

# 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
	笹原 克夫	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 2,100 千円（うち年度計画実施経費 1,936 千円）

## 1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究 活動	学術論文	26		
	紀要	0		
	報告書	1		
	学会発表	47		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	3		
地域貢献		7	香南市・高知大学連携事業報告会（平成23年2月28日（月）のいちふれあいセンター）で、藤原拓、森岡克司、深田陽久の3名が講演を行った。	
外部資金			科研費	9,114

		共同研究	2,593
		受託研究	24,100
		奨学寄付金	5,600
		その他	389
		合計	41,796
特許等	なし		
その他特記事項	<p>1) 戦略的創造研究推進事業（CREST）持続可能な水利用を実現する革新的技術とシステム研究領域 研究代表者（藤原 拓）</p> <p>2) 平成 22 年度日本水産学会 水産学奨励賞（足立 亨介）</p> <p>3) 第 47 回環境工学研究フォーラム 環境技術プロジェクト賞（2010 年），“イオン液体を用いた製紙スラッジ中に含まれるパルプ成分および無機成分の分離・回収”（2010 年 11 月）（市浦 英明）</p> <p>4) 研究の現場から「赤潮の原因探り，将来は「予報」を」毎日新聞 2010 年 5 月 19 日掲載（山口 晴生）</p>		

## 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、自然科系農学部門の 12 名の研究分担者および 6 名の研究協力者により遂行する。

### 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開始した。

- 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 に示すような従来の一過型の水・バイオマス利用システム、あるいはバイオマスや水の質を考慮しない一括した循環システム (例：全バイオマスを堆肥化やメタン発酵に利用等) から脱却し、図 2 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 (例：堆肥化・エネルギー回収・資源回収等) 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 22 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、「柑橘精油未利用成分の再資源化 (市浦英明)」・「製紙スラッジの再資源化 (市浦英明)」・「ユズ果皮とソウダカツオ煮熟水の養魚飼料への利用 (深田陽久)」・「未利用魚であるアブラソコムツ皮からのコラーゲン回収 (森岡克司)」・「カツオ煮汁の肥料としての利用 (山根信三)」を実施した。特筆すべき成果として、市浦英明は「第 47 回環境工学研究フォーラム環境技術プロジェクト賞 (2010 年)」を「イオン液体を用いた製紙スラッジ中に含まれるパルプ成分および無機成分の分離・回収」の内容で受賞したことが挙げられる。

また、深田陽久は、図3に示すように山で廃棄される「ユズ皮」と水産加工場で廃棄される「ソウダカツオ煮熟水」を養殖魚飼料に添加することにより、廃水・廃棄物を削減するのみならず、養殖魚の成長促進や生産品の付加価値向上を実現する革新的なバイオマス循環技術を開発中である。

G2 では、森林・農業系バイオマスの資源・エネルギー利用を目指し、図4に示す全体枠組みで以下の研究を推進する。水資源・バイオマスの活用による化石燃料の代替について、「地域内のエネルギー自給」を可能とすることを旨とし、資源収集や燃焼利用の観点から新規の技術・システム開発を目指して以下のような研究を行う。

- ・高知県における木質バイオマスの利活用
- ・施設園芸油暖房機としての廃油燃焼装置活用
- ・稲わら・貝殻のセメント代替材としての利用など

平成22年度は、「高知県仁淀川町での木質バイオマス利用事業における現状と問題について(鈴木保志)」および「施設園芸におけるバイオマスエネルギーの活用について(宮内樹代史)」を実施し、森林研究者と農業施設研究者による、木質バイオマスの施設園芸でのエネルギー利用についての共同研究への第一歩を踏み出した。また、このような地域内のエネルギー自給を検討するうえで基本的な情報を地理情報として整備し、空間基盤としてデータベース化を行うとともに、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は重要である。この点を踏まえて、平成22年度は「人工衛星「だいち」画像のデータベース化およびGoogle Earthによる高知県内のビニルハウスのデータベース化(松岡真如)」を実施した。

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

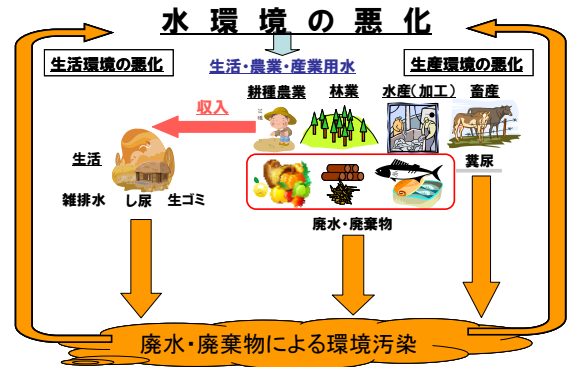


図1 一過型水・バイオマス利用システム

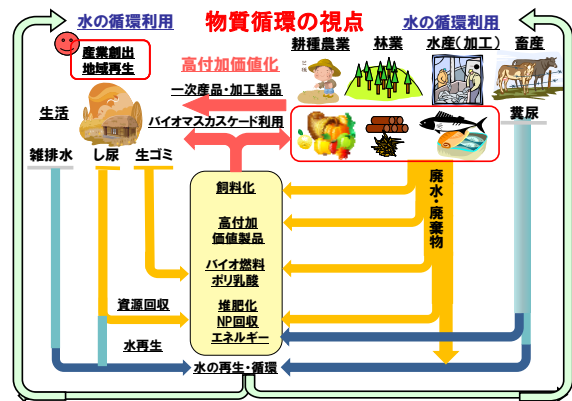


図2 カスケード型水・バイオマス循環システム

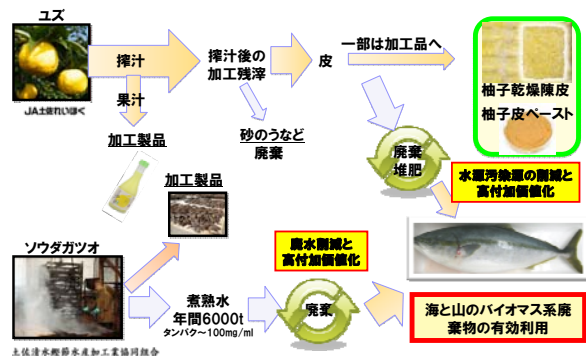


図3 カスケード型循環技術の例

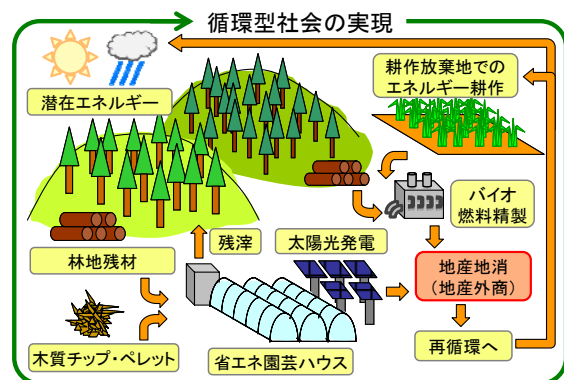


図4 森林・農業系バイオマスの資源・エネルギー利用システムの構築

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。本年度は、山地環境が流域水環境に及ぼす影響に関して、「植生の相違が山腹斜面の侵食特性に及ぼす影響について( 笹原克夫 )」および「針葉樹人工林の広葉樹林化施業が表層土壌の理化学性に及ぼす影響( 塚本次郎 )」を実施した。また、流域の汚濁負荷削減技術の開発を目指して、「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を目指した組成解析( 藤原拓・山根信三 )」および「高負荷二点DO制御を用いた効率的なOD法の開発研究( 藤原拓 )」を実施した。さらに、海域環境保全に関しては「防赤潮環境の構築( 山口晴生、研究協力者：齋幸治 )」および「マングローブ域でのカニの生態と炭素循環に関する生化学的解析( 足立亨介・池島耕 )」を新規の学内共同研究プロジェクトとして開始した。

本研究プロジェクトチームでは、研究成果の創出に加えて異分野交流による新規研究領域の創出をも同時に目指し、チーム内の実質的協働をモットーに研究を進めている。本研究の実施期間中には公開シンポジウム等を通じて研究成果を随時公表する予定であり、学内外各位の忌憚ないご意見をいただければと考えている。

## ( 2 ) 研究成果報告会等

名称：第23回アカデミアセミナーin 高知大学「高知を元気にするヒントー革新的な水・バイオマス循環システムの構築ー」

日時：平成22年12月13日(月)17:00~19:00

場所：物部キャンパス 農学部5-1教室

内容：

藤原 拓「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提案」

市浦 英明「農工業系廃棄物の高付加価値化」

鈴木 保志・宮内樹代史「森林・農業系バイオマスのエネルギー利用」

足立 亨介・山口 晴生「流域水環境保全に向けた新たな取り組み」

~ マングローブ生態系でのカニの役割を一つの分子から考える ~

~ “防赤潮”環境の構築 ~

## 2-3 特筆すべき事項

- ・ 足立亨介が、平成22年度日本水産学会水産学奨励賞を受賞した。
- ・ 市浦英明が、第47回環境工学研究フォーラム 環境技術プロジェクト賞を受賞した。
- ・ 山口晴生らの論文がIF=2.500の雑誌 *Harmful algae* に、藤原拓らの論文がIF=2.034の雑誌 *Desalination* に受理された。
- ・ 藤原拓が、戦略的創造研究推進事業(CREST)「持続可能な水利用を実現する革新的技術とシステム研究領域」の研究代表者として研究を遂行した。
- ・ 「平成22年度科学研究費補助金」に、基盤研究Bが1件、若手研究Bが3件代表者として採択されるとともに、1件の基盤研究Aおよび1件の基盤研究Bに分担者として参加した。

## 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“柑橘精油の利用成分”および“製紙スラッジ”の再資源化を試みた。

“柑橘精油の未利用成分は、柑橘類の皮からリモネンを抽出する過程で生じるもので、その大部分が廃棄されている。そこで、この成分と紙を新しい複合化技術を活用して、徐放性を有す機能紙の調製を試みた。

“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。この製紙スラッジをイオン液体を活用して、再資源化を試みた。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

##### “柑橘精油未利用成分”の再資源化“

機能紙を調製する複合化技術として、バインダーを用いる塗工法が挙げられるが、バインダーによる機能材料の完全被覆により機能発現が阻害される課題が生じている。そこで本研究では、界面重合法を用いて紙と疎水性機能材料(柑橘精油の未利用成分)の複合化を試みた。界面重合法とは、紙表面上で、高分子膜を合成すると同時に定着を行う手法で、バインダーレスで機能材料を紙に定着させることが可能である。検討を行った結果、調製した紙の柑橘精油の定着および徐放性が確認された。

##### “製紙スラッジ”の再資源化

産業廃棄物である製紙スラッジは、焼却によりパルプ成分を消失させ、残った無機物質は埋め立て処分もしくは再生填料として再利用されている。本研究では従来分離が不可能であった製紙スラッジ中のパルプ成分と無機成分をイオン液体により分離することを試みた。100℃のイオン液体中に製紙スラッジを添加してパルプ成分を溶解した後、遠心分離機を用いて分離を行った結果、パルプ成分と無機成分の分離・回収ができた。また、再生処理をしたイオン液体を用いてパルプ成分の溶解が可能であった。

#### (2) 問題点等

##### “柑橘精油未利用成分”の再資源化“

高分子膜の種類による定着性および徐放性の検討を行う必要がある。

##### “製紙スラッジ”の再資源化

製紙スラッジ中のパルプ成分および無機成分の回収率向上を図る必要がある。また、製紙ス

ラッジの種類と回収率の関係を把握する。

### 3. 今後の展望

“柑橘精油未利用成分”の再資源化“については、実用化を目指し、企業との共同研究を実施していく。

“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および無機成分の利用について検討し、資源化への展開を図る。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) Ichiura H., Takayama M., and Ohtani H., “Interfacial polymerization preparation of functional paper coated with polyamide film containing volatile essential oil”, *Journal of Applied Polymer Science* (in press)
- 2) Ichiura H., Kaneda Y., and Ohtani H., “Functional geraniol-Ca(OH)<sub>2</sub> composite/sodium acetate alginate film on nonwoven polyethylene sheet: acetic acid gas production in response to acid”, *Journal of Materials Science*, 45, 1343-1349 (2010).

#### (2) 紀要

なし

#### (3) 報告書

なし

#### (4) 学会発表

- 1) 市浦英明, “製紙スラッジの有用資源化と今後の新展開”, 四国地区新技術説明会, 東京, 2010年4月2日
- 2) 市浦英明, “高分子膜を紙表面で合成する手法による機能紙の創製”, イノベーション JAPAN 2010 -大学見本市-, 東京, 2010年9月29日-10月1日.
- 3) 中谷拓弘, 市浦英明, 大谷慶人, “イオン液体を活用した製紙スラッジ完全再資源化技術の開発”, 第22回 日本木材学会 中国・四国支部, 高知, 2010年9月13日
- 4) 西田典由, 大井辰夫, 森川敏行, 渡辺康夫, 神野勝志, 市浦英明, 宮ノ下明大, “柑橘精油の未利用部分を用いた防虫製品の開発研究”, 第49回機能紙研究会, 京都, 2010年10月28日
- 5) 中谷拓弘, 市浦英明, 大谷慶人, 中河三千代, 西田典由, 福垣内暁, “製紙スラッジの完全再資源化技術の開発-イオン液体の活用によるパルプ成分と無機成分分離条件の確立-”, 第77回 紙パルプ研究発表会, 東京, 2010年6月17日-6月

18日

- 6) 深田陽久・市浦英明・津野洋・山口隆司・藤井滋穂・平成22年10月5日(火),平成22年度第3回環境工学委員会研究ワークショップ in 高知大学「廃棄バイオマス再資源化の最前線」
- 7) 市浦英明,中谷拓弘,大谷慶人,“イオン液体を用いた製紙スラッジ中に含まれるパルプ成分および無機成分の分離・回収”,第47回環境工学研究フォーラム,高知,2010年11月12-14日.

(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22年度科学研究費補助金」 若手研究B

代表 1,700千円(直接経費)510千(間接経費)

「共同研究」

1,500千円

受託研究」

6,000千円

「奨学寄付金」

4,400千円

(8) **その他**

**総説等**

1) 市浦英明,中谷拓弘,“製紙スラッジの有用資源化と今後の新展開”,ケミカルエンジニアリング,55,481-487,(2010).

2) 市浦英明,“製紙スラッジの有用資源化と今後の展開”,WEB Journal,114,30-34(2010).

3) 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).

**学会賞等**

○ 第47回 環境工学研究フォーラム 環境技術プロジェクト賞(2010年),“イオン液体を用いた製紙スラッジ中に含まれるパルプ成分および無機成分の分離・回収”(2010年11月)



## 「水・バイオマス」サブプロジェクト

### 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

高知県ではユズの生産が盛んに行われており、主に果汁が利用されている。ユズの搾汁率は20%程度であり、搾汁後の果皮の多くは廃棄されている。この果皮にはビタミンCやポリフェノール類などの抗酸化物質が残存していると考えられる。ブリ (*Seriola quinqueradiata*) の切り身の販売では肉色の鮮度が重要視され、血合筋の酸化による褐変を防ぐことは商業的に非常に重要である。そこで本研究では、高水温期においてユズ果皮ペーストを添加した飼料が、ブリの成長と肉質の鮮度維持に与える影響を評価することを目的とした。

##### ソウダガツオ煮熟水

高知県土佐清水市ではソウダガツオを原料として宗田節や加工食品の製造が盛んに行われており、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可能性がある。そこで本研究ではブリ当歳魚を用い、魚粉飼料および大豆油粕で魚粉を部分代替した飼料へソウダガツオ煮熟水を添加し、成長へ与える影響を評価した。

#### 2. 研究結果

##### (1) 成果

##### ユズ果皮

飼料1.45kg中にユズ果皮ペースト50gを添加することで、ブリの成長を損なうことなく褐変を抑制できた。

##### ソウダガツオ煮熟水

飼料1.45kg中に煮熟水100mLの添加によって、ブリ幼魚の成長改善が確認できた。

##### (2) 問題点等

##### ユズ果皮

現場の給餌方法に合わせた添加方法の検討(来年度の現場試験で確認予定)

##### ソウダガツオ煮熟水

煮熟水の運送と保存方法

#### 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)」と高知県産業振興計画の中で、本成果を養殖漁業の現場に応用する実証試験を行う。

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

- 1) Kakuta YOSHII, Fumiaki TAKAKUWA, Hung Phuc NGUYEN, Toshiro MASUMOTO, AND Haruhisa FUKADA (2010) Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization of the juvenile kelp grouper (*Epinephelus bruneus*). *Fisheries Science* 76, 139-145
- 2) 深田陽久, 橋口智美, 柏木丈宏, 妹尾歩美, 高桑史明, 森岡克司, 沢村正義, 益本俊郎 (2010) ユズ果汁添加飼料を給与したブリにおける血合筋の褐変抑制と筋肉中からのユズ香気成分の検出. *日本水産学会誌* 76, 678-685.
- 3) 深田陽久, 河相光太郎, 田所大二, 森岡克司, 益本俊郎 (2010). マルソウダ加工の際に廃棄される煮熟水のブリ幼魚用飼料への添加効果. *日本水産学会誌* 76, 1035-1042.

##### (2) 紀要

なし

##### (3) 報告書

なし

##### (4) 学会発表

- 1) 平岡 真・益本俊郎・深田陽久. 飼料中のタンパク質含量がクエ稚魚の成長成績および飼料利用性に及ぼす影響. 平成22年度 日本水産学会 日本大学 2010年3月
- 2) 古谷尚大・益本俊郎・深田陽久. 飼料原料がブリの消化管ホルモンと消化酵素の遺伝子発現量に及ぼす影響. 平成22年度 日本水産学会 日本大学 2010年3月
- 3) 深田陽久・村下幸司・益本俊郎. ブリインスリン様成長因子-I(IGF-I)の栄養条件に対する応答. 平成22年度 日本水産学会 日本大学 2010年3月
- 4) 深田陽久・河相光太郎・田所大二・森岡克司・益本俊郎. 飼料へのソウダガツオ煮熟水添加によるブリの成長改善効果. 平成22年度 日本水産学会 日本大学 2010年3月

- 5) 深田陽久・古谷尚大・益本俊郎. 廃棄ユズ皮を添加した飼料によるブリ血合筋の褐変抑制効果. 平成 22 年度 環境工学研究フォーラム 高知大学 2010 年 11 月
- 6) 深田陽久・市浦英明・津野洋・山口隆司・藤井滋穂・平成 22 年 10 月 5 日(火), 平成 22 年度第 3 回環境工学委員会研究ワークショップ in 高知大学「廃棄バイオマス再資源化の最前線」
  
- (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
  - 2) 香南市・高知大学連携事業報告会 (平成 23 年 2 月 28 日(月)のいちふれあいセンター)での講演「養殖魚の高付加価値化について」
- (7) **外部資金**
  - 「平成 22 年度科学研究費補助金」若手 B 代表 1,600 千円 (直接経費) 480 千円 (間接経費)
  - 「共同研究」  
543 千円
  - 「受託研究」  
1,650 千円
  - 「奨学寄付金」  
なし
- (8) **その他**

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)

## ～アブラソコムツ皮からのコラーゲン回収に対するペプシン処理の効果～

- 森岡 克司（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

これまで、マグロ延縄漁業などで混獲されるアブラソコムツ・バラムツなど未利用魚の有効利用を意図して、その皮から酸可溶性コラーゲン(ASC)を抽出し、その物理化学的特性を調べてきた。その結果、アブラソコムツ ASC の回収率は 34.2%で、ブリの 65.9%に比べ低く、酸で可溶化されにくいことを明らかにした。そこで本研究では、コラーゲンの可溶化に有効であると考えられるペプシン処理がアブラソコムツ皮からのコラーゲン回収に及ぼす効果を調べた。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

まず全コラーゲンに対する PSC の回収率に及ぼすペプシン濃度の影響を調べたところ、回収率はペプシン無添加で 15%であったが、0.01%で 49%、0.1%で 80%、1%で 90%であり、ペプシン濃度の増加とともに増加した。次にペプシン処理日数の影響を調べたところ、ペプシン濃度 1%では、PSC の回収率は 1 日抽出で 63%、2 日で 62%、3 日で 86%と増加したが、ペプシン濃度 0.01%では、3 日抽出で 55%、5 日で 58%、7 日で 67%であり、あまり増加しなかった。このことから、ペプシン処理は、ペプシン濃度 1%で 3 日間行うのが良いものと判断した。この条件で、養殖ブリ及びアブラソコムツと同じクロタチカマス科のバラムツ皮からも PSC を回収した。ペプシン無添加では、回収率はブリで 78%に対して、バラムツで 28%であったが、ペプシン処理により、ブリで 93%、バラムツで 90%となり、アブラソコムツ同様に、両魚皮からのコラーゲンの回収率は著しく向上した。また 3 魚種の PSC は、SDS-PAGE 像から典型的な I 型コラーゲンであることを確認した。

### 3. 今後の展望

未利用資源であるアブラソコムツおよびバラムツの皮からの PSC の精製を進め、その物理化学的特性について検討する。それらの成果を元に医療・食品分野への海洋性コラーゲンの有効利用の道を探る。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) Participation of cysteine protease cathepsin L in the gel disintegration of red bulleye (*Priacanthus macracanthus*) surimi gel

paste Yaqin Hu, Katsuji, Morioka, Yoshiaki Itoh *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 370-375, 2010.

- 2) Effect of Inorganic Oxidizing Reagents on Gel-Forming Properties of Walleye Pollack Surimi through Low Temperature Setting Banlue Kriangsak, Katsuji Morioka, and Yoshiaki Itoh *Journal of Biological Sciences*, 10, 18-24, 2010.
- 3) Effect of KBrO<sub>3</sub> on Gel-forming Properties of Walleye Pollack Surimi through Setting with or without Transglutaminase Inhibitor Banlue Kriangsak, Katsuji Morioka, and Yoshiaki Itoh *Pakistan Journal of Biological Sciences* 13, 1-8, 2010.
- 4) Gel-forming Characteristics of Surimi from White Croaker under the Inhibition of the Polymerization and Degradation of Protein Ngo Van Phu, Katsuji Morioka, and Yoshiaki Itoh *Journal of Biological Sciences*, 10, 432-439, 2010.
- 5) 5. Microstructure of white croaker surimi gel set at low temperature under the inhibition of the polymerization and degradation of protein Ngo Van Phu, Katsuji Morioka, and Yoshiaki *Journal of Biological Sciences*, 10, 499-506, 2010.

#### (2) 紀要

なし

#### (3) 報告書

なし

#### (4) 学会発表

- 1) 平成 22 年度日本水産学会春季大会シンポジウム記録“水産資源の有効利用とゼロエミッション”，Ⅲ-1. 雑魚・混獲魚. 森岡克司, 野村明, 伊藤慶明, 日水誌, 76, 958, 2010.
- 2) 深田陽久・河相光太郎・田所大二・森岡克司・益本俊郎. 飼料へのソウダガツオ煮熟水添加によるブリの成長改善効果. 平成 22 年度 日本水産学会 日本大学 2010 年 3 月

#### (5) セミナー等の開催

なし

#### (6) 地域貢献活動

- 1) 香南市・高知大学連携事業報告会（平成 23 年 2 月 28 日（月）のいちふれあいセンター）での講演「魚の品質保持技術について」

- (7) 外部資金  
なし
- (8) その他  
なし

## カツオ煮汁の肥料としての利用法に関する研究

### 一養液栽培におけるトマトの成育，収量および品質について一

- 山根 信三（自然科学系農学部門）

#### 1. 研究目的

カツオ煮汁は高知県の特産品であるカツオ加工品製造の際に排出される有機性廃棄物であるが、年間約8000t発生するとも言われる煮汁は、その大部分が利用されずに海洋廃棄されており、環境に与える負荷が大きい。そこで本研究では、これを資源として有効に利用しながら環境負荷の軽減を図ることを目的として、カツオ煮汁の肥料としての利用法について検討することとした。今回はカツオ煮汁を肥料として用いた場合の特性がより明瞭に把握できるように養液栽培において液肥として施用し、トマトの成育，収量および品質に与える影響を調査した。

#### 2. 研究結果

##### (1) 成果

ロックウール栽培と DFT 栽培においてカツオ煮汁と化学肥料の混合割合を段階的に変えた培養液でトマトを栽培し、その成育，収量および品質について調査した。ロックウール栽培においては、培養液への煮汁混合割合の上昇とともに収量は減少したが、これとは逆に果実の糖度やアミノ酸含量は増加した。DFT栽培においては煮汁の添加により植物体のしおれが発生し、煮汁混合割合が高かった区においては枯死する株も発生した。培養液へのカツオ煮汁の添加は有機物分解に微生物が多量の酸素を消費することで培養液の溶存酸素濃度の低下をもたらすため、栽培システムの違いが両システムの結果の違いに大きく影響したと考えられた。湛液式のDFT栽培等では特に溶存酸素不足に陥らないような酸素の付加、煮汁投入前の無機化の促進等の検討が必要であると思われた。一方、ロックウール栽培では培地内に空気を取り込むことができるため培養液の溶存酸素量にさほどの注意を要せず、肥料原料としてカツオ煮汁だけを用了場合でも、成育収量は劣るものの栽培は十分可能で、高品質な果実生産の可能性を示すことができた。今回の実験に要したカツオ煮汁の量は春作の2ヶ月間で約1.2t/aであった。これは1年に9ヶ月間栽培するとした場合、年間使用量が5.4t/aとなるため、高知県下で年間に発生する煮汁総量8,000tは、トマト養液栽培に肥料として利用した場合、15ha

の栽培で消費されると試算された。

##### (2) 問題点等

煮汁を使用した場合の成育の安定化を図り、収量低下を改善する必要がある。特に湛液式栽培での培養液環境の悪化の要因を詳細に調査する必要がある。

カツオ煮汁原液は濃度が薄いため常温貯蔵では腐敗しやすく、貯蔵性が悪い。また運搬にも支障がある。

#### 3. 今後の展望

カツオ煮汁は肥料として使用した場合、作物の成長に役立つだけでなく、収穫物の品質や機能性を高める可能性もあることが示された。さらに肥効を高める利用法の開発が進み、適用作物の範囲が広まることで煮汁の利用が増えれば海洋廃棄による環境の悪化が軽減されると期待される。

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

- 1) 井上賢大，近藤圭介，藤原拓，前田守弘，高岡昌輝，大年邦雄，山根信三，永禮英明，赤尾聡史(2010) クリーニングクロープ栽培と湛水の組み合わせによるハウス土壌集積塩類の除去特性，*環境工学研究論文集*，第47巻，pp. 273-279
- 2) 永禮英明，井上司，藤原拓，赤尾聡史，前田守弘，山根信三(2010) トウモロコシからのリン抽出方法の検討，*環境工学研究論文集*，第47巻，pp. 459-464

##### (2) 紀要

なし

##### (3) 報告書

なし

##### (4) 学会発表

- 1) 井上賢大，近藤圭介，藤原拓，大年邦雄，山根信三，前田守弘，永禮英明，赤尾聡史「クリーニングクロープ栽培時のpFが窒素溶脱および亜酸化窒素放出に及ぼす影響」平成22年度農業農村工学会，神戸市(2010/8/31-9/3)
- 2) 井上賢大，近藤圭介，藤原拓，大年邦雄，山根信三，前田守弘，永禮英明，高岡昌輝，赤尾聡史「クリーニング作物によるハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化を目指した組成解

析」 第13回日本水環境学会シンポジウム,京都市 (2010/9/8-9/9)

- 3) 藤原拓, 前田守弘, 永禮英明, 赤尾聡史, 山根信三, 松岡真如, 近藤圭介, 井上賢大, 大年邦雄, : クリーニングクロープ栽培によるハウス土壌の面的浄化効果の評価, 第45回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011年3月18日-20日.
  - 4) 近藤圭介, 井上賢大, 藤原拓, 山根信三, 大年邦雄, 前田守弘, 永禮英明, 赤尾聡史: ライシメーターでの短期栽培によるクリーニングクロープの土壌浄化効果の評価, 第45回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011年3月18日-20日
- (5) **セミナー等の開催**  
公開講座の開催1回
  - (6) **地域貢献活動**  
技術相談
  - (7) **外部資金**  
なし
  - (8) **その他**  
なし

## 「水・バイオマス」サブプロジェクト

### 「水資源・バイオマスエネルギー」サブグループの研究について

- 鈴木 保志（自然科学系農学部門）

#### 1. 研究目的

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が当サブグループの研究目的である。具体的には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のエネルギー利用、高知県の基幹産業である施設園芸暖房における暖房機の改良による化石燃料のバイオマス系燃料による代替、稲わらや貝殻などのセメント代替材としてのマテリアル利用の可能性を広げることなどである。

全国、あるいは全県規模では、現在化石燃料でまかなわれているエネルギーを大きな割合で代替することは難しいと見込まれている。しかし、市町村規模で自然系エネルギーによるエネルギー自給を達成している地域は、高知県を含め全国ですでにいくつかある。そこで、バイオマス系エネルギーの活用については、「地域のエネルギー自給」の達成を当面の目標とする。

#### 2. 研究結果

##### (1) 成果

成功事例として全国的に知られることとなった高知県仁淀川町での木質バイオマス利用事業における林地残材収集システムの経費構造を分析し、廃棄物回収システムとしての小規模林家による収集方式の優位性を明らかにして他地域へのこの方式の適用可能性について一定の知見を得ることができた。施設園芸の暖房装置については、県内企業が開発した木質ペレットを燃料とする暖房装置の実証試験により木質燃料の化石燃料に対する経費上の優位性を明らかにした。また、食用廃油を燃料とする暖房装置を試作し、実証試験を開始している。

##### (2) 問題点等

本プロジェクトの主旨として、多様な専門的背景をもつ研究者が協力して新しい課題に取り組むということがある。現在のところ、本サブグループにおいては、まだ個人的な取り組みによる研究成果が主である。他のサブグループも含めて多様な協力体制を作っていく必要がある。

#### 3. 今後の展望

木質バイオマスについては、加工に経費とエネルギーを要する木質ペレットや木質チップといった燃料形態に加え、加工工程が単純な薪が注目され始めている。施設園芸暖房への利用も含め

て新たな薪利用方法を開拓すること、また燃料形態別に最適な利用条件（燃焼施設種類・年間使用規模・運搬距離など）を分析することで、資源の最適な地域利用システムを提案することを考えている。

また、エネルギー利用のみならず、稲わらや貝殻などの農林水産系バイオマスのマテリアル利用の可能性についても検討範囲を広げていく予定である。

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

- 1) 鈴木保志・中嶋健造・市原孝志・後藤純一：高知県における木質バイオマス利活用事業の現状と問題－林地残材は集まるが木質バイオマス利用は進まない－。日本森林学会学術講演集 121：276。2010
- 2) 市原孝志・高野定雄・山崎敏彦・政岡尚志・板井拓司・野地清美・松岡良昭・小畑篤史・鈴木保志・藤原新二（2010）木質チップボイラの燃料に用いる林地残材のはえ積み天然乾燥。日本森林学会誌 92：191～199.
- 3) Suzuki, Y., Nakajima, K. and Gotou, J. (2010) Recovery utilization of logging residue logs accompanying small scale forestry in a rural community-based woody biomass utilization project. *The International Forestry Review* 12(5): 266.

##### (2) 紀要

なし

##### (3) 報告書

なし

##### (4) 学会発表

- 1) 第 121 回日本森林学会大会(2010 年 4 月)：鈴木保志・中嶋健造・市原孝志・後藤純一。高知県における木質バイオマス利活用事業の現状と問題－林地残材は集まるが木質バイオマス利用は進まない－。
- 2) Forests for the Future: Sustaining Society and the Environment - XXIII IUFRO World Congress, 23-28 August 2010, Seoul, Republic of Korea: Suzuki, Y., Nakajima, K. and Gotou, J. Recovery utilization of logging residue logs accompanying small scale forestry in a rural community-based

woody biomass utilization project.

(5) **セミナー等の開催**

- 1) 第 23 回アカデミアセミナー「高知を元気にするヒントー革新的な水・バイオマス循環システムの構築ー」(2010 年 12 月 13 日物部キャンパス)：鈴木保志・宮内樹代史「森林・農業系バイオマスのエネルギー利用」

(6) **地域貢献活動**

なし

(7) **外部資金**

なし

(8) **その他**

鈴木保志 (2010) 森林・林業の再生と林地残材バイオマスの利活用. 日本の科学者 45 : 630~635.



## 施設園芸におけるバイオマスエネルギーの活用について

- 宮内 樹代史（自然科学系農学部門）

### 1. 研究目的

施設園芸における冬季の暖房コスト節減は大きな課題である。対策として、温室の保温性能強化や蓄熱技術の開発等が進められており、暖房負荷軽減による加温用燃料使用量削減に効果をあげている。一方、石油代替エネルギーの利用は、CO<sub>2</sub> 排出削減の観点からも、提起されて久しいが、実際の現場で有効に活用されているものは少ない。

そこで、本研究では、施設園芸における石油代替エネルギーとして有望視される木質ペレットおよび食用廃油のバイオマスエネルギーの利用について検討した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

a. 木質ペレット暖房機の高効率化温室内温度変動に対応したバーナーの制御を行い、施設園芸用木質ペレット暖房機（相愛，MN-12F）の運転性能向上を図った。実験は2009.10～2010.3にかけて、営農中の育苗施設（JAこばやしアグリサポートセンター，宮崎県小林市）で行い、温室内温湿度，外気温，燃料消費量等を計測した。同形状の対照温室では重油暖房機による加温を行い，計測データの比較から木質ペレット暖房機の運転性能を検討した。その結果，各期間で制御方式（1ch（炉内温度），2ch（炉内+外気），4ch（炉内+外気+温室内+温度変化勾配））を変え運転した結果，従来A重油1Lに対して約2kgの木質ペレットが必要とされるところを4ch制御時には約1.8kgに抑えられた。着火時の灯油使用を考慮しても約14%の省エネ効果と燃料費削減効果が達成された。

b. 園芸用暖房燃料としての廃油の利用食用廃油を中心とした植物系廃油を施設園芸の暖房用燃料として利用するために，廃油燃焼装置（藤田製作所KS-1）を基礎とした園芸用暖房機を試作し，高知大学の試験温室（160m<sup>2</sup>）にてその基本特性を検討した。

実験の結果，暖房機稼動時の温室内平均気温が18℃程度であり，外気より10℃程度高い温度を維持することができた。燃料消費率は最寒期で2.15L/hであり，暖房機による発生熱量は18.9kWと推算された。また，作物栽培への大きな影響はなく，重油暖房機利用の場合と同等の果実が収穫

された。

#### (2) 問題点等

木質ペレット暖房機については，現在普及が進められているが，原料となる林地残材，廃材等の確保が課題である。廃油燃焼装置については，点火・温度制御法式，廃油回収システムの構築等多くの課題を抱えているが，将来的には，施設園芸における石油代替エネルギーとして，十分活用が可能であることが示唆された。

### 3. 今後の展望

研究の結果，木質ペレット暖房機の効率化を図るとともに，廃油燃焼装置による温室暖房が可能であることが明らかとなった。これらのバイオマスエネルギーの活用は，エネルギーの地産・地消や，CO<sub>2</sub> 排出権の取引等（エコファーム，低炭素野菜）にも大いに貢献するものと考えられる。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) 宮内樹代史・山崎崇典・石川勝美・藤田秀一郎：施設園芸用暖房機としての廃油燃焼装置の活用，*農業機械学会誌*，72(6)，604-606，2010

#### (2) 紀要

なし

#### (3) 報告書

なし

#### (4) 学会発表

- 1) 日本生物環境工学会（2010年9月，京都大学）：宮内樹代史・安武大輔・伊藤雅彦・藤田秀一郎・山崎崇典・石川勝美，温室暖房における石油代替エネルギーの利用
- 2) 農業機械学会年次大会（2010年9月，愛媛大学）：宮内樹代史・山崎崇典・藤田秀一郎・石川勝美，石油代替エネルギーによる温室暖房（1）—施設園芸用暖房機としての廃油燃焼装置の活用—
- 3) 農業機械学会年次大会（2010年9月，愛媛大学）：宮内樹代史・伊藤雅彦・安武大輔，石油代替エネルギーによる温室暖房（2）—木質ペレット暖房機の高効率化—

#### (5) セミナー等の開催

なし

#### (6) 地域貢献活動

平成22年度木質エネルギー技術高度化事業において（株）相愛と連携

(7) 外部資金

なし

(8) その他

木質バイオマス加温機実現地証プロジェクト（熊本県）会議に参加

## 「水・バイオマス」サブプロジェクト

### 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。本年度は人工衛星「だいち」画像のデータベース化、また Google Earth による高知県内のビニルハウスのデータベース化を行なった。

#### 2. 研究結果

##### (1) 方法

だいちのデータベース化では、宇宙開発事業団から提供された、または購入した PRISM のレベル 1B1 プロダクトを用い、位置情報と軌道情報から有利多項式モデルを構築してオルソ画像（正射投影画像）を作成した。これにより、山地地形による空間的な歪みを補正した。また、画像の重ね合わせ（モザイク処理）を行い、解像 2.5 メートルで四国全体をカバーする画像を作成した。

ビニルハウスのデータベース化は Google Earth 画像からビニルハウスをポリゴンで囲むことで実施した。KML ファイルに保存した後、Quantum GIS を用いて GIS で用いられる shape フォーマットに変換した。また一部の市町村についてはハウス単位の面積を計算した。

##### (2) 結果

だいちのモザイクが画像を図1に示す。24シーンを用いてデータを作成した。

ビニルハウスの抽出結果として南国市十市付近の画像を図2に示す。現時点で、高知市(7462)、土佐市(5180)、土佐清水市(103)、四万十市(985)、香南市(9936)、芸西村(1967)、四万十町(2076)、大月町(115)、三原村(166)、黒潮町(1611)を終了した（数字は抽出したハウス数）。また南国市、須崎市、中土佐町を作業中である。

##### (3) 問題点等

だいちのデータベースでは、一部の地域が雲で覆われているため、雲量の少ないデータが取得された際には更新する予定である。また、変化の起きた地域で時系列の比較を行なえるよう、データを定期的に更新したい。

ハウスデータの整備については Google Earth 画像の解像度が低い地域において抽出精度が落ちている。現地調査を行なうことで補いたい。

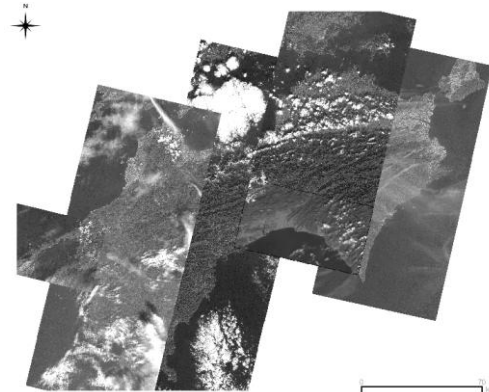


図1 「だいち」のモザイク画像

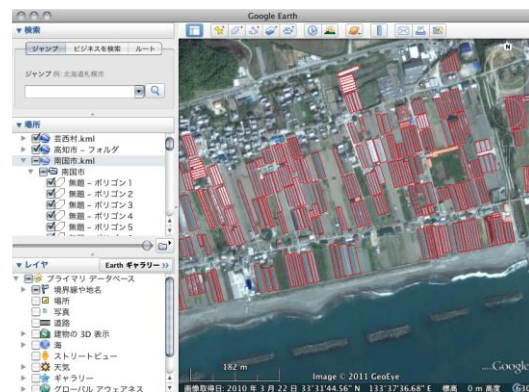


図2 ビニルハウス抽出画面（南国市十市付近）

#### 3. 今後の展望

だいちの整備については、もう一つの光学センサーである AVNIR-2 もデータベース化を行なう予定である。またハウスデータの抽出については、海岸沿いのハウスの多い地域から作業を進め、全市町村をカバーするデータベースを作成する予定である。

#### 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) 松岡真如, 増田貴則, 長谷隆仁, 山田正人, 前田守弘, 藤原拓 (2010) 統計資料と地理情報を用いた高知県における農業系窒素動態の推計, 第47回環境工学研究フォーラム, 高知市, 11月12-14日.

- (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 22 年度科学研究費補助金」 若手  
研究 B  
代表 1500 千円 (直接経費) 450 千円  
(間接経費)  
「AVNIR-2 の校正・検証に関する研究」  
ALOS データ利用公募型共同研究,  
JAXA(データ無償提供)
- (8) **その他**  
なし

## 植生の相違が山腹斜面の侵食特性に及ぼす影響について

● 笹原 克夫（自然科学系農学部門）

### 1. はじめに

異なる植生を有する林地に観測プロットを設置し、植生の相違による降雨時の表面流出特性及び侵食特性を検討している。本研究では林床の被覆状況が表面流出特性に与える影響について述べる。

### 2. 研究方法

植生の異なる斜面上に幅 1m×長さ 3mの観測プロットを設置し、プロット近傍の降雨量と降雨に伴い流出する表面流量を自動計測した。また、プロット内の林床が植生や落葉落枝層により被覆された程度を表す指標として林床被覆量 (cm<sup>3</sup>) を求めた。林床被覆量は、植生被覆面積 (cm<sup>2</sup>) と林床被覆層厚 (cm) を乗じて得られる値である。植生被覆面積 (cm<sup>2</sup>) は林床被覆率の実態評価に関する研究事例 (三浦, 2000) に準拠し<sup>1)</sup>、ポイントカウンティング法により、林床の被覆状況を調査し、リター、コケ、下層植生、A<sub>0</sub>層により林床が被覆された面積として判定した。また林床被覆層厚 (cm) は地表面付近に存在する被覆物層の厚さと定義した。ここでは、林床被覆厚測定用に先端部に目盛をつけた計測棒を林床成分に貫入させ、貫入が困難となる地点までの深さを林床被覆層として計測した。次に山中式土壌硬度を用いて深さ方向の土壌硬度を計測した。各深さごとに 5 回計測し、平均値をその深さにおける土壌硬度とした。土壌硬度の計測深さは、地表面から 0.5cm, 1.0cm, 1.5cm, 2.0cm, 5.0cm, 10.0cm である。

各観測プロットの植生は、ヒノキ (朝谷 I・林齢 40 年)、崩壊跡地 (朝谷 V)、広葉樹 (朝谷 VI・VII・林齢不明)、スギ (長沢 II・林齢 44 年、長沢 IV・林齢 42~47 年)、スギ (長沢 VI・林齢 5 年)、広葉樹 (長沢 VII・林齢不明) である。いずれも高知県大川村朝谷地区あるいはいの町長沢地区周辺の植生の異なる斜面に位置する。

### 3. 研究結果

#### 林床被覆量と表面流出特性との関係

図-1 に林床被覆量と直接流出率の関係を示す。林床被覆量を見ると、10,000cm<sup>3</sup> 未満の崩壊跡地 (朝谷 V) とその他のプロットに大別される。また、直接流出率は、ヒノキ (朝谷 I)、崩壊跡地 (朝谷 V) の順で小さくなり、スギと広葉樹の差は小さい。

ヒノキ (朝谷 I) では、林床被覆量の増加に伴って直接流出率も増加する傾向にある。他のプロットと比較して最も大きな直接流出率を示し、林床被覆量が同程度である広葉樹と比較すると直接流出率は 3 倍強となる。崩壊跡地 (朝谷 V) では、林床被覆成分はコケや下層植生から供給されたリターにより構成されており、その林床被覆量は 10,000cm<sup>3</sup> 未満と他に比べて少なく広葉樹の 1/2 程度である。ヒノキ (朝谷 I) と同様に林床被覆量と直接流出率に正の相関関係が見られる。スギ (長沢 II, IV, VI) は広葉樹の 1.5~2.0 倍程度の林床被覆量であるが、直接流出率は同程度である。流出率の高い崩壊跡地、ヒノキでは林床被覆量と直接流出率は正の相関を有するが、スギでは逆に林床被覆量が増加すると直接流出率が減少傾向にあることがわかる。スギと同程度の直接流出率を示す広葉樹では、林床被覆量と直接流出率には正の相関を有する。

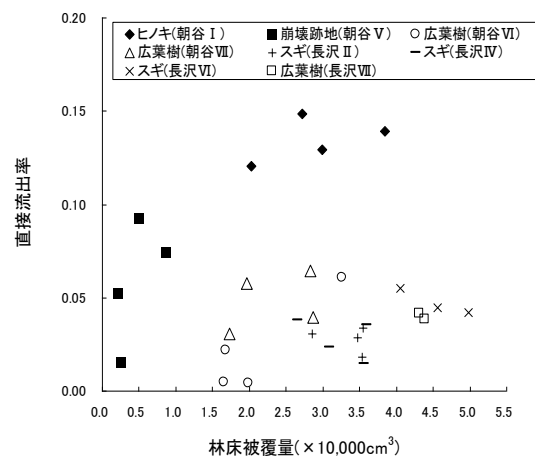


図-1 林床被覆量と直接流出率の関係

#### 土壌硬度特性と表面流出特性との関係

前節では林床被覆量と表面流出特性とに何らかの関係があることを確認した。しかし、その関係は林床被覆量のみでは説明が困難である。そこで、各プロットの直接流出率が異なるのは浸透能が異なるためであり、浸透能が低い土壌は硬い土壌であるとの着眼点から、林床を構成する土壌の土壌硬度に着目し、朝谷試験地において山中式土壌硬度計を用いた土壌硬度計測を実施した。図-2 に深さ方向に対する土壌硬度の変化を示す。

ヒノキ、崩壊跡地、広葉樹における深さ方向の

土壌硬度は、地表面から 0cm 以上 2cm 未満の深さにおいて崩壊跡地で約 13mm, ヒノキで約 9mm, 広葉樹では約 5mm となる。一方, 2cm 以深では, 崩壊跡地で約 15mm, ヒノキで約 12mm, 広葉樹では約 10mm である。崩壊跡地では, 土壌硬度は他に比べて全体的に大きく, 地表面から深さ 10cm 地点までの変化は 10%程度と小さい。ヒノキでは, 深さ 2cm に至るまでに土壌硬度は徐々に 40%程度増大するが, 2cm 以深ではほぼ一定の値を示す。広葉樹(朝谷VI)では, 深さ 2cm までの変化は 20%程度であるが, 2cm 以深での変化は 80%程度と大きく増大する。広葉樹(朝谷VII)では, 深さ 2cm までに 100%程度増大し, さらに 2cm 以深で 30%程度増大する。

直接流出率の高いヒノキ, 崩壊跡地では土壌硬度の値が高く, 地表面から深さ 10cm までの土壌硬度変化が小さいのに対し, 広葉樹の 2プロットの場合は地表面付近の土壌硬度が小さく, かつ地表面から深さ 10cm までの土壌硬度の増大が顕著である。また, 同じ広葉樹である朝谷VIと朝谷VIIを比較すると, 両プロットともにリターを主体とし同程度の林床被覆状況であるにも関わらず, 直接流出率は朝谷VIが朝谷VIIに比べ小さくなる。図-2 では地表面付近の土壌硬度はほぼ同程度であるが, 地表面から 2cm の地点で朝谷VIIが朝谷VIよりも土壌硬度が大きくなり始め, 地表面から 5cm では土壌硬度が約 2 倍の差を示す。硬度が大きい土壌では降雨が浸透しにくいと考えると, 朝谷VIIと朝谷VIの浸透能は地表付近では同程度であるが, 2cm 以深で差が生じているものと推察できる。つまり, 両プロットの直接流出率の差は地表より 2cm 以深の浸透能の相違が一要因となっており, 土壌硬度が大きい, すなわち浸透能が低い土層で構成される朝谷VIIで直接流出率が高い値を示す

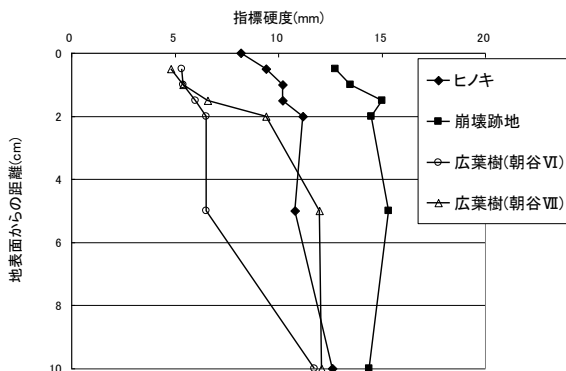


図-2 深さ方向に対する土壌硬度変化

ものと考えられる。以上より, 広葉樹においても土壌硬度は表面流出特性に影響を与える要因であること, 土壌硬度勾配の大小によって表面流出特性に相違が生じること, 二つの知見を得た。

## 4. 結論

林床被覆量と直接流出率との関係において, 直接流出率の高いヒノキ, 崩壊跡地では正の相関があるのに対し, 直接流出率の低いスギでは負の相関, 広葉樹では正の相関があることを確認した。このことから, 林床被覆量が流出特性に影響を与える要因の一つであると考えられる。

次に, 高い直接流出率を示すヒノキ, 崩壊跡地では, スギ, 広葉樹に対して地表面付近の土壌硬度が大きいことを確認した。土壌硬度の値が大きい土壌は浸透能が低く, そのために同一降雨量に対する表面流出水量が大きいと仮定すると, ヒノキ, 崩壊跡地では, 林床の特に地表付近の土壌硬度が大きく浸透能が低い土層で構成されるため, 広葉樹, スギに比べ高い直接流出率を示すものと考えられる。

さらに, 広葉樹において同程度の林床被覆量であっても直接流出率に差が生じることを確認した。両者を比較すると, 深さ方向の土壌硬度の変化が異なることから, 直接流出率の差は土壌硬度勾配の相違とも関係があることが推察できる。

以上より, 土壌硬度あるいは土壌硬度勾配は浸透能を表す指標として用いることが可能であり, これらの指標により表面流出特性を評価することが可能であるとの知見を得た。

今後は, 本稿の結果を加味した上で, 各プロットにおけるデータの蓄積を進め, 土壌硬度と浸透能の関係について解明することが重要であると考える。

### 参考文献

- 1) 三浦覚(2000) : 表層土壌における雨滴侵食保護の視点からみた林床被覆の定義とこれに基づく林床被覆率の実態評価, 日本林学会誌, Vol. 82, No. 2, p. 132-140

### 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  
なし
- (7) 外部資金  
なし
- (8) その他  
なし

## 針葉樹人工林の広葉樹林化施業が表層土壌の理学性に及ぼす影響

● 塚本 次郎 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

梶原町は“水源の森づくり”を目的として、管内の芹川山国有林約 250ha を対象に、平成 12 年度から 10 年計画でスギ・ヒノキ人工林を魚骨状に伐採し、跡地（総面積 100ha）に広葉樹の植栽と 6 年間の下刈りを行うことにより針広混交林を造成してきた。

しかし、こうした事業はこれまでの森林管理の歴史の中ではほとんど行われたことがなく、広葉樹林化する過程で水源涵養機能など、森林の各種機能がどのように変化するかは明らかにされていない。

そこで、本研究では「針葉樹人工林の広葉樹林化は水源涵養機能を高めるのか？」との問題を設定し、上記の事業実施箇所でも 2002 年と 2010 年に同一林分の水源涵養機能に関わる土壌の性質を調べた。また、比較のために、それらに隣接するスギ人工林とヒノキ人工林の保残林分でも同様の調査を行った。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

#### ● 広葉樹林化した箇所での 8 年間の表層土壌の理学性の変化

広葉樹林化した 2 つの林分で 8 年間に全く同じ方向の次の変化が認められた：①土壌硬度上昇、②全孔隙量減少、③粗孔隙量減少、④細孔隙量増加、⑤容積重増加、⑥透水速度上昇。

①～⑤は土壌が堅密化したことを示し、貯水性を低下させる変化であると見なされる。変化の要因としては、広葉樹植栽後 6 年間の下刈り実施に伴う踏み固めや、地表保護物の減少などが考えられる。一方、⑥はそれ自体が透水性の改善を意味する。堅密化が起こっているにも関わらず、透水速度が上昇したのは針葉樹林、特にヒノキ林によく見られる土壌の撥水性（水をはじく性質）が 8 年間の間に緩和された結果であると考えられる。この点については、土壌試料から撥水性を除去するために用いられるエタノール処理を行い、その前後の透水速度の変化に関するデータにより裏付けられている。

#### ● 広葉樹林化した箇所と残されたスギ、ヒノキ人工林との表層土壌の違い

広葉樹林化した箇所 2 林分、スギ人工林 2 林分、ヒノキ人工林 2 林分で調査し、次の結果を得た：広葉樹林化した箇所は、伐り残された針葉樹人工

林に比べて、①土壌硬度：大、②全孔隙量：小、③粗孔隙量：小、④細孔隙量：大、⑤容積重：大、

⑥透水速度：大、であった。この結果については前項の 2002 年と 2010 年の比較の場合と全く同じことが言える。

以上、2 つの結果をまとめると、針葉樹人工林の広葉樹林化は伐採や下刈りなどの作業による踏み固めや、供給される落葉の減少と分解の加速に伴う地表保護物としての落葉枝層の減少などが複合的に作用し、少なくとも事業実施後 10 年程度は表層土壌の貯水性の低下をもたらす。一方、針葉樹人工林下で発現した土壌の撥水性が弱まることにより、透水性は改善する。森林の水源涵養機能を向上させることを目的とする場合、表層土壌に求められる最も重要な役割は、水を貯留することより、雨水を速やかに、より下層の土壌中（水瓶）に浸透させることである。従って、今回の結果から総合的に判断すると、針葉樹人工林の広葉樹林化には水源涵養機能を向上させる効果を期待できる、との結論に至る。

#### (2) 問題点等

本研究は調査点数も少なく、調査林分は全て斜面上部に限定して設置した。上に述べたことから明らかなように、針葉樹人工林の広葉樹林化が水源涵養機能にもたらす効用において鍵となるのは、撥水性の解除である。土壌の撥水性の発現機構は現時点では充分解明されていないが、撥水性は降雨の状況や、立地条件に応じて変化するとされている。従って、針葉樹人工林の樹種と立地条件のどのような組み合わせにおいて広葉樹林化の効用が期待できるのか、など、事業実施に当たって必要となる情報の集積が今後の課題として残されている。

### 3. 今後の展望

土壌の撥水性発現機構そのものの解明は私には出来ない。今後の展望として挙げることができるとすれば、多点調査による撥水性発現環境の探索である。

### 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**  
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**  
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



## クリーニングクロープによるハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化を目指した組成解析

● 藤原 拓 (自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

施設園芸栽培では塩類集積による植物生育障害を防ぐ目的で休耕期に行う湛水の結果、硝酸性窒素による地下水汚染に加えて温室効果ガスである亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) の放出も引き起こされることが、著者らの調査により明らかになっている。これに対応した「面的な」対策技術として、筆者らはクリーニングクロープと呼ばれる吸肥能力の高い植物による浄化システムの開発を試みている。本システムでは、クリーニングクロープを湛水前に導入し土壌表層に集積した肥料を吸収させることにより、 $NO_3^-$  溶脱や  $N_2O$  の放出を抑制する。クリーニングクロープ収穫後は湛水によりその他の塩類を除去するが、その際になお溶脱・浸透した  $NO_3^-$  は粘土層を活用した透過性浄化壁により脱窒を促進する。以上により、地下水環境と地球温暖化を同時に考慮した面的汚染に対応しうるシステムの開発を行う。加えて、収穫した作物を L-乳酸発酵により高付加価値なポリ乳酸として資源化する技術の開発を行う。また、収穫物資源化工程から窒素・リン回収を行うシステムも開発し、回収された窒素・リン(P)は肥料として農地に還元する。以上により、地下水汚染抑制、温室効果ガス排出抑制、資源循環を同時に実現する、新規ノンポイント汚染対策システムの構築を目指している。

本研究では、ポット栽培試験に基づきクリーニングクロープの  $NO_3^-$ -N 溶脱抑制効果を評価するとともに、収穫物資源化を目指してクリーニングクロープの組成解析ならびに水抽出による資源回収の基礎的検討を行った。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

高知大学農学部内ハウスにて、スイカ栽培後の

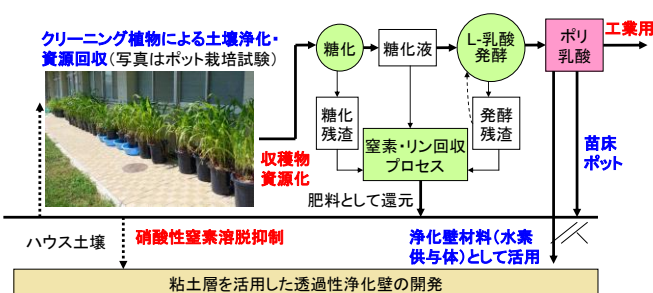


図1 硝酸性窒素による地下水汚染の抑制、 $N_2O$  放出抑制、資源循環を可能とする新規システム

土壌を充填した 1/2000a ワグネルポットを用いて、クリーニングクロープ(トウモロコシ:KD730)を夏季の60日間栽培した。栽培終了後、実施設と同様に全ポットで湛水を行った。栽培期間中の湛水は自動湛水制御システムで行い、系列1( $pF1.5 \pm 0.2$ )、系列2( $2.0 \pm 0.4$ )、系列3( $2.3 \pm 0.6$ )の3段階の水分条件、3反復で栽培した。栽培初期の浸出水に含まれる  $NO_3^-$ -N 濃度は  $27.3 \sim 63.3 \text{ mg/L}$  と高かったが、それ以降は  $3 \text{ mg/L}$  以下と低い値となった。また、クリーニングクロープを栽培しなかったポットでの累積  $NO_3^-$ -N 溶脱量が  $2.78 \text{ gN/m}^2$  であるのに対して、クリーニングクロープを栽培したポットでは各系列とも  $0.5 \text{ gN/m}^2$  以下へと大幅に減少し、クリーニングクロープ栽培によるハウス土壌の面的浄化効果は大きいことが実証された。

収穫したクリーニングクロープの資源化を目指して、無機元素回収の基礎的検討を行った。植物部位別の元素吸収量は、窒素(N)が葉で高かったのに対して、マグネシウム(Mg)は根で高かった。元素間を比較するとカリウム(K)の吸収量が  $25.3 \sim 33.9 \text{ mg/g}$  乾物重と非常に多く、水抽出による回収率も  $74 \sim 99\%$  と高かった。Kと同様に植物の主要栄養素であるPは、根では回収率が  $55\%$  と若干低かったものの葉、茎では各々  $76\%$  および  $85\%$  が抽出された。以上より、クリーニング作物収穫物からKおよびPは水抽出により容易に回収できることが示された。

#### (2) 問題点等

スケールアップした施設(ライシメーター、実圃場)での浄化能力の評価と適切な栽培条件の提示が必要である。また、収穫物の高付加価値利用に向けた技術開発が望まれる。

### 3. 今後の展望

農学部内ハウスにおいて、クリーニングクロープ栽培の最適条件ならびに収穫物資源化のための検討を継続する。最終的には、実規模施設における本技術の実証とともに、開発システムが農業地域での資源循環の核となりうる条件を探る。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 井上賢大, 近藤圭介, 藤原拓, 前田守弘, 高岡昌輝, 大年邦雄, 山根信三, 永禮英明, 赤尾聡史 (2010) クリーニングクロー

- ブ栽培と湛水の組み合わせによるハウス  
土壌集積塩類の除去特性, *環境工学研究  
論文集*, 第 47 巻, pp. 273-279
- 2) 永禮英明, 井上司, 藤原拓, 赤尾聡史,  
前田守弘, 山根信三 (2010) トウモロコ  
シからのリン抽出方法の検討, *環境工学  
研究論文集*, 第 47 巻, pp. 459-464
  - 3) X. Chen. T. Fujiwara. K. Ohtoshi.S. Inamori.  
K. Nakamachi. H. Tsuno (2010) Evaluation  
of a novel oxidation ditch system for biological  
nitrogen and phosphorus  
removal from domestic sewage. *Water Science  
and Technology*. 62(8). 1745-1754.
  - 4) Shuji Fukahori, Taku Fujiwara, Ryusei Ito,  
Naoyuki Funamizu. pH-Dependent adsorption  
of sulfa drugs on high silica zeolite: modeling  
and kinetic study, *Desalination*, (in press).
- (1) 紀要  
なし
  - (2) 報告書  
なし
  - (3) 学会発表
    - 1) Xiaoqiang Chen, Taku Fujiwara, Kunio  
Ohtoshi, Susumu Inamori, Kazuo Nakamachi,  
Fumitake Nishimura and Masayuki  
Fujihara. Mass Balance Analysis for the  
Evaluation of the Selective COD  
Consumption by PAOs in a Novel Oxidation  
Ditch Water and Environment Technology  
Conference 2010 (WET2010) 横浜国立大  
学教育文化ホール 2010 年 6 月 25 日~26  
日
    - 2) 中町和雄, 藤原拓, 陳小強, 川口幸男, 津  
野洋: 高負荷二点 DO 制御を用いた効率  
的な OD 法の開発, 第 47 回下水道研究  
発表会, 名古屋, (2010. 7. 27-29)
    - 3) 田中一輝, 藤原拓, 大年邦雄, 陳小強, 中  
町和雄, 川口幸男, 津野洋: 高負荷二点  
DO 制御を用いた効率的な OD 法における  
リン除去の操作因子, 第 47 回下水道  
研究発表会, 名古屋, (2010. 7. 27-29)
    - 4) 井上賢大, 近藤圭介, 藤原拓, 大年邦雄,  
山根信三, 前田守弘, 永禮英明, 赤尾聡  
史「クリーニングクロープ栽培時の pF  
が窒素溶脱および亜酸化窒素放出に及  
ぼす影響」平成 22 年度農業農村工学会,  
神戸市 (2010/8/31-9/3)
    - 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, 赤尾聡史安定  
同位体比を用いた笠岡湾干拓地内窒素  
汚染の解析, 平成 22 年度農業農村工学  
学会, 神戸市 (2010/8/31-9/3)
    - 6) 浅野裕一, 前田守弘, 兵藤不二夫, 中島  
泰弘, 藤原拓, 永禮英明, 赤尾聡史,  
笠岡湾干拓地内における水質汚染の現  
状と安定同位体比による汚染源の推定,  
日本土壌肥料学会 2010 年度北海道大会,  
札幌市 (2010. 9. 7-9)
    - 7) 深堀秀史. 藤原拓, 伊藤竜生, 船水尚行:  
酸化チタン/UV 処理による鎮痒剤クロタ  
ミトンの分解と影響因子第 13 回日本水  
環境学会シンポジウム, 京都市  
(2010/9/8-9/9)
    - 8) 井上賢大, 近藤圭介, 藤原拓, 大年邦雄,  
山根信三, 前田守弘, 永禮英明, 高岡昌  
輝, 赤尾聡史「クリーニング作物による  
ハウス土壌の面的浄化と収穫物資源化  
を目指した組成解析」第 13 回日本水  
環境学会シンポジウム, 京都市  
(2010/9/8-9/9)
    - 9) X.Sun, M. Takaoka, K. Oshita, K.  
Matsukawa and T. Fujiwara:Livestock  
manure as a resource for phosphorus and  
fuel, Proc. of the 18th Seminar of  
JSPS-MOE Core University Program on  
Urban Environment, pp.579-588, October  
21-22 2010.
    - 10) Taku Fujiwara, Kazuo Nakamachi,  
Susumu Inamori, Xiaoqiang Chen,  
Kunio Ohtoshi, Fumitake Nishimura, Hiroshi  
Tsuno. Dual DO control strategy for the  
advanced sewage treatment in  
oxidation ditches The 18th Seminar of  
JSPS-MOE Core University Program on  
Urban Environment 中華人民共和國・北京  
清華大学 October 21-22 2010.
    - 11) S. Akao, Y. Sakae, Y. Hosoi, H. Nagare, M.  
Maeda, T. Fujiwara. 2010. Fermentation of  
Lignocellulosic Biomass Derived Sugars to  
L-Lactate by Thermophilic *Bacillus*  
coagulans. Proceedings of 12th World  
Congress on Anaerobic Digestion,  
Guadalajara.  
CD-ROM.(2010/10/31-11/4)
    - 12) 松岡真如, 増田貴則, 長谷隆仁, 山田  
正人, 前田守弘, 藤原拓 (2010) 統計  
資料と地理情報を用いた高知県におけ  
る農業系窒素動態の推計, 第 47 回環境  
工学研究フォーラム, 高知市, 11 月  
12-14 日
    - 13) 松本智也, Bandunee Liyanage, 前田守  
弘, 藤原拓, 永禮英明, 赤尾聡史: 溶解  
性の異なる有機物を添加した砂カラム  
による地下水の硝酸性窒素除去, 第 47  
回環境工学研究フォーラム, 高知市,  
(2010/11/12-11/14)
    - 14) 孫秀翠, 高岡昌輝, 大下和徹, 松川和  
嗣, 藤原拓: リン供給源および燃料と  
しての家畜糞尿の資源的価値に関する調  
査研究, 第 47 回環境工学研究フォーラ  
ム, 高知市, (2010/11/12-11/14)
    - 15) 山田正人, 立尾浩一, 藤原拓: 地域バ  
イオマスフローを表現する投入産出表  
の構築, 第 47 回環境工学研究フォーラ  
ム, 高知市, (2010/11/12-11/14)
    - 16) 赤尾聡史, 前田光太郎, 細井由彦, 永  
禮英明, 前田守弘, 藤原拓: クリーニ  
ング作物および水生植物からの L-乳酸生

- 産に関する研究, 第 47 回環境工学研究フォーラム, 高知市, (2010/11/12-11/14)
- 17) 長谷隆仁, 渡辺洋一, 山田正人, 藤原拓, 河村清史: 家畜糞の堆肥利用における制約としての副資材の影響について, 第 47 回環境工学研究フォーラム, 高知市, (2010/11/12-11/14)
- 18) 深堀秀史, 藤原拓, 伊藤竜生, 船水尚行: 高シリカ型ゼオライトによる水中のサルファ系抗生物質の吸着除去とモデル化, 第 47 回環境工学研究フォーラム, 高知市, (2010/11/12-11/14)
- 19) 藤原拓: 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提案, 第 47 回環境工学研究フォーラム企画セッション「地球温暖化を考慮した水環境管理の現状と展望」, 2010 年 11 月 13 日, 高知市
- 20) 倉田泰人, 長森正尚, 藤原拓: 一般廃棄物最終処分場浸出水中の 1,4-ジオキサンの考察, 第 37 回環境保全・公害防止研究発表会, さいたま市, 2010 年 11 月 15 日~17 日.
- 21) Maeda, M., Asano, Y., Hyodo, F., Nakajima, Y., Fujiwara, T., Nagare, H., and Akao, S. ANALYZING NITROGEN POLLUTION IN KASAOKA BAY RECLAIMED FIELDS BY USING STABLE ISOTOPE NATURAL ABUNDANCES 5th International Nitrogen Conference 2010, 3-7 December 2010, New Delhi
- 22) 藤原拓, 前田守弘, 永禮英明, 赤尾聡史, 山根信三, 松岡真如, 近藤圭介, 井上賢大, 大年邦雄: クリーニングクロープ栽培によるハウス土壌の面的浄化効果の評価, 第 45 回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011 年 3 月 18 日-20 日.
- 23) 前田光太郎, 赤尾聡史, 細井由彦, 永禮英明, 前田守弘, 藤原拓: 水生植物ヒシのカスケード利用: ポリフェノール, 栄養塩, 糖の回収, 第 45 回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011 年 3 月 18 日-20 日.
- 24) 近藤圭介, 井上賢大, 藤原拓, 山根信三, 大年邦雄, 前田守弘, 永禮英明, 赤尾聡史: ライシメーターでの短期栽培によるクリーニングクロープの土壌浄化効果の評価, 第 45 回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011 年 3 月 18 日-20 日.
- 25) 深堀秀史, 福垣内暁, 藤原拓, 船水尚行, 伊藤竜生: 酸化チタン-ゼオライト複合触媒によるテトラサイクリン系抗生物質の除去特性, 第 45 回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011 年 3 月 18 日-20 日.
- 26) 赤尾聡史, 小川陽介, 増田貴則, 細井由彦, 深堀秀史, 藤原拓: ヒシからのポリフェノール類抽出-生育時期の影響, 第 45 回日本水環境学会年会, 札幌市, 2011 年 3 月 18 日-20 日.
- (5) **セミナー等の開催**  
平成 22 年 12 月 13 日 (月), 第 23 回アカデミアセミナー in 高知大学「高知を元気にするヒント-革新的な水・バイオマス循環システムの構築-」
- (6) **地域貢献活動**  
香南市・高知大学連携事業報告会 (平成 23 年 2 月 28 日 (月) のいちふれあいセンター) での講演「これからの水環境保全技術の方向性~一石二鳥で柔軟な新規下水処理技術の開発を目指して~」
- (7) **外部資金**
- 1) 「平成 22 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) 811 千円 (直接経費) 243 千円 (間接経費)
  - 2) 「平成 22 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」900 千円 (直接経費) 270 千円 (間接経費) (研究代表者: 治多伸介)
- 「共同研究」
- 1) 「エネルギー消費抑制型下水処理技術の開発 (日本下水道事業団公募型共同研究)」(平成 20~22 年度) 日本下水道事業団, 前澤工業 (株), 高知大学
  - 2) 「高負荷二点 DO 制御を用いた効率的な OD 法の開発研究」(平成 20~22 年度) 香南市, 高知県, 前澤工業 (株), 高知大学
  - 3) 「連続曝気式オキシデーションディッチ法による下水からの効率的窒素除去に関する研究」550 千円
- 「受託研究」  
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) 15,200 千円
- 「奨学寄付金」  
700 千円
- (8) **その他**  
総説等  
1) 倉田泰人, 藤原拓 (2011) 廃棄物処分場浸出水中の 1,4-ジオキサンの検出状況と対策の提案, 環境浄化技術, 第 10 巻, 第 2 号, pp.45-50.

## マングローブ域での炭素循環に関する生化学的解析

- 足立亨介(自然科学系農学部門)

### 1. 研究目的

マングローブ生態系において炭素循環の要を握る生物種のひとつはマングローブクラブと呼ばれるカニであるとされる。このカニは主に生態系に出されるマングローブの葉をその栄養源とし、これを分解することで炭素循環に寄与するとされる。マングローブの葉を構成する要素はセルロースとリグニンである。これらはそれぞれセルラーゼとペルオキシダーゼによって分解されることが明らかになっているが、マングローブクラブについてその知見は得られていない。本研究ではマングローブで生態系というマクロなテーマを酵素化学というミクロな観点から解析することを主眼におく。本年度はサンプルの入手と候補因子のセルラーゼ活性を測定することを念頭に研究を進めた。尚、本研究は農学部池島耕准教授との共同研究で進める予定である。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

2010年9月24日タイ国トラン県シカオのマングローブ林より2種のマングローブクラブ *Episesarma versicolor*, および *Episesarma mederi* の血リンパを各々、10ml および 3ml 採取し、遠心分離にて血球を除去後、タンパク質精製用に $-10^{\circ}\text{C}$ にて保存後、ドライアイスと同封したクーラーボックスにて日本国内に搬送。また、同個体からRNA抽出用に肝臓、および腸を採取し保存液に浸漬し、同クーラーボックスにて国内に搬送。実験開始まで農学部にて $-80^{\circ}\text{C}$ で保存。

候補因子のタンパク質を超遠心分離、ゲルろ過クロマトグラフィーを用いて精製。カルボキシメツチルセルロースを基質に遊離したグルコースをテトラゾリウムと反応させることによって発色させる反応系を用いた。

結果、血漿中に含まれる候補タンパク質にはほぼその反応は見られなかった。

#### (2) 問題点等

今年度の実験は明らかな決め打ちであり、成果を上げられることが出来なかった。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) Handbook of Seafood Safety, Quality and Health Applications (Edited by Prof. Shahidi, Prof. Cerarettin, Prof. Miyashita) Blackspot development on crustaceans during storage. 109-118, 2010, Blackwell Publisher.  
Kohsuke Adachi and Takashi Hirata
  - 2) Sparidae: Biology and aquaculture of gilthead sea bream and other species (Edited by Michalis Pavlidis and Dinos Mylonas) Pigmentation and discoloration problems. 295-320, 2011. Blackwell Publisher  
Stavros Chatzifotis, Michalis Pavlidis and Kohsuke Adachi
  - 3) 稚魚、および成魚マダイ体表の黒色化に与える遮光飼育の影響  
水産増殖 58(2), 181-187, 2010.  
足立亨介, 家戸敬太郎
  - 4) Acid- and heat-stable trypsin inhibitory peptide from the viscera of Pacific flying squid (*Todarodes pacificus*)  
*Journal of Food Biochemistry* 34, 748-763, 2010.  
Yujiro Nagai, Kana Fukumorita, Kohsuke Adachi, Satoru Chiba, Sigeru Nakajima, Hideki Kishimura, Sappasith Klomklao, Soottawat Benjakul, Byung-Soo Chun, Hiroki Saeki
  - 5) A trypsin inhibitor in the viscera of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) elicits insulinotropic effects in diabetic GK rats.  
*Journal of Food Biochemistry* (in press)  
Hideki Kishimura, Kana Fukumorita, Kohsuke Adachi, Yujiro Nagai, Shigeru Katayama, Satoru Chiba, Shigeru Nakajima, Hiroki Saeki
  - 6) Selective Analysis of Lipids by Thin-Layer Chromatography Blot Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Imaging Mass Spectrometry.  
*Journal of oleo science* (in press)  
Nobuhiro Zaima, Naoko Goto-Inoue, Kohsuke Adachi, Mitsutoshi Setou
- (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**  
なし
- (7) **外部資金**  
「平成 22 年度科学研究費補助金」 基盤  
研究 A 分担者 500 千円 (直接経費) 150  
千円 (間接経費)
- 「共同研究」  
なし
- 「受託研究」  
なし
- 「奨学寄付金」 500 千円
- (8) **その他**  
平成22年度日本水産学会 水産学奨励賞

## 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その栄養源とし、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、腹部に抱卵して育てた幼生（プランクトン）を大潮の数日間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

本年度はプランクトン食魚類の胃内容物の解析を進めるとともに、カニ・サンプルの入手と候補因子のセルラーゼ活性を測定することを念頭に研究を進めた。

#### (1) 成果

タイ国トラン県シカオのマングローブ域で優占するタカサゴイシモチ科魚類の *Ambassis vachelli* を採集し潮汐周期に伴う胃内容物の変化を明らかにした。その結果、胃の充満度およびカニ幼生の胃内容物に占める体積百分率は大潮に高くなり、大潮時にカニの幼生が重要な餌となることが示された。

また、同所より2種のカニ *Episesarma versicolor*, および *E. mederi* の血リンパを採取し候補因子のタンパク質を超遠心分離、精製し、セルラーゼ活性を測定した。結果、血漿中に含まれる候補タンパク質にはほぼその反応は見られなかった。（詳細は足立亨介准教授の稿を参照）

#### (2) 問題点等

### 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) 池島耕 他「マングローブ域における潮汐周期に伴うプランクトン食性魚類の胃内容物組成の変化」平成 23 年日本水産学会春季大会、東京、2011 年 3 月
- (5) セミナー等の開催  
公開講座の開催 1 回
- (6) 地域貢献活動  
技術相談
- (7) 外部資金  
なし
- (8) その他  
なし