

生物資源研究センターだより

第21号 2018年3月



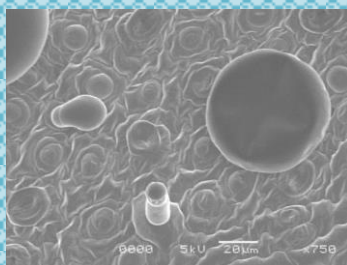
大納言小豆の品種育成



黒大豆エダマメの品種育成



モザイク病の病徴



ミント葉上の毛



イネ種子の発芽

CONTENTS

巻頭言

「北のイネ」から思うこと

.....2

研究紹介

- ・キュウリモザイク病の被害を防ぐ混合ワクチン苗の販売開始3
- ・高品質で栽培しやすい大納言小豆新品種の育成4
- ・黒大豆エダマメ「京夏ずきん」の新品種を育成中5

- ・イネ種子の休眠と発芽を調節するグルタレドキシシン6

- ・植物の「毛」の役割

.....7

お知らせ

試験研究成績報告会を開催しました

.....8

巻頭言 「北のイネ」から思うこと

右図は明治以降の北海道で約 80 年間にわたってイネの栽培限界が北上した歴史です。

科学的な根拠に基づく育種とそれ以前の育種が絡み合い、育種技術の発展の歴史を見ることができます。

「北のイネ」育種の始まり

明治政府は、当初、「北海道はイネの栽培に不向き」との考えで、西洋式の畑作の導入を推進しました。「米食を食すべからず」と米食禁止令が出され、農家が投獄されることさえあったようです。しかし、農家の米作りへの執着は強く、栽培の挑戦を続けました。

そんな中、「北海道稲作の父」といわれた中山久蔵が、明治 6 年（1873 年）に「赤毛」という品種を選抜し、その後、この品種が北海道で広く普及しました。それをきっかけに、北海道庁は明治 25 年（1892 年）稲作奨励策を展開し、翌年には稲作試験地を設けました。この頃、有力な栽培方法として直播栽培が注目され、この栽培に向く芒のない「坊主」が「赤毛」から個人育種家によって選抜され、一時は全道の 83% まで普及しました。

「メンデルの遺伝の法則」再発見（1900 年（明治 33 年））以後

ここまでは、メンデルの法則の再発見以前の話です。この後は、科学的な方法での育種が本格化します。純系選抜法により、「坊主」から早生で米の品質がよい「坊主 6 号」が作出されました。

次に、人工交配で「坊主 6 号」より 1 週間早く成熟する極早生品種「走坊主」が育成されました。

さらに、「走坊主」を親として交雑育種により「農林 9 号」が育成され、北海道のほぼ全域でイネの栽培が可能になりました。

その後も夏の冷害で大被害を受けましたが、品種改良により、「富国」、「栄光」、「農林 20 号」など優れた品種が育成されました。また、育苗技術の改良、機械移植、土地改良事業等もイネ栽培の発展に貢献しました。

収量的には明治 38 年の「赤毛」を 100（233 kg/10a）とすると、昭和 37 年の「ユーカラ」は 250（525 kg/10a）と 2.5 倍にもなりました。

「北のイネ」から思うこと

遺伝子や遺伝の法則などが分からない時代でも、

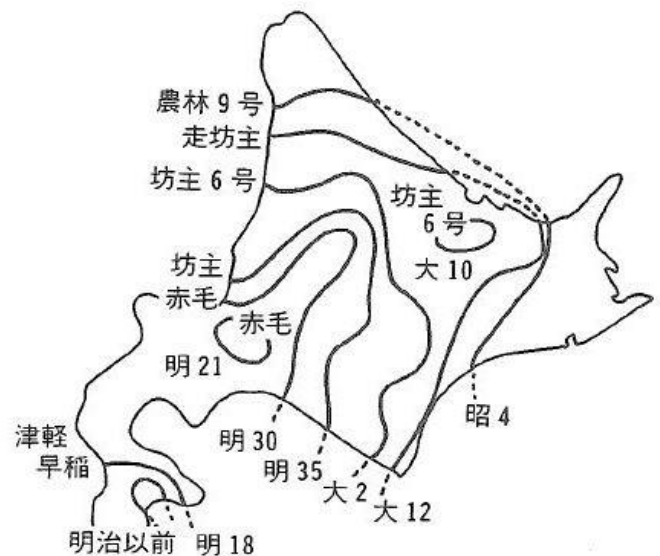


図 北海道のイネの栽培前線

（遺伝と育種 3 「世界を変えた作物」(培風館)より)

農家が育成した品種「坊主」が冷害やいもち病に挑み北海道の中部地域でのイネ栽培を可能にしました。果敢に挑戦した農家の心意気を感じます。

それでは、80 年も掛かった北海道でのイネ育種が、現代の技術ではどれくらい早くできるのでしょうか。10 年あるいは 20 年でしょうか。

育種技術は日進月歩で発展し、目で見える形質だけを頼りに選抜を繰り返して品種を作り上げてきた時代から、現在では「目に見えないものが、見える」時代になってきました。可能性は大きく広がっています。技術者、研究者には、最新の技術とこの農家の情熱をもって、課題に立ち向かうことを期待します。

今回のセンターだよりでは、エダマメ、アズキの育種を取り上げています。なかなか難しい要求に応えるべく、担当者の地道な努力により、選抜を進め、品種らしきものが見えてきました。混合ワクチンの研究では現地実証試験の効果確認を受けて、来年度からワクチン苗を販売する予定です。

基礎研究では、イネの発芽に関するタンパク質を調べることで品種育成に利用できる可能性を、植物の毛のいろいろな役割を解明することで応用技術につなげる研究を紹介します。

（所長 末留 昇）

キュウリモザイク病を防ぐ混合ワクチン苗の販売開始

露地キュウリ栽培で多発する3種類のウイルス

これまで京都府では最も被害の多い、ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV) 防除のために植物ワクチンを開発し、ZYMV の被害抑制を実現しました。しかし、キュウリ栽培ではキュウリモザイクウイルス (CMV) 及びスイカモザイクウイルス (WMV) の混発被害も大きく、「1 回の接種で複数のウイルスを防ぐワクチン」(混合ワクチン) の開発を求める声が生産現場から多く寄せられるようになりました。そこで、CMV 及び WMV を同時に防除できる混合ワクチンの開発に宇都宮大学、宮城県、長野県および微生物化学研究所と取り組みました。



図1 キュウリモザイク病の果実被害
CMV (左上)、WMV (左下)、ZYMV (右)

キュウリモザイク病の被害

キュウリモザイク病は、アブラムシにより伝搬される ZYMV、CMV 及び WMV 等のウイルスによって引き起こされるキュウリの病気です。葉にモザイクを生じ、ひどい場合には株が枯死してしまいます。一般的に数種のウイルスが混合感染した場合はより症状がひどくなり、果実には凸凹やモザイクが生じて規格外品による減収をまねきます。また、CMV 及び WMV によるモザイク病では、圃場全



図2 キュウリモザイク病による生育の違い
ワクチン接種区(左)と無接種区の生育抑制(右)
(宮城県農業・園芸総合研究所提供)

体に症状が出ている場合が多く、健全株と比較しなければ、葉が小さくなり株の生長が抑制されている(図2)ことに気づかず、収穫量減少をまねく被害の大きい病気です。

混合ワクチンによるモザイク病抑制

当センターでは共同研究機関とともに混合ワクチンの薬効・薬害試験を3カ年実施し、キュウリモザイク病に対する防除効果を評価しました。試験当初は圃場周辺のウイルス量が多い時には混合ワクチンの効果が低下することがありましたが、混合ワクチンの改良を図った結果、安定的に高い防除効果を得る事ができました(図3)。また、3カ年の試験期間中、混合ワクチンの接種による薬害及び収量への影響は認めませんでした。

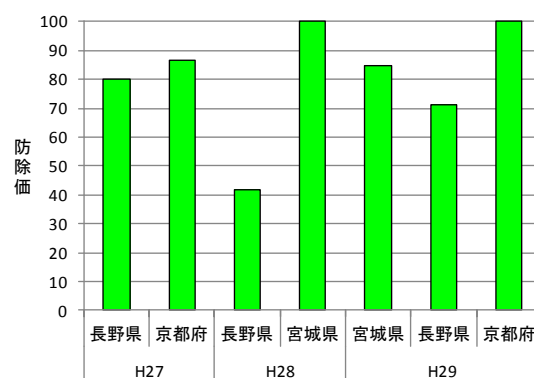


図3 混合ワクチンのキュウリモザイク病
に対する防除効果

今後の普及

ZYMV ワクチンは全国のキュウリ産地で活用(平成28年現在約90万株)され、ZYMV の被害抑制に大きく貢献しています。また、混合ワクチンを接種したキュウリ苗(ワクチン苗)は、平成30年度よりベルグアース株式会社を通じて全国販売が開始されます。今後京都府内においても、普及センターと協力してワクチン苗の実証展示圃を設置し普及を図っていきます。

本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「キュウリ及びズッキーニ発生する複数種ウイルスを完全防除する混合ワクチンの開発」(2015~2017年)において実施されました。

(応用研究部 木村重光)

高品質で栽培しやすい大納言小豆新品種の育成



図1 コンバインによる機械収穫の様子

小豆生産の課題

京都府の小豆は全国第3位の生産面積となっており、大粒で風味豊かな大納言小豆は京都府内の老舗和菓子店や製菓業者などの実需業界から高い評価を得ています。このような背景から、京都府は大納言小豆を京のブランド産品に位置づけ、生産を振興しています。

主力品種である「京都大納言」をはじめとして、府内各地で特色ある大納言小豆品種が栽培されています。中でも馬路大納言や瑞穂大納言といった俵型の子実形状をもつ在来品種は実需からの要望が高く、生産拡大が望まれています。

しかし、近年は生産者の高齢化による担い手の減少や、ウイルス病などの病虫害による減収が問題となっており、生産面積は最盛期の約1/2まで減少しています。

品種育成の目標

小豆生産面積の維持・拡大を図るため、省力機械化栽培体系の導入(図1)やウイルス病抵抗性を有する「新京都大納言」の品種登録などを行ってきました。しかし「京都大納言」、「新京都大納言」ともに徒長し倒伏しやすくコンバイン収穫に向かない草姿をしており(図2)、子実形状は俵型でなく丸みのある形です。

そこで当センターでは、機械収穫に適し、ウイルス病抵抗性を有する、俵型の子実形状の新品種を育成しています。



図2 京都大納言(左)と新京都大納言(右)の草姿

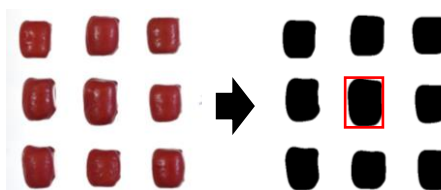


図3 俵型の子実と解析時に加工した画像

有望系統の選抜

これまで、京都府保有の遺伝資源の中から、ウイルス病抵抗性品種と俵型の系統を交配し、その後代の一部には俵型系統を戻し交配しました。得られた系統をウイルス接種株とともに栽培し、自然感染を広めることでウイルス病抵抗性の系統を選抜してきました。さらに、ウイルス病抵抗性DNAマーカーを活用した効率的な選抜も行いました。

また、子実の俵型の程度について、画像解析ソフトを利用した評価方法を検討しています。これまで目視での評価のみであったのを数値化することで、選抜の信頼性を高める狙いです(図3)。

このように選抜を進めた結果、世代が進みウイルス病抵抗性と俵型の形質が固定した有望系統を11系統選抜しました。

現在および今後の取り組み

現在は、それらの有望系統について機械収穫適性を中心に選抜を進めています。そのため、機械化栽培体系に適した狭条密植栽培条件での草姿や倒伏程度、最下着莢位置などを調査しました。コンバインでの収穫ロスを減らすためには、倒伏しないことや枝の上部に莢がつくことが重要です。

今後、さらに有望系統を絞り込み、現地での収量性試験や製菓試験での加工適性、食味の評価を経て、品種候補を選抜し品種登録を行う予定です。

(応用研究部 門馬葵)

黒大豆エダマメ ‘京 夏ずきん’ の新品種を育成中

平成8年度から親しまれている黒大豆エダマメの‘紫ずきん’は、9月から出荷される商品です。さらに、8月から出荷される商品として‘京 夏ずきん’(品種名:「夏どり丹波黒2号」)が開発され、平成24年度から京のブランド商品として、販売が始まりました。

「夏どり丹波黒2号」は、SMV(ダイズモザイクウイルス)に感染すると、葉が縮み、収量が減少したり、黒大豆のSMV感染源となります。そこで、「夏どり丹波黒2号」に替わるSMVに感染しない抵抗性品種の育成を、平成24年度から開始しました。

育成経過

平成24年度に、SMV抵抗性遺伝子を持つ「紫ずきん2号」と当センター育成系統を交配した後代から、DNAマーカーを使いSMV抵抗性遺伝子を持つ系統を選抜しました。

その中から、開花期と収穫期が「夏どり丹波黒2号」並みで、「夏どり丹波黒2号」の良食味を維持しながら収量性が高いという育種目標に近い、有望な4系統を平成28年度までに選抜しました。

有望系統の試験結果

有望な4系統について、平成29年度に「夏どり丹波黒2号」と比較した本格的な栽培試験を行いました。その結果、多くのSMVレースに抵抗性を持ち収量性は良いが小粒な系統、大粒で良食味の系統、収量は抜きんで良いが収穫期が遅い系統、大粒で良食味であるが収量がやや劣る系統、という特徴が見えてきました(表1)。

生産者から‘京 夏ずきん’は‘紫ずきん’と比べて、一株当たりの収量が少なく、莢の黄化が早いため収穫期間が短いという声がありました。B系統は、莢数こそ少ないものの、一莢重が大きいため、「夏どり丹波黒2号」と同等から同等以上の収量が得られ、「夏どり丹波黒2号」より1mm以上莢厚が厚いため黄化が遅く、収穫期間が長くなるという特長があります(表1、図1、図2)。

食味については、官能試験と併せて、糖含量及びアミノ酸含量の分析も行い、甘くて美味しい系統を選抜します。

今後の予定

これまでの栽培試験は、当センター(精華町)だけで行っていたため、今後、黒大豆エダマメの主要産地である南丹及び丹後地域の研究所や現地農家での栽培試験を進め、関係機関及び実需者との評価や理解を得ながら、新‘京 夏ずきん’となる候補系統を決定する予定です。

表1 有望系統の生育特性(平成29年度)

系統名	開花期 (月/日)	収穫期 (月/日)	主茎長 (cm)	莢厚 (cm)	精莢数 (個)	精莢重 (g/株)
A	6/29	8/15~8/25	40.8	10.1	60.7	193.0
B	7/1	8/15~9/1	45.5	12.1	47.4	189.6
C	7/1	8/28~9/7	45.2	11.3	76.5	233.3
D	7/3	8/15~8/30	38.2	N/A	33.9	142.3
夏どり 丹波黒2号	6/29	8/15~8/25	42.5	10.9	51.7	175.7

※ 5月25日まき



図1 大粒な系統と対照品種の莢厚比較

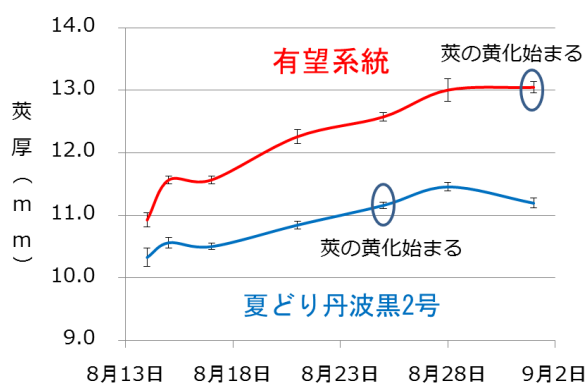


図2 莢厚の推移

(応用研究部 吉永真)

イネ種子の休眠と発芽を調節するグルタレドキシシン

はじめに 一種子の休眠、発芽について

植物は子孫を残すために種子を作ります。種子が形成される過程では休眠が誘導されるため、完熟直後の種子は発芽しない状態にあります。作物の栽培において、穀類の種子形成時に休眠誘導が弱いと、穂発芽が引き起こされ収量と品質の低下につながります。また、発芽は芽生えの生長と直結しており、発芽と初期生長の遅れは、栽培期間全体にわたって生育に悪影響を与えます。このように種子の休眠・発芽は、農業上極めて重要な問題です。本研究では、イネ種子の休眠や発芽の仕組みを解明するため、その調節に関わるタンパク質の解析を進めています。

グルタレドキシシンによるイネ種子の発芽調節

私たちが解析しているタンパク質はグルタレドキシシンで、イネ種子の形成過程で合成・蓄積し、完熟種子には多量に存在します。ところが種子を発芽させると、3日目までは蓄積していますが、その後減少し、5日間程度で消失します。このような挙動を示すことから、グルタレドキシシンは発芽時に働いていると予想されました。

そこで、私たちはグルタレドキシシンを過剰発現するイネを作出し、発芽特性を調査しました。その結果、過剰発現イネでは発芽の抑制が見られたことから（図1）、グルタレドキシシンは発芽の調節に関わっていることが分かりました。

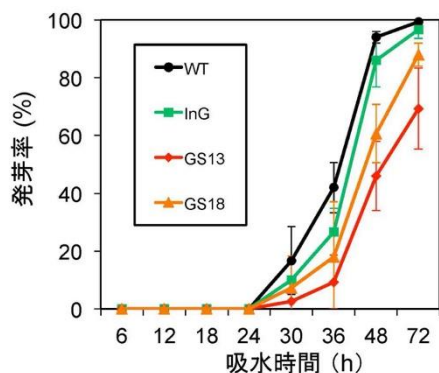


図1 グルタレドキシシンの過剰発現による種子の発芽抑制。WT: 野生型、InG: 対照系統、GS13 および GS18: グルタレドキシシン過剰発現イネ系統。

発芽は植物ホルモンであるジベレリン (GA) やエチレンによって促進されます (図2)。そこで、過剰発現イネを GA やエチレンで処理したところ、これらのホルモンによる発芽促進効果が低下していました (図3)。またアブシジン酸 (ABA) は休眠を誘導し発芽を抑制するホルモンですが、過剰発現イネの種子では、ABA の含量が上昇していました。これらの結果から、グルタレドキシシンは ABA、GA やエチレンの作用に影響を与えることで、休眠と発芽を調節していると考えられます。

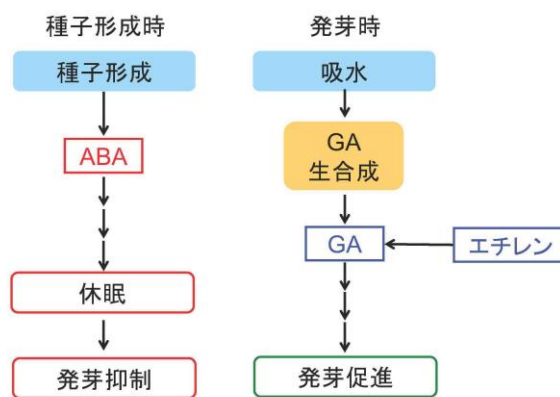


図2 植物ホルモンによる休眠・発芽の調節。

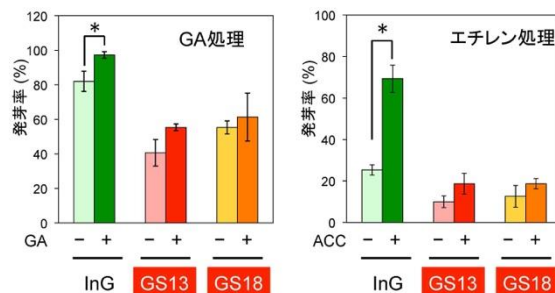


図3 グルタレドキシシン過剰発現イネにおける GA およびエチレンの発芽促進効果の低下。InG: 対照系統、GS13 および GS18: グルタレドキシシン過剰発現イネ系統、ACC: エチレン前駆体。

今後の展開

現在、イネでは一部の酒米品種で穂発芽が問題となっています。本研究の成果は、今後酒米品種の休眠性・穂発芽耐性を向上させるための基礎的知見として活用できると期待されます。

(基礎研究部 森田重人)

植物の「毛」の役割

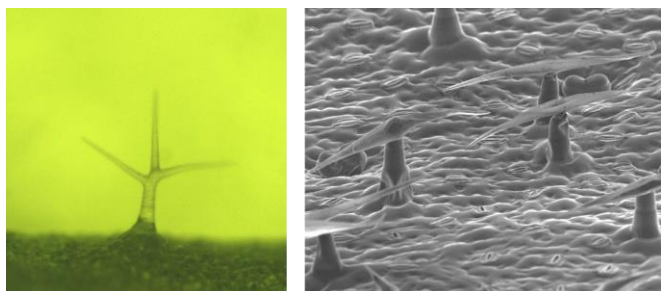


図1 植物の非分泌型の毛。(左) シロイヌナズナ葉の三又の毛。(右) キクの葉のT字型の毛。

はじめに

動植物を問わず、多くの生物には「毛」が生えます。ヒトの場合、毛の話題はもっぱら頭髪か脱毛に集約しがちですが、哺乳類の毛は寒さや害虫から身を守り、鳥類の羽毛は保温や水分をはじくといった大切な役割をもちます。では、植物の「毛」にはどのような役割があるのでしょうか。

非分泌型の毛の役割

植物の毛は、大きく「非分泌型」と「分泌型」の2つに分けられます。非分泌型の毛には、トゲのような形をしたものや、三又に分かれているもの、T字型のものなどがあります(図1)。これらの毛には、外敵からの物理的な防御や、植物表面の水分保持、紫外線の散乱による光ダメージの軽減などの役割があると考えられています。

分泌型の毛の役割

一方、分泌型の毛は、中にモノテルペンなどの有効成分を蓄積することで、外敵への化学的防御の役割があるとされています。ミントは植物の中でも大きな分泌腺毛をもち、メントールなど、我々の生活にも役立っている成分を蓄積します。走査型電子顕微鏡を用いた詳細な観察から、ミントの葉には大きな盾型分泌腺毛の他に、2種類の小さな頭状型分泌腺毛があることが分かりました(図2)。後者は頭部の大きさの違いから、Small type (S-type)と Large type (L-type)と名づけました。

ミントの毛のタイプと大腸ガン抑制の関係

東南アジアで食用とされるミントの仲間には、ピペリテノンオキサイド (PO) というモノテルペ

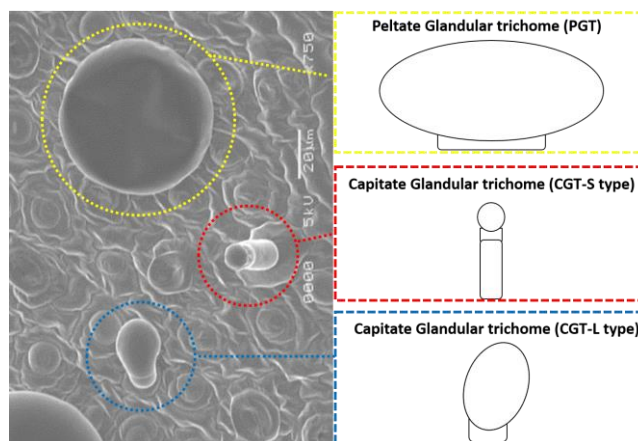


図2 ミント葉上の3つの分泌型の毛。大きな袋状になる盾型 (Peltate) と、柄が比較的長く頭部が小型の頭状型 (Capitate) があり、後者はさらに頭部のサイズによって S (small)-type と L (large)-type に分けられる。

ンを蓄積するものがあります。最近の研究から、POは大腸ガン細胞の分化を促進すること、すなわち大腸ガンの進行を抑制する効果があることが示唆されました (Nakamura et al. 2014)。これらのミントについて、葉の分泌腺毛の観察と測定を行った結果、POを蓄積するミントには、S-typeの頭状型分泌腺毛が多く存在していました。このことは、葉の毛の形状から、大腸ガン抑制成分を含むミントを選抜できることを示唆しています。

さらなる「毛」の展望

さらに、花卉が曲がってしまうアサガオの変異体 (変化アサガオ) の研究から、分泌腺毛が花卉伸長を制御していることも分かってきました。花卉は狭いつぼみの中を伸びていきますが、その際に分泌腺毛が「潤滑油」のようなものを分泌し、花卉がスムーズに伸長できるようにしている可能性が示唆されたのです。このように、植物の「毛」の新しい役割がどんどん分かってきています。今後は、この小さな構造物の機能を使った応用研究への発展が期待されます。

(基礎研究部 武田征士)

平成29年度試験研究成績報告会を開催しました

日時 平成29年12月1日（金）13時30分～16時30分

場所 メルパルク京都

- 1 キュウリモザイク病の被害をワクチンで防ぐ
 - (1) 植物ウイルス「ワクチン」による病害防除の現状と未来
宇都宮大学農学部生物資源科学科教授・副学長 夏秋知英
 - (2) 農食研究推進事業による混合ワクチンの開発
生物資源研究センター 応用研究部 主任研究員 木村 重光
 - (3) 生産現場における新規弱毒ウイルス接種苗の防除効果
株式会社微生物化学研究所研究員 梁宝成
- 2 ポスターセッション
- 3 京都府産米のさらなる品質向上に向けて
 - (1) イネ種子の発芽と休眠を調節する仕組み
生物資源研究センター 基礎研究部 主任研究員 森田重人
 - (2) 栽培条件の異なる京都府産酒米における貯蔵タンパク質の解析
生物資源研究センター 基礎研究部長 増村威宏
 - (3) 画像解析による酒米心白の評価
生物資源研究センター 応用研究部 主任研究員 尾崎耕二

