

東洋大学
ライフイノベーション研究所

2020 年度研究報告書

2021 年 3 月

東洋大学ライフイノベーション研究所



東洋大学

令和3年3月
東洋大学ライフイノベーション研究所長
矢野 友啓
(食環境科学部食環境科学科 教授)

はじめに

日本の平均寿命は、2019年男性81.4歳、女性87.4歳、健康寿命も2019年男性72.7歳、女性75.4歳と、年々更新を続けている。しかも、世界の中でここ10年以上、心臓病の発症が最も少ない国で、一見すると、日本は長寿国、超高齢社会を満喫している国に見える。

しかし、平均寿命と健康寿命との差(男女とも約10歳)は、認知症の増加、介護給付金等の社会保障費の増大を引き起こしている。したがって、健康増進と生活習慣病などの慢性疾患予防、介護予防などにより健康寿命の延伸を図り、平均寿命と健康寿命との差を短縮させ、個人の生活の質を上昇させることが今後の日本社会では重要である。

厚生労働省では厚生労働政策の重点を治療から予防にシフトし、平成12年度から生活習慣病等の予防(＝一次予防)に重点を置いた対策を強力に推進し、壮年期死亡の減少および健康寿命の延伸を図っていくことを目的とした国民健康づくり運動「健康日本21」を実施している。諸外国においても同様の取り組みが行われ、フランスでは2003年から国家的プロジェクトとして「上手に年を重ねるプログラム」で栄養、運動、社会参加を推奨し、20歳以前からの生活習慣病予防対策を推進するとともに、70歳以上の高齢者には地域ごとに高齢者総合機能評価を導入し、高齢者の介護予防を実施している。しかし、日本とEU各国の2010年と2060年の年齢構成を考えたGDPあたりの医療費の伸びは日本が最高であることが予想され、我が国においては特に実効性のある健康寿命延伸政策を構築・実施することが最重要課題となっている。

昨年度からライフイノベーション研究所では、より効果的な健康寿命延伸のために必要な研究を推進し、将来的に健康寿命延伸に有効な手法を実用化するために、研究グループを①自然科学的アプローチによる生活習慣病発症リスクの低減、②社会科学的アプローチによる社会福祉環境の改善を介した健康寿命延伸支援という2つの大きな研究分野に分け、その分野を以下に示す5つの各研究グループで研究活動を展開している。5つの研究グループ：①腸内細菌層のバランスを介した健康維持増進、②健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究、③アスリートの健康管理法の構築と中高齢者の健康管理への応用、④住環境改善による健康寿命の延伸、⑤食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究。研究員についても、より実働的な研究活動を行うという観点から、食環境科学部(8名)、ライフデザイン学部(9名)、生命科学部(6名)、理工学部(1名)、社会学部(2名)の教員に加え、13名の産官学の組織に所属する客員研究員並びに5名の院生研究員が研究に参画している。これら多岐にわたる研究グループのもと、学部横断的に研究を展開している。各グループの成果の詳細はそれぞれの報告をご覧いただきたいが、各研究グループからいくつかの注目すべき研究成果が出されており、今後の実用化に向けた取り組みが期待さ

れ、本学院生研究員や客員研究員の研究成果も含めて、これからの健康寿命の延伸を考えていく上で、有意義な知見を提供できれば幸いである。

研究所の活動展開といったところでは、今年度のシンポジウムで、「ビタミン類と健康維持・増進」と題して、本学内外のビタミンの研究者 4 名に、それぞれの立場からビタミン類（ビタミン C とビタミン E）の持つ優れた作用とその作用に基づいた老化予防や生活習慣病予防・治療効果を講演いただき、これらのビタミン類を上手に使った健康寿命延伸の可能性を考えました。特別講演 1：演題「誰もが望む健康長寿の達成に欠かせないビタミン C」、研究部長 分子老化制御 老化制御研究チーム 東京都健康長寿医療センター研究所分子老化制御研究部長 石神明人氏；特別講演 2：演題「ここまでわかったビタミン E のヒトでの働き」、武蔵野大学薬学部 SSCI 研究所分析センター長 阿部皓一氏；一般演題 1：演題「ビタミン E 誘導体の抗がん作用に関する研究」東京都健康長寿医療センター研究所分子老化制御研究員 佐藤綾美氏；一般演題 2：演題「 α -トコフェロール・ δ -トコトリエノールによるヒトの疾病予防」東洋大学ライフイノベーション研究所院生研究員 芹澤奈保氏。このように社会に知を還元する使命を背負う研究所として、次年度以降もシンポジウム等を通じて精力的に情報発信と問題提起を行い続けたい。

最後に、本研究所の活動にご協力を頂いている関係各位、多大なるご理解とご支援を下さる賛助会員の皆様方に厚く御礼申し上げ、引き続きライフイノベーション研究所を温かく見守りいただければ幸甚である。

目 次

I. 研究グループ「腸内細菌叢のバランスを介した健康維持増進」

1. 研究グループ紹介

2. 研究報告

- ①耐性機構解明を目指すカフェイン感受性株の作出 …………… 三浦 健……………6
- ②プロバイオティクスによって産生される健康増進成分の探索 …………… 吉永 淳……………7
- ③市販手作り味噌の菌叢解析 …………… 高品 知典……………8
- ④ストレスの脳機能への影響に関する基礎研究 ―脳腸相関との関係― …… 児島 伸彦……………9
- ⑤大学女子サッカー選手の心身のコンディションと腸内細菌叢との関連 …… 高橋 珠実……………10

II. 研究グループ

「食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究」

1. 研究グループ紹介

2. 研究報告

- ①高齢者の心身の健康維持および孤立化防止を目的としたフィールドワーク … 山本 美香……………13
- ②コロナ禍における社会福祉法人の公益的な取組みに関する現状分析 …… 加山 弾……………15
- ③社会保障法制における食の位置付けに関する規範的考察 …………… 伊奈川 秀和 ……16
- ④僻地における「健康」と「介護」を支える仕組みづくり ―北海道足寄町の事例を通して―
…………… 早坂 聡久……………18
- ⑤朝型夜型指向性と平日および週末の血糖変動との関連 …………… 吉崎 貴大……………20

III. 研究グループ「健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究」

1. 研究グループ紹介

2. 研究報告

- ①酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価 …………… 宮越 雄一……………23
- ②前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん予防法の構築 …………… 矢野 友啓……………24
- ③通電刺激が後肢不活動化ラットの骨形成に及ぼす効果 …………… 大迫 正文……………26
- ④マウス皮膚線維芽細胞の暑熱応答に関する研究 …………… 根建 拓……………27
- ⑤植物の抗酸化物質と酸化ストレスから保護される生体分子の探索 …………… 清水 文一……………28
- ⑥甘柿と渋柿の結実・収穫適時・過熟期の抗酸化能の変動 …………… 林 清……………29
- ⑦一過性運動後の血漿ホモシステインおよび酸化型アルブミン比に及ぼす影響
…………… 太田 昌子……………30
- ⑧若年者における下腿部静脈血管伸展性と安静時血圧の関連性 …………… 大上 安奈……………33
- ⑨抗がん剤の増強効果を示すファイトケミカルの検討 …………… 加藤 和則……………35
- ⑩健康な食生活を実践するための因子の検討―視覚が味覚に及ぼす影響―
…………… 大瀬良 知子 ……36

IV. 研究グループ「アスリートの健康栄養管理法の構築と中高齢者の健康管理への応用」

1. 研究グループ紹介

2. 研究報告

①女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 ～個人データの分析～

……………岩本 紗由美、中島 徹哉、杉田 記代子、高田 和子……………38

②アスリートの健康：コンディショニング現状調査 1 - 健康問題に関する報告 -

……………杉田 記代子、高田 和子、岩本 紗由美、中島 徹哉……………41

③スポーツ栄養の知識の評価の試み

……………高田 和子、岩本 紗由美、杉田 記代子、中島 徹哉 ……………44

④女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究

……………中島 徹哉、岩本 紗由美、杉田 記代子、高田 和子……………46

V. 研究グループ「住環境改善による健康寿命の延伸」

1. 研究報告

①コロナ感染症流行下における高齢者の生活の変化

ー世田谷区のサービス付き高齢者住宅向け、デイサービス事業所、訪問介護事業所における職員
へのインタビュー調査からー …………… 水村 容子……………48

②家具・生活用品組み込みセンサーデバイスを活用した人の動作取得の研究

……………柏樹 良 ……………49

③地域に開いた空間を持つサービス付き高齢者向け住宅における住民主体の活動展開に関する基 礎的研究 …………… 渡邊 彩子……………50

VI. 客員・院生研究員報告

①ビタミン C による表皮角化細胞のエピジェネティクス変化 …………… 佐藤 綾美……………52

②Overuse による棘上筋腱変性過程における腱組織の経時的変化 …………… 石垣 智恒……………53

③通電刺激が骨組織に及ぼす影響 …………… 中井 真悟……………54

④機能性食素材トコトリエノールの抗悪性中皮腫素材としての可能性 …………… 河野 翔……………56

⑤ δ -トコトリエノールによる血中脂質代謝改善に関する研究 …………… 芹澤 奈保……………58

⑥疲労骨折の一次予防を目指した血中成分および関連遺伝子の研究 …………… 峰松 明也子 ……………59

⑦栄養素摂取が一過性運動後の血漿ホモシステイン濃度に及ぼす影響 …………… 品川 明穂……………60

「腸内細菌叢のバランスを介した健康維持増進」研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員

グループ責任者 三浦 健

『腸内細菌叢』のバランスは「体調・食生活・年齢・ストレス・抗生物質などの薬の服用」などといった、様々な要因によって日々変化する。本研究では、腸内細菌層のバランスを整え生活習慣病等の慢性疾患の基礎病態である慢性炎症などを抑制することを目的としている。そこで、腸管上皮組織や腸管免疫を改善する新規プロバイオティクスおよびプレバイオティクスを探索し、中高年の健康維持、増進への貢献を目指す。この研究により、科学的根拠に基づいたヒトの腸内環境ケアの手法を提案するための基礎的な検討を行う。以下に 2020 年度の成果概要を示した。

① 新規プロバイオティクスおよびプレバイオティクスの探索

・市販手作り味噌の菌叢解析（高品）：味噌は日本古来の伝統的な発酵食品の 1 つであり、近年、そのプレバイオティクス、プロバイオティクス¹⁾としての機能が注目されている。味噌の主原料は大豆であるが、発酵過程において元来大豆にはないアミノ酸やビタミン類等が多量に加わり、高い栄養価を示すことが知られている。また味噌には発酵工程で産出される様々な有用代謝産物が含まれており、いわば機能未知の成分を含む複合系多機能性食品といえる。味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクスの探索研究を進めるにあたり、本年度は要冷蔵保存の手作り味噌の菌叢解析を行い、乳酸菌候補株の分離を試みた。

・耐性機構解明を目指すカフェイン感受性株の作出（三浦）：カフェインは善玉菌である乳酸菌に影響を与える。標準菌株と比較してカフェイン耐性を有する *Lb. paracasei* YSAK1 株と *Lb. paracasei* YKP4 株のカフェイン感受性株の作出に成功した。さらに、本年度も野菜・果物からストレスに強い植物性乳酸菌の単離・同定に成功した。

② ストレスの脳機能への影響に関する基礎研究－脳腸相関との関係－（児島）：ストレスが脳機能に対して様々な影響を及ぼすことが知られている。げっ歯類に様々なストレスを与えることで、ヒトのうつ病様の症状を呈する。その機序の 1 つに視床下部－下垂体－副腎皮質軸の過活動による副腎皮質ホルモン、いわゆるストレスホルモンの過剰分泌があげられる。本研究では、マウスにストレスを与える代わりに、慢性的にコルチコステロンを投与することでうつ病モデルを作成した。その行動様式を解析し、脳内の遺伝子発現変化と腸内細菌叢の変化を調べた。さらに、健康補助食品 F の服用によるうつ病様行動および腸内細菌叢の改善効果を検証した。

③ プロバイオティクスによって産生される健康増進成分の探索（吉永）：液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析装置（LC-TOFMS）を使用して、腸内サンプルをノンターゲット分析し、健康増進成分を特定することを目指した基礎的検討を行った。

④ 大学女子サッカー選手の心身のコンディションと腸内細菌叢との関連（高橋）：非アスリートを対象とした先行研究から、心身のコンディションと腸内細菌が密接に関わっていることが明らかにされている。しかし、アスリートと腸内細菌叢に関する研究はまだ少ないことから、本研究は大学生アスリート（女子サッカー選手）の心身のコンディションと腸内細菌叢との関連について検討を行った。その結果、心理調査を用いて評価したネガティブ感情と腸内細菌の多様性との間に関連が認められ、大学女子サッカー選手における精神的コンディションと腸内細菌叢との関連が示唆された。

耐性機構解明を目指すカフェイン感受性株の作出

三浦 健（生命科学部応用生物科学科）

1. 研究の背景

乳酸菌は、腸内においてヒトの健康に対する作用があることから、プロバイオティクスとして用いられている。腸内細菌は、ヒトの摂取した食物のうち未消化のものを栄養源とし腸内で増殖するが、しばしば食事によって、腸内細菌叢の変化が報告されているⁱ。本研究では、近年消費量が増加傾向にあるカフェインを含むコーヒーに着目した。世界で一般に飲用されているコーヒーの大腸菌などに対する抗菌活性ⁱⁱ、またカフェイン単体の大腸菌や植物病原菌に対する抗菌活性が報告されているⁱⁱⁱ。その一方で、腸内細菌である善玉菌の乳酸菌にも影響がみられた。本研究室では、カフェイン耐性乳酸菌である *Lactobacillus paracasei* YSAK1 株と YKP4 株を所有している。そこで本研究は、耐性株 *Lb. paracasei* YSAK1 株と *Lb. paracasei* YKP4 株を用いたカフェイン感受性株の作出を目的とした。

2. 調査報告および研究報告

① カフェイン存在下での生育測定

YSAK1 株、YKP4 株および *Lb. paracasei* NBRC 15889^T 株をカフェイン（終濃度 0、0.5、1.0%）含有 MRS 液体培地で 30℃、24 時間培養した。その結果、各株の生存率はカフェイン含有量の増加と共に低下した。しかし、2 株の耐性株は全てのカフェイン濃度で NBRC 15889^T 株より明らかに高い生存率を示した。また、耐性株 2 株を比較すると YKP4 株の方が高い生存率を示した。

② カフェイン感受性株の作出

YSAK1 株および YKP4 株を MRS 液体培地で培養後、EMS (Ethyl Methanesulfonate) を終濃度 40 g/L になるように添加し、2 時間暴露させた。その結果、1.0% カフェイン感受性株を YSAK1 株から 4 株、YKP4 株から 2 株の作出に成功した。耐性株と感受性株の生存率を比較したところ、YSAK1 株由来の Y1.1 株は 7.3%、Y1.2 株は 4.8%、Y1.3 株は 7.8%、Y1.4 株は 10.8% であった。また、YKP4 株由来の Y4.1 株は 10.0%、Y4.2 株は 20.3% であった。今回使用した EMS はランダムに塩基置換を起こす変異剤であるため変異個所が感受性株ごとに異なる可能性があると考えた。

現在、感受性株の遺伝的解析および化学的性状分析を行っている。

③ 植物性乳酸菌の単離・保存（継続研究）

新たに、野菜・果物より乳酸菌を単離し成功した。MALDI-TOFMS による同定の結果、*Lb. paracasei*、*Lb. sakei*、*Lb. plantarum* および *Lb. brevis* であった。

3. 今後の研究における課題または問題点

菌体内カフェイン濃度の測定および蛍光物質を付加したカフェインを用いて細胞内局在を観察する予定である。さらに摂取することによる腸内細菌叢の変化を解析予定である。

学会発表

齊藤可剛、佐藤裕謙、下御領結衣、水木徹、三浦健、日本農芸化学会 2021 年会 仙台大会（オンライン開催）

ⁱ Aminlari, L. et al. Effect of Probiotics *Bacillus coagulans* and *Lactobacillus plantarum* on Lipid Profile and Feces Bacteria of Rats Fed Cholesterol-Enriched Diet. *Probiotics & Antimicro. Prot.* 11, 1163–1171, 2019

ⁱⁱ Okabe Y, et al. The Antibacterial Effects of Coffee on *Escherichia coli* and *Helicobacter pylori*. *J. Glin. Biochem. Nutr.*, 34, 85-87, 2003

ⁱⁱⁱ Nonthakaew A, et al. Caffeine in foods and its antimicrobial activity. *Int Food Res J.* 22(1), 9-14, 2015

プロバイオティクスによって産生される健康増進成分の探索

吉永 淳（生命科学部応用生物科学科）

1. 研究の背景

プロバイオティクスによって各種の健康増進作用が報告されるようになった。健康増進効果のメカニズムは必ずしも明らかとなっていないが、腸内で細菌によって産生される短鎖脂肪酸などを代表とする、各種代謝物が関与していることが主要因であると考えられている。しかしながら、腸内に存在する膨大な数の化学成分の中から、どの成分が健康増進に寄与しているのかを特定することは困難である。もしそれが可能となれば、プロバイオティクスのメカニズムを明らかにするだけでなく、薬剤開発などさらなる拡大が期待される。

本研究では、液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析装置（LC-TOFMS）を使用して、腸内サンプルをノンターゲット分析し、健康増進成分を特定することを目指した基礎的検討を行った。

2. 調査報告および研究報告

ヒト糞便を滅菌した精製水に懸濁させ、遠心分離した上清を測定に用いた。使用した LC-TOFMS は、Agilent 1290 Infinity-Agilent TOFMS (G6224A)である。ネガティブイオンモードで m/z 100-1000 の範囲を測定した。結果を下図に示す。図中各点が $S/N > 10$ のシグナル強度をもつ化合物を表し、多数の化合物が検出されている。

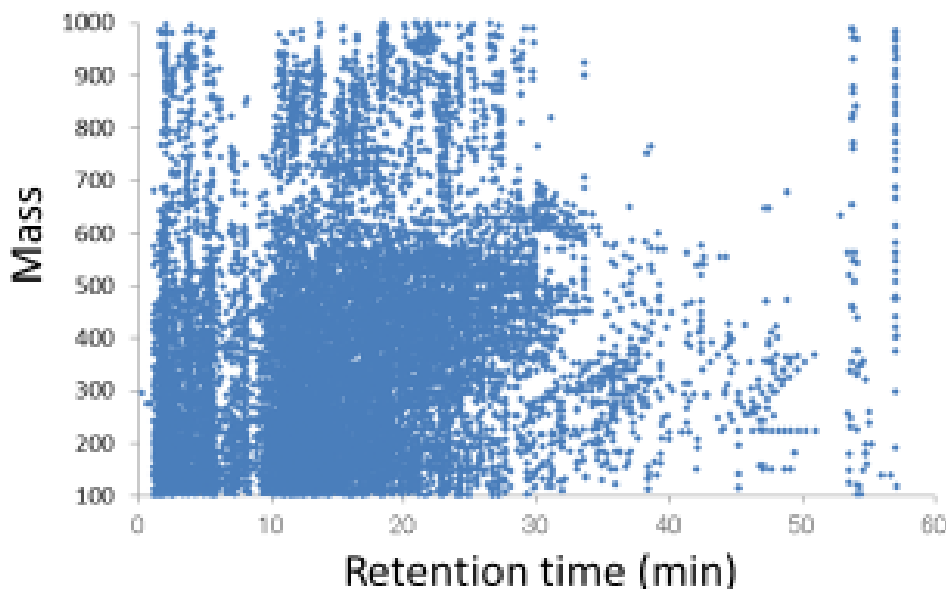


図 LC-TOFMS で検出された成分

乳酸菌を投与した動物（あるいはヒト）と投与しない動物から採取した糞便の水抽出液を LC-TOFMS 分析することで、投与した動物に特徴的に表れる成分を選び出し、その構造解析を行うことで、投与の結果産生した成分を特定できる。

市販手作り味噌の菌叢解析

高品 知典（生命科学部応用生物科学科）

1. 研究の背景

味噌は日本古来の伝統的な発酵食品の1つであり、近年、そのプレバイオティクス、プロバイオティクス¹⁾としての機能が注目されている。味噌の主原料は大豆であるが、発酵過程において元来大豆にはないアミノ酸やビタミン類等が多量に加わり、大豆以上の高い栄養価を示すことが知られている。また発酵工程で生産される様々な代謝産物が含まれており、いわば機能未知の成分を含む複合微生物系多機能性食品といえる。

味噌と健康については、これまでに様々な研究がおこなわれており、ガンのリスクを下げる²⁾、生活習慣病のリスクを下げる³⁾、老化を防止する⁴⁾、美白効果がある⁵⁾などの機能性が明らかにされている。特に最近では味噌が腸内環境を整える機能を持ち、免疫力を高め病気を予防する効果があると期待されている¹⁾。そこで、味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクスの探索研究を進めるにあたり、本年度は要冷蔵保存の手作り味噌の菌叢解析を行い、乳酸菌候補株の分離を試みた。

2. 調査報告および研究報告

要冷蔵保存の市販手作り味噌製品7種を対象として、次世代シーケンス・アンプリコン解析を分析依頼し菌叢解析を行った。その結果、供試7サンプルのうち、5サンプルから乳酸菌が検出された。検出された菌のうち、乳酸菌が占める割合は、割合が最も大きいサンプルで6.0%であった。これらの乳酸菌には *Lactobacillus* 属、*Tetragenococcus* 属、*Pediococcus* 属、*Leuconostoc* 属、*Weissella* 属などの植物質を原料とした発酵食品から分離されることの多い植物性乳酸菌が含まれていた⁶⁾。今後、種々の培養条件での乳酸菌の分離を試み、さらに詳細な解析を進める予定である。

3. 今後の研究における課題または問題点

現在市場で流通している市販味噌は、保存中の過発酵を防止する目的で、出火前に加熱処理を施されているものがある。一方、加熱処理に関しては商品への表示義務が無いため、我々は”生きた”菌や酵素を含んでいる味噌かどうか判断することが難しい。解析対象とする味噌については、個々の製品の製造方法にも注意を払いながら選択する必要がある。このような点にも注意を払いながら味噌の腸内環境へ及ぼす効果を検証するとともに、味噌由来のプレバイオティクス、プロバイオティクスの探索を進めることが重要である。

文献

- 1) 田代靖人、奥恒行、中村禎子（2006）第5章プレバイオティクス．光岡知足編，プロバイオティクス・プレバイオティクス・バイオジェニクス，p.115-128，公益財団法人日本ビフィズス菌センター
- 2) 厚生労働省研究班（2003）
- 3) 青木宏ら（1994）
- 4) 小泉武夫ら（1995）
- 5) 新本洋士ら（1997）
- 6) 後藤孝行 東洋大学生命科学部 卒業論文要旨（2020）

ストレスの脳機能への影響に関する基礎研究 —脳腸相関との関係—

児島 伸彦（生命学部生命学科）

1. 研究の背景

ストレスは脳機能に多大な影響を及ぼし、うつ病や PTSD などの精神障害の原因にもなる。また、ストレスは腸内環境にも影響することが知られているが、近年脳と腸が機能的に互いに影響し合っている「脳腸相関」が注目されている。本研究では、ストレスに関連してうつ病様行動を呈するモデルマウスにおける健康補助食品 FG（仮称）の行動改善効果と腸内細菌叢の組成への効果を調査し、FG の脳機能への作用機序を知る手がかりとすることを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

9 週齢の C57BL/6N 雄マウス 24 頭を二つの群に分け、一方に 35 µg/ml コルチコステロン投与（CORT）群として β シクロデキストリン（4.5 mg/ml）の包接体としたコルチコステロンを含む飲料水、他方にベヒクル群として単に同濃度の β シクロデキストリンを含む飲料水で飼育した。3-4 週間後に不安様行動をテスト（行動テスト①）して CORT 投与の効果を確認し、4 週間目から両群をさらに 2 分割し、一方に FG 0.5 mg/ml をこれまでの飲料水（ベヒクルおよび CORT 含有飲料水）に含ませた。FG 投与から 3-4 週間後に再度不安様行動をテスト（行動テスト②）して CORT 投与、または FG 処置の影響を調べた。不安様行動はオープンフィールドテストの中央域滞在割合、明暗箱往来テストの明箱滞在時間により評価した。CORT 投与 8 週目 FG 投与 4 週目で頸椎脱臼により安楽死させた後に盲腸内容物を採取し -80℃ で保存した。後日盲腸内容物より DNA を調製し、メタ 16S 解析を行った（日本 Genewiz の次世代シーケンス解析受託サービス）。

行動テスト①で、CORT 群はベヒクル群と比較し、不安様行動が高いことが確認された。行動テスト②で、CORT 群はベヒクル群と比較し不安様行動が高かったが、CORT+FG 群はベヒクル群と違いはなかった。したがって、FG は CORT による不安様行動を軽減する効果があることが確認された。メタ 16S 解析では、4 群間で占める細菌種の割合に変動が見られた。各サンプル間の多様性について PCoA により β 多様性解析を行ったところ、CORT 投与、FG 投与によって腸内細菌叢の構成に変化が生ずる可能性があると判断された。ANOSIM による類似性検定では、ベヒクル群と CORT 群間の差は $p=0.017$ で有意であった。また、CORT 群と CORT+FG 群間の差も $p=0.003$ で有意であった。ただし、ベヒクル群と CORT+FG 群間の差も $p=0.003$ で有意であったので CORT 投与によって変化した腸内細菌構成が、FG によりもとに戻るといった単純なものではないといえる。Metastat 有意差検定では、特定のいくつかの細菌種がベヒクル群よりも CORT 群で高く、CORT 群と CORT+FG 群間で高い菌種と低い菌種が見いだされた。

3. 今後の研究における課題または問題点

CORT 慢性投与によるマウスの不安様行動は FG 投与で改善した。また、CORT 投与、FG 投与で腸内細菌叢の組成が変わることがメタ 16S 解析の結果明らかになった。今後は FG 投与によって存在量の変化した細菌種と FG の行動改善効果との因果関係を検証することが課題となる。

特許出願

児島伸彦 P20-1099 「気分障害の予防又は治療剤」

大学女子サッカー選手の心身のコンディションと腸内細菌叢との関連

高橋 珠実（食環境科学部 食環境科学科）

1. 研究の背景

常に結果を求められているアスリートは、過度の緊張、不安、ストレスを感じつつ、日々高強度トレーニングを行っている。さらに、年間を通しての高い運動パフォーマンス発揮を求められており、アスリートにとって、日々のコンディショニングは重要なポイントとなる。その中で近年注目されているのが、腸内細菌である。健康なヒトとは異なった細菌組成や構成菌種からなる腸内細菌叢が形成された状態、この腸内細菌叢の異常をディスバイオシスという。このディスバイオシスが心身のストレス状態をもたらすことや、ビフィズス菌や乳酸菌などのプロバイオティクスを補充することにより、心身のストレス症状が緩和することが明らかにされている。このような非アスリートを対象とした先行研究報告があることから、アスリートにおいても心身のコンディションと腸内細菌が密接に関わっていることが予想される。このことから、本研究は大学生アスリート（女子サッカー選手）の心身のコンディションと腸内細菌叢との関連について検討を行った。

2. 調査報告および研究報告

調査・測定は、東洋大学体育会サッカー部女子部に所属する女子アスリート 11 名を対象に、2020 年 6 月～8 月に実施した。腸内細菌叢の解析は、株式会社テクノスルガ・ラボが提供している専用のキットを用いて行った。採取した検体は株式会社テクノスルガ・ラボに郵送し、T-RFLP 法および次世代シーケンス解析を用いた腸内細菌叢の分析解析を依頼した。疲労・ストレス測定の客観的評価を行うために、唾液アミラーゼモニター（ニプロ社製）を用いた唾液アミラーゼ測定、バイタルモニター VM500（疲労科学研究所社製）を用いた自律神経機能測定（交感神経と副交感神経のバランスを示す指標である L/H 値、および自律神経の活動量を示す CCVTP）を行った。また、日本語版 POMS2 短縮版（金子書房）を用いて、疲労・ストレスの主観的評価を行った。

腸内細菌叢の分析結果より、被験者全員において保有している腸内細菌の種類ごとの占有率が異なることが示された。先行研究より、普段から長時間走るマラソン選手は、普段の食事でのトレーニングに必要なエネルギー源となる炭水化物食の摂取量が多いという特徴があり、Prevotella（属）の保有率が高いことが報告されている。今回の大学女子サッカー選手を対象とした本研究結果から、その Prevotella（属）を保有している被験者が 11 名中 3 名（27.3%）確認された。

腸内細菌叢と客観的疲労・ストレス指標としての唾液アミラーゼ値および自律神経機能との関連について、腸内細菌叢との間に相関が認められた項目は、自律神経の活動量を示す CCVTP であった。解析結果から、CCVTP と Clostridium（属）との間に負の相関関係が認められた（ $r=-0.707$, $p<0.05$ ）。主観的疲労・ストレス指標との関連について、POMS の 7 つの尺度のうち、CB（混乱・当惑）（ $r=-0.604$, $p<0.05$ ）、DD（抑うつ・落ち込み）（ $r=-0.793$, $p<0.01$ ）、FI（疲労・無気力）（ $r=-0.742$, $p<0.01$ ）、TA（緊張・不安）（ $r=-0.843$, $p<0.01$ ）、TMD 得点（ネガティブな感情得点）（ $r=-0.843$, $p<0.01$ ）と腸内細菌の多様性との間に負の相関が認められ、ネガティブ感情と腸内細菌の多様性との関連が示唆された。

3. 今後の研究における課題または問題点

本データおよび追加データを用いて、さらなる詳細な解析を行っていき、心身のコンディショニングとアスリートの腸内細菌叢との関連を検討していくことが今後の課題である。

「食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究」

研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員

グループ責任者 山本 美香

本グループでは、「食生活を中心とした生活習慣の不規則性改善に関する研究」を行っている。

主要なテーマは、主に高齢者の食生活とそれに付随する生活習慣、心身の健康状態との関連性であるが、昨年度までテーマにしてきた「フードマイノリティ」における「食」の重要性についても、生存権保障や健康寿命延伸という側面から研究を継続している。

地域住民による活動では、「子ども食堂」や「地域食堂」といった「食」を媒介とした活動が注目を集めている。これは共に食事を作り、食べるという行為の中に孤立を防止する作用があるからだ。また、主に高齢者を対象として各地で「コミュニティカフェ」が展開されているが、これらは、必ずしも「食」を提供するものではないにしろ、コーヒーや軽食を共にすることでより深い交流を図っている。このように「食」を通した住民活動、孤立化防止活動は広く展開されている。

伊奈川は、「社会保障法制における食の位置づけに関する規範的考察」として、「食」は生存権保障にかかわる重要な事項でありながら、医療保険や介護保険では給付本体から外され、自己負担という考え方が取り入れられている点に着目し、「食」を社会保障制度にどのように規範的に整理するかを考察している。

加山は、「コロナ禍における社会福祉法人の公益的取組みに関する現状分析」とする研究を実施した。「食」の支援方法について、社会福祉法人の公益的取組みの視点から研究を行っている。社会福祉法の改正によって、社会福祉法人は地域に貢献する活動を実施することが責務となっている。その活動内容は地域・社会福祉法人によってさまざまであるが、2020年度はとりわけコロナ禍で生活困窮に陥る世帯が増加し、フードパントリーや緊急の弁当配達など「食」を保障しようとする社会福祉法人の活躍が明らかとされている。

吉崎は、「朝型夜型指向性と平日および週末の血糖変動との関連」とする研究を行った。この研究では、日常生活下における食事摂取状況および血糖変動を把握し、朝型夜型の指向性との関連を明らかにしている。夜型指向の人が増加する中で、夜型指向性を持つことで食事の質が低下することを明示した。いうまでもなく食事の質低下は、健康寿命との関連が大きい。

早坂は、「僻地における「健康」と「介護」を支える仕組みづくり ―北海道足寄町の事例を通して―」とする研究を行った。僻地とされる中山間地域では、医療や介護分野での担い手問題が深刻化している。この現状は、これからの都市部における姿でもある。北海道足寄町の医療介護連携システムを参考としながら、いかに高齢者の健康と介護を支える仕組みづくりができるかを考察している。

山本は、「高齢者の心身の健康維持および孤立化防止を目的としたフィールドワーク」として研究活動を行った。従来より団地住民のコミュニティカフェ活動を学生とともに実施しているが、2020年度はコロナ禍のため一度も開催されることがなかった。その結果、多くの高齢者は引きこもりになったり、不活発病になることが懸念された。そのため、コミュニティカフェ活動の代替と

して、「団地写真展」および「ライフヒストリー調査」を実施することで、少しでも団地住民の孤立防止に向けた交流ができるような活動のための準備を行っている。

高齢者の心身の健康維持および孤立化防止を目的としたフィールドワーク

山本 美香
(ライフデザイン学部生活支援学科)

1. 研究の背景

東京都北区 UR 豊島 5 丁目団地は、孤立死も年に数件発生するなど、居住者の高齢化と孤立化については対策が必要となっている。筆者は、この団地を対象として 2015 年よりフィールドワークを実施しており、2018 年には、住民の交流を目的としたコミュニティカフェ「ふらっと 5」を自治会と共同で運営するに至った。2018 年度、2019 年度は、コミュニティカフェを毎月 1 回開催し、学生も参加し、主な参加者である高齢者との交流活動を展開してきた。しかし、2020 年度はコロナウイルスのため、2020 年 3 月よりコミュニティカフェは閉鎖となり、年内には 1 度も開催されることがなかった。大勢が集うことはできないが、何か代替となる地域活動ができないかと考え、学生とともに住民に対する「ライフヒストリー調査」と「団地写真展」を開催することとした。これらの活動を通して、住民に交流の機会を提供し、少しでも心身の健康維持を図ってもらうことを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

山本ゼミ 13 人の学生と順天高校 10 名の生徒を 2 つの班に分け、それぞれで活動を行っている。

① 団地写真展

「過去と未来をつなぐ写真展」として、2 月に商店街での開催を予定している。高校生とゼミ生が、オンラインや対面でのミーティングを重ねて準備を行っている。

② ライフヒストリー調査

2020 年 12 月 15 日に、1 名のヒアリング調査を実施した。対象者は、60 代男性の A さんである。A さんは、商店街会長でもある。大学生と高校生が約 30 分間のヒアリングを行った。

3. 今後の研究における課題または問題点

今年度の活動は、住民同士の交流を目的としたコミュニティカフェ活動の代替であり、従来の活動に戻していく必要がある。

しかし、写真展の写真募集やライフヒストリー調査といった数少ない住民との交流ではあったものの、住民からは、「こうした活動を若者が取り組んでくれることが嬉しい。もっといろいろな活動をここでやってほしい」といった声が寄せられた。現時点では、まだこれらの代替活動は点と点を結ぶ活動に終始しているが、さらに展開することで、住民同士をつないでいく活動にしていくことが求められよう。

文献

- 1) 今西一男 (2010)『郊外住宅団地再生に資する公共空間としてのコミュニティ・サロンに関する研究—福島市蓬萊団地におけるコミュニティ・サロンの実験的運営を中心に』p.26～31、「都市住宅学」71 号 都市住宅学会
- 2) 田中康裕 (2007)『コミュニティ・カフェにおける「開かれ」に関する考察—主 (あるじ) の発言の分析を通して—』p.113～120 日本建築学会計画系論文集 第 614 号
- 3) 村社卓 (2018)『高齢者の孤立予防を目的としたコミュニティカフェに参加する住民ボランティアの継続特性—ボランティアの「楽しさ」に焦点を当てた定性的データ分析』p.32～45 「社会福祉学」第 58 巻第 4 号 日本社会福祉学会

- 4) 山村靖彦 (2010)『地域福祉とソーシャル・キャピタル論の接点に関する考察』p.39～49 別府大学短期大学部紀要 第 29 号
- 5) 宮澤薫 (2017)『コミュニティ・エンゲージメント概念の再検討』p. 179～200 千葉商科大学論叢 54 巻第 2 号
- 6) 佐久間美穂 (2016)『コミュニティ研究の焦点とその推移—創造的コミュニティの形成のために』p. 97～112 川村学園女子大学研究紀要 第 27 巻 第 2 号
- 7) 倉持香苗 (2014)『コミュニティカフェと地域社会』明石書店
- 8) 岡村圭子 (2020)『団地へのまなざし—ローカル・ネットワークの構築に向けて』新泉社

1. 研究の背景

国が社会福祉法人制度改革を打ち出して以来、同一自治体内などで複数の社会福祉法人・施設が分野を越えて連携し、制度の狭間の問題の把握・解決に資する取組み（地域における公益的な取組み）が全国で活発化している。自前のソーシャルワーク機能、設備・建物などを柔軟に活用し、地元の行政、医療機関、企業、学校などとも連携して開発的な実践を行う例は増えており、地域共生社会づくりの一翼を担う存在としても大きな期待が寄せられている。

2020 年はコロナ禍によって法人本来の制度事業も制約を受ける一方、フードパントリーや弁当配達など緊急の食支援、オンラインによる活動など、この災禍ゆえの孤立・貧困の問題にも迅速かつきめ細かな取組みをする例は各地で見ることができる。

2. 調査報告および研究報告

今年度は、コロナ禍における支援に特化し、社会福祉法人の地域における公益的な取組みについて現状把握に努めた。9 月には都内の 5 つのネットワーク（日野市・板橋区・清瀬市・足立区・東村山市）へのグループ・インタビュー（オンライン）を行った。主な活動内容・方法は、食支援、マスクづくり、ICT を活用した職員相互応援など緊急かつ先駆的なものであった。また、2 月の「倉吉くらしの応援団事業」（倉吉市）の視察に続き、11 月には「滋賀の縁創造実践センター」（滋賀県）、「青森しあわせネットワーク」（青森県）にヒアリングを行った（オンライン、電話）。

また、8 月には東京都社会福祉協議会主催の公益活動実践報告会を視聴（オンライン）し、コロナ禍におけるさまざまな工夫を学ぶことができた。

3. 今後の研究における課題または問題点

上の実践は、コロナ禍だからこそ生じたニーズへの緊急的対応が主であったが、以前から協力しあって日常的ニーズの充足を行っていたからこそ迅速・柔軟な対応ができたと言える。

社会福祉法人によるこうした取組みは、一部の法人では長年取組まれているものの、全国規模に拡大したのはまだここ数年のことであり、まだ萌芽期にあると言える。次なる課題としては、データをさらに蓄積し、対応しているニーズおよび支援方法や実施・運営形態の分類などが挙げられる。これらを紹介・バックアップするサイトなども増えつつあるので、それらも参照しつつ、分析や課題提起を行っていきたい。

発表論文・著書

- 1) 前田佳宏（2018）「社会福祉法人の公益的な取組における協議体の機能について―大牟田市の取り組みを事例について―」日本地域福祉学会『地域福祉実践研究（第9号）』p.23-28
- 2) ――（2020）「社会福祉法人の地域における公益的な取組の活用について―自立相談支援機関との連携事例の分析から―」日本地域福祉学会『地域福祉実践研究（第9号）』p.28-35
- 3) 谷口郁美・永田祐（2018）『越境する地域福祉実践―滋賀の縁創造実践センターの挑戦―』全国社会福祉協議会
- 4) 東京都社会福祉協議会（2019）『ゆるやかに紡ぐ―社会福祉法人の地域における公益的な取組み―』

社会保障法制における食の位置付けに関する規範的考察

伊奈川秀和（社会学部社会福祉学科）

1. 研究の背景

生存権保障にとって、「食」は衣食住という言葉が象徴するように必須の要素である。このことは生活保護の生活扶助のみならず、老齢基礎年金の水準が食も含めた全国消費実態調査のデータを参考にしながら設定されたことからもうかがわれる。ところが、医療保険や介護保険では、場合によると食費と居住費を給付本体から外した上で、低所得者を対象に負担軽減や補足給付等がなされるという法律の建て付けが存在する。確かに食費等がサービス利用者でなくとも日常生活で支出される費用であることからすれば、それらを原則自己負担という考え方には一定の理由がある。

ところが、医療保険の診療報酬、介護保険の運営基準等に目を向けると、サービス提供主体を拘束する食や居住に関する規制が存在している。その結果、保険給付からは外しながらも、食や居住の問題を利用者と事業者の当事者（契約関係）に委ねるのではなく、社会保障法としての規範が及ぶことになる。実際、サービスの質の向上という点で、食と居住はサービス受給者にとって重要である。

このように食や居住の社会保険制度上の取扱いには不整合な部分があるのは否めない。それだけに、食等の問題を如何に規範的に整理するかは、重要な問題である。さらに、この問題は社会保障給付費の抑制とサービスの質の向上という二律背反しがちな命題とも関わっており、そのこととも踏まえた規範面からの検討が必要となる。

2. 調査報告および研究報告

前述の規範的な研究として、本年度は、昨年度までのサービスの需給調整の側面からの事業者規制についての研究を深化させることに注力した。特に本年度は、サービス提供事業者の法人法制、組織のガバナンス、リスクマネジメント等の組織経営の側面からの研究を進めた。そこには、運営基準等を設け報酬制度で縛ったとしても、サービスの質向上が事業者の組織、業務等に内在化されなければ、その実を上げることができないという問題意識がある。また、社会保険の規範的側面についても、サービスの需給調整、その関係での事業者の総量規制等の研究を進めた。そこには、総量規制等が新規参入の障壁となり、財政面では有効であるとしても、サービスの質向上にはつながらないかもしれないという問題が潜んでいる。

これらは、社会保険の原理論とサービス提供主体の運営論の両面から研究である。食も社会保障全体の中に整合的に位置付けられ必要があることから、今年度の研究では、食の問題に影響するであろう社会保障全体の理論の構築を目指すことを優先した。これらの研究成果の一端は、本年度発表した著作の中にもその一端を反映させている。

3. 今後の研究における課題または問題点

福祉・医療サービスは、市場原理のみに委ねることができない分野であることから、財政逼迫の中でサービスの質の確保・向上を図ることは、日本のみならず世界的な課題といえる。この点、OECDの2020年の報告書(The effectiveness of social protection for long-term care in old age : Is

social protection reducing the risk of poverty associated with care needs ?) においても、介護サービスに係る食費及び居住費の負担問題が検討されている。我が国と同様に、食費及び居住費の利用者負担を導入している国は多いが、それをどのように制度体系に位置付けるかは一様ではない。結果として、食や居住の扱いに一貫性を欠くことにもなる。それだけに、諸外国の制度やその違いを考察することにより、有益な示唆が得られる可能性がある。その点で、今後は、我が国のみならず諸外国の制度にも目を向ける必要があると考えている。とりわけ介護サービスは、諸外国でも制度の見直し、多様な主体の参入が著しい分野であり、次年度は、介護サービスを中心に国際比較の視点も入れた研究を行うようにしたい。

発表論文・著書

- 1) 伊奈川秀和（2020 年）「福祉・医療サービスにおける経営主体に関する考察」『福祉社会開発研究』12 巻 p15－28
- 2) 伊奈川秀和（2020 年）『＜概観＞社会保障法総論・社会保険法 [第 2 版]』信山社
- 3) 伊奈川秀和（2020 年）『＜概観＞社会福祉法 [第 2 版]』信山社
- 4) 伊奈川秀和（2020 年）『＜概観＞社会福祉・医療運営論』信山社

早坂聡久（ライフデザイン学部生活支援学科）

1. 研究の背景

厚生労働省が示した「2040 年を見据えた社会保障の将来見通し（議論の素材）」（2018 年 5 月 21 日）では、2040 年の就業者数全体は 5,654 万人で 2018 年度から 926 万人も減少するなかで、就業者全体のうち 16.5～18.9%が医療福祉分野へ従事する必要があるという。

換言するまでもなく、介護職員がいなければ現行の仕組みは維持できない。このままでは、いずれ介護保険制度は介護職員不足で立ち行かなくなることが懸念されている。その状況は、既に地方の町村でみられつつあり、未曾有の人材不足にあり、かつ経営が厳しい訪問介護を中心に、地方の町村部から事業縮小や撤退といった状況が加速している。

自治体戦略 2040 構想研究会報告（2018）で示された、非居住地化する地域の増加、耕作放棄地の増加、空き家や所有者不明土地の増加、社会資本の維持管理問題といった地方の町村が直面する諸課題とともに、特に中山間地域においては、集落機能の維持が困難になるような低密度化が進む中で、いかにして高齢者の介護や健康を支えるかは大きな課題となっている。

2. 調査報告及び研究報告

前述の研究課題に対応すべく、既に高齢化と人口減少が進んでいる離島や僻地が抱えている高齢者の健康や介護の問題や当該町村の取組等を視察するとともに、関係者へのヒアリング調査を 2018 年度より実施している。

本年度は秋田県横手市（旧山内村）と長崎県壱岐市（壱岐市）のヒアリングを行うとともに、昨年度調査視察を行った北海道足寄町（人口 6928 人、高齢化率 38.9%）の地域包括ケアシステム構築についての補足調査（オンライン）と事例検討をすすめた。

「北海道足寄町の医療介護連携システム」について

同町の取組の特徴は、同町前町長の公約でもあり、同町が推進した「医療介護福祉の連携システム構築」を官民協働で構築した点にある。

そのポイントは 3 点に集約できる。

まず、第一に、国保病院（60 床）、民間病院（50 床）、クリニック 1 ヶ所を再編し、入院病床は国民健康保険病院が担いつつ、民間病院を老健 50 床に転換し、民間クリニックが老健と訪問診療と在宅療養者の支援を担う体制に転換している。民間病院を老健 50 床に転換することを含め、医療法人の経営のあり方について時間をかけて（約 1 年）議論を重ねている。同町の医療介護の連携システムに民間医療法人を巻き込み、専門職間の業務連携を導いている。

第 2 に、医療連携のシステム構想の検討会を開催した点にある。平成 24 年から開始した検討会は、職種・他機関の専門職がボランティアにつながり議論を重ねた（国保病院の参事役が中心となって開催）。この検討会は、2 週に 1 回程度（毎週行った頃もあった）、特養職員、役場職員、保育所職員等、多職種・多機関の主要な専門職が参画してつくっていた。そのプロセスが重要であり、そういった人のつながりが、その後の専門職連携の体制を導いていた。

専門職間の連携としては、高齢者福祉に係る相談窓口を一元化的に運用している。具体的には、国保

病院地域医療連携室に役場の総合支援相談室（地域包括支援センターを含む）の職員が派遣（H25～）され、相互に相談業務にあたる体制を構築している。地域医療連携室へ相談しても、地域包括支援センターに相談しても、どちらでもつながる点において、医療ニーズと介護ニーズをシームレスにつないでいる。また、国保病院、民間医療機関の連携のみならず、後述の「むすびれっじ」、特養（町立）、各種在宅サービス（社協運営）等の連携が良く、情報共有を図るための総合記録シートを用いるなど専門職間で顔の見える連携がなされている。

第3に、同町の介護サービス提供に係る公的役割が強い点にある。民間事業者の参入が厳しい同町では、社協が居宅、訪問介護、デイサービスといった主要な居宅サービスを経営している。また、町にある特養は町立であることもあり、多くのサービスが官民協働で管理・運営されている点において、行政主導で構築されている保健医療福祉の支援システムが特徴となっている。

そうした中で、前述の医療連携のシステム構想の検討会の中で、ケアマネジャーから直ぐに入れるシェルター機能が必要であることが提案され（要介護認定の前に入れるとか、農業繁忙期、急な入院、越冬等）、施設か在宅かではなく、フレキシブルに利用できるシェルターを置くアイディアとなり、越冬時期や制度の谷間ニーズに対応できる「生活支援長屋」の設置が構想された。そして、認知症高齢者グループホーム、小規模多機能型居宅介護施設、地域交流施設を併設した高齢者等複合施設「むすびれっじ」として平成26年に建設された（町立施設、GHと小規模多機能型居宅介護は社協が指定管理）。

運用状況も良く、多様な事例に対応できている。近年では、要援護高齢者（末期癌）の終末期に家族と過ごし専門職支援により看取りも行っている。

地方公共団体と国保病院が中心となり、公的責任のもとで政策的な形作りを行い、多職種・多機関が連携して地域包括ケアシステムを構築している。僻地における一つのモデルであろう。

3. 今後の研究における課題または問題点

福祉分野の「地域包括ケアシステム構築」は医療分野の「効率的かつ質の高い医療体制の構築」とセットで推進されることが求められているが、病床再編と医療介護連携の構築について好事例が少ないのが実態である。そして、市場価値が低い介護大手を含む民間営利セクターの参入が難しい地域における地域包括ケアシステム構築は、人口減少が加速している地方の町村が抱える共通課題となっている。

今後も、離島・僻地の実地調査を行いつつ、量的調査を併用した地域包括ケアシステム構築や地域共生社会実現に向けた課題に係る研究を行っていきたい。

発表論文・著書

- 1) 早坂聡久「貧困家庭の子どもの保育所利用をめぐる」、南野奈津子・結城康博編『地域で支える 子どもの貧困 これからの地域連携の課題と実践』ぎょうせい（2020）
- 2) 早坂聡久「実習施設・機関等の経営やサービスの管理運営の実際」、伊藤新一郎、添田正揮、渡辺裕一編『ソーシャルワーク実習指導・実習』中央法規（2021）
- 3) 早坂聡久「適切な福祉サービスの管理」、石川久展、武居敏、松原由美編『福祉サービスの組織と経営』中央法規（2021）

朝型夜型指向性と平日および週末の血糖変動との関連

吉崎 貴大（食環境科学部食環境科学科）

1. 背景・目的

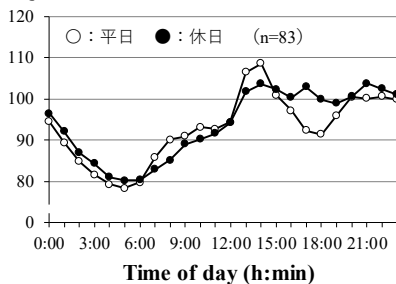
社会生活の 24 時間化にともない夜型の生活リズム（睡眠や食生活）を持つ者が増加している。日常生活において夜型指向性を持つことは食事の質が低いことと関連するだけでなく (Sato-Mito et al. 2011a; Sato-Mito et al. 2011b; Yoshizaki et al. 2016)、食事の摂取タイミングとも関わる可能性が明らかになってきている。しかしながら、実際に日常生活下における血糖変動を確認しながら、朝型夜型指向性と食生活との関連を明らかにした報告はない。そこで、本研究は日常生活下における食事摂取状況および血糖変動を把握し、朝型夜型指向性との関連を明らかにすることとした。

2. 方法・結果

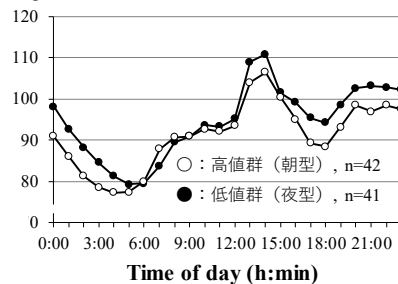
対象は関東近郊の大学に属する健康な成人 87 名とした。なお、本研究は東洋大学倫理審査委員会による承認を得た上で実施した。また、参加者には予め研究の目的と手順を十分に説明し、書面による同意を得た。研究デザインは横断研究とした。対象者には連続した 7 日間にわたって腕時計型のアクチグラフ（マイクロ・モーションロガー時計型, Ambulatory Monitors Inc.）を非利き腕に装着すること、間質液中のグルコース濃度を把握できるセンサー（Free Style Libre Pro, Abbott 社）を上腕に装着すること、さらには食事記録への回答を依頼した。自記式質問票では性、年齢、身長、体重等に関する一般的特性や朝型夜型指向性を含む調査票を作成し、全参加者から回答を得た。朝型夜型指向性の評価には、日本語版 Morningness-Eveningness Questionnaire（以下、MEQ）を用いた (Baehr et al. 2000; Horne & Ostberg 1976; Ishihara et al. 1984)。解析では 7 日間の血糖変動のデータに欠損のある 3 名を除き、MEQ スコアの低値群 41 名（29-49 点）および高値群 42 名（50-66 点）で、平日および週末の血糖変動を可視化した。

その結果、全体（a）において午前中の時間帯の間質液中のグルコース濃度は他の時間帯に比べて低く、休日は昼食および夕食時のピークが明確でないことがわかった。また、平日（b）において、夜型の者の夕方以降の時間帯は高い値で推移していた。平日（b）および休日（c）ともに、朝型の者に比べて夜型の者では、夜間において血糖変動が最下点に達する時間が遅かった。

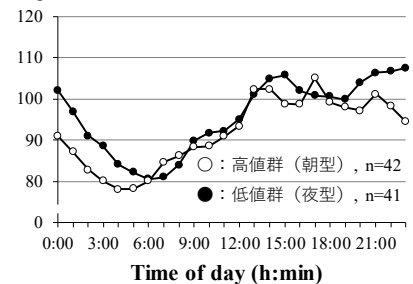
a) 全体における平日と週末の血糖変動 (mg/dL)



b) 朝型夜型指向性別の平日の血糖変動 (mg/dL)



c) 朝型夜型指向性別の週末の血糖変動 (mg/dL)



3. 今後の検討内容

今後の検討では、日常生活下における食生活（特にタイミングおよび食事の質）、睡眠と血糖変動との関わりを明らかにし、さらには血糖変動の不規則さと健康指標との関連を明らかにする。

＜健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究＞

ライフイノベーション研究所 研究員
食環境科学部健康栄養学科 宮越 雄一

【概要】

生活習慣病は健康寿命を縮める主な原因になっているため、生活習慣病の発症の第1次予防の重要性は極めて高い。そこで、本研究グループでは、「健康寿命を縮める主な原因になっている生活習慣病の予防に関する研究」を行うこととした。

【若年者における下腿部静脈血管伸展性と安静時血圧の関連性（大上 安奈）】

健康な若年者における下腿部静脈血管伸展性と安静時血圧の関連性を検討した。その結果、血圧が正常範囲内の男女ともに、下腿部静脈血管伸展性と収縮期血圧の間に負の相関関係がみられる傾向が示された。

【通電刺激が後肢不動化ラットの骨形成に及ぼす効果（大迫 正文）】

本研究では、高周波（80 kHz）の電流を搬送波として用いた低周波治療器を用い、異なる周波数の搬送波を用いて経皮通電刺激による骨吸収の抑制効果を比較、検討することを目的とした。加重低減によって引き起こされた骨量減少に対しては、直流の通電刺激に 60kHz 以上の周波数の搬送波を用いることによって、安全で明瞭な抑制効果が得られることが理解された。

【健康な食生活を実践するための因子の検討－視覚が味覚に及ぼす影響－（大瀬良 知子）】

味覚の調整は食欲コントロールに結び付くことから、本研究では、りんごに着色した色による味覚への影響について検討した。大学生を対象とした着色したりんごを用いた試験では、同じ味のコンポートを評価しているにも関わらず、甘味以外で感じ方が異なったことから、視覚は味覚に影響を与える可能性が示唆された。

【一過性運動後の血漿ホモシステインおよび酸化型アルブミン比に及ぼす影響（太田 昌子）】

本研究では、一過性運動が血漿ホモシステインと酸化型アルブミン比に及ぼす影響や、遺伝子多型の関連について把握することを目的とした。65%HRreserve, 40 分間の一過性一定負荷自転車運動を行ったとき、運動 30 分後に血漿 Hcy 濃度が有意に増加し、90 分後も高濃度を維持していた。さらに、運動 90 分後には、血中酸化型アルブミン比の有意な増加が見られた。これらのことから、一過性の高強度運動直後は、一時的に、酸化ストレスに暴露されやすい環境であることが示唆された。

【抗がん剤の増強効果を示すファイトケミカルの検討（加藤 和則）】

ファイトケミカルは、抗がん剤の副作用の軽減かつ健康の向上が期待できるのではないかと考え、これまで未検討だったファイトケミカルの効果に関して研究を行った。ヒト食道がん細胞 TE-2 に対して、抗がん剤の MMAE と Mangostin または 5-7 Dimethoxy Flavone を併用し in vitro での抗腫瘍効果を検討した結果、がん細胞の増殖抑制効果の向上が認められた。さらに Mangostin また

は 5-7 Dimethoxy Flavone は、膵臓がん細胞に対しても同様の抗がん剤増強効果を示したことから、この 2 種類のファイトケミカルは使用抗がん剤の投与量を減量でき、がん患者の健康寿命を延伸する可能性が示された。

【植物の抗酸化物質と酸化ストレスから保護される生体分子の探索（清水 文一）】

本年度は抗酸化物質の一つであるスコポレチンを生産しない植物における核酸塩基酸化物の検出系の確立を進めた。これにより、植物組織の受けた酸化ストレスを定量化できる。具体的にはグアノシンの酸化物である 8-OHdG の検出定量を進めた。

【マウス皮膚線維芽細胞の暑熱応答に関する研究（根建 拓）】

本研究では皮膚老化の理解および制御を目指し、暑熱依存的なマウス真皮線維芽細胞の細胞応答を解明することを目的とした。本研究結果は、皮膚への暑熱刺激は、真皮線維芽細胞の分泌プロファイルを変化させ、皮膚老化を促進する可能性を示している。また、真皮線維芽細胞への 41℃までの暑熱負荷はコラーゲン産生を促進するなど一部良好な影響も見られるが、42℃での暑熱負荷はコラーゲントーンオーバーを抑制することで老化を促進する可能性が示唆された。

【甘柿と渋柿の結実・収穫適時・過熟期の抗酸化能の変動（林 清）】

フリーラジカルや活性酸素による酸化ストレスは、ガンをはじめとする生活習慣病に大きく関与していると言われており、様々な食品や食品成分の抗酸化能が多数報告されている。一方、農産物では皮、実、種といった部位によって、さらには収穫時期により抗酸化能が異なることが推察されることから、甘柿、渋柿を対象に、開花・結実・過熟過程における抗酸化能の変化を測定した。その結果、抗酸化能は甘柿の果実では 500~5 μ molTE/g、渋柿の果実では 526~250 μ molTE/g と大きく変動することを明らかにし、抗酸化能に寄与する成分としてタンニンが推察された。

【酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価（宮越 雄一）】

酸化ストレスマーカーである 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG)を用いて、ラジカルスカベンジャーにより、*p*-aminophenol と Fe³⁺による 8-OHdG 生成が抑制されるかどうかについて検討した。ラジカルスカベンジャーであるエタノール、マンニトール、DMSO、およびギ酸ナトリウムは、各々 8-OHdG の生成量を抑制した。

【前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん予防法の構築（矢野 友啓）】

NK 細胞の持つ前立腺がん幹細胞に対する選択的殺細胞効果に基づく新たな前立腺がん予防法構築の可能性を検証した。その結果、NK 細胞は前立腺がん幹細胞に対する選択的な殺細胞効果を持つことを明らかにし、その殺細胞効果に関与するシグナル分子系を絞り込むことに成功した。

酸化ストレスマーカーを用いた活性酸素による健康影響評価

宮越 雄一（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

生活習慣病の原因の一つとして、活性酸素の関与が考えられている。生体内で過剰に活性酸素が生成された場合には、がん、心疾患、脳血管疾患、糖尿病、動脈硬化などの生活習慣病や老化促進、神経変性疾患などを引き起こすことが報告されている。このような様々な病態に活性酸素が密接に関与することから、活性酸素による酸化ストレス状態を早期に把握する酸化ストレスマーカーとして、活性酸素による DNA 損傷（酸化的 DNA 損傷）の 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) が広く利用されている。

そこで酸化ストレスマーカーである 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) を用いて活性酸素による健康影響を評価することにより、生活習慣病の予防・悪化防止さらに健康寿命の延伸に寄与することが期待できる。

2. 調査報告および研究報告

8-OHdG の測定には、ELISA 法（enzyme-linked immunosorbent assay 酵素免疫測定法）が広く利用されており、本研究では、ラジカルスカベンジャーであるエタノール、マンニトール、DMSO（dimethyl sulfoxide）およびギ酸ナトリウムにより、*p*-aminophenol と Fe^{3+} による 8-OHdG 生成が抑制されるかどうかについて検討した。8-OHdG 生成の陽性対照物質である *p*-aminophenol、 Fe^{3+} 、DNA およびラジカルスカベンジャーを反応後、nuclease、alkaline phosphatase で処理した後、ELISA 法を用いて 8-OHdG を測定した。

エタノール、マンニトール、DMSO、およびギ酸ナトリウムは、各々 8-OHdG の生成量を 88%、95%、95% および 94% 抑制した。8-OHdG はヒドロキシラジカル ($\text{OH}\cdot$) により生成されるため、これらのラジカルスカベンジャーはヒドロキシラジカル ($\text{OH}\cdot$) を消去することが示唆された。

3. 今後の研究における課題または問題点

8-OHdG は HPLC でも検出できるので、HPLC でも測定を予定している。また、他の活性酸素を発生する化学物質や抗酸化物質などについても、引き続き検討していく予定である。

文献

- 1) Kasai H. et al. (1984) 『Detection and identification of mutagens and carcinogens as their adducts with guanosine derivatives.』 12 (4), p.2127-2136, Nucleic Acids Res.
- 2) Miyakoshi Y. et al. (1998) 『Mutagenicity of *p*-aminophenol in *E.coli* WP2uvrA/pKM101 and its relevance to oxidative DNA damage.』 415, 139-50, Mutation Research
- 3) Saito S. et al. (2000) 『Quantative determination of urinary 8-hydroxyguanosine (8-OHdG) by using ELISA』 107, p.39-44, Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol.
- 4) Kasai H. et al. (2001) 『Analysis of 8-hydroxydeoxyguanosine as a marker of oxidative stress.』 194, p.10-16, Foods Food Ingredients J.

前立腺がん幹細胞を標的とした新たな前立腺がん予防法の構築

矢野 友啓

(食環境科学部食環境科学科)

1. 研究の背景

前立腺がん発生及び再発の原因である前立腺がん幹細胞を標的とした新たな予防法を構築することが、根本的な前立腺がん予防法開発につながることを推測される。我々の今までの研究で大豆由来成分等の機能性食素材に前立腺がん幹細胞に分化誘導する作用があり、その結果、前立腺がん幹細胞の薬剤抵抗性の軽減等幹細胞性が低下することが明らかにしてきた。しかし、この分化誘導法だけでは前立腺がん幹細胞の完全除去は困難であることが示唆され、完全な前立腺がん予防法を構築するため、新たな前立腺がん幹細胞除去法を考案する必要がある。一方、自然免疫の中心的役割を担うナチュラルキラー（NK）細胞は、通常のがん細胞よりがん幹細胞を比較的选择的に認識し、攻撃することが近年報告された。我々はこの報告に着目し、NK細胞のがん幹細胞を選択的に認識し、攻撃する方法論を開発できれば、前立腺がん幹細胞の根本的な除去は可能になり、新たな効果的な前立腺がん予防法構築につながると考えた。このような背景に基づき、本研究では、NK細胞のがん幹細胞的选择的な攻撃力に基づいた新たな前立腺がん予防法の可能性を検証することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

ヒトホルモン依存性前立腺がん細胞株(LNCaP細胞)より樹立した前立腺がん幹様細胞とヒトNK細胞株(KHYG-1細胞)の共培養系を樹立し、NK細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果を検証した。その結果、NK細胞は通常の前立腺がん細胞に比べて、前立腺がん幹様細胞に対して有為な殺細胞効果を示し、NK細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果が明らかになった。また、NK細胞及び前立腺がん幹様細胞と通常の前立腺がん細胞に発現しているいくつかの殺細胞効果や抗殺細胞効果に関係する分子をqRT-PCRおよびFACSで解析したところ、NK細胞の殺細胞効果に関与しているシグナル分子であるNKG2D系及びtrail系が、前立腺がん幹様細胞に高発現しており、これらの殺細胞効果に関与するシグナル系がNK細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に関与している可能性が示された。

3. 今後の研究における課題または問題点

今回の結果から提示されたNK細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に関与する可能性がある候補シグナル分子系について、どのシグナル分子系に関与しているかを明らかにした上で、特定されたシグナル分子を活性化する機能性食素材をスクリーニング

グすることが、NK 細胞の前立腺がん幹様細胞に対する選択的な殺細胞効果に基づく新たな前立腺がん予防法を構築するために、重要になる。

発表論文・著書

Daiki Endo, Saki Kaneko, Kyota Ishii, Kakeru Kohno, Ayami Sato, Nantiga Virgona, Tomohiro Yano. 2020. The Effect of Bowman-Birk Inhibitor from Soybeans on the Sensitivity of Prostate Cancer Stem-like Cells to Anti-androgen Agent. Food Science and Technology Research. 26(4):553-559.

学会発表

Taiga Seki, Tomohiro Yano, NK cells can selectively target prostate cancer stem-like cells. The 78th Annual Meeting of Japanese Cancer Association, 2020.9.26-30, Kyoto, Japan

通電刺激が後肢不動化ラットの骨形成に及ぼす効果

大迫 正文 (ライフデザイン学部健康スポーツ学科)

1. 研究の背景 50 Hz、200μsec

骨粗鬆症の薬物療法にはビスフォスフォネート¹⁾や抗ランクル抗体²⁾などが多く用いられているが、それには副作用があることが示されている。一方、通電刺激には副作用がなく、安全な物理的療法として広く用いられている。しかし、その効果は従来型の低周波治療器では得られにくく、最近開発された、高周波(80 kHz)の電流を搬送波として用いた低周波治療器では顕著な効果が認められている^{3,4)}。しかし、その搬送波周波数の違いが、骨量維持にどのような影響をもたらすかについては報告がない。本研究では後者の装置を用い、異なる周波数の搬送波を用いて経皮通電刺激による骨吸収の抑制効果を比較、検討することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

7 週齢のウィスター系雄性ラット 40 匹を用い、それらを無作為に後肢懸垂群 HS、後肢懸垂通電群 TE および対照群 CO に分類し、さらに、TE は搬送波周波数の違いにより TE40、TE60、TE80 に分けた。HS および TE は、ラットの尾部を天井から 2 週間吊した。TE は、低周波治療器(大島製作所製、Bio Trainer1)を用いて、大腿遠位部の左右から通電刺激(直流 60V、50 Hz、200μsec)を 10 分/日、5 日/週、2 週間行った。搬送波周波数は群により 40、60 または 80kHz に設定した。実験期間終了後、各群のラットを安楽死させ、大腿骨を摘出し、それらを組織学的に分析した。海綿骨の骨梁の太さは同様であったが、TE60 と TE80 の骨梁は CO よりも細いが、TE40 に比べれば太いものが多く認められた。また、骨梁の配列状態については、TE60 および TE80 の骨梁は上下方向に規則的に配列したが、TE40 は不規則であった。交流の搬送波は、その基本となる直流電流に交流電流を併せて生体を刺激するために開発されたものであり、この搬送波の周波数が高い方電気刺激は、皮膚表面から深部にまで到達すると考えられている。しかし、本研究の結果は、TE60 と TE80 ではあまり変わらず、TE40 のみがあまり顕著な項が認められなかった。

以上のことから、加重低減によって引き起こされた骨量減少に対しては、直流の通電刺激に 60kHz 以上の周波数の搬送波を用いることによって、安全で明瞭な抑制効果が得られることが理解された。

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究では異なる搬送波周波数の骨量維持に及ぼす効果について検討したが、通電の条件としては直流の基本周波数や電圧も影響を及ぼす可能性があり、様々な通電条件での効果について検討することが今後の課題として残された。

文献

- 1) 竹内靖博(2005) ビスフォスフォネート. 日本内科学会雑誌 94 : 696-701.
- 2) 保田尚孝. :骨粗鬆症に適応が拡大された抗 RANKL 抗体. 日本臨床免疫学会会誌 36: 209-216,2013.
- 3) Kobayashi M.,Mochizuki M.Ohsako M.(2020) Effects of transcutaneous electrical stimulation of different voltage on structure of femur in hind-limb suspended rats. J.Human Life design 15:131-140.
- 4) Mochizuki M., Kobayashi M.Ohsako M.(2020) Study in effects of acupuncture and transcutaneous electrical stimulations on structure of tibial articular cartilage in tail-suspended rats. J.Human Life design 15:195-203.
- 5) 中井真悟, 吉良裕一郎, 大迫正文. "ラット大腿骨の骨構造に種々の電気刺激が及ぼす影響の比較." 大学院紀要 54 (2017): 291-301.

マウス皮膚線維芽細胞の暑熱応答に関する研究

根建 拓（生命科学部応用生物科学科）

1. 研究の背景

現在、世界的な外気温の上昇や都市部におけるヒートアイランド現象は加速し続けており、これら地球温暖化が人体へ及ぼす影響が懸念されている。外気温上昇の影響をはじめに直接的に受け取るのは皮膚組織である。その大部分を占める真皮層は細胞外マトリクスが強固な構造を形成しており、表皮組織および皮下脂肪とタイトなコミュニケーションをとりながら生体保護の役割を果たす。近年、暑熱刺激による皮膚の老化促進が報告されたが、その詳細については明らかにされていない。そこで、本研究では皮膚老化の理解および制御を目指し、暑熱依存的なマウス真皮線維芽細胞の細胞応答を解明することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

まず、2週齢の C57BL/6 マウス皮膚より真皮線維芽細胞を単離・培養し、暑熱負荷による暑熱マーカー遺伝子 *HSP α* の遺伝子発現を確認した。次に、マウス真皮線維芽細胞における暑熱依存的な分泌因子プロファイル変化をサイトカインアレイ法により解析した。その結果、暑熱刺激によって CXCL1 (KC), M-CSF, TIMP-1, TNF- α など炎症性サイトカインの分泌が有意に増加することが明らかとなった。これらのサイトカインやケモカインの中で CXCL1 (KC) は他細胞において細胞老化を誘導する *p16* の発現を増加させ、早期老化を誘発することが報告されている。そこで、暑熱刺激処理群の培養上清を無処理のマウス線維芽細胞に添加したところ老化マーカーである *p16* 遺伝子発現が上昇することが示唆された。本研究結果は、皮膚への暑熱刺激は、真皮線維芽細胞の分泌プロファイルを変化させ、皮膚老化を促進する可能性を示している。

また、先述したサイトカインアレイによって、暑熱刺激によりコラーゲン分解を阻害することで知られている TIMP-1 分泌が有意に増加していることが明らかとなった。さらにコラーゲン分泌酵素である MMP-13 の遺伝子発現が減少する傾向も観察された。他の実験結果もあわせると、真皮線維芽細胞への 41℃ までの暑熱負荷はコラーゲン産生を促進するなど一部良好な影響も見られるが、42℃ での暑熱負荷はコラーゲントーンオーバーを抑制することで老化を促進する可能性が示唆された。

3. 今後の研究における課題または問題点

本年度の研究で、42℃ 程度の暑熱刺激は、上記 2 つのメカニズムを介して皮膚老化を促進している可能性が示された。今回研究に用いた C57BL/6 マウスは、ヒトと比較して暑熱に対する感受性が高いため、今後ヒト細胞などを用いた研究が重要となる。また、暑熱による皮膚線維芽細胞の分泌因子プロファイル変化が表皮組織および皮下脂肪の機能にどのような影響を与えるかについても解析が必要な段階である。皮膚機能の低下は、創傷治癒の遅延や褥瘡の増加など QOL を大きく損ねるとともに健康寿命の短縮に寄与するため、今後も研究を継続していく必要がある。

学会発表

1) 中島翼空、森彩乃、吉川綾乃、佐藤（石内）友里、根建拓「マウス真皮線維芽細胞における暑熱依存的なコラーゲン産生調節」日本農芸化学会 2021 年度大会、2021 年 3 月 18 日～21 日（オンライン開催）予定

植物の抗酸化物質と酸化ストレスから保護される生体分子の探索

清水 文一（生命科学部生命科学科）

1. 研究の背景

植物は光合成を始めとした高エネルギー反応をその細胞内で利用しているため、さまざまな酸化ストレスが体内で生じている。この酸化ストレスを解消するためさまざまな抗酸化物質を生産していることが知られている。

クマリン化合物は双子葉植物に広く見られる抗酸化活性を示す二次代謝産物で、ニンジンやサツマイモ、ジャガイモ、ダイコン、香料、生薬の原料とされるシナモンなど多くの食用植物に含まれており、
1) さまざまな生理活性を示す。しかしその抗酸化活性の効果に関しては植物体内だけでなく、ヒト体内においても不明である。

2. 調査報告および研究報告

本年度は抗酸化物質の一つであるスコポレチンを生産しない植物における核酸塩基酸化物の検出系の確立を進めた。これにより、植物組織の受けた酸化ストレスを定量化できる。具体的にはグアノシンの酸化物である 8-OHdG の検出定量を進めた。

3. 今後の研究における課題または問題点

核酸だけでなく、これまで進めてきた脂質の酸化物およびタンパク質の酸化物に着目し、植物の酸化ストレスの定量化と細胞内の局在を検討する。これにより抗酸化物質の果たす生理機能を明らかにする予定である。

発表論文・著書

1) Intake of Camelina Sativa Oil and Fatty Fish Alter the Plasma Lipid Mediator Profile in Subjects with Impaired Glucose Metabolism □ A Randomized Controlled Trial

Topi Meuronen, Maria A. Lankinen, Alexander Fauland, Bun-ichi Shimizu, Vanessa D. de Mello, David E. Laaksonen, Craig E. Wheelock, Arja T. ErkkilTM, Ursula S. Schwab, Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 159 102143 - 102143 2020 年 8 月 査読有り

2) Inflammatory response to dietary linoleic acid depends on FADS1 genotype.

Maria A Lankinen, □, Alexander Fauland, □ Bun-ichi Shimizu □, Jyrki ⊕gren, Craig E Wheelock, Markku Laakso, Ursula Schwab, □, Jussi Pihlajamki, American journal of clinical nutrition 109(1) 165 - 175 2019 年 1 月 査読有り

学会発表

なし

甘柿と渋柿の結実・収穫適時・過熟期の抗酸化能の変動

林 清（食環境科学部食環境科学科）

1. 研究の背景

フリーラジカルや活性酸素による酸化ストレスは、ガンをはじめとする生活習慣病に大きく関与していると言われており、様々な食品や食品成分の抗酸化能が、これまでも多数報告されている。一方、フリーラジカルや活性酸素を消去する能力といっても、対象となるラジカル種の差異や測定方法の差異などによって得られる結果が異なり、種々の食品間での抗酸化能の比較は容易ではない点や、農産物では皮、実、種といった部位によって、さらには収穫時期により抗酸化能が異なる点等が問題となっている。そこで、甘柿、渋柿を対象に開花・結実・過熟過程における抗酸化能の変化を測定した。

2. 調査報告および研究報告

刻んだ試料約 0.4g を 5mL 遠心チューブに入れ、重量の 4 倍の 80%エタノールを加え、試料を粉砕し抗酸化物を抽出した。DPPH と混合後、室温で 20 分放置し、マイクロプレートリーダーを用いて 490nm の吸光度を測定した。エクセルにより吸光度が 50%減少するときの試料量を求め、Trolox 当量に換算した ($\mu\text{molTE} / \text{g}$)。

次郎柿(甘柿)では、収穫前の着色前が最も高く、皮 $267 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、種 $588 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、実 $526 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、芯 $339 \mu\text{molTE} / \text{g}$ で抗酸化能のピークを迎え、徐々に低下した (図 1)。蜂屋柿(渋柿)では、収穫前の着色前で最も高い抗酸化能を示し、皮 $423 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、種 $1176 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、実 $541 \mu\text{molTE} / \text{g}$ 、 $287 \mu\text{molTE} / \text{g}$ でピークを迎え、徐々に抗酸化能は低下した。部位別で見ると、最も低い抗酸化能を示したのは芯であり甘柿と変わらなかったが、最も高い抗酸化能を示したのは、着色前では種、食べ頃近くの 72~78 日経過後では実であった (図 2)。抗酸化活性が甘柿と渋柿で大きく異なることから、柿の縮合型タンニン含有量を (+)-カテキンを標品とし測定したところ、次郎柿は $0.514\text{mg} / \text{g}$ 、蜂屋柿は $2.58\text{mg} / \text{g}$ であった。

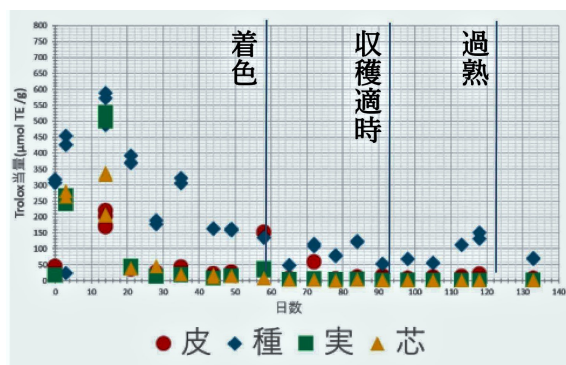


図 1 甘柿の結実～過熟期における抗酸化能の変動

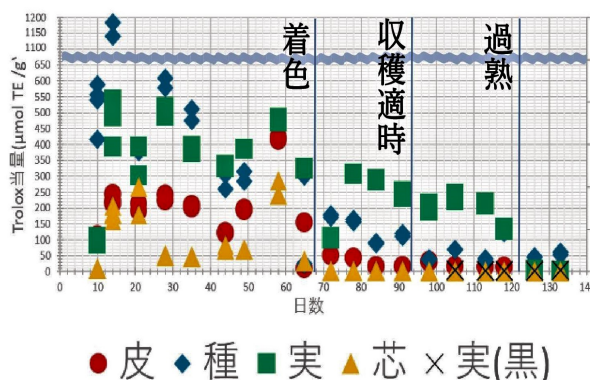


図 2 渋柿の結実～過熟期における抗酸化能の変動

3. 今後の研究における課題または問題点

柿の場合には、品種、収穫時期、部位により、抗酸化能は大きく変動することを明らかにし、抗酸化能に寄与する成分としてタンニンが推察された。一方、食事として摂取する抗酸化物質が生体内の酸化ストレス低減に有効である点や、抗酸化物質による健康影響を明らかにするための研究蓄積も重要である。

発表論文・著書・学会発表 なし

一過性運動後の血漿ホモシステインおよび酸化型アルブミン比に及ぼす影響

太田昌子（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

ホモシステイン（Hcy）はチオール基（SH 基）を有するアミノ酸であり、日本の死因上位を占める三大生活習慣病（悪性新生物、心疾患、脳血管疾患）や、高齢者に多い骨粗鬆症やアルツハイマー病との関連が報告されている^{1,2,3,4)}。Hcy の SH 基は反応性に富んでおり、血中 Hcy の 99%が SH 基を有するタンパク質やアミノ酸との結合体である。この結合体生成時に活性酸素（ROS）が生成され、酸化ストレス発生の原因となり得る。また、血中に最も多く存在するタンパク質であるアルブミンはその構造内にフリーの SH 基を有している。ゆえに、酸化的修飾を受けやすく、ROS によりアルブミン自身が酸化されることで、同時に生体内物質に対しての抗酸化物質としての役割を果たしている⁵⁾。そのため、アルブミンの酸化型/還元型の比は血中の酸化ストレスの指標として用いられている。

運動は生活習慣病の予防や改善、健康増進、競技力向上などの目的で行われており、心身へのメリットやデメリットについて多くの議論がされている。しかし、一過性の運動が血漿 Hcy 濃度の増加要因として報告されている⁶⁾。また、過度な運動は運動誘発性および血漿 Hcy 増加に伴う酸化的障害を起こすことが想定される。これらのことから、一過性の高強度運動を長時間実施した場合、エネルギー代謝に関与するビタミン B（V.B）群の不足も関連し、運動誘発性による血漿 Hcy 濃度や酸化ストレスマーカーの増加が推察される。血漿 Hcy の増加は、葉酸代謝内の酵素であるメチレンテトラヒドロ葉酸還元酵素（MTHFR）をコードする遺伝子の 677 番目のシトシン（C）がチミン（T）へ変異する MTHFR C677T 一塩基多型（SNP）との関連が深いことから⁷⁾、MTHFR C677T 遺伝子変異保有者では、運動前後の血漿 Hcy 濃度の変化量に顕著な差がみられることも考えられる。そこで、本研究では、一過性運動が血漿ホモシステインと酸化型アルブミン比に及ぼす影響や、遺伝子多型の関連について把握することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

東洋大学ヒト試験倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：TU2019-024）。東洋大学に所属する若年男女 29 名（男性 18 名、女性 11 名）を対象に 65%HRreserve, 40 分間の一過性一定負荷自転車運動を実施した。また、運動と同時刻に安静 40 分間のコントロールを設定した。採血は運動（or 安静）前、

運動 (or 安静) 30 分後および 90 分後の計 3 回を行い、血液試料とした。血液の測定項目としては Hcy, V.B₂, 葉酸、酸化型アルブミン比とした。加えて、唾液より MTHFR C677T SNP を判定した。

研究結果および考察：

65%HRreserve, 40 分間の一過性一定負荷自転車運動を行ったとき、運動 30 分後に血漿 Hcy 濃度が有意に増加し、90 分後も高濃度を維持していた。さらに、運動 90 分後には、血中酸化型アルブミン比の有意な増加が見られた。しかし、運動による V.B₂ や葉酸濃度の変動は認められず、MTHFR C677T SNP の遺伝子変異者において血漿 Hcy 濃度の変化はみられなかった。この結果は二点の新規知見を含んでいる。第一に、高強度運動後 30 分で血漿 Hcy は有意に増加することである。高強度運動後は血漿 Hcy の増加により、生体内に SH 基が多く存在する状況となることが示唆され、そのような状況が運動 90 分後まで持続されると、血中に最も多く存在するタンパク質であるアルブミンの酸化型としての存在比を増加させることが明らかとなった。抗酸化にも関与する還元型アルブミンの割合が減少し、酸化型の割合が増加することは、生体内の抗酸化力低下を示唆している。これらのことから、一過性の高強度運動直後は、一時的に、酸化ストレスに暴露されやすい環境であることが示唆された。次に、一過性の高強度運動後の血漿 Hcy 濃度への影響は、MTHFR C677T SNP により誘発される V.B 群の不足を凌駕する生体反応であることが分かった。

3. 今後の研究における課題および問題点

65%Heart Rate Reserve の運動強度にて 40 分間の一過性自転車運動を行った場合、血漿ホモシステイン濃度が上昇し、その濃度上昇が酸化型アルブミンの増加に関与することを初めて示すことができた。特筆すべき点は、一過性の高強度運動後 1 時間は、酸化ストレスに暴露しやすい環境であることを明確に示している点である。今後、生体内酸化ストレス軽減を目的とした栄養素や機能性成分を探索とした応用研究を実施する場合、運動直後の栄養管理が基幹となることを本研究は証明しており、採用した運動強度と手法は科学的根拠に基づいた評価手法の一つとなる。栄養科学分野において、本評価方法を元に、血漿ホモシステインの上昇を抑制する栄養素や機能性成分が見つかり、効果が期待できる摂取濃度が明確になれば、血漿ホモシステインの上昇がリスク因子となる生活習慣病の予防にもつながることが期待される。栄養科学分野への応用が、今後の課題である。

文献

1) Jun Xu, et al. Journal of Oncology. 2018. 2) David S. Wald, et al. British Medical Journal. 2002.

- 3) Qingting Hu, et al. Journal of Alzheimer' s Disease. 2016 4) Joye B. J., et al. N Eng J Med. 2004.
5) Makoto A. YAKUGAKU ZASSHI. 2014 6) Rafael D., et al. PLOS ONE. 2016. 7) Stephan Moll,
et al. Circulation. 2015.

謝辞：本報告書は、山崎倫生氏の修士論文を基に作成しました。山崎氏に深謝申し上げます。

若年者における下腿部静脈血管伸展性と安静時血圧の関連性

大上 安奈（食環境科学部食環境科学科）

1. 研究の背景

加齢や不活動に伴い静脈血管伸展性（柔らかさの指標）が低下することが報告されている^{1,2,3,4)}。また、健常な人と比較して高血圧症を有する人の静脈血管伸展性は低いことが示されており^{5,6)}、静脈血管伸展性の低下は高血圧症発症の要因の一つであると考えられている。しかしながら、血圧が正常範囲内の若年者における静脈血管伸展性と安静時血圧の関連性については明らかではない。そこで、本研究では、健康な若年者においても静脈血管伸展性が低い人ほど血圧が高いという仮説を検討することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

(1) 被験者

健康な若年男性 44 名（年齢 20.4 ± 1.2 歳，身長 171.2 ± 4.3 cm，体重 61.9 ± 7.2 kg，BMI 21.1 ± 2.4 ，最大酸素摂取量 41.6 ± 5.6 mL/min/kg）と若年女性 50 名（年齢 19.9 ± 1.0 歳，身長 158.0 ± 4.9 cm，体重 51.9 ± 6.1 kg，BMI 20.8 ± 2.1 ，最大酸素摂取量 35.6 ± 7.0 mL/min/kg）を対象とした。

(2) 実験手順とデータ解析

すべての被験者において、静脈血管伸展性および循環応答を測定した。静脈血管伸展性はプレチスモグラフィ法により測定した下腿部体肢容積変化から算出した。循環応答として収縮期血圧、拡張期血圧および心拍数を自動血圧計にて測定し、これらの値から平均血圧（＝拡張期血圧＋脈圧/3）とダブルプロダクト（＝収縮期血圧×心拍数）を算出した。静脈血管伸展性と循環応答の関連性を検討するために、Pearson の相関係数を求めた。

(3) 結果

表 1 男性および女性の下腿部静脈血管伸展性と循環応答の相関関係

	男性		女性	
	r	P	r	P
収縮期血圧	-0.294	0.052	-0.239	0.095
拡張期血圧	-0.030	0.849	-0.137	0.341
平均血圧	-0.120	0.438	-0.244	0.088
心拍数	-0.146	0.344	-0.123	0.393
ダブルプロダクト	-0.257	0.092	-0.265	0.063

男性において、下腿部静脈血管伸展性は収縮期血圧およびダブルプロダクトとの間に負の相関関係がみられる傾向にあった（表 1）。女性において、下腿部静脈血管伸展性は収縮期血圧、平均血圧およびダブルプロダクトとの間に負の相関関係がみられる傾向にあった（表 1）。これらの結果は、安静時の血圧が正常範囲内の健康な若年者においても、下腿部静脈血管伸展性と血圧（特に収縮期

血圧) の間に関連性がある可能性を示唆している。

3. 今後の研究における課題または問題点

男性および女性ともに被験者の人数を増やす必要がある。

文献

- 1) Hernandez JP, Franke WD. Age- and fitness-related differences in limb venous compliance do not affect tolerance to maximal lower body negative pressure in men and women. *J Appl Physiol* 97: 925-929, 2004
- 2) Monahan KD, Dinunno FA, Seals DR, Halliwill JR. Smaller age-associated reductions in leg venous compliance in endurance exercise-trained men. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 281: H1267-H1273, 2001.
- 3) Olsen H, Lanne T. Reduced venous compliance in lower limbs of aging humans and its importance for capacitance function. *Am J Physiol* 275: H878-H886, 1998.
- 4) Young CN, Stillabower ME, DiSabatino A, Farquhar WB. Venous smooth muscle tone and responsiveness in older adults. *J Appl Physiol* 101: 1362-1367, 2006.
- 5) London GM, Safar ME, Simon AC, Alexandre JM, Levenson JA, Weiss YA. Total effective compliance, cardiac output and fluid volumes in essential hypertension. *Circulation* 57: 995-1000, 1978.
- 6) Takeshita A, Mark AL. Decreased venous distensibility in borderline hypertension. *Hypertension* 1: 202-206, 1979.

抗がん剤の増強効果を示すファイトケミカルの検討

加藤 和則（理工学部 生体医工学科）

1. 研究の背景

“がん”は、食物・栄養、飲酒、喫煙、体格、感染等の生活習慣が原因で発症する疾患であり、日本における死因の第1位である。がんに対する主な治療法の一つに抗がん剤を用いた化学療法があるが、抗がん剤は細胞の分裂に障害を与え最終的にがん細胞を殺す作用があるが、分裂の盛んな正常細胞にも作用するために強い副作用が現れることが、健康寿命を縮める原因ともなっている。これまでの我々の研究において、柑橘由来のファイトケミカル“Nobiletin”が微小管重合阻害薬の抗腫瘍効果を増強し、使用する抗がん剤の量を半分に減量できることを示してきた。ファイトケミカルはがんを予防するだけでなく、抗酸化作用、免疫強化、動脈硬化の予防など様々なメリットを持つ機能性成分であるため、抗がん剤の併用で増殖抑制効果の向上が見込めれば、抗がん剤の副作用の軽減かつ健康の向上が期待できるのではないかと考え、これまで未検討だったファイトケミカルの効果に関して研究を行った。

2. 研究報告

がん細胞はTE-2(ヒト食道がん細胞)、SUIT-2(ヒト膵臓がん細胞)を使用した。ファイトケミカルは、マンゴスチン果皮由来の Mangostin、黒ショウガ・黒ウコン由来の 5-7 Dimethoxy Flavone、ブドウの果皮由来の Resveratrol、タマネギ由来の Quercetin、オレンジオイル由来の Sinensetin、柑橘由来の Hesperidin、Narirutin、Auraptene、Heptamethoxy flavone、サクラ由来の Herniarin、シークワサー果汁由来の Tangeretin、スダチの果皮由来の Sudachitin を用いた。また、抗がん剤は、微小管の働きを阻害することで細胞分裂を停止させ、がん細胞の増殖を抑制する MMAE を用いた。ヒト食道がん細胞 TE-2 に対して、MMAE と Mangostin または 5-7 Dimethoxy Flavone を併用し in vitro での抗腫瘍効果を検討した結果、がん細胞の増殖抑制効果の向上が認められた。その他にも Resveratrol、Auraptene、Sudachitin、Tangeretin、Sinensetin、Quercetin との併用では、若干ではあるが、増殖抑制効果の向上が見られたが、Heptamethoxy flavone、Hesperidin、Narirutin、Herniarin では、効果の向上が認められなかった。さらに Mangostin または 5-7 Dimethoxy Flavone は、膵臓がん細胞に対しても同様の抗がん剤増強効果を示したことから、この2種類のファイトケミカルは使用抗がん剤の投与量を減量でき、がん患者の健康寿命を延伸する可能性が示された。

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究で機能性が示された Mangostin（マンゴスチン由来）および 5-7 Dimethoxy Flavone（黒ウコン由来）の効果を証明するために、担がん動物モデルを用いた抗腫瘍効果と副作用軽減効果について検討を次年度に計画している。また有効性を示す Mangostin および 5-7 Dimethoxy Flavone の濃度における安全性を示すために、マウス単回・複数回投与による安全性試験を行う予定である。

学会発表

1) 加藤和則、PMF の新規生理活性の研究～癌と熱中症予防に向けて～、ノビレチン研究会（特別講演）、2020 年 12 月 12 日、オンライン学会（@愛媛大学）

健康な食生活を実践するための因子の検討ー視覚が味覚に及ぼす影響ー

大瀬良 知子（食環境科学部健康栄養学科）

1. 研究の背景

健康な食生活を営むことは、生活習慣病発症の一次予防に寄与する。日々の食事において、ヒトは視覚や嗅覚・味覚を統合して美味しさを判断している。視覚については、色が重要な要素となる。例えば、赤色が食欲に及ぼす影響について Genschow (2012)¹⁾らは抑制とする一方、奥田(2002)²⁾らは増進との研究結果を示している。これら2つの研究は方法や対象者の文化的背景が異なるため単純に比較することは出来ないが、相反する結果であることに違いない。また、パッケージや食器具の色が味覚に与える影響についての検討はされているが、食品そのものに着色した色が味覚に与える影響について検討された研究は数多く見られない。

2. 調査報告および研究報告

味覚の調整は食欲コントロールに結び付くことから、本研究では、りんごに着色した色による味覚への影響について検討した。りんご、調味料等、同一条件であるが、煮汁を食紅にて着色し、コンポートを作成した。試験 A では、黄、オレンジ、赤、試験 B は黄、黄緑、青のグラデーションについて、大学生各試験約 30 名に官能評価（SD 法）を行った。項目は、1.見た目 2.香り 3.硬さ 4.甘味 5.酸味 6.えぐみ 7.水っぽさ 8.食感 9.総合評価とした。統計解析は、Kruskal-Wallis 検定、Mann-Whitney U 検定を行い、有意水準は 5%とした。

試験 A：4 群間で有意差が認められた項目は、見た目、硬さ、えぐみ、食感、総合評価であった。

試験 B：4 群間で有意差が認められた項目は、甘味以外の 8 項目であった。

大学生を対象とした着色したりんごを用いた試験では、同じ味のコンポートを評価しているにも関わらず、甘味以外で感じ方が異なったことから、視覚は味覚に影響を与える可能性が示唆された。

3. 今後の研究における課題または問題点

食品そのものの色彩を変えることで味の感じ方が変わる可能性があり、今後さらなる検討が必要であるが、小児の好き嫌い改善や肥満患者への食欲抑制など食欲のコントロールに応用できる可能性が示唆された。明度や彩度、食品、対象となるライフステージを変化させ、実験を継続して実施していく予定である。

文献

1) Genschow O, Reutner L, Wanke M. (2012) The color red reduces snack food and soft drink intake. 58, 699-702, Appetite

2) 奥田弘枝 他, (2002) 食品の色彩と味覚の関係ー日本の 20 歳代の場合ー35, 2-9, 日本調理科学会誌 2002 学会発表

1) Tomoko Osera, et al, Factor-analytic structure of the food preference of children age 3-5 years for healthy eating in Japan, EUROSENSE 2020: 9th European Conference on Sensory and Consumer Research, 2020 年 12 月 7 日、オンライン開催

2) 大瀬良知子 他, 視覚が味覚に及ぼす影響ー大学生を対象とした着色りんごでの検討ー、第 91 回日本衛生学会、2021 年 3 月 7 日、オンライン開催

「アスリートの健康栄養管理法の構築と中高齢者の健康管理への応用」

研究グループ紹介

ライフイノベーション研究所 研究員

グループ責任者 岩本 紗由美

グループ B:

研究タイトル: アスリートの健康:コンディショニングへの取り組み調査

-トレーニング、休養・補食、競技力向上についての意識と食行動に対しての意識・知識-

研究メンバー: 杉田記代子、岩本紗由美 (ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(東京農業大学)

中島徹哉 (ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

研究概要: アスリートにとって競技力向上と健康状態を維持する目的のコンディショニングは非常に重要である。これまでアスリートのコンディショニング研究として大学陸上競技部女子長距離ランナーを対象に調査用紙を用いてコンディショニングへの取り組みと意識について調査した。しかし、競技特性により、コンディショニングへの認識や取り組み方、実際の運動負荷は異なるため、本年度は球技スポーツ女性アスリート、具体的にはバスケットボール、サッカープレーヤーを対象に同様の調査を行なった。これまでの食行動への意識とセルフエフィカシーを掘り下げ、食に対する知識についても調査を追加して実施した。今回得られた結果として、「エネルギー必要量を満たすために、すべてのアスリートがすべきこと」を選択する問題(84.6%)については正答率が高く、「より多くの筋肉をつけたい時に、より多くのたんぱく質を食べるように食生活を変える」(24.6%)、「減量したい時の食事の内容」(23.4%)についてであった正答率が悪かった。この結果より、エネルギーを摂取することへの理解はあるものの、アスリートとして体重や体組成を変化させていくときの具体的な知識がないことが示された。さらに、実際の運動負荷について、特にサッカーではポジションによって求められるランニングスタイル(スピード、スプリント頻度)、全走行距離が異なることが明らかとなった。これらの結果をまとめると、球技系アスリートのコンディショニング教育には、トレーニングで実際に使っているエネルギー供給系を理解してもらうことと正しい食事の知識を絡めて教育する必要があることが示された。

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究 ～個人データの分析～

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

中島徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

杉田記代子(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(東京農業大学)

1. 研究の背景

スポーツは競技特性によって求められる体力や動作が異なり、特にサッカーやラグビーのようなフィールド競技はそのポジションによっても求められる体力は異なる。このような背景から近年ではドローンを用いた試合中の映像やグローバルポジションシステム (GPS) を用いて、フィールド上でのフォーメーション、運動量として走行距離、スプリント回数などについて報告され、その情報をパフォーマンス向上のためのフィジカルトレーニング計画や実践に活用している例の報告がされている。しかし、その報告の多くは男性アスリートを対象にしており、本邦女性アスリートを対象にした報告はほとんど見られない。このような背景から本邦女性サッカー選手の試合時の走行距離やスプリント回数について明らかにされておらず、実際の試合での各ポジションにおける運動量特性は明らかになっていない。そのため女性サッカー選手を対象としたフィジカルトレーニングプログラムに反映できる情報は十分ではない。そこで、本研究では GPS 機器を用い、本邦女性サッカー選手の公式試合を対象にスピードゾーンを規定し、そのスピードゾーンでの走行距離の割合、1 分当たりの走行距離及びパワーイベント数を明らかにした。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

1) 対象

対象者はなでしこリーグ2部に所属するチームに在籍する選手2名(28.0±1.0歳)とし、選手Aのポジションはセンターバック、選手Bのポジションはサイドハーフである。分析対象は両選手がフル出場(90分)し、結果的に引き分けとなった公式戦の4試合とした。

2) 試合時の運動量の評価

試合中の走行距離やスピードは GPS 機器(Gpexe 社製)を用いた。分析にはスピードゾーンを 0-6km/h, 6-12km/h, 12-16km/h, 16-18km/h, 18-23km/h, 23km/h 以上の 6 分割を用い、試合時間 90 分における割合を求めた。パワーイベントは 18W/kg 以上で行った高強度運動の回数とした。分析項目は、総走行距離に対するスピードゾーンの割合、1 分間あたり

の走行距離とパワーイベントとした。

【結果】

選手 A、選手 B の4試合での各スピードゾーンでの走行距離の割合、及び4試合の平均値、標準偏差値、最大値、最小値を表1に示す。試合結果は全て引き分けであるが、選手 A、選手 B の各試合データ、平均値をみると選手 A より、選手 B が 16-18kn/h より速いスピードゾーン割合が高い傾向にある。各選手の最大値、最小値からは最終的な試合結果は引き分けという状況であっても試合展開によって走行距離に差が生じていることがわかる。

表1. 4 試合における両選手のスピードゾーン割合

	0-6kn/h		6-12kn/h		12-16kn/h		16-18kn/h		18-23kn/h		23kn/h+	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Game1	36.6	34.6	40.6	36.5	15.9	16.5	2.7	4.8	3.4	6.7	0.8	0.9
Game2	34.1	24.1	42.0	41.4	15.1	18.7	4.3	5.4	4.2	7.4	0.2	1.0
Game3	32.3	30.9	42.0	39.5	16.1	16.8	4.4	5.3	4.4	6.6	0.7	0.9
Game4	34.9	27.7	43.7	43.1	14.5	16.7	3.9	5.8	2.4	6.2	0.7	0.6
Mean	34.5	29.3	42.1	40.1	15.4	17.2	3.8	5.3	3.6	6.7	0.6	0.9
SD	1.5	3.9	1.1	2.4	0.6	0.9	0.7	0.4	0.8	0.4	0.2	0.2
Max	36.6	34.6	43.7	43.1	16.1	18.7	4.4	5.8	4.4	7.4	0.8	1.0
Min	32.3	24.1	40.6	36.5	14.5	16.5	2.7	4.8	2.4	6.2	0.2	0.6

各試合での 1 分当たりの走行距離及びパワーイベント数について選手 A、B の結果を図 1 に示す。1 分当たりの走行距離について選手 A では 92m/min, 97m/min, 99m/min, 98m/min、選手 B は 108m/min, 124m/min, 116m/min, 118m/min であり、選手 B の走行距離が多い傾向であることが示された。また、1 分当たりのパワーイベント数について選手 A では 1.25 回/min, 1.34 回/min, 1.24 回/min, 1.13 回/min、選手 B では、1.39 回/min, 1.68 回/min, 1.44 回/min, 1.52 回/min であり、選手 B のパワーイベント数が多い傾向であることが示された。

これらの結果をまとめると、選手 A はディフェンスであるセンターバックであり、選手 B は2列目であるサイドハーフであるため、より前列である選手 B がスピードの速いランニング、スプリントを繰り返していることが明らかとなった。この結果を踏まえ、ランニング系、及びエネルギー供給系のトレーニングプログラムを設定する際にはポジション特性を反映させたプログラムの計画が必要であることが示唆された。

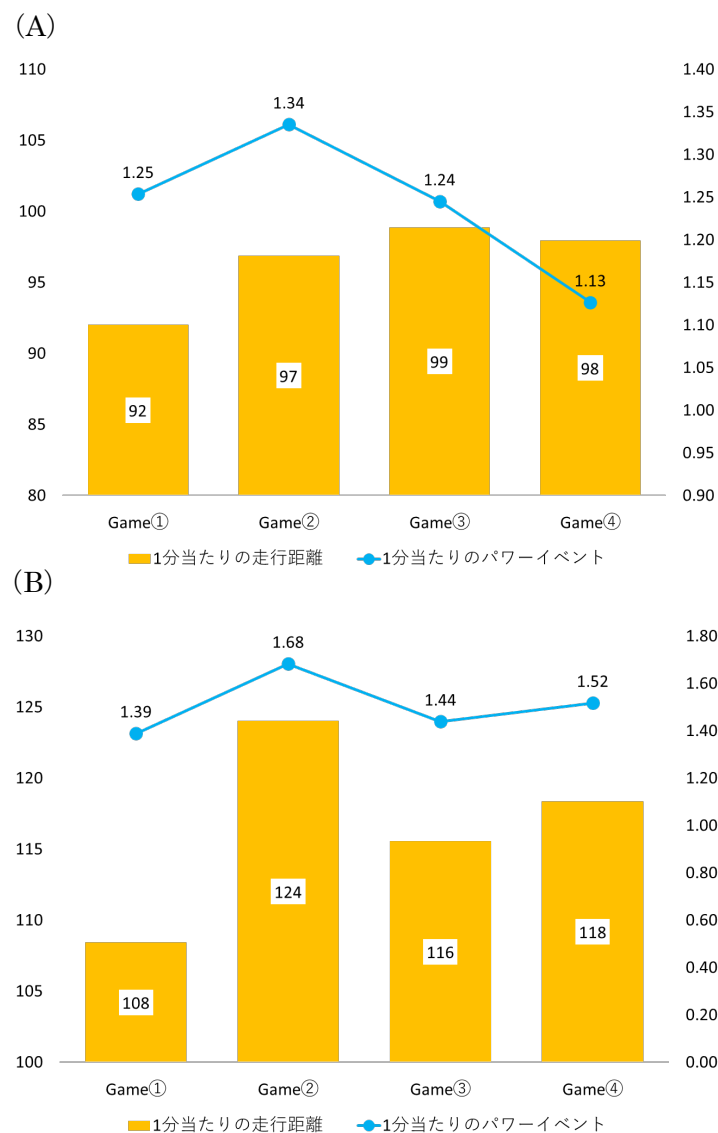


図 1. 各試合における 1 分当たりの総走行距離とパワーイベント数

(A): 選手 A, (B): 選手 B

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は 1 チームの選手 2 名を対象とした研究である。さらに、対象とする試合数を増やし走行距離やパワーイベントの変化と、試合の勝敗やスキルの成功率等との関連性を検討していくことで試合を有意に運ぶために必要な体力的要因を明らかにすることができると考える。

アスリートの健康:コンディショニング現状調査 1

-健康問題に関する報告-

杉田記代子(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(東京農業大学)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

中島徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

1. 研究の背景

スポーツ医科学領域において、女性アスリートの健康問題として利用可能なエネルギー不足、無月経、骨粗鬆症を女性アスリートの三主徴(Female athlete triad:FAT)とした基本的概念の紹介は多くされている。しかし、本邦女性アスリートの現状報告は多くない。これまで我々はFATのリスクが高いとされている女子長距離ランナーを対象に月経、疲労骨折などの健康問題と摂取および消費エネルギー量調査やアスリート自身のコンディショニングに対する意識調査を実施してきた。しかし、競技特性が異なることでそれらの健康問題及びアスリート自身の意識が異なることが考えられる。そこで、本研究ではバスケットボール、サッカーといったコンタクトのある競技に取り組んでいる女性アスリートを対象に健康問題とコンディショニングに対する現状調査をおこなった。尚、本報告ではFATに関連する健康問題についての調査結果の一部を抜粋して報告する。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

対象者はバスケットボール、サッカーに競技として取り組んでいる女性アスリート(競技歴 14.1 ± 4.3 年)65名を対象とした。調査内容は2018年度から我々が行ってきたコンディショニング(スキルトレーニング、フィジカルトレーニング、休養と補食、競技力向上、ボディイメージ、健康問題)の取り組みに関する調査研究で使用した内容とした。回答は初潮年齢についてのみ歴年齢にて回答してもらい、その他の項目は2択、4択の選択式とした。

【結果】

初潮については、65名中63名(96.9%)が自然な初潮をむかえ、初潮年齢は 13.2 ± 1.4 歳であった。調査時点での月経状況は51名(78.5%)が定期的な月経をむかえており、13名(20.0%)は定期的ではないと回答していた。1年間の月経回数は46名(70.8%)が12回~11回と回答しているが、残り19名は10回以下であった。この結果から約3割には稀発月経または無月経を生じていると考えられた。

以上より、初潮年齢については一般女性の平均12.3歳よりは少し遅れる傾向で、概ね正常範囲

内とされる 15 歳までに初潮を迎えてたが、約 3 割程度に何らかの月経周期の異常が認められた。

疲労骨折については 65 名中 20 名が経験しており、疲労骨折した際の月経状態については 8 名(40.0%)が定期的月経時に起きていたと回答していた。疲労骨折罹患時の記憶が正確でないこともあり、今回は疲労骨折と月経との関わりについては明らかにできなかった。

食事について、バスケットボール、サッカーは体重制限がある競技ではないにもかかわらず、ダイエットや摂食制限を行った経験がある選手が 65 名中 16 名(24.6%)、22 名(33.8%)であった。

これらの結果から、女子アスリートには必要摂取エネルギー量や食事の内容、摂取方法を含めた栄養指導介入が必要になると思われる。

表 1. FAT に関連する健康問題の現状

月経	はい	いいえ	無回答	
初潮は自然にきましたか？	63 (96.9)	2 (3.1)		
何歳の時ですか？	13.2 ± 1.4			
現在定期的に月経がありますか	51 (78.5)	13 (20.0)	1 (1.5)	
1年間に何回の月経がありますか？	12-11回 46 (70.8)	10-6回 16 (24.6)	5-4回 2 (3.1)	3回以下 1 (1.5)
疲労骨折	はい	いいえ	無回答	
あなたはこれまでに疲労骨折をしたことがありますか？	20 (30.8)	45 (69.2)		
疲労骨折時月経の状態はどうでしたか？	定期的 8 (40.0)	不順 2 (10.0)	無月経 1 (5.0)	覚えてない 9 (45.0)
食事	はい	いいえ	無回答	
あなたは現在、特別なダイエットを行っている、もしくは、避けている食べ物、食品グループはありますか？	16 (24.6)	49 (75.4)		
あなたはこれまでに摂食制限したことがありますか？	22 (33.8)	43 (66.2)		

()内はパーセント

3. 今後の研究における課題または問題点

今回の調査結果から、女子バスケットボールやサッカー競技者においても月経の異常や食行動に関する健康問題が存在することが明らかとなり、これらの改善のためには栄養指導も必要となると考えられた。女性アスリートが健康に、自身のパフォーマンス向上に挑戦するためには FAT を予防が重要である。しかし、予防策の構築には各競技の特性と現状の問題点

を踏まえた上での有効性のある改善策を提示することが望ましい。そのために、本研究では体重制限のないチームスポーツについて調査を行ったが、バスケット、サッカーともに 1 チームからのデータであるため、今後は複数チームからのデータを収集し、競技における健康問題の傾向を明らかにして、予防策を構築が課題となる。

スポーツ栄養の知識の評価の試み

高田和子(東京農業大学)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

杉田記代子(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

中島 徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

1. 研究の背景

健康教育やヘルスプロモーションの計画と評価のために Green LW ら(1980)が開発したプリシード・プレシードモデルでは、行動がおこる前の段階として、知識や態度、価値観などの準備因子、周囲の知識や態度などの強化因子、社会資源やスキルなどの実現因子が影響していることを示している。健康増進や生活習慣病の予防を対象として、プリシード・プレシードモデルに沿った検討は多くされているが、選手については、これらの準備因子などと食事の状況の関係はあまり検討されていない。そこで本年度は、まず海外で使用されているスポーツ栄養の知識に関する質問紙の日本語版を作成し、スポーツ選手の知識や食品選択への意識についての評価を試みた。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

1) 調査票の日本語版作成

Trakman GL らの the nutrition for sport knowledge questionnaire (NSKQ)(2017)の日本語版を作成した。日本語版作成にあたっては、①日本人 2 名による日本語訳、②別の日本人 2 名による原本と日本語訳の確認、③本研究と利害関係のない第 3 者による日本語訳の逆翻訳、④質問紙の原作成者による逆翻訳と原本の比較、⑤相違点や日本の食事に適さない食材の修正の段階を経て行った。

2) 対象

対象は体育大学バスケットボール部に所属する女子選手41名とサッカークラブチームに所属する女子選手24名であった。対象者には、本研究の目的、方法、データの取り扱いについて説明し、書面での同意を得た。本研究は「東洋大学ライフデザイン学部倫理委員会」及び「東京農業大学における人を対象とする実験・調査等に関する倫理委員会」の承認を得て、実施した。

【結果】

スポーツ栄養の知識に関する質問紙(NSKQ)では、質問内容が、「体重管理」、「エネルギー産生栄養素」、「微量栄養素」、「スポーツ活動時の栄養補給」、「サプリメント」、「アルコール」に分けられているが、ここでは、「体重管理」について、項目と正答率を示す。

最も正答率が高かったのは、「エネルギー必要量を満たすために、すべてのアスリートがすべきこと」を選択する問題(84.6%)であり、正答率が悪かったのは、「より多くの筋肉をつけたい時に、より

多くのたんぱく質を食べるように食生活を変える」(24.6%)、「減量したい時の食事の内容」(23.4%)についてであった。

表 1 体重管理に関する質問項目と正答率(%)

エネルギーの高い栄養素	44.6
減量とパフォーマンス	61.5
筋肉とたんぱく質摂取	24.6
過剰なたんぱく質摂取の影響	61.5
減量方法として低エネルギー食品	41.5
減量方法としてマーガリンの使用	50.8
減量方法としてプロテインの使用	38.5
食欲調節のための低グリセミックインデックスの食品	33.8
減量するときによい食事方法	23.4
エネルギー必要量を満たすためにすべきこと	84.6
筋肉をつけたい時にすべきこと	49.2
減量したい時のトレーニング後の食事	56.9

ボディイメージに関する質問において、「今の体重に満足しているか」の回答別にみると、「満足している」選手では「できるだけ体重を少なくすることが長期的に持久力のパフォーマンスを向上させる」ことに反対としている選手が 90.0%であったのに対し、「体重に満足していない」選手では 49.8%と低かった。「体重に満足している」選手において、現在の体重は $55.5 \pm 5.2\text{kg}$ 、理想体重は $55.8 \pm 5.1\text{kg}$ で希望する体重の変化量は $0.4 \pm 2.3\text{kg}$ であった。一方、「体重に満足していない」選手では、現在の体重が $58.7 \pm 4.6\text{kg}$ 、理想体重は $56.9 \pm 4.3\text{kg}$ であり、希望する体重の変化量は $-1.8 \pm 2.4\text{kg}$ であった。現在の体重が「体重に満足していない」選手においてやや大きいものの、特に体重が少ないことが求められる種目でないにもかかわらず、体重を減らすことが持久力向上に通じると考えていることが、理想体重を低くしていることの一因でもあったと考えられた。

3. 今後の研究における課題または問題点

スポーツ栄養の知識に関する質問は、国際スポーツ栄養学会でまとめられている各種のガイドラインに基づいて策定されている。今回の日本語訳においては、日本ではなじみのない食品については、選択枝の意図を考慮したうえで入れ替えを行ったが、質問内容によっては、日本人の選手の現状に合わない項目もいくつか見られた。しかし、本調査用紙により知識の状態を把握し、今後、食品選択時に考慮している項目や実際の摂取状況の関係を検討していくことで、選手にとって必要な情報提供の内容などが明らかになっていくと考える。

女子サッカー選手の体力的特徴に関する研究

中島 徹哉(ライフデザイン学研究科 健康スポーツ学専攻)

岩本紗由美(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

杉田記代子(ライフデザイン学部 健康スポーツ学科)

高田和子(国立健康・栄養研究所)

1. 研究の背景

スポーツでは、競技によって求められる形態や機能的体力要素（体力）が異なる。パフォーマンス向上のためにはその競技に求められる体力要素を明らかにし、求められる体力に近づけるためのフィジカルトレーニングを計画・実施することが必要となる。近年では試合中の映像を用いる Time-motion 分析やグローバルポジションシステム（GPS）を用いて試合中にフィールド上の運動量（走行距離、スプリント回数など）についても報告がされている。しかしながら、しかし、女性サッカー選手を対象に体力要素や運動量についての報告は少なく、体力要素の指標や試合での運動量は明確でない。

そこで、本研究では GPS 機器を用い、女性サッカー選手の試合時の運動量（走行距離、スプリント回数など）を明らかにする。尚、本報告では女子サッカー選手の試合時の GPS データの一部を抜粋し報告する。

2. 調査報告および研究報告

【方法】

1) 対象

対象者はなでしこリーグ2部に所属するチームに在籍する選手とし、公式戦7試合の内、試合にフル出場(90分)した選手のみを分析対象とした(センターバック(CB):14, サイドバック(SB):11, ミッドフィルダー(MF):11, サイドミッドフィルダー(SMF):14, フォワード(FW):3)。尚、本研究は東洋大学ライフデザイン学部倫理委員会より承認を得ており、対象者には書面と口頭にて本報告の主旨を説明し、書面にて同意を得た。

2) 試合時の運動量の評価

試合の Time-motion 分析を GPS 機器(Gpexe)を用いて行い、各ポジションの動作特性について検討した。分析項目は、試合中の総走行距離、6つのスピードゾーン(0-6km/h、6-12km/h、12-16km/h、16-18km/h、18-23km/h、23km/h-)の走行距離、加速数、減速数とした。

【結果】

各ポジションの総走行距離・各スピードゾーンの走行距離・加速数・減速数の結果を表 1 に示す。総走行距離は、MF、SB、SMF、CB、FW の順に長く、攻撃にも守備にも関わることの多い MF の選手の総走行距離が長い傾向にあることが示された。各スピードゾーンの走行距離での 16km/h 以上の走行距離は SB、SMF、MF、FW、CB の順に多く、長い距離を走って攻守に関わる SB と SMF の走行距離が長い傾向にあった。加速数は、FW、SMF、SB、CB、MF の順に多く、減速数は、FW、SB、SMF、MF、CB の順に多かった。相手との駆け引きの多い FW の選手は他のポジションに比べて、加速・減速数が多い傾向であった。

これらの結果から、同競技内において各ポジションにより求められる体力的特徴が異なることが明らかになった。また、なでしこリーグ 2 部に所属する選手の各ポジションの体力的特徴も明らかになった。これらの値をさらに競技レベルの高い選手と比較することにより、競技レベル間における体力的特徴の違いについて検討することができると考える。

表 1. 各ポジションの総走行距離、移動速度、加速数、減速数について

		総走行距離(m)	0-6m/h (m)	6-12km/h (m)	12-16km/h (m)	16-18km/h (m)	18-23km/h (m)	23km/h- (m)	加速数 (回)	減速数 (回)
	n	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
CB	14	9381 ± 402	3055 ± 139	4172 ± 356	1379 ± 197	337 ± 34	392 ± 70	48 ± 32	36 ± 7	51 ± 10
SB	11	10153 ± 197	3142 ± 155	4039 ± 277	1761 ± 167	515 ± 66	598 ± 68	99 ± 52	38 ± 10	63 ± 9
MF	11	11005 ± 647	2761 ± 195	5170 ± 273	2168 ± 559	492 ± 140	391 ± 127	24 ± 19	30 ± 9	56 ± 14
SMF	14	9898 ± 623	3164 ± 239	3987 ± 363	1643 ± 215	472 ± 68	553 ± 88	80 ± 32	39 ± 7	62 ± 9
FW	3	8912 ± 41	3042 ± 292	3741 ± 9	1369 ± 238	369 ± 55	368 ± 38	24 ± 12	50 ± 1	65 ± 17

3. 今後の研究における課題または問題点

本研究は 1 チームを対象とした研究である。走行距離などは、チーム戦術によっても大きく変わるため、同リーグに所属する複数チームを対象とすることで、同レベルの選手の体力的特徴を明らかにすることができる。さらにカテゴリーやトップレベルの選手を調査対象とすることで、競技レベル間における違いを明確にすることができる。そのため、他チームへ調査を行うことが本研究の課題である。

コロナ感染症流行下における高齢者の生活の変化

―世田谷区のサービス付き高齢者住宅向け、デイサービス事業所、

訪問介護事業所における職員へのインタビュー調査から―

水村 容子（ライフデザイン学部人間環境デザイン学科）

1. 研究の背景

2020 年の 3 月以降、コロナ感染症の流行に伴い「新しい生活様式」と呼ばれる生活様式、すなわち感染予防のため制限の加わった生活が続いている。本研究はそのような状況下で高齢者住宅および在宅に暮らす高齢者の生活にどのような変化が生じているか把握することを目的に実施するものである。調査フィールドは、東京都 23 区において最大の人口を有する世田谷区とした。世田谷区の高齢化率は 2020 年時点で 20.10%と大きく全国平均を下回るが、一方、高齢者の単身世帯は 4 万世帯に上る。同年 10 月時点でのコロナ感染者数は都内で第 2 位となる 2610 名であり、高齢者施設 4 か所でのクラスター感染が確認されていた。

2. 調査報告および研究報告

世田谷区内のサービス付き高齢者向け住宅、デイサービス事業所、訪問介護事業所を 5 か所選出し職員へのインタビューを電話および Zoom を用いて実施した。調査期間は 2020 年 8 月 10 日から 11 月 9 日であり、インタビューの質問内容は住宅および事業所の対応と高齢者の変化の状況である。

(1) 住宅および事業所の対応

高齢者住宅では外部者との面会を制限し、家族とのコミュニケーションにはリモート機器を導入する対応を取っていた。住宅内では高齢者を小グループに分けレクリエーションや運動を行う対応を取り入れていた。またデイサービス、訪問介護事業所ともにサービスの提供は中止せず感染予防に努めながらサービス提供を行っていた。

(2) 高齢者の生活の変化

高齢者の生活の変化に関しては、インタビューで得られた言説を、行動の変化、対人関係の変化、身体的変化、認知・精神的変化の観点から分類した。行動や対人関係の変化が心身機能に大きな影響を及ぼしている点が確認された。特に身体的変化では、食欲の低下、体重減少、睡眠の質の低下、血圧上昇、身体各部の凝りや痛みの増加、歩行機能の低下と転倒リスクの増加などが、また、精神的変化では、ストレスの増加、意欲の減退、悲観的・否定的態度、認知機能の低下が確認された。

3. 今後の研究における課題または問題点

新しい生活様式のもと、上記の課題を克服するには、対人援助の方法、物理的環境の整備、そして高齢者自身への啓発がとなる。次年度以降は、その具体的な手法について検討していきたい。

学会発表

1) Hiroko Mizumura, How the lives of the elderly have changed amid the epidemic of Covid-19 in Japan ·The Interviews with the staffs of Elderly Housings, Day Service Centers and Home visit Care Facilities located in Setagaya-ward, Tokyo, ENHR (European Network for Housing Research), 2021.2.23, Microsoft Teams で実施
(本研究は、ライフデザイン学部人間環境デザイン学科 4 年（調査当時）尾関由憲さんとの共同により実施した調査の結果を報じるものです。)

家具・生活用品組み込みセンサーデバイスを活用した

人の動作取得の研究

柏樹 良（ライフデザイン学部人間環境デザイン学科）

1. 研究の背景

ユビキタスコンピューティング、つまり生活のあらゆる場面でコンピュータが活用される時代が来ると言われて久しいが、今後は更に IoT と呼ばれ、生活のあらゆるモノがネットワークに繋がる時代が予想されている。しかし、現在主に話題にされている IoT はそのほとんどが家電製品を中心にした工業製品である。確かに冷蔵庫や炊飯器、エアコンなどがネットワークに繋がれば、今後の私たちの生活は利便性を増すだろう。その一方で私たちは椅子やソファなどネットワークとは程遠い多くの道具たちを普段の生活で無意識に使用している。

本研究はそういった家具を中心とした日用品にユーザーが気付かないように多種多様なセンサーを配し、それらの道具の使用頻度や使用状況などをネットワークで共有することでユーザーの生活実態を多角的に把握し、そこで得られた見地を健康寿命の延伸につなげようというのが目的である。椅子に座っている姿勢から、ユーザーが今何をしているのか。椅子に手を掛けた場所やその方向から、ユーザーが今座ろうとして椅子を引いたのか、あるいは片付けるために手を掛けたのか、そういった細かい生活実態が、カメラを用いてプライバシーを侵害する可能性のある画像解析という手法を使わず、汎用性の高い安価なセンサーからの情報の蓄積によって家具や日用品の普段通りの使用状況を解析することから把握できるのではないかと考えている。

2. 調査報告および研究報告

昨年度まで Arduino（アルディーノ）という試作用の小型コンピュータを使用し、静電容量センサーや圧力センサー、光センサーなどの多様なセンサーからの情報収集の手法を調査検討してきたが、今後それらの情報を複合的に解析し、同時に機械学習によってユーザー固有の癖や外部情報（時間や気温、天候に加え、例えばテレビ放送の番組欄などの情報）との連携などが必要になってくることを考慮し、今年度は小型コンピュータを Raspberry-Pi（ラズベリーパイ）、OS を Python（パイソン）に置き換える検討をすすめ、ほぼ技術的なポイントは解明でき、センサー単体では情報収集できる状態になった。現在、初歩段階の試作を製作する準備を進めている。

3. 今後の研究における課題または問題点

機械学習には教師データと言われるベースとなるデータ群が必要であるが、これらのデータ群をどのように収集し、正確に解析するかがこれからの課題になると思われる。

学生や教職員など限られた被験者から得た限られた環境でのデータサンプルだけでは、住宅の中の色々な生活シーンに対するデータ解析は難しく、今後この研究には試作機を被験者の住居に持ち込み、長時間にわたるデータ収集を無人で続けるというような技術的課題があることから、現在は LTE 電話回線による通信技術の調査・検討、家具に配したセンサーへの電源供給のための技術調査・研究を重ねており、遠隔で 24 時間データ収集が可能なシステム構築を検討している。

地域に開いた空間を持つサービス付き高齢者向け住宅における

住民主体の活動展開に関する基礎的研究

渡邊 彩子（ライフデザイン学部人間環境デザイン学科）

1. 研究の背景

介護が必要な高齢者単身及び高齢者夫婦のみの世帯等が増加していることを背景に、2011年6月「高齢者の居住の安定確保に関する法律（高齢者住まい法）」改正に伴って「サービス付き高齢者向け住宅（以下、サ高住）」が創設された。サ高住の登録制度が運用開始されて9年が経過した現在も供給数は伸び続けており、2020年12月時点では約26万戸に至る。

サ高住の供給が加速した背景には、2009年から実施されているスマートウェルネス事業がある。高齢者、障害者、子育て世代等の多様な世帯が安心して健康に暮らすことができる住環境を実現するための事業であり、地域における高齢者等の居住の安定確保や地域住民の健康維持・増進のみでなく、地域コミュニティ活動の活性化や周辺地域の住民も利用可能な拠点となることが求められており、実際に地域に開いた空間を持つサ高住が供給されている。

そこで、本研究では地域住民が利用可能なスペースの有無と住民による主体的な活動の関係性を図るためのケーススタディの対象を抽出することを目的とした基礎的調査を実施した。

2. 調査報告および研究報告

本研究では、管理責任者を対象に実施したアンケート調査（表1）をもとに、調査を進めた。

表1 アンケート調査の概要

調査方法と期間	郵送配布・郵送回収 平成29年4月20日(木)～5月31日(水)	
調査対象	4都府県に所在するサ高住の管理責任者1,011件	
回収総数と内訳	229/1,011件(22.7%)	東京都 70/277件(25.3%) 大阪府 102/540件(18.9%) 新潟県 28/87件(32.2%) 岡山県 29/107件(27.1%)

(1) アンケート調査（図1・2）

①周辺地域住民の利用可能なスペース

周辺地域住民が利用可能なスペースを有するサ高住は4割程度であり、各都府県で大きな差異はない。具体的なスペースとしては「コミュニティースペース」が最も多く、次いで「ホール」や「カフェ・レストラン」が挙げられた。

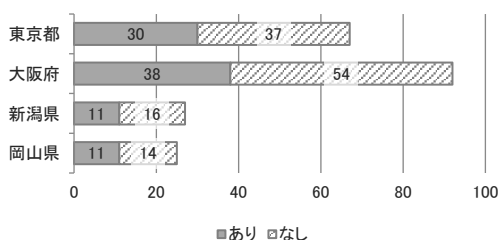


図1 地域住民が利用可能なスペースの有無

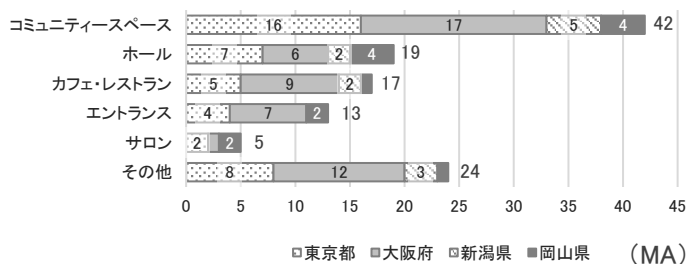


図2 地域住民が利用可能なスペース

②住民主催の活動・イベント（図3）

住民主催の活動・イベントが実施されているサ高住は3.5割程度であり、各都府県で大きな差異はない。自由記述から、具体的な活動として、映画鑑賞、編み物、お茶会、歌の会、公園清掃、地域の子供も絵への絵本読み聞かせなどが挙げられた。

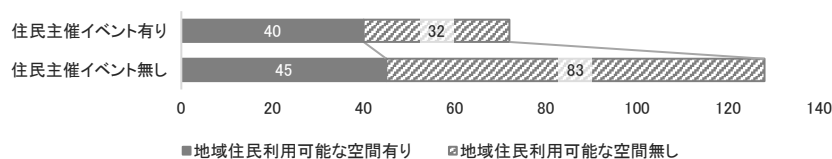


図3 地域住民が利用可能なスペースの有無

（2）分析結果（図4・5）

スマートウェルネス計画において、地域住民が利用できるスペースを有することで住民が外部の人と触れ、多様な世代の交流や地域コミュニティの活性化が期待されている。

今回は、①周辺地域住民の利用可能なスペースおよび、②住民主催の活動・イベントの有無によるマトリクス図（図4）からA～Dに住宅を分類した。分類A～Dの平均介護度割合（図5）を見ると地域住民が利用可能な空間を有し、かつ住民主催の活動・イベントが有る分類Aに該当するサ高住には、平均介護度が要介護2以下の住宅が7.5割を占めている。一方で、地域住民が利用可能な空間は無いが住民主催の活動・イベントが有る分類Cにおいては、平均介護度が要介護3の住宅が4割以上を占めている。

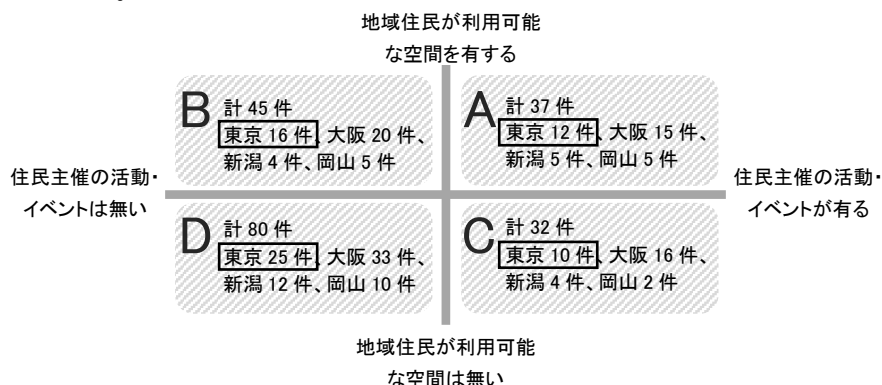


図4 地域住民の利用可能スペースと住民主催の活動の有無によるマトリクス図

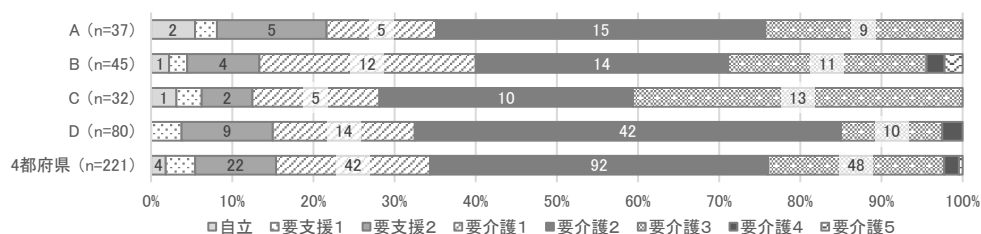


図5 分類A～Dの平均介護度割合

3. 今後の研究における課題または問題点

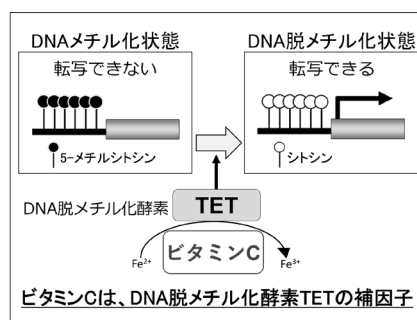
2021年、サ高住が供給されて10年が経過する。今後は分類A～Dの東京都に所在する合計63件を対象に、周辺環境の調査およびヒアリング調査を実施し、地域に解放した空間を持つサ高住における住民主体の活動展開の実態調査を進める。

ビタミン C による表皮角化細胞のエピジェネティクス変化

佐藤 綾美（東京都健康長寿医療センター研究所・客員研究員）

1. 研究の背景

近年、ビタミン C は DNA 脱メチル化酵素（TET）の補因子であり、哺乳動物の発生や幹細胞の分化における遺伝子発現を制御することが報告された¹⁾。DNA メチル化は、塩基配列中のシトシンの炭素 5 位にメチル基が付加される反応である。DNA の転写活性領域においてシトシンが高メチル化されると、転写因子が結合できず遺伝子発現が抑制される。しかし、ビタミン C 存在下、TET による脱メチル化により転写が可能となり、遺伝子が発現される（右図）。この DNA メチル化と脱メチル化による遺伝子制御機構は、細胞の分化や初期化、癌の発症などに重要な役割を果たす。DNA メチル化のように、DNA 塩基配列の変化を伴わない遺伝子発現制御機構は「エピジェネティクス」と呼ばれ、突然変異と違って可逆的であることから、近年、新たな疾病予防・治療戦略の標的として期待されている。



最近、皮膚疾患の一種である乾癬では、病変部のゲノム全体に DNA 高メチル化がみられることが報告された²⁾。また、加齢による罹患率の増加が大きい皮膚がんにおいて、エピジェネティクス異常が関係することが複数報告されている³⁾。故に、皮膚疾患の発症には、DNA メチル化異常のようなエピジェネティクス制御の破綻が密接に関与すると考えられる。

本研究では、表皮角化細胞のエピジェネティクス制御におけるビタミン C の作用を解析する。

2. 調査報告および研究報告と今後の課題

新生児ラット由来表皮角化細胞を用い、ビタミン C 添加の有無によるゲノム全体のメチル化シトシン（5-mC）および TET 反応産物のヒドロキシメチル化シトシン（5-hmC）レベルをドットプロット法や免疫蛍光染色法により定量、比較した。その結果、ビタミン C 非添加に比べて、ビタミン C 添加により 5-hmC が顕著に増加した。一方で、5-mC レベルに変化はみられなかった。免疫蛍光染色でも同様の結果が得られた。また、ビタミン C 添加は TET mRNA レベルに影響を与えなかった。さらに、DNA メチル基転移酵素 mRNA レベルに対してもビタミン C の添加は影響を与えなかった。以上より、ビタミン C は 5-hmC を増加し、脱メチル化に関与することが示唆された。今後、脱メチル化される遺伝子の同定や角化への関与など検討する必要がある。

文献

- 1) DiTroia S et al. (2019) Maternal vitamin C regulates reprogramming of DNA methylation and germline development, 573(7773):271-275, *Nature*.
- 2) Li F et al. (2020) Loss of the epigenetic mark 5-hmC in psoriasis: implications for epidermal stem cell dysregulation, 140(6):1266-1275.e3, *Journal of Investigative Dermatology*.
- 3) Sang Y et al. (2019) Current insights into the epigenetic mechanisms of skin cancer, 32(4):e12964, *Dermatologic Therapy*.

Overuse による棘上筋腱変性過程における腱組織の経時的变化

石垣 智恒（大学院ライフデザイン学研究科、日本学術振興会特別研究員）

1. 研究の背景

腱炎や腱断裂といった肩腱板障害は、疼痛を伴い、患者の上肢の使用を著しく阻害する。腱板断裂の罹患率が、60 歳台で 20%、70 歳台で 31%、80 歳台で 51%というように、加齢に伴い増加することは広く知られている (Tempelhof et al., J Shoulder Elbow Surg. 1999)。そのため、65 歳以上の高齢者が総人口の約 30%を占める 3588 万人存在することに加え (総務省統計局、高齢者の人口)、主な諸外国と比較しても平均寿命が長い本邦においては (厚生労働省、平均寿命の国際比較)、今後も多くの人々が腱板断裂を発症するであろうことを予想するのは難しくない。そのため、腱板断裂の予防法の研究は重要な課題と考えられる。

これまでの他の研究報告より、腱板断裂は腱板変性の最終段階と考えられる。つまり、腱板断裂の予防には、腱板変性を食い止める必要がある。その第一歩として、腱板変性がどのような過程を経て進行していくかを理解することは、今後の研究で標的となる変化を明らかにすることにつながる。約 20 年前に腱板の中で最も頻繁に損傷する棘上筋腱に変性を生じるさせる動物モデルが確立されて以来 (Soslowsky et al., J Shoulder Elbow Surg. 2000)、腱板変性に関する様々な研究において同モデルが用いられてきた。この動物モデルでは、ラットに週 5 回、時速 1km で下り傾斜 10 度でのトレッドミル走を 4 週間行わせることで、棘上筋腱変性が認められた。棘上筋腱変性の主な組織学的所見としては、腱コラーゲン線維配向の不整、細胞数の増加、細胞形状の円形化があげられる。しかしながら、これまで棘上筋腱変性が完成する以前の経時的变化は明らかにされていない。

さらに、腱の変性は腱の治癒過程が破綻することで進行すると考えられる。これまで、腱の治癒過程は微細損傷後に血餅が形成されることを契機として生じると考えられてきた。そのため、棘上筋腱の変性過程においては、反復して加えられる負荷の蓄積によって血餅形成が阻害されることが予想される。

そこで、本研究の目的は、ラット棘上筋腱変性過程における、コラーゲン線維配向、細胞数および形状、および血餅形成の経時的变化を組織学的手法を用いて調べることである。

2. 調査報告および研究報告

ラットを介入群と対照群の 2 群に分け、介入群には週 5 回、時速 1km での下り傾斜 10 度のトレッドミル走を行った。対照群は通常飼育とした。介入開始 1 週、3 週、5 週後の時点で、炭酸ガス吸入によってラットを屠殺し、棘上筋腱を他の組織から慎重に切離し、取り出した。摘出した棘上筋腱は、4%パラフォルムアルデヒドにて固定した。

3. 今後の研究における課題または問題点

これまで腱の組織形状を保持してのパラフィン包埋切片の作製は困難であった。しかしながら、最近になり、8 μ m の厚さで腱形状を保持した薄切が可能となりつつある。この間には、包埋工程の修正、浸透性の高いパラフィンの使用、薄切に用いる刃の変更を行った。これからは、HE 染色やマッソントリクローム染色に加え、本研究の重要な結果となり得るフィブリンを染色する PTAH 染色法を導入し、腱板変性過程における経時的な組織変化を明らかにする。

通電刺激が骨組織に及ぼす影響

中井 真悟（常葉大学健康プロデュース学部）

1. 研究の背景

報告者はこれまでに、骨へのメカニカルストレス低減が骨構造を変化させ、脆弱化することを示した。その一方で、非活動状態の骨に対する通電刺激は骨吸収を抑制することが明らかとなってきたので、その一部を報告する。

2. 調査報告および研究報告

ウィスター系雄性ラットを用い、後肢を不動状態にした群（IM）、不動状態かつ鍼通電刺激を施した群（IMEA）および対照群（CO）に分類して、2週間の実験を行った。通法に従い、IMおよびIMEAには不動処置を施し、IMEAは同期間に大腿部へステンレス鍼を刺入して連続的交流通電を行った（250 μ sec, 50Hz, 0.24mA [500 Ω 負荷時]）。実験期間終了後、摘出した大腿骨を破断試験器により、骨幹中央部および遠位骨幹端部を骨の前方から破断した。

骨基質内の接合線は、破骨細胞によって形成された骨表面の吸収窩に骨芽細胞が骨を添加した部位を示し、この存在はモデリングおよびリモデリングの活性度を示す指標となる。本報告では、COおよびIMEAの層板構造をなす骨基質とその他の骨基質の境に接合線を認めたが、IMでは不明瞭であった。このことから、IMEAはCOと同程度のモデリングおよびリモデリングが行われる一方で、IMではその活性度が低かったことが推測される。さらに、COとIMEAには基質線維が規則的に配列する層板骨を認めたが、IMではそのような骨はわずかしかな形成されていなかった。

本報告ではThree-point bendingによって破断点に達して不可逆的に変性した標本の骨幹中央部または骨幹端部の前面を観察した。これは、骨に加重が加わると弾性域では一定の割合でひずみ、降伏点を超えると不可逆性の変性を生じて、さらに力が加わると限界強度（破断点）を超えて骨折に至るためである。骨幹中央部ではCOおよびIMEAに内・外環状層板に挟まれた深部に微細な骨片が形成されていたが、これは石灰化軟骨基質や、その周囲の骨基質の分化度が異なる部分3)に亀裂が生じたことによるものである。一方、IMではそのような骨片は認められなかった。このことは、骨の形成過程や分化度と密接に関連していることを示している。また、COおよびIMEAでみられた亀裂は、接合線の近傍に骨長軸方向へ走行しており、大きな亀裂が生じていた。しかし、IMではそのような亀裂は認められなかった。このことは、前述のように接合線の存在が亀裂方向に影響したためにCOおよびIMEAは骨長軸方向へ亀裂が波及し、見かけ上、3層に分かれたと推測される。一方、IMには接合線の形成が明瞭ではなかったことから、破断方向に垂直な亀裂はわずかであり、破断方向と一致したと考えられる。骨幹端部の亀裂は骨幹中央部より顕著であった。この部位は遠位骨端板より形成された骨が骨幹中央部に向かって発育する部位であり、外環状層板が形成されていないため、深部に微細な骨片を生じず、2層に分断されていたと推測される。本報告では、IMの骨表面には深い吸収窩を多く認めたが、COとIMEAではその数は多くなかった。吸収窩の存在は、破骨細胞の吸収能に依存しており、関節不動化によって骨吸収が促進され、COとIMEAではIMほど旺盛でなかったと推測される。

3. 今後の研究における課題または問題点

通電刺激による GDF-8 の発現抑制によって破骨細胞の分化を抑制または遅滞化できる可能性を秘めていることを示しているが、破骨細胞の分化と GDF-8 を直接的に関連づけた組織学的解析は行われておらず、今後の課題としたい。

発表論文・著書

- 1) 中井真悟、大迫正文 (2021) 『ラット骨組織に及ぼす通電刺激の効果』 Medical Science Digest p.50-51, ニュー・サイエンス社.

機能性食素材トコトリエノールの抗悪性中皮腫素材としての可能性

河野 翔（食環境科学研究科食環境科学専攻博士後期課程）

1. 研究の背景

わが国は世界トップレベルの長寿国として広く知られているが、健康で生活できる期間を指す健康寿命と平均寿命の差は男女平均して約 10 年もあり、今後は健康寿命を延ばし、10 年という差をいかに縮めていくかが急務な課題となっている。

一方、平均寿命の増加に伴い、わが国の死因第 1 位である悪性新生物（がん）の罹患者数も年々増加の一途を辿っている。近年のがん治療分野における研究の発展は目覚ましいものがあるが、従来の化学療法や放射線療法の副作用には未だに課題もあり、QOL を低下させるリスクとして懸念され、健康寿命を縮める要因となっている。このような現状から、近年では抗がん剤と一緒に補助剤 ; Adjuvant を併用することで QOL の低下のリスクを減らし、より効果的な治療が可能になるとされ、その補助剤になり得る素材の開発に関する研究が広がりを見せている (Constantinou, C., et al., 2008)。本研究で注目したビタミン E 同族体のトコトリエノール (T3s) もその内の 1 つである。

ビタミン E は強い抗酸化活性を持つことで知られている微量栄養素であるが、T3s はその抗酸化活性に加え、抗酸化活性とは独立した多様な薬理作用を持つことが明らかになって来ている (Peh, H. Y., et al., 2016)。中でも T3s の抗がん作用は早くから注目されている機能性であり、がんの種類を問わず広く研究が行われているが、その多くは罹患者数の多いメジャーがんに分類されるがんである。そこで本研究では、罹患者数が少なく研究の発展が望まれている希少がんに分類されている悪性胸膜中皮腫を対象とし、また、がんの治療抵抗性に関わる腫瘍内低酸素領域に着目をして、*in vitro* 低酸素培養モデルを用いた解析を通して希少がんに対する T3s の抗腫瘍作用を検証した。

2. 調査報告および研究報告

本研究では、T3s の中でもより強い抗がん活性を示すとされる δ -T3 を豊富に含んだ天然素材であるアナトー由来の Tocotrienol-Rich Fraction (以下、TRF) の抗腫瘍効果を検証した。昨年度までの検証では、TRF が低酸素環境下 (Hyp) で生育するヒト MPM 由来細胞株 H2452 の生存活性を強く抑制することを明らかにした。一方で、昨年度の成果として報告した低酸素適応因子 : HIFs に対する TRF の作用について、その後の検証において培養条件が不適切であったことが明らかとなったことから、本年度は改めて HIFs タンパクに対する影響を検証した。その結果、Hyp の H2452 においては通常酸素環境 (Nor) 培養群と比較して HIF-1 α 、HIF-2 α いずれも高レベルであり、一方で、生存活性抑制作用を示した濃度の TRF 処理群においては、HIF-1 α /HIF-2 α 共にタンパクレベルが低いことが明らかになった。

また、この結果を受け、TRF の HIFs タンパクへの作用と H2452 の生存活性に対する作用の関連性を明らかにするため、低酸素誘導性小胞体 (ER) ストレスに着目した。

Hyp の腫瘍細胞では、酸素の不足によってタンパク質の合成や翻訳語の折りたたみ機能が制限され、正常に折りたたまれなかったタンパク質などが小胞体 (ER) に蓄積し、しばしば ER ストレスの亢進が見られる (Bartoszewska, S. and J. F. Collawn, 2020)。さらに持続的な ER ストレス下ではアポトーシスを誘導することも明らかになっている (Asada, R. and K. Imaizumi, 2013)。このことから、TRF

は HIFs のタンパクレベルを抑制することで低酸素適応機構の破綻を招き、ER ストレスの更なる亢進によって H2452 に対して細胞死を誘導している可能性が考えられた。

そこで、ER ストレスセンサーである Bip, ER ストレス誘導性アポトーシスマーカーである CHOP を指標にして Hyp の H2452 におけるストレス適応とそれに対する TRF の作用を検証した。その結果、Hyp 培養群 (TRF(-)) において Bip, CHOP のタンパク発現はいずれも Nor 培養群より増加傾向を示し、本検証で再現した Hyp でも ER ストレスが誘導されていることが確認できた。その一方で、HIFs のタンパクレベルが抑制されていた Hyp の TRF 処理群では、Bip, CHOP の発現は Hyp 培養群 (TRF(-)) よりも低いことが明らかとなり、HIFs タンパクの抑制によって ER ストレスが亢進し、CHOP の発現が強く誘導されるといった我々の仮説は証明されなかった。また、Nor 培養群での解析では、TRF 処理群において CHOP 発現が強く誘導されることが確認された。

以上より、TRF は Nor では ER ストレスセンサーとして機能し、H2452 に対して抗腫瘍効果を発揮することが示唆された。また Hyp の H2452 に対しても生存活性抑制作用を示したが、その作用点は Nor とは異なることが推察された。

3. 今後の研究における課題または問題点

低酸素という環境では、細胞は酸素不足そのものによる生存プロセスの妨げに対するストレスと、低酸素誘導性 ER ストレスといった異なるタイプのストレスが混在しているとされ複雑である (Delbrel, E., et al., 2018)。また、ストレス惹起後の UPR シグナルの動きに焦点を当てた報告は多く存在する一方で、腫瘍細胞の低酸素環境におけるストレスの発端 (低酸素そのものなのか、HIFs の関与があるのか) に関する報告は少ない。従って、低酸素環境と小胞体ストレスに焦点を当てた本研究をさらに追求していくことは、低酸素領域で生育する腫瘍細胞の生存プロセスの解明および治療戦略の基礎的知見として貢献できるだろう。

学会発表

1) 河野翔, 悪性中皮腫細胞株における低酸素誘導性因子 HIF を標的としたアナトー由来トコトリエノールの腫瘍抑制作用解析, 日本ビタミン学会第 72 回大会, 2020 年 9 月 4 日~13 日, WEB 開催

δ-トコトリエノールによる血中脂質代謝改善に関する研究

芹澤奈保（食環境科学研究科 食環境科学専攻）

1. 研究の背景

*in vitro*で脂肪細胞に関係していることが示されている γ -T3、 δ -T3 [1-3]のうち、 γ -T3はTG、脂肪細胞や脂肪量に対する影響は明らかになりつつあるものの[4, 5]、 δ -T3でのそれは未だ不明な点が多い。しかしながら α -T3や γ -T3を含まない純度90%の δ -T3が肥満ラットの脂肪量を有意に減少させており[6]、本研究でも δ -T3の摂取によりヒト血中TGおよびLDL-C濃度を低下させる可能性があると予測した。*in vivo*では、TRF（ α -、 β -、 γ -、 δ -T3の混合）摂取による血中脂質濃度低下に関する報告が多く、ヒトを対象にした δ -T3単独摂取の報告は少ない。したがって、本研究で δ -T3摂取と血中脂質濃度低下を明らかにすることは新規性の高い研究となると考えた。

本研究では、ビタミンE（ α -TP：264mg/d、 δ -T3：250mg/d）サプリメントを被験者である若年男女に14日間摂取してもらい、ヒト血中TG、LDL-C、HDL-C値の変動に着目し、 δ -T3摂取後の血中脂質濃度低下への有用性を証明することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

本研究では、 δ -T3を健康なヒトが摂取した場合の血中動態を明らかにすることを目的に研究を実施した。 δ -T3摂取により、血漿 δ -T3濃度は14日間の δ -T3の短期摂取で有意に増加させることが明らかとなった（ $p < 0.001$ ）。同じように α -TP摂取により、血漿 α -TP濃度および δ -T3に有意な増加が認められた（ $p < 0.001$ ）。本研究での δ -T3と脂質濃度との関係において、 δ -T3（250mg/d）摂取した場合に、HDLに増加傾向がみられた（ $p = 0.063$ ）。

3. 今後の研究における課題または問題点

今回、 δ -T3摂取によりHDLの増加傾向を明らかにし、動脈硬化予防の可能性が示唆された。また α -TPおよび δ -T3を健康なヒトが摂取した場合、血中 δ -T3および α -TP濃度は有意に増加した。つまり、本研究結果は、 δ -T3や α -TPが短期摂取であっても、有意なレベルで検出可能であることを証明した研究である。したがって、 α -TPおよび δ -T3の機能性は短期摂取の場合でも、ヒトの体内において有効に作用する可能性を証明した。しかし、本研究の限界点は、ヒトの δ -T3の基準値を示したデータはほぼなく、また δ -T3の生理機能的効果を示すのに有意とされるT3の血中濃度範囲についての報告が不足していたことである。今後は、 δ -T3のバイオアベイラビリティに対し、より有効な摂取方法や摂取量を検討し、ヒトの疾病予防に役立つ栄養素の一つとして確立させたい。

参考文献

- [1] Das S et al. Mol Cell Biochem. 2012;360:35-45 [2] Watkins T et al. Lipids. 1993;28:1113-1118
- [3] Qureshi AA et al. Am J Clin Nutr. 1991;53:1042s-1046s. [4] Zhao L et al, Mol Nutr Food Res. 2014;58:569-579 d. [5] Zhao L et al. Int J Obes. 2015;39:438-446. [6] Wong W-Y et al. Eur J Nutr. 2017;56:133-150.

疲労骨折の一次予防を目指した血中成分および関連遺伝子の研究

峰松 明也子（食環境科学研究科 食環境科学専攻）

1. 研究の背景

Homocysteine（以下、Hcy）はメチオニンの代謝中に生じる含硫アミノ酸であり、その血漿濃度は独立した心血管疾患の危険因子として注目されてきた。近年、斎藤らによる骨質を含む骨粗鬆症との関連や、Jun Yang らによる骨折との関連が報告され、骨密度とは独立した骨折（脆弱性骨折、疲労骨折）の危険因子としても注目されている。この血漿 Hcy 濃度は、食事（栄養）や運動によって変動する。

食事および運動の影響に関する研究の方法論は非常に多様であり、一貫性のある結論を導くことが困難である。特にアスリートは日常的に高強度な運動を行い、一般成人よりも高タンパク質な食事を摂取している可能性があるため、食事および運動が与える Hcy 濃度の変化は大きいことが推測される。長期間にわたって絶えずトレーニングしている持久性運動選手の空腹時血漿 Hcy 濃度はわずかではあるが着実な増加を示しており、軽度～中程度の高 Hcy 血症の罹患率が高いことも示されている。

骨質劣化ひいては疲労骨折の危険因子であることが示されている血漿 Hcy 濃度を正確に把握するためには、食事と運動の影響を管理した条件下での調査、分析が必要であると考えられる。そこで、本研究は、疲労骨折のリスクが高いとされる女性長距離陸上選手において、食事および運動制限の有無別に血漿 Hcy 濃度の違いを調査し、その影響を検証することを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

陸上競技部女子長距離部門に所属する選手 6 名を対象として、「運動制限期」「運動実施期」条件のもと血漿 Hcy 濃度を測定した。各被験者において、運動を制限した「運動制限期」での血漿ホモシステイン濃度が「運動実施期」よりも有意に低かった。また、全被験者 6 名において、「運動制限期」の血漿ホモシステイン濃度は「運動実施期」のそれよりも有意に低かった（ $p < 0.001$ ）。さらに、「疲労骨折のカットオフ値 $5.55 \mu\text{mol/L}$ 」と比較した 1 サンプルの t 検定では、「運動制限期」「運動実施期」とともに有意な差を認め、「運動制限期」の平均血漿 Hcy 濃度はカットオフ値よりも有意に低く（ $p = 0.008$ ）、「運動実施期」のそれは有意に高かった（ $p < 0.009$ ）。

3. 今後の研究における課題または問題点

多くの研究は、一過性運動後に血漿 Hcy 濃度の増加を報告している。運動の種類や強度と血漿 Hcy 濃度の関連について示すことはできないが、「運動によって血漿 Hcy 濃度が上昇する」という結果は、これら先行研究を支持するものである。加えて、本研究は、食事および生活条件を揃えて実施することができているため「一過性の運動による影響で翌日の空腹時血漿 Hcy 濃度が上昇した」という信頼性の高い結果といえる。

運動による血漿 Hcy 濃度変動の詳細なメカニズムを理解するためには、運動の種類（有酸素もしくはレジスタンス、さらに一過性運動もしくはトレーニング）、強度、持続時間について識別、定量化することが重要である。同時に、Hcy 代謝に関与するビタミン B 群、葉酸濃度、抗酸化状態の変化について調査することが必要である。そのうえで、どのような運動が血漿 Hcy 濃度を増加もしくは低下させるのか判断することが重要である。そうすることで、女性長距離陸上選手の血漿 Hcy 濃度を正確に把握し、ターゲットとすることで、今後の予防法確立へつなげることが可能となる。

栄養素摂取が一過性運動後の血漿ホモシステイン濃度に及ぼす影響

品川 明徳（食環境科学研究科食環境科学専攻）

1. 研究の背景

一般的に身体活動量を高めたり、体力を増強させることで健康への有益性は高まるといわれている¹⁾。しかし、一過性運動時には血中ホモシステイン（Hcy : Homocysteine）濃度が上昇するのではないかとされている。血中 Hcy 濃度の上昇は、骨質の劣化や心血管疾患のリスク因子となる。さらに、血中 Hcy 濃度の上昇要因として挙げられるのが、メチレンテトラヒドロ葉酸還元酵素（MTHFR : methylenetetrahydrofolate reductase）遺伝子の点変異（677C>T）である。また、MTHFR 多型保有者は非多型保有者と比べ血中 Hcy 濃度が高いことも明らかとなっている。つまり、MTHFR 多型保有者が一過性運動を行った際は、非多型保有者と比べ血中 Hcy 濃度がより上昇しやすいことが推察される。先行研究では、血中 Hcy 濃度を低下させる栄養素として、葉酸やビタミン B6、ビタミン B12 等が報告されている。一方で、これらの栄養素では血中 Hcy 濃度が低下しなかったという報告もある。そこで、MTHFR 多型保有者においても、一過性運動時に血中 Hcy 濃度の上昇を抑制できるような新規栄養素の検討を行うことを目的とした。

2. 調査報告および研究報告

上記背景より、MTHFR 多型保有者では、一過性運動時に多型保有者と比べ血中 Hcy 濃度が上昇しやすいのではないかと仮説を立てた。20 代の健康な男女 29 名（野生型 : 9 名、ヘテロ型 : 16 名、ホモ型 : 4 名）を対象とし、一過性運動として自転車エルゴメーターを用いた 65%HR 一定負荷で 40 分間の運動を行い、運動群と安静群のクロスオーバー試験を実施した。運動前（Pre）、運動 30 分後（Post1）、運動 90 分後（Post2）で採血を行い、血漿 Hcy 濃度を測定した。全対象者における血漿 Hcy 濃度の変動に関して、安静群では有意な差はみられなかったが、運動群では、Pre と比較して Post1 で有意な血漿 Hcy 濃度の上昇がみられた。また、一塩基多型別では、ホモ型群においてどの採血ポイントにおいても野生型、ヘテロ型と比較して、血漿 Hcy 濃度が高い傾向がみられ、運動実施後の血漿 Hcy 濃度の上昇具合も最も大きかった。

3. 今後の研究における課題または問題点

血漿 Hcy 濃度以外の関連項目の値の分析が不完全であること、食事調査（DHQL）の結果が出ていないため、現段階で考察することは難しい。しかし、今回の研究では、ホモ型が 4 名と、他の型に比較して n 数が少ないため、さらに n 数を増やしての検討が必要である。

参考文献

- 1) Y. ANTERO KESANIEMI (CHAIR), ELLIOT DANFORTH, JR., MICHAEL D. JENSEN, PETER G. KOPELMAN, PIERRE LEFEBVRE, AND BRUCE A. REEDER, "Dose-response issues consening physical activity and health: an evidence-based symposium," Med Sci Spts Exerc. 2001 Jun;33(6 Suppl):S351-8
- 2) 臨床化学 44: 214-221, (2015)

2021 年 3 月 発行

編集・発行

東洋大学ライフイノベーション研究所

〒374-0193 群馬県邑楽郡板倉町泉野 1-1-1

Tel. 0276-82-9105

Fax. 0276-82-9801

URL <https://www.toyo.ac.jp/ja-JP/research/labo-center/lii/>