

年度計画管理番号：19

平成 2 6 年 度 研 究 成 果 報 告 書  
( 自 己 評 価 報 告 書 )

研究拠点プロジェクト名

《 植物健康基礎医学 》



プロジェクトリーダー  
曳 地 康 史  
(所属 総合科学系生命環境医学部門)

平成 2 7 年 4 月 1 1 日

## I. 本研究の背景（計画書の記載内容）

平成19年に環境省が検討した我が国の超長期ビジョンによると、「2050年に実現されることが望ましい環境像・社会像」として、低炭素社会、循環型社会、自然共生社会、快適生活環境社会の実現が挙げられているが、植物の健全な生育なしにこれらの実現は不可能と言っても過言ではない。すなわち、温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>を吸収する植物を、そのライフサイクルの全ステージにおいて健全に生育させ（低炭素社会の実現）、安全な食料を生産する（快適生活環境社会の実現）とともに植物機能及び生産物・残さの高度利用を図り（循環型社会の実現）、地域社会の活性化を通じて健全な生活環境を構築する（自然共生社会の実現）ことが、これらのビジョンの実現に必須である。また、地球的規模でみると、生産可能な食料の約三分の一、8億人分の食料が毎年植物の病気により失われていると言われており、食料の量的確保の面からも、植物の健全な生育環境の構築、病虫害の予防・診断・治療が不可欠である。

一方、高知県は、ナス、シシトウ、ミョウガ、ピーマン、キュウリ等の施設野菜収穫量が、常に全国でも上位にあり、日本各地へ安全な野菜を供給する基地として重要な責務を負っている。また、環境保全型農業の先進地域として、東・東南アジア諸国での資源循環型持続的農業の普及において先導的役割を果たす必要がある。このような現状の中で、植物に何らかの障害が発生した場合、高知県では、農業技術センターや普及センターが中心となって現場レベルでの対策を講じている。しかし、障害の発生メカニズムの解明や、新しい病虫害予防・診断・治療方法の開発、植物機能の高度利用や生産物・残さの高付加価値化に関する研究までは行われていないのが実情である。

以上のような背景から、特に高知県の特産作物を対象として、そのライフサイクルの全ステージにおいて健全な環境を実現し、同時に、植物の有する様々な機能や生産物・残さを高度利用するための研究拠点を形成し、それを通じて、人間にとっても健全な生存環境を創り出すことが必要と考えるに至った。

## II. 本研究の目的・目標（計画書の記載内容）

本プロジェクトは、「地上部環境の改善」、「根圏環境の改善」、「生産物・残さの高度利用、高付加価値化」の3つの研究領域から構成する。

「地上部環境」領域は、「病害」（課題研究1）と「虫害」（課題研究2）に区分し、地上部での感染・発生が問題となる病害・虫害を扱う。「根圏環境」領域では、土壌病害、栄養障害等を取りあげる（課題研究3）。両領域において、「予防・診断」と「治療」に関する研究テーマを設定し、事業を推進する。また、「生産物・残さの高度利用、高付加価値化」領域は、地域産物や生産残さなどの機能性・有用性を解明する研究テーマを取りあげ、植物機能の高度利用を推進する（課題研究4）。さらに、6年間のプロジェクトの最終的な目標として、「植物健康基礎医学研究センター」の設立を目指す。

## III. 本研究の内容（計画書の記載内容）

課題研究1では、植物病害の予防・診断に役立てるため、植物病原菌の病原性機構を解明し、それに基づく分子基盤型植物病害予防技術を確認する。病原微生物の高感度検出、植物含有酵素の活性を指標とした病害診断技術を確認する。さらに、植物病害の治療のために、植物免疫治療技術を開発する。

課題研究2では、虫害の予防・診断に貢献するため、土着天敵が維持され、虫害が生物的に防除された栽培環境の実現に関する研究を展開する。また、フェロモンを利用した害虫類の発生予察を可能にする。一方、虫害の治療のために、新規有望土着天敵を発掘して化学生態を明らかにし、それによる害虫防除技術を開発する。

課題研究3では、植物根圏の健全性を実現させるため、健全性の評価手法を確認したうえで、各種土壌消毒後や様々な栽培体系下の土壌に適用し、健全性評価手法の現場への応用を図る。また、植物が根圏から受ける様々なストレスを化学的に解析し、ストレス軽減技術に関する研究を行う。

課題研究4では、植物機能の高度利用を図るため、地域産物の化学的特性調査を広範囲に実施し、その機能性を解明するとともに、有用生理活性物質のスクリーニングと単離・精製を行い、産業利用に結びつける。

さらに、課題研究1～4の成果に基づき、分子基盤型の植物病害予防・診断・治療、土着天敵の

活用と土着天敵資材の提供、新しい土壌環境診断・治療技術、植物生産物の高付加価値化、高度利用技術のそれぞれに関する研究と技術提供を行うセンターの設立を推進する。

以上のプロジェクトを通じて、「発芽⇒生育⇒開花⇒結実（生産物）⇒枯死（残さ）という植物のライフサイクルのすべてのステージにおいて健全性を実現させ、同時に、植物の有する様々な機能や生産物・残さを高度利用できるようにすることが、人間にとっても健全な生存環境を創り出す」という理念を広く社会に普及させる。

#### IV. 本研究の成果（総括）

分析項目1：プロジェクトの活動状況（特筆事項など）

分析項目2：プロジェクトの研究成果（原著論文・総説・著書・学会発表……）

外部資金獲得額（科研費・共同研究費・受託研究費・奨学寄附金・その他）

プロジェクト活動の達成度をAA～Dで評価し、1つを選択して○で囲む。

- AA 目標を上回る成果であった。
- A 目標に十分に到達している。
- B 目標におおむね到達しているが改善の余地もある。
- C 目標にある程度到達しているが改善の余地がある。
- D 目標への到達が不十分であり大幅な改善の必要がある。

## V. 課題研究成果のまとめ

### 課題研究1 植物病害分子診断技術の開発（責任者：木場章範）

本プロジェクトでは、植物病原菌の植物への感染過程に応じた病原性因子の特定、分子遺伝学的機能解析等を通じて、病原性機構の網羅的解析を実施し、とくに植物病原菌の発病機構を解明する。さらに、植物病原菌の病原性機構に基づく分子基盤型植物病害診断技術システムの開発を行い、その技術を現場で検証する。また、病原菌感染により誘導される植物免疫に関わる植物因子を特定し、RNA干渉を用いた機能解析を通じて、植物の潜在的能力を生かした免疫誘導の網羅的解析・病原因子との相互作用・信号伝達系を解明する。そして、植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術を開発し、現場で検証するとともに、それを用いた病害防除システムを構築し、植物の地上部環境の健全性の実現に貢献する。

### 課題番号 1A 植物病原菌の病原性機構の解明と分子基盤型植物病害予防技術の確立

曳地康史（総合科学系生命環境医学部門、教授）

#### 1. 概要

##### 〔目標〕

ナス科作物青枯病とトバモウイルス病を対象病害として、青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) とトバモウイルスそれぞれの病原性遺伝子およびそれらの転写産物と翻訳産物のオミクス解析を経時的に行い、宿主植物内での病原体の挙動と感染過程に照らしはあわせながら、病原性機構の網羅的解析を行う。さらに、青枯病菌については、宿主植物への侵入直後の細胞間隙におけるバイオフィーム形成に着目し、メタボローム解析により、バイオフィーム形成に関わるに二次代謝産物とそれらの生合成系、さらにはそれらによるシグナル伝達系を明らかにする。これらの研究の成果を基に、予防診断技術の確立のための分子診断技術を確立する。

##### 〔成果〕

#### (1) ナス科作物青枯病

青枯病菌の病原性に不可欠な、宿主植物へ侵入直後のコロニー化と青枯病菌の導管への侵入は、「1. 宿主細胞表面への青枯病菌への固着」「2. III型分泌系の構築とそれを介したエフェクターの植物細胞への注入」「3. 植物の自然免疫の阻害」「4. 青枯病菌のマикроコロニーの形成」「5. 青枯病菌のクオラムセンシングの作動」「6. 青枯病菌のマクロコロニーの形成」「7. 青枯病菌のバイオフィームの形成」「8. バイオフィームから planktonic 青枯病菌の離脱」「9. 青枯病菌の導管への侵入」の過程から成ることを、位相差顕微鏡と走査型電子顕微鏡による観察から明らかにした。さらに、コロニー化機構に関して網羅的にオミクス解析を行い、「宿主細胞表面への青枯病菌への固着」「青枯病菌のクオラムセンシングの作動」「青枯病菌のマクロコロニーの形成」および「青枯病菌のバイオフィームの形成」に連働するシグナル伝達系を明らかにした。その結果、「クオラムセンシングの作動」と「バイオフィーム形成」それぞれの *in vitro* モデルシステムを構築することができ、静菌作用を示す（薬剤抵抗性株が出現しにくい）青枯病防除薬剤の選抜系を確立することができた。また、導管病である青枯病を引き起こす青枯病菌の病原性が細胞間隙にて決定していることから、青枯病菌の感染過程と病原性について既存の定義を覆す画期的な成果を得られた。

#### (2) トバモウイルス病

トマトに対して全身壞疽をもたらす *Rehmannia mosaic virus* の移行タンパク質が、全身壞疽誘導のエリシターであり、その誘導は25℃以上の高温で認められることを明らかにした。さらに、*Pepper mild mottle virus* に対するトマトの *tm-1* による非宿主抵抗性誘導に関わる複製酵素成分タンパク質のアミノ酸残基を同定し、それらが *tm-1* タンパク質への結合に関わることを明らかにした。さらに、トマト近縁植物には、*tm-1* 以外の *pepper mild mottle virus* に対する非宿主抵抗性因子が存在することを明らかにした。これらの結果は、分子診断によるトバモウイルス病の病徴識別法の開発をもたらすと同時に、新たなトバモウイルス抵抗性育種に資する育種素材の存在を示している。

## 2. 研究業績

(1) 原著論文 (本人, 下線二重線; 拠点構成員, 下線)

1. Yoshifumi Shimomoto, Akinori Kiba and Yasufumi Hikichi. 2015. Discrimination of sweet pepper-virulent isolates among *Corynespora cassiicola* isolates from black blight on eggplant by multiplex polymerase chain reaction. **Journal of General Plant Pathology**, in press, Doi 10.1007/s10327-015-0584-0 (Impact Factor 2013: 0.893).
2. Ullah Md Wali, Risa Maenaka, Yuka Mori, Daisei Ueno, Kenji Kai, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Hideo Hayashi, and Yasufumi Hikichi. 2015. Implication of limited iron acquisition of *Pseudomonas cichorii* strain SPC9018 in reduction of its virulence on eggplant. **Journal of General Plant Pathology** 81, 136-141 (Impact Factor 2013: 0.893).
3. Kenji Kai, Hideyuki Ohnishi, Yuka Mori, Akinori Kiba, Kouhei Ohnishi, and Yasufumi Hikichi. 2014. Ralfuranones J-L, quorum sensing-regulated metabolites from *Ralstonia solanacearum* OE1-1. **ChemBioChem** 15, 2590-2597 (Impact Factor 2013: 3.060).
4. Hiroyuki Mizumoto, Yukino Morikawa, Kazukazuhiro Ishibashi, Kentaro Kimura, Kouhei Matsumoto, Masayuki Tokunaga, Akinori Kiba, Masayuki Ishikawa, Tetsuro Okuno, and Yasufumi Hikichi. 2014. Functional characterization of the mutations in *Pepper mild mottle virus* overcoming tomato *tm-1*-mediated resistance. **Molecular Plant Pathology** 15, 479-487 (Impact Factor 2013: 4.485).

(2) 総説

1. 曳地康史・Ullah Md Wali・前中理沙・森 友花・甲斐建次・大西浩平・木場章範. 2014. 多犯性植物病原細菌 *Pseudomonas cichorii* の病原力機構の解析. **日本植物病理学会報** 80 (100周年記念総説集), 111-117.

(3) 著書

なし

(4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 1 件)      一般講演 (計 3 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件)      一般講演 (計 13 件)

(5) 特許

なし

(6) 受賞等

なし

(7) 報道

なし

(8) 外部資金 (計 8,050,800 円)

1. 曳地康史: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 B) 「青枯病感受性誘導機構の解明と青枯病感受性感知システムの開発」, 代表, ¥4,030,000 (直接経費¥3,100,000, 間接経費¥930,000)
2. 曳地康史: 日本学術振興会科学研究費補助金 (挑戦的萌芽研究) 「青枯病感受性誘導機構の解明と青枯病感受性感知システムの開発」, 代表, ¥2,210,000 (直接経費¥1,700,000, 間接経費¥510,000)
3. 曳地康史: 受託研究、日本植物防疫協会 新農薬実用化試験に関する研究. 代表, ¥1,210,800
4. 曳地康史: 奨学寄附金、住友化学株式会社 植物細菌病に関する研究. 代表, ¥600,000

(9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

タバコ植物 *Nicotiana benthamiana* をモデル植物として、植物の自然免疫誘導機構の概要を明らかにしてきた。その結果、自然免疫誘導のためのシグナル伝達系の基質となるリン脂質代謝物質ホスファチジン酸の分解を妨げることにより、ジャスモン酸と活性酸素種を介在した自然免疫を安定して誘導し、恒常的な病害抵抗性を付与できる目途がついた。そこで、本年度は、自然免疫の主体をなすジャスモン酸と活性酸素種を介在した自然免疫誘導シグナルカスケードを解明するとともに、本カスケードを有効活用した自然免疫誘導技術の開発を行う。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Akinori Kiba, Ivan Galis, Yuko Hojo, Kouhei Ohnishi, Hirofumi Yoshioka, Yasufumi Hikichi. 2014. SEC14 phospholipid transfer protein involve in lipid signaling-mediated plant immune response in *Nicotiana benthamiana*. PLOS ONE, 2014 9: e98150.(Impact factor 2014, 3.534)
2. Makoto Ito, Kouhei Ohnishi, Yasufumi Hikichi, Akinori Kiba 2014. Molecular chaperons and co-chaperons, Hsp90, RAR1, and SGT1 negatively regulate bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* in *Nicotiana benthamiana*. Plant signaling & behavior, 2014, DOI: 10.4161/15592316.2014.970410

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 2 件)

国内学会 招待講演 (計 2 件) 一般講演 (計 1 件)

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

3th Korea-Japan Joint Symposium on Plant Pathology ポスター賞

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金 (計 2,390,000 円)

1. 木場章範：日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 C) 「植物のフォスファチジン酸生合成の人為的コントロールによる耐病性付与に関する研究」, 代表, ¥1,690,000 (直接経費¥1,300,000, 間接経費¥390,000)
2. 木場章範：サッポロ生物科学振興財団研究助成金「分子遺伝学的手法およびゲノム編集による病害耐性作物の作出に関する研究」代表 (700,000 円)

課題研究2 地域に産する動植物を利用した環境保全型虫害防除技術の確立（責任者：荒川 良）

高知県内の施設園芸の害虫防除において、土着天敵の利用が広まりつつある。それに応じて、高知大学でもクロヒョウタンカスミカメ、ニッポンクサカゲロウ、メスグロハナレメイエバエの3種を有望土着天敵としてリストアップしており、室内累代飼育系統を維持している。平成26年度はより増殖に有利な系統選抜と簡易増殖方法の再検討を行う。また、クロヒョウタンカスミカメや他の土着天敵を誘引するような植物の開発も現地から求められているので、引き続き有望植物の探索を行う。さらに、累代飼育系統を確立できたメスグロハナレメイエバエについては、生物農薬資材として実用化が可能であるか、生物農薬メーカーとも連携して検討を行う。さらに最近被害が急増しているチャノキイロアザミウマ新系統、モトジロアザミウマ、クロバネアザミウマ等の新規害虫についても、これら土着天敵による防除が可能かどうかを引き続き検討する。さらに、これら土着天敵類のフェロモンや誘因物質、あるいは害虫忌避物質などのセミオケミカルによる害虫密度制御への利用方法を引き続き探る。また、近年、中山間地の農地や森林で深刻な影響を与えている獣害対策についても検討を行う。

課題番号 2A 地域に産する天敵昆虫を利用した虫害の生物的防除環境の実現

荒川 良（総合科学系生命環境医学部門、教授）

## 1. 概要

### 〔目標〕

施設園芸が盛んな高知県においては、害虫防除に天敵を利用した栽培体系がナス、ピーマン、シシトウを中心に普及している。近年は外国産ではなく、地域に産するいわゆる土着天敵乗りようも広まりつつある。一方、前述の作物以外での天敵利用はまだ広まっていないという状況もある。そこで、本年度は高知県の主要作物の一つであるキュウリについて、広食性の捕食性土着天敵クロヒョウタンカスミカメを中心とした、害虫防除体系の確立をめざし、防除効果試験を行う。さらに、有望土着天敵としてリストアップされている、ニッポンクサカゲロウ、メスグロハナレメイエバエなどの、より安価な大量増殖方法の確立、放飼方法の確立についても検討を行う。また、有望土着天敵の発掘も引き続き行う。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### （1）原著論文

1. 大石拓・森本徳仁・荒川良・是永正敬・藤枝幹也，2014. たこ焼き粉に繁殖したコナヒョウヒダニが原因と考えられたアナフィラキシーの1例—過去の報告例の検討. 日本小児皮膚科学会雑誌, 33(1): 69-73.

### （2）総説

1. 荒川良，2015. 在来天敵の利用が広がる高知県の施設園芸. JATAFF ジャーナル, 3(2): 25-29.

### （3）著書

なし

### （4）学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演（計0件） 一般講演（計0件）

国内学会 招待講演（計0件） 一般講演（計2件）

### （5）特許

なし

### （6）受賞等

なし

(7) 報道

1. 荒川良・西川洋史：「天敵昆虫」ビジネス創業 高知大と提携「ベストバグ」 害虫防除へ採取・増殖. 高知新聞 2014年5月4日朝刊
2. 荒川良・西川洋史：高知発 土着天敵ビジネス. こうち情報いちばん・ニュース 845 こうち, NHK 高知放送局 2014年6月19日
3. 荒川良：南方系チョウ南国市で確認 台風11号に乗り飛来か. 高知新聞 2014年8月16日朝刊
4. 荒川良：天敵昆虫生産ベンチャー. 朝日新聞（高知版） 2014年9月21日朝刊

(8) 外部資金（計 2,822 千円）

1. 荒川良：科学研究費補助金 基盤研究 (C), 飛翔性昆虫捕食性メスグロハナレメイエバエの生物的防除資材としての有効性に関する研究(研究代表者:荒川良), 総額¥1,040,000(直接経費¥800,000, 間接経費¥240,000)
2. 荒川良：受託研究、日本植物防疫協会 新農薬実用化試験に関する研究(研究代表者:荒川良), 総額¥1,782,000

(9) その他

1. 荒川良：第 58 回日本応用動物昆虫学会大会（高知市文化プラザかるぽーと・高知大学朝倉キャンパス） 運営委員長
2. 荒川良：牧野植物園が育む生き物—生物多様性を支える植物たち— 展示協力(2014年4月26日～8月31日)

## 1. 概要

### 〔目標〕

高知県内の果樹の害虫防除において、土着天敵の利用が広まりつつある。それに伴い、捕食量の大きい天敵昆虫の大量増殖法の確立が求められている。昨年度、カンキツの重要害虫であるミカンハダニに対する土着天敵を県内で探索した結果、常緑樹林帯において、捕食量の多いハダニカブリケシハネカクシが優占していることがわかった。本種の飼育・増殖を昨年度試みたが、室内環境での生存率が低く、未だに安定供給には至っていない。そこで本年度はこれらの種の個体群動態・生態について調査するとともに、実験室での飼育・累代系統維持の方法を引き続き検討していく。また、本種以外に発生が確認された土着天敵ケナガカブリダニ、ハダニアザミウマ、ダニヒメテントウ類について室内での累代飼育を試み、ハネカクシとともに最適な増殖条件について検討する。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Katsura Ito. 2014. Intra-population genetic variation in diapause incidence of adult-diapausing *Tetranychus pueraricola* (Acari: Tetranychidae). **Ecological Entomology** 39, 186–194 (Impact Factor 2013: 1.967).
2. Yoshimasa Kumekawa, Matheus Kilmaskossu, Makito Mori, Akira Miyazaki, Katsura Ito, Ryo Arakawa, Tatsuya Fukuda, Hubertus Matanubun, Yoshinori Yamamoto. 2014. Changes in plant species during succession in a sago forest. **American Journal of Plant Sciences** 5, 3526–3534.
3. Jie Ji, Yanxuan Zhang, Jinshi Wang, Jianzhen Lin, Li Sun, Xia Chen, Katsura Ito, Yutaka Saito. 2015. Can the predatory mites *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius eharai* reproduce by feeding solely upon conspecific or heterospecific eggs (Acari, Phytoseiidae)? **Applied Entomology and Zoology**, in press, Doi 10.1007/s13355-014-0316-5 (Impact Factor 2013: 0.877).
4. Younghae Chae, Nanako Yokoyama, Katsura Ito, Tatsuya Fukuda, Ryo Arakawa, Yan-Xuan Zhang, Yutaka Saito. 2015. Reproductive isolation between *Stigmaeopsis celarius* and its sibling species sympatrically inhabiting bamboo (*Pleioblastus* spp.) plants. **Experimental and Applied Acarology**, in press, Doi 10.1007/s10493-014-9865-0 (Impact Factor 2013: 1.821).

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 1 件) 一般講演 (計 0 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 7 件)

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

1. 糸川義雅・Matheus Kilimaskossu・早川宗志・森牧人・宮崎彰・伊藤桂・荒川良・福田達哉・山本由徳・Hubertus Matanubun. インドネシア西パプア州ソロン県におけるサゴヤシ (*Metroxylon sagu* Rottb.). 林開発に伴う光環境と植物相の関係. 日本サゴヤシ学会優秀発表賞・第 23 回大会・東京農業大学・2014 年 6 月 14-15 日

(7) 報道

なし

(8) 外部資金 (計 1,510,000 円)

1. 伊藤 桂：基盤研究(C) (研究分担者) 生活型進化からみたハダニ類「属」分類の再検討と新系統仮説の構築 (研究代表者：齋藤裕) 平成 24～26 年度. ¥750,000 (直接経費¥600,000, 間接経費¥150,000)
2. 地域志向研究経費土着天敵ハネカクシ類の安定供給に向けた増殖法の確立および地域志向型の天敵開発モデルの構築. ¥460,000.
3. 科学研究費補助金獲得のためのインセンティブ経費. ¥300,000.

(9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

高知県特有の環境に着目し、野生植物の環境適応に関する形態的变化を、多雨による増水に伴う河川沿い環境の攪乱に対する適応、亜熱帯要素を多く含む高知県南西部の海岸沿い環境に対する適応、高知県中央部に存在する超塩基性土壌である蛇紋岩地に対する適応、そして高知県内で被害が報告されているシカの被食に対する植物の形態的適応といった観点から、植物の有する適応の形態を明らかにすることを目的として研究を行う。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Nakayama, H., Fukushima, A., Fukuda, T., Yokoyama, J., and Kimura, S. 2014. Molecular phylogeny determined using chloroplast DNA inferred a new phylogenetic relationship of *Rorippa aquatica* (Eaton) EJ Palmer & Steyermark—Lake Cress. **American Journal of Plant Science** 5, 48-54 (IF: 0.94).
2. Takei, S., Yoshioka, K., Yamada, S., Hayakawa, H., Yokoyama, J., Ito, K., Tebayashi, S., Arakawa, R., and Fukuda, T. 2014. Comparative morphology of prickles of *Rubus croceacanthus* H.Lév. (Rosaceae) in Kashima Island and its neighbor areas. **Journal of Plant Science** 3, 96-102.
3. Takei, S., Yoshioka, K., Yamada, S., Hayakawa, H., Yokoyama, J., Ito, K., Tebayashi, S., Arakawa, R., and Fukuda, T. 2014. The length and density of prickles on *Zanthoxylum ailanthoides* (Rutaceae): a comparison of Japanese islands with different sika deer browsing pressures. **American Journal of Plant Science** 5, 332-337 (IF: 0.94).
4. Takei, S., Yoshioka, K., Yamada, S., Hayakawa, H., Yokoyama, J., Ito, K., Tebayashi, S., Arakawa, R., and Fukuda, T. 2014. Morphological study of *Glochidion obovatum* under heavy browsing pressure by sika deer under heavy browsing pressure by sika deer. **American Journal of Plant Science** 5, 1345-1351 (IF: 0.94).
5. KumeKawa, Y., Ito, K., Tsurusaki, N., Hayakawa, H., Ohga, K., Yokoyama, J., Tebayashi, S., Arakawa, R., and Fukuda, T. 2014. Morphological and molecular analyses of *Pseudobiantes japonicus* Hirst 1911 and its allied species. **Annals of the Entomological Society of America** 107, 756-772. (IF: 1.174)
6. Hayakawa, H., Hayakawa, C., Kusumoto, Y., Nishida, T., Ikeda, H., Fukuda, T., and Yokoyama, J. 2014. *Cephalanthera falcata* f. *conformis* (Orchidaceae) forma nov.: a new peloric orchid from Ibaraki Prefecture, Japan. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 65, 127-139.
7. KumeKawa, Y., Murjoko, A., Hayakawa, H., Mori, M., Miyazaki, A., Ito, K., Arakawa, R., Fukuda, T., Matanubun, H., and Yamamoto, Y. 2014. Comparison of species composition between different light condition of sago forest. **Sago Palm** 22, 6-12.
8. Hayakawa, H., Kakimoto, N., Matsuyama, K., Ohga, K., Ito, K., Tebayashi, S., Ikeda, H., Arakawa, R., Yokoyama, J., and Fukuda, T. 2014. Local variation of leaf morphology in *Bulbophyllum drymoglossum* (Orchidaceae). **Environment Control in Biology** 52, 241-247.
9. KumeKawa, Y., Murjoko, A., Mori, M., Miyazaki, A., Ito, K., Arakawa, R., Fukuda, T., Matanubun, H., and Yamamoto, Y. 2014. Changes in plant species during succession in a sago forest. **American Journal of Plant Science** 5, 3526-3534. (IF: 0.94)
10. KumeKawa, Y., Ito, K., Miura, O., Yokoyama, J., Tebayashi, S., Arakawa, R., and Fukuda, T. 2015. Molecular phylogeny of *Kilungius insulanus* (Arachnida: Opiliones: Epedanidae) in Amami-Oshima Island and Okinawa Island. **Edaphologia** 96, 1-7.
11. Tsai, L., Hayakawa, H., Fukuda, T., and Yokoyama, J. 2015. A breakdown of obligate mutualism on a small island: an interspecific hybridization between closely related fig species (*Ficus pumila* and *Ficus thunbergii*) in Western Japan. **American Journal of Plant Science** 6, 126-131 (IF: 0.94).

(2) 総説

1. 早川宗志・松山佳那子・大賀教平・福田達哉 (2015) ミツバテンナンショウとムサシアブミ (サトイモ科) の畸形. **高知県の植物** 24: 61-66.
2. 糸川義雅・久保瀬裕介・藤本悠・吉岡憲弘・植本千晴・尾崎祐未・大賀教平・中山北斗・横山潤・福田達哉 (2015) ヤナギノギク (キク科) における管弁咲きの新報告. **高知県の植物** 24: 67-69.

3. 著書

なし

(4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 1 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 12 件)

(5) 特許

なし

(6) 受賞等

1. 日本植物学会中四国支部会・優秀発表賞  
第 71 回日本植物学会中四国支部会・岡山理科大学・2014 年 5 月 10-11 日
2. 日本サゴヤシ学会・優秀発表賞  
第 23 回日本サゴヤシ学会・東京農業大学・2014 年 6 月 14-15 日

7. 報道

なし

8. 外部資金 (計 2,340,000 円)

1. 福田達哉: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 C) 「溪流沿いと蛇紋岩地の狭葉化は相同か?: 異なる環境での類似形質の進化過程の解明」, 代表, ¥1,560,000 (直接経費¥1,200,000, 間接経費¥360,000)
2. 福田達哉: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 B) 「寄生植物と真菌エンドファイトの多様な共生関係とその進化過程の解明」, 分担, ¥780,000 (直接経費¥600,000, 間接経費¥180,000)

9. その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

地域で栽培される農林水産物や、地域に存在する遺伝資源を活用した環境保全型病害虫管理技術の開発を行う。具体的には地域特産の園芸作物であるピーマンおよび果樹作物である温州みかんの収穫後残渣を対象として、害虫防除活性の評価や有効成分の蓄積向上技術の開発を通じて環境保全型害虫防除技術の開発を行う。また、地域の農作物や野生植物から環境保全型害虫防除技術に利用可能な土着天敵類のフェロモンや誘因物質、あるいは害虫忌避物質などのセミオケミカルの網羅的な探索を継続する。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

なし

### (2) 総説

1. 手林慎一, ピーマンからのアピオース生産と有効利用, 応用糖質科学, 4(3), 244-247, 2014

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 1 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 3 件)

### (5) 特許

1. 特許：第 5618266 号、出願人：高知大学、発明者：手林慎一・金哲史、半翅目害虫、アザミウマ目害虫、またはダニ目害虫に対する防除剤

### (6) 受賞等

なし

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金 (計 3,095,120 円)

1. 手林慎一：科学研究費補助金 基盤研究 (C), アブラムシによる寄主植物の栄養条件改善機構の解明:アミノ酸の選択的蓄積, 総額¥260,000 (直接経費¥200,000, 間接経費¥60,000)
2. 手林慎一：科学研究費補助金 基盤研究 (C), エンドファイトが感染したマメ科植物に蓄積するアルカロイドの生理・生態学的役割, (分担者) (代表者 石原亨(鳥取大学)) ¥390,000 (直接経費 ¥300,000, 間接経費 ¥90,000)
3. 手林慎一：受託研究、日本植物防疫協会 新農薬実用化試験に関する研究 (研究代表者：手林慎一, 総額¥2,445,120)

## 9. その他

なし

### 課題研究3 根圏環境の評価と改善（責任者：田中壮太）

本プロジェクトでは、植物の「根圏環境の健全性評価」と「根圏環境におけるミネラルストレス」をテーマとして取り上げる。本年度は高知県の施設園芸土壌におけるリン酸集積の実態とその課題の把握や、中山間地の棚田水田と耕作放棄地についての微生物相も含めた土壌特性の比較検討を実施し、根圏環境への影響評価に取り組む。一方、植物は、土壌病原菌などによる生物的ストレス以外にも、ミネラルストレスをはじめとする非生物的ストレスや根圏の化学的環境に由来する様々な影響を受けることから、微量元素の輸送や集積を中心とするメカニズムの解明を試み、健全な地上部生育に資するための研究を展開する。

### 課題番号 3A 中山間集落における耕作放棄地の土壌理化学性の評価

田中壮太（総合科学系黒潮圏科学部門、教授）

高知県の中山間地では、棚田が広く分布しているが、過疎高齢化などにより耕作放棄地の増加が深刻な問題である。平成25年度は、各種土地利用下にある土壌特性の特徴づけを中心に研究を展開した。その結果、棚田における土地利用と傾斜面をそのまま利用した土地利用下の土壌では、有機物の集積などに違いが認められ、また畑地利用では養分が過度に集積する傾向がみられた。平成26年度は、棚田水田と耕作放棄水田の土壌特性の比較を行い、棚田を放棄した際の土壌特性の変化を明らかにするとともに、そのような放棄地を保全再生するための課題を考察する。

#### 1. 概要

##### 〔目標〕

高知県の中山間地では、棚田が広く分布しているが、過疎高齢化などにより耕作放棄地の増加が深刻な問題である。平成25年度は、各種土地利用下にある土壌特性の特徴づけを中心に研究を展開した。その結果、棚田における土地利用と傾斜面をそのまま利用した土地利用下の土壌では、有機物の集積などに違いが認められ、また畑地利用では養分が過度に集積する傾向がみられた。平成26年度は、棚田水田と耕作放棄水田の土壌特性の比較を行い、棚田を放棄した際の土壌特性の変化を明らかにするとともに、そのような放棄地を保全再生するための課題を考察する。

##### 〔成果〕

#### 2. 研究業績

##### （1）原著論文

1. Tanaka, S., Kano, S., Lat, J., Wasli M.E., Paing, T.N., Abdu, A., Sakurai, K., and Kendawang, J.J. 2015. Influence of planting and harvesting *Acacia mangium* on the morphological and physicochemical properties of soil in an industrial forest plantation in Sarawak, Malaysia. *Journal of Tropical Forest Ecology* (in press).
2. Tan, NP., Wong, M., Yusuyin, Y., Abdu, A., Iwasaki, K., and Tanaka, S. 2014. Soil characteristics in an oil palm field, central Pahang, Malaysia with special reference to micro sites under different managements and slope positions. *Tropical Agriculture and Development* 58, 146-154.
3. Kenzo, T., Furutani, R., Hattori, D., Tanaka, S., Sakurai, K., Ninomiya, I., and Kendawang, J.J. 2015: Above- and below-ground biomass in logged-over tropical rainforests under different soil conditions in Borneo. *Journal of Forest Research* 20, 197-205.

##### （2）総説

1. Yokoyama, S., Hirota, I., Tanaka, S., Ochiai, Y., Nawata E., and Kono, Y. 2014. A review of studies on swidden agriculture in Japan: cropping system and disappearing process. *Tropics* 22, 131-155.

##### （3）著書

なし

##### （4）学会発表

国際学会 招待講演（計 0 件） 一般講演（計 2 件）  
国内学会 招待講演（計 0 件） 一般講演（計 5 件）

(5) 特許  
なし

(6) 受賞等  
なし

(7) 報道（  
なし

(8) 外部資金（計 1,160,000 円）

1. 田中壮太：平成 26 年度科学研究費補助金（基盤研究 B）（海外学術調査）チーク植林による生態系修復過程 40 年の検証，代表者 櫻井克年，分担金¥760,000
2. 田中壮太：平成 26 年度科学研究費補助金（基盤研究 B）（海外学術調査）グローバル経済化の東南アジア経済新興国における食糧安全保障の観点からの在来知，代表者 市川昌広，分担金 ¥400,000

9. その他  
なし

1. 概要

〔目標〕

高知県の中山間地域において、棚田として利用が継続されている土地と放棄田および他の用途への転用地では、細菌相に違いがあることを平成 25 年度に明らかとした。平成 26 年度においては、棚田水田と耕作放棄水田に特に焦点をあて、土壌特性や放棄期間と土壌微生物相との関連性を解析し、放棄田の再生時における健全な微生物相の回復のための方策を検討する。

〔成果〕

2. 研究業績

(1) 原著論文

1. Oguro K, Tamura K, Yamane J, Shimizu M, Yamamoto T, Ikawa T, Ohnishi K, Oshima S-I, Imajoh M. 2014. Draft genome sequences of two genetic variant strains of *Edwardsiella piscicida*, JF1305 and RSB1309, isolated from olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) and red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Japan, respectively. **Genome Announcement** 2(3), e00546-14
2. Oguro K, Yamane J, Yamamoto T, Ohnishi K, Oshima S-I, Imajoh M. 2014. Draft genome sequence of *Streptococcus parauberis* strain SK-417, isolated from diseased *Sebastes ventricosus* in Kagoshima, Japan. **Genome Announcement** 2(3), e00453-14
3. Bhakta J.N., Munekage Y., Ohnishi K, Jana B.B., Balcazar J.L. 2014. Isolation and Characterization of Cadmium- and Arsenic-Absorbing Bacteria for Bioremediation. **Water Air Soil Pollut.** 225:2151- (Impact Factor: 1.75)
4. Zhang Y, Luo F, Hikichi Y, Kiba A, Igarashi Y, Kouhei Ohnishi K. 2015. The C-terminal extension of PrhG impairs its activation of *hrp* expression and virulence in *Ralstonia solanacearum*. *FEMS Microbiol Lett.* in press DOI: 10.1093/femsle/fnv026 (Impact Factor: 2.046).
5. Mugo A. N., Kobayashi J., Mikami B., Yoshikane Y., Yagi T., Ohnishi K. 2015. Crystal structure of 5-formyl-3-hydroxy-2-methylpyridine 4-carboxylic acid 5-dehydrogenase, an NAD<sup>+</sup>-dependent dismutase from *Mesorhizobium loti*. *Biochem Biophys Res Commun.* 456, 35-40 doi:10.1016/j.bbrc.2014.11.028 (Impact Factor: 2.281).

2. 総説

なし

3. 著書

なし

4. 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 2 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 5 件)

5. 特許

なし

6. 受賞等

なし

7. 報道

なし

8. 外部資金（計 350,000 円）

1. 基盤研究（B） 「青枯病感受性誘導機構の解明と青枯病感受性感知システムの開発」 分担者、代表者：曳地康史（高知大学） 150 千円
2. 基盤研究（C） 「植物のフォスファチジン酸合成の人為的コントロールによる耐病性付与に関する研究」 分担者、代表者：木場章範（高知大学） 50 千円
3. 基盤研究（C） 「有害・有毒プランクトンへの高効率な新奇遺伝子導入系の開発」 分担者、代表者：足立真佐雄（高知大学） 50 千円
4. 挑戦的萌芽研究 「青枯病菌のコロニー化に関わるシグナル伝達系の新規解析法の開発」 分担者、代表者：曳地康史（高知大学） 100 千円

9. その他

なし

課題番号 3C 農耕地土壌におけるリン酸集積の実態と対策

岩崎貢三 (総合科学系生命環境医学部門、教授)

1. 概要

〔目標〕

リン酸質肥料の原料となるリン資源の枯渇が危惧されている。平成 25 年は、高知県下のイチゴハウス土壌において養分集積実態を調査し、依然、表層土壌へのリン酸の集積が著しいことを確認した。今年度の研究では、作物根圏におけるリン酸の動態をリゾボックス装置で解析することを通じて、作物根へのリン酸の移行、根による吸収メカニズムを明らかにする。得られた情報をもとに、土壌蓄積リン酸を有効利用できる栽培管理方法の糸口をつかむ。

〔成果〕

2. 研究業績

(1) 原著論文

なし

(2) 総説

なし

3. 著書

なし

4. 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 1 件)

国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 1 件)

5. 特許

なし

6. 受賞等

なし

7. 報道

なし

8. 外部資金 (計 0 円)

なし

9. その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

生体膜を介したミネラル輸送は、植物のミネラルストレス軽減において主要な役割を果たす。本研究では、地上部にマンガンを高集積することにより、水田環境に適応するイネを用い、その分子メカニズムの解明に取り組んでいる。平成 25 年度は排出型重金属トランスポーターである *OsMTP8* の機能解析を行い、同タンパク質が葉身の表皮細胞の液胞膜に局在し、マンガンを液胞へ排出することを明らかにした。平成 26 年度はイネ野生株、およびホモログ *OsMTP8.1* 欠損株において *OsMTP8* の発現抑制株を作出し検討することにより、植物のマンガンホメオスタシスへの理解を深める。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

なし

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会発表

国際学会 招待講演（計 0 件） 一般講演（計 0 件）

国内学会 招待講演（計 0 件） 一般講演（計 2 件）

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

なし

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金（計 0 千円）

なし

### (9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

スズシロソウは亜鉛やカドミウムなどの重金属を植物体内に高濃度で集積する性質を有している。地上部 cDNA を用いて構築したディファレンシャルライブラリの解析を通じて、重金属処理により特異的に誘導される遺伝子群が見出されており、それらの遺伝子産物の生理機能の解明に取り組んでいる。平成 26 年度は、一次構造の相同性比較やモチーフ構造の探索によって金属イオン結合能を有すると考えられるタンパク質に着目して、それらの遺伝子の重金属応答性やタンパク質分子の金属イオン結合特性や結合様式などの生化学的特性の解析に取り組み、重金属集積能に対する寄与を考察する。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Iyo Takemura-Uchiyama, Jumpei Uchiyama, Shin-ichiro Kato, Takako Ujihara, Masanori Daibata, Shigenobu Matsuzaki. 2014. Genomic and phylogenetic traits of *Staphylococcus* phages S25-3 and S25-4 (family *Myoviridae*, genus Twort-like viruses). **Annals of Microbiology** 64 (3), 1453-1456 (Impact Factor: 1.039).
2. Reina Miyata, Kotoe Yamaguchi, Jumpei Uchiyama, Ryu Shigehisa, Iyo Takemura-Uchiyama, Shin-ichiro Kato, Takako Ujihara, Yoshihiko Sakaguchi, Masanori Daibata, Shigenobu Matsuzaki. 2014. Characterization of a novel *Pseudomonas aeruginosa* bacteriophage, KPP25, of the family *Podoviridae*. **Virus Research** 189, 43-46 (Impact Factor: 2.827).

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 0 件)

国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 3 件)

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

なし

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金 (計 1,040,000 円)

1. 加藤伸一郎：日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金（若手研究 B），ビフィズス菌における含硫化合物生合成コンポーネントの探索と機能解析，代表，¥1,040,000（直接経費¥800,000・間接経費¥240,000）

(9) その他  
なし

#### 課題研究4 生産物・残さの高度利用・高付加価値化（中課題責任者：金 哲史）

本プロジェクトでは、地域産物の化学的特性を調査し、生理活性物質を探索するための幅広いスクリーニングを実施する。さらに、目的化学物質の効率的な抽出方法を確立し、単離・精製・構造決定を行う、得られた物質の安全性試験を経て、製品化を実現させ、地域社会へ貢献することを目指す。

植物性バイオマスなどを分離源として自然界に棲息する乳酸菌やパン酵母の分離を試みる。本研究で分離された乳酸菌については分子系統解析、糖資化性試験、胃酸胆汁酸耐性試験、大豆イソフラボン分解活性試験などの各種試験に供し、産業利用価値の高い優良菌株を選抜する。また、分離したパン酵母については、糖資化性試験、発酵力試験、分子系統解析などに供して特性を評価し、実際に分離株を利用して焼成したパンの官能評価を行って優良株を選抜する。さらに、分離した微生物の特性を活かした産業利用法について検討する。

さらに、植物は光合成を源とする多種多様な化学物質を、根、茎、葉および実蓄積する。一方、農林作物は、目的とする部位のみを収穫し、その他の多くは廃棄物として廃棄されている現状がある。また、産地偽装などに代表される用に農作物の安全性が脅かされている現状がある。そこで本研究では、農林産業廃棄物を資源として捉え、その有効利用方法を模索すると共に、地域ブランド確立の為の産地を明確にできるトレーサビリティ技術の開発を目的とする。具体的には、農林産物の廃棄状況、利用状況を調査し、当面は以下の課題に取り組む。

また、環境負荷低減戦略の一環として「生分解性高分子の実用材料化」が求められている。本プロジェクトでは、ナイロン様の基本骨格を備えた微生物バイオポリマー「ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸」に着目し、その安定供給とポリアミド系産業材料のバイオ合成法確立に向け、生合成機構の全容解明を目指す。本目的達成のため、近年多くの成果と大幅な技術進歩の見られる構造生物学的研究手法を取り入れ、ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸合成に関与するタンパク質群の立体構造と反応空間の精密分析を進める。他方、ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の実用材料化に資する有力な改質技術の出現も待たれている。ここでは、この社会的要請に応える新技術として「イオンコンプレックス化技術」を提示するとともに、本技術を利用して開発されるバイオプラスチック新素材の性能や用途性について分析し、負荷低減目的材料だけに止まらない新たな機能性を備えた環境機能材料の開発と実用化を目指す。

#### 課題番号 4A バイオマス由来の微生物機能の探索と産業利用

永田信治（総合科学系生命環境医学部門、教授）

##### 1. 概要

###### 〔目標〕

植物性バイオマスなどを分離源として自然界に棲息する乳酸菌やパン酵母の分離を試みる。本研究で分離された乳酸菌については分子系統解析、糖資化性試験、胃酸胆汁酸耐性試験、大豆イソフラボン分解活性試験などの各種試験に供し、産業利用価値の高い優良菌株を選抜する。また、分離したパン酵母については、糖資化性試験、発酵力試験、分子系統解析などに供して特性を評価し、実際に分離株を利用して焼成したパンの官能評価を行って優良株を選抜する。さらに、分離した微生物の特性を活かした産業利用法について検討する。

###### 〔成果〕

イヌの腸内環境で安定に生育する乳酸桿菌をイヌの新鮮便から分離して、その発酵特性を明らかにすると共に、黒酵母 $\beta$ グルカンが乳酸菌の生育や安定性に及ぼす効果を評価し、イヌの健康管理を目的としたイヌ用発酵餌料を調製するための諸条件を検討した。固型乾燥餌料で生長した幼犬の腸内細菌叢に見出されて、厳しい消化器官系で生育可能なプロバイオティクス効果が期待できる乳酸桿菌を選抜した。分離した乳酸桿菌は人工胃酸・胆汁末耐性に差異が見られたが、黒酵母 $\beta$ グルカンを添加した時の耐性試験では、一部の乳酸桿菌を除いて $\beta$ グルカンの添加による生存率の有意な向上が認められた。特に人工胃酸耐性試験に対する $\beta$ グルカンの強い効果が確かめられた。また、バナナ果肉の発酵餌料の調製において、適量の $\beta$ グルカンの添加が乳酸菌の増殖を促進したことから、 $\beta$ グルカンの添加が餌料の乳酸発酵の促進と、摂食時の乳酸菌の安定化に有利であることが示唆された。

地場の植物性資源から分離した乳酸菌の発酵特性を明らかにし、市販の茶葉を用いた微生物発酵茶を作製するモデル実験として、乳酸発酵の諸条件の検討を試みた。植物資源から分離した乳酸菌から、ガス産生試験でホモ、ヘテロ、通性ヘテロの3種の発酵形式を持つ乳酸菌が得られた。また、分離源とアラビノース資化性、キシロース資化性で特徴が異なる傾向が見られた。高濃度のブドウ糖は乳酸菌の生育を促進するが、生育可能な食塩やエタノール濃度は、僅かな特性の違いを表し、動物由来の性乳酸菌と比較して植物由来の乳酸菌は高濃度のエタノール存在下で生育が顕著であった。オリーブの *Lactobacillus plantarum* とドクダミの *Lactobacillus* sp.、ブルーベリーの *Pediococcus acidilactici* で発酵葉のモデル実験を行ったところ、茶葉での増殖は25℃が良好であった。また、ゆず果汁などの添加は、乳酸菌の生育促進と生菌数の維持に有効であった。特にガラクトオリゴ糖とスキムミルクにと比較して、ゆず果汁は高濃度の添加が必要であった。

また、柚子の搾りかす、ヤーコン、文旦、甘酒から分離された乳酸菌24株を大豆イソフラボン的一种であるダイゼインを加えた液体培地を使って30℃で培養した。培養後に培養液中に含まれるダイゼイン濃度を測定したが、ダイゼインを分解する乳酸菌株はなかった。

ムベやギンナンなどの果実の加工が難しい植物を対象として、植物素材の特徴を生かした発酵食品の創出を目標に、強い発酵力を持つ野生酵母の探索を行った。さらに、四万十町に自生する糖度の高いムベ果肉の発酵液を用いて、顕著な発酵力を持つムベ由来の野生酵母の発酵種を作製し、その発酵特性や微生物叢を評価することで、製パンに有用な安定性と安全性を具えたムベ発酵種の利用を検討した。キイチゴ、ギンナン、イヌマキの集積培養によって分離した野生酵母は、ブドウ糖やショ糖の発酵力に比べて麦芽糖に対する発酵力が、いずれも顕著に弱かった。これらの野生酵母の中でもキイチゴ酵母は高い発酵力を示し、低糖から高糖の幅広い条件下での生地膨張力に優れ、製パンに適した野生酵母と言える。四万十町に自生するムベの果実は、高濃度のショ糖存在で効果的に種を除去したムベ果汁が得られ、果汁とムベ野生酵母を用いた発酵種によって、ムベの特徴を活かした製パンが可能であった。しかし、ムベ発酵種の微生物叢はムベ果汁に用いる果実の純度や熟度で変化し、発酵種の継代培養もムベ果汁に依存して変化するので、さらなる工夫と検討が必要である。

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文 (計2編)

1. 上東治彦、加藤麗奈、森山洋憲、甫木嘉朗、永田信治、伊藤伸一、神谷昌宏  
「チアミンの吟醸酒醸造に及ぼす影響」、日本醸造協会誌、109巻、4号、pp.310-317、2014
2. 上東治彦、加藤麗奈、森山洋憲、甫木嘉朗、永田信治  
「割れ米の吟醸酒醸造に及ぼす影響」、日本醸造協会誌、109巻、12号、pp.901-904、2014

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計0件)	一般講演 (計0件)
国内学会 招待講演 (計0件)	一般講演 (計4件)

### (5) 特許

1. 特許登録番号：5467251 (2014.4.9) (特願 2008-207967、特開 2010-41957)  
発明者：永田信治、村松久司、池上裕倫、宮脇香織、尾仲隆  
発明：「 $\beta$ -1,3-1,6-グルカンの定量方法」

### (6) 受賞等

なし

(7) 報道 (計 0 件)

なし

(8) 外部資金 (計 1,980,000 円)

1. 永田信治 : 「*Aureobasidium* sp.が生産する  $\beta$ -1,3-1,6-グルカンの応用」 (共同研究 : 株式会社ソフィ) ¥1,980,000 (直接経費 ¥1,598,000 間接経費 ¥382,000)

9. その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

これまでの研究で、嘔吐抑制剤の原料として有用な(R)-3-アミノキヌクリジンの不斉合成に利用できる酸化酵素を発見し、本酵素の内部アミノ酸配列の一部を解読した。そこで、本年度は(R)-3-アミノキヌクリジン酸化酵素をコードする遺伝子の塩基配列を決定し、大腸菌を宿主とした遺伝子発現系を構築して、酵素反応速度論的手法により当該酵素の分子機能解析を試みる。また、医薬品原料として有用な(S)-3-アミノキヌクリジンの不斉合成に利用できる新奇酵素を持つ微生物の探索や  $\beta$ -ヒドロキシ- $\alpha$ -アミノ酸の不斉合成に利用できる新奇酵素の特性評価も行う。

### 〔成果〕

前年度に解読した内部アミノ酸配列と似た一次構造をもつ *Arthrobacter globiformis* 由来の銅含有アミン酸化酵素の配列情報に基づいて、アミン酸化活性に重要なアミノ酸配列から縮重プライマーを作成し、KO20 株の(S)-3-アミノキヌクリジン酸化酵素遺伝子を増幅し、塩基配列を決定した。この酵素遺伝子を挿入したプラスミドを用いて形質転換した *Escherichia coli* BL21(DE3)から精製した酵素標品の諸性質を調べたところ、本酵素の最適反応条件は 40°C、pH 8.5 であった。また、30 分間加温した酵素標品は、40°Cまで活性を 100%保持したが、それ以上の温度では減少して 70°Cで完全に失活した。さらに、様々な pH で 1 時間、30°Cで加温すると、pH 4.0~8.5 の範囲で 50%以上の活性を維持した。本酵素の基質特異性を調べたところ、(S)-3-アミノキヌクリジンに 0.00590 U/mg の活性を示し、(R)-3-アミノキヌクリジンに 0.00139 U/mg の活性を示した。本酵素は S 体だけでなく R 体にも作用することが示されたことから、本酵素を利用して光学活性 3-アミノキヌクリジンを生産する場合には、本酵素を進化分子工学で改良するか、生産方法を工夫する必要があることがわかった。また、本酵素はベンジルアミン、エチルアミンにそれぞれ 0.0130 U/mg、0.0894 U/mg の活性を示した。本酵素の反応がセミカルバジドによって強く阻害されたことと一次構造から、本酵素はビルトイン型補酵素トパキノンを含有するアミン酸化酵素であることが示唆された。本酵素の(S)-3-アミノキヌクリジンに対する  $K_m$ 、 $V_{max}$  値はそれぞれ 2.45±0.503 mM と 0.00683±0.000523  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$  であった。大腸菌形質転換体から精製した酵素の吸収スペクトルを測定したところ、トパキノンを持つ酵素に特徴的な吸収極大が観察されず、多くはアポ型であることが示唆されたことから、ホロ型酵素の調製法を検討して、正確な分子機能について解析する必要があると考えた。

(S)-3-アミノキヌクリジンに高い活性を示す酵素は既に取得したため、3-アミノキヌクリジンの不斉合成を可能にするために、(R)-3-アミノキヌクリジンに作用する酵素の探索を試みた。141 種類の土壌試料を採取して微生物分離源として実験に供し、(R)-3-アミノキヌクリジンを窒素源、D-グルコースを炭素源とした合成培地で生育する微生物を 4 菌株分離した。分離株をそれぞれ(R)-3-アミノキヌクリジンを単一の窒素源とした合成培地で培養し、超音波破碎して粗酵素液を調製し、(R)-3-アミノキヌクリジン酸化酵素活性を測定したが未検出であった。今後は、分離株の微生物学的解析、分離株が持つ(R)-3-アミノキヌクリジン代謝酵素を探索したいと考えている。

土壌から分離した微生物を由来とする  $\beta$ -ヒドロキシ- $\alpha$ -アミノ酸の不斉合成に利用できる新奇酵素の精製を試みたが、均一に精製することはできなかった。次年度は条件を変えて、再度、精製を試み、本酵素の一次配列を解明したいと考えている。

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

なし

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

(4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 0 件)  
国内学会 招待講演 (計 1 件) 一般講演 (計 4 件)

(5) 特許

1. 特許登録番号：5467251 (2014.4.9) (特願 2008-207967、特開 2010-41957)  
発明者：永田信治, 村松久司, 池上裕倫, 宮脇香織, 尾仲隆  
発明：「 $\beta$ -1,3-1,6-グルカンの定量方法」

(6) 受賞等

なし

(7) 報道

なし

(8) 外部資金 (計 1,040,000 円)

1. 村松久司：日本学術振興会科学研究費補助金 (若手研究 B), エルゴチオネイン代謝酵素群の分子機能、立体構造および生理機能の解析. 代表, ¥1,040,000 (直接経費¥800,000, 間接経費¥240,000)

(9) その他

なし

課題番号 4C 「植物由来の新規生理活性物質の単離と構造解析」

金 哲史（総合科学系生命環境医学部門、教授）

1. 概要

〔目標〕

高知大学、高知県立大学、高知工科大学、高知県工業技術センターが関与するプロジェクトの一貫として、引き続き、高知県産植物約 300 種類を選定し、機能性成分の探索、分離・構造解析を目的とする。特に、抗血圧活性、チロシナーゼ阻害、抗肥満活性に着目し、活性の見られたものから活性成分の単離同定を行い、高付加価値化を目指す。

〔成果〕

2. 研究業績

(1) 原著論文

1. Jeong-Oh Yang, Naoya Nakayama, Kyohei Toda, Shinichi Tebayashi and Chul-Sa Kim. 2014. Structural determination of elicitors in *Sogatella furcifera* (Horváth) that induce Japonica rice plant varieties (*Oryza sativa* L.) to produce an ovicidal substance against *S. furcifera* eggs. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 78(6), 937-942 (IF 1.206)
2. G.K. Yawson, S.Anim Okyere, I. Danso, and C.-S. Kim 2014 Integrated management and control of the rhinoceros beetle *Oryctes monoceros* oliver (Coleoptera: Scarabaeidae) on young oil palms in the Eastern region of Ghana. *Journal of the Ghana Science Association*, 15(2), 45-56

(2) 総説

なし

(3) 著書

なし

(4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 0 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 1 件)

(5) 特許

1. 特許公開 2014-133760、出願人：高知大学、発明者：手林慎一・金哲史、半翅目害虫、アザミウマ目害虫、またはダニ目害虫の産卵阻害剤

(6) 受賞等

なし

(7) 報道

1. NHK テレビ 四国羅針盤 「復活する“在来品種“」 2014年5月16日 放映

(8) 外部資金 (計 6,436,800 円)

1. 受託研究 緑豆由来の殺虫成分の同定 大韓民国農林振興庁 4,016,800 円
2. 奨学寄付金 生理活性物質に関する研究 辻製油株式会社 2,420,000 円

(9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

寒冷地域の植物は、冬期に細胞内が凍結して死滅することを防ぐために、凍害保護物質を蓄積する。それらの中には、動物の精子/卵子/受精卵の冷蔵保存による傷害や、凍結保存による傷害を防ぐことができる有用な物質が含まれている。ケルセチンは様々な植物に含まれているフラボノイドの一種であるが、組織や臓器の冷蔵保存中の傷害を軽減し、保存可能期間を延長させることが知られている。本年度は、ケルセチンが卵子や精子の冷蔵保存期間の延長に効果があるかどうかを明らかにする。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Chamroon Maneewan, Apichai Mekbungwan, Koh-en Yamauchi, Keisuke Edashige. Assessment of mixed minerals by observing intestinal epithelial cell alterations in piglets. American Journal of Animal Science and Veterinary Sciences, 9(2) 137-143, 2014.

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会発表

国際学会	招待講演 (計 0 件)	一般講演 (計 1 件)
国内学会	招待講演 (計 1 件)	一般講演 (計 4 件)

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

なし

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金 (計¥6,240,000)

1. 枝重圭祐：日本学術振興会科学研究補助金 (基盤研究 B) 「温度センサーチャンネル制御による生殖細胞と胚の低温/高温傷害の克服」, 代表, 611 万円 (直接経費¥4,700,000, 間接経費¥1,410,000).
2. 枝重圭祐：日本学術振興会科学研究補助金 (基盤研究 C) 「日本固有種と欧州種が並列する独自の野生由来アカネズミ属バイオリソースの質的評価」, 分担, 130,000 (直接経費¥100,000, 間接経費¥30,000).

### (9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

本年度は、イタドリ、ニラ、碁石茶といった高知県に特徴的な農産資源の機能性の解明に取り組む。イタドリ機能性について評価を行った所、抗酸化性だけでなく、チロシナーゼ阻害活性、ヒアルロニダーゼ阻害活性について高い効果を見いだした。本年度はその関与成分について追求する。また、様々な薬草や生薬について、機能性に関するスクリーニングを行い、新たな有用農産物の探索を行う。碁石茶中の脂肪代謝関連の機能性について全容解明を目指す。一方で、機能性成分の分析法の開発を行う。農産物中の有用成分の定量を目指し、免疫学的手法やLC-MS/MSを利用した超微量分析法の確立を行う。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. Enkhtsetseg Enkhtuya, Takehiro Kashiwagi, Tomoko Shimamura, Hiroyuki Ukeda, Odbayar Tseye-Oidov. 2014. Screening Study on Antioxidant Activity of Plants Grown Wildly in Mongolia. **Food Science and Technology Research**, 20(4)891-897 (Impact Factor 2013: 0.355).
2. Serika Kurita, Takehiro Kashiwagi, Tomoyo Ebisu, Tomoko Shimamura, Hiroyuki Ukeda 2014., Content of resveratrol and glycoside and its contribution to the antioxidative capacity of *Polygonum cuspidatum* (Itadori) harvested in Kochi. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 78(3), 499-502 (Impact Factor 2013: 1.206).

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

なし

### (4) 学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 3 件)  
国内学会 招待講演 (計 0 件) 一般講演 (計 3 件)

### (5) 特許

なし

### (6) 受賞等

なし

### (7) 報道

なし

### (8) 外部資金 (計 1,150,000円)

1. 柏木丈弘: 食料生産地域再生のための先端技術展開事業 生体調節機能成分を活用した野菜・果物生産技術の実証研究、分担、¥150,000 (直接経費¥150,000, 間接経費¥0)
2. 柏木丈弘: 平成 26 年度学長裁量経費「生体分子質量解析定量システム」、代表、¥1,000,000 (直接経費¥1,000,000, 間接経費¥0)

3. 柏木丈拈：奨学寄付金 エコロジー四万十株式会社「植物精油類等の分析及び応用技術開発等の  
学術研究助成金」、代表、¥120, 0000（直接経費¥120, 0000, 間接経費¥0）
4. 柏木丈拈：受託研究 中里食品株式会社「宗田鰹の成分測定調査及び成分抽出方法」、代表、¥10,  
0000（直接経費¥100, 0000, 間接経費¥0）

(9) その他  
なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸 (PGA) は、高性能ポリアミド「ナイロン 4」と同一の主鎖構造を有することからバイオナイロンとも称され、最先端の材料機能を求める産業分野では該用途化技術の開発に力が注がれてきた。一方、PGAの過剰な親水性は実用材料化を妨げる大きな要因となっていた。本研究では、PGAの親水性を制御するイオンコンプレックス化技術を用い、バイオプラスチック新素材「PGAIC」を開発する。その特徴的な材料機能として、抗細菌・真菌/抗ウイルス機能、並びに多様な材料表面への優れた被膜機能が期待されており、これらの性能についても精査する。以上より、公衆衛生/医療環境の向上に資する先端機能を備えた新素材を開発する。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### (1) 原著論文

1. M. Ashiuchi, S. Oike, H. Hakuba, S. Shibatani, N. Oka, T. Wakamatsu. 2015. Rapid purification and plasticization of D-glutamate-containing poly- $\gamma$ -glutamate from Japanese fermented soybean food *natto*. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, doi:10.1016/j.jpba.2015.01.031, in press (IF, 2.829).
2. Y. Hakumai, K. Shimomoto, M. Ashiuchi. 2015. Extra-chromosomal DNA maintenance in *Bacillus subtilis*, dependence on flagellation factor FliF and moonlighting mediator EdmS. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, in press (IF, 2.281).

### (2) 総説

なし

### (3) 著書

1. 芦内 誠. 2014. 納豆菌の生態と利用, 環境と微生物の辞典 (編集: 日本微生物生態学会) 第 9 章 (205 項), 399 頁, 東京, 朝倉出版.
2. 芦内 誠. 2014. 納豆菌と炭疽菌の違い, 環境と微生物の辞典 (編集: 日本微生物生態学会) 第 9 章 (206 項), 400-401 頁, 東京, 朝倉出版.

### (4) 学会シンポジウム発表 (計 11 件)

国際学会 招待講演 (計 1 件) 一般講演 (計 2 件)  
国内学会 招待講演 (計 2 件) 一般講演 (計 6 件)

### (5) 特許

1. M. Ashiuchi, K. Shimizu. PROCESS FOR PRODUCING POLY- $\gamma$ -GLUTAMIC ACID HAVING HIGH OPTICAL PURITY, 米国特許 US12/223067, 2015.1.6 登録.
2. 西村浩和, 芦内 誠. 繊維とその製造方法, 特開 2010-222496, 国内特許 2015.2.18 取得 (登録手続中).
3. 芦内 誠, 妹尾香苗, 白馬弘文, 小林久人, 柴谷滋郎, 宝田 裕. ポリ(メタ)アクリル酸イオンコンプレックス, 特願 2015-006941. 2015.1.16 出願.
4. 芦内 誠, 白馬弘文, 柴谷滋郎, 小林久人. 耐水耐有機溶媒性組成物, 特願 2015-012087, 2015.1.26 出願.

### (6) 受賞等

なし

(7) 報道

なし

(8) 外部資金 (計 1,140,000円)

1. 芦内 誠. 科学研究費補助金挑戦的萌芽研究 (継続課題), ドーパミルポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の効率合成と環境応用への挑戦, ¥1,040,000.
2. 芦内 誠. 共同研究費 (東洋紡(株)), バイオ新素材ポリグルタミン酸の量産化とバイオジェル吸水部材の応用研究, ¥100,000.

(9) その他

なし

## 1. 概要

### 〔目標〕

ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸（PGA）は、納豆菌をはじめとする *Bacillus* 属細菌が生産し、生分解性・生体適合性等の魅力ある特性から材料産業分野での応用が期待されている。現在、PGAは PgsA－PgsB－PgsC－PgsE タンパク質複合体により合成されると予想され、また、PgdS タンパク質により分解されることが示されている。ただし、個々のタンパク質の詳細な反応機構、並びに立体構造は全く不明であり、ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の安定的供給や、ナイロン4他のポリアミドの直接的生産の弊害となっている。そこで、本研究では Pgs 関連の各種組み換えタンパク質を作製するとともに、タンパク質－タンパク質間／タンパク質－基質間の相互作用解析をはじめとした機能発現機構分析と X 線結晶構造解析を用いた立体構造解析を行う。

### 〔成果〕

## 2. 研究業績

### （1）原著論文

1. Ryutaro Ogura, Taisuke Wakamatsu<sup>\*</sup>, Yuta Mutaguchi, Katsumi Doi, and Toshihisa Ohshima. <sup>\*</sup>(Corresponding author) 2014. Biochemical characterization of an L-tryptophan dehydrogenase from the photoautotrophic cyanobacterium *Nostoc punctiforme*. **Enzyme and Microbial Technology** 60, 40-46 (Impact Factor 2013: 2.966).

### （2）総説

1. 福井健二・若松泰介・上利佳弘・増井良治・倉光成紀 2014. ビタミン B<sub>1</sub> 生合成系遺伝子の発現が DNA 修復遺伝子の欠失によって活性化される, **ビタミン** 88, 459-461.

### （3）著書

なし

### （4）学会シンポジウム発表

国際学会 招待講演（計 0 件）	一般講演（計 1 件）
国内学会 招待講演（計 0 件）	一般講演（計 2 件）

### （5）特許

なし

### （6）受賞等

なし

### （7）報道

なし

### （8）外部資金（計 1,000,000 円）

1. 若松泰介：平成 26 年度レアメタル戦略グリーンテクノロジー創出への学際的教育研究拠点の形成「超貧栄養外洋深海生命圏におけるメタルバイオロジー：基質誘導型遺伝子発現解析法によるレアメタル関連機能遺伝子の探索」（代表：芦内誠），分担，¥1,000,000 円

### （9）その他

なし

課題	論文数 (>IF=2)	総説・ 著書	特許数	学会発表数(国 際学会+招待)	科学研究費 (円)	共同・受託 研究費・寄 付金など (円)	合計 (円)
1A	4 (2)	1	0	17 (4+1)	6,240,000	1,810,800	8,050,800
1B	2 (1)	0	0	5 (2+2)	1,690,000	700,000	2,390,000
2A	1 (0)	1	0	2 (0+0)	1,040,000	1,782,000	2,822,000
2B	4 (0)	0	0	8 (1+1)	750,000	760,000	1,510,000
2C	11 (0)	2	0	13 (1+0)	2,340,000	0	2,340,000
2D	0 (0)	0	1	4 (1+0)	650,000	2,445,120	3,095,120
3A	3 (0)	1	0	7 (2+0)	1,160,000	0	1,160,000
3B	5 (2)	0	0	7 (2+0)	350,000	0	910
3C	0 (0)	0	0	2 (1+0)	0	0	0
3D	0 (0)	0	1	2 (0+0)	0	0	0
3E	2 (1)	0	0	3 (0+0)	1,040,000	0	1,040,000
4A	2 (0)	0	1	4 (0+0)	0	1,980,000	1,980,000
4B	0 (0)	0	0	4 (0+1)	1,040,000	0	1,040,000
4C	2 (0)	0	1	1 (0+0)	0	6,436,800	6,436,800
4D	1 (0)	0	0	4 (1+1)	6,240,000	0	6,240,000
4E	2 (0)	0	0	6 (3+0)	0	1,150,000	1,150,000
4F	2 (2)	2	4	8 (3+3)	1,040,000	100,000	1,140,000
4G	1 (1)	1	0	3 (0+1)	0	1,000,000	1,000,000
合計	42 (9)	8	8	100 (21+10)	23,583,000	18,164,720	41,747,720