

# 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」

# 1 総括表

## 1-1 組織

	氏名	部門
代表	足立 真佐雄	自然科学系農学部門
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 700.2 千円（うち年度計画実施経費 550 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	21		
	著書	0		
	紀要	0		
	報告書	0		
	学会発表	39		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	5		
地域貢献		21		
外部資金			科研費	13,386
			共同研究	4,765.2
			受託研究	15,304.3
			奨学寄付金	1,575

		その他	2,062.5
		合計	37,093
特許等	該当無し		
その他特記事項	該当無し		

## 2 研究概要

### 2-1 研究目的

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、トマト・ナス・ピーマンなどの野菜やコメ等の農産物、木質バイオマスなどの林産物、さらにはブリ・カンパチ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も近い将来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、未来指向型の農林水産バイオマスの持続的生産技術やその加工・流通技術を開発する。

### 2-2 研究成果

- ・トレハロース溶液を高温期栽培のナスに週に一度葉面散布することで、増収効果が得られた。(西村)
- ・気温上昇に伴い発生する水稻玄米の白未熟粒について発生要因を胚乳細胞内部形態との関係から明らかにした。(宮崎)
- ・園芸生産の効率化を目指し、GHPによる炭酸ガス施用、石垣蓄熱ハウス、営農型太陽光発電施設の活用推進手法を検討した。(宮内)
- ・急峻な地形にある土佐の森林資源を有効利用するため、小規模林業に適した軽架線技術の開発、未利用広葉樹林の収穫可能性の検討、および早生樹種の有効性について検証を行い、一定の成果を得た。(鈴木)
- ・スギ・ヒノキ樹皮の機械的解繊処理で処理条件の選択により目的とする繊維長・性状の繊維を調製できることを明らかにした。(大谷)
- ・これまでに開発した白点病発生予測システムの予測精度を向上させることに成功した。(今城)
- ・ブリ刺身の歯ごたえに関与する筋肉コラーゲン含量とコラーゲン代謝関連遺伝子発現量の間にある一定の関係があることを見いだした。(森岡)
- ・アブラムシの加害によるイネ根における遺伝子発現応答を解析し、褐変を直接制御する経路とセロトニンの蓄積を制御する経路を見出した。(手林)
- ・食品素材のハラル対応をチェックする一手法として、光センシングによる非破壊での豚肉成分の検出技術について研究を行い、豚肉成分に固有な光スペクトル波長情報とニューラル・ネットワークを組み合わせることで飛躍的に精度が高まることが明らかとなった。(河野)

- ・農地に顕在化する礫が、農業の土地生産性と労働生産性に与える影響を調査し、除礫の必要性を示した。(佐藤)
- ・渦鞭毛藻 *Gambierdiscus silvae* は、本邦の沿岸域有光層中部における光環境条件の下で、活発に増殖する能力を有することが明らかとなり、シガテラ原因種として重要であると考えられた。(足立)
- ・平成 30 年度「バイオマス～TOSA」プロジェクト中間報告会を開催し、進捗状況に関する報告を行った後、年度末に向けた取り組みについて打合せを実施(H30. 8. 6)。
- ・平成 30 年度「バイオマス～TOSA」プロジェクト年度末報告会兼平成 31 年度計画検討会を開催し、進捗状況に関する報告を行った後、来年度に向けた取り組みについて打合せを実施(H31. 3. 7)。

### 2-3 特筆すべき事項

- ・平成 30 年度地方大学・地域産業創生交付金の交付対象事業である、高知県プロジェクト「“I o P (Internet of Plants)” が導く Next 次世代型施設園芸農業」への進化」への複数メンバーによる参加・取り組み(森、西村、宮崎、手林)。

## 高温期ナス栽培におけるトレハロース葉面散布の効果

● 西村 安代（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

トレハロースは、グルコース 2 分子が  $\alpha, \alpha$ -1,1 結合した非還元性の二糖類であり、自然界の多くの動植物や微生物中に広く存在し、キノコ類や海藻などに多く含まれている。植物体内におけるトレハロースはイネの乾燥耐性や耐塩性の向上効果、トマトでの低温ストレス保護剤としての働きの可能性が報告されている。また、トレハロースを添加した農業資材は、お茶栽培などの霜害対策として、また、高温や乾燥時の保水力向上を目的に葉面散布されているがその効果については不明である。昨年度までに低温期におけるピーマン栽培において、トレハロースは 0.1% 程度葉面散布することで増収効果をもたらすことが判明した。そこで本実験では高温ストレスの軽減効果を検証するため、高温期のナス栽培においてトレハロースを葉面散布し、その効果について調査した。

### 2. 研究結果

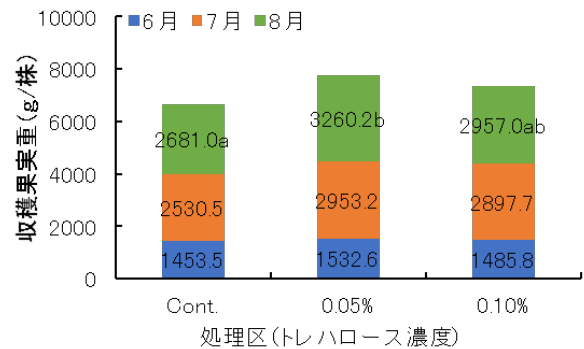
#### (1) 成果

試験概要：‘竜馬’（実生）、‘千両二号’（接木）、‘くろべえ’（接木）の普通ナス 3 品種の苗を 2018 年 5 月 11 日に株間 50cm で定植し、土耕栽培した。トレハロース処理は、同 24 日より 8 月 9 日まで 0%（Cont.）、0.05%、0.1% の 3 濃度で週に 1 度葉面散布を行った。収穫は 6 月 9 日から 8 月 31 日までを行い、生体重、果実数、障害の有無、果皮色、果形について調査した。また、定期的に花質、葉の SPAD（葉色）、茎径、葉厚を測定し、乾燥させた葉と果実の無機分析を行った。

試験結果：試験期間中のハウス内平均気温は、6 月 26.3℃、7 月 30.3℃、8 月 30.6℃であった。‘竜馬’の試験期間中の 60 g 以上果実の総収量および総果実数は、0.05% 区 (7.7kg/株、90.1 個/株) と 0.1% 区 (7.3kg/株、84.7 個/株) で Cont. 区 (6.7kg/株、77.5 個/株) より有意に増加した。障害果率は‘竜馬’の 0.1% 区で Cont. 区よりも有意に低く、特に 8 月で顕著な差がみられた。また、‘竜馬’の第 1 分枝節葉と第 5 葉の茎径は 0.05% 区で有意に太く、茎長も 0.05% 区で Cont. 区よりも 13 cm 有意に高くなった。8 月の果実の P 含有

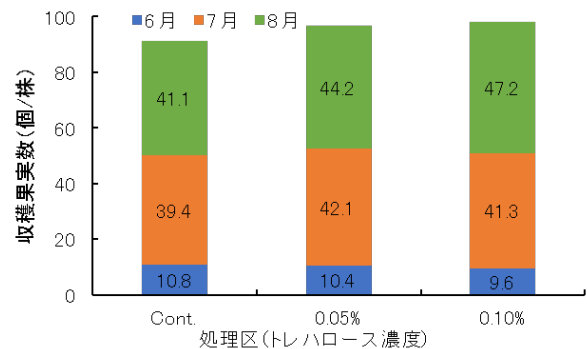
量も 0.05% 区で Cont. 区より有意に高くなった。‘千両二号’において、トレハロース処理により収量の有意な差はなかったが、増加する傾向にあり、特に 8 月の収量は 0.1% 区では Cont. 区よりも 1 株あたり約 6 個増加した。さらに、‘千両二号’の収穫所要日数は 0.1% 区で僅かではあるが有意に短縮された。また、‘千両二号’と‘くろべえ’では障害果率、無機養分含有量で有意な差はみられなかった。全品種において、果皮色と長花柱花割合では有意差はなかった。第 10 葉の SPAD 値は、‘竜馬’では 0.1% 区が有意に高い一方、‘くろべえ’と‘千両二号’では 0.05% 区と Cont. 区が有意に高くなった。

以上の結果より、接木作物ではなく実生作物で、さらには猛暑であり着果負担の大きい 8 月で効果が高かったことから、ストレス耐性の低い作物および高ストレス条件下においてトレハロースは植物体内に何らかの影響を及ぼすと示唆された。



第 1 図 ‘竜馬’の株あたりの収量

\*図中の異なるアルファベットは Tukey 多重検定で有意差あり (5% レベル)



第 2 図 ‘千両二号’の株あたりの収穫果実数

\*Tukey 多重検定で有意差なし

## (2) 問題点等

低温期ではピーマンで、高温期ではナスでトレハロースの処理により増収効果があることが判明したが、そのメカニズムは未確認である。そのため、今後は作用機構の解明を進めていく必要がある。

## 3. 今後の展望

化学合成された製品を使用せず、植物やその周辺環境が本来持つ自然な力を活用し、ストレス耐性や収量、品質に良好な影響を与えることのできるバイオスティミュラントが近年注目されている。トレハロースはバイオスティミュラントの役割を期待されているが、エビデンスが少ない。本実験結果からトレハロースはストレス軽減効果があることが確認されたため、バイオスティミュラントとしてトレハロースを普及させていくためにも今後はそのメカニズムの解明を行うとともに、効果的かつ省力的な施肥方法ならびに多種作物の効果についても調査していく必要がある。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Ralfuranones contribute to mushroom-type biofilm formation by *Ralstonia solanacearum* strain OE1-1. YUKA MORI, YUKI HOSOI, SHIHO ISHIKAWA, KAZUSA HAYASHI, YU ASAI, HIDEYUKI OHNISHI, MIKA SHIMATANI, KANAKO INOUE, KENICHI IKEDA, HITOSHI NAKAYASHIKI, YASUYO NISHIMURA, KOUHEI OHNISHI, AKINORI KIBA, KENJI KAI AND YASUFUMI HIKICHI, MOLECULAR PLANT PATHOLOGY, 19(4), 975-985, 2018.

### (2) 紀要

### (3) 報告書

### (4) 学会発表

1. 温度較差ならびに品種間差がニラの生育および葉先枯れに及ぼす影響、西村安代・池田康一郎・和田絵理子・橋本和泉、園芸学会平成31年度春季大会研究発表、2019年3月23-24日、明治大学農学部。
2. Effect of diffused light on Tomato in greenhouse, Samba, N., S. Kaigara, A. Hamada, M. Maruyama, Y. Nishimura, M. Mori, 園芸学会平成31年度春季大会研究発表、2019年3月23-24日、明治大学農学部。

### (5) セミナー等の開催

1. 招待講演、低温期のピーマン栽培におけるト

レハロースの効果、日本バイオスティミュラント協議会 第1回講演会、東京大学農学部弥生講堂、2018年7月17日

2. シンポジウム開催、テーマ『次世代に繋ぐ高知県の農業』、農業生産技術管理学会平成30年度大会、高知大学農林海洋科学部、2018年10月20日

### (6) 地域貢献活動

1. 高知県農業技術センター・作物園芸課との連携研究、2018年5月1日~2019年3月31日
2. 高知県普及活動外部評価会 委員長、2018年7月27日
3. 高知県園芸品展示品評会 審査委員、2019年2月1日

### (7) 外部資金

- 「平成30年度科学研究費補助金」 基盤研究C 分担 5万円 (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、50万円
  2. グリーンハウス用フィルムの開発、代表、97万円
  3. 光環境の異なる被覆資材に抛る植物体への影響とその環境の研究、代表、120万円  
「受託研究」
1. 腐植酸液肥の作物に対する効果検証、代表、146万円
  2. 波長変換材料を用いた農業用資材の研究、代表、50万円  
「寄附金」  
トレハロースを利用した栽培試験の助成金、代表、40万円

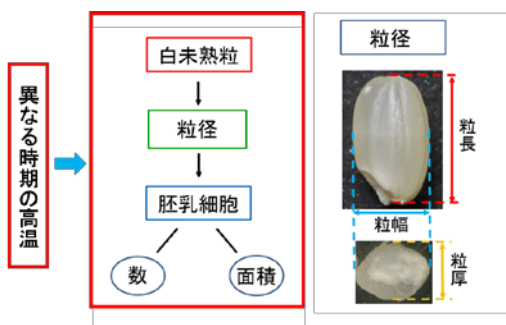
### (8) その他

## 水稻玄米の外観品質，粒径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

水稻玄米の白未熟粒は登熟期の高温によって多発する。白未熟粒の発生はしばしば粒径の低下を伴い、その発生には粒径が関与することが指摘されている。玄米の各粒径（粒長，粒幅，粒厚）は各方向に並ぶ胚乳細胞の数とサイズによって決定される。本研究では高温による白未熟粒の発生機作を明らかにするために、登熟期の異なる時期に高温条件を付与し、主要な白未熟粒である乳白粒において粒径，胚乳細胞の数および面積の関係を明らかにした。



【材料と方法】水稻品種コシヒカリを供試した。2017年に1/5000aワグネルポットに水田土壌を充填し、播種後13日の苗を3株/ポット、1株2本で移植した。屋外で生育させ、穂揃期にポットを自然光ファイトトロンに搬入し、気温を高温（昼温/夜温：32℃/28℃）と低温（同：24℃/20℃）に設定した。登熟期の異なる時期に高温条件で生育させる7処理区、すなわち①全期間高温、②0-3日高温、③4-7日高温、④8-11日高温、⑤12-15日高温、⑥16-19日高温、⑦全期間低温を設けた（各3ポット9株）。成熟期に穂長の最も長い4穂について脱穀・粃摺りし、白未熟粒のタイプ別割合を測定した。また、同じ2~4穂の中位一次枝梗の先端から4~5番目の粃を株当たり約10~20粒、各処理区約80~140粒採取した。これらを粃摺りし、1粒ずつ番号付けし、粒径および白未熟粒のタイプ別割合を穀粒判別機で調査した。この玄米をMiyazakiら(2018)の手法で選抜し、①~⑥の高温区から乳白粒を、⑦の低温区から完全粒をそれぞれ6粒選抜した。これらについてMoritaら(2005)の方法に従い、胚乳中心点か

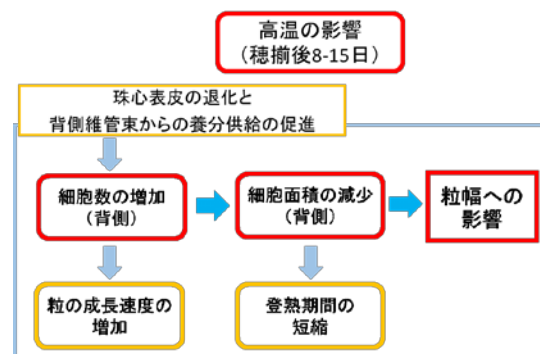
らの距離および角度別に胚乳細胞の数と面積を解析した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

①では高温によって完全粒割合が有意に減少し、白未熟粒割合が有意に増加し、その主要因は乳白粒割合の増加によるものであった。同様の乳白粒の増加が4日間の高温処理を与えた②~⑥で認められた。粒径は幅において①で短くなったが、高温処理時期②~⑥による粒幅の差は認められなかった。胚乳中心点と背部維管束を結ぶ線を0°とし、30°ごとに角度別にみた場合、胚乳細胞の数は⑦と比べ⑤、④、①で有意に多く、このことは背部維管束方向の0°で有意であった。逆の関係が細胞1個当たりの面積に認められ、⑦と比べ⑤、④、①で有意に面積が小さかった。

以上より、登熟中期の高温は乳白粒において背部維管束方向0°における細胞の数の増加と面積の減少を生じさせた。この数の増加と面積の減少の関係によって登熟中期の高温では粒幅に有意な差がみられなかったが、全期間高温では面積の減少が数の増加を上回り、粒幅に有意な減少が生じた。これらのことから、胚乳細胞の数の増加を引き起こす背側での活発な細胞分裂が乳白粒の発生に関与するものと考えられる。



#### (2) 問題点等

本研究の結果は高温条件を付与したMoritaら(2005)の結果と一致した。本研究結果は白未熟粒の発生との関係を解明した点で新規性が認め

られる。

### 3. 今後の展望

本年度はその他の実験として、異なる外観品質の分類による粒径および胚乳細胞の内部形態の違いを比較した。その結果、中心型乳白粒および背白粒では玄米の横断切片において粒幅および腹側の胚乳細胞数に減少が認められ、このことが白濁部の発生に関与しているものと推察された。一方、リング型乳白粒および基白粒では粒幅および胚乳細胞形態に完全粒との有意な差はみられなかったが、粒長に有意な減少が認められた。Uchino ら (2011) は胚乳の縦断切片において縦方向の細胞数が近年の品種改良で減少してきたことを報告した。したがって、粒長に有意な減少がみられたリング型乳白粒および基白粒でも同様に縦方向の細胞数が減少している可能性が予想され、異なる品質分類での白濁部の発生要因の解明には縦断面での同様の調査が必要であることが示唆される。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) Akira Miyazaki, Akiko Ikeda, Junichi Yonemaru, Satoshi Morita & Yoshinori Yamamoto Relationships among the chalkiness, kernel size and endosperm cell morphology of rice kernels at different spikelet positions within a panicle. *Plant Production Science* 21(3): 225-232 (2018)
- 2) Mayumi Kikuta, Daigo Makihara, Naoya Arita, Akira Miyazaki & Yoshinori Yamamoto Effects of different water management practices on the dry matter production process and characteristics in NERICAs. *Plant Production Science* (2018)  
<https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1561195>
- 3) Yuta Tsunemitsu, Mayuko Genda, Tomoyuki Okada, Naoki Yamaji, Jian Feng Ma, Akira Miyazaki, Shin-ichiro Kato, Kozo Iwasaki & Daisei Ueno A member of cation diffusion facilitator family, MTP11, is required for manganese tolerance and high fertility in rice. *Planta* 248: 231-241 (2018)
- 4) Asia Arifin, Rinaldi Sjahril, Muhammad Riadi, Naoya Arita & Akira Miyazaki Root morphological characters at several distances from irrigated trench in rice varieties grown under rain-fed conditioned plots. *International Journal of Agriculture System* 6(1): 82-88 (2018)

#### (2) 紀要

無し

#### (3) 報告書

無し

#### (4) 学会発表

- 1) 福永涼太・宮崎彰・米丸淳一・森田敏 水稻玄米の外観品質と粒径および胚乳細胞内部形態の関係 ―登熟期における高温処理時期の影響―. 日本作物学会四国支部 第 55 回講演会 (愛媛県松山市, 2019 年 11 月 30 日)
- 2) 花田鵬樹・宮崎彰 畑圃場条件における陸稲の生育および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 55 回講演会 (愛媛県松山市, 2019 年 11 月 30 日)
- 3) 後藤啓太・宮崎彰・山本由徳 カンナ属植物系統間の生育および根茎収量の比較. 日本作物学会四国支部 第 55 回講演会 (愛媛県松山市, 2018 年 11 月 30 日)
- 4) 宮崎彰・後藤啓太 カンナ属植物種系統間の生育, 根茎・デンプン収量の評価. 日本熱帯農業学会第 125 回講演会 (千葉県柏市, 2019 年 3 月 16 日)
- 5) 宮崎彰・田畑和志・岡部正彦・松川和嗣・渡邊浩幸 高知県中山間地における食用カンナの地上部生育および根茎収量. 日本作物学会第 247 回講演会 (茨城県つくば市, 2019 年 3 月 29 日)

#### (5) セミナー等の開催

無し

#### (6) 地域貢献活動

平成 30 年度高知県産学官連携産業創出研究推進事業・食用カンナの多分野活用の研究 (高知県)

#### (7) 外部資金

「共同研究」

- 1) 平成 30 年度高知県産学官連携産業創出研究推進事業「食用カンナの多分野活用の研究」分担 594 千円 (直接経費)
- 2) 平成 30 年度地方大学・地域産業創生交付金の交付対象事業である、高知県プロジェクト「I o P (Internet of Plants) が導く Next 次世代型施設園芸農業」への進化」分担 760 千円 (直接経費)

#### (8) その他

無し



## 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ている。①ガスヒートポンプ（GHP）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ている。本年度は、各施設における課題点を改善し、施設運営の効率化を図るための実験を行った。

### 2. 研究結果

#### （1）成果

##### ① GHP を活用したハウス環境制御

考案した GHP 排ガス循環システムを改良し、炭酸ガス施用の効率化と、施用効果の向上を図った。排ガス導入路から株元への局所施用チューブのバランス化と風量増による炭酸ガス供給量の増加を図った。なお、改良による NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 濃度への影響はなかった。

1月下旬までの果実収量調査においては、対照区との差異は認められなかったが、開花数に差が出ていることから、GHP 区では昨年度同様3月以降の収量向上が期待でき、生産性向上に寄与すると考えられる。

##### 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

構築した石垣蓄熱ハウスは、仁淀川町内で普及しつつあり、複数のハウスで環境計測を行っている。今年度は、試験作物としてマンゴーを栽培しているハウスの環境をモニタリングし、学内のマンゴー栽培ハウスとの比較を行った。1月の厳寒期において、最低気温は石垣蓄熱ハウスの方が低いものの、平均気温は石垣蓄熱ハウスが 14.4℃、学内ハウスが 13.4℃となり、石垣蓄熱ハウスの方

が 1℃高い結果となった。また、学内ハウスは夜間 8℃で加温しているのに対し、石垣蓄熱ハウスは無加温であったため、冬季における保温性の良さが確認された。

##### 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

現在稼働中のソーラーシェアリング施設（サンビレッジ四万十影野第2発電所）での計測を継続するとともに、パネル下で栽培中の作物の光合成特性について検討した。その結果、各品目の最大光合成速度は、サトイモが 102.9  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、ショウガが 86.2  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  であった。平均光合成量子効率は、サトイモが 46.5%、ショウガが 40.9%、万次郎カボチャが 74.0%、オオバが 70.5%であった。サトイモは、平均光合成量子効率が他品目と比べて低いにもかかわらず、2016年から3年連続でパネル下収量が地域平均収量を上回る結果となった。これより、パネル下の光環境の他に、土壌環境などがサトイモの高収量化に関係したと考えられる。

#### （2）問題点等

GHPを活用したハウス環境制御では、前年同様、晴天時昼間のハウス内温度上昇が著しく、GHPのみでの対応が困難であった。細霧冷房、遮光カーテン等の暑熱対策が必要と考えられ、それら機器の稼働と併せた複合環境制御の必要性が示唆された。

石垣蓄熱ハウスにおいては、建設されているものの多くが小規模のものであること、また、夏季の暑熱対策が課題である。通常の営農規模とするためには、担い手の確保を含め検討の余地がある。

ソーラーシェアリングにおいては、地域収量の8割を確保できる品目を継続的に栽培することが課題であるが、年々の気候条件も影響し、一定の収量を維持することが難しい。光環境との関連から、品目選定の条件を示唆することが求められている。

### 3. 今後の展望

GHP を活用したハウス環境制御においては、引き続き炭酸ガス施用の効果を確認するとともに、現場実装への課題点を検討する。石垣蓄熱ハウスについては、建設中のハウスにも環境計測の

場を広げ、立地条件の違いによるデータを蓄積する。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、環境計測のパラメータを拡大し、より詳細な解析を行う。

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

##### (2) 紀要

##### (3) 報告書

##### (4) 学会発表

- ・GHP によるハウス環境制御と炭酸ガス施用：宮内樹代史，松井莉咲，兼崎雅弘，杉野直輝，農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会，2018.9.6，松山市
- ・石垣蓄熱ハウスの環境解析と作物栽培への活用：宮内樹代史，嘉瀬井祥太，野々宮益輝，杉野直輝，松本将大，農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会，2018.9.6，松山市
- ・ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育特性：宮内樹代史，加藤輝子，浜田好清，松岡達憲，杉野直輝，農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会，2018.9.6，松山市
- ・自然エネルギーを利用した中山間地域の農業生産施設の活用：杉野直輝，宮内樹代史，野々宮益輝，浜田好清，松岡達憲，農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会，2018.9.6，松山市

##### (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
- ・次世代型こうち新施設園芸システム推進協議会

##### (7) 外部資金

- 「平成 30 年度科学研究費補助金」
- ・基盤研究 C 「ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育特性の解明」、代表 2,100 千円（直接経費）630 千円（間接経費）
  - ・基盤研究 C（特設分野）「棚田石垣を活用した新たな園芸ハウス」、代表 1,700 千円（直接経費）510 千円（間接経費）

「共同研究」

「受託研究」

「奨学寄付金」

##### (8) その他

特許、メディア報道など

## 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

急峻な地形ではあるが、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の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。

収穫技術については、特に急傾斜地の林業用架線技術に着目し、なかでも個人林家など小規模な経営形態の事業体に適したものとして軽架線技術を中心に研究を進めている。また、今年度から2021年度まで文科省科学研究費特設部門で「放置により劣化した里山広葉樹林の高度利用による生態系と地域経済の再生」として研究費を得た。この研究では、放置広葉樹林の資源内容と資源量の推定、放置広葉樹林に適した収穫方法の確立、放置広葉樹林の収穫等の施業による森林の生態的機能への影響評価、施業の採算性と地域経済貢献度の推算、といった項目を実施する。特に収穫技術では、軽架線技術の研究とも連携して研究を進めていく計画としている。

森林資源に関し、全国的な状況であるが、齢級構成の偏りのため若齢林が不足している日本の人工林では、早生樹種の利活用が必要とされている。東日本ではカラマツが兼ねてから成果をあげており、西日本ではコウヨウザンが近年注目されている。土佐の森林資源のひとつとして、コウヨウザンの利活用にも着目して研究を行う。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

収穫技術について、軽架線の索張り方式ではスラックライン式で搬器の荷上げ索部分に動滑車を用いる方式の有効性を、従来はランニングスカイライン方式を用いるスイングヤーダにおいても確認した(学会発表: 青木ら 2018, 報告書: 吉村・鈴木 2019)。理論値との整合性については模型実験で検証し(学会発表: 吉村ら 2018)、来年度は高知県立林業大学校の支間 10m の架線シミュレータを使用して実機に近いスケールでより詳細な検証を行う予定としている。大規模架線については、高知に特徴的な平面型架線である H

型架線を、これまでは集材機を用いていたが、タワーヤーダを活用してより機動性の高い架設撤去を可能とすることを提案した(学会発表: 吉村ら 2018)。また、木質バイオマス発電用の燃料材収穫のための架線利用に関し、針葉樹人工林とあわせて広葉樹二次林を同時に収穫する方式の有効性を検証した(学術論文: 福田ら 2019)。木質バイオマス利用については、高知大学苗圃の広葉樹整理伐木の出荷実績から、採算性等について検討した(学会発表: 鈴木・長井 2018)。

高知県の全般的な地形的特徴と、それに適した集材システムについて、数値地形図からの地形評価指標を組み合わせて機械導入実績との比較で検証し、流域ごとに適地を判定する方式を提案した(学会発表: 山崎ら 2018a, 2018b)。また、広葉樹収穫を実施するための基盤として、路網整備という投資に見合う伐採量を小規模方式と中規模方式について検討し、針葉樹人工林に比べて蓄積の少ない広葉樹林では小規模方式が適していることを明らかにした(学会発表: 鈴木・吉村 2019)。また、収穫の負の面として損傷木の経過について調査を行った(学会発表: 竹嶋ら 2018)。

コウヨウザンについては表土移動量の計測から、スギ人工林と同等であることを示した(学術論文: 渡辺ら 2018)。また広葉樹収穫への ICT 技術の導入に関連し、森林利用学における情報技術に関する研究のこれまでの成果をまとめ今後の方向性を示した(学術論文: 鈴木ら 2019)。

#### (2) 問題点等

広葉樹収穫については生産性の実績を示した事例が少なく、今後検証が必要である。

### 3. 今後の展望

架線技術については理論値の検証、および実機開発の有効性の検討を行う。広葉樹利用については実作業による収穫生産性と収益性の検討、収穫作業や路網開設の林分への影響などを継続して調査する。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

渡辺靖崇・鈴木保志・涌嶋智・坂田勉・東敏生:

コウヨウザン人工林における表土移動量. 日本森林学会誌 100 : 178~181. 2018

鈴木保志・吉村哲彦・長谷川尚史 : 森林利用学における情報関連研究のこれまでとこれから—森林利用研究会誌および森林利用学会誌に掲載された成果を中心に—. 森林利用学会誌 34(1) : 5~16. 2019

福田雄治・鈴木保志・大崎優・飯國芳明 : 木質バイオマス発電における広葉樹利用の検討—針葉樹との同時伐採方式の導入—. 森林利用学会誌 34 (1) : 47~56. 2019

## (2) 紀要

## (3) 報告書

吉村哲彦・鈴木保志 : 平成 28 年度林業機械化協会助成研究 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. 機械化林業 776 : 1~9. 2018

## (4) 学会発表

鈴木保志・長井宏賢 : 大学構内で発生した未利用材の木質バイオマス利用施設への出荷. 日本森林学会学術講演集 129 : 102 (T1-15). 2018

青木遥・鈴木保志・吉村哲彦・山崎真・山崎敏彦 : 軽架線索張り方式と横取り時の搬器係留力. 日本森林学会学術講演集 129 : 170 (P1-199). 2018

竹嶋一紗・鈴木保志・山崎敏彦 : 架線系システムの間伐作業による損傷の発生状況及び約 6 年後の経過. 日本森林学会学術講演集 129 : 170 (P1-200). 2018

山崎真・鈴木保志・山崎敏彦 : 高知県の地形条件等からみた林業機械の導入状況について. 日本森林学会学術講演集 129 : 172 (P1-213). 2018a

吉村哲彦・鈴木保志・山崎敏彦 : タワーヤードを用いた新たな平面型架線集材の可能性. 日本森林学会学術講演集 129 : 235 (K-16). 2018a

渡辺靖崇・鈴木保志・涌嶋智・坂田勉・東敏生 : コウヨウザン林における土砂流出量の変化. 日本森林学会学術講演集 129 : 287 (P2-206). 2018

山崎真・鈴木保志・渡辺直史・山崎敏彦 : 高知県における流域ごとの森林施業特性からみた原木増産について. 森林利用学会平成 30 年度第 25 回学術研究発表会講演要旨集 : 7. 2018b

吉村哲彦・千原敬也・鈴木保志・青木遥 : 模型

を用いた軽架線集材の力学実験. 森林利用学会平成 30 年度第 25 回学術研究発表会講演要旨集 : 13. 2018b

鈴木保志・吉村哲彦 : 林地残材収集運搬の単位量あたり経費と環境負荷算定の定式化と優性比較試算—基盤整備と広葉樹収穫への適用—. 第 14 回バイオマス科学会議発表論文集 : 53-54. 2019

## (5) セミナー等の開催

## (6) 地域貢献活動

平成 30 年 7 月 四国森林管理局 平成 30 年度治山・林道工事コンクール審査委員 (任期平成 31 年 3 月まで)

平成 30 年 12 月 四国森林管理局 地域管理経営計画等に関する検討会委員 (任期平成 30 年 12 月まで)

## (7) 外部資金

「平成 30 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) 600 千円 (間接経費) 180 千円
2. 基盤研究 C (特設分野) 鈴木保志代表 (直接経費) 1300 千円 (間接経費) 390 千円

「共同研究」

「受託研究」

## (8) その他

雑誌寄稿:

鈴木保志・岩岡正博・櫻井倫 : 2017 森林・林業・環境機械展示実演会への森林利用学会の出展について. 森林利用学会誌 33 : 145~149. 2018

竹嶋一紗・鈴木保志 : 平成 29 年度森林利用学会シンポジウム「森林資源を上手に活用していくために—川上~川下の情報共有を通じて—」報告. 森林利用学会誌 33 : 179~186. 2018

鈴木保志 : 特集「森林資源活用のための情報戦略」にあたって. 森林利用学会誌 34(1) : 3~4. 2019

広報活動:

模型を活用した新たな林業工学教育 (発表者 : 吉村哲彦 (島根大生物資源科学部) ・千原敬也 (島根県中山間地域研究センター) ・鈴木保志 (高知大教育研究部自然科学系農学部門)). 2018 森林・林業・環境機械展示実演会 (森林利用学会ブース 実態展示), 2018 年 11 月 18-19 日, 旧秋川高等学校跡地 (東京都あきるの市)

## スギ・ヒノキ樹皮の繊維化と繊維性状について

● 大谷 慶人（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

近年、資源循環型社会志向の高まりとともに、様々な未利用植物の活用に関する研究が注目されている。古くは和紙へ利用されていた木質樹皮は、現在では利用樹種及び利用法ともに多様化している。しかし、日本の林業分野における主要木材であるスギとヒノキの樹皮は活発に利用されておらず、製材工程で排出される樹皮の殆どが燃料用途か焼・棄却されている。そこで、本研究ではスギ、ヒノキの樹皮繊維の物理、化学的な解繊方法の検討と回収可能な繊維量およびその性状を調査した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

物理的解繊および化学的解繊処理によるスギ、ヒノキの回収可能な繊維収量は、多くの条件で50%を超えた。しかし、ランペンミル解繊においては処理時間に伴う回収量の激しい変動が見られた。また、ランペンミル解繊処理では、処理時間を短くするほど、レファイナー解繊処理では、クリアランス幅を広くするほど、長繊維を多く含む3メッシュオンの繊維割合が増加した。また、短繊維を多く含む3メッシュパス成分が、ランペンミル解繊では処理時間に依存して増加していく傾向にあった。ディファイブレータ解繊処理では、機器の特性上、解繊可能限界が存在することがわかった。その場合、3メッシュオンの繊維は見られず、48メッシュオン、35メッシュパスの繊維割合が多く見られた。アルカリ煮熟処理では、多量の長繊維の回収が認められた。ランペンミル・レファイナー解繊処理の特定の条件とアルカリ煮熟処理後の試料には、解繊不十分な繊維束がみられ、解繊繊維の質が良くないこともわかった。以上の結果から、ランペンミル解繊処理は短～長繊維、レファイナー解繊処理は長繊維、ディファイブレータ解繊処理は短繊維の生産に優れている。物理的解繊処理と化学的解繊処理を併用することで、長繊維を多く含む質の良い繊維を回収できる可能性が示唆され、3メッシュパスの短繊維も選択的に回収できることがわかった。また、すべての処理において、スギよりもヒノキ

の繊維回収量が多く、同条件下で長繊維が多い傾向があるため、ヒノキ樹皮の繊維強度や繊維束の結束状態はスギよりも強いと予想できた。

#### (2) 問題点等

スギ・ヒノキ樹皮は内樹皮から外樹皮にかけて繊維組成・性状がかなり異なり、繊維用として考える場合、目的とする品質の繊維を単離する手法が重要となる。化学的手法を試みたが、それのみでは好ましい結果を得ることはできなかった。そこで機械的手法を採用したが、装置の解繊原理により得られる繊維の性状は大きく変動した。今回は3種の装置を試みたが、更に異なる装置の試行が必要である。

### 3. 今後の展望

最適な機械的処理を行う装置を開発する。さらには、スギ・ヒノキ樹皮については内樹皮を選択的に分離する手法を考案することも必要である。それらにより、和紙、MDF、不織布、FRPなどに最適な繊維を生産することが可能となる。

### 4. 業績リスト

- (1) 学術論文 2件  
International Journal of Forest Research  
Volume 2018, ID 2315329  
Journal of the Forest Biomass Utilization  
Society Vol.13, No.2, 35-40, 2018
- (2) 紀要  
なし
- (3) 報告書  
なし
- (4) 学会発表  
国内3件
- (5) セミナー等の開催  
森林バイオマス利用セミナー（高知 9月  
14日）
- (6) 地域貢献活動  
四国地域評議会（2019年2月7日）
- (7) 外部資金  
特になし
- (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

高知県須崎市の野見湾は、マダイやカンパチの海面養殖が盛んで、特に、カンパチ養殖の発祥地として全国的に知名度が高い。現在、同カンパチのブランド「極美勘八」や海外輸出向けの「空飛ぶカンパチ」等を展開しているが、秋になると海産白点病（以下、白点病）が繰り返し流行して、成長効率の高い時期に大きな被害を受けることから、カンパチの安定供給が難しい状況にある。

現在普及している白点病対策は、魚を原因虫クリプトカリオン・イリタンスから遠ざける養殖生簀の移動避難である。しかし、早期避難に対応できる有効な指標が不在なため、初動の遅れが多く、十分な被害軽減につながっていない。

上記の背景から、当研究室で開発したリアルタイム定量 PCR (Q-PCR) 法（今城ら 2016, 魚病研究, 51, 103-111）を用いて、現場海水に分布するクリプトカリオン・イリタンスの感染仔虫を指標にした白点病発生予測システムの確立・機能を目指している。そこで、本研究では、毎年白点病が流行する特定の漁場に3定点 (St. 1～St. 3) を設け、9月8日から12月24日までの間、従来の週1回から2～3回に採水回数を増やすことで、予測精度の向上を検証した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

クリプトカリオン・イリタンスの生活環は海水中および魚体での寄生期と、海底での休眠期に分かれ、「セロント」と呼ばれる感染仔虫が海底の休眠卵「シスト」から産生されて海水中を遊出し、魚に寄生するようになる。

Q-PCR 法による海水 1L あたりの推定セロント数は、3地点全てで9月8日から当初二桁の数で推移した。その後、最初に目立った大量のセロントが検出されたのは St. 2 の水深 1m で、9月25日に5,741虫体となり、次に、10月8日に St. 1 と St. 3 の水深 1m で11,043虫体と続いた。

以降、3地点で三桁以上のセロント数が見られるようになり、St. 1 で、10月10日の水深 10m (155虫体) と底上 1m (121虫体)、10月19日の水深 1m (6,738虫体)、10月26日の水深 1m (13,563

虫体)、10月27日の水深 10m (202虫体) と底上 1m (171虫体)、10月29日の水深 1m (22,744虫体)、10月31日の水深 10m (1,855虫体)、St. 2 で、10月2日の水深 1m (553虫体)、10月10日の水深 10m (147虫体)、10月20日の水深 10m (193虫体)、10月27日の底上 1m (14,458虫体)、St. 3 で、10月20日の水深 1m (5,795虫体)、10月26日の水深 1m (20,723虫体)、10月27日の水深 1m (173,435虫体)、水深 10m (2,653虫体)、底上 1m (103虫体) であった。また、この間、底上 1m の溶存酸素量が 1mg/L 以上急激に高くなった時があり、海底シストからセロントが放出されやすくなるきっかけとして、海底への溶存酸素供給が挙げられる。そのため、もしかすると10月22日の St. 1 と St. 3、10月27日の St. 2 で同現象が起こり、虫体数が一気に増加したのかもしれない。

調査期間中の10月28日に St. 2 付近のカンパチ生簀で最初に数千単位でのカンパチ大量死が起き、直後に漁場全体で生簀の移動避難があった。よって、上記の虫体数の推移から、事前段階で、大量のセロントが断続的に現場海水に存在していたことが明らかとなり、それらの寄生の蓄積が大きな被害に繋がっている可能性が高い。また同時に、海水中のセロント数の把握に基づいた白点病発生予測システムの有用性の確証も得ることができた。

11月には再び推定セロント数が二桁まで低下して推移するようになり、その要因として、上記で述べた生簀避難によるカンパチ不在に加え、21℃まで低下した水温によるクリプトカリオン・イリタンスの活性低下が挙げられた。

#### (2) 問題点等

白点病発生予測システムの実用化に向けて大きく前進したが、まだ現状では現場海水のろ過、フィルター上集積物からのDNA抽出とクリプトカリオン・イリタンス遺伝子の検出・定量等は全て研究室で行っている。よって、これらの作業を直接現場で行える形に変えて、その場で海水中のセロント数を把握できるようにしなければ、生簀の早期避難には十分に対応できないと考える。

### 3. 今後の展望

現場での採水作業と海水のろ過作業を養殖業

者に委託することで、採水頻度の更なる増加と採水地点の拡充を図り、白点病発生予測システムの高い予測精度を担保する。また、現場でDNA抽出とクリプトカリオン・イリタンス遺伝子の検出・定量を行える方法を考案して検証する。

#### 4. 業績リスト

(1) 学術論文

該当なし

(2) 紀要

該当なし

(3) 報告書

該当なし

(4) 学会発表

該当なし

(5) セミナー等の開催

第1回平成30年度「知」の集積による産学連携支援事業における事業化可能性調査「養殖漁場における海水性白点病の発生予測システム確立に関する予備調査」に係る検討会 平成30年1月16日 コミュニティセンター「かがやき」

第2回平成30年度「知」の集積による産学連携支援事業における事業化可能性調査「養殖漁場における海水性白点病の発生予測システム確立に関する予備調査」に係る検討会 平成31年1月18日 高知大学農林海洋科学部小会議室

(6) 地域貢献活動

産（野見漁業協同組合と大谷漁業協同組合）学（高知大学）官（高知県水産試験場と高知県中央漁業指導所）連携体制でのイノベーション創出強化研究推進事業へ申請

(7) 外部資金

平成30年度「知」の集積による産学連携支援事業 代表 300千円

(8) その他

該当なし

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

～養殖魚の品質向上に関する研究～

● 森岡 克司 (自然科学系農学部門)

## 1. 研究目的

ブリ (*Seriola quinqueradiata*) は日本における主要な養殖魚種であり、刺身として食べられることが多いことから、肉の物性は肉質評価の重要な指標となる。肉の物性には結合組織の主成分であるコラーゲンが関わっており、ブリ肉の物性とコラーゲン含量には正の相関が認められている (Thakur et al., 2002)。つまり筋肉コラーゲン含量を測定することにより肉の物性を評価・予測することができると考えられる。しかし、コラーゲン定量に用いられる化学分析は時間と手間がかかるなどの問題がある。その問題の解決方法として、コラーゲン代謝に関わる遺伝子を用いた分子生物学的手法を用いることでより簡便な手法が考えられる。そこで本研究では、コラーゲン代謝関連因子の遺伝子発現を指標としてブリ肉の物性を評価することを目的とし、以下の実験を行った。まず分子生物学的手法を用いるに当たり、組織より高品質な RNA を得ることは重要であることから、ブリ死後 0~2 日までのブリ筋肉 RNA の安定性を RNA integrity number (RIN) 及び定量 PCR (qPCR) を用いて評価した。次にコラーゲン代謝関連遺伝子 (CMG) としてコラーゲン合成の律速酵素である Prolyl 4-hydroxylase (P4H)、コラーゲン分解酵素の Matrix metalloproteinase (MMP)、MMP によるコラーゲン分解の阻害因子である Tissue inhibitor of metalloproteinase (TIMP) に着目し、これらの遺伝子発現とブリ筋肉コラーゲン含量の関係性を調べた。

## 2. 研究結果

### (1) 成果

**RNA 安定性評価実験**：ブリ筋肉 RIN は氷蔵 2 日間で 6.6~7.1 と変化が見られなかった。また筋肉での 18SrRNA 及び TIMP2b 遺伝子発現量は、死後 0~2 日でほとんど変化がなかった。これよりブリ筋肉 RNA は想定よりも安定であり、死後 2 日までであれば qPCR に用いられることが示された。

**CMG 発現評価実験**：ブリ筋肉コラーゲン含量は 7、9、11 月でほぼ一定であった。CMG 発現では、MMP2、TIMP2a 及び TIMP2b 遺伝子発現量は、7 月から 9 月にかけて有意に増加した後、11 月にか

けて有意に減少した。また MMP2、TIMP2a 及び TIMP2b は同じ遺伝子発現パターンを示したことから、これらの因子がコラーゲン代謝において同調的に調整されているものと推察した。一方、P4HaI 遺伝子発現量は、7 月で最大値を示した後、11 月にかけて減少した。このことから、P4HaI と他の CMG は、コラーゲン代謝において異なる調整を受けているものと推察した。次に筋肉コラーゲン含量と CMG 遺伝子発現量の関係を調べたところ、コラーゲン含量と P4HaI 遺伝子発現量の間に負の相関が見られた。これは、当研究室におけるマダイ筋肉コラーゲン含量と P4HaI 遺伝子発現との相関と同様の傾向であった。

以上の結果より、P4HaI 遺伝子発現量を指標としてブリ肉の物性を評価できる可能性が示された。

### (2) 問題点等

今回、筋肉コラーゲン含量と関連が見られたのは P4HaI のみであった。また当初コラーゲン合成酵素である P4H の遺伝子発現量は、筋肉コラーゲン含量と正の相関を示すものと仮定したが、予想に反して負の相関関係を示した。

## 3. 今後の展望

今後、今回調べた CMG 以外の CMG に関わる因子についても調査することで、CMG 遺伝子発現を指標としたより精度の高い物性評価方法が開発できるものと考えられる。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

1. Effect of setting condition on the gel-forming ability of Rohu  
Sutloet, P., Sompongse, W., Morioka, K.  
Journal of Aquatic Food Product Technology, 27(2), pp. 247-257, 2018 (IF: 0.682)

2. Effect of protease inhibitors on proteolytic degradation of rohu (*Labeo rohita*) gel  
Sutloet, P., Sompongse, W., Morioka, K.  
International Journal of Food Science and Technology, 53(11), pp. 2509-2514, 2018 (IF: 2.383)



3. 和歌山県加太産天然マダイ肉の物性に関する生化学及び組織学的特性  
中辻伸嘉・秋田もなみ・林 芳弘・野村晋平・足立亨介・森岡克司  
水産増殖, 66, 309-315, 2018

4. Long-term stability of RNA isolated from muscle of red seabream (*Pagrus major*) during ice storage  
Nobuyoshi Nakatsuji, Kohsuke Adachi and Katsuji Morioka  
Fish Physiology and Biochemistry (doi: 10.1007/s10695-018-0588-8) 2018.

(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(4件)

- ・高知市漁業振興審議会会長
- ・高知県産業振興計画(第3期)フォローアップ委員会水産部会委員
- ・高知県漁業士認定委員会委員
- ・御豊瀬地域プロジェクト協議会委員

(7) 外部資金

「奨学寄付金」25万円

(8) その他

## 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。オミックス解析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ことが判明した。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。そこで、本研究では、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を目標とした。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。最終的にはエリシターの利用によるイネ根におけるTCA回路の制御技術構築を目指す。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

アブラムシがイネ根に寄生した際に生じる遺伝子の発現変動を、定法によるDNAマイクロアレイを用いて解析した。すなわち、イネ根(10-25 mg)からキット(QIAGEN)を用いて totalRNA を調整し、これに Gene Chip WT PLUS Reagent Kit (Affymetrix) を用いてラベル化及び断片化した ss-cDNA を調整後に、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。その結果を図1に示す。

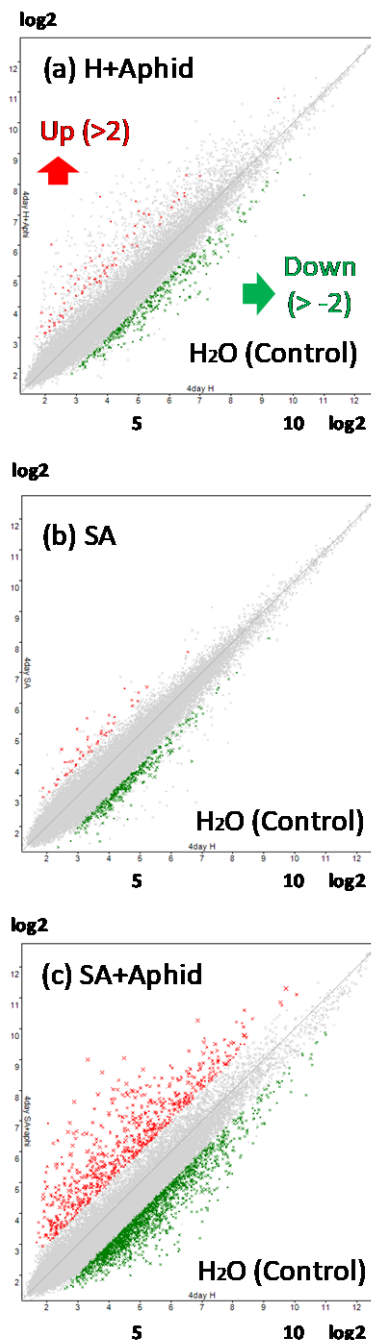


図1 イネ根のトランスクリプトーム解析結果

（2倍以上変動し対象区の間で有意差が確認された遺伝子を赤または緑で色づけした。）

(a) アブラムシ寄生4日後のイネ根と無処理根との比較。

(b) サリチル酸処理4日後のイネ根と無処理根との比較。

(c) アブラムシ寄生とサリチル酸の同時処理4日後のイネ根と無処理根との比較。

その結果、処理 4 日後では水で処理した根に対して、アブラムシを寄生させた根 (Aphid) では 428 の遺伝子が (図 1a)、サリチル酸処理 (SA) した根では 397 の遺伝子が (図 1b) 変動しており、両処理による遺伝子発現変動は類似することが判明した。また SA 処理下でアブラムシを寄生させると 2416 もの遺伝子の発現が確認され (図 1c)、SA 処理とアブラムシの寄生には相乗効果があることが明らかになった。これらは、アブラムシの加害によってイネ根ではサリチル酸が蓄積することや、サリチル酸の処理によってイネの根に生じる褐変が深化することから、アブラムシの加害による褐変には SA が関与することが予測されており、これを裏付ける形となった。この時、アブラムシの寄生でのみ発現した遺伝子を選抜すると、5 つの上方調節遺伝子が確認できた。これらの遺伝子のうち 3 遺伝子がアノテーションなされており、Pectinesterase inhibitor, Haem peroxidase, Ornithine decarboxylase であった。Pectinesterase inhibitor と Haem peroxidase は細胞壁の褐変や硬化に関与しうる遺伝子でありアブラムシの加害に対する植物の応答のカギのとなることが示唆された。また、Ornithine decarboxylase はオルニチンの脱炭酸とともに生体内アミンであるプトレッシンを生成する酵素であり、プトレッシンやその重合体であるポリアミンが生体内調節因子として働くことを考え合わせると、アブラムシの加害によって引き起こされる生体防御反応にポリアミンが関与する可能性が示されたと考えられた。

また、SA 処理とアブラムシの寄生によって褐変が深化することから、同時処理とアブラムシ寄生の両方において誘導される遺伝子を探索することで、両処理の相乗効果即ち褐変の進行に深く関与する遺伝子を探索した。その結果、11 の上方調節遺伝子と 5 つの下方調節遺伝子が確認された。上方調節遺伝子には過剰投与された SA の受容を下方制御するための遺伝子が発現するほか、Cellulose synthase と WRKY76、WRKY56 の発現が確認された。WRKY はイネにおいて生体防御応答に関与する転写因子であり WRKY76 はファイトアレキシンの生合成低下に関与し、WRKY56 は病害抵抗関連 Map-K カスケードの活性化因子として知られている。また、Cellulose synthase は前出の Pectinesterase inhibitor と同様に細胞壁の硬化に関与することから、WRKY56 がアブラムシの寄生に伴う褐変に関与する調節因子の第一候補と考えられた。一方、5 つの下方調節遺伝子のうち Fe-S cluster assembly factor, Crocetin glucosyltransferase, Thylakoid rhodanese の 3 遺伝子は葉緑体に関連し、残りの

2 遺伝子 Cyclin-P4-1-like と 3-ketoacyl-CoA synthase もプラスチドの細胞周期に関連しうることから、アブラムシの寄生によってプラスチドの活動低下がもたらされるものと考えられた。

## (2) 問題点等

トランスクリプトーム解析の結果を逐次解析することで、いくつかの防御応答経路が想定されたが、今後は主成分解析を用いた網羅的な相関解析を行う必要がある。又、アノテーションがなされていない遺伝子の役割についての検討を行う必要がある。

## 3. 今後の展望

トランスクリプトーム解析の結果から予想されたパスウェイを確認するために、ターゲットとなる遺伝子組み換え体の入手を行うとともに、アノテーション未知の候補遺伝子の関連性を検討するためにプロモーター領域の解析を行い、機能推定を行う予定である。また、遺伝子発現のカギとなるアブラムシに由来するエリシターの探索を推進する。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Accumulation of 9- and 13-KODEs in response to jasmonic acid treatment and pathogenic infection in rice. Sayaka Nishiguchi, Koichi Murata, Naoki Ube, Kotomi Ueno, Shin-ichi Tebayashi, Masayoshi Teraishi, Yutaka Okumoto, Naoki Mori, Atsushi Ishihara, Journal of Pesticide Science, 43(3), 2018.

(2) 紀要, 該当なし

(3) 報告書, 該当なし

(4) 学会発表

Induced resistance on the root of rice plant by plant hormones against root aphid. Shinichi Tebayashi, Hayato Sumita, Akira OIKAWA, Hideaki MASEDA, Atsushi ISHIHARA, International Society of Chemical Ecology 2018 Meeting, 12-16. Aug. 2018, Budapest, Hungary.

(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 28 年度科学研究費補助金」挑戦的萌芽研究代表 500 千円 (直接) 150 千円 (間接)

「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 2,529 千円 (直接)

「奨学寄付金」該当なし

(8) その他, 該当なし

## 豚肉成分の非破壊検出技術に関する研究

● 河野 俊夫（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

2020年の東京オリンピック開催を目指して、目下、我が国は外国人の訪日に力を注いでいる。目標とする年間の訪日外国人3,000万人は2015年(1月～10月統計)での実績約1,800万人から推定して、その達成が有望視されており、今後益々、訪日外国人への対応が重要となる。なかでもインドネシアを始めとするイスラム教国からの訪日外国人は、訪日外国人全体のなかで大きなウェートを占めており、国内各地の施設でイスラム教国からの外国人向けにハラル食品の提供が熱を帯び始めている。

ハラル食品(halal foods)とは、イスラム教の戒律にしたがって許可された食物を指す。忌避すべき食物の第一は豚肉で、そのエキスさえ口にするのが許されていない。訪日するイスラム教国からの外国人が我が国に滞在して困ることの一つは、豚肉由来の成分が、提供された料理に含まれていないかどうかである。豚肉が入っていることが見た目には明らかな場合はその料理を避けうるが、液状の調味料、スープ、出汁などに含まれる食品素材に入っている場合は、豚肉由来の成分が含まれているかどうかは見た目では判断できない。このため、敬虔なイスラム教徒であればあるほどそのような調味素材の入っている料理を選べない。このことがハラル食品を提供する際に最も注意する点になる。

外食産業で用いる調味料、スープ、出汁などの中間材料(食品素材)は、コスト低減のため外部から調達する場合が多い。もちろん、外部から調達する食品素材には、食品表示法にもとづき、その食品素材に含まれる一般構成物の表示はあるであろう。最近ではアレルギー対応の関係で、食品素材の構成物にアレルギー物質(卵、乳、小麦、そば、落花生、海老、カニなど)が入っている場合は、その表示が義務づけられている。しかし豚肉の場合は、消費者庁の指導では「任意表示」となっており、必ずしも中間材料に表示されているとは限らない。したがって、ハラル食品の調理素材として用いる場合には入念なチェックが必要である。食品素材の調達先に豚肉由来の成分が入っているかどうかを報告させれば問題ないようにも思えるかもしれないが、最近の食品偽装、異物混

入事例を見ても、海外調達の食品素材に対する信用は落ちており、外食産業の側でチェックする手段を持つ必要があるだろう。

こうした場合、一般には食品分析センターなどにサンプル分析依頼することが多い。しかし、食品分析で明らかになることは、食品に含まれる「化学成分」の同定である。食品の中に含まれる食品素材は「様々な化学成分の混合体」であり、化学成分が明らかになったからと言って、「どのような食品素材が入っているか」までは同定できない。もちろん、異物混入サンプルの場合のように、明らかに異物が入っているサンプルならば、入っている異物を目で特定して分析すれば判るだろう。だが、「調理して食品の中に完全に溶け込んでしまった食品素材」は判らない。溶け込んだ成分の構成と混合割合などを手がかりになんらかの推定方法を構築するほかない。

そこで本研究では、外食産業がハラル食品を提供するうえできわめて重要と考えられる、食品素材に混入する豚肉由来成分を推定する手法について検討した。光センシングで得られるスペクトルを用いて、豚肉由来成分を推定するための多変量モデルを構築した。異物検出や品質評価では様々な手法が世界で開発されているが、その成果を参考に、本研究では3種の光(蛍光、近赤外光、赤外光)を用いた。これらの光は、それぞれ得意とする物質の検出方法が異なることから、多面的に成分推定可能だからである。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

訪日外国人に増加に伴うハラル食品対応の高まりを受けて、食材としての調味料を含め、調理品に混入する豚肉(成分)を検出する手法について研究した。「食品に含まれる分子が何か、どんな化学成分の割合で構成されているか」ではなく、「様々な化学分子が複合し重合した物質・物体」としての豚肉および豚肉由来成分が「入っているか、入っていないか」を識別(検出)する手法である。

供試材料を4通り(生肉、茹で肉、調味料、肉と調味料を合わせて加熱調理したもの)に分けて、ATRを用いた中赤外反射スペクトル測定、

InGaAs 型検出器を用いた近赤外反射スペクトル測定、蛍光スペクトル反射測定を行い、PCA 法、SIMCA 法、および NN(ニューラル・ネットワーク)法を適用して、豚肉(成分)検出モデルを構築した。供試肉は、豚肉のほか、牛肉、鶏肉の3種類を用い、調味料には生活上、利用頻度の高い26種を選んだ。そのうち数種を組み合わせた5つのパターンで供試肉を加熱調理し、豚肉(成分)検出モデルの検出精度を確認した。

その結果、PCA と SIMCA のみを組み合わせた、線形の PCA-SIMCA 単独モデルでは検出が困難であった。そこで、PCA-SIMCA 法を利用して、検出力に寄与する有効波数を60点(蛍光の場合のみ、励起波長と蛍光波長の組合せ5点)抽出し、これらの点における各スペクトルの値を入力側、豚肉か、豚肉以外の肉か、を出力側とする、PCA-SIMCA-NN 融合モデルを構築した。実際の調理を想定して設定した、調味料による肉の加熱調理品に対して、豚肉(成分)混入の正解率を求めたところ、中赤外および近赤外スペクトルを利用したケースで、82%以上の成績となった。とくに、近赤外二次微分データの利用では96%の正解率を収めた。ただし、この結果は、様々な肉類が市販されているなかで、供試材料に用いた肉類についてのものであり、結果の一般化にはより一層の実験データの集積が必要である。

## (2) 問題点等

1) 中赤外、近赤外領域では、豚肉(成分)を検出する有効識別波数60点程度を抽出したが、その波数範囲は、それぞれの光領域の範囲全体に分散していた。しかし、実用機器を開発するうえでは、一定程度の波数範囲に限定できる方が、装置化の際のコストがかからない。識別に利用する有効識別波数の範囲を限定したうえで、その中で有効な識別波数を抽出する必要がある。

2) 市販の肉を供試材料として調理品に含まれる豚肉(成分)の検出を試みたが、用いる肉によって得られるスペクトルの特性が変わる可能性はある。したがって、この手法の有効性を確かめるためには、様々な品質の肉についてデータを充実させておく必要がある。同様に、調味料についても多種多様であることから、調理に利用される調味料に関する中赤外、近赤外、蛍光スペクトルのデータの集積と、そのデータベース化が求められる。

## 3. 今後の展望

「食品がハラール対応である」と言う場合、それは「100%豚肉およびそのエキスまでもが入っていない」ことが保証されていなければならない。したがって、ハラール対応のために豚肉成分を検出する技術には、100%の確度(正確さ)が要求される。本研究は検出の原理技術を提供するものである

から、現段階ではまだ100%の確度は持たないが、将来的には、検出するハードの改良によって、確度を高めることができるものと考えている。今後も進展研究を図り、実用技術へと高めたいと考えている。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

篠原亜里紗、河野俊夫、張 夏：  
食用セルロースのカステラ素材への適用性に関する研究、日本食品保蔵科学会誌、第45巻、第1号、pp.3-10、2019[査読付論文]。

### (2) 学会発表

1)河野俊夫、篠原亜里紗、張 夏、村井正之：  
異物検出技術を逆用した食品のすり替え防止可食管理コードに関する研究、日本食品保蔵科学会年次大会(平成30年6月24日、山梨大学甲府キャンパス)

2) 篠原亜里紗、河野俊夫、張 夏、村井正之：  
セルロースの麺類への応用とその品質評価に関する研究、日本食品保蔵科学会年次大会(平成30年6月24日、山梨大学甲府キャンパス)

3)河野俊夫、篠原亜里紗、張 夏：  
蒸しと通電加熱を併用した新しい炊飯方式に関する基礎研究、日本調理科学会年次大会(平成30年8月30日、武庫川女子大学)

4) 篠原亜里紗、河野俊夫、張 夏：  
SPME 法およびスニッフアーによる魚箱残存臭気分析、日本調理科学会年次大会(平成30年8月31日、武庫川女子大学)

### (3) 外部資金

「平成26年度科学研究費補助金」 基盤研究C  
代表 500千円(直接経費、継続分) 150千円  
(間接経費)

「共同研究」1件、500千円

「奨学寄付金」1件、1,050千円

## 小型ブイを利用した野見湾奥における水温の連続測定

● 森 牧人（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

野見湾は高知県の須崎湾の湾奥東部に位置する海域面積 4km<sup>2</sup>、平均水深 18 m の半閉鎖性湾であり、高知県における代表的な海面養殖漁場として、タイ・ハマチ・カンパチ・シマアジなどの養殖が盛んである（上野ほか，2002）。上野ほか（2002）は同湾を対象に「赤潮・貧酸素をリアルタイムに観測する野見湾漁場環境情報システム（nomi BAY WATCH SYSTEM）」を開発し、同システムを湾内の 3 点に配置することにより水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル、濁度の 5 項目について海面から海底までの鉛直分布を 1 時間間隔で連続モニタリングすることを可能にした。同システムにより、以前は困難であった水質項目の鉛直分布に関する連続モニタリングが可能になり、かつ、インターネットなどを通じてリアルタイムで情報取得が可能となり、赤潮や貧酸素化の発生や消滅などの動態把握ができるようになった。しかし、現在においては稼働していない。

本研究担当者は、2017 年 6 月、カンパチなどにみられる白点病の発生予察を目的として、既設の小型ブイを基盤として活用することにより、ブイ上に気象・水温の連続観測システムを構築した。途中大きなトラブルに見舞われながらも、2019 年の 3 月現在においても観測を継続している。本報では 2018 年度中に得られた観測結果の一部について簡単に結果を述べる。

### 2. 研究結果

#### （1）成果

上述のように、本研究では、カンパチなどにみられる白点病の発生予察を目的として、既設の小型ブイを利用し、ブイ上に簡単な観測システムを構築し、30 分間隔で環境データ（気温・湿度・水温など）を取得できるシステムを運用している。

まず、気温についてみると、日平均値は明瞭な季節変化を示し、その最大値は 29.2℃（2018 年 8 月 6 日）であり、一方、最小値は 6.0℃（2019 年 1 月 26 日）であった。前年度は同温度が 5.0℃を下回ることもしばしばであったことから（2017 年度の最小値は 2018 年 2 月 6 日に 1.2℃を記録）、暖冬の影響はブイの気温にも現れていたことが

明らかである。

湿度についてみると、暖候期においては、それがたびたび 90%を超えたが、寒候期においては、70%ほどの値を中心に大きく変動した。

前述のように、種々のトラブルに見舞われた水温観測であるが、限定的に観測された結果は以下の通りである。9 月 3 日から 10 月 3 日にかけての深さ 1 m の水温（日平均値）は短期間ながら明瞭な季節変化を示した。すなわち、期間中、緩やかな減少傾向に転じ、期間はじめに 26℃を超えていた水温は終わりごろには同温度を下回った。9 月 8 日に期間最小値（25.1℃）が記録されたが、これは夜間における温度の低下というよりもむしろ、日中の日照時間の少なさ（日中の日照時間の積算値＝0 時間）によることが、須崎市内のアメダス（須崎）のデータより推察された。この時期の水温の低下は、白点病の発生予察に関して非常に重要であるが、注目の及ばないと思われる、寡照条件も重要であることが示唆される。

深さ 10 m の水温も併せて得られた 2019 年 2 月 22 日から 3 月 4 日にかけては、深さ 1 m の水温と日平均値レベルでは大きく変わりはなかった。しかし、1 時間値について比較した結果、風速の強い場合、前者と後者の差は負値でその絶対値は大きくなる傾向にあり、そうでない場合は、同程度かもしくは正值をとり、非常に弱いものの成層することがあることが推察された。

#### （2）問題点等

今年度は、途中より水温に関して観測深度を 2 深度に増設したが、全く予期せぬトラブル（断線等）に見舞われ、特に水温に関して十分にデータを得ることができなかった。現地調査の回数を増やすなどして、できる限りのトラブル回避やデータ欠測期間の短縮を図りたい。

### 3. 今後の展望

現地での観測は非常に重要な意味をもつが、2019 年度は研究の定量化をより図るべく、観測の精緻化に加え、水温や溶存酸素量の季節変化を記述可能なシミュレーションモデルの構築などにも取り組む予定である。

#### 引用文献

上野 成三, 永田 良助, 山崎 英活, 中山 哲巖, 2002: 赤潮・貧酸素をリアルタイムに観測する野見湾漁場環境情報システム (nomi BAY WATCH SYSTEM) の開発, 海岸工学論文集, 49, 1531-1535.

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

Yasutake D., Yokoyama G., Maruo K., Wu Y.R., Wang W.Z., Mori M., Kitano M. (2018): Analysis of leaf wetting effects on gas exchanges of corn using a whole-plant chamber system. Plant Soil Environ., 64: 233-239.  
<https://doi.org/10.17221/186/2018-PSE>

##### (2) 紀要

なし

##### (3) 報告書

なし

##### (4) 学会発表

西谷桃子・○森 牧人, 2018: 晩霜期における茶葉の耐凍性の急激な喪失. 平成 30 年度日本農業気象学会中国・四国支部大会 (平成 30 年 12 月 6 日～7 日; 四国大学交流プラザ・徳島市)

##### (依頼講演)

森 牧人, 2018: 暖地の農業を育む高知の気候 (依頼公演). 農業生産技術管理学会 平成 30 年度大会 (平成 30 年 10 月 20 日 (土): 高知大学農林海洋科学部・南国市)

○森 牧人, 門田晃誠, 佐々浩司, 2018: 降水効率及び標準雨量指数を用いた高知市の気候解析. 日本農業気象学会 2018 年全国大会 (2018 年 3 月 13 日～3 月 16 日・九州大学伊都キャンパス)

##### (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

「平成 30 年度科学研究費補助金」

##### 【科研 1】(平成 28～30 年度)

基盤研究(C) 代表: 森 牧人、作物体温と氷核形成温度の相対関係に基づいたGPS援用広域霜害予測システムの開発、配分額 (平成 30 年度: 直接経費 1,116,053 円)

##### 【科研 2】(平成 29～31 年度)

基盤研究(B) (海外) 代表: 森 牧人, Air Irrigation: 乾燥地の大気由来の未利用水資源で実現する節水農業、配分額 (平成 30 年度: 直接経費 1,080,000 円)

##### 【科研 3】(平成 30～32 年度)

基盤研究(C) 分担: 森 牧人 (代表: 安武大輔), 温室作物の光合成昼寝現象を引き起こす環境生理学的要因の動態解明と改善技術の確立、配分額 (直接経費 100,000 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 30 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) 165,000 円  
・産学官プロジェクト「”IoP(Internet of Plants)”が導く「Next次世代型施設園芸農業」への進化」・(分担) 課題別研究予算 (直接経費 1,266,666 円)

##### (8) その他

## 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、畑地において課題となる侵蝕の中で、肥沃度の低下、環境汚染、生活・健康被害が懸念される風蝕について、発生機構を明らかにすることを検討した。

### 2. 研究結果

#### （1）成果

本研究は、高知県南国市内の129箇所、15.4haの農地の礫分布を調査した。また、水田耕作農家の協力を得て、ロータリ耕耘爪の摩耗、減水深、玄米収量調査を行った。その結果、礫率が $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ を超える農地が21%分布し、粒径19mm以上の大礫が73%、粒径37.5mm以上の巨礫が12%存在した。また、固相に占める礫の割合は、礫率5% ( $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ) までは0.1以下とわずかであるが、これを超えると緩やかに上昇傾向となった (Fig. 1)。調査地を行った農地では土層改良目標の上限

値に近い礫が分布し、多くの農地で大礫が分布することから除礫の必要性があることが示唆される。

このような農地の中から耕作農家の協力を得てトラクタのロータリ耕耘爪の摩耗を調査したところ、大礫の割合が増えると摩耗比が高くなり、1ha当たり1%を超えて摩耗した。(Fig. 2) このことから、1haの水田耕作を行うと1年間で、ロータリ耕耘爪が10%から15%で摩耗し、1、2年で一式で約30千円交換産費用必要になる。さらに、大礫の増加はロータリ動力伝達部分を含めた機械全般の損傷の原因となるばかりでなく、作業機械管理の増加が懸念される。

また、礫率が $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ より低い水田の中干期限水深/深水期限水深比が0.8から0.9であったものが、礫率が高くなるとバラツキがあるものの増加傾向にあった。これは、礫率が高くなると降下浸透が高まり、水田用水量が増えると同時に水管理のための時間が増えることが示唆される。(Fig. 3)。

さらに、玄米収量調査から、礫の影響は、礫率が $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ を超える水田で $427 \text{ kg}/10 \text{ a}$ になり、礫率が $0.15 \text{ m}^3/\text{m}^3$ を超えると玄米収量が $400 \text{ kg}/10 \text{ a}$ 以下となり、15千円/10aの減収につながることを示した (Fig. 4)。

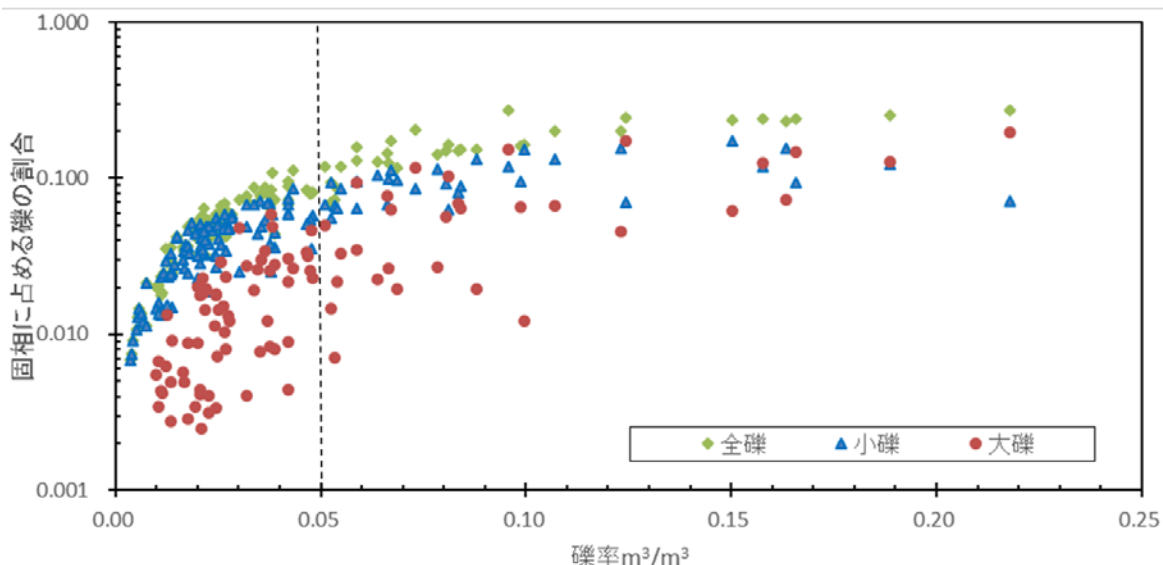


Fig. 1 調査地における礫率と固相に占める礫の割合の関係



以上のことから、徐礫による表層土の改良を圃場整備の過程で実施し、礫率を  $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$  以下にすることは、トラクタのロータリ耕耘爪の交換費用を軽減し、水管理の省力により労働生産性を高める。また、除礫は、玄米反収を増加させることで土地生産性の向上が期待される。

### (2) 問題点等

本調査は15.4ha、129箇所の農地を対象としたものである。しかし、現在計画が進行している高知南国地区は400haを事業地区と想定しているため、さらなる調査の必要性がある。

## 3. 今後の展望

これまで、圃場整備事業における土層改良工では、除礫が重要視されなかった。本研究は、農地の経年劣化として考慮されてこなかった、水田の表土流出による礫の頭在化を明らかにしようとしている。また、水田から畑地への転換が求められる圃場整備事業において、懸念される風蝕について、発生機構と計測法を確立することを合わせて、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につながる。

## 4. 業績リスト

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

中国四国農政局四国土壌改良調査管理事務所、平成29年度 第2回 高知南国地区環境検討委員会、委員(2018.01.31 南国市)

中国四国農政局、平成29年度 国営土地改良事業環境に係る情報協議会、委員(2018.03.16 岡山市)

高知県、平成30年度高知県農業農村整備事業計画審査会、委員(2018.11.06 高知市)

高知県、平成30年度高知県農業農村整備事業環境情報協議会、座長(2019.01.21 高知市)

### (7) 外部資金

「平成30年度科学研究費補助金」該当なし

「共同研究」該当なし

「受託研究」該当なし

「奨学寄付金」

(株)チェリーコンサルタント 圃場調査指導

### (8) その他

平成30年度国営事業地区等フィールド調査学生支援事業採択

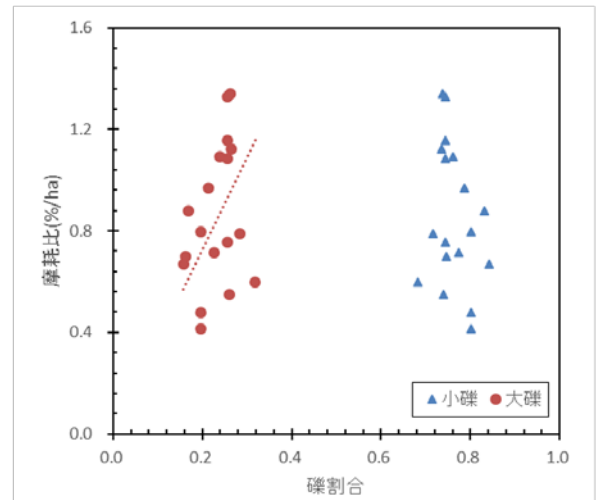


Fig. 2 大小の礫割合とロータリ耕耘爪の摩擦比の関係

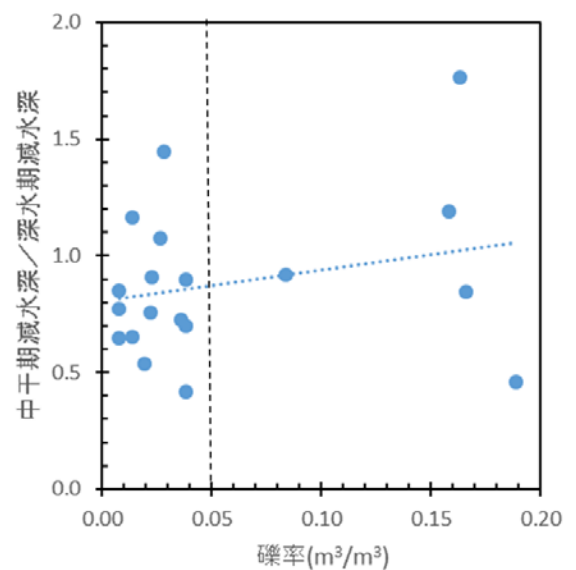


Fig. 3 礫率が減水深に与える影響係

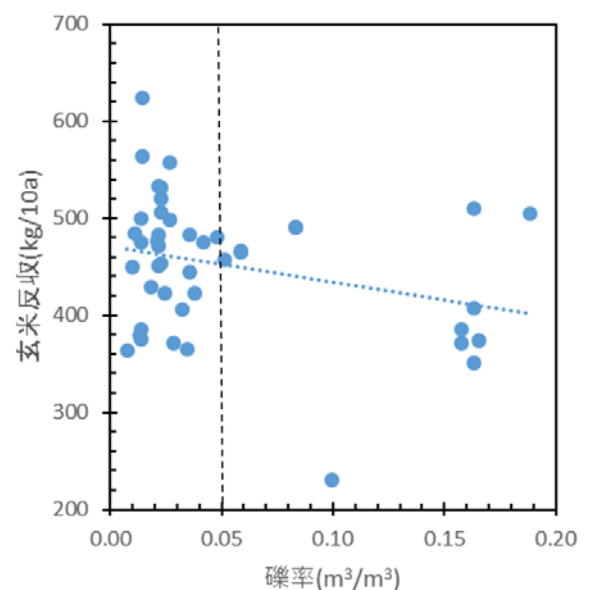


Fig. 4 礫率が玄米収量も与える影響

## 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。本食中毒は、現在沖縄県沿岸海域にてしばしば起こっているが、地球温暖化の進行とともに、本州・四国・九州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。本中毒は、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、*Gambierdiscus scabrosus*をはじめとする4種の発生が報告された(Nishimura et al. 2013)。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、これらの水深の地点では、表層では見られなかった *Gambierdiscus silvae* が存在することが明らかになった。昨年までの研究により、本種は毒性を有することが明らかにされている。しかし、本種の増殖に至適な環境条件は未だ明らかにされていない。

そこで本年度は、本種の増殖に及ぼす光強度の影響を明らかにすると同時に、沿岸海域における光強度の鉛直プロファイルを解明し、現場海域における光条件が本種の発生に与える影響について考察する。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

*G. silvae*は、光強度11.2～610  $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$ の範囲で増殖可能であった。さらに、本株の増殖速度を光強度によって有意に回帰可能な関係式を求めることができた。その回帰式に基づき、最大増殖速度( $\mu_{\text{max}}$ )を与える増殖至適光強度( $I_m$ )と最大増殖速度の80%以上の速度を与える増殖好適光強度( $I_{\text{opt}}$ )を求めた結果、それぞれ115  $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$ と46～299  $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$ となった。また、高知県幡多郡大月町沿岸における光強度の鉛直的分布を測定し、これにより得られた結果に基づき、本種の増殖至適光強度が得られる沿岸海域における水深を求めたところ、有光層中部に相当する20 m前後と推定された。以上のことから、

水深30 m地点より分離された *G. silvae*は、表層から分離されたものより低い光強度を好み、有光層中部における光強度に適応していると考えられた。

(2) 問題点等  
特になし

### 3. 今後の展望

本年度得られた結果より、*Gambierdiscus silvae*は本邦の沿岸域有光層中部における光環境条件の下で、活発に増殖する能力を有することが明らかとなり、本種はシガテラ原因種として重要であると考えられた。しかし、本種の増殖特性については、今年度明らかにした光条件に関する特性以外については未解明である。よって、次年度以降に培養試験を行うことにより、水温・塩分条件が本種の増殖に与える影響を明らかにする予定である

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Tomohiro Nishimura, Wittaya Tawong, Hiroshi Sakanari, Takuji Ikegami, Keita Uehara, Daiki Inokuchi, Masatoshi Nakamura, Takuya Yoshioka, Shota Abe, Haruo Yamaguchi, Masao Adachi (2018) Abundance and seasonal population dynamics of the potentially ciguatera-causing dinoflagellate *Gambierdiscus* in Japanese coastal areas between 2007 and 2013. *Plankton and Benthos Research* 13(2): 46-58.

Yumi Watanabe, Takashi Kadono, Nozomu Kira, Kengo Suzuki, Osamu Iwata, Kouhei Ohnishi, Haruo Yamaguchi, Masao Adachi (2018) Development of endogenous promoters that drive high-level expression of introduced genes in the model diatom *Phaeodactylum tricornutum*. *Marine Genomics* 42: 41-48.

Haruo Yamaguchi, Yuko Tanimoto, Yoshihiro Hayashi, Satoshi Suzuki, Mineo Yamaguchi, Masao Adachi (2018) 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 98(4), 657-663.

Alvin P. Monotilla, Tomohiro Nishimura, Masao Adachi, Yuta Tanii, Danilo B. Largo, Masanori Hiraoka (2018) Examination of prezygotic and postzygotic isolating barriers in tropical *Ulva* (Ulvothamniophyceae, Chlorophyta): evidence for ongoing speciation. Journal of Phycology 56(5): 517-532.

(2) 紀要  
該当無し

(3) 報告書  
該当無し

(4) 学会発表

西村朋宏・内田肇・鈴木敏之・船木紘・井原智穂・萩野恭子・橋本佳奈・有光慎吾・谷井勇太・阿部翔太・田中幸記・柳田一平・足立真佐雄. 本邦産底生性渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属の発生量ならびに *P. lima* complex および *P. caipirignum* の分子系統と下痢性貝毒生産能. 平成 30 年度日本水産学会秋季大会, 広島大学(9月15日~17日・平成30年). (口頭発表)

橋本佳奈・西村朋宏・船木紘・内田肇・鈴木敏之・山口晴生・足立真佐雄. 下痢性貝毒を高生産する本邦産 *Prorocentrum lima* 株の選抜とその毒生産に適した培地の選抜. 平成 30 年度日本水産学会秋季大会, 広島大学(9月15日~17日・平成30年). (口頭発表)

西村朋宏・内田肇・鈴木敏之・船木紘・井原智穂・萩野恭子・有光慎吾・谷井勇太・阿部翔太・橋本佳奈・田中幸記・柳田一平・足立真佐雄. 本邦産底生性渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属の発生量ならびに *P. lima* complex および *P. caipirignum* の分子系統、分布と下痢性貝毒生産能. 2018 年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 創価大学(9月9日~11日・平成30年). (口頭発表)

Chetan Chandrakant Gaonkar, Tomohiro Nishimura, Hiroshi Funaki, Kyoko Hagino,

Toshifumi Yamatogi, Suguru Okunishi, Hiroto Maeda, Keizo Nagasaki, Masao Adachi. Evaluation of DNA extraction kits for assessing harmful algal community from fish farm sediments. The 18th International Conference on Harmful Algae, Nantes, France (from 21 to 26 October 2018). (口頭発表)

Tomohiro Nishimura, Hajime Uchida, Toshiyuki Suzuki, Hiroshi Funaki, Kyoko Hagino, Kana Hashimoto, Kouki Tanaka, Ipei Yanagida, Masao Adachi. Genetic diversity, distribution, and diarrhetic shellfish toxin production of benthic dinoflagellates *Prorocentrum caipirignum* and *P. lima* complex in Japanese coastal areas. The 18th International Conference on Harmful Algae, Nantes, France (from 21 to 26 October 2018). (口頭発表)

Tomohiro Nishimura, Yuki Kuribara, Ryo Fukuzawa, Katsuya Mimura, Hiroshi Funaki, Yuta Tanii, Kana Hashimoto, Kanako Miyachi, Kouki Tanaka, Ipei Yanagida, Masao Adachi. Discovery of novel “epiphytic” *Alexandrium* spp.: Their molecular phylogeny, toxicity, and population dynamics in Japanese coastal waters. The 18th International Conference on Harmful Algae, Nantes, France (from 21 to 26 October 2018). (ポスター発表)

Hiroshi Funaki, Shouta Yoshii, Yuta Tanii, Kana Hashimoto, Tomohiro Nishimura, Kouki Tanaka, Ipei Yanagida, Haruo Yamaguchi, Masao Adachi. The first report of occurrence of *Gambierdiscus silvae* in the coastal areas of Japan. The 18th International Conference on Harmful Algae, Nantes, France (from 21 to 26 October 2018). (ポスター発表)

角野貴志・足立真佐雄・外丸裕司. 海産珪藻における海産珪藻感染DNAウイルスORFの発現解析. 第5回分子珪藻研究会, 関西学院大学三田キャンパス(12月8日・平成30年). (口頭発表)

西村朋宏・栗原祐貴・福澤凌・三村克哉・船木紘・田中幸記・柳田一平・足立真佐雄. “海藻付着性”新奇有毒 *Alexandrium* 属藻の発見. 平成 31 年度日本水産学会春季大会,

東京海洋大学(3月26日～30日・平成31年). (口頭発表)

(8) その他  
該当無し

#### (5) 講演会・セミナー等の活動

平成30年度バイオマス講演会、海洋より分離した有毒渦鞭毛藻を用いた下痢性貝毒標準品の生産、於：高知大学物部キャンパス、平成30年7月4日

高知県産学官民連携センター、シーズ・研究内容紹介、海洋性微細藻の可能性を探る～有用微細藻と有毒微細藻の研究～、於：ココプラ、平成30年5月16日

#### (6) 地域貢献活動

第20期高知県内水面漁場管理委員会委員（高知県水産振興部）

#### (7) 外部資金

##### 「科研費」

「平成30年度科学研究費補助金」 基盤研究B  
代表 3200千円(直接経費)960千円(間接経費)

##### 「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」5000千円

「農林水産技術会議委託プロジェクト研究－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」1250千円

「農林水産技術会議委託プロジェクト研究－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」1301千円

平成30年度農林水産省戦略的プロジェクト研究推進事業「有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発」海洋微生物毒生成藻類と海洋生物毒に関する研究 2500千円

##### 「共同研究」

「ユーグレナや海産珪藻を含む組換え体藻類の効率的な作出」、理化学研究所、1000千円

##### 「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、200千円

##### 「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、55千円