

生命榮養科學科



Department of Nutrition and Life Science

生命栄養科学科、この20年のあゆみと教育研究活動の推移

生命栄養科学科長 石井 香代子

生命栄養科学科は、2008(平成20)年4月に応用生物科学科から生命栄養科学科に組織を改め誕生した。2021(令和3)年度で13年目を迎える。生命工学部の中で一番新しい学科となる。生命工学部設立当時は、応用生物科学科であり、健康・食品・環境の問題を遺伝子、生命物質、生物生産の面から研究し、人間の健康に役立てることを目指していた。2008(平成20)年に生命栄養科学科となってからは今までの学科の流れを汲んで、食とライフサイエンスに精通した新しいタイプの管理栄養士の養成を目標としていた。全国的にも家政系・健康科学系が主流であった管理栄養士養成課程において、生命工学部に設立されるのは希少であった。そのため、研究内容にもライフサイエンスをベースにした食品や環境関連に、栄養と医療の研究者を追加した経緯がある。本学科の設立時は、食品・環境関係を(環境科学研究室;菊田、食品生化学研究室;岩本、食品衛生学研究室;倉掛、食品プロセス学研究室;山本英二、勝部、中崎、食品機能学研究室;里内、瓜倉、食糧資源科学研究室;井ノ内、中浦)、医療・栄養関係(内科学・栄養医科学研究室;渡邊、調理学研究室;淵上、近藤(栗田)、臨床栄養学研究室;平松、病態栄養学研究室;村上、公衆栄養学研究室;木村、基礎・応用栄養学研究室;廣井、給食経営管理学的研究室;石井、栄養教育学研究室;石崎)。教員組織は、教授9名(里内、淵上、廣井、渡邊(医師)、山本英二、井ノ内、菊田、岩本、倉掛)、准教授5名(石崎、平松、石井、木村、村上)、助手5名(中浦、中崎、近藤(栗田)、瓜倉、勝部)の18名であった。創設時の入学定員70名であったが、2016(平成28)年度から入学定員を50名に変更した。

設立から10年余り経った現在は、管理栄養士の社会的要請が医療・介護への参加を強く促しており、日本の人口構造にも関連する。2021(令和3)年度は、教員の退職・異動及び社会情勢によって教員組織も変化し、食品・基礎系(栄養生化学研究室;菊田、西山、食品プロセス学研究室;山本英二、食糧科学研究室;井ノ内、久保田、調理学研究室;近藤(栗田))、医療系(食と病態学研究室;田中、病態栄養学研究室;村上、桜井)、栄養系(公衆栄養学研究室;中崎、応用栄養学研究室;吉田、給食経営管理学的研究室;石井、鴻池、栄養教育学研究室;西、山本沙也加)となった。教員組織は、教授5名(田中(医師)、山本英二、井ノ内、菊田、石井)、准教授3名(西、吉田、村上)、助教1名(中崎)、助手5名(西山、久保田、山本沙也加、鴻池、桜井)の14名である。

学科長は、2008(平成20)年度里内清教授、2009～2012(平成21～24)年度淵上倫子教授、2013～2014(平成25～26)年度井ノ内直良教授、2015～2018(平成27～30)年度菊田安至教授、2019(平成31)年度より石井香代子教授が務めている。

主な研究として、栄養生化学研究室では、 ω 酸化脂肪酸分析や代謝に関する研究、食品プロセス学研究室では、緑茶抽出物水溶液のエピガロカテキンガレートの包接結晶化の研究、食糧科学研究室では、米胚乳澱粉の構造解析・各種乾熱処理澱粉の特性分析、食と病態研究室では、有酸素・無酸素運動と栄養管理の関連性に関する文献的考察、病態栄養学研究室では、慢性腎不全患者の栄養管理におけるリンのコントロールに関する研究、調理学研究室では、高圧力を利用した各種ジャムに関する研究、給食経営管理学的研究室では、凍結含浸法を用いた調理品の分析やヒトの咀嚼状況と食品物性の研究、栄養教育学研究室では、小学生を対象とした朝食レシピ教材の教育的効果や地域産物の活用と地産地消に関する意識調査、応用栄養学研究室では、大学生における防災意識と非常食や備蓄食料と心身の変化の調査・分析など、基礎研究及び管理栄養士の研究分野など多岐にわたる研究活動を行っている。地域社会との連携もテーマとして、学科創設時から食と健康のライフサイエンス「市民フォーラム」を毎年開催し、多くの市民・専門家から評価をいただいている。2020(令和2)年度までに管理栄養士免許取得者を260名、栄養士免許取得者526名(卒業生)を送り出してきた。

生命栄養科学科の目標と課題は、学科創設以来一貫して管理栄養士教育に邁進してきたが、社会の要請に応えるべく、基礎力・人間力・研究力を備えた管理栄養士を教育・養成し、地域・社会で活躍できる「栄養と食の専門家」を輩出することである。

生命栄養科学科研究業績 (2011-2019)

研究発表

1. 論文

2011年

- Adachi, M., *et al.* (Satouchi, K.). *Dig. Dis. Sci.*, **56**, 2252-2261 (2011).
- Kurakake, M., *et al.*, *Food Chem.*, **126**, 177-182 (2011).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *J. Food Sci.*, **76**, 231-235 (2011).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Biotechnol. Lett.*, **33**, 2453-2456 (2011).
- Kimura, Y., *et al.*, *Asian Pac. J. Clin. Nutr.*, **20**, 29-34 (2011).
- Kimura, Y., *et al.*, *Environ. Health Prev. Med.*, **16**, 363-368 (2011).
- 栗田寛子他 (淵上倫子). 日本調理科学会誌, **44**, 137-144 (2011).
- 中浦嘉子他 (井ノ内直良). 応用糖質科学, **1**, 86-94 (2011).
- 新井陽一他 (中浦嘉子、井ノ内直良). 日本栄養食糧学会誌, **64**, 239-243 (2011).

2012年

- Urikura, M., *et al.* (Tanaka, T., Satouchi, K.). *J. Agric. Food Chem.*, **60**, 11359-11365 (2012).
- Tanaka, T., *et al.* (Urikura, M., Satouchi, K.). *J. Agric. Food Chem.*, **60**, 4156-4161 (2012).
- Nakaura, Y., *et al.* (Inouchi, N.). *J. Appl. Glycosci.*, **59**, 111-117 (2012).
- Singh, N., *et al.* (Nakaura, Y., Inouchi N.). *Food Res. Int.*, **47**, 174-181 (2012).
- Kimura, Y., *et al.*, *AM. J. Clin. Nutr.*, **95**, 1209-1214 (2012).
- Kurotani K., *et al.* (Kimura, Y.). *Nutr. Res.*, **32**, 669-675 (2012).
- Shamima A., *et al.* (Kimura, Y.). *Nutrition*, **28**, 29-35 (2012).
- Sato, T., *et al.* (Yamamoto, H.). *Chem., Pharm., Bull.*, **60**, 1182-1187 (2012).
- 栗田寛子他 (淵上倫子). 日本調理科学会誌, **45**, 181-188 (2012).

2013年

- Kuwada, H. *et al.* (Kimura, Y., Fuchigami, M.). *J. Food Sci. Eng.*, **3**, 1-8 (2013).
- Kuwada, H. *et al.* (Ishii, K., Fuchigami, M.). *J. Food Sci. Eng.*, **3**, 668-677 (2013).
- Nagahata, Y. *et al.* (Nakaura, Y., Inouchi, N.). *J. Appl. Glycosci.*, **60**, 123-130 (2013).
- Tanaka, T. *et al.* (Urikura, M., Satouchi, K.). *Biofactors*, **40**, 355-361 (2013).
- Tanaka, T. *et al.* (Urikura, M., Satouchi, K.). *Dig. Dis. Sci.*, **58**, 950-958 (2013).

2014年

- Ishii, K. *et al.* (Kuwada, H., Nakazaki, C., Fuchigami M.). *J. Food Sci. Eng.*, **4**, 176-183 (2014).
- Ishii, K. *et al.* (Kuwada, H., Nakazaki, C., Fuchigami M.). *J. Food Sci. Eng.*, **4**, 228-235 (2014).
- Kimura, Y., *Eur. J. Clin. Nutr.*, doi:10. 1038/ejcn.2014, 257 Epub 2014 Dec 3
- 治部祐里他 (栗田寛子、淵上倫子). 日本調理科学会誌, **47**, 143-154 (2014).
- 治部祐里他 (栗田寛子、淵上倫子). 日本調理科学会誌, **47**, 155-164 (2014).

2015 年

- 栗田寛子他 (石井香代子、淵上倫子). 日本調理科学会誌, **48**, 31-38 (2015).
木村安美他 (栗田寛子、淵上倫子). 日本調理科学会誌, **48**, 200-206 (2015).
木村安美他 (栗田寛子、淵上倫子). 日本家政学会誌, **66**, 479-488 (2015).
栗田寛子. 日本調理科学会誌, **48**, 87-94 (2015).

2016 年

- Shibata, S., *et al.* *Planta Med. Int. Open.*, **3**, e31-e34 (2016).
Shibata, S., *et al.* *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **67**, 977-982 (2016).
近藤 (栗田) 寛子他、(淵上倫子). 日本家政学会誌, **67**, 553-564 (2016).

2017 年

- Takeda, T. *et al.* (Kikuta, Y.). *J. Biol. Chem.*, **292**, 10586-10599 (2017).

2018 年

- Murakami, S. *et al.* (Inouchi, N.). *Starch*, **70**, 1700164(1-8) (2018).
Bajaj, R. *et al.* (Inouchi, N.). *J. Food Sci. Technol.*, **55**, 3799-3808 (2018).
Matsubara, K. *et al.* (Shibata, S.). *Biosci. Biotech. Biochem.*, **82**, 647-653 (2018).
Shibata, S. *et al.*, *Eur. J. Pharmacology*, **830**, 1-8 (2018).

2019 年

なし

2. 学会発表

- 2011 年 36 件 (そのうち国際学会 6 件)
2012 年 23 件 (そのうち国際学会 6 件)
2013 年 29 件 (そのうち国際学会 7 件)
2014 年 22 件
2015 年 19 件 (そのうち国際学会 5 件)
2016 年 23 件
2017 年 21 件 (そのうち国際学会 3 件)
2018 年 20 件 (そのうち国際学会 6 件)
2019 年 16 件

生命栄養科学科 2020 年研究業績

A. 研究発表

1. 論文

(1) 若年女性における骨密度に及ぼす BMI と学童期からの食事と運動の影響

吉田純子

福山大学生命工学部研究年報 (19)、 p21-35 (2020-12)

女子大学生の骨密度や体格を測定し、骨密度に及ぼす学童期からの食事および運動実施の影響を明らかにすることを目的とした。女子大学生 90 名を対象に、骨密度測定、身長、体重、食品摂取頻度、栄養素摂取量および運動状況を調査した。対象者の小学生、中学生、高校生の時の身長、体重、食品摂取頻度、運動状況は当時を振り返り回答してもらった。超音波骨密度指数 (スティフネス) ≤ 89 、 $90 \leq$ スティフネス ≤ 99 、スティフネス ≥ 100 の 3 群に分け、調査項目を比較した。さらに、スティフネス ≥ 90 群とスティフネス ≤ 89 群の 2 群に分け、大学生現在における骨密度低値を招く要因を検討した。以上の結果、大学生現在の栄養素摂取量や食品群別摂取量は、スティフネス 3 群に差はみられなかった。小学生から大学生までの牛乳、大豆・大豆製品、小魚、青菜の摂取頻度についても、スティフネス 3 群に差はみられなかった。一方、現在の BMI はスティフネス ≥ 100 群で最も高く、他の 2 群との差がみられた ($p = 0.002$)。さらに、中学生時の体重もスティフネス ≥ 100 群で最も高く、スティフネス ≤ 89 群との差がみられた ($p = 0.028$)。また、中学生時と大学生現在ともにスティフネス ≥ 100 群で最も運動の実施頻度が高かった。初経年齢、ダイエット経験、現在のサプリメント摂取頻度は、いずれもスティフネス 3 群に差はみられなかった。大学生現在において、スティフネス低値群 (スティフネス ≤ 89 群) は、スティフネス ≥ 90 群に比べて、BMI が有意に低く、多変量調整オッズ比 (95%信頼区間) は 0.66 (0.49 - 0.89) であった。

これらのことから、骨密度低値となる要因として BMI 低値が考えられ、食事よりも体格が骨密度に影響する可能性が示唆された。また、スティフネス ≥ 100 群において中学生時からの運動実施頻度が最も高い傾向を示したことから、思春期からの運動実施が骨密度を高める要因となることが推察された。女子大学生は骨密度の高低に関わらず、エネルギーとほぼ全ての栄養素の摂取が不足していることから、全体の食事量を増やす必要がある。特にカルシウム摂取は骨形成を促すことから、学童期からの牛乳、大豆・大豆製品、小魚、青菜の摂取は重要と考えられた。

(2) プリシード・プロシードモデルを活用した中学生の食課題の分析

山本沙也加、西彰子

福山大学生命工学部年報 (19)、p1-20 (2020-12)

【目的】中学生の食の課題をプリシード・プロシードモデルの活用を通して整理・分析し、食育プログラム立案の指標を抽出することを目的とした。

【方法】F市T中学校の中学2年生(113名)を対象に調査した。2019年3月に学校長へのインタビュー、生徒(男子3名、女子3名)へ食生活についてのグループインタビューを実施した。次に対象者全員に無記名自記式アンケート調査を行った。アンケート調査の結果は、「平成22年度 児童生徒の食生活実態調査【食生活実態調査編】」(独立行政法人日本スポーツ振興センター)と比較した。2019年5月、対象者の授業および給食時間の観察を行った。得られた結果はプリシード・プロシードモデルを用いて要因分析を行った。

【結果】インタビューと観察から、朝食の内容に偏りがある、給食の残食や偏食の可能性はある、食事の衛生管理について意識が低く衛生行動が定着していないといった課題が見られた。学校給食の残食理由は「量が多すぎるから」が68.3%で最も高く、全国調査と比較して有意に高値を示した($p < 0.01$)。食事が重要だと「大いに思う」「思う」群は94.9%と高値を示す一方で、より良い食事がどんな食事か知っていると回答した群は52.0%であった。より良い食生活に変える自信は「ある」「少しある」群は31.6%と低値であり、自己効力感を高める介入の必要性が示唆された。

【結論】中学生の食の課題についてプリシード・プロシードモデルを活用してニーズアセスメントを実施した結果、「食事の量・質」に関する知識、栄養バランスを整えるスキル、自己効力感の醸成に重点をおくことで、効果的な食育プログラムの立案ができると推察された。

(3) Ellagitannins from *Punica granatum* leaves suppress microsomal prostaglandin E synthase-1 expression and induce lung cancer cells to undergo apoptosis.

Keisuke Toda, Mai Ueyama, Shomu Tanaka, Izumi Tsukayama, Takuto Mega, Yuka Konoike, Asako Tamenobu, Februardi Bastian, Iria Akai, Hideyuki Ito, Yuki Kawakami, Yoshitaka Takahashi, Toshiko Suzuki-Yamamoto

Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 84(4), 757-763 (2020)

Prostaglandin E₂ (PGE₂), which is a potent pro-inflammatory lipid mediator, is biosynthesized from arachidonic acid by cyclooxygenase-2 (COX-2) and microsomal PGE synthase-1 (mPGES-1). Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are used clinically as COX

inhibitors, but they have gastrointestinal and cardiovascular side-effects. Thus, the terminal enzyme mPGES-1 holds promise as the next therapeutic target. In this study, we found that the ellagitannins granatin A and granatin B isolated from pomegranate leaves, and geraniin, which is their structural analog, selectively suppressed mPGES-1 expression without affecting COX-2 in non-small cell lung carcinoma A549 cells. The ellagitannins also down-regulated tumor necrosis factor α , inducible nitric oxide synthase, and anti-apoptotic factor B-cell chronic lymphocytic leukemia/lymphoma 2, and induced A549 cells to undergo apoptosis. These findings indicate that the ellagitannins have anti-inflammatory and anti-carcinogenic effects, due to their specific suppression of mPGES-1.

(4) Red-kerneled rice proanthocyanidin inhibits arachidonate 5-lipoxygenase and decreases psoriasis-like skin inflammation.

Keisuke Toda, Izumi Tsukayama, Yuki Nagasaki, Yuka Konoike, Asako Tamenobu, Natsuki Ganeko, Hideyuki Ito, Yuki Kawakami, Yoshitaka Takahashi, Yoshimi Miki, Kei Yamamoto, Makoto Murakami, Toshiko Suzuki-Yamamoto.

Biochemistry and Biophysics. 689, 108307 (2020)

5-lipoxygenase is a key enzyme in the synthesis of leukotrienes from arachidonic acid. The produced leukotrienes are involved in inflammatory diseases including psoriasis, asthma, and atherosclerosis. A suitable 5-lipoxygenase inhibitor might be useful for preventing and improving the symptoms of leukotriene-related inflammatory diseases. Here, we investigate the mechanism underlying the anti-inflammatory effect of a proanthocyanidin found in red-kerneled rice. Red-kerneled rice proanthocyanidin exhibited potent mixed noncompetitive inhibition of human and rat 5-lipoxygenases, with IC_{50} values of 15.1 μ M against human enzyme, and 7.0 μ M against rat enzyme, respectively. This compound decreased leukotriene B_4 production in rat basophilic leukemia-2H3 cells. In imiquimod-induced psoriasis-like mouse skin, topical application of the proanthocyanidin suppressed hyperplasia, decreased inflammatory cell infiltration, and down-regulated expression of the psoriasis-associated genes *IL17a*, *IL22*, *S100a9*, and *Krt1*. Lipid metabolome analysis by electrospray ionization mass spectrometry showed that red-kerneled rice proanthocyanidin treatment of psoriasis-like mouse skin dose-dependently decreased the production of leukotriene B_4 but no other arachidonate metabolites. Red-kerneled rice proanthocyanidin inhibits 5-lipoxygenase, resulting in a decrease in leukotriene B_4 production and psoriasis-like mouse skin inflammation. These results suggest that this proanthocyanidin may be therapeutically effective for treating leukotriene-related diseases.

2. 報文

3. 学会発表

(1) 魚のおいしさの評価付けの研究

石井香代子、鴻池優佳、近藤寛子、有瀧真人

第27回広島県栄養改善学会（広島）、講演要旨集 p23-24（2020-2）

【目的】魚の美味しさなどを分かり易く消費者へ伝える事を目指し、評価内容や付加価値付けの検討することを目的とした。

【方法】試料には日本海産シロギス、生タイ、生ハマチ、マグロ赤身（解凍品）の4種を用いた。三枚おろしを刺身状の1切れ8g前後、厚さ4mm程度に調整した。物性測定は、クリープメータにて1資料につき4か所3検体を測定した。官能評価は、大学生男女各25名（21～22歳）の合計50名を対象者とした。嚙む回数を10回以上として、食べる直前の魚の色、におい、透明度を評価し、その後1試料100 μ lのしょう油を掛け、官能評価を行った。評価項目は、透明感、におい、舌触り、身の硬さ、水っぽさ、甘味、旨味、苦味、総合評価の9項目を5点評価法で評価した。測定結果は平均値及び標準偏差で表し、有意水準は5%未満とした。シロギスに対する他の魚種でt検定を行った。

【結果】魚の硬さ測定は、キスが一番硬かった。脂分の多いハマチが4種の中で軟らかくなった。官能評価では、タイが一番好まれ、マグロが一番好まれない結果となった。甘味はタイが、旨味はハマチが強く、苦味ではタイが好まれ、シロギスに対しては有意差は認められなかった。総合評価ではマグロが一番低くなった。

【考察】シロギスに対する他の魚の硬さについては、キスの魚体が小さいため、皮側からの測定になるため硬くなったと考えられた。しかし、官能評価ではタイが一番硬いと評価された。苦味、におい、旨味、水っぽさはシロギスとのゆういな差はなかった。総合評価において、マグロが一番低いのは対象年齢が低く、身の軟らかさよりも歯ごたえを好むためではないかと推察した。

【今後の課題】年齢による好みの違いも考慮して、商品の付加価値や一般消費者への美味しさ評価の分かり易いカテゴリー作成が要るのではないかと考えられた。また、年代別の好みを把握し、年代別の「売り」を明記することにより、消費行動に結びつけられるのではないかと考えられた。

(2) 魚のおいしさ評価の研究

石井香代子、鴻池優佳、近藤寛子、有瀧真人

第 67 回日本栄養改善学会学術総会（札幌：誌上開催）講演要旨集 p62（2020-9）

【目的】刺身魚の 4 種の物性測定と官能評価を数値化した。それを元に各魚の特徴を評価、検討し魚のおいしさに分かりやすい「おいしさタグ」という概念つけることを目的とした。

【方法】試料は、シロギス、マダイ、ハマチ、マグロを使用し、1 切れが 8g 前後、横 7cm×縦 3cm×厚み 2~4mm の刺身状に調整した。1 試料に 4 箇所測定した。破断測定はクリープメーター 3300（株）山電製）を用い、直径 5mm の円柱プランジャーで、ロードセル 20N、アンプ倍率 1 倍、格納ピッチ 0.02 秒、測定歪率 99%、測定速度 1mm/秒、歪率 50% で破断荷重を測定した。官能評価は、50 名（男女各 25 名（21.6±0.78 歳））を対象とし、昼食後 2 時間後の 14 時から実施した。評価は、試料に刺身醤油（S 社製）100 μ l を魚の表面に滴下し、咀嚼回数は 10 回以上と設定した。試料の透明感、におい、舌触り、身の硬さ、水っぽさ、甘味、旨味、苦み、総合評価の 9 項目について 5 段階評価を行なった。結果は平均値±標準偏差で表し、有意水準は 5%未満とした。

【結果・考察】各魚種別の硬さ（50%歪率）は、シロギス 2.74±0.91N、タイ 1.46±0.53N、ハマチ 1.20±0.37N、マグロ 1.53±0.40N であった。シロギスが硬くなったのは、他の魚種より魚体が小さく、切身の体表面からの測定であったためと考えられた ($p < 0.01$)。タイは硬さ測定では試料中 3 番目に硬かったが、官能評価では最も硬いという結果となった。タイの硬さは若年者（大学生）では好まれる硬さであると思われた。魚種間での官能評価では、ハマチの硬さは有意に好まれ ($p < 0.05$)、マグロの赤身は、舌触り ($p = 0.023$)、水っぽさ ($p = 0.03$)、総合点 ($p < 0.01$) で 4 種類中有意に低値となった。実測値ではマグロはハマチよりも硬かったが、味などの評価は低い結果となった。ハマチは、舌触りがなめらかで旨味が強く、タイは、総合評価から性別問わず高評価となった。

【今後の課題】この評価を他の魚介類や食品の評価に応用を検討する。

(3) 中学生を対象とした計画的行動理論を活用した食育プログラムの実践報告

西彰子、山本沙也加、浅野由貴、小畑惟奈、多田悠佳、児玉莉菜、佐藤瑠香

日本家政学会第 72 回大会（群馬）、講演要旨集 p67 P-062（2020-5）

【目的】中学生を対象とした計画的行動理論を活用した食育プログラムの実践を報告する。

【方法】2019年5～6月、F市T中学校2年生（101名）を対象に、食育プログラムを実施した。ニーズアセスメントは、学校長、生徒へのインタビュー、対象者への自記式質問紙から実施した。計画的行動理論、KABモデルを活用した指導案を作成し、50分2回の食育授業を実施した。事前と、事後は授業終了直後・実施4か月後の質問紙回答（回答数99名）を解析し、評価を行った（ χ^2 検定）。

【結果】授業直後の回答では「楽しく学べた」99.0%、「自分の食生活で実行したい」97.1%だった。食育実施4か月後では、学習した「食知識」の正答率が高かった。「食態度」は、「食事が重要だと考える」「栄養バランスを考える」「好き嫌いをしない」等が改善された（ $p < 0.05$ ）。「より良い食生活に変える自信がある」は、自信がある群（「自信がある」「少しある」の合計）が有意に増加した（ $p < 0.01$ ）。行動変容ステージの準備性は、無関心期・関心期が減少、実行期・維持期が増加した（ $p < 0.01$ ）。「食行動」では、「栄養バランスを考えて食べる」「主食・主菜・副菜をそろえて食べる」「適量を考えて食べる」が増加した（ $p < 0.05$ ）。

【結論】中学生を対象とした計画的行動理論を活用した食育プログラムの実施は、自己効力感を高め、食態度・食行動改善の効果が示唆された。

（4）*ae* 遺伝子をもつアミロース含量の異なる米胚乳澱粉などの難消化澱粉の性質

久保田結香、芦田（吉田）かなえ、井ノ内直良

日本応用糖質科学会 2020 年度大会（オンライン）、大会講演要旨集 p. 23（2020-9）

【目的】食後の血糖上昇やインスリンの分泌が穏やかな高アミロース米は生活習慣病予防の観点などから注目されており、わが国では主に米粉食品や米ゲルの原料として利用されている。このような状況で、近年いくつかの新しいタイプの高アミロース米およびアミロペクチン構造が特異な米などが育成されている。今回は、*ae* (amylose-extender) 遺伝子を持ち、アミロース含量が異なる米胚乳澱の難消化性澱粉の性質について調べることを目的とした。

【方法】試料米として、低アミロースの *ae* 変異体米（こなゆきの舞）、中アミロースの *ae* 変異体米（研系 2064）、高アミロースの *ae* 変異体米（試料 A）、比較のために中アミロースの標準米（日本晴）、アミロペクチンの超長鎖含量が高い米（夢十色、北瑞穂）、高アミロース米（越のかおり）を用い、それらの精白米から冷アルカリ浸漬法にて胚乳澱粉を調製し、以後の実験試料とした。調製した胚乳澱粉に Megazyme 社の Resistant Starch Assay Kit を用いて、難消化性澱粉含量の測定を行った。また、*ae* 遺伝子をもつ、低・中・高アミロース米から調製した胚乳澱粉に Kit の酵素を用いて難消化性澱粉の調製を行い、以後の実験試料とした。未処理の米胚乳澱粉およびその難消化性澱粉をイソアミラーゼで枝切りした生成

物の単位鎖長分布を中圧ゲル濾過法により測定した。

【結果】 Megazyme 社の Resistant Starch Assay Kit を用いて、難消化性澱粉含量の測定を行った結果、*ae* 遺伝子をもつ米胚乳澱粉では低アミロース米（こなゆきの舞）は約 10%、中アミロース米（研系 2064）は約 25%、高アミロース米（試料 A）は約 30%であることがわかった。*ae* 遺伝子をもたない通常の中アミロース米の難消化性澱粉の含量は1%以下、高アミロース米の難消化性澱粉の含量は約12%となり、*ae* 遺伝子をもつ米胚乳澱粉に比べて低い値を示した。

中圧ゲル濾過法により得られた未処理澱粉と難消化性澱粉の全糖量をフェノール・硫酸法で、還元糖量を Park-Johnson 法の変法にて測定した結果、難消化性澱粉の単位鎖長分布は未処理澱粉と比べ、全糖量の溶出曲線にはほとんど違いは見られなかった。還元糖量の溶出曲線では *ae* 遺伝子をもつ低アミロース米では難消化性澱粉の方がアミロペクチン側鎖の長鎖と短鎖の中間画分でやや高い値を示したが、中・高アミロース米ではそのような違いは見られなかった。

Kit の酵素を用いて測定した難消化性澱粉の含量もしくは消化性澱粉の含量と、昨年および一昨年の本大会で報告したいくつかの未処理澱粉の測定結果との関連性を確認した。消化性澱粉の含量と粗グルコアミラーゼ（ダビアーゼ K-27）による米胚乳澱粉の分解率との間には高い正の相関が見られた。難消化性澱粉の含量と *ae* 遺伝子をもつ米胚乳澱粉のアミロース含量との間には正の相関が見られたが、*ae* 遺伝子をもたない中・高アミロース米胚乳澱粉ではその傾向は見られなかった。難消化性澱粉の含量とアミロペクチンの長鎖に対する短鎖の比率との間には負の相関が見られた。また、難消化性澱粉の含量とアミロペクチンの超長鎖含量との間には相関関係は見られなかった。アミロペクチンの超長鎖含量と RVA（Rapid visco analyser）のセットバックとの間には高い正の相関があり、セットバックが高いと消化性が悪い傾向があることが知られているが、難消化性澱粉の含量との間に関連性は認められなかった。本研究は JSPS 科研費 JP18K02217 の助成を受けています。

（5）いくつかの高アミロース米を調理した際の難消化性澱粉含有率

芦田（吉田）かなえ、久保田結香、井ノ内直良

日本応用糖質科学会 2020 年度大会（オンライン）、大会講演要旨集 p. 23（2020-9）

【目的】 高アミロース米は澱粉中のアミロース含有率が 25%以上の米であり、ヒトの体内で消化されない難消化性澱粉を中アミロース米よりも多く含み食後血糖上昇が穏やかである米として注目されている。日本では複数の遺伝背景を持つ高アミロース品種が育成されているが、高アミロース米は炊飯米の粘りが少ないため日

本での利用は進んでいない。高アミロース米の普及と新品種育成のためには、調理した際の食品物性と難消化性澱粉の消長を明らかにし、おいしく摂取できかつ難消化性澱粉を高めることの可能な調理条件を明らかにする必要がある。

【方法】 中アミロース米品種として「コシヒカリ」と「おぼろづき」を、高アミロース米品種として「北瑞穂」、「越のかおり」、「ふくのこ」を農研機構の各地の水稲育種グループから分譲頂いた。精米の見かけのアミロース含有率はヨウ素比色法で測定した。また、冷アルカリ法により澱粉を精製し、コンカナバリン A により澱粉からアミロペクチンを除去してアミロース含有率を測定した。生の米および膨化加工米（ポン菓子状）米を粉碎したものをサンプルとした。また、精米を通常の炊飯しおよびピラフ調理（油で炒めた後に炊飯）を行い、それぞれ、①調理直後、②調理後に冷蔵、③調理後に冷凍した後常温下で自然解凍、④調理後に冷蔵後電子レンジで再加熱、⑤炊飯後に冷凍後電子レンジで再加熱、の 5 種類のサンプルを準備し、各サンプルをアルミバットに広げて-30℃下で急冷し凍結乾燥したものをサイクロテックミルで粉碎したサンプルを調製した。難消化性澱粉含有率は、Megazyme 社の Resistant Starch Assay Kit を用いて測定した。

【結果】

高アミロース米でも中アミロース米でも、調理前の米には難消化性澱粉はほとんど含まれていなかった。膨化加工を行いポン菓子状に加工しても、中アミロース米品種および高アミロース米品種の難消化性澱粉は 0.1%以下になった。

中アミロース米の炊飯米は約 0.2%の難消化性澱粉含有率を示したが、ピラフの難消化性澱粉含有率は約 0.4%を示し、通常の炊飯米の約 2 倍の値であった。このことは、中アミロース米では油の添加調理により難消化性澱粉を高めることが可能であることを示している。

高アミロース米を用いた場合、ピラフの難消化性澱粉含有率は炊飯米と同程度の約 1.7%であり、油の添加による難消化性澱粉の増加は認められなかった。炊飯米でもピラフでも、高アミロース米では調理後に一旦冷却し再加熱すると、難消化性澱粉含有率が 2.5%程度に上昇することが見出された。中アミロース米でも調理後の冷却と再加熱によって難消化性澱粉含有率が炊飯米では約 0.3%、ピラフでは約 0.6%に上昇したが、高アミロース米と比較すると非常に小さい値であった。

以上の結果から、高アミロース米を調理後に一旦冷却してから再加熱することで難消化性澱粉を高めることが可能であり、最も難消化性澱粉含有率の高い「北瑞穂」を冷凍ピラフの形で喫食すれば一食当たり約 1.5 g の難消化性澱粉が摂取できると試算された。本研究は JSPS 科研費（18K02217）の助成を受けた。

(6) 大麦バーリーマックスの胚乳澱粉のいくつかの構造と性質

桑原昌大、濱田智也、豊原清綱、久保田結香、井ノ内直良

日本応用糖質科学会 2020 年度大会（オンライン）、大会講演要旨集 p. 25（2020-9）

【目的】 オーストラリア連邦科学産業研究機構が開発した大麦のバーリーマックスは、一般の大麦に比べて約 2 倍の総食物繊維量を含むことから注目されている。しかしながら、その胚乳澱粉の性質はあまり報告されていない。そこで、バーリーマックスの種子および他の大麦品種の種子から胚乳澱粉を調製し、さらに代表的な市販の植物澱粉を用いて、それらの構造と物性を調べることにより、バーリーマックスの胚乳澱粉の性質を明らかにすることを目的とした。

【方法】 試料として、大麦のバーリーマックス、ハインドマーシュ、マンネンボシの種子から胚乳澱粉を調製した。さらに市販のノーマルコーン、ワキシコーン、ハイアミロースコーン、ポテト、エンドウなどの澱粉を適宜用いた。試料澱粉のヨウ素吸収曲線、DSC による糊化温度と糊化熱量、RVA による粘度曲線の測定は、常法により行った。また、各種試料澱粉を 37℃の 15%硫酸（w/w）に所定の日数（3 日、8 日、22 日）浸漬し、5℃に冷却した蒸留水で水洗後、乾燥させて酸分解残渣試料を得た。酸分解した試料を調製する際に 15%硫酸中に溶出した全糖量を測定することで、試料澱粉の酸分解率を求めた。さらに、未処理澱粉と 3 日後の酸分解残渣をイソアミラーゼで枝切りした生成物の単位鎖長分布を中圧ゲル濾過法（酵素・クロマト法）により測定した。

【結果】 酵素・クロマト法により測定したアミロース含量はバーリーマックスの 49.7%が最も高く、ハイアミロースコーン澱粉の 47.0%と同等であり、エンドウ澱粉の 34.2%、他の大麦澱粉のハインドマーシュの 30.1%、マンネンボシの 27.4%に比べてかなり高い値を示した。バーリーマックスのアミロペクチンの長鎖に対する短鎖の割合は 3.0 と他の大麦澱粉やエンドウ澱粉とほぼ同じ値を示した。DSC により測定した糊化温度範囲は、89~105℃とハイアミロースコーン澱粉を除く澱粉よりも約 30℃も高かった。糊化熱量は 3.3J/g と非常に低い値を示した。RVA により測定した粘度曲線において、バーリーマックスの澱粉はほとんど粘度上昇を示さず、セットバックがわずかに観察される程度であった。ただし、他の大麦澱粉も、粘度上昇開始温度はいずれも 90℃近くで、他のハイアミロースコーン澱粉を除く澱粉試料の 70℃程度と比べて高い温度を示した。15%硫酸に 37℃で 3 日間澱粉粒を浸漬したとき、バーリーマックス澱粉は、他の澱粉の 5~15%程度の分解率に比べ、37%と最も高い分解率を示した。ただし 22 日間浸漬したときには、ハイアミロースコーン澱粉の 25%を除き、他の澱粉と同様の 50%程度の分解率を示した。ヨウ素吸収曲線の測定では、ほとんどの試料澱粉は酸分解が進

むにつれて、酸処理澱粉残渣の青価および最大吸収波長が減少したが、パーリーマックスの澱粉は青価において特異な結果が得られた。酵素・クロマト法による単位鎖長分布の測定により、未処理澱粉と酸処理 3 日後の酸分解残渣との比較を行った結果、いずれの試料澱粉もアミロース画分が優先的に分解されていたが、パーリーマックス以外の大麦澱粉やエンドウ澱粉では、酸処理 3 日後の分解残渣の単位鎖長分布は、それぞれの未処理澱粉のほぼアミロペクチンの単位鎖長分布に近い 2 つのピークをもつ分布を示したが、パーリーマックス澱粉とハイアミロースコーン澱粉の 3 日間酸処理澱粉残渣の単位鎖長分布は、アミロース画分とアミロペクチンの長鎖画分の中間に位置する中間画分およびアミロペクチンの長鎖画分付近に 1 つの大きなピークをもつ分布が観察された。

【考察】 パーリーマックスの胚乳澱粉は非常に高いアミロース含量と糊化温度、非常に低い糊化熱量と糊液粘度、特異な酸抵抗性の結晶構造など、多くの性質が一般の澱粉とは大きく異なっていたが、それらの原因を明らかにするには、さらなる研究が必要である。今後、酵素に対する抵抗性、アミロペクチンの短鎖領域の単位鎖長分布、澱粉分子全体の鎖長分布などの測定により、パーリーマックス澱粉が特異な物性を示す原因を明らかにする必要がある。

(7) カフェイン吸収へのカフェインとカテキン類複合体による影響の検討

竹田 沙記、中崎 千尋、伊藤 健人、能都 和貴、本屋敷 敏雄

日本薬学会第 140 回年会（京都）、講演要旨集 27P-pm164（2020-3）

【目的】 茶に含まれるカテキン類は、様々な生理作用が知られている。特に生理活性が高く、含有の多いものとしてエピガロカテキンガレートがあるが、体内への吸収率は低いと考えられている。また、茶に含まれる成分にカフェインがあるが、カフェインはカテキン類と容易に複合体を形成することが分かっており、またカフェインは同時摂取した成分の体内滞留時間、濃度に変化を与えることも知られている。カフェインがカテキン類の吸収率を増加させるのであれば、茶の生理活性を検討するためには複合体形成による体内動態への影響を調べるのが必須と考える。カテキンとカフェイン複合体を投与し、体内動態について検討を行うこととした。

【方法】 カテキン類とカフェインがモル比 1:1 となるように複合体を調製後、8 週齢の Wistar/ST 系雄性ラットを無作為に群に分け、複合体を経口投与した。投与後 15、30、60、90 分と経時的に血漿を採取した。体内のカフェイン量の濃度変化について LC/MS を用いて測定した。

【結果・考察】 複合体投与によりカテキン類の種類による、カフェイン濃度の体内濃度に対する影響が示唆された。

(8) コンデンサマイクロフォンを用いた嚥下機能の計測と解析

長谷川貴大、鴻池優佳、津嘉山泉、山本登志子、穂苅真樹

第74回日本栄養・食糧学会大会（宮城：誌上開催）、講演要旨集 p284（2020-5）

【目的】加齢や脳血管障害に伴う嚥下機能の低下は、生活の質の低下や低栄養の原因となる。また、嚥下障害により誘発される誤嚥性肺炎は、高齢者の死亡率の上昇につながる。超高齢社会を迎えた我が国において、嚥下機能の評価と適切な栄養管理は、重要な課題である。そこで、本実験では、嚥下機能の低下した高齢者が、そのような形態のもので容易に栄養を摂取することができるかを、非侵襲的に、定量的に評価できるシステムの構築と粘度の違う嚥下試料の嚥下音を解析した。

【方法】計測システムとして、コンデンサマイクロフォンによって咽頭部より採音し、反転増幅回路によって信号を増幅し、バンドパスフィルタによって嚥下時に発生する音のみを抽出する方法を構築した。嚥下実験には、市販のとろみ剤を常温の水に溶解し、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類 2013 の3段階（薄い・中間・濃い）のとろみに準ずる嚥下試料を使用した。これらを、20歳健常男性8名に、それぞれ5回嚥下させ採音した。センサを被験者の咽頭隆起の左側部に伸縮性バンドで設置し、嚥下音のデータを計測し、得られた嚥下音の出力波形の絶対値に対して移動平均をすることで平滑化した。その嚥下音のデータから嚥下時間を求め、3種類の嚥下試料がどの順に飲み込みやすかったかと評価した。

【結果】嚥下試料の飲み込みやすさの評価は、1%と2%のとろみ剤が飲み込みやすく感じる被験者が多く、3%のとろみ剤は7名の被験者が1番飲み込みにくいと評価した。嚥下時間は最も粘度の低い1%とろみ剤の嚥下時間が短くなる傾向があり、粘度の高い3%とろみ剤では長くなる傾向であった。本実験でコンデンサマイクロフォンを使用し、嚥下音から嚥下時間の解析を行った。本システムにより、嚥下試料の粘度によって嚥下のしやすさ、嚥下時間が異なるという結果が得られた。今後は性別、年齢別によるデータ解析を行う。

(9) ザクロ葉由来エラジタンニン類によるマイクロソーム型プロスタグランジン E 合成酵素-1 の発現抑制と肺癌細胞のアポトーシス誘導

上山真依、戸田圭祐、田中将夢、津嘉山泉、目賀拓斗、鴻池優佳、爲延麻子、Februadi Bastian、赤井衣里阿、伊東秀之、川上祐生、高橋吉孝、山本登志子

第93回日本生化学会大会（神奈川：オンライン開催）（2020-9）

我々は、炎症誘導性脂質メディエーターのプロスタグランジン (PG) E₂ 最終合成酵素アイソザイムのマイクロソーム型 PGE 合成酵素-1 (mPGES-1) を標的として、慢性炎

症予防のための食品機能性成分の探索を行っている。その中で、ザクロ葉から単離したエラジタンニン類の Granatin A と Granatin B、およびそれらの構造類似体である Geraniin において、シクロオキシゲナーゼ (COX) -2 に作用せず、mPGES-1 の発現を抑制する効果を見出した。

IL-1 β で刺激した非小細胞肺癌 A549 細胞に Granatin A、Granatin B、Geraniin を作用させると、いずれも mPGES-1 の発現を濃度依存的に抑制し、10 μ M の Granatin A と Granatin B 添加で 20%程度まで、10 μ M の Geraniin で 40%程度まで抑制した。また、Granatin A、Granatin B は COX-2 の発現に影響せず、Geraniin はむしろ誘導傾向を示した。いずれの化合物も、mPGES-1 の活性を 20%程度まで減少させ、PGE₂ 産生量も有意に低下させた。さらに、TNF- α や iNOS の発現を有意に抑制し、抗炎症効果が示された。また、これらエラジタンニン類によって、A549 細胞における抗アポトーシス因子 Bcl-2 の発現抑制や、*in situ* TUNEL 染色によるアポトーシス細胞の誘導が認められた。以上の結果より、ザクロ葉由来エラジタンニン類は、COX-2 の発現を抑制せず、mPGES-1 に対して強い発現抑制効果を示し、非小細胞肺癌 A549 細胞に対して抗炎症・抗腫瘍効果を有することが示唆された。このことから、これらエラジタンニン類は、COX-2 阻害による副作用を回避した PGE₂ 産生抑制効果が期待できる。

(10) ザクロ葉由来エラジタンニン類のミクロソーム型プロスタグランジン E 合成酵素-1 発現抑制効果と大腸炎改善効果

上山真依、戸田圭祐、田中将夢、津嘉山泉、目賀拓斗、鴻池優佳、爲延麻子、Februadi Bastian、赤井衣里阿、伊東秀之、川上祐生、高橋吉孝、山本登志子

おかやまバイオアクティブ研究会 第 57 回シンポジウム(岡山県:オンライン開催)
(2020-10)

(11) ザクロ葉由来エラジタンニン類のミクロソーム型プロスタグランジン E 合成酵素-1 発現抑制と大腸炎改善効果

上山真依、田中将夢、津嘉山泉、戸田圭祐、目賀拓斗、鴻池優佳、爲延麻子、Februadi Bastian、赤井衣里阿、伊東秀之、川上祐生、高橋吉孝、山本登志子

第 53 回日本栄養・食糧学会 中国・四国支部大会(山口県:オンライン開催)講演
要旨集 p20 (2020-10)

C. 著書

(1) 「ライフステージ・ライフスタイル栄養学実習書」

堀江祥允、片山直美、堀江和代（編著）、吉田純子（共著）、光生館（2020-9）
授乳期の栄養 p. 17～22

授乳期における栄養の特性、献立作成について、留意点を示して解説した。
また、症例とモデル献立を示し参考資料とした。

D. その他

(1) わたしの澱粉研究よもやま話

井ノ内直良

2020年日本応用糖質科学会中国・四国支部セミナー（オンライン）（2020-11）

(2) 給食施設（職域別）研修会（8月、12月）

講演「日本人の食事摂取基準（2020年版）について」

吉田純子

福山市保健所、令和2年度給食施設（職域別）研修会（福山）（2020-8, 2020-12）

(3) 食品の軟化と調味料の影響の研究

鴻池優佳

研究成果発表集 2020年度版（2020-10）