

# 栃木県農業試験場ニュース

No.398 令和 2(2020)年 8 月

## 目次

- [研究成果] トマトかいよう病の総合的な防除技術の開発 (P1)  
牛ふん堆肥の連用による肥効率の変化 (P2)
- [成果の速報] アジサイ花色の安定発色のためのリン酸施肥量の検討 (P3)  
新しい環境制御システムの開発を目的としたいちご果実の肥大曲線の作成 (P4)  
いちご新品種「栃木 i37 号」における秋期のクラウン冷却の検討 (P5)
- [試験の紹介] 複数のいちご果実形質を同時に選抜可能なゲノミックセレクション (GS) 法の確立 (P6)  
トマトフザリウム株腐病を対象とした土壌菌密度調査 (P7)  
トマト夏秋どり栽培の定植時期が収量・品質に及ぼす影響 (P7)

## 研究成果

### トマトかいよう病の総合的な防除技術の開発

トマトかいよう病は、*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* を病原とする細菌病です。本病は一度発生すると防除が難しいことから、ほ場で発生させない、あるいは発生した場合の蔓延防止対策が重要となってきます。

そこで、主要トマト品種の本病耐病性と地下部からの伝染防止対策として太陽熱消毒の有効性、地上部伝染防止対策として各種消毒資材を用いたハサミ消毒による防除効果を検討しました。

その結果、供試品種中では、台木品種の B バリア、スパイク、ボランチ、がんばる根ベクト、あおおのが比較的高い耐病性を示しました(図 1)。

発病株を土壌中に埋設し太陽熱消毒による防除効果を検討しましたが、処理 33 日後以降は、本病原菌は検出されず、その後に定植したトマトにも本病の発病は認められませんでした。管理作業に使用するハサミ消毒の効果を検討した結果、熱ハサミ (福ちゃん・ターボ 2) で高い防除効果が認められました。本病原菌に対する各種消毒資材の有効性の検討では、ケミクロン G で高い防除効果が認められました (図 2)。

本病防除にあたっては、土壌等からの一次伝染防止対策を徹底するとともに、太陽熱消毒+耐病性台木品種の選定と熱ハサミ等、管理作業資材の消毒による二次伝染防止対策が有効であると考えられました。

(病理昆虫研究室)

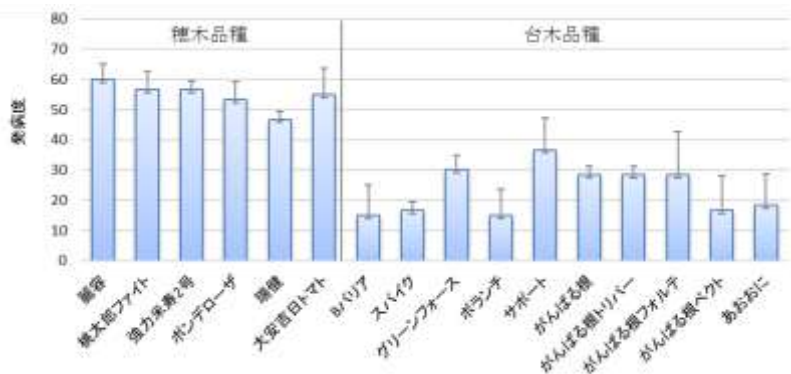
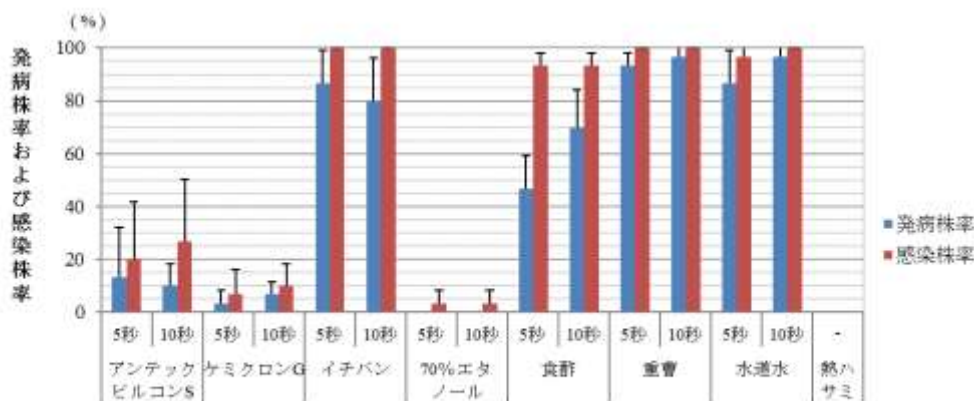


図 1 トマトかいよう病に対する耐病性の品種間差異



発病株率は最終調査日 (接種 56 日目)、感染株率は肉眼および PCR 法での結果。秒数は消毒時間を示す。エラーバーは標準偏差を示す。

図 2 トマトかいよう病に対する各種消毒資材の防除効果

# 牛ふん堆肥の連用による肥効率の変化

堆肥などの有機質資材の施用は、肥料成分の供給と総合的な土壌環境の改善効果が認められる一方、肥効率が低く、またその値は連用によって変化することが知られています。しかし、これまでに有機質資材由来窒素の土壌内での動態を総合的に把握し、連用による肥効率や土壌環境への長期的な変化を具体的に示す知見はほとんどありません。

そこで、本県で分布が多い腐植質黒ボク土露地畑で牛糞堆肥を連用しながら野菜を栽培し、作物による窒素の吸収量、溶脱量および土壌の窒素含有率を継続的に測定しました。また、堆肥由来窒素の動態モデルを作成し(図1)、圃場での各種測定値ならびに分析室で測定した堆肥の無機化特性から、モデルの各種反応速度定数を算出しました。モデル計算により、直接的な測定が困難な有機化(同化)や脱窒(窒素ガスと

して大気に拡散)の速度を予測し、牛糞堆肥施用畑地での窒素収支を総合的に把握しました。

その結果、堆肥の連用量を10a当たり1tから2tに増加すると収量も増えるものの窒素溶脱量も増加することが示されました(表)。

本モデルにより牛糞堆肥を10aあたり2t連用した結果を30年まで計算したところ、無機態窒素生成割合つまり堆肥の肥効率は、連用1年目で9%であったものが徐々に上昇し、連用15年程度で32%に達して安定しました。残りの68%は脱窒すると推定されました。堆肥の一部は有機態で残存し、その値は土壌中窒素含有率として0.09%に収斂します(図2)。

今後、各種堆肥の連用による肥効率の変化を明らかにすることにより、より効果的で環境負荷を抑えた堆肥の利用が可能になるものと期待されます。  
**(土壌環境研究室)**

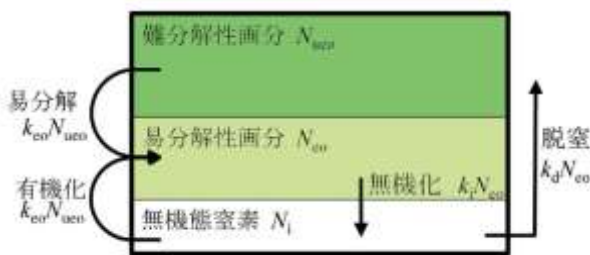


図1 堆肥由来窒素動態モデル

$k_{eu}$ は易分解化速度定数、 $k_i$ は無機化速度定数、 $k_d$ は脱窒速度定数

堆肥中窒素は、難分解性有機態、易分解性有機態および無機態の3画分によって構成されると仮定した。難分解性画分は易分解化が進行し、このとき等量の無機態窒素の同化(有機化)を伴うと仮定した。易分解性画分の無機化によって無機態窒素が生成され、同時に、その際放出される電子によって無機態窒素の一部が脱窒されると仮定した。

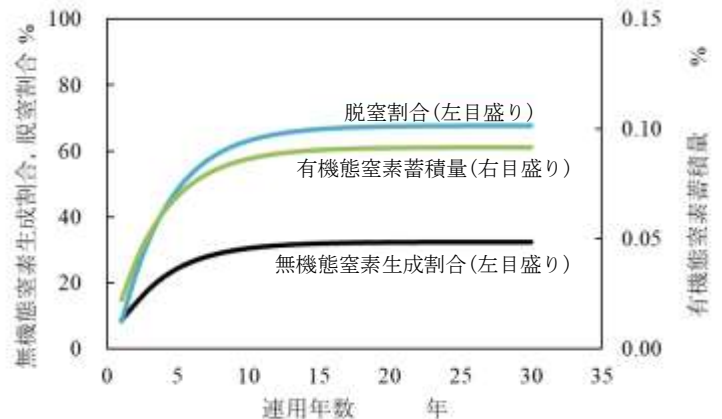


図2 牛糞堆肥30年連用のモデル計算結果

無機態窒素生成割合は肥効率を示す。

表 牛糞堆肥連用10年間の収量指数と窒素収支 kg/10a

処理区	収量指数	窒素収支					
		収入		支出			
		堆肥由来	土壌由来	作物吸収	溶脱	脱窒	有機態残存
牛糞堆肥2t連用区	0.80	281	107	112	68	120	88
牛糞堆肥1t連用区	0.57	146	78	81	35	62	46
無施用区	0.36	0	99	58	41	0	0

牛糞堆肥施用量は、年間10aあたり2tまたは1t、化学肥料は無施用。

使用した牛糞堆肥のC/Nは15-16。

収量指数は、毎年の化学肥料基準量+堆肥2t区の収量に対する比の10年間平均値。供試作物は、作付け順に、白菜-とうもろこし-ブロッコリー-ほうれん草-キャベツ-白菜-レタス-ほうれん草-大根-大根。

堆肥由来、作物吸収および溶脱は測定値、他はモデル計算値。

## アジサイ花色の安定発色のためのリン酸施肥量の検討

鉢物アジサイは、春先から母の日にかけて人気の高い商材となっており、近年多くの新品種が開発されています。県ではこれまで八重咲きの特徴を持つ「きらきら星」「パラソルロマン」「エンジェルリング」「プリンセスリング」を育成しました。

これらの品種特性を把握し、栽培方法を確立することは、品質の統一によるブランド化につながります。特に、アジサイは栽培条件の違いにより花色が変化しやすいため、安定した発色の条件が重要になります。赤色の発色には、用土中に含まれるアルミニウムおよびリン酸が影響します。

ここでは、「パラソルロマン」の花色が安定発色するリン酸施肥量を検討しました。基肥のリン酸肥料の施肥量を変えて栽培したところ、リン酸成分量 4.4g/鉢以上で無施用と比べて赤色の発色が際立ちました（写真）。

また、簡易栄養診断法による鉢内の土壌溶液中のリン酸濃度は、定植から開花期を通して5ppm以上であれば、安定して赤色発色することがわかりました（図）。

※リン酸肥料は、苦土重焼リン：ようりん＝1：1（重量比）として施用した。

（花き研究室）



写真 リン酸肥料施用による花色の違い  
（左：無施用 右：4.4g（リン酸成分量）/鉢 施用）

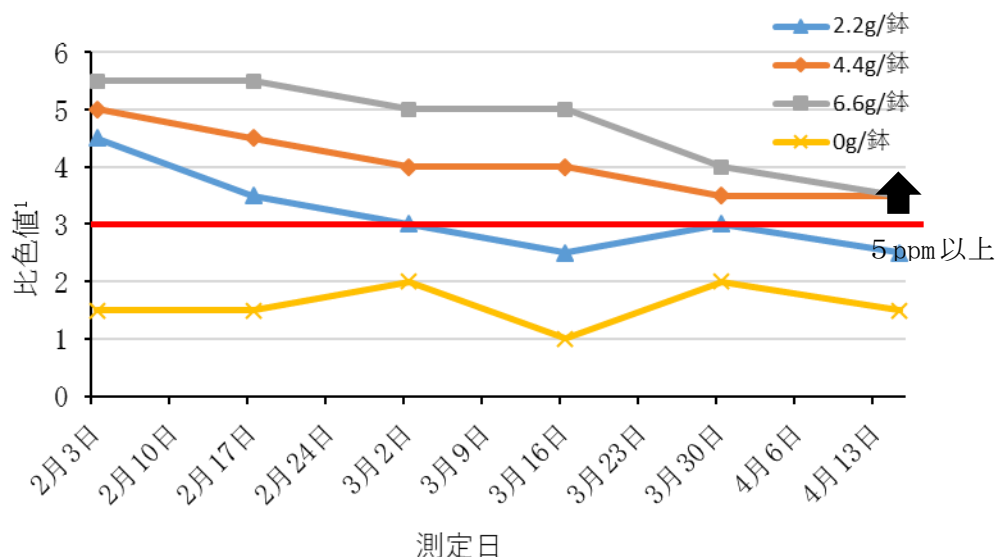


図 簡易栄養診断法による土壌溶液中のリン酸濃度の推移

注1. 比色値1、2、3、4、5はリン酸濃度1、2.5、5、10、50ppmを示す。

※定植：2020年1月31日 開花期：4月17日～

# 新しい環境制御システムの開発を目的とした いちご果実の肥大曲線の作成

前号では、三次元形状計測センサーを用いたいちご群落の画像と果実の乾物増加量から着果負担量を予測することが可能であることをご紹介しました。今号では果実の開花日と収穫時の重量を個別に計測し、予測の基礎となる時期毎の果実乾物肥大曲線を作成しました(図)。

これを基に今後は時期毎の開花状況を把握することで、その後の着果負担量を予測することが可能となります。最新の画像認識技術を用いることで、開花の状況を把握することが出来ることから、時期毎の開花数とハウス内の温度から栄養生長と生殖生長のバランスを想定し、適切な栽培管理が可能となると考えられます。

\*本研究は、イノベーション創出研究強化事業(旧農食事業)「3次元形状計測センサー(キネクト)を活用する施設果菜類の群落光合成測定と草勢制御」を活用して実施しました。

(いちご研究所)

各時期における開花から収穫期を迎えるまでの積算温度を実測し、計算式を作成したものです。

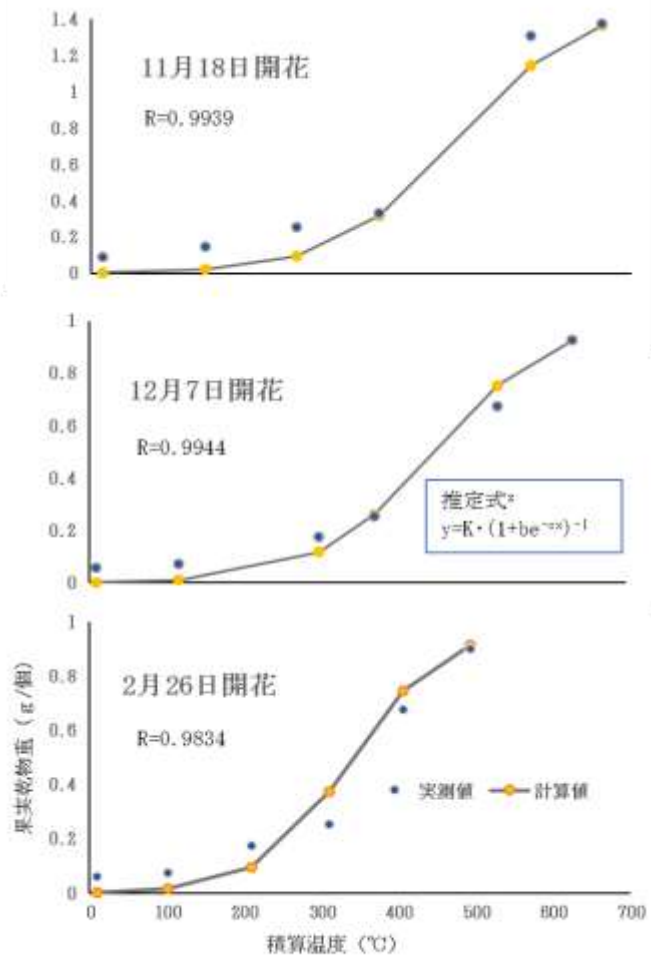


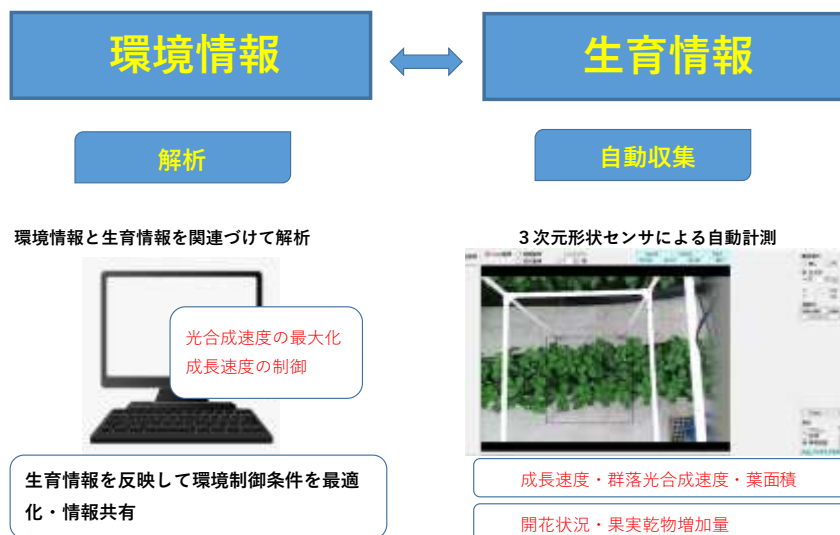
図 時期毎の果実肥大曲線(品種:とちおとめ)  

$$z = K \cdot (1 + be^{-cz})^{-1}$$

$$K = (\text{収穫時乾物重}) \times 1.09, b = (\text{成熟積算温度}) \times 0.65$$

$$c = 0.014 \times 600 \times (\text{成熟積算温度})^{-1}$$

## 目指している環境制御システム



# いちご新品種「栃木 i37 号」における 秋期のクラウン冷却の検討

当場で育成されたいちご新品種「栃木 i37 号」(商標名:とちあいか)は、収穫始めは早いものの、着花数が少ないため、早出し作型では頂花房と一次腋花房の収穫の間が開いて 12 月に収穫の谷ができやすくなります。そこで、一次腋花房の連続収穫を目的とし秋期のクラウン冷却処理を行いました(図 1)。

耕種概要は、8 月 5 日から短日夜令処理を行

い、8 月 30 日に定植し、クラウン冷却処理は定植後から 10 月 16 日まで終日行いました。

クラウン冷却を行うことで、頂花房と一次腋花房の花房間葉数が無処理区と比べ約 3 枚少なくなることが確認されました。これにより一次腋花房の収穫の前進効果がみられ、1 月以降の収量の山谷も小さくなり総収量の増加がみられました(表 1、2、3、図 2、3)。

(いちご研究所)

表 1 頂花房～一次腋花房花房間葉数、展葉速度

クラウン冷却	頂花房～一次腋花房間葉数(枚)	展葉速度(日/枚)
		定植～10/18
有	6.3	5.8
無	9.2	5.4

表 2 開花日、収穫日、着花数、1 果重

クラウン冷却	頂花房			一次腋花房	
	収穫始期	着花数(個/株)	1果重(g)	開花日	収穫日
有	10/16	7.7	17.3	11/27	1/9
無	10/15	9.3	15.8	12/4	1/15

表 3 月別収量

クラウン冷却	可販果収量(g/株)								対比
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計	
有	62	68	11	190	285	165	158	939	104
無	65	71	4	175	286	197	104	901	100



図 1 クラウン冷却の様子

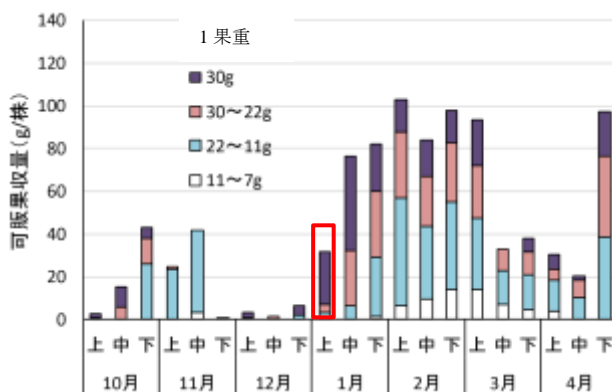


図 2 旬別可販果収量(クラウン冷却有)

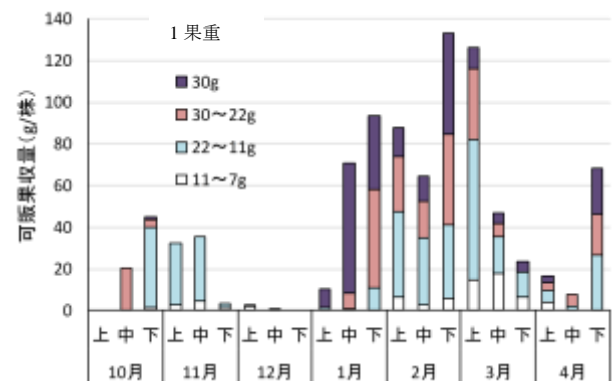


図 3 旬別可販果収量(クラウン冷却無)

# 複数のいちご果実形質を同時に選抜可能な ゲノミックセレクション(GS)法の確立

ゲノミックセレクション（以下、GS）法は近年注目されている新たな育種選抜手法の一つで、当场ではいちご育種においてその手法の開発に取り組んでいます。

従来の育種法ではDNAマーカーの活用により単一の遺伝子で判別できる形質（耐病性など）について選抜を行ってきましたが、GS法では次世代シーケンサーの活用により、これまでDNAマーカーでの選抜が困難であった複数の遺伝子が関与する形質（果実の甘さや大きさ、硬さなど）の選抜が可能となってきています。

GS法ではゲノム全体を網羅したDNA情報（特定の塩基配列の差異）と改良したい形質（果実の甘さや大きさ等）の関係性を数式化し、特性の分からない個体であってもそのDNA情報から形質の特徴を予測する技術です。

これにより育種目標に沿った有望な交配親を効率良く選定することができます。また個体の幼苗選抜においてもDNA情報から目的形質と関係性の強い個体を推定することができ、従来の育種方法に比べ育種期間の大幅な短縮と効率化が期待されます。

現在、この技術を活用して周年出荷に向く輸送性の優れた品種育成に取り組んでおり、これまでに輸送性で重要な形質である果実硬度の上昇した集団を育成することができました。

今後、硬度に加え、糖度（甘さ）や重量（大きさ）に注目してゲノム情報の解析と選抜手法を開発しています。

※本研究は、内閣府の戦略的イノベーション創出プログラム（SIP）「スマートバイオ産業・農業基盤技術」により、（公財）かずさDNA研究所、農研機構、福岡県、千葉県との共同研究により取り組んでいます。

（生物工学研究室・いちご研究所）

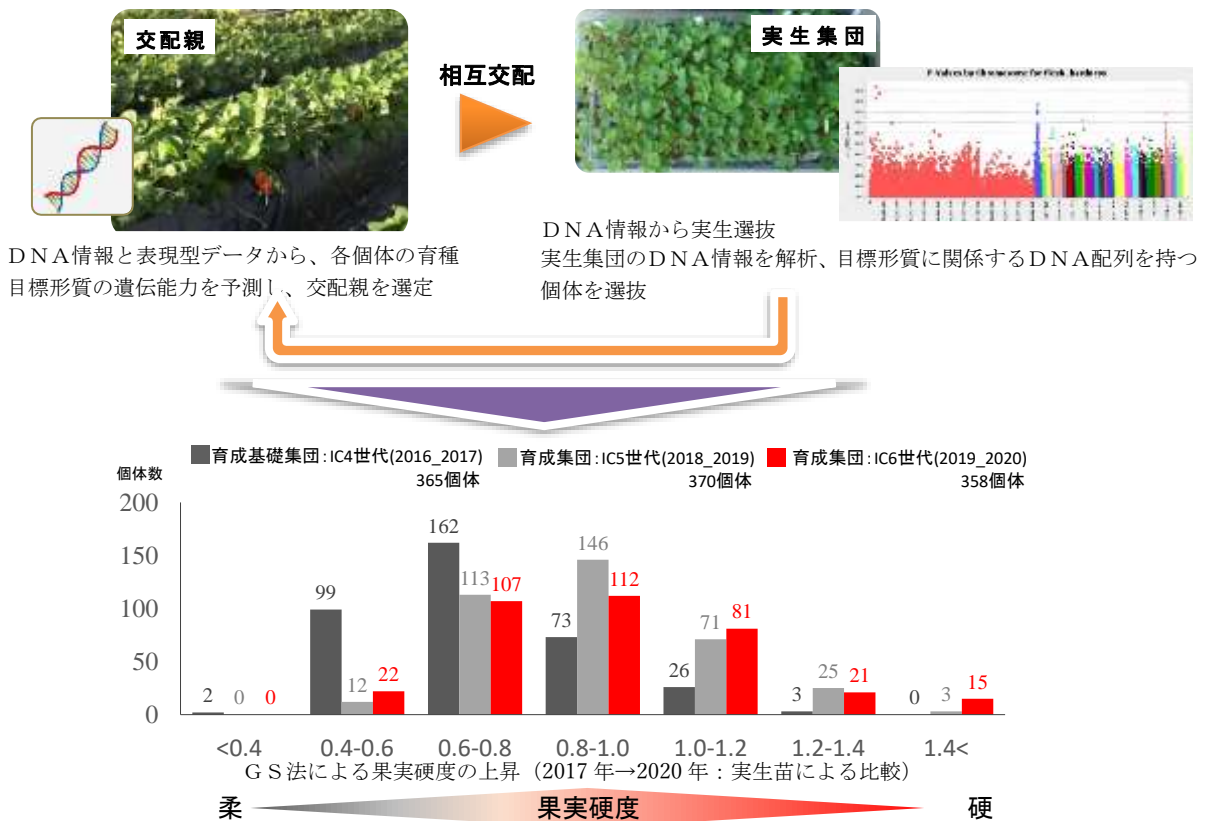


図 周年栽培用イチゴにおけるゲノミックセレクション法の解析フロー

## 試験の紹介

# トマトフザリウム株腐病を対象とした土壌菌密度調査

トマトの土壌病害であるトマトフザリウム株腐病の主な症状は、主根の褐変腐敗です。病徴が進展すると茎上部への褐変腐敗の進展や株の萎凋が見られます。本県では特に冬春トマトの出荷最盛期となる3月以降に発病が増加することから大きな問題となっています。このことから生産現場で

は、本病を対象とした土壌還元消毒等の土壌消毒が行われていますが、その防除効果は不安定との意見があります。そこで当研究室では、土壌消毒前後の本病菌密度を調査し、現地における土壌消毒効果について検証しています。

(病理昆虫研究室)



写真1 トマトフザリウム株腐病による主根の褐変腐敗症状  
(左：健全株、右：発病株)



写真2 土壌の菌密度調査の様子

## 試験の紹介

# トマト夏秋どり栽培の定植時期が収量・品質に及ぼす影響

トマトの夏秋どり栽培では、施設内気温が日中30~35℃を超える高温となることが多く、草勢低下や着果不良、尻腐れなどの生理障害による、収量・品質の低下が問題となっています。

そこで、次世代型養液栽培施設において、遮光や細霧、夜間冷房による環境制御を行いながら、5月・6月・7月に定植した場合の収量・品質への影響を調査し、夏季安定生産技術の確立を目指します。

(野菜研究室)



写真 5月定植の夏秋どりトマト栽培の様子

## 皆様の声をお聞かせ下さい!!

発行者 栃木県農業試験場長  
発行所 〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1,080  
Tel 028-665-1241 (代表)、Fax 028-665-1759  
MAIL [nougyou-s@pref.tochigi.lg.jp](mailto:nougyou-s@pref.tochigi.lg.jp)

発行日 令和2(2020)年8月1日  
事務局 研究開発部  
Tel 028-665-1264 (直通)  
当ニュース記事の無断転載を禁止します。