

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 |
| | 鈴木 保志 | 農学部門 |
| | 池島 耕 | 農学部門 |
| | 塚本 次郎 | 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 |
| | 森岡 克司 | 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 2,050 千円（うち大学改革促進経費 1,650 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 | 26 | |
| | 著書 | 3 | |
| | 紀要 | 1 | |
| | 報告書 | 1 | |
| | 学会発表 | 44 | |
| | セミナー・講演会・シンポジウム等の開催 | 8 | |
| 地域貢献 | | 3 | 1) 香南市ヒラメ放流事業 2) 野菜生産のための土作り講習会, 公開講座等の開催 3) リサイクル業者に対する技術相談 |

| | | | |
|---------|---|-------|-----------|
| 外部資金 | | 科研費 | 9,861 |
| | | 共同研究 | 2,883 |
| | | 受託研究 | 28,507 |
| | | 奨学寄付金 | 6,900 |
| | | その他 | 該当なし |
| | | 合計 | 48,151 千円 |
| 特許等 | 該当なし | | |
| その他特記事項 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 深田陽久が、International Water Association 主催の国際会議 (The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition) において、「Beneficial Utilization of Fish Processing Wastewater as a Fish Feed Additive」を発表し、ベストポスター賞を受賞した。 ・ 山口晴生らの論文が IF: 4.411 の Plos one 誌に掲載された。 ・ 市浦英明らの論文が IF:3.074 の Chemical Engineering Journal 誌に掲載された。 ・ 足立亨介らの論文が IF : 2.816 の Journal of Agricultural and Food Chemistry 誌に掲載された。 ・ 藤原拓による「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」の研究成果が、新聞 6 紙(高知新聞, 毎日新聞, 朝日新聞, 読売新聞, 日経新聞, 日経産業新聞)で報道された。 ・ 藤原拓による CREST プロジェクト研究「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」が新聞 2 紙(日本水道新聞, 水道産業新聞)で報道されるとともに、インタビュー内容がニュースネットワーク「MaximsNews」で紹介された。 | | |

2 研究概要

2-1 研究目的

高知大学では、第二期中期目標・中期計画に基づく自然科学系プロジェクトとして、「海洋」、「環境」、「物性」、「中山間地域」、「水」、「エネルギー」、「バイオマス」、「食料」をキーワードとする研究を推進することとなっている。一次産業・1.5次産業を基盤とする高知県で地域再生のために持続的な「雇用創出」を産み出すには、第一に安全・高品質な食料を育む健全な環境を持続的に維持する必要がある、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の確立が不可欠である。そこで、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う。本研究は平成22年度から27年度の6カ年にわたり実施する予定としており、自然科学系農学部門の11名の研究分担者および6名の研究協力者と遂行する。

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、図1に示す革新的な水・バイオマスのカスケード型循環システムの開発を目指した一連の研究を行う。すなわち、未利用バイオマスの質を考慮し、高付加価値な循環利用(例：飼料化・高付加価値製品生産、等)を進めた上で、それが不可能なバイオマスや高付加価値利用の残さについては、より低品位な循環利用を行うなど、バイオマス循環をカスケード的に行うことにより、バイオマスを徹底的に「しゃぶりつくし」、農業地域のバイオマスからより多くの価値と製品を生み出すことを目指している。その際には、従来の農業・林業・水産業・工業等の産業セクターや、場の違い(山・都市・農村・海、等)を超えた循環を模索することにより、ある場所では「ゴミ」であったものを別の場所で「宝」として有効活用する技術とシステムを開発する。

平成23年度は、農工業系廃棄バイオマスの再資源化に関する研究として、「廃棄ユズ皮のカスケード利用(市浦英明)」、「製紙スラッジの再資源化(市浦英明)」、「ユズ果皮とソウダガツオ煮熟水の養魚飼料への利用(深田陽久)」、「ユズ果皮ペースト及び直七果果汁添加飼料による養殖魚の高付加価値化実証試験研究(森岡克司・深田陽久)」、「カツオ煮汁の肥料としての利用法に関する研究—トマト養液栽培における無修正培養液下での窒素の動態と生育収量—(山根信三)」を実施した。特筆すべき成果として、深田陽久はInternational Water Association主催の国際会議(The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition)において、「Beneficial Utilization of Fish Processing Wastewater as a Fish Feed Additive」を発表し、ベストポスター賞を受賞したことが挙げられる。さらに、森岡克司および深田陽久は、ユズ果皮ペー

スト添加飼料による養殖魚の高付加価値化実証試験を宿毛湾で、同じく直七果汁添加飼料による高付加価値化実証試験を高知県水産試験場で行った。自然科学系プロジェクトの成果の社会への実装の観点から、本実証試験は特筆すべき成果と考えている。

G2 では、森林・農業系バイオマスの資源・エネルギーとしての活用により、「地域内のエネルギー自給」を可能とすることを目指して、図2に示す全体枠組みで研究を行っている。平成23年度は、「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）」、「木質バイオマスの施設園芸暖房燃料としての活用（宮内樹代史）」、「高知県地理情報データベースの作成について（松岡真如）」を実施した。なお、特筆すべき成果として、チームメンバー3名（鈴木・宮内・市浦）と研究協力者1名による、分野横断型共同研究「木質バイオマス焼却灰をセメント代替材として有効活用するための基礎的研究」を開始したことが

挙げられる。本研究では、カスケード型木質バイオマス利用の一環として、木質ペレット等の木質バイオマス焼却灰をセメント代替材に利用する可能性を検討する。高知県内では公共施設や農業用ハウスの暖房用に木質ペレット加温装置が数多く導入されており、この秋冬以降はこれらの装置に使用される木質ペレットの消費量はかなり増加することが見込まれている。これにともなって今後増加するそれらの焼却灰を、セメント資源枯渇化対策を目指した代替材として有効活用するための基礎的実験を開始した。次年度も引き続き、木質ペレットの焼却灰を対象とした密度試験、ペレット焼却灰の混入率が異なるモルタル供試体の強度試験ならびに凝結試験を実施することにより、セメント代替材としての木質ペレット灰の使用可能性を探る予定としている。

G3 では、流域水環境保全に向け、「水」をキーワードにした様々な研究分野の研究者の共同により、山から海までの水環境保全技術の開発や水環境の調査研究を実施する。平成23年度は、山地環境が流域水環境に及ぼす影響に関して「針葉樹人工林の広葉樹林化に伴う土壌撥水性低減の確認（塚本次郎）」を実施するとともに、流域の汚濁負荷削減技術の開発を目指して、「流域水環境保全技術の開発（藤原拓）」を実施した。さらに、海域環境に関する研究として「マングローブクラブ肝臓臓が有するセルロース分解酵素活性の検討（足立亨介）」、「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）」、「防防潮環境の構築（山口晴生・齋幸治）」を実施した。特筆すべき成果として、山口晴生らの論文が IF : 4.411 の Plos one 誌および IF:4.280 の Harmful Algae 誌に、市浦英明らの論文が IF:3.074 の Chemical Engineering Journal 誌に、足立亨介らの論文が IF : 2.816 の Journal of Agricultural and Food Chemistry 誌に

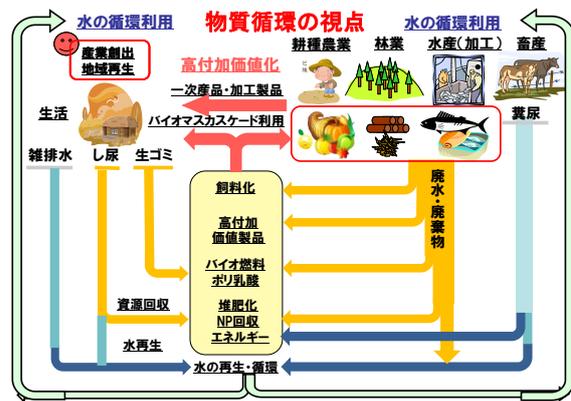


図1 カスケード型水・バイオマス循環システム

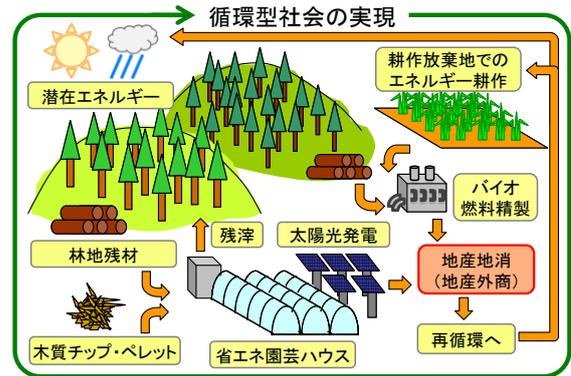


図2 森林・農業系バイオマスの資源・エネルギー利用システムの構築

掲載されるなど、学術的に高い評価を得たことが挙げられる。また、藤原拓の「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」の成果が、新聞 6 紙(高知新聞, 毎日新聞, 朝日新聞, 読売新聞, 日経新聞, 日経産業新聞)に報道され、高知大学発の省エネ型下水処理技術が広く社会に広報されるという社会的成果を得た。

研究の詳細は後述の分担者による報告に譲るが、このように自然科学系プロジェクト「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、優れた成果を達成することができた。

(2) 研究成果報告会等

1) シンポジウム「高知県におけるバイオマス利用の新たな展開を考える」

日時：2012 年 1 月 13 日

場所：農学部 3-1-11 教室

報告者：鈴木保志

2) シンポジウム「赤潮・アオコを考える ―微細藻類の大量発生に伴う水環境問題とその対策―」

日時：2012 年 3 月 15 日

場所：高知大学農学部 3-1-13 教室.

報告者：山口晴生

3) シンポジウム「廃水・廃棄物管理の現状と展望」

日時：2012 年 3 月 22 日

場所：農学部 3-1-13 教室

報告者：藤原拓

2-3 特筆すべき事項

- ・ 深田陽久が、International Water Association 主催の国際会議 (The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition) において、「Beneficial Utilization of Fish Processing Wastewater as a Fish Feed Additive」を発表し、ベストポスター賞を受賞した。
- ・ 山口晴生らの論文が IF : 4.411 の Plos one 誌に掲載された。
- ・ 市浦英明らの論文が IF:3.074 の Chemical Engineering Journal 誌に掲載された。
- ・ 足立亨介らの論文が IF : 2.816 の Journal of Agricultural and Food Chemistry 誌に掲載された。
- ・ 藤原拓による「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」の研究成果が、新聞 6 紙(高知新聞, 毎日新聞, 朝日新聞, 読売新聞, 日経新聞, 日経産業新聞)で報道された。
- ・ 藤原拓による CREST プロジェクト研究「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」が新聞 2 紙(日本水道新聞, 水道産業新聞)で報道されるとともに、インタビュー内容がニュースネットワーク「MaximsNews」で紹介された。

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

流域から発生する汚濁負荷を削減し、流域水環境保全を実現するには、発生源の特徴および浄化対象物質の特性に応じた処理技術の開発が重要である。本研究では、家庭廃水からの有機物・窒素・リンの浄化技術として「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」を、畜産糞尿からの医薬品除去技術として「高シリカゼオライトによる家畜尿中医薬品除去に関する研究」を、農地等の面源由来の窒素負荷削減技術として「ハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化に関する研究」を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」においては、香南市野市浄化センターの実規模オキシデーションディッチで平成 22 年度に 1 年間の連続処理実験を行った結果、実規模施設においても曝気風量と水流発生装置回転数を独立に制御する二点 DO 制御が有効に機能することを実証した。良好な有機物処理性能に加えて年間の処理水平均全窒素濃度が $1.3 \pm 0.5 \text{ mg/L}$ という顕著な窒素除去性能を達成し、生物学的リン除去も可能であることを示した。さらに、同施設の前年度比 67% の消費電力削減を実現し、本技術が下水の高度処理のみならず省エネにとっても有益であることを明らかにした。平成 23 年度は実規模実験での温室効果ガス排出抑制効果を解析評価した結果、開発技術が亜酸化窒素の排出抑制にも有効であることを示した。

「高シリカゼオライトによる家畜尿中医薬品除去に関する研究」では、家畜尿中医薬品の環境中への排出抑制技術の開発を目指し、高シリカ型ゼオライトによる吸着除去を試みた。動物用医薬品であるサルファ剤の解離平衡と吸着平衡を考慮することで、pH 依存的な医薬品の吸着挙動をモデル化することに成功した。また、吸着速度が極めて速いことも示した。引き続き人工尿および豚尿中での医薬品の吸着に共存するイオンおよび有機物が及ぼす影響を検討した。その結果、高シリカゼオライトは共存物質の存在下でもサルファ剤を選択的に吸着することが明らかになり、尿中医薬品に対する吸着剤として有望なことが示された。

「ハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化に関する研究」では、クリーニングクロープと湛水を併用したハウス土壌除塩技術の窒素汚染抑制効果の評価を行った。その結果、飼料用トウモロコシをクリーニングクロープとして栽培する際の適当な土壌水分条件を提示するとともに、本技術が春季および夏季において硝酸性窒素溶脱および亜酸化窒素放出の抑制に有効であることを示した。さらに、窒素過剰条件での夏季短期栽培試験により最大吸収可能窒素量を推定した。

(2) 問題点等

研究推進上の問題点はないが、下記「今後の展望」に記載の課題が残されている。

3. 今後の展望

「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」では亜酸化窒素排出抑制メカニズムの解明が、「高シリカゼオライトによる家畜尿中医薬品除去に関する研究」では吸着した医薬品の分解技術の開発およびシステム化が、「ハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化に関する研究」では栽培期間の短縮化および収穫物高付加価値化による開発技術の社会実装の検討が求められる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Shuji Fukahori, Taku Fujiwara, Ryusei Ito, Naoyuki Funamizu.(2011) pH-Dependent adsorption of sulfa drugs on high silica zeolite: modeling and kinetic study, *Desalination*, 275, 237-242.
- 2) 永禮英明, 藤原拓, 赤尾聡史, 前田守弘, 山根信三 (2011) 回収・再資源化を目的としたバイオマスからの元素抽出, *土木学会論文集 G (環境)* 67(7), III_461-III_466.
- 3) 前田光太郎, 赤尾聡史, 細井由彦, 永禮英明, 前田守弘, 藤原拓 (2011) ソフトバイオマスを原料とした酵素糖化における各種前処理の糖化効率比較, *土木学会論文集 G (環境)* 67(7), III_433-III_440
- 4) 中町和雄, 藤原拓, 陳小強, 川口幸男, 橋本敏一, 津野洋 (2011) 流入負荷変動に対する高負荷二点 DO 制御 OD 法の適応性と制御因子の検討, *土木学会論文集 G (環境)*, 67(7), III_679-III_686.
- 5) 前田守弘, 浅野裕一, 兵藤不二夫, 中島泰弘, 藤原拓, 永禮英明, 赤尾聡史 (2011) 笠岡湾干拓地における水質汚濁の現状と

- 安定同位体自然存在比を用いた汚濁機構解析, *土木学会論文集 G (環境)*, 67(7), III_213-III_221.
- 6) 中町和雄, 藤原拓, 陳小強, 川口幸男, 橋本敏一, 津野洋 (2011) 高負荷二点 DO 制御 OD 法における窒素除去のための設計・操作因子, *下水道協会誌論文集*, 48 (589), 83-93.
 - 7) 中町和雄, 藤原拓, 川口幸男, 津野洋(2011) 縦軸水流発生装置を用いた実規模散気式オキシレーションディッチの流動特性と DO 分布に関する考察, *土木学会論文集 G (環境)*, 68(1), 13-20.
 - 8) 藤原拓, 深堀秀史 (2011) 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提案, *化学工学*, 75 (12), 795-797.
 - 9) Daisuke Yasutake, Chiyo Kimura, Keisuke Kondo, Kenta Inoue, Makito Mori, Shinzo Yamane, Morihiro Maeda, Hideaki Nagare, Taku Fujiwara (2011) Analyzing evapotranspiration components and crop coefficients for catch crop field with small area at different plant densities in a greenhouse. *Environment Control in Biology*, 49, 217-225.
 - 10) Xiaoqiang Chen, Taku Fujiwara, Kazuo Nakamachi, Yukio Kawaguchi, Fumitake Nishimura, Kunio Ohtoshi (2012) Evaluation of a novel oxidation ditch system with dual DO control technology for biological nutrient removal by mass balance analysis, *Desalination*, 286, 24-33.
 - 11) Satoshi Akao, Koutaro Maeda, Shingo Nakatani, Yoshihiko Hosoi, Hideaki Nagare, Morihiro Maeda & Taku Fujiwara, Comparison of Simultaneous and Separate Processes: Saccharification and Thermophilic L-Lactate Fermentation of Catch Crop and Aquatic Plant Biomass, *Environmental Technology*, in press.
- (2) 著書
- 1) 藤原拓, 永禮英明, 前田守弘, 赤尾聡史 (2011) クリーニングクローブによるハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化, シーエムシー出版, 21-30.
- (3) 紀要: なし
- (4) 報告書: なし
- (5) 学会発表
- 1) T. Fujiwara, Concept of an Innovative Water Management System with Decentralized Water Reclamation and Cascading Material-cycle for Agricultural Areas, 8th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries (以下, AGRO2011 と略記), Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 2) K. Kondo, K. Inoue, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Maeda, H. Nagare, S. Akao, K. Ohtoshi, Reduction of Nitrate Leaching from Greenhouse Soil by Catch Crop Cultivation: Effect of Soil Water Content, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 3) S. Fukahori, T. Fujiwara, N. Funamizu, K. Matsukawa, R. Itoh, Adsorptive Removal of Sulfonamide Antibiotics in the Livestock Urine Using High-silica Zeolite, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 4) M. Maeda, R. Ishido, T. Fujiwara, H. Nagare, S. Akao, Reduction of Nitrate Leaching from Upland Soil by placing Coffee Waste Biochar below the Root Zone, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 5) H. Nagare, T. Fujiwara, T. Inoue, S. Akao, K. Inoue, M. Maeda, S. Yamane, M. Takaoka, K. Oshita, X. Sun, Nutrient Recovery from Biomass Cultivated as Catch Crop for Removing Accumulated Fertilizer in Farm Soil, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 6) K. Oshita, X. Sun, M. Takaoka, K. Matsukawa, T. Fujiwara, Investigation of Livestock Manure as a Resource for Phosphorus and Fuel in Japan, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 7) X. Sun, K. Oshita, M. Taniguchi, M. Takaoka, K. Matsukawa, T. Fujiwara, Emission of Greenhouse Gases from Controlled Incineration of Cattle Manure, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 8) S. Akao, K. Maeda, S. Nakatani, Y. Hosoi, H. Nagare, M. Maeda, T. Fujiwara, Comparison of Simultaneous and Separate Process, Saccharification and Thermophilic L-Lactate Fermentation of Catch Crop and Aquatic Plant Biomass, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 9) T. Fujiwara, Keisuke Kondo, Kenta Inoue, Shinzo Yamane, Morihiro Maeda, Hideaki Nagare, Satoshi Akao, Masaki Takaoka, Kunio Ohtoshi, Catch crop cultivation for diffuse agricultural pollution control and resource recovery, The 4th CESE Conference, Tainan City, Taiwan, 25-30 September 2011.
 - 10) Kazuo Nakamachi, Taku Fujiwara, Xiaoqiang Chen, Toshikazu Hashimoto, Yukio Kawaguchi, Hiroshi Tsuno, Energy Efficiency of Full-scale Oxidation Ditch with Dual DO Control Technology in Clean Water and Domestic Wastewater, The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition (以下, IWA-ASPIRE と略記), Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.
 - 11) Taku Fujiwara, Xiaoqiang Chen, Kazuo Nakamachi, Toshikazu Hashimoto, Yukio Kawaguchi, Hiroshi Tsuno, Treatment Performance of Domestic Sewage in a Full-scale Oxidation Ditch with Dual DO Control Technology, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.

- 12) Masayuki Matsuoka, Taku Fujiwara, Hideaki Nagare, Morihiro Maeda, Shinzo Yamane, Keisuke Kondo, Regional Estimation of Nitrogen Resumption by Catch Crop Based on Geographical Information and Censuses, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.
- 13) Haruhisa Fukada, Noriyuki Takahashi, Keisuke Kondoh, Toshiro Masumoto, Taku Fujiwara, Beneficial Utilization of Fish Processing Wastewater as a Fish Feed Additive, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.
- 14) Takahito Hase, Masato Yamada, Taku Fujiwara, Kiyoshi Kawamura, Optimization of Regional Compost Demand and Organic Waste Generation by Transportation, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.
- 15) T. Fujiwara, N. Funamizu, K. Matsukawa, M. Takaoka, S. Fukahori, K. Ushijima, N. Hijikata, K. Ohshita, H. Tsutsui, R. Itoh, Concept of a decentralized differentiable treatment system for livestock and human excreta, 2nd Améli-Eaur International symposium on sustainable water and sanitation system & 8th International symposium on sustainable water and sanitation system, Sapporo, Japan, 28 October, 2011.
- 16) Yamada M., Tachio K., Fujiwara T. (2011) Design of Physical Input-Output Table for Describing Regional Waste Biomass Flow. ISWA2011, World Congress of International Solid Waste Association, Proceedings, 971-979, Daegu, Korea, 17-20 October, 2011.
- 17) 藤原拓, 中町和雄, 陳小強, 川口幸男, 橋本敏一, 津野洋, 実規模高負荷二点 DO 制御 OD 法における下水処理性能の評価, 第 48 回下水道研究発表会, 東京都, 2011 年 7 月 26 日-28 日.
- 18) ゲンタンフォン, 藤原拓, 陳小強, 中町和雄, 川口幸男, 実規模高負荷二点 DO 制御 OD 法における亜酸化窒素の動態調査, 第 48 回下水道研究発表会, 東京都, 2011 年 7 月 26 日-28 日.
- 19) 田中一輝, 藤原拓, 陳小強, 中町和雄, 川口幸男, 実規模高負荷二点 DO 制御 OD 法における生物学的リン除去の年間変動特性, 第 48 回下水道研究発表会, 東京都, 2011 年 7 月 26 日-28 日.
- 20) 中町和雄, 藤原拓, 陳小強, 橋本敏一, 川口幸男, 津野洋, 高負荷二点 DO 制御 OD 法の消費電力, 第 48 回下水道研究発表会, 東京都, 2011 年 7 月 26 日-28 日.
- 21) 円谷輝美, 中町和雄, 藤原拓, 陳小強, 川口幸男, 散気式オキシデーションディッチにおけるオフガス法を用いた酸素溶解効率の測定, 第 48 回下水道研究発表会, 東京都, 2011 年 7 月 26 日-28 日.
- 22) 藤原拓, PHONG NGUYEN THANH, 陳小強, 田中一輝, 中町和雄, 橋本敏一, 川口幸男, 実規模二点 DO 制御オキシデーションディッチ法における亜酸化窒素の時空間変動特性, 第 46 回日本水環境学会年会, 東京都, 2012 年 3 月 14 日-16 日.
- 23) 森政基, 赤尾聡史, 増田貴則, 細井由彦, 藤原拓, 水生植物ヒシからのポリフェノール抽出条件の検討, 第 46 回日本水環境学会年会, 東京都, 2012 年 3 月 14 日-16 日.
- (6) セミナー等の開催
- 1) 高知大学自然科学系「水・バイオマス」プロジェクト主催講演会「東日本大震災と下水道」, 2011 年 9 月 29 日, 農学部 5-1 教室.
- 2) 「水・バイオマス」プロジェクト主催シンポジウム「赤潮・アオコを考える — 微細藻類の大量発生に伴う水環境問題とその対策 —」, 2012 年 3 月 15 日, 農学部 3-1-13 教室.
- 3) 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 2 回), 2012 年 3 月 13 日, 高知会館.
- 4) 平成 24 年 3 月 22 日 (木), 高知大学自然科学系「水・バイオマス」プロジェクト主催シンポジウム「廃水・廃棄物管理の現状と展望」, 2012 年 3 月 22 日, 農学部 3-1-13 教室.
- (7) 地域貢献活動: 公開セミナー開催
- (8) 外部資金
- 「科学研究費補助金」
- 1) 「平成 23 年度科学研究費補助金」基盤研究 B (21310054) 「クリーニング作物と乳酸発酵を核とした地下水硝酸汚染抑制・資源循環システムの構築」(代表) 711 千円 (直接経費)
- 2) 「平成 23 年度科学研究費補助金」基盤研究 B (分担) 「集落排水処理水における医薬品含有の実態と処理水利用水田での医薬品動態特性の解明」350 千円 (直接経費) (研究代表者: 治多伸介)
- 3) 「平成 23 年度科学研究費助成事業 (挑戦的萌芽研究) (23656332) 「磁気分離複合光触媒を用いた下水処理水中医薬品の太陽光活用型除去技術の開発」(代表) 1,400 千円 (直接経費)
- 4) 「平成 23 年度環境総合推進費補助金」(113027) 「アジアの都市廃棄物管理の発展に応じた埋立地浸出水対策の適正な技術移転に関する検討」3,200 千円 (直接経費) (研究代表者: 石垣智基)
- 「共同研究」350 千円
- 「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) 19,377 千円 (直接経費)

「奨学寄付金」 550 千円

(9) その他

「総説等」なし

「新聞報道」

- 1) 日本水道新聞：平成23年9月5日掲載
- 2) 日本経済新聞：平成23年10月8日掲載
- 3) 朝日新聞：平成23年10月8日掲載
- 4) 毎日新聞：平成23年10月8日掲載
- 5) 高知新聞：平成23年10月8日掲載
- 6) 日本下水道新聞：平成23年10月26日掲載
- 7) 読売新聞：平成23年10月27日掲載
- 8) 日経産業新聞：平成23年11月1日掲載

マングローブクラブ肝臓が有するセルロース分解酵素活性の検討

● 足立亨介 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

マングローブクラブは、落葉を物理的に分解することでマングローブにおける炭素循環に寄与していると考えられている。落葉の主成分であるセルロースは、グルコースが β -1,4-結合によって連なった直鎖状の重合体であり、エンドグルカナーゼによって二糖以上の短い糖鎖(還元糖)に分解される。その後、 β -グルコシダーゼにより還元糖の末端から単糖である β -グルコースが切り出される。一般に動物におけるセルロース分解は共生する細菌の作用によるものと考えられてきたが、近年無脊椎動物において内在性のセルラーゼがセルロース分解を行っている例が報告されている。そこで本研究ではマングローブクラブ3種及び国内6種のカニ類肝臓に着目し、上述の2つのセルロース分解酵素の解析を行った。本研究は自然科学系農学部門の池島耕准教授との共同研究として行っている。

2. 研究結果

(1) 成果

サンプリングした9種の全てのカニ類の肝臓において上記二つのセルラーゼ活性が確認された。さらにマングローブクラブの両セルラーゼ活性は国内のカニ類に比べて有意に高い値を示した。また同カニ類の肝臓抽出物を用いたザイモグラフィでは分子量44.3~84.8kの位置に複数のバンドが検出された。以上の結果から、マングローブクラブ肝臓が内在性のセルラーゼを有し、生化学的な分解によって直接炭素循環に寄与している可能性が強く示唆された。

(2) 問題点等

現在の実験は粗酵素液を用いたものであり、精製した酵素によるさらに精度の高い実験が必要。また巨視的に見た場合に本研究で見出された酵素分解がどれだけマングローブ林の炭素循環に寄与しているかは現段階では解析不能。

3. 今後の展望

精製酵素での実験、酵素の配列解析から同酵素の由来の予測、マングローブクラブ飼育実験による炭素同化率の測定など。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Nobuhiro Zaima, Naoko Goto-Inoue, Kohsuke Adachi, Mitsutoshi Setou. (2011) elective Analysis of Lipids by Thin-Layer Chromatography Blot Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Imaging Mass Spectrometry. Journal of oleo science 60, 93-98.
- 2) Kohsuke Adachi, Kana Fukumorita, Michihiro Araki, Nobuhiro Zaima; Satoru Chiba, Hideki Kishimura and Hiroki Saeki. (2011) Transcriptome analysis of the duodenum in Wistar rats fed a trypsin inhibitor derived from squid viscera. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59, 9001-9010.
- 3) Hideki Kishimura, Kana Fukumorita, Kohsuke Adachi, Yujiro Nagai, Shigeru Katayama, Satoru Chiba, Shigeru Nakajima, Hiroki Saeki. (2012) A trypsin inhibitor in the viscera of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) elicits insulinotropic effects in diabetic GK rats. Journal of Food Biochemistry 36, 93-98
- 4) 足立亨介 水産物の黒色変化に関する生化学的解析. 日本水産学会誌 77(4), 578-581 (2011)

(2) 紀要

- 1) 学術研究に関わる受賞等の紹介 足立亨介, 高知大学リサーチマガジン (印刷中)

(3) 報告書: なし

(4) 学会発表

- 1) 水産物の黒色変化に関する生化学的解析 日本水産学会秋季大会 於 長崎大学

(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

「奨学寄付金」 500千円

(8) その他: なし

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

本研究では、農工業系廃棄物である“廃棄ユズ皮”のカスケード利用および“製紙スラッジ”の再資源化を試みた。

“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。そこで、ユズ果皮に含まれる精油、ペクチンおよびセルロース成分特有の性質を保った状態で、段階的に抽出するための効率的な抽出方法を検討した。

“製紙スラッジ”は、紙の製造過程から排出される廃棄物である。本研究では、酸化チタンを含有した製紙スラッジのパルプ成分と無機成分をイオン液体により分離し、その無機成分を酸化チタン-ゼオライト複合体の合成原料とした。そして、合成した酸化チタン-ゼオライト複合体による医薬品の吸着・分解効果を検討し、その課題について検証した。

2. 研究結果

(1) 成果

“廃棄ユズ皮”のカスケード利用“

各条件下で抽出された粗ペクチンおよび粗ペクチンのガラクトuron酸含量の関係から、アルカリ条件下では酸抽出と比較して、ペクチンの抽出量が少なく不適であった。酸条件下では、塩酸の濃度が高いほどペクチンの抽出量が多かった。本研究で、酸濃度が最も高い 2×10^{-1} mol 塩酸が効率的であったが、抽出された粗ペクチンの状態から強酸によるペクチンの変質が見られた。このことから、本研究では 2×10^{-3} mol 塩酸がペクチンの抽出に最も適した条件であった。次に抽出したセルロースを比較すると、 2×10^{-1} mol 塩酸において最も抽出量が多い結果となり、他の条件下ではそれほど大きな違いは見られなかった。セルロースにおいても、強酸で処理されたセルロースは他の条件に比べ表面状態に違いが見られた。これは、強酸がセルロースに影響を与えていると考えられることから、初期状態とは違うセルロースに変質している可能性が高い。このことから、両成分を効率的かつ特有の性質を維持した状態で各成分を抽出する条件としては、 2×10^{-3} mol 塩酸での処

理が最適であると考えられた。

“製紙スラッジ”の再資源化

合成した酸化チタン-ゼオライト複合体は、粉末X線回析よりゼオライトの合成が確認された。蛍光X線分析より算出したSi/Al比から、酸化チタン-ゼオライト複合体は、全て親水性であった。これは用いた製紙スラッジ原料に含まれているSiとAlの含量が影響を与えている。合成した酸化チタン-ゼオライト複合体より、効率的な医薬品の吸着効果は確認できなかった。分析に使用した医薬品が疎水性であること、医薬品分子に対して合成したゼオライトの細孔が小さかったことが原因と考えられる。分解効果は、UV強度を強くした場合、光触媒機能がみられた。このことから、製紙スラッジ中の酸化チタンは、医薬品分解に効果があることが示唆された。

(2) 問題点等

“廃棄ユズ皮”のカスケード利用“

ペクチンおよびセルロースを分子量の観点から検討を行っていない。このことから、抽出したペクチンおよびセルロースの特性を十分に把握する必要がある。

“製紙スラッジ”の再資源化

疎水性ゼオライトの合成や医薬品に吸着に適した酸化チタン-ゼオライト複合体の合成が、今後の課題である。

3. 今後の展望

“廃棄ユズ皮”のカスケード利用“については、抽出したペクチンおよびセルロースの特性とその抽出条件を明らかにする予定である。

“製紙スラッジ”の再資源化“については、回収したパルプ成分を活用して、調製した酸化チタン-ゼオライト複合体の固定化を図る。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Ichiura H., Takayama M., and Ohtani H., (2012)“Interfacial polymerization preparation of functional paper coated with polyamide film containing volatile essential oil”, Journal of Applied Polymer Science, 124, 242-247.
- 2) Ichiura H., Nakatani T., and Ohtani H., (2011)“Separation of pulp and inorganic

materials from paper sludge using ionic liquid and centrifugation”, Chemical Engineering Journal, 173, 129-134.

(2) 紀要：なし

(3) 報告書：なし

(4) 学会発表

- 1) 市浦英明, “匂いをキーワードとするインテリジェント機能紙の開発“, 第 50 回機能紙研究発表・講演会, 高知, 2011 年 10 月 27 日.
- 2) 市浦英明, “インテリジェント機能紙の開発とその周辺技術“, 四国次世代紙関連産業創出異業種交流フォーラム, 愛媛, 2011 年 11 月 21 日.
- 3) Ichiura H., Nakatani T., Ohtani Y., “Separation of pulp fiber and inorganic materials from papersludge using ionic liquid”, 8th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
- 4) 市浦英明, 松生朋子, 大谷慶人, “天然高分子を活用した体内成分応答性インテリジェント機能紙の創製”, 平成 23 年度繊維学会年次大会, 東京, 2011 年 6 月 8-10 日.
- 5) 坂本世悟, 市浦英明, 大谷慶人, “界面重合法による剥離紙不要粘着紙の開発 ~ 粘着剤含有高分子膜の紙表面上での直接合成条件の確立~, 第 23 回日本木材学会中国・四国支部, 広島, 2011 年 9 月 26 日.
- 6) 山本健一, 市浦英明, 大谷慶人, “界面重合反応の活用による揮発性化合物含有高分子膜の紙表面上での直接合成”, 平成 23 年度繊維学会年次大会, 東京, 2011 年 6 月 8-10 日.
- 7) 坂本世悟, 市浦英明, 大谷慶人, “界面重合法による粘着剤含有高分子膜の紙表面上での直接合成~剥離紙不要粘着紙の開発~, 平成 23 年度繊維学会年次大会, 東京, 2011 年 6 月 8-10 日.
- 8) 山本健一, 市浦英明, 大谷慶人, “界面重合反応を活用した機能紙への徐放性付与-揮発性化合物含有高分子膜の直接合成-”, 第 23 回 日本木材学会 中国・四国支部, 広島, 2011 年 9 月 26 日.

(5) セミナー等の開催

- 1) 「水・バイオマス」プロジェクト主催シンポジウム「高知県におけるバイオマス利用の新たな展開を考える」2012 年 1 月 13 日, 農学部 3-1-11 教室 (成果報告と司会)

(6) 地域貢献活動：なし

(7) 外部資金

「平成 22 年度科学研究費補助金」 若手研究
B 代表 1,400 千円 (直接経費) 420 千円 (間接経費)

「共同研究」 2,000 千円

「受託研究」 3,300 千円

「奨学寄付金」 5,600 千円

(8) その他

「総説等」

1) 市浦英明, “界面重合反応を活用した新しい機能紙調製法”, コンバーテック, 39(1), 112-115 (2011).

2) 市浦英明, “匂い変換機能を有するインテリジェント機能紙の創製”, WEB Journal, 124, 6-9 (2011).

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

サブグループ「水資源・バイオマスエネルギー」では、農林水産系の未利用資源のうち特に水資源とバイオマスをエネルギー面から活用することを研究目的としている。今年度は、木質系のバイオマスをエネルギー面およびマテリアル面から有効活用することに着目して研究を行なった。

具体的には、①森林率の高い高知県の森林から得られる木質バイオマスを地域でより効率よくエネルギー利用するために、燃料形態や配送距離などの条件別に総経費を試算し、条件別に化石燃料に対する優位性等について検討することを試みた。また、チーム内共同研究として、②「木質バイオマス焼却灰をセメント代替材として有効活用するための基礎的研究」と題して木質バイオマスボイラから発生する燃焼灰をマテリアル利用するための基礎的研究を開始した。

2. 研究結果

(1) 成果

- ① については、高知県内で運用されている木質バイオマスボイラ施設を調査し、年間使用燃料の量で3分類(利用規模)できること、および利用規模別にペレット・乾燥チップ・生チップといった燃料形態が有利になる条件を明らかにし、感度分析の手法で詳細な検討を行なうことができた。
- ② については木質ペレットボイラの燃焼灰を採取し、発生量のおよその見込みとボイラの構造から2種類の灰が発生することを明らかにした。また、セメント代替材としてのおよその適性を見積もることができた。

(2) 問題点等

- ① については、施設経費の見積りなどで推定値を用いたものもあり、より精度を高めるためにはさらに詳細な調査が必要である。
- ② については試料を追加し原材料別の検討、灰の成分分析などを今後行なう必要がある。

3. 今後の展望

- ① については、災害対応などで新たな活用が期待されている薪形態についての検討を加えていく予定である。また、原料となる残材などの収集過程も含めて、地域で利用

するための効率的なシステムを提案することを次なる課題としたい。

- ② については、現在は予備実験段階なので、次年度以降調査・実験を継続していく。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) 鈴木保志：森林資源の素材利用とエネルギー利用. 森林利用学会誌 **27**(1):(印刷中). 2012

(2) 著書

- 1) 鈴木保志：森林・林業の再生と林地残材バイオマスの利活用. (バイオマスリファイナリー触媒技術の新展開. 市川勝監修, シーエムシー出版, 東京, 298pp). 29～34. 2011

(3) 紀要：なし

(4) 報告書

- 1) 三好和広・市原孝志・鈴木保志：森林バイオマス利用技術支援—木質チップの乾燥, 林地残材の乾燥および収集・運搬実態調査—. 高知県立森林技術センター研究技術報告 **36** : 85～97. 2011

(5) 学会発表

- 1) 鈴木保志・山中夏樹・後藤純一・中嶋健造・市原孝志・三好和広：高知県における木質バイオエネルギー利用の中間決算—林地残材等木質燃料の実績としての経済性—. 日本森林学会学術講演集 **122**:266. 2011
- 2) 鈴木保志・山中夏樹・後藤純一：木質バイオマス燃焼施設運営経費の規模別・燃焼形態別感度分析. 森林利用学会第18回学術研究発表会講演要旨集：14. 2011

(6) セミナー等の開催

- 1) 「水・バイオマス」プロジェクト主催シンポジウム「高知県におけるバイオマス利用の新たな展開を考える」, 2012年1月13日, 農学部3-1-11教室(成果報告と司会)

(7) 地域貢献活動：なし

(8) 外部資金

「共同研究」

- 1) (独) 科学技術振興機構社会技術開発センター「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域「B スタイル：地域資源で循環型社会をする定住社会づくり」PJ

「奨学寄付金」250千円

(9) その他：なし

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カニ類は水産業においても、生態系の機能においても重要な役割を果たしている。とくに、ベンケイガニ科のカニはマングローブの炭素循環の要を握る生物種のひとつであるとされる。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するとされる。また、餌生物として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すことも指摘されている。さらに、幼生(プランクトン)を大潮の数日にわたり大量に生み放つため、これらがプランクトンを食べる小型の魚類や稚魚の重要な餌として、マングローブカニ=幼生—小型魚類という重要な炭素循環の経路を支えている可能性がある。この仮説を検証するため、魚類の生態を中心に調査を進めてきたが、本プロジェクトにおいては、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する。

2. 研究結果

(1) 成果

初年度はプランクトン食魚類の胃内容物の解析と、カニ・サンプルの入手と候補因子のセルラーゼ活性の測定を行った。大潮時にはプランクトン食性魚類のカニの幼生が重要な餌となることから、カニを介してマングローブ由来の有機物が魚類へと流れる経路の重要性を示唆する結果を得た。一方、セルラーゼ活性については血漿中に含まれる候補タンパク質からは活性が見出されなかった。これらの結果を受け、本年度は、酵素化学実験については、肝臓をターゲットにセルラーゼ活性の有無から検証を行った(足立亨介准教授の稿を参照)。同時に、カニ類の分布や生息密度を定量的に把握し、また、生化学的な解析を多様な種と十分な標本数で進めるために必要な、カニの採集方法を確立する事を目的として、幾つかの手法によりカニの採集を試みた。

調査は2011年12月にタイ国トラン県シカオのマングローブ林で行った。マングローブ林内で巣穴から出ているカニを手掴みにより採取(hand collecting)した。また、マングローブ林に4m x 4mの方形枠を2個設定し、直径約20cm、深さ約

25cmのプラスチック製植木鉢を各方形枠内に4個ずつ、地中に埋め込み設置した。トラップを1日に2回(朝、夕)確認し、入ったカニを採取した。さらに、巣穴の密度とカメラ撮影によりカニの生息密度を推定する事ができるか検討するため、方形枠内で一部の巣穴の入口径と数の計測と、デジタルカメラのインターバル撮影機能によるカニの撮影を試みた。

昼間、カニの巣穴付近で人が観察していると、カニが巣穴から出て積極的に動き回るには15分程度かかり、さらに夜間に比べ巣穴から離れない傾向があり、手掴み採取は困難だった。一方夜間は手掴みでの採集は比較的容易となったが、種による違いがあり、手掴み採取は、定量採集には問題があると考えられた。一方、トラップは2日間、ほぼ一定の割合で、1日、1トラップあたり0.5個体、計4種が採取され、定量的採集が行えることが示唆された。また、デジタルカメラのインターバル撮影は、地上部で活動するカニが撮影され、密度推定に十分使える可能性があると考えられた。

(2) 問題点等

トラップの有効性は更に数と期間を増やして検証する必要がある。また、さらにどの巣穴をどのカニが構築し、利用しているか、またカニの一日の行動パターンを明らかにする事も、今後、密度と種の分布を明らかにする上で課題となる。

3. 今後の展望

本年度と同様の調査を広げて検証を進めるとともに、ビデオ記録やセンサーによるシャッターシステムなどを利用し、巣穴を利用するカニの種類を特定できる調査法の確立を試みる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Matiss Zagars, Kou Ikejima 他. Migration patterns of juvenile *Lutjanus argentimaculatus* in a mangrove estuary in Trang province, Thailand, as revealed by ultrasonic telemetry. *Environmental Biology of Fishes* (online publication November 2011)

針葉樹人工林の広葉樹林化に伴う土壤撥水性低減の確認

● 塚本 次郎（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

2000～2009年，“水源の森づくり”を目的として、スギ・ヒノキ人工林を魚骨状に伐採し（図-1）、跡地（総面積100ha）に広葉樹を植栽することにより針広混交林が造成されてきた梶原町の事業実施地において、広葉樹林化された部分と針葉樹林のまま据え置かれた部分とで2002年と2010年に表層土壤の理学性を比較した。広葉樹林化した箇所では多くの調査項目で土壤が堅密化したことを示す結果が得られた。このように作業時の踏み固めなどに伴う理学性の悪化が起こっていたにも関わらず、透水性のみは広葉樹林化した箇所で向上していた。このことから、針葉樹林、特にヒノキ林においてしばしば報告されている土壤の撥水性（水をはじく性質）が広葉樹林化後の8年間に緩和されたのではないかと推察された。土壤の堅密化は一時的であるのに対し、撥水性の低減は持続的である。それゆえ、もし上の推察が正しければ、広葉樹林化は水源涵養機能の向上に有効であると結論できる。そこで、本年度は針葉樹林の広葉樹林化が土壤撥水性低減効果を持つことを確認する目的で、研究を行った。

2. 研究結果

（1）成果

梶原町の針広混交林化事業実施地を調査地とし（図-1）、広葉樹植栽地、スギ林、ヒノキ林の表層土壤（深さ1-6cm）の撥水強度を比較した。

撥水強度は粒径2mm以下と1mm以下の風乾土壤をシャーレに詰めて2kgの重さで圧密した試料表面への水滴浸入時間（○時間：○分：○秒）として定量した。

図-2に粒径1mm以下の試料に対する水滴浸入時間と粒径2mm以下の試料に対する水滴浸入時間との関係を示した。どの森林タイプについても水滴浸入時間は粒径2mm以下の試料に比べて、粒径1mm以下の試料で大きな値を示した。粒径2mmでは粒子間の間隙が大きく、粒子表面に発現する撥水性の影響を受けずに通過する水が多くなるため、粒径1mm以下の試料の方が撥水性に対する感度が高いと考えられる。

図-3に粒径1mm以下の試料の撥水強度の階級頻度分布を樹種別に示した。撥水強度はヒノキ林>スギ林>広葉樹植栽地の順に小さくなった。

広葉樹植栽地は9年前まではヒノキ林又はスギ林であり、その当時は現在のヒノキ林、スギ林と同程度の撥水性を発現していたものと仮定できる。従って、この結果は広葉樹林化された後、9年間で撥水性が緩和されたことを示すと考えられる。

以上から、広葉樹林化した箇所の表層土壤が堅密化していたにも関わらず、透水性が向上したのは、広葉樹林化により撥水性が緩和されたことに起因すると結論される。

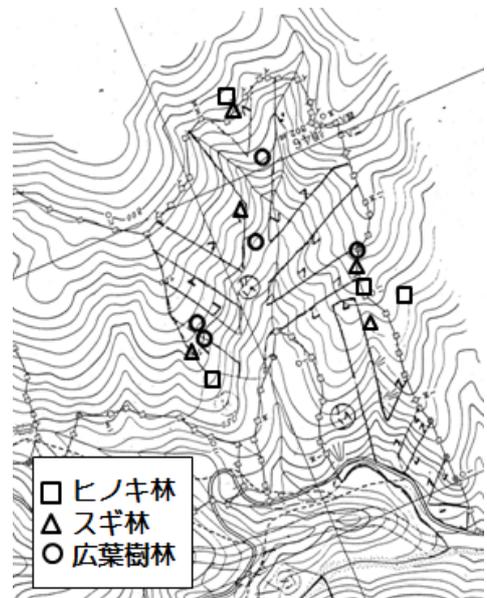


図-1 調査流域と土壤試料採取地点

（2）問題点等

雨水が土壤表面を流下することなく土壤中に浸透することは、森林の水源涵養機能発揮の前提条件である。従って、表層土壤の撥水性を緩和し、透水性を向上させる効果をもつ針葉樹林の広葉樹林化は水源涵養機能の向上につながる可能性があると言える。しかし、昨年度の研究で見られた透水性の向上は、自然界ではあり得ない強い降雨条件下で観察されたものであるため、通常の降雨条件下での再現性を確かめる必要がある。

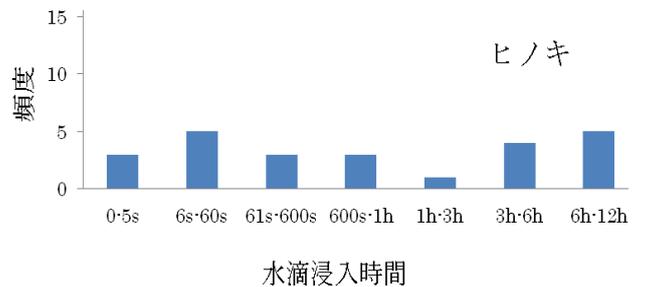
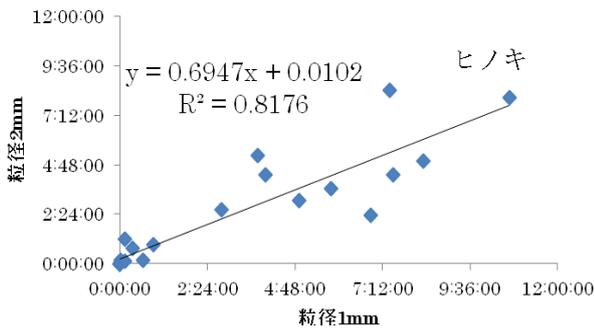
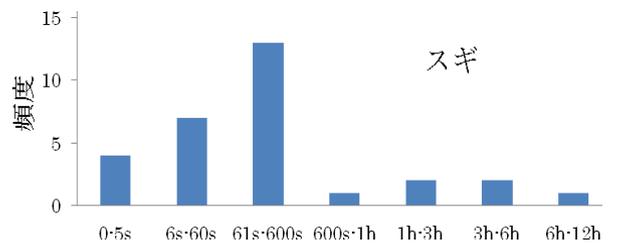
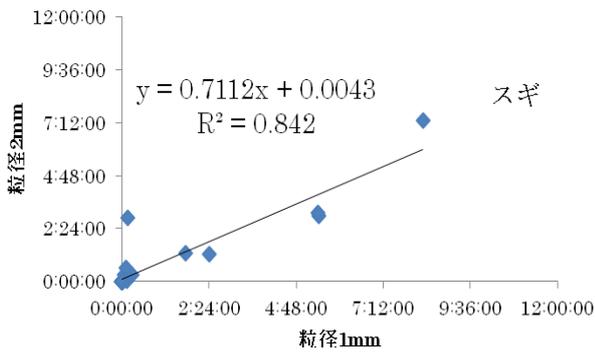
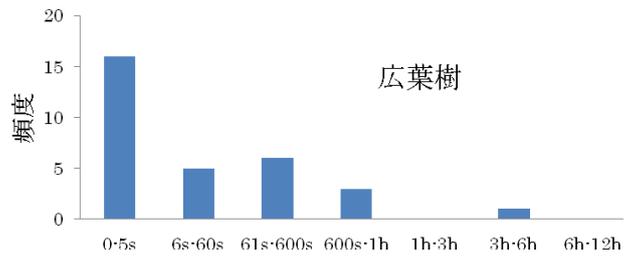
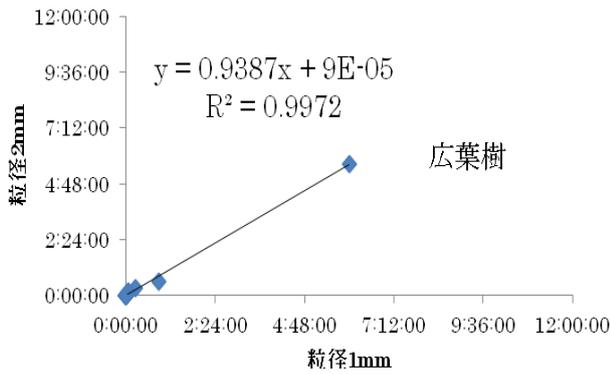


図-3 樹種ごとの水滴浸入時間

図-2 粒径 1mm 以下の試料における水滴浸入時間と粒径 2mm 以下の試料における水滴浸入時間との関係

また、本年度の撥水強度の測定は風乾土壌試料を用いて測定したものであり、自然土壌の含水率条件下での再現性の検討が残されている。

3. 今後の展望

来年度は今年度末に入手予定の人工降雨装置を用いて10mm/h程度の降雨条件下で非攪乱土壌試料の透水性を測定し、その土壌の撥水強度との関係を調べる予定である。

また、本研究の調査流域の出口では渓流水の流出特性が継続して調べられているので、その経時変化から、広葉樹林化部分での透水性の向上の影響が読み取れないか、調べてみる予定である。

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：なし
- (5) セミナー等の開催：なし
- (6) 地域貢献活動
 - 1) 年度末に栲原町への事業実施報告書を提出
- (7) 外部資金：なし
- (8) その他
 - 1) 栲原町補助事業「芹川量水調査事業」(補助金389,000円)の一部として実施

廃棄バイオマスの養魚飼料への利用

- 深田 陽久 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

高知県内の廃棄バイオマス(ユズ果皮とソウダガツオ煮熟水)を養殖魚の飼料として有効利用することを目的とした。

ユズ果皮

廃棄されているユズ果皮にはビタミン C やポリフェノール類などの抗酸化物質が残存し、ブリ血合筋の酸化による褐変を防ぐことが昨年度の研究で明らかになった。本年度は、抗酸化効果獲得に必要な給餌回数の決定を水温上昇期に行った。併せて森岡とともに実証試験を行った。

ソウダガツオ煮熟水

年間に数千トンの排水が煮熟工程で生じ廃棄されている。この煮熟水には、養殖魚の成長改善を促す有用な成分が含まれている。簡便な利用方法として市販飼料へ吸収させることを検討した。

2. 研究結果

(1) 成果

ユズ果皮

給餌 3 週後に褐変と脂質過酸化の抑制効果が得られることを明らかにした。現場試験を行い、魚臭さのマスキング効果を確認した。

ソウダガツオ煮熟水

飼料 1kg に 300mL の煮熟水を吸収させることで、ブリ稚魚とマダイ稚魚の成長が改善された。

(2) 問題点等

ユズ果皮

給餌 4 週間では褐変抑制が失われていたため、異なる飼育条件下での確認が必要となった。現場試験においても給餌量等の検討が必要である。

ソウダガツオ煮熟水

成長が改善される機構の解明

3. 今後の展望

平成 21 年度 CREST 採択事業「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: 藤原 拓教授)」中で、本成果を養殖漁業の現場に応用する実証試験を再度行う。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Hung Phuc Nguyen, Peerapon Khaoian, Haruhisa Fukada, Toshihiro Nakamori, Hitoshi Furuta and Toshiro Masumoto.

Effects of different soybean proteins on lipid digestion and growth of yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Fisheries Science, 77, 357-365, 2011.

- 2) 深田陽久・古谷尚大・益本俊郎. ユズ果皮ペースト添加飼料を給与したブリ幼魚における血合筋の褐変抑制. 水産増殖 60, 135-137, 2012.
 - 3) Keitaro KATO, Masato YAMAMOTO, Nguyen Phuc HUNG, Haruhisa FUKADA, Amal BISWAS, Shinji YAMAMOTO, Kenji TAKII, Osamu MURATA and Shigeru MIYASHITA. Effect of taurine supplementation on skin thickness and scale detachability in red sea bream *Pagrus major*. Aquaculture Science (in press).
 - 4) H. Fukada, K. Murashita, T. Furutani, T. Masumoto. Yellowtail insulin-like growth factor 1: molecular cloning and response to various nutritional conditions. Domestic Animal Endocrinology (in press).
- (2) 紀要: なし
(3) 報告書: なし
(4) 学会発表
- 1) H.P.Nguyen・H.Fukada・T.Furutani・P.Khaoian・J.Nagano・T.Masumoto(高知大農)・H.Matsunari・T.Yamamoto(水研セ養殖研). Effects of alcohol extract from soybean meal on bile acid and pancreatic enzyme secretions in yellowtail.
 - 2) 永野順也・Nguyen Phuc Hung・深田陽久・益本俊郎(高知大農)・川辺雅生(環境創研). ホタテ加工残渣のブリ用飼料への有効利用
 - 3) 深田陽久・藤井陽平・益本俊郎(高知大農). インスリン様成長因子- I 型を指標としたブリ用飼料開発の試み
 - 4) 深田陽久(高知大農, JST CREST)・清水理恵・益本俊郎(高知大農). ユズ果皮ペーストを添加した飼料によるブリ血合筋の褐変抑制効果
 - 5) 古谷尚大・益本俊郎・深田陽久(高知大農). ブリのコレシストキニン受容体の cDNA クローニングと発現解析
上記, 全て日本水産学会 東京海洋大学 3 月 (中止) (東日本震災のため, 要旨集への掲載をもって発表と扱うことになった.)
 - 6) Haruhisa Fukada, Noriyuki Takahashi, Keisuke Kondo, Toshiro Masumoto, Taku Fujiwara. Beneficial utilization of fish processing wastewater as a fish feed additive.

The 4th IWA-ASPIRE 東京国際フォーラム 10月3-5日

- (5) セミナー等の開催：なし
- (6) 地域貢献活動
 - 1) 香南市ヒラメ放流事業
- (7) 外部資金
 - 「共同研究」
533 千円（直接経費）
 - 「受託研究」
1,765 千円（直接経費）
- (8) その他
 - 1) The 4th IWA-ASPIRE ベストポスター賞受賞
 - 2) 本教員が開発した「ユズが香るブリ（柚子ぶり）」の鹿児島県東町漁協（岩本水産）での生産・販売（2007年度より継続）

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見つめる際、地理情報が有効である。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(1)リモートセンシング画像を用いた樹木位置の自動抽出、(2)傾斜面日射量データベースの作成、の二課題を実施した。

2. 研究結果

(1) 成果：樹木位置の自動抽出

森林総研四国支所と合同で香美市香北町谷相地区の「将来の木施業試験区」に二つのプロットを設置するとともに、樹木位置の測定を行なった。この樹木位置をもとに航空写真を用いた単木抽出手法の精度評価を実施した。開発した単木抽出手法は、局所最大値フィルタ法に基づく手法であり、設定した画像ウィンドウの中心部が最も明るかった際に、そこを梢端部と見なして樹木位置を抽出する手法である。また、前処理である平滑化フィルタの適用の有無についても検討した。

結果を図1に示す。現地測量による樹木位置を円で、航空写真から抽出した樹木位置を白い画素で示している。最も結果の良かった、平滑化フィルタなし、単木抽出の画素サイズ3×3の結果である。抽出率（測量結果で木であったものが航空写真から抽出された割合）はプロット1で163本中51本（31%）、プロット2で139本中42本（30%）であった。また、正答率（航空写真から抽出された樹木が測量と一致した割合）はそれぞれ83本中51本（61%）と90本中42本（47%）であった。

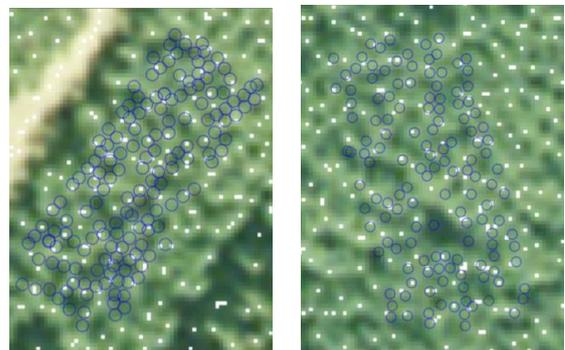
(2) 問題点等：樹木位置の自動抽出

開発した手法は、正答率と比較して抽出率が低かった。この原因は使用した航空写真の解像度にあると考えられる。本研究では使用可能なリモートセンシングデータのうち、最も解像度の高い（50cm）航空写真を使用した。それでも、樹冠サイズと比較して解像度が低く、梢端が判別できなかったと思われる。例えば、林冠の平均サイズを考慮したプレートマッチングなど、抽出方法の改良が必要である。

(3) 成果：傾斜面日射量データベースの作成

対象地域は四国全体とし、日射量はアメダスによって取得されたものを使用した。対象期間は1979年から2009年であり、月平均日射量を求めた。はじめに農業環境技術研究所で公開されているアメダスメッシュ化プログラムにより、観測所の

データを国土数値情報に基づくメッシュへと変換した。傾斜面日射量を推定する上で必要な地形は、国土院で公開されている数値標高モデルとジオイドを足して求めた楕円体高モデルを使用した。地形と太陽位置の関係から水平面と斜面における日射量の割合と、地形による天空の遮へい率を求め、これらを用いて水平面全天日射量を斜面全天日射量に変換した。これにより31年間の月単位の斜面日射量データベースを50m解像度で作成した。2000年7月の例を図2に示す。



(a)プロット1 (b)プロット2

図1 単木抽出と測量結果の比較

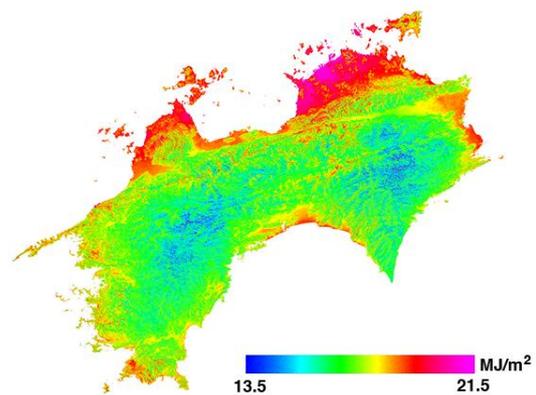


図2 四国の傾斜面日射量(2000年7月)

3. 今後の展望

樹木位置の自動抽出ではより高精度に抽出できるよう手法の改良を行う予定である。斜面日射量データベースについては二酸化炭素個定量の推定などに利用する予定である。

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

1) Masayuki Matsuoka, Taku Fujiwara, Hideaki Nagare, Morihiko Maeda, Shinzo Yamane, Keisuke Kondo, Regional Estimation of Nitrogen Resumption by Catch Crop Based on Geographical Information and Censuses, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.

- (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 23 年度科学研究費補助金」若手研究 B
松岡真如 900 千円（直接経費）270 千円（間
接経費）

「共同研究」

豪雨・急傾斜地帯における低攪乱型人工林管
理技術の開発」森林総合研究所四国支所

「受託研究」：なし

- (8) その他：なし

「水・バイオマス」サブプロジェクト

木質バイオマスの施設園芸用暖房燃料としての活用

- 宮内 樹代史（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

木質バイオマスの施設園芸での有効活用を目的とし、木質ペレット暖房機の活用について、数年来にわたり検討中である。本年度は、一般的に施設園芸ハウスに普及している重油暖房機との併用運転を行った。

木質ペレット暖房機を主、重油暖房機を従とした併用運転において、省エネ暖房となるそれぞれの最適な温度設定を明らかにするため、熊本県八代市の営農中のトマト栽培ハウス（間口 6m×奥行 120m×6 連棟、43 a）で実験・計測を行った。ハウスに整備されている機器は、既存の重油暖房機（15 万 kcal/h）2 台であり、これに加え、木質ペレット暖房機（8.9 万 kcal/h）1 台を設置し、設定温度等の条件を変えて計測を行った。計測項目は、ハウス内外気温 12 点と A 重油、木質ペレットそれぞれの燃料消費量である。計測結果を基に暖房負荷を計算するとともに、事前に行った熱量負担割合の試算結果との比較を行った。

2. 研究結果

（1）成果

1) ハウス内外気温の計測

ハウス内外温の計測ポイントは、木質ペレット及び重油暖房機（A,B2 台）のセンサーの位置とした。木質ペレットは 1 時間間隔及び 1 分間隔、重油 AB は 1 分間隔で記録を行った。外気温は 1 時間間隔及び 1 分間隔で記録し、1 時間間隔のデータは DH 算出用、1 分間隔のデータは暖房機 ON,OFF 用に利用した。各計測ポイントのスタート時刻を合わせ、データ回収は 10 時～15 時の間で行った。

計測の結果、寒冷期の最低気温は-2℃まで低下し、暖房負荷は 15℃h を上回る結果となった。ハウス内温度設定は前夜半が 12℃、後夜半が 10℃の変温設定であったが、気温の急激な低下に伴い暖房 DH が軽減されることはなく、暖房機の稼働上の大きな負担軽減は認められなかった。

2) 燃料消費量

重油の消費量については、暖房機 AB の 1 時間当たりの燃料消費量と燃焼時間から、木質ペレットについては、1 時間当たりの燃料投入量と燃焼時間より計算した。また、着火用灯油は、1 回当たりの灯油消費量と着火回数より計算した。温度

データ回収時に流量計の値、期間中の燃焼時間、着火回数を記録した。その結果を表 1 に示す。寒冷期（2012/1/1～13）の燃料消費量は、木質ペレット 2,833kg, A 重油 2,078L となり、夜間を中心に 1 日のうち 4 割以上の時間帯で稼働状態であった。

表 1 加温機稼働状況と燃料消費量

| | | 木質ペレット | | 重油A | 重油B |
|-----------------|----------|-----------|----|-------|-------|
| 運転回数 (回) | 11月 | 65 | | 75 | 60 |
| | 12月 | 237 | | 614 | 550 |
| | 1月(～11日) | 106 | | 299 | 269 |
| 運転時間 (分) | 11月 | 4,592 | | 1,086 | 1,104 |
| | 12月 | 16,363 | | 6,252 | 6,764 |
| | 1月(～11日) | 7,218 | | 3,213 | 3,352 |
| 燃料消費量 (kg,L) | 11月 | 1,510 | 13 | 344 | 350 |
| | 12月 | 5,943 | 46 | 1,980 | 2,142 |
| | 1月(～11日) | 2,833 | 21 | 1,017 | 1,061 |
| | | ※灯油消費量(L) | | | |

3) ハイブリッド運転時の各暖房機の負担割合
実験に先立ち、設定温度を 12℃としたときの、実験予定ハウスの暖房負荷と運転時の負担割合を試算した。その結果、厳寒期の最大暖房負荷は、既存の重油暖房機 2 台の能力をわずかに超え、木質+重油の場合、カバーすること可能であるが、暖房機能力の 8 割以上の出力が必要であると推察された。

実験の結果、燃料消費量から計算した 1/1～1/11 の各暖房機の燃焼熱量は、木質ペレット暖房機 1,274 万 kcal、重油暖房機（2 台）1,871 万 kcal となり、その負担割合は木質 40%、重油（2 台）60%であった。試算において、木質優先のハイブリッド運転時は、木質暖房機のみでハウス全体の温度を上げられるのは、3.2℃程度と予測され、燃焼熱量の負担割合として概ね木質 30%、重油（2 台）70%と試算されていたため、設定条件としては、良好であったものと考えられる。

（2）問題点等

連作障害を回避するため、今年の作付圃場は昨年度の圃場から移動した。そのため、木質ペレット供給タンクから加温機までの距離が著しく延び、供給コンベアーを延伸した。延伸によるペレット供給への影響はでなかったが、供給時の作動音が増大した。これが隣接する民家への騒音となり、苦情が来たため、機器稼働時の周波数を調

整し、作動音の軽減を図った。この結果、従来10万kcal/hである燃焼機出力が8.9万kcal/hに低下した。

ペレット供給源の安定確保と残灰の利用方法という課題とともに、新たに発生した供給タンクの設置位置、供給コンベアーの作動音軽減という課題を今後も検討する必要がある。

3. 今後の展望

施設園芸の省エネ化を図るためには、ハウス暖房用石油代替燃料の活用のみならず、保温性の強化、蓄熱技術、自然エネルギー利用など様々な手法が考えられる。今後は木質ペレットの利用だけでなく、これらの技術と組み合わせた展開を図る。また、木質ペレット残灰の利用に関しては、様々な条件のサンプルを集積することに努め、プロジェクト内メンバーと共同し、利用方法の検討を行う。

4. 業績リスト

- (1) 学術論文：なし
- (2) 紀要：なし
- (3) 報告書：なし
- (4) 学会発表
 - 1) 「温室暖房のための石油代替エネルギー利用技術の展開」、宮内樹代史・山崎崇典・村田直信・伊藤雅彦・藤田秀一郎・安田尚登・石川勝美、農業施設学会 2011年度年次大会, 2011.8.25 (高松市)
- (5) セミナー等の開催
 - 1) 公開セミナー「自然エネルギーと先進的技術を導入した新施設園芸システムー低コスト・高収益化による儲かる農業を目指してー」(平成 23 年度地域産学連携支援委託事業), 2011 年 11 月 29 日, 高知市立自由民権記念館, 主催:(特非)中国四国農林水産・食品先進技術研究会/ (社)農林水産先端技術産業振興センター/農林水産省, 共催:(独)農研機構近畿中国四国農業研究センター/高知大学農学部,国際・地域連携センター / 高知県, 講演課題: 農業における自然エネルギーの利用について (宮内樹代史)
- (6) 地域貢献活動
 - 1) 「高知木質ペレット暖房実証協議会 (事務局相愛)」: 協議会の一員として, 高知県における施設園芸用木質ペレット暖房機の普及に努めるとともに, 課題点を見出しその解決策を講じた。
 - 2) 「木質バイオマス加温機実証実験事業 (熊本県園芸課)」: 熊本県からの依頼で, 実証試験における条件設定, 試験運転時の試算等について協力した。
 - 3) 「こうち新施設園芸システム研究会 (事務局高知県)」: 昨年度の「自然エネルギーを利用した新施設園芸システムの構築」ワーキング会議に引き続き, 本研究会を立ち上げ, 新たな園芸システムの構築に

向け、連携活動を行った。

(7) 外部資金

「受託研究」

- 1) 高保温性能で暖房燃料使用量を大幅に削減する次世代型パイプハウスの開発, 平成 23 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 2,015 千円 (直接経費)

(8) その他：なし

ユズ果皮ペースト及び直七果汁添加飼料による養殖魚の高付加価値化実証試験研究

● 森岡克司・深田陽久（自然科学系農学部門）

1. 研究目的

高知県が日本一の生産量を誇るユズや高知県宿毛の特産である直七等の柑橘類には、抗酸化作用を持つビタミン C, E, クエン酸等の有機酸, リモネン, テルペン等の香気成分が含まれている。これまでの、深田らは、これら柑橘類の果汁や果皮を養殖ブリの飼料に添加することで、切り身を冷蔵した際に生じる血合肉の褐変を抑制できることを、水槽を用いた飼育試験により明らかにしてきた。

本研究では、養殖魚の高付加価値化を目的とし、出荷サイズの養殖魚の飼料にユズ果皮ペースト及び直七果汁を添加することにより、体色、冷蔵中の血合肉色の変化、普通肉の一般成分などの品質に有益な効果があるかを検討するとともに、魚肉への抗酸化性及び香気成分の付与についても検討した。

なお、試験の概要は以下の通りである。

ユズ果皮ペースト添加飼料給餌試験(ユズ試験)は、宿毛湾にて養殖業者により 5%のユズ果皮ペーストを添加した EP (ユズ区) 及び無添加の EP (対照区) をブリ 1 歳魚に 4 週間給餌した。直七果汁添加飼料給餌試験(直七試験)では、高知県水産試験場にてブリ、カンパチ及びマダイ 1 歳魚に直七果汁 5% 添加(直七区)及び無添加 EP(対照区)を 6 週間給餌した。

2. 研究結果

(1) 成果

体色

直七試験では、直七区ブリの L*値及び b*値が対照区ブリに比べて高い値を示し、色差がサンプリング当日 6.9, 冷蔵 1 日後 5.8 となり、大きな差が認められたが、ユズ試験のブリ及び直七試験のカンパチでは両区に差はみられなかった。

冷蔵中の血合肉色の变化

直七試験では、直七区ブリの褐変が対照区と比べて緩やかに進行した。一方、ユズ試験のブリ及び直七試験のカンパチでは両区に差はみられなかった。

一般成分

普通肉の一般成分では、ユズ区ブリでタンパク

質は対照区ブリに比べて有意に高くなった。また、脂質含量が低くなる傾向が見られた。直七試験では、直七区ブリの脂質含量が対照区に比べて低くなる傾向が見られた。一方、カンパチでは、いずれの成分も大きな違いはなかった。脂質の脂肪酸組成では、いずれも主要な脂肪酸は、パルミチン酸, オレイン酸, ドコサヘキサエン酸であったが、ユズ果皮ペースト及び直七果汁添加による大きな違いは見られなかった。

抗酸化性

ユズ試験では、すべての部位においてユズ区水溶性成分の抗酸化能が対照区に比べて高い値を示したが、両区の脂溶性画分の抗酸化能は、ほぼ同じ値を示した。脂質過酸化物の生成量は、両区とも血合肉において冷蔵期間に伴って増加したが、普通肉ではほぼ一定であった。一方、いずれの部位も両区間に大きな差はなかった。

直七試験では、水溶性画分の抗酸化能が直七区のブリ及びカンパチの普通肉で対照区に比べて高い値を示したが、両魚血合肉及びタイ普通肉では、逆に対照区のほうが高い値を示した。脂質過酸化物の生成量は、ブリ血合肉で、冷蔵時間に伴って増加したが、カンパチ血合肉及び両魚普通肉においては、ほぼ一定の値を示した。一方、両魚とも直七区と対照区の間には大きな差は見られなかった。

香気成分

ユズ区からリモネンが対照区の約 10 倍以上検出された他、 γ -テルペン, サビネン等ユズの香気成分が検出された。また、脂質過酸化によって生成するアルコール類やアルデヒド類等の揮発成分量が対照区に比べてユズ区で低かった。

食味試験

ユズ果皮ペースト給餌試験では、ユズ区ブリにおいて、魚肉の臭みのなさ及び総合評価において、対照区ブリに比べて有意に高い点数を示した。直七果汁給餌試験では、ブリにおいては、直七区と対照区の間で、総合評価で差は見られなかった。一方、カンパチ及びマダイでは、柑橘類の香りを感じる方及び総合評価の高い方で、直七区を選択したパネルラー数が有意に多かった。

(2) 問題点等

ブリでは、ユズ果皮ペーストによる脂質低減効果や直七果汁による体色改善、血合肉褐変抑制及び脂質低減の効果があるが、カンパチでは品質に対する効果がないものと推察した。一方、魚肉への抗酸化能の付与に対して明確な効果は見られなかったが、香気成分の付与効果は認められた。

以上の結果から、ユズ果皮ペースト及び直七果汁添加飼料による養殖魚の高付加価値化は可能であると判断した。

3. 今後の展望

ユズ試験に関しては、引き続き、高知県宿毛湾にて現場試験(6,000尾規模)を行う。来年度は、飼料としてモイストペレットを用いて品質への効果を調べるとともに、飼育終了後、ユズ果皮添加飼料給餌ブリとして市場への出荷を目標とする。

直七試験に関しては、食味試験で効果が認められたマダイについて、出荷サイズの魚体を用いて、給餌期間や給餌終了後の効果の持続期間などを調べ、現場試験に移るための基礎的データを蓄積する。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) Effect of preheating temperature on the microstructure of walleye pollack surimi gels under the inhibition of polymerization and degradation of myosin heavy chain. Md Ismail Hossain, Katsuji Morioka, Fatema Hoque Shikha, Yoshiaki Itoh, Journal of the Science of Food and Agriculture, 91, 247-252, 2011.

(2) 著書:

- 1) 農水産資源の有効利用とゼロエミッション (坂口守彦・高橋是太郎 編). 著者: 森岡克司, 野村明. “6章 雑魚・混獲魚”, 81-95, 2011, 恒星社厚生閣, 東京.

(3) 紀要: なし

(4) 報告書: なし

(5) 学会発表: なし

(6) セミナー等の開催

- 1) 中日水産利用学研究セミナー (平成 23 年 10 月 31 日中国・舟山市行政中心) Katsuji Morioka: Muscle Biochemical Constituents Affecting the Meat Quality of Cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata* and Amberjack *Seriola dumerili*

(7) 地域貢献活動: なし

(8) 外部資金

「受託研究」

- 1) 80 万円 (高知県養殖魚の肉質に関する研究)

(9) その他

カツオ煮汁の肥料としての利用法に関する研究 — トマト養液栽培における無修正培養液下での窒素の動態と生育収量 —

● 山根 信三 (自然科学系農学部門)

1. 研究目的

高知県のソウダカツオの水揚量は全国一であり、本魚を使った宗田節づくり等の加工が盛んに行われている。カツオ煮汁は鯉節製造過程で生じる冷凍生カツオの茹で汁であるが、ソウダカツオの煮汁は、年間約 8,000t 以上排出されると言われているもののホンカツオの場合と異なり、そのほとんどが利用されることなく、一部浄化施設を持つ大規模加工施設以外では、沿岸海中へ直接廃棄されているのが現状である。これは環境への大きな負荷となっており、また浄化には大きな経費を費やしている。そこでソウダカツオ煮汁の肥料としての利用法を開発することで煮汁の廃棄量を減らし、環境負荷、廃液浄化費用軽減に繋げると同時に、有効利用による農産物の生産コストの低減と高品質化を図ることを目的として本研究に取り組んだ。今回はこれまでの煮汁を養液栽培用肥料として用いたトマトの有機養液栽培試験において問題となった、煮汁投入直後からの培養液中アンモニア態窒素の過剰蓄積を改善するための方法を見出すために、カツオ煮汁と化学肥料の混合割合を経時的、段階的に変えて栽培を行い、栽培中の栽培ベッド内培養液の修正を行わない無修正培地下における窒素の動態と作物の生育収量を検証した。

2. 研究結果

(1) 成果

無修正培養液で栽培することで、窒素の動態を正確に把握することができた。微生物資材添加煮汁区において、およそ 1 ヶ月かけて煮汁割合を 25% から 100% に段階的に移行すると、高濃度煮汁に移行直後はアンモニア態窒素含量が急増したが、1 週間後には半減し、その後は、高濃度煮汁を補給し続けても 1 カ月後にかけて増減しながら漸減し、極めて低いレベルまで減少した。煮汁投入開始からおよそ 2 ヶ月においては培養液の全量更新を行っても、その 1 週間後には更新前の低い状態に回復してその後は低い状態のまま推移した。一方硝酸態窒素はアンモニア態窒素と相反して推移した。生育収量はともに高濃度煮汁区で劣り、果実収量は同区が化学肥料単用区に比べ約 30% 減となったが、糖度は逆に約 30% 増

となった。50%煮汁区では化学肥料単用区に比べ生育収量の差は無く、糖度は 10% 上昇した。以上より、微生物資材を添加した低濃度の煮汁培養液で栽培を開始して段階的に濃度を高めることで、約 1 カ月後には硝化菌の定着が図られ、硝酸化成が円滑に進行するシステムが培地内に構築されることが明らかとなった。今回は、高濃度煮汁への全量更新を行ったため生育収量の減少をもたらしたが、減液分を補う程度での日々少量ずつの更新を行えば植物体へのストレスを与えず、減収無く安定した生産が可能と期待される。

(2) 問題点等

今後の課題として、より安定的に煮汁更新によるアンモニア態窒素の増加を抑えて硝酸化成を促進させる手法の開発と煮汁に不足する栄養成分の補正方法に関する研究が必要である。また煮汁は貯蔵性や輸送性が非常に悪い改善技術の開発が急務である。

3. 今後の展望

近々、煮汁利用有機養液栽培において作物生産に好適な培地の成分組成を安定的に維持することが可能になると思われる。また煮汁の効率的濃縮方法が開発されれば、貯蔵性と輸送性の向上につながるため利便性が増して利用拡大が期待できる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 1) 永禮英明, 藤原拓, 赤尾聡史, 前田守弘, 山根信三 (2011) 回収・再資源化を目的としたバイオマスからの元素抽出, 土木学会論文集 G (環境), 67(7), III_461-III_466.
- 2) Daisuke Yasutake, Chiyo Kimura, Keisuke Kondo, Kenta Inoue, Makito Mori, Shinzo Yamane, Morihiro Maeda, Hideaki Nagare, Taku Fujiwara (2011) Analyzing evapotranspiration components and crop coefficients for catch crop field with small area at different plant densities in a greenhouse. *Environment Control in Biology*, 49, 217-225.

(2) 紀要: なし

(3) 報告書: なし

(4) 学会発表

- 1) K. Kondo, K. Inoue, T. Fujiwara, S. Yamane, M. Maeda, H. Nagare, S. Akao, K. Ohtoshi,

Reduction of Nitrate Leaching from Greenhouse Soil by Catch Crop Cultivation: Effect of Soil Water Content, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.

- 2) H. Nagare, T. Fujiwara, T. Inoue, S. Akao, K. Inoue, M. Maeda, S. Yamane, M. Takaoka, K. Oshita, X. Sun, Nutrient Recovery from Biomass Cultivated as Catch Crop for Removing Accumulated Fertilizer in Farm Soil, AGRO2011, Izmir, Turkey, 22-24 June 2011.
 - 3) T. Fujiwara, Keisuke Kondo, Kenta Inoue, Shinzo Yamane, Morihiko Maeda, Hideaki Nagare, Satoshi Akao, Masaki Takaoka, Kunio Ohtoshi, Catch crop cultivation for diffuse agricultural pollution control and resource recovery, The 4th CESE Conference, Tainan City, Taiwan, 25-30 September 2011.
 - 4) Masayuki Matsuoka, Taku Fujiwara, Hideaki Nagare, Morihiko Maeda, Shinzo Yamane, Keisuke Kondo, Regional Estimation of Nitrogen Resumption by Catch Crop Based on Geographical Information and Censuses, IWA-ASPIRE, Tokyo, Japan, 2-6 October, 2011.
- (5) セミナー等の開催：なし
- (6) 地域貢献活動
- 1) 野菜生産のための土作り講習会，公開講座等の開催
 - 2) リサイクル業者に対する技術相談と受託研究
- (7) 外部資金：なし
- (8) その他：なし