

野菜茶業研究集報

Proceedings of Vegetable and Tea Science

- 耕種的技術等を活用した野菜の高品質・高付加価値化技術の開発
- メロンの育種と品質に関する諸問題
- 最新の茶業研究成果－安全・安心を目指した茶の生産－
- 茶品種登録50年の総括と今後の育種の展開方向

March 2004

2004年 3 月

独立行政法人
農業・生物系特定産業技術研究機構 野菜茶業研究所
National Institute of Vegetable and Tea Science (NIVTS)
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization (NABRO)

野菜茶業研究集報 第 1 号

農業・生物系特定産業技術研究機構 野菜茶業研究所

編集委員長	石内 傳治
編 集 委 員	穴戸 良洋
	袴田 勝弘
	保科 次雄
	吉岡 宏
	野口 正樹
	武田 善行
	山下 市二
	河合 章

Proceedings of Vegetable and Tea Science

No. 1

	Editorial Board
Chairman	Denji ISHIUCHI
	Yoshihiro SHISHIDO
	Katsuhiko HAKAMATA
	Tsugio HOSHINA
	Hiroshi YOSHIOKA
	Masaki NOGUCHI
	Yoshiyuki TAKEDA
	Ichiji YAMASHITA
	Akira KAWAI

野菜茶研集報. 1
Proc. Vege. Tea Sci.
No. 1

本研究報告から転載・複製する場合には、
野菜茶業研究所の許可を得てください。

野菜茶業研究集報

第 1 号

目 次

2004 年 3 月

1. 耕種的技術等を活用した野菜の高品質・高付加価値化技術の開発

- 1.1 生産物の減農薬のための物理的・耕種的害虫防除技術 浦上敦子 …… 1
- 1.2 コンパクト野菜の生産技術 西畑秀次・林 保則 …… 9
- 1.3 光環境制御による高品質化技術 東尾久雄 …… 17
- 1.4 寒冷地の気候立地条件を活用した野菜の高品質化技術 森山真久・青木和彦 …… 23

2. メロンの育種と品質に関する諸問題

- 2.1 メロン日持ち性の分子機構解析はメロン生産・消費の
回復にどのように貢献できるか？ 江面 浩 …… 27
- 2.2 メロンの高品質化栽培技術 大泉利勝 …… 33
- 2.3 メロンうどんこ病菌のレース分化と抵抗性育種 葛谷真輝・八城和敏・富田健夫 …… 39
- 2.4 メロンの熟度（硬度）と糖度の可視化 杉山純一 …… 45
- 2.5 メロンえそ斑点病抵抗性育種 杉山充啓 …… 51
- 2.6 抵抗性台木品種によるメロンつる割病レース 1, 2y 対策 八木亮治・小松 勉・平井 剛・中住晴彦 …… 55

3. 最新の茶業研究成果－安全・安心を目指した茶の生産－

- 3.1 ハマキガ類計数のための電撃型自動計数フェロモントラップの開発 佐藤安志 …… 61
- 3.2 野菜茶業研究所のチャの育成品種 佐波哲次 …… 67

4. 茶品種登録 50 年の総括と今後の育種の展開方向	
4.1 茶育種指定試験事業（埼玉県）の軌跡と現状	内野博司 …… 73
4.2 静岡県における茶品種普及への取り組み	小柳津勤 …… 79
4.3 茶育種50年のあゆみ	武田善行 …… 87
4.4 茶育種指定試験事業（宮崎県）の軌跡と現状	長友博文 …… 95
4.5 茶育種の展開方向	根角厚司 ……103

Proceedings of Vegetable and Tea Science

No.1 (March 2004)

Table of Contents

1.1	Physical and Cultural Pest Management Techniques to Reduce Chemical Usage in Vegetable Cultivation.	Atsuko URAGAMI	1
1.2	Opinion on Production of Minivegetable	Hidetsugu NISHIHATA	9
1.3	Technology to Enhance Vegetable Quality by the Light Environment Control	Hisao HIGASHIO	17
1.4	Improvement of Green Vegetable Quality Using Cold Weather Condition	Masahisa MORIYAMA, Kazuhiko AOKI	23
2.1	Can Molecular Dissection of Melon Fruit Ripening Contribute to the Recovery of Melon Production and Consumption?	Hiroshi EZURA	27
2.2	Growing Technique of Melon to High Quality	Toshikatsu OIZUMI	33
2.3	Melon Breeding for Resistance to Powdery Mildew in Respect to Its Races.	Maki KUZUYA, Kazutoshi YASHIRO and Ken-o TOMITA	39
2.4	Visualization of Firmness and Sugar Content for Melons	Junichi SUGIYAMA	45
2.5	Melon Breeding for Resistance to Melon Necrotic Spot Virus (MNSV)	Mitsuhiro SUGIYAMA	51
2.6	Control of Melon Fusarium wilt by <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> Race 1,2y with Resistant Rootstock Cultivars	Ryoji YAGI, Tsutomu KOMATSU, Goh HIRAI and Haruhiko NAKAZUMI	55
3.1	Development of the Sex-pheromone Trap Automatic Counting System, for Forecasting of the Tea Tortrix Moths.	Yasushi SATO	61
3.2	Tea Breeding in the National Institute of Vegetable and Tea Science	Tetsuji SABA	67

4.1	Breeding of Tea Cultivar at Saitama Prefecture Affiliated with National Breeding Project Organization Founded by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, the History and Present.	Hiroshi UCHINO	73
4.2	Policies for the Spread of Tea Cultivars on Shizuoka Prefecture	Tsutomu OYAIKU	79
4.3	Course of the Tea Breeding for Fifty Years in Japan	Yoshiyuki TAKEDA	87
4.4	The Locus and the Present State of Tea Breeding Examination Entrusted by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in Miyazaki	Hirofumi NATOMO	95
4.5	Direction of Development in Tea Breeding	Atsushi NESUMI	103

耕種的技術等を活用した野菜の高品質・高付加価値化技術の開発

生産物の減農薬のための物理的・耕種的害虫防除技術

浦 上 敦 子

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Physical and Cultural Pest Management Techniques to Reduce Chemical Usage in Vegetable Cultivation.

Atsuko URAGAMI

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization
National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：ネット，温室密閉，太陽熱，線虫，輪作，キュウリ，ニンジン

1 はじめに

1.1 物理的・耕種的防除とは？^{1) 2)}

物理的防除法としては、被覆資材・近紫外線除去資材による侵入防止、粘着トラップによる誘殺、銀白色資材による忌避効果、太陽熱・熱水処理による土壌害虫防除、吸引除去などがある。耕種的防除法としては輪作、混作、栽植密度の改変、雑草管理、播種・植え付け時期の調節、施肥、耐虫性品種利用などによるものがある。総合防除（IPM）の基盤となる防除法で、対象害虫を低密度に抑制し、予防する。既に発生しつつある害虫の対策としてより、はじめから害虫が発生・侵入しにくい環境を作り出すことに主眼をおく。いったん多発したものについては対応できないことも多い。

1.2 今なぜ物理的・耕種的防除か？

臭化メチルに代表される化学的防除による環境負荷増大や薬剤抵抗性害虫の発生、輸入農産物の残留農薬問題や無登録農薬使用などによる消費者の減農薬志向により、農薬のみに頼らない総合防除の重要性が増している。それに伴って総合防除の柱となる物理的・耕種的防除法の研究・開発が求められている。

1.3 総合防除（IPM）における物理的・耕種的防除の役割^{1) 2)}

一般に物理的・耕種的防除法のみでの防除は完全ではなく、他の防除方法との併用が必要である。また、物理的・耕種的防除法はその効果が、防除期間中の天候や栽培時期などの諸条件によって影響を受けやすい。効果的

な総合防除を行うためには、それぞれの物理的・耕種的防除手法について研究側が細かなデータと裏付け理論を提供し、それによって使用する側が自分の栽培にあった手法を選択するとともに不足する防除を生物学的あるいは化学的手法で補うという形が望ましい。

物理的・耕種的防除法を栽培法の基盤に位置づけ、補完する形で生物農薬あるいは化学農薬を使用して低農薬・低コストで安定的な防除を行い、高付加価値化を目指すことが輸入農産物に対抗できる農業生産を行う上で一層重要となるだろう。

ここでは具体例として、近年関東東海地域で報告された物理的・耕種的害虫防除技術を紹介する。

2 被覆資材等による物理的防除

2.1 イージーネットハウス（東京都農業試験場）^{3) 4) 5)}

方法と特徴：19mm パイプを使用し、間口 3.1m、高さ 2.1m のハウスフレームの上からネットを全面被覆する。ネットは両サイドのビニペットで固定するとともに、土中に埋め込む。妻面は余分なネットをたたみパッカーで固定する。冬季には保温と降雪対策としてネットの上から外張りフィルムを被覆し、マイカー線で固定する。作付前や収穫時には妻面を捲りあげて中にはいる。片側散水チューブを常設させ、適宜かん水もできる。ネットハウス下の降雨量はネットの目合いが狭いほど少なくなる傾向が見られ、中央部ほど多くなる。資材費は坪当たり約 7,000 円だが、耐用年数は骨材が 10 年、被覆材が約 3 年で、年間当たりでは坪当たり約 1,500 円となる。ネット資材は、ネットの目ずれがしないもの、耐候性、

透光性、通気性の高い資材を選定する。施肥は原則的に追肥を省く。

2.1.1 夏まきキャベツ栽培：品種「しずはま2号」

定植後の薬剤散布回数は1～2回で7割から9割の上物が得られ、無被覆区の5回（H13）～10回（H14）散布に比べても同等以上となった（表1）。虫害はヨトウガとタマナヤガの幼虫による食害で、ネット区での卵塊は確認されなかった。侵入したヨトウムシ類は捕殺する。土中に潜むヨトウムシ類の対策として、作付け前からネットハウス内および周辺の雑草防除を行う。キャベツの上物率は結球部上面に生じたべと病のため、収穫時期が遅れると低下した。

2.1.2 夏まきコマツナ・ハウレンソウ栽培：品種コマツナ「彩夏」、ハウレンソウ「アクティブ」

ネット区ではほぼ良好な生育を示し安定した収量を得ることができたが、無被覆区は収穫皆無となった（表2）。コマツナではキスジノミハムシ、アブラムシ、ハイマダラノメイガ、コナガが発生した。ネット目合いはタテ・ヨコ双方が1mmを越えた場合に虫害が発生した。

2.1.3 冬まきコマツナ・ハウレンソウ栽培：品種コマツナ「彩夏」、ハウレンソウ「アクセス2号」

栽培期間中農薬無散布。マルチ区では収量はネット無し区が最も高く、ネット区はやや劣ったが、草丈、葉色、

上物率はネット無し区と差のないものもあった。無マルチ区では収量や草丈の処理間差は小さかったが、コマツナの葉色はネットの種類によってはネット無し区に比べ低いものがあった。

2.1.4 冬まきコカブ栽培：品種「CR里丸」

地上部はネットの種類によってはネット無し区と差のないものもあった。しかし、ネット被覆区はいずれも地下部の発育が低下してT/R比が高くなり、その傾向はマルチ区で顕著であった。

2.2 温室内高温処理（神奈川県農業総合研究所）^{6) 7)}

対象：アブラムシ類・オンシツコナジラミ・ワタヘリクロノメイガ・アザミウマ類

方法と特徴：5～6月まき施設キュウリにおいて、収穫開始期より換気温度を一時的に45℃に設定し、ハウス内気温45℃が1時間継続するよう温室密閉処理を行う。処理後は直ちに開放する。葉やけ防止のため、45℃密閉処理を行う直前に室温上限を40℃とした馴化処理を1週間行う。処理の効果を上げるため、温室密閉前に畝間かん水等を行い、密閉中に十分湿度が上がるよう留意する。

表1 各ネットハウスの透光率および目合いとキャベツ上物率および害虫の発生程度との関係（小寺 2003）

処理区 (資材名) ¹⁾	透光率 (%)	目合い (mm)	上物率 (%)		虫害程度 ²⁾		べと病 発病度
			11月12日	12月2日	外葉	結球部	
ライトネット①	78	0.8	87	81	14.5	1.0	20.0
F-1500 ②	77	0.6×0.95	87	74	63.5	0.0	27.5
PX-50 ②	70	0.4	93	49	2.5	2.0	35.5
N-2220 ②	83	0.98	100	98	1.5	0.5	0.0
ベルネット②	57	0.7×0.9	100	78	1.0	0.0	24.5
無被覆	100	—	73	58	95.5	35.0	3.5
HB-75 ①	63	0.75	93	75	6.0	2.0	5.0
N-3230 ②	81	0.6	100	78	3.0	1.0	25.0

1) ①は14年5月、②は13年6月展張、透光率は9月11日測定

2) 虫害程度は、次式より算出 Σ (程度別虫害株数×指数) / (4×調査株数) × 100 指数 0：無、1：微、2：少、3：中、4：多
農薬散布回数：各ネット区は1回、無被覆区は10回
播種 14年7月26日、定植8月20日、品種「しずはま2号」

表2 各種ネットハウス下における葉菜類の生育（小寺 2002）

処理区	コマツナ			ハウレンソウ		
	草丈 cm	葉色 SPAD 値	収量 g/10 穴	草丈 cm	葉色 SPAD 値	収量 g/10 穴
F-1500	28.5	41	950	20	35	460
K3557	25.8	40	803	23	34	435
N-2220	26.8	42	900	21	37	460
N-3230	未調査	未調査	未調査	21	36	445
PX-50	25.9	37	850	17	34	200

無被覆：いずれも虫害および乾燥害により収穫不能

播種 H13、7/10 (9415 マルチ)、調査コマツナ 7/31、ハウレンソウ 8/10

2.2.1 温室密閉処理の時間帯と病害虫抑制およびキュウリの収量との関係

処理の時間帯は4:30～10:30にかけて最も効果的であり、ハダニ類の発生も認められないか軽微であった(表3, 4)。しかし、午前中に収穫を行う作業体系では早朝に温室の密閉を行うことは困難である。

日中の高温処理でハダニ類に対する効果が劣り低収となった原因は明らかではないが、日中は温度が上昇しやすく高温処理中に天窓・側窓が開いている時間が長いことため湿度が低下したことも一因と思われた。ハダニ類は抑制できなかったが、殺ダニ剤散布によって抑制することは可能だった。べと病、うどんこ病に対しても抑制効果が認められた。

2.2.2 品種間差

栽培試験およびクロロフィル測定法による耐暑性評価の結果より、‘大将’‘アンコール10’が適していた(表5)。2001年の結果では、‘アンコール10’は防除区、無防除区ともに‘大将’より低収であった(表6)。この地域では露地キュウリの収穫期間45～60日の平均収量は400～500kg/a程度である。これに比べて、高温処理を行った栽培では出荷規格における上物果Bの発生がやや多いものの、‘大将’の防除区で合計497kg、無防除区で433kgとなり、実用レベルに達していると判断

された。

2.2.3 処理のインターバル

2001年の任意の日の収穫果数は収穫日3～7日前の最高内気温と負の相関が認められた(表7)。高温多湿条件下ではキュウリの開花後7～8日程度で収穫となることから、幼果が高温により落果することが低収の原因と考えられた。2002年は2001年に比べると、晴天日が多いものの、任意の日の収穫果数は収穫8日前の最高気温と正の相関があり、前年のように幼果が高温障害で落果したことが収量に影響したとは考えられなかった。この原因は明らかではないが、高温処理が8～14日に1回程度の頻度となったため、その時点で着生していたつぼみや開花直後の幼果が高温によって多く落果し、着果負担が減った結果、その後の無処理期間での着果が増加したことも原因の一つと考えられた。

落果を抑え収量を確保するためには、耐暑性の強い「大将」等の品種を用い、開花から収穫までに要する果実肥大期間7～8日より長いインターバルで処理をすることが適当と考えられた。

2.3 土壌被覆処理(農業研究センター)⁸⁾

対象：サツマイモネコブセンチュウ、キタネグサレセンチュウ

表3 温室密閉による一時的高温処理が病害虫抑制に及ぼす影響(佐藤ら)

処 理	化学的防除 ^z	病害虫発生状況 ^y				
		アザミウマ類 ^x	オンシツコナジラミ ^x	アブラムシ類 ^x	べと病 ^w	うどんこ病 ^w
一時的高温処理 ^v	+	0	8	2	0	0
	—	0	18	20	0	0
常時開放	+	4	74	0	8	49
	—	2	92	100	62	88

^z 化学的防除内容については表4参照

^y 調査日：1999年8月10日

^x 100葉あたり寄生葉数

^w 100葉あたり発生葉数

^v 4:30～10:30の間、45℃を上限として温室を密閉した。

表4 温室密閉による一時的高温処理の時間帯がキュウリの収量におよぼす影響(佐藤ら)

処理時間帯 ^z	化学的防除 ^y	総収量		可販果収量		上半期収量割合	上物果率
		果数 (果/株)	果重 (kg/株)	果数 (果/株)	果重 (kg/株)		
常時開放	+	35.7	3.0	25.7	2.2	41.6	72.0
	—	19.9	1.6	16.1	1.3	64.0	81.2
日中処理	+	52.4	4.6	35.6	3.1	34.6	67.9
	—	38.8	3.1	28.7	2.3	41.7	74.1
早朝処理	+	49.1	4.0	34.9	3.0	33.1	71.0
	—	50.1	4.3	37.8	3.2	36.4	75.5

^z 日中処理は11:30～13:20、早朝処理は4:30～10:30の間、45℃を上限として温室を密閉した。

^y マンゼブ水和剤、ジチアノン・銅水和剤、TPN水和剤、オキサジキシル・TPN水和剤、銅・メタラキシル水和剤、スルフェン酸系水和剤、イプロジオン水和剤、ジェットフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、プロシミドン水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤、ポリオキシシン乳剤、トリフルミゾール水和剤、キノキサリン系水和剤、エトフェンブロックス乳剤、アセタミプリド水溶剤、ピメトロジン水和剤、イミダクロプリド水和剤、ペルメトリン乳剤、エマメクチン安息香酸塩剤を用い、10日に1回程度の頻度で、計8回の農薬散布を行った。

表5 温室密閉による一時的高温処理がキュウリの収量におよぼす影響（佐藤ら）

品 種	収穫果数（果／株）					
	1997			1998		
	温室密閉時間 ^z			温室密閉時間		
	常時開放	短時間処理	長時間処理	常時開放	短時間処理	長時間処理
アンコール 10	16.7	34.0	35.7	20.5	29.6	25.2
オナー	12.2	22.1	31.3	19.3	22.1	18.6
翠星節成	18.4	30.2	38.0	18.2	27.7	22.8
大将	19.3	33.0	59.4	25.4	29.0	22.0
南極 1 号	10.1	19.8	16.5	12.0	20.3	17.6
F 検定 ^y						
一時的高温処理		**			*	
品種		*			*	
交互作用		n.s.			n.s.	

^z 短時間処理は 4:30-10:30, 長時間処理は 4:30-13:30 の間, 45℃を上限として温室を密閉した。

^y n.s., *, **は F 検定により, それぞれ有意差なし, 5%レベルで有意, 1%レベルで有意であることを示す。

表6 温室密閉による一時的高温処理がキュウリの収量におよぼす影響（佐藤ら）

品 種	化学的防除	総収穫果数 ^z (果／a)	上物果数 ^x (果／a)	上物果重 (kg／a)	上物果割合 (%)
大将	+	5909	5144	496	87.1
	—	5115	4548	434	88.9
アンコール 10	+	4514	3779	391	83.7
	—	4865	4125	421	84.8

^z 収穫期間：2001 年 7 月 23 日～9 月 17 日

^y 収穫果の基準：80g 以上

^x 上物果の基準：曲がり 4cm 以内

表7 キュウリ果実の肥大中に遭遇した最高内気温が収穫本数におよぼす影響（佐藤ら）

収穫までの日数	収穫果数と過去の最高内気温の相関関係	
	2001 年 ^z	2002 年
0	-0.148	0.054
1	-0.031	0.038
2	-0.256	-0.019
3	-0.360** ^y	-0.088
4	-0.349*	-0.103
5	-0.343*	-0.114
6	-0.477**	-0.021
7	-0.359**	0.232
8	-0.252	0.324**
9	-0.053	0.227
10	-0.024	0.127

^z 2001 年：n=57, 2002 年：n=61

^y **, *はそれぞれ, 1%レベル, 5%レベルで有意であることを示す

方法と特徴：ニンジンの播種 4 週間前（6 月下旬から 7 月上旬）に、施肥、耕起および畝立てを行い、畝面を厚さ 0.03mm の透明ポリエチレンフィルムで被覆する。被覆は 4 週間行い、フィルム除去後、直ちに耕起せずにそのまま播種する。

約 1 ヶ月間の太陽熱処理によって、無処理と比較した補正殺虫率（線虫は自活性が主）は、地表から 5cm ま

での層では 99%以上、深さ 5～10cm では 97%となり（表 8）、殺線虫剤施用と同等の効果と言える。特に、地表近くの防除効果が高く、ニンジンの被害に大きく影響する初期生育における線虫の加害を回避することが可能である。

この圃場試験の結果を解析するため、線虫を含む土壌を一定温度で一定時間の加温処理をする室内試験を行った（表 9）。サツマイモネコブセンチュウが検出されなくなる処理条件は、50℃では 1 時間、45℃では 4 時間、40℃では 72 時間であった。キタネグサレセンチュウが検出されなくなるのは、50℃では 4 時間、45℃と 40℃では 72 時間処理であった。35℃以下では、両種ともに 7 日間の処理後も検出された。自活性線虫は、50℃の 24 時間処理、45℃の 72 時間処理の後でもわずかであるが検出され、植物寄生性線虫に比べて、高温の耐性が強い。このことから、自活性線虫を指標として処理効果を判定することが可能と判断された。

表 10 に太陽熱処理期間中における試験圃場の各深さの一定温度以上を記録した積算時間を示した。3 カ年とも深さ 0cm および 2cm における地温 50℃以上の積算時間は 26 時間以上となり、自活性線虫がほとんど検出されなくなる 24 時間を越えていた。また、深さ 5cm では、2001 年のみで地温 45℃以上が 90 時間となったにすぎず、

表8 太陽熱処理による線虫密度の変化（中央農研谷和原畑圃場 1997 年）（皆川ほか）

	処理前 (6月24日)	処理後 (8月1日)	収穫時 (12月1日)
〔処理区〕			
植物寄生性	2.2	0 (0)	0 (0)
自活性	385.4	2.5 (29.6)	863.1 (758.1)
〔無処理区〕			
植物寄生性	5.1	0.9 (0.9)	0.2 (1.6)
自活性	329.0	102.3 (971)	1052 (1567)

植物寄生性線虫は、キタネコブセンチュウとキタネグサレセンチュウの合計。
 かっこ外の数字は地表から深さ 5cm、かっこ内は深さ 5～10cm の土壌（20g）から検出された線虫数。

表9 土壌の加温処理による線虫の変化（皆川ほか）

〔サツマイモネコブセンチュウ〕						
温度	0.5	1	24	48	72	168 時間
50℃	67	0	—	—	—	—
45℃	136	53	0	—	0	—
40℃	93	58	66	50	0	0
35℃	—	100	60	—	64	28
25℃	—	70	55	—	111	74
〔キタネグサレセンチュウ〕						
温度	0.5	1	24	48	72	168 時間
50℃	83	0	0	—	—	—
45℃	99	77	0.5	33	0	—
40℃	99	97	79	—	0	0
35℃	—	101	95	—	104	68
25℃	—	100	92	—	82	75
〔自活性線虫〕						
温度	0.5	1	24	48	72	168 時間
50℃	97	0.1	0.02	—	—	—
45℃	99	98	18	—	0.1	—
40℃	111	110	78	63	17	5
35℃	—	120	72	—	111	84
25℃	—	100	66	—	109	103

処理前を 100 とした処理後の線虫数。処理後の線虫数の増加は、卵からの幼虫の孵化が主な原因。

表10 太陽熱処理区における一定温度以上を示した積算時間（中央農研谷和原畑圃場）（三浦・片山）

深さ	測定年	55℃以上	50℃以上	45℃以上
0cm	1999	27	51	94
	2000	62	99	143
	2001	113	170	210
2cm	1999	7	26	50
	2000	23	58	102
	2001	24	105	176
5cm	1999	0	0	0
	2000	0	0	0
	2001	0	1	90

単位：時間

気象条件によっては太陽熱処理の効果を十分に期待できないと考えられた。

ニンジンにおける線虫の要防除密度（土壌 20g 当たり検出数）は、サツマイモネコブセンチュウで 20～30 頭、キタネコブセンチュウで 2 頭前後、キタネグサレセンチュウで約 4 頭とされる。気象条件にもよるが、太陽熱処理による殺虫率から見て、処理前の密度が、サツマイモネコブセンチュウで 60 頭以下、キタネコブセンチュウで 5 頭以下、キタネグサレセンチュウで 11 頭以下であると、処理後の密度を要防除水準以下とすることが可能である。

3 輪作等、植生管理による耕種的防除

3.1 輪作によるセンチュウ防除（農業研究センター）^{9) 10)}

対象：キタネグサレセンチュウ、ミナミネグサレセンチュウ

ダイコン、サトイモ、エダマメには特有の線虫が複数加害するが、主な加害線虫が異なるため、エダマメとダイコンの組み合わせを除けば、ある作物の連作圃場は他の 2 作物の好適圃場となる（表 11）。

また、1997 年からニンジン連作およびダイコンーニンジン輪作を行った圃場に、サトイモを作付けた結果、サトイモ収穫後キタネグサレセンチュウ密度はほぼ 0 になり、低密度状態は翌年の春作収穫時まで維持された（図 1）。

1997 年の試験開始当初、試験区におけるキタネグサレセンチュウ密度は、ほぼゼロに近かったが、いずれも寄主作物であるニンジンあるいはダイコンの作付により徐々に密度が増加した。ニンジン連作区およびダイコンーニンジン輪作区において、2000 年にサトイモを作付けた結果、キタネグサレセンチュウの密度がニンジン連作区およびダイコンーニンジン輪作区に比べ大きく減少し、サトイモ収穫後はほぼゼロになった。低密度状態は翌年の春作収穫時まで維持された。

キタネグサレセンチュウは寄主範囲が広く、ニンジンでは根部が正常な形に生育しない、いわゆる寸詰まりニンジンが発生し、問題となる。ダイコンでは、収量自体には影響を与えないものの、表面に白い斑点痕を残すため、商品価値が著しく下がる。今回の結果でも、これまでの報告と同様にサトイモ作付によるキタネグサレセンチュウの密度低下効果が確認された。キタネグサレセンチュウ防除にはマリーゴールドを栽植する方法が一般的だが、経済作物であるサトイモの栽培により密度低減を図ることができれば、化学農薬の代替法として農家への普及が期待できる。

4 おわりに

消費者の「安心・安全」な作物への要求は強く、物理的・耕種的防除法の研究・開発は今後も増加していくも

表 11 作付が線虫密度に与える影響 (Yamada and Nakagawa 1998 を和訳)

作物	作付	<i>P. penetrans</i>	<i>P. coffeae</i>	<i>M. incognita</i>	<i>H. glycines</i>
		キタネグサレセンチュウ	ミナミネグサレセンチュウ	サツマイモネコブセンチュウ	ダイズシストセンチュウ
エダマメ	連作	72	0	0	131.7
	輪作 ²	36.7	0	0	108.3
ダイコン	連作	148	0	0	0
	輪作 ³	41	0	0	3
サトイモ	連作	0	115.7	35.3	0
	輪作 ⁴	0	1.3	0	0

²サトイモ後, ³エダマメ後, ⁴ダイコン後.

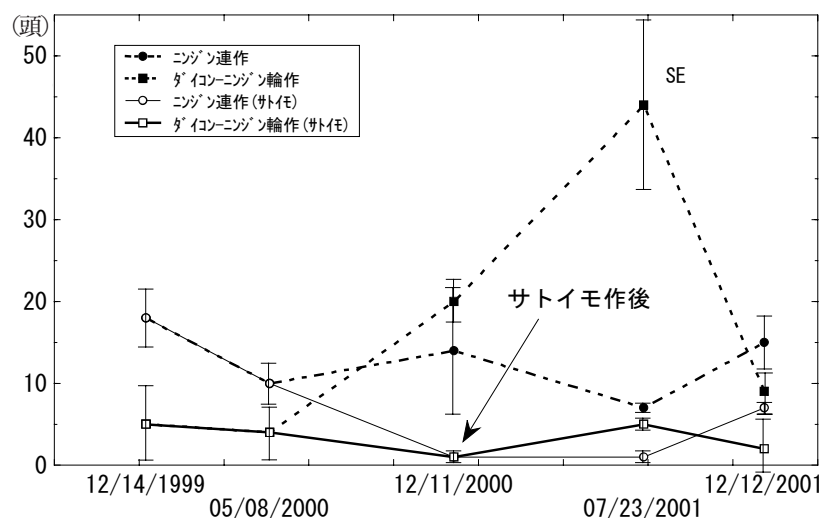


図 1 土壌 20g あたりのキタネグサレセンチュウ数の推移 (n=9)

のと思われる。

物理的・耕種の防除法の広範囲な導入・定着のためには、補完する技術の組み合わせによる効果の安定化、軽労化・低コスト化に対する研究が必要である。また、以前から経験的に行われていた物理的・耕種の防除については、科学的データによって理論的に裏付け、その不安定要因が明らかにされなくてはならない。

今回紹介した防除法は総合防除 (IPM) の核となりうる防除法だと思われる。各防除法の特徴を知った上で、現場への普及が図られることを期待したい。

摘要

化学的防除による環境負荷増大や薬剤抵抗性害虫の発生、輸入農産物の残留農薬問題などによる消費者の減農薬志向により、総合防除の重要性が増している。それに伴って総合防除の柱となる物理的・耕種の防除法の研究・開発が求められている。ここでは具体例として、近年関東東海地域で報告された物理的・耕種の害虫防除技術としてイーザーネットハウス (東京都農業試験場)、温室高温処理 (神奈川県農業総合研究所)、土壌被覆処理 (農業研究センター)、輪作によるセンチュウ防除 (農業研究センター) を紹介した。物理的・耕種の防除を科学的データによって理論的に裏付け、またその不安定要因を明らかにすることにより、当該防除法の広範囲な導入、

補完する技術の組み合わせによる安定的な利用、軽労化・低コスト化による定着が図られるであろう。

引用文献

- 1) 内藤篤, 1978, 害虫の耕種の防除法を考える, 農業および園芸, 53 (1): 11-16
- 2) 矢野栄二, 1989, 耕種の制御による害虫防除, 農業および園芸, 64 (1): 199-204
- 3) 小寺孝治, 2002, 無〜減農薬栽培を可能とするイーザーネットハウス, 東京農試技術成果レポート: 15-16
- 4) 小寺孝治ほか, 2003, イーザーネットハウスによる冬まき葉根菜類の作型評価, 東京農試成果情報: 49-50
- 5) 小寺孝治ほか, 2003, イーザーネットハウスの減農薬栽培における2年目の評価, 東京農試成果情報: 51-52
- 6) 佐藤達雄ほか, 2003, 温室密閉による高温処理が夏キュウリの生育ならびに病害虫の発生におよぼす影響, 園学雑, 72 (1): 56-63
- 7) 佐藤達雄ほか, 2003, 温室密閉による高温処理がキュウリの収量ならびに病害虫の発生抑制に及ぼす影響, 神奈川農総研研報, 143: 49-54
- 8) 三浦憲蔵ほか, 2003, 太陽熱処理を導入した秋冬ニンジンの生産技術, 農耕と園芸, 2003 (7): 78-81
- 9) Yamada, M. and I. Nakagawa, 1998, Sustainable Vegetable Growing-How to Control Injury of Nematodes by Cropping

System-. 園学雑. 67:1229-1231

- 10) 浦上敦子ほか, 2003, ニンジンを中心とした作付体系と施肥処理がニンジンの収量, 品質, 土壌溶液硝酸態窒素濃度およびキタネグサレ線虫密度に及ぼす影響. 中央農研研報. 3:51-58

コンパクト野菜の生産技術

西畑 秀次・林 保則

富山県農業技術センター

Opinion on Production of Minivegetable

Hidetsugu NISHIHATA, Yasunori HAYASHI

Toyama Agricultural Research Center

キーワード：コンパクト，ミニ，マーケティング，商品開発

1 はじめに

最近，コンパクト野菜あるいはミニ野菜という名前を耳にする機会が増えている。それらのインターネット検索を行うと，今回の話題とは別の意味の「野菜のミニチュア・モデル」等様々な URL がヒットし，それらの定義がまだ一般的でないことがわかる。ここでは，コンパクトやミニは「小型」と解し，検討を進めたい。

我が国の高度経済成長期には，大量消費に向けた生産体制が整備され，「作れば売れる」時代であった。近年，高齢化社会が進む中で核家族世帯や単独世帯の増加が著しく，女性の社会参加が進む等，社会構造の変化（表1）により，野菜の消費構造にも変化が見られる。中安¹⁾によれば，変化の特徴として，（1）多様化，小型化と洋風

化，（2）地域性・季節性の希薄化（周年的欲求大），（3）農家世帯の野菜消費の変化すなわち，一般世帯へ接近（自給量の減少と購入量の増加など），（4）鮮度・安全性の志向，（5）簡便化（調理食品，カット野菜などの増大）と外食依存の高まりなどがあげられている（表2）。

そういった中で，野菜の消費量が，15年前に比べて約10kg減少しており²⁾，野菜の年間購入量も平成12年は約59kgで，20年前に比べて約5kg減少している²⁾。一方，アメリカにおける，ここ15年間の野菜消費量は，わが国の減少傾向とは反対に約18%増加しており，その主な要因は（1）健康や健全な食生活に対する消費者の関心の高まり，（2）プレウオッシュ，プレカット野菜など利便性のある商品の普及，（3）イタリアン，メキシカンなどの野菜を多用する料理の普及，（4）官民連携による青果物の消費拡大のための「5 A DAY プログラム」の実施があげられる³⁾。これらのことから，我が国においても食生活の変化に対応した高度な野菜生産が必要となっている。つまり，消費者が「食べたい，買いたい」と思える魅力ある野菜の商品開発による消費拡大が，野菜生産の体質強化を図る上で重要となっている。

コンパクト野菜は野菜消費における多様なニーズの中の一部である小型化に対応すると考えられる。そこで，このコンパクト野菜の意義について，（1）マーケティング

表1 家族類型別一般世帯数（単位：千）

	1980	1990	2000	2000(%)
親 族 世 帯	28,657	31,204	33,679	72
非親族世帯	62	77	192	0.4
単 独 世 帯	7,105	9,390	12,911	28
計	35,824	40,670	46,782	100
1世帯当たり人員(人)	3.22	2.99	2.67	

「国勢調査」総務省統計局

表2 食料消費の用途別支出構成（単位：円，%）

	食料	生鮮食品	加工食品	調理食品	外食
昭和40年	232,305 (100)	112,403 (48.4)	96,128 (41.4)	6,995 (3.0)	16,779 (7.2)
昭和50年	649,887 (100)	272,508 (41.9)	275,945 (42.5)	27,701 (4.3)	73,736 (11.3)
昭和60年	957,528 (100)	363,608 (38.0)	389,585 (40.7)	59,949 (6.3)	144,387 (15.1)
平成7年	1,024,518 (100)	332,341 (32.4)	424,867 (41.5)	91,133 (8.9)	176,175 (17.2)
平成14年	940,040 (100)	275,583 (29.3)	394,857 (42.0)	100,004 (10.6)	169,596 (18.0)

「図説食料・農業・農村白書参考統計表」農林統計協会

グ、(2) 品種・育種、(3) 栽培方法から検討する。

2 マーケティング手法を用いた野菜商品開発

近年、消費者ニーズの多様化にともない、ようやく農産物のマーケティングリサーチに関する研究が行われるようになった。消費者の購買心理について、AIDAS の原則（図 1）があり、そのプロセスを農産物に適用できると考えられる。

新潟県ではマーケティングリサーチに基づいた野菜の商品開発を行っている。星野^{4), 5)}は消費者ニーズの定性的調査に首都圏においてグループ・インタビューを行い、野菜購買の意識、野菜を食べる意識、野菜への要望について、年代別にまとめている（表 3）。

コンパクト野菜に係わるニーズとして、20～30 代の有職女性に「少量で買いたい」、「計り売りが良い」、

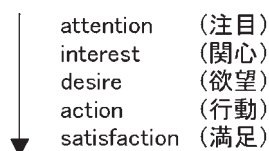


図 1 購買の心理に関する AIDAS の原理

30～50 代有職女性及び 30～40 代専業主婦に「欲しい分だけ売って欲しい」、50 代専業主婦に「小分けしてくれる店が良い」があげられる。それらニーズについて、アンケート調査による定量的分析を行ったところ、少量販売やコンパクト野菜に対するニーズはやや強い程度で、「安全でおいしい野菜がほしい」、「安いものがほしい」といったニーズが強く表れた。それらのニーズは年代により強さが異なり、若い年代で「安い」が、高齢層で「おいしい」が強くなった。

また、年代に係わらず「健康のために野菜を食べたい」という意識が強く表れ、40 代以下で「食べ方に関する情報」を求めている⁴⁾。このマーケティングリサーチにより、新潟県ではエダマメ、イチゴ、ネギ、ホウレンソウ、サトイモ、ニンジン等について商品コンセプトを提案し商品化を行っている⁵⁾。

これらのことから、野菜に対する CS（顧客満足）を向上させるためには、「おいしい」、「安全」、「健康」を考慮した野菜生産が必要となっており、このことは近年、掲げられている目標と一致している。しかし、現在の情報化社会での野菜の食べ方等の情報不足は大きな問題であり、このことが新しい野菜の定着を遅らせる要因となっている可能性がある。最近では、各国料理店が増え、食のグローバル化が進んでいる一方で、用いられている素材

表 3 グループインタビュー法により得られた消費者の未充足なニーズ

有職	20～30 代	・おいしくて安心できる簡便化商品を使用したい ・美容や健康により野菜が知りたい ・遅くまで営業するお店があると良い ・新鮮で安い直売所を利用したい ・1 人暮らし向けの量で買いたい
		・おいしくて安心できる簡便化商品がほしい ・遅くなくても野菜が買える店がほしい ・条件が合えば宅配も利用したい ・重量野菜を楽に買いたい ・良心的な直売所があると良い ・欲しい分だけ売って欲しい ・家庭の味を大切にしたい ・有機減農薬野菜の正しい情報が欲しい
		・規格外品を売って欲しい ・野菜の保存方法を教えて欲しい ・まとめ買いしたら配達して欲しい ・野菜の食べ方を試食で教えて欲しい ・県独自の認証制度を消費者に PR して欲しい ・国産の冷凍食品があると良い
		・味に満足できる惣菜が欲しい ・規格外品を売って欲しい ・少量販売して欲しい ・重量野菜は配達して欲しい ・ふるさとの野菜や郷土料理が食べたい ・本当に信頼できる野菜が欲しい ・直接、消費者に「新潟の野菜」を宣伝して欲しい
専業	30～40 代	
専業	50 代以上	

（星野，1999 から抜粋）

に関する情報は少ない。今後、「食べたい、買いたい」野菜の生産を進めるためには、消費者に野菜の食べ方に関する情報をまず提供する必要があると考えられる。したがって、単なる「小型」野菜では、消費者に十分な購買意欲を与えないため、コンパクト野菜については、まず、「おいしい」、「安全」、「健康」に係わる品質が重要であり、同時に、食べ方等、利用方法を考慮した開発が必要となっている。

3 コンパクト野菜の育種

現在までに、コンパクト化を主体に育種された品目は少ない。ハクサイは、作型によって、極早生の小型品種が栽培されていたが、秋冬の高需要期におけるミニハクサイが1990年頃育成された。しかし、少量販売のニーズには、大型ハクサイのカット販売が定着しており、ミニハクサイの販売は現在のところ少ない。近年発表されるコンパクト野菜の品種には、高品質化等の形質と合わせた育種が行われている。社団法人日本種苗協会が発行している野菜品種名鑑2003年版に掲載されている品種特性で、収穫物の大きさが小、極小、短、ミニと記されているもの、または、品種名にミニ、短等が含まれるものを選び、その種苗会社のカタログを調べたところ、その中でミニ、コンパクト等の紹介があるのは9品目であった。

カボチャは洋種が7品種、日本種が1品種で、ほとんどが平成に入って発表されている。これらのカボチャは、調理後そのまま器として用いる等新しい料理方法が提案されたことから、消費が近年伸びている。ペポカボチャは小型で個性的な形が多いが、調理方法が一般的になっていないことから消費者の認識は今一つのようなのである。キュウリは7品種で、1980年代後半から1990年代前半に多く発表されているが、近年は少ない。キュウリの消費が低迷している中、新しい商品開発が待たれる品目である。スイカは1960年発表の「こだま」以後多く発表されている。大玉スイカに対する小玉スイカとして、その地位は確立されているものの小玉スイカは割れやすく、流通における主流とはなっていない。トマトは47品種が発表されている。ミニトマトは従来から栽培されていたが、高糖度が注目を浴び、急速に市場に定着した。小売店においてもトマトと同様にミニトマトも主要な品目として取り扱われ、外食産業においてもサラダに欠かせ

ない食材となっている。ダイコンは6品種発表されており、宮重群以外に辛味やアルタリに似た品種がある。ダイコンは根が短い品種群が多く、用途別のコンパクト品種が発表されている。ハクサイは5品種あり、先ほど述べた従来の品種群を小型化したものの他に、サラダに用いられる捲心型の品種がある。ニンジンも5品種発表されており、3寸タイプと生食用のミニキャロットのタイプがある。他にタマネギ、ゴボウに品種が見られる。

以上のように、コンパクト化だけではなく、高品質化や新しい食材としての利用を狙った育種が行われており、近年発表されたロメインレタスやメキャベツ等、料理方法等の情報を入れた広告を目にする。今後、育成される新野菜への期待は大きい。

4 コンパクト野菜の栽培

野菜の生育中における収穫時期は、品目や品種、用途によって異なり、古くから栽培地で定着している。野菜の一生の中での収穫時期は、栄養成長期と生殖成長期の2つに分けられ、さらに、各々成熟後期に収穫する品目と成熟途中に収穫する品目に分けられる(図2)。

これら野菜の収穫時期は、その野菜の持つおいしさや成分等品質が最も上位の頃と考えられ、栽培技術としては確立している。コンパクト野菜のキーポイントが小型とすれば、収穫時期の前進により収穫物の小型化が実現するが、食味等、品質低下の可能性が高い。しかし、ヤングコーン、芽ねぎ等早期に収穫している品目があり、それらは食材としての地位が確立している。したがって、収穫時期を早くしたり、遅くしたりすることによる品質の変化が食材として生かせる可能性があり、収穫時期を見直すことも必要であろう。

ペコロスは栽植密度を高めることで小型化しているが、このような栽培法が可能な品目は限られている。地上部空間や根域、養分等の制限による小型化は、植物にストレスがかかり、品質低下の可能性もある。これらのように、栽培技術により野菜の小型化を図るにはリスクがともなうため、育種に期待するところは大きい。前述のコンパクト野菜として発表されている品種は、その野菜の一生における従来の収穫時期と同一であり、その野菜の持つ品質が十分備わっていると考えられる。現在栽培されている野菜の品種は、多収性や高品質化等を目指して改良されてきた素材をもとに育成されたものが多く、コ

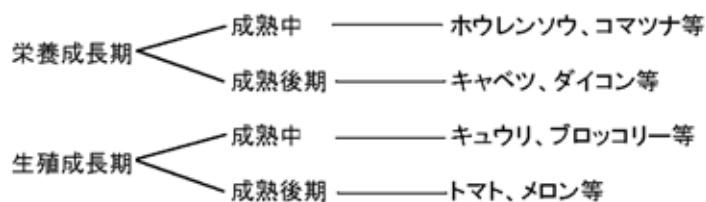


図2 野菜の収穫時期

コンパクト化のような新しいニーズに応えるためには、野生種や外国品種、地方在来品種などの遺伝資源の中から新しい素材を選ぶ必要があるかもしれない。

コンパクト野菜の栽培では、いかにコンパクト化を行うかだけでなく、小さい形質をいかに栽培技術に活かすかも重要となる。つまり、コンパクト野菜の栽培は、以下のように新作型の開発や省力化、低コスト化にも影響を与えると考えられる。

4.1 新作型の開発

コンパクト野菜は、少ない生育量で収穫するため、葉根菜類では栽培期間の短縮が期待できる。ハクサイやダイコンでは春の低温期や夏の高温期の播種を回避できることから、栽培可能地域が拡大する。また、品目によっては年内の栽培回数が増加できるとともに、輪作体系も多様化され、土地の有効利用が可能となる。

4.2 省力化低コスト化

栽培期間短縮による労働時間の削減と収穫物重量の軽減から省力化が図られる。また、農薬散布回数の低減が期待できることから、低コスト化が可能となる。

5 富山県における短葉ネギの商品開発

富山県におけるネギ栽培は、根深ネギが中心で、秋冬期には中京圏へ生産量の約6割を出荷しているが、生産者の高齢化により、栽培面積は減少傾向を示しており、その対策は急務となっている。そこで、本県では従来のネギ栽培の機械化一貫体系による省力低コスト化を検討し、ネギ10a当たり作業時間を約200時間まで削減した。これにより、主穀作経営体における転作作物として7ha規模のネギ栽培が可能となり、経営の安定化が図られている⁹⁾。

しかし、既存の小規模ネギ生産地では機械装備の負担が大きく、他の活性化方策が必要であることから、既存の機械で栽培可能なネギの新商品開発を行っている。

ネギの新商品のポイントとして、省力・低コスト栽培、従来の根深ネギとの差別化が挙げられる。

5.1 マーケティング手法を用いた消費者ニーズの把握

5.1.1 短いネギのニーズ

グループインタビュー法により、消費者の白ネギに対するニーズを探索したところ、世代間に関係なく共通しているニーズに「冷蔵庫に保管したい」、「使い切りサイズが欲しい」等の「短いネギ」に係わるニーズが認められた(表4)。それらについて、アンケート調査によりニーズの強さを検証したところ、30代と70代が他の年代に比べて「短いネギ」に対するニーズが強くなった。この「短いネギ」は、栽培の省力化が可能となるニーズである。しかし、「新鮮」、「安心」、「おいしい」に対す

るニーズは「短いネギ」よりも強いことから、これらを組み合わせた商品開発が必要と考えている。

5.1.2 食味テスト

消費者が「おいしい」商品を望むニーズは、品目に係わらず強いことは明らかである。したがって、商品開発には随時食味テストを行う必要がある。本県のネギのポジショニングを行うために、本県産と他県産ネギにおける食味テストを行った。食味テストを、水煮ネギ、焼きネギ、きざみネギで行ったところ、産地間で用途により総合評価が異なり、本県産ネギは水煮の評価が劣るが、焼くと評価が上がる結果が得られた(図3)。

また、富山県農業技術センター野菜花き試験場で栽培した2品種において、調理の加熱時間を変えて食味調査を行ったところ、加熱時間により2品種の評価が異なる結果が得られた。これらのように、ネギは焼く、煮るの加熱方法やその加熱時間によって、品種の食味評価が変化することから、消費者の「おいしい」ニーズに対応するためには食味に係わる要因の評価方法を検討する必要がある。また、用途に応じてネギ品種の食味評価が異なることから、用途別商品の開発が可能であると考えている。

5.1.3 市場・小売店における商品価値

商品価値に関して市場・小売店等から聞き取り調査を行った。県内の市場・小売り店における商品価値の基準としての重要な要素は、「店持ち」、「ブランド力」、「品質」であった。本県のネギは、地場野菜としての「ブランド力」は高いが、「店持ち」、「品質」についての評価が低く、そこに焦点を合わせた商品開発が必要となっている。ただ、「品質」に係わる要素は多く、さらに分析が必要である。

5.1.4 テスト販売と経営評価

今年度、短葉ネギ試作品のテスト販売を行ったところ、葉味用の1回分使い切りサイズとして、売れ行きは良好であった。しかしながら、消費者の購入心理を左右する「価格」は大きな問題となる。つまり、1本を従来品と同じ価格にした場合、短葉の特徴だけでは「高い」と感じられてしまうため、高品質化は必須である。消費者に対して、いわゆる「値ごろ感」を強く発揮できる特徴ある商品を開発していくと同時に農家経営の評価も行う必要がある。

5.2 短葉ネギの栽培技術

短葉ネギの商品コンセプトは現在検討中であるが、長さはマーケティングリサーチにより40cm程度と考えている。そこで、このコンパクトを生かせる栽培技術について検討している。

5.2.1 作型の検討

本県のネギは秋冬どりを中心に周年栽培されている。その中で、初夏から夏にかけては坊主不知系の栽培が行われているが、6月頃から関東の一本ネギが出荷される

表4 消費者の白ネギに対するニーズ（林，2003）

世代	各世代毎の特徴的なニーズ	世代に関係なく共通しているニーズ
若年層	程良い辛さの薬味が食べたい	新鮮なネギが欲しい
20歳前後	中のぬめりがイヤ 無洗ネギが欲しい 車中に臭いの残らないネギが欲しい 刻むまで臭いが出ないネギが欲しい 鮮度がわかるようにしてほしい	冷蔵庫で新鮮に保管したい 欲しい分だけ売って欲しい 種類をたくさん並べて欲しい 安全なネギが欲しい 県内産を買いたい 国内産を買いたい 輸入ネギは買いたくない 産地を見て選んで買いたい
20歳代	生のネギを食べた後の後味がイヤ 程良い辛さの薬味が食べたい 煮込んだ時に煮くずれないネギが欲しい 車中に臭いの残らないネギが欲しい 人が触ったものは買いたくない ブランド的な品質のネギを買いたい どんな栽培法で作られているか知りたい 安すぎるネギはかたくて買いたくない	安心できるネギが欲しい 機能性について情報が知りたい 遺伝子組み換えは買いたくない 安いネギを買いたい 美味しいネギが食べたい
30歳代	止めるテープは簡単に外せるものが欲しい 袋に入っているネギは欲しくない 綺麗すぎるネギは逆に買いたくない 収穫した日が分かるようにしてほしい 無農薬野菜を安く買いたい 富山県産ブランドが欲しい 県内産マークの入ったものが欲しい 安くネギを買うため種類を並べて欲しい 安すぎるネギは怖くて買いたくない	太いネギが欲しい 甘いネギが食べたい 軟らかいネギが食べたい 緑の部分が軟らかければ食べたい 白いところが多いネギが欲しい 美味しいネギを食べたい（調理方法） 薬味で食べたい 鍋に入れて食べたい 簡単な料理方法が知りたい
40歳代 ～ 50歳代	煮込んだ時に煮くずれないネギが欲しい ニオイの強いネギは麺類に入れたくない 真っ直ぐなネギが欲しい スーパーでネギを買って持ち帰りたくない 止めるテープは簡単に外せるものが欲しい 泥付きネギが欲しい 袋に入っているネギは欲しくない 無農薬野菜を安く買いたい 緑の部分も綺麗なものが欲しい 生産者の顔が貼ってあるものを買いたい 少し高くても安心できるネギが欲しい	扱いやすいネギが欲しい 冷蔵庫に入る短いネギが欲しい 使い切りサイズのネギが欲しい 袋からはみ出ない短いネギが欲しい 持ち運びしやすいネギが欲しい 短いネギが欲しい ばら売りして欲しい

ため、高品質化に対する要望が強い。そこで、生育量が少なく、栽培期間が短縮可能と考えられる短葉ネギを、初夏から出荷できる作型を検討している（表5）。

5.2.2 栽植様式の検討

従来のネギ栽培では、30cm以上の軟白を作るため、植え溝を作り、その溝底に定植している。本県の主要な作型は春まきの年内どりで、梅雨を圃場で越すため、溝底に定植するネギは湿害を受けやすく、収量低下の要因となっている。短葉ネギの場合、軟白は20cm以上と考えており、そのため平畝での定植が可能である。実際に平畝でネギを栽培すると、定植後に発根できる作土も確保しやすいことから初期生育が優れ、梅雨時期の生育停滞も見られないことから、短葉ネギ栽培に適用できると考えられる（図4）。ただ、土寄せ時に断根程度が大きくなり、その影響を検討する必要がある。

5.2.3 軟白方法の検討

根深ネギは、ネギの葉鞘部を土寄せにより軟白化を行う。この作業によりネギの葉鞘が伸びることから、短葉ネギには、この作業が負となる可能性がある。そこで、土寄せに対するネギ品種の反応を検討した。品種に係わらず概して、土寄せ後約30日間生育が遅延し、葉鞘が伸びる傾向が見られた。また、その反応程度に品種間差があることから、葉鞘の伸びの鈍い品種を選定できる可能性がある（図5）。

5.2.4 施肥方法の検討

当場では、施肥窒素の利用率が向上できるネギの全量基肥用肥料を作型別に開発した。その全層施用で慣行の約20%、側条施用で慣行の約50%、育苗箱施用で約65%施肥窒素量が削減できる^{7, 8)}。ただし、育苗箱施用の場合、セル育苗では適用できるが、連結式ペーパーポットでは、濃度障害が発生するため、ペーパーポットをは

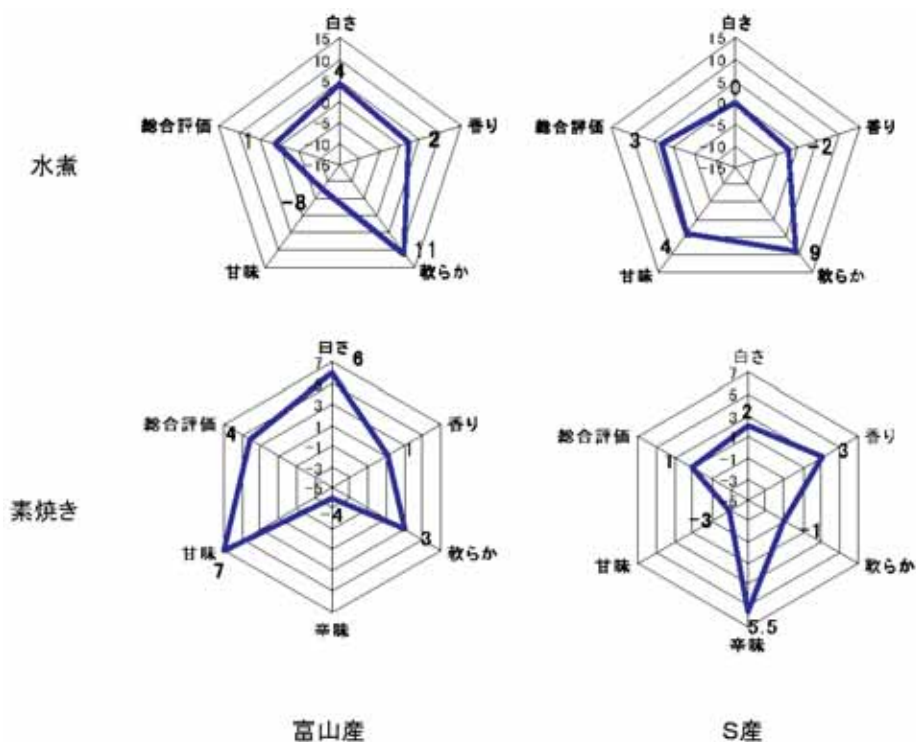


図3 富山県産とS産の食味官能テスト(林, 未発表)

表5 富山県におけるネギ栽培の主要な作型

	播種期	収 穫 期											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
春まき秋冬どり	3~4月												
春まき夏秋どり	2~3月												
秋まき夏どり	8~9月												
初夏どり	栄養繁殖の坊主不知利用												
春まき春どり	4月												
初夏まき冬どり	4~6月												

ずして定植する必要がある⁹⁾。

短葉ネギの場合、施肥量が少なくすむことから、ペーパーポット育苗養土へ全量育苗箱施用し、定植時にポットをはずさない栽培を検討している。

5.2.5 短葉性ネギの育種

野菜茶業研究所・ユリ科育種研において、短葉性ネギの育種を行っており、短葉性に加えて良食味、特に葉身部分の利用可能なネギを目標としている(図6)。

富山県の出荷先の中京圏は、古くから長ネギとして「越津」ネギが栽培され、葉身及び葉鞘を利用している。そこで、根深ネギの葉身を食いたいニーズが強く、それらも考慮した品種選定が必要と考えている。ここで育成された系統は、ホームテストなどマーケティングに使用し、そのデータを育種に活用する。

このように、現在、マーケティング、育種、栽培を組み合わせた短葉ネギの商品開発を行っている。

6 おわりに

コンパクト野菜は、生産の省力化、消費の利便性だけでなく消費者へのアピールがやや弱い。そこで、高品質性とそれに関する情報を加えることで、消費拡大に寄与できる可能性があると考えられる。

本県で商品開発を行っているネギは我が国で古くから栽培されている。青葉¹⁰⁾によると、「日本書紀」(720年)に栽培の記述があることや、江戸時代の「農業全書」(1696年)に、白根の長い根深ネギが質が良く、このネギを栽培する場合にはあらかじめ深く植えてその後土寄せをするといった栽培法が詳しく書かれている。溝底に定植し、土寄せを行う独特の技術が必要とする根深ネギ栽培方法とその食材としての地位が数百年引き継がれて今日に至っている。その日本の伝統を今後も伝承していく必要があり、その食材としての地位は揺るがない。その中で、短葉ネギを「新しい食材としての新野菜」としての位置付けを強調していく必要があると考えられる。今

後もコンパクト野菜を含む新しい野菜が導入されるであろうが、それらが「新たな伝統野菜」として根付くプロセスを見ていきたい。

摘要

コンパクト野菜について、近年の品種動向、栽培、マーケティングから検討するとともに、短葉ネギの商品開発について若干の結果を得た。

1 野菜の消費拡大には、「おいしい」、「安全」、「健康」を考慮した野菜生産の開発とともに、消費者に食べ方等の情報を提供する必要がある。

2 近年、コンパクト野菜に類する野菜として育種された品目は9品目に上がるが、いずれも高品質に係わる形質が重要な育種目標となっている。

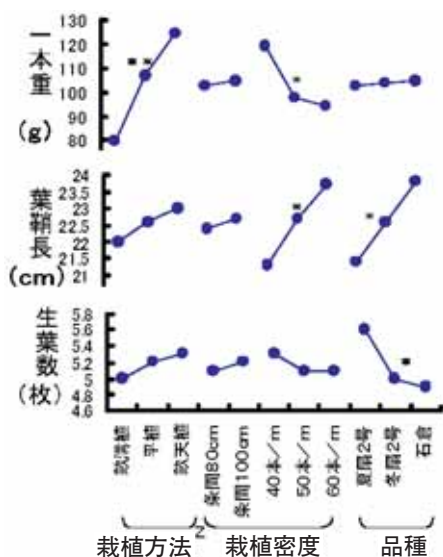


図4 栽培様式の水準及び品種

..: 分散分析により1%水準で有意

..: 分散分析により5%水準で有意

Z: 畝溝値/グランドレベルより10cm低い溝に定植

平 値/グランドレベルに定植

畝天値/グランドレベルより5cm高い畝に定植

3 コンパクト野菜の栽培により、新字型開発、省力・低コスト化が期待できる。

4 省力栽培が可能な短葉ネギは、「おいしい」等の他のニーズを組み合わせた新しい野菜としての商品開発が必要と考えられ、葉身を食材として利用可能な根深ネギが育成されつつある。

引用文献

- 1) 中安 章, 1996. 消費構造の変化と青果物流通. 農林統計協会: 33-43
- 2) 総務庁統計局, 2000. 家計調査年報
- 3) 平成12年度野菜消費改善総合対策事業調査報告書「北米地域における野菜消費動向」
- 4) 星野康人, 1999. 北陸農業試験研究成績・計画概要集. 北陸農業試験場: 42-43
- 5) 星野康人, 2000. 北陸農業試験研究成績・計画概要集. 北陸農業試験場: 38-41
- 6) 西畑秀次, 松本美枝子, 西村 聡, 林 保則, 金森松夫, 2003. 主穀作大規模経営体へのネギ栽培導入は経営の安定化に有効である. 園学雑, 72 (別2): 178
- 7) 西畑秀次, 松本美枝子, 2000. ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給. 園学雑, 69 (別2): 398

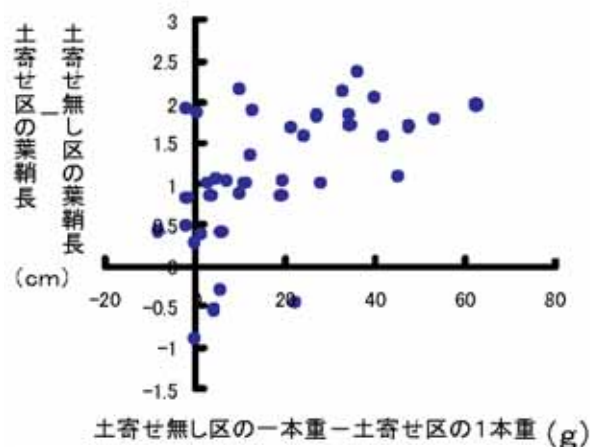


図5 土寄せがネギ一本重及び葉鞘長に与える影響の品種間差異 (37品種)

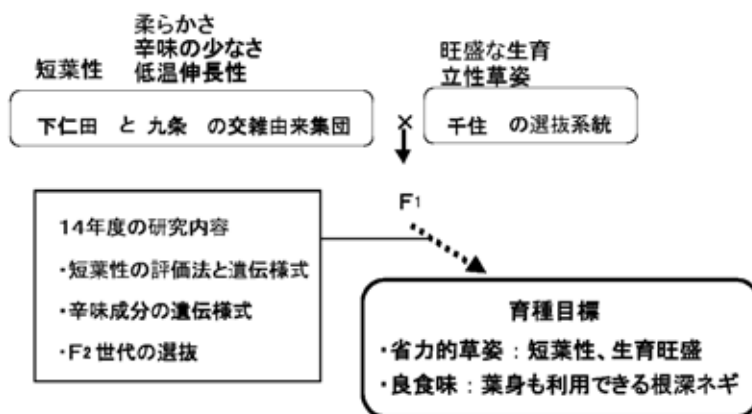


図6 野菜茶研・ユリ科育種研における短葉性ネギの品種の育成について (小島, 未発表)

- 8) 西畑秀次, 松本美枝子, 2001, ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給 (第2報) 育苗箱施用の検討, 園学雑, 70 (別2): 286
- 9) 西畑秀次, 宮元史登, 松本美枝子, 金森松夫, 2002, ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給 (第3報) ペーパーポット育苗における施肥技術の検討, 園学雑, 71 (別2): 341
- 10) 青葉 高, 1993, 日本の野菜, 八坂書房: 120-126

光環境制御による高品質化技術

東 尾 久 雄

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Technology to Enhance Vegetable Quality by the Light Environment Control

Hisao HIGASHIO

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

Summary

Recent research information about the physiological function of the ultraviolet (UV) rays on plants, and in particular the technology to enhance vegetable quality with UV which we are studying at present are introduced.

1. UV rays have various physiological effects on plants, and the effect differs depending on wavelength. Flavonoid is thought to be one of the materials protecting against the UV rays. Some inductive mechanisms of flavonoid production in plant upon exposure to the UV rays are revealed, but optical receptors have not been found yet.
2. The UV rays influence the production of vitamins and flavonoid compounds such as anthocyanin and quercetin. UV rays irradiation technology is being developed as one of the means to increase levels of these compounds and so produce high quality vegetables.

キーワード：紫外線，機能性成分，ビタミン，フラボノイド

1 はじめに

光環境条件は光合成あるいはフィトクロームを介した光形態形成などを通じて、植物、即ち野菜の発育・成長過程に深く関わっている。野菜の品質との関係においては、光量とアスコルビン酸・硝酸含量の関係が広く認められており、遮光するとアスコルビン酸含量が減少し、硝酸含量が増加する。また、紫外線を遮断するとイチゴやナスなどの果色発現が悪くなることから、野菜においても紫外線とアントシアニン合成との密接な関係が明らかにされている。そして、生産現場においては、青果物の品質を高める方法の一つとして整枝剪定による受光態勢の改善や反射マルチ利用技術などが導入されている。しかし、光環境条件を品質向上に利活用する技術はそれほど進んでいない。その要因の一つとして、光環境条件が容易に変更し得ない栽培条件であるためと考えられる。

一方、最近における農産物の国際化、産地間競争の激化に伴い、野菜の高品質化が一段と求められるようになり、そのための技術開発が急務となっている。また、昨

今の国民の健康への強い関心を背景に、高品質化のターゲットとして野菜に含まれる機能成分が注目を集めるようになった。

現在、私たちは光環境条件の一つである紫外線の生理作用に着目し、紫外線に対して野菜が示す生理反応を積極的に利用するため、紫外線ランプ処理技術の開発を進めている。そこで、本稿では、光環境条件の中でも、紫外線に関連する研究成果を整理するとともに、私たちの取り組みを紹介したい。

2 紫外線の植物に対する生理作用

2.1 紫外線とは？

紫外線が関心を集めるようになったのは、フロンガスによるオゾン破壊により地上に届く紫外線量が増加し、人を含む生物への悪影響が懸念される事態が生じたことが端緒となっている。1990年ごろには、紫外線、特にUV-Bの植物に対する生理的な悪影響を中心に精力的に研究が展開された。

紫外線放射は可視放射よりも短い光放射で、一般的に波長別に細区分（UV-A：315～400nm，UV-B：280～315nm，UV-C：100～280nm）されて呼称されている。大気中のオゾン濃度が減少すると、生物への影響が大きいUV-Bが増加する。人がUV-AやUV-Bなどの紫外線を浴びると、軽いメラニン色素の合成が誘導され、日焼け状態となり、適度な日焼けにより皮膚が紫外線に対して抵抗性を持つようになる。しかし、過度の紫外線は皮膚に炎症を起こし、ひどい場合には組織が壊死する。特にUV-Bが増加すると、DNAが損傷を受け、皮膚がんが増加すると言われている¹⁾。他方、UV-Cは、オゾンが破壊されても地上に到達しないため、問題視されることはない。むしろ殺菌効果があり、食品などの殺菌に利用されている（図1）。

2.2 植物に対する生理作用

植物においても、適度の紫外線を受けると、フラボノイドなどの色素の合成が誘導され、紫外線に対して抵抗性を保つようになる。しかし、過度の紫外線を受けると、DNAの損傷、光合成や成長などの障害が生じる²⁾。一般に、DNAの損傷や成長阻害は、320nm以下の波長で急激に影響度が增大する。

UV-Bは生体内で補酵素や色素に吸収されると、それらを励起状態にし、励起エネルギーは最終的に水分子に伝達され、活性酸素が生成される。実験系での研究から、UV-Bにより生成された活性酸素がDNAを損傷したり、転写因子の一種であるAP-1が活性化する可能性が示されている。

一方、多くの植物では光合成速度が低下することが知

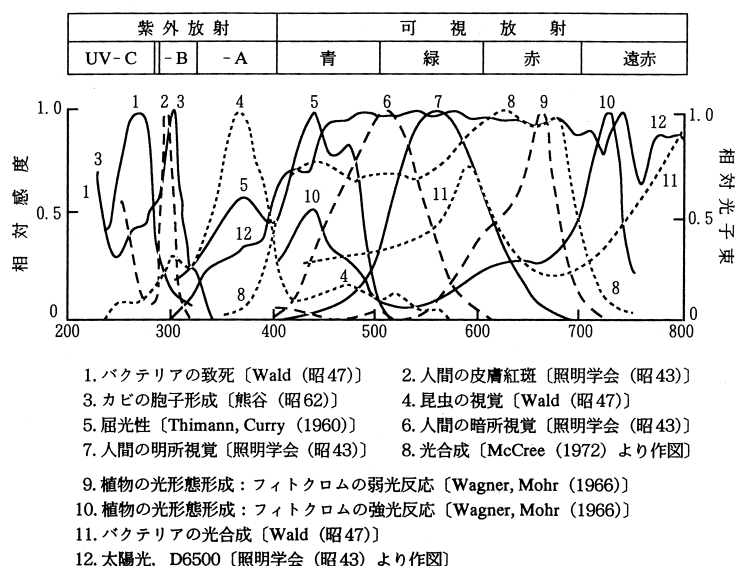


図1 光放射に対する生物反応の分光感度特性と太陽放射の分光光量子束分布（照明学会，1992）

表1 陸上植物のUV-B放射量増大の影響（Runeckles & Krupa, 1994）

植物の反応	影 響
光合成	多くのC ₃ とC ₄ 植物種で減少（弱い可視光量下で）。
葉コンダクタンス	減少（弱い可視光量下で），すなわち，気孔の閉鎖。
水利用効率	ほとんどの種で減少。
葉面積	ほとんどの種で減少。
葉重比（SLW，葉の厚み）	ほとんどの種で増加。
作物の成熟速度	影響なし。
開花	阻害あるいは促進。
乾物生産と収量	多くの種で減少。
植物種間の感受性差異	種間でUV-Bに対する感受性に大きな差異がある。
品種間の感受性	品種の間で異なった反応を示す。
乾燥ストレス感受性	UV-Bに対しては植物は感受性が低くなる。しかし，水不足に対する感受性が高まる。
養分ストレス感受性	ある種ではUV-Bに対して感受性が低くなるが，他の種ではより感受性になる。

これらは温室内のUV-B照射実験に基づいた結論である。

C₃植物：イネ，ムギ，ダイズなどの大部分の草本植物，樹木，藻類など。

C₄植物：トウモロコシ，サトウキビなど少数の草本植物で，光呼吸が働かないためC₃植物に比べ光合成速度が約2倍も高い。

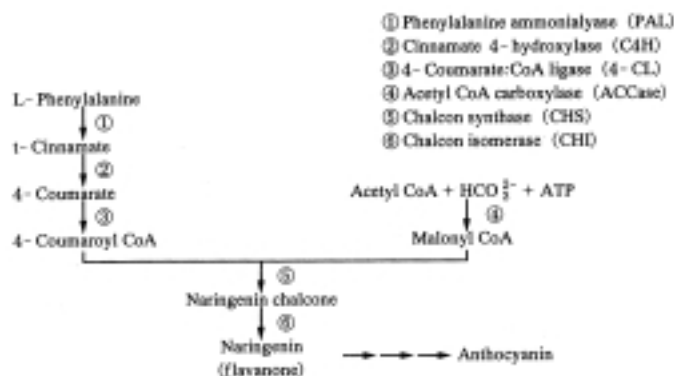


図2 フラボノイドの生合成経路

られているが、光合成への影響については、電子伝達系への影響以外にも、炭素固定酵素活性の影響や葉緑体の膜構造の損傷などが指摘されている。その他、葉の色素の生成阻害、光合成産物の器官分配比の変化など多くの酵素反応や生体物質の変化について報告がある（表1）。

UV-Bによるフラボノイド合成の促進作用は、クチクラ層を透過したUV-Bが表皮細胞に作用して起こる。フラボノイドには紫外線領域に吸収を保つものが多く、紫外線を吸収することで葉肉細胞におけるDNAや光合成などの主要な機能を保護していると考えられている。UV-Bはフラボノイド合成経路（図2）のPAL、4CL、CHSをコードする遺伝子の発現を活性化したり、ACCaseの酵素タンパク量を増加することが示されている。このフラボノイドの合成誘導過程において、光受容体の存在が想定されているが、残念ながら、未だその物質は特定されていない³⁾。

3 紫外線の野菜品質との関わりと利用技術の開発

須田氏は収穫後のダイズ品質劣化要因の解析に紫外線ランプを照射し、脂質の過酸化反応に対する光の影響を調べている。東尾らは機能性成分としてβ-カロテンとトコフェロールに注目し、生鮮野菜でも積極的に紫外線を照射すると細胞膜に含まれる脂質の過酸化反応を防止するため、防衛反応として内生抗酸化物質の合成が誘導され、その結果としてβ-カロテン、トコフェロールの含量を高めることができるのではないかと考えた。

3.1 ビタミン類の含量増加

植物細胞やクロロプラストは活性酸素種の形成を妨げたり、捕捉する抗酸化系が発達している。これらの抗酸化系にはスーパーオキシド・ディスムターゼ、パーオキシダーゼ、カタラーゼなどの酵素、アスコルビン酸、グルタチオン、トコフェロール、ポリフェノールなどの内生抗酸化物質が関与していると考えられている。

即ち、水溶性のビタミンCは一般的な細胞成分であり、アスコルビン酸の生理的役割の一つは光合成で発生

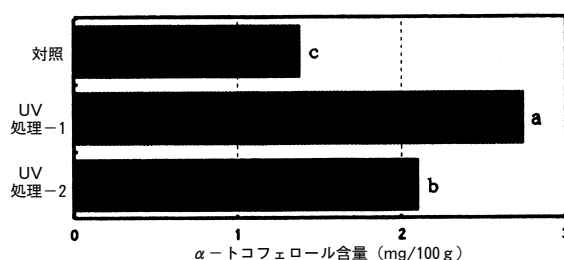


図3 ハウス栽培ホウレンソウ葉中のα-トコフェロール含量に及ぼす紫外線処理（1日5分間）の影響（東尾ら、1999）

処理-1：全期間 処理-2：生育後期のみ

した活性酸素を直接あるいはNADPH/グルタチオン/アスコルビン酸サイクルで酵素的に減少・消去させたり、α-トコフェロールを再生することである。また、トコフェロールは脂溶性のビタミンであり、主としてクロロプラスト中に局在し、チラコイド膜や外皮中に存在し、脂質過酸化反応で形成されるラジカルを捕捉したり、活性酸素を減少・消去させる⁴⁾。

他方、多くの緑黄色野菜はビタミンCに加え、β-カロテンやトコフェロール（ビタミンE）を豊富に含有している。私たちのホウレンソウの一連の試験では、これらの成分の内、トコフェロールが紫外線を照射することで含量が増加することを見出した。即ち、ホウレンソウに短時間（5分程度）の健康線用蛍光ランプ（主波長310nm）を照射することでα-トコフェロールの含量を高めることができた（図3）。紫外線の照射を受けると、照射後およそ24時間後に葉中の含量が増加し、紫外線の照射を繰り返すことで、さらに含量が高まった。また、この現象は、秋まきハウス栽培の圃場試験でも効果を確認している⁵⁾。この増加機構の解明は進んでおらず、他の紫外線領域での同様な効果も確認していないが、構造的に組み込まれたβ-カロテンとは異なり、紫外線に対する防御反応としてα-トコフェロールの合成が誘導され、合成と分解の収支の結果として含量が高まると考えている。

なお、紫外線を照射することで含量が増加するビタミン

ン類としては、トコフェロールの他に、ハウレンソウ（中波長紫外線ランプ）⁶⁾、カイワレ（健康線用蛍光ランプ）⁷⁾やモヤシ（ブラックライト）⁸⁾のビタミンCやシイタケのビタミンD₂（殺菌蛍光ランプ）⁹⁾がある。

3.2 フラボノイド化合物の含量増加

フラボノイドは2個のベンゼン環を3つの炭素鎖で結びつけた共通のジフェニルプロパノイド（C6-C3-C6）骨格を持つ一群の化合物である。その中にはフラボン（アピゲニン、イソフラボン、カルコンなど）、フラボノール（ケンフェロール、ケルセチン、ミリセチンなど）、カテキン類などがあり、広義にはアントシアニンも含まれる。これらは、通常、糖と結合した配糖体として組織中に存在している。表2は野菜中に含まれる狭義のフラボノイド含量の一覧¹⁰⁾である。フラボノイドは植物界に広く分布する色素成分であるが、抗酸化作用、抗変異原・抗腫瘍作用、血小板凝集抑制作用、紫外線防護作用、視機能改善作用などの多くの生理作用を有することが知られ、現在、機能性成分として注目されている化合物の一つである¹¹⁾。

3.2.1 ケルセチン

ケルセチンはフラボノイドの一種で、タマネギ鱗茎に特異的に多く含まれている。タマネギの主要なフラボノール配糖体はケルセチン-3, 4'-ジグルコシド、ケルセチン-4'-グルコシドであり、赤色タマネギは黄色タマネギ

より多いが、白色タマネギでは検出されていない¹²⁾（表3）。そして、外皮から第1葉と第2葉に多くのケルセチンが含有され¹²⁾、しかも表皮細胞に局在していることが確認されている¹³⁾。ケルセチンの人体内への吸収移行については、野茶研の東¹⁴⁾も精力的に動物実験を進め、実際の食生活の中で吸収移行を促進する食材の組み合わせを明らかにしつつある。このこともあり、紫外線を照射することで含量を高める試験を開始した。

3.2.2 アントシアニン

アントシアニンのアグリコンはアントシアニジンと呼ばれているが、糖や有機酸を組み合わせた多様な化学構造を取るため、現在までに400種類ほど発見されている。野菜では、イチゴ、ナス、シソ、赤キャベツ、赤タマネギ、赤ダイコン、有色ジャガイモに含まれている¹⁵⁾。このアントシアニンについては、紫外線との関係について多くの研究蓄積がある。わが国では、松丸らのナスについての研究¹⁶⁾が最初と考えられる。彼らは、紫外部の分光透過率の異なるフィルムを使って、ナスの着色に370nm付近の光線が影響することを見出した（図4）。その後、イチゴ果実の着色に対する紫外線の作用も、紫外線カットフィルムを使うことで明らかにされている^{17, 18, 19)}。また、松丸らも近紫外線ランプの照射でナスのアントシアニンの着色が促進されることを認めているが、実用的に問題があることから紫外線ランプの利用は実用化されていない。イチゴ果実についても、実用場面

表2 野菜中のフラボノイド含量（Hertog ら, 1992）

	(mg/kg)			
	ケルセチン	ケンフェロール	ルテオリン	ミリセチン
赤キャベツ	5	<2		
緑キャベツ	<1	<2		
白キャベツ	<1	<2		
芽キャベツ	<1	7		
ケール	110	211		
カリフラワー	<1	<2		
ブロッコリー	30	72		
エンダイブ	<1	46		
チコリ	<1	<2		
レタス	14	<2		
ハウレンソウ	<1	<2		
キュウリ	<1	<2		
赤ピーマン			11	<1
トマト	8	6		
イチゴ	9	12		
エンドウ	<1			
ソラマメ	20	<2	<1	26
タマネギ	347	<2		
リーキ	<1	30		
ダイコン	<1	<2		
スーデンカブ	<1	<2		
赤ビート	<1	<2		
ニンジン			<1	<1

表3 各種タマネギ中のフラボノール配糖体含量 (津志田ら, 1996)
(mg%)

品種名	Q-3, 4G*	Q-3G*	Q-4'G*	IR-4'G*	合計
黄色系					
札幌黄	15.0	0.4	14.9	2.1	32.4
空知黄	14.8	0.7	15.2	1.9	32.6
北見黄	20.6	1.5	17.5	3.4	43.0
せきぼく	19.3	0.6	18.2	3.3	41.4
北もみじ	16.3	0.5	19.8	1.9	39.3
フラヌイ	18.6	1.0	23.5	3.6	46.9
つきひかり	13.0	0.9	19.8	3.8	37.5
赤色系					
SRG	64.6	3.6	64.6	6.0	138.8
白色系					
BGS	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
SWG	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
SWG HiS	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

*Q-3, 4G:quercetin-4, 4'-di-O- β -glucoside Q-3G:quercetin-3-O- β -glucoside
Q-4'G:quercetin-4'-O- β -glucoside IR-4'G:isorhamnetin-4'-O- β -glucoside

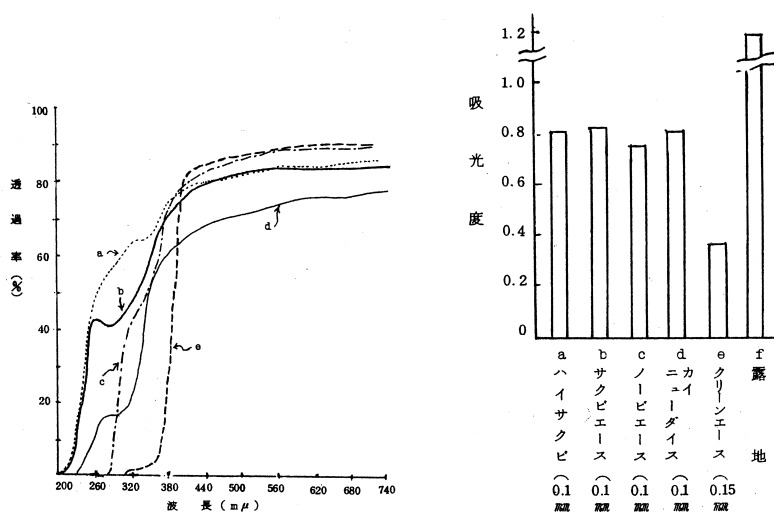


図4 展張時のハウスフィルムの分光透過率とナス果皮のアントシアニン (松丸ら, 1971)

を想定した果実の着色促進方法として、反転時期やマルチフィルムとエアーマットの組み合わせで着色を促進する技術開発が行われている¹⁷⁾。現在、私たちは収穫後のイチゴ果実について紫外線蛍光ランプを照射することで、着色促進したり、同一個体内の着色むらをなくすことを検討している。アントシアニンの紫外線による合成促進作用には、赤色光が相乗的に作用することが認められており¹⁾、その効果確認と食味への影響評価にも、今後、取り組む予定である。

4 おわりに

これまでの紫外線に関する研究の流れを辿ると、紫外線の有害性が強調され過ぎて来たさらいがある。健康線用蛍光ランプは照射量が多いとヒトの皮膚に紅斑を起こさせ有害であることから、現在は製造されなくなっているようである。また、野菜生産の分野においては、病害

虫の防止あるいは減農薬の視点から紫外線カットフィルムの利用が増えている。しかし、紫外線は植物細胞への働きを通じて色彩豊かな食生活を演出し、健康に有用な機能性成分の合成にも深く関わっている。紫外線が植物に対して持つ生理作用の功罪を見極め、自然の恵みでもある紫外線の有効利用を進めてゆきたいと考えている。

摘要

植物に対する紫外線の生理作用に関する最近の研究情報を整理するとともに、現在、私たちが取り組んでいる野菜の高品質化に向けた紫外線利用技術を紹介する。

1. 紫外線の植物に対する生理作用は波長域で異なり、様々な生理作用を有している。フラボノイドは紫外線からの防御物質と考えられ、紫外線によるフラボノイド合成誘導機構が解明されつつある。しかし、光受容体は見出されていない。
2. 紫外線はビタミン類、アントシアニンやケルセチン

などのフラボノイド化合物の含量の変動に影響を及ぼす。このため、野菜の高品質化を目指し、これらの成分含量を増加させる手段の一つとして紫外線照射技術の開発が進められている。

引用文献

- 1) 菅沼浩敏・村上克介. 1998. 4. UV の生物の生理・生態への影響. UV と生物産業 (照明学会編). 養賢堂: 51-62
- 2) Runeckles, V. C. and Krupa, S. V.. 1994. The impact of UV-B radiation and ozone on terrestrial vegetation. Environ. Pollut., 83: 191-213
- 3) 大政謙次・中嶋信美・近藤矩朗. 1998. 3. UV と地球環境, UV と生物産業 (照明学会編). 養賢堂: 35-50
- 4) Wise, R. R. and Naylor, A. W.. 1987. Chilling-enhanced photooxidation, Plant Physiol. 83: 278-28
- 5) 東尾久雄・一法師克成・伊藤秀和・東 敬子. 1999. 紫外線照射によるハウレンソウの α -トコフェロール含量の増加. 平成 10 年度野菜・茶業研究成果情報: 9-10
- 6) 香川 彰・太田和子. 1994. 野菜の品質に関する研究 (Ⅲ) ハウレンソウの生育・成分に及ぼす UV-B 照射の影響について. 岐阜女子大学紀要. 23: 1-10
- 7) 山本秀穂・山内直樹・小玉英里・執行正義・岡村憲一. 2002. ダイコン子葉の抗酸化成分に及ぼす紫外線照射の影響. 園学雑. 71 別 1: 330
- 8) 田尻尚士. 1981. 豆類もやしの栽培における人工光線照射が胚軸の生長とビタミン C 含有量に及ぼす影響. 日食工誌. 28: 430-436
- 9) 桐渕壽子. 1990. キノコ中のエルゴステロールおよびビタミン D₂ の定量. 家政誌. 41: 395-40
- 10) Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H, and Katan M. B.. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the netherlands. J. Agric. Food chem. 40: 2379-2383
- 11) 津志田藤二郎. 1999. 野菜が持つ生理機能. 農業および園芸. 74: 95-101
- 12) 津志田藤二郎・鈴木雅弘. 1996. タマネギのフラボノール配糖体含量およびそれらの代謝に関与する酵素の性質. 日食工誌. 43: 642-648
- 13) 岡本大作・野口裕司・室 崇人・伊藤喜三男・森下昌三. 2002. タマネギのりん茎内におけるフラボノイドの分布. 園学雑. 71 別 2: 393
- 14) 東敬子・一法師克成・伊藤秀和・東尾久雄. 2003. 脂質および乳化剤によるケルセチンの腸管吸収改善効果. 平成 14 年度野菜茶業研究成果情報: 105
- 15) 大庭理一郎・五十嵐喜治・津久井亜紀夫 編. 2000. アントシアニン. 建帛社
- 16) 松丸好次・上浜龍雄. 1971. 光質および光の強度がナスの果色におよぼす影響. 埼玉園試研報. 2: 1-11
- 17) 前川寛之. 1992. イチゴ品種“とよのか”の着色に関する研究 (第 2 報) 果実日裏面の受光程度および受光波長分布と着色の関係. 奈良農試研報. 23: 21-26
- 18) 吉村昭信. 1993. 施設被覆資材の紫外線透過特性とイチゴの着色. 奈良農試研. 24: 70-71
- 19) 吉村昭信. 1995. イチゴ‘とよのか’の着色に及ぼす環境の影響 (第 1 報) 被覆資材の紫外線透過特性と果実の着色との関係. 奈良農試研報. 26: 31-38

寒冷地の気候立地条件を活用した野菜の高品質化技術

森山 真久・青木 和彦

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構東北農業研究センター

Improvement of Green Vegetable Quality Using Cold Weather Condition

Masahisa MORIYAMA, Kazuhiko AOKI

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Agricultural Research Center for Tohoku Region

キーワード：コマツナ，耐寒性，糖度，パイプハウス，ビタミン，ハウレンソウ

1 緒言

東北地方北部の太平洋側の地域は，夏季にはオホーツク海気団を源とする湿った東よりの冷風「やませ」に見舞われて冷涼・寡照となる日がたびたびあり，一般に高温を好む夏作物の栽培には厳しい立地である．水稻はしばしば冷害に遭い，標高の高い中山間地では冷夏でなくとも毎年のように不稔が生じる．一方冬季は寒冷であり，秋から春にかけて作付けされるのはコムギ・牧草類などに限られる．

1980 年の水稻の冷害を契機として，この地域にパイプハウスを用いたハウレンソウの雨よけ栽培が導入された．それ以降，冷涼な気候を活かした夏作ハウレンソウの生産は伸び続け，地域によっては農業粗生産額の第 1 位を占めるまでになった．しかし，その雨よけハウスも使われるのは春先から初秋にかけての時期だけで，冬季には遊休ハウスとなっていることがほとんどであった．その原因としては，冬季の気温が低く野菜の生産が困難なこと，農閑期には他産業に従事することの多い地域であること，積雪対策で冬期間はハウスのフィルムを外す農家が多いことなどが挙げられる．この遊休ハウスを活用して冬季にハウレンソウやコマツナなどの葉菜類を作る試みが 10 年ほど前から始まった．収穫期にハウスを開放して低温にさらすことで植物体の糖度やビタミン含量を高める手法が取り入れられ，生産物は「寒じめ菜っぱ」の呼称でこの地域の冬の特産品になりつつある．冬季寒冷な気候立地を活かした高品質野菜の生産技術について報告する．

2 「寒じめ菜っぱ」の栽培技術

「寒じめ菜っぱ」とは，ハウス栽培した冬作ハウレンソウ・コマツナなどを寒さにあて，糖度やビタミン含量などを高めたものである¹⁾．すなわち，耐寒性に優れる越冬性の葉菜類を密閉ハウス内で出荷基準の大きさに育て，その後ハウスを開放して外気の寒さにあててから収穫したもので，「寒じめ菜っぱ」の呼称は冬作葉菜類一般を指すものではなく，また固有の種・品種を指すものではない．

ハウレンソウやコマツナは周年栽培されているが，本来は越冬性の作物である．その生活史は，秋から冬にかけて生長し越冬のための貯蔵養分を蓄積（栄養生長）し，越冬後の翌春に開花・結実（生殖生長）するというものである．しかし越冬作物でも，気温の高い時期に生長した植物体は寒さに耐えられない．耐寒性などの越冬能力は，気温が下がってくる秋から冬にかけて植物体が低温順化することで獲得される．植物体が低温を感知して低温順化過程に入ると，組織中の水分含量が低下し，各種体内成分の組成が変化する．糖含量や各種ビタミン含量の増加もそのひとつである．この変化は作物が耐寒性などを向上させる過程で生じるものだが，利用するヒトの側から見れば，低温順化した作物は体内成分が濃縮されて食味が向上し栄養価が高いものとなる．この低温順化のしくみを利用し，先ず暖かいハウスで野菜を十分な大きさにまで生育させ，その後ハウスを開けて寒さにあてて食味や栄養価を高めてから収穫するのが寒じめ栽培である．

寒冷地で冬作野菜の露地栽培を行う場合，例えば東北地方北部では，寒さに強いハウレンソウを用いて 9 月中に播種し，年内には収穫を終えなければならない．播種

が遅くなると収穫できる大きさになる前に寒さで生長が止まってしまい、また収穫が遅くなると寒さや積雪で植物体に傷みが生じ商品価値が落ちる。しかし、通常9月は夏作物の栽培が続いているので、前作があれば9月中の播種はできない。また収穫が冬場になる場合、積雪の多い地域であれば雪に埋もれている野菜を収穫する方法もある。積雪下はほぼ0℃に保たれるので低温による障害は起きず、降雪前に野菜を不織布などで被覆しておけば傷みも軽減できるが、雪を掘っての収穫には大変な労力が必要である。これに対し寒じめ栽培では、夏作ハウレンソウ栽培が終わったハウスを利用し、播種後収穫できる大きさになるまではハウスを閉めて生長を促進させる。このことで露地栽培より1か月ほど遅い10月中旬頃まで播種できる。収穫適期になったらハウスを開けて2週間ほど寒さにあててから収穫するが、ハウスを開けておくと植物体の生長はほぼ停止するので一斉収穫の必要が無く、長期にわたって（2週間から1か月程度）収穫を続けることができる。また露地とは異なり積雪はなく、土壤凍結もおおむね軽度である。土壤凍結した場合も、収穫前に2日前後の短期間ハウスを閉めることで土は軟化するので収穫に支障はなく、閉鎖が短期間であれば温度上昇による品質への影響も小さい。以上のように寒じめ栽培は、冬季に生鮮野菜の供給が困難な寒冷地においてそれを可能にする技術である。

3 寒じめ栽培の実際

寒じめ栽培の適用地域は、東北以北の寒冷地および山間高冷地である。寒さのおおよその目安は、ハウレンソウの場合、最低気温が-5～-10℃くらいの地域・時期が適している。作目はハウレンソウのほか、コマツナ・ハクサイ・ナタネ（なばな）・ダイコン・カブなどの越冬性の野菜類が利用できるが、ハウレンソウに比べて耐寒性が劣るので、最低気温が-5℃程度の地域・時期が適当である。以下、最も栽培が盛んで生産量も多い、岩手県北部のハウレンソウ栽培の実際について述べる。

播種は、年内に出荷する場合は10月はじめに、年明けに出荷する場合は10月中旬頃に行う（図1）。夏作ハウレンソウ栽培後のハウスを利用するときは無施肥で栽

培する。播種後、低温が続く場合や生長を促進させたい場合には不織布で被覆（べたがけ）して保温する。収穫できる大きさになったらハウスを開放して2週間程度寒さにあてる。開放時に外気温が低いと（ハウレンソウでは-10℃程度）植物体に葉のしおれ・黄化などの低温障害が生じることがあるので、その場合は日中の高温時にのみハウスを開けてハウス内の最高気温を下げ、4、5日後に昼夜とも開放する。被覆（べたがけ）をしたときは低温障害を受けやすいので、被覆したままでハウスを開け4、5日後に外すか、被覆を外して2、3日後にハウスを日中開けることから始める。ハウス開放後2週間ほど経ったら、大きい個体から順次収穫する。ハウスを開けると植物体の生長は停滞するが、ハウス内の平均気温が約5℃以上あれば生長は続くので、小さい個体も徐々に大きくなる。こうして寒い時期なら1か月程度、秋口や春先でも2週間程度は収穫を続けることができる。

4 寒じめ栽培の留意点

最も重要な留意点は栽培する作物の低温伸長性である。寒じめ栽培では、ほぼ収穫期に達した植物体を寒さにあてることが基本である。しかし例えば、低温伸長性に優れるコマツナを秋早く播種すると寒さにあてる前に収穫適期を過ぎてしまい、逆に低温伸長性に劣るハウレンソウ品種を秋遅く播種すると出荷に適した大きさになる前に寒さで生長が止まってしまう。同じ作物でも、例えば岩手県北部のハウレンソウ栽培の場合、9月中の播種では外気温が寒じめ栽培にとって望ましい温度域になる11月後半までに出荷基準の大きさを越えて伸長してしまふことがあり、また10月下旬以降に播種すると出荷基準に達する前に生長が止まり、春先まで出荷できないことがある。この見きわめが寒じめ栽培でも最も難しい点である。作物の低温伸長性は種・品種間で大きく異なるので、地域の気候にあった作目・作型を選定するとともに、生長期の気温の年々変動への対処についても考慮しておく必要がある。低温が予想される場合や播種が遅れた場合には、先に述べた不織布を利用するほか、播種法の改良によって初期生育を促進させる手法がある²⁾。溝底播種法と呼ばれるこの方法は、播種床を平畦にせず、

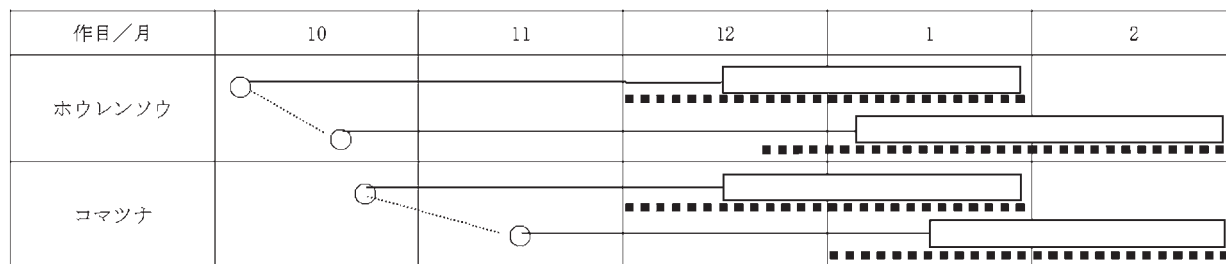


図1 ハウレンソウ・コマツナを用いた寒じめ栽培の基本的な作型（■■■■■ ハウス開放）

畦間 10cm・高さ 5cm 程度の溝を作って谷間の位置（溝底）に播種する。播種後、不織布で被覆（べたがけ）することで畦間の地温が高く保たれ、作物の初期生育が促進される。

ハウス開放の期間は、そのときの気温にもよるが最低でも 1 週間は寒さにあてることが必要で、できれば 10 日以上が望ましい。ハウスは昼夜とも開放しておくが、降雨・降雪時や強風のときには商品価値維持の点から閉めておく。夜間の悪天候が予想されるときも同様である。その場合、ハウスは必ず日没後に閉めるようにし、天候回復時にはすみやかに開けるよう注意する。これは、ハウスを開けることで大きく低下するのは日中の最高気温および最高地温であり、夜間の最低気温および最低地温はハウスの開閉にかかわらずあまり変わらないからである（表 2）。ハウス開放の効果は日中の気温の低下にあるので、悪天候のとき以外は必ずハウスを開ける。

被覆資材は収穫 1 週間前までには外す。被覆下の植物体は水分含量が大きい傾向がある。低温順化にともなう水分含量の減少による体内成分濃縮の効果を高めるために、被覆資材は外す必要がある。

5 寒じめ栽培されたハウレンソウの成分^{3~8)}

表 1 には、2001 年 12 月に岩手県盛岡市で実施したハウレンソウの寒じめ栽培試験の結果について示した。ハウスの開閉によって内部の環境は当然変わるが、前にも述べたように最低気温・最低地温はハウスを開けていても閉めていてもあまり変わらない。大きく変化するのは最高気温・最高地温である（表 2）。この年の 12 月は気

温が平年値より低い日が続き、ハウレンソウはハウス開放前からかなりの低温にさらされていたが、それでもハウス開放によってハウレンソウ品種ミストラルの耐凍度は -13.8 ~ -16.3℃へと向上した⁹⁾。関連する形質で大きく変化したのは水分含量で、葉身・葉柄とも対照区に比べて減少した。このことは、乾物重当たりの成分量にハウス開放前後で変化がなくても、新鮮重当たりでみれば濃縮により増加していることになる。このことを念頭においてその他の形質を見ると、糖含量は葉身で対照区に比べて大きく増加し、葉柄では若干少なかったものの地上部全体では増加しており、新鮮重当たりではこれ以上の増加になっている。またアスコルビン酸含量は、乾物重当たりでは対照区に比べて若干少ないが、新鮮重当たりで見ると対照区より多い。一方、多くなると好ましくない成分とされる硝酸は葉身・葉柄とも減少し、同様の成分であるシュウ酸も若干減少した。以上から、ハウスの開放によって硝酸・シュウ酸の増加を伴わずに糖やビタミン含量が増加し、生産物の高品質化を図れることがわかる。

6 結言

寒じめ栽培は、基礎的な栽培技術の確立が不十分なまま現場への導入がすすんだ結果、生長量の確保や高品質化に必要な温度とその処理期間などについて、未だ試行錯誤が続いている。現在、関係機関で基本技術の確立に向けて研究を進めている。しかし最終的には、それぞれの地域で実践を積み重ねてそれぞれの地域の栽培基準を策定することが求められる。このことが、地域の気候や

表 1 ハウレンソウ品種ミストラルのハウス開放前後における各形質の変化（2001年）

測定項目	開放前（12/11）	開放後（12/25）	対照（12/12）	対照（12/26）
耐凍度（LT50：℃）	-13.8	-16.3	-13.8	-12.0
葉身水分量（g g-1 dw）	7.07	4.83	7.50	5.92
葉柄水分量（g g-1 dw）	8.30	6.74	8.70	6.99
葉柄糖度（brix：％）	7.0	9.2	7.0	8.8
葉身糖含量（mg g-1 dw）	51	91	未測定	48
葉柄糖含量（％）	125	139	〃	156
葉身アスコルビン酸含量（％）	7.4	6.9	〃	7.4
葉柄アスコルビン酸含量（％）	1.9	1.5	〃	1.7
葉身硝酸含量（％）	8.3	3.9	〃	10.0
葉柄硝酸含量（％）	48	26	〃	43
葉身シュウ酸含量（％）	84	69	〃	84
葉柄シュウ酸含量（％）	21	16	〃	22

表 2 ハウレンソウ採取前 5 日間のハウス内気温および外気温の平均値（2001 年）

	最高気温（℃）	最低気温（℃）	平均気温（℃）
開放前（12/6～10）	13.1	-3.0	1.7
開放後（12/20～24）	5.0	-4.7	-0.6
対照区（12/21～25）	12.9	-4.0	1.6

その年々の変動に左右されやすいこの栽培技術の難しい点である。

摘要

高品質な冬野菜の生産方法である寒じめ栽培法を概説した。寒じめ栽培法は、ハウス内で収穫期まで育てた葉菜類を、ハウスを開放することで外気の寒さにあて、糖やビタミンの含量を高める方法である。硝酸やシュウ酸の含量は大きく増えることはなく、減少することもある。ハウスの開放を継続することで、収穫を2週間から1か月程度継続できる。耐寒性のあるホウレンソウやコマツナなどを用い、冬の寒さと越冬作物が持つ低温順化機構とを利用することで、寒冷地の気候を生かして冬場に高品質な野菜を生産することが可能である。

引用文献

- 1) 青木和彦, 1996. 低温を利用した野菜の品質向上. 農業技術大系野菜編, 12: 32 の 2-7
- 2) 小沢 聖, 1997. 寒冷地べたがけ溝底播種冬どり栽培. 農業技術大系野菜編 56: 4-56 の 15
- 3) 青木和彦・小沢 聖・吉田光二, 1997. ホウレンソウの低温伸長性と品質関連成分の変動との関係. 東北農業研究, 50: 191-192
- 4) 青木和彦・深井誠・森山真久, 2002. 冬作ホウレンソウの硝酸・シュウ酸含量と気温・地温との関係. 日本土壌肥料学会東北支部 2002 年度大会講演要旨: 6
- 5) 加藤忠司・小沢 聖・青木和彦・山西弘恭, 1994. 冬季ハウス栽培野菜の低温処理による各種ビタミン含有量の向上. 東北農業研究, 47: 317-318
- 6) 加藤忠司・青木和彦・山西弘恭, 1995. 冬期ハウス栽培ホウレンソウのビタミン C, β カロテン, トコフェロールおよびシュウ酸含有量に対する外気低温の影響. 土肥誌, 66: 563-565
- 7) 加藤忠司・小沢 聖・青木和彦, 1996. ホウレンソウ (*Spinacia oleracea* L.) における水分含有率と品質関連成分の関係. 土肥誌, 67: 186-189
- 8) 加藤忠司・小沢 聖, 1996. 寒さを生かした寒冷地ハウスホウレンソウの成分品質の向上. 農業および園芸, 71: 409-412
- 9) 森山真久・青木和彦・菅野洋光, 2002. 無加温ハウス栽培した冬作ホウレンソウの耐凍生とハウス内気温との関係. 農業環境工学関連 4 学会 2002 年合同大会講演要旨: 163

メロンの育種と品質に関する諸問題

メロン日持ち性の分子機構解析は メロン生産・消費の回復にどのように貢献できるか？

江 面 浩

筑波大学農林学系・遺伝子実験センター

Can Molecular Dissection of Melon Fruit Ripening Contribute to the Recovery of Melon Production and Consumption?

Hiroshi EZURA

Gene Research Center Institute of Agriculture and Forestry
University of Tsukuba

Summary

Melon production and consumption is gradually decreasing in Japan, and recovery is a major issue for melon researchers and the breeders. In this connection, extensive studies on molecules involved in melon fruit development and ripening are in progress and a variety of information on genes accounting for these processes is accumulating. In this study, the current status of studies on genes that are responsible for melon fruit development and ripening and the possible roles of these genes on these processes will be summarized, and how this information can contribute to the recovery of melon production and consumption will be discussed.

キーワード：メロン，日持ち，分子機構，追熟黄

1 はじめに

メロンの日持ち性は，生産，流通および消費のそれぞれの場面において重要な形質である。メロンの日持ち性には植物ホルモンであるエチレンが関与していることが知られており，追熟パターンにより3つに類別される。1つめは，自ら生成するエチレンにより果実の追熟が急激に進行するクレマクテリック型果実で品種 Vedrantaïs などに代表される *cantaloupensis* メロンである。もう1つは，果実の追熟期間を通じてエチレン生成が少なく，追熟がゆっくりと進行するノンクレマクテリック型果実で品種 Honey Dew などに代表される *inodorus* メロンである。これら2つのグループを交配して得られたF₁系統は，クレマクテリック型の追熟特性を示す。さらにその自殖後代は，クレマクテリック型とノンクレマクテリック型の系統が単純な分離比を示し，果実の追熟特性が比較的少ない遺伝子座により制御されていることや *inodorus* 型の日持ち性はエチレン生合成系に欠陥があることが示唆されている¹⁾。最後は，アールスフェボリッ

トに代表されるように，日持ち性に関して中間型の追熟特性を示す *reticulatus* メロンである。追熟に必要なエチレンガスの発生は見られるが，*cantaloupensis* 型に比べて追熟の進行が遅く，これらの形質はエチレン感受性の低下によることが示唆されている（江面，私信）。現在，これらの日持ち特性の異なる系統が組み合わされて，様々な程度の日持ち性を示す品種が育成されている。一方，これらの日持ち性についての分子生物学的解析が行われ，メロン果実追熟に関する分子機構が明らかになりつつある。

メロンは，国内の経済成長や国民の消費嗜好の変化に支えられて生産・消費を順調に伸ばしてきた。しかし，1990年以降，経済状況の悪化や果実類の消費形態の変化により生産・消費とも減少傾向にある。現在，これらの状況を打破しようと新規需要を拡大するような画期的な新品种の開発，用途拡大など様々な努力が払われている。

本稿では，メロンの日持ち性の分子機構に関する最近に至るまでの研究成果を概説し，それらの結果得られた

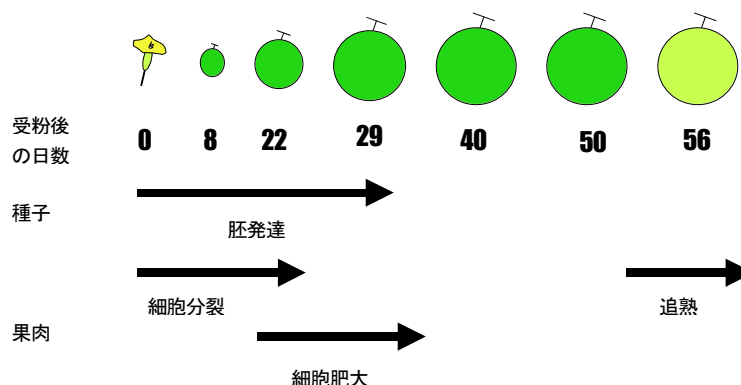


図1 メロンの果実発達過程

情報がメロンの生産・消費の回復を促すような品種の開発や技術の開発に役立つかどうかについて議論する。

2 メロンの日持ち性と追熟に関する遺伝子の研究

メロンの果実発達過程を図1に示した。受粉後、果肉組織で細胞分裂が活発に行われ、引き続いて細胞肥大が起こり、果実の最終的な大きさが決定される。その後、果肉内部では、エチレンの作用により成熟が進行する。一方、受粉後から胚発生が始まり、果実肥大が終了するとともに胚の発達が完了し、成熟期に向かって乾燥耐性を獲得し、種子が完成する。メロンでは、主にトマトの例を参考に果実発達に関連した遺伝子が単離・解析されている(表1)。現在までに26種類の遺伝子の機能が明らかになっている。それらの中には、追熟に関連した遺伝子が多く、エチレン生合成遺伝子、エチレン感受性調節遺伝子、果実の軟化、追熟に伴う香りの生産などに関連した遺伝子が含まれる。以下にそれぞれの遺伝子について紹介する。

2.1 エチレン生合成遺伝子

エチレン生合成と情報伝達経路を図2に示した。メチオニンを材料にYang回路によりS-アデノシルメチオニン(SAM)が合成される。続いて、SAMは、ACC合成酵素(ACS)の働きにより1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸(ACC)に変換される。メロンでは、現在までに3種類のACS遺伝子が単離され、*Cm-ACS1*、*Cm-ACS2*、*Cm-ACS3*と命名されている。さらにACCは、ACC酸化酵素(ACO)の働きによりエチレンに変換される。現在までに3種類のACO遺伝子が単離され、*Cm-ACO1*、*Cm-ACO2*、*Cm-ACO3*と命名されている。それぞれの遺伝子は、植物体において組織特異的、発達時期特異的な発現制御を受けている。これらの中で、*Cm-ACS1*と*Cm-ACO1*が果実成熟期に強く発現しており、この時期の急速なエチレン生合成に関与する。さらに、エチレン生合成系を負に制御する遺伝子として*Cm-E8*

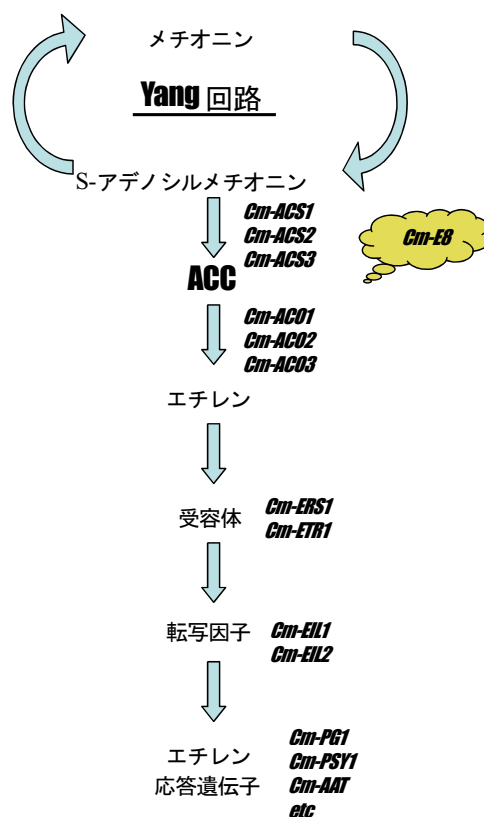


図2 メロンのエチレン生合成と情報伝達系およびその関連遺伝子

遺伝子が単離されている²⁾。この遺伝子は、ジオキシゲナーゼに相同性があるタンパク質をコードしているが、詳細な解析は今後である。

2.2 エチレン感受性制御遺伝子

植物のエチレン感受性は、エチレンの情報伝達系に関連する様々な遺伝子により制御されている。生合成されたエチレンは、エチレン受容体により受容され、その情報は情報伝達系を使って果実軟化、果実の黄化、香りの生成など追熟現象を直接的に引き起こす遺伝子に伝えら

表1 各種ネットハウス下における葉菜類の生育(小寺 2002)

遺伝子記号	Gene accession	(予想される) 機能	発現時期と役割
<i>Cm-AAT</i>	AB075227	Alcohol acetyltransferase	果実の追熟に従って発現し、香り生成に関与
<i>Cm-AAT2</i>	AF468022	"	"
<i>Cm-ACO1</i>	X95551	ACC oxidase	果実追熟期に強く発現する
<i>Cm-ACO2</i>	X95552	"	黄化した実生でわずかに発現が認められる
<i>Cm-ACO3</i>	X95553	"	花で発現が認められる
<i>Cm-ACS1</i>	AB025906, AB032935	ACC synthase	受粉後には全く発現が認められないが、果実の追熟期のエチレン発生と相関して増加する。追熟に関連
<i>Cm-ACS2</i>	D86242, AB032936	"	受粉後に強く発現する。その後果実の追熟に先立って強くは発現するが、 <i>Cm-ACS1</i> の発現に従って減少する。IAA 誘導型
<i>Cm-ACS3</i>	D86241	"	<i>Cm-ACS2</i> と同様に発現パターンを示すが、発現レベルは非常に低い。IAA 誘導型
<i>Cm-AGPP-msf1</i>	AF030382	ADP-glucose pyrophosphorylase small subunit	果実発達に強く発現し、成熟に従って減少する。役割は不明
<i>Cm-AGPP-mlf2</i>	AF030383, AF030384	ADP-glucose pyrophosphorylase large subunit	果実発達に強く発現し、成熟に従って減少する。役割は不明
<i>Cm-AOI</i>	AF233593	Ascorbate oxidase	追熟前の果実で強く表現
<i>Cm-AO3</i>	Y10226	"	不明
<i>Cm-AO4</i>	AF233594	"	発達初期の果実と胚珠で発現
<i>Cm-E8</i>	AB071820	Regulator of ethylene synthesis	果実の追熟期に強く発現し、エチレンの生合成制御に関与
<i>Cm-EIL1</i>	AB063191	Transcription factor	エチレン感受性調節に関与
<i>Cm-EIL2</i>	AB063192	"	"
<i>Cm-ERS1</i>	AF037368, AB049128	Ethylene receptor	果実肥大時期に強く発現
<i>Cm-ETR1</i>	AF054806, AB052228	"	果実の追熟開始期に強く発現
<i>Cm-GAS1</i>	AY077642	Galactinol synthase	葉および発達中の胚で発現し、炭素の転流や胚の乾燥耐性に関与
<i>Cm-GAS2</i>	AY077641	"	葉で発現し、炭素の転流に関与
<i>Cm-HMGR</i>	AB021862	3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase	果実の発達初期に強い活性を示し、受粉直後の果肉の細胞分裂に関与
<i>Cm-PG1</i>	AF062465	Polygalacturonase precursor	果実の追熟期に強く発現し、ペクチン分解を通して軟化に主に関与
<i>Cm-PG2</i>	AF062466	"	果実の追熟期に弱く発現、役割は不明
<i>Cm-PG3</i>	AF062467	"	果実の追熟期にわずかに発現し、役割は不明
<i>Cm-PSY1</i>	Z37543	Phytoene synthase	果実の追熟期に強く発現し、カロチノイド合成に関与
<i>Cm-PGIP</i>	AY288911	PG-inhibiting protein	Cantaloupe から単離されたタンパク質で PG 活性を抑制する

*本表は、NCBI のデータベースと関連文献によって作成。関連文献は省略しているが、NCBI データベースを利用して Gene accession 番号から関連情報の入手が可能。NCBI の URL は <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> である。

れる (図2)。これらの情報の受容と伝達に関連する遺伝子が、受容体遺伝子とそれに続く転写因子である。メロンでは、エチレン受容体遺伝子として *Cm-ETR1* と *Cm-ERS1* の2種類が単離されている^{3), 4)}。発現解析の結果、*Cm-ETR1* が果実の成熟期に強く発現しており、日持ち性制御に重要な役割を果たしていると考えられる。*Cm-ERS1* は、細胞分裂期から肥大期にかけて強く発現しており、果実の肥大に重要な役割を果たしていると考えられる。一方、これらの受容体遺伝子の下流の遺伝子として、*Cm-EIL1* と *Cm-EIL2* の2種類が単離されている。エチレンの情報伝達系の転写因子の活性化に寄与し

ていると推定されている。

2.3 果実軟化関連遺伝子

果実の軟化に関連する酵素としてポリガラクトクロナーゼ (PG) が知られている。メロンにおいても3種類の PG 遺伝子 (*Cm-PG1*, *Cm-PG2*, *Cm-PG3*) が単離同定されている⁵⁾。発現解析の結果、いずれの遺伝子とも果実追熟期に発現しており、果実軟化への関与が示唆されている。特に、*Cm-PG1* は追熟期に強く発現し、ペクチン分解を通して果実軟化の主要な要因であると考えられる。一方、この PG 活性を阻害するタンパク質をコード

する遺伝子 (*Cm-PGIP*) も単離されており、今後の解析が期待される。

2.4 果実の香り関連遺伝子

追熟に伴って顕著に現れる果実の変化として、香りの生成がある。香りは、嗜好品としての果物の重要な形質である。メロン果実からの香り合成に関与する遺伝子として2種類の遺伝子が単離されている。1つは Alcohol acetyltransferase 遺伝子 (*Cm-AAT*, *Cm-AAT2*)⁶⁾、1つは Phytoene synthase 遺伝子 (*Cm-PSYI*)⁷⁾ である。*Cm-AAT* はメロンの香り成分である揮発性のエステル合成に関与し、*Cm-PSY* はゲラニルゲラニルジフォスフェイト (GGPP) から phytoene への合成を触媒し、カロチノイドの合成に関与する。

3 遺伝子情報の利用法

以上のような日持ち性と追熟に関連した遺伝子の研究により得られた情報はどのように活用できるだろうか。私は2つの利用が可能ではないかと考えている。1つは日持ち性に優れた品種の開発や品種識別のための DNA マーカー開発への利用である。もう一つは遺伝子組換えにより日持ち性や香りを制御した品種の開発への利用である。

3.1 DNA マーカーの開発

エチレン生合成遺伝子の研究から日持ち性の異なるメロン品種においてエチレン生合成遺伝子の発現に大きな違いが見られることが報告されている⁸⁾。日持ち性の異なるメロン7品種について *Cm-ACO1* の発現量の比較を行ったところ、日持ち性の長短と *Cm-ACO1* の発現量の間に有為な相関が認められた。これらの発現制御の違いを引き起こす分子機構が解明されれば、日持ち性に直接連鎖した DNA マーカーの開発が可能であろう。しかし、ここに示したような日持ち性関連遺伝子の発現制御について、詳細な品種比較を行った研究は非常に稀である。DNA マーカー開発には多様な品種系統からの情報が必要であり、今後、これらの遺伝子の発現制御について、日持ち性の異なる多様な品種系統で解析を行い、情報を集積させて行く必要がある。その情報の蓄積に従って、日持ち性系統の識別の有効な DNA マーカーの開発が可能になるだろう。

3.2 遺伝子組換え

遺伝子組換えによりエチレンの生合成を抑制し、果実の日持ち性を大幅に向上させた組換えメロンが1996年にフランスで開発されている⁹⁾。その研究では、ACC 酸化酵素遺伝子 (*Cm-ACO1*) の発現をそのアンチセンス遺伝子を導入することで抑制し、果実からのエチレン発生を大幅に抑制することができた。その形質転換メロン

は、果実の日持ち性が優れ、収穫後に室温放置しても追熟がゆっくりと進行し、長期間の流通が可能であった。加えて、この組換えメロンは、外生のエチレングスの暴露により必要に応じて追熟をコントロールすることも可能であった。また、筆者らも、メロンの ACC 合成酵素遺伝子 (*Cm-ACS1*) のアンチセンス遺伝子を導入することで、組換えメロンからのエチレン生合成量を抑制し、日持ち性の向上した組換え体を作成している¹⁰⁾。一方、エチレン受容体遺伝子を用いてペチュニアやカーネーションの花持ち性やトマト果実の日持ち性が向上出来ることが報告されている^{11), 12)}。メロンにおいてもエチレン受容体遺伝子が明らかにされているので、同様の方法で日持ち性の改良が可能であろう。エチレン生合成遺伝子および受容体遺伝子を使って日持ち性の向上した組換えメロンを作成する具体的な手法については別稿を参考にしていただきたい¹³⁾。以上より、遺伝子組換えを用いてメロンの日持ち性を向上する基本技術は確立しているといえる。しかし、エチレン作用は多岐に渡っており、これまで述べてきた日持ち性のみならず、発芽、花芽の形成、茎や根の伸長、病原菌に対する抵抗性にも関与している。そのため、エチレン生成や感受性を恒常的に抑制してしまった場合に、日持ち性以外にこれらの形質に対して影響がでることも懸念され、組換えメロンを一般栽培して商業的に利用するには、果実の果肉で特異的に導入遺伝子を発現制御する技術が今後必要である。実際に、エチレン受容体遺伝子を導入し、構成的に遺伝子発現させた組換えペチュニアについて調査したところ、花持ち性は十分に向上していたものの、それ以外の形質にも影響が出ており、商業作物としては不十分で、花卉に特異的に遺伝子発現する必要があると報告されている¹⁴⁾。

4 おわりに

メロンの日持ち性の分子機構の解析で得られた情報に基づいて、日持ち性に直接連鎖した DNA マーカーの開発や日持ち性を向上させた組換えメロンの開発が可能であることを述べて来た。何れの技術とも今後益々研究が進展し、より実用的な技術として発展して行くものと予想される。特に、遺伝子組換え技術については、今後、社会的な認知が進めば、徐々に利用されるようになるだろう。

最後に、本稿の目的である“日持ち性の分子機構解析がメロンの生産・消費の回復に貢献できるか”という問いに対して私なりに答えてみたい。日本国内の生産・消費の回復ということを対象に考えれば、現時点の答えは“No”と考える。国内の人口増加が頭打ちになり、さらには高齢者人口の割合が増加している日本社会で、国内的に食料の消費量は減ることはあっても増えることは期待できない。そのような中でメロンの消費量だけを伸ばすことは、消費者にとって魅力的な形質が付与されな

い限り極めて困難であろう。鮮度保持技術が発達し、迅速な輸送システムの確立している日本では、“日持ち性”が良いという形質は、消費者にとってそのような魅力的な形質ではないといえる。メロンの生産・消費を回復するには、ダイエット効果があるとか、健康増進効果があるとか、従来の品種ではカーパー出来なかった形質を備えている必要があるだろう。一方、海外に目を向けると、鮮度保持技術や輸送システムが確立していない地域は多数有り、日持ち性の向上した品種が育成されれば、生産・消費の増大は十分に期待される。

摘要

日本国内のメロン生産と消費は1990年代以降徐々に減少しており、これを回復させることがメロンの研究開発に携わ技術者の重要なテーマである。一方、近年の分子生物学の発達により、メロン果実の発達、特に追熟過程に係る遺伝子の研究が活発に行われている。その結果、得られた情報に基づいて日持ち性に連鎖したDNAマーカーや日持ち性を向上させた組換えメロンの開発が技術的に可能になっている。本稿では、これらについて最近の知見を紹介し、さらにそれらの知見を活用することによって国内のメロンの生産・消費が回復できるかについて考察した。その結果、国内の人口数やその構成、食料の消費傾向を考えるとどのような技術を駆使して日持ち性を改良しても、もしくは鮮度保持技術を開発しても、それをもって国内のメロンの生産・消費の回復をはかることは困難であると考察した。メロンの生産・消費の回復には、日持ち性に加えて従来のメロンにはない新規の形質をもった品種の開発が急務である。

引用文献

- 1) Ezura, H., Akashi, Y., Kato, K., Kuzuya, M.. 2002. Genetic characterization of long shelf-life in Honeydew melon fruit (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.). *Acta Horticulture*. 588: 369–372
- 2) Fujimori, A., Pariasca, A. T., Iida, M., Uchiyama, S., Ozawa, T., Hirabayashi, T., Nakagawa, H., Sato, T.. 2002. Cloning and characterization of a melon *E8*-like gene. *Acta Horticulture*. 588: 363–367
- 3) Sato-Nara, K., Yuhashi, K., Higashi, K., Hosoya, K., Kubota, M., Ezura, H.. 1999. Stage- and tissue-specific expression of ethylene receptor homolog genes during fruit development in muskmelon. *Plant Physiology*. 120: 321–329
- 4) Takahashi, H., Kobayashi, T., Sato-Nara, K., Ezura, H.. 2002. Detection of ethylene receptor protein Cm-ERS 1 during fruit development in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Experimental Botany*. 53: 415–422
- 5) Hadfield, K. A., Rose, J. K., Yaver, D. S., Berka, R. M., Bennett, A. B.. 1998. Polygalacturonase gene expression in ripe melon fruit supports a role for polygalacturonase in ripening-associated pectin disassembly. *Plant Physiology*. 117: 363–73
- 6) Yahyaoui, F. E., Wongs-Aree, C., Latche, A., Hackett, R., Grierson, D., Pech, J. C.. 2002. Molecular and biochemical characteristics of a gene encoding an alcohol acyl-transferase involved in the generation of aroma volatile esters during melon ripening. *European Journal of Biochemistry*. 269: 2359–66
- 7) Karvouni, Z., John, I., Taylor, J. E., Watson, C. F., Turner, A. J., Grierson, D.. 1995. Isolation and characterization of a melon cDNA clone encoding phytoene synthase. *Plant Molecular Biology*. 27: 1153–1162
- 8) Aggelis, A., John, I., Grierson, D.. 1997. Analysis of physiological and molecular changes in melon (*Cucumis melo* L.) varieties with different rates of ripening. *Journal of Experimental Botany*. 48: 769–778
- 9) Ayub, R., Guis, M., Ben Amor, M., Gillot, L., Roustan, J. P., Latche, A., Bouzayen, M., Pech, J. C.. 1996. Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. *Nature Biotechnology*. 14: 862–866
- 10) Ezura, H.. 2001. Genetic engineering of melon (*Cucumis melo* L.). *Plant Biotechnology*. 18: 1–6
- 11) Wilkinson, J. Q., Lanahan, M. B., Clark, D. G., Bleecleer, A. B., Chang, C., Meyrowitz, E. M., Klee, H. J.. 1997. A dominant mutant receptor from Arabidopsis confers ethylene insensitivity in heterologous plants. *Nature Biotechnology*. 15: 444–447
- 12) Bovy, A. G., Angenent, G. C., Dons, H. J. M., van Altvorst, A. C.. 1999. Heterologous expression of the *Arabidopsis etr 1-1* allele inhibits the senescence of carnation flowers. *Molecular Breeding*. 5: 301–308
- 13) 江面浩. 1999. 遺伝子組み換えを利用したメロン果実の日持ち性制御. 植物の化学調節 34: 75–84
- 14) Gubrium, E. K., Clevenger, D. J., Clark, D. G., Barrett, J. E., Nell, T. A.. 2000. Reproduction and horticultural performance of transgenic ethylene-insensitive petunias. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 125: 277–281

メロンの高品質化栽培技術

大 泉 利 勝

千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所

Growing Technique of Melon to High Quality

Toshikatsu OIZUMI

Chiba Prefectural Agriculture Research Center Southern Prefectural Horticulture Institute

Summary

In melon cultivation, great increase of female flower-bearing ratio, acceleration of fruit growth and improvement of fruit quality can be realized by transplanting the seedlings raised on cell trays at the optimum time.

For production of large fruit in autumn, the key points are to pinch off the top of the plants leaving 15 to 16 leaves above the fruit set positions on the primary stems making sure that the pollination is one day before, or at the latest same day as top pinching, and to remove side branches and shoots five days after pollination, carefully managing the primary stage.

キーワード：メロン，高品質，大果生産，栽培法，セル成型苗，摘心，整枝

1 緒 言

一昔前の日本人にとって、メロンは高級感のある果物として重宝され、贈答用品として最も利用されてきた果物である。しかし、バブル経済崩壊後は景気の低迷により、農産物価格が全般に下落し、その影響を最も受けた果物の一つは、やはりメロンではないでしょうか？特に、高級温室メロンでは、その価格の下落が著しい状態であるが、はたして現在のメロンの高品質果実とはいかなるもののでしょうか？

メロンの品種は、各種苗商社のたゆまぬ育種研究の邁進により、近年は、果実の甘さ（糖度）不足が、限りなく解消されつつある。また、ネット系メロンにおいては、育種の究極目標である純系のアールス・フェボリットに限りなく近づきつつあるものも数多くみられ、果実形状も正球形で美しく、上品な白肌果皮ものが多くなってきている。さらに、メロンの販売では夏季の日持ち性が最も問題となるが、最近では、アールス種以外を育種素材に利用して、より店持ちの良い品種が発表されている。

基本的な栽培からみると、メロンは、播種後約 100 日前後で果実が収穫できる短期間栽培の果実的野菜である。したがって、メロン栽培は生育ステージ別の適切な管理が早急に求められる作物でもあり、管理作業の積み重ね

が、高級感のある高品質メロンを生み出すことになる。特に、その最も重要なポイントは、栄養生長から生殖生長へと切りかわる時期と交配後の幼果の肥大開始期頃と考えられる¹⁾。品種と栽培管理技術は、互いに切り離すことのできない車の両輪のようなものであるが、栽培技術に関しては、昔のマニュアルに基づいているのが現状である。

現在は、大きい果実の生産がメロンの生産現場、市場及び消費者ニーズから、高品質化のひとつとして挙げられる。そこで、昔の栽培マニュアルにこだわらず、メロンの幼果肥大を促進して大果となるような新しい管理技術を考えに入れて、セル成型苗の利用や摘心方法及び整枝方法などについて検討した結果をここにまとめた。

2 地床栽培アールス系メロンの年代別果実特性

まずはじめに、昔と現在の地床栽培アールス系メロンの果実特性をみると、1975 年代初期から 1985 年頃までは、表 1、表 2 のとおり、一果重が 1.2～1.3kg で、果形及びネットの評価指数が 3.9 以下、糖度も 13 度未満であり、一般的な隔離床周年栽培のアールスメロン（温室メロン）の一果重が約 1.4kg で、果形及びネットが 4 以上、糖度が 13.5 度以上に比べ、果実がやや小さく、果

実外観が劣り、糖度も低く、食味の劣ったものが大部分で、かなりの格差がみられるのが常であった。しかし、1991、92年頃からは、表3のとおり、雌花の着生が安定していて非常に作りやすくなり、果実一果当たり1.9～2.3kgの大果で、果実外観が優れ、高糖度・高食味のメロン品種が数多く発表され、隔離床栽培のアールスメロンをしのぐ勢いとなってきた。近年は、大果・高品質メロンの生産は、産地に適合したきめ細かい各作型別の適品種の選定が最も重要となり、それに応えるかのように各種苗商社も、幼果の肥大が優れ、ネット発現時の管理が容易な品種を次々と育成して、現在に至っている。

表1 アールスメロンの果実特性（1983年8月上旬どり、現地試験）

品種名	果重 (g)	果形	ネット	糖度 (Brix)
ボレロ	1,303	3.4	2.9	12.7
夏系アールス	1,299	3.7	3.5	12.3
G57-101	1,266	3.9	3.3	12.6
アールス黒玉	1,323	3.6	3.6	12.6

※試験場所は富津市の青木施設園芸組合

※果形及びネットは、優れる：5～劣る：1とした

※ボレロ、夏系アールス、G57-101は横浜植木㈱の品種で、アールス黒玉は現地の在来種である

3 地床栽培アールスメロンのセル成型苗利用による大果生産方法

アールスメロン栽培にセル成型苗を利用すると、つぎのような利点と欠点がある。育苗の面では従来のポット育苗に比べて、セル成型苗は表4のとおり、育苗の培養土量が少量となり、育苗に要する施設スペースが大幅に削減でき、また稚苗定植が基本であるため、育苗期間が5～9日短くなるなどの利点がある。その反面、定植の適期幅が短くなる欠点が生じてくる。

地床栽培の半促成作、盛夏作、抑制加温作の各作型にセル成型苗を利用した場合の生育及び果実特性は表5のとおりであった。セル成型苗はポット苗に比べて、定植が5～9日早まり、育苗日数も短くなった。摘心前までの初期生育はポット苗に比べ、セル成型苗がやや遅れ、平均雌花着生率は、各作型ともセル成型苗が高くなった。交配日及び収穫日は、セル成型苗が2～4日遅れた。果重は、各作型ともセル成型苗が明らかに重くなった。糖度には差がなかった。すなわち、セル成型苗定植はポット苗定植に比べ、定植日が早くなり、雌花の着生が良好で、果実肥大は優れるが、収穫日が遅れ、栽培期間が長くなった。したがって、従来のポット育苗に比べ、育苗日数は短くなるが、本圃の栽培期間が長くなるため、前作（トマト、キュウリなど）の収穫終了時期を早めに切り上げる必要がある。

表2 アールス黒玉の改良試作系統の果実特性（1985年7月下旬どり、現地試験）

品種・系統名	10節～16節間の平均雌花着生率 (%)	果重 (g)	果形	ネット	糖度 (Brix)
試作系統1号	87	1,500	3.7	3.6	12.0
試作系統2号	99	1,398	3.9	4.0	12.0
試作系統3号	85	1,465	3.6	3.8	12.6
アールス黒玉	87	1,362	3.6	3.7	12.5

※試験場所は富津市の青木施設園芸組合

※果形及びネットは、優れる：5～劣る：1とした

※アールス黒玉は現地の在来種で、試作系統1号、2号、3号はアールス黒玉と純系アールスのF₁である

表3 アールスメロンの果実特性（1997年8月上旬どり、千葉県暖地園芸試験場内試験）

品種名	10節～20節間の平均雌花着生率 (%)	果重 (g)	果形	ネット	糖度 (Brix)	食味
k5-048	99	1,930	4.3	4.4	15.6	4.5
EHG-13 春秋系	93	1,995	4.5	4.6	14.5	4.0
96G-5	99	2,240	3.8	4.3	15.5	4.5
W811	99	2,380	4.3	4.4	15.3	3.5
SN-1	95	2,070	4.1	4.3	14.5	4.0

※果形及びネットは優れる：5～劣る：1とした

※食味は、優れる：5～普通：3～劣る：1として評価した

※K5-048はサカタのタネ、EHG-13春秋系はタキイ種苗、96G-5は八江農芸㈱、W811は渡辺採種場、SN-1は神田育種農場の品種である

4 隔離床栽培アールスメロンのセル成型苗による大果生産技術への応用

周年生産型の隔離床栽培では表6のとおり、従来のポット苗を定植して、高節位に結果すると、果実が大きくなるが、果実外観のネットが著しく劣る傾向となる。しかし、セル成型苗の若苗定植は、高節位に結果して果実を大きくしても、果実外観及び内容が優れる。これは、セル成型苗がポット苗よりも樹勢コントロールが容易で、根群分布が収穫直前まで良好に維持されるためと考えられる。したがって、セル成型苗は大果生産技術のひとつの方法として利用できる。

表4 セルトレイの1セル容量と定植適期までの育苗日数の関係

セルトレイの規格	1セルの容量 (約ml)	播種から定植適期までの育苗日数(日)
連結ポット4×4	195	25～26
連結ポット5×5	105	23～24
連結ポット6×6	56	20～21
プラグポット45穴	142	20～21
プラグポット72穴	60	18～20
プラグポット144穴	30	15～16
9cmポット(慣行)	374	23～26

※1995年千葉県暖地園芸試験場内試験、3月8日播種、3月23日から31日苗の調査

このように、アールスメロン及びアールスメロンでは、セル成型苗を利用して適期に定植すれば、大型ガラス室等利用の地床栽培及び周年生産型隔離床栽培のいずれの栽培方法においても、雌花着生率の向上、果実の肥大促進、果実内容の高品質化などの大きな効果が期待できる。

5 従来のマニュアルによる摘心・整枝法と果実形質の関係

近年、地床栽培のアールスメロンは、大果で、果実外観が優れ、高糖度のものが数多く市販されている。これらのタイプのアールスメロンは、全国各地の大型のガラス室やビニルハウスで大量に生産され、温室メロンの市場シェアの主流を占めつつある。特に、業務用を中心に流通するアールスメロン及びアールスメロンは、1.5kg以上の大果で、果実の外観と内容が優れるものであれば高価格で取り引きされている。温室メロン栽培では、灌水コントロールと温度管理によって、果実の肥大と調和のとれた果実外観が得られる。現在、高品質の果実生産を品種のみで解決しようとする気運が強いが、今後は、品種と栽培管理技術や生産の創意工夫を含めた総合的な栽培生産システムの確立が必要になっている。また、経営面では10月から4月の低温寡照期においても大果で優良な果実生産が収益アップのポイントにもなっ

表5 セル成型苗及びポット苗の各作型の生育及び果実特性

作 型	育苗処理	定植日	育苗日数 (日)	摘心前の生育		10～20節間の平均雌花着生率 (%)	交配日 (日)	収穫日 (日)	果 実	
				草丈 (cm)	葉数 (枚)				果重 (g)	糖度 (Brix)
半促成	セル苗	4月12日	15	92	20.1	100	5/17～19	7/15～17	1,814	15.2
〃	ポット苗	4月21日	24	123	23.6	75	5/15～16	7/13～14	1,540	15.0
盛夏作	セル苗	5月28日	15	92	17.7	98	6/23～25	8/12～13	1,883	15.8
	ポット苗	6月2日	20	109	18.8	80	6/21～23	8/9～12	1,856	15.9
抑制 (加温)	セル苗	8月22日	15	134	23.7	100	9/20～22	11/20～22	2,193	15.9
	ポット苗	8月29日	22	142	25.4	74	9/17～19	11/16～18	1,965	16.1

※1996年千葉県暖地園芸試験場内試験、各作型におけるアールスメロンの地床栽培

表6 育苗方法及び結果節位が果実特性に及ぼす影響

育苗方法	11節～20節間の平均雌花着生率 (%)	結果節位 (節)	果 実					食味
			果重 (g)	同左比	果形	ネット	糖度 (Brix)	
セル苗	95	11	1,319	100	4.1	3.8	14.6	4.0
		13	1,356	103	4.2	4.1	15.0	4.2
		16	1,435	109	4.4	4.4	14.5	4.2
ポット苗	70	11	1,079	82	3.9	4.2	15.6	4.3
		13	1,314	100	4.1	4.2	14.7	4.2
		16	1,450	110	4.1	3.7	13.8	3.9

※1996年千葉県暖地園芸試験場内試験、隔離床栽培(冬作)、10月12日播種、10月24日(12日育苗)セル成型苗定植、10月31日(19日育苗)ポット苗定植、株間38cm、果実上主茎葉12～13枚で摘心、1月17日～22日収穫

ている。

アールスメロン栽培における従来の標準的な整枝法は、結果節位を 10～12 節として、主茎葉を果実下に 7～8 枚程度確保し、果実上には 10～12 枚程度着生させて、摘心を 23, 24 節目で行う。そして、子葉上の第 1, 2, 3 主茎葉は、本葉 8 枚時の生育ステージ頃に除去してしまい、一株当たりの主茎葉数は 18～20 枚程度として、果実の物質生産に入る方法がとられていた²⁾。一般に、全主茎葉数と結果枝位置は果実の肥大や品質を大きく左右するため、整枝は茎葉の伸長や果実の発育を調節する手段として利用する場合が多い。また、結果枝節位より下の葉は根の伸長・活性とネット発生前頃までの果実の発育に大きく影響すると言われている²⁾。結果枝節位と果重及びネットの発生密度量の関係は表 7 のとおりである。主茎 23, 24 節で摘心する場合には、結果枝節位を上げて、下葉の数を多くすると、果重は増加するが、同時にネットが粗となり、外観は劣る。

つぎに、結果位置と品質の関係は図 1 のとおりである。結果枝節位より上の葉は、ネット発生初期から収穫直前までの果実の発育に大きく影響するため、低節位に結果した場合には、果実は小さくなるが、ネットの発生が密となり、盛上がりも良好となる。また、果肉は厚く、糖度が高まり、良食味となる。これに対して、高節位に結果した場合には、果実は大きくなるが、ネットの発生が粗となり、盛上がりも不良となる。また、果肉は薄く、糖度が低くなり、食味は不良となる。すなわち、大果で、果実の外観や内容が優れるものを生産するには、主茎葉

表 7 結果枝節位と果重及びネットの発生密度量（神谷圓一，1969 年）

節位（節）	8	9	10	11	12	13	14
1 果重（g）	765	1,106	1,087	1,117	1,196	1,223	1,418
ネットの密度	5.0	4.8	3.5	3.0	2.8	2.0	1.5

※ネットは、密：5～粗：1 に分類した指数

を結果枝位置の下位節、上位節とも多くすることが理想的である。しかし、主茎葉を多くすると、日陰になり風通しが悪化して病気を誘発する。また、栽培施設が低いなどの理由により、現実的には全主茎葉数で 18 枚から 20 枚前後、結果枝節位までの下位葉数を 8 枚前後としていた。この方法では、果実を大きくしたり、長形にする場合には、結果枝節位を上にあげ、ネットなどの果実外観や、肉質及び糖度を良好にする場合には、結果枝節位を下にさげるようにしていた²⁾。これが従来の整枝法であり、この方法では果実重量が 1.3kg 前後となり、現在の大玉需要に対応しきれないところがある。

6 良品・大果生産のための新しい摘心方法と側枝の整枝管理法

アールスメロン栽培では、秋作の場合に日照不足などの天候不順により、果実肥大が最も問題となっている。そこで、従来の整枝法を基礎ベースとして、交配直後の摘心（結果枝上の主茎葉数の程度）と結果枝上の側枝・側芽の除去時期が、その後の果実の肥大、形質及び内容に及ぼす影響について検討した。

摘心位置と生育状況及び果実特性の試験結果は、1998 年が表 8、1999 年が表 9 のとおりであった。1998 年は、結果枝節位を 14～15 節とした。結果枝上の主茎葉を 15.4 枚（天葉の縦径 3cm 時、天葉は主茎の摘心節位の主茎葉で止め葉とも言う）で摘心した場合は、従来の 13 枚（天葉 6cm）で摘心した場合に比べて、摘心節位は高くなったが、果重は 5%ほど重くなり、果実外観のネットや果実内容の糖度及び食味は明らかに優れた。

1999 年も結果枝節位を 13～15 節とした。結果枝上の主茎葉を 15.5 枚、同 13.2 枚とした場合は、果実形質及び内容がほぼ同等であったが、結果枝上の主茎葉を従来よりやや少なくして 11.4 枚（天葉 10cm）や 10.1 枚（天葉 15cm）で摘心した場合は、摘心節位がそれぞれ 24.4 節、22.9 節となり、摘心後の草丈は低くなった。ま

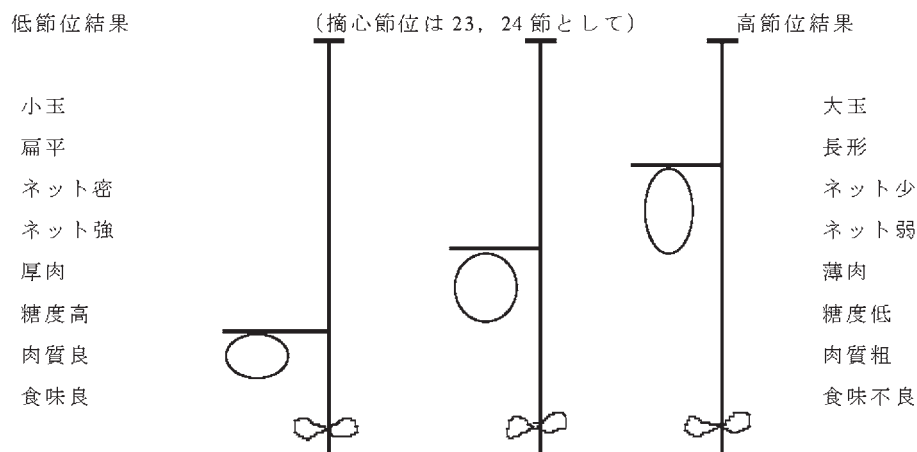


図 1 結果位置と品質の関係（神谷圓一，1969 年より）

表 8 収穫 5 日前の株の生育状況と果実特性 (1998 年試験)

処 理 区	草丈 (cm)	結果 節位 (節)	果実下 葉数 (枚)	摘心 節位 (節)	果実形質				果実内容	
					果重 (g)	(比)	果形 ^z	ネット ^z	糖度 (Brix)	食味 ^y
結果枝上 15.4 枚 (天葉 3cm) 摘心	202	14.5	8.8	28.9	1,416	(105)	4.3	4.2	14.4	4.3
結果枝上 13.0 枚 (天葉 6cm) 摘心	181	14.1	8.3	26.1	1,348	(100)	4.3	3.9	13.2	3.5
結果枝上 11.5 枚 (天葉 10cm) 摘心	180	14.8	8.6	25.3	1,315	(98)	4.3	3.9	13.5	3.9

z, 果形及びネットは、優れる：5～劣る：1 とした (表 9, 表 11 も同じ)

y, 食味は、優れる：5～普通：3～劣る：1 として評価した (表 9, 表 11 も同じ)

※結果枝上の側枝・側芽は、摘心後直ちに除去した (表 9 も同じ)

※千葉県暖地園芸試験場内試験

表 9 収穫直後の株の生育状況と果実特性 (1999 年試験)

処 理 区	草丈 (cm)	結果 節位 (節)	果実下 葉数 (枚)	摘心 節位 (節)	果実形質				果実内容	
					果重 (g)	(比)	果形 ^z	ネット ^z	糖度 (Brix)	食味 ^y
結果枝上 15.5 枚 (天葉 3cm) 摘心	192	14.3	8.6	28.8	1,340	(100)	4.5	4.5	14.5	4.5
結果枝上 13.2 枚 (天葉 6cm) 摘心	188	14.2	8.3	26.4	1,338	(100)	4.5	4.5	14.4	4.4
結果枝上 11.4 枚 (天葉 10cm) 摘心	181	14.0	8.4	24.4	1,291	(96)	4.3	4.2	14.3	4.1
結果枝上 10.1 枚 (天葉 15cm) 摘心	170	13.8	8.2	22.9	1,112	(83)	4.2	3.5	13.0	3.3

※千葉県暖地園芸試験場内試験

表 10 摘心時及び収穫時の株の生育状況 (2001 年試験)

処 理 区	摘心時の生育			収穫時の生育	
	草丈 (cm)	摘心節位葉の縦径 (cm)	摘心節位 (節)	草丈 (cm)	果実下葉数 (枚)
結果枝上 16 葉摘心・側芽直ちに除去	129	1.9	28.3	193	9.3
結果枝上 16 葉摘心・側芽 5 日後に除去	130	2.1	28.2	191	9.2
結果枝上 12 葉摘心・側芽直ちに除去	121	5.7	24.2	187	8.5
結果枝上 12 葉摘心・側芽 5 日後に除去	120	5.5	24.3	186	9.0
結果枝上 8 葉摘心・側芽直ちに除去	106	13.3	20.3	146	8.0
結果枝上 8 葉摘心・側芽 5 日後に除去	105	13.0	20.5	149	8.3

※結果枝節位は 12, 13 節とした (表 11 も同じ)

※結果枝上 8 葉摘心の 2 区は、収穫 15 日前ごろから下葉の黄化・枯死が見られた

※千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所内試験

表 11 果実の形質及び内容特性 (2001 年試験)

処 理 区	果 実 形 質						果実内容	
	果重 (g)	(同比)	果形 ^z	ネット ^z			糖度 (Brix)	食味 ^y
				密度	盛上り	揃い		
結果枝上 16 葉摘心・側芽直ちに除去	1,455	(109)	4.0	4.3	4.0	4.0	15.2	4.3
結果枝上 16 葉摘心・側芽 5 日後に除去	1,580	(119)	4.0	4.1	4.1	4.2	15.3	4.4
結果枝上 12 葉摘心・側芽直ちに除去	1,330	(100)	3.7	3.5	3.1	3.1	14.0	3.8
結果枝上 12 葉摘心・側芽 5 日後に除去	1,414	(106)	3.8	3.3	3.0	2.7	13.2	3.5
結果枝上 8 葉摘心・側芽直ちに除去	1,190	(89)	3.8	2.5	2.3	2.1	12.6	3.3
結果枝上 8 葉摘心・側芽 5 日後に除去	1,300	(98)	3.6	2.6	2.3	2.0	12.3	2.9

※千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所内試験

た、果重は 1.3kg 以下と軽くなって、果実外観のネット、果実内容の糖度や食味も劣る傾向であった。特に、その傾向は結果枝上の主茎葉を 10.1 枚で摘心した場合に顕著であった。

2001 年には結果枝上の主茎葉数と側枝・側芽の除去

時期を組み合わせる試験を行った。その結果は、摘心時及び収穫時の生育が表 10、果実特性が表 11 のとおりであった。この試験では、結果枝節位を 12～13 節とした。摘心時の生育では、草丈は 8 葉摘心が低く、16 葉摘心が高くなり、その差は 23～25cm であった。摘心節位葉

の縦径は、8葉摘心が約13cm、12葉摘心が約5.5cm、16葉摘心が約2cmであった。摘心節位は、8葉摘心が20.3～20.5節、16葉摘心が28.2～28.3節となった。収穫時の生育では、草丈は8葉摘心が146～149cmに対して、16葉摘心では191～193cmと著しく高くなった。また、8葉摘心では、株の老化が著しく、収穫15日前頃から下葉の黄化と枯死が見られた。果実特性では、果重は16葉摘心・5日後除去が1,580gと最も重く、次いで同・直ちに除去となり、8葉摘心・直ちに除去では最も軽くなった。果形は、16葉摘心・5日後除去と同・直ちに除去が優れた。ネット（密度、盛上がり及び揃い）は、16葉摘心・5日後除去と同・直ちに除去が最も優れ、8葉摘心が最も劣った。糖度及び食味は、16葉摘心・5日後除去が最も優れ、次いで同・直ちに除去となり8葉摘心・5日後除去が最も劣った。

これらの試験結果から、結果枝上の主茎葉を多くして16枚（天葉約2cm）で摘心すると、果重は明らかに重くなり、果実外観の果形及びネットや果実内容が著しく優れる傾向が見られた。また、結果枝上の結果側枝以外の側枝・側芽の除去は、摘心後直ちに除去するよりも5日後に除去する方が果実が安定して大きくなる傾向があった。

このように、秋作における大果生産技術としては、果実の肥大や外観及び内容の点から、摘心方法と側芽の整枝管理は以下のようにすることが有効である。

（1）交配直後の摘心は、結果枝上の主茎葉を15～16枚程度残して行う。

（2）結果枝上の結果側枝以外の側枝・側芽は、摘心後直ちに除去するよりも5日後に除去する。

その他、この摘心と整枝管理についての栽培上の留意点は次のとおりである。

（1）この技術は7月中旬から8月上旬頃に播種し、10月下旬から11月中旬頃が収穫となる秋作中心に適用できる。

（2）栽培のポイントとしては、交配と摘心は同時か、または交配の方が1日ぐらい早くなるような初期の生育管理（結果枝上の主茎葉を15～16枚残して摘心したときの天葉の縦径が2～3cmの大きさになる生育）を行う。

（3）栽培施設が低くて、メロンの草丈が天井につかえる場合は、つる下げ処理を行う。

摘心と交配の関係は、栄養生長から生殖生長への転換

期として、メロンの物質生産では大切である。現在は1.5kg以上の大果で、店持ちの良い果実の生産が主流であり、栄養生長から生殖生長への急激な転換は、株の生育や根の活性を弱めるため、特に低温寡照となりやすい秋作では、なるべく緩慢な推移・転換が良いと言われている³⁾。したがって、摘心は交配後に着果を確認してから行うのがベストである。さらに、摘心後の結果枝上の側枝・側芽などの除去は、摘心数日後に一度にすべてを行わず、何度かに分けて摘除・整枝する方が、根の活性や株の生育の面から最も良いと思われる。理想的には、幼果の肥大と天葉（止め葉）の展開がともに並行して進む状態が最適であると思われる。

以上に述べた稚苗セル成型苗の利用や摘心・整枝管理技術は、すでに取り入れている生産者もいると思われるが、各自の栽培管理体制に合ったやり方で、よりよい篤農技術として発展させてもらいたいものである。

摘 要

アールスメロン栽培でのセル成型苗利用の適期定植は、地床栽培及び隔離床栽培などの栽培方法や作型にかかわらず、雌花着生率の向上、果実の肥大促進、果実内容の高品質化などに大きな効果が期待できると思われる。

また、天候不順時の秋作における大果生産技術は、交配と摘心は同時か、または交配の方が1日ぐらい早くなるような初期の生育管理をして、すなわち、摘心時の最上摘心節位葉（天葉）の縦径が2～3cmの大きさになっているような生育管理をして、交配直後の摘心は結果枝上の主茎葉を15～16枚程度残して行うことや、結果枝上の結果枝以外の側枝・側芽は、摘心後直ちに除去するよりも5日後に除去することなどである。

これらのセル成型苗の利用や摘心・整枝管理技術は、生産者の栽培管理に合ったよりよい篤農技術として発展していただきたい。

引用文献

- 1) 平林哲夫. 1986. ハウスメロン生理と栽培技術. 誠文堂新光社: 24-92
- 2) 神谷圓一. 1969. 新版温室メロンの栽培と経営. 誠文堂新光社: 137-147
- 3) 大泉利勝. 1999. 農業技術大系野菜編第4巻. 農山漁村文化協会: 基305-基316

メロンうどんこ病菌のレース分化と抵抗性育種

葛谷 真輝・八城 和敏・富田 健夫

茨城県農業総合センター生物工学研究所

Melon Breeding for Resistance to Powdery Mildew in Respect to Its Races.

Maki KUZUYA, Kazutoshi YASHIRO and Ken-o TOMITA

Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center

キーワード：メロン，うどんこ病抵抗性育種，*Sphaerotheca fuliginea*，レース

1 はじめに

メロンにおいて，うどんこ病は重要病害の一つで，抵抗性系統の育成が品種育成の目標の一つになっている。現在の市販品種のほとんどに抵抗性や耐病性があるとされているが，実際に栽培すると様々な時期にうどんこ病の発生が確認される。うどんこ病抵抗性育種の歴史には，うどんこ病抵抗性遺伝資源の発見から抵抗性系統の育成，抵抗性系統の罹病化という流れがくり返される現象が見られる。この現象には，うどんこ病菌に存在するレースの分化の問題が深く関わっている。

そこで，本稿ではこれまでに行われてきたうどんこ病菌のレースと抵抗性遺伝子に関する研究について，メロンうどんこ病菌の生態，抵抗性遺伝子の遺伝解析，抵抗性系統の育成とレースの発生状況，抵抗性のメカニズム，抵抗性遺伝子の DNA マーカー解析の状況を紹介する。

2 うどんこ病菌の生態

メロンのうどんこ病の病原菌には *Erysiphe cichoracearum*

および *Sphaerotheca fuliginea* の二種類の糸状菌が報告されている。両者の違いは発芽管の形態やフィブロン小体の有無で見分けることができる¹⁾。 *E. cichoracearum* はフランス^{2,3)}やスーダン⁴⁾で発生報告があるが，1970 年代からは *S. fuliginea* の発生が多く報告されるようになり，近年ではフランス³⁾を含めアメリカ^{5,6)}，イスラエル^{7,8)}など世界各国でうどんこ病の主要な病原菌とされている。日本で発生が報告されている病原菌も *S. fuliginea* である^{9,10)}。

メロンのうどんこ病菌にはメロン系統に対する寄生性の分化が起きており，イネのいもち病菌やオオムギのうどんこ病菌と同様にレースが存在する。

1938 年にうどんこ病抵抗性系統 PMR 45 の反応から，PMR 45 を罹病しないうどんこ病菌レース 1 と罹病するレース 2 の 2 つのレースの存在が報告された¹¹⁾。さらに 1978 年には，Thomas によって 3 つのレースが報告され¹²⁾，レース判別系統として Hale's Best Jumbo, PMR 45, PMR 6 の 3 系統が提案された¹³⁾。現在では，表 1 のように判別系統は 8 つにまとめられ，7 つのレースが報告されている^{14,9)}。最近，これまでに報告されていない

表 1 メロンの判別系統に対する異なるうどんこ病菌レースの反応

系 統	<i>S. fuliginea</i> の レース									
	1	2 France	2 US	3	4	5	6	7	N3	N4
冬系 3 号	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PMR 45	R	S	S	S	S	S	R	S	R	R
WMR 29	R	R	H	—	S	S	R	R	R	R
Edisto 47	R	R	S	R	R	S	R	R	S	S
PI 414723	R	R	S	—	R	R	S	S	S	R
PMR 5	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R
MR-1, PI 124112	R	R	R	R	R	R	R	R	—	—

R：抵抗性 S：感受性 —：not tested H：heterogene Hosoya ら¹⁰⁾より改変・引用

反応をする新レースと考えられる菌系統の出現¹⁰⁾や、レースを詳細に分ける新たな判別系統の提案¹⁵⁾などの報告があり、レース判別は今後も検討の余地の残る課題である。

3 抵抗性系統の探索と抵抗性遺伝子の遺伝解析

メロンの抵抗性系統の探索は1920年代から行われている。うどんこ病菌は絶対寄生菌であるため、維持、増殖は植物体上で行う必要がある。また、抵抗性系統の大量スクリーニングは、調査系統と同一圃場内にレース判別系統を植え、自然発病を待つあるいは植物体上で培養したうどんこ病菌を接種する方法で行われていた。この方法には、複数のレースが混在する危険性と、個体数が制限されるという問題がある。これに対し1990年代には、シャーレ上で培養した葉上でうどんこ病菌の増殖と接種試験^{16, 17, 18)}を行う方法が検討され（リーフディスク法）、小規模で大量のスクリーニングができるようになった。

初期の抵抗性遺伝資源はアメリカが収集したメロンの多様性中心であるとされるインドの遺伝資源から発見されており、以降インドの系統を主流にスクリーニング、抵抗性品種の育成が進められた^{3, 14, 19, 20, 21)}。1990年代には、Florisら²²⁾スペイン研究者により、アジアの多様性中心のインドに対し、ヨーロッパの多様性中心であるスペインの遺伝資源について抵抗性系統の検索が行われている。

うどんこ病に対する抵抗性系統のスクリーニングと遺伝解析の報告は多いが、レースや病原菌を特定せずに接種試験を行っているものも多く、また遺伝解析についてはレース1と2に対しての抵抗性遺伝子が主流で行われている。これまでに報告されている抵抗性遺伝子について表2にまとめた。

Bardinら¹⁴⁾は8つの判別系統による5つのレースの存在を報告するとともに、PI124112が持つレース1, 2, 4,

5に対する抵抗性遺伝子は3つあること、それらはそれぞれがクラスター状に連鎖していると報告している。今後は、発生レースの報告が多くなるとともに抵抗性遺伝子座間の連鎖解析が進むものと思われる。

4 抵抗性系統の育成とレース発生状況

抵抗性系統の育成は、抵抗性遺伝資源の発見とともに1920年代後半から行われている。

アメリカでは1935年に、レース1抵抗性品種としてPMR 45²³⁾が育成された。しかし翌年には、PMR 45を罹病化するレース2の存在が報告され、これに対する抵抗性系統としてPMR 5, PMR 6, PMR 7²⁴⁾などが1940年代に育成されている。しかし、1976年にはPMR 5, PMR 6が罹病化するレース3の発生が報告された¹³⁾。このように抵抗性系統の育成とともにうどんこ病の新たなレースが発生していることから、アメリカ各地でレース調査が行われ、1960年代にはレース2が優先的に発生していたが、1970年代にはレース1が優先的になっていること⁵⁾、1980年代にそれまで発生していたレース3ではなくレース1が優先的になっている¹³⁾、というように年次によって発生しているレースが異なることが明らかにされた。

日本では、抵抗性遺伝資源としてアメリカより導入したPMR 5^{25, 26)}やSC108²⁷⁾、Georgia 47などの素材が利用されており、野菜茶業研究所では中間母本久留米シリーズ、平塚シリーズが育成され、これらを利用した抵抗性系統の育成がなされている²⁸⁾。民間種苗会社でもレース1, 6, 7抵抗性などの品種が育成され市販されている。

しかし、アメリカの状況と同じように、これらの品種が育成されるとともに罹病化する菌の出現が問題となっている²⁹⁾。

Hosoyaら⁹⁾が茨城県において1997年、1998年の二年

表2 各レースに対する抵抗性系統の反応およびレース1および2に対する抵抗性遺伝子

系統名	レース1	レース2	接種方法
PMR 45	<i>Pm-A</i> ³⁾ 単一優性 <i>Pm-I</i> ²⁰⁾ 単一優性	罹病性	リーフディスク ³⁾ 植物体上 ²⁰⁾
WMR 29	<i>Pm-A</i> ³⁾ 単一優性	<i>Pm-B</i> ³⁾ 単一優性、 <i>Pm-A</i> と連鎖	リーフディスク
PMR 5	<i>Pm-C</i> ³⁾ 単一優性	<i>Pm-C</i> ³⁾ 単一優性	リーフディスク
PMR 6	<i>Pm-I</i> ²⁰⁾ 単一優性	<i>Pm-2</i> ²⁰⁾ 単一部分優性	植物体上
PI 124111, MR-1	<i>Pm-I</i> ²⁰⁾ 単一優性	<i>Pm-6</i> ²⁰⁾ 単一部分優性	植物体上
PI 124112	<i>Pm-C</i> ²²⁾ 単一優性 <i>Pm-5</i> ²⁰⁾ 単一優性	<i>Pm-4</i> ³⁾ 単一部分優性 <i>Pm-C</i> ²⁰⁾ 単一優性	リーフディスク ³⁾ 植物体上 ²⁰⁾
Negro	<i>Pm-X</i> ²²⁾ 単一優性	罹病性	植物体上
Moscatel	<i>Pm-Y</i> ²²⁾ もしくは	罹病性	植物体上
Grade	<i>Pm-Z</i> ²²⁾		
Amarillo	<i>Pm-Y</i> ²²⁾ 優性 <i>Pm-Z</i> ²²⁾ 優性	罹病性	植物体上

）内の数字は引用文献

に渡り、Bardinら¹⁴⁾の判別8系統を利用してうどんこ病菌発生レースを詳細に調査したところ、1997年にはレース1、レース5の他にそれまで発生の報告がないような反応をする菌系統N1、N2（それぞれ後にレース6および7として報告³⁰⁾）の発生が確認された。1998年には半促成から抑制栽培の時期を通して以下のような7つのレースの発生が確認された¹⁰⁾。

彼らの結果から、これらの葉上ではこれまで報告の無かったものも含め、品種が抵抗性を持たないレースが発生していること、半促成栽培よりも遅い作型である抑制栽培では多数のレースが出現する傾向があることが分かった。

以上をまとめると、抵抗性系統の育成とともに、これまでに報告のないものも含めて発生レースの変遷が見られ、各品種が抵抗性を持たないレースが出現していること、栽培の条件によっては多数のレースが同時に発生していることが分かった。このような状況下では、複数のレースに同時に抵抗性を持つ品種を育成する必要がある。新しいレースが出現してくるメカニズムを明らかにしていくことが今後の課題であろう。

5 抵抗性のメカニズム

メロンのうどんこ病抵抗性遺伝子に関しては、抵抗性のメカニズムの報告は少ない。

Florisら³¹⁾は異なる多様性中心であるスペインとインドの遺伝資源由来の抵抗性遺伝子間で、メカニズムの相

同性を調査することを目的に、スペインのレース1抵抗性系統Amarillo, Moscatel GrandeおよびNegroとインドの抵抗性系統PI 124111の抵抗性メカニズムを植物体上の菌の発育を調査して明らかにしようとした。その結果、インド由来の抵抗性系統葉上では、菌糸の伸長が抑制されることにより抵抗性が引き起こされているが、スペインの抵抗性系統では菌糸の伸長や胞子の形成される時期が遅く、菌の発育が抑制されて抵抗性を表していることを明らかにした。イスラエルのCohenら³²⁾もインドの抵抗性遺伝資源PI 124111の抵抗性発現は過敏細胞死による菌糸の伸長の抑制によるとしている。抵抗性遺伝子の作用メカニズムを解析することはレース分化の問題や育種素材の選定における重要な知見となりえるため、今後の詳細な研究が期待される。

6 抵抗性遺伝子のDNAマーカーの開発状況

1990年代の半ばからRAPD、CAPS、RFLP、AFLP、SSRなど分子マーカーによるメロンの連鎖地図作成が多く発表されている。Pitrat³³⁾はうどんこ病抵抗性を含む様々な遺伝子間の連鎖解析を行っており、WMR 29のもつレース1、2に抵抗性の優性遺伝子*Pm-W*（表2内の*Pm-W*とは異なる）とアブラムシによるウイルス伝染抵抗性遺伝子*Vat*、およびうどんこ病抵抗性系統PI414723の抵抗性遺伝子*Pm-X*とzucchini yellow mosaic virus抵抗性遺伝子*Zym*とが連鎖していることを明らかにした。この連鎖解析の結果を利用して、Périnら³⁴⁾は、AFLPとSSRマーカーを利用した連鎖地図上にこの2つの遺伝子をのせている。また、日本ではSaitoら³⁵⁾が、PMAR 5のもつレース1抵抗性遺伝子に連鎖したRAPDマーカーを探索しており、30cMから50cMの距離にある4つのマーカーを発見した。さらにFukinoら³⁶⁾によりPMAR 5の抵抗性遺伝子のQTL解析が行われており、今後の詳細な解析結果が待たれる。

表3 茨城県内栽培品種の各レースに対する反応

品 種	<i>S. fuliginea</i> のレース			
	1	5	6	7
HN21	R	S	R	S
クインシー	R	S	S	R
アールスナイト夏系2号	R	S	S	R
アールス雅夏系2号	R	S	R	R

Hosoyaら¹⁰⁾より改変・引用

表4 茨城県内のメロン栽培地より採種した各栽培時期におけるうどんこ病菌のレース

採取地点	宿主品種	採取日	採取数	分離レース（コロニー数）						
				1	2US	5	6	7	N3	N4
鉾田町	HN21	5/27	30	0	0	0	0	30	0	0
鉾田町	HN21	5/27	29	0	0	0	0	29	0	0
旭 村	HN21	6/ 3	24	0	0	0	0	24	0	0
旭 村	HN21	6/ 3	23	0	0	0	0	23	0	0
北浦町	HN21	6/11	30	0	0	0	0	30	0	0
茨城町	HN21	6/11	19	0	0	0	0	19	0	0
北浦町	クインシー	7/ 2	14	0	0	0	14	0	0	0
北浦町	クインシー	7/ 2	18	1	0	0	14	2	1	0
北浦町	ENN2	8/27	28	3	0	0	25	0	0	0
北浦町	ENN2	8/27	21	2	1	0	17	1	0	0
鉾田町	EMN2	8/27	29	1	1	0	6	0	19	2

ENN2：アールスナイト夏系2号、EMN2：アールス雅夏系2号 Hosoyaら¹⁰⁾より改変・引用

7 まとめ

うどんこ病菌のレースと抵抗性遺伝子についての研究は、抵抗性遺伝子の遺伝解析およびレースの発生状況の調査の二つが大きく扱われてきた。現在は、うどんこ病菌の生態を再解析する動きと、DNA マーカーの利用や接種条件の再検討、抵抗性メカニズムの解明など、抵抗性遺伝子のより詳しい解析が進められているところである。

抵抗性遺伝子が単一優性遺伝子である場合が多いため、抵抗性品種の育成は比較的容易に行われているようである。最近の激しい品種間競争の動向とともに、主要な栽培地で栽培される抵抗性品種が有する抵抗性遺伝子の種類も以前とは異なる可能性が高い。したがって、レース発生の現状と動向を解析ことが今後ますます重要になるであろう。同時に、抵抗性遺伝子とレースを決定する病原性因子間の詳細な解析を進めることで、レース分化の要因を解く手がかりが得られると考える。

植物病原菌のレースについての研究は、トマト葉かび病菌およびイネいもち病菌で知見が多い。レース分化の問題を解決するにはこれらの病害を参考に地道に知見を積み重ねていく必要があるであろう。また圃場抵抗性や抵抗性誘導物質の研究などは未解決の分野である。

これら知見が積み重なることにより、メロンうどんこ病菌の複雑なレース分化の問題が少しでも解析され、安定した抵抗性系統の育成に貢献するとともに、抵抗性育種と栽培管理の両面によるうどんこ病の体系的な防除手段の開発に寄与するものと期待している。

摘要

メロンのうどんこ病抵抗性育種においては、抵抗性系統の探索および育成が行われてきたが、導入した抵抗性を打破するような菌の発生が問題となっている。この現象はうどんこ病菌のレースとの関係により解析されてきた。そこで、本稿ではメロンうどんこ病菌の生態、抵抗性遺伝子の遺伝解析、抵抗性系統の育成とレースの発生状況、抵抗性のメカニズム、抵抗性遺伝子の DNA マーカーの解析についてこれまでの知見と現況をまとめた。今後の抵抗性育種を行うにあたっては、レース発生の現状と動向の解析、さらにレース分化のメカニズムの解析が、安定した抵抗性を発現する系統の育成には欠かせないであろう。

引用文献

- 1) Ballantyne, B. 1963. A preliminary note on the identity of cucurbit powdery mildew. Aust. J. Soi. 25:360-361
- 2) Molot, P. M. and L. Lecoq. 1986. Powdery mildews of cucurbits. I. Bibliographical review and preliminary experimental results. Agronomie 6:355-362
- 3) Epinat, C., Pitrat, M. and F. Bertrand. 1993. Genetic analysis of resistance of five melon lines to powdery mildews. Euphytica 65:135-144
- 4) Mohamed, Y. F., M. Bardin, P. C. Nicot and M. Pitrat. 1995. Causal agents of powdery mildew of cucurbits in Sudan. Plant Disease 79:634-636
- 5) Sowell, G. J. R. 1982. Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on musk melon from race 2 to race 1 in the southeastern United States. Plant Disease 66:130-131
- 6) McCright, J. D., M. Pitrat, C. E. Thomas, A. N. Kishaba and G. W. Bohn. 1987. Powdery mildew resistance genes in musk-melon. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112:156-160
- 7) Cohen, Y., H. Eyal and C. E. Thomas. 1984. Stabilizing resistance in *Cucumis melo* against downy and powdery mildews in Israel and the USA. (Abstr.) Phytopathology 74:829
- 8) Cohen, R., Y. Burger, S. Shraiber, Y. Elkind and E. Levin. 1996. Influence of the genetic background and environmental conditions on powdery mildew of melons. Phytoparasitica :162
- 9) Hosoya, K., K. Narisawa, M. Pitrat and H. Ezura. 1999. Race identification in powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo* L.) in Japan. Plant Breeding 118:259-262
- 10) Hosoya, K., M. Kuzuya, T. Murakami, K. Kato, K. Narisawa and H. Ezura. 2000. Impact of the resistant melon cultivars on *Sphaerotheca fuliginea*. Plant Breeding 119:286-288
- 11) Jagger, C. E., T. W. Whitaker and D. R. Porter. 1938. A new biologic form of powdery mildew on muskmelons in the Imperial Valley of California. Plant Dis. Rptr. 22:275-276
- 12) Thomas, C. E. 1978. A new biological race of powdery mildew of cantaloups. Plant Dis. Rptr. 62:223
- 13) Thomas, C. E., A. N. Kishaba, J. D. McCright and P. E. Nugent. 1984. The importance of monitoring races of powdery mildew on muskmelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. 7:58
- 14) Bardin, M., C. Dogimont, P. Nicot and M. Pitrat. 1999. Genetic analysis of resistance of melon line PI 124112 to *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* studied in recombinant inbred lines. Acta Hort. 492:163-168
- 15) Bertrand, F. 2002. AR Hale's Best Jumbo, a new differential melon variety for *Sphaerotheca fuliginea* races in leaf disk tests. P. 234-237 in: D. N. Maynard (ed.). Cucurbitaceae 2002. ASHS Press, Alex., Va.
- 16) Bertrand, F. and M. Pitrat. 1989. Screening of a muskmelon germplasm for susceptibility to 5 pathotypes of powdery mildew. P. 140-142 in: C. E. Thomas (ed.). Proc. Cucurbitaceae 89. ASHS Press, Charleston, SC.
- 17) Cohen, R. 1993. A leaf disk assay for detection of resistance of melons to *Sphaerotheca fuliginea* race 1. Plant disease 77:513-517
- 18) Cohen, Y. and H. Eyal. 1995. Differential expression of resistance to powdery mildew incited by race 1 or race 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in *Cucumis melo* genotypes at various

- stages of plant development. *Phytoparasitica* 23:223–230
- 19) Pitrat, M., C. E. Thomas, A. N. Kishaba and G. W. Bohn. 1987. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:156–260
 - 20) Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1992. Inheritance and allelism of genes for resistance to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in muskmelon. *Plant Disease* 76:626–629
 - 21) McCright, J. D. 2002. Reactions of 20 melon cultigens to powdery mildew race 2U. S. P. 72–77 in: D. N. Maynard (ed.). *Cucurbitaceae 2002*. ASHS Press, Alex., Va.
 - 22) Floris, E. and J. M. Alvarez. 1995. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. *Euphytica*. 81:181–186
 - 23) Jagger, I. C. and G. W. Scott. 1937. Development of powdery mildew resistant cantaloupe No. 45. U. S. Dept. Agr. Circ. 441: 1–5
 - 24) Pryor, D. E., T. W. Whitaker and G. N. Davis. 1946. The development of powdery mildew resistant cantaloupes. *Proc. Amer. Soc. Hrt. Sci.* 47:347–356
 - 25) 玉井虎太郎. 1952. 白渋病耐病性露地メロン, No. 5 及び No. 45. *農業及園芸*. 27:65–66
 - 26) 大藪哲也・矢部和則・菅原眞治. 2003. うどんこ病新レース抵抗性アールス系温室メロン ‘試行 01–2’ の育成. *園学雑*. 2(別 1):221
 - 27) 菅原祐幸・五十嵐勇. 1974. メロンの育種 II うどんこ病・つる割病複合耐病性育種素材系統メロン久留米 2 号の育成. *野菜試験場報告*. 1:29–38
 - 28) 小川理恵・菅原眞治・糟谷真宏・坂森正博・青柳光昭・桜井雍三・高瀬尚明. 1994. うどんこ病, つる割病複合抵抗性温室メロンの育成とその F₁ 組み合わせ特性. *愛知農総試研報*. 6:147–156
 - 29) 大藪哲也・菅原眞治. 1999. アールス系温室メロンうどんこ病菌のレース判別と抵抗性素材の検討. *愛知農総試研報*. 1:71–74
 - 30) Kuzuya, M., K. Hosoya, K. Yashiro, K. Tomita and H. Ezura. 2003. Powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) resistance in melon is selectable at the haploid level. *J. Exp. Bot.* 54:1069–1074
 - 31) Floris, E. and J. M. Alvarez. 1996. Nature of resistance of seven melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. *Plant Pathology* 45:155–160
 - 32) Cohen, Y. and H. Eyal. 1988. Epifluorescence microscopy of *Sphaerotheca fuliginea* race 2 on susceptible and resistant geneotypes of *Cucumis melo*. *Phytopathology* 78:144–148
 - 33) Pitrat, M. 1991. Linkage groups in *Cucumis melo* L. *Journal of Heredity* 82:406–411
 - 34) Perin, C., L. S. Hagen, V. De Cont, N. Katzir, Y. Danin-Poleg, V. Portnoy, S. Baudracco-Arnas, J. Chadoeuf, C. Dogimont and M. Pitrat. 2002. A reference map of *Cucumis melo* based on two recombinant inbred line populations. *Theor. Appl. Genet.* 104: 1017–1034
 - 35) Saito, T., M. Morishita and M. Hirai. 2000. Genetics of resistance to powdery mildew and aphids, and screening of DNA markers linked to the resistance genes in melon (*Cucumis melo* L.). *Cucurbit Gen. Coop. Rep.* 23:32–36
 - 36) Fukino, N., M. Taneishi, T. Sato, T. Nishijima and M. Hirai. 2002. Construction of a linkage map and genetic analysis for resistance to cotton aphid and powdery mildew in melon. *Acta Hort.* 588:283–286

メロンの熟度（硬度）と糖度の可視化

杉 山 純 一

独立行政法人 食品総合研究所

Visualization of Firmness and Sugar Content for Melons

Junichi SUGIYAMA

National Food Research Institute

キーワード：打音，近赤外分光，非破壊，硬度，糖度，メロン

1 はじめに

メロンにおけるおいしさとは，熟度（硬度）と糖度が大きな比重を占めている．これらを客観的に把握するためには様々な計測法が考えられる．今回は，既に実用化された打音による果実硬度計と研究用に開発した糖度の分布計測法を紹介する．

2 打音を利用した果実硬度の計測^{1) 2) 3)}

熟度の非破壊測定というと，一般的に馴染みが深いのは打音によるスイカの熟度推定であろう．キーンという高い音であれば未熟，ゴーンという低い音になれば適熟と言われ，産地には名人も居るようであるが，これを機器測定（所謂，周波数解析）で客観的な指標にするという試みもこれまで数多くなされてきた⁴⁾．しかし，果実の大きさの影響を補正するために果実重量をパラメータとした計算を取り入れたり，それ以上に，何故，果肉硬度によって音色が変化するのかその理論を裏付ける確証がなかなか得られなかった．

ところが，その解決は「ともかく果実表面でどんな現

象が起こっているかを調べて見たら」という私の恩師のアドバイス⁵⁾で氷解したのである．図1 (a) に，メロンを試料とした実験の様子を示す．メロンの赤道面上を24分割し，マイクを置けない打点近辺3カ所を除いた21カ所にマイクをぐるりと配置する．そして，叩いた瞬間の音をそれら21カ所で同時に取得し，コンピュータで解析した．（実際は，1個のマイクを次々と移動させて同じようなデータが得られるように工夫してある．）解析の一例として，図1 (b) に21カ所の打音信号を3次元座標に並べた鳥瞰図を示す．そこには，斜めに交差する直線模様が浮かび上がっているのがわかる．これが，打音の正体である．すなわち，叩いた応答波形（表面弾性波）が赤道面上を等速で伝搬していることを表している．また，同じデータを使って，コンピュータディスプレイ上に時間経過とともに各位置の音圧分布を表示すると，叩いてからメロン表面がどのように振動しているのかをアニメーションとして視覚的に表示できる．このアニメーションを各時刻ごとに表示したものを図2に示す．

これらは，赤道面だけの2次元での挙動を調べたものだが，実際のメロンは3次元体であることを考慮すると，いわゆる池の中に石を投げて出来る波紋の広がりの方

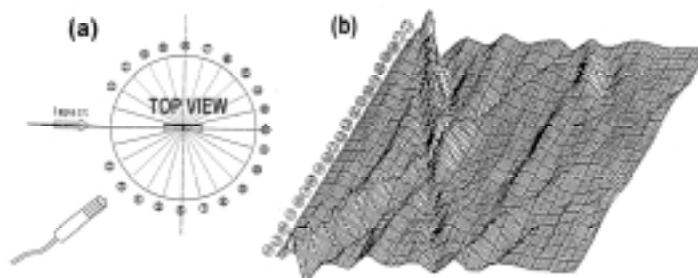


図1 時間・空間（位置）・音圧の3次元表示（鳥瞰図）
X軸：時間（0～12ms）Y軸：測定位置（②～22）Z軸：音圧

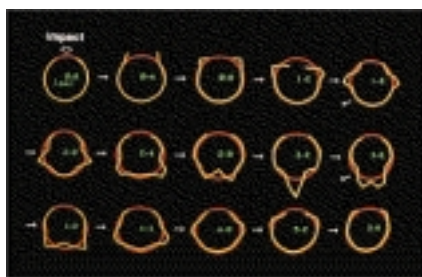


図2 振動状態のアニメーション
(数字は経過時刻 [ms])

な振動伝搬が生じていると考えられる。但し、メロンの場合は、池のような平面でなく、球面なので、振動は打点のちょうど反対側に一旦集まって大きくなり、そのまま交差してまた打点に向かって戻り、再び交差して反対側に戻っていく、といった現象が延々と減衰しながら続くことが明らかになった。なお、これは、図1(b)においては、斜めの交差する直線模様が繰り返されることに相当している。

さらに追熟による変化を調べると、果肉が軟らかくなるほど、図1(b)における直線の傾きが緩やかになり、振動の伝搬速度が低下していくことが観察された。また、様々な熟度の36個のマスクメロンについて、伝搬速度と破壊試験による果肉硬度を調べた結果、両者の間には高い相関が認められた。つまり、果肉が軟らかいほど伝搬速度が遅いということが明らかになった。これは、物理法則としてはごく当たり前のことで、例えば空気中での音速が343m/s(20℃)に対し、水中では1450m/sになるように、波を伝搬する媒体の物性が反映されたことに他ならない。一般的に、硬い物質ほど波の伝搬は早くなり、メロンといえども例外は許されないのである。このことは、伝搬速度が非破壊で測定できるメロンの直接的な硬度指標となりうることを示唆している。

以上のように、メロンを叩いた時に表面で起きている現象が思いのほか単純で理にかなったものであることがわかった。しかし、従来の周波数解析で指摘されている現象はどのように説明できるのであろうか。結論から言えば、「伝搬速度の低下は周波数解析では各周波数ピークの低周波側への推移として観察される」ということである。その証拠を図3に示す。図3(a)は収穫後1日目(細線)と5日目(太線)の実際の打音信号を表している。5日目の波形は追熟により軟らかくなっているの伝搬速度は遅くなり、1日目の波形より全体的に右側に間伸びしている。そこで、1日目の波形を時間軸方向に適度に拡大する(ここでは120%、点線)とぴったり5日目の波形と一致することがわかる。一方、図3(a)の波形を周波数領域から表したもの(パワースペクトル)が図3(b)である。この時間領域(a)－周波数領域(b)の変換は、図中に示したフーリエ変換という数式処理で行われる。この式の左辺は時間領域、右辺は周波数

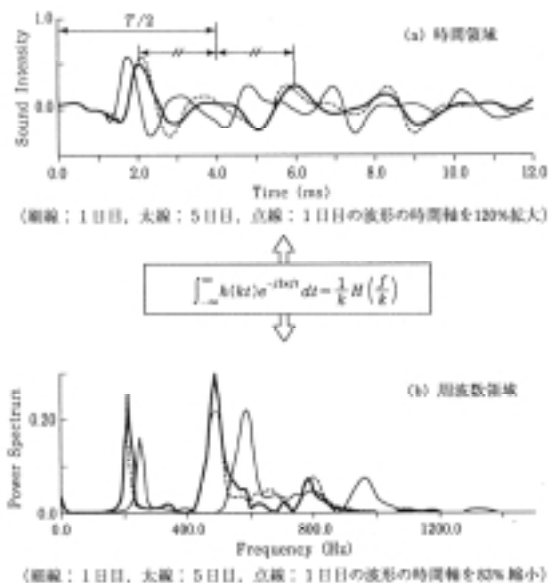


図3 伝搬速度と周波数の関係

領域を表している。さらに、左辺の k が右辺では $1/k$ になっていることは、時間軸を k 倍すると周波数軸は $1/k$ 倍に縮小することを意味している。つまり、図3(b)において、5日目の波形(太線)は1日目(細線)より従来からの指摘通り確かに低周波側に推移しており、これは、時間軸で1日目の波形を120%拡大したことに呼応して周波数軸では83%縮小($\equiv 100/120 \times 100\%$)された波形(点線)と一致している。このように、伝搬速度の低下と周波数ピークの低周波側への推移は全く同じものであり、いうなれば、1つの現象を一方は時間領域から、他方は周波数領域からと見る角度を変えて観察しているに過ぎないのである。

とはいえ、実際に果肉硬度の非破壊指標として利用する場合は、両者に大きな違いが生じる。まず第一に、時間領域では、毎秒何メートルといった単位の伝搬速度で表すことにより、試料の大きさの影響を受けることはない利点がある。これは、前述の水中での音速を例にしても明らかで、大きな池の中で測った音速も、小さな水槽で測った音速も、おなじ水を媒体にしている限りは1450m/sという値は不変である。メロンにおいては、当初は、振動が一周するのに何ミリ秒かかるか測定し、周長の測定値とともに割り算して伝搬速度を算出していた。周長が計算に含まれるので、明らかに大きさの補正がなされているのがわかる。なお、現在は後述するような2本のマイクを使うことにより周長の測定を不要としている。一方、周波数解析では、解析対象が1カ所のための打音信号という点で既に試料の大きさを表す空間情報が失われており、これを補うために重量等の代替パラメータがどうしても必要になってくる。加えて、周波数領域における波形(パワースペクトル)の形状はフーリエ変換という単なる計算処理による結果であり、各ピークその

ものが何らかの物理的現象を反映しているわけではない。従って、同一試料なら追熟しても類似の波形を示すため比較は容易であるが、異なる試料間においては、必ずしも類似の波形になるという保証は無く、比較にはそれなりの工夫が必要となってくる。

さて、メロンのように表面弾性波の伝搬が延々と続く現象はスイカにおいても観察され、また、程度の差こそあれ打音直後の伝搬現象は、パイナップル、カボチャ、丸トウガン、リンゴ、洋梨、そして驚くことにキュウリまでにも存在することが確かめられている^{6) 7) 8) 9) 10)}。かなり汎用的に硬さを非破壊で推定できることが明らかになるにつれて、もっと簡単に伝搬速度を測定できるシステムのニーズが喚起され、民間会社と共同研究により、瞬時に伝搬速度を計測できる非破壊果肉硬度計を開発した。図4にみられるようにピストル型のセンサ部には打撃機構と2つのマイクが備えられ、トリガを引くことにより、瞬時に2本のマイクで打音を取得し、その2つの打音の時間差から伝搬速度を算出する機構になっている。一般のノートパソコンと組み合わせ、携帯が可能であり、電源の無い畑でも利用できるように工夫されている。当初、伝搬速度の算出のためのサンプリング周波数の限界から測定対象はメロンのみであったが、その後、AD変換のハードウェアの進歩に伴い硬い農産物にも適用可能となり、ラフランスのような西洋なしにも定量解析が可

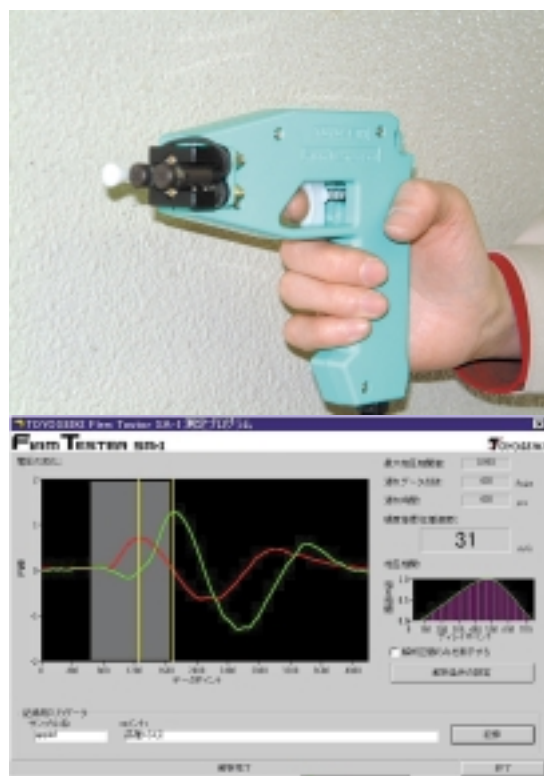


図4 非破壊果肉硬度計
(Firm Tester SA-I, 東洋精機製作所)

能であることが示されており、市販された装置 (<http://www.toyoseiki.co.jp/product1.html>) では、リンゴ、あるいは工業材料等の微妙な硬さの違いも検出できるように性能アップが図られている。

この装置の応用例として、生育中のメロン果実に関して、網目が現れる前から収穫して軟化するまでの生長計測の一例を図5に示す。計測開始時点の5/14においてはメロンの表面は滑らかな状態でマスクパターンは生じていない。伝搬速度は5/20まで徐々に上昇した。ここで、伝搬速度が高くなるということは、表面の張力が上昇する（つまり硬くなる）ことを意味していると思われる。そして、その伝搬速度のピークを迎える5/20において、一気に表面に亀裂が入り、マスクパターンの形成が始まった。その後は、伝搬速度はゆるやかな低下傾向を示した。メロンは6/25に収穫され、伝搬速度は追熟による軟化を反映して、その時から急激な減少へと転じた。別の実験で求めた適熟期は、この急勾配のちょうど中ほどに位置していた。

一方、実際のメロンの栽培農家では、経験的に指先で軽く叩き「かたい」「ゆるい」といった判断から亀裂の発生時期を推測し、この時期の水管理と温度管理でもってきれいなネットを張らせることが行われている。本装置による生長計測は、生産者がこれまで職人芸として行ってきた技術を客観的に数値化し、科学的に裏付けたもの

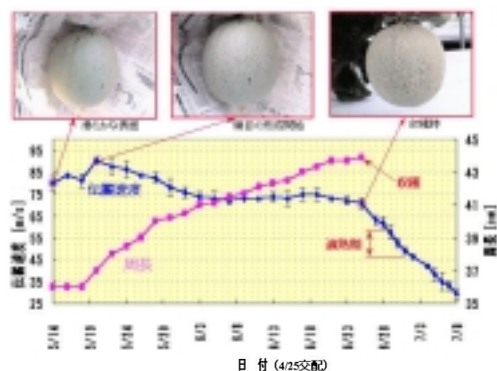


図5 メロンの生長計測

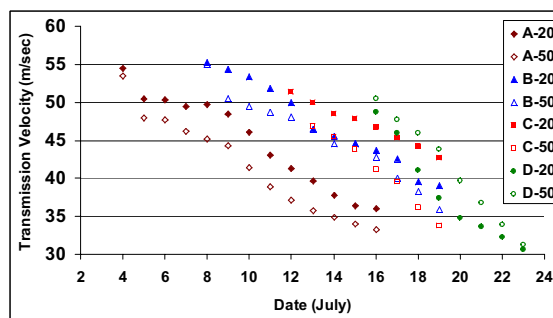


図6 堆肥投入量による日持ち性の違い
A, Dは収穫日, 20, 50は豚ふん投入量 [t/ha]

であり、今後、高品質メロン栽培への応用にも期待できるものと思われる。

さらに、堆肥量の異なるメロン栽培における日持ち性の違いを検証した例を図6に示す。その他、リンゴのボケの検出やマンゴーの熟度判定への適用を試み、本装置が有効に利用できることが確認されている。

3 光学的手法による糖度分布の可視化¹¹⁾

光を使った農産物の品質計測法として、最も実用化されているものに近赤外分光法¹²⁾がある。この技術は、近赤外スペクトル（波長－吸光度曲線）そのものが物質の化学構造の特定部分（官能基）による共振に由来することを利用して、逆に、特定波長の吸光度から注目する物質の定量化を行うものである。実際には、一つの官能基が複数の吸収波長をもっており、また、試料は多成分からなるため、これらの吸光度が全て重ね合わさったものが近赤外スペクトルとして計測される。従って、そこから、注目する成分に関する情報を取り出すには、重回帰分析等の統計的手法が用いられる。例えば、米の食味計は、基本的には食味に関連する複数の化学成分を近赤外分光分析により算出し、それらを総合してスコアを表示するものである。また、桃、ミカンやメロン等の糖度を近赤外分光によって非破壊測定して、選別する技術も実用化され、全国の選果場に普及しつつある。しかし、一方で、甘いという糖度でありながら、食べてみるとそれほど甘くないとか、測る場所によってかなりの糖度のバ

ラツキがあることも指摘されている。また、糖の蓄積過程が明らかになれば、新たな品質向上への取り組みも期待できる。そこで、これまでポイント測定であったこの近赤外分光法を、冷却 CCD カメラを用いた 2 次元画像測定に拡張し、各ピクセル毎に近赤外分光法にもとづく糖度推定を行い、メロン果実断面の糖の分布の可視化を試みた例を紹介する。

まず、糖度と相関の強い波長を決定するために、メロンの赤道部から $\phi 20\text{mm}$ の円柱状に果肉を切り出し、内側果肉表面の相互拡散スペクトルを近赤外分光装置により $400\sim 1100\text{nm}$ の範囲で分光スペクトルを測定した。次に、そのスペクトル測定をした部分を厚さ 2mm ほど削り取り、果汁を絞ってデジタル糖度計で Brix 糖度を測定した。同様にして、果肉の内側から外側に向けて、スペクトルと糖度の測定を繰り返し、両者の単相関係数を波長に対してプロットしたのが、図7である。アンデス、アールスのいずれの品種も 676nm で最大の逆相関をとることがわかった。これは、クロロフィルの吸収帯にほぼ一致し、逆相関であることから、クロロフィルの少ない所ほど糖度が高いことをあらわしている。

次に、分光画像を取得する装置を図8に示す。40万画

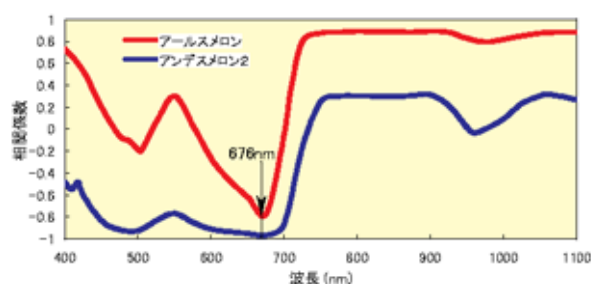


図7 メロン糖度の相関スペクトル

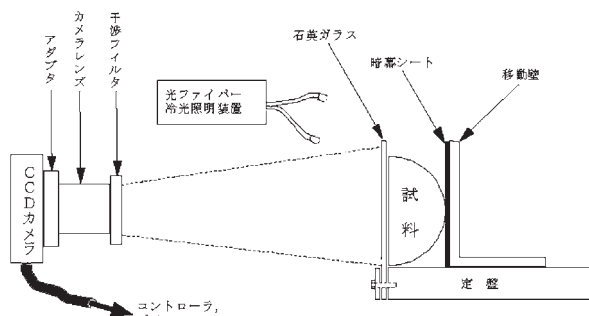


図8 分光画像取得装置



図9 画像処理の手順

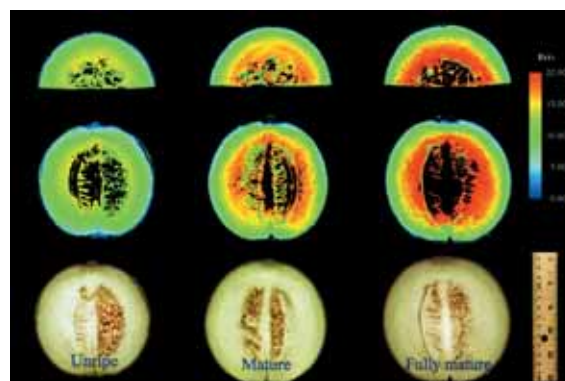


図10 メロン糖度の可視化画像

素 16bit 階調の冷却 CCD カメラにカメラ用アダプタを介してカメラレンズと干渉フィルタが取り付けられている。干渉フィルタは予備試験で確認した 676nm を中心波長とした半値幅 10nm のバンドパスフィルタである。照明は、光学的ノイズを押さえるために直流駆動のハロゲンランプを光源とする光ファイバー冷光照明装置を用い、影ができにくいように手前上方左右 2 カ所から被写体を照らしている。試料は、カメラとの焦点距離が常に一定になるように垂直に設定された石英ガラスに密着させ、暗幕シートを背景とする移動壁で押さえた。本装置で得られた画像は、各ピクセルが 16bit 階調 (65536 段階) の輝度値で表現されている。そこで、この輝度値を図 9 のようなプロセスで近赤外分光法の原理に基づき糖度値へ変換する。ここで行っている処理は、画像の補正をした後は、一画素ごとに忠実に近赤外分光法を適用し、実測した糖度値とのキャリブレーション式より、画素ごとに糖度の推定値を求めている。それをカラーマッピングすることで、図 10 のような熟度に応じた糖度分布が可視化できる。それぞれ、未熟果、適熟果、完熟果のメロンに対応している。いずれも収穫直後に測定したため、果肉はかためで、肉眼で見た目には糖度の違いはわからないが、可視化した像からは、日を追う毎にメロン内側に糖が蓄積していくのがわかる。また、場所によってかなり糖度が異なっており、糖度計等によるポイント測定においては、部位を特定して比較する必要があることが明らかになった。さらにいずれの図においても底部より頭部の方が糖度が高く、これは軟化が先に始まる底部の方が糖度が高いという一般通念が必ずしも当てはまらないことを示唆していた。

なお、この例では、実際に使われた波長は可視領域であるが、既に近赤外領域にある糖本来の吸収波長による可視化も試みられており^{13) 14)}、今後メロン以外の様々な農産物における糖の可視化へ発展させることが期待されている。

摘要

打音の伝搬速度がメロンの硬度と高い相関があることを明らかにし、伝搬速度を簡易に測定できる装置を実用化した。本装置により、メロンの生長時における硬度変化や堆肥投入量による日持ち性への影響を計測した。また、近赤外分光法をポイント計測から画像計測に拡張し、糖度の分布をカラーで可視化する手法を開発し、メロンの未熟果、適熟果、完熟果の糖度分布を明らかにした。

引用文献

- 1) 杉山純一, 1998, 打音によるメロンの非破壊計測—その原理から携帯用果肉硬度計の開発まで—, 農業および園芸, 73 (2): 238—246
- 2) J. Sugiyama et al., 1994, Firmness Measurement of Muskmelons by Acoustic Impulse Transmission. Transactions of the ASAE, 37 (4): 1235—1241
- 3) J. Sugiyama et al., 1998, Melon Ripeness Monitoring by a Portable Firmness Tester. Transactions of the ASAE, 41 (1): 121—127
- 4) 杉山純一, 1994, 先端計測技術の植物への応用—ポストハーベストにおける事例—, 計測と制御, 33 (10): 823—825
- 5) 杉山純一, 1999, 叩いて 10 年, 非破壊果肉硬度計の開発物語, 食品総合研究所ニュース, 54 (7): 7
- 6) 林節男, 他, 1992, 打音の伝搬信号によるスイカの空洞果の検出, 富山県立大学紀要, 2: 115—119
- 7) 杉山純一, 1992, 打音による青果物の品質評価, 食糧—その科学と技術—, 30: 43—55
- 8) 林節男, 他, 1994, 打音の伝搬特性による青果物の品質評価, 富山県立大学紀要, 4: 178—187
- 9) 林節男, 他, 1999, 打音の伝搬速度による青果物の鮮度と加工度合評価—キュウリとキウイフルーツの場合—, 富山県立大学紀要, 9: 87—92
- 10) J. Sugiyama et al., 2001, Application of Non-destructive Portable Firmness Tester to Pears, Food Sci. Technol. Res., 7 (2): 161—163
- 11) 杉山純一, 他, 2001, メロンの糖度分布の 3 次元可視化, 日本食品科学工学会誌, 48 (4): 263—267
- 12) 岩元睦夫, 他, 1994, 近赤外分光法入門, 幸書房: 40—95
- 13) M. Tsuta et al., 2002, Near-Infrared Imaging Spectroscopy Based on Sugar Absorption Band for Melons, J. Agri. Food Chem., 50 (1): 48—52
- 14) 蔦瑞樹, 他, 2002, ハイパースペクトルシステムによる近赤外分光イメージング手法, ~メロン糖度分布の可視化事例~, 映像情報メディア学会誌, 56 (12): 2037—2040

メロンえそ斑点病抵抗性育種

杉 山 充 啓

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Melon Breeding for Resistance to Melon Necrotic Spot Virus (MNSV)

Mitsuhiro SUGIYAMA

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：メロン，抵抗性育種，メロンえそ斑点病，melon necrotic spot virus, MNSV

1 はじめに

メロンえそ斑点病は1959年に静岡県温室メロンで初めて発生が認められ、1960年にこの病害はウイルス病であると判明し¹⁾、メロンえそ斑点病と命名された¹²⁾。以来メロンのハウス栽培の普及によって、現在では北海道から沖縄に至る全国のメロン栽培地で発生し、問題となっている^{14), 21)}。海外ではアメリカ⁸⁾、ギリシャ¹⁾およびスペイン¹³⁾などで発生が報告され、メロンの他にキュウリ^{3), 4)}およびスイカ²⁾などにおいて感染が報告されている。本病は、葉に大・小のえそ斑点、茎および果実にあそなどの病徴をあらわす。

病原ウイルスであるメロンえそ斑点ウイルス(melon necrotic spot virus, MNSV)はべん毛菌類の一種である *Olpidium radicale* Schwartz & Cook によって媒介され土壌伝染するとともに⁷⁾、接触および種子伝染もする。MNSVには寄生性や血清型の違いから、我が国では、MNSV-NH、MNSV-NK および MNSV-S の発生が報告されている¹⁵⁾。MNSV に対する抵抗性メロン品種・系統に関しては‘Improved Gulfstream’、‘Perlita’ および ‘PMR 5’ などが免疫性を示し⁸⁾、これら品種の抵抗性の遺伝は単因子劣性遺伝子(*nsv*)により支配されていることが明らかにされている⁵⁾。現在ではこのような抵抗性品種を育種素材として実用品種および抵抗性台木が育成された⁹⁾。しかし、これら品種の MNSV に対する抵抗性を打破する新しいストレインの発生⁶⁾や2005年の臭化メチル撤廃により、さらなる土壌伝染性の病害の蔓延が懸念されている。

本稿では、MNSV 抵抗性品種・系統、接種検定方法および検定条件に関することを紹介する。

2 メロンえそ斑点ウイルス

本ウイルスは carmovirus グループに属する直径 30 nm の球状 RNA ウイルスである。本ウイルスは葉に大・小の病斑、茎にあそ、根に褐変などの病徴をあらわす。冬季に発生が多いとの報告はあるが、比較的高温期でも発生する。本病は発病時期や発病部位によってさまざまな病徴を示し(図1)、松尾(1991)はMNSVによる病徴を10型11種に分類した。汁液接種の結果から、ウリ科ではメロン、キュウリ、スイカ、ユウガオに感染が認められ、西洋カボチャ、ペポカボチャおよびトウガンでは感染が認められない。ウリハムシによっても伝搬されるという報告はあるが、日本では虫媒伝染は認められていない。

3 メロンえそ斑点病抵抗性育種

3.1 抵抗性品種・系統

Gonzalez-Garza ら(1979)はメロン78品種・系統についてMNSVに対する反応を調査した結果、38%が全身感染し、53.2%は接種葉のみにえそ斑が認められ上位葉にウイルスは移行せず、8.8%が接種葉にあそ斑が認められない免疫性の抵抗性を示すことを報告した。網メロンタイプでは‘Improved Gulfstream’、‘Perlita’、‘Planters Jumbo’、‘PMR 5’ および ‘WMR 29(16995-M₁)’ が(図2)、ハネデュータイプでは‘PMR 61090’が免疫性の抵抗性を保有する。その他の抵抗性メロンとしては‘PI 161375’が抵抗性を保有していることが報告されている(表1)。これら品種・系統のMNSVに対する抵抗性は単因子劣性遺伝子(*nsv*)により支配されている。また、‘ニューメロン’もMNSVに対して抵抗性を示す

ことが報告されている^{10), 20)}。近年になって‘Perlita’が保有する *nsv* 遺伝子を導入した台木品種‘空知台交3号’が育成された⁹⁾。また、自根栽培が可能な品種として‘アーネスト’および‘エイネア’などが育成されている。今後、免疫性の抵抗性を示す多くの MNSV 抵抗性品種が育成されるものと思われる。免疫性の抵抗性のみが抵抗性品種育成の素材として利用されてきたが、最近、接種葉にはえそ斑を示すがえそ斑の周囲や上位葉にはウイルスが移行しない品種‘Doublon’が報告された¹³⁾。本品種の MNSV に対する抵抗性の遺伝は解析されていないが、本品種は免疫性の抵抗性を打破するストレイン

表1 MNSV 抵抗性品種・系統

品種・系統	引用文献
Improved Gulfstream	Gonzalez-Garza ら (1979)
Perlita	Gonzalez-Garza ら (1979)
Planters Jumbo	Gonzalez-Garza ら (1979)
PMR 5	Gonzalez-Garza ら (1979)
WMR 29 (16995-M1)	Gonzalez-Garza ら (1979)
PMR 61090	Gonzalez-Garza ら (1979)
PI 161375	Maestro (1992)
ニューメロン	吉田幸二, 後藤忠則 (1987)

に対しても安定した抵抗性を示すことから、このような抵抗性を導入した品種を育成することが可能と思われる。

3.2 抵抗性検定法

3.2.1 接種方法

MNSV は土壌伝染、種子伝染および接触伝染する。これらの中で接種検定が容易なカーボランダムを用いた汁液接種法を用いるのが一般的である。この方法は 0.05 M~0.1 M のリン酸緩衝液 (pH 7.0) で MNSV 感染葉を磨砕し、その粗汁液をカーボランダムを振りかけた植物に擦り付ける方法である。この方法では接種 3~5 日後になると接種部分にえそ斑が出現する。罹病性品種に汁液接種した場合、えそ斑の出現率はほぼ 100% である (図 3)。免疫性の抵抗性を示すメロンを選抜する場合には、汁液接種法によって安定した選抜を行うことができる。接種する部位は胚軸、茎、子葉および本葉共に可能である。

MNSV が種子伝染および土壌伝染するためには *Olpidium* の存在が必要であり、MNSV を保毒する種子を滅菌土壌に播種しても発病は認められない。圃場での抵抗性検定を行う場合には MNSV を保有した *Olpidium*



図1 MNSV の病徴



図2 MNSV 抵抗性品種の果実 (左: ‘PMR 5’, 右: ‘Perlita’)

が存在する汚染土壌が必要である。

3.2.2 供試ストレイン

MNSV には多くのストレインが存在し、日本では MN SV-NH, NK および S ストレインの発生が認められている¹⁵⁾。現在、日本各地で発生しているストレインは NH および NK が一般的である¹⁷⁾。これらのストレインをメロン子葉に接種した場合、各ストレインによってえそ斑の形成に違いが認められる(表 2)。また、全身感染率には明らかな違いが認められ、NH ストレインは高率に全身感染することが報告されている¹⁶⁾。上位葉へのウイルスの移行性を検定する場合には供試するストレインを選定する必要がある。

3.2.3 検定温度

MNSV 接種検定では検定温度の違いによって発病までの日数、えそ斑形成および全身感染率に違いが認められる。NH ストレインを完全展開期の子葉に接種した場合、28℃の条件ではえそ斑形成に要する日数は3日であった。一方、18℃の条件ではえそ斑形成に要する日数は5日であった。接種7日後には品種・系統の違いによりえそ斑形成に違いが認められる。子葉接種による抵抗性検定は、えそ斑が出やすい条件であるならば、接種5日から7日で判定可能である。罹病性‘夏系6号’にNH ストレインを接種した場合、接種14日後の全身感染率は28℃が0%、18℃が41.7%であった(表3)。子葉での接種検定においてえそ斑のみで検定を行う場合にはえそ斑が出現しやすい高温条件(28℃)が適し、上位葉への移行性を検定する場合には低温条件(18℃)が適するものと考えられる。Mallor ら(2003)は温度の違いによる



図3 MNSV のメロン子葉における局部病斑(接種7日後、
左: NH, 中央: 分離株 A, 右: 分離株 B)

MNSV 接種メロンの全身感染率を調べたところ、20℃または25℃の条件が全身感染率を高め、15℃および17.5℃の条件では萎れる個体が多く、これらの個体からウイルスが検出されたことを報告している。本試験においても18℃でウイルスに全身感染した個体は萎れることが観察されている。しかし、MNSV を上位葉に安定して移行させることは困難であるため、上位葉に移行する条件の設定をさらに調査する必要がある。

4 nsv遺伝子について

現在スペインのグループが411 マーカーによるメロンのマップを作成し、MNSV 抵抗性‘PI 161375’と罹病性‘Piel de Sapo’との交雑F₂集団を利用して、nsv 遺伝子の対立遺伝子である NSV 遺伝子は連鎖群 G 11 に存在することを明らかにしている^{18), 19)}。さらに、NSV に連鎖した AFLP マーカーおよび RAPD マーカーを見いだしている。今後、DNA マーカーを利用したメロンえそ斑点病抵抗性育種が進むものと思われる。

表3 18℃における MNSV 接種メロン品種の反応

品種	接種14日後	
	接種葉	上位葉
アールスセイヌ夏Ⅰ	10/10 ²	1/10
アールスナイト夏Ⅱ	10/10	3/10
アールスフェボリット秋系1号	12/12	1/12
アールスフェボリット夏系6号	12/12	5/12
アールスフェボリット夏系7号	10/10	0/10
アールスフェボリット春系3号	12/12	3/12
アールスフェボリット冬系A	12/12	0/12
アールスフェボリット冬系B	12/12	2/12
アールス雅春秋系	12/12	8/12
アールスモネ夏1号	12/12	2/12
アンデス	10/10	0/10
クインシー	12/12	2/12
久留米2号	10/10	1/10
真珠100	10/10	1/10
南勝アールス夏系	10/10	1/10
ホームランスター	12/12	3/12
マルセイユ	10/10	4/10
アールスフェボリット夏系6号(28℃検定)	10/10	0/10

² 発病株数/全株数

表2 MNSV を接種したメロン子葉に生じる局部病斑の発現までに要する期間と病徴

MNSV 分離株	局部病斑の発現までに要する期間(日)		病斑の大きさ, 色, 形状
	19~22℃	25~28℃	
MNSV-NK	3	2	初め黄白色, 径1~2mmの円形で輪郭が鮮明な病斑。次第に拡大し5~7日後には径3~4mmの褐色病斑となる。輪郭は鮮明。
MNSV-NH	5	3	初め黄白色, 径1~2mmの円形で病斑であるが, しだいに拡大し5~7日後には径2~3mmの輪郭が不鮮明な淡褐色の不整形病斑となる。
MNSV-S	4	2.5	初め黄白色, 径1mm位の円形病斑で, しだいに淡褐色になるが, 大きさは2mmほどで余り拡大しない。輪郭は鮮明。

摘要

メロンえそ斑点病は日本各地のメロン産地で発生し大きな問題となっている。MNSV 抵抗性品種として ‘Perlita’, ‘Planters Jumbo’ および ‘PMR 5’ などが報告され、これら品種・系統の MNSV 抵抗性は単因子劣性遺伝する *nsv* 遺伝子により支配されている。現在、日本では *nsv* 遺伝子を導入した ‘アーネスト’ および ‘エイネア’ などの実用品種が育成されている。MNSV 抵抗性検定は汁液接種による検定が行なわれ、MNSV を全身感染させるためには全身感染性の強いストレインを選択し、18℃前後の温度条件で検定することが重要である。NSV 遺伝子に連鎖した DNA マーカーが報告され、今後、メロンの MNSV 抵抗性育種では DNA マーカーを利用した育種が進むものと思われる。

引用文献

- 1) Angelis, A. 1985. Occurrence of melon necrotic spot virus in Crete (Greece). *Phytopathologische Zeitschrift* 114: 365–372
- 2) Angelis, A. 1989. Watermelon necrosis caused by a strain of melon necrotic spot virus. *Plant Pathol.* 38: 618–622
- 3) Angelis, A. 1991. Melon necrotic spot virus in plastic houses on the island of Crete. *Acta Hort.* 287: 349–354
- 4) Bos, L., H. J. M. Van-Dorst, H. Huttinga, and D. Z. Maat. 1984. Further characterization of melon necrotic spot virus causing severe disease in glasshouse cucumbers in the Netherlands and its control. *Neth. J. Plant Pathol.* 90: 55–69
- 5) Coudriet, D. L., A. N. Kishaba, and G. W. Bohn. 1981. Inheritance of resistance to muskmelon necrotic spot virus in a melon aphid-resistant breeding line of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 789–791
- 6) Diaz J. A., C. Nieto, E. Moriones, and M. A. Aranda. 2002. Spanish melon necrotic spot virus isolate overcomes the resistance conferred by the recessive *nsv* gene of melon. *Plant Dis.* 86(6): 694
- 7) 古木市重郎. 1981. メロンえそ斑点病の伝染病学的研究. 静岡農試特別報. 14: 1–94
- 8) Gonzalez-Garza, R., D. J. Gumpf, A. M. Kishaba, and G. W. Bohn. 1979. Identification, seed transmission, and host range pathogenicity of a California isolate of melon necrotic spot virus. *Phytopathology.* 69: 340–345
- 9) 平井剛. 2002. メロン用台木新品種「空知台交3号」. 北農. 69(2): 157
- 10) 井上興・片川聖・角田佳則. 鍛冶原寛. 1998. メロンえそ斑点ウイルス (MNSV) に対するウリ科植物の抵抗性と台木を用いた防除. 山口農試研報. 49: 32–40
- 11) 岸国平. 1960. マスクメロンのバイラス病に関する研究 俗称“点々病”の病原について. 日植病報. 25: 237–238
- 12) 岸国平. 1966. メロンえそ斑点病. 日植病報. 32: 138–14.
- 13) Mallor, C., J. M. Álvarez, and M. Luis-Arteaga. 2003. A resistance to systemic symptom expression of melon necrotic spot virus in melon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128(4): 541–547
- 14) 松尾和敏. 1991. メロンえそ斑点病の発生生態と防除に関する研究第1報. 発生分布と発生様相. 長崎総農林試研報. 19: 1–21
- 15) Matsuo, K., M. Kameya-Iwaki, and T. Ota. 1991. Two new strains of melon necrotic spot virus. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 57: 558–567
- 16) 松尾和敏. 1992. メロンえそ斑点病の発生生態と防除に関する研究第2報. 媒介菌の同定と病原ウイルスの性状. 長崎総農林試研報. 20: 1–32
- 17) 松尾和敏. 1993. メロンえそ斑点ウイルス3系統の3種 ELISA 法による検出と日本における発生分布. 日植病報. 59: 26–32
- 18) Morales, M., M. Luis-Arteaga, J. M. Alvarez, R. Dolcet-Sanjuan, A. Monfort, P. Arus, and J. Garcia-Mas. 2002. Marker saturation of the region flanking the gene *NSV* conferring resistance to the melon necrotic spot *Carmovirus* (MNSV) in melon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127(4): 540–544
- 19) Oliver, M., J. Garcia-Mas, M. Cardús, N. Pueyo, A. I. López-Sesé, M. Arroyo, H. Gómez-Paniagua, P. Arús, and M. C. de Vicente. 2001. Construction of a reference linkage map for melon. *Genome* 44: 836–845
- 20) 吉田幸二・後藤忠則. 1987. メロンえそ斑点病の防除法. 北海道農試研報. 148: 75–83
- 21) 吉田幸二・根本正康・後藤忠則. 1976. メロンのウイルス病に関する研究; 北海道, 東北におけるメロンえそ斑点病の発生. 日植病報. 42(1): 93

抵抗性台木品種によるメロンつる割病レース 1, 2y 対策

八木 亮治・小松 勉

北海道立 花・野菜技術センター

平井 剛

北海道 原子力環境センター

中住 晴彦

北海道立 道南農業試験場

Control of Melon Fusarium wilt by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1, 2y with Resistant Rootstock Cultivars

Ryoji YAGI, Tsutomu KOMATSU

Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center

Goh HIRAI

Hokkaido Nuclear Energy Environmental Research Center

Haruhiko NAKAZUMI

Hokkaido Dohnan Agricultural Experiment Station

キーワード：メロン，育種，つる割病レース 1, 2y，抵抗性台木

1 はじめに

メロン栽培においてつる割病は重要病害のひとつである。その理由として，つる割病は土壌病害であるため薬剤による防除が困難で，発生すると被害を回避することが難しく，深刻な被害をもたらしてきたことが挙げられる。これまで本病に対する防除としては抵抗性品種・台木品種の利用，臭化メチル等の燻蒸剤による土壌消毒，輪作などが行われ，特に抵抗性品種の導入により本病の被害は格段に減少した。本病には品種群ごとに病原性が異なるレースが存在し，レース 0，1，2 および 1, 2 が報告されている¹⁾。更にレース 1，2 は引き起こす病徴の違いにより葉が黄化する黄化型（1, 2y）と株が萎ちようする萎ちよう型（1, 2w）に類別される²⁾。早くから国内で発生しているレース 0 に対しては，抵抗性遺伝子 *Fom-1*

を利用した抵抗性品種が実用化されていたが，近年，従来の抵抗性品種を侵す新レース（レース 1 およびレース 1, 2y）が発生し，大きな問題となっている。

レース 1 は 1994 年に滋賀県湖南地方で初めて確認された後³⁾，2001 年に茨城県でも発生が確認された⁴⁾。レース 1 にはつる割病抵抗性遺伝子 *Fom-2* が有効であり，抵抗性品種により防除可能であることが明らかにされている^{1) 5)}。しかし，茨城県で発生したレース 1 は，判別品種に対する病原性が従来のレース 1 と若干異なることも報告されており，本レースの発生実態については未解明な部分も多い。

レース 1, 2y は 1984 年に高知県で発生が初めて確認された後⁶⁾，1993 年に北海道⁷⁾，1998 年に愛知県でも確認され⁸⁾，被害が全国的な広がりを見せている。本病罹病株は始めに葉が激しく黄化することが特徴で，後に全身

が萎ちょうし枯死に至る²⁾。レース 1, 2y は抵抗性遺伝子 *Fom-1*, *Fom-2* を有する品種をことごとく侵すため、既存の品種では対応ができなかった¹⁾。また、土壤燻蒸剤を利用する防除法についても、臭化メチルは 2005 年を目処に全廃が決定されているため使用には制限があり、クロロピクリンは作土層が深い場合には処理効果が低い⁹⁾、などの問題があり、発生現場では対策に苦慮していた。

以上のことから、レース 1, 2y の防除対策の確立、特に抵抗性品種の育成が急務となっていたが、質的抵抗性を有する遺伝資源は発見されていなかった。そこで中住らは比較的発病程度の軽微な品種を利用し、量的抵抗性を有する抵抗性台木品種‘どうだい 1 号’を育成した^{10) 11)}。‘どうだい 1 号’は強い抵抗性を有するものの、実用面では台木特性を改善する必要があったため、新たな台木品種‘どうだい 2 号’を育成した¹¹⁾。‘どうだい 2 号’はレース 1, 2y に対する抵抗性が‘どうだい 1 号’に比べやや劣るものの、台木特性が優れていたことから北海道内のレース 1, 2y 発生地で普及している。一方で、民間種苗会社育成のレース 1, 2y 抵抗性台木品種も数多く発表され、穂木品種の特性に合わせて抵抗性台木品種を選ぶ段階に至っている。

‘どうだい 1 号’‘同 2 号’の育成、および前作の発病株率に基づく‘どうだい 2 号’導入指針、民間種苗会社育成台木品種の抵抗性など、北海道における抵抗性台木品種によるつる割病レース 1, 2y の防除対策を報告する。

2 レース 1, 2y 抵抗性台木品種‘どうだい 1 号’‘どうだい 2 号’の育成

2.1 抵抗性遺伝資源

1994 年に石内らは、北海道および高知県で発生したレース 1, 2y に対する抵抗性品種育成のため、育種素材の検索を行った¹²⁾。その中で外部病徴が軽微であると判断されたのは、北海道のレース 1, 2y に対して 30 品種・系統があり、その多くは‘東京早生’などのシロウリであった。高知県のレース 1, 2y に対しては 6 品種があり、その多くは‘黄金 9 号’などのマクワウリであった。シロウリ、マクワウリの違いがあるものの、レース 1, 2y に抵抗性を有すると考えられる素材は東南アジアで選抜育成されてきたグループであったことから、石内らはこのグループに抵抗性遺伝子が広く存在していると推察し、抵抗性台木品種の育成に重要な育種素材になると指摘した。

2.2 抵抗性検定方法

レース 1, 2y 菌の接種方法は浸根接種法¹³⁾を用いた。播種後約 10 日（子葉完全展開時）の苗を品種間差が出やすい密度¹⁴⁾である $1.0 \times 10^5/\text{ml}$ 程度に調整した分生子

懸濁液に 2 時間浸根し、液肥（N:P:K=6:5:5）を施用した培土（パーライト）に鉢上げした後、25℃で栽培して定期的に発病を調査した。発病調査は 0（無病徴）～4（枯死）の 5 段階の発病指数で評価し、発病度（ $\sum$ 発病指数 $\times 100 /$ （最大発病指数 $\times$ 供試個体数））を算出した。

2.3 ‘どうだい 1 号’の育成および特性

2.3.1 育成経過

‘どうだい 1 号’は石内らの報告に基づき、1995 年にレース 1, 2y にやや強い抵抗性を有する‘メロン中間母本農 1 号’（‘安濃 1 号’）と強い抵抗性を有するシロウリ‘東京早生（丸葉）’の交配を行い、1996 年に F_2 種子を採種して基礎集団とし、浸根接種法により 2 回個体選抜を繰り返した。選抜過程で両親の持つ抵抗性を上回る系統が得られ¹⁵⁾、1997 年に‘空知台 1 号’の系統名を付し、その後レース 1, 2y 発生圃場および未発生圃場等でレース 1, 2y 抵抗性検定試験、生産力検定試験を実施した。1999 年に北海道の優良品種に認定され、2002 年に‘どうだい 1 号’の品種名で種苗登録された。

2.3.2 主要特性

レース 1, 2y 抵抗性については、発生圃場において維管束褐変が観察されたものの発病は認められず、抵抗性を有しない品種の自根栽培と比べ明らかに発病株率が低かった¹¹⁾。

つる割病の他レースについて幼苗接種検定を用いて抵抗性検定を行った結果、レース 0 に対して質的抵抗性を有するが、レース 2 には抵抗性を有しないことが確認された。

また、台木特性においては、接ぎ木接合面の癒合は正常であり親和性に問題はなかった。しかし、胚軸がやや細いため接ぎ木作業はやや難しく、また自根等と比較した場合、着果期以降の草勢がやや劣る事例が認められた。

以上の特性により‘どうだい 1 号’はレース 1, 2y に非常に強い抵抗性を有するが、台木特性に改善の余地があったため、レース 0, 2 および 1, 2y に抵抗性を持ち、台木特性に優れる台木品種の育成を継続した。

2.4 ‘どうだい 2 号’の育成および特性

2.4.1 育成経過

‘どうだい 1 号’の有するレース 1, 2y 抵抗性を維持し、草勢の弱さ等の台木特性を改良することを育種目標とし、台木用品種として広く利用され、レース 1, 2y にやや強い抵抗性を有する‘バーネット・ヒル・フェボリット’を種子親、‘どうだい 1 号’を花粉親とする F_1 交配を 1998 年に行い、1999 年から‘空知台 2 号’の系統名を付し、レース 1, 2y 発生圃場および未発生圃場等でレース 1, 2y 抵抗性検定試験、生産力検定試験を実施した。2001 年に北海道の優良品種に認定され、‘どうだい 2 号’の品種候補名で種苗登録申請中である。

2.4.2 主要特性

レース 1, 2y 発生圃場において‘どうだい 2 号’は抵抗性を有しない品種の自根栽培と比べ発病株率が低かった¹¹⁾。未発生圃場では、草勢が‘どうだい 1 号’や自根と比較し同等からやや優り、果実肥大・収量・品質も同等からやや優った。胚軸の太さも北海道で台木品種として広く利用されてきた‘金剛 1 号’と同等であり、接ぎ木作業性が‘どうだい 1 号’と比較して大きく改善された。

浸根接種検定によりレース 1, 2y の抵抗性を比較した場合、‘どうだい 1 号’より発病度が高く、レース 1, 2y 発生圃場においても‘どうだい 1 号’より発病株率が高かったことから、抵抗性は‘どうだい 1 号’よりやや劣っていると考えられた。

浸根接種検定によりレース 0, 2 の抵抗性について検定を行ったところ、抵抗性であることが確認された。

3 レース 1, 2y 発生圃場における‘どうだい 2 号’導入指針

3.1 指針作成の目的

‘どうだい 2 号’をレース 1, 2y 発生圃場に導入した場合、発病株率の減少は認められるものの、汚染程度が激しい圃場では収穫前に発病し枯死する事例も認められた。

このため、‘どうだい 2 号’を導入した産地圃場において、①レース 1, 2y 菌密度と‘どうだい 2 号’発病との関係、②‘どうだい 2 号’のレース 1, 2y 発生程度別発病抑制効果、③トマト輪作または土壌還元消毒後の‘どうだい 2 号’導入効果、について検討し、‘どうだい 2 号’導入の指針を示すこととした。

3.2 試験方法

①レース 1, 2y 菌密度は改良駒田培地（糸状菌に対する選択的阻害物質 PCNB を 1/10 量、その他抗菌性物質を 1/2 量とした）¹⁶⁾を用いた希釈平板法により *Fusarium oxysporum* コロニーを計数・分離し、レース 1, 2y 罹病性でレース 0, 2 に抵抗性である品種‘めろりん’¹⁷⁾への接

種によりレース判別し測定した。

②‘どうだい 2 号’によるレース 1, 2y 発病抑制効果の検討は 2001, 02 年に道央および道北地域の発生圃場で行った。供試作型はレース 1, 2y が発生しやすい加温、無加温半促成栽培とした。前年の‘ルピアレッド’、‘妃’自根栽培でのレース 1, 2y 発病株率を基に「無 (0), 少 (0~10%未満), 中 (10~20%未満), 多 (20%以上)」の 4 段階に発生圃場を分類し供試した。各試験区は‘どうだい 2 号’、標準品種‘金剛 1 号’、参考品種‘どうだい 1 号’、自根とし、1 株ずつ 5 反復で行った。レース 1, 2y 発病株は発病により収穫まで至らなかった株とし、収穫終了時に発病株率を調査した。

③トマト輪作後における導入効果の検討は、レース 1, 2y 発生圃場にトマトを 1 年間または 2 年間栽培した後に‘どうだい 2 号’を導入して行った。

土壌還元消毒¹⁸⁾後の導入効果の検討は前年メロン収穫後の 8 月中旬~9 月上旬に土壌還元消毒を実施した後に‘どうだい 2 号’を導入して行った。

3.3 土壌中のレース 1, 2y 菌密度と‘どうだい 2 号’の発病

2001 年に‘どうだい 2 号’を導入し、レース 1, 2y が発生した箇所（株元部）の土壌について、土壌中のレース 1, 2y 菌密度を測定したところ、レース 1, 2y に抵抗性のない‘レッド 113U’、‘金剛 1 号’が発病した箇所のレース 1, 2y 菌密度は、乾土 1g 当たり約 10^2 であった。一方、‘どうだい 2 号’が発病した箇所では、おおむね乾土 1g 当たり $10^3 \sim 10^4$ であった。2002 年の測定においても同様な傾向であったことから、‘どうだい 2 号’がレース 1, 2y を発病する危険性が高くなる菌密度は、乾土 1g 当たり 10^3 以上であると考えられた。

3.4 ‘どうだい 2 号’単独の導入効果

レース 1, 2y 発生圃場においてメロンを連作した場合、2001 年の自根の発病株率は前年と比べ増加している圃場が多かった。2001 年、「少」発生圃場では非抵抗性台木‘金剛 1 号’および自根の発病は見られたものの、‘どうだい 2 号’は発病株率 0% であった。また、‘ど

表 1 レース 1, 2y 発生圃場における‘どうだい 2 号’の発病抑制効果

試験地	2000 年		2001 年発病株率 (%)				2002 年発病株率 (%)			
	発生程度	発病株率 (%)	2号 ¹	金剛 ²	1号 ³	自根	2号 ¹	金剛 ²	1号 ³	自根
A-1	無	0	0	0	0	0	—	—	—	—
B-1	無	0	0	0	0	0	0	0	0	—
A-2	少	2	0	20	0	0	0	40	0	—
C	少	2	0	20	0	20	—	—	—	—
D	中	19	0	100	0	80	0	40	0	—
E-1	中	14	10	80	0	40	—	—	—	—
E-2	中	10	4	—	—	—	20	100	0	60

アルファベットは農家 2000 年は自根栽培 1: どうだい 2 号 2: 金剛 1 号 3: どうだい 1 号

表2 トマト輪作後に‘どうだい2号’を導入した場合の発病抑制効果

試験地	1999年	2000年	2001年			2002年		
	自根	自根	発病株率(%)			発病株率(%)		
	発病株率(%)	発病株率(%)	2号	金剛	自根	2号	金剛	自根
F-1	5.8	(トマト)	6.0	100	100	—	—	—
F-2	8.8	29.4		(トマト)		11.6	100	—
B-2	81.2	(トマト)		(トマト)		12.0	100	100

表3 還元消毒後の‘どうだい2号’発病株率

試験地	2001年 発生程度	発病株率(%)	
		2001年 ¹	2002年 ²
T	少	1	0
U	少	5	—
V	少	5	1
W	少	5	1
X	中	15	0
Y	多	100	1
Z	多	100	22

1. 還元消毒未実施時の自根栽培でのレース1, 2
発病株率

2. 還元消毒後, ‘どうだい2号’導入した場合の発病株率

うだい2号’を2年連続で栽培した場合も発病株率は0%であった。「中」発生圃場でも‘どうだい2号’導入1年目(2001年)は前年の自根栽培より発病株率が大きく低下したが, 導入2年目(2002年)において, 発病株率が導入前の自根栽培より増加する事例も認められた(表1)。

以上のことから, 「少」発生圃場では‘どうだい2号’導入により安定した発病抑制効果が期待できると考えられた。しかし, 「中」発生以上の圃場では‘どうだい2号’を2年連続で導入した場合, 発病が増加する事例が認められるため, 発病抑制効果は不安定になると考えられた。

3.5 トマトとの輪作あるいは土壌還元消毒と組合せた‘どうだい2号’の導入効果

「少」発生圃場ではトマト1年輪作と‘どうだい2号’導入を組合せた場合, 発病株率は導入以前とほぼ同等であった。一方, 「多」発生圃場ではトマト1年輪作, 2年輪作と‘どうだい2号’導入を組合せた場合, 発病株率が大幅に低下した(表2)。

土壌還元消毒と‘どうだい2号’との組合せでは, いずれの発生程度の圃場においても発病株率の低下が認められ, 高い発病抑制効果が得られた(表3)。

トマト輪作, 土壌還元消毒単独処理との比較成績が無いため明確な効果の判定は出来ないが, 「多」発生の圃場では, トマト輪作あるいは土壌還元消毒と組合せた‘どうだい2号’の導入が発病株率を低下させるために有効であると判断された。

表4 各台木品種の幼苗接種検定による発病度

品種・系統名	発病度*
どうだい2号	75.5
金剛1号	100.0
どうだい1号	29.3
CRCW	64.1
T-170	23.5
耐病1, 2y キラー	65.6

*非抵抗性台木品種‘金剛1号’の発病度が100に達した時点の調査結果

表5 レース1, 2y 発生圃場での果実肥大・品質(6農家圃場の平均値)

台木品種	一果重 (g)	同左 自根比	果径比 (縦/横)	糖度(Brix) (%)
どうだい2号	1,499	115	1.04	13.5
金剛1号	1,267	97	1.05	12.9
自根	1,302	100	1.03	12.9
どうだい1号	1,292	99	1.01	14.2
CRCW	1,516	116	1.05	13.6
T-170	1,649	127	1.06	14.3
耐病1, 2y キラー	1,473	113	1.04	14.0

穂木品種: ルピアレッド

以上の結果から, レース1, 2y 発生圃場に‘どうだい2号’を導入するにあたり, 前年における自根の発病株率が10%未満の圃場では安定した発病抑制効果が認められる。しかし, 10%以上の圃場では効果が不安定になる場合も認められるため, 輪作, 土壌還元消毒の処理後に‘どうだい2号’を導入することが望ましい, との導入指針を示した。

4 北海道で用いられているレース1, 2y 抵抗性台木品種の検討

2000年頃から民間種苗会社からも数種の抵抗性台木品種が販売され始めており, 花・野菜技術センターおよびレース1, 2y 発生圃場で抵抗性や台木特性の検討を行った。幼苗接種検定の結果により, ‘T-170’は‘どうだい1号’とはほぼ同程度の強い抵抗性を有すると判断された。‘CRCW’と‘耐病1, 2y キラー’は‘どうだい1号’

よりやや劣り, ‘どうだい2号’ とほぼ同程度の抵抗性を有すると考えられた (表4)。

レース1, 2y 発生圃場で収穫まで至った (非発病とした) 株の果実調査において ‘どうだい2号’, ‘CRCW’, ‘T-170’ および ‘耐病1, 2y キラー’ では果実肥大および糖度がほぼ同等であった。これらと比較して果実肥大が劣っていたのは ‘どうだい1号’, 果実肥大および糖度が劣っていたのは抵抗性を有しない自根および ‘金剛1号’ であった (表5)。¹⁰⁾ ‘どうだい1号’ の果実肥大が劣る原因として, 着果期以降, 草勢が低下することが知られている¹⁰⁾。

以上のことから, レース1, 2y 発生圃場において抵抗性を有しない品種を栽培する場合, 外観上病徴が認められない株から収穫された果実であっても品質が劣る危険性があるため, 果実品質の低下を抑制するためにも抵抗性台木を用いることが重要であると考えられた。

5 おわりに

北海道におけるレース1, 2y 対策は, 抵抗性台木 ‘どうだい1号’ ‘どうだい2号’ が育成され, その導入指針を示したことにより一定の成果を収めつつある。しかし, 汚染程度が高い場合には, 現在実用化されている抵抗性台木品種を利用しても発病を十分に抑えられない事例が見受けられる。このため, 更に強い抵抗性を有する台木品種の育成と同時に, 輪作, 土壌還元消毒等の処理により土壌中の菌密度を高めない努力が必須である。現在, メロンえそ斑点病など他の土壌病害の抵抗性も有する複合抵抗性台木品種の育成が望まれていることから, 今後汎用性の高い台木品種が育成されてくると思われる。一方, 生産者の経済的, 労力的負担 (台木種子代, 接ぎ木時の労力) などを軽減するためにレース1, 2y 抵抗性実取り品種の育成が望まれているが, 抵抗性の遺伝様式を考慮すると育成には時間を要すると思われる。

メロンは収益性が高く地域経済の支柱となっている場合も多い。メロンの高品質, 安定生産には土壌病害対策が不可避である。土壌燻蒸剤より環境負荷が少なく比較的安価な台木の役割が一層重要になると考えられ, 抵抗性台木の育成を積極的に進めていく必要がある。

摘要

つる割病レース1, 2y は北海道のメロン産地に大きな被害を与えていたためレース1, 2y 抵抗性台木品種 ‘どうだい1号’ を育成した。‘どうだい1号’ はレース1, 2y に強い抵抗性を有するが台木特性に改善の余地を残していたため, ‘どうだい2号’ を育成した。‘どうだい2号’ はレース1, 2y に抵抗性を有し台木特性が優れていたためレース1, 2y 発生産地で利用されている。

‘どうだい2号’ の有する抵抗性が量的であることから安定した発病抑制効果を示す基準を作成するため, レー

ス1, 2y 発生程度別発病抑制効果を検証した結果, 前年の自根発病株率10%未満の圃場では ‘どうだい2号’ の導入により安定して発病を抑制したが, 10%以上では ‘どうだい2号’ の導入に先立ち輪作や土壌還元消毒等菌密度を低下させる処理が必要と判断された。

引用文献

- 1) Risser, G., Banihashemi, Z. and Davis, D. W. 1976. A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races and resistance genes in *Cucumis melo*. Phytopathology. 66:1105-1106
- 2) Bouhot, D. 1981. Some aspects of the pathogenic potential in formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* on Cucurbitaceae. Pages 318-326 in *Fusarium: Disease, Biology, and Taxonomy*. P. E. Nelson, T. A. Toussoun, and R. J. Cook, eds. The Pennsylvania State University Press, University Park.
- 3) Namiki, F., Shimizu, K., Satoh, K., Hirabayashi, T., Nishi, K., Kayamura, T. and Tsuge, T. 2000. Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1 in Japan. J. Gen. Plant Pathol. 66:12-17
- 4) 小河原孝司・並木史郎・富田恭範・千葉恒夫. 2001. 茨城県におけるメロンつる割病菌レース1の発生と太陽熱消毒による防除. Jpn. J. Phytopathol. 67 (2): 201
- 5) 小河原孝司・佐藤祐子・富田恭範・長塚 久. 2003. 茨城県で発生しているメロンつる割病菌レース1に対する品種抵抗性. Jpn. J. Phytopathol. 69 (3): 273
- 6) Kobayashi, T. 1989. Soilborne disease in Kochi Prefecture. PSJ Soilborne Dis. Workshop Rep. 14:1-5 (in Japanese)
- 7) 田中民夫・田村 修. 1997. 北海道における *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* レース1, 2y によるメロンつる割病の発生. 北日本病虫研報. 49: 45-50
- 8) 松崎聖史. 1999. 露地メロンに発生したつる割病レースの確認. 関西病虫害研究会報. 41: 91 (講演要旨)
- 9) 松田 明. 1994. クロルピクリンガイド. クロルピクリン研究会: 12
- 10) 中住晴彦・平井 剛. 1999. メロンつる割病 (レース1, 2y) 抵抗性台木新品種候補系統「空知台1号」. 研究成果情報 北海道農業: 104-105
- 11) Hirai, G., Yagi, R., Nakazumi, H. and Nakano, M. 2002. FUSARIUM WILT (RACE 1,2y) RESISTANT MELON (*cucumis melo* L.) ROOTSTOCK CULTIVARS ‘DODAI No. 1’ AND ‘DODAI No.2’. Acta Hort. 588:155-160
- 12) 石内博治・山田文典・岡本 毅・小原隆由. 1995. 平成6年度野菜・茶業試験場野菜育種部研究年報. 北海道及び高知県で新たに分離されたメロンつる割病菌に対する抵抗性素材の検索: 71-76
- 13) 大畑貫一・荒木隆男・木曾 皓・工藤 晟・高橋廣治. 1995. 作物病原菌研究技法の基礎: 297-298
- 14) 石内博治・山田文典・岡本 毅・小原隆由. 1995. 平成6年度野菜・茶業試験場野菜育種部研究年報. 北海道及び高

- 知県で新たに分離されたメロンつる割病菌の病原性の比較：68－70
- 15) 中住晴彦・平井 剛. 2000. メロンにおける *Fusarium oxyporum* p. sp. *melonis* race 1, 2y に対する抵抗性の遺伝分析. 北海道園芸研究談話会報. 33：6－7
 - 16) 小松 勉・八木亮治・堀田治邦. 2003. 土壌中のメロンつる割病菌レース 1, 2y 密度と台木品種の発病. 北日本病虫研報. 54：64－66
 - 17) 中住晴彦・土肥 紘・宮浦邦晃・志賀義彦・中野雅章・平井 剛. 2002. ネットメロン新品種「めろりん」の育成. 北海道立農試集報. 82：49－56
 - 18) 新村昭憲. 土壌還元消毒. 農業技術体系. 土壌施用編 5－① 土壌管理土壌病害〈1〉. 12：6－9

最新の茶業研究成果—安全・安心を目指した茶の生産—

ハマキガ類計数のための電撃型自動計数フェロモントラップの開発

佐 藤 安 志

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Development of the Sex-pheromone Trap Automatic Counting System, for Forecasting of the Tea Tortrix Moths.

Yasushi SATO

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization
National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：自動計数フェロモントラップ，発生予察，フェロモントラップ，性フェロモン，
チャノコカクモンハマキ，チャ害虫

1 はじめに

害虫の発生量や発生時期は，一般に地域や年によって大きく変動するため，防除の可否や薬剤散布適期の決定には，害虫の発生状況の調査が不可欠である．害虫の発生状況調査法には様々な方法があるが，中でも全国的に普及している調査法の一つに合成性フェロモン剤を誘引源としたフェロモントラップによる調査がある．チャにおいても，各府県の試験場，病虫害防除所，農協等が，フェロモントラップを使って3種のハマキガ類（チャノコカクモンハマキ，チャハマキ，チャノホソガ）の発生消長を調査し，薬剤防除の散布適期等を決定する等しており，この方法は広く普及している技術と言える．

フェロモントラップを使った調査の最大の利点は，目的とする害虫種のみが選択的に誘殺されるため，誘蛾灯調査で必要とされる種々の害虫の識別・同定等の知識や技術を必要とせず，簡単に調査が行えるということである．しかし，現在使われている粘着式や水盤式のフェロモントラップは，誘引虫を捕殺するための粘着板や水盤水の交換等トラップの維持管理に多大な経費と労力を必要とし，何より日々誘殺される多数の虫を計数するのが労力的に大変であるという欠点がある．そこで，当研究室では，民間企業と共同で，誘引虫を自動計数し，かつ日常の保守管理作業をほとんど必要としない「自動計数フェロモントラップ」を開発することとした．本稿ではこのフェロモントラップの開発に関する共同研究の概要¹⁾を紹介する．なお，本課題は農林水産省連携実用化プロジェクトの支援を受けている．

2 共同研究と開発のポイント

「自動計数フェロモントラップの開発」と言っても，当研究室には機器を開発・製造するノウハウはない．そこで，製茶機械メーカーであるカワサキ機工(株)と共同で開発を進めることにした．

これまで「自動計数フェロモントラップ」としては，赤外線等の光学センサーを利用し，トラップ内部に誘導した虫を自動で数える形式²⁾や画像解析技術を利用し，粘着板に捕獲された虫の数を数える形式³⁾等様々な方式が報告されている．しかし，予備試験により，これらをチャのハマキガ類にそのまま適用した場合，長期間の安定性や計数精度の面で必ずしも満足できる状況にならないことが予測された．その最大の原因は，チャのハマキガ類の一日あたりの誘殺数の多さである．例えば光学センサー方式では，日あたり数千匹にも及ぶ誘殺虫の鱗粉等により光路が汚れ，安定計数するためには頻繁な掃除が必要とされ，メンテナンスフリーシステム構築の障害となった．

様々な方式の「自動計数フェロモントラップ」を比べると，誘引虫計数の自動化のためには，フェロモントラップに誘引されてきた虫を「どう数えるか」と「どうやって誘引した虫を二重三重に数えないようにするか（通常フェロモンに誘引されてきた雄は雌を探すために周辺をウロウロする）」が開発のポイントであることがわかる．なお，後者については多くのトラップが誘引虫を捕獲あるいは殺傷することでクリアしているため「誘引虫をどうやって捕獲・殺傷するか」と言い換えることもできる

であろう。

そこでいくつかの試作機を作製し、実際の虫を使って効率的でなるべく保守管理を必要としない虫の殺傷方法、計数方法等を検討した結果、電撃殺虫機を利用し、誘引された虫を電撃電極で殺傷すると同時に計数する方式が、最も有効であろうとの結論に至った。

トラップの殺傷・計数方式の検討と平行して、開発するトラップの主たる対象害虫をチャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* (図1) に絞った。本種はチャの重要害虫で、年4~5回発生し、幼虫が葉を綴じてこれを食害する。チャだけでなく多くの果樹等も加害し、現在フェロモントラップによる発生消長の調査が広く行われている害虫の1種である。また、本種は大量飼育技術⁴⁾やフェロモントラップ周辺の虫の挙動等基礎的知見^{5), 6), 7)}の蓄



図1 チャノコカクモンハマキ

積が豊富であることも、本種選定の理由となった。

図2に、この共同研究の概略をまとめた。主に虫に関することは当研究室が、機器の試作・改良に関することはカワサキ機工㈱が役割を分担し、「電撃型自動計数フェロモントラップ」試作機を実用的レベルに改良して市販化するという目標を掲げ、本格的な共同研究を開始した。

3 生物検定法の確立と室内試験

自動計数フェロモントラップの開発を効率良く行うためには、室内における生物検定系を確立し、改良したトラップをいつでもテストできる体制をとることが重要である。

フェロモントラップに近接したチャノコカクモンハマキの行動を観察すると、トラップ周辺に着地したオスが、激しく翅を震わせて円を描きメーティングダンスと呼ば

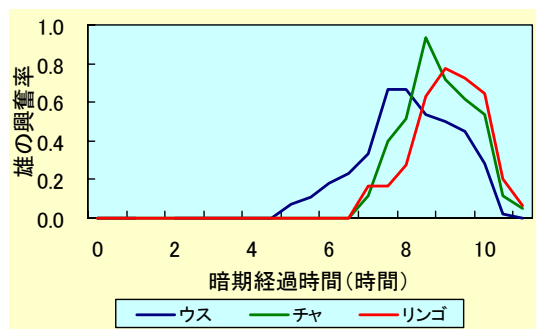


図3 コカクモンハマキ種群雄の交尾行動活性の推移

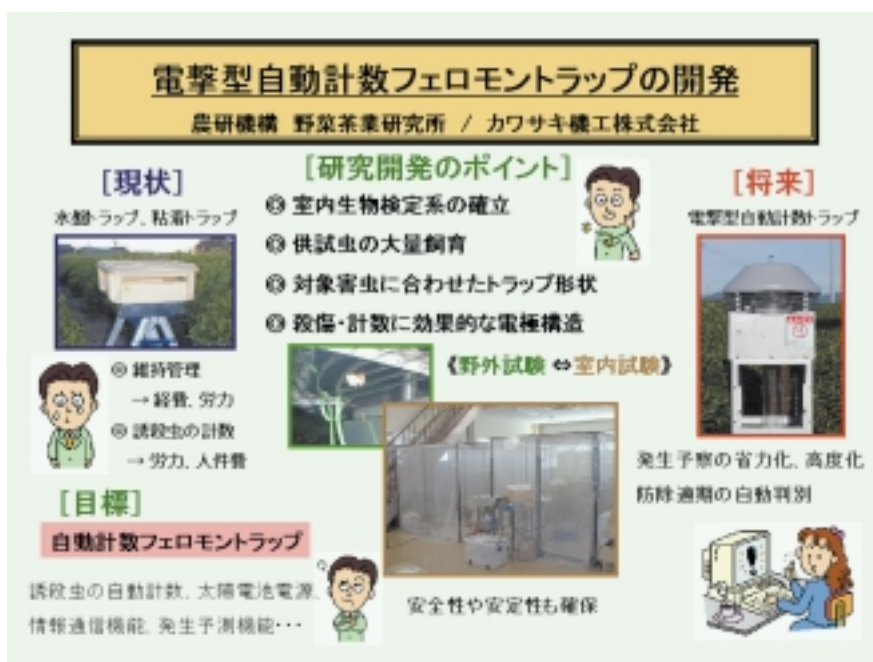


図2 「電撃型自動計数フェロモントラップの開発」共同研究概略

れるダンスを踊りながら、トラップ内部へ飛び込んで行く。しかし、このオスのメーティングダンスはフェロモンに暴露されればいつでも起こるものではなく、一定の条件のもとで解発される行動であることが知られている⁸⁾。しかもこれらの交尾行動は通常暗黒下で（夜に）行われるため、肉眼での観察は難しい。そこで生物検定系としては、まず全てのオスを任意の時間、しかも明条件下で、一斉に性的に興奮させる条件を見つけ出すことから始めた。これは、種や系統によって若干異なった（図3）が、明暗処理や温度処理を組み合わせで可能であった。また、室内試験とは言え実際に使われる場面を想定すると、簡易風洞や室内網室内での試験も不可欠である。これらの中でオスをきれいに羽ばたかせるには、湿度や風の条件、フェロモン量等を微妙に調整する必要があったが、試行錯誤を繰り返すことで、これらの条件を確定した。これにより、簡易風洞や網室等でも安定した生物検定を行うことが出来るようになった。



図4 透明ルーバを使った室内試験

次に必要となったのは、生物検定に使用する大量の供試虫の確保である。幸いなことに、当研究室では別の研究目的のため20系統ほどのコカクモンハマキを継代飼育していた。そこでこれらを多めに飼育することで、最大で2、3日おきに約1000頭ずつの雄を供給できる体制を整えた。

4 トラップ改良と野外試験

試作したトラップは、室内試験で捕獲効率や計数精度等の確認を行い、改良を加えながら一定水準に達したものを野外試験に供した。野外試験で不具合が見つかった場合は、さらに微調整しながら試験を続けた。

トラップの捕獲効率は、筐体の形状や開口部の構造等に大きく左右される。一般に開口部を大きくし、電撃電極を剥き出しにすれば捕獲数は増加するが、これでは作業者の安全対策やいたずらによる事故防止対策、雨天時の安定性等に問題が生じる。逆にこれらの問題を解決するため開口部を狭くしたり障壁を設けたりすれば、今度はこれが誘引虫進入の障害となり、捕獲効率が低下する。つまり、トラップの安全性・安定性と捕獲効率の折り合いをどうつけるかが次の問題となった。

そこで透明トラップ（図4）を試作し、トラップ周辺の虫の行動を観察しながら、トラップ構造を対象害虫の行動に合わせた形状に改良することにした。さらに、トラップ部を制御部から切り離し、移動可能な可動式として畝間に配置する工夫等を行うことで、最終的に上記の対策を取りながら対照の水盤式トラップの6割程度の誘殺数が得られるトラップを得ることが出来た⁹⁾。

図5は、現在チャノコカクモンハマキを対象に市販されているシステムの捕虫部である。このシステムには、



図5 電撃型自動計数フェロモントラップの仕組みと特徴



図6 電撃型自動計数フェロモントラップ設置事例

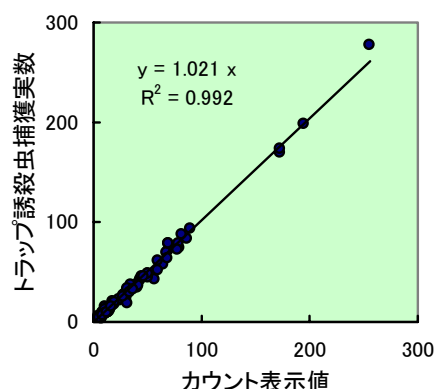


図7 電撃型自動計数フェロモントラップの計数精度（野外条件下）

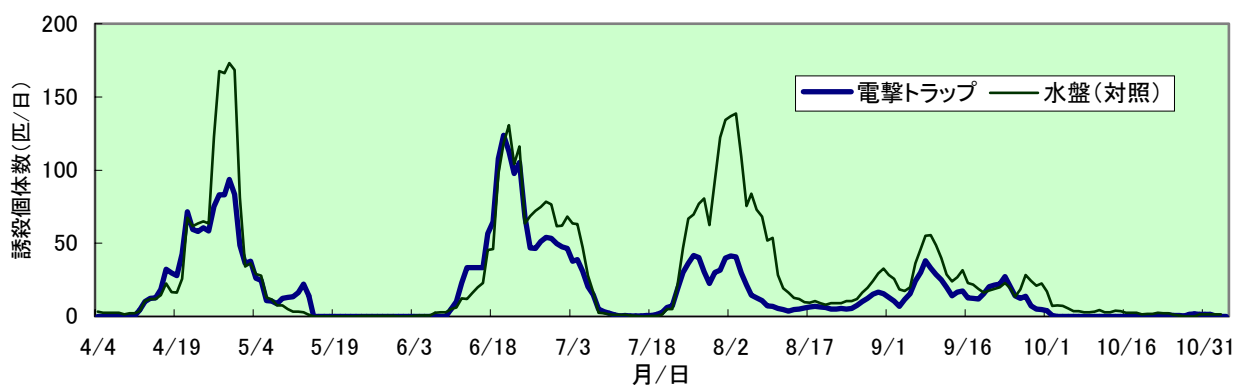


図8 電撃型自動計数フェロモントラップと対照トラップ（水盤式フェロモントラップ）の消長比較例（2002 金谷）

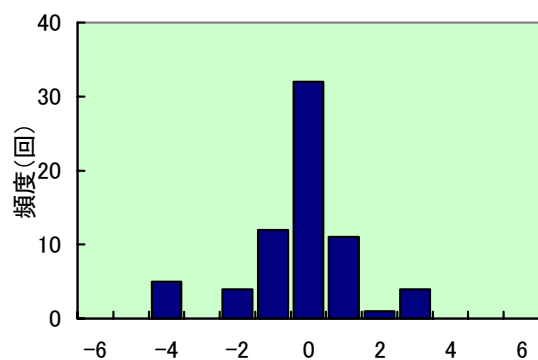


図9 本システムと対照トラップの発蛾ピークの偏差
金谷（静岡）、島田（静岡）、小笠（静岡）、額娃（鹿児島）で試験
同一発生期の複数のピークは各々を比較 n=64
全体の82.8%が±2日以内のズレ

多重の安全ガードが備っており、誘引源であるフェロモンルアーの交換以外のトラップ保守管理作業が不要なメンテナンスフリーのシステムとなっている。また、誘殺データは制御部内蔵のプリンタで過去30日分が印字可能であるほか、オプションのシステムで遠隔地へのデータ自動送信も可能である。本システムおよび付属システムは商用電源のほか太陽電池電源でも長期間安定して稼

動することが実証されており、制御部1台でトラップ部3台までの制御が可能で、気温センサーや雨量センサーも搭載出来る。オプション類を含んだ本システムの現地圃場における設置事例を図6に示す。

次に本システムの実用性に関する試験結果を示す。まず、本システムの野外条件下における誘殺虫計数精度について調査した。調査はトラップの排出口に回収ボックスを取り付け、回収された虫の数と本システムのカウント表示値とを原則毎日比較することにより行った。図7は、2002年金谷における調査結果で、4月から10月までの7ヶ月間のうち5匹以上誘殺された102日分のデータを比較している。図より、本システムの計数誤差は最大でも±5%程度であり、計数精度が高く実用であることがわかる。

図8には年間を通じて行った発生消長調査の実証試験の一例を示す。2002年金谷の試験において、本システムは年間を通じて安定的に稼動し、得られた消長も従来の水盤式トラップのものと同傾向であった。この傾向は他の試験でも同様であり、これらのことからチャノコカクモンハマキの発生消長調査に関して、本システムの実用性は高いものと判断された。

なお、農協や茶工場等で独自に行われている個別予察は、防除薬剤の散布適期（防除適期）を予測するために

行われることが多く、この場合、散布適期決定の基準となる発蛾ピークを把握することが求められる。そこで、これらの場合も本システムが従来のトラップ（水盤式、粘着板式）の代替トラップとなり得るか否かについても評価することとした。図9に、本システムと従来のトラップ（対照トラップ；水盤式あるいは粘着板式）でそれぞれ調査した発蛾ピークを比較した結果をまとめる。図は、全国5ヶ所4年のデータをまとめたもので、同一発生期に複数のピークがある場合は、それぞれをピークとして比較した。のべ64のピークを比較したところ、両トラップで得られた発蛾ピークには一定の傾向は見られず、両トラップのズレは全体の80%以上が±2日以内に収まり、本システムが個別予察においても対照トラップの代替トラップとして利用可能であることが示された。

5 今後の展開方向

今回、チャノコカクモンハマキを例に、共同開発した本システムが従来のフェロモントラップの代替トラップとして利用可能であることを示した。本トラップは、電撃電極やトラップ部位等の構造を改良することで、他害虫への適用も可能なことが分かっており、現在チャハマキやチャノホソガ等を対象とした改良型の野外実証試験を行っている。特にチャノホソガについては、実証3年目にあたる本年も良い結果が得られていることから、近日中の市販も検討されている。

本トラップは、もともとネットワーク化した茶園環境計測システムの一センサーとして開発されてきた経緯があるため、ネットワーク化した予察システムへの適用や広域システムへの導入は容易である。また、オプションの気象センサーを利用すれば、本機で各種気象データをリアルタイム計測することも可能である。

変温動物である昆虫の発育は、一義的には気温に左右されるため、害虫の種類によって得られた気温データと種固有の発育零点・有効積算温度から防除適期等を推定することができる。例えばチャのクワシロカイガラムシでは、気温データを用いた防除適期の予測式が報告されており¹⁰⁾、現在本システムでもその適合性を判断すべく試験例を重ねている。その他、チャの新芽加害性害虫（チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ）の防除適期についても、気象データの活用でおおよその予測が可能と考えられ、今後各種データを蓄積することで多種をカバーするより精度の高い予察システムの構築できる可能性が高い。なお、各種データの蓄積に際しても、本システムのデータ自動収集システムは威力を発揮するものと思われる。今後本システムや類似システムの利用と様々なデータの蓄積・解析により、様々な病害虫の発生をより高精度に予想し、防除の要否や防除適期を予測する「防除作業支援システム」が構築されていくことが期待される。

摘要

フェロモントラップは害虫の発生調査手法として広く利用されているが、トラップの維持管理や誘殺虫の計数等に多大な労力と経費を要する。そこで、日常の保守管理作業なしに誘殺虫の自動計数が行える自動計数フェロモントラップを民間企業と共同開発した。開発したシステムは、フェロモン源に誘引され内部に侵入した虫を電撃格子で殺傷と同時に計数する仕組みとなっており、虫の行動解析による合理的構造と調査者の利便性、安全性・安定性を考慮した構造を有する。チャノコカクモンハマキを対象とした実証試験では、誘殺消長が従来の水盤式（または粘着板式）トラップによる消長とよく一致し、発蛾最盛日のズレも、調査ピーク全体（64例）の82.6%が±2日以内に収まったことから、本システムの実用性は高いと判断された。

引用文献

- 1) 佐藤安志. 2003. 電撃型自動計数フェロモントラップ「モスカウンター」の開発. 農業電化. 56 (10): 16-20
- 2) Campion, D. G., Bettany, B. W. & Steedman, R. A. 1974. The arrival of male moths of the cotton leaf-worm *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera, Noctuidae) at a new continuously recording pheromone trap.. Bull.ent.Res.. 64: 379-386
- 3) 近藤章, 佐野敏広, 田中福三郎. 1994. カメラを用いた性フェロモントラップの時刻別誘殺数の自動記録. 応動昆. 38 (3): 197-199
- 4) 山谷絹子, 玉木佳男. 1972. ハマキガ類の大量増殖法. 植物防疫. 26 (4): 31-34
- 5) 川崎建次郎, 玉木佳男. 1980. チャノコカクモンハマキ性フェロモントラップの設置場所と誘殺数. 応動昆. 24 (4): 253-255
- 6) 川崎建次郎, 玉木佳男, 中村和雄. 1983. チャノコカクモンハマキ雄成虫の性フェロモントラップへの誘殺時刻とその季節的变化. 応動昆. 27 (2): 106-111
- 7) 野口浩. 1984. チャノコカクモンハマキの交尾時刻に及ぼす温度の影響. 応動昆. 28 (3): 118-124
- 8) 玉木佳男, 野口浩, 湯嶋健. 1969. コカクモンハマキにおける交尾活性の人為的制御と性フェロモンの生物学的定量法. 防虫科学. 34 (3): 107-110
- 9) 佐藤安志, 武田光能, 小野田初男, 高岡秀明. 2003. チャ害虫ハマキガ類の電撃型自動計数フェロモントラップ. 平成14年度野菜茶業研究所成果情報: 129-130
- 10) 武田光能. 2002. チャ寄生クワシロカイガラムシ第1世代幼虫のふ化盛期の予測. 平成13年度野菜茶業研究所成果情報: 65-66

野菜茶業研究所のチャの育成品種

佐 波 哲 次

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Tea Breeding in the National Institute of Vegetable and Tea Science

Tetsuji SABA

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：チャ、品種、耐虫性、耐病性、少肥適応性

1 野菜茶業研究所がチャの育種を行う意義

古くから、チャは中山間地帯では輸送が容易で保存性のある換金作物として重要視されてきた。また、水の乏しい地帯でも栽培できる作物として、また、南日本では台風災害にも比較的強い作物として栽培されてきた。現在でもチャは、北日本を除く中山間地帯では、基幹作物のひとつとして取り扱われている。

チャは木本性のため、定植すると数十年間は新たな苗は必要なく、かつ生産者でも挿し木による増殖が容易なため、原種として出荷される本数が少なく、民間業者による育種では採算を取ることが困難である。生産者からは早晩性の違いによる摘採適期幅の拡大や耐病虫害性、良質、多収などの要望もあり、公的機関として育種を行う必要性がある。しかし、チャは多くの都府県で生産されているが、大部分の都府県では生産量も限られており、

公立試験研究機関が単独で育種することは容易ではない。また、チャ育種は長期間を要することも考え合わせると、今後とも野菜茶業研究所が主体となってチャの育種を推進していく必要がある。日本での標準的なチャの育種の流れを図1に示す。はじめに、育種目標に合致した母本を選定し、交配する。育成場所で個体選抜、栄養系比較試験を行い、その後品種候補として主要茶産地の公立の試験研究機関で系統適応性および特性検定試験を行う。そこで優秀性が認められれば、一定の審査を終えて農林水産省に命名登録（農林登録）をすることができる。これらのステップごとに5～7年程度を要するため、交配から登録まで平均すると20年は必要となる。その後育成者の権利保護のため、種苗法に基づく品種登録申請を行い、ようやく普及に移される。

2 野菜茶業研究所における育種手段・目標の変遷

2.1 第二次世界大戦までの変遷

国の試験研究機関でチャの育種が開始されたのは、1890年代末からである。この頃、チャの研究が行われていたのは、農務局製茶試験所（東京都西ヶ原）であった。当時の育種研究は、日本各地あるいは、インド、中国から導入した種子を播種し、生育を比較調査する程度で、遺伝資源の導入段階であった¹⁾。

1919年に茶業試験場が独立し現在の場所である静岡県榛原郡金谷町に移転してからは、まず各地より導入した実生から優良な個体を選抜した後、挿し木や取り木で増殖を行い栄養系としての選抜を開始した²⁾。1940～1944年にかけて、緑茶用として国茶S41（なつみどり）、U14（あさつゆ）、U15（みよし）、S6、玉緑茶用としてU17（たまみどり）、紅茶用としてC8（べに

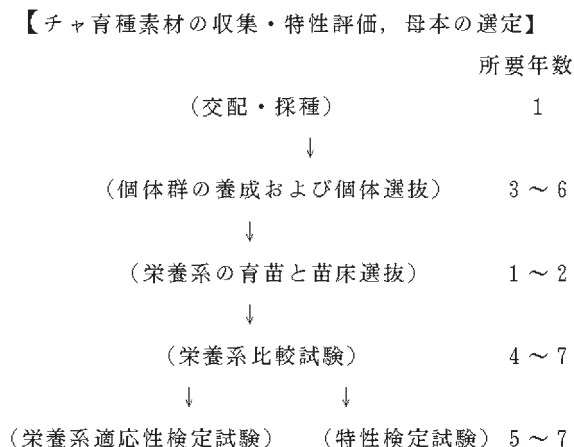


図1 日本におけるチャ育種の流れ

ほまれ)などが優れた形質をもつ系統として選抜された。1953年に農林省の農産物命名登録制度が茶にも適用され、これらの系統は上記の括弧書きのように‘なつみどり’、‘あさつゆ’などの品種名がついた³⁾。この中で現在でも栽培されている品種は、紅茶用の‘べにほまれ’と煎茶の‘あさつゆ’だけである。

1930年代からは、優良な系統を利用した自然交雑あるいは一部交雑育種が始まった。その中からは後に緑茶用としてはY2(あさつゆ自殖)、Z1(たみどり自然交雑)が、紅茶用としては‘べにふじ’が選抜された。Y2は早生であったため、育成地の金谷ではその能力を十分に発揮できなかったが、暖地の鹿児島県ではこの系統のもつ優位性が発揮され、‘ゆたかみどり’と名付けられ同県内に普及し、現在でも鹿児島県の主力品種となっている。

2.2 金谷における育種の変遷

金谷で本格的に交雑育種が開始されたのは、第2次世界大戦後の1947年以降である。一時期、紅茶および釜炒り茶用品種の育成が行われたこともあるが、主力は温暖地向き緑茶(煎茶)用品種の育成であった。

戦後10年間程度は数多くの優良品種系統間で交配が行われており、結果として中晩生から晩生品種が選抜されているが、当時はまだ優良・多収性など漠然としたもので、はっきりとした育種目標は記述されていない。1957年頃から‘やぶきた’、‘やまとみどり’、Y2、Z1などの特定の優良品種系統が交配に多く用いられるようになり、次第に育種目標が明確になってきた。そして1961年には、晩生、中生のような摘採適期幅拡大の育種目標が設定され、さらに1962年からは1)多収、良質、耐病虫性の中早生品種2)良質、多収の中晩生品種の育成などが目標となった。このような目標設定により、1960年代には多収品種が主に交配親に用いられ、1970年代には多収品種と良質品種との交配が行われるようになった。1980～1990年代には優良遺伝子を集積するために育成された優良品種系統同士の交配が行われ、さらに1990年代になると多様性を高めるため、遺伝資源として保存されている特徴のある個体と‘やぶきた’など優良品種との交配も行われるようになった。1990年代末からは従来の育種目標に加えて、新香味、高カテキン、クワシロカイガラムシ抵抗性、少肥適応性、極晩生を育種目標として交配も開始されている。

2.3 枕崎における育種の変遷

茶業試験場枕崎支場は、1961年の農業試験研究機関再編に伴い、茶業試験場が東海近畿農業試験場から独立したのを機に、九州農業試験場茶業部と鹿児島県に委託をしていた紅茶育種指定事業を統合して設立された。枕崎では当初、紅茶指定試験を引き継ぎ、カテキン含量の高いアッサム種あるいはアッサム雑種に耐寒性を付け、暖

地以外でも栽培が容易な紅茶用品種の育成に取り組んだ。

その後1971年に紅茶の輸入が自由化され、国内の紅茶生産地が衰退したことから、育種目標を暖地向き緑茶品種の育成に転換した。1976年からは指定試験地である宮崎との役割分担により暖地向き早生品種の育成に取り組み始めた。枕崎の特徴はアッサム種、アッサム雑種および近縁種が交配に多く用いられ、新香味、炭疽病・輪斑病等に対する抵抗性、高カテキンおよび高アントシアニン、低カフェイン等も育種目標になっていることである。

さらに2001年に農林水産省の試験研究機関の独立行政法人化に伴い、暖地向き品種の育成については宮崎県総合農業試験場茶業支場が主体的に行い、枕崎では豊富な遺伝資源を利用した育種素材の開発に重点化した。

3 チャの育種体制

煎茶および紅茶では現在のような育種体制が整備される以前の1954年から1961年まで、地方適否試験が行われ、育成系統の各地域での栽培適応性が検討された。このときには農林登録まで至らなかったが、優良系統を各地で栽培し、地方での適応性を調査するさきがけとなった。その後系統適応性検定試験と名称は変更されたが、育成系統の地域での適応性を調査する重要な試験として現在に至っている。また、特性検定試験として、もち病抵抗性を静岡県茶業試験場で、裂傷型凍害の評価を鹿児島県茶業試験場で行っている。野菜茶業研究所としては、金谷、枕崎の2拠点で育種に取り組んでいるが、茶産地全てをカバーするため、指定試験事業として、埼玉県農林総合研究センター茶業特産支所と宮崎県総合農業試験場茶業支場において、それぞれ冷涼地向き緑茶品種と暖地向き緑茶品種の育成に取り組んでいる。

近年のように育種目標が多様化すると、比較的限られた地域向きの品種育成や新香味茶のように現在の育種体制では十分に対応できないことがある。また、重要であるが限定された用途しかない系統は優秀性を必要とする農林登録では対応が困難である。このような系統については、種苗法に基づく品種登録により保護することも必要である。

4 野菜茶業研究所での育種選抜技術の開発

4.1 茶品質早期検定法

チャの育種の効率化のため、定植後出来るだけ早期に品質を検定する必要がある。

緑茶では製茶機の最少容量は1960年代中頃までは2.0kgであったが、より少量でも製茶出来る試験機を1967年から試作し、1.0kg、0.5kg機が開発された。これにより、栄養系比較試験の初期の段階から品質による選抜が可能になった。また、個体選抜の段階での選抜に利用す

るため、容量が 50 g および 20 g の粗揉機が開発され、定植 3 年目での品質判定が可能になった⁴⁾。

紅茶では 1960 年代中頃、発酵性の強弱を推定するクロロホルムテストが紅茶品質と関係のあるポリフェノールオキシターゼ活性程度と相関が高いことを明らかにし、タンニン含量を加味することで、2~3 の新芽で発酵性の選抜が可能になった。また、生葉らいかい法により、10~20 g の生葉で、滋味、香気による紅茶用優良系統の選抜が可能になった⁵⁾。これらの紅茶の早期検定法は、現在日本では紅茶の育種が中断されているため、利用されていないが、今後嗜好の多様化に伴い半発酵茶を含む新香味茶品種育成への応用が考えられる。

4.2 耐寒性検定法

耐寒性評価は、栽培可能地域を判断する上で重要である。成葉の耐寒性（耐凍性）の検定法としては、成葉を着けた枝を 0℃ で 30 分前処理し、その後 2 時間所定の低温で処理し、室内に取り出す方法が 1960 年代中頃に開発された⁶⁾。また、低温処理した成葉と無処理の成葉を蒸留水に浸漬し、浸出液の伝導率の差を凍害率の代用する手法も同じ頃に開発された⁷⁾。

1970 年代に暖地型凍害として問題となった裂傷型凍害の検定法としては、枝を低温処理し幹の皮層の褐変程度や初霜期の皮層の剥離程度が用いられた⁸⁾。この方法は、茶業試験場枕崎支場、鹿児島県茶業試験場、宮崎県総農試茶業支場の共同の成果である。

4.3 耐病性検定方法

野菜茶業研究所では、主要病害の中で、輪斑病と炭疽病について検定法を検討した。

輪斑病抵抗性について、茶葉培地で増殖させた菌をメチルセルロースを添加して切り枝の成葉に付傷接種していたが⁹⁾、現在では梅雨明け直後の天候の安定した時期であれば、圃場の茶葉に直接接種することによっても検定が可能であることがわかってきた。

炭疽病は新芽の毛茸が主要感染経路のひとつであることが 1982 年に病害研究室から報告された。これにより新芽生育中の切り枝に炭疽病菌の分生胞子を噴霧接種して検定していたが、発病までに 20 日程度要することから新芽生育中の枝を良好な状態で保つことが難しかった。そこで切り離し成葉を用いて、付傷接種後温室で 2 週間程度培養した後、病斑の広がりやを調査すると、安定的に炭疽病拡大抵抗性の検定が出来ることが判った¹⁰⁾。これは炭疽病菌の侵入後の拡大抵抗性を示しているが、自然発病による抵抗性とよく一致することから、炭疽病抵抗性の指標として用いられている。

5 品種育成から見た安心・安全への取り組み

消費者にとって気になることのひとつに農薬散布があ

る。防除指針に従っていれば、製品の安全性には問題はないが、最近はいくらも高度な安心（安全とは違う）が求められる傾向があり、また農薬を散布する栽培者の安全を考えても農薬散布回数が少ない方が良いと考えられる。

これまでの品種育成は、主たる目標は良質多収であったため、耐病性および耐虫性品種の育成には十分な力を注いでこなかった。耐病性育種のための基礎的な研究は進んでおり、炭疽病や輪斑病の検定方法はほぼ確立され、これらの病気に関する品種・系統間差異が明らかにされてきた。今後はこの知見をもとに耐病性育種を進めるべきであるが、この 2 つの病気に高度の抵抗性を示す品種の多くは紅茶用品種で、緑茶用品種では‘やまとみどり’など極少数に限られている。また紅茶用品種等を母本にし、その後代から直ちに優良な緑茶用品種が育成されることは考えにくいことから、現在は耐病性品種育成のための母本の作出（中間母本）が行われている。

耐虫性品種の育成のための研究は、病害の場合よりさらに不十分である。カンザワハダニ寄生の品種間差異¹¹⁾（表 1）とクワシロカイガラムシの寄生程度の品種間差異¹²⁾（表 2）がようやく明らかにされた程度である。クワシロカイガラムシの発生程度が少ない系統としては表 3 以外に金谷 13 号と F278 などが知られている。

カンザワハダニ抵抗性品種の育成はまだ着手されていないが、クワシロカイガラムシ抵抗性品種の育成には‘さやまかおり’を交配母本とした育種が始まっている。クワシロカイガラムシ抵抗性の検定は茶園での自然発生を観察して判断しているが、ある程度しぼられた段階からは、検定品種に寄生させた雌卵数の多少を利用し抵抗性の強弱を判定する方法¹³⁾によりさらに確実性を増すことができる。また、この抵抗性と関連の深い DNA マーカーもわかっており、これを利用することで確実性を高めることができる。

茶は窒素やアミノ酸が多いほど濃厚な味になり、品質が良いとされた時期があり、1980 年代まではしだいに施肥量が増加してしまった。その後多肥による周辺環境への大量の硝酸態窒素排出や細根減少に伴う施肥窒素利用効率の低減が問題となり、施肥量は徐々に減少してきたが、周辺環境への影響面からまだかなり多いとされている。土壌肥料や栽培面では、比較的早くからこの問題に取り組んできたが、それだけでは不十分で育種面からも取り組む必要性がでてきた。これまで、この観点で育種に取り組んでこなかったため、当初は少肥栽培に適した品種育成のための検定法開発に取り組んできた。現在でも挿し木苗あるいは幼木段階での検定法の開発がかなり進行してきたが、成木の場合についてはまだほとんど手つかずの状態である。今後はさらに研究を進行させ、少肥でも十分に対応できる品種の育成に取り組んでいかなければならない。

表1 カンザワハダニの寄生指数の品種間比較

発生程度	品 種 名
～ 25	べにひかり やまなみ べにほまれ Z1 ふじみどり
25～ 50	からべに べにふじ いずみ はつもみじ 印雑 131 おくみどり
50～100	ただにしき めいりょく こまかげ うじひかり なつみどり ひめみどり かなやみどり さやまみどり とよか たまみどり くりたわせ あさぎり たかちほ ごこう
100～200	さみどり あさひ ゆたかみどり まきのはらわせ あさつゆ するがわせ おくゆたか やえほ さやまかおり やまとみどり
200～	おくむさし おおいわせ やまかい やぶきた

河合（2000）を参考に表を作成

表2 品種見本園等におけるクワシロカイガラムシ寄生程度の品種・系統間差異（宮崎県・鹿児島県）

発生程度	品 種 名
無	はつもみじ 鹿 AN188 台湾山茶 青心タイパン
小	みなみさやか 宮F9-4-48 青心烏龍 宮崎4号 べにたちわせ さやまかおり うんかい みねかおり 鉄観音
中	ろくろ かつまべに 大葉烏龍 宮崎1号 あさつゆ こやにし あさぎり ひめみどり さえみどり 宮崎2号 みよし やまとみどり べにかおり うじひかり 埼玉1号 あさひ 鹿 999 宮崎8号
大	べにひかり ただにしき たまみどり ふうしゅん ふじみどり ごこう くりたわせ 三重 260 まきのはらわせ かなやみどり おくみどり しゅんめい みなみかおり ほうりょく くらさわ あさのか 長崎2号 嬉野1号 Cn1 宮 Ck6 宮崎6号 べにほまれ やぶきた きょうみどり おくむさし ゆたかみどり いんど やえほ はつみどり おくゆたか めいりょく はくめい からべに やまかい おおいわせ 熊 K3113 べにふじ やまなみ さやまみどり とよか ふくみどり するがわせ
甚	たかちほ S6 熊 K3111

古野ら（2001）を参考に表を作成

6 野菜茶業研究所が育成したチャの品種について

野菜茶業研究所では、1919年に茶業試験場として独立する以前から、前述のようにチャの育種を行っており、

これまでに18の品種を育成した（表3）。そのうち、緑茶用品種は12、紅茶用品種は3、紅茶・半発酵茶兼用品種は1、緑茶・半発酵茶兼用品種は1、蒸製玉緑茶用品種が1である。

これらのうち現在普及している、あるいは今後普及が

表3 野菜茶業研究所が育成したチャ品種一覧

品種名	両親名（米歴）	登録年	特 徴
べにほまれ	インドからの導入実生	昭和28年	紅茶用、晩生、樹勢中
あさつゆ	宇治種	昭和28年	緑茶用、中生、樹勢中、品質優秀
みよし	宇治種	昭和28年	緑茶用、中生、実生の遺伝的なむら小
たまみどり	宇治種	昭和28年	蒸製玉緑茶用、中生、樹勢極強、耐寒性強
なつみどり	静岡種	昭和29年	緑茶用、中生、夏茶の品質低下小
べにふじ	べにほまれ×C19	昭和35年	紅茶用、中生、べにほまれより収量多
べにひかり	べにかおり×Cn1	昭和44年	紅茶用、晩生、耐寒性強、多収
かなやみどり	S6×やぶきた	昭和45年	緑茶用、中晩生、耐寒性強、多収
おくみどり	静在16×やぶきた	昭和49年	緑茶用、晩生、多収、外観良好
おくゆたか	ゆたかみどり×NN8	昭和58年	緑茶用、中晩生、多収、品質極良好
めいりょく	やぶきた×やまとみどり(?)	昭和61年	緑茶用、中生、多収、品質は清涼感
しゅんめい	ゆたかみどり×NN8	昭和63年	緑茶用、早生、温和な香気とうま味
さえみどり	やぶきた×あさつゆ	平成2年	緑茶用、早生、品質極良好
ふうしゅん	Z1×かなやみどり	平成3年	緑茶用、中晩生、極めて多収、耐寒性大
べにふうき	べにほまれ×枕 Cd86	平成5年	紅茶、半発酵茶用、中生、耐病性大
りょうふう	ほうりょく×やぶきた	平成9年	緑茶用、中晩生、さっぱりとした香味
はるみどり	かなやみどり×やぶきた	平成12年	緑茶用、晩生、初期生育緩慢、品質極良好
そうふう	やぶきた×印雑131	平成14年	緑茶、半発酵茶用、早生、甘い花香

見込まれる主要品種の特徴は以下の通りである。

‘おくみどり’：‘やぶきた’より1週間から10日遅く摘採する晩生品種である。生育は旺盛で多収である。煎茶品質は鮮緑色で細よれするので外観は極めて良好である。摘採が遅れると白茎が目立つ。

‘おくゆたか’：‘やぶきた’よりやや遅く摘採する中晩生の品種である。アミノ酸が多くタンニンが少ないため、うま味が強く渋みは少ない。新芽の伸びは中程度であるが、新芽の茎は太く、新葉が厚いので、見かけ以上に収量が多い。しかし摘採適期を過ぎると品質が急速に低下するため、摘採適期幅は狭い。

‘めいりょく’：生育が旺盛な多収性の中生品種である。煎茶品質は、水色が良く、滋味は清涼感がある。新芽開葉数が‘やぶきた’より多く、出開き度を‘やぶきた’に合わせて摘採すると下部の茎の硬化が進行しており、出開き程度で判断する場合には、やや早く摘採することが必要である。

‘しゅんめい’：生育が旺盛でやや多収、寒さにも強く栽培が比較的容易な早生品種である。早生品種としては、新芽の緑色も良好である。煎茶品質は温和な香味を持っている。

‘さえみどり’：うま味が強く、渋みが少ない早生品種である。また、早生品種には色沢が劣るものが多いが、この品種の色沢は極めて良好である。幼木期に寒風に当たると落葉が多くなるため、冬季の防風対策には特に注意が必要である。そのため、寒冷地にはあまり向いていない。ただし、成木になると十分な収量が望めるようになる。

‘ふうしゅん’：耐寒性が極めて強く、生育が良好で多収のため、寒冷地でも十分に能力を発揮する中晩生の品種である。炭疽病は発生するが、その後の回復力は旺盛なため実害はほとんどなく、耐病性にも優れている。しかし、摘採が遅れると、形状が細よれせず扁平になるため、やや早摘みをするほうが良い。

‘べにふうき’：紅茶・半発酵茶用品種として育成されたが、近年は抗アレルギー成分を含む品種として注目されている。この場合は緑茶として製造する必要がある。紅茶用品種としては耐寒性が強いいため、比較的寒い地域でも栽培は可能である。樹姿は開張を示すが、枝数はそれほど多くないため、幼木時の仕立ては注意が必要である。

‘りょうふう’：水色に透明感があり、さっぱりとした香味が特徴のやや晩生の品種である。新芽の伸びは良好であるが出開きにくいいため、摘採期の判断を誤らないことが必要である。

‘はるみどり’：品質は極めて良好な晩生品種である。挿し木床や幼木時の生育が不良であるが、成木になると収量も確保され、品質も良好なため、有利な品種である。幼木期にできるだけストレスを与えないように管理することが必要である。

‘そうふう’¹⁴⁾：緑茶・半発酵茶用品種である。緑茶として製造しても、甘い花香があり、従来の煎茶の概念にはあてはまらない品種であり、誰にでもその特徴がわかる品種である。現状では一般の茶の流過程にのせることは難しいが、新たな需要拡大を考えている生産者には是非とも必要な品種である。萌芽期が早いいため、晩霜害には十分な注意が必要である。

摘要

茶業試験場が静岡県榛原郡金谷町に移転した1919年頃は、国内外より集めた実生から選抜を行ない、いくつかの系統が選抜され、1953年に命名登録された。しかし、現在でも栽培されている品種は、‘あさつゆ’と‘べにほまれ’だけである。また、交配育種は金谷では1933年から開始されたが、優良品種は第二次世界大戦後に交配された個体から選抜されている。1960年からは鹿児島県枕崎市にも茶業試験場枕崎支場が設立され紅茶あるいは暖地向き緑茶のチャ育種が開始された。

従来の重要な育種目標は良質多収であった。しかし、2002年には嗜好の多様化に対応するため甘い花香をもつ‘そうふう’が育成されたように、育種目標もひろがりを見せ始めた。さらに、消費者の安全・安心への関心の高まりから、耐病、耐虫、少肥適応性も重要な育種目標になってきた。その中では、クワシロカイガラムシ抵抗性については選抜が着手されている。

引用文献

- 1) 静岡県茶業史（続編）。1937：370
- 2) 志村 喬。1934。茶樹ニ関スル研究（第1報）。茶業試験場彙報：1-92
- 3) 農林水産技術会議事務局。1968。茶の新品種。1-16：57-60
- 4) 勝尾 清ら。1974。煎茶品質の早期検定。茶業試験場研究報告。9：73-110
- 5) 鳥屋尾忠之ら。1971。紅茶品質の早期検定法の確立。茶業試験場研究報告。7：1-55
- 6) 鳥屋尾忠之ら。1967。切り枝の凍結処理による紅茶用品種の耐凍性の検定（第1報）処理方法と品種の耐凍性。茶業研究報告。28：32-39
- 7) 鳥屋尾忠之ら。1967。切り枝の凍結処理による紅茶用品種の耐凍性の検定（第2報）茶葉浸出液の伝導率による凍害の判定。茶業研究報告。29：1-4
- 8) 鳥屋尾忠之ら。1979。チャの裂傷型凍害抵抗性の品種間差異と検定法の開発。茶業研究報告。資料4号：23-30
- 9) 築瀬好充ら。1987。チャの育種における輪斑病抵抗性の検定。野菜・茶業試験場研究報告B（金谷）1：1-9
- 10) 吉田克志ら。2003。チャの炭疽病拡大抵抗性検定法。平成14年度野菜茶業研究成果情報：109-110
- 11) 河合 章。2000。カンザワハダニの寄生におけるチャの品種間差。茶業研究報告。88：67-77

- 12) 古野鶴吉ら, 2001, チャにおけるクワシロカイガラムシ抵抗性の品種・系統間差異, 茶業研究報告, 91:5-12
- 13) 水田隆史ら, 2003, 卵数を指標とした茶樹のクワシロカイガラムシ抵抗性検定法, 平成14年度野菜茶業研究成果情報:151-152
- 14) 近藤貞昭ら, 2003, 緑茶及び半発酵茶用新品種「そうふう」の育成, 野菜茶業研究所研究報告, 2:71-82

茶品種登録 50 年の総括と今後の育種の展開方向

茶育種指定試験事業（埼玉県）の軌跡と現状

内 野 博 司

埼玉県農林総合研究センター 茶業特産研究所

Breeding of Tea Cultivar at Saitama Prefecture Affiliated with National Breeding Project Organization Founded by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, the History and Present.

Hiroshi UCHINO

Saitama Agriculture and Forestry Research Center, Tea and Local Products Laboratory.

Summary

Breeding of green tea cultivars at Saitama prefecture was begun around 1933. Saitama prefecture is situated in the northern tea producing area of Japan, where the climate is cold in winter, and accordingly breeding for cold resistance is important. As a result, up to the present 8 cultivars have been developed. The period of breeding peer variety is about 20 years at Saitama prefecture, plus 7 years at 7 other experiment stations south and north of Saitama, and their suitability is examined.

Shortening of breeding period and basic research on breeding etc. are the themes of research at present.

キーワード：茶，育種，耐寒性，緑茶

1 埼玉における茶育種の沿革

埼玉県における茶育種は、1933年（昭和8年）にさかのぼり、‘やぶきた’の育成者である杉山彦三郎が講演のため埼玉県に来場し、‘やぶきた’及び他数品種の分譲を受けたことに始まる。

1935年（昭和10年）、実生園の選抜から百数十系統の保存系統を得て、その中から59系統が1939年（昭和14年）より農林省指定原種圃の設置に引き継がれた。そのうちA-1号は、第二次世界大戦により停滞があったものの1953年（昭和28年）に初めて茶品種の登録が行われ、‘さやまみどり（茶農林5号）’と命名された。‘さやまみどり’は、その後、多くの品種の親となることとなる。

指定試験地として冬期寒冷な北部茶産地向きの耐寒性品種を育成しており、現在までに育成された品種は表1に示す8品種である。

2 育成品種の普及状況および育種とのかかわり

新品種が育成され、普及に至る過程で優良な栽培特性や加工特性が新しく注目されたり、また、欠点が明らかとなることも多く、それらの把握は、品種育成上に重要である。次に埼玉県で育成された品種の普及後の評価概要と今後の育種方向とのかかわりを記す。

2.1 さやまみどり

埼玉県から最初に育成された品種であるが、葉肉が厚いため蒸しにくく、苦渋味が出やすい。このため、生葉を萎凋させた後、加工する研究が行われた。この結果、萎凋香が発揚され、一部でその香りが好まれている。後に育成された‘ほくめい’は‘さやまみどり’と同時の摘採期で、総合的には‘ほくめい’が優れている。

‘さやまみどり’は‘おくむさし’‘とよか’‘ふくみどり’‘ほくめい’の育成に関わっている。また、現在も‘さやまみどり’の後代の系統は多くの交配に用いられている。これらからは特徴ある香気を持つ系統が出現しやすい。

表1 埼玉県で育成された品種

品種	来歴	交配年 (採種年)	育成年 年	摘採期 (対やぶきた, 日)	主な特性
さやまみどり (茶農林 5 号)	宇治種実生	(1928)	1953	+4	萎凋香
おくむさし (茶農林 26 号)	さやまみどり ×やまとみどり	1947	1962	+8	香氣
さやまかおり (茶農林 31 号)	やぶきた実生	(1947)	1971	-2	耐寒性 多収 栽培容易
とよか (茶農林 33 号)	さやまみどり ×やぶきた	1948	1976	+2	萎凋香
ふくみどり (茶農林 36 号)	やぶきた ×23F ₁ -107	1957	1986	+1	良質 耐寒性 多収
ほくめい (茶農林 43 号)	さやまみどり ×5507	1965	1992	+4	耐寒性 多収
むさしかおり (茶農林 46 号)	やぶきた ×27F ₁ -73	1967	1997	+2~3	耐寒性 良質
さいのみどり (茶農林 50 号)	さやまかおり実生	(1966)	2003	-2	炭疽病に強 芽摘い

23F₁-107: さやまみどり×やぶきた 5507: やぶきたの自然実生
27F₁-73: 台湾種由来の実生

2.2 おくむさし

‘やぶきた’より摘採が8日遅いため、晩生過ぎて広くは普及しなかった。栽培上は裂傷型凍害に極弱いことがわかり、特に幼木期の越冬に問題がある。また本品種にはエピガロカテキン-3-O- (3-O-メチル) ガレート等の機能性成分が含まれていることがわかりその面から評価し、育種素材として利用価値がある。今後‘おくむさし’に代わる晩生品種の育成が望まれる。その場合、他の摘採期の品種以上に香氣等の特徴のあることが必要と考えられる。

2.3 さやまかおり

品種発表の当時は、早生品種として注目を集め、急速に普及した。また、耐寒性もそれまでの品種と比べかなり強いので、寒害の多い年には、植え付け希望が増大する。本来は‘やぶきた’よりも2日早い早生種であるが、早摘みでは加工しにくく、苦渋味が出やすい。このため、‘やぶきた’の摘採期並に遅らせて深蒸し気味に加工し、中級茶用として使われる例が多い。さらには、葉肉の厚い特性を利用し、深蒸し茶としての利用が多く見られる。品種発表当時の一番茶反収は‘やぶきた’よりも3割増の600kg程度を想定していたが、近年は適期摘みでもそれより多収であり、遅摘みの場合はさらに多くなる。また、深蒸し茶製造を目的とした摘採では、1500kg以上の例もある。

耐虫性については近年、クワシロカイガラムシに強い数少ない品種であることが判明し、クワシロカイガラムシ耐虫性の育種に利用されている。

栽培上の欠点として炭疽病に極弱いことがあげられる。埼玉県等の茶産地ではかつては炭疽病への対策はさほど問題ではなかったが、近年は年により発生が多く、防除

等の対策がとられている。このことから、現在の選抜では‘さやまかおり’同程度の炭疽病罹病性のある系統は淘汰している。

2.4 とよか

挿し木での発根が安定していないため育苗が難しく、普及されなかった。また、裂傷型凍害をやや受けやすく、このため枯死にまでは至らないが、幼木期の生育にむらがあり、成園化もやや遅い。成園では均整化しこの問題は起こらない。

現在は、挿し木時に‘とよか’を比較品種として使用し、育苗床で‘とよか’程度の生育の個体は淘汰している。

2.5 ふくみどり

生育や、製茶品質に対する評価は高く、定植希望者も多い。一番茶の摘採期は‘やぶきた’よりも1日遅い多収品種であるが、栽培者は、‘やぶきた’よりも2日程度早摘みし、収量を押さえ、高級茶を製造している例が多い。芽長が長いので早摘みが可能なためと考えられる。

欠点としては炭疽病に対し‘さやまかおり’以上に弱いことである。浅刈り等の耕種防除により発生がかなり押さえられるが、やや問題があると判断している。

2.6 ほくめい

定植後の生育はきわめて均一で、埼玉県育成の品種中最も均一性が高い。耐寒性はきわめて強く、総合的に‘さやまかおり’並かそれ以上である。

栽培上ではやや晩生であり、摘採期調整に役立つことや多収であることが評価されている。摘採は早摘みされている例が多い。

品質についてアミノ酸含有量は最近の品種の中では多くはないため、さほど栽培者の評価を期待していなかった。しかし、普及しはじめると、栽培者の評価はきわめて高く、特に香りに対しての評価は高い。

挿し木床では発根は十分であるが1年目の新梢の伸びが‘やぶきた’や‘さやまかおり’よりやや悪い。2年生苗では問題ないが1年生苗の定植では生育量が不十分な場合もある。

また定植年又は翌年の生育量は少なく、本来の耐寒性は強いが生育量不足のため寒害を受けやすい。

しかし、3年目以降の生育は旺盛となる。これらの原因は挿し木床の根は吸収根が少なく、貯蔵根が多いことが一因と考えている。挿し木床の生育量不足は栽培法の改善で比較的簡単に解決されるものと判断している。現在では‘ほくめい’を挿し木床に比較品種として用い新梢の伸長が‘ほくめい’程度の個体でも選抜している。このため挿し木による淘汰の程度は軽くなっている。

2.7 むさしかおり

育苗はきわめて容易であるが幼木期にやや生育が不ぞろいとなりやすい。

育成段階での関係試験地における品質に対する評価は高かったが、今のところ栽培者の評価の例は少ない。

‘ほくめい’が登録後11年を経て、評価が高まりつつあることや‘むさしかおり’が6年たっても、評価が少ないことから判断すると、ある程度普及して評価されてくるのは登録後10年程度と考えている。

2.8 さいのみどり

早生品種が望まれる現在、主要早生品種である‘さやまかおり’と同じ摘採期である。‘さやまかおり’との違いは、品質的には‘さやまかおり’よりやや良い程度であるが、前述のように‘さやまかおり’は苦渋みをさけるため遅摘みされている例が多いため、早摘みでも加工が容易な‘さいのみどり’は広く普及すると予想される。また炭疽病には「やや強」なので‘さやまかおり’では炭疽病の防除が必要な場合でも‘さいのみどり’は無防除でも問題がないと判断している。

3 育種事業のための特殊栽培法

育種事業の効率的な実施のために埼玉県的一般栽培と異なる特殊な栽培法を行っている。その一部は一般栽培にも適用できると考えている。

3.1 1年生定植および密植

1998年に2年生苗定植から1年生苗定植に切りかえた。定植密度は株間20cmの複条植、畝間140cmで一般の3.8倍の密植である。

3.2 台切り植替え

挿し木後に定植された苗は密植で4年間仮定植し、優良系統のみを比較しやすくするため、3～4月に台切り植替えを行う。台切り植替えは葉をつけずに地上部約20cm残して標準密度の本定植とする。1～2年選抜が遅れることになるが、今のところこれを行わないと1.5倍程度のほ場が必要となる。

3.3 摘芯

定植年は一般栽培では整せん枝を行わないのが普通であるが、早く機械摘み仕立てとしたいため積極的に摘芯している。摘芯の程度は新梢の展開葉が5枚を目安として手で軽く行い8月上旬までに数回行い、徒長枝の発生を抑え、新梢数を増加させている。

3.4 防寒

実生個体、挿し木1年生の苗の植え付け、台切り系統の植え付けの定植当年の越冬時には寒冷紗（#610）でトンネル状に防寒している。以前はさらに内側にポリエチレンで覆いその上に寒冷紗による防寒をしていた。この防寒法では寒冷年でもほぼ寒害を受けることはないため越冬時の状況が淘汰の対象となっていなかった。しかし、寒冷紗のみの防寒であると通常年は青枯れはそれほど受けないものの、赤枯れについては被害を受ける。寒冬年は寒害に強い系統はきわめて軽い被害度であるが弱い系統の被害度は大きく不良系統の淘汰を行うにはこの程度の防寒が都合がよい。

3.5 マルチ

1999年から生分解性マルチを使用し始めた。マルチは1年生苗と台切り植替えの定植では定植後に張っている。

マルチの巾は30～40cm程度を使用している。巾が広いと便利な様であるが、固定しにくいことと、風にとばされやすいため狭めが良い。

雑草の発生は株付近ではマルチフィルムのみでは不十分で植物系のマルチ（樹木皮、せん定枝等）を行っている。これらの技術は一般栽培にも応用できよう。さらに作業を効率化するため株元専用マルチを検討中である。

4 育種手順

埼玉県における育種手順を表2に示す。概要については以下の通りである。

4.1 特性調査

現在280品種系統を見本園等に定植し、特性を調査している。早晩性、耐寒性、炭疽病抵抗性などは毎年調査を行っている。2002年、2003年はチャノナガサビダニが発生し、系統間に差が大きかったので調査を行った。

表2 埼玉におけるチャ育種手順の概要

手 順	年数	個体・系統数等	主な調査・選抜
品種・系統の収集 特性調査 交配・採種・播種 温室内での育成 圃場への定植・育成 優良系統の選抜 挿し木による育苗の良否 仮定植・一次選抜 台切り植替 本定植・二次選抜 三次選抜 品種候補決定 適応性 検定試験 特性験 検定試験 茨城 三重 京都 高知 熊本 静岡（もち病） 鹿児島（裂傷型凍害） 査定および登録申請 農林登録 種苗登録	自然 実生 1 年 1 年 4 年 2 年 1 年 4 年 4 年 3 年 (小計 20 年) 7 年 (合計 27 年)	30 組合せ 6,000 花 5,000 個体 1,200/年×4 2,400 個体から 120 系統 50 系統 20 系統 10 系統以下 系統（3 年間で 3 系統、 埼玉〇号）	赤芽，コーロ葉，生育 耐寒性，耐病性 生育，芽立ち，葉質 生育，発根，耐寒性 耐寒性，耐病性， 生育，収量，品質 品質，収量 品質 以上 埼玉県内での 選抜

4.2 交配

10 月上旬から 11 月上旬にかけて行っている。交配組み合わせ 20～30、交配花数 6000（1 日最大 600 花）である。なお交配後の袋かけには桃用の果樹袋を 1998 年から使用している。冬期の保温性があるか否かはわからないが最近の結果率は 30%程度と高めである。

4.3 採種およびは種

採果は 10 月上旬に行い、冷蔵庫にポリ袋で密閉し、は種時まで保管する。果実からの種子の取り出しは晴れた日に日光に当てて自然に果実が割れるのを待って行う。種子は乾きすぎないように注意する。種子はは種前に交配組み合わせごとにネット袋に入れ 1 日～数日水浸し、沈んだ種子を使用する。採種数が少ないときは自然交配実生を組み入れている。は種はポリポットに行い、温室

内で管理している。

4.4 個体選抜

温室内でポット栽培された個体は新芽の特性等を再度観察し、晩霜のおそれの少なくなる 4 月中旬以降に定植する。定植個体は最大 1200 個体を目標としている。

個体の養成は 4 年間行い、5 年目と 6 年目に一番茶の新芽の観察により選抜している。その間、越冬後に個体ごとに耐寒性、耐病性を調査している。個体数の 10 分の 1 の 120 個体程度を挿し木試験に移している。

4.5 挿し木

選抜個体 1 個体当たり 60 本（20 本×3 反復）を 6 月中旬に挿し木する。以前は 80 本であったが、1999 年から 60 本とした。11 月の生育停止期の生存率は全挿し木個

体通じ 99%以上である。選抜は新梢の生育については軽く、伸長が短いものでも揃いさえすれば選抜する。越冬時にはポリエチレン＋寒冷紗による防寒を行うので、青枯れはほとんどが防げるが、赤枯れは発生し、新梢の生育が良くても赤枯れの発生が大きい系統は淘汰する。結果的には、淘汰は軽く、挿し木系統の約 40%を栄養系一次選抜への定植に移している。

4.6 栄養系一次選抜

栄養系一次選抜として密植された系統は育種要綱に従い調査、選抜されるが個体選抜段階では見落とされた耐寒性は栄養系になるときわめてはっきりしてくる。特に赤枯れに関しては再現性は大きく容易に判定できる。青枯れも寒冬年には系統間差が大きい。耐寒性については 30～40%が淘汰できる。品質調査については一次選抜 4 年間のうち 3 年間可能であるが、現在は後半 2 年間にしている。生育と品質から判断して 15～20 系統程度を二次選抜系統として台切り植替えし本定植に移している。

4.7 栄養系第二次選抜・三次選抜

台切り植替えした選抜系統は一年間養成し二次選抜・三次選抜を各 3 年間行う。三次選抜には 10 系統以下を目標としている。二次、三次に従って耐寒性・耐病性の調査は続けるが品質を重点化していく。

4.8 系適候補の決定

三次選抜に残った系統の栽培特性は生育、収量等で多くが‘やぶきた’以上である。多収系統では対‘やぶきた’150%以上の収量である。一番茶品質については‘やぶきた’並かそれ以上の系統を系適候補としている。系適候補として選抜された系統は台切りして別に保存する。また‘やぶきた’並の品質や特定の形質の優れる系統については別に交配親として保存している。

なお一次選抜以後、炭疽病罹病性系統等などの不良特性を持つ系統についても保存するように計画している。

5 今後の課題

今後の課題は多いがとりわけ重点的に取り上げる必要のあるものを下記に示した。

5.1 育種年限の短縮化

現在系適候補決定までに交配から 20 年を要しているが、短縮化のためには栄養系で一次から二次選抜の台切り植替えを行わないことにより約 5 年、また個体選抜の挿し木においても 1～2 年、合計 6～7 年の短縮化が可能である。しかし、台切り植替えをしない前提の育種手順では 50%程度の余分の栄養系比較ほ場が必要であるため当面現在の手順で行わざるを得ない状況にある。しかし、機能性や香り等の育種目標が多様化している今日、

育種年限の短縮化の必要性は増加しており、特定な特性を対象に育種年限の短縮手順を確立しておく必要がある。

5.2 育種に関する基礎試験

寒干害や施肥吸収には根の形態が大きく関係していると考えられるが地上部の研究に比べると調査例が少ない。

根の形態と寒干害並びに幼木期、成木期の生育、経済樹齢等は関係が深いと推定されるが、それらの関係の調査は長い時間と解析を要し、長期的な取り組みが必要である。

5.3 香気の評価

現在、茶に最も要求されているのは香気との声が多いが、茶製品の香気を評価するのに単に評点のみに依存しているのが現状である。しかし、好まれる香気とは何なのかを研究してそれに目標をしぼる必要がある。

5.4 産地によって異なる望まれる特性

望まれる品種の特性は関東等の冷涼茶産地では耐寒性に優れることが前提で行われているがその他の特性についても産地毎に重点の置き方が異なる。現状では当地域では耐病性については炭疽病では「やや強」であれば十分であり、その他の病害については検討の必要性は少ない。耐虫性についてはクワシロカイガラムシについては今のところ考慮しなくても良い。しかし気候の変動や苗の移動に伴う侵入を考えると、どちらも将来的には必要である。

茶樹の生育については初期生育が十分でない場合育苗方法や密植による定植で解決できると考えられるため、初期生育が良好であることよりも、成園となってからの経済樹齢が長いことが重要である。

現在の埼玉県での育種事業は過去からたゆまずに継続実施してきた成果であり、1 品種を世に出すことはそれら一連の流れの中の最後の部分にすぎない。

また将来の品種を出すにも未来を予想し現在定められている調査項目以外の様々な特性も加えていく必要があると考えている。

摘要

埼玉県における緑茶品種の育種は 1933 年頃始まった。埼玉県は冬期の気候が寒冷な日本の北部茶産地に位置している。このことから、耐寒性育種は重要である。現在までの成果として 8 品種が育成されている。1 つの品種を育成するのには、埼玉県で 20 年、そしてそれに加え南から北の 7 試験地において 7 年間適応性が試験される。

育種年限の短縮化と育種に対する基礎研究等が現在の課題となっている。

引用文献

埼玉県茶業研究所. 1958. 創立三十周年記念業績集録

静岡県における茶品種普及への取り組み

小柳 津 勤

静岡県茶業試験場

Policies for the Spread of Tea Cultivars on Shizuoka Prefecture

Tsutomu OYAIZU

Shizuoka Tea Experiment Station

キーワード：茶，品種，育種，普及，やぶきた

1 緒言

茶品種‘やぶきた’は、明治年代後期に静岡県有度村（現静岡市）の杉山彦三郎が選抜育成した品種の一つである¹⁾。普及し始めたのは昭和年代中期頃からであり、早、中、晩生品種の組合せ栽培を目指した杉山の思惑¹⁾とは裏腹に‘やぶきた’のみ1品種が茶産地を席卷してきた。在来種からの転換過程では‘やぶきた’の優秀性が発揮され、生産性や品質の向上が図られた。

しかし、‘やぶきた’に極端に傾倒した現在の状況は、品種が普及する以前の在来種しかなかった状態に酷似しているように思われる。消費嗜好の多様化、大手企業の茶ドリンクへの参入、外国からの輸入増等々、消費流通面において茶業を取り巻く環境が激しく変化している。対して、生産面では‘やぶきた’偏重の閉塞的な状況からなかなか抜け出せず、杉山ら先人が品種多様の必要性を認識していた当時よりも深刻な現況にあるといえる。

近年、品種を利用した産地ブランド化等、従来の‘やぶきた’の枠にとらわれない新しい取り組みもみられ始めた。今は小さなこの胎動を大きく育てていくことが重要である。ここでは、静岡県の品種に係る取り組みを紹介し、今後の品種普及への一助としたい。

2 茶品種育成と静岡県茶奨励品種の変遷

茶の育種は、明治年代中頃から民間育種家により始まり、静岡県では五和村（現金谷町）の小杉庄蔵が‘牧之原早生’を、初倉村（現島田市）の富永宇吉が‘富永早生’を選抜しており、茨城県の倉持三右衛門は‘倉持晩生’を選抜している^{1) 2)}。1908年（明治41年）には杉山彦三郎が在来種実生から‘藪北’を選抜している^{1) 2)}。また、同年に静岡県茶業試験場の前身である静岡県立農

事試験場茶業部が発足し、多田系印度種と中国湖北種の比較試験を行っている²⁾。1932年から1937年にかけては、静岡市谷田に紅茶品種の育成を目的とした紅茶園が設置され、‘加藤錦、多々美、晩7号’等が定植された³⁾。一方、1935年国により静岡県及び奈良県、宮崎県に茶指定原種圃が設置され、優良品種の苗の生産配布が開始された^{3) 4)}。しかし、戦時中のためもあり品種の定着はほとんどみられなかった^{4) 5)}。当時原種として選定されたものは、‘牧之原早生、安倍1号、藪北、強力立木、八木早生、小屋西、六郎’などであった⁴⁾。戦後、優良品種の普及は重点施策に位置づけられ、1948年富士と三方原に種苗育成地を設置し、優良品種の苗生産、普及を目的として1949年、50年の2カ年に基本苗圃事業により挿し木育苗が行われた⁴⁾。

1953年には品種登録制度に基づき、静岡県育成品種として、‘やぶきた、まきのはらわせ、こやにし、ろくろう’が農林登録され、さらに翌1954年に‘やえぼ’が登録された⁴⁾（表1）。その後現在までに、静岡県は‘ほうりょく、からべに、ただにしき、するがわせ、ふじみどり、くらさわ、やまかい、おおいわせ、おくひかり、さわみずか、山の息吹、香駿、つゆひかり’を育成した⁶⁾（表1）。1955年に‘やぶきた’他紅茶用品種を含む8品種が県奨励品種に指定された^{4) 5) 6)}（表2）。その後、新品種の育成に伴い奨励品種の改廃が行われてきた（表2）。紅茶産業は1955年頃をピークに以後衰退し、1971年に紅茶輸入が自由化されたのに伴い、1973年には紅茶用品種はすべて奨励品種から除外された。現在は、早生、中生、晩生品種で構成される緑茶用10品種が奨励品種に指定されている。

表 1 静岡県育成品種^{4) 6)}

品種名	登録・育成年	早晩性	来 歴
やぶきた	1953	中生	静岡県在来種実生
まきのはらわせ	1953	極早生	静岡県在来種実生
こやにし	1953	中生	宇治種在来実生
ろくろう	1953	中生	在来種実生
やえほ	1954	早生	‘八重穂’ 実生
ほうりょく	1956	中生	多田系印雑実生
からべに	1956	中生	中国湖北省種実生
ただにしき	1958	中生	多田系印雑実生
するがわせ	1962	早生	‘やぶきた’ 実生
ふじみどり	1962	晩生	静岡県試験実生群
くらさわ	1967	中生	‘やぶきた’ 実生
やまかい	1967	中生	‘やぶきた’ 実生
おおいわせ	1976	早生	‘やえほ’ × ‘やぶきた’
おくひかり	1985	晩生	‘やぶきた’ × ‘静 Cy225’
さわみずか	1992	晩生	‘やぶきた’ × ‘ふじみどり’
山の息吹	1994	早生	‘やぶきた’ 実生園
香駿	1996	中生	‘くらさわ’ × ‘かなやみどり’
つゆひかり	2000	やや早生	‘静 7132’ × ‘あさつゆ’

登録・育成年は、‘やぶきた、まきのはらわせ、こやにし、ろくろう、やえほ’ は農林登録年、その他品種は育成年を示す

表 2 静岡県茶奨励品種の変遷^{4) 5) 6)}

指定年	奨励品種の指定、改廃	
1955 年	指定：あさつゆ、たまみどり、やまとみどり、やえほ、やぶきた、ほうりょく、からべに、べにほまれ	
1958 年	追加：ただにしき	
1962 年	追加：するがわせ、ふじみどり、はつともみじ、べにふじ	
1967 年	追加：くらさわ、やまかい	除外：たまみどり、やまとみどり
1973 年	追加：かなやみどり	除外：あさつゆ、ほうりょく、からべに、ただにしき、べにほまれ、べにふじ、はつともみじ
1976 年	追加：おおいわせ	
1985 年	追加：おくひかり、さやまかおり	除外：やえほ
1992 年	追加：さわみずか	除外：ふじみどり
2001 年	追加：山の息吹、香駿、つゆひかり	除外：するがわせ、くらさわ
2003 年現在の奨励品種		
おおいわせ、山の息吹、さやまかおり、つゆひかり、やまかい、やぶきた、香駿、かなやみどり、おくひかり、さわみずか		

3 品種化の進展と‘やぶきた’偏重

静岡県における品種化率と‘やぶきた’占有率の推移は、表 3 のとおりである。戦後、品種の普及は遅々として進まなかったが、1970 年代に入り品種普及が軌道に乗り始め、1980 年代、1990 年代と品種化が進んだ。2001 年には品種化率は 96.7%に達している。‘やぶきた’は 1960 年代の普及当初より品種に対する占有率は高く、2001 年には品種園の 94.1%を占め、全茶園に対しては 91.0%を占める状況にある。

一方、主産府県の現在の栽培品種の状況は、表 4 のとおりである。全国の 2000 年の品種化率は 92.3%、‘やぶきた’占有率は 76.7%であり、全国的にも‘やぶきた’

が高率である。しかしながら、静岡県は、鹿児島県や埼玉県等他の主産府県と比較しても‘やぶきた’偏重が際立って顕著な状況にあるといえる。‘やぶきた’偏重による摘採作業集中等の問題は、品種化が進みつつあった 1975 年頃には既に顕在化し、対策の必要性が指摘されていた⁷⁾。その後、各種の対策事業が実施されてきた。

4 茶優良品種早期育成事業（1976～1980 年）

1976 年から茶優良品種早期育成事業により「品種さがし運動」が展開された⁷⁾。同運動は、‘やぶきた’偏重対策として‘やぶきた’と組合せ栽培できる優良な品種を早急に探し出すことを目的に行われ、茶農家や茶関係

機関に呼びかけて有望個体、有望系統の収集を図った。1976年から1978年までの3カ年で県東部から西部に至る広域から61点が収集された（表5）。これらについて、挿し木試験及び製茶品質調査が行われた。その結果、生育良好で品質優秀な5系統が選抜された（表6）。これら選抜系統は、以後数年にわたり試験されたが、品種として育成されたものはなかった。また、本事業では品種を組合せて優秀な経営を行っている4事例を紹介し、品種組合せ経営の合理性を示した。「品種さがし運動」では、品種の誕生には至らなかったが、一連の事業展開は、生産者を中心に品種問題への意識改革の一助となった。

5 先進的茶業経営実証モデル事業（1995～2001年）

「21世紀を展望した静岡県茶業の体質強化を図るため、茶業経営モデル実証圃場を設置し、新しい技術を駆使した大型機械化体系の実践、早期成園化技術等の実証により競争力のある先進的経営体を育成すること」を目的として、先進的茶業経営実証モデル事業が1995年より7カ年にわたり実施された¹⁰⁾。

表3 静岡県における品種化率と‘やぶきた’占有率の推移^{4) 8)}

年次	品種化率	‘やぶきた’占有率	
		対全茶園	対品種茶園
1956年	3.4%	—%	—%
1960	6.6	5.7	85.5
1967	13.9	12.2	87.5
1972	22.6	20.0	88.2
1976	39.9	36.3	91.1
1979	52.5	47.0	89.5
1982	68.5	64.3	93.8
1985	73.9	69.6	94.1
1990	85.6	81.0	94.5
1995	92.5	87.6	94.7
2000	96.5	90.9	94.2
2001	96.7	91.0	94.1

茶業経営モデル実証圃場は、榛原町仁田に設置された。造成工事は1995年～1997年3月に行われ、茶樹は1997年及び1998年に定植された。規模は造成面積10ha、圃場面積3.5haである。品種は‘やぶきた’の他に早生品種として‘山の息吹’54a、晩生品種として‘さわみずか’22aを植え付け、早・中・晩生品種の組合せ栽培の実証を行った。また、‘やぶきた’園の改植や新規造成の促進を図るため、ポット苗を利用した早期成園化技術の実証を行った。試験場公開などにより、生産者を初め多くの茶業関係者が視察し、品種導入を図る茶園整備のモデルを示すことができた。

6 茶優良品種早期定着化拠点整備事業（1999～2001年）

「‘やぶきた’以外の優良な品種茶を早期に製品化（品種ブランド化）させ、消費の拡大に結びつけるため、優良品種苗の供給システムを整備する」ことを目的として、茶優良品種早期定着化拠点整備事業が1999年より3カ年実施された。

新品種を迅速に増殖するために、1999年度、茶業試

表5 品種さがし運動における収集点数⁷⁾

地区\年度	1976	1977	1978	計
東部	3	—	1	4
中部	28	13	—	41
中遠	10	2	—	12
西部	2	2	—	4
計	43	17	1	61

表6 品種さがし運動による1978年選抜系統⁷⁾

早生	伊藤系
早～中生	荒尾系
中～中晩	大下系
中晩生	佐野系
晩生	山元系

表4 茶主産府県の栽培品種の状況

府県	栽培面積	品種化率	やぶきた	その他主な品種と比率			
静岡	20,800ha	96.7%	91.0%	さやまかおり	2.0%	おおいわせ	0.6%
鹿児島	8,000	94.3	44.1	ゆたかみどり	25.7	かなやみどり	4.9
三重	3,400	78.3	66.6	おくみどり	3.0	さやまかおり	2.9
熊本	1,760	80.0	70.7	おおいわせ	2.2	かなやみどり	1.5
福岡	1,550	95.4	79.0	かなやみどり	5.0	おくみどり	2.6
京都	1,520	84.7	62.6	おくみどり	6.5	さみどり	5.1
宮崎	1,380	93.6	62.5	やまなみ	6.5	かなやみどり	5.8
埼玉	1,320	93.2	72.4	さやまかおり	12.0	さやまみどり	4.5
全国	50,400	92.3	76.7	ゆたかみどり	4.4	さやまかおり	1.8

統計は、静岡県は2001年統計⁸⁾、その他府県及び全国は2000年統計⁹⁾
品種の比率は茶栽培面積に対する比率

駿場仁田実証圃場に新品種及び試験中の有望系統の母樹園約 50a を整備設置した。2000～2003 年までに 3 品種 16 系統を植え付け、挿し穂採取用母樹の育成を図っている。母樹育成を図る系統は、栄養系比較試験で選抜され奨励品種選定試験（地域適応性試験、特性検定試験）に供試する系統である。これら有望系統の母樹育成は、近い将来品種になる可能性を見込み、苗の需要に即応できるようにするためのものである。奨励品種の「香駿、山の息吹、つゆひかり」については、許諾契約者に対して穂木の提供を行っている。特に「つゆひかり」については、奨励品種採用後、需要が大きく苗の供給が逼迫している状況にあるが、急速に普及しつつあり母樹園の効果は大きい。

また、本事業では、「本県の茶生産における「やぶきた」偏重による弊害の是正を図るとともに、消費者ニーズに応える品種の育成、早期普及及び定着、生産・流通各機関の連携による新たな産地の構築等を通じ、需要の拡大と本県茶業の振興を図る」ことを目的として、静岡県茶品種普及協議会を立ち上げた¹¹⁾。協議会は、(株)静岡県茶業会議所、静岡県経済農業協同組合連合会、静岡県茶商工業協同組合、(株)静岡茶市場、静岡県農林水産部お茶室、静岡県茶業試験場の 6 機関により構成される¹¹⁾。

協議会では、1999 年よりこれまでに次のような事業を展開してきた^{11) 12)}。

- ①消費者に対する品種茶の PR 及び試飲による嗜好調査
- ②茶商・農協技術員による品種茶互評会
- ③品種導入の優良事例調査（県内外）
- ④産地における品種茶の導入実態と生産者の意向調査
- ⑤品種茶の流通調査及び茶商の意向調査
- ⑥品種普及啓発資料の作成と活用（ポスター、パネル、冊子、CDROM、等）
- ⑦「戦略品種」及び「今後推進すべき品種」の選定
- ⑧静岡茶市場に品種茶コーナー設置（2001 年より）

これらの事業展開により、品種茶を普及推進する上で参考となる資料が得られたとともに消費者、茶商及び生産者の品種茶に対する興味、関心が高まった。

7 静岡県茶業振興基本計画と戦略品種

静岡県における茶業振興施策は、1950 年以来数次にわたる中期計画に基づき展開されてきた。2001 年にスタートした静岡県茶業振興基本計画¹³⁾では、品種組合せの長期的な目標を地帯別に表 7 のとおり定めている。また、生産性のある茶園を維持するには経済樹齢及び廃園の状況から毎年 700ha の改植及び新植が必要であると指摘し、現実的数値として 250ha/年の改植、新植を当面の目標としている。新植、改植の推進に当たり品種導入を図るために戦略品種の施策を打ち出した。

表 7 長期的な品種組合せ目標¹³⁾

品種	早場地帯	中間地帯	山間地帯
早生種	30%	20%	10%
中生種	50	50	50
晩生種	20	30	40

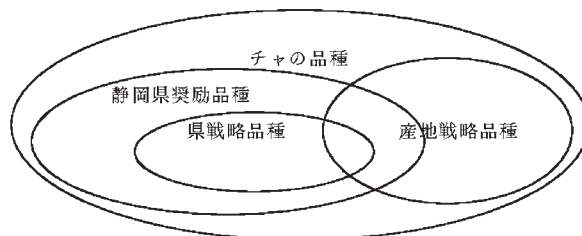


図 1 戦略品種の位置づけ¹³⁾

戦略品種は、県内各茶産地において「やぶきた」偏重を是正し特色ある産地振興を図るため計画的かつ積極的に普及推進する品種であり、県や市町村、農協等の茶業振興計画において指定される。県の戦略品種は、「山の息吹、おくひかり」が指定されている。産地戦略品種は、県奨励品種に限定せず、産地振興に相応しい品種を「やぶきた」以外の品種から独自に選定するものである（図 1）。

現在までに選定された市町村別の産地戦略品種は、表 8 のとおりである。品種別では「おくひかり」が最も多く 12 市町村が指定している。次いで 11 市町村が指定した「山の息吹、つゆひかり、さえみどり」が続いている。県奨励品種では、「おくひかり、山の息吹、つゆひかり、香駿、さやまかおり、やまかい、さわみずか」の 7 品種が、県奨励品種以外では、「さえみどり、おくみどり」など 9 品種が指定され、市町村毎に地域の特徴を活かした茶業振興を目指して品種が選定されている。また、県ではこれら戦略品種を導入する場合には、「茶改植等生産基盤整備事業」等の事業を優先的に活用できるとしている¹³⁾。

8 品種の普及状況と方向

静岡県における現在の品種普及状況を表 9 に示した。「やぶきた」に次ぐ「さやまかおり」が 2.1%でその他の品種は 1%にも至らず、「やぶきた」以外の品種が極めて少ない現状にある。しかし、近年では経済樹齢に達した「やぶきた」の改植に伴い他品種を導入するケースも増えている。現在動向が注目される品種の栽培面積を表 10 に示した。増加傾向にある品種としては、「おくひかり、山の息吹、おくみどり、めいりよく」などがある。また、今後増加が見込まれる品種としては、「つゆひかり、香駿、さえみどり」などが上げられる。「おくひかり」¹⁴⁾は耐寒性のある晩生品種として、「山の息吹」¹⁵⁾は

表 8 市町村別戦略品種（2002 年度現在）

市町村	戦略品種
沼津市	さえみどり、つゆひかり
富士市	さえみどり、つゆひかり
静岡市（清水地区）	さえみどり、つゆひかり、香駿、静 7132、おくみどり
静岡市（静岡地区）	山の息吹、さえみどり、つゆひかり、おくひかり、おくみどり
藤枝市	さえみどり、藤かおり
島田市	山の息吹、さえみどり、つゆひかり、おくひかり
岡部町	（煎茶）あさつゆ、さえみどり （かぶせ茶）山の息吹、ふうしゅん、めいりょく （てん茶）さみどり、ごこう、（玉露）さみどり、ごこう、やまかい
榛原町	山の息吹
相良町	さえみどり、つゆひかり、おくみどり
川根町	山の息吹、つゆひかり、おくひかり
中川根町	山の息吹、おくひかり
本川根町	香駿、おくひかり
掛川市	さえみどり、つゆひかり、あさつゆ
大須賀町	さやまかおり、かなやみどり
大東町	山の息吹、さやまかおり、かなやみどり
菊川町	山の息吹、つゆひかり、おくみどり
小笠町	山の息吹
浜岡町	つゆひかり
磐田市	山の息吹、さえみどり
袋井市	さえみどり、香駿、おくみどり
森町	山の息吹、おくひかり
豊岡村	おくみどり
天竜市	つゆひかり、香駿、おくひかり、おくみどり
春野町	ふうしゅん、さわみずか
龍山村	つゆひかり、おくひかり
浜松市	おくひかり
浜北市	おくひかり
細江町	おくひかり
引佐町	おくひかり

静岡県農業水産部お茶室

耐寒性のある早生品種として、特に中山間地において良質な茶ができることから、これら 2 品種は冷涼な中山間地を中心に着実に増加している（表 10、図 2）。「おくみどり」¹⁶⁾ は、1974 年に農林登録された品種であり、炭疽病に弱く荒茶は白茎が目立つという欠点を有する。しかし、「やぶきた」に近い内質を持つ晩生品種として、「やぶきた」との組合せ栽培に適することから、近年再評価されるようになり、鹿児島県を中心に増加しており、静岡県においても増加傾向にある（図 3）。「めいりょく」¹⁷⁾ は、中生品種であるが、良質多収の作りやすい品種で「やぶきた」に替えて導入するケースがみられる。「つゆひかり」¹⁸⁾ は、2000 年育成の新しい品種であり、多収性で炭疽病に強く水色が優れることから注目度は高い。「香駿」¹⁹⁾ はこれまでの緑茶品種には無いハーブ系の持続性のある芳香を有しており、自園自製自販を中心に特徴ある茶生産を目指す生産者に関心が強く、今後の増加が期待される。「さえみどり」²⁰⁾ は、寒害や凍霜害に弱い、良質の早生品種として高く評価されており、

表 9 静岡県の品種構成比（2001 年）

品種名	構成比	品種名	構成比
やぶきた	94.1%	おくひかり	0.4%
さやまかおり	2.1	するがわせ	0.3
おおいわせ	0.6	くらさわ	0.3
かなやみどり	0.5	おくみどり	0.3
やまかい	0.5	他	0.6
在来種除く		静岡県農業水産部お茶室	

表 10 静岡県における注目される品種の栽培面積（2001 年）

品種名	面積	品種名	面積
おくひかり	74.7ha	さえみどり	5.6ha
山の息吹	19.5	おくみどり	51.9
さわみずか	2.0	めいりょく	32.7
香駿	0.4	藤かおり	2.3
静岡県農業水産部お茶室			

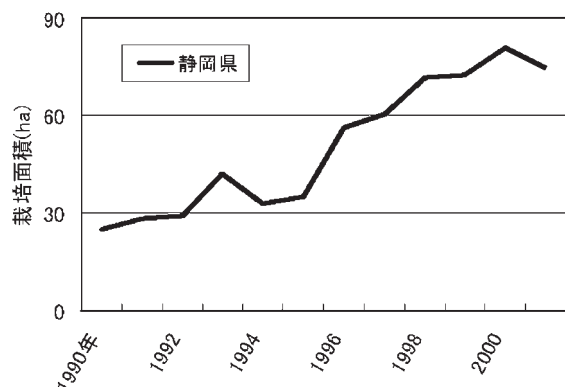


図2 ‘おくひかり’の栽培面積の推移
静岡県農業水産部お茶室

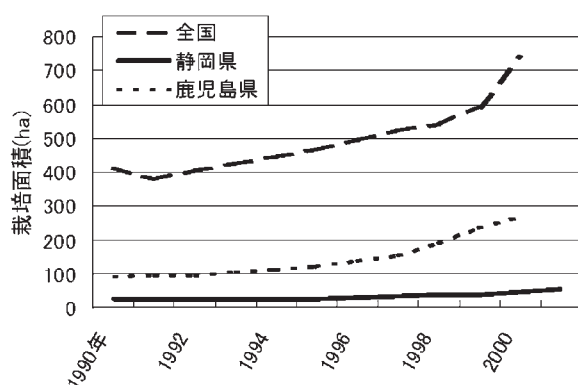


図3 ‘おくみどり’の栽培面積の推移
日本茶業中央会⁹⁾

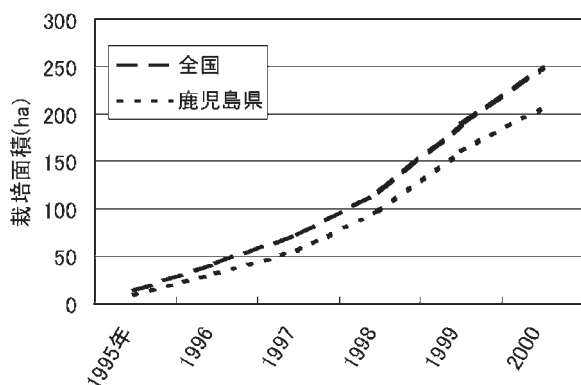


図4 ‘さえみどり’の栽培面積の推移
日本茶業中央会⁹⁾

鹿児島県において増加が著しく(図4)、静岡県においても凍霜害の心配の少ない温暖な地域への導入が進みつつある。

これまで、‘やぶきた’偏重の閉塞的な状況を打開するために、各種対策事業が展開されてきた。近年では業界各方面で‘やぶきた’以外の品種導入の重要性が再認識され、品種を取り巻く情勢がにわかに動きはじめてい

る。品種問題は、茶業の再生、活性化を図るために解決しなければならない重要課題であり、品種の多様化を促進するため、生産と流通販売の綿密な連携と行政の適切なバックアップが今後一層望まれる。

摘要

静岡県は1953年に品種登録された‘やぶきた’を初めとして、2000年育成の‘つゆひかり’まで18品種を育成した。1955年に静岡県茶奨励品種として8品種を指定し、以来、数次にわたる奨励品種の改廃を経て、現在は10品種が指定されている。

1970年代以降品種化が進んだが、‘やぶきた’偏重が顕著となり、摘採期集中等の問題が生じた。他品種の普及を図るため各種事業が展開された。

1999年に静岡県茶品種普及協議会が設置され、品種の宣伝普及事業を実施してきた。また、県は2001年から特色ある地域茶業振興を図るため戦略品種の施策を打ち出し、2003年までに27市町村において16品種の地域戦略品種が選定された。

引用文献

- 1) 大石貞男. 1983. 日本茶業発達史. 農山漁村文化協会: 338-348
- 2) 静岡県茶業組合聯合會議所編. 1937. 静岡県茶業史続編. 静岡県茶業組合聯合會議所: 364-375
- 3) 静岡県茶業組合聯合會議所編. 1944. 静岡県茶業史. 静岡県茶業組合聯合會議所: 239-240
- 4) 静岡県茶業会議所編. 1989. 静岡県茶業史第五編. 静岡県茶業会議所: 148-157, 570-575
- 5) 静岡県茶業会議所編. 1969. 静岡県茶業史第四編. 静岡県茶業会議所: 258-260
- 6) 静岡21世紀育種基本方針策定研究会. 2001. 静岡21世紀育種基本方針. 静岡県農業試験場: 177-179
- 7) 静岡県農業水産部茶業農産課. 1981. やぶきた偏重対策事業報告書. 静岡県: 2-58
- 8) 静岡県農業水産部お茶室(現). 1980-2003. 静岡県茶業の現状. 静岡県
- 9) 日本茶業中央会. 1990-2003. 茶関係資料. 日本茶業中央会
- 10) 静岡県農業水産部. 2002. 先進的茶業経営実証モデル事業報告書. 静岡県
- 11) 静岡県茶品種普及協議会. 2000. 平成11年度茶品種普及対策事業報告書. 静岡県茶品種普及協議会: 79-80
- 12) 静岡県茶品種普及協議会. 2001. 平成12年度茶品種普及対策事業報告書. 静岡県茶品種普及協議会: 1-22
- 13) 静岡県農林水産部. 2001. 静岡県茶業振興基本計画. 静岡県: 33-34
- 14) 中村順行・松浦健雄・日高保・倉貫幸一・大石貞男・伊藤英史. 1986. 煎茶用新品種「おくひかり」. 静岡茶試研報. 12: 23-32

- 15) 倉貫幸一・青野（柴田）真里子・永谷隆行・中村順行・日高保, 1977, 煎茶用の新しい早生品種「山の息吹（やまのいぶき）」, 静岡茶試研報, 21:1-11
- 16) 勝尾清・渡邊明・増田清志, 1975, 煎茶用新登録品種「おくみどり」, 茶研報, 43:1-12
- 17) 梁瀬好充・渡邊明・武田善行, 1986, 煎茶用新登録品種「めいりよく」, 茶試研報, 22:1-17
- 18) 小柳津勤・倉貫幸一・中村順行・日高保・青島洋一, 2003, 新しい煎茶用新品種「つゆひかり」, 茶研報, 95:1-15
- 19) 中村順行・永谷隆行・倉貫幸一・日高保・青野（柴田）真里子, 1999, 香味豊かな煎茶用新品種「香駿」, 静岡茶試研報, 22:23-33
- 20) 武田善行・和田光正・根角厚司・池田奈実子・近藤貞昭・八戸三千男・梁瀬好充, 1991, 煎茶用早生品種「さえみどり」の育成, 野菜茶試研報, B(茶業), 4:1-15

茶育種50年のあゆみ

武 田 善 行

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Course of the Tea Breeding for Fifty Years in Japan

Yoshiyuki TAKEDA

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

Summary

Tea breeding in Japan started after the beginning of the Meiji era. Nongovernmental breeding such as Hikosaburo Sugiyama played an important part in the early breeding. The systematical cross breeding between the Assam variety and the Chinese variety was first performed at the Chiran substation of Kagoshima agricultural station (designed station for breeding the black tea cultivar) in 1932. Cross breeding for green tea cultivars began after the World War II and many superior clonal cultivars have been raised and registered in the 1980s and afterwards. The registration system of new cultivars with Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries was applied to tea in 1953, and fifteen clones were registered that year.

The establishment of the cutting method of propagating tea accelerated the dissemination of the clonal cultivars. Though these clonal cultivars were planted widely after 1970s, demerits of the excess propagation of one cultivar, 'Yabukita', have been reflected in the decreased production and consumption of tea.

Recently new uses of tea other than for drinking, for example as food ingredients, in health supplements, in medicines, and industrial uses, are very promising. It is important to enrich genetic resources and to evaluate new strains with regard to these needs.

キーワード：チャ、育種、品種改良、日本、農林登録

1 はじめに

わが国の茶業を取り巻く環境はこの50年間で大きく変化してきた。これはチャの栽培、加工面だけではなく、利用面あるいは国際商品としての経済面でも同様である。チャの育種もこれらの要因と無関係に進められてきたものではなく、今後さらに密接な連携が求められている。このため、チャの命名登録制度が1953年に始まって以来50周年の節目にわが国のこれまでのチャの育種を振り返り、今後の方向について検討することは意義深いものと思われる。

2 初期の育種を支えた民間育種家

明治時代の中頃、チャの品種改良の試みはまず民間で

始められた。初めの頃は畑の中で早生あるいは晩生のチャの木が選抜された。静岡県榛原郡五和（ごか）村の小杉庄蔵は自分の茶畑で春先に特に早く新芽が伸びるチャの木を見つけ、極早生の「まきのはらわせ」を選抜した。茨城県猿島郡杣掛村の倉持三右衛門は早晩性の異なる「倉持早生」、「倉持晩生」を選抜している¹⁾。

特筆すべきは静岡県安部郡有度村の杉山彦三郎で、「八重穂」、「藪北」、「小屋西」、「六郎」など数百種に上る品種や系統を選抜するとともに、品種選抜の方法から取り木、挿し木技術の研究まで幅広く茶業界に貢献した。農林省茶業試験場の前田源吉は「茶業界」という雑誌の中で杉山彦三郎の偉大な業績を讃え、アメリカの著名な育種家ルーサー・バーバンク（1849～1926）に例え、同氏を茶業界のバーバンクと賞賛した¹⁾。

「やぶきた」は戦後その優秀性が広く認められ、チャ

に農林登録制度が初めて適用された 1953 年に茶農林 6 号に指定された、‘やぶきた’は在来種から栄養系の品種への更新が活発になった 1970 年頃から静岡県を中心に増殖され、現在では日本の全茶園面積の 76%強を占めるガリバー（寡占）品種になった²⁾。

このほかにも明治から昭和にかけて静岡県の富永宇吉、鈴木金蔵、杉村忠一、青木繁蔵、狩野敏男、山田久作、京都府の平野甚之丞などが実播きした茶園の中からそれぞれ特徴のある品種を選抜している。

その後、国や県の茶業試験場の品種改良が軌道に乗ると民間育種は次第に陰を潜めたが、わが国のチャの育種の草創期に果たした民間育種家の役割は大きかった。しかしながら、民間育種ではほとんどの場合既存の茶園の中から特徴のあるものを選抜する分離育種が中心であり、後に試験研究機関が行ってきたような広範な交雑育種は行われなかった。

3 組織的な育種の始まり

3.1 分離育種から交雑育種へ

チャの育種の記録を見ると、1878 年に国内茶産地から種子を集め、内藤新宿試験場で栽培試験が行われた記録があるが、組織的に行われるようになったのは、1890 年頃からである。当時、東京西ヶ原の農務局用地に 2 反 5 畝の茶園を開き、京都、静岡、滋賀、三重、高知、宮崎の各府県から種子を取り寄せて播種し、茶樹の比較・選抜が行われた。この中には多田元吉らによりインドから種子が導入され、愛知植物園で栽培されていたインド種（多田系インド種）から採取された種子なども含まれていた。この比較試験から後にわが国の代表的な紅茶用品種となった‘べにほまれ’（茶農林 1 号）、煎茶用品種の‘あさつゆ’（茶農林 2 号）、‘みよし’（茶農林 3 号）、‘たまみどり’（茶農林 4 号）などが選抜された³⁾。

チャの交雑育種は他の木本性作物に比べて早い時代に開始された。交雑育種の基礎となる植物での受精現象はわが国では蘭学の導入によって始まったが、その歴史は意外に浅く 1800 年代になってからである。稲、麦類などの主要穀物で交雑育種が始まったのが、1890 年代であったのを考えると木本性作物のチャで既に 1932 年に組織的な交雑育種が始まったことは特筆に値する。この交雑育種が組織的に行われるようになった切っ掛けは当時国際商品として流通性の高かった紅茶の国内生産と密接に関連がある。

3.2 紅茶用品種育成の果たした役割

明治以来日本の茶産業は輸出に大きな関心をもってきた。このため茶の輸出振興を図るためには世界中で消費されている紅茶に目をつけ、良質な紅茶用品種を育成することが国家的なプロジェクトになった。そこで、紅茶品質の良いアッサム種（大葉種）と耐寒性の強い日本在

来種（小葉種）との交配育種が企画された。農林省は 1929 年に鹿児島県に紅茶の品種改良のための指定試験地を設け、わが国で栽培可能な耐寒性の強い良質な紅茶用品種を育成するための組織的な試験が始まった。

交雑育種の成果は戦後まもなく現れ、‘はつもみじ’（茶農林 13 号、1953 年）、‘べにたちわせ’（茶農林 14 号、1953 年）、‘あかね’（茶農林 15 号、1953 年）、‘べにかおり’（茶農林 21 号、1954 年）、‘さつまべに’（茶農林 25 号、1960 年）、‘べにひかり’（茶農林 28 号、1969 年）などの紅茶用品種が育成された。この交雑育種は分離育種が中心であった緑茶用品種の育種にも戦後本格的に適用された。しかしながら、緑茶用品種での交雑育種の成果は、紅茶用品種に比べて遅く、1970 年代半ば以降になってからである。現在ではこのような交雑育種の成果の蓄積により、多収性や高品質だけではなく、早晩性や耐病虫害性などの特性を備えた優秀な緑茶用品種が続々と育成されるようになった。

4 育種支援技術の発達

チャの育種を効率的に進めていくためにこれまで多くの技術開発が行われてきた。その中でも最も重要な育種支援技術は挿し木技術の確立と煎茶及び紅茶品質の高い個体の早期選抜法の開発である。

4.1 品種化を促進した挿し木技術

昭和の初め頃まではチャの木は移植困難な植物とされていた。挿し木も非常に難しく、このため 1950 年代までは実生繁殖が多く行われていた。チャの木は自家不和合性のため自分と同じ品種の花粉がかかっても多くの場合受精して種子を作ることが出来ない。このため同じ品種から採取して種子を播いても遺伝的には雑ばくになっている。栄養系品種が普及する前のわが国の在来茶園はほとんどが実生茶園であったことから、宇治種とか静岡種あるいは川根種などと呼ばれていても色々な遺伝的性質を持った雑種集団であった。

挿し木繁殖は明治時代から杉山彦三郎など多くのの人々によって試みられていたが、成功率が低く、実用の域には達していなかった。このような中で、1935 年に奈良県農業試験場茶業分場の押田幹太が「茶樹の挿木繁殖と育苗」という論文を発表し、チャの挿し木繁殖の基礎がつくられた⁴⁾。京都大学の竹崎嘉徳教授も同年に発表した「日本茶業の将来と茶樹品種の育成」という論文の中で、茶業の将来には品種が重要であることを強調している⁵⁾。このような状況を受けて農林省は助成事業で奈良、静岡、宮崎、埼玉、鹿児島各県に指定原種圃を設け、優良品種の増殖と各県への配布事業が始まった。

戦中・戦後の混乱により茶業技術の停滞はあったが、1955 年頃には茶樹の生理・生態の研究が進み、また寒冷沙などの化学繊維や土壌消毒などが行われるようになっ

てチャの挿し木技術が確立された。今日では誰でも行える容易な技術となった挿し木技術の確立により、チャの品種の持つ価値はこれまでとは比べものにならないほど大きなものになった。

4.2 品質の早期選抜法の確立

チャは木本性の永年生作物であることから、チャの育種には長年月がかかる。このため、緑茶用品種および紅茶用品種の効率的な育成のためには早期検定技術の開発が重要となり、これについての一連の研究が1960～1970年代にかけて行われた。

煎茶の加工では、生葉2kgを用いて作る少量製茶機は当時既に開発されていたが、育種の個体選抜に使うためにはさらに微量の生葉で品質検定ができる粗揉機の開発が必要であった。このため20gの生葉あるいは50gの生葉で製造可能な微量製茶機が開発され、従来の2kg製茶機で作った製品と比較が行われた。その結果、色沢、香氣、水色、滋味、内質合計とそれぞれ0.6前後の高い相関が得られたことから十分実用的に利用できることが明らかにされた⁶⁾。

一方、紅茶品質の早期検定のための技術開発では、クロロホルムテストによる検定があげられる。これはチャの新芽をクロロホルムの蒸気に曝して、紅茶品質を葉色の変化をもとに発酵性の良否を検定し、間接的に推定する方法である。また、紅茶品質の直接検定では、20gの少量の新芽を萎凋させることなく生葉でらいかい（摺り潰す）し、発酵、乾燥の工程で製造し、検定する生葉らいかい法が開発された⁷⁾。

これらの技術により、煎茶の品質検定では定植後3年目から、紅茶の品質検定では2年目にクロロホルムテスト、3年目に微量生葉らいかい法での検定が可能となり、育種年限の短縮と同時に育種の初期段階で多くの材料を扱うことが可能になった。

5 育種体制と品種登録制度

5.1 育種組織

チャの育種は独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所（金谷町、枕崎市）、埼玉県農林総合研究センター茶業特産研究所（入間市）、宮崎県総合農業試験場茶業支場（川南町）の4カ所、系適試験は京都府立茶業研究所など5カ所、特性検定試験は静岡県茶業試験場（もち病）、鹿児島県茶業試験場（裂傷型凍害）の2カ所で行われている（図1）。この他に、滋賀県、奈良県、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県などで県単により系適試験が行われている。

品種育成は静岡県、三重県、京都府、鹿児島県でも地元で普及できる品種を中心に育種が行われており、育成された品種は種苗法に基づき品種登録が行われている。

5.2 育種指定試験事業の貢献

指定試験事業とは「国が行う必要がある試験研究のうち、国の試験研究機関が置かれている立地条件から実施困難な課題について適地の都道府県の試験研究機関を指定し、国からの委託事業として実施しているもの」と位置付けられている。

指定試験事業では1929年に始まった紅茶の指定試験事業がある。この事業は1961年に設立された農林省茶業試験場枕崎支場に引き継がれ、その役目を終えたが、この事業を通して戦後多くの紅茶用品種が育成されるなど、交雑育種の成果として高く評価されている。

チャの指定試験（育種）は、現在、埼玉県（埼玉県農林総合研究センター茶業特産研究所、1951年～）と宮崎県（宮崎県総合農業試験場茶業支場、1958年～）で実施されている。埼玉県農林総合研究センター茶業特産研究所では主に冷涼地、中山間地向けの耐寒性の強い緑茶用品種を育成するために設置されており、これまでに‘さやまみどり’（茶農林5号、1953）、‘おくむさし’（茶農林26号、1962）、‘さやまかおり’（茶農林31号、1971）、‘とよか’（茶農林33号、1976）、‘ふくみどり’（茶農林36号、1986）、‘ほくめい’（茶農林43号、1992）、‘むさしかおり’（茶農林46号、1997）、‘さいのみどり’（茶農林50号、2003）などの多くの優良品種が育成された。特に、‘さやまかおり’は耐寒性品種を育成する場合の交配親として現在でも数多く用いられている。

宮崎県総合農業試験場茶業支場は、暖地向けの緑茶用品種及び釜炒り茶用品種育成などを行うために設置されており、これまでに‘やまなみ’（茶農林27号、1965）、‘うんかい’（茶農林29号、1970）‘みねかおり’（茶農林38号、1988）などの釜炒り茶用品種をはじめ、‘みなみかおり’（茶農林39号、1988）、‘みなみさやか’（茶農林42号、1991）、‘さきみどり’（茶農林47号、1997）、‘みやまかおり’（茶農林51号、2003）、‘はるもえぎ’（茶農林50号、2003）など多様な品種育成で大きな役割を果たしている。

5.3 品種登録制度と育種家の保護

新品種の登録には農林登録（命名登録）と種苗法に基づく品種登録がある。農林登録とは、農林水産省の試験研究機関（交付金を受けている独立行政法人を含む）や都道府県の指定試験地が育成した優良系統に名前をつけて農林水産省に登録する制度である。

農林登録制度は1929年から始まり、はじめは稲、麦などの主要作物だけであったが順次対象を広げ、チャでは1953年から始まっている。

農林登録品種は農林水産省がその品種の優秀性を認め、国内での普及を図ることを目的とした制度であることから、登録の主な要件は優秀性、特性の均一性と特性の永続性などが必要となる⁸⁾。

チャの農林登録制度は挿し木技術が確立された時期と

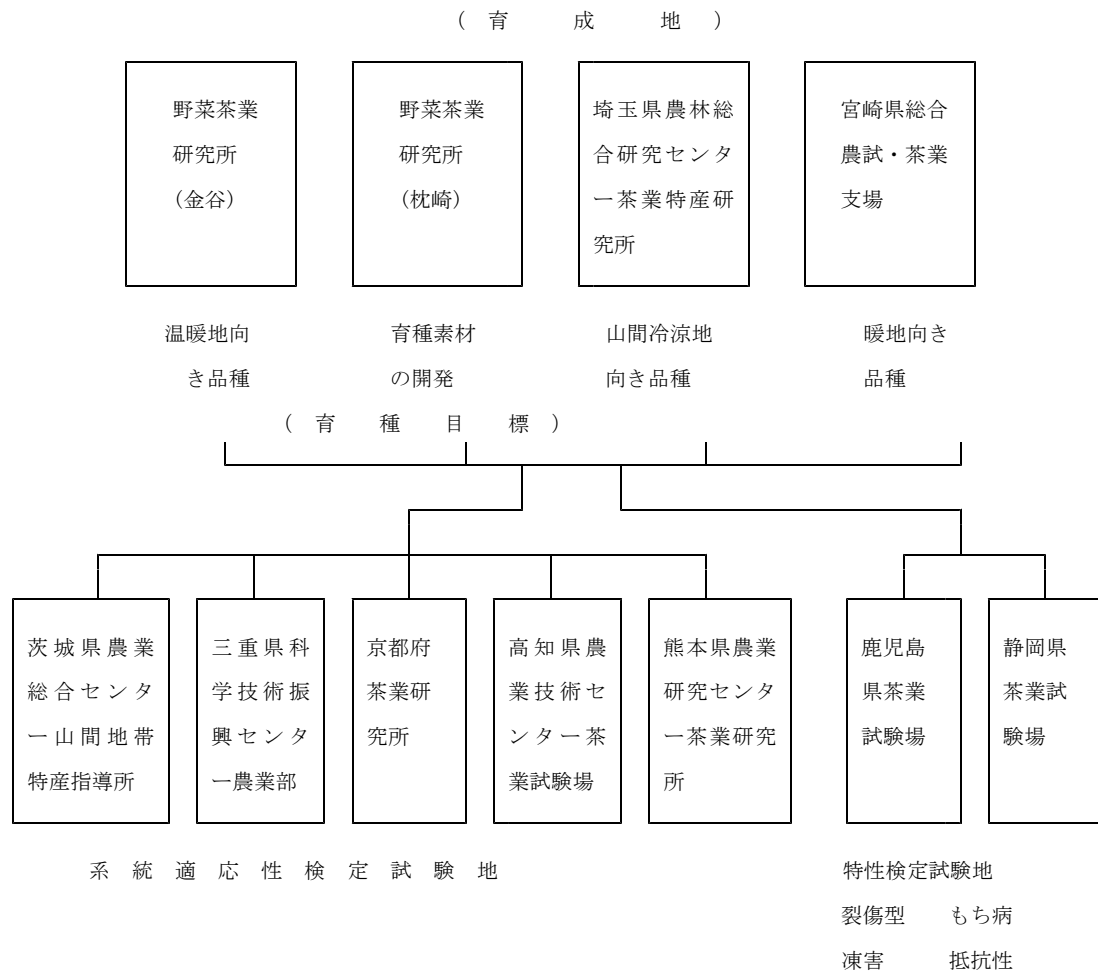


図1 チャの育種組織

育成地は交配等を行って有望系統を作出する。
 系統適応性検定試験地は配布された系統について各地域の適応性を検定する。
 特性検定試験地は特定の障害について配布された系統を検定する。

相前後する 1953 年に発足し、同年それまでの優良品種のうちの 15 品種が登録された。この中には 1932 年に交配された‘はつもみじ’など紅茶用の 4 品種も含まれていた。

ここに挿し木技術の確立と優良品種が結びつき、その後のわが国の茶園は挿し木技術の確立＝品種化の構図で次第に在来種から栄養系の品種茶園に変化していった。

農林登録制度は国の機関が育成した優秀な品種を広く農家に利用してもらうために設けられた制度であるため育成者の権利には言及していない。しかしながら、1978 年に種苗法が制定されたことから農林登録品種は種苗法に基づく品種登録にも併願して育成者の権利が保護されるようになった。

品種登録の要件は未譲渡性、新規性、特性の均一性と永続性などである。農林登録と大きく異なるところは、未譲渡性の厳密な適用と優秀性の要件がないことである。これは優秀性の概念が時代あるいは何を対象にするかに

よって異なることによるからである。

6 優良品種の普及は‘やぶきた’の普及

6.1 ‘やぶきた’偏重の光と陰

緑茶の生産は在来種から挿し木繁殖された優良品種への転換が進み、生産力だけでなく品質も大幅に向上した。特に、鹿児島県を中心とした南九州では 1971 年の紅茶の輸入自由化に伴い紅茶用品種から緑茶用品種への大転換が 1970 年代に行われた。静岡県でも少し遅れて 1975 年頃から‘やぶきた’を中心とした品種化が積極的に進められた。

品種化されると一つの茶園は全部が遺伝的に同じ品種であることから一斉に芽が出て、一斉に摘採が可能となる。これは茶の品質を格段に向上させると同時に、摘採の機械化を促進させた。また、摘採の機械化により均一な新芽が大量に供給されるようになると製茶機の改良も

急速に進んだ。このように品種化はわが国の茶業の近代化に大いに貢献した。

わが国の茶園の品種化の特徴は、主に‘やぶきた’が植えられ、次第に全国に広まっていったことである。このため品種化は同時に‘やぶきた’化を意味することになった。これにより実生の在来種は急激に減少し、現在では‘やぶきた’が全国の茶園面積の76%強、38,400ヘクタールを占めるに至った²⁾ (図2)。

‘やぶきた’が何故このように突出して植えられたかについては色々な意見があるが、第一に緑茶として品質及び収量が当時の品種の中では優れていたことがあげられる。また、摘採期が中生で晩霜害の被害も比較的少なく、栽培し易かったこともあげられる。しかしながらこのような単一品種の大規模栽培は功罪両方を持つ両刃の剣であり、‘やぶきた’の場合も例外ではなく、様々な弊害が次第に顕著になってきた。

6.2 何故チャの新品種は普及しないのか

煎茶用の品種は2003年末現在農林登録だけでも35品種あり、これに府県あるいは民間の育成品種を加えると50品種以上になる。しかしながら、上記のように在来種が減少し、育成品種が新植される中で‘やぶきた’だけが急激に増え、その他の品種はほとんど増えていない。これは在来種が減少した1960年代後半には‘やぶきた’の優良性が広く認知されていたことによるが、同時に、この時代には‘やぶきた’に匹敵する優良品種がほとんどなかったことも大きな要因である。

煎茶の交雑育種の成果は1980年頃から大きく開花をみたが、この頃までには‘やぶきた’は既に相当植えられており、‘やぶきた’を抜根してまで新規の優良品種を植えるメリットは成園までに5～6年かかるチャではほとんどなかったことも要因となっている。

このような現象は木本性作物の一つの特徴であるが、

チャの場合には果樹などと違って収穫物を直接消費するのではなく、加工され、製品はブレンドされるために品種の特徴が発揮されにくい特性がある。さらにこれに加えて、この頃になると製茶機の処理能力が大きくなり、10aや20a植えても結局は合葉して製茶しなくてはならず新品種の有利性自体も発揮しにくいことがあげられる。このため、新品種の普及は小規模な自園自製自販農家に限られ、優秀な品種でも一般に広く栽培されるようになるには育成から普及まで相当のタイムラグが認められている。このような例は最近の‘おくみどり’の普及でも明らかである。また、‘やぶきた’も育成から50年以上も経過してやっと普及した品種であることを考えると新品種の育成は現在だけでなく将来の需要も見据えたカタログを作ることにあるのかもしれない。

7 茶育種の今後の方向

7.1 育種目標の多様化

茶はこれまで飲料としての用途が中心であり、チャの育種もこれを対象に良質、多収が最大の育種目標であった。しかしながら、環境保全型農業の重要性が認識されるようになると、茶業においても農薬や肥料を削減するために耐病虫性品種や少肥適性品種の育成が重要な育種目標になってきた。

さらに、最近では茶の持つ機能性成分が注目されており、カテキン類の含有量の多い品種や抗アレルギー活性の高いカテキンなどが育種目標になってきた。その他には、低カフェイン品種の育成、高アントシアニン含量の品種育成など従来の育種では考えられなかった需要がでてきている。今後、さらに茶の食材への利用をはじめ、染色など各種工業製品への利用や医薬、保健食品への利用などが考えられ、育種目標の多様化が明確になってきた⁹⁾ (図3)。

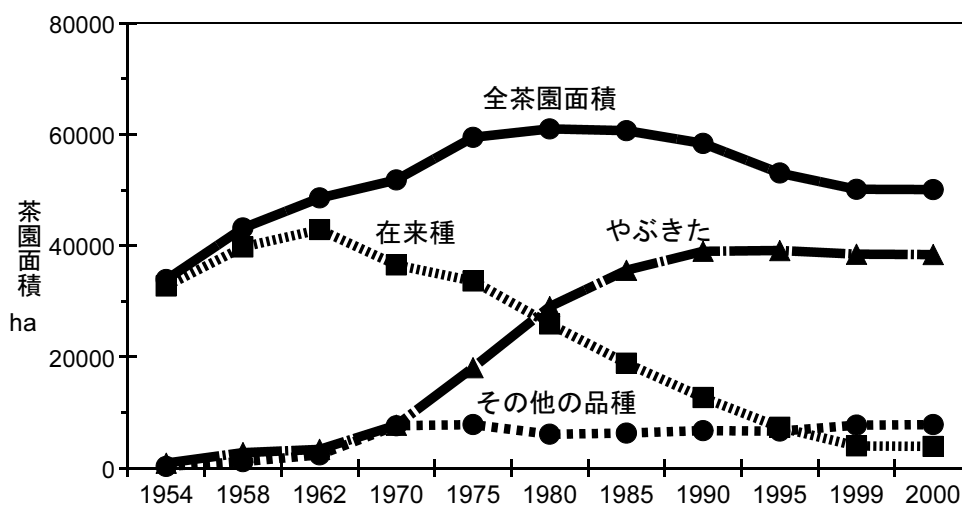


図2 ‘やぶきた’の普及

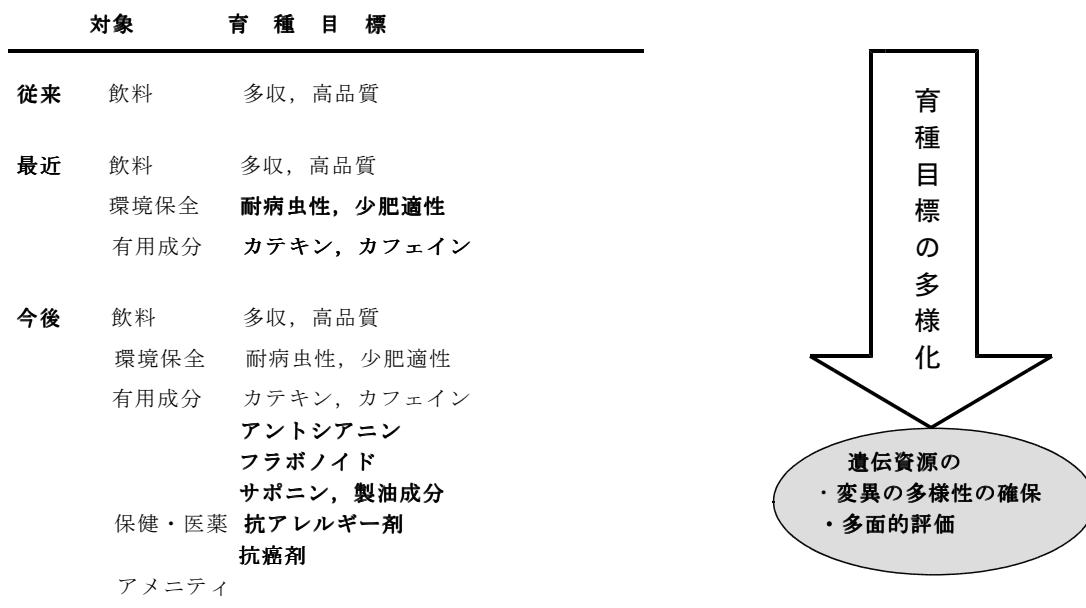


図3 チャの育種目標

7.2 遺伝資源の充実と多様な評価

遺伝資源の定義は、現状では「遺伝的特性を持った生物個体で、少なくとも人類にとって有用なもの、あるいはその可能性のあるものである。直接利用できるものもあるが、多くはそれを基に品種改良を行う育種素材として重要である。具体的には品種、系統のほかに種子、花粉、卵、カルスなどが含まれる」となる。今後、遺伝子そのものが容易に単離されるようになると、これは非常に有力な遺伝資源になりうる¹⁰⁾。

7.3 育種効率を高める検定法と DNA マーカーによる選抜

遺伝資源として利用するためには、形質の評価が最も重要であり、評価の出来ていない遺伝資源は遺伝資源ではなく単なる保存材料にすぎない。このためできるだけ多くの形質について特性が把握されていることが必要である。そのためには病虫害抵抗性検定や成分分析など特性の評価のための手法の開発が重要であり、今後様々な分野との密接な連携が求められている。

また、DNA マーカーによる選抜は長年月を要するチャなどの木本性作物の育種には非常に有効な手段である。このため今後この分野は最も力を入れて取り組む必要がある。

なお、DNA マーカーによる選抜は簡易検定が困難な形質に特に有効であることから、現在進められているクワシロカイガラムシ抵抗性育種での DNA マーカーによる選抜ではその成果が期待されている。

7.4 育種体制の整備

チャの育種は前述のように野菜茶業研究所（金谷・枕崎）をはじめ、指定試験地、系適・特性検定試験地など

に支えられてオールジャパンの体制がとられている。しかしながら、チャの育種目標も次第に多様化してきていることから、多様な育種目標に対応した品種育成には必ずしも現在の飲料を中心とした育種体制だけでは対応が難しくなっている。

さらに、品種登録上の問題では、国（独立行政法人組織の研究機関も含む）が育成した品種も用途に応じて農林登録と種苗法に基づく品種登録をさらに柔軟に使い分け、品種の速やかな普及と育種家の権利保護の両立を図っていく必要がある。今後育種の成果を上げるためには遺伝資源の充実というハード面の整備とともに、育種体制というソフト面での整備もまた重要な要素である。

摘要

わが国のチャの育種は明治時代になって開始された。初期の育種では杉山彦三郎など民間育種家が大きな役割を果たした。組織的な育種が開始されたのは昭和になってからである。特に、鹿児島県農業試験場知覧分場で行われた紅茶用品種育成のための交雑育種は大きな成果をあげた。戦後緑茶用品種でも本格的に交雑育種が始まり、1980 年代以降多くの優良品種が育成されるようになった。

品種登録制度は 1953 年に茶にも摘要されるようになり、同年に 15 品種が登録された。現在は 52 品種が登録されている。品種の普及には 1950 年代に確立された挿し木繁殖技術が大きな役割を果たした。1970 年代以降わが国の茶園の品種化が急速に進み、生産量と品質が大きく向上したが、現在は‘やぶきた’一品種の寡占状態によりいろいろな弊害が見られるようになった。

茶は最近飲料以外にも用途が拡大し、これらの分野は今後有望なマーケットになると予想される。このため育

種目標が次第に多様化してきており、今後遺伝資源の充実とその利活用のための評価が重要となる。

引用文献

- 1) 静岡県茶業会議所編. 1973. 杉山彦三郎翁伝. 静岡県茶業会議所：83－121
- 2) 日本茶業中央会編. 2003. 平成 15 年度版茶関係資料. 日本茶業中央会：1－26：127－136
- 3) 武田善行. 1993. 茶遺伝資源の導入と利用（2）明治時代. 茶. 46（7）：10－14
- 4) 押田幹太. 1936. 茶樹の挿木繁殖と育苗. 茶業組合創立 50 周年記念論文集. 茶業組合中央会議所：123－192
- 5) 竹崎嘉徳. 1936. 日本茶業の将来と茶樹品種の育成. 茶業組合創立 50 周年記念論文集. 茶業組合中央会議所：105－118
- 6) 勝尾清・渡辺明・増田清志. 1974. 煎茶品質の早期検定法. 茶試研報. 9：73－110
- 7) 烏屋尾忠之・勝尾清・家弓実行・松下繁・安間舜. 1971. 紅茶品質の早期検定法の確立. 茶試研報. 7：1－55
- 8) 松尾孝嶺. 1987. 育種学. 養賢堂：21－30
- 9) 武田善行. 2002. わが国チャ遺伝資源の多様性とその育種への利用に関する研究. 野茶研報. 1：97－180
- 10) 田中正武ら編. 1989. 植物遺伝資源入門. 技法堂出版：1－8

茶育種指定試験事業（宮崎県）の軌跡と現状

長 友 博 文

宮崎県総合農業試験場茶業支場

The Locus and the Present State of Tea Breeding Examination Entrusted by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in Miyazaki

Hirofumi NAGATOMO

Tea Branch, Miyazaki Prefectural Agricultural Experiment Station

キーワード：チャ、育種、品種、指定試験、育種年限短縮、クワシロカイガラムシ抵抗性、釜炒り茶

1 緒 言

宮崎県総合農業試験場茶業支場は、1913年に宮崎県農事試験場茶業部として発足した。1929年には現在地に宮崎県農事試験場川南分場として移転し、育種を含めた本格的な試験研究を開始した。茶の農林登録が始まった1953年には、釜炒り茶用品種として‘たかちぼ’が農林登録された。1958年からは茶育種指定試験地として育種事業に携わり、これまでに合計で9品種を育成している。

宮崎県で行っているチャの育種法は「宮崎方式」と呼ばれる独特のもので、上野ら¹⁾が育種規模の拡大及び育種年限の短縮に取り組んで1982年に確立したものである。現在は、この育種法を改善しながら品種育成を進めるとともに、クワシロカイガラムシ抵抗性検定法や釜炒り茶適性評価法の開発など新たな取り組みを行っている。今回は、宮崎県における茶育種の概要について報告する。

2 宮崎県における茶育種目標の変遷

宮崎県の茶育種指定試験事業は、1935年から実施してきた茶原種ほ事業（農林省指定）において育成収集された育種素材及び九州農業試験場茶育種研究室から引き継いだ釜炒り茶用の素材を用いて1958年に開始された。当初は、販路を北アフリカに想定した「輸出向き釜炒り茶用品種の育成」が育種目標で、育種素材としては中国変種、アッサム変種が多く用いられ、後に‘やまなみ、うんかい’が育成された。

その後、釜炒り茶の輸出が不振となり、国内需要も煎

茶へと大きく変化したため、育種目標も1964年に釜炒り茶を対象を限定しない「暖地向き緑茶用品種の育成」に変更された。1976年には他の育成地との役割分担から「暖地向き中晩生品種の育成」に改訂された。さらに、1993年の「作物育種推進基本計画」の見直しに伴い、「暖地向け耐寒性、耐凍性、病虫害抵抗性、良質多収中晩生品種の育成」とした。

2003年には指定試験地における重点研究課題（育種目標）の見直し及び中期目標の設定について検討が行われ、中晩生品種に限定しない「暖地向け高品質、耐寒性、病虫害抵抗性品種の育成」に改訂され、収穫労力分散のための優良品種の育成、病虫害複合抵抗性品種（クワシロカイガラムシ、炭疽病、輪斑病）の育成、釜炒り茶用高品質・多収品種の育成に取り組んでいる。

3 宮崎県における育種法改善の取り組み

3.1 育種規模の拡大

チャは、ひとたび定植されると30～40年間は改植されないため、品種の導入に際しては、品質、収量性、耐寒性（赤枯れ、青枯れ、裂傷型凍害）、耐病虫性（炭疽病、輪斑病、もち病、クワシロカイガラムシ）など多数の形質が選定の対象となり、また要求される水準が高い。このような多数の優良形質を合わせ持つ個体の出現頻度を高めるためには、優秀な形質をもつ交配親の利用はもとより、大きな雑種集団を供試することが必要である。

一般にチャの交配操作は、1花ごとに除雄—交配—袋掛け—標識付けを行うため、多くの労力を要し、また、結果率が10～30%程度と低く、1果当たりの種子粒数も

少ないため、多数の種子を得るのが困難である。そこで、宮崎県では開花期に白寒冷紗で母樹全体を被覆し訪花昆虫を防ぐとともに、1群の種子親に対し1つの品種・系統を花粉親として交配することで、除雄、袋掛け、標識付けを省いている(図1)。チャは自家不和合性のため、自殖種子の比率は数%にすぎず、その発芽率も低い²⁾。また、寒冷紗で母樹全体を被覆した場合、風媒による結実と考えられる種子の比率は、隣接品種との距離が4mの場合に5~20%程度で、さらに、これらのほとんどが1粒果であるため、1粒果を除いて採種すれば90%以上が目的とする種子であり、茶育種事業を進める上で支障はない¹⁾。

この方法により、交配、個体選抜試験、栄養系比較試験(以下、系比試験)の規模をそれぞれ従来の約10倍に拡大し、毎年20,000~30,000花の交配を行うとともに、密植栽培をすることで20,000粒以上の種子を播種し、200栄養系を定植することが可能となった。現在は選抜の効率化及び作業の省力化を図るため、毎年の播種粒数を4,000~6,000粒に、系比試験での定植数を毎年約90栄養系に抑えているが、それでも従来の約4倍の供試数である(図2)。

3.2 育種年限の短縮

生産者や消費者の多様なニーズに対応していくためには、育種年限をできるだけ短縮しなければならない。育種年限を短縮することは、育種の世代回転を高めることにつながり、育種効率を高めるために必要である。

1972年に総括検討会議育種部会で決定された育種要綱に基づいて実施されている従来の育種方式(図2)では、毎年約3,000花の交配を行い、翌年採種した種子を温室内のポットに播種後、1年間養成し、その中から生育等の優れた個体を圃場に定植し、6年間個体選抜試験(生育等による1次選抜、品質等による2次選抜)を行い、そこで選抜された約20系統について挿し木育苗する。1年間の育苗の後、6年間の系比試験で品質・収量・生育等の選抜を行い、この中から概ね1系統を栄養系適応性検定試験(以下、系適試験)に供試するというものである。この方式では、交配から系適試験地に穂木を送付するまでに17年、農林登録するまでには25年を要している。

宮崎県では、温暖な気象条件を活かして、交配後、採種した種子を直接圃場に播種することで、個体選抜期間の短縮と作業の省力化を図っている(図3)。さらに、芽葉の形質等については、個体とその栄養系との間の相関が高く^{3, 4, 5)}、また、栄養系の新芽の色と製茶品質の間に高い相関が認められることから⁶⁾、個体選抜段階での製茶品質の特性検定を省略し、新芽の色、生育、耐寒性、耐病性で選抜を進めている。これにより、従来方式では8年を要していた播種から個体選抜までを3年で完了している。また、育苗段階では、ポット育苗することによ

り定植の際に根の切断のない1年生苗を供試し、植え傷みを防止し、初期生育の促進を図っている(図4)。さらに、系比試験段階でも少量製茶機の利用、耐寒性・耐病性検定法の活用等により、育苗を含め5カ年で系適試験供試系統を選抜することが可能となっている。

これらの取り組みにより、従来より7年短い交配後10年で系適試験地に穂木を送付することが可能となり、農林登録までの期間も18年に短縮できた。

3.3 選抜の効率化

3.3.1 宮崎県で実施している特性評価

「宮崎方式」による育種法では多数の交配が可能となり、播種できる種子の数も大幅に増加した。この多数の雑種集団の中から目的の個体、栄養系をスクリーニングするためには、製茶品質、耐病性、耐寒性等について効率的に選抜を行う必要がある。

製茶品質(煎茶)については、原料がわずかしかとれない生育初期の段階から多くの栄養系の品質評価を行う必要があるため、育種部門では従来から微量製茶機が利用されている。本機の利用により宮崎県では、系比試験での製茶品質の評価が定植後2年目から可能となっており、1心3葉の折り摘み原料で、1栄養系当たり8サンプル(圃場反復2、製造反復2、茶期2)を製造し、毎年約200栄養系の評価を行っている。さらに、製茶品質の評価については、一般に実施されている合議制の審査よりも、個別審査の平均値で評価した方が精度が高いこと⁷⁾、微量製茶機を利用して反復数を多くとることで、評価年数が短くても誤差が少なく、品種間差が明瞭であること⁸⁾を明らかにし、可視形質の外観・水色以外の香気及び滋味について個別審査を採用している。

主に初冬期に幼木の地際部が凍結により亀裂を生じ、その後の生育に致命的な被害を及ぼす裂傷型凍害は、寒冷地よりむしろ南九州などの暖地で問題になっている。1971~1977年には、農林水産省茶業試験場枕崎支場、鹿児島県茶業試験場、宮崎県総合農業試験場茶業支場で研究会が設けられ、その発生実態、発生要因、抵抗性検定法、防止対策等が明らかにされた。それ以降、育種目標の一つとして裂傷型凍害抵抗性が付け加えられ、1978年からは鹿児島県において系適試験供試系統を対象に特性検定試験が実施されている。宮崎県でも系比試験及び系適試験において、定植2年生(毎年約100栄養系)を対象に人為低温処理による検定^{8, 9)}を行っている。

成葉の寒害については、県内では釜炒り茶地帯の西臼杵地域で多く発生している。茶業支場の冬季の年最低気温極値の平均は-7℃程度であり、毎年、成葉の黄化や黒紫色への変色が確認でき、これを基に毎年、全栄養系の評価を行っている。

輪斑病については、自然条件下では気象条件の影響を受けやすく発生が不安定なので、輪斑病菌の付傷接種による検定¹⁰⁾を行っている。検定は、系比試験及び系適試



図1 「宮崎方式」での交配方法

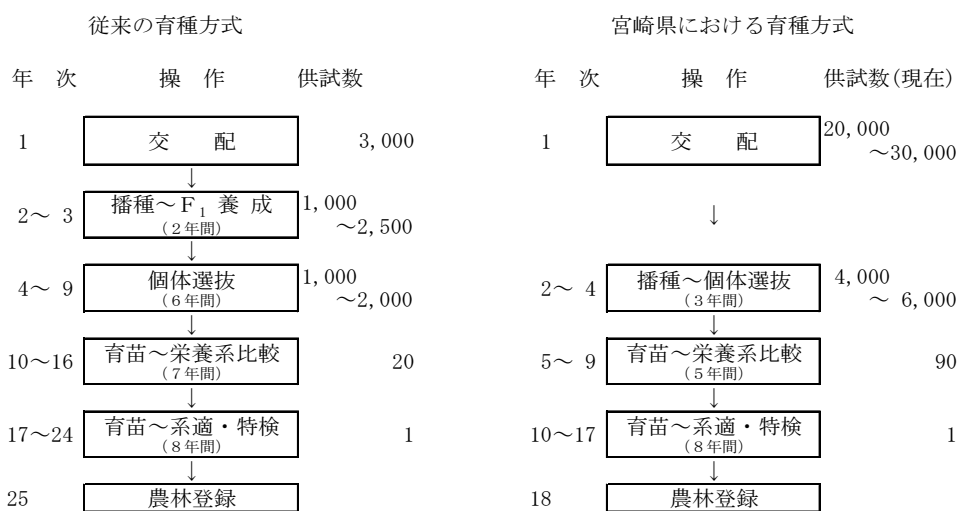


図2 宮崎県におけるチャ育種方式



図3 露地へ直接播種



図4 ポット育苗の状況

験において、定植2年生(毎年約100栄養系)を対象にしている。

炭疽病発生の品種間差異は明瞭である。当支場育種科では圃場への殺菌剤散布を一切行わないので、炭疽病感受性の栄養系では二番茶期後及び秋芽伸育期には発病がみられ、毎年この時期に全栄養系で発生量を調査している。

3.3.2 新たな特性評価法の開発

クワシロカイガラムシは、樹冠内部に寄生するうえに

防除時期が短期間に限定されることから、防除するのが困難な害虫である。宮崎県でも栽培面積の40%程度で発生しており、その防除対策が重要な課題となっている。これまでに、品種によってその発生程度が異なることが知られており、圃場における品種間差異については古野ら¹¹⁾により明らかにされた。

育種分野では、クワシロカイガラムシ抵抗性品種の育成が重要な課題であり、抵抗性系統選抜のための検定法

の開発が求められていた。このため 2000 年から試験に取り組み、クワシロカイガラムシをチャの苗に放飼した場合、抵抗性品種では感受性品種に比べ、幼虫の生存率が低く推移すること、体長が小さいこと、発育が遅延すること、卵生産能力が低下すること（図 5）を明らかにした^{12, 13)}。また、圃場でのクワシロカイガラムシ発生程度と推定生涯産卵数との間に高い相関が認められることから（図 6）、2002 年に卵数を指標とした抵抗性検定法¹⁴⁾を開発した。この検定法を用いて 42 品種・系統のクワシロカイガラムシ抵抗性を評価した結果（表 1）、緑茶用品種では‘みなみさやか’、‘さやまかおり’が強度抵抗性品種、‘うんかい’、‘みねかおり’も実用上十分な抵抗性をもつと判断された。また、現在育成中の‘宮崎 23 号’、‘宮崎 25 号’も強度抵抗性をもつと考えられた。

釜炒り茶は、宮崎県、熊本県など、九州の中山間地域を中心に生産されている。宮崎県では 1963 年まで「釜炒り茶用品種の育成」を育種目標として取り組んでおり、釜炒り茶用品種として‘たかちほ’、‘やまなみ’、‘うんかい’、‘みねかおり’を育成している。しかし、その後は、釜炒り茶に限定しない品種育成が育種目標となったこともあり、煎茶用に育成された品種について釜炒り茶適性を確認する程度にとどまっている。

近年、嗜好の多様化が進む中で、香気に特徴をもつ釜炒り茶に対する関心が全国的に高まっており、生産者からも釜炒り茶用品種の育成を望む声が大きくなっている。しかしながら、少量製茶の標準機である 1kg 型製茶機では必要となる生葉量が多いこと、処理効率が低いこと等から、栄養系選抜の初期段階での特性検定が困難である。このため、2000 年から微量炒り葉機の開発に取り組み、1 処理当たり 100g の原料で製茶が可能で、炒り葉処理の効率を従来機の約 7 倍に向上させた微量炒り葉機を開発した（図 7、図 8）。

微量炒り葉機と従来機による製茶サンプルの官能審査評点の相関について、32 品種・系統を用いて調査したところ、内質については高い正の相関が認められ、微量

炒り葉機を用いた製造法で釜炒り茶適性の評価が可能であると判断された（表 2）。外観については 5% 有意水準での相関にとどまったが、これは微量炒り葉機を用いた製造法では、揉み込み操作が不十分なことによると考えられるので、今後改良していく予定である。

4 宮崎県で育成した品種及び現在育成中の宮崎系統の特性

これまで宮崎県から系適試験に供試した系統は 28 系統である。このうち、22 系統は既に試験が終了し、このうち 6 系統が農林登録されている。宮崎系統の交配組合せを見ると、1960 年代の交配では‘やぶきた’の耐病性の改善を、1970 年代では製茶品質の良好な‘あさつゆ’、ME52’の利用による製茶品質の向上を、1980 年代では‘さやまかおり’等を利用した耐寒性の向上を、1990 年代には‘やぶきた’の第 2 世代である‘さきみ

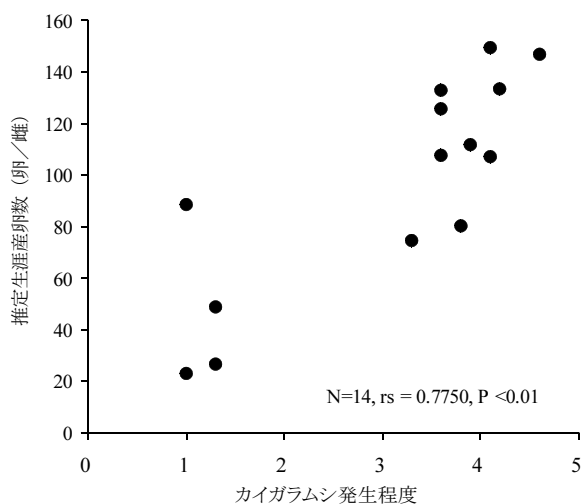


図 6 圃場におけるカイガラムシ発生程度と推定生涯産卵数（既産卵数＋发育段階第 4 期以上の卵巣内卵数）との関係（Spearman の順位相関）発生程度 無：1～5：多

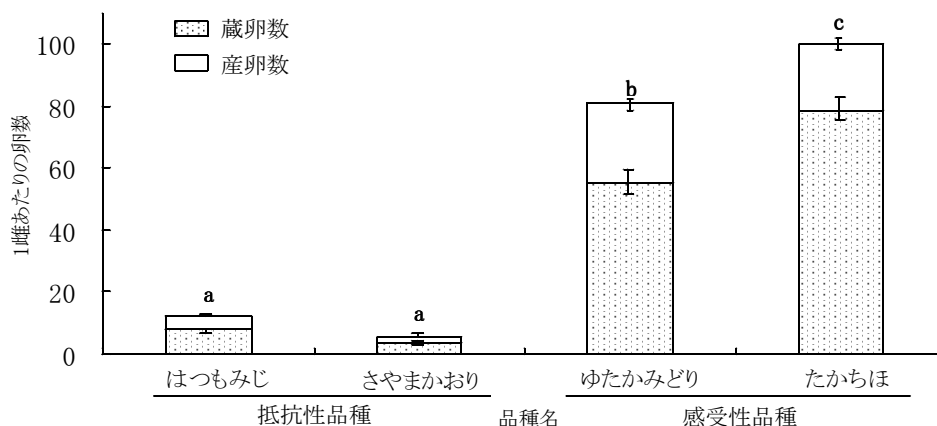


図 5 クワシロカイガラムシ雌成虫の産卵数と蔵卵数の品種間差異
注. 図中の同一文字間には有意差なし (Scheffe's test, $p < 0.05$)

表1 推定生涯産卵数¹⁾によるチャ主要品種のクワシロカイガラムシ抵抗性評価

品種・系統名	推定生涯産卵数 (卵/雌) ²⁾	寄生密度 指数 ³⁾	試験 時期 ⁴⁾	品種・系統名	推定生涯産卵数 (卵/雌) ²⁾	寄生密度 指数 ³⁾	試験 時期 ⁴⁾
宮崎 23 号	4.6±0.8	—	1	みなみさやか	17.7± 3.3	1.0 (3)	2
宮崎 25 号	5.1±1.0	—	1	さやまかおり (Cont)	25.2± 6.3	1.3 (7)	2
はつもみじ	16.0±2.7	1.0 (7)	1	うんかい	40.1± 9.9	1.3 (3)	2
宮崎 17 号	22.3±3.8	1.3 (3)	1	みねかおり	49.7± 8.5	1.7 (3)	2
さやまかおり (Cont)	32.4±4.7	1.3 (7)	1	そうふう	54.2± 6.4	—	2
さきみどり	48.8±4.0	3.6 (3)	1	あさのか	61.6± 4.0	—	2
おおいわせ	58.2±5.2	3.7 (4)	1	ごこう	66.4± 6.3	4.1 (3)	2
べにたちわせ	60.0±6.7	1.4 (7)	1	おくみどり	67.4± 7.8	3.3 (3)	2
はるみどり	69.4±8.3	—	1	するがわせ	68.5± 4.8	4.2 (3)	2
みやまかおり	70.4±3.8	—	1	あさつゆ	68.7± 7.6	2.9 (3)	2
くりたわせ	79.8±6.5	3.3 (7)	1	やまなみ	68.9±10.0	2.8 (3)	2
やぶきた	80.8±6.6	3.6 (7)	1	りょうふう	69.1± 4.6	—	2
宮崎 21 号	81.3±6.0	—	1	まきのはらわせ	72.0± 4.8	3.9 (3)	2
たかちほ	83.0±4.7	4.2 (7)	1	うじみどり	76.1± 5.8	2.8 (3)	2
べにふうき	88.0±7.9	3.6 (3)	1	おくゆたか	77.2± 5.6	3.4 (3)	2
宮崎 19 号	93.4±6.1	3.6 (3)	1	ふじみどり	80.1± 6.1	3.2 (3)	2
ゆたかみどり (Cont)	101.7±7.3	3.6 (7)	1	あさひ	81.6± 7.5	3.6 (3)	2
はるもえぎ	108.0±6.3	4.6 (3)	1	ふくみどり	85.8± 4.2	3.9 (3)	2
かなやみどり	120.4±9.9	3.7 (5)	1	くらさわ	88.6± 6.5	3.6 (3)	2
				ゆたかみどり (Cont)	90.0± 6.4	3.6 (7)	2
				めいりょく	91.3± 4.5	3.9 (3)	2
				おくひかり	92.7± 5.2	3.7 (3)	2
				司みどり	95.9± 6.9	—	2
				むさしかおり	97.9± 5.6	4.3 (3)	2
				みなみかおり	110.2± 6.1	3.9 (3)	2

1) 平成 14 年度野菜茶業研究成果情報 pp.151—152 参照。

2) 雌成虫の産卵開始 1～2 日目における産下卵と発育段階第 4 期（第 1～5 期）以上の卵巣内卵の合計。

3) チャ樹冠内部の枝に寄生する雄繭量を 5 段階で調査（発生無：1～5：発生多）。括弧内の数字は調査回数。

4) 1：2002 年 10 月検定実施，2：2003 年 11 月検定実施。



図7 開発した微量炒り葉機

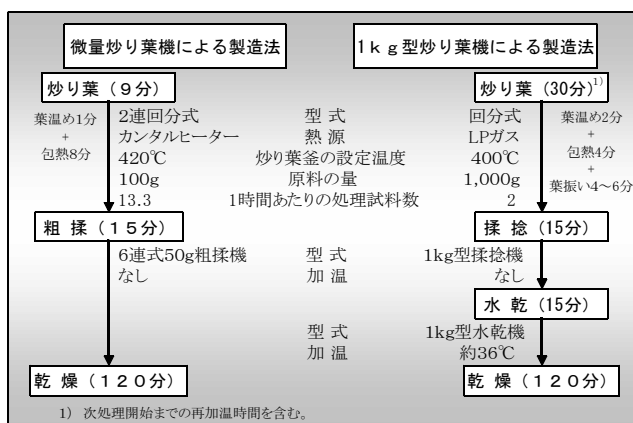


図8 微量炒り葉機による製造法

どり’を交配親として優良品種を目指したものが系適試験に供試されている。

宮崎県で育成された品種及び系統の特性は表3のとおりである。‘たかちほ’から‘みねかおり’までは釜炒り茶用品種である。煎茶用品種の育成に目標が変わり、母樹の更新等が行われ、煎茶用品種が登録されるように

なったのはごく最近である。‘みなみかおり’は‘やぶきた’の耐病性を改善した品種、‘みなみさやか’は病害虫複合抵抗性品種である。また、育種規模拡大後に選抜された品種は、品質良好の‘さきみどり’以降であり、2003年には良質で耐寒性のある‘はるもえぎ’、晩生で多収の‘みやまかおり’を育成した。さらに今後、続々

表2 微量炒り葉機 (X)と従来の炒り葉機 (Y)での製茶サンプルの官能審査評価の関係

審査項目	供試数	項目の満点	回帰式	相関係数(r)	有意性 ²⁾
形状	32	10	y=0.637x+ 3.85	0.430	*
色沢	32	10	y=0.521x+ 3.69	0.400	*
外観計	32	20	y=0.393x+10.29	0.350	*
香気	32	10	y=0.632x+ 2.52	0.650	***
水色	32	10	y=0.475x+ 3.15	0.568	***
滋味	32	10	y=0.616x+ 2.40	0.591	***
内質計	32	30	y=0.675x+ 5.85	0.727	***
合計	32	50	y=0.752x+ 9.18	0.746	***

²⁾ *, ***, 有意 (P<0.05, P<0.001) な相関関係あり。

表3 宮崎県で育成された品種及び系統の特性

品種・系統名	交配組合せ		交配年	品 種 特 性								備 考
	♀	♂		萌芽期 ¹⁾	収量	品質	寒害	裂傷型凍害	炭疽病	輪斑病	クロシロカイガラムシ	
たかちほ	宮崎在来選抜			－1	□	○	□	□	□	○	×	釜炒り茶用
やまなみ	宮崎在来選抜			8	◎	△	□	△	○	○	□	釜炒り茶用
うんかい	たかちほ	× F ₁ -9-4-48	1952	3	○	○	○	○	○	○	○	釜炒り茶用
みねかおり	やぶきた	× うんかい	1966	4	○	○	□	○	○	□	○	釜炒り茶用
みなみかおり	やぶきた	× 宮 A11	1966	0	◎	□	○	△	○	○	△	耐病性
みなみさやか	宮 A6	× F ₁ NN27	1970	3	○	○	○	○	◎	◎	◎	耐病虫性, 花香
さきみどり	F ₁ NN27	× ME52	1979	－2	○	◎	○	○	□	□	△	良質・多収
はるもえぎ	F ₁ NN27	× ME52	1981	2	□	◎	○	○	□	◎	×	良質, 色沢良好
みやまかおり	京研 283	× 埼玉 1 号	1983	9	◎	○	○	□	□	○	□	晩生, 多収
宮崎 23 号	さやまかおり	× 宮崎 8 号	1986	－7	◎	◎	□	○	△	○	◎	早生・耐虫性
宮崎 24 号	さやまかおり	× 静印雑 131	1986	－2	◎	△	□	△	□	◎	－	新香味
宮崎 25 号	埼玉 1 号	× 宮崎 8 号	1986	4	○	○	○	□	◎	◎	◎	耐病虫性
宮崎 26 号	さやまかおり	× 宮崎 8 号	1986	－2	○	○	○	□	○	○	－	良質・耐病性
宮崎 27 号	埼玉 16 号	× 福 8	1988	2	○	○	○	□	□	○	－	良質・耐病性
宮崎 28 号	埼玉 13 号	× 宮崎 8 号	1989	4	□	◎	□	○	○	○	－	良質・耐病性
宮崎 29 号	宮崎 8 号	× 埼玉 13 号	1992	2	□	◎	○	□	◎	○	－	良質・耐病性
宮崎 30 号	みなみかおり	× さきみどり	1992	0	◎	○	○	□	○	□	－	良質・耐病性
宮崎 31 号	さきみどり	× さえみどり	1994	－5	○	◎	○	○	□	○	－	早生・極良質
やぶきた (対照)	在来選抜			0	□	◎	○	□	×	××	△	

注 1) 萌芽期は「やぶきた」より早いものを-n 日, 遅いものを n 日で表示

2) 特性の評価: 強・良=◎○□△×=弱・劣, ××=極弱

と品種候補を送り出す予定である。

現在, 系適試験で供試中または供試予定の宮崎系統 (宮崎 23 号~31 号) では, クワシロカイガラムシ・輪斑病抵抗性系統の「宮崎 23 号」, 炭疽病・輪斑病・クワシロカイガラムシ複合抵抗性とみられる「宮崎 25 号」, 良質早生で裂傷型凍害にも強い「宮崎 31 号」(系適 11 群予定) など, 生産者の要望に対応した系統を供試している。

5 今後の課題

宮崎県では, 現在 275 品種・系統を保存しているが, 嗜好の多様化や機能性成分の利活用に対応していくためには, 新たな遺伝資源の収集が必要である。また, 保存中の遺伝資源についても, これまで調査が行われてい

い釜炒り茶適性, クワシロカイガラムシ抵抗性等の特性について, 今後評価していく必要がある。

先に述べたように「宮崎方式」の育種法導入により, 育種年限は従来方式に比べ 7 年短縮できた。さらに育種年限を短縮するためには, DNA マーカーの利用などの新たな検定法や評価法の確立・導入が必要である。また, 系適試験地における育苗期間の短縮や生育の初期段階での品質評価等についても検討していく必要がある。

さらに, 育成地としては世代促進をいかに早めていくかが極めて重要であり, 今後この問題の解決に取り組んでいく必要がある。

摘要

宮崎県総合農業試験場茶業支場は, 1958 年から茶育種指定試験地として育種事業に携わり, これまでに 9 品

種を育成している。1977 年からは育種規模の拡大、育種年限の短縮、特性評価法の開発などの育種法改善に積極的に取り組んできた。この結果、交配、個体選抜、栄養系選抜における育種規模をそれぞれ従来の約 10 倍に拡大するとともに、育種年限を 7 年短縮し、農林登録までの期間を最短で 18 年に短縮できた。

さらに、重要害虫として全国的に問題となっているクワシロカイガラムシの抵抗性検定法を確立し、抵抗性系統を育成するとともに、九州ブランドとして期待されている釜炒り茶の適性評価法を開発した。

これらの育種法改善の成果がようやく出始めたところであり、今後の品種育成に期待が寄せられている。

引用文献

- 1) 上野貞一・平川今夫・間曾龍一. 1982. 茶樹育種における交配方法改良の試み. 宮崎総農試研報. 16: 37-42
- 2) 塘二郎・淵之上康元・淵之上弘子. 1956. 茶樹の自家受精に関する研究. 茶研報. 7: 14-20
- 3) 原田重雄・渡辺明・三ツ井稔. 1961. 茶樹の栄養系品種の育成における早期検定法について. 東海近畿農試研報茶業部. 8: 1-29
- 4) 鳥屋尾忠之・安間舜・松下繁・家弓実行. 1964. 茶樹の個体選抜段階における諸形質の相関関係と遺伝分析 (第 1 報). 茶技研. 29: 1-8
- 5) 鳥屋尾忠之. 1965. 茶樹の個体選抜段階における諸形質の相関関係と遺伝分析 (第 2 報). 茶技研. 30: 1-4
- 6) 上野貞一・平川今夫・田原誠. 1979. チャ育種における煎茶品質の選抜法試験. 茶研報. 49: 1-10
- 7) 上野貞一・平川今夫・間曾龍一. 1983. 茶品種の特性評価基準作成. 宮崎総農試研報. 17: 20-27
- 8) 鳥屋尾忠之・上野貞一 他. 1979. チャの裂傷型凍害抵抗性の品種間差異と検定法の開発. 茶研報資料. 4: 23-30
- 9) 古野鶴吉. 1998. チャ遺伝資源の裂傷型凍害抵抗性の特性評価. 茶研報. 86: 37-42
- 10) 築瀬好充・武田善行. 1987. チャの育種における輪斑病抵抗性の検定法. 野菜茶試研報 B(金谷). 1: 1-10
- 11) 古野鶴吉・長友繁・野中寿之・重光雄・田中敏弘. 2001. チャにおけるクワシロカイガラムシ抵抗性の品種・系統間差異. 茶研報. 91: 5-12
- 12) 水田隆史. 2001. チャ品種によるクワシロカイガラムシ生存率の違いと生存率に基づく抵抗性検定法. 九病虫研究会報. 47: 135-139
- 13) 水田隆史. 2003. チャ樹におけるクワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni の発育と増殖の品種間差異. 応動昆. 47: 91-95
- 14) 水田隆史・長友博文・古野鶴吉. 2003. 卵数を指標とした茶樹のクワシロカイガラムシ抵抗性検定法. 野菜茶業研究成果情報: 151-152

茶育種の展開方向

根 角 厚 司

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Direction of Development in Tea Breeding

Atsushi NESUMI

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：茶育種，耐病虫性，機能性成分，ゲノム戦略，遺伝資源

1 はじめに

16 世紀の大航海時代，ヨーロッパ人が日本および中国の茶と出会ったことにより，茶は世界的な貿易作物となった¹⁾。1859 年の横浜開港と同時にわが国でも茶が主要な輸出作物となり，1868 年には総輸出額の 23 % を占めるに至っている²⁾。このころ，すでに中国やインドとの国際競争に打ち勝つために栽培，加工技術の改善と品種の必要性が叫ばれ，1875 年および 1876 年には多田元吉らを清国およびインドへ派遣し，世界の茶生産事情の視察を行うとともにチャ種子の導入を図っている³⁾。以後，多くの民間育種家や国公立の研究機関によって品種育成が行われ，今日に至るまで百近い品種が育成されている。

一方でわが国における輸出品としての茶は，世界大戦，戦後の復興，紅茶輸入自由化など，時代とともに浮沈を繰り返し，現在では紅茶生産はほとんど消滅し，その大部分が国内消費用の緑茶となった。近年は健康志向の高まりもあって，茶系飲料を中心とした茶の消費量は急増しているが，必ずしも国内で生産したリーフ茶の需要の拡大には結びついていない。かつて日本がヨーロッパやアメリカをターゲットに緑茶や紅茶を生産し，そのための技術開発を行ってきたように，アジアの諸国は今，日本をターゲットに緑茶の生産を開始し，日本茶の研究を進めている。

国内では 1970 年代から急激に面積を拡大した‘やぶきた’一品種の寡占状態により香味の画一化，作業の集中化，病害虫の多発など多くの問題が顕在化している。また，食生活の変化とともに消費者の嗜好は多様化し，日本茶にも多様化が求められている。

本年は，チャの命名登録制度が発足してからちょうど

半世紀という節目の年である。これまでの茶育種を振り返り，今後の展開方向を議論することは，茶育種の推進に役立つものと思われる。

2 中期的な課題と展開方向

農林水産省は，1999 年 11 月に今後 10 年を見通して，国や公立研究機関が行うべき研究の基本的方向を示す「農林水産基本計画」を策定した。また，2000 年には閣議決定された食料・農業・農村基本計画に沿って，国が主導的に取り組むべき重点課題と具体的な目標水準を明確化した「研究・技術開発戦略（農業分野）」をまとめた。現在，国による茶の育種研究は，この研究・技術開発戦略の中にある「園芸研究・技術開発戦略」（表 1）と，「作物育種研究・技術開発戦略」（表 2）の中期目標の達成を目指し，独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所の金谷茶業研究拠点および枕崎茶業研究拠点，指定試験地である埼玉県農林総合研究センター茶業特産研究所および宮崎県総合農業試験場茶業支場の 4 場所で行っている。

2.1 摘採期の分散化に対応する品種の育成

早晩性の異なる品種の必要性は早くから指摘されており，‘やぶきた’を選抜した杉山彦三郎によってもその必要性が力説されている。国の育種事業においても早晩性の異なる品種の育成は一貫した育種目標となってきた。

緑茶用品種における交雑育種は，鹿児島県農試茶業部紅茶試験地で開始された紅茶用品種の交雑に遅れること 2 年，1934 年に農林省茶業試験場（金谷）で始まっているが，その成果が実を結びはじめるのは 1962 年に育成された晩生品種の‘おくむさし’（茶農林 26 号），1975

表1 園芸研究・技術開発戦略における期別の主な達成目標

I 期（平成 17 年まで）	II 期（平成 22 年まで）
窒素施用量を 3 割低減するため、肥効調節型の肥料等を活用した肥培管理技術を開発	窒素施用量を半減するため、少肥適性品種を組み合わせた栽培技術体系を確立
農薬使用量低減のため、クワシロカイガラムシに対する抵抗性品種を育成	炭疽病、輪斑病に対する抵抗性を強化した品種を育成
消費ニーズに対応し、茶に含まれるアレルギーを抑える機能性成分を解明	アレルギーを抑える機能性成分を活用した機能性飲料を開発

表2 作物育種研究・技術開発戦略における期別の主な達成目標

課題／項目	I 期（平成 17 年まで）	II 期（平成 22 年まで）
病害抵抗性 （炭疽病・輪斑病）	やや強の緑茶用系統の開発	強の緑茶用品種又は系統の育成
虫害抵抗性 （クワシロカイガラムシ）	クワシロカイガラムシの抵抗性品種の育成	「やぶきた」並みの品質に改善
品質（形状・色沢・香気・水色・滋味）	「やぶきた」並み又は特徴ある香味	「やぶきた」以上又は特徴ある香味をもつ品種・系統の育成
耐寒性	強	極強
釜炒り	評価法の開発	新評価法による評価・選抜
収穫労力分散のための優良品種の作出	良質多収の晩生系統の選抜	病害虫抵抗性をもつ晩生系統の作出
少肥栽培適性	少肥適性系統の選抜法の確立と成分評価に基づいた少肥適性系統の選抜	少肥適性育種素材を母本とした交配による個体の作出と選抜
高品質・高機能性	「MAKURA1 号」を用いた耐寒性を有する高カテキン茶の育成低カフェイン育種素材の作出	種間交雑等による低カフェイン茶の育成
DNA マーカーを用いた育種技術の開発	クワシロカイガラムシ抵抗性等に関連した DNA マーカーを作成	DNA マーカーを用いた育種素材（クワシロカイガラムシ抵抗性等）の開発

年に育成された中晩生品種の「かなやみどり」（茶農林 30 号）ころからである。それ以降、農林登録品種として、「しゅんめい」（茶農林 37 号）、「さえみどり」（茶農林 40 号）「そうふう」（茶農林 49 号）などの早生品種、「おくみどり」（茶農林 32 号）、「みやまかおり」（茶農林 52 号）など晩生品種、そして、その間に入る中生、中晩生品種が育成され、これらの品種を組合せることによって摘採期間を 2 週間～3 週間に拡大することが可能となった（図 1）。しかし、各早晩生において、さらなる香味の多様化や、高度耐病虫性・耐寒性の付与、あるいは極早生、極晩生品種の育成など、育種的課題は多く残されている。

2.2 環境負荷低減型品種の育成

環境負荷低減型品種とは、農薬散布量および施肥量の低減を可能にする品種のことである。茶業全体としては、肥培管理技術と品種の組合せによって化学農薬使用量の低減を図り、窒素施肥量は現行の半減にすることを目指しており、育種的には耐病性品種、耐虫性品種およ

早生	中生	中晩生	晩生
そうふう		みなみさやか	
しゅんめい		むさしかおり	
さえみどり		おくゆたか	
さきみどり		べにふうき	
さいのみどり		ふうしゅん	
めいりよく		かなやみどり	
やぶきた		りょうふう	
ふくみどり		ほくめい	
みなみかおり		はるみどり	
みねかおり		おくみどり	
はるもえぎ		みやまかおり	
とよか			

図 1 農林登録品種の早晩性の相対比較
（茶農林 30 号～茶農林 52 号）

び少肥適応性品種の育成が目標である。

育種を効率的に進めていくためには、検定方法が確立されていることが重要である。重要病害である輪斑病と

炭疽病に関してはすでに検定法が確立されているため、これらの病害に対する耐病性育種は急速に進んできた。また、耐虫性に関しては、クワシロカイガラムシ抵抗性について、枝条を用いた検定や DNA マーカーによる検定が可能となったため、クワシロカイガラムシ抵抗性品種の育成は急速に進むと思われる。しかし、多くの虫害や少肥適応性に対してはまだ検定法がなく、選抜法の確立が急務となっている。

2.2.1 病害抵抗性品種

病害の発生は気象条件に大きく左右されるが、炭疽病と輪斑病に罹病性である‘やぶきた’が寡占状態となっていることも、病害多発の大きな要因となっている。現在、炭疽病と輪斑病に抵抗性の品種を育成すれば、殺菌剤の散布量を 8 割～9 割削減できることが予想され、これらの病害に対する複合抵抗性を有した品種の育成が望まれてきた。最近では両病害に対して強い抵抗性をしめす‘みなみかおり’（茶農林 39 号）や‘べにふうき’（茶農林 44 号）、輪斑病に強、炭疽病にやや強い抵抗性をしめす‘そうふう’（茶農林 49 号）など耐病性の新品種も育成されている。さらに、品種候補として系統適応性試験に供試されている系統の中には炭疽病、輪斑病だけでなく、クワシロカイガラムシにも抵抗性を示すものもあり⁴⁾、検定法の開発により環境負荷低減型品種の育成は着実に進展している。

2.2.2 虫害抵抗性品種

チャにはクワシロカイガラムシ、カンザワハダニ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキロアザミウマ、ハマキガ類、ヨモギエダシヤク、チャノホソガ、など多数の防除対象害虫がいる。特に樹冠下の幹や枝を加害し、茶樹を衰弱させるクワシロカイガラムシは防除が難しく、1 回の散布量も多い。さらに、クワシロカイガラムシの防除によって樹冠下に生息する天敵類にも影響を及ぼすことが考えられることから、クワシロカイガラムシ抵抗性品種の育成は強く望まれていた。

クワシロカイガラムシ抵抗性育種は、その品種間差異が明らかにされて以降⁵⁾、‘さやまかおり’由来の抵抗性遺伝子座が検出され、DNA マーカーによる選抜が可能

となるなど急速に進歩してきた。現在、系統適応性試験にクワシロカイガラムシに抵抗性を示す系統が供試されている。抵抗性品種が育成され普及すれば、クワシロカイガラムシ発生茶園における殺虫剤使用量の 30～40% を削減できる可能性がある。

2.2.3 少肥適応性品種

これまでの日本の茶栽培技術は、如何にうま味の強いものをつくるか、すなわち新芽中のアミノ酸含量を如何に増加させるか、という命題のもとに改良がなされてきた。また、流通段階でもそれが要求されたこと、‘やぶきた’一品種の中でそれを競い合うという状況となったことなど、様々な要因が関与し施肥量は増加してきたと言える。しかし、あらゆる産業において環境負荷低減が求められている今日、茶栽培においても施肥量の削減は至上命題となっている。

品種には少肥条件の栽培でも品質と収量が維持できる特性が求められているが、少肥適応性に関する検定法はまだ確立されておらず、吸肥効率の品種間差異を明らかにするための研究がなされているところである⁶⁻¹⁰⁾。一方、施肥量の半減を実現するためには、緩効性肥料や液肥の利用など、これまでの施肥法とは異なった管理技術が必要となってくると思われる。茶樹の根の形態や分布、あるいは活性には品種間に差異があると思われることから、施肥法の変化にともなって適応する品種も変わってくる可能性がある。したがって、少肥適応性品種を選定しようとする場合、施肥技術と併せて考えていく必要がある。

2.3 需要拡大のための品種育成

現在の日本人の食生活は多様化し、様々な国の料理が日常の中にあふれている。したがって、消費動向が食生活やライフスタイルに大きく左右される茶のような嗜好品に多様化が求められるのは必然といえる。日本人が一年間に消費する日本緑茶の量は 1970 年代は漸減し、現在は横ばい状態であるが、茶全体の消費量はほぼ横ばい、あるいは紅茶とその他の茶の伸びにより増加傾向である¹¹⁾（図 2）。このことは、茶離れが進んでいるのではな

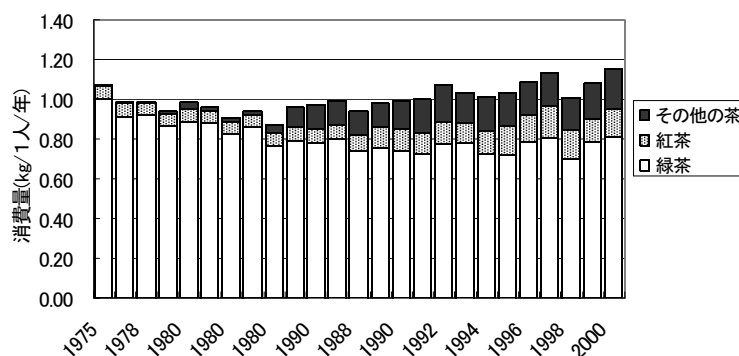


図 2 茶類の消費量の推移
平成 13 年度野菜・茶業対策の概要

く、多様化が進んでいる結果であることを示しており、日本茶の需要を拡大するためには、消費者のニーズに対応できる多様な香味あるいは多様な利用形態が求められていると考えるべきである。

一方、健康志向の高まりとともに、機能性食品や機能性飲料の消費は急速に拡大しており、中でも茶のもつ機能性は注目を集めている。このような新たな需要の創出に茶品種の果たす役割は今後ますます大きくなるであろう。

2.3.1 新香味品種

日本茶の香味は製造法は同じでも品種、産地、茶期あるいは火入れや合組など再製技術など、様々な要因によって変化する。しかし、日本の煎茶は、中国茶や紅茶のように、誰が飲んでも明らかに違う、あるいは産地や銘柄がイメージできるといった大きな違いは見られない。消費者が食事や用途に応じて茶を選ぶためには、誰にでもイメージできる味や香りの違いが必要と思われる。日本茶でその違いを出すためには、香味に強い特徴をもった品種の利用が必要であり、‘みなみさやか’（茶農林 42 号）や‘そうふう’（茶農林 49 号）がそのような品種といえる。今後はこれらの品種の特徴を、より生かすための製茶法や仕上げ法の検討も必要と思われる。

‘そうふう’が持つ特有の香気は、片親である静印雑 131 から引き継いでおり、静印雑 131 を片親にもつ‘藤かおり’や宮崎で育成中の宮崎 24 号も同系の香気を有している。これらの香気はジャスミン系の香り、あるいは線香の香りなどで表現され、感じ方は人によって異なるがだれにでも他の品種との違いがわかる香気である。多くの嗜好品がそうであるように、誰もがイメージできる香気を持つということは、ブランド化しやすいということであり、新たな需要を生み出す可能性を秘めている。

2.3.2 機能性成分高含有品種

近年、分析技術の発達によって、茶に含まれる化学成分の機能性が科学的に明らかにされるようになった。紅茶・半発酵茶用品種として育成された‘べにふうき’も、抗アレルギー作用を有するメチル化カテキンを含有することが明らかにされたことで、飲料や食品添加等、様々な用途への利用がなされようとしている。最近では、高カテキン・高カフェイン品種育成のための中間母本として、茶中間母本農 3 号（MAKURA1 号）の育成や（図 3、4）、アントシアニンを高度に含有する系統が選抜されている。

一方で、カテキンやアントシアニンなど特定の成分を利用しようとした場合、カフェインの存在が問題になる。特に直接摂取したり、濃縮して利用する場合はカフェインの除去が必要となる。そこで、低カフェインあるいはカフェインレス品種の育成を目指した育種が進められている¹²⁾。低カフェイン品種の開発は、機能性成分の利用だけでなく、アメリカなどカフェインに対して否定的な考えが強い国々での茶の需要拡大にも貢献できる可能性がある。

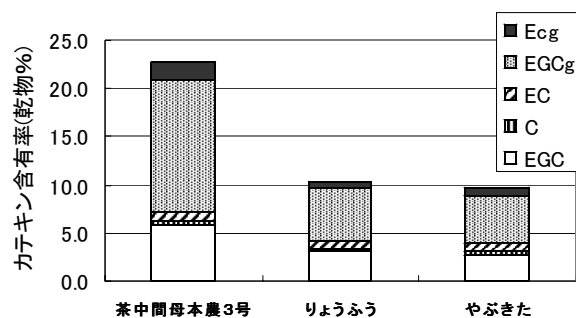


図 3 茶中間母本農 3 号のカテキン組成

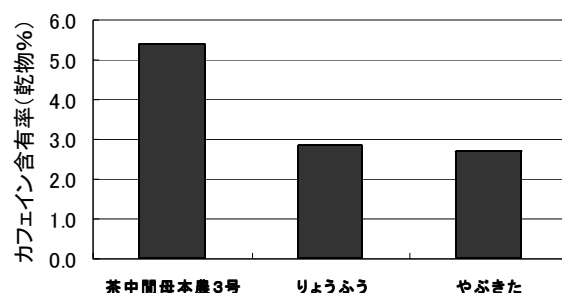


図 4 茶中間母本農 3 号のカフェイン含有率

3 長期的な課題と展開方向

中期的な育種目標は、5 年先あるいは 10 年先を見通した戦略であり、農林水産省が示した農林水産基本計画に則って行われている。一方、長期的な育種目標は 20 年あるいは 50 年先の茶業を見据えて設計する必要がある。したがって、必ずしも現在の茶業に役に立つことばかりではない。しかし、様々な問題に対処していくためには、多様な材料を準備しておくことが必要であり、特に長年月を要する育種では、長期的な戦略が重要となってくる。

3.1 栽培地域拡大のための品種育成

現在、茶の経済栽培地域は沖縄から茨城県北部までとされている。しかし、北部の水田地帯では水田の転換作物、南西諸島や沖縄など亜熱帯地域では、低迷するサトウキビやパインの代替作物が求められている。機械化が進み、収益性の高い茶はこういった地域での転換作物として期待される一方、克服すべき課題も多い。すなわち、北部水田地帯では、耐寒性、耐雪性、耐湿性の強化が必要であり、南西諸島や沖縄では高度耐病虫性、高 pH 適応性、潮風害抵抗性、高温適応性などが求められる。このような、茶にとっての不良環境に耐性の品種育成は、日本における茶の栽培地域の拡大を可能にし、日本農業の新しい展開に寄与できると思われる。

3.2 機能性成分高含有品種

花粉症などのアレルギーと並んで、肥満、高血圧、高コレステロールなどの生活習慣病に対する機能性食品の市場は、日本だけでなく世界的にも極めて大きい。茶葉に含まれる化学成分は、その機能性がまだ解明されていないものも多く、現在、生活習慣病に対する機能性成分の検索が行われている。

3.3 機械化適応品種

乗用型管理機の開発が始まったのは1960年代からであるが、基盤整備が進んだ鹿児島県では急速に広まり、今では県内全域に普及している。近年は鹿児島県以外の茶産地でも乗用型管理機が普及しつつあり、機械化に適した栽培体系の確立が急務となっている。

機械化の促進によって、茶園の管理技術も大幅に変化する可能性があり、機械化に適応した品種が必要となってくることも想定される。機械化適応品種を育成しようとする場合、まず、高度な機械化によって茶園がどう変わっていくかを想定する必要がある。これまでは、根を伸ばし、肥料を播き、耕す場所であった畦間が機械の通路として位置づけられ、施肥法は樹冠下施肥や点滴施肥あるいは葉面散布といった方法が中心になる可能性がある。その結果、i) 根は横に広がらず、できるだけ下方向に伸びる、ii) 樹冠下の施肥や中耕などの管理を機械で行うために、地際から数センチ分枝せず空間ができるような樹姿、といった特性の品種が求められる可能性もある(図5)。また、中山間地傾斜地で乗用型管理機を導入しようとする場合、畦幅を狭くするといった考え方もある。畦幅が狭くなれば、これまで選抜時に不利であった樹姿が極直立型の系統でも、能力を発揮できる可能性がある。

このように、現在の栽培体系や品種をもとに機械化が行われるのではなく、最も合理的な機械化栽培を行うための栽培体系や品種の開発といった発想も必要となってくるのではないだろうか。

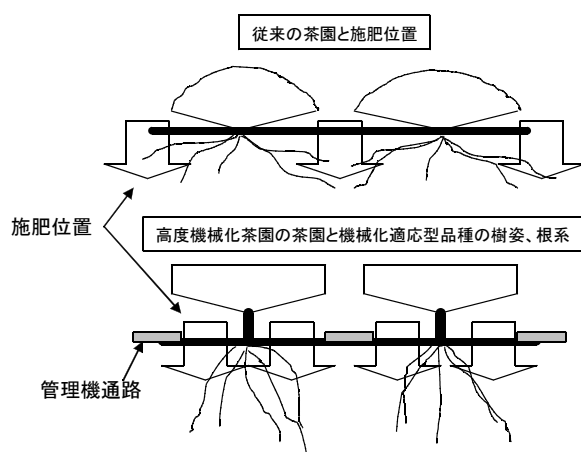


図5 機械化茶園適応品種の樹姿と根系モデル

3.4 ゲノム戦略

ゲノム育種は、育種年限の飛躍的な短縮、効率的な選抜、画期的な品種育成を実現するための手段として多くの作物で展開されている。チャでは、これまでにDNAマーカーによるクワシロカイガラムシ抵抗性系統の選抜や品種識別が可能となっており、今後さらに多くの形質に関してマーカー選抜が可能となれば、育種年限は短縮され、選抜効率も飛躍的に向上する可能性がある。

ゲノム研究を多様な実用品種の育成に繋げていくためには、解析集団の育成、DNAマーカーの連鎖地図作製、QTL解析など、多くの蓄積が必要であり、これらの情報と技術を着実に積み上げ、育種戦略の中で連動させていかななくてはならない。

3.5 遺伝資源戦略

多様化した育種目標を実現するためには、育種戦略が極めて重要であり、戦略実現のカギは育種素材の有無である。わが国は、世界各国から収集した質、量ともに高い水準の遺伝資源を多数保有している。今後は各研究分野と連携して、積極的にこれら遺伝資源の有効利用を図るとともに、未収集地からの収集も計画的に進めていく必要がある。

摘要

チャは世界的な貿易農産物である。これまでの歴史が示してきたように明治以降、わが国の茶業も他の茶生産国同様国際競争の中で浮沈を繰り返してきた。紅茶輸入自由化以降、日本茶業は国内消費に向けた緑茶生産に特化し、安定した時期がしばらく続いたが、最近ではその国内緑茶市場も国際競争にさらされようとしている。戦後「やぶきた」がわが国茶産業に果たした役割は計り知れないほど大きい。一方で「やぶきた」一品種寡占業態による弊害も否めない。

今後、日本茶業の発展のためには安定生産技術の確立の他に、環境負荷低減技術の確立、消費者ニーズの多様化への対応、新しい需要の創出など新たな課題にも当たらなくてはならず、いずれの課題においても品種による対応が強く望まれている。品種育成に長期間を要する永年性作物では、数十年先を見通した長期的戦略も重要であり、これらの中・長期的育種戦略を推進していくためには、遺伝資源研究、育種法の開発、ゲノム研究など、育種の基盤となる研究の推進も必要である。

引用文献

- 1) 角山 栄著. 1980. 茶の世界史—緑茶の文化と紅茶の社会—. 中央公論社: 8-31
- 2) 日本茶輸出百年史編纂委員会 (1959). 日本茶輸出百年史. 中央公論事業出版: 25-65
- 3) 川口国昭著. 1989. 茶業開花—明示発達史と多田元吉—. 山童社: 72-194

- 4) 野菜茶業研究所, 2002, 平成 14 年度茶育種関係指定試験事業・特性検定試験・系統適応性検定試験成績概要: 55-85
- 5) 古野鶴吉ら, 2001, チャにおけるクワシロカイガラムシ抵抗性の品種・系統間差異, 茶研報, 91: 5-12
- 6) 烏山光昭ら, 2001, 窒素の新芽への分配からみた品種の少肥適応性, 茶研報, 92 別: 58-59
- 7) 阿南豊正・川原康寛, 2001, 窒素施肥量の多少による茶新芽中成分含有率の違いについての品種・系統比較, 茶研報, 92 別: 126-127
- 8) 根角厚司ら, 2002, 施肥量の違いがチャ品種・系統の幼木期における生育と葉内化学成分含量に及ぼす影響, 茶研報, 94 別: 140-141
- 9) 佐波哲次, 2002, 地上部の部位別アミノ酸含有率の品種間差異, 茶研報, 94 別: 142-143
- 10) 阿南豊正・武藤伸弥, 2002, チャの窒素吸収特性の品種・系統間差異, 茶研報, 94 別: 144-145
- 11) 野菜茶業研究所, 2001, 平成 13 年度野菜・茶業対策の概要: 82
- 12) 根角厚司ら, 2000, ガンマ線長期緩照射下におけるチャのカフェイン含有量の変異, 育種学研究, 2 別 2: 129

野菜茶業研究集報 第1号

2004年（平成16年）3月30日 発行

発行者 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 **野菜茶業研究所**

所長 石 内 傳 治

〒514-2392 三重県安芸郡安濃町大字草生 360

360 Kusawa, Ano, Mie, 514-2392 Japan

Tel (059) 268-4626 (情報資料課)

Fax (059) 268-1339

URL <http://vegetea.naro.affrc.go.jp/>

印刷所 伊藤印刷株式会社 三重県津市大門32-13

Tel (059) 226-2545 Fax (059) 223-2862

E-mail: ito-pto@zvtv.ne.jp

