

自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「地域再生に寄与する革新的な水・
バイオマス循環システムの構築」

1 総括表

1-1 組織

氏名		部門
代表	藤原 拓	農学部門
分担	足立 亨介	農学部門
	市浦 英明	農学部門
	池島 耕	農学部門
	鈴木 保志	農学部門
	深田 陽久	農学部門
	松岡 真如	農学部門
	宮内 樹代史	農学部門
	山口 晴生	農学部門
	山根 信三	農学部門

1-2 研究経費

総額 1,463 千円（うち年度計画実施経費 1,133 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	29	
	著書	1	
	紀要	1	
	報告書	5	
	学会発表	70	
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	18	
地域貢献		6	<ol style="list-style-type: none"> 高知市他と共同申請した B-DASH プロジェクト「無曝気循環式水処理技術実証研究」が採択され、下知水再生センターで実証試験を開始した。（藤原） あたたハマチ to レモン開発（深田） 「仁淀川町石垣ハウス実証協議会」：仁淀川町（旧仁淀村）における中山間地域活性化を目指した新たな園芸体系構築の取り組み（宮内） 「こうち新施設園芸システム研究会（事務局高知県）」：本年度 2 回の研究

		<p>会議を開催し,新たな園芸システムの構築に向けた技術開発の動向を検討した。(宮内)</p> <p>5. 「高知県次世代施設園芸団地推進協議会」: 次世代施設園芸団地(四万十町, H28.9 栽培開始予定)の導入加速支援活動。(宮内)</p> <p>6. 環境負荷低減野菜生産に関する公開講座等の開催(山根)</p>												
外部資金		<table border="1"> <tr> <td>科研費</td> <td>22,980</td> </tr> <tr> <td>共同研究</td> <td>8,353</td> </tr> <tr> <td>受託研究</td> <td>34,376</td> </tr> <tr> <td>奨学寄付金</td> <td>5,176</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>70,885</td> </tr> </table>	科研費	22,980	共同研究	8,353	受託研究	34,376	奨学寄付金	5,176	その他	0	合計	70,885
	科研費	22,980												
	共同研究	8,353												
	受託研究	34,376												
	奨学寄付金	5,176												
	その他	0												
合計	70,885													
特許等	「海産魚の養殖方法(登録番号 5621968)」が登録(深田)													
その他特記事項	<p>【国際会議】</p> <p>1. 藤原拓が,平成 26 年 11 月 24 日~26 日に高知市で開催された International Water Association の専門家会議 AGRO'2014 の誘致に成功し,藤原が組織委員会委員長を務めるとともに市浦英明,深田陽久,松岡真如が組織委員会委員として大会の成功に導いた。</p>													
	<p>【表彰】</p> <p>1. 藤原拓が,日本学術振興会より科学研究費助成事業審査委員平成 26 年度表彰者として表彰された。</p> <p>2. 深田陽久が,平成 26 年度日本水産学会水産学技術賞を「柑橘類を用いた新しい養殖ブリ(香るブリ)の開発」により受賞した。</p> <p>【実用化】</p> <p>1. 藤原拓が開発した下水処理技術「OD 法における二点 DO 制御システム」が平成 26 年 7 月 30 日付けで,日本下水道事業団(JS)の新技术 I 類に選定された。</p> <p>【論文】</p> <p>1. 藤原らの論文が Journal of Hazardous Materials 誌(IF:4.331)に掲載されるとともに, Industrial Crops and Products 誌(IF: 3.208)にアクセプトされた。</p> <p>2. 市浦らの論文が Chemical Engineering Journal 誌(IF:4.058)に掲載された。</p> <p>3. 山口らの論文が Harmful Algae 誌(IF:3.339)に 3 報掲載された。</p> <p>【報道】</p> <p>1. ひと味違う養殖ブリ, ナショナルジオグラフィック日本版 2 月号。(深田)</p> <p>2. レモンハマチデビュー間近, 中国新聞 11 月 12 日。(深田)</p> <p>3. レモン香るハマチ誕生, 日本農業新聞中国四国版 12 月 16 日。(深田)</p> <p>4. ケーブルテレビ, あたたハマチ to レモン大試食会 ふれあいチャンネル。(深田)</p>													

2 研究概要

2-1 研究目的

自然科学系研究プロジェクト「地域再生に寄与する革新的な水・バイオマス循環システムの構築」では、「水」、「バイオマス」、「エネルギー」を中心としたプロジェクト研究を実施し、山林・農地等の場や農業・漁業等の産業の垣根を超えた、革新的な水・バイオマス循環システムの構築を目指した一連の研究を行っている。本研究は平成22年度から27年度の6年にわたり実施する予定としており、本年度は自然科学系農学部門の10名の研究分担者および4名の研究協力者により遂行した。

2-2 研究成果

(1) 研究内容

バイオマス・水・エネルギー循環を一体とする環境に配慮したゼロエミッションの地域循環型システムを確立する目的で、以下の3サブグループから構成される異分野横断の連携研究を行った。

- 1) 水・バイオマスのカスケード型循環システムグループ (G1) (リーダー：市浦英明准教授)
- 2) 水資源・バイオマスエネルギーグループ (G2) (リーダー：鈴木保志准教授)
- 3) 流域水環境管理グループ (G3) (リーダー：足立亨介准教授)

G1では、農工業系廃棄物の再資源化(担当：市浦)、濃縮マルソウダ煮熟水を利用した無魚粉飼料の嗜好性改善(担当：深田)、クリーニングクロップの土壌への還元方法が作物の生育と土壌環境に及ぼす影響(担当：山根)実施した。G2では、木質バイオマス資源のエネルギー利用と有効活用(担当：鈴木)、地域資源を活用した石垣蓄熱ハウスの構築(担当：宮内)を実施した。G3では、流域水環境保全技術の開発(担当：藤原)、汽水域に生息するベンケイガニ類の植物食性とセルロース分解酵素の進化(担当：足立)、マングローブ域のカニの生態と炭素循環に果たす役割(担当：池島)、防赤潮環境の構築(担当：山口)、高知県の地理情報データベースの作成について(担当：松岡)を実施した。

各研究課題の内容と成果については後述の担当者からの報告書に任せたいが、G1では廃棄されているバイオマスを再資源化する各種の技術やその評価方法について、G2では木質バイオマスのエネルギー利用として薪や園芸施設での暖房利用などについて、G3では各種の水質浄化技術、マングローブ域のカニの生態と生化学、赤潮を防ぐ環境の構築のための研究について、流域水環境管理の基礎となる高知県の地理情報データベースの作成について、活発な研究成果が得られた。

また、本年度もプロジェクト内での共同研究推進のための重点予算配分を行い、「マングローブ炭素循環におけるカニと土壌の役割について(担当：足立・池島)」に対して支援を行った。

(2) 研究成果報告会等

- 1) 平成26年度高知大学自然科学系プロジェクト「水・バイオマス」公開シンポジウム、高知大学農学部 大会議室、平成27年3月10日。

2-3 特筆すべき事項

(1) 国際会議開催

藤原拓が、平成26年11月24日～26日に高知市(ザ クラウンパレス新阪急高知)で開催された

International Water Association（国際水協会）の専門家会議”9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries (AGRO’2014)”の誘致に成功し、藤原が組織委員会委員長を務めるとともに市浦英明、深田陽久、松岡真如が組織委員会委員として大会の成功に導いた。

（２）受賞

- 1) 藤原拓が、日本学術振興会より科学研究費助成事業審査委員平成 26 年度表彰者として表彰された。
- 2) 深田陽久が、平成 26 年度日本水産学会水産学技術賞を「柑橘類を用いた新しい養殖ブリ（香るブリ）の開発」により受賞した。

（３）特許

深田陽久の特許「海産魚の養殖方法（登録番号 5621968）」が登録された。

（４）その他

藤原拓が開発した下水処理技術「OD法における二点DO制御システム」が平成 26 年 7 月 30 日付
けで、日本下水道事業団（JS）の新技术 I 類に選定された。

流域水環境保全技術の開発

● 藤原 拓 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

流域の水環境を保全するには、発生源（点源または面源）および処理対象物質に応じた処理技術の開発が重要である。そこで本年度は、施設園芸ハウスの面源汚染抑制と資源創出を同時に実現するクリーニングクロープ技術の開発、高シリカ型ゼオライトを用いた廃棄物処分場浸出水中のビスフェノール A の処理技術の開発、酸化チタン/高シリカ型ゼオライト複合材料によるサルファ剤除去メカニズムの解明等を目指し、研究を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

クリーニングクロープ技術の開発では、異なる栽植密度で栽培したクリーニングクロープ（デントコーン）の養分吸収特性を明らかにした。また、クリーニングクロープ栽培・湛水除塩後の土壌乾燥促進により現場適用性の向上を実現する「立毛湛水」技術を開発し、土壌乾燥と栄養塩除去の観点から評価を行った。クリーニングクロープ収穫物資源化に関しては、収穫したデントコーンの糖と栄養塩を高温 L-乳酸発酵に用い、その有効性を示した。さらにクリーニングクロープ-乳酸発酵システムの環境負荷量および収益性の評価を行った。

高シリカ型ゼオライトを用いた廃棄物処分場浸出水中のビスフェノール A (BPA) の処理技術の開発では、溶液中のイオン強度や酢酸塩の濃度は吸着にほとんど影響を及ぼさないこと、多量に共存物質が存在する実際の廃棄物処分場浸出水中においても高シリカ型ゼオライト HSZ-385 が中性型の BPA を選択的に吸着除去可能なことが示された。

酸化チタン/高シリカ型ゼオライト複合材料によるサルファ剤除去メカニズムの解明では、合成した複合材料による吸着・光触媒分解反応のモデル化を行い、複合材料内の酸化チタンと高シリカ型ゼオライトの相互作用を含む協奏型モデルが実験結果をよく再現できることを示した。

(2) 問題点等

大きな問題はなし。

3. 今後の展望

クリーニングクロープ技術については農業地域への実装が、浸出水処理技術については吸着後の分解・再生が、複合材料を用いた処理技術では処理システムの構築が今後の課題となる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. M. Ito, S. Fukahori, T. Fujiwara, (2014) Adsorptive removal and photocatalytic decomposition of sulfamethazine in secondary effluent using TiO₂-zeolite composites, *Environmental Science and Pollution Research*, 21(2), 834-842.
2. S. Fukahori, T. Fujiwara, (2014) Modeling of Sulfonamide Antibiotic Removal by TiO₂/High-Silica Zeolite HSZ-385 Composite, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 272(2014)1-9.
3. D. Yasutake, S. Yamane, T. Fujiwara. (他 7 名), (2014) Characteristics of Nutrient Salt Uptake Associated with Water Use of Corn as a Catch Crop at Different Plant Densities in a Greenhouse, *Pedosphere*, 24(3), 339-348.
4. X. Chen, T. Fujiwara, (他 2 名), (2015) Factors affecting the adsorptive removal of bisphenol A in landfill leachate by high silica Y-type zeolite, *Environmental Science and Pollution Research*, 22(4), 2788-2799.
5. 増田貴則, 藤原 拓, (他 5 名), (2014), クリーニングクロープ-乳酸発酵システムの環境負荷量および収益性の評価, *土木学会論文集 G(環境)*, 70(7), III_483-III_491.
6. D. Yasutake, S. Yamane, M. Matsuoka, T. Fujiwara (他 7 名) (2014), Advantages of pre-harvest temporal flooding in a catch crop field in relation to soil moisture and nutrient salt removal by root uptake, *Biologia*. 69(11). 1577-1584.
7. S. Akao, T. Fujiwara, (他 3 名), Combined use of sugars and nutrients derived from young maize plants for thermophilic L-lactic acid fermentation, *Industrial Crops and Products*, in press.
8. D. Inoue, T. Fujiwara, (他 3 名), RNA recovery method suitable for analysis of

microbial communities in cattle manure composting, Japanese Journal of Water Treatment Biology, in press.

(2) 学会発表

1. T. Fujiwara, K. Kondo, S. Yamane, (他 4 名), Catch crop cultivation for mitigating diffuse agricultural pollution and resource recovery, The 11th China-Japan Symposium on Water Environment, Xiamen, China, 22 March, 2014
2. Ha, Thi Kim Thanh, M. Maeda, T. Fujiwara, (他 3 名), Nitrous oxide production in Japanese flooded paddy soil as affected by different pH, 20th World Congress of Soil Science, P1-402, Jeju, Korea, 8-13 June, 2014
3. T. Fujiwara, M. Ito, S. Fukahori, Rotating advanced oxidation contactor with composite TiO₂-zeolite sheet: Removal mechanisms of sulfamethazine and its intermediates, 248th ACS National Meeting and Exposition, San Francisco, USA, August 10-14, 2014
4. Y. Nomura, T. Fujiwara, (他 4 名), Ozonation of ionic liquid 1-butyl-3-methylimidazolium chloride under basic condition, 248th ACS National Meeting and Exposition, San Francisco, USA, August 10-14, 2014.
5. T. Hase, T. Fujiwara, (他 2 名), Development of a model for evaluation of total recycling and waste treatment system of organic waste -A case study in Kochi prefecture, Japan-, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries (以下 AGRO'2014 と表記), 24-26 November 2014, Kochi, Japan.
6. S. Akao, T. Fujiwara, (他 3 名), Non-sterile simultaneous saccharification and fermentation of corn biomass to L-lactic acid without external nutrient addition, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
7. S. Fukahori, T. Fujiwara, (他 2 名), Sulfonamide antibiotic removal and nitrogen recovery from synthetic urine by the combination of rotating advanced oxidation contactor and methylene urea synthesis process, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
8. K. Kondo, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Matsuoka, (他 5 名), Improvement of a Catch Crop System for Reducing Nitrate Leaching and Removing Salts in Greenhouses by Pre-harvest Flood Irrigation, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014. K. Oshita,
9. T. Fujiwara, (他 4 名), Emission and control of nitrous oxide and composition of ash derived from cattle manure combustion using a pilot-scale fluidized bed incinerator, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
10. H. Nagare, T. Fujiwara, S. Yamane, (他 5 名), Recovery of Phosphorus and Potassium from Corn Biomass as a Magnesium Salt, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
11. D. Inoue, K. Sawada, S. Shikama, K. Sei, T. Fujiwara, (他 3 名), Establishment of RNA recovery method suitable for analyzing active microbial populations in cattle manure composting samples, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
12. M. Matsuoka, T. Fujiwara, Regression-based estimation of nitrogen concentration in groundwater using geographical and statistical information, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
13. H. Tsutsui, T. Fujiwara, (他 6 名), Long term assessment of phosphorus emission from cattle fattening, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
14. D. Yasutake, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Matsuoka, (他 7 名), Application of pre-harvest temporal flooding in a catch crop field and its effects on evapotranspiration and nutrient salt uptake by roots, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
15. M. Yamada, T. Fujiwara, (他 2 名), Compilation of Physical Input-Output Table for Regional Biomass Flows in Kochi Prefecture, Japan, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
16. T. Ishigaki, T. Fujiwara, (他 4 名), Chemical Analysis of Organic Waste as Potential Resource for Local Sustainable Management, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
17. M. Yamada, T. Fujiwara, (他 4 名), Integrated Evaluation of the Innovative Water and Waste Management System for Agricultural Areas, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
18. M. Hyodo, S. Fukahori, T. Fujiwara, Adsorptive Removal and Photocatalytic Degradation of Sulfamonomethoxine in Porcine Urine Using Rotating Oxidation Advanced Contactor with Composite TiO₂-Zeolite Sheet, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
19. 伊藤美早紀, 深堀秀史, 藤原 拓, 回転円板型促進酸化装置によるスルファメタジン分解産物の除去機構, 第 48 回日

本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17-19日.

20. 兵藤将臣, 藤原 拓, (他2名), 高シリカ型ゼオライトHSZ-385のクロタミトン吸着特性, 第48回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17-19日.
 21. 陳 小強, 藤原 拓, (他2名), 高シリカ型ゼオライトHSZ-385による処分場浸出水中のビスフェノールAの吸着除去, 第48回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17-19日.
 22. X. Chen, T. Fujiwara, (他2名), Factors affecting the adsorptive removal of bisphenol A by high silica zeolite HSZ-385, 第48回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17-19日.
 23. 筒井裕文, 藤原 拓, (他2名), Respiratory quotientの変化を指標とした強制通気型堆肥化プロセスからの亜酸化窒素排出の予測, 第48回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17-19日.
 24. 岩田 匠, 藤原 拓, 山根信三, (他6名) リン酸マグネシウムカリウムの熱力学的物性値と生成条件の検討, 第48回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014年3月17日~19日.
 25. 安武大輔, 山根信三, 松岡真如, 藤原 拓, (他4名), 温室内クリーニングクロープ栽培における立毛湛水とその効果, 一蒸発散と土壤に着目して, 日本農業気象学会2014年全国大会, 北海道札幌市, 2014年3月17日-21日.
 26. 松岡真如, 藤原拓, 永禮英明, 地理情報システムを用いた高知県におけるクリーニングクロープの潜在的収穫量の推定, 日本写真測量学会秋季学術講演会, 2014年11月, 高松市.
- (3) **セミナー等の開催**
1. AGRO'2014, The Crown Palais New Hankyu Kochi, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014. (組織委員会委員長)
 2. シンポジウム「CREST水利用領域から農業分野への発信」, キャンパス・イノベーションセンター東京国際会議室, 2014年12月19日.
 3. 平成26年度高知大学自然科学系プロジェクト「水・バイオマス」公開シンポジウム, 高知大学農学部1号棟2階大会議室, 2015年3月10日.
 4. 気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築, 公開シンポジウム(第4回), 高知会館, 2015年3月11日.

(4) **地域貢献活動**

高知市ほかと共同で申請した(B-DASHプロジェクト)「無曝気循環式水処理技術実証研究」が採択され, 下知水再生センターで実証試験を開始した.

(5) **外部資金**

1. 「平成26年度科学研究費補助金」基盤研究B(分担)「集落排水処理と処理水利用水田における医薬品分解生成物の存在実態と対策手法の解明」480千円(直接経費)99千円(間接経費)(研究代表者: 治多伸介)
 2. 「平成26年度科学研究費助成事業」基盤研究B「実下水処理施設における亜酸化窒素の生成機構・排出動態の解明と対策手法の提示」3,600千円(直接経費)1,080千円(間接経費)
 3. 科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究)「養殖排水中医薬品のオンサイト除去を実現する回転円盤型促進酸化装置の開発と評価」1,300千円(直接経費)390千円(間接経費)
- 「共同研究」3件: 4,449千円(直接経費)450千円(間接経費)
- 「受託研究」
1. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(CREST研究領域: 持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム)「気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築」(代表)18,092千円(直接経費)5,428千円(間接経費)
 2. 平成26年度下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)「無曝気循環式水処理技術実証研究」(代表)4,320千円(直接経費)432千円(間接経費)
 3. 下水道技術研究開発(GAIAプロジェクト)「消化汚泥の肥料利用に関する研究」(代表)4,592千円(直接経費)346千円(間接経費)

(6) **その他**

「著書」

1. 深堀秀史, 藤原 拓, 伊藤美早紀(2014)抄紙技術による酸化チタン/高シリカ型ゼオライト複合シートの調製と水質浄化への適用, 四国紙研技術ニュース, 39(1-2), 23-31.

「論説・総説」

1. 藤原 拓(2014)下水汚泥の利用促進に向けて~農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムから考える~, 再生と利用, 38(145), 6-11.
2. 藤原 拓(2014)二点DO制御オキシデーションディッチ法の開発~着想から実用化まで~, 化学工学, 78(12), 869-872.

汽水域に生息するベンケイガニ類の植物食性とセルロース分解酵素の進化

● 足立 亨介 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

ベンケイガニ科およびイワガニ科のカニは熱帯ではマングローブ域の底生生物相で優占し、落葉などの植物体を食べセルロースの分解を促すことで物質循環において重要な役割を果たしているとされている。我々の研究によってカニは自身でセルロースを分解する酵素を発現し、これを分解できることが分かってきた。これまでの説では落葉中のセルロースはカニに主に土壌中の微生物によって分解されていると考えられてきたことから、この成果よりはマングローブ葉に含まれるセルロースはカニ（消化液と腸内細菌）と土壌によって連携的に分解されていることを示唆している。しかしながらその詳細は明らかになっていない。そこで本研究では調査フィールドとするタイ国トラン県シカオでの調査の予備実験として主に高知県のカニと土壌を用いて、セルロース分解に関わる微生物、および遺伝子を特定する手法について確立することを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

高知県内で採取したアシハラガニを用いて、その腸内細菌の懸濁液を調製し、これを培地中にカルボキシメチルセルロースおよびこれを染色する色素である CongoRed を含むプレートに塗布した。30°Cで48培養後、コロニーの作るクリアゾーンの直径を測定し、これをその菌のもつセルロース分解の強さとする方法を確立した。また、コロニーより採取したDNAの16SrRNAを増幅し、これを配列解析することで種の同定をする方法の確立を目的とした。また、トランスク립トーム解析を目的として同種肝臓よりRNAを調製し、bioanalyzerによって分解度の低いRNAの入手にも成功した。また腸内細菌で用いた手法をカニの生息土壌の懸濁液にも応用し、微生物種の同定法、およびそのセルロース分解能の評価法を確立した。以上からカニの肝臓、腸内細菌、土壌微生物のセルロース分解に関わる解析の手法を確立できたといえる。

(2) 問題点等

今後は本手法を調査フィールドであるタイ国トラン県シカオでの実験に応用するが、設備環

境も異なり全く同じ成果が得られるかは不確定。

3. 今後の展望

これまでのフィールドワークなどにより、調査地でのセルロース分解に関わる要素については絞り込みが大よそ終わったので、あとは今回確立した手法を用いカニ、腸内細菌、土壌がどのように連携してセルロースを分解しているかを検討していく必要がある。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. Teruyoshi Tanaka, Kenji Takahashi, Kohsuke Adachi, Haruki Ohta, Yukihiko Yoshimura, Yasuo Agawa, Yoshifumi Sawada, Osamu Takaoka, Amal Kumar Biswas, Kenji Takii, Nobuhiro Zaima, Tatsuya Moriyama, Yukio Kawamura, Molecular cloning and expression profiling of procollagen $\alpha 1$ (I) in cultured Pacific bluefin tuna, Fisheries Sci, 80, 603–612 (2014)

(2) 報告書

1. 「深海生物由来コラーゲンを活用した化粧品基材への応用研究」公益財団法人コスメトロジー研究振興財団

(3) 学会発表

1. 石川英利佳, 足立亨介・森岡克司(高知大農), マダイの新規肉質評価手法の開発を目指したコラーゲン合成関連遺伝子に関する研究, 平成26年度日本水産学会春季大会, 北海道大学, 平成26年3月27日-31日。
2. 秋田もなみ, 足立亨介(高知大農), 森田貴巳(水研セ中央水研), 三井敏之(青学理工), 森岡克司(高知大農), 生息深度の異なる3種のタラ目魚類からのI型コラーゲン精製およびその生化学的特性, 平成26年度日本水産学会春季大会, 北海道大学, 平成26年3月27日-31日。
3. 宮部好克, 武田朋之(北大・院水), 足立亨介(高知大・農), 安井肇, 岸村栄毅(北大・院水), 紅藻ダルス葉緑体DNA, 第16回マリンバイオテクノロジー学会, 三重大学, 平成26年5月31-6月1日。
4. K. Morioka, N. Nakatsuji, M. Nakanomae, H. Kugishima*, K. Adachi*, T. Miyasaki, K. Miura, and H. Fukada, Beneficial effects of

yuzu (*Citrus junos*) peel waste-supplemented diet on the meat quality of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, Kochi, Japan, 24-26 November, 2014.

5. 鈴木実央, ○池島 耕, 足立亨介 (高知大農), Prasert Tongnunui(Rajamangala 工科大), 目視とビデオ観察によるマングローブ林のベンケイガニ類の生息密度推定の試み, 平成26年度日本水産学会秋季大会, 九州大学, 平成26年9月19日-22日.
6. ○志水謙太, 足立亨介, 森岡克司 (高知大農), クルマエビクラスタシアニンのパラログ遺伝子の多様性に関する研究, 平成26年度中国・四国支部研究発表会, 高知大学, 平成26年11月29日.

(4) セミナー等の開催

1. 足立亨介, 生化学から眺める頭足類, シンポジウム 頭足類学を興す, 沖縄県立博物館美術館 講座室, 平成 26 年 8 月 19-21 日.
2. 足立亨介, 南国市稲生産ビワの葉と種のマダイ飼料への有効利用の検討, 平成26年度高知大学農学部・高知県農業技術センター合同シンポジウム, 平成27年2月19日.
3. 足立亨介, マングローブ炭素循環におけるカニの役割-学系プロジェクトを通じたはじまりとこれから, 高知大学自然科学系プロジェクト「水・バイオマス」公開シンポジウム, 高知大学農学部1号棟2階, 平成27年3月10日.
4. 農学部物部自主セミナーの開催 (計3回)

(5) 外部資金

1. 「組換えタンパク質を用いたカロテノプロテインの色彩多様性に関する研究」科研費 基盤 C (代表) 900 千円(直接経費) 270 千円(間接経費)
2. 「カニ類と微生物の連携的なセルロース分解に着目したマングローブ炭素循環モデル」基盤 C (代表) 710 千円(直接経費) 213 千円(間接経費)
3. 「紅藻由来フィコエリスリンの脳機能改善作用とそのメカニズムの解明」科研費 基盤 B (分担) 1,500 千円(直接経費) 450 千円(間接経費)

農工業系廃棄物の再資源化

● 市浦 英明 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

“廃棄ユズ皮”は、搾汁後の廃棄される果皮で、ユズの50%以上を占めるが、その利用方法が少ない。食品用として流通している以外は堆肥化か生ゴミとして処分されており、水源を酸性化させるなどの問題が生じている。

本研究では、イオン液体を活用して抽出したユズ果皮残渣の成分の湿潤紙力増強効果について検討した。湿潤紙力とは、ティッシュやキッチンペーパーなどに使用され、水が存在下でも強度を維持できる機能のことである。現在使用される湿潤紙力増強剤は、ポリアミドエピクロロヒドリン樹脂(PAE)が主流である。このPAEの副生成物はPRTR法の規制対象となっており、人にも環境にも優しい次世代の湿潤紙力増強剤を開発することが求められている。イオン液体は、使用後に回収し、再使用できる溶剤であり、環境に優しい溶媒として様々な研究分野でも注目されている。本研究では、ユズ果皮中に含まれるセルロースをイオン液体で溶解し、それを紙に含浸した。処理された紙が湿潤紙力増強効果を有する条件の最適化を試みた。

2. 研究結果

(1) 成果

精油を取り除いたユズ果皮残渣(0g~0.75g)をイオン液体で溶解させた。その溶解液をろ紙に含浸した。含浸処理したろ紙の乾燥紙力強度と湿潤強度を測定した。

イオン液体を用いて溶解したユズ果皮成分を用いて含浸処理した紙をFT-IRで分析した結果、1500~1600 cm⁻¹付近と2800~2900 cm⁻¹でのピークが顕著に観察された。これはカルボン酸由来のピークで、ユズ果皮残渣であるセルロースがろ紙上に生成していることが示唆された。電子顕微鏡(SEM)画像から表面上にセルロース膜の生成が確認された。さらに、SEMの断面図から、表面上にセルロース膜の存在が確認できた。よって、ユズ果皮残渣で処理したろ紙は、表面上のみにセルロース膜が生成していると考えられる。

熱重量分析分析結果より、ろ紙は300℃付近でセルロースによる質量減少が確認されたが、ユズ果皮残渣で処理したろ紙は、280℃付近での減少が確認された。結晶度が低い場合、低い

温度域で質量減少が開始されることが報告されている。このことから、ユズ果皮残渣で処理したろ紙表面上には、非晶質のセルロースが形成されていると推測される。このことから、イオン液体で溶解したセルロースは、非晶質性セルロースに変化したと考えられる。

ほぐれやすさ試験の結果、ユズ果皮残渣で処理したろ紙は、ブランクであるろ紙と比較して、シート形状を維持することができた。このことから、ユズ果皮残渣で処理したろ紙は、湿潤紙力強度を有することが示唆された。

廃棄ユズ果皮残渣0.75gで処理したろ紙の湿潤紙力強度が最も高い値を示す結果となった。また、湿潤引張強さ残留率も、0.75gが最も高く、約45%という高い値を示した。湿潤紙力強度剤が添加されたティッシュ(約15%)と比較しても湿潤引張り強さ残留率の値は高かった。

このことから、イオン液体を活用し、抽出したユズ果皮成分には湿潤紙力効果があり、それが最も効果的に発現するユズ果皮残渣量は0.75gであった。

この結果、すべてセルロース成分から構成された湿潤紙力効果を有する紙の調製が可能になった。

廃棄ユズ果皮中のセルロースをイオン液体に溶解し、溶解した廃棄ユズ果皮のセルロースにろ紙を浸漬することにより、セルロース膜がろ紙表面に生成された。このセルロース膜は、非晶性セルロースが生成したと考えられる。また、イオン液体で溶解して処理することにより、セルロースがナノファイバー化していると推測される。その結果、ナノファイバー化による比表面積の増加と非晶性セルロースによる繊維間水素結合の増加が生じたと考えられる。その結果、天然セルロースで構成されるろ紙のセルロース間の湿潤状態下での水素結合が補強され、湿潤紙力増強効果が発現したと考えられる。そのため、セルロース膜の繊維間水素結合維持機能により、湿潤紙力強度の発現が可能になった。この結果、イオン液体を活用して、廃棄ユズ果皮中のセルロースを塗布したろ紙は、湿潤強度が向上したと考えられる。

(2) 問題点等

ユズ果皮残渣で処理したろ紙は、ユズ果皮残

渣量が増加するにつれて、乾燥強度が減少する傾向であった。これは、溶解したセルロースをろ紙に含浸させたことにより、セルロース繊維間の水素結合力が低下したものと考えられる。

3. 今後の展望

すべてセルロースにより構成された湿潤強度を有する紙を提供することができ、湿潤強度や環境保護が求められる衛材用品、梱包材料など、各種用途の紙の製造に利用が有望視される。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. ○Ichiura H., Yamamoto K., and Ohtani Y., “Low temperature-dependence of N,N-dimethyl-3-methylbenzamide (DEET) release from a functional paper containing paraffin-DEET composites prepared using interfacial polymerization”, *Chemical Engineering Journal*, 245, 17-23(2014).
2. ○市浦英明, “高齢化社会に対応する機能紙の機能と役割”, *WEB Journal*, 153, 19-23 (2014).
3. ○市浦英明, “インテリジェント機能紙創製を目的としたマイクロカプセルの開発”, “マイクロ/ナノカプセルの調製, 徐放性制御と応用事例”, 技術情報協会, (2014年)

(2) 学会発表

1. ○Ichiura H., Kamada, M., Ono A., Ohtani Y., “Novel recycling technique of paper sludge using ionic liquid -Preparation of functional materials for water purification-, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, Kochi, Japan, 24-26 November 2014.
2. ○J. H. Jeong, M. Takaoka, H. Ichiura, K. Oshita, T. Fujimori, “Evaluation of heavy metals in the residue of paper sludge after recovery of pulp components using an ionic liquid”, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, Kochi, Japan, 24-26 November 2014.
3. ○市浦英明, 清家武憲, 大谷慶人, “界面重合法を用いた機能紙創製技術ー高分子ナノ構造体への酸化チタン定着手法の検討ー”, 平成26年度 繊維学会年次大会, 東京, 2014年6月11-13日.
4. ○中岡広子, 市浦英明, 大谷慶人, 小西孝義, 山口正史, 亀田範朋, “オゾンを活用した使用済み紙おむつの新規リサイクル技術の開発ーオゾン処理条件とSAP分解効率の関係ー”, 第26回 日本木材学会 中国・四国支部, 香川, 2014年9月24日.

5. ○中岡広子, 市浦英明, 大谷慶人, オゾンを活用した使用済み紙おむつのリサイクル技術ーパルプ成分回収を目的とした高吸水性樹脂の脱水処理ー, 第81回 紙パルプ研究発表会, 東, 2014年6月2日-6月3日.
6. ○市浦英明, 坂田志穂, 大谷慶人“高知県廃棄ユズ果皮からのセルロースおよびペクチン成分抽出条件の確立”, 第17回 ケナフ等植物資源利用研究会, 愛媛, 2014年9月19日.

(3) セミナー等の開催

1. AGRO'2014, The Crown Palais New Hankyu Kochi, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014. (組織委員会委員)

(4) 外部資金

1. 「平成26年度科学研究費補助金」基盤研究C(代表)1,200千円(直接経費)360千円(間接経費)
「共同研究」2件
2,000千円(直接経費)600千円(間接経費)
「受託研究」1件
1. 研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラムA-STEP, フィージビリティスタディステージ 探索タイプ(代表)175千円(直接経費)53千円(間接経費)
「奨学寄付金」1件
126千円

(5) その他

1. ○市浦英明, 小西孝義, 山口正史, 亀田範朋, “使用済み衛生用品からパルプ繊維を回収する方法およびその方法により得られる再生パルプ” 特願2014-193074, 2014年9月22日出願
2. ○市浦英明, 谷口健二, “湿潤強度を有する紙”特願 2015-011968, 2015年1月26日出願

マングローブ域のカニの生態と炭素循環に果たす役割

● 池島 耕 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

マングローブ域に生息するベンケイガニ科のカニはマングローブの炭素循環の要となる生物種とされる。このカニは主にマングローブの葉を栄養源とし、これを分解することで炭素循環に寄与し、また、魚などの餌となり、マングローブ由来の炭素を水中の動物へつなぐ役割を果たしていると考えられる。これらの仮説を検証し、その役割を定量的に解明するために、本プロジェクトでは、カニの生態の調査を行うと同時に、農学部足立亨介准教授との共同研究により、カニのマングローブの葉の利用について、酵素化学というミクロな観点からも解析を試みている。本年度は、昨年までに行った、ベンケイガニ類の目視観察およびビデオカメラによる密度推定法を再検討し、推定法として確立を図り、さらに、種による餌の選択性などの生態特性と葉の摂食速度の推定を行い、それらの結果を併せて、マングローブ生態系において、ベンケイガニ類が摂食する落葉量の推定を試みた。

2. 研究結果

(1) 成果

マングローブ林床の微細な環境条件から3つのタイプ:根や構造物の少ない“オープンスペース;Open”, 気根が密に入り組んだ“根の間;Root”, アナジャコノの巣穴により塚のように盛り上がった“マウンド;Mound”, に分け、それぞれに方形枠を設定し、目視観察およびビデオ撮影によるカニの観察と計数を行った。前年度までの試行の結果、方形枠は1x1mに設定すると、ビデオ撮影を行う際に、画角の確保に必要な距離は2m程度となり、カニの種判別に十分な画像解像度が得られた。また、目視観察においても、見落としはほとんどなく、十分なカニの個体数が現れると判断された。そこで、1x1m方形枠内に現れたカニを、目視観察は方形枠から3~5m離れて双眼鏡を用い、ビデオカメラは2m程度の距離のマングローブの支持根に設置し撮影した。撮影時には観察者は撮影地点を離れ、カニの行動に人の干渉が起こらないようにした。目視観察時間及びビデオ撮影の時間は、昨年度までのカニの出現時間の結果を考慮して、1h30min (Open, Root) もしくは2h (Mound)とした。観察は目視、ビデオともに朝、昼、夕の

3つの時間帯で各コードラート1回ずつ行った。観察時間内にコードラート内の巣穴から現れたベンケイガニ類を出来るだけ個体識別して、初めて現れた時間を出現時間として記録した。時間の経過とともにコードラート内で観察されたカニの数を累積出現数として表し、観察時間内に現れた累積出現数を生息密度の推定値とした。

目視観察とビデオ観察ともに開始後、すぐにカニが巣穴から出てきて、累積出現数は増加した。ビデオ観察では20分ほどで延べ数はおおよそ頭打ちとなったが、目視観察では増加は緩やかで、1時間後まで緩やかに増加する傾向であった。いずれのコードラートも、ビデオの観察個体数は目視の2~3倍となり、観察時間帯による変動も少なく、個体数密度を推定する方法としては優れていると考えられた。ただし、種の判別には目視観察が優れ、ビデオ観察前に目視や採集により出現種を確認しておくことで、より精度の高い推定が可能になることがわかった。

調査地で優占する3種のベンケイガニ類について、飼育下で摂食実験を行った。樹木で優占するフタバナヒルギの落葉を緑、黄、茶(順に落葉後の経過時間が長い)の3色のカテゴリーに分け、2x2cmに切った各色の葉を、1個体ずつ水槽に入れたカニに与え、1日ないし2日に摂食した各色の葉の量を求め、各カニの葉の嗜好性と摂食量(1日あたりの摂食速度)を推定した。カニには種により異なる嗜好性があり、1種では色の好みは不明瞭だったが、他の2種では黄色は他の2色よりも好まれなかった。この好みの違いはこれらの種が主に生息する微細環境の違いや、セルラーゼの解析で見られた変異に対応しているかもしれない。各カニ種の日あたりの落葉摂食速度、各環境条件のカニの密度の推定値と、ライン・トランセクト法により推定した調査地マングローブの各微細環境の構成比率から、調査地のマングローブ林ではベンケイガニ3種による、平均的なマングローブ落葉摂食速度は林床1平方メートル・一日当たり0.62g(落葉乾燥重量)と推定された。一方、リタートラップを設置して推定した、1平方メートルの1日当たりの落葉供給量は1.79gで、これらの値から調査地のマングローブ林では、カニが落葉の34%を食べると推定された。これまで、カニが落葉のうちどのくらいの割合を“処理”

するかについては多くの推定例がある。それは、一定時間内に林床から取り除かれる落ち葉をカニが食べたり、巣穴に持ち込んだりして、“処理”しているとして求められた値であり、そのどれだけをカニが体内に取り込んで代謝するのかは、良くわかっていなかった。これまでの“処理”の推定値には幅があるが、落葉供給の50~70%程度との値が多く報告されており、今回の結果と比較すると、“処理する”うちの半分程度は速やかに摂食されると考えられた。

(2) 問題点等

カニの摂食速度の推定は、まだ全ての種は網羅していないほか、実験を行った個体数も少ない、さらに、飼育環境や餌を与える条件も、摂食速度に影響する可能性があり、今回の推定値は過小評価と過大評価の両方の可能性がある。精度を向上させるためには、さらに実験を積み重ねる必要がある。

3. 今後の展望

カニの生息密度推定法については、ほぼ確立した、今後は併せて、カニの大きさを推定する方法とその精度について検討を進めることで、生態的により詳細な情報と、カニの大きさを考慮した落葉摂食量の推定を目指す。また、カニの個体当たりの摂食速度と葉の嗜好性についても、さらに種数と個体数を増やし、飼育条件も検討し、推定精度の向上を図る。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. Sirisuda Jumnongsong, Wenresti G. Gallardo, Kou Ikejima, Roland Cochard. 2015. Factors affecting fishers' perceptions of benefits, threats, and state, and participation in mangrove management in Pak Phanang Bay, Thailand. *Journal of Coastal Research*. Vol.31. 95-106.
2. U. Krummea, K. Grinvalds, M. Zagarsd, D. Elferts, K. Ikejimaf, P. Tongnunuigatiss Zagarsa, K. Ikejima. Tidal, diel and lunar patterns in intertidal and subtidal mangrove creek fish assemblages from southwest Thailand, *Environmental Biology of Fishes*, in press.

(2) 学会発表

1. 鈴木実央, 池島 耕, 足立亨介, P.Tongnunui, 目視とビデオ観察によるマングローブ林のベンケイガニ類の生息密度推定の試み, H26年度日本水産学会秋季大会, 福岡市, 2014年9月
2. K.IKEJIMA, K.TAKEUCHI, K.KON, T.YOSHIKAWA, N. ANASCO, S.

ISHIKAWA. Distribution of juvenile shrimps and fishes in abandoned bonds in Batan Bay, Philippines: a preliminary analysis with potential natural disturbance. ISCFAS 2014 (International Scientific Conference on Fisheries and Aquatic Sciences: Towards to Disaster and Climate Resilience 2014), 22-23 October 2014, Iloilo, Philippines.

(3) 外部資金

1. 「平成26年度科学研究費補助金」基盤研究C代表「マングローブ植林の生態系修復効果の検証:カニを鍵種としたアプローチ」1,100千円(直接経費)330千円(間接経費)
2. 「平成26年度科学研究費補助金」基盤研究C(特設分野:食料循環研究)分担「カニ類と微生物の連携的なセルロース分解に着目したマングローブ炭素循環モデル」690千円(直接経費)207千円(間接経費)

木質バイオマス資源のエネルギー利用と有効活用

● 鈴木 保志 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

本研究の目的は、中山間地域の森林資源、特に用材生産などの林業活動に伴い発生する未利用資源である林地残材を木質バイオマスとして活用し、地域で使用される化石エネルギーの代替をはかることである。また、資源の物質的な地域内循環に加えて、化石燃料代として地域外に出ていたお金を地域内で発生する木質バイオマス燃料代として経済の地域内循環も可能となる。このように、地域内で木質バイオマス資源を有効利用できるシステムを提案することも目的としている。

昨年度までは、一般的な木質バイオマス燃料の燃料形態である木質チップおよび木質ペレットに加えて、加工度が低く従来は旧式のものとして使われていた薪形態での利用に着目して研究を行ってきた。近年効率の高い薪ボイラや薪ストーブの普及により、薪形態での利用可能性が高まってきたからである。低投資型の薪生産システムの有効性と、木の駅や薪ステーションにより収集し温湯施設等での薪ボイラで燃焼利用する、地域における効果的な利用システムの提案と収益性を検討してきた。

今年度は、まず薪利用については実際に木の駅や薪ステーション方式により地域の未利用材を収集し温湯施設の薪ボイラで燃焼利用している施設での運用実態を聞き取り調査し、普及における問題点などを検討した。あわせて、薪形態での燃焼利用をする際に必要な自然乾燥過程についての基礎的知見を得ることを目的として、分割材の断面別乾燥特性を実験により明らかにした。

地域での木質バイオマス利用には、薪形態での利用という比較的小規模な地域内で完結するものの他に、より広い地域からの木質バイオマス燃料の収集を必要とする木質バイオマス発電などの利用もある。後者は、再生可能エネルギーによる電力の固定買取価格制度 (FIT) の施行により稼働数や計画数が増えており、高知県内でも2カ所で平成27年度からの本格稼働が予定されている。こうした利用も、中山間地域の木質バイオマス資源の有効利用と地域経済の活性化には重要な要素である。こうした利用では、人工林の用材生産で発生する残材をより効率よく収集運搬する方法や、人工林発生残材で

は不足する需要を補うために未利用広葉樹林からの伐出利用が求められている。今年度は、この2点についても調査・検討を行なった。

2. 研究結果

(1) 成果

薪ボイラの運用状況聞き取りでは、いの町が運営している温湯施設2カ所での調査を実施した。1カ所目は運用3年目に入っており、燃料費の確実な削減と、地域材の利用方式(地域の団体や個人が土場に出荷し契約管理団体が薪に加工しボイラを運転する)が順調に根付いていることが確認できた。2カ所目は今年度からの稼働で、材は地域の素材生産組合が収集し加工済みの薪を定額契約で供給する点が前者と異なるが運用は安定していた。両施設に共通するのは、薪ボイラがメインではあるが灯油ボイラのバックアップは不可欠で、一定割合の化石燃料の使用が必要ということであった。

分割材の乾燥特性については、木口面・まさ目面・樹皮の3部位別に、4分割と2分割について、供試材の樹種は針葉樹(スギ)と広葉樹(シイ・ケヤキ)として実験を行なった。その結果、分割材で乾燥が早いのは、従来の知見ではまさ目面からの乾燥速度が速いためとされていたが、乾燥速度は木口面が最も早いこと、まさ目面からの乾燥は単位面積当たりの乾燥速度はそれほど早くないが開放面積が大きいために分割材では乾燥が早まる、といったことが明らかになった。

残材の収集運搬については、発電利用を想定しパネルトラックを用いて丸太形態、枝条形態、およびこれらの混載での残材の容積密度を実測し、運搬効率の検討を行なった。その結果、丸太形態では重量制限のため荷台容積を満度に利用できない一方で、枝条形態では満載にしても重量に余裕があること、混載とした場合に最も効率がよいことが確認できた。また、得られたデータから、含水状態別に最適の混載割合を導いた。

未利用広葉樹林からの伐出生産性については、黒潮町の架線集材による皆伐作業地にプロットを設定し、作業日報と工期調査により生産性と経費を調べた。毎木調査による資源量は森林簿に広葉樹林一律として記載されているものより

も多かったが、生産性は高くなく、宿毛市の木質バイオマス発電所に出荷した場合で算出すると経費的には赤字となった。生産性が低かった原因は、横取り距離が大きく集材時間がかかりましになったことに加え、蓄積量としては必ずしも小さくないものの単木材積が小さい小径木まで搬出しようとする一荷あたりの材積量が小さくなってしまったためと考えられた。

(2) 問題点等

地域での利用システムの構築では、化石燃料ボイラを木質バイオマスボイラで代替する想定で試算等を行なっているが、薪ボイラの運用状況の調査結果から、一定割合の化石燃料ボイラは残す必要があることが明らかとなった。広葉樹皆伐の生産性調査からは、皆伐といえども従来架線方式では採算性の確保が難しいことが明らかとなった。今後の検討では、これらのことを考慮する必要がある。

3. 今後の展望

地域での木質バイオマス資源利用システムについて、利用規模や立地条件を考慮し、採算性と二酸化炭素排出量削減量(LCAソフトを今期に導入した)などを考慮して総合的な最適化を目指す。これまでは温湯施設利用など小から中規模での利用を中心に検討してきたが、量がまとまった供給が必要となる木質バイオマス発電への材の供給も選択肢のひとつにいれての検討を行なう予定である。その場合、従来架線方式に代わる、対象地の条件に合致した適切な伐出方式を選択する必要がある。路網整備と組み合わせた車両系伐出機械による方式なども検討対象とし、また伐出事業体の規模についても、専業素材生産業者や森林組合のみならず、少人数の地域住民からなる素材生産組合や個人林家による小型の機械を使用する小規模な組織によるものも含めて、ベストミックスな地域的な木質バイオマス資源利用システムの構築を目指していきたいと考えている。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. 鈴木保志, (他 7 名), (2014) 小規模分散型木質バイオマス燃料としての薪の生産供給システムと経費の検討. 森林利用学会誌 29 : 157~163.

(2) 紀要

1. 垂水亜紀, 北原文章, 田内裕之, 吉田貴紘, 鈴木保志, (2014) 地域に眠る木質エネルギー

一の熱利用で脱温暖化と地域活性化, 森林総合研究所平成 26 年版研究成果選集, 26 ~27.

(3) 報告書

1. 鈴木保志, (2014), 小規模分散型木質バイオマス燃料の効率的な生産供給システムの構築, 平成 24 年度 林業機械化研究助成 成果報告書. 33pp.

(4) 学会発表

1. 鈴木保志, (2014) 木質バイオマス利用の方向性, 平成 26 年度森林利用学会シンポジウム「伐出技術を考える」(講演要旨集), 8~9.
2. Takamura, K., Mori, D., Gotou, J. Suzuki, Y.K. (2014) A case study of wood fuel utilization by community forestry for sustainable, cost-effective management of a local forest in Japan. The International Forestry Review 16(5):398. (Sustaining Forests, Sustaining People: The Role of Research - XXIV IUFRO World Congress, 5-11 October 2014, Salt Lake City, USA - ABSTRACTS)
3. 後藤純一, 鈴木保志, (他 6 名), (2014) 竹資源の安定供給を目指した搬出作業のコスト分析, 森林利用学会第 21 回学術研究発表会講演要旨集, 13.
4. 鈴木保志, (他 3 名), (2014) 発電利用を想定した林地残材のトラック輸送における容積比重測定試験, 森林利用学会第 21 回学術研究発表会講演要旨集, 14.

(5) セミナー等の開催

1. 森と木質バイオマスの有効利用で地域を活性化, 第 12 回高知大学 物部キャンパスフォーラム「物部川流域を元気にしよう!」, 高知大学農学部, 2014 年 12 月 13 日.

(6) 外部資金

- 「平成 26 年度科学研究費補助金」
1. 基盤研究 C (代表) (25450214) 「中山間地域の経済・エネルギー自立のための未利用木質資源循環利用システムの構築」 1,100 千円 (直接経費) 330 千円 (間接経費)
- 「奨学寄付金」
1. 500 千円 (直接経費)

(7) その他

雑誌寄稿文

1. 鈴木保志, (2014) 小規模分散型木質バイオマス燃料の効率的な生産供給システムの構築, 機械化林業, 7311~10. 2014

濃縮マルソウダ煮熟水を利用した無魚粉飼料の嗜好性改善

● 深田 陽久 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

近年、魚粉原料となるイワシなどの多獲性魚種の漁獲量は減少している。その一方で世界的な水産養殖業の普及などによって魚粉の需要は増加している。そのため、魚粉使用量を削減した飼料の開発が進められている。しかし、ブリは魚粉を含まない飼料（無魚粉飼料）や魚粉含量が低い飼料に対して嗜好性を示さず、その摂餌量が大幅に減少し、結果として成長が劣ってしまう。ブリにおいてオキアミ等の嗜好性の高い原料を飼料に添加することで、摂餌量とともに成長や飼料の利用性も改善されることがわかってきている。そこで本研究では、嗜好性原料としてマルソウダ加工の際に排出される煮熟水に着目し、濃縮した煮熟水の添加による無魚粉飼料の改善を試みた。

2. 研究結果

(1) 成果

平均体重 27.1 g のブリ稚魚を 200L 容水槽 8 基に 12 尾ずつ収容し飼育試験を行った (2 反復試験)。試験飼料として、魚粉飼料 (FM 区) と主タンパク質原料として濃縮大豆タンパク質を用いた無魚粉飼料 (SPC 区)、SPC 飼料の SPC を 5%置き換える形でオキアミ (SPC+K 区) または濃縮マルソウダ煮熟水 (SPC+TB 区) を添加した飼料を作製した。各飼料の一般成分、イノシン酸含量および遊離アミノ酸組成を測定した。各試験飼料を 1 日 1 回週に 6 回、計 18 回、飽食量で給餌を行い、3 週間飼育した。試験終了後、尾叉長を測定し、飼育成績および窒素とリンの魚体への蓄積率と環境負荷量を算出した。

飼育成績では、最終魚体重、日間成長率、飼料効率において、FM 区が一番高く、次いで SPC+TB 区、SPC+K 区、SPC 区と続いた。無魚粉飼料の摂餌量は、オキアミと濃縮マルソウダ煮熟水によって魚粉飼料と同等まで改善された。窒素の魚体への蓄積率は他の試験区と比べて FM 区と SPC+TB 区で高く、リンの魚体への蓄積率は FM 区で有意に低い値を示した。窒素とリンの環境負荷量は、SPC+K 区で高かった。無魚粉飼料の中で最も良い成績を収めた SPC+TB 飼料では、遊離ヒスチジン量とイノシン酸含量が高かった。本研究によって SPC 飼料への濃縮

マルソウダ煮熟水添加は、ブリの摂餌を改善し、併せて成長と飼料利用性も改善させる効果があることが明らかになった。以上のことから、濃縮マルソウダ煮熟水はブリ飼料における有用な添加剤になりうると考えられる。

(2) 問題点等

安価な濃縮方法が必要である。

3. 今後の展望

利用方法をさらに検討し、養殖現場での使用を可能にしたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. Peerapon Kaoian, Haruhisa Fukada (他3名) . Taurine supplementation and palm oil substitution in low-fish meal diets for young yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture* 420-421, 219-224, 2014.
2. Noriko Hosomi, Haruhisa Fukada (他3名) . Yellowtail neuropeptide Y: molecular cloning, tissue distribution and response to fasting. *Fisheries Science*, 80, 483-492, 2014.
3. H. Fukada (他6名) . Quality improvement of fish feed by using insulin-like growth factor 1 as a potential indicator of amino acid deficiency in yellowtail. *Aquaculture*, 426-427, 264-269, 2014.
4. 深田陽久 (他3名) ユズ果皮ペーストを添加したブリ飼料による成長への影響と血合筋の褐変および脂質過酸化の抑制効果の確認, *日本水産学会誌*, 80, 769-775, 2014.
5. Haruhisa Fukada (他3名) . Effects of Yuzu *Citrus junos* Peel from Waste as an Aquaculture Feed Supplement on Growth, Environmental load and Dark Muscle Discoloration in Yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23, 511-521, 2014. (accepted in 2012)
6. Peerapon Kaoian, Haruhisa Fukada (他6名) Effects of taurine supplementation to low fish meal practical diet on growth, tissue taurine content and taste of 1 year yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture Science*, 62, 415-423, 2014.

(2) 学会発表

1. °深田陽久 (高知大農) (他4名), ブリにおけるインスリン様成長因子1型の不足アミノ酸検索ツールとしての検討, H26年度 日本水産学会春季大会, 北海道大学水産学部, 3月27-30日.
2. °Fukada, H. (他4名), T. INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR 1 AS A POTENTIAL INDICATOR FOR AMINO ACID DEFICIENCIES IN THE YELLOWTAIL FISH. 11th International Congress on the Biology of Fish. Heriot-Watt University, Edinburgh, 3-7 August, 2014.
3. °Hosomi, N., Fukada, H. (他2名) APPETITE-REGULATING HORMONES IN THE YELLOWTAIL: cDNA CLONING AND RESPONSE TO NUTRITIONAL CONDITIONS. 11th International Congress on the Biology of Fish. Heriot-Watt University, Edinburgh, 3-7 August, 2014.
4. °Murashita, K., Fukada H (他3名) . EFFECT OF FISH MEAL COMPONENT ON GENE EXPRESSION LEVELS OF CHOLECYSTOKININ AND PANCREATIC DIGESTIVE ENZYMES IN YELLOWTAIL SERIOLA QUINQUERADIATA. 11th International Congress on the Biology of Fish. Heriot-Watt University, Edinburgh, 3-7 August, 2014.
5. °細美野里子, 益本俊郎, 深田陽久(高知大農), ブリのメラニン凝集ホルモン (Mch) : cDNAクローニングと組織分布, 絶食および栄養素に対する応答, H26年度日本水産学会秋季大会, 九州大学, 9月19-21日.
6. °深田陽久(他2名), ブリ味覚受容体 (Taste receptor type 1 member 3: tas1r3) 遺伝子のクローニング. H26年度日本水産学会秋季大会, 九州大学, 9月19-21日.
7. 本庄 玄, 森岡克司, 深田陽久, °益本俊郎 (高知大農). マダイ稚魚におけるケイ素の添加効果, H26年度日本水産学会秋季大会, 九州大学, 9月19-21日.
8. °深田陽久(高知大農) (他5名) ブリ飼料へのヨモギ発酵液漬けショウガ乾燥粉末の添加効果:成長と抗病性, H26年度日本水産学会秋季大会, 九州大学, 9月19-21日.
9. °H Fukada, (他3名) . Beneficial Utilization Methods for Fish Processing By-Products as Fish Feed Additives. IWA AGRO'2014, Kochi, Nov 23-27, 2014.
10. K. Morioka, K. Adachi*, H. Fukada (他5名), Beneficial effects of yuzu (*Citrus junos*) peel waste-supplemented diet on the meat quality of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), IWA AGRO'2014, Kochi, Japan, 24-26 November, 2014.
11. °細美野里子, 益本俊郎, 深田陽久 (高知大農), 栄養成分 (飼料成分) によるブリにおける食欲亢進ホルモン (ニューロ

ペプチドY) 遺伝子発現量の調節, 日本水産学会中国四国支部大会, 高知大学, 11月29-30日.

(3) セミナー等の開催

1. Alletch 社, 企業セミナー, 農学部 4-1-3 教室, 9月30日.
2. AGRO'2014, The Crown Palais New Hankyu Kochi, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014. (組織委員会委員) .
3. 「養殖魚の高付加価値化に必要なこと」日本水産学会中国四国支部大会, 公開シンポジウム, 農学部, 11月30日.
4. 山崎技研, 水産事業部, 農学部 3-1-13 教室, 12月9日
5. 地域農産物の養殖魚飼料への利用, アカデミアセミナー『農学研究を地域貢献にどう活かせるか? -UBCの視点を交えて考える-』, 農学部大会議室. 12月9日.
6. 高知の柚子を活用した養殖ブリの生産「地域創生に向けた産学官連携の促進」高知商工会館, 1月24日.

(4) 地域貢献活動

1. あたたハマチ to レモン開発

(5) 外部資金

「科学研究費補助金」

1. 基盤研究 B(H26) (代表) 4,500 千円(直接経費) 1,350 千円(間接経費)
2. 萌芽(H26)分担 300 千円(直接経費) 90 千円(間接経費)

「共同研究」

1. 平成 26 年度 3 件, 1,904 千円(直接経費)194 千円(間接経費)

「受託研究」

1. 平成 26 年度 1 件, 1,538 千円(直接経費)461 千円(間接経費)

「奨学寄付金」

1. 平成 26 年度 3 件, 4,350 千円(直接経費)440 千円(間接経費)

(6) その他

セミナー講師

1. 低魚粉飼料の試験結果について, オルテックアクアセミナー, ニュー兵藤サブライムホール, 宇和島, 2月10日.

雑誌・新聞掲載

1. ひと味違う養殖ブリ, ナショナルジオグラフィック日本版 2月号.
2. レモンハマチデビュー間近, 中国新聞 11月12日
3. レモン香るハマチ誕生, 日本農業新聞中国四国版 12月16日

ケーブルテレビ

1. あたたハマチ to レモン大試食会, ふれあいチャンネル

特許登録

1. 海産魚の養殖方法 登録番号 5621968 受賞
1. 日本水産学会 平成 26 年度 水産学技術賞「柑橘類を用いた養殖ブリ (香るブリ) の開発」

高知県の地理情報データベースの作成について

● 松岡 真如 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

地域の水やバイオマスをとらえる際、地理情報の活用が有効である。本研究の目的は高知県を中心とする地理情報を整備し、空間基盤としてデータベース化を行なうとともに、地理情報システムによって水・バイオマスに関わる空間解析を実施することである。本年度はこれまでに作成した地理情報データベースを活用して、(a)回帰分析による地下水窒素濃度の推定、(b)高知県におけるクリーニングクロップの潜在回収量の算定、を実施した。施設園芸の盛んな高知県では、主に施肥に由来する地下水の窒素汚染の可能性が高い。施設園芸に関する地理情報を用いて地下水の窒素濃度を推定できれば、検査する井戸の位置を見積もるなどの点で効率化が期待できる。また、農地からの地下水汚染の抑制に効果的なクリーニングクロップ(吸肥作物)について、高知県に適用可能な潜在量を知ることは、クリーニングクロップによる地下水汚染抑制効果の算定に加え、地域で利用できる新たなバイオマス資源量の見積りとしても有効である。

また、高知県は平成 26 年 8 月に記録的な豪雨となり、各地で土砂災害などが発生した。そこで(c)リモートセンシングの豪雨災害への適用可能性を検討した。

2. 研究結果

(1) 成果

(a)では、高知県が実施した水質調査結果から得られた井戸の硝酸性窒素濃度を、井戸の住所に基づいて、国勢調査の地理データと結びつけた。また、農林業センサスから取得した施設園芸の作付面積、収量、施肥量の統計情報と、衛星画像から作成したビニルハウスの地理データとを統合して地域別の施設園芸データを作成した。これらを用いて、施設園芸の情報から地下水の窒素濃度を推定する回帰分析を実施した。その結果、地域別のピーマン、キュウリ、ネギ、スイカ、メロン、シシトウの生産量を説明変数に用いた重回帰による地下水窒素濃度の推定精度が最も高かった(調整済決定係数:0.690)。この結果を用いて算定した地域別の地下水窒素濃度を図 1 に示す。南国市や土佐市など、施設園芸の盛んな地域において地下水窒素濃度の推定

値が高いことが見て取れる。また、ナスの栽培が盛んな安芸市や芸西村などでは、地下水の窒素濃度が低いために、ナスは説明変数から外れる結果となった。

(b)では、ビニルハウスの地理データと施設園芸の統計資料から、トマト、キュウリ、ナス、ピーマンの栽培にクリーニングクロップを導入したと仮定した場合に、地域の JA 集荷場に集荷することのできる潜在量を計算した。結果を図 2 に示す。県全体では 67900 トンのが収集可能であり、ナスの栽培が盛んな県中央から東部と、キュウリやトマトの栽培が盛んな県中央西部において収量が多いことが示された。また、全集収量の 70%が 73 ケ所中 15 ケ所で収集できることから、収集における高知県の優位性が示された。

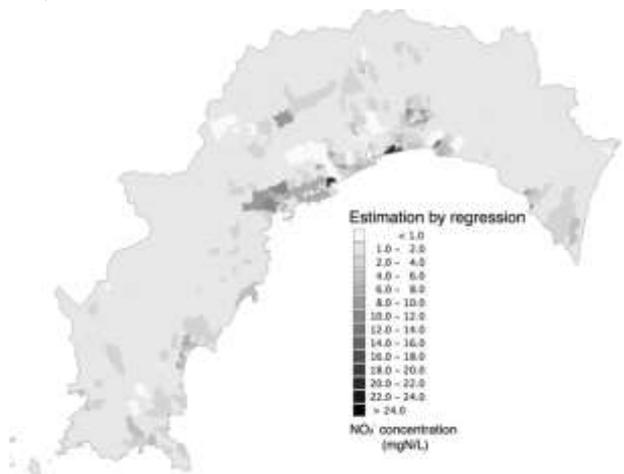


図 1 重回帰で推定した地下水窒素濃度の分布

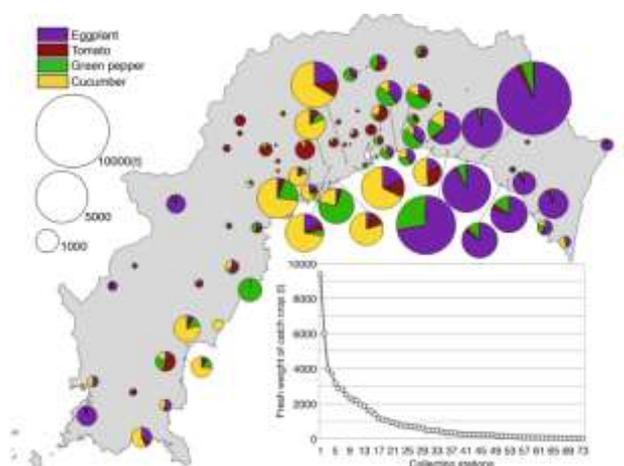


図 2 クリーニングクロップの潜在的な収量

(c)では、Landsat/OLIの豪雨前後の画像を比較して災害地の抽出を試みるとともに、現地調査によって状況の把握を行なった。また、航空写真を用いてデータの空間解像度を変化させたシミュレーションを行ない、災害地の把握に必要な空間解像度を検討した。その結果、災害地抽出では四万十町勝賀野の大規模な土砂災害を判読できたものの(図3)、OLIの空間解像度(30m)では災害地を抽出することは困難であった。航空写真によるシミュレーションでは空間解像度2m程度が必要であるとの結果が得られた。

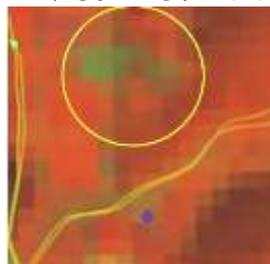


図3 判読した土砂災害と現地写真

(2) 問題点等

(a)では、個人情報保護の観点から調査井戸の位置が公開されておらず、施設園芸の地理情報の空間的な精度を国勢調査の地理データまで劣化させて解析を行なった。また、(b)では、各ビニルハウスが何を栽培しているかを知ることが難しいため、各集荷場の集荷量として見積もることでデータの空間的な統合を行なった。個人情報等に配慮しながら空間データの位置精度や情報の詳細さを増してゆくことが課題となった。

(c)では現在、無償で利用可能な高解像度衛星が運用されていないため、特に傾斜の大きい山地での災害を把握することが難しい状況であることが問題といえる。

3. 今後の展望

(a)と(b)については、主に統計資料や調査結果の空間解像度の向上を図りつつ、解析手法の改善をはかることで、解析精度の向上が期待できる。加えて(b)については、収集したクリーニングクロープを、リンの回収やL乳酸の生成など付加価値の高い目的に利用することが検討されており、県内に処理施設を設置する場合の、最適な位置の選定を、運搬の効率性の観点から実

施する予定である。(c)については、現在開発の計画段階にある光学衛星の早期開発と継続的な運用に期待するとともに、合成開口レーダの利用についても検討してゆきたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. 増田貴則, 松岡真如, 山田正人, 長谷隆仁, 赤尾聡史, 永禮英明, 藤原拓, クリーニングクロープ-乳酸発酵システムの環境負荷量および収益性の評価, 土木学会論文集 G. 70(7). III 483-491.
2. Yasutake D, Awata K, Kondo K, Yamane S, Matsuoka M, Maeda M, Nagare H, Nomiyama R, Sago Y, Kitano M, Fujiwara T. Advantages of pre-harvest temporal flooding in a catch crop field in relation to soil moisture and nutrient salt removal by root uptake. *Biologia*. 69(11). 1577-1584. 2014.

(2) 学会発表

1. 松岡真如, 藤原拓, 永禮英明, 地理情報システムを用いた高知県におけるクリーニングクロープの潜在的収穫量の推定, 日本写真測量学会秋季学術講演会, 2014年11月, 高松市.
2. M. Matsuoka, T. Fujiwara, Regression-based estimation of nitrogen concentration in groundwater using geographical and statistical information, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
3. D. Yasutake, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Matsuoka, (他7名), Application of pre-harvest temporal flooding in a catch crop field and its effects on evapotranspiration and nutrient salt uptake by roots, AGRO'2014, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014.
4. Yamada M, Masuda T, Matsuoka M, Hase T, Ishigaki T, Fujiwara T. Integrated Evaluation of the Innovative Water and Waste Management System for Agricultural Areas, AGRO'2014. 2014年11月, 高知市.

(3) セミナー等の開催

1. AGRO'2014, The Crown Palais New Hankyu Kochi, 24-26 November, Kochi, Japan, 2014. (組織委員会委員)
2. 田中香菜子, 松岡真如, リモートセンシングの豪雨災害への利用可能性の検討, -高知県平成二十六年八月豪雨を例として-, 四国 GIS シンポジウム, 2015年2月, 徳島市.

地域資源を活用した石垣蓄熱ハウスの構築

● 宮内 樹代史 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

近年の施設園芸においては原油高に伴う燃料費及び生産資材費の高騰により厳しくなってきた。特に中小規模の園芸農家においてはその存続が危うくなってきており、コスト削減や生産性向上の対策が求められている。また、高知県の中山間地域においては、耕作放棄地の増加や森林資源活用度の低下等、課題が多い。そこで本研究では、中山間地域に点在する、耕作放棄された棚田跡地の石垣を活用した新たな園芸ハウスを考案し、その基礎特性について検討した。

2. 研究結果

(1) 成果

本報で報告する取り組みは、中山間地の営農放棄された棚田跡地の石垣を利用した園芸ハウスを、地元の木材を資材として建設する、地域一体となった取り組みである。

高知県吾川郡仁淀川町大植の棚田跡地に石垣を利用したハウスを建設した。図1, 2に建設したハウスの外観と内部を示す。棚田は南面に面しており、北面が石垣となっている。建設ハウスは南面のみを採光部とし、被覆はPOフィルム、東西の妻面を発泡スチロール(20mm)で覆っている。ハウスの骨材としては地元産の製材(ヒノキ)を用いている。このハウスで夏季、冬季にわたりトマト栽培を行い、栽培環境の計測を行った。



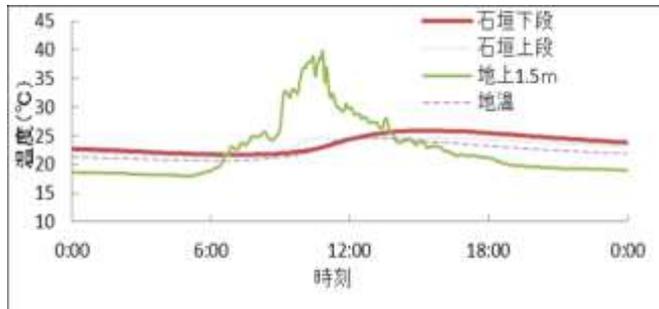
図1 石垣蓄熱ハウスの外観



図2 石垣ハウスの内部

ハウス内外の気温、地温、日射量、石垣、被覆資材、断熱資材の温度等を環境モニタリング装置(オネスト, Smart Gardener)により計測した。

その一例を図3に示す。その結果、夜間の石垣温度はハウス内気温と比較して、石垣下段では



8°C, 上段では5°C程度高い結果となり地温と同程度であった。

図3 石垣ハウスの内の環境変化

(2) 問題点等

試験ハウスが立地する場所は、標高500mと高地にもかかわらず、夏季栽培では、昼間のハウス内環境温度が、高温になりすぎ、平場のハウスと同様の暑熱対策が必要となった。冬季においては、石垣の蓄・放熱効果が認められたが、無加温での栽培には、限度があるため、後背地から産出される薪を利用した加温設備を整える必要がある。

また、収量調査は行っているが、環境変動と生育特性の関係を詳細に評価するためのデータが乏しい。石垣ハウス内畝毎の、着果からの積

算温度、DIFの解析により、成長速度を求める指標等を明らかにしたい。

3. 今後の展望

栽培期間は5月までの予定であり、石垣ハウス内の環境計測も継続中である。栽培終了後に全てのデータの解析に入る予定である。

また、今後は標高の違う地域において、夏作用、冬作用に適した石垣ハウスを建設する予定があり、栽培も含め地域での運用を検討している。このような試みは、今後の中山間地域での施設園芸のモデルとなることが期待される。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. Yasutake, D., Okada, E., Hosokawa, T., Takahashi, N., Takahashi, A., Kubai, K., Mori, M., Yamane, S., Miyauchi, K., An open-flow chamber with a multiple CO₂-gas analyzing system for continuous measurement of soil respiration in a greenhouse, *Environment Control in Biology*, 52(1), 7-12, 2014.

(2) 報告書

1. 「中小規模園芸施設を対象とした複合エコ環境制御技術の確立」成果集, 実用技術 24024 コンソーシアム (高知大学, 高知県農技 C, 神奈川県農技 C, 昭和産業, 昭和鉄工, 近中四農研 C, 高知県安芸農振 C), 2015.

(3) 学会発表

1. 宮内樹代史, 「太陽熱利用と炭酸ガス施用を核とした高知型複合エコ環境制御システムの確立」, 日本生物環境工学会 四国支部, 2014.5
2. 宮内樹代史他, 「中小規模施設園芸の生産性向上のための脱石油型農法の調査研究—地域資源を活用した石垣蓄熱ハウスの構築—」, 農業施設学会, 2014.8
3. 宮内樹代史他, 「自然エネルギー利用と炭酸ガス施用による複合エコ環境制御技術」, 日本生物環境工学会, 2014.9

(4) セミナー等の開催

1. 連続講演会「高知県の次世代施設園芸を考える」, 10.22-11.26 (4回), 2014.

(5) 地域貢献活動

1. 「仁淀川町石垣ハウス実証協議会」: 仁淀川町 (旧仁淀村) における中山間地域活性化を目指した新たな園芸体系構築の取り組み。
2. 「こうち新施設園芸システム研究会 (事務局高知県)」: 本年度2回の研究会議を開催し, 新たな園芸システムの構築に向けた技術開発の動向を検討した。

3. 「高知県次世代施設園芸団地推進協議会」: 次世代施設園芸団地 (四万十町, H28.9 栽培開始予定) の導入加速支援活動。

(6) 外部資金

「平成26年度科学研究費補助金」

1. 基盤研究C「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」代表 2,400千円 (直接経費) 720千円 (間接経費)

「受託研究」

1. 「中小規模園芸ハウスを対象とした複合エコ環境技術の確立」, 農林水産業・食品産業 科学技術研究推進事業 (課題番号:24024), 研究総括, 4,023千円 (直接経費) 1,206千円 (間接経費)

「奨学寄付金」

1. 高銀地域経済振興財団, 研究課題等に関する助成金「施設園芸の生産性を高める暖房負荷軽減技術に関する研究」, 200千円 (直接経費)

(7) その他

1. アグリビジネス2014出展, 「中山間地の棚田跡地を利用した新たな園芸ハウス—地域資源を活用した石垣蓄熱ハウス—」, 高知大学, 仁淀川町石垣ハウス実証協議会
2. 地域連携フェア「地域創生に向けた産学官連携の促進」～6次産業化に向けて高知大学とともに～出展, 「次世代施設園芸のための技術開発の取り組み」

クリーニングクロップの土壌への還元方法が作物の生育と土壌環境に及ぼす影響

● 山根 信三 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

野菜の施設栽培では、降雨の影響を受けない環境下で多肥・集約栽培がなされるために塩類が土壌表層に集積する傾向にある。塩類濃度が高くなると作物の生育に支障をきたすようになることから過剰な塩類を除去する、いわゆる除塩の必要性が生じてくる。これには従来湛水によって塩類を洗い流す方法が採られてきたが、流亡した塩類による地下水や河川の汚染が懸念されることから、近年、以前にも行われていたクリーニングクロップ(以下 CC)と呼ばれる吸肥力の高い植物を用いた除塩法が見直されている。CC は栽培後に圃場外へ持ち出して有用資源として利用する試みもあるが、その場合は持ち出しても地力が維持できていけるか、あるいはその対価である代替土作り資材の購入費と CC の収穫、搬出にかかる諸経費が CC の販売によって得られることが前提となる。そこで本研究では、CC 地上部を圃場外へ持ち出した場合と投入量を変えて毎年継続して土壌に還元した場合との還元方法の違いが後作物の生育と土壌環境に及ぼす影響について調査検討を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

CC として飼料用トウモロコシ‘ゴールドデント KD731’を供試し、2011 年から 2014 年まで毎年 6,000 本/a の栽植密度で 6~8 週間栽培し、地上部新鮮重 600~800kg/a の収量を得た。CC 収穫物は細断機で細断し、所定量を土壌に鋤き込み還元した。CC 還元量を変えて、「CC 地下部のみ還元」、「CC 地下部・地上部半量還元」、「CC 地下部・地上部全量還元」の 3 区と「対照区」としてバーク堆肥 500 kg/a 投入区を設けて後作物の栽培を行った。2011~2012 年、2012~2013 年には後作物として平畦で多肥作物のニラを栽培し、2014 年は高畦で少肥作物のアールスメロンを栽培した。

2012 年におけるニラの収量は、「CC 地下部のみ還元」が他の試験区に比べて有意に低くなった。2013 年においてもニラの収量において同様の傾向がみられた。2014 年におけるアールスメロンの果実肥大と糖度には処理区間の有意な差

は認められなかったが、果実硬度において「CC 地下部のみ還元」は他の試験区に比べて有意に低くなった。耐水性団粒の形成は CC の継続した土壌への還元によって 2014 年のアールスメロン栽培終了時は 2012 年のニラ栽培終了時よりも有意に形成が進みバーク堆肥を投入した場合と同等の耐水性団粒形成効果が認められた。4 年間の試験では耐水性団粒の形成に処理区間の明確な差はみられなかったが、「CC 地下部のみ還元」でのアールスメロン栽培における果実硬度の低下は、栽培後期の樹勢の衰えに起因したものと考えられ、ニラ栽培試験における収量低下もみられたことから地上部の半量程度は土壌に還元することが望ましく、残りの半量は圃場外に持ち出しても支障がないことが示唆された。

(2) 問題点等

土壌の熟畑化には長い時間を要することから、4年間の試験では土壌の評価項目ごとには処理区間の違いを明確に判定することが難しかったが、地上部を全量持ち出すことは短期間でも複合的な土壌の改善効果において悪影響が出ることが危惧される。

3. 今後の展望

クリーニングクロップは栽培終了後に半量土壌に還元していくことで持続的に地力を維持していくことが可能と思われる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

1. D. Yasutake, S. Yamane, T. Fujiwara. (他 7 名), (2014) Characteristics of Nutrient Salt Uptake Associated with Water Use of Corn as a Catch Crop at Different Plant Densities in a Greenhouse, *Pedosphere*, 24(3), 339-348, (DOI 10.1016/S1002-0160(14)60020-5).

(2) 学会発表

1. T. Fujiwara, K. Kondo, S. Yamane, (他 4 名), Catch crop cultivation for mitigating diffuse agricultural pollution and resource recovery, The 11th China-Japan Symposium on Water Environment, Xiamen, China, 22 March, 2014.

2. K. Kondo, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Matsuoka, (他 5 名), Improvement of a Catch Crop System for Reducing Nitrate Leaching and Removing Salts in Greenhouses by Pre-harvest Flood Irrigation, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, 24–26 November, Kochi, Japan, 2014.
3. H. Nagare, T. Fujiwara, S. Yamane, (他 5 名), Recovery of Phosphorus and Potassium from Corn Biomass as a Magnesium Salt, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, 24–26 November, Kochi, Japan, 2014.
4. D. Yasutake, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Matsuoka, (他 6 名), Application of pre-harvest temporal flooding in a catch crop field and its effects on evapotranspiration and nutrient salt uptake by roots, 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, 24–26 November, Kochi, Japan, 2014.
5. 岩田 匠, 藤原 拓, 山根信三, (他 6 名) リン酸マグネシウムカリウムの熱力学的物性値と生成条件の検討, 第 48 回日本水環境学会年会, 仙台市, 2014 年 3 月 17 日~19 日.
6. 安武大輔, 山根信三, 松岡真如, 藤原 拓, (他 4 名), 温室内クリーニングクロープ栽培における立毛湛水とその効果, 一蒸発散と土壤に着目して一, 日本農業気象学会 2014 年全国大会, 北海道札幌市, 2014 年 3 月 17 日-21 日.

(3) 地域貢献活動

1. 環境負荷低減野菜生産に関する公開講座等の開催