

(SDGs : 12, 14, 15)

「新しい陸上養殖システムの開発」

近年、技術開発が進み、魚介藻類の陸上養殖が一部で実用化されるようになったが、様々な技術的課題が山積している。そこで本研究では、1) 難種苗生産魚種の量産技術開発、2) 閉鎖循環式陸上養殖の開発、3) 動植物の複合養殖の開発などに区分し、各課題の技術開発に向けて、様々な検討を行っている。

研究代表者：石橋 泰典（教授）

【研究成果】

1) 難種苗生産魚種の量産技術開発 - 光誘導による行動制御法の開発

魚類の多くは発育段階毎に生育場所が変化し、光環境もそれに応じて変わるため、魚種や発育段階で好適な光の波長、明度、照射量などがそれぞれ異なると考えられる。しかし、最適な光環境下で魚類を飼育する方法や行動を制御する方法は十分に検討されていない。そこで、稚魚の輸送などを簡易にできる行動制御法を開発するため、特殊なプロジェクターを用い、長方形の浅型水槽に数種海産稚魚を5尾ずつ収容して、様々な光を照射した。灰色光を対照区として水槽片側の半分に照射し、同じ光子量の赤、緑および青色光を対面に照射して2分毎に左右を切り替え、各領域に存在する魚の尾数を各光波長の選択率としてそれぞれ調べた。その結果、赤色光の選択率が顕著に低い事、青色光の選択率が高い事などが示された。

続いて、25種の硬骨魚の稚魚を用い、光誘導制御の可否を検討した。赤色光に反応する魚種の多いことから、まずは赤色光の反応の有無を検討したところ、幅広い種で赤色光を忌避する傾向がみられ、特にアユなどでは顕著な反応が確認できた。一方、一部の種では灰色光より赤色光の選択率が有意に高まる事も示唆された。続いて、反応の顕著な一部の種を用い、明度や各種波長の影響を調べた結果、種によって明暗に対する反応の有無が異なった。さらに、青色光に誘引される種が多い事、忌避光と誘因光の組み合わせで行動を制御し易くなる事などがそれぞれ示唆された。プロジェクター光を利用した対光行動の研究については、これまでに前例がなく、本研究の方法によって顕著な差を見出し易い事も確認できた。

2) 閉鎖循環型陸上養殖システムの開発

魚介類の閉鎖循環式陸上養殖では、飼育水の水温、塩分、元素組成を自由に調整する事ができるだけでなく、病原体やマイクロプラスチックの侵入を防ぐなど、様々なメリットがある。しかし、それに資する研究は十分になされていない。そこで本研究は、数種稚魚などを用い、適切な飼育水塩分の影響を調べた結果、多くの海産魚は体浸透圧付近の飼育水塩分で、一部の淡水魚はそれよりもやや低い塩分で成長が優れる傾向があるなど、様々な効果が確認できた。

3) 動植物複合型生産システムの開発

近年、動植物の複合生産として、魚介藻類、微細藻類、植物など、様々な食料、再生エネルギーの複合生産モデルが開発されるようになった。環境汚染が少なく物質循環に優れる食料生産モデルを開発するため、アユと野菜の複合型生産(アクアポニックス)における飼育環境条件の詳細を検討した。その結果、魚の飼育成績、野菜の収穫量および水質への影響が優れ、様々なメリットのある事が示唆された。

【将来の展望】

これまでの研究で特殊プロジェクター光の動画を使って多くの硬骨魚類の行動を制御できる可能性のある事を見出した。特に多くの魚種で赤色光に対する反応が顕著である事を示唆したが、その他の光波長や明度の影響についてはまだ十分にわかっていない。今後は、通し回遊魚や海産魚の中で養殖によく使われる幅広い稚魚を対象に様々な検討をする。また、陸上養殖についても、効率的な生産システムモデルを作るため、多くの魚介藻類の適正飼育条件を詳しく調べるが必要である。さらに、動植物の複合生産システムの開発でも、実用化を目指して、フィールドを使った研究を進めたい。

【学会発表等】

1) 石橋泰典・都築瞭斗・青木政人・上野未来・松永康大「プロジェクター光を用いた魚類の行動制御法の開発-I」日本水産学会 2023 年度春季大会(東京), 2023.3

【特許】

1) 石橋泰典,「魚類の行動制御方法」, 国内特許取得

【新聞・TV 報道等】

- 1) NHK「ギョギョッとサカナスター」イシダイ 監修
- 2) 日本テレビ「クイズ あなたは小学5年生より賢いの？」クロマグロの呼吸 監修

【競争的資金・外部資金】

- 1) 農水省委託事業 (学内研究代表者)「ウナギ種苗の商業化に向けた大量生産システムの実証事業」 (6,820 万円)
- 2) 科研費補助金 基盤研究(B) (研究代表者・単独)「魚類の光誘導による革新的行動制御法の開発」 (1,729 万円)
- 3) 民間企業受託研究 1 件 (研究代表者・単独) (200 万円)

(SDGs : 6, 9, 13, 15)

「森林の計測、生態および管理」

森林と樹木を対象として、以下のような課題に取り組むことで、持続可能な森林管理、森林・林業・木材産業のグリーン成長への貢献をめざしている。

- ・ スマート林業における森林調査法の開発
- ・ 竹林のもつ多面的機能の定量的評価

研究代表者：井上 昭夫（教授）

【研究成果】

1) スマート林業における森林調査法の開発（科研費，基盤(C)，代表）

ドローン（UAV）や地上レーザスキャナを用いた効率的な森林調査法の開発に取り組んでいる。2022年度においては、科研費による助成を受け、ドローン計測による樹高の効率的な計測方法（第78回九州森林学会において発表）、ならびに樹高と本数のみの情報から平均直径や林分材積を推定する理論の開発に取り組んだ（第134回日本森林学会大会において発表，国際誌に論文投稿中）。

2) 竹林のもつ多面的機能の定量的評価

竹林における温暖化緩和機能を明らかにするために、モウソウチク林におけるリターの分解に及ぼす気候、土壌および植生の影響について研究を行った（Orrego et al., *Frontiers in Forests and Global Change*, 2022）。また、日本の竹林における植物体による炭素蓄積量の推移をシミュレートした（国際誌に論文投稿中）。加えて、竹林における炭素蓄積量の簡便な評価を目的として、マダケ属3種における稈高と胸高直径との関係（稈高曲線）についても検討した（第134回日本森林学会大会において発表）。さらに、未利用バイオマス資源としての竹の有効活用をめざし、野菜類の育苗培養土としての竹粉の利用可能性についても検討した（Yada and Inoue, *Bamboo Journal*, 2023）。

【将来の展望】

今後も以上のような研究を進めることで、持続可能な森林管理、森林・林業・木材産業のグリーン成長への貢献をめざしていきたい。

【発表論文等】

- 1) Orrego M, Ugawa S, Inoue A, Laplace S, Kume T, Koga S, Hishi T, Enoki T. Climate, soil and plant controls on early-stage litter decomposition in Moso bamboo stands at a regional scale. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 921028 (2022).
- 2) Yada T, Inoue A. Possibility of the use of bamboo powder into vegetable seedling soils. *Bamboo Journal*, 33, in press (2023).
- 3) Shima H, Inoue A, Sato S. Bamboo: a mechanically optimum design in nature. In: *Bamboo*

Science and Technology (Palombini FL, Nogueira FM eds.), Springer Nature, Singapore, pp.1–29 (2023).

【学会発表等】

- 1) 井上昭夫「空中ビッターリッヒ法 (予報)」第 78 回九州森林学会 (オンライン), 2022.10.14
- 2) 井上昭夫・梅見弘太郎「平均樹高と林分密度による平均直径の推定」第 134 回日本森林学会大会 (オンライン), 2023.3
- 3) 矢田 滝・井上昭夫「マダケ属 3 種における稈高曲線の検討」第 134 回日本森林学会大会 (オンライン), 2023.3

【新聞・TV 報道等】

- 1) 朝日小学生新聞「種まかずタケノコなぜ生える？」2022 年 5 月 17 日.
- 2) NHK E テレ「キッチン戦隊クックルン」2022 年 5 月 24 日～25 日.
- 3) 日本テレビ「一撃解明バラエティ ひと目でわかる!!」2022 年 7 月 12 日.
- 4) やさい畑 (家の光協会刊)「竹は天然の超優良資材だ」2022 年 9 月 3 日.

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 基盤研究(C)「空中ビッターリッヒ法ードローンによる簡便な森林調査法の開発ー」(代表) 4,160 千円
- 2) 科学研究費補助金 基盤研究(A)「空間周期性の構造安定論的解釈と合理化社会・構造システム設計思想のパラダイムシフト」(分担) 40,040 千円
- 3) 受託研究費「里山雑木の建築材料利用適性に関する研究」(分担) 1,235 千円

(SDGs : 3, 9)

「微生物や微生物酵素の産業利用と分子基盤の解明」

地域資源活用開発研究: 大学オリジナルな酵母のスクリーニング、育種研究を行い、大学発の酒類の商品化を目指す。

微生物活用技術開発研究: 発酵食品や腸内フローラに関わる微生物が分泌する膜小胞に含まれるタンパク質と腸管細胞との相互作用の解析をタンパク質科学的視点から行う。また産業用酵素への期待ができる微生物酵素や酒類製造用に育種した酵母の酵素に着目し、酵素の諸性質を構造学・酵素反応論的視点から理解し、酵素工学への取り組みを行う。

研究代表者：上垣 浩一（教授）

【研究成果】

1) 酵母 *Saccharomyces cerevisiae* は様々な酒造りに利用されている。例えば、日本醸造協会が分譲している“きょうかい酵母”は実験室酵母と比べ、高アルコール発酵、吟醸香の代表とされるカプロン酸エチルや酢酸イソアミルの高生産能を持つ。奈良特産の柿を使った果実酒を開発するため、既存の醸造用酵母とは異なる新たな特色を持つ酵母を得ることを目標に、近畿大学構内の花々から酵母のスクリーニングを行い、単離酵母の生理学特性や遺伝特徴、発酵特性を調べ、単離酵母の特徴を調べた。官能評価をくり返し、柿果実酒に適した単離株を選択、奈良県、柿生産者、酒類卸売業者と連携し、2022年3月に柿ワイン「柿の音」の販売に至る事ができた。（新聞報道等 1, 2, 3）

2) 持続可能な社会を形成するため石油資源に頼らない環境負荷低減技術開発が望まれている。このような観点から常温、常圧、水系で化学反応を行え、副生成物や多量の廃溶媒が発生しない微生物酵素を用いた酵素法が注目されている。そこでバイオプラスチックを分解する *Caldanaerobacter subterraneus* 由来アセチルキシランエステラーゼの構造・機能解析の酵素学的性質及び結晶構造解析を行った。（論文1）。

日本酒の吟醸香の成分の一つである酢酸イソアミルは、ロイシン生合成経路の副産物として生産される。酢酸イソアミルの高生産には L-ロイシンによる IPMS のフィードバック阻害を解除あるいは弱めることが必要である。大学構内から単離した酵母株 3 種類に対し、薬剤を用いた育種定法をおこない、酢酸イソアミル高生産株の取得を行い、親株に対し 1.8~2.7 倍の酢酸イソアミル高生産株を 4 株得る事ができた。更に、変異株の IPMS をコードする遺伝子内に新規の変異を 3 見出し、IPMS 活性に影響を与えていることを明らかにした。（論文2）

【将来の展望】

現在の清酒業界では製造・出荷量が減少しているが、純米吟醸酒などの高付加価値品のシェアは増加しており、今後消費者のニーズに応えるためには、新たな特色を持った高付加価値の清酒の開発などが必要と考えられている。そこで近畿大学オリジナル酵母使い地域特産の果実を使った新規な果実酒など酒類の商品化を目指す。また産業用酵素の高機能化に資する構造情報の取得を試み、酵素工学的アプローチの基盤情報として活用することを目指す。

【発表論文等】

- 1) 上垣 浩一, 松尾 啓史. 酵母スクリーニングからワイン醸造 酵素工学ニュース 88, 23-27 (2022).
- 1) Atsushi Kurata, Shino Yamasaki-Yashiki, Tomoya Imai, Ayano Miyazaki, Keito Watanabe, and Koichi Uegaki. “Enhancement of IgA production by membrane vesicles derived from *Bifidobacterium longum subsp. Infantis*.” *Biosci Biotechnol Biochem.* **87**, 119–128 (2023)
- 2) Kurata A, Kiyohara S, Imai T, Yamasaki-Yashiki S, Zaima N, Moriyama T, Kishimoto N, and Uegaki K. “Characterization of extracellular vesicles from *Lactiplantibacillus plantarum*.” *Sci Rep.* **12**, 13330 (2022)
- 3) Noriko Hayakawa,, Hayato Yamanaka, Yuko Yamada, Inei Cho, Koichi Uegaki and Takashi Ohmoto. “An Attempt to Apply α -Amylase for Conservation Works on Paintings to Be Reassembled with Starch Paste After the Treatment” *保存科学* **62**, 99-107 (2023)
- 4) Kohei Sasamoto, Tomoki Himiyam, Kunihiro Moriyoshi, Takashi Ohmoto, Koichi Uegaki, Tsutomu Nakamura and Yoshiaki Nishiya “Functional analysis of the N-terminal region of acetylxylose esterase from *Caldanaerobacter subterraneus subsp. tengcongensis*” *FEBS Open Bio.* **12**, 1875-1885 (2022)
- 5) Hironobu Takagi, Kazuki Yamamoto, Yoshifumi Matsuo, Miki Furuie, Yasuha Kasayuki, Rina Ohtani, Mizuki Shiotani, Tetsuya Hasegawa, Toru Ohnishi, Masataka Ohashi, Katsuki Johzuka, Atsushi Kurata, Koichi. Uegaki “Influence of mutation in the regulatory domain of α -isopropylmalate synthase from *Saccharomyces cerevisiae* on its activity and feedback inhibition.” *Biosci Biotechnol Biochem.* **24**, 755-762 (2022)

【学会発表等】

- 1) 上垣 浩一 大学構内から単離した酵母の多様性と果実酒への応用
酵母研究会第 91 回講演会 2022 年 8 月 9 日 大阪
- 2) 上垣 浩一 [産官学連携で進める県産オリジナル柿ワイン]
第 10 回奈良まほろば産官学連携懇話会 令和 4 年 月 6 日
近畿大学農学部 多目的ホールつながる館

- 3) 日本農芸化学会 2023 年度大会 2023 年 3 月 14 日～17 日
等温滴定型カロリメトリーを用いた酵母イソプロピルリンゴ酸シンターゼとエフェクター分子の結合解析
木崎健斗、古家美紀、北詰花菜、大沼貴之、倉田淳志、上垣浩一
- 4) 日本農芸化学会 2023 年度大会 2023 年 3 月 14 日～17 日
近畿大学構内の花々から単離した *Lachancea thermotolerans* の醸造への応用
中谷未侑、大谷里菜、大西徹、長谷川哲哉、塩谷瑞紀、大橋正孝、倉田淳志、上垣 浩一
- 5) 日本農芸化学会 2023 年度大会 2023 年 3 月 14 日～17 日
好熱菌由来糖脱アセチル化酵素の基質結合部位改変と構造解析
武田悠杜、佐々本康平、氷見山幹基、張宇琪、森芳邦彦、大本貴士、上垣浩一、中村努、西矢芳昭
- 6) 日本農芸化学会 2023 年度大会 2023 年 3 月 14 日～17 日
精製工程の違いによる金属依存性糖脱アセチル化酵素の活性と立体構造への影響
佐々本康平、氷見山幹基、武田悠杜、張宇琪、森芳邦彦、大本貴士、上垣浩一、中村努、西矢 昭
- 7) 第 18 回 近畿大学環境科学研究会 2022 年 8 月 10 日、11 日 近畿大学 つながる館
酢酸セルロース脱アセチル化酵素の機能解析
長澤壯柄、氷見山幹基、中村努、森芳邦彦、大本貴士、倉田淳志、上垣浩一
- 8) 第 18 回 近畿大学環境科学研究会 2022 年 8 月 10 日、11 日 近畿大学 つながる館
「近大酵母」からのリンゴ酸高生産酵母の取得と醸造への応用
大西徹、長谷川哲哉、中谷未侑、大谷里菜、塩谷瑞紀、末澤彩那、倉田淳志、上垣浩一
- 9) 第 20 回 産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会 2022 年 6 月 28-29 日開催 オンライン
糖脱アセチル化酵素 TTE0866 が有する天然変性 N 末端領域の役割
佐々本康平、氷見山幹基、森芳邦彦、大本貴士、上垣浩一、西 芳昭、中村努

【新聞・TV 報道等】

- 1) 朝日新聞 2023 年 2 月 23 日 (地域)
- 2) 朝日新聞 digital <https://www.asahi.com/articles/ASR2S74VPR2QPOMB00S.html>

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 基盤研究 (C)
- 2) 受託研究：奈良県

(SDGs: 8, 9, 14)

「持続的な環境保全型完全養殖システムの構築」

研究代表者：江口 充（教授）

【研究目的】

持続的な環境保全型完全養殖システムの構築を目指す。本年度は特に次の3点が本事業の目的となる：1) 天然の細菌群がイセス養殖場水域で担う水質・底質浄化作用と様々な環境要因との関係を明らかにする、2) 健康な養殖魚の飼育に役立つ腸内細菌を明らかにする、3) 生分解性プラスチックの魚類養殖における活用法を探る。持続可能な環境保全型完全養殖システムの構築を目指す。

【研究成果】

1) 鉛直混合が促進する水質・底質の浄化

水域が持つ浄化能力において全体の流れを律速するのが、主に細菌群の細胞外酵素による高分子有機物（例えばタンパク質）から低分子有機物（例えばアミノ酸）への加水分解プロセスである。本研究では有機物分解プロセスの指標として細胞外酵素による加水分解活性に注目して、水域が持つ浄化能力を評価した。本年度も和歌山県、田辺湾の養殖場水域を対象として、現場環境における加水分解活性（ロイシンアミノペプチダーゼ、トリプシン、 β グルコシダーゼ）の季節的な変動を過去10年間のデータと合わせて解析した。

2012年から蓄積してきた実験データにさらに2022年度のデータを追加して解析を行った。その結果、タンパク質の加水分解活性（以下、タンパク分解活性）は、季節変動も環境要因との相関も、表層(表層水)と底層(底層水と堆積物)で逆の傾向を示した。表層でのタンパク分解活性は水温と正の相関を示し、冬場（鉛直混合期）より夏場（成層期）の活性が高くなった。これに対して、底層での同活性は水温と負の相関を示し、夏場より冬場の活性が高くなった。また表層と異なり、底層のタンパク分解活性はDOと正の相関を示した。表層は年間を通して酸素が不足することがないため、季節で変動しやすい水温が制限因子となり、水温の高い夏場に活性が高くなったと思われる。それに対して底層は、特に夏場は水域が成層してDOが不足しがちになる。冬場になると田辺湾では卓越した北西の季節風が連続的に吹いて鉛直混合が活発になるため、底層までDOが十分に供給され、底層のタンパク分解活性が上昇するようである。ただし、タンパク質の加水分解過程における酵素反応に直接DOは関与しない。鉛直混合という物理的な擾乱作用がタンパク分解活に影響し、底層のDOの上昇は鉛直混合の単なる状況変化の結果にすぎないのかもしれない。この点について、本年度実施した室内実験から、擾乱によって底泥から巻き上げられる金属イオンの影響が新たにクローズアップされてきた（後述）。

表層海水に限った傾向であったが、塩分とタンパク分解活性に比較的高い負の相関があった。これは雨水に起因するものと考えられ、更に室内実験等で検証した。奈良キャンパスで採取した雨水（pH=5.2）と白浜で採取した雨水（pH=4.6）を同じ白浜の海水に添加したところ（両者とも雨水添加後のpHは8.2と同じ）、白浜の雨水添加区のタンパク質分解活性が奈良の雨水添加区に比べて有意に上昇した。各雨水に含まれる栄養塩濃度や金属イオン濃度を調べると、白浜の雨水は奈良の雨水に比べて硝酸態窒素の濃度と亜鉛濃度が有意に高かった。硝酸態窒素のみの添加効果をさらに調べたが、硝酸態窒素のみでは有意差は確認できなかったことから、金属イオン、特に亜鉛がタンパク分解活性に影響しているのかもしれない。上述した冬季に底泥堆積物や底層海水のタンパク質分解活性が上がるのも底泥堆積物中の亜鉛の影響なのかもしれない。この点については更に検証が必要である。

2) 完全養殖魚の腸内細菌叢の解析

ヒトや哺乳類の場合、腸内細菌叢が個体の健康状態に強く影響する。ヒトでは腸を第二の頭脳とも呼び、腸内細菌群に善玉菌を増やすサプリメントも多数開発されている。魚類でも腸内細菌叢が養殖魚の健康に影響する可能性が高い。その観点から完全養殖クロマグロの仔稚魚期における腸内細菌叢の形成過程について研究を行った。細菌叢の解析手法は「2) 水質浄化に関わる細菌群」と同じである。

その結果、完全養殖クロマグロの腸内細菌の特に初期叢は受精卵の殻表面に付着した細菌群が影響することが明らかになった。受精卵の殻表面の細菌群は主として環境水である飼育水中の細菌に由来するが、飼育水中の細菌群の中の特定の細菌群が殻表面に付着して増殖する。このクロマグロ仔稚魚の腸内細菌叢形成のメカニズムの一端を明らかにできたことは、極めて新奇な発見といえる（PloS One に掲載）。

3) 生分解性プラスチックの養殖現場での利用

三菱ケミカルとの共同研究で生分解性プラスチックの養殖生産過程における利用法について検討した。用いている生分解性プラスチックはポリブチレンサクシネートアジペート（PBSA）という材質である。このPBSAは養殖飼育水の水処理において、特に脱窒プロセスに一定の効果を示すことが知られているが、ここではシオミズツボウムシの培養槽にPBSAを加えるとシオミズツボウムシの増殖を促進し、シオミズツボウムシ培養槽で同時に発生して養殖現場で問題になるユープロテス（繊毛虫）の増殖を抑制することが明らかになった。PBSによるユープロテスの増殖抑制のメカニズムについては現在も引き続き検討中である。

【将来の展望】

水域の鉛直混合が起こる冬季の底層で水質・底質の浄化が進行することを2022年度も引き続き確認できたことは、研究データの再現性を証明する上で重要なことと言える。この現象を支えるメカニズムを明らかにすることが今後必要になる。水質・底質浄化に最も影響力のある細菌群集の構造変化の解析や、室内実験系によるメカニズム解析を進める予定である。

養殖における餌生物の培養方法の最適化や養殖魚の腸内細菌叢のコントロールに役立つ方法の確立など、引き続き持続性の高い環境保全型完全養殖システムの構築を目指す。

【学会発表等】

- 1) 豊川 治・山崎景也(近大院農)・谷口亮人(近大農)・家戸敬太郎(近大水研)・江口 充(近大農)「養殖場水域における有機物分解と雨水による塩分低下の関係」令和4年度日本水産学会秋季大会、2022年9月
- 2) 白樫柊児(近大院農)・川岸朋樹・田中歩実(三菱ケミカル)・高田慎也・萩本啓仁・永田恵里奈・谷口亮人・江口 充(近大農)「生分解性樹脂がシオミズツボムシの培養に与える影響」令和4年度日本水産学会秋季大会、2022年9月

【論文発表】

Akito Taniguchi, Ryuichiro Aoki, Isamu Inoue, Mitsuru Eguchi. Succession of the intestinal bacterial community in Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) larvae. PLoS ONE 17(10): e0275211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275211> 2022

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科研費基盤C(一般) 江口 充。「沿岸域の養殖漁場が持つ有機物分解力の台風による活性化」令和2～4年度。3900千円。
- 2) 受託研究 江口充。「水生生物飼育におけるバイオコントロール素材としての生分解性樹脂に関する研究。2022年6月1日～2023年3月31日。1000千円。

(SDGs : 2, 5, 8, 9)

「農業・アグリビジネス部門における大学・地域連携の推進方策に関する研究とその実践」

農業・アグリビジネス部門において近年注目を集めている大学と地域（主には農山村地域）の連携に関する動向や課題の把握を行うと共に、大学と地域の連携を通じた農業・アグリビジネス部門の推進方策についての分析を行う。あわせて、農学部農業生産科学科にて現在展開中の「アグリビジネスマイスター資格認定コース」関連の諸活動（各種の実習等）や福島県川俣町や奈良県曽爾村と近畿大学の連携事業等を基軸としつつ、行政関係者や地域住民、各種事業者、学内他学部・他学科との連携協力の下、農業・アグリビジネス関連の大学・地域連携の活動（共同での調査・研究や商品開発等）の実践を行う。

研究代表者：大石 卓史（教授）

【研究成果】

1) 農業・アグリビジネス関連の大学・地域連携に関する調査研究

大学・地域連携による地域活性化や連携地域の農産物・食品の大学での有効利用等に着目し、福島県川俣町ならびに奈良県曽爾村の地域住民を対象に実施したアンケート調査の分析を行い、その分析結果をもとに、学会発表や論文投稿を行った。

2) 農業・アグリビジネス関連の大学・地域連携活動の実践

農学部農業生産科学科にて現在展開中の「アグリビジネスマイスター資格認定コース」関連の諸活動のうち、特に、アグリビジネス実習（3年生担当）において、行政関係者や企業との連携により新たな商品開発（ゆずジェラート「へぐりっこ」プロテイン）とその販売を行った。また、農業農村インターンシップ（2年生担当）の受け入れ地域の1つである奈良県曽爾村の行政関係者や農業者等との連携により曽爾村の特産品であるほうれん草のレシピブックの制作を行った。

福島県川俣町の行政関係者や農業者等との連携により新たな商品開発（かわまたジェラート 完熟いちご、かわまたバーガー シャモメンチ、かわまたバーガー シャモ親子テリヤキ等）とその販売を行った。

近鉄百貨店と近畿大学の連携商品として商品化されている「近大味めぐりおせち」についても、おせちに使用する近畿大学関連の農産物についての企画提案等を行った。

【将来の展望】

今年度の成果を踏まえつつ、さらに農業・アグリビジネス部門における大学・地域連携の推進方策に関する研究とその実践を進めていく。

【発表論文等】

- 1) 大石卓史「大学・地域連携の展開方策に対する地域住民の意向 ―連携地域産の農産物・食材の購入・利用を中心として―」『フードシステム研究』Vol.29, No.4, pp.261-266 (2023).

【学会発表等】

- 1) 大石卓史「大学・地域連携の展開方策に対する地域住民の意向 ―連携地域産の農産物・食材の購入・利用を中心として―」2022 年度日本フードシステム学会大会（オンライン）、2022.6.19

【新聞・TV 報道等】

- 1) 読売新聞 (2022 年 5 月 5 日)「商品開発 成果じわり」
- 2) 福島民友 (2022 年 8 月 29 日)「川俣産イチゴでジェラート 近畿大生がレシピ考案、道の駅で販売」
- 3) 福島民報 (2022 年 8 月 29 日)「川俣産イチゴでジェラート開発」
- 4) NHK(ほっと関西) (2022 年 9 月 6 日)「デパートのおせち商戦始まる 大阪」
- 5) 日刊水産経済新聞 (2022 年 9 月 14 日)「近大味めぐりおせち」第 2 弾、限定予約販売開始」
- 6) 福島民友 (2022 年 10 月 4 日)「川俣シャモのバーガー 町、近大など開発 8 日から販売」
- 7) 福島民報 (2022 年 10 月 6 日)「かわまたバーガー シャモメンチ」開発 福島県川俣 川俣シャモ活用、8 日販売開始」
- 8) 読売新聞 (2022 年 10 月 6 日)「羽ばたけ シャモバーガー 道の駅川俣 8 日から販売」
- 9) 産経新聞 (2022 年 10 月 29 日)「曾爾村産ハウレンソウを主役に 近大生らレシピ本」
- 10) 福島民友 (2022 年 11 月 4 日)「アンスリウムかたどったチーズケーキ 川俣、6 日 100 個限定販売」
- 11) 福島民報 (2022 年 11 月 4 日)「近畿大と連携し「アンスリウムチーズケーキ」開発 福島県川俣町と菓子製造業グリム 6 日に 100 個限定販売」
- 12) 福島民報 (2023 年 3 月 15 日)「18、19 日に 5 周年記念感謝祭 福島県伊達市・道の駅伊達の郷りょうぜん」
- 13) 福島民友 (2023 年 3 月 17 日)「道の駅りょうぜん「5 周年感謝祭」 18、19 日…トークやステージ」
- 14) 福島民報 (2023 年 3 月 24 日)「かわまたバーガー「シャモ親子テリヤキ」販売 福島県川俣町の道の駅」

【競争的資金・外部資金】

- 1) 農業関連分野における大学・地域連携の実態解明と最適化手法の考案（研究代表者：大石卓史）（独立行政法人日本学術振興会 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金））
- 2) 2023 年用おせち料理用食材に関する調査研究（研究代表者：大石卓史）（受託研究）

(SDGs : 2, 15)

「植物－病原菌の相互作用に関わる糖質関連タンパク質の構造と機能」

植物と植物病原菌の間で繰り広げられている、感染と防御をめぐる攻防に関わるタンパク質群の構造と機能およびそれらの相互作用を解析し、分子レベルの解像度で明らかにする。両者の生存戦略の実体を解明し、統合的理解を目指す。

研究代表者：大沼 貴之（教授）

【研究成果】

- 1) イネいもち病菌 *Magnaporthe oryzae* が、植物による免疫応答であるパターン誘導性免疫 PTI (Pattern-triggered immunity) を回避する際分泌する、糖質分解酵素ファミリー18 に分類されるキチナーゼ MoChia1 の基質特異性について調べた。その結果、本酵素は $p\text{NP}-(\text{GlcNAc})_2$ を分解し $p\text{-nitrophenol}$ を遊離するものの、還元末端側に $N\text{-acetyl-D-glucosaminitol}$ 基を有する chitotriol、フルオロ基をもつ $\alpha\text{-(GlcNAc)}_3\text{-F}$ や moranoline 基をもつ $4\text{-O-}\beta\text{-tri-N-acetylchitobiosyl moranoline}$ を分解しなかった。このことから、本酵素のサブサイト+1 は厳密に GlcNAc を認識していないものの、ある程度の特異性を示すことがわかった。
- 2) MoChia1 の結晶構造を決定するために、蒸気拡散法により MoChia1 の結晶化を行った。成長した結晶の X 線回折データを高エネルギー加速器研究機構にて得た後、AlphaFold2 (DeepMind 社)により作製した MoChia1 の立体構造モデルを使用した分子置換法により、立体構造を決定した。
- 3) いもち病菌が感染時菌体外に分泌する GH11 キシラナーゼである XYN22 と、イネのキシラナーゼ阻害タンパク質である OsXIP の複合体の立体構造を決定した。その結果 OsXIP/XYN22 複合体の結合様式は、既報のコムギ XIP-I と *Talaromyces funiculosus* 由来 XYNC の複合体 XIP-I/ XYNC のそれとは明確に異なることが明らかにされた。

【将来の展望】

今年度、MoChia1 がこれまで調べられた GH18 キチナーゼとは異なり、エキソ型の酵素であることが示された。また、本酵素の基質特異性について、特にサブサイト+1 に関していくらかの情報を得ることができた。MoChia1 の立体構造も決定されたことから、今後基質との複合体構造を決定し、基質認識機構の詳細を明らかにすることを計画している。得られた構造は本酵素の阻害剤開発に向けて、重要な情報を与えるものと考えられる。

OsXIP/XYN22 複合体の立体構造決定により、OsXIP による XYN22 の阻害様式の詳細を明らかにすることができた。その結果、イネのキシラナーゼ阻害タンパク質側のわずかな立体構造変化が、GH11 キシラナーゼとの結合様式に影響を与え、病原菌が分泌する多様な GH11 キシラナーゼに対応していることが示唆された。

【発表論文等】

- 1) Tanaka T, Habuchi Y, Okuno R, Nishimura S, Tsuji S, Aso Y, **Ohnuma T**. The first report of enzymatic transglycosylation catalyzed by family GH84 N-acetyl- β -d-glucosaminidase using a sugar oxazoline derivative as a glycosyl donor. *Carbohydr Res*. 523 108740-108740 (2023)
- 2) Tanaka J, Takashima T, Abe A, Fukamizo T, Numata T, **Ohnuma T**. Characterization of two rice GH18 chitinases belonging to family 8 of plant pathogenesis-related proteins. *Plant Sci*. 111524-111524 (2022)
- 3) Umemoto N, Saito N, Noguchi M, Shoda S, **Ohnuma T**, Watanabe T, Sakuda S, Fukamizo T. Plant chitinase mutants as the catalysts for chitooligosaccharide synthesis using the sugar oxazoline derivatives. *J Agric Food Chemistry* 70, 12897-12906 (2022)
- 4) Kitaoku Y, Taira T, Numata T, **Ohnuma T**, Fukamizo T. Structure, mechanism, and phylogeny of LysM-chitinase conjugates specifically found in fern plants. *Plant Sci*. 321 111310-111310 (2022)

【学会発表等】

- 1) 奥野梨花、大沼貴之、田中知成「バクテロイデス属由来 GH84 O-GlcNAcase による酵素触媒グリコシル化反応」日本化学会第 103 春季年会 東京理科大学野田キャンパス 2023 年 3 月 22～25 日
- 2) 奥野梨花、羽瀧喜昭、高木茉優、大沼貴之、田中知成「糖オキサゾリン誘導体を用いた GH84 O-GlcNAcase による酵素触媒グリコシル化反応」第 12 回 4 大学連携研究フォーラム 京都府立京都学歴彩館/稲盛記念会館 2022 年 11 月 29 日
- 3) 田中知成、羽瀧喜昭、奥野梨花、高木茉優、大沼貴之「O-GlcNAc 特異的 N-アセチルグルコサミニダーゼによる糖転移反応」第 41 回日本糖質学会 大阪大学コンベンションセンター2022 年 9 月 29 日-10 月 1 日
- 4) 田中知成、羽瀧喜昭、高木茉優、大沼貴之「糖オキサゾリン誘導体を基質とした GH84 O-GlcNAcase による糖転移反応」2022 年 8 月 31 日～9 月 2 日 タワーホール船堀
- 5) 大沼貴之、片岡親良、岡田龍大、尾形慎、竹下大二郎「イネいもち病菌 *Magnaporthe oryzae* が感染時分泌する GH18 キチナーゼの基質特異性」日本応用糖質科学会 2022 年度大会(第 71 回) 2022 年 8 月 31 日～9 月 2 日 タワーホール船堀
- 6) 大沼貴之、片岡親良、今岡駿、岡田龍大「イネいもち病菌 *Magnaporthe oryzae* が植物免疫回避に用いる特殊酵素の性質」第 22 回関西グライコサイエンスフォーラム 2022 年 5 月 21 日大阪大学

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費 基礎研究 C 「新規酵素によるいもち病菌の植物免疫回避とイネのカウンター防御の分子機構の解明」 研究代表 2022－2025

(SDGs : 2, 7, 9, 12, 15)

「植物-微生物間相互作用を利用した農業生産の向上」

植物は、常に多種多様な微生物と接している。微生物の中には、植物の成長を助ける共生菌や植物の病気を引き起こす病原菌がいる。そのため、植物は、病原菌と共生菌を識別するセンサーをもち、病原菌に対しては免疫反応を、共生菌に対しては共生反応を誘導している。一方、微生物は、植物細胞内にエフェクターを分泌し、植物の免疫抑制あるいは共生反応の促進を行っている。本研究では、植物と微生物の間の分子間相互作用を解析することで、植物免疫および共生反応の分子機構を理解し、それを農業生産技術として応用することを目指す。

研究代表者：川崎 努（教授）

【研究成果】

1) 植物の免疫誘導機構の解析

これまでに、イネの細胞膜に存在する OsCERK1 複合体が、真菌や細菌の構成成分を認識し、OsRLCK185 や PUB44 を介して、様々な免疫反応を誘導することを明らかにしてきた。ユビキチンリガーゼである PUB44 は、新規な免疫因子として見出した PBI1 と相互作用する。PBI1 は、イネ免疫誘導のマスターレギュレーターとして働く転写因子 WRKY45 の活性化を抑制し、PUB44 の活性化に伴って、PBI1 が分解されることで、WRKY45 が活性化されることを明らかにした (Ichimaru et al. Nat. Commun. 2022)。さらに、病原菌感染に伴って、PUB44 がリン酸化されることが明らかになり、このリン酸化が PUB44 の活性化に深く関わっていると考えられる。これまでに、質量分析計を用いて、PUB44 の 6 か所のリン酸化部位を同定した。また、それらのリン酸化のいくつかは、MAP キナーゼによってリン酸化されていることが明らかになった。今後、PUB44 のリン酸化制御の解析により、PUB44 を介した免疫活性化機構を明らかにするとともに、植物であまり理解されていない PUB ファミリーの活性制御機構を解明する。

2) 植物の病原菌認識機構の解析

植物の重要病害を引き起こす *Xanthomonas* 属の病原菌は、Transcription - activator like (TAL) エフェクターを植物細胞内に分泌する。TAL エフェクターは、植物の細胞内で転写因子として働き、菌の増殖環境に関係する宿主遺伝子の発現を強制的に誘導する。一方、イネがもつ NB-LRR 型受容体 Xa1 は、TAL エフェクターを認識して、強い抵抗性反応を誘導する。これまでに、Xa1 と相互作用する AP2/ERF 型転写因子を同定し、Xa1 が、ERF101 を介して TAL エフェクターを認識することを明らかにした。さらに、ERF101 の過剰発現は、Xa1 誘導免疫を増強させることが明らかになり、ERF101 が、Xa1 誘導免疫のポジティブレギュレーターとして機能していると考えられる (Yoshihisa et al. New Phytol. 2022)。

3) 植物の共生誘導機構の解析

農学部敷地にある植物から内生菌を分離し、シロイヌナズナの育成培地に混ぜることで、内生菌がシロイヌナズナの成長に及ぼす影響を解析した。その結果、植物の成長を促進する複数の菌を同定した。

【将来の展望】

農業生産の15%（10億人分の食料に相当）が、毎年、病害により失われている。また、地球規模での環境変動により、病害の発生地域が拡大し、農業に大きな影響を及ぼしている。本研究により、植物の自身の免疫力を活用した次世代型の耐病性技術の開発が可能になると期待している。一方、近年、植物に共生している微生物が、植物の成長やストレス耐性に寄与していることが明らかになってきた。本研究において得られる成果は、農業生産を安定化される新技術開発に貢献することが期待される。

【発表論文等】

- 1) Ichimaru K. Yamaguchi K. Harada K. Nishio Y. Hori M. Ishikawa K. Inoue H. Shigeta S. Inoue K. Shimada K. Yoshimura S. Takeda T. Yamashita E. Fujiwara T. Nakagawa A. Kojima C. and Kawasaki T. Cooperative regulation of PBI1 and MAPKs controls WRKY45 transcription factor in rice immunity. *Nat. Commun.*, **13**, 2397 (2022).
- 2) Yoshihisa A. Yoshimura S. Shimizu M. Sato S. Matsuno S. Mine A. Yamaguchi K. and Kawasaki T. The rice OsERF101 transcription factor regulates the NLR Xa1-mediated immunity induced by perception of TAL effectors. *New Phytol.*, **236**, 1441-1454 (2022).

【学会発表等】

- 1) 吉久采花、佐藤 颯花、吉村智美、清水元樹、山口公志、川崎努「核局在型 NLR である Xa1 に依存した免疫誘導機構の解明」日本植物生理学会（仙台）、2023. 3. 17
 - 2) 中村春平、堀百香、西村直也、吉村智美、山口公志、峠隆之、川崎努「イネの免疫誘導における PUB44 の活性化機構の解明」日本植物病理学会（東京）、2023. 3. 27
- 他、学会発表 4 件

【新聞・TV 報道等】

- 1) 日刊工業新聞 (2022 年 5 月 17 日)
- 2) 日本農業新聞 (2022 年 5 月 19 日)
- 3) 商経アドバイス (2022 年 6 月 9 日、2022 年 10 月 24 日)

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 基盤研究 (A)
- 2) 科学研究費基金 挑戦的萌芽研究
- 3) 農林水産省 日中二国間共同研究事業

(SDGs : 3)

**「医食農連携を基盤とした生活習慣病の発症・進展予防にむけた
新たな食事・栄養療法の開発とその実践」**

【研究目的】

本研究では、自身が総合大学でありかつ農学部 に在籍する管理栄養士である点を活かして、「医食農連携」をキーワードに、慢性腎臓病や糖尿病、内臓脂肪型肥満など、生活習慣の乱れにより生じるとされる生活習慣病の新たな食事・栄養療法の開発をおこなう。また「医食農連携」の実践の場として、学内医療機関（近畿大学病院ならびに近畿大学奈良病院）での各種活動・イベント運営をおこなう。

研究代表者：木戸 慎介（准教授）

【研究成果】

1) 食後血糖変動を緩やかにする食事構成・食材の検討

食後高血糖は血管の老化を促進することから、これを防ぐ献立（食事構成）を考える必要がある。血糖は糖質の他、タンパク質や脂質なども影響することがわかっているが、その詳細は未だ不明な点が多い。本研究では、食事を構成するタンパク質の量と質を変えることで食後血糖変動に及ぼす影響について、健常者を対象としたヒト臨床試験を実施した。その結果、食事に含まれるタンパク質の量を増やすことで食後血糖変動を緩やかになること、またその効果は動物性タンパク質において顕著である可能性を見出した。

2) 慢性腎臓病患者を対象とした栄養補助食品（低リン食品）の新規開発に向けた基礎的研究

生活習慣病の増加に伴い慢性腎臓病（CKD）患者が急増している。高リン血症はCKD 患者に共通してみられる病態であり、末期腎不全患者では血清リン濃度が高くなるほど総死亡リスクならびに心筋梗塞などの心血管イベント発症リスクが増大することが知られている。高リン血症を防ぐためには厳密な食事性リン管理（リン摂取制限）が必要不可欠であるが、リンはタンパク質を多く含む食品に広く含まれることに加えて、過度の制限はタンパク質の摂取不足による低栄養状態並びにサルコペニア・フレイルを招くことで合併症の増加や生命予後を悪化させるというジレンマを抱える。そこで本研究では、食品に含まれるリン低減に向けた新たな調理法の開発を軸にした過度のタンパク質制限を伴わない食事性リン管理の実現に向けた新たな試みとして、CKD 患者を対象とした新規栄養補助食品（低リン食品）の開発に向けた基礎的検討をおこなった。その結果、我々は食肉中に豊富に含まれるリンを各種調理操作により 30

～40%程度低減することに成功した。

3) 食後高リン血症の改善に有効な食事療法の開発とその検証

リンは様々な食品に広く含まれることから不足することは稀であり、また食品に含まれるリンの多くはタンパク質と結合していることからリンのみを食事から除去することは容易ではない。そのため、CKD 患者においてタンパク質の摂取制限が唯一の対策となるが、過度のタンパク質制限は患者の栄養状態の悪化を招くことなどから、CKD 患者の食事療法として必ずしも有効であるとは一概には言えない。そこで本研究では CKD 患者の病態改善あるいは重症化予防に向けた新たな食事・栄養療法の開発を目的に、食事に含まれるタンパク質の量的・質的違いが尿中リン排泄に及ぼす影響を調べるため、健常者を対象としたヒト試験（臨床研究）を実施した。タンパク質の量（低タンパク質食、標準食、高たんぱく質食）並びに質を変えた試験食（動物性タンパク質・植物性タンパク質の含有比を 70:30 あるいは 30:70 に調整した高タンパク質食）を摂取した際の体内リン代謝動態について、尿中リン濃度を指標に検証した。その結果、尿中リン排泄量は食事に含まれるタンパク質量に応じて増加するが、同じタンパク質量であってもその質を変える、つまりタンパク源を植物性食品に変えることで、排泄量が減少することを見出した。

【将来の展望】

本研究で得られた基礎的知見は、糖尿病や慢性腎臓病などの生活習慣病患者を対象とした既存の食事療法に比べて病態改善の効果が期待されるものである。さらに研究を進めて、早期臨床応用を目指す。

【原著論文】

1. Uenishi K, Tomita K and Kido S. Effect of various thermal processing methods and pretreatment methods to reduce phosphorus content of chicken meat for CKD patients. *Nutr. Food Sci.*, **53**, 61-70, 2022

【学会発表】

1. タンパク質の量・質の違いが食後の血糖変動に及ぼす影響の検討、丸川藍里、吉良夏帆、濱田芳恵、木戸慎介、第 21 回日本栄養改善学会近畿支部学術総会、2023 年、京都
2. フレイルチェック表による健康教室の効果について、清水満里子、木戸慎介、第 21 回日本栄養改善学会近畿支部学術総会、2023 年、京都

【競争的資金・外部資金】

- 1) 受託研究「黒大豆種皮抽出液が有する血管柔軟性の維持に対する有効性検証」（代

表)

2) 受託研究「デリソフター栄養価研究」(代表)

3) アンチエイジング弁当の開発(分担)

(SDGs : 3, 4)

「血管疾患発症機構の理解と予防法の開発」

研究代表者：財満 信宏（教授）

【研究目的】

血管疾患は日本人の死因の上位に位置し、その予防・治療を目的とした研究が盛んに行われている。本研究では、血管疾患における新規病態の発見・定義・発症機構解明を目的とした研究を通じて、血管疾患の予防・治療法を確立することを目的とする。

【研究成果】

1) 腹部大動脈瘤の発症・破裂機構

エイコサペンタエン酸（EPA）が腹部大動脈瘤に対して抑制的に働く可能性があることはモデル動物のみならずヒトなどでも報告されている。EPA の有する抗炎症機能が抑制的に働く作用機序と考えられているが、EPA がどのような細胞に作用するのかについては不明な点が多く存在している。本研究では、質量分析イメージングによって、EPA 含有リン脂質を可視化した結果、モデル動物に経口摂取した EPA が M2 マクロファージ (*Food & Function* 2021) や、間葉系幹細胞 (*Food & Function* 2022) に取り込まれる可能性が高いことが分かった。また、この分布はヒトでも同様である可能性も示した (*J. Lipid Res.* 2022)。

2) 腹部大動脈瘤の進展を抑制しうる食品成分の探索と作用機序の解明

トリカプリンに非常に強い腹部大動脈瘤形成抑制・進展抑制作用があることを見出した (*Biomedicine & Pharmacotherapy* 2022)。トリカプリンは進展抑制のみならず、形成された腹部大動脈瘤を退縮させる効果があることも示された。共同研究者の大阪大学の平野賢一教授は、トリカプリンが動脈硬化に対して退縮効果があることをヒト試験で報告している。ヒトに形成される腹部大動脈瘤に対しても効果がある可能性が期待される。また、腹部大動脈瘤患者の食事調査を行い、患者に特徴的な食習慣を明らかにした。

3) 揮発性成分の体内動態

これまでにターメロン (*Food Biosci.* 2021) や β カリオフィレン (*Sci. Rep.* 2021) が脳や肝臓を含めた臓器に一定時間蓄積することを見出した。今年度は、体内移行した β カリオフィレンが CB2 受容体依存経路で血管保護効果を有することを動物実験で示した (*Biomedicine & Pharmacotherapy* 2022)。ヒトでも効果があることを確認したため、社会実装を進める。

【将来の展望】

モデル動物で示された結果をヒトで検証する作業を行い、いくつかの成分はヒトでも効果がある可能性が示されたため、この研究を進め、社会実装を目指す。

【原著論文】

- 1 Kugo, H., Tanaka, H., Moriyama, T., *Zaima, N. Characteristic distribution of eicosapentaenoic acid in human abdominal aortic aneurysm wall. *J. Lipid Res.* **63**, 100200, (2022).
- 2 Miyamoto, K., Hasuike, S., Kugo, H., Sukketsiri, W., Moriyama, T., *Zaima, N. Administration of isoflavone attenuates ovariectomy-induced degeneration of aortic wall. *J. Oleo Sci.* **71**, 889-896 (2022).
- 3 Kugo, H., Enomoto, H., Yanagimoto, K., Moriyama, T., *Zaima, N. Eicosapentaenoic acid is associated with attenuation of dysfunctions of mesenchymal stem cells in the abdominal aortic aneurysm wall. *Food & Funct.* **13**, 7540-7547 (2022).
- 4 Takemoto, Y., Kishi, C., Ehira, H., Matsui, N., Yamaguchi, T., Yoshioka, Y., Matsumura, S., Moriyama, T., *Zaima, N. Inhaled turmerones can be incorporated in the organs via pathways different from oral administration and can affect weight-gain of mice. *Sci. Rep.* **12**, 11039 (2022).
- 5 Kishi, C., Higashihara, M., Takemoto, Y., Kamei, M., Yoshioka, Y., Matsumura, S., Yamada, K., Kobayashi, T., Matahira, Y., Moriyama, T., *Zaima, N. Inhaled volatile β -caryophyllene is incorporated into the aortic wall and attenuates nicotine-induced aorta degeneration via a CB2 receptor-dependent pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy.* **153**, 113423 (2022).
- 6 Noda, H., Yutani, C., Zaima, N., Komatsu, S., Iwa, N., Takahashi, S., Takewa, M., Ohara, T., Kodama, K. Detection of macrophages engulfing cholesterol crystals and docosa-hexaenoic acid from spontaneous ruptured aortic plaque. *J. Cardiovasc. Med. Cases.* **26**, 364-366 (2022).
- 7 Muneerungsee, N., Tanasawet, S., Moolsap, F., Udomuksorn, W., Tantisira, M., Zaima, N., Sukketsiri, W. The standardized Centella asiatica extract suppressed the inflammation and apoptosis in macrophage-conditioned medium and nutrient stress-induced adipocytes. *Biologia.* **77**, 3545-3554 (2022).

(和文)

【学会発表等】

学会発表 7 件、招待講演 4 件（国内 2 件、国際 2 件）

【特許】

国内特許出願 2 件

【新聞・TV 報道等】

日刊工業新聞、健康産業新聞など 4 件

【競争的資金】

文部省科学研究費（基盤研究 B）（代表）腹部大動脈瘤の進展・破裂予防法の確立

国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 橋渡し研究戦略推進プログラム など

(SDGs : 2, 3, 9)

「哺乳類におけるエピジェネティック制御機構」

DNA とタンパク質の複合体であるクロマチンが高度に凝縮したヘテロクロマチンは遺伝子発現の抑制や染色体構造の維持に重要な役割を果たす。その異常はがんの他、ヒトの様々な疾患の原因となることから、ヘテロクロマチン制御の分子基盤の理解はヒトの健康維持に資する重要な課題である。私たちは哺乳類の雌で観察される X 染色体不活性化 (XCI) に伴う X 染色体全域にわたるヘテロクロマチン化に着目し、その構築と維持機構のしくみを研究している。

研究代表者：佐渡 敬 (教授)

【研究成果】

1) XCI の維持機構

不活性 X 染色体 (Xi) に集積するタンパク質の 1 つである SmcHD1 は、ヘテロクロマチンの維持に重要と考えられるが、その役割の詳細は不明である。本研究では、発生・分化過程のヘテロクロマチン制御に SmcHD1 がどのような果たす役割を明らかにするため、XCI 開始後間もないマウス着床初期の胚から樹立される未分化な幹細胞 (EpiSC) とマウス胎仔より調製される胚線維芽細胞 (MEF) をそれぞれ発生初期の未分化細胞および組織分化を遂げた細胞のモデルとして、解析を行った。その結果、いずれの細胞においても野生型では不活性化状態を安定に維持する Xi 上でヘテロクロマチン形成に重要なヒストン修飾である H3K9me3 と H3K27me3 が染色体全域にわたり概ね相互排他的に分布するブロックを形成しているのに対し、SmcHD1 欠損下の EpiSC では、Xi は不活性化されてはいるものの H3K9me3 のブロックが著しく減退し、H3K27me3 のブロックは増大していることがわかった。MEF でも同様の傾向は観察されたが、H3K27me3 ブロック中にはその集積が著しく減退する領域が散発的に見出され、その領域に含まれる遺伝子は Xi 上で脱抑制されていることがわかった。これらのことから、SmcHD1 は Xi 上で H3K9me3 の集積するブロックの形成にかかわり、これが正常に形成されないと H3K27me3 の集積するブロックの形成も異常になり、安定なヘテロクロマチンを構築できなくなることが示唆された。

2) X 染色体不活性化における WTAP の役割

X 染色体のヘテロクロマチン化は、X 染色体から発現し、その X 染色体全域に結合するノンコーディング RNA である Xist によって制御される。その Xist RNA の機能を担う領域に結合するタンパク質のひとつである WTAP に着目し、XCI における役割を調べている。WTAP は RNA メチル化を担うメチル基転移酵素を含む複合体の構成因子の 1 つで、複合体の触媒活性に重要と考えられるタンパク質である。これまでに、WTAP の機能を阻害すると Xist RNA の発現が適切に亢進せず、XCI の開始が著しく妨げられることがわかった。その原因について、

分子レベルの解析を続けている。

【将来の展望】

ヘテロクロマチンの構築と維持は細胞の恒常性維持や細胞のリプログラミングに深くかかわる制御機構であるため、その詳細な理解は動植物の品種改良、クローン動物作製などの分子基盤の形成に寄与し、さらには加齢に伴う遺伝子発現の異常が招く疾病の発症機構解明や治療法開発への貢献も期待される。

【発表論文等】

- 1) Ichihara S, *Nagao K, Sakaguchi T, Obuse C, *Sado T. SmcHD1 underlies the formation of H3K9me3 blocks on the inactive X chromosome in mice. *Development*. **149**(15):dev200864. doi: 10.1242/dev.200864. (2022)

【学会発表等】

- 1) 市原沙也、長尾恒治、小布施力史、佐渡 敬「SmcHD1 による不活性 X 染色体の H3K9me3 の制御」第 15 回日本エピジェネティクス研究会年会（福岡）、2022. 6. 9-10
- 2) 朴 潤姫、佐渡 敬 「Wtap 欠損が X 染色体不活性化へ及ぼす影響」日本遺伝学会第 94 回大会（北海道）2022. 9. 14-16
- 3) Ichihara S, *Nagao K, Sakaguchi T, Obuse C, *Sado T. SmcHD1 underlies the formation of H3K9me3 blocks on the inactive X chromosome in mice. 36th International Mammalian Genome Conference (Ibaragi), 2023, 3-28-21

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 基盤研究（A）（研究代表 阿久津英憲）（研究分担者）

(SDGs : 2, 3, 9)

「ゲノム情報改変の分子機構の理解と応用への展開」

遺伝子情報の改変技術である遺伝子標的（遺伝子組換え）やゲノム編集は、生物本来の生理的機能に反して DNA 損傷修復のエラーを利用した技術である。また、掛け合わせによる育種も、DNA 損傷修復の一種である減数分裂期組換えを必要とする。このように遺伝情報の改変と DNA 損傷修復機構は密接な関係にあるが一方で、修復の分子メカニズムについては不明な点が多く残されている。私たちはゲノム編集や組換えの素過程である DNA 二本鎖切断 (DSB) 修復機構の制御を目指して研究を行う。

研究代表者：篠原 美紀（教授）

【研究成果】

1) 細胞内の ATP 合成と DNA 損傷修復の連携機構の解明

電離放射線や活性酸素種、あるいは DNA 複製の停滞などによって生じる DNA 二本鎖切断 DSB は最も重篤な DNA 損傷でありゲノム不安定化や遺伝情報の書き換えを促進する事が知られている。DSB 修復は簡便であるが遺伝情報の改変がおきやすい非相同末端結合 NHEJ と正確だが必ず鋳型 DNA 二本鎖が必要な相同組換え HR のどちらかの経路で修復される。また、エネルギー消費という観点からは NHEJ では DNA リガーゼによる DNA 末端再結合に 2ATP が必要であるのに対して、HR で 100 分子以上が必要となるリコンビナーゼ Rad51 が ATPase であることまた、ATP 依存性のクロマチンリモデラーや DNA ヘリカーゼも必要である事から反応あたり数百分子の ATP が必要だと考えられる。そこで、出芽酵母をモデル生物としてミトコンドリア欠失株(*rho*-株)あるいは ATP 合成酵素阻害剤 oligomycin 添加によって細胞内の ATP 合成を制限したところ、有意に NHEJ での修復が亢進する事が明らかとなった。さらに外部からの ATP 添加によって NHEJ は抑制されたことから細胞内の ATP 濃度を感知して修復経路を選択するシグナル伝達経路が存在する可能性を明らかにした。

2) DNA 二本鎖切断修復における DNA 断裂末端単鎖化の分子メカニズムの解明

DNA 二本鎖切断修復の正確性の保証に必要な修復経路選択制御メカニズムを明らかにすることはゲノム編集の分子機構、ひいてはヒトにおける細胞がん化のメカニズムを理解するために重要である。DNA 二本鎖切断修復経路選択において重要である DNA 断裂末端単鎖化 (DSB end resection) の開始の分子機構について解析を行った。DSB end resection の開始は生化学的には 3 段階の反応であり、つまり Mre11-Sae2 エンドヌクレアーゼ活性による DNA ニックの導入とそのニックを起点として 3'-5' および 5'-3' エキソヌクレアーゼがそれぞれ単鎖領域を広げる反応であるが、その切り換えに Rad50 の C 末端領域の機能が必要でその領域の機能によって Mre11 のエンドから 5'-3' エキソへの活性の切り換えが制御されていることを明らかにした。

【将来の展望】

DNA 損傷修復は正しい経路選択を行わなければ変異やゲノム再編を固定化することに繋がるため経路選択に関わるシグナル経路や修復因子の制御機構を明らかにすることでゲノム不安定化の抑制によって細胞がん化の抑制に、逆にゲノム不安定化（修復の不正確性）の促進によって遺伝子標的やゲノム編集効率を上昇させる技術に繋がることが期待される。

【発表論文等】

- 1) Matsuzaki, K., Kumatoriya, K., Tando, M., Kometani, T., and Shinohara, M. (2022). Polyphenols from persimmon fruit attenuate acetaldehyde-induced DNA double-strand breaks by scavenging acetaldehyde. *Sci Rep* 12, 10300. 10.1038/s41598-022-14374-9.

【学会発表等】

- 1) 松寄健一郎, 森田一世, 篠原美紀 (2022.6.6). Interaction of Sae2 with DNA ligase IV to suppress imprecise NHEJ and ensure the accuracy of DSB repair in budding yeast. ゲノム編集学会第7回大会. (オンライン)
- 2) 辻本怜, 篠原美紀 (2022.9.14-17). 細胞内エネルギー環境と DNA 修復経路選択の解析 <ベストペーパー賞受賞>. 日本遺伝学会第94回大会. 北海道大学.
- 3) 玉井智貴, Sugimoto, K., 篠原美紀 (2022.9.14-17). 両方向的 DSB 末端単鎖化の Rad50 による制御機構の解析. 日本遺伝学会第94回大会. 北海道大学.
- 4) 熊取谷健志, 篠原美紀, 松寄健一郎 (2022.9.14-17). アセトアルデヒドによる DNA 損傷とその修復経路の解析. 日本遺伝学会第94回大会. 北海道大学.
- 5) 吉村慧, 関温子, 林原加代子, 篠原美紀 (2022.9.14-17). 減数分裂期染色体因子 Zip3 の C 末端領域の新規機能解析. 日本遺伝学会第94回大会. 北海道大学.
- 6) Shinohara, M., *Rad50 regulates Mre11 nuclease activity to facilitate bidirectional resection of DSB ends*, *Chromosome Stability 2022*. 2022.12.14-17: Trivandrum, Kerala, India.
- 7) 篠原美紀, 鈴木拓弥, 浜野有希 (2023.3.10-11). 減数分裂期チェックポイントキナーゼによる組換えの鋳型選択の分子メカニズム. 第3回有性生殖研究会. 理化学研究所神戸 CDB.

【受賞等】

- 1) 2022 年度日本遺伝学会第94回大会ベストペーパー賞受賞

【競争的資金・外部資金】

- 1) 武田自然科学財団

(SDGs : 7)

「ユーグレナによるバイオ燃料生産技術の開発」

微細藻類であるユーグレナにおける油脂生産を強化する為の基盤技術開発を行うと共に、産業廃棄物として処理されている光合成産物をユーグレナによりバイオ燃料へ転換する新たな地球炭素循環系の確立を目指す。さらに、遺伝子組換え技術を用いたバイオ燃料高生産ユーグレナの作出を目指す。

研究代表者：田茂井政宏（教授）

【研究成果】

1) 産業廃棄物を炭素源として利用したユーグレナ培養方法の検討

ユーグレナが生成するワックスエステルは代替ジェット燃料として利用可能であり、実用化に向けてより安価に培養する必要がある。ところで、焼酎を製造するにあたって、製品の2倍の蒸留廃液が生じる。この廃液をユーグレナ培養の炭素源として利用できれば、ユーグレナ培養のコスト削減につながる。そこで昨年度は、焼酎（イモ、ムギ）蒸留廃液をユーグレナ培地の炭素源として利用可能かを検討したところ、それぞれ最適な濃度で添加した場合にはユーグレナは良好な生育を示したことから、焼酎蒸留廃液はユーグレナ培養の炭素源として利用可能である事が明らかになった。本年度は、さらに詳細に培養条件の検討を行った。

従属栄養培地(KH培地)に含まれるグルコースの代わりにムギまたはイモ焼酎蒸留廃液（ムギ廃液/イモ廃液）を5～50%(v/v)になるように添加し、ユーグレナを培養した。その結果、25%(v/v)ムギ廃液添加培地を用いた培養では細胞乾燥重量は6.5 g/L、細胞数は 1.31×10^7 cells/mLとKH培地での培養と同程度の値を示した。

次に、細胞内パラミロン量を増加させる培養条件の検討を行った。KH培地で培養したユーグレナに窒素源を抜いたKH培地を添加することにより連続培養を行うことで窒素欠乏状態にした。その結果、未処理細胞と比較して細胞内パラミロン量は1.4倍に増加していた。そこで、25%(v/v)ムギ廃液添加培地でユーグレナを培養後、窒素欠乏処理、プロピオン酸処理を行い、細胞内の総脂質量を測定した。その結果、KH培地で培養したユーグレナの総脂質量の約75%の脂質量を蓄積しており、蒸留廃液は脂質生産を目的としたユーグレナ培養の炭素源として十分利用可能である事が明らかとなった。

2) ユーグレナ高温および塩ストレス耐性変異株の単離

ユーグレナは培養温度変化の影響を受けやすく、30℃以上になると葉緑体形成が異常を示し黄化してしまう。熱帯地域や沿岸地域を商業培養の候補地と考えれば、幅広い温度域で生育できる株や塩ストレス耐性を示す株は非常に有用となる。そこで、高温域や塩濃度の高い環境下でのユーグレナ培養を可能とすることを目指し、ユーグレナにEMS（エチルメタンスルホン酸）処理を行うことで突然変異を誘発し、高温耐性および塩ストレス耐性を示す変異株の探索を行った。

従属栄養培地（KH 培地）と独立栄養培地（CM 培地）で定常期になるまで培養したユーグレナ野生株に、0.01%～0.5%になるように EMS を添加し一時間処理した。EMS を除去後、KH または CM 液体培地で懸濁してそれぞれの寒天培地に塗布し、32℃で生育できる変異株のスクリーニングを行った。その結果、KH および CM 寒天培地上で 32℃でも葉緑体形成を2ヶ月以上維持できる高温耐性株をそれぞれ約 50 株単離することができた。これらの変異株を KH または CM 液体培地で1週間振とう培養したところ、KH 液体培地では 50 株中 8 株が葉緑体形成を維持したが、CM 培地では全ての株が葉緑体形成は異常を示した。引き続き、CM 液体培地で高温耐性を示す株の選抜を進めている。さらに、KH 液体培地で高温耐性を示した株の光合成特性の比較を試みている。

【将来の展望】

今回、焼酎蒸留廃液をユーグレナ培養の炭素源として利用できること、さらにはこの様にして培養したユーグレナに対してもプロピオン酸処理によるワックスエステルへの変換可能である事が明らかとなり、ユーグレナを用いたさまざまな含炭素廃棄物の処理およびユーグレナの低コスト培養およびワックスエステル生産が可能になると期待される。さらに、様々なストレスに耐性を示すユーグレナ株は、屋外での粗放培養を可能にすることが期待される。

【学会発表等】

1) 田茂井政宏「ユーグレナによるバイオ燃料生産に向けた技術開発」大阪府高等学校生物教育研究会 2023 年度大会プレイベント（奈良）、2022. 12. 17

(SDGs : 1, 2, 4, 12, 15)

「うどんこ病菌の分生子放出・飛散機構の解明」

うどんこ病は多種多様な植物で見られ、農作物で発生すると被害は甚大となり、収穫量にも大きな影響を与える。実際に、本病の防除には、化学農薬が使用されているが、薬剤耐性菌の出現や環境への負荷が問題とされている。本研究では、顕微鏡、微小操作および静電気技術を駆使して、うどんこ病菌の分生子放出・飛散メカニズムを解明し、環境負荷の少ない新たな病害防除技術を開発する。

研究代表者：野々村 照雄（教授）

【研究成果】

1)イチゴうどんこ病菌単一菌叢あたりの生涯分生子放出数の測定

イチゴうどんこ病菌 (*Podosphaera aphanis*) が生涯にわたりどれだけの分生子を放出させるかを解明するため、静電気技術を利用して、単一菌叢あたりの生涯分生子放出数を測定した。まず、イチゴ (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne ex. Rozier) の葉上に単一分生子を微小ガラス針を用いて接種し、単一菌叢を形成させた。次に、静電気分生子回収装置（静電ドラム）を用いて、24時間おきに単一菌叢から放出される分生子を静電捕集し、高解像能デジタル顕微鏡下で分生子数を計測した。その結果、本菌は接種後約1ヶ月間、分生子を放出し続け、その生涯放出数は5~10万個であった。さらに、計測データを解析したところ、昼間では分生子放出数が多かったのに対し、夜間では少なかった。このように、光照度の低下に伴い、単一菌叢から捕集される分生子数が減少したことから、本菌分生子柄からの分生子放出には、光照度が関与していることが明らかとなった。一方、夏期と冬期でそれぞれ分生子捕集を行い、24時間内での分生子放出時間を比較したところ、夏期に比べ冬期では、その放出時間が2~4時間短かった。このことから、本菌における分生子放出には、日長も関与していることが明らかとなった。

2)トマトうどんこ病菌を接種・感染させたトマト葉上トリコームからの遺伝子発現検出

トマト葉上トリコーム (*Solanum lycopersicum*) におけるトマトうどんこ病菌 (*Pseudoidium neolycopersici*) の感染挙動を解析するとともに、PCR法を用いてうどんこ病菌の各感染段階における遺伝子発現検出を行った。まず、葉上トリコーム（タイプI）にマイクロマニピュレーターを用いて、本菌の単一分生子を接種した。接種後、各感染段階（無接種、単一分生子の接種、発芽管の伸長、付着器の形成、1次菌糸の伸長、2次菌糸の伸長、3次菌糸の伸長、4次菌糸の伸長、菌糸伸長の停止）の葉上トリコームを微小バサミを用いて切断、回収した。その後、トマト由来とうどんこ病菌由来の特定遺伝子の発現を検出するため、PCRを行った。その結果、各感染段階において、トマト由来とうどんこ病菌由来の遺伝子の発現を同時に検出することができた。このことから、うどんこ病菌の病原性に関連する遺伝子発現の解析に

貢献できるものと考えられた。

3)赤色および青色 LED 照射下におけるメロンうどんこ病の発病率と発生範囲の検討

異なる光波長照射下（太陽光、人工気象器内、赤色 LED および青色 LED）におけるメロンうどんこ病の発病率と発生範囲を検討した。まず、播種後 14 日目のメロン幼苗（*Cucumis melo*）の葉上にメロンうどんこ病菌（*Podosphaera xanthii*）の単一分生子を接種した後、太陽光下で 7 日間培養し、単一菌叢を形成させた。次に、セルトレーの中央部に罹病メロン苗を 1 株定植した後、その周りに健全メロン苗を 48 株定植した。その後、太陽光、人工気象器内、赤色 LED および青色 LED 照射下でそれぞれ 20 日間、生育させた後、罹病株数を計測し、発病率を算出した。その結果、太陽光および赤色 LED 照射下では、ほとんどのメロン苗で発病が見られたが、人工気象器および青色 LED 照射下では、わずかな苗で発病が観察された。このことから、青色 LED 照射下では本病の感染拡大は抑制されることが明らかとなった。

【将来の展望】

今まで、高解像能デジタル顕微鏡を用いてうどんこ病菌（トマト、オオムギ、メロンおよびイチゴ）の分生子柄形成過程を連続観察してきた。また、静電気技術を利用して、うどんこ病菌単一菌叢あたりの生涯分生子放出数を量的に測定・解析してきた。今後は、他植物のうどんこ病菌を供試して、分生子柄の形成過程を連続観察するとともに、単一菌叢あたりの生涯分生子放出数を測定し、うどんこ病菌間における分生子柄形態と生涯分生子放出数の相違を比較・検討していく。一方で、メロンうどんこ病菌に赤色および青色 LED を照射し、分生子柄からの分生子放出または非放出に関与する遺伝子の発現検出を行っていく。これらの知見に基づき、うどんこ病に対する環境負荷の少ない新たな病害防除法の確立が期待される。

【発表論文等】

- 1) Ayabe S. Kimura Y. Umei N. Takikawa Y. Kakutani K. Matsuda Y. and Nonomura T. Real-time collection of conidia released from living single colonies of *Podosphaera aphanis* on strawberry leaves under natural conditions with electrostatic techniques. *Plants*, **11**, 3453, <https://doi.org/10.3390/plants11243453> (2022).
- 2) Nonomura T. and Toyoda H. Electrostatic spore-trapping techniques for managing airborne conidia dispersed by the powdery mildew pathogen. *Agronomy*, **12**, 2443, <https://doi.org/10.3390/agronomy12102443> (2022).
- 3) Takikawa Y. Matsuda Y. Kakutani K. Nonomura T. and Toyoda H. Unattended trapping of whiteflies driven out of tomato plants onto a yellow-colored double-charged dipolar electric field screen. *Horticulturae*, **8**, 764, <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090764> (2022).
- 4) Kakutani K. Matsuda Y. Nonomura T. and Toyoda H. An electrostatic pest exclusion strategy for greenhouse tomato cultivation. *Horticulturae*, **8** (6), 543, <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060543> (2022).
- 5) Matsuda Y. Nonomura T. and Toyoda H. Physical methods for electrical trap-and-kill fly traps using

electrified insulated conductors. *Insects*, **13** (3), 253, <https://doi.org/10.3390/insects13030253> (2022).

- 6) Iwasaki S. Okada N. Kimura Y. Takikawa Y. Suzuki T. Kakutani K. Matsuda Y. Bai Y. and Nonomura T. Simultaneous detection of plant- and fungus-derived genes constitutively expressed in single *Pseudoidium neolycopersici*-inoculated type I trichome cells of tomato leaves via multiplex RT-PCR and nested PCR. *Agriculture*, **12**, 254, <https://doi.org/10.3390/agriculture12020254> (2022).
- 7) Suzuki T. Iwasaki S. Hisazumi H. Miyamoto A. Ogami H. Takikawa Y. Kakutani K. Matsuda Y. and Nonomura T. Inhibitory effects of blue light-emitting diode irradiation on *Podosphaera xanthii* conidial release and infection of melon seedlings. *Agriculture*, **12**, 198, <https://doi.org/10.3390/agriculture12020198> (2022).

【学会発表等】

- 1) 木村豊、綾部萩佳、松田克礼、野々村照雄「イチゴうどんこ病菌単一菌叢あたりの生涯分生子生産数の測定」令和4年度 日本菌学会第66回大会（オンライン）2022.8.27

【特許出願】

- 1) 松田克礼、角谷晃司、野々村照雄、瀧川義浩、豊田秀吉、草刈眞一、岡田清嗣、柴尾学、松本吉雄、美山和宏、園田隆博「害虫防除用静電場スクリーン」特許第7090276号 登録日2022年6月16日
- 2) 松田克礼、角谷晃司、野々村照雄、瀧川義浩、豊田秀吉、草刈眞一、岡田清嗣、柴尾学、松本吉雄、美山和宏、園田隆博「微小粒子状物質捕捉装置」特許第7146186号 登録日2022年9月26日

【新聞・TV報道等】

- 1) 産業情報化新聞社（2022年3月31日）1000個以上の収穫目指す！p.6
- 2) 奈良新聞（2022年4月13日）自然の中の収穫体験を通じて子どもたちに食育を p.10 ガストロノミーツーリズム in 奈良 第2特集
- 3) NHK 奈良放送局（2022年5月26日）“ならナビ”メロンの摘果作業で出る実を動物の餌に 近大農学部 奈良
- 4) NHK ニュース和歌山（2022年5月27日）摘果メロンの実 動物の餌に有効活用 白浜町のテーマパーク
- 5) NHK ニュース関西（2022年5月27日）摘果メロンの実 動物の餌に有効活用 白浜町のテーマパーク
- 6) 紀伊民報（2022年5月27日）メロンはおいしいゾウ 間引いた果実を無償で提供
- 7) eo 光チャンネル（2022年6月1日）「原田伸郎のこの街ええなあ」
- 8) 奈良新聞（2022年6月3日）なら近大農法による三郷町のどか村産メロンを活用した地域活性化プロジェクト p.10（企画）

- 9) 朝日新聞（2022年6月3日）間引きメロン SDGZoo 近大農学部アドベンチャーワールドへ提供
- 10) 読売新聞（2022年6月12日）＜SDGs＞摘果メロン 餌に変身
- 11) NHK 奈良放送局（2022年6月22日）“ならナビ” 農業副産物を動物の食事として有効活用するためアドベンチャーワールドへ近大 ICT メロンの摘果を提供
- 12) NHK 奈良放送局（2022年6月24日）“ぐるっと関西おひるまえ” 農業副産物を動物の食事として有効活用するためアドベンチャーワールドへ近大 ICT メロンの摘果を提供
- 13) 毎日新聞（2022年7月28日）摘果メロンに舌鼓 近大農学部が提供 p.24
- 14) 日本農業新聞（2022年8月21日）「なら近大農法」のさらなる進化 p.9
- 15) 奈良テレビ（2022年11月17日）“ゆうドキッ！” 信貴山のどか村 学生が「なら近大農法」栽培のメロンを販売
- 16) 奈良経済新聞（2022年12月20日）奈良「近大 ICT イチゴ」販売 学生らが自動化温室で栽培
- 17) 農業協同組合新聞（2022年12月21日）イチゴうどんこ病菌 生涯で放出する孢子数を世界で初めて解析
- 18) 日刊工業新聞（2022年12月23日）イチゴうどんこ病菌 子孫孢子放出数を解析 p.28
- 19) 奈良新聞（2022年12月25日）近大生が「近大 ICT いちご」を販売 デジタル
- 20) 朝日新聞（2023年2月17日）ICT 活用 近大イチゴ 水やりや温度管理自動化 ネットで販売 p.19
- 21) 読売新聞（2023年2月17日）技術革新 一大産地に 奈良のイチゴ New 門 p.27
- 22) 化学工業日報（2023年2月20日）近大、イチゴうどんこ病菌の孢子放出特性を解明 p.3
- 23) 日刊工業新聞（2023年2月20日）レーザー 経営ひと言 ICT で笑顔に p.19
- 24) 読売新聞（2023年2月23日）ブランドの未来 開拓 奈良のイチゴ New 門 p.29
- 25) 食品新聞（2023年3月15日）〈食の産学官連携⑥〉ハイブリッド種「ブリヒラ」開発 担い手不足解消へ「ICT 農法」も 近畿大学

【競争的資金・外部資金】

- 1) 受託研究費「ICT（情報通信技術）を利用したイチゴ栽培に関する技術指導」株式会社農業公園信貴山のどか村 15万円
- 2) 受託研究費「なら近大農法（ICT 農法）で栽培したイチゴにおけるうどんこ病の発生調査」いちごの縁F 15万円
- 3) 受託研究費「銅シートを用いた植物病原菌に対する殺菌および感染抑制効果の検討」株式会社ピーエルジェイインターナショナル 25万円
- 4) 共同研究費「近大 ICT メロンを使用した学生考案オリジナルケーキの評価・試作・販売」株式会社心花 シェ・アオタニ 55,000円
- 5) 受託研究費「ICT（情報通信技術）を利用したメロンとイチゴ栽培に関する技術指導」大和アグロファーム株式会社 15万円
- 6) 受託研究費「近大 ICT メロン・近大 ICT イチゴの商品開発と企画、商品展開、販路開拓に関する

る研究」株式会社 Delicious Revolution 20 万円

7) 受託研究費「近大 ICT 農法で栽培された農産物の商品化について」株式会社近鉄リテーリング 15 万円

8) 受託研究費「なら近大農法を用いた各種農作物の栽培」市民生活協同組合 30 万円

9) 共同研究費「近大 ICT イチゴを使用した学生考案オリジナルケーキの評価・試作・販売」株式会社心花 シェ・アオタニ 55,000 円

「未知なる海洋微生物を資源とした創薬シーズの探索」

近年では海綿などの海洋生物を資源とした創薬研究が精力的に行われ、次々と新薬が市場されている。その一方で、海洋微生物からの創薬研究は遅れをとっており、未だ新薬開発は達成されていない。また近年の研究により、海洋微生物が陸上の微生物が産生する化合物と全く異なる化合物を生産する能力を備えていることが明らかになってきた。本研究では、この未だ未利用の資源である海洋微生物を中心とした天然資源に着目し、様々な疾患に対する有用化合物の発見を目的としている。

研究代表者: 福田 隆志(教授)

【研究成果】

1) 海洋由来抗がん活性物質 seriniquinone (SQ) の溶解性の向上

Seriniquinone (SQ) は 2014 年に、希少海洋放線菌 *Serinicoccus marinus* の培養液中より発見された天然物である。SQ は、その活性の強さ、皮膚がんへの高い選択性などから注目され、現在米国で臨床薬に向け開発が進められている。しかし、SQ の創薬を考える上で解決すべき問題として「溶媒に対する溶解性の悪さ」が存在する。(< 0.1 mg/1 ml DMSO) そこで本研究では、SQ の溶解性問題を解決することに加え、薬剤としての最適化を目的とした微生物を利用した構造変換体の作製を行っている。

1-1 SQ の構造を変換する海洋微生物のスクリーニング

あらかじめ SQ (0.001%) を添加した培地に海洋由来微生物を植菌、振盪培養後、HPLC を用いて SQ の溶出時間の変化を調べた。その後 SQ のピーク面積が減少し、代わりに新たなピークが現れた菌株を選択した。今年度 418 菌株の評価を行った結果、深海生物由来 *Bacillus licheniformis* KDM612 株に水溶性が向上した SQ 構造変換体（化合物 A）に変換する能力があることを見出した。現在、化合物 A の大量取得および構造解析を進めている。

2) 深海棲棘皮動物を資源とした医薬創製

深海域には数多くの未知生物が独自の巨大な生態系を構築しているが、我々はその大半を有効利用できていない。そこで深海生物（特に深海棲棘皮動物）に含まれる成分検索を開始するとともに、その内部に内在する深海由来微生物の分離を開始した。

2-1 深海棲棘皮動物エキスの作製

研究に使用するサンプルは、駿河湾の定置網漁で捕獲された廃棄深海生物を静岡県沼津市戸田漁港より入手した。サンプルは入手後、すぐに凍結乾燥を行なった。その後、メタノールに浸漬し（2 週間）メタノール抽出液とした。濾過後、メタノールを減圧留去し、それぞれエキスサンプルとした。これまでにのべ 120 種のメタノール抽出液の作製を終了している。

2-2 深海棲棘皮動物内在菌の分離

深海棲棘皮動物を凍結乾燥後、無菌的に切断した。その切断面を海水で作成した寒天培地へスタンプし、27 °C で分離培養を行なった。2 週間後、出現したコロニーを釣菌し深海棲棘皮動物内在菌を分離した。これまでに計 670 株の微生物の分離を終了している。

【将来の展望】

上記により得られたサンプルに関して、順次その生物活性（抗菌、抗真菌、抗がん）を評価していく。有望なサンプルは活性を指標に分画を進め、最終的に活性化合物の同定を行う。深海由来サンプルということを考慮に入れると、新しい有用化合物の発見が期待される。また得られた微生物については遺伝子の解析を行い、その種の推定を行う予定である。

【発表論文等】

- 1) Konya M., Arima S., Lee D., Ohtawa M., Shimoyama K., **Fukuda T.**, Uchida. R., Tomoda H., Yamaotsu N., Tanaka N., Nagamitsu T. Synthesis and Evaluation of Habiterpenol Analogs *Chem. Pharm. Bull.* **70**, 261-268 (2022)
- 2) Ando M., Mok W. J., Maeda Y., Miki R., **Fukuda T.**, Tsukamasa Y. Quality assessment of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) meat cultured in an offshore floating flexible facility Food Science & Nutrition DOI:10.1002/fsn3.2898 (2022)

【学会発表等】

- 1) 石田晃平、大河内瞳、倉田淳志、安藤正史、塚正泰之、田中照佳、**福田隆志**「Seriniquinone 構造変換体に関する研究」第 143 回日本薬学会（北海道）2023.3.27
- 2) 田中光樹、長井賢一朗、寺原猛、安藤正史、塚正泰之、田中照佳、**福田隆志**「海洋資源に着目した抗がん活性物質の探索」第 143 回日本薬学会（北海道）2023.3.26
- 3) 安藤正史、久保勇人、伊藤一郎、今泉健作、**福田隆志**、塚正泰之「霞ヶ浦産シラウオに関する研究 I-冷蔵化における各種鮮度指標の変化-」令和 5 年度日本水産学会（東京）2023.3.28

【新聞・TV 報道等】

- 1) BS 朝日「バトンタッチ」深海魚直送便の研究利用に関するコメント (2023 年 1 月 21 日)
- 2) 日本テレビ「グッと地球便」深海魚直送便の研究利用に関するコメント (2023 年 3 月 12 日)

【競争的資金・外部資金】

- 1) 令和 3 年度科学研究費補助金 基盤研究 (B) 分担
- 2) 令和 5 年度公益財団法人 G-7 奨学財団研究開発助成（農学・水産分野）代表者

(SDGs : 3, 8, 9)

「環境変動に負けない持続的園芸を可能とする技術と品種の開発」

野菜・果樹・花の園芸産業は 4 兆円ほどの規模がある。新しい園芸技術の開発は園芸産業の活性化や地球環境の保全に繋がる。種子は輸入に頼り、温暖化が進む中でのハウス栽培はいつそう難しくなどの問題を抱え、また園芸作物に健康機能性を求めたり、生産に環境負荷の軽減が必須にもなっている現状を考えると、園芸学の果たすべき役割は大きい。そこで、上記の 3 つの視点（種子生産、温暖化問題、環境負荷の低減）から、新規技術を開発することを目的として実験を行なっている。

研究代表者：細川 宗孝（教授）

【研究成果】

1) キャベツの接木による採種技術の開発

アブラナ科作物であるキャベツは緑植物体春化型植物に分類され、植物体が一定の大きさになって初めて開花のための低温感応が可能となる。そのため種子春化型植物であるダイコンのように吸水種子を冷蔵庫で処理することによって春化させ、種子を取ることが不可能である。昨年度の研究で開発した FT タンパク質のペプチド抗体を用いて本年度の実験を行った。本年度の研究で、台木として用いるダイコン品種の FT タンパク質の生産量が多いと、穂木のキャベツが開花、結実することを明らかにした。また、非開花性キャベツの非開花原因遺伝子を特定し、ここにも FT が関わることを見出した。これによって非開花性キャベツの種子生産の可能性が可能となった。

2) トウガラシの高温下での着果能力に関わる遺伝子の探索

トマトやピーマン、トウガラシなどの果菜類では高温期に生殖不稔が生じ、着果が起こりにくくなる。よって現在はハウス内にエアコンを設置し、エネルギー投入型の園芸生産を行うか、高温期の生産を諦めざるを得ない状況にある。我が国の品種である‘タカノツメ’は高温下においても生殖不稔を生じにくいことが明らかとなり、この原因として高温下で高い花粉稔性が維持されることが考えられた。

2) 化学農薬を散布しないバラ栽培法の確立

バラは多くの病気が感染する園芸品目である。特にウドンコ病と黒星病には大変に弱く、農薬の散布は欠かすことができない労働となっている。そこで、これらの病気を防ぐ目的で、UVB を照射してバラを栽培し、2 年間に渡って問題点を抽出した。昨年までに明らかにした黒星病、ウドンコ病に対する高い UVB の効果について実証した。また、群落内に効率よく UVB 光を照射する方法をパナソニックと共同研究しているが、結果は思わしくない。そこで、光学的手法による研究をすでに開始した。

【将来の展望】

キャベツの接ぎ木採種法は環境に左右されない種苗生産技術として園芸生産に広く利活用されることが期待される。UV-B はハード面はすでに確立しているが、ソフト面は追いついておらず、我々の研究でウドンコ病の完全防除が期待される。

【発表論文等】

- 1) Motoki K. Kinoshita Y. Nakano R. Hosokawa M. and Nakazaki T. Quantitative analysis of florigen for the variability of floral induction in cabbage/radish inter-generic grafting. *Plant Cell Physiol.*, **63**, 1230-1241 (2022).
- 2) Yamazaki A. Takezawa A. Nakano R. Nishimura K. Motoki K. Hosokawa M. Nakazaki T. Indicator candidate traits for autonomous fruit set ability under high temperatures in Capsicum. *J. Hort. Res.*, **30**, 105-116 (2022).
- 3) Shirasawa K. Hosokawa M. Yasui Y. Toyoda A. Isobe S. Chromosome-scale genome assembly of a Japanese chili pepper landrace, *Capsicum annuum* 'Takanotsume' *DNA Res.*, **dsac052**. (2023)
- 4) Motoki K. Kinoshita Y. Nakano R. Hosokawa M. Nakazaki T. Investigation of the field performance of progenies obtained by a non-vernalization-grafting floral induction method in terms of application to cabbage breeding and seed production. *Hort. J.*, **92**, 66-76 (2023)
- 5) Kinoshita Y. Motoki K. Hosokawa M. Upregulation of tandem duplicated BoFLC1 genes is associated with the non-flowering trait in *Brassica oleracea* var. capitata. *Theor. Appl. Genet.*, **136**, 41. (2023)
- 6) Kono A. Kawabata A. Yamazaki A. Ohkubo Y. Sofo A. Hosokawa M. Control of Black Spot Disease by Ultraviolet-B Irradiation in Rose (*Rosa ×hybrida*) Production. *Hort. J.*, **92**, 88-96 (2023)

【学会発表等】

- 1) 近大太郎、近大花子、松田一彦「革新的発見」日本**学会 2022 年度大会（京都）、2022. 3. 17
 - 1) 河野歩、佐々木春乃、川端歩夢、山崎彬、細川宗孝「バラ黒星病菌 *Diplocarpon rosae* に対する夜間 UV-B 照射の抑制効果」園芸学会 2023 年春季大会（滋賀）、2023. 3. 19
 - 2) 福富健、倉田大地、平川英樹、白澤健太、久保香奈衣、細川宗孝「セントポーリアの低温順応に伴って発現変動する ERF 転写因子」園芸学会 2023 年春季大会（滋賀）、2023. 3. 19
- 他 10 件

【競争的資金・外部資金】

- 1) 基盤研究(B) トウガラシの種間雑種不和合性を司るエピスタシス遺伝子と打破遺伝子の特定（代表）
- 2) 受託研究 資源活用先駆的モデル事業

(SDGs : 3, 9)

「mRNA 代謝を制御する細胞内の仕組み」

細胞は様々な外的内的要因によって代謝を制御されている。このような刺激は細胞内でシグナルとなって核に伝達され、遺伝子発現を介して代謝を適応する。細胞の代謝に影響を与える要因の1つに mRNA の発現制御がある。ここでは核での mRNA 代謝を制御する細胞内シグナルおよびそのメカニズムを明らかにすることを目的として研究を進めた。

研究代表者：増田誠司（教授）

【研究成果】

- 1) 核内 mRNA 代謝を制御する細胞内シグナルを探索するために、様々な阻害剤を使用して細胞内シグナルを遮断した。これにより核内 mRNA 代謝を変化させることのできるシグナル経路を明らかにした。
- 2) 核内における RNA の品質管理機構を破綻させた場合に、蓄積してくる RNA の種類の特定を行った。特に品質管理機構に関わるものの十分な機能解析がこれまで行われていなかった MPP6 について品質管理機構による分解制御の一翼を担うことを明らかにした。

【将来の展望】

mRNA 代謝を制御する細胞内シグナルを調整できる食品に由来する化合物を探索するため、シグナル経路の詳細についても解析を進めており、将来的には、と期待される。

【発表論文等】

- 1) Naoko Fujiwara, Maki Shigemoto, Mizuki Hirayama, Ken-ichi Fujita, Shigeto Seno, Hideo Matsuda, Masami Nagahama, Seiji Masuda, MPP6 stimulates both RRP6 and DIS3 to degrade a specified subset of MTR4-sensitive substrates in the human nucleus *Nucleic Acids Research*, **50**, 8779-8806 (2022)
- 2) Shuntaro Miyake and Seiji Masuda, Inhibition of mitochondrial complex III or dihydroorotate dehydrogenase (DHODH) triggers formation of poly(A)⁺ RNA foci adjacent to nuclear speckles following activation of ATM (ataxia telangiectasia mutated). *RNA Biol.*, **19**, 1244-1255 (2022). doi: 10.1080/15476286.2022.2146919.

【学会発表等】

学会発表 4 件

【特許出願】

国内特許出願 1 件

【新聞・TV 報道等】

- 1) 毎日新聞 (2022 年 7 月 29 日)
- 2) Newscast (2022 年 7 月 29 日)
- 3) Excite ニュース (2022 年 7 月 29 日)
- 4) Tii 生命科学 (2022 年 8 月 5 日)

【競争的資金・外部資金】

【競争的資金】

- 1) 文部省科学研究費（基盤研究 B）（代表）ヒトにおける核内 mRNA 輸送経路の多様化とその生理的意義の解明
- 2) 文部省科学研究費（挑戦的研究）（代表）スプライシング阻害活性をモデルとした食品化合物の迅速探索・評価法の開発と応用展開

(SDGs : 1, 2, 3, 9, 12, 14, 15)

「多重生態相互作用にもとづく昆虫制御物質の誕生と活性発現」

地球上の生態系では微生物から高等動物に至るまでケミカルシグナルを介して相互作用し、並行関係を保っている。農業はこうした相互作用を攪乱することで、土壌の肥沃度の低下、農薬抵抗性病害虫の発生、さらには森林破壊を介して大気や水の汚染などをもたらしている。今こそ原始地球の姿を保つ鍵物質ケミカルシグナルを理解し、他の生命と共存する農業技術をイノベーションする必要がある。本研究では、昆虫や線虫をとりまく多重生態相互作用に絞り、その仕組みをつぶさに研究し、環境を保全する次世代作物保護技術を創出する。

研究代表者：松田 一彦（教授）

【研究成果】

1) 天然物が標的とする昆虫神経受容体の再構築技術の研究

昆虫のニコチン性アセチルコリン受容体（nAChR）はネオニコチノイドやスピノサドなどの農薬の標的となっている。こうした化合物の作用機構を詳しく理解するためには、昆虫の nAChR を異所発現させる技術が不可欠である。しかし、長年にわたり、昆虫 nAChR の異所発現が困難であった。代表者はこの問題を解決する補助因子を同定した。そこで、補助因子とネオニコチノイドの活性との関係について検討し、補助因子は nAChR の発現を促進するだけで、nAChR へのネオニコチノイドの活性の質を変化させないことが明らかとなった。

2) 植物の昆虫抵抗性に関与する酵素の特性に関する研究

除虫菊は昆虫抵抗性因子として殺虫活性をもつピレスリンを生合成する。本物質の生合成の最終工程は GDSL リパーゼの一種 TcGLIP が触媒する。本酵素の基質認識について検討し、アシル CoA 基質の CoA 部は N-acetylcysteamine に代替できること、アルコール部は末端に共役ジエン構造をもつことが TcGLIP との相互作用に有利に働くことが明らかとなった。

【将来の展望】

これらの知見は安全な植物保護技術の開発に寄与すると期待される。

【発表論文等】

- 1) Takayama K., Ito R., Yamamoto H., Otsubo S., Matsumoto R., Ojima H., Komori Y., Matsuda K. and Ihara M. Effects of cofactors RIC-3, TMX3 and UNC-50, together with distinct subunit ratios on the agonist actions of imidacloprid on *Drosophila melanogaster* Da1/Dβ1 nicotinic acetylcholine receptors expressed in *Xenopus laevis* oocytes. *Pestic. Biochem. Physiol.* **187**, 105177 (2022).
- 2) Sugisaka Y., Aoyama S., Kumagai K., Ihara M. and Matsuda K. TcGLIP GDSL lipase substrate specificity co-determines the pyrethrin composition in *Tanacetum cinerariifolium*. *J. Agric. Food Chem.* **70**, 8645-8652 (2022).

【学会発表等】

- 1) 高山浩一、松本怜、大坪柊也、伊原誠、松田一彦、ショウジョウバエ Dα1/Dβ1 ニコチン性アセチルコリン受容体へのアセチルコリンおよびイミダクロプリドのアゴニスト活性に対する受容体発現補助因子およびサブユニット比の影響、2022 年度農芸化学会関西支部大会、龍谷大学、2022.9.16 日
- 2) 杉坂如水、青山詩織、熊谷木香、伊原誠、松田一彦、除虫菊の GDSE esterase/lipase TcGLIP の基質認識と ピレスリン生合成、2022 年度農芸化学会関西支部大会、龍谷大学、2022.9.16

【競争的資金・外部資金】

科学研究費補助金 基盤研究 (A)

(SDGs : 2, 9, 12)

「スマート農業技術の開発および農業水利施設管理手法の構築」

- 1) カキ生産におけるスマート農業技術開発の一環として、労力削減や出荷時期の調整を可能にするため、気象情報から収穫最適期を予測するモデルを機械学習の手法を用いて構築することを目的とした。
- 2) 農業における水利用の効率化を図るためのツールを開発した。また、ICTを活用した農業用ため池の管理システムのコンポーネントとして、治水や用水管理に利用することを想定して、AI アルゴリズムを用いたため池水位予測モデルの構築を目的とした研究をおこなった。

研究代表者：松野 裕（教授）

【研究成果】

- 1) 収穫時期に強く影響を与える気温と土壌水分に影響を与える降水量の2つの要素、および栽培地域の収穫状況がわかる選果場での入荷量データを使用して、収穫最盛日の予測モデルを構築し、評価をおこなった。構築した中間層が5層のANNモデルにおいて、アンサンブル学習を用いて精度確認を行った結果、積算気温のみのケースとそれに降水量を加えたケースの両方とも、予測精度に顕著な差はみられなかった。今後は、基準日を発芽日や展葉日として収穫最盛日を予測することや、ANNモデルのチューニングなどを行うことにより、精度を向上させていきたい。
- 2) 先行研究で開発した深層学習によるため池水位予測モデルを改良し、より汎用性を持たせることにより他のため池にも適応できるようモデルの柔軟性を増すことをおこなった。まず入力変数を簡素化することが可能かどうかの検証を行い、結果として、簡素化した入力変数でも実用可能であることが明らかとなった。次に、開発したモデルに転移学習および Fine-tuning 手法を導入して予測精度を高めると同時に、さまざまな構造や水文要因を持つため池においてもデータの制約があっても適応可能なモデルの構築を目指した。検証の結果、これらの手法を導入することにより、従来のモデルと比べて若干の予測精度の低下が見られましたが、さらなる研究の進展により精度を向上させ、さらに汎用性の高いモデルを開発する可能性が示唆された。

【将来の展望】

構築するモデルや管理システムを社会実装し、農業生産者や水利施設管理者に広く活用されることが期待される。

【発表論文等】

- 1) Patle P, Singh P.K., Ahmad I., Matsuno Y., Leh M., and Ghosh S. Spatio-temporal estimation of green and blue water consumptions and water and land productivity using satellite remote sensing datasets and WA+ framework: A case study of the Mahi Basin, India, *Agricultural Water Management*, **277**, 180973 (2023)
- 2) Hatcho N., Yamasaki K., Hirofumi O., Kimura M., and Matsuno Y. Estimation of the Function of a Paddy Field for Reduction of Flood Risk. In: Yadav, B., Mohanty, M.P., Pandey, A., Singh, V.P., Singh, R.D. (eds) *Sustainability of Water Resources*. Water Science and Technology Library, **vol 116**. Springer (2022)
- 3) Yamamoto A., Shinoda M., Kusudo T., Kimura M., Matsuno Y. Persimmon maturity index for chronological analysis using AI object detection algorithm. *Acta Horticulture*, **1338**, 149-156 (2022)

【学会発表等】

- 1) Tsumugu Kusudo, Atsushi Okayama, Kei Awano, Atsushi Yamamoto, Masaomi Kimura, Yutaka

Matsuno. Construction of Reservoir Water Level Prediction Model using Encoder Decoder LSTM and Effect of Input Variables, PAWEES2022 International Conference, Fukuoka, Japan, 17 November 2022

2) Kei Awano, Masaomi Kimura, Tsumugu Kusudo, Atsushi Yamamoto, Atsushi Okayama, Yutaka Matsuno. Prediction of inflow low-lying lake by machine learning trained with simulated rainfall events. PAWEES2022 International Conference, Fukuoka, Japan, 17 November 2022

3) Atsushi Yamamoto, Makoto Shinoda, Tsumugu Kusudo, Atsushi Okayama, Takeshi Nakamura, Chika Takemura, Mayu Sugiura, Hiroyoshi Sugiura, Masaomi Kimura, Yutaka Matsuno. Development of Object Detection Algorithm for Classification of Maturity Stages of Persimmon Fruits. PAWEES2022 International Conference, Fukuoka, Japan, 17 November 2022

4) Atsushi Okayama, Atsushi Yamamoto, Tsumugu Kusudo, Masaomi Kimura, Kei Awano, Yutaka Matsuno. Effect of temperature and rainfall on growth of persimmon fruit, PAWEES2022 International Conference, Fukuoka, Japan, 17 November 2022

他 8 件

【新聞・TV 報道等】

1) 農業共済新聞 (2023 年 3 月 22 日 第 7 面) 「柿の収穫時期 AI で 6 ヶ月前から予測」

【競争的資金・外部資金】

1) 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「水田内の水温・地温シミュレーションに基づくスマート水田水管理」(分担)

2) 受託研究 農研機構「国際競争力強化技術開発プロジェクト」出荷適期の予測を可能とする AI によるカキ生育モデルの構築 (代表)

3) 受託研究 奈良県 「ため池管理等への検討にかかる調査・研究」(代表)

4) 受託研究 奈良県 「柿の露地畑におけるかん水の最適化に係る調査・研究」(代表)

5) 受託研究 JICA 草の根無償 「カンボジアにおけるため池農業実証モデルの形成」(代表)

(SDGs : 13, 15)

「カーボンニュートラルに向けた森林分野での緩和策」

気候変動緩和のため、カーボンニュートラルに向けた緩和策が全ての分野において求められている。森林は二酸化炭素を吸収・貯留し気候変動緩和の機能を持つことから、京都議定書やパリ協定においてその役割が強調されてきた。特に、パリ協定では今世紀後半には温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡を取ることを目標としているなど、吸収源の役割がこれまで以上に求められている。また、国内においても 2050 年までにカーボンニュートラル達成という目標が掲げられている。このことから、森林分野での緩和策について、これまでの対策を精査し、今後行うべき対策を明らかにする。

研究代表者：松本光朗（教授）

【研究成果】

1) 森林・林業・木材分野におけるこれからの緩和策についての提言

森林・林業・木材産業においては、森林による吸収・蓄積、得られた木材による炭素蓄積、材料代替および化石燃料代替による排出削減といった一連の流れによって、森林による吸収と木材利用による排出削減の両面から気候変動対策に貢献できる。

しかし、これらは密接に関係しトレードオフの関係となっており、適切なバランスが重要となる。松本らによる将来予測では、長期的には森林の高齢化により吸収量が低下し、木材利用の効果、特に代替効果が大きくなることが分かった。この結果は木材利用の重要性を示すとともに、今後、現在の計画に従い伐採量の増加を進めるならば、併せて再造林率の向上、新品種利用促進、建築・土木利用の拡大など強力な取り組みが必要であることを示している。

木材利用による排出削減策の中でも、材料および化石燃料代替効果の量は HWP よりも大きい。しかし、国家インベントリ報告書には木材の代替効果による排出削減量としては記載されておらず、その量や効果が見えない状態にある。これを改善するには、報告書の中で木材による代替効果の貢献量を見える化する必要がある。

京都議定書第一約束期間においては、森林分野の対策は川上の森林所有者、林業関係者に限られていた。しかし、木材利用に関わる川下や消費者も関わることから、今後は一般消費者、企業、国民を巻き込んで緩和策を進める必要がある。

森林・林業部門においては、森林の更新や植林に関わる施策と林業技術の革新が求められる。その中でも伐採後の更新は重要であり、将来予測でも再造林率の倍増と新品種の積極的利用が効果的であることが分かっている。加えて、短期で確実な更新を促す天然更新技術や施策が求められる。併せて、森林による吸収量算定手法の改良を進める必要がある。これまで森林簿を利用しコンサバティブな算定が行われたが、近年は森林生態系多様性基礎調査等によるデータが揃ってきており、高精度でロスの少ない算定手法に改良していく必要がある。

木材利用部門においては、高層ビルや商用施設など建築での木材利用、都市の木造化、土

木分野での木材利用を進め、得られた木材のカスケード利用を徹底し、HWP による蓄積効果と材料代替効果、化石燃料代替効果をさらに増強することが求められる。

木材利用部門では、木材の利用者、消費者への参加を促す取り組みが必要となってくる。高層木造ビルは SDGs やサステナビリティを進める企業に対し強い訴求力と親和性を持っており、企業を巻き込む重要なツールとなる。高層木造ビルの建築を促進する技術開発や施策が求められる。すでに J-クレジットは企業を巻き込む有効なツールとなっている。

当初から森林経営活動や植林活動によるクレジットは認定されていたが、最近柔軟で使いやすく改訂された。また、HWP の効果も森林経営活動の中で計上できることになった。しかし、材料代替効果についてはまだ方法論が無い。高層木造ビルによる材料代効果を適切に評価しクレジット化できれば、木造ビルの建設の促進に繋がるだろう。

2) 森林と気候変動に関わる一般向け解説書の作成

森林と気候変動については専門性が高く、これまで一般向けの解説書は無かった。しかし、今後の対策では国民を巻き込んだ対策が必要となる。この背景から、林野庁委託事業により国土緑化推進機構が解説書を作成することとなり、その中心的な委員として解説書のコンセプト作り、執筆などを行った。この書籍は印刷配布されるとともに、pdf により公開された。

【将来の展望】

現在、本研究を発展した論文を投稿準備している。本研究により、日本の森林分野の気候変動対策、特に木材利用による対策への反映が期待される。

【発表論文等】

- 1) 松本光朗. カーボンニュートラルに向け森林・林業・木材産業は何ができるか?, 山林, 1665:2-9 (2022).
- 2) 伊神祐司・渋沢龍也・平田泰雅・松本光朗. 森林と気候変動 カーボンニュートラルと森林・木材利用による気候変動の緩和に向けて 基礎資料集, 国土緑化推進機構, 136pp (2022).
- 3) 伊神祐司・渋沢龍也・竹中篤志・平田泰雅・松本光朗・柳沢晶子・山下宏文 (監修). 森林と気候変動 キッズ版, 国土緑化推進機構, 24pp (2022).
- 4) 伊神祐司・渋沢龍也・竹中篤志・平田泰雅・松本光朗・柳沢晶子・山下宏文 (監修). 森林と気候変動 おとな版, 国土緑化推進機構, 24pp (2022).

【学会発表等】

- 1) 塚田直子・松本光朗「気候変動枠組条約の下での森林炭素吸収量の計上方法と各国の森林・林業政策」日本森林学会 2022 年度大会 (名古屋)、2023. 3. 25-27.
- 2) 松本光朗「カーボンニュートラルに向けて森林・林業・木材産業は何ができるか?」, 森林総合研究所公開講演会 ネットゼロエミッション達成のための森林の役割, 2022. 10. 5.

(SDGs : 3)

「食因子とヒトとのリスク／ベネフィット－インタラクション」

【研究目的】

農作物等由来の食品に含まれる様々な食品成分や食因子には、ヒトに対してリスクを与えるものもある。特に、アレルゲンは、食因子の中でも大きなリスク要因である。一方、食因子の中には、ヒトに対して有益な生理機能性を有する成分もあり、機能性食品素材として実際に利用されている。そこで、本研究ではこのようなリスク／ベネフィットを与える新規な食因子を探索し、疾病予防効果などの有益な成分の実用化やアレルゲン等のリスクを低減する。こうして、ヒトの健康や生活の質を向上させることを目指す。(SDGs, 3 に対応)

研究代表者：森山 達哉（教授）

【研究成果】

1) 食品タンパク質の経皮感作能の検証

近年、食物アレルギーは、食物抗原が経皮感作して IgE 抗体を産生し、感作されることが明らかにされてきた。そこで本研究では、マウスモデル系を用いて経皮感作しうる食品タンパク質について、その同定を行うことにより、経皮感作されやすいタンパク質の特性について検討するとともに、経皮感作に影響しうる要因を解明し、経皮感作を抑制しうる食品・栄養因子を明らかにすることを目的としている。これまでに、大豆やチェリー、キウイフルーツ（キウイ）における主要な経皮感作抗原を同定した (Kinugasa S. *et al. Food Nutr Res.* 2021)。これらの解析の結果、農作物、とくに果物における経皮感作抗原の特性として、分子内ジスルフィド結合を多く有し、生体防御関連タンパク質であることが判明した。これらの共通性の高い特性に関して、その意味や意義を今後は検討する必要がある。

また、引き続き、米ぬか、ゴマ、食用コオロギ、アボカド、モモに関しても経皮感作抗原の同定を進めている。さらに、経皮感作抑制成分として、タンニン酸を同定し、その作用機序の探索を行い、皮膚における炎症や Th2 型免疫応答を引き起こすサイトカイン (TSLP や TARC) の産生抑制が関連している可能性を明らかにした (Izumi*, E, Tanahashi* N., *et al. Int. J. Mol. Sci.* 2022.)。その他、柑橘類等の果物由来の成分による経皮感作抑制効果も検討した。

2) 大豆アレルゲンの変動解析と特性解析

大豆は良質なタンパク質を豊富に含む優れた作物であるが、アレルゲンも含む。これまでに大豆のガンマ線照射処理 (Moriyama *et al, BBB*, 2013 等) や、虫害被害を受けた際の大豆や枝豆中の主要アレルゲンの変動解析 (Hanafusa *et al, BBB*, 2018)、遺伝子組換え (GM) 大豆と非組換え大豆とのアレルゲン性比較 (Matsuo *et al. Foods*, 2020) などを行ってきた。

今年度は、大豆の子葉と胚軸とのアレルゲン分布解析を進め、いくつかの重要なアレルゲンは胚軸の方が有意に少ないことを示した (論文準備中)。さらに、発芽によってこれらのアレルゲンがどのように変動するかについても検討を進めている。また、昨年度の Gly m 7 の特性解析 (Fukuzumi *et al. Allergies*, 2021) に引き続き、今年度は、特に乳幼児における重篤なアナフィラキシー等を引き起こす主要な大豆アレルゲンである Gly m 8 について、抗体を作成し、その反応性検証とリスク変動解析を進めた (寫田ら、アレルギーの臨床、42(11)、867-870、2022)。さらに、アレルゲン・コンポーネント解析において、高速自動 2 次元電気泳動の有益性を示した (寫田、棚橋ら、アレルギーの臨床、42(8)、622-626、2022)。

3) 大豆等の農作物成分の生理機能性

これまでに、ザクロなどに含まれるポリフェノールのひとつであるエラグ酸について、アディポサイトカインやリポタンパク質の分泌調節能を検証してきた。今年度は、エラグ酸及

びその代謝物であるウロリチン類が、MCP-1 などの悪玉アディポサイトカインの分泌を抑制することを示した。また、新規な発酵大豆食品としての豆麴の機能性についても検討し、脂肪細胞機能を改善しうることを見いだした。さらに、発酵食品である納豆の機能性についても検討し、高脂血症抑制効果を示した。

【将来の展望】

アレルギーの経皮感作に関しては、大豆以外の主要食品に関しても同様の解析を行い、経皮感作抗原の同定や共通性などを評価するとともに、経皮感作を抑制しうる新規成分の探索についても検討を進める。大豆アレルギーのリスク変動解析については、これまでの成果を取りまとめ、論文化を進める。食品成分の有益な機能性に関しても、論文化を進めるとともに、大豆以外の食品成分の機能性についても検証する。

【発表論文等】

- 1) Izumi*, E, Tanahashi*, N, Kinugasa, S, Hidaka, S, Zaima, N, Moriyama, T., (*:equal contribution): Co-application with tannic acid prevents transdermal sensitization of ovalbumin in mice. *Int. J. Mol. Sci.* 23(7):3933. 2022.
- 2) Enomoto T, Sekiya R, Sugimoto H, Terashita T, Yoshioka J, Nagano T, Nishimura Y, Yano E, Moriyama T, Nakata K. Hypersensitivity Pneumonitis Caused by Exposure to a Gray Parrot (*Psittacus erithacus*). *Intern Med.* Jul 15;61(14):2197-2202.
- 3) T. Tanaka, H. Tang, K. Umehara, T. Moriyama, Y. Kawamura, Kudzu (*Pueraria lobata*) vine isoflavones, at a dose lower than the recommended daily allowance in Japan, prevents bone loss in ovariectomized mice, *Food Sci. Tech. Res.*, 29 (1), p.47-55, 2023.
- 4) 松井照明, 田島 巖, 牧野篤司, 内藤宙大, 森山達哉, 渡邊弥一郎, 北村勝誠, 高里良宏, 杉浦至郎, 和泉秀彦, 伊藤浩明, 「ボンラクト® i と豆腐・豆乳とのアレルギー性の比較検討」、日本小児アレルギー学会誌、36 巻 3 号 p. 234-240, 2022
- 5) 足立厚子、濱岡 大、森山達哉, 「ソイプロテイン含有健康飲料,健康食品,黒豆茶によるアナフィラキシーの 3 例」, 皮膚科の臨床 64 (9), 1476-1481, 2022-08
- 6) 原田 晋、森山達哉, 「凍り豆腐(高野豆腐)摂取後に発症したアナフィラキシーの 1 例: 大豆加工製品によるアレルギーの発症機序に関する考察を含めて」, 皮膚科の臨床 64 (9), 1482-1486, 2022-08
- 7) 渡部裕子、森山達哉, 「ヒマワリの種による即時型アレルギーの 1 例」、*Derma*, (332) 18-22, 2023-03 2023.
- 8) 畠田力也、棚橋菜々、矢野えりか、財満信宏、森山達哉, 「臨床的に重要な大豆アレルギー・コンポーネントである大豆 2S アルブミン (Gly m 8) の検出」、アレルギーの臨床、42 (11)、867-870、2022
- 9) 棚橋菜々*、畠田力也*、泉 愛理、衣笠芹奈、財満信宏、森山達哉, 「経皮感作しうる農作物アレルギー・コンポーネントの探索とその抑制戦略に関する研究」、アレルギーの臨床、42 (5)、368-371、2022 (*:equal contribution)
- 10) 畠田力也*、棚橋菜々*、矢野えりか、財満信宏、森山達哉, 「高速自動 2 次元電気泳動を用いたアレルギー・コンポーネント解析」、アレルギーの臨床、42 (8)、622-626、2022 (*:equal contribution)

【学会発表等】

(招待講演・シンポジウム等)

- 1). 森山達哉: 「食物アレルギーの多様性-特に経皮感作に関して」 第 76 回日本栄養・食糧学会大会シンポジウム (SY12) 「食物アレルギーの最新情報」 2022 年 6 月 12 日 (武庫女大)
- 2). 森山達哉: 「食物アレルギーの多様性とリスク変動解析」 (特別講演): 近畿大学コア研究健康長寿・未病効果が期待できる新たな機能性食品の開発を目指した実践研究令和 3 年度 研究成果報告会、2022 年 8 月 8 日 (近畿大学農学部)

(学会発表)

- 1). 徳永涼香、棚橋菜々、筒泉清香、泉 愛理、衣笠芹菜、財満信宏、森山達哉 「食用コオロギタンパク質の経皮感作能の検証と経皮感作アレルゲンの同定」第76回日本栄養・食糧学会大会(演題番号:2H-02a)2022年6月11日(武庫川女子大学、兵庫)
- 2). 棚橋菜々、日高翔太、泉 愛理、衣笠芹菜、財満信宏、森山達哉 「タンニン酸の共塗布による経皮感作抑制効果とそのメカニズムの検討」第76回日本栄養・食糧学会大会(演題番号:2H-03a)2022年6月11日(武庫川女子大学、兵庫)
- 3). 畠田力也、泉 愛理、衣笠芹菜、財満信宏、森山達哉 「納豆の経口摂取による卵白アレルゲン(OVA) 経皮感作抑制効果の検討」第76回日本栄養・食糧学会大会(演題番号:2H-04a)2022年6月11日(武庫川女子大学、兵庫)
- 4). 棚橋菜々、徳永涼香、畠田力也、財満信宏、森山達哉 「新規食資源である食用コオロギの経皮感作能の評価」第522回日本農芸化学会関西支部大会(2022.9.16)オンライン
- 5). 畠田力也、棚橋菜々、矢野えりか、財満信宏、森山達哉 「納豆の経口摂取による経皮感作抑制効果の検証」第522回日本農芸化学会関西支部大会(2022.9.16)オンライン発表
- 6). 棚橋菜々、畠田力也、日高翔太、栗栖志帆、財満信宏、森山達哉 「未利用タンパク質資源である米ぬかタンパク質の経皮感作能の検証と経皮感作抗原の同定」第61回日本栄養・食糧学会近畿支部大会(演題番号:A6)2022年10月15日(滋賀県立大学、滋賀)
- 7). 畠田力也、棚橋菜々、衣笠芹菜、泉 愛理、木村菜乃花、塚本志帆、財満信宏、森山達哉 「経皮感作しうる果物タンパク質の同定と特定解析」第61回日本栄養・食糧学会近畿支部大会(演題番号:A7)2022年10月15日(滋賀県立大学、滋賀)
- 8). 棚橋菜々、畠田力也、日高翔太、栗栖志帆、財満信宏、森山達哉 「米ぬかタンパク質中の経皮感作抗原の同定及び多様な米関連製品中での検出と反応性の検証」日本食品科学工学会 第5回関西支部大会(演題番号:B1)2022年11月19日(オンライン発表)
- 9). 畠田力也、棚橋菜々、衣笠芹菜、泉愛理、木村菜乃花、塚本志帆、財満信宏、森山達哉 「経皮感作しうる果物タンパク質の同定と交差反応性の検証」日本食品科学工学会 第5回関西支部大会(演題番号:B2)2022年11月19日(オンライン発表)
- 10). 武田偉吹、畠田力也、矢野えりか、財満信宏、森山達哉 「臨床的に重要な大豆アレルゲン・コンポーネントGly m 8の精製・検出及び変動解析」日本食品科学工学会 第5回関西支部大会(演題番号:B3)2022年11月19日(オンライン発表)
- 11). 田中滉大、岡松大悟、畠田力也、矢野えりか、財満信宏、森山達哉 「豆麴の経口摂取による生理機能性の解析」日本食品科学工学会 第5回関西支部大会(演題番号:B4)2022年11月19日(オンライン発表)
- 12). Nana Tanahashi, Suzuka Tokunaga, Rikiya Shimada, Sayaka Tsutsumi, Nobuhiro Zaima, Tatsuya Moriyama. "Identification of transdermal sensitizing allergens in edible cricket protein and verification of cross-reactivity" 22nd IUNS-ICN International Congress of Nutrition (Poster No. PAB(T8)-42) December 6-11 2022 (Online)
- 13). Rikiya Shimada, Nana Tanahashi, Serina Kinugasa, Eri Izumi, Nanoka Kimura, Shiho Tsukamoto, Nobuhiro Zaima, Tatsuya Moriyama. "Identification and characterization of percutaneously sensitizing fruit allergens" 22nd IUNS-ICN International Congress of Nutrition (Poster No. PAB(T8)-46) December 6-11 2022 (Online)

【受賞等】

- ・第76回日本栄養・食糧学会大会 トピックス賞受賞
「食用コオロギタンパク質の経皮感作能の検証と経皮感作アレルゲンの同定」、
第76回日本栄養・食糧学会大会、武庫川女子大学、2022年6月

【競争的資金・外部資金】

- ・受託研究2件、寄附研究2件。

(SDGs : 6, 14, 15)

「魚はなぜ海と川を行き来するのか？」

生物の旅には成長と繁殖が関連しています。その旅の基本は「成育場」と「繁殖場」の二つの異なる場所の往復運動です。水圏生物の旅(回遊)の中でも特徴的なものは、塩分の異なる海と川を行き来する「通し回遊」です。この回遊を行う代表種は、サケ、ウナギ、アユなど私達にとって馴染み深い魚でもあります。海と川では塩分が違うので、魚は海では常に脱水、川では水膨れの危険にさらされています。よって、これらを行き来するには、体の働きや機能を劇的に変える必要があります。このような労力や危険があっても、「魚はなぜ海と川を行き来するのか？」が私の研究テーマです。

河口や沿岸域は、陸と海の接点となっており、通し回遊魚にとっては、少なくとも生涯に二度は通過しなければならない重要な関所です。またこの場所は、人間活動の老廃物の全てが集約されます。よって、通し回遊魚は人間活動の総合的影響を敏感に受けていると考えられ、河川・汽水・沿岸・外洋と繋がる水圏生態系の生物と環境を保全する際、恰好の指標生物となります。通し回遊魚の生態研究の結果を資源の回復および保全だけに留めず、水圏さらには陸上の環境の保全や再生へ役立てます。

研究代表者：渡邊 俊（准教授）

【研究成果】

- 1) ニホンウナギの産卵生態を環境 DNA で検知し(論文 6)、さらには産卵後、数日後に得られた仔魚の遺伝子から雌雄の数を推定した(論文 2)。
- 2) 都市河川の堰をシラスウナギが遡上する様子を数ヶ月にわたり録画観察し、水量によってその行動が変化することを明らかにした(論文 1)。
- 3) ウナギ属魚類全種の和名をある基準を設けて統一した(論文 5)。

【将来の展望】

ニホンウナギの海および川での生態をより詳細に明らかにし、本種の資源減少に歯止めをかける方策を立案したい。

【発表論文等】

- 1) Kume M, Yoshikawa Y, Tanaka T, Watanabe S, Mitamura H, and Yamashita Y. Water temperature and precipitation stimulate small-sized Japanese eels to climb a low-height vertical weir. *PLoS ONE*, **17(12)**, e0279617 (2022). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279617>
- 2) Takeuchi A, Sawayama E, Kuroki M, Miller MJ, Watanabe and S, Tsukamoto K. Preliminary

- insight into parental contributions to Japanese eel (*Anguilla japonica*) preleptocephali spawned on different nights. *J. Fish Biol.*, **101**(6), 1601-1605 (2022).
- 3) Hatase H and Watanabe S. Warmer air temperatures do not negatively affect body size and emergence success of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) hatchlings at Yakushima Island, Japan, the largest rookery in the North Pacific. *Mar. Biol.*, **169**, 102 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s00227-022-04093-0>
- 4) Miller MJ, Shimizu, M, Aoyama J, Watanabe S, Kuroki M, Feunteun E, Higuchi T, Takeuchi A, Han Y-S, Sasal P, Dupuy C, Jellyman D, Schabetsberger R, Kimura S, Mochioka N, Otake T and Tsukamoto K. Distribution and abundance of leptocephali in the western South Pacific region during two large-scale sampling surveys. *Prog. Oceanogr.*, 206.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102853>
- 5) 黒木真理, 渡邊俊, 塚本勝巳. 世界に分布するウナギ属魚類の標準和名. 魚類学雑誌 **69**(2), 169-182 (2022).
- 6) Takeuchi A, Higuchi T, Kuroki M, Watanabe S, Miller MJ, Okino T, Miwa T, Tsukamoto K. Environmental DNA detects a possible Japanese eel spawning event near a video-recorded anguillid eel in the open ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **689**, 95-107 (2022).

【学会発表等】

- 1) 渡邊俊「養殖ウナギの河川への適切な放流を目指して」令和4年度「うなぎ研究プラットフォーム」研究報告会(東京), 2023. 3. 17
- 2) 渡邊俊「ニホンウナギの産卵生態の解明へ向けて」一般社団法人関西・北陸しろあり対策協会 第12回通常総会・特別講演(大阪), 2023. 2. 13
- 3) 渡邊俊「ニホンウナギの河川生態と産卵回遊生態の解明に向けて」内水面漁協役職員研修会(宮崎) 2023. 2. 9
- 4) 渡邊俊「ニホンウナギの生活史解明と国際うなぎ LABO での取り組み」特別展「うなぎの旅展」関連講演会「ウナギ研究のこれまで、これから」(福岡), 2022. 12. 17
- 5) 渡邊俊「ウナギの旅と中性脂肪の関係性」中性脂肪学会 第2回中性脂肪月間(福岡), 2022. 10. 1~31(オンデマンド発表)
- 6) 渡邊俊「脊椎骨数から推定するカロリン諸島のオオウナギの集団構造」2022年度(第56回)日本魚類学会年会(大阪), 2022. 9. 17.
- 7) 渡邊俊「養殖ニホンウナギの河川への放流効果の検討：本種の保全と持続的利用に対する新しい方策を求めて」宮崎県うなぎ資源管理利用協議会(宮崎), 2022. 9. 217

【競争的資金・外部資金】

- 1) 一般財団法人 鰻の食文化と鰻資源を守る会