



# 生物科学研究所

## 平成24年度研究年報



岡山県農林水産総合センター 生物科学研究所

Research Institute for Biological Sciences, Okayama



## 序

人類の解決すべき課題は、食、水やエネルギー資源、疾病、環境であり、いずれが疎かになっても、人類の未来は無い。振り返れば、人類は、これらの課題を巡り、極めて深刻な紛争を繰り返してきた。21世紀も13年経過した現在においても、これらの課題は厳然と人類の前に立ちはだかつており、中には深刻さを増した課題もある。例えば、今世紀は食料と水の世紀と云われるが、近年の異常気象と投機筋に起因する国際穀物価格の高騰は、当面の生活のみならず将来を危惧させる状況である。この食料生産は大量の水に支えられている。1杯のコーヒーに140L、1kgのトウモロコシには900L、1kgの牛肉には16000Lと云う具合であり、日本は年間640億トンもの水を輸入していることになる。昨年米国で干魃が発生し、一時トウモロコシなどの価格が高騰したことは記憶に新しい。このような異常気象は世界各地で頻発しており、水を巡る国際紛争も世界に拡大しつつある。TPP加盟が国論を二分している現在、他国や国際市場あるいはファンドが日本国民の食や水に責任を持つかという点をよく考えておかねばならない。

では、人類の課題の解決に、20世紀長足に進歩した分子生物学とバイオテクノロジーは貢献できるであろうか？答えはYesである。現在、3000種を越す生物種のゲノム情報が明らかとなり、基礎研究を基盤に、食料・生物資源生産、環境保全、疾病克服などに向けたイノベーションが加速度的に進展している。当研究所においても、遺伝子工学、細胞工学、微生物工学などのバイオテクノロジーを駆使して、生物資源や食料の増産、高品質化、環境耐性作物等新品種育成に向けた研究が進展しており、これを通して産学官連携も着実に発展している。平成24年から(28年まで)は第4期5カ年計画がスタートした。この中で、「県下はもとより国内外の産業振興に役立つ技術開発研究を産学官連携して、中長期的展望に立って推進し、その研究成果を県内外に向けて発信すること、そして、研究のユニークさを堅持し、国際貢献にも寄与する」と述べられている。キーワードは「生物生産の革新的技術開発」であり、人類の課題に貢献できることは疑いない。第4期1年目(平成24年度)の成果としては、論文発表10報(内国際誌9)、学会発表31件(内国際会議12)、発明届・特許出願26件、実施許諾19件と着実に成果があがっており、県内外の研究機関や企業との共同研究も32件、獲得外部資金8734万円と研究の広がりや支援、さらに産学官連携が進んでいる。また、研究所視察・訪問者も220名を越え、公開シンポジウムの開催(80名)など広報活動にも積極的に取り組んでいるところである。

当研究所にあつては、基礎基盤研究(真理・メカニズムの探究)と応用研究(社会への貢献)は両輪である。スピード感をもって革新的な研究成果をあげ、これを県民と共有し、地域産業の発展のため、所員一同日々懸命に努力してい

るところである。関係各位の一層のご理解、ご支援並びにご指導を賜りたい。

平成 25 年 4 月

岡山県農林水産総合センター  
生物科学研究所  
所 長 白 石 友 紀

# 目 次

## 研究所の概要

研究方針	1
組織図	2
職員名簿	3
外部評価委員会委員	4
第4期5ヵ年研究基本計画【研究計画表】	5
主な行事	6
主な視察・来訪者	10

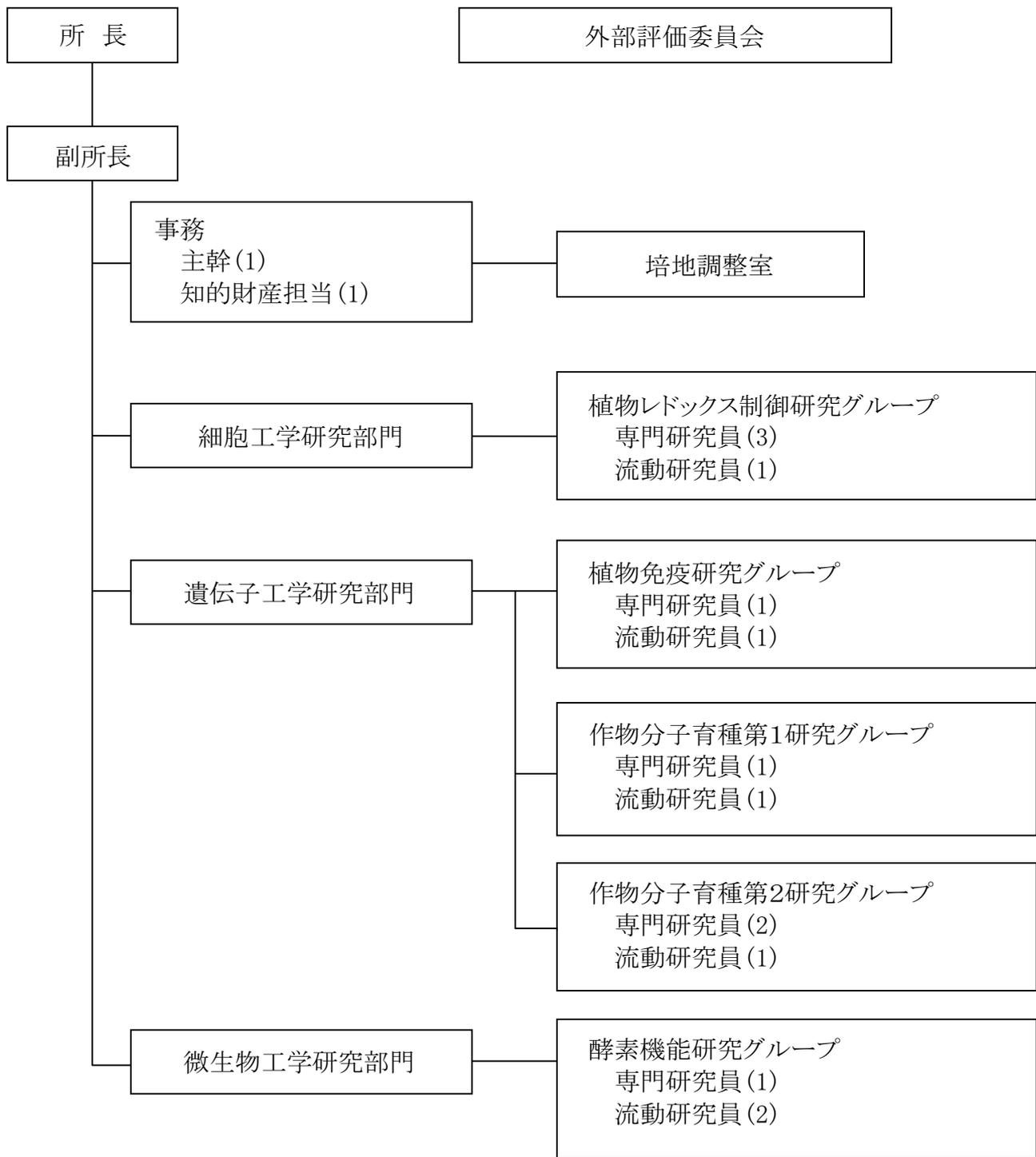
## 研究の概要

植物レドックス制御研究グループ	12
植物免疫研究グループ	22
作物分子育種第1研究グループ	32
作物分子育種第2研究グループ	36
酵素機能研究グループ	40

## 研究方針

- ・ バイオテクノロジー新技術の開発に資する基礎・基盤研究及び環境保全への貢献
- ・ バイオテクノロジーに関する技術交流・情報の提供
- ・ 農産物の岡山県ブランド化に寄与するバイオテクノロジー新技術の開発
- ・ 産官学連携による地域貢献及び国際貢献
- ・ 知的財産権取得の推進及び技術移転による科学技術への貢献

組織図（平成25年3月31日現在）



所長	1	知的財産担当職員(非常勤)	1
事務職員	2	PD研究員・リサーチアソシエイト	6
専門研究員	8	実験・事務補助員等	14
流動研究員(非常勤)	6	計	38

## 生物科学研究所職員名簿（平成25年3月31日現在）

職名	氏名	
所長	永井 一哉	（平成25年 3月31日退職）
副所長	妹尾 亨	（平成25年 3月31日退職）
主幹	名越 要介	
専門研究員	畑中 唯史	
専門研究員	後藤 弘爾	
専門研究員	西川 正信	
専門研究員	小田 賢司	
専門研究員	小川 健一	
専門研究員	向原 隆文	
専門研究員	鳴坂 義弘	
専門研究員	逸見 健司	
流動研究員	鳴坂 真理	
流動研究員	川上 賀代子	
流動研究員	深松 陽介	
流動研究員	裏地 美杉	
流動研究員	清川 一矢	
流動研究員	田村 勝徳	
知的財産担当職員	吉田 勝久	

## 外部評価委員会委員名簿

神 崎 浩	国立大学法人岡山大学大学院環境生命科学研究科・教授
佐 藤 文 彦	国立大学法人京都大学生命科学研究科・教授
柴 田 大 輔	公益財団法人かずさDNA研究所・産業基盤開発研究部長
白 石 友 紀	国立大学法人岡山大学大学院環境生命科学研究科・教授
馬 健 鋒	国立大学法人岡山大学資源植物科学研究所・教授
町 田 千代子	学校法人中部大学応用生物学部応用生物化学科・教授

第4期5ヵ年研究基本計画：生物生産の革新的技術開発（平成24年度～28年度）

	大課題名	中課題名	担当研究グループ
植 物 科 学 系	1 植物バイオマス生産向上技術及びその管理技術の開発 (藻類、ダイズ、ユーカリ、キャッサバ、スギ、ヒノキ、カラマツ、柑橘類、モモ、ブドウ、イネ、ムギなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 植物を活用した有用物質の生物生産プラットフォームの構築</li> <li>・ 植物バイオマスの安定的高生産に資する生産管理技術の開発</li> </ul>	植物レドックス制御研究グループ
	2 分子マーカーを用いた革新的育種技術の開発と新品種の育成 (ミニトマト、ナス、ピーマン、ブドウ、モモなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高品質な果実を持つトマト新品種の育成</li> <li>・ 有用な農業形質の探索とそれを評価する育種技術の開発</li> </ul>	作物分子育種第1研究グループ
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 県主要作物の優良品種選抜を可能とする分子マーカーの研究開発と新品種の育成</li> </ul>	作物分子育種第2研究グループ
	3 環境にやさしい革新的病害防除技術の開発研究 (イチゴ、アブラナ科作物、ナス科作物、ダイズなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境負荷低減型の新規病害防除資材の創製</li> <li>・ 病害ストレス耐性農作物創製の新技术開発とその基盤研究</li> </ul>	植物免疫研究グループ
微 生 物 科 学 系	4 酵素によるバイオマス有効利用法の研究開発(放線菌)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオマス由来機能性素材の研究開発</li> <li>・ バイオマス関連有用酵素の研究開発</li> </ul>	酵素機能研究グループ

## 主な行事

- 第8回 高校生を対象とした研究所公開 ～バイオ研究の世界をのぞいてみよう！～

日時：平成24年8月2日（木）10時開催

場所：岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

### 「研究紹介」



### 「所内見学」



### 「研究員と一緒に昼食会」



### 「研究体験コース」



岡山県農林水産総合センター  
生物科学研究所

2012  
年度

高校生を  
対象とした

# 研究所公開

バイオ研究の世界を  
のぞいてみよう!

2012.8.2 THU.

参加費無料

事前申込  
必要

- 10:00~ 研究紹介
- 11:00~ 所内見学
- 12:00~ 研究員と一緒に昼食会
- 12:50~ 研究体験コース



遺伝子との  
ふれあい  
コース

酵素の  
ヒミツ  
コース

植物はどのように  
ストレスを解消  
するのでしょうか

- 研究体験は3つのコースに分かれています。  
好きなコースを選んでお申し込みください。



岡山県農林水産総合センター生物科学研究所 TEL.0866-56-9450

〒716-1241 岡山県加賀郡吉備中央町吉川7549-1 (吉備高原都市内) FAX.0866-56-9453

お問い合わせ先

[http://www.pref.okayama.jp/soshiki/kakuka.html?sec\\_sec1=203](http://www.pref.okayama.jp/soshiki/kakuka.html?sec_sec1=203)

● 第12回 RIBSシンポジウム 「有用産業微生物 放線菌とともに歩む」

日時：平成24年10月12日（金）午後1時30分 開催

場所：岡山国際交流センター 2階国際会議場





# 第12回 RIBS シンポジウム

## 有用産業微生物 放線菌とともに歩む

主催：岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

協賛：おかやまバイオアクティブ研究会

後援：NPO法人中四国アグリテック、公益社団法人日本農芸化学会中四国支部

抗生物質の開発に利用されている放線菌は、近年のバイオテクノロジーの進歩により農林水産業をはじめ、幅広い産業分野での活用が図られ注目を集めています。この放線菌についての研究のさらなる発展に向け、岡山県農林水産総合センター生物科学研究所では、学術講演会を開催します。なお、専門的内容ですが、興味のある一般の方も参加できるよう公開としております。お気軽にお越しください。

### 【日時・場所】

日時：平成24年10月12日（金）13:30-17:30

会場：岡山国際交流センター 2階国際会議場（JR岡山駅西口、徒歩5分）

住所：〒700-0026 岡山市北区奉還町2-2-1 TEL：086-256-2905

アクセスマップ：<http://www.opief.or.jp/oicenter/access.html>

※ 参加費無料、参加申し込み不要

### 【プログラム】

開会あいさつ（13:30-13:40）

セッションⅠ（13:40-14:50）

放線菌とともに歩む

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所 専門研究員 畑中 唯史

N-StePP：ナガセの放線菌タンパク質発現技術

長瀬産業株式会社 主任研究員 曾田 匡洋

セッションⅡ（15:00-16:20）

核酸系抗生物質の飛躍的増産効果を狙った *rpoB* 遺伝子への多重変異導入法の開発

岡山大学 准教授 田村 隆

ロドコッカス属細菌の全ゲノム解析と網羅的転写解析

岡山理科大学 准教授 原 啓文

セッションⅢ（16:30-17:20）

物質生産における合成生物学

北里大学 教授 池田 治生

閉会あいさつ（17:20-17:30）

### 【意見交換会】（18:00～21:00）

国際交流センター地下、レセプションホールにて開催します。参加される方は、下記まで、事前にご連絡ください。

会費：3,000円/人、会費は開会前に会場受付にて集金します。

### 【問合せ先】

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

TEL：0866-56-9450, FAX：0866-56-9453, E-mail：seibutsu@pref.okayama.lg.jp

## 主な視察・来訪者

平成24年	5月2日	岡山県立一宮高等学校	生徒40名、 引率教諭2名	計42名
	5月28日	吉備中央町役場、町議会議員	40名	
	5月29日	岡山県立津山高等学校	生徒40名 引率教諭3名	計43名
	7月9日	吉備高原都市連絡協議会	30名	
	8月2日	研究所公開（高校生向け）	生徒14名 引率教諭1名	計15名
	9月3日	公立大学法人岡山県立大学	2名	
11月	9日	吉備中央町立大和中学校	生徒13名 引率教諭3名	計16名
11月	13日	広島県立総合技術研究所 農業技術センター	1名	
11月	15日	職場体験学習の受け入れ 吉備中央町立吉川中学校	生徒1名	
	12月14日	静岡県農林技術研究所	3名	
平成25年	2月18日	県議会議員	1名	
	2月20日	吉備高原学園高等学校	生徒30名 引率教諭2名	計32名



## 植物レドックス制御研究グループ

専門研究員	小川 健一 (グループ長)
専門研究員	西川 正信 (サブグループ長)
専門研究員	逸見 健司
流動研究員	清川 一矢 (平成 24 年 7 月～)
P D 研究員	岩崎 (葉田野) 郁
P D 研究員	大野 良子 (～平成 24 年 5 月)
P D 研究員	木村 愛子
リサーチアソシエイト	小倉 美智子
リサーチアソシエイト	濃野 絢
リサーチアソシエイト	神原 里沙
実験補助員	藤森 茂
実験補助員	安井 司 (平成 24 年 7 月～)
実験補助員	狩野 真一
実験補助員	井坂 忠男

### 大課題

植物バイオマス生産向上技術及びその管理技術の開発

### 中課題

植物を活用した有用物質の生物生産プラットフォームの構築  
植物バイオマスの安定的高生産に資する生産管理技術の開発

#### [背景と目的]

温暖化防止のために効率的な CO<sub>2</sub> 固定化技術が急がれる中、バイオエネルギーが注目され、急激な人口増加による食糧不足の不安も年々増しており、バイオマス増産や作物の増産がますます重要な課題となってきた。既に、研究グループでは、グルタチオンが植物の生産性を決定することを見出し、それに関わる遺伝子の同定を進めており、そうした知見を利用することで、植物の生産性および品質を向上させることに世界で初めて成功している。本研究では、植物の生産性の決定におけるグルタチオンが果たす役割について生理的のみならず、分子的にも生化学的にも解明を進めることで、さらに得られる知見に基づき (エネルギー作物や樹木を含む) 植物の生産性の向上技術をさらに進化させることを目的とする。また、グルタチオンで調節され、開花・結実量を調節する脂質因子に関わる成長性メカニズムにも切込むと同時に、非破壊的にその脂質因子を測定することで、収穫量を的確に予測・管理する技術の開発にも着手する。この技術は、将来的には人工衛星からの畑・森林の生育状態の管理や環境変化による植生遷移のモニターにも適用することを目指す。

## [成果と今後の方針]

最終目標として、面積あたりの二酸化炭素固定促進効果について、現状技術の2倍の効果をもたらす技術の確立を目指しているが、H24年度には、予定していた計画項目に対してグルタチオン技術の効果を高めるための進捗もあった。そのことを踏まえた今後の方針とともに詳しい進捗を次に述べる。

### 1. グルタチオンのCO<sub>2</sub>固定促進とバイオマス生産性向上の基盤構築

#### 【光合成系】

・グルタチオン投与によるCO<sub>2</sub>固定の促進は、受光した光エネルギーの熱エネルギーへの放散が抑制され、光利用効率が高められたことによる電子伝達速度の向上によることを明らかにした。藻類でも全く類似の表現型となったことから、このメカニズムは藻類から陸上植物まで普遍と考えられた（国際特許出願）。

・さらに、投与実験と組換え体解析によって、グルタチオンがCO<sub>2</sub>固定を促進する際に必要な分子は、これまでにグルタチオンと結合することが明らかになった新規なCO<sub>2</sub>固定回路酵素FBA1であり、FBA1量を増加させた植物体は、その増加量に応じてCO<sub>2</sub>固定能力が高められることを明確化した。

・しかし、グルタチオンが結合するアミノ酸残基は藻類には保存されておらず、しかも、光捕捉アンテナ複合体が欠損した場合、グルタチオンのCO<sub>2</sub>固定促進効果は、縮小するもの、ゼロにならない。つまり、グルタチオンは光化学系にも影響を与えていることが新たに明らかになった。

平成25年度には、グルタチオンで制御される光化学系タンパク質の同定を試みる。これにより、植物が過剰な光エネルギーを感受する機構にグルタチオンが関わる機構について考察できるようになり、グルタチオンによって効果的に光エネルギーを還元力に転換させるための基盤的に知見になりうると考えられる。また、ダイズやイネ、ポプラに導入した形質転換体の生産性の高さが見え始めている。H25年度は、そうした組換え植物の代謝変化とグルタチオン投与との関係について、共同研究グループの協力により評価することで、グルタチオンによるCO<sub>2</sub>固定促進メカニズムのさらなる理解を深め、最新の科学的な知見をうるだけでなく、技術の高度化に向けた基盤を整備する。

・グルタチオン施用は、気孔数や大きさを変化させたが、光合成促進の場合とは、その量依存性が異なることから、気孔制御と光合成制御の作用点が異なることが明らかになった。一方、ユーカリなどでは、CO<sub>2</sub>固定促進に最適なグルタチオン施用量でも、気孔によるCO<sub>2</sub>吸収は最適化されていなかった。グルタチオン施用の効果を最大限高めるためには、依然として気孔制御が重要である可能性がある。H25年度以降は、共同研究機関と連携して組換えダイズを用いて、気孔制御によるグルタチオン施用効果の増幅効果について検討する。

#### 【転流系】

・グルタチオンは、光合成速度だけでなく、転流系に作用し、転流量を変化させることが明らかになった。H25年度以降、共同研究機関との連携で、転流量が変化する組換え

体系系統があるかについてスクリーニングし、見出した場合には、光合成促進とシンクへの流れ（次の進捗説明との関係）との関係について調査する。特に転流を行うことができない藻類との違いからも、注目したい。

#### 【シンク系<バイオマス蓄積制御>】

・グルタチオン施用によって収穫目的物の増収を目指す場合、時期特異性や品種特異性等があり、ターゲットとするシンク器官の性質や発達時期を見極め、その適正に応じて作用させることが重要であるが、H24年度までの結果から考察された。地上部全身がシンクであるユーカリの場合とイモが大きなシンクであるキャッサバでは、その作用効果は収穫物としては大きく異なった。また、日本産のダイズの場合、グルタチオン施用は、種子量の増加分のオイル増収は認められたものの、むしろ、タンパク質含量が高まった。H25年度は、共同研究機関と共同して、グルタチオン施用によって増加した光合成産物のシンクへの流れを変化させることができるかを評価する。シロイヌナズナと同様な結果が進化系統的に遠いダイズで示すことができれば、グルタチオン施用と組換え技術を組合せることで、さまざまな植物の目的収穫物を耕作面積ベースで飛躍的に増収させることが可能になると期待できる。

一方で、H24年度までに、グルタチオン施用による共発現遺伝子群には、バイオマス蓄積に関係ある遺伝子が含まれている可能性が示された。その変異体および組換え体解析によって、共発現遺伝子の転流やバイオマス蓄積との関係について調査し、グルタチオン施用によるバイオマス蓄積増幅効果が期待できるかを評価したい。

#### 【栄養素吸収】

・グルタチオン施用した植物（ユーカリやダイズ、シロイヌナズナ）の安定同位体分析やパルスチェイス実験によって、グルタチオン施用が、栄養素であるNやPの吸収を変化させることが明らかになった。特に、安定同位体標識した窒素化合物の実験から、エネルギー的には有利だが、通常は毒性が高いために取込が制限されるアンモニアの吸収が促進されることが明らかになった。つまり、グルタチオンによる増収効果を高めるためには、施肥管理自体が重要であることが明らかになった。これは、多くの全く異なった条件で行ったフィールド試験の結果を包括的に解析した結果から得られたものである。逆に、H24年度までの結果を踏まえて、H25年度以降の試験では、積極的にN施肥効果との関係について考察できるための実験に取り組む（フィールド試験との関係）。

## 2. 開発技術のポテンシャルの評価

・通常、植物は植栽密度が高まるにつれ、個体あたりのバイオマス量は減少し、面積あたりのバイオマス生産性には上限が存在する。ところが、H24年度までに実施したシロイヌナズナの栽培試験では、グルタチオンは、植栽密度による効果を打ち破り、面積あたりのCO<sub>2</sub>固定能力を増進し、栽培密度が高まるにつれてバイオマス生産性がさらに高めることが明確化した。また、豪州のユーカリ調査地でも同様の傾向が観察された。つまり、この面では、当初の想定のとおり、面積ベースでのバイオマス蓄積促進を促す技

術として、本技術が有用であることが明確化した。技術のポテンシャルという意味では、ブラジル、豪州、徳島、京都で行ったユーカリ植林地の途中結果では、気象要因以上に施肥の重要性が明らかになり、現状 6 か月で 20~30%程度以上（1 年間で最大 5 割前後以上）のバイオマス増産が期待されるものの、施肥が全く最適化されていないことから、その面での基盤知見を強化すべく、H25 年度の徳島での試験地では、N 施肥を工夫したグルタチオン投与実験を行う予定である。H24 年度に実施した掘り起し調査では、ユーカリの細根の発達が著しいことが観察され、経験的に得られていた「事前グルタチオン施用、その後の施肥」の重要性が裏付けられる形となったので、想定ポテンシャルが飛躍的に高まることを期待したい。一般に、植栽から伐採までのユーカリ植林の材積の変化のうち、初期の生育差は、最終的な差と相関している。さらに、変化の推移は指数関数的な曲線を描くので、グルタチオン施用によるバイオマス増産の上限が実際にどの程度になるのかは、最終まで継続して明らかにしたい。

H24 年度から JST の国際共同研究支援で実施した「キャッサバ増産に向けた課題」では、組換え体の作製と生産性評価を行う予定にしており、現在、組換え体作製の育成中である。一方、グルタチオンによる根系発達が著しい（必ずしも根バイオマス量が増すことにはならないが）ことに注目してのキャッサバプロジェクトの追加提案であったので、技術のポテンシャルをキャッサバでも評価すべく、ベトナム国内 2 か所でグルタチオン投与のフィールド試験を実施した。また、タイの機関とも共同で 5 か所の試験を実施中である。ここでは、グルタチオンの土壌吸着や pH などの影響を評価すると同時に、グルタチオン施用のタイミングを解析できるように数多くの試験プロットを各試験地に設定した。ベトナムの収穫は 1 月までに実施した。重回帰分析の結果、増収傾向が確認されたため、確認の試験を実施する予定である。一方、地上部の生育にそれほどの差は認められず、「グルタチオンはももとのシンク器官への流れを強める働きをするが、その流れを大きくは変えない」という H24 年度までに実施した研究に対する考察と矛盾しない結果となった。ユーカリやダイズ、シロイヌナズナで施肥タイミングと種類の重要性が明らかになってきたので、その点も踏まえて、H25 年度からは、施肥や土壌の栄養状態についての視点を重視して、解析を行う。さらに、重回帰分析からは、グルタチオンのさらなる施用でさらなる増収が期待できる。プロット数を減らし、施用時期を固定し、ポテンシャルの上限をさらに評価するフィールド試験を日本国内のグループとベトナムグループと共同で実施したい。

国内のダイズフィールド試験では、増収効果の絶対値がさらに高められた 4 トン／ヘクタール以上の増収が確認された（国の目標は 3 トン／ヘクタールの安定収量を目標しており、2011 年の日本の全国平均は 1.6 トン／ヘクタール）。シンクの変化についての考察を組換え体以外でも確認する意味で、欧米の搾油品種での試験をポットレベルで行い、面積ベースで現状の 2 倍のオイル生産増収が見込めるかを見極めたい。

## 平成 24 年度の活動

### 1. 報文(総説・原著論文等)

小川健一

グルタチオンによる澱粉バイオマスの増産

化学と生物 (in press)

**概要** : バイオマスとしての澱粉の合成制御技術は各植物種で固有な課題をクリアしなければならない。ここでは藻類や植物での澱粉合成能をグルタチオン投与やその関連代謝改変によって向上させることに成功した成果を中心に紹介する。グルタチオンの効果は、光合成能力だけでなく転流量の向上や根系の発達促進など、実に生物反応の多岐に及ぶことが特徴である。これまでに分かったグルタチオンの作用点の観点から、バイオマス生産性向上のメカニズムについても概説した。

Hatano-Iwasaki, A., and Ogawa, K.

Overexpression of GSH1 gene mimics transcriptional response to low temperature during seed vernalization treatment of Arabidopsis.

*Plant & Cell Physiology*, 53, 1195-1203 (2012)

**概要** : 吸水させた種子を一定期間の低温中で処理し、発芽後の花芽形成を誘導させる処理を種子春化処理と呼ぶが、その低温処理期間中の全遺伝子発現のパターンは、低温処理しない場合でもグルタチオンのカギ酵素 GSH1 を過剰に発現させた植物ですでに認められるようになることを示した論文で、春化という現象がグルタチオン代謝と遺伝子発現レベルで密接に結び付いていることを示した論文である。

### 2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表(\*P はポスター発表、英文タイトルは国際学会)

Ogawa, K.

Glutathione in plant growth and development: Beyond antioxidant function. (招待講演)

Invited Lecture in Taiwan Agricultural Research Institute, May 17, 2012, Tai-Chung, Taiwan

西川正信、小川健一

「クラミドモナス GSH1 過剰発現株が示す窒素飢餓を要しないデンプン蓄積」

(\*P)

第3回日本光合成学会公開シンポジウム、2012年6月1日-2日(横浜)

小川健一

「クラミドモナス代謝改変によるクラミドモナスの微粒子澱粉の生産」(招待講演)

第 52 回澱粉研究懇談会 (SRT)、2012 年 6 月 7 日 (神戸)

Takabe, K., Okubo, Y., Kaminomri, M., Suzuki, S., Hirata, E., Matsunaga, E., Kawaoka, Y., Hatano-Iwasaki, A., and Ogawa, K.

Glutathione stimulating CO<sub>2</sub> uptake causes the increase in wood biomass production.

(\*P)

2012 IUFRO conference division 5 forest products, Jul 8-13, 2012, Estoril, Portugal

近藤聡、杉本広樹、村本伸彦、田中倫子、服部悦子、小川 健一、光川 典宏、大音徳  
「バイオマス増産を示すプロテインホスファターゼ 2C (PP2C) 導入シロイヌナズナのメタボローム解析」

第 30 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム、2012 年 8 月 5 日 (奈良)

Ogawa, K., and Hatano-Iwasaki, A.

Biomass production is promoted by increasing an aldolase undergoing glutathionylation in *Arabidopsis thaliana*. (\*P)

The 11<sup>th</sup> Nordic Photosynthesis Congress, September 11-14, 2013, Turku, Finland

森本剛司、前田貴史、郷達明、中島敬二、三村徹郎、小川健一、深城英弘

「根端メリステムの維持に異常を示すシロイヌナズナ *fba1* 変異体の解析」

日本植物学会第 76 回大会、2012 年 9 月 15 日 (姫路)

Hatano-Iwasaki, A., Awano, T., Hayashi, K., Okubo, Y., Takabe, K., Kawaoka, A., and Ogawa, K.

Glutathione feeding promotes photosynthetic electron transfer rate and biomass productivity in Blue Gum *Eucalyptus globulus*. (\*P)

Okayama University International Symposium “Structure and Dynamics of Photosynthetic Systems”, October 22-23, 2012, Okayama

Hatano-Iwasaki, A., and Ogawa, K.

Biomass production is promoted by increasing an aldolase undergoing glutathionylation in *Arabidopsis thaliana*. (\*P)

Okayama University International Symposium “Structure and Dynamics of Photosynthetic Systems”, October 22-23, 2012, Okayama

Nohno, A., Hatano-Iwasaki, A., and Ogawa, K.

Effects of glutathione on photosynthetic CO<sub>2</sub> uptake in *Arabidopsis thaliana*. (\*P)

Okayama University International Symposium “Structure and Dynamics of Photosynthetic Systems”, October 22-23, 2012, Okayama

小川健一

「新規 CO<sub>2</sub> 固定促進機構の活用による植物および藻類のバイオマス生産性の飛躍的向上」(招待講演)

J S T 推薦シーズ 新規術説明会「グリーンイノベーション分野 (生物生産、次世代エネルギー)」, 2013 年 2 月 18 日 (東京)

西川正信、清川一矢、高部圭司、小川健一

「クラミドモナス GSH1 過剰発現株が弱光下において示す非光化学消光 (NPQ) について」 (\*P)

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 21 日 (岡山)

清川一矢、西川正信、小川健一

「デンプン蓄積が亢進する光強度時におけるクラミドモナス GSH1 過剰発現株のタンパク質分解抑制」 (\*P)

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日 (岡山)

大野隆史、高部圭司、岩崎(葉田野)郁、小川健一

「グルタチオン処理をしたシロイヌナズナの遺伝子発現解析」 (\*P)

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日 (岡山)

岩崎 (葉田野) 郁、逸見健司、小川健一

「シロイヌナズナへのグルタチオン施用の光合成における効果」

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日 (岡山)

逸見健司、岩崎 (葉田野) 郁、小川健一

「シロイヌナズナにおけるグルタチオンのアンモニア態および硝酸態窒素の取り込みに対する効果」

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日 (岡山)

濃野絢、岩崎 (葉田野) 郁、栗野達也、林和典、高部圭司、河岡明義、小川健一

「ユーカリにおけるグルタチオン施用の効果—光合成と気孔への効果の従属性」

日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日 (岡山)

小川健一、岩寄(葉田野)郁、神原里沙、栗野達也、林和典、高部圭司、河岡明義  
「グルタチオン(GSSG)施用によるユーカリ葉の窒素および炭素の安定同位体比  
( $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{15}\text{N}$ ) への影響」  
日本植物生理学会第 54 回年会、2013 年 3 月 23 日(岡山)

Ito, T., Nishikawa, M., Nakahigashi, K., Ogawa, K., Soga, T., and Tomita, M.  
Metabolome analysis of the  $\gamma$ -glutamylcysteine synthetase over-expressor green alga,  
*Chlamydomonas reinhardtii*.  
The 54<sup>th</sup> Annual Meeting of Japanese Society of Plant Physiologists, March 23, 2013,  
Okayama

鈴木沙季、平田絵理、高部圭司、松永悦子、河岡明義、岩崎(葉田野)郁、小川健一  
「 $\gamma$ -グルタミルシステイン合成酵素(葉緑体型)を過剰発現させたヤマナラシの成長量と内生 GSH 量の関係」  
第 63 回日本木材学会大会、2013 年 3 月 27 日(盛岡)

森真広、高部圭司、小川健一  
「酸化型グルタチオンを施用したスギ実生の成長解析(2)—施用条件の違いが成長に及ぼす影響—」  
第 63 回日本木材学会大会、2013 年 3 月 27 日(盛岡)

上森真広、高部圭司、小川健一  
「酸化型グルタチオンを施用したヒノキ実生の成長解析」 (\*P)  
第 63 回日本木材学会大会、2013 年 3 月 28 日(盛岡)

早川 正、栗野達也、高部圭司、小川健一  
「人為的に傾斜したユーカリにおける酸化型グルタチオン(GSSG)投与の影響」  
(\*P)  
第 63 回日本木材学会大会、2013 年 3 月 28 日(盛岡)

西根祥太、高部圭司、松永悦子、河岡明義、岩崎(葉田野)郁、小川健一  
「2C 型プロテインホスファターゼ(PP2C)遺伝子を過剰発現させたポプラの形態形成」 (\*P)  
第 63 回日本木材学会大会、2013 年 3 月 28 日(盛岡)

### 3. 知的財産権

出願特許 24 件（国内 3 件、PCT 21 件）

登録 8 件（国内 2 件、国外 6 件）

### 4. 共同研究・協力連携先

農林水産総合センター農業研究所、同森林研究所、同畜産研究所、岡山大学、北海道大学、酪農学園大学、秋田県立大学、東北大学、千葉大学、東京大学、東京工業大学、京都大学、京都府立大学、奈良先端科学技術大学院大学、大阪大学、神戸大学、香川大学、九州大学、基礎生物学研究所、東京農業大学、慶応義塾大学、早稲田大学、Mahidol 大学(タイ)、中興大学(台湾)、理化学研究所、宇宙航空研究開発機構、日本原子力機構高崎量子応用研究所、タイ王国農務省ラオングフィールドクローブセンター(タイ)、Agricultural Genetics Institute (ベトナム)、Taiwan Agricultural Research Institute(台湾)、北海道、福島県、東京都、兵庫県、和歌山県、福岡県などの地方公共団体研究機関、トヨタ自動車株式会社、日本製紙株式会社、日揮株式会社、株式会社カネカ、岡山大麦テクノロジー株式会社、大塚アグリテクノ株式会社、カゴメ株式会社、協友アグリ株式会社、株式会社興人、日本電子株式会社、AMCEL社(ブラジル)、Bunbury Treefarm Project 社(オーストラリア)等の民間企業。

### 5. 外部資金獲得状況

- ・(独) 科学技術振興機構 CREST (代表 小川健一)
- ・その他 民間 2 件 (代表 小川健一)

### 6. その他

岡山県立大学連携大学院 教授（客員、兼任）（小川健一）

岡山県立大学連携大学院 准教授（客員、兼任）（西川正信）

岡山県立大学連携大学院 准教授（客員、兼任）（逸見健司）



# 植物免疫研究グループ

専門研究員	鳴坂 義弘 (グループ長)
流動研究員	鳴坂 真理
リサーチアソシエイト	宮下 陽子
実験補助員	宮下まりこ
実験補助員	片山 恭代
実験補助員	宮下 翔子 (平成 25 年 3 月～)

## 大課題

環境にやさしい革新的病害防除技術の開発研究

## 中課題

病害ストレス耐性農作物創製の新技术開発とその基盤研究

### [背景と目的]

モデル実験植物ではゲノム情報やリソースの整備が進み、基礎研究で大きな成果をあげてきた。このような中、モデル実験植物で得られた有用な知見を作物へ応用展開することが切望されている。また、ポストゲノム時代における育種技術の開発には、モデル実験植物で得られた最先端の解析技術を農作物に適用することが重要である。そこで本課題では、モデル感染系であるシロイヌナズナ-アブラナ科野菜類炭疽病菌相互作用を詳細に解析し、植物の防御応答機構を明らかにする。特に本グループが発見した“デュアル抵抗性遺伝子システム”の機能を解明し、耐病性作物の分子育種の技術開発に資することで県の農業振興に貢献する。

### [成果と今後の方針]

シロイヌナズナ(アブラナ科シロイヌナズナ属)の2つの抵抗性遺伝子(*RPS4*と*RRS1*)を同時に、農作物ナス科のトマト、タバコ、アブラナ科のナタネ、コマツナ、ウリ科のキュウリに導入し、作物の生産に甚大な被害を及ぼす青枯病(細菌)、斑葉細菌病(細菌)及び炭疽病(カビ)に抵抗性の作物の開発に世界で初めて成功した。

これまで、個々の抵抗性遺伝子はそれぞれ単独で機能し、病原体と1対1で対応すると考えられていた。このため、シロイヌナズナのわずか150個の抵抗性遺伝子で、数十万の病原微生物にどのように対応しているのかの説明が困難であった。しかし、本発見により、わずかな抵抗性遺伝子で無数の病原体に対応するメカニズムを解明し、植物の免疫系も動物と同様に少ない遺伝子を組み合わせることで多様な病原体を認識して防御系を発動していることが明らかとなった。動物と植物が生存するためには、病原体を認識し、排除するシステムが不可欠である。動物と植物において高く保存された免疫の基本システムを解明することで、生命現象の普遍性を論じることができる

ようになった。

病害抵抗性育種では、抵抗性遺伝子を発見し、作物に導入することが伝統的に行われてきた。しかし、抵抗性遺伝子を対象作物に単独で形質転換しても、抵抗性が安定的に発揮できない例が数多く報告されており、病害抵抗性の分子育種における障害となっている。また、抵抗性遺伝子は植物の科、属及び種を超えて機能しないことが報告されていたが、これら 2 つの遺伝子を同時に植物に導入することで植物が正常に生育し、かつ複数の病原体に対する病害抵抗性植物を開発することが可能となった。

2 つの抵抗性遺伝子のうち、*RPS4* 遺伝子または *RRS1* 遺伝子を単独で植物に導入しても植物に病害抵抗性を付与できない。しかし、2 つの抵抗性遺伝子を同時に植物に導入した場合、科、属及び種を超えて抵抗性が付与され、生育も正常であることを明らかにした。また抵抗性蛋白質 *RPS4* は抵抗性発現において主たる役割を担い、*RRS1* は *RPS4* を制御する因子であるという知見を得ている。このような遺伝子セットはシロイヌナズナのゲノム上に 9 セット存在するとともに、イネやタバコなどにおいても同様な遺伝子セットが発見されており、本知見の普遍性を示唆している。本メカニズムを明らかにすることは、病害抵抗性の育種の発展に多大な貢献をもたらすと考えている。今後、植物のゲノム解析の進展によりゲノム上に存在する抵抗性遺伝子群が明らかになり、遺伝子セットを構成するそれぞれの遺伝子を単独で有する品種間で交雑することで、2 つの抵抗性遺伝子のセットを有する病害抵抗性作物の育種が可能になると考えられる。

また、シロイヌナズナ由来の 2 つの抵抗性遺伝子（蛋白質）が複数の植物種で機能したことは、2 つの抵抗性遺伝子産物による病原体の認識以降の抵抗性発現メカニズムが多くの植物種で共通のシステムにより機能していることを示唆している。

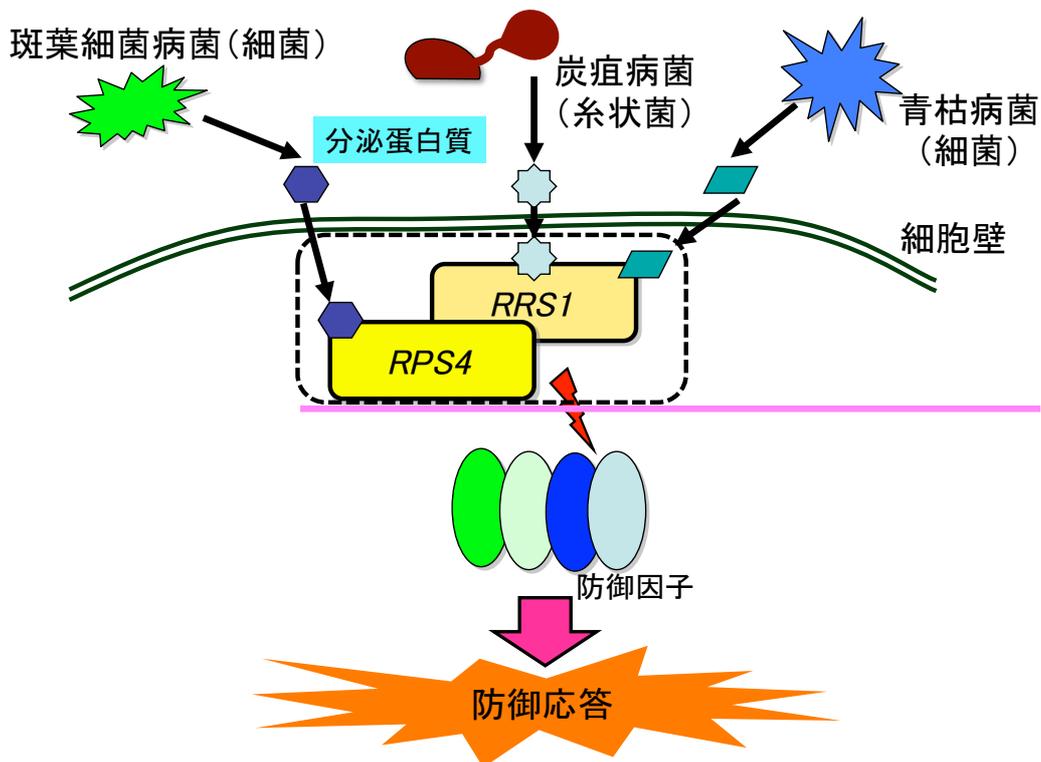


図1. 2つの遺伝子（蛋白質）を導入した植物における抵抗性発現の仕組み  
 病原体が感染時に放出する分泌蛋白質を植物へ導入した2つの抵抗性蛋白質（RPS4とRRS1）が認識し、防御応答する。

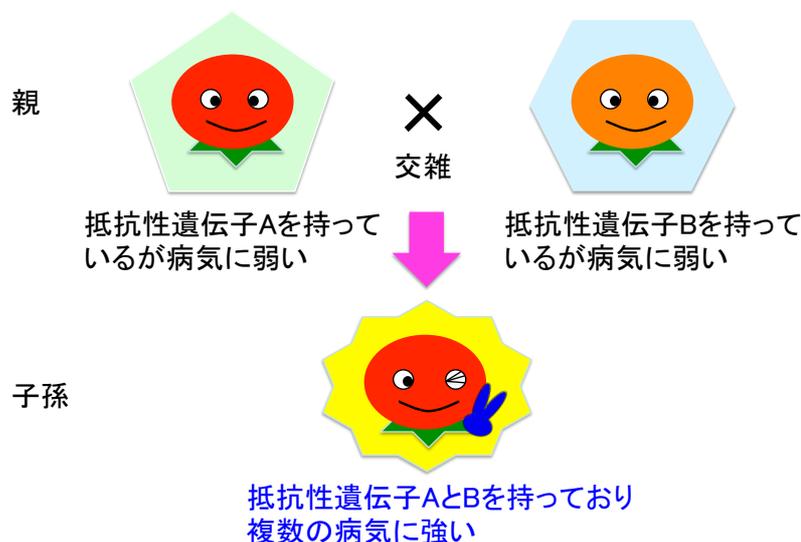


図2. 2つの抵抗性遺伝子の導入による病害抵抗性植物の育種概念図  
 どちらか一方の抵抗性遺伝子を持つだけでは病気に弱い、2つの抵抗性遺伝子を獲得した植物は病気に強くなる。

## 中課題

### 環境負荷低減型の新規病害防除資材の創製

#### [背景と目的]

農作物は常に病原菌や害虫などの攻撃にさらされており、仮に病害に対する保護を実施せずに栽培を行うと収穫高は20%以下となると予想されている。作物の病害防除技術が進歩した現在においても、病害と虫害により世界の食料生産のそれぞれ約15%に相当する作物が失われており、これは実に8~10億人分の食料に相当する。現在、食料不足のために栄養不良（飢餓）状態にある人口は約8億人といわれており、病虫害による被害の根絶は喫緊の課題である。現在の世界の人口は約70億人に達したと推計されており、2050年には90億人を突破すると予測されている。一方で、過去30年間において世界の耕地面積はほとんど増加していないことから、現状の限られた農地において収穫量を飛躍的に上げる技術の開発が求められている。

現在、作物の病虫害の防除は殺菌性および殺虫性の化学合成農薬に大きく依存している。これらの農薬は多くの安全性試験を経て十分に生物や環境への配慮がなされたものではあるが、国民の環境への意識の高まりから、これら殺菌性および殺虫性の農薬に依らない代替資材や新しい病害防除技術の普及が求められている。

近年、殺菌性の農薬や病害抵抗性作物の育種による病害防除法に加えて、植物自身が持つ免疫力を利用した環境負荷低減型の病害防除剤であるプラントアクティベータ

ー (plant defense activator、病害抵抗性誘導物質) が注目されている。プラントアクティベーターの特徴として、これまでのような殺菌的な作用を必要としない、作用スペクトラムが広い、耐性菌が出現しにくい、効果の持続時間が長いことため散布回数 (使用量) が削減されることが知られており、従来の農薬に比べて非標的生物や環境に与える影響は小さく、環境にやさしい次世代型農薬として開発が試みられている。

これまでに主にイネの病害を対象としてプロベナゾール (商品名オリゼメート)、BTH (商品名バイオン)、チアジニル (商品名ブイゲット) およびイソチアニル (商品名スタウト) などが開発された。特に、オリゼメートは使用から 30 年以上を経た今日においても耐性菌の出現は報告されていない。また、以上の剤はイネ以外の作物への適用登録は少ないことから、畑作物に高い効果を有するプラントアクティベーターの開発が求められている。本課題では私たちが独自に開発したプラントアクティベーター候補剤選抜用ハイスループットスクリーニングシステムを用いて低分子化合物ライブラリーをスクリーニングして得た 50 個以上の候補化合物から、抵抗性誘導活性の高い低分子化合物を選抜し、環境にやさしい病害防除資材の開発に資する。研究成果は県民の食の安全・安心に貢献するのみならず、人類が直面する食料危機の緩和や環境保全にも役立つことが期待される。

### [成果と今後の方針]

本課題を加速するために候補化合物を 4 種に絞り込んだ。そのうち 2 種は類縁体であり、残りの 2 種は一部の構造が類似している。これら化合物を連携企業の協力を得て構造展開した。これまでの経験上、カタログ化合物 (市販の化合物ライブラリー) の構造を展開しても、活性の向上が認められず、むしろ活性が低下することが多い。今回実施した構造展開により、カタログ化合物よりも高い病害防除効果を示す化合物が得られたことは特筆すべき成果である。また、構造展開により、様々な特性の化合物を得ることができ、本化合物をリード化合物とした構造展開に道が開けた。今後は、構造-転写プロファイル相関解析により抵抗性誘導に必須な化学構造を明らかにし、プラントアクティベーターに最適化したドラッグデザインを試みる。

構造-転写プロファイル相関解析により、候補化合物が活性化する遺伝子群を同定できた。この遺伝子群のうち、ある遺伝子が破壊された変異体を用いた解析により、防御シグナル伝達系の重要な因子を同定できた。現在、その他の遺伝子についても変異体解析を進めており、さらに多くの因子を同定できる可能性がある。これにより、ケミカルバイオロジー的手法により、植物の防御シグナル伝達系路上の重要な因子が明らかとなる。さらに、これら因子をバイオマーカーとして、さらなるプラントアクティベーターを開発することが可能となる。

また、アサヒグループホールディングス株式会社との共同研究により、ビール酵母の細胞壁を原材料とした肥料「豊作物語 (苺)」の植物の免疫機能の向上効果について試験した。その結果、本剤を処理したアブラナ科植物は重要病害である黒斑細菌病に対して耐性を示した。今後、本剤の作用機作について試験する予定である。

## 平成 24 年度の活動

### 1. 報文(総説・原著論文等)

Narusaka, M., Ohtani, M., Demura, T., Shimada, R., Shirasu, K., and Narusaka, Y.

Development of a model system comprising *Populus* as a model tree and *Colletotrichum gloeosporioides* as a model pathogen for studying host-pathogen interactions.

*Plant Biotechnology*, 29, 511-514 (2012)

**概要**：バイオマス生産の目的でハイブリッドポプラの植林が世界中で行われている。しかし、ハイブリッドポプラに感染する病原菌や耐病性機構の知見は不十分である。本研究では、病原糸状菌 *Colletotrichum* 属菌に対するハイブリッドポプラの感受度を検定した。その結果、イチゴ炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)がハイブリッドポプラに感染することを明らかにした。両者は既にゲノム配列が明らかになっており、樹木-病原糸状菌相互作用を解析するためのモデルシステムを構築できた。

Gan, P., Ikeda, K., Irieda, H., Narusaka, M., O'Connell, R.J., Narusaka, Y., Takano, Y., Kubo, Y., and Shirasu, K.

Comparative genomic and transcriptomic analyses reveal the hemibiotrophic stage shift of *Colletotrichum* fungi.

*New Phytologist*, 197, 1236-1249 (2013)

**概要**：世界中で植物に深刻な被害をもたらしている炭疽病は、植物病原糸状菌(カビ)の一種である炭疽病菌によって引き起こされる。中でもイチゴ炭疽病菌は、穀類、野菜、果樹、花卉などの植物に感染し、株全体に発病して萎縮枯死に至らせる。本研究において、イチゴ炭疽病菌とウリ類炭疽病菌の全ゲノムを解読し、感染時に特異的に発現する遺伝子を調べた。その結果、毒素などを生産するための二次代謝酵素群をコードする遺伝子群候補を同定した。さらに、炭疽病菌は遺伝子の水平伝播により植物の成長に関与する機能を持つ遺伝子を獲得したことを見いだした。また、炭疽病菌は特異的な遺伝子群を発現して2つの異なる感染ステージを形成していることを明らかにした。

Narusaka, M., Kubo, Y., Hatakeyama, K., Imamura, J., Ezura, H., Nanasato, Y., Tabei, Y., Takano, Y., Shirasu, K., and Narusaka, Y.

Interfamily transfer of dual NB-LRR genes confers resistance to multiple pathogens.

*PLoS ONE* 8(2): e55954. doi:10.1371/journal.pone.0055954 (2013)

**概要**：シロイヌナズナ(アブラナ科シロイヌナズナ属)の2つの抵抗性遺伝子(*RPS4*と*RRS1*)を同時に、農作物ナス科のトマト、タバコ、アブラナ科のナタネ、コマツナ、ウリ科のキュウリに導入し、作物の生産に甚大な被害を及ぼす青枯病(細菌)、斑葉細

菌病（細菌）及び炭疽病（カビ）に抵抗性の作物の開発に世界で初めて成功した。これまで1つの抵抗性遺伝子を植物に導入しても、病害抵抗性を付与できないか、または、抵抗性を付与できても植物が矮小化することが報告されていた。また、抵抗性遺伝子は植物の科、属及び種を超えて機能しないことが報告されていたが、これら2つの遺伝子を同時に植物に導入することで植物が正常に生育し、かつ複数の病原体に対する病害抵抗性植物を開発することが可能となった。また、シロイヌナズナ由来の2つの抵抗性遺伝子（蛋白質）が複数の植物種で機能したことから、共通のメカニズムにより植物の免疫が機能していることが示唆された。

Narusaka, M., Yao, N., Iuchi, A., Iuchi, S., Shiraishi, T., Narusaka, Y.

Identification of *Arabidopsis* accession with resistance to *Botrytis cinerea* by natural variation analysis, and characterization of the resistance response.

*Plant Biotechnology*, 30, 89-95 (2013)

**概要**:病原糸状菌 *Botrytis cinerea* は200種以上の植物に感染することが知られており、食料生産において世界的に重要な病害である。これまでシロイヌナズナを利用した本菌の宿主植物への感染機構の解明が試みられてきたが、感受性の生態型 (ecotype) のみの解析で、遺伝学的な解析や植物側の抵抗性機構の解明が困難であった。本研究において、私たちは17種のシロイヌナズナ生態型を解析して本菌に抵抗性を示す *Ler* 生態型を同定した。さらに、*Ler* の変異体を用いて、本菌に対する抵抗反応には植物の主要な防御応答であるサリチル酸シグナル伝達経路の関与が低いことを明らかにした。今後、私たちが明らかにした知見をもとに、*Botrytis cinerea*-植物間相互作用の研究が進展することが期待される。

## 2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表

Narusaka, Y., Shirasu, K., Takano, Y., and Narusaka, M.

A dual Resistance-protein system confers resistance against fungal and bacterial pathogens.

XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, July 29-August 2, 2012, Kyoto

Narusaka, M., Shirasu, K., Kubo, Y., Shiraishi, T., Hatakeyama, K., Hirai, T., Kawamoto, K., Ezura, H., Nanasato, Y., Tabei, Y., Takano, Y., and Narusaka, Y.

Breaking restricted taxonomic functionality by dual resistance genes.

XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, July 29-August 2, 2012, Kyoto

Gan, P., Takano, Y., Manabe, R., O'Connell, R.J., Kubo, Y., Narusaka, Y., and Shirasu, K.  
Genomic and transcriptomic analysis of two *Colletotrichum* species.  
XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, July 29-August 2,  
2012, Kyoto

晝間敬、福永聡、Paweł Bednarek、鳴坂義弘、白須賢、高野義孝  
「シロイヌナズナにおけるトリプトファン由来の抗菌物質の生合成は、不適応型炭疽病菌に対する侵入後抵抗性に必要である」  
平成 24 年度日本植物病理学会関西部会、2012 年 9 月 27-28 日（鳥取）

Gan, P., Ikeda, K., Irieda, H., Narusaka, M., O'Connell, R.J., Narusaka, Y., Takano, Y., Kubo, Y., and Shirasu, K.  
Genomic and transcriptomic analysis of two *Colletotrichum* species.  
30th New Phytologist Symposium: Immunomodulation by plant-associated organisms,  
September 16-19, 2012, California

鳴坂義弘、Pamela Gan、白須賢、高野義孝、鳴坂真理  
「アブラナ科野菜類炭疽病菌が分泌する蛋白質の網羅的取得とその機能解析」  
第 54 回日本植物生理学会年会、2013 年 3 月 21-23 日（岡山）

鳴坂真理、白須賢、久保康之、白石友紀、畠山勝徳、平井正良、河本晃一、江面浩、七里吉彦、田部井豊、高野義孝、鳴坂義弘  
「デュアル抵抗性蛋白質システムの分子育種への応用技術開発と新規耐病性作物の創製」  
第 54 回日本植物生理学会年会、2013 年 3 月 21-23 日（岡山）

新屋友規、山口公志、成澤知子、前田佳菜子、小林佳弘、鈴木丸陽、谷本匠、十文字純一、竹田潤、船間亮汰、山田健太、出崎能丈、鳴坂真理、鳴坂義弘、賀来華江、川崎努、渋谷直人  
「キチンシグナリングに関与する受容体様細胞質キナーゼ AtRLCK1 の機能解析」  
第 54 回日本植物生理学会年会、2013 年 3 月 21-23 日（岡山）

鳴坂義弘、Pamela Gan、白須賢、高野義孝、久保康之、鳴坂真理  
「ゲノム解析によるアブラナ科野菜類炭疽病菌の分泌蛋白質候補群の取得とその機能解析」  
平成 25 年度日本植物病理学会大会、2013 年 3 月 27-29 日（岐阜）

鳴坂真理、白須賢、久保康之、畠山勝徳、今村順、江面浩、七里吉彦、田部井豊、高野義孝、鳴坂義弘

「デュアル抵抗性蛋白質システムの導入による新規耐病性作物の創製」

平成 25 年度日本植物病理学会大会、2013 年 3 月 27-29 日（岐阜）

山口公志、新屋友規、船間亮汰、石川和也、山田健太、鳴坂真理、鳴坂義弘、多田安臣、市村和也、渋谷直人、川崎努

「イネとシロイヌナズナで保存されたキチンシグナル伝達経路の解析」

平成 25 年度日本植物病理学会大会、2013 年 3 月 27-29 日（岐阜）

ガン パメラ、池田恭子、鳴坂真理、鳴坂義弘、入枝泰樹、高野義孝、久保康之、白須賢

「炭疽病菌の比較ゲノム・トランスクリプトーム解析」

平成 25 年度日本植物病理学会大会、2013 年 3 月 27-29 日（岐阜）

### 3. 知的財産権

審査請求 1 件

### 4. 共同研究・協力連携先

岡山県農林水産総合センター農業研究所、理化学研究所植物科学研究センター、京都大学、京都府立大学、岡山大学、筑波大学、理化学研究所バイオリソースセンター、横浜国立大学、野菜茶業研究所、農業生物資源研究所、玉川大学、明治大学、中山大学（中国）等の公的機関、その他民間企業 4 件

（内、共同研究契約 9 件、委託研究契約 1 件）

### 5. 外部資金獲得状況

- ・（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 21 年度採択産業技術研究助成事業（代表 鳴坂義弘）
- ・科学研究費補助金・基盤 C（代表 鳴坂義弘）
- ・（独）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 イノベーション創出基礎的研究推進事業（技術シーズ開発型研究）（中課題代表 鳴坂義弘）

・その他 民間2件 (代表 鳴坂義弘)

## 6. 公開、提供

### (1) 報道

「イチゴとウリ類の炭疽病菌 病原性遺伝子候補を同定」  
平成24年12月19日 化学工業日報

「イチゴ、ウリ類の炭疽病菌 ゲノム解読に成功 農薬開発や品種改良期待」  
平成24年12月23日 山陽新聞

「作物に病害抵抗性付与 『科』異なる2遺伝子導入」  
平成25年2月22日 化学工業日報

「抵抗性遺伝子 他の科に導入」  
平成25年2月22日 日本農業新聞

「『育種の方法論が変わる』抵抗性作物開発の新技術」  
平成25年2月27日 農業協同組合新聞

「2つの遺伝子を同時に導入 病害抵抗性植物開発」  
平成25年3月1日 科学新聞

「植物病害防ぐ2遺伝子—岡山県生科研が発見—耐性強い品種開発期待」  
平成25年3月17日 山陽新聞

### (2) 事業成果

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「開発成果の新用途展開事業」  
(サンプルマッチング)

「遺伝子診断用シロイヌナズナマイクロアレイキットとハクサイマイクロアレイ」  
の販売

### (3) 共同研究成果

共同研究先から、植物の元気な生育を助ける葉面散布剤「アジフォル®アミノガード」  
を平成24年12月に発売

## 7. その他

岡山県立大学連携大学院 教授 (客員、兼任) (鳴坂義弘)



# 作物分子育種第1研究グループ

専門研究員	後藤 弘爾 (グループ長)
流動研究員	田村 勝徳 (平成24年10月～)
実験補助員	難波 洋子 (平成24年10月～平成25年2月)
実験補助員	鈴木 史子 (平成25年3月～)

## 大課題

### 分子マーカーを用いた新規育種技術の開発と新品種の育成

## 中課題

1. 高品質な果実を持つトマト新品種の開発
2. 優良な農業形質の探索とその有用性を評価する育種技術の開発

交配育種など従来法による新品種の育成は、長い年月と広大なスペースが必要であるが、いわゆる分子育種法の導入によって、時間とスペースを大幅に節約することが可能となる。モデル生物で始められた全ゲノム解読は、次世代シーケンサーの登場により多くの農作物のゲノムが解読されるに至り、分子マーカーの作製が容易になってきている。さらに分子生物学、分子遺伝学を活用することによって、有用形質をもつ育種素材とその有用遺伝子(座)を特定し、分子マーカーを作製することで、多くの作物において迅速に新品種を開発することが可能な時代が幕開けしたと言っても過言ではない。

我々は、生産額が最も多い野菜であるトマトを研究成果活用のためのターゲットに設定し、優良形質の探索とその遺伝子の特定を通して、育種に有効な分子マーカーの作製を進めている。また、優良形質を導入して得られる育種産物の品質評価を迅速に行うため、接ぎ木法(特許第5051415号)を活用した育種技術の開発もめざしている。

## 実施課題

### 植物工場での生産に適した矮性ミニトマト品種の開発(中課題1関連)

#### [背景と目的]

植物工場は、究極的な施設園芸の一形態であり、日本における農業生産のあり方を変える可能性を持っている。即ち、都市内遊休地や環境劣化地域にも設置でき、気候変動に左右されない安定生産が可能で、フードマイレージの縮減や食糧自給率の向上への貢献が期待されている。一方で、生産品目が少なく、葉もの野菜では早晚過当競争が起きるといった懸念や、生産コストが高いなどの問題点も存在する。

我々は、植物工場での生産に適した矮性ミニトマト品種を開発することにより、植物工場での生産品目の拡大に資することをめざしている。また、中課題2で得られる成果を活用し、

高品質、高付加価値でかつ生産コストを抑えられる形質の導入を進めている。特に生産コストの低減に結びつく形質の導入は、矮性ミニトマトに限らず広く栽培トマトに供試することで、来るべき環太平洋パートナーシップ協定（TPP）加盟後においても、利益を上げられる強い農業生産に貢献できると考えられる。

### 〔成果と今後の方針〕

これまでに選定した優良ミニトマト株と矮性、多収性、芯止まり性、弱光耐容性といった、植物工場において効率よく生産できる形質を持つ株との交配を行い、F2 プールの中から優良形質を持つ9系統を選抜した。現在、この9系統を母本として挿し木による栄養繁殖を行い、植物工場内で生産性やコストの試験を行っている。最終的には優良な2, 3系統について植物工場での生産を進める計画である。

優良株がF2であることから、どの様に継続的に維持、増殖していくかが、今後の課題である。また、植物工場でのコスト低減には、早咲きは重要な形質となるので、早咲き形質の導入も進めていく計画である。

## 連続光障害の低減と耐容性遺伝子の同定（中課題2 関連）

### 〔背景と目的〕

24時間連続照明下で作物を栽培することは、光合成可能時間を増加させることにより、生産量の飛躍的な向上や収穫までの期間短縮につながる方法として期待される。しかし、多くの植物種では連続光下では、生育阻害や黄化症状を伴った生理障害が発生し（連続光障害）、連続光照明による栽培法の実現を困難なものにしている。

我々は、まず連続光障害の発生生理を体系的に理解し、連続光障害を低減する栽培技術の確立に結びつけることを目指している。また、連続光耐容性の植物種を見つけ、耐容性形質を決定する遺伝子の同定することにより、連続光耐性のトマト栽培品種を分子育種法により作出することを目指している。

### 〔成果と今後の方針〕

連続光障害を低減する至適な栽培方法の確立を目指して、生育ステージ、光強度、生育温度及び概日リズムと障害発症程度の関連を検討している。

これまでに、トマト近縁野生種20種以上をスクリーニングし、その中から連続光に対して耐容性を示す系統を見いだした。

また、連続光障害を発症するトマト栽培品種を用いることにより、葉緑体内におけるデンプンの過剰蓄積や葉内の活性酸素産生量の上昇など連続光障害に伴う表現型を解析している。

今後、トマト近縁野生種を利用して連続光耐容性を担う責任遺伝子座をマッピングし、遺伝子クローニングを進める計画である。これにより、責任遺伝子に対する分子マーカーを製作し、連続光耐性品種の分子育種を行う研究基盤ができる。

## 平成 24 年度の活動

### 1. 報文(総説・原著論文等)

なし

### 2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表 (\*P はポスター発表、英文タイトルは国際学会)

Goto, K.

Fusion of transcriptional activator/repressor domain revealed the molecular function of flowering factors, TFL1 and FT. (\*P)

10th International Congress on Plant Molecular Biology. October 21-26, 2012, Jeju, Korea.

後藤弘爾

「アンチフロリゲンは存在するのか？」(招待講演)

第 85 回日本生化学会大会 シンポジウム「フロリゲン研究の新展開」、2012 年 12 月 14-16 日 (福岡)

田村勝徳、後藤弘爾

「トマトにおける連続光障害の生理学的特性」

第 54 回日本植物生理学会年会、2013 年 3 月 21-23 日 (岡山)

高谷彰吾、池田龍也、川本望、酒井達也、平山隆志、後藤弘爾、荒木崇、高橋卓、本瀬宏康

「NIMA 関連キナーゼは花成制御因子 FT、TFL1 と相互作用する」 (\*P)

第 54 回日本植物生理学会年会、2013 年 3 月 21-23 日 (岡山)

### 3. 知的財産権

特許成立 特許第 5051415 号

発明の名称：植物の品種改良の時間を短縮するための方法及びキット

特許権者：岡山県、(独) 科学技術振興機構

発明者：後藤弘爾

登録日：平成 24 年 8 月 3 日 (出願日：平成 18 年 1 月 31 日)

概要：本発明は、植物の品種改良を効率よく行うための方法及びキットに関するものであり、

より詳細には、FT 遺伝子が導入された形質転換体植物を用いる植物の品種改良の時間を短縮するための方法及びキットに関するものである。FT 遺伝子が導入されている形質転換体植物である台木に非形質転換体植物を穂木として接ぎ木する工程および穂木が台木に接ぎ木された状態で交配する工程を包含することを特徴とする植物の品種改良の時間を短縮する方法を提供する。

#### 4. 共同研究・協力連携先

筑波大学、岡山大学、両備ホールディングス・(株)ソレックス

#### 5. 外部資金獲得状況

- ・平成24年度 国立大学法人筑波大学遺伝子実験センター「形質転換植物デザイン研究拠点」共同利用・共同研究 (代表 後藤弘爾)
- ・(独) 科学技術振興機構 研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP フォーシビリティスタディステージ 探索タイプ (代表 後藤弘爾)

#### 6. その他

岡山県立大学連携大学院 教授 (客員、兼任) (後藤弘爾)

## 作物分子育種第 2 研究グループ

専門研究員	小田 賢司
専門研究員	向原 隆文
流動研究員	深松 陽介

### 大課題

分子マーカーを用いた革新的育種技術の開発と新品種の育成

### 中課題

県主要作物の優良品種選抜を可能とする分子マーカーの開発研究

#### [背景と目的]

岡山県では、全国から高い評価を受けているブドウ、モモ、ナスなどの主要農作物の品質をさらに向上させ、ブランド力を高めることを目指している。農作物の高品質化には、栽培管理技術の改善とともに、次世代の優良新品種を開発・育成することが重要である。

しかしながら、実をつけるまでに長い年月や広大な圃場、多大な管理労力を必要とする果樹の育種や、複数の遺伝子に支配された複雑な形質である病害抵抗性に関する育種では、形質に着目した従来の育種選抜法では効率的な品種開発は容易ではない。これに対し、DNA マーカーのような幼苗にも適用可能でかつ、複数の有用遺伝子を集積させやすい分子マーカーによる新しい選抜法は、育種の迅速化、効率化に極めて有効と期待される。

そこで、本研究では、県の最重要作物である果樹（ブドウ、モモ）やナスを主な研究対象に、これらの農作物が抱える課題・要望・潜在的脅威に対し優れた特性を示す新品種を選抜できるよう、実用的な分子マーカーを開発することを目指している。

#### [成果と今後の方針]

果樹の課題では、今年度はモモを中心に解析を行った。特に、岡山県のモモは果皮の白い白桃が特徴であるため、果皮色に関わる遺伝子の解析に取り組んだ。モモの果皮が色付くのはアントシアニンによる。果皮色の濃いモモと薄いモモを比べると、アントシアニンの構造（分子種）に変化はなく、量に違いがあることから、アントシアニンの合成制御に関わる遺伝子をモモゲノムから単離・解析した。遺伝子の配列を同定したところ 2 種類に分けられたことから、既存品種の中から着色系統、微着色系統、非着色系統を複数ずつ選び、それぞれの遺伝子配列を明らかにした。その結果、遺伝子配列と果皮着色の程度にはよい相関がみられた。そこで、岡山県農林水産総合センター農業研究所で交配され栽培中の約 200 種の交配樹について遺伝子を比較したところ、遺伝子型に基づく予測と実際の観察結果はかなり一致し、指標の一つになる可能性が示された。予測

と観察結果は完全に一致しなかったが、これは果皮色が複数の遺伝子により支配された量的形質であるためと考えられ、正確な予想には着色に寄与する他の遺伝子の解析も重要と考えられた。果皮色に加え、来年度は果肉色などモモの他の重要形質についても解析し、選抜マーカーの開発を行う予定である。

ナスの課題では、既存のナス台木「ヒラナス」および「トルバム」の青枯病抵抗性について詳細な解析を行った。ヒラナス台木が認識する青枯病菌エリシターについては、それがコードされると考えられるゲノム領域を約 70kb まで絞り込み、エリシター遺伝子の特定作業を進めている。トルバム台木については、青枯病菌エリシターの特定に成功し、その実体は Avr エフェクターであった。しかしながら、更に別のエリシター因子の存在が考えられ、トルバム台木が有する強度青枯病抵抗性は重層化した抵抗性誘導によることが明らかとなった。これらエリシターについては、台木の青枯病抵抗性と 100% 連鎖する育種マーカーとして利用できると思われる。これらの解析と並行して、既知の青枯病菌全てに強い抵抗反応を誘導するナス近縁野生種を見いだした。実験手法の有効性が確認されたことから、今後はトマト青枯病抵抗性系統も解析の対象に加え、青枯病抵抗性と直接連鎖する育種マーカーの開発をナス科作物において推進する。

## 平成 24 年度の活動

### 1. 報文(総説・原著論文等)

Yokotani, N., Ichikawa, T., Kondou, Y., Iwabuchi, M., Matsui, M., Hirochika, H., and Oda, K.

Role of the rice transcription factor JAmyb in abiotic stress response.

*J. Plant Res.*, 126:131-139 (2013)

概要：イネ JAmyb 遺伝子の過剰発現により非生物的ストレスに対する耐性をシロイヌナズナに付与した報告。

Ichinose, Y., Taguchi, F., and Mukaiharu, T.

Pathogenicity and virulence factors of *Pseudomonas syringae*.

*J. Gen. Plant Pathol.*, (in press)

概要：植物病原細菌 *Pseudomonas syringae* の感染性および病原性に関する総説。

### 2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表(\*P はポスター発表)

小田賢司

「農作物の改良をめざした遺伝子の研究」

農林水産総合センターセミナー、2012 年 7 月 25 日 (岡山)

Maeda, S., Sugano, S., Yokotani, N., Jiang, C.-J., Oda, K., Matsui, M., Hirochika, H., Takatsuji, H., and Mori, M.

A cytoplasmic kinase gene provides resistance against major bacterial and fungal pathogens in Arabidopsis and rice.

International Congress of Plant Pathology, August, 2012, Beijing, China

向原隆文、小田賢司

青枯病菌 *Ralstonia solanacearum* における宿主域変異機構の解析

日本植物病理学会平成 25 年度大会、2013 年 3 月 27-29 日（岐阜）

Nahar, K., Matsumoto, I., Suetsugu, E., Taguchi, F., Ichinose, Y., and Mukaiharu, T.

Analysis of hypersensitive response of *Solanum torvum* Sw. cv. Torubamubiga induced by *Ralstonia solanacearum* Rip36 and *Pseudomonas syringae* HopH1 effectors.

第 54 回日本植物生理学会、2013 年 3 月 21-23 日（岡山）

### 3. 知的財産権

出願特許 1 件

### 4. 共同研究・協力連携先

岡山県農林水産総合センター農業研究所、岡山大学

### 5. 外部資金獲得状況

- ・科学研究費補助金・基盤 C（代表 小田賢司）
- ・科学研究費補助金・基盤 C（代表 向原隆文）
- ・科学研究費補助金・挑戦的萌芽（分担 向原隆文）
- ・平成 24 年度岡山県外部知見活用型・産学官連携研究事業（代表 向原隆文）

### 6. その他

岡山県立大学連携大学院 准教授（客員、兼任）（小田賢司）

岡山県立大学連携大学院 准教授（客員、兼任）（向原隆文）



## 酵素機能研究グループ

専門研究員	畑中 唯史 (グループ長)
流動研究員	川上 賀代子
流動研究員	裏地 美杉
リサーチアソシエイト	木村 昌代 (~平成 24 年 10 月)

### 大課題

#### 酵素によるバイオマス有効利用法の研究開発

### 中課題

1. バイオマス由来機能性素材の研究開発
2. バイオマス関連有用酵素の研究開発

#### [背景と目的]

中課題 1 では、脱脂米糠・玄米を原料として、機能性ペプチド・フィトケミカルの酵素による作成・抽出法の開発に取り組んでいる。

我が国では、セルフクローニングおよびナチュラルオカレンスの概念で、ヒトに対する安全性が認められている場合、複数のストレプトマイセス菌株を遺伝子源とする、遺伝子組み換え技術を用いて生産される酵素は、非組み換え扱いとなり、食品添加物としての使用が認められている。上記セルフクローニング/ナチュラルオカレンス技術により、前期 5 カ年の研究途上で、放線菌を宿主とした酵素生産技術を長瀬産業㈱と共同開発し、この技術による酵素生産が平成 23 年度より開始されている。この技術を応用すべく、中課題 2 では、放線菌由来有用酵素の取得に取り組んでいる。

#### [成果と今後の方針]

中課題 1 : 玄米抽出物について、腸管免疫・抗アレルギー作用を検討し、*in vitro* 試験で、分子量 3 万以上の米国産玄米ペプチドに免疫賦活作用のあることを見出した。さらに、動物試験においても、玄米抽出物の抗アレルギー作用を確認した。

放線菌由来酵素と市販酵素を組み合わせ、脳機能改善作用をもち、香料原料となるフェルラ酸の調製法を確立した。

また、H24 年度から、就実大学・薬学部と共同研究を開始し、米由来ペプチドの新規機能性探索に取り組んでいる。

中課題 2 : 現在、放線菌由来フェルラ酸エステラーゼのスクリーニング途上であり、H25 年度も継続して行う予定。また、上記技術の主要要素である放線菌 *Streptomyces cinnamoneus* TH-2 株由来金属プロテアーゼ・プロモーター (SCMP プロモーター) の解析について、研究を開始し、放線菌を宿主とした発現系の性能向上に取り組んでいる。

## 平成24年度の活動

### 1. 報文(総説・原著論文等)

Kumagai, Y., Usuki, H., Yamamoto, Y., Yamasato, A., Mukaihara, T., and Hatanaka, T.

Preparation of hemicellulolic oligosaccharides from *Chamaecyparis obtuse* (Hinoki) slurry using commercial enzymes.

*Front. Chem. Sci. Eng.* **6**(2): 224-231 (2012)

概要：ヒノキを材料に、市販酵素を用い、分解率・生成するオリゴ糖について、網羅的に研究した。本研究は、「岡山バイオマスイノベーション創出研究委託事業」の支援を受けて行われたものである。

Hatanaka, T., Inoue, Y., Arima, J., Kumagai, Y., Usuki, H., Kawakami, K., Kimura, M., and Mukaihara, T.

Production of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides from defatted rice bran.

*Food Chem.* **134**: 797-802 (2012)

概要：脱脂米糠を原料にタンパク質を抽出し、市販酵素を用いてペプチドを作成し、その機能性（ジペプチジルペプチダーゼ-IV 阻害活性=II 型糖尿病予防作用）を見出し、その阻害ペプチドを同定した論文である。

Kumagai, Y., Kawakami, K., Mukaihara, T., and Hatanaka, T.

Identification of a calcium-binding site responsible for the thermal stability of actinomycete mannanase.

*Biochimie* **94**: 2783-2790 (2012)

概要：放線菌 *Streptomyces thermolilacinus* 由来マンナーゼについて、部位特異変異と ITC を用いることにより、カルシウム結合部位を同定した論文である。

畑中 唯史、井上 良計

「米糠ペプチドによる糖尿病予防への期待」

*FOOD STYLE* **21**, No.16, 7月号 (2012)

概要：Food Chemistry 論文の日本語版解説である。

徳井圭裕、植向直哉、井上良計、畑中唯史、織部恵莉、川上晃司、毛利健太郎

「米糠由来の機能性成分の開発と抽出および実用化」

美味技術学会誌 **11**(2), 35-41 (2012)

概要：平成 22-23 年度行った、経産省・地域イノベーション創出研究開発事業「環境適応型抽出システムを利用した米糠機能性素材の開発」についての、総括論文である。

Kumagai, Y., Kawakami, K., Uraji, M., and Hatanaka, T.

Binding of bivalent ions to actinomycete mannanase is accompanied by conformational change and is a key factor in its thermal stability.

*Biochim. Biophys. Acta - Proteins and Proteomics* **1834**: 301-307(2013)

概要：3種の放線菌由来マンナーゼについて、金属イオンの影響を Isothermal titration calorimetry (ITC、マイクロカロリメーター) により評価した論文である。

Arima, J., Isoda, Y., Hatanaka, T., and Mori, N.

Recombinant production and characterization of an *N*-acyl-D-amino acid amidohydrolase from *Streptomyces* sp. 64E6.

*World J. Microbiol. Biotechnol.* (in press)

概要：N-acyl-D-amino acid amidohydrolase 活性をもつ菌株の探索を RIBS で行い、酵素の発現・解析については、共同研究先である鳥取大学・農学部で行った結果をまとめたものである。

Uraji, M., Kimura, M., Inoue, Y., Kawakami, K., Kumagai, Y., Harazono, K., and Hatanaka, T.

Enzymatic production of ferulic acid from defatted rice bran by combination of bacterial enzymes

*Appl. Biochem. Biotechnol.* (in press)

概要：当研究グループで見出した SCMP プロモーターを用いて、種々の放線菌由来糖質加水分解酵素群を発現させ、フェルラ酸エステラーゼ活性を有する市販酵素との組み合わせにより、バイオマス（米糠、小麦フスマ）から、フェルラ酸遊離率の向上を達成した論文である。

## 2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表（\*P はポスター発表）

川上賀代子、森ひとみ、熊谷祐也、臼木博一、向原隆文、畑中唯史、伊東秀之

「玄米抽出物の免疫調節作用に関する研究（1）」（トピックスとして選出。）

第66回日本栄養・食糧学会、2012年5月18-20日（仙台）

森ひとみ、川上賀代子、畑中唯史、伊東秀之

「玄米抽出物の免疫調節作用に関する研究（2）」

第66回日本栄養・食糧学会、2012年5月18-20日（仙台）

畑中唯史

「放線菌の分泌シグナル非依存型タンパク質分泌機構の解明」（\*P）

発酵研究所第6回助成研究報告会、2012年6月7日（豊中）

Kumagai, Y., Mori, H., Kimura, A., and Hatanaka, T.

Structural analysis and the role of bivalent ion binding site for actinomycete mannanase.

(\*P)

International Conference on Agricultural Biodiversity and Sustainability 2012, August 27-31, 2012, Sapporo

Kawakami, K., Mori, H., Uraji, M., Kimura, M., Hatanaka, T., and Ito, H.

Immunoregulatory effects of brown rice extracts. (\*P)

International Conference on Biologically Active Substances, Bioactive Okayama 2012 -Food &Health-, September 13-14, 2012, Okayama

Uraji, M., Kimura, M., Inoue, Y., Kawakami, K., Harazono, K., and Hatanaka, T.

Effective extraction of Ferulic acid from biomass by combination of bacterial enzyme.

(\*P)

International Conference on Biologically Active Substances, Bioactive Okayama 2012 -Food &Health-, September 13-14, 2012, Okayama

Hatanaka, T., Inoue, Y., Kawakami, K., Kimura, M., and Uraji, M.

Production of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides from defatted rice bran. (\*P)

International Biotechnology Symposium (IBS) 2012, September 16-21, 2012, Daeg, Korea

Uraji, M., Kimura, M., Inoue, Y., Kawakami, K., Harazono, K., and Hatanaka, T.

Enzymatic production of ferulic acid from defatted rice bran by combination of bacterial enzyme. (\*P)

International Biotechnology Symposium (IBS) 2012, September 16-21, 2012, Daeg, Korea

畑中唯史

「放線菌とともに歩む」

第12回 RIBS シンポジウム、2012年10月12日（岡山）

Kawakami, K., Mori, H., Uraji, M., Kimura, M., Hatanaka, T., and Ito, H.

Effect of brown rice extracts on immune response in mice. (\*P)

The 6th International Niigata Symposium on Diet and Health (INSDH2012), October 16-17, 2012, Niigata

畑中唯史、川上賀代子、裏地美杉、守谷智恵、坪井誠二

「発酵乳ホエーに含まれる細胞内グルタチオン上昇作用分子の探索」

日本農芸化学会 2013 年度大会、2013 年 3 月 24－27 日（仙台）

川上賀代子、李鵬、裏地美杉、畑中唯史、伊東秀之

「ザクロ抽出物のヒトリコンビナントマルターゼ阻害活性」

日本農芸化学会 2013 年度大会、2013 年 3 月 24－27 日（仙台）

井上良計、植向直哉、川上晃司、徳井圭裕、畑中 唯史、永尾寿浩

「リパーゼを用いた米油中の  $\gamma$ -オリザノールの濃縮」

日本農芸化学会 2013 年度大会、2013 年 3 月 24－27 日（仙台）

守谷智恵、畑中唯史、川上賀代子、裏地美杉、坪井誠二

「発酵乳ホエー中の細胞内グルタチオン上昇物質の探索について」(\*P)

日本薬学会第 133 年会、2013 年 3 月 27－30 日（横浜）

### 3. 知的財産権

出願特許 1 件（国内）

### 4. 共同研究・協力連携先

長瀬産業株式会社、株式会社サタケ、株式会社フィットファーマ、株式会社山田養蜂場、株式会社ニッピ、モリマシナリー株式会社、岡山大学、就実大学、鳥取大学

### 5. 外部資金獲得状況

- ・平成 24 年度八雲環境科学振興財団研究助成（代表 畑中唯史）
- ・平成 24 年度財団法人農芸化学研究奨励会国際会議出席費補助金（畑中唯史）
- ・平成 24 年度両備てい園研究助成（代表 畑中唯史）
- ・科学研究費補助金・若手 B（代表 川上賀代子）

### 6. その他

岡山県立大学連携大学院 教授（客員、兼任）（畑中唯史）

発行日 平成25年5月27日

発行者 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

連絡先 〒716-1241  
岡山県加賀郡吉備中央町吉川7549-1  
TEL 0866-56-9450  
FAX 0866-56-9453  
ホームページアドレス  
<http://www.pref.okayama.jp/soshiki/203/>

※無断転載複製を禁ず