

野菜茶業研究所研究成果選集

平成18・19年度



平成20年12月



独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

野菜茶業研究所

は じ め に

平成13年4月に発足した野菜茶業研究所は、平成18年4月に第2期中期計画期間に入りました。研究所の設立からこれまでの間、多くの方々にご支援とご指導を賜りましたことに厚く御礼申し上げます。

この度、第2期中期計画開始後2年間の研究成果の中から主要な32課題を選び、「野菜茶業研究所研究成果選集（平成18・19年度）」としてとりまとめました。選定に当たりましては、生産者、実需者、研究者、行政機関等に広く活用され得るものとし、良い成果であっても未だ研究途上にあり、広く利用できる段階にないものは除き、また、簡潔でわかりやすいことを心がけました。

もとより、私どもは行政、生産、研究等の現場に役立つことを念頭に研究と開発を進めています。本成果選集が現場と当研究所とのパイプ役として活用いただけることを期待しています。これらの成果に関心を持たれた方は、研究担当者にご連絡下さい。

今後とも野菜茶業研究所への一層のご理解とご協力をいただければ幸いです。

平成 20 年 12 月

独立行政法人
農業・食品産業技術総合研究機構
野菜茶業研究所

所 長 望 月 龍 也

目 次

【生産現場向け】

疫病、青枯病、モザイク病（PMMoV）複合抵抗性の台木用新品種「台パワー」	1
パイプ基礎工法と屋根ユニット工法を特徴とする低コスト耐候性園芸用ハウス	2
わが国各地における各種温室の暖房燃料消費量の試算ツール	3
省エネルギー効果の高いヒートポンプと温風暖房機のハイブリッド運転方式	4
茶園の害虫発生予測やチャ生育予測のための有効積算温度表示器	5
低カフェイン「べにふうき」緑茶を製造するための生葉処理装置	6

【流通現場向け】

ネットメロンの高品質貯蔵技術	7
----------------------	---

【行政現場向け】

高精度で再現性の高いイチゴの品種同定技術	8
----------------------------	---

【研究機関向け】

（育種材料）

温度に依存しないうどんこ病抵抗性を有する「きゅうり中間母本農5号」	9
両性花着生数が多いスイカ系統「すいか中間母本農1号」	10

（分析手法）

チャ葉組織中の糸状菌の蛍光染色法	11
カテコールを内標準とした高速液体クロマトグラフィによる 緑茶機能性成分の一斉分析方法	12
キャピラリー電気泳動法による野菜成分の低コスト分析	13
ニンジンに含まれる α -カロテンと β -カロテンの簡易分別定量法	14
味覚センサーによる緑茶の客観的渋味評価法	15

(技術開発)

キャベツ栽培における家畜ふん尿を原料とするメタン消化液での化学肥料全量代替	16
水耕栽培トマトの草勢制御のための肥料成分の量管理法	17
露地野菜害虫の捕食性天敵類に悪影響の小さい殺虫剤	18
有機質肥料を使ったトマトの養液栽培	19
茶園における施肥幅拡大による窒素利用効率の向上	20
暖地早場地帯における「べにふうき」緑茶のメチル化カテキン多収摘採法	21
「べにふうき」緑茶からのメチル化カテキンの効率的な抽出方法	22
金属元素含有量による茶葉の原産国および生産県の判別技術	23
日本品種と中国およびベトナム産チャにおける葉緑体DNA塩基配列の差異	24

(科学的知見)

さび病抵抗性ネギの育種	25
うどんこ病抵抗性メロンの選抜に有効なDNAマーカー	26
クオルモンを分解すれば青枯病菌の病原性が抑制される	27
集団茶園地域に見られる硝酸性窒素濃度の減少傾向	28
トマトSSRマーカーの大量開発	29
重イオンビーム照射当代に見出されたピーマン劣性ホモ突然変異	30
ハウレンソウの葉表面の白色顆粒	31
マイクロアレイによるトマト果皮色を調節する発現遺伝子の探索	32

疫病、青枯病、モザイク病（PMMoV）複合抵抗性の台木用新品種「台パワー」

【研究のねらい】

ピーマンをはじめとするトウガラシ類の栽培では、疫病、青枯病およびモザイク病（PMMoV）といった土壌病害の発生が問題となっています。これら病害の防除に有効な土壌消毒剤である臭化メチルの使用が2005年には原則禁止され、2013年には例外的な使用も禁止される見込みです。このため、臭化メチル使用禁止以降も安心して、ピーマン等の栽培ができるよう、これら3病害に強度の抵抗性を示す台木用品種の育成に取り組みました。

【成果の概要】

1. 育成経過

青枯病抵抗性のピーマン在来品種「三重みどり」と疫病抵抗性のトウガラシ素材系統 SCM334 を交雑し、さらにモザイク病（PMMoV (P_{1,2})）抵抗性の「ベルマサリ」が自然交雑しました。その後代から、疫病、青枯病およびモザイク病（PMMoV (P_{1,2})）に複合抵抗性を有する個体を選抜し、固定した系統です。

2. 特性

- 1) 疫病および青枯病に対して強度の抵抗性を示し（表1）、モザイク病（PMMoV (P_{1,2})）に抵抗性を示すL³遺伝子を有します。
- 2) ピーマンおよびトウガラシ類用の台木用品種です（図1）。

品種名称を「台パワー」として、品種登録出願を平成20年5月29日に行い、8月5日に出願公表されました（品種登録出願番号：第22585号）。今後、民間種苗会社を通じて販売する予定です。

表1 「台パワー」の疫病・青枯病抵抗性検定結果

品種・系統名	疫 病		青 枯 病	
	発 病	枯 死	発 病	枯 死
	株率(%)	株率(%)	株率(%)	株率(%)
台 パ ワ ー	4	0	0	0
ベルマサリ	45	36	100	0
S C M 3 3 4	0	0	100	100
三 重 み ど り	100	100	88	13



図1 「台パワー」の草姿

【問い合わせ先】 野菜育種研究チーム TEL 059-268-4653

パイプ基礎工法と屋根ユニット工法を特徴とする低コスト耐候性園芸用ハウス

【研究のねらい】

耐候性が高く周年栽培が可能な園芸用大型ハウスは建設コストが高く、低コスト化が切望されています。そこで産学官の共同研究により、従来の園芸用ハウス建設において、部材製造から流通・組立工程を抜本的に見直し、建設コストを大幅に削減した耐候性（耐風性50m/s）大型鉄骨ハウスを開発します。

【成果の概要】

土を掘らずにパイプを4方向に斜めに打ち込むパイプ斜杭打込み基礎（図1）、薄板軽量形鋼を利用して屋根構造をユニット化し、地上で組み立てて並べた後にクレーンでつり上げる、屋根ユニット工法を開発しました。



図1 パイプ斜杭打込み基礎



図2 屋根ユニットのクレーン吊り上げと完成ハウスの外観

従来型の硬質プラスチックハウスに比べ、建設工期を1/3に、建設コストの4割以上の削減を実現しました（図3）。

現在、メーカーより市販されています。

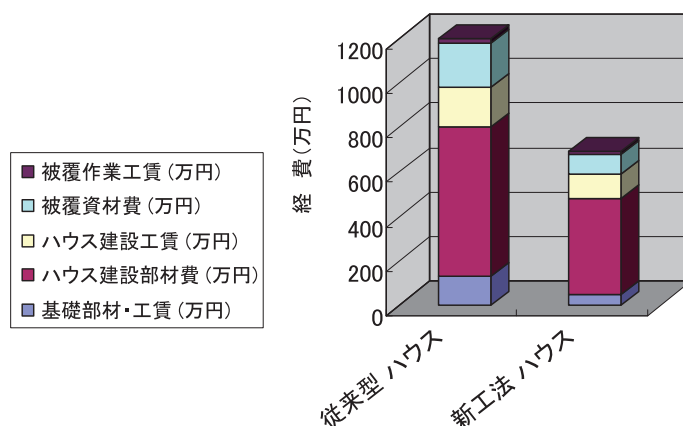


図3 新工法ハウスと従来型ハウスとの建設コストの比較
(10aあたり、2007年4月現在)

【問い合わせ先】 高収益施設野菜研究チーム TEL 0569-72-1596
(共同研究：大阪府立大学、グリンテック株、MKVプラテック株、愛知県農業総合試験場)

わが国各地における各種温室の暖房燃料消費量の試算ツール

【研究のねらい】

温室の暖房燃料消費量は、各地の気象条件、温室の形状や被覆資材の種類、内張りの有無・層数などによって大きく変化します。省エネルギーを目的として施設・装備や管理温度について検討する際に、対象温室の形状や被覆資材、暖房設定温度などの組み合わせを自由に選んで暖房燃料消費量が試算できるツールがあれば非常に便利です。そこで、わが国各地の平年の気象データから、温室の暖房燃料消費量を試算して、簡単にグラフ表示できる簡易なツールを構築します。

【成果の概要】

本ツールは、温室の大きさや被覆資材、暖房温度・期間等の条件を与えると、対象地域の気象条件に対応した暖房燃料消費量を算出してグラフ表示するものです。各種の設定条件による暖房燃料消費量の違いを簡単に確認でき、施設規模、資材選択および温度管理手法などの検討に利用できます。

気象データは全国約50箇所の気象官署の平年値を使用しています。燃料消費量の試算・表示画面で同時に扱える条件数は6組で、必要な数値を選択あるいは入力すると、即時にグラフが描画されます（図1）。

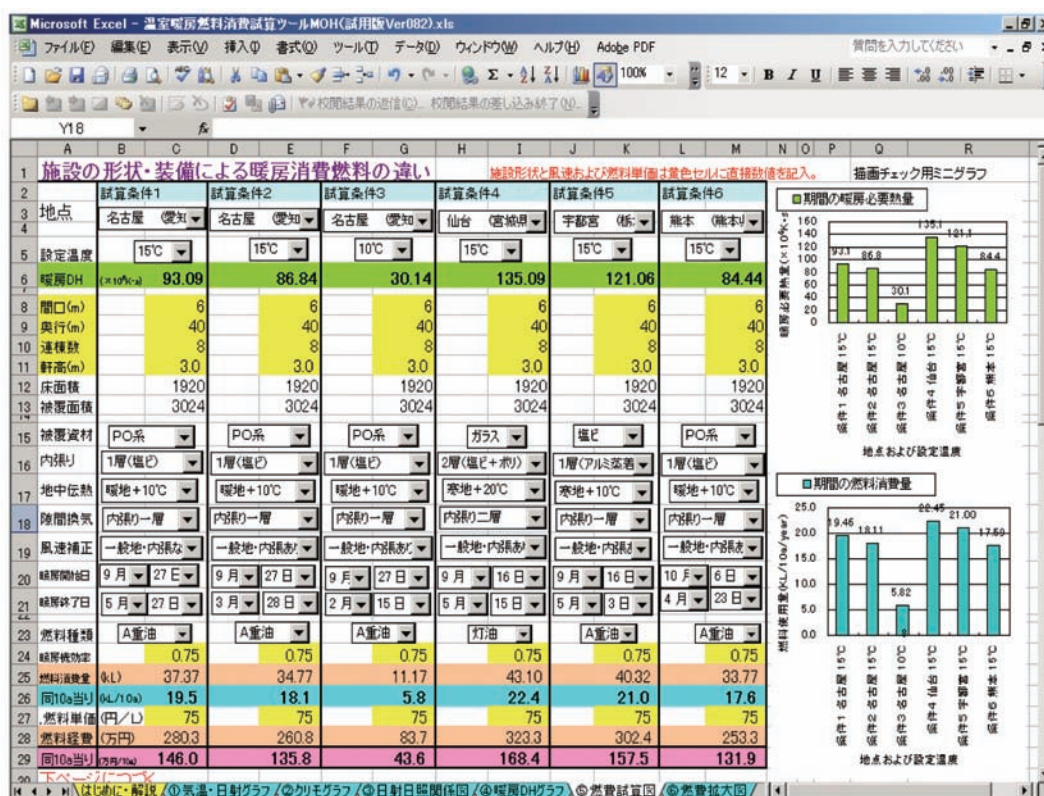


図1 暖房燃料消費量の条件入力とチェック用グラフ表示画面
(MS-EXCEL2003 EXCEL2007で動作確認済)

省エネルギー効果の高いヒートポンプと温風暖房機のハイブリッド運転方式

【研究のねらい】

ヒートポンプ（以下、HPとする）は、省エネルギー技術として期待される技術です。しかし、高価な設備コストが導入の妨げになっています。このため、安価な小型HPを主暖房、温風暖房機を補助暖房とするハイブリッド暖房が考案されましたが、これまで両者を連携動作させる仕組みがありませんでした。そこで、室内温度に応じてHP単独運転モードとハイブリッド暖房運転モードとを自動切替で連携動作させる方法を新たに開発し、その省エネルギー効果を検証します。

【成果の概要】

新たに開発したハイブリッド運転方式は、暖房開始時には「HP単独運転モード」で、室内温度が設定温度 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ の間でHPを単独で運転、停止させる動作を繰り返します（図1、2）。

さらに（外気温の低下に伴い）暖房負荷が増して、室内温度が設定温度を 2.0°C 下回ると、HPと温風暖房機が同時運転される「ハイブリッド暖房運転モード」に切り替わります。「ハイブリッド暖房運転モード」に切り替わると、HPの停止温度が設定温 $+2.0^{\circ}\text{C}$ に修正されるため、HPは事実上連続稼働状態になります。一方、温風暖房機は設定温度 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ で、運転・停止する動作を繰り返します。

その後、（外気温の上昇に伴い）暖房負荷が減少し、室内温度が設定温度 $+2.0^{\circ}\text{C}$ に達すると「HP単独運転モード」に戻ります。

暖房負荷が異なる国内3地点（盛岡、名古屋、宮崎）を抽出し、温風暖房機による慣行の暖房と比較した場合、ハイブリッド運転方式によって投入エネルギー、運転経費および二酸化炭素排出量の削減率は、それぞれ31～59%、19～29%および23～45%と試算され、暖地ほど削減率が大きくなります。一方、削減量は寒地ほど大きいと見込まれます。

詳細は、川嶋ら（2008）：空気熱源式ヒートポンプを利用したハイブリッド暖房方式による投入エネルギーおよびCO₂排出量の削減効果。野菜茶研報、7:27-36をご参照下さい。

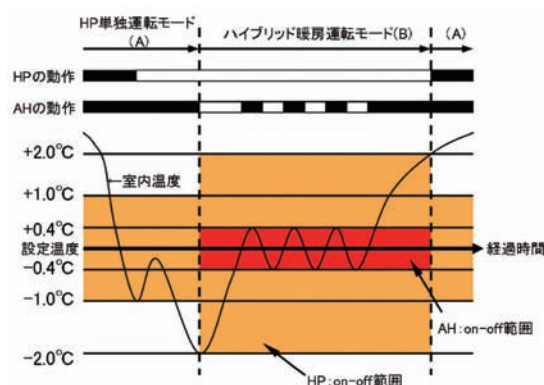


図1 ハイブリッド運転方式の各運転モードにおけるヒートポンプ（HP）と温風暖房機（AH）の運転動作と設定温度との関係
□：稼働、■：停止

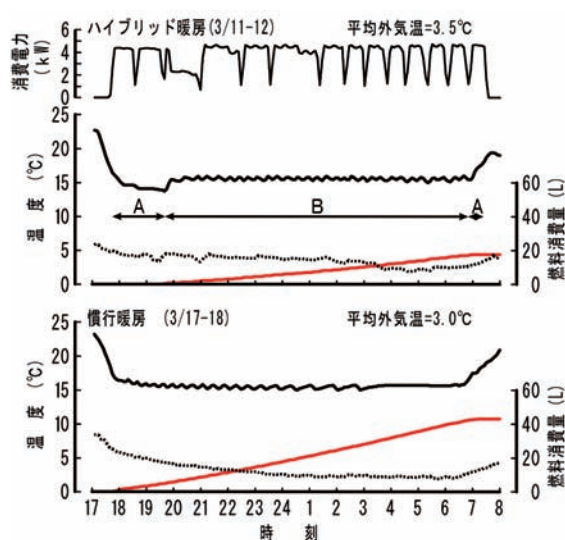


図2 慣行暖房とハイブリッド暖房の室内温度、燃料消費量の推移

—：室内温度、…：外気温、—：燃料消費量（積算値）
A：HP単独運転モード、B：ハイブリッド暖房運転モード

茶園の害虫発生予測やチャ生育予測のための有効積算温度表示器

【研究のねらい】

茶栽培において、有効積算温度によるクワシロカイガラムシの防除適期や一番茶開葉数を予測する技術が開発されていますが、茶園で容易に有効積算温度を計測する手法がありませんでした。そこで、茶園において有効積算温度を計測・表示し、チャ害虫の発育相や一番茶開葉数を容易に把握できる装置を開発しました。

【成果の概要】

- ◆ 任意の有効積算温度（3水準）に達するとそれぞれLED点灯（緑、黄、赤）で報知し、有効積算温度がどのレベルにあるかを確認できます。具体的には、緑で「もうそろそろ…」、黄で「場合によっては…」、赤で「普通ならすでに…」といった設定ができます。
- ◆ 有効積算温度の記録は2回路あり、それぞれ積算開始日、基準温度（閾値）、LED点灯温度（3水準）を設定できます。害虫用と作物用などと使い分けられます。
- ◆ 警報積算温度に達した日を過去5年分記録・参照できるため、有効積算温度推移の早晩を比較できます。
- ◆ 電源に太陽電池と蓄電池を組み合わせているので、設置場所を選びません。
- ◆ 本装置はすでに市販されており、茶園におけるクワシロカイガラムシ防除適期の把握に利用されています。また、果樹等の他作物における利用も検討されています。



有効積算温度表示器の茶園設置例
右下：赤LED点灯時の表示部

主な仕様

計測	
センサ	IC 温度センサ
測定範囲	0～50℃
測定精度	RMSE0.24℃ (0～35℃)
計測	毎分 (積算計算：毎正時)
記録	有効積算温度 (最大 999.9 日度)
基準温度	0.0～12.0℃ (0.1℃刻み)
表示	
液晶	16 文字× 2 行 ・ 現在データ：日時、気温 ・ 読出しデータ：現在の積算温度、過去の警報積算温度到達日(過去 5 年分) ・ 設定データ：起算開始日、基準温度、警報積算温度
LED	警報 3 段階 3 色表示× 2 回路
電源	
	DC12V 蓄電池、発電用太陽電池
寸法	
W×H×D	22×39×15 cm (本体)
質量	9.5kg

【問い合わせ先】茶生産省力技術研究チーム TEL 0547-45-4654

低カフェイン「べにふうき」緑茶を製造するための生葉処理装置

【研究のねらい】

「べにふうき」緑茶を妊婦、乳幼児、高齢者、カフェイン感受性者に広く飲んでもらうためにはカフェインを低減化することが必須です。そこで、有効成分であるメチル化カテキン含量を減少させず効率的にカフェインを除去した「べにふうき」緑茶を製造するための装置を開発します。

【研究の概要】

- 1) 本処理装置は、通常の製茶製造ラインでは、粗揉機の前に設置し、低カフェイン処理は、図1の(A)の生葉投入口から生葉を均等な厚さにならしながら処理装置内に入れ、95℃以上の熱水シャワーを(B)でネットコンベアにより移送中の生葉に吹き付けた後、(C)で常温の清水を噴霧して冷却することにより行います。
- 2) メチル化カテキン(EGCG3"Me)、エピガロカテキンガレート(EGCG)等カテキン類を減少させずに、カフェイン含量を半分以下にするためには熱水シャワー90秒以上の処理が必要です。低カフェイン処理により、「べにふうき」緑茶の抗アレルギー活性が減少することはありません(図2)。

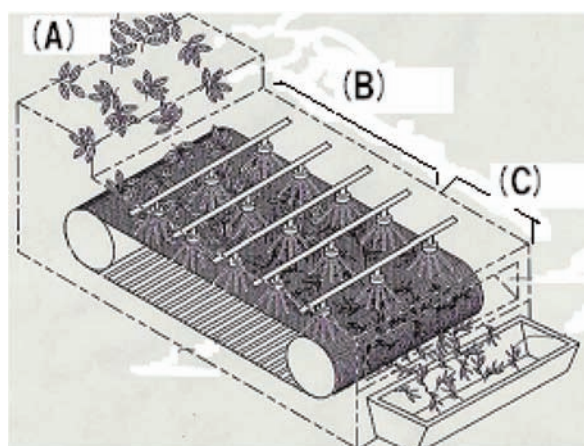


図1 低カフェイン処理装置の概略図(上)と実機写真(下)(株式会社寺田製作所で作製)

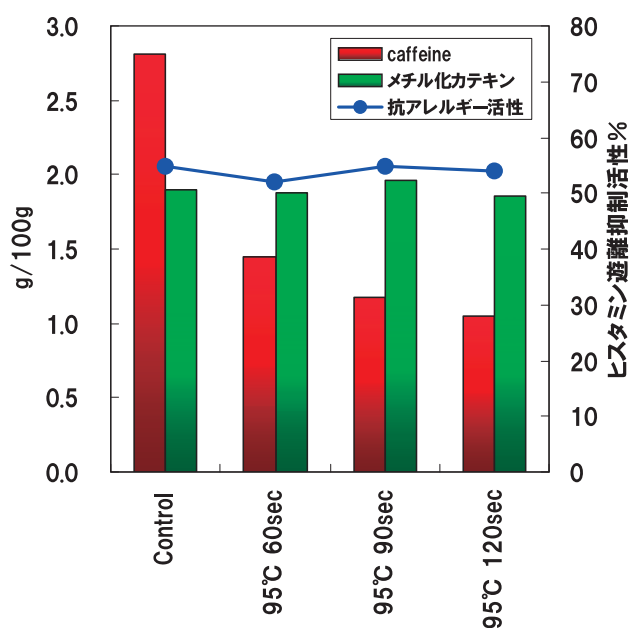


図2 低カフェイン処理装置で処理した「べにふうき」茶のカフェイン、メチル化カテキン含量と抗アレルギー活性

ネットメロンの高品質貯蔵技術

【研究のねらい】

ネットメロンは、収穫してから常温で5～7日で食べ頃になり賞味期間が短いという特性があります。一方、通常の条件（5～10℃）で冷蔵した場合には軟化が徐々に進み、食べ頃の硬さでは香りに乏しい果実となります。また、冷蔵後に常温で追熟させると、香りは良くなりますが陥没病が発生しやすくなります。そこで、貯蔵温度、包装、貯蔵後の処理を組み合わせることによりネットメロンの高品質貯蔵技術を開発します。

【成果の概要】

ネットメロンをフィルム包装（MAP）と氷冷（0℃）の組合せで貯蔵すると、果実硬度を10日程度保持することができます。さらに、常温で追熟させる前に表面殺菌を行うことにより、陥没病を回避しつつ、軟化と香りの生成が同時に起きる正常な追熟を行うことができます。この貯蔵技術により、高品質な状態での賞味期間を15日程度まで延長できます（図1）。

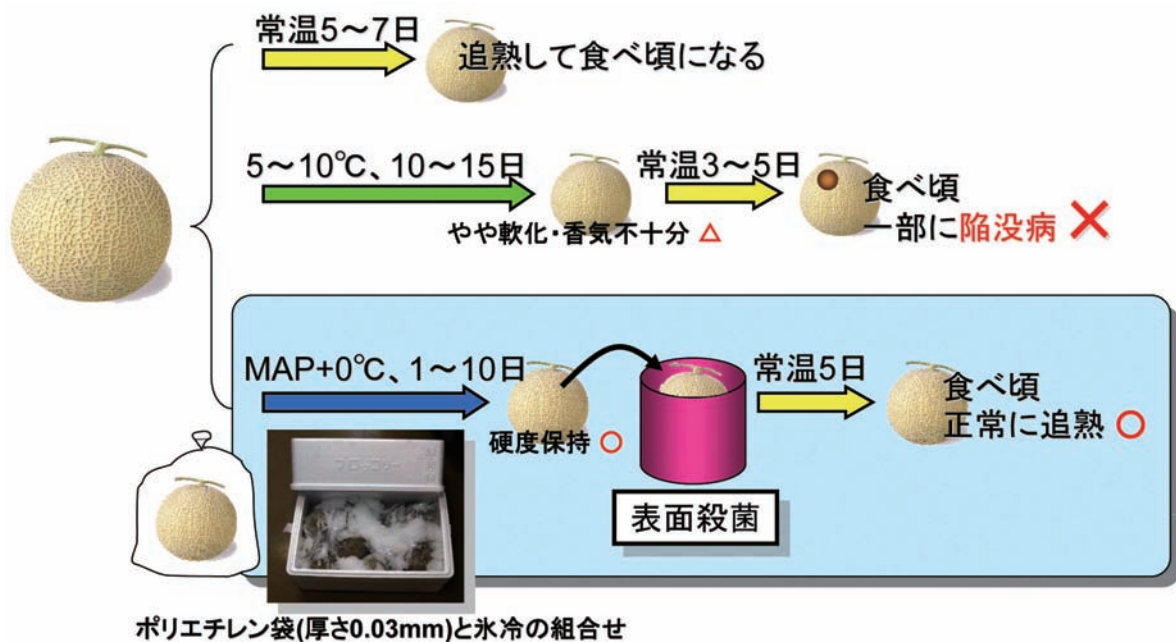


図1 MAP+氷冷による高品質メロンの品質保持技術の概要

高精度で再現性の高いイチゴの品種同定技術

【研究のねらい】

新しい品種を種苗登録した者には、独占的にその品種を利用できる育成者権が一定期間与えられます。しかしながら、イチゴのように栄養繁殖が容易な野菜では、無断増殖による育成者権の侵害や、JAS法に違反する恐れのある偽装表示が問題となっています。これを解決する手段として信頼性の高いDNA品種同定技術の開発を目指しました。また、本同定技術の普及を図るため、マニュアルを作成し公開します。

【成果の概要】

1) マーカー遺伝子型を明瞭に判定できる25個のイチゴ品種同定用DNAマーカーを開発しました(図1)。

2) 12分析機関との共同試験により、マニュアルに従った分析を行うことで、ほとんどのDNAマーカーで、分析者や使用する分析機器に関わらず、非常に高い再現性で正確な遺伝子型を検出できることを確認しました(表1)。

3) 各DNAマーカーにより検出される遺伝子型の出現頻度に基づき誤判定確率(*1)を考慮すると、16のDNAマーカーの組合せにより、イチゴ117品種を99.9%の精度で同定できます(表2)。

4) イチゴの組織からDNAを抽出し、マーカー遺伝子型の検出を行なうまでの実験操作手順について、マニュアルを作成し、公開(*2)しています。

*1 遺伝子型が偶然一致する別の品種が存在する確率

*2 http://vegetea.naro.affrc.go.jp/joho/manual/ichigo/ichigo_manual.html

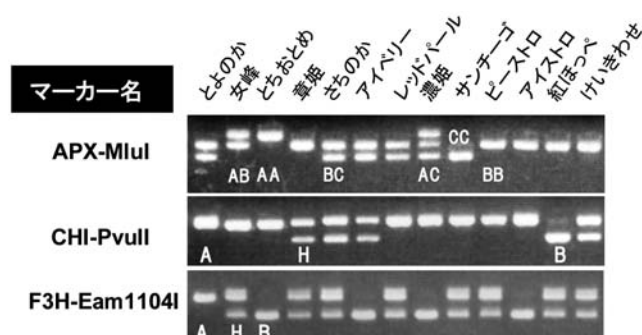


図1 DNAマーカーによるイチゴ品種の遺伝子型検出例
開発した25個の中から、3個のマーカーについてアガロースゲル電気泳動による多型パターンを示す

表1 開発した品種識別用DNAマーカーの再現性

感度および特異性	マーカー数
100%	12
98%~	7
97%~	4
95%~	1
90%~	1
0~90%	0
計	25

感度/特異性：定性分析法の検出能力を示す2つの指標。一般に95%で非常に高精度とされる。

表2 16マーカーによる品種同定の誤判定確率

品 種	確 率
章 姫	0.0000929
さ が ほ の か	0.0007029
さ ち の か	0.0001747
と ち お と め	0.0000003
あ ま お う (福岡S6号)	0.0000008

【問い合わせ先】 業務用野菜研究チーム (つくば) TEL 029-838-8529

温度に依存しないうどんこ病抵抗性を有する「きゅうり中間母本農5号」

【研究のねらい】

キュウリのうどんこ病は、頻発しがちで、また、その被害面積も大きいことから特に深刻な病害です。しかし、高温期、低温期を通じて安定した抵抗性を示すキュウリ品種はありません。そこで、温度条件にかかわらず、安定したうどんこ病抵抗性を示す中間母本（優れた特性を有する育種素材）を育成しました。

【育成経過および特性】

1. 育成経過

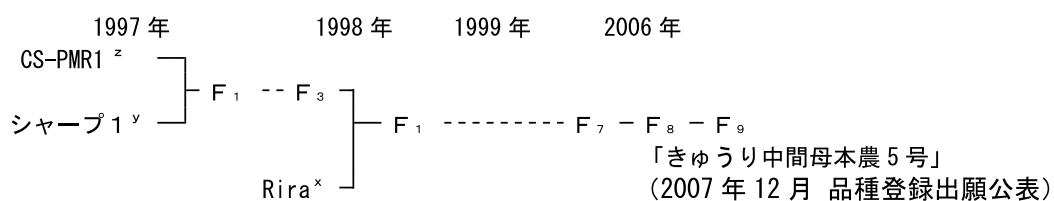


図1 「きゅうり中間母本農5号」の系統図

z：インドの雑草キュウリ（温度非依存型うどんこ病抵抗性）、y：ハウス栽培用キュウリ（うどんこ病罹病性）、
x：オランダのキュウリ（高温型うどんこ病抵抗性）

2. 特性

- 1) 「きゅうり中間母本農5号」の果実は緑色・円筒形で、短い（図2）。
- 2) 高温域はもちろん、低温域でも安定したうどんこ病抵抗性を示します（図3）。
- 3) うどんこ病抵抗性は、2対の劣性遺伝子に支配されていると推定されます。
- 4) 果実は約11cmとやや短いことから、わが国の一般的なキュウリの形状にするためには、果実の長いキュウリを交雑して改良を進める必要があります。



図2 「きゅうり中間母本農5号」の果実



図3 うどんこ病抵抗性の「きゅうり中間母本農5号」（左）と罹病性市販品種（右）
(20℃条件で接種検定を実施)

【問い合わせ先】 野菜育種研究チーム TEL 059-268-4650

両性花着生数が多いスイカ系統「すいか中間母本農1号」

【研究のねらい】

スイカはメロンやキュウリなどの他のウリ科野菜に比べて雌花あるいは両性花の着生数が少なく、また、天候条件によって雌花・両性花の着生ならびに着果は影響を受け易いことから、受粉作業に長い時間と多くの労力を要しています。一方、スイカにおける高品質果実の生産のためには、短期間に集中着果させることが不可欠です。雌花あるいは両性花の着生数を大幅に増加させることができれば、受粉・着果の機会は大幅に増加し、短期間で受粉作業および集中着果が可能になります。そこで、両性花を多数着生する「すいか中間母本農1号」を育成しました。

【成果の概要】

「すいか中間母本農1号」は、雌花着生数の多い野生スイカ「Red Seeded 3b」に雌花着生数やや多い「北京系C」を交雑後、わが国の市販品種「富士光TR」、固定品種「都3号」を交雑し、選抜を繰り返して育成した両性花を非常に多く着生する固定系統です。

一般のスイカは1つの株に雌花と雄花を着生しますが、「すいか中間母本農1号」は両性花と雄花を着生します。「すいか中間母本農1号」の両性花着生数は、一般のスイカ品種の雌花着生数に比べ、2倍以上多く、受粉作業に要する日数は短くなります。今後、本系統を育種素材として用いた多雌花・両性花性スイカ品種の育成が期待されます。

表1 「すいか中間母本農1号」の両性花着生数および受粉作業に要した日数

品種・系統名	雌花・両性花着生数 ^z	受粉日数(日) ^y
すいか中間母本農1号	9.9	3
竜宝(市販品種)	4.4	6

^z 主枝第10節から第30節間に着生した雌花あるいは両性花の数。「竜宝」は雌花を着生する。

^y 受粉作業を一斉に開始してから、品種・系統内の全供試個体の着果を確認して受粉作業を終了するまでの日数。

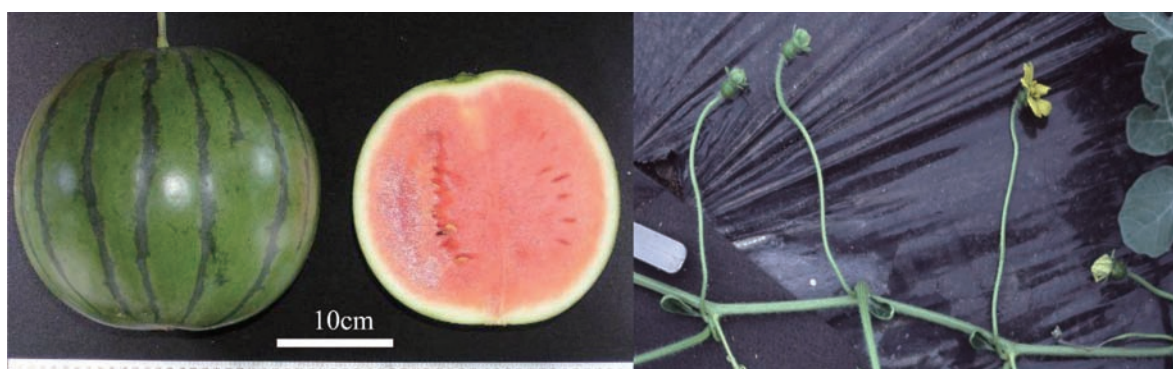


図 「すいか中間母本農1号」の果実(左)と両性花の着生状況(右)

【問い合わせ先】 野菜育種研究チーム TEL 059-268-4650

チャ葉組織中の糸状菌の蛍光染色法

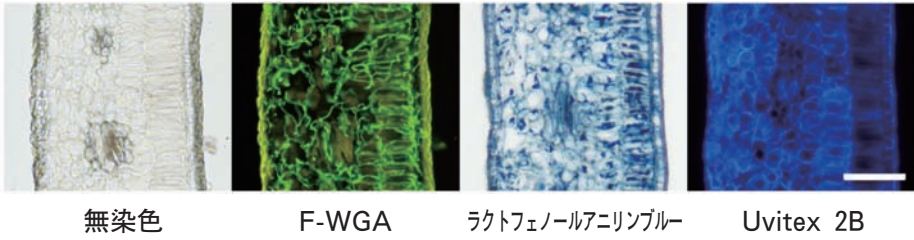
【研究のねらい】

病原糸状菌の植物体上における生態を解明し、効果的な防除法を開発するためには、植物組織中の病原菌を顕微鏡観察する必要があります。しかし、これまでチャ葉組織中の糸状菌に対して有効な染色法がなかったため、その観察は困難でした。そこで、チャ葉組織中の糸状菌に適用できる染色法を選定し、その適用範囲を明らかにします。

【成果の概要】

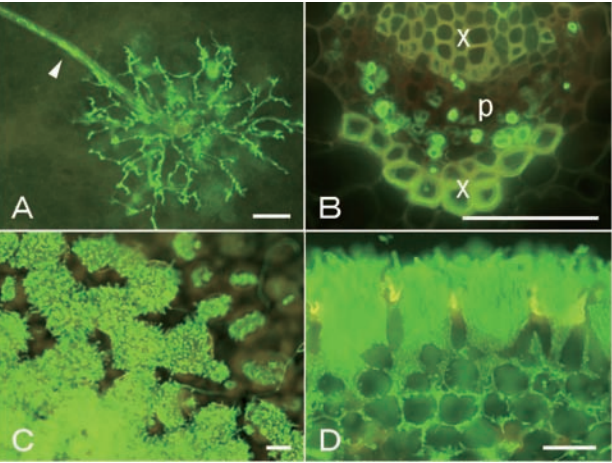
フルオレセイン標識コムギ胚芽レクチン（F-WGA）によりチャ葉組織中の糸状菌を蛍光染色できます。

F-WGAで染色された糸状菌は青色光照射下で緑色の蛍光を発します。チャ葉組織はほとんど蛍光を発せず、他の染色法よりも菌体をはっきり観察できます。



チャ葉組織中の糸状菌に対する各種染色法の比較。
サンプルは輪斑病罹病葉切片。Bar=100μm.

本染色法はチャの主要な病原糸状菌である炭疽病菌、輪斑病菌、褐色円星病菌、もち病菌、網もち病菌および灰色かび病菌に適用できます。



F-WGA染色によるチャ葉組織中の糸状菌の蛍光顕微鏡像。
A, 毛茸（矢印）および小病斑中の炭疽病菌菌糸。B, 葉脈篩部（p）中の炭疽病菌菌糸。x: 葉脈木部。C, 病斑上のもち病菌子実層。D, もち病病斑の断面。Bar=50μm.

チャ葉組織中の病原糸状菌のF-WGAに対する反応				
病原糸状菌		反応*	備考**	
炭	疽	+	1, 2	
輪	斑	+	1, 2, 3	
褐	色	+	1, 2	
も	ち	±	4	
網	も	±	4	
灰	色	+	1	

*+: 染色される。±: 試料表面に露出した部分のみ染色される。 **1: 葉組織の褐変が著しい部分では染色されないことがある。 2: 未成熟分生子および分生子形成細胞は染色されない。 3: 有色細胞は染色されない。 4: 水酸化カリウム処理が必要。

【問い合わせ先】 茶IPM研究チーム（金谷） TEL 0547-45-4692

カテコールを内標準とした高速液体クロマトグラフィによる 緑茶機能性成分の一斉分析方法

【研究のねらい】

緑茶に含まれるポリフェノール、カフェイン等の成分は様々な機能が明らかにされ、主に高速液体クロマトグラフィによる分別定量が行われていますが、内標準を用いて一斉に分析する方法はありませんでした。そこで、内標準を用いて機能性成分を一斉分析する方法を開発します。

【成果の概要】

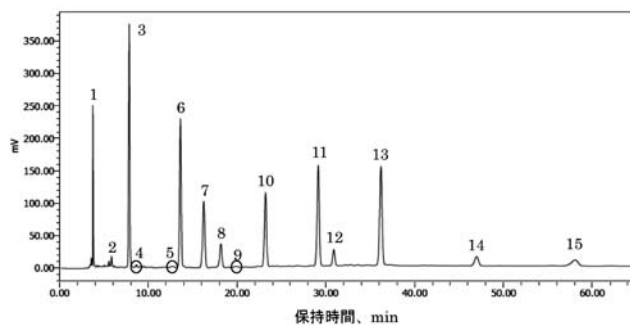
内標液はカテコール70mgとアスコルビン酸180mgを秤量し、超純水で100mLに定容します。試料1 mL、内標液2 mLと超純水2 mLを混合し、0.45 μ mのフィルターを通過した10 μ Lを以下に示した高速液体クロマトグラフィに導入します。

エピガロカテキン-3-*o*-(3-*O*-メチル)-ガレートおよびそのトランスも同時に分析できます。ただし、試料中の機能性成分の減少を防ぐためにアスコルビン酸を加えているため、この成分は定量できません。



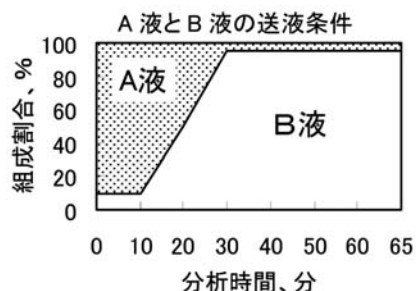
分離カラム ODS (5 μ m, 4.6 $\times$ 150mm) を2本直列接続
分離温度 40 $^{\circ}$ C
A液 0.25%リン酸：アセトニトリル=20：1
B液 A液：メタノール=5：1

分析例



A社製緑茶飲料のHPLCクロマトグラム

1, アスコルビン酸；2, 没食子酸；3, ガロカテキン；4, テオブロミン；5, テオフィリン；6, 内標準；7, エピガロカテキン；8, カテキン；9, ストリクチニン；10, カフェイン；11, エピガロカテキンガレート；12, エピカテキン；13, ガロカテキンガレート；14, エピカテキンガレート；15, カテキンガレート。



※参考文献 Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4957-4964, 2007

【問い合わせ先】茶生産省力技術研究チーム（金谷） TEL 0547-45-4950

キャピラリー電気泳動法による野菜成分の低コスト分析

【研究のねらい】

野菜のおいしさを解析する上で、糖や有機酸の分析が重要です。従来の高速液体クロマトグラフィーによる方法では、カラムが高価でランニングコストが無視できません。そこで、キャピラリー電気泳動法を用い、野菜の低コスト分析法を開発しました。

【研究の概要】

安全性やえぐ味に関係するとされる硝酸、シュウ酸及び、酸味に関係するリンゴ酸、クエン酸、うま味に関係するコハク酸について、1試料あたり15分で分析できる方法を開発しました（図1）。

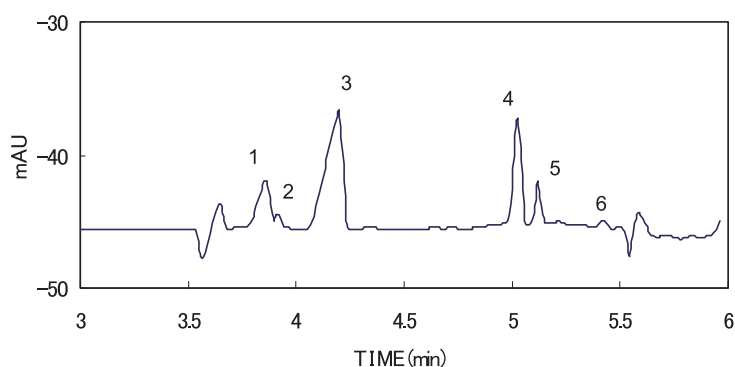


図1 油炒めしたホウレンソウ抽出液中の硝酸及び有機酸の分析

1：硝酸，2：硫酸，3：シュウ酸，4：リンゴ酸，5：クエン酸，6：コハク酸。
機器：3D-CE（アジレント）。
キャピラリー管：内径0.075mm × 80.5cm。
電気泳動液：10mM PDC，0.5mM CTAB，5mM EDTA-2Na（pH 5.6），メタノール8%添加。
印加電圧：-30kV，検出：275nm（間接）。

PDC：2,6-ピリジンジカルボン酸，CTAB：セチルトリメチルアンモニウムブロミド，EDTA-2NA：エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム。

甘味に関係する果糖、ブドウ糖、ショ糖を20分で分析する方法を開発しました（図2）。

これらの方法では1本3,000円程度のキャピラリー管と安価な試薬（50試料分100円以下）しか使わないため、低コストで分析可能です。しかも、従来法に比べて、試料の前処理は簡単で、分析に要する時間は同等かそれ以下に短縮できました。

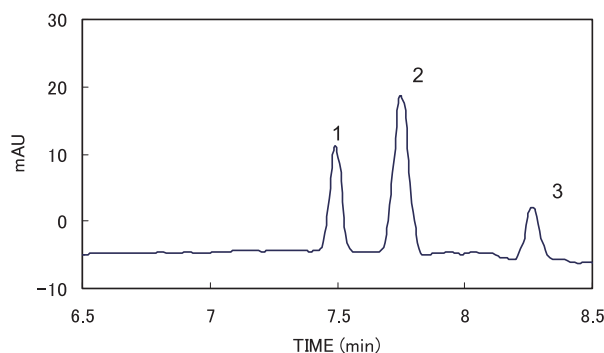


図2 油炒めしたホウレンソウ抽出液中の糖分析

1：果糖，2：ブドウ糖，3：ショ糖。
キャピラリー管：内径0.075mm × 80.5cm。
機器：3D-CE（アジレント）。
電気泳動液：10mM安息香酸ナトリウム，0.5mM TTAB（pH 12.0）。
印加電圧：-30kV，検出：225nm（間接）。
TTAB：テトラデシルトリメチルアンモニウムブロミド。

【問い合わせ先】 野菜・茶の食味食感・安全性研究チーム（安濃） TEL 059-268-4636

ニンジンに含まれる α -カロテンと β -カロテンの簡易分別定量法

【研究のねらい】

ニンジンの色素は主に α -カロテンと β -カロテンです。従来、 α -カロテンと β -カロテンの定量には、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて、1点あたり20～40分の分析時間を要しました。そこで、品質評価の場面で簡易に利用可能な α -カロテンと β -カロテンの簡易分別定量法を開発します。

【成果の概要】

α -カロテンと β -カロテンの可視吸収スペクトルの違い（図1）を利用して、ニンジンのアセトン抽出液の吸光度（443nm, 475nm, 492nm）から総カロテノイド濃度および個別のカロテノイド濃度を求める計算式（式1～3）を開発しました。これにより、一般的な分光光度計を用いて、1点あたり数分以内に分析が可能となりました。

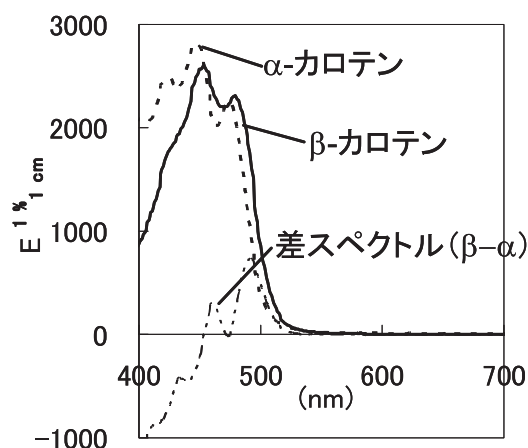


図1 α -カロテンと β -カロテン（1%，1 cm）の可視吸収スペクトルおよびその差スペクトル

$$\text{式1 総カロテノイド濃度 (mg/L)} = 4.143A_{475} - 0.561$$

$$\text{式2 } \beta\text{-カロテン濃度 (mg/L)} = -1.292A_{443} + 3.698A_{492} + 0.131$$

$$\text{式3 } \alpha\text{-カロテン濃度 (mg/L)} = 0.984A_{443} + 3.091A_{475} - 2.758A_{492} - 0.299$$

注) A_{443} , A_{475} , A_{492} は、それぞれ、443, 475, 492nmの吸光度。

計算式で求められる濃度は、被験液であるアセトン抽出液中の色素濃度。

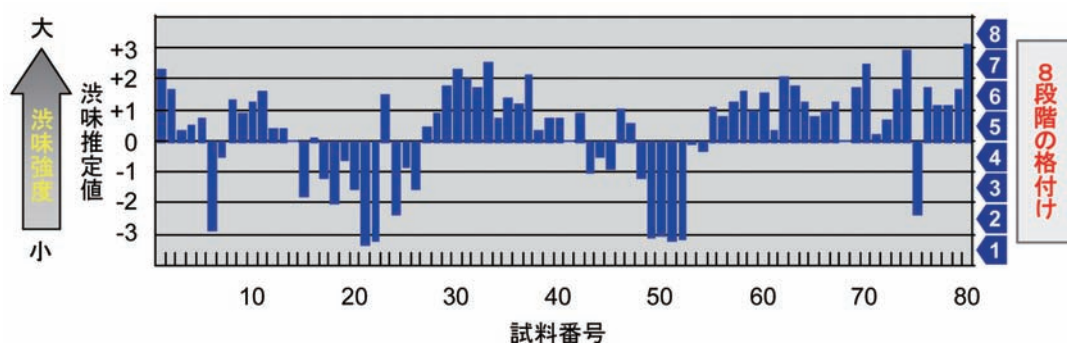
味覚センサーによる緑茶の客観的渋味評価法

【研究のねらい】

食品の品質及び安全性や健康に対する関心の高まりを受けて、生産者・業界・消費者から、茶においても品質表示制度の確立が強く望まれています。そこで、緑茶の規格設定・品質表示制度の策定を指向した客観的品質評価法を開発するために、味覚センサー装置を用いた緑茶の渋味強度の実用的な格付け方法を確認しました。

【成果の概要】

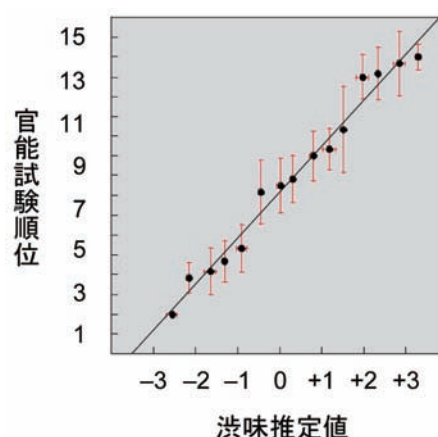
味覚センサーの出力値（電位差）は、（－）-エピガロカテキン-3-*O*-ガレート水溶液を標準液として渋味推定値に換算されます（渋味推定値＝その一目盛りが渋味の違いを認識できる最小単位と考えられる数値）。この値に基づき、**緑茶の渋味強度は8段階に格付けすることが出来ます**。この格付けはヒトの官能と高い相関を持っています。



緑茶80試料の分析例

本法はリーフタイプのインド産およびスリランカ産の紅茶にも適用可能で、それらの渋味強度は10段階に格付けされます。

なお、同様のコンセプトによって、**緑茶のうま味強度は6段階に格付けできます**。ただし、この場合には緑茶浸出液試料中の渋味物質を取り除く前処理が必要となります。



緑茶浸出液の渋味推定値とヒトの官能との関係
官能試験は順位が高いほど渋味が強いことを示す

【問い合わせ先】 野菜・茶の食味食感・安全性研究チーム（金谷） TEL 0547-45-4982

キャベツ栽培における家畜ふん尿を原料とするメタン消化液での化学肥料全量代替

【研究のねらい】

今まで廃棄物として扱われることが多かった家畜ふん尿を作物栽培に利用することは、資源の有効活用技術の一つとして重要です。家畜ふん尿をメタン発酵処理すると、エネルギー源であるメタンガスを取り出すことができますが、同時に得られるメタン発酵消化液（以下、「メタン消化液」と呼びます）は、化学肥料と同じ速効性窒素成分を高濃度に含むため、化学肥料に代わる肥料としての利用が期待されています。そこで、メタン消化液のキャベツ栽培への利用を試みました。

【研究の概要】

①メタン消化液とは？

メタン消化液は液体状の物質で、表1のような性質を持っています。最大の特徴は、速効性窒素成分であるアンモニア態窒素を多量に含んでいることですが、他にも肥料成分を含んでいます。その反面、アンモニアが発生しやすいため窒素成分が徐々に減少する可能性があります。

表1 メタン消化液の性質（一例）

固形分 (%)	pH	消化液 1 kgに含まれる肥料成分量 (mg)					
		全窒素	アンモニア態窒素	リン	カルシウム	マグネシウム	カリウム
1.0	7.64	1,200	520	11	18	7.8	41

②メタン消化液の施用方法

メタン消化液は液体であり、施用時にアンモニアが発生するため、施用方法に工夫が必要です。基肥として施用する場合、定植位置に溝を掘ってメタン消化液を流し込み、覆土することで、アンモニアによる悪臭発生と窒素成分の損失を抑えることができます（写真1）。なお、施用方法については、トラクター牽引式の土中施用機の研究が進められています。また、追肥の時には、条間に設置したかん水チューブを利用しました。



写真1 メタン消化液の施用方法

③慣行栽培との収量の比較

牛ふん堆肥と化成肥料を施肥する慣行区に対し、消化液区では堆肥と、化成肥料の代わりにメタン消化液（含まれるアンモニア態窒素が化成肥料中の窒素と同量）を施肥しました。その結果、キャベツの生育は慣行区と消化液区で違いはありません（図1、写真2）。

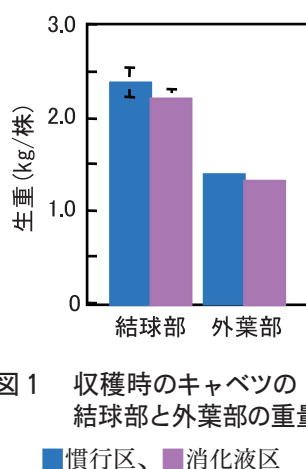


図1 収穫時のキャベツの結球部と外葉部の重量



写真2 収穫したキャベツの比較

キャベツの他には、レタス、ハクサイ、ブロッコリ、チンゲンサイにも利用可能です。

【問い合わせ先】業務用野菜研究チーム（つくば） TEL 029-838-8529

水耕栽培トマトの草勢制御のための肥料成分の量管理法

【研究のねらい】

養液栽培では、一般に培養液のおおまかな濃度を調整する方法（濃度管理法）によって施肥量が調節されます。濃度管理法では葉と果実のバランスを上手く調整できず、収量や品質が低下する場合があります。そこで、水耕栽培トマトにおいて、作物に必要な量の肥料を与える量管理法において、吸水量を指標として簡易に施肥量を調節する技術を開発しました。

【成果の概要】

肥料成分の量管理法として、循環式栽培装置の培養液タンクに定量ポンプとタイマを備えたシステムにより、毎朝1回、1日分の肥料として肥料原液を循環タンクに加え、以後は水のみを補給します（図1）。

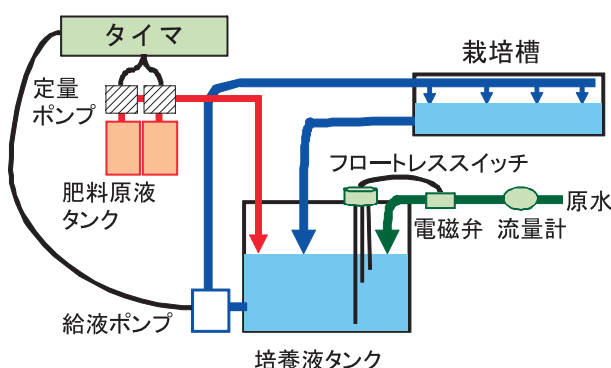


表1 吸水量を指標とした窒素の施肥量の基準
(単位はmeN/株/日)

最大日吸水量 (L/株/日)	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.3	1.3~1.6	1.6~
定植～摘心	3	4	5	6	7	8	9
摘心～栽培終了2週間前	2	3	4	5	6	7	
栽培終了2週間前～			1	2	3	4	5

1日分の施肥量は、トマトの吸水量を指標として3日ごとに表のように設定します（表1）。吸水量はフロートレススイッチと電磁弁を用いて計測します。総施肥量を従来の濃度管理法に比べて2～3割削減できます（図2）。

図1 肥料成分の量管理法栽培システム

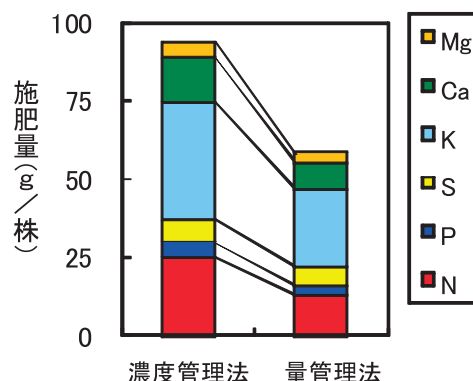


図2 濃度管理法と量管理法の施肥量の比較
(栽培期間9月～3月)

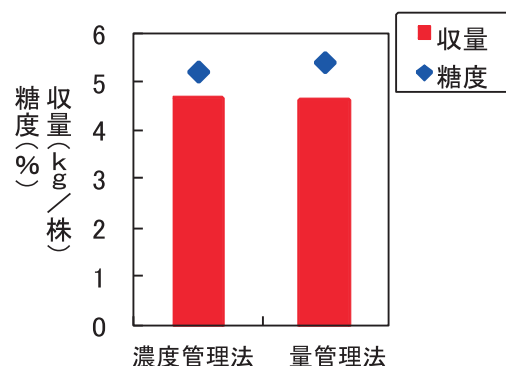


図3 濃度管理法と量管理法の収量および糖度の比較
(栽培期間9月～3月)

量管理法では、高度なコンピュータを使わなくても、トマトの草勢制御が精密に行えます。濃度管理法で栽培した場合と同程度の収量と品質の果実がえられます（図3）。

現在、ロックウールなどの培地を用いた養液栽培において、量管理法の開発を進め、水耕栽培と同じような方法で栽培ができることが分かっています。

【問い合わせ先】 高収益施設野菜研究チーム TEL 0569-72-1647

露地野菜害虫の捕食性天敵類に悪影響の小さい殺虫剤

【研究のねらい】

総合的病害虫管理（IPM）では、防除対象となる害虫以外の生物への影響が小さくなるような防除技術が必要となります。露地野菜のIPMを考えた場合、土着の天敵類を保護して、その害虫密度抑制効果を利用することが有効と考えられます。そこで、捕食性土着天敵類を保護利用した防除体系を構築できるように、露地野菜圃場における代表的な土着天敵であるウツキコモリグモとオオハサミムシに対して悪影響の小さい殺虫剤を明らかにしました。

【成果の概要】

実験室内で土着天敵類に実用濃度で薬剤を撒布した場合、微生物農薬のB T剤とボーベリア・バシアーナ剤、ネオニコチノイド系のジノテフラン剤、昆虫成長制御剤（IGR）のクロマフェノジド剤とメトキシフェノジド剤、新規系統のピリダリル剤とフルベンジアミド剤は死亡率が低く、悪影響が小さいと判断されます。しかし、すべての有機リン剤、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤、ネライストキシン剤と多くのネオニコチノイド剤、IGR、その他の系統の多くの合成化学殺虫剤は死亡率が高く、大きな悪影響があることがわかりました。これら以外の重要な土着天敵であるゴミムシ類についても調査研究を進めていますが、ほぼ同様の結果が得られています。



ウツキコモリグモ



オオハサミムシ

BT水和剤
ボーベリア・バシアーナ乳剤
ジノテフラン水溶剤
クロマフェノジド水和剤
メトキシフェノジド水和剤
ピリダリル水和剤
フルベンジアミド水和剤

有機リン系殺虫剤
カーバメート系殺虫剤
合成ピレスロイド系殺虫剤
ネライストキシン系殺虫剤
多くのネオニコチノイド系殺虫剤
多くの昆虫成長制御剤（IGR）
多くのその他の系統の合成化学殺虫剤

【問い合わせ先】野菜IPM研究チーム（安濃） TEL 059-269-4643

有機質肥料を使ったトマトの養液栽培

【研究のねらい】

従来の養液栽培（水耕栽培）では有機物が養液に入ると水が腐敗してしまい、有機質肥料を利用できませんでした。そこで養液栽培で有機質肥料を使えるようにするため、水中で有機物を分解・無機化する微生物生態系の構築法を開発します。

【成果の概要】

微生物生態系の構築には、三つのポイント（①少量の土壌を添加、②有機質肥料を少量ずつ添加、③約2週間の曝気）を守ればよいことが分かりました。これにより、養液栽培で有機質肥料を養液に直接添加できるようになりました。トマトの栽培例では、収量・品質ともに慣行の化学肥料による養液栽培と遜色ありません（図、表参照）。



有機質肥料（コーンステーパーリカー）



化学肥料

図 NFT（薄膜水耕）によるトマトの養液栽培

トマト‘桃太郎’を一段栽培。左はコーンステーパーリカー（CSL）で栽培、右は比較対照として、化学肥料で栽培（慣行）。

表 トマト収量および品質

	果数 (個)	良品果 (個)	総収量 (g)	良品果 収量 (g)	不良果 収量 (g)	良品果 平均果重 (g)	1株あたり 良品果収量 (g)
鰹煮汁区	68	68	12,299	12,299	0	181	513
C S L 区	66	61	12,441	11,843	597	194	494
化学肥料区	53	40	9,210	7,474	1,735	187	311

	Brix (平均)	ビタミンC (mg/100g)	グルタミン酸 (mg/100g)
鰹煮汁区	5.4	22.8	103.3
C S L 区	5.5	24.8	85.2
化学肥料区	5.8	26.2	126.9

有機質肥料に鰹煮汁（鰹節工場の廃液）、CSLを用い、比較対照に化学肥料を使用。

【問い合わせ先】 野菜IPM研究チーム（安濃） TEL 059-268-4641

茶園における施肥幅拡大による窒素利用効率の向上

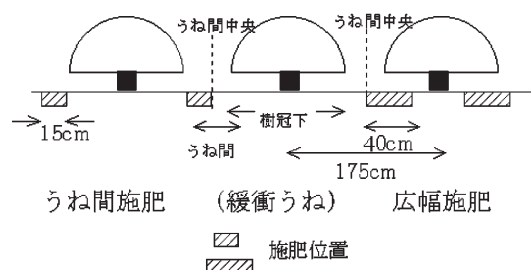
【研究のねらい】

施肥幅を樹冠下まで拡大して茶樹の根域を広く活用することが、茶園における窒素利用効率の向上につながることを明らかにし、これまでに開発されてきた樹冠下施肥技術の普及に役立てます。

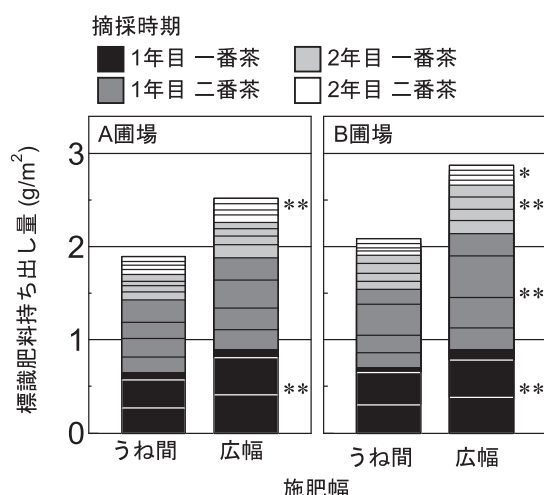
【成果の概要】

茶園において、樹冠下まで施肥幅を拡大（広幅施肥）すると、施用窒素の吸収利用効率が高まります。その利用効率の高さは施肥翌年にも認められます。そのため、減肥をしても慣行施肥と同等の収量・品質が得られます。

広幅施肥によって、土壌のpH、ECともいうね間と樹冠下の差が減少し、うね間土壌の強酸性が改善されます。その傾向は、施肥削減と組み合わせることにより顕著となります。



窒素利用効率解析のための施肥位置と施肥幅



施肥幅の違いと標識肥料持ち出し量との関係

重窒素標識硫酸施用時期が異なる4試験区ごとに新芽中の標識肥料由来窒素量を算出し、それらを摘採時期別に積算。

*、**：各摘採時期における施肥幅の処理間に有意差あり（t検定、*：有意水準5%、**：同1%）

施肥位置	うね間 50kgN (慣行)	樹冠下 50kgN	樹冠下 30kgN (減肥)
土壌採取位置	うね間・樹冠下	うね間・樹冠下	うね間・樹冠下
pH			
0-20cm	Red	Orange	Yellow
20-40cm	Red	Orange	Yellow
40-60cm	Yellow	Yellow	Yellow
60-80cm	White	White	White
80-100cm	White	White	White
EC			
0-20cm	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
20-40cm	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
40-60cm	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
60-80cm	Light Blue	Light Blue	Light Blue
80-100cm	Light Blue	Light Blue	Light Blue
pH	Red: ~3.3	Orange: 3.4~3.6	Yellow: 3.7~3.9
EC	Dark Blue: 0.20~	Dark Blue: 0.15~0.19	Dark Blue: 0.10~0.14
(mS/cm)	White: 4.0~	White: 4.0~	White: ~0.10

施肥幅の違いと土壌pH、ECの鉛直分布との関係

下記の施肥体系を4年間継続後の土壌分析値。

年間の10a当たり窒素施肥量（括弧内は広幅30kgN区）

は、春肥Ⅰ：菜種油粕5.3（4.2）kg、

春肥Ⅱ：有機配合6.0（4.0）kg＋（被覆肥料9.6kg）、

芽出し肥：硫酸8.4（4.2）kg、夏肥Ⅰ：8.4kg、

夏肥Ⅱ：8.4kg、秋肥Ⅰ：菜種油粕5.3（4.2）kg、

秋肥Ⅱ：8.0（4.0）kg。広幅30kgN区は、リン酸と加里を

一律に40%減肥。試験3年目に苦土石灰を60kg/10a施用。

広幅施肥には、送風式肥料散布機を使用。

暖地早場地帯における「べにふうき」緑茶のメチル化カテキン多収摘採法

【研究のねらい】

「べにふうき」緑茶は抗アレルギー成分のメチル化カテキンを多く含みます。現在その栽培は、鹿児島県における飲料原料向け契約を主体に100haを超えています。まだ幼木園が多く、今後成園化に向かいますが、年間を通じた収穫体系が確立されていません。また飲料原料向けにはメチル化カテキンの高含有が望まれます。そこで、暖地早場地帯の「べにふうき」成園におけるメチル化カテキン多収摘採法を開発しました。

【成果の概要】

暖地早場地帯では、一、二、三、秋冬番茶が収穫できます。慣行摘採（出開き度70%）より約10日遅く収穫する極遅摘み（出開き度100%の約5日後）とすれば、メチル化カテキン含有率と生葉収量を同時に高められ、メチル化カテキン収量が顕著に高まります（図1）。

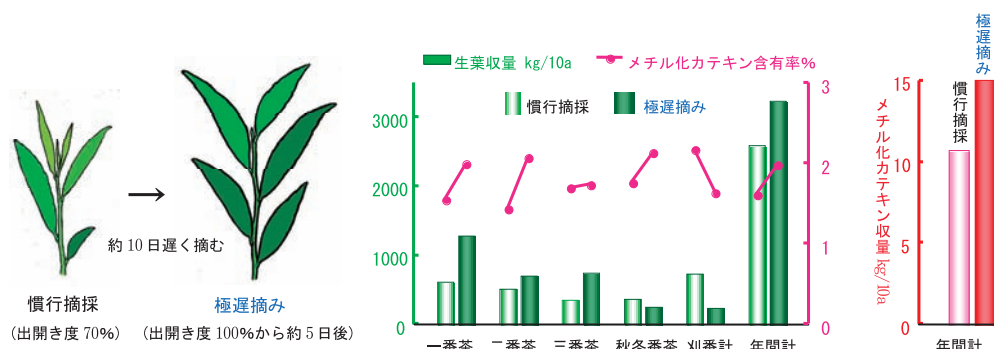


図1 「べにふうき」極遅摘み法による生葉収量およびメチル化カテキンの含有率と収量

極遅摘み法で得られる年間収量は生葉で約3,300kg/10a、荒茶で約760kg/10a（メチル化カテキン約15kg/10a）になります。メチル化カテキンの年間平均含有率は約1.9%です。二、三番茶はその前茶期からの積算温度で1,200～1,300日度を目安に収穫します。ただし三番茶は、秋冬番茶までに20℃以上の有効積算温度で320～350日度が確保できる時期までに収穫します（図2）。

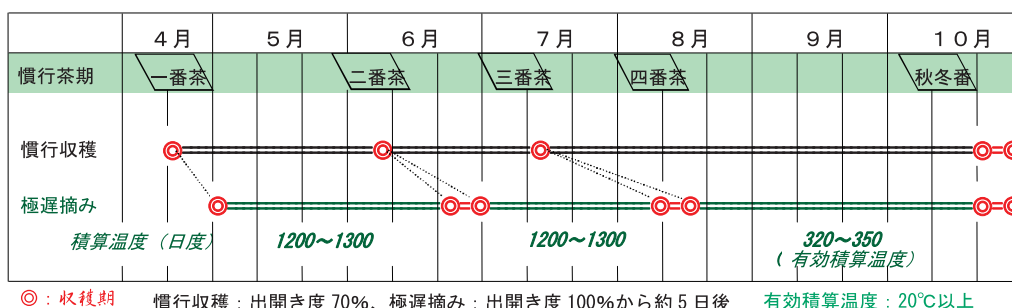


図2 暖地早場地帯における「べにふうき」緑茶の年間摘採体系

本成果は、四番茶が収穫可能な地域か「やぶきた」を平年で4月20日頃までに収穫する地域で活用できます。その他の地域では、一、二、秋冬番茶の三回収穫になります。極遅摘み法は収穫期の幅が広いので、製茶工場の操業に合わせた収穫が可能です。なお本成果は1990年定植の野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点内成園（年間窒素施肥成分量75kg/10a）で得られた結果です。

【問い合わせ先】茶生産省力技術研究チーム TEL 0547-45-4478

「べにふうき」緑茶からのメチル化カテキンの効率的な抽出方法

【研究のねらい】

「べにふうき」を緑茶飲料として利用する際に、メチル化カテキンを効率的に摂取するための最適抽出条件を明らかにして、「べにふうき」緑茶を有効に利用したい。

【研究の概要】

- 1) 一番茶（早摘み）、一番茶（適期摘み）、二番茶の中では、煮沸抽出では二番茶の、熱水静置抽出では一番茶（早摘み）のEGCG3"Me抽出率が高い。
- 2) 家庭等で飲用する場合、「べにふうき」緑茶からメチル化カテキンを60%以上抽出するためには、100倍量以上の水で煮沸しながら5分以上煎じる必要があります。熱水を注いでそのまま5分静置した場合は約30%、一晩冷蔵庫で抽出した場合は約14%の抽出率にとどまります（図1）。
- 3) 食品メーカー等が「べにふうき」緑茶からメチル化カテキン含量の多いエキスを熱水で攪拌抽出する際、70～95℃の抽出温度、20～50倍の抽出倍率、3～15分の抽出時間の範囲内では、温度を90℃以上、倍率を20倍以上にし、時間を9～15分という条件を選択すれば同じ抽出率が得られます（図2）。

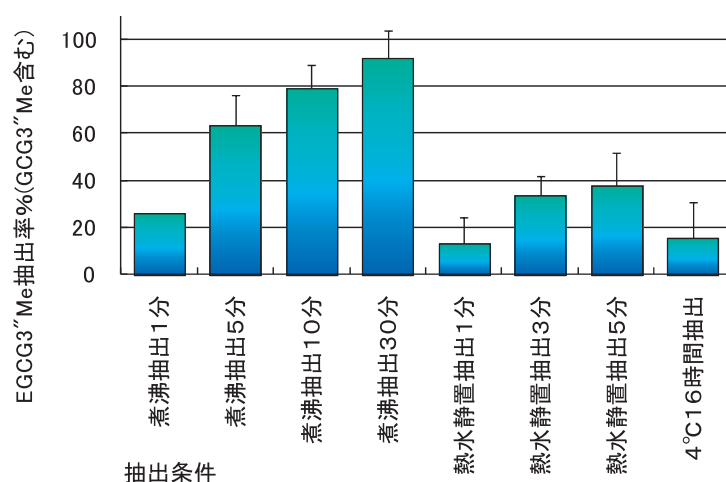


図1 抽出条件の異なる「べにふうき」緑茶からのメチル化カテキン抽出率

一茶期（早摘み、適期摘み）、二茶期の「べにふうき」茶を30秒から120秒蒸した各供試原料からの抽出率の平均値

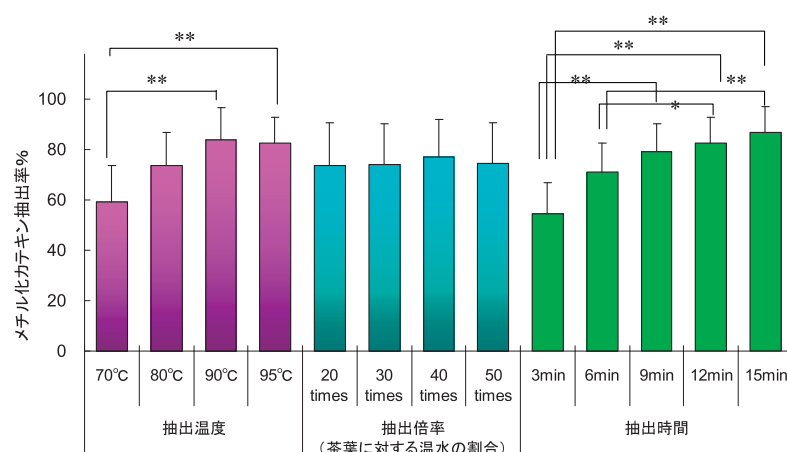


図2 抽出温度、抽出倍率、抽出時間の違いによる「べにふうき」緑茶からのメチル化カテキン抽出率

**：p<0.01、*：p<0.05で群間に有意差あり

【問い合わせ先】 野菜・茶機能性研究チーム（金谷） TEL 0547-45-4964

金属元素含有量による茶葉の原産国および生産県の判別技術

【研究のねらい】

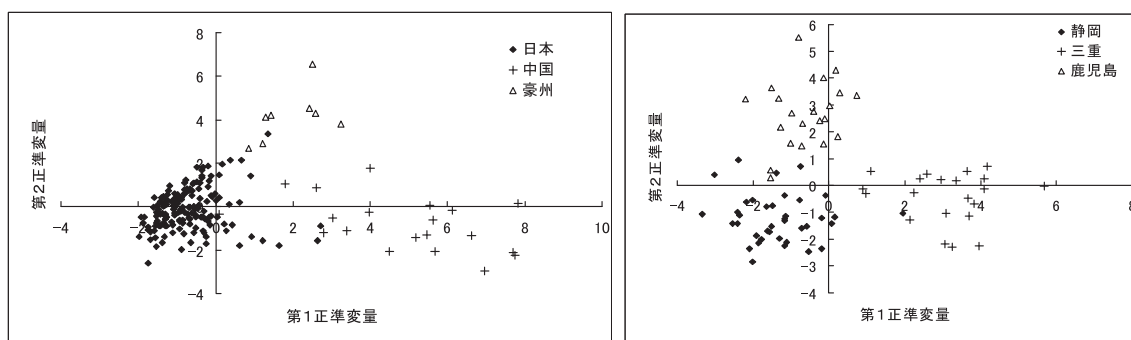
外国からの輸入茶の国産茶への混入の可能性や、ブランド名のついた国産茶の生産量以上の流通量の多さが指摘されています。しかし、正しい表示に基づく健全な流通確保の裏付けとなり、偽装表示の抑止力となりうる科学的な茶の原産地判別技術は未開発です。そこで、煎茶について、金属元素含有量により日本産、中国産および豪州産茶を判別する手法ならびに静岡県産、三重県産および鹿児島県産茶を判別する手法を開発しました。

【成果の概要】

日本産・中国産・豪州産茶の判別：Ba、Mg、Mn、Ni、Rb、Srを用います。

静岡県産・三重県産・鹿児島県産茶の判別：Al、Cu、Fe、Mg、Ni、Rb、Znを用います。

正準変量のプロット



第1 正準変量=0.0726Ba+0.0230Rb+0.0831Sr+0.001Mg+0.0028Mn+0.0004Ni-3.7147 (自由度：12、 p 値：<0.001、固有値：3.13)
第2 正準変量=-0.0360Ba-0.0460Rb+0.2213Sr+0.0021Mg+0.0008Mn+0.1446Ni-5.1489 (自由度：5、 p 値：<0.001、固有値：0.82)

第1 正準変量=0.0106Al-0.2013Cu-0.0491Fe-0.0038Mg-0.0358Ni+0.0291Rb+0.1603Zn+1.0011 (自由度：14、 p 値：<0.001、固有値：3.60)
第2 正準変量=-0.0029Al+0.0031Cu-0.0205Fe+0.0048Mg-0.1426Ni+0.1157Rb+0.0256Zn+0.0031 (自由度：6、 p 値：<0.001、固有値：2.72)

元素記号はその含有量 (ppm) を表す

正準判別の結果

		判定された産地						
		日本	中国	豪州		静岡	三重	鹿児島
真の産地	日本	155(154)	2(0)	2(5)	静岡	36(35)	1(2)	1(1)
	中国	2(1)	18(19)	0(0)	三重	0(0)	21(21)	0(0)
	豪州	0(0)	0(0)	8(8)	鹿児島	2(0)	0(1)	19(20)

カッコ内は正準判別関数式の精度評価を行ったときの結果を示す

正準判別による判別適中率：3 国判別で97%、3 県判別で95%

正準判別関数式の精度評価による判別適中率：3 国判別で97%、3 県判別で95%

【問い合わせ先】 野菜・茶の食味食感・安全性研究チーム (金谷) TEL 0547-45-4982

日本品種と中国およびベトナム産チャにおける葉緑体DNA塩基配列の差異

【研究のねらい】

緑茶の品質表示では、原産国の表示が義務付けられているため、その表示が正しいのかを検証する技術の開発が必要とされていました。そこで、輸入の大部分を占める中国産およびベトナム産の茶と日本の茶を見分けるため、葉緑体遺伝子の違いを調べました。

【成果の概要】

葉緑体*rbcL-accD*領域の塩基配列を比較すると、日本産の茶21品種のうち20品種は2つのタイプIaとIIに分類されました。残る1品種は別のタイプIIIに分類されました（表1）。中国産栽培チャでは、タイプIa、IIに加え、9つのタイプに分類されました。ベトナム産栽培チャでは、Iaの他3つのタイプに分類されました（表2）。

表1 日本品種の葉緑体*rbcL-accD*領域の塩基配列による分類

タイプ	実験に用いた品種	左に掲げた品種を種子親とする品種
Ia	やぶきた、あさぎり、あさひ、ごこう、こまかげ、きょうみどり、さみどり、はつもみじ	めいりよく、おくひかり、おくみどり、さやまかおり、やまかい、みねかおり、みなみかおり、さえみどり、さわみずか、みねゆたか、みえ緑萌1号、あさのか、山の息吹、香駿、さきみどり、むさしかおり、そうふう、ゆめわかば、ゆめかおり、はるもえぎ、つゆひかり、さいのみどり
II	あさつゆ、さやまみどり、うじひかり、やまとみどり、かなやみどり、くりたわせ、まきのはらわせ、なつみどり、やえほ、たかちほ、ひめみどり、べにほまれ	ゆたかみどり、おおいわせ、べにふうき、ほくめい、松寿、摩利子、はるみどり
III	からべに	

表2 産地ごとの各タイプの検出数

産地	Ia	Ib	II	III	IVa	IVb	IVc	Va	Vb	VIa	VIb	VIc	VII	VIII
日本	8		12	1										
中国	7		2			1	2	1	2	4	6	1	1	1
ベトナム	2	1			1	3								

【問い合わせ先】 野菜・茶の食味食感・安全性研究チーム（金谷） TEL 0547-45-4982

さび病抵抗性ネギの育種

【研究のねらい】

さび病は、秋から梅雨季までの長期間にわたり発生し、ネギの商品価値を著しく低下させるため、多量の農薬散布による防除を行う必要があります。本病害に強度抵抗性をもつ育種素材は見つかっていないため、交配と選抜を繰り返す循環選抜法により抵抗性に関わる遺伝子を集積し、さび病に強い集団を育成しました。

【成果の概要】

国内外から収集した133品種・系統のネギ遺伝資源の中から、接種検定により比較的低い発病程度を示した6品種を選定し、これらを基本集団として、図1の手順で選抜および交配を繰り返しました。選抜のサイクルを経るごとに、発病程度が選抜前の基本集団に比べ明らかに低くなることが確認されました（図2）。これらの改良集団をもとに、抵抗性が著しく向上した固定系統を育成しました。（図3）。現在、これらを育種素材に用い、抵抗性品種の育成を進めています。

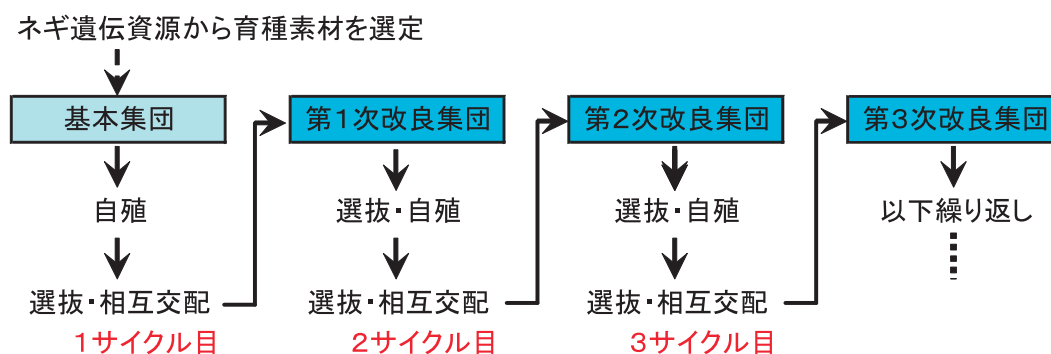


図1 ネギさび病抵抗性の循環選抜の手順

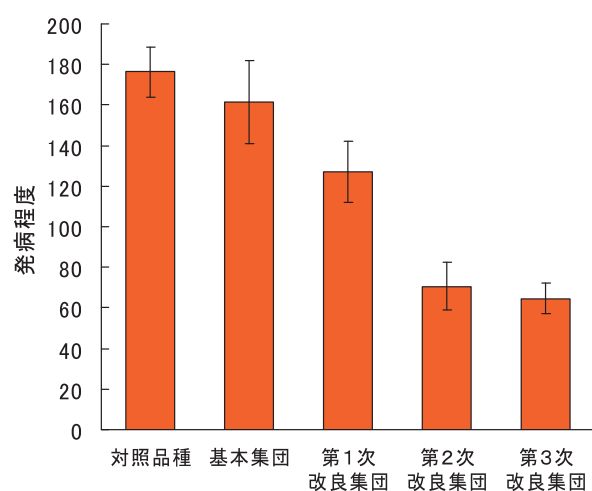


図2 循環選抜による改良集団の発病程度の比較



図3 さび病接種検定後のネギ市販品種（左）と育成した抵抗性系統（右）

【問い合わせ先】 野菜育種研究チーム TEL 059-268-4652

うどんこ病抵抗性メロンの選抜に有効なDNAマーカー

【研究のねらい】

メロン栽培においてうどんこ病は重要な病害の一つであり、近年、菌の系統分化による抵抗性品種の罹病化が問題になっています。アメリカで育成されたメロンAR 5は新たなうどんこ病菌系統に対しても強度の抵抗性を有することから、これを素材とする抵抗性育種が始まりました。AR 5の抵抗性に連鎖するDNAマーカー（目印）を開発することにより、幼苗期における選抜が可能となり、育種の大幅な効率化が期待されます。

【成果の概要】

AR 5（図1）の持つうどんこ病抵抗性遺伝子のうちの 하나가、2つのDNAマーカーCMBR8とCMBR120の間に位置しており、どちらのマーカーとの距離も3cMであることを明らかにしました。

また、CMBR8とCMBR120がともに抵抗性親のAR 5と同じマーカー遺伝子型を持つ系統は発病指数が小さく（すなわち抵抗性が強く）、この遺伝子は作用力が大きいことがわかりました（図2）。

種々の条件下で安定して強度の抵抗性を発現するためにはAR 5が持つもう1つの抵抗性遺伝子も併せ持つことが必要です。その抵抗性遺伝子についてもマーカーを開発中です。



図1 うどんこ病抵抗性メロンAR 5（左）と罹病性の「春系3号」（右）

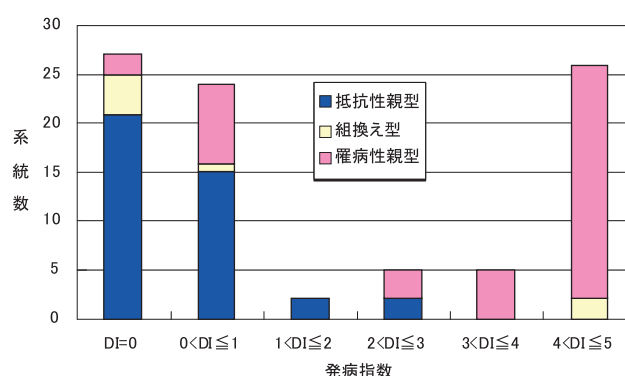


図2 AR 5と「春系3号」との交雑後代より育成した組換え型自殖系統におけるうどんこ病発病指数とマーカー型との関係

リーフディスクを用いて接種検定を行い、約2週間後に抵抗性を6段階の発病指数（DI; 0 無病徴～5 激）で評価して系統の平均値を算出した。

クオルモンを分解すれば青枯病菌の病原性が抑制される

【研究のねらい】

青枯病菌はトマトなどのナス科作物に被害の大きい病原細菌です。この細菌は、クオルモンという信号物質の刺激によって病原性を示すようになります。そこで青枯病菌の病原性を抑えるため、クオルモンを分解してしまう技術を開発します。

【成果の概要】

土壌から、クオルモンを分解する細菌*Ideonella* sp.を発見しました。本菌がつくるクオルモン分解酵素を培地に混ぜると、病原性因子である細胞外多糖の産生が強く抑制されました（写真1，2）。この結果から、クオルモンを分解すれば青枯病菌の病原性を抑制できることが分かりました。同じような仕組みが他の病原細菌にもあり、クオルモンを分解して様々な細菌病を抑える新しい治療法の可能性が開けました。



写真1 病原性を発現した青枯病菌のコロニー。細胞外多糖を大量産生する。

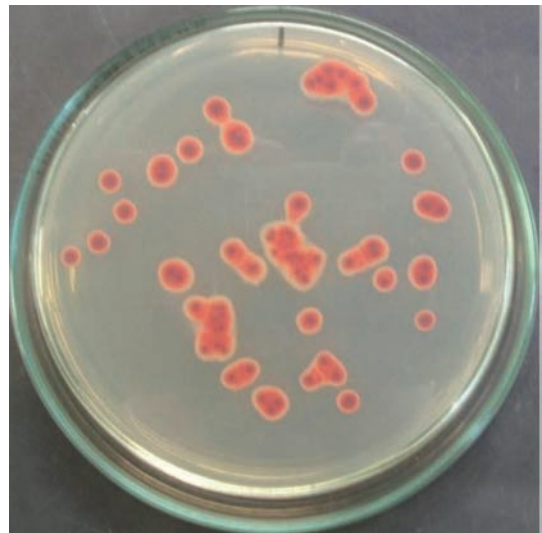


写真2 病原性が抑えられた青枯病菌のコロニー。細胞外多糖の産生が抑えられている。

【問い合わせ先】 野菜IPM研究チーム（安濃） TEL 059-268-4641

集団茶園地域に見られる硝酸性窒素濃度の減少傾向

【研究のねらい】

茶の栽培では、他の作物と比べて慣行的に窒素施肥量が多く、集団化した茶園の広がる地域周辺の水系では、しばしば高濃度の硝酸性窒素が検出されるようになりました。これを受けて、近年、営農者や行政により窒素施肥量の削減が進められていますが、その結果、周辺の水環境に効果が現れているかどうかが不明でした。そこで、10年にわたる水質調査をもとに、集団茶園地域の周辺水系に見られる硝酸性窒素濃度の変化の傾向を明らかにしました。

【成果の概要】

日本有数のお茶の産地である静岡県牧之原台地とその周辺の地域（図1）を対象とした水質観測データを用いて、各地点に見られる濃度変化の傾向を検証しました。その結果、多くの観測地点において、硝酸性窒素濃度の減少傾向が見られ、特に排水路や比較的浅い湧水において大きく減少していることが明らかになりました（図2）。本対象地域の主な窒素排出源は茶園と考えられ、周辺の茶園面積に大きな変化が見られないことから、この地域の硝酸性窒素濃度の減少傾向は、茶園への窒素施肥量が削減されてきた効果であると考えられます。

しかし、今回求めた変化の傾向は、過去10年間について求めたもので、今後の変化を予測するものではありません。今後どのように水質が変化するかを明らかにすることをねらいとして、現在、茶園から地下水までの水や肥料成分の移動特性の解明に取り組んでいます。

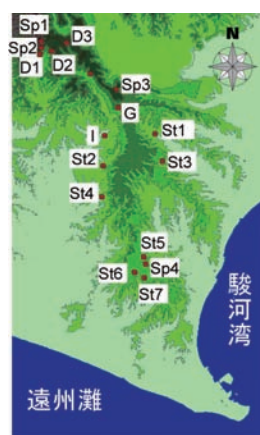


図1 牧之原台地周辺の地形と水質調査地点

等高線は50 m間隔。D、I、Sp、G、St はそれぞれ排水路、用水路、湧水、地下水、小河川を表します。

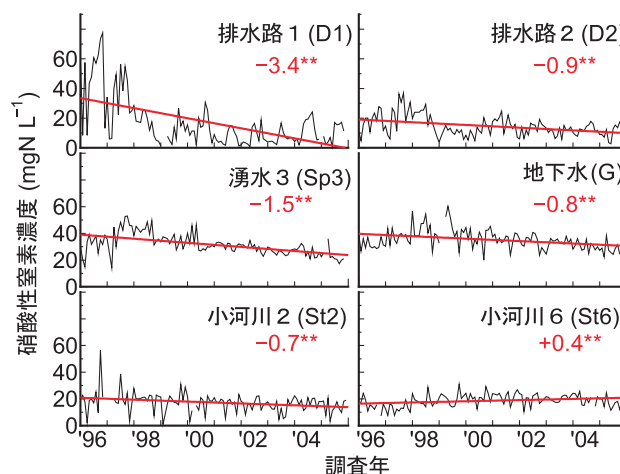


図2 代表的な地点の硝酸性窒素濃度の変化

折線：観測値、直線：回帰直線
数字：濃度変化の傾向 ($\text{mgN L}^{-1} \text{年}^{-1}$)
**：有意水準 1 %

トマトSSRマーカーの大量開発

【研究のねらい】

トマトでは、取り扱いが容易で精度の高いSSR（単純反復配列）マーカーの開発数が、世界的に極めて限られていました。そこで、トマト用のSSRマーカーを大量に作出し、トマトのマーカー育種技術の支援を行います。

【成果の概要】

公開データベース配列情報とread2Markerソフトウェアを活用し、膨大な量の配列からトマトのSSR（単純反復配列）マーカーを1,500個以上設計しました（表1）。

表1 公開データベース配列情報より設計されたSSRマーカーの数

	マーカーの由来	
	cDNA	ゲノムDNA
供試配列数	89,824	310,583
SSRマーカー設計数	148	1,422

設計されたSSRマーカーから選択した685個と、既知のSSRマーカー135個と合わせ（計820個）、5つのトマト栽培種・系統間でSSR領域の長さに差が見出されるかどうか調べたところ、用いたマーカーのうち17～40%が、品種・系統間において差を示しました（図1・表2）。

これらのマーカーは、トマトの遺伝解析、マーカー選抜、品種・系統識別などに利用できます。

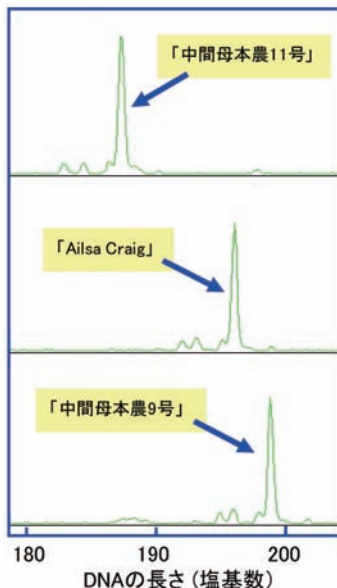


図1 開発されたSSRマーカーの1つ、tmc0054、により検出されたSSR領域の長さの違い。

表2 2品種・系統間でSSR領域の長さに差が見出されるマーカーの数と割合(%)

	PL11	AIC	PL9	MIT
AIC	195 (23.8)	—	—	—
PL9	229 (27.9)	203 (24.8)	—	—
MIT	263 (32.1)	275 (33.5)	322 (39.3)	—
TMY	182 (22.2)	187 (22.8)	143 (17.4)	331 (40.4)

PL11:「とまと中間母本農11号」、AC:「Ailsa Craig」、
PL9:「とまと中間母本農9号」、MT:「Micro-Tom」、
TMY:「タイムリー」の自殖後代

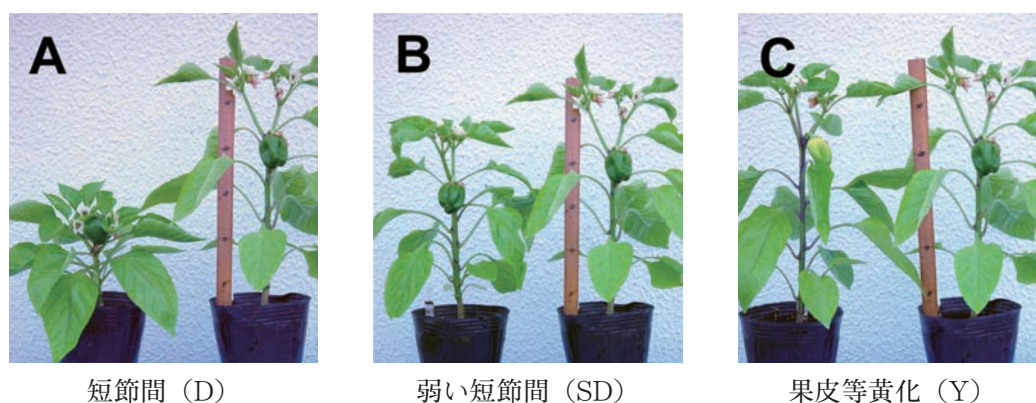
重イオンビーム照射当代に見出されたピーマン劣性ホモ突然変異

【研究のねらい】

サイクロトロンなどで加速した重イオンビームを植物に照射し、変異体を得る試みが多く、植物種で行われており、花きでは実用品種も育成されています。野菜では、本法の適用例が少ないため、ピーマンを材料として野菜における本法の有効性を検証すること、得られた変異体の特性を明らかにすることを目的に、本研究を実施しました。

【成果の概要】

ピーマン乾燥種子への重イオンビーム（ネオンイオン：10Gy）照射当代植物群より、2 個体の短節間変異体、1 個体の黄化変異体が得られました（図1）。



左側：変異体、右側：親系統（P）

図1 処理当代に見出された変異

これらの形質の分離をその後代で調査したところ、分離していませんでした。

すなわち、処理当代で固定していました。

また、これらの変異を解析したところ、いずれも核支配の一遺伝子劣性遺伝を示しました（表1）。

このような変異は、重イオンビーム照射に特徴的なものであると考えています。

表1 変異の遺伝解析

世代	組合せ	個体数			確率
		変異体	正常	合計	
F ₂	PxD	13	47	60	0.66
	DxP	13	44	57	0.76
BC ₁ F ₁	(PxD)xD	13	12	25	1.00
F ₂	PxSD	16	42	58	0.65
	SDxP	16	43	59	0.76
BC ₁ F ₁	(PxSD)xSD	12	17	29	0.46
F ₂	PxY	36	103	139	0.84
	YxP	16	42	58	0.65
BC ₁ F ₁	(PxY)xY	11	18	29	0.26

組合せ：P：親系統、D、SD：短節間系統、Y：黄化系統確率：変異体出現母比率をF₂0.25、BC₁F₁0.5として両側二項検定により算出

【問い合わせ先】 野菜ゲノム研究チーム TEL 059-268-4634

ホウレンソウの葉表面の白色顆粒

【研究のねらい】

ホウレンソウの葉の表裏に直径0.1mm程度の白色の顆粒が頻繁に観察され、農薬や昆虫の卵など異物と消費者から誤解される場合があります。これに対して、シュウ酸カリウムの結晶であるなどと説明されてきましたが、シュウ酸カリウムは劇物でもあり、不安をさらに助長する可能性があります。そこで、この顆粒の実態を調査しました。

【研究の概要】

白色の粉は、農薬や虫害とは関係なく、特に若い葉の表裏にびっしりついた状態で観察できます（写真1）。

この顆粒は水には溶けず、有機溶媒中では破壊されます。また、90%以上が水分です。顆粒中の主要な成分を調べたところ、シュウ酸の含量は1%以下でした（図1）。

このようなことから、顆粒はシュウ酸カリウムの結晶ではなく、有機酸などを含む水溶液を脂溶性の膜が包んだものと考えられます。

顆粒は水洗すれば簡単に落とせますので、安全上問題はありません。

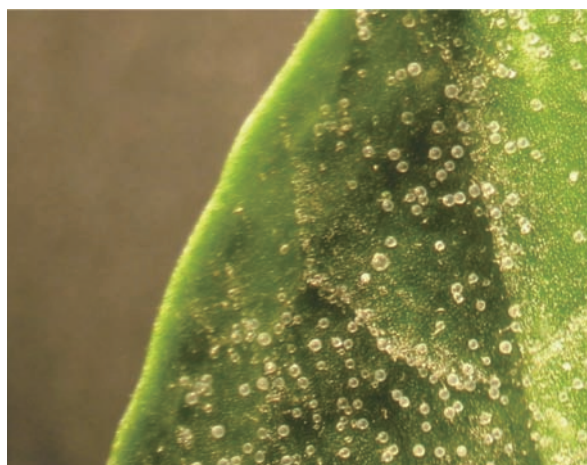


写真1 ホウレンソウの葉の表面に観察される白色顆粒

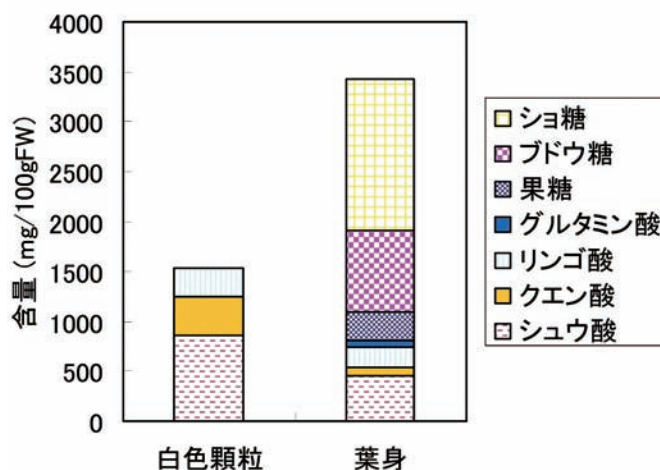


図1 ホウレンソウの葉身と白色顆粒の間の成分比較

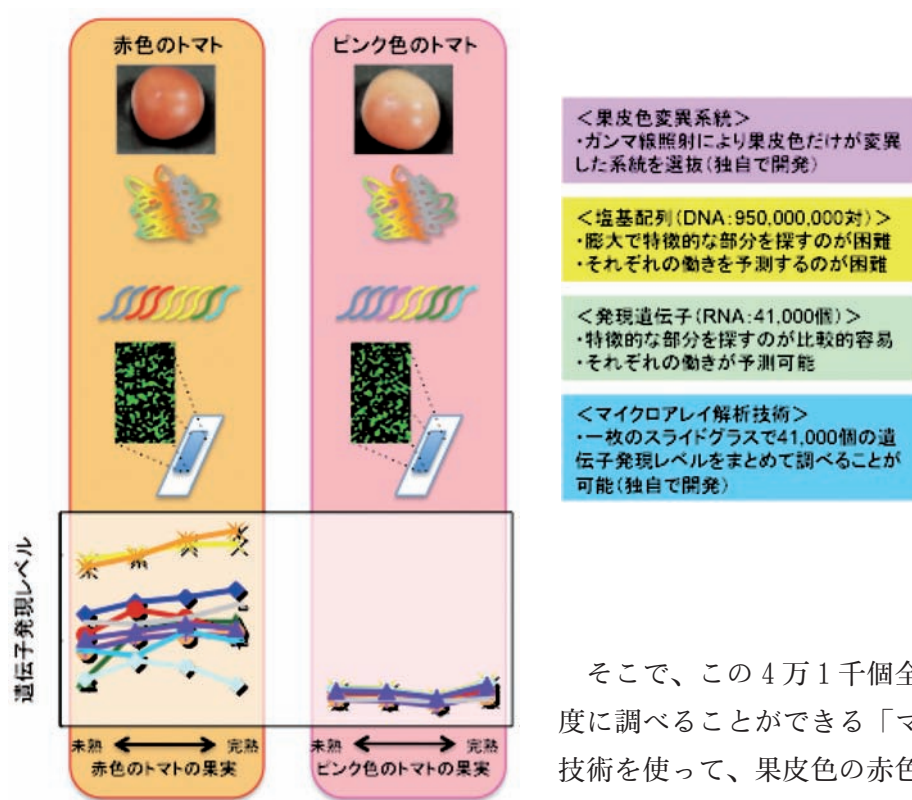
マイクロアレイによるトマト果皮色を調節する発現遺伝子の探索

【研究のねらい】

流通しているトマトはピンク系と赤系に分類され、外果皮（一番外の皮の部分）に蓄積する色素の差によるものであることが知られています。近年トマト果実の色素に機能性成分が含まれることが報告され、色素を多く蓄積したトマトへのニーズが高まっています。色素蓄積の調節因子を見つけ出して指標として応用することによって、トマトの育種、栽培や利用技術の高度化が期待されます。

【成果の概要】

トマトの場合、ある目的形質に連鎖したDNAマーカーを開発するには、約9億5千万対の塩基配列から特徴的な部分を探さなくてはなりません。一方、DNAを鋳型として発現している遺伝子の数は約4万1千個なので、目的形質の評価の指標となる特徴的に発現している遺伝子を探すことは比較的容易です。



そこで、この4万1千個全ての遺伝子の発現を一度に調べることができる「マイクロアレイ」という技術を使って、果皮色の赤色のトマトとピンク色のトマトを比べたところ、赤色のトマトで特徴的に発現している遺伝子を見いだすことができました。

発現遺伝子の中から果実形質のキーとなる調節因子を見いだすことができれば、その因子を制御することが指標となるので、高機能性および多様性というニーズに対応したトマト果実の高品質生産・流通利用技術の開発につながるものと期待されます。

