

イノベーション創出強化研究推進事業

# 研究紹介 2021

2020 年度終了課題研究成果集



生物系特定産業技術研究支援センター

# 研究成果一覧

分野	課題名	ページ
基礎研究ステージ		
農業		
畑作物	稔性回復遺伝子の複対立性を利用した環境誘導可能な雄性不稔の創出	1
畑作物	そば需要拡大のための「デンブン改変そば」の系統開発と評価	3
畑作物	降雨耐性大麦品種育成に資する技術開発	5
花き	トルコギキョウ立枯病害因子の探索と比較ゲノム解析を利用した抵抗性遺伝子座の同定	7
病害虫	ジャガイモシロシストセンチュウ土壌調査のためのハヤブサ型ドローンの開発	9
病害虫	ゲノム改変によるウイルス抵抗性作物創出に向けた基礎研究	11
水稻、畑作物	プロモーターゲノム編集技術の化学生物学的イノベーションによる主要作物の種子収量増産に関する開発研究	13
野菜	細胞質雄性不稔性の利用によるトマトの効率的なF1採種システムの構築	15
病害虫	大麦と病原ウイルスの遺伝子対遺伝子対応迅速検定法の確立とその利用法の開発	17
水産		
養殖	マダコ養殖の事業化に向けた基盤技術の開発	19
応用研究ステージ		
農業		
水稻	水稻の収量等の重要形質遺伝子間並びに遺伝子-環境間相互作用の解明とゲノム育種による超多収系統の育成	21
生産資材	農耕地からの一酸化二窒素ガス発生を削減し作物の増収・減農薬を実現する革新的微生物資材の開発	23
畑作物	土壌病害抑制機能を有する微生物と植物によるダイズ土壌伝染性病害防除技術の確立	25
水稻	作業分散・規模拡大のための超省力初冬播き水稻栽培法の確立	27
野菜	日本発!種子イチゴ苗を1/3の価格で提供してイチゴ生産を180度転換 ～ゲノム情報を活用した雄性不稔利用種子イチゴ品種開発	29
野菜	生産方式大転換!低紫外線下でも着色優良な単為結果性ナス新品種育種技術の開発	31
畑作物	新育種技術によるアクリルアミド前駆体低濃度の加工用及び用途拡大でん粉原料用のバレイショ品種の開発	33
畜産		
飼養管理	省力化を担保した丈夫な乳用後継牛を育成する高度哺育プログラムの開発	35
林業・林産		
経営・管理	AI技術を活用した森林施業集約化のための効率的調査技術の開発	37
水産		
養殖	フリー配偶体の活用とサポート技術によるワカメ養殖のレジリエンス強化と生産性革命	39
養殖	ウナギの雌化と食味に優れた大型雌ウナギの生産技術の確立	41
食品		
機能性	機能性アミノ酸高含有酵母の育種技術を活用した発酵・醸造食品の高付加価値化および海外ブランド化	43
開発研究ステージ		
農業		
病害虫	バイオスティミュラントを活用した革新的作物保護技術の実用化	45
畑作物	実需者ニーズに応じた加工適性と栽培特性を持つ暖地・温暖地向けパン用小麦品種の開発	47
花き	無花粉および葉枯病耐性テッポウユリ類の新品種育成	49
畑作物	新たな醸造特性を持った、北海道向けの高品質ビール大麦品種の開発と安定・多収栽培法の確立	51
農業用機械	傾斜地における安全作業をサポートする電動式・移動式作業台車兼運搬車の開発	53

病害虫	スクミリンゴガイの被害撲滅に向けた防除技術の開発のための緊急研究	55
-----	----------------------------------	----

## 畜産

牛	和牛のゲノムデータベースと地域サンプルを活用した生産阻害因子解明のための解析プラットフォームの構築	57
---	---	----

## 林業・林産

きのこ	マーカー利用選抜による気候変動に適応した菌床栽培用シイタケ品種の開発	59
-----	------------------------------------	----

育種	用土を用いない空中さし木法による、コスト3割削減で2倍の生産量を実現する スギさし木苗生産方法の確立	61
----	--	----

きのこ	次世代シーケンシング技術を用いた食用きのこ品種のDNA鑑定技術開発	63
-----	-----------------------------------	----

育種	木材強度と成長性に優れた早生樹「コウヨウザン」の優良種苗生産技術の開発	65
----	-------------------------------------	----

## 水産

養殖	地場種苗・健康診断・経営戦略でピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システムの確立	67
----	---	----

イノベーション創出強化研究推進事業

# 研究紹介 2021

2020 年度終了課題研究成果集

生物系特定産業技術研究支援センター

## 稔性回復遺伝子の複対立性を利用した環境誘導可能な雄性不稔の創出

30001A

分野

適応地域

農業－畑作物 北海道・全国

【研究グループ】

北海道大学大学院農学研究院、  
農研機構 北海道農業研究センター

【研究統括者】

北海道大学 久保 友彦

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード テンサイ、採種、DNAマーカー、温度感受性、選抜、新規形質

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

細胞質雄性不稔を利用したテンサイのハイブリッド種子生産では、稔性回復遺伝子の劣性対立遺伝子が利用されるが、当該対立遺伝子は少数しか存在しないため、育種で利用できる遺伝子型が制限される。そこで、優性対立遺伝子の識別法を開発し、雄性不稔化が良好なものの選抜を可能にする。優性対立遺伝子の発現を抑制して雄性不稔化を促し、実際に雑種種子の採種が可能であることを実証する。

### 2 研究の主要な成果

- ① **遺伝子型と環境との交互作用**: 常温と高温で花粉稔性が極端に異なり、高温でのみ雄性不稔を発現するような細胞質と遺伝子の組み合わせの存在を明らかにした。
- ② **発現の条件**: その雄性不稔を発現させるには日中の高温で十分であり、夜間の高温は必要ないことがわかった。
- ③ **雑種種子の採種**: 高温下におき雄性不稔とした個体から獲得した種子の99.9%以上が雑種であった。
- ④ **未利用対立遺伝子の同定**: 高温下で雄性不稔化する個体に特徴的な稔性回復遺伝子を同定した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Arakawa *et al.* Identification and characterization of a semi-dominant *restorer-of-fertility 1* allele in sugar beet (*Beta vulgaris*). *Theoretical and Applied Genetics* **132**, 227-240 (2019)
- ② Arakawa *et al.* A lineage-specific paralogue of *Oma1* evolved into a gene family from which a suppressor of male sterility-inducing mitochondria emerged in plants. *Genome Biology and Evolution* **12**, 2314-2327 (2020)
- ③ Arakawa *et al.* The molecular basis for allelic differences suggests *Restorer-of-fertility 1* is a complex locus in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *BMC Plant Biology* **20**, 503 (2020)

### 3 今後の展開方向

- ① 高温下で雄性不稔化する系統シリーズを作出する。形質特性と組み合わせ能力を精査して、育種法の構築をすすめる。北海道に適応した新品種の育成を目指す。
- ② 高温下での雄性不稔化機構の全貌を解明する。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2022年度は、夏季高温地域の雄性不稔化技術を中心に、形質発現の制御に関する試験を行う。
- ② 2025年度は、DNAマーカーに基づく選抜を行い、系統化をすすめる。
- ③ 最終的には、高温下での雄性不稔発現を利用した新たな育種法を確立する。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① ゲノムDNA塩基配列情報によれば、テンサイ以外の作物でも稔性回復遺伝子が複対立遺伝子系の可能性がある。他作物における新たな育種法開発の契機となりうる。
- ② テンサイは国産砂糖生産の8割を担う作物で、わが国の食料基地である北海道の畑作の輪作作物の1つである。高性能な品種を継続的にリリースすることにより道産の良質で安心・安全な食料を国民に供給できる。

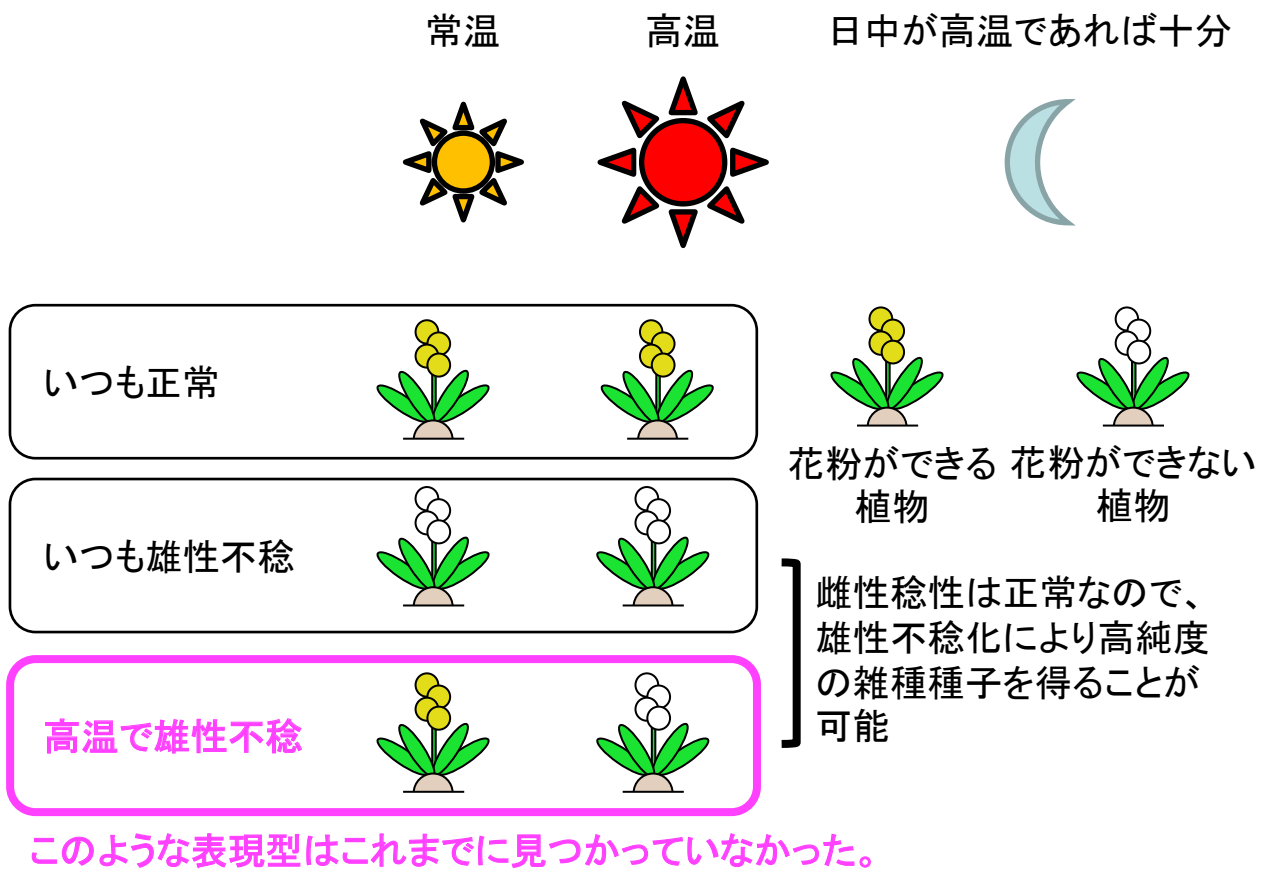
(30001A) 稔性回復遺伝子の複対立性を利用した環境誘導可能な雄性不稔の創出

研究終了時の達成目標

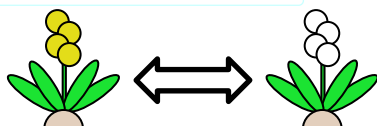
優性対立遺伝子の識別法を開発し、雄性不稔化が良好なものの選抜を可能にする。優性対立遺伝子の発現を抑制して雄性不稔化を促し、実際に雑種種子の採種が可能であることを実証する。

研究の主要な成果

細胞質と遺伝子の組み合わせを変更すると、常温と高温で花粉稔性が極端に異なり、高温でのみ雄性不稔を発現するものが現れることを発見した。



今後の展開方向



生育温度をスイッチのように使い、花粉形成の制御（一つの系統が花粉親にも種子親にもなる）を利用した育種システムを構築する

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

テンサイは国産砂糖生産の8割を担う重要な作物で、わが国の食料基地である北海道の畑作を支えている。高性能な品種を継続的にリリースすることにより、道産の良質で安心・安全な食料を国民に供給できる。

## そば需要拡大のための「デンブン改変そば」の系統開発と評価

30002A

**分野** 農業－畑作物  
**適応地域** 全国

〔研究グループ〕農研機構 九州沖縄農業研究センター・北海道農業研究センター・次世代作物開発研究センター、新潟薬科大学応用生命科学部、京都大学農学研究科、筑波大学生命環境系  
〔研究統括者〕農研機構 鈴木達郎

〔研究期間〕平成30年～令和2年(3年間)

キーワード そば、デンブン、品種開発、アミロース、需要拡大

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

そばデンブンのアミロース含有率は変異がほとんどない(物性等の品種間差が極めて狭い)ことから新規用途開発が難しく、消費拡大が大きく制限されている。そこで、アミロースの合成を行うGBSS(顆粒性デンブン合成酵素)を主なターゲットとし(そばは少なくとも2つのGBSS;GBSSa、GBSSbを持つ)、その変異によりアミロース含有率を変異させた有望育種系統を開発し、そのデンブン特性を解明することで、そばの需要拡大に道を拓く。

### 2 研究の主要な成果

- ①デンブン特性関連変異体の選抜と変異集積においては、GBSSa欠損系統、GBSSbアミノ酸変異系統を獲得した。
- ②デンブン特性とアミロース合成関連タンパク質の評価においては、GBSSa欠損系統はアミロース含有率が低下する場があることを確認した。また、アミロース含有率は、成熟温度と逆比例する傾向があることを確認した。
- ③有望系統の遺伝解析とマーカー開発においては、GBSSa欠損系統の変異塩基部位を識別するDNAマーカーを開発した。

### 3 今後の展開方向

- ① GBSSaが欠損し、農業特性の優れる実用系統の開発と、GBSSa欠損系統の低アミロース性を引き出す栽培地域・栽培条件等の把握を行う。
- ② GBSSb欠損系統の獲得等によるさらなる低アミロース化をはかる。
- ③ 実需者による試作実証、およびそば需要拡大のための新規食品開発を行う。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、GBSSb変異系統とGBSSa欠損系統の交配系統を獲得する。
- ② 5年後(2025年度)は、GBSSa,bの両変異を有し、農業特性に優れる育種素材を開発する。
- ③ 最終的には、実需試作、栽培実証を経て、低アミロース性を持つ品種の栽培と製品販売につなげる。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① そば生産者(農業生産法人、個人農家等)に対し、育成した品種を利用許諾締結により提供し、産地において商業栽培を行う。
- ② 実需者において、改良されたデンブン特性を生かした商品開発を行い、既に構築している販路および新規食品の特性を生かした新規販路開拓を通じ、そば粉や新規食品を販売する。  
(2040年度にそば粉生産量7,150t、末端商品の市場規模として309億円の経済効果を想定)

### 研究終了時の達成目標

アミロース含有率を変異させたそば有望育種系統の開発とそのデンプン特性の解明。

### 研究の主要な成果

\* GBSS(顆粒性デンプン合成酵素)はアミロースを合成する酵素である。そばは少なくとも2つのGBSSを持つ(GBSSa、GBSSb)

### GBSSa欠損系統の獲得

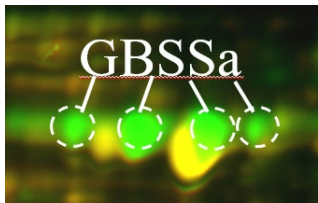


図1 そば種子のGBSSaタンパク質の比較

野生型(GBSSaを発現している自殖性系統)と、その突然変異系統から見出したGBSSa欠損変異体について、そば種子のタンパク質を混合し、2次元電気泳動で蓄積量を調査した。

野生型は緑の色素で標識し、GBSSa欠損系統は赤の色素で標識した(黄色のスポットは、野生型と変異体の両方が同程度の蓄積量であることを示す; 赤+緑=黄)。GBSSaに該当する部分が緑であることから、GBSSa欠損変異体はGBSSaタンパク質の蓄積が無いことが明らかとなった。

### GBSSa欠損によるアミロース含有率の低下を確認

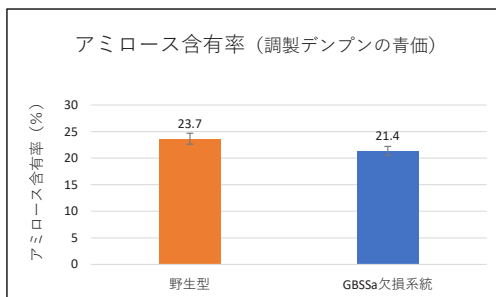


図2 GBSSa欠損系統のアミロース含有率

九州沖縄農業研究センターの2020年夏まき栽培において、GBSSa欠損系統は野生型と比較しアミロース含有率が低下していた。GBSSbの重要アミノ酸変異系統も獲得(表現型はこれから確認)していることから、これらの交配により、アミロース含有率のさらなる低下が期待できる。

### 今後の展開方向

低アミロース性を有する農業特性の優れた実用品種を育成し、実需者による栽培実証、試作実証を経て、そば需要拡大につながる新規食品開発を行う。

### 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

育成した品種の商業栽培が生産者によりなされる。また、改良されたデンプン特性を生かした新商品開発により、食品製造企業等から高品質な新規食品の販売がなされる(2040年度にそば粉生産量7,150t、末端商品の市場規模として309億円の経済効果を想定)。



## 降雨耐性大麦品種育成に資する技術開発

30003A

分野

農業一畑作物

適応地域

全国

〔研究グループ〕

福岡県農林業総合試験場、国立大学法人 岡山大学、  
国立大学法人 九州大学、  
農研機構 次世代作物開発研究センター  
〔研究統括者〕  
福岡県農林業総合試験場 甲斐 浩臣

〔研究期間〕

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 二条麦、湿害耐性、穂発芽耐性、評価法開発、育種素材開発

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

近年、国内産大麦の生産性は変動が大きく、不安定となっている。この要因は、大麦生育期間の降水量が関与しており、降雨量の増加は湿害や穂発芽を引き起こし、生産性を大幅に低下させる。そこで、本課題では湿害と穂発芽に関連する遺伝領域の解明及び選抜用DNAマーカーの開発と、優良な湿害耐性の交配母本を作出することを目標に課題に取り組んだ。

### 2 研究の主要な成果

- ① 根の酸欠耐性評価法や還元耐性評価法は、圃場における湿害耐性と有意な相関があることを明らかにし、湿害耐性大麦の評価、選抜に活用できることを明らかにした。
- ② 湿害耐性に関する遺伝領域がオオムギの1H、2H、4H、5H、7HIに存在することを明らかにし、各遺伝領域の遺伝子型を判定し、湿害耐性系統を選抜できるDNAマーカーを開発した。
- ③ 圃場で発生する穂発芽を再現した評価法により、オオムギ1H、5H(種子休眠性遺伝子*sd1*、*sd2*とは異なる)に新規の穂発芽耐性遺伝領域が存在することを明らかにし、選抜用DNAマーカーを開発した。
- ④ 本課題で見出した湿害耐性遺伝資源「早木曾2号」を用いて、湿害圃場でも安定した収量性を示す優良な湿害耐性中間母本系統を3系統作出した。

### 3 今後の展開方向

- ① 湿害耐性中間母本3系統と普及品種との交配を行い、早生性、耐倒伏性、耐病性などの栽培特性や、消費者やメーカーが求める品質、安全性を有した有望系統を選抜、育成する。
- ② 各生産地域への適応性を評価し、降雨耐性大麦新品種の育成と普及を目指す。

【今後の開発目標】

- ① 3年後(2023年度)は、湿害耐性と穂発芽耐性の新品種候補系統を3系統以上育成する。
- ② 8年後(2028年度)は、湿害及び穂発芽耐性で安定生産性が高い、降雨耐性大麦新品種を育成する。
- ③ 最終的には、降雨耐性大麦新品種の普及により、国産大麦の安定生産を実現する。

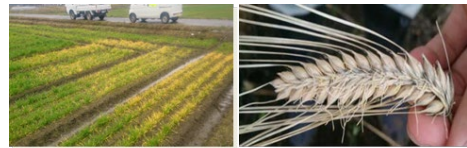
### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 降雨耐性大麦新品種の育成と普及により、降雨量に左右されず安定高生産と高収益を実現でき、最大115億円の経済効果が見込める。また、本成果の活用により、小麦の降雨耐性新品種開発にも貢献できる。
- ② 冬作物である麦類の高生産性と高収益性の達成は、消費者の洋食化に対応する麦類の国内安定生産に寄与し、水田農業のフル活用と維持とともに、良質で安定的な国民の主食料の確保に貢献できる。

# (30003A) 降雨耐性大麦品種育成に資する技術開発

## 研究終了時の達成目標

湿害と穂発芽に関連する選抜技術の開発と、優良な湿害耐性の交配母本を作出する。



「湿害」による黄化

「穂発芽」

## 研究の主要な成果

○湿害に強い遺伝資源「早木曾2号」、穂発芽に強く、発芽が速やかな遺伝資源「筑系9713」を見出し、遺伝解析の結果、湿害や穂発芽耐性に関する遺伝領域を明らかにし(図1)、各領域の遺伝子型を選抜するDNAマーカーを開発した。

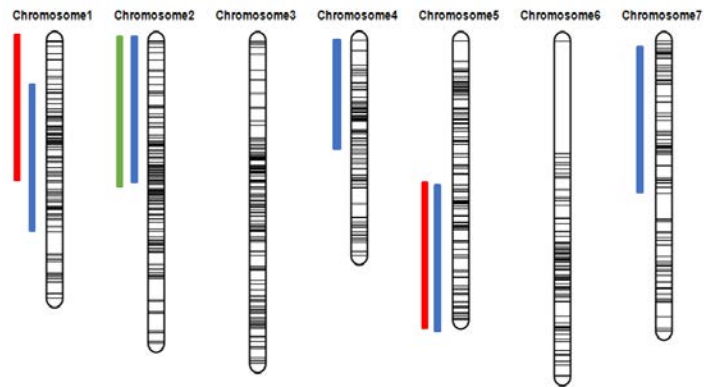


図1 湿害及び発芽に関する遺伝領域

- 湿害の強弱に関する遺伝領域
- 穂発芽の強弱に関する遺伝領域
- 発芽の早晩に関する遺伝領域

○「はるな二条」を遺伝的背景に、湿害に強い遺伝資源「早木曾2号」の染色体を部分的に持つ染色体置換系統(SL系統)のうち、SL21-1、SL39-1、SL62-1の3系統は、湿害圃場における収量性が「はるな二条」より向上し、排水良好な圃場における収量と比較した収量性が普及品種より高い(相対値0.68~0.75)ことを実証した(図2)。

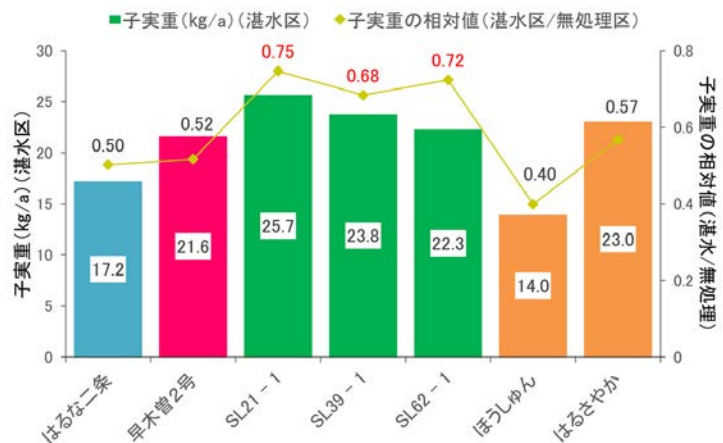


図2 湿害圃場における湿害耐性中間母本の収量性

## 今後の展開方向

湿害耐性中間母本3系統と普及品種との交配を行い、早生性、耐倒伏性、耐病性などの栽培性や、消費者やメーカーが求める品質、安全性を有した有望系統を選抜、育成する。その後、各生産地域への適応性を評価し、降雨耐性大麦新品種の育成と普及を行う。さらに、小麦など他のイネ科畑作物への応用を目指す。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

降雨耐性大麦新品種の育成と普及により、降雨量に左右されず安定高生産と高収益を実現でき、最大115億円の経済効果が見込める。さらに、本成果は小麦の降雨耐性新品種開発にも応用できる。その結果、冬作物である麦類の高生産性と高収益性が達成でき、消費者の洋食化にも対応する麦類の国内安定生産に寄与し、水田農業のフル活用と維持とともに、良質で安定的な国民の食料の確保に貢献できる。

## トルコギキョウ立枯病害因子の探索と 比較ゲノム解析を利用した抵抗性遺伝子座の同定

30004A

分野

農業一花き

適応地域

全国

【研究グループ】

農研機構野菜花き研究部門、農研機構遺伝資源センター、  
農研機構生物機能利用研究部門、長野県野菜花き試験場、  
静岡県農林技術研究所、  
福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

【研究統括者】農研機構野菜花き研究部門 川勝 恭子

キーワード トルコギキョウ、*Fusarium*菌、ゲノム育種、立枯病抵抗性、育成系統

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

*Fusarium solani* (以下、*F. solani*) 病害抵抗性に連鎖するトルコギキョウのDNAマーカーを開発する。全国のトルコギキョウ産地で発生した立枯れ株から分離した菌の形態と遺伝子配列情報に基づき、フザリウム菌の地理的分布状況を把握する。得られた全国の病原性菌株をトルコギキョウの複数系統・品種に接種し、フザリウム病害抵抗性の品種・系統間差異を明らかにする。すなわち全国のトルコギキョウ生産現場で安定して立枯病抵抗性を発揮できる系統の効率的育成のためのDNAマーカー開発を達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① *F. solani*病害抵抗性の接種検定法を開発した。
- ② トルコギキョウの参照配列を構築し、病害抵抗性に隔たりのある系統群の核酸多型を多数同定した。*F. solani*抵抗性のQTL解析を行い関与する座を同定した。
- ③ トルコギキョウ主要産地における立枯病原因菌を探索し*F. oxysporum*, *F. solani* および*F. avenaceum*を分離・同定した。
- ④ *F. solani*および*F. oxysporum*に対する抵抗性に、顕著な品種・系統間差異があることを明らかにし、強品種を見出した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Onozaki, T. et al. Evaluation of 29 Lisianthus Cultivars (*Eustoma grandiflorum*) and One Inbred Line of *E. exaltatum* for Resistance to Two Isolates of *Fusarium solani* by using Hydroponic Equipment. The Horticulture Journal **89**, 473-480 (2020).
- ② 安永智希 他. 福岡県におけるトルコギキョウ立枯病菌の同定と地域分布. 九州病害虫研究会報 66, 33-39 (2020).

### 3 今後の展開方向

- ① 全国の*F. oxysporum* 菌に対して抵抗性の品種を開発するために、様々な県の生産者圃場から分離した*F. oxysporum* を利用して抵抗性遺伝子座乗領域の特定を行う。
- ② 花冠の大型化、高花もち性の付与、多様な花色の展開を可能とする効率的育種法の開発を目指す。

#### 【今後の開発目標】

- ① 3年後(2023年度)は、*F. oxysporum* に対する抵抗性遺伝子座乗領域を特定する。
- ② 5年後(2025年度)は、*F. solani* と、*F. oxysporum* に対し複合抵抗性を示す系統を作出する。
- ③ 最終的には、有用遺伝子座乗領域を複数同定し、それらを集積した高品質病害抵抗性品種を育成する。そのための基盤を早期に構築し、多様なトルコギキョウ品種を迅速に開発する。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

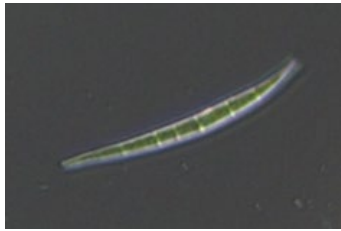
- ① 複合病害抵抗性を兼ね備えた新品種の育成と普及により、全国の産地で高生産性・高収益性トルコギキョウ生産が実現し、多大な経済効果と農家の経営安定化に貢献できる。
- ② 良質かつ多様な形質のトルコギキョウ品種の育成により我が国の民間育種会社の国際競争力を高める。

# (30004A) トルコギキョウ立枯病害因子の探索と 比較ゲノム解析を利用した抵抗性遺伝子座の同定

## 研究終了時の達成目標

*Fusarium solani* 立枯病抵抗性遺伝子座乗領域を特定し、識別可能なDNAマーカーを開発する。

## 研究の主要な成果



全国のトルコギキョウ産地からフザリウム菌(図1)を分離し病原性を確認した。*F. solani*は全国の産地で被害をもたらしていた。

福岡県においては*F. oxysporum*による被害が*F. solani*に比べて多かった。

図1. 分離された*Fusarium*菌

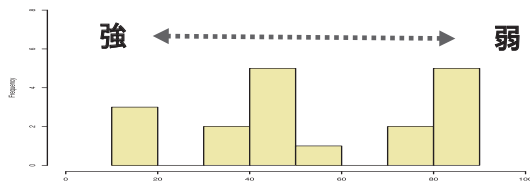


図2. 複数品種に対し接種した際の発病指数の分布

複数のトルコギキョウ品種に病原菌を接種し、抵抗性には大きな品種間差があることがわかった(図2)。

*F. solani*立枯病抵抗性に隔たりのある系統を同定し(図3)、それらのゲノム情報を取得した。比較ゲノム解析を行い、両親間を識別可能なPCRプライマーセットを設計した。

罹病性系統と抵抗性系統の雑種系統を用いたQTL解析により、*F. solani*立枯病抵抗性DNAマーカーを開発した。



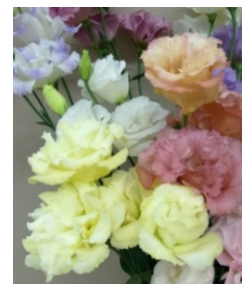
図3. *F. solani*を接種した罹病性系統(手前)と抵抗性系統(奥)

## 今後の展開方向

全国的な被害が明らかとなった*F. oxysporum*に対して抵抗性のトルコギキョウを系統開発するために、*F. oxysporum*抵抗性遺伝子の染色体座乗領域を特定する。花冠形質を向上させる系統の選抜と遺伝因子の探索を行い優良系統を迅速に作出可能な効率的育種法を開発する。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 複合病害抵抗性を兼ね備えた新品種の育成と普及により、化学農薬の使用を低減した高生産性・高収益性トルコギキョウ生産を全国の産地で実現することで、多大な経済効果と農家の経営安定化に貢献できる。
- ② 良質かつ多様な形質のトルコギキョウ品種の育成により我が国の民間育種会社の国際競争力を高めるとともに、それら多種類の品種を国民に供給できることにより国民のQOLの向上につながる。



ジャガイモシロシストセンチュウ土壌調査のためのハヤブサ型ドローンの開発

30006A

分野 適応地域  
農業-病害虫 北海道

【研究グループ】 農研機構北海道農業研究センター、富士ソフト(株)、東京農業大学生産学部、オホーツク網走農業協同組合、(株)ASCe、HELICAM(株)  
【研究統括者】 農研機構北海道農業研究センター 奈良部 孝

【研究期間】 平成30年～令和2年(3年間)

キーワード ジャガイモ、シストセンチュウ、土壌サンプリング、線虫検診、ドローン

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

北海道の畑作地帯の一部では、侵入害虫ジャガイモシロシストセンチュウ(Gp)の発生が確認され、問題となっている。Gp早期根絶のためには、微小で土壌中に存在するGpを大面積圃場からの確に検出する必要があり、本研究ではドローンによる上空からの土壌サンプリングと線虫調査情報管理を自動化する技術を新たに開発し、土壌採取の効率化・省力化を目的とする。土壌採取ユニットを搭載したドローン試作機を開発し、平坦な均一圃場の数カ所から規定量の土壌を自動採取する実演飛行を成功させることを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ①市販の大型ドローンをベースに新規開発した土壌採取ユニットおよび圃場離着陸用の転倒防止機構を装着した「ハヤブサ型ドローン」試作1号機を完成させた。
- ②予め圃場に設定した経路プログラムに基づき、「離陸・移動・着陸・土壌採取・離陸」を5回繰返し、スタート地点へ戻るまでの一連の動作を実現し、予定量の土壌を採取し持ち帰る試験飛行に成功した。
- ③大規模圃場を効率的にサンプリングする経路決定手法「W字法」を策定し、圃場の緯度・経度情報からサンプリング経路を自動描画するプログラムを開発、ドローンの飛行プログラムと連動させることに成功した。
- ④土壌採取、運搬、保管、解析結果の入出力までをICタグやQRコードで管理する基本プログラムを開発し、線虫発生情報や推移が様々な端末から一目で分かる「情報の見える化」デザインを完成させた。

### 3 今後の展開方向

- ①本ステージで開発した試作機をベースに、人力による土壌採取に対し、性能・コスト両面から完全に置き換わり得る自動土壌採取ドローンを完成させる。
- ②完成した試作機の量産化のため、商品化・ビジネス化活動を開始するとともに、実装先のJA等と組んで本格的なジャガイモシロシストセンチュウ類調査の実証実験を行う。
- ③線虫診断も自動化し、サンプリングから診断結果までを提供するビジネスモデルを構築する。

#### 【今後の開発目標】

- ①3年後(2023年度)は、性能・コスト両面から実用に耐えうる自動土壌採取ドローンを完成させる。
- ②5年後(2025年度)は、実用機の量産化を可能とし、モデルJA等において実証試験を成功させる。
- ③最終的には、サンプリングから線虫診断までを自動化した線虫発生監視システムを完成させる。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ①Gp調査が効率化され地域からGpの根絶が達成された場合、Gp対策のための支出(洗浄、消毒、隔離等)や制限から解放され、ジャガイモ生産が安定化し、年間5.5億円の経済効果(損害額の減少)が見込まれる。
- ②約1,200億円の生産額を誇るわが国のジャガイモ生産の安定化は、地域農業および地域経済の維持・発展に貢献するとともに、良質で安定的な国民食(ジャガイモ関連食品)の確保に貢献できる。

# (30006A)ジャガイモシロシストセンチュウ土壌調査のためのハヤブサ型ドローンの開発

## 研究終了時の達成目標

線虫調査時の土壌採取を効率化・省力化するため、土壌採取ユニットを搭載したドローン試作機を開発し、平坦な均一圃場の数カ所から規定量の土壌を自動採取する実演飛行を成功させる。

## 研究の主要な成果

- ① 市販の大型ドローンをベースに、土壌採取ユニットおよび圃場離着陸用の転倒防止機構を装着した「ハヤブサ型ドローン」を完成させた(図1)。→ 農業用ドローンの新ジャンルを開拓
- ② スタート操作だけで、予め圃場に設定した経路プログラムに基づき、「離陸・目標地点へ移動・着陸・土壌採取・離陸」を5回繰返し、スタート地点へ戻るまでの一連の動作を実現し、予定量の土壌を採取し持ち帰る試験飛行に成功した(図2)。→ 世界初の上空からの自動土壌採取システムを開発
- ③ 圃場の緯度経度情報を基に、大規模圃場を効率的にサンプリングする経路描画プログラムおよびそれをドローン飛行に移植するプログラムを開発、測量等不要で自動サンプリングが可能に(図3)。→ サンプリング設計を効率化・自動化
- ④ 圃場選定から実際の土壌採取、運搬、保管、解析結果の入出力までをICタグやQRコードで管理する基本プログラムを開発し、線虫発生情報や推移が様々な端末から一目で分かる「情報の見える化」デザインを完成させた(図4)。→ 線虫発生監視システムへの応用が可能に



図1 「ハヤブサ型ドローン」試作1号機



図2 圃場上空を移動するドローンおよび土壌サンプリングの結果

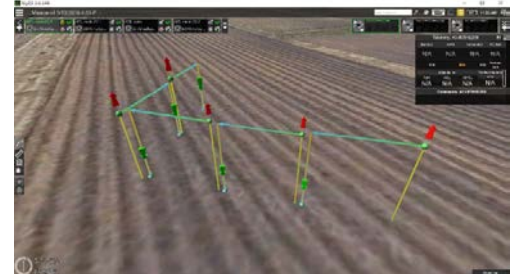
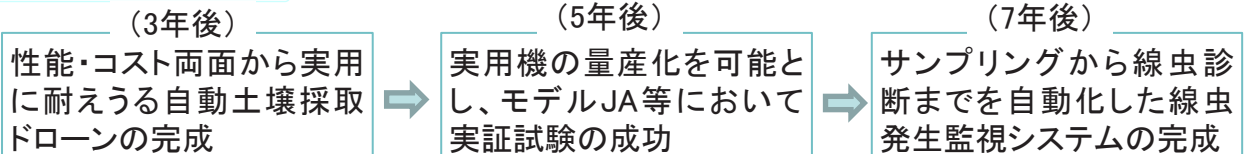


図3 サンプリング経路の自動計算・表示機能

図4 線虫管理システム画面

## 今後の展開方向



## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

・国内ジャガイモ産地におけるジャガイモシロシストセンチュウ類制御に成功

→ 年間5.5億円の経済効果(損害額の減少)



・地域農業への貢献  
・良質で安定的な国民食(ジャガイモ関連食品)の確保

→ 生産額約1,200億円のジャガイモ生産安定化



問い合わせ先： 農研機構北海道農業研究センター広報チーム  
TEL 011-857-9260

## ゲノム改変によるウイルス抵抗性作物創出に向けた基礎研究

30007A

分野

農業一病害虫

適応地域

全国

【研究グループ】

農研機構生物機能利用研究部門、

タキイ種苗株式会社

【研究統括者】

農研機構 石川 雅之

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード: トマト、tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)、トマト黄化えそウイルス (TSWV)、抵抗性、宿主因子

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

トマトにおいて広く利用されてきたトバモウイルス抵抗性遺伝子 *Tm-2* が効かない新種のトバモウイルス ToBRFV、あるいは TSWV 抵抗性遺伝子 *Sw-5* を打破した TSWV 変異株が出現し、蔓延しつつある。本研究は、有効な抵抗性遺伝子がないこれらのウイルスに対する新規抵抗性遺伝子を得ることを目的とする。本ステージでは、これらのウイルスの効率のよい増殖に必須なトマトの遺伝子を同定し、その破壊によりウイルス抵抗性が付与されるかを明らかにすることを目標とした。

### 2 研究の主要な成果

- ① シロイヌナズナの *TOM1* 遺伝子はトマトモザイクウイルスをはじめとするトバモウイルスの効率のよい増殖に必須である。トマトの4個の *TOM1* 遺伝子ホモログ(シロイヌナズナの *TOM1* と相同な遺伝子)それぞれにゲノム編集 (CRISPR/Cas9法) を用いて機能欠損変異を導入し、変異をあらゆる組み合わせでもつトマト系統を作出した。
- ② これらのトマト系統のうち、特定の3個の *TOM1* 遺伝子ホモログあるいは4遺伝子全てに変異をもつ系統が強力な ToBRFV 抵抗性を示すことを明らかにした(図1)。
- ③ 出芽酵母を利用した TSWV RNA複製系による絞り込みで獲得した73個の候補遺伝子から、ベンサミアナタバコにおいてノックダウン(発現抑制)すると TSWV の増殖効率が低下する遺伝子を15個同定した(図2)。
- ④ 当該候補遺伝子から、トマトにおいて CRISPR/Cas9法を用いて機能欠損変異を導入すると TSWV による病徴が緩和される遺伝子を1個同定した。他の多くの候補遺伝子は破壊すると植物の生育を阻害した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① 特許第6810946号「トバモウイルス抵抗性トマト植物、トバモウイルス抵抗性トマト植物の生産方法、トマト植物におけるトバモウイルス抵抗性の付与方法、トバモウイルス抵抗性トマト植物のスクリーニング方法およびトマト植物におけるトバモウイルス抵抗性の検出方法」(出願人: 農研機構・タキイ種苗)

### 3 今後の展開方向

- ① 遺伝子組換え技術によらない「KeyPoint technology」を利用して、4個のトマト *TOM1* 遺伝子ホモログに機能欠損変異を導入し、これらを集積して ToBRFV 抵抗性品種を作出する。(担当: タキイ種苗)
- ② TSWV については、トマトの生育は阻害することなく TSWV の増殖を阻害する変異を探索・同定するとともに、変異の集積による TSWV 増殖抑制効果の増強を図る。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、KeyPoint technologyで得た変異を集積した系統を作出し、抵抗性評価を開始する。
- ② 5年後(2025年度)は、ウイルス抵抗性の実用試作品種を作出する。
- ③ 最終的には、開発した抵抗性遺伝子を商用トマト品種に標準装備し、ToBRFV, TSWV の被害を抑制する。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① ToBRFV あるいは TSWV 抵抗性トマトの普及により、日本国内産出額2,434億円(H26年度; 国内野菜トップ)を誇るトマトの安定した高生産性と品質の向上に加え、当該ウイルスの防除に費やされていたコストの低減が見込める。また、種子生産者にとっては、当該種子への付加価値による利益が見込める。さらに、本成果は他の作物へのウイルス抵抗性付与にも応用できる可能もある。
- ② 高品質なトマトの低価格で安定した供給に貢献する。

# (30007A) ゲノム改変によるウイルス抵抗性作物創出に向けた基礎研究

## 研究終了時の達成目標

有効な抵抗性遺伝子がないトマトの病原ウイルス (ToBRFV, TSWV) に対する新規抵抗性遺伝子を、ウイルス増殖関連宿主因子遺伝子の改変により開発する。

## 研究の主要な成果

シロイヌナズナでトバモウイルスの効率のよい増殖に必須

- ① 4個のトマト *TOM1* 遺伝子ホモログをCRISPR/Cas9法で破壊した。これらの変異をホモにもつ4重変異体 (*tom1* 4重変異体) は強力なToBRFV抵抗性を示した(図1)。

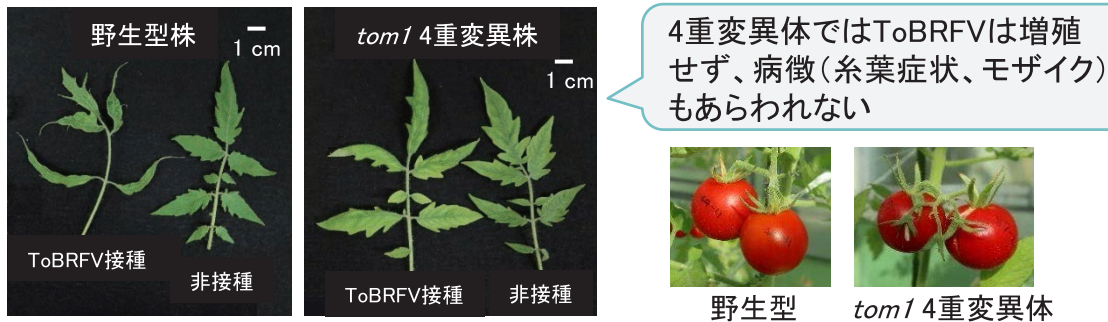


図1 野生型および *tom1* 4重変異トマトの果実(右)とToBRFV接種後の病徴(左)

- ② トマト *tom1* 4重変異体はほぼ正常に生長し、結実した(図1)。
- ③ 出芽酵母を利用した解析で挙げた候補遺伝子から、破壊すると宿主の生育に大きな影響を与えることなくTSWVによる病徴を緩和させるトマトの遺伝子を同定した(図2)。



図2 TSWV RNAの効率のよい複製に必要なトマト遺伝子の探索

## 今後の展開方向

- ① 遺伝子組換え技術によらない「KeyPoint technology」を利用して、*TOM1* 遺伝子ホモログを破壊し、ToBRFV抵抗性トマト品種を作出する。(担当: タキイ種苗)
- ② 植物の生育を阻害することなくTSWVの増殖を阻害する変異を探索・同定するとともに、変異の集積によるTSWV増殖抑制効果の増強を図る。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 主要なウイルス病害の防除が可能に
- ② ウイルスの防除に費やされていたコストの低減



安価・高品質トマトの安定供給



# イノベーション創出強化研究推進事業(基礎研究ステージ)/研究紹介2021

## プロモーターゲノム編集技術の化学生物学的イノベーションによる 主要作物の種子収量増産に関する開発研究

30009A

分野

農業—  
水稲、畑作物

適応地域

全国

〔研究グループ〕

京都大学大学院生命科学研究科、農研機構生物機能利用研究部門、  
北海道大学大学院農学研究院、東京大学大学院農学生命科学研究科

〔研究統括者〕

京都大学 中野 雄司

〔研究期間〕

平成30年～  
令和2年(3年間)

キーワード: イネ・小麦・ダイズ、ゲノム編集、ケミカルバイオロジー、遺伝子発現活性化、多収性

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

本研究では、(1)ゲノム編集技術ベクター導入効率(遺伝子組換え効率)の向上に関する生物技術および化学技術の開発を行うとともに、(2)従来の欠損導入型ゲノム編集では導入出来ない機能獲得型ゲノム編集を実現する新しいテクノロジー「プロモーターゲノム編集」技術の開発を行う。開発した(1)(2)の技術を、(3)研究グループが独自に同定した新規種子収量増大遺伝子のプロモーターを対象に適用し、ゲノム編集による遺伝子発現活性化技術を開発する。

### 2 研究の主要な成果

- ① FPXによって、従来技術と比較して、アラビドプシスにおいて1000%、イネにおいて800%にシュート再分化活性を向上することに成功した。
- ② プロモーターゲノム編集イネT0世代35系統の作出に成功した。T1世代イネ3系統において、イネの種子収量増大遺伝子(*OsBIL7*)の発現上昇を確認した。
- ③ プロモーターゲノム編集コムギ T1世代9系統の作出に成功した。コムギの種子収量増大遺伝子(*TaBil7*)過剰発現型遺伝子組換えコムギにおいて375%に種子収量を増加することに成功した。
- ④ プロモーターゲノム編集ダイズ T2世代4系統の作出に成功し、その内3系統で、ダイズの種子収量増大遺伝子(*GmBIL7*)の発現上昇を確認した。
- ⑤ ゲノム編集効率の評価系を確立し、100化合物のスクリーニングを終え、230%までゲノム編集効率を高める化合物の創製に成功した。

### 公表した主な特許・論文

- ① Nakano, T. et al. FPX is a Novel Chemical Inducer that Promotes Callus Formation and Shoot Regeneration in Plants. *Plant and Cell Physiology*. **59(8)**, 1555-1567 (2018)
- ② 中野雄司. 植物ブラシノステロイドのシグナル伝達機構の解明と 応用展開を目指して、日本農業学会誌 45(2), 1-8 (2020)

### 3 今後の展開方向

- ① イネ、コムギ、ダイズにおいて、プロモーターゲノム編集の有効可能性が確認でき、また技術的に問題ないことが確認されたので、さらに有効なプロモーター配列を検討し、ゲノム編集配列を持つ系統の創出、ゲノム解析、遺伝子発現解析、形態解析、収量解析を進める。
- ② イネカルスによって得られたゲノム編集効率促進化合物候補について、構造活性相関による類縁体を合成し、実際のゲノム編集対象植物で候補化合物の評価を進める。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)に、多収性遺伝子のゲノム編集系統を作出し、種子収量増大特性の調査を実施する。
- ② 5年後(2025年度)に、プロモーターゲノム編集技術およびゲノム編集促進化合物に関する特許出願を行う。
- ③ 最終的に、プロモーターゲノム編集技術およびゲノム編集促進化合物に関するライセンスを国内外育種企業に導出し、種子収量増大品種の確立と普及を進める。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 従来技術では作出し得ない機能獲得型のゲノム編集技術に基づく新植物品種の創成技術、ゲノム編集効率を向上化する化合物により、現行の遺伝子組換え作物作付け面積の10分の1程度、普及目標面積2030年 200 0万ha、販売目標額2030年15億ドル規模の経済効果が得られると期待される。
- ② わが国の品種開発の国際競争力を高めるとともに、新品種により国民の主食確保に貢献する。

# (30009A) プロモーターゲノム編集技術の化学生物学的イノベーションによる主要作物の種子収量増産に関する開発研究

## 研究終了時の達成目標

イネ・コムギ・ダイズにおけるプロモーターゲノム編集システムを作成し、ターゲットとする新規種子収量増産遺伝子の発現活性化における効果について解析を行う。

## 研究の主要な成果

### ①背景/課題

研究グループがイネにおいて発見した新規な**種子収量増大遺伝子**について、プロモーター領域に転写因子が結合し、発現抑制することが確認されていた。

### ②研究計画

#### ②-1:

プロモーターの抑制型 *cis*配列を標的として、従来の欠損導入型ゲノム編集では導入出来ない**機能獲得型ゲノム編集**を実現する新しいテクノロジー「プロモーターゲノム編集」技術の開発を行う。

#### ②-2:

**ゲノム編集効率**および、ゲノム編集ベクターによる形質転換効率を向上させる化合物を開発する。



## 研究成果

- ① イネ、コムギ、ダイズ：  
プロモーターゲノム編集により**種子収量増産遺伝子発現が約150%に上昇した。**
- ② コムギ：  
当該遺伝子の遺伝子組換えにより**種子収量増産活性を確認し、この遺伝子の改変が収量増に有効であることをコムギでも確認した。**
- ③ ゲノム編集促進剤化合物：  
**230%にゲノム編集活性を上昇させる化合物を創製した。**

### ②研究計画

#### ②-3:

②-1と2の技術を、研究グループが独自に同定した**新規種子収量増大遺伝子のプロモーター**を対象に適用し、ゲノム編集による遺伝子発現活性化技術を確立する。

## 今後の展開方向

イネ、コムギ、ダイズにおいて、さらに有効なプロモーター配列を検討し、ゲノム編集配列を持つ系統の創出、ゲノム解析、遺伝子発現解析、形態解析、収量解析を進める。  
イネカルスによって得られたゲノム編集効率促進化合物候補について、構造活性相関による類縁体を合成し、実際のゲノム編集対象植物での候補化合物の評価を進める。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

従来技術では作出し得ない**機能獲得型のゲノム編集技術**に基づく新植物品種の創成技術、ゲノム編集効率を向上化する化合物は、日本国内においても広く普及すると期待される。我が国の品種開発の国際競争力を高めるとともに、新品種により国民の主食確保に貢献する。

## 細胞質雄性不稔性の利用によるトマトの効率的なF1採種システムの構築

30010A

分野

農業-野菜

適応地域

全国

【研究グループ】

筑波大学生命環境系、かずさDNA研究所、  
トキタ種苗株式会社

【研究統括者】

筑波大学 有泉 亨

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード トマト、細胞質雄性不稔性、F1採種、ゲノム解析、ミトコンドリア

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

トマト種子は、雑種第一世代(F1)種子として販売される。F1種子は、雑種強勢により耐病性や果実品質の向上がもたらされるが、近年、各国の人件費の高騰など採種コストの増加が大きな問題として浮上している。そこで、トマト細胞質雄性不稔性(CMS)を活用した**F1採種システムを確立することを目的とする**。このため、トマトCMSの稔性回復(RF)遺伝子を同定すること、CMSの原因因子を同定すること、並びにCMS形質が付与された種子親とRF遺伝子座が導入された花粉親を開発することを達成目標とした。

### 2 研究の主要な成果

- ① ロングリードシーケンサーを活用することで2つの稔性回復系統の高精度なゲノム配列を構築した。
- ② 稔性回復系統と栽培品種の雑種集団を用いたゲノム解析により、RF遺伝子領域を同定し、稔性回復に高度に連鎖するDNAマーカーを開発した。
- ③ CMS系統のミトコンドリアのゲノム解読及び遺伝子発現解析から、CMSの原因遺伝子候補を2つ特定した。
- ④ CMSトマトの雄性不稔性は安定していること、また、CMS系統の種子親にRF遺伝子を保有する花粉親を交配した際、F1種子は自殖種子が含まれない100%の純度であることを確認した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Takei H. *et al.* De novo genome assembly of two tomato ancestors, *Solanum pimpinellifolium* and *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, by long-read sequencing. DNA Research, 19:dsaa029 (2021).
- ② Kuwabara K. *et al.* Organelle genome assembly uncovers the dynamic genome reorganization and cytoplasmic male sterility associated genes in tomato. biorxiv, (2021).

### 3 今後の展開方向

- ① 候補領域に存在するRF遺伝子の候補遺伝子を検証してRF遺伝子を確定させる。
- ② 多数の品種において、CMS形質を有する種子親とRF遺伝子を保有する準同質遺伝子系統の花粉親を作出し、F1採種の有効性を調べる。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、RF遺伝子を同定してDNAマーカーを高精度化させる。
- ② 5年後(2025年度)は、多数のトマト品種においてCMS形質を利用したF1採種を開始させる。
- ③ 最終的には、S遺伝子の他作物への移植など科学的知見に基づいたCMSの開発が可能となり、トマトのみではなくその近縁種においてもCMSを利用したF1採種が可能となる。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 近年、海外へのF1種子採種にかかるコストが急激に増加しているが(10年前の3.3倍)、このシステムを導入することでF1種子の採種コストが低下し、企業の安定的な種子購入に寄与する。また、低コスト化することで採種率が低く実用に至らなかった品種の実用化が加速する。
- ② F1採種の委託コストの上昇に加え、高純度のF1種子を計画的に入手することが困難になりつつある。本技術の導入により高純度のF1種子生産の低コスト化が可能となり、栄養価の高いトマトの低価格供給に繋がり国民の健康を支える。

# (30010A)細胞質雄性不稔性の利用によるトマトの効率的なF1採種システムの構築

## 研究終了時の達成目標

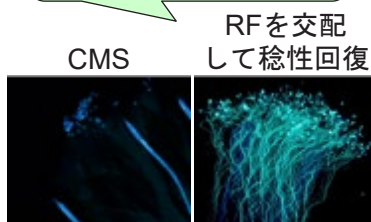
低コスト・かつ自殖種子混入を確実に防ぐCMSに基づいたトマトの新規F1採種システムを構築



## 研究の主要な成果

### ・中課題1の成果「高精度RF系統のゲノム配列構築とRF遺伝子の座乗領域の特定」

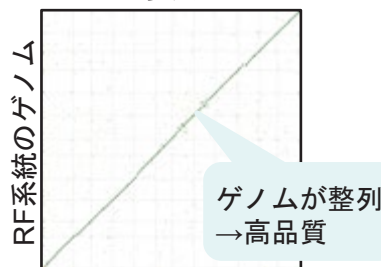
RF遺伝子によるCMSの稔性回復



RF遺伝子があると花粉発芽が回復する

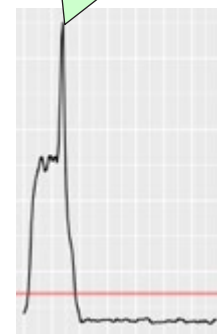
高精度のRF系統ゲノム配列構築

*S.pimpinellofolium*  
*S.l.cerasoforme*  
トマト参照ゲノム



ゲノムが整列  
→高品質

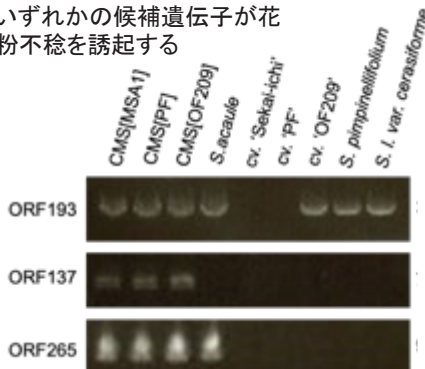
RF遺伝子座乗領域特定



この領域にRF遺伝子が存在

### ・中課題2の成果「雄性不稔を誘起するS遺伝子候補の同定」

いずれかの候補遺伝子が花粉不稔を誘起する



S遺伝子の候補同定

### ・中課題3の成果「新規採種システムは高純度F1種子を生産する」



F1種子純度100%!

CMSを活用することでF1種子の中に自殖種子の混入がなくなる

## 今後の展開方向

- ✓ CMS形質を利用したF1採種の事業化を開始する。
- ✓ CMS原因遺伝子をトマトだけではなく、その近縁種（ナス、ピーマン類）に導入することで科学的知見に基づいたCMSの開発技術の確立を目指す。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ✓ F1種子の採種コストの低下
- ✓ 採種率が低く実用に至らなかった品種の実用化が加速
- ✓ 栄養価の高いトマトの低価格供給が実現し、国民の健康を支える

# イノベーション創出強化研究推進事業(基礎研究ステージ)/研究紹介2021

## 大麦と病原ウイルスの遺伝子対遺伝子対応迅速検定法の確立とその利用法の開発

30011A

分野  
農業-病害虫

適応地域  
全国

【研究グループ】  
宇都宮大学農学部、栃木県農業試験場  
【研究統括者】  
宇都宮大学 西川 尚志

【研究期間】  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 二条麦、ウイルス病、抵抗性遺伝子、GFP発現ベクター

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

全国の大麦産地において、オオムギ縞萎縮ウイルス(BaYMV)、ムギ類萎縮ウイルス(JSBWMV)の発生拡大が問題となっている。有効な防除法は複数の抵抗性遺伝子を集積した品種を育種することに限られるが、抵抗性遺伝子の機能が不明である。そこで、緑色蛍光タンパク質(GFP)を発現するウイルスベクターを開発し、各種抵抗性遺伝子を持つ大麦品種に接種し、GFP蛍光を観察することで抵抗性遺伝子の作用部位を特定することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① BaYMVの5系統全ての感染性クローンを作製した。また、これらの感染性クローンを元にGFP発現ベクターを作製し、植物体内でのGFP遺伝子の安定性も確認した。
- ② *rym1*, *rym3*, *rym5*, *rym12*をそれぞれもつ大麦品種に対し、GFP発現ベクターを葉に接種したところ、圃場での感染有無のパターンを再現した。また、それらの抵抗性遺伝子の機能を予測した。
- ③ JSBWMVの系統分化を確認するため、全国各地から感染植物(大麦、小麦)を蒐集し、感染植物から分離した同ウイルスについて全塩基配列を解読し、既報のものと一致することを確認した。

#### 公表した主な特許・論文

Tanokami et al. Utility of a GFP-expressing *Barley yellow mosaic virus* for analyzing disease resistance genes  
*Breeding Science* 71,484-490 (2021).

### 3 今後の展開方向

- ① 他の*rym*遺伝子を持つ大麦品種に対しても接種試験を行い、作用部位の調査を行う。
- ② JSBWMVに対する抵抗性遺伝子は不明であるため、JSBWMVのGFP発現ベクターを作製し、接種を行うことで、抵抗性遺伝子を持つ品種を探索する。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、JSBWMVのGFP発現ベクターを作製する。
- ② 5年後(2025年度)は、JSBWMVのGFP発現ベクターを用いて、各種大麦品種より抵抗性品種を探索する。BaYMVに関しては複数の*rym*遺伝子の作用機作を明らかにする。
- ③ 最終的には、大麦や小麦のゲノム情報も活用し、JSBWMV 抵抗性遺伝子を特定する。また、BaYMV に関しては機能(作用部位)の異なる抵抗性遺伝子を集積した新たな抵抗性品種を作出する。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 抵抗性遺伝子を集積した新品種の育成と普及により、安定な高生産性と高収益性を備えた大麦生産が実現し、約500億円の経済効果と大麦農家の経営安定化に貢献できる。
- ② GFP発現ベクターは各種遺伝子解析にも使用できるため、生活習慣病予防や健康増進に関与する成分を増強した品種の開発にもつながる。

# (30011A) 大麦と病原ウイルスの遺伝子対遺伝子対応迅速検定法の確立とその利用法の開発

## 研究終了時の達成目標

大麦が持つオオムギ縮萎縮ウイルス(BaYMV)に対する各種抵抗性遺伝子(*rym1*, *rym3*, *rym5*, *rym12*)が植物のどの部位で機能しているのか明らかにする。

## 研究の主要な成果

オオムギ縮萎縮ウイルス(BaYMV)は各種大麦品種への感染性の違いにより、I~V型に分かれている。これらI~V型系統全てにおいて、感染性クローンを作製し、さらにGFP遺伝子を発現するGFP発現ベクターを作製した。また、蛍光顕微鏡観察により各部位でウイルスの増殖を経時的に確認することで、抵抗性を視覚的に評価する実験系を確立した(図1)。



図1 GFPの蛍光観察のための実験系  
水耕栽培法や接種法、蛍光観察の手法を確立した。

GFP発現ベクターを大麦の異なる部位(葉・基部・根)に接種し、それぞれウイルスの移行・増殖を蛍光観察とRT-PCRにより調査した。その結果、*rym12*は、*rym1*および*rym3*と異なる抵抗性を持つと推察された(図2)。また、*rym1*と*rym3*は系統によって感染率が異なることから、同一の作用ではないと推察された。よって、現行の抵抗性品種のうち*rym3*と*rym5*を併せ持つ品種に、*rym1*および*rym12*を集積することによって、持続性の高い抵抗性品種を育成できる可能性が示唆された。

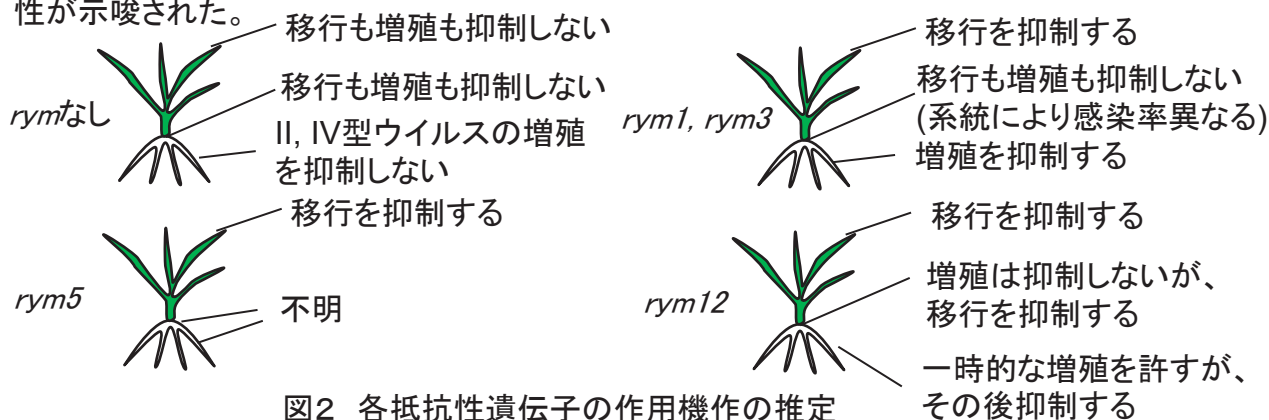


図2 各抵抗性遺伝子の作用機作の推定

## 今後の展開方向

- ① 他の*rym*遺伝子を持つ大麦品種に対しても接種試験を行い、作用部位の調査を行う。
- ② JSBWMVに対する抵抗性遺伝子は不明であるため、JSBWMVのGFP発現ベクターを作製し、接種を行うことで、抵抗性遺伝子を持つ品種を探索する。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 抵抗性遺伝子を集積した新品種の育成と普及により、安定な高生産性と高収益性を備えた大麦生産が実現し、約500億円の経済効果と大麦農家の経営安定化に貢献できる。
- ② GFP発現ベクターは各種遺伝子解析にも使用できるため、生活習慣病予防や健康増進に関与する成分を増強した品種の開発にもつながる。

## マダコ養殖の事業化に向けた基盤技術の開発

30005A

分野

適応地域

水産一養殖

東日本・西日本

〔研究グループ〕

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

国立大学法人 東京海洋大学 岡山県農林水産総合センター

香川県水産試験場 株式会社くればあ マリンテック株式会社

〔研究統括者〕

国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 崎山 一孝

〔研究期間〕

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード マダコ、養殖、種苗生産、稚ダコ、餌料

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

マダコ養殖に必要な「稚ダコの大量生産」と「出荷サイズまでの安定生産」の基盤となる技術の開発を目的とする。前者では、マダコ幼生の飼育に適した水流管理と良質な餌料の選定および給餌手法に関する研究成果に基づいて大型飼育装置を開発することで稚ダコを大量生産するとともに、餌料の大量生産・確保技術を開発する。後者では、稚ダコ期のなわばり行動や餌料の選択性を解明して、これらを基に個別養殖容器を開発するとともに、適した餌料種類と給餌方法を明らかにして出荷サイズまでの安定生産技術を開発する。

### 2 研究の主要な成果

- ① マダコ幼生の飼育において、小型水槽で開発した最適水流環境をシミュレーションモデルによって定量的に把握して、最適な水流環境を大型水槽で再現し、稚ダコを大量に生産することに成功した。
- ② ふ化直後のガザミ幼生(ゾエア)を餌料とすることで、着底稚ダコまでの生残率が90%以上となることを明らかにした。
- ③ 着底直後の稚ダコは、しばらくの間は遊泳と底棲の両方の行動が認められるので、この時期は餌料種類の変更方法等、飼育管理上特に重要な飼育期間(中間飼育が重要)であることを明らかにした。
- ④ マダコ養殖では、個別養殖容器を開発し、ふ化後10ヵ月で生残個体の過半数が出荷サイズ(500g以上)に成長し、1kg以上のマダコを生産することにも成功した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Dan, S. et al. (2021) Changes in behavioural patterns from swimming to clinging, shelter utilization and prey preference of East Asian common octopus *Octopus sinensis* during the settlement process under laboratory conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 539, 151537.

### 3 今後の展開方向

- ① 稚ダコ期の主な死亡要因である共食いを防ぐための飼育方法と餌料、給餌方法(中間飼育技術)を開発して、個別飼育までの生残率を向上させる。
- ② 機械化・自動化の導入が見込める個別養殖容器と新規餌料を開発して、約10ヵ月で体重500g以上のマダコを高密度で生産するための技術を開発する。
- ③ 稚ダコ生産の効率化と規模拡大を進め、着底稚ダコの生産技術を民間企業などへ技術移転する。

#### 【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、稚ダコの生態学的特性を利用した中間育成技術を開発する。
- ② 5年後(2025年度)は、飼育管理の自動化およびマダコ養殖に適した人工餌料を開発する。
- ③ 最終目標として、マダコ養殖産業を創出する。

### 4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 新たな産業であるマダコ養殖が創出されることで、生産量100万個体、生産金額20億円の経済効果が見込まれるとともに、稚ダコ放流による漁業資源の増大への貢献が期待される。
- ② マダコ養殖が産業化されることにより、天然資源に依存しない活マダコの安定出荷が可能となり、外食産業等の関連産業の活性化および地元産業として雇用の創出につながる。

# (30005A) マダコ養殖の事業化に向けた基盤技術の開発

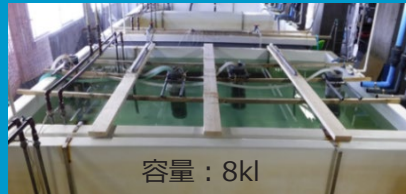
## 研究終了時の達成目標

マダコ養殖に必要な「稚ダコの大量生産」と「出荷サイズまでの安定生産」の基盤となる技術を開発する。

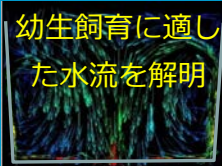
## 研究の主要な成果

### 【大型水槽でも、小型水槽の飼育環境を再現し、量産化に成功】

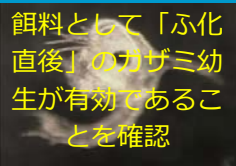
小型水槽でのマダコ幼生の飼育技術



マダコふ化幼生



幼生飼育に適した水流を解明



餌料として「ふ化直後」のカザミ幼生が有効であることを確認

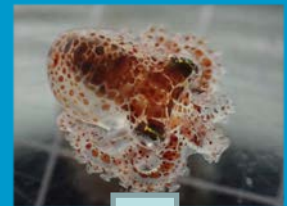
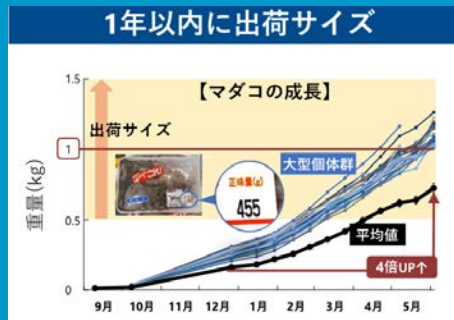
小型水槽の飼育環境を大型水槽（8kl）で再現し量産化に成功  
着底稚ダコまでの生残率63.6%



着底稚ダコ

ふ化幼生から着底稚ダコまでの生残率90%以上（最高96.1%）

### 【マダコの個別養殖技術を開発】



ふ化後10カ月で生残個体の過半数が出荷サイズ（500g以上）に成長、1kg以上に成長する個体も出現

## 今後の展開方向

- ・稚ダコ期の共食いを防ぐ飼育方法の開発
- ・飼育作業の機械化・自動化
- ・マダコ幼生飼育技術の普及



マダコ幼生の飼育装置



稚ダコの共食い

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ・新たな産業であるマダコ養殖の創出
- ・外食産業等の関連産業の活性化・雇用創出
- ・生産量100万個体、生産金額20億円の経済効果
- ・稚ダコ放流による漁業資源の増大への貢献





## 水稲の収量等の重要形質遺伝子間並びに遺伝子-環境間相互作用の解明とゲノム育種による超多収系統の育成

27007AB

分野

農業-水稲

適応地域

東北

【研究グループ】

(公財)岩手生物工学研究センター、京都大学、岩手県農業研究センター、福島県農業総合センター(地独)青森県産業技術センター農林総合研究所

【研究統括者】

(公財)岩手生物工学研究センター 阿部 陽

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 水稲、ゲノム育種、遺伝子間相互作用、超多収、ひとめぼれ

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

日本の食料供給基地である東北地方の水稲栽培を振興するため、現行の主力品種「ひとめぼれ」に代わる超多収良食味品種の早期育成が求められている。このため、収量等の農業形質に關与する遺伝子間相互作用並びに遺伝子と環境要因との相互作用(GxE)を解明する。また、収量性に關与する遺伝子領域の「ひとめぼれ」への導入効果を確認するとともに、複数の遺伝子領域を導入することにより、玄米収量800kg/10a以上の超多収系統を育成する。

### 2 研究の主要な成果

- ① エピスタシスを検出する解析プログラム「RILStEp」を開発し、高い精度でのエピスタシス検出を可能にした(Sakai *et al.* 2021)。GxE検出プログラムも開発し、一穂籾数でGxEを示すSNPを検出した。
- ② 一穂籾数と葉身幅におけるエピスタシス分子基盤をそれぞれ解明した(一穂籾数:DNA-タンパク質間相互作用、葉身幅:タンパク質-タンパク質間相互作用)。イネゲノム育種に寄与する新たな知見を得た。
- ③ 一穂籾数では、2遺伝子間のエピスタシスに加えて第3の因子qGN6を同定し、これらの組合せにより、一穂籾数レベルの段階的改変を圃場で実証した。葉身幅では、外国イネ型NRL2遺伝子と、ひとめぼれ型RL14遺伝子の組合せのときに幅が最大となるエピスタシスを圃場で実証した。
- ④ 収量性に關係する多数の遺伝子領域を単独あるいは複数保有する「ひとめぼれ準同質遺伝子系統」を多数作出した。負の形質(病害、不稔)をもたらず不要なゲノム領域を特定した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① T. Sakai, A. Abe, M. Shimizu, R. Terauchi. RIL-StEp: epistasis analysis of rice recombinant inbred lines (RILs) reveals interacting genomic regions that control seed hull color and leaf chlorophyll content. G3, in press (2021).

### 3 今後の展開方向

- ① 育成した「ひとめぼれ準同質遺伝子系統」を利用したゲノ育種による遺伝子集積によって、低コスト生産可能な玄米収量800kg/10a以上の超多収良食味品種を育成する。
- ② 育成した超多収良食味品種の生産力検定試験、特性検定試験、現地実証試験を実施して品種登録を行い、奨励品種の認定を受け、普及を図る。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 5年後(2025年度)は、玄米収量800kg/10a以上の超多収良食味品種を育成し、品種登録出願、奨励品種認定試験を開始する。
- ② 5年後(2025年度)は、玄米収量1トン/10a以上の超多収良食味系統を育成する。
- ③ 最終的には、育成した品種を東北地方の主力品種として6万haの普及を図る(目標)。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 生産コストの40%低減により、業務仕向けや輸出の拡大など新たなビジネスモデルを展開し、生産者の収益向上と持続可能な水稲生産に貢献できる。
- ② 稲作の高生産性と高収益性の達成は、米の国際競争力を高め、持続的な水稲生産とそれを中核とした安定的な水田農業を実現し、良質で安定的な国民の主食料の継続的な確保に貢献できる。

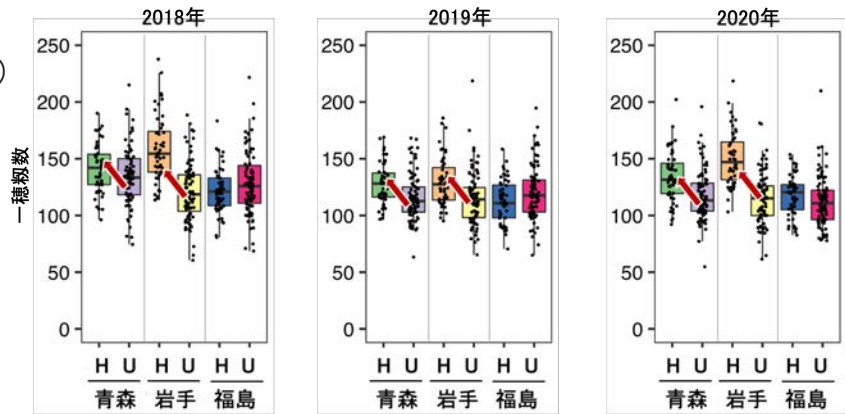
# (27007AB) 水稲の収量等の重要形質遺伝子間並びに遺伝子-環境間相互作用の 解明とゲノム育種による超多収系統の育成

## 研究終了時の達成目標

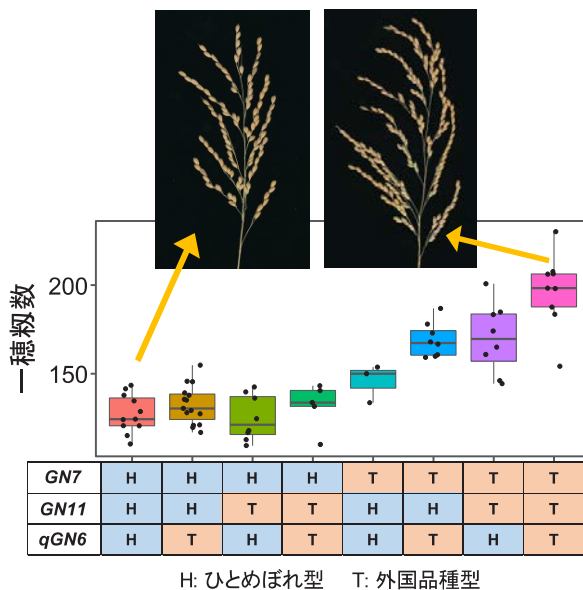
農業形質に関与する遺伝子間相互作用・遺伝子環境間相互作用の解明と、「ひとめぼれ」ゲノムを基盤とした玄米収量800kg/10a以上の超多収系統の育成

## 研究の主要な成果

- ・ 遺伝子-環境間相互作用 (GxE) 検出モデルを構築
- ・ 一穂粒数に関するGxEを検出  
Chr.3のある塩基が、ひとめぼれ型のととき、青森・岩手では一穂粒数を増加させる効果を示したが、福島では明確な効果がない (右図)。



RILsの一穂粒数 塩基=H:ひとめぼれ型、U:外国品種型



- ・ 一穂粒数に関与する遺伝子GN7と遺伝子GN11の遺伝子間相互作用 (エピスタシス)を解明
- ・ 新規QTL “qGN6”を同定

3遺伝子領域の組合せによる  
段階的な粒数レベルのデザイン (左図)

有用遺伝子集積ゲノム育種に利用できる  
ひとめぼれ準同質遺伝子系統を多数育成

## 今後の展開方向

エピスタシスも利用した粒数や葉身形態デザインによる収量性向上、耐倒伏性向上、直播苗立ち性向上、いもち病抵抗性付与など、東北地域の主要水稲品種「ひとめぼれ」をベースとしたゲノム育種によって超多収良食味品種を育成する。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 生産コスト低減による業務仕向けや輸出の拡大など新ビジネスモデルの展開
- ② 生産者の収益増加、実需業者・消費者への低価格帯の安定供給
- ③ 稲作の継続による水田の多面的機能の維持

農耕地からの一酸化二窒素ガス発生を削減し作物の増収・減農薬を実現する  
革新的微生物資材の開発

30012B

分野 農業一生産資材  
適応地域 全国【研究グループ】  
東京大学、新潟県農業総合研究所、(株)ロム  
東北大学、十勝農業協同組合連合会  
【研究統括者】  
東京大学 妹尾 啓史【研究期間】  
平成30年～令和2年(3年間)キーワード: N<sub>2</sub>O削減技術、作物生産性向上、微生物資材、土壌病害対策、ダイズ根粒菌

## 1 研究の目的・終了時の達成目標

農耕地から発生する一酸化二窒素ガス(N<sub>2</sub>O)は削減が求められている温室効果ガス・オゾン層破壊物質であるが利用可能な削減技術は少ない。本研究は土壌から発生するN<sub>2</sub>Oガスを削減する機能に加えて作物生産性を向上させる資材として、植物系繊維と微生物を利用した土壌病害にも効果的な「植物系繊維資材」と圃場を利用したダイズ根粒菌の育種技術から得られた「根粒菌資材」の開発を目指した。それぞれの資材の学術的研究を行い、圃場試験で一定の効果をえられる資材とすることを達成目標とした。

## 2 研究の主要な成果

- ① 土壌に植物系繊維を施用することで起こるN<sub>2</sub>Oガス発生削減の機構を明らかにした(植物系繊維資材)。植物系繊維は土壌において菌食性土壌動物を増加させ、N<sub>2</sub>Oガスを生成する糸状菌を減少させた。
- ② 植物系繊維による土壌病害抑止効果とその機構を明らかにした(植物系繊維資材)。菌食性土壌動物は植物病原糸状菌も摂食し、トマト褐色根腐病発病圃場で土壌病害を低減させることが可能であった。
- ③ 植物成長促進効果と植物病原糸状菌に対する拮抗能を所持したバチルス株と植物系繊維を組み合わせた資材を開発し、ハウレンソウ萎凋病、立枯病、ナス半身萎凋病で発病抑制効果が見られた(ポット試験)。
- ④ 圃場でのダイズ根粒菌選抜技術(圃場ループ育種)の原理を解明し、各地の圃場で根粒菌育種が可能となる技術マニュアル作成した(ダイズ根粒菌資材)。
- ⑤ 圃場ループ育種した根粒菌集団により圃場試験で増収およびN<sub>2</sub>O削減効果を確認した。圃場試験で20%以上の増収率、約50%のN<sub>2</sub>O削減率を示す根粒菌集団を取得した(ダイズ根粒菌資材)。

## 公表した主な特許・論文

- ① Sánchez, C. *et al.* Nitrogen cycling in soybean rhizosphere: Sources and sinks of N<sub>2</sub>O. *Front. Microbiol.* **10**, 1943 (2019). doi: 10.3389/fmicb.2019.01943.
- ② Shen, H. *et al.* Mitigating N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils with fungivorous mites. *ISME J* (2021). <https://doi.org/10.1038/s41396-021-00948-4>

## 3 今後の展開方向

- ① 安定した効果を得るための処理方法を検討し、実用化を目指す(植物系繊維資材)。
- ② 根粒菌集団の大量生産方法を確立し、既存の根粒菌資材に置き換えて販売する(ダイズ根粒菌資材)。

## 【今後の開発・普及目標】

- ① 植物系繊維資材は2025年度と想定し、開発を進める。
- ② ダイズ根粒菌資材は実用化を2022年度と想定し、開発を進める。
- ③ 最終的には、10,700ha(植物系繊維資材)と12,000ha(ダイズ根粒菌資材)での普及を図る予定。

## 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 農薬が使用しにくい有機農業分野等における植物系繊維資材の活用で約10億円の経済効果、国内のダイズ生産者への利用を図り、ダイズ生産量の増加を図る(約10億円の経済効果)。
- ② 政府が進める温室効果ガスの削減への取り組みにおいて、農業分野での重要なN<sub>2</sub>Oガス削減技術の基盤となり得る(両資材)。また、有機農業を推進するにあたり対策が難しい土壌病害が起こりにくい土壌環境の形成により農業分野での持続的な開発目標(SDGs)への貢献が可能となる(植物系繊維資材)。ダイズ根粒菌資材の活用により、食料自給率の低い国産ダイズ(自給率7%、平成29年)の生産量増加が見込まれる。

# (30012B) 農耕地からの一酸化二窒素ガス発生を削減し 作物の増収・減農薬を実現する革新的微生物資材の開発

## 研究終了時の達成目標

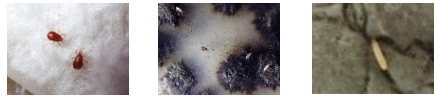
農耕地から発生するN<sub>2</sub>Oガスを削減し、作物の増収を実現する微生物資材を開発する。  
土壌病害対策も可能な植物系繊維資材および育種により選抜したダイズ根粒菌を開発する。

## 研究の主要な成果

### 植物系繊維資材



土壌中の植物系繊維は  
菌食性土壌動物の住処

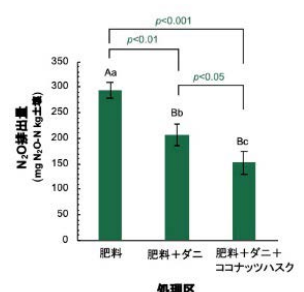


ダニ (萎凋病菌) (半身萎凋病菌) (褐色根腐病菌)

植物系繊維に集まる菌食性土壌動物と  
摂食される植物病原糸状菌

#### 植物系繊維の効果

- ・菌食性土壌動物を集めて増やす
- ・土壌中の植物病原糸状菌の減少
- ・N<sub>2</sub>Oガスを生成する糸状菌の減少



土壌動物(ダニ)が多い  
土壌ではN<sub>2</sub>O排出量が減少

### 植物系繊維資材の病害抑止効果

検討資材	植物病原糸状菌	病害抑止効果	試験規模
植物系繊維	ホウレンソウ萎凋病	○	ポット/コンテナ
	ホウレンソウ立枯病	○	ポット
	ナス半身萎凋病	○	ワグネルポット
	トマト褐色根腐病	○	ワグネルポット/圃場
バチルス付繊維資材*	ホウレンソウ萎凋病	○	ポット
	ホウレンソウ立枯病	○	ポット
	ナス半身萎凋病	○	ワグネルポット

バチルス付繊維資材\*

インドール酢酸生産性を保有することで植物成長促進効果を示し、  
植物病原糸状菌への拮抗能を所持したバチルス株を植物系繊維に吸着させた資材。

### ダイズ根粒菌資材

土着菌との競合的根粒形成能  
が高いN<sub>2</sub>O削減・収量増加型の  
根粒菌を圃場で選抜する技術  
を開発し、マニュアル化した。

これにより各地の圃場にに適した  
根粒菌育種が可能となった。

圃場ルー普育種技術マニュアル  
第1版 2021年2月

0. 概要
1. 圃場資材
- 1.1 成分分析
- 1.2 圃場資材の入庫と保管方法
2. 選抜方法
- 2.1 圃場設計
- 2.2 選抜方法
- 2.3 根粒菌増殖地の設置方法
3. 選定
- 3.1 集菌
- 3.2 根粒発生
- 3.3 収量
4. 分析材料採取
- 4.1 根粒採取
- 4.2 根粒定着率の測定
5. 分析(1) Bradyrhizobium diazoefficiens の選定
- 5.1 PCRによる nosZ 分析
- 5.2 PCRによる 16S-RFLP 分析
6. 分析(2) Multiplex PCR によるグループ分け
7. 選抜根粒菌株の選定と分装・凍蔵

### 根粒菌資材による増収効果

	R2				3圃場 平均増収率
	大正圃場		音更圃場		
	無接種 kg/10a 対比%	nosZ-接種 kg/10a 対比%	無接種 kg/10a 対比%	nosZ-接種 kg/10a 対比%	
無接種	250.2	405.4	272.8		
nosZ-接種	295.1 (118)	383.3 (95)	322.0 (118)		110
X110接種	331.5 (132)	431.8 (107)	300.8 (110)		116
Z110接種	335.1 (134)	423.6 (104)	284.2 (104)		114

根粒菌資材 (X110, Z110)は無接種区に対して3圃場平均14%から16%の増収率を達成(低収圃場では増収効果が高まる傾向にあり、30%超の増収率を確認)

### 根粒菌資材によるN<sub>2</sub>O削減効果

	R2				R2	
	大正圃場		上土幌圃場		処理平均	
	積算量 mgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup>	削減量% 無接種対比 nosZ-接種対比	積算量 mgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup>	削減量% 無接種対比 nosZ-接種対比	無接種対比	nosZ-接種対比
無接種	56.3	-	40.0	-	-	-
nosZ-接種	62.4	-	30.2	-	-	-
X110接種	31.7	44	11.1	72	58	56
Z110接種	37.3	34	23.6	41	37	31

根粒菌資材 (X110, Z110)は無接種区に対して2圃場平均37%から58%のN<sub>2</sub>O削減率を達成

## 今後の展開方向

**植物系繊維資材:** 安定的で効果的な使用方法を検討し、実用化を目指す(資材化は2案想定)。

- ・バチルス付繊維資材(バチルスによる植物成長促進も示す健全な土壌環境の形成資材)
- ・植物系繊維含有堆肥(植物系繊維を堆肥と混合した健全な土壌形成を図る機能性堆肥)

**ダイズ根粒菌資材:** 根粒菌の大量生産方法を確立し、既存の根粒菌資材に置き換えて販売する。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ・温室効果ガス削減への取り組みにおいて、農業分野における重要な技術基盤となる。
- ・健全な土壌環境を形成させ持続的な開発目標(SDGs)に寄与できる(植物系繊維資材)。
- ・食料自給率の低い国産ダイズの増産につながる(ダイズ根粒菌資材)。

## 土壌病害抑制機能を有する微生物と植物による ダイズ土壌伝染性病害防除技術の確立

30013B

分野

農業－畑作物

適応地域

全国

〔研究グループ〕

秋田県立大学、(株)秋田今野商店、朝日アグリア(株)  
タキイ種苗(株)、秋田県農業試験場、新潟県農業総合  
研究所、京都府農林水産技術センター

〔研究統括者〕

秋田県立大学 佐藤 孝

〔研究期間〕

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード ダイズ、土壌病害、黒根腐病、微生物資材、生物燻蒸

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

国内のダイズ生産は収量・品質の低下が大きな問題となっており、黒根腐病や茎疫病などの土壌病害の蔓延が一因となっているが、抜本的な対策技術は構築されていない。これまで、実験室内の培養試験において黒根病菌の増殖を抑制する傾向を示した*Bacillus*属の微生物(抑制微生物)を分離することに成功しているが、その利用特性は不明であった。本研究では、抑制微生物の特徴を踏まえた微生物資材を開発し、カラシナ等の生物燻蒸と組み合わせて、病害多発時収量の30%以上増収できる技術を構築することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① 抑制微生物の増殖特性など、生理的特徴を明らかにした。また、抑制微生物の土壌への定着性、土壌病原菌への影響を明らかにした。
- ② 抑制微生物の大量培養技術、芽胞形成率向上技術を確立した。大量培養した抑制微生物を鶏ふん堆肥をベースとした有機質資材に封入する技術を構築し、特殊肥料として登録して試験販売を開始した。
- ③ 生物燻蒸効果を有するカラシナ類により、黒根腐病菌の増殖が抑制されることを明らかにした。また、ダイズ栽培体系へのカラシナ類の導入条件を明らかにした。
- ④ 圃場条件において抑制微生物を含有する資材(微生物資材)および生物燻蒸による土壌病害軽減効果を確認した。とくに微生物資材の側条(局所)施用では土壌微生物叢改善によりダイズの土壌病害が軽減され、収量も向上することを実証した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① 鶴見拓哉 他. ダイズの土壌病害を抑制する微生物(*Bacillus*属細菌)の分離と利用. 土と微生物 74, 13-19 (2020).
- ② 松田英樹 他. *Bacillus*属細菌を含有する鶏ふんペレットによるダイズ黒根腐病の発病抑制効果. 東北農業研究 73, 29-30 (2020).
- ③ 特許第6824519号 ダイズ黒根腐病防除剤、ダイズ黒根腐病を抑制する微生物資材、及びダイズ黒根腐病防除方法(秋田県立大学)

### 3 今後の展開方向

- ① 微生物資材の効果的な施用量および施用方法を検討し、土壌微生物叢改善による病害軽減効果を高めることにより、収量向上、施用量削減による低コスト生産技術を検討する。
- ② 土壌微生物叢改善による土壌病害軽減効果が高い微生物の分離を試み、土壌病害軽減効果が高い資材を開発する。また、適用品目をダイズ以外の野菜類、花き類について拡大し、病害軽減効果を検証する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、特殊肥料として登録した微生物資材「まめりっち」の普及活動を継続し、年間100tの製造を予定。
- ② 5年後(2025年度)は、土壌微生物叢改善による土壌病害軽減効果が高い新たな微生物を封入した微生物資材を開発するとともに、野菜類、花き類への普及を予定。
- ③ 最終的には、普及目標面積約600ha、微生物資材販売数量約300tの普及を図る予定。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 本技術を導入して収量が30%増加すると仮定して年間約10億円、本微生物資材等の販売で年間約25億円の経済効果が見込まれ、ダイズ、エダマメ栽培農家の経営安定化に貢献できる。
- ② ダイズ等の安定生産が達成され、我が国の食料自給率向上に大きく貢献し、農薬を低減した農業を拡大することにより、環境負荷や生産コストを低減できる。

# (30013B) 土壌病害抑制機能を有する微生物と植物による ダイズ土壌伝染性病害防除技術の確立

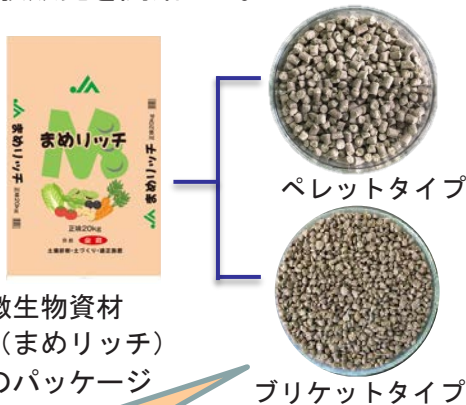
## 研究終了時の達成目標

土壌微生物叢を改善する微生物資材を開発し、生物燻蒸と組み合わせてダイズの土壌病害を軽減し、病害多発時収量の30%以上増収できる技術を構築する。

## 研究の主要な成果

**成果①:** 抑制微生物の生理的特徴や土壌への定着性を調べ、土壌微生物叢改善によるダイズ土壌病害軽減メカニズムを明らかにした。

**成果②:** 資材中の抑制微生物生存数を向上させることに成功した。また、用途別に二種類の微生物資材を製造し、試験販売を開始した。



微生物資材  
(まめリッチ)  
のパッケージ

ブリケットタイプは側条施用(局所施用)にも対応。側条施用の方が資材密度が高くなるため効果的。

**成果④:** 微生物資材の側条施用により、大幅な増収効果が確認された。

※エラーバーは標準誤差(n=3)を示す。慣行区は化成肥料(14-14-14)40kg/10aを全層施用した。鶏ふん区は滅菌した微生物資材200kg/10aを全層施用した。微生物資材全層区は微生物資材200kg/10aを全層施用した。微生物資材側条区は微生物資材50kg/10aを側条施用した。

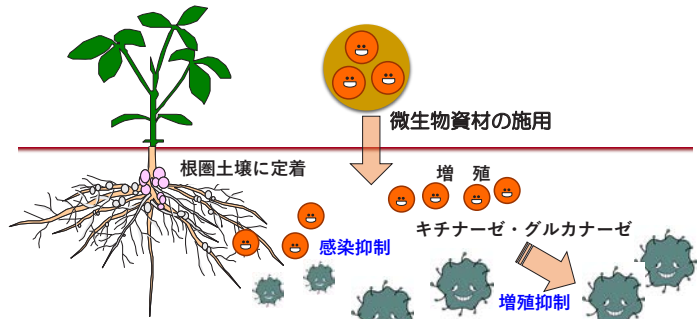


図 微生物資材による土壌微生物叢改善と土壌病害軽減メカニズム

**成果③:** 生産者圃場において、微生物資材と燻蒸植物により、ダイズの土壌病害軽減効果と増収効果が確認された。



写真 播種4週後の根の状態

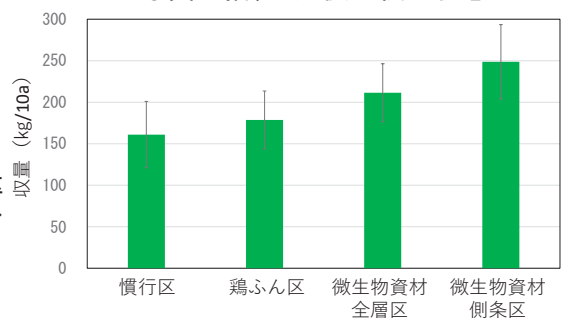


図 ダイズの収量 (2020年度つがる市)

## 今後の展開方向

- ・燻蒸植物と微生物資材の効果的な導入方法の検討 →生産性向上、普及拡大
- ・資材形状と機械適応性(施肥機)の検討 →汎用性拡大と低コスト生産技術
- ・土壌微生物叢改善効果が高い新たな微生物の分離と利用 →土壌病害軽減効果の向上
- ・他品目における病害抑制効果の検証 →ダイズ以外の品目(野菜類、花き類など)への導入

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ・ダイズ、エダマメ収量増加、本微生物資材等の販売 →年間約35億円の経済効果
- ・農薬の削減と生産性向上 →環境負荷や生産コストを低減、食料自給率の向上

## 作業分散・規模拡大のための超省力初冬播き水稻栽培法の確立

30018B

分野

適応地域

農業－水稻 北海道・東北・北陸

【研究グループ】

東京大学, 北海道大学, 秋田県立大学, 九州大学, 弘前大学, 理研, 農研機構, 青森県産業技術センター, 山形県農業総合研究センター, 福島県農業総合センター, (株)ミウラファーム津軽, (株)西部開発農産, (有)穂海農耕, (株)ユタカメイク

【研究統括者】

岩手大学農学部 下野裕之

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 水稻, 直播, 省力栽培, 規模拡大, 作業分散

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

我が国の水稻栽培では、農業従事者数の急激な減少を背景として、経営の規模拡大が求められているが、積雪寒冷地では雪解け後の春の短期間に作業が集中し、規模拡大の時間的余地が無い。そこで、前年の降雪前に播種して越冬させ、春に出芽・生育させる新たな作型「初冬直播き栽培」技術の確立を目的とする。本栽培の最大の制約である低い出芽率を大幅に改善するため、(1)地域ごとの最適な播種時期を明らかにし、(2)出芽率を高める種子コーティング技術ならびに(3)耕起・播種法を開発することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ①高い出芽率を確保するために適した播種時期は、北海道で10月、北東北で10月～11月、南東北、北陸地方で11月であり、寒冷地ほど積雪前の早期播種が有効であることを明らかにした。
- ②出芽率を大幅に高める種子コーティング資材として、春の乾田直播栽培で用いられる種子消毒剤「キヒゲン R-2 フロアブル」(有効成分:チウラム)(米澤化学(株))が最も有効であることを明らかにした。
- ③出芽率を高める耕起・播種法として、浅播きが有効であるとともに、土壌が乾燥している条件では土壌鎮圧が有効であることを明らかにした。
- ④これらを通じ、初冬直播き栽培の出芽率を数%から約50%まで向上させた。

#### 公表した主な特許・論文

- ①及川聡子他. 水稻の初冬直播き栽培における出芽率に及ぼす種子への薬剤処理と採種年の効果. 日本作物学会紀事 90(1), 1-9 (2021).
- ②及川聡子他. 鉄のコーティングは水稻の初冬直播き栽培における出芽率を向上させる. 日本作物学会紀事 88(4), 259-267 (2019).

### 3 今後の展開方向

- ①初冬直播き栽培の実需者である生産者による実証試験を通じ、施肥法、病虫害防除法などを含めた総合的な技術体系の確立を目指す。
- ②初冬直播き栽培技術の研究会を立ち上げることで普及を促進する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、出芽以降の施肥法、病虫害防除法などを含めた総合的な技術体系を確立する。
- ② 5年後(2025年度)は、初冬直播き栽培の普及面積を篤農家を中心に1000 haまで拡大する。
- ③ 最終的には、新たな作型としての初冬直播き技術が一般的な農家の選択肢となる技術へ高度化する。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 初冬直播き栽培が普及することにより、コメの生産コストが約10%削減される。これを積雪寒冷地である北海道・東北・北陸地方で合計すると、約176億円の経済効果が見込まれる。
- ② 初冬直播き栽培は、農業従事者数の急激な減少に対して、経営体のさらなる規模拡大を可能にして、コメの生産を安定化させる。これを通じて、気候変動が拡大し、世界の食料需給が逼迫する中、食料安全保障への貢献が期待される。

# (30018B) 作業分散・規模拡大のための超省力初冬播き水稻栽培法の確立

## 研究終了時の達成目標

初冬直播き栽培の最大の制約である越冬後の低い出芽率を改善するため、地域ごとの最適な播種時期、出芽率を高める種子コーティング技術ならびに耕起・播種法を開発する。

## 研究の主要な成果

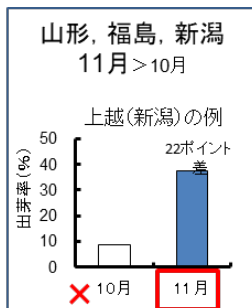
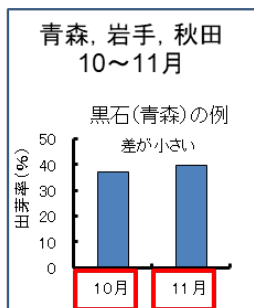
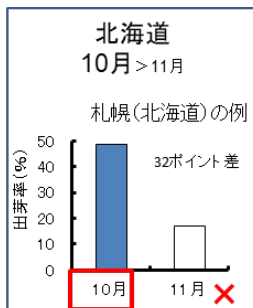
初冬の農閑期に播種



越冬



実りの秋



**キーテク1: 最適な播種期**  
出芽率を高める播種時期は10月~11月の間で寒冷地ほど早い播種で出芽率向上 → 播種期の幅を従来の「春」のみから「初冬」に拡大する新たな作型を提案。最大で播種時期により出芽率に32ポイントの違い。



**キーテク2: 種子コーティング技術**  
出芽率を高めるコーティング資材としてキヒゲンR-2フロアブル(米澤化学(株))を40種類以上の資材や生理活性物質等から特定、効果を全国で確認。 → 出芽率プラス20ポイント以上高める効果。

雪融け後の春



出芽時



鎮圧あり

鎮圧なし

鎮圧あり

鎮圧なし

### キーテク3: 土壌鎮圧

初冬直播きでの翌年の生存率を高めるには浅播きが有効、土壌が乾燥している地域では土壌鎮圧が有効 → 出芽率をプラス10ポイント以上高める効果

## 今後の展開方向

実需者である生産者による実証試験を通じ、施肥法、病害虫防除法などを含めた総合的な技術体系の確立を行うとともに、研究会を通じた技術の普及に取り組む。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

担い手の高齢化が進む中、新たな機械投資なしで経営の規模拡大を可能にし、経営の安定化に貢献する。また、コメの生産を維持して、国民の食料安全保障に貢献する。



## 日本発！種子イチゴ苗を1/3の価格で提供してイチゴ生産を180度転換～ゲノム情報を活用した雄性不稔利用種子イチゴ品種開発

30020B

分野

農業一野菜

適応地域

全国

【研究グループ】

福岡県農林業総合試験場、農研機構野菜花き研究部門  
かずさDNA研究所、明治大学

【研究統括者】

福岡県農林業総合試験場 和田卓也

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード イチゴ、種子繁殖、雄性不稔、ゲノム選抜、DNAマーカー

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

種子繁殖型イチゴは、イチゴ栽培を軽労化する画期的技術であるが、現行品種は手作業による採種を基本とするため種子価格が高い。このため、導入しやすい価格で種苗の提供が可能な技術開発が課題となっている。本課題では、雄性不稔によるF<sub>1</sub>採種の効率化を目指し、イチゴの雄性不稔および雌性稔性に関する選抜用DNAマーカーを開発し、ゲノム選抜によるF<sub>1</sub>の組合せ能力検定試験の効率化を通じて、世界初の雄性不稔性利用種子繁殖型イチゴF<sub>1</sub>系統を2系統以上開発することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① 栽培イチゴの雄性不稔性に関与する3領域について、高精度選抜用DNAマーカーを開発した。また、雌性稔性回復性に関するゲノム領域2領域を明らかにして、選抜用DNAマーカーを開発した。
- ② 親系統のゲノムワイドな遺伝子型多型情報を利用して、F<sub>1</sub>系統の果実形質の予測が可能なゲノム選抜モデルを開発した。
- ③ 世界初の雄性不稔利用イチゴ種子親系統を10系統開発した。
- ④ 現行品種と同等以上の栽培特性・果実特性を示す有望F<sub>1</sub>系統を11系統開発した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Wada, T., *et al.* Detection of Chromosomal Regions for Male Sterility in the Cultivated Strawberry *Fragaria × ananassa* Duch. Hort. J. 89: 147-160 (2020).
- ② Yamamoto, E., *et al.* Genomic Selection for F<sub>1</sub> Hybrid Breeding in Strawberry (*Fragaria × ananassa*). Frontiers in Plant Science 12: 308 (2021).

### 3 今後の展開方向

- ① 選定した最有望系統について、普及対象地域での現地試験結果も踏まえて、栽培マニュアル・育苗マニュアル・採種マニュアルの策定を行う。
- ② 最有望系統について、生食用および加工用の適性評価試験から、最適な用途を明らかにし、最終的に選定された系統について種苗法に基づく品種登録を行って、一般栽培を開始する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)には、普及対象地域での現地適応性評価試験を開始する。また、有望系統の育苗・栽培のための暫定マニュアルを策定する。
- ② 5年後(2025年度)には、品種登録を行い、一般栽培(2ha)を開始する予定。
- ③ 最終的には、育成した品種を全国の種子イチゴの主力品種として2,000haの普及を図る予定。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 開発される種子イチゴ品種の普及で、イチゴの種子ビジネス拡大効果は約25億円、加工産業への波及効果は約400億円見込まれる。また、国際的にも競争力ある価格でイチゴを生産できることから、イチゴ輸出の大幅な拡大(20億円→200億円)に貢献できる。
- ② 開発品種は栄養繁殖を行う重労働からイチゴ農家を解放することから、イチゴを魅力ある栽培品目に転換できる。また、イチゴ産出量が増加することで、手ごろな価格で消費者にイチゴを提供することが可能となり、イチゴの購買量・消費量が増加する。イチゴはビタミンCやポリフェノールを豊富に含む栄養価の高い食材であり、食を通じた健康増進・疾病予防に貢献できる。

(30020B) 日本発！種子イチゴ苗を1/3の価格で提供してイチゴ生産を180度転換～  
ゲノム情報を活用した雄性不稔利用種子イチゴ品種開発

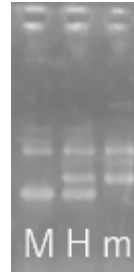
研究終了時の達成目標

世界初の雄性不稔性利用種子繁殖型イチゴF<sub>1</sub>系統を2系統以上開発



研究の主要な成果

1. F<sub>1</sub>種子の採種を効率化する、イチゴの雄性不稔性およびF<sub>1</sub>種子採種量の安定化に貢献する雌性稔性回復性に関する選抜用DNAマーカーを開発



左図は雄性不稔性選抜用マーカー。「m」のパターンを示す個体を選ぶことで、雄性不稔性を示すイチゴを選抜できる

計画的に可稔・不稔個体を選抜

2. ゲノムワイドな遺伝子型多型情報を利用して、イチゴの重要形質をゲノム情報から利用可能な選抜モデルを構築

形質	相関係数
果実硬度	0.87
果実色	0.93
収穫果数	0.70

左表の数値が高いほど、正確に農業形質の予測が可能

栽培せずに、優良イチゴを選抜

3. 世界初の雄性不稔利用F<sub>1</sub>系統を開発

普及性のある価格で、イチゴ種子を提供



有望F<sub>1</sub>系統

今後の展開方向

育苗・栽培・採種マニュアルの策定



開発品種のスムーズな現地普及

ゲノム情報利用種子イチゴ育種マニュアル



開発技術の全国展開

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

種子イチゴビジネス 25億円拡大  
ジャム加工など関連産業 400億円拡大  
イチゴ輸出200億円にアップ！



イチゴ産業を成長産業へ転換



生産方式大転換！低紫外線下でも着色優良な単為結果性ナス新品種育種技術の開発

30021B

分野 農業-野菜  
適応地域 全国

〔研究グループ〕  
福岡県農林業総合試験場  
農研機構 野菜花き研究部門  
〔研究統括者〕  
福岡県農林業総合試験場 下村 克己

〔研究期間〕  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード ナス、低紫外線、果皮着色優良、単為結果性、DNAマーカー

1 研究の目的・終了時の達成目標

近年、農業の生産現場においてもグローバルGAPなどの取得が「食の安全」を確保する上で重要になっており、適正な病害虫管理についても化学的農薬に極力頼らないで済む生産技術が求められている。このため、葉菜類で利用が広がっている紫外線カットフィルムの利用を可能とする「低紫外線下でも果皮着色が優良な単為結果性ナス育種素材育成」と、効率的な育種を可能とするDNAマーカー開発による「低紫外線下でも着色優良な単為結果性ナス新品種育種技術開発」を達成目標とする。

2 研究の主要な成果

- ① 低紫外線下での着色優良系統及び着色不良品種「熊本長」由来のF<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 集団を紫外線除去条件下において栽培、評価して、紫外線非依存型着色優良性には2つの遺伝子座が関与することを明らかにした。
- ② 紫外線非依存型着色優良単為結果性ナス育種素材として有望なナス着色優良系統を2系統育成した。また、この2系統以外に、育種素材候補となる新たな着色優良系統を125系統育成した。
- ③ 育種の効率化のための実用的なDNAマーカーを4種類開発した。また、更に簡易な選抜を可能とするKASPマーカーを4種類開発し、実用的なマーカー選抜技術として確立した。
- ④ 紫外線非依存型着色優良候補遺伝子の探索を実施し、低紫外線下での着色優良を可能とする原因候補遺伝子を4つ明らかにした。

3 今後の展開方向

- ① 低紫外線下でも着色優良な単為結果性ナス新品種開発の際は、できるだけ安価でかつF<sub>1</sub>品種であることが望ましいことから、育成した育種素材2系統のうち種子親側へ雄性不稔性を付与する予定である。
- ② 育成した系統の母本は、日持ち性や低温肥大性に優れることから、保有、育成してきた系統からそれらに優れる系統を選抜し、国策である輸出拡大や脱カーボンに寄与する品種育成に資する。

【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、雄性不稔性を付与した素材を育成し、種苗増殖に向けた課題の整理を種苗会社と開始するほか、日持ち性の評価試験を実施。
- ② 5年後(2025年度)は、低紫外線着色優良単為結果性ナス新品種を育成。
- ③ 最終的には、低農薬、軽装での生産が可能なナスや輸出農産物の1アイテムとして全国に普及。

4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 作業環境改善による2割程度の規模拡大実現により50億円程度の経済効果が見込まれるほか、輸出農産物の1アイテムとして活用が広がれば輸出拡大に貢献できる。
- ② 作業環境改善により、雇用確保、規模拡大が実現し、生産者にとってはより楽で低コストなナス生産が可能となり、消費者にとってはより安全、安心なナスを低価格で購入できることが期待できる。

## (30021B)生産方式大転換！

### 低紫外線下でも着色優良な単為結果性ナス新品種育種技術の開発

#### 研究終了時の達成目標

低紫外線下でも果皮着色が優良な単為結果性ナス育種素材と効率的な育種を可能とするDNAマーカーを開発する。

#### 研究の主要な成果

- 低紫外線下でも果皮着色が優良な単為結果性ナス育種素材を開発



16-457



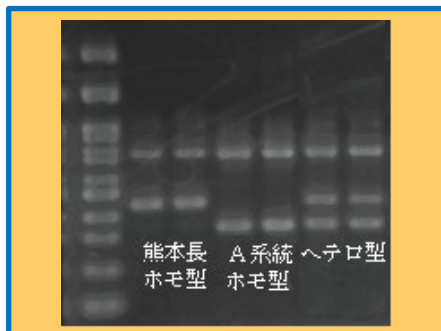
06-1180

※紫外線除去下での果実

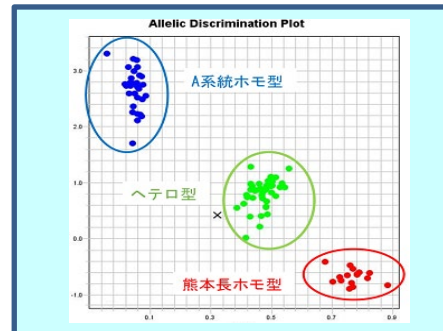
★ 育成した2つの着色優良  
単為結果性ナス系統

★上記2系統以外にも果形の変化に富む多数の果皮着色優良素材を開発  
→ それらを活用して、多様なナス品種を生産する国内産地に適応可！

- 効率的な育種を可能とする実用的なDNAマーカーを開発(2手法を確立)



アガロースゲル電気泳動法



KASP法

★上記手法においてA系統(着色優良系統)ホモ型を選抜！

#### 今後の展開方向

- ① 開発した育種素材と選抜用DNAマーカーを用いて、果実の着色に紫外線を必要としない単為結果性ナス新品種を育成
- ② 効率的な種子生産に不可欠な雄性不稔性を有する種子親を育成

#### 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 果形に富む果皮着色優良育種素材により多様なナス品種の育成が可能  
→ 特徴ある多様なナス品種を生産する国内産地に適応可
- ② 慣行品種と比較して明らかに優れる日持ち性  
→ 品質・安全性の観点から評価の高い日本の輸出農産物の1アイテムとして有望
- ③ 作業環境改善により、雇用確保、規模拡大が実現  
→ 生産者はより楽で低コストなナス生産が、消費者はより安全、安心な低価格ナス購入が可能

# イノベーション創出強化研究推進事業(応用研究ステージ)/研究紹介2021

## 新育種技術によるアクリルアミド前駆体低濃度の加工用及び 用途拡大でん粉原料用のバレイショ品種の開発

30022B

分野  
農業-畑作物

適応地域  
全国

【研究グループ】

弘前大学農学生命科学部、農研機構生物機能利用研究部門、平成30年～令和2年(3年間)  
カルビーポテト株式会社、松谷化学工業株式会社

【研究期間】

【研究統括者】

弘前大学農学生命科学部 赤田 辰治

キーワード バレイショ、接ぎ木、エピゲノム編集、アクリルアミド前駆体、低アミロース

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

本研究グループにより開発された新育種技術「接ぎ木によるエピゲノム編集体獲得法」は、接ぎ木によって遺伝子組換え体の穂木から非組換え体台木への\*siRNA篩管輸送を促し、標的遺伝子プロモーターのDNAメチル化誘導による転写抑制を施した再分化個体を得る技術である。これにより、下記2点の重要課題を解決することを達成目標とした。(1)アクリルアミド前駆体が低減したエピゲノム編集バレイショ品種候補を開発する。(2)低アミロースでん粉を産生するエピゲノム編集バレイショ品種候補を開発する。

\* siRNA (small interfering RNA) ; 遺伝子抑制に関与する低分子RNAの総称

### 2 研究の主要な成果

- ①マイクロチューバーによる塊茎発現遺伝子等の迅速な解析システムを構築した。これにより開発したエピゲノム編集バレイショ塊茎の評価の加速化が可能となった。
- ②遺伝子組換え体穂木を接ぎ木した非組換え体台木から得られた再分化植物体に外来DNAが含まれないことを次世代シーケンス解析で確認した。
- ③エピゲノム編集候補系統のほ場栽培を実施した。本新育種技術で作出した農作物の野外栽培は日本初である。
- ④遺伝子組換えGBSS/エピゲノム編集「ワセシロ」系統(WS-GBSS-Epi-t33)の塊茎における標的DNAのメチル化維持と、塊茎由来でん粉のアミロース含量の低下及び加工特性の向上を確認した。
- ⑤遺伝子組換えVinv/エピゲノム編集「ワセシロ」系統(WS-Vinv-Epi-t89)の解析から、Vinv遺伝子プロモーター領域はエピゲノム状態に不安定性が見いだされ、標的遺伝子として不適であることが判明した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Wakasa, Y. et al. Rapid analysis of GBSS1 and Vinv genes expressed in potato tubers using microtubers produced in liquid culture medium. Plant Cell Reports 39, 1415-1424 (2020).

### 3 今後の展開方向

- ①エピゲノム編集バレイショ系統の作出を継続するとともに、得られる優良系統の品質安定性等の評価を実施する。また、「一般ほ場における栽培試験の実施計画」を策定し、その内容に対する意見聴取を進める。
- ②バレイショでの成果を接ぎ木を利用する果樹など他の作目にも展開できる可能性について積極的に検討する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)には作出した優良系統バレイショの品質安定性等の評価を実施する。
- ② 5年後(2025年度)には、一般ほ場における栽培に向けて準備を進めるとともに、消費者への情報発信による社会受容に努める。
- ③ 最終的には、作出したでん粉用エピゲノム編集バレイショの年間生産量で50千トンを目指す。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① バレイショでん粉の国内市場規模は約280億円である。低アミロース化によるバレイショでん粉の高付加価値化によりバレイショでん粉産業界の活性化に大きく寄与すると期待される。
- ② 新たな機能が付与されたエピゲノム編集による改良作物の育成とそれらから波及する産業の活性化が実現される。

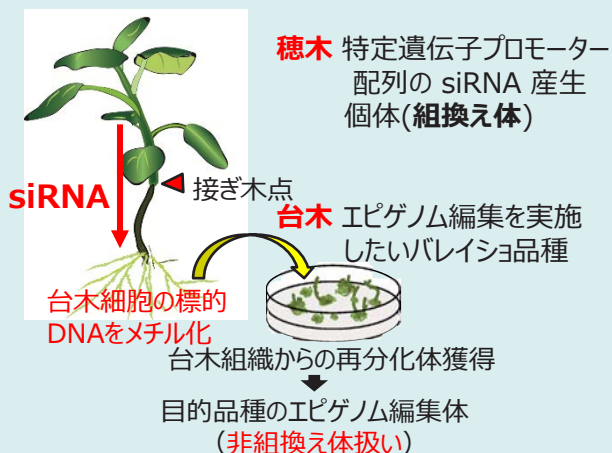
# (30022B)新育種技術によるアクリルアミド前駆体低濃度の加工用及び用途拡大でん粉原料用のバレイショ品種の開発

## 研究終了時の達成目標

- ① アクリルアミド前駆体が低減したエピゲノム編集バレイショ品種候補を開発する。
- ② 低アミロースでん粉を産生するエピゲノム編集バレイショ品種候補を開発する。

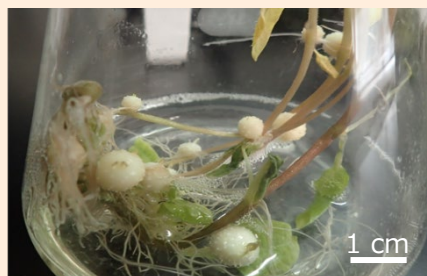
## 研究の主要な成果

### 接ぎ木による特定siRNAの篩管輸送



穂木からの外来DNAは含まれない

### マイクロチューバー利用による評価の加速化



短期間(4週間程度)、フラスコ 1本で必要数の獲得可 通常の塊茎と同様の遺伝子発現プロファイル

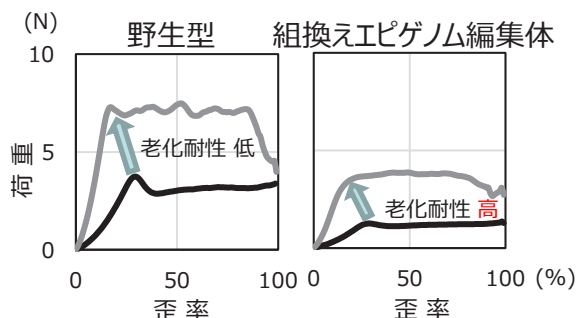
### エピゲノム編集バレイショ系統のほ場栽培



初めての地床栽培試験の実施

通常のバレイショ栽培と同レベルの収量を確認

### 低アミロース化でん粉の加工特性



クリープメーターによるでん粉ゲル強度の測定 (濃色: 常温2日後, 淡色: 冷蔵2日後)

でん粉ゲルの老化耐性向上

## 今後の展開方向

エピゲノム編集バレイショ系統の作出を継続するとともに、得られる優良系統の品質安定性等の評価を実施する。また、「一般ほ場における栽培試験の実施計画」を策定し、その内容に対する意見聴取を進める。接ぎ木を利用する果樹などで本技術による育種を試みる。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

低アミロースバレイショでん粉を用いた新規製品を開発する。あるいはこれまで輸入で賄ってきた別種由来でん粉の代替として使用することで、国内バレイショ生産物の消費増大や新産業創出に繋げる。

## 省力化を担保した丈夫な乳用後継牛を育成する高度哺育プログラムの開発

30019B

**分野** 畜産-飼養管理  
**適応地域** 全国

**【研究グループ】**

広島大学、千葉県畜産総合研究センター、神奈川県畜産技術センター、  
埼玉県農業技術研究センター、富山県農林水産総合技術センター畜産研究所  
石川県農林総合研究センター畜産試験場、鳥取県畜産技術センター  
宮崎県畜産試験場、信州大学、農研機構畜産研究部門(つくば研究拠点)  
株式会社ワイピーテック全国酪農業協同組合連合会

**【研究統括者】**

広島大学 杉野 利久

**【研究期間】**

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 乳牛、健全性、哺育管理、代用乳、高栄養哺乳

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

哺育期は下痢や肺炎等の疾病の発生率が依然として高い状況にあるとともに乳牛の短命化がより大きな課題である。このため、乳用雌子牛は確実かつ丈夫で能力の高い後継牛として育成することが必須であるが、現在の酪農現場では労働負荷の軽減も急務である。本事業では、発育および腸管機能発達に効果のある中鎖脂肪酸および酪酸を用い機能性を高めた代用乳による省力的かつ効率的な高栄養哺乳技術の開発を達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ①高栄養哺乳を10日齢まで前倒し6週齢で早く離乳させても、現行の高栄養哺乳プログラムと同じ発育が得られ、代用乳給与量を43kg/頭から35kg/頭に削減できた。
- ②中鎖脂肪酸による代用乳の機能強化は繁殖機能に良い効果があり、慣行的な高栄養哺乳と比較して41週齢時までに初回排卵した個体が30%以上増加した。
- ③酪酸により中鎖脂肪酸の発育促進作用が増強され、哺乳ロボットを視野に入れた哺乳プログラムでは、市販代用乳と比較し、13週齢時の体重が約5kg、体高が約5cm高まった。
- ④代用乳への酪酸添加により糞スコアの低下(下痢症軽減)が認められた。

#### 公表した主な特許・論文

- ① 特願 2020-201896 特許名 代用乳用組成物、代用乳 (出願人: 全国酪農業協同組合連合会、広島大学、神奈川県、埼玉県、富山県、石川県、株式会社ワイピーテック)

### 3 今後の展開方向

- ①特許出願した機能強化代用乳の製造と市販化を目指した高度哺育プログラムの実証試験を実施し、本技術の普及を図る。
- ②特許出願した機能強化代用乳の効果をさらに高めるため、高度哺育プログラムに適した離乳移行プログラムと人工乳の開発を目指す。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2021年度から、開発した高度哺育プログラムの普及を、商業誌、セミナー等を介して開始する。
- ② 5年後(2025年度)には、機能強化代用乳の市販化し、全国への普及を開始する。
- ③ 最終的には、機能強化代用乳の国内シェア率10%を目指す。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 機能強化代用乳と高度哺育プログラムの普及により、子牛の死亡率低下と高能力で丈夫な乳用後継牛の供給に貢献できる。
- ② 高能力で丈夫な乳用後継牛の供給は、酪農経営の安定と生乳の安定供給の実現と、更新のための育成牛の保有頭数を削減できることによる和牛子牛の生産拡大を実現し、安定かつ持続的な国民への牛乳および牛肉供給に貢献できる。

(30019B) 省力化を担保した丈夫な乳用後継牛を育成する高度哺育プログラムの開発

研究終了時の達成目標

発育および腸管機能発達に効果のある中鎖脂肪酸および酪酸を用い機能性を高めた代用乳による省力的かつ効率的な高栄養哺育技術の開発

研究の主要な成果

① 現状の哺育管理プログラムの問題点

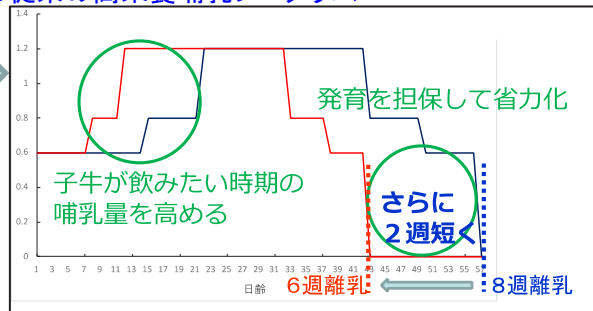
現状の哺育管理プログラムは？

**標準哺育プログラム: 反芻促進重視 (6週齢離乳)**  
 哺乳量 < 人工乳(離乳食) 摂取量  
 メリット: 省力、コスト↓  
 デメリット: 健全性と発育に問題

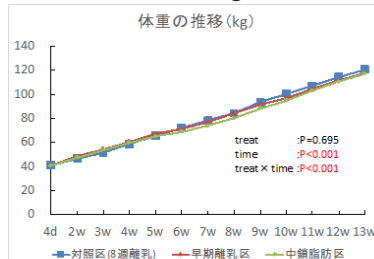
**高栄養哺育プログラム: 発育重視 (8週齢離乳)**  
 哺乳量 > 人工乳(離乳食) 摂取量  
 メリット: 健全性と発育が良好  
 デメリット: 反芻胃発達が遅い、作業負担コスト↑

どちらもう長一短？

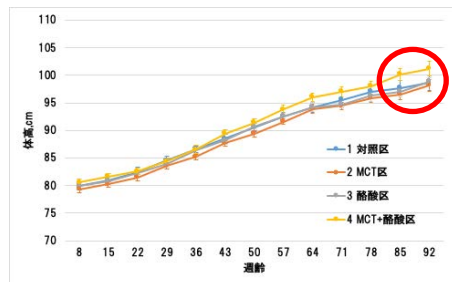
② 双方のメリットを機能性栄養素(中鎖脂肪酸と酪酸)で融合  
 赤: 高度哺育プログラム  
 青: 従来の高栄養哺育プログラム



③ 飲みたい時期に飲ませることで早く離乳しても(早期離乳、中鎖脂肪酸区)発育は従来法と変わらない(8kgの粉ミルク削減)

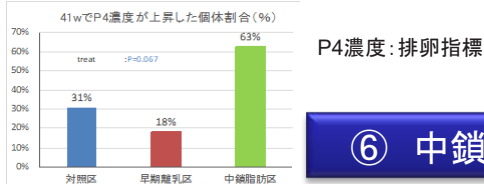


⑤ 酪酸は中鎖脂肪酸の発育促進機能を高める。



自動哺乳ロボットを視野に入れた実証試験における体高(身長)推移  
 対照区: 現市販代用乳 (n=16)  
 MCT区: 中鎖脂肪酸添加代用乳 (n=16)  
 酪酸区: 現市販代用乳+酪酸油脂 (n=16)  
 MCT+酪酸区: 中鎖脂肪酸添加代用乳+酪酸油脂 (n=16)

④ しかも中鎖脂肪酸強化で初回排卵が早まる



⑥ 中鎖脂肪酸と酪酸で機能強化した代用乳を特許出願

今後の展開方向

機能強化代用乳を用いた高度哺育プログラムの実証試験を実施し、社会実装をめざす。



見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

高能力で丈夫な乳用後継牛を供給することで、酪農経営の安定と生乳の安定供給を実現し、持続的な国民への牛乳供給に貢献できる。





## AI技術を活用した森林施業集約化のための効率的調査技術の開発

30014B

**分野** 林業・林産  
一経営・管理

**適応地域** 北陸

【研究グループ】  
石川県農林総合研究センター、金沢工業大学、  
石川県森林組合連合会、(株)エイブルコンピュータ  
【研究統括者】  
石川県農林総合研究センター 矢田 豊

【研究期間】  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード スギ・ヒノキ・コナラ、UAVオルソ画像、全天球画像、深層学習、森林調査

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

国内の森林資源は成熟し、本格的な利用期を迎える一方で、森林所有者の高齢化や不在化が進んでおり、適切な森林整備の推進によって「林業の成長産業化」を実現していくためには、森林施業の集約化促進が不可欠である。このため、多大な時間と労力が必要な森林調査業務において新たにAI技術を活用することによって森林整備の計画的な推進に寄与することを目的として、森林境界の抽出率90%以上等を目標とする森林画像認識AIエンジンを開発し、森林組合職員等が使いやすいWebアプリを試作する。

### 2 研究の主要な成果

- ① UAVオルソ画像から樹種を判別するAIエンジンを開発し、森林境界の抽出率90%を達成した。
- ② 林内全天球画像から材積および原木品質(A材:B材:C材比)を推定するAIエンジンを開発し、調査林分0.1haあたり12点の撮影調査により、推定誤差10%を達成した。
- ③ 上記①、②等の森林画像認識AIエンジンと、関連画像処理機能などを組み込んだ、森林組合職員等が使いやすいWebアプリ(試作版)を開発した。
- ④ 高解像度衛星画像から材積推定を行うAIエンジン(推定誤差15%)を開発した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① 矢田豊他. 深層学習による森林画像の分析とその活用—UAVオルソ画像と林内全天球画像を対象とした森林資源情報等の推定—. 中部森林研究 69, (2021)印刷中
- ② 矢田豊. 石川県におけるUAVを活用した森林資源量調査実用化への取り組み. 森林利用学会誌 35(1), 67-69 (2020)
- ③ 渥美幸大他. コナラ高齢林分における材積量およびシイタケ原木採材本数の推定式. 石川県農林総合研究センター林業試験場研究報告51, 1-5 (2020)

### 3 今後の展開方向

- ① より広範な林相・撮影条件の森林画像に対する実用度評価を行い、東北～九州程度の範囲の森林において実用に耐えるAIエンジンの開発を目指す。
- ② 開発アプリのユーザーインターフェースのさらなる改善および補完機能の追加と、継続的な精度向上のための学習データセット収集のしくみづくりを検討する。
- ③ 作業効率・推定精度・汎用性向上のために、UAV空撮技術や推定モデル改善の研究を実施する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 令和3年度に石川県外の事業体も対象とした実証運用を開始し、令和4年度に製品版Webアプリをリリース予定。
- ② 令和7年度までに、全都道府県の約3割において利用実績を得ることを目標とする。

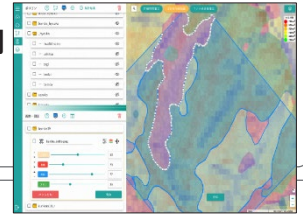
### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 製品版Webアプリの普及により、林業事業体が施業対象地の取りまとめのために要していた作業期間を少なくとも20%程度短縮することが期待でき、石川県内の林業生産額を対象とした試算では、山元での木材生産額が年間約69百万円増加する。
- ② 本研究の成果によって全国各地で施業地の集約化を図ることができ、適切な森林整備の推進に寄与するとともに利用期を迎えた森林資源の循環利用が促進されることから、森林の持つ多面的機能の持続的な発揮、山村地域における雇用の場の提供や地域振興等によって「林業の成長産業化」につながる。

# (30014B) AI技術を活用した森林施業集約化のための効率的調査技術の開発

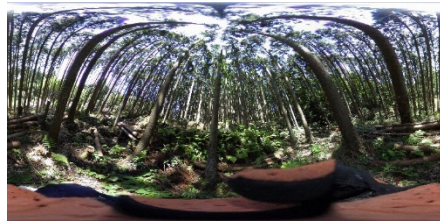
## 研究終了時の達成目標

森林境界や材積の推定誤差10%以内等を目指とする森林画像認識AIエンジンを開発し、同エンジンを実装した、森林組合職員等が使いやすいWebアプリ試作版を開発。



## 研究の主要な成果

上記目標を、ほぼ達成するAIエンジンを開発！



林内全天球画像



材積、A材:B材:C材比



ドローン画像

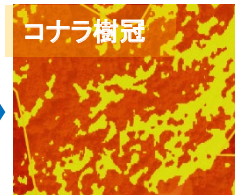
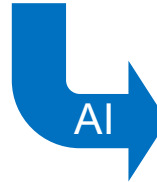


樹種区分



森林境界

黄:推定線 赤:正解線



黄:コナラ 赤:他樹種

コナラ材積、  
きのこ原木  
採材本数

Webアプリ  
(試作版)  
を開発！



ドローンで撮影できない範囲の材積推定等を目的として、高解像度衛星画像からスギ林の材積を推定するためのAIエンジンを開発。→ 同一の衛星画像の範囲のデータでAIの学習を行った場合、推定精度誤差15%以内を達成。



誤差  
15%以内

## 今後の展開方向

作業効率向上のための、ドローン林内空撮技術の開発等も実施

- ① 令和3年度: 石川県外の事業体を含む実証運用開始予定
- ② 令和4年度: 製品版アプリをリリース予定



## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 製品版アプリの普及により、林業事業者が施業対象地の取りまとめのために要していた作業期間を、20%程度短縮することが期待できる。
- ② 本研究の成果により、利用期を迎えた森林資源の循環利用が促進されることから、森林の持つ多面的機能の持続的な発揮、山村地域における雇用の場の提供や地域振興等によって「林業の成長産業化」の実現に貢献する。

フリー配偶体の活用とサポート技術によるワカメ養殖のレジリエンス強化と生産性革命

30015B

分野 水産—養殖  
適応地域 全国

〔研究グループ〕  
水産研究・教育機構、徳島県水産研究課、大阪府立環境農林水産総合研究所、徳島大学  
〔研究統括者〕  
水産研究・教育機構 吉田 吾郎

〔研究期間〕  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード ワカメ、気候変動、種苗生産、高温耐性、食害対策

1 研究の目的・終了時の達成目標

近年の気象・海洋環境の変化は、種苗生産の不調や育苗期の幼芽の成長不良、魚類による食害を通じて、ワカメ養殖の生産量に深刻な影響を及ぼしている。本研究では、育成・管理や系統保存に利便性の高い「フリー配偶体」(配偶体:ワカメ生活史における微小世代)を活用して、気象条件に影響を受けない安定した種苗生産を達成すること、異なる系統の配偶体の交雑により高温耐性を有した養殖用株を作出すること、さらに原因魚の生態解明に基づく食害対策技術を開発することを達成目標とする。

2 研究の主要な成果

- ① フリー配偶体を直接種苗糸に塗布する「塗布法」と屋内での育成管理により、歩留まり(養殖に使用できる割合)90%以上の種苗糸を産業規模(数千m)で生産するとともに、種苗生産期間を大幅に短縮した。
- ② 従来の養殖ワカメの♀配偶体と、暖海性天然ワカメの♂配偶体の交雑により、従来ワカメより育苗期に高温に強く(27℃まで生残)、収穫量が最大1.5倍の新株を作出した。
- ③ 生産者が自らで海洋環境を把握しながら養殖スケジュールを調整できることを目途に、自作可能な低コストのリアルタイム水温観測システムを開発し、製作マニュアルを作成・配布した。
- ④ ワカメに残った食痕から食害の原因魚を特定する技術を開発するとともに、現地調査により食害魚の出現と水温・潮流等の物理的要因の関係等の生態的特性を把握し、それに基づく防除技術を提案した。

公表した主な特許・論文

- ① 棚田教生他. フリー配偶体と塗布法を用いたワカメの種苗生産法の生産現場における実用化. Algal Resources 13, 111-115 (2020).
- ② 村瀬昇他. 徳島県鳴門産ワカメ養殖品種と椿町産暖海性天然ワカメの交雑種苗の高温下での生長特性. 水産大学校研究報告 69(4), 81-88 (2021).
- ③ 野田幹雄他. クロダイ成魚による養殖ワカメの食痕の特徴と採餌行動. 水産大学校研究報告 69(4), 93-101 (2021).

3 今後の展開方向

- ① 高温耐性株のみならず、フリー配偶体を活用した交雑により、生産者・消費者のニーズに適合した新たなワカメ品種を開発し、「地域ブランド」の確立とそれによる地域産業の振興/社会の活性化をはかる。
- ② 気象・海況条件に影響を受けない安定した種苗供給技術と、実効性のある食害対策技術の確立と普及により、国内ワカメ養殖業の安定化に貢献する。

【今後の開発・普及目標】

- ① 2024年を目途に、開発した高温耐性株の品種登録を行うとともに、生産者ニーズの高い栄養塩の少ない海域でも好色調を保持する株と、消費者ニーズの高い好食感株を開発する。
- ② 「安定的種苗供給技術」と「実効性のある食害対策技術」のマニュアル化と普及をはかる。
- ③ 西日本主産地において2010年代に大きく低迷した種苗の販売実績を50%(種苗糸5万m)回復させる。

4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 高品質ワカメの種苗の安定供給と普及により、モデル地域としての西日本の主産地において、生産額にして5億円の養殖ワカメの増産が見込まれ(近年の同地域の実績の+50%)、経営安定化に貢献できる。
- ② 新品種作出技術の一般化と、安定種苗供給・食害対策技術の普及により、多様な「地域ブランド」ワカメの確立と、気候変動下での養殖経営の安定化がすすみ、国産ワカメの生産増大と国民への安定供給が可能となる。

(30015B)

## フリー配偶体の活用とサポート技術による ワカメ養殖のレジリエンス強化と生産性革命

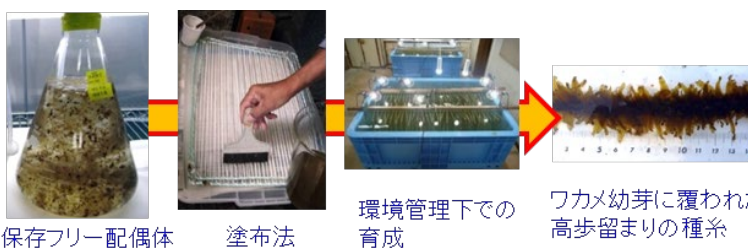
### 研究終了時の達成目標

気候変動に負けないワカメ養殖を確立するために、気象条件に影響を受けない安定した種苗生産技術、高温耐性を持つ優良株、食害対策技術の開発を行う。

### 研究の主要な成果

#### 1. フリー配偶体と塗布法により 安定・効率的な種苗生産を実現！

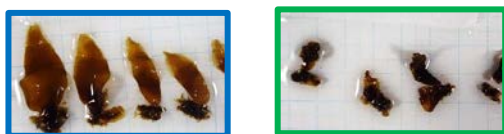
従来、配偶体は春～秋に屋外水槽で粗放的に管理されており、猛暑等の影響で種苗の歩留まり(養殖に用いることのできる種苗系の割合)が低迷し、種苗不足に陥っていた。



今回、フリー配偶体を直接種苗系に塗布する塗布法と屋内での育成管理により90%を超える高歩留まり(従来は20～50%)の種苗系を産業規模(数千m)で、生産することに成功した。また、種苗生産の期間も従来の半年から1カ月半程度に大幅に短縮された。

#### 2. フリー配偶体の交雑により 高温耐性・高収穫性の新株を作出

秋の育苗期の高水温はワカメ幼芽の芽落ちを引き起こす。鳴門産養殖ワカメと暖海性天然ワカメの交雑により、幼芽期に高水温に強く、従来の1.5倍の収穫を見込める新株を作出した。



高水温(25℃)下の交雑株(左)と従来株(右)のワカメ幼芽



開発は生産者との協働で行った。



「フリー配偶体によるワカメの種苗生産マニュアル」 問合せ先  
 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課  
 (TEL 088-688-0555)  
 大阪府立環境農林水産総合研究所水産研究部  
 (TEL 072-495-5252)

#### 3. 食害の実態解明と原因魚の生態特性に基づいた対策の提案



養殖場における食害魚の出現と水温・潮流の関係等生態特性を明らかにし、これに基づいた防除等を提案した。また、生産者が自作できるローコスト水温観測システムを構築した。

### 今後の展開方向

- ・優良な「一代雑種」ワカメを作出し、品種登録を通じて多様な地域ブランドを確立
- ・安定した種苗供給、実効的な食害対策でワカメ養殖の経営安定・振興をはかる

### 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ・ワカメ養殖経営の安定で担い手育成・地域社会の活性化へ
- ・安全・安心で高品質の国産ワカメを将来にわたり安定供給

## ウナギの雌化と食味に優れた大型雌ウナギの生産技術の確立

30016B

分野

水産-養殖

適応地域

全国

【研究グループ】

愛知県水産試験場、熊本大学、北海道大学、  
共立製菓株式会社、NPO東海生研

【研究統括者】

愛知県水産試験場 内水面漁業研究所 稲葉 博之

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード ウナギ、大豆イソフラボン、養殖、雌化技術、飼料

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

土用丑の日にウナギを食すという習慣は江戸時代から続く日本の伝統的な食文化である。天然資源に100%依存するウナギ養殖では、資源を有効利用するために流通サイズの大型化が求められているが、養殖ウナギは大半が雄になり、雄は大型化すると身が硬くなる。一方、雌は大型であっても身が柔らかく美味しい。そこで、大豆イソフラボンによるウナギ雌化メカニズムを解明し、雌化技術を開発するとともに、従来の2倍サイズ(体重500g)に成長する大型雌ウナギの生産技術を確立することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① ウナギの性分化関連遺伝子を同定し、同遺伝子発現量を指標とした早期性判別手法を構築するとともに、ウナギの雌化における性分化関連遺伝子の発現動態を明らかにした。
- ② 大豆イソフラボンを用いた養殖ウナギの雌化技術(雌化率90%以上)を開発した。
- ③ 大豆イソフラボンの原料選定を行い、本雌化技術に用いるウナギ用雌化飼料の試作品を完成した。
- ④ 本雌化技術により作出した大型雌ウナギの成長および品質を評価し、雌は雄に比べて大きく成長すること、大型であっても身が柔らかく品質が良いことを明らかにした。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Inaba, H. *et al.* Gonadal expression profiles of sex-specific genes during early sexual differentiation in Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Science*, 87(2), 203-209 (2021).

### 3 今後の展開方向

- ① 養殖場において大型雌ウナギ生産実証試験を開始し、課題の抽出と改良を行い、技術の普及を図る。
- ② 製品の規格化に取り組み、ブランド化や普及活動を行い、大型雌ウナギ生産を促進する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、養殖業者と連携し、市場への出荷を目的とした、大型雌ウナギの生産を開始する。
- ② 5年後(2025年度)は、大型雌ウナギの本格的な流通に合わせて、新規需要の拡大を図る。
- ③ 最終的には、全国のウナギ生産地域への普及を目指し、養殖ウナギの安定供給を支える。

### 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 国内生産量の1割が大型雌ウナギに代替されることにより、年間約2,000tの生産量増加が見込まれ、63億円の経済効果が期待できる。また、雌化技術の他魚種への応用により水産業の発展に貢献する。
- ② 大型雌ウナギ生産技術の普及は、限りある天然資源の有効利用に寄与するとともに、美味しいウナギを安定的に生産、供給することで、日本の伝統的食文化の継承に貢献する。

# (30016B)ウナギの雌化と食味に優れた大型雌ウナギの生産技術の確立

## 研究終了時の達成目標

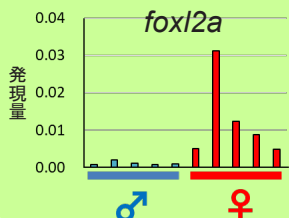
大豆イソフラボンによるウナギ雌化メカニズムを解明し、雌化技術を開発するとともに、従来の2倍サイズ(体重500g)に成長する大型雌ウナギの生産技術を確立する。

## 研究の主要な成果



シラスウナギ

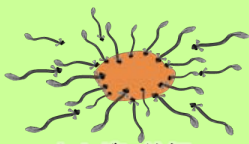
### 早期性判別手法の構築と雌化メカニズム解析



○雌化関連遺伝子の発現量を指標とした早期性判別手法を開発

○ウナギの雌化における性分化関連遺伝子の発現動態を明らかにした。

### ウナギ雌化技術の開発



ウナギに給餌

○食品由来成分の大豆イソフラボンを用いた安全・安心な雌化技術(雌化率90%以上)を開発

### 原料選定と雌化飼料の完成



○大豆イソフラボンの原料選定を行い、雌化効果の高い飼料の試作品を完成



従来サイズ(一人前)



大型雌ウナギ(二人前)

### 大型雌ウナギの成長と品質評価

○雌は雄に比べて大きく成長し、体重500gまで良好な成長を示した

○大型の雌は身が柔らかく、筋肉中の脂質含量も豊富(2%程高い)

○官能評価試験において大型の雌は雄に比べて高評価であった

## 今後の展開方向



### 実証試験

- ・課題の抽出
- ・技術改良

### 製品規格化

- ・ブランド化推進
- ・普及活動

新規需要の拡大  
雌ウナギ生産の促進

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

大型雌ウナギ生産技術の普及は、限りあるウナギ資源の有効利用に寄与するとともに、食味に優れた大型雌ウナギを国民へ安定的に供給することで日本の伝統的食文化の継承に大きく貢献できる。

天然資源の有効利用



機能性アミノ酸高含有酵母の育種技術を活用した  
発酵・醸造食品の高付加価値化および海外ブランド化

30017B

分野 食品-機能性  
適応地域 全国

【研究グループ】  
奈良先端科学技術大学院大学、キッコーマン株式会社、  
月桂冠株式会社、東北大学  
【研究統括者】  
奈良先端科学技術大学院大学 高木 博史

【研究期間】  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 酵母、醤油、清酒・酒粕、機能性アミノ酸、育種技術

1 研究の目的・終了時の達成目標

伝統的発酵技術で製造する醤油、清酒・酒粕は、日本食の海外展開・輸出促進に不可欠な食材であるが、国内の消費低迷を打破する高付加価値化や高度化製造技術が必要である。そこで本研究ではアミノ酸の機能性に着目し、醤油、清酒・酒粕の付加価値を高めるために、①単独または複数の機能性アミノ酸の細胞内含量が2～5倍増加した醤油酵母、清酒酵母の菌株を作製し、②単独または複数の機能性アミノ酸の含量が2～5倍増加した醤油、清酒・酒粕を製造することを達成目標とする。

2 研究の主要な成果

- ①醤油酵母におけるアミノ酸高含有株の効率的な育種手法を確立し、醤油モデル培地を用いた優良株の選抜基準(香気成分の増加)を明確化した。
- ②清酒酵母のプロリン、バリン、イソロイシン各高含有株を取得し、これら高含有株の醸造特性評価と用途開発により、酒質の差別化、清酒・酒粕の高付加価値化が可能であることを示した。
- ③実験室酵母において「非遺伝子組換え型」ゲノム編集技術を確立した。
- ④実験室酵母のグルタミン酸、プロリン、ロイシン各輸送体の安定化によりアミノ酸の取込みを効率化できること、またプロリン、ロイシン、バリン、イソロイシンの新しい代謝制御機構や生理機能を明らかにした。

公表した主な特許・論文

- ①特願2020-041757 アルコール飲食品製造用組成物(出願人:奈良先端科学技術大学院大学)
- ② Murakami, N. et al. Effects of a novel variant of the yeast  $\gamma$ -glutamyl kinase Pro1 on its enzymatic activity and sake brewing. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **47**, 715–723 (2020).
- ③ Takagi, H. Metabolic regulatory mechanisms and physiological roles of functional amino acids and their applications in yeast. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **83**, 1449–1462 (2019).

3 今後の展開方向

- ①香気成分の前駆体となるアミノ酸(分岐鎖アミノ酸、フェニルアラニン)の高生産株や 脂肪酸エステル(カプロン酸エチル)の高生産株を育種し、「香気成分の増加した」醤油の醸造を目指す。
- ②プロリン高含有株を用いた「淡麗辛口清酒」の実用化を検討する。また、バリン、イソロイシンの各高含有株の香気成分含量を向上させるとともに、プロリン、アラニン高含有株を用いた酒粕の製造を目指す。

【今後の開発・普及目標】

- ① 機能性アミノ酸高含有酵母を用いて、香味性を強化した醤油を製造する。
- ② 呈味性・香味性を強化した清酒および健康イメージを付与した機能性酒粕を開発する。
- ③ 本研究で開発した育種技術を他の酵母利用産業にも応用し、様々な発酵・醸造食品(酒類、パン類、味噌、酵母エキスなど)の製造技術やバイオエタノール生産技術の高度化、効率化に資する予定。

4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① うま味・甘味が強化された醤油、香気成分によってフルーティな香りあるいはフレッシュ感が強化された醤油を開発することで、消費者にとって食生活における美味しさや満足感の向上が実現する。また、酒質のバリエーション化や機能性を高めた清酒・酒粕を開発することで、健康イメージの創出とともに、清酒の選択肢を広げることが可能となる。さらに、安価な機能性酒粕素材を実用化できれば、需要が一気に高まる。
- ② 醤油、清酒・酒粕をはじめとする様々な発酵・醸造食品の付加価値および製造技術を飛躍的に向上させる有効なツールとして、アミノ酸の機能性を活用することで、国民のより豊かな食生活の実現に貢献する。また、海外ブランド化を通じて、和食との組合せを活用した醤油・清酒の海外展開・輸出促進に貢献する。

# (30017B) 機能性アミノ酸高含有酵母の育種技術を活用した発酵・醸造食品の高付加価値化および海外ブランド化

## 研究終了時の達成目標

機能性アミノ酸の細胞内含量が2~5倍増加した醤油酵母、清酒酵母の菌株を複製し、機能性アミノ酸含量が2~5倍増加した醤油、清酒・酒粕を製造する。

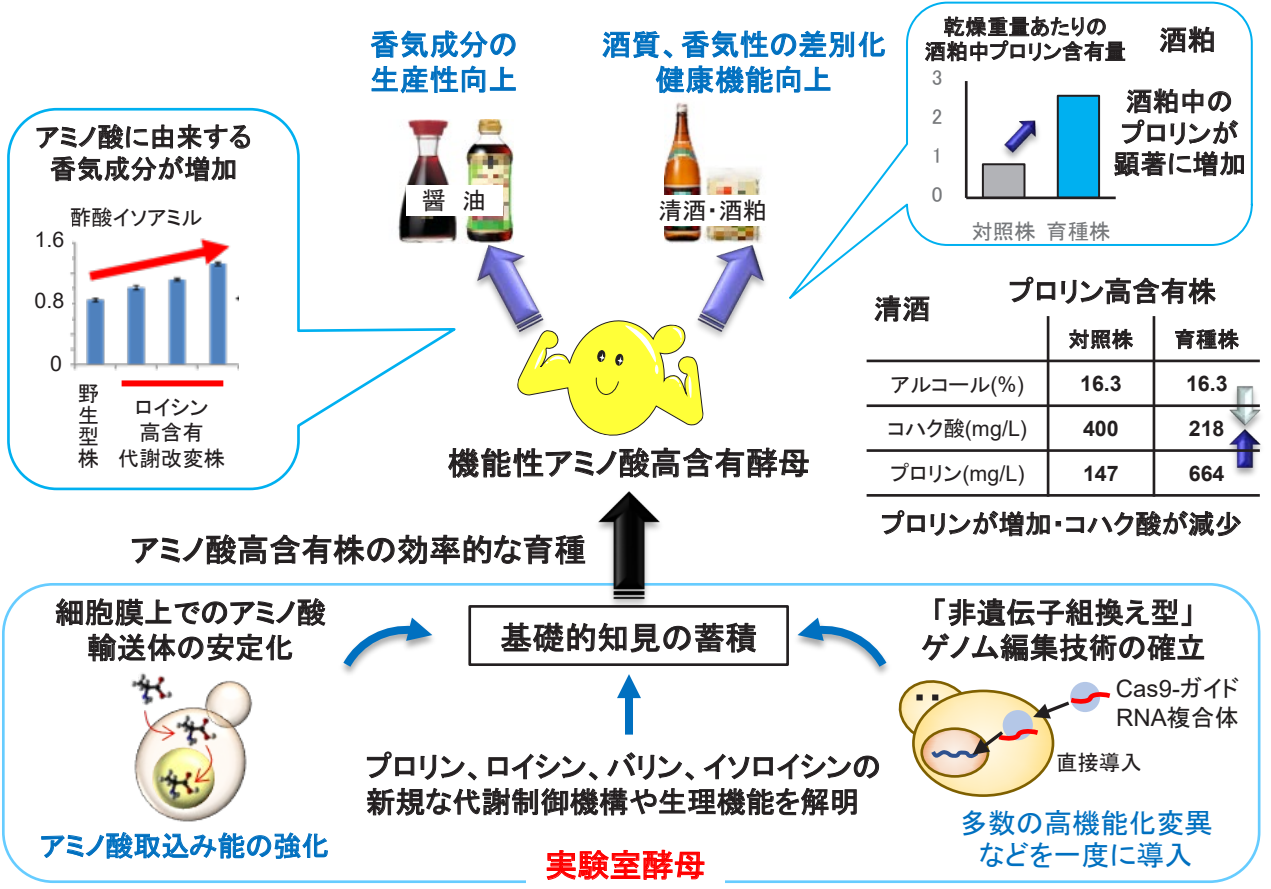
## 研究の主要な成果

### 醤油酵母

- 酵母が生産する香り成分が低濃度で醤油の高品質化に寄与
- アミノ酸高含有株の育種手法を確立

### 清酒酵母

- プロリン、バリン、イソロイシンの各高含有株を取得
- 各高含有株を用いた小仕込み試験により、清酒・酒粕の差別化、高付加価値化が可能であることが判明



## 今後の展開方向

### 醤油酵母

分岐鎖アミノ酸・フェニルアラニン(香り成分前駆体)や脂肪酸エステル生産性向上  
 → 香り成分の生産性増加によるフルーティーな香りとフレッシュ感の増強

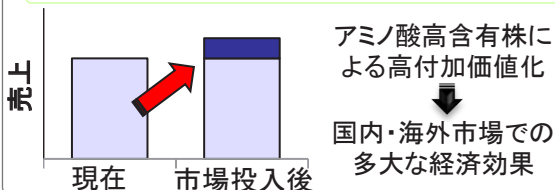
### 清酒酵母 プロリン高含有株

高プロリン・低コハク酸「淡麗辛口清酒」の実用化  
 高プロリン含有酒粕の製造

バリン  
 イソロイシン 高含有株

香り成分の生産性向上による新たな香り特性を有する清酒の醸造

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献



醤油、清酒・酒粕以外の発酵・醸造食品についても、付加価値および製造技術を飛躍的に向上させるツールとして、アミノ酸の機能性を有効に活用する。

➡ 国民生活に広く貢献



## バイオスティミュラントを活用した革新的作物保護技術の実用化

26005ABC

分野 農業-病害虫  
適応地域 全国〔研究グループ〕  
国立大学法人 京都大学農学研究科、  
岡山県農林水産総合センター 生物科学研究所、  
片倉コープアグリ株式会社、鹿児島県農業開発総合センター  
〔研究統括者〕〔研究期間〕  
平成30年～令和2年(3年間)

国立大学法人 京都大学農学研究科 高野義孝

キーワード バイオスティミュラント、作物保護、生育促進、病原糸状菌、病原細菌

## 1 研究の目的・終了時達成目標

バイオスティミュラントとは、植物の活力を高める資材であり、植物のストレス期や生育期に正の効果がある資材である。具体的には、植物が本来備えている免疫力を高める作用を持つものや、生育を促進するものとして活用される。本課題では、これまでの研究により発見されたバイオスティミュラント成分について、その病害防除効果の科学的実証、試作品の製造、農業現場での実証試験などを通じて、最終的に市場性の高い作物(ジャガイモ、トマト、キュウリ、イチゴ)の重要病害を防除可能なバイオスティミュラントを開発することを目標とする。

## 2 研究の主要な成果

- ① バイオスティミュラント資材の中核成分であるグルコン酸銅が、糸状菌病、細菌病の双方への防除効果があることを実験室レベルの定量的データに基づき実証した。(図1、表1)
- ② 実用性評価試験において、開発した試作品の単用散布または殺菌性農薬と組み合わせる防除体系が、殺菌性農薬のみを用いる防除体系と比較して同等かそれ以上の発病抑制効果を示した。(図2)
- ③ イチゴ挿し苗に散布すると発根や活着の促進効果があること、ナスやイチゴにおいて定期的に散布すると約1.2倍、パレイショにおいても約1.1倍の収量増になる事を確認した。
- ④ 資材の生産体制を確立した。(図3)
- ⑤ 資材の特性およびその製法について特許を出願した(特願2020-080169)。
- ⑥ 本資材の使用マニュアルを作成した。

## 【公表した主な特許・品種・論文】

- ① 特許第6713117号 植物病原菌の防除剤(2019年2月15日)(鳴坂義弘、鳴坂真理:岡山県農林水産総合センター生物科学研究所)
- ② 特願2020-080169 植物生育促進剤の特許出願(2020年4月30日)(鳴坂義弘、鳴坂真理、谷口伸治、藤澤英司、野口勝憲:岡山県農林水産総合センター生物科学研究所、片倉コープアグリ株式会社)
- ③ Irieda H. et al. A conserved fungal effector suppresses PAMP-triggered immunity by targeting plant immune kinases. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 116, 496-505 (2018).

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 研究成果に基づき開発した液体微量要素複合肥料(商品名:ストロングリキッド)の肥料登録を完了した。
- ② バイオスティミュラント(商品名、未決定)の開発を継続し、今後農薬登録を目指す。

## 【今後の開発・普及目標】

- ① 1年以内(2022年度)に、液体微量要素複合肥料を社会実装(販売開始)する。また、農薬的効果の実用性と市場性の調査を開始する。
- ② 農薬的効果の調査は、3年後(2024年度)には調査を完了し、一定の判断ができるよう毎年複数個所で行う。
- ③ 最終的には、生産者に対し、生育促進と抵抗性誘導による病害防除を可能とする全く新しいバイオスティミュラント(農薬として登録)を提供することにより、環境負荷の軽減に貢献する事を目指す。

## 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 既存の殺菌性農薬とは作用が異なり抵抗性誘導作用があるバイオスティミュラントの今後のさらなる開発、普及により、防除可能な病害範囲の拡大が予想され、それにより5%増収とした場合、約640億円の経済効果が期待される
- ② 本資材の開発およびその普及は、環境により配慮した、そして、持続可能である食料生産システムによって栽培された農産物を国民に提供することを可能とする。

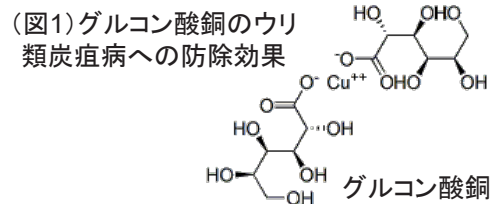
# (26005ABC) バイオスティミュラントを活用した革新的作物保護技術の実用化

## 研究終了時の達成目標

病害防除効果の科学的実証、試作品製造、農業現場での実証試験などを通じて、市場性の高い作物の重要病害を防除可能なバイオスティミュラントを開発することを目標とする。

## 研究の主要な成果

- ① バイオスティミュラント資材の中核成分であるグルコン酸銅が、糸状菌病、細菌病の双方への防除効果があることをあることを定量的データに基づき実証した(図1、表1)



(表1) バイオスティミュラント資材によって発病が抑制された作物病害

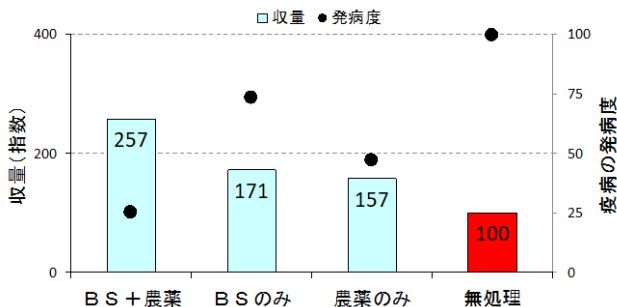
作物	病害
バラ科 イチゴ	炭疽病、うどんこ病
ナス科 ナス	うどんこ病
ナス科 トマト	斑葉細菌病
ウリ科 キュウリ	炭疽病、うどんこ病、褐斑病
アブラナ科 ハクサイ	黒斑細菌病

ウリ類炭疽病菌をキュウリ葉に接種

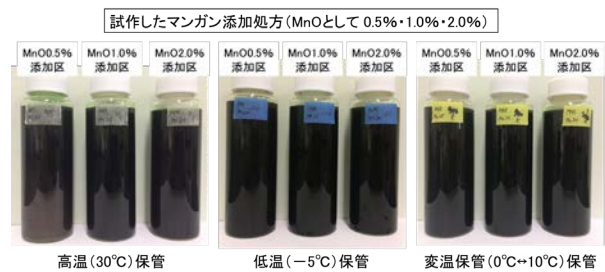


グルコン酸銅無し      グルコン酸銅有り

- ② 実用性評価試験において、開発資材の単用散布または殺菌性農薬と組み合わせる防除体系が、殺菌性農薬のみを用いる防除体系と比較して同等かそれ以上の発病抑制効果を示した(図2)
- ③ 開発資材の生産体制の確立を完了した(図3)



(図2) ジャガイモ疫病菌に対するバイオスティミュラント(BS)資材の実用性評価試験



\*試作したマンガン添加処方はいずれの濃度でも全ての保管条件で安定であった。

(図3) バイオスティミュラント資材の成分の検討と保存性の確認

## 今後の展開方向

研究成果に基づき開発した液体微量要素複合肥料の販売を令和3年度中に開始する。本課題において防除効果が明らかとなった作物病害を中心に、農業関連団体や生産者圃場での効果の検証を継続して行い、その効果と市場性を明らかにし、最終的にはバイオスティミュラントを完成させ、その農薬登録を目指す。

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

バイオスティミュラントの更なる開発、普及により、防除可能な病害の範囲が拡大され、その経済効果が期待されるとともに、環境に配慮した持続可能な食料生産システムの構築により、国民に安定的な農産物の供給が可能となる。

実需者ニーズに応じた加工適性と栽培特性を持つ  
暖地・温暖地向けパン用小麦品種の開発

28035C

分野 農業一畑作物  
適応地域 西日本

〔研究グループ〕  
農研機構九州沖縄農業研究センター、農研機構  
西日本研究センター、佐賀県農業試験研究センター  
〔研究総括者〕  
農研機構九州沖縄農業研究センター 中村 和弘

〔研究タイプ〕  
育種対応型 Bタイプ  
〔研究期間〕  
平成28年～令和2年(5年間)

キーワード 小麦、品種育成、パン加工適性、穂発芽耐性、栽培マニュアル

### 1 研究の目的・終了時達成目標

西日本地域で最も多く栽培されているパン用小麦品種「ミナミノカオリ」は、穂発芽がしばしば発生し、実需者が求める需要量を供給出来ない状況にある。穂発芽耐性を強化し、更に実需者が求めるより高いパン加工適性を備えたポスト「ミナミノカオリ」小麦新品種の開発と普及を目的とする。このため、ポスト「ミナミノカオリ」小麦新品種を開発し、佐賀県において奨励品種に採用し、さらに新品種のカ栽培マニュアルを作成し普及に活用することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① 穂発芽耐性を強化した暖地・温暖地向け高品質パン用小麦品種「はる風ふわり」を育成し、佐賀県で奨励品種に採用された。
- ② 穂発芽耐性および製パン性に優れる温暖地向け硬質小麦品種「はるみずき」を育成し、大分県で奨励品種に採用された。
- ③ 「はる風ふわり」は、穂数500本/m<sup>2</sup>、収量525kg/10aを目標に栽培することで、倒伏を防止し、かつタンパク質含有率12.0%以上を達成できることを明らかにし、栽培マニュアルを刊行した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 品種登録出願第32943号 小麦品種「はる風ふわり」を品種登録出願(H30年3月) (出願者名:農研機構)
- ② 品種登録出願第33494号 小麦品種「はるみずき」を品種登録出願(H30年11月) (出願者名:農研機構)
- ③ 高田兼則他. 製パン性に優れる温暖地向け硬質コムギ新品種「はるみずき」の育成. 育種学研究 22, 33-38(2020).

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 小麦品種「はる風ふわり」は佐賀県で奨励品種に採用され、380ha(2020年度)作付けされた。県産強力パン用小麦として「ミナミノカオリ」から徐々に作付け転換が図られる。
- ② 小麦品種「はるみずき」は大分県で奨励品種に採用され、330ha(2020年度)作付けされた。大分県でこれまで生産されてきた「ミナミノカオリ」「ニシノカオリ」から全面置き替えされ、主に醤油醸造用に使用される。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、「はる風ふわり」700ha、「はるみずき」910haまで作付けが拡大する。
- ② 5年後(2025年度)は、佐賀県や大分県以外で栽培される「ミナミノカオリ」への置き替え普及がすすむ。
- ③ 最終的には、西日本地域で2,500ha以上作付けされ、国産パン用小麦の高品質・安定供給を目指す。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 新品種がパン用として1,400ha、醤油醸造用として600ha作付けされ、それぞれ地場の加工業者が商品化し販売することにより、39億円の経済効果が期待できる。また、新品種の地域ブランド化により食品加工産業および地域観光産業の活性化も期待できる。
- ② 西日本地域で高品位なパン用小麦の生産拡大を図ることにより、春播きで生産が不安定な北海道産パン用小麦の供給不足を補完することが可能になり、安全・安心な国産小麦でパンを食べたいという国民の要求に応えることができる。

## (28035C)実需者ニーズに応じた加工適性と栽培特性を持つ 暖地・温暖地向けパン用小麦品種の開発

### 研究終了時の達成目標

穂発芽耐性を強化し、実需者が求めるより高いパン加工適性を備えたポスト「ミナミノカオリ」小麦品種を開発し、佐賀県において奨励品種に採用、栽培マニュアルを刊行し普及拡大を図る。

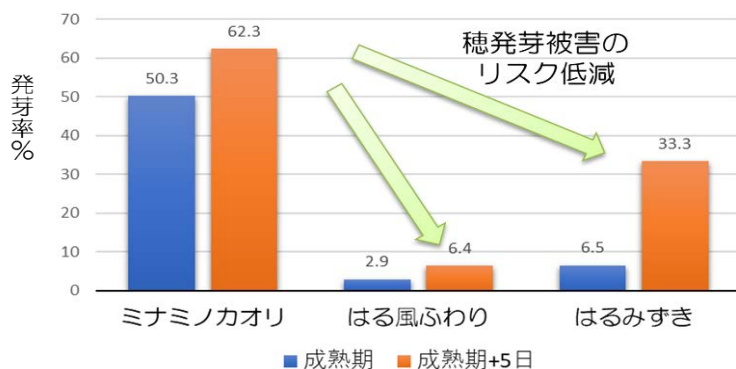
### 研究の主要な成果

パン加工適性が優れ、穂発芽被害リスクを低減した小麦品種「はる風ふわり」および「はるみずき」を育成し、佐賀県および大分県でそれぞれ奨励品種に採用された

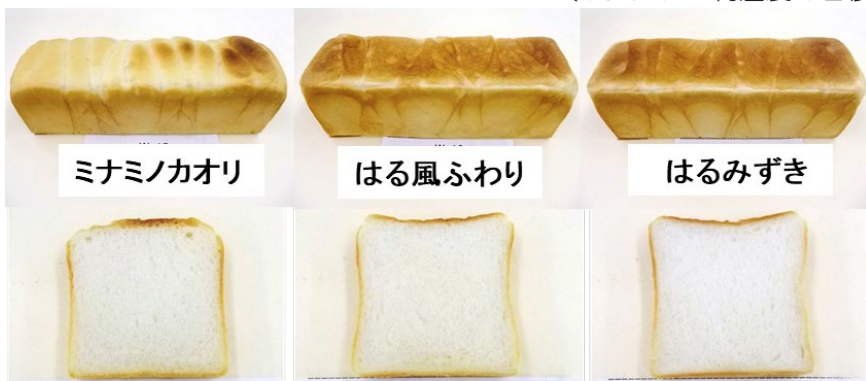
穂発芽耐性評価 成熟期5日後  
(20℃,100%湿度,7日間)



耐性なし ミナミノカオリ  
耐性あり はる風ふわり



穂発芽抵抗性検定 佐賀県農業試験研究センター2018年  
(15℃ 100%湿度 7日後の発芽率)



66.6点

83.3点

76.7点

製パン加工適性評価 (佐賀県2017年産 輸入銘柄1CWを80点として評価)

「はる風ふわり」および「はるみずき」はパン用の代表的輸入銘柄1CW (カナダ産) とほぼ同等の製パン加工適性評価となった。



### 今後の展開方向

- ・生産者および実需者双方から新品種への置き替えの支持を得るため、生産者団体へ試験用種子を提供しながら、実需者による加工試験への橋渡しを行い、その評価結果を生産者にフィードバックしていく。
- ・パン用小麦は高タンパク質含量が求められるため、本研究成果である「栽培マニュアル」を活用し、県や農研機構が生産者団体への栽培指導を実施する。

### 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

西日本地域で高品位なパン用小麦の生産拡大を図ることにより、春播きで生産が不安定な北海道産パン用小麦の供給不足を補完することが可能になり、安全・安心な国産小麦でパンを食べたいという国民の要求に応えることができる。また、新品種の地域ブランド化により食品加工産業および地域観光産業の活性化も期待できる。

## 無花粉および葉枯病耐性テッポウユリ類の新品種育成

28036C

分野  
農業一花き適応地域  
全国

【研究グループ】  
新潟大学、鹿児島県農業開発総合センター、  
秋田県農業試験場  
【研究総括者】  
新潟大学自然科学系(農学部) 岡崎 桂一

【研究タイプ】  
育種対応型 Aタイプ  
【研究期間】  
平成28年～令和2年(5年間)

キーワード ユリ、品種育成、無花粉、耐病性、栽培法

## 1 研究の目的・終了時達成目標

テッポウユリ、シンテッポウユリは花きの重要品目である。その生産振興を図るため、秋田県、鹿児島県が保有する無花粉、葉枯病耐性など特徴的な系統を相互に交換活用し新品種を育成する。また、DNAマーカーを用いた無花粉性個体の早期選抜法、幼苗検定による葉枯病感受性検定法、ユリの突然変異育種を開発し、育種を支援する。生産では、共同で開発した品種を用いたりレー出荷による周年供給体制を確立し、国内外の需要拡大に向けた取り組みを展開する。

## 2 研究の主要な成果

- ①無花粉ユリの遺伝子を特定し、無花粉マーカーの開発とユリ突然変異マニュアルの作成、さらに、葉枯病耐性判定技術の開発を行った。これらの育種支援技術により、効率的なユリの育種が可能となった。
- ②交雑育種では、テッポウユリが持つ葉枯病耐性、シンテッポウユリが持つ小球開花性や無花粉特性を併せ持つハイブリッドの育成に成功し、テッポウユリの育種史上画期的な育種法を確立した。
- ③温度条件によって花粉を生じることがない無花粉特性が安定したテッポウユリ2系統を品種候補として選定した。
- ④本研究で育成した無花粉特性が安定したテッポウユリ、完全無花粉シンテッポウユリ(秋田県単育成品種)を用いた周年出荷体系モデルや無花粉ユリ作型導入マニュアルを作成した。

## 公表した主な特許・品種・論文

- ①特願2020-187502 花粉の形成に関わるポリヌクレオチド、及びその利用、並びに本塩基配列を用いた雄性不稔性の判定方法(出願人:新潟大学、秋田県、鹿児島県)

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ①育成中の系統から、草丈伸長性、小球開花性及び葉枯病耐性を持つテッポウユリおよびシンテッポウユリの優良系統を品種化する。無花粉ユリの周年出荷を秋田県と鹿児島県で確立する。
- ②鹿児島県では、テッポウユリに小球開花性が導入できたので、りん片から直接切り花を作る作型開発や新規栽培者に負担の少ない露地での切り花生産技術の確立を目指す。

## 【今後の開発・普及目標】

- ①3年後(2023年度)は、完全無花粉で葉枯病耐性のテッポウユリ類新品種を品種登録する。
- ②5年後(2025年度)は、無花粉のテッポウユリ類新品種を秋田県と鹿児島県で周年りレー出荷する。
- ③最終的には、沖永良部島で増殖した球根を、球根商社を通じて、全国の切り花農家に普及させる。

## 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ①無花粉ユリは、花や衣服などが汚れにくいことから様々な用途に利用され、コロナ禍でのホームユース需要も期待でき、消費の増加が見込まれる。それに伴い生産量が2割増加した場合、360万本で5.4億円(@150円)の生産額増が期待できる。
- ②白いユリは冠婚葬祭で多く利用され、花粉で汚れないユリが流通すれば、新たな需要が期待できる。葉枯病耐性品種は、産地での農薬使用量を削減でき、省力化や環境負荷低減に加え、消費者に対する安心感を与えることもできる。

# (28036C) 無花粉および葉枯病耐性テッポウユリ類の新品種育成

## 研究終了時の達成目標

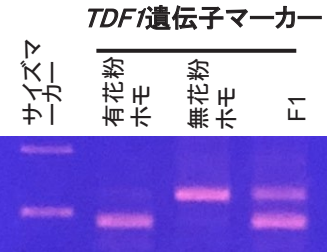
無花粉、葉枯病耐性など特徴的なテッポウユリ類新品種を育成し、リレー出荷による周年供給体制を確立することで、国内外の需要を拡大する。



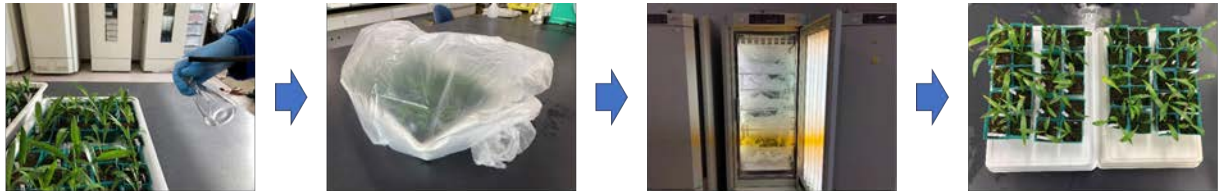
## 研究の主要な成果

### ① 無花粉ユリの遺伝子を特定し、マーカー開発に成功

無花粉責任遺伝子 *TDF* 遺伝子の構造



### ② 葉枯病耐性判定技術の開発に成功し、葉枯れ病抵抗性品種を同定



- ① 葉齢3~5葉期の苗 (各10株程度) に孢子濃度  $1 \times 10^4 \sim 10^5$  個/ml の孢子懸濁液を噴霧接種する。
- ② 接種後に袋で密閉する。 ※なるべく早めに過湿状態にする。
- ③ 明期12時間・室温20°Cで7日間管理する。
- ④ 発病度・最大病斑長を調査する。

### ③ 無花粉特性の温度安定性の確認法を確立



条件的無花粉テッポウユリ「クリスタルホルン」

花粉のでないシンテッポウユリ



無花粉シンテッポウユリ「あきた清ひめ (秋試1号)」の安定的な無花粉特性と無花粉化過程を解明。

### ④ 無花粉テッポウユリ類の有望系統を選抜

- ・「秋試1号」とテッポウユリ品種との交雑で多数の無花粉有望系統を育成。
- ・「ピュアホルン」に次ぐ葉枯病耐性の系統も確認
- ・育成系統の一部は、草丈伸長性や小球開花性に優れりん片から直接切り花が生産できる。



### ⑤ その他 (リレー出荷に適した作期拡大技術の開発、作型導入マニュアルの作成など)

## 今後の展開方向

- ・無花粉ユリを実需者や消費者に認知してもらうために、作期の拡大や流通の安定化を図る。
- ・効率的な無花粉ユリの育種を展開する。
- ・ゲノム編集技術を利用し、既存品種の無花粉化技術を開発する。

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ・無花粉ユリは、花や衣服等が汚れにくいことから様々な用途に利用され、消費の増加が見込まれる。
- ・葉枯病耐性品種は、産地での農薬使用量を削減でき、省力化、低コスト化、環境負荷低減に加え、消費者に対する安心感を与えることも期待できる。

## 新たな醸造特性を持った、 北海道向けの高品質ビール大麦品種の開発と安定・多収栽培法の確立

28038C

分野  
農業一畑作物

適応地域  
北海道

〔研究グループ〕サッポロビール株式会社 原料開発研究所、  
学校法人東京農業大学、北海道立総合研究機構、  
北海道ビール大麦耕作組合連合会  
〔研究総括者〕サッポロビール株式会社 原料開発研究所  
原料育種開発グループ グループリーダー 保木 健宏

〔研究タイプ〕  
育種対応型 Bタイプ  
〔研究期間〕  
平成28年～令和2年(5年間)

キーワード 二条大麦、品種育成、LOXレス、穂発芽耐性、S-メチルメチオニン

### 1 研究の目的・終了時達成目標

ビールが老化し美味しさが損なわれる主因の一つリポキシゲナーゼ-1を失欠した(LOXレス)形質を北海道向けビール大麦に導入し、栽培特性と製麦・醸造特性が向上した新品種の開発とその栽培法を確立し早期に普及させることを目的とする。このため、LOXレス形質を有し、穂発芽耐性に優れ、ビールの香味にネガティブなS-メチルメチオニン(SMM)含量が安定的に低く、ビールの泡持ちに関与するタンパク質が改良された品種を開発し、栽培特性を踏まえた高品質・安定多収栽培法の開発とそのマニュアル化を達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① LOXレス形質の導入による栽培特性や麦芽品質への影響がないことを明らかにした。
- ② 多収であり、LOXレス形質、穂発芽耐性、低SMMの特性を持つ、或いは泡持ちに関与するタンパク質を改良した「札育5号」、「札育6号」、「札育7号」、「札育8号」の4系統を育成した。
- ③ 高品質・安定多収栽培には稈長を83cm以下として倒伏を防止することが重要であり、当該稈長に相当する穂数は722本  $m^{-2}$  であることを明らかにした。
- ④ 本研究で得られた栽培法に関する知見を反映した栽培マニュアルを作成した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 品種登録出願34152 大麦品種「札育5号」(令和元年9月) (出願者名: サッポロビール株式会社)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 品種登録出願した「札育5号」を中間母本として活用し、次世代品種の育成を実施している。
- ② 栽培マニュアルを活用した栽培指導を行い、令和元・2年度で想定収量の5%以上の収量を達成した。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、「札育8号」の品種登録に向けた栽培試験を行い、2023年度に品種登録出願し、普及を開始する見込みである。
- ② 5年後(2025年度)は、新品種候補系統の現場製麦・醸造試験を実施し、醸造特性を明らかにする。
- ③ 最終的には、LOXレス形質を有し、かつ多収性・穂発芽耐性・低SMM等の良好な麦芽品質を有した品種の開発に加え、安定的に収量を確保できる栽培法を栽培マニュアル化することで、新品種の速やかな普及を目指す(普及面積約1,500ha)。また、デオキシニバレノール(DON)と噴き性に関する知見を集積し、栽培マニュアルに反映する。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 北海道では現在約1,500haでビール大麦が作付されており、本事業で開発された品種が普及し、そのほぼ全てが2等とすると、その経済的効果は7億7千万円と試算される。
- ② 現在のビール大麦をめぐる情勢が大きく変わらないことを前提とした場合、北海道向けの新たなビール大麦品種を開発することにより、農家の所得向上ならび北海道におけるビール大麦生産の健全な維持に貢献できる。また、消費者により美味しいビールを提供することが可能となり、国民生活の潤いと豊かさの向上に貢献することができる。

# (28038C)新たな醸造特性を持った、北海道向けの高品質ビール大麦品種の開発と安定・多収栽培法の確立

## 研究終了時の達成目標

LOXレス形質を有し、穂発芽耐性に優れ、SMM含量が安定的に低く、ビールの泡持ちに關与するタンパク質が改良された品種を開発し、栽培特性を踏まえた栽培法の開発とそのマニュアル化を達成目標とする。

## 研究の主要な成果

① 既存品種「りょうふう」と、「りょうふう」にLOXレス形質を導入した戻し交雑品種「札育2号」の比較により、LOXレス形質の導入は栽培特性や麦芽品質へ影響がないことを明らかにした(図1)。

② 多収であり、LOXレス形質、穂発芽耐性、低SMMの特性を持つ、或いは泡持ちに關与するタンパク質を改良した、「札育5号」、「札育6号」、「札育7号」、「札育8号」の4系統を育成した(図2、図3、表1、図4)。

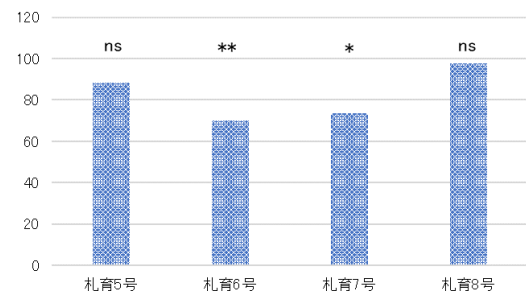


図3. 各育成系統のSMM(札育2号比(%))

③ 高品質・安定多収栽培には稈長を83cm以下として倒伏を防止することが重要であり、当該稈長に相当する穂数は722本 m<sup>-2</sup>であることを明らかにした。

④ 本研究で得られた栽培法に関する知見を反映した栽培マニュアルを作成した。

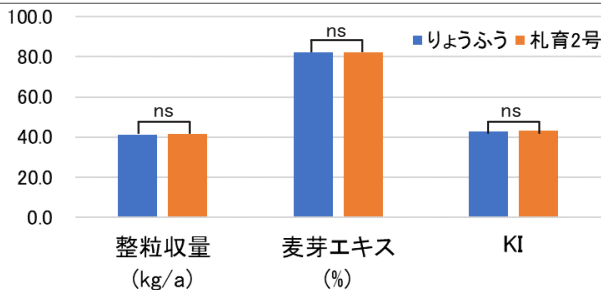


図1. りょうふうと札育2号の特性比較  
・平成28~30年度累年・3試験地平均のデータ  
・KI(コールパツハ数): 麦芽全窒素に対するSN(可溶性窒素)の割合

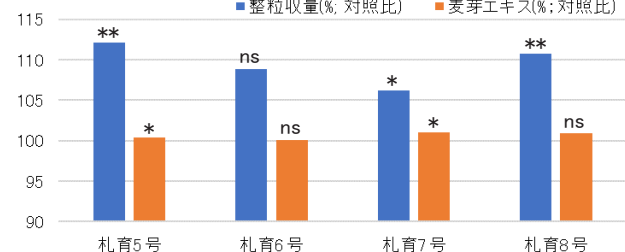


図2. 各育成系統の特性(整粒収量・麦芽エキス)  
・nsは有意差なし、\*\*および\*はそれぞれ1%、5%水準で対照(札育2号)と比較し有意であることを示す(対応のあるt検定による)

	泡持ちタンパク質関連遺伝子			
	A	B	C	D
札育2号	-	-	-	○
札育5号	-	-	-	○
札育6号	○	-	-	○
札育7号	-	-	○	○

表1(左表)育成系統における泡持ちタンパク質関連遺伝子型

・“○”は泡持ちに対し好ましい遺伝子型を表す

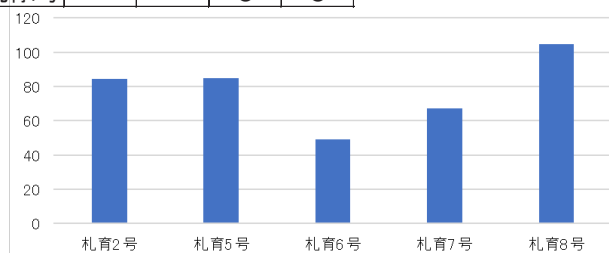


図4. 各育成系統の穂発芽耐性(成熟期発芽率、りょうふう比(%))  
・平成28~令和2年度累年平均のデータ

## 今後の展開方向

- ① 新品種候補系統「札育8号」の育種試験と評価を継続する。
- ② LOXレス形質を有し、かつ穂発芽耐性や耐病性を向上することにより気候変動に対応し、実需者のニーズに合致した麦芽品質を有する多収品種の開発、および栽培法の開発を進める。

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 消費者や実需者のニーズに対応した高品質・安定多収ビール大麦の供給により、北海道農業の健全な維持に貢献することができる。
- ② ビールの香味耐久性向上(LOXレス形質)、泡持ちの改善など、ビール製品の品質向上に直結する特性を有することで、消費者により美味しいビールを提供することが可能となり、国民生活の潤いと豊かさの向上に貢献することができる。



## 傾斜地における安全作業をサポートする 電動式・移動式作業台車兼運搬車の開発

30027C

分野  
農業—  
農業用機械

適応地域  
全国

〔研究グループ〕  
三晃精機株式会社、奈良工業高等専門学校、  
奈良県農業研究開発センター  
〔研究統括者〕  
三晃精機株式会社 笹岡 元信

〔研究期間〕  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード カキ、山間部、省人化、水平制御、自律走行

### 1 研究の目的・終了時達成目標

農業従事者の減少・高齢化による影響が深刻化する中、果樹栽培における収穫や運搬作業の軽労化、安全性向上を図ることを目的とし、山間部の傾斜地における脚立作業の代替え方法となる水平荷台を開発することで、安全な水平スペースを提供するとともに、台車の自動走行技術を開発することで、傾斜地における運搬作業を軽減する。このため、傾斜角度20~25°の傾斜地において、どの方向でも荷台を水平にする機構・制御技術の実現と、事前設定ルートに沿って、樹園地内を自律走行する技術の確立を最終目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① 荷台のピッチ・ロール角度から水平制御を行う機構とアルゴリズムを開発し、試作完了。実機にて、どの方向においても、±1°で荷台水平化が可能であることを確認した。
- ② ターゲットとなるARマーカ(目標マーカ)の画像処理結果から、自己位置からの距離と方向を認識し、その情報を基に、走行制御を行う自律走行技術を開発した。柿畑にて設定ルート通りに自律走行可能であることを確認した。
- ③ 2次元レーザ測距計により、前方の障害物を検出すると同時に、両サイドの回避スペースを認識、スペースが広い方に回避、回避後にターゲットを再認識することで、ルート復帰する技術を開発した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 特許第6842220号 特許名:移動式作業台車 (出願人:三晃精機株式会社)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 実機を生産者圃場にて、農作業の方に収穫、剪定、摘蕾作業で現場実証をして頂き、要望を抽出の上、更なる作業性改善に繋げる。
- ② 関西地区を主に販売を開始し、全国展開に繋げる。展開後は、自動農薬散布、自動草刈り等適用を拡大するとともに、農業分野だけではなく、建築・土木分野についても、横展開を図る。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、試作機による改良を完了し、関西地区に向けて販売開始(販価300~350万円予定)
- ② 5年後(2025年度)は、全国に向けて販売展開を行いながら、他分野に向けて販売活動開始
- ③ 最終的には、様々な分野に販売拡大するとともに、農薬散布や草刈りの自動化への技術展開を図る。

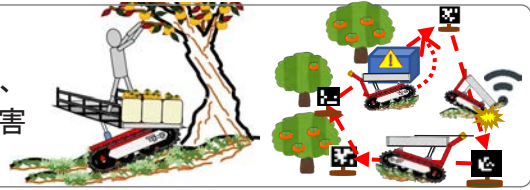
### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 本技術を活用することで、脚立による高所作業が水平荷台付自動走行台車上での作業に代わり、死亡事故や転落・落下事故の減少、それに伴う医療負担の低減効果が見込める。また、建築、土木分野においても高齢化や人手不足が顕在化しており、運搬作業の自動化はその対策として有効な技術であり、様々な分野で軽労・省人効果が見込める。
- ② 高齢化対策としての、軽労・省人化が進み、高齢営農者の営農継続が可能になるとともに、省人化による収益率向上が、新規営農者の増加に繋がり、食糧自給率の向上や地域農業や地域社会の維持活性化が広がる。

# (30027C) 傾斜地における安全作業をサポートする 電動式・移動式作業台車兼運搬車の開発

## 研究終了時の達成目標

200kg積載で20°の傾斜地を登坂し、傾斜に対しどの方向でも、荷台を水平に制御出来、かつ、設定ルート上を自律走行し、障害物を回避後ルート復帰する作業台車兼運搬車を完成させる。



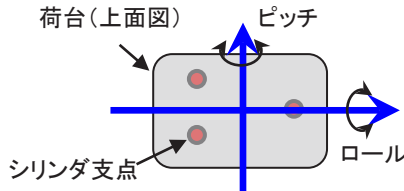
## 研究の主要な成果

### ① 荷台水平制御技術



荷台昇降装置

シリンダと荷台の接続部を球面軸受+1軸関節で構成し、急傾斜における制御時の支点間相互干渉を解消



制御方式(ピッチ、ロール個別制御)

傾斜センサでロール値を計測し、左右シリンダで初期制御。次に、ピッチ値を計測し、前後シリンダで水平制御を完了する



全ての方向で荷台水平制御可能



水平制御後も十分な耐荷重性能

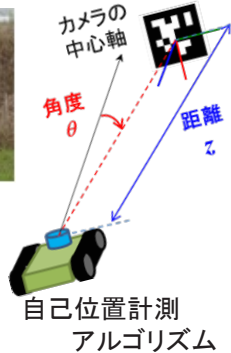
### ② マーカー追跡自動走行技術



Webカメラ



マーカー



Webカメラでマーカーを撮影。画像内のマーカーの大きさから距離を、マーカー位置・向きから方向を認識し、マーカーに向かって走行制御



回転し、次マーカー探索



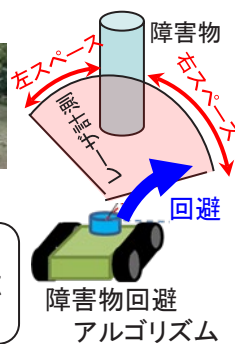
次マーカー移動

目標マーカー切換え追跡状況

### ③ 障害物回避、ルート自動復帰技術



2Dレーザ測距計 障害物



2Dレーザ測距計にて、進行方向の障害物を検知。左右の空スペースを計測し、スペースが広い方に回避。障害物通過後、マーカーに向け進行



障害物検知

回避開始



回避完了

経路復帰

果樹園場における障害物回避状況

## 今後の展開方向



効果確認  
要望抽出  
作業性改善

販売開始



## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献



- ・転落・落下事故の削減
- ・安定足場作業により  
身体疲労軽減
- ・運搬作業の軽労・省人化
- ・自動走行台車の適用拡大

高齢営農者の  
営農継続



問い合わせ先：三晃精機株式会社 TEL 0745-52-0025

## スクミリンゴガイの被害撲滅に向けた防除技術の開発のための緊急研究

02029C

分野	適応地域
農業-病害虫	全国

〔研究グループ〕  
農研機構九沖農研、農研機構生物研、奈良女子大学、  
佐世保工業高等専門学校、農研機構中央農研  
〔研究統括者〕  
農研機構中央農業研究センター 柴 卓也

〔研究期間〕  
令和2年(1年間)

キーワード 水稻、スクミリンゴガイ、病害虫管理、発生予察、効率的防除

## 1 研究の目的・終了時達成目標

近年急拡大しているスクミリンゴガイの被害の鎮静化に向けて発生予察の高度化および効率的防除技術確立のための緊急研究を行う。発生予察の高度化のために、ドローンを用いた発生と被害の検出技術、電気を利用した誘引技術、環境DNAを用いた効果的な生息検出技術を開発する。効率的防除のために、トラップによる大量捕獲のための高効率誘引剤を開発する。また、全国を対象とした越冬リスク地図を作成する。高効率誘引剤と越冬リスク地図は農林水産省が作成する対策マニュアルに速やかに反映させる。

## 2 研究の主要な成果

- ① 従来技術と比較して優れた誘引性と持続性を示すトラップ用誘引剤を開発した。本剤は入手が容易な材料を組み合わせて作成するため農業者が自作でき、かつ、圃場において長時間多くの貝を誘引可能である。
- ② スクミリンゴガイの分布地点の気象データを解析して越冬確率を予測するロジスティック回帰モデルを構築し、それにより算出した越冬確率に応じ、本種の越冬リスク地図を作成した。
- ③ 発生予察技術の高度化に向けて、ドローン画像による被害や卵塊の検出技術開発、環境DNAを用いた高感度検出技術開発、電気を利用した密度推定のための自立発電システム開発や生息密度と誘引頭数の関係の検討を行った。これらの成果は引き続き研究開発を継続し、数年以内の実用化を目指す。

## 公表した主な特許・品種・論文

- ① 特願2021- 50211「食害推定装置及び食害推定システム」(高橋仁康、官森林、深見公一郎:農研機構九沖農研)
- ② 吉田和弘他. スクミリンゴガイのトラップ用誘引資材の圃場における効果. 関西病虫害研究会報63, 151-154 (2021).

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 高効率誘引剤および越冬リスク地図は、農林水産省植物防疫課が作成する対策マニュアルに掲載するなどし、速やかな普及を図る。
- ② ドローンや環境DNAを用いた検出技術、電気誘引を利用した密度推定技術については、引き続き研究開発を継続し、数年以内の実用化を目指す。

## 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、開発した新技術と既存の防除技術を統合した新しい総合的管理技術体系を構築する。
- ② 3年後(2023年度)は、地域の特徴に応じて適時適切な防除技術を提示する防除支援システムを開発する。
- ③ 最終的には、開発した防除支援システムを介して、本種が問題となるすべての地域の生産者、病害虫防除所、JA等に対して、新技術の普及と総合的管理技術体系の構築を支援する。

## 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 本種が問題となるすべての地域において、新技術を組み込んだ総合的管理技術体系の確立及び発生予察への新技術の活用により、発生地域での適時適切な防除の実施による水稻被害の軽減および潜在的な防除費用の軽減に貢献する。
- ② 開発した新技術は総合的管理技術体系および発生予察に組み込まれ、防除費用の低下と高品質な作物の安定生産を求める生産者、高品質かつ安全・安心な米の安定供給を求める消費者の生活に貢献する。

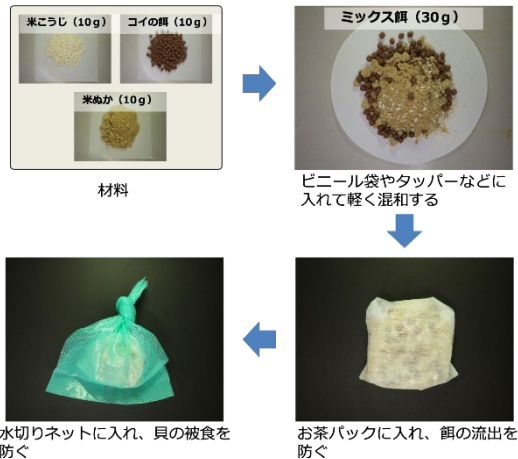
# (02029C) スクミリングガイの被害撲滅に向けた防除技術の開発のための緊急研究

## 研究終了時の達成目標

誘引性と持続性に優れたトラップ用誘引剤と越冬リスク地図を作成し、速やかな普及を図る

## 研究の主要な成果

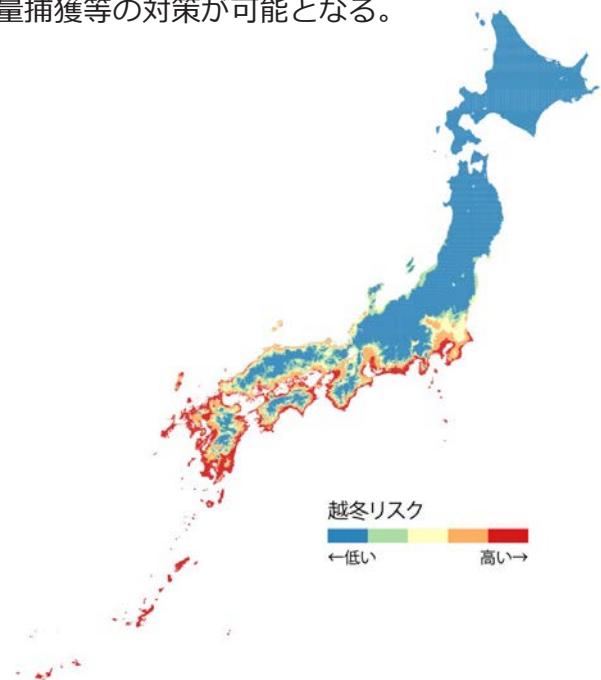
### 従来技術と比較して優れた誘引性と持続性を示すトラップ用誘引剤



米ころし、コイの餌、米ぬかを重量比1:1:1で混合する高効率誘引剤。入手が容易な材料を組み合わせることで農業者が自作可能であり、かつ、圃場において1週間程度と既存技術と比較して長期間、多くの貝を誘引し続けることが可能。本誘引剤の利用により、薬剤散布や浅水管理などの従来技術のみでは被害を抑えることができない地域において、大量捕獲等の対策が可能となる。

### スクミリングガイの越冬リスク地図

越冬リスクの大きさを、青-淡緑-淡黄-橙-赤の5段階で示したリスク地図。国内の発生確認地点のうち99%以上（1346地点中1342地点）が淡黄-赤の地点に含まれる。一方、青で示した地点で発生が確認された例は存在しない。本越冬リスク地図は、府県の病害虫防除所やJA等において、スクミリングガイの越冬リスクを知るために使用され、本種の侵入警戒や早期対策に活用される。



## 今後の展開方向

トラップ用誘引剤と越冬リスク地図の2点の成果は、農林水産省植物防疫課が作成する対策マニュアルに提供し速やかな普及を図る。電気誘引、ドローン、環境DNAを用いた検出技術については、速やかに実証試験に移行し、3年以内にこれらの技術を組み込んだ新しい総合的管理技術体系を構築するとともに、開発した技術の普及を加速させるための防除支援システムを開発する。

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

開発した新技術は総合的管理技術体系および発生予察に組み込まれ、防除費用の低下と高品質な作物の安定生産を求める生産者、高品質かつ安全・安心な米の安定供給を求める消費者の生活に貢献する。

## 和牛のゲノムデータベースと地域サンプルを活用した生産阻害因子解明のための解析プラットフォームの構築

27008BC

分野

畜産一牛

適応地域

全国

【研究グループ】

東京大学、北里大学、東京農業大学、岐阜県畜産研究所  
兵庫県立農林水産技術総合センター、鳥取県畜産試験場  
島根県畜産技術センター、鹿児島県肉用牛改良研究所  
家畜改良センター、家畜改良事業団、琉球大学

【研究統括者】

公益社団法人畜産技術協会 杉本 喜憲

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード 肉牛、生産阻害因子、ゲノムデータベース、遺伝資源、生産性向上

### 1 研究の目的・終了時達成目標

わが国の主要な畜産ブランドである和牛において、子牛の生産性の低下が危惧され、原因として胚死減や子牛損耗・死亡を引き起こす有害変異の関与が考えられる。そこで、解析プラットフォームとして、1)和牛ゲノムデータベースの更新、管理体制、2)地域特異的サンプルを用い候補有害変異を効率的に検証するシステム、3)有害変異のDNA診断法の開発と普及体制を構築することを達成目標とし、和牛の生産阻害因子解明と排除・抑制の実用化を目指す。

### 2 研究の主要な成果

- ① 和牛ゲノムデータベースの更新、管理体制を確立した(参画機関:10機関 2021.3.31時点)。
- ② 地域特異的サンプルを用い候補有害変異を効率的に検証するシステムを確立し12個の有害変異を特定した(CDC45, 未発表(5個)、FOXP3、LRP4(2カ所)、LYST、SLC4A1、FBN1\_2)。
- ③有害変異のDNA診断法の開発と普及を行なった。  
(PCR-直接シーケンス法、SNPチップ法、蛍光PCR-SSP法、PCR-RFLP法)

#### 公表した主な論文

- ① 佐々木慎二. 黒毛和種の多様体データベースの構築による遺伝性疾患の原因変異の迅速な解明. 畜産技術. 2018;11月号:8-13.
- ② Sasaki S, Watanabe T, Ibi T, et. al. Identification of deleterious recessive haplotypes and candidate deleterious recessive mutations in Japanese Black cattle. Scientific Reports. 2021;11,6687

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 和牛の遺伝的・不良形質の原因変異に対するDNA診断法により、確実に有害変異を有する牛を発見し、有害変異を持たない種雄牛の選抜を行うこと、また繁殖雌牛の保因状況に応じて交配指導することで、和牛生産の質が改善される。
- ② 和牛生産阻害因子コンソーシアムによる全国の和牛造成機関への普及と間接的に農家に社会実装を予定。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、有害変異の経済的損害を試算し、有害変異抑制ための対処案を策定。
- ② 5年後(2025年度)は、和牛ゲノムデータベースを活用し、「和牛生産の質」に影響を与える有害変異を特定。
- ③ 最終的には、「和牛の不良形質を抑制し、生産の質を高めるための遺伝的取組み」の普及を図る。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

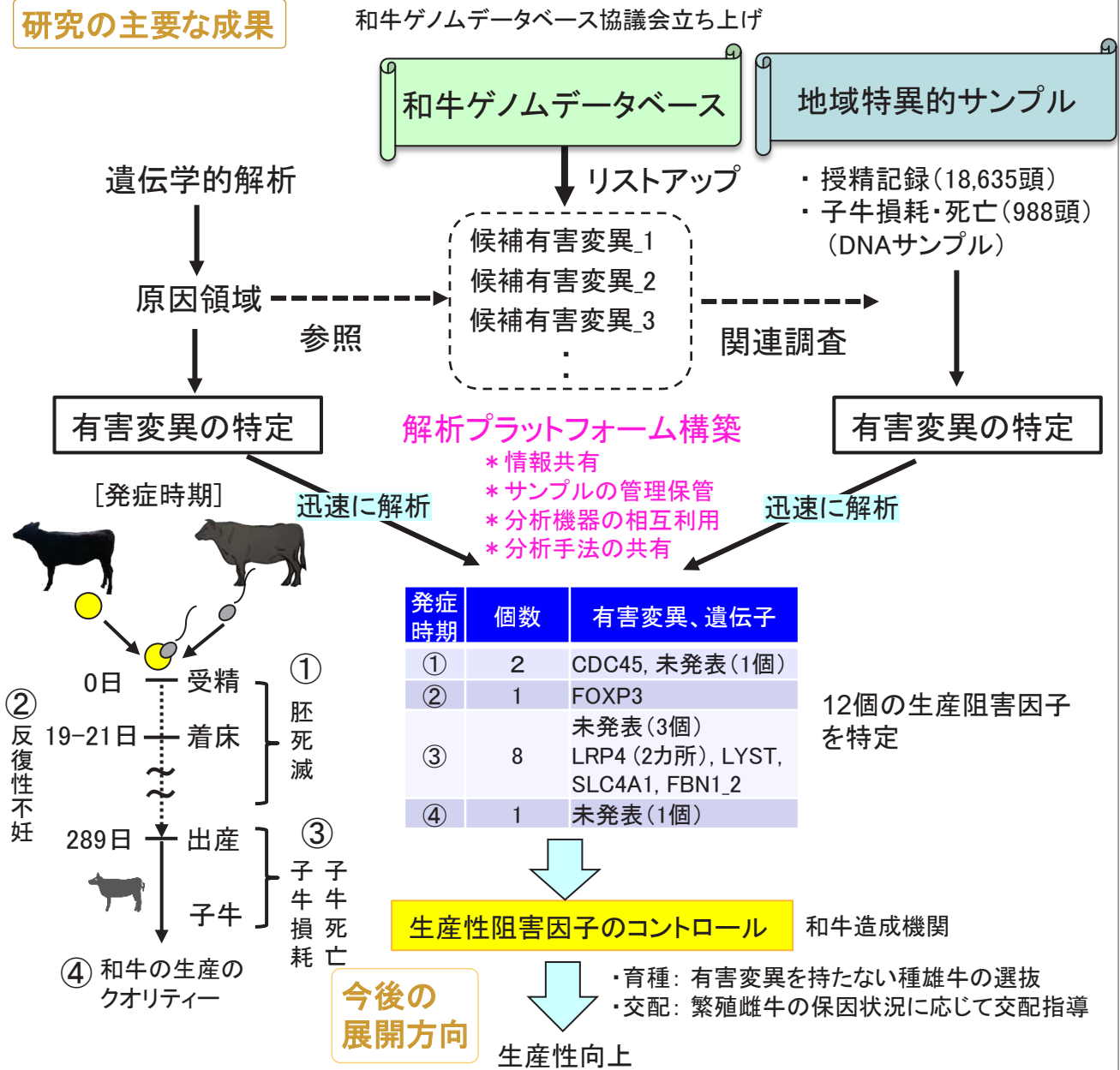
- ① 和牛生産を阻害する生産阻害因子を迅速に特定することで、生産コスト軽減、安定した和牛生産、増頭体制構築に直接的に貢献できる。有害変異のリスクアレル頻度が5%では、胚死減の原因である場合は1個あたり1億円、子牛死亡の原因である場合、1個あたり15億円の損出を軽減できる。
- ② 本研究の成果を活用によって、農家は牛を失うことによるストレスから解放され、持続的な和牛生産が可能となり、和牛生産の足腰が強化され、和牛ブランドの更なる高付加価値化に貢献できる。

(27008BC)和牛のゲノムデータベースと地域サンプルを活用した  
生産阻害因子解明のための解析プラットフォームの構築

研究終了時の達成目標

和牛の胚死滅や子牛損耗・死亡の原因有害変異の解明のため、1)和牛ゲノムデータベース、2)地域特異的サンプル、3)DNA診断法開発による解析プラットフォームを構築する。

研究の主要な成果



実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

政府は令和17年度までに和牛生産を倍増させる計画を決定し、また輸出拡大実行戦略(令和2年12月)で令和12年度の輸出拡大に向けて和牛を重点品目の1つとして位置づけている。本研究の成果によって遺伝的的不良形質による生産性低下を防ぐことで、安定した和牛生産、増頭体制構築といった行政施策の達成に貢献する。また、農家は牛を失うことによるストレスから解放される。

問い合わせ先: 畜産技術協会 TEL 03-3836-2301

## マーカー利用選抜による気候変動に適応した菌床栽培用シイタケ品種の開発

28034C

分野

林業・林産一  
きのこ

適応地域

全国

【研究グループ】

森林研究・整備機構森林総合研究所、岩手生物工学  
研究センター、秋田県立大学、大分県農林水産研究  
指導センター、株式会社北研

【研究総括者】

森林研究・整備機構森林総合研究所 宮崎 和弘

【研究タイプ】

育種対応型 Aタイプ

【研究期間】

平成28年～令和2年(5年間)

キーワード シイタケ、気候変動、マーカー選抜、高温発生品種、QTL解析

### 1 研究の目的・終了時達成目標

自然発生型のシイタケ菌床栽培において気候変動、とりわけ温暖化の影響は大きく、収量の低下、形質の劣化、不発生時期の長期化を引き起こす。完全空調の施設においても、空調費の増大につながり生産者を圧迫することになる。そのため、生産現場からは従来品種よりも高温で管理が可能な品種の育成が求められている。そこで、シイタケのゲノム解析、および選抜用マーカーを開発・利用し、高温発生品種開発の効率化を図りつつ、高温発生品種を開発することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① シイタケの有用遺伝子特定後の、選抜マーカー開発を効率的に進めるため、高密度連鎖地図、BACライブラリーの利用により精度の高いゲノムデータの整備を行った。
- ② RAD-seq法により検出されたSNPsデータを用いた高密度連鎖地図を利用した、子実体の発生温度に関連するQTL(量的形質遺伝子座)の解析を行い、あらたに12の遺伝子領域を検出した。
- ③ あらたに検出された12の遺伝子領域をターゲットとし、選抜マーカーの作出を試み、12の遺伝子領域のうち7遺伝子領域について選抜マーカーの作成に成功した。
- ④ 育種母材菌株から分離された単孢子分離菌株を、選抜マーカーを利用した選抜を行い、選抜株同士から交配菌株を作出、栽培試験を経て、高温発生形質を有する有望株を13菌株選抜した。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 整備したゲノムデータを取りまとめ、論文発表を行うとともに、公的なゲノムデータベース機関を通じて、シイタケのゲノムデータとして公開する予定である。
- ② 検出された遺伝子領域を対象に高温発生形質への影響に関する検証を行い、信頼性の高い遺伝子領域を特定しつつ、選抜マーカーの信頼性、および汎用性の向上を目指す。
- ③ 選抜された有望交配株については、品種登録を目指した追試験を行い、最終的に新規な高温品種として登録することを目指す。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)までに、シイタケのゲノムデータに関する論文発表および公開を行う。
- ② 4年後(2024年度)までに、最有望株を高温品種として品種登録出願を行う。
- ③ 最終的には、登録品種として販売・普及を行い、生産現場での安定生産に貢献する。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 従来品種よりも高温条件下で管理・発生出来る品種を用いることで、生産者の空調にかかるコストを削減出来る。試算では、1施設あたり80万円程度のコストカットにつながり、50施設で使用されると仮定すると、全体では4000万円のコストカットが見込まれる。
- ② ①で述べたように、生産者の空調コストの負担軽減が期待出来ることから、シイタケの安定生産につながる。シイタケには、血圧を下げる効果がある成分や、カルシウムの骨への定着を助けるビタミンDが含まれており、国民の食生活の豊かさ、健康増進に貢献することが期待できる。

## (28034C) マーカー利用選抜による気候変動に適応した菌床栽培用シイタケ品種の開発

### 研究終了時の達成目標

シイタケのゲノム解析をすすめ、子実体の発生温度特性に関連する遺伝子領域を特定するとともに、選抜マーカーを開発・利用し、高温発生品種を作出する。

### 研究の主要な成果

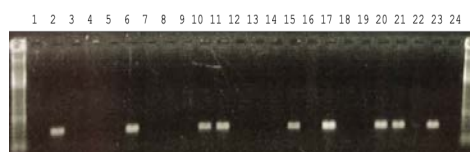
① 染色体に対応するレベルまでシイタケのゲノムデータを整備した。



再構築したシイタケ染色体の概略図

(10連鎖群のうち8連鎖群は両端にテロメア特有の配列を有するコンティグが配置された)

② 高温発生の遺伝子型を有する菌株を選抜するための選抜用マーカーを開発した。



選抜用マーカーによる解析例  
(バンドが検出された菌株が高温型を有する有望株と判定)

③ 高温発生型の特性を有する交配菌株を複数選抜した。



選抜試験の様子

(従来品種と同等、もしくはより高温条件での管理が可能)

菌床栽培用の高温発生品種として、品種登録を目指す。

### 今後の展開方向

シイタケの品種開発のスピード化を実現するために、ゲノム解析データの公開をすすめていくとともに、有望株の品種登録を目指す。

### 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献



気候変動に左右されない、シイタケの安定生産の実現

1. 地域の活性化に貢献
2. 国民の健康かつ豊かな食生活へ貢献
3. 食用・薬用きのこの新品種育成の活性化



## 用土を用いない空中さし木法による、コスト3割削減で 2倍の生産量を実現するスギさし木苗生産方法の確立

30028C

分野 適応地域  
林業・林産一育種 全国

〔研究グループ〕  
森林総合研究所林木育種センター、九州大学、  
宮崎大学、大分県農林水産研究指導センター、  
宮崎県林業技術センター、鹿児島県森林技術総合センター、  
株式会社長倉樹苗園、株式会社林田樹苗農園

〔研究統括者〕  
森林総合研究所林木育種センター  
栗田 学  
〔研究期間〕  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード スギ、さし木、空中さし木法、エアざし、コンテナ苗生産

### 1 研究の目的・終了時達成目標

新たに開発した用土を用いないさし木発根技術(空中さし木法(通称:エアざし))を、スギのさし木苗生産に適用する。スギの発根に最適な温度・湿度等の条件を確定し、既存の小型穂を用いた苗生産技術に適用するとともに、通常春先に集中する作業の分散化を目指した周年生産技術を開発する。また、品種ごとに根系の発達条件や施肥等によるコンテナ苗育成時の上長成長や肥大成長を促進する条件を明らかにすることで、最終的によりコストを低減し作業効率を高めた生産手法を実現する。

### 2 研究の主要な成果

- ①環境条件に応じた散水頻度の推定手法を開発し、光条件と合わせて発根環境の最適化を行い、九州育種基本区の特定母樹等76系統で通常の露地ざしと比較して発根率が1.4倍相当に上昇。
- ②単位面積あたりのさし付け密度(本数、重量)の最適化を行い、夏ざしを行う際のさし穂の腐敗率が約30%低減。周年生産におけるコンテナ苗の生産効率を高めることに成功した。
- ③空中さし木法を小型穂由来のさし木コンテナ苗生産に適用することで、露地ざし裸苗生産と比較して2倍の生産量を達成。
- ④「用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1」を作成し、林木育種センター九州育種場HPで公開した(<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kyuiku/research/syoukai/eazasi.html>)。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 特願2021-41092 特許名 挿し穂の発根装置 (出願人:国立研究開発法人森林研究・整備機構他)
- ② 平田令子他. 生分解性ペーパーポットを用いたスギ挿し木苗の植栽2年間の成長と根系発達. 日本森林学会誌 101(5), 201-206 (2019).
- ③ 栗田学他. 用土を用いない新たなスギ挿し木発根手法の検討—スギ挿し木苗の植物工場の生産技術の開発に向けて— 九州森林研究 73(5), 57-61 (2020).

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 2021年度以降、各種会議や技術講習会等で本マニュアルを用いた技術指導を行い、継続的に情報発信を行う。
- ② 本技術による苗生産の実施を希望する種苗生産者と、実施許諾契約を締結し、技術移転を開始する。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 3年後(2023年度)は、空中さし木法に適した資材、形状で形成される、スターターキット等の開発推進。
- ② 5年後(2025年度)は、基礎的知見を集積し、他樹種への技術の展開を推進。
- ③ 最終的には、本技術を用いたさし木苗生産数を100万本程度となるよう技術の普及を図る予定。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 低コスト、簡易な生産システムで、種苗生産業界の担い手不足対策に貢献するとともに、本技術の活用により、成長に優れたスギ品種の利用を促進することで、造林・育林コストの約3割を占める下刈りの期間をこれまでよりも2年程度短縮し、そのことによって約1~2割のコストの圧縮に貢献できる。
- ② 本技術を花粉症対策品種苗の増産に活用することで、花粉症に伴う医療費などの抑制につながり、国民負担の軽減につながるとともに、花粉症による労働損失の低減にも貢献できる。

(30028C) 用土を用いない空中さし木法による、コスト3割削減で2倍の生産量を実現するスギさし木苗生産方法の確立

研究終了時の達成目標

新たに開発した用土を用いないさし木発根技術を、スギのさし木コンテナ苗生産に適用し、コストの低減や作業効率を高めた生産手法を実現する。

研究の主要な成果

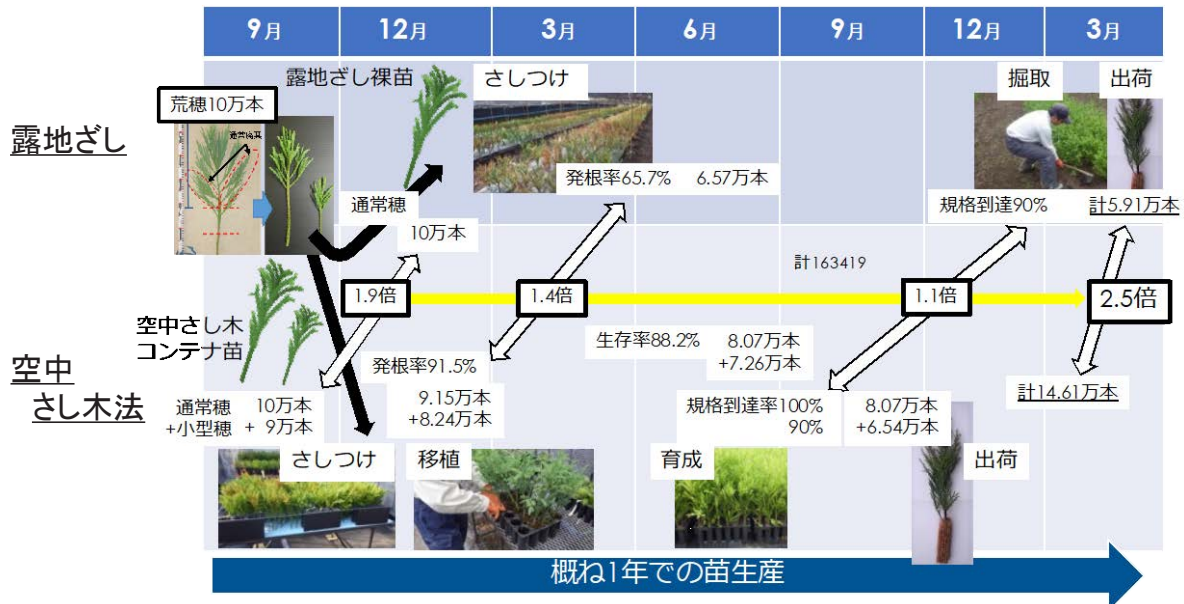


図 露地ざしと空中さし木法によるスギさし木苗の生産量の比較(秋ざし)

同じ数の荒穂から、概ね1年で生産できる露地ざし裸苗と空中さし木法によるコンテナ苗の生産数を試算。露地ざし裸苗と比較して空中さし木法由来コンテナ苗では・・・

- ・荒穂から通常穂(35cm程度)を採取した後、残った部分から小型穂(25cm程度)を採取して使用することで → さしつけ本数1.9倍
- ・さしつけ後の散水パターンや光環境を最適化することで → 発根率1.4倍
- ・空中さし木法由来コンテナ苗の生産過程で、成長促進剤を活用して育苗することで → 規格到達率1.1倍

露地ざし裸苗と比較して、空中さし木法由来コンテナ苗は、共通の荒穂数から2倍以上の生産が達成されると試算された。

今後の展開方向

- ① 2021年度以降、各種会議や技術講習会等で本マニュアルを用いた技術指導を行い、継続的に情報発信。
- ② 本技術による苗生産の実施を希望する種苗生産者と、実施許諾契約を締結し、技術移転を開始。
- ③ 空中さし木法に適した資材、形状で形成される、スターターキット等の開発に着手。空中さし木法を活用したさし木コンテナ苗生産のさらなる低コスト化、生産効率の向上を図り、技術の普及・社会実装を加速。
- ④ コウヨウザンやカラマツ等、スギ以外の樹種への技術の展開を推進。

実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

空中さし木法を活用したスギさし木コンテナ苗生産技術は、労働生産性の向上、さし木苗の大量かつ安定生産を可能にする技術であることからスギの苗木生産現場における担い手不足等課題の解決に貢献する。花粉症対策品種としての少花粉スギや無花粉スギの苗の増産のため、九州以外の育種基本区でも活用される可能性が考えられ、本技術を花粉症対策品種苗の増産へ活用することで、花粉症に伴う医療費などの抑制につながる効果が期待される。

## 次世代シーケンシング技術を用いた食用きのこ品種のDNA鑑定技術開発

30031C

分野 適応地域  
林業・林産—きのこ 全国

【研究グループ】  
東北大学大学院農学研究科、森林総合研究所九州支所、  
東京大学大学院総合文化研究科、全国食用きのこ種菌協会  
【研究総括者】  
東北大学大学院農学研究科 陶山佳久

【研究期間】  
平成30年～令和2年(3年間)

キーワード きのこ・シイタケ・クリタケ・ナメコ・ブナシメジ・エノキタケ、DNA、品種識別、育成者権、育種

### 1 研究の目的・終了時達成目標

国内品種の育成者権を侵害する疑義のある逆輸入品等による問題が急増している。品種育成者の権利と利益を守るためには、水際対策としての迅速な品種識別に基づく輸入差止めが有効だが、従来の品種鑑定技術では十分に対応できていない。そこで本研究では、最新のDNA分析技術によって、きのこ等の農林水産物に広く適用可能な品種鑑定法を開発し、国内品種の権利保護に活かすとともに、そのDNA情報を利用した品種開発等を支援し、国内農林水産業・食品産業の成長産業化に貢献することを目的とした。

### 2 研究の主要な成果

- ① 早く、安く、高精度、広適用可能な「ゲノムワイドDNA品種鑑定法」を開発した。→特許出願中の独自技術を利用して、事前情報がなくてもあらゆる品目の品種異同鑑定が即座に可能。
- ② Webブラウザ上で品種鑑定データの解析が可能な「品種鑑定プログラム」を開発した。
- ③ 高価な機器を必要とせずに品種鑑定が可能な「シイタケ品種簡易検査キット」を開発した。→DNA増幅後に、特殊なクロマトスティックを浸してラインを見るだけで品種鑑定が可能。
- ④ ゲノムワイドDNA情報を活用した効率的育種法の事例を示した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 陶山佳久. 森林遺伝育種学研究におけるMIG-seq法の利用. 森林遺伝育種 8(2), 85-89 (2019).
- ② 佐藤光彦他. MIG-seq法によるシイタケの品種識別技術開発. DNA多型 29(1) (2021).
- ③ 特許出願 PCT/JP2021/003874 遺伝情報解析システム、及び遺伝情報解析方法(R3年2月) (出願人: 東北大学)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 大学発ベンチャーとして、DNA品種識別等を受託できる体制の構築を予定。品種だけでなく、個体・産地・種等の識別を高精度次世代DNA分析によって提供する事業を展開予定。
- ② 開発した「ゲノムワイドDNA品種鑑定技術」の技術指導・技術提供・技術支援・技術移転による普及を進めるとともに、開発技術を応用した他分野の技術開発も展開予定。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)までに、高精度次世代DNA分析事業の基本体制を構築する。
- ② 5年後(2025年度)には、高精度次世代DNA分析事業を通じた技術の実用化・普及を目指す。
- ③ 最終的には、国内農林水産物の登録品種の権利や品種育成者の利益等を守るために機能させる。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① シイタケ品種菌系の輸入に関して試算すると、育成者権侵害品として差し止められる可能性のある金額はおおよそ100億円にのぼり、この金額以上に相当する経済的効果が期待できる。
- ② 国内農林水産物の品種を守ることにより、関連業種自体およびそれらの品種開発への投資・企業努力を保護・活発化する効果が期待でき、ひいては国民生活にとってより高品質で安全・安心・安価・持続的な国内農林水産物の供給としての恩恵に結びつくことが期待される。

# 30031C 次世代シーケンシング技術を用いた食用きのこ品種のDNA鑑定技術開発

## 研究終了時の達成目標

最新のDNA分析技術によって、農林水産物に広く適用可能な品種鑑定法を開発し、国内品種の権利保護に活かすとともに、そのDNA情報を利用した品種開発等を支援する。

## 研究の主要な成果

### 「ゲノムワイドDNA品種鑑定法」

＜主な特徴＞

- ・早い(3日間)
- ・簡便(2回のPCRと次世代シーケンス)
- ・安い(試薬代:1サンプル1000円以下)
- ・超高精度(シタケの自殖品種も識別可能)
- ・膨大なゲノム情報(数百万～数十万以上の配列)により判定
- ・低品質・微量DNAの利用が可能(乾燥シタケも識別可能)
- ・様々な生物に適用可能(他の農産物等でも即座に利用可能)
- ・検査キットの作成も可能(以下の品種簡易検査キット参照)

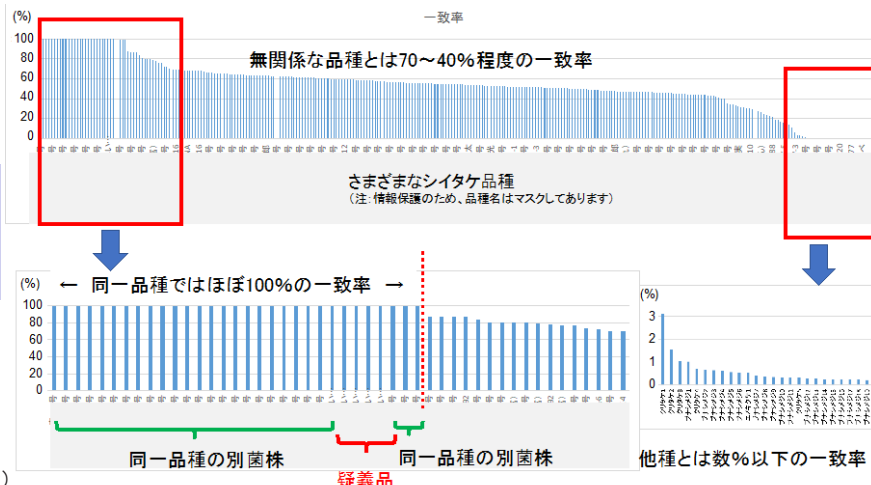


図 あるシタケ品種に対して算出された、同一品種の別菌株、育成者権侵害疑似品、その他のシタケ品種、及びその他の食用きのこ種とのゲノム一致率を示す棒グラフ。→疑似品が特定の品種と同一であることを明確に示し、他品種とは明瞭に異なることも示している。

### 「シタケ品種簡易検査キット」

＜操作方法＞

- ・DNAを簡易抽出(1時間以内)
- ・品種特異的な領域を増幅(1時間以内)
- ・特殊なスティックを浸ける(10分以内)

→品種がわかる

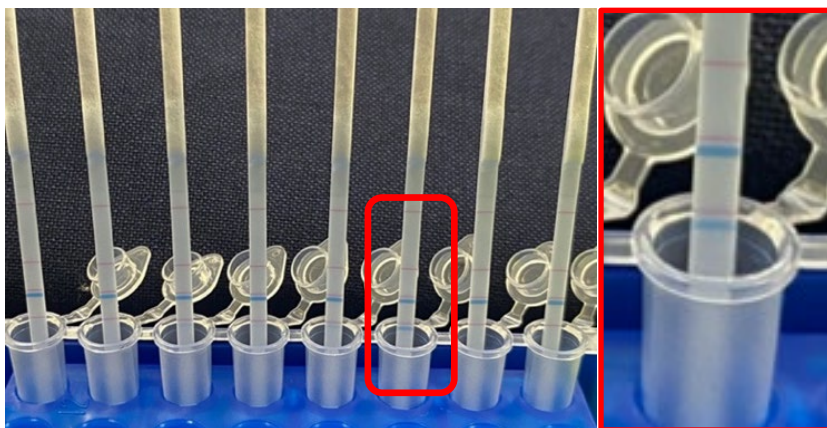


写真 あるシタケ品種に特異的なDNA部分を増幅し、特殊なスティックを浸すと出現するラインによって品種鑑定ができるキット。赤枠の拡大画像の上部のラインはシタケであることを示し、下部のラインは当該品種であることを示す。

## 今後の展開方向

「高精度次世代DNA分析による品種・個体・産地・種等の識別・分析サービス」を、大学発ベンチャーとして実用化・普及予定。

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

品種育成者の権利・利益保護  
→ 品種開発の活発化  
国内農林水産業の成長産業化



業界の努力が正当に報われる社会  
高品質・安全・安心・安価な国内生産物が  
国民へ持続的に供給される社会

## 木材強度と成長性に優れた早生樹「コウヨウザン」の優良種苗生産技術の開発

30034C

分野  
林業・林産  
一育種

適応地域  
全国

【研究グループ】

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所  
林木育種センター、国立大学法人鹿児島大学、広島県立  
総合技術研究所、住友林業株式会社

【研究統括者】

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター 生方正俊

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード コウヨウザン、種苗生産、コンテナ苗、優良系統、利用特性

### 1 研究の目的・終了時達成目標

林業の生産性向上に資する新たな造林用樹種として期待が高いコウヨウザンについて、コンテナ苗による優良種苗の普及を早期に実現させることを目的とする。このため、優良種苗の原種となる優良系統の選抜及び管理、種苗生産の基盤となる採種園及び採穂園の造成と管理技術の開発、実生及びさし木によるコンテナ苗の生産技術と植栽技術を開発するとともに一連の技術のマニュアル化を行う。さらに、材の利用特性の解明、DNA分析を用いた系統管理技術を開発することを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① 種子生産に直結する着花特性、さし木用の台木の萌芽特性について系統間差を明らかにし、採種園及び採穂園を広島県内に各1箇所ずつ造成した。
- ② コウヨウザンの実生及びさし木コンテナ苗の生産・植栽技術を開発した。
- ③ コウヨウザンの材が集成材、合板、LVL、パレットに十分利用可能なことを明らかにした。
- ④ 全国各地の林分からコウヨウザンの優良系統を前事業と合わせ55系統選抜するとともに、DNA分析を用いた系統管理技術を開発した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 山口秀太郎他. コウヨウザン苗木における育苗環境の影響について. 関東森林研究 70(1), 41-44 (2019)
- ② 近藤禎二他. わが国におけるコウヨウザンの成長. 森林遺伝育種学会誌 9(1), 1-11 (2020)
- ③ 大塚次郎他. コウヨウザン採穂台木の育成管理方法の検討. 九州森林研究 73, 63-68 (2020)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ① 本事業を含め、国内のコウヨウザンで得られた研究成果をとりまとめた技術マニュアルをネット上で公開したことから、今後、この資料等を活用し、講習・指導を行うことにより関連技術の普及を図る。
- ② 本事業等で今までに選抜した優良系統の地域適応性を明らかにし、それぞれの地域に適した優良種苗生産を目指す。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、地域に適した優良種苗の供給を図るため、優良系統の地域適応性解明に着手する。
- ② 5年後(2025年度)は、優良系統等の地域適応性を明らかにする。
- ③ 最終的には、複数の県等において、年間10万本以上の優良種苗生産が行われることを目指す。

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① コウヨウザンの造林は、東北地域以南の広範なスギ・ヒノキ林業地域を想定しているが、コアとなるのは西南日本地域であり、この地域のスギ人工林の1割の21万haをコウヨウザンに樹種転換することでおよそ2,200億円の大きな経済効果が期待できる。
- ② これまで輸入材に頼ってきた横架材や、合板の表層に用いることのできる強度の高い木材の国内での生産・供給が可能となり、苗木用の種子から木材製品に至るまでの生産者の顔がみえる国産材という安全・安心な材料を用いた家造りができるようになることで国民生活の向上に貢献できる。

# (30034C) 木材強度と成長性に優れた早生樹「コウヨウザン」の優良種苗生産技術の開発

## 研究終了時の達成目標

コウヨウザン優良種苗の早期普及に資するため、優良系統の選抜、採種穂園の造成と管理技術の開発、優良コンテナ苗の生産技術と植栽技術を開発することを目標とした。

## 研究の主要な成果

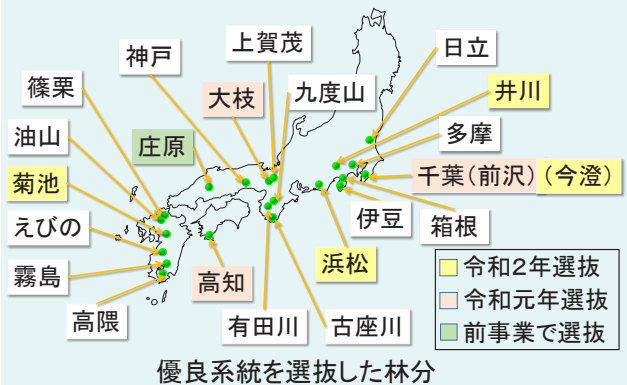
### 効率的な採種方法を開発



大型シートトラップによる採種(広島県)

我が国産優良種苗の早期の供給が可能に

### 全国各地の林分から優良系統を55系統選抜



優良種苗生産の原種を確保

### 採穂園の管理技術を開発



寝伏処理した採穂木からの萌芽

採穂園からの安定的かつ大量の穂木の生産が可能に

### 技術普及マニュアルを作成・公開



[http://www.ffpri.affrc.go.jp/documents/koyozan\\_manual\\_1.pdf](http://www.ffpri.affrc.go.jp/documents/koyozan_manual_1.pdf)

コウヨウザンの優良種苗生産技術の普及

## 今後の展開方向

- ・技術マニュアル等を活用し、関連技術の普及を図る。
- ・優良系統の地域適応性を明らかにし、それぞれの地域に適した優良種苗生産を目指す。



地域に適した優良系統の選定

## 実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ・コウヨウザンの造林コアとなる西南日本地域のスギ人工林の1割の21万haをコウヨウザンに樹種転換することでおよそ2,200億円の大きな経済効果が期待できる。
- ・これまで輸入材に頼ってきた強度の高い木材の国内での生産・供給が可能となり、苗木用の種子から木材製品に至るまでの生産者の顔がみえる国産材という安全・安心な材料を用いた家造りができるようになることで国民生活の向上に貢献できる。

地場種苗・健康診断・経営戦略でピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システムの確立

30025C

分野

水産-養殖

適応地域

全国

【研究グループ】

水産機構、道総研釧水試、三重水研、兵庫水技セ、  
広島水海技セ、大分水研、厚岸町、東大院、ケアシェル(株)

【研究統括者】

水産研究・教育機構 長谷川 夏樹

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード マガキ、地場採苗、シングルシード、殻付きカキ、養殖システム

### 1 研究の目的・終了時達成目標

経済分析によって国内外の殻付きカキのマーケットインに基づいたマガキ養殖における経営戦略の明確化を図り、その戦略の実現に不可欠なシングルシードの地場種苗を安定確保するための天然採苗技術の実用化や、カキの健康状態を容易に診断する技術を開発する。これらの技術を統合して生産性や収益性を高める養殖システムを確立した上で、地域ブランドのマガキを生産し、次世代型のマガキ養殖のためのビジネスモデルを構築する。

### 2 研究の主要な成果

- ①アジアマーケットにおける日本とは異なるサイズ・味への嗜好性を把握し、輸送コストの削減、和食市場の開拓などの輸出戦略を構築するとともに、国内マーケットにおいてベンチマークとなるカキによる需要拡大を目指すマーケティング戦略と逆に地場種苗による差別化を強みとする戦略を確立した。
- ②マガキ養殖経営者が経営コストを自己分析することが可能な経営計画支援プログラムを開発した。
- ③シングルシードの地場種苗を安定確保できる潮間帯や筏での天然採苗技術の実用化や採苗資材の改良を進め、100万個を超える地場種苗の確保を実現するとともに、採苗に適した海域の条件を明らかにした。
- ④エネルギー配分モデルによる数値シミュレーションなどの健康診断技術を活用し、潮間帯での養殖や網袋での摂餌制限などの養殖管理技術の有効性を評価し、生残率を50%以上に高める歩留まりの改善や単価の向上に寄与する出荷の1ヶ月以上の早期化を実現した。
- ⑤地場種苗を活かしたカキ養殖を実践し試験出荷や販売を進め、産地別にビジネスモデルを提示した。

#### 公表した主な特許・品種・論文

- ① 神山龍太郎 他.南オーストラリア州におけるカキ養殖業の生産と流通ー日本への適用可能性に関する考察ー. 国際漁業研究 19, 1-29(2021)
- ② 宮田勉 他.オイスターバー向け殻付きカキの外観品質評価ー潜在クラスモデルによるコンジョイント分析ー. 日本水産学会誌 87, 400-408(2021)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及の実績及び今後の展開

- ①成果普及資料「地場種苗を活かしたマガキ養殖のすすめ」の公表や展示会への出展、地場ガキ養殖を実践する協力機関の生産者による見学の受け入れや、導入サポートによる地場ガキ養殖のPRと普及支援。
- ②地場採苗技術については学会・論文発表等を通じた公知化をおこない、広く普及を拡大するとともに、地場種苗から生産したカキについても試験販売によって知名度を高める。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2022年度)は、地場採苗・養殖の普及拡大、採苗用に改良した基質の販売
- ② 5年後(2025年度)は、漁場環境情報とカキの健康状態の予測技術を融合した養殖を支援するアプリの実装
- ③ 最終的には、全国10ヶ所以上・10億円規模での地場ガキ養殖の社会実装

### 4 開発した技術・成果が普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 中小産地の既存の生産者や新規就労者による地場殻付きカキ養殖を普及、ビジネスとして成立させることで、地域経済の維持発展に貢献する。
- ② 地域特産の殻付きカキをさまざまなマーケットに供給することで、消費者への良質なシーフードの供給に貢献する。

(30025C) 地場種苗・健康診断・経営戦略で  
ピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システムの確立

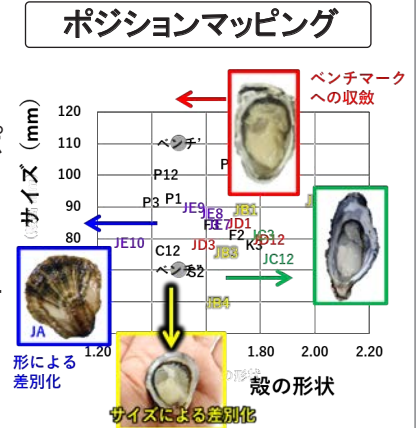
研究終了時の達成目標

シングルシードの地場種苗 付加価値の高い殻付きカキ

地場ガキ養殖における経営戦略の明確化とシングルシードの天然採苗技術の実用化、健康状態の診断技術の開発によって、地場の殻付きカキ養殖のビジネスモデルを構築する。

研究の主要な成果

①アジアマーケットで嗜好される殻付きカキのサイズや味、価格などにもとづき輸出戦略を構築するとともに、ポジションマッピングによって差別化要素にもとづく国内のマーケティング戦略を確立。



②シングルシードの地場採苗技術の実用化や採苗資材の改良で、100万個以上の地場種苗を確保。  
“種苗を自前で安価に確保する地場採苗を実現”

③干潮時に干上がる潮間帯での養殖や網袋で摂餌制限によって、カキの成熟産卵をコントロールし歩留まり改善や出荷の早期化を実現。  
“あえて厳しい条件にカキをさらすことで、生産性や収益性を改善”



地場採苗技術

養殖管理技術

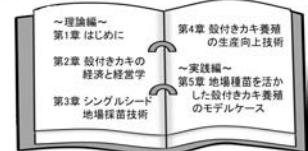
④地場ガキ養殖を支援するビジネスモデルを提示。  
“採苗技術や健康診断にもとづく養殖管理技術で地場ガキを生産・出荷”



今後の展開方向

- ・開発した技術やビジネスモデルを紹介する成果普及資料の公表
- ・生産者とともに地場ガキ養殖のPRと普及支援活動
- ・カキの健康状態を予測し養殖を支援するアプリの実装

成果普及資料  
「地場種苗を活かしたマガキ養殖のすすめ」



実用化・普及することによる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 中小産地の既存の生産者や新規就労者による地場殻付きカキ養殖を普及、ビジネスとして成立させることで、地域経済の維持発展に貢献する。
- ② 地域特産の殻付きカキをさまざまなマーケットに供給することで、消費者への良質なシーフードの供給に貢献する。



# (参考1) イノベーション創出強化研究推進事業の概要

## 平成30年度～

### 目的・趣旨

我が国の農林水産・食品分野の競争力を強化し飛躍的に成長させていくためには、従来の常識を覆す革新的な技術・商品・サービスを生み出す研究開発が必要です。このため、農林水産省において、平成28年4月に、様々な分野のアイデア・技術等を導入した産学官連携研究を促進するオープンイノベーションの場として、「知」の集積と活用の場が創設されました。今後の提案公募型の研究開発においても、革新性をより高めてイノベーションの創出を目指す観点から、「知」の集積と活用による取組を重点的に推進することとされました。

本事業は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターにおいて、従来の常識を覆す革新的な技術・消費・サービスを生み出していくイノベーションの創出を目的として、「知」の集積と活用による研究開発を重点的に推進することとし、研究課題を公募し、採択された案件に対し研究を委託するものです。

本事業では、革新的なシーズを創出する独創的でチャレンジングな基礎段階の研究開発を「基礎研究ステージ」、基礎研究で創出された研究シーズを基にした応用段階の研究開発を「応用研究ステージ」、応用研究等の成果を社会実装するための実用化段階の研究開発を「開発研究ステージ」と設定し、実施した研究課題において優れた成果や有望な将来性が見込める成果を創出した場合は、再度の公募を介さずに移行できるシームレスの仕組みを導入しています。

### 事業の概要

#### ①基礎研究ステージ

研究機関等の独創的なアイデアや基礎科学など萌芽段階の研究を基に、革新的な研究シーズを創出するチャレンジングな基礎研究が対象です。

#### 【応募要件】

単独の研究機関又は研究グループ。

「知」の集積と活用からの提案については、同一の研究開発プラットフォームにおける2セクター（※）以上の研究機関等で構成される研究コンソーシアム。

#### 【研究費の上限、研究実施期間】

応募者の区分	研究費の上限	研究実施期間
「知」の集積と活用以外の場からの提案	3,000万円/年	3年以内
「知」の集積と活用からの提案	5,000万円/年	3年以内

## ②応用研究ステージ

農林水産省の研究資金や他の研究資金による基礎研究で創出された研究シーズを基にした実用化段階の研究開発に向けた応用研究が対象です。

### 【応募要件】

研究グループ。(研究グループの構成に特段の要件はなし)

「知」の集積と活用場からの提案については、同一の研究開発プラットフォームにおける2セクター(※)以上の研究機関等で構成される研究コンソーシアム。

### 【研究費の上限、研究実施期間】

応募者の区分	研究費の上限	研究実施期間
「知」の集積と活用場以外からの提案	3,000万円/年	3年以内
「知」の集積と活用場からの提案	5,000万円/年	3年以内

## ③開発研究ステージ

応用研究で創出された研究シーズを基にした、農林水産分野・食品分野における生産現場の課題解決を図る実用化段階の研究開発を対象としています。そのため、前提条件として、十分な基礎・応用研究での知見及びそれに基づく技術シーズの蓄積があることが必要です。

### 【応募要件】

2つ以上のセクターの研究機関等から構成される研究グループ

「知」の集積と活用場からの提案については、同一の研究開発プラットフォームにおける2セクター(※)以上の研究機関等で構成される研究コンソーシアム。

### 【研究費の上限、研究実施期間】

応募者の区分	研究費の上限	研究実施期間
「知」の集積と活用場以外からの提案(マッチングファンド方式の適用の有無にかかわらず)	3,000万円/年	3年以内 (育種研究は5年以内)
「知」の集積と活用場からの提案		
①マッチングファンド方式の適用がある場合	15,000万円/年	5年以内
②マッチングファンド方式の適用がない場合	5,000万円/年	3年以内 (育種研究は5年以内)

### (※) 研究機関等の分類

応募する研究機関等を以下のⅠ～Ⅳのセクターに分類します。

セクターⅠ	都道府県、市町村、公立試験研究機関及び地方独立行政法人
セクターⅡ	大学及び大学共同利用機関
セクターⅢ	独立行政法人、特殊法人及び認可法人
セクターⅣ	民間企業、公益・一般法人、NPO法人、協同組合及び農林漁業者

## (参考2) 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の概要 平成29年度

### 目的・趣旨

本事業は、分野横断的に民間企業等の研究勢力を呼び込んだ形で、国内の研究勢力の結集や人材交流の活性化を図るとともに、革新的な技術の開発を基礎研究から実用化研究まで継ぎ目なく支援し、ブレークスルーとなる技術を効果的・効率的に開発することにより、農林水産・食品分野の成長産業化を早急に図ることを目的として研究課題を公募し、採択された案件に対し研究を委託するものです。

本事業では、基礎段階の研究（シーズ創出ステージ）、応用段階の研究（発展融合ステージ）、実用化段階の研究（実用技術開発ステージ）の各研究ステージごとに研究課題の公募を実施しますが、優れた研究成果を創出した研究課題については、次の研究ステージに移行するに当たり、再度の公募を経ずに、移行できる仕組み（シームレス）を導入しています。

### 事業の概要

#### ①シーズ創出ステージ

理工系や医学系を含む多様な研究機関等の独創的なアイデアや基礎科学など萌芽段階の研究を基に、農林水産・食品分野の諸課題の解決や革新的な技術の開発につながる技術シーズ（新技術や新事業の創出につながる技術要素）を開発するための目的基礎研究を対象とします。

##### 1. 一般型

本研究区分においては、将来アグリビジネスにつながる革新的なシーズを創出する基礎段階の研究開発を実施する研究課題を対象とします。

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 1千万円以内／年

【応募要件】 単独の研究機関又は研究グループによる応募

##### 2. 重要施策対応型

他府省との連携により技術開発等を推進する重要な施策である総合特区、地域イノベーション戦略推進地域及び地域活性化プラットフォームにおけるモデルケースに指定された地区・地域において、その構想を実現するために必要な基礎段階の研究開発を実施する研究課題を対象とします。（総合特区計画等において位置づけがなされていない研究計画は本研究区分の対象外となります。）

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 1千万円以内／年

【応募要件】 単独の研究機関又は研究グループによる応募

## ②発展融合ステージ

農林水産省の研究資金や他の研究資金による基礎研究で開発・確立された研究成果を発展させ、農林水産・食品分野の諸課題の解決や革新的な技術の開発につなげるための応用研究を対象とします。

### 1. 産学機関結集型

産学の研究機関が結集し、医療、工学、情報通信分野といった異業種との融合等を進めることにより、技術シーズの実用化に向けた発展研究や新たな発想に基づく用途開発研究を対象とします。

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 Aタイプ：3千万円以内／年、Bタイプ：1千万円以内／年

【応募要件】 原則として研究グループによる応募

### 2. 重要施策対応型

他府省との連携により技術開発等を推進する重要な施策である総合特区、地域イノベーション戦略推進地域及び地域活性化プラットフォームにおけるモデルケースに指定された地区・地域において、その構想を実現するために必要な発展段階の研究開発を実施する研究課題を対象とします。（総合特区計画等において位置づけがなされていない研究計画は本研究区分の対象外となります。）

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 1千万円以内／年

【応募要件】 原則として研究グループによる応募

## ③実用技術開発ステージ

農林水産・食品分野における生産現場等の技術的課題の解決を図る実用化段階の研究開発を実施する研究課題を以下の研究区分で公募します。なお、「現場ニーズ対応型」及び「重要施策対応型」では、下記のⅠ～Ⅳのセクターのうち、2セクター以上の研究機関等から構成される共同研究グループでの応募が必須となります。

セクターⅠ：都道府県、市町村、公設試験研究機関、地方独立行政法人

セクターⅡ：大学、大学共同利用機関

セクターⅢ：独立行政法人、特殊法人、認可法人

セクターⅣ：民間企業、公益・一般法人、NPO法人、協同組合、農林漁業者

### 1. 現場ニーズ対応型

農林水産・食品産業の現場の多様なニーズに対応した実用技術の開発を推進するために、現場の課題解決を早急に図る必要性が高い研究課題を対象とします。

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 Aタイプ：3千万円以内／年

Bタイプ：1千万円以内／年

【応募要件】 2以上のセクターから構成される研究グループ（また、「普及・実用化支援組織」の参画が必須）による応募

## 2. 重要施策対応型

他府省との連携により技術開発等を推進する重要な施策である総合特区、地域イノベーション戦略推進地域に指定された地区・地域及び地域活性化プラットフォームにおけるモデルケースに指定された地区・地域において、総合特区計画及び地域イノベーション戦略を実現するために必要な実用化段階の研究を実施する研究課題を対象とします。（このため、総合特区計画等において位置づけがなされていない研究計画は本研究区分の対象外となります。）また、年度途中で災害等の不測の事態が発生し、緊急に対応を要する研究課題が生じた場合は、本研究区分で対応します。

【研究実施期間】 3年以内

【研究費上限額】 1千万円以内／年

【応募要件】 2以上のセクターから構成される研究グループ（また、「普及・実用化支援組織」の参画が必須）による応募

## 3. 育種対応型

「新品種・新技術の開発・保護・普及の方針」（平成25年12月攻めの農林水産業推進本部決定）を踏まえ、実需者等のニーズを取り入れ、研究期間終了後に生産現場で確実に普及できる新品種の開発を対象とします。

Aタイプ：複数の研究機関が連携し、開発する品種が広域的に普及することが確実に見込まれる研究課題、又はタイプの違う（例えば、パン用と菓子用小麦）複数の品種開発を行う研究課題を対象とします。

【研究実施期間】 5年以内

【研究費上限額】 2千万円以内／年

【応募要件】 複数の研究機関（同一セクター内の研究機関等で研究グループを構成することが可能です。ただし、セクターⅢの研究機関等のみで構成される研究グループでの応募は認めません。）による応募（実需者及び生産者の参画が必須）

Bタイプ：地域における重要品目について、開発する品種の普及が確実に見込まれる研究課題を対象とします。

【研究実施期間】 5年以内

【研究費上限額】 1千万円以内／年

【応募要件】 研究グループによるほか、単独の研究機関による応募（実需者及び生産者の参画が必須）  
研究グループの構成要件はAタイプと同様です。



イノベーション創出強化研究推進事業研究紹介2021（2020年度終了課題研究成果集）

---

令和4年3月22日 発行

生物系特定産業技術研究支援センター

（事業推進部イノベーション創出課）

〒210-0005 神奈川県川崎市川崎区東田町8番地パレール三井ビルディング16階

Tel. 044-276-8995

URL <https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/innovation/results/index.html>

本誌は「イノベーション創出強化研究推進事業」（2020年度終了課題）の成果をとりまとめたものです。

本誌に掲載された著作物を転載・複製・翻訳する場合には執筆分担の許可を得てください。

