

自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「バイオマス～TOSA : Tosa-Oriented Sustainable Agriculture の
構築に向けたバイオマス利活用プロジェクト」

バイオマス～TOSA : Tosa-Oriented Sustainable Agriculture の

構築に向けたバイオマス利活用プロジェクト

概要：

高知県では、温暖でありかつ日照時間の長さも全国有数である気象条件の下で、これまでにトマト・ナスなどの野菜やコメ等の農産物や、木質バイオマスなどの林産物、さらにはブリやタイなどの水産物が生産されてきた。しかし、昨今の地球温暖化の進行と共に、温帯域である高知県内でも近い将来気候が亜熱帯化することが予想されており、これによる農林水産バイオマスの生産に対する悪影響が懸念されている。このような状況のもとで本プロジェクトは、土佐発の持続的な農林水産業(Tosa-oriented sustainable Agriculture: TOSA)の確立に向けて、温暖化の最前線にも位置する高知の地において、温暖化の進行や気象変動の激化にも対応した、未来指向型農林水産バイオマスの持続的生産技術やその加工・流通技術を開発し、得られた成果を国内のみならず海外にも発信することを目指す。

本プロジェクトは、上記した TOSA の構築を目指して、プロジェクト内に、農産物生産G、林産物生産G、水産物生産G、加工・流通 G さらにこれらのバイオマス生産を支える生産環境保全 G の5つの研究グループを立て、これらが相互に連携しながら、バイオマスの生産および加工・流通法の開発に取り組む。

メンバー：

農産物 G：西村、宮崎、手林

林産物 G：鈴木、大谷

水産物 G：今城、森岡

加工・流通 G：手林、河野

生産環境保全 G：森、佐藤^素、足立

各グループの構成と研究の概要

●農産物 G：西村、宮崎、宮内

・「持続的、安定的な施設野菜生産技術の開発」(西村)

気候変動並びに異常気象に対しても持続かつ安定的な施設野菜の生産を行うため、高機能農業用フィルムなどの農業資材を活用した環境制御ならびに栽培管理技術を開発する。

- ・「イネにおける環境ストレス耐性メカニズムの解明と適応・回避技術の開発」(宮崎)

近年、温暖化・気象変動を背景として、イネの収量性および玄米品質の低下が顕在化している。本研究ではイネの収量性および玄米品質の向上を目的に、高温ストレスや水ストレス下での耐性メカニズムの解明と適応・回避技術の開発に取り組む。

- ・「次世代施設園芸におけるバイオマス資源の生産・利用」(宮内)

高知県内では、気候変動に対応した”こうち型新施設園芸システム”の普及・拡大が進められている。その中心となる”四万十町の次世代施設園芸高知拠点”では大規模なトマト生産が開始される。本研究では、複合環境制御や木質バイオマス利用を中心とした技術の適用により、大規模施設における生産の効率化、省エネルギー化について検討する。

●林産物 G : 鈴木、大谷

- ・「高知の立地条件に対応した効率的かつ持続可能な森林資源の収穫利用」(鈴木)

急峻な地形だが高い人工林率と温暖多雨という良好な生育条件を有する土佐の森林資源を、地形を克服する先進的伐出技術と木質バイオマス利用も考慮した効率的かつ持続可能な収穫利用方法を研究・開発することにより、未来志向型の森林産業の確立を目指す。

- ・「伝統的和紙原料であるコウゾの品質に関する研究」(大谷)

伝統的和紙の品質は原料となるコウゾの品質に大きく影響を受ける。栽培地の環境によってコウゾ自体の性質や和紙の品質がどのように変化するかを成分の違いや繊維性状の分析などで明らかにする。

●水産物 G : 今城、森岡

- ・「高知県須崎市野見湾における海産白点病の発生予測に関する研究」(今城)

野見湾では、秋季に限られていた海産白点病の被害が温暖化の影響で長期化する傾向にあり、それに伴う経済損失が大きくなっている。そこで、原因虫 *Cryptocaryon irritans* を海水中から遺伝子レベルで検出して本疾病の発生を予測し、養殖生簀を危険漁場から事前に避難できる体制構築に資する研究を行う。

- ・「土佐湾で漁獲・養殖される水産物の品質評価並びに有効利用に関する研究」(森岡)

土佐湾で漁獲もしくは養殖されている水産物の品質を評価すると共に、その付加価値を向上する方法を研究する。

●加工・流通 G : 手林、河野

- ・「植物を資源化するためのエリシターに関する研究：TCA 回路の制御技術の構築」(手林)

高知特産作物にエリシター処理を行うことで植物代謝経路を制御しアミノ酸や有機酸の生産技術を構築する手法を解明する。

- ・「光センシングによる加工食品の品質および安全性の評価・判定技術に関する研究」(河野)

未来志向型農林水産バイオマスの加工・流通過程での品質と安全性を確保するため、光センシングを利用した農林水産物の高度品質判定技術や混入異物の非破壊検査技術などを開発する。

●生産環境保全G：森、佐藤泰、足立

・「高知県における極端現象の実態把握と機構解明に関する基礎研究」（森）

高知県では、地球温暖化の進行に伴い、極端現象と呼ばれるこれまでに経験のない集中豪雨・台風・竜巻・早魃等の多発が危惧されている。本研究では、対流圏規模の水蒸気量（可降水量）に注目し、その時空間的変動特性の解析を通じて、極端現象の実態把握と機構解明に関する基礎的研究を実施する。

・「劣化した土壌の修復および持続性のある農地環境保全のための技術の構築」（佐藤泰）

農業の基盤となる農地（土壌）は、利用とともに劣化していくため、劣化速度の低減、劣化農地の修復・農地の保全についての研究・技術の発展が求められている。そこで、農地の土壌構造に着目し、劣化の原因を検討し解明することで、土壌構造の修復技術・持続性のある農地の整備の技術の構築について研究する。

・「熱帯・亜熱帯性魚毒の原因となる微生物の発生状況並びに発生条件の解明」（足立）

南日本沿岸域では、地球温暖化の進行と共に、熱帯・亜熱帯性の魚毒による食中毒の多発が懸念されている。そこで、本研究では、これらの食中毒の原因となる毒を生産する微生物に焦点を当て、それらの発生状況や発生条件を検討することにより、これらの中毒発生機構解明の基礎を構築する。

バイオマス～TOSA 平成 28 年度成果の概要

- ◆高温期のパプリカ栽培での赤外線反射フィルムの利用は、寒冷紗よりも植物生育、収量と Ca 吸収量を向上させた(西村)。
- ◆水稲玄米において外観品質の低下要因である白未熟粒では、胚乳中心点から腹側輪郭までの胚乳細胞の数が減少し、胚乳中心点にずれが生じていることが示された(宮崎)。
- ◆GHP 環境制御、石垣蓄熱ハウス、ソーラーシェアリングの環境解析を行い、生産性向上とコスト削減を達成した(宮内)。
- ◆架線技術に関し、大規模架線では木質バイオマス利用の収支を、中小規模架線では索張り方式別に搬器係留機構の有効性を検証した(鈴木)。
- ◆産地の異なるコウゾを化学組成や繊維分析、紙質試験等で相互の品質を評価し、和紙に適する因子を比較検討した(大谷)。
- ◆野見湾内のガラク漁場で局所的に *Cryptocaryon irritans* が増加することが明らかになり、その感染源に中国産カンパチ種苗が疑われた(今城)。
- ◆ウツボ可食部の一般成分、脂質の脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量及び組織内の脂質の局在性を明らかにした(森岡)。
- ◆イネの根において有用産物を生産するためのエリシターの探索を行い、アブシシン酸の処理によりトリプトファン生合成経路が活性化させることを見出した(手林)。
- ◆異物サンプル(非生物系、生物系)と、混入対象食品 3 種(コロケ、ハンバーグ、乾麺)の近赤外スペクトルをした。各サンプルを特定する固有の波数候補を PCA 法により抽出したのち、SIMCA 法および NN(ニューラル・ネットワーク)法を併用して異物を検出するモデルを構築した(河野)。
- ◆対流圏スケールの水蒸気情報(GPS 可降水量)を用いて、高知市における大雨予測指標の作成とそれによる予測可能性について調べた(森)。
- ◆消石灰、廃石膏などを混入させることで、間隙の量・質が変化をすることを利用し、畦畔や法面の保全農地保全への寄与が求められることを示した。(佐藤_素)
- ◆本邦沿岸の水深 30m の沿岸域には、表層よりもより多くのシガテラ原因藻が発生しており、両者の種組成は大きく異なることが明らかとなった(足立)。

1 総括表

1-1 組織

氏名		部門
代表	足立 真佐雄	
分担	西村 安代	
	宮崎 彰	
	宮内 樹代史	
	鈴木 保志	
	大谷 慶人	
	今城 雅之	
	森岡 克司	
	手林 慎一	
	河野 俊夫	
	森 牧人	
	佐藤 泰一郎	

1-2 研究経費

総額 36,431 千円（うち年度計画実施経費 467 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	23		
	著書	0		
	紀要	0		
	報告書	2		
	学会発表	53		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	9		
地域貢献		8		
外部資金			科研費	15,000
			共同研究	2,892
			受託研究	14,062
			奨学寄付金	1,613
			その他	2,864
			合計	36,431
特許等		2 件		
その他特記事項		2 件		

赤外線反射フィルム展張下における高温期のパプリカ栽培

● 西村 安代 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

ハウスの周年利用や栽培期の前進に伴い、夏季昇温抑制対策が必須となっている。また、春～初夏、もしくは初秋においても夏日になることもあり、夏季以外でもその対策が喫緊の課題である。一般的な高温対策としては、寒冷紗などを用いた遮光があるが、同時に光合成に必要な光の透過量も減少させてしまうため、減収や品質低下が懸念される。そのため、なるべく光合成有効放射域の光透過量を減らさず、対策をとることが望まれる。そこで、近年注目されている赤外線カットフィルムの利用が有効であると考えられる。赤外線は物質に熱を与える光であり、光合成に関係がないとされている。そのため、赤外線がハウス内に透過する量を減らすことで、ハウス内の温度上昇を抑制する効果が期待される。しかし、植物栽培や栽培環境への影響についての報告は少ない。今までに高温期においてキュウリ、スイカ、低温期ではイチゴ、ハクサイについて栽培試験を行った。本実験では、近年日本において栽培面積が増え、次世代農業施設でも栽培されているパプリカを供試し、赤外線反射フィルム下と、寒冷紗下における生育、収量、品質とハウス内環境について比較検討した。

2. 研究結果

(1) 成果

パプリカ‘スペシャル’ (赤)、『フェアウェイ’ (黄)、『プレジデント’ (橙)を供試し、赤外線反射フィルムを展張したハウス (IRC 区) と自然光型フィルムに 30%遮光する寒冷紗を被せたハウス (Cont. 区) 内で栽培試験を行った結果、試験期間中のハウス内気温において差異は認められなかったが、日射量は IRC 区で低く、また湿度は IRC 区で有意に高くなった。さらに 8 月下旬から 9 月上旬における地温は IRC で低く、有意差が認められた。葉の SPAD 値、茎径は IRC 区が有意に高く、栽培終了時の茎長は IRC 区が有意に高かった。総収量は、全品種において IRC 区で有意に高く、果実数は、黄、橙において IRC 区が有意に高かった。しかし、50g 以下の小果や障害果、奇形果を除いた可販

果実の収量、果実数は、『フェアウェイ’のみ IRC 区が有意に高かった。障害果として最も多かった日焼け果の発生率は、全品種において有意差はなかったが、ひび割れ果の発生率は‘スペシャル’、『プレジデント’の 2 品種では Cont. 区が有意に高かった。果実品質としては、糖度、アスコルビン酸ともに全品種で有意差はなかった。無機成分について、全品種で IRC 区が果実内の Ca、Zn 含有率が有意に高かった。以上のことより、赤外線反射フィルムを利用することで、寒冷紗よりも、植物の生育が良好となり、収量と Ca 吸収量はやや高まる傾向にあった。

(2) 問題点等

赤外線反射フィルムの利用により地温や植物体温の上昇抑制効果が認められたが、気温の上昇抑制効果は検証されなかった。換気のため再度を開放していたためその効果が発揮されなかったと思われるが、昇温抑制には強制換気などほかの高温対策の併用が望まれる。

3. 今後の展望

赤外線カットフィルムは低温期は地温や植物体温を下げることや暖房費がかかることが報告されており、外張りフィルムの利用よりはカーテン材での利用が適していると示唆されたため、カーテン材としての効果の調査が必要である。また、周年的に暖かな地域においては外張り資材としての利用の可能性は高い。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. Effect of Nitrogen Application on Active Oxygen Species, Senescence, Photosynthesis, and Growth in Cucumber ‘Jinchun No. 5’ Seedlings, Jincai LI, Yasuyo NISHIMURA, Xiheng ZHAO and Yasufumi FUKUMOTO, Japan Agricultural Research Quarterly, 50 (3), 285-292, 2016.
2. 機能性農業用フィルム, 西村安代, 機能材料, 36 (4), 3-13, 2016.

(2) 紀要 なし

(3) 報告書
なし

(4) 学会発表

1. 温度感応型散乱光フィルムを用いたトマト栽培, 西村安代, 岡添敏子, 田植ちはる, 森牧人, 2016 年度農業施設学会大会研究講演要旨, 123-124, 2016.
2. 「複合発酵循環システム」を用いたトマトの養液栽培, 西村安代・阿野秀朔・吉良瑞穂・福元康文, 農業生産技術管理学会, 第 23 巻別冊 1, 14-15, 2016.
3. 低温期のピーマン栽培におけるトレハロースの効果, 西村安代・田植ちはる・岡添敏子・有賀広志・森牧人, 園芸学研究, 第 16 巻 別冊 1, 2016

(5) セミナー等の開催

1. 「農業用光学フィルムの種類と物性評価、栽培試験例」(株)AndTech、2016 年 6 月 24 日
2. 「機能性農業用外張り被覆資材の機能と効果」近畿中国四国農業試験研究推進会議農業環境工学推進部会問題別研究会、2016 年 12 月 1 日
3. 「安定した農業生産を実現するための農業用光学フィルムの基礎知識と栽培試験例」PIDC (台湾プラスチック公的研究機関)、2016 年 12 月 12・13 日

(6) 地域貢献活動

1. 平成 28 年度高知県普及活動外部評価委員
2. 高知県園芸品展示品評会審査員
3. 全国農業協同組合連合会福島県本部の園芸資材担当者研修会

(7) 外部資金

「平成 28 年度科学研究費補助金」

1. 基盤研究 C、代表、550 千円 (直接経費) 180 千円 (間接経費)
 2. 基盤研究 C、分担、150 千円 (直接経費)
- 「共同研究」
1. 「エチレンービニルアルコール共重合体系材料開発」、代表、909 千円 (直接経費) 91 千円 (間接経費)
 2. 「グリーンハウス用フィルムの開発」代表、883 千円 (直接経費)、88 千円 (間接経費)
- 「受託研究」
1. 「水素分子が植物生育に与える影響」代表、300 千円 (直接経費)、90 千円 (間接経費)
 2. 「農業用マルチフィルムの評価」600 千円 (直接経費)、138 千円 (間接経費)
 3. 「農業用フィルムの評価」250 千円 (直接経費)、75 千円 (間接経費)

4. 「腐植酸資材を用いた佐賀県産黒大豆「佐賀黒 7 号」の栽培・収穫方法および冷凍枝豆の製造・販売法の確立」代表、74 千円
5. 「シアノアクリレート超微粒子の抗菌スペクトルの調査」分担、248 千円 (直接経費)
6. 「雑草害を防ぐ防草シートの防草メカニズム解明に関する研究」代表、11 千円 (直接経費)

「奨学寄付金」

1. 「ハートを模った苺の育成研究助成金」代表、558 千円 (直接経費)、42 千円 (間接経費)
- 「補助金」
1. 「ファインバブルの革新的利用に基づく地方創生事業を目指した研究開発」分担、1150 千円 (直接経費)

(8) その他
なし

「バイオマス～TOSA」サブプロジェクト

水稻玄米における白未熟粒の発生と粒形および胚乳細胞内部形態の関係

● 宮崎 彰 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

水稻玄米における外観品質の低下により農家収入の減少が深刻な状況となっている。外観品質低下の要因である白未熟粒の発生には、玄米の粒形が関与することが報告されているが、玄米の粒形は胚乳細胞の大きさおよび数によって決定されると考えられる。本研究では、白未熟粒の発生メカニズムを粒形との関わりから検討するとともに、胚乳細胞の面積および数との関係を調査・解析した。

2. 研究結果

(1) 方法

圃場で栽培したコシヒカリを供試した。成熟期に3区画から各20株を採取し、穂重と穂数の平均値に近い各3株から穂長が最も長い3穂を選抜し、各穂の1次枝梗を上・中・下位に分け、上・中位の1次枝梗籾、下位の二次枝梗籾を各60～90粒サンプリングした。これらを籾攪りし、玄米の粒形および外観品質のタイプ別割合を調査し、粒厚が1.8mm以上の玄米をFAAに固定し、幅・厚さのFAAによる膨張率が各着粒位置における全粒の平均値±3.5%以内の玄米を選抜した。そのうち上位および中位の整粒、下位の整粒および乳白粒について各6粒を選抜した。玄米の中央部について厚さ15～20 μ mの横断切片を作成し、胚乳細胞の面積および数をMorita and Yonemaru (2005)のプログラムにより解析した。解析は胚乳中心点から輪郭までの距離別、胚乳中心点から背部維管束を結ぶ線を0°とした角度別に行った。

(2) 結果

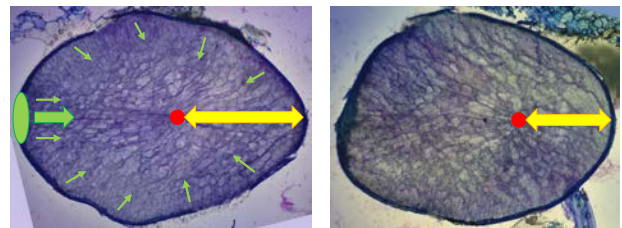
下位では上位および中位より白未熟粒割合が高く、粒長、粒幅および粒厚は有意に小さく、同じ下位でも整粒に比べ乳白粒は有意に小さいことが示された。玄米横断面における胚乳細胞の総面積および細胞1個当たりの面積は下位で上位より有意に小さかった。また、総数の多い粒では細胞1個当たりの面積が小さく、同じ数でも下位では細胞1個当たりの面積が小さい傾向が認められた。胚乳中心点から距離別、角度別にみた場合、細胞1個当たりの面積は下位および中位で上位より有意に小さかったが、下位の整粒と乳白粒の間に有意な差はなかった。一方、細胞の数は下位の乳白粒で下位の整粒より有意に少なく、その数の減少は胚乳横断面の腹側に当たる120～180°で顕著であった。このことは腹側部分の数の減少が、胚乳中心点から腹側輪郭までの距離の低下を生じさせ、粒幅の低下をもたらしたことを示す。腹側部分の数の減少は、珠心表皮からの物

質供給の減少に起因すると推察され、このような物質供給の減少した粒では白未熟粒が発生すると推察された。

下位の胚乳細胞形態

下位(整粒)

下位(乳白粒)



→印: 登熟初期の珠心表皮からの転流通路

→印: 登熟中後期の背部維管束からの転流通路

3. 今後の展望

上記の成果をもとに、同様の手法で品種間差を明らかにし、白未熟粒の品種間差を胚乳の内部形態から解明する。これにより白未熟粒が発生するメカニズムが明らかとなり、品種育成や栽培方法の改良につながるものと期待される。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Yoshinori YAMAMOTO, Kazuki OMORI, Youji NITTA, Kenichi KAKUDA, Yulius Barra PASOLON, Fransiscus Suramas REMBON, Ray Sadimantara GUSTI, Aysyah Anas ARSY, Akira MIYAZAKI, and Tetsushi YOSHIDA 2016. Dry Matter Production and Distribution after Trunk Formation in Sago Palm (*Metroxylon sagu* Rottb.). *Tropical Agriculture and Development* 60 (2): 71-80.
- 2) Mayumi KIKUTA, Yoshinori YAMAMOTO, Yulius Barra PASOLON, Fransiscus Suramas REMBON, Akira MIYAZAKI, and Daigo MAKIHARA 2016. How Growth and Yield of Upland Rice Vary with Topographic Conditions: A Case of Slash-and-burn Rice Farming in South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Tropical Agriculture and Development* 60 (3): 162-171.
- 3) Akira MIYAZAKI, Daisuke WATANABE, Yoshinori YAMAMOTO, Tetsushi YOSHIDA, Fransiscus Suramas REMBON, Yulius Barra PASOLON, and Foh Shoon JONG 2016. Comparison of Root Development in Sago Palm of Different Ages, Regions and Folk Varieties. *Tropical Agriculture and Development* 60 (3):

179-184.

4) Mayumi Kikuta, Daigo Makihara, Naoya Arita, Akira Miyazaki and Yoshinori Yamamoto 2017. Growth and yield responses of upland NERICAs to variable water management under field conditions. *Plant Production Science* 20: 36-46.

5) Jumiatur, A. Junaedi, I. Lubis, M. A. Chozin and A. Miyazaki 2016. Morphological, Physiological and Yield Responses of Some Rice Varieties (*Oryza sativa* L.) as Exposed Under High Temperature in Indonesia. *American Journal of Plant Physiology*, 11: 33-41. <http://scialert.net/qredirect.php?doi=ajpp.2016.33.41&linkid=pdf>

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

1) 池田晃子・宮崎彰・藤田南 水稻玄米における外観品質と粒形の関係. 日本作物学会四国支部第 53 回講演会, 高知県南国市 2016 年 11 月 24-25 日

2) 大上憲一郎・宮崎彰・山本由徳 食用カンナにおける開花および種子形成の系統間差異. 日本作物学会四国支部第 53 回講演会, 高知県南国市 2016 年 11 月 24-25 日

3) 安田真之介・宮崎彰・有田直矢 陸稲の根系形態に及ぼす土壌部分圧縮の影響. 日本作物学会四国支部第 53 回講演会, 高知県南国市 2016 年 11 月 24-25 日

4) Joji MIYAZAWA, Akira MIYAZAKI and Atsuko TANAKA Cultivation Area and Yield Changes of Upland Rainfed Rice in Kpakpazoume, Benin, West Africa. 日本作物学会四国支部第 53 回講演会, 高知県南国市 2016 年 11 月 24-25 日

5) Asia ARIFIN, Akira MIYAZAKI, Naoya ARITA, Muhammad RIADI and Rinaldi SJHRIL Root Morphological Changes with Distance from Irrigated-Trench in Different Rice Varieties Grown on Rainfed Conditions. 日本作物学会四国支部第 53 回講演会, 高知県南国市 2016 年 11 月 24-25 日

6) 有田直矢・宮崎彰 深層灌水が陸稲の根系発達および水利用効率に及ぼす効果. 日本作物学会第 242 回講演会, 滋賀県大津市 2016 年 9 月 10-11 日

7) 宮崎彰・池田晃子・米丸淳一・森田敏 高温による水稻玄米の白未熟粒の発生と粒径および胚乳細胞内部形態の関係. 日本作物学会第 243 回講演会, 東京都文京区 2017 年 3 月 29-30 日

(5) セミナー等の開催

1) 日本作物学会四国支部講演会・公開シンポジウム 2016 年 11 月 24-25 日 高知大学農林海洋科学部

2) 揚州大学環境科学院・高知大学農林海洋科学部学術交流セミナー 2016 年 8 月 17 日 高

知大学農林海洋科学部

(6) 地域貢献活動

講義・実習・見学の受入: JICA 筑波国際センター・課題別研修「稲作技術向上」コース 2016 年 5 月 30 日

講義・実習・見学の受入: 中国・揚州大学 2016 年 8 月 16-19 日

(7) 外部資金

「共同研究」高知県産学官連携産業創出研究推進事業 600 千円 (直接経費)

「奨学寄附金」株式会社メニコン学術研究助成 300 千円 (直接経費)

(8) その他

JICA 広報誌「mundi」2016 年 7 月

次世代施設園芸におけるバイオマス資源の生産・利用

● 宮内 樹代史（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

施設園芸生産では、生産性の向上とコスト削減が喫緊の課題となっている。高知県では、高度な環境制御システムを有した大規模な次世代型園芸ハウスの普及を図る一方、中山間地域をはじめとする中小規模園芸農家を支える仕組みを検討している。

このような背景から、本研究では以下の3つの課題について検討を行った。①GHPを活用したハウス環境制御、②中山間地域の棚田を利用した新たな園芸ハウスの構築、③ソーラーシェアリング施設の環境解析と作物収量の評価。これらは、高知県下における園芸生産を支える新たな形態として期待される。

2. 研究結果

(1) 成果

① GHPを活用したハウス環境制御

炭酸ガス施用は、光合成効率を高める手法として従来より知られているが、高知県内で急速に普及しつつある。一方で、ヒートポンプの普及も目覚ましく、これらの技術が高知県内の施設園芸品目出荷量回復の要因となっている。

本課題では、GHP（ガスヒートポンプ）を活用し、ハウス内の冷暖房と炭酸ガス施用を同時に行う手法を考案した。GHP排ガスを炭酸ガス施用の供給源とするため、GHP稼働中の排ガスの成分、及びハウス内への排ガス循環時のCO₂濃度変化について計測した。その結果、CO、NO_xは安全基準値以下で、CO₂濃度も安定的に供給できることが明らかとなり、GHPの炭酸ガス施用への利用可能性が示唆された。

② 中山間地域の棚田を利用した新たな園芸ハウスの構築

高知県吾川郡仁淀川町の山間地域に立地する、耕作を放棄された棚田において、石垣を利用した傾斜地石垣蓄熱ハウスを建設した。平成26年度よりトマトの栽培試験を開始し、夏季及び冬季の栽培において、糖度8以上の産物がコンスタントに収穫でき、良好な結果を得た。

本年度は、標高の異なる同町内各所に同形状のハウスを複数個所設置し、比較試験を行った。そ

の結果、通常のパイプハウスに比べ30～70%のエネルギーコスト削減が見込まれ、中山間地域での新たな園芸モデルが示唆された。

③ ソーラーシェアリング施設の環境解析と作物収量の評価

2016年4月に稼働したソーラーシェアリング施設（高知県高岡郡四万十町影野）において、ソーラーパネル下の光環境と栽培作物の生育・収量の関係について調査を行った。ソーラーシェアリングは、営農型太陽光発電と呼ばれ、農地に設置した架台上に太陽光発電パネルを搭載し、パネル下で作物栽培をしながら発電を行い、売電収入を得る形態である。

ソーラーパネル下の積算光量子量は、パネル下地上部1mの位置で、パネル上面の2割程度であった。栽培品目（ショウガ）の生育調査結果においては、草丈では差異がなく、茎数で2割程度の減少に留まったが、収量は露地栽培の6割程度であった。しかし、該当地域（JAしまんと管内）の平均収量と比較すると9割以上の値となり、ソーラーシェアリングの要件となる地域平均収量の8割をクリアする結果となった。

(2) 問題点等

GHPを活用したハウス環境制御では、炭酸ガス施用の手法には問題なかったが、ハウス内の濃度コントロール及び営農ハウスでの実証試験が必要である。中山間地域の棚田を利用した新たな園芸ハウスの構築では、園芸形態のモデルは確立されたが、環境データ収集の効率化、フィードバックが課題となる。ソーラーシェアリング施設の環境解析と作物収量の評価では、圃場内の環境計測ポイントの増加、生育・収量調査の精査が課題である。

3. 今後の展望

それぞれの課題において、生産モデルの構築、エネルギーコスト削減、収量目標等が概ね達成できた。ソーラーシェアリング施設では、次年度に向けた栽培品目を検討しており、継続して調査していく予定である。また、本研究で開発した技術が、高軒高の次世代型園芸ハウスにおいても適用できるよう検討を行う。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

(2) 紀要

(3) 報告書

中小規模園芸ハウスを対象とした複合エコ環境制御技術の確立, 宮内樹代史, JATAFF ジャーナル 5-1 号, 2017

(4) 学会発表

・GHP 排ガスを活用した炭酸ガス施用の可能性調査, 宮内樹代史・兼崎雅弘・金子光司・嶋崎智基・谷岡紘巨・松本将大, 2016 年度農業施設学会, 2016.8

・ソーラーシェアリングにおけるパネル下の光環境が作物に及ぼす影響, 査読無, 宮内樹代史・浜田好清・杉野直輝・松本将大, 2016 年度農業施設学会講演要旨, 2016.8

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

- ・高知県次世代施設園芸団地推進協議会
- ・新施設園芸技術研究会
- ・サンビレッジ四万十での環境、栽培調査、指導
- ・仁淀川町石垣蓄熱ハウス推進協議会

(7) 外部資金

「平成 28 年度科学研究費補助金」 基盤研究 C 代表 700 千円 (直接経費) 210 千円 (間接経費) ガスヒートポンプを活用した効率的なハウス内環境制御技術の構築 (課題番号: 26450355)

「共同研究」

「受託研究」

「奨学寄付金」

(8) その他

高知の立地条件に対応した効率的かつ持続可能な森林資源の収穫利用

● 鈴木 保志（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

急峻な地形だが高い人工林率と温暖多雨という良好な生育条件を有する土佐の森林資源を、地形を克服する先進的伐出技術と木質バイオマス利用も考慮した効率的かつ持続可能な収穫計画利用方法を研究・開発することにより、未来志向型の森林産業の確立を目指す。

今年度は特に急傾斜地の架線技術に着目し、「大規模」として長距離架線技術、「中規模」として移動式中距離架線技術、「小規模」として軽架線技術のそれぞれについて研究を行なった。

2. 研究結果

(1) 成果

「大規模」すなわち長距離架線技術について、広葉樹林皆伐による木質バイオマス発電所への燃料材供給事業を調査し、その生産性と経費を分析した。その結果、現状では収支は厳しいが、一定の大きさ以上の材のみを伐出対象にすることで、数割の生産性向上が期待できることを明らかにした（論文：鈴木ら 2016）。また、高知県の長距離架線現場での事例を索張り方式別に整理して、それらの収支を分析し、収入に占める木質バイオマスの割合等を示した（論文：Suzuki et al. 2016, 発表：Suzuki et al. 2016b）。

「中規模」すなわちタワーヤーダやスイングヤーダなどの移動式中距離架線技術については、日本の伐出作業で多く用いられているスイングヤーダに使用されている簡易搬器の問題点を指摘した。その解決のために、中央ヨーロッパの簡易架線技術の評価に基づいてスイングヤーダ用の簡便な搬器係留機構を考案し、実験によりその有効性を検証した（発表：沢崎ら 2016）。

「小規模」の軽架線技術については、まず基礎的な研究として、一般の架線に用いられている枠組みにもとづいての索張り方式の分類を試みた。また、軽架線集材については、事例は多いはずだが、一般的な知見として生産性等の具体的な値は未だ示されていない。そこで、調査と試験作業にもとづき、軽架線集材の生産性のモデル式を作成した（発表：青木ら 2016）。また、軽架線等林業への利用が近年増加している合成繊維ロープに

ついて、適切な交換時期を定めるために必要な損傷程度と残存強度の関係を、限られた条件の範囲内ではあるが、人工的な損傷を加える実験により一定程度明らかにした（発表：鈴木ら 2016）。

さらに、日本における伐出技術全般について、山岳地域における路網の整備状況と適用可能な機械サイズおよび伐出作業の収支との関係を、今後の見通しも含めてまとめた（発表：Suzuki et al. 2016a）。また、木質バイオマス利用について、地域の温浴施設の木質バイオマスボイラに林地残材等を供給する場合の地域的な利用システムについての分析を行なった。その結果、ボイラの耐用年数にわたる総費用は化石燃料ボイラより安価にすることが可能で、利用規模別に優位な燃料形態（チップ・ペレット・薪）が異なるため条件に応じた燃料形態のベストミックスが存在することを示した（発表：鈴木 2016）。

(2) 問題点等

長距離架線技術については、土場において集中的に機械で造材して用材を生産するため、付加物として枝条など大量の低質材すなわち木質バイオマスが発生する。その利用の際、枝条はかさ密度が大きいいため、運搬効率が悪化することが問題である。丸太との混載により効率を上げる見直しを確認しているが、今後、現地から利用場所への運搬システムおよび利用場所での仕分け方法とも含めた検討が必要である。

中距離架線技術および軽架線技術については、間伐作業に必須の横取り作業をより効率よく行なうためには搬器の係留機構が必要である。しかしその一方で、低コスト化のためには搬器の機構は簡便な方が望ましい。今年度は中距離架線技術用の簡便な係留機構を考案したが、この技術は軽架線にも応用可能である。安全性も含めて実用性を確認し普及につなげるためには、今後、基礎的な研究としては力学的な分析が、また応用的な研究としてはより実際の条件での有効性の検証が必要である。

3. 今後の展望

長距離架線技術については、それに伴う残材の発生も多いことから、木質バイオマス発電な

どバイオマス利用との関連が高い。運搬等広域的な利用システムや、全体としてのエネルギー消費等のLCA的観点からの研究を進める。

中距離架線技術および軽架線技術については、簡便な搬器係留機構の開発の継続と、力学分析および実用試験を実施する。また、軽架線技術に関しては従来架線も含めたなかでの索張り方式の分類と定義、生産性と作業経費の推定式の構築といった基礎的な研究も並行して進めていく必要がある。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

鈴木保志・山崎真・渡辺直史・福田雄治：木質バイオマス事業への供給を想定した架線集材による広葉樹皆伐作業の生産性と収支. 森林利用学会誌 31：85～91. 2016

Suzuki, Y., Yamasaki, S., Yamasaki, T. and Ishigaki, H.: Long range cable systems in Japan: Succession and continuous development to overcome terrain and cost balance. In: Proc. 49th FORMEC. 337pp, Faculty of Forestry, Department of Forest Soil and Sciences, Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Warsaw, Poland., 4-7 September 2016, Warsaw, Poland:119-124. 2016

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

Suzuki, Y., Shirasawa, H., Yamasaki, S., and Yamasaki, T.: Classification and Future Trend Evaluation of Forest Road Network in Relation to Logging Machine Size and Cost Balance on Mountainous Areas in Japan. FETEC 2016 "Forest Harvesting and Roding in Environmentally Sensitive Areas", 2-4 June 2016, Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Bursa, Turkey. 2016a
鈴木保志：木質バイオマスボイラ用燃料の地域供給システムにおけるベストミックス. 第25回日本エネルギー学会大会 演要旨集：76-77 (3-4-1). 2016

Suzuki, Y., Yamasaki, S., Yamasaki, T. and Ishigaki, H.: Long range cable systems in Japan: Succession and continuous development to overcome terrain and cost balance. FORMEC, the 49th Symposium on

Forest Mechanization. Faculty of Forestry, Department of Forest Soil and Sciences, Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Warsaw, Poland., 4-7 September 2016, Warsaw, Poland. 2016b

鈴木保志・杉尾真菜・山崎敏彦・山崎真・川久保宜幸：林業用繊維ロープの損傷程度と残存強度. 森林利用学会第23回学術研究発表会 講演要旨集：16. 2016

青木遥・鈴木保志・Birundu Abednego Osindi・山崎真・山崎敏彦：林内作業車による軽架線集材の生産性と索張り方式の検討. 森林利用学会第23回学術研究発表会講演要旨集:13. 2016

沢崎元美・吉村哲彦・千原敬也・鈴木保志：中央ヨーロッパの簡易架線技術の評価に基づくスイングヤード集材の技術改良. 中山間フェア 2016 in いーなん：島根大学教育研究紹介 (ポスターセッション), 2016年10月22日, 島根県中山間地域研究センター (島根県飯石郡飯南町).

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成28年度科学研究費補助金」

1. 基盤研究 C 鈴木保志代表 (直接経費) 700千円 (間接経費) 210千円
2. 基盤研究 B 分担 (有賀一広代表) (直接経費) 680千円 (間接経費) 204千円

「共同研究」

1. 「本格架線集材システムに対応した機械開発に向けての研究」 高知県立森林技術センター (直接経費) 0千円 (間接経費) 0千円
2. 一般社団法人林業機械化協会平成28年度林業機械化研究助成：2016～2017年度 (2016年5月～2017年3月) [100万円 (代表者所属機関に配分)]; 吉村哲彦代表「新たな軽架線集材システムの導入によるスイングヤードの生産性向上」 (直接経費) 0千円 (間接経費) 0千円

「受託研究」

「奨学寄付金」 225千円

(8) その他

鈴木保志：林地残材、こつこつ集めれば立派な副収入ー“木の駅方式”による木質バイオマス利用. 生活と環境 725：37～41. 2016

伝統的和紙原料であるコウゾの品質に関する研究

● 大谷 慶人（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

高知県は古くから和紙の産地であり、かつては和紙の原料となる「土佐コウゾ」の栽培も盛んに行われていた。現在、その生産規模は大幅に縮小したが、現在でも栽培が行われているコウゾの生産地の1つである。近年、コウゾを用いて作られる土佐和紙は主に文化財の修復等に用いられているが、原料コウゾの産地は多様化しており、栽培地の環境によってコウゾ自体の性質や和紙の品質が変化することが示唆されている。伝統的和紙の品質は原料となるコウゾの品質に大きく影響を受けるために、栽培地の環境によってコウゾ自体の性質や和紙の品質がどのように変化するかを明らかにすることは伝統和紙の品質の継承にとって重要である。本研究では日本産のコウゾと輸入コウゾの成分や繊維性状の分析、製造した和紙の強度試験・官能試験等を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

土佐コウゾ、那須コウゾ、パラグアイ産コウゾ、中国・山東省産コウゾ、ベトナム産コウゾ、ネパール産コウゾ、タイコウゾの計7種をコウゾ試料とし、各試験に用いた。

化学組成や繊維分析により、パラグアイ産コウゾは繊維が比較的長く、繊維間結合形成や柔軟性が向上しやすいなど和紙として好ましい性質があることが推測された。またタイコウゾは煮熟処理を行うことにより、ホロセルロース量の増加や、灰分量、アルベン抽出物量の減少など和紙にとって好ましい条件が得られた。一方でリグニン量は増加し、ペクチン量は減少するなど、原料としての収率や抄紙時の分散性の低下の可能性が考えられる。

紙質試験等より、那須コウゾの和紙は明度が高いため、白さを重要とする和紙に適しているという特徴が得られた。全体的に明度も強度も低い値を示したタイコウゾの和紙も、煮熟処理をよりアルカリ強度の高い水酸化ナトリウムで行うことにより明度増加とマーセル化による強度の上昇が見られた。

官能評価試験の結果、タイコウゾや NaOH 処理タイコウゾの和紙は、繊維の均一さや表面の滑らかさ、見た目のきれいさ等、製品としてのきれいさを有する和紙であり、中国・山東省産コウゾは他のコウゾ試料の和紙よりも暖かみと好ましさを併せ持つ和紙であるということが示唆された。

(2) 問題点等

コウゾの品質は産地のみならず、収穫時期、部位等によっても多少変化するので、さらに多くの試料を用いて検証する必要がある。コウゾの品質と和紙にした時の評価に若干のずれがあるので、その原因を明らかにする必要がある。

3. 今後の展望

和紙の品質は用いたコウゾの種類により大きく変化することは明らかであるが、コウゾの前処理等で目的とする品質を部分的に向上することができることを明らかにした。そこで、必要とされる品質を達成するためにどのような処理が可能であるかを検討する必要がある。

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

日本木材学会発表 3件、日本木材学会中国四国支部研究発表会 3件

(5) セミナー等の開催

機能紙研究会（岐阜市） 1件、森林バイオマス利用セミナー（愛媛県西条市） 1件

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成26年度科学研究費補助金」 基盤研究C
代表 0千円（直接経費）0千円（間接経費）
「共同研究」
「受託研究」
「奨学寄付金」

(8) その他

高知県須崎市野見湾における海産白点病の発生予測に関する研究

● 今城 雅之（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

高知県須崎市野見湾はカンパチ養殖発祥地として全国的に知られ、カンパチはマダイとともに県内で高い生産シェアを占めている。本湾では、毎年秋期に繊毛虫 *Cryptocaryon irritans* による海産白点病の被害に悩まされ、深刻な経済損失に発展する場合も多いことから、現場での警戒心は強い。本研究では、昨年開発したリアルタイム定量 PCR 法を用いて現場海水中から *C. irritans* を検出定量し、通年で野見湾内での分布動態を調べるとともに、その系統学的背景を明らかにすることを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

定量 PCR の標的遺伝子は 4 月 27 日から 9 月 11 日まで全く検出されなかった。9 月上旬に湾南奥の白浜漁場のカンパチ生け簀で白点病の初発生が確認され、9 月 14 日に近傍 1 地点の底上 1m で標的遺伝子が 7.7×10^7 copies/L で検出された。その後、同生け簀は湾口中央のガラク漁場へ避難移動し、10 月 7 日に近傍 1 地点の 2 水深で標的遺伝子が検出され、うち底上 1m で 4.9×10^7 copies/L の高コピーとなった。10 月下旬には同漁場のカンパチ生け簀で白点病が蔓延するようになり、11 月 12 日までの間で、近傍 2 地点の水深 1m または 10m の 1L 中に 1 魚体の致死量の虫体量に相当するコピー数が確認された。一方で、11 月 12 日にかけて同 2 地点の底上 1m のコピー数は減少傾向となり、10 月下旬に始まった沖出し避難で一時的にカンパチ生け簀がなくなり、海底シストが減少したためと考えられた。11 月中旬には避難生け簀が戻り、その影響で 12 月 2 日に湾口中央 2 地点の水深 1m と 10m で再度高コピーとなったと思われたが、底上 1m では検出されず以降の感染拡大はなかった。rRNA 遺伝子 18S-ITS1 領域の塩基配列の違いから 21 例で遺伝的に違う 4 タイプが見つかり、分子系統学的に中国南部由来株を主とするグループ 1 とグループ 2 のいずれかに属し、国内の *C. irritans* の遺伝系統群に地域的差異が認められた。また、湾口のカンパチ生け簀で流行した主因タイプは昨年と同海域のも

のと同じであった。以上のことから、1) 主に湾口部のガラク漁場で局所的に *C. irritans* 虫体量の大きな増加が見られ、業者別の生け簀避難では本虫の感染環をうまく遮断できず、被害軽減にあまり寄与しないことが明らかとなり、2) その感染源として中国産カンパチ輸入種苗が疑われた。

(2) 問題点等

海産白点病の唯一の対策として生け簀の移動避難が有効とされるが、本研究で明らかとなったカンパチ生け簀の避難期間中のガラク漁場での *C. irritans* 量の推移を考慮すると、各業者が各自で適時行う生け簀の避難移動は本虫の感染環をうまく遮断できておらず、被害軽減にあまり寄与していなかった。よって、本疾病の発生前に生け簀の避難を一斉に行う体制の整備が必要であり、そのために精度の高い発生予測が求められる。

3. 今後の展望

引き続き、高知県水産試験場と共同でリアルタイム定量 PCR 法の海産白点病発生予測への応用を検証していくとともに、底質改善剤散布の効果も検討する。また、野見湾のカンパチ種苗の輸入元である中国海南省と広東省の養殖場で現地調査を行う予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

今城雅之・森光一幸・助田将樹・梅崎拓也・門野真弥・合田暉・久保栄作・大嶋俊一郎 (2016) 高知県野見湾における *Cryptocaryon irritans* の TaqMan リアルタイム PCR 検出と分子系統解析. 魚病研究, 51, 103-111.

(2) 紀要

該当なし

(3) 報告書

該当なし

(4) 学会発表

門野真弥・森光一幸・合田暉・梅崎拓也・内海愛優理・久保栄作・今城雅之 (2016) 高知県須崎市野見湾におけるリアルタイム PCR 法を用いた海産白点虫 *Cryptocaryon irritans* の分布動態の解析. 平成 28 年度水産学会中国・四国支部研究発表会.

門野真弥・森光一幸・内海愛優理・吉藤晃太・

福嶋淳・久保栄作・今城雅之（2017）高知県野見湾における *Cryptocaryon irritans* の分布動態把握および分子系統学的解析. 平成 29 年度日本水産学会春季大会.

（5）セミナー等の開催

該当なし

（6）地域貢献活動

該当なし

（7）外部資金

該当なし

（8）その他

該当なし

「バイオマス～TOSA」サブプロジェクト

土佐湾で漁獲・養殖される水産物の品質評価並びに有効利用に関する研究 ～高知県では土佐湾で漁獲される水産物の品質特性の把握～

● 森岡 克司 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

これまでに高知大学水産利用学研究室では、土佐湾産水産物の付加価値向上、水産業の6次産業化などに貢献する目的で、土佐湾には、東は室戸沖で漁獲されるキンメダイ、西は土佐清水沖で漁獲されるゴマサバ、メジカなどの栄養成分(脂質、タンパク質、遊離アミノ酸、脂肪酸など)の季節変動を明らかにした。

高知ではウツボ(*Gymnothorax kidako*)がたたきや唐揚げに調理され、親しまれている。しかし、ウツボの栄養成分に関するデータは少なく、その食品化学的な特徴は把握されていない。そこで本年度は、食品としての利用に貢献する目的で、ウツボ可食部の栄養成分を調べた。

2. 研究結果

(1) 成果

可食部では、背肉が34%、腹肉が40%、皮が13%、脂肪組織が12%を占めていた。一般成分では、水分量は、背肉(76.2%)及び腹肉(77.8%)で、皮(59.9%)に比べて有意に高く、逆に脂質量は背肉(1.8%)及び腹肉(2.3%)で、皮(16.6%)に比べて有意に低かった。粗タンパク質量は、皮で22.9%、背肉で19.9%、腹肉で18.6%であり、皮で腹肉より有意に高い値を示した。また皮では、コラーゲンが粗タンパク質の88%を占めていた。粗灰分量に部位による有意差はみられなかった。脂肪酸組成では、いずれの部位でもパルミチン酸の割合が最も高く、普通肉では次いでドコサヘキサエン酸(DHA)、オレイン酸と続き、皮と脂肪組織では次いでオレイン酸、DHAの順に割合が高かった。遊離アミノ酸含量は、背肉で586mg/100g、腹肉で578mg/100gであり、Tau含量が最も高く、背部肉では37%、腹肉では38%を占めていた。脂質染色の結果から、脂肪は皮下と特に背鰭の周囲に局在していることがわかった。

(2) 問題点等

本年度は、ウツボ試料に入手を高知県中央部中土佐町上ノ加江漁協に依頼して行ってきたが、漁が不良、担当漁師の体調不良などの影響で、

試料の入手が困難であった。

その結果、本年度分析に用いたのは、高知県内で水産物を取り扱っている水産会社から徳島産ウツボであった。今後、高知県内で、入手できる産地を見つける必要がある。

3. 今後の展望

来年度については、高知県西部宿毛湾漁協から、試料を入手し、栄養成分の季節変動を調べ、ウツボの“旬”を明らかにしていくとともに、他府県産ウツボとの差についても調べる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Comparison of Collagen Distribution and Muscle Structure Between Cultured Amberjack (*Seriola dumerili*) and Cultured Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*)

Thakur, D.P., Morioka, K.

Journal of Aquatic Food Product Technology, 25, 272-280, 2016.

Cellulolytic activity in the hepatopancreas of *Chionoecetes opilio* and *Chionoecetes japonicus*: enzymatic adaptations to deep sea environment

Adachi, K., Tanimura, K., Mitsui, T., Morita, T., Yoshio, I., Ikejima, K., Morioka, K.

Fisheries Science, 82, 835-841, 2016.

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

なし

(4) 学会発表

(国内学会)

養殖マダイの物性及びコラーゲン含量と同分子代謝関連遺伝子発現量の関連性
中辻伸嘉・足立亨介・森岡克司
平成28年度日本水産学会秋季大会, 奈良, 2016.

短期間の飼育環境制御によるクルマエビ
のアスタキサンチン高含蓄化の試み
川龍祥子・上田幸男・足立亨介・森岡克
司
平成 28 年度日本水産学会中国・四国支部
大会, 東広島, 2016.

(国際学会)

Effects of feeding yuzu peel in Japanese
Brown Cattle-Kochi under heat stress
IwamotoY., Iwasa A., Takenaka Y., UrabeM.,
Takemura Y, Sakamoto S., HiguchiT.,
Morioka K., KakibuchiK., Ishida Y.,
Matsukawa K.

PO-02-9, the 17th AAAP

(Asian-Australasian Association of
Animal Production Societies) Animal
Science Congress, Fukuoka, Japan, 22-25
August, 2016.

Metabolomics of liver and skeletal
muscle in Japanese Brown Cattle-Kochi
after feeding yuzu peel

Iwasa A., IwamotoY., Takenaka Y.,
UrabeM., Takemura Y, Sakamoto S.,
HiguchiT., Morioka K., KakibuchiK.,
Ishida Y., Matsukawa K.

PO-02-46, the 17th AAAP

(Asian-Australasian Association of
Animal Production Societies) Animal
Science Congress, Fukuoka, Japan,
201622-25 August, 2016.

- (5) セミナー等の開催
なし
- (6) 地域貢献活動
なし
- (7) 外部資金
なし
- (8) その他
なし

植物を資源化するためのエリシターに関する研究

●手林慎一（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

有限である化石エネルギーに替わり、再生可能なバイオマスを利用した循環型社会の構築が求められている。そのような中、バイオマスを原料に低分子の糖や油脂を製造し、それらから燃料や化学製品を再構成するバイオリファイナリーが世界規模で推進されている。その結果、農作物の非食用利用が拡大し食料供給との間で競合が生じている。これの解決のために農作物の非食用部位を利用するバイオリファイナリーへの転換が進められているが、農作物の根圏は一部が堆肥として利用されているものの、殆どの農作物の根は廃棄されている。

このような中、申請者は害虫の一種オアカボノアカアブラムシ（以下アブラムシ）がイネの根に寄生するとアミノ酸や低分子有機酸が蓄積する現象を見出した。予備試験の結果からこの現象がイネ根におけるクエン酸回路（TCA回路）や解糖系、さらにはこれらに接続するアミノ酸生合成経路における生合成系と代謝系の遺伝子発現のバランス変動により生じているものと推察された。さらにこの現象の一部はアブラムシ水懸濁液をイネ根に処理することで再現できることも確認した。即ち、TCA回路の生合成と代謝の遺伝子発現を制御できれば、植物に任意の物質を蓄積させることが可能になる。そのためにはこの現象の契機となる化学刺激（エリシター）を分子レベルで解明することが必要となる。エリシターとは遺伝子発現調節を経て生体に防御反応を引き起こす外来性の化学物質の総称であり、生体内調節機構の「ON」と「OFF」を制御する外因性の「スイッチ」としての利用が期待されている。そのようなことから本件研究では、遺伝子発現を指標としてアブラムシ水懸濁液からエリシターを単離・同定することを最終目的とする。この目的を達するためにアブラムシの寄生によるイネ根での遺伝子発現動態を解析し、エリシター特定の研究を行う際のターゲット遺伝子の選定を目指す。さらに既知の人工エリシターによるイネ根におけるアミノ酸・有機酸の誘導蓄積能を調査し、再数的にはこれらの知見に基づくTCA回路の制御技術構築を目指す

2. 研究結果

（1）成果

1. アブラムシ寄生におけるイネ根のトランスクリプトーム解析：アブラムシがイネ根に寄生した際に生じる遺伝子の変動を調べるためにマイクロアレイによるトランスクリプトーム解析を実施した。イネ根からのRNA抽出精製方法は、回収率の安定性と迅速性を考慮し、試行錯誤の結果次の方法を開発した。即ちイネ根約20mgを採集し緩衝液中にてビーズ（直径4mm, 2,200rpm, 60sec）を用いて破碎し、RNasy Plant Mini Kit（RNase-free DNase, on column treatment (QIAGEN)）とRNase-free DNase, on column treatment (QIAGEN)を用いて精製しtotal RNAを調整した。本法により濃度50-200ng/uL, RIN値8.5以上のtotal RNA溶液18uLを得ることに成功した。このRNAを試料にGene Chip WT PLUS Reagent Kit (Affymetrix)を用いてラベル化及び断片化したss-cDNAを調整し、Affymetrix Rice (Jp) Gene 1.1 Array Stripにハイブリダイゼーションを行った。これを洗浄後、アレイ情報をスキャナで読み取り、データをExpress Consoleにて正規化し解析に供した。おおよそ30%程度の遺伝子発現に変動が観察されたため、現在詳細な解析の実行準備を行っている。

2. 人工エリシターのイネ根への影響：二次代謝産物の動態研究に常用される次の薬剤の効果をまず調査した。即ち播種4日目のイネの根に塩化銅(1mM)、サリチル酸(200μM)、ジャスモン酸(200μM)、インドール酢酸(20μM)、アブジジン酸(500μM)を処理し3日後にイネ根を採集しメタノール抽出物を調整した。一般のアミノ酸のPLC分析には誘導體化が必要であるが迅速分析の妨げになるとともに、精度が低下するため、アミノ酸の代謝産物であるセロトニン(Ser)蓄積量を評価した。その結果図1に示すようにABA処理においてSer蓄積量が有意に増大することが確認された。その一方でSAや塩化銅などではSer蓄積量が有意に減少することが確認された。以上のようにいくつかのエリシターにはアミノ酸動態の変動に影響を与える効果があることが判明した。

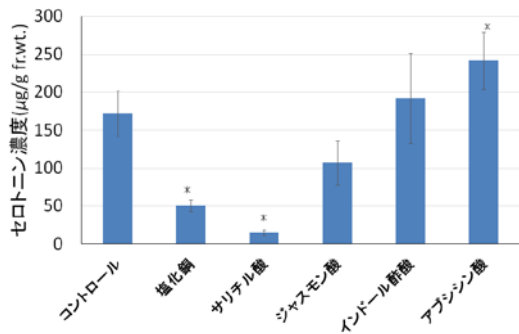


図1. 各エリシター処理3日後のセロトニン蓄積量

これ等の中で Ser 蓄積を誘導した ABA についてより詳細な検討を行うこととした。ABA の濃度依存性について調査すると図 2 に示すように 500 μ M 以上の濃度で有意な蓄積増大が確認され、経時的な変動を調べると ABA 処理 5 日後に Ser の蓄積量が最大となりその後減少する傾向が確認された。

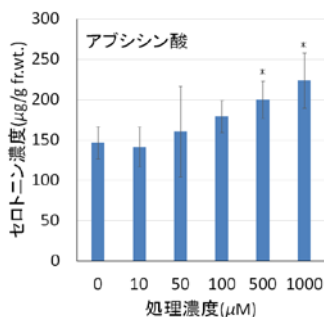


図2. エリシター処理3日後の処理濃度ごとのSer蓄積量

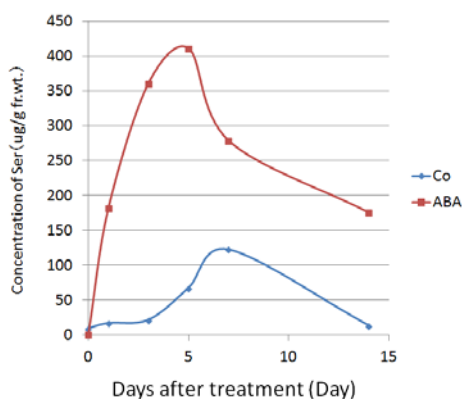


図3. ABA処理によるSer蓄積量の変動

以上のことから様々なエリシターがイネ根の代謝産物変動に影響を与え、ABA は処理後まもなくアミノ酸の生合成経路を活性化させることが判明した。

(2) 問題点等

アブラムシ寄生におけるイネ根のトランスクリプトーム解析の実施は、試料調整は終了し、データの取得も概ね終了しているものの、本格的なデータ解析が未実施であり、今後の進展させる必要がある。

3. 今後の展望

トランスクリプトーム解析のデータ取得を完遂後、新規導入予定のパーソナルコンピュータにより遺伝子発現解析を行い、アブラムシ寄生による代謝産物動態の変動メカニズムの解明を行う予定である。

ABA 処理とアブラムシ寄生の相乗効果によるイネ根の代謝産物動態あるいは遺伝子発現動態の変動に元づくエリシター精製のための生物試験方法の開発を目指す。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Distribution of the tryptophan-pathway-derived defensive secondary metabolites gramine and benzoxazinones in Poaceae. Y. Kokubo, S. Tebayashi, (他 6 名, 5 番目), Biosci Biotechnol Biochem, 印刷中.

(2) 紀要

該当なし

(3) 報告書

該当なし

(4) 学会発表

オカボノアカアブラムシのイネ根への寄生による褐変機構の解明、山下 紗季, 手林 慎一, 上田 真二, 及川 彰, 佐々木 亮介, 斉藤 和季, 上手 麻希, 間世田 英明, 石原 亨、植物化学調節学会、20171028, 高知

(5) セミナー等の開催

該当なし

(6) 地域貢献活動

該当なし

(7) 外部資金

「平成 27 年度科学研究費補助金」 挑戦的萌芽研究代表 1,400 千円 (直接経費) 420 千円 (間接経費)

「共同研究」 該当なし

「受託研究」 新農薬実用化試験に関する研究 (日本植物防疫協会) 代表 3,989 千円 (直接経費)

「奨学寄付金」 該当なし

(8) その他

該当なし

光センシングによる加工食品の品質および安全性の評価・判定技術に関する研究

● 河野 俊夫（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

昨今、食材やその調理・加工品に異物が混入し、社会問題としてメディアに取り上げられるケースが増加している。インスタント焼きそばにゴキブリが混入した事実が判明し、各メディアで大きく報道された事故は記憶に新しい。消費者に提供する食品の安全と安心を確保することは、外食産業にとって使命であると共に、生命線でもある。こうした異物混入事故は、いったん発生すると消費者の信用失墜につながるだけでなく、企業の社会的なイメージダウンへと発展して、経営に大きな負の影響を与える結果となる。したがって、食品メーカーや外食産業は、食材や製造・調理食品へ異物が混入しないよう細心の注意を払う必要がある。

食品に含まれる異物検出技術については、各方面で様々な手法が試みられ、1)金属類の混入であればX線を用いる方法、2)非金属であれば赤外分光法を用いる方法などが実績を上げている。X線を当てれば金属類の混入は技術上、検出可能だとしても、X線を照射した食品を提供することは消費者の心理からして選択しにくいのも事実である。また、X線照射検出器は一般に高価であり、中小の食材産業では導入コストが嵩むことから、事実上、目視確認が多数であろう。一方、赤外分光法は非金属の異物検出技術として有効であるが、検品対象食品を削る・砕くなどによって破壊して検査するか、もしくはATR法といって、特殊な反射プリズムを検品対象食品に押し当てて検査するなどしなければならず、いずれにしろ、食品になんらかの傷をつけなければ検査・検出ができない。また、水分の多い食品では赤外線がほとんど吸収されるため、厚みのある食品の内部に混入した異物の検出は

できない弱点をもつ。

一方、近赤外分光法は、可視光線と赤外線の間にある、波数 $12,500\text{cm}^{-1}\sim 4,000\text{cm}^{-1}$ (波長 $800\text{nm}\sim 2,500\text{nm}$)の光を利用する分光法で、近年、食品の品質評価分野で目覚ましい発展を遂げている。近赤外域の光は、水分の比較的多い食品に対しても透過性が高く、食品の主要成分の検出に有効な波長が埋もれた開拓波長領域でもある。異物の検出を目的として、近赤外分光法を応用した研究では、例えばトマトピューレやナッツに混入したカビの検出や、海苔への混入検出など、いくつかの事例はあるが、外食産業で問題になりやすい食材(例えば肉類や麺類など)への異物検出手法についてはいまだ十分とは言えない。これは、異物の種類と混入先食材との組み合わせが変われば、それに合わせ、異物検出に最適な波長も異なるため、組み合わせの数が相当数に登り、すべての事例を捕捉し得ないことが理由である。したがって、混入の可能性ある異物のある程度限定した上で幅広い食材に適用可能な検出手法を開拓するのが現実的な方策である。

そこで本研究では、外食産業で利用される食材のうち、異物混入が発見されにくい肉類の加工品と、機械で圧力加工し、機械由来の異物が混入しやすい麺類を対象として、混入異物の範囲を一定程度に限定した上で、近赤外分光法により非破壊で混入異物の種類を推定する手法について検討した。非破壊で混入異物を検出・推定できる手法が明らかになれば、対象食材をサンプリングすることなく、全数検査することが可能となって、少なくとも、想定した混入異物については検出・排除することができるようになる点で有用で

ある。また、近赤外分光法は、X線による異物検出機とは異なり、利用する光はハロゲン光のため、食品に照射しても無害であり、消費者の不安を煽る恐れはない点で安心できる検出技術と言える。

2. 研究結果

(1) 成果

国民の食の安全を守ることを目的に、光センシングにより食品中に混入する異物を非接触で検出する技術について検討した。計測装置の光学強度の制限範囲の中で、異物検出の技術要点となる、1)検出に有効な候補波長の選定、2)異物推定モデルを明らかにした。混入先食品は、コロッケ、ハンバーグ、乾麺の3種に絞り、異物は、黒ゴキブリ、トビイロゴキブリ、毛髪、ハエ、蛾、ガラス片、ゴム、ビニール、プラスチック、布、発泡スチロール(ただし、スペクトルの参考測定対象として、この他にカメムシ、砂、石)の11種とした。食品と異物それぞれについて、フーリエ変換近赤外分光計を用いて拡散反射スペクトルを取得し、数値二次微分したものを検出用データとした。

1)の有効検出波長の選定では、食品 3 種と異物 11 種について、それぞれの PCA(主成分)モデルを作成し、測定波数 8,300 点の中から第一主成分への寄与率の高さによって異物および食品それぞれにつき 5 点ずつ抽出した。また、食品と異物との組合せごとに SIMCA 法を用いて判別力を計算し、判別力の高い識別波数を各組3点ずつ抽出した。

2)の異物推定モデルの構築では、PCA 法により抽出した波数でのスペクトル二次微分値を入力とする、隠れ層に 30 個のパーセプトロンを持ち、出力 14 点のニューラル・ネットワーク・モデル(PCA-NN モデル)と、SIMCA 法により抽出した波数でのスペクトル二次微分値を入力とする、同構成のニューラル・ネットワーク・モデル(SIMCA-NN モデル)を作成した。学習後のモデルについて、テストデータで判定の正解率を確認した結果、PCA-NN モデルで 89.7%、SIMCA-NN モデルで 82.1%~94.9%の成績を得た。ただし、この結果は、モ

デル構築に用いた Pattern Recognition Network の自動分割によって与えられたテストデータ(サンプル総数の 15%)による評価結果であり、生物系異物については一部誤判定が認められた。これらの点についてはモデル構築に用いるデータ数を 1,000 点程度に増やすことで誤判定率を低減できるものと考えている。

(2) 問題点等

現在は光源強度の制限により、深さ 2mm までの異物検出にとどまっている。今後はさらに強い光源で食品の奥深くに混入する異物の近赤外スペクトルを取得し、異物推定モデルの精度を上げていく必要がある。また、一般食品の場合は表面形状が様々であり、実験に供したサンプル表面のように理想的な平面ではない。この点、スポット照射による拡散反射測定では反射率を十分に確保できないことが予想され、検品対象の食品の形状に合わせた光照射方法を検討する必要がある。

3. 今後の展望

現有する光源強度の制約の範囲で可能な、新しい表面探査方法について検討する。また、異物によってはサンプル数が少なかった点もあるため、生物系を中心に多様なサンプルの収集と、そのスペクトルデータの解析を進める予定である。

4. 業績リスト

(1)学会発表

1)河野俊夫、柏野由加里、上向井美佐、村井正之：食品材料に混在する異物の近赤外分光法による非接触種類推定法に関する研究、日本食品保蔵科学会、平成 28 年

6 月 25 日、宮崎市。

2)河野俊夫、柏野由加里：近赤外分光法による乾燥麺の亀裂発生予測に関する研究、平成 28 年 8 月 28 日、名古屋市。

3)柏野由加里、河野俊夫：パルプ素材を活用した

超低カロリー製パンの品質評価に関する研究、日本調理科学会、平成 28 年 8 月 29 日、名古屋市。

(2)セミナー等の開催

河野俊夫、食品の高度流通管理ステルスコードに関する研究、第2回四国オープンイノベーションワークショップ in 松山、平成 28 年 10 月 28 日、松山市。

(3)外部資金

「平成 28 年度科学研究費補助金」基盤研究 C、代表、近赤外分光法による非金属・生物系異物検出法に関する研究、2,800 千円(直接経費)840 千円(間接経費)。

「奨学寄付金」

河野俊夫：セルロース系食品素材学術研究助成金、(株)ダイセル、500 千円。

「その他」

河野俊夫：食品素材に含まれる豚肉成分の非破壊検出法に関する研究～ハラル食品対応へのコア技術～、公益財団法人江頭ホスピタリティ事業振興財団、960 千円。

(4)その他

日本食品保蔵科学会論文賞受賞：

河野俊夫、疋田慶夫、村井正之、上向井美佐、柏野由加里、甲斐野乃花：近赤外マッピングスキャンによる食用卵の個別消費期限推定法に関する研究、平成 28 年 6 月 25 日、於 宮崎市。

GPS 可能降水量の変動からみた高知市における大雨現象の実態把握

● 森 牧人（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

近年、カーナビ等で馴染みの深い GPS の気象学への応用がめざましく進展した。それらは GPS の受信データを基に大気中に含まれる水蒸気の単位面積当たりの鉛直積分量を「GPS 可降水量」として算出する技術の確立に大きく起因する。GPS 可降水量は測位のデータから抽出される副次的な量ではあるが、大気中の水蒸気に関する情報としてその有用性が注目されている。

高知県は太平洋に面していることから気象に海流や地形の影響が及びやすく、日本有数の多雨地域として知られている。高知市はそれを象徴とする地域のひとつであり、温暖多雨な気候により特徴づけられる。また、最近ではゲリラ豪雨に代表されるような様々な極端現象が顕在化しており、それらによる被害も増加している。このような状況で、大雨現象のメカニズムの解明やその予測技術の発展は今でもなお重要な課題といえる。しかし、同市を対象とした大雨の解析事例は必ずしも十分でない。そこで本研究では、高知市で過去に得られたデータを用い、GPS 可降水量と降水量の関係について長期的に解析するとともに、大雨の予測指標を作成し、その活用可能性について検討した。

2. 研究結果

(1) 成果

まず大雨予測の観点より、降水時ではなく降水前の GPS 可降水量の動態に着目し、前日 0 時と当日 0 時の GPS 可降水量における増加量をその絶対値で除すことにより得られる無次元増加率 R_{inc} を定義し、可降水量の増減を定量化した。次に、地上飽和水蒸気圧を 0.6 で除すことによって算出される仮想的な可降水量 $PWV_{sat}(T)$ を温度依存性の表現可能な閾値として定義した。さらに、当日 0 時における GPS 可降水量 PWV_0 と地上気温 T_0 の気候値を期間の平均値で代替した。これらの static な変数を用いて可降水量と降水量の関係について解析を行った結果、大雨 (50 mm d^{-1} 以上と定義) の観測される当日および前日の特徴である① R_{inc} が -0.25 から 1 の値をとる②当日 0 時の GPS 可降水量 PWV_0 が当日 0 時の地上気温 T_0

を基に計算される仮想的な可降水量 $PWV_{sat}(T_0)$ 以上の値をとる③当日 0 時の GPS 可降水量 PWV_0 と地上気温 T_0 がそれぞれ期間中の 0 時における平均値 (15°C , 23mm) 以上の値をとることが大雨発生の必要条件として抽出された。以上を踏まえ、①②③の 3 つの条件を全て満たす場合は 1、ひとつでも満たさない場合は 0 とする大雨予測指標 I_{RP} を作成し、同指標を用いて大雨予測の可能性について評価を行った。

I_{RP} を実際のデータに適用した結果、 50 mm d^{-1} に満たない降水に対しても $I_{RP}=1$ となる場合がみられ、同指標による大雨の予測的中率は 25% 程度であった。しかし、 50 mm d^{-1} 以上の降水が観測された日の約 60% は同指標を用いて捕捉することができ、さらに 100 mm d^{-1} 以上の降水が観測された日においては約 70% をとらえることができた。なお、 $I_{RP}=0$ において大雨が観測された日は解析期間中で 99 日となり、予測が外れて大雨となるのは 1 年間に 5 日程度であった。また、 $I_{RP}=1$ にもかかわらず 50 mm d^{-1} 以上の雨が観測されなかった日の平均降水量は 19.6 mm d^{-1} であり、大雨が降らなかった場合でもある程度の降水は期待できることが示された。

(2) 問題点等

I_{RP} による大雨予測については的中率に改善の余地はあるものの、 $I_{RP}=1$ で降水が観測されなかったのは解析期間中 20 日であり、(用) 水資源の確保という意味では比較的安全な予測結果を得ることができたといえる。すなわち、 I_{RP} ($=1$) の利用により比較的まとまった降水を見込めるという点では、排水施設の最適管理に代表されるような治水および利水に対する GPS を援用した同指標の活用可能性が示唆された。

3. 今後の展望

GPS は点情報であるが、対流圏全層の水蒸気情報を提供可能である。一方で、高知大学朝倉キャンパス・物部キャンパス・安芸市役所に設置の気象用レーダーはある高度の降水強度を面情報として与える。今後は、両者のさらなる融合を図り、高知平野およびその周辺域の豪雨・突風監視システムの構築が急がれる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Mori M., Nojima T., Sai K. (2017) Quasi-linear relationship between GPS-derived precipitable water vapor and surface vapor pressure observed on dry days in spring and autumn. A case study at Saga Plain in northern Kyushu Island, Japan. *Paddy and Water Environment*, in press (査読有り)

Yasutake D., Miyauchi K., **Mori M.**, **Kitano M.**, Ino A. and Takahashi A. (2016) Multiple effects of CO₂ concentration and humidity on leaf gas exchanges of sweet pepper in the morning and afternoon. *Environmental Control in Biology*, **54**, in press (査読有り)

Yasutake D., Kondo K., Yamane S., **Kitano M.**, **Mori M.**, Fujiwara T. (2016) Comprehensive analysis of soil nitrogen removal by catch crops based on growth and water use. *International Agrophysics*, **30**, 383-390. (査読有り)

(2) 紀要
なし

(3) 報告書
「平成 25 年度科学研究費補助金」基盤研究(C) (No. 25450372)「作物体温と氷核形成温度の相対関係に基づいたGPS援用型広域霜害予測システムの開発」(2013-04-01~2016-03-31) (代表) 実績報告書

(4) 学会発表

Ryutaro Isshiki, ○ Makito Mori, Tomohiro Nojima, Galis Ivan, Daisuke Yasutake, 2017: Field investigation of the differences in the freezing tolerance of the tea plant (*Camellia sinensis* L. var *Yabukita*) at different locations in a tea garden, western Japan. International Symposium on Agricultural Meteorology 2017 (to be held at Kitasato University, Towada, Aomori, Japan, on 27-30 March, 2017).

Yasutake D., Yokoyama G., Kitano M., Kimura K., Mori M., 2017: Leaf wetting can improve

daytime depression in leaf gas exchanges of a tomato plant. International Symposium on Agricultural Meteorology 2017 (to be held at Kitasato University, Towada, Aomori, Japan, on 27-30 March, 2017).

坂出知也, ○森牧人, 能島知宏, 佐々浩司, 2017: 長期 GPS 可降水量データを用いた高知市の大雨解析. 日本農業気象学会 2017 年全国大会 (2017 年 3 月 27 日~3 月 30 日・北里大学十和田キャンパス)

安武大輔・北野雅治・丸尾恭輔・横山岳, 森牧人, 2017: 乾燥地の作物生産における葉面結露の灌水効果. 日本農業気象学会 2017 年全国大会 (2017 年 3 月 27 日~3 月 30 日・北里大学十和田キャンパス)

久枝大祐, 安武大輔, 北野雅治, 森牧人, 呉月茹, 王維真, 2016: 無加温日光温室における集蓄放熱プロセスの可視化とシナリオ解析. 日本生物環境工学会 2016 年金沢大会 (2016 年 9 月 12 日~9 月 15 日; 金沢工業大学野々市キャンパス)

安武大輔・谷岡紘亘・猪野亜矢・高橋昭・森牧人・北野雅治, 宮内樹代史, 2016: 温室における動的な換気回数の推定と長期的な CO₂ 収支の解析. 日本農業気象学会九州支部・日本生物環境工学会九州支部 2016 年合同大会 (2016 年 11 月 25 日~11 月 26 日, 場所: 鹿児島大学農学部キャンパス)

西村安代・田植ちはる・岡添敏子・有賀広志・森牧人, 2017: 低温期のピーマン栽培におけるトレハロースの効果. 園芸学会・平成 29 年度春季大会 (2017 年 3 月 19 日~20 日, 日本大学生物資源科学部)

谷岡紘亘, 安武大輔, 猪野亜矢, 高橋昭彦, 森牧人, 北野雅治, 宮内樹代史, 2016: 温室における動的な換気回数の推定と群落光合成の長

期解析. 平成 28 年度日本農業気象学会中国・四国支部大会 (平成 28 年 12 月 1 日～2 日; 高知大学朝倉キャンパス)

(5) セミナー等の開催

平成 28 年度日本農業気象学会中国四国支部大会 (高知大会) を大会実行委員長として主催. 期間:平成 28 年 12 月 1～2 日(場所:高知大学メディアホール)

http://www.cc.kochi-u.ac.jp/~morimaki/agrmet_kochi_2016/index.htm

(6) 地域貢献活動

なし

(7) 外部資金

「科学研究費補助金」

基盤研究(C) (No. 16K079580A) 「植物の再帰的夜間冷却機構を考慮したGPS支援型広植生域最低気温予測システムの構築」(2016-04-01～2019-03-31) (代表) 2, 900 千円 (直接経費) 870 千円 (間接経費) [平成 28 年度]

基盤研究(C) (No. 15K076680B) (2015-04-01～2018-03-31) (分担) 130 千円 (直接経費) [平成 28 年度]

基盤研究(C) (No. 264500375B) (2014-04-01～2017-03-31) (分担) 50 千円 (直接経費) [平成 28 年度]

「受託研究」

平成 28 年度京都大学防災研究所地域防災実践型共同研究 (特定) 「レーダーネットワークを活用した総合防災システムの構築; 課題番号 28R-01」 (分担) 200 千円

「受託研究」

高知大学防災推進センターのプロジェクト (平成 28 年度) 「高知大学偏波レーダーによる豪雨・突風監視システムの構築」 (分担) 200 千円

(8) その他

特になし

劣化した土壌の修復および持続性のある農地環境保全のための技術の構築

● 佐藤泰一郎（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

農業の基盤となる農地（土壌）は、利用とともに劣化する。そのため、劣化速度の低減、劣化農地の修復・農地の保全についての研究・技術の発展が求められる。本研究では農地の土壌構造に着目し、劣化の原因を検討し解明する。そして、土壌構造の修復技術・持続性のある農地の整備の技術の構築について研究する。

本年度は、農業従事者の高齢化が進む現在、管理作業負担の軽減と安全性の確保が求められている、畦畔や法面を構成する土壌の物理性に着目し、管理作業負担の軽減と安全性を図るための間隙構造の改善について検討を試みた。

2. 研究結果

(1) 成果

廃石膏、消石灰混入による間隙構造の変化

充填密度（乾燥密度）が高くなると間隙率は、低下するが、間隙構造改良材として混入した廃石膏と消石灰は、ともに混入率を高めることで間隙率が大きくなる傾向を示す(表 1)。一方、間隙中の粗間隙、細間隙、微細間隙の割合は、間隙構造改良材の混入により、粗間隙が減少し、細間隙、微細間隙が増加し、混入率が 20%では、微細間隙が支配する(図 1)。これは、間隙構造改良材の混入は、間隙の量を増やすことになるが、粒径の小さな廃石膏や消石灰が細かな小さな間隙構造ができることを示している。廃石膏と消石灰を比較すると廃石膏の微細間隙率が高くなる傾向にあった。廃石膏は、建築廃材として多量に排出され、土木材料としての利用が行われているが、農業基盤整備や土層改良への利用により更なる用途が期待される。

間隙構造改良材が透水性に与える影響

粒径の小さな間隙改良材の混入は、間隙率が増加するにもかかわらず飽和透水係数を低下させる。また、廃石膏は消石灰よりも粒子が小さい量が多いために透水係数小さくなる傾向がある。図 2 は、透水係数と微細間隙率の関係を示しており、間隙に占める微細間隙の割合が透水性に影響を与えている。これは、小さな間隙が水の流れを妨げるためであり、法面の崩落を抑えるために水の浸透防ぐ、畦畔における漏水防止、土壌抵抗や

過湿による雑草防除の効果が期待される。

間隙構造改良材が強度に与える影響

廃石膏および消石灰の混入量が増加は間隙率の低下を招くが、細間隙、微細間隙の占める割合が大きくなり、粗間隙が小さくなる。この粗間隙率と供試体の強度の関係を図 3 に示す。粗間隙率がほとんどない場合を除いて、一軸圧縮強度の差は認められなかった。しかし、消石灰混入量を増加させるとポズラン反応により強度が大きくなる。このことから、消石灰混入は、法面、畦畔を強固にし、通行を含め安全性の確保に寄与すると考えられる。

表 1 充填供試体の間隙率

材料	混入量 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙率 (cm ³ /cm ³)
真砂土のみ	0	1.68	0.38
		1.70	0.38
		1.73	0.36
		1.75	0.36
		1.68	0.40
真砂土+ 廃石膏	5	1.70	0.39
		1.73	0.38
		1.75	0.38
	10	1.68	0.42
		1.70	0.41
		1.73	0.40
真砂土+ 消石灰	20	1.75	0.40
		1.68	0.46
		1.70	0.45
	5	1.73	0.44
		1.75	0.44
		1.68	0.40
真砂土+ 消石灰	10	1.70	0.39
		1.73	0.38
		1.75	0.37
	20	1.68	0.41
		1.70	0.40
		1.73	0.39
		1.75	0.39
		1.68	0.45
		1.70	0.43
		1.73	0.43
		1.75	0.42

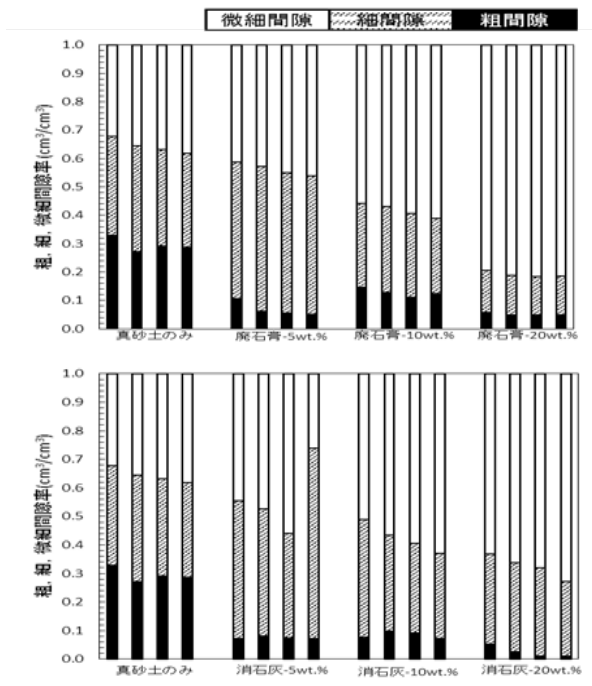


図1 充填供試体の間隙分布

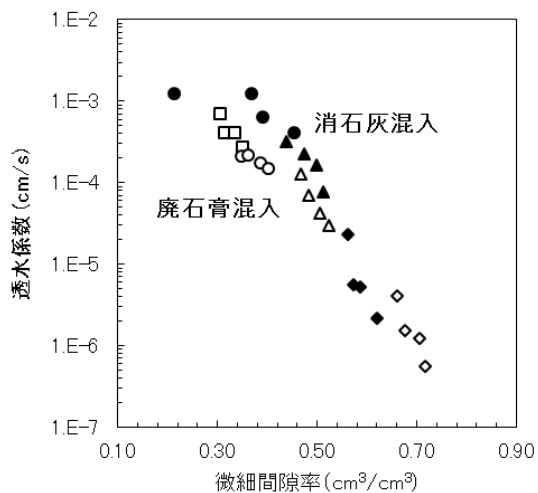


図2 供試体の微細間隙が透水係数に与える影響

(2) 問題点等

本年度は、畦畔や法面を対象とした保全工法のための知見を得ることができた。しかしながら、施工技術への応用については、実施者を農家とするか事業者とするかで対応が異なる。また、施工費用および効果の持続性についても、考慮すべき事項が含まれる。したがって、今後さらに、検討をする余地が残っている。

3. 今後の展望

施工技術の施工費用、効果の持続性について、方向性を検討しながら、本研究成果を再検討することで、新たな提案が期待できる。

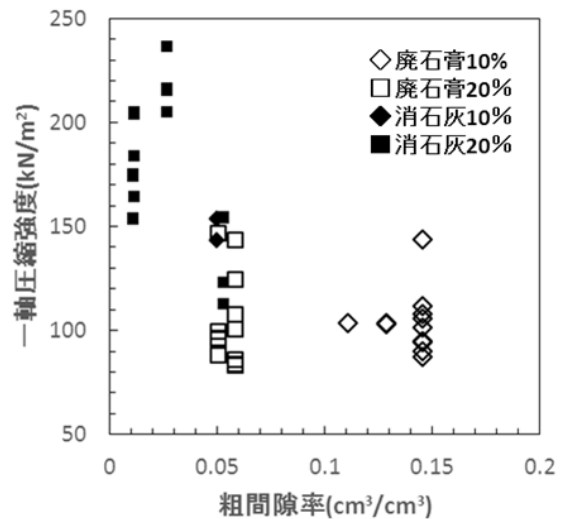


図3 供試体の粗間隙が一軸圧縮強度に与える影響

4. 業績リスト

(1) 学術論文

佐藤泰一郎(2016): B. W. EAVIS 著「土壌の物理的条件が幼植物根の生育に与える影響 I. 砂質壤土における乾燥密度と水分状態により影響される力学的抵抗, 通気性, 水分利用の難易度・利用可能性」講座(古典を読む). 土壌の物理性 vo.134, 41-49.

(2) 紀要

該当なし

(3) 報告書

該当なし

(4) 学会発表

佐藤泰一郎, 小川大貴, 川谷真輝(2016): 廃石膏, 消石灰混入が土壌の間隙構造, 透水, 強度に与える影響 一畦畔, 法面への適用—平成28年度農業農村工学会大会講演会, 一般講演(仙台, 2016.08.31)

Taiichiro SATO(2016): Technological aspects of Paddy production in Japan: Small Field and High Quality Production .Soil Science Society of Sri Lanka, Technical Session, Invited lecture(Batalagoda,2016.12.09)

(5) セミナー等の開催

佐藤泰一郎(2016): 作物生産における土壌の物理性の役割. 近畿中国四国農業試験研究推進会議土壌肥料推進部会問題別研究会, 基調講演(大阪市, 2016.09.27)

(公社)農業農村工学会農地保全研究部会第37回研究集会, 主催, 座長(高知市, 2016.11.17)

(公社)農林水産・食品産業技術振興協会, 水

田の畑地化等における土壌診断技術と生産者が実施できる排水不良対策技術開発に関するワークショップ，講師コメント
(岡山市，2016.11.30)

(6) **地域貢献活動**

高知県農業農村整備事業計画審査会，平成27年度高知県農業農村整備事業計画審査会，委員(2016.02.16)

(7) **外部資金**

該当なし

(8) **その他**

該当なし

熱帯・亜熱帯性魚毒の原因となる微生物の発生状況ならびに発生条件の解明

● 足立 真佐雄（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

本研究は、熱帯・亜熱帯性魚毒であるシガテラやパリキシン中毒の発生機構の解明とそれらの発生予察を目指して、原因となる微生物の特定と、それらの発生状況ならびに発生条件の解明を目的とする。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、これまでに底生性微細藻類 *Gambierdiscus* 属等により引き起こされる可能性が指摘されており、我が国の沿岸表層（水深0～3m 地点）において、これらの発生状況やその種組成について検討されてきた。しかし、最近沿岸表層水域に加えて、水深15～30m 地点において本属藻の発生調査が行われ、表層水域よりも深い水域において本属藻がより高密度で発生することが示唆された。しかし、深い水域における年間を通した本属藻の動態やその種組成は全く不明である。そこで本研究では、調査対象水域としてシガテラがしばしば起こっている沖縄沿岸域と、水温上昇が進行し、今後その発生リスクが上昇すると考えられる土佐湾沿岸域に注目し、これらの水深15～30m 地点における本属藻の年間を通した動態と、その種組成について明らかにしようとした。

2. 研究結果

（成果）

高知県幡多郡大月町西泊沖の Stn. 0—Stn. 2（水深3 m 地点、水深15 m 地点および水深30 m 地点）における *Gambierdiscus* spp. の発生密度は、それぞれ0、0—0.12 および0—1.68 cells/g fw algae の範囲であった。また、沖縄県うるま市中城湾の各地点（水深0 m 地点、水深10 m 地点、水深20 m 地点および水深30 m 地点）における *Gambierdiscus* spp. の発生密度は、それぞれ0—0.91、0—1.63、0—8.44 および0—3.3 cells/g fw algae の範囲であった。さらに、*Gambierdiscus* spp. の深度別平均細胞密度は、高知県幡多郡大月町西泊沖の各地点（水深3 m 地点、水深15 m 地点および水深30 m 地点）ではそれぞれ0、0.058 および0.71 cells/g fw algae、沖縄県うるま市中城湾の各地点（水深3 m 地点、水深10 m 地点、水深20 m 地点および水深30 m 地点）ではそれぞれ

0.3、0.54、2.81 および1.1 cells/g fw algae であった。よって、最大細胞密度は高知県幡多郡大月町西泊沖では水深30 m 地点より、沖縄県うるま市中城湾では水深20 m 地点より採取した試料からそれぞれ検出された。

次に、各地点における本属藻の種組成について検討した。その結果、高知県幡多郡大月町西泊沖では *G. cf. silvae* がすべての水深で見られた。また *G. scabrosus* は、表層にて本属藻に占める割合が高い傾向が見られた。*Gambierdiscus* sp. type 2 は全ての水深で見られた。*Gambierdiscus* sp. type 3 は水深が深くなるとその占める割合が増加した。次に、沖縄県うるま市中城湾では、*G. cf. silvae* はすべての水深で見られ、とりわけ深い水深において、本種の占める割合は著しく高くなった。*Gambierdiscus* sp. type 2 は、水深0 m 地点でその占める割合が高い一方で、水深30 m 地点では見られなかった。*Gambierdiscus* sp. type 3 は、深い水深にてその占める割合がやや高くなった。

3. 今後の展望

本年度得られた結果より、深い水域には、表層水域よりもより高密度にて本属藻が発生することが明らかとなり、また両水域にて発生する本属藻の種組成は異なることが明らかになった。しかし、深い水深にて発生する本属藻の中でも、その占める割合が高い *G. cf. silvae* については、その増殖特性や毒生産能は未解明である。よって、次年度以降に本種のこれらを明らかにする予定である

4. 業績リスト

（1）学術論文

Takamichi Yoshimatsu, Chaoyu Tie, Haruo Yamaguchi, Hiroshi Funaki, Chiho Honma, Kouki Tanaka, Masao Adachi (2016) The effects of light intensity on the growth of Japanese *Gambierdiscus* spp. (Dinophyceae). *Harmful Algae* 60, 107-115.

Haruo Yamaguchi, Hiroshi Arisaka, Miki Seki, Masao Adachi, Kei Kimura, Yuji Tomaru (2016) Phosphotriesterase activity in marine bacteria of the

genera *Phaeobacter*, *Ruegeria*, and *Thalassospira*. International Biodeterioration & Biodegradation 115, 186–191.

足立真佐雄・角野貴志 (2016) 遺伝子改変海産珪藻を用いた有用物質生産に向けて. 化学工学 80, 272–274. (総説)

山口晴生・早川由真・関美樹・足立真佐雄・木村圭・外丸裕司 (2016) 滅菌処理した表面微細凸凹寒天培地による有害赤潮藻類の培養. 藻類 64, 89–93.

Francesco Pisapia, William C. Holland, D. Ransom Hardison, R. Wayne Litaker, Santiago Fraga, Tomohiro Nishimura, Masao Adachi, Lam Nguyen-Ngoc, Véronique Séchet, Zouher Amzil, Christine Herrenknecht, Philipp Hess (2017) Toxicity screening of 13 *Gambierdiscus* strains using neuro-2a and erythrocyte lysis bioassays. Harmful Algae 63, 173–183.

Haruo Yamaguchi, Yuko Tanimoto, Yoshihiro Hayashi, Satoshi Suzuki, Mineo Yamaguchi and Masao Adachi (2017) Bloom dynamics of noxious *Chattonella* spp. (Raphidophyceae) in contrastingly enclosed coastal environments: a comparative study of two coastal regions. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315417000017>, Published online: 20 February 2017.

- (2) 紀要
該当無し
- (3) 報告書
該当無し
- (4) 学会発表

Masao Adachi, Takuya Yoshioka, Shota Yoshii, Natsuki Kimoto, Tomohiro Nishimura, Hiroshi Funaki, Shingo Arimitsu, Kazuki Saito, Chiho Honma, Kouki Tanaka, Ippei Yanagida, Haruo Yamaguchi. *Gambierdiscus* species composition at sites deeper than 15 m in Japanese coastal waters and the evaluation of the effect of irradiance on the growth of a dominant species at the sites. The 17th International Conference on Harmful Algae Brazil 2016, CentroSul Convention Center

(October 9–14, 2016).

Tomohiro Nishimura, Shota Abe, Shingo Arimitsu, Kazuki Saito, Hiroshi Funaki, Wittaya Tawong, Kouki Tanaka, Ippei Yanagida, Masanori Hiraoka, Toshiyuki Suzuki and Masao Adachi Molecular phylogeny of benthic *Prorocentrum* spp. in Japanese coastal areas and first report on a novel clade *Prorocentrum* sp. type 1. The 17th International Conference on Harmful Algae Brazil 2016, CentroSul Convention Center (October 9–14, 2016).

角野貴志・大西裕美・福永一成・吉松孝倫・岡田茂・山口晴生・足立真佐雄. *Rhizosolenia* 属におけるメバロン酸経路関連遺伝子の発現解析. 第3回分子珪藻研究会, ねぎや陵楓閣(12月18日~19日・平成28年).

吉良望・大西浩平・山口(宮川)亜里沙・角野貴志・足立真佐雄. パーティクルガンを用いた珪藻の形質転換における直鎖状ベクターの有用性. 第3回分子珪藻研究会, ねぎや陵楓閣(12月18日~19日・平成28年).

渡邊夢実・角野貴志・吉良望・鈴木健吾・岩田修・山口晴生・足立真佐雄. 海産珪藻 *Phaeodactylum tricornutum* に由来する高発現型プロモーターの探索. 第3回分子珪藻研究会, ねぎや陵楓閣(12月18日~19日・平成28年).

本間千穂・井口大輝・山口晴生・足立真佐雄. 次世代シーケンスを用いたアオブダイの餌生物の解明に向けた PCR 条件の検討. 平成28年度日本水産学会中国・四国支部例会, 広島大学(10月22日~23日・平成28年).

西村朋宏・阿部翔太・有光慎吾・齋藤一貴・船木紘・Wittaya Tawong・田中幸記・平岡雅規・柳田一平・鈴木敏之・足立真佐雄. 南日本沿岸域における渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属底生種の種組成と分布. 平成28年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 318, 近畿大学(9月8日~11日・平成28年).

船木紘・吉井将太・西村朋宏・田中幸記・柳田一平・山口晴生・三浦収・足立真佐雄. 定

量 PCR 法による南日本海域におけるシガテラ原因藻 *Gambierdiscus* 属の水平・鉛直分布の解明. 平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 324, 近畿大学(9 月 8 日~11 日・平成 28 年).

在間雅輝・山口晴生・浅原時泰・西脇永敏・南田美佳・関 美樹・足立真佐雄. 栄養塩欠乏に対する海洋微生物の増殖生理応答に関する研究 I. 海水培地に含まれる各種リンの網羅・定量的検出法の確立. 平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 329, 近畿大学(9 月 8 日~11 日・平成 28 年).

山口晴生・倉松涼子・在間雅輝・浅原時泰・西脇永敏・足立真佐雄. 栄養塩欠乏に対する海洋微生物の増殖生理応答に関する研究 II. 海産珪藻 *Chaetoceros tenuissimus* の選択的リン利用能. 平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 演題番号 330, 近畿大学(9 月 8 日~11 日・平成 28 年).

西村朋宏・船木紘・萩野恭子・山砥稔文・奥西将之・前田広人・長崎慶三・足立真佐雄. 養魚場底泥試料からの高効率な DNA 抽出・回収法の検討. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 演題番号 703, 東京海洋大学(3 月 26 日~30 日・平成 29 年).

船木紘・木本菜月・吉松孝倫・田中幸記・柳田一平・山口晴生・足立真佐雄. 本邦沿岸域の表層にて発生する *Gambierdiscus* 属有億 2 種の高光強度条件下における増殖応答. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 演題番号 702, 東京海洋大学(3 月 26 日~30 日・平成 29 年).

在間雅輝・山口晴生・足立真佐雄・浅原時泰・西脇永敏. 栄養塩欠乏に対する海洋微生物の増殖生理応答に関する研究 III. 海水に含まれる正リン酸迅速定量法の確立. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 演題番号 723, 東京海洋大学(3 月 26 日~30 日・平成 29 年).

山口晴生・谷本裕子・林芳弘・鈴木怜・足立真佐雄・山口峰雄. 近隣二海域における有害 *Chattonella* 属藻の消長~赤潮発達要因の抽出~. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 演題番号 704, 東京海洋大 (3 月 26 日~30 日・平成 29 年).

西村朋宏・阿部翔太・有光慎吾・齋藤一貴・船木紘・Wittaya Tawong・田中幸記・柳田一平・平岡雅規・鈴木敏之. 南日本沿岸域における渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属底生種の種組成と分布~新奇 clade/subclade の報告~. 日本藻類学会大 41 回大会高知 2017, P66, 高知大学(3 月 23~25 日・平成 29 年)

(5) 地域貢献活動

平成 28 年度 高知市食の安全に関するリスクコミュニケーション~自然毒とその対策について~、於：高知市総合安心センター、平成 29 年 3 月 8 日

(7) 外部資金

「科研費」

「平成 28 年度科学研究費補助金」 基盤研究 B
代表 3 3 0 0 千円(直接経費) 9 9 0 千円(間接経費)

「平成 28 年度科学研究費補助金」 挑戦的萌芽研究

代表 8 0 0 千円(直接経費) 2 4 0 千円(間接経費)「共同研究」

「受託研究」

「戦略的イノベーション創造プログラム(次世代農林水産業創造プログラム)未利用藻類の高度利用を基盤とする培養型次世代水産業の創出に向けた研究開発」 6 5 0 0 千円

「農林水産技術会議委託プロジェクト研究ー有害プランクトンに対応した迅速診断技術の開発、包括課題」 1 5 5 0 千円

「農林水産技術会議委託プロジェクト研究ー有害プランクトンに対応した迅速診断技術の開発、個別課題」 5 0 0 千円

「共同研究」

「異種由来遺伝子の導入によるフコキサンチン大量生産海産珪藻の創製」、株式会社ユーグレナ、5 0 0 千円

「文科省特別経費プロジェクト」

「海洋性藻類を中心とした地域バイオマスファイナリーの実現に向けた新技術の創出」、分担、2 0 0 千円

「学系サブプロジェクト」

バイオマス~TOSA、熱帯・亜熱帯性魚毒の原因となる微生物の発生状況ならびに発生条件の解明、代表、5 1 千円

(8) その他

「特許公開」

公開番号：特開2017-012135

発明の名称：

ベクター、遺伝子組み換え海産珪藻及びフコキサンチンの生成方法