

生命栄養科学科 2019 年研究業績

A. 研究発表

1. 論文

2. 報文

(1) 大学生の食育 SAT システムを用いたカルシウム摂取の意識向上について

吉田純子、小上和香、佐々木妙子、柳井玲子

くらしき作陽大学・作陽音楽短期大学研究紀要, 52, 1 (92). 49-60 (2019-5)

女性では 50 歳前後で閉経を迎え、エストロゲンの減少により骨密度が低下するが、これを予防するためにも、学童期・思春期からのカルシウム摂取の意識づけは重要な課題と考える。そこで、本研究では栄養学を志す大学 2 年生を対象に食育 SAT システムを使用したカルシウム摂取に対する意識調査をおこなった。本研究の対象者は将来、管理栄養士となり、子どもから大人までを対象に栄養教育および食事提供に携わることから、まずは自身のカルシウム摂取に対する意識の変容を目的とした。改善方法について、「牛乳・乳製品、小魚などのカルシウムの多い食品を多くとること」や「運動する」などの具体的な意見が聞かれたことからもある程度の健康に関する知識があるものと推察できる。また、「この授業を機に積極的にカルシウムを摂取しようと思った」や「食習慣に取り入れられそう」との意見が多くあったことから、食育 SAT が理解しやすかったことも、セルフエフィカシーの高さと関係していると思われた。食習慣の改善に自信がない人についても、その理由として、改善方法が分からない、カルシウムを多く含む食品を理解していないなどの意見があり、今後知識が定着すればセルフエフィカシーも向上できるものと考えられる。本研究の教材に用いた食育 SAT システムは、フードモデルを使用しているため、より現実的で理解しやすく、知識の定着につながるものと考えられる。そして何より対象者自身が楽しく取り組むことができたことは、対象者の主体的な活動につながっていることが考えられ、今後食育 SAT で食改善したいと思う人も 93% とほとんどの人が食改善への意欲を示していた。このことから、食育 SAT システムを用いた教育は、効果的な栄養教育につながると考えられる。さらに、誰でも理解しやすく楽しく取り組めることも実感しており、対象者に栄養教育しやすいとの意見もあった。これより、

食育 SAT システムは自身の健康管理だけでなく、管理栄養士養成教育の観点からも有効であると思われた。

- (2) The effect of orally administered carnosic acid and piciferic acid in the P/8 line of the senescence-accelerated mouse model (SAMP8)
Sachi Shibata, Junya Ochi, Kanae Sakurai, Misa Hanasaki, Tomohiro Kawaoka, Kiminori Matsubara
FFC's 26th international conference and expo - 14th international symposium of ASFFBC. San Diego. (USA) (2019-5)

Background: Carnosic acid (CA) is recognized as a unique compound in the herb rosemary. CA has been extensively studied and reported to have various biological activities such as antioxidant activity, promotion of neurite outgrowth, and protective effect on the nerve system. Recently, we have reported that CA is an inhibitor of angiogenesis. Angiogenesis refers to the formation of new blood vessels and is involved in various diseases such as cancer, diabetic retinopathy, and rheumatoid arthritis. Furthermore, angiogenesis is related to neurodegenerative diseases. Therefore, CA and its derivatives are attractive compounds for health. Pisiferic acid (PA) has a chemical structure similar to CA and been used for the synthesis of CA. In addition, we have reported that PA is an inhibitor of angiogenesis. However, the effect on the animal models of age-dependent deterioration and anxiolytic activity has not been clarified.

Objective: In this study, some experimenters were attempted to demonstrate the preventive effect of CA and PA on age-dependent deterioration and anxiolytic activity.

Methods: The P/8 line of the senescence-accelerated mouse model (SAMP8) is known as a murine model of accelerated aging, and develops not only learning, memory, and blood-brain barrier (BBB) dysfunctions but also liver disease such as abnormal fat metabolism and liver function with aging. SAMP8 were fed food (MF, Oriental Yeast, Tokyo, Japan) and water without (control group), with 50 μ M CA (CA group) or with 50 μ M PA (PA group) ad libitum. We conducted some behavioral experiments (ex. novel object recognition test) and motor function (ex. grip strength measurement). In addition, we investigated the effect on the various organs by staining.

Results: In the novel object recognition test, the time spent for the novel object in the CA group was longer than that of the familiar object at 29 weeks of age ($P=0.18$) and 40 weeks of age ($P=0.004$). In addition, the PA group showed a preference significantly at 14 weeks of age. However, there was no difference between the novel object and the familiar

object at 40 weeks of age. The control group didn't show that effect in all age. In the forced swimming test, the time of swim in the PA group was significantly longer than the control group. In the grip strength measurement, the PA group was stronger than the control group, but not significant. In addition, there was no significant difference between the control group and the CA group in the grip strength measurement. In the staining, inflammation was observed in the control group, the kidneys of the CA group showed less pathological lesions. **Conclusion:** Our study demonstrated that the oral intake of CA and PA is likely to decrease the risk of age-related diseases. However, motor function and the mechanisms of the anti-aging effect of CA and PA remains to be elucidated. (This work is supported in JSPS KAKENHI.)

(3) Inhibition of arachidonate 5-lipoxygenase and improvement in psoriasis by red rice proanthocyanidin.

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

60th International Conference on the Bioscience of Lipids, (Tokyo) Abstract p186 (2019-6)

Arachidonate 5-lipoxygenase (5-LOX) is a key enzyme for synthesis of leukotriene (LT) B₄ and cysteinyl LTs from arachidonic acid. The produced LTs are involved in several inflammatory diseases such as psoriasis, asthma, and atherosclerosis. Therefore, inhibition of 5-LOX can be expected to lead to improvement in these diseases. Recently, we found that the red-kerneled rice proanthocyanidin (RRP: composed of catechin octamer, average molecular weight 2338) inhibited 5-LOX activity. In this study, we reported the effects of the RRP in the regulation of LTB₄ synthesis, that is, 1) enzymatic analysis of 5-LOX inhibition, and 2) improvement in psoriasis, chronic inflammatory skin disease.

1) Inhibition of 5-LOX activity by the RRP in vitro

We demonstrated that RRP inhibited 5-LOX with IC₅₀ of 7.0 μM. Michaelis-Menten kinetics and Lineweaver-Burk plots indicated that RRP had mixed non-competitive inhibition on 5-LOX. However, RRP did not inhibit cyclooxygenase-1 and 2.

2) Improvement in psoriasis via decreasing LTB₄.

In the psoriasis model mouse induced by an application of imiquimod (IMQ), the topical application of RRP decreased LTB₄ in the mouse ear. Consequently, RRP treatment

suppressed the hyperplasia and decreased inflammatory cell infiltration in the ear of psoriasis. In addition, RRP down-regulated the psoriasis-associated genes, *Il17a* (IL-17a), *Il22* (IL-22), *S100a9* (S100a9) and *Krt1* (Krt1).

In conclusion, RRP inhibits 5-LOX activity causing a decrease of LTB₄ production, and may improve skin inflammation in psoriasis.

(4) Red rice proanthocyanidin inhibits 5-lipoxygenase and exhibits therapeutic effect on psoriasis.

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

The 7th International Conference on Food Factors / The 12th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods, (Kobe) (2019–12)

Objectives: Arachidonate 5-lipoxygenase (5-LOX) is a key enzyme for synthesis of leukotriene (LT) B₄ and cysteinyl LTs from arachidonic acid. The produced LTs are involved in several inflammatory diseases such as psoriasis, asthma, and atherosclerosis. Therefore, inhibition of 5-LOX can be expected to lead to improvement in these diseases. Recently, we found that the red-kerneled rice proanthocyanidin (RRP: composed of catechin octamer, average molecular weight 2338) inhibited 5-LOX activity. In this study, we reported the effects of the RRP in the regulation of LTB₄ synthesis, that is, 1) enzymatic analysis of 5-LOX inhibition, and 2) improvement in psoriasis, chronic inflammatory skin disease.

Methods: 5-LOX activity was analyzed using partial purified enzyme from rat basophilic leukemia RBL-2H3 cells as an enzyme source and arachidonic acid as a substrate under the optimum reaction condition. After the enzyme reaction for 1min, the products were analyzed by reverse-phase high performance liquid chromatography. Psoriasis model mouse was induced by the application of imiquimod (IMQ, 62.5 mg/ear) for 5days, and the ear thickness was measured with micrometer. The improvement effects by topical application of RRP (0-2500µg/ear) were analyzed in histochemical analysis, quantitative PCR and lipid metabolome analysis.

Results: We demonstrated that RRP inhibited 5-LOX with IC₅₀ of 7.0 µM. Michaelis-Menten kinetics and Lineweaver-Burk plots indicated that RRP had mixed non-competitive inhibition on 5-LOX. However, RRP did not inhibit cyclooxygenase-1 and -2. In the

psoriasis model mouse induced by an application of imiquimod (IMQ), the topical application of RRP decreased LTB₄ in the mouse ear. Consequently, RRP treatment suppressed the hyperplasia and decreased inflammatory cell infiltration in the ear of psoriasis. In addition, RRP down-regulated the psoriasis-associated genes, *Il17a* (IL-17a), *Il22* (IL-22), *S100a9* (S100a9) and *Krt1* (Krt1).

Conclusion: RRP inhibits 5-LOX activity causing a decrease of LTB₄ production, and may improve skin inflammation in psoriasis.

(5) Screening of microsomal prostaglandin E synthase-1 inhibitor from food ingredients.

Asako Tamenobu, Keisuke Toda, Izumi Tsukayama, Yuka Konoike, Yuki Kawakami, Yoshitaka Takahashi, Toshiko Suzuki-Yamamoto.

The 7th International Conference on Food Factors / The 12th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods, (Kobe) (2019-12)

Objectives: Prostaglandin (PG) E₂ is a major pro-inflammatory lipid mediator, and is involved in several pathophysiological functions such as inflammation, fever, pain, carcinogenesis, neurodegeneration and chronic diseases. PGE₂ is synthesized from omega-6 fatty acid arachidonate by cyclooxygenase and prostaglandin E synthase (PGES). In pathophysiological conditions, PGES isozyme, microsomal PGES-1 (mPGES-1), is inducible and terminal PGE₂ synthesizing enzyme. In clinical application, non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are generally used for antipyretic analgesics inhibiting COX, but they have severe side effects by reducing homeostatic eicosanoids. Therefore, it is essential to discover selective mPGES-1 inhibitor, and we screened the inhibitor from food ingredients

Methods: mPGES-1 activity was analyzed using partial purified recombinant human mPGES-1 as an enzyme source and PGH₂ as a substrate under the optimum reaction condition with coenzyme GSH. After the enzyme reaction for 1min, the products were analyzed by reverse-phase high performance liquid chromatography. The inhibitory effect on mPGES-1 activity was analyzed among 35 natural ingredients.

Results: γ -Oryzanol, octyl gallate, and malabaricone C inhibited mPGES-1 and 5 lipoxygenase (LOX) which catalyzes the initial steps of leukotrienes biosynthesis from arachidonate. Additionally, octyl gallate and malabaricone C inhibited COX-1 and COX-2, but γ -oryzanol did not. Furthermore, they also inhibited 5-lipoxygenase.

Conclusion: In this study, we found that γ -oryzanol, octyl gallate, and malabaricone C food ingredients were novel inhibitors of mPGES-1. Especially, γ -oryzanol inhibited mPGES-1 and 5-LOX, but did not COXs. Therefore γ -oryzanol may be expected as an effective inhibitor without the risk of side effects.

(6) 高脂肪・高コレステロール食給餌 SHRSP5/Dmcr ラットにおけるエゴマ油添加のリン脂質組成に与える影響

神波景子、村上泰子

福山大学生命工学部年報 (18)、19-33 (2019-12)

非アルコール性脂肪性肝炎 (NASH) は肝病理上で大滴性の肝脂肪化、肝細胞膨化、炎症細胞浸潤、肝細胞周囲の線維化といった所見が見られ、肝細胞癌の発生リスクを伴う疾患である。NASH の発症と進展においては、インスリン抵抗性の他にも、脂質代謝障害や食事内容など、複数の因子が複雑に関連しながら並行して病態に関与していることが報告されている。エゴマ油に豊富に含まれる α -リノレン酸は、体内で一部がエイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) に変換され、トリグリセリド合成抑制やアラキドン酸カスケードの阻害等を介して NASH 病態を改善する可能性があるが、脂質代謝障害存在下で、どのような影響を及ぼすかは不明である。本研究では、高脂肪・高コレステロール (HFC) 食給餌により、NASH 様病態を呈する SHRSP5/Dmcr ラット (SHR 等疾患モデル共同研究所より分与) において、エゴマ油添加による病態進展および脂質プロファイルに与える影響を検討した。

HFC 食給餌により肝組織像に NASH 様病変が認められ、肝細胞傷害を示す血清 AST、ALT 値は有意に増加したが、エゴマ油添加による NASH 病態改善効果は得られなかった。NASH 病態において減少する肝ホスファチジルコリン (PC) は、エゴマ油添加によってより減少し、血清 ALT 値が有意の高値を示したことから、膜リン脂質種の割合の変化は膜の脆弱性に影響を及ぼし、肝細胞傷害を促進させた可能性が示唆された。肝 PC の脂肪酸組成では、 α -リノレン酸および EPA はわずかな増加にとどまり、DHA の増加には寄与していなかったことから、コレステロール負荷条件下において、 α -リノレン酸は、膜リン脂質や貯蔵脂質の構成脂肪酸には利用されていない。以上より、NASH の発症・進展予防において、脂質の質と量に配慮した食生活改善等を介した脂質代謝改善を行うことなく、単に α -リノレン酸を多く含むエゴマ油を習慣的に摂取することの有用性は確認できなかった。

(7) 加工澱粉と澱粉性ルミナコイド (総説)

井ノ内直良

澱粉を化工する基本操作は、熱、酸、酵素などによる澱粉の加水分解による低分子化、水酸基のエステル、エーテル置換などによる新規な性質の導入や架橋、グラフト重合などによる高分子化、粒の結晶構造を変化させる糊化处理、湿熱処理、官能基の導入などが主なものである。澱粉への薬剤による化工は、反応時の状態によって湿式法と乾式法に分けられるが、通常は水中に澱粉を分散した状態の湿式法で反応が行われている。澱粉の水懸濁液に薬剤を添加して反応させた後、水洗により異物や薬剤を除去して精製し、最後に乾燥工程を経て製品とする。反応時の薬剤濃度や反応条件などの組み合わせにより、様々な特性を有した化工澱粉が得られる。このような個々の化工技術の基本は1970年頃までにほとんど完成されていると言っても過言ではない。最近では食品業界からの細やかなニーズに対応するべく、実用的な用途に応じて架橋化とエステル化、架橋化とエーテル化などが組み合わせられる複合型化工澱粉も多い。そして、化工の度合いは連続的であり、これに対応する化工澱粉の物性変化も連続的である。また、用いる原料澱粉の特性が化工澱粉の物性に影響するので、バレイショ、タピオカ、コムギ、ノーマルコーン、ワキシコーン、ハイアミロースコーンなどの澱粉が目的に応じて選択されている。これらの組み合わせにより、多種多様な化工澱粉が存在しており、その原料澱粉、製法、物性などを理解しておくことが化工澱粉を取り扱う場合に大変重要である。本稿は第1章として、化工澱粉の化学的、物理的、酵素的処理が施された化工澱粉について、食品への利用を中心に概説した。また、近年の健康志向によって、食物繊維のような機能をもつ食品素材として注目されている化工澱粉に難消化性デキストリンおよび難消化性澱粉(レジスタントスターチ)がある。そこでこれらについては、章を改めて第2章として少し詳しく言及した。

3. 学会発表

(1) 凍結含浸法を用いた食品の軟化

鴻池優佳、石井香代子

第26回広島県栄養改善学会(広島)、講演要旨集 p.18-19 (2019-2)

(2) カフェインとカテキン類の複合体によるカフェイン濃度の検討

竹田 沙記、中崎 千尋、松元 大地、伊藤 健人、能都 和貴、本屋敷 敏雄

日本薬学会第139回年会(千葉)、講演要旨集 23P0-pm199 (2019-3)

【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ことが必須と考える。カテキン類とカフェイン複合体の吸収と体内動態を検討するために、今回は茶に含まれる総カテキン量の大部分を占める複数の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 0.5 時間、1.5 時間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。

(3) 自然薯粉末を用いたえん下困難者用とろみ剤への応用

鴻池優佳、津嘉山泉、田中充樹、長谷川貴大、穂苅真樹、中村孝文、山本登志子
第 73 回日本栄養・食糧学会大会（静岡）、講演要旨集 p. 305 (2019-5)

【目的】高齢者にとって、咀嚼・嚥下機能の減退は、低栄養を招いたり、生活の質を低下させたりする。「超高齢社会」を迎えた今日、健康寿命の延伸が求められており、慢性疾患予防のための食品機能性にも期待が高まる。そこで、私達は、食品機能性を付加した嚥下調整食を開発するために、慢性炎症予防効果が見出された自然薯粉末を用いることを考えた。本研究では、自然薯特有の物性に着目し、まずは、嚥下困難者用のとろみ剤への応用を目指し、その適合性を検討した。

【方法】試料は、均一に調製した凍結乾燥自然薯粉末と、対象として、市販のとろみ剤とその主な増粘多糖成分であるキサントガムのゾル状溶液を用いた。粘度は、コーンプレート型回転粘度計を用い、測定温度 20℃、ずり速度 50s^{-1} において 1 分後に測定した各試料の値を比較した。また、種々の条件下における自然薯粉末溶液の詳細な解析をするため、食塩や pH、温度に加え、口腔 α -アミラーゼに対する影響を評価した。

【結果・考察】自然薯粉末溶液は、添加量や温度により粘度を変化させることが可能

であった。市販のとりみ剤やキサントガムへ食塩を添加すると、粘度が低下するが、自然薯粉末溶液は食塩添加においても粘度に大きな変化は認められなかった。一方、溶媒の pH 変化については、市販のとりみ剤やキサントガムでは、影響されなかったのに対し、自然薯粉末溶液は酸性でやや粘度が高くなる傾向を示した。自然薯粉末溶液は市販とりみ剤やキサントガムと同様に、口腔 α -アミラーゼに対して抵抗性を示した。

以上の結果より、自然薯粉末は、慢性炎症予防効果を付加した、新規な嚥下困難者用とりみ剤としての有用性を示した。

(4) 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 発現抑制効果

上山真依、田中将夢、津嘉山泉、戸田圭祐、爲延麻子、鴻池優佳、川上祐生、伊東秀之、高橋吉孝、山本登志子

第 73 回日本栄養・食糧学会大会（静岡）、講演要旨集 p. 308 (2019-5)

【目的】誘導型のシクロオキシゲナーゼ (COX) -2 と膜結合型 PGE 合成酵素 (mPGES) -1 の触媒で生合成されるプロスタグランジン (PG) E₂ は、様々な病態の惹起や増悪化に働く。解熱鎮痛薬の COX 阻害剤は、恒常性維持に必要なプロスタノイドの産生も抑えてしまうため、長期服用により副作用を生じる。これを回避するために、最終 PGE₂ 合成酵素の mPGES-1 を標的とした食品機能性の探索を行い、ザクロ葉由来エラジタンニン類の GranatinA、GranatinB とその構造類似体の Geraniin に、その効果を見出だした。

【方法】IL-1 β で刺激した非小細胞肺癌 A549 に、GranatinA、GranatinB、Geraniin を添加し、COX-2 や mPGES-1、炎症関連因子、抗アポトーシス因子の定量 PCR 解析、mPGES-1 活性、PGE₂ 産生量の測定を行った。in situ TUNEL 染色によってアポトーシス細胞を検出した。

【結果・考察】A549 細胞に各化合物を添加したところ、いずれも mPGES-1 の発現を濃度依存的に抑制した。GranatinA、GranatinB 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 の活性をネガティブコントロールと同程度まで減少させ、細胞からの PGE₂ 産生量も有意に減少させた。また、どの化合物も TNF- α や iNOS の発現や、抗アポトーシス因子 Bcl-2 の発現を有意に抑制し、アポトーシス細胞の上昇が認められた。アポトーシス誘導に関しては、GranatinB の効果が最も高かった。以上の結果より、ザクロ葉由来エラジタンニン類の GranatinA、GranatinB は、mPGES-1 発現を特異的に抑制し、抗炎症・抗腫瘍効果を有することが明らかとなった。

(5) ミクロソーム型プロスタグランジンE合成酵素-1に対する食品由来活性阻害物質の探索

爲延麻子、戸田圭祐、津嘉山泉、鴻池優佳、川上祐生、高橋吉孝、山本登志子
第73回日本栄養・食糧学会大会（静岡）、講演要旨集 p. 308（2019-5）

【目的】アラキドン酸代謝産物の各種エイコサノイドは、個々の異なる生理活性をもち、恒常性の維持にも病態誘導にも関与する。その中でも、過剰に産生されたプロスタグランジン（PG）E₂は、炎症、発熱、疼痛、癌、神経変性などの惹起に関わる。病態を惹起するPGE₂は、アラキドン酸から誘導型のシクロオキシゲナーゼ（COX）-2とミクロソーム型プロスタグランジンE合成酵素（mPGES）-1の触媒で生合成される。解熱鎮痛薬である非ステロイド性抗炎症薬（NSAIDs）は、COXを阻害することでPGE₂の産生を抑えるが、恒常性維持に必要なエイコサノイドの合成も抑えてしまい、胃粘膜障害や心血管障害などの副作用を生じる。そこで、副作用を回避したPGE₂産生抑制のために、最終合成酵素のmPGES-1を標的とした阻害効果を、天然物由来成分より探索した。

【方法】かんきつ類、米類などの天然物由来化合物34種類を用いて、mPGES-1活性に対する阻害効果をスクリーニングした。酵素源には、部分精製したヒトリコンビナントmPGES-1を用い、PGE₂を基質として、至適反応条件下で反応させた。その反応生成物は、PGB₂を内部標準とした逆相高速液体クロマトグラフィーで定量分析した。

【結果】今回スクリーニングに供した34サンプルの中で、 γ -oryzanolやoctyl gallate、malabaricone CにmPGES-1阻害効果が認められた。一方、いずれの化合物も、COX-2に対する阻害効果を示さなかった。加えて、 γ -oryzanolは、アラキドン酸からロイコトリエン合成系の初発酵素である5-リポキシゲナーゼに対する阻害効果も示した。

(6) 自然薯の栽培方法の違いによるテクスチャーへの影響

津嘉山泉、應地芽生、鴻池優佳、山本登志子
第73回日本栄養・食糧学会大会（静岡）、講演要旨集 p. 311（2019-5）

【目的】日本原産のヤマノイモ科に属する自然薯は、特有の粘りと風味をもち、消化促進、胃粘膜保護、抗炎症、抗腫瘍効果などの食品機能性を有する。最近では、日本各地で様々な方法で栽培されている。本研究では、ひりょうや種芋の種類などの栽培方法の違いが、自然薯のテクスチャーにおよぼす影響について検討することとした。

【方法】(1) 栽培区は、波板区とパイプ区、(2) 肥料は、無肥料、化成肥料 40g、化成肥料+菜種油粕各 40g、化成肥料 80g、(3) 部位は、両端の太い部分と細い部分、(4) 種芋は、切り芋と一本苗で比較した。自然薯は生すりおろしでテクスチャーが最もその特徴を示すことから、強力小型粉碎機 Force Mill FM-1 で調製した。クリップメータを用いて Texture Profile Analysis (TPA) 試験を実施し、「かたさ」と「付着性」を評価した。

【結果・考察】テクスチャーの評価は、「かたさ」と「付着性」の値が高いほど、自然薯の特徴が強い芋であり、より好まれるテクスチャーであると考えられる。栽培区は、波板区が「かたさ」と「付着性」で高値を示し、芋の部位では、「かたさ」は細い部分で高値を示した。種芋は、化成肥料 80g とパイプ区以外では、切り芋が「かたさ」と「付着性」で有意に高い結果となった。一方、肥料による大きな違いは見られなかった。総合的な評価では、切り芋を種芋として、波板区で栽培した芋の細い部分が最も「かたさ」と「付着性」の高い自然薯であることが分かった。加えて、自然薯すりおろしの際の褐変程度を比較すると、パイプ区よりも波板区、太い部分よりも細い部分、一本苗よりも切り芋でその程度が高かった。この結果から、栽培方法あるいはテクスチャーと褐変との関連性が示唆された。

以上の結果より、自然薯の栽培方法の違いは、テクスチャーや褐変に対しては大きな影響をおよぼすことが示された。

(7) 赤米由来プロアントシアニジンによる 5-リポキシゲナーゼ阻害と乾癬予防効果

戸田圭祐、津嘉山泉、長崎祐樹、爲延麻子、鴻池優佳、我如古菜月、伊東秀之、川上祐生、高橋吉孝、三木寿美、山本圭、村上 誠、山本登志子

第 61 回日本脂質生化学会（北海道）講演要旨集 p. 74-75 (2019-7)

5-LOX 代謝産物の LTB₄ は好中球の走化性に関与し、慢性炎症皮膚疾患の乾癬の発症において重要な役割を果たしている。本研究では、赤米に含まれる平均カテキン 8 量体のプロアントシアニジン（平均分子量 2338）に 5-LOX 阻害効果を見出し、乾癬モデルに対する予防効果を検証した。

赤米プロアントシアニジンは、*in vitro* で 5-LOX の活性を阻害 (IC₅₀ 7.0 μM) し、その阻害様式は混合型非拮抗阻害であった。次に、イミキモドクリーム塗布により誘導した乾癬モデルマウスにおいて、赤米プロアントシアニジン塗布量依存的に耳介中の LTB₄ 量を減少させた。また、乾癬誘導による表皮の肥厚を抑制し、炎症性細胞の浸潤を低下させた。加えて、乾癬関連遺伝子の *Il17a* (IL-17a)、*Il22* (IL-22)、*S100a9* (S100a9)、*Krt1* (Krt1) の発現を有意に抑制した。

本研究により、赤米プロアントシアニジンは、5-LOX 活性を阻害し、マウス乾癬

モデルにおいて、LTB₄ 産生を抑制することにより病態を改善することが示された。

(8) 澱粉の構造と糊化・老化特性との関係～米澱粉を中心として～

井ノ内直良

日本食品工学会第 20 回(2019 年度)年次大会 (2019-8)

シンポジウム A 食品科学における糖質研究の現在とこれから

【諸言】食品中の主な糖質は澱粉であり、炊飯米、パン、麺などの穀類澱粉をはじめ、イモ類やマメ類の澱粉などが幅広く利用されている。そして、ほとんどの場合、食品は生澱粉を糊化することによって利用されており、糊化澱粉が老化することは、食品として望ましくない場合が多い。そのため、澱粉性食品の老化防止に関する様々な研究が行われているが、澱粉の糊化・老化は、澱粉の分子構造によって大きく左右される。そこで、澱粉の構造と糊化・老化などの物性との関係について、米澱粉を用いた研究について述べる。

【実験方法】精白米を 0.1%NaOH (5℃) に浸漬して、すり潰し、十分水で洗浄する冷アルカリ浸漬法により米胚乳澱粉を調製する。その澱粉からアミロペクチン(AP)を精製、さらにその β -リミットデキストリン(β -LD)を調製する。

米澱粉の構造解析法として、多数の米澱粉試料の構造を推定する場合には、ヨウ素-澱粉複合体吸収曲線の測定が簡便である。詳細に調べる場合には、澱粉、AP、 β -LD のそれぞれの分岐点の α -1,6-結合を枝切り酵素ですべて切断し、 α -1,4-結合のみとなった単位鎖をゲルろ過法などで分析することによって、試料澱粉の真と見かけのアミロース含量、アミロペクチンの超長鎖含量、長鎖含量、短鎖含量、外部鎖長、内部鎖長などを測定する。

一般に、食品に含まれる澱粉濃度は高濃度であるため、澱粉の利用特性を考えた場合、比較的高濃度の澱粉の糊化や老化に関する物性測定が重要であり、DSC や RVA が幅広く用いられている。多くの米澱粉試料について、DSC と RVA を用いて、糊化特性と粘度特性を調べた。また、膨潤力と溶解度も調べ、米澱粉の構造と物性との関係を調べた。

【結果】米澱粉は米品種により、アミロース含量が 0%の糯性、5～15%の低アミロース性、16～24%の中アミロース性、25%以上の高アミロース性のタイプが存在し、さらにアミロペクチンのクラスター(房状)構造を構成している側鎖長が極長鎖、長鎖、短鎖、極短鎖に分類でき、さらにクラスター構造以外に超長鎖が存在し、その含量が 0～15%の分布があるなど、他の植物澱粉よりも多くの分類が可能であった。

そのため、種々のアミロース含量とアミロペクチンの側鎖長分布をもつ米澱粉を用いて、その糊化・老化特性を調べた結果から、澱粉の構造と物性との関係を明らかにすることができた。

米澱粉における構造と物性との間の主な関係は以下の通り。

- アミロース含量が高いほど、①粘度上昇速度が低くなる。②澱粉ゲルが硬くなる。③老化しやすくなる。④澱粉ゲルが離水しやすくなる。⑤澱粉糊が膨潤しにくくなる。⑥生澱粉の酵素消化性が低下する。⑦糊化熱量が低下する。
- アミロペクチンのクラスター側鎖長が長いほど、①糊化温度が高くなる。②生澱粉の酵素消化性が低下する。③澱粉の結晶構造が A 型からジャガイモ澱粉のような B 型になる。
- アミロペクチンの超長鎖含量が高いほど、①澱粉ゲルが硬くなる。

(9) 冷凍とろろ（ダイジョ・ツクネイモ）の冷凍保存中の褐変およびレオロジーに関する研究

近藤寛子、石井香代子、高橋知佐子、菊原加奈絵、淵上倫子

日本調理科学会 2019 年度大会（福岡）研究発表要旨集 p. 74 (2019-8)

[目的] 本研究の目的は、ダイジョ、ツクネイモのとろろを 1~6 か月間冷凍保存後、解凍し保存期間中の外観および食味の変化を比較し、ダイジョの調理特性を検討することである。

[方法] **実験 1**：ダイジョ、ツクネイモを剥皮後 5%食酢液に 30 分間浸漬し、すりおろした。すりおろしたとろろは糖度、pH、色差を測定し、-30℃のバイオメディカルフリーザーで保存した。1、2、3、6 か月間経過後、20℃のインキュベーターで解凍し糖度、pH、色差を測定し、官能評価を行った。官能評価では、粘り、甘味、えぐ味について冷凍解凍したツクネイモを基準とし、比較した。**実験 2**：ダイジョのえぐ味成分として考えられているホモゲンチジン酸について、高速液体クロマトグラフィーを用い、定性を行った。**実験 3**：10%、35%、50%黒糖を添加したダイジョの冷凍とろろを使用し、レシピを作成した。

[結果および考察] **実験 1**：ダイジョとツクネイモのとろろを 6 か月間冷凍後、解凍しても、両者とも目に見える著しい褐変はなかった。色差の測定結果ではダイジョでは 3 か月経過後より a 値がわずかに増加した。一方、ツクネイモは 6 か月経過後に a 値がわずかに増加し、ダイジョの方がツクネイモより褐変が早く起きた。冷凍、解凍とろろの官能評価では、ダイジョはツクネイモに比べて、粘りと甘味が低く、えぐ味が強かった。保存期間による影響はなかった。**実験 2**：ダイジョ、ツクネイモの冷凍とろろのホモゲンチジン酸含量は検出限界以下であった。**実験 3**：ダイジョは調理によってダイジョ独特の青臭さ、えぐ味、甘味が消えることがわかった。また、冷凍とろろを料理に使用する際、水分や砂糖量を特に減らす必要はなく、通常通りの添加量でよいことがわかった。

(10) 広島県の家庭料理 副菜の特徴—副菜にみる地域特性—

渡部佳美、奥田弘枝、石井香代子、近藤寛子、淵上倫子、高橋知佐子、岡本洋子、海切弘子、上村芳枝、北林佳織、木村安美、木村留美、小長谷紀子、塩田良子、前田ひろみ、村田美穂子、政田圭子、山口享子

日本調理科学会 2019 年度大会（福岡）研究発表要旨集 p. 99（2019-8）

【目的】昭和 30～40 年頃までに定着していた地域の郷土料理と、その暮らしの背景を明らかにするため、平成 24～25 年度に日本調理科学会特別研究として実施した「次世代に伝え継ぐ日本の家庭料理」調査、および補充調査から得られた広島県の副菜の地域特性について報告する。

【方法】広島県内を東部台地、福山地域、尾道・三原地域、芸北山間地域、瀬戸内沿岸地域、西部地域、中部台地、備北山間部の 8 地域に区分し、平成 24～25 年度 37 地区、平成 26 年度 4 地区で調査を実施した。また、平成 27 年度は日本の家庭料理本の編集上、副菜を 41 品に絞り、掲載する料理の撮影と追加調査を行った。各地域の副菜の特性について明らかにした。

【結果】旬の時期に収穫された野菜や、わらび、ふき、たらの芽などの山菜を用いた副菜が多く挙げられた。山間部では、野菜や山菜は収穫した後、乾燥または塩漬けにして保存され、和え物や煮物料理で一年中食されていた。また、こんにゃく料理や佃煮、漬物などの加工品が挙げられた。一方、瀬戸内海沿岸地域では「いぎす」と呼ばれる海藻を干して保存しておき、煮溶かして生大豆粉や具材を入れた寄せ物が食されていた。福山地域ではくわいの揚げ物が挙げられた。日常食では副菜の調理方法は和え物、煮物、汁物が多かった。葬儀や報恩講では呉汁、おおじる、おひら、つぼなどの汁物や煮物、ちしゃもみや白和えなどの和え物が振る舞われていた。産後食として、干しずいきを用いただんご汁が山間部で挙げられた。仕事食では、田植えや田植え終了の代満て（しろみて）の際に、ちしゃもみが全域で食されていた。味付けは酢味噌が多かったが、煮干し粉を加えたり、塩鯖と酢醤油で和えたりする地域があった。

(11) 女子大学生における骨密度と思春期からの食生活および運動習慣の状況

吉田純子、小上和香、佐々木妙子、柳井玲子

第 66 回日本栄養改善学会学術総会（富山）、講演要旨集, p. 223 (2019-9)

【目的】これまで我々は、大学生時点での骨密度と栄養摂取および運動実施状況との関連はみられないことを報告した。今回は、女子大学生の骨密度や体格を測定し、思春期からの食事および運動習慣も含めて状況を明らかにすることを目的とした。

【方法】2017年5月および2018年5月、K大学栄養学科2年生女子90名を対象に、骨密度測定（A-1000 EXP II）、身長・体重、食品摂取頻度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。

【結果】スティフネス3群を比較して大学生現在の摂取栄養素や食品摂取量に差はみられなかった。また3群において、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（ $22.5 \pm 3.3 \text{kg/m}^2$ ）、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（ $49.3 \pm 5.9 \text{kg}$ ）、スティフネス ≤ 89 群（ $45.3 \pm 5.4 \text{kg}$ ）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。

【結論】思春期からの栄養素・食品摂取量、および食品摂取頻度はスティフネス3群で差がみられなかった反面、現在のBMIや中学生時の体重は3群間に差がみられたことから、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、思春期からの運動実施が骨密度を高める要因となるものと推察された。

(12) 大学生への食支援として開催した学内料理教室の効果

柳井玲子、小上和香、佐々木妙子、吉田純子

第66回日本栄養改善学会学術総会（富山）、講演要旨集, p. 254(2019-9)

【目的】第3次食育推進基本計画では若い世代への食育推進が重点項目となっている。2016年に実施したK大学1年生353名の食生活調査では約半数の学生が調理をしないと回答しており、その理由は、作ってくれる人がいる（50.6%）、面倒だから（29.5%）、技術がない（16.8%）であった。しかしその8割は調理に関心があると回答していた。そこで大学生の食支援を目的でK大学内において料理教室を開催し、その効果を検討した。

【方法】K大学3学部の学生を対象にポスター、ちらし、学内LANを利用して参加募集を募り、2017年から2018年度にかけて料理教室を3回実施した。料理教室のコンセプトは「美味しく・簡単・健康に」とし、管理栄養士課程4年生がゼミ活動として企画、実施した。参加者は第1回17名、第2回24名、第3回25名であった。教室参加者に自記式アンケートへの記入を依頼し、その結果を検討した。

【結果】自宅生の割合は53%、一人暮らし47%であり、普段調理をほとんどしない者が約3割であった。参加の目的は「美味しいものを食べたい」64%、「料理の腕を上

げたい」30%、「友人と楽しみたい」27%、「食事を改善したい」9%の順であった。今回習った料理について「家でもぜひ作りたい」62%、「機会があれば作りたい」36%であり、「家族に紹介」71%、「友人に紹介」24%であった。教室の内容には「満足」95%、「ほぼ満足」5%であり、9割以上の者が次回への参加を希望していた。今後食事改善のために必要な支援としては、「調理技術の学びの場」36.7%、「情報の提供」32.7%、「学食の充実」24.5%、「共食の機会」16.3%、「お金」12.2%があがっていた。

【考察】大学内で同年代が主体的に実施する料理教室の開催は、若い世代の身近な食育の場として調理技術を学ぶ機会、また共食の機会として期待されていることが示唆された。また管理栄養士を目指す学生の公衆栄養活動マネジメントの実践力に繋がっていた。さらに SNS を利用した情報の提供等につなげることを視野に入れ、料理教室の効果を引き続き評価していく必要がある。

(13) いくつかの高アミロース米胚乳澱粉の粗グルコアミラーゼ分解残渣の構造

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令和元年度大会(岐阜)、大会講演要旨集 p.36 (2019-9)

【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が育成されている。今回、わが国で育成された新しいタイプの高アミロースを含むいくつかの高アミロース米胚乳澱粉の粗グルコアミラーゼによる分解残渣の構造について調べることを目的とした。

【方法】高アミロース米および比較のために用いた中アミロース米の胚乳澱粉に粗グルコアミラーゼ(ダビアーゼ K-27)を作用させて得られた分解残渣を回収し、試料とした。中圧ゲル濾過法による酵素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の測定、ヨウ素吸収曲線の測定などは常法により行った。また、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、酵素処理による澱粉粒表面の観察を行った。

【結果】中圧ゲル濾過分析の結果、酵素分解残渣の単位鎖長分布は未処理澱粉と比べ、ほとんど違いは見られなかった。酵素による米胚乳澱粉の分解率は昨年の本大会で報告したアミロペクチンの平均鎖長と高い負の相関、およびアミロペクチン側鎖 DP6-12の割合と正の相関がみられた。SEM観察の結果、酵素反応によって高アミロース米も中アミロース米と同様に澱粉粒表面に多数の小さな穴が観察された。本研究は JSPS 科研費 JP18K02217 の助成を受けています。

- (14) 給食施設における新調理システムの効果
石井香代子
岡山県備中保健所井笠支所 給食管理者等研修会(岡山) (2019-10)
- (15) 食品機能性を有する自然薯粉末を用いた嚥下困難者用増粘剤の開発
鴻池優佳、津嘉山泉、長谷川貴大、穂苅真樹、山本登志子
日本農芸化学会 2019 年度西日本・中四国支部合同沖縄大会(沖縄)講演要旨集 p. 46
(2019-11)
- (16) 特異なアミロペクチン構造をもつ高アミロース米の主として胚乳澱粉の性質
久保田結香
2019 年日本応用糖質科学会中国・四国支部シンポジウム(岡山)、講演要旨集 p. 8-10 (2019-11)

C. 著書

- (1) こどもと社会の未来を拓く 「子どもの食と栄養」、
西 彰子、坂本裕子 編著、青踏社 (2020-3)
第5章2. 学童期・思春期の栄養と食生活 p. 93~96
学童期・思春期の発育・発達の特徴について、ならびに必要な栄養、望ましい食習慣について解説した。また、成長期の食の課題について説明した。

D. その他

- (1) 「食で人を育てる」
西 彰子
福山大学生命栄養科学科市民フォーラム 2019 年度第 1 回(社会連携センター)
(2019-5)
- (2) 澱粉研究のこれまでとこれから
井ノ内直良
秋田県立大学フロンティアセミナー(秋田県立大学大学院棟 M108 室) (2019-7)
- (3) 広島県栄養士会生涯教育研修会、基本講義科目「衛生管理」
石井香代子
令和元年度広島県栄養士会生涯教育研修会(広島) (2019-8)