



生物科学研究所 平成23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

21 世紀はバイオテクノロジーを活用した生命科学の世紀と云われている。ヒト、イネなどの動植物や微生物のゲノムが解読され、これらゲノム研究の成果を活用した新しいバイオテクノロジーは、医療・医薬、農業、食品、環境など幅広い分野に活用され、世界の人口増加による食糧危機や地球環境の保全など幅広い多くの問題を解決する有力な手段として期待されている。

本研究所では「遺伝子工学、細胞工学、微生物工学を中心としたバイオテクノロジーを活用し、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と連携しながら中・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発信すること、そして、国際貢献に寄与する」を研究理念の基軸とし、1 期 5 カ年の研究計画を策定し研究を推進してきた。

平成 23 年度は、「植物及び微生物のゲノム情報を活用した効率的物質生産のための基礎・基盤研究」を目標と定めた平成 19 年度からの第 3 期 5 カ年計画の最終年度にあたるが、この間、県の行財政改革による研究費の大幅な削減に伴う当初計画の一部中止や統合、さらに包括外部監査などによる指摘を踏まえて、組織再編と県下の農産業振興に直接的に係わる応用性の高い課題への変更がなされてきた。

本報は生物科学研究所の平成 23 年度における活動の概要である。研究活動では、生理活性物質グルタチオンによる農作物や林木での生物活性の増強やバイオマス増量効果、農作物の病害抵抗性を誘導するプラントアクティベーターの開発、分子マーカーを用いたブドウやトマト、ナスの革新的育種技術の開発、微生物が生産する酵素を活用してヒノキ間伐材や米糠から飼料や化粧品素材等を製造する研究等に取り組み、その成果を論文 20 報（うち国際誌 16 報）、学会発表 40 件（うち国際学会 5 件）で公表し、特許 8 件を出願した。また、県内外の産学官の研究機関とは 29 件の共同研究を実施し、成果が挙がりつつある。外部資金は 122 百万円に達し、全研究費の約 8 割を占めている。広報活動では、本研究所主催のバイオサイエンス・シンポジウム、一般公開、学習見学を開催した。

言うまでもなく、バイオテクノロジーの技術開発と活用は、地域産業を飛躍的に発展させていくうえで、大きな役割を果たすものである。その使命を果たすべく、職員一同は懸命に努力しているところである。今後とも関係各位の温かい御支援と御指導を賜りますよう、お願い申し上げます。

平成 24 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 永井 一哉

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3期5ヵ年研究基本計画（平成21年度変更後）【研究計画表】 | 5 |
| 主な行事 | 6 |
| 主な視察・来訪者 | 9 |

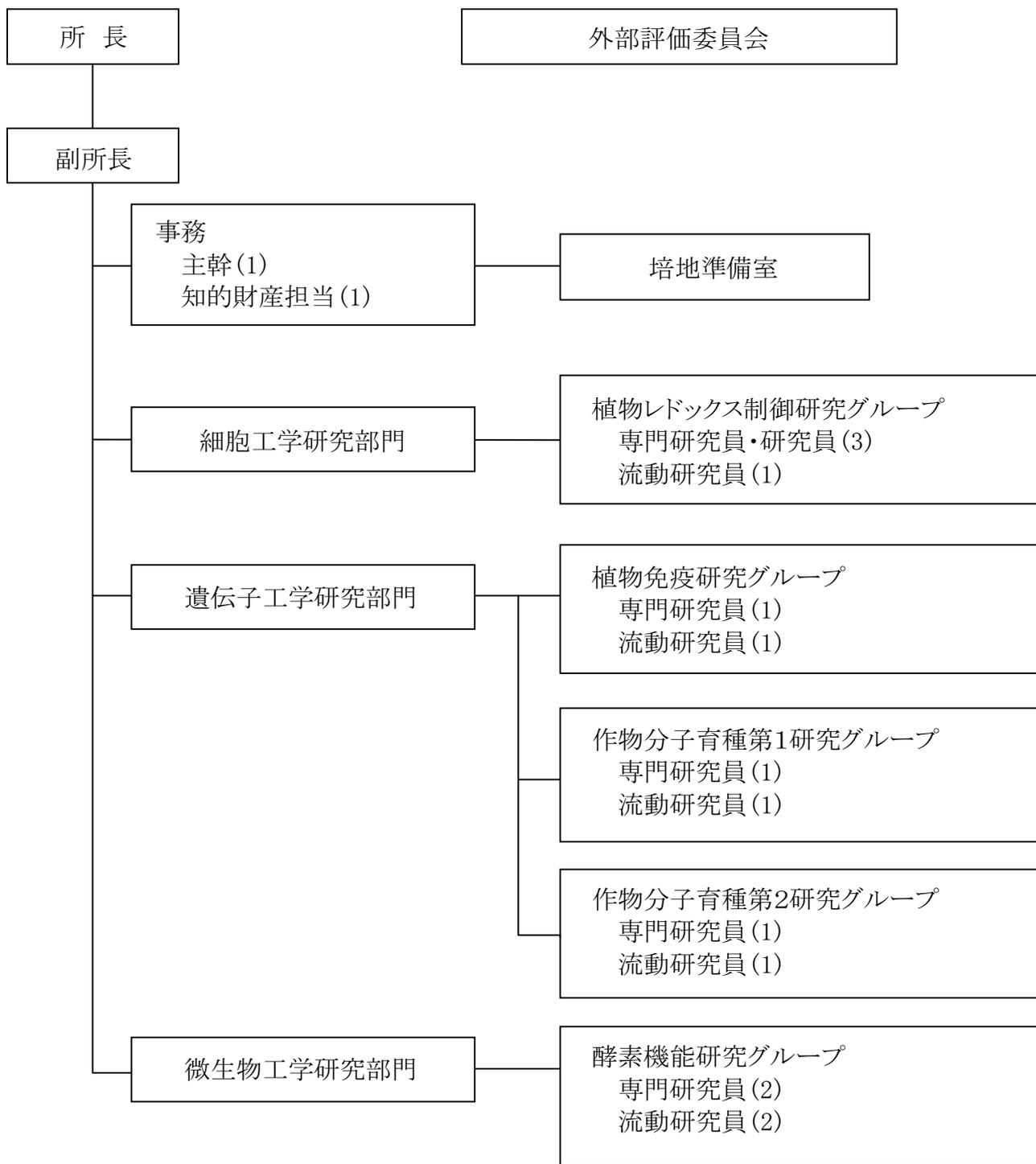
研究の概要

| | |
|-----------------|----|
| 植物レドックス制御研究グループ | 10 |
| 植物免疫研究グループ | 19 |
| 作物分子育種研究グループ | |
| 第1研究グループ | 27 |
| 第2研究グループ | 32 |
| 酵素機能研究グループ | 35 |

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24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 | 8 |
| 専門研究員・研究員 | 8 | 実験・事務補助員等 | 11 |
| 流動研究員(非常勤) | 6 | 計 | 37 |

生物科学研究所名簿(平成24年3月31日現在)

| 職 名 | 氏 名 | |
|----------|-----------|-----------------|
| 所 長 | 岩 渕 雅 樹 | (平成24年 3月31日退職) |
| 副 所 長 | 妹 尾 亨 | |
| 主 幹 | 廣 田 昌 男 | (平成24年 3月31日転出) |
| 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 | |
| 研 究 員 | 逸 見 健 司 | |
| 流動研究員 | 花 野 滋 | (平成24年 3月31日退職) |
| 流動研究員 | 岩 崎 郁 | (平成24年 3月31日退職) |
| 流動研究員 | 鳴 坂 真 理 | |
| 流動研究員 | 熊 谷 祐 也 | (平成24年 3月31日退職) |
| 流動研究員 | 川 上 賀 代 子 | |
| 流動研究員 | 山 崎 識 知 | (平成24年 2月29日退職) |
| 流動研究員 | 深 松 陽 介 | |
| 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自然科学研究科・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 | 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自然科学研究科・教授 |
| 島 本 功 | 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・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 |
| 松 岡 信 | 国立大学法人名古屋大学生物機能開発利用研究センター・教授 |

第3期5ヵ年研究基本計画(H21年度変更後):植物および微生物ゲノム情報を活用した効率的物質生産の
技術開発のための基礎・基盤研究(平成21年度~23年度)

| | 研究プロジェクト名 | 大課題名 | 中課題名 | 担当研究グループ |
|----------------------------|--------------------------|--|--|---------------------|
| 植物 科 学 系 | 物質生産制御技術 開発研究プロジェクト | 1 植物の生産性と品質の向上を もたらすグルタチオン機能の新規 作用機構の解明とそれを活用し た革新的作物育成・管理技術の 開発 (イネ、トウモロコシ、ダイズ、ナタ ネ、ヒマワリ、キク、トマト、イチ ゴ、タバコ、シロイヌナズナ、ペ チュニア、バラ、トルコギキョウ、 オウトウ、リンゴ、柑橘、カラマツ、 グイマツ、アカエゾ、トドマツなど) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 花序数およびその花序内花数の決定におけるグルタチオンの作用機構の解明と生産性管理技術の開発 ・ 植物の発芽時におけるグルタチオンの機能解明と分子育種による生産性向上 ・ グルタチオンの合成・代謝制御機構の解明による植物の生産性向上技術の開発 ・ グルタチオン施肥による生育促進と収量性向上効果の分子機構解明 ・ グルタチオン処理によるCO₂固定促進機構の解明による分子育種技術の開発 ・ グルタチオンによる果実の肥大と糖度向上促進機構の解明による新規な栽培管理技術の確立 ・ リノレン酸の非破壊測定による花数・収穫量予測技術開発と生産管理技術の確立 ・ 生体膜脂質のアシル基組成による植物生産性の制御機構解明と生産性向上・管理技術の開発 ・ グルタチオン結合性アルドラーゼによる植物生産性向上機能の分子機構の解明と生産性向上のための分子育種技術開発 ・ 春化におけるグルタチオンの機能機序の解明と生産性向上技術の開発 ・ グルタチオンによる栄養素吸収の制御機構の解明 | 植物レドックス制御 研究グループ |
| | | 2 環境ストレス耐性作物の育成 技術の開発ー病虫害抵抗性機構 の解明と新規プラント・アクティ ベーターの探索ー (ハクサイ、シロイヌナズナ、ナス 科作物など) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 新規プラント・アクティベーターの探索および開発研究 ・ 防御応答遺伝子を利用した環境ストレス耐性農作物の開発 | 植物免疫 研究グループ |
| | | 3 分子マーカーを利用した育種 技術の開発とそれを利用した新 品種の創出 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 障害果を生じにくいトマト新品種の開発 ・ 「植物工場産やさい」の開発 ・ 新潟山ブランドの創出 | 作物分子育種第1 研究グループ |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 優良ブルーベリー、ブドウ品種の選抜マーカーの探索 ・ 高温ストレスによるブドウ果皮の着色不良改善 | 作物分子育種第2 研究グループ |
| 微 生 物 科 学 系 | 有用物質生産技術の 高度化研究プロジェクト | 4 酵素蛋白質の構造改変による 有用物質創成技術の開発(放線 菌) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 酵素触媒による物質創成技術開発研究 ・ 産業用酵素の機能開発研究 ・ 酵素の有効利用を目的とした有用タンパク質モチーフの検索 | 酵素機能 研究グループ |

主な行事

● 第7回 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23年7月29日(金)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

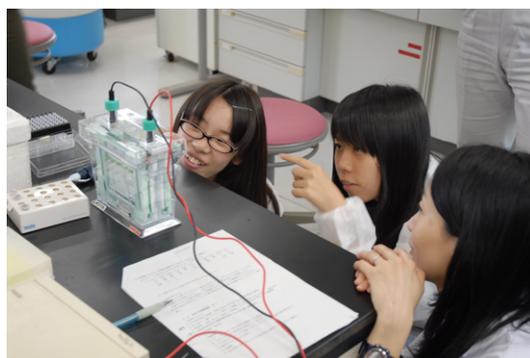
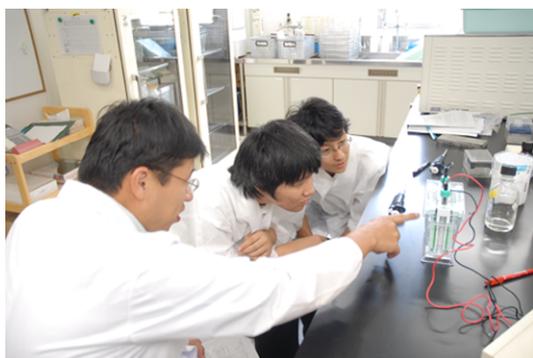
「研究紹介」



「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

2011
年度

研究所公開

バイオ研究の世界を
のぞいてみよう!

2011.7.29 FRI.

参加費無料

事前登録
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コース

- 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。



お問い合わせ先

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

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

TEL.0866-56-9450 FAX.0866-56-9453

http://www.pref.okayama.jp/soshiki/kakuka.html?sec_sec1=203

※ 参加には事前のお申し込みが必要です。 ※ 概要は左記ホームページからご覧いただけます。

平成23年度 第11回 RIBSバイオサイエンスシンポジウム 植物工場の現状と今後の展望

【概要】

岡山県農林水産総合センター・生物科学研究所（RIBS）では、植物工場に関心のある方々（研究機関・事業関係者および一般）を対象に、「完全人工光型」植物工場に関する講演会を下記の内容で実施します。新たな産・学・官の連携が生まれることも期待されます。

事前申込不要、参加費無料ですので、皆様の積極的なご参加をお待ちしています。

【日程・場所】

日時：平成23年11月11日（金）13：00－17：00

会場：岡山県国際交流センター（JR岡山駅前全日空ホテル側、徒歩5分）

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

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

【プログラム】

●ご挨拶 岡山県農林水産総合センター・生物科学研究所所長 岩淵雅樹

●セッションⅠ（13:05-14:25 80分）

植物工場の位置付け－研究拠点としての大阪府立大学での取り組みと今後－

大阪府立大学・生命環境科学系 准教授 西浦芳史

閉鎖型植物工場における連続光の利用

岡山大学大学院・自然科学研究科 教授 柘田正治

《休憩》 約5分

●セッションⅡ（14:30-15:50 80分）

植物工場における体内時計の制御技術

大阪府立大学大学院・工学研究科 助教 福田弘和

両備ホールディングスにおける植物工場の取り組み

両備ホールディングス株式会社 企画開発部 高橋祥子

《休憩》 約10分

●セッションⅢ（16:00-16:50）

パネルディスカッション

演者の先生方をパネリストに迎えて「植物工場の今後の展望」について議論します。

フロアからの意見も積極的にとりあげます。

モデレーター：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 後藤弘爾
17:00には終了いたします。

【申込方法】

事前申込不要・参加費無料

（会場の収容人数の関係から120名を超えた場合、入場をお断りする場合があります）

【お問合せ先】

岡山県農林水産総合センター・生物科学研究所（担当：廣田）

TEL：0866-56-9452 FAX：0866-56-9453

E-mail：seibutsu@pref.okayama.lg.jp

主な視察・来訪者

| | | | |
|-------|--------|----------------------------|---------------------------|
| 平成23年 | 5月26日 | 岡山県立津山高等学校 | 高等学校生徒40名、 引率教諭2名 計42名 |
| | 7月29日 | 研究所公開（高校生向け） | 生徒 4名 |
| | 10月25日 | 岡山県議会 行財政改 革・夢づくり等特別委員会 | 県議会議員12名 |
| | 11月16日 | 職場体験学習の受け入れ | 生徒 1名 |
| | ～18日 | 吉備中央町立吉川中学校 | |
| 平成24年 | 2月 8日 | 吉備高原学園高等学校 | 高等学校生徒78名、 引率教諭7名 計85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) |
| 研究員 | 逸見 健司 |
| 流動研究員 | 岩崎 (葉田野) 郁 |
| PD研究員 | 大野 良子 |
| PD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 | 三宅 佳子 (4月まで) |
| 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 (11月から) |
| 研究補助 | 森川 増雄 (8月まで) |
| 研究補助 | 藤森 茂 |
| 研究補助 | 仁澤 弘子 (3月まで) |
| 研究補助 | 狩野 真一 (10月から) |
| 研究補助 | 井坂 忠男 (10月から) |
| 研究補助 | 澤口 建樹 (10月から) |
| 研究補助 | 森 泰 (10月から1月まで) |

大課題

植物の生産性と品質の向上をもたらすグルタチオン機能の新規作用機構の解明とそれを活用した革新的作物育成・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CO₂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]

1. グルタチオンのCO₂固定促進とバイオマス生産性向上

・代謝分析を行うことで、グルタチオン施用による代謝変化（図1）が従来の緑の革命効果とは全く異なることを示し、さらに、グルタチオンのCO₂固定促進メカニズムに重要と想定しているカルビン回路酵素と従来の酵素の代謝系的な違いを明確に示すことに成功した。今後は、その遺伝子を発現させた組換え体を用いた成長速度解析を行い、どの生育時期の純同化速度の増加に貢献できるかとグルタチオン施用のタイミングとの関係を明確に示すことで、グルタチオン技術の高度化の参考とする。

・ポジトロンイメージング技術を進展させて、プレート上で育成した多数の幼植物個体（シロイヌナズナ、交雑ヤマナラシ）が有する炭素固定速度と転流率の2つの能力を、画像から一括して定量評価する系を構築した。今後はこの系を用いて、着目した変異系統や形質転換体が有する能力や、グルタチオン施用との相乗効果などについて、多数個体を対象に統計的な評価を行う。

・（シロイヌナズナにおいて）気孔数がCO₂固定の律速要因となり、気孔数の向上が光合成能を増強しうることを示したが、同時にグルタチオン施用による光合成能向上には、気孔数の増加以外の要因も存在していることが分かった。今後は、気孔数の増加がもたらす効果について、個体・群落レベルでの評価を行う予定である。

・シロイヌナズナで油脂蓄積に重要な遺伝子を特定し、その遺伝子の発現を制御することで親株の種子油脂含量を150%に高める方法を確立した。次年度は、そのメカニズム類似性と相違性を考慮し、ダイズでの技術構築に取り組む。油脂蓄積に異常のある変異体から特定される遺伝子の機能解析を行い、さらに詳細なメカニズムを明らかにし、その知見に基づき、さらなる技術の高度化を図る。

・網羅的な遺伝子発現解析によって、グルタチオン施用で特異的に挙動する遺伝子群の特定を行った。その結果、特に注目すべきは、通常は糖飢餓（C不足）で遺伝子発現が変化する遺伝子群が共発現変動することが明らかになった。つまり、植物は炭素不足と

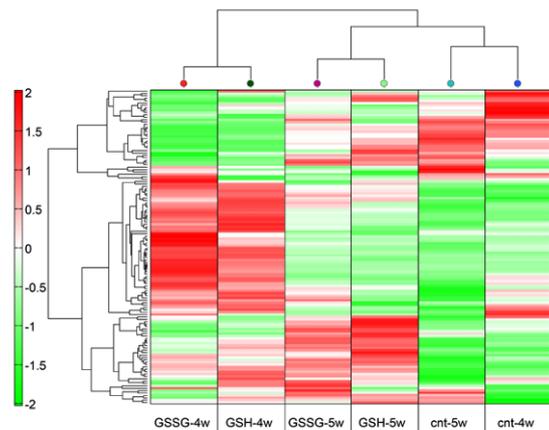


図1. GSHおよびGSSG施用によるシロイヌナズナ葉内代謝物プロファイルの変化。横軸はサンプル（施用方法とサンプリング時期〈播種後4週または5週〉で名前を付けている：cnt、通常栽培；GSH、GSH施用；GSSG、GSSG施用）を示し、縦軸はピークを示す。

認識しているため、グルタチオン施用によって炭素を多く固定しようとしていると理解された。こうした条件での共発現遺伝子には、バイオマス増産が期待できる遺伝子が存在する可能性が高いと考え、今後は、バイオマス形成に重要と想定される遺伝子と共発現する遺伝子の機能解析を行う。本技術に関与する遺伝子を少なくとも1つは新たに明らかにすることを目標にする。

- ・グルタチオン施用の効果が、植物ホルモンであるオーキシシンと密接に関連することを特定し、その応答は、グルタチオン施用から時間オーダーで認められる比較的早い反応であることが明らかになった。これまでにシュートのクローン化技術を国際出願したが、その発根と根系の発達に裏付けられたと考えられる。今後は、その応答を他の植物（特に有用植物）で活用できるかどうかについて評価し、想定メカニズムの普遍性を評価する。特に有用植物としては、根系が活用されバイオマス資源として注目されるキャッサバも含めて検討を行う。

- ・トウモロコシおよび微細藻類でのグルタチオン技術の適用時には、蓄積デンプンの分子的性質に変化が起きる可能性を得た。今後は、バイオマテリアルとしての活用（発酵材量としてなど）を想定し、その性質の変化をはっきりさせるとともに、バイオマテリアルとしての性質の制御を可能にする機構の解明に取り組む。

- ・副次的に得られた成果である、微細藻類での炭化水素化合物（デンプンや油脂）の効率的生産技術は、通常は精製に必要な破碎操作や培養途中での目的物質の蓄積誘導等の工程が不要となる極めてユニークで有望な技術であり、PCT国際出願中である。この技術の目玉である、自動的にデンプン粒子を培養液中に放出する現象は、グルタチオン関連遺伝子の導入によってオートファジー（細胞の自己消化）が誘導されることで、起きる現象であることを明らかにした。今後は、この現象を引き起こす分子の特定に着手し、他の微細藻類でも広く応用できる技術にすることを目指す。

2. 開発技術の評価

- ・フィールド試験でグルタチオン施用が光合成能力を短期的（時間単位）にも長期的にも（月単位）にも高めることを明確にでき、しかも、ユーカリについては、その光合成能力と樹幹容積（成長量）とに強い相関が見出すことができた。成長量の差は、150%以上に達していたが、成長曲線的に増大しており、現状ではバイオマス生産性の向上効果の最大値を見積ることができていない（図2～図4を参照）。

そこで、今後は、その最大値を見極める調査を継続する。また、フィールドからのサンプリングによって、炭素の年間固定量や品質・材質の変化等についてのデータ精度を高める。世界でも類を見ないレベルでの、光合成の促進効果（対照区比150%）のデータの取得について、分析精度と信憑性を高めるため、今年度に購入した光合成測定器を最大限活用する。



図2. グルタチオン施用区および対照区に生育するユーカリの様子。左図、施用後 4 ヶ月後、右図、施用後 14 か月後の対象区とグルタチオン施用区の植物。

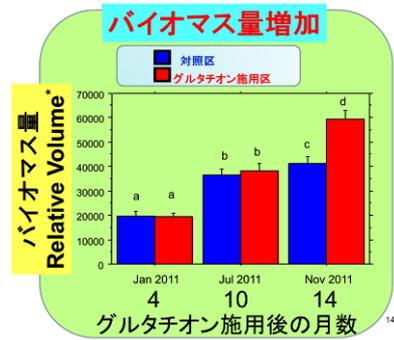


図3. グルタチオン施用区によるバイオマス量の推移。植栽後 2 年目のクローン木にグルタチオン施用し、その後の容積の推移。

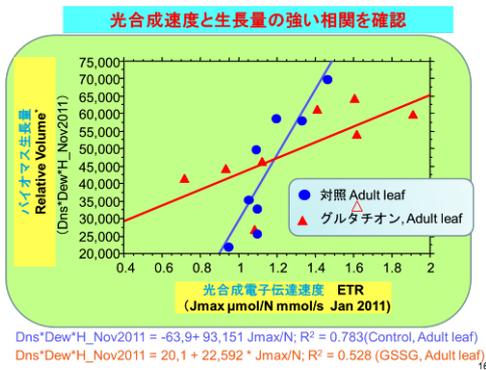


図4. 光合成量とその後の生育量との相関。

そこで、今後は、その最大値を見極める調査を継続する。また、フィールドからのサンプリングによって、炭素の年間固定量や品質・材質の変化等についてのデータ精度を高める。世界でも類を見ないレベルでの、光合成の促進効果（対照区比 150%）のデータの取得について、分析精度と信憑性を高めるため、今年度に購入した光合成測定器を最大限活用する。

・組換えダイズおよびポプラの評価を開始し、ポプラでは、シロイヌナズナでのメカニズムに想定される遺伝子で、シロイヌナズナとみられた表現型が観察された（図5）。最終的には、複数の遺伝子導入の効果を遺伝子プロモーターの発現調節で最適化し、バイオマス生産性の向上技術を目指しているが、本年度は、成長解析と材質の評価をすることで、生育のどの段階でもっとも導入遺伝子の効果が得られるのかを見積もる。ダイ



図5. シロイヌナズナで有望視した遺伝子をポプラに導入した場合の表現型の例。

ズでも同様な遺伝子の導入によってシロイヌナズナやポプラと同様な表現型が確認されると期待される。技術の重要性と想定メカニズムの普遍性を明らかにするために、ダイズでの組換え体の評価を行う。

平成 23 年度の活動

1. 報文(総説・原著論文等)

Aya Hatano-Iwasaki, Ken'ichi Ogawa (2012) Biomass production is promoted by increasing an aldolase undergoing glutathionylation in *Arabidopsis thaliana*. International Journal of Plant Developmental Biology 7, 2012 (in press).

概要 : グルタチオン結合性アルドラーゼを導入した植物において、グルタチオンで活性化したアルドラーゼ活性および発現タンパク量は、Rubisco がすでに完全に活性化される強光下においても最大 CO₂ 固定速度と高い相関を示し、遺伝子導入効果で上昇したアルドラーゼ活性分だけ CO₂ 固定速度が高まった。これは、一般的に Rubisco が CO₂ 固定の律速とされた常識を覆す重要な発見で、しかもグルタチオンがそのアルドラーゼ活性に重要であることを示す論文である。

Naoki Kawachi, Nobuo Suzui, Satomi Ishii, Sayuri Ito, Noriko S. Ishioka, Haruaki Yamazaki, Aya Hatano-Iwasaki, Ken'ichi Ogawa, Shu Fujimaki "Real-time whole-plant imaging of ¹¹C translocation using positron-emitting tracer imaging system", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 648, 317-320, 2011

概要 : 放射性炭素 11 標識した CO₂ とポジトロンイメージング技術を用いたダイズ中の炭素動態のイメージング手法を開発した。この方法によって、光合成によって葉で固定された炭素が各シンク器官へと転流する様子を定量的に可視化することができるようになり、さらにシンク・ソース間における定量的な解析が可能になったことを報告した論文である。

小川健一 グルタチオン農業. 植物の生長調節 47, 2012 (in press)

概要 : 「グルタチオン農業」とは、我がグループで発見した「バイオマス生産におけるグルタチオンの機能」を利用した新たな「緑の革命」とも呼ぶべき農業体系をイメージした言葉である。本稿では、「バイオマス生産におけるグルタチオンの機能」を概説し、従来の緑の革命の効果(ここでは、化成肥料)との違いに触れながら、その農業体系とそのための開発のイメージを説明した。

小川健一 植物の光合成機能のさらなる促進を目指した研究開発. 放射線と産業 132, 2012 (in press)

概要：時代の流れもあり、「植物の光合成機能を向上させるための技術開発」という類の言葉を、こここで耳にするが、この言葉の曖昧さが原因で、光合成の研究が他分野のひとつとに十分には、理解されていない。本稿では、その曖昧さを明確にし、(1) 必要なブレイクスルーは何か、(2) そのブレイクスルーにポジトロンイメージングシステム (PETIS) を用いた解析のどのような特徴が貢献しているのか、という2点について、グループの技術開発のビジョンとともに紹介した。

Aya Hatano-Iwasaki, Ken'ichi Ogawa (2012) Overexpression of GSH1 gene mimics transcriptional response to low temperature during seed vernalization treatment of *Arabidopsis*. *Plant & Cell Physiology* 53: (in press)

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处理と呼ぶが、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

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

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日、

濃野 絢, 岩崎 (葉田野) 郁, 小川 健一

グルタチオンのシロイヌナズナに対する効果—CO₂の取込み

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

大久保 有里, 高部 圭司, 林 和典, 河岡 明義, 岩崎 (葉田野) 郁, 小川 健一

ユーカリの木部・師部形成における酸化型グルタチオン投与の影響

第62回日本木材学会大会、札幌、2012年3月15日～17日

奥田 延幸, 神谷 昌志, 谷 将志, 小川 健一

サイシンの花芽形成に及ぼすグルタチオン処理の影響

園芸学会平成23年度秋季大会、岡山、2011年9月24日～26日

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

植物バイオマス増産に関与するプロテインホスファターゼ2C (PP2C) の機能解析。

第 29 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム、福岡、2011 年 9 月 6 日～8 日

田中 倫子・近藤 聡・杉本 広樹・村本 伸彦・小川 健一・大音 徳・光川 典宏
プロテインホスファターゼ 2C およびフルクトース 1,6-ビスリン酸アルドラーゼ共
発現によるバイオマス増産.

第 29 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム、福岡、2011 年 9 月 6 日～8 日

森本 剛司、前田 貴史、郷 達明、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 75 回大会、東京、2011 年 9 月 17 日～19 日

根岸 直希、中浜 克彦、松永 悦子、小川 健一、河岡明義、酸化型グルタチオンによる難発
根性樹木 *Eucalyptus globulus* の発根促進作用の解析、第 53 回日本植物生理学会年会、
京都産業大学、2012 年 3 月 16 日～18 日

上森 真広、高部 圭司、小川 健一

酸化型グルタチオンを処理したスギ実生苗の成長解析

第 62 回日本木材学会大会、札幌、2012 年 3 月 15 日～17 日

岩崎 (葉田野) 郁, 林 和典, 高部 圭司, 河岡 明義, 小川 健一

グルタチオン施用によるユーカリの光合成とバイオマス生産性の向上

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

西川 正信, 木村 愛子, 小川 健一

*GSHI*過剰発現クラミドモナスが示す窒素飢餓による誘導を要しないデンプン蓄積

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

逸見 健司, 岩崎 (葉田野) 郁, 小川 健一

グルタチオンのシロイヌナズナに対する効果—成長解析法による評価

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

岩崎 (葉田野) 郁, 逸見 健司, 小川 健一

グルタチオンのシロイヌナズナに対する効果—硝安施用効果との比較

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

大野 良子, 兒玉 なつ美, 柳田 元継, 小川 健一

リノレン酸によるシロイヌナズナの花成と *APETALA1* の制御

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

木村 愛子, 岩崎 (葉田野) 郁, 小川 健一

葉緑体型アルドラーゼのアイソフォームの精製と性質

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

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基にしたバイオマス蓄積に寄与する細胞壁形成関連遺伝子の探索

第53回日本植物生理学会年会、京都、2012年3月16日～18日

鈴木 沙季, 平田 絵理, 高部 圭司, 松永 悦子, 河岡 明義, 小川 健一

グルタチオン合成遺伝子(葉緑体型)を過剰発現させたポプラの成長解析、

第62回木材学会大会、札幌、2012年3月16日～18日

Hiroki Sugimoto, Satoshi Kondo, Nobuhiko Muramoto, Tomoko Tanaka,

Etsuko Hattori, Ken'ichi Ogawa, Norihiro Mitsukawa, Chikara Ohto

AtPP2CF1 encodes a functional *Arabidopsis* PP2C which belongs to group E

International Conference on Arabidopsis Research, Madison, WI, USA, Jun 22-25

3. 知的財産権

出願特許 5件 (国内3件、PCT2件)

職務発明認定3件

登録14件 (国内3件、国外11件)

4. 共同研究・協力連携先

農林水産総合センター内

森林研究所、農業研究所

農林水産総合センター外

県内

岡山大学

県外

北海道大学、東北大学、千葉大学、東京大学、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、マヒドール大学などの大学・機関、理化学研究所、宇宙航空研究開発機構、高崎量子応用研究所、タイ王国農務省ラヨングフィールドクroppセンター、ベトナム国立農業遺伝子研究所などの研究機関、北海道、福島県、東京都、兵庫県、和歌山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、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、全

農、アムセル社、バンバリーツリーファームプロジェクト社等の民間企業・団体

5. 外部資金

- ・(独) 科学技術振興機構 CREST (代表 小川健一)
- ・科学研究費補助金・若手研究 (B) (代表 岩崎郁)
- ・その他 民間 2 件 (代表 小川健一)

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 |
| 流動研究員 | 山崎 識知 (~平成 24 年 2 月) |
| リサーチアソシエイト | 宮下 陽子 (平成 23 年 9 月~) |
| リサーチアソシエイト | 佐伯 民恵 (平成 23 年 9 月~) |
| 研究補助 | 宮下まりこ |

大課題

環境ストレス耐性作物の育成技術の開発

-病虫害抵抗性機構の解明と新規プラントアクティベーターの探索-

実施課題

課題名：新規プラントアクティベーターの探索および開発研究

[背景と目的]

作物の病害防除技術が進歩した現在においても、毎年約 15%の食糧が作物の病気によって失われている。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は植物が持つ内在性の防御システムを活性化して病害を防除する化合物であり、生態系自体への直接の影響は少なく環境に対する負荷を大幅に軽減することが期待できる。これまでにオリゼメート (明治製菓) とバイオンなどがプラントアクティベーターとして販売されている。前者は主にイネを対象としており、適応病害が限られていること、後者は日本での農薬登録は取り消されていることなどから、新規のプラントアクティベーターの開発が切望されている。本課題は、植物免疫を活性化する低分子化合物を探索し、その作用点を明らかにすることで植物免疫システムの理解を深め、その制御基盤技術の確立に貢献する。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にも役立つことが期待される。

[成果と今後の方針]

前年度までに取得した候補低分子化合物について第一次構造展開 (官能基の置換、立体構造の変化など) を試み、抵抗性誘導活性に必要な化学構造骨格を類推した。本展開化合物について病害防除活性 (病原菌 *Colletotrichum higginsianum* の接種) および防御応答遺伝子のリアルタイム PCR 法による発現誘導解析を行った結果、化学構造の展開と抵抗性誘導活性に相関を見出すことができた。本相関(構造展開方向性)に従った

新規低分子化合物をデザインして抵抗性誘導活性を検定した結果、本化合物は予想通り高い活性を有していた。さらに、これら第一次構造展開化合物に関する抵抗性誘導活性のデータをもとに、低分子化合物の構造内の二次的な相互作用の有無および極性の影響、活性に重要と予想される環状構造の電子的および立体的要因を探索するための第二次構造展開を行った。その結果、カタログ化合物よりも高活性の低分子化合物が得られた。また、抵抗性誘導活性を指標に高活性、中程度活性および低活性に分類した低分子化合物を処理したシロイヌナズナにおけるトランスクリプトーム解析を行った結果、高い抵抗性誘導活性を有する低分子化合物に特異的に発現変動する遺伝子群を得た。現在、これら遺伝子群の生物パスウェイにおける位置づけを解析している。

電子顕微鏡および光学顕微鏡を用いた細胞生物学的解析により、低分子化合物を処理した細胞において、活性酸素種が多く蓄積することを明らかにした。さらに、低分子化合物を処理した細胞は、病原菌接種により植物の抵抗反応の一種である過敏感細胞死を早期に誘発することを明らかにした。また、当該細胞に感染した病原菌は細胞膜が崩壊し、感染初期に死滅していることが明らかになった。以上により、活性酸素種および植物細胞の過敏感細胞死を低分子化合物の抵抗性誘導活性の指標として同定できた。

今後は、取得した低分子化合物の活性を高めるためのドラッグデザインを試みる。

課題名： 防御応答遺伝子を利用した環境ストレス耐性農作物の開発

[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の作物への応用展開が切望されている。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]

23年度は、本グループが発見した“デュアル抵抗性遺伝子システム”を用いた耐病性作物の創製に向けた基礎基盤技術を開発するため、シロイヌナズナ由来の“デュアル抵抗性遺伝子”の農作物への導入を試みた。

アブラナ科野菜類炭疽病菌 (*Colletotrichum higginsianum*)、青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) および斑葉細菌病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato avrRps4*; *Pst avrRps4*) の全てに抵抗性を示すシロイヌナズナエコタイプ Wassilewskija (Ws-0) のデュアル抵抗性遺伝子 *RPS4* と *RRS1* を用いて形質転換用バイナリーベクターコンストラク

トを作製した。デュアル抵抗性遺伝子 *RPS4* と *RRS1* は head-to-head の方向でシロイヌナズナのゲノム上に隣接して存在し、それぞれのプロモーター領域はお互いのコード領域を含んでいることから、*RPS4* と *RRS1* の全領域を含む 10.9kb の DNA 断片を導入した pBI-RPS4/RRS1 を作製した。本ベクターを用いてコマツナ、ナタネ、トマト、タバコへデュアル抵抗性遺伝子の導入を試み、T1 植物を得た。得られた形質転換体について耐病性を評価した結果、デュアル抵抗性遺伝子を導入したコマツナとナタネはアブラナ科野菜類炭疽病菌に抵抗性を示し、トマトおよびベンサミアータバコは青枯病菌に抵抗性を示した。さらに、ベンサミアータバコ形質転換体はウリ類炭疽病菌にも抵抗性を示した。

植物の病害抵抗性にとって重要な役割を担っている抵抗性遺伝子は種または科を超えて正常に機能しない。これは restricted taxonomic functionality(RTF)といわれ、本機構の解明は植物病理学上の大きな課題であったが、上記の成果により、シロイヌナズナ由来のデュアル抵抗性遺伝子がアブラナ科作物のコマツナにおいて機能することが明らかになった。さらに、科を超えてナス科のトマトにおいてデュアル抵抗性遺伝子が機能したことで、デュアル抵抗性遺伝子を構成するそれぞれの遺伝子の単独の導入では正常に機能できないが、2つの抵抗性遺伝子を同時に導入することで RTF を克服できることが明らかとなった。これは植物病理学上の最大のトピックである。この発見により、(1)それぞれの抵抗性遺伝子はパートナーを必要とする可能性があること、(2)シロイヌナズナなどのモデル実験植物において蓄積された抵抗性遺伝子に関する知見が作物において応用可能なこと、(3)抵抗性遺伝子による病原菌の攻撃の認識以降のシグナル伝達系は植物において共通の可能性があること、(4)様々な植物に存在するデュアル抵抗性遺伝子を活用することで耐病性育種のための遺伝子資源が豊富になる可能性がある。

今後は、デュアル抵抗性遺伝子(蛋白質)の作用機序を明らかにすることで、RTF の機構を解明し、さらに病原菌の攻撃の認識以降のシグナル伝達系の解明を試みる。

平成 23 年度の活動

1. 報文(総説・原著論文等) (*印は共著者代表)

Abe H.#, **Narusaka Y.#**, Sasaki I., Hatakeyama K., Shin-I S., **Narusaka M.**, Fukami-Kobayashi K., Matsumoto S., Kobayashi M. (#: co-first author)

Development of full-length cDNAs from Chinese cabbage (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) and identification of marker genes for defence response

DNA Research, 18, 277-289 (2011)

概要：ハクサイ(*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*)の完全長 cDNA ライブラリーを作製し

た。約 10,000 クローンの DNA 塩基配列を解析した結果、5,476 個のユニークなクローンを得た。得られたクローンについて *Arabidopsis thaliana* との比較ゲノム解析を用い、病虫害に対する防御応答遺伝子群を得た。

Xiaowu Wang, Hanzhong Wang, Jun Wang, Rifei Sun, Jian Wu, Shengyi Liu, Yinqi Bai, Jeong-Hwan Mun, Ian Bancroft, Feng Cheng, Sanwen Huang, Xixiang Li, Wei Hua, Junyi Wang, Xiyin Wang, Michael Freeling, J Chris Pires, Andrew H Paterson, Boulos Chalhoub, Bo Wang, Alice Hayward, Andrew G Sharpe, Beom-Seok Park, Bernd Weisshaar, Binghang Liu, Bo Li, Bo Liu, Chaobo Tong, Chi Song, Christopher Duran, Chunfang Peng, Chunyu Geng, Chushin Koh, Chuyu Lin, David Edwards, Desheng Mu, Di Shen, Eleni Soumpourou, Fei Li, Fiona Fraser, Gavin Conant, Gilles Lassalle, Graham J King, Guusje Bonnema, Haibao Tang, Haiping Wang, Harry Belcram, Heling Zhou, Hideki Hirakawa, Hiroshi Abe, Hui Guo, Hui Wang, Huizhe Jin, Isobel A P Parkin, Jacqueline Batley, Jeong-Sun Kim, Jérémy Just, Jianwen Li, Jiaohui Xu, Jie Deng, Jin A Kim, Jingping Li, Jingyin Yu, Jinling Meng, Jinpeng Wang, Jiumeng Min, Julie Poulain, Jun Wang, Katsunori Hatakeyama, Kui Wu, Li Wang, Lu Fang, Martin Trick, Matthew G Links, Meixia Zhao, Mina Jin, Nirala Ramchiary, Nizar Drou, Paul J Berkman, Qingle Cai, Quanfei Huang, Ruiqiang Li, Satoshi Tabata, Shifeng Cheng, Shu Zhang, Shujiang Zhang, Shunmou Huang, Shusei Sato, Silong Sun, Soo-Jin Kwon, Su-Ryun Choi, Tae-Ho Lee, Wei Fan, Xiang Zhao, Xu Tan, Xun Xu, Yan Wang, Yang Qiu, Ye Yin, Yingrui Li, Yongchen Du, Yongcui Liao, Yongpyo Lim, **Yoshihiro Narusaka**, Yupeng Wang, Zhenyi Wang, Zhenyu Li, Zhiwen Wang, Zhiyong Xiong & Zhonghua Zhang
The genome of the mesopolyploid crop species *Brassica rapa*
Nature Genetics, Vol.43, No.10, 1035-1039 (2011)

概要：ハクサイ (*Brassica rapa*, Chiifu-401-42) のドラフトゲノム配列のアノテーションおよび解析を行った。かつてゲノム三重複が起こった *B. rapa* のゲノムには、タンパク質をコードする遺伝子が 41,174 個確認された。*Arabidopsis thaliana* との比較ゲノム解析を行い、構造および機能の進化など、ゲノム三重複の影響を検討した。この *B. rapa* ゲノム配列は、倍数体ゲノムの進化を研究するための重要な資源となり、*Brassica* の油脂および作物の遺伝的改良に貢献することが期待される。

鳴坂義弘*

デュアル抵抗性遺伝子システムの発見と病害抵抗性作物の創製に向けた技術開発
Brain Techno News, No.146, 40-44 (2011)

概要：シロイヌナズナのゲノム上で隣接する異なる 2 つの抵抗性遺伝子 *RPS4* と *RRS1* が、異なる 3 種の病原体（アブラナ科野菜類炭疽病菌、トマト斑葉細菌病菌、青枯病菌）の攻撃を認識して抵抗反応を起動することを発見した。さらに、シロイヌナズナ由来の *RPS4* と *RRS1* はコマツナやタバコにおいても機能することを明らかにした。“デ

デュアル抵抗性遺伝子システム”の作用機作の解明により、病害抵抗性作物の創製に貢献することが期待される。

Narusaka Y. *, Narusaka M., Yamasaki S., Iwabuchi M.

Methods to Transfer Foreign Genes to Plants, *In Transgenic Plants - Advances and Limitations*, Yelda Ozden Çiftçi (Ed.), ISBN: 978-953-51-0181-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/transgenic-plants-advances-and-limitations/methods-to-transfer-foreign-genes-to-plants> (2012)

概要：シロイヌナズナの簡易形質転換法および簡易形質転換体選抜法を開発した。本法は花芽に5 μ lのアグロバクテリウム懸濁液を接種するだけで形質転換が可能である。これにより、形質転換に要する大量の菌の培養、作業時間および栽培スペースを必要とせず、コストの低減および作業効率が高まった。

鳴坂義弘、鳴坂真理

PCRダイレクトシーケンスにおける MultiNA の有用性
In マイクロチップ電気泳動法
Shimadzu Application News, No.B46 (2011)

概要：PCRダイレクトシーケンスにおける MultiNA を用いた PCR 産物の検定について紹介した。

2. 学会・シンポジウム・講演会等での発表

高野義孝、多賀正節、**鳴坂義弘**、白須賢、久保康之

ウリ類炭疽病菌 (*Colletotrichum orbiculare*) 104-T (MAFF240422)のゲノム解析
平成 23 年度日本植物病理学会大会、2011 年 3 月 27-29 日 (東京都府中市)

鳴坂義弘

デュアル抵抗性遺伝子システムの発見と病害抵抗性育種への応用技術開発
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 公開シンポジウム 2 「形質転換植物のデザイン：基礎研究から実用化に向けて」、筑波大学遺伝子実験センター 共同利用・共同研究拠点「形質転換植物デザイン研究拠点」、2011 年 7 月 12 日 (秋葉原)

鳴坂義弘

デュアル抵抗性遺伝子システムの病害防除への応用技術開発
平成 23 年度農林水産総合センターセミナー (第 1 回)、2011 年 7 月 21 日 (吉備中央町)

安部洋、佐々木一誠、畠山勝徳、鳴坂真理、田村卓郎、深海-小林薫、鳴坂義弘、小林正智

シロイヌナズナゲノム情報を用いたハクサイ cDNA リソース整備とデータベース開発

日本育種学会平成 23 年度秋季大会、2011 年 9 月 23 日（福井県吉田郡）

Narusaka Y., Narusaka M., Shirasu K., Kubo Y., Shiraishi T., Iwabuchi M.

RRS1 and *RPS4* provide a dual *Resistance*-gene system against fungal and bacterial pathogens

第 34 回日本分子生物学会年会、2011 年 12 月 13-16 日（横浜）

Narusaka M., Shirasu K., Kubo Y., Shiraishi T., Hatakeyama K., Hirai T., Kawamoto K., Ezura H., Mukaiharu T., Iwabuchi M., Narusaka Y.

A dual *Resistance*-gene system confers resistance against fungal and bacterial pathogens in transgenic *Brassica rapa*

第 34 回日本分子生物学会年会、2011 年 12 月 13-16 日（横浜）

Yamasaki S., Narusaka M., Shiraishi T., Iwabuchi M., Narusaka Y.

The floral inoculating protocol: a simplified *Arabidopsis thaliana* transformation method modified from floral dipping.

第 34 回日本分子生物学会年会、2011 年 12 月 13-16 日（横浜）

鳴坂義弘、鳴坂真理

ゲル電気泳動には戻れない？マイクロチップ電気泳動の活用法の紹介

第 34 回日本分子生物学会年会、“バイオテクノロジーセミナー 株式会社島津製作所：大きく広がっています！「自動マイクロチップ電気泳動が拓く世界」”、2011 年 12 月 15 日（横浜）

Narusaka Y., Narusaka M., Shirasu K., Takano Y., Shiraishi T., Iwabuchi M.

Analysis of structure and function of *RPS4* and *RRS1* proteins

第 53 回日本植物生理学会年会、2012 年 3 月 16-18 日（京都）

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

A dual *Resistance*-protein system confers resistance against fungal and bacterial pathogens in transgenic crops.

第 53 回日本植物生理学会年会、2012 年 3 月 16-18 日（京都）

Yamasaki S., Narusaka M., Iwabuchi M., Narusaka Y.

Simplified *Arabidopsis thaliana* transformation : Floral inoculating method

第 53 回日本植物生理学会年会、2012 年 3 月 16-18 日 (京都)

新屋友規、元山記子、早船真広、神谷光太、谷本匠、鳴坂真理、鳴坂義弘、賀来華江、
渋谷直人

シロイヌナズナのキチン認識における LysM 型受容体の役割

第 53 回日本植物生理学会年会、2012 年 3 月 16-18 日 (京都)

Gan P., Narusaka Y., Takano Y., Shirasu K.

Genome analysis of the causal agent of strawberry anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*

平成 24 年度日本植物病理学会大会、2012 年 3 月 28-30 日(福岡)

Gan P., Narusaka Y., Takano Y., Kubo Y., Shirasu K.

Genomic and transcriptomic analysis of the hemibiotrophic plant pathogen *Colletotrichum orbiculare*

平成 24 年度日本植物病理学会大会、2012 年 3 月 28-30 日(福岡)

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 3 件

(内、共同研究契約 8 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)

- ・科学研究費補助金・若手 B（代表 鳴坂真理）
- ・（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）
- ・平成 23 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 鳴坂義弘）
- ・その他 民間 1 件（代表 鳴坂義弘）

6. 公開、提供

- 「遺伝子 4 万個の遺伝子同定」平成 23 年 8 月 30 日 化学工業日報
- 「ハクサイのゲノム世界で初めて解析」平成 23 年 9 月 5 日 岡山日日新聞
- 「ハクサイゲノム 概要解読に成功」平成 23 年 9 月 8 日 日経産業新聞
- 「ハクサイゲノム解析—アブラナ科農作物で初 遺伝子 4 万種同定」
平成 23 年 10 月 23 日 山陽新聞
- 「白菜のゲノム解析に成功」平成 23 年 9 月 30 日 NHK 「おはよう岡山」

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 花野 滋

大課題

分子マーカーを利用した育種技術の開発とそれを利用した新品種の創出

交配育種による新品種の開発(育種)には、従来、長い年月と広大なスペースを必要としてきた。近年の分子遺伝学の進展に伴い、育種に分子マーカーを利用することが可能となり、その結果、育種に必要な時間やスペースを大幅に縮減できることが示されている。しかしながら、遺伝子機能の解析等から明らかになった、その遺伝子が潜在的に持つ農業的有用形質を、育種の現場で実際に活用するための一般的手法は確立しているとは言いがたい。魔の川にもたとえられる、基礎、基盤研究と応用研究、実用化との間の障壁を越えるためにも、遺伝子機能の有用性を探索し、その遺伝子機能にリンクした分子マーカーを開発し、新しい育種技術に資するべく研究を進めている。

実施課題

(1) 障害果を生じにくいトマト新品種の開発

[背景と目的]

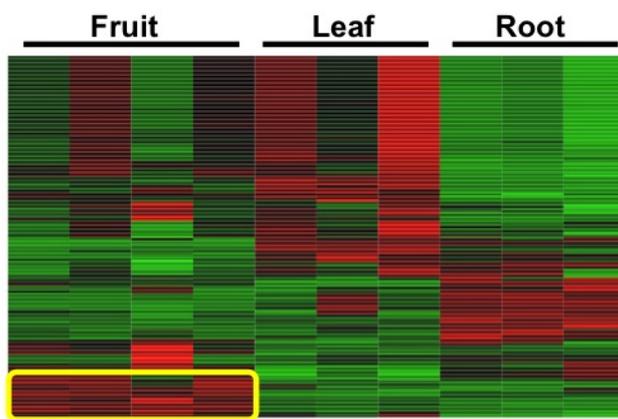
高品質な果実を生産するトマト品種に対するニーズは、生産者や消費者、県内外を問わず継続的に存在する。さらに、近年では高温障害として、着果不良、裂果などのトマト果実の障害(障害果)の増加が県下でも問題となっている。

高品質で障害耐性のある果実を持つトマトを育種するには、まずトマト果実の形成に重要な機能を持つ遺伝子群を同定する必要がある。そして、それらの遺伝子の機能を明らかにしていく中で、障害果になりにくく、高品質な果実になるという形質につながる遺伝子について、分子マーカーを作製すると共に、形質転換植物などを用いることで、育種結果の評価を進める。将来的には、本研究で得られた成果を用いて、農業生産可能な優良果実をつけるトマト新品種の開発につなげる。

[成果と今後の方針]

まず、トマトの果実で特異的に発現している遺伝子を見つけるため、マイクロアレイによる遺伝子の発現データを解析し、果実で発現が高く、葉や根での発現が低い遺伝子を選抜した(図1)。それらの遺伝子の中から、アノテーション、ホモロジー、ドメインなどの情報に基づいて、DNA結合能を持つタンパク質をコードする69遺伝子を選出した。これら69の遺伝子について、さらに発現解析を行い、果実形成期に於ける発現パターンの特徴付けを行った(図2)。果実の成熟は連続的な変化であることを反映してか、各遺伝子の発現パターンの変化は遺伝子間の相関を示唆するような大きなもの

で



【図 1】 マイクロアレイデータによるトマト遺伝子の発現プロファイル (Heat map)

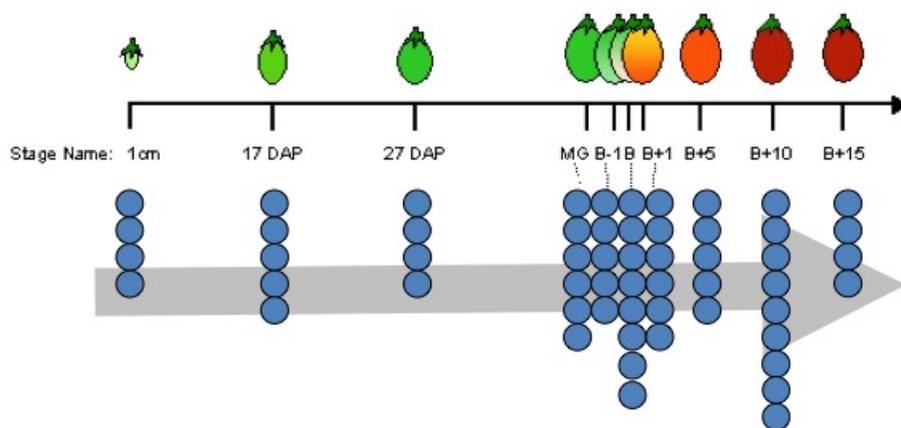
果実(Fruit、4 ステージ)において発現量が多く、かつ葉 (Leaf、3 ステージ) と根 (Root、3 ステージ) において発現量が少ない遺伝子群 (黄色の枠) をまず選抜した。次に、これらの遺伝子のうち、DNA 結合ドメインを持つ遺伝子に絞り込んだ。

はなく、発現解析に依って遺伝子間の階層性は明確にはならなかった。

一方、ある種のドメインを持つ転写因子群が、トマトの果実形成や成熟に重要な機能を持つことが示されてきている。そこで、果実特異的に発現する 69 遺伝子の中から、これまでに機能解析の報告がない転写因子を少数選び、それらについてさらに研究を進めることとした。

今年度は 4 つの遺伝子について、過剰発現用、転写抑制ドメインである SRDX 融合、RNA 干渉用の 3 種類の形質転換用プラスミドを構築し、トマトに形質転換を行った。交配育種には、まずこれらの遺伝子の突然変異体を利用することが考えられるので、SRDX 融合や RNA 干渉による、目的遺伝子のノックアウト個体の表現型の評価が重要であると考えている。

現在、トマトの形質転換再生個体 (T1 世代) が得られたところである。今後、次世代における表現型の評価を行い、育種への応用可能性を検討していく計画である。



【図 2】 果実成熟期と転写因子の発現ピーク

絞り込んだ 69 遺伝子のうち、果実形成期に構成的な発現がみられる 13 遺伝子を除き、各遺伝子の発現のピークが、果実成熟ステージのどの時期に相当するかを示した。

(2) 「植物工場産やさい」の開発

[背景と目的]

日本における農業生産の切り札として、植物工場が重要視されている。原子力発電の推進が国策であった頃、特に夜間の余剰電力の有効利用による植物工場の運用が衆目を集めた。ところが、2011年3.11の大震災を境に、俄に原子力発電が見直され、2012年5月には国内に54基あった原子力発電所がすべて停止または廃炉になった。それと引き替えに電力需給は逼迫し、エネルギー高消費型の植物工場には逆風が吹くかと思われた。が、震災による環境劣化地域（塩害や放射能汚染）において、植物工場は環境隔離型農業に適しているとして、誘致が相次いでいる。また、植物工場は従来農業よりも環境への負荷が少ないことも見逃せない。

この様に今後も発展が見込める植物工場であるが、設備開発、栽培管理法の進歩に比べて、植物工場用の栽培作物品種についての研究、開発は遅れているといわざるを得ない。そこで、本研究ではトマトなどの果菜類を植物工場で栽培可能にし、「植物工場産やさい」として生産し、需要を喚起できるような新品種を開発することを目的とする。

[成果と今後の方針]

多収性、周年生産性、矮性、芯止まり性、弱光耐容性など、植物工場において効率よく生産できる形質を持ち、且つ生産コストに見合う付加価値を持った果実をつける、新品種を交配育種する必要がある。そのために、優良交配親株の選定や、優良形質の発掘を進めている。栽培品種に関しては、必ずしも自由に材料が得られるわけではないので、オープンリソースであるトマト近縁野生種も探索の対象とした。

芯止まり性および、周年生産性に関連する遺伝子について、候補遺伝子を特定し、機能解析を進めた。また、これまでに選定した優良ミニトマト株と目的形質を持つ株との交配を行い、F1種子を得た。

今後は、F2プールの中から優良形質を持つ個体を選抜すると共に、同定した遺伝子を利用することによって、目的とする形質を持ったトマトが育種可能かどうかの評価を形質転換体等を利用して行う。また、育種選抜に必要なとなる、SSLP など安価な分子マーカーの作製を進める計画である。

平成 23 年度の活動

1. 報文(総説・原著論文等)

- **Hanano, S. and Goto, K.** (2011).

Arabidopsis TERMINAL FLOWER1 is involved in the regulation of flowering time and inflorescence development through transcriptional repression.

The Plant Cell (IF=10.6), **23**: 3172-3184.

(概要)

植物の花が咲くタイミングは、花成を促進する花成ホルモン、フロリゲン (FT) と花が咲くのを抑制する因子 (TFL1 や FLC など) によってコントロールされている。植物は、このようなプラスとマイナスの因子の働きによって、必要なときにだけ花を咲かせる仕組みを獲得してきたと考えられている。しかし、これまで TFL1 が開花を抑制する仕組みについては不明であった。本論文では、花成の抑制因子である TFL1 が花を作るのに必要な遺伝子群に対し、その発現を転写レベルで抑制することを世界で初めて明らかにした。これまでの研究では、フロリゲンは同じ遺伝子群の発現をオンにするのに働いていることが解明されている。TFL1 とフロリゲン (FT) タンパク質はアミノ酸配列で 70% 類似しているが、その立体構造からは遺伝子の発現調節に関わる部位は見つかっていない。これは、正逆のコントロールに同じ種類のタンパク質が利用されている興味深い例である。

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)

- **Koji Goto.**

TERMINAL FLOWER 1 Acts in Transcriptional Repression.

The 3rd NIBB-TLL-MPIZ Joint Symposium 2011 "*Cell Cycle and Development*"

November 20-24, 2011, Singapore.

- **Koji Goto.**

Mapping and functional analysis of a gene controlling short-day to day-neutral flowering habit in tomato.

8th Solanaceae and 2nd Cucurbitaceae Joint Conference, November 28-December 2, 2011, Kobe, Japan.

- 花野滋、後藤弘爾.

シロイヌナズナ TERMINAL FLOWER 1 (TFL1) の転写における役割 (*P)

BMBJ 2011 (第 34 回日本分子生物学会年会) 2011. 12. 13-16. パシフィコ横浜.

・後藤弘爾

花成の抑制因子 TFL1 の作用メカニズム
岡山大学大学院 自然科学研究科 生物科学セミナー
2012. 01. (岡山大学 理学部 生物学科)

・後藤弘爾

花成の抑制因子 TFL1 の作用メカニズム
GCOE アドバンス生命理学特論
2012. 3. (名古屋大学大学院 Global COE)

・ Koji Goto

Epigenetic regulatory mechanisms in plant flowering.
Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ & The 5th EAFES International
Congress. 2012.3.17-21. Ohtsu, Japan.

3. 知的財産権

出願特許 0 件 (国内 0 件、PCT0 件)

4. 共同研究・協力連携先

国立大学法人 筑波大学
国立大学法人 岡山大学
両備ホールディングス

5. 外部資金

なし

6. その他 (公開・提供等)

新聞報道

「開花時期制御に成功」 平成 23 年 10 月 23 日 山陽新聞

「開花制御のしくみ解明」 平成 23 年 10 月 31 日 朝日新聞

「植物工場テーマ 岡山でシンポ」 平成 23 年 11 月 12 日 山陽新聞

作物分子育種研究グループ第2グループ

専門研究員 小田 賢司
流動研究員 深松 陽介（平成23年7月～）

大課題

分子マーカーを利用した育種技術の開発とそれを利用した新品種の創出

中課題

優良ブルーベリー、ブドウ品種の選抜マーカーの探索
高温ストレスによるブドウ果皮の着色不良改善

[背景と目的]

色は農業上重要な形質であり、岡山県の主要農作物であるブドウでは果色の良さは商品価値と密接に関連している。県産ブドウのさらなる高品質化のため、果色がきれいで不良環境下でも発色のよい新品種の育成が求められている。そこで、ブドウの果色に関わる育種選抜マーカーを開発するため、さまざまなブドウ品種の色素特性や遺伝子特性を明らかにすると共に、それらの相関を明らかにすることを目指す。

[成果と今後の方針]

県下で栽培されているさまざまなブドウ品種の果皮に含まれるアントシアニンの量と構造を詳細に比較した。アントシアニン量の制御を司る遺伝子を調べたところブドウゲノム中には複数の遺伝子がコードされていたが、果色の異なる品種間で各遺伝子の有無をgPCR法により解析することで、アントシアニン量に重要な機能を果たすと推察される遺伝子を同定できた。アントシアニンの構造に関しては、品種間解析により果色と構造に弱いながらも相関が認められた。そこで、ブドウアントシアニンに特徴的な修飾反応に関わると予想される遺伝子をワインブドウのデータベースから予測した。5種類の候補遺伝子が見出されたため、これらの遺伝子の相同遺伝子をピオーネから単離し、詳細な構造を明らかにした。さらに、果皮の成熟に伴って遺伝子の発現がどのように変化するかを解析した。一方、植物のアントシアニン合成に関わる分子レベルでの知見を深めるため、我々が単離したシロイヌナズナのアントシアニン合成変異体の詳細な解析も併せて行った。その結果、これまで報告されていなかったアントシアニンの新規制御機構の存在を示すデータを得た。

今後は、ブドウアントシアニンの特徴付けに深く関わる遺伝子の同定とその品種間差解析を進めると共に、ブドウ以外の県産作物についても優良品種選抜のための分子マーカーの開発に着手する。

平成 23 年度の活動

1. 報文(総説・原著論文等)

Naoki Yokotani, Takanari Ichikawa, Youichi Kondou, Masaki Iwabuchi, Minami Matsui, Hirohiko Hirochika, and Kenji Oda

Role of the rice transcription factor JAmyb in abiotic stress response

J Plant Res., (in press)

概要：塩耐性を示すイネFOXシロイヌナズナの解析により、イネJAmyb遺伝子の非生物学的ストレス応答における役割を明らかにした。

Tetsuya Sakurai, Youichi Kondou, Kenji Akiyama, Atsushi Kurotani, Mieko Higuchi, Takanari Ichikawa, Hirofumi Kuroda, Miyako Kusano, Masaki Mori, Tsutomu Saitou, Hitoshi Sakakibara, Shoji Sugano, Makoto Suzuki, Hideki Takahashi, Shinya Takahashi, Hiroshi Takatsuji, Naoki Yokotani, Takeshi Yoshizumi, Kazuki Saito, Kazuo Shinozaki, Kenji Oda, Hirohiko Hirochika, and Minami Matsui

RiceFOX: A Database of Arabidopsis Mutant Lines Overexpressing Rice Full-Length cDNA that Contains a Wide Range of Trait Information to Facilitate Analysis of Gene Function

Plant & Cell Physiol., 52:265-273 (2011)

概要：我々が作成したイネFOXライブラリが示す広範な表現形の情報をもとめ、データベース化してインターネット上で公開した。

Sakihito Kitajima, Toki Taira, Kenji Oda, Katsuyuki T. Yamato, Yoshihiro Inukai, and Yusuke Hori

Comparative Study of Gene Expression and Major Proteins' Function of Laticifers in Lignified and Unlignified Organs of Mulberry

Planta, 235:589-601 (2012)

概要：桑の木化した組織と木化していない組織の乳管で発現する遺伝子やタンパク質を広範に比較にした。(主に京都工繊大で行われた研究)

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)

横谷尚起、市川尚斉、近藤陽一、岩渕雅樹、松井南、廣近洋彦、小田賢司

イネのジャスモン酸応答性 MYB 遺伝子 JAmyb の非生物学的ストレス応答への関与
日本農芸化学会 2012 年度大会、2012 年 3 月 22~25 日、京都

櫻井哲也、篠崎一雄、小田賢司、廣近洋彦、松井南

RiceFOX : イネ完全長 cDNA 高発現シロイヌナズナ変異体表現形質データベース
第 53 回日本植物生理学会、2012 年 3 月 16～18 日、京都

3. 知的財産権

なし

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、(独) 理化学研究所、(独) 農業生物資源研究所

5. 外部資金

科学研究費・基盤C (代表 小田賢司)

酵素機能研究グループ

| | |
|----------------------|-------------------|
| 専門研究員 | 畑中 唯史 (グループ長) |
| 専門研究員 | 向原 隆文 (サブグループ長) |
| 流動研究員 | 熊谷 祐也 (~平成24年3月) |
| 流動研究員 | 川上 賀代子 (平成23年4月~) |
| (独) 日本学術振興会・特別研究員 PD | 臼木 博一 (~平成24年1月) |
| リサーチアソシエート | 木村 昌代 (平成23年7月~) |

大課題

酵素蛋白質の構造改変による有用物質創成技術の開発 (放線菌)

上記大課題のもとに行われる新中課題は以下の通りである。

- ① 酵素触媒による物質創成技術開発研究
- ② 産業用酵素の機能開発研究
- ③ 酵素の有効利用を目的とした有用タンパク質モチーフの検索

[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。また、木質バイオマスの酵素による有効利用法の開発を、民間企業・大学等と共同で行っている。中課題②では、有用フィトケミカルであるフェルラ酸に注目し、放線菌由来酵素の同定に取り組んでいる。中課題③は、放線菌を宿主とした発現系の改良を目標としている。

[成果と今後の方針]

中課題①：脱脂米糠を材料に、タンパク質を抽出し、市販酵素を用いて、化粧品素材および血糖値抑制作用ペプチドを創成し、血糖値上昇抑制作用については特許出願を行った。さらに、腸管免疫・抗アレルギー作用についても検討し、分子量1万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。また、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。岡山県産業労働部が主催している「岡山バイオマスイノベーション創出研究委託事業」の委託を受け、岡山県北に位置するバイオマスタウンである真庭市産の間伐材からつくるヒノキチップの有効利用に向けた検討を行った結果、酵素処理した残渣を飼料に添加すると、鶏の体重増加作用があることを見出した。中課題②：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、来年度も継続して行う予定。

中課題③：当グループで見出した放線菌由来SCMPプロモーターによる非定常型タンパク質分泌機構の解明に取り組んだ。2次代謝のスイッチである転写因子（恒常発現

型AdpA) を組み込んだベクターを用いたSCMPプロモーターによるプロリンアミノペプチダーゼおよび、X-プロリルアミノペプチダーゼの発現実験では、いずれも培養上清に分泌された。(両酵素は、シグナルペプチドをもたず、通常であるならば、菌体内に局在する。) しかしながら、AdpAを組み込まないものと比較して、発現時期を早める、あるいは発現量を向上させることはできなかった。

平成23年度の活動

1. 報文(総説・原著論文等)

1) Characterization of calcium ion sensitive region for β -mannanase from *Streptomyces thermolilacinus*

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

Biochim. Biophys. Acta - Proteins and Proteomics **1814**: 1127-1133 (2011)

概要：ヒノキに多く含まれるマンナン分解に資するために、放線菌由来マンナーゼを取得し、その性状解析を行った論文である。

2) Synthesis of Prolyl-hydroxyproline using Prolyl Aminopeptidase from *Streptomyces aureofaciens* TH-3

Y. Yamamoto, H. Usuki, Y. Kumagai, T. Mukaihara, A. Yamasato and T. Hatanaka
Process Biochem. **46**: 1560-1564 (2011)

概要：放線菌ストレプトマイセス属プロリン特異的な S33 ファミリー酵素をもちいて、以前の我々の研究 (*Appl. Environ. Microb.* **76**(18):6180-6185 (2010)) では、合成できなかった ProHyp (変形性関節炎の治療に有効なジペプチド) 合成をなしえた論文である。

3) Study of aminolytic reaction catalyzed by D-stereospecific amidohydrolases from *Streptomyces* sp.

J. Arima, H. Ito, T. Hatanaka, and N. Mori
Biochimie **93**(9): 1460-1469 (2011)

概要：D 体アミノ酸特異的な、アミドヒドロラーゼを用いて、ペプチド合成を行った論文である。本研究は、共同研究先(鳥取大学・農学部)でなされた研究。

4) Molecular dissection of *Streptomyces* trypsin on substrate recognition

Y. Uesugi, H. Usuki, M. Iwabuchi, and T. Hatanaka

Biochim. Biophys. Acta - Proteins and Proteomics **1814**(10): 1295-1304 (2011)

概要：以前にコラーゲン分解に資する酵素として取得していた放線菌ストレプト

トマイセス属由来トリプシン (*Biochim. Biophys. Acta - Proteins and Proteomics* **1784**:716-726(2008)) の基質認識に重要なアミノ酸残基を特定した論文である。

5) One-pot synthesis of diverse dipeptides of _DL-configuration by *Streptomyces*
_Dstereospecific amidohydrolase

J. Arima, H. Usuki, T. Hatanaka, and N. Mori

Appl. Environ. Microb. 77(23): 8209-8218 (2011)

概要：3)の論文と同様に、D 体特異的な、アミドヒドロラーゼを用いて、ペプチド合成を行った論文である。本論文は、D 体アミノ酸を N 末端に、L 体アミノ酸を C 末端にもつジペプチドを合成した内容である。本研究は、共同研究先（鳥取大学・農学部）でなされた研究。

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

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

Front. Chem. Sci. Eng. Accepted

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。

7) Production of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides from defatted rice bran

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

Food Chem. Accepted

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＝血糖値抑制作用）を見出し、その阻害ペプチドを同定した論文である。

8) Extracellular production of recombinant enzymes by *Streptomyces lividans*

T. Hatanaka, and H. Onaka

CURRENT TRENDS IN MICROBIOLOGY Accepted

概要：当グループで見出した放線菌由来 SCMP プロモーターによる放線菌由来酵素の発現に関するミニレビューである。

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）

国内学会

・アミダーゼ活性を用いたペプチドの合成

～特に Hyp を含むペプチド合成の話題～

畑中唯史

機能性食品用ペプチド研究会（2011年6月3日）、招待講演

- ・ ヒト・ジペプチジルペプチダーゼ-IV に対する Xaa-Pro ジペプチドの阻害活性
畑中唯史、熊谷祐也、臼木博一、川上賀代子、向原隆文
日本生物工学会 2011 年度大会 (2011 年 9 月 26 日 - 9 月 28 日)
- ・ 脱脂米ぬか由来ジペプチジルペプチダーゼ-IV 阻害剤の作成
畑中唯史、井上良計、熊谷祐也、臼木博一、川上賀代子、木村昌代、
向原隆文
日本農芸化学会 2012 年度大会 (2012 年 3 月 22 日 - 3 月 26 日)
- ・ ヘキサンをを用いない製法による米油の機能性成分について
井上良計、熊谷祐也、徳井圭裕、植向直哉、福森武、畑中唯史
日本農芸化学会 2012 年度大会 (2012 年 3 月 22 日 - 3 月 26 日)
- ・ 放線菌マンナナーゼの分子構造の違いによる CBM の機能解析
熊谷祐也、臼木博一、川上賀代子、向原隆文、畑中唯史
日本農芸化学会 2012 年度大会 (2012 年 3 月 22 日 - 3 月 26 日)

国際学会

- ・ T. Hatanaka, H. Onaka, H. Usuki, Y. Yamamoto, Y. Kumagai, A. Yamasato, and
T. Mukaihara
Extracellular production of recombinant enzymes by *Streptomyces lividans*
Asian Congress on Biotechnology (ACB-2011), Shanghai, May 11-15, 2011 (*P)
- ・ Y. Kumagai, H. Usuki, Y. Yamamoto, Y. Kumagai, A. Yamasato, T. Mukaihara and
T. Hatanaka
Preparation of hemicellulose oligosaccharide from *Cryptomeria japonica* slurry using
commercial enzymes
Asian Congress on Biotechnology (ACB-2011), Shanghai, May 11-15, 2011 (*P)

3. 知的財産権

出願特許 1 件 (国内 1 件)

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、免疫分析研究センター株式会社、モリマシナリー株式会社
岡山大学・農学部、薬学部、就実大学・薬学部、鳥取大学・農学部
岡山県農林水産総合センター畜産研究所

5. 外部資金獲得状況

経産省 地域イノベーション創出研究開発事業 H22-H23 年度

(分担 畑中唯史、熊谷祐也、川上賀代子)

飯島食品科学研究助成 H23 年度 (代表 畑中唯史)

山陽放送学術文化財団研究助成 H23 年度 (代表 畑中唯史)

八雲環境科学振興財団研究助成 H23 年度 (代表 熊谷祐也)

発行日 平成24年5月14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/norin/seibutsu/seibutsu.htm>

※無断転載複製を禁ず