

2025 年 7 月 1 日

各 位

公益財団法人古泉財団事務局

2024 年度助成対象者（自然科学系）研究成果報告書の公表について

2024 年度古泉財団研究費助成金助成対象者の研究成果について、研究成果報告書を公表いたします。

研究成果報告書は、助成対象者から提出されたものを加筆修正することなく掲載しております。

研究成果について、ご関心のある方は、研究者が在籍する各大学・研究機関様へご連絡ください。

2024 年度古泉財団研究費助成金成果報告書

(敬称略)

氏名	所属	研究題目
相澤 知里	新潟大学 大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻	異なる米嚥下調整食品の咀嚼嚥下時における舌筋運動定量化の試み
廣田 早紀	新潟県農業総合研究所 基盤研究部 主任研究員	新たに開発された「指定混合肥料」の肥効特性等の解明
中村 彰宏	長岡技術科学大学 技学研究院 助教	ゲルマイクロドロップレットを用いた油脂生産微生物の超高効率な育種基盤技術の開発
坂田 政貴	新潟大学 大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻	食生活改善が認知機能に及ぼす影響－食生活の積極的変容による脳機能への効果－
萩原 真	新潟県立大学 人間生活学部 助教	キノコに含まれるアミノ酸の分子栄養学的作用機構の解析
石井 穂乃香	新潟医療福祉大学 健康科学部 健康栄養学科	酸味刺激と炭酸刺激の併用が嚥下誘発に及ぼす影響
趙 鉄軍	新潟食料農業大学 食料産業学部 准教授	超音波霧発生器を活用した新養液栽培システムの開発
佐々木 奨太郎	新潟工科大学 工学部 食品工学コース	抗脂肪肝作用を有する食品素材としてのデンプン分解米胚乳タンパク質の可能性
大野 匠	新潟県農業総合研究所 食品研究センター 研究員	白未熟粒米が米飯及び米加工食品に及ぼす影響と加工条件の解明
Guo Antao	新潟大学 大学院医歯学総合研究科 生体機能調節医学専攻	白トリュフ抽出物の肥満糖尿病モデルマウスにおける有効性の検討
鈴木 浩之	新潟食料農業大学 食料産業学部 助教	バランゴンバナナ果皮由来のメタン発酵消化液によるバナナ病害抑制効果の検証
桑原 直子	新潟薬科大学 大学院薬学研究科 薬学専攻	キノコ類に含まれるエルゴステロールのビタミンD2, D3の両方の促進による骨粗鬆症軽減効果

2024年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025年4月28日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者(自署)

相澤 知里

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	異なる米嚥下調整食品の咀嚼嚥下時における舌筋運動の定量化の試み
所属機関 学部・学科 役職名	新潟大学大学院 医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻
代表研究者 氏名	相澤 知里

○研究成果

【目的】

舌は、咀嚼嚥下運動時に食塊形成および食塊移送において重要な役割を担う。これまでの報告の多くは嚥下造影検査等食塊画像評価が多く、咀嚼嚥下運動における生体信号に基づく舌運動の定量化には至っていない。1) および2) の目的で、それぞれ実験を行った。

- 1) 異なる米嚥下調整食品の咀嚼嚥下時における筋活動の定量化
- 2) 米飯の咀嚼嚥下過程における舌筋、咬筋、舌骨上筋の活動パターンの定量的評価

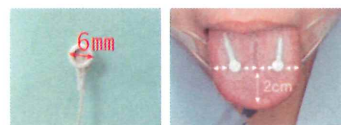
【方法】

- 1) 被験者：2名(女性2名, 28±1歳), 被験食：米飯, 軟飯, 極軟飯 各8g(バリウムと混和)

記録：①表面筋電図

- ・両側咬筋, 舌骨上筋群(NM-319Y, 日本光電)
- ・両側内舌筋(TK221-006, ユニークメディカル) [図1]

②X線透視画像(正面像) を同時記録した。



- 2) 被験者：5名(男性1名/女性4名, 28±0.8歳), 被験食：米飯 8g(バリウムと混和) [図1]

記録：1) と同じ

1), 2) において、各被験者の主咀嚼側の決定後、それぞれの被験食の主咀嚼側での片側咀嚼を行った。1) では、各試行ごとに咀嚼の2サイクル目から嚥下終了までを総摂取時間と定め、その中で咀嚼、食塊移送、嚥下を区別別に評価した。2) では、得られた表面筋電図を開口相および閉口相に分類し、咀嚼前期(咀嚼開始時)、咀嚼後期(食塊移送直前)、食塊移送におけるそれぞれ3サイクルについて各筋筋活動パターンを評価した。2) については、Two-way repeated measured ANOVA(咀嚼ステージ, 咀嚼側) および Pearson の相関係数にて統計解析を行った。

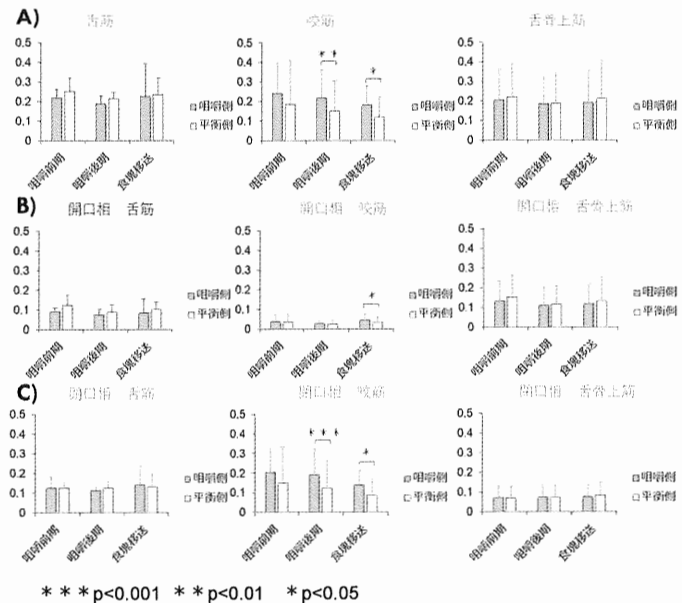
【結果】

- 1) 総摂取時間, 咀嚼時間, 食塊移送時間はいずれも米飯, 軟飯, 極軟飯の順に長い傾向が見られた。咀嚼サイクルあたり咬筋活動量は、咀嚼時および食塊移送時で平衡側と比較して咀嚼側で大きかった。咀嚼サイクルあたり舌筋活動量は、咀嚼時, 食塊移送時ともに平衡側が咀嚼側よりも大きかった。食品間の舌筋活動量を比較すると、咀嚼時において米飯から極軟飯と食品が柔らかくなるにつれて大きな筋活動量を示す傾向が見られた。嚥下時においても、咀嚼時および食塊形成時の咬筋, 舌筋筋活動と同様に、咬筋では咀嚼側が、舌筋では平衡側の筋活動量が大きくなる傾向が見られた。
- 2) 各筋のサイクル筋活動量の変化を咀嚼ステージ別, 開口相・閉口相別に比較した[図2]。A) 舌筋, 咬筋, 舌骨上筋の各サイクル筋活動量を各ステージおよび咀嚼側・非咀嚼側で比較すると、咬筋のサイクル筋活動量は咀嚼後期および食塊移送で平衡側に比べて咀嚼側で有意に大きかった。B) 開

口相における各筋筋活動量を比較すると、咬筋の筋活動量が食塊移送で平衡側に比べて咀嚼側で有意に大きかったが、咀嚼前期および咀嚼後期において差は認められなかった。C) 閉口相における各筋筋活動量を比較すると、咬筋の筋活動量が咀嚼後期および食塊移送において平衡側に比べて咀嚼側で有意に大きかった。

さらに、各筋の筋活動量の相関係数を咀嚼ステージ別にみたところ、咀嚼前期の開口相において、平衡側舌筋は両側舌骨上筋と正の相関が認められた。咀嚼後期の開口相において、咀嚼側舌筋と咀嚼側舌骨上筋および平衡側舌筋と両側舌骨上筋の間に正の相関が認められた。食塊移送において、サイクル筋活動量、開口相、閉口相筋活動量においては、有意な相関が認められなかったが、開口相の平衡側舌筋と舌骨上筋、および閉口相の咀嚼側舌筋と舌骨上筋の相関係数が大きくなる傾向が見られた。

【図2】



【考察】

- 総摂取時間、咀嚼、食塊移送、嚥下の全てのステージで、咬筋活動量は咀嚼側で大きかったのに対し、舌筋活動量は平衡側で大きい結果となった。これは、食塊を咀嚼側の歯列に維持するため、平衡側の舌が大きく活動した結果と考えられる。咀嚼時の舌筋活動量が、軟らかい食品ほど大きい値を示したことから、食品の柔らかさは咀嚼の容易さと関連する一方で、舌が大きく関与する食塊形成の容易さとは必ずしも関連しない可能性があることが示唆された。
 - 咬筋のサイクル筋活動量は咀嚼後期と食塊移送において咀嚼側と平衡側の間に有意な差が認められたが、これは、咀嚼前期では咬筋平衡側の筋活動のばらつきが大きく、米飯の咀嚼過程で片側咀嚼パターンが安定化するためと考えられる。一方、舌筋および舌骨上筋のサイクル筋活動量には明らかな変化が認められなかった。これは、各咀嚼ステージにおいて、舌の形状変化や下顎運動様式が異なることが推察され、結果、筋活動の定量変化に至らなかったと考えられた。
- 咀嚼ステージの各筋筋活動量の相関において、開口相の咀嚼前期と咀嚼後期において平衡側舌筋と両側舌骨上筋に有意な正の相関が認められた。これは、舌骨上筋の活動が大きい開口相で、平衡側の舌が咀嚼側に食塊を維持する動きと関連すると推察される。食塊移送において有意な相関は認められなかったが、開口相の平衡側舌筋と舌骨上筋、および閉口相の咀嚼側舌筋と舌骨上筋の相関係数が大きくなる傾向は、食塊移送時の舌筋と咀嚼筋の何らかの協調を示唆すると考えられる。

【結論】

咀嚼嚥下時の舌筋筋活動量は左右差が認められ、食品物性にも影響を受ける可能性が示唆された。また、片側咀嚼嚥下の過程における咀嚼筋と舌筋筋電図記録から、咀嚼、食塊形成、食塊移送時の各筋の協調した運動パターンが示された。

【研究成果の発表】

得られた結果について、下記の学会で発表した。

・相澤知里, 真柄 仁, 板 離子, Mengjie Zhang, LEUNG Ho Yin, 小貫和佳奈, 辻村恭憲, 井上 誠: 物性の異なる米嚥下調整食品の咀嚼嚥下時における舌筋筋活動の定量化の試み 一予備的研究一. 第30回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 福岡国際会議場 (福岡県・博多市), 2024年8月30-31日, 第30回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会プログラム・抄録集304頁, 2024.

・相澤知里, 真柄 仁, 板 離子, 辻村恭憲, 井上 誠: 咀嚼嚥下時における舌筋活動パターンの定量的評価. 第48回嚥下医学会学術講演会, 神戸国際会議場 (兵庫県, 神戸市), 2025年2月21日-22日, 第48回嚥下医学会学術講演会抄録集158頁, 2025.

また、2025年度は下記の国際学会で発表予定である。

・7th International Conference on Food Oral Processing Physics, Physiology and Psychology of Eating (5/12~14, Valencia, Spain)

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 22 日

公益財団法人古泉財団
代表理事 古泉 肇 殿

報告者（自署） 廣田 早紀

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	新たに開発された「指定混合肥料」の肥効特性等の解明
所属機関 学部・学科 役職名	新潟県農業総合研究所 基盤研究部 主任研究員
代表研究者 氏名	廣田 早紀

○研究成果

近年我が国では肥料の高騰が進んでおり、その代替資材として土作りと肥料効果を併せもつ家畜ふん堆肥の有効利用を国・県ともに推進している。しかし堆肥は散布作業性が劣るため、散布労力の不足により本県における堆肥施用率は 12%と極めて低い状況である。そのような中 2020 年より、「化成肥料に牛ふん堆肥を混合した指定混合肥料」（以下、指定混合肥料）が新たに認められた。この肥料を使用すれば牛ふん堆肥と化成肥料を同時に散布できるため、省力的に堆肥利用が可能となる。しかしながら、報告者による過去の研究結果から、指定混合肥料は化成肥料単独施用と比較して作物の生育・収量が劣ることが認められている。そこで本研究では、指定混合肥料の肥効特性等を明らかにした。

試験 1 指定混合肥料の窒素無機化特性の解明

牛ふん堆肥の混合割合を 3 段階（72%、40%、20%）に変えた肥料（以下、72%区、40%区、20%区とする）および化成肥料（以下、0%区とする）（いずれも $N:P_2O_5:K_2O=4.0:5.2:4.2$ （%））を畑土壌（腐植質普通アロフエン質黒ボク土）に添加し、培養試験を実施した。温度条件は 20℃、25℃、30℃の 3 段階とし、土壌水分は最大容水量の 60%に調整した。培養 0 日、7 日、14 日、28 日、56 日、84 日、112 日後に、土壌中の硝酸態窒素・アンモニア態窒素を抽出・測定し、反応速度論的解析により 25℃条件の窒素溶出率の推移を推定した。

培養 7 日後の窒素溶出率の推定値は 0%区と比較して、72%区、40%区、20%区ではそれぞれ 14%、10%、7%低かった。培養 7 日後以降の窒素溶出はみられず、培養 112 日後まで一定の値を示した（図）。培養 7 日後の窒素溶出率の実測値においても、化成肥料区と比較して 72~20%区では 9~21%低かった。その後は培養日数増加に伴い徐々に差は縮まり、培養 112 日後では 2~3%程度の差となった。

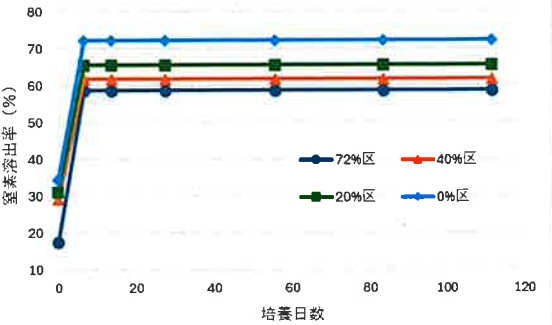


図 肥料由来無機態窒素溶出率の推移（25℃条件）

試験 2 指定混合肥料を施用した際の土壌有機物の分解状況の解明

指定混合肥料中の牛ふん堆肥について施用後における分解状況を明らかにするため、試験 1 と同様の供試土壌および肥料、水分条件で培養試験を行った。なお培養温度は 30℃のみとした。

肥料添加前土壌、培養 28 日、56 日、84 日、112 日後の未風乾土を、Allison and Jastrow (2006) に準じて粒径サイズごとに 4 分画した (coarse POM 画分 [以下 c-POM 画分、粒径 250~2,000 μm]、fine POM 画分 [以下 f-POM 画分、粒径 53~250 μm]、silt 画分 [粒径 <53 μm のうち 300g・3 分の遠心で沈殿したもの]、clay 画分 [粒径 <53 μm のうち 5,600g・30 分で沈殿したもの]、POM は易分解性の有機物画分であり、微生物により分解され無機態窒素として供給される)。

培養 112 日後の 72% 区および 40% 区では、他の 2 試験区よりも c-POM 画分重量が多かった。加えて、各土壌画分の全窒素含有率は試験区間で差はなかったが、全炭素含有率は牛ふん堆肥の混合割合が増加するにつれて c-POM および f-POM 画分で増加した (表)。なお、培養 28 日、56 日、84 日の土壌の各画分の全窒素・全炭素含有率については、分析機器の不調によりデータ欠測であり、今後分析を行う予定である。

表 培養 112 日目における各画分の全窒素・全炭素含量 (左：全窒素、右：全炭素)

(単位：%)					
培養日数	試験区	c-POM	f-POM	silt	clay
肥料添加前土壌	-	0.1	0.2	0.2	0.4
培養112日	72%	0.2	0.2	0.3	0.4
	40%	0.2	0.2	0.3	0.4
	20%	0.2	0.2	0.3	0.4
	0%	0.2	0.2	0.3	0.4

(単位：%)					
培養日数	試験区	c-POM	f-POM	silt	clay
肥料添加前土壌	-	2.3	3.7	4.0	4.6
培養112日	72%	3.2	3.9	4.2	4.6
	40%	3.1	3.8	4.1	4.7
	20%	3.0	3.8	4.4	4.8
	0%	2.7	3.7	4.1	4.8

以上の結果から、指定混合肥料を土壌へ施用すると、土壌中の粗粒な画分に易分解性の有機物 (=c-POM 画分) が増加することが明らかとなった。

本研究により、指定混合肥料では従来の化成肥料に比べて、培養初期 (=施用初期) の窒素溶出率が低くなることがわかった。一方、培養 112 日後には POM 画分が増加することが明らかとなった。すなわち、指定混合肥料を連年施用することで POM 画分 (=微生物が利用しやすい有機物画分) が土壌に供給され続けるため、化成肥料以上に土壌からの無機態窒素の持続的な発現が期待できると推定された。

今回の結果から今後は、本県における指定混合肥料の普及を図るため、施用初期の窒素溶出率を増加させる使用方法を明らかにするための研究を実施する予定である。

[参考文献]

Allison, S. D., Jastrow, J. D. 2006: Activities of extracellular enzymes in physically isolated fractions of restored grassland soils, Soil Biology and Biochemistry, 38, 3245-3256.

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 20 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署)

中村 彰宏

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	ゲルマイクロドロップレットを用いた油脂生産微生物の超高効率な育種基盤技術の開発
所属機関 学部・学科 役職名	長岡技術科学大学 技術科学イノベーション系 助教
代表研究者 氏名	中村彰宏

○研究成果

日本における油脂自給率は極めて低く（カロリーベースで約 3%）、安定的な食用油供給体制の確立が急務となっている。この課題を解決する一つのアプローチとして、油脂生産酵母による食用油の発酵生産技術が注目されている。特に、日本国内で唯一高い自給率（約 100%）を誇る「コメ」に含まれるデンプンを原料とすることは、持続可能な国内油脂生産体系の構築に有効である。本研究では、油脂生産酵母の中でも比較的高いアミラーゼ活性を有する *Lipomyces starkeyi* に着目し、本菌のアミロース（デンプン）資化性を向上させた株の作出を目的とした。

L. starkeyi のアミロース資化性を向上させることを目的に、紫外線（UV）照射により変異体ライブラリを構築し、約 10 万株を対象に GMD（ゲルマイクロドロップレット）を用いた高スループットスクリーニングを実施した。アミロースのみを炭素源とする条件下で細胞増殖（FSC）および油脂蓄積（BODIPY 染色）を指標に評価した結果、資化性の向上が期待される 48 株を取得し、そのうち代表的な 4 株を詳細解析した。選抜された変異株のうち H10 株は野生型（WT）より高い増殖性を示し、特に培養 3 日目の細胞密度は WT の約 2.5 倍に達した。また、H10 株は油脂蓄積量も WT 比で約 3.3 倍に増加しており、アミロース資化性と油脂生産性の双方で有望な特性を有することが確認された。

今後は、これらの変異株を対象に分子機構の解明を進めるとともに、コメ由来デンプンを用いた場合の油脂生産性の評価を進めていく。

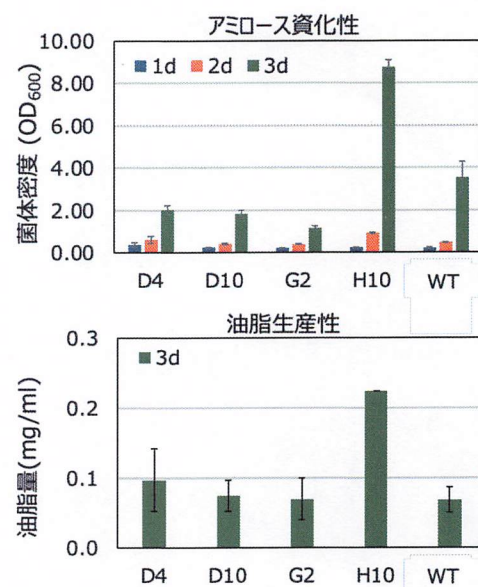


図 獲得した変異株のアミロース資化性と油脂生産性の評価

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 4 月 30 日

公益財団法人古泉財団
代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署) 坂 田 政 貴

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	食生活改善が認知機能に及ぼす影響-食生活の積極的変容による脳機能への効果-
所属機関 学部・学科 役職名	新潟大学 大学院 医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻 博士課程 3 年
代表研究者 氏名	新潟大学 大学院 医歯学総合研究科 堀 一浩 教授

○研究成果

2024 年度では貴財団からの助成を頂き、下記の通りの成果が得られた。

本研究は、健康で自立した高齢者を対象に、食生活の積極的変容が脳機能に与える効果を明らかにすることを目的として、横断調査および介入試験、追跡調査を実施した。

対象者を 65 歳以上で食事制限がなく、日常的にスマートフォンを使用している右利きの高齢者と定め (疾患による食生活の制約がある者、咀嚼機能に問題がある者、認知機能に障害が認められるものは除外)、男女各 30 名、計 60 名を目標とし新聞折り込み広告を活用して募集を実施した。

介入期間は 3 か月間とし、認知機能に良いとされる食事 (青魚や大豆、緑茶などのポリフェノールを含む食品) を勧める介入群と、食事管理アプリで食事内容の記録のみを使用する対照群にランダムに割付を行い、介入群では 1 週間に一度、管理栄養士より栄養指導を実施した。

3 か月の介入期間において、おおよそ 1 か月ごとに、身体評価 (体組成、血圧)、認知機能評価 (CogEvo®)、食生活評価 (BDHQ)、口腔機能評価 (咬合力や咀嚼機能など)、認知課題時の脳神経活動 (fNIRS による脳マッピング法) といった多角的な観点からの分析を実施した。また、介入による食生活の変容効果の持続の有無を検証するため、3 回目の介入後およそ 12 週間後に再度計測を実施した。

現在は、計測データの初期解析を行っている。初期解析時点での傾向として、介入群、対象群ともに認知課題の正答率は、実験開始前と比較し有意な増加が認められた。認知課題中の脳神経活動の比較では、介入群は実験前と比較し、一次運動野や補足運動野、背外側前頭前野といった注意の制御や意思決定のプロセスなど認知機能に関与する領域の活動が優位に抑制されていた。食生活においても、介入群では焼き魚や緑茶の摂取量が有意に増加していた。

現在は得られた結果の考察を行い、食生活の変容が認知機能やその他の指標に与える影響の解析を行っている。今後は認知機能の改善が顕著であった被験者について、その特徴を抽出する予定であり、またこの結果を用いて学会発表 (IADR2025)、および論文化を行う予定であり、準備を進めているところである。

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 15 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署)

萩原 真

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	キノコに含まれるアミノ酸の分子栄養学的作用機構の解析
所属機関	新潟県立大学
学部・学科	人間生活学部 健康栄養学科
役職名	講師
代表研究者 氏名	萩原 真

○研究成果

背景:新潟県の地域活性化のためには、新潟県産の農産物に付加価値をつけ、全国にアピールすることが極めて重要である。新潟県はキノコの生産量が、国内でトップクラスであることから、本研究では、シメジなどに多く含まれているオルニチンの免疫力活性化機構について分子栄養学的に解析し、新潟県の活性化に貢献することを目指す。低分子量 G タンパク質 Rab5 は、マクロファージなどの貪食細胞においては、貪食の初期を調節するタンパク質である。これまでに、申請者が行った実験において、マクロファージ様細胞で、オルニチンが、低分子量 G タンパク質 Rab5 に作用し、貪食能を上昇させることを示す結果が得られている。今年度は、マクロファージ様細胞における貪食の後期に関わるタンパク質である低分子量 G タンパク質 Rab7 を中心に解析を行った。

結果:まず、オルニチンが Rab7 の活性を上昇させるか否か検討を行った。Halo タグを付加した RILP (Halo-RILP) を発現させるベクターを、マクロファージ様細胞である J774A.1 細胞にトランスフェクションし、Halo-RILP を発現させた。この細胞にオルニチンを添加し培養した後、細胞を回収して、Halo-RILP プルダウンアッセイ (Rab7 活性測定法) を行った。その結果、オルニチン無添加細胞と比較して、オルニチン添加細胞では Rab7 の活性が上昇していた。次に、生菌を用いて、オルニチンによるマクロファージ様細胞における細菌の生存率を試験した。J774A.1 細胞にオルニチンを添加し、その細胞に E. coli 菌体を加え、コロニー形成試験を行った。その結果、オルニチンを添加した細胞では、オルニチン無添加細胞と比較して、E. coli の生菌数が有意に低下していた。すなわちオルニチンによって、貪食能が上昇し、細菌の分解が促進していることが明らかとなった。また、オルニチンによる Rab7 と物質分解を担う細胞小器官であるリソソームのマーカータンパク質である LAMP1 の細胞内局在性について解析した。J774A.1 細胞にオルニチンを添加し培養した後、免疫染色法で Rab7 と LAMP1 を染色し、蛍光顕微鏡で観察した。今後、詳細に解析する必要があるが、これまでの結果では、無添加細胞と比較して、オルニチン添加細胞では、Rab7 と LAMP1 の共局在が上昇し、リソソームへの輸送が促進している可能性が考えられた。

まとめ:オルニチンはファゴサイトーシス初期を調節する Rab5 だけではなく、ファゴサイトーシス後期を調節する Rab7 にも作用することが明らかとなった。すなわち、ファゴサイトーシスによる貪食の促進と物質を分解するオルガネラであるリソソームへの輸送を促進している可能性が強く示唆された。以上のことより、シメジに含まれる成分であるオルニチンは、貪食細胞におけるファゴサイトーシス (貪食) とリソソームにおける分解を活性化させることによって、免疫力を上昇させる作用があると考えられる。

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 9 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署) 石井 穂乃香

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	炭酸飲料摂取時の味覚刺激および味覚感受性が嚥下筋活動へ及ぼす影響
所属機関 学部・学科 役職名	新潟医療福祉大学 医療福祉学研究科・健康科学専攻・健康栄養学分野 修士課程 2 年
代表研究者 氏名	石井穂乃香

○研究成果

1.はじめに

嚥下障害において、飲料の炭酸化によるアプローチは、嚥下促進効果があることが報告されている。しかし、炭酸飲料の味覚刺激と個々の味覚感受性が、どのように嚥下運動に関与しているかは不明であり、嚥下リハビリテーションや栄養介入において、明らかにすることの意義は高い。本研究では、炭酸飲料における味覚刺激が嚥下筋活動に及ぼす影響について検討した。

2.方法

21 名の健康成人(20.1±1.6 歳)を対象とした。味覚の異なる被験飲料として、炭酸水、1.5%クエン酸炭酸水、0.3%サッカリン炭酸水の 3 種と、それぞれに 0.7%とろみ(つるりんこシュワシュワ)を付与した計 6 種を用いた。被験者の味覚感受性として、Taster test を用い、超味覚(以下 ST 群)と無味覚(以下 NT 群)の 2 群に分類した。各種飲料を 10ml ずつランダムに摂取し、舌骨上筋の表面筋電図から求めた全波整流波形における嚥下開始までの時間、嚥下開始から嚥下終了までの持続時間、最大筋電位、筋活動量を記録した。統計解析は、飲料、とろみ、味覚の各要因について 2 元配置反復測定分散分析による要因分析を行い、事後検定には Bonferroni 補正後の多重比較を行った。

3.結果及び考察

飲料ととろみの要因分析を目的とした 6 種の飲料の比較では、嚥下開始時間、持続時間においてとろみの主効果を認め、事後検定ではとろみ炭酸水は炭酸水に比べ有意に延長された。最大筋電位は、飲料の主効果を認め、事後検定では炭酸水に対しクエン酸炭酸水において有意に増大した。飲料と味覚の要因分析を目的とした、ST 群と NT 群による比較では、ST 群の嚥下開始時間が有意に短縮された一方、平均筋活動量は有意に増大した。炭酸飲料摂取時において、味覚刺激は瞬間的な筋活動を増幅させ、高い味覚感受性は嚥下筋活動量を増大させることが示唆された。

飲料の種類や味覚感受性を考慮することは、個性を重視した支援に繋がり、嚥下運動の促進および経口摂取の維持が期待できる。

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 26 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署)

趙鉄軍

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	超音波霧発生器を活用した新養液栽培システムの開発
所属機関 学部・学科 役職名	新潟食料農業大学 食料産業学部・食料産業学科 准教授
代表研究者 氏名	趙 鉄軍

○研究成果

【背景と目的】

フォグポニックスは水耕栽培の一種で、植物根を懸下した空間の中に、霧状の養液を充満させ養分と水分を提供する。近年、高圧ポンプを利用した水噴霧器に代わり、より小さな養液の粒子を発生させる超音波霧発生器の利用が検討されている。超音波霧発生器を用い養液の霧粒子を小さくすることで、根の養分吸収効率を向上させることが期待される。しかし、超音波霧発生器による霧化が養液の成分などに与える影響は全く報告がない。本研究の目的は、超音波霧発生器の霧化处理が養液成分へ与える影響を解明することにより、超音波霧発生器を活用した新養液栽培システムを開発する。

【材料および方法】

本研究は新潟食料農業大学温室内で実施した。

- (1) 実験用霧化处理した養液回収装置を試作した。
- (2) 霧耕栽培に利用できる超音波霧発生器の異なる周波数(3.0 MHz, 2.4 MHz, 1.7 MHz)の霧中の養分成分(EC = 1.0 dS/m, 2.0 dS/m, 3.0 dS/m)へ与える影響を調査した。
- (3) 超音波霧発生装置の適切な周波数を用いて新霧耕栽培システムを試作し、栽培システムの長さと循環ファンの位置を検討し、栽培実験を行った。

【結果および考察】

実験では、すべての養分濃度が処理後に減少する傾向が確認された。しかし、2.4 MHz の周波数を用いた霧化处理では、特に EC=1.0 dS/m および 2.0 dS/m の濃度において、90%以上の栄養素が保持されていることが示された。

また、栽培開始前に循環ファンの配置を検討した結果、最大風速 2 m/s が得られる栽培パイプ中央部への設置が最適と判断された。その後、EC=2.0 dS/m の養液と 2.4 MHz の霧化装置を用いて栽培を実施した。収穫物は、同じ濃度の養液を用いた通常の水耕栽培との比較を行った。その結果、一般的なフォグポニックス（霧耕）による栽培では、収穫物のサイズおよび重量が有意に小さいことが判明した。一方で、1 m 長のフォグポニックスシステムでは、葉から高いアントシアニン含量が確認された。

しかしながら、4 m 長のシステムでは、システムの側面にしか養液ミストが供給されず、15 日目以降に霧の分布が停止したため、レタスの成長が停止した。この結果、4 m システムにおける全体の植物生存率は低下した。ただし、栽培パイプに 1 m、2 m、3 m、4 m のマークを設けて観察したところ、1~2 m 区間では 100%の生存率が得られたことから、最大 2 m までのフォグポニックス栽培が実現可能であることが示唆された。

【結論】

本研究より、フォグポニックスシステムは、長さ 1 m 以内の葉菜類の栽培に活用可能であることが示された。ただし、水耕栽培と比較すると、システムが長大化するにつれてフォグポニックスの安定性は低下する傾向があるため、今後の改良が求められる。

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

令和 7 年 4 月 3 0 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者（自署） 佐々木 翔太郎

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	抗脂肪肝作用を有する食品素材としてのデンプン分解米胚乳タンパク質の可能性
所属機関	新潟工科大学大学院 工学研究科 博士前期課程 1 年
学部・学科 役職名	
代表研究者 氏名	佐々木 翔太郎

○研究成果

非アルコール性脂肪肝の一部は、重症化すると肝硬変や肝臓ガンへ進行する可能性のある非アルコール性脂肪肝炎へと進行する可能性があり、その対策が非常に重要視されている。そこで本研究では、これまで脂肪肝に関する効果があまり検討されてこなかったデンプン分解米胚乳タンパク質（SD-REP）に注目し、SD-REP の摂取が脂肪肝に与える影響を明らかにし、さらにその作用メカニズムの解明、特に脂肪肝の進行に影響する可能性があることが報告されている腸内細菌叢への影響を明らかにすることを目的とした。

供試動物として、著しい脂肪肝を呈することが知られている肥満 2 型糖尿病モデル SDT Fatty ラット（6 週齢、雄性）を用いて、8 週間の飼養試験を行った。試験飼料はタンパク質源としてカゼインまたは SD-REP を用いて、粗タンパク質含量 20 % となるように調製した。試験群はカゼイン飼料摂取 SDT Fatty ラット（C）群、SD-REP 飼料摂取 SDT Fatty ラット（R）群の計 2 群を設定した。試験期間中は糖尿病の進行を評価するために週 1 回 18 時間の絶食を行い、空腹時血糖値の測定を行った。また肥満や脂肪肝へ影響する可能性が考えられている腸内細菌叢への影響を評価するために、試験最終週に代謝ケージを用いて糞の回収を行い、回収した糞を 16S rRNA 解析に供した。試験終了時には採血を行い、血漿を回収した後に、各種臓器（肝臓、腎臓、精巣上体脂肪、腎周囲脂肪）を回収し、重量を測定した。脂肪肝への影響を評価するために回収した肝臓の一部は、10 %中性緩衝ホルマリン溶液を用いて速やかに組織固定を行い、HE 染色による形態学的観察に供した。

空腹時血糖値およびヘモグロビン A1c の解析結果より、C 群と R 群間では有意な変動がみられず、SD-REP の摂取は SDT Fatty ラットの糖尿病の進行に対し、明確な抑制作用を示さない可能性が示された。一方、肝臓重量は R 群で有意に低値を示し、血液中の肝機能マーカーであるアラニンアミノトランスフェラーゼ、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ濃度も同様に、R 群で有意に低値を示した。さらに肝臓の形態学的観察から、SDT Fatty ラットでは脂肪肝の代表的な形態変化である肝細胞の肥大化および空胞化が高頻度でみられたが、R 群では C 群と比較してその頻度が抑制されることが示された。以上の検討結果より、SD-REP は脂肪肝およびそれに伴う肝機能障害を抑制する作用を有している可能性が示された。また腸内細菌叢の解析結果から C 群と比較して R 群で、肥満により高値を示すことが報告されている *Firmicutes* 門の細菌群が有意に低値を示し、肥満により低値を示すことが報告されている *Bacteroidetes* 門の細菌群が有意に高値を示すことが明らかとなった。これらの結果より SD-REP の抗脂肪肝作用は、肥満を抑制する方向への腸内細菌叢の変動に起因している可能性が推察された。

2024年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

令和7年 5月 22日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者(自署)

大野 匠

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	白未熟粒米が米飯及び米加工食品に及ぼす影響と加工条件の解明
所属機関 学部・学科 役職名	新潟県農業総合研究所 食品研究センター 研究員
代表研究者 氏名	大野 匠

○研究成果

1 背景・理由

近年、夏季・登熟期の高温により米の白未熟粒の発生が増加している。米の等級は整粒の割合で区分されるため、白未熟粒の増加は等級を低下させる要因となる。また、白未熟粒は米飯の食味や米加工品の品質にも影響を及ぼすと考えられている。

そこで、本研究では、米加工産業の安定製造に貢献することを目的として、白未熟粒の割合を任意に調整した試験区を設け、原料米性状分析及び米加工品性状に及ぼす影響を調査した。

2 材料及び手法

本研究では、穀粒判別器(RGQI100B, サタケ)による判定結果のうち、玄米の未熟粒及び精白米の粉状質粒を白未熟粒とした。市販の令和5年新潟県産コシヒカリ玄米を用いて、白未熟粒の割合が「40%以下」、「50%以上」及び「60%以上」の試験区を調製し、これらの試験区で搗精試験を行った。また、搗精後の精白米について、白未熟粒割合が「10%以下」、「20%以上」及び「40%以上」の試験区を調製し、これらを用いて性状分析試験及び米加工品製造試験を行い、白未熟粒の割合が原料米性状及び各米加工品性状に及ぼす影響を調査した(表1)。

表1 試料米を用いた各試験における調査項目について

試験項目	調査項目
搗精試験	碎米率、千重粒、糠残存程度
性状分析	吸水率、固形分溶出、タンパク質含量、アミロース含量、糊化粘度特性
製粉	粒度分布、デンプン損傷度
レトルト米飯製造	色調、物性、香気成分
米粉パン製造	比容積、硬さの経時的変化、ケービング率
米菓製造	比容積、硬さ、食感分析

3 結果及び考察

搗精試験では、白未熟粒の割合と碎米率には正の相関があり、白未熟粒の増加は搗精時の歩留まり低下につながる事が分かった。また、糠残存程度については、白未熟粒による有意差は認められなかった(データ省略)。

精白米の性状分析試験では、白未熟粒の割合と吸水率には有意な正の相関が認められたが、その他の調査項目では、各試験区で差がなかった（データ省略）。

製粉試験では、白未熟粒の割合が高いほど米粉の平均粒子径が小さくなる傾向が見られた（図1）。また、デンプン損傷度については、各試験区で差はないことから、湿式気流粉碎において白未熟粒の割合がデンプン損傷度に及ぼす影響はないことが示唆された（データ省略）。

レトルト米飯製造試験では、色調に有意差は認められなかったが、白未熟粒の割合と古米臭の原因であるヘキサナール量の間で有意な正の相関が認められた（データ省略）。米飯の集団粒としての硬さは、白未熟粒の割合が高いほど硬くなる傾向にあった（図2）。これは、白未熟粒が正常粒に比べ吸水が多いため米飯粒が変形しやすくなり、米飯の塊が密になったことが影響したと考えられた。

米粉パン製造試験については、白未熟粒の割合と比容積及びケービング率で各々有意な正の相関が認められた（図3、4）。米粉が微細だと米粉パンの比容積は高まることが知られており、白未熟粒の割合が高いほど米粉の平均粒子径を下げることから、比容積及びケービング率に影響したと考えられた。

米菓製造試験では白未熟粒の割合が高いほど比容積が減少する傾向が見られたが、有意差は認められなかった。また、機器による硬さ及び食感の分析でも白未熟粒の割合による差はなかった（データ省略）。このことから、米菓製造においては、白未熟粒が及ぼす影響は少ないことが示唆された。

以上の結果から、米加工品の性状及び品質の一部に白未熟粒の影響が見られたが、その差異は小さく、本研究で設定した白未熟粒割合の範囲ではいずれの米加工品においても品質や食味に大きな問題は生じなかった。ただし、本研究の試料米と白未熟粒の種類や構成割合が異なる場合、本試験成果に当てはまらない可能性がある点に留意する。

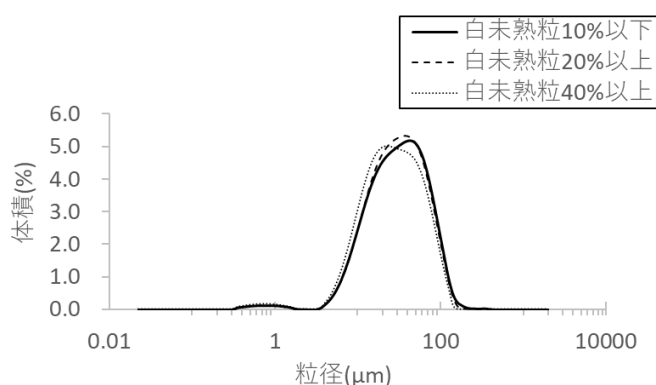


図1 各試験区の粒子径分布の比較

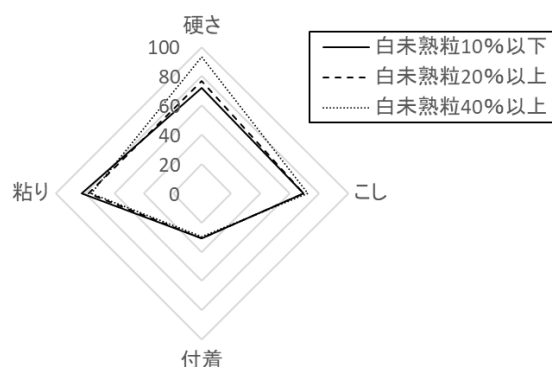


図2 各試験区の米飯（集団粒）物性の比較

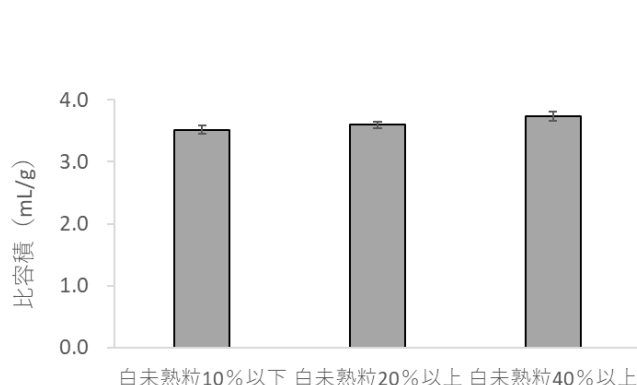


図3 各試験区の米粉パン比容積の比較

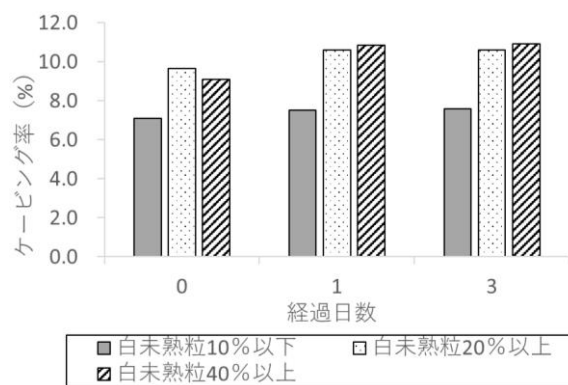


図4 各試験区の米粉パンのケービング率の比較

4 主な成果報告

（研究発表）大野匠，「白未熟粒米が米菓品質に与える影響について」，第80回米菓製造技術講習会，令和7年3月10日

2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 4 月 22 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署) Guo Antao

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	白トリュフ抽出物の肥満糖尿病モデルマウスにおける有効性の検討
所属機関	新潟大学
学部・学科	大学院医歯学総合研究科 生体機能調節医学専攻 博士課程 2 年
役職名	
代表研究者 氏名	Guo Antao (カク アントウ)

○研究成果

白トリュフ抽出液は、肥満や糖尿病の進行を抑制できる可能性がある。本研究は、白トリュフ抽出物を肥満糖尿病モデルマウスに摂取させ、体重や血糖値などに関する有用性を検討することを目的とする。オスの C57BL/6 野生型マウスを 4 週齢より①コントロール食(chow)+プラセボ群、②コントロール食+トリュフ群、③高脂肪食 (HFD) +プラセボ群、④高脂肪食+トリュフ群の 4 群に振り分けた。

① HFD + Truffle群は体重増加が抑制される。

HFD + placebo 群は介入以降体重が増加し肥満を呈したが、HFD + Truffle 群の体重増加は抑制され、7 週齢以降は有意な差を認めた。

② HFD + Truffle群は脂肪肝の発症が抑制される。

HFD + placebo 群の肝臓は肉眼的に光沢のある白色調を呈し、HE 染色にて脂肪滴の沈着を認め脂肪肝を呈していた。一方で HFD + Truffle 群の肝臓では脂肪肝の発症が抑制されていた。

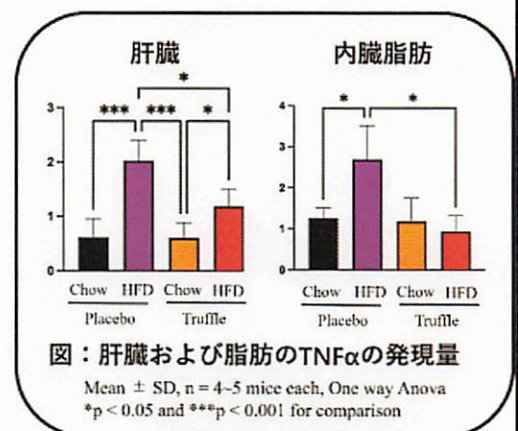
③ HFD + Truffle 群は肝臓と脂肪組織の炎症性サイトカインが上昇しない。

肝臓および内臓脂肪組織を摘出し、炎症性サイトカインである TNF α に関して qPCR を施行した。HFD+ placebo 群は TNF α の発現が上昇していたが、HFD + Truffle 群では上昇していなかった(図)。

以上より、トリュフ抽出物の投与は脂肪肝の発症や内臓脂肪蓄積を抑え、肥満を軽減することが明らかになった。そのメカニズムとして、炎症の鎮静化が推察された。 今後はさらなるメカニズムの解明を予定している。

学会発表：第 78 回日本栄養・食糧学会大会 『トリュフによる抗肥満作用の解明』

2024. 5. 24-26 アクロス福岡



2024 年度古泉財団研究費助成金研究成果報告書

2025 年 5 月 31 日

公益財団法人古泉財団

代表理事 古泉 肇 殿

報告者 (自署)

鈴木 浩之

貴財団より助成を受けた研究について、得られた成果を次のとおり報告いたします。

○研究課題

研究課題名	バランゴンバナナ果皮由来のメタン発酵消化液によるバナナ病害抑制効果の検証
所属機関 学部・学科 役職名	新潟食料農業大学 食料産業学部・食料産業学科 助教
代表研究者 氏名	鈴木浩之

○研究成果

1. 輸入されたバランゴンバナナ上のポストハーベスト病害の種構成の解明

株式会社オルタートレードジャパンがフィリピンのネグロス島やミンダナオ島から輸入したバランゴンバナナの中で、特にポストハーベスト病の発生が多い箱を検体として病原体を分離した。その結果、*Colletotrichum musae*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis musarum*, *Fusarium* spp. の 4 属が得られた。これらの菌類は輸入の時期や収穫圃場に拘わらず分離されたため、フィリピンに広く分布する主なポストハーベスト病原菌であることが推察された。

2. バランゴンバナナ由来のメタン発酵消化液によるバナナ病害抑制効果の検証

学内で独自に生産したバランゴンバナナ由来のメタン発酵消化液と、*L. theobromae* を除く 3 種類のポストハーベスト病原菌を対峙培養した結果、全ての病原菌に対して菌糸の生長抑制効果が見られた。ただし、病原体によってその効果が異なり *Fusarium* 属菌に対する生長抑制が顕著であった。予備試験からメタン発酵消化液内に内在する細菌が抑制効果の要因であることが推察されたため、消化液からバクテリアを分離し病原体との対峙培養を行った。病原体の生長抑制効果がみられた細菌から DNA を抽出し、rDNA 16S 領域の塩基配列情報を BLAST 解析した結果、いずれの株も *Bacillus subtilis* と 100% の相同性が得られた。本細菌は Bacillomycin や Fengycin といった抗菌物質を産出することが報告されているが、特に Fengycin は *Fusarium* 属菌に対する効果が高いことが知られる。このことから、*B. subtilis* の産出する Fengycin が病原体菌糸の生長抑制効果を示す原因物質であると考えられた。

以上、1. および 2. の結果は令和 7 年植物病理学会大会（香川）で発表された。

3. 今後の展望

本研究の成果により、バランゴンバナナ由来のメタン発酵消化液にバナナ病害の抑制効果があることが明らかになった。今後は実用化のため、植物体への施用方法の検討や環境への安全性を確認するための研究を行っていく予定である。

ろ、当然のことながら ES が代謝され、ビタミン D₂ が濃度依存的に合成された。しかしながら、実際の生理作用を示すとされているビタミン D₂ 代謝物はほとんど変化がなく、本培養条件ではビタミン D₂ 以降の代謝が進んでいなかったことが推察された。

一方、コレステロール合成経路の 7-DHC から合成されるビタミン D₃ については、ビタミン D₃ 合成抑制の傾向が認められ、実際の生理作用を示すとされているビタミン D₃ 代謝物は増加していることが分かった。この条件に 7-DHC を ES とともに培養すると、ビタミン D₃ が大量に合成されることが分かった。以上の結果より、HaCaT 細胞においても DHCR7 を介した ES と 7-DHC の競合作用を確認することができ、ES はビタミン D₂ および D₃ 合成を促進することから骨粗鬆症の予防などに有用である可能性を示すことができた。

2. 骨粗鬆症モデルラットを用いたエルゴステロールの *in vivo* における評価

【方法】Wistar 系雌性ラットの卵巣を摘出した骨粗鬆症モデルラットを用いて、偽手術 (Sham) 群、卵巣摘出 (OVX) 群、1% ES 含有飼料摂取卵巣摘出 (OVX+ES) 群の 3 群について、100 日間の摂取後に採血を行った。血漿中コレステロール合成前駆体、コレステロール、ES およびブラジカステロールを GC-MS 定量し、ビタミン D₂、ビタミン D₃ およびそれらの代謝物は LC-MS/MS 定量した。さらに摘出した大腿骨と脛骨から骨強度および骨吸収パラメーターを、また血清中の骨吸収マーカーである血清酒石酸抵抗性酸性ホスファターゼ (TRAP)-5b を ELISA を用いて測定した。

【結果】コレステロール前駆体のうち、OVX 群における血漿中ラノステロール、7-DHC およびデスモステロール値は Sham 群に比べ有意に減少し、コレステロール値は有意に上昇した ($p < 0.01$, Tukey-Kramer test) (図 2A および B)。次に ES を投与した OVX+ES 群において、7-DHC 値は有意に上昇し、コレステロール値は OVX 群に比べ有意に減少した ($p < 0.05$, $p < 0.01$, Tukey-Kramer test) (図 2A および B)。さらに、OVX+ES 投与群において ES は定量限界 (LOQ) 以下であったが、ブラジカステロールは検出できた。一方、Sham 群における血漿中ビタミン D₂ は LOQ 以下であったが、OVX 群と比較して OVX+ES 群は有意に上昇した ($p < 0.01$, Tukey-Kramer test) (図 2C)。また、OVX 群における血漿中ビタミン D₃ は Sham 群に比べ有意に増加し、ビタミン D₃ 代謝物のうち活性体である 1 α , 25-ジヒドロキシビタミン D₃ は、有意に減少した ($p < 0.05$, Tukey-Kramer test) (図 2D)。OVX+ES 群については、ビタミン D₃ は有意に減少し、1 α , 25-ジヒドロキシビタミン D₃ は増加傾向を示した (図 2D)。さらに、OVX 群において骨強度パラメーター (最大荷重、破断エネルギーおよび剛性) はいずれも Sham 群に比べ有意に減少し、OVX+ES 群は OVX 群と比較して有意に上昇した ($p < 0.05$, $p < 0.01$, Tukey-Kramer test)。また、骨吸収マーカー (浸食面、破骨細胞面および TRAP-5b) はいずれも Sham 群に比べ有意に上昇し、OVX+ES 群は OVX 群と比較して有意に減少した ($p < 0.05$, $p < 0.01$, Tukey-Kramer test)。以上の結果から、骨粗鬆症モデルラットにおいて、ES の長期投与によりコレステロールが抑制し、ビタミン D₂、7-DHC および 1 α , 25-ジヒドロキシビタミン D₃ が増加し、さらに骨強度および骨吸収マーカーを改善させた。このことから、ES は骨粗鬆症の予防に効果を発揮する可能性が示唆された。

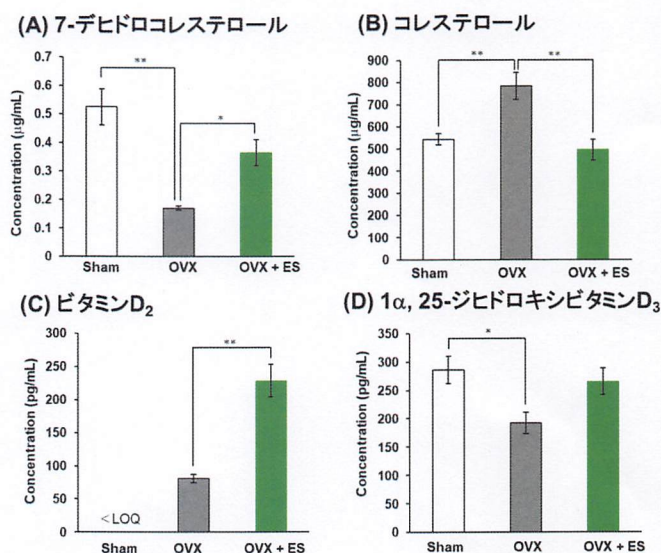


図2. 骨粗鬆症モデルラットにおけるエルゴステロールの血漿中コレステロール関連物質への効果

Values are represented as the mean $\pm$ standard error (S.E.) ($n = 6$, each group).

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, Tukey-Kramer test. LOQ: 定量限界

Sham: 偽手術群, OVX: 卵巣摘出群, OVX + ES: 1% エルゴステロール含有飼料摂取卵巣摘出群

最後に、本研究は 2024 年度古泉財団研究費助成金を受けて行われたものであり、ここに謝意を表します。