育型は有限伸育型で熟莢色は褐色を呈する（図1，図2，表1，表2）。

### 2. 生態的特性

開花期は「エンレイ」より2日程度遅く，成熟期は「エンレイ」より9日程度遅い晩生品種である。生態型は中間型で，最下着莢節位高は17.6cmと高い（表1，表3）。

裂莢性は「あやこがね」のやや易，「エンレイ」の易に対して「里のほほえみ」の裂莢率は低く，やや難に分類される<sup>(5)</sup>。

倒伏抵抗性は「あやこがね」，「エンレイ」と同様に倒伏程度は微であり，茎太が11.5mmと太いため，強と推察される（表2，表3）。

### 3. 病虫害抵抗性

ダイズモザイク病抵抗性は育成地における病原系統別接種試験A，B，C，D病原系統に対する抵抗性があることが確認されている<sup>(5)</sup>。

ダイズストセンチウ抵抗性は北海道立総合研究機構十勝農業試験場で寄生指数が抵抗性弱の標準品種「キタムスメ」並であり，弱と判定されている<sup>(5)</sup>。

紫斑病抵抗性は福島県農業総合研究センター会津地域研究所における抵抗性試験で，指標品種の発病率を比較した結果から強と判定されている<sup>(5)</sup>。

ダイズ立枯性病害抵抗性は岩手県農業研究センターにおける試験で，既往の評価がやや強の「スズカリ」と平均発病度が同程度であり，総合評価はやや強と判定されている<sup>(5)</sup>。

### 4. 収量性及び品質特性

「里のほほえみ」の収量性は，作物研では「あやこ

がね」「エンレイ」よりも高く，佐渡農技，村上市，上越市では40kg/a以上である（表4，表5）。

「里のほほえみ」の外観品質は「あやこがね」「エンレイ」より優れる中の上である。粒は大粒で百粒重が40gを超えることがある。粒形は扁球，種皮色は黄白色，臍色は「エンレイ」と同じく黄で，光沢は中である（表6）。特にしわ粒の発生は「あやこがね」「エンレイ」の中に対して無から少と低く，障害粒の発生が少ない（表4，表5）。

### 5. 豆腐加工特性

「里のほほえみ」は子実中の粗蛋白質含量が45%以上あり，「エンレイ」と同様に豆腐加工に優れる高蛋白大豆品種に分類される（表1）。

「里のほほえみ」で製造した豆腐は凝固剤濃度が0.30%では「エンレイ」よりも柔らかいが，豆乳中の凝固剤濃度を0.35%及び0.40%に高めると「エンレイ」と同等の硬さを有する（表7）。しかし，その食味官能総合評価は凝固剤濃度が高くなると舌触りが悪くなることから低下する。

## 「里のほほえみ」の生育特性及び豆腐加工の注意点

「里のほほえみ」はしわ粒の発生が安定して少なく年次間差も小さい。障害粒として裂皮の発生が見られるが，その原因は明確に分かっていない。

収量は作物研の調査では「あやこがね」「エンレイ」に対して多い。最下着莢節位高が高く，難裂莢性がやや難であるため，機械収穫に優れることも有利な点である。

「里のほほえみ」は，土壤の排水条件，夏期の気温及び日射量により，主茎長等の生育ボリュームが大きく変わり，青立株の発生や収量等へ影響を及ぼすため，「エンレイ」に比べて，栽培管理を徹底する必要がある。

「里のほほえみ」は「エンレイ」と同等の粗蛋白質含量であるが，同一条件で豆腐を製造すると「エンレイ」よりも柔らかいため，凝固剤濃度をわずかに高め

る必要がある。

研機構（2004）

新潟県産大豆は近年しわ粒の発生が多く、1, 2 等比率は2014年に5.2%, 2015年は19.6%と低迷している。県内で「里のほほえみ」栽培が開始されて2016年産大粒大豆では「エンレイ」の9.6%に対して「里のほほえみ」は45.0%と高かった（北陸農政局生産部調べ）。

「里のほほえみ」は2016年4月12日に新潟県の農作物奨励品種に指定され、2017年の「里のほほえみ」の作付面積の割合は約20%であり（新潟県農林水産部経営普及課調べ）、2018年の作付目標面積の割合は60%と計画されている。

作付面積が増加すると、「エンレイ」と同様に適期外の播種、収穫の遅れ等の問題が懸念される。早生の高品質難裂莢品種の導入などによるダイズの作期分散などの品種戦略を図る必要があると考えられる。

## 謝辞

これらの調査に当り村上地域振興局農林振興部、上越地域振興局農林振興部の普及指導員及び新潟県農業総合研究所の研究員諸氏から協力をいただいた。これら諸氏に対して、心から謝意を申し上げる。

## 引用文献

- (1) 服部誠 北陸地域における畑作物の収量及び品質の向上に関する研究, 北陸作物学会報 47:11-14(2012)
- (2) 山田直弘 畑作物育種と技術開発のこれまでと今後, 北陸作物学会報 49 : 85-86(2014)
- (3) 南雲芳文・土田徹 北陸地域における優良生産地としわ粒多発地帯の比較に基づくしわ粒発生要因の解明, ファーミングシステム研究 10 : 84-90(2011)
- (4) 市川岳史ら ダイズしわ粒の発生要因に関する研究 第1報 しわ粒の特徴について, 北陸作物学会報 40 : 128-130(2005)
- (5) 菊池彰夫ら 倒伏に強く大粒良質で高蛋白なダイズ新品種「里のほほえみ」の育成, 東北農研研報 113, 1-15(2011)
- (6) 東北農業研究センター他 平成16年度版大豆試験（系適・奨決）成績書作成マニュアル（Ver.2.4）, 農



図1 「里のほほえみ」の草本と子実の形態



図2 「里のほほえみ」(左)と「エンレイ」(右)の花色

表1 「里のほほえみ」の特性一覧

形質	品種名	里のほほえみ	標) あやこがね	比) エンレイ
早晚性		晩生	晩生	中生の晩
開花期		7月25日	7月25日	7月23日
成熟期		10月18日	10月12日	10月9日
主茎長 (cm)		64	52	51
主茎節数 (節)		15.3	13.7	13.4
分枝数 (本/株)		5.0	4.6	4.2
最下着莢節位高 (cm)		17.6	10.7	11.5
有効莢数 (莢/m <sup>2</sup> )		537	636	622
花色		白	紫	紫
小葉の形		円葉	円葉	円葉
熟莢色		褐	褐	褐
伸育型		有限	有限	有限
生態型		中間型	中間型	中間型
倒伏程度		微	微	微
ダイズモザイクウイルス病抵抗性		強	強	中
ダイズシストセンチュウ抵抗性		弱	弱	弱
子実重 (kg/a)		38.0	35.9	34.6
百粒重 (g)		39.5	32.8	34.8
外観品質		中上	中下	中下
種皮色		黄白	黄	黄
臍の色		黄	黄	黄
粒の形		扁球	球	楕円体
褐斑粒		無	無	無
紫斑粒		無	無	無
しわ粒		少	中	中
裂皮粒		微	微	微
粗蛋白質含量 (%)		45.5	44.0	45.9
粗脂肪含量 (%)		20.7	20.5	19.6

注1) 作物研究センター転換畑標準播・2013～2015年平均,

播種日は5月31日(2013年), 5月30日(2014年), 6月1日(2015年)

注2) 病害虫抵抗性は育成地における検定結果.

表2 形態的特性

品種名	胚軸の色	小葉の形	花色	毛茸		主茎長 (cm)	主茎節数	分枝数 (本)	茎太 (mm)	伸育型	熟莢色
				多少	色						
里のほほえみ	緑	円葉	白	中	白	64	15.3	5.0	11.5	有限	褐
標) あやこがね	紫	円葉	紫	中	白	52	13.7	4.6	9.7	有限	褐
比) エンレイ	紫	円葉	紫	中	白	51	13.4	4.2	9.5	有限	褐

注) 作物研究センター転換畑標準播・2013～2015年平均

表3 生態的特性

品種名	開花期	成熟期	生態型	倒伏抵抗性
里のほほえみ	7月25日	10月18日	中間型	強
標) あやこがね	7月25日	10月12日	中間型	強
比) エンレイ	7月23日	10月9日	中間型	強

注) 作物研究センター転換畑標準播・2013～2015年平均

表4 作物研究センターにおける生育比較

条件	品種名	年次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏	主茎長 (cm)	収量 (kg/a)	百粒重 (g)	障害粒		品質
									し わ	裂 皮	
転換畑標準播	里のほほえみ	2013	7.22	10.15	無	57	36.3	36.9	少	少	中下
		2014	7.26	10.16	無	62	40.8	41.4	少	微	中上
		2015	7.27	10.24	少	74	37.0	40.1	少	微	上下
		平均	7.25	10.18	微	64	38.0	39.5	少	微	中上
	標) あやこがね	2013	7.20	10.9	無	41	31.0	29.7	中	少	下
		2014	7.27	10.11	無	77	41.1	32.1	中	無	中中
		2015	7.27	10.16	少	58	35.6	36.7	中	無	中中
		平均	7.25	10.12	微	52	35.9	32.8	中	微	中下
	比) エンレイ	2013	7.18	10.6	無	41	28.3	32.1	多	微	下
		2014	7.26	10.9	無	45	39.2	34.7	中	微	中下
		2015	7.26	10.12	少	68	36.4	37.5	中	微	中上
		平均	7.23	10.9	微	51	34.6	34.8	中	微	中下
普通畑晩播	里のほほえみ	2013	8.2	11.1	無	49	27.8	41.7	微	少	下
		2014	8.3	10.19	無	73	26.8	40.2	少	微	中上
		2015	8.5	11.2	無	74	25.4	47.7	微	微	中上
		平均	8.3	10.28	無	65	26.7	43.2	微	微	中中
	標) あやこがね	2013	8.1	10.21	無	40	30.6	33.5	少	少	下
		2014	8.3	10.12	無	64	27.1	34.2	中	微	中下
		2015	8.6	10.22	無	59	21.2	37.3	中	微	中中
		平均	8.3	10.18	無	54	26.3	35.0	中	微	中下
	比) エンレイ	2013	7.30	10.19	無	33	25.2	31.6	中	少	下
		2014	8.1	10.21	無	62	25.0	31.6	少	微	中中
		2015	8.5	10.14	無	66	21.3	36.9	中	微	中中
		平均	8.2	10.16	無	54	23.8	33.4	中	微	中下

注1) 播種期：標準播 5月31日(2013年), 5月30日(2014年), 6月1日(2015年)

晩播 6月20日(2013年, 2014年), 6月19日(2015年)

注2) 栽植密度：標準播 畦幅75cm, 株間15cm, 1株1本立, 8.9株/m<sup>2</sup>

晩播 畦幅60cm, 株間10cm, 1株1本立, 16.7株/m<sup>2</sup>

注3) 倒伏は無～甚, 障害粒は無～多, 品質は上上～下で評価した。

表5 佐渡農業技術センター及び現地における生育比較

場所	品種名	年次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏	主茎長 (cm)	収量 (kg/a)	百粒重 (g)	障害粒		品質
									し わ	裂 皮	
佐渡農技 (転換畑)	里のほほえみ	2014	7.26	10.24	中	77	44.6	42.0	微	少	上下
		2015	7.31	10.20	多	84	37.7	41.0	無	無	上上
		平均	7.29	10.22	多	81	41.2	41.5	微	微	上中
	標) あやこがね	2014	7.26	10.15	微	71	43.5	33.3	少	微	上中
		2015	7.31	10.16	多	87	41.2	34.3	少	無	上中
		平均	7.29	10.16	中	79	42.4	33.8	少	微	上中
	比) エンレイ	2014	7.25	10.11	微	67	46.3	36.3	中	微	中中
		2015	7.28	未調査	中	90	40.7	36.7	微	微	上中
		平均	7.27	(10.11)	少	79	43.5	36.5	少	微	中上
村上市 (転換畑)	里のほほえみ	2014	8.1	10.21	少	69	44.5	41.3	少	微	上中
		2015	8.1	10.26	無	73	41.5	46.8	無	無	上上
		平均	8.1	10.24	微	71	43.0	44.1	微	微	上中
	標) あやこがね	2014	7.31	10.20	無	61	42.5	35.8	中	無	中上
		2015	7.30	10.23	中	78	34.6	40.7	少	無	中上
		平均	7.31	10.22	少	70	38.6	38.3	中	無	中上
	比) エンレイ	2014	7.29	10.13	無	66	40.6	36.2	中	微	中中
		2015	7.30	10.20	少	55	37.4	38.9	少	無	上下
		平均	7.30	10.17	微	61	39.0	37.6	中	微	中上
上越市 (転換畑)	里のほほえみ	2014	7.27	10.18	無	63	43.3	42.5	微	微	上中
		2015	7.24	10.22	無	55	36.7	44.4	微	少	中上
		平均	7.26	10.20	無	59	40.0	43.5	微	少	上下
	標) あやこがね	2014	7.27	10.13	無	52	43.1	32.7	少	微	中上
		2015	7.25	10.13	無	49	37.5	36.8	少	微	中上
		平均	7.26	10.13	無	51	40.3	34.8	少	微	中上
	比) エンレイ	2014	7.26	10.08	無	58	42.3	34.6	中	少	中中
		2015	7.24	10.10	無	47	32.3	36.9	少	微	中上
		平均	7.25	10.09	無	53	37.3	35.8	中	少	中中

注1) 播種期：佐渡農技 5月30日(2014年), 5月28日(2015年)

村上市 6月9日(2014年), 6月9日(2015年)

上越市 6月5日(2014年), 6月4日(2015年)

注2) 栽植密度：畦幅75cm, 株間15cm, 1株1本立, 8.9株/m<sup>2</sup>

注3) 倒伏は無～甚, 障害粒は無～多, 品質は上上～下で評価した.

表6 粒の特性

品種名	粒 質					種皮の色	臍の色
	大小	子葉色	形	光沢	外観品質		
里のほほえみ	大の大	黄	扁球	中	中上	黄白	黄
標) あやこがね	大の小	黄	球	強	中下	黄	黄
比) エンレイ	大の小	黄	楕円体	強	中下	黄	黄

注) 作物研究センター転換畑標準播(2015年)

表7 「里のほほえみ」による豆腐の硬さと食味官能評価に及ぼす凝固剤濃度の影響

	凝固剤濃度 (%)	豆腐の硬さ (gw/cm <sup>2</sup> )	食味官能総合評価
里のほほえみ	0.30	36.7 <sup>b</sup>	-0.35 <sup>a</sup>
	0.35	46.0 <sup>a</sup>	-0.65 <sup>a</sup>
	0.40	49.6 <sup>a</sup>	-1.06 <sup>b</sup>
エンレイ	0.30	50.5 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>

注1) 凝固剤は、食品添加物用の塩化マグネシウム6水和物を使用した。

注2) 食味官能総合評価は、かなり良 (+3)、少し良 (+2)、わずか良 (+1)、基準 (0)、わずか不良 (-1)、少し不良 (-2)、かなり不良 (-3) とした。

注3) 豆腐の硬さは異なる英文字間は要因別に 5%水準、食味官能総合評価は 1%水準で有意差があることを示す (Tukey 法)。

## ウコンノメイガに対する殺虫剤の防除効果

石本万寿広・岩田大介  
新潟県農業総合研究所作物研究センター

### Control of the Bean Webworm, *Pleuroptya ruralis* (Scopoli) by Insecticides

Masuhiko ISHIMOTO and Daisuke IWATA  
Niigata Agricultural Research Institute Crop Research Center

**要約** 圃場効果試験により、ウコンノメイガに対する主要殺虫剤の防除効果を評価した。供試した殺虫剤はいずれも実用的な防除効果があったが、その種類により、効果の程度、散布適期に違いがあった。防除効果はクロラントラニプロール水和剤が最も高く、次いでエトフェンプロックス乳剤で、これらの散布適期は葉巻の発生初期（7月第5～6半月）とみられた。CYAP粉剤、MEP乳剤はこれらに比べ防除効果は低く、散布適期は葉巻の急増期（7月第6半月～8月第1半月）とみられた。

### 緒言

ウコンノメイガ *Pleuroptya ruralis* (Scopoli) はダイズの食葉性害虫である。本種は全国に分布するが、特に北陸地域の富山県で恒常的に被害があり、ダイズの重要害虫に位置づけられている<sup>(1)</sup>。富山県以外の地域では、その多発生に関する報告はみられなかったが、新潟県において、2002年に局地的な多発生があり<sup>(2)</sup>、その後、県内のはほぼ全域に発生が認められ、一部では多発生圃場もみられている。さらに、近年、岩手県<sup>(3)</sup>、秋田県<sup>(4)</sup>、福島県<sup>(5)</sup>などで多発生が報告されている。

本種はダイズの他にアカソやカラムシなどのイラクサ科の野草を寄主とし、これらが自生する林縁などにおいて幼虫態で越冬し、翌春、これらを寄主として発育する<sup>(6)</sup>。成虫は7月上旬からダイズ圃場に飛来し、その後ダイズで1世代を経過する<sup>(1)(7)</sup>。ダイズにおいて、幼虫は7月中旬から発生し、葉を巻いて、その内部で葉を摂食する。ダイズの被害は、葉巻の形成や早期の枯死・脱落による葉面積の低下に伴う子実重の減少である<sup>(2)(8)(9)</sup>。防除対策としては、殺虫剤散布が有効な防除手段とみられるが、殺虫剤による本種の防除法としては、成瀬・新

田（1985）<sup>(1)</sup>に、大部分の幼虫が3齢以下にとどまっている7月下旬、遅くとも8月第1半月が防除適期であるとされているのみで、これまでに詳細な報告はない。また、以前は、本種に対する登録薬剤は有機リン系のCYAP粉剤のみであったが、その後、同じく有機リン系のMEP乳剤、合成ピレスロイド系のエトフェンプロックス乳剤が新たに登録された。さらにジアミド系、IGR系の殺虫剤も登録され、使用できる殺虫剤の種類が増加し、殺虫剤選択の幅が広がっている。

これらの殺虫剤はその種類により特性が異なり、ウコンノメイガに対する防除効果や散布適期が異なる可能性が考えられる。そこで、圃場における効果試験により、各殺虫剤の防除効果、防除適期を明らかにした。

### 材料及び方法

#### 1. 試験圃場

2010～2013年に、各年次1～2地点で計5件の試験を行った（表1）。いずれの地点も水田転換畑で、品種は「エンレイ」であった。1区面積は48～75 m<sup>2</sup>、3反復とした。

## 2. 供試薬剤

有機リン系の CYAP 粉剤 (以下, CYAP), MEP 乳剤 (以下, MEP), 合成ピレスロイド系のエトフェンプロックス乳剤 (以下, ETO), ジアミド系のクロラントラニプロール水和剤 (以下, CHL), IGR 系のフルフェノクスロン乳剤 (以下, FLU) を供試した. 各試験では, これらの一部を選定して供試し, 散布日は 2~3 時期とし, 散布回数はいずれも 1 回とした (表 1).

## 3. 調査方法

各区, 1 畝 2m の調査か所を 2 か所設置し (調査か所は固定), その範囲の葉巻を計数した. また, 散布直前に試験区外の殺虫剤無散布部分から葉巻を採集して持ち帰り, 取り出した幼虫について, 顕微鏡に装着したマイクロクロメータで頭幅を測定し, 成瀬・新田 (1985) <sup>(1)</sup>

に基づいて齢期を判定した.

## 4. 調査データの解析

新潟県における調査では, 葉巻の発生時期や発生量は, 年次や地域により異なることが示されている<sup>(7)</sup>ことから, 複数の試験を統一して比較, 評価するため, 暦日とは別に, 葉巻の発生段階を表す指標として, 無散布区の 8 月中下旬の最多葉巻数に対する各散布日の葉巻数の比率を求め (散布日の葉巻数/最多発生時の葉巻数), これを「葉巻発生進捗率」とした. また, 各試験の葉巻の最多発生時における各薬剤散布区の防除効果の指標として, 葉巻数の補正指数 (散布前の葉巻数が少ない場合は葉巻数の対無処理比) を算出した. 補正指数は,  $[\{(処理区の最終調査日の葉巻数) \div (処理区の散布日の葉巻数)\} \times \{(無処理区の散布日の葉巻数) \div (無処理区の最終調査日の葉巻数)\}] \times 100$  で算出した.

表1 試験方法の概要

試験 No.	年次	地点	散布日 <sup>2)</sup>			試験区の構成 <sup>1)</sup>	薬剤名 <sup>3)</sup>
			1回目	2回目	3回目		
			1	2010	柏崎市石曾根		
2	2011	柏崎市藤井	7月25日	8月1日	8月8日	CYAP粉剤, MEP乳剤, クロラントラニプロール水和剤	
3	2011	長岡市神谷	7月26日	8月2日	8月9日	MEP乳剤, クロラントラニプロール水和剤, フルフェノクスロン乳剤	
4	2012	柏崎市藤井	7月24日	7月31日	-	MEP乳剤, エトフェンプロックス乳剤	
5	2013	柏崎市中田	7月26日	7月31日	-	MEP乳剤, エトフェンプロックス乳剤, クロラントラニプロール水和剤	

注 1) 1区面積48~75㎡, 3反復(乱塊法). - は試験区の設定がないことを示す.

2) いずれも1回散布.

3) 希釈倍率: MEP乳剤; 1,000倍, エトフェンプロックス乳剤; 1,000倍, クロラントラニプロール水和剤; 4,000倍, フルフェノクスロン乳剤; 4,000倍. 散布量: 150L/10a (CYAP粉剤は4kg/10a).

## 結果

### 1. 各試験における殺虫剤の防除効果

#### 試験 1

無散布区では, 葉巻は 7 月 23 日にわずかに認められ, 7 月 28 日以降に急増した (表 2). 1 回目から 3 回目の各散布日の葉巻発生進捗率は, 順に, 0.00, 0.02, 0.15 であった. CYAP の 1 回目散布, 2 回目散布, MEP の 1 回目散布では, 散布後, 葉巻数の増加は一時的に停滞したが, その後増加した. CHL の 1 回目散布, 2 回目散布では, 散布後の約 1 か月間, 葉巻数の増加はみられず, 少ない状態が維持され, 3 回目散布では, 散布 6 日後以降に急激に減少した. 8 月 24 日の葉巻数は, CHL の 1 回目散布, 2 回目散布が最も少なく, 次いで MEP の 2 回目散布, CHL の 3 回目散布であり, 無散布区の葉巻数とも統

計的に有意な差異があった.

#### 試験 2

無散布区の葉巻数は, 暦日の経過に伴い増加したが, 試験 1 に比べ増加は緩慢で, 最終的な発生量も少なかった (表 3). 1 回目から 3 回目の各散布日の葉巻発生進捗率は, 順に 0.14, 0.24, 0.64 であった. CYAP の 1 回目散布では, 葉巻数は散布後一旦減少したが, 散布 14 日後以降にわずかに増加した. 2 回目散布では, 葉巻数は散布後一時的に増加したが, その後は減少する傾向を示し, 3 回目散布では, 散布後漸減した. MEP の 1 回目散布では, 葉巻数は散布後漸増した. 2 回目散布では, 葉巻数は散布後一時的に増加し, その後減少し, 3 回目散布では, 散布後漸減した. CHL の 3 回の散布では, いずれも葉巻数は散布後, 概ね減少した. 8 月 23 日の葉巻数は, CHL の 1 回目散布, 2 回目散布が最も少なく, 次いで

MEP の 2 回目散布，CHL の 3 回目散布であり，これらは無散布区の葉巻数とも統計的に有意な差異があった。

試験 3

無散布区の葉巻数は，7 月 26 日から 8 月 9 日にかけて急激に増加した（表 4）。1 回目から 3 回目の各散布日の葉巻発生進捗率は，順に，0.02，0.18，0.64 であった。

MEP の 1 回目散布では，葉巻数は散布 7 日後以降に増加した。2 回目散布，3 回目散布では，葉巻数は散布後に微

増した。CHL の 1 回目散布では，散布後，葉巻数が極めて少ない状態が維持され，2 回目散布，3 回目散布では，散布後漸減した。FLU の 1 回目散布，2 回目散布では，葉巻数は散布後一時的に増加したのちに減少した。8 月 18 日の葉巻数は，CHL の 1 回目散布が最も少なく，次いで CHL の 2 回目散布，FLU の 1 回目散布であり，これらは無散布区の葉巻数とも統計的に有意な差異があった。

表2 試験1における葉巻数の推移

薬剤名	散布日	葉巻数/20本 <sup>1)</sup>						増加数 <sup>3)</sup>
		7月23日	7月28日	8月4日	8月10日	8月17日	8月24日 <sup>2)</sup>	
CYAP粉剤	1回目(7月23日)	1.3	0.3	18.3	87.3	—	172.3 ab (79)	171.0
	2回目(7月28日)	—	3.7	4.3	37.7	—	163.7 ab (75)	160.0
	3回目(8月4日)	—	—	68.0	58.7	65.3	56.0 abc [12]	-12.0
MEP乳剤	1回目(7月23日)	0.3	0.3	2.0	45.7	—	108.0 abc (50)	107.7
	2回目(7月28日)	—	2.7	2.3	6.7	—	25.3 c (12)	22.6
	3回目(8月4日)	—	—	68.7	73.0	94.0	73.3 abc [16]	4.6
クロラントラニリブ ロール水和剤	1回目(7月23日)	1.0	0.3	1.0	0.7	—	0.7 d (0)	-0.3
	2回目(7月28日)	—	4.0	3.7	2.3	—	2.7 d (1)	-1.3
	3回目(8月4日)	—	—	79.0	73.0	48.7	35.7 bc [7]	-43.3
無散布 <sup>4)</sup>		0.0 <0.00>	3.3 <0.02>	32.3 <0.15>	117.7 <0.54>	204.3 <0.94>	218.0 a	218.0

注 1) 3反復平均。—は調査データなし。

2) 同じ英小文字を付した数値間には5%水準で有意差がない(log(n+0.5)変換後にTukey法)。( )は対無処理比，[ ]は補正指数(無散布:100)。

3) (8月24日の葉巻数) - (散布日の葉巻数)。

4) < >: 葉巻発生進捗率(各調査日の葉巻数/8月24日の葉巻数)。

表3 試験2における葉巻数の推移

薬剤名	散布日	葉巻数/4m <sup>1)</sup>					増加数 <sup>3)</sup>
		7月25日	8月1日	8月8日	8月17日	8月23日 <sup>2)</sup>	
CYAP粉剤	1回目(7月25日)	11.0	4.7	5.7	22.3	17.7 ab (19)	6.7
	2回目(8月1日)	—	45.0	59.3	35.3	28.3 ab [15]	-16.7
	3回目(8月8日)	—	—	94.7	90.3	68.3 abc [47]	-26.4
MEP乳剤	1回目(7月25日)	15.7	17.0	21.3	34.0	35.7 abc (39)	20.0
	2回目(8月1日)	—	25.0	47.7	30.3	17.7 c [17]	-7.3
	3回目(8月8日)	—	—	69.7	47.0	35.0 abc [32]	-34.7
クロラントラニリブ ロール水和剤	1回目(7月25日)	14.0	8.7	2.7	5.7	3.3 d (4)	-10.7
	2回目(8月1日)	—	31.3	34.3	17.3	9.0 d [7]	-22.3
	3回目(8月8日)	—	—	81.0	45.3	29.0 bc [23]	-52.0
無散布 <sup>4)</sup>		12.3 <0.14>	22.0 <0.24>	58.7 <0.64>	80.3 <0.88>	91.0 a	78.7

注 1) 2) 表2参照。

3) (8月23日の葉巻数) - (散布日の葉巻数)。

4) < >: 葉巻発生進捗率(各調査日の葉巻数/8月23日の葉巻数)。

表4 試験3における葉巻数の推移

薬剤名	散布日	葉巻数/4m <sup>1</sup>				増加数 <sup>3)</sup>
		7月26日	8月2日	8月9日	8月18日 <sup>2)</sup>	
MEP乳剤	1回目(7月26日)	4.3	4.3	27.0	70.0 ab (59)	65.7
	2回目(8月2日)	—	30.7	49.7	43.3 abc [25]	12.6
	3回目(8月9日)	—	—	73.3	85.7 a [75]	12.4
クロラントラニリブ ロール水和剤	1回目(7月26日)	1.3	1.7	0.7	1.3 d (1)	0.0
	2回目(8月2日)	—	24.7	21.0	14.7 c [11]	-10.0
	3回目(8月9日)	—	—	82.0	67.0 ab [53]	-15.0
フルフェノクスロ ン乳剤	1回目(7月26日)	5.3	18.3	25.7	24.0 bc (20)	18.7
	2回目(8月2日)	—	41.3	65.0	40.0 abc [17]	-1.3
	3回目(8月9日)	—	—	81.0	80.0 a [64]	-1.0
無散布 <sup>4)</sup>		2.0 <0.02>	21.3 <0.18>	76.3 <0.64>	118.3 a	116.3

注 1) 2) 表2参照.

3) (8月18日の葉巻数) - (散布日の葉巻数).

4) <>: 葉巻発生進捗率(各調査日の葉巻数/8月18日の葉巻数).

#### 試験 4

1回目散布の7月25日にはすでにある程度の数の葉巻が発生していたが、その後の増加は緩慢で、最多発生時は少発生であった(表5)。1回目、2回目の各散布日の葉巻発生進捗率は、順に0.26、0.48であった。MEPの1回目散布では、葉巻数は散布後一旦減少したが、散布7日後以降にわずかに増加し、2回目散布では、散布7日後以降に減少した。ETOの1回目散布、2回目散布では、葉巻数は散布後漸減した。8月23日の葉巻数は、ETOの1回目散布、2回目散布で少なかった。

#### 試験 5

無散布区の葉巻数は、8月1日以降に急増した(表6)。

1回目、2回目の各散布日の葉巻発生進捗率は、順に、0.10、0.19であった。MEPの1回目散布では、散布後葉巻数が一旦減少したが、散布14日後以降に増加し、2回目散布では、散布7日後以降に減少した。ETOでは、いずれの散布でも、葉巻数は散布後漸減した。CHLは、2回の散布のいずれでも葉巻数は散布後減少し、その程度はETOより大きかった。8月23日(最多発生時)の無散布区の葉巻数は464.7個で、他の試験に比べ多かった。葉巻数は、CHLの1回目散布、2回目散布が最も少なく、次いで、ETOの散布、MEPの散布であった。

表5 試験4における葉巻数の推移

薬剤名	散布日	葉巻数/4m <sup>1</sup>				増加数 <sup>3)</sup>
		7月25日	8月1日	8月8日	8月23日 <sup>2)</sup>	
MEP乳剤	1回目(7月25日)	33.3	18.0	28.3	39.0 ab [31]	5.7
	2回目(7月31日)	—	74.7	74.7	36.3 ab [23]	-38.4
エトフェンブロッ クス乳剤	1回目(7月25日)	27.0	18.3	17.7	16.7 b [16]	-10.3
	2回目(7月31日)	—	50.7	47.7	24.0 b [23]	-26.7
無散布 <sup>4)</sup>		27.3 <0.26>	50.3 <0.48>	93.0 <0.89>	104.7 a	77.4

注 1) 3反復平均。—は調査データなし。

2) 同じ英小文字を付した数値間には5%水準で有意差がない(log(n+0.5)変換後にTukey法)。

[ ]は補正指数(無散布:100)。

3) (8月23日の葉巻数) - (散布日の葉巻数)。

4) <>: 葉巻発生進捗率(各調査日の葉巻数/8月23日の葉巻数)。

表6 試験5における葉巻数の推移

薬剤名	散布日	葉巻数/4m <sup>1</sup>				増加数 <sup>3)</sup>
		7月25日	8月1日	8月8日	8月23日 <sup>2)</sup>	
MEP乳剤	1回目(7月26日)	48.7	42.7	48.0	98.7 b [20]	50.0
	2回目(7月31日)	—	68.0	81.3	45.3 b [13]	-22.7
エトフェンプロックス乳剤	1回目(7月26日)	59.0	47.0	38.7	23.0 bc [4]	-36.0
	2回目(7月31日)	—	153.0	107.3	51.7 b [6]	-101.3
クロラントラニリブロール水和剤	1回目(7月26日)	43.7	34.7	13.7	3.0 d [1]	-40.7
	2回目(7月31日)	—	83.3	52.0	8.3 cd [2]	-75.0
無散布		45.7	87.7	274.7	464.7 a	419.0
		<0.10>	<0.19>	<0.59>		

注 1) 2) 表5参照.

3) (8月23日の葉巻数) - (散布日の葉巻数).

4) <>: 葉巻発生進捗率(各調査日の葉巻数/8月23日の葉巻数).

## 2. 各殺虫剤の総合評価

### (1) 殺虫剤散布時の幼虫齢期

試験1では、1回目散布時はすべて4齢以下で、3齢以下の割合が85%を占めた(図1)。3回目散布時には、高い齢期の割合が高まり、5齢、6齢が20%となった。試験3でも、1回目散布に比べ、3回目散布時には高い齢期の割合が高まり、5齢、6齢が62%となった。試験2、試験4、試験5では、いずれの散布時にも1、2齢から6齢までの幼虫が混在した。

### (2) 各殺虫剤の散布日と防除効果の関係

5件の試験の無散布区の葉巻数の推移を比較すると、試験1と試験5では、8月上旬から中旬にかけて急増し、試験1でその増加時期がやや遅かった(図2)。この2つの試験の葉巻数は他の3件の試験に比べ明らかに多かった。試験2~4ではよく似た増加パターンで、葉巻数も同程度であった。葉巻発生進捗率の推移では、試験4が最

も早く上昇し、次いで試験2、試験5で、試験1が最も遅かった。5件の試験の1回目の散布日は、7月23~26日であり、葉巻発生進捗率では0(試験1)~0.26(試験4)であった(表2~6)。

5件の試験の各薬剤の散布日とその最多発生時(最終調査日)の葉巻数(補正指数)の関係を図3に示した。CYAP、MEPは散布日によって葉巻数のばらつきが大きく、7月31日~8月4日では比較的少なく、7月26日以前、8月8日以降は多かった。CHLは、7月31日までの散布では葉巻数が極めて少なく、その後は遅くなるほど増加した。ETOは7月24日~7月31日では葉巻数が少なく、防除効果は高かった。葉巻発生進捗率と最多発生時の葉巻数(補正指数)の関係においては、CYAP、MEPは、0.1~0.3で葉巻数が少なく、0付近、0.6以上では葉巻数が多かった。CHL、ETOは、葉巻発生進捗率が高まるほど葉巻数が増加した。

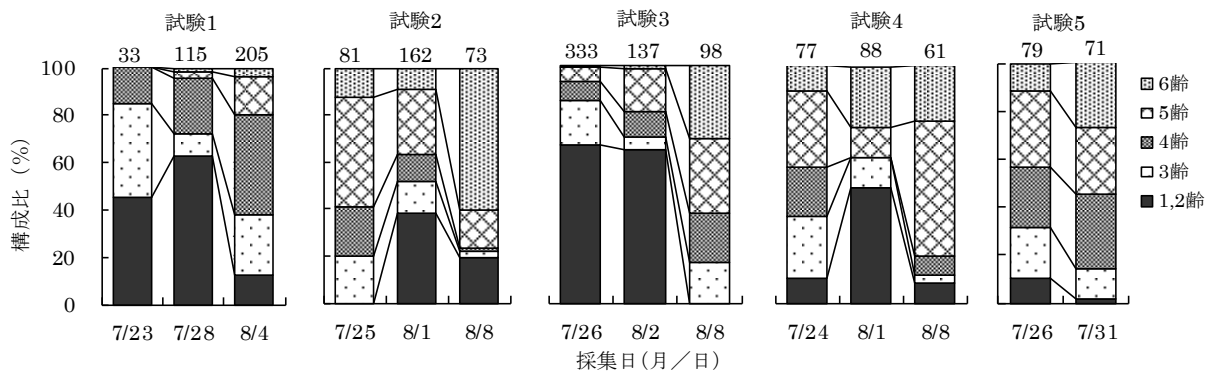


図1 散布日に葉巻から採集したウコンノメイガ幼虫の齢構成  
注) 各棒グラフ上の数字は調査個体数.

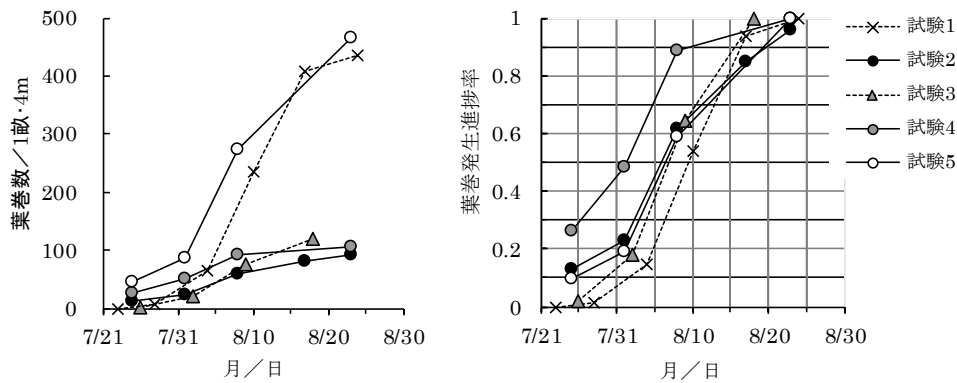


図2 各試験の無散布区における葉巻数、葉巻発生進捗率の推移  
 注) 表2~4より作図。試験1の葉巻数は、10本/mとして、4mあたりに換算。葉巻発生進捗率:調査日の葉巻数/最多発生時の葉巻数。

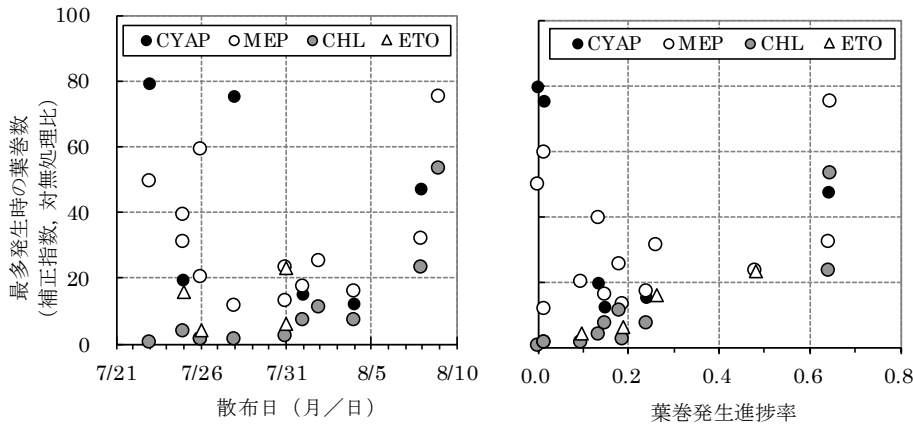


図3 各殺虫剤の散布日、葉巻発生進捗率と最多発生時の葉巻数(補正密度指数)の関係  
 注) 表2~5より作図。葉巻発生進捗率:(殺虫剤散布日の無散布区の葉巻数)/(最多発生時の無散布区の葉巻数)。CYAP:CYAP粉剤, MEP:MEP乳剤, CHL:クロラントラニプロール水和剤, ETO:エトフェンプロックス乳剤。

## 考察

ウコンノメイガ幼虫によるダイズの直接的な被害症状は葉巻であり、この葉巻数が多いと子実重が減少する<sup>(2)(8)(10)</sup>。富山県では、「エンレイ」を用いて、8月下旬の最多発生時の葉巻数と子実重の間に関係があることが示されている<sup>(9)</sup>。したがって、本種の防除対策上は、8月下旬の葉巻数を低減させることが重要で、殺虫剤の防除効果もこれを指標にするのが適当と考えられる。今回の5組の試験における無散布区の最多発生時の葉巻数は、1畝4m当たり91~465枚で(表3~5)、1m当たりのダイズの本数を10本として1本あたりに換算すると、2.3~11.6枚であった。これは、子実重に明らかな減少が生じる1本あたり30本<sup>(9)</sup>に比較して少ないが、異なる条件で複数の試験を実施したことから、各殺虫剤の評価は十分

可能と考えられる。葉巻の発生時期には年次、地点による違いがあることが示されているが<sup>(7)</sup>、今回の試験でも発生時期の違いがあり、その違いは10日程度とみられた(図1)。殺虫剤の防除効果と散布時期との関係を検討するには、散布時期の指標としては暦日より葉巻の発生段階が適当であり、葉巻発生進捗率(最多発生時の葉巻数に対する各散布日の葉巻数の比率)は指標として十分利用できると思われる。

CYAPでは、試験1の1回目散布、2回目散布(表2)、MEPでは、試験1の1回目散布(表2)、試験3の1回目散布(表4)、試験5(表6)の1回目散布などの早い時期の散布では、散布後、一時的に葉巻数の増加が抑えられたが、およそ2週間後以降に葉巻数の再増加が認められた。これらの散布日の葉巻発生進捗率は0~0.10で、

葉巻の発生始めであり、図1より、散布後も1,2齢幼虫の発生が続く時期とみられたことから、葉巻の再増加は、主として散布後に新たにふ化した幼虫の加害によるとみられる。他方、遅い時期の散布（葉巻発生進捗率が高い時期）では、散布後の葉巻数の増加は抑えられ、減少する場合もあったが、最多発生時（8月中下旬）の葉巻数の低減効果は低かった。葉巻は、幼虫が移出、死亡したのちもしばらくはその形状を保つことから、幼虫に対する殺虫効果は高くとも、葉巻数の低減効果の発現にはやや日数がかかること、散布時にはすでに相当数の葉巻が発生し、幼虫不在の葉巻も多い時期であること<sup>(1)</sup>が影響していると推察される。これらのことから、CYAP, MEPは幼虫に対する殺虫効果は高いが、残効が短く、散布後にふ化する幼虫に対する効果は低いと見込まれ、これらの殺虫剤の散布適期は、ほとんどの卵のふ化が終了し、かつ葉巻数が急増するまでの期間と考えられる。葉巻発生進捗率では、0.1~0.3が適期とみられる。図2（葉巻発生初期のデータが得られなかった試験4を除く）から、葉巻発生進捗率が0.1に達する時期は、7月24日頃~8月1日頃、0.3に達する時期は8月2日頃~8月6日頃であることから、CYAP, MEPの暦日での散布適期は、およそ7月第6半旬~8月第1半旬とみなされる。

CHLは葉巻の発生始め（葉巻発生進捗度0付近）の散布においても、その後、新たな葉巻の発生はほとんどなく、8月中下旬までその発生数は極めて低く抑えられ、防除効果は高かった（表2~4, 表6）。また、葉巻が急増している8月第1半旬（葉巻発生進捗率0.2程度）の散布では、散布後速やかに葉巻数が減少し、その程度はCYAP, MEPより大きかった。これらのことから、本剤は幼虫に対する効果が即効的で高く、残効も極めて長く、防除効果はCYAP, MEPより明らかに高いと推察される。散布適期は、葉巻の発生始め~急増期であり、特に葉巻発生始めの散布で効果が高いと判断され、葉巻発生進捗率で0~0.3程度、暦日では7月第5~6半旬である。

ETOは2例のみであるが、いずれも散布後は葉巻の増加はなく、CYAP, MEPより殺虫力が高く、残効もやや長いとみられる。FLUは1例のみであり、十分な評価はできないが、脱皮阻害剤としての特性からも、即効性はやや劣るが、残効性は高いと推察される。これらの殺虫剤の散布適期は葉巻発生始めとみられるが、さらに確認が必要であろう。

殺虫剤散布時の幼虫は、1,2齢から6齢まで幅広い齢が混在している場合が多かった（図1）。成瀬・新田（1985）<sup>(1)</sup>では、防除適期はほとんどが3齢以下の時期としているが、今回の結果からは、いずれの薬剤も5,6齢まで殺虫効果があるが見込まれ、これらはやや遅い時期の散布でもある程度の防除効果が期待できると思われる。なお、散布時の幼虫の齢と防除効果の関係については、齢期の進行が斉一でない試験が多く、評価できなかった。

今回は、殺虫剤の散布時期と防除効果の関係について、葉巻発生進捗率も指標として加えて解析したが、この指標は最多発生時の葉巻数のデータが必要となるため、実際の防除には活用できない。適期の殺虫剤散布を行うには、幼虫、葉巻の発生時期が年次、地域によって変動することを前提に、散布適期判断のための簡易な指標が必要である。

## 引用文献

- (1) 成瀬博行・新田 朗 ダイズ害虫ウコンノメイガ *Pleuroptya ruralis* (Scopoli)の生態と防除に関する研究 I. ダイズ圃場における発生経過, 富山農試研報 16: 27-33 (1985).
- (2) 西土恒二・神林 勤・藤巻雄一・高野直行 ウコンノメイガの加害実態とダイズ収量への影響, 北陸病虫研報 52: 29-32 (2003).
- (3) 横田 啓 岩手県中部のアカソ群落とダイズ圃場におけるウコンノメイガの発生消長, 北日本病虫研報 62: 134-139 (2011).
- (4) 中村智幸・加藤雅也・新山徳光・高橋良知 秋田県のダイズにおけるウコンノメイガの発生状況, 北日本病虫研報 59: 129-132 (2008).
- (5) 三田村敏正・松木伸浩 福島県におけるウコンノメイガの越冬生態, 北日本病虫研報 59: 133-136 (2008).
- (6) 成瀬博行・新田 朗 ダイズ害虫ウコンノメイガ *Pleuroptya ruralis* (Scopoli)の生態と防除に関する研究 II. 野草群落における越冬世代の発生経過, 富山農試研報 1: 8-16 (1987).
- (7) 石本万寿広・岩田大介 新潟県のダイズにおけるウコンノメイガの発生消長, 北陸病虫研報 52: 15-23 (2017).

石本万寿広・岩田大介：ウコンノメイガに対する殺虫剤の防除効果

(8) 樋口博也 ウコンノメイガによる葉の食害がダイズの生育と収量に及ぼす影響, 応動昆 49:259-261 (2005).

(9) 齋藤憲一郎・青木由美・村岡裕一・松本美枝子 ウコンノメイガによる葉巻がダイズの生育に及ぼす影響, 富山県農技セ研報 22 : 7-12 (2005).

(10) 高橋良知・菊池英樹・中村智幸 秋田県のダイズにおけるウコンノメイガの要防除水準の設定, 北日本病虫研報 62 : 130-133 (2011).

(11) 青木由美 ダイズにおけるウコンノメイガの発生実態と防除対策, 植物防疫 62 : 453-456 (2008).

[抄録]

## 米の特性が製粉性に与える影響および米粉性状と製パン性の関係

本間紀之・高橋 誠・吉井洋一

### The Influence of Rice Properties on Flour Milling and the Relationship between Rice Flour Quality and Bread Production

Noriyuki HOMMA, Makoto TAKAHASHI and Youichi YOSHII

**要 約** 各種精白米の製粉性とその要因、米粉の粒径・澱粉損傷度が製パン性に及ぼす影響、の 2 項目について検討を行った。一定の粒度まで精白米を粉砕する場合、アミロース含量が高いほど、また未熟粒が多いほど、要した製粉時間は短かった。ピンミル粉砕する場合、精白米の浸漬時間が長くなるほど米粉の平均粒径、澱粉損傷度は低下し製パン性は向上した。それぞれの米粉を篩い分けした場合、細かい粒径区分ほどパン比容積は増加する一方、同程度の粒径区分では澱粉損傷度が低いほどパン比容積は増加した。

日本食品科学工学会誌, 第 63 巻, 第 12 号, 551-560(2016)

## 味噌用麹製造時におけるポリアミンの消長

小林和也, 渡辺 聡

### Changes in polyamine contents of miso koji during koji cultivation

Kazuya KOBAYASHI, Satoshi WATANABE

**要 約** 麹菌によるポリアミン産生を調査するために、製麹工程中のポリアミン量を測定した結果、米麹及び麦麹ともに出麹までポリアミンが増加した。また、種麹の異なる米麹を製麹し比較した結果、増殖が著しく劣る種麹はポリアミン量が低いことから、麹菌は増殖中にポリアミンを産生することが示された。一方、代表的な麹加工品である味噌の発酵・熟成中において、ポリアミンが減少することが明らかとなった。

日本醸造学会誌, 第 112 巻, 第 9 号, 140-146(2017)

## [抄録]

### Prevention of Abrupt Increases in Postprandial Blood Glucose Levels by Rice Bread Made with the Novel Rice Cultivar “*Konayukinomai*”

Wataru NORO, Ryuichiro AKAISHI, Sumiko NAKAMURA, Ken'ichi OHTSUBO,  
Hideo MAEDA and Youichi YOSHII

**要約** アミロペクチンロングチェーン米「こなゆきの舞」を用いた米粉パンは、「越のかおり」や「コシヒカリ」を用いた米粉パンに比べ、難消化性澱粉と遅消化性澱粉を多く含んでいた。健常者を対象にした臨床試験において、「こなゆきの舞」や「越のかおり」の米粉パンは、「コシヒカリ」の米粉パンに比べ、食後の血糖値上昇が抑えられ、GI値が低かった。これらの結果より、「こなゆきの舞」は生活習慣病予防のための機能性食品素材としての可能性が示唆された。

Food Science and Technology Research, 22(6), 793-799(2016)

### Comparison of soybean cultivars for enhancement of the polyamine contents in the fermented soybean natto using *Bacillus subtilis* (natto)

Kazuya KOBAYASHI, Yuichiro HORII and Satoshi WATANABE

**要約** 高ポリアミン含有納豆生産のため、大豆中ポリアミン量が納豆中ポリアミン量に及ぼす影響を調査し、さらに、大豆品種間のポリアミン量を比較した。大豆 11 品種中のポリアミン量はプトレシン 93-861nmol/g、スペルミジン 1055-2306nmol/g 及びスペルミン 177-578nmol/g とばらつきを示したが、納豆中ポリアミン量は原料大豆中ポリアミン量に大きく依存した（プトレシン、スペルミジン、スペルミンについて  $r=0.96$ ,  $0.95$  及び  $0.94$ ）。さらに、同一品種において栽培方法の異なる複数的大豆を収集し調査した結果、供試した国産大豆 9 品種中では「ナカセンナリ」が最もポリアミン量が多く、高ポリアミン含有納豆生産に適していることが明らかになった。

Bioscience Biotechnology and Biochemistry, Vol. 81, 587-594(2017)

---

新潟県農業総合研究所研究報告 第16号

平成30年3月30日印刷  
平成30年3月30日発行

新潟県農業総合研究所

所長 原澤 良栄

〒940-0826 新潟県長岡市長倉町 857  
TEL 0258(35)0823  
FAX 0258(39)8498

[ORIGINAL PAPERS]

- 1. Breeding of blast complete resistance isogenic lines in the rice cultivar “Koganemochi”, “Gohyakumangoku” and “Koshiibuki” using DNA Marker-assisted selection**  
Noriaki HASHIMOTO, Hironobu KASANEYAMA, Takashi KANBE,  
Shigeto ITAYAGOSHI, Toshiaki ISHIBASHI, Takaaki MATSUI,  
Koshio NABATA, Etsuko NARA and Kazuhiko ISHIZAKI ..... 1
  
  - 2. Soybean Large Seed Size Cultivar, “Satonohohoemi” Growth Characteristics and Tofu processing suitability**  
Osamu KAWAKAMI, Yoichi FUJITA and Keiko MOROHASHI ..... 9
  
  - 3. Control of the Bean Webworm, *Pleuroptya ruralis* (Scopoli) by Insecticides**  
Masuhiro ISHIMOTO and Daisuke IWATA ..... 19
- 
- [SUMMARY] ..... 27
- 4. The Influence of Rice Properties on Flour Milling and the Relationship between Rice Flour Quality and Bread Production**  
Noriyuki HOMMA, Makoto TAKAHASHI and Youichi YOSHII
  
  - 5. Changes in polyamine contents of miso koji during koji cultivation**  
Kazuya KOBAYASHI and Satoshi WATANABE
  
  - 6. Prevention of Abrupt Increases in Postprandial Blood Glucose Levels by Rice Bread Made with the Novel Rice Cultivar “*Konayukinomai*”**  
Wataru NORO, Ryuichiro AKAISHI, Sumiko NAKAMURA, Ken’ichi OHTSUBO,  
Hideo MAEDA and Youichi YOSHII
  
  - 7. Comparison of soybean cultivars for enhancement of the polyamine contents in the fermented soybean natto using *Bacillus subtilis* (natto)**  
Kazuya KOBAYASHI, Yuichiro HORII and Satoshi WATANABE
-