

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第 10 号

令和元年（2019年）9月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL
AGRICULTURE & FORESTRY GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No.10

September, 2019

Yamaguchi Prefectural Agriculture & Forestry General Technology Center

Ouchi Hikami, Yamaguchi City, Yamaguchi Prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

山口県農林総合技術センター研究報告（令和元年9月）

目次

1001	白おぐらのブランチング冷凍貯蔵技術の確立 平田 達哉	1
1002	早生系省力型「はなっこりーE2」の育成と栽培 ～初代はなっこりーの改良～ 藤井 宏栄・日高 輝雄・重藤 祐司・片川 聖	7
1003	天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系 岩本 哲弥・河村 俊和・本田 善之	16
1004	特産アブラナ科野菜「はなっこりー」の出荷後の腐敗発生の原因解明と対策に関する研究 出穂 美和・鍛冶原 寛・中村 宣貴・角田 佳則	27
1005	早生ウンシュウにおける小黑点症の軽減対策 村本 和之・東浦 祥光・宮田 明義	36
1006	黒毛和種繁殖雌牛の改良に関する研究 大元 義彦・山本 幸司	44
1007	酒粕を活用した肉豚肥育技術に関する検討 佐藤 正道・廣中 智希・岡崎 亮	50

白おぐらのブランチング冷凍貯蔵技術の確立

平田 達哉

Establishment of Blanching Refrigeration Storage Technology for “Shiro-Okra”

Tatsuya HIRATA

Abstract: “Shiro-Okra” is a traditional okra cultivated in the Misumi District of Nagato City, Yamaguchi Prefecture. Its various characteristics are outer skin that is light yellow to green color, delayed hardened, higher viscosity than ordinary okra, and high antioxidant properties. We established a blanching refrigeration storage technology that retains these characteristics. The result showed that the color of “Shiro-Okra” was affected by heating temperature and time of the blanching treatment. The optimum conditions to prevent discoloration in the blanching treatment were a heating time and temperature of 1 min and 100°C or 3 min and 80°C, respectively. After processing under this condition, freezing and storage at $\leq -20^{\circ}\text{C}$ did not change the characteristics such as the color, viscosity, number of general bacteria, and nutritional components for up to 15 months. This blanching refrigeration storage technology would make it possible to supply “Shiro-Okra” year-round.

Key Words: discoloration, viscosity, antioxidant

キーワード: 変色、粘性、抗酸化性

緒言

白おぐらはオクラの1系統であり、長門市三隅地区で50年以上前から栽培が続く本県の伝統野菜である。外皮が淡黄緑色で硬くなりにくいというえ、アクが少なく、粘りが通常のオクラの3倍ある、抗酸化性が高いなどの特長がある。長門市は市の特産野菜として生産拡大を図っているが、生産が短期に集中することによる価格低下や、曲がり、傷つき等の規格外品が多いことから生産振興の妨げとなっている。その対策として、規格品(MまたはLサイズ)や規格外品を冷凍貯蔵し、1次食品素材としての活用が検討されているが、適したブランチング条件が確立されていない。

本研究では、ブランチング冷凍貯蔵技術を確立したのでここに報告する。

材料および方法

1 供試材料

供試材料は、山口県長門市で収穫された白おぐら(三

隅系)の規格品(MまたはLサイズ)と規格外品を使用した。収穫した白おぐらは24時間以内に試験へ供与した。

2 ブランチング冷凍処理条件

白おぐらの特徴である淡黄緑色や粘りを変化させにくい処理条件を解明するため、網袋(木綿製)に入れた白おぐらを二重釜(直径50cm、容量30L)で温湯処理をした。ブランチング後は冷水にて急冷し、ポリプロピレンフィルム(230×270×0.025mm)に詰め、 -20°C および -50°C で冷凍庫に1か月保管した。その後、流水解凍して官能的に臭気、および色、粘度を測定した。要因は加熱温度、加熱時間、食塩濃度、凍結温度の4要因で2水準の多要因解析実験とした。各要因と水準は第1表のとおりである。

第1表 ブランチング処理における要因と水準

要因	水準	
加熱温度(A)	80°C	100°C
加熱時間(B)	1分	3分
食塩濃度(C)	1%	3%
冷凍温度(D)	-20°C	-50°C

3 冷凍貯蔵中における品質変化

2の試験で得られたブランチング条件から、加熱温度100℃、加熱時間1分を選択し、その条件で処理、急冷した後に300gずつ袋に詰めて冷凍庫に-20℃で保管した。所定期間(1, 3, 8, 12, 15か月)後、冷凍庫から取り出し、色、粘度、一般生菌数を測定するとともに、栄養成分および抗酸化性分析を行った。

1) 色

所定期間後、冷凍白おぐらを流水解凍をした。解凍後上部、中部、下部の色(L*値)を色差計(JS555 COLOR TECHNO SYSTEM(株))で測定し、平均値を全体の色として比較した。測定は4反復とした。

2) 粘度

凍結乾燥した白おぐら粉末に9倍量の水分を加えて練り、直径20mm、深さ30mmの円柱容器に20mmの高さになるように入れ、卓上物性測定器(RE2-3305S株式会社山電)を用いて粘度を測定した。測定条件はプランジャー接触面直径10mm、測定速度1mm/sec、測定開始クリアランス10mm、測定歪み率500%とした。測定は4反復とした。

3) 一般生菌

流水解凍した白おぐらをクリーンベンチ内で開封して細断し、10g量を精秤して、ストマフィルターに100mLの滅菌水を入れ、無菌的に90秒間攪拌して細菌懸濁液を得た。この懸濁液1mlを滅菌水9ml入りの試験管入れ、ミキサーで十分攪拌して10²倍希釈液を調製した。同様に10³~10⁵を調製した。

測定用培地は、定法に従って一般生菌測定用標準寒天培地(日水製薬株式会社)23.5gを精製水1Lに加温融解し、オートクレーブで滅菌した後、50℃前後でシャーレに約20ml注入して作成した。

同一希釈段階の溶液について、2枚ずつ培地を用意し、各希釈試験溶液を1mlずつ分注し全体に塗布し、37℃で48時間培養し、コロニー数を計測した。測定は4反復とした。

4) 栄養成分

凍結乾燥した白おぐらを均一に粉砕して試料とし、食品分析ハンドブック(科学技術庁資源調査会食品成分部会編, 1997)に従って実施した。ただし、蛋白質はケルダール法に変えて燃焼法で測定した。すなわち、セルに50mgの白おぐらを採取して、燃焼法元素分析装置(NCH-22シリーズ(株)住友分析センター)で分析した。測定は3反復とした。

5) 抗酸化性

抗酸化機能評価法は、Yamaguchiらの方法(1998)に準じてDPPHラジカル捕捉能を測定し、以下の計算式によりラジカル消去能を算出した。試験管に500μmol/L DPPH溶液0.5mL、0.1mol/Lトリス緩衝液(pH7.2)800μL、試料溶液0.2mLを加えてよく攪拌し、暗所(15℃)で20分間反応をおこない、HPLCに供与した。また、試料と同時にトリス緩衝液をブランクおよび標準品溶液(500μmol/L Trolox)をコントロールとして測定した。分析装置はTSK-gel Oxy1-80Ts(4.6mm×150mm, Tosho)を装着した液体クロマトグラフ(島津製作所製LC20A)を用いた。カラム温度は25℃、流速は1.0mL/min、溶離液はメタノール/水(70:30, v/v)として517nmで検出を行った。ラジカル消去能は、試料生鮮重100g中のTrolox相当量をラジカル補足活性として以下に示す式により求めた。測定は3反復とした。

$$\text{ラジカル補足活性} (\mu\text{mol Trolox eq.}/100\text{g}) = 500 \times (A-B) / (A-C) \times V / 1000 \times 100 / W$$

A: ブランクのピーク面積

B: 試料溶液を添加した時のピークの面積

C: コントロールのピーク面積

V: 試料溶液量(ml)

W: 試料採取量(g)

結果

1 ブランチング冷凍処理条件の違いが色に及ぼす影響

色(変色)に及ぼすブランチングの要因は、温度と時間による交互作用であった(第2表)。さらに交互作用を確認するため、温度と時間の組合せ試験を実施した。処理温度80℃では1分より3分、100℃では3分より1分が優れていた。処理時間1分処理では80℃より100℃、3分では100℃より80℃が優れていた(第3表)。これらより、変色を考慮した白おぐらのブランチングは、100℃で1分または80℃で3分が適していた。また、食塩や冷凍温度は褐変の要因として認められなかった。

2 ブランチング冷凍処理条件の違いが粘性に及ぼす影響

白おぐらの規格の違いにより粘度測定値に違いは見られた。同一規格内ではブランチング冷凍処理条件で粘度測定値に有意差はなく、粘性低下への影響はなかった(第4表)。

第2表 処理条件の違いが色 (L*値) に及ぼす影響

要因				色					
加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	食塩濃度 (%)	冷凍温度 (°C)	規格外				規格	
				極小	小	中	大	M	L
80	1	1	-20	40.1	36.4	41.5	42.3	37.2	39.9
80	1	1	-50	38.3	34.8	43.2	39.3	41.8	36.5
80	1	3	-20	33.5	38.9	43.2	40.9	41.8	37.9
80	1	3	-50	34.9	41.3	44.5	39.5	42.9	38.9
80	3	1	-20	36.4	38.8	42.7	43.6	36.1	44.4
80	3	1	-50	45.9	44.8	41.0	47.1	48.9	47.9
80	3	3	-20	32.4	42.8	55.1	46.8	50.1	42.5
80	3	3	-50	34.9	40.4	50.5	45.5	52.8	44.1
100	1	1	-20	31.3	42.7	46.7	50.3	46.4	51.6
100	1	1	-50	33.9	37.6	48.7	46.9	50.7	43.8
100	1	3	-20	33.0	44.4	48.7	48.4	49.7	47.4
100	1	3	-50	45.3	43.7	44.6	52.5	46.6	46.7
100	3	1	-20	35.4	38.3	42.2	43.2	44.1	43.0
100	3	1	-50	30.4	31.5	41.6	40.8	40.5	46.7
100	3	3	-20	29.6	33.9	46.4	46.1	45.2	44.3
100	3	3	-50	31.4	35.3	47.3	49.1	44.3	51.3
分散 分析	加熱温度(A)			—	—	—	*	—	*
	加熱時間(B)			—	—	—	—	—	—
	食塩濃度			—	—	—	—	—	—
	冷凍温度			—	—	—	—	—	—
	A×B			—	*	*	*	*	*

1) ブランチング冷凍処理後-20°Cに貯蔵、1 か月経過時に流水解凍して色差計で測定した

2) 数値大(白) ←→数値小(黒)

3) 参照：生の白おくら(L規格)のL*値：53.2

第3表 温度と時間の組み合わせ処理が色 (L*) に及ぼす影響

条件	色					
	規格外				規格	
	極小	小	中	大	M	L
80°C 1分	36.6	37.9 ab	39.3 b	40.9 c	40.0 b	40.1 b
80°C 3分	36.3	41.4 a	48.9 a	45.8 b	45.3 ab	44.9 ab
100°C 1分	35.5	42.0 a	48.6 a	49.4 a	48.9 a	47.5 a
100°C 3分	34.9	34.7 b	43.4 ab	45.7 b	43.0 ab	45.8 a

1) 食塩：添加なし 貯蔵温度：-30°C

2) ブランチング処理後冷凍し、1 か月経過時に流水解凍して色差計で測定した

3) 各項目内で異符号間には、Turkeyの多重比較法により5%水準で有意差あり

3 冷凍貯蔵による色、粘性、一般生菌数の変化

100°Cの1分でブランチング処理した白おくらを-20°Cで冷凍保存した結果、色はわずかに変化したものの、粘性、一般生菌数には変化がないことから、15 か月までの品質保持が確認された。(第5表)。

4 冷凍貯蔵による栄養成分および抗酸化性の変化

3と同様にブランチング冷凍貯蔵した白おくらの栄養成分および抗酸化性を経時的に調査した結果、いずれも冷凍後15 か月まで変化は認められず、生の白おくらと同等であった(第6表)。

考 察

野菜は剥皮したり、スライスまたはダイスカットした後、十分に水で洗浄しても、ブランチング処理しなければ冷凍貯蔵中に品質低下がおこりやすい。ブランチング処理の重要性が説かれてからブランチング処理はあらゆる野菜冷凍工場で実施されている。ブランチング処理は酵素を不活性化する以外にも野菜の品質保持に関していくつかの重要な利点がある。色素の保持、組織の軟化、細菌数の減少、好ましくない成分の除去などである。(P. J. Velasco ら, 1982)

白おぐらのブランチング冷凍貯蔵技術の確立

第4表 処理条件の違いが粘度に及ぼす影響

要因				粘度					
加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	食塩濃度 (%)	冷凍温度 (°C)	規 格 外				規 格	
				極小	小	中	大	M	L
				(N)				(N)	
80	1	1	-20	6.6	4.4	3.6	4.3	4.0	3.7
80	1	1	-50	5.9	4.5	3.3	2.5	3.3	3.3
80	1	3	-20	4.5	6.9	2.8	2.8	3.0	3.6
80	1	3	-50	4.8	5.0	3.1	3.6	3.0	3.4
80	3	1	-20	4.6	5.8	3.1	4.0	2.9	3.9
80	3	1	-50	4.3	4.5	2.9	2.8	2.9	5.9
80	3	3	-20	5.1	4.0	3.6	2.9	4.9	4.9
80	3	3	-50	5.0	6.5	3.3	2.7	4.3	3.2
100	1	1	-20	3.8	3.8	3.2	2.6	5.2	3.1
100	1	1	-50	4.7	4.6	3.2	2.3	3.4	3.0
100	1	3	-20	5.0	4.8	3.3	2.9	3.9	2.9
100	1	3	-50	3.6	4.2	3.6	3.7	5.2	3.9
100	3	1	-20	4.6	4.5	4.0	2.3	4.7	4.1
100	3	1	-50	5.1	4.4	4.4	3.3	3.8	3.8
100	3	3	-20	5.1	4.2	4.0	3.1	3.5	3.9
100	3	3	-50	5.0	4.4	3.6	2.6	4.1	3.4
分散 分析	加熱温度(A)			—	—	—	—	—	—
	加熱時間(B)			—	—	—	—	—	—
	食塩濃度			—	—	—	—	—	—
	冷凍温度			—	—	—	—	—	—

1) ブランチング処理1 か月後に流水解凍して物性試験器で測定

2) 数値大(粘性大) ←→数値小(粘性小)

3) 参照：生の白おぐら (L規格) : 3.5N

第5表 貯蔵中における品質

規格	色 (L*)				粘性				一般生菌数 (cfu/g)			
	月				月				月			
	0	3	8	15	0	3	8	15	0	3	8	15
M	50.6	48.0	47.6	48.2	4.7	4.6	4.7	4.6	2.8×10^2	2.4×10^2	2.5×10^2	2.8×10^2
L	52.7	47.4	48.2	47.6	4.2	4.3	4.2	4.2	3.4×10^2	2.9×10^2	3.2×10^2	3.5×10^2

1) ブランチング：100°C 時間：1分 食塩：添加なし 貯蔵温度：-30°C

2) ブランチング処理後冷凍し、3, 8, 15 か月経過時に流水解凍して色差計、物性試験器、寒天培地で測定した

3) 色：数値大(白) ←→数値小(黒)

4) 粘性：数値大(大) ←→数値小(小)

5) 測定は4 反復とした

第6表 冷凍白おぐらの栄養及び抗酸化性

分析項目	分析値				単位
	生	冷凍1か月後	冷凍8か月後	冷凍15か月後	
水分	91.3	90.1	90.5	90.0	g
たんぱく質	1.8	1.5	1.6	1.4	g
脂質	0.15	0.11	0.11	0.12	g
炭水化物	7.0	7.6	7.1	7.8	g
灰分	0.72	0.68	0.69	0.70	g
ナトリウム	3	3	3	3	mg
カリウム	241	239	237	236	mg
カルシウム	78	79	80	77	mg
マグネシウム	35	35	34	34	mg
リン	52	53	51	50	mg
鉄	0.4	0.4	0.4	0.4	mg
亜鉛	0.5	0.5	0.5	0.5	mg
銅	0.05	0.05	0.05	0.04	mg
ビタミンB1	0.1	0.1	0.1	0.1	mg
ビタミンB2	0.08	0.09	0.08	0.07	mg
ビタミンC	15	14	13	13	mg
食塩相当量	0	0	0	0	g
抗酸化性	603	584	556	541	

1) 新鮮重100g当たり

2) 温度：100°C 時間：1分 貯蔵温度：-20°C 食塩添加：なし

3) ブランチング処理後-20°Cに貯蔵、1、8、15 か月経過時に流水解凍して測定した

4) 抗酸化性はDPPHラジカル消去能法 単位：μmol Trolox eq

5) 測定は3 反復とした

これまでのブランチング処理試験では、堀内らがニンジンおよびダイコンでブランチングと冷凍適性の関係をテクスチャーの面から検討し、ブランチングと凍結解凍処理が大きく影響して、弾性率が生鮮物より低下していることを報告している（堀内・袴田, 1978、堀内, 1980）ように、ブランチング処理は、野菜の種類や目的によって最適条件を設定する必要がある。白おくらは粘り成分の多糖類を多く含み、内部に空間を持つ野菜であることから、弾性率はそれほど重要でないと考えられる。

そこで、本試験では、白おくらの特徴である色（淡黄緑色）がブランチング処理から冷凍貯蔵における工程で、酵素やその他の原因による変色（褐変）あるいは異臭の有無が重要と考え、最初に変色しない適した条件を試験により決定し、異臭の有無を嗅覚で確認した。その上で冷凍白おくらの製品化に向けて、冷凍貯蔵中の色、粘性、栄養成分および抗酸化性の変化を試験し、品質保持期限を設定した。

色の変化は、処理時の温度と時間の交互作用による影響が大きく、100℃で1分および80℃で3分の2つの条件が示された。このことから、総熱量だけではなく、熱の伝わり方が変色防止に寄与していると考えられる。そのメカニズムは不明であるが、ブランチング処理の総熱量が少なければポリフェノールオキシダーゼが十分に失活せずに褐変し、多ければ細胞の破壊により彩かさが無くなると推察される。

異臭については、ペルオキシダーゼ、リポキシダーゼ等の酵素による含硫揮発成分生成の報告がある（Dan et al, 1997、壇ら, 1999）が、白おくらでは嗅覚で感じられる臭いはなかった。含硫物質または関連酵素が潜在的に少ないのではないかと考えられる。

筆者は白おくらの特徴である強い粘性が熱によって低下することを懸念していたが、ブランチング処理の諸条件による粘性の低下は見られず、生の白おくらとほぼ同等であった。この白おくらの粘性維持の理由は不明であり、一般的なオクラの粘りの構造も詳細に解明されていないが、糖の結合様式または多糖に結合している蛋白質の違いで熱に強い性質になっている可能性が考えられる。

加熱処理100℃で1分のブランチング冷凍処理した白おくらの色、粘性、一般生菌数を経時的に調査したところ、褐変酵素による変色又は化学的変化はおこっていない。粘性が保持されたことはアミラーゼをはじめとした糖分解酵素が不活性であったと考えられる。

栄養成分や抗酸化性は15か月まで変化がなく生の白おくらと同等の値を示した。

本研究によって、ブランチング条件は100℃で1分または80℃で3分が適しており、これらの条件で処理された冷凍白おくらは12か月間（15か月×安全率0.8）品質保持できることが明らかになった。これによって、冷凍白おくらを活用した周年安定供給の実現と「白おくら」の消費拡大を図ることが可能となった。

なお、ブランチング冷凍処理の方法として、蒸気による加熱も実施した。しかし、目視で明らかな褐変が認められ、色差計の数値でも変色が確認された（データ省略）ことから、温湯で行うことが適している。また、温湯でブランチング処理する場合、1回の処理量が多いときには、材料投入後の温度維持から、100℃で1分の条件が安定性に優れている。

摘 要

白おくらは長門市三隅地区で生産される本県の伝統野菜である。外皮が淡黄緑色であり、硬くなりにくく、通常のオクラよりも粘性が強く、抗酸化性が高いという特徴がある。その特徴が保持できるブランチング冷凍貯蔵技術を確認した。白おくらの変色（褐変）は、ブランチング処理における加熱温度と加熱時間の影響が要因である。変色させないブランチング処理の適した条件は、①加熱温度100℃で加熱時間1分または②加熱温度80℃で加熱時間3分であった。この条件で処理した後、-20℃以下で白おくらを冷凍貯蔵すると、色、粘性、一般細菌数及び栄養成分等は15か月まで変化しなかった。このブランチング冷凍貯蔵技術を用いれば、白おくらは周年供給することが可能である。

引用文献

- 壇和弘・永田雅靖・釘貫靖久・山下市二. 1999. ブロッコリー栽培品種のメタンチオール発生量、S-メチル-L-システインスルホキシド含量およびC-Sリアーゼ活性. 園学雑. 68(3): 694-696.
- K. Dan, S. Todoriki, M. Nagata and I. Yamashita. 1997. Formation of Volatile Sulfer Compounds in Broccoli Stored under Anaerobic Condition. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65(4): 867-875.
- 堀内久弥・袴田恵子. 1978. 冷凍ニンジンのテクスチャーに対する試料各要因の効果. 日本食品工業学

会誌 25(4): 207-212.

堀内久弥. 1980. ダイコンのテクスチャーと冷凍処理による影響. 日本食品工業学会誌. 27(12): 597-603.

科学技術庁資源調査会食品成分部会編. 1997. 五訂 日本食品標準成分表分析マニュアル. 1-88. 社団法人資源協会. 東京.

P. J. Velasco, J. R. Whitaker, A. Chen, J. R. Hitker. 1982. 野菜のブランチングに関する資料紹介. 日本コールドチェーン研究会誌「食品と低温」(日本冷凍食品協会外国文献ほん訳委員会). 8(2-3): 85-93.

T. Yamaguchi, H. Takamura, T. Matoba and J. Terao. 1998. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci. Biotechnol. Biochem. 62(6): 1201-1204.

早生系省力型「はなっこりーE2」の育成と栽培

～初代はなっこりーの改良～

藤井 宏栄・日高 輝雄・重藤 祐司・片川 聖*

Development and Cultivation of “Hanakkori E2” with Characteristics of Early Season and Labor-saving Type: Breeding improvement of Primary “Hanakkori”

Kouei FUJII, Teruo HIDAKA, Yuji SHIGEFUJI and Satoshi KATAGAWA*

Abstract: “Hanakkori E2” produced as a cross between primary “Hanakkori” and “Hanakkori ME” using the pedigree method is a modified primary “Hanakkori.” The production stage of “Hanakkori E2” indicates it is an early season cultivar similar to the primary “Hanakkori.” The yield of “Hanakkori E2” is 1.6 times that of primary “Hanakkori.” Furthermore, the labor time for shipping preparation of “Hanakkori E2” is shorter than that of primary “Hanakkori.” For optimum cultivation, the terminal flower bud should be pinched immediately it can be distinguished. For optimum yield, the first lateral buds should be picked to avoid leaving the leaf axils of lateral buds as much as possible. For optimum planting months, this process should be carried out from mid-August to mid-September.

Key Words: elongation of lateral bud, high-yield, picking lateral buds, pinching, planting stage

キーワード: 高収量、側枝花蕾長、摘芯、定植適期、摘み取り

緒言

1999年8月に山口県育成のオリジナル野菜として品種登録された「はなっこりー」(松本ら、1997)は、花蕾とそれに続く茎や葉を食用とする緑黄色野菜であり、軽量であることや、食味が良いことから人気が高まり、山口県全域で栽培面積を増やしながら普及した。「はなっこりー」は9月から翌年5月まで露地で生産される野菜で、水稻の後作として水田で栽培することが可能であるため、冬期の施設を必要としない野菜品目として魅力がある。しかし一方で、「はなっこりー」は栽培上、二つの問題があるため栽培面積が伸び悩んでいた。1つ目は、厳寒期の低温により生産量が不安定になり安定した出荷を続けることが困難となることである。そして2つ目は、「はなっこりー」は出荷袋の中で小花が開くと規格外となるため、調製時に開花している小花は手作業で除去しなければならず、調製作業に多くの労働時間を要するという、労働生産性の問題である。これら2つの弱点的特性が、「はなっこりー」

の栽培面積拡大の制限要因となっていた(ここでは、弱点的特性をもつ「はなっこりー」を後述する新しい「はなっこりー」種と区別するため「初代はなっこりー」(以下、「初代」と呼称することとする)。そこでこれまでに、厳寒期の生産安定を実現できる中早生種の「はなっこりーME」(以下、「ME」と呼称することとする)と晩生種の「はなっこりーL」(以下、「L」と呼称することとする)の2品種を育成し産地に普及させることで生産安定に大きく貢献した(藤井ら、2012)。更に、これら2品種は「初代」に比べて、着蕾から開花までが緩慢であるという特性も同時に備えていたため、2つ目の労働生産性の問題も解消された。ただし、「ME」は12月～翌年3月が収穫適期、「L」は3月～5月が収穫適期であり、9月から年内収穫用の早生品種は調製作業の労働生産性に問題の残る「初代」に頼らざるを得ない状況であった。今回、その問題を解消するために早生品種の育成に取り組んだ。その結果、着蕾から開花までが緩慢で調製作業の労働時間削減を可能にした労働生産性の高い省力型の早生品種を育成したので報告する。

*現在：光市経済部農林水産課

早生系省力型「はなっこりーE2」の育成と栽培～初代はなっこりーの改良～

本研究を遂行するに当たり、育成系統の評価等に協力いただいた山口県農林水産部の関係機関、全農山口県本部、農業協同組合そして生産者の方々に感謝の意を表す。

育種目標

調製作業時間を軽減する省力性及び多収性を備え、早生性や食味等の有用な特性が「初代」と同等以上のはなっこりー新品種を育成する。

育成経過

育成経過及び育成系統図を第1表と第1図に示した。交配母本として「初代」、「ME」、「L」そして2005年、2010年、2011年に育成した中間母本6系統の合成ナプス（サイシン「中国菜心」（サカタのタネ）や「オータムポエム」（サカタのタネ）を母本に、父本として早生性で花蕾のしまりの優れるブロッコリー品種を用いて育成した種間雑種）を用いた。なお、交配に用いた中間母本の合成ナプスは金子ら（1996）の方法に従い作出した。合成ナプス間の交配は早生種の「初代」を基本母本として、2012年に正逆を含めて16通りの組み合わせで行いF₁を得た。16系統のF₁を栽培し、比較的早生で花蕾茎の伸長性が優れ、花蕾のしまりの優れる9系統を選抜し、2013年にF₂種子を採種した。系統ごとにF₂種子を200個体以上展開し、系統選抜および個体選抜を繰り返した。その後、2015年までに年2回選抜と採種を繰り返し、同時に固定を進めF₆世代とした。これと同時に更なる有望系統の作出と早期固定のために、2013年からF₁選抜9系統の薬を用いて薬培養を実施した。薬培養方法は山本ら（2002）に従った。2013年の9系統76個体から2015年までに選抜によって薬培養由来の1系統を選抜し、交雑由来のF₆世代2系統と合わせて、2015年に有望3系統に絞り込んだ。これら選抜3系統は「初代」と同程度の早

生性があり、花蕾茎の伸長性や収量性が「初代」以上であり、食味も同等以上であった。またこれら3系統は、山口市名田島地区において2015年9月に定植し、現地評価試験を実施した。現地試験の結果、最も早生性が強く、初期収量が多く、収穫・調製作業が最も省力的と評価された1系統を選抜した。この系統は種子親に「初代」、花粉親に「ME」を用いて系統育種法によってF₆世代まで選抜・固定を進めた系統であり、概ね形質が安定した次世代から集団採種によって維持することとした。2016年6月に「はなっこりーE2（早生を意味するEarlyの頭文字と早生種は「初代」に続く2代目ということからE2とした）」（以下「E2」と略）と名前を付し品種登録出願申請をし、2017年1月に出願公表、2018年10月に品種登録された。

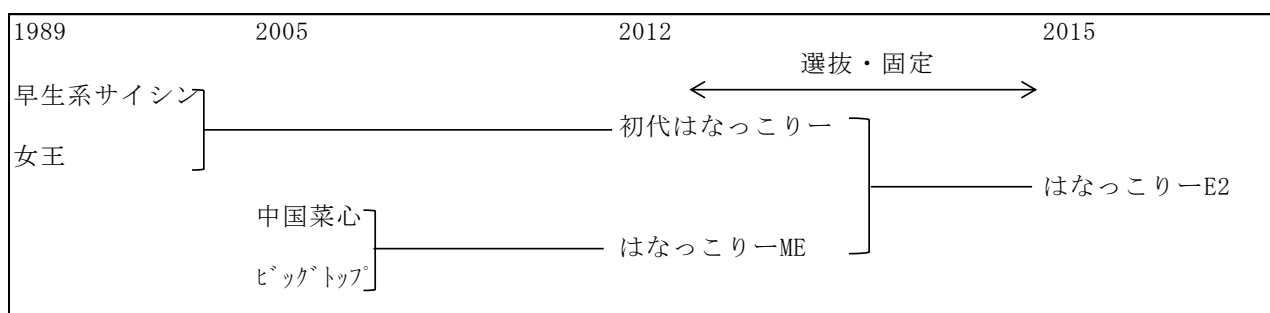
第1表 「はなっこりーE2」の育成経過

年代	作業内容	系統数	個体数
2012 春	系統・品種間交雑 F1育成	16	
2013 春	系統選抜・採種 F2育成 F1の薬培養開始	9	
2013 秋	系統選抜・採種 F3育成 薬培養苗順化	9	22
2014 春	系統選抜・採種 F4育成 薬培養苗から採種	4	42
2014 秋	系統選抜・採種 F5育成 薬培養系統選抜・採	2	2
2015 春	系統選抜・採種固定 F6育成 薬培養系統選抜・採	2	2
2015 秋	現地評価試験 F6選抜	1	1
2016	品種登録出願	1	
2017	出願公表	1	
2018	品種登録	1	

特性の概要

1 形態的特性

2015年に「E2」の特性を「初代」を対照品種として調査した。育苗は、128穴のセルトレイを用い、3週



第1図 早生系省力型「はなっこりーE2」の育成フロー

間行った。センター内の露地ほ場へ 9 月 1 日に畝幅 160 cm、株間 40 cm の 2 条千鳥で定植した。マルチ栽培 (白黒ポリフィルム) とし、施肥は「はなっこりー」の栽培基準に準じて緩効性肥料を成分量で N 3.0、P₂O₅ 3.0、K₂O 3.0 (kg/a) を全量基肥で施用した。

「E2」の特性を第 2 表に示した。葉色は「初代」より淡いが、草姿、草高、葉の姿勢や形そして葉の大きさは「初代」と類似していた (第 2 図)。頂花蕾の抽苔形状は、「初代」は剥き出しの花蕾が抽苔するのに対して「E2」は幼葉に包まれたまま抽苔した (第 3 図)。側枝花蕾の発生は「初代」より強く、側枝花蕾が開花

を始める平均側枝花蕾長は 51.5 cm で、「初代」より明確に長かった (第 2、4 図)。また先に育成した「ME」や「L」のように第 1 次側枝花蕾が太くなりすぎることもなかった (第 5 図)。更に花蕾のしまりも「初代」よりやや硬めであった。

2 生態的特性

定植から摘芯および収穫開始までに要する日数と積算温度の関係を調査した (第 3 表)。調査は 2017 年 8 月 15 日から 10 月 3 日定植まで第 3 表に示したように行った。積算温度は山口市アメダスポイントの気象

第 2 表 はなっこりーの特性比較

特性	はなっこりーE2	初代はなっこりー
草高 ^z	50.0 cm	48.6 cm
茎の数 ^z	主茎型 (1)	主茎型 (1)
葉の姿勢 ^z	半直立	半直立
葉の切れ込みの多少 ^z	中	中
葉長 ^z	47.4 cm	50.2 cm
葉色 ^z	淡緑	濃緑
葉柄の長さ ^z	16.1 cm	18.3 cm
葉幅 ^z	25.3 cm	21.8 cm
平均側枝長 ^y	51.5 cm	31.1 cm
早晩性 ^z	早	早
花蕾球の色 ^y	青緑	青緑
花蕾球のしまり ^y	中	緩い
花蕾球の茎の硬さ ^y	軟	軟
花蕾球の茎の色 ^y	緑	緑
側枝花蕾の発生の有無 ^y	有	有
側枝花蕾の発生の強弱 ^y	強	中

^z 頂花蕾の出蕾時に調査・測定

^y 第 1 次側枝花蕾の収穫盛期に調査・測定



第 2 図 「はなっこりーE2」 (左) と「初代はなっこりー」 (右) の草姿と第 1 次側枝花蕾の発生状況

早生系省力型「はなっこりーE2」の育成と栽培～初代はなっこりーの改良～

データを参照した。育苗と栽培管理は形態的特性調査と同様に行った。定植後摘芯までの所要日数は概ね26日、そして摘芯後概ね10日程度から収穫が始まった。この所要日数については「初代」もほぼ同等の経過日数であった（同じ日に収穫を開始）。一方、10月以降

の定植ではより多くの日数を必要とした。これは定植後から摘芯までの平均気温が低下したためと考えられ、定植から収穫開始までの期間平均気温が20℃を下回ると至収穫日数を多く必要とするようになるものと推察した（第6図）。9月18日定植が摘芯までの積算温



第3図 「はなっこりーE2」（左：幼葉に包まれる）と「初代はなっこりー」（右：剥き出し）の頂花蕾の抽苔状況



第4図 「はなっこりーE2」の第1次側枝花蕾の伸長性



第5図 収穫した「はなっこりーE2」の第1次側枝花蕾茎

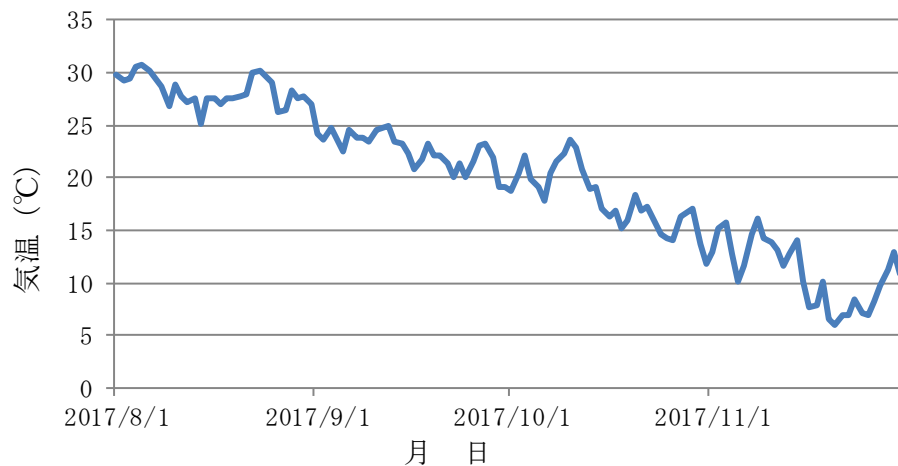
第3表 「はなっこりーE2」の定植時期別の摘芯・収穫までに要する日数と積算温度（2017）

定植日	摘芯				収穫開始			
	月	日	日数 ^z	積算温度 ^y 平均気温 ^x	月	日	日数 ^z	積算温度 ^y 平均気温 ^x
8月15日	9月	12日	28	763.4 27.3	9月	22日	38	983.9 25.9
8月31日	9月	26日	26	621.9 23.9	10月	5日	35	805.7 23.0
9月5日	10月	3日	28	643.5 23.0	10月	12日	37	832.2 22.5
9月18日	10月	13日	25	547.3 21.9	10月	23日	35	716.0 20.5
10月3日	11月	4日	32	573.7 17.9	11月	16日	44	723.9 16.5

^z 定植から摘芯および収穫開始までの所要日数

^y 定植から摘芯および収穫開始までの積算温度

^x 定植から摘芯および収穫開始までの平均気温



第6図 2017年8月から11月の日平均気温の推移

度および収穫開始までの積算温度が最も少なく、それぞれ547°C、716°Cとなった。一方、9月5日以前の定植日では、最高気温が生育適温を超えているため、生育抑制され、積算温度が増加しても日数が早まることなくほぼ一定であると推察した。「初代」の積算温度に関しては藤井ら(2012)の報告で収穫までの積算温度が765.5°Cとあるように「E2」と同等以上であった。「E2」は「初代」と同等以上の早生性を持ち、順調な生育に必要な平均気温は20°Cと推察した。

3 均一性調査

2015年に、「E2」の均一性を調査した(第4表)。対照品種として「初代」を用いて9月1日と9月10日に定植し、それぞれ9月30日と10月10日に正常株の判定を行った。2回とも7名の評価者によって正常株を判定し、全100株中の正常株率を求め均一性の判定とした。育苗と栽培管理は形態的特性調査と同様に行った。

正常株率を第4表に示した。2回の判定とも「E2」の方が「初代」よりも正常株率が高く89.4%、90.4%となり、均一性は「初代」より優れると判定した。アブラナ属のAゲノムとCゲノムから構成される異質複二倍体である合成ナプスは異質ゲノム間の相関性が高いことから、減数分裂の過程において染色体の行動異常を生じやすい。そのため、「はなっこりー」を始めとする合成ナプスの完全な固定は困難である(FujiiとOhmido, 2011、田口ら、1993、高田ら、1987)。そこで、固定度を高めるためには工夫が必要とされる。「E2」は藤井ら(2012)の報告にあるように、外観形質だけでなく、染色体構成や花粉稔性そして採種性のよい個体

を考慮しながら選抜の初期段階から固定を進めてきた。そのため比較的均一性や採種性の優れる品種を育成することができた。

第4表 はなっこりーの均一性評価(2015)^z

品種	正常株率 (%)	
	1回目 ^y	2回目 ^x
はなっこりー-E2	89.4	90.4
初代はなっこりー	85.2	86.6

^z 7人の評価者による平均

^y 9月1日定植、9月30日評価

^x 9月10日定植、10月10日評価

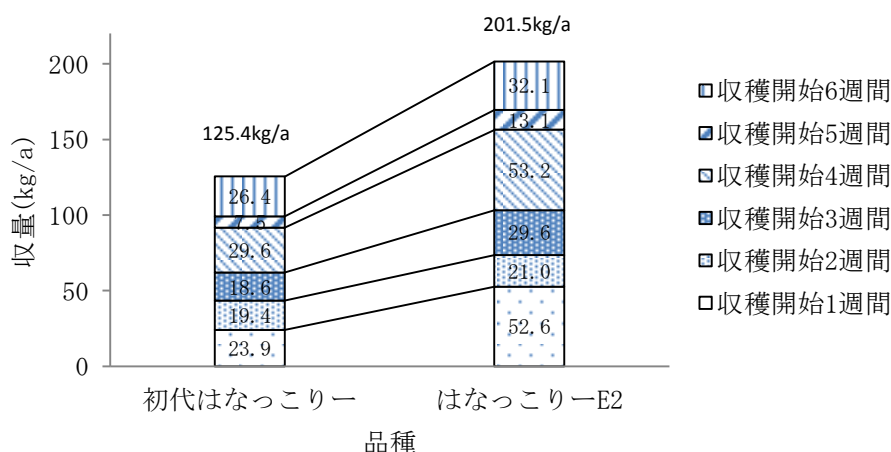
4 栽培特性

1) 「初代」と「E2」の特性

2015年9月10日定植で栽培し、「初代」を対照品種として、「E2」の収穫時の特性を比較調査した。また、2016年9月1日定植で栽培し、「初代」を対照品種として収穫後の調製作業にかかる時間を比較調査した。これらの育苗と栽培管理は形態的特性調査と同様に行った。収穫時の特性に関して、「E2」は「初代」と初期収量が大きく異なった。「E2」は収穫開始1週間の累積収量52.6 kg/aに対して「初代」は23.9 kg/aと半分程度であった(第7図)。また、総収量も「初代」が125.4 kg/aに対して「E2」は201.5 kg/aと1.6倍も高くなった。収穫後、花摘み等の調製が必要となる花蕾茎割合も「初代」が最高85.5%である中、「E2」は最高でも15.0%と非常に少なかった(第5表)。

次に実際に調製時間を比較した結果、「E2」は収穫に要する時間7.1秒/花茎、調製に要する時間14.5秒/花茎と共に「初代」より少なく、省力性に優れていた(第6表)。

早生系省力型「はなっこりーE2」の育成と栽培～初代はなっこりーの改良～



第7図 「初代はなっこりー」と「はなっこりーE2」における週経過に伴う累積収量の比較

第5表 「初代はなっこりー」と「はなっこりーE2」の収穫本数および必要調製率の比較(2015)^z

収穫開始後	1週間		2週間		3週間		4週間		5週間		6週間	
	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)	本数 (千本 /a)	調製 割合 y(%)
はなっこりーE2	3.1	0.0	1.1	0.0	2.4	3.4	5.7	9.6	1.8	10.2	4.3	13.4
初代 はなっこりー	1.7	85.5	1.2	62.4	1.4	60.9	3.3	64.5	1.0	65.0	3.2	65.5

^z 9月10日定植の名田島試験地

^y 収穫花蕾茎のうち開花した小花が存在する花蕾茎の割合（調製をしなければならない花蕾茎の割合）

第6表 「はなっこりーE2」と「初代はなっこりー」の省力性の違い(2016)^z

品種	総収量		花茎特性		省力性	
	重量(kg)	本数	花摘み必要花茎率 (%)	極細率 y(%)	収穫時間 /花茎(s)	調製時間 /花茎(s)
はなっこりーE2	89.1	9067	30.3	28.9	7.1	14.5
初代はなっこりー	52.6	4578	56.9	17.6	15.4	24.6
t検定 ^x	**	**	**	*	*	**

^z 9月1日定植

^y 6mm未満の花茎径の割合

^x t検定：**は1%水準、*は5%水準で有意差があることを示す

第7表 「はなっこりーE2」の摘芯タイミングが収量に及ぼす影響(2016)^z

摘芯時期 ^y	総収量		1次側枝収量			2次側枝収量		
	重量 (kg/a)	本数 (千本 /a)	重量 (kg/a)	秀品率 (%) ^x	1本重 (g)	重量 (kg/a)	秀品率 (%) ^x	1本重 (g)
頂花蕾判別	88.0 a ^w	9.2 a	35.3 a	96.2 ab	14.3 a	52.6 a	58.7 a	7.8 a
頂花蕾視認	105.2 a	12.0 a	36.9 a	96.4 a	12.5 ab	68.3 a	56.4 a	7.7 a
頂花蕾伸長	103.7 a	13.0 a	37.0 a	89.3 b	11.2 b	66.7 a	47.8 a	6.9 a

^z 9月1日定植、10月7日から40日間収穫

^y 頂花判別は頂花は見えないが判別できた時

頂花視認は頂花が見えた時

頂花伸長は頂花が草高より伸長した時

^x 秀品率は花茎の太さが6mm～13mmの花茎本数の割合

^w Tukey-kramerの多重比較検定により5%水準で異なる英小文字間は有意差があることを示す

2) 「E2」の最適な摘芯時期と1次側枝花蕾の摘み取り方法

2016年9月1日定植で栽培し、摘芯の適期と1次側枝花蕾の最適な摘み取り節位を調査した。育苗と栽培管理は形態的特性調査と同様に行った。摘芯時期は頂花蕾判別時(頂花蕾が判別できた時点)、頂花蕾視認時(頂花蕾が見えた時)そして頂花蕾伸長時(頂花蕾が草高より伸長した時)の3処理区を設けた。摘み取り節位は収穫枝の葉腋を多く残す上位節摘み取り、「初代」と同様に主茎の上位収穫枝の葉腋は残さず、下位収穫枝の葉腋を3~4節残す慣行摘み取り、そして主茎の全ての収穫枝の葉腋を1~2節しか残さない下位節摘み取りの3処理区を設けた。摘芯時期、摘み取り節位の調査共に1区20株の3反復で行い、収穫開始から40日間の収量性で検討した。

摘芯時期調査の結果、総収量に有意な差はなかったが、頂花蕾判別時~視認時の摘芯で、1次側枝花蕾の秀品率や1本重に有意な差が現れた(第7表)。本調

査では頂花蕾判別時の摘芯で秀品率96.2%と頂花蕾視認時の摘芯と同等に高く、1本重14.3gと最も優れていた。このことは、「E2」は頂花蕾判別時~視認時に摘芯すると、1本当たりの重量が重く、省力化につながることを示している。

摘み取り節位調査の結果、総収量や1次側枝花蕾収量に有意な差はなかったが、2次側枝花蕾の秀品率に有意な差が現れた(第8表)。本調査では下位節で摘み取ると秀品率61.8%、1本重8.3gと最も優れていた。このことは、1次側枝花蕾を摘み取る時に葉腋を多く残さないようにすることで、次の2次側枝花蕾で太めの収穫枝が発生しやすく秀品率が向上することを示している。「E2」は頂花蕾判別から頂花蕾視認時に摘芯し、1次側枝花蕾の下位節(1~2腋芽を残し)で摘み取ることによって1次~2次側枝花蕾まで適度な太さ(秀品)の側枝花蕾を多く収穫できると推察した。

第8表 「はなっこり-E2」の摘み取り節位の違いが収量に及ぼす影響(2016)^z

摘み取り部位 ^y	総収量		1次側枝収量			2次側枝収量		
	重量(kg/a)	本数(千本/a)	重量(kg/a)	秀品率(%) ^x	1本重(g)	重量(kg/a)	秀品率(%)	1本重(g)
上位節	84.0 a ^w	11.2 a	26.6 a	94.1 a	11.6 a	57.5 a	39.1 b	6.4 a
慣行	128.7 a	15.8 a	28.9 a	96.7 a	12.9 a	99.8 a	54.0 ab	7.5 a
下位節	124.7 a	14.0 a	31.4 a	97.6 a	14.0 a	93.3 a	61.8 a	8.3 a

^z 9月1日定植、10月7日から40日間収穫

^y 上位節は葉腋を多く残す摘み取り方法

慣行は上位節の葉腋は残さず、下位節の葉腋を3~4節残す摘み取り方法

下位節はすべての節の葉腋を1~2節しか残さない摘み取り方法

^x 秀品率は花茎の太さが6mm~13mmの花茎本数の割合

^w Tukey-kramerの多重比較検定により5%水準で異なる英小文字間には有意差があることを示す

第9表 「はなっこり-E2」の定植時期の違いが収量に及ぼす影響(「初代はなっこり-E2」との対比較:2017)^z

定植日	収穫開始-収穫終了	定植後収穫開始日数	収量					
			本数(千本/a)			重量(kg/a)		
			E2	初代	t検定 ^x	E2	初代	t検定
8月15日	9月22日 11月2日	38	11.1 a ^w	6.9 a	**	114.1 ab	80.1 a	*
8月31日	10月5日 11月16日	35	13.1 a	6.1 ab	**	130.1 a	74.3 a	**
9月18日	10月23日 11月30日	35	8.6 b	5.0 b	**	105.8 b	70.2 a	**
10月3日	11月16日 12月28日	44	2.8 c	1.8 c	*	56.0 c	38.8 b	**

^z 収穫期間は概ね40日間

^y E2は「はなっこり-E2」を初代は「初代はなっこり-E2」を示す

^x E2と初代間のt検定: *と**は5%と1%で有意差あり、n.s.は有意差がないことを示す

^w Tukey-kramerの多重比較検定により5%水準で同一列の異なる英小文字間には有意差があることを示す

3) 「E2」の定植適期

2017年に定植適期の調査を行った。定植時期を8月15日、8月31日、9月18日、10月3日と4処理区設置し、各定植時期について収穫開始から40日間収穫を続け収量を調査した。また、収量の優劣の判定のため対照品種として「初代」を供試した。育苗と栽培管理は形態的特性調査と同様に行った。

全ての定植時期において、「E2」は「初代」よりも有意に収量が高かった(第9表)。また、収穫後に花摘み等の調製が必要な花茎本数の割合は「E2」が有意に少なく、省力性も明確であり、規格別収量も「E2」が「初代」と同等かそれ以上に優れていた(第10表)。適期定植幅は、収量的に100kg/a以上が確保できる8月中旬から9月中旬までと考えられた。しかし、「E2」は9月15日定植で軟腐病の発生が10.7%であるのに対して8月15日定植では71.5%と有意に高かった(第11表)。8月中旬の非常に高い気温は軟腐病が

発生しやすい条件であるためと考えられ、栽培にあたっては注意が必要であると考えられた。一方で10月定植は著しく収量が激減した。これは気温の低下による影響であると考えられた(第6図)。その年の気候変動にもよるが、10月以降の定植は避けた方がよいと考えられた。

今後、はなっこりー栽培の連続安定出荷のために、「E2」を「初代」に替えて年内に収穫し、そして藤井ら(2015)の報告にあるように、「ME」を12月から翌年3月、「L」を3月から5月に収穫する作型で組み立てることが望ましい。

摘 要

「はなっこりーE2」は「初代はなっこりー」を母本とし、「はなっこりーME」を父本に交雑し系統育種法によって育成した「初代」の改良型はなっこりーである。

第10表 「はなっこりーE2」の定植時期の違いが調製と規格に及ぼす影響
(「初代はなっこりー」との対比較:2017)^z

定植日	調製率 ^y (%)			規格別本数割合					
				20cm率 ^x (%)			秀品率 ^w (%)		
品種 ^v	E2	初代	t検定 ^v	E2	初代	t検定	E2	初代	t検定
8月15日	31.1 a ^u	61.6 a	**	92.0 a	87.5 a	n. s.	62.0 b	67.6 a	*
8月31日	24.8 a	61.6 a	**	94.8 a	85.4 a	**	63.1 b	70.2 a	**
9月18日	15.2 b	52.9 a	**	94.1 a	86.4 a	**	82.4 a	83.2 a	n. s.
10月3日	3.0 c	17.7 b	*	91.5 a	85.3 a	n. s.	69.3 b	57.2 b	**

^z 収穫期間は概ね40日間

^y 花摘みを必要とした花茎の割合を示す

^x 調製した時の花茎の長さ20cm、17cm、15cmの内、20cmが占める割合

^w 秀品率は花茎の太さが6mm～13mmの花茎本数の割合

^v E2と初代間のt検定: *と**は5%と1%で有意差あり、n. s.は有意差がないことを示す

^u Tukey-kramerの多重比較検定により5%水準で同一列の異なる英小文字間には有意差があることを示す

第11表 「はなっこりーE2」の定植時期の違いが収量および病害発生に及ぼす影響(2016)^z

定植日	収穫開始	総収量		軟腐病率(%)	
		重量(kg)	本数	総合	甚
8月15日	9月21日	70.6 a ^y	7146 a	71.5 a	24.8 a
9月1日	10月7日	89.1 a	9067 a	41.5 ab	10.0 ab
9月15日	10月24日	70.1 a	7427 a	10.7 b	2.0 b

^z 収穫期間は40日

^y Tukey-kramerの多重比較検定により5%水準で異なる英小文字間には有意差があることを示す

「初代」と同様の早生種であり、「初代」よりも収量が1.6倍と多収で、着蕾から開花までが緩慢であるため調製作業の労力削減を可能とした。有効に栽培するために、摘芯は頂花蕾判別から視認時に行い、1次側枝花蕾の葉腋をあまり残さないように収穫することがポイントとなる。また、定植適期は8月中旬から9月中旬である。今後、はなっこりーは「E2」を年内収穫、「ME」を12月から翌年3月、「L」を3月から5月に収穫する作型の組み合わせが望ましい。

引用文献

- Fujii, K. and N. Ohmido. 2011. Stable progeny production of the amphidiploid resynthesized *Brassica napus* cv. Hanakkori, a newly bred vegetable. *Theor Appl Genet.* 123: 1433-1443.
- 藤井宏栄・岡藤由美子・須山紀江. 2012. 新系統「はなっこりーME」と「はなっこりーL」の育成および特性. *山口農総技セ研報.* 3: 25-30.
- 藤井宏栄・日高輝雄・片川聖. 2015. 新品種「はなっこりーME」と「はなっこりーL」の品種の特性を活かした栽培方法と作型. *山口農総技セ報.* 6: 13-20.
- 金子和彦・岡藤由美子・松本理. 1996. 胚珠培養による *Brassica campestris* と *B. oleracea* の属間雑種及び *Rapanus sativus* と *B. campestris* の属間雑種の育成. *山口農試研報.* 47: 6-13.
- 松本理・岡藤由美子・金子和彦・片川聖. 1997. 胚珠培養による新野菜「はなっこりー」の育成. *山口農試研報.* 48: 21-24.
- 田口拓郎・坂本浩司・寺田雅一. 1993. キャベツとハクサイの体細胞雑種における変異. *植物組織培養.* 10(2): 138-143.
- 高田宗男・丸山靖志・国枝春己・日比野義昭・宇治原清尚・矢井治夫・越川兼行・土井寿生・津田薫. 1987. 人為複二倍体の結球性新野菜ハクランの一代雑種品種育成と栽培技術確立の研究. *岐阜農総研セ研報.* 1: 1-183.
- 山本雄慈・金子和彦・岡藤由美子. 2002. プロトプラスト培養及び葯培養による「はなっこりー」の植体再生と再分化個体後代系統の形質. *山口農試研報.* 53: 35-40.

天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系

岩本 哲弥・河村 俊和・本田 善之

Effective Control of Thrips and Spider Mites on Strawberry Plants using Natural Predators

Tetsuhiro IWAMOTO, Toshikazu KAWAMURA and Yoshiyuki HONDA

Abstract: During a study that was conducted from 2015 to 2017, a new control system was devised using natural predators to control spider mites and thrips that damage strawberries during the period from February to June. The density of spider mites was effectively controlled by releasing the predatory mite *Neoseiulus californicus* McGregor at a density of 5,000 individuals per 10a (= 1,000 m²) in the second half of February 2016 using banker-sheets (water resistant paper sachets to protect predatory mite), compared to the case when banker-sheets were not used. The density of thrips was lowered by releasing the predatory mite *Typhlodromips swirskii* Athias-Henriot; these were released at a density of 50,000 individuals per 10a in late March 2015 using the same banker-sheet method. Furthermore, by releasing the thrips predator, *Haplothrips brevitubus* (Karny), at a density of 15,000 individuals per 10a in mid-February 2016, the density of thrips was lowered compared to when conventional controls were used. The cost required to introduce *T. swirskii* and *N. californicus* was estimated to be 109,000 yen per 10a. The cost for introducing *H. brevitubus* and *N. californicus* was estimated at 82,500 yen per 10a.

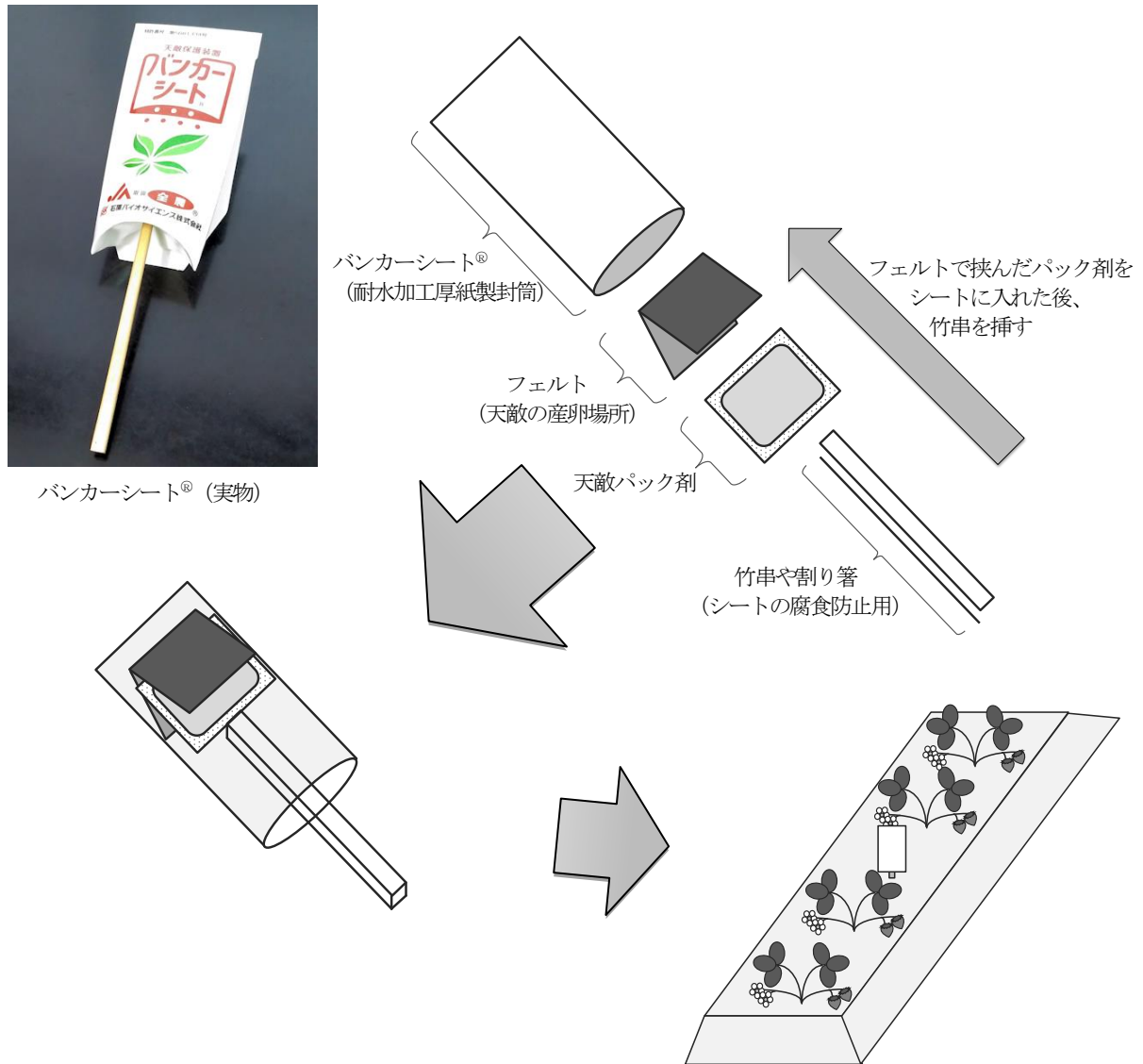
Key Words: banker-sheet, Biological control, *Haplothrips brevitubus*, *Neoseiulus californicus*, *Typhlodromips swirskii*

キーワード: バンカーシート、生物的防除、アカメガシワクダアザミウマ、ミヤコカブリダニ、スワルスキーカブリダニ

緒言

山口県でのイチゴ栽培では6月頃まで収穫が可能な「かおり野」を奨励品種として振興している。イチゴの主要な害虫の中でも、高温・乾燥条件で多発しやすいカンザワハダニ(*Tetranychus kanzazoi* Kishida)を始めとするハダニ類と、被害果を発生させて収量低下を引き起こすヒラズハナアザミウマ(*Frankliniella intonsa* (Trybom))を始めとするアザミウマ類は、春期(2~6月)に発生が多い(滝田, 1974)(春山ら, 2013)。このため、春期(2~6月)はハダニ類とアザミウマ類を主体とした害虫対策を徹底する必要がある。しかし、薬剤散布回数的大幅な増加は、薬剤感受性の低下(石川ら, 2014)(大井田ら, 2012)、労力面とコスト面での生産者の負担、ミツバチへの農薬の影響(日本生物防除協議会, 2017)等、問題が多い。一方、従

来の天敵利用防除において使用されているミヤコカブリダニ(*Neoseiulus californicus* McGregor)(柏尾ら, 2005)やスワルスキーカブリダニ(*Typhlodromips swirskii* Athias-Henriot)(山中, 2009)は乾燥に弱く、高温条件では防除効果の安定性に問題がある。このため、複数回放飼(岡留, 2011)や稲わらやもみ殻をカブリダニ類の保護資材(若舂ら, 2005)に用いるといった技術が開発されていた。新たな天敵保護資材として、平成26年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「いつでも天敵“~天敵増殖資材による施設園芸の総合的害虫防除体系の確立・実証~”(下田, 2017)により、バンカーシート®(石原バイオサイエンス株式会社製, 第1図参照)が開発されている(高嶋, 2017)。しかし、イチゴの春期の防除に用いた場合の防除効果、設置適期、放飼密度等は不明である。そこで、2015年から2017年に、イチゴの春期におけ



第1図 バンカーシート®の構造と設置方法

る害虫防除技術の確立を目的として、バンカーシート®を利用したミヤコカブリダニおよびスワルスキーカブリダニによるハダニ類およびアザミウマ類の防除試験を行った。加えて、新たな捕食性天敵として期待されているアカメガシワクダアザミウマ (*Haplothrips brevitibus* (Karny)) (森ら, 2017) およびリモニカスカブリダニ (*Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor)) (山中ら, 2014) を利用したアザミウマ類の防除試験も行った。その結果、従来の天敵利用防除と比較して低コストかつ安定的に天敵を定着させることができ、ハダニ類およびアザミウマ類を効率的に防除する新体系を確立したので報告する。

材料および方法

1 バンカーシート®を利用したミヤコカブリダニによるカンザワハダニの防除効果

試験は、2016年2月～5月に山口県農林総合技術センター内のハウス2棟(各36㎡、高設栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置)において行い、品種は「かおり野」(2015年9月定植)を用いた。試験区は、①ミヤコカブリダニパック剤を入れたバンカーシート®を2015年10月26日に5,000頭/10a分設置した区(以下、「ミヤコバンカー前年秋設置区」)、②ミヤコカブリダニパック剤を入れたバンカーシート®を2016年2月25日に5,000頭/10a分設置した区(以下、「ミヤコバンカー春設置区」)、③ミヤコカブリダニパック剤

を単独で2016年2月25日、3月4日、10日にそれぞれ2,500頭/10a分設置した区(以下、「ミヤコパック単独区」)、④5月23日にピフェナゼート水和剤2,000倍液を散布した区(以下、「化学防除区」)を設けた。1区は12㎡(42株)とし、反復は設けなかった。調査は1区4か所行った。バンカーシート®を用いる場合は、設置前に対象害虫の密度を化学農薬の散布等で予め低くしておくゼロ放飼で行われる。本試験では設置直前のハダニ類の発生調査において、全ての試験区でハダニ類の発生が確認できなかったため、そのままバンカーシート®を設置した。設置直前から約7日おきに1調査か所あたり5株について3複葉/株のハダニ類の雌成虫数およびカブリダニ類数を、ヘッドルーペを用いて見取り調査した。得られたデータの解析には、統計解析ソフト「R version 3.0.2」を用いた。各試験区を月別に集計し、葉当たりのハダニ数を目的変数、試験区と調査地点と調査月を説明変数とした一般化線型モデル(GLM)を用い、過分散を避けるために誤差分布として負の二項分布を仮定した解析を行った(下野, 2010)のち、Tukey-Kramer testにより多重比較検定を行った。

2 バンカーシート®を利用したスワルスキーカブリダニによるアザミウマ類の防除効果

1) バンカーシート®の導入による効果

試験は、2015年2月～6月に農林総合技術センター内ハウス2棟(各36㎡、高設栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置)において行い、品種は「かおり野」(2014年9月定植)を用いた。試験区は、①スワルスキーカブリダニパック剤を入れたバンカーシート®を3月15日に50,000頭/10a分設置した区(以下、「スワルバンカー区」)、②保護資材として直径10cm×長さ20cmの稲わら束で挟んだスワルスキーカブリダニパック剤を3月15日に50,000頭/10a分設置した区(以下、「スワル稲わら区」)、③スワルスキーカブリダニパック剤を単独で3月15日に50,000頭/10a分設置した区(以下、「スワルパック単独区」)、④5月1日にアセタミプリド水溶剤の2,000倍液を散布した区(以下、「化学防除区」)を設けた。1区は12㎡(42株)とし、反復は設けなかった。調査は1区4か所行った。②～④区については、アザミウマ類が多発したため、5月22日にスピノサド水和剤5,000倍液を散布した。放飼直前から約10日おきに1調査か所あたり12～13花のアザミウマ類成幼虫数を、ヘッドルーペを用いて見取り調査した。得られたデータの解析は、花当たりのアザミウ

マ類成虫数または幼虫数を目的変数とした以外は試験1と同様の方法を用いて行った。

2) バンカーシート®による放虫密度削減効果の確認

試験は、2016年3月～5月に農林総合技術センター内ハウス(36㎡、高設栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置)において行い、品種は「かおり野」(2015年9月定植)を用いた。試験区は、①スワルスキーカブリダニパック剤を入れたバンカーシート®を3月25日に50,000頭/10a分設置した区(以下、「スワルバンカー1回設置区」)、②スワルスキーカブリダニパック剤を3月25日、4月1日、8日に合計75,000頭/10a分設置した区(以下、「スワルパック3回放虫区」)、③アセタミプリド水溶剤2,000倍液を4月9日および26日に散布した区(以下、「化学防除区」)を設けた。1区12㎡(42株)とし、反復は設けなかった。調査は1区4か所行った。アザミウマ類が多発したため、①～③区についても、④区と同様にアセタミプリド水溶剤2,000倍液を4月9日および26日に散布した。放飼直前から約7日おきに1調査か所あたり7～13花のアザミウマ類成幼虫数を、ヘッドルーペを用いて見取り調査した。得られたデータの解析は、試験1)と同様の方法を用いて行った。

3 アカメガシワクダアザミウマおよびリモニカスカブリダニによるアザミウマ類の防除効果

1) 3月上旬放虫の防除効果の確認

アカメガシワクダアザミウマの放虫適期を探るため、3月上旬放虫の防除効果を確認した。試験は、2015年2～5月に山口市平川の現地農家ハウス2棟(各216㎡、土耕栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置)において、「かおり野」(2014年9月定植)で行った。試験区は、①3月6日にアカメガシワクダアザミウマ20,000頭/10aを放虫した区(以下、「アカメ3月上旬放虫区」)、②2015年5月2日と25日にアセタミプリド水溶剤2,000倍液、5月11日にスピノサド水和剤5,000倍液を散布した区(以下、「化学防除区」)を設けた。1区は216㎡とし、反復は設けず、1区4か所調査した。放虫直前から約10日おきに1調査か所あたり50花のアザミウマ類成幼虫数およびアカメガシワクダアザミウマ成幼虫数を、ヘッドルーペを用いて見取り調査した。得られたデータの解析は、試験2)と同様の方法を用いて行った。

2) 2月中旬放虫の防除効果の確認

次に、2月中旬放虫の防除効果を確認した。試験は、

2016年2～5月に下関市王司の現地農家ハウス2棟（各1,000㎡、高設栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置）において行い、品種は「かおり野」（2015年9月定植）を用いた。試験区は、①2月17日にアカメガシワクダアザミウマ20,000頭/10aを放虫した区（以下、「アカメ2月中旬放虫区」）、②2月19日にフルフェノクスロン乳剤4,000倍液、4月8日にアクリナトリン水和剤1,000倍液、5月8日にアセタミプリド水溶剤2,000倍液とフロニカミド水和剤2,000倍液を散布した区（以下、「化学防除区」）を設けた。1区1,000㎡とし、反復は設けず、1区4か所調査した。調査は、試験1）と同様の方法で行った。得られたデータの解析は、試験1）と同様の方法を用いて行った。

3) 2月下旬放虫とリモニカスカブリダニ 5月上旬放虫の体系防除の効果の確認

試験1）および2）において、アカメガシワクダアザミウマ1回放虫では、5月以降アザミウマ類の発生を抑えることが困難であったことから、リモニカスカブリダニを追加放虫する体系防除の効果を確認した。試験は、2017年2月～5月に下関市王司の現地農家ハウス2棟（各1,000㎡、高設栽培、側面に0.8mm目合いの防虫ネットを設置）において行い、「かおり野」（2016年9月定植）で行った。試験区は、①2月25日にアカメガシワクダアザミウマ15,000頭/10aを、5月1日にリモニカスカブリダニ25,000頭/10aを放虫した区（以下、「アカメ体系放虫区」）、②2月28日にアセタミプリド水溶剤2,000倍液を散布した区（以下、「化学防除区」）を設けた。1区1,000㎡とし、反復は設けず、1区4か所調査した。調査は、試験1）および2）と同様の方法で行った。得られたデータの解析は、試験1）および2）と同様の方法を用いて行った。

4 長期どり対応型天敵防除体系に必要な費用の試算

試験1）から3）の結果から、長期取り対応型天敵防除体系を考案し、これに必要な費用を試算した。比較のため、試験1）から3）において、ハダニ類、アザミウマ類とも少発生時は1回、多発生時は3回の薬剤散布を行ったことから、殺ダニ剤と殺虫剤を2回ずつ散布すると仮定した化学農薬防除体系とミヤコカブリダニパック剤とスワルスキーカブリダニパック剤を3回ずつ設置する慣行天敵防除体系に必要な費用も試算した。試算には、試験1）から3）で用いたミヤコバンカー、スワルバンカー、ミヤコカブリダニパック剤、スワルスキーカブリダニパック剤、アカメガシワクダアザミウマ剤の他に、イチゴの登

録のあるアザミウマ類用の殺虫剤としてアセタミプリド水溶剤、スピノサド水和剤、スピネトラム水和剤、ハダニ類用の殺ダニ剤としてシエノピラフェン水和剤、ビフェナゼート水和剤、シフルメトフェン水和剤の販売価格の平均を用いた。

結 果

1 バンカーシート®を利用したミヤコカブリダニによるカンザワハダニの防除効果

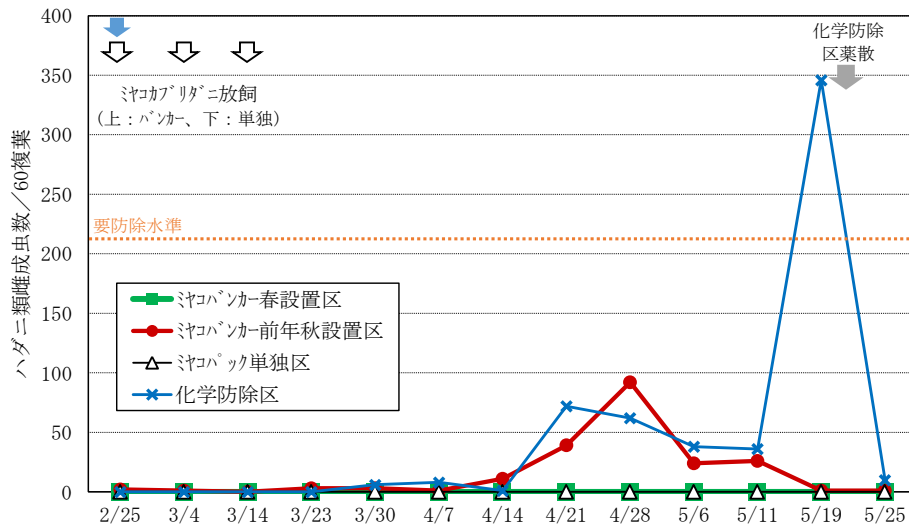
調査期間中に確認されたハダニ類は、全てカンザワハダニだった。ミヤコバンカー春設置区及びミヤコパック剤単独区では、カンザワハダニ雌成虫が調査終了まで見られず、化学防除区より少なく推移した。両区で防除効果に差がなく、バンカーシート®を用いた5,000頭/10a分1回設置は、2,500頭/10aずつの3回放虫と同等の防除効果が認められた。ミヤコバンカー前年秋設置区では、兵庫県が設定したイチゴのハダニ類要防除水準である1頭/小葉（日本植物防疫協会、2010）以下ではあるものの、カンザワハダニ雌成虫が確認された（第2図）。ミヤコカブリダニ数は、ミヤコバンカー春設置区とミヤコカブリダニ単独区のどちらも同様に推移し、3月までは少なかったが、4月以降は多くなった（第3図）。ミヤコバンカー前年秋設置区では、4月下旬以降のミヤコカブリダニ数は他の2区より多く推移したが、ハダニに対する防除効果は低かった。ミヤコバンカー春設置区は、ミヤコパック剤単独区とは有意差がみられなかったが、ミヤコバンカー前年秋設置区および化学防除区の両方と有意差がみられた（第4図）。ミヤコカブリダニを放飼した区と慣行防除区は異なるハウスに設置しているが、2つのハウスは規模、設備、管理方法ともに同じで、隣接して建っており、かつ試験開始時にゼロ放飼を行っていることから、試験期間におけるハウス間のカンザワハダニの発生に差は少ないと考えられる。

2 バンカーシート®を利用したスワルスキーカブリダニによるアザミウマ類の防除効果

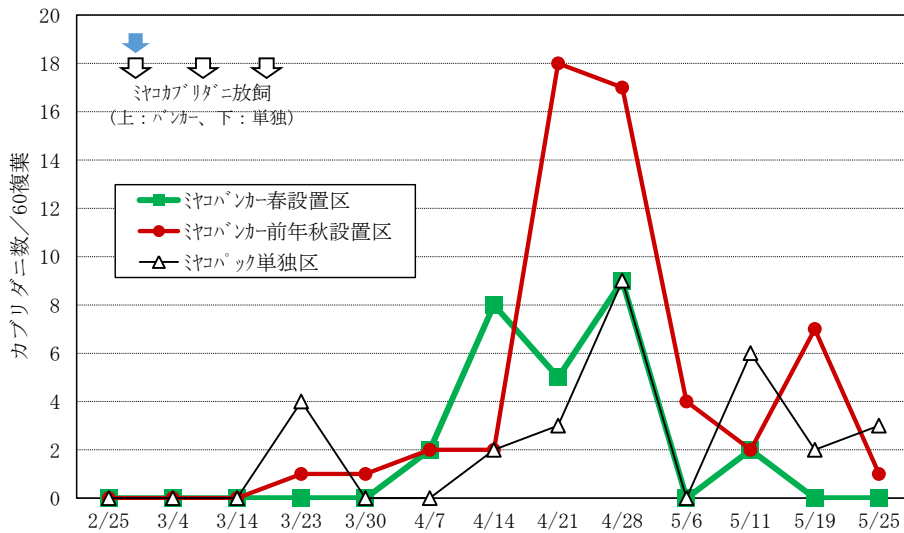
1) バンカーシート®の導入による効果

スワルスキーカブリダニ3月中旬放虫では、アザミウマ類成幼虫数はスワルバンカー区、が最も少なく推移した。スワルスキーパック剤単独区は、4月まではスワルバンカー区と同程度だったが、5月以降はアザミウマ類が増加し、スワル稲わら区および慣行防除区とほぼ同様に推移した（第5図）。スワルバンカー区は、スワルパ

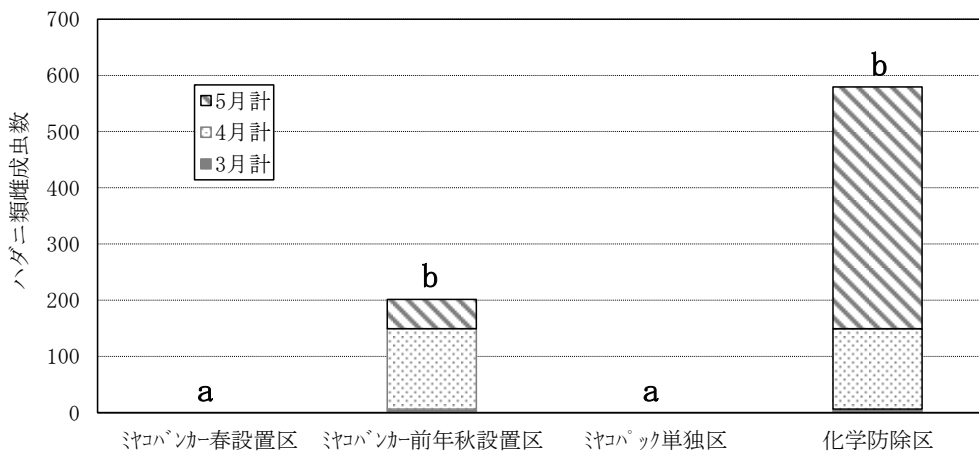
天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系



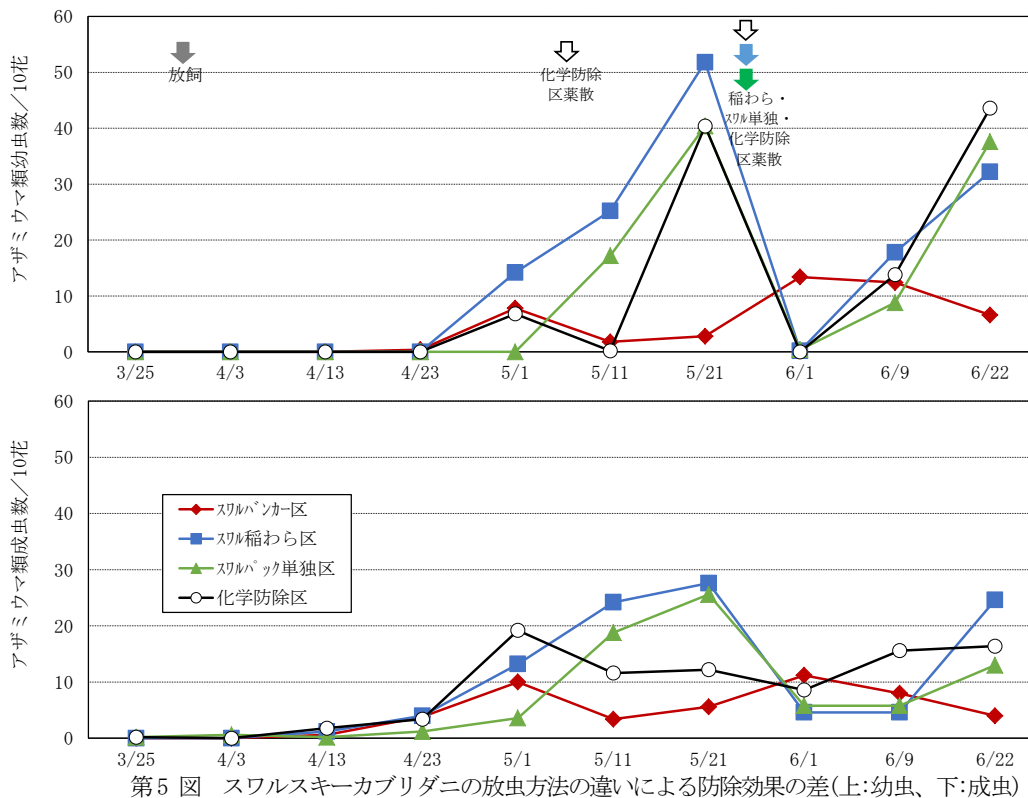
第2図 ミヤコカブリダニの放虫方法の違いによる防除効果の差



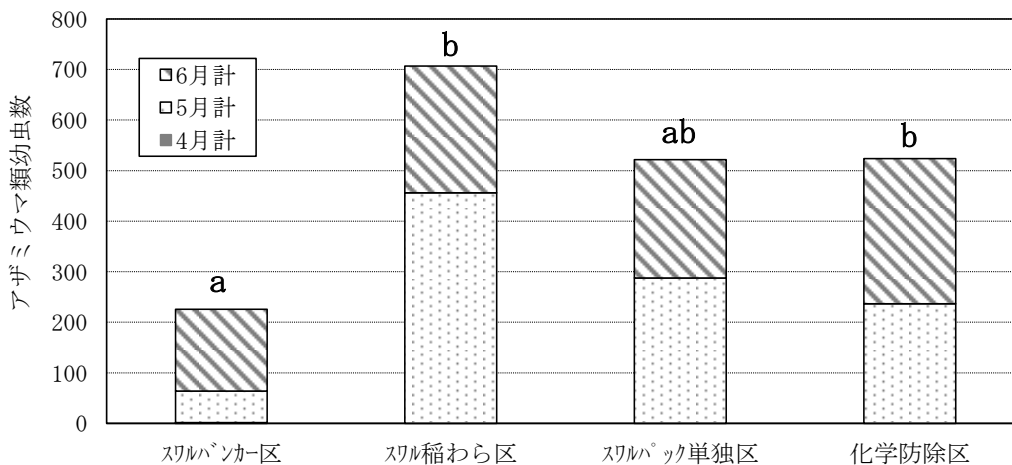
第3図 放虫方法の違いによるミヤコカブリダニの発生推移の差



第4図 ミヤコカブリダニの放虫方法の違いによるハダニ類雌成虫発生量の違い
注：同一英文字間には、Tukey-Kramer test により5%水準で有意差がないことを示す。



第5図 スワップンカーカブリダニの放虫方法の違いによる防除効果の差(上:幼虫、下:成虫)



第6図 スワップンカーカブリダニの放虫方法の違いによるアザミウマ類幼虫発生量の違い
注: 同一英文字間には、Tukey-Kramer testにより5%水準で有意差がないことを示す。

ック単独区とは有意差がみられなかったが、スワップ稲わら区および化学防除区の両方とアザミウマ類の幼虫数において有意差がみられた(第6図)。

2) バンカーシート®による放虫密度削減効果の確認

本試験で発生したアザミウマ類は、ヒラズハナアザミウマが主体だった。いずれの区も試験期間中、ヒラズハナアザミウマの密度が高く推移した。スワップンカー1回放飼区およびスワック 3回放飼区のアザミウマ類の成幼虫数の推移に大きな差は見られなかった。どちらの区も幼虫数は化学防除区の6割程度に抑えられたが、外部からの成虫の侵入が増加し、生畝らの設定したイチゴのヒラズアザミウマ要防除水準(10~11頭/100花)以下に抑えられなかった(第7図)。スワップンカ

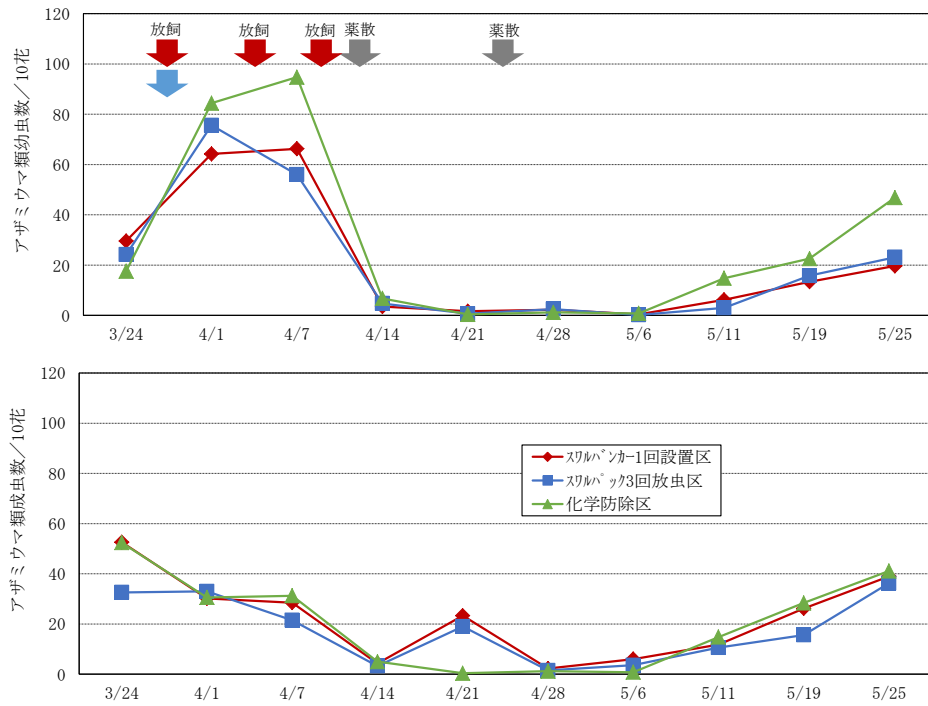
ー1回設置区は、スワック剤3回放虫区とは有意差がみられなかったが、化学防除区とアザミウマ類の幼虫数において有意差がみられた(第8図)。

3 アカメガシワクダアザミウマによるアザミウマ類の防除効果

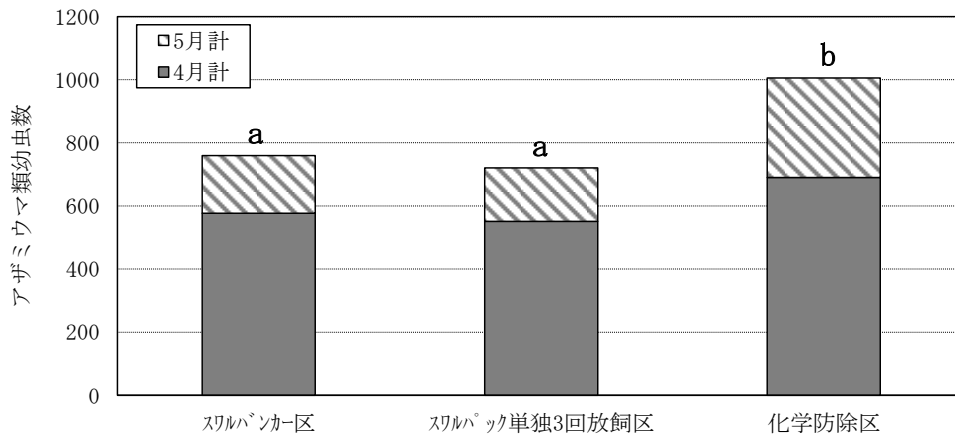
1) 3月上旬放虫の防除効果の確認

アカメ 3月上旬放虫区におけるアザミウマ類の成幼虫数は、4月20日まで化学防除区とほぼ同等だった。しかし、5月以降は施設外からの成虫の侵入のため、化学防除区よりアザミウマ類が増加し、生畝らの要防除水準(10~11頭/100花)以下に抑えることは出来なかった(第9図)。アザミウマ類幼虫数において、アカメ3

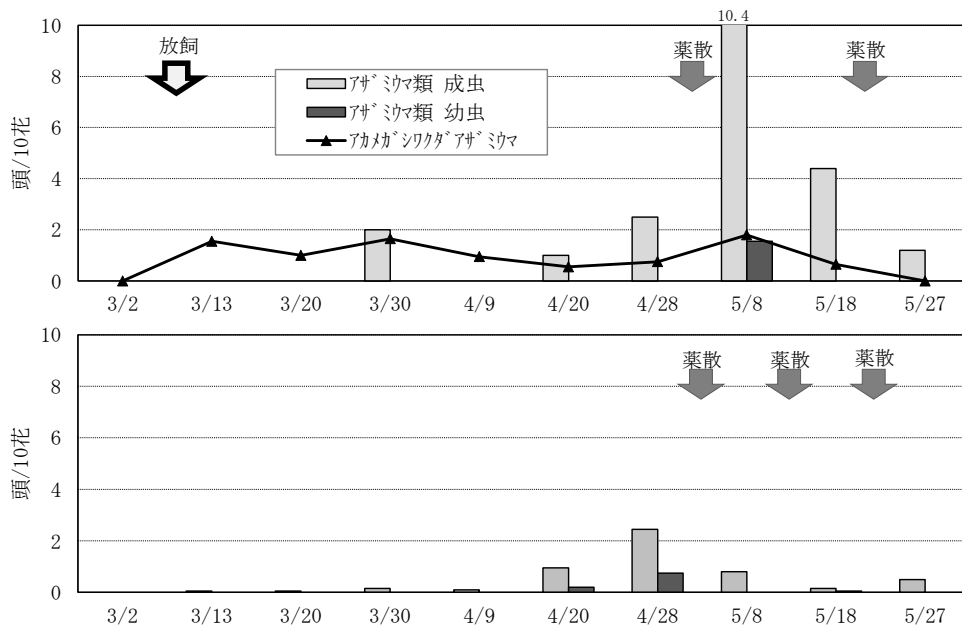
天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系



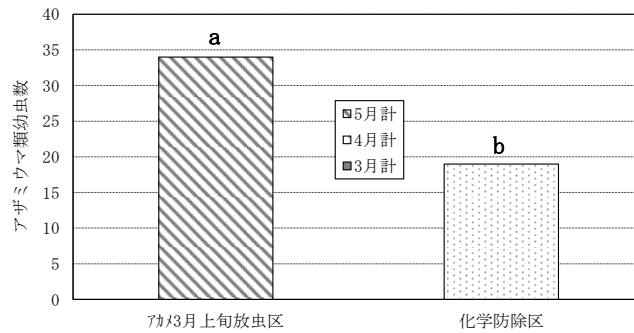
第7 図 スワルスキーカブリダニのバンカーシートでの放虫と3回放虫の防除効果の違い(上:幼虫、下:成虫)



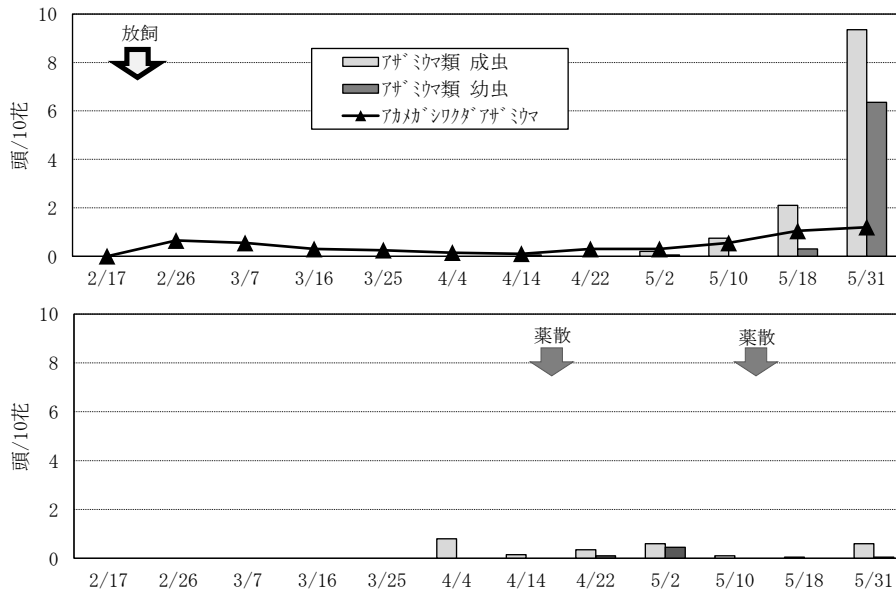
第8 図 スワルスキーカブリダニの放虫方法および回数の違いによるアザミウマ類幼虫発生量の違い
注: 同一英文字間には、Tukey-Kramer testにより5%水準で有意差がないことを示す。



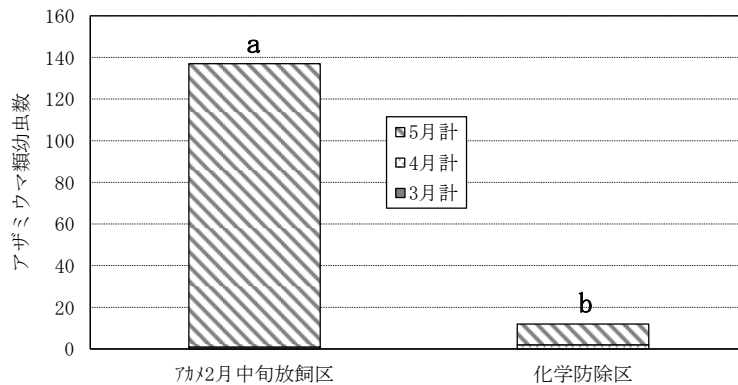
第9 図 アカメガシワクダアザミウマの3月上旬放虫における防除効果(上: アカメ3月上旬放虫区、下:化学防除区)



第10 図 アカメガシワクダアザミウマ 3 月上旬放虫と化学防除区のアザミウマ類幼虫発生量の違い
注：同一英文字間には、Tukey-Kramer test により 5 %水準で有意差がないことを示す



第11 図 アカメガシワクダアザミウマの2月中旬放飼における防除効果(上: アカメ2月中旬放虫区、下:化学防除区)



第12 図 アカメガシワクダアザミウマ 2 月中旬放虫と化学防除区のアザミウマ類幼虫発生量の違い
注：同一英文字間には、Tukey-Kramer test により 5 %水準で有意差がないことを示す。

月上旬放虫区と化学防除区の間に有意差がみられた(第10 図)。

2) 2 月中旬放虫の防除効果の確認

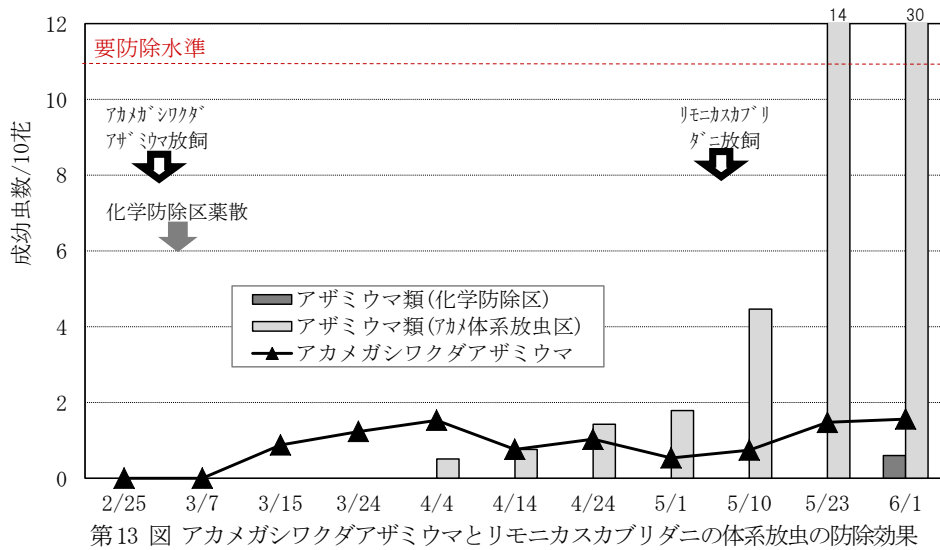
アカメ 2 月中旬放虫区におけるアザミウマ類の幼虫数は、5 月 18 日まで化学防除区より少なく推移した。しかし、その後は 2015 年同様に、施設外からの成虫の侵入が増加すると、生咲ら(2005)の要防除水準(10 ~ 11 頭/100 花)以下に抑えることは出来なかった(第11 図)。5 月のアザミウマ類幼虫数において、アカメ 2 月中旬放

虫区と化学防除区の間に有意差がみられたが、それ以外では有意差は見られなかった(第12 図)。

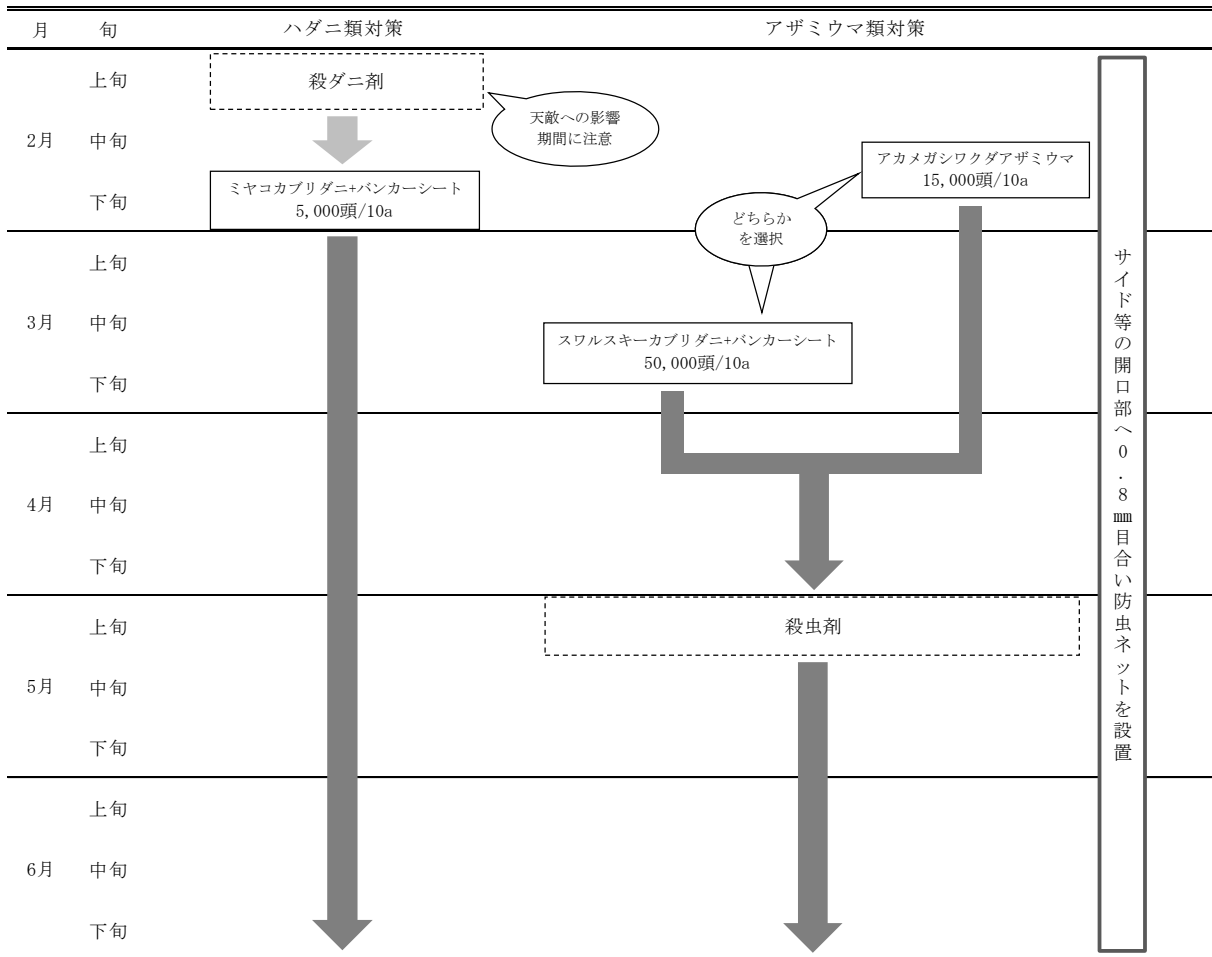
3) 2 月下旬放虫とリモニカスカブリダニ 5 月上旬放虫の体系防除の効果の確認

アカメ体系放虫区では、4 月中旬までアザミウマ類の発生を少なく抑えることが出来たが、4 月下旬以降は増加し、リモニカスカブリダニ放虫後も増殖を抑えることは出来なかった(第13 図)。アカメ体系放虫区と化学防除区の間に有意差は見られなかった。

天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系



第1表 長期どり対応型天敵防除体系の例



注：慣行の天敵防除では、ハダニ類対策として「2月下旬からミヤコカブリダニ2,500頭/10aを約7日間隔で3回放虫」、アザミウマ類対策として「3月中～下旬からスワルスキーカブリダニ25,000頭/10aを約7日間隔で3回放虫」が行われていた。

4 天敵を主体とする防除体系の考案と費用試算

試験結果から、2～6月のイチゴに対応した天敵を主体とする防除体系として、ミヤコバンカー2月下旬5,000頭/10a分設置とスワルバンカー3月中旬50,000頭/10a分1回設置またはアカメ15,000頭/10a放虫の

体系を第1表に示した。試算された各体系の平均農薬・資材費は、長期取り対応型天敵防除体系が91.8千円、慣行天敵防除体系が152.8千円、化学農薬防除体系が9.2千円だった(第2表)。

第2表 長期どり対応型天敵防除体系に必要な費用の試算

長期取り対応型 天敵防除体系		慣行天敵防除体系		化学農薬防除体系	
天敵農薬	83.6	天敵農薬	144.8	-	-
化学農薬	4.6	化学農薬	4.6	化学農薬	9.2
防虫ネット	3.5	防虫ネット	3.5	-	-
合計	91.8	合計	152.8	合計	9.2

単位：千円

注：慣行天敵防除体系では、ミヤコカブリダニ等の天敵はパック剤単独での使用と仮定。

考 察

1 バンカーシート®を利用したミヤコカブリダニによるハダニ類の防除効果

ミヤコバンカー春設置区とミヤコバンカー前年秋設置区の間には有意差がみられたことから、2～6月のハダニ類防除を目的としたバンカーシート®を用いたミヤコカブリダニの放虫時期は、2月下旬頃の春設置の方が前年秋設置よりも適していると考えられた。前年秋設置が適さない原因としては、低温に弱いミヤコカブリダニ（下田, 2017）は、バンカーシート®を用い、冬季の間に10℃程度まで加温を行ったとしても、秋季に放虫した場合は、冬季の低温の影響によって虫数が大きく減少し、春季に発生した直後のカンザワハダニを抑制できるだけの虫数まで増殖できなかったためではないかと考えられた。また、本年春設置のバンカーシート®を用いたミヤコカブリダニ5,000頭/10a分1回設置は、慣行のミヤコカブリダニパック剤単剤2,500頭/10aずつの3回放虫と同等の効果があり、放虫頭数の減少による費用削減が期待できると考えられた。

2 バンカーシート®を利用したスワルスキーカブリダニによるアザミウマ類の防除効果

アザミウマ類の幼虫数において、スワルバンカー区とスワル稲わら区の間には有意差がみられたことから、スワルスキーカブリダニを放飼する際に用いる保護資材としては、稲わら束よりバンカーシート®の方が適していると考えられた。また、スワルバンカー1回設置区とスワルパック剤3回放虫区の間には有意差がみられなかったことから、バンカーシート®を用いたスワルスキーカブリダニ50,000頭/10a分1回設置は、慣行のスワルス

キーカブリダニパック剤25,000頭/10aずつの合計75,000頭/10a分の3回放虫と同等の効果があり、放虫頭数の減少による費用削減が期待できると考えられた。2016年の試験では、5月下旬まで幼虫数は低く抑えられているものの、外部からのアザミウマ類成虫の侵入のため、スワルスキーカブリダニのみでは、5月以降のアザミウマ類の防除は困難と考えられた。

3 アカメガシワクダアザミウマによるアザミウマ類の防除効果

アカメガシワクダアザミウマの放虫時期としては、2月中旬が適している可能性が示唆された。外部からのアザミウマ類成虫の侵入のため、アカメガシワクダアザミウマのみでは、5月以降のアザミウマ類の防除は困難と考えられた。リモニカスカブリダニを追加放飼した場合でも、5月以降のアザミウマ類の発生を抑えることは難しいと考えられた。

4 天敵を主体とする防除体系の考案と費用試算

長期どり対応型天敵防除体系は、慣行天敵防除体系と比較して、試算した費用が61.0千円低かった。また、慣行天敵防除体系よりも天敵の放虫回数が少なくなるため、今回の試算では考慮していない放虫にかかる労力の削減が期待できると考えられた。化学農薬防除体系と比較すると試算した費用が82.6千円高くなった。しかし、3～5月の薬剤散布が削減できるため、現地の農家において大きな負担になっている薬剤散布と収穫・調製との作業競合の回避が期待できる。

摘 要

天敵利用によるイチゴのアザミウマ類とハダニ類の防除体系

2～6月におけるイチゴのハダニ類、アザミウマ類に対する生物農薬を活用した新たな防除体系を組み立てた。ハダニ類に対しては、バンカーシート[®]を利用してミヤコカブリダニを3月中旬～下旬に5,000頭/10a放虫すると効果が高い。アザミウマ類に対しては、スワルスキーカブリダニを用いる場合は、バンカーシート[®]を利用して3月中旬～下旬に50,000頭/10a放虫すると効果が高い。アカメガシワクダアザミウマを用いる場合は、2月中旬に15,000頭/10a放虫すると効果が高い。5月以降のアザミウマ類の密度抑制のためのリモニカスカブリダニ5月上旬の追加放飼は、外部からのアザミウマ類の侵入により効果がない。この防除体系に必要な農薬・資材費は91.8千円と試算された。

引用文献

- 滝田泰章. 1974. ハウス栽培イチゴのハダニ類の被害解析について. 栃木農試研報. 18: 87-90.
- 春山直人・松本華苗・小林誠. 2013. 栃木県の施設イチゴにおけるアザミウマ類の発生消長および要防除水準. 関東東山病害虫研究会報. 60: 103-106.
- 石川博司・江口敏. 2014. 愛知県内のイチゴほ場で採取したナミハダニに対する 主要殺ダニ剤の殺虫効果. 関西病虫研報. 56: 139-143.
- 大井田寛・大谷直樹・中井善太. 2012. アザミウマ類4種の千葉県内個体群に対する各種薬剤の殺虫効果. 関東東山病害虫研究会報. 59: 131-133.
- 日本生物防除協議会. 2017. 天敵等に対する農薬の影響目安の一覧表. 第26版/第24版.
<http://www.biocontrol.jp/Tenteki.html>
- 柏尾具俊・嶽本弘之・宮田将秀. 2005. ミヤコカブリダニを用いたイチゴのハダニ類の防除体系. 平成17年度九州沖縄農業研究成果情報. 18.
- 山中聡. 2009. スワルスキーカブリダニの特長と使い方. 植物防疫. 63: 41-44.
- 岡留和伸. 2011. ミヤコカブリダニバンカーの開発. 植物防疫. 65: 25-28.
- 若柳睦子・山城都・癸生川真也・伊村務・出口美里. 2005. 天敵等を利用したイチゴの害虫防除体系. 栃木農試研報. 55: 33-44.
- 下田武志. 2017. バンカーシート[®]利用マニュアル.
http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/files/bankazentai.pdf
- 高嶋庸平. 2017. 天敵保護装置「バンカーシート[®]」を用いた新たなIPM技術. 植物防疫. 71:187-195.
- 森光太郎・大朝真貴子・IPMグループ. 2017. アカメ[®]: アカメガシワクダアザミウマの生態とアザミウマ防除技術の開発. 植物防疫. 71: 163-169.
- 山中聡・後藤哲雄. 2014. リモニカスカブリダニの特長とその開発. 植物防疫. 68: 553-557.
- 岩本哲弥・河村俊和. 2018. イチゴの長期どりに対応した春期(2～6月)の害虫防除体系. 平成29年度農林総合技術センター試験研究成果発表会発表要旨. 27-28.
- 日本植物防疫協会. 2010. 都道府県が設定している要防除水準(野菜).
http://www.jpjn.ne.jp/jpp/bouteq/bojosuijun_data/yasai.pdf
- 生咲巖・藤本伸・松本英治. 2005. イチゴのヒラズハナアザミウマに対する要防除水準の設定. 近畿中国四国農業研究成果情報2004. 79-80.

特産アブラナ科野菜「はなっこりー」の出荷後の腐敗発生の 原因解明と対策に関する研究

出穂 美和*・鍛冶原 寛**・中村 宣貴***・角田 佳則

Causes and Countermeasures against Softening-induced Spoilage
After Shipment of Cruciferous Vegetable "Hanakkori"

Miwa IZUHO, Hiroshi KAJIHARA, Nobutaka NAKAMURA and Yoshinori SUMIDA

Abstract: Shipped cruciferous vegetable "Hanakkori" cultivated in 2011 and 2012, exhibited softening and decaying in shipping bags and were returned from the market. This phenomenon became a serious problem for farmers and distributors. Therefore, research to elucidate the cause of softening-induced spoilage and countermeasures were undertaken in accordance with the requests of farmers and distributors. The result showed that not only *Pectobacterium carotovorum*, but also several nonpathogenic bacteria were detected in the softened and decayed parts of the plants. Reproduction experiments using artificial inoculation proved that the nonpathogenic bacteria also caused the softening-induced spoilage. The growth of softening spoilage bacteria is remarkable at $\geq 15^{\circ}\text{C}$, and plants decompose in several days at a temperature of $\geq 25^{\circ}\text{C}$. Construction of a system that stores and distributes products at low temperature is an effective strategy to prevent the spoilage of "Hanakkori" because bacteria growth is suppressed at a low temperature of $\leq 10^{\circ}\text{C}$. Hygiene control including disinfection of utensils during preparation processes is effective in preventing bacterial contamination of harvested vegetables. Furthermore, comprehensive measures, including controlling *P. carotovorum* in the field, are important for suppressing the occurrence of softening-induced spoilage after shipment.

Key Words: fermented odor, hygiene control, nonpathogenic bacteria, rot

キーワード：発酵臭、衛生管理、非病原性細菌、腐敗

緒言

「はなっこりー（以下、本品種を示す場合は「初代」）は、1990年に山口県農業試験場（現・山口県農林総合技術センター）が、中国野菜のサイシンを母親、ブロッコリーを父親に育成し、品種登録したアブラナ科アブラナ属の野菜である。頂花蕾を摘芯した後、伸長した脇芽を収穫する野菜で、キャベツや白菜などの重量野菜と比べて収穫が軽作業であること等から県内の多くの農家で栽培されるようになっている。また、育成以来、継続して行われ

てきた品種改良により、これまでに厳寒期の生産安定を実現できる中早生種の「はなっこりーME」（以下、「ME」）と晩生種の「はなっこりーL」（以下、「L」）の2品種が開発され、3品種を用いた作型組み合わせにより長期出荷が可能となった。その結果、2017年における作付面積は約15haに増加し、現在は県の重点推進品目として県内市場はもとより東京、大阪、岡山、広島、福岡などに出荷されている。ところが、MA包装しているにも関わらず出荷した生産物がガス透過性の袋の中で腐敗と推測される事例が確認され、2011年11月には大阪で、2012

*現在：農業振興課、**現在：ぶちうまやまぐち推進課、***現在：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

年 11 月には東京の市場から返品される事態が発生し、問題となった。流通過程での商品の軟化腐敗は、直接的な経済被害となるだけでなく、ブランド力の低下など今後の販売の障害となることから、関係機関および農家から早急な発生要因の解明と対策の確立が求められた。そのため、2013 年から試験研究課題として検討を行った。しかしながら、試験開始当時、軟化腐敗した検体は保存されておらず、新たな検体がすぐに入手できる見込みもないため、市場流通サンプルによる直接の原因究明は不可能な状況であった。そこで、「はなっこりー」を農林総合技術センター内で慣行に準じた栽培を行って収穫したもの、あるいは近隣農家から購入したものを検体として用い、出荷時と同様の荷姿を再現し、温度条件を変えて貯蔵することにより、軟化腐敗の再現や検体からの腐敗菌の分離・同定を試みた。その結果、出荷後の腐敗発生の要因および対策について、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

1 健全株を用いた腐敗症状の再現と菌の分離

1) 腐敗症状の再現

試験開始直後は、腐敗検体が入手できなかったため、センター内または、現地で栽培・収穫された「はなっこりー」を用いて、軟化腐敗の再現試験を実施した。収穫時期の温度等の気象条件により腐敗の発生も異なるのではないかと考え、供試株には、収穫時期の異なる「初代」と「ME」の 2 品種を用いた。「初代」は、2013 年 8 月中旬にセルトレイに播種し、9 月中旬にセンター内のほ場に定植し、10 月 17 日に収穫したものを供試した。「ME」は 9 月下旬に播種して 10 月下旬に定植し、2014 年 4 月 18 日に収穫したものを供試した。施肥は県内で共通に使用されている緩効性の化成肥料のみを施用し、堆肥等は施用しなかった。また、「ME」では、山口市内の農家ほ場で栽培され 2014 年 6 月 3 日に収穫されたもの（栽培歴不詳）を別途供試し、再試験を行った。

収穫にあたっては、農家と同様の方法により手で摘み取った後、消毒したバットに入れて持ち帰った。実際の出荷では、摘み取った茎を規格に合わせて切り取り、専用袋に入れることから、本試験でも袋詰めした状態で検討することとした。長さの調整

に使用する、まな板、包丁などの器具は水洗・乾燥させたものを 70%エタノールで消毒した。収穫物は、切り揃えて出荷規格容量の 170 g になるように本数を調整し、切り口を下にして袋詰めした後、シーラーで封をした。出荷袋は実際に使用されている鮮度保持フィルム「P-プラス」（住友ベークライト）を用い、これを 3 袋ずつ立てた状態でバットに入れ、5 ~30℃の 5℃きざみの恒温培養器を用いて暗黒条件下で保存した。その後、7 日目まで毎日、軟化腐敗状態を見取り調査した。軟化腐敗が認められた検体は袋から取り出し、微生物の検出に供試した。

2) 菌の分離と腐敗能の調査および簡易同定

2013 年 10 月に収穫貯蔵し、5 日目に腐敗が認められたものについて、腐敗部と健全部との境界部を切り出し、常法により表面殺菌し、「ホモジナイザー（ニッピ社製、バイオマッシャー II）」を用いて、滅菌水中で磨砕液を作成した。その後、PSA 培地で 27℃培養し、培養 4 日後に生じたコロニーを単離し、斜面培地に移して 2 ~3 日間増殖後、スキムミルクとグルタミン酸ナトリウム、水を加え乾熱殺菌した西山の凍結保存用分散媒に混和し、-20℃で保存し、その後の試験に用いた。なお、軟化腐敗が認められるにも関わらず平板で菌の分離ができなかったものについては、腐敗部を針でかき取り、嫌氣的に糖を分解するかどうかを調べるために OF 試験用培地に穿刺し、発酵性試験を試み、反応を観察した。

得られた分離菌の腐敗能を再確認するため、1) で用いたものと同様に栽培した健全な「はなっこりー」を用い、70%アルコールで表面殺菌後、茎を切り返して収穫時の折取り部を殺菌メスで切り落とし、切り口に 1 白金耳の菌体を塗布接種した。調整したサンプルを出荷の似姿同様に出荷袋に入れてシーラーで密封し、25℃の恒温培養器に 7 日間静置した。軟化腐敗を認めたものについては、菌の再分離を行った。再分離菌は同定を目的に InstaGene Matrix（バイオ・ラッド ラボラトリーズ（株））により DNA を抽出調整し、10F/800R プライマーセットを用いて PCR を行い、簡易同定に供するための 16SrDNA 領域を増幅した。得られた PCR 産物はオペロンバイオテクノロジー（株）に依頼し、塩基配列を解析しそのデータを基にホモロジー検索プログラム（BLAST）を用いて相動性検索を行い、該当す

る属を探索した。また、これらの菌の生育植物における病原性を確認するために、「はなっこりー」のポット苗を用い、本葉3葉期の葉柄を切り離し、台側の切り口に1白金耳の菌体を塗布接種し、25℃の接種箱内で24時間管理し、その後25℃の低温小型ハウスに移動し、7日間観察した。

3) 貯蔵温度と袋内のO₂およびCO₂ガス濃度の関係

青果物は品温により呼吸速度が大きく異なるため、貯蔵温度が異なると包装内のガス環境も異なり、結果として品質に及ぼす効果も異なると想定される。そこで、本項目については、貯蔵温度と包装内ガス濃度の関係について調査を行った。センター内で栽培された1)と同様の「はなっこりー」を別ロットで収穫・袋詰めしたものを用い、出荷時と同様の暗黒条件下で温度を変えて貯蔵し、袋内のガス濃度(O₂、CO₂)の推移を測定した。試験は時期を変えて2回行い、2014年11月は「初代」を、2015年2月は「ME」と「L」を供試した。検体は収穫後、速やかに調製し、クール便で国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構(茨城県つくば市)に送付し、5~30℃の5℃きざみの恒温器に静置した。2014年は毎日、2015年は1~3日おきに袋内のガス濃度を調査した。ガス濃度の測定には、Dansensor社製のCheckPointを用いた。

2 出荷後に腐敗した検体の収集と菌の分離および関連情報の調査

出荷後の腐敗症状の発生実態を把握するため、山口県とJAグループで構成する「はなっこりー生産出荷協議会」の協力により、事務局である全農山口県本部を通じて、2013年から2015年にかけて毎年9月から翌年6月の出荷時期に、軟化腐敗し返品された検体の収集を行った。また、当該生産者に収穫から出荷までの管理について、収穫・調製作業の時間帯、収穫後の集荷場の予冷庫の有無等に関する聞き取り調査を行うとともに、可能な場合は、ほ場での軟腐病の発病調査を行った。なお、収集した検体については、速やかに細菌および糸状菌の分離を行った。菌の分離、腐敗能および病原性に関する試験は1-2)と同様の方法で実施した。

3 腐敗症の予防対策試験

1) 調製器具の消毒による腐敗防止試験

腐敗の対策として、収穫後の衛生管理に着目し、

調製時に使用する器具の消毒による予防を試みた。収穫後の「はなっこりー」は、出荷袋に入れる前に長さを調製する作業が必要となる。その際、切り口から腐敗菌を感染させてしまう可能性があるため、調製に使用する器具(包丁)の消毒方法について検討した。センター内のほ場の「はなっこりー」から分離した*Pectobacterium carotovorum*を用い、培養菌体を滅菌した綿棒で直接包丁に塗布し、常温で風乾後、包丁の殺菌処理を行った。殺菌処理の種類は、①沸騰水に10秒浸漬、②70%エタノールに1分浸漬、③70%エタノールに3分浸漬、④70%エタノール噴霧とし、*P. carotovorum*の生残程度を塗布のみの無処理と比較した。包丁は各3本ずつ用い、菌の検出については、殺菌水に10⁴倍のTween20を加え、滅菌綿棒に含ませて、菌体を塗布した包丁1本当たり、表裏それぞれ各2か所ずつ綿棒を替えて計4か所を擦り取り、綿棒ごとに普通寒天培地に画線し、*P. carotovorum*の検出の有無で消毒効果を評価した。また、消毒した包丁を用いて出荷調製を行い、10℃および25℃で静置し、6日間の腐敗の推移を調査した。

2) ほ場における軟腐病菌を対象とした薬剤防除試験

ほ場からの軟腐病菌の持ち込みによる収穫調製後の腐敗を防ぐため、2014、2015年にセンター内において自然感染条件下での軟腐病に対する薬剤効果試験を行った。両年とも薬剤には、オキシソニック酸水和剤、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤、非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤を供試した。薬液には、展着剤(クミテン10,000倍)を加用した。区制は1区20株で5連制とした。散布時期および希釈倍率・回数は、2014年についてはオキシソニック酸水和剤は頂花蕾摘芯直後(10月28日)とその14日後の2回、2,000倍液を散布した。また、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤は1,000倍液を、非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤は500倍液を、頂花蕾摘芯直後とその7日おきに2回の計3回散布した。2015年については、薬剤の使用濃度はそのままとし、散布時期および回数を頂花蕾摘芯直後(10月29日)とその14日後の2回に統一して散布した。散布器具は肩掛け電動噴霧器を用い、散布量は1回当たり150L/10aとした。発病調査は、2014年は最終散布の8日後(11月20日)、2015年は最終散布の14日後(11月27日)に実

施し、発病株率から防除価を算出した。

結 果

1 健全株を用いた腐敗症状の再現と菌の分離

1) 腐敗症状の再現

2013年10月の試験では、20℃で5日目、25℃で3日目、30℃では2日目に切り口が軟化腐敗し始めている茎が認められ、25℃で4日目には漬物のような発酵臭を確認した。2014年4月の試験では、20℃で5日目、25℃で4日目、30℃では3日目に切り口から軟化腐敗し始めている茎が認められ、30℃で4日目には発酵臭を確認した。2014年6月3日に現地で収穫した検体については、15℃で2日目、20℃以上では翌日には切り口が軟化腐敗し始める茎が認められ、30℃では2日目に葉が変色し3日目には発酵臭を確認した。3回実施したいずれの試験においても、10℃以下では切り口の軟化腐敗は認められなかった(第1表)

2) 菌の分離と腐敗能の調査および簡易同定

2013年10月に収穫したセンター内栽培の検体を貯蔵し、5日後に腐敗した部分から細菌の分離を行い、普通寒天平板上で生育可能な28菌株の分離株を得た。また、軟化腐敗が認められるにも関わら

ず、平板培地で分離ができなかったものが3検体あり、腐敗組織を針につけて発酵性試験用培地で嫌気培養したところ、培地が黄色に着色し、何らかの微生物が嫌氣的に糖を分解し酸を生成していることが推定された。

得られた28菌株を「はなっこりー」の切り口に塗布し、出荷時と同様の状態で7日間貯蔵したところ、17菌株が切り口に軟化腐敗症状を示した。これら、17菌株について簡易同定を行ったところ、*Bacillus* 属が70.6%、*Pseudomonas* 属が11.8%、*Staphylococcus* 属が11.8%、*Enterobacteriaceae* が5.9%であった(第2表)。これらの菌株をポットの葉柄に接種して7日間観察した結果、いずれの菌株も生育中の植物に変色や軟化腐敗の症状は示さなかった。

3) 貯蔵温度と袋内のO₂およびCO₂ガス濃度の関係

暗黒貯蔵条件下における6日間の袋内のO₂濃度の推移は、いずれの系統の「はなっこりー」を用いた場合も、貯蔵開始の数時間後に低下し、貯蔵温度が高いほど、濃度が低くなった。一方、CO₂濃度については、貯蔵開始から数時間後には急激に増加し、温度が高いほど濃度も高くなった。しかし、1~2日後には低下し始めたが、温度ごとの濃度の順位は維持された。また、同温度のサンプルでは、貯

第1表 貯蔵温度および日数と腐敗発生との関係

収穫日	温度 (℃)	品種	貯蔵日数							
			1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	
2013	10/17	初代	10	—	—	—	—	—	—	—
			15	—	—	—	—	—	—	—
			20	—	—	—	—	2△	3△	3△
			25	—	—	1△	2■	2■	2■	2■
			30	—	1■	1△2■	3■	3■	3■	3■
2014	4/18	ME	5	—	—	—	—	—	—	—
			10	—	—	—	—	—	—	—
			15	—	—	—	—	—	—	—
			20	—	—	—	—	1△	1△	1■
			25	—	—	—	1△1■	1△1■	1△1■	1△1■
2014	6/3	ME	30	—	—	3△	3■	3■	3■	3■
			5	—	—	—	—	—	—	—
			10	—	—	—	—	—	—	—
			15	—	1△	1△	1■	1■	1■	1■
			20	1△	1△	1■	1△1■	1△1■	2■	1△2■
25	1△	1■	1■	1△1■	1△1■	2△1■	2△1■			
30	1△	1△2■	1△2■	3■	3■	3■	3■			

注1) 3袋調査し数字は袋数

注2) △：切り口が湿潤になったものが1茎以上認められる。■：切り口が軟化腐敗したものが1茎以上認められる。

第2表 腐敗部位から分離され袋の中で新鮮な「はなっこりー」に腐敗能を示した細菌(2013)

菌の種類	菌株数	菌株率%
<i>Bacillus</i> sp.	12	70.6
<i>Pseudomonas</i> sp.	2	11.8
<i>Staphylococcus</i> sp.	2	11.8
<i>Enterobacteriaceae</i> s	1	5.9

注) 16S rDNAを決定しDDBJ登録データより検索

蔵 4 日目には漬物の様な発酵臭が確認された。なお、10℃以下の温度では、両ガスの濃度には貯蔵開始時に若干の変動は認められるものの、変動幅は小さく推移した (図)。

2 出荷後に腐敗した検体の収集と菌の分離および関連情報の調査

各産地における出荷後の軟化腐敗の発生状況を調査した結果、2013 年は出荷後の軟化腐敗の報告はなかったが、2014 年～2015 年は合わせて3 産地で8 事例のクレームの発生を確認した。軟化腐敗の発生時期はいずれの場合も収穫後の2～3 日で、クレームの対象となった症状は、第3 表に示すように、軟化腐敗症状を示すもの、漬物の様な発酵臭を発するもの、切り口が黒変するもの、葉にかびが生じるものなど様々であり、症状が重複する場合もあった。また、軟化腐敗が認められ、返品された7 検体の栽培ほ場について、軟腐病の発生株率を調査したところ、返品の少ないほ場で0～13%、多かったほ場では64.7%であった (第3 表 「返品程度」参照のこと)。収集した検体ごとの軟化腐敗の有無と、ほ場における軟腐病の発生および生産管理状況

の調査結果は第4 表に示した。軟化腐敗が認められた7 検体のうち、栽培ほ場の調査で、軟腐病の発生が認められたのは4 事例であった。収穫・調製の時間帯については、第3 表に示すように、返品程度が中～多の事例で午後も収穫・調製が行われていた。また、返品程度の多い事例では、個人および集荷場における予冷庫の導入がなされていない傾向があった。

2014 年に収集した検体の腐敗部から24 菌株の細菌を分離し、収穫した「はなっこりー」の茎の切り口に接種して荷姿で保存した結果、18 菌株が7 日以内に切り口の軟化腐敗症状を発生させた。腐敗能を認めた菌株について簡易同定を行った結果、分離株全体に占める各菌種の割合は *Enterobacteriaceae* に属する細菌が72.2%で、*Pseudomonas* 属細菌が16.7%、*Acinetobacter* 属細菌が5.6%、*Agromyces* 属細菌が5.6%であった。なお、*Enterobacteriaceae* のうち61.1%が *P. carotovorum* であった (第5 表)。また、ポット苗を用いた接種試験の結果、7 日後に軟化腐敗を生じたのは、*P. carotovorum* のみであった。

第3 表 収集した検体の状況

No.	年次	出荷日	返品発生日	産地	品種	返品程度	クレーム対象の症状
1	2014	11/4	11/6	N	初代	中	切り口が軟化腐敗、漬物臭
2		11/25				少	切り口が軟化腐敗、漬物臭
3		11/28	11/29	Y	ME	少	切り口が軟化腐敗
4						少	切り口が黒変、軟化腐敗
5	2015	11/5～6	11/8	Y	初代	不明	切り口が軟化腐敗
6						不明	葉にかびが発生
7		—	—	S	ME	少	切り口が軟化腐敗、漬物臭
8		11/23～24	11/26	N		多	切り口が軟化腐敗

注) 返品程度は10袋未満を少とし、10袋以上100袋未満を中、100袋以上を多とした。

第4 表 収集した検体の軟化の有無とほ場における軟腐病の発生及び生産管理状況

No.	年次	軟化の有無	ほ場での軟腐病発病株率 (%)	収穫・調製時間帯	個人予冷庫	集荷場予冷庫
1	2014	+	8.7	出荷当日午前中～午後	無	無
2		+	—	出荷当日午前中～午後	無	無
3		+	13.0	出荷当日午前中	無	有
4		—	—	出荷当日午前中	無	有
5	2015	+	64.7	出荷当日午前中	無	有
6		—	—	出荷当日午前中	無	有
7		+	0	—	有	有
8		+	64.5	出荷当日午前中～午後	無	無

注) ほ場での軟腐病発病株調査は、代表的な栽培畝を3列抽出し全株調査した。

特産アブラナ科野菜「はなっこりー」の出荷後の腐敗発生の原因解明と対策に関する研究

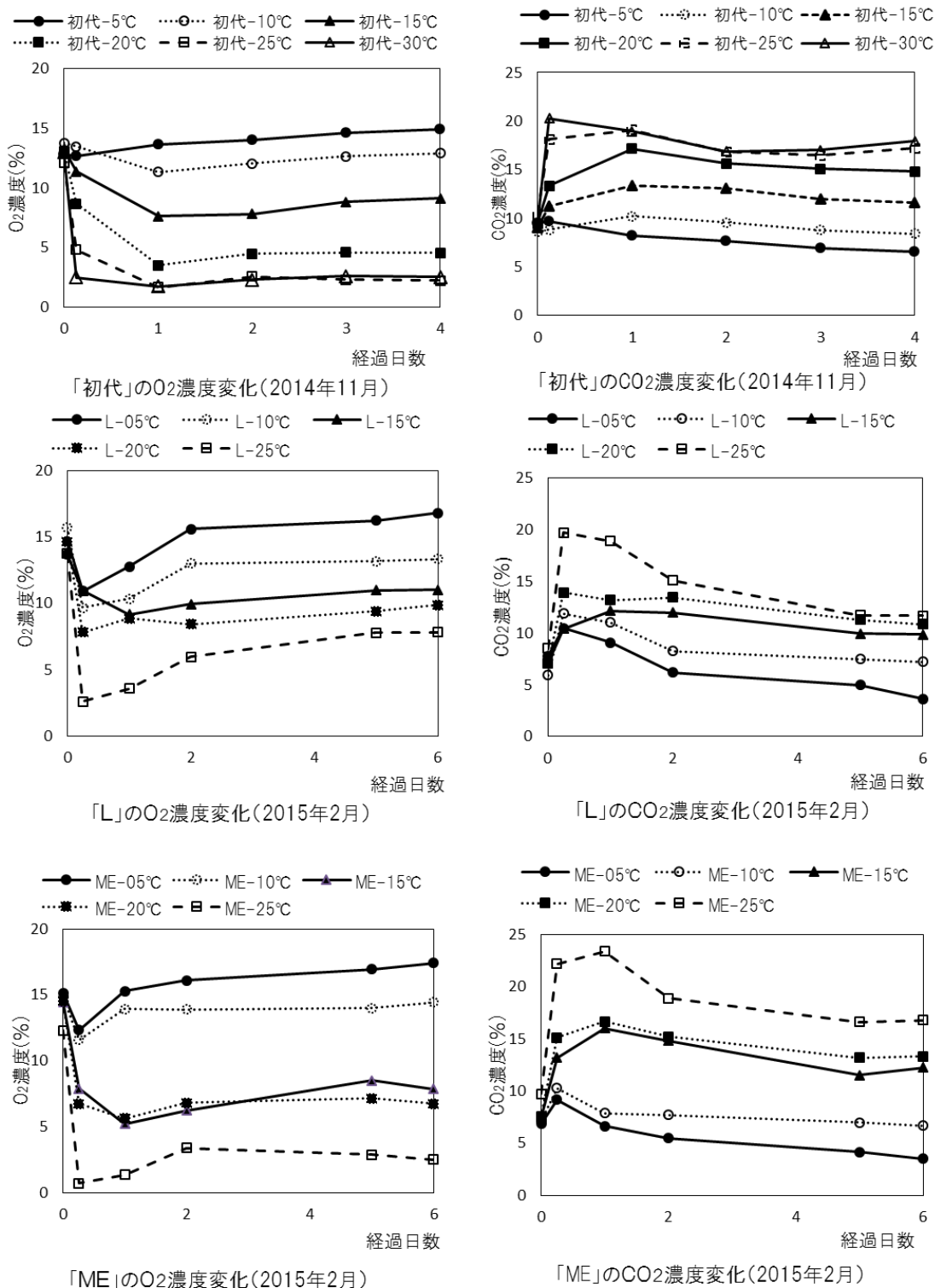


図 各品種別の貯蔵温度と袋内ガス濃度の推移

第5表 出荷後に腐敗検体から分離され袋の中で新鮮な「はなっこりー」に腐敗能を示した細菌 (2014)

菌の種類	菌株数	菌株率%
<i>Enterobacteriaceae</i>	13	72.2
(<i>Pectobacterium carotovorum</i>)	(11)	(61.1)
<i>Pseudomonas</i> sp.	3	16.7
<i>Agromyces</i> sp.	1	5.6
<i>Acinetobacter</i> sp.	1	5.6

注) 16S rDNAを決定しDDBJ登録データより検索

3 腐敗症の予防対策試験

1) 調製器具の消毒による腐敗防止試験

包丁に *P. carotovorum* を塗布して殺菌処理を行った後、綿棒による擦り取りで菌の検出を試みた結果、沸騰水 10 秒浸漬処理では検出されず、70%エタノール 1 分浸漬では 16.7%、70%エタノール 3 分浸漬では 16.7%、70%エタノール噴霧では 83.8% 検出され、エタノール浸漬処理ではやや効果が認められるが、噴霧処理の効果は期待できない（第 6 表）。実際に沸騰水に 10 秒浸漬処理して消毒した

第 6 表 包丁の消毒方法と消毒後の軟腐病菌の検出

方法		検出率%
沸騰水	浸漬 10秒	0
	浸漬 1分	16.7
70%エタノール	浸漬 3分	16.7
	噴霧	83.8
無処理		100

注1) 軟腐病菌を塗布した包丁を供試した。
 注2) 各処理、表刃先、裏刃先、表刃手元、裏刃手元をそれぞれ擦り取って3反復12シャーレを供試した。

包丁と消毒無しの包丁を用いて「はなっこりー」を調製し、10℃および 25℃で 6 日間貯蔵した結果、消毒した包丁を用いると貯蔵温度に関わらず明らかに腐敗の発生が減少し、10℃で貯蔵した場合には 6 日後でも軟化腐敗は認められなかった（第 7 表）

2) ほ場における軟腐病菌を対象とした薬剤防除試験

ほ場における自然感染条件下での軟腐病の発病は、2014 年の試験では無処理区で約 18%の発病株率であったのに対し、薬剤処理区の防除価は、オキシソリニック酸水和剤で 94.2、非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤で 94.1 と効果は高かったが、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤は 59.7 で効果がやや低かった。また、2015 年は発病株率約 70%の多発条件であったが、オキシソリニック酸水和剤で 74.3、非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤で 57.1、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤で 34.9 の防除価で、前年の結果と同じ傾向を示した（第 8 表、第 9 表）。

第 7 表 調製作業時の包丁の消毒の有無と貯蔵温度が腐敗に与える影響（2017）

収穫日	貯蔵温度 (℃)	消毒の有無	貯蔵日数ごとの腐敗率 (%)				
			2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
10/20	10	無	0	0	10△	10△5■	10△5■
		有	0	0	0	0	0
	25	無	100■	100■	100■	100■	100■
		有	0	5△	10△	10△	10△5■

注1) 軟腐病を塗布した包丁を消毒または無消毒で用い、調製作業を実施
 注2) 消毒方法は沸騰水に10秒浸漬処理
 注3) 各処理はなっこりーを20本供試
 注4) △：切り口が湿潤になったもの ■：切り口が軟化腐敗したもの

第 8 表 ほ場における軟腐病防除効果試験結果（2014）

	調査株数	発病株数	発病株率%	防除価
オキシソリニック酸水和剤	97	1	1.0	94.2
非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤	95	1	1.1	94.1
炭酸水素ナトリウム・銅水和剤	97	7	7.2	59.7
無処理	95	17	17.9	

第 9 表 ほ場における軟腐病防除効果試験結果（2015）

	調査株数	発病株数	発病株率%	防除価
オキシソリニック酸水和剤	100	18	18.0	74.3
非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤	100	30	30.0	57.1
炭酸水素ナトリウム・銅水和剤	96	44	45.8	34.9
無処理	100	70	70.0	

考 察

2011年から2012年にかけて、出荷先の市場で発生した「はなっこりー」の軟化腐敗は、生産および流通関係者間で大きな問題となり、原因解明と対策技術の確立が緊急の研究要望課題として持ち上がった。そこで、「はなっこりー」を農林総合技術センター内で慣行に準じた栽培を行って収穫したもの、あるいは近隣農家から購入したものを検体として用い、出荷時と同様の荷姿を再現し、温度条件を変えて貯蔵することにより、軟化腐敗の再現や検体からの腐敗菌の分離・同定を試みた。

その結果、収穫時期や系統によって腐敗の早さは異なるが、センター内での栽培や農家による栽培の別なく、貯蔵温度が高くなればなるほど短時間で軟化腐敗を生じることが明らかになった。貯蔵温度が20℃以上では収穫時期や品種に関わらず7日以内に軟化腐敗を確認した。15℃では10月と4月では切り口の軟化腐敗は認められず、6月では軟化腐敗が認められ、収穫時期の温度環境によって発生に差が認められた。10℃以下では軟化腐敗は認められなかった。また、25℃以上では3日目に漬物の様な発酵臭の発生を確認した。腐敗部から分離された菌は、*Bacillus* 属、*Pseudomonas* 属、*Staphylococcus* 属、*Enterobacteriaceae* 等の様々な細菌で、いずれも収穫された「はなっこりー」に腐敗性を有するが、生育中の植物には病原性を示さなかった。このことから、腐敗に関与している細菌は病原菌だけでないことが示唆された。簡易同定の結果、これらの細菌の中には *Enterobacteriaceae* のような通性嫌気性菌が含まれていたことや平板培地上で生育しないが、発酵性 OF 試験用培地で生育する嫌気性菌の存在が示唆されたことから、腐敗には袋内のガス濃度が影響しているのではないかと推測された。そこで、貯蔵中の袋内の O₂ と CO₂ の濃度について調査したところ、植物が光合成の行えない暗黒条件下で、貯蔵温度が高くなるほど袋内の O₂ 濃度は低くなり、CO₂ 濃度が高くなることを確認した。25℃以上の貯蔵温度では O₂ 濃度は数時間で約 3%まで減少し、4日目には漬物の様な発酵臭を確認した。壇 (2008) は嫌気条件下においてブロッコリーの漬物の様な発酵臭を確認している。今回の軟化腐敗について、組織は健全であったが、腐敗細菌により組織劣化・腐敗に至ったのか、さらにガス障害による生理異常

により組織が劣化し、その結果、腐敗が助長されたのか、さらに検討していく必要がある。

また、2014年以降は、流通過程の軟化腐敗検体が入手できたため、菌の分離・同定を行うとともに、栽培状況や調製作業等に関する情報の調査を行った。腐敗を起こす細菌については2013年の結果と比べ異なる菌種もあったが、*Enterobacteriaceae* や *Pseudomonas* 属菌など共通種も多く検出され、多種の微生物が関与している可能性が確認された。なお、流通過程で軟化腐敗した検体は、約9割が軟化腐敗症状を示すもので、漬物の様な発酵臭を発するものも認められた。「はなっこりー」の「初代」と「ME」のいずれでも軟化腐敗が認められており、センター内で栽培した株を用いた試験結果と同様に品種間の差は認められなかった。また、軟化が認められ返品された7検体の栽培ほ場を調査したところ、4ほ場で軟腐病の発生が認められた。センター内ほ場の株を用いた再現試験でも、軟腐病菌の検出は多くはないものの確認されており、流通過程での軟化腐敗とはほ場での軟腐病菌の関連性の高いことが示唆された。収穫・調製に関する調査では、返品程度が大きい生産者ほど収穫から出荷までの時間が長く、午前中から午後までかかっていたことが判明し、腐敗菌の増殖を助長したと考えられた。さらに、個人および集荷場での予冷库 (8~12℃) の導入が不備であるケースで問題の発生が多い傾向があった。今後、さらにサンプルデータを収集していく必要がある。なお、実際の軟化腐敗の発生は、出荷後の2~3日後であり、センター内栽培株による再現試験において、温度が高ければ (25℃以上) 3日以内に腐敗が発生することと一致した。予冷库の無い条件では、調製を行う室内の温度は容易に25℃以上に達すると考えられ、予冷库の導入や低温流通が必要不可欠と考えられた。腐敗した検体からの菌の分離および接種試験の結果から、関与する菌は必ずしも植物病原細菌ばかりではなく、自然界に普通に生息する菌が収穫後の「はなっこりー」で増殖することによって問題を発生させると考えられる。井上ら (2011) はスイカにおいて、病原菌以外の様々な微生物 (細菌) が収穫後に出来た傷口から侵入し、果実に軟化腐敗を生じることを明らかにしており、「はなっこりー」でも、同様の現象が起こったと想定される。調製時に使用する器具の消毒による予防を試みた結果、調製用の包丁を沸騰水に10秒以上

浸漬して消毒してから調製し、調製後は10℃で貯蔵することで軟化腐敗を防ぐことができた。試験では軟腐病菌を用いたが、本手法は *Bacillus* 属菌などの耐熱性の菌以外であれば同様の効果が期待できる。アルコール消毒も菌密度を低減する効果が認められたことから、併用すれば効果は安定すると思われる。このような衛生対策は包丁だけでなく、調製に用いるまな板などにも同様の効果があると考えられる。一方、軟腐病菌については、今回の流通過程の腐敗検体の調査で「はなっこりー」の腐敗菌の一つとして関与していることも判明した。

このことから、軟腐病菌については、効果のある薬剤による適切な収穫前防除を実施し、調製作業にできるかぎり持ち込まないように栽培管理を行うことが重要と考えられる。「はなっこりー」の流通時における腐敗には、軟腐病菌などの病原菌はもとより好気性や通性嫌気性菌の他、嫌気性菌を含めた様々な非病原性の細菌が関与することが判明した。対策については、収穫後の調製から流通期間にわたる低温管理が何より重要で、収穫物への腐敗菌の付着量を減じる衛生管理や、栽培ほ場での軟腐病防除など、総合的な対策を講じることが、リスク低減のために望まれる。本研究結果が、生産流通現場において役立てば幸いである。

本研究を行うにあたっては、サンプル採集および現地調査において、「はなっこりー生産出荷協議会」の構成者である JA、各農林水産事務所等の担当者および農家、市場担当者の方々など、多くの皆さんにご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

摘 要

2011年と2012年に山口県のオリジナル野菜である「はなっこりー」が、出荷後に袋の中で軟化腐敗し返品される事例が発生した。生産関係者からの要望によって、原因の調査および対策に関する研究を行った。その結果、腐敗部から軟腐病菌が検出されることもあるが、それ以外に複数の非病原性細菌が分離され、これらも軟化腐敗を発生させることが明らかになった。腐敗性の細菌は15℃以上で増殖し、25℃以上では数日で軟化腐敗を生じる。軟化腐敗の発生を抑制するためには、MA包装条件下でガス障害が起こらず、腐敗性の細菌が増殖しにくい10℃以下

の温度で流通を行える環境の構築が望まれる。また、腐敗性の細菌の収穫物上での伝搬を防ぐための対策として、調製時の刃物などの器材の消毒を含む衛生管理は効果がある。腐敗は軟腐病菌によっても起こるため、これらの対策と合わせて、ほ場での薬剤等による防除を励行し、総合的な対策を実施することが重要である。

引用文献

- 山本雄慈. 2002. 胚珠培養を利用したアブラナ科新野菜「はなっこりー」の育成. 農業および園芸. 77:1107-1110
- 藤井宏栄・岡藤由美子・陶山紀江. 2012. 新系統「はなっこりーME」と「はなっこりーL」の育成および特性. 山口農林総技セ研報. 3:25-30
- 井上興・村本和之・岡田知子・鍛冶原寛・金治直子・角田佳則. 2011. 市場で発生したスイカの果実腐敗症の実態と防除. 近畿中国四国農業研究. 19:7-13
- 壇和弘. 2008. 嫌気条件下におけるブラシカ属野菜の異臭発生機構について. 植調. 42(6):215-221

早生ウンシュウにおける小黑点症の軽減対策

村本 和之・東浦 祥光・宮田 明義*

Preventive Measures for Melanose-like Symptoms in Wase Satsuma

Kazuyuki MURAMOTO, Yoshimitsu HIGASHIURA and Akiyoshi MIYATA

Abstract: Melanose-like symptoms, which manifest on Wase Satsuma fruit as minute black spots on the rind between oil vesicles, were revealed to occur widely in the citrus producing area in Yamaguchi Prefecture during our investigations. *Diaporthe citri* was confirmed to cause one of the typical symptoms of the disease during inoculation tests in September, 2014. The mass of dead fruit stalks, in which the pathogens causing melanose-like symptoms are found, was greatly reduced when their green fruits were removed after mid-July. Our field experiments also revealed that the effects of fungicides such as manzheb, manneb, and fluazinam were enhanced when the dead branches were always removed from the canopy.

Key Words: Melanose-like blemish, Melanose, Dead fruit stalks, *Diaporthe citri*

キーワード: 小黑点病、黒点病、果梗枝の枯死

緒言

ウンシュウミカンの果実には黒点病をはじめ、灰色かび病、チャノキイロアザミウマなど様々な病害虫の被害が発生し、外観品質を低下させる大きな要因となっている。また、近年は早生ウンシュウを中心に、微細な黒点または網目状に連なる黒点が果皮の油胞間に発生する症状も多く認められる。このような症状を呈する病害として、*Diaporthe medusaea* Nitschke、*Alternaria citri* N. Ellis & Pierce、*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds による小黑点病がある (牛山・倉本, 1975; 山田・辻, 2003; 村本・東浦, 2014)。

本病は早生ウンシュウで多く発生し、その他のカンキツ品種では少ない (安楽, 1984)。

小黑点病菌は気孔孔辺細胞またはその融合部から侵入するため、小黑点病は油胞以外のところに限って病斑が発生する。これに対して黒点病菌は気孔孔辺細胞や表皮細胞の区別なく、どこからでも侵入して細胞の褐変を起こすとされている (牛山・倉本, 1975; 山田・辻, 2003)。しかしながら、森田らは分生孢子形成の時期的推移、果実に対する感受性の推移および各種薬剤による効果試験の結果から、小黑点病と云われている病斑の中には、*A. citri* による病斑は少なく、黒点

病菌の後期感染と *Phomopsis medusaea* による小黑点病菌が主体と考えられるとし (森田・永野, 1987)、小黑点症の発生に黒点病菌も関与していることを示唆している。

また、牛山らは小黑点病の発生は前年に摘果が多く行われた樹ほど多く、摘果後における果梗枝の枯れ込みが関係していることを示した (牛山・倉本, 1975)。

そこで、著者らはこれら小黑点症の発生状況を明らかにするとともに、果梗枝の枯死の抑制などの耕種的防除や薬剤防除方法について検討し、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

1 症状および発生状況

1) 症状

2012年9月から10月にかけて、山口県農林総合技術センター柑きつ振興センター (以下、「センター」) に栽植の「興津早生」果実における症状を調査した。このうち、微細な黒点が油胞間のみ分布するものを小黑点症とした。

2) 発生状況

2012年9月14日から10月29日にかけて、周防

*現在：退職

大島町、下関市および防府市の現地圃場の早生ウンシュウにおいて、小黑点症の発生程度を調査した。2014年は10月14日から10月30日にかけて、樹冠上部と下部の果実における小黑点症および黒点病の発生程度を調査した。調査は病害虫発生予察要項の黒点病調査基準（農林水産省生産局，2001）に準じて行った。

2 発生原因

1) 果梗枝による接種試験

圃場における観察の結果、小黑点症の激しく発生した果実は、枯死した果梗枝の直下に多く認められたため、枯死した果梗枝と小黑点症との関係について検討した。2016年6月29日に「興津早生」の摘果を行い、その後、摘果後の果梗枝のうち、先端が枯死したものを7月15日に切除し、野菜用接ぎ木クリップを用いて隣接樹の果実の直上に固定し、また、2015年7月2日の摘果後に枯死した果梗枝先端も、同様の方法で処理した。2016年11月11日に果実を収穫し、症状を観察した。

2) 黒点病菌接種による小黑点症の発生

油胞間のみが発生する黒点症状について、黒点病菌の関与の有無を明らかにするため、接種試験により検討を行った。培養枝で形成させた黒点病菌の柄胞子を滅菌水に懸濁し、2014年9月4日に雨よけハウス内の「日南1号」果実に滴下した。乾燥を防ぐため直ちにプラスチックパラフィンフィルムで果実を被覆し、2日後に除去した。11月3日に果実を収穫し、接種部を観察した。接種には、ウンシュウミカンの枯れ枝から分離した黒点病菌A菌株とウンシュウミカン軸腐病の罹病果から分離したB菌株を用いた。なお、両菌株とも葉への接種試験によって病原性を確かめるとともに、ITS領域のDNA解析により、*D. citri*であることを確認した。

3) 雨よけ栽培における発生状況

2013年5月17日に、「日南1号」2樹をポリオレフィン系特殊フィルムで被覆し、雨よけ栽培を開始した。対照区は隣接する露地栽培の樹とし、いずれの処理区とも無防除とした。11月11日に小黑点症および黒点病の発生程度を調査した。

4) 果実の時期別暴露試験

雨よけ栽培の試験結果から、降雨が小黑点症の発生に関与している可能性が考えられたため、果実の暴露時期が小黑点症の発生に及ぼす影響について検討した。5月下旬または6月上旬に「日南1号」の幼果を

青ナシ用の果実小袋で被覆し、一定の期間、果実袋を取り外して果実を暴露した。処理内容は第1表のとおりとした。果実の肥大にともない、7月に小袋から大袋に交換した。発生予察要領のカンキツ黒点病の調査基準により、10月に小黑点症の発生程度を調査し、発生果率と発生度とを求めた。試験は2013年と2014年の2回実施した。試験期間中には薬剤防除を行わなかった。

第1表 試験区の構成と期間中の降水量

試験区 ^z	2013年		2014年	
	暴露期間	降水量 ^y (mm)	暴露期間	降水量 ^y (mm)
6月暴露	6/7~7/3	234.5	5/30~7/1	171.5
7月暴露	7/3~8/1	40.5	7/1~8/11	494.5
8月暴露	8/1~9/6	401.0	8/11~9/3	67.5
9~10月暴露	9/6~10/25	330.5	9/3~10/16	181.0
暴露なし	-	-	-	-
全期間暴露	6/7~10/25	1006.5	5/30~10/16	914.5

^z 2013年は6月7日、2014年は5月30日に幼果を果実袋で被覆

^y 安下庄アメダス観測データ

3 軽減対策

1) 摘果時期が果梗枝先端の枯死に及ぼす影響

2015年にセンター内の「興津早生」を供試し、時期別に1樹内の垂主枝ごとに摘果を行った。試験区として、①7月2日摘果、②7月30日摘果の2区を設け、摘果後の果梗枝にラベルを付けた。1区あたり41~46果を処理し、反復は設けなかった。薬剤防除は行わなかった。7月30日と10月30日にラベルを付けた果梗枝先端の枯死状態を調査し、枯死率を求めた。

2016年には「興津早生」および「せとみ」を供試し、6月29日、7月15日、8月1日および8月15日に有葉果を対象にして摘果を行い、果梗枝にラベルを付けた。「せとみ」については、6月29日時点ですでに生理落果または摘果していた果梗枝も調査対象とした。試験規模は1区あたり5果とし、4反復で実施した。

8月1日、8月15日、8月30日、9月15日、10月4日および11月21日に果梗枝先端の枯死状態を調査し、枯死率を求めた。

2) 薬剤の選択

センター内の「日南1号」を用い、2012年6月11日、7月9日、8月8日および9月7日の4回、主枝あたり3Lの薬液を背負式動力噴霧器で散布した。試験規模は1区1主枝とし、3反復で実施した。カンキツ黒点病の発生予察基準により、10月19日に小黑点症と黒点病の発生程度を調査した。

供試薬剤は、①マンゼブ水和剤 600倍、②フルアジ

ナム水和剤 2,000 倍、③プロピネブ水和剤 500 倍、④ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤 2,000 倍、⑤イミベンコナゾール水和剤 4,000 倍、⑥チオファネートメチル水和剤 1,000 倍、⑦イプロジオン水和剤 1,000 倍、⑧イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤 1,000 倍とした。

また、センター内の「日南 1 号」を供試して、2014 年 5 月 22 日、6 月 4 日、6 月 25 日、7 月 9 日、8 月 8 日および 9 月 5 日の 6 回、1 樹あたり 7 L の薬液を動力噴霧器を用いて散布した。11 月 11 日に、2012 年と同様の方法で調査を行った。試験規模は 1 区 1 樹 2 反復とし、発病度 3 以上の果実について、無処理区に対するリスク比を求めた。

供試薬剤は、①マンゼブ水和剤 600 倍、②マンネブ水和剤 600 倍、③フルアジナム水和剤 2,000 倍、④イミベンコナゾール水和剤 4,000 倍とした。

3) 薬剤散布と枯れ枝剪除との組み合わせによる防除

センター内の「興津早生」を用い、試験区として ①薬剤防除と枯れ枝剪除とを組み合わせた区、②薬剤防除区、③枯れ枝剪除区および④無防除区を設置した。

①区と②区には、5 月 22 日にフルアジナム水和剤 2,000 倍、6 月 7 日、6 月 23 日、8 月 8 日および 9 月 5 日にマンゼブ水和剤 600 倍、7 月 9 日にマンネブ水和剤 600 倍を散布した。①区と③区においては、5 月 23 日に枯死した枝や果梗枝を剪除した。試験規模は 1 区 1 樹の 3 反復とした。

11 月 18 日に小黑点症と黒点病の発生程度を調査し、発生度 3 以上の果実について、無処理区に対するリスク比を求めた。

結果

1 症状と発生状況

1) 症状

果実に認められた微小で油胞間のみ分布する症状には、①油胞間に線状に連続して発生し、網目状となっているもの、②油胞間のみ均等の間隔に分布し、病斑の周辺に緑色が残るものの 2 種類が認められた (第 1 図)。これらの症状は、森田らが類別した小黑点症の症状 (森田・永野, 1987) のうち、それぞれ網型黒点と緑斑黒点と同一のものと考えられる。網型黒点は果実の広範にわたって発生し、着色後も目立つため、緑斑黒点よりも外観品質に及ぼす影響が大きかった。また、緑斑黒点の緑色は、果実の着色とともに目

立たなくなる傾向にあった。



第 1 図 小黑点症の症状

左上：網型黒点 (2013年10月7日)、右上：緑斑黒点 (2014年10月14日)
左下：網型黒点 (2014年11月25日)、右下：緑斑黒点 (2012年10月18日)

2) 発生状況

2012 年と 2014 年に調査した計 40 圃場のうち、97.5%の圃場において小黑点症の発生が認められた (第 2 表、第 3 表)。ただし、発生の認められない圃場から発生果率 100%の圃場まであり、圃場による発生程度の差が大きかった。

2014 年の調査における樹冠上部および樹冠下部の発生果率は、それぞれ 13.6%と 10.8%、発生度は 5.8

第 2 表 現地における小黑点症の発生状況 (2012 年)

場所	調査月日	品種	発生果率 (%)	発生度
周防大島町	9月25日	日南姫	18.0	3.6
	9月25日	日南姫	100.0	58.8
	10月18日	日南 1 号	85.7	25.6
	10月18日	早生ウンシュウ	70.8	30.3
	10月18日	上野早生	70.5	32.4
	10月18日	早生ウンシュウ	7.8	2.8
	10月18日	由良早生	39.1	11.0
	10月18日	早生ウンシュウ	38.5	15.7
	10月19日	日南 1 号	11.5	3.9
	10月19日	日南 1 号	17.0	5.0
	10月19日	宮川早生	36.5	5.9
	10月29日	早生ウンシュウ	49.0	7.9
	10月29日	興津早生	86.7	18.7
	下関市	9月14日	極早生ウンシュウ	1.1
9月14日		日南 1 号	9.1	1.3
9月14日		日南姫	11.8	2.2
10月24日		興津早生	6.2	2.1
10月24日		興津早生	75.2	25.7
10月24日		興津早生	3.0	0.7
10月24日		宮川早生	44.9	11.1
防府市	10月24日	宮川早生	11.9	3.1
	10月24日	興津早生	50.5	27.3
	10月24日	宮川早生	13.2	3.8
	10月24日	早生ウンシュウ	11.3	4.0
	10月24日	極早生ウンシュウ	48.6	16.6
	10月24日	興津早生	41.2	18.8
平均			36.9	13.0

第3表 周防大島町の現地圃場における小黑点症および黒点病の発生状況(2014年)

品種	月日	樹冠上部				樹冠下部			
		小黑点症		黒点病		小黑点症		黒点病	
		発生果率 (%)	発生度	発病果率 (%)	発病度	発生果率 (%)	発生度	発病果率 (%)	発病度
日南1号	10月14日	14.0	4.9	98.0	41.4	12.0	2.3	54.0	12.9
日南1号	10月15日	46.0	27.7	96.0	33.7	32.0	13.7	86.0	33.4
日南姫	10月16日	0.0	0.0	3.6	0.5	0.0	0.0	12.5	2.7
日南1号	10月16日	2.0	0.3	50.0	8.9	0.0	0.0	14.0	2.6
宮川早生	10月16日	20.0	5.1	72.0	20.6	3.0	2.2	87.9	18.6
上野早生	10月16日	13.3	3.8	83.3	31.0	6.7	1.9	73.3	21.9
早生ウンシュウ	10月16日	28.0	16.0	98.0	36.3	16.0	6.3	64.0	13.1
日南1号	10月20日	10.0	1.4	46.7	8.6	17.9	7.7	64.3	12.2
早生ウンシュウ	10月20日	10.0	4.3	72.0	18.9	4.0	2.9	54.0	10.6
興津早生	10月30日	10.0	2.6	96.0	27.4	4.0	1.1	52.0	8.6
早生ウンシュウ	10月30日	20.0	10.0	100.0	74.3	11.8	10.1	100.0	51.3
早生ウンシュウ	10月30日	10.0	3.7	56.0	14.9	24.1	7.4	48.3	7.9
早生ウンシュウ	10月30日	2.0	0.9	80.0	17.7	15.4	6.6	88.5	28.0
早生ウンシュウ	10月30日	5.7	0.8	22.9	6.5	4.3	0.6	47.8	8.1
平均		13.6	5.8	69.6	24.3	10.8	4.5	60.5	16.6

と4.5で、樹冠上部の果実でやや多かったが、調査圃場によって着果位置による発生の傾向は一定ではなく、着果位置による違いは明確ではなかった(第3表)。なお、網型黒点は枯死した果梗枝直下の果実に多く認められた。

2 発生原因

1) 果梗枝による接種試験

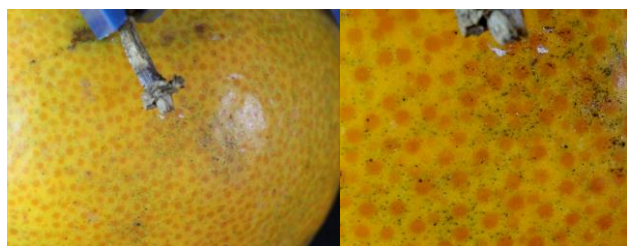
2016年6月29日の摘果により枯死した果梗枝を同年7月15日に設置した試験では、20%の果梗枝直下の果実において緑斑黒点が発生した。また、前年の2015年に枯死した果梗枝先端を設置した果実においては、網型黒点も認められた(第4表、第2図)。

以上の結果から、枯死した果梗枝は小黑点症の伝染

第4表 枯死した果梗枝を上部に設置した果実における小黑点症の発生

摘果日 ²	調査果数	小黑点症			
		網型黒点		緑斑黒点	
		発生果率 (%)	発生度	発生果率 (%)	発生度
2016年6月29日	11	0.0	0.0	20.0	5.7
2015年7月2日	3	66.7	19.0	100.0	33.3

² 摘果後に枯死した果梗枝を2016年7月15日に果実上に固定し、11月11日に調査した



第2図 枯死した果梗枝先端の設置により発生した小黑点症
2016年6月29日に摘果し、2016年7月15日に枯れた果梗枝を設置
2016年11月11日に撮影

源となることが確認された。

2) 黒点病菌接種による小黑点症の発生

9月4日に黒点病菌を接種した「日南1号」の果実には、油胞間のみで微細な緑斑黒点症状が発生した(第5表、第3図)。網型症状は認められなかった。このことから、果皮における油胞間のみでの黒点症状は、黒点病菌の後期感染によっても発生することが明らかとなった。

3) 雨よけ栽培における発生状況

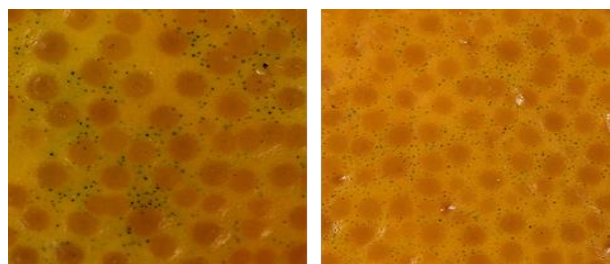
雨よけ栽培においては、小黑点症のいずれの症状の発生も認められなかった(第6表)。

第5表 秋期の黒点病菌接種による小黑点症の再現

供試菌株	接種 ² 果数	発生果率 (%) ¹	
		油胞間のみ	油胞間と油胞上
黒点病菌A	5	100	0
黒点病菌B	5	100	0

²2014年9月4日に柄胞子を「日南1号」の果実に滴下し、乾燥を防ぐため、パラフィルムで果実を被覆

¹11月3日に接種部の症状を調査



第3図 黒点病菌 (*Diaporthe citri*) 接種により油胞間に発生した微細な黒点
左: 黒点病菌A株、右: 黒点病菌B株
2014年9月5日ハウス内の日南1号の果実に黒点病菌の胞子液を接種し、2014年11月3日に調査

早生ウンシュウにおける小黑点症の軽減対策

第6表 雨よけ栽培における小黑点症の発生状況

試験区	調査果数	小黑点症 ^z				黒点病	
		網型黒点		緑斑黒点		発生果率(%)	発病度
		発生果率(%)	発病度	発生果率(%)	発病度		
雨よけ栽培 ^x	198	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.4
露地栽培 ^y	200	12.5	7.4	14.5	8.4	100.0	49.1

^z2013年5月17日に日南1号21年生樹を被覆

^y雨よけ栽培区に隣接する2樹

^x2013年11月11日に病害虫発生予察要項の黒点病調査基準に準じて調査を実施

4) 果実の時期別暴露試験

2013年と2014年の試験において、網型黒点は6月暴露区から9～10月暴露区の全ての区で発生し、調査年によって感染時期に一定の傾向は認められなかった。緑斑黒点は、9～10月暴露区で多い傾向にあったが、その他の暴露区でも発生が認められた(第7表、第8表)。なお、症状の激しい果実においては、症状の区別ができないものがあった。

これらのことから、網型黒点および緑斑黒点は6月から10月までのいずれの時期の暴露によっても発生することが確認された。

第7表 暴露時期の違いが小黑点症の発生に及ぼす影響(2013年)

試験区	調査果数	小黑点症状				黒点病	
		網型黒点		緑斑黒点		発生果率(%)	発病度
		発生果率(%)	発病度	発生果率(%)	発病度		
6月暴露	12	16.7	2.4	41.7	6.0	100.0	23.8
7月暴露	38	13.2	1.9	28.9	7.9	100.0	34.6
8月暴露	34	8.8	3.8	11.8	4.2	100.0	43.7
9～10月暴露	25	40.0	14.0	56.0	22.9	100.0	15.4
暴露なし	10	10.0	1.4	10.0	4.3	10.0	1.4
全期間暴露	35	65.7	28.2	91.7	49.6	100.0	51.8

2013年10月25日調査

第8表 暴露時期の違いが小黑点症の発生に及ぼす影響(2014年)

試験区	調査果数	小黑点症状				黒点病	
		網型黒点		緑斑黒点		発生果率(%)	発病度
		発生果率(%)	発病度	発生果率(%)	発病度		
6月暴露	49	0.0	0.0	12.2	4.7	55.1	9.0
7月暴露	26	3.8	0.5	26.9	6.0	100.0	50.5
8月暴露	42	9.5	3.4	11.9	1.7	85.7	18.4
9～10月暴露	41	0.0	0.0	26.8	8.7	58.5	10.5
暴露なし	45	2.2	1.0	4.4	0.6	6.7	1.0
全期間暴露	68	1.5	1.5	25.0	12.0	100.0	57.6

2014年10月18日調査

3 軽減対策

1) 摘果時期が果梗枝先端の枯死に及ぼす影響

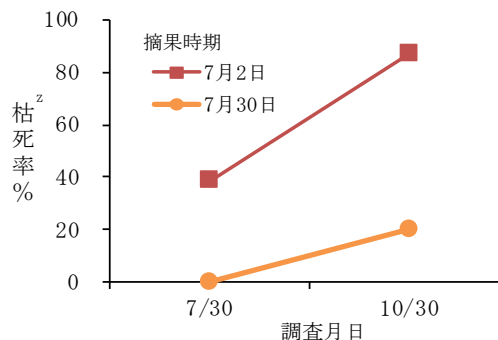
(1) 2015年

7月2日の摘果による果梗枝先端の枯死率は、7月30日の調査時には38.3%で、その後10月30日には84.8%に増加した。7月30日の摘果による10月30日の調査時における枯死率は19.5%であった(第4図)。

(2) 2016年

摘果による果梗枝先端の枯死率は徐々に増加し、6月29日に摘果した区における11月21日の枯死率は、「興津早生」80.0%、「せとみ」60.0%であった(第

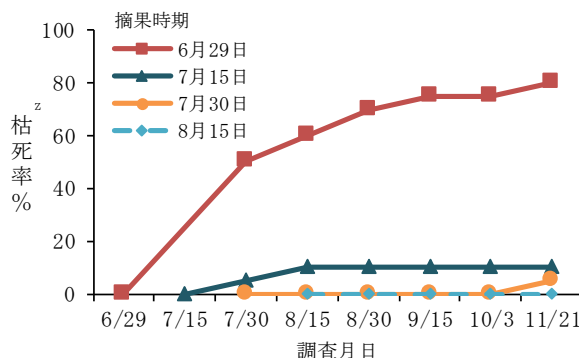
5図、第6図)。6月28日以前に摘果した「せとみ」の果梗枝先端は、7月30日には全て枯死していた。7月15日に摘果した区においては、「興津早生」、「せとみ」ともに、枯死率は10%程度であり、7月30日以降の摘果区においては、果梗枝先端の枯死はほとんど認められなかった(第5図、第6図)。



第4図 摘果時期の違いが果梗枝先端の枯死に及ぼす影響(興津早生)^y

^z2015年7月2日、7月30日に摘果し、果梗枝先端の枯死率を調査

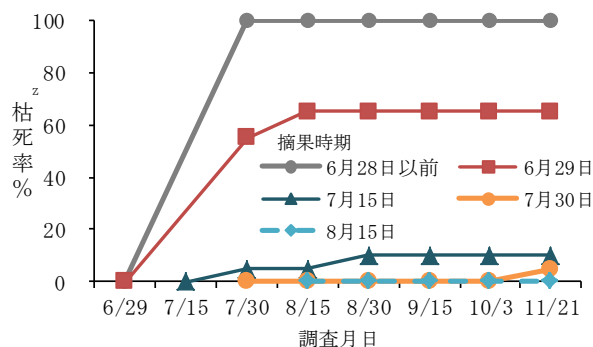
^y1区41～46果で実施



第5図 摘果時期の違いが果梗枝先端の枯死に及ぼす影響(興津早生)^y

^z2016年6月29日、7月15日、7月30日、8月15日に摘果し、果梗枝先端の枯死率を調査

^y1樹5果4反復で実施



第6図 摘果時期の違いが果梗枝先端の枯死に及ぼす影響(せとみ)^y

^z2016年6月29日、7月15日、7月30日、8月15日に摘果し、6月28日以前に落果していた果梗枝を含めて、果梗枝先端の枯死率を調査

^y1樹5果4反復で実施

以上の結果から、「興津早生」および「せとみ」のいずれの品種も、早い時期に摘果するほど果梗枝先端の枯死率が高く、摘果時期を7月15日以降にすることで、果梗枝先端の枯死は顕著に抑制されることが明らかとなった。

2) 薬剤防除

2012年に供試した8種類の薬剤のうち小黒点症に対する効果は、マンゼブ水和剤600倍において最も高く、次いでフルアジナム水和剤2,000倍、プロピネブ水和剤500倍の順となった(第9表)。また、2014年に供試した4種類の薬剤のうち、マンゼブ水和剤600倍とマンネブ水和剤600倍の防除効果が高く、次いでフルアジナム水和剤2,000倍が続いた(第10表)。

3) 薬剤散布と枯れ枝剪除の組み合わせによる防除

5月から9月まで、フルアジナム水和剤やマンゼブ水和剤、マンネブ水和剤などの薬剤を計6回散布することにより、網型黒点における発生度3以上の果実の

無処理区に対するリスク比は0.714、緑斑黒点は0.080となり、緑斑黒点の発生を有意に軽減した。一方、薬剤防除と5月の枯れ枝剪除を組み合わせると、網型黒点のリスク比は0.065、緑斑黒点は0となり、枯れ枝剪除を組み合わせることで、両症状ともに軽減され、防除効果も高まった。5月の枯れ枝剪除のみでは、効果が認められなかった。なお、黒点病に対する効果は緑斑黒点と同様の傾向であった(第11表)。

考 察

1 症状と発生状況

近年、早生ウンシュウや極早生ウンシュウの果実に、果皮の油胞間に網目状や微細な黒点の発生する症状が多発し、著しく外観を損なっている。その症状は、①油胞間に線状に連続して発生し、網目状となっているもの、②油胞間のみ均等の間隔に分布し、病斑の周辺に緑斑が残るものに分けられ、森田らが類別した網型黒点と緑斑黒点(森田・永野, 1987)とそれぞれ同一の症状と考えられる。また、後者は鹿児島県の極早生ウンシュウで認められた緑斑黒点2(坂口・禧久, 1990)と同一の症状の可能性が高い。網型黒点は広範囲に発生し、果実の着色後も目立つため、外観品質の評価に大きく影響すると考えられる。

小黒点症は調査したほとんどすべての圃場において発生しており、広範囲の圃場で発生していることが確認された。

第9表 小黒点症に対する各種薬剤の軽減効果(2012年)

薬 剤 ²	倍率	調査果数	発生果率 ³ (%)	発生度 ³	薬害
マンゼブ水和剤	600	186	16.1 ^a	3.5 ^a	—
フルアジナム水和剤	2,000	182	39.6 ^{ab}	7.1 ^{ab}	—
プロピネブ水和剤	500	182	46.7 ^{ab}	8.9 ^{bc}	—
ピラクトストロピン・ボスカリド水和剤	2,000	137	57.7 ^b	13.9 ^{cd}	—
イミベンコナゾール水和剤	4,000	144	66.7 ^b	16.1 ^{cd}	—
チオファネートメチル水和剤	1,000	218	54.6 ^b	16.6 ^d	—
イプロジオン水和剤	1,000	141	62.4 ^b	17.2 ^{de}	—
イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	1,000	168	64.3 ^b	17.5 ^{de}	—
無散布		167	74.9 ^b	28.3 ^e	

² 散布月日：6月11日、7月9日、8月8日、9月7日、調査月日：10月15日

³ 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

第10表 小黒点症および黒点病に対する各種薬剤の軽減効果(2014年)

薬 剤 ²	倍率	調査果数	小黒点症				黒点病	
			網型黒点		緑斑黒点		発生果率(%)	発生度
			発生果率(%)	発生度	発生果率(%)	発生度		
マンゼブ水和剤	600	203	7.4	2.6	2.9	0.7	31.6	4.7
マンネブ水和剤	600	200	4.5	1.5	2.5	0.6	35.5	5.9
フルアジナム水和剤	2,000	200	0.5	0.2	4.5	1.1	49.0	8.9
イミベンコナゾール水和剤	4,000	199	5.5	1.9	11.0	4.6	100.0	44.1
無散布		200	12.5	7.4	14.5	8.4	100.0	49.1

² 散布月日：5月22日、6月4日、6月25日、7月9日、8月8日、9月5日

調査月日：11月11日

品種：日南1号21年生樹

小黒点症および黒点病に対する各種薬剤の効果(無散布区に対するリスク比)

薬 剤	倍率	小黒点症							
		網型黒点		緑斑黒点		黒点病			
		リスク比 ³	95%信頼区間	リスク比 ³	95%信頼区間	リスク比 ³	95%信頼区間		
マンゼブ水和剤	600	0.345*	(0.149 ~ 0.797)	0.072*	(0.017 ~ 0.297)	0.006*	(0.001 ~ 0.044)		
マンネブ水和剤	600	0.150*	(0.045 ~ 0.497)	0.075*	(0.018 ~ 0.310)	0.038*	(0.017 ~ 0.083)		
フルアジナム水和剤	2,000	0.050*	(0.007 ~ 0.369)	0.074*	(0.018 ~ 0.307)	0.075*	(0.043 ~ 0.130)		
イミベンコナゾール水和剤	4,000	0.250*	(0.096 ~ 0.653)	0.593	(0.330 ~ 1.065)	1.019	(0.926 ~ 1.121)		

³ 発生度が3以上の果実数についてリスク比を算出し、*のないものは無散布区と比較し、5%の危険率で有意差なし

早生ウンシュウにおける小黑点症の軽減対策

第11 表 薬剤防除と枯れ枝剪除の組み合わせによる小黑点症と黒点病の軽減効果(2013 年)

試験区 ^z	調査果数	小黑点症 ^y				黒点病 ^y	
		網型黒点		緑斑黒点		発生果率(%)	発生度
		発生果率(%)	発生度	発生果率(%)	発生度		
薬剤防除+枯れ枝剪除	256	1.2 a	0.3 a	0.4 a	0.1 a	88.3 a	16.0 a
薬剤防除	301	4.7 a	2.7 a	0.3 a	0.1 a	88.4 a	18.2 a
枯れ枝剪除	306	6.2 b	2.9 b	3.9 b	3.1 b	100.0 b	48.8 b
無処理	314	7.6 b	4.6 b	4.1 b	2.6 b	100.0 b	52.4 b

^z 散布月日：フルアジナム水和剤 2000 倍 5 月22 日、マンゼブ水和剤 600 倍 6 月7 日、6 月23 日、8 月8 日、9 月5 日、マンネブ水和剤 600 倍 7 月9 日、調査月日：11 月18 日、枯れ枝剪除：5 月23 日

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし（角変換後にTukeyの方法により検定）

薬剤防除と枯れ枝剪除の組み合わせによる小黑点症と黒点病の軽減効果（無処理区に対するリスク比）

試験区	小黑点症				黒点病	
	網型黒点		緑斑黒点		リスク比 ^x	95%信頼区間
	リスク比 ^x	95%信頼区間	リスク比 ^x	95%信頼区間		
薬剤防除+枯れ枝剪除	0.065 *	(0.009 ~ 0.479)	0.000 *	—	0.130 *	(0.092 ~ 0.183)
薬剤防除	0.714	(0.359 ~ 1.420)	0.080 *	(0.011 ~ 0.610)	0.216 *	(0.170 ~ 0.273)
枯れ枝剪除	0.648	(0.320 ~ 1.312)	0.947	(0.439 ~ 2.043)	0.966	(0.906 ~ 1.030)

^x 発生度が3 以上の果実数についてリスク比を算出し、* のないものは無散布区と比較し、5%の危険率で有意差なし

2 発生原因

小黑点病の病原菌である *D. medusaea* の病斑は6 月から8 月中旬頃にかけて、*A. citri* の病斑は8 月以降に多くなり（山田・辻, 2003）、病原菌の種類によって主要な感染時期が異なる。一方、黒点病の後期感染型病徴は8 月下旬以降の感染によって生じる（佐々木, 1965; 山田・太田, 2002）。

本研究における時期別の暴露試験において、小黑点症の網型黒点および緑斑黒点は6 月から10 月までのいずれの時期の暴露によっても発生することが確認された。

黒点病菌は、気孔孔辺細胞や表皮細胞の区別なく、どこにでも侵入して細胞の褐変を起こすとされている（牛山・倉本, 1975; 山田・辻, 2003）が、本研究における9 月の黒点病菌接種試験により、小黑点症と同様の油胞間のみで発生する症状が再現された。また、森田らは小黑点症に対してイプロジオン水和剤が全く効果を示さなかったことから、小黑点症の中には小黑点病菌のひとつである *A. citri* の病斑は少ないとしている（森田・永野, 1987）。

これらのことから、小黑点症の症状には黒点病の後期感染と *D. medusaea* による小黑点病の病斑が混在しているものと推察される。

3 軽減対策

小黑点病菌 *D. medusaea* および黒点病菌は、いずれもカンキツの枯れ枝で増殖して伝染源となる（牛山・倉本, 1975; 山田・辻, 2003; 山田・太田, 2002）。小黑点病の発生は、前年に摘果が多く行われた樹ほど

多く、摘果後の果梗枝の枯れ込みが関係している（牛山・倉本, 1975）。したがって、果梗枝の枯れ込みを抑制することは、小黑点症の発生を減少させるために重要と考えられる。そこで、摘果時期と果梗枝先端の枯死率との関係について検討した。その結果、果梗枝先端の枯死には摘果時期が大きく関係しており、その時期が早いほど枯死率の高いことが明らかとなった。

極早生ウンシュウや早生ウンシュウにおける粗摘果は、一般的には6 月下旬から7 月上旬に実施されるが、摘果を7 月15 日以降に実施すると果梗枝先端の枯死は大幅に抑制されることから、小黑点症の発生に関与する病原菌の伝染源は減少すると考えられる。また、粗摘果を控えるか軽く行い、樹体に強い着果負担をかけた後、9 月中旬頃に仕上げ摘果を行う後期重点摘果は、糖度が高く果皮色が濃く浮皮の少ない高品位な果実を生産するための技術であるが（井上, 2003; 平塚ら, 2004）、小黑点症の発生を抑制する技術としても有効と考えられる。

小黑点病の防除薬剤として、オキシキノリン銅・キャプタン水和剤、チアジアジン水和剤、マンゼブ・チオファネートメチル水和剤、プロピネブ水和剤など黒点病に有効な薬剤が有効とされている（牛山・倉本, 1975）。また、小黑点症の網型黒点および緑斑黒点に対しては、黒点病防除剤であるマンゼブ水和剤、マンネブ水和剤、ジチアノン水和剤などの薬剤が高い効果を示す（森田・永野, 1987）。本試験においても、マンゼブ水和剤やマンネブ水和剤、フルアジナム水和剤など黒点病に登録のある薬剤の高い効果が認められた。

これらの薬剤による5月下旬から9月上旬までの防除に加え、枯れ枝剪除を組み合わせることで、防除効果の高まることが明らかとなった。なお、5月の枯れ枝剪除のみでは効果が得られなかった原因として、枯れ枝が6月から1月までの長期間にわたって発生する(井上・西ヶ谷, 1987)ことや、果梗枝など小さな枯れ枝の剪除が不十分であった可能性があり、果梗枝を含む複数回の枯れ枝剪除により、効果が向上するものと思われる。

本試験により、早期摘果によって小黒点症の伝染源となる果梗枝の枯死が助長されることが確認された。近年、隔年結果の程度が激しくなっており、着果過多の樹では大量の摘果が必要となる。その結果、多量の果梗枝先端が枯死して小黒点病や黒点病の伝染源となるため、小黒点症が多発しているものと推測される。したがって、隔年結果を是正することもその軽減対策として重要と考えられる。

摘 要

近年、早生ウンシュウや極早生ウンシュウの果実に、果皮の油胞間に網目状や微細な黒点の発生する症状が多発し、著しく外観を損なっている。小黒点症は調査したほとんどすべての圃場において発生しており、広範囲の圃場で発生していることが現地調査で確認された。9月の黒点病菌接種試験により、小黒点症には黒点病による後期感染の病斑も含まれていることが確認された。伝染源となっている果梗枝先端の枯死には摘果時期が大きく関係しており、摘果を7月15日以降に実施すると、その枯死は顕著に抑制されることから、小黒点症の伝染源が減少すると考えられる。また、マンゼブ水和剤やマンネブ水和剤、フルアジナム水和剤による5月下旬から9月上旬までの薬剤防除に加え、枯れ枝剪除を組み合わせることにより、防除効果の高まることが明らかとなった。

引用文献

- 安楽又純. 1984. *Diaporthe medusaea* Nitschke による小黒点病に対する柑橘品種の罹病性. 山口県農試研報. 36: 37-40
- 平塚伸・久保達也・高木知世・越智真由美・松島二良. 2004. 温州ミカンの摘果時期と食味との関係. 日本食品科学工学会誌. 51: 708-711

- 井上久夫. 2003. 後期重点摘果による早生ウンシュウの高品質安定生産. 近畿中国四国地域における新技術(新技術). 172-174
- 井上一男・西ヶ谷昭三. 1963. 柑橘黒点病に関する研究(II) 枯枝の病原並に発生生態について. 関西病虫研報. 5: 27-29
- 森田昭・永野道昭. 1987. カンキツ小黒点症の防除. 九州病虫研報. 33: 84-87
- 村本和之・東浦祥光. 2014. *Colletotrichum acutatum* によるカンキツ小黒点病(病原追加). 日植病報. 80: 273
- 農林水産省生産局編. 2001. 黒点病. 病虫害発生予察事業の実施について発生予察事業の調査実施基準. 139-141
- 坂口徳光・禧久保. 1990. 極早生温州における傷害果の発生と対策(1) 症状の分類と発生の特徴. 九州病虫研報. 36: 59-63
- 佐々木篤. 1965. 温州ミカン果実に診ける黒点病の後期感染. 日植病報. 30: 246-252
- 牛山欽司・倉本孟. 1975. カンキツの小黒点病(新称) -被害と病原-. 植物防疫. 29: 283-287
- 山田峻一・太田光輝. 2002. 黒点病. 農業総覧 原色病虫害診断防除編. 5: 13-19
- 山田峻一・辻雅人. 2003. 小黒点病. 農業総覧 原色病虫害診断防除編. 5: 157-158 の2

黒毛和種繁殖雌牛の改良に関する研究

大元 義彦*・山本 幸司

Genetic improvement of Japanese black cattle breeding cows in Yamaguchi Prefecture

Yoshihiko OHMOTO, Kouji YAMAMOTO

Abstract: We analyzed the ancestry, body metrics and other characteristics, and efficiency of meat production in breeding cows of Japanese black cattle in Yamaguchi prefecture. We then examined the breeding criteria used in the original and improved cattle production system. Similar to survey results gained three years ago, our pedigree analysis indicated that "Hirashigekatsu" (sire bull) fathered most of the offspring, but this proportion was less than from three years ago. Other pedigree data showed that the proportion of relatively young bulls increased, as did the population of breeding cows. System configuration survey data was not significantly different from data obtained three years ago. "Tottori type" breeding cows were generally superior to the other types in all body characteristics and in meat production. Based on body characteristics and meat production analysis, new breeding criteria and fattening strategies for cattle production were developed.

Key Word : ancestry, structure of pedigree system, cross

キーワード : 血統構成、系統構成、交配

緒言

県内外の改良情報や県外の種雄牛精液は、近年の情報網の発達や輸送技術の向上により、容易に入手できる時代になった。そのため、農家は幅広い交配による牛づくりができるようになった。一方、交配する種雄牛の選択で農家に困惑が見られたりしている。以上のことから、当研究室では、2012 から2015 年度まで「県内黒毛和種繁殖雌牛の血統構成調査と交配に関する研究」を行い、県内の系統構成状況等を調査するとともに、産肉成績の分析結果から肥育もと牛生産用の交配判断基準を検討した。

しかしながら、現在の黒毛和種の改良は、産肉能力の向上が特に重視されている一方、黒毛和種の分娩間隔が横ばいで推移するなど、繁殖能力等の種牛性の改良の停滞が懸念されている。

また、改良は日進月歩で常に進んでおり、それに伴い、農家が飼養する牛も更新により変化するため、改良の方向性を検討する際には、血統、系統、産肉能力等の定期的な状況把握が必要である。

このような状況から、県内の繁殖雌牛の血統、系統、種牛性及び産肉能力の状況を調査し、農家の困惑の解消と「やまぐち和牛」の生産基盤の強化につなげるため、本研究を行ったので報告する。

材料および方法

1 県内繁殖雌牛における血統及び系統構成の調査

県内生存雌牛データ (2015 年調査、(公社)山口県畜産振興協会より提供) 4,075 頭分を用いて、血統及び系統構成を調査した。

なお、系統分類は、従来から一般的に行われている父牛の系統で調査対象牛の系統を判断する方法を用いた。

2 県内黒毛和種における種牛性の調査

県内生存雌牛データ、分娩間隔育種価 (2015年4 月評価、(公社)山口県畜産振興協会より提供) 及び登録審査データ (2012 ~2014 年登録分、(公社)山口県畜産振興協会より提供) を用いて、1 による分類後、父牛と母方祖父牛の系統毎に登録得点、平均分娩間隔、

*現在：畜産振興課

初産月齢、分娩間隔育種価及び登録審査の各項目を調査した。

3 県内繁殖雌牛における産肉成績の調査

県内枝肉情報（2015年度山口県分、枝肉情報全国データベース）を用いて、1による分類で、繁殖雌牛と交配種雄牛のそれぞれの系統別掛け合わせ毎に枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪の厚さ、推定歩留及び脂肪交雑（BMS）を調査した。

4 交配判断基準の検討

2及び3の結果から、繁殖もと牛生産用及び肥育もと牛生産用の交配判断基準を検討した。

結果

1 県内繁殖雌牛における血統及び系統構成の調査

繁殖雌牛の血統構成を第1表に示した。

2012年の調査では、父牛が「平茂勝」が28.5%、で最も多く、次いで「北国7の8」が6.0%、「安平」が5.1%であった。

また、2015年の血統構成の調査でも、父牛が「平茂勝」が17.1%で最も多く、次いで「百合茂」6.8%、「安福久」が6.6%であった。

両年とも父牛が「平茂勝」の繁殖雌牛が最多であるが、構成割合は約10%減少していた。併せて、2番目、3番目の父牛は「百合茂」と「安福久」に変わっていた。

第1表 繁殖雌牛の血統構成

2015年調査			2012年調査（参考）		
繁殖雌牛の父牛	父牛の生年	割合	繁殖雌牛の父牛	父牛の生年	割合
1 平茂勝	1990年	17.1%	平茂勝	1990年	28.5%
2 百合茂	1999年	6.8%	北国7の8	1984年	6.0%
3 安福久	2001年	6.6%	安平	1989年	5.1%
4 安茂勝	1999年	4.7%	福栄	1993年	4.0%
5 安平	1989年	4.3%	美津福	1992年	3.2%
6 勝忠平	1998年	3.8%	安茂勝	1999年	3.1%
7 福栄	1993年	3.6%	美津神	1998年	2.7%
8 第1花国	1993年	3.4%	第1花国	1993年	2.6%
9 東平福	1998年	2.9%	勝忠平	1998年	2.3%
10 美津神	1998年	2.9%	東平福	1998年	1.8%
その他		44.0%	その他		40.7%

系統構成の調査では、2012年は、「鳥取系」が45.2%で最も多く、次いで「兵庫系」が36.9%、「島根系」が17.9%であった。2015年も「鳥取系」が43.7%で最も多く、次いで「兵庫系」が38.5%、「島根系」が17.8%であり、3年間で系統構成はほとんど変化していない。（第2表）。

第2表 繁殖雌牛の系統構成

2015年調査		2012年調査（参考）	
繁殖雌牛の系統	割合	繁殖雌牛の系統	割合
1 鳥取	43.7%	鳥取	45.2%
2 兵庫	38.5%	兵庫	36.9%
3 島根	17.8%	島根	17.9%

2 県内繁殖雌牛における種牛性の調査

種牛性の調査結果を第3～5表に示した。

父牛系統内で見ると、「鳥取系」では初産月齢、平均分娩間隔育種価及び審査項目の「後軀」で母父系統間に有意差が見られた。

「島根系」では登録得点、平均分娩間隔及び審査項目の「均称」で母父系統間に有意差が見られた。

「兵庫系」では登録得点、平均分娩間隔、審査項目の「体積」、「前軀」、「中軀」、「後軀」、「均称」、「肢蹄歩様」及び「品位」で母父系統間に有意差が見られた。

父牛系統毎に見ると、一般的に増体が優れる「鳥取系」で登録得点、初産月齢が優れる結果となった。また、繁殖能力の指標の1つである分娩間隔でも、「鳥取系」が優れる結果となった。（公社）全国和牛登録協会が報告している、分娩間隔に影響を与えられている「肩付」、「体上線」、「体の品位」、「被毛の密度・質」、「乳房の質」及び「骨味」は、審査項目の「均称」、「品位」、「資質」及び「乳徴」の対象であり、「鳥取系」が概ね優れる結果となった。

黒毛和種繁殖雌牛の改良に関する研究

第3表 鳥取系繁殖雌牛における系統別の種牛性

繁殖雌牛 父 母父 系統 系統	頭数	登録得点 (点)	平均 分娩間隔 (日)	初産月齢 (か・月)	分娩間隔 育種価 (日)	登録時の審査項目 (減率審査、下段の数値は雌の普通の減率、%)									
						体積 20	前軀 18	中軀 16	後軀 22	均称 20	肢蹄歩様 22	品位 20	頭頸 20	資質 20	乳徴 20
鳥取	245	81.1	435.0	26.1 ^a	-5.7^a	19.1	16.9	14.5	21.1 ^{ab}	19.0	21.6	18.9	21.7	18.7	19.5
鳥根	384	81.2	430.7	25.9 ^{ab}	-3.3 ^b	19.0	16.7	14.3	20.9^a	19.1	21.6	18.9	21.6	18.5	19.5
兵庫	1,152	81.3	427.9	25.0^b	-5.4 ^a	19.1	17.0	14.5	21.3 ^b	19.1	21.7	18.9	21.7	18.6	19.4
小計 平均	1,781	81.2	429.4	25.3	-5.0	19.1	16.9	14.4	21.1	19.1	21.6	18.9	21.7	18.6	19.4

※同列の異符号間に有意差あり (t 検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

第4表 島根系繁殖雌牛における系統別の種牛性

繁殖雌牛 父 母父 系統 系統	頭数	登録得点 (点)	平均 分娩間隔 (日)	初産月齢 (か・月)	分娩間隔 育種価 (日)	登録時の審査項目 (減率審査、下段の数値は雌の普通の減率、%)									
						体積 20	前軀 18	中軀 16	後軀 22	均称 20	肢蹄歩様 22	品位 20	頭頸 20	資質 20	乳徴 20
鳥取	279	81.0^a	439.6	25.2	-1.4^a	19.0	17.0	14.5	21.2	19.0^a	21.6	18.9	21.6	18.7	19.8
島根	34	80.4 ^b	446.5	25.1	2.6 ^b	20.6	17.6	15.6	22.0	21.0 ^b	22.6	20.2	22.0	18.0	19.8
兵庫	413	80.7 ^b	434.5	25.6	1.3 ^b	19.1	16.9	14.4	21.3	19.1 ^a	21.8	19.1	21.8	18.6	19.4
小計 平均	726	80.8	436.8	25.4	0.5	19.1	17.0	14.5	21.3	19.1	21.7	19.0	21.7	18.6	19.7

※同列の異符号間に有意差あり (t 検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

第5表 兵庫系繁殖雌牛における系統別の種牛性

繁殖雌牛 父 母父 系統 系統	頭数	登録得点 (点)	平均 分娩間隔 (日)	初産月齢 (か・月)	分娩間隔 育種価 (日)	登録時の審査項目 (減率審査、下段の数値は雌の普通の減率、%)									
						体積 20	前軀 18	中軀 16	後軀 22	均称 20	肢蹄歩様 22	品位 20	頭頸 20	資質 20	乳徴 20
鳥取	1,087	81.1^a	430.9	25.4	-2.1^a	19.0^a	16.9^a	14.5^a	21.3^a	19.2^a	21.9 ^a	19.0^a	21.7	18.3	19.2
島根	306	80.6 ^b	445.3	26.1	0.8 ^b	19.5 ^b	17.5 ^b	14.9 ^b	21.9 ^b	19.6 ^b	21.8^a	19.3 ^a	21.7	18.4	19.4
兵庫	174	80.7 ^b	433.7	25.4	-0.1 ^b	20.0 ^b	18.1 ^b	15.3 ^b	22.2 ^b	20.1 ^b	22.3 ^b	19.8 ^b	21.8	18.5	19.4
小計 平均	1,567	80.9	434.1	25.6	-1.3	19.2	17.1	14.6	21.5	19.3	21.9	19.1	21.7	18.4	19.3

※同列の異符号間に有意差あり (t 検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

3 県内繁殖雌牛における産肉成績の調査

産肉成績の調査結果を第6～8表に示した。父牛系統ごとに見ると、「鳥取系」では枝肉重量、ばらの厚さ及びBMSが最も良かった。一方、「兵庫系」ではロース芯面積、皮下脂肪の厚さ及び推定歩留が最も良かった。

このことから、「鳥取系」は増体と脂肪交雑の能力に優れることが分かった。また、「兵庫系」はロース芯面積や歩留が優れており、枝肉市場で評価される枝肉の体型、いわゆる「和牛らしい」体型になる傾向があることが分かった。

父牛系統内で見ると、「鳥取系」では枝肉重量、ロース芯面積、皮下脂肪の厚さ、推定歩留及びBMSで有意差が見られた。

「島根系」では枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さ、推定歩留及びBMSで、「兵庫系」では枝肉重量及びばらの厚さで有意差が見られた。

第6表 鳥取系繁殖雌牛における交配種雄牛系統別の産肉成績

繁殖雌牛 系統	交配種雄牛 系統	頭数	枝肉重量 (kg)	ロース 芯面積 (cm ²)	ばら厚さ (cm)	皮下 脂肪厚 (cm)	推定歩留	BMS (No.)	BCS (No.)
	島根	243	475.15^b	58.91^b	7.78	2.86 ^b	73.75 ^{ab}	6.57^b	3.84 ^a
	兵庫	387	459.92 ^a	58.48 ^b	7.72	2.66^a	74.01^b	6.44 ^{ab}	3.64^b
	小計	961	464.00	57.55	7.76	2.72	73.82	6.39	3.75

※同列の異符号間に有意差あり (t 検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

第7表 島根系繁殖雌牛における交配種雄牛系統別の産肉成績

繁殖雌牛系統	交配種雄牛系統	頭数	枝肉重量	ロース芯面積	ばら厚さ	皮下脂肪厚	推定歩留	BMS	BCS
			(kg)	(cm ²)	(cm)	(cm)			
島根	鳥取	223	470.22 ^a	56.33 ^a	7.85 ^a	2.79	73.58 ^a	6.34 ^{ab}	3.80 ^a
	島根	23	448.30 ^{ab}	54.57 ^a	7.35 ^{ab}	3.01	73.10 ^a	5.48 ^b	3.91 ^a
	兵庫	102	447.01 ^b	59.99 ^b	7.49 ^b	2.61	74.27 ^b	6.60 ^a	3.55 ^b
	小計	348	461.97	57.29	7.71	2.75	73.75	6.36	3.73

※同列の異符号間に有意差あり(t検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

第8表 兵庫系繁殖雌牛における交配種雄牛系統別の産肉成績

繁殖雌牛系統	交配種雄牛系統	頭数	枝肉重量	ロース芯面積	ばら厚さ	皮下脂肪厚	推定歩留	BMS	BCS
			(kg)	(cm ²)	(cm)	(cm)			
兵庫	鳥取	495	467.03 ^a	57.61	7.80 ^a	2.64	73.89	6.22	3.71 ^a
	島根	193	462.25 ^a	57.60	7.55 ^b	2.73	73.70	6.26	3.82 ^b
	兵庫	68	438.14 ^b	58.15	7.40 ^a	2.59	74.09	6.09	3.68 ^{ab}
	小計	756	463.21	57.65	7.70	2.66	73.86	6.22	3.73

※同列の異符号間に有意差あり(t検定、 $p < 0.05$)、また、各項目で最も優れる値を太字で表示

4 交配判断基準の検討

2の結果から、種牛性の主要因で、特に顕著な差が見られた分娩間隔育種価に注目して繁殖もと牛生産用の交配判断基準を検討した。

父牛(交配種雄牛)が「鳥取系」では、分娩間隔育種価は、母方祖父牛が「鳥取系」及び「兵庫系」で有意に短くなり、母方祖父牛が「島根系」では有意差はないものの、-3.3と短くなる傾向があったこと、父牛が「島根系」及び「兵庫系」では、母方祖父牛が「鳥取系」で有意に短くなったことから、第9表のとおりとした。

また、3の結果から、枝肉価格の主要因である枝肉重量とBMSに注目して肥育もと牛生産用の交配判断基準を検討した。BMSは有意差が見られたものの、4等級内の差であったため、特に枝肉重量に注目したところ、父牛が「鳥取系」では交配種雄牛が「島根系」で、父牛が「島根系」では交配種雄牛が「鳥取系」で、父牛が「兵庫系」では交配種雄牛が「鳥取系」及び「島根系」で枝肉重量が有意に高くなったことから、第10表のとおりとした。

第9表 繁殖もと牛生産用の交配判断基準

		交配種雄牛		
		鳥取系	島根系	兵庫系
繁殖雌牛	鳥取系	◎	◎	◎
	島根系	○		
	兵庫系	◎		

※◎は有意差があるもの、○は有意差がなく傾向が確認できたものを表示

第10表 肥育もと牛生産用の交配判断基準

		交配種雄牛		
		鳥取系	島根系	兵庫系
繁殖雌牛	鳥取系		◎	
	島根系	◎		
	兵庫系	◎	◎	

※◎は有意差があるもの、○は有意差がなく傾向が確認できたものを表示

考 察

県内の各種データを用いて状況を分析し、現状における交配基準を検討したが、次のステップとして、国や県の目標や、枝肉市場の相場等を鑑み、今後の改良の方向性を考える必要がある。

国や県の家畜改良増殖目標（国は2015年、県は2016年策定）は、いずれも生産効率の向上のため、増体性と繁殖性の能力の向上を目標としている。一方、脂肪交雑の能力は現状維持としている（第11～12表）。

第11表 国の家畜改良増殖目標における目標値

項目	現在	目標（2025年度）
雄牛育種価（日齢枝肉重量）	495 g/日	567 g/日
〃（脂肪交雑）	BMS No. 5.8	±0
繁殖雌牛（初産月齢）	24.4か月	23.5か月
〃（分娩間隔）	13.3か月（405日）	12.5か月（380日）
〃（子牛生産指数）	2.77	2.96
〃（体高）	130 cm	130 cm
〃（胸囲）	187 cm	190 cm
〃（かん幅）	47 cm	48 cm
〃（体重）	487 kg	520 kg

第12表 県の家畜改良増殖目標における目標値

項目	現在	目標（2025年度）
去勢肥育もと牛の能力（肥育終了体重）	766 kg	740 kg
〃（脂肪交雑）	482 kg	480 kg
〃（1日平均増体重）	0.78 kg/日	0.86 kg/日
〃（肉質等級）	3.8	3～4
繁殖雌牛（初産月齢）	25.7か月	23.5か月
〃（分娩間隔）	13.8か月（421日）	12.5か月（380日）
〃（体高）	130 cm	130 cm
〃（胸囲）	187 cm	190 cm
〃（かん幅）	47 cm	48 cm
〃（体重）	422 kg	520 kg

枝肉市場では、子牛価格の高騰による枝肉価格の上昇から、牛肉流通では大きなパーツで販売していた部位を、「イチボ」や「ミスジ」等のように細分化して販売し、価格の転嫁を行っている。そのため、枝肉重量が小さいものや歩留まりが低いもの（枝肉のハリがないもの）は枝肉価格が伸びない傾向がある。

一方、枝肉単価は、胸最長筋（ロース芯）内の脂肪交雑だけでなく、僧帽筋、広背筋等の胸最長筋の周囲筋や腿の脂肪交雑状態によって変動する。また、近年、牛肉のおいしさの指標の1つとして注目され、第11回全国和牛能力共進会では審査項目の1つとなった脂肪中の不飽和脂肪酸の含有量は、脂肪の質を評価する基準となっており、一般出荷でそれを測定する市場も出てきている。

枝肉成績では、枝肉価格形成の主要因である枝肉重量、脂肪交雑と、ロース芯面積で、本県は全国平均を

下回っているが、その他の項目は同程度である（第13表）。

第13表 牛枝肉格付成績による比較（2016年度、去勢）

項目	全国	山口県
枝肉重量	492.7 kg	487.3 kg
胸最長筋面積	61.2 cm ²	59.6 cm ²
ばらの厚さ	8.0 cm	7.9 cm
皮下脂肪の厚さ	2.5 cm	2.5 cm
歩留基準値	74.3	74.1
BMS	No. 6.9	No. 6.6
BCS	No. 3.7	No. 3.6
締まり・きめ	4.2	4.1
BFS	No. 2.9	No. 3.0

種牛性では、繁殖雌牛の体型値でほぼ同一であるものの、体重に差がある。また、繁殖能力では、初産月齢、分娩間隔ともに全国平均を下回っている。

以上のことから、黒毛和種に求められるものは、産肉能力で言えば枝肉重量、脂肪交雑、歩留まり、ロース芯面積及び脂肪中の不飽和脂肪酸含有量であり、種牛性では初産月齢や分娩間隔等の繁殖能力である。登録での審査項目で言えば「体積」、「均称」、「品位」、「資質」及び「乳徴」である。

よって、繁殖雌牛では、産肉能力と種牛性の改良を進めるため、枝肉重量、脂肪交雑の成績と繁殖能力や審査項目で優れる「鳥取系」を中心として改良を進めることが良いと考えられる。また、「鳥取系」は体積の審査項目が優れていることから、体格が大きく、分娩事故の低減にもつながる。

一方、種雄牛では、産肉能力を重視し、歩留まりやロース芯面積が良い傾向にあった「兵庫系」を中心に造成すると良いと考えられる。特に、脂肪中の不飽和脂肪酸含有量が高いと言われる血統を活用すると、おいしさの改良にもつながる。

さらに、「鳥取系」中心の繁殖雌牛に、「兵庫系」中心の種雄牛を交配すると雑種強勢の効果も期待できる。

しかしながら、同じ血統、系統の繁殖雌牛でも、相性の良い血統、系統が個体毎に異なるため、個別に相性を把握し、それに基づいた交配、改良を進めることも重要である。

今回、県内繁殖雌牛における血統の構成調査で、「平茂勝」以降に来る種雄牛が「百合茂」や「安福久」等の若いものになっており、繁殖雌牛の更新が進んでいることが分かった。改良は日進月歩で毎日進んでおり、若い世代は相対的に能力が高いため、引き続き、繁殖雌牛の更新が計画的に進んでいることを確認していく

必要がある。種雄牛については、若い世代の繁殖雌牛から造成していく必要がある。

また、産肉成績や繁殖成績の改善のためには、血統や系統に代表される牛の能力(遺伝要因)だけでなく、適切な飼養管理を行い、環境の影響(環境要因)を最小限にとどめることにより、牛の能力を最大限に発揮させることが重要である。

改良による牛の変化、消費者ニーズの変化で、改良の方向性や血統、系統の状況が常に変化していくため、本研究は継続的に行い、定期的に、現状分析、交配判断基準や改良の方向性を検討していく必要がある。

(公社)山口県畜産振興協会. 分娩間隔育種価2015 年4月評価

(公社)全国和牛登録協会. 2012. 和牛の繁殖能力向上に向けて

摘 要

県内黒毛和種に関するデータを用いて、県内繁殖雌牛の血統及び系統構成、種牛性並びに産肉能力の分析を行った。さらにその結果から、繁殖もと牛生産用及び肥育もと牛生産用の交配判断基準を検討した。

血統構成調査では、3年前の調査結果と同様に、父が「平茂勝」であるものが最多であったが、その割合は減少していた。また、「平茂勝」の次に来た父牛は、「百合茂」や「安福久」など1990年代のものに変わっており、繁殖雌牛の更新が進んでいることが分かった。

系統構成調査では、3年前の調査結果と変わらなかった。

種牛性及び産肉能力では、「鳥取系」の繁殖雌牛が概ね優れていることが分かった。

種牛性及び産肉能力の分析結果から、繁殖もと牛生産用、肥育もと牛生産用それぞれの交配判断基準を作成した。

引用文献

枝肉情報全国データベース. 県内枝肉情報(2015 年度山口県分)

(公社)日本食肉格付協会. 2016 年度牛枝肉格付成績
農林水産省. 2015. 国の家畜改良増殖目標. 農林水産省. 2017. 家畜改良増殖をめぐる情勢. 山口県. 2016. 山口県の家畜改良増殖目標

(公社)山口県畜産振興協会. 登録審査データ2012 ~ 2014 年登録分

(公社)山口県畜産振興協会. 県内生存雌牛データ2015 年調査分

酒粕を活用した肉豚肥育技術に関する検討

佐藤 正道・廣中 智希*・岡崎 亮

Utilization of Sake Lees Feed to Fatten Swine

Masamichi SATO, Tomoki HIRONAKA and Akira OKAZAKI

Abstract: The production of Sake has increased in Yamaguchi Prefecture, concomitant with increased generation of its by-product, Sake Lees. To facilitate the effective use of Sake Lees, we investigated the effectiveness of feeding fresh Sake Lees to fatten swine. For the different treatments, fresh Sake Lees (chopped or block-type) was added to basal feed at concentrations of 10%, 20%, and 30% on a fresh-matter (FM) basis. Feed treatment did not significantly affect average daily feed intake, final body weight, average daily weight gain, carcass weight, back-fat thickness, cooking loss of meat, shear force value, and meat color. The fatty acid composition of meat was not affected by feed components. Compared with the control, amino acid content related to the taste of the meat decreased significantly following fresh Sake Lees feed. However, evaluation of the taste intensity of meat using a taste sensor did not reveal such an effect. These results suggest that fresh Sake Lees supplementation resulted in growth and meat product quality equal to that of the commercial diet.

Key Word: taste sensor, fresh Sake Lees, growth performance, meat quality,

キーワード: 味覚センサー、生酒粕、発育特性、肉質

緒言

肉豚生産における飼料費の占める割合は高く、その多くは海外からの輸入に頼っており、また価格は穀物相場、為替レートや海上運賃等に左右されることから、飼料自給率の向上は大変重要である。畜産分野においては食品残さや未利用資源の飼料化（エコフィード）が推進されており、エコフィード活用のための研究は数多く実施されている。本県では日本酒の生産が拡大されているが（国税庁統計情報（酒税））、そこから排出される酒粕については、多くのメーカーでその処理に苦慮している。

そこで、本研究では、本県で排出される酒粕を用いて、市販配合飼料に混合して肥育豚に給与し、発育、産肉性、脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量および豚肉の味覚評価を行い、酒粕給与の影響を調査するとともに、酒粕の常温での保存性について調査した。

本研究において 下関酒造株式会社（下関市）および株式会社はつもみぢ（周南市）に酒粕を提供してい

*現在：(有) 鹿野ファーム

ただいた。肉質分析については地方独立行政法人山口県産業技術センター企業支援部食品技術グループ（宇部市）有馬秀幸氏、山下彩代氏にご助言いただいた。ここに深甚なる謝意を表す。

材料および方法

1 飼料原料

本研究では、蒸米仕込み（以下、「蒸米粕」）および液化仕込み（以下、「液化粕」）のそれぞれの製法から発生する酒粕を使用し、乾燥せずそのままの状態で市販配合飼料に混合する飼料原料とした。

2 市販配合飼料および酒粕の飼料一般成分、酒粕の糖、アルコール含量の分析

酒粕は60℃で18時間乾燥し、試験に用いる配合飼料はそのまま分析に供した。飼料成分は飼料分析基準に基づき行った。酒粕の糖およびアルコール含量は、50 mL 容メスフラスコに酒粕を5 g 採取し、蒸留水で

希釈し遠心分離した後、上澄み液を分析試料とし、HPLC 使用カラムは、昭和電工の SUGAR —SH1001、移動相として 0.01 N 硫酸を用い、カラム温度 50°C、流速 1 mL/min 示差屈折計で測定した。

3 給与試験

1) 生酒粕（蒸米粕）の細断混合給与による肉豚肥育

供試豚は農林総合技術センター畜産技術部で生産された三元交雑豚（LWD）20 頭を用い、市販配合飼料を給与した対照区 5 頭（雄 3 頭、雌 2 頭）、市販配合飼料を生酒粕（蒸米粕）で 10%、20%、30%置き換え、生酒粕と市販配合飼料を均一になるように混ぜた試験飼料を給与した試験区各 5 頭（雄 3 頭、雌 2 頭）を配分し、飼料は不断給餌で 2015 年 12 月 19 日から 2016 年 3 月中の各試験区肥育終了日（体重 105 kg 到達日）まで調査を実施した。その後と畜し、供試豚全頭の枝肉調査および肉質分析を行った。

2) 生酒粕（液化粕）の細断混合給与による肉豚肥育

供試豚は農林総合技術センター畜産技術部で生産された三元交雑豚（LWD）16 頭を用い、市販配合飼料を給与した対照区 4 頭（雄 2 頭、雌 2 頭）、市販配合飼料を生酒粕（蒸米粕）で 10%、20%、30%置き換え、生酒粕と市販配合飼料を均一になるように混ぜた試験飼料を給与した試験区各 4 頭（雄 2 頭、雌 2 頭）を配分し、水と飼料は不断給餌で 2016 年 4 月 14 日から 7 月中の各試験区肥育終了日（体重 105 kg 到達日）まで調査を実施した。その後と畜し、供試豚全頭の枝肉調査および肉質分析を行った。

3) 生酒粕（蒸米粕、液化粕）の省力給与による肉豚肥育

供試豚は農林総合技術センター畜産技術部で生産された三元交雑豚（LWD）を用い、市販配合飼料を給与した対照区 4 頭（雄 2 頭、雌 2 頭）と市販配合飼料を生酒粕で 20%、30%置き換え、生酒粕をブロック状のまま配合飼料の上に乗せた試験飼料を給与した試験区各 4 頭（雄 2 頭、雌 2 頭）を配分し、水と飼料は不断給餌で 2017 年 3 月 30 日から 6 月中の各試験区肥育終了日（体重 105 kg 到達日）まで調査を実施した。その後と畜し、供試豚全頭の枝肉調査および肉質分析を行った。

4 肉質分析、胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成の分析および胸最長筋の遊離アミノ酸分析

水分、加熱損失、剪断力価、肉色については、供試

豚から採取した背脂肪付胸最長筋を用いて分析した。水分は常圧加熱乾燥法で分析した。加熱損失は 2 cm×2 cm×5 cmの試料をビニール袋に入れ、70°C恒温槽で 1 時間加熱後、ペーパータオルで水分を除去して秤量して測定した。剪断力価は Waner-Bratzler 硬度計を、肉色は色差計を用いてそれぞれ測定した。また、背脂肪（内層および外層を含む）と胸最長筋内脂肪を採取し、脂肪融点は上昇融点法により測定し、脂肪酸組成は、試料を Folch 法で抽出し、ナトリウムメトキシドを用いてメチルエステル化し、ガスクロマトグラフィシステム（株）島津製作所、GC-2014）で分析を行った。胸最長筋の遊離アミノ酸は、スルホサリチル酸で除蛋白後、全自動アミノ酸分析装置（日本電子（株）、JLC-500/V2）で分析した。

5 味覚評価

味覚評価については、味認識装置（株）インテリジェントセンサーテクノロジー、TS-5000 Z-YG）を用いて行った。センサーには食品用 5 種（旨味 AAE、塩味 CT0、酸味 CA0、苦味 CO0、渋味 AE1）を用いた。評価項目は、先味（口に入れた瞬間の味わい）の「旨味」、「塩味」「酸味」、「苦味雑味」、「渋味刺激」および後味（口の中に残る味の余韻）の「旨味コク」、「苦味」、「渋味」の合計 8 項目について評価した。分析試料は、皮と脂肪を除去した豚肉 48 g に、蒸留水 352 g を加え攪拌し、60 分間沸騰させた後、4°Cまで冷却し、ろ紙（No. 131）でろ過してろ液を分析に供した。

6 官能評価

官能評価は、一般消費者（25 名、平均年齢 41.1 才、男子 14 名、女子 9 名）を対象とし、食品官能評価ガイドラインに基づき、赤身と脂肪について対照区の豚肉と比較した。なお、評価は 5 段階とし、対照区の豚肉を基準の 0 点と設定し、試験豚について -2 点、-1 点、0 点（差がない）、+1 点、+2 点により各項目を評価し、その値を平均した。

7 酒粕の保存性および採食性の調査

酒粕の保存性を調査するため、蒸米粕および液化粕をプラスチック製容器に詰め、乳酸菌添加区には乳酸菌（サイマスター・AC）を規定の割合で添加し、空気を抜いた後ビニールを被せ半年間簡易密閉し、酒粕の継時変化を観察した。また、保存後の酒粕を農林総合技術センター畜産技術部で生産された三元交雑豚

(LWD) 肥育後期 (雄 2 頭、雌 2 頭) のうち 2017 年 11 月 13 日から 11 月 27 日までの 14 日間給与し、採食性を調査した。

8 差の検定

給与試験における両区間の調査項目の有意差検定については多重比較検定にて行った。

結果および考察

1 酒粕の成分

酒粕の成分値を第 1 表に示した。液化粕が蒸米粕に比べ、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維および灰分が多く、可溶性無窒素物 (NFE) は蒸米粕の方が多かった。推定 TDN は、蒸米粕に比べ液化粕の方が高く、糖 (マルトース、グルコース) およびエタノールは、液化粕に比べ蒸米粕の方が高かった。

2 生酒粕の細断混合給与による肉豚肥育

1) 蒸米粕給与

蒸米粕の細断混合給与による肉豚の発育および枝肉成績を第 2 表に示した。日増体量、飼料摂取量および飼料要求率は、各処理区間で有意な差が無かった。また、枝肉重量、枝肉歩留および背脂肪厚も同様に有意な差は無かった。配合飼料費は蒸米粕の給与割合が増加するにつれ減少したことから、蒸米粕給与による飼料費の削減効果が示唆された。

2) 液化粕給与

液化粕の細断混合給与による肉豚の発育および枝肉成績を第 3 表に示した。日増体量、飼料摂取量および飼料要求率は、各処理区間で有意な差が無かった。枝肉重量、枝肉歩留および背脂肪厚も同様に有意な差は無かった。配合飼料費は液化粕給与により減少したことから、液化粕給与による飼料費の削減効果が示唆された。

3 生酒粕の省力給与による肉豚肥育

1) 発育および枝肉成績

蒸米粕および液化粕の省力給与による肉豚の発育および枝肉成績を第 4 表に示した。日増体量、飼料摂取量および飼料要求率は、各処理区間で有意な差が無かった。また、枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚も同様に有意な差は無かった。配合飼料費は給与割合が増加するにつれ、減少したことから、酒粕給与による飼料費

の削減効果が示唆された。

2) 肉質成績

肉質成績を第 5 表に示した。水分、加熱損失および剪断力価は、各処理区間で有意な差が無かった。肉色について、L*は有意な差が無かったが、a*は対照区と比べ液化粕 30%区で低くなり、青緑色が強くなることが示唆された。

3) 胸最長筋内脂質の粗脂肪含量、背脂肪 (内層、外層) と胸最長筋内脂質の脂肪融点および脂肪酸組成

各部位の脂肪融点および脂肪酸組成を第 6、7、8 表に示した。それぞれの項目について処理区間で有意な差が無かった。河野 (1996) らは C18 :2 /18 :0 比と軟脂との関係を示しており、0.54 以下の豚を生産することが脂肪評価で枝肉格付が落ちない一つの基準であると報告している。本研究においては、軟脂豚で格落ちした豚は無く、脂肪内層、脂肪外層、筋肉内で 0.26 ~0.57 であり、それぞれ有意な差が無かったことから、酒粕給与による豚枝肉格付上、軟脂の発現性は少ないと考える。

4) 胸最長筋中の遊離アミノ酸およびジペプチド (アンセリン、カルノシン) 含量

胸最長筋中の遊離アミノ酸およびジペプチド含量を第 9 表に示した。旨味に関連しているとされるアミノ酸のうち、セリンやグルタミン酸は、対照区で有意に多かった。苦味に関連しているとされるアルギニンは、対照区で有意に多かった。アンセリンおよびカルノシン含量は、各処理区間で有意な差が無かった。

5) 味覚評価

味認識装置による味覚評価について第 1 図に示した。対照区の推定値を 0 として試験区の味強度を数値で表した。味認識装置は推定値が 1 違えば人が味の違いとして識別されるとされるが、今回の結果では酒粕給与による味覚の変化は 1 未満であり、識別可能な差は認められなかった。

6) 官能評価

官能検査における評価項目の設定を第 10 表、官能評価結果を第 2 図に示した。赤身では、試験区において、香り、風味および旨味の評価が良かった。脂肪では、試験区において、やわらかさ、好ましさおよび甘みの評価が良かった。官能評価の結果から、酒粕給与により、特に香りや風味の改良効果が期待できると思われる。

4 常温簡易密閉保存した酒粕給与による肉豚肥育

(肥育後期のうち 14 日間給与)

1) 常温簡易密閉保存による酒粕の継時変化

常温半密閉保存した酒粕の pH の推移を第 3 図 に示した。蒸米粕および液化粕の pH は徐々に低下し、198 日目には 4.5 以下となった。また、乳酸菌製剤を添加した酒粕の pH の変化は、無添加とほぼ同様に推移しており、その効果は認められなかった。酒粕の継時変化を写真 1 に示した。蒸米粕では泥状化が進み、液化粕では褐色に変化した。

2) 発育成績

常温簡易密閉保存した酒粕給与による発育成績を第 11 表に示した。日増体量、飼料摂取量および飼料要求率は、各処理区間で有意な差が無かった。半年以上常温で簡易密閉保存した酒粕を配合飼料に混合し給与しても肉豚の採食性に問題はなく、発育に影響は無かった。

第 1 表 酒粕の成分値 (%)

区 分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	TDN	マルトース	グルコース	エタノール
蒸米仕込みの酒粕	66.0	7.3	0.6	25.3	0.6	0.2	30.2	2.5	16.1	10.6
	—	21.5	1.7	74.6	1.6	0.6	—	—	—	—
液化仕込みの酒粕	57.0	22.4	2.5	14.0	1.2	2.9	32.5	1.6	8.2	9.1
	—	52.1	5.8	32.6	2.7	6.8	—	—	—	—
(参考)										
H27.4~ H28.3	給与市販配合飼料 (前期)	12.8	14.6	5.7	59.0	3.9	4.1			
		—	16.7	6.6	67.6	4.4	4.7			
	給与市販配合飼料 (後期)	13.5	15.0	5.9	58.6	3.3	3.8			
		—	17.3	6.8	67.8	3.8	4.3			
H28.4~ H30.3	給与市販配合飼料 (前期)	12.5	16.6	4.0	59.0	3.3	4.6			
		—	19.0	4.5	67.4	3.8	5.2			
	給与市販配合飼料 (後期)	12.4	14.2	4.2	61.8	3.3	4.1			
		—	16.2	4.8	70.6	3.8	4.7			

上段：原物中、下段：乾物中

TDN=CP*0.78+2.25*EE*0.14+NFE*0.94+CF*0.93 で推定

第 2 表 細断混合給与による肉豚の発育及び枝肉成績

	対照区	蒸米粕		
		10%	20%	30%
開始時日齢 (日)	70.4 ± 4.9	70.4 ± 4.9	70.4 ± 4.9	70.4 ± 4.9
開始時体重 (kg)	29.6 ± 3.8	30.2 ± 3.4	30.0 ± 2.0	29.4 ± 2.3
終了時体重 (kg)	106.6 ± 1.5	108.2 ± 2.4	109.2 ± 3.1	107.6 ± 2.1
日増体量 (kg/日)	1.03 ± 0.06	1.05 ± 0.04	1.10 ± 0.15	1.10 ± 0.10
飼料摂取量 (kg/日)	3.31 ± 0.84	3.65 ± 0.84	3.68 ± 0.87	3.86 ± 0.91
飼料要求率	3.23	3.46	3.34	3.50
配合飼料費 (円)	19,144	17,493	15,689	14,409
枝肉重量 (kg)	69.9 ± 1.8	72.9 ± 2.5	72.4 ± 2.5	71.5 ± 1.9
枝肉歩留 (%)	65.5 ± 1.0	67.3 ± 0.8	66.3 ± 2.4	66.5 ± 1.1
背脂肪厚 (cm)	1.7 ± 0.3	2.0 ± 0.4	1.9 ± 0.3	2.3 ± 0.6

平均値±標準偏差 (n=5)

配合飼料費は、105kg到達までの配合飼料摂取量((混合飼料給与量-残餌量)*(100-酒粕代替率)/100)に65円/kgを乗じて算出
出荷日の前日を終了時として体重測定を実施

第 3 表 細断混合給与による肉豚の発育及び枝肉成績

	対照区	液化粕		
		10%	20%	30%
開始時日齢 (日)	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0
開始時体重 (kg)	30.0 ± 6.9	29.5 ± 3.1	29.8 ± 3.9	29.8 ± 5.6
終了時体重 (kg)	109.8 ± 1.0	106.3 ± 1.0	108.3 ± 2.9	107.8 ± 1.9
日増体量 (kg/日)	1.02 ± 0.06	1.00 ± 0.08	0.98 ± 0.10	1.01 ± 0.12
飼料摂取量 (kg/日)	3.07 ± 0.48	3.25 ± 0.57	3.07 ± 0.47	3.41 ± 0.54
飼料要求率	3.05	3.18	3.09	3.48
配合飼料費 (円)	18,183	15,978	15,650	16,286
枝肉重量 (kg)	70.8 ± 2.5	68.9 ± 1.4	70.0 ± 3.5	70.0 ± 3.0
枝肉歩留 (%)	64.5 ± 2.0	64.9 ± 1.3	64.6 ± 2.8	64.9 ± 2.4
背脂肪厚 (cm)	2.5 ± 0.5	2.3 ± 0.6	2.4 ± 0.6	2.5 ± 0.3

平均値±標準偏差 (n=4)

配合飼料費は、105kg到達までの配合飼料摂取量((混合飼料給与量-残餌量)*(100-酒粕代替率)/100)に65円/kgを乗じて算出
出荷日の前日を終了時として体重測定を実施

酒粕を活用した肉豚肥育技術に関する検討

第4表 省力給与による肉豚の発育及び枝肉成績

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
開始時日齢 (日)	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0	76.0 ± 0.0
開始時体重 (kg)	29.9 ± 2.1	29.8 ± 1.9	29.6 ± 3.5	30.0 ± 2.0	30.3 ± 2.5
終了時体重 (kg)	109.0 ± 2.3	107.4 ± 13.2	108.9 ± 8.4	109.8 ± 5.7	109.5 ± 13.2
日増体量 (kg/日)	1.03 ± 0.04	0.94 ± 0.15	0.94 ± 0.13	0.92 ± 0.07	0.90 ± 0.15
飼料摂取量 (kg/日)	3.16 ± 0.51	3.42 ± 0.50	3.48 ± 0.55	3.23 ± 0.43	3.12 ± 0.42
飼料要求率	3.08	3.66	3.69	3.53	3.47
配合飼料費 (円)	16,042	14,939	13,464	14,789	12,646
枝肉重量 (kg)	72.0 ± 1.1	71.6 ± 9.0	70.7 ± 8.0	73.9 ± 4.5	73.3 ± 9.0
枝肉歩留 (%)	66.0 ± 0.8	66.7 ± 2.0	64.8 ± 2.8	67.3 ± 1.3	66.9 ± 1.0
背脂肪厚 (cm)	2.5 ± 0.6	2.2 ± 0.6	2.1 ± 0.6	2.8 ± 1.1	2.4 ± 0.6

平均値±標準偏差(n=4)

配合飼料費は、105kg到達までの配合飼料摂取量に65円/kgを乗じて算出
出荷日の前日を終了時として体重測定を実施

第5表 省力給与による肉質成績 (胸最長筋)

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
水分 (%)	73.6 ± 1.0	72.3 ± 2.6	73.7 ± 0.8	72.4 ± 2.2	73.6 ± 1.6
加熱損失 (%)	29.0 ± 1.0	30.8 ± 1.2	29.6 ± 1.8	31.0 ± 2.2	29.4 ± 3.1
剪断力価 (kg/cm ²)	2.0 ± 0.5	1.5 ± 0.6	1.9 ± 0.3	1.7 ± 0.3	2.1 ± 0.4
L*	49.3 ± 4.5	47.0 ± 5.1	43.0 ± 5.1	45.9 ± 4.4	44.9 ± 6.5
肉色 a*	5.7 ± 0.8 ^a	6.5 ± 0.7 ^A	5.4 ± 0.4	5.5 ± 0.6	4.1 ± 0.7 ^{Bb}
b*	7.8 ± 1.4	8.5 ± 1.0 ^a	7.4 ± 1.2	7.2 ± 0.4	6.4 ± 0.4 ^b

平均値±標準偏差(n=4)

^{A,B} P<0.01, ^{ab} P<0.05

第6表 省力給与による脂肪酸組成 (脂肪内層)

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
脂肪融点 (°C)	34.0 ± 1.9	38.0 ± 4.1	36.4 ± 1.9	36.2 ± 2.8	35.6 ± 1.7
脂肪酸組成 (%)					
C14:0	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.4 ± 0.0	1.4 ± 0.1
C16:0	25.9 ± 0.4	25.5 ± 0.4	25.6 ± 0.4	26.2 ± 0.7	26.2 ± 1.1
C16:1	1.6 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.6 ± 0.1	1.8 ± 0.2	1.6 ± 0.2
C17:0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.1
C17:1	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1
C18:0	16.4 ± 1.4	17.5 ± 1.7	17.3 ± 0.7	15.5 ± 1.5	17.2 ± 0.9
C18:1	43.5 ± 0.5	43.5 ± 0.9	43.9 ± 1.8	44.1 ± 2.3	41.6 ± 1.5
C18:2 (n-6)	8.4 ± 1.4	7.8 ± 0.9	7.6 ± 0.9	8.2 ± 1.0	9.0 ± 0.7
C18:3 (n-3)	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
C20:0	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0
C20:1	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.0	0.9 ± 0.1
C20:2 (n-6)	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
C20:3 (n-6)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:4 (n-6)	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C20:3 (n-3)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:5 (n-3)	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
n-6/n-3	13.9 ± 0.2	13.5 ± 1.1	14.6 ± 1.0	15.3 ± 0.6	16.7 ± 3.1
C18:2/C18:0	0.52 ± 0.13	0.45 ± 0.11	0.44 ± 0.05	0.53 ± 0.07	0.52 ± 0.05

平均値±標準偏差(n=4)

第7表 省力給与による脂肪酸組成 (脂肪外層)

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
脂肪融点 (°C)	36.2 ± 1.8	37.9 ± 3.6	35.8 ± 1.7	34.3 ± 2.1	35.2 ± 2.0
脂肪酸組成 (%)					
C14:0	1.2 ± 0.0	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1
C16:0	25.3 ± 0.3	25.3 ± 0.5	25.1 ± 0.3	25.8 ± 0.9	25.6 ± 1.0
C16:1	1.6 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.2
C17:0	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.1
C17:1	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1
C18:0	15.8 ± 1.4	16.8 ± 1.4	16.7 ± 0.5	15.0 ± 1.1	16.2 ± 0.9
C18:1	44.5 ± 0.8	44.6 ± 0.8	44.6 ± 1.8	44.8 ± 1.3	43.2 ± 1.4
C18:2 (n-6)	8.6 ± 1.2	7.6 ± 0.6	7.9 ± 1.0	8.4 ± 0.7	9.1 ± 0.4
C18:3 (n-3)	0.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
C20:0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.1
C20:1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.1
C20:2 (n-6)	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.0
C20:3 (n-6)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:4 (n-6)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:3 (n-3)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:5 (n-3)	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
n-6/n-3	13.5 ± 0.6	14.9 ± 1.2	15.0 ± 0.7	15.5 ± 1.1	17.3 ± 3.1
C18:2/C18:0	0.55 ± 0.12	0.45 ± 0.08	0.47 ± 0.04	0.57 ± 0.07	0.56 ± 0.04

平均値±標準偏差

第8表 省力給与による脂肪酸組成 (胸最長筋)

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
脂肪融点 (°C)	36.4 ± 0.7	38.7 ± 2.6	38.5 ± 1.9	38.5 ± 2.5	39.6 ± 2.3
粗脂肪含量 (%)	3.9 ± 0.9	6.0 ± 4.1	3.2 ± 0.9	5.1 ± 3.2	3.9 ± 1.7
脂肪酸組成 (%)					
C14:0	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1
C16:0	25.8 ± 0.5	26.0 ± 1.2	25.6 ± 0.7	26.2 ± 0.8	26.4 ± 1.4
C16:1	3.3 ± 0.2	3.0 ± 0.5	2.7 ± 0.2	3.4 ± 0.3	2.9 ± 0.2
C17:0	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.1
C17:1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C18:0	12.9 ± 0.4	13.9 ± 1.7	14.3 ± 1.2	12.7 ± 1.0	14.6 ± 1.3
C18:1	50.3 ± 0.7	50.2 ± 1.2	49.8 ± 1.9	50.7 ± 1.6	47.7 ± 2.8
C18:2 (n-6)	4.2 ± 0.3	3.5 ± 1.0	4.0 ± 0.6	3.5 ± 0.3	4.6 ± 1.3
C18:3 (n-3)	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1
C20:0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0
C20:1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.1
C20:2 (n-6)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.1
C20:3 (n-6)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:4 (n-6)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C20:3 (n-3)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:5 (n-3)	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
n-6/n-3	14.6 ± 1.7	13.6 ± 2.5	14.1 ± 2.3	14.0 ± 1.9	15.2 ± 2.5
C18:2/C18:0	0.33 ± 0.03	0.26 ± 0.12	0.28 ± 0.04	0.27 ± 0.03	0.31 ± 0.08

平均値±標準偏差

酒粕を活用した肉豚肥育技術に関する検討

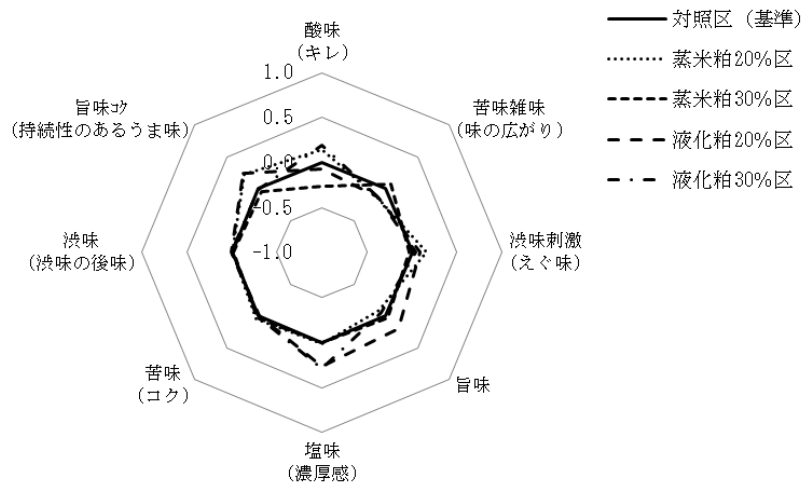
第9表 省力給与による胸最長筋中の遊離アミノ酸

; mg/100g

	対照区	蒸米粕		液化粕	
		20%	30%	20%	30%
アラニン	17.4 ± 1.1	17.2 ± 2.0	16.1 ± 2.1	15.5 ± 1.3	15.2 ± 1.6
アルギニン	8.6 ± 0.3 A	7.3 ± 0.4 a	4.3 ± 2.2 Bb	4.4 ± 1.4 Bb	6.7 ± 0.2
アスパラギン	1.7 ± 0.5 a	0.9 ± 0.0	0.7 ± 0.5 b	0.7 ± 0.5 b	1.0 ± 0.0
アスパラギン酸	3.1 ± 0.8	3.3 ± 1.0	3.1 ± 1.2	2.1 ± 1.4	3.1 ± 0.5
グルタミン	10.5 ± 1.6	13.6 ± 7.0	8.8 ± 1.9	8.2 ± 0.9	8.7 ± 1.5
グルタミン酸	14.3 ± 1.0 A	10.1 ± 1.7 B	7.8 ± 0.8 B	9.4 ± 0.7 B	8.4 ± 1.1 B
シトルリン	2.1 ± 0.4 a	1.9 ± 0.1	1.7 ± 0.5	1.2 ± 0.5 b	1.9 ± 0.0
グリシン	9.8 ± 0.9 a	8.7 ± 1.3	7.8 ± 0.8 b	7.5 ± 0.7 b	7.9 ± 0.4
ヒスチジン	3.6 ± 0.4 Aa	3.3 ± 0.4 a	2.6 ± 0.4	2.8 ± 0.0	2.2 ± 0.5 Bb
イソロイシン	4.1 ± 0.4 A	3.0 ± 0.4	3.3 ± 0.5	3.5 ± 0.5	2.7 ± 0.5 B
ロイシン	8.8 ± 0.4 A	6.6 ± 0.6 B	5.9 ± 0.5 B	6.1 ± 0.6 B	5.8 ± 0.9 B
リジン	6.7 ± 0.2 a	5.2 ± 0.9	4.7 ± 0.7 b	4.7 ± 1.1 b	4.8 ± 0.9 b
フェニルアラニン	5.7 ± 0.2 A	4.2 ± 0.6 B	4.0 ± 0.5 B	4.0 ± 0.5 B	3.6 ± 0.5 B
プロリン	2.4 ± 1.7	2.8 ± 0.7	1.9 ± 0.0	2.1 ± 0.5	1.7 ± 1.2
ヒドロキシプロリン	0.7 ± 0.5	0.2 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0
セリン	6.7 ± 0.2 ACc	5.4 ± 0.8 Aa	3.8 ± 0.1 B	4.5 ± 0.5 D	4.1 ± 0.6 Db
スレオニン	5.0 ± 0.4 Aa	4.0 ± 0.6 B	3.3 ± 0.5	3.8 ± 0.0 b	3.6 ± 0.5 B
チロシン	6.0 ± 0.4 A	4.0 ± 0.4 B	3.3 ± 0.5 B	3.3 ± 0.9 B	3.1 ± 0.5 B
バリン	5.0 ± 0.4 Aa	4.2 ± 0.4	3.6 ± 0.4 B	3.8 ± 0.0 b	3.9 ± 0.8 b
オルニチン	0.7 ± 0.5	0.9 ± 0.0	0.7 ± 0.5	0.9 ± 0.0	1.0 ± 0.0
タウリン含量	35.7 ± 3.2	48.9 ± 4.3	45.9 ± 14.6	48.5 ± 8.3	36.1 ± 3.1
アンセリン含量	15.5 ± 2.4	13.8 ± 2.8	14.0 ± 0.0	14.3 ± 1.2	14.3 ± 1.8
カルノシン含量	581.5 ± 33.5	591.1 ± 79.1	610.3 ± 29.4	586.5 ± 55.6	538.2 ± 25.9

平均値±標準偏差(n=4)

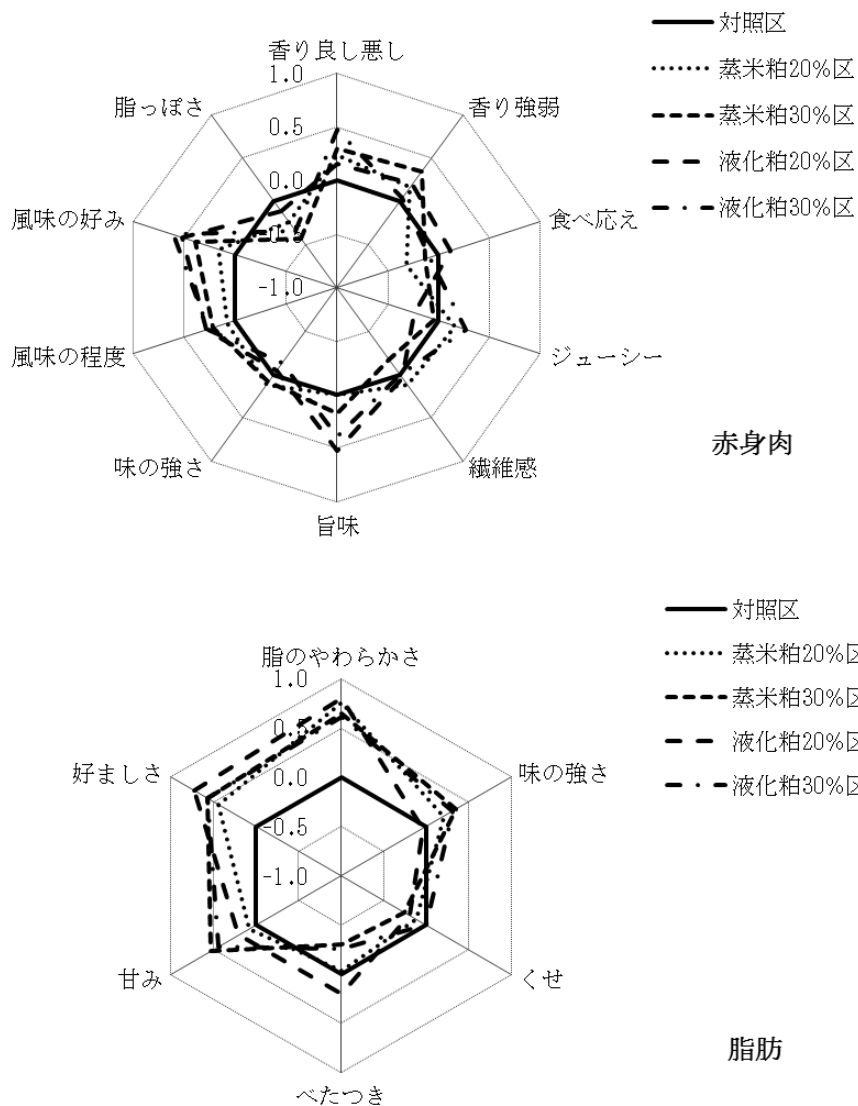
A-B,C-D P<0.01 a-b,c,d P<0.05



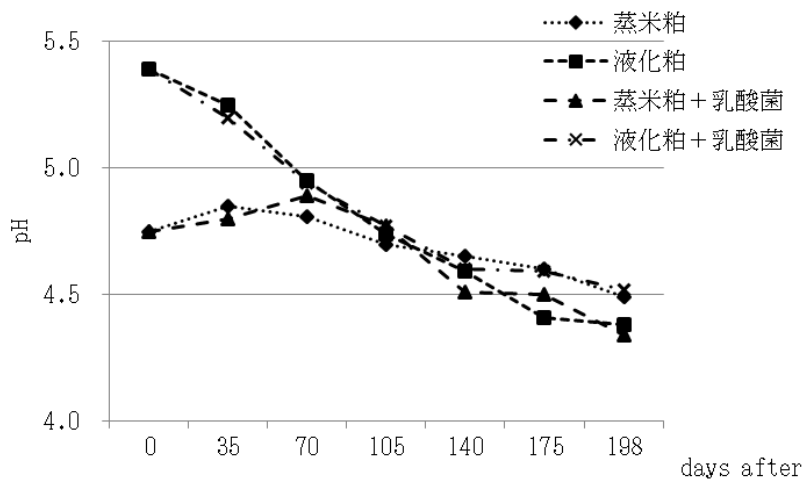
第1図 味認識装置による評価

第10表 豚肉の官能検査における評価項目の設定

評価項目	判定法		評価項目	判定法	
	-	+		-	+
赤身肉			脂肪		
① 香り(良し悪し) 食前	悪い	良い	① 口どけ	悪い	良い
② 香り(強弱) 食前	弱い	強い	② 味の強さ(こく)	あっさり	濃い
③ 食感	軟らかい	硬い	③ 脂のくせ	弱い	強い
④ 多汁性	パサパサ	ジューシー	④ 脂のべたつき	あっさり	強い
⑤ 繊維感	荒い	滑らか	⑤ 甘みの強さ	弱い	強い
⑥ 旨味	弱い	強い	⑥ 脂の好ましさ	悪い	良い
⑦ 味の強さ(こく)	あっさり	濃い	⑦ 総合評価	まずい	美味しい
⑧ 風味の程度	弱い	強い			
⑨ 風味の好ましさ	悪い	良い			
⑩ 脂っぽさ	弱い	強い			
⑪ 総合評価	まずい	美味しい			



第2 図 酒粕を給与した豚ロース肉の官能評価



第3 図 常温簡易密閉保存した酒粕のpHの推移

酒粕を活用した肉豚肥育技術に関する検討

第11表 簡易密閉保存酒粕の給与による発育成績 (肥育後期のうち14日間給与)

区 分	開始時日齢 (日)	体重 (kg)		D G (kg/日)	飼料摂取量 (kg/日)	飼料要求率
		開始時	終了時			
蒸米粕	144 ± 6.4	90.4 ± 2.7	105.9 ± 6.9	1.11 ± 0.30	4.99 ± 0.53	4.34
蒸米粕+乳酸菌	144 ± 6.4	90.4 ± 4.1	107.3 ± 4.2	1.21 ± 0.50	4.88 ± 0.52	3.93
液化粕	144 ± 6.4	90.6 ± 3.2	107.0 ± 6.2	1.17 ± 0.36	5.02 ± 0.51	4.10
液化粕+乳酸菌	144 ± 6.4	90.0 ± 1.6	107.9 ± 6.8	1.28 ± 0.48	5.12 ± 0.55	3.98
対照区	144 ± 6.4	90.3 ± 4.1	108.4 ± 6.6	1.29 ± 0.27	4.34 ± 0.43	3.33

平均値±標準偏差 (n=4)

屋内で198日間常温にて半密閉保存した酒粕を給与

摘 要

本県で排出される酒粕を市販配合飼料に混合して肥育豚への給与試験を行った。肥育豚の発育性、産肉性、脂肪酸組成および遊離アミノ酸含量を測定し、豚肉の味覚評価を行い、酒粕給与の影響を調査した。さらに、酒粕の常温での保存性について調査した。生の酒粕を細断混合給与および省力給与した結果、発育や枝肉成績に影響は無く、また省力給与では肉質成績にも影響無く、肉豚の飼料として利用できることが確認できた。また、蒸米粕および液化粕は常温簡易密閉で半年間保存が可能であった。以上から、廃棄される酒粕を肥育豚の飼料として活用することにより配合飼料費が節減できる。

- (財) 日本食品分析センター. 2001. 分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表 分析マニュアルの解説. 中央法規
- (財) 日本食肉消費総合センター. 2005. 食肉の官能評価ガイドライン

引用文献

- 阿部 亮. 2001. 一般成分 (6 成分) . 新編動物栄養試験法 (石橋 晃監修) 第1 版. 455-466.
- 有安則夫. 2012. 液化仕込み酒粕の飼料化技術の検討. 岡山農総七畜研報. 2. 23-25.
- 林國興. 2012. 総説—焼酎粕の飼料利用—. 日本暖地畜産学会会報 55 (2) . 101-107.
- 河野興一郎. 1996. 畜産物の消費・流通に関する研究—豚脂質の向上に関する試験—. 平成7 年度東京畜試年報. 8-9.
- 国税庁長官官房企画課. 税務統計 (酒税関係) . 平成23 年~28 年. 都道府県別の製成数量 (清酒) . 農林水産省大臣官房統計部. 農林水産統計農業経営統計調査. 平成27 年度畜産物生産費. 肥育豚生産費.
- 農林水産省生産局畜産部飼料課. 消費・安全局畜産安全管理課. 平成30 年8 月. 飼料をめぐる情勢.

山口県農林総合技術センター研究報告投稿規程

平成 21 年 6 月 1 日制定

平成 25 年 2 月 1 日改正

平成 26 年 7 月 16 日改正

令和元年 7 月 8 日改正

1 目 的

山口県農林総合技術センター研究報告（以下「研究報告」という。）および山口県農林総合技術センター特別研究報告（以下「特別研究報告」という。）に係る投稿の取り扱いについては、この規程に定めるところによる。

2 投 稿 者

投稿者は、山口県農林総合技術センターの研究職員または当センターの研究職員であった者に限る。ただし、共同執筆者に前記以外の者を含むことは差しつかえない。

3 論 文

(1) 研究報告に投稿できる論文は、山口県農林総合技術センター試験研究評価実施要領に規定する中間評価または完了評価において成果の取り扱いを研究報告とされた課題（以下「研究報告課題」という。）および受託試験事業で受託した課題（以下「受託課題」という。）についてとりまとめた報文または短報とする。論文は未発表のものに限る。

ただし、学会などにおいて口頭・ポスター発表したもので、別途発表していないものはこの限りでない。

(2) 投稿できる期限は原則として、研究報告課題については評価を受けた年度の翌々年度、受託課題については課題が終了した年度の翌々年度までとする。

(3) 短報は、報文にまとめ得ないが速やかに発表すべき内容を持つもので、分割報告の形式はとらない。研究が完成した場合の再掲載は妨げない。

(4) 特別研究報告に投稿できる論文は、完了した試験研究課題の成果を総合的にとりまとめた報文一編で博士論文相当のものとする。

4 原稿の作成及び提出

(1) 研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。

その論文のページ数は、図表を含め原則として原稿 10 ページ以内とし、短報は 2 ページとする。

(2) 研究報告に投稿する論文は、担当編集委員の校閲を受けた上で、編集委員会で定めた日までに編集委員会事務局に提出しなければならない。

(3) 特別研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。

(4) 特別研究報告に投稿する論文は、随時編集委員会事務局へ提出できる。

5 投稿された論文の掲載採否及び順位

- (1) 研究報告は、編集委員会において投稿された論文の掲載採否及び順位の案を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。
- (2) 特別研究報告は、編集委員会において投稿された論文の採否の案を作成し、所長が決する。

6 校正及び印刷

- (1) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文は、編集委員会が必要と認めた場合、著者に原稿または図・表の校正を要求し、あるいは説明を求めることができる。
- (2) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文の著者による校正は原則として初校のみとし、文章、図・表の改変や追加は原則として認めない。
- (3) 研究報告に投稿された論文は、編集委員会でその内容に基づき報文と短報の区分替えを行うことができる。

7 その他

この規程に定めるもののほか、研究報告および特別研究報告について必要な事項は編集委員会で別に定める。

附則

- 1 平成 25 年 2 月 1 日改正は平成 25 年 4 月 1 日から施行する。
- 2 平成 25 年 7 月 16 日改正は平成 26 年 8 月 1 日から施行する。
- 3 令和元年 7 月 8 日改正は令和元年 8 月 1 日から施行する。

山口県農林総合技術センター研究報告編集委員会
Editorial Board

編集委員長
Editor in Chief

溝部 信二
Shinji MIZOBE

編集委員
Editors

徳永 哲夫
Tetsuo TOKUNAGA

西村 美和
Miwa NISHIMURA

金子 和彦
Kazuhiko KANEKO

日高 輝雄
Teruo HIDAKA

河村 康夫
Yasuo KAWAMURA

明田 郁夫
Ikuo AKEDA

恵本 茂樹
Shigeki EMOTO

秋友 一郎
Ichiro AKITOMO

小枝 登
Noboru KOEDA

山口県農林総合技術センター研究報告
第10号

発行日 令和元年（2019年）9月

発行 山口県農林総合技術センター
〒753-0231 山口県山口市大内氷上一丁目1番1号
TEL 083-927-0211 FAX 083-927-0214

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL
AGRICULTURE & FORESTRY GENERAL TECHNOLOGY CENTER
No.10
CONTENTS

1001	Establishment of Blanching Refrigeration Storage Technology for “Shiro-Okra” Tatsuya HIRATA	1
1002	Development and Cultivation of “Hanakkori E2” with Characteristics of Early Season and Labor-saving Type: Breeding improvement of Primary “Hanakkori” Kouei FUJII, Teruo HIDAKA, Yuji SHIGEFUJI and Satoshi KATAGAWA	7
1003	Effective Control of Thrips and Spider Mites on Strawberry Plants using Natural Predators Tetsuhiro IWAMOTO, Toshikazu KAWAMURA and Yoshiyuki HONDA	16
1004	Causes and Countermeasures against Softening-induced Spoilage After Shipment of Cruciferous Vegetable "Hanakkori" Miwa IZUHO, Hiroshi KAJIHARA, Nobutaka NAKAMURA and Yoshinori SUMIDA	27
1005	Preventive Measures for Melanose-like Symptoms in Wase Satsuma Kazuyuki MURAMOTO, Yoshimitsu HIGASHIURA and Akiyoshi MIYATA	36
1006	Genetic improvement of Japanese black cattle breeding cows in Yamaguchi Prefecture Yoshihiko OHMOTO, Kouji YAMAMOTO	44
1007	Utilization of Sake Lees Feed to Fatten Swine Masamichi SATO, Tomoki HIRONAKA and Akira OKAZAKI	50