


令和5年度「学内競争的研究経費」【グループ研究助成】

No	所属学系	代表者	研究(事業)課題
1	生物・農	石井 秀樹	被覆肥料由来のマイクロプラスチック対策に関する農業者ダイアログの展開
2	生物・農	黒沢 高秀	福島大学所有農作物標本を用いたミュゼオミクスの食農分野への展開の試み
3	生物・農	平 修	ナノ微粒子イメージング質量分析(Nano-PALDI IMS)による食成分が与えるメンタルヘルス改善効果の検証
4	生物・農	原田 茂樹	水文モデルと安定同位体分析を組み合わせた森林からの水・栄養塩流出動態の解明
5	生物・農	吉永 和明	動脈硬化を惹起する有害成分の作用機序の解明
6	生物・農	和田 敏裕	原発近傍の河川調査に基づく沿岸海域への放射性物質の影響評価

研究代表者	所属学系・職名 生命・農学系・准教授 氏 名 石井 秀樹
研究課題	被覆肥料由来のマイクロプラスチック対策に関する農業者ダイアログの展開 ～Study on dialogues with farmers for “microplastics caused by coated release-controlled fertilizer”～
成果の概要	<p>1. 研究背景</p> <p>近年、自然環境内のマイクロプラスチックの生態系影響が指摘され、一部は稲作の被覆肥料のコーティング材起源であることが判明している。肥料散布の労力を低減する被覆肥料は現代稲作に不可欠だが、難分解性資材の利用から、a)肥料の遅効性、b)環境中の自然分解を備えた資材転換が早急に必要である。一方、コーティング材の転換が普及するまでは水田からの流出を最小限にする技術の実装をもって、環境影響を最小化することも必要である。そのためにはコーティング材の環境中での挙動や分解など諸過程の科学的解明、ならびに農業生産者・肥料業界の理解醸成が欠かせない。</p> <p>既往研究 (Katsumi et al(2020),原田、福島大学地域創造(2023)、原田ら、水環境シンポ(2022)、及川・原田、応用水文(2022))によれば、プラスチックカプセルは水田内に複数年滞留する可能性が指摘されている。また雨天時や中干し期のプラスチックカプセルの流出は極めて少量とされ、流出の大半は代掻き後の落水期に生じることが明らかになっている。</p> <p>2. 目的</p> <p>本研究では、被覆肥料に利用されているコーティング材の代替を見据えて、①水田内での当該資材の挙動解析、②農業生産者へのダイアログ手法の検討、をすることを目的とした。</p> <p>3. 方法と成果</p> <p>I: プラスチックカプセルの挙動と分解過程に関する研究</p> <p>【実験a】 福島・宮城県内に4つの水田 (A,B,C1,C2) を確保し、代掻き後から排水・田植えまでの期間に田面水の浮遊物を採取し、被覆材をなすプラスチックカプセルの存在量と形態を分析した。カプセルは①丸 (写真1)、②破れ(写真2)、③凹み(写真3)、の3形態に分類された。また隣接し被覆肥料の利用歴のみ異なるC1水田 (2020年、22年使用)、C2水田 (2020年、21年、22年使用) に着目し、それぞれ表層0-5cm、5-10cm、10-15cmの土壌を、内径19.3cmのコアで採取し、未分解カプセルの存在量を把握した。このデータから①未分解のプラスチックカプセルの多くは表層5-10cmに集中する事、②カプセルは散布から2-3年の間に大半が分解されること、が考察された (矢島・原田他)。さらに未分解カプセルのほとんどは代掻き・落水時に流出することが確認され、水田での動作確認を経て、流出制御装置が提案された (特願2024-015161)。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p>【写真1】 丸 【写真2】 破れ 【写真3】 凹み</p> <p>(田面水の浮遊物から回収されたプラスチックカプセルの形態)</p>

成果の概要

【実験b】：浮遊物から回収されたプラスチックカプセルについて δC_{13} 、 δN_{15} の値を調べた。取得した検体では、古いカプセルの割合が高まる程、 δC_{13} の値が有意に高まる傾向がみられた。被覆肥料の中は尿素肥料だが、その窒素分の計測も組み合わせる事で、被覆肥料に残存する尿素の評価も交えて、その分解の程度を評価するモデルの構築が今後の課題である。

4. 方法と成果II：農業者への理解情勢に関するスキーム構築

生産者の理解醸成には、水田でのコーティング材の分解・散逸過程の科学的知見を、現場の生産活動の実感に落とし込んで伝える工夫が不可欠である。特に生産者が注意すべき点は“排水のタイミング”であり、田面水に含まれる懸濁物質の多様性を伝え、プラスチックカプセルの重力による沈降・分離の諸過程の理解醸成に注力することとした。

特に微細化過程にあるコーティング材を田面水から分離し、これをハイパースペクトルカメラで同定する方法を検討した。ハイパースペクトルカメラは物体の波長別の反射率に計測し、被覆肥料のコーティング材、ならびに土壌粒子の反射光スペクトラムの違いから、これらが区別できる。土壌は環境毎に差異や多様性があるため、使用前の被覆資材のスペクトラムをベースライン（基準）とし、その比較から物体を識別できることを本研究では確認した。

パイロットスタディとして南相馬市の水田で代掻き直後の田面水を採取し、その浮遊物を分析した。田面水2.5リットル中に、被覆肥料のコーティング材（およそ2mm以上）が目視で少なくとも7個確認された。粗粒な浮遊物を除去した田面水を高速遠心分離機で懸濁物質を分離した。微細な粘土を主とする沈降物には200 μm 程度の白い物体が複数確認された。その一部は有孔虫の遺骸と目される物体だったが、被覆資材のコーティング材も確認された。図1は被覆資材とみなした物体のスペクトラムである。目視では変色を確認できず白色に見える物体も、500nm以下の反射率の低下が確認された。500nm以下での反射率の低下は、被覆資材の変質が関連している可能性がある。逆に500nm以上の反射率がほぼ一定なことを利用すれば、被覆資材由来の物体の識別に使えると考察された。また高速遠心分離された上澄みの液体を5 μm メッシュのろ紙で濾過したところ、実体顕微鏡下では土壌由来の鉱物性の物質が主で、マイクロプラスチック起源と考えられる物体は確認されなかった。

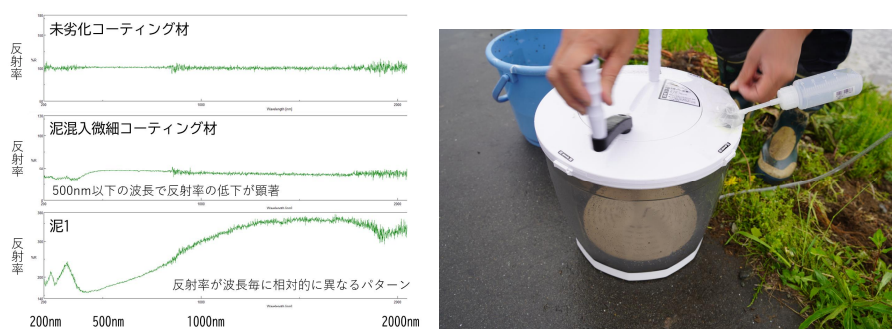


図1 「パイパースペクトルカメラによるスペクトラム結果」

写真4 「手回し遠心分離機を用いたデモンストレーション装置」

また市販の手回し式の洗濯機を改造し、現地にて無電源で使える遠心分離機を試作し、田面水の懸濁物質を集めるプロセスをデモンストレーションする方法を検討した。当該機材は最大でも10G程度の遠心力しか作れず、微細な懸濁物質の大半は回収困難である。しかしながら高速遠心分離機でなんとか回収しうる懸濁物質を田面水から重力沈降で分離するには相当の時間がかかる点について、農業者の理解を助ける有効なツールとなることが確認できた。

5. 成果の概要

【特許出願】 特願2024-015161 排水処理装置 原田茂樹,矢島樹

【学会発表①】 矢島樹, 原田茂樹、水田におけるプラスチックカプセルの流出動態解析と制御の研究,令和5年度農業農村工学会東北支部研究発表会(大阪),2023年11月9日

【学会発表②】 原田茂樹,矢島樹,福島慶太郎,「被覆肥料プラスチックカプセル流出動態と制御に関する研究」、第58回日本水環境学会年会(博多),2024年3月7日

【論文①】 原田茂樹,「ポーラスコンクリートの新たな活用戦略」,水循環 貯留と浸透,129,5-9,2023

【論文②】 飯沼龍雅,原田茂樹,ノンポイント重金属流出制御に用いるポーラスコンクリートの重金属吸着とセメント水和物の関連性,用水と廃水,66(3),57-65,2024

【論文③】 Shigeki Harada, Itsuki Yajima, Keitaro Fukushima and Youji Nitta; Retention, Degradation, and Runoff of Plastic-Coated Fertilizer Capsules in Paddy Fields in Fukushima and Miyagi Prefectures, Japan: Consistency of Capsule Degradation Behavior and Variations in Carbon Weight and Stable Carbon Isotope Abundance, Water 2024, 16, 1782 <https://doi.org/10.3390/w16131782>

【獲得外部資金①】 原田茂樹「治水と非常用水確保のコベネフィット地下空隙雨水貯留装置の開発」,アカデミア・コンソーシアムふくしま,令和5年度 大学発イノベーションベンチャー創出事業大学発ベンチャー創出・育成プログラム 試作開発等支援,2023. 10. 1~2024.1.31, 1,000,000円

【獲得外部資金②】 原田茂樹「被覆肥料プラスチックカプセル起源グローバルマイクロプラスチック問題解決のための流出の動態解明と制御に関する研究」、公益財団法人 高橋産業経済研究財団助成金、2024.4.1~2025.3.31、3,000,000円

【参考文献】

1) 原田茂樹, 石井秀樹, 林 薫平, 窪田陽介 (2022) : 代かき時水田汚濁の流出モニタリング緩効性肥料プラスチックカプセルを中心に, 第25回日本水環境学会

2) 原田茂樹 (2023) 令和4年度重点研究分野「foRプロジェクト」に指定された『農地や生活圏での流路内浸透・貯留工法によるノンポイント汚濁削減技術の地域実装』事業について, 福島大学地域創造, 34(2), 1-4

3) 及川瞳・原田茂樹 (2023) : 被覆肥料プラスチックカプセルの代掻き時流出動態調査結果の解析と制御法提案のための基礎的実験, 応用水文, 35, 65-73

4) Naoya Katsumia, Takasei Kusubeb, Seiya Nagaoc, Hiroshi Okochid, The role of coated fertilizer used in paddy fields as a source of microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 161 (2020) 111727.

<謝辞> 研究対象となる水田環境をご提供頂いた農業者の皆様に深く感謝を申し上げます。また走査型電子顕微鏡 (SEM) にてプラスチックカプセルの撮影をして下さいました福島大学食農学類の新田洋司先生に深く御礼申し上げます。

6. 本研究グループの取り組み体制 (研究開始時のもの)

【代表者】 石井秀樹 食農学類 生産環境学コース 准教授

【分担者】 原田茂樹 食農学類 生産環境学コース 教授

福島慶太郎 食農学類 生産環境学コース 准教授

杉森大助 共生システム理工学類 物質科学コース 教授

窪田陽介 食農学類 生産環境学コース 准教授

林薫平 食農学類 農業経営学コース 准教授

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・教授 氏 名 黒沢 高秀
研究課題	福島大学所有農作物標本を用いたミュゼオミクスの食農分野への展開の試み Studies on expanding museomics into the field of food and agriculture sciences using herbarium specimens of University Archives and Collections, Fukushima University.
成果の概要	<p>さく葉標本は主に野生植物や花卉園芸品種に関して植物分類学的研究に用いられ、最近では標本から成分や遺伝子情報を得るミュゼオミクスという分野が確立しつつある。一方、農作物に関しては植物分類学者がほとんど研究対象とせず、農学者がさく葉標本を目にすることはまれであることなどから、国際的にもほとんど研究に活用されてこなかった。本研究では、農作物さく葉標本に注目し、農学や食品科学も含めた新たな視点による遺伝子解析、ゲノム分析や成分分析に挑み、過去の作物・品種に関するこれまで得られなかった情報を得ることを目的とした。具体的には、農作物さく葉標本のリストアップ、農作物標本からDNAの抽出・ゲノム分析の試み・手法の開発、タンパク質、ペプチドのLC-MS解析を行った。</p> <p>農作物さく葉標本のリストアップでは、福島大学貴重資料保管室植物標本室FKSEに収集・保管している1900年頃福島市内にあった福島県師範学校農業実習場や福島蚕業学校などの保存状態が良好な作物標本に加え、白河高等学校や田村高等学校などの県内の旧制中学など県内にある新たな農作物さく葉標本の収集・整理も進め、分析可能な標本のリストを作成した。その結果、18枚のアブラナ（広義）<i>Brassica rapa</i> L.（表1）と2枚のキャベツ（広義）<i>Brassica oleracea</i> L.（表2）、11枚のダイコン（広義）<i>Raphanus sativus</i> L.（表3）の標本を確認した。アブラナ（広義）の標本のうち13枚、キャベツ（広義）の2枚、ダイコン（広義）のうち3枚は1906年～1907年に福島県師範学校農業実習場で栽培されていたものであった。明治期の師範学校の農業実習場でどのような作物やその品種が栽培されていたかを知る、教育史においても貴重な資料であると思われる。アブラナ（広義）の標本のうち3枚とダイコン（広義）のうち1枚は教育品製造合名会社が販売した標本で、採集年の記述はないが、この会社が存在した1882年～1916年に採集されたものと考えられ、明治から大正期に教材会社がどのような作物やその品種の標本を販売していたかを知る、教育史においても貴重な資料であると思われる。アブラナ（広義）の大正時代以前の標本には、アブラナ（「ナタ子ナ」）、小松菜、壬生菜、京菜（水菜）、山東菜、体菜、三河島菜、縮緬白菜、朝鮮白菜、清国白菜、ツケナの11品種が含まれており、当時のアブラナ（広義）の栽培品種の多様性の研究材料としての潜在的価値を有するものと思われる。</p> <p>農作物標本からDNAの抽出・ゲノム分析の試み・手法の開発では、1906～1907年に採集されたアブラナ（広義）11枚、キャベツ（広義）1枚、ダイコン（広義）1枚から葉の一部（1.5 cm×1.5 cm）を切り取ってDNA分析用サンプリングを行った。また、標本の花弁からDNAが抽出できるかを確認するために、1982年に採集されたダイコン（広義）2枚の標本から花弁をサンプリングした。これらのDNAの抽出を行った結果、1906～1907年に採集されたアブラナ（広義）のうち三河島菜、小松菜、水菜、朝鮮白菜、清国白菜の6サンプル、キャベツ（広義）のうちキャベツ（狭義）の1サンプルから、かなり断片化していたものの、ゲノム解析に十分な量のDNAを抽出することができた。これ以外の葉のサンプルや、花弁からは十分な量のDNAは抽出できなかった。</p> <p>タンパク質、ペプチドのLC-MS解析では、DNA用サンプルと同じ標本と、比較のため「三河島菜」として市販されている種子から発芽させた植物体から分</p>

析用に葉をサンプリングした(表4, A1)。さく葉標本からは、3~5 mg程度の凍結乾燥サンプルで(表4, S1~S4), Swiss-Protをデータベースとして検索すると、いずれのサンプルでもRubiscoを筆頭に20~50程度のタンパク質(遺伝子)が、95%以上の信頼度を持つペプチドを1つ以上持つ配列として回収された。比較のための生サンプルの三河島菜(80程度)より少ないものの、さく葉標本でもタンパク質の質量分析が十分可能ということが示された。全てのサンプルで最も信頼度が高いタンパク質(遺伝子)として回収されたRibulose biphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) について、同定されたペプチドを比較すると(図1), さく葉標本においてもRubiscoタンパク質の全長に渡ってペプチドが同定されており、サンプル間で共通のペプチドとサンプル固有のペプチドが存在した。ヒットした遺伝子は多くがセイヨウアブラナ *Brassica napus* L. で報告されたものであったが、シロイヌナズナ属 *Arabidopsis* やヤナギ科ヤマナラシ属 *Populus*, 中には粘菌の遺伝子もあった。ゲノムDNA配列が分かれば、同定されるペプチド(遺伝子)も更に増えると思われる。

このように、本研究により、福島大学貴重資料保管室植物標本室に100年以上前のアブラナ(広義)やダイコン(広義), キャベツ(広義)の様々な品種のさく葉標本が存在することが確認された。さらに、これらの一部の1.5 cm×1.5 cmの葉のサンプルからゲノム解析に十分な量のDNAを抽出することができること、生サンプルより回収量は少ないものの、3~5 mg程度の凍結乾燥サンプルからタンパク質の質量分析が十分可能であることが示された。これらの結果は、ほとんど研究に活用されてこなかった農作物さく葉標本が、ゲノム解析や成分分析などが可能な資料であることを示すもので、これまで不可能であった、過去の作物の遺伝的多様性や作物としての性質を知ることができる可能性を切り開いたという意義がある。今後、様々な主体により、農作物さく葉標本を活用した研究が展開されることを期待したい。

表1. 福島大学貴重資料保管室植物標本室FKSEに保管されているアブラナ(広義) *Brassica rapa* L. 標本.

品種名等	栽培地	現在の地名	採集者	採集者番号	採集日	コレクション名	FKSE番号
アブラナ(広義)	福島県いわき市平下大越	福島県いわき市平下大越	根本秀一	3901	May 28, 2017		95348
	川畑	川畑					
アブラナ(狭義)	信夫郡 渡利村	福島県 福島市 渡利	田口亮男	s. n.	Apr. 30, 1906	田口亮男コレクション	23087
アブラナ(狭義)	信夫郡 渡利 農業実習所	福島県 福島市 渡利	田口亮男	s. n.	Apr. 20, 1906	田口亮男コレクション	23759
小松菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	8	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23901
壬生菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	9	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23902
京菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	2	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23903
ミズナ	福島県 会津若松市 背炙山	福島県 会津若松市 背炙山	折笠常弘	504151	June 1961	折笠常弘コレクション	101653
水菜	(不明)		教育品製造合 名会社	17	不明(標本販売業者が存在 した1882~1916年に採集 された標本と思われる)	福島女子高等学校標本	129723
山東菜	師範学校 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	4	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23904
山東菜	師範学校 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	5	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23905
体菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	6	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23906
三河島菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	10	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23894
縮緬白菜	福島県 師範学校 農業実習 場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	s. n.	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23907
縮緬白菜	師範学校 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	3	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23908
朝鮮白菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	11	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23909
清国白菜	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	12	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23910
ツケナ	(不明)		教育品製造合 名会社	16	不明(標本販売業者が存在 した1882~1916年に採集 された標本と思われる)	福島女子高等学校標本	129722
ナタ子ナ	(不明)		教育品製造合 名会社	70	不明(標本販売業者が存在 した1882~1916年に採集 された標本と思われる)	福島女子高等学校標本	129724

表2. 福島大学貴重資料保管室植物標本室FKSEに保管されているキャベツ（広義）*Brassica oleracea* L.標本.

品種名等	栽培地	現在の地名	採集者	採集者番号	採集日	コレクション名	FKSE番号
キャベツ（狭義）	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	13	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23896
子持かんらん	渡利 農業実習場	福島県 福島市 渡利	田口亮男	s. n.	Oct. 28, 1907	田口亮男コレクション	23897

表3. 福島大学貴重資料保管室植物標本室FKSEに保管されているダイコン（広義）*Raphanus sativus* L.標本. 品種名はラベルの記述による.

品種名	栽培地	現在の地名	採集者	採集者番号	採集日	コレクション名	FKSE番号
ダイコン（広義）	信夫郡 渡利	福島県 福島市 渡利	Sukeo Taguchi	s. n.	May 15, 1906	田口亮男コレクション	23095
ダイコン（広義）	(不明)		(不明)	s. n.	(不明)	田口亮男コレクション	23898
ダイコン（広義）	信夫郡 渡利	福島県 福島市 渡利	(不明)	s. n.	(不明)	田口亮男コレクション	23899
ダイコン（広義）	福島県 相馬郡 小高町	福島県 南相馬市	Nobuo SAKURAI	s. n.	May 11, 1982	櫻井信夫コレクション	31426
ダイコン（広義）	福島県 会津若松市 高田橋 附近	福島県 会津若松市 高田橋 附近	Satoshi SAITO	19321	Aug. 8, 1967	斎藤慧コレクション	59475
ダイコン（広義）	福島県 喜多方市 田付川 附近	福島県 喜多方市 田付川 附近	Satoshi SAITO	49903	Oct. 3, 1978	斎藤慧コレクション	59691
ダイコン（広義）	徳島県 徳島市 上八万町 中	徳島県 徳島市 上八万町 中	Y. Ibaragi & M. Ogawa	250509032	May 25, 2009		63498
アザキダイコン	福島県 大沼郡 金山町 布高原	福島県 大沼郡 金山町 布高原	Tsunehiro ORIKASA	52812	June 11, 1960	折笠常弘コレクション	103657
アザキダイコン	福島県 大沼郡 金山町 布上野原 沼沢湖岸	福島県 大沼郡 金山町 布上野原 沼沢湖岸	Tsunehiro ORIKASA	52811	May 28, 1960	折笠常弘コレクション	103798
ダイコン（広義）	(不明)		教育品製造合 名會社	25	不明（標本販売業者が存在した1882~1916年に採集された標本と思われる）	福島女子高等学校標本	129742
ダイコン（広義）	宮城県 遠田郡 涌谷町 谷地太田	宮城県 遠田郡 涌谷町 谷地太田	T. Sugiyama, H. Kasai & Y. Emi	11120	June 22, 2015		136956

表4. タンパク質の質量分析に用いたアブラナ（広義）*Brassica rapa* L.の栽培植物由来の生サンプル（A1）と標本由来のサンプル（S1~S4）。Name欄の品種名は商品名（A1）またはラベルの記述（S1~S4）による。

sample ID	FKSE ID	Name	dry weight (mg)	Year	
A1	none	Mikawajima_Na	7.74	2023	Fresh leaf
S1	23894	Mikawajima_Na	3.17	1907	Specimen
S2	14953	Seiyou_Aburana	7.45	1975	Specimen
S3	95348	Aburana	2.85	2017	Specimen
S4	129724	Natako_Na	2.82	1882-1916	Specimen

図 1. さく葉標本の LC-MA 解析で Rubsco のアミノ酸配列として同定されたペプチド (95%以上の信頼度を持つペプチドを緑色で示した) .

A1 Mikawajima Na 2023											
N	Unused	Total	% Cov (95)	Accession #	Name	Species	Peptides(95%)	Gene Ontology	Pathway	Interactions	Function
1	26.32	26.32	24.6	sp P48686 RBL_BRAOL	Ribulose biphosphate carboxylase large chain OS=Brassica oleracea OX=3712 GN=rbcl. PE=3 SV=1						13
<p>MSPQETKASVGFKAGVKEYKLNYYTPEYETKDTDLAAFRVTPQGVPPPEEAGAAVAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYGRGCHIEPVPGEETQFIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI VGNVFGFKALAAKRLLEDLRIPPAY TKTPQPPHGIQVERDKLNRYGRPLLGCTIKPKLGLSARNYGRAVYECRLGGDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEAIYKSAETGEIKGHYLNATAGTCEEMMKRAIFARELGVIVMHDYLTGGFTANTS LAHYCRDNG LLLIHRAMHVIDRQKRNHGMHFRVLAALRLSGGDHVHAGTVVGLKLGDRSTLGFVLLRDDYVEKDRSRGIFFTQDWVSLPGVLPVASGGIHVHWMFALTEIFGDDSVLQFGGTLGHPWGNAPGAVANRVALEACVQARN EGRDLAVEGNEIIREACKNSPELAAACEVWKEITFNFFTIKLDGQD</p>											
S1 FKSE 23894 Mikawajima Na 1907											
N	Unused	Total	% Cov (95)	Accession #	Name	Species	Peptides(95%)	Gene Ontology	Pathway	Interactions	Function
1	13.36	13.36	16.1	sp P48686 RBL_BRAOL	Ribulose biphosphate carboxylase large chain OS=Brassica oleracea OX=3712 GN=rbcl. PE=3 SV=1						6
<p>MSPQETKASVGFKAGVKEYKLNYYTPEYETKDTDLAAFRVTPQGVPPPEEAGAAVAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYGRGCHIEPVPGEETQFIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI VGNVFGFKALAAKRLLEDLRIPPAY TKTPQPPHGIQVERDKLNRYGRPLLGCTIKPKLGLSARNYGRAVYECRLGGDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEAIYKSAETGEIKGHYLNATAGTCEEMMKRAIFARELGVIVMHDYLTGGFTANTS LAHYCRDNG LLLIHRAMHVIDRQKRNHGMHFRVLAALRLSGGDHVHAGTVVGLKLGDRSTLGFVLLRDDYVEKDRSRGIFFTQDWVSLPGVLPVASGGIHVHWMFALTEIFGDDSVLQFGGTLGHPWGNAPGAVANRVALEACVQARN EGRDLAVEGNEIIREACKNSPELAAACEVWKEITFNFFTIKLDGQD</p>											
S2 FKSE 14953 Seiyu Aburana 1975											
N	Unused	Total	% Cov (95)	Accession #	Name	Species	Peptides(95%)	Gene Ontology	Pathway	Interactions	Function
142	0.47	17.72	19.2	sp P48686 RBL_BRAOL	Ribulose biphosphate carboxylase large chain OS=Brassica oleracea OX=3712 GN=rbcl. PE=3 SV=1						11
<p>MSPQETKASVGFKAGVKEYKLNYYTPEYETKDTDLAAFRVTPQGVPPPEEAGAAVAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYGRGCHIEPVPGEETQFIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI VGNVFGFKALAAKRLLEDLRIPPAY TKTPQPPHGIQVERDKLNRYGRPLLGCTIKPKLGLSARNYGRAVYECRLGGDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEAIYKSAETGEIKGHYLNATAGTCEEMMKRAIFARELGVIVMHDYLTGGFTANTS LAHYCRDNG LLLIHRAMHVIDRQKRNHGMHFRVLAALRLSGGDHVHAGTVVGLKLGDRSTLGFVLLRDDYVEKDRSRGIFFTQDWVSLPGVLPVASGGIHVHWMFALTEIFGDDSVLQFGGTLGHPWGNAPGAVANRVALEACVQARN EGRDLAVEGNEIIREACKNSPELAAACEVWKEITFNFFTIKLDGQD</p>											
S3 FKSE 95348 Aburana 2017											
N	Unused	Total	% Cov (95)	Accession #	Name	Species	Peptides(95%)	Gene Ontology	Pathway	Interactions	Function
1	26.85	26.85	25.5	sp P48686 RBL_BRAOL	Ribulose biphosphate carboxylase large chain OS=Brassica oleracea OX=3712 GN=rbcl. PE=3 SV=1						15
<p>MSPQETKASVGFKAGVKEYKLNYYTPEYETKDTDLAAFRVTPQGVPPPEEAGAAVAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYGRGCHIEPVPGEETQFIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI VGNVFGFKALAAKRLLEDLRIPPAY TKTPQPPHGIQVERDKLNRYGRPLLGCTIKPKLGLSARNYGRAVYECRLGGDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEAIYKSAETGEIKGHYLNATAGTCEEMMKRAIFARELGVIVMHDYLTGGFTANTS LAHYCRDNG LLLIHRAMHVIDRQKRNHGMHFRVLAALRLSGGDHVHAGTVVGLKLGDRSTLGFVLLRDDYVEKDRSRGIFFTQDWVSLPGVLPVASGGIHVHWMFALTEIFGDDSVLQFGGTLGHPWGNAPGAVANRVALEACVQARN EGRDLAVEGNEIIREACKNSPELAAACEVWKEITFNFFTIKLDGQD</p>											
S4 FKSE 192724 Natako Na 1882-1916											
N	Unused	Total	% Cov (95)	Accession #	Name	Species	Peptides(95%)	Gene Ontology	Pathway	Interactions	Function
382	0.16	7.14	12.7	sp P48686 RBL_BRAOL	Ribulose biphosphate carboxylase large chain OS=Brassica oleracea OX=3712 GN=rbcl. PE=3 SV=1						5
<p>MSPQETKASVGFKAGVKEYKLNYYTPEYETKDTDLAAFRVTPQGVPPPEEAGAAVAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYGRGCHIEPVPGEETQFIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI VGNVFGFKALAAKRLLEDLRIPPAY TKTPQPPHGIQVERDKLNRYGRPLLGCTIKPKLGLSARNYGRAVYECRLGGDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEAIYKSAETGEIKGHYLNATAGTCEEMMKRAIFARELGVIVMHDYLTGGFTANTS LAHYCRDNG LLLIHRAMHVIDRQKRNHGMHFRVLAALRLSGGDHVHAGTVVGLKLGDRSTLGFVLLRDDYVEKDRSRGIFFTQDWVSLPGVLPVASGGIHVHWMFALTEIFGDDSVLQFGGTLGHPWGNAPGAVANRVALEACVQARN EGRDLAVEGNEIIREACKNSPELAAACEVWKEITFNFFTIKLDGQD</p>											

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・教授 氏 名 平 修
研究課題	「ナノ微粒子イメージング質量分析 (Nano-PALDI IMS) による食成分が与えるメンタルヘルス改善効果の検証」 ‘Study of Nano-PALDI IMS for hair imaging to reveal correlation between stress and food function’
成果の概要	<p>背景</p> <p>2022年の健康食品市場は1.3兆円以上と見込まれている（健康産業新聞 2023年1月4日）。そのうち、メンタルサポートの市場は約10%を占めニーズが高い機能であると推定される。ストレスの評価は、アンケートなどの主観的評価があるが、評価者の主観的な評価であり客観性に乏しい点が挙げられ、過去におけるストレスの評価では評価者の記憶に頼るしかなく、様々なバイアスがかかる。血液ストレス性バイオマーカー(BMs)を用いた生化学的評価法は、採血時の侵襲的ストレスを受ける。測定時点における評価はできるが過去に遡ったストレス状態を評価できない。</p> <p>毛髪を試料として評価する場合においては上記問題が解決され、非侵襲的に試料採取ができること、過去に遡りストレスにさらされた時期が経時的に評価できることなどの利点があげられる。</p> <p>本研究では、うつ病モデルマウスを用いて、うつ状態の時に蓄積するBMsを探索した。さらに、うつ症状を改善する成分を含有する食品として期待されるブロッコリーの成分局在可視化も行った。</p> <p>成果</p> <p>① ストレス軽減物質含有食品の栽培（ブロッコリー）</p> <p>ブロッコリーには、代謝を促進する還元型コエンザイム Q10 (Re-CoQ10) とビタミン K が野菜類では一番多く含有しているとされている。イメージング質量分析で福島県産（西郷村）のブロッコリーをイメージングしたところ、花蕾とよばれる部位に多く局在していた。興味深いことに、酸化型 CoQ10（機能性がない）は殆ど存在せず、福島県産のブロッコリーが機能性に富んでいることが視覚的に示された。また、春に収穫したほうが秋に収穫するよりも機能性成分群は多く花蕾に含油していることが分かった（図1）。</p> <p>西郷村</p>  <p>図1 季節ごとのブロッコリーのイメージング質量分析像</p>

成果の概要

① ストレス関連物質の同定（動物実験）

うつ病マウスと健常マウス（コントロール）の体毛を網羅的に分析したところ、うつ病時に増減する毛髪成分群を 25 個発見した。（知財案件の為データ非公表）

② 食品成分の新機能発見とストレス軽減との関連解明（動物実験）～毛腸脳相関～

②で発見した物質群を新規うつ病マーカーとして、食品成分 X を投与したところ、うつ症状が抑えられ、またマーカー群が健常状態と同様になっている（予防・回復）ことを確認した（知財案件の為データ非公表）

まとめ

うつ症状を示す生物の体毛分析によりうつ病特徴的な物質群を特定することができた。これらがヒトで適用できるかどうか、さらに研究を進めることで、採血など侵襲的な検査を省き、毛髪と言う非侵襲的なサンプルで精神的なストレス（うつ病を含む）を簡易に理解することができ、また、食品や薬剤の効果なども毛髪をイメージングすることで客観的に評価すること（うつ症状が改善されたなど）が可能となる。

2023年の成果

1. H. Kanekasu, Y. Shiraiwa, S. Taira, H. Watanabe ‘Primiparas’ prenatal depressive symptoms, anxiety, and salivary oxytocin level predict early postnatal maternal–infant bonding: a Japanese longitudinal study’ Archives of Women's Mental Health (2024)

2. H. Shikano, K. Matsumoto, F. Honma, Naoaki Obana, K. Yoshinaga, Y. Takada, N. Ishikawa, M. Hara, S. Taira* ‘Determination and Imaging of Lactones in Beef by Girard’s Reagent T Derivatization Technique’ Sensors & Materials (accepted) (2024)

3. M. Furukawa, H. Shikano, Y. Watanabe, M. Muto, D. Kaneko, S. Taira* ‘Visualization of Nutrients and Functional Compounds of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) by Imaging Mass Spectrometry’ Sensors & Materials (accepted) (2024)

4. S Taira*, D. Kaneko*, H. Shikano, Y. Miyama, T. Kurosawa, Y. Kuwaba, A. Miyabayashi, H. Terasawa, S. Kobayahi, K. Okajima ‘Comparative Localization Analysis of Immature Soybean(Edamame) Content via Mass Spectrometry Imaging’ Sensors & Materials (accepted) (2024)

5. R. Maeda, N. Seki, Y. Uwamino, M. Wakui, Yu ., Y. Kido, M. Sasai, S. Taira, N. Toriu, M. Yamamoto, Y. Matsuura, J. Uchiyama, G. Yamaguchi, M. Hirakawa, Y.-G. Kim, M. Mishima, M. Yanagita, M. Suematsu, Y. Sugiura ‘Amino acid catabolite markers for early prognostication of pneumonia in patients with COVID-19’ Nature Communications, 14, Article number: 8469 (2023) (IF 17.694)

6.Y. Abe, Sho Yagishita, Hiromi Sano, Yuki Sugiura, Masanori Dantsuji, Toru Suzuki, Ayako Mochizuki, Daisuke Yoshimaru, Junichi Hata, Mami Matsumoto, Shu Taira, Hiroyoshi Takeuchi, H. Okano, Nobuhiko Ohno, M. Suematsu, T. Inoue, A. Nambu, M. Watanabe, K. F. Tanaka “Shared GABA transmission pathology in dopamine agonist- and antagonist-induced dyskinesia” Cell Reports Medicine 4, 101208 (2023) (I.F. 14.3)

7. S. Sumida, M. Ichimura-Shimizu, Y. Miyakami, T. Kakimoto, T. Kobayashi, Y. Saijo, M. Matsumoto, H. Ogawa, T. Oya, Y. Bando, H. Uehara, S. Taira, M. Shimada, K. Tsuneyama 'Histological and immunohistochemical analysis of epithelial cells in epidermoid cysts in intrapancreatic accessory spleen" The Journal of Medical Investigation Vol. 70, 251-259 (2023)

研究代表者	所属学系・職名 生命・農学系・教授 氏 名 原田 茂樹
研究課題	水文モデルと安定同位体分析を組み合わせた森林からの水・栄養塩流出動態の解明 Study on Runoff Behavior of Water and Nutrients from Forestry Areas Focusing on Hydrological Model Development and Stable Isotope Measurement
成果の概要	<p>1. 研究背景と本研究で目的としたこと</p> <p>食農環境を支える「森川里海の連続システムにおける水と物質の流出動態」を明らかにするためには、水文モデル利用と安定同位体分析という2つのツールの利用が有効であり、前者においては、「蒸発散」「融雪動態」という現象を取り入れるとともに「面雨量」の精度向上が、後者においては、「積雪・融雪挙動とのリンケージ」推進とともに、安定同位体比を計測する河川水採水地点での諸情報（流量変化、他の水質項目データ、等）の蓄積が必要であることが、課題であることが前年度までの研究により示されている。また水・栄養塩流出動態の解明のためには、水文モデルや安定同位体分析に対する検討と並行して、「汚濁負荷量算定方式」について、低頻度取得データを活用する新たなアイデアが必要であることが前年度までの研究により示されている。</p> <p>以下では、①水文モデルの高度化、②安定同位体比計測とその結果解析のための情報取得、③新たな流出負荷量算定方法の提案と検証の3点についての成果を示す。</p> <p>2. 水文モデルの高度化に関する成果（面雨量精度高度化を中心として）</p> <p>面雨量の高度化のため、レーダー雨量（国交省DIAS）取得を、またメッシュ雨量（農研機構Naro）取得を進めた（前者は京都大学防災研究所による支援をうけ、今後は流域流出モデル計算において連携を図る）。いずれにおいても、既存システムを利用してデータをダウンロードし加工する方法があり、本研究においてPython環境によるダウンロードシステムづくりを検討した（詳細は省略する）。メッシュ雨量について、本研究の着想をうんだ、仙台市近郊大倉川流域の2地点の日雨量（Naro 地点1、地点2）を、気象庁により発表されて</p> <div data-bbox="512 1424 1294 1966" data-label="Figure"> </div> <p>図1 気象庁の新川、泉ヶ岳計測点に加えNaroで日雨量を読み取った2地点</p>

いる新川、泉ヶ岳の日雨量と比較して示す（図1、表1）。4地点の日雨量には差があり、面雨量高精度化をNaroやDIASのようなシステムのデータを用いて検討する必要があることがわかった。なお、DIASにおいては東北全体の面雨量をダウンロードしたあと、対象流域面雨量を切り出す必要があり、データダウンロード量は膨大なものになり、DIASに付属しているダウンロード環境とは別に上述したPython環境下でのダウンロードシステムが必須である。このシステムは基本的にはNaroにも応用できることから、今後、システム構築を急ぎ、気象庁データに加え、任意の地点の面雨量を入手できる状態とすることをめざす。このシステムづくりの必要性に加え、システムづくりに関する基礎的な知見を得ることができたことは本研究の大きな成果である。なお、表1に示した雨量を昨年完成させたタンクモデルに導入した結果からは、表1に示すような強雨時にはタンクモデルパラメーターチューニングを再度検討する必要があることがわかった。

表1 面雨量の高精度化のための4地点日雨量(mm)の比較

	Naro1		気象庁	
	地点1	地点2	新川	泉ヶ岳
2011/4/1	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/2	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/3	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/4	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/5	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/6	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/7	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/8	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/9	5.6	5.2	7.0	6.0
2011/4/10	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/11	1.8	1.6	0.5	0.5
2011/4/12	0.8	0.8	1.0	1.0
2011/4/13	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/14	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/15	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/16	3.0	3.6	1.5	2.0
2011/4/17	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/18	0.0	0.0	0.0	0.0
2011/4/19	14.2	15.4	17.0	16.5
2011/4/20	0.9	1.2	0.0	0.5

3. 安定同位体比計測とその結果解析のための情報取得に関する成果

2022年度に行った手法をベースとしてデータ蓄積を行い、2022年度冬季積雪期、2023年度春季融雪期、2023年度冬季積雪期、2024年度春季融雪期の安達太良山の積雪・融雪画像データが蓄積された。

一方、安達太良山を後背地とする阿武隈川水系油井川では、下流域（東北本線近く）の採水点での水質データが蓄積され、本研究で目標としている硝酸イ

オンの窒素・酸素安定同位体比計測の前処理を行った際に硝酸イオン濃度、亜硝酸イオン濃度のデータが、有機物や他の栄養塩に加え蓄積されている。それらのデータから安定同位体比に影響を与える採水地点近傍からの流出動態についての知見が得られており、次項に示す流量データなどとあわせ、今後、総合化を図る。

4. 新たな流出負荷量算定方法の提案と検証に関する成果

採水地点では、採水時の水位記録を蓄積しており、それより下流の東北本線沿いの福島県河川情報システム水位計測点のリアルタイム水位との相関回帰直線を得た。結果として、今後、河川情報システムから採水地点での水位の時間当たり連続データが得られる（水位から流量への換算式：H-Q式を用いる）。また水質値も重金属、有機物、栄養塩などについて、月一度＋集中観測期間のデータが蓄積され、今後、流量-負荷量換算式（L-Q式）を算定する。

流出負荷量のL-Q式を用いた算定方法については、新たな手法の提案の第2段階にいたった。低頻度（例えば月一度）で観測した水質と負荷量を活かして、L-Q式により期間平均負荷量を算定する手法そのものは、既に研究代表者が責任著者となりHydrological Research Letters誌に、2021、2022年に公表しており、2023年度は、センシティブティテストによりその手法を検証した。これはデータサイエンス的手法を慣用した手法として下記学会発表2）において評価された。また課題も明確になり、今後、流量と水質値の実測値（高頻度データ、すなわち連続データ）を用いた検証を行うことを計画し、外部研究機関との連携を既に開始している。

成果リスト

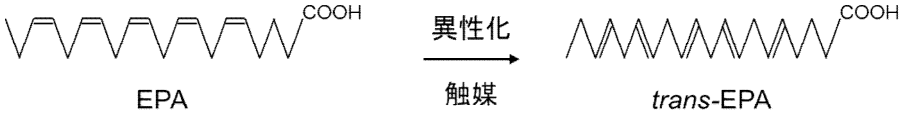
学会発表 1) Ryuga IINUMA, Shigeki HARADA, Decrease of dissolved non-point heavy metal runoff by porous concrete paying particular attention to the role of cement hydrates indicating transient behavior, WET Online-2023, 2) 原田茂樹、低頻度観測データから期間流出負荷量を推定するための流量データ解析プロトコルの提案、第26回 日本水環境学会シンポジウム, 3) 河原慎太郎、原田茂樹、棚田管理に注目した現地ヒアリングと文献レビューの実施 ―宮城県丸森町の大張沢尻棚田の管理に注目して、令和5年度農業農村工学会東北支部研究発表会, 4) 飯沼龍雅、原田茂樹、ポーラスコンクリートからの重金属溶出削減手法とその効果、令和5年度農業農村工学会東北支部研究発表会, 5) 原田茂樹、飯沼龍雅、重金属を中心とした市街地ノンポイント流出水質のモニタリングとポーラスコンクリートを用いた制御、令和5年度土木学会東北支部技術研究発表会

論文発表 Shigeki HARADA, Application of Porous Concrete Infiltration Techniques to Street Stormwater Inlets That Simultaneously Mitigate against Non-Point Heavy Metal Pollution and Stormwater Runoff Reduction in Urban Areas: Catchment-Scale Evaluation of the Potential of Discrete and Small-Scale Techniques, Water, 15(11), DOI 10.3390/w15111998, <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/11/1998/pdf>

外部予算取得 河川環境評価のワークショップ実施事象、河川基金（アウトリーチ研究）、2024.04.01-2025.03.31、1,000,000円、原田茂樹（代表）、牧雅康、福島慶太郎

研究組織

代表者	原田 茂樹	福島大学	食農学類	生産環境学コース教授
分担者	牧 雅康	福島大学	食農学類	生産環境学コース教授
分担者	福島慶太郎	福島大学	食農学類	生産環境学コース准教授

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・准教授 氏名 吉永 和明
研究課題	動脈硬化を惹起する有害成分の作用機序の解明 Effect of <i>trans</i> fatty acids on serum lipoprotein profile in hamsters.
成果の概要	<p>【背景・目的】 動物脂・植物油中に含まれるトランス脂肪酸は、血中のLDL/HDL（悪玉コレステロール／善玉コレステロール）比を増加させ、冠動脈疾患の発症リスクとなることが知られている。ところが、トランス脂肪酸には、炭素数、二重結合数が異なる様々な異性体が存在しており、現在までに食品中に含まれる様々な種類のトランス脂肪酸異性体のうち、どのトランス脂肪酸異性体が人体に有害なのかについては不明である。</p> <p>本研究では、動脈硬化を惹起する有害成分の作用機序を解明することを目的とし、トランス脂肪酸を有機合成し、それをハムスターに投与する。投与後、ハムスターの各種臓器・組織を回収し、機器分析を用いることで、投与したトランス脂肪酸が生体にどのような影響を及ぼすのかを精査する。</p> <p>【実験手順】</p> <p>1. トランス脂肪酸の合成 EPAおよびDHAを原料にトランス脂肪酸(<i>trans</i>-EPA、<i>trans</i>-DHA)を合成した。合成手順は、EPAまたはDHAを触媒（<i>p</i>-トルエンスルフィン酸）によってトランス異性化した（図1）。</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">EPA <i>trans</i>-EPA</p> </div> <p>図1 トランス脂肪酸の合成スキーム</p> <p>2. 動物試験 合成した<i>trans</i>-EPA、<i>trans</i>-DHAと、対照区としてオレイン酸(OA)を、基準食(CE-2)に2エネルギー%となるように添加し、飼料を調製した。その後、ハムスター（5週齢、雄、n = 6）へ4週間自由摂取させた。投与試験後、ハムスターを安楽死させ、血液、各種臓器・組織を回収した。</p> <p>動物試験は動物愛護の精神に則り、東京海洋大学動物実験等取扱規則に従い、適切かつ安全に実施した。なお、本実験は東京海洋大学動物実験委員会の承認の上で行った（承認番号R4-6号）。</p> <p>3. 機器分析 各種臓器・組織から脂質を抽出した。抽出した脂質をGCMSやLCMSによって測定し、投与した過酸化脂質がどのように消化・吸収されたのかを評価した。</p>

【結果・考察】

ハムスターの体重、臓器・組織重量の変化

表1に試験食投与前後におけるハムスターの体重、肝臓および脂肪組織重量の変化を示した。体重増加量および脂肪組織重量は、3群間で有意差は認められなかった。一方、*trans*-EPA投与群の肝臓重量は、OA群と比べ有意に高い値を示した。

表1 ハムスターの体重、臓器・組織重量の変化

	OA diet	<i>trans</i> -EPA diet	<i>trans</i> -DHA diet
Initial B.W. (g)	80.1 ± 1.2	80.4 ± 1.1	79.9 ± 0.9
Final B.W. (g)	121 ± 5	118 ± 3	120 ± 3
Liver weight (g/100 g B.W.)	5.02 ± 0.09 a	5.53 ± 0.12 b	5.29 ± 0.02 ab
White adipose tissue weight (g/100 g B.W.)	2.37 ± 0.16	2.97 ± 0.02	3.14 ± 0.04

Each value represents mean ± standard error (n = 6). B.W., body weight.

表2に試験終了後におけるハムスター肝臓のコレステロールおよびトリグリセリド量を示した。コレステロールおよびトリグリセリドともに、3群間で有意な差は認められなかった。

表2 ハムスター肝臓中のコレステロールおよびトリグリセリド量

	OA diet	<i>trans</i> -EPA diet	<i>trans</i> -DHA diet
Cholesterol (mg/whole liver)	88 ± 6	99 ± 19	72 ± 5
Triglyceride (mg/whole liver)	128 ± 24	113 ± 16	95 ± 13

Each value represents mean ± standard error (n = 6).

表3に、ハムスターの血清中リポタンパク質プロファイルに及ぼす影響を示した。血清中LDL-コレステロール量は、3群間で有意差は認められなかった。一方、*trans*-EPAおよび*trans*-DHA投与群におけるHDL-コレステロール量は、OA群と比べ有意に低い値を示した。さらに、*trans*-EPA投与群のLDL/HDL比は、OA群と比べ有意に高い値を示した。以上の結果より、トランス脂肪酸の中でも*trans*-EPAが血中LDL/HDL比を上昇させ、冠動脈疾患の発症に寄与する可能性が示唆された。

表3 ハムスター血清中のリポタンパク質プロファイル

	OA diet	<i>trans</i> -EPA diet	<i>trans</i> -DHA diet
LDL cholesterol (mg/dL)	90 ± 11	98 ± 4	99 ± 6
HDL cholesterol (mg/dL)	122 ± 3 a	99 ± 3 b	106 ± 4 b
LDL/HDL ratio	0.734 ± 0.008 a	0.992 ± 0.027 b	0.936 ± 0.051 ab

Each value represents mean ± standard error (n = 6).

【まとめ】

本研究によって、EPAのトランス脂肪酸は、血中HDLを低下させ、血中LDL/HDL比を上昇させることで、動脈硬化に好ましくない効果を及ぼす可能性が示唆された。今後も、トランス脂肪酸が動脈硬化に及ぼす影響について詳細な研究を進めていく。

【組織】

- ・ 生物・農学系・准教授 升本早枝子
- ・ 応用理工学系・教授 杉森大助

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・教授 氏 名 和田 敏裕
研究課題	原発近傍の河川調査に基づく沿岸海域への放射性物質の影響評価 Impact of radioactive materials on coastal waters based on river surveys in the vicinity of the Fukushima Daiichi Nuclear Power plant.
成果の概要	<p>本研究では、帰還困難区域に位置し、原発南部近傍を流れる夫沢川にて、環境水および魚類の調査を実施し、放射性セシウムおよびトリチウムの濃度や動態を明らかにした。主な成果の概要は以下の通りである。</p> <p>夫沢川河口域から約150 m上流の夫沢川St.1において自動採水機等の機材を設置して河川水の観測を継続した。GISデータに基づいて推定した集水面積は8.1 km²、流域平均セシウム137の沈着量は4.88 MBq/m²であった。2021年8月から2022年8月までの1年間における懸濁物質のセシウム137濃度の平均値は38,600 Bq/kg (n=7) であった。この平均値を流域平均セシウム137沈着量で除して正規化セシウム137濃度を算出すると0.0079 m²/kgとなった。この値は、Feng et al. (2021)に基づいて推定される同時期の高瀬川 (0.0060 m²/kg) や請戸川 (0.0040 m²/kg) の値に比べても高いことが明らかにされた。</p> <p>2022年3月15日から11月29日まで塩分変動の大きい夫沢川河口で採集された環境水を測定し、溶存セシウム137濃度とトリチウム濃度を明らかにした。両核種ともに塩分増加に伴い減少する傾向となった。具体的には、塩分が30以上、いわゆる海水と同じ塩分におけるトリチウム濃度の平均は約0.1Bq/Lであった。この数値は福島沿岸の海水中のトリチウム濃度 (高田, 2021地球化学) と同じであった。夫沢川の淡水域のトリチウム濃度は約1 Bq/L (2021年時点) であり、海水に比べ1桁高い。しかし、塩分の高い河口域では、河川の影響が殆ど見られないことが明らかとなった。その一方で、溶存セシウム137濃度の平均は、塩分が30以上では50 mBq/Lであった。この数値は福島第一原発から10 km程度離れた沿岸の溶存セシウム137濃度 (20 mBq/L程度: Takata et al., 2020, EST) に比べ、若干高い傾向にあった。その要因として河川からの影響が考えられる。夫沢川流域一帯は帰還困難区域に指定されており、除染が充分に行われていないため、河川中の溶存セシウム137濃度が他の河川に比べて高い。加えて、夫沢川の懸濁粒子中のセシウム137濃度も高く、これら懸濁粒子に吸着したセシウムが海水と混合されると、一部が溶け出して (Takata et al., 2020 EST)、夫沢川河口周辺の海水中溶存セシウム137濃度が高まった可能性が考えられる。</p> <p>また、2022年9月に採集されたニホンウナギの筋肉中の放射性セシウム濃度を測定した。セシウム137濃度は、339 Bq/kg~2050 Bq/kgと変動は大きいものの、全て基準値を上回っていた。また、サイズが大きいほどセシウム137濃度が高まる傾向 (サイズ効果) が認められ、最も濃度が高った個体は、最もサイズが大きい個体 (全長62.2 cm) であった。</p> <p>以上のように、原発南部近傍を流れる夫沢川では、環境水中の放射性セシウムおよびトリチウムの濃度は高いレベルを維持しており、特に放射性セシウムでは、海水との混合に伴い、沿岸域にも影響を及ぼしている可能性が示唆された。また、夫沢川に生息するニホンウナギでは、放射性セシウム濃度が高く、日本の基準値を上回ることや、サイズ効果が認められることが明らかとなった。</p>