

京都府農林水産技術センター

生物資源研究センターだより

第20号 2017年3月

～20年の歩みと将来に向けた研究の概要～



CONTENTS

はじめに1

生物資源研究センターの歩み2

特許・品種4

普及した研究成果

- ・キュウリ用ワクチン“キュービオ ZY-02”の実用化と普及5
- ・ウイルス抵抗性と出荷期間拡大を目指した黒大豆エダマメ「紫ずきん」の育成6
- ・辛味果実が全く発生しない大型トウガラシ品種「京都万願寺2号」7
- ・「京の輝き」を100%使用した純米吟醸酒「なからぎ」の誕生8

普及へつなぐ研究成果9

- ・極大粒・良食味の大豆「京白丹波」
- ・世界初☆野菜の軟腐病を防ぐ乳酸菌製剤☆ラクトガード水和剤

- ・水稻の根の生育促進効果があるバイオ肥料が発売

将来に向けた研究

- ・より栽培しやすく美味しい酒ができる酒米へ新「祝」の育成10
- ・混合ワクチンによるウリ科に発生する複数ウイルスの同時防除の実現11
- ・酒米のタンパク質の分析から酒造適性を評価する12
- ・花菜の「根こぶ病」防除に向けて13
- ・DNA からみたチャの類縁関係：チャは京都から全国へ伝搬した14

応用につながる基礎研究

- ・日本発の技術「ファインバブル」の可能性15

はじめに

京都府農林水産技術センター生物資源研究センターは、平成9年4月に関西文化学術研究都市の南田辺・狛田地区（精華町）に京都府農業資源研究センターとして設置され、平成21年4月には京都府農林水産技術センターの部門センターのひとつとして現在の名称となりましたが、通算で20年が経ちました。

当センターは京都府立大学農学部（現生命環境学部）と京都府農林水産部の連携の下に、農林水産資源に関する高度な研究開発を行う、大学と行政機関が一体化した日本で初めて誕生したニュータイプの研究機関としてスタートしました。遺伝子工学等の最先端のバイオテクノロジーを積極的に利用することにより、京都ブランドの中核となる優良新品種の開発や優良種苗の育成、環境にやさしい微生物利用技術の開発など革新的・先導的技術の開発を担い、他の農林水産関係試験研究機関とともに高収益・高生産性の新しい京都府農林水産業の展開を続けてまいりました。

この間、黒大豆（エダマメ）、小豆、トウガラシなどの優良な品種を育成し、ゆるぎない京都ブランドの発展に貢献する一方で、植物ワクチンなどの微生物農薬、有用土壌微生物を活用した生産向上技術も開発してきました。本年度は20年の節目であることから、これまでの成果の概要を取りまとめるとともに、現在取り組んでいる日本酒の輸出につながる酒米の品種育成や成分解析等の研究も加えまして、今回は「20年の歩みと将来に向けた研究の概要」としてご紹介させていただきます。

今後は、これまで以上に科学技術の発展がめざましく、10年後の研究手法は想像がつきません。しかしながら、いかなる先進技術が導入されようとも、常に、「なぜ」という視点、観察する眼を持ち続け、謙虚に研究を進める研究者マインドを大切にしたいと思います。また、関西文化学術研究都市という好立地を生かしながら、民間企業、他大学、国立・独立行政法人研究機関などと研究開発の連携・協力を進めてまいります。これまでと同様、変わらぬご支援、ご指導をよろしくお願いします。

平成29年3月

京都府農林水産技術センター生物資源研究センター
所長 原 田 和 也



生物資源研究センターの歩み

西暦	年号 (平成)	
1997	9	・農業資源研究センターとして発足 ・基礎研究部、応用研究部を配置し、バイオテクノロジー研究を開始 - 京野菜や黒大豆など府特産作物の品種改良(遺伝子組み換え技術、細胞培養) - イネ種子貯蔵タンパク質、環境ストレスや病害虫に関連する遺伝子の研究 - 微生物の利用(植物ワクチン、有用菌)
1998	10	・植物ワクチン利用による「紫ずきん」莢茶しみ症の防除技術を開発 ・環境ストレスやお米の食味に関わる遺伝子の単離に成功
1999	11	・ホウレンソウ萎凋病を防ぐ内生細菌の選抜 ・植物ワクチンの製剤化方法に関する特許権を取得 ・ナス科植物の生育促進や青枯病に効果のある細菌に関する特許権を取得
2000	12	・黒ダイズ系エダマメ品種の育成を開始
2001	13	・基礎研究部に「細胞工学研究室」を開設 - ゲノム解析、DNAマーカー、組織培養などの研究を充実 ・薬培養を利用した辛味の出にくい「万願寺とうがらし」の系統を選抜 ・植物ワクチンの産学共同研究を開始
2002 2003	14 15	・エビイモの不定胚培養系を開発 ・米タンパク質組成の簡易測定法を開発 ・キュウリモザイク病(ズッキーニ黄斑モザイクウイルス(ZYMV))のワクチンを産学官共同で開発 ・辛味の出にくい万願寺とうがらし「京都万願寺1号」を育成(品種登録出願)
2004	16	・DNAマーカーを利用した大型トウガラシの品種判別技術確立 ・在来からの優良系統選抜により早生多収「京都えびいも1号」を育成(品種登録出願) ・キュウリモザイク病ワクチンに関する特許出願
2005	17	・乳酸菌による植物病害防除の開発に向け産学官共同で研究を開始
2006	18	・ワクチン接種キュウリ苗が府内農家に広く普及 ・早生でウイルス病抵抗性の「紫ずきん2号」を育成(品種登録出願)
2007	19	・植物生育促進根圏細菌による連作黒大豆の収量回復対策を共同研究で開始 ・「京都万願寺1号」の品種登録 ・「京都えびいも1号」の品種登録 ・「紫ずきん2号」の品種登録 ・キュウリモザイク病ワクチンに関する特許権の取得
2008	20	・「麴糖化技術の革新による新規天然食品原料の開発」を産学官共同研究で開始 ・京都米の食味向上を図るための米粒の科学的評価法の開発に関する研究(地域貢献型特別研究(ACTR)) ・辛味のない「京都万願寺2号」を育成(品種登録出願) ・乳酸菌を使った植物病害防除剤に関する特許を出願 ・キュウリモザイク病(ZYMV)ワクチン製剤の微生物農薬登録
2009	21	・農林水産技術センター 生物資源研究センターに改組 ・DNAマーカーを利用したエダマメのダイズモザイクウイルス抵抗性育種を開始 ・機能性を高めた赤トウガラシ品種育成を開始 ・米粒の科学的評価法に基づく京都米の食味向上技術に関する研究(ACTR)



2010	22	・組織培養による突然変異育種によりエビイモ早生多収品種「京都えびいも2号」を育成 ・米粒中におけるタンパク質の視覚化技術を開発 ・極大粒・良食味の白大豆新品種「京白丹波」を育成(品種登録出願) ・「京都万願寺2号」の品種登録
2011	23	・熱水・土壌消毒および微生物製剤による連作ダイズの収量回復技術を開発 ・乳酸菌を使った植物病害防除剤に関する特許権を取得(中国特許) ・ナス科、マメ科の増収や病害抑制に効果のある微生物資材に関する特許を出願
2012	24	・酒造用掛米として優れた京都産新品種を用いた、酒造に係る最適な搗精・醸造方法の開発(ACTR) ・「京白丹波」の品種登録
2013	25	・チャの栽培における過度の被覆による樹勢低下回避を目指した被覆に対するストレス応答の解析(ACTR) ・小菊の開花期予測を可能にする形態マーカーの関係(ACTR) ・京都府独自の酒造好適米「祝」およびその生成酒の品質向上へ向けた特性解明に関する研究(ACTR) ・大納言小豆新品種「紅舞妓大納言」を育成(品種登録出願) ・DNAマーカーにより選抜したウイルス抵抗性品種「紫ずきん3号」を育成(品種登録出願) ・野菜類の軟腐病に効果のある乳酸菌に関する特許権の取得 ・乳酸菌を使った植物病害防除剤に関する特許権を取得(アメリカ特許) ・イネの増収に効果のある微生物資材に関する特許を出願
2014	26	・伝統京野菜トウガラシ産地のための脱臭化メチル栽培マニュアルを作成 ・機能性成分に着目した新たな京ブランドトガラシ品種の育成を開始 ・酒造原料米「京の輝き」のタンパク質の特徴を解明 ・花菜根こぶ病の対策に向けた現地調査を開始 ・京都府産宇治茶の優位性確保を目指した宇治茶品種および府内在来茶品種の遺伝的特性・生理的応答の解析(ACTR) ・京野菜および花き作物の細胞構造から見た品質評価(ACTR) ・京都府独自酒造米「祝」・「京の輝き」の生成酒の品質向上および「京都府大ブランド清酒」の製品化へ向けた取り組み(ACTR) ・「紫ずきん3号」の品種登録 ・「紫ずきん4号」の品種登録出願
2015	27	・京都府産宇治茶の独自性・優位性に関する遺伝的・栽培生理的研究(ACTR) ・「紅舞妓大納言」の品種登録 ・ナス科、マメ科に増収や病害抑制に効果のある微生物資材に関する特許権を取得 ・イネの増収に効果のある微生物資材に関する特許権を取得 ・乳酸菌製剤「ラクトガード®水和剤」の農業登録
2016	28	・京都府産宇治茶の独自性・優位性に関する遺伝的・栽培生理的研究(ACTR) ・「紫ずきん4号」の品種登録



野菜の耐病性と耐病性育種 (2003 年)



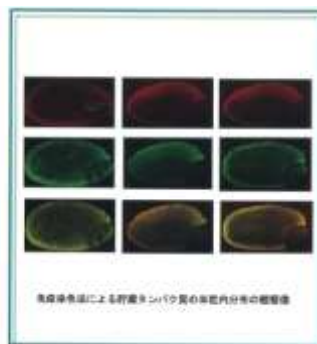
京都ブランド・オリジナルの作出 (2001 年)



イオンビームを用いた育種 (2007 年)



米粒中タンパク質の視覚化技術 (2010 年)



品種育成・微生物利用の成果 (2014 年)

特許・品種

(1) 特 許

- ナス科植物の生育促進効果及び青枯病防除効果を示す細菌並びに栽培法
(特許第 2939467 号・平成 11 年 6 月 11 日登録)
- 安定して長期保存可能な植物ウイルス病ワクチン、その製造法及び使用法
(特許第 3012972 号・平成 11 年 12 月 17 日登録)
- 弱毒ズッキーニ黄斑モザイクウイルスを用いたウリ科作物ウイルス病の防除方法
(特許第 4045358 号・平成 19 年 11 月 30 日登録)
- 植物病害防除剤および防除方法
(中国特許 ZL 200580025515.6・平成 23 年 8 月 17 日登録)
- 植物病害防除剤および防除方法
(米国特許 Plant No. US 8,858,710B2・平成 25 年 10 月 29 日登録)
- 新規微生物、並びにそれを用いた植物病害防除剤及び防除方法
(特許第 5272154 号・平成 25 年 5 月 24 日登録)
- ナス科植物に対する増収及び疫病発病抑制効果、並びにマメ科植物に対する連作による収量低下防止を示す微生物菌株並びに栽培方法
(特許第 5807950 号・平成 27 年 9 月 18 日登録)

(2) 品種登録

- 京都万願寺 1 号 (トウガラシ)
(登録番号 14680・平成 19 年 1 月 22 日登録)
- 京都えびいも 1 号 (サトイモ)
(登録番号 15655・平成 19 年 10 月 22 日登録)
- 紫ずきん 2 号 (エダマメ)
(登録番号 17081・平成 20 年 10 月 16 日登録)
- 京都万願寺 2 号 (トウガラシ)
(登録番号 20759・平成 23 年 3 月 28 日登録)
- 京白丹波 (ダイズ)
(登録番号 22491・平成 25 年 3 月 25 日登録)
- 紫ずきん 3 号 (エダマメ)
(登録番号 23850・平成 27 年 2 月 18 日登録)
- 紅舞妓大納言 (アズキ)
(登録番号 24437・平成 27 年 8 月 27 日登録)
- 紫ずきん 4 号 (エダマメ)
(登録番号 25185・平成 28 年 4 月 27 日登録)



キュウリ用ワクチン“キュービオ ZY-02”の実用化と普及



図1 ワクチンの利用によるウイルス病の防除効果



図2 開発したキュウリ用ワクチン



図3 開発した散布器

植物ワクチンとは

ウイルス病を防ぐ方法の一つに、植物ワクチンがあります。病原性がほとんどない「弱毒ウイルス」をあらかじめ植物に感染させておくと、同種の病原性強いウイルス（強毒ウイルス）の感染を防ぐ「干渉効果」が働きます（図1）。弱毒ウイルスを植物ワクチンとして利用するためには、さらに収量や品質に影響がないことが求められます。

効率的に弱毒ウイルスが選抜できるように

弱毒ウイルスは、強毒ウイルスに感染した植物を継代して作出します。平成13年当時、弱毒ウイルスの選抜に多くの時間と運が必要だったため、当センターは効率的な選抜法を開発しました。強毒ウイルスに感染した植物を低温で栽培し、変異を高率で誘発したのです。さらに葉に生じた濃緑色部に弱毒ウイルスが多く含まれていることを発見し、この部分を狙って分離しました。これらを組み合わせることで選抜期間を従来の1年から約半年に短縮した上、キュウリの生育や収量に影響がなく干渉効果の高いズッキーニ黄斑モザイクウイルス（ZYMV）弱毒株（以下ワクチン）が選抜できるようになりました。

微生物農薬として製剤化

平成17年、宇都宮大学・京都微生物化学研究所と共同でワクチンのリスク評価を開始しました。京都府はワクチンの薬効・薬害試験を実施するとともに環境生物への影響を調査し、ワクチンとしての有効性と周辺環境へ影響がないことを確認しました。宇都宮大学ではワクチンの安定性を遺伝学的に確認し、京都微生物科学研究所では製剤の安全性を確認しました。本ワクチンは平成20年、ZYMV ワクチン「キュービオ ZY-02」として世界で初めて生物農薬として登録されました（図2）。さらに接種苗の安定供給をめざし、接種作業の省力化および感染率の安定化を実現する散布器を開発しました（図3）。本散布器は、ワクチン接種苗の安定供給に大きく貢献しています。

全国16府県に普及

現在、約90万本のワクチン接種苗が京都府をはじめ、岩手県など全国16府県のキュウリ産地（約89ha）に供給され、防除に役立っています。今後、さらに導入地域を拡大し、キュウリ産地における安定栽培に貢献していきます。

（応用研究部 堀祐輔）

ウイルス病抵抗性と出荷期拡大を目指した 黒大豆エダマメ「紫ずきん」の育成



図1 京のブランド産品「紫ずきん」

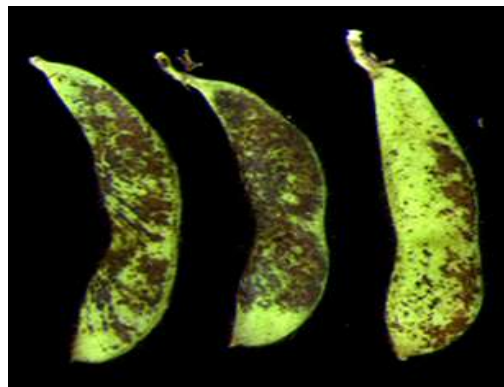


図2 SMVに感染し、茶しみ症を発症した莢

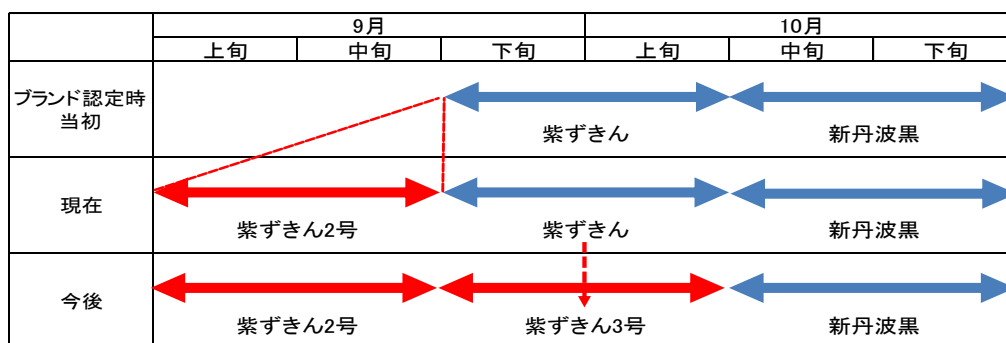


図3 京都府産黒大豆エダマメ「紫ずきん」の品種構成の変遷

黒大豆エダマメ生産のはじまり

丹波黒大豆はお正月の煮豆用として全国的にも有名ですが、10月に枝豆として食べても絶品です。この丹波黒のエダマメとこれを改良して作られた「紫ずきん」が「紫ずきん」の商品名で、平成8年に京のブランド産品に認証され、9月下旬から約1か月と限られた期間での販売を始めました（図1）。市場で多く出回っているエダマメに比べ粒の大きさが2倍ほどあり、濃厚な甘味とモチモチとした食感が大変人気を呼びました。

極早生種「紫ずきん2号」の育成により出荷期間を拡大

しかし、需要の多い9月下旬以前の出荷の要望が高まる一方で外観品質を損ねる莢茶しみ症による商品価値の低下が問題となっていました（図2）。交雑育種により、茶しみの原因となるダイズモザイクウイルス（SMV）抵抗性と「紫ずきん」に比べ2週間ほど早い9月上旬出荷が可能な形質を持つ系統を選抜し、「紫ずきん2号」として育成しました（図3）。平成18年導入以来、徐々に栽培面積

の拡大が進み、現在約19ha（平成27年）となっています。

「紫ずきん」から「紫ずきん3号」への切替

また、「紫ずきん」の莢茶しみ症対策には、SMV抵抗性の付与のため、SMV抵抗性を持つ「紫ずきん2号」と交配し、その後「紫ずきん」を戻し交雑する育種を進めました。その結果、「紫ずきん」の長所はそのままに、SMV抵抗性を獲得し、莢もきれいで秀品率も向上する「紫ずきん3号」を育成しました。現在、現地への導入を進めており、「紫ずきん」との全面切り換えが進めば、約18ha（H27年度紫ずきん実績）となる予定です。

今後の展開

上記の「紫ずきん」シリーズに加え、8月出荷可能な品種「京 夏ずきん」も育成され、現在では8月から10月まで連続出荷できるようになっています。現在、当センターでは「京 夏ずきん」の改良を進めており、今後も京都府特産の黒大豆エダマメの更なる振興に向け、新品種の育成を行っていく予定です。（応用研究部 小川昂志）

辛味果実が全く発生しない大型トウガラシ品種「京都万願寺 2 号」

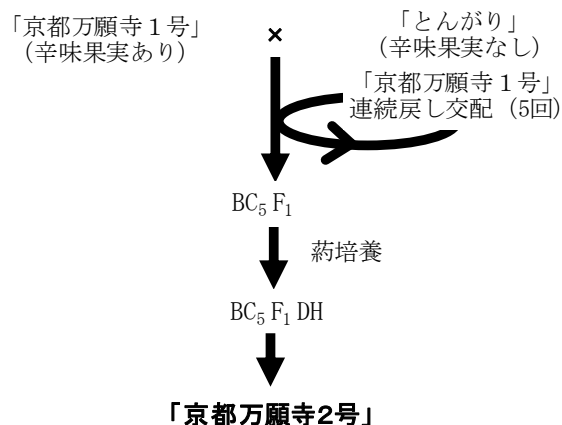


図 1 「京都万願寺 2 号」の育成系統図



図 2 「京都万願寺 2 号」の果実

表 1 辛味成分含量の比較

品種・系統	辛味成分含量(μg/g乾物重) ¹⁾		
	最小	最大	平均
京都万願寺 2 号	0	0	0
京都万願寺 1 号	0	649	81
万願寺 (在来系統)	33	3786	898

1) 胎座に黄色色素 (辛味発現と同調) を認めた10果実の辛味成分含量を高速液体クロマトグラフィーにより定量
 *一般的な辛トウガラシ品種「鷹の爪」の辛味成分は2100～5100(μg/g乾物重、南ら1998)

はじめに

ブランド京野菜の一つである「万願寺とうがらし」は、肉厚で良食味であることから、近年需要が伸びていますが、栽培環境の影響などで、時折辛味の強い果実が発生することがあり、問題となっていました。

このため当センターでは、遺伝資源の倍加半数体系統からの選抜により、「京都万願寺 1 号」を育成しました。しかし、この品種においても、辛味果実が全く発生しないわけではなく、また、低温時にアントシアニン着色果実 (規格外) の発生がやや多いという問題もありました。

そこで、「京都万願寺 1 号」と辛味果実が発生しないピーマン品種の交配により、辛味果実が全く発生しない大型トウガラシ品種「京都万願寺 2 号」を育成しました。

育成経過

平成 12 年～16 年に、「京都万願寺 1 号」とピーマン品種「とんがり」(ナント種苗) を交配し、得られた雑種第 1 代に「京都万願寺 1 号」を連続 5 回戻し交配した後、薬培養により固定系統を作出

しました (図 1)。交配の各世代と薬培養後に、辛味遺伝子と連鎖した DNA マーカー選抜を行い、辛味なし系統を選抜しました。その後、これらから果実特性、栽培特性および生産性を調査し、評価の最も高かった系統が、平成 23 年 3 月「京都万願寺 2 号」として品種登録されました (図 2)。

品種の特性

「京都万願寺 2 号」はピーマンと同様に辛味遺伝子を劣勢ホモ型に持つため、辛味の有る果実は全く発生しません (表 1)。果実の形状は、「京都万願寺 1 号」と比較して、果実重がやや小さいものの、差がありません。また、「京都万願寺 1 号」で問題となったアントシアニン着色果実が極めて少なく、可販果収量が高いです。

現在の普及状況

京都府ではブランド京野菜「万願寺とうがらし」の産地を認定し、生産振興を図っています。認定産地において、順次品種の切り替えを進めており、平成 28 年に舞鶴市を中心に 11.6ha (全生産面積の 99%) で生産されています。

(応用研究部 小西あや子)

「京の輝き」を100%使用した純米吟醸酒「なからぎ」の誕生



図1 「京の輝き」の稲刈り



図2 「なからぎ」の変遷

京の輝き・純米吟醸酒「なからぎ」が出来るまで

京都の酒米新品種「京の輝き」の育成

近年、大学ブランドの製品が多数出回る時代になりました。近隣でも、学生が稲作や醸造に関与したり、販売プランを立てるとともに、大学オリジナルのお酒も販売されています(図1)。しかし、京の輝き・純米吟醸酒「なからぎ」は、お米の研究段階から企画している点が他の大学・研究機関の取り組みとは一線を画しています。

京都府立大学生命環境科学研究科・遺伝子工学研究室(当研究センター基礎研究部との併任)と黄桜株式会社は、10年以上前から「美味しい米で造ったお酒は美味しい」というテーマで共同研究を続けてきました。酒米とお酒の関係を明らかにする研究には多くの人が関わり、その努力の結果お米の中のタンパク質が少なく、適度な吸水性を示す稲品種が酒造用に最適であるとの結論を得ました。この考えに基づき、京都府農林水産技術センター、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、伏見酒造組合などが協力し、京都の地で栽培しやすく、酒造りに適した品種を選抜したのが、平成24年度に品種登録された新品種「京の輝き」です。

新品種「京の輝き」の特徴

これまでに蓄積してきた米のタンパク質の研究手法を活用し、酒質に影響の大きいタンパク質であるグルテリンの分析を行いました。「京の輝き」のグルテリン含量は、良食味品種である「コシヒカリ」と同程度であり、これまでに酒造原料米として用いられてきた「日本晴」に比べて少ないことがわかり

ました。また、グルテリンの分布も「日本晴」より「コシヒカリ」に近いことがわかりました。以上の結果から、「京の輝き」は酒造りに適した品種であると推察されました(詳細は12ページ)。

「京の輝き」で造ったお酒の商品化へ向けて

平成25年1月開催の公開講座「京都産酒造用掛米新品種・京の輝きの誕生」の中で「京の輝き」で造った純米吟醸酒を試飲してもらったところ、参加者に高い評価を得ました。関係者一同で「京の輝き」で造ったお酒の製造販売に乗り気になり、折角なので京都府立大オリジナルブランド清酒を出そう!という動きへ一気に加速して行きました。平成26年5月からは地域貢献型研究(ACTR)として、製品化へ向けた取り組みをスタートさせ、多くの皆さんの協力を頂きながら完成したのが京の輝き・純米吟醸酒「なからぎ」です(図2)。アンケートの結果、第1位に選ばれた名称は、京都府立大の立地する地名にちなんだ「なからぎ」でした。ラベルのデザインには、京都の街と鴨川がイメージされています。

京の輝き・純米吟醸酒「なからぎ」の誕生

平成27年1月10日(土)は、京の輝き・純米吟醸酒「なからぎ」が発売された記念日です。まろやかでスッキリしたお酒ですので、食事と共にゆっくり味わって頂けると嬉しいです。皆様!「なからぎ」を末永くよろしくお願いします。

(基礎研究部 増村威宏)

極大粒・良食味の大豆「京白丹波」

「京白丹波」は百粒重が 50g を超える極大粒の良食味の大豆で、種皮は黄白色、へそは黒大豆由来の淡黒色であり、ダイズモザイクウイルスに抵抗性があります。

丹波黒系枝豆品種「紫ずきん」を交配母本にダイズモザイクウイルス抵抗性品種「玉大黒」を花粉親として交配した後代から、黄白色種皮の優良な品種を育成して「京白丹波」と命名、平成 25 年に品種登録されました。

「京白丹波」は全量が加工されています。主要な商品は豆腐で、クリーミーで甘味があるのが特徴です。豆乳は淡白で飲みやすくなっています。

もちもちとした食感と豆に詰まった旨みを活かした豆御飯の素や野菜天などの総菜、「京白丹波」のしっとりとしたこし餡を用いた和菓子や煮豆・煎り豆を使った洋菓子も好評です。「京吟味百選」（京ブランド認定食品）に認定されている豆腐と豆乳は、ネット販売もされています（図 1）。



左から子実、豆乳と豆腐（京ブランド食品）

世界初☆野菜の軟腐病を防ぐ乳酸菌製剤☆ ラクトガード水和剤



Lactobacillus plantarum BY 株と試供製剤

乳酸菌を使った微生物農薬

生物的防除法に利用する微生物として、ヒトに親しみの深い乳酸菌に注目しました。発酵食品や農作物から分離・収集した多数の乳酸菌株を用いて植物病害に抑制効果のある菌株をスクリーニングした結果、各種軟腐病に防除効果を示す *Lactobacillus plantarum* BY 株を見出し、世界ではじめて、乳酸菌の微生物農薬ラクトガード水和剤を開発しました。

現在は、試供製剤を用いて現地での適応性を確認しながら普及を図っています。

水稻の根の生育促進効果があるバイオ肥料が発売

当センターでは、農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業により、東京農工大学や農研機構中央農業研究センター、福島県、朝日工業株式会社と共同で、水稻の根域の拡大や栄養吸収促進効果を示す有用微生物 *Bacillus pumilus* TUAT1 株の実用化を目指して研究を進めてきました。

Bacillus 属細菌は、環境条件が悪くなると物理的・化学的な因子に対して非常に強い耐性を持つ芽胞を形成する特徴があり、当センターでは特に効率的な芽胞液調製法の開発を行いました。

開発前の資材は、滅菌黒ボク土キャリアに菌液を添加した泥状の状態で菌の安定性等が問題でしたが、環境耐性のある芽胞液を用いて、ケイ酸

質素材をキャリアに用いた資材で、安定したバイオ肥料の製品化が可能となりました。

開発されたバイオ肥料は「キクイチ」と命名し、今年、発売される予定です。使用方法は 10a 当たり 3kg、は種時に育苗箱に層状施用です。水稻の根の生育促進効果があり、増収が期待できます。



図 3 バイオ肥料の試作品

より栽培しやすく美味しい酒ができる酒米へ 新「祝」の育成

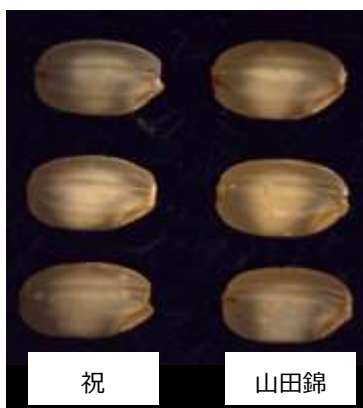


図1 酒米の玄米

米粒内部の白濁した部分が
酒米特有の心白。

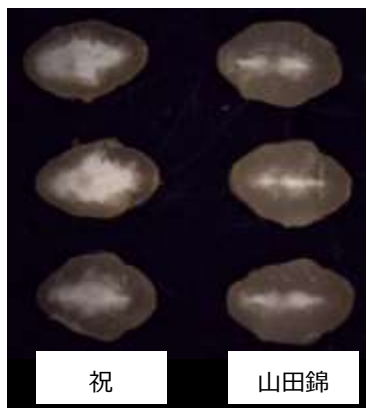


図2 酒米の玄米断面

「祝」は心白部分が大きい。

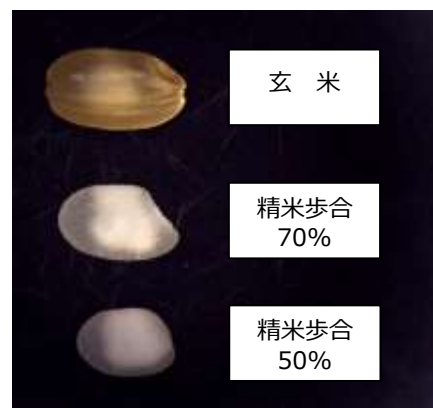


図3 酒米の玄米と精米

吟醸酒は精米歩合 60%以下、大吟醸酒は
精米歩合 50%以下の精米を使用する。

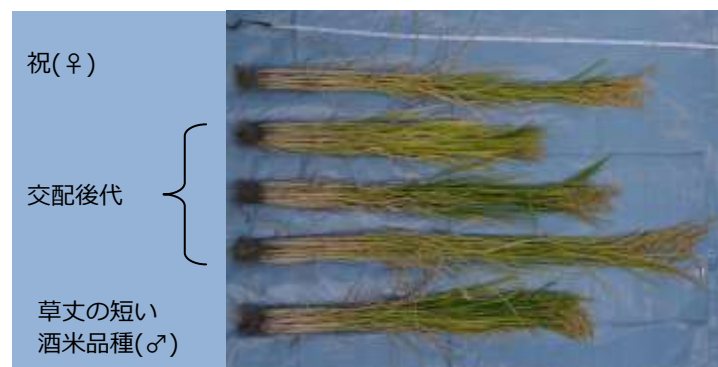


図4 様々な生育を示す交配後代の稲株



図5 交配後代の個体選抜における生育調査

京都オリジナルの酒米「祝」

「祝」(図1)は、京都府独自の酒米品種で、大粒、低タンパク、心白の発現率が高い、吸水性が良い等の高い酒造適性を有し、京のブランド産品「京の酒」の原料として高く評価されています。

昭和8年から栽培が始まった「祝」は、戦後の一時的な中断を経て、昭和37年には約400haほど栽培されていましたが、収量が少ない等の理由から、昭和49年に栽培が途絶えていました。昭和63年から「京都の米で京都の酒を」をスローガンに関係機関が連携し、「祝」復活を目指して栽培技術の改良等に取り組みました。その結果、平成4年に3度目の奨励品種に再び咲き、現在約120ha(平成27年度実績)で栽培されています。

近年は、国際的な和食ブームを受けて、大吟醸等の高級清酒の人気の高まっており、京都府内の酒造メーカーからは「祝」の安定供給が求められています。

生産現場と酒造現場での「祝」の課題

「祝」は草丈が長いため、倒伏しやすく、粒の厚みがやや少なく栽培条件によってはクズ米が多

く発生し、収量が不安定となります。また、心白が大きく(図2)、吟醸酒向けに高度精米(図3)をした場合、精米時や吸水時に米粒が割れやすいたことが問題となっています。

酒造組合や大学と連携した新「祝」の育成

そこで、当センターでは、「祝」の収量性と酒造適性の改良を目的として、平成25年から「祝」に他の酒米品種を交配し(図4)、「祝」より草丈が短く、粒厚が厚く、心白が小さい酒米新品種の育成を行っています。平成28年には、交配後4~5世代の約12,000個体を水田で栽培し、生育や収量、玄米品質について調査を行い(図5)、約400個体を選抜しました。また、現在、京都府立大学や酒造メーカー等との共同研究で、お酒の味や香りに関連する酒米と清酒の成分を網羅的に分析するプロテオーム解析やメタボローム解析に取り組んでいます。今後、酒造組合と連携した酒造適性試験や醸造試験と併せて、これら最先端の分析技術を活用し、美味しいお酒ができる新品種候補を選抜していく予定です。

(応用研究部 尾崎耕二)

※本研究の一部は、(一財)タキイ財団助成金により実施しています。

混合ワクチンによるウリ科に発生する複数ウイルス病の同時防除の実現



図1 3種ウイルス混発によるキュウリの枯死



図2 ズッキーニに生じたウイルス病徴



図3 混合ワクチンのイメージ

防除が難しい露地栽培ウリ科のウイルス病

露地栽培のウリ科作物では、ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV)、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) が混発して発生し、葉のモザイク、株の萎縮、果実の奇形による被害が出ています。これらのウイルス感染では劇症の場合、株が萎凋枯死し収穫が皆無になる甚大な被害が生じます。現在ウイルスそのものを防除する化学農薬はありません。ウイルスを媒介するアブラムシ対策を殺虫剤と物理的防除により行っていますが、露地栽培では防除効果が充分でなく、新しい防除対策が求められてきました。

画期的なウイルス病防除技術と課題

当センターでは、全国に先駆けて植物ウイルスのワクチン開発に取り組み、ZYMV ワクチンの製剤化、農薬登録を行いました。こうしてできたワクチンは全国のキュウリ産地で 90 万株に利用され、その効果を発揮しています。

しかし、生産現場でのウイルス病被害の調査では CMV 及び WMV の被害が、より顕在化しています。生産現場からは複数のウイルスに対応で

きるワクチンに期待が寄せられています。

複数ウイルス病に対応する混合ワクチン

一度の接種で複数のウイルス感染から予防できる「混合ワクチン」は、理想的な剤型ですが、異なる複数のウイルスの活性を維持したまま混合製剤化する技術が必要です。また、ワクチンの安全性や安定性、その防除効果や薬害の有無等実用化のためには様々な研究が必要です。当センターでは CMV と WMV の混合ワクチンの開発を目的として、平成 27 年より農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業により産学公で共同研究を開始しました。

混合ワクチンの将来

CMV・WMV 混合ワクチンは ZYMV ワクチンと組み合わせる利用により露地キュウリ栽培で発生する主要ウイルス病の防除を可能にし、ウリ科品目でも広く活用できると見込んでいます。「混合ワクチン」という剤型がヒトや動物ワクチンと同様に植物又は作物において広く普及できるように技術開発を進めています。

(応用研究部 木村重光)

酒米のタンパク質の分析から酒造適性を評価する

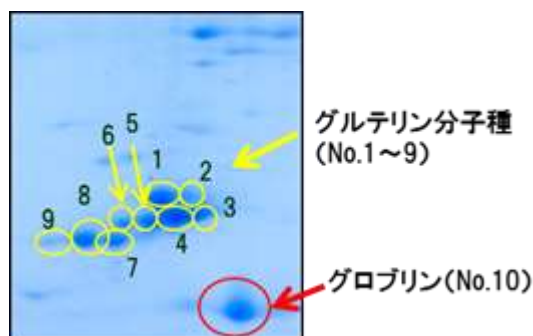


図1 米タンパク質の2次元電気泳動像
グルテリンはスポット No. 1~9 に分離しました。

京都の米で、京都の酒を！

清酒製造に必要な原料米は、使用用途により麴米、掛米などと呼ばれています。酒造原料米には、大粒、低タンパク質、良好な溶解性などの形質が求められます。酒造業界では、良質で安定確保可能な地元産の原料米を求めています。京都府では、「京都の米で、京都の酒を！」を合い言葉に酒造好適米「祝」を使った清酒を京のブランド産品に指定し、「祝」の生産振興と消費拡大を図ってきました。その一方で、掛米用品種として「京の輝き」を育成し、清酒製造に最適な条件を検討する試験を行ってきました。原料米中のタンパク質は清酒の雑味の原因となることが知られています。本稿では、「京の輝き」中のタンパク質の詳細な分析を行い、酒造適性との関係を検討したので、その結果について紹介します。

タンパク質の分析法を開発

「京の輝き」は他の掛米用品種に比べ、タンパク質含量が低く、大粒であるため原料利用率が高く、雑味の少ない清酒の醸造に適していることが明らかになり、純米吟醸酒「なからぎ」が商品化されました（5 ページ参照）。

また、原料米タンパク質の中で、複数の遺伝子にコードされるグルテリンは、清酒成分への影響が大きいことも明らかにしました。本稿では、グルテリンの詳細な分析に適している2次元電気泳動法について紹介します。2次元電気泳動法は、タンパク質の分離・同定における優れた手法です。グルテリンの詳細な分析には分離能が高い非平衡

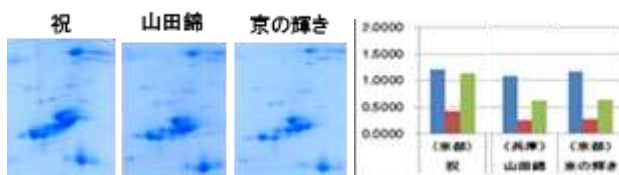


図2 2次元電気泳動による品種間の比較

3品種でグルテリンの特徴的なスポットの強度を比較解析し、No. 4 (青)、No. 6 (赤)、No. 8 (緑)の数値をグラフ化しました。

等電点電気泳動（NEPHGE 法）を1次元目に用い、2次元目にはSDS電気泳動（SDS-PAGE 法）を組み合わせる事が有効でした。代表的な酒造原料米である「山田錦」について解析を行ったところ、グルテリンが9個のスポットに、一方、グロブリンは1個のスポットに分離されました（図1）。このことは、2次元電気泳動によって9種類のグルテリンが分離可能であり、その量や割合を推定出来るということを示しています。

酒造適性の高い酒米のタンパク質の特徴

2次元電気泳動法を用いることで、1品種における多数のタンパク質のパターン解析だけでなく、品種間におけるグルテリン分子種の量的な違いについても詳細な比較を行うことが可能となりました（図2）。

その結果、「京の輝き」と「山田錦」のスポットのパターンが類似していること、スポット No. 8 は「祝」で存在割合が高いこと、などが明らかになりました。原料米中のグルテリン分子種の量的な違いと、清酒成分（アミノ酸・ペプチドの組成や揮発性成分の種類）分析値の相関性解析を行うことで、原料米中のグルテリンの種類と清酒成分との関係に新たな知見をもたらすことが予測されます。これらタンパク質分析技術による支えを受けて、純米吟醸酒「なからぎ」のすっきりした味が培われていることが類推されました。

さらに、酒造適性の高い新「祝」の育成に、この技術を活用します。

（基礎研究部 増村威宏）

花菜の「根こぶ病」防除に向けて



(左上) 図1 根こぶ病の病徴（病徴が激しい場合）

(右上) 図2 パック詰めされた花菜

(左下) 図3 花菜の根から分離された微生物

根こぶ病とは

根こぶ病は、根に生じたコブ（図1）によってアブラナ科作物の生育が悪くなる（ひどい場合は枯死する）病気です。これは根こぶ病菌が引き起しますが、菌の胞子が土中で長期間生存し、性質が容易に変化することなどから、一旦発生すると毎年被害が起こる難防除病害です。

花菜と根こぶ病

花菜は、開花前の蕾を食す野菜で京のブランド産品に指定されています（図2）。近年、主産地の長岡京市周辺をはじめ、花菜産地では根こぶ病対策が求められています。対策として抵抗性品種も導入していますが、近年、抵抗性を打破する菌の発生が問題となっています。他のアブラナ科作物には根こぶ病に強い品種があるため、抵抗性の程度や遺伝を既存の花菜品種と共に調査しています。

花菜根圏から有用微生物を分離

根こぶ病に対しては、化学農薬を中心に防除対策が講じられていますが、化学農薬の多用は耐性

菌出現の可能性を高めます。化学農薬に過度に依存しない防除体系の構築のために、生物的防除法の活用を考えています。有用な微生物を花菜の根から分離し、花菜の根と親和性が高く、花菜に抵抗性を誘導したり、根こぶ菌に対して拮抗性を有する菌株の選抜を進めています。

根こぶ病を抑制する花菜根圏微生物の選抜

花菜根圏より240株のバチルス属細菌を分離しました（図3）。根こぶ病菌は絶対寄生菌のため、人工的に培養できません。まず根こぶ病菌に比較的近縁で培養が可能な糸状菌を使い、抗菌活性の高い菌株を26菌株選抜しました。今後、セルトレイ検定法等で根こぶ病汚染土壌を使って、防除に有望な菌株を絞り込みます。

また、休眠胞子の発芽を促進する菌株等の検索も行い、土壌伝染の元を絶つ防除方法の開発につなげます。

（基礎研究部 久保中央、応用研究部 木村重光）

DNA からみたチャの類縁関係：チャは京都から全国へ伝播した



図1 府内在来種のサンプリング

チャの伝来と宇治茶の成立

チャは中国から伝来したと考えられていますが詳細な時期は不明です。伝来以降、茶の伝統や文化、栽培・製茶技術の多くは京都を中心に展開され、やがて京都のお茶は「宇治茶」と呼ばれるようになりました。その過程でチャが京都以外の地域へも伝播したと言われています。このような背景から、府内には古くからの茶園に「在来種」と呼ばれるチャが存在します。また、在来種から特徴的な宇治茶用の品種が育成されてきました。

在来種と育成品種の関係

近年、和食の無形文化遺産登録や宇治茶の日本遺産認定など、日本文化発信の機運が高まる中、宇治茶のブランド力をさらに高めるには、その優位性や独自性を客観的に示すことが効果的です。そこで茶業研究所と協力して、府内の在来種や育成品種を、後述する「DNA マーカー」で分析し、類縁関係について府外のチャと比較しました。

DNA マーカーによる分析

「DNA マーカー」は、犯罪捜査のDNA鑑定にも使われる手法で、分析機器でDNAの型を調べることで、個体の識別や類縁関係の推定を行います。ここでは、府内の在来種（京都市および宇治市～木津川市）（図1）と育成品種を材料に用いました。比較対象として、府外の在来種（檜山茶・奈良県、（株）福寿園の維持系統 等）や育成品種を用いました。分析後、樹形図（類縁関係を示す家系図のようなもの）を作製しました。

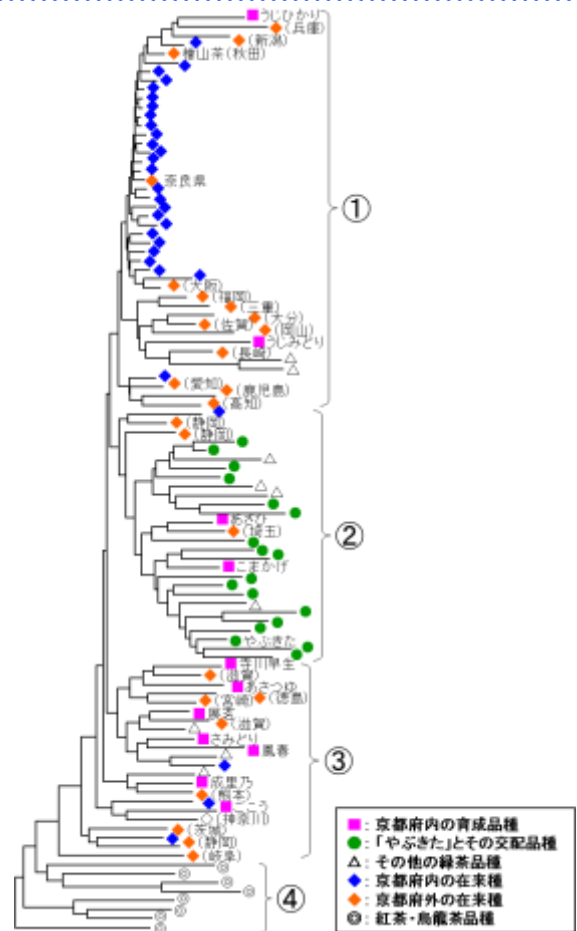


図2 チャの樹形図

（一部の品種・在来種では品種名や地名を表記）

DNA からみた育成品種と在来種の類縁関係

分析したチャは、①～④のグループに大別可能でした（図2）。まず育成品種についてみると、府内の品種（■）は、国内で広く栽培されている「やぶきた」とその交配品種（●）とは分かれる傾向がみられました。次に在来種については、府内の在来種（◆）と府外の在来種（◇）は、多くが①のグループに含まれました。これは、「京都を中心に生じた茶が他地域へ伝播した」という説と矛盾はありませんでした。例えば、檜山茶は天保年間に宇治から伝わったと言われていますが、図2で府内の在来種の近隣に位置し、伝承を裏付ける結果となりました。

今後、解析対象を充実して、宇治茶用品種や在来種の類縁関係・成立過程をより詳細に明らかにし、次代の品種育成に活用できるような形にしていきたいと考えています。

（基礎研究部 久保中央）

日本発の技術「ファインバブル」の可能性

皆さんご存知の炭酸水は、二酸化炭素が数ミリの泡で液体中に存在しており、泡は浮力によって水面に浮上します。水中の泡の直径がマイクロレベルまで小さくなったものを「マイクロバブル」、ナノレベルまでのものを「ナノバブル」、両方合わせて「ファインバブル」と呼びます。このファインバブルが、いま様々な分野で注目されています。

ファインバブルは直径が極めて小さいため、水中に長く留まります。日本発のこの技術により、空気だけでなく、水に溶けにくい窒素などの気体を水中に保持できます。水中のファインバブルは帯電し、周辺に活性酸素種を作ることが示されています。

これらの特徴から、医療、介護、環境、農林水産業分野での利用検証が始まっています。農業分野では、水耕栽培での野菜の生育促進や培養液の病原菌対策、エチレン発生抑制による果実の収穫

後鮮度保持、種子の発芽率向上、うどんこ病の抑制、窒素ガスバブルによる鮮魚の鮮度保持などの効果が認められています。これらの効果は、活性酸素種発生による抗菌作用や、バブル周辺の帯電によることが示唆されていますが、メカニズムの詳細はまだ解明されていません。

この技術により、例えば古くなった貴重な遺伝資源の種子発芽率の向上、水耕栽培による葉物京野菜の成長促進、京野菜や果物の鮮度保持による輸出技術向上、抗菌作用を利用したフィールド散布に伴う農薬の削減などの効果が期待できます。検証すべきことはまだまだたくさんありますが、将来的な世界規模での市場拡大が予想されており（2020年：4兆3000億円、2030年：12兆6700億円）、これからの日本の農林水産力の向上に重要な技術として期待が高まっています。

（基礎研究部 武田征士）