

(SDGs : 12, 14, 15)

「新しい陸上養殖システムの開発」

魚介藻類の陸上養殖は、近年、世界的に開発が進み、一部で実用化されているが、コストが高く、技術的課題も山積している。当研究室では2023年度に、陸上養殖の中でも種苗生産モデル開発に的を絞り、1) 光による飼育・行動制御法の開発、2) 難種苗生産魚種の生産モデル開発等に区分して、様々な検討を行った。

研究代表者：石橋 泰典（教授）

【研究成果】

1) 光による飼育・行動制御法の開発

多くの仔稚魚は成長に伴って生育場所が変わり、光環境も変化するため、魚種や発育段階で適切な光の波長、明度、照射量等が異なる。しかし、最適な光環境下で仔稚魚を飼育する方法や行動を制御する方法はまだ十分に検討されていない。そこで、生息環境が大きく変化する通し回遊性の養殖種苗を数種用いて対光行動を検討するとともに、反応が顕著なアユ仔稚魚の行動特性を検討した。また、海産魚ではクロマグロ稚魚の対光行動等を調べた。

① 数種通し回遊魚の対光行動特性: アユ、イワナ、ニジマス等を用い、各種光波長、明度に対する行動の変化を調べた結果、アユの赤色光に対する反応が顕著なことで、イワナとニジマスが光波長の変化に反応し難いこと等が示唆された。また、アユの忌避波長と誘引波長を用いて目的の位置に稚魚を誘導することができ、光で行動を制御できる可能性が示唆された。

② アユ仔稚魚の視物質遺伝子とプロジェクター光に対する行動の変化: アユの卵、仔稚魚の視物質遺伝子の発現様式を調べた結果、卵期から様々なオプシン遺伝子が発現し、孵化直後には数種の光波長を視認できる可能性が高いと考えられた。行動実験の結果、アユは孵化直後からプロジェクター光の波長や明度に反応し、全ての発育段階で忌避波長と誘引波長があること、明暗の反応が変態前から変化すること等が示唆された。さらに、仔魚の摂餌率に及ぼす数種 LED 光の影響を調べ、紫外線等で摂餌が高まること等が示唆された。

③ クロマグロ稚魚の対光行動と摂餌: クロマグロ稚魚でも赤や青色光の反応が見られ、明度の変化にも顕著に反応する事等が示唆された。また、クロマグロ稚魚の夜間電照飼育では衝突・接触死等の大量死を防ぐこと以外に、夜間の光に蝟集したプランクトンを稚魚が摂餌すると考えられ、沖出し直後の光制御飼育が有効に働く理由の1つであることが示唆された。

2) 難種苗生産魚種の生産モデル開発

クロマグロ、クエ、ニホンウナギ等の量産が困難な難種苗生産種の仔魚を用い、ウルトラファインバブルの影響や飼育に適切な塩分、元素組成等の影響を調べた。二重ポンプシステムを用い、様々な気体を含有させた特殊なウルトラファインバブル水を作成してクロマグロ、クエ仔魚を飼育した。その結果、水素含有のウルトラファインバブルでは、摂餌率の向上や浮上死の防除に有効な可能性のあることが示唆された。酸素含有ウルトラファインバブルでも同様の傾向が示唆されたものの成長がやや低下傾向を示した。また、数種仔魚で最適な飼育水の塩分や元素の要求性がそれぞれ示唆された。

【研究の展望】

これまでの研究で特殊プロジェクター光を使って数種仔稚魚の行動を制御できる可能性のある事を見出した。今後は、養殖によく使われる幅広い仔稚魚を対象に検討することで、様々な効果が期待できる。また、陸上養殖についても、効率的な生産システムのモデルを作るため、多くの魚介藻類の飼育水塩分等の適正飼育条件を詳しく調べる。さらに、動植物の複合生産システムの開発でも、実用化を目指して研究を進めたい。

【発表論文等】

- 1) Tomoki Honryo, Yoshifumi Sawada, Yasunori Ishibashi. Nighttime Lighting Influences on the Plankton Feeding and Growth of Juvenile Pacific Bluefin Tuna, *Thunnus orientalis*. *Animals* 2023, 13(19) 3128-3128, Oct 7.

【学会発表等】

- 1) 青木政人・檜原由樹・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-II 数種通し回遊魚の稚魚における対光行動の特性 第23回マリンバイオテクノロジー学会大会, 石川, 5月(2023)
- 2) 青木政人・檜原由樹・竹中剛志・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-III アユの生活史に伴う光誘導特性の変化 第23回日本光生物学協会年会, 京都, 8月(2023)
- 3) 永谷健一・市原聡人・野村和晴・石川卓・金子信人・福井洋平・田中秀樹・石橋泰典 ニホンウナギ仔魚の生残率等に及ぼす各種飼育環境の影響 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 4) 永谷健一・市原聡人・野村和晴・石川卓・金子信人・田中秀樹・石橋泰典 ニホンウナギ仔魚の生残率等に及ぼす飼育水 pH の影響 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 5) 青木政人・檜原由樹・竹中剛志・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-IV アユ仔稚魚の発育に伴う視物質オプシン遺伝子の発現様式 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 6) 青木政人・檜原由樹・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-V アユ仔稚魚の発育に伴う対光行動の変化 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 7) 藤岡大嗣・浅輪優樹・石橋泰典 クロマグロ仔魚の飼育成績に及ぼす水素ウルトラファインバブルの粒子密度の影響 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 8) 藤岡大嗣・石橋泰典 酸素ウルトラファインバブルがクエ仔魚の飼育成績に及ぼす影響 令和5年度日本水産学会秋季大会, 仙台, 9月(2023)
- 9) 青木政人・檜原由樹・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-VI 数種養殖種苗の行動制御法の検討 日本動物行動学会第42回大会, 京都, 仙台, 9月(2023)
- 10) 藤岡大嗣・石橋泰典 ナノバブルの包含気体と粒子密度がクロマグロ仔魚の飼育成績に及ぼす影響 令和5年度日本水産学会近畿支部例会, 奈良, 12月(2023)
- 11) 青木政人・檜原由樹・石橋泰典 アユ仔稚魚の対光行動と行動制御法の開発 令和5年度日本水産学会近畿支部例会, 奈良, 12月(2023)
- 12) 永谷健一・市原聡人・野村和晴・石川卓・金子信人・樋口理人・鈴木博史・田中秀樹・石橋泰典 ニホンウナギ仔魚の飼育成績に及ぼす飼育水元素組成の影響 令和5年度日本水産学会近畿支部例会, 奈良, 12月(2023)
- 13) 青木政人・石橋泰典 魚類のプロジェクター光による行動制御法の開発-VII アユ仔魚の摂餌率等に及ぼす光波長の影響 令和5年度日本水産増殖学会第21回大会, 福井, 12月(2023)
- 14) 藤岡大嗣・石橋泰典 クロマグロ仔魚の初期飼育におけるナノバブルの有効性 第11回日本マイクロ・ナノバブル学会 学術総会, 東京, 12月(2023)

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 基盤研究 (B) (石橋-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」
- 2) 農水省委託事業 (石橋-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」
- 3) 民間企業受託費 1件 (石橋-研究代表者・単独)
- 4) 民間企業共同研究費 1件 (石橋-研究代表者・単独)

(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・木材産業による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
- ・森林の成長モデル

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研究

科学研究費補助金による助成を受け, ドローンによる上空からの撮影画像をもとに, カウンターのみの作業によって, 針葉樹人工林における平均樹高と林分密度を計測する方法論をシミュレーションによって確立した。また, これらの計測値をもとに, 平均胸高直径を推定するモデルを開発し, その妥当性を検証した。

2) 森林の成長モデルの研究

スギの同齢単純林において, 全個体を伐採し, その立木位置を計測するとともに, 年輪解析のデータを用いて, それらの成長経過にもなう個体の空間分布を解析した。その結果をもとに, 人工林における林木の成長パターンと空間分布との関係を明らかにした。

【研究の展望】

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) Yada T, Inoue A. Possibility of the use of bamboo powder into vegetable seedling soils. *Bamboo Journal* **33**, 1–10 (2023).
- 2) Yamamoto M, Inoue A. Predicting changes in carbon stocks of bamboo forests in Japan from 1985 to 2005. *Journal of Forest Research* **28**, 407–415 (2023)
- 3) 小澤瑞樹・井上昭夫. スギ同齢単純林における直径成長パターンと空間分布との関係. *森林計画学会誌* **57**, 3–13 (2023).
- 4) Umemi K, Inoue A. A model for predicting mean diameter at breast height from mean tree height and stand density. *Journal of Forest Research* **29**: 186–195 (2024).

【学会発表等】

- 1) 井上昭夫. 九州地方の木本植物における胸高直径と樹高との関係の上限線. 第135回日本森林学会大会, 東京, 3月 (2023) .
- 2) 小澤瑞樹・井上昭夫. シミュレーションによる空中ビッターリッヒ法の検討. 第135回日本森林学会大会, 東京, 3月 (2023)

【受賞等】

- 1) 梅見弘太郎. 平均樹高と林分密度による平均直径の推定—ドローン・航空機レーザへの

- 応用一. 第33回学生森林技術論文コンテスト 日本森林技術協会理事長賞, 日本森林技術協会
- 2) 小澤瑞樹. スギ同齢単純林における直径成長パターンと空間分布との関係. 2024年南雲秀次郎記念学生奨励賞, 森林計画学会

【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—ドローンによる簡便な森林調査法の開発—」(代表) 4,160 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。しかし、全国の蔵で同じ“きょうかい酵母”が使われるようになり、酒質の画一化が懸念されるようになった。奈良特産の柿を使った果実酒を開発するため、そこで非サッカロ系酵母に着目し、酒類製造に利用できるかどうかの検討をおこなうため、近畿大学構内の花々からスクリーニングを行い、非サッカロ酵母を数種類単離した。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。研究成果は生化学会、分子生物学会で発表を行い、現在、論文投稿中である。また柿ワイン“柿の音”に用いた製造法、単離酵母で2件の特許出願を行った。

2) 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。しかし、IPMS のアロステリック制御に関して、分子レベルでは未解明である。そこで等温カロリメトリー法を用い、熱力学的観点から本課題に取り組み、成果を蛋白質科学会、生化学会、分子生物学会等で発表した。

【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】

「原著論文」

Kurata A., Takeuchi S., Fujiwara R., Tamura K., Imai T., Yamasaki-Yashiki S., Onuma H., Fukuta Y., Shirasaka N. and Uegaki K. Activation of the toll-like receptor 2 signaling pathway by GAPDH from bacterial strain RD055328. *Biosci Biotechnol Biochem.* **87**, 907-915 (2023).

Ikemoto M., Yamazaki A., Ohnishi T., Ishigami T., Fukumitsu J., Oike K., Inoue K., Uegaki K. and Hosokawa M. Evaluation of yield and tuber functionality in short-term cultivation of Chinese artichoke using propagated cuttings. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* **99**, 480–489 (2024).

Hayakawa N., Yamanaka H., Yamada Y., Cho I., Uegaki K. and Ohmoto T. An attempt to apply α -amylase for conservation works on paintings to be reassembled with starch paste after the treatment. *保存科学*, **2**, 99-107 (2023).

「特許」

特願 2023-041382

特願 2023-080579

「学会発表」

木崎健斗、古家美紀、北詰花菜、大沼貴之、島本茂、倉田淳志、上垣浩一
酵母IPMSのアロステリック制御機構の解明
第46回 日本分子生物学会年会、2023年12月6日～8日、神戸国際会議場、

北詰花菜、武林真由花、大沼貴之、大橋博之、倉田 淳志、上垣 浩一
LEU9由来 α -イソプロピルリンゴ酸合成酵素の発現系構築及び熱力学的解析
第46回 日本分子生物学会年会 2023年12月6日～8日、神戸国際会議場、

中谷未侑、大谷里菜、大西徹、長谷川哲哉、片渕歩真、北野未唯、梅澤究、大橋正孝、倉田淳志、上垣 浩一
*Lachancea thermotolerans*の清酒醸造への利用と乳酸生成に関わる遺伝子の探索
第46回 日本分子生物学会年会 2023年12月6日～8日、神戸国際会議場、

木崎健斗、古家美紀、北詰花菜、大沼貴之、倉田淳志、上垣浩一
等温滴定型カロリメトリーを用いた酵母 α -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
第96回 日本生化学会大会 2023年10月31日～11月2日、福岡国際会議場、

武田悠杜、佐々本康平、氷見山幹基、張宇キ、森芳邦彦、大本貴士、上垣浩一、中村努、西矢芳昭

Ni-NTA アフィニティーカラムクロマトグラフィーが金属酵素の EDTA 感受性に影響を与える一例

第 75 回日本生物工学会大会 2023 年 9 月 3 日(日)~5 日(火)、名古屋大学東山キャンパス

石橋理人、末澤彩那、内田絢音、中谷未侑、倉田淳志、上垣浩一

非サッカロ酵母のリンゴ酸高生産株の取得と新規の育種用薬剤の探索

第 19 回 近畿大学環境科学研究会、2023 年 8 月 9 日(水)・10(木)、近畿大学薬学部、

北詰花菜、武林真由花、大沼貴之、大橋博之、倉田淳志、上垣浩一

LEU9 由来 α -イソプロピルリンゴ酸合成酵素の発現系構築及び熱力学的解析

第 19 回 近畿大学環境科学研究会、2023 年 8 月 9 日(水)・10(木)、近畿大学薬学部、

木崎健斗、古家美紀、北詰花菜、大沼貴之、倉田淳志、上垣浩一

等温滴定型カロリーメトリーを用いた酵母 α -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

第 19 回 近畿大学環境科学研究会、2023 年 8 月 9 日(水)・10(木)、近畿大学薬学部、

木崎健斗、古家美紀、北詰花菜、大沼貴之、倉田淳志、上垣浩一

等温滴定型カロリーメトリーを用いた酵母 α -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

第 23 回日本蛋白質科学会年会 2023 年 7 月 5 日~7 月 7 日、名古屋国際会議場

武田悠杜、佐々本康平、氷見山幹基、張宇キ、森芳邦彦、大本貴士、上垣浩一、中村 2、西矢芳昭

存性糖脱アセチル化酵素の金属イオン親和性に対する精製法の影響第 23 回日本蛋白質科学会年会 2023 年 7 月 5 日~7 月 7 日、名古屋国際会議場金属依

福田展雄、斎藤俊幸、橋本直哉、久保義人、岡田俊樹、川島典子、白井 伸明、松尾 啓史、山本佳宏、廣岡青央、和田潤、高阪千尋、泊直宏、清野珠美、田中秀典、原田知左子、西村友里、大本貴士、大橋正孝、立本行江、前田拓也、藤原真紀、吉村侑子、中村允、山崎栄次、丸山裕慎、小澤敦揮、澤井美伯、久松賢太郎、近藤真一、伊藤彰敏、三井俊、伊東寛明、上垣 浩一

日本酒成分分析の標準化活動

第21回 産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会、2023年6月13日～14日、産総研つくばセンター

【競争的資金・外部資金】

1) 科学研究費補助金 基盤研究 (C)

(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)

【研究成果】

持続的な環境保全型完全養殖システムの構築を目指す。本年度の主な研究テーマは次の3つになる:、1) イケス養殖場水域の水質・底質浄化メカニズムの解明、2) 生分解性プラスチックの魚類養殖における活用法の開発、3) アユの冷水病対策。

1) イケス養殖場水域の水質・底質浄化メカニズムの解明

海洋細菌が水質・底質浄化に果たす役割を細胞外酵素活性を指標として2012~2023年のデータから評価した。その結果、様々な環境要因と環境酵素の関係が明らかになったが、特に表層のタンパク質の加水分解活性が塩分と強い負の相関を示すことが判明した。さらに海水の塩分を下げる主要因である雨水が加水分解活性の変動に大きくかわることを明らかにした。

半閉鎖的な内湾のイケス養殖場水域は夏季に底層への溶存酸素の供給が不足し底泥がドブ化する(硫化水素の発生・蓄積)。底泥堆積物中の乳酸菌の動態を解析し、乳酸をエネルギー源とする硫酸塩還元細菌の増殖予測を可能にした。

2) 生分解性プラスチックの魚類養殖における活用法の開発

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。シオミズツボワムシの培養槽に PBSA を加えるとシオミズツボワムシの増殖を促進し、シオミズツボワ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(絨毛虫)の増殖を抑制することが明らかになった。

3) アユの冷水病対策

世界中で養殖されている大西洋サケなどサケ科魚類で最も問題になっているのが冷水病である。日本でもアユやニジマスに対する冷水病が大きな問題になっている。ただ、この冷水病の原因菌である *Flavobacterium psychrophilum* は非常に宿主特異性が高い。大西洋サケに病気を起こす冷水病菌はアユに感染しない。この宿主特異性を生み出すメカニズムの一端を明らかにした。

【将来の展望】

風波や降雨などの様々な環境変化が養殖場水域の有機物の分解プロセスに影響することが少しずつ明らかになってきた。さらにデータの蓄積と詳細な解析が必要だが、ここでの研究成果はイケス養殖が自然水域に与える有機物負荷の適正な管理に資する。また、養殖における餌生物の培養方法の最適化や病気発生の防除に役立つ方法の確立なども実現可能になってきた。いずれの研究成果も持続性の高い環境保全型完全養殖システムの構築に役立つ。

【論文発表】

- 1) Fujiwara-Nagata E., Naitou-Shibahara Y., Kataoka Y., Kintsuji H., and Eguchi M. Host-specific Infectivity of Flavobacterium psychrophilum Strains Isolated from Ayu and Rainbow Trout. *Fish Pathology*, 58 (3), 91–98, 2023.
- 2) Fujiwara-Nagata E, Nakase G, Kuroda K., Narihiro T., and Eguchi M. Early prediction of environmental deterioration in a coastal fish farming area using lactic acid bacteria as an indicator. *Fisheries Science* 90: 505-517 (2024) doi.org/10.1007/s12562-024-01756-3
- 3) Taniguchi A., Kawagishi T., Tanaka A., Takata S., Hagimoto T., Shirakashi S., Fujiwara-Nagata E., and Eguchi M. Addition of the biodegradable polymer poly(butylene succinate-co-adipate) improves rotifer growth and prevents contamination. *Aquaculture Science* 71(2) 75-86 2023.
- 4) Taniguchi A., Kuroyanagi Y, Aoki R., and Eguchi M. Community Structure and Predicted Functions of Actively Growing Bacteria Responsive to Released Coral Mucus in Surrounding Seawater. *Microbes and environments* 38(3) 2023.

【学会発表等】

- 1) 丹原弥空, 向井励, 谷口亮人, 家戸敬太郎, 江口 充, 田辺湾養殖場水域における細菌炭素消費量の経時変化, 令和 5 年度日本水産学会春季大会, 東京 (2023)
- 2) 石川碧伊, 武田真生, 豊川治, 廣岡とし, 谷口亮人, 家戸敬太郎, 江口 充, 田辺湾養殖場水域における環境酵素(エンドペプチダーゼとエキソペプチダーゼ)の働き, 令和 5 年度日本水産学会春季大会, 東京 (2023)
- 3) 白樫柊児, 川岸朋樹, 田中歩美, 畑下真那斗, 西島高久, 東亮太, 谷口亮人, 永田恵里奈, 江口 充, 生分解性樹脂の添加がシオミズツボウムシ培養水の細菌叢に与える影響, 令和 5 年度日本水産学会春季大会, 東京 (2023)
- 4) 石川碧伊, 豊川 治, 山崎景也, 井口博紀, 谷口亮人, 家戸敬太郎, 江口 充, 長期の野外観測から評価した田辺湾養殖場水域における環境酵素の活性, 令和 5 年度日本水産学会秋季大会, 宮城 (2023)
- 5) 丹原弥空, 向井励, 家戸敬太郎, 江口 充, 谷口亮人, 魚類養殖魚場における細菌による無機化速度と代謝活性が高い細菌数, 令和 5 年度日本水産学会秋季大会, 宮城 (2023)
- 6) 丹原弥空, 家戸敬太郎, 江口 充, 谷口亮人, 海産魚類用配合飼料由来の有機物の海水における細菌分解性, 令和 5 年度日本水産学会秋季大会, 宮城 (2023)

【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 2~5年度。3900 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、地域住民や大学関係者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（JACK in the LOVE（ガトーショコラ））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 曽爾村の特産品をPRするためのマルシェの開催や、曽爾村産の農産物の共同購入等を行う CSA（そののわ CSA）の立ち上げ・実践を行った。

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 純米大吟醸スパークリング香泡天田の酒粕、アンスリウムラスク）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」「近大味めぐりオードブル」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「東日本大震災からの復興に取り組む地域と大学の連携に対する地域住民の評価と期待 ―福島県川俣町と近畿大学の連携を対象として―」『農村計画学会論文集』Vol.3, No.1, pp.38-45 (2023) .

【学会発表等】

- 1) 伊豆正成・大石卓史「ジビエペットフードに対する飼育者の認知と購入意向 ―順序ロジックモデルによる分析―」『農村計画学会 2023 年度秋期大会』茨城県、12 月 (2023)
- 2) 田原ほの花・大石卓史「大学・地域連携の一方策としての CSA (Community Supported Agriculture) に対する大学関係者の評価 ―農学部の学生・教職員を対象としたアンケート調査に基づいて―」『農村計画学会 2023 年度秋期大会』茨城県、12 月 (2023)

【新聞・TV 報道等】

- 1) NHK (2023 年 8 月 8 日)「曾爾村 規格外トマトの有効活用を 近畿大と共同で地域活性化」
- 2) 奈良新聞 (2023 年 8 月 9 日)「美味しさ変わらず 近大生も企画応援」
- 3) 福島民報 (2023 年 8 月 19 日)「「アンスリウムラスク」商品化、26 日販売開始 福島県川俣町と近畿大など考案 「復興の花」モチーフに」
- 4) 福島民友 (2023 年 8 月 27 日)「川俣町×近畿大連携フェス 復興の歩み作品で紹介」
- 5) TUF テレビュウ福島 (2023 年 8 月 29 日)「マグロの近大が川俣町とタッグ アンスリウムでラスク&シルク 福島」
- 6) 福島民報 (2023 年 9 月 2 日)「アクセサリ作り体験 川俣町と近畿大 復興事業を紹介 福島でフェスタ」
- 7) 日本経済新聞(2023 年 9 月 6 日)「近畿大学農学部 奈良・曾爾村のトマトでソース――規格外品、おいしく工夫 (キャンパス探訪) 」
- 8) 産経新聞 (2023 年 11 月 10 日)「生産者と消費者が前払いで支え合い「そののわ CSA」スタート」
- 9) NHK (2023 年 12 月 12 日)「曾爾村と近畿大農学部が連携 消費者が地域の農業支える仕組み」
- 10) テレビ大阪 (2024 年 1 月 11 日)「ひと足早く「いただきます！」あべのハルカスバレンタインチョコ商戦」
- 11) NHK (2024 年 1 月 18 日)「バレンタイン商戦始まる コロナ5 類移行後初 大阪のデパート」
- 12) 読売新聞 (2024 年 3 月 5 日)「曾爾のトマトソース 食品コンクール受賞」

【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) 2024 年用おせち料理及びオーダブル用食材に関する調査研究 (研究代表者: 大石卓史) (受託研究)

「糖質関連酵素の構造と機能」

様々な生命現象が起こる場面において重要な役割を果たす糖鎖と、それらを分解、修飾、合成する酵素や相互作用するタンパク質に注目し、それらの構造と機能を明らかにする。また、酵素反応や相互作用の物理化学的な解析結果と合わせて、各生命現象が起こる仕組みの分子レベルでの理解を目的とし、最終的には得られる研究成果を生物制御や物質生産に役立てることを目指す。

研究代表者：大沼 貴之（教授）

【研究成果】

1) 植物の生体防御タンパク質に関する研究

植物病原菌関連タンパク質（PR タンパク質）ファミリー8に属する2種類のイネ GH18 キチナーゼ、OsChib1 と OsChib2 を発現、精製し、その特性を明らかにした。これらの酵素はクラス IIIb キチナーゼの構造的特徴を有し、イネのクラス IIIa 酵素である OsChib3a および OsChib3b とは異なり、基質キチンオリゴ糖の非還元末端から2番目のグリコシド結合を優先的に切断することを明らかにした。したがってクラス IIIb キチナーゼである OsChib1 と OsChib2 は、イネの細胞外キチナーゼとの協同作用により、病原性真菌の細胞壁から放出されるキチンオリゴ糖を効果的に加水分解するために重要であることを示した。

2) O-GlcNAcase を用いたトランスグリコシル化に関する研究

O-グリコシル化 N-アセチル-β-D-グルコサミン選択的 N-アセチル-β-D-グルコサミニダーゼ (O-GlcNAcase) はグリコシドヒドロラーゼファミリー84(GH84)に分類され、酵素的トランスグリコシル化の可能性をもつ保持型グリコシダーゼとして知られている。しかしながら、これまでに GH84 O-GlcNAcase が触媒する酵素的トランスグリコシル化は報告されていなかった。本研究では、同酵素による酵素的トランスグリコシル化を初めて達成した。*Bacteroides thetaiotaomicron* 由来 GH84 O-GlcNAcase (BtGH84O-GlcNAcase) は、N-アセチル-D-グルコサミンの 1,2-オキサゾリン誘導体 (GlcNAc オキサゾリン) を糖供与体基質として、N-(2-ヒドロキシエチル)アクリルアミドをアクセプター基質として β-結合型 N-アセチル-D-グルコサミン (GlcNAc) 誘導体を酵素的に合成した。

【研究の展望】

- 1) イネの生体防御タンパク質 PR8 を強化した病害に強い品種の開発に寄与するものと期待される。
- 2) O-GlcNAcase による酵素的トランスグリコシル化のバリエーションが拡大し、様々な天然糖鎖の化学-酵素合成が達成されることが期待される。

【発表論文等】

- 1) Synthesis of oligoglucosamine analogues containing the N,N,N-trimethyl-D-glucosaminyl unit by automated electrochemical assembly. Rahman MA, Takahashi S, Sasaki N, Itoh T, **Ohnuma T** and Nokami T. *Electrochemistry* 91(11) 112013-112013 (2023)
- 2) Periplasmic chito oligosaccharide-binding protein requires a three-domain organization for substrate translocation. **Ohnuma T**, Tsujii J, Kataoka C, Yoshimoto T, Takeshita D, Lampela O, Juffer AH, Suginta W, Fukamizo T. *Sci. Rep.* 13 20558-20558 (2023)
- 3) The first report of enzymatic transglycosylation catalyzed by family GH84 N-acetyl-β-d-glucosaminidase using a sugar oxazoline derivative as a glycosyl donor. Tanaka T, Habuchi Y, Okuno R, Nishimura S, Tsuji S, Aso Y, **Ohnuma T**. *Carbohydr. Res.* 523 108740-108740 (2023)
- 4) Characterization of two rice GH18 chitinases belonging to family 8 of plant pathogenesis-related proteins. Tanaka J, Takashima T, Abe N, Fukamizo T, Numata T, Ohnuma T. *Plant Sci.* 111524-111524 (2023)

【学会発表等】

- 1) 大沼貴之、糖質関連タンパク質研究から見えてきた病原菌の感染戦略と植物の生体防御の仕組み、第37回日本キチン・キトサン学会大会、鳥取、9月(2023)
- 2) 吉本光希、岡田龍大、尾形 慎、作田庄平、大沼貴之、イネいもち病菌 *Magnaporthe oryzae* が分泌する新規 GH18 キチナーゼ MoChia1 の構造と機能、第37回日本キチン・キトサン学会大会、鳥取、9月(2023)
- 3) 大沼貴之、尾崎玄忠、竹下大二郎、イネ OsXIP による植物病原菌 GH11 キシラナーゼの阻害機構 日本応用糖質科学会 2023 年度大会、沖縄、9月

【受賞等】

第37回日本キチン・キトサン学会大会ポスター賞

吉本光希、岡田龍大、尾形 慎、作田庄平、大沼貴之、イネいもち病菌 *Magnaporthe oryzae* が分泌する新規 GH18 キチナーゼ MoChia1 の構造と機能、第37回日本キチン・キトサン学会大会、鳥取、9月(2023)

【競争的資金・外部資金】

- ・ 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2023 年 4 月 - 2026 年 3 月
大腸菌特有の EvgS センサー活性化制御機構の解析 江口 陽子, 大沼 貴之 (分担)
- ・ 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2022 年 4 月 - 2025 年 3 月
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 大沼 貴之 (代表)

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

「 ! 」

植物は、生態系の中で、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がいる一方で、植物の病気を引き起こす病原菌がいる。植物は、病原菌と共生菌を認識するセンサーを持ち、それらを通じて、免疫反応および共生反応を誘導している。本研究では、植物と微生物間の機能的な分子間相互作用を解明し、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) 植物のパターン誘導免疫機構の研究

イネの細胞膜に存在する OsCERK1 複合体は、真菌由来のキチンや細菌由来のペプチドグリカン（PG）を認識して様々な免疫反応を誘導する。これまでに、我々は、OsCERK1 の下流で働く免疫因子として、ユビキチンリガーゼをコードする PUB44 を見出した。PUB44 は、イネ免疫の鍵転写因子である WRKY45 を抑制する PBI1 をユビキチン化し、PBI1 を分解に導くことで、WRKY45 に依存した免疫反応を活性化している。PUB44 の活性化機構を解明するため、OsCERK1 の活性化に伴ってリン酸化される PUB44 の 6 個のアミノ酸を同定した。本年度の解析により、それらの多くは、MAP キナーゼによってリン酸化されることが明らかになった。さらに、OsCERK1 や PUB44 と相互作用する RLCK ファミリータンパク質を見出した。実際、6 個のアミノ酸配列のうち 1 つは、RLCK の標的リン酸化モチーフと一致しており、この RLCK タンパク質もまた、PUB44 の活性化に関与することが示唆された。

2) 植物のエフェクター誘導免疫機構の研究

病原菌は、病原性の鍵因子として働くエフェクターを植物細胞内に分泌することが知られている。白葉枯病菌がもつ Transcription Activator-like (TAL) エフェクターは、イネの核に移動し、転写因子として、菌の増殖にとって有利に働く宿主遺伝子の発現を誘導する。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、細胞死を伴う強い抵抗性を誘導することが知られているが、その制御機構は不明である。我々は、イネプロトプラストを用いて、Xa1 に依存した細胞死誘導機構を解析するための実験系を構築した。カルシウムセンサーを用いた解析より、Xa1 の活性化に伴い、細胞内のカルシウムレベルが上昇することが明らかになった。このことから、Xa1 がカルシウムシグナルを介して免疫を活性化していることが示唆された。

3) 植物の共生誘導機構の研究

イネには、アーバスキュラー菌根菌が共生することが知られている。これまでに、OsCERK1 を含む複合体が、アーバスキュラー菌根菌の Myc ファクターを検出し、それが引き金となって共生反応が誘導されることが報告されているが、その分子機構はあまり理解されていない。我々は、OsCERK1 と相互作用する RLCK ファミリータンパク質を同定した。菌根菌との共生における RLCK の機能を解析するため、その遺伝子のノックアウト変異体を作製した。その変異体の解析から、本 RLCK が共生反応に関与していることが示唆された。

【研究の展望】

毎年、病害は作物生産に大きな損失をもたらしている。さらに、小麦いもち病など、新奇の病原菌が出現し、それらが今後、パンデミックを引き起こすことが危惧されている。本研究により、植物自身もつ免疫力を理解することで、それを活用した次世代型の耐病性技術の開発が期待される。

【発表論文等】

- 1) 川崎努、中村春平、西村直也、吉久采花、吉村智美、山口公志. イネの免疫制御システムの理解とその応用、植物感染生理談話会論文集 57: 19-28 (2023)

【学会発表等】

- 1) Tsutomu Kawasaki, Naoya Nishimura, Satomi Yoshimura, and Koji Yamaguchi, Molecular mechanism of OsPUB44-mediated activation of WRKY45 in rice immunity, 7th International conference of Bacterial Blight in Rice, Manila, 9月(2023)

- 2) Satomi Yoshimura, Ayaka Yoshihisa, Motoki Shimizu, Koji Yamaguchi and Tsutomu Kawasaki, The regulatory mechanism of the NLR Xa1-mediated immunity induced by perception of TAL effectors, 7th International conference of Bacterial Blight in Rice, Manila, 9月(2023)

- 3) 吉久采花、吉村智美、清水元樹、豊田正嗣、山口公志、川崎努. 白葉枯病菌感染に応答したイネ NB-LRR 型受容体 Xa1 による細胞死誘導経路、第 65 回日本植物生理学会年会、神戸、3月(2024)

- 4) 松野匠吾、吉久采花、吉村智美、山口公志、川崎努. 白葉枯病抵抗性を正に制御する OsISP の機能解析、令和 6 年度 日本植物病理学会大会、仙台、3月(2024)

他、学会発表 6 件

【受賞等】

学生優秀発表賞受賞：松野匠吾、吉久采花、吉村智美、山口公志、川崎努. 白葉枯病抵抗性を正に制御する OsISP の機能解析、令和 6 年度 日本植物病理学会大会

【競争的資金・外部資金】

農林水産省・戦略的国際共同研究推進委託事業・二国間国際共同研究事業

(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 」

研究代表者：木戸 慎介（農学部食品栄養学科，准教授）

【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は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, Kawasaki N, Iseki H, Nogata M, Kawabata Y and Kido S. Effect of plant protein-rich diet on postprandial phosphate metabolism in healthy adult men: a randomised controlled diet. *Journal of human Nutrition and Dietetics* 37(3):762-771, 2024

【学会発表】

1. 藤本美香, 山下和子, 村上華子, 渡辺紗弥佳, 藤原克美, 木戸慎介, 富田圭子, 多賀敦, 安井梨紗, 村田積美, 市川勝義, 東田有智、大学生と「官・産・学」で健康教育を目指す食育イベントについて、第 27 回日本病態栄養学会年次学術集会、2024 年 1 月、京都
2. 水本千夏, 神岡実祐, 青柳美咲, 房晴美, 水野時枝, 向奥裕基, 北村光, 木戸慎介、家庭用調理ケア家電の調理特性について、第 22 回日本栄養改善学会近畿支部学術総会、2023 年 12 月、奈良

【講演等】

1. 慎介、医食農連携を基盤とした with コロナの地域戦略～地域支援型農業（GSA）を導入した「医」と「農」を支える多様な連携軸の構築～、2023 年度公益社団法人滋賀県栄養士会研究教育事業部総会、2024 年 3 月、滋賀

【競争的資金・外部資金】

- 1) 競争的資金「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、日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究（C）（代表）」
- 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 : 2, 3)

「ヒトにおける味覚相互作用の検討」

味覚は食品のおいしさに重要である。味覚には5つの基本味（塩味、甘味、酸味、苦味、うま味）がある。しかし、それらの相互作用は複雑であり、研究者によっても異なる結果が報告されていることから、未だに基本的理解が進んでいない。通常の食品にはさまざまな呈味成分が混合して含まれていることから、呈味成分間の味覚相互作用を理解することは、おいしい食品を開発する上で有益な情報をもたらす。そこで、本研究では2成分混合モデルを用いて味覚相互作用の解明を目指している。

研究代表者：近藤 高史（教授）

【研究成果】

1) NaCl 添加によるうま味増強の研究

だし（出汁）に少量の塩や薄口醤油などを加えるとおいしさが増すことは、広く知られている。しかし、そのメカニズムは不明であった。本研究では「NaCl 添加によりうま味が増強される」と仮説を立て、女子大学生を対象に官能評価試験を行った。その結果、グルタミン酸ナトリウム（MSG）のうま味が NaCl 添加により濃度依存的に増加すること、2) うま味増加は主に Na^+ によって生じ、 Cl^- の作用は弱いことを見出した。本研究成果は、日本味と匂学雑誌の原著論文として掲載された。

2) NaCl 添加による甘味増強の研究

NaCl の甘味増加作用に Na^+ -グルコース共輸送体（SGLT）が関与する可能性を検証するため、女子大学生を対象に官能評価試験を行った。その結果、NaCl 添加により、グルコースだけでなく SGLT で輸送されない甘味物質でも甘味増加が生じ、この増加は SGLT 阻害剤により一部抑制された。したがって、ヒトでは SGLT に加えて他の未知メカニズムも関与することが示唆された。

3) 市販飲料による餅の苦味発生メカニズムの研究

餅は甘い。しかし、アクエリアスと一緒に口に入れると苦味を感じることは、一部のの人に経験的に知られている。本研究では「餅を噛むと、酸性条件下でのみ苦味を生じる成分が口内に放出される」と仮説を立て、官能評価法により苦味発生のメカニズムを検討した。その結果、苦味物質は飲料に含まれているのではなく、噛むことによって餅から口内に放出されることが示唆された。

【研究の展望】

上記の研究を進めることで、ヒトにおける味覚相互作用の理解を進め、おいしい食品の開発に貢献することが期待される。

【発表論文等】

1) 田中伽奈、桂川晴花、近藤高史：NaCl 添加によるうま味の増強効果の定量的解析。日本味と匂学雑誌 31(1)：33-40 (2024)。

【学会発表等】

シンポジウム講演

1) 近藤高史：だしと情動：食を通じた支援の可能性、第12回日本情動学会大会、一般公開シンポジウム2「不登校の情動的支援」、2023年11月18-19日、京都。

- 2) **Takashi Kondoh** : Turning of umami research: shift from defense (safety) to offense (physiological significance). The 20th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception (ISMNTOP2023), November 25-26, 2023, Okayama, Japan.

一般演題

- 3) 田中伽奈、桂川晴花、**近藤高史** : うま味に対する塩の増加作用. 日本農芸化学会関西支部第 525 回講演会、2023 年 5 月 27 日、京都。
- 4) 田中伽奈、桂川晴花、**近藤高史** : 各種塩添加によるうま味増加作用. 日本食品科学工学会第 70 回記念大会、2023 年 8 月 24-27 日、京都。
- 5) 田中伽奈、桂川晴花、**近藤高史** : NaCl 添加によるうま味の増強. 日本味と匂学会第 57 回大会、2023 年 9 月 11-13 日、東京。
- 6) **近藤高史**、天野莉那、武藤悠作 : 市販飲料の口中調味による餅の味覚変調作用. 日本味と匂学会第 57 回大会、2023 年 9 月 11-13 日、東京。
- 7) Kana Tanaka, Haruka Katsuragawa, **Takashi Kondoh** : Enhancement of umami taste by Na ion in humans. The 20th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception (ISMNTOP2023), November 25-26, 2023, Okayama, Japan.
- 8) **Takashi Kondoh**, Yui Katsumata, Kyoka Yoshitake : Enhancement of sweet taste by NaCl in humans. The 20th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception (ISMNTOP2023), November 25-26, 2023, Okayama, Japan.
- 9) 田中伽奈、桂川晴花、**近藤高史** : NaCl のうま味増強作用. 食欲・食嗜好を形成する感覚・内分泌・神経基盤研究会、2023 年 12 月 16-17 日、岡崎。
- 10) **近藤高史**、天野莉奈、武藤悠作 : 市販飲料との組合せによる餅の苦味発生メカニズム. 食欲・食嗜好を形成する感覚・内分泌・神経基盤研究会、2022 年 12 月 15-16 日、岡崎。
- 11) 田中伽奈、桂川晴花、**近藤高史** : さまざまな塩添加によるうま味の増加. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (創立 100 周年記念大会)、2024 年 3 月 24-27 日、東京。
- 12) **近藤高史**、勝亦佑衣、吉武杏花 : ヒト甘味の NaCl 添加による増加作用. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (創立 100 周年記念大会)、2024 年 3 月 24-27 日、東京。

【受賞等】

なし

【競争的資金・外部資金】

ソルト・サイエンス研究財団 2023 年度研究助成、「塩による甘味増強作用の検証」、800 千円、助成研究者：近藤高史、研究期間：2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日。

以 上

(SDGs : 3, 4)

「血管疾患発症機構の理解と予防法の開発・社会実装」

【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。

研究代表者：財満 信宏（教授）

【研究成果】

腹部大動脈瘤の病態生理学理解と予防・治療法確立を目指した研究

腹部大動脈瘤は、大動脈の進行的な拡張を呈する疾患であり、拡張につれて大動脈破裂のリスクが上昇する。この破裂は致命的であり治療法の確立が望まれているが、現時点で腹部大動脈瘤の薬物は存在しない。我々はこれまでに腹部大動脈瘤の発症から破裂までを説明できる仮説を提唱し、その仮説を実証するモデル動物の作出に成功した。このモデル動物とヒト臨床を統合的に解析する中で、本年度は、ヒトに対する研究として日本人腹部大動脈瘤患者に特徴的な摂取栄養素を明らかにしたほか、これまでの研究で見出した素材をもとに動脈変性を改善しうるデバイスの開発とその実証に成功した。また、動物実験を中心とした解析によって腹部大動脈瘤を予防・治療しうる機能性素材を見出し、その想定作用機序を報告した。

【研究の展望】

動脈硬化改善をヒトで実証した成果と方法に関しては、社会実装物の開発フェーズに移行しようとしている最中である。この改善法に関する特許は、日本を含めて世界の 18 か国に出願しているため、世界展開が最終目標である。また、腹部大動脈瘤を予防・治療しうることを見出した機能性素材（トリカプリン）に関しては、発見後に臨床への橋渡し作業を行い、大阪大学医学部附属病院にて腹部大動脈瘤患者を対象とした臨床試験を開始していただけることになった。また、昨年報告した論文 (*Biomedicine & Pharmacotherapy* 2022) の内容をもとにした社会実装コンセプトを企業に移転し、その成果物の販売が日本全国のファミリーマートにて開始された。

【発表論文等】

1. Kugo, H., Yata, T., Kanai, R., Naruse, E., Inuzuka, K., Tanaka, H., Yanagimoto, K., Moriyama, T., Unno, N., Korigima, M., Zaima, N: Survey of food intake in patients with abdominal aortic aneurysm. *J. Oleo Sci.* 72, 211-218, 2023.
2. Yamada, K., Toyota, K., Tsunoda, Y., Matahira, Y., Matsumura, S., Yoshioka, Y., Zaima, N., Unno, N: The effects of inhaled beta-caryophyllene on vascular stiffness in smokers: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Experimental and Therapeutic Medicine.* 25, 57, 2023.
3. Enomoto, H., Zaima, N: Desorption electrospray ionization-mass spectrometry imaging of carnitine and imidazole dipeptides in pork chop tissues. *Journal of Chromatography B.* 1216, 123601, 2023.
4. Kugo, H., Sugiura, Y., Fujishima, R., Jo, Shintou., Mishima, H., Sugamoto, E., Tanaka, H., Yamaguchi, S., Ikeda, Y., Hirano, K., Moriyama, T., Zaima, N: Tricaprin can prevent the development of AAA by attenuating aortic degeneration. *Biomedicine & Pharmacotherapy.* 160, 114299, 2023.
5. Saga, Y., Yamanishi, Y., Matsumoto, M., Yoshioka, Y., Zaima, N., Konishi, Y: Oleoresin of black pepper (*Piper nigrum*) has a neuroprotective effect on apoptosis induced by activity deprivation. *Food Science and Technology Research.* 29, 567-573, 2023
6. Higashihara, M., Kugo, H., Nakamura, T., Sumi, T., Shimizu, D., Kiriya, K., Fujita, M., Sutoh,

K., Moriyama, T., Zaima, N: Nucleic acids and collagen can attenuate ovariectomy-induced degeneration of fibers in the abdominal aortic wall of female rat. *PharmaNutrition*. 26, 100360, 2023.

【学会発表等】

シンポジウム（すべて招待講演）

国内シンポ

1. 財満信宏：質量分析イメージング法による生体分子の可視化ー基礎研究から商品開発までー 日本農芸化学会 2024 年度東京大会シンポジウム 食品機能学の 40 年と想定もしていなかった最前線の知見 令和 6 年 3 月 26 日（東京農業大学、東京）
2. 財満信宏：血管の健康を破綻させうる因子と破綻を予防しうる食品成分 第 26 回健康栄養シンポジウム 令和 6 年 2 月 17 日（土）（お茶の水女子大学、東京）
3. 財満信宏：腹部大動脈瘤と中性脂肪のかかわりー進展・破裂・予防・治療の観点からー AAA 講演会 令和 6 年 2 月 10 日（土）（千里ライフサイエンスセンター、大阪）
4. 財満信宏：「血管疾患発症の温床となる血管の変性とそれを予防しうる食品成分・かおり成分」第 27 回日本統合医療学会学術大会シンポジウム 令和 5 年 12 月 17 日（日）（静岡県コンベンションアーツセンター）
5. 財満信宏：「中性脂肪と腹部大動脈瘤」第 17 回日本薬局学会学術総会 シンポジウム 中性脂肪と疾病-難病から生活習慣病まで- 令和 5 年 10 月 9 日（月）（名古屋国際会議場）
6. 財満信宏：「血管疾患予防の重要性～フェムケアにおける核酸の可能性～」第 15 回これからの健康と栄養を考えるシンポジウム（産経新聞社） 令和 5 年 4 月 23 日（日）（ライブ配信）

国際シンポ

1. Nobuhiro ZAIMA：「Triglyceride and Abdominal aortic aneurysm」International Symposium on Triglyceride/Neutral Lipid and Rare Disease 令和 5 年 10 月 21 日（土）（Kyoto International Conference Center）

【競争的資金・外部資金】

文部省科学研究費（基盤研究 B）（代表）

腹部大動脈瘤予防法確立にむけた栄養学的基盤研究

文部科学省科研費（挑戦的研究(萌芽)）（代表）

食品香気成分と生体の未知なる関係を理解するための萌芽的研究

(SDGs : 2, 3, 9,)

「ヘテロクロマチンの形成と維持」

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) X 染色体不活性化の維持機構に関する研究

不活性 X 染色体を構成するクロマチンには抑制型のヒストン修飾である H3K27me3 と H3K9me3 が濃縮している。不活性 X 染色体上の遺伝子発現を安定に抑制し続けられない変異マウスを用いた当研究室の最近の解析から、不活性化 X 染色体のヘテロクロマチン状態を安定に維持するためには H3K9me3 が関与している可能性が見いだされた。メスのマウス胚性幹細胞 (ESC) の分化誘導過程では、胚発生過程で起こる X 染色体不活性化を再現できるので、ESC を用いて X 染色体不活性化の過程で H3K9me3 を始めとするクロマチン修飾やクロマチンの高次構造がどのように制御されているか解析を進めている。不活性状態を維持できない先述の変異マウスと同様の変異を導入した ESC から誘導した神経幹細胞 (NSC) を用いて、クロマチンの高次構造について解析した結果、不活性 X 染色体の 3 次元ゲノム構造の異常が見いだされた (Poonperm et al., 2023)。

2) X 染色体不活性化における WTAP の役割に関する研究

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。メスのマウス ESC において、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。しかし、これは WTAP の欠損により、細胞の分化能が著しく損なわれたための二次的な影響であることが示唆された。一方、すでに不活性化された X 染色体をもつ胚性幹細胞 (ECC) で WTAP の機能を阻害すると、不活性 X 染色体上で脱抑制される遺伝子が現れた。これは WTAP がいったん不活性化した X 染色体の維持に関与することを示唆する。

【研究の展望】

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する。近年、B 細胞系列の細胞で不活性 X 染色体上の一部の遺伝子が加齢とともに再活性化することが示唆され、これが女性に罹患が偏る自己免疫疾患の原因となっている可能性が指摘されている。したがって、ヘテロクロマチンの維持機構の解明は、そうした疾病を発症する原因の究明や治療法開発も貢献する可能性がある。

【発表論文等】

- 1) Poonperm R, Ichihara S, Miura H, Tanigawa A, Nagao K, Obuse C, Sado T, *Hiratani I. Replication dynamics identifies the folding principles of the inactive X chromosome. *Nat Struct Mol Biol.* 2023

Aug;30(8):1224-1237. doi: 10.1038/s41594-023-01052-1. Epub 2023 Aug 10.

【学会発表等】

- 1) Takashi Sado, Maintenance of X inactivation in the mouse, EMBO workshop X-chromosome inactivation: new insights on its 60th anniversary, Berlin, June 2023 |
- 2) 朴 潤姫, X 染色体不活性化における WTAP の役割, 日本遺伝学会第 95 回大会, 熊本, 9 月 (2023)
- 3) 佐渡 敬, X 染色体不活性化の維持機構における H3K9me3 の重要性, 日本遺伝学会第 95 回大会, 熊本, 9 月 (2023)

【競争的資金・外部資金】

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組換えやゲノム編集は、生物本来の生理的機能である DNA 損傷修復のエラーを人為的に誘導し利用した技術である。交配による育種も、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、それらの反応の基盤となる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。また、我々の細胞で同様の遺伝子改変が引き起こされた場合は遺伝情報の再編から細胞がん化の原因となる。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) 減数分裂期交差型組換えの数と配置の制御メカニズムの解明

減数分裂期は単数体配偶子を形成するために、減数第一分裂期において父母由来の相同染色体を分配するというユニークなシステムである。通常、物理的な相互作用を持たない相同染色体の正確な分配を可能にしているのは、染色体腕部のコヒージョン、キネトコアの単極性、そして相同染色体間の交差型組換えである。交差型組換えは次世代の遺伝的多様性を生み出すが、一方で、二価染色体あたりほぼ一箇所に数を限定する厳格な制御機構が存在するため連鎖が生じる。我々はその連鎖を引き起こす分子メカニズムについて研究を行い、交差の開始反応であるプログラム DNA 二本鎖切断部位に SUMO E3 リガーゼ Zip3 のリクルートステップとさらにその中から一部に Msh4/Msh5 がリクルートされることで交差部位を決定していることを明らかにした。

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。

【研究の展望】

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) ***Shinohara, M.** and Shinohara, A. (2023). The Msh5 complex shows homeostatic localization in response to DNA double-strand breaks in yeast meiosis. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* 11, 1170689. doi: 10.3389/fcell.2023.1170689.
- 2) Li, K., Yoshimura, K., ***Shinohara, M.** (2023). Meiotic DNA double-strand break-independent role of protein phosphatase 4 in Hop1 assembly to promote meiotic chromosome axis formation in budding yeast. *Genes Cells* 28: 595-614. 10.1111/gtc.13049.

【学会発表等】

「招待講演」

- 1) **Shinohara, M.**, T. Tamai, R. Ojiri (2024.3.19). Regulation of Mre11 nuclease activity through Rad50 and its function in DSB repair and meiotic crossover formation. IMB Seminar, IMB, Academia Sinica, Taipei, Taiwan
- 2) **Shinohara, M.**, T. Tamai, R. Ojiri (2023.11.29). Mre11 exonuclease activity is critical for the asymmetric releasing of Spo11-oligo DNA at meiotic programmed DSB ends. 第46回日本分子生物学会年会シンポジウム, 神戸ポートアイランド
- 3) **篠原美紀** (2023.11.8). DNA二本鎖切断修復の多様性とその制御メカニズムの解明. 日本放射線影響学会 岩崎民子賞受賞記念講演, グランドニッコー東京台場
- 4) **Shinohara, M.**, T. Tamai, K. Sasada, R. Ojiri, **K. Matsuzaki**, P. Cejka, K. Sugimoto (2023.10.31). Molecular Mechanisms of Coordination of DSB repair pathway choice and the Initiation of DSB end resection. 第96回日本生化学会シンポジウム, 福岡国際会議場
- 5) **Shinohara, M.**, T. Tamai, R. Ojiri (2023.6.26). Regulation of Mre11 nuclease activity through Rad50 and its function in DSB repair and meiotic crossover formation. Curie Institute, Paris, France

「一般発表」

- 1) **Shinohara, M.**, Tamai, T., Giordano, A., Morita, I., Ojiri, R., Cejka, P., Sugimoto, K. (2024.3.8). Mre11 exonuclease activity is critical for the asymmetric releasing of Spo11-oligo DNA at meiotic programmed DSB ends. 第4回有性生殖研究会「未来に向けた生殖研究」, 東京大学農学部
- 2) **篠原美紀**, 玉井智貴, Reginato, G., 尾尻龍星, Cejka, P., Sugimoto, K. (2024.1.29-31). 減数分裂期染色体からの Spo11 除去における MRX の機能. 第41回染色体ワークショップ・第22回核ダイナミクス研究会, 天成園小田原駅別館
- 3) 吉村慧, 関温子, 林原加代子, **篠原美紀** (2023.12.8). Functional analysis of the C-terminal region of the meiosis-specific E3 ligase Zip3 in the promotion of meiotic crossover formation. 第46回日本生物学会年会, 神戸ポートアイランド
- 4) 笹田健太, 辻本怜, 松寄健一郎, **篠原美紀** (2023.12.7). Impact of intracellular energy environment and quality control in DNA double-strand break repair pathway choice. 第46回日本生物学会年会, 神戸ポートアイランド
- 5) 松寄健一郎, **篠原美紀** (2023.12.7). AA+ ATPase FIGNL1 による複製フォーク停止/再開における RAD51 フィラメント形成制御と染色体安定性維持における役割. 第46回日本生物学会年会, 神戸ポートアイランド
- 6) 西田晴香, 松寄健一郎, **篠原美紀** (2023.12.7). Time-course analysis of the NHEJ-repair process of site-specific DSBs using NGS. 第46回日本生物学会年会, 神戸ポートアイランド
- 7) 尾尻龍星, 玉井智貴, 森田一世, **篠原美紀** (2023.12.7). Analysis of the regulation mechanism of the initiation of DSB-end resection by Sae2 via Rad50 in budding yeast. 第46回日本生物学会年会, 神戸ポートアイランド
- 8) 吉村慧, 関温子, 林原加代子, **篠原美紀** (2023.9.6-8). Zip3 C末端領域の減数分裂期組換え制御における新規機能. 日本遺伝学会第95回大会, くまもと県民交流館パレア
- 9) 笹田健太, 辻本怜, 松寄健一郎, **篠原美紀** (2023.9.6-8). 細胞内エネルギー環境と DNA 修復制御の関係. 日本遺伝学会第95回大会, くまもと県民交流館パレア
- 10) **篠原美紀** (2023.9.6-8). 減数分裂期交差型組換えの恒常性維持機構の解析. 日本遺伝学会第95回大会, くまもと県民交流館パレア
- 11) 松寄健一郎, **篠原美紀** (2023.9.6-8). アンチリコンビナーゼ FIGNL1 による RAD51 フィラメント抑制の分子メカニズムの解析. 日本遺伝学会第95回大会, くまもと県民交流館パレア
- 12) **Shinohara, M.**, Tamai, T., Reginato, G., Ojiri, R., Cejka, P., Sugimoto, K. (2023.6.18-23). Mre11 exonuclease activity is critical for the asymmetric sizing of Spo11-oligo DNA. EMBO Workshop, Meiosis 2023, Pamhagen, Austria
- 13) 玉井智貴, 尾尻龍星, 森田一世, Reginato, G., Cejka, P., 杉本勝則, **篠原美紀** (2023.6.5-7). Rad50 による Mre11 スクレアーゼ活性調節とその DSB 修復における機能. 第27回 DNA 複製・組換え・修復ワークショップ, 九州大学

【受賞等】

日本放射線影響学会 岩崎民子賞 受賞

【競争的資金・外部資金】

寄附研究費、篠原美紀（令和2年-6年度）分裂期染色体特異的なDNA損傷修復抑制と自然免疫応答の連携メカニズムの解明、武田科学振興財団・生命科学研究助成

(SDGs : 3, 5)

「

」

目的 機能性食材による生活習慣発症予防・改善効果を明らかにすることを目的とする。

研究代表者：氏名 竹森 久美子（教授）

【研究成果】

- 1) 生活習慣病発症予防に対する魚類由来エラスチンペプチドの保護作用)
やせ女性モデルラットから出生した出生した仔ラットならびに高血圧モデルラットの糖代謝異常や血管障害は、DPP-IV 阻害活性を有する魚類由来エラスチンペプチドによって抑制されることを明らかにした。
- 2) 奈良県産柿果実ポリフェノール機能性評価の研究
柿果実ポリフェノールの摂取は血中アルコール濃度の上昇を緩やかにし、悪酔い防止効果を有することを明らかにした。

【研究の展望】

魚類由来エラスチンペプチドは動脈球、柿果実ポリフェノールは規格外・摘果果実というように未利用資源を活用している。これらの有用性を評価することは、エシカル消費を推進に貢献出来るものと期待される。

【発表論文等】

- 1) 上西 梢, 村上哲男, 竹森久美子. 生活習慣病モデルとしての SHRSP の新たな有用性 日本人の体質を再現したモデル動物への食餌制限のタイミングと病態発症との関連. *SHR News Letter* 73 (2023)
- 2) 秋山裕義, 関沢裕子, 大槻祐規, 宮村佳成, 森本正則, 松村晋一, 吉岡百合, 山中重明, 藤咲淳, 竹森久美子. 柿果実由来ポリフェノールの酒酔い軽減作用について. *薬理と治療* 51(7) 1001-1011(2023)
- 3) Takemori K, Aoki K, Matsuo T, Taguchi, T and Kometani T. Effects on Development and Metabolism of offspring Born from Japanese Underweight Model Dams. *Journal of Clinical Nutrition & Dietetics* 9(3;186) 1-2 (2023)

【学会発表等】

- 1) 中村 優希, 増田 誠司, 竹森 久美子. 魚類由来エラスチンペプチドの継続摂取は高血圧性腎障害を抑制する. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (東京: 日本農芸化学会創立 100 周年記念大会) 東京都 3月(2024)
- 2) 田口 達博, 増田 誠司, 竹森 久美子. カツオエラスチンペプチド摂取が日本人型 DOHaD モデルのインスリン抵抗性発症に及ぼす影響. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (東京: 日本農芸化学会創立 100 周年記念大会) 東京都 3月(2024)
- 3) 堀 史人, 竹森 久美子, 増田 誠司. HSP90 阻害剤とアントラサイクリン系薬剤同時添加により mRNA の核内蓄積の解消. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (東京: 日本農芸化学会創立 100 周年記念大会) 東京都 3月(2024)
- 4) 鵜飼 生望, 竹森 久美子, 増田 誠司. mRNA 核外輸送受容体 TAP とタンパク質輸送受容体 CRM1 の二つの輸送受容体による mRNA 核外輸送の生物学的意義. 日本農芸化学会 2024 年度大会 (東京: 日本農芸化学会創立 100 周年記念大会) 東京都 3月(2024)

- 5) 柿井美音, 松尾拓哉, 増田誠司, 竹森久美子. 管理栄養士養成課程女子学生の食態度調査と葉酸の継続的摂取向上への行動変容アプローチ. 第 21 回日本小児栄養研究会 奈良市 3 月(2024)
- 6) 竹森久美子. 食生活で変わる子どもの未来. 学会創立 100 周年記念 日本農芸化学会中四国支部第 67 回講演会(例会) 米子市 1 月(2024)
- 7) 堀史人, 竹森久美子, 増田誠司. 薬剤を用いた mRNA 動的变化の影響. 第 62 回日本栄養・食糧学会 近畿支部大会 奈良市 11 月(2023)
- 8) 鵜飼生望, 竹森久美子, 増田誠司. TAP と CRM1 の 2 つの経路からなる選択的 mRNA 閥外輸送経路. 第 62 回日本栄養・食糧学会 近畿支部大会 奈良市 11 月(2023)
- 9) 田口達博, 増田誠司, 竹森久美子. 母体の低栄養によって惹起される仔のインスリン抵抗性に対するカツオ由来エラスチンペプチドの改善効果. 第 62 回日本栄養・食糧学会 近畿支部大会 奈良市 11 月(2023)
- 10) 中村優希, 佐藤健司, 白土絵理, 増田誠司, 竹森久美子. 魚類由来エラスチンペプチドの DPP-IV 阻害作用を介した腎臓保護作用. 第 62 回日本栄養・食糧学会 近畿支部大会 奈良市 11 月(2023)
- 11) 竹森久美子. 母親の栄養状態が生まれてくるこどもの将来の「健康」を左右する. 第 11 回奈良まほろば産学官連携懇話会 奈良市 11 月(2023)
- 12) 田口達博, 増田誠司, 竹森久美子. 母体の低栄養モデルラットの耐糖能異常に対する魚類由来エラスチンペプチド摂取の影響. 公益社団法人 日本食品科学工学会第 70 回記念大会. 京都市 8 月(2023)
- 13) 秋山裕義, 関沢裕子, 大槻裕規, 森本正則, 松村晋一, 吉岡百合, 山中重明, 羽田回, 竹森久美子, 米谷俊. 柿果実ポリフェノール摂取による酒酔いの軽減作用. 公益社団法人 日本食品科学工学会第 70 回記念大会. 京都市 8 月(2023)
- 14) 野あおい, 濱崎貞弘, 竹森久美子, 米谷俊. カキタンニンの化学構造と機能性との関連性. 公益社団法人 日本食品科学工学会第 70 回記念大会. 京都市 8 月(2023)
- 15) 竹森久美子, 中村優希, 増田誠司. カツオ動脈球由来エラスチンペプチドの高血圧性腎血管障害抑制作用の解明. 第 23 回日本抗加齢医学会総会 宇都宮市 7 月(2023)
- 16) 竹森久美子, 山本衛, 白土絵理, 米谷俊. 光老化に対する魚類由来エラスチンペプチドの影響. 東京都 6 月(2023)

【受賞等】

該当なし

【競争的資金・外部資金】

科学研究費補助金 基盤研究 (C)

「魚類由来エラスチンペプチドの血管保護作用を介した生活習慣病抑制効果」 (代表)

4160 千円

(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(WE)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。そこで産業廃棄物として処理されている焼酎蒸留廃液をユーグレナ培地の炭素源として利用する培養条件の検討を行った。その結果、20% (v/v) 添加培地で最も良好な生育を示し、炭素源を含まない培地と比較するとパラミロン量は約2倍蓄積していた。さらに、WE生成を促進させる処理（特許技術）を行った際の総脂質量は342 $\mu\text{g}/\text{mg}$ DWであり、非常に高蓄積していることが明らかとなった。

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°C以上になると葉緑体形成が異常を示し黄化してしまう。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（エチルメタンサルホン酸）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。その結果、32°C条件下でも黄化せずに生育できる株を7株選抜した。これらの株のうち、7株中3株がWTよりも約18%高い光合成活性を示した。

3) ユーグレナのストレス耐性能に及ぼすトレハロースの影響の検討

植物では二糖類であるトレハロース (Tre) 処理によって、高温、低温、塩、および乾燥などの環境ストレスに対する耐性能が向上することが報告されている。そこで、ユーグレナにおいても同様の効果が見られるのかを確認するために、ユーグレナの高温および塩ストレス耐性能に及ぼすトレハロース処理の影響を評価した。その結果、CM 寒天培地では、10 μM ～100 μM の Tre 添加により高温ストレス耐性能が、100 μM 以上の Tre 添加により塩ストレス耐性能の向上が認められた。一方、KH 液体培地では10 mM以上のTre添加により塩ストレス耐性能の向上が認められた。

【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。

【特許取得】

1) 発明の名称：「ユーグレナによるバイオ燃料の製造方法」

特許権者：学校法人近畿大学

発明者：田茂井政宏、重岡 成、横田明穂

特許番号：特許第 7343194 号

登録日：2023 年 9 月 4 日

【学会発表】

1) 田茂井政宏、松村紀依太、重岡 成「ラン藻カルビンーベンソン回路制御因子 CP12 を介したストレス防御機構の解明」第 38 回ユーグレナ研究集会（神奈川）、2023. 11. 11

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とそれら微生物の生体触媒としての有効利用法の確立を目的としている。

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

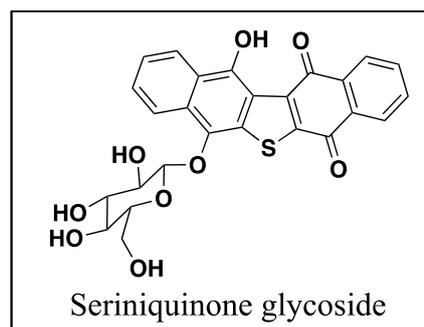
Seriniquinone は、2014 年に希少海洋バクテリア *Serinicoccus marinus* CNJ927 培養液中より発見された海洋天然物である。本化合物は、薬剤抵抗性が高いメラノーマ細胞に対し選択的かつ強力な抗がん活性を示す。またその作用メカニズムは、薬剤耐性を誘発する分子 *dermcidin* に直接結合し、その働きを制御していることが明らかとなっている。そのため SQ は、がんの薬剤耐性を克服するような画期的な新薬につながると注目され、現在その薬剤開発が進められている。しかし、SQ の創薬を考える上で解決すべき問題として「溶媒に対する溶解性の悪さ」が存在する。(<0.1 mg/1 ml DMSO) そこで本研究では、SQ の溶解性問題を解決するため、海洋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。今年度は 628 菌株の評価を行った。

1-(2) 新規 SQ 配糖体の研究

昨年度行ったスクリーニングの結果、*Bacillus licheniformis* KDM612 が目的の誘導体を作製することを見出した。さらに、この誘導体を精製し、物理化学および各種 NMR データを詳細に解析することで、その構造を 1 位のヒドロキノンに β -グルコースが結合した新規 SQ 配糖体と決定した。本配糖体は、SQ とほぼ同等の強力な抗メラノーマ活性 (0.29 μ M) を示しつつ、DMSO への溶解性が格段に向上 (50 倍) する結果となった。



2 深海由来微生物の分離

研究グループは、駿河湾の水深 250 ~ 300 m から採取された深海生物の内部から今年度は、約 1000 株の深海由来微生物の分離に成功した。分離微生物に関しては、種の同定、二次代謝産物の精査ならびに上記 SQ 構造変換研究に利用している。

【研究の展望】

深海由来微生物は未知の研究分野であり、今後新たな知見が得られることが期待される。特にそれら微生物が有する酵素は、研究材料として非常に魅力的かつ有用であり、新たな医療技術、医薬品開発、バイオテクノロジー研究へ応用されることが期待されます。

【発表論文等】

- 1) Uemura M., Kobayashi K., Sato N., Nagai K., Seki R., Kamio M., Fukuda T., Tsubouchi T., Tomoda H., Ohshiro T., Kobayashi T., Terahara T. Haneumycin, a new 22-membered macrolide lactam antibiotic, produced by marine-derived *Streptomyces* sp. KM77-8 *J. Antibiot.* **76**: 650-657 (2023)
- 2) Nagai K., Kobayashi K., Miyake R., Sato Y., Seki R., Fukuda T., Yagi A., Uchida R., Ohshiro T., Tomoda H. Synthesis and biological evaluation of nectriatide derivatives, potentiators of amphotericin B activity. *J. Antibiot.* **77**: 214-20 (2024)

【学会発表等】

シンポジウム

- 1) 福田隆志「新規化合物を見つけ続けること」マリンバイオテクノロジー学会、金沢、5月2023年
- 2) 福田隆志「海洋微生物を利用した MONOTORI 研究」日本生薬学会、仙台、9月2023年

学会発表

- 1) 岡村玲汰、谷口亮人、長井賢一郎、関怜子、安藤正史、田中照佳、福田隆志「微生物を利用した抗がん活性化合物 seriniquinone の構造変換」マリンバイオテクノロジー学会 金沢、5月2023年
- 2) 上村萌佳、小林啓介、佐藤倫子、長井賢一郎、関怜子、神尾道也、福田隆志、坪内泰志、供田洋、大城太一、小林武志、寺原猛「海洋由来放線菌 *Streptomyces* sp. KM77-8 株が生産する新規抗生物質に関する研究」マリンバイオテクノロジー学会 金沢、5月2023年
- 3) 八木瑛穂、佐藤真由、菊地克樹、福田隆志、内田龍児「海洋由来放線菌 KDM594 株が生産する抗生物質に関する研究」マリンバイオテクノロジー学会 金沢、5月2023年
- 4) 小林啓介、長井賢一郎、三宅良介、西村慎一、福田隆志、供田洋、大城太一「抗真菌薬 amphotericin B 活性増強剤 nectriatide の機能解析」天然有機化合物討論会 東京9月2023年
- 5) 岡村玲汰、菊地克樹、谷口亮人、関怜子、長井賢一郎、大手聡、大城太一、安藤正史、田中照佳、福田隆志「深海由来微生物 *Bacillus licheniformis* KDM612 を用いた新規 seriniquinone 配糖体の作製」日本薬学会 横浜3月2024年
- 6) 坂口舞、菊地克樹、岡村玲汰、谷口亮人、関怜子、長井賢一郎、安藤正史、田中照佳、福田隆志「深海由来微生物を用いたメラノーマ選択的抗がん活性を有する化合物の探索」日本薬学会 横浜3月2024年
- 7) 八木瑛穂、佐藤真由、菊地克樹、福田隆志、内田龍児「海洋由来細菌 KDM594 株が生産する micrococcin 類のカイコ感染症モデルにおける延命効果」日本薬学会 横浜3月2024年
- 8) 長井賢一郎、小林啓介、三宅良介、佐藤雪乃、関怜子、福田隆志、八木瑛穂、内田龍児、大城太一、供田洋「Amphotericin B 活性増強物質 nectriatide 誘導体の合成と活性評価」日本薬学会 横浜3月2024年

特許出願

- 1) 「メラノーマ選択的抗がん活性を有する新規セリニキノン化合物及びその製造方法」
特願 2024-049633

【競争的資金・外部資金】

- 令和 3 年度科学研究費 基盤 B 分担者 (継続中)
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
令和 5 年度受託研究費 株式会社萩原農場 代表者

(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の開発を目指す。

研究代表者：野々村 照雄（教授）

【研究成果】

1) メロンうどんこ病菌における菌寄生菌の感染挙動解析

本研究では、高解像能デジタル顕微鏡を用いてメロンうどんこ病菌の菌叢に菌寄生菌の胞子を噴霧接種した後、うどんこ病菌の分生子柄における形態変化を連続観察した。まず、健全なメロン葉にメロンうどんこ病菌の単一分生子を接種し、10日間培養した後、菌寄生菌の胞子懸濁液（ 5×10^5 胞子/mL）をメロンうどんこ病菌の菌叢全体に噴霧接種した。噴霧接種10日後からメロンうどんこ病菌の分生子柄内に菌寄生菌の分生子殻が形成され始めた。噴霧接種11日目には分生子柄上部の分生子が萎縮し始め、12日目には完全に萎縮した。また、萎縮した分生子柄上の分生子からは、菌寄生菌の菌糸が突出した。14日目にはメロンうどんこ病菌の菌糸が完全に崩壊している様子が確認された。分生子柄内で形成された菌寄生菌の分生子殻は薄黄色から黒褐色へと変化し、成熟していることが確認できた。以上の結果から、菌寄生菌の侵入・寄生により、メロンうどんこ病菌の分生子柄が完全に萎縮・崩壊し、分生子柄からの子孫分生子の放出・飛散が完全に抑制されることが明らかとなった。

2) 菌寄生菌を接種したメロンうどんこ病菌の単一菌叢における分生子放出数の測定

本研究では、菌寄生菌の胞子をメロンうどんこ病菌の単一菌叢に噴霧接種し、その単一菌叢から放出される分生子を静電気技術を用いて捕捉し、高解像能デジタル顕微鏡を用いて捕捉分生子数を計測した。まず、健全なメロン葉にメロンうどんこ病菌の単一分生子を微小ガラス針で接種し、人工気象器内で5日、10日および15日間培養した。培養後、実験圃場のガラス温室内に置かれた静電ドラム下に設置し、5日目、10日目および15日目のメロンうどんこ病菌菌叢に菌寄生菌の胞子懸濁液（ 5×10^5 胞子/mL）を噴霧接種した。接種後、メロンうどんこ病菌の単一菌叢から放出される分生子を静電回収した。その結果、菌寄生菌を噴霧接種した5日目と10日目のメロンうどんこ病菌の単一菌叢からは、それぞれ噴霧接種後3~5日と4~10日で完全に分生子放出が停止した。しかし、菌寄生菌を噴霧接種した15日目のメロンうどんこ病菌の単一菌叢からは、放出された分生子数は徐々に減少したものの、噴霧接種後約3日目から再び分生子を放出し始めた。その後、単一菌叢の寿命で放出される分生子数は減少していった。以上の結果から、メロンうどんこ病の発生初期段階で、菌寄生菌の胞子を噴霧処理することで、うどんこ病の抑制効果が見られることが明らかとなった。

【研究の展望】

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、メロンうどんこ病の発生初期段階で、菌寄生菌の胞子を噴霧処理することで、うどんこ病の抑制効果が見られたことから、今後、うどんこ病に対する生物防除資材の開発や、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) Németh M.Z., Seress D., and **Nonomura T.** Fungi parasitizing powdery mildew fungi: *Ampelomyces* strains as biocontrol agents against powdery mildews. *Agronomy*, **13**, **1991**, <https://doi.org/10.3390/agronomy13081991> (2023)
- 2) Kimura Y., Márk M.Z., Numano K., Mitao A., Shirakawa T., Seress D., Takikawa Y., Kakutani K., Matsuda Y., Kiss L., and **Nonomura T.** Hyperparasitic fungi against melon powdery mildew pathogens: Quantitative analysis of conidia released from single colonies of *Podosphaera xanthii* parasitised by *Ampelomyces*. *Agronomy*, **13**, **1204**, <https://doi.org/10.3390/agronomy13051204> (2023)

【著書】

- 1) **野々村照雄** 静電気技術を用いたイチゴうどんこ病菌単一菌叢からの孢子回収と生涯孢子放出数の測定・解析 植物防疫 第77巻第7号7月号 2023. pp.31-36.
- 2) **野々村照雄** 菌寄生菌を利用したメロンうどんこ病に対する防除資材としての可能性 植物防疫 第77巻第12号12月号 2023. pp.33-39.
- 3) **野々村照雄** うどんこ病の感染拡大に関与する分生子の形成と放出 *Bioscience & Industry* 第82巻第1号1月号 2024. pp.8-9.
- 4) **野々村照雄** 寄生カビがうどんこ病菌の分生子放出を抑制する *Bioscience & Industry* 第82巻第1号1月号 2024. pp.33-35.

【学会発表等】

- 1) 三田尾麻未、高原杏実、松田克礼、**野々村照雄** 「イチゴうどんこ病菌分離菌株に対する薬剤検定試験」令和5年度 日本植物病理学会関西部会、奈良、9月 (2023)
- 2) 松田克礼、**野々村照雄**、角谷晃司、瀧川義浩、草刈眞一、豊田秀吉「静電場を利用した病害虫防除システムの開発」令和5年度 日本農薬学会大会、奈良、3月 (2024)

【特許等知的財産】

雑草抑制装置 特願 2024-029724 2024年2月29日

【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
- 2) 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、販路開拓に関する研究」株式会社 Delicious Revolution 20万円
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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

6) 受託研究費「ICT（情報通信技術）を利用したメロン及びイチゴ栽培の技術指導」株式会社 GAC 33万円

(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、世界情勢の不安定による石油の高騰は生産者の経営を逼迫させている。さらには、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) Ikemoto M, Yamazaki A, Ohnishi T, Ishigami T, Fukumitsu J, Oike K, Inoue K, Uegaki K, Hosokawa M. Evaluation of yield and tuber functionality in short-term cultivation of Chinese artichoke using propagated cuttings. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* In press.
- 2) Yamazaki A, Takezawa A, Nishimura K, Motoki K, Nagasaka K, Nakano R, Nakazaki T, Hosokawa M. Pollen dispersion is a key factor for autonomous fruit set under high temperatures in the *Capsicum annuum* 'Takanotsume'. *Hort. J.* 93:49-57 (2024).

【学会発表等】

- 1) Kurata D, Hirakawa H, Shirasawa K, Tatsuzawa F, Hosokawa M 「Spatial expression of two MYB transcription factor transcripts generated by alternative splicing in Saintpaulia white striped petals」 Asian Horticultural Congress (Tokyo)、2023,928-31.
 - 2) Yamazaki A, Kitade T, Hosokawa M 「The effects of high-temperature stress on reproductive development in an F1 hybrid of *Capsicum chinense*」 Asian Horticultural Congress (Tokyo)、2023,928-31.
- 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 の核外輸送を制御する mRNA 輸送体多様化の分子基盤」

転写や翻訳と並んでRNAの核外輸送過程は遺伝子発現の制御において重要な役割を果たしている。mRNAの核外輸送を担うのは輸送受容体であるが、輸送受容体に mRNA を受け渡す役割を持つのがmRNA輸送体である。mRNA輸送体はヒトにおいて多様化しているので、その構造と機能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) mRNA 輸送体の構造と機能に関する研究

mRNA 輸送体は、ヒトにおいて2種類に多様化している。TREX 複合体と AREX 複合体である。これらの複合体には中心となる因子 UAP56 と URH49 が存在しており、互いによく似た一時配列を持つ。しかし形成する複合体は異なっている。この原因を明らかにするために構造解析を進め、進化において生じた1編アミノ酸の置換がその原動力になったことを明らかにした。

2) mRNA 輸送体の中心因子 UAP56 と URH49 の N, C 末端の複合体形成に及ぼす機能

UAP56 と URH49 は互いによく似た一時配列を持つにも関わらず異なる複合体を形成する。この複合体形成において UAP56 と URH49 の両末端が果たす機能について解析を行った。

【研究の展望】

mRNA 輸送体は、酵母から、ヒト、また植物においても保存されている。そのためその機能を理解することは遺伝子発現の制御についてより深く理解することにつながると期待される。

【発表論文等】

1) Ken-ichi Fujita, Misa Ito, Midori Irie, Kotaro Harada, Naoko Fujiwara, Yuya Ikeda, Hanae Yoshioka, Tomohiro Yamazaki, Masaki Kojima, Bunzo Mikami, Akira Mayeda, Seiji Masuda, Structural differences between the closely related RNA helicases, UAP56 and URH49 fashions distinct functional apo-complexes *Nature communications* **15**(1) 455 (2024)

2) Ken-ichi Fujita, Tomohiro Yamazaki, Akira Mayeda, Seiji Masuda Terminal regions of UAP56 and URH49 are required for their distinct complex formation functioning to an essential role in mRNA processing and export *Biochemical and Biophysical Research Communications* **703** 149682-149682 (2024)

3) 堀 史人、鵜飼生望、増田 誠司、食品成分による mRNA スプライシング制御 細胞、55、926-929、2023

4) 鵜飼 生望、堀 史人、増田 誠司、mRNA スプライシングを調節する食品とその機能性成分 アグリバイオ、8、54-59、2024

【学会発表等】

16 件

【競争的資金・外部資金】

- 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、平衡関係を保っている。農業はこうした相互作用を攪乱し、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。

本研究では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、植物-昆虫・線虫間の多重生態相互作用の仕組みを研究し、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

【研究成果】

1) ニコチン性アセチルコリン受容体の機能的発現制御に関する研究

昆虫や線虫のニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) は有害昆虫や線虫の重要な標的である。しかし、これらの無脊椎生物の nAChR の異所発現は難しく、化合物の活性評価が遅れていた。ショウジョウバエには全 10 種の nAChR サブユニットがあり、それらがどの組織でどのように組み合わせられて機能を発揮しているか不明であった。そこで生殖組織の運動を制御する神経細胞に焦点を絞り nAChR の共発現状況を調査し、 $D\alpha 1$ 、 $D\alpha 2$ 、 $D\alpha 3$ 、 $D\beta 1$ 、 $D\beta 2$ サブユニットが同一の神経細胞で発現していることを明らかにした。次いでこれらの 5 つのサブユニットがつくる計 12 種の nAChR の蛇毒感受性とネオニコチノイド感受性を検討し、サブユニットの構成によりこれらの物質の感受性が多様に変化することを見出した。さらに、 $D\alpha 2$ サブユニットがネオニコチノイド感受性を低下させ、その発現抑制がショウジョウバエのネオニコチノイド感受性を高めることを明らかにした。

線虫 *C. Elegans* の L 型および N 型の nAChR に対する糸状菌由来の札線虫活性物質パラヘルクアミド A の活性を測定し、本物質が L 型 nAChR に対して選択的にアンタゴニスト作用を示すことを見出した。その原因を探り、サブユニット内の loop C、E、F の構造の違いがこうした選択的作用の原因として働いていることを明らかにした。

2) 植物から昆虫制御物質が生まれる仕組みに関する研究

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。除虫菊は自家不和性であるため、遺伝学的手法を適用するのは難しい。本問題を解決するため、代表者は生合成酵素の一つ TcGLIP に対する不可逆阻害剤の開発に取り組んだ。即ち、基質の構造を模倣したホスホン酸エステル類を合成して TcGLIP 阻害活性を測定し、一化合物が本酵素を低濃度で阻害するとともに、除虫菊幼苗でのピレスリン生合成を抑制することを見出した。

【将来の展望】

昆虫の nAChR の異所発現技術には進展が見られたが、機能的発現の有無を検討していないサブユニットがいくつかあり、それらの薬理特性は今後の検討課題である。ピレスリン生合成をノックダウンするツールを用いて未同定のピレスリン生合成因子を見つけることが可能であるのか検討しなければならない。

【発表論文等】

- 1) Komori Y, Takayama K, Okamoto N, Kamiya M, Koizumi W, Ihara M, Misawa D, Kamiya K, Yoshinari Y, Seike K, Kondo S, Tanimoto H, Niwa R, Sattelle DB, Matsuda K. Functional impact of subunit composition and compensation on *Drosophila melanogaster* nicotinic receptors—targets of neonicotinoids. *PLoS Genet.* **19**, e1010522 (2023).

- 2) Koizumi W, Otsubo S, Furutani S, Niki K, Takayama K, Fujimura S, Maekawa T, Koyari R, Ihara M, Kai K, Hayashi H, Ali MS, Kage-Nakadai E, Sattelle DB, Matsuda K. Determinants of subtype-selectivity of the anthelmintic paraherquamide A on *Caenorhabditis elegans* nicotinic acetylcholine receptors. *Mol. Pharmacol.* **103**, 299-310 (2023).
- 3) Matsuo N, Sugisaka Y, Aoyama S, Ihara M, Shinoyama H, Hosokawa M, Kamakura Y, Tanaka D, Tanabe Y, Matsuda K. Creating pyrethrin mimetic phosphonates as chemical genetics tools targeting the GDSL esterase/lipase TcGLIP to investigate pyrethrin biosynthesis. *J. Med. Chem.* **66**, 7959-7968 (2023).

【学会発表等】

- 1) Kazuhiko Matsuda, Toward comprehensive understanding of neonicotinoid actions, Control of Human Disease Vectors, Pests and Parasites Meeting the challenges of resistance and sustainability, Queens' College, The University of Cambridge, September (2023).
- 2) 小森勇磨、高山浩一、岡本直樹、清家和樹、吉成祐人、近藤周、谷本拓、丹羽隆介、David B. Sattelle、松田一彦、昆虫ニコチン性アセチルコリン受容体の先端開拓：サブユニット構成とネオニコチノイド感受性、2023年度日本農芸化学会 中部・関西支部合同大会、津（三重大学）、10月（2023）。
- 3) 伊原誠、大坪柊也、高山浩一、松田一彦、Paraherquamide A の *C. elegans* ニコチン性アセチルコリン受容体サブタイプ選択性の分子機構、2023年度日本農芸化学会 中部・関西支部合同大会、津（三重大学）、10月（2023）。

【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最適水管理手法の構築」

- 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、五條吉野地域において新規に通信ネットワークを構築し、自動灌水等制御システムを開発するとともに、予測モデルによる収穫量や収穫適期の予測情報提供、および導入で最適化された灌水管理法による収益増の可能性の提示といった複数の価値を持つ複合型灌漑管理システムを構築し検証する。
- 2) 圃場におけるかん水の最適化を検討するため土壌水分状態とカキの生育との関係性の明確化。加えて画像認識技術を用いた、樹体形態からのストレス状態を判定する CNN モデルの構築。

研究代表者：松野 裕（教授）

【研究成果】

- 1) 構築した通信ネットワークを使用した自動灌水等制御システムについては計画通りに進行し、試作ハードウェアの作成が完了した。システムに実装する収穫量予測モデルの構築は勾配ブースティング法を使用し、誤差約 10%の予測モデルを構築できた。今後は、実証試験地を増やし最適かつ汎用的な灌水管理システムを構築していく。
- 2) 土壌水分とカキの生育状態の関係性についての分析結果から次の結論が導かれた：1) 適正な土壌水分範囲内に制御することにより果実の品質を維持、さらには向上することが示唆された一方、かん水の過剰散布や降雨量が多い場合は病虫害の発生リスクも懸念がされる、2) 平年時においては柿の生育に必要な降雨量が概ね得られているが、気候変動が及ぼす降雨量や降水パターンの変化が収量や品質に今後影響を及ぼすことが予測される。CNN を用いて 定点カメラで撮影した樹体画像から灌水必要有無の判断と土壌水分の推定は可能であることが示されたが葉のしおれなどの形態的特徴を判断基準としていることは明確には示されなかった。今後は画像の学習が困難な条件や判断基準などを把握していく。

【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。また、カキ以外の果実にも応用できるシステムを構築する。

【発表論文等】

- 1) Nitesh Patidar, Basant Yadav, Sumit Kumar, Abhay Raj, Gopal Krishan, Surjeet Singh, Bhaskar Jyoti Deka, Sanghyun Jeong, Ashish Pandey, Yutaka Matsuno, R. D. Singh. A Web-Enabled Tool for Site Suitability Mapping for Managed Aquifer Recharge (MAR) Using Google Earth Engine (GEE) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *Water Resources Management* **37**:5619-5634 (2023).
- 2) 岡山貴史, 山本純之, 木村匡臣, 松野 裕. 人工ニューラルネットワークを用いた気象データによるカキの収穫最盛日予測手法の開発. *AI・データサイエンス論文集*, **4(3)**, 46-53 (2023).
- 3) 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, pp22, (2023)

【学会発表等】

- 1) Yutaka Matsuno. Agricultural Water Management Through Smart Technologies in Japan. 25th ICID International Congress. 2023. 11. 3.
- 2) Masaomi Kimura, Keigo Noda, Yuki Katayama, Yohei Asada, Somphasith

Douangsavanh, Keouangchai Keokhamhui, Hiromasa Hamada, Yutaka Matsuno, Tasuku Kato. Assessing the nutrient load balance in the drainage system and natural wetland in urbanizing Vientiane, Laos. 3rd Roorkee Water Conclave, 2024. 3. 4

3) 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

4) Yutaka Matsuno, Atsushi Yamamoto, Atsushi Okayama, Masaomi Kimura,. Role of Smart Farming for Agricultural Net-Zero Emission -Case of Persimmon Fruit Cultivation in a Mountainous Area-. International Symposium on Agricultural Net-Zero Carbon Technology and Management Innovation, September 6, 2023, Taipei, 2023. 9. 6.

5) Yutaka Matsuno, Atsushi Yamamoto, Atsushi Okayama, Masaomi Kimura. Smart Agriculture for sustainable Persimmon Cultivation in the Gojo Yoshino Region of Nara prefecture, Japan. International Conference on Future of Water Resources (ICFWR 2024). 2024. 1. 18.

6) Atsushi Okayama, Atsushi Yamamoto, Masaomi Kimura, Yuki Katayama, and Yutaka Matsuno. Development of a Method for Predicting Persimmon Harvest Yield Using Meteorological Data. PAWEES International Conference, Seoul, Korea. October 2023
その他

【受賞等】

1) 2023 International Award: International Society of Paddy and Water Environment Engineering

【競争的資金・外部資金】

1) 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)

2) 受託研究 奈良県 「NAFIC 周辺の地域資源活用業務」 (代表)

3) 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)

4) 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) パリ協定下における森林分野の気候変動緩和活動を活性化するための森林炭素の計上方法 - 京都議定書下での各国政策分析を基に

京都議定書の第一約束期間における各国の森林・林業セクターに関して、当時の各国の国情と京都議定書 3 条 4 項森林経営活動の選択を含めた政策決定との関係を分析することで課題を明らかにし、その視点からパリ協定の下での緩和行動のポテンシャルの最大限活用を促す森林炭素吸収源の計上ルールについて、その方針や具体策を提言した。

京都議定書の第一約束期間中の計上ルールの交渉で中心的な役割を果たした先進国 21 カ国を対象に、森林セクターにおいて各国が気候変動緩和策を決定する際の根底にある要因を探るため、まず横断的な文献解析により、議定書第一約束期間の開始前の 21 の目標国の国内の状況を分析した。次に、各国の森林に関する国内の状況と、異なる国々の森林炭素吸収源に関連する政策決定との関連性を調査し、FM の選出に影響を与える主要な要因を探るため要因分析を行った。

文献解析から、21 カ国の国内の状況は様々であり、それが政策や FM の選択に反映されたことを明らかにした。要点としては、多くの国が新規植林と再植林 (AR) に力点を置いていたが、森林経営 (FM) による排出削減に積極的だったのは日本を含む一部の国に留まったこと、多くの EU 諸国と北米諸国が将来の緩和策として木質バイオマスエネルギーの利用を導入し、一部の国はすでに木材製品の炭素貯蔵と木材利用の代替効果の重要性を強調していたことなどを明らかにした。さらに、FM の選択においては、排出セクターからの GHG 排出の将来予測と、目標達成にあたっての LULUCF 活動の潜在的な貢献度が各国の決定に影響を与えたことを明らかにした。

また、要因分析の結果から、各国は 3 グループに分けられ、FM の選択に最も大きな影響を与えた要因は、森林被覆率とヘクタール当たりの FM の算入上限値からなる「計上優位性」であり、森林セクターにおける緩和活動に関する各国の政策決定は、計上ルール及び各国の国

情によって規定される目標達成上の利害によって左右された可能性を明らかにした。

さらに、上記の成果から、パリ協定下での今後の緩和策について、森林による吸収と木材利用による排出削減との間のトレードオフを考慮しながら、それらの緩和効果を総合的に最大化するための国家戦略を促すような計上システムが必要であること、その具体策として国家 GHG インベントリ報告書で木材利用による排出削減量を視覚化することを提言した。

この視点から日本国内政策についても議論し、国内の公的機関の報告書や国家 GHG インベントリ報告書で木材利用による排出削減量を視覚化すること、建設・土木部門での材料代替効果の計算方法を標準化して表示すること、さらに国内クレジット制度である J-Credit スキームの下での材料代替のための方法論を開発することを提言した。

2) パリ協定下において日本が取るべき森林分野の気候変動対策についての提言

近年、木材による排出削減の中でも代替効果が注目されている。この木材の材料・化石燃料代替効果は、国家インベントリ報告書ではエネルギー部門において排出削減量としてその効果はすでに含まれている。しかし、同報告書には「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、木材利用による貢献量が全く見えない状態にある。そのため、国家インベントリ報告書の中で木材による代替効果の貢献量が見える化する必要がある。その方法として、例えば参考値として森林部門に掲載することや、国内の公式的な報告として代替効果の貢献値を公表するのはどうか。同時に、J-クレジットについても、木材の材料代替効果を評価する方法論を開発するべきである。

京都議定書報告のための森林による吸収量の算定手法は開発から 20 年が経った。その間、日本林業は間伐から主伐に大きく舵を切り、定期的な地上調査による森林生態系多様性基礎調査（以降、基礎調査）のデータが集積されるなど森林資源に関する情報も豊富になった。そろそろ従来の収穫表をベースとした吸収量算定手法を見直す必要がある。具体的には、まず基礎調査データに基づく従来の収穫表の改良を行いながら、中長期的には基礎調査に基づく推定方法に切り替えることを提言する。

京都議定書からパリ協定に移り、各国は野心的な削減目標を決定し、世界の相互監視のもとで削減努力を進めていく仕組みとなった。このため、森林分野でも京都議定書の 3 条 3 項・4 項や利用上限といったルールには、パリ協定は一切触れていない。日本は従来の方法を考慮し、京都議定書下での計上方法による算定・報告を行っているが、それを見直す時期だと考える。これについて、持続可能性を前提として、日本の全ての森林、あるいは森林計画制度の対象となっている森林の吸収量の全量を、日本の目標達成に利用することを提言する。

【将来の展望】

本研究が示す提言により、日本の森林分野の気候変動対策の改定が期待される。

【発表論文等】

- 1) Naoko Tsukada, Mitsuo Matsumoto. Forest carbon accounting to leverage mitigation actions: implications for the Paris Agreement based on the analysis of countries' decision under the Kyoto

Protocol, Journal of Forest Research, 29(3):176-185 (2024)

2) 松本光朗. 森林分野の気候変動対策をもう一度考える, 林経協季報, 72:1-9 (2024)

【学会発表等】

1) 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?」, 岐阜県森林技術開発・普及コンソーシアム記念講演, 2023. 6. 23.

2) 松本光朗「森と里山を通じた地域連携～奈良セブンの森と奈良県フォレスター・アカデミー～」, 第11回奈良まほろば産官学連携懇話会, 2023. 9. 8.

(SDGs : 2, 15)

「環境ストレス下が引き起こす植物の葉における障害発現機構の解明」

植物は発芽した場所から動くことができず、乾燥、高温、強光、土壌の過剰な塩類などの環境から頻繁にストレスを受けるため、これらの環境ストレスは、植物の生産性を大きく低減させる要因の一つである。とくに、植物の葉は葉緑体やミトコンドリアから過剰な活性酸素が多く生成するため、他の器官よりも環境ストレスに対する感受性が高い。そのため、環境ストレス下における葉の障害発現機構を解明することで障害発現抑制策を提言し、農業生産技術として応用することを目指す。

研究代表者：山根 浩二（教授）

【研究成果】

1) 塩ストレス下におけるイネ維管束柔細胞の三次元構造解析に関する研究

これまでの塩ストレス研究において、光合成の場である葉肉細胞の障害発現機構の解明が中心に行われてきた。葉肉細胞内の Na^+ 濃度を低く保って障害を抑制するためには、維管束鞘細胞や維管束柔細胞で Na^+ の流入を止める機構が必要であるが、そのような機構の存在は確認されていない。そこで本研究では、維管束鞘細胞や維管束柔細胞の特徴や塩ストレス下におけるオルガネラの挙動を調べることで、維管束周辺における Na^+ の流入抑制機構の有無を調査することを目的として実験を行った。

塩ストレス下において、維管束の柔細胞では顕著な変化が生じていなかったが、維管束鞘細胞において、ミトコンドリアの数が3倍に増えて細胞内の体積率が有意に増加していることが明らかとなった。地上部に移行した塩を葉肉細胞など感受性の強い細胞に蓄積させないようにするため、維管束鞘細胞においてミトコンドリアで多量のエネルギーを作り出して、塩を蓄積させる機構が存在することが示唆された。

2) コーヒーの高温ストレス障害発現機構の解明

コーヒーは世界で消費されている重要な作物であるが、近年の気候変動によって平均気温が上昇しているため、高温ストレスによって収量が減少する傾向にある。そのため、高温ストレス障害の発現機構や高温に耐性のある品種の開発が望まれる。しかし、高温の限界値やストレス障害発現機構は作物で異なっており、コーヒーについては未だ解明されていない。本研究では、コーヒーの高温に対する域値と障害発現機構を明らかにすることを目的として、*Coffea arabica* 'Typica' の苗木を用いて実験を行った。

コーヒーの葉からリーフディスクを作成して葉に高温ストレス処理を行ったところ、45度を超えると激しい酸化ストレス障害が観察された。コーヒーの個体に高温ストレス処理を行っても葉温が45度を超えたところで障害が観察されたため、コーヒー葉の高温に対する限界値は45度であることが明らかとなった。また、この障害は抗酸化酵素の低下によって生じることから、45度を超えると抗酸化酵素の活性が低下して活性酸素の生成量が増加して障害が生じることが明らかとなった。

【研究の展望】

イネの研究において、維管束鞘細胞におけるエネルギー依存的な Na^+ の流入抑制機構が存在する可能性が示唆された。そのため、維管束鞘細胞での Na^+ の流入抑制機構を強化することで、光合成の場である葉肉細胞の塩感受性を改善できる可能性が示唆された。

コーヒー研究において、個体とリーフディスクの両方で温度域値や障害発現機構が類似していたことから、リーフディスクを用いたコーヒーの高温ストレス耐性評価が可能となると期待された。コーヒーは、植物の生長が遅く、実験に用いるための均一な個体を得ることが難しいため、リーフディスクを用いた高温ストレス耐性評価法は、耐性品種のスクリーニン

グとして用いることができると期待される。

【発表論文等】

- 1) Yamane K, Mariyama M, Hirooka Y, Iijima M. Root pruning is effective in alleviating the inhibition of soybean growth caused by anaerobic stress for a short period. *Journal of Integrative Agriculture*, 22: 1035-1044 (2023).
- 2) Kawaguchi R, Suriyasak C, Matsumoto R, Sawada Y, Sakai Y, Hamaoka N, Sasaki K, Yamane K, Kato Y, Bailly C, Ishibashi Y. Regulation of reactive oxygen species and phytohormones in osmotic stress tolerance during seed germination in indica rice. *Frontiers in Plant Science*, 14:1186960. doi: 10.3389/fpls.2023.1186960 (2023)

【学会発表等】

- 1) 山根浩二. イネ葉肉細胞の三次元構造解析について. 第 11 回奈良まほろば産官学連携懇話会, 2023.9.8.

【受賞等】

- 1) 第 21 回日本作物学会論文賞 (日本作物学会), 2024. 3. 28.
Yamane K, Nishikawa M, Hirooka Y, Iwai K, Iijima M. Temperature tolerance threshold and mechanism of oxidative damage in the leaf of *Coffea arabica* ‘Typica’ under heat stress.

【競争的資金・外部資金】

科学研究費補助金 基盤研究(B) 維管束鞘細胞と維管束柔細胞による Na⁺排出・蓄積能力と耐塩性との関連性の解明 (代表)

(SDGs : 2, 9, 15)

「昆虫の行動制御を可能にする情報化学物質の探索および早期害虫発見に関する研究」

目的 自然生態系や農生態系で、植物が生物環境因子に動的に応答して生産する多様な揮発性物質の中から、昆虫の行動の制御を担う「情報化学物質」を探索・特定することを目的とする。また、生物多様性のモニタリングおよび保全や早期害虫発見システムの構築に貢献するために、植物上に残留している昆虫の環境 DNA を回収・分析する方法を開発することを目的とする。

研究代表者：米谷 衣代（准教授）

【研究成果】

1) 植物揮発性物質が駆動する節足動物の群集形成の研究

揮発性物質が情報化学物質として、節足動物の行動を制御する実例として、天敵資材として生物的害虫防除に利用されているタバコカスミカメのバンカー植物の揮発性物質に対する選好性を明らかにした。バンカー植物とは、タバコカスミカメなどの天敵をハウス内で維持・増殖可能な植物のことである。今回の実験から、バーベナがスカエボラやスウィートアリッサムなどよりもタバコカスミカメへの誘引性が高いことが明らかになった。

2) 早期害虫発見および密度抑制システムに関する研究

ミナミキイロアザミウマ 50 匹による 1 日間食害ナス株、3 日間食害ナス株から、プラント・フロー・コレクション法を用いて回収したミナミキイロアザミウマの環境 DNA サンプルに対して、種特異的プライマーを用いて PCR と電気泳動を行い、種特異的なバンドを検出した。プラント・フロー・コレクション法は我々が開発した方法で、この方法を用いることで、植物に水をかけるだけで、害虫を早期に発見できる可能性が示された。

【研究の展望】

タバコカスミカメと同様に天敵資材として利用されているタイリクヒメハナカメムシのバンカー植物の揮発性物質に対する選好性を調べることで、より有用なバンカー植物を見つけることが期待される。早期害虫発見のために環境 DNA のさまざまな回収方法を検討することが必要であり、今後、空気中からの回収方法を検討していく。

【発表論文等】

1) Yoneya K., Nishimori S., Yano E., Yamaguchi K., Tsumoto M., Ozawa R., Takabayashi J., Kandori I. Olfactory responses of *Nesidiocoris tenuis* to uninfested or conspecific-infested banker plants and *Thrips palmi*-infested eggplants. *BioControl*, **69**, 19-28 (2024)

2) Yoneya K., Miki T., Katayama N. Plant volatiles and priority effects interactively determined initial community assembly of arthropods on multiple willow species. *Ecology and Evolution* **13**, e10270 (2023)

3) Yoneya K., Miki T., Takabayashi J. Initial herbivory and exposure to herbivory-induced volatiles enhance arthropod species richness by diversifying community assemblages. *Frontiers in Ecology and Evolution* **10**, 10:1031664 (2023)

【学会発表等】

1) 米谷衣代、植物上に形成される節足動物の群集集合を環境 DNA を用いて観察する、第 68 回日本応用動物昆虫学会大会、仙台、3 月（2024）

2)山口慧、平田まさみ、杉村侑亮、米谷衣代、タバコカスミカメ成虫の誘因因子の解明、第68回日本応用動物昆虫学会大会、仙台、3月(2024)

3)米谷衣代、三木健、片山昇、植物揮発性物質と先住効果は多種ヤナギ上に集まる節足動物の初期群集集合に影響する、第71回日本生態学会大会、横浜、3月(2024)

4)Yoneya K, Statistical and chemical ecology approaches reveal non-random patterns of chytrid infections on phytoplankton host cells、Symposium on Aquatic Microbial Ecology - SAME17、Tartu、8月(2023)

5)Yoneya K., Miki T., Kashimura A., Non-destructive monitoring of arthropod community on woody plant, *Quercus serrata*, using environmental DNA metabarcoding、The eDNA Society International Meeting 2023、大津、5月(2023)

【受賞等】

該当なし

【競争的資金・外部資金】

科学研究費基金 基盤研究(C) 「昆虫相互作用網の動的制御を司る植物情報化学物質の探索」(代表)

科学研究費補助金 基盤(A) 「植物が持つ揮発性物質のセンシング力の分子機序と野外における防衛機能の実態」(研究分担者)

科学研究費補助金 基盤(A) 「生態系レジームシフト検知のための微視的特徴づけに基づく早期診断法の構築」(研究分担者)

(SDGs : 6, 14, 15)

「魚はなぜ、海と川を往き来するのか？」

海と川は塩分の環境が異なるため、これらを魚が行き来するには、体の働きや機能を劇的に変える必要がある。このような労力や危険がともなっても、魚が海と川を行き来する理由は、そのコストを上回る利益を得るからとの仮説が考えられている。この利益とは「一体、何か？」を明らかにし、この仮説の立証を研究目的とする。

研究代表者：渡邊 俊（准教授）

【研究成果】

1) セレベスウナギの産卵回遊行動の研究（発表論文 1）

セレベスウナギ *Anguilla celebesensis* はインドネシア・スラウェシ(セレベス)島に生息する熱帯ウナギで、ウナギ属魚類の中で最も短い回遊を行う種である。本種の産卵回遊行動を明らかにするため、ポップアップタグ(MiniPAT, Wildlife Computers Inc.)を装着したセレベスウナギ 4 個体(体長:887~937mm, 体重:1350~2050g)をインドネシア・スラウェシ島ポソ川河口の沖合から 2010 年 2 月 22 日(3 個体 : Eel1, 2, 3)と 3 月 11 日(1 個体 : Eel4)に放流した。これらのタグは、それぞれ 2010 年 5 月 9 日(Eel2 と 3 に装着したもの)、14 日(Eel1)、6 月 17 日(Eel4)に浮上した。タグの水深・水温データと白鳳丸航海(KH-09-5)にて CTD 観測によりトミニ湾から得られた水深別の水温データの差を比較した結果、Eel-C3 の追跡の最後においてメバチによる捕食が確認できた。Eel3 と 4 の 2 個体では日没後に表層へ移動し、日出前に潜行を開始する規則正しい日周鉛直移動がそれぞれ 8 日間と 13 日間確認できた。また、この 2 個体は月が天空にある夜は、ない時よりも深層を遊泳した(Mann-Whitney U 検定, $p < 0.05$)。月齢と水深には相関関係(スピアマンの順位相関, $p < 0.001$)が認められ、月齢が満月に近づくほど夜の遊泳層は深くなり、逆に新月へ近づくほど浅くなった。熱帯ウナギも温帯ウナギと同様、日周鉛直移動の上限は光により制限されているものと考えられた。

2) ウナギ属魚類の分類学的研究（発表著書 3）

ウナギ属魚類(*Anguilla* spp.)の形態は非常に類似している。よって、最近では本属魚類の種同定には遺伝子が使用されている。しかし、本属魚類におけるいくつかの形態は種を区別するための貴重な形質である。また、本属魚類の進化では形態の多様性を持たない方向性が選択されたと考えた。

【研究の展望】

ウナギ属魚類の産卵場は熱帯・亜熱帯にあり、成育場は熱帯から温帯を経て、亜寒帯までおよぶ。本属魚類の海洋における回遊距離は、短距離から長距離の回遊へ進化したと考えられており、その過程には、往路回遊における仔魚の浮遊適応による長距離の分散が関与したと推察されている。そこで、短距離と長距離の回遊種としてセレベスウナギ *A. celebesensis* とニホンウナギ *A. japonica* の産卵回遊行動に着目すると、共通性は太陽のみならず、月の光と水温が関与する明瞭な日周鉛直移動であり、相違点は両種の回遊時の経験温度もしくは積算温度により、成熟過程が異なる可能性があると考えた。今後、他の種も含めたこの相違点を明らかにすることにより、本属魚類の成熟過程の解明が期待される。

【発表論文等】

- 1) Manabe R., Higuchi T., Watanabe S., Tantu F.Y., Sugeha H.Y., Kaneko H., Miller M.J., Hagihara S., Yoshinaga T., Syahailatua A., Wouthuyzen S., Triyanto, Masengi K.W.A., Sato K., Aoyama J., Tsukamoto K. Migration Behavior of *Anguilla celebesensis* silver eels within their Tomini Bay Spawning area. *Zoological Studies* 62:46 (2023). doi:10.6620/ZS.2023.62-46
- 2) 田嶋宏隆・久米 学・小川真由・渡邊 俊・内山里美・内山耕蔵・大坪鉄治・古賀春美・亀井裕介・三田村啓理. 福岡県柳川市の掘割におけるニホンウナギの生息状況. *水生動物* AA2023-11(2023). https://doi.org/10.34394/aquaticanimals.2023.0_AA2023-11

- 3) Watanabe S. Morphology and Taxonomy. In Eel Science. Tsukamoto K, Kuroki M, Watanabe S (Eds). Springer, 3-21 (2023).

【学会発表等】

- 1) 渡邊 俊・樋口貴俊・青山 潤・塚本勝巳, セレバスウナギとニホンウナギの産卵回遊行動の比較, 令和 6 年度 日本水産学会大会春季大会, 東京海洋大学品川キャンパス, 3 月 (2024)
- 2) 渡邊 俊, 宮崎県清武川におけるニホンウナギ稚魚の加入変動, 令和 5 年度 「うなぎ研究プラットフォーム」 研究報告会, 東京大学農学部 1 号館地階 第四講義室, 3 月 (2024)
- 3) 渡邊 俊, ニホンウナギの大回遊 生態学および進化学的視点より, 地球規模課題 9 「46 億年の歴史」 第 3 回 講演会, 名古屋大学, 3 月 (2024)
- 4) 渡邊 俊, ウナギ属魚類 3 種の産卵回遊行動の比較, 第 4 回 ウナギ学の現状, 京都大学フィールド科学教育研究センター会議室, 3 月 (2024)
- 5) 渡邊 俊・蔣 薇・Edouard Lavergne・河上 哲生・川上 達也・栗田 豊・久米 学・三田村 啓理・山下 洋, 3 地域の耳石 Sr/Ca 比から推定したスズキの回遊の多様性について, 第 78 回魚類自然史研究会, 近畿大学農学部, 3 月 (2024)
- 6) 渡邊 俊, 養殖ニホンウナギの河川への適切な放流方法の検討, 一般社団法人ヤンマー資源循環支援機構 研究報告交流会, ヤンマー本社ビル, 1 月 (2024)

【受賞等】

【競争的資金・外部資金】

- 1) 科学研究費補助金 挑戦的研究(開拓), ニホンウナギの産卵回遊行動に基づく配偶子形成機構の解明 (研究代表者)
- 2) 一般財団法人 ヤンマー資源循環支援機構, 養殖ニホンウナギの河川への適切な放流方法の検討 (研究代表者)
- 3) 一般財団法人 鰻の食文化と鰻資源を守る会, 天然・養殖のウナギの行動研究 (研究代表者)