

# 自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「食農立国高知発・地域環境資源を活用した  
先端的農林水産技術の開発」

# 1 総括表

## 1-1 組織

	氏名	部門
代表	尾形 凡生	農学部門
分担	神崎 道太郎	農学部門
	足立 真佐雄	農学部門
	川合 研兒	農学部門
	関 伸吾	農学部門
	益本 俊郎	農学部門
	後藤 純一	農学部門
	柴山 善一郎	農学部門
	大谷 慶人	農学部門
	古川 泰	農学部門
	藤原 新二	農学部門
	松島 貴則	農学部門
	島崎 一彦	農学部門
	宮崎 彰	農学部門
	森 牧人	農学部門
八木 年晴	農学部門	
佐藤 泰一郎	農学部門	

## 1-2 研究経費

総額 2,100 千円（うち年度計画実施経費 1,936 千円）

1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究 活動	学術論文	18		
	紀要	0		
	報告書	3		
	学会発表	40		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	6		
地域貢献		8		
外部資金			科研費	8710
			共同研究	0
			受託研究	65133
			奨学寄付金	1450
			その他	4500
			合計	79793
特許等		1		
その他特記事項		該当なし		

## 2 研究概要

### 2-1 研究目的

高知県は温暖多照な気候条件や豊かな森林・海洋資源を背景に、先端的農業地域として発展してきた。しかしながら、技術のグローバルな拡散による地域競争の激化や、生産の効率化を妨げる地理的ハンデキャップのために本県の農林水産業の将来は必ずしも明るいとは言えず、農業就業者人口は2030年には2010年の半数に減少すると予測されている。また、気候の亜熱帯化や海洋温暖化などの外乱因子による悪影響も指摘されている。

このような現状を打破するためには、安全・安心で高品位な食と暮らしを、エコロジカルなエネルギーを活用して提供するなど、近未来の農林水産業の姿をあらためて考える必要がある。そのために、県の有するポジティブな環境因子はより効率的に利用し、一方、ネガティブな環境因子については、それを克服するか、むしろそれを逆に新規環境資源として活用するという発想に立った技術開発が必須である。

本事業は、『高知県だからこそ可能な未来型農林水産業の構築』、ひいては『山と急流と海の国日本の農林水産業再構築』に貢献すべく、①地域環境情報のシステムティックな把握、②ポジティブな環境因子の資源化、利用拡大、および効率化、③ネガティブな環境因子の克服と発想の逆転による新規資源化、④地域での情報収集と実証試験をサポートするベースキャンプの設立・運営を4つの柱として運営する。

サブプロジェクト内には、森林G、食料生産・エネルギーG、生産環境調節G、地域環境資源G、地域環境教育G、食品G、海洋水産Gの7つの研究グループを立て、これらが相互に連携しながら、農業技術とそれを支えるシステム開発、ならびにそれらの周辺領域への貢献に取り組む。平成22年度時点で各研究グループが実施あるいは準備を進めている小課題は以下のとおりである。

#### ●森林グループ

- ・急傾斜林地における非皆伐施業のための技術開発
- ・竹資源の有効活用のための技術開発
- ・未利用木質資源の用途開発

#### ●食料生産・エネルギーG

- ・新規燃料素材を活用した21世紀型園芸生産の構築
- ・高温高日射条件下における多収性作物のバイオマス生産
- ・地域植物資源の探索と栽培・商品化
- ・中山間地域における有機高品質米生産のための技術開発
- ・地場産園芸作物の無核果実生産技術の開発

#### ●生産環境調節G

- ・作物栽培における環境ストレスの回避と応用
- ・省エネ型次世代植物育成ランプの開発
- ・多糖類を利用した植物苗生産
- ・作物栽培におけるエリクターの応用
- ・棚田跡地の石垣蓄熱を利用した簡易施設栽培技術の開発

### ●地域環境資源G

- ・地域気象資源の定量化手法の開発とその広域的分布の将来予測
- ・中山間の斜面を活用したつる性果樹の斜立仕立て栽培技術の開発

### ●地域環境教育G

- ・(課題構築中)

### ●食品G

- ・食品の機能性を解析するための新規定量法の開発
- ・ビタミンB<sub>6</sub>分解酵素群の解析と抗糖尿病合併症食品の開発
- ・省エネルギー型菌床シイタケ生産に関する研究

### ●海洋・水産G

- ・養殖魚の病気に対する予防ワクチンと治療技術の開発
- ・遺伝資源としての魚類の多様性
- ・土佐湾沿岸域における熱帯・亜熱帯性魚毒による食中毒発生リスク評価

この研究体制で今後6年間の中期計画達成を目指す。初年度にあたる平成22年度は、とくに、環境情報収集機能を有する研究ベースキャンプを県内3箇所(内2箇所は農学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センター・南国フィールド・嶺北フィールドを活用)に設営して、そこでの環境データの収集機能を整備・増強するなど、地域に立脚した農学研究を推進するプロジェクトの方向性を明確化する年度と位置付けた。

## 2-2 研究成果

**森林グループ**では、小課題「急傾斜林地における非皆伐施業のための技術開発」として、非皆伐施業を作業道の設置の困難な急傾斜地でも可能にするタワーヤーダの導入効果の実証研究を進め、高知県香美森林組合に導入されたタワーヤーダの支持力測定調査を実施した。その結果、約8割の路線においては許容値を超えており、路肩の締固めが不十分だと支持力が不足する場合があること、ならびに軟弱地盤で支持力が不足する場合があることを明らかにした。また、小課題「竹資源の有効活用のための技術開発」では、未利用資源として広く分布する竹林を資源化して竹の利活用を進めるため、高知市全域の竹資源の分布図作成、搬出可能な利用可能量の推定、竹製修羅を用いた搬出技術の開発、竹チップの資源的価値を高める乾燥技術の開発などに取り組み、傾斜地にある竹林から竹材を搬出する方法として、道路山側の15m以内は直接道路に向けて伐竹することで容易に収穫搬出することが可能であること、一方、それ以上遠くにある竹については、修羅を作設する必要があることを明らかにした。

**食料生産・エネルギーグループ**の小課題「新規燃料素材を活用した21世紀型園芸生産の構築」では、重油に比べて有害物質排出量がきわめて少ない天然ガス由来改質燃料を、施設園芸生産に利用するための技術開発チームを構築し、この新規燃料素材の重油の代替燃料としての価値、およびCAM植物を含む各種作物への二酸化炭素施用資源としての効用評価を開始した。小課題「地場産園芸作物の無核果実生産技術の開発」においては、ブンタン、ヒュウガナツ、カキ、スイカなどを対象に、花粉への軟X線照射による少核・小核果実の生産技術の開発に取り組んだ。また、加温施設栽培のマンゴーで、自然発生する小型の無核果にマ

ンゴー樹自体から抽出したジベレリン様物質を処理して無農薬で果実肥大をはかる研究を開始し、その導入的成果としてジベレリンがマンゴー無核果の肥大促進効果を持つことを証明した。

**生産環境調節グループ**では、小課題「作物栽培における環境ストレスの回避と応用」において、温室内の各種微気象要素がもたらす植物への蒸散要求度を定量化するための超音波式小型パン蒸発計を新たに開発し、当機器が蒸散要求度の動態解析や植物の蒸散速度の推定に有用であることを実証した。小課題「省エネ型次世代植物育成ランプの開発」においては FEL および LED ランプの補光による果菜類および観賞植物の小花の落花・落蕾抑制・しおれ抑制効果等を検討し、赤・白色 FEL ランプおよび赤・青・白色 LED ランプともに補光効果を確認するとともに、赤色 LED、青色 LED によって Ca<sup>2+</sup>濃度の上昇効果が得られ、野菜の生理障害の回避できる可能性が示唆された。小課題「多糖類を利用した植物苗生産」では、種々の糖類がラン科植物の器官形成に与える影響を調査し、N-アセチルグルコサミン(NAG) およびグルコサミン添加によりプロトコーム様球体の増殖およびシュート形成を促進されることを明らかにした。

**地域環境資源グループ**では、FSC 南国フィールド・嶺北フィールド・大豊町怒田の3箇所(研究ベース)に気象観測拠点を設置・拡充し、データ収集を開始した。このデータは、小課題「地域気象資源の定量化手法の開発とその広域的分布の将来予測」をはじめとして、各研究ベースでの研究展開を支える基礎資料として活用する。また、小課題「中山間の斜面を活用したつる性果樹の斜立仕立て栽培技術の開発」では、傾斜を地域資源としてポジティブに活用する発想に立ち、平野部ならば平面棚で栽培されるキウイフルーツを、棚田跡地で斜面に沿わせて構造枝先端を上方に向けて栽培することによって、栽培の効率化や樹勢・樹姿の安定化をはかるという着想を実地で確かめるために、大豊町怒田研究ベースに実証試験地を開園した。

**食品グループ**では、小課題「食品の機能性を解析するための新規定量法の開発」にて、食品の糖尿病合併症予防機能を明らかにするために用いる新規定量法の開発に取り組み、糖尿病合併症を予防し治療する効果のあるピリドキサミンとピリドキサーール 5'-リン酸の食品中の含有量を定量するための方法を開発した。また、小課題「省エネルギー型菌床シイタケ生産に関する研究」では、高知県の夏場の高温下でも、空調なしのハウス栽培が可能な耐熱性・高品質菌床シイタケ菌の開発を行うとともに、風味・品質の向上をもたらす子実体の糖類の含有量を高める栽培法の検討も実施した。

**海洋・水産グループ**では、小課題「土佐湾沿岸域における熱帯・亜熱帯性魚毒による食中毒発生リスク評価」において、地球温暖化の進行とともに、日本沿岸域における発生リスクの増大が懸念されている熱帯・亜熱帯性魚毒による食中毒の発生リスクの評価を土佐湾沿岸域にて行い、パルトキシン様中毒の原因藻である可能性が指摘されている *Ostreopsis* 属の分離株を確立し分子系統樹を作成した結果、本邦沿岸海域には、系統学的に異なる5つのクレード(A~E)に属する *Ostreopsis* が分布していることを明らかにした。また、小課題「魚病対策に関する研究」では、水産増養殖業振興の大きな障害となっている魚病問題へ対応技術を開発することを目的とする取り組みを展開した。その成果として、ヒラメの滑走細菌症の実験感染法の確立およびヒラメの表各部の粘液細胞の分布と粘液による魚病細菌に対する活性阻害性の解明、養殖マダイのウイルス病であるマダイイリドウイルスに対する防御技術として主要な抗原に対応する遺伝子産物がワクチンとして有効であることの証明、ならびに、ブリ類結節症原因細菌の魚体表付着や海水中の生存性と毒性を明らかにして鰓からの感染が重要であることを示すと同時に試作ワクチンの有効性を明らかにした。

### 2-3 特筆すべき事項

1月26日に物部キャンパスにおいて、食料生産・エネルギーグループでの取り組みを主題とした**公開セミナー「新規燃料素材を活用した21世紀型園芸生産の構築」**を開催した(参加者約30名)。

2月20日には、地域環境資源グループの研究課題を主テーマとして、怒田研究ベース周辺住民へのPRとベースキャンプ現地見学会とを兼ねた**地域交流セミナー「農学部が考えているこんなこと・あんなことin怒田」**を、大豊町怒田ふるさと館において開催した(参加者約50名)。

3月26日には、**公開シンポジウム「高知発・先端的農林水産技術の開発」**を開催する予定である。なお、サブプロジェクトの成果報告会は、3月26日のシンポジウムの一環として実施する。

## 急傾斜林地における非皆伐施業のための技術開発

● 後藤 純一（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

森林資源を長期的に持続して活用するためには、暖温帯では非皆伐施業が理想とされている。このような森林の取扱のためには、森林での作業が頻繁に必要となり、路網の整備が不可欠である。一方、急傾斜地における作業道は林地保全上、限られた林地にしか開設することは困難であり、これを補う技術としてタワーヤーダの活用がある。この林業機械は伐採木を集材するためのワイヤーロープを短時間で架設撤去でき、単木材積が大きくなるほど労働生産性が着実に高まる。本研究では、作業道や林道の開設が経済的にも有効な地理・地形条件を、また、非皆伐施業に適した林地の条件を明らかにし、タワーヤーダ導入の効果を実証しようとするものである。高知県香美市では、昨年度末から全国のモデル事業としてこの取組みが進められている。本研究の計画立案者は、モデル事業の中央および地域の事業実施委員会に参画しており、研究フィールドを確保しており、高知県および県立森林技術センターや森林総合研究所四国支所との研究連携も整えている。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

今年度の林野庁事業において本県香美森林組合に導入されたタワーヤーダを走行させて間伐事業を実行する上で、既設の路網が大きい重量を有するこれらの機械に耐えられるのかについて、現地で 375 地点において支持力測定調査を実施した。その結果、約 8 割の路線においては許容値を超えており、以下の 2 点について課題が示唆された。(1) 路肩の締固めが不十分であり、支持力が不足する場合がある。(2) 軟弱地盤での支持力が不足する場合がある。

#### 2) 問題点等

締固めによる路体の強度を高めるには、排水性と土の圧密度が高まる最適含水比が存在することから、現状での作設ではこれらの点にどの程度の管理がなされているのか、それぞれの路線での土質試験から最適含水比を求め、林道・作業道施工管理担当者との意見交換会を開催し、現場からの提案を含めて改善策を提起し、その提案に則っ

て施工し、施工時に路床、路盤、表層の各層について CBR 試験を実施し、路体の安定性を検証する。また、盛土部について、貫入試験によって土層の不連続性の有無を確認するとともに、形状変形の有無を横断面測量から継続調査し、耐久性を評価・検証する必要がある。

### 3. 今後の展望

本課題については、平成 23 年度森林総合研究所交付金プロジェクトの小課題の一つとして採択された。「豪雨・急傾斜地帯における非皆伐・低攪乱型人工林管理技術の開発」と題するこのプロジェクトについて、2月28日には事前推進会議が開催される。このプロジェクトには農学部門からは、後藤純一・鈴木保志・原忠が参画している。なお、平成 23 年度から平成 25 年度までの 3 年間にわたって、委託研究として 150 万円の予算で本課題を推進することが内定している。

### 4. 業績リスト

- (1) 学術論文 投稿準備中
- (2) 紀要 なし
- (3) 報告書 なし
- (4) 学会発表 なし
- (5) セミナー等の開催
- (6) 地域貢献活動

「中部ヨーロッパにおける架線集材システム」  
2010.3.24 森林・林業再生プラン実践事業機械導入勉強会、「今後の路網整備について」  
2010.12.6 森林および環境分野の研修会（四国）、「低コスト作業システム」

2011.2.21 欧州型先進林業機械を活用した作業システム現地検討会、「架線系作業システムの現状とニーズ」

2011.3.3 林業機械化シンポジウム（林野庁）での講演

- (7) 外部資金 今年度採択・受け入れなし
- (8) その他

「新しい作業システムのための作業道の支持力特性」吉原収 平成 22 年度卒業論文



## 竹資源の有効活用のための技術開発

● 後藤 純一（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

高知市はバイオマスタウン構想を策定し、春野町を中心として未利用資源として広く分布する竹林を資源化し、竹の利活用を進めようとしている。このような取組は四国では、香川県三豊市でも進められている。本研究の計画立案者は、高知市に依頼されて高知市全域の竹資源の分布図を作成し、昨年度には搬出可能な利用可能量を推定し、高知市に報告している。また、タケノコ生産が活発であった徳島県阿南市の事業者と連携し、香川県三豊市での取組を支援している。この研究では、タケ表面が滑りやすいことを活かし、竹で組み上げた修羅を利用して斜面下方にすべり落とすことで搬出する技術を開発・実証しようとするものである。また、そのような簡易施設を設置することに適した地形条件を明らかにし、より現実的な利用可能量を推定し、事業化に結びつけようとしている。

竹資源の利用は、マテリアルとしての用途開発とエネルギー資源としての転換技術開発が進められている。これらの開発段階で、竹をチップ化して利用するプロセスでは竹チップが大量に嫌気化状態におかれると発酵し、利用価値が低下するといわれている。そこで、上記の課題に加えて竹チップの乾燥技術の開発も進める。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

傾斜地にある竹林から竹材を搬出する方法として、道路山側の15m以内は直接道路に向けて伐竹することで容易に収穫搬出することが可能である。一方、それ以上遠くにある竹については、修羅を作設する必要がある。高知市春野町内の竹林で竹を搬出する上で、竹の摺動抵抗を測定した結果を用いて高知市内の竹林を対象に、搬出可能性を評価した。総じて、路網の整備が不十分であることから、竹で作設した修羅を活用する必要性が示唆された。なお、この調査分析において、道路山側バッファを定義するアルゴリズムを開発し、路線位置と標高データから下げ荷バッファを判定することが可能となった。これらの点について森林学会において口頭発表し、現在、論文投稿を準備しているところである。

#### (2) 問題点等

竹林周辺は所有界が複雑であり、道路の作設は用地問題から困難を極めている。そこで、本成果から示唆された修羅に期待が大きい。木材搬出で修羅が利用された事例は過去に多数あるが、竹搬出での事例は皆無である。軽量で作設しやすい竹の修羅搬出の作設を実践するとともに、一般に普及するための科学的根拠の確立が急務である。

### 3. 今後の展望

修羅作設にあたっては、試験施工を繰り返し、試行錯誤と経験に基づいたマニュアル作りが欠かせない。高知市では春野町を中心に事業化が着実に進みつつあり、本格的な搬出調査を来年度以降に計画されている。既に、参画の打診を受けており、搬出作業を継続して実施し、事業計画の根拠となる安定した生産性と作業システムを提示する計画である。

### 4. 業績リスト

- (1) 学術論文 投稿準備中
- (2) 紀要 なし
- (3) 報告書 なし
- (4) 学会発表 後藤純一・鈴木保志・喜綿真一・小坂慎也「傾斜を活用した竹の搬出技術とその計画」日本森林学会大会 2010
- (5) セミナー等の開催 なし
- (6) 地域貢献活動 「竹林とその搬出について」2010.9.24 香川県三豊市竹林利活用研修会
- (7) 外部資金 なし
- (8) その他 なし

## 新規燃料素材を活用した 21 世紀型園芸生産の構築

● 尾形 凡生（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

ガス改質油は原油よりも可採年数が長い天然ガスを原料とし、一旦、一酸化炭素と水素に転化したのちに重合させた合成石油である。液体であるため輸送・貯蔵が容易で、また、純粋な炭化水素で燃焼させた際に有害成分を出さないため、環境負荷の少ない新燃料として注目されている。

有害成分を含まないという性質は、作物への二酸化炭素施肥資源としての利用価値を示すものである。そこで本研究は、施設園芸生産におけるガス改質油の燃料および二酸化炭素供給源としての実用化とその関連技術の開発を目標とし、栽培試験によるガス液化油の効用の実証と、施設内環境および生体の精密計測による基礎データの獲得を両輪として企画するもので、対象作物として、二酸化炭素を夜間に体内に取り込むという CAM 植物特有の性質が夜間加温の排気ガスを活用する上で都合のよいパイナップルとドラゴンフルーツ、生産物単価が高く高付加価値を期待できるスイカ、メロン、高知県の代表的な施設園芸生産品であるピーマンなどを想定している。

### 2. 研究結果

#### （1）成果

22 年秋季より、本サブプロジェクト以外の教員および企業関係者も含めた研究チームを構築し、省庁型競争的資金獲得のための予備試験に入っている。暖地フィールドサイエンス教育研究センター内の温室数棟を用いて、数種の作物の試作による加温効率および二酸化炭素施肥の効果の確認試験が開始した。また、温室内二酸化炭素の収支モデル構築のために、精密計測の可能な試験設備の設計に入っている。

現在のところ、予備栽培されている二酸化炭素施用作物に、葉色の濃化、組織の硬化など、いくつかの顕著な形態的变化が表れており、その状況解析を進めている。

#### （2）問題点等

### 3. 今後の展望

本年度は試験園の開園作業に多くの時間を費やすこととなったが、次年度以降、現在の試験樹を用いて各種成長データの採取を行う。

### 4. 業績リスト

- （1）学術論文 なし
- （2）紀要 なし
- （3）報告書 なし
- （4）学会発表 なし
- （5）セミナー等の開催  
2 月 20 日大豊町怒田で開催したサブプロジェクト主催地域交流セミナーにおいて報告。
- （6）地域貢献活動 同上
- （7）外部資金 なし  
「平成 23 年度科学研究費補助金」基盤研究 C に本課題を申請中
- （8）その他

## 地場産園芸作物の無核果実生産技術の開発

● 尾形 凡生（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

果実内に大きな種子があると、食べる際にこれを取り除かねばならず手間がかかる。また、種子があると切断や磨砕、搾汁などの加工が著しく制限されるので、無核性は高い付加価値を果実に付与する。本小課題は高知県産の果樹、果菜類を材料に種なし果実作出と無核果実の肥大促進技術の開発に取り組むものである。

a) 単為結果性のない果樹類は、受精して種子が入らないと生理落果するか、着果しても果実成長がきわめて劣る。そこで、花粉に軟X線を照射してダメージを与え、受精はさせるものの、その後の胚珠の発達を阻害して種子を小さなシイナ状態にとどめる方法が開発され、土佐文旦、ヒュウガナツ、カキ、スイカなどで技術化されている。但し、この方法で、胚珠の発達が阻害されるプロセスの詳細なメカニズムはまだ解明されておらず、適正な照射線量を定める際の障害となっている。そこで、本研究では、花粉に軟X線を照射したときに、花粉、とくに花粉DNAにどのような損傷が生じているかについて、その定量技術の開発も含めて明らかにする。

b) マンゴーには単為結果性はあるが、単為結果した果実は有胚果実に比べて肥大が劣り商品価値がない。ブドウやキウイフルーツで果実肥大促進効果の認められている植物ホルモンであるジベレリンを無種子のマンゴー果実に処理すると果実の成長は促進された。市販のジベレリン剤はイネ馬鹿苗病菌由来のGA<sub>3</sub>であるが、本剤を実際の生産に用いるには農薬登録の適用作物拡大が必要であり、また、GA<sub>3</sub>は菌由来で植物体内ではほとんど合成されないジベレリンであるので、樹種によってはGA<sub>3</sub>がまったくジベレリン様作用を示さないものもある。ジベレリンは植物の成長に必須のホルモンであり、多くの高等植物は体内でGA<sub>1</sub>やGA<sub>4</sub>などを合成して自己の成長を制御しており、このようなその植物由来の内生ジベレリンを用いればGA<sub>3</sub>よりも高い生理活性が示されることがある。そこで、マンゴー自身から内生ジベレリンを抽出し、それを果実に処理して無核果実の肥大促進をはかる。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

a) ビワ花粉を用いて、コメットアッセイ法により、軟X線照射量と花粉内DNAの破断程度との関係を明らかにした。照射量を大きくするに連れてDNAが破断・断片化した花粉の割合が増加することが明らかとなった。花粉の断片化は必ずしもすべての照射花粉で観察されるわけではなく、少なくとも約半数の花粉にはコメット（断片化を示す徴候）が観察されなかったことから、破断DNAはすみやかに再連結され、外見的にはある程度修復されていることが推察された。このような再連結されたDNAは、細胞分裂に伴うDNA複製時に重大な障害となる可能性があり、軟X線照射花粉を受粉した果実中の胚珠が、受精の徴候は確認できるものの発達せずにその後退化する現象との関連が示唆された。

b) マンゴー無核果実にジベレリン（GA<sub>3</sub>）を処理すると、果実の成長肥大が促進されることを証明した。また、マンゴー由来の内生ジベレリンとして、GA<sub>1</sub>、GA<sub>4</sub>、GA<sub>20</sub>、GA<sub>19</sub>、および極性がGA<sub>1</sub>よりも高い未知のジベレリン様物が、葉抽出物の精製物より検出された。

#### (2) 問題点等

特になし

### 3. 今後の展望

花粉DNAの損傷と不完全な再結合が、受精は成立するもののその後の胚珠の発達を著しく阻害する現象を、より明確に実証する。その上で、各樹種の最適照射線量を特定する。

マンゴー由来ジベレリンを収集して無核果実に処理し、その果実肥大効果を実証する。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Ogata, T., Tamura, H., Hamada, K. and Hasegawa, K. 2010. Effect of gibberellins on setting and growth of non-pollinated parthenocarpic fruit in mango. Acta Hort. (ISHS) 884:597-604

#### (2) 紀要

#### (3) 報告書

#### (4) 学会発表

#### (5) セミナー等の開催

#### (6) 地域貢献活動

#### (7) 外部資金

受託研究：ケイワン株式会社 研究題目「農業分野の発展に寄与する果実イノベーション」  
20万8千円(直接経費16万円 間接経費4万8千円)

平成22年度科学研究費補助金 基盤研究C 代表 尾形凡生(直接経費500千円, 間接経費:150千円)

(8) その他

## 省エネ型次世代植物育成ランプの開発

● 島崎 一彦 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

#### a) 野菜および花卉の落蕾および落花に及ぼす補光ランプの影響調査

近年の地球温暖化による平均気温の上昇や異常気象の発生、猛暑日の継続などは、我が国において長年の経験によって築き上げられてきた各々の作物の作型(栽培体系)や優秀な品種特性にも根本から影響する可能性が大きくなっている。施設園芸作物はハウス内で栽培されるために夏季の高温期は収穫を避け、秋季に育苗・定植を行い初夏まで収穫を継続する作型が多い。このため日照量が少ない時期に曇天や雨天が続くと日照不足が生じ、作物の花弁、雄ずい、雌ずい、ガク、花柄などが萎ちょう(しおれ)したりプラスチック(花蕾の枯死)が発生し、作物品質や収量に重大な損失をもたらす。太陽の直射日光の強さは、一般的に  $1,800\sim 2,000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  程度である。しかし、曇天時の光の強さは  $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  程度で、約 20 分の 1 に低下する。植物が通常生育していくには、イネなどで  $800 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  位の光、トマトやキュウリなどでは、 $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  位の光が必要である。曇天日が 1~2 日位では生育に問題を起こすことはないが、3 日以上曇天が続くと植物にとって必要な光が不足してしまい生育に影響を与える。トマト、トウガラシおよびナスなどの果菜類やトルコギキョウなどは自然開花するのはもともと夏季であり露地栽培では開花に関しては問題が少ないが、日本での栽培では高温や降雨による病害虫や生理障害が発生するために高品質生産は難しい。トルコギキョウ(切り花または鉢物)の栽培においては日照不足により生じるプラスチックは自然日長条件下では、定植日が遅いほど小花数が減少し、プラスチック小花数が増加し、定植日が遅いほど高くなること、また、電照などによって長日処理を行うとプラスチック小花数が減少することが明らかにされている。しかし、最近の猛暑日の長期化などによって高温障害を回避するためには苗の定植日はより遅くする必要性が大きくなり、冬季の天候不順によって、落花、葉や茎の徒長や軟弱化、生病気や生理障害の発生などが多くも問題が発生し、強光を好むトマトなどの果菜類はより大きく影響をうける可能性がある。トルコギキョウなど冬季の曇天の継続によって日照不足の影響を

受けやすい作物では、有効なランプの種類や補光(時期や時間など)技術の開発が今後の重要課題である。

本研究では、トウガラシ、トマトの果菜類およびトルコギキョウ(鉢物)を使用し、白色蛍光灯、LED((青色、緑色、白色、赤色)および高知 F E L 株式会社にて試作した漏斗型 F E L ランプ(赤、白)を供試し、落花・落蕾防止に及ぼすランプの影響について検討した。

#### b) レタスとトマトのカルシウム吸収に及ぼす LED ランプの光質の影響

「完全人工光型」の植物工場においては、LED(Light Emitting Diode)が次世代光源として注目されている。青色光はアラビドプシスの植物体内の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を上昇させることが報告(Harada et al. 2003)されているが、Ca 欠乏により生理障害が発生するトマトやレタスに対する効果は明らかでない。また、青色 LED は赤色 LED に対してコストが高く、大量に用いることはコスト上昇につながる。そこで本研究では、レタスおよびトマトの生理障害回避の可能性を検討する目的で Ca 吸収に及ぼす種々の光源の影響を調査した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

#### a) 野菜および花卉の落蕾および落花に及ぼす補光ランプの影響調査

今回使用した赤色および白色 FEL ランプおよび赤色、青色、白色 LED ランプともに植物の種類によって結果の差は認められたが、白色蛍光灯を使用した場合よりは補光による小花の落花・落蕾抑制効果を高めることができる事が示された。日照不足に敏感に反応して小花が落ちるトウガラシでも FEL ランプの抑制効果が認められた。今回使用したトウガラシは実験スペースの関係で観賞用を使用した。トウガラシと近縁で主要施設園芸作物であるシシトウ、ピーマンなどでも補光によって同様の効果が得られることが期待できる。また、トルコギキョウの冬季の日照不足の影響を受けやすい切り花である。今回は鉢植え品種を使用し、赤色および白色の FEL および LED を使用することで、従来から使用されている白色蛍光灯とくらべて、小花の萎凋(しおれ)がより効率



よく抑制できることが確認できた。

b) レタスとトマトのカルシウム吸収に及ぼすLED ランプの光質の影響

リーフレタス‘グリーンウエーブ’およびCa欠乏症に強い‘ノーチップ’の2品種と、トマト‘ドルチェ’を供試した。栽培は簡易水耕で行い、ウレタンフォームに播種し、21日間ビニールハウス内で生育させた後、1処理区あたり5個体を植え替え、25℃16時間日長条件の完全閉鎖型の室内で14日間栽培した。処理区は蛍光灯、VITA LITE（模擬太陽光源）、LED（赤）、LED（赤+青、赤：青=9:1の割合で混成）の4処理区を設けた。‘グリーンウエーブ’および‘ノーチップ’はCa<sup>2+</sup>濃度、葉数、最大葉長、最大葉幅、最大根長、地上部および地下部の新鮮重を調査した。‘ドルチェ’はCa<sup>2+</sup>濃度、葉数、草丈、莖径、最大葉長、最大葉幅、最大根長、地上部および地下部の新鮮重を調査した。その結果、グリーンウエーブはLED（赤+青）でCa<sup>2+</sup>濃度が最も高くなった。ノーチップはLED（赤）、蛍光灯、LED（赤+青）、VITA LITEの順でCa<sup>2+</sup>濃度が高くなり、Ca欠乏症に強い品種でのCa<sup>2+</sup>濃度への光源の影響は少ないと考えられる。ドルチェではLED（赤+青）でCa<sup>2+</sup>が最も高く有意な結果となった。以上のことから、赤色LEDに少量の青色LEDを混成した低コストLED光源を使用してもCa<sup>2+</sup>濃度の上昇効果が得られ、Ca欠乏により発生する野菜の生理障害の回避できる可能性が示唆された。



図1. トウガラシのLED照射試験（左上段上から白色蛍光灯、白色LED、青色LED、赤色LED）、中：青色LED、右：赤色LED



図2. トウガラシのFEL照射試験（左：赤色FEL照射処理区、右上段：赤色FEL照射処理区、右下段白色FEL照射処理区）

(2) 問題点等

3. 今後の展望

(1) 学術論文

P. Inthichack, Y. Nishimura, K. Shimasaki and Y. Fukumoto. 2010. Effect of diurnal temperature alternations on plant growth and development of two Brassica crops. Proc. The 1st Kamphang-Sean International Natural Product Symposium. pp. 43-51.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

大岡昌洋, 笹岡秀紀, 島崎一彦. 植物育成用FELの評価. 第24回ダイヤモンドシンポジウム. 2010年11月17日(東京工業大学岡山キャンパス)

(5) セミナー等の開催

1. 連続セミナー「植物工場」第2回『四国地域にとって植物工場とは』ー施設園芸から植物工場へー. 高知大学農学部、愛媛大学農学部附属知的植物工場基盤技術研究センター、日本生物環境工学会四国支部共催. 2010年9月3日(高知大学農学部)

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

科学研究費補助金 基盤研究(C):「世界初の植物工場用の省エネ・水銀レス・低温・面光源の開発」, 78万円(研究代表者:島崎一彦).

受託研究:「省エネルギー革新技术開発事業/実用化開発/高輝度・高効率な電界電子放出型光源の開発/人工環境ボックスを使用した栽培試験」, 高知FEL株式会社. 200万円(研究代表者島崎一彦)

(8) その他

## 多糖類を利用した植物苗生産

● 島崎 一彦 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

a) ヒアルロン酸がシンビジウムのプロトコーム様球体 (PLB) の器官形成に及ぼす影響

天然の多糖類の一種ヒアルロン酸は、微生物や高等植物、人間に対して、細胞増殖や分化、成長など生物学的に重要な作用を有する。本研究ではヒアルロン酸がシンビジウムの器官形成の及ぼす影響について明らかにするために、*in vitro* においてホルモン無添加の MS 培地を使用し、種々の分子量のヒアルロン酸の培地への添加の効果を検討する。

b) 多糖類がランの器官形成に及ぼす影響

ラン科植物の器官形成に及ぼす種々の多糖類の影響を明らかにする。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

a) ヒアルロン酸がシンビジウムのプロトコーム様球体 (PLB) の器官形成に及ぼす影響

熱帯性着生ランである *Cymbidium finlaysonianum* 区では PLB の増殖および PLB からのシュート形成促進作用はヒアルロン酸 0.001 mg/L 処理区で最も大きく、熱帯高地性ランである *Cymbidium finlaysonianum* 区ではヒアルロン酸 1 mg/L 処理区で大きい値を示した。これらの結果からヒアルロン酸は植物ホルモン無添加の培地において、シンビジウムの植物成長調整剤として使用可能であることが示唆された。

b) 多糖類がランの器官形成に及ぼす影響

*In vitro* においてエピデンドラム属ランのプロトコーム様球体 (PLB) を、多糖類であるキトサン H、N-アセチルグルコサミン (NAG) およびグルコサミンを添加した MS 培地で培養した。NAG およびグルコサミン添加培地は全ての濃度区において PLB の増殖および PLB からのシュート形成を促進した。この結果は従来使用されていたキトサンの生長促進効果よりも大きかった。

#### (2) 問題点等

### 3. 今後の展望

#### (1) 学術論文

Naruemol Kaewjampa, Shimasaki Kazuhiko, Huang Chieh Li, Nahar Syeda Jabun. 2010. Effect of Bio-polysaccharide on organogenesis in orchid *in vitro*. Proc. The 1st Kamphang-Sean International Natural Product Symposium. (Bangkok) pp. 37-42

Syeda Jabun Nahar, Shimasaki Kazuhiko, Huang Chieh Li, and Naruemol Kaewjampa. 2011. Effect of plant growth regulators on organogenesis in protocorm-like body (PLBs) of *Cymbidium dayanum* *in vitro*. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. (In Printing).

Syeda Jabun Nahar, Shimasaki Kazuhiko . 2011 Effect of Hyaluronic acid on organogenesis in protocorm-like body (PLBs) of *Cymbidium* spp. *in vitro*

#### (2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

(8) その他

## 高知県内環境情報収集拠点の整備と収集データを用いた気候・気象資源量の評価に関する基礎的研究

● 森 牧人（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

高知県は四国の南域を広く占め、温暖多雨な気候のもと、急峻・複雑な地形と多様な土地利用で特徴づけられる。日射量・降水量および森林面積が全国都道府県平均第1位と豊かな自然を誇る反面、台風・集中豪雨等の気象災害の常襲県としても知られる。産業面においては、日本最後の清流と呼ばれる四万十川、また、昨年来よりの坂本龍馬ブームにより、観光での健闘が見られるものの、全体として第一次産業に依存する割合が高い。したがって、県勢が気候・気象条件に大きく左右される宿命にあり、将来的に予測される地球規模の気候変動の影響に対する適応策の立案等は、県勢全体の将来像を描く上でも重要性が増しつつある。

そこで、本研究では、高知県の気候や気象を資源と位置づけ、その資源的価値の現状評価と将来予測を実施するための基礎的検討を行った。まず、他の複数の研究プロジェクト（報告者が代表・分担）とも密接な連携を図り、(1)環境情報収集機能を有する研究ベースキャンプを県内3箇所（農学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センター・南国フィールド・嶺北フィールドを活用）および他の環境情報収集サイトの設営・および維持を実施するとともに、他の観測点も含めて広く環境データの収集を行った。次に、それらの解析データをもとに、(2)地域の気象資源として注目されている気温日較差や霧に焦点を当て、その資源的価値の現状評価と将来予測を行う上での基礎的研究を実施した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

高知大学農学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センターの嶺北フィールドの東団地の林内・樹冠上タワーに気象観測点の設営または一部改修・維持を実施した。気象災害や植生の季節変化の影響によりデータの欠測する期間も短くなかったが、安定的なデータ収集体制についてハード面（測定機器の維持管理等）およびソフト面（人員管理・収集計画・補助設備増強）から検討し、一定のノウハウを蓄積することができた。

次に、フィールドサイエンス教育研究センター

の敷地内においては、従来から行われてきた物部地区・日常気象観測点の更新を図り、収集データを表示・（学内）公開可能なハードウェアシステムを構築し、来年度中頃よりインターネット上での公開を予定している。収集されたデータは、学内関係者に広く提供可能であり、本学の環境情報発信拠点のひとつとして幅広い利用が期待される。

農学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センター内の南国フィールド内においては地域連携を視野に入れた夏撒き小麦栽培の栽培支援のための気象データ観測点を維持した。有効積算温度や日射量など栽培に不可欠な環境情報を長期的に蓄積することができ、高知県内における夏撒き小麦栽培促進のための有用なデータを昨年度に引き続き得た。

さらに、同地において二酸化炭素濃度の精密計測に取り組んだ。二酸化炭素は水蒸気・メタン・亜酸化窒素等とともに代表的な地球温暖化ガスであるが、高知県内における測定はほとんど行われていない。本年度は測定機器の維持管理に終始したが、一部の期間を対象に二酸化炭素濃度の季節変化に関するデータを収集することができた。

大豊町怒田地区（長岡郡）の棚田の気象観測点のデータを解析することにより、中山間地の日較差の季節変化について明らかにすることができた。また、同地区における豪雨イベントを検出し、300mm以上にも及ぶ日雨量が容易に観測される特徴的な気象環境を明らかにすることができた。平成22年10月には、気象観測の概要をニューズレター誌上で報告するとともに、平成23年2月の同地区におけるセミナーでは地域住民向けに話題提供を行った。

四万十町十和川口地区（高岡郡）の四万十川園芸施設観測点では四万十川中流域で発生する放射霧の動態について調べた。霧は茶の生育と密接な関係があり、その気象資源的な性質は県内の茶生産に対して環境面から付加価値を与える可能性がある。まず、視程計を用いて視程の変動パターンを調べ、それは2種類（U字型・V字型）に大別できること、また、特に後者に関しては、夜間気温低下量と視程低下時の平均視程のあいだに負の相関があることが明らかになった。さらに、単層の数値モデルを構築し、U字型の霧につ



いて数値シミュレーションを行った。その結果、視程の変化に関する良好な結果が得られ、モデルの有用性を確認することができた。

日較差は農作物の栽培環境と密接に関係のある代表的な温度指標のひとつである。高温に関しては、イネの場合、登熟期の高温が登熟歩合の低下やタンパク質分の増加をもたらすことが広く知られており、他方、野菜では花粉の発芽阻害が引き起こされることがある。また、低温は果樹などの休眠打破のための「低温要求」と深く関わり、低温環境下は糖蓄積の促進面でも野菜や果樹にとっても不可欠である。また、日較差の低下が花卉の発色不良の原因となる場合があるが、逆にその増加は転流の促進や夜間呼吸量を抑制する点で重要である。以上のようなことから、高温・低温障害を引き起こさない範囲での適度な日較差は気象資源的な価値を有し、農作物にとってより快適な生育環境を提供するがその広域的な分布はあまり知られていない。ここでは、放射温度と正味放射量の近似的な線形関係に着目し、2種類の簡便な数値モデル(1・2)を作成し、高知県を含む四国地域の日較差の分布を推定した。その結果、モデル2により、推定値の絶対値に検討の余地が残るものの、広域的な日較差の分布を推定可能なことが示唆された。

## (2) 問題点等

サブプロジェクト構成員として1年間活動させて頂いた。フィールドワークが主であるため、短期間で十分な成果を上げられなかったことは反省に尽きる。また、プロジェクトの趣旨に沿った研究ができていないか? 全く自信を持たず、また、メンバー間の議論も必ずしも活発でなかったため自身の研究の位置づけを見失った点も懸念される。

## 3. 今後の展望

次年度からは年度初め早々に研究計画会などを開催し、プロジェクトテーマに対するメンバー間での意思統一や情報共有化を図れば、(2)における懸念事項を多少なりとも緩和出来ると考える。また、構成メンバーの報告会を定期的を実施することにより、プロジェクト研究がより推進されることが期待される。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Mori, M., Yoshikoshi, H., Kobayashi, T., Wang, W., and Yasutake, D., 2010: Determination of the aerodynamic roughness length of a bare soil field using Monin-Obukhov similarity

theory. *J. Agr. Meteorol.*, 66, 117-124.

Ablaza, D. J., Ishikawa, K., Mori, M., Shirai, H. and Yasutake, D., 2010: Vernalization effects for seeds of late summer sowing cultivation in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 651-653.

(2) 紀要 なし

(3) 報告書 なし

(4) 学会発表

Mori, M., Yasutake, D., Kobayashi, T., Wang, W., Wu, Y., and Kitano, M., 2010: Surveys of the saline water seeping out from the gully bottom of an irrigated terrace (the loess plateau) in the yellow river basin, China. *Proceedings of the 4th International Symposium on the Asian Environmental Problems*. 145-150.

Mori, M., Yasutake, D., Miyauchi, K., and Kitano, M., 2010: Observations of fog as a climatological factor affecting tea production. *Abstract of the 4th international conference on O-CHA(Tea) culture and Science*. 55.

Mori, M., Yasutake, D., Nishimura, Y., and Kitano, M., 2011: An analysis of the observed diurnal ranges in Shikoku District, Japan. *The proceedings of the International symposium on agricultural meteorology (in press)*.

Yu, X., Yasutake, D., Ishikawa, M., Mori, M. and Kitano, M., 2011: Analysis and experimental control of humidity and windspeed in a greenhouse. *The proceedings of the International symposium on agricultural meteorology (in press)*.

安武大輔, 麓九梨子, 山根信三, 森 牧人, 北野雅治, 2011: スイカ果実の省エネルギー局所温度調節とその効果. *日本農業気象学会 2010 年度全国大会*. (印刷中)

石川真純, 安武大輔, 浅野智樹, 森 牧人, 北野雅治, 2011: 温室内蒸散要求度と葉のガス交換特性との関係解析. *日本農業気象学会 2010 年度全国大会*. (印刷中)

森 牧人, 安武大輔, 三原麻純, 宮内樹代史, 北野雅治, 2011: スイカ果実の省エネルギー局所温度調節とその効果. *日本農業気象学会中国四国支部大会講演要旨*

(5) セミナー等の開催

連続セミナー「植物工場」第2回『四国地域にとって植物工場とは』－施設園芸から植物工場へ－.  
2010年9月3日(金). 高知大学農学部. 主催:  
高知大学農学部, 愛媛大学農学部附属知的植物工場基盤技術研究センター, 日本生物環境工学会  
四国支部

(6) 地域貢献活動

全国生涯学習フォーラム高知大会(まなびびあ高知大会2010) 環境プロジェクト委員会委員

(7) 外部資金

「平成22年度科学研究費補助金」 基盤研究C  
代表 3000千円(直接経費) 900千円(間接経費)

「平成22年度高知大学学長裁量経費」 代表  
4500千円

「共同研究」なし

「受託研究」:「平成22年度文部科学省気候変動  
適応研究推進プログラム 研究テーマ3:気候変動  
適応シミュレーション技術の開発, 流域圏にダ  
ウンスケールした気候変動シナリオと高知県の  
適応策(RECCA-Kochi)」 分担(高知大学分)  
12700千円(直接経費) 1300千円(間接経費)

「奨学寄付金」なし

(8) その他(著書)

森 牧人, 2010: 耕地の微気象(1.2.1節). 改訂七版農業農村工学ハンドブック, 基礎編第5部  
農業・環境(1気象1.2農業気象)(社)農業農村工学会 pp. 369-373.

Yang, D., Otsuki, K., Kobayashi, T., Yasutake,  
D., Cho, H., Kitano, M., Mori, M., Watanabe,  
T., Takeuchi, K., Ishidaira, H. and Yan, c.,  
2010: Water resources and Use (Chapter 3). The  
Yellow River. (Ed. Kusuda, T.) Water and life  
World Scientific.

## 中山間の斜面を活用したつる性果樹の斜立仕立て栽培技術の開発

● 尾形 凡生（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

キウイフルーツやブドウなどのつる性果樹は、従来、平棚を用いて、主構造枝、結果枝とも棚面上に2次元的に配置して栽培することが多かったが、これらは本質的には他の樹木に絡みついて上方に伸長する植物である。構造枝を水平に誘引するとき、先端の成長が鈍化しやすく、そうなることで頂芽優勢が弱まって基部から徒長枝が多発し樹形を乱すことがしばしば起こる。そこで、これらつる性果樹を、斜面地の傾斜を利用して基部よりも先端部を高くする斜立状態にして栽培すれば、種本来の樹姿に近い形に立ち戻ることができるので、構造枝の勢い、生産に適した側枝数、花芽数などに好ましい影響が出るものと考えられる。

本研究では、大豊怒田地区および農学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センターにキウイフルーツを栽植して斜立樹形のモデル園とし、植え付けから成木化するまでの時間、結果枝の発生具合、着花性、果実の生産性、および作業効率などに斜立仕立てがいかなる影響を及ぼすのかを明らかにするとともに、中山間地の地勢的ハンデキャップを逆にメリットとして活用できる技術とするべく、栽培諸条件の最適化に取り組む。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

暖地フィールドサイエンス教育研究センターにはキウイフルーツ‘香緑’10樹を栽植して地上2mまで新梢が伸長した時点で、5樹は水平方向に、残り5樹は地表面から45°に斜立させた20mmφの鉄製パイプに誘引して新梢先端を上方に向けた。斜立樹の成長は水平樹に比べて優勢であった。また、葉数や葉の炭水化物蓄積量も水平樹に勝った。但し、斜立樹の伸長した枝先端部が支柱である鉄製パイプへすみやかに巻き付くことができなかつた場合、枝の伸長速度が著しく低下して枝径も小さくなる現象がしばしば観察され、このような状態に一旦陥ると水平樹よりも伸長が悪くなる傾向が認められた。支柱への取り付けに失敗すると枝の伸長がかえって劣ることが判明したため、確実に蔓の先端が支柱を捉えられるようにする支柱素材の選択や効率的誘引方

法の開発が今後必要となる。

大豊怒田地区においては、棚田跡地を利用した見本園の開園を行い、水田跡地および水田跡地に栽植された杉林の伐採跡地の2箇所に‘香緑’‘ヘイワード’、‘トムリ’の3品種合計13樹を植え付けた。当初、垂直支柱に誘引して主枝先端が地上150cmに達するまで育てたのち、棚田の段差を利用して上方の棚面に竹製支柱を斜立させて渡し、それに新梢を誘引した。当見本園については、今後、上下の棚面に栽植した樹の構造枝を接ぎ木によって連結し、樹冠が斜面を覆うまでの期間を短縮するジョイント仕立てを採用し、3年後に初成り果の収穫、5年度に樹冠を完成させることをめざして、今後も栽培を続け、各種成長データを採取する予定である。

#### (2) 問題点等

構造枝先端が支持物への巻きつきに手間取った場合に急速に伸長活性を失う現象が観察され、樹形の速やかな形成のために解決すべき課題となった。

### 3. 今後の展望

本年度は試験園の開園作業に多くの時間を費やすこととなったが、次年度以降、現在の試験樹を用いて各種成長データの採取を行う。

### 4. 業績リスト

- (1) 学術論文 なし
- (2) 紀要 なし
- (3) 報告書 なし
- (4) 学会発表 なし
- (5) セミナー等の開催

2月20日大豊怒田で開催したサブプロジェクト主催地域交流セミナーにおいて報告。

- (6) 地域貢献活動 同上
- (7) 外部資金 なし

「平成23年度科学研究費補助金」基盤研究Cに本課題を申請中

- (8) その他

## 食品の機能性を解析するための新規定量法の開発

● 八木 年晴 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

本事業は食品の糖尿病合併症予防機能を明らかにするために用いる新規定量法の開発を目的とする。健康で長寿を願う人々が増え、生活習慣病にかからないようにするための方策が求められている。代表的な生活習慣病である糖尿病とその結果惹起する糖尿病合併症は増加の一途にあり、その対策が急務となっている。生活習慣病の発症は長期にわたる生活習慣、特に食生活により強い影響を受ける。よって糖尿病合併症を防ぐ機能を持つ食品を特定し、情報を人々に提供することは重要である。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

糖尿病合併症を予防し、治療する効果のあるピリドキサミンとピリドキサーール 5'-リン酸の食品中の含有量を定量するための方法を開発した。5種類の酵素を用い、これら化合物を特異的に超高感度で定量できる化合物に転換し、HPLCにより検出する方法である。今まで全く報告の無い新規定量法を確立できた。

#### (2) 問題点等

この方法は5種類の酵素を用い、7種類の酵素反応をおこなう必要があるため、操作が煩雑である。そこで、広く利用されるようにするためにはより簡便なやり方を提案する必要がある。一つのやり方はキット化した試薬を供給することである。

### 3. 今後の展望

- 1) 測定キットの開発
- 2) 各種食品の分析
- 3) ヒト由来試料の分析

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Ge F., Yagi, T. (2010) Topology of 4-Pyridoxic acid dehydrogenase in transformed *Escherichia coli* cells. *J. Biochem.* 147, 291-295.

Yoshikane, Y., Tamura, A., Yokochi, N., Ellouze, K., Yamamura, E., Mizunaga, H., Fujimoto, N., (...), Yagi, T. (2010) Engineering *Mesorhizobium loti* pyridoxamine-pyruvate aminotransferase for production of pyridoxamine with l-glutamate as an

amino donor. *J. Mol.Cat.Enz.* 67, 104-110.

Yagi, T., Murayama, R., Do, H.T.V., Ide, Y., Mugo, A.M., Yoshikane, Y. (2010) Development of simultaneous enzymatic assay method for all six individual vitamin B6 forms and pyridoxine- $\beta$ -glucoside. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 56, 157-163.

Chu, H.N., Kobayashi, J., Yoshikane, Y., Mikami, B., Yagi, T. (2010) Crystallization and preliminary X-ray analysis of SDR-type pyridoxal dehydrogenase from *Mesorhizobium loti*. *Aca. Cryst. Sec. F* 66, 718-720.

Hayashi, H., Tanase, S., Yagi, T. (2010) Esmond E. Snell - The pathfinder of B vitamins and cofactors. *J. Biochem.* 147, 451-457.

#### (2) 紀要

#### (3) 報告書

#### (4) 学会発表

Toshiharu Yagi The first international vitamin conference (Copenhagen) 2010年5月19-21日 Session 3, Abstract 17.

Huong Do Thi Viet, Youhei Ide, Ryutaro Murayama, Andrew Njagi Mugo, Toshiharu Yagi. All-enzymatic HPLC method for determination of individual and total contents of vitamin B6 in foods 日本ビタミン学会第62回大会(岩手県民情報交流センター)2010年6月11日-12日 1-III-8.

Contents of six natural vitamin B6 and pyridoxine- $\beta$ -glucoside in some foods determined by all-enzymatic HPLC method. .

小林 淳、吉金 優、馬場 清喜、三上 文三、八木 年晴 日本生化学会第83回大会(神戸ポートアイランド)2010年12月7日-10日 1P-0071

Huy Nhat Chu, Jun Kobayashi, Yu Yoshikane, Toshiharu Yagi, Bunzo Mikami ビタミン B6 分解酵素 4-pyridoxolactonase の X 線結晶構造解析 1P-0072. Crystal Structure of SDR-type pyridoxal 4-dehydrogenase from *Mesorhizobium loti*.

#### (5) セミナー等の開催

#### (6) 地域貢献活動

土佐FBC講師・企画運営委員・事業推進専門委員会委員・教育推進専門委員会委員

(7)外部資金

「平成 22 年度科学研究費補助金」基盤研究 B 代表 2100 千円(直接経費)630 千円(間接経費)

「共同研究」

「受託研究」

「奨学寄付金」1 件 145 千円

(8)その他

化学工業日報記事 2010 年 2 月 22 日

## 省エネルギー型菌床シイタケ生産に関する研究

● 大谷慶人（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

通常、シイタケ菌は冷涼な気候を好み30℃を超えると死滅してしまうものが多い。しかし、高知県の平野部では夏場30℃以上の高温となり、この気候条件でも生長可能な耐熱菌が必要とされている。そこで、高知県、特に南国市の平野部でも空調なしのハウス栽培の可能な耐熱性で高品質の菌床シイタケ菌を開発することを目的とした。更に、菌床シイタケは原木シイタケに比べ、糖分含有量が少なく、本来の風味に欠け、品質の面で劣るとされている。そこで、子実体の糖類の含有量を高める栽培法の検討も行った。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本年度は、既に当研究室において開発済みの耐熱性シイタケ菌の一種を南国市の栽培農家に委託して、その実証試験をおこなっている。2010年7月に広葉樹鋸屑菌床にシイタケ菌を接種して、高知県森林技術センターにおいて培養を続けた。



図1 菌床によるシイタケ菌の培養

2010年12月に袋吊りを行い、栽培農家において発生試験を始めた。2011年1月中旬に発生が始まり、現在子実体発生が続いている状況である。市販品種である北研600号（サンマッシュ）などとの比較試験を継続中である。

上記実証試験とは別に、当研究室においてはシイタケ子実体の含有糖分に着目して、シイタケの食味、風味、保存性に影響を与える糖類（トレハ

ロース、マンニトール、アラビトールなど）の含量を測定した。そこで、栽培条件によりこの点を改良できるかを検討した。



図2 吊下げ菌床によるシイタケ発生

図3は菌床培地にトレハロース、グルコース、アラビトール、アラビノース、マンニトールの各1%水溶液を添加した時の、子実体中のトレハロース含有量を示している。水のみを添加したものを比較対象とした。トレハロース以外の糖類の含有量も測定したが、水分添加を抑えた乾燥状態のもの、および培地への糖類の添加により、シイタケ中の糖類含量が大きく向上することがわかった。ただし、加えた糖と同じ糖が増加することはなく、添加する糖の種類により特徴的な糖組成変化が見られた。いずれの糖を加えても、子実体の増収が見られた。今後、更に詳細にこれらの現象を調べる予定である。

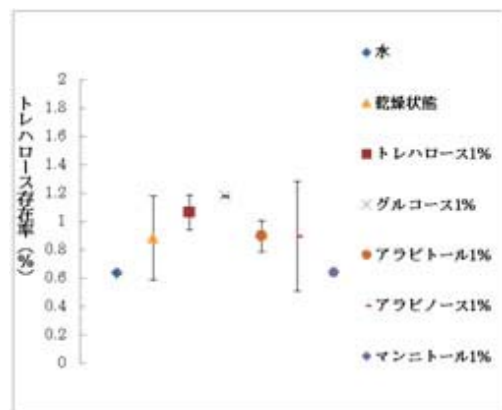


図3 培地への糖類添加による子実体中の糖含量(トレハロース)の変化



## (2) 問題点等

現在、菌床センターなどで用いられている大型の設備を有していないために、スケールアップした実証試験において多くの困難を伴う。通常、数百個の菌床を用いて実証試験を行うが、それだけの数の菌床を準備するには、原料とする広葉樹木粉の準備、袋詰め作業、高温高压滅菌装置、種菌の接種作業など、大型装置の準備、作業労働力の確保などが必要となる。実際、本格生産となれば、数千～数万個の菌床を作製しなければならず、設備面の充実は今後の課題である。

子実体については、従来、発生時期の早期化、収量の増大、形質の均質化などを基準に菌の選別が行われてきたが、化学的な根拠に基づく高品質化の研究はほとんど行われていない。今回、その研究を始めたばかりであり、どの様な研究が今後必要となるかは課題である。

## 3. 今後の展望

シイタケ生産には原木生産と菌床生産の2法があるが、シイタケ生産に関わる国内の状況は、菌床による生産が既に70%以上を占めている。しかし、原木生産に比べて、菌床シイタケ生産はまだまだ十分に確立されているとは言い難く、種々の問題点がある。特に、森林資源に富む高知県で普及拡大させるには幾つかの点を解決しなければならない。現在、菌糸の段階ではある程度の解決を見ており、実証試験を開始したところである。最終的には、小規模の粗放生産で地産地消を目指している。更に、どのような形で高品質化につなげて、ブランド化できるかが今後重要となる。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Y. Ohtani, P. Siramon, R. Pujiarti, H. Ichiura, Transactions of the Materials Research Society of Japan, 34, 4, 715-718 (2010)

H. Ichiura, Y. Kaneda, Y. Ohtani, Journal of Material Science 45:1343-1349, 2010

### (2) 紀要 なし

### (3) 報告書 1件 (JST シーズ発表)

### (4) 学会発表 6件

### (5) セミナー等の開催 1件 (日本木材学会 中国四国支部大会)

### (6) 地域貢献活動 シイタケ生産指導

### (7) 外部資金

「平成22年度科学研究費補助金」 基盤研究 C  
代表 大谷慶人 500千円 (直接経費) 150千円 (間接経費)

「共同研究」 なし

「受託研究」 44,344千円 (分担)

「奨学寄付金」 なし

## (8) その他

## 土佐湾沿岸域における熱帯・亜熱帯性魚毒による食中毒発生リスク評価に関する研究

● 足立 真佐雄（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

本研究は、土佐湾沿岸域における、熱帯・亜熱帯性魚毒による食中毒の発生リスクの評価を行うことを目的とする。具体的には、シガテラとパリトキシン様中毒の発生リスクの評価に焦点を絞る。これらの食中毒は、地球温暖化の進行とともに、日本沿岸域における発生リスクの増大が懸念されており、サンゴの生息域の拡大など海水温上昇の最前線に位置している土佐湾沿岸域は、そのモデル海域として重要と考えられる。これらの中毒は、底生性微細藻類 *Gambierdiscus* 属および同 *Ostreopsis* 属により引き起こされる可能性が指摘されていることから、本研究では、①まず土佐湾沿岸域から、これらの微細藻類を多数分離して、その分類学的性状について検討する。②次に、これらの発生条件を解明することを目指して、培養試験により増殖至適条件を解明する。③さらに、これらの発生時の現場環境条件について検討する。その結果を基にして、④これらの微細藻類の特異的検出・定量法を開発する。最後に、⑤有毒藻や魚に含まれる主たる原因毒の同定・定量法を開発する。これらにより、これらの中毒発生に関わるリスク評価法を確立した上で、土佐湾沿岸域におけるこれらの中毒発生リスクに関して総合的に評価することを目指す。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本年度は、パリトキシン様中毒の原因藻である可能性が指摘されている *Ostreopsis* 属について注目し、土佐湾沿岸域をはじめとする、本邦沿岸域 16 地点より海藻試料を採取し、これより *Ostreopsis* 属の細胞を 1 細胞ずつ単離・培養することにより、およそ 50 株の分離株を確立した。これらの株を用い、28S rDNA の D8/D10 領域の配列情報に基づき NJ 法により分子系統樹を作成した。その結果、本邦沿岸海域には、系統学的に異なる 5 つのクレード (A~E) に属する *Ostreopsis* が分布していることが、初めて明らかとなった。このうち、クレード A は、呼吸系疾患の原因藻と考えられている地中海産 *O. cf. ovata* と極めて近縁であり、形態学的にもほぼ同様であることから、これらは同一種であることが示唆された。ク

レード B は、遺伝的にクレード A とは明瞭に区別されうる新奇種と考えられた。また、クレード C, D および E については、Penna et al. (2010) により報告された *O. lenticularis* に近縁であった。本属藻類は、北海道から沖縄まで本邦沿岸域全域にわたり広く分布しており、南西諸島を除く地域では、クレード A およびクレード B、なかでも後者が優占種であることが示唆された。また、亜熱帯海域である南西諸島については、本属藻類の集団組成は本州沿岸域のそれよりも複雑であることが示唆された。これらのクレードのなかで、クレード A, B と D については、共同研究者らにより、Ovatoin-a2 をはじめとするパリトキシン類縁化合物を保有する有毒株が見出されており、これらが食物連鎖を通して魚類を毒化させ、パリトキシン様中毒を引き起こしている可能性が考えられた。

#### (2) 問題点等 特になし

### 3. 今後の展望

本年度得られた結果により、土佐湾をはじめとする本邦沿岸域にはパリトキシン様中毒の原因藻と考えられる *Ostreopsis* 属藻類が広く分布することが判明したため、今後は本研究により得られた DNA 配列情報に基づき、これらの有毒藻を特異的かつ定量的に検出する手法を確立することが重要と考えられる。さらに、世界最大の食中毒ともいわれるシガテラの原因藻である *Gambierdiscus* 属についても、土佐湾をはじめとする歩道法沿岸域における存在状況ならびにその分子系統を解析することが重要と考えられる。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Arisa Miyagawa-Yamaguchi, Takuma Okami, Nozomu Kira, Haruo Yamaguchi, Kouhei Ohnishi and Masao Adachi (2011) Stable nuclear transformation of the diatom *Chaetoceros* sp. *Phycological Research* (doi: 10.1111/j.1440-1835.2011.00607.x)

山口晴生, 足立真佐雄 (2010) 海洋真核植物プランクトンによる有機態リンの利用. 日本プラン



クトン学会報 57(1) 1-12.

(2) 紀要

(3) 報告書

平成 22 年度 食品健康影響評価技術研究  
研究成果報告書 (食品安全委員会)

平成 22 年度 海洋生物毒安全対策事業結果  
の概要 (農林水産省・消費安全局)

(4) 学会発表

上原啓太・佐藤晋也・西村朋宏・坂成浩嗣・Wittaya  
Tawong・山口晴生・足立真佐雄. 本邦産有毒渦鞭  
毛藻 *Ostreopsis* 属に関する研究-I. 本属藻  
の分子系統ならびに分布. 平成 23 年度日本水  
産学会春季大会, 東京海洋大 (3 月 27 日~31  
日・平成 23 年)

山口晴生・吉松孝倫・谷本祐子・佐藤晋也・西村朋  
宏・上原啓太・足立真佐雄. 本邦産有毒渦鞭毛藻  
*Ostreopsis* 属に関する研究-II. 本属藻の培養  
法ならびに増殖生理. 平成 23 年度日本水産学  
会春季大会, 東京海洋大 (3 月 27 日~31 日・平  
成 23 年)

吉松孝倫・山口晴生・谷本祐子・佐藤晋也・西村朋  
宏・上原啓太・足立真佐雄. 本邦産有毒渦鞭毛藻  
*Ostreopsis* 属に関する研究-III. *Ostreopsis* cf.  
*ovata* の増殖に及ぼす水温と塩分の影響. 平成  
23 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大 (3  
月 27 日~31 日・平成 23 年)

谷本祐子・吉松孝倫・山口晴生・佐藤晋也・西村朋  
宏・上原啓太・足立真佐雄. 本邦産有毒渦鞭毛藻  
*Ostreopsis* 属に関する研究-IV. 新奇クレード  
の増殖に及ぼす水温と塩分の影響. 平成 23 年  
度日本水産学会春季大会, 東京海洋大 (3 月 27  
日~31 日・平成 23 年)

針金谷尚人・谷本祐子・西村朋宏・上原啓太・坂成  
浩嗣・吉松孝倫・佐藤晋也・山口晴生・足立真佐雄.  
本邦産有毒渦鞭毛藻 *Ostreopsis* 属に関する研  
究-V. 本藻の rDNA コピー数の同定. 平成 23  
年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大 (3 月  
27 日~31 日・平成 23 年)

針金谷尚人・谷本祐子・西村朋宏・上原啓太・坂成  
浩嗣・吉松孝倫・佐藤晋也・山口晴生・足立真佐雄.  
本邦産有毒渦鞭毛藻 *Ostreopsis* 属に関する研  
究-VI. 定量 PCR を用いた検出・定量法の開発.  
平成 23 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋  
大 (3 月 27 日~31 日・平成 23 年)

西村朋宏・佐藤晋也・上原啓太・坂成浩嗣・Wittaya  
Tawong・山口晴生・足立真佐雄. 本邦産新奇  
*Gambierdiscus* sp. type5 株の性状について. 平  
成 23 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大  
(3 月 27 日~31 日・平成 23 年)

鈴木敏之・渡邊龍一・内田 肇・菊次沙織・石原賢  
司・松嶋良次・内田直行(中央水研)・足立真佐雄  
(高知大農): 国内産付着性渦鞭毛藻 *Ostreopsis*  
属のパリトキシン類縁体の LC-MS/MS 分析による  
毒組成の解明. 平成 23 年度日本水産学会春季  
大会, 東京海洋大(平成 23 年 3 月)

山口晴生・有坂大志・大塚直樹・吉松孝倫・足立真  
佐雄. 沿岸海域におけるリン酸ジエステル分解  
酵素活性の分布と変動. 2010 年日本プランクト  
ン学会・日本ベントス学会合同大会, 演題番号  
201, 東京大学大気海洋研究所 (10 月 8 日)

西村朋宏・佐藤晋也・上原啓太・坂成浩嗣・山口晴  
生・足立真佐雄. 本邦産 *Gambierdiscus* sp.  
type1 株の形態学的特徴について. 平成 22 年度  
日本水産学会秋季大会, 演題番号 546, 京都大  
学総合人間学部 (9 月 22 日~25 日・平成 22 年)

山口晴生・大塚直樹・有坂大志・外丸裕司・足立真  
佐雄. 海産珪藻のリン酸ジエステル利用能. 平  
成 22 年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 530,  
京都大学総合人間学部 (9 月 22 日~25 日・平成  
22 年)

岡見卓馬・山口亜里沙・外丸裕司・長崎慶三・山口  
晴生・足立真佐雄. 藻類ウイルス由来プロモー  
ターを用いた海産珪藻の形質転換系の開発. 平  
成 22 年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 541,  
京都大学総合人間学部 (9 月 22 日~25 日・平成  
22 年)

Tomohiro Nishimura, Shinya Sato, Keita Uehara,  
Hiroshi Sakanari, Haruo Yamaguchi, Masao  
Adachi. Phylogeny And Distribution Of  
*Gambierdiscus* spp. In Coastal Areas Of Japan.  
The 14th International Conference on Harmful  
Algae, Poster Presentation, CRETA MARIS  
HOTEL, HERONISSOS-CRETE, GREECE (1-5  
November, 2010)

Shinya Sato, Tomohiro Nishimura, Keita Uehara,  
Haruo Yamaguchi, Kirsty Smith, Masao Adachi.  
Phylogeography of *Ostreopsis* revealed a  
novel clade from Japanese coast. The 14th  
International Conference on Harmful Algae,  
Poster Presentation, CRETA MARIS HOTEL,  
HERONISSOS-CRETE, GREECE (1-5 November,  
2010)

Haruo Yamaguchi, Hiroshi Arisaka, Takamichi  
Yoshimatsu, Naoki Otsuka, Masao Adachi.  
Variation of the phosphatase activities in  
field populations of harmful algae in the  
coastal environment, Japan. The 14th  
International Conference on Harmful Algae,  
Poster Presentation, CRETA MARIS HOTEL,  
HERONISSOS-CRETE, GREECE (1-5 November,

2010)

足立真佐雄. 本邦産藻類付着性渦鞭毛藻  
Ostreopsis 属と Gambierdiscus 属の系統と分布.  
微細藻類の生理活性物質、遺伝子解析、関連生  
物現象に関するミニシンポジウム, 沖縄健康バ  
イオセンター, (12月13日・平成22年)

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「受託研究」

「平成22年度食品健康影響評価技術研究(食  
品安全委員会)」代表 1800万円(間接経費込  
み)

「平成22~23年度戦略的次世代バイオマスエ  
ネルギー利用技術開発事業(次世代技術開発)」  
代表 3000万円(間接経費込み)

「平成22年度海洋生物毒安全対策事業(農林  
水産省)」代表 380万円(間接経費込み)

(8) その他

「国際特許出願」

発明の名称: 藻類を形質転換するために用い  
られる新規プロモーター

出願番号: PCT/JP2011/52924

出願日: 平成23年2月10日

発明者: 足立真佐雄、長崎慶三、外丸祐司

## 魚病対策に関する研究

● 川合 研児 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

水産増養殖業の振興において大きな障害となっているものの一つに魚病問題がある。とくに、感染症は種苗生産から性魚の出荷に至るすべての時期に発生し、漁業経済に大きな被害を与えるとともに、安心・安全な食料供給の点で大きな課題となっている。また、天然水域においても、冷水病やコイヘルペスウイルス病などで知られているように、感染力の強い病気が発生すると、漁業経済的な面だけでなく水産資源の維持の側面からも、無視できない影響を与えられている。本研究は、このような魚の感染症を根本から理解してその感染機構を解明するとともに、有効な防御技術を発展させることを目的とする。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本年度は、下記3点について重点的に研究を行った。(1)魚病の対策技術の発展に欠かせない実験感染法について、ヒラメの滑走細菌症に関し浸漬法による感染法を確立した。また、ヒラメ滑走細菌症はヒラメの体表粘液による生体防御能と感染との関わりがあると思われることから、ヒラメの体表各部の粘液細胞の分布・粘液による魚病細菌に対する活性阻害性を明らかにした。(2)養殖マダイの重要なウイルス病であるマダイイリドウイルスに対する防御技術として、本ウイルスの主要な抗原に対応する遺伝子産物が、ワクチンとして有効に用いることが出来ることを明らかにした。(3)ブリ類結節症について、感染病理の新事実として鰓からの感染の重要性を明らかにし、原因細菌の魚体表付着や海水中の生存性と毒性、さらに試作ワクチンの有効性を明らかにした。

#### (2) 問題点等 特になし

### 3. 今後の展望

本年度研究を進めたヒラメ滑走細菌症、マダイイリドウイルス病およびブリ類結節症については、さらに対策技術と各病原体の基礎的研究を進める。また、上記以外の魚病として、ブリノカルディア症、アユ冷水病などについての防御技術開発を進める。また、魚病の感染には魚の側から病

気感受性に関わるストレス応答についても、基礎的研究を行う。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Yamamoto, T., Kawai, K. and Oshima, S. 2010. Evaluation of an experimental immersion infection method with *Tenacibaculum maritimum* in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Science*, 58, 481-489.

Shimmoto, H., Kawai, K., Ikawa, T. and Oshima, S. 2010. Protection of red sea bream *Pagrus major* against red sea bream iridovirus infection by vaccination with a recombinant viral protein. *Microbiology and Immunology*, 54, 135-142.

Yamamoto, T., Kawai, K. and Oshima, S. 2011. Distribution of mucus cells on the body surface of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Journal of Fish Biology*, 78, 848-859.

#### (2) 紀要 なし

#### (3) 報告書 なし

#### (4) 学会発表

永野一郎・大嶋俊一郎・川合研児. ブリ類の類結節症に関する研究Ⅰ. 初期病変. 平成22年度日本魚病学会秋季大会、三重大学生物資源学部 (2010年9月21日~22日)

永野一郎・大嶋俊一郎・川合研児. ブリ類の類結節症に関する研究Ⅱ. 原因菌の付着と侵入経路の分析. 平成22年度日本魚病学会秋季大会、三重大学生物資源学部 (2010年9月21日~22日)

永野一郎・井上靖子・大嶋俊一郎・川合研児. ブリ類の類結節症に関する研究Ⅲ. 原因菌の海水中ででの生存性と毒性. 平成22年度日本魚病学会秋季大会、三重大学生物資源学部 (2010年9月21日~22日)

永野一郎・大嶋俊一郎・川合研児. ブリ類の類結節症に関する研究Ⅳ. 浸漬感染法によるワクチン効果の分析. 平成22年度日本魚病学会秋季大会、三重大学生物資源学部 (2010年9月21日~22日)

#### (5) セミナー等の開催 なし

#### (6) 地域貢献活動

高知県内水面魚類防疫推進会議会長として、委員会活動を行った。

(7) 外部資金

「受託研究」 「養殖魚類の病勢鑑定とその対策の検討」代表 500,000 円 (直接経費 384,616 円)

(8) その他 なし