

# 農総研ニュース 130周年記念特別号



技術で拓く 農業の未来  
これまでも そしてこれからも

栃木県農業総合研究センター



## 目 次

栃木県の水稲作を支える新品種育成と栽培技術の開発（水稲研究室）	p.1
ビール大麦生産日本一を支える品種（麦類研究室）	p.4
いちご王国・栃木の挑戦「品種と技術の進化物語」（いちご研究所）	p.6
栃木県のにら生産を支える試験研究（野菜研究室）	p.9
栃木県の果樹産地活性化に向けた新品種と栽培技術の開発（果樹研究室）	p.11
栃木県花き生産活性化のための新品種育成と栽培技術の開発（花き研究室）	p.14
栃木県の品種開発における DNA マーカーの開発とその利用（生物工学研究室）	p.17
環境負荷を低減するための病害虫防除技術の開発（病理昆虫研究室）	p.20
グリーン農業実現に向けた土壌環境分野の技術開発（土壌環境研究室）	p.23
病害虫発生予察情報の提供（防除課）	p.26

# 栃木県の水稲作を支える新品種育成と栽培技術の開発

- 本県水田の約6割で主食用米が作付（58,100ha）されており、全国上位となっています。しかし、コロナ禍における外食需要減少に伴い在庫量が過剰となる一方で、インバウンド需要の増加等に伴う在庫量減少を受けた増産の動きなど、情勢がめまぐるしく変化しています。
- こうした状況を踏まえ、本県の水田農業の収益性を高めていくためには、生産者の規模拡大や低コスト技術の導入を着実に進めていく必要があります。
- 水稲研究室では、高温登熟性に優れ年々作付面積が拡大している「とちぎの星」を中心に、省力低コスト栽培法の開発を進めるとともに、更に高温耐性に優れた品種の開発を進めています（図1、図2）。

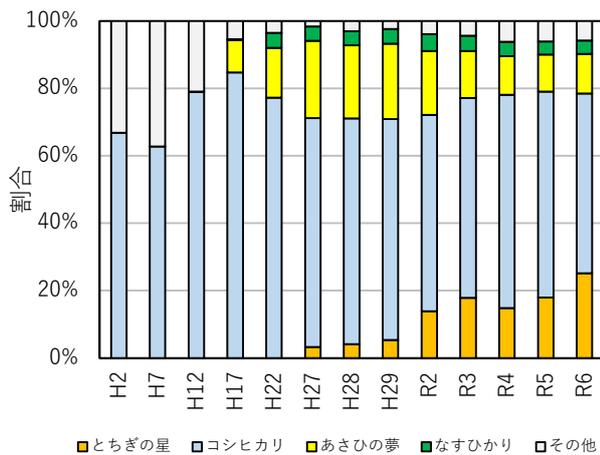


図1 水稲の主要品種作付割合の推移

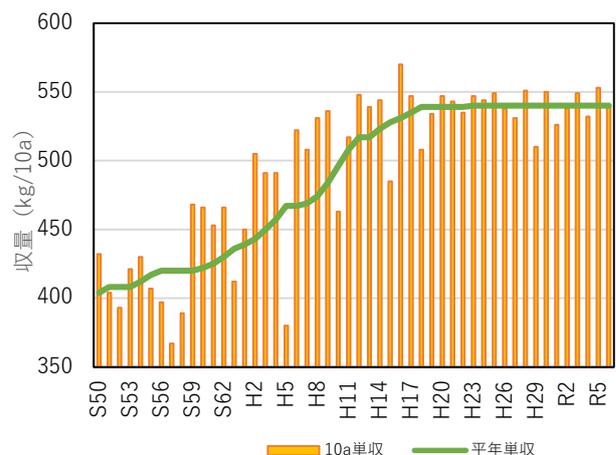


図2 水稲の10a単収と平均単収の推移

## 1 水稲品種とその品種特性を発揮する栽培法の開発

### (1) 「とちぎの星」の育成と低コスト栽培法の開発

「とちぎの星」は栃木11号を母、栃木7号（後の「なすひかり」）を父として交配して育成した品種です。平成23（2011）年6月に、「とちぎの星」と命名して品種登録を申請し、平成27（2015）年に品種登録されました。育種目標は、「あさひの夢」より成熟期が早く高温登熟性に優れ、縞葉枯病抵抗性を有することでした。品種特性としては、主力品種の「コシヒカリ」や「あさひの夢」と熟期がずれ、良食味で、縞葉枯病抵抗性で高温登熟性に優れることが挙げられます。

低コスト化を目指して栽培試験を行いました。早植栽培では、疎植（11.1株/m<sup>2</sup>）や、少肥（0.38kg/a）での栽培が可能でした。一方、普通植栽培では施肥量や栽植密度により未熟粒が増加しやすいことから、安定した収量・品質を得るには栽植密度22.2株/m<sup>2</sup>・施肥量0.48kg/aが適当と考えられました（図3）。

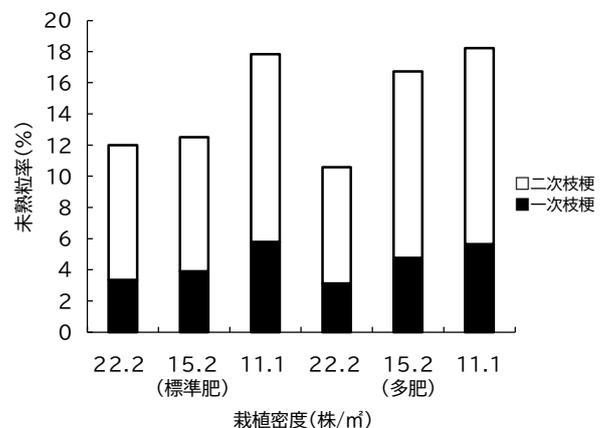


図3 栽植密度・施肥量と枝梗ごとの未熟粒率の関係

### (2) 「夢さら」の育成と安定栽培法の開発

県内には 30 の酒蔵があり豊富な水資源や下野杜氏の技術を生かした優れた日本酒が製造されています。これまで吟醸酒・大吟醸酒には主に「山田錦」などの酒米が使用されてきましたが、「山田錦」は栽培しづらく、生産者からはより栽培しやすい品種の導入を求められてきました。また、県内の酒蔵からも商品の差別化が図れる、醸造品質の高い県オリジナル品種の育成が求められたことから、酒造好適米の「夢ささら」を育成しました。令和元（2019）年には県内の酒蔵 27 社が一斉に「夢ささら」を使用した日本酒を発表するイベントが開催されました。「夢ささら」は令和 4（2022）年に品種登録されました。

「夢ささら」は多肥や移植時期が早いと、千粒重や登熟歩合が低下し収量・品質が低下しやすいことが分かりました。最適な移植時期は 5 月下旬、基肥量は窒素成分で 0.5kg/a 以下、穂肥を出穂 22 日前から 16 日前に 0.3~0.4kg/a を施用することで、穂発芽の発生リスクを軽減し、適切な総粒数 25,000~26,000 粒/m<sup>2</sup> を得られる安定栽培が可能と考えられました。



写真 1 株の比較  
(左) あさひの夢  
(中) 夢ささら  
(右) 山田錦

### (3) 水稲糯品種「きぬはなもち」の奨励品種採用と品種特性

栃木県ではもち米が約 300ha 作付されています。これまで奨励品種向けに作付されていた「モチミノリ」は食味が劣ることから、食味、栽培性ともに優れる品種への転換が求められていました。そこで新たな奨励品種として、「きぬはなもち」を選定しました。「きぬはなもち」は「モチミノリ」と比較して、出穂期は 1 日、成熟期は 2 日早い晩生、ふ先色は「モチミノリ」より淡く淡褐色、収量は同程度で品質はやや優れる、食味は「モチミノリ」に比べ外観・なめらかさで優れるなどの特性がありました。

## 2 高品質・多収・低コスト・省力を目指した栽培法の開発

### (1) 鉄コーティング直播の出芽安定技術の確立

湛水直播栽培では高い発芽率や発芽揃いが重要となります。種子の鉄コーティング前に、積算温度 40℃・日まで浸漬する活性化処理を行うことで、発芽の揃いを高めることができました。初期の水管理では、播種後 4~7 日に落水状態にすることで高い苗立率が得られました。また、播種量については、3 粒/株では欠株の増加や苗立数・茎数の不足により減収の可能性があるので、6 粒/株以上播種して苗立数と生育を確保する必要性がありました。

### (2) 高密度播種や流込施肥による飼料用米の低コスト多収栽培

飼料用米栽培の低コスト化を図るため、飼料用米向けに広く栽培されていた「あさひの夢」の低コスト・多収栽培について検討しました。施肥体系としては、基肥と出穂前 20 日の追肥を組み合わせる方法が適していました。省力的な流し込み追肥では、入水量が少ないと肥料が水口から対角線方向に届きにくいので、拡散を良くするには入水量を毎時 3.0cm 以上にする必要がありました。高密度播種は育苗期間の短縮や育苗箱数の削減が可能であり、同一栽植密度の慣行苗とほぼ同等の収量が得られました。これにより省力・低コスト栽培技術として有効であることが確認されました。

### (3) 基部未熟粒発生要因の解明と対策技術

玄米の外観品質が、白未熟粒の発生により低下することがあります。そこで白未熟粒を低減させる

ため、白未熟粒の一種である基部未熟粒について、発生要因の解明と対策技術の検討を行いました。基部未熟粒は、出穂後 20 日間の平均気温が 27°C 以上で、かつ収穫時期が遅くなるほど発生率が高くなりました。また、水管理では、出穂以降に落水した区と比較して、かけ流しをした区は約 4 割、間断かん水をした区は約 2 割、基部未熟粒の発生率が低減しました。早期の落水を避け、落水時期を出穂後 30 日以降とするとともに、適期収穫を行うことが重要でした。

#### (4) 栃木県水稲主力品種の高密度播種育苗

水稲栽培の低コスト化や省力化を図るため、「コシヒカリ」「なすひかり」「とちぎの星」の 3 品種について、高密度播種育苗を検討しました。

早植栽培では、「コシヒカリ」「とちぎの星」は一箱あたりの播種量を 280g まで、「なすひかり」は同 250g まで増やした結果、苗の充実度（長さあたりの重量）は低下しましたが、移植後の生育、収量、食味、品質に通常の育苗との差はなく、問題ありませんでした。育苗期間は、移植可能な草丈になる 15 日間から、苗が老化しない 25 日間までが適していました。

普通植栽培では、「コシヒカリ」は一箱あたり 220~250g、「とちぎの星」は同 220~280g で早植と同様生育収量に差がありませんでした。育苗日数については、老化が進みやすいため適正な期間は 15~20 日でした。



写真 2 播種直後の様子 左から播種量 100g、130g、150g、200g、250g

#### (5) 水稲品種「にじのきらめき」の多収・低コスト栽培技術

高温に強く多収とされる「にじのきらめき」について、早植栽培における多収・低コスト栽培技術を検討しました。籾数が 4.2~4.4 万粒/m<sup>2</sup> で最も精玄米重が高く、窒素施肥では基肥 0.8kg/a で適正な籾数が得られました。さらに、出穂前 20 日に追肥 0.4kg/a を施用することで、登熟歩合と玄米千粒重が向上しました。また、高密度播種育苗や疎植栽培を行っても精玄米重は慣行と同等であったことから、低コスト栽培への適性が認められました。

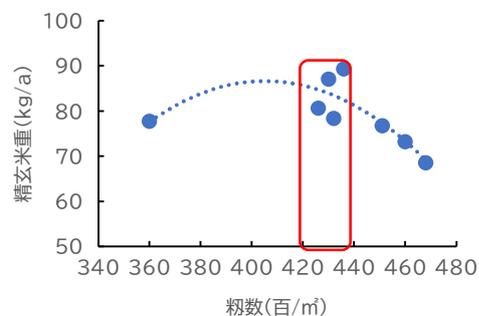


図 4 籾数と精玄米重の関係

### 3 今後の水稲作の研究について

これからの水稲作を取り巻く環境の変化に対応していきます。

第一に、気候変動対策として、夏季の高温下でも収量や品質が低下しない高温耐性品種や栽培技術の開発を進めます。

第二に、担い手の高齢化や減少に対応するため、スマート技術を導入し、省力的で自動化された分かりやすい栽培技術の開発に取り組めます。

第三に、今後も継続すると考えられる資材費や人件費の高騰に対応するため、低コスト栽培技術の開発を進めます。



写真 3 次世代品種開発検定ハウス

(水稲研究室)

## ビール大麦生産日本一を支える品種

- 本県は全国有数の麦作県であり、令和 6（2024）年産では二条大麦 31,300t（全国 1 位）、六条大麦 3,490t（同 6 位）となっています（図 1）。
- 特に、ビール用二条大麦は 100 年以上にわたり全国トップを維持しています。
- 本県では昭和 29（1954）年から本格的な育種を開始し、これまでにビール用 12 品種、食用等 3 品種を育成しています（表 1）。

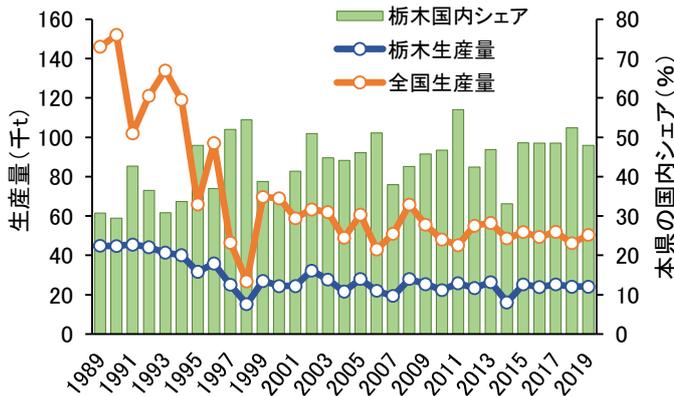


図 1 栃木県のビール大麦生産量と国内シェアの年次推移

表 1 栃木県農業総合研究センターで育成した大麦品種

品種名	登録 申請年	用途	現況
ニューゴールデン	1965	ビール用	
アズマゴールデン	1971	ビール用	
ミホゴールデン	1975	ビール用	
ヤシオゴールデン	1984	ビール用	
ミサトゴールデン	1985	ビール用	
ミカモゴールデン	1987	ビール用	
ヤチホゴールデン	1992	ビール用	
タカホゴールデン	1994	ビール用	
スカイゴールデン	2000	ビール用	岡山県で作付
サチホゴールデン	2005	ビール用	佐賀県等で作付
とちのいぶき	2008	食用	本県で作付
アスカゴールデン	2011	ビール用	群馬県で作付
ニューサチホゴールデン	2014	ビール用	本県等で作付
HQ10	2014	酵素用	
もち絹香	2017	食用	本県で作付

### 1 多収・良質の両立と病害克服への挑戦

昭和 60 年代に相次いで育成された「ミサトゴールデン」「ミカモゴールデン」は、それぞれ多収、高品質を特徴とする一方で、栽培安定性や醸造品質に課題が残りました。さらに昭和 62（1987）年には「ミサトゴールデン」の抵抗性を突破するオオムギ縞萎縮ウイルスⅢ型が発見され、平成 3（1991）年には本県でも発病が確認されました。この発生を受け、「はがねむぎ」由来の抵抗性遺伝子 *rym3* を利用し、平成 12（2000）年に、高品質で全てのウイルス系統の抵抗性品種「スカイゴールデン」を育成しました（写真 1）。その後、より高品質・高収量の「サチホゴールデン」「アスカゴールデン」を相次いで育成（図 2）、特に「サチホゴールデン」は全国生産の約 65% を占めるまでに普及しました。こうした努力の末、平成 23（2011）年には縞萎縮病被害をほぼ克服しましたが、令和 2（2020）年には後継品種として育成された後述の「ニューサチホゴールデン」に新たな感染例が確認され、克服する抵抗性品種の開発が続いています。



写真 1 縞萎縮ウイルスⅢ型汚染ほ場で健全に生育する「スカイゴールデン」「ミカモゴールデン」は感染して萎縮

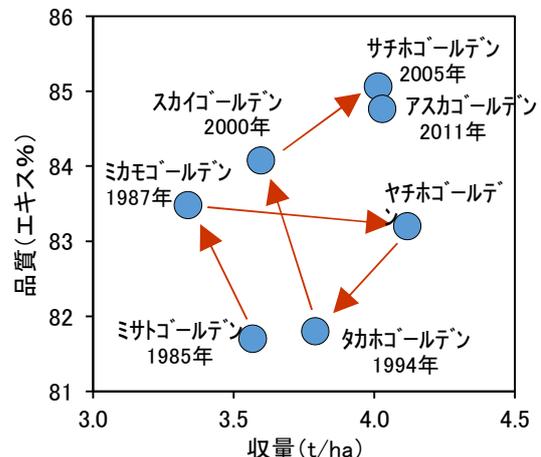


図 2 育成品種の収量と品質の改良の経過

## 2 より美味しいビールを目指して

ビールの酸化臭を抑えるため、平成 15 (2003) 年から原因となる LOX (リポキシゲナーゼ) 活性を低減する研究を開始しました。突然変異処理により LOX-1 活性欠損個体を発見し、戻し交配により平成 26 (2014) 年に国内初の低 LOX 品種「ニューサチホゴールデン」を開発しました (図 3)。この品種はビール香味の安定性が高く、令和元 (2019) 年産から本県のビール大麦はすべて同品種に切り替わり、全国における生産面積の約半数を占めています。

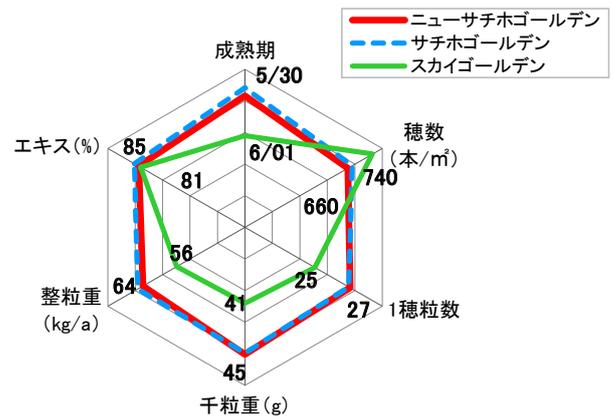


図 3 「ニューサチホゴールデン」の特性

## 3 機能性を追求した食用大麦の開発

ビール大麦の研究成果を応用し、平成 20 (2008) 年にポリフェノールの一種であるプロアントシアニジンフリー (PAF) 品種「とちのいぶき」を育成しました。炊飯後の色が変わりにくい特性を持っています (写真 2)。

さらに、低 LOX・PAF・糯 (もち) 性を兼ね備えた「もち絹香」を平成 29 (2017) 年に開発しました (写真 3)。麦特有の臭いを低減し、もちもちとした良食味を両立するとともに、短稈・多収で栽培安定性も高い品種です。

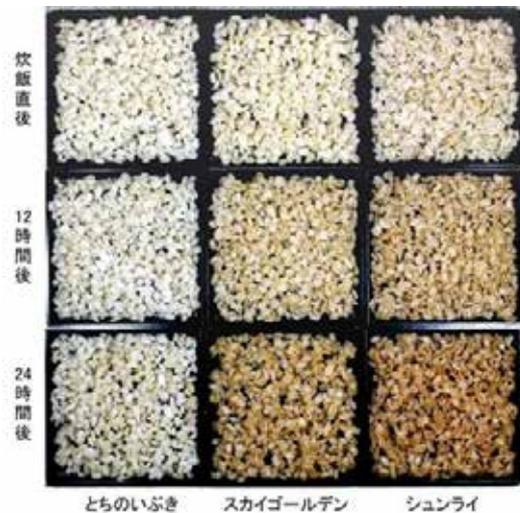


写真 2 「とちのいぶき」の炊飯麦色相の経時変化

## 4 今後の研究の方向性

今後は、麦作農家の経営安定化と栃木麦ブランド力向上のために、生産と品質のさらなる高位安定化を目指します。

現在、品種開発では特に気候変動でクローズアップされている穂発芽、不稔、病害などに対する耐性強化に取り組んでいます。また、ビール用途に加え、機能性成分の含有量が多く、美味しい食用大麦の開発にも力を注いでいます。

さらに、DNA マーカーによる効率的選抜技術を推進、*rym3* (縞萎縮病抵抗性)、*lox1-785* (低 LOX)、*qsd1* (穂発芽耐性) 等の独自開発マーカーを基盤に、さらに効率よく迅速に検定が可能な DNA マーカーの開発を進め、現地実装型育種を加速します。



写真 3 「もち絹香」の乳熟期頃の草姿  
(左) サチホゴールデン (中) とちのいぶき  
(右) もち絹香

(麦類研究室)



生系統」を種子親とし、果皮色が淡赤で食味に優れる「09-52-1」を花粉親として平成 25（2013）年に交配し、得られた実生個体から選抜しました。「ミルキーベリー」は、草姿は開張性で葉色は「とちおとめ」よりやや淡く、ランナーの発生および草勢は「とちおとめ」並です。頂花房の着花数は 10～12 個で「とちおとめ」より少ないものの、平均一果重は 20 g を超え「とちおとめ」より大きいいため、収量は約 10% 多くなります。果形は円錐形、果皮色は黄白色で光沢があり、果実硬度は「とちおとめ」と同程度です。糖度（Brix）は「とちおとめ」と同等で、酸度が低いため、糖酸比は高く、食味に優れます。果肉は粘着質で熟度が進むとねっとり感が増します。

本ぼでの日中の温度管理は、厳寒期までは高温管理、暖候期は低温または慣行管理とすることで、収量が多く品質も安定しました。さらに、収穫・出荷時には、気泡緩衝材やフルーツキャップを用いることで、輸送時の衝撃による黄変果の発生を軽減できました。



写真2 「ミルキーベリー」

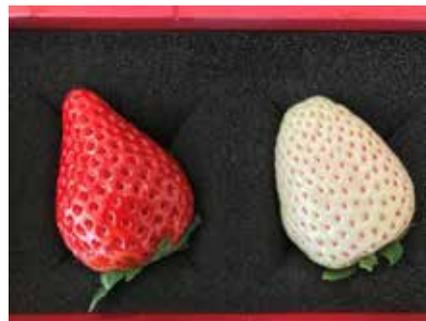


写真3 「スカイベリー」と「ミルキーベリー」の贈答用パッケージ例

### (3) 「とちあいか（栃木 i37 号）」（令和 2（2020）年 3 月「とちあいか」商標登録、令和 6（2024）年 6 月「栃木 i37 号」品種登録）

「とちあいか」は、大果で収穫始期が早く収量性に優れる「栃木 32 号」を種子親とし、イチゴ萎黄病に耐病性を有する「09-48-5」を花粉親として、平成 24（2012）年に交配し、得られた実生個体から選抜しました。「とちあいか」は、草勢が強く立性で、ランナーの発生も良好、厳寒期の草勢低下も少なく、花芽分化は「とちおとめ」より約 10 日早く、頂花房の着花数は 8～10 花と少ないものの、平均一果重は約 20g と大きく、収量は「とちおとめ」に比べ約 20% 程度多くなりました。

果形はハート形で、果皮色は鮮赤で光沢があり、果実硬度は「とちおとめ」よりも硬めです。糖度（Brix）は「とちおとめ」と同等ですが、酸度は低いため食味は良好です。また、イチゴ萎黄病に対する耐病性を有します。

「とちあいか」は令和 5（2023）年度（令和 6 年産）に「とちおとめ」の栽培面積を超え、県内で最も栽培されている品種となりました。令和 7（2024）年度（令和 8 年産）は県内の約 91% の栽培面積となっています。



写真4 「とちあいか」

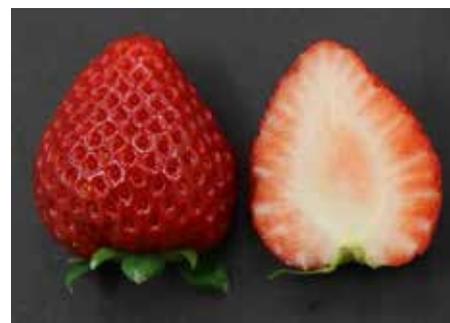


写真5 「とちあいか」の果形及び断面

### (4) 「とちあいか」の栽培技術の確立

花芽分化については、8 時間日長と 12 時間日長で大きな差は認められず、日長を 12 時間まで延長しても花芽分化は遅延しないことが示唆されました。また、育苗中の施肥量を「とちおとめ」より多くしても、日長が 12 時間程度であれば、温度を 12℃ に設定することで頂花房の花芽分化が促進されると考えられました。

窒素施肥基準量は、「とちおとめ」と同じく 10a 当たり 20kg が適正と考えられました。本試験の栽培条件では、窒素吸収量は 16.5kg/10a、収量は 7,000kg/10a で「とちおとめ」より約 40%多くなりました。また、リン酸吸収量は 10kg、カリは 23kg/10a でした。

果実の着色は、年内および厳寒期では「とちおとめ」と同様に果実先端部からガク着生部へ進む傾向がありました。年内や暖候期では「とちおとめ」に比べ、着色開始後の着色が早いことがわかりました。

「とちあいか」の熟度別糖度は、年内及び厳寒期では「とちおとめ」と同程度か低い傾向でしたが暖候期は高く、時期にかかわらず酸度はかなり低いため、糖酸比は顕著に高くなりました。

炭酸ガス施用により増収効果が認められ、不受精果の発生もやや低減しました。炭酸ガス施用下では、日中の温度管理を「とちおとめ」と同様または高めに設定することで収量が増加しました。株間を 21、24、27cm と変えても、単位面積当たりの収量には大きな差はありませんでしたが、時期別収量や収穫できる果実の大きさの割合には違いが見られました。

芽数管理では、定植直後の不定芽を残すことで、1月下旬～2月上旬の収量が増加することが明らかとなりました。一方、2月以降に発生した不定芽を摘除することで、4月以降の収量減少を抑えられることがわかりました。また、芽数を放任管理すると収穫期後半に過繁茂となり、作業性が低下し、障害果の発生がやや増加することが明らかとなりました（表）。

表 芽数管理と収量

	10a当りの 総収量 (t/10a)	可摘率数 (個/株)	平均1果重 (g)	可摘率率 (%)	販売金額 (千円/10a)
不定芽除去区	7.3	57.4	21.1	96.7	9,479
定植後1芽残し	7.6	67.4	18.8	97.5	9,982 (+503)
放任	7.4	65.8	18.9	95.2	9,771 (+292)

### (5) 「とちあいか」のおいしさの見える化

「とちあいか」について、味、香り、食感を数値化し、おいしさを見える化することで品種の特徴を評価しました。その結果、「とちあいか」は収穫期間を通して食味が安定しており、特に甘さが際立つことがわかりました（図2）。

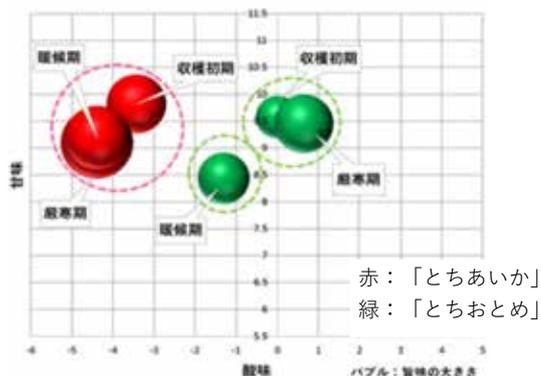


図2 「とちあいか」と「とちおとめ」の時期別甘味、酸味、旨味

※酸味・旨味を味覚センサー、甘味をデジタル糖度計で測定

## 3 今後の取組について

近年の異常気象による高温は、花芽分化の遅延を引き起こし、収穫始期の遅れにつながっています。このため、省力的な品種や技術、耐病性品種、さらに消費者ニーズに対応した高付加価値品種や技術開発が求められています。

品種開発では、異常気象の高温下でも花芽が形成され、安定栽培が可能な高品質・多収品種の育成を行います。また、生産現場の育苗労力を軽減するため、種子繁殖性いちご品種の開発にも取り組みます。耐病性育種については、既開発の耐病性 DNA マーカーを活用した選抜を行うとともに新たな DNA マーカーの開発も行っていきます。栽培技術では、環境制御技術の高度化や省力機器の実証などスマート農業に適応した新技術を開発していきます。

さらに、生産者の経営やいちごに関するマーケティング、経営モデルの提示等の調査研究を実施し、生産者・実需者・消費者の要望に対応した研究にも取り組みます。これらの取り組みにより、「いちご王国・栃木」が日本一であり続けるための試験研究を進めていきます。

(いちご研究所)

## 栃木県のにら生産を支える試験研究

- 本県のにらは、令和 5（2023）年度の作付面積 300ha、収穫量 8,220 t、販売金額 49 億円と全国第 2 位の生産量を誇る産地です（作物統計 2023）。
- 生産量は、平成 24（2012）年からの 10 年で 14%減少し、販売単価は 5 割以上、上昇しました。
- 平成 15（2003）年からのにらの作付面積、販売量、販売金額の推移を見ると、作付面積や収穫量は減少しているものの、販売金額は横ばいで推移しています（図 1）。

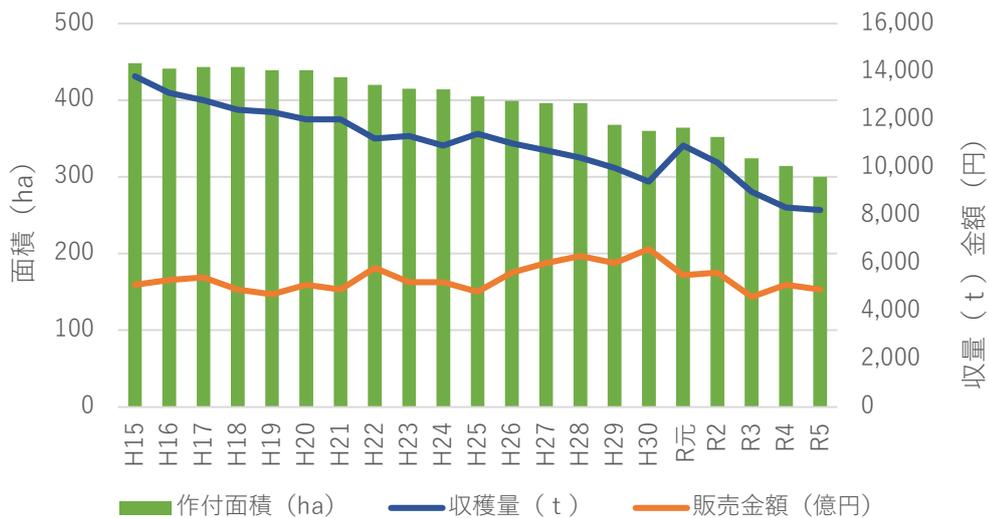


図 1 栃木県のにら作付面積、収穫量、販売金額の推移

### 1 品種改良で未来を切り開く！にら「ゆめみどり」の育成

当センターでは、にらの生産振興を図るため昭和 60（1985）年から品種育成に取り組み、「きぬみどり」やねぎとにらの種間雑種「なかみどり」を育成してきました。

さらに、平成 29（2017）年 2 月 22 日には生産性の高い「ゆめみどり」を品種登録しました。「ゆめみどり」は、休眠が浅く、低温伸長性があり、葉身幅が広く収量性が高いことに加え、草姿が立性で葉鞘長も長いことに加え、収穫などの作業性にも優れています。現在、県内の主力品種の 1 つとして栽培が広がっています。



写真 1 「ゆめみどり」の草姿

### 2 新しい栽培スタイルで収益アップ！新タイプの開発にむけて

#### (1) にらの一年一作連続収穫栽培技術の確立

県内におけるにら栽培は、1 年目は株養成（収穫せず株を育てる）を行う「二年一作」が一般的ですが、生産性向上を目指し、平成 24（2012）年から十分な株養成期間後、休眠させずに秋から春まで連続収穫する栽培方法である「一年一作連続収穫栽培」（図 2）の開発に取り組みました。

ウォーターカーテンの利用による一年一作連続収穫栽培で、育苗方法、品種、株養成期間、温度管理等について検討しました。その結果、「タフボーイ」の場合、育苗はセル 70 日育苗もしくは地床 90 日育苗で、株養成期間を 120 日とし、10 月以降の保温開始後は夜温を 8℃以上に保つことで収量が増加し、収益の向上が期待できることが分かりました。

さらに、平成 27 (2015) 年からは「ゆめみどり」を用いて一年一作連続収穫栽培の実証を行った結果、セルを地面に接地させて 90 日間育苗して大苗を作り、定植時の植溝の深さを 15cm と深溝にすることで、AL 率 (葉幅 8mm 以上の茎数の割合≒良品率) の低下を抑えつつ、多収生産が可能であることを明らかにしました。



図2 一年一作連続収穫栽培のモデル

## (2) ウォーターカーテン保温による高品質安定生産技術の確立

ウォーターカーテンを利用した栽培では、夜温が高くなるため、昼温を慣行栽培と同様に管理すると平均気温が高くなり、収穫日数が短縮されて株の消耗が大きくなると考えられます。

令和 5 (2023) 年の試験では、早期保温で安定した葉幅を維持しながら連続収穫するためには、冬季にウォーターカーテンを利用して夜温を 8℃以上に保ち、収穫日数が 40 日前後になるよう昼温を慣行より低く管理 (約 25℃) することで、冬季の収量と品質が安定することが確認されました。

現在、当研究室では、これらの知見を活かし、捨て刈りを行わず、高単価となる夏期に収穫が可能な新たな一年一作栽培技術の確立に取り組んでいます。

## 3 県産にらの次なるステージに向けて

今後も、にら産地の拡大と生産者の経営安定を目指し、試験研究の推進と成果の普及に取り組んでいきます。

品種の開発では、近年の気候変動 (温暖化) に対応するため、耐暑性に優れ、高単価期の夏秋期に出荷可能で、さらに機械適性も兼ね備えた品種の育成を図っていきます。

また、全国でも当センターのみが保有する、「両性生殖系統」を活用した新たな育種方法の開発にも挑戦していきます。

栽培面では、ウォーターカーテンを利用した栽培が県内で広がりつつありますが、さらに高収益を実現するため、捨て刈りを行わず高単価期である夏秋期に収穫できる「一年一作栽培体系」の技術確立を目指します。



本県では、令和 6 (2024) 年度に主要園芸 3 品目のアクションプランを策定し、にらについては「にらドリーム 70 運動」を推進しています。当研究室の研究成果がこのプランの実現と、生産者の夢ある経営に貢献できるよう試験研究に邁進していきます。

(野菜研究室)



写真2 令和6年度にらセミナーの様子

## 栃木県の果樹産地活性化に向けた新品種と栽培技術の開発

- 本県の果樹産出額は約 80 億円（令和 4（2022）年度）で、なしが約 50 億円、ぶどうが約 21 億円、りんご、うめ、くりがそれぞれ約 2 億円となっています。
- 果樹全体の産出額に占めるなしの割合は 60%以上であり、本県果樹の主力品目となっています。
- なしの結果樹面積は、10 年前の平成 26（2014）年と比べて 13%減少し、収穫量も同様に減少しています。特に平成 25（2013）年および令和 2（2020）年には、開花期の凍霜害や低温の影響により収穫量が大きく落ち込みました（図 1）。
- ぶどうは近年、消費者ニーズに対応した「シャインマスカット」などの新品種への転換が進んでいます。



図 1 本県におけるなしの結果樹面積と収穫量の推移 (農林生産出荷統計)

### 1 なし新品種「おりひめ」の栽培技術の確立

本県育成のなし新品種「おりひめ」（平成 27（2015）年 6 月 19 日品種登録）は、8 月上中旬に収穫できる極早生の青なしで食味が優れているため、現地への普及拡大を目指して栽培試験を行いました。

- ① 花芽着生技術としては、予備枝を 1/3 ほど（弱く）切り戻し 45° に誘引する。
- ② 適正な着果数の目安としては、樹冠面積 1 m<sup>2</sup> 当たり 8 果とする。
- ③ 収穫適期については、満開 108 日後以降、無袋栽培では果皮色 3.0~3.5、有袋栽培では 3.5 でデンプン臭がなく食味が良好となる。
- ④ 外観品質向上については、露地栽培では簡易雨よけを設置すること、また有袋栽培では、小袋と大袋で二重被袋することでサビ果の発生が最も少なくなる。
- ⑤ 早期収量確保に向けた育苗方法については、ポットで育苗し、台木はヤマナシ台、台木長 30cm、四本主枝とすることで、初期生育が優れる。



写真 1 「おりひめ」の着果状況 (8 果/m<sup>2</sup>)

## 2 本県リーディングブランド「にっこり」の高品質安定生産技術の確立

なし「にっこり」は、大玉で食味に優れ、県内なし栽培面積の約18%を占める基幹品種となっています。さらなる有利販売を目指し「にっこり」のトップブランド規格が商品化されました。しかし、この規格は、青果専門店等からの需要は多いものの、極めて大玉(1.2~1.4kg)かつ高糖度(14%以上)という「最上級品質」であるため、生産量が少ないことが課題でした。そこで、トップブランド果実の安定生産を目指すための試験を行いました。



写真2 「にっこり」の着果状況

その結果、仕上げ摘果時(満開後60日)における適正な葉果比は37.5以上で、着果数は樹冠面積1㎡当たり6果とし、果実横径42.5mm以上の果実を残すことで、果重1,200g以上の果実を安定して生産できました。さらに、高糖度を目指すためには、満開後140日に結果枝に環状剥皮処理を行うことが効果的であることを明らかにしました。

また、「にっこり」は輸出に適したなし品種であり、現地での評価も高いため、輸出拡大には高いレベルの品質維持が求められます。このため、果肉障害や汚れ果症状の軽減対策についても検討しました。その結果、水浸状果肉障害については、カルシウム剤の葉面散布や遮光処理が発生軽減に有効であること、汚果症状対策については、7月から10月に果実表面の濡れ時間が長いほど原因菌に感染しやすいため、園内の通気性を確保し、秋季防除を充実する必要があることを明らかにしました。

## 3 盛土式根圏制御栽培の導入による経営改善と産地活性化

昭和40年代に植えたなしは、高樹齢化等により生産性が低下しています。生産性向上には改植が有効ですが、収量が回復するまで十数年を要するため、改植はあまり進んでいませんでした。そこで、本県で開発した「盛土式根圏制御栽培(以下、根圏)」の現地導入時における収量性や経営改善効果等について調査しました。

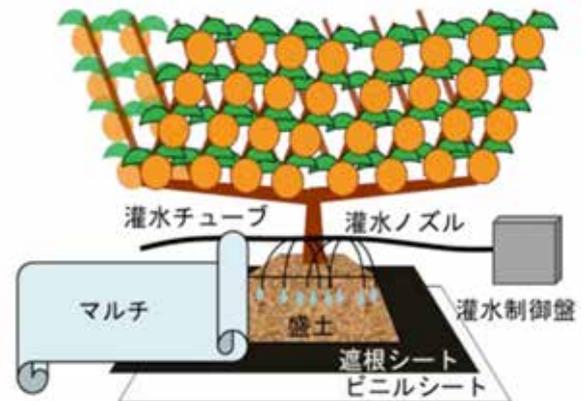


図2 「盛土式根圏制御栽培」の模式図

なしの根圏における植付け4年目の収量は「幸水」で3.5~3.9t/10a、「あきづき」で3.9~4.5t/10aとなり、早期多収性が実証されました。また、糖度についても「幸水」では植付け4年目、「あきづき」では植付け3、4年目とも慣行栽培と同等以上であることが確認されました。根圏は初期投資が大きいものの収穫開始が早いので、改植に用いた場合、所得水準の回復が早く、その後の累積所得も慣行栽培に比べて大幅に増加するなど、経営改善効果が期待できることを明らかにしました。

また、省力技術体系の構築に向けて、低コストな点滴チューブによる実証、簡易タイマーや専用Y字棚の開発、省力機具と根圏の組合せにより、約2割の省力効果を実証しました。

また、省力技術体系の構築に向けて、低コストな点滴チューブによる実証、簡易タイマーや専用Y字棚の開発、省力機具と根圏の組合せにより、約2割の省力効果を実証しました。

なし以外の樹種でも改植が課題となっているため、りんご、すもも、かき、西洋なしにおいて、根圏による早期多収効果を確認したところ、4樹種とも移植4年目には樹形が完成して成園化し、りんご「ふじ」5.0t/10a、すもも「大石早生」1.1t/10a、西洋なし「ラ・フランス」2.6t/10a、かき「太秋」2.9t/10aの収量を得ることができました。慣行地植え栽培と比較して収量は多く、根圏により早期多収化が図れることを明らかにしました。



図3 作成した根圏制御栽培マニュアル

#### 4 消費者ニーズに対応したぶどう新品種の短梢剪定・高品質栽培技術の確立

黒ボク土が広く分布する本県のぶどう栽培では、剪定により樹勢調節が容易な長梢剪定が主流でした。しかし短梢剪定は、剪定時間の短縮が期待でき、作業動線が直線的で無核栽培にも有効であることから、本県土壌における「シャインマスカット」の短梢剪定技術と高品質栽培技術の確立に向けた調査を実施しました。



写真3 「シャインマスカット」の着果状況

仕立て方については、一文字整枝は初期収量性に優れましたが、植付け6年目に変形花穂が増加しました。一方、H型及びダブルH型整枝では6年目の収

量が一文字整枝を上回ったことから、持続的な安定生産には、永久樹にH型またはダブルH型整枝を採用し、間伐樹に一文字整枝を採用すると良いことを明らかにしました。

また、花穂整形については、支梗を利用した場合でも花穂先端と同等の果実品質が得られ、果房管理にかかる作業時間は短縮されることが確認されました。また、1房の着粒過多は未熟粒混入症の発生を助長することを明らかにしました。

「シャインマスカット」では1芽剪定により第1芽の発芽率が100%となり、芽座の長大化を防ぐことができました。さらに、新梢や副梢の伸長が旺盛な樹では、フラスター液剤を開花前（新梢展開葉7～11枚時）及び満開20日後の計2回散布することで、摘粒時間や果実品質に影響を与えることなく、新梢管理作業を省力化できることを明らかにしました。

#### 5 今後の取り組みについて

なしの品種開発については、極早生、中晩生品種の育成に加え、黒星病抵抗性や自家和合性など、栽培性に優れた品種育成を目標とします。そのため、DNAマーカー等を活用し、効率的な選抜を行っていきます。

喫緊の課題である気候変動への対応として、特になしの高温障害の発生軽減技術対策や、開花期の低温下でも結実を安定させる管理技術など、安定生産技術の確立に向けた試験を実施していきます。

また、新規栽培者が果樹栽培に取り組みやすい環境を整えるため、安価な果樹棚や機械化等によるぶどうの省力的栽培技術等に取り組むとともに、将来の更なる温暖化に向けた果樹の新品目導入についても検討を進めていきます。

(果樹研究室)

## 栃木県花き生産活性化のための新品種育成と栽培技術の開発

- 本県の花きは、令和5（2024）年度の栽培面積222ha、産出額74億円と全国15位の生産地です。
- 栽培面積は、この10年で減少傾向ですが、産出額はほぼ横ばいで推移しています（図1）。
- 花き研究室では、りんどう、アジサイの新品種育成と、気候変動対策や冬季における花きの品質向上を目指して試験を行っています。

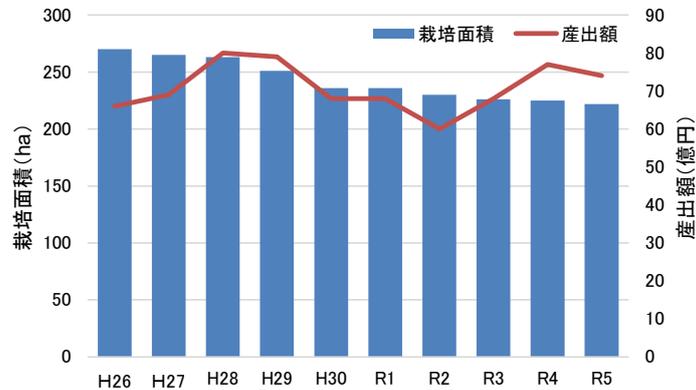


図1 栃木県の花きの栽培面積および産出額の推移

### 1 りんどう紫系早生F<sub>1</sub>品種「栃木r2号」（るりおとめ 月あかり）、「栃木r3号」（るりおとめ 星あかり）の育成（平成30（2018）年1月品種登録）

本県のりんどう生産は、5月下旬から7月上旬の出荷を中心とした半促成栽培が生産量の大半を占めています。この作型では、当センターで育成した「りんどう栃木1号（るりおとめ）」が活用されています。

また、パイプハウス栽培が多いため、雨による品質低下を防ぐことができ、市場評価も高く、全国有数の産地となっています。こうした中、作期を拡大し、りんどう生産者の所得を上げるために、重要な需要期である8月旧盆出荷に対応するため、新品種の育成を目指しました。

その結果、花色が良く、着花段数が多いりんどう紫系早生品種「栃木r2号」（るりおとめ 月あかり）、「栃木r3号」（るりおとめ 星あかり）を育成しました。



写真1 「栃木r2号」（るりおとめ 月あかり）（左）  
「栃木r3号」（るりおとめ 星あかり）（右）

### 2 アジサイの新品種育成

アジサイは、県内の鉢物生産においてシクラメンに次ぐ主力品目であり、母の日の主力商材です。鉢物は、特徴のある品種が高単価で取り引きされているため、オリジナル性の高い八重咲き性や、希少性のある花色をもつ品種の育成を目指しました。

#### (1) 「パラソルロマン」（令和7（2025）年1月品種登録）

「パラソルロマン」は平成23年に八重咲き・ガクアジサイ型・単色の試験場保存系統と一重咲き・テ

マリ型・複色品種の「フラウヨシコ」を交配し、得られたF<sub>1</sub>系統（一重咲き・ガクアジサイ型・単色）を自殖交配して育成しました。

主な特徴は、①八重咲きのテマリ型 ②装飾花の色は、中央部が淡いピンク色で外側が白色 ③装飾花の数が多く、花序も大きいため、ボリューム感がある ④がく片に細かい切れ込みが入り、華やかさがある ⑤花粉の脱落がなく屋内観賞向き、などです。



写真2 パラソルロマン

## (2) 「エンジェルリング」「プリンセスリング」(令和7(2025)年1月品種登録)

「エンジェルリング」「プリンセスリング」は平成24(2012)年に八重咲き・ガクアジサイ型・複色(白覆輪)の「きらきら星」と一重咲き・テマリ型・単色品種の試験場保存系統「HH13」を交配し、得られたF<sub>1</sub>系統(一重咲き・ガクアジサイ型・単色)を自殖交配して育成した姉妹品種です。



写真3 エンジェルリング



写真4 プリンセスリング

主な特徴は、①八重咲きのガクアジサイ型 ②装飾花の色は赤紫色で、白い覆輪が入る ③装飾花が集まって咲くので、中央部の両性花が目立たない ④草姿がコンパクトにまとまりやすい鉢物向け、などです。

## (3) 「栃木 a10 号」「栃木 a11 号」「栃木 a12 号」(令和4(2022)年10月品種登録出願、令和5(2023)年3月「キャンディポップ」「スターポップ」「ジュエリーポップ」商標登録)

「栃木 a10 号」「栃木 a11 号」「栃木 a12 号」の3品種は、平成26(2014)年に八重咲き・ガクアジサイ型・複色(白覆輪)の「きらきら星」と一重咲き・ガクアジサイ型・複色(赤覆輪)のセンター保存系統を交配し、得られたF<sub>1</sub>系統を自殖交配して育成した姉妹品種です。開花前に八重咲き性を選抜するために、当センターが共同研究により開発した「八重咲き性識別DNAマーカー」を活用しました。幾重にも重なったピンク色の軽やかな装飾花が、弾けるように次々と花を咲かせる様子から「ポップシリーズ」としました。「栃木 a10 号」「栃木 a11 号」は、ガクアジサイ型ですが、咲き進むとボリューム感のあるテマリ型へと変化します。「栃木 a12 号」はテマリ型で、咲き進むと緑色に変化します。



写真5 (左) キャンディポップ (中) スターポップ (右) ジュエリーポップ

### 3 栽培管理法の改善によるハウスリンドウ安定生産技術体系の確立

本県はパイプハウスを利用したりんどうの早出し産地ですが、比較的草勢が弱い極早生系統を利用しているため、経年による株の衰弱に伴う生産性低下が課題となっています。そこで、極早生系統の生態特性に基づいた栽培管理法を検討しました。

その結果、パイプハウス栽培では、夏季にビニルを被覆したまま高温条件下で管理すると、草勢が低下するため、採花後はビニルを巻き上げてハウス内の温度上昇を防ぐことで生産性を維持できることが明

らかになりました。また、土壌水分については pF1.2（ほ場容水量よりやや多い）までの多水分条件下で管理することで根の発達が良くなりました。

#### 4 夏季におけるバラの株元・根域冷却処理が収益性向上に及ぼす影響

夏季のバラ栽培では、高温の影響により生産性や切り花品質が低下することが課題となっています。そこで、ヒートポンプを利用して株元・根域を冷却し、収量や品質の改善効果を検討しました。

その結果、株元・根域冷却処理を行うことで、収穫本数、上位等級が増加し、生産性が向上しました。さらに、夜間みの冷却処理でも、全日処理や昼間処理と同等の効果が得られ、10a 当たり約 10 万円の所得向上につながると推定されました。

#### 5 LED を利用した洋ラン類の花芽分化抑制技術の確立

カトレア栽培では開花調節のため電照処理を行います。従来の白熱電球に代わる新たな光源の導入が急務でした。そこで、カトレアの花芽分化抑制に有効な LED 照射技術を検討しました。その結果、赤色 LED（ピーク波長 633nm）を用い、光強度  $0.5 \mu \text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  以上で夜間 2 時間以上の暗期中断処理を行うことで、従来の白熱電球と同程度の花芽分化抑制効果が得られることを明らかにしました。

#### 6 冬季の生産環境改善によるきくの品質向上技術の確立

冬季のきく生産では、切り花重量不足により上位規格割合の低下が課題となっています。そこで、施設内での炭酸ガス施用や温度管理等の生産環境の改善について検討しました。

輪ぎくは、燃焼式炭酸ガス発生装置を用いて炭酸ガスを施用することで、切り花品質や上位等級率が向上しました。施設内の炭酸ガス濃度は、400ppm でも十分な効果が得られると考えられました。また、天窓換気温度を通常より高めの  $28^{\circ}\text{C}$  に設定することで、栽培期間の短縮や、炭酸ガス施用コストの低減が可能となり、経営試算ではコストを差し引いても増収効果が認められました。

スプレーギクでは、施設内の炭酸ガス濃度を 400ppm で施用し、天窓換気温度を栄養成長期  $28^{\circ}\text{C}$ 、生殖成長期  $25^{\circ}\text{C}$  で管理することで、切り花品質が向上し、収益性の向上につながることを明らかにしました。



写真6 炭酸ガス施用時の換気温度がきくの切り花品質に及ぼす影響  
※ 炭酸ガス・換気温度：無施用・ $23^{\circ}\text{C}$ （左）  
400ppm・ $23^{\circ}\text{C}$ （中）400ppm・ $28^{\circ}\text{C}$ （右）

#### 7 今後の花き研究室の試験研究について

アジサイについては引き続き育種を継続し、希少性が高く商品価値のある品種の育成を目指します。

また、現在の花き生産では、夏季の異常高温により品質の低下が見られ、従来のような開花時期の調節も困難になっています。さらに、燃油価格の高騰により低温期の栽培コストが上昇し、経営への影響が懸念されています。これらの課題を改善するため、局所環境制御による栽培環境の改善と燃油使用量の削減技術について検討します。

鉢物生産では、肥培管理が非常に重要な技術です。今後は、様々な品目について肥培管理プログラムを作成し、スマート技術等を活用しながら、効率的で高品質な鉢物生産技術の開発を進めていきます。

(花き研究室)

# 栃木県の品種開発における DNA マーカーの開発とその利用

- 本県では品種開発の効率化を図るため、すべての品種開発の品目（水稻・大麦・にら・なし・アジサイ・いちご）で DNA マーカーが活用されています。DNA マーカーとは「DNA の目印」を意味し、特に耐病性等の有用形質と関連する DNA 配列は、品種開発における選抜の指標として利用されています。
- 本県で開発された DNA マーカーには、いちごの萎黄病耐病性や四季成り性、アジサイの八重咲き性等があり、その多くはゲノム解析技術を持つ大学等の研究機関との共同研究によって開発されました。
- 今後は、気候変動への対応やグリーン農業、スマート農業に適応した育種を迅速に進めるため、スマート育種やデザイン育種技術の開発をさらに進めていきます。

## 1 DNA マーカーとは

新しい品種を開発するには、多くの組み合わせによる交配作業と、その交雑個体の形質調査を行う必要があり、多大な労力と長い年月を必要とします。そのため、品種開発の効率化技術として、DNA マーカー選抜が行われています。DNA マーカーを選抜に利用することで、ほ場に定植する前の幼苗段階で優良形質個体のみを選抜することが可能となります。

本県では、すべての品種開発を行う品目（水稻・大麦・にら・なし・アジサイ・いちご）で DNA マーカーを活用できる体制が整備されており、新規 DNA マーカーについても大学等の研究機関との共同研究により開発を進めています（図 1）。

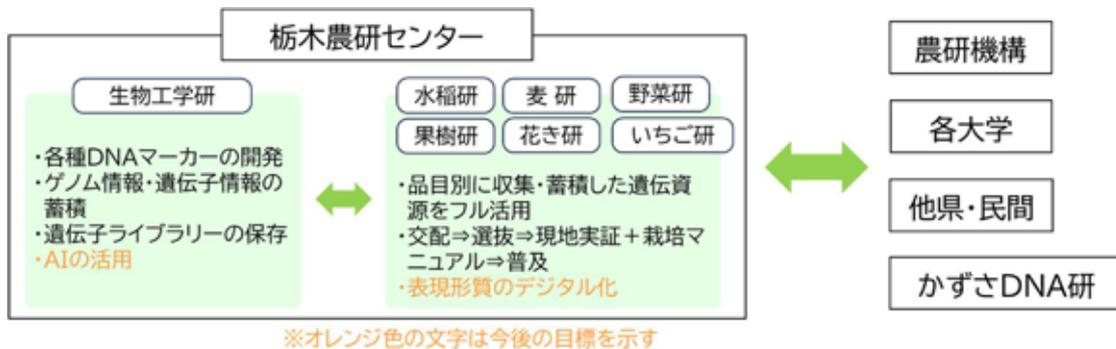


図 1 栃木県農業総合研究センターにおける品種開発体制

## 2 栃木県農業総合研究センターで開発した主要な DNA マーカー

### (1) イチゴ萎黄病耐病性識別 DNA マーカー

イチゴ萎黄病は土壌病害であり、感染すると萎凋・枯死に至ることから重要病害の一つです。防除対策としては、土壌消毒の徹底がありますが、最も効果的な方法は耐病性品種の育成が挙げられます。イチゴ萎黄病耐病性は顕性遺伝の形質であるため、イチゴ萎黄病耐病性（ヘテロ）系統と罹病性系統を交配すると、子世代では約半数、イチゴ萎黄病耐病性（ヘテロ）間の交配では約 3/4 の個体が耐病性となります。そのため、耐病性 DNA マーカーを開発することで、マーカーの有無に基づく交配親の選定や交配後代の耐病性個体の選抜を効率化できます。そこで、当センターではイチゴ萎黄病耐病性識別 DNA マーカーを開発し、平成 25（2013）年の実生選抜から実用化しました。

なお、検定数については、迅速判定マーカー（PACE マーカー）の開発により、令和 6（2024）年には検定数が約 1 万実生に達しました（図 2）。

## (2) いちごの四季成り性識別 DNA マーカー

いちごの四季成り性は低温短日条件下で花芽分化する一季成り性と異なり、長日条件下である夏季においても花芽分化することから、周年出荷を可能にする品種開発においては重要な形質となります。いちごの四季成り性はイチゴ萎黄病耐病性と同様に顕性遺伝の形質であることから、DNA マーカーの開発と選抜への活用は育種の効率化につながります。四季成り性識別 DNA マーカーは平成 29 (2017) 年に開発・実生選抜に実用化しました。さらに、より多くの品種・系統で活用できるよう汎用性の高い DNA マーカーを宇都宮大学との共同研究により開発し、選抜に活用しています。

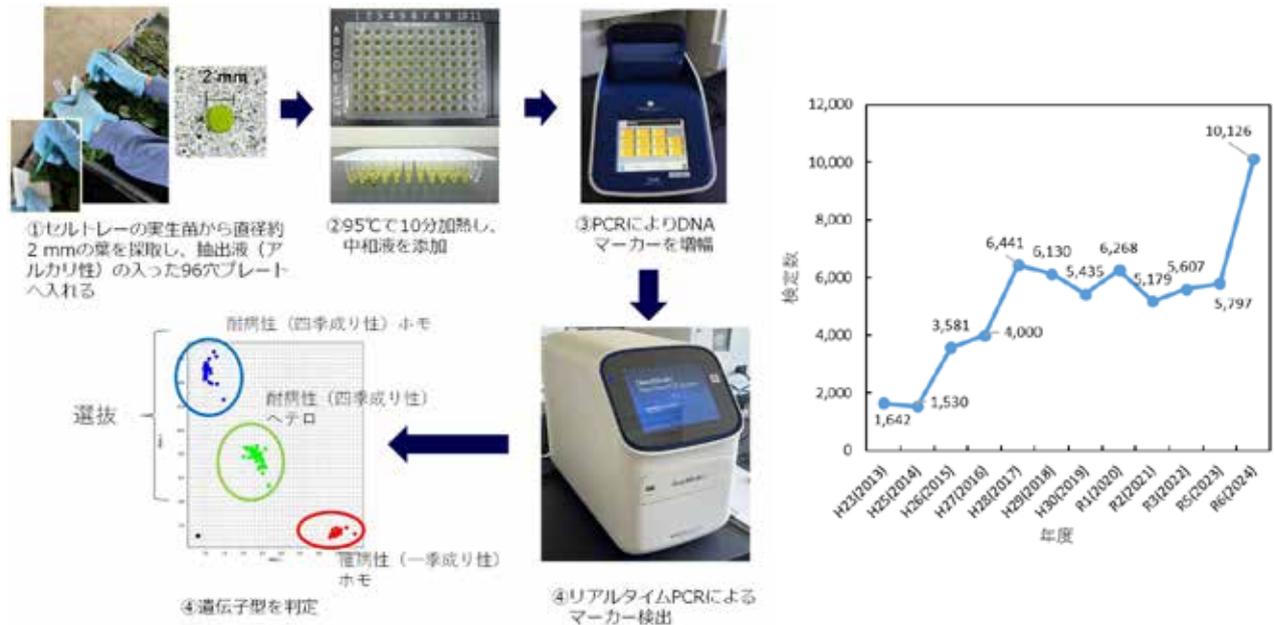


図2 いちご実生からのイチゴ萎黄病耐病性・四季成り性の判定フローと検定数の推移

## (3) アジサイの八重咲き性識別 DNA マーカー

アジサイの「八重咲き性」は、希少性から市場評価が高い重要な形質となります。しかし、アジサイの八重咲き性は潜性遺伝であるため、八重咲き性の品種と一重咲き性の品種を交配した後、更にその子の世代（すべて一重咲き性）を交配する必要があります。加えて八重咲き性個体の出現確率は約 1/4 と低く、花が咲くまで 2 年を要するため、八重咲き性品種開発には時間と労力が必要でした。

そこで、八重咲き性品種育成を効率化するため、令和 3 (2021) 年に八重咲き性を識別する DNA マーカーを日本大学、かずさ DNA 研究所、滋賀県立大学、宇都宮大学及び福岡県との共同研究により開発しました。現在では、開発した DNA マーカーを活用し、八重咲き性因子を持つ交配親の選定や実生苗選抜を効率的に行っています (図 3)。

なお、アジサイ「キャンディポップ」、「スターポップ」、「ジュエリーポップ」は八重咲き性識別 DNA マーカーにより選抜された品種となります。

### ① 交配親の八重咲き性遺伝子型の有無を判定

### ② 交配実生における八重咲き性の遺伝子型のみ選抜



図3 アジサイ実生からの八重咲き性個体の判定フロー

#### (4) アジサイの手まり咲き性遺伝子の同定

アジサイの手まり咲き性は、八重咲き性と同様に希少性と市場評価が高い形質となります。また、手まり咲き性も潜性遺伝であることから、DNAマーカーによる選抜効果が高い形質となります。

そこで、令和6（2024）年に日本大学、かずさDNA研究所、滋賀県立大学、宇都宮大学及び福岡県との共同研究により、手まり咲き性の原因遺伝子（*Temary*）を同定しました。現在、原因遺伝子に基づき、高精度に手まり咲き性を識別できるDNAマーカーの開発を進めています。

#### (5) にはの生殖性識別DNAマーカー

にはは条件的単為生殖性を示すため、交雑率は数パーセントと低く、育種の効率化が課題でした。そこで本県では、両性生殖系統を見出し、これと単為生殖性系統を交配した集団を解析材料にして、単為生殖性を識別する二つのDNAマーカー（複相大孢子形成性と単為発生性）を開発しました。これらのマーカーの開発により、本県独自の両性生殖性系統と単為発生系統を活用したには育種システムを開発しました（図4）。なお、複相大孢子形成を識別するDNAマーカーについては、かずさDNA研究所との共同研究により開発しました。

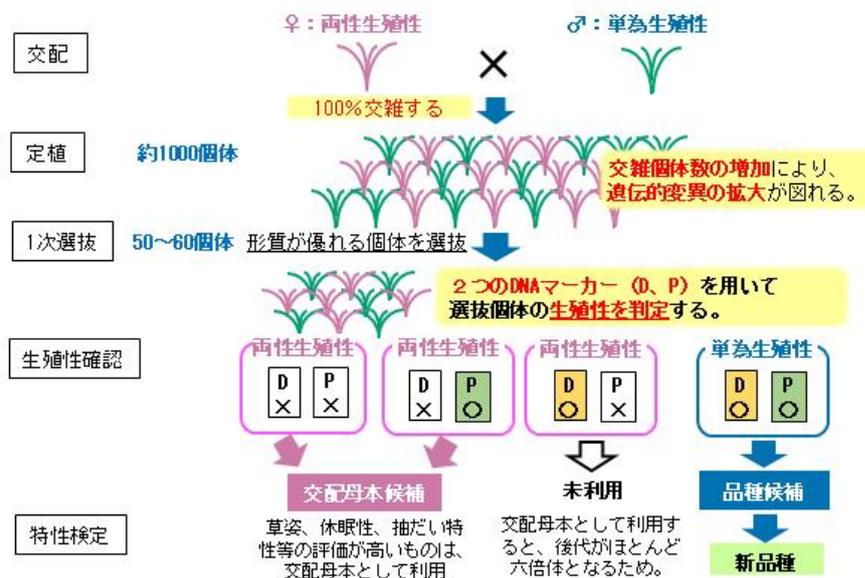


図4 両性生殖性系統と単為生殖性系統を活用したには育種システム

注）「D×、P○」の遺伝子型は、本来単為生殖性になるはずだが、単為発生した個体は半数化して枯死し、条件的単為生殖性で交雑した個体のみが生き残るため、見かけ上、両性生殖性となる。

### 3 今後の取り組みについて

気候変動やグリーン農業、スマート農業に適応した育種を迅速に進めていくため、DNAマーカーの活用を更に発展させた新たな育種手法として、品種・系統及び交雑集団の膨大なゲノム情報と形質調査データを活用するスマート育種やデザイン育種技術の開発を進めていきます。

なお、新規マーカーの開発としては、特に近年の夏季高温により発生が増加しているイチゴ炭疽病の耐病性識別DNAマーカーの開発を進めていきます。

（生物工学研究室）

## 環境負荷を低減するための病害虫防除技術の開発

- IPM（総合防除）は、病害虫の発生予防に努めるとともに、状況に応じ、化学的防除法だけでなく、生物的防除法や物理的防除法等の複数の防除方法を適切に組み合わせて病害虫の発生を抑制するもので、環境負荷の軽減において重要な取り組みです。
- 虫害分野では、いちごのアザミウマ類やアブラムシ類に対する天敵利用技術、にらのネダニ類防除における高温処理や緑肥作物の防除効果について、また、クビアカツヤカミキリでは、紫外光を用いた卵の早期発見技術や、各種資材を用いた侵入・産卵抑制効果を明らかにしました。
- 病害分野では、耕種的な防除技術を基盤としたトマトかいよう病の総合的な防除技術、トマトフザリウム株腐病防除技術を開発しました。さらに、最適な防除のためには正確な診断が重要であることから、LAMP法を用いたいちご病害の迅速診断技術を開発しました。

### 1 虫害分野の技術開発

#### (1) いちごのアザミウマ類 IPM防除体系の確立

アザミウマ類（幼虫）は、いちごの果実表面を加害し商品価値の低下を招く重要害虫です。近年、作型の早期化や気温上昇の影響により、単価の高い秋期での被害が増加しています。このため、現場で導入しやすい防除技術を検討した結果、定植前の灌注剤（モベントフロアブル、ベリマーク SC）を処理し、天敵（ククメリスカブリダニ）放飼を組み合わせることで、アザミウマ類の密度を低く抑え、秋期の果実被害を軽減できることが明らかになりました（図1）。

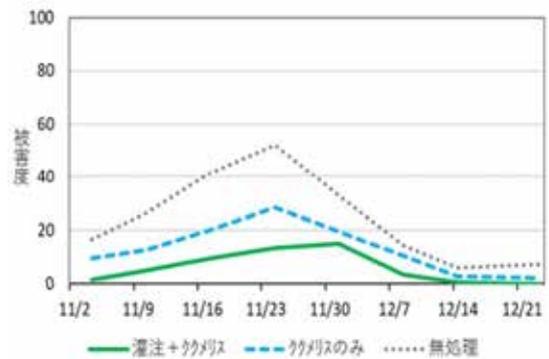


図1 アザミウマ類による果実の被害率

#### (2) いちごのアブラムシ類 IPM防除体系の確立

アブラムシ類は、いちごの重要害虫であり、農薬への感受性低下が懸念されることから、化学農薬以外の防除方法が求められています。そこで、バンカー法を用いた2種の天敵（ナケルクロアブラバチとコレマンアブラバチ）の同時放飼について検討した結果、この防除法は、いちごのアブラムシ類対策として有効であることが明らかになりました。

#### (3) にらのネダニ類に対する IPM防除体系の確立

ネダニ類は、主に地中のりん茎部に寄生し、下葉の枯れ込みや葉数・葉幅の減少、伸長速度の鈍化を引き起こし、被害が著しい場合には欠株になります。有効な農薬が少ないことから、農薬に依存しない対策として、作付け終了後に、ビニル被覆による簡易な高温処理がネダニ類の密度低減に有効でした。さらに、新たな防除法として、土壌線虫や病害の抑制効果が知られる緑肥作物に着目し、ネダニ類への防除効果を検討した結果、にらの定植前に緑肥作物をすき込むことで、ネダニ類の密度が抑制され、そのなかでもライムギの効果が高いことが明らかになりました（図2）。



図2 高温処理によるネダニ類密度の推移

#### (4) クビアカツヤカミキリに対する I P M防除体系の確立

クビアカツヤカミキリは、もも等の果樹やサクラでの被害が大きく、ももの樹齢との関係については、その被害は主幹径が大きくなるほど増加し、成木となる頃に急増することが明らかになりました。また、生産樹 1 樹あたりの生涯収量期待値では、健全樹と比べ約 66%減少すると推定されました。さらに、成虫発生の初確認日には 約 2 週間の年次間差がみられ、成虫発生が多い 6 月中旬～7 月中旬を中心に、もも収穫開始後も適宜防除を実施する必要があり、複数回の防除を行うことで防除効果がより安定することが明らかになりました。

樹への寄生の確認は、幼虫の生育に伴い被害樹から排出されるフラスで確認できますが、早期発見は難しく、防除が後手に回ることが課題でした。そこで、幼虫がふ化・侵入する前に、樹皮上に産み付けられた卵の検出法を開発しました。この方法は、卵が紫外線 (UV) の照射によって青白く蛍光する性質を利用し、肉眼の 200 倍以上の高効率で卵を検出することが可能です。

さらに、樹への成虫の飛来・産卵阻止技術として、9mmX (クロス) 目合よりも細かいネットは成虫の通過率が低く、目ずれの生じにくい資材が侵入阻止資材として有望でした。また、幹巻テープ、防草シート及び蛍光イエロー塗料の 3 資材は、産卵数を 70%以上抑制し、樹への産卵阻止資材として有望と考えられました (図 3)。



写真 1 クビアカツヤカミキリ卵の蛍光  
(左) 自然光 (右) ブラックライト照射時

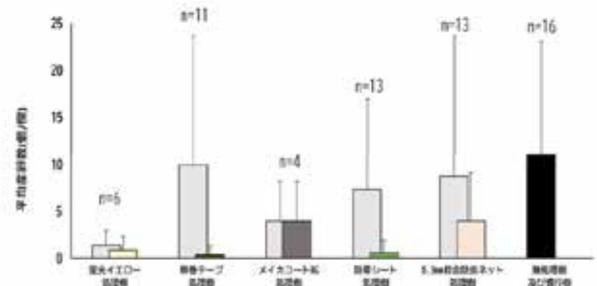


図 3 各種資材を処理した樹齢 6～13 年のもも園における平均産卵数

## 2 病害分野の技術開発

### (1) トマトかいよう病の I P M防除技術の開発

トマトかいよう病は一度発生すると防除が困難な細菌による病害です。そこで、穂木および台木の耐病性に係わる品種間差異を調査した結果、台木品種は穂木品種に比べ耐病性が高く、供試品種の中では、「B バリア」「スパイク」「ボランチ」「がんばる根ベクト」「あおおに」の 5 品種が比較的高い耐病性を示しました。本病の伝染方法のひとつに土壌伝染があげられます。そこで、ほ場内への本病菌の持ち込みを防ぐため、各種消毒資材による長靴消毒の効果を検討しました。その結果、本病原菌の長靴消毒にはケミクロン G の消毒効果が高いことが明らかになりました。また、管理作業等を介して、ほ場内に本病が蔓延することから、ハサミ消毒による防除効果も検討し、熱ハサミ、70%エタノール及びケミクロン G の効果を明らかにしました (図 4)。

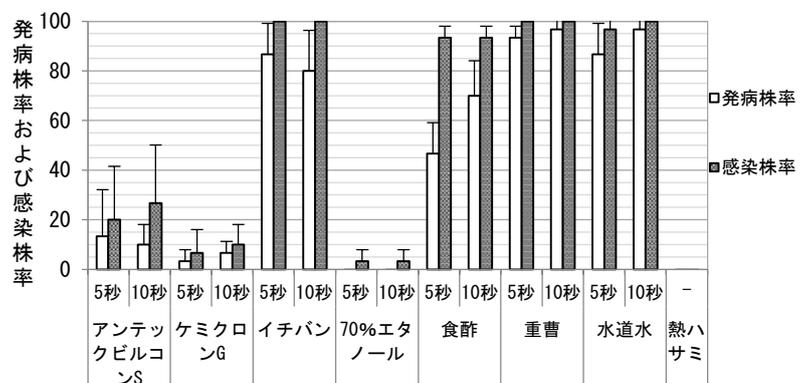


図 4 トマトかいよう病に対する各種消毒資材の防除効果

## (2) トマトフザリウム株腐病の防除技術の開発

トマトフザリウム株腐病は、*Fusarium solani* f. sp. *eumartii* を病原とする土壌病害で、主根が激しく褐変腐敗し、病勢が進展すると立枯症状を呈し減収を招きます。

本病は平成 16 (2004) 年に本県で初めて確認され、その後、促成長期どり栽培の増加に伴い発生が拡大しています。そこで、トマト主要品種の本病耐病性を検討した結果、品種間で耐病性に差異が認められました。さらに、土壌還元消毒の現地調査を行うとともに、台木品種の発病抑制効果を詳細に検討した結果、土壌還元消毒は高い効果を示し、これにより土壌中のフザリウム属菌密度を低減した上で、台木品種「アシスト」を利用することで発病を抑制できると考えられました(図5)。

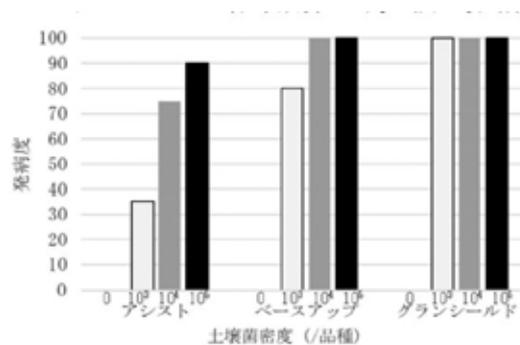


図5 土壌の菌密度及び台木品種の違いによる地下部の発病度の差異

## (3) LAMP 法によるいちご病害の迅速診断技術の開発

イチゴ炭疽病は、潜在感染株を早期に診断し除去することが防除対策として重要です。そこで、迅速診断技術確立のため、宇都宮大学で設計された LAMP (Loop-mediated amplification) 用プライマーを用い、本法の有効性と実用的な検定方法を検討しました。その結果、LAMP 法により診断の迅速化が図られ、さらにバルク法を用いた多検体検出によって効率化が図られました。

また、イチゴ萎黄病感染株についても、LAMP 法を用いた診断技術を開発しました。本法では、葉柄サンプルから *Fusarium* 属菌を検出できるプライマーを用いて LAMP 反応を行い、陽性を示したサンプルについては、分離培養で得られた菌体を病原性判別プライマーで再度 LAMP 反応することでイチゴ萎黄病の感染が診断できます。

## 3 今後の病害虫研究の方向性

### (1) 気候変動に伴い新たに発生拡大が懸念される病害虫に対する防除対策の確立

気候変動に伴い病害虫の発生様相が大きく変化し、水稻ではイネカメムシによる被害が拡大、顕在化しています。今後の温暖化の進行や、その適応策として導入される品目や技術により、新たな病害虫の出現も懸念されることから、現場の状況をいち早く収集し、新発生病害虫に対応する対策技術の開発に取り組んでいきます。



写真2 イネカメムシ (成虫)

### (2) 各種 IPM 技術を組み合わせた品目ごとの防除体系の確立

とちぎグリーン農業推進方針では、化学農薬の使用量削減を目標のひとつとしており、その達成には IPM 防除技術の導入推進が不可欠です。今後も新たな IPM 技術の開発を進めるとともに、これまでに開発した天敵利用技術などの様々な IPM 技術を組合せ、主要品目ごとに総合的な防除体系を構築していきます。



写真3 ハダニ類の天敵  
(左) ミヤマカブリダニ (右) フリカブリダニ

(病理昆虫研究室)

## グリーン農業実現に向けた土壌環境分野の技術開発

- 県では、とちぎグリーン農業推進方針（令和5（2023）年3月策定）に基づき、有機農業の面的拡大を目指して、取組目標面積を2030年に2,500haとしています。また、化学肥料低減については、堆肥等の有機物の利用を促進し、可給態窒素の新たな診断技術を確立することとしています。さらに、温室効果ガスの排出量削減については、バイオ炭の農地施用面積を2027年までに1,000haに拡大し、水田由来のメタンガスの排出を中干しによって抑制するなどの具体的な方策を掲げています。
- 当研究室では、有機農業に取り組みやすい環境づくりのために有機農業・野菜栽培マニュアルを作成しました。また、国内の未利用資源の有効活用を目的に堆肥中の肥料成分を活用した混合堆肥複合肥料を開発し、大豆の収量低下に対応するため土壌の可給態窒素に基づく堆肥施用技術を開発しました。

### 1 水稲・野菜の有機栽培マニュアルの作成

有機農業で現在実践されている多様な技術について、科学的な解明に取り組み、県内の気象や土壌条件等に適合した品質や収量を安定的に確保できる技術体系を確立する必要があるため、当センターで試験を実施しマニュアルを作成しました。

#### (1) 有機農業・水稲の試験から開始

県内における水稲の有機農業栽培技術について、平成21（2009）～26（2014）年にかけて県内の先進事例を調査しました。さらに、その技術の再現性試験を当センターほ場で実施しました。その結果をもとに、水稲における有機農業栽培技術（「成苗移植」と「深水管理」を中心とした技術）の内容を体系化してマニュアルを作成しました（図1）。



図1 水稲有機栽培実践マニュアル（R6）

#### (2) 有機農業・野菜の試験を実施

県内の有機農業・野菜栽培では、多様な技術が多く実践されていますが、その技術の体系化は進んでいませんでした。そこで、平成29（2017）～令和2（2020）年にかけて、県内の先進事例を調査し、その栽培技術の再現性試験を当センターほ場で実施しました。

#### (3) 有機農業・野菜で栽培されている各品目のマニュアル化

上記試験結果を基に、各品目の栽培技術をとりまとめ、マニュアルを作成しました（図2）。その概要は次のとおりです。

- ・調査対象農家の収量は、施肥基準の目標収量と比べると、果菜類のきゅうりで低かったもののその他の調査品目では、ほぼ同等でした。
- ・有機農業の導入初期などで地力が低く、可給態窒素が8mg/100g未満の場合には、ボカシ肥の増量が必要でした。
- ・有機農業の野菜で施用されているボカシ肥の製法、成分や分解の程度を明らかにしました。
- ・体系化した技術をマニュアルにとりまとめ、公表しました。

<https://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/greenagriculture.html>



図2 有機農業・野菜の栃木県内栽培マニュアル（R4）



各品目のマニュアル  
（QRコード）

## 2 混合堆肥複合肥料の開発

### (1) 肥料法の改正に伴う堆肥を活用した肥料（混合堆肥複合肥料）の新設

平成 24（2012）年に、肥料法の公定規格の改正がありました。堆肥を活用した普通肥料として、混合堆肥複合肥料が新設されたことにより、普通肥料の原料として初めて堆肥の使用が可能となりました。ただし、堆肥の割合は、乾物重量で 50%以下（当時）という制限がありました。



写真1 混合堆肥複合肥料

### (2) 混合堆肥複合肥料を開発

当センターでは、堆肥中の肥料成分の有効利用を図るため、平成 29（2017）～令和元（2019）年に混合堆肥複合肥料の開発試験を実施しました。

牛・豚ふん混合堆肥に化学肥料等を添加した混合堆肥複合肥料を、こまつなやほうれんそうに施肥し栽培試験を行った結果、化学肥料の施肥と同程度の収量が確保できました。

この肥料を用いることで、堆肥中の肥料成分を有効利用し、化学肥料使用量が削減できます。さらに、施肥と同時に堆肥が施用されるため、堆肥による土づくり効果も期待できます。

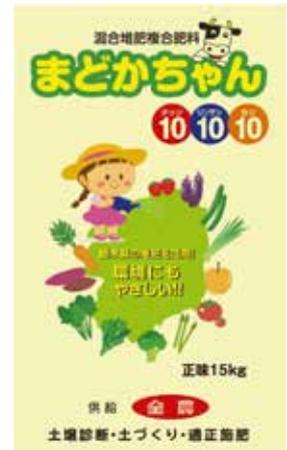


図3 開発した混合堆肥複合肥料

### (3) 開発した混合堆肥複合肥料が販売されています

当センターでの試験結果から、JA 全農とちぎでは、混合堆肥複合肥料「まどかちゃん」として販売しています（図 3）。この肥料は、県内の堆肥を 30% 含み、その他米ぬかを 10% 配合し、化学肥料を添加したもので、ペレット化されています。令和 5（2023）年度の供給実績は 88t でした。

## 3 大豆栽培での可給態窒素による施肥量診断

### (1) 大豆収量の安定化を目指した試験を実施

県内の大豆収量は、近年低水準で推移していることから、多収阻害要因を解明し、施肥等での改善指標を確立するため、農研機構を中心としたプロジェクト研究で、平成 27（2015）～令和元（2019）年に現地調査やセンター内ほ場での栽培試験を実施しました。

### (2) 土壌の可給態窒素を測定することで、窒素の施肥診断が可能となります

土壌の可給態窒素と収量の相関から、土壌可給態窒素による施肥診断技術を確立しました。

黒ボク土での可給態窒素の指標値を 10～12mg/100g とし、指標値未満の場合は堆肥施用や被覆肥料の施肥が有効となります。堆肥を施用する場合は、施肥基準の基肥窒素（2kg/10a）にプラスして、牛ふん堆肥を 1t/10a または、発酵鶏ふん 250kg/10a の施用が効果的でした。また、被覆肥料の入った大豆専用肥料（+窒素 8 kg/10a）の施肥でも収量が増加しました（表）。

### (3) 県内の展示ほ場で有効性を確認しています

可給態窒素による施肥診断は、県の大豆の栽培技術指針に記載され、県内各地での展示ほ場で、その有効性が確認されています。

表 土壌可給態窒素による大豆での施肥量診断

可給態窒素	診断施肥量
10～12mg/100g	以上 大豆の施肥基準量(基肥窒素:2kg/10a)
	(基肥窒素:2kg/10a) プラス次のいずれかを施用
	未満
	・牛ふん堆肥 1t/10a
	・発酵鶏ふん 250kg/10a
	・大豆専用被覆肥料 窒素8kg/10a

## 4 カーボンニュートラルの実現 ～水田からのメタン発生抑制～

水田から発生する温室効果ガス・メタンを、中干しの実施によって抑制する試験をしています。

県内で慣行的に実施されている間断かん水を基本とした水管理で、中干しを 7 日間実施した場合に

は、メタンの発生は2～3割削減され、収量の減少は0～4%程度でした。この結果は、マニュアルとしてとりまとめて公開しています(図4)。

現在は、農研機構とのプロジェクト研究で、全国的に実施されている中干しの延長について検討しています。

図4 メタン発生抑制マニュアル



## 5 今後の土壌環境研究の方向性

### (1) 指定混合肥料での堆肥活用による化学肥料の減肥

上記2で記載した混合堆肥複合肥料では、堆肥の配合割合に制限がありました。しかし、令和2(2020)年に指定混合肥料が新たに創設され、堆肥の配合割合に制限がなくなったため、堆肥を主原料として足りない成分を化学肥料で添加することが可能になりました。

そこで、この指定混合肥料を開発するため、畜産酪農研究センターと協力し、令和5(2023)～9(2027)年度で試験を実施しています。堆肥と化学肥料の配合後にペレット化することを目指し、肥料の製造試験や肥効確認試験を実施しています。



写真2 指定混合肥料のペレット化

### (2) 汚泥肥料活用による化学肥料の減肥

化学肥料の使用量を低減するため、未利用有機物である汚泥肥料を有効利用する技術開発を、令和6(2024)～8(2026)年度に試験しています。汚泥肥料を施肥する際の問題点は、汚泥肥料から無機化する窒素の割合が分かっていないことであり、県内で生産されている汚泥肥料を対象として、埋設試験や栽培試験で明らかにしています。

### (3) 水稻での土壌可給態窒素による窒素施肥量診断

水稻は地力窒素からの吸収量が多く、地力に応じた窒素施肥量を最適化する必要があるため、水田土壌の可給態窒素に基づいた窒素施肥量を診断する技術を開発しています。これまでに窒素施肥量診断法については、現地ほ場等でのデータから検証できたため、簡易マニュアルを作成し、ホームページで公開しています(図5)。

現在は、可給態窒素の簡易測定法を確立するため、継続して試験を行っています。

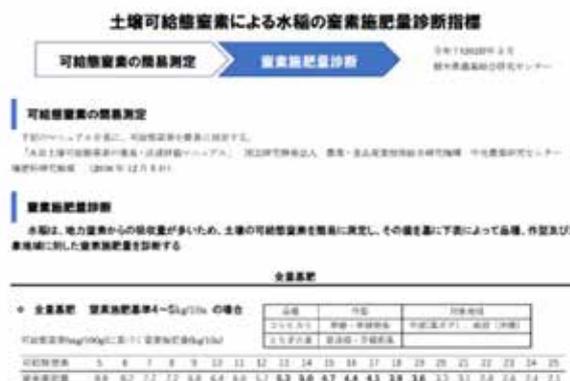


図5 土壌可給態窒素の窒素施肥量診断指標

### (4) カーボンニュートラルの実現 ～バイオ炭の施用～

農業分野でのカーボンニュートラル実現に向けて、積極的な土壌への炭素の貯留が有効であることから、バイオ炭施用の試験を行っています。

もみ殻くん炭の製造方法では、煙の発生が少ない装置を特定しました。また、バイオ炭は、炭素貯留効果だけでなく、土づくり効果もあるため、水稻、ビール大麦及び果樹で施用試験を実施しています。今後、現地ほ場での実証試験を積み重ねることで、バイオ炭施用の県内各地域での普及につなげていきます。



写真3 もみ殻くん炭

(土壌環境研究室)

# 病害虫発生予察情報の提供

- 病害虫発生予察とは、農作物の病気や害虫の防除を適切に行うために、病害虫の発生状況を調査し、気象条件や農作物の生育状況などを総合的に考慮して今後の発生を予測するものです。
- これまで、主要農作物を対象に病害虫の発生予測を行い、「発生予察情報」の迅速な提供に取り組んできました。

## 1 病害虫発生予察を取り巻く最近の動き

令和4（2022）年に植物防疫法が改正され、有害動植物の侵入やまん延リスクの高まりにより、発生の予防を含めた防除の普及等を図っていくことが急務となっています。これに伴い、本県で病害虫発生予察の対象としている指定有害動植物は、従来の79種から103種に増加しました。

さらに、本県では令和6（2024）年4月に「栃木県病害虫総合防除計画」を策定し、総合防除の普及促進に取り組んでいます。本計画では、発生予察情報に基づき、防除の要否や時期を適切に判断することとしています。防除を実施する際には、「発生予察情報」を活用した適期・適切な対応が重要となります。なお、「発生予察情報」は、当センターのホームページに随時掲載しています（図1）。



図1 農業総合研究センターHP

## 2 過去10年間の多発生、新発生など特異的な病害虫発生への対応

農業総合研究センターが発表する「発生予察情報」には、以下の4種類があります。

- ・「病害虫発生予察予報」（以下、「予報」という。）は毎月定期的に発表します。
- ・「病害虫発生予察注意報」（以下、「注意報」という。）及び「病害虫発生予察警報」は病害虫の多発が予測される場合に発表します。
- ・「病害虫発生予察特殊報」（以下、「特殊報」という。）は、県内で初めて確認した病害虫について発表します。

### (1) 予報の発表状況

水稲、麦類、大豆、いちご、トマト、きゅうり、なし、ぶどう、きく等の作物に発生する病害虫について、毎月その発生量を予測し、防除対策を取りまとめて発表しています。

### (2) 注意報の発表状況

過去10年間で注意報を9件発表しました（表1）。作物や病害虫の種類別では、イネ縞葉枯病が4件と最も多く、次いで果樹のカメムシ類が3件、トマト灰色かび病と麦類赤かび病がそれぞれ1件でした。

水稲の縞葉枯病は、害虫であるヒメトビウンカが媒介するウイルス病で、葉の枯死や穂の生育異常を引き起こし、発生が多い場合には大幅な減収につながります。特に「コシヒカリ」などの抵抗性のない品種での発生が問題となっています。

表1 過去10年間に発表した注意報

年度	年度	発表年月日	作物名	病害虫名
平成26年度	第1号	H26. 5. 29	水稲	縞葉枯病
平成26年度	第2号	H26. 6. 6	果樹類	果樹カメムシ類
平成27年度	第1号	H27. 6. 3	水稲	縞葉枯病
平成27年度	第2号	H28. 1. 28	トマト	灰色かび病
平成28年度	第1号	H28. 6. 1	水稲	縞葉枯病
平成29年度	第1号	H29. 5. 31	水稲	縞葉枯病
令和2年度	第1号	R2. 6. 18	果樹類	果樹カメムシ類
令和6年度	第1号	R6. 5. 13	果樹類	果樹カメムシ類
令和6年度	第2号	R6. 5. 16	小麦、六条大麦、二条大麦	赤かび病

果樹のカメムシ類は、なし、りんご、もも等の果実を加害し、収量や品質の低下を招きます。近年の暖冬傾向がこれら害虫の発生増加に影響している可能性があります。



写真1 チャバネアオカメムシ成虫（左）とトラップでの誘殺状況（右）（令和6年度注意報第1号）

### (3) 特殊報の発表状況

過去10年間で特殊報を21件発表しました（表2）。作物別に見ると、いちご、トマト及びねぎがそれぞれ2件と多く、その他にもうめ等の果樹類、にら等の野菜類、トルコギキョウ等の花き類など、多くの品目に及んでいます。

病害に関する情報は7件で、そのうち菌類による病害が4件、ウイルス性病害が3件でした。一方、害虫に関する情報は15件（うちダニ類が2件）でした。

これらの病害虫の中には、平成29(2017)年に発生を確認したクビアカツヤカミキリのように、各地で発生が拡大し、被害が問題になっているものもあります。また、令和6(2024)年には、トマトキバガが確認されており、トマトやなす等のナス科作物への被害が懸念されるため、今後の発生拡大に注意が必要です。

表2 過去10年間に発表した特殊報

年度	作物名（病害虫名）
平成26年度	トマト（葉かび病レース 2.9、4.9、2.5.9、4.5.9）、ピーマンえそ輪点病・トマト茎えそ病（仮称）（GSNV）、ねぎ（葉枯病（黄色斑紋症状））
平成27年度	いちご（ミカンコナカイガラムシ）
平成28年度	なし（ニホンナシハモグリダニ（仮称））、メボウキ（バジル）（べと病）
平成29年度	りんどう（リンドウえそ斑紋病（INSV））、もも・すもも（クビアカツヤカミキリ）、ゆり（IYSV）、えごま（モンオビヒメヨトウ）
平成30年度	ぶどう（ブドウミタマバエ）、トマト（ミツユビナミハダニ）、いちご（オウトウショウジョウバエ類）、トルコギキョウ（斑点病）
令和元年度	キウイフルーツ（キクビスカシバ）、ネギ（ネギハモグリバエ別系統）
令和2年度	飼料用とうもろこし（ツマジロクサヨトウ）
令和3年度	飼料用とうもろこし（ツマジロクサヨトウ）、なす（トビイロシワアリ）、うめ・もも（ヨコバイ科の一種）、大豆（ミナミアオカメムシ）
令和5年度	にら（フシダニ科の一種）
令和6年度	—（フェロモントラップへの誘殺）（トマトキバガ）



写真2 クビアカツヤカミキリの成虫（左）と被害樹の株元に排出されたフラス（幼虫の糞と木くず）（右）（平成29年度特殊報第2号）

### 3 本県独自の情報の発表

本県では、予報、注意報、警報、特殊報に加え、特産品であるいちごの病害虫防除に関する「いちご病害虫情報」を平成22(2010)年度から毎月発表しています。また、防除の参考となる情報を随時提供する「植物防疫ニュース」を年間10回～15回程度発表しています。

### 4 今後の取組

近年、イネカメムシのように発生が増加している病害虫や、いちごをはじめとする県産農産物の安定生産を確保するため、病害虫の発生状況や発生予察情報を提供し、適切な防除による被害軽減に取り組んでいきます。さらに、地球温暖化や気候変動に伴う病害虫の発生増加や、新たに発生した病害虫に的確に対応するため、これらに関する発生予察情報を迅速に提供していきます。併せて、サツマイモ基腐病のような本県では未発生ながら侵入が懸念される病害虫についても、引き続き警戒を強化していきます。

（環境技術指導部 防除課）





*Follow us!*



tochi\_noushi



栃木県農業総合研究センター  
<https://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/>

**日々の活動を公開しています！**

**研究成果はHPで見られます！**



発行／栃木県農業総合研究センター  
 〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1080  
 TEL 028-665-1241 FAX 028-665-1759

令和8(2026)年3月