

CODEN KJDKFL
ISSN - 01341 - 5905

神戸女子大学家政学部紀要

第 55 卷

令和 4 年 3 月 発行

神 戸 女 子 大 学

目 次

原著

多目的線形計画法を用いた食料消費計画の最適化について ガンガ 伸子	1
--------------------------------------	---

ノート

シマイサキ (<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>) の腸内細菌による胆汁酸の変換 小倉 嘉夫、武岡 美佑、堀田 久子、内田 清久	8
---	---

低温スチーミング加熱がブロッコリーと赤パプリカのアスコルビン酸含量におよぼす影響－スチームコンベクションオープン加熱とマルチスチーマー加熱の比較－ 後藤 昌弘、岩田恵美子	13
--	----

レポート

鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦を除去した保育所給食のエネルギー量・栄養素量 佐野 知子、本保 奈緒、中井 美帆、松本 衣代、佐藤 勝昌、佐藤 誓子	19
---	----

女子大学生の食生活の一考察 高橋 孝子、安田 敬子、清水 典子、橋本 加代	26
--	----

「もち麦と玄米のごはん」によるヒトの排便および腸内環境への影響 清水 扶美、今西 菜月、川井 満帆、安西 正弘、小倉 嘉夫	33
--	----

給食経営管理実習における遠隔授業の学修成果 才新 直子、大石 恭子、福田 梨代、安田 朱里、山本 朋代	42
--	----

要旨

令和3年度 神戸女子大学家政学部生活科学研究会 講演要旨	49
令和3年度 神戸女子大学大学院家政学研究科 博士論文要旨	52
令和3年度 神戸女子大学大学院家政学研究科 修士論文要旨	54

卒業論文

令和3年度 神戸女子大学 卒業論文 管理栄養士養成課程	63
令和3年度 神戸女子大学 卒業論文 家政学科	68

投稿規程	71
------	----

多目的線形計画法を用いた食料消費計画の最適化について

ガンガ 伸子

神戸女子大学家政学部

The Optimization of Food Consumption by Multi-objective Linear Programming

Nobuko NGANGA

Faculty of Home Economics, Kobe Women's University

要 旨

新型コロナウイルスのような感染症リスクも含めて食料の安全保障を考える必然に迫られ、食料自給率を高めることが求められている。本研究では、栄養と家計の経済活動を統合して、栄養バランスの良い食事メニューを最小費用で実現し、しかも食料自給率をできるだけ高めることも目標に加えた多目的線形計画法 (Multi-objective Linear Programming) を用いて食料消費の最適化について検討した。

多目的線形計画法により求めた食事計画は、米を主食とし、芋、野菜・海藻、魚類などの副食で構成される和食にサラダのような洋風野菜の副菜が加わったメニューで構成されるものであった。その際の費用と食料自給率は、それぞれ目標の最小化・最大化を単独に行った場合に近い結果が得られ、多目的線形計画法による食事計画の有効性が示された。

キーワード: 多目的線形計画法, 最適化, 費用, 食料自給率, メニュー

1. 緒 言

2020年からの新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の拡大に伴い、家計は甚大な影響を受け、2020年の実質消費支出は対前年-5.3% (総務省統計局「家計調査」全国・二人以上の世帯) となり、近年で最も大幅な減少となった。外出自粛やテレワークにより生活スタイルの変化を余儀なくされたため、食料消費においては外食が減少した一方で、家庭の中で消費を充実させようとする巣ごもり消費により内食・中食が拡大した¹。また、世界規模での感染拡大により、食料の安定供給に対する懸念も広がった。通常であれば輸出に回す農産物を、国内にとどめておこうとする動きが広がったためである。一時期、19か国において食料の輸出規制¹⁾が行われ、新型コロナウイルスのような感染症リスクも含めて食料の安全保障を考える必然に迫られた。食料の安全保障上、食料自給率を高めることは必須であるが、消費者の米離れや食生活の多様化を背景に、長期的に食料自給率は低下傾向を示している。農林水産省は2030年度

の目標を供給熱量ベースで45%を目指している (令和2年3月に閣議決定された食料・農業・農村基本計画で定められている。) が、2020年度は37% (農林水産省「令和2年度食料需給表 (概算)」) となり、45%の目標値には至らず低迷を続けている。

そこで、栄養と家計の経済活動を統合して、栄養バランスの良い食事計画をできるだけ少ない費用で、しかもできるだけ食料自給率を高めることを目標とする多目的線形計画法 (Multi-objective Linear Programming) を用いて、食料消費の最適化について検討していくこととした。

家庭において食事計画 (献立) を立てる際には、どの食品をどれだけの量を組み合わせたら栄養バランスの良い食事になるか、できれば食料費も抑えたいなど、栄養や経済性に配慮する。最近では、食材を購入して家庭内で調理する内食よりも、総菜や料理のテイクアウトなど中食の利用が拡大していることから、多目的線形計画法の最適解として食品・食材の組み合わせを求めるのではなく、1日分の料

1 総務省統計局「家計調査」(全国・二人以上の世帯)によると、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、2020年の対前年実質消費支出は5.3%減少し、なかでも外食の寄与度は-1.1%と大きく実質消費支出の減少に寄与していた。一方、内食の寄与度は1.0%、中食は0.1%と、実質消費支出が大幅に減少する中でプラスに寄与していた。

理メニューの組み合わせを求めることとする。なぜならば、最適解として得られた食品・食材の組み合わせによっては、どのような料理ができるかが想像し難いような状況も、メニューの組み合わせならば回避できるからである。

これまでも、栄養の適正基準を制約条件としてこれを満たす食品の組み合わせから最低費用のメニューを求める試み²⁾³⁾がなされており、さらに栄養条件だけでなく食習慣も制約条件に取り入れて食料費の最小化を行った分析⁴⁾⁵⁾もある。また、クリスプに栄養摂取量や食料費を定式化するよりも、だいたいこのぐらいという曖昧さを取り扱うファジイのほうが、より日常生活で行われている食事計画に近づけることができるとも考えられることから、制約条件の設定等を検討し、ファジイ線形計画法の有用性を示したものもある⁶⁾⁷⁾。以上のような通常の線形計画法やファジイ線形計画法に基づいた分析は、費用最小化などの単一の目的関数を扱うものであるが、実際の家計の食事計画においては、あれもこれも同時に満たしたいと複数の目的・目標をもつものである。農業においては計画目標が複数であり、多目標計画法²⁾の有効性を検証した研究成果⁸⁾があるが、家計への適用はほとんどなされてこなかった。そこで、本研究では、費用の最小化と食料自給率の最大化を同時に目標とし、栄養学的・経済合理的かつ食料安全保障の観点から最適な1日分の食事メニューの組み合わせを求めることとする。

2. 通常の線形計画法と多目的線形計画法

(1) 通常の線形計画法

通常の線形計画法とは、与えられた制約条件のもとで、1つの目的関数を最小あるいは最大にするような最適解を求めることである。 n 次元行ベクトル $\mathbf{c}=(c_1, c_2, \dots, c_n)$ 、 n 次元列ベクトル $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ 、 m 次元列ベクトル $\mathbf{b}=(b_1, b_2, \dots, b_m)^T$ 、 $m \times n$ 行列 $\mathbf{A}=[a_{ij}]$ を用いて、行列形式で以下のように表わされる。

$$\begin{array}{l} \text{minimize (or maximize)} \quad z_1 = \mathbf{c}\mathbf{x} \\ \text{subject to} \quad \mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b} \\ \quad \quad \quad \mathbf{x} \geq 0 \end{array} \quad \dots (1)$$

制約条件および目的関数は線形であり、すべての(決定)変数 x_j には非負条件が課せられている。

(2) 多目的線形計画法

多目的線形計画法とは、与えられた制約条件のもとで、

複数の目的関数を最小あるいは最大にするような最適解を求めることである。以下では、加重平均法による解法について説明していく。 n 次元行ベクトル $\mathbf{d}=(d_1, d_2, \dots, d_n)$ とし、2つの目的関数 z_1 と z_2 をともに最小あるいは最大にするような最適解を求めることとする。

$$\begin{array}{l} \text{minimize (or maximize)} \quad z_1 = \mathbf{c}\mathbf{x} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad z_2 = \mathbf{d}\mathbf{x} \\ \text{subject to} \quad \mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \mathbf{x} \geq 0 \end{array} \quad \dots (2)$$

加重平均法を用いると、以上の目的関数にウェイト付け(w_1, w_2)を行い、その総和を1つの目的関数として解くことになる。(2)式の2つの目的関数は、(3)式のように1つの目的関数にまとめることができる。

$$\begin{array}{l} \text{minimize (or maximize)} \quad w_1 z_1 + w_2 z_2 \\ \text{subject to} \quad \mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \mathbf{x} \geq 0 \end{array} \quad \dots (3)$$

3. 通常および多目的線形計画モデル設定とデータ

日本人の食事摂取基準等を満たし、食料費の最小化と食料自給率の最大化を目標とする多目的線形計画法による食事計画を行う前に、それぞれの目標について(1)式で示す通常の線形計画法を適用した。できるだけ少ない費用で食事摂取基準等を満たす食事モデルとできるだけ食料自給率を最大にする食事モデルのそれぞれについて、どのような料理メニューをどれだけ消費するとよいか、そのときの費用はいくらになるか、食料自給率はどのくらいになるかということを求める。

消費者が選択可能な料理メニューは、農林水産省「クッキング自給率」(第3版)のソフトウェアで採用されているものから、表1に示すとおり、和食、西洋料理・洋食、中華料理、アジア料理からの140種類($n=140$)とする。各メニューの消費量は x_1, x_2, \dots, x_n と示す。 a_{ij} は i 栄養素が j メニューに含まれる量を示す。栄養素量は、同ソフトウェア採用の文部科学省「日本食品標準成分表」によるものである。各メニュー1単位当りの価格 c_1, c_2, \dots, c_n も、同ソフトウェア採用の消費額を用いている。この場合の消費額に用いられる価格とは、国産については生産者から出荷される際の価格、外国産については湾岸での輸入価格で、食材ごとの出荷後

2 多目標計画法とは通常の線形計画法を発展させて、複数の計画目標を同時に組み込むことを可能としたものであり、計算方法は通常の線形計画法とほとんど同じである。

の流通経費・加工賃等は含まれておらず、小売価格とは大きく異なるものであるとのことである。表1に示す各メニュー1単位当りの食料自給率 d_1, d_2, \dots, d_n も、同ソフト採用の農林水産省「食料需給表」(2018年度)のデータを用いている。

制約条件のベクトル b は、具体的には次に示す制約①～⑳で、厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2020年版)」⁹⁾を参考に、女性18～29歳、身体活動レベルII(ふつう)の1日当たりの推奨量、目標量等を用いた。制約③と④により、PFCエネルギー比(たんぱく質13～20%、脂質20～30%、炭水化物50～65%)もほぼ適正範囲に入るように制約条件を課した。耐容上限量が示されているものについては、それを超えないようにしている。また1日分の食事計画なので、同じメニューを朝昼晩に食べるということにならないよう、各メニューは最大1日1単位(回)、白米ご飯・玄米ご飯は1日2単位(回)までという制約も加えている。

制約①: $2,000\text{kcal} \leq \text{エネルギー摂取量}$

制約②: $50\text{g} \leq \text{たんぱく質摂取量}$

制約③: $\text{総エネルギーの}13\% \leq \text{たんぱく質摂取量} \leq \text{総エネルギーの}20\%$

制約④: $\text{総エネルギーの}20\% \leq \text{脂質摂取量} \leq \text{総エネルギーの}30\%$

制約⑤: $650\mu\text{gRAE} \leq \text{ビタミンAの摂取量} \leq 2,700\mu\text{gRAE}$

制約⑥: $8.5\mu\text{g} \leq \text{ビタミンDの摂取量} \leq 100\mu\text{g}$

制約⑦: $5.0\text{mg} \leq \text{ビタミンEの摂取量} \leq 650\text{mg}$

制約⑧: $150\mu\text{g} \leq \text{ビタミンKの摂取量}$

制約⑨: $1.1\text{mg} \leq \text{ビタミンB}_1\text{の摂取量}$

制約⑩: $1.2\text{mg} \leq \text{ビタミンB}_2\text{の摂取量}$

制約⑪: $11\text{mgNE} \leq \text{ナイアシン} \leq 250\text{mgNE}$

制約⑫: $1.1\text{mg} \leq \text{ビタミンB}_6\text{の摂取量} \leq 45\text{mg}$

制約⑬: $2.4\mu\text{g} \leq \text{ビタミンB}_{12}\text{の摂取量}$

制約⑭: $240\mu\text{g} \leq \text{葉酸の摂取量} \leq 900\mu\text{g}$

制約⑮: $5\text{mg} \leq \text{パントテン酸の摂取量}$

制約⑯: $50\mu\text{g} \leq \text{ビオチン}$

制約⑰: $100\text{mg} \leq \text{ビタミンCの摂取量}$

制約⑱: $\text{食塩の摂取量} < 6.5\text{g}$

制約⑲: $2,600\text{mg} \leq \text{カリウムの摂取量}$

制約⑳: $650\text{mg} \leq \text{カルシウムの摂取量} \leq 2,500\text{mg}$

制約㉑: $270\text{mg} \leq \text{マグネシウムの摂取量}$

制約㉒: $800\text{mg} \leq \text{リンの摂取量} \leq 3,000\text{mg}$

制約㉓: $6.5\text{mg} \leq \text{鉄の摂取量} \leq 40\text{mg}$

制約㉔: $8\text{mg} \leq \text{亜鉛の摂取量} \leq 35\text{mg}$

制約㉕: $0.7\text{mg} \leq \text{銅の摂取量} \leq 7\text{mg}$

制約㉖: $3.5\text{mg} \leq \text{マンガンの摂取量} \leq 11\text{mg}$

制約㉗: $130\mu\text{g} \leq \text{ヨウ素の摂取量} \leq 3,000\mu\text{g}$

制約㉘: $25\mu\text{g} \leq \text{セレンの摂取量} \leq 350\mu\text{g}$

制約㉙: $10\mu\text{g} \leq \text{クロムの摂取量} \leq 500\mu\text{g}$

制約㉚: $25\mu\text{g} \leq \text{モリブデンの摂取量} \leq 500\mu\text{g}$

通常の線形計画法により、費用の最小化と食料自給率の最大化のそれぞれを目的関数とした食事モデルを求めたのち、多目的線形計画法を適用することとする。できるだけ少ない費用で、そしてできるだけ食料自給率が高くなる食事モデルを求めるということである。(3)式に示す目的関数のウェイト(w_1, w_2)は、費用の最小化も食料自給率最大化も同じ程度に重要と考え、 $w_1=w_2$ としている。制約条件に関しては、先述した通常の線形計画法と同じである。

通常の線形計画法および多目的線形計画法の計算には、Lindo Systems Inc.のLingo12.0を使用した。

多目的線形計画法を用いた食料消費計画の最適化について

表1 分析に用いたメニューとカロリーベース食料自給率・消費額一覧

メニュー	カロリーベース食料自給率 (%)	消費額 (円)	メニュー	カロリーベース食料自給率 (%)	消費額 (円)
白米ご飯	98	40	ガーリックライス	76	46
天どん	67	121	バエリア	74	80
玄米ご飯	98	40	ピラフ	72	41
炊き込みご飯	78	45	シーフードドリア	59	111
白がゆ	98	10	ハヤシライス	49	230
天ぶらうどん	22	72	オムライス	42	70
かけうどん	27	42	スパゲッティ (ナポリタン)	15	48
カレーうどん	18	58	スパゲッティ (カルボナーラ)	12	33
きつねうどん	21	31	食パン	13	3
お好み焼き	16	69	バターロール	12	4
たこ焼き	15	27	フランスパン	12	4
冷ややっこ	27	15	サンドウィッチ (玉子・ハム)	11	38
揚げだし豆腐	22	23	クロワッサン (2個)	12	5
高野豆腐の含め煮	30	5	調理パン	10	12
納豆	24	6	ピザ	18	28
がんもどきの煮物	31	20	ホットドッグ (2本)	11	48
枝豆	38	18	コロッケ	19	25
ほうれんそうのお浸し	67	26	マカロニサラダ	13	27
きんぴら	38	13	グリーンサラダ	95	11
カボチャの含め煮	62	21	トマトのサラダ	45	12
切干大根の煮物	38	7	ブロッコリーのサラダ	58	19
里芋の煮ころがし	63	30	ポテトサラダ	21	17
なすのはさみ揚げ	16	57	コールスローサラダ	88	6
野菜の煮しめ	56	58	ポテトフライ	33	8
野菜の天ぶら	32	29	きのこのバター炒め	29	35
小松菜の炒め煮	40	43	コーンフレーク	11	11
ふかし芋	92	15	ポテトグラタン	25	50
ごぼうのサラダ	22	10	チキンライス	44	66
大学いも	42	12	ステーキ丼	49	182
カツ丼	51	114	ハンバーガー	13	77
牛丼	53	131	ステーキ	10	114
親子丼	70	91	豚肉の生姜焼き	8	54
焼きとり	28	55	ボイルソーセージ	9	20
焼肉 (豚肉)	6	103	ハンバーグ	13	92
焼肉 (牛肉)	10	231	トンカツ	10	55
鳥肉の照り焼き	16	45	ウィンナーのソテイ	8	31
肉じゃが	27	44	ロールキャベツ	29	36
しゃぶしゃぶ	13	172	プレーンオムレツ	15	11
寄せ鍋	48	101	ハムエッグ	8	20
すき焼き	25	202	目玉焼き	8	10
だし巻卵	15	9	スクランブルエッグ	10	19
茶碗蒸し	16	25	牛乳	43	20
卵焼き	24	19	ヨーグルト	16	6
すし (にぎり)	75	58	ナチュラルチーズ	16	1
うな重	71	100	マカロニグラタン	17	35
ひじきごはん	71	47	鮭のムニエル	21	44
海鮮どんぶり	81	106	魚のフライ	17	51
鱈の塩焼き	91	50	カキフライ	25	30
かつおのたたき	77	40	エビフライ	6	40
カレイの煮つけ	59	81	ほたてのバター焼き	37	22
さばのたつた揚げ	74	34	ほたてのフライ	29	27
さばの味噌煮	87	47	コーンスープ	38	23
さんまの塩焼き	99	49	チャーハン	36	70
ぶりの照り焼き	96	38	炒め焼そば	11	58
まぐろの山かけ	62	46	ラーメン	13	28
あさりの酒むし	17	88	春巻き (2本)	10	37
天ぶら	20	66	麻婆豆腐	19	33
サケの塩焼き	27	32	野菜炒め	16	30
さしみ	40	43	八宝菜	19	55
南蛮漬け	43	54	チャーシューメン	12	74
さばの塩焼き	99	43	青椒肉絲	14	51
ほっけの塩焼き	91	45	シューマイ	26	42
ゆでカニ	32	58	餃子	15	51
焼きイカ	31	54	酢豚	20	62
うなぎ (かば焼き)	32	53	鶏唐揚げ	16	49
魚肉ソーセージ	37	10	カレーライス	56	116
ぶりの塩焼き	100	48	インド風チキンカレー	54	108
ちくわのフライ	17	33	ピビンバ	57	155
めかぶ (三杯酢)	53	116			
ひじきの煮物	20	71			
わかめときゅうりの酢の物	68	52			
みそ汁 (豆腐・油揚げ)	26	8			

注1) カロリーベース食料自給率 (%) は農林水産省「食料需給表」(2018年度)に基づくもので、農林水産省「クッキング自給率」(第3版)のソフトウェアからのデータである。

2) 消費額 (円) も農林水産省「クッキング自給率」(第3版)のソフトウェアからのデータで、国産については生産者から出荷される際の価格、外国産については湾岸での輸入価格から算出されたもので、食材ごとの出荷後の流通経費・加工賃等は含まれておらず、小売価格とは大きく異なるものである。

4. 通常および多目的線形計画法による計算結果と考察

通常の線形計画法を用いて、できるだけ少ない費用で食事摂取基準等を満たす食事モデルと、できるだけ食料自給率を最大にする食事モデルのそれぞれについて、どのような料理メニューをどれだけ消費するとよいか、そのときの費用はいくらになるか、食料自給率はどのくらいになるかということを求めた。次いで、費用の最小化と食料自給率の最大化を同じ程度に重要な目標と考えた場合の多目的線形計画法による食事モデルを求めた。以下で、それぞれの結果について述べることにする。

(1) 最小費用のみを目標とする場合

(1) 式に示す通常の線形計画法を用いて、食事摂取基準①～⑩を満たし、最小費用を目標とする1日分の料理メニューを求めた結果、表2に示す13種類のメニューが選択された。各料理の1単位は標準的な1人前である。インド風チキンカレー1.00単位、パエリア0.94単位、フランスパン0.14単位、がんもどきの煮物0.29単位、ほうれんそうのお浸し1.00単位、カボチャの含め煮1.00単位、コールスローサラダ0.62単位である。だし巻き卵1.00単位、卵焼き0.30単位、ヨーグルト1.00単位、ナチュラルチーズ0.31単位、うな重0.25単位、うなぎ(かば焼き)1.00単位であった。その際の費用は、表5に示すとおり340円であった。また、最小費用の食事メニューの食料自給率は52.1%を示し、これは1981年度52%と同水準(農林水産省「食料需給表」)である。2030年度の食料自給率の目標45%も達成していた。今回は①～⑩の多くの制約条件を課し、理想的な栄養バランスの実現のもとでの最小費用化を試みているため、栄養バランスに優れた日本型食生活に近い食事メニューが選択されたものと考えられる。日本型食生活という用語は、1980年農政審議会の答申「80年代の農政の基本方向」の中ではじめて用いられ、米を中心として肉・魚・野菜・海藻・豆類等が組み合わせられ栄養バランスにも優れた食生活のことである。伝統的な和食から、欧米諸国の食生活への接近の過程において実現した理想的な栄養バランスの状態である。多くの食事摂取基準を満たすという制約条件の下では、和食と西洋料理・洋食が組み合わせられた食事計画が実現し、その結果、最も栄養バランスが優れていた1980年頃の食料自給率の水準になったものと考えられる。今回の食事計画において、白米ご飯や玄米ご飯は選択されなかったものの、インド

風チキンカレー、パエリア、うな重など、食材に多くの米を用いるものが選択されている。それに、がんもどきやほうれんそうやカボチャなどの和食の副菜や栄養価の高いうなぎや乳卵類も加わり、理想的な日本型食生活を実現する食事計画が達成できたものと考えられる。

表2 最小費用のメニュー(1日当たり)

メニュー	単位数	参考:1単位当たりの材料()内の数値はグラム数
インド風チキンカレー	1.00	白米ごはん(200),しょうが(3),たまねぎ(25),にんにく(2),鶏肉/むね(80),なたね油(3),カレー粉(20)
パエリア	0.94	白米(90),さやえんどう(10),にんにく(1),ピーマン(20),レモン(10),あさり(10),あまえび(30),はたてがい(20),鶏肉/もも(27)
フランスパン	0.14	フランスパン(80)
がんもどきの煮物	0.29	砂糖(4),がんもどき(60),しゅんぎく(10),だいこん/根(50),にんじん(20),しょうゆ(3),こんぶだし(150)
ほうれんそうのお浸し	1.00	ほうれんそう(70),しょうゆ(5),かつおだし(10)
カボチャの含め煮	1.00	砂糖(3),カボチャ(110),本みりん(4),しょうゆ(4),かつおだし(50)
コールスローサラダ	0.62	キャベツ(50),セロリ(10),にんじん(5)
だし巻き卵	1.00	砂糖(3),全卵(50),かつおだし(15)
卵焼き	0.30	砂糖(2),だいこん/根(25),たまご/全卵(75),なたね油(1),本みりん(6),しょうゆ(1),こんぶだし(30)
ヨーグルト	1.00	普通ヨーグルト/加糖(83.3)
ナチュラルチーズ	0.31	ナチュラルチーズ/ゴーダ(20)
うな重	0.25	白米ごはん(200),砂糖(4),うなぎ/かば焼(80),本みりん(15),しょうゆ(15)
うなぎ(かば焼き)	1.00	うなぎ/かば焼(100)

(2) 食料自給率の最大化のみを目標とする場合

次に(1)式に示す通常の線形計画法を用いて、食事摂取基準①～⑩を満たし、食料自給率の最大化を目標とする1日分の料理メニューを求めた。表3に示すとおり、白米ご飯0.95単位、玄米ご飯2.00単位、白がゆ1.00単位、ほうれんそうのお浸し1.00単位、カボチャの含め煮1.00単位、グリーンサラダ1.00単位、ブロッコリーのサラダ1.00単位、コールスローサラダ1.00単位、うな重0.26単位、鯆の塩焼き0.66単位、さんまの塩焼き1.00単位、うなぎ(かば焼き)1.00単位、ぶりの塩焼き0.15単位、めかぶ(三杯酢)1.00単位、ひじきの煮物0.28単位、わかめときゅうりの酢の物1.00単位の計16種類のメニューが1日分の食事メニューとして選択された。その際の食料自給率は、表5に示すとおり80.4%となり、ほとんどの食材を国内の農業生産で賄えることとなっ

多目的線形計画法を用いた食料消費計画の最適化について

た。食料自給率最大の食事計画のためには、米の消費をかなり多くすることが必須である。この食事計画においても、白米ご飯、玄米ご飯、白がゆ、それにうなぎのご飯を含めると、564gもの米を摂取することになっている。その他、ほうれんそう、カボチャなどの野菜を使った和食副菜、鰯やさんま、ぶり、うなぎなどの魚類にめかぶ、ひじき、わかめなどの海藻類の副菜が加わった和食中心の食事計画となった。その際の費用は、表5に示すとおり567円となり、最小費用のみを目標とした場合の1.7倍もの費用がかかることも明らかになった。

表3 食料自給率最大のメニュー（1日当たり）

メニュー	単位数	参考：1単位当たりの材料（ ）内の数値はグラム数
白米ごはん	0.95	白米ごはん(160)
玄米ご飯	2.00	玄米ごはん(160)
白がゆ	1.00	白米ごはん(40)
ほうれんそうのお浸し	1.00	ほうれんそう(70), しょうゆ(5), かつおだし(10)
カボチャの含め煮	1.00	砂糖(3),カボチャ(110),本みりん(4), しょうゆ(4),かつおだし(50)
グリーンサラダ	1.00	きゅうり(20), セロリ(5), レタス(40)
ブロッコリーのサラダ	1.00	たまねぎ(10), トマト(20), ブロッコリー(60)
コールスローサラダ	1.00	キャベツ(50), セロリ(10), にんじん(5)
うなぎ	0.26	白米ごはん(200),砂糖(4),うなぎ/かば焼(80),本みりん(15),しょうゆ(15)
鰯の塩焼き	0.66	まあじ(120)
さんまの塩焼き	1.00	しお(1), さんま(120)
うなぎ(かば焼き)	1.00	うなぎ/かば焼(100)
ぶりの塩焼き	0.15	しお(1), ぶり(120)
めかぶ(三杯酢)	1.00	めかぶ(80), しょうゆ(1), 米酢(5)
ひじきの煮物	0.28	砂糖(3), 油揚げ(10), にんじん(10), ひじき(50), なたね油(2), しょうゆ(9)
わかめときゅうりの酢の物	1.00	砂糖(2), きゅうり(75), わかめ/生酢(20), しょうゆ(2), 米酢(9)

(3) 多目的線形計画法による計算結果

以上、費用の最小化と食料自給率最大化のそれぞれの目標に対して通常の線形計画法を適用した結果を示したが、次は、両方の目標を同時に達成する食事計画はどのようなものになるかを、(2) (3) 式に示す多目的線形計画法を適用し検討してみた。その際、費用の最小化と食料自給率最大化の目標は同程度重要であると設定した。食事摂取基準①～⑩を満たし、費用の最小化と食料自給率の最大化の2つの目標を同時に達成する食事計画は、表4に示すとおり、白米ご飯0.88単位、玄米ご飯2.00単位、ほうれんそうのお浸し1.00単位、ブロッコリーのサラダ0.45単位、コールスロー

サラダ1.00単位、ふかし芋1.00単位、うなぎ0.60単位、カレイの煮つけ0.04単位、さんまの塩焼き1.00単位、うなぎ(かば焼き)1.00単位、ひじきの煮物0.50単位の11種類のメニューで構成された。表5に示すとおり、その際の費用は399円で食料自給率は78.8%であった。この場合の費用は、費用の最小化のみを目標とした場合の1.2倍であった。一方、食料自給率は、食料自給率の最大化する場合よりも1.5ポイントだけ低くなっていた。費用の最小化と食料自給率最大化のそれぞれの目標に対して通常の線形計画法を適用した結果と比べても、費用と食料自給率ともに大きな違いがなかったと言える。その際の食事メニューは、白米ご飯、玄米ご飯、うなぎなど米を中心とし、それにいも類、ほうれんそうのお浸し、さんまなどの魚類とひじきの海藻類など和食中心にサラダなど洋風野菜の副菜が加わるメニューで構成されるものであった。

表4 最小費用と食料自給率最大のメニュー（1日当たり）

メニュー	単位数	参考：1単位当たりの材料（ ）内の数値はグラム数
白米ごはん	0.88	白米ごはん(160)
玄米ご飯	2.00	玄米ごはん(160)
ほうれんそうのお浸し	1.00	ほうれんそう(70), しょうゆ(5), かつおだし(10)
ブロッコリーのサラダ	0.45	たまねぎ(10), トマト(20), ブロッコリー(60)
コールスローサラダ	1.00	キャベツ(50), セロリ(10), にんじん(5)
ふかし芋	1.00	さつまいも(100)
うなぎ	0.60	白米ごはん(200),砂糖(4),うなぎ/かば焼(80),本みりん(15),しょうゆ(15)
カレイの煮つけ	0.04	砂糖(6), かい類(150), 料理酒(9), 本みりん(9), しょうゆ(9)
さんまの塩焼き	1.00	さんま(120)
うなぎ(かば焼き)	1.00	うなぎ/かば焼(100)
ひじきの煮物	0.50	砂糖(3), 油揚げ(10), にんじん(10), ひじき(50), なたね油(2), しょうゆ(9)

表5 最小費用と食料自給率

	消費額に基づく費用(円/日)	カロリーベース食料自給率(%)
最小費用のメニュー	340	52.1
食料自給率最大のメニュー	567	80.4
最小費用+食料自給率最大のメニュー	399	78.8

注) 消費額の算定に用いられている価格は、国産については生産者から出荷される際の価格、外国産については湾岸での輸入価格である。食材ごとの出荷後の流通経費・加工賃等は含まれておらず、小売価格とは大きく異なるものである。

5. まとめ

費用の最小化と食料自給率最大化の目標それぞれについて通常の線形計画法を適用した結果と、両方の目標を同時に達成する食事計画はどのようなものになるかを多目的線形計画法により求めた結果を比較した。費用の最小化と食料自給率最大化の両方を目的関数とした多目的線形計画法により求められた食事計画は、米を主食とし、芋、野菜・海藻、魚類などの副食で構成される和食に洋風野菜の副菜が加わったメニューで構成されるものであった。その際の費用と食料自給率は、それぞれ目標の最小化・最大化を単独に行った場合に近い結果が得られ、多目的線形計画法による食事計画の有効性が示されたと言えよう。

付 記

本研究は、2021年度行吉学園研究助成費 (No.K2021-33) による成果の一部である。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

引用文献

- 1) 農林水産省：令和2年度食料・農業・農村白書「特集 新型コロナウイルス感染症による影響と対応」、29-30 (2021)、https://www.aff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r2/r2_h/trend/part1/chap1/c1_1_01_2.html?words=%E3%82%B3%E3%83%AD%E3%83%8A+%E8%BC%B8%E5%87%BA%E8%A6%8F%E5%88%B6+19#d0057 (参照 2021年10月1日)
- 2) 堤伸子、“わが国の食料消費行動の変化と特徴－日韓の比較を中心として－”、家族経済と国民経済の変動に関する研究 (平成7年度～平成9年度科学研究費補助金 (基盤研究 (A) (2)) 研究成果報告書、175-197 (1998)、筑波大学図書館
- 3) ガンガ伸子：食品栄養価の変化が家計の食料費最適化計画に及ぼした影響について、日本家政学会誌、61 (7)、417-420 (2010)
- 4) 唯是康彦、三浦洋子：食生活における栄養・経済合理性の一考察、家計経済研究、63、55-59 (2004)
- 5) 大町 一磨、ガンガ伸子：家計の食料消費に関する最適化計画、長崎大学教育学部教育実践総合センター紀要、9、139-148 (2010)
- 6) ガンガ伸子：ファジィ線形計画法による食料消費行動の最適化、長崎大学教育学部教育実践総合センター紀要、10、97-103 (2011)
- 7) ガンガ伸子：ファジィ線形計画法による食料消費の最適化、日本家政学会誌、65 (12)、661-667 (2014)
- 8) 樋口昭則：農業における多目標計画法、96-262 (1997)、農林水産省農業研究センター、茨城
- 9) 厚生労働省。“日本人の食事摂取基準 (2020年版)”。2020、https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html (参照 2021年10月1日)

Abstract

In order to ensure the food security including the risk of pandemic such as the COVID-19, it is required to increase the food self-sufficiency rate in Japan.

The purpose of this paper was to plan an optimal diet at a minimum cost and maximum the food self-sufficiency rate, subject to constraints of nutrition based on multi-objective linear programming.

The optimal dietary composition obtained by the multi-objective linear programming is follows. Mainly Japanese cuisine, which a lot of rice as staple food combines with side dishes such as sweet potato, boiled spinach seasoned with soy sauce, fish such as saury and glaze-grilled eel, seaweed etc., and added Western-style vegetable salad.

This optimal cost was 1.2 times more than the case where the single object to minimize the cost. On the other hand, the food self-sufficiency rate of this case was 1.5 points lower than the object maximizing the food self-sufficiency rate. Compared to the single objective, there was no significant difference.

In summary, both cost minimization and food self-sufficiency maximization could be achieved, it proved to plan the optimal diet by multi-objective linear programming effective.

Keywords: multi-objective linear programming, optimization, cost, food self-sufficiency rate, menu

シマイサキ (*Rhynchopelates oxyrhynchus*) の腸内細菌による胆汁酸の変換

小倉 嘉夫¹、武岡 美佑²、堀田 久子¹、内田 清久¹

¹ 神戸女子大学家政学部管理栄養士養成課程

² 香川大学大学院教育学研究科学校教育専攻

Bile Acid Conversion by an Intestinal Bacterium of Seafish, Shimaisaki (*Rhynchopelates oxyrhynchus*)

Yoshio OGURA¹, Miyu TAKEOKA², Hisako HOTTA¹ and Kiyohisa UCHIDA¹

¹ Faculty of Home Economics, Kobe Women's University,

² Graduate School of Education School Education major, Kagawa University

要 約

須磨沖で採取したシマイサキ腸内から7 α -hydroxysteroid dehydrogenase 活性と7 β -hydroxysteroid dehydrogenase 活性を有する *Peptostreptococcaceae* の嫌気性菌を得た。この菌はコール酸やケノデオキシコール酸の7 α -水酸基を7 β -水酸基に変換し、ウルソコール酸やウルソデオキシコール酸を生成した。逆反応はわずかであった。さらに、この菌はタウリン抱合の胆汁酸を効率的に脱抱合したがグリシン抱合胆汁酸に対しては作用が弱かった。

キーワード：胆汁酸, *Peptostreptococcaceae*, 7 α -ヒドロキシステロイド脱水素酵素, 7 β -ヒドロキシステロイド脱水素酵素, 胆汁酸水解酵素, シマイサキ

I. 緒 言

腸内細菌は腸管内で一次胆汁酸から二次胆汁酸を生成する。7 α 水酸基の脱水酸化反応によりコール酸 (CA) からデオキシコール酸 (DCA) を、ケノデオキシオキシコール酸 (CDCA) からリトコール酸 (LCA) を生成する。そればかりではなく、腸内細菌は脱抱合反応、脱水素反応などにより多種類の二次胆汁酸を生成する¹⁻²⁾。生成された二次胆汁酸のうち、DCAやLCAなどは生体に不利益な胆汁酸と考えられているが、ウルソデオキシコール酸 (UDCA) は原発性胆汁性肝硬変 (PBC) (原発性胆汁性胆管炎に病名変更) や薬物性肝障害の治療 (肝細胞膜保護作用) に有効な胆汁酸である。

先に、我々は図1に示した腸内細菌の胆汁酸変換によりヒト糞便からCAあるいはCDCAをUCAあるいはUDCAに変換する、つまり、7位水酸基を異性化する腸内細菌を単離

報告したが³⁾、今回、他の動物種 (魚類) の腸内細菌による胆汁酸の変換について検討した。その結果、須磨沖の海産魚類 (シマイサキ) の腸内細菌から高い7 α -脱水素活性と7

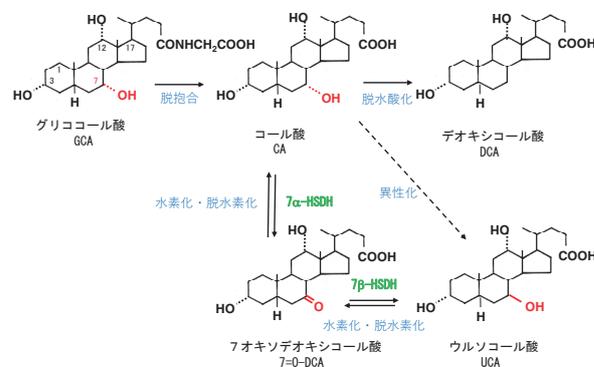


図1 腸内細菌による胆汁酸変換の略図

※ステロイド骨格中の番号は炭素番号を示す。

※異性化は一般的には直接起こるものではなく、7=O体を經由すると思われる。

※7 α -、7 β -HSDH: 7 α -、7 β -Hydroxysteroid dehydrogenase

β -脱水素活性を示す菌を見出したので報告したい。

実験方法

1. 供試菌

須磨沖の海産魚類(シマイサキ)の腸内容物から単離した7 α -Hydroxysteroid dehydrogenase (7 α -HSDH)と7 β -Hydroxysteroid dehydrogenase (7 β -HSDH)活性を有する菌(FA-11)を用いて, in vitroの培養系で胆汁酸の変換を検討した。単離した嫌気性菌株(F-11)の同定は株式会社テクノスルガ・ラボに依頼した。

2. 標準標品及び試薬

本実験で使用した胆汁酸のうち, コール酸(CA), ケノデオキシコール酸(CDCA), ウルソデオキシコール酸(UDCA)は和光純薬工業株式会社から入手し, ウルソコール酸(UCA)は当研究室の保管品であり, タウロコール酸(TCA), グリココール酸(GCA)はナカライテスクから入手した。7-オキシリトコール酸(7=O-LCA), 7-オキシデオキシコール酸(7=O-DCA)はN-bromosuccinimide による選択的酸化⁴⁾により合成した。

3. 培養方法

7 α -、7 β -HSDH活性を保有する菌(FA-11株)を, 各種胆汁酸(0.3 mM)を添加したmodified peptone yeast extract-glucose (MPYG) medium⁵⁾に接種し, 37°Cで1~4日間, あるいは, 0~24時間, アネロバック嫌気ジャー(三菱ガス化学, 東京)により嫌気培養を行った。7 α -OH胆汁酸の酸化反応の基質としてはCA, CDCA, GCA, TCAを, 還元反応の基質としては7=O-CDCAおよび7=O-LCAを用いた。実験はそれぞれ1回行った。

4. 胆汁酸分析

培地中の胆汁酸は既報の方法⁶⁾により塩酸性下でエーテル抽出を行い, 高速液体クロマトグラフィー(HPLC)分析を行った。分離用カラムとしてCOSMOSIL Packed Column (Cholest 4.6 mm ID×150 mm; ナカライテスク)を, 反応用カラムとして3 α -hydroxysteroid dehydrogenase (3 α -HSD)固定化酵素カラム(Enzymepak 3 α -HSD; 日本分光)を装着した日立ChromasterシステムHPLCで行い, 酵素カラムにより胆汁酸と反応して生成されたNADHを蛍光

検出器で励起波長: 345 nm, 蛍光波長: 470 nmにより測定した。

薄層クロマトグラフィー(TLC)分析では, 胆汁酸添加培養液をエタノールで除タンパク後, 胆汁酸を抽出し, 胆汁酸分画用溶媒(イソオクタン: 酪酸エチル: 1-ブタノール: 酪酸=40:20:6:5, v/v)⁷⁾を用いて展開し, リンモリブデン酸噴霧による発色で検出した。用いた薄層板は濃縮ゾーン付シリカゲル60(メルク社)を使用した。

実験結果

供試菌の単離および同定

シマイサキの腸内細菌からPYG寒天培地を用いて嫌気性菌21種のコロニーを分離した(FA-1~FA-21)。図2は各コロニーをCAあるいはUCAを添加した液体培地で4日間培養し, 培養液中の胆汁酸組成をTLCで展開し調べた成績である。FA-11株のみにCAからUCAへの高い変換が認められた。

供試菌(FA-11)はグラム陰性桿菌で, 16S rDNA部分塩基配列の解析結果から*Peptostreptococcaceae*と推定された。

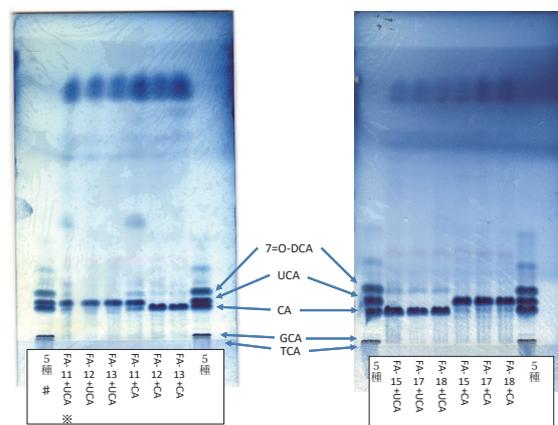


図2 TLCによる各コロニーのCAあるいはUCAを添加(4日間後)の培養液中の胆汁酸組成変化

※ FA-11+UCA: 株名+添加胆汁酸
5種スタンダードサンプルはTCA:タウロコール酸, GCA:グリココール酸, CA:コール酸, 7=O-DCA:7オキシデオキシコール酸, UCA:ウルソコール酸

FA-11株の胆汁酸変換

CAあるいはCDCA(各0.3 mM)を添加したMPYG培地で, FA-11株を1~4日間培養した場合の胆汁酸組成の変化を図3に示す。CAは培養1日目まで約20%にまで低下し, 約60%がUCAに, 約20%が7=O-DCAに変換された。この数値は培養4日目までほぼ一定であった。CDCAはCAと同様

に1日目に約50%がUDCAに、約25%が7=O-LCAに変換された。UDCAへの変換は4日目まではほぼ一定であったが、7=O-LCAへの変換量は2日以降漸減した。なお、UCAからCAへの変換は4日間の培養期間ではほとんど認められなかった。

抱合胆汁酸であるTCAあるいはGCA (各0.3 mM) を添加した場合の成績は図4に示すとおりである。培養1日目にTCAは全て脱抱合され、2日目に約65%が遊離型のUCAに、約18%が7=O-DCAへ変換された。UCAの生成量は3日目以降ほぼ一定であった。GCAの脱抱合反応はTCAほど強くなく、培養4日目で約32%であった。また、遊離型のUCAへの変換も4日目で約8%に留まった。GCAの変換で

は未同定物質XとYが両者で約10数%生成された。

CA, TCA, GCAについて培養24時間までの変換を観察した(図5)。CAは3時間目から減少が見られ、24時間で35%にまで低下した。7=O-DCAへの変換は3時間後から始まり12時間で最高になったが以後漸減した。一方、UCAへの変換は12時間後から始まり24時間で約40%に達した。TCAは3時間以降急激に脱抱合が進み、12時間でほとんど脱抱合された。この変化に対応して、遊離型のCAは3時間後から増加し12時間後に最高値を示した。7=O-DCAへの変換は3時間後から始まり12時間後に最大になったが以後低下傾向を示した。この低下に一致してUCAが増加した。GCAは24時間までほとんど変化が認められなかった。

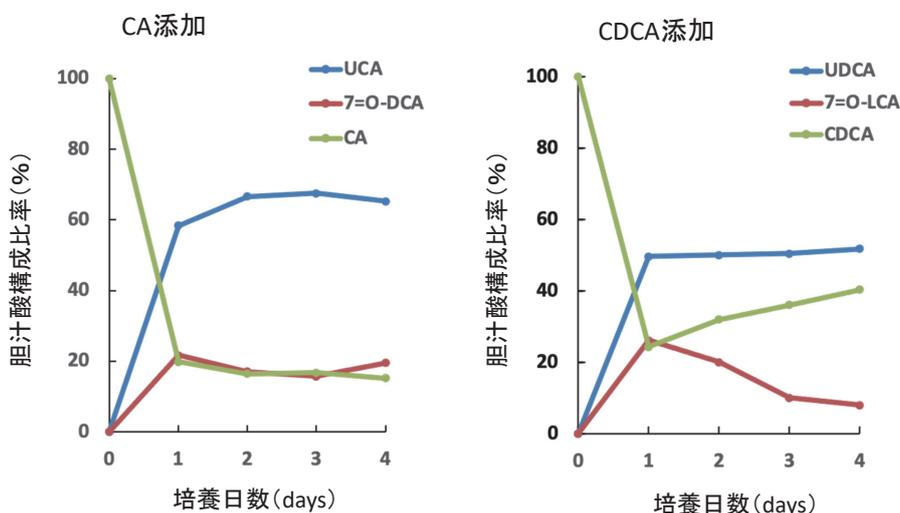


図3 FA-11株による0.3mM 胆汁酸添加における培地中の胆汁酸構成

CA: コール酸、7=O-DCA: 7オキシデオキシコール酸、UCA: ウルソコール酸、CDCA: ケノデオキシコール酸、7=O-LCA: 7オキソリトコール酸、UDCA: ウルソデオキシコール酸

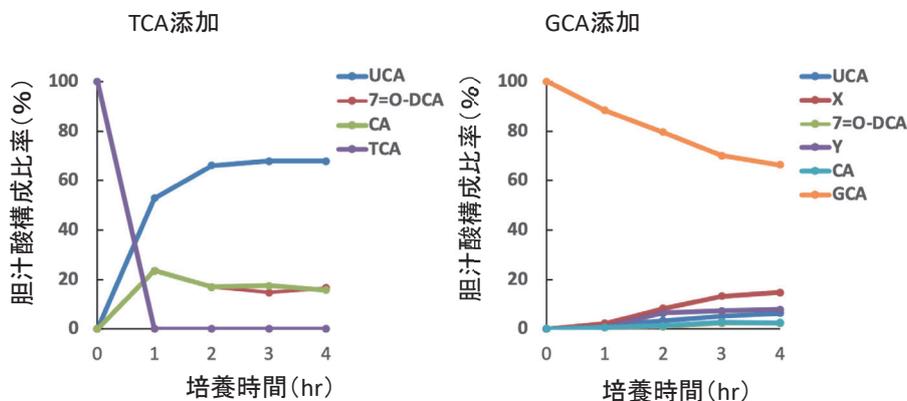


図4 FA-11株による0.3mM 抱合胆汁酸添加における培地中の胆汁酸構成

TCA: タウロコール酸、GCA: グリココール酸、CA: コール酸、7=O-DCA: 7オキシデオキシコール酸、UCA: ウルソコール酸、X及びY: 未同定物質

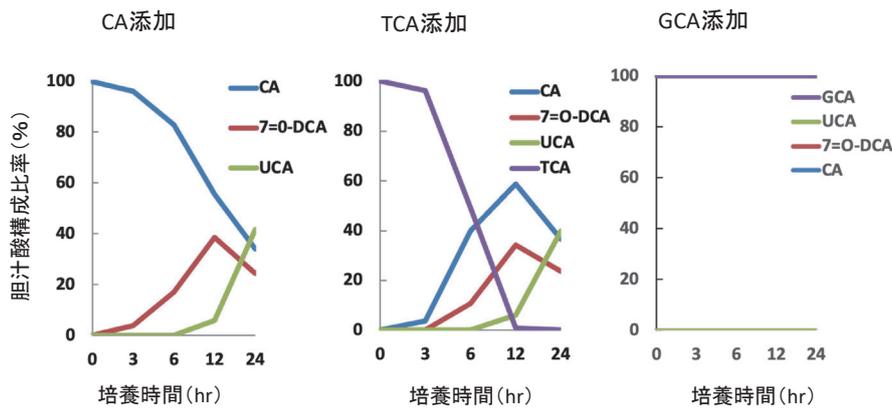


図5 FA-11株による0.3mM 胆汁酸添加における胆汁酸経時変換
TCA: タウロコール酸、GCA: グリココール酸、CA: コール酸、7=O-DCA: 7オキシデオキシコール酸、UCA: ウルソコール酸

考察

腸内細菌の胆汁酸に対する作用は脱抱合、脱水酸化、脱水素化および水素化が主な作用である¹⁻³⁾。我々はこれまでヒト糞便中の腸内細菌から脱水素化に関して、7 α -HSDH活性を持つ*Bacteroides* sp. T-40と7 β -HSDH活性を持つ*Clostridium innocuum* T94を組み合わせることでCDCAからのUDCAへの変換が起こる事を報告した³⁾。

今回、我々は魚類腸内細菌を検討する過程で、須磨沖で得られたシマイサキの腸内細菌から7 α -HSDH活性と7 β -HSDH活性を同時に有する*Peptostreptococcaceae*の嫌気性菌を得た。この菌はCAやCDCAの7 α -水酸基を7 β -水酸基に変換するが、逆反応はわずかであった。図3で見られた7=O-LCAの漸減は図1に示したように7=O-LCAが7 α -HSDHによる還元作用によってCDCAへ変換されたものと考えられる。CDCAに対して単一の菌が7 α -、7 β -HSDHの両活性を有する例は、既に*Clostridium absonum*⁸⁾、*Clostridium baratii*⁹⁾や*Peptostreptococcus productus*¹⁰⁻¹¹⁾にも報告されている。今回得られた菌は16S rDNA部分塩基配列から*Paeniclostridium*属および*Paraclostridium*属などから構成される*Peptostreptococcaceae*のクラスター内に含まれるが、既知属とは異なる分子系統学的位置を示したので、平野ら¹⁰⁾による*Peptostreptococcus productus*とは異なると思われる。

さらに、この菌はタウリン抱合の胆汁酸を効率的に脱抱合するがグリシン抱合胆汁酸に対しては作用が弱い。腸内細菌の脱抱合作用に基質特異性が有ることは既に知られて

いる¹²⁾。例えば、*Bifidobacterium longum*や*Bacteroides fragilis*などはタウリン抱合胆汁酸とグリシン抱合胆汁酸に対してほぼ近い活性を示すが、*Clostridium perfringens*や*Peptostreptococcus intermedius*はタウリン抱合胆汁酸に高い活性を示し、逆に、*Lactobacillus brevis*や*Streptococcus faecalis* II-136などはグリシン抱合胆汁酸に高い活性を示すことが報告されている。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

文献

- 1) 内田清久: 腸内細菌と胆汁酸代謝 腸内細菌学雑誌, 11, 81-88 (1998.)
- 2) 内田清久, 小倉嘉夫: 胆汁酸の話 - 腸内細菌との関係及び関連する話題 -, 神戸女大学家政学部紀要, 44, 1-22 (2011)
- 3) 小倉嘉夫, 伊藤喜久治, 稲垣佳映, 鈴木孝夫, 内田清久: *Bacteroides* sp. T40 と *Clostridium innocuum* T-94の組み合わせによるケノデオキシコール酸のウルソデオキシコール酸への変換 神戸女子大学家政学部紀要, 49, 11-17 (2016)
- 4) Fieser, L.F. and Rajagopalan, S.: Selective oxidation with N-bromosuccinimide. I. Cholic acid, J. Am. Chem. Soc., 71, 3935-3938 (1949)
- 5) Hirano, S., Nakama, R., Tamaki, M., Masuda, N. and Oda, H.: Isolation and characterization of thirteen intestinal microorganisms capable of 7 α -dehydroxylating bile acids. Appl. Environ. Microbiol., 41, 737-745 (1981)
- 6) Ogura, Y., Yamaga, N., Kido, Y., Katayama, R., Yamada, K. and Uchida, K.: Aerobic and anaerobic biotransformation of bile acids by *Escherichia coli* (I), Bioscience and Microflora, 22, 133-137 (2003)
- 7) Van den Ende A, Rådecker, C.E., Mairuhu, W.M.,

- van Zanten, A.P.: Improved extraction Procedure for determination of bile acids in feces, *Clin. Chim. Acta*, 121, 95-109 (1982)
- 8) Macdonald, I.A., Hutchison, D.M. and Forrest, T.P.: Formation of urso- and ursodeoxycholic acids from primary bile acids by *Clostridium absonum*, *J. Lipid Res.*, 22, 458-466 (1981)
- 9) Lepercq, P., Gerard, P., Geguet, F., Raibaud, R., Grill, J.P., Relano, P., Cayueda, C. and Juste, C.: Epimerization of chenodeoxycholic acid to ursodeoxycholic acid by *Clostridium baratii* isolated from human feces, *FEBS Microbiol. Lett.*, 235, 65-72 (2004)
- 10) Hirano, S. and Masuda, N.: Characterization of NADP-dependent 7β -hydroxysteroid dehydrogenases from *Peptostreptococcus productus* and *Eubacterium aerofaciens*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 43, 1057-1063 (1982)
- 11) Edenharder R., Pfützner, M. and Hammann, R.: Characterization of NAD-dependent 3α - and 3β -hydroxysteroid dehydrogenase and of NADP-dependent 7β -hydroxysteroid dehydrogenase from *Peptostreptococcus productus*. *Biochim. Biophys. Acta*, 1004, 230-238 (1989)
- 12) Kobashi, K., Nishizawa, I., Yamada, T., et al: A new hydrolase specific for taurine-conjugates of bile acids, *J. Biochem.*, 84, 495-497 (1978)

Abstract

We isolated a bacterium possessing 7α -hydroxysteroid dehydrogenase and 7β -hydroxysteroid dehydrogenase activities from the intestinal contents of seafish, Shimaisaki (*Rhynchopelates oxyrhynchus*) obtained from the sea of Suma. This bacterium was identified to belong to the family *Peptostreptococcaceae* and converted 7α -hydroxyl group of cholic and chenodeoxycholic acids to 7β -hydroxyl group, forming ursocholic and ursodeoxycholic acids, respectively. Activities of the reverse reactions were low. This bacterium also hydrolyzed taurine-conjugated bile acids effectively but did glycine-conjugates to a lesser extent.

Key words: bile acid, *Peptostreptococcaceae*, 7α -hydroxysteroid dehydrogenase, 7β -hydroxysteroid dehydrogenase, bile acid hydrolase, *Rhynchopelates oxyrhynchus*

低温スチーミング加熱がブロッコリーと赤パプリカの アスコルビン酸含量におよぼす影響 - スチームコンベクションオープン加熱とマルチスチーマー加熱の比較 -

後藤 昌弘¹、岩田恵美子^{1,2}

¹ 神戸女子大学 家政学部 管理栄養士養成課程

² 現在, 畿央大学 健康科学部 健康栄養学科

Influence of Low-Temperature Steam-Cooking for Ascorbic Acid Contents of Broccolis and Red Paprika. - Comparison of Steam Convection Heating and Multi-Steamer Heating. -

Masahiro GOTO¹, Emiko IWATA^{1,2}

¹ Faculty of Home Economics, Kobe Women's University

² Faculty of Health Sciences, Kio University

要 約

ブロッコリー, パプリカをマルチスチーマー, スチームコンベクションオープンを用いて加熱し, アスコルビン酸含量の加熱温度, 加熱時間での変化と両加熱機器のちがいについて検討した。アスコルビン酸含量は, ブロッコリーでは, マルチスチーマーおよびスチームコンベクションオープンの80℃, 100℃加熱5分において, 加熱前と比べて著しく増加した。パプリカでは, 加熱前と比べてマルチスチーマー60℃加熱10分で増加, 80℃, 100℃加熱15分では加熱前より減少した。

マルチスチーマーとスチームコンベクションオープンの昇温速度には差がなかった。また, アスコルビン酸含量についても調理機器間で有意な差は認められなかった。

キーワード: スチームコンベクションオープン, マルチスチーマー, 低温スチーミング, アスコルビン酸

緒 言

調理温度がおいしさや品質を左右することが認識され, 蒸し加熱では, 蒸気量を調節すれば, 100℃以下の温度を保って加熱することも可能である¹⁾。近年, スチームコンベクションオープンの普及^{2,3)}により, この蒸し加熱(スチーミング)と低温調理(100℃以下の温度で調理する)を組み合わせた低温スチーミング⁴⁾が, 利用されるようになってきた。

野菜, 果物類に多く含まれるアスコルビン酸は, 水溶性であるため, 調理中に溶出するだけでなく, 加熱すると酸化されやすいが, 蒸し加熱を行った野菜のアスコルビン酸の残存率は高い⁵⁾とされている。また, 青果物におけるアスコルビン酸は酵素や温度の影響により変化しやすいことから鮮

度の指標の一つとして利用されている⁶⁾。一方, 低温スチーミングでは, 食味の変化や野菜類での栄養成分の増加⁷⁻¹⁰⁾などが報告されているものの, 詳細については不明な点が多い。

そこで, 本研究では, 低温スチーミング加熱の特性を明らかにすることを目的に, アスコルビン酸含量の変化を指標として, まず, 栄養成分と加熱温度や加熱機器がどのように関係するかを野菜類の中でも含量が高いブロッコリーおよびパプリカを試料として調査を行なった。

材料および方法

材料:

ブロッコリー (*Brassica oleracea* var. *italica*) (香川県産, 品種不明), 赤パプリカ (*Capsicum annuum* cv. *grossum*) (島根県産, 品種不明) は神戸市内の仲卸業者から購入した。

方法:

ブロッコリー13個体から小房 (10~15g程度) を切り出して混合し, その中から3個ずつの小房をランダムに取り出し, 各加熱温度, 各時間の分析試料とした。加熱には, スチームコンベクションオープン (SCOS-4RS, ニチワ電機, 兵庫, 以降スチコンと省略) のスチームモードとマルチスチーマー (MS-306-B4, 直本工業, 大阪, 以降スチーマーと省略) を用い, 加熱温度60℃, 80℃, 100℃で, それぞれ0, 5, 10, 15, 20分加熱を行った。また, 加熱中の品温を熱電対デジタル温度計 (SK-1250MC, 佐藤計量器, 東京) で測定した。

赤パプリカ12個を用い, 1個を24等分にした切片 (1切片10g程度) を調製し, すべてを混合し, その中から8本をランダムに取り出し, 各温度区, 各時間の分析試料とした。同様にスチコンおよびスチーマーを用いて60℃, 80℃, 100℃でそれ

ぞれ0, 5, 10, 15分加熱と加熱中の品温の測定を行った。

加熱前 (生) 試料または加熱試料を細かく刻み, 10gを秤量し, 冷却したイオン交換水40mLを加え, 氷冷下でホモジナイザー (A-8, 日本精機, 東京) を用いて磨砕し, 吸引ろ過して, ろ液を得た。残渣に水を加え, 同様の操作を2回繰り返して, これらのろ液を併せて定容し, アスコルビン酸抽出液とした。この抽出液を各時間につき3試料用意し, 分析に供した。アスコルビン酸含量は, 小型反射式光度計 (RQ フレックスplus10, メルク, ドイツ・ダルムシュタット) と, その専用試験紙であるアスコルビン酸テスト (メルク, 測定レンジ25-450mg/L) を用いて測定した。

統計処理は, エクセル統計 (社会情報サービス, 東京) を用い, 有意水準は5%としてTukeyの多重検定を行なった。

結果

1. ブロッコリー

(1) 加熱機器による温度変化の比較

品温が所定温度に達する時間は, スチーマー, スチコンとも60℃加熱では, 約8分 (図1), 80℃加熱では, 約6分 (図2), 100℃加熱では, 約5分 (図3) で, 機器による昇温速度の差は認められなかった。

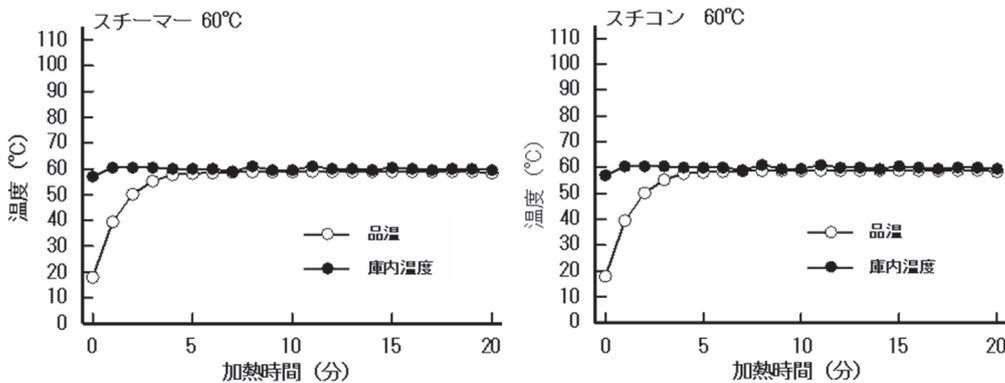


図1 スチーマーおよびスチコンを用いたブロッコリー60℃加熱中の温度変化
スチーマー:マルチスチーマー, スチコン:スチームコンベクションオープン, n=1

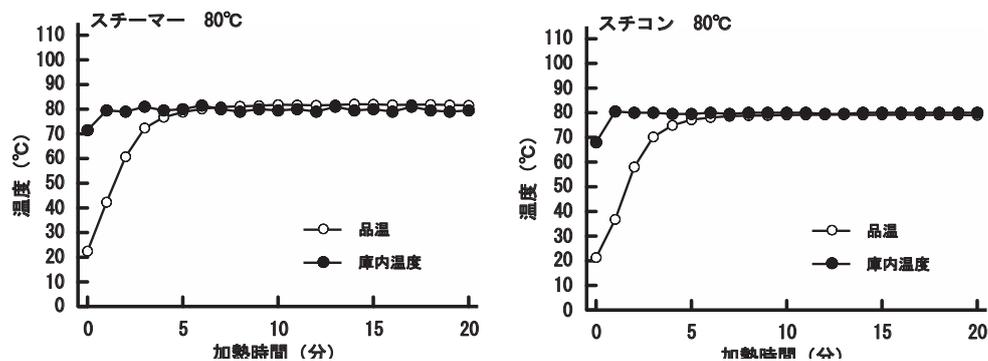


図2 スチーマーおよびスチコンを用いたブロッコリー80℃加熱中の温度変化
スチーマー:マルチスチーマー, スチコン:スチームコンベクションオープン, n=1

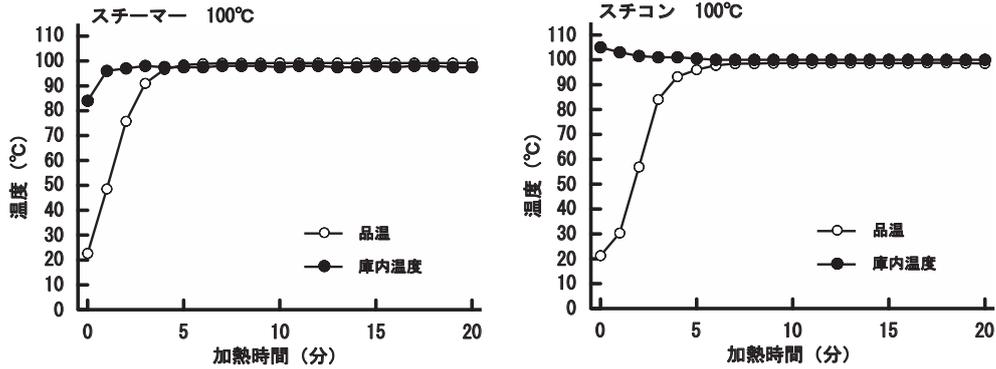


図3 スチーマーおよびスチコンを用いたブロッコリー100°C加熱中の温度変化
スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=1

(2)加熱温度と時間がアスコルビン酸含量の変化におよぼす影響

60°C加熱では、スチーマー加熱，スチコン加熱ともに生（加熱0分）と比較すると加熱5分でアスコルビン酸の有意な減少がみられた（図4）。その後、スチーマー加熱では有意な減少は認められず5分とほぼ同様の数値であった。一方、スチコン加熱では10、15、20分においてLo表示となり、値を得ることができなかった。これは本実験で用いたRQフレックス、アスコルビン酸テストの測定可能範囲が25～450mg/Lで、測定値以下の場合Lo (LOW) と表示され測定不能となるためである。

80°C加熱では、スチーマー加熱，スチコン加熱とも、加熱5分で有意に著しく増加し、その後も生よりも高いレベルを保持していた（図5）。

100°Cの加熱でも、スチーマー加熱，スチコン加熱とも加

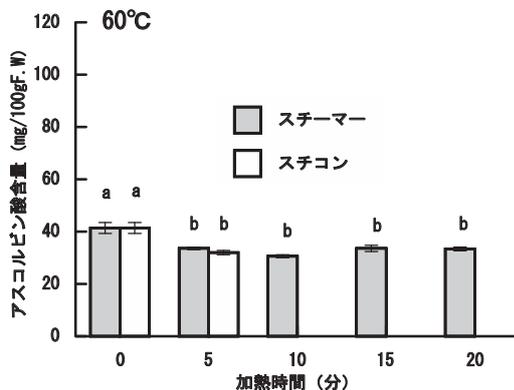


図4 ブロッコリー60°C加熱におけるアスコルビン酸含量の変化と機器の比較

スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=3，バーは標準偏差

* 同一加熱機器間で異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)，ただし、スチコン加熱5分以降は検出限界以下のため測定できず

熱5分で著しく増加し、加熱10分まではそのレベルを保持し、15分以降は減少傾向となった（図6）。しかし、スチーマー加熱では生よりは高いレベルであった。なお、60°C5分および80°C,100°C加熱では、どの加熱時間においても、ス

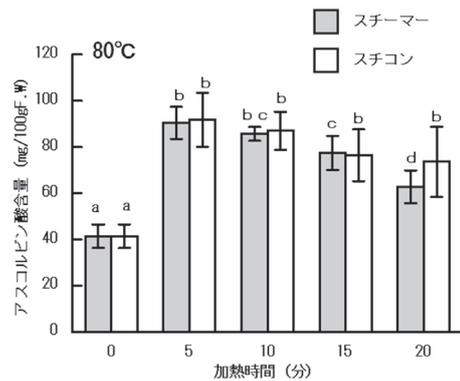


図5 ブロッコリー80°C加熱におけるアスコルビン酸含量の変化と機器の比較

スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=3，バーは標準偏差

* 同一加熱機器間で異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)

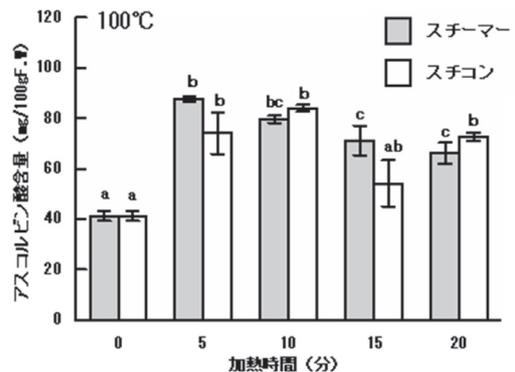


図6 ブロッコリー100°C加熱におけるアスコルビン酸含量の変化と機器の比較

スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=3，バーは標準偏差

* 同一加熱機器間で異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)

低温スチーミング加熱がブロッコリーと赤パプリカのアスコルビン酸含量におよぼす影響

チーマー加熱とスチコン加熱の間では有意な差は認められなかった。

2.赤パプリカ

1)加熱機器による温度変化の比較

品温が設定温度に達するまでの時間は、60℃加熱ではスチーマー、スチコンともに約4分(図7)、80℃加熱でもスチーマー、スチコンともに約4分(図8)とほぼ同じであった。100℃加熱ではスチーマーとスチコンとも品温は100℃には

ならず最高で99℃、この温度に達する時間はスチーマー、スチコンとも約4分であった(図9)。

2)加熱温度と時間がアスコルビン酸含量の変化におよぼす影響

60℃加熱のスチーマー加熱では、生と比較すると加熱10分で有意に増加したが、その後に変化は見られなかった(図10)。スチコン加熱では、15分の加熱時間では増減ともなく、有意な差はなかった。80℃および100℃加熱では、

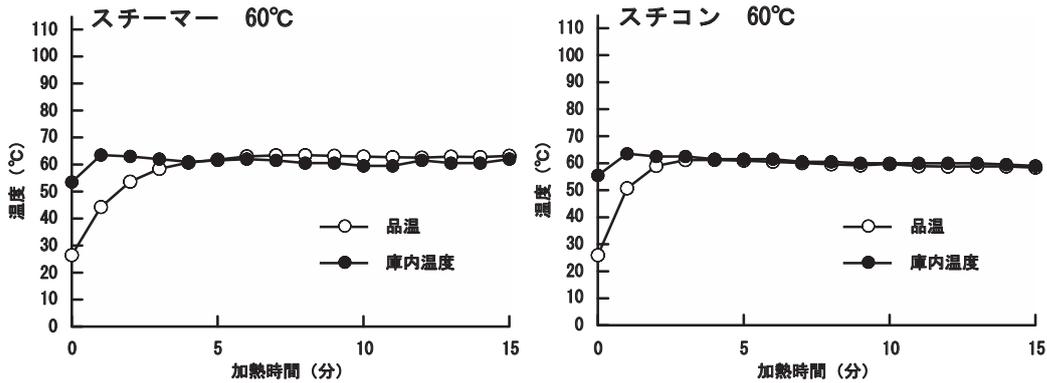


図7 スチーマーおよびスチコンを用いた赤パプリカ60℃加熱中の温度変化
スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=1

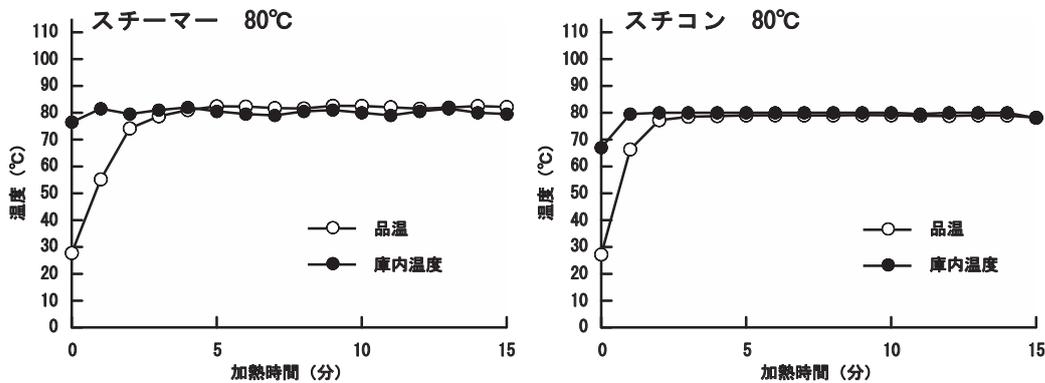


図8 スチーマーおよびスチコンを用いた赤パプリカ80℃加熱中の温度変化
スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=1

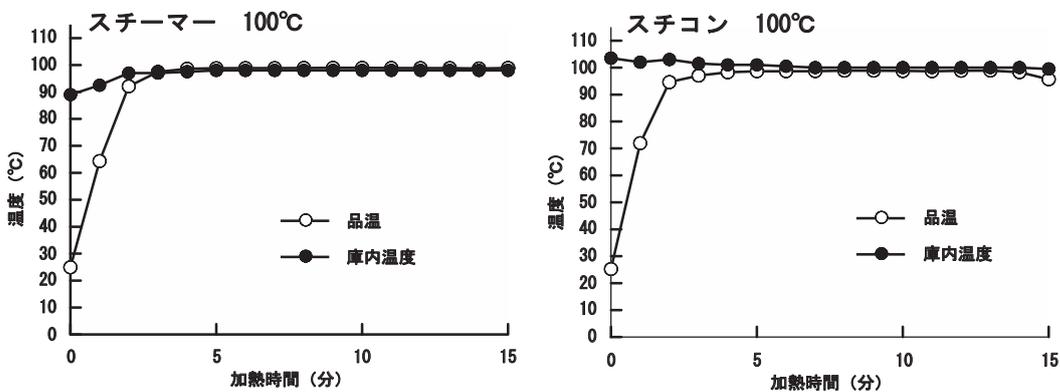


図9 スチーマーおよびスチコンを用いた赤パプリカ100℃加熱中の温度変化
スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=1

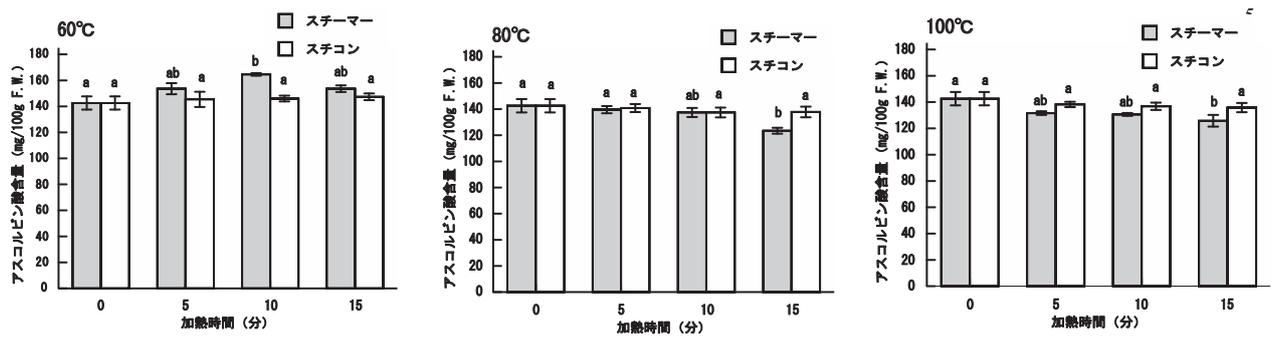


図10 赤パプリカの加熱温度によるアスコルビン酸含量の変化と機器の比較
 スチーマー：マルチスチーマー，スチコン：スチームコンベクションオープン，n=3，バーは標準偏差
 * 同一温度の同一加熱機器間で異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)

生と比較するとスチーマー加熱15分で有意に減少していたが、スチコン加熱では加熱時間中の有意な増減は認められなかった(図10)。また、いずれの温度、加熱時間においてもスチーマー加熱とスチコン加熱の間に有意な差は認められなかった。

考察

品温が設定した温度に達するまでの時間は、ブロッコリーではスチーマー、スチコンとも60°Cで約8分、80°Cで約6分、100°Cで5分であった。また、赤パプリカではスチーマー、スチコンとも60°Cで4分、80°Cで4分、100°Cで約4分となった。パプリカよりもブロッコリーで時間がかかっているのは、短冊状と房状という形状のちがいと試料の厚さや植物組織の密度によると推察された。一方、いずれの野菜でもスチーマーとスチコンの昇温速度には大きな差はなく、機器のちがいは認められなかった。しかしながら、ブロッコリーのスチコン60°C加熱では、加熱5分以降のアスコルビン酸含量はLo表示となり、測定限界値以下となったことからスチーマー加熱よりも低値であったことやパプリカの60°Cスチーマー加熱10分で増加、80°C、100°C加熱15分で減少したことから、昇温速度以外の要因も考えられ、今後さらに検討する必要があると考えられた。

アスコルビン酸含量は、ブロッコリーの80°C、100°Cでは加熱5分で急増し、その後も生よりは高いレベルを保持していた。いずれの温度でも重量減少率は約1から5%程度で小さく、80°Cおよび100°Cでのアスコルビン酸の増加は脱水による濃縮とは考えにくい。ブロッコリー60°C加熱では加熱に伴いアスコルビン酸含量は減少したが、80°Cや100°C加熱では、加熱初期にアスコルビン酸の増加が認められたことから、60°C加熱と80°C、100°C加熱ではアスコルビン酸の合成

と分解に関する酵素の温度感受性が異なり、80°C、100°C加熱では熱ストレスによりアスコルビン酸の合成が促進される可能性が示唆された。また、本実験では官能検査を実施していないが、80°Cおよび100°C加熱5分では、生に近い色、味、硬さを保持しており、サラダなどで生食する前提で考えれば、アスコルビン酸含量を高めた状態で使用することも可能であると考えられた。

一方、パプリカでは、スチーマー60°C加熱10分で増加、80°Cおよび100°C加熱15分での減少はみられたものの、60°Cでの減少や80、100°Cでの急増は認められなかった。

アスコルビン酸は植物には普遍的に存在しているが、その生理的意義については明らかでない部分が多い¹¹⁾。しかし、ホウレンソウの葉緑体では光合成で生じる活性酸素がアスコルビン酸オキシダーゼの作用下でアスコルビン酸によって消去され、生体を活性酸素の毒性から保護している¹²⁾ことや切断されたピーマン果実ではアスコルビン酸が生合成され総アスコルビン酸が増加すること¹³⁾など外部から受けるストレスとアスコルビン酸含量には何らかの関係があると考えられる。また、野菜に含まれるアスコルビン酸は、厳しい環境ストレス下に置かれることでそれに対抗するために酵素の働きを活性化して増加する⁸⁾と報告されている。葉菜類では一般に加熱により著しくアスコルビン酸は損失すると言われているが、山崎らは、小松菜では50°C、春菊では40°Cの低温スチーミング加熱による熱ストレスで生よりアスコルビン酸が増加傾向である⁹⁾と報告している。これらのことから、ブロッコリーでのアスコルビン酸の増加は熱ストレスの影響によると推察される。

本研究ではアスコルビン酸含量が高い野菜として、試料にブロッコリーと赤パプリカを用いたが、植物種や部位が異なることから、温度感受性が異なることが考えられる。ま

た、山崎らの報告⁸⁾とは温度は異なるが、小松菜と同じアブラナ科植物 (*Brassicaeae*) のブロッコリーでアスコルビン酸の増加があったことから、アブラナ科特有の現象とも考えられ、今後さらに植物種や部位を考慮した調査が必要である。

謝 辞

分析実験に協力いただいた尾崎七海さん、松本玲奈さんに深謝する。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

文献

- 1) 渋谷祥子, 杉山久仁子:新訂 調理科学—その理論と実際—, 27-28, 同文書院, 東京 (2005)
- 2) 山田晶子, 杉山智美, 渋谷祥子:スチームコンベクションオーブンの加熱特性, 日本家政学会誌, 53, 331-337 (2002)
- 3) 村元美代, 安部恵, 板垣千尋, 大友佳織:調理におけるスチームコンベクションオープンの特徴, 修紅短期大学紀要, 28, 89-95 (2007)
- 4) 平山一政:低温スチーミング, 日本調理科学会誌, 30, 75-80 (1997)
- 5) 渋谷祥子, 杉山久仁子:新訂 調理科学—その理論と実際—, 156-159, 同文書院, 東京 (2005)
- 6) 山内直樹, 今堀義洋編:園芸利用学, 159-170, 文永堂出版, 東京 (2021)
- 7) 山崎貴子, 伊藤直子, 大島一郎, 岩森大, 堀田康雄, 村山篤子:マイタケ抽出液と低温スチーミング調理併用による食肉軟化について, 日本調理科学会誌, 41, 176-183 (2008)
- 8) 山崎貴子, 伊藤直子, 岩森大, 堀田康雄, 村山篤子:低温スチーミング調理による植物性食品の成分と食味の変化, 日本食生活学会誌, 19, 193-201 (2008)
- 9) 村山篤子, 古田和浩, 金子慶子, 田中照也, 伊藤直子, 山崎貴子, 岩森大, 堀田康雄:低温スチーミングによる春菊およびほうれん草のビタミンC増加効果, 日本調理科学会大会平成19年度大会研究発表要旨集, 92 (2007)
- 10) 関根正裕, 常見崇史, 樋口誠一, 高橋学, 山川裕夫:低温スチーム技術を利用した高品位食品加工技術, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 6, 78-82 (2008)
- 11) 今堀義洋, 周燕飛, 上田悦範, 茶珍和雄:ピーマン果実の成熟中のアスコルビン酸代謝, 園芸学雑誌, 67, 798-804 (1998)
- 12) 浅田浩二:葉緑体での活性酸素の生成と消去の分子機構, 日本農芸化学会誌, 67, 1255-1263 (1993)
- 13) 今堀義洋, 周燕飛, 上田悦範, 阿部一博, 茶珍和雄:切断傷害によるストレスがピーマン果実のアスコルビン酸代謝に及ぼす影響, 園芸学会雑誌, 66, 175-183 (1997)

鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦を除去した 保育所給食のエネルギー量・栄養素量

佐野 知子^{1,2}、本保 奈緒^{1,2}、中井 美帆²、
松本 衣代²、佐藤 勝昌³、佐藤 誓子²

¹ 神女中山手保育園

² 神戸女子大学健康福祉学部

³ 神戸女子大学家政学部

Energy Amount and Nutritional Content in Meals without Chicken Eggs, Milk/Dairy Products, and Wheat Provided at a Daycare Center

Tomoko SANO^{1,2}, Nao MOTOYASU^{1,2}, Miho NAKAI², Kinuyo MATSUMOTO²,
Katsumasa SATO³, Chikako SATO²

¹ *Shinjo Nakayamate Nursery School*

² *Faculty of Health and Welfare, Kobe Women's University*

³ *Faculty of Home Economics, Kobe Women's University*

要 旨

目 的：食物アレルギーを有さない児童に提供されている保育所の基本献立食から、鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦を完全除去した場合の給食（昼食と間食）のエネルギー量・栄養素量（以下、給与栄養量）と食事摂取基準に基づくエネルギー量・栄養素量（以下、給与栄養目標量）とを比較する。

方 法：鶏卵を利用した給食は基本的に提供しないという方針の下に献立を作成していた保育所1施設から、3～5歳の食物アレルギーを有さない児童に提供されている1か月間の基本献立食の給食献立を入手して給与栄養量を算定した。

結 果：鶏卵又は小麦を除去した場合のそれぞれの給与栄養量は、食塩相当量以外は給与栄養目標量を満たしていた。しかし、牛乳・乳製品除去時には満たしていなかった。これら3食物を共に除去した場合の給与栄養量は、給与栄養目標量を満たしていなかった。

結 論：基本献立食から鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦を共に除去した場合の給与栄養量は、給与栄養目標量を満たしておらず、その要因には牛乳・乳製品の除去が影響している可能性がある。

キーワード：食物アレルギー、保育所、給食、エネルギー量、栄養素量

I. 緒 言

我が国において食物アレルギーの原因となる主要な食物は、鶏卵、牛乳・乳製品、小麦である¹⁾。保育所におけるアレルギー対応ガイドラインでは²⁾、保育所給食での食物アレルギー対応は完全除去が基本であり、主要なアレルギー原因食物である鶏卵、牛乳・乳製品、小麦を主菜として献

立を立てるときは、除去を必要とする子どもがいる場合は代替献立を意識せよ、としている。また、このガイドラインでは、家庭で食べたことのない食物は、基本的に保育所では提供しない、ということも記載されている²⁾。そのため、保育所における食物アレルギー児に対する給食献立では、非食物アレルギー児が摂取している通常の食事（以下、

基本献立食) から、対象児に限って原因食物を除去又は摂取可能な他の食物へ代替して提供する方法が一般的である。一方、そばやピーナッツのようなアナフィラキシー症状の重篤度の高い食物は、非食物アレルギー児も含めた全児童へ提供をしないと対応もある³⁾。このような対応を食物アレルギーの原因となる多くの食物に適用すれば、食物アレルギー児を含むすべての児童が同じ給食を摂取することが可能となり、食物アレルギー児における誤食に起因したアレルギー発症や異なる食事を摂ることによる寂しい思い⁴⁾などを減じることが可能となる。ところが、日常的に使用頻度が少ないそばやピーナッツのように給食に使用しなくても献立作成に困ることはない食物と異なって、鶏卵、牛乳・乳製品、小麦のように給食献立に組み込まれる傾向がある²⁾食物の使用を制限した場合には、献立作成に困難を来すことになる。

我々は、食物アレルギーの主要な原因食物である鶏卵、牛乳・乳製品、小麦¹⁾を使用せずに、児童の健康・栄養状態を維持するための適切なエネルギー量・栄養素量(以下、給与栄養目標量)を満たした保育所給食での献立作成を試みている。そのためには、児童へ提供する給食献立のエネルギー量・栄養素量(以下、給与栄養量)から鶏卵、牛乳・乳製品、小麦を除去した場合の給与栄養量を把握しておけば、献立作成が容易となる。このような考えの下、我々は保育所において非食物アレルギー児に提供されている基本献立食の献立表を入手し、鶏卵、牛乳・乳製品、小麦を完全除去した場合の給与栄養量を算定してみた⁵⁾。このとき、これら3食物全てを除去した場合の給与栄養量は、給与栄養目標量を満たしていなかったが、鶏卵又は小麦の各単独除去時の給与栄養量は、食塩相当量以外は給与栄養目標量を満たしていた。このような結果から、我々は3食物除去時の給与栄養量が給与栄養目標量を満たさない要因には、牛乳・乳製品の除去が影響を及ぼしている可能性がある⁵⁾と報告している⁵⁾。

保育所から上述の献立表を入手する過程で、基本的に鶏卵を利用した給食は提供しないという方針の下に作成されていた献立表を入手する機会があった。この保育所の基本献立食の献立表から鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦の3食物を除去した場合の給与栄養量は、これらのいずれの使用も制限をしていない保育所における場合と異なる可能性がある。そこで、今回の検討においては、先の報告⁵⁾に

おけると同様に、非食物アレルギー児に提供されている基本献立食から、鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦を完全除去したと想定して給与栄養量を計算し、その計算値と給与栄養目標量とを比較して、どの程度のエネルギー量や栄養素量が不足しているかについて検討することを目的とする。

II. 方法

1. 調査対象と調査方法

兵庫県神戸市内の保育所(1施設)の管理栄養士から3～5歳の食物アレルギーを有さない児童に提供されている1か月間(2015年6月)の基本献立食の給食献立を入手した。この基本献立食では、当該保育所の方針として、食物アレルギーの発症頻度が最も高い鶏卵を利用した料理は基本的に提供されていなかった。但し、例外的に間食では鶏卵を利用した食事を提供していた。また、調理上やむを得ない場合には原材料に鶏卵が含まれていても使用していた。

給食献立から、まず1か月間の基本献立食の給与栄養量を算出した。次に、基本献立食から鶏卵のみを除去した除去食(以下、鶏卵除去食)、牛乳・乳製品のみを除去した除去食(以下、牛乳・乳製品除去食)、小麦のみを除去した除去食(以下、小麦除去食)、及びこれら3食物を共に除去した除去食(以下、3食物除去食)の場合について給与栄養量の再計算を行った。除去にあたっては、これらを原材料に含む加工品も全て含めた。

2. 給与栄養目標量の設定

児童福祉施設における「食事摂取基準」を活用した食事計画の基本的考え方⁶⁾より、給与栄養目標量の検討項目はエネルギー、たんぱく質、脂質、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC、カルシウム、鉄、ナトリウム(食塩)、カリウム、及び食物繊維に加えて炭水化物とした。

児童福祉施設の食事計画では、日本人の食事摂取基準2015年版(以下、食事摂取基準)⁷⁾の活用に配慮したいとされている⁸⁾。そこで、まず、1日当たりのエネルギー量及び栄養素量を食事摂取基準と我々の既報⁵⁾に従って求めた。次に、給食の給与栄養目標量は児童福祉施設における食事の提供ガイド⁹⁾に従って、昼食については1日全体の概ね1/3、間食については1日全体の10-20%を目安に、給食(昼食+間食)1食当たりとしては1日当たりのエネルギー量及び栄養素量の43.3-53.3%として算定した。このように

して得られた保育所における3～5歳児用給食の給与栄養目標量を、既報⁵⁾にも示したように、表1に提示した。

3. 給与栄養量の算定

基本献立食、各除去食の給与栄養量を日本食品標準成分表2015年版(七訂)¹⁰⁾(以下、食品成分表)に対応したエクセル栄養君Ver.8.2(建帛社, 東京)を用いて算定した。計算にあたって、食物は全て「生」として扱った。

4. 統計解析

給与栄養目標量と基本献立食、各除去食についての給与栄養量の平均値の95%信頼区間の値とを既報⁵⁾に従って比較した。即ち、給与栄養目標量より95%信頼区間の上限値の方が小であった場合、両者間に差があると判定し、給与栄養量は不足していると解釈した。一方、給与栄養目標量と95%信頼区間とが重なっていた場合、両者間に差はないと判定し、給与栄養量は充足していると解釈した。また、給与栄養目標量より95%信頼区間の下限値の方が大であった場合にも、両者間に差はないと判定し、給与栄養量は充足していると解釈した。しかし、食塩相当量についての上述の判定基準は適当でないため、給与栄養目標量より95%信頼区間の上限値の方が小であった場合、両者間に差はないと判定し、給与栄養量は適正であると解釈した。逆に、給与栄養目標量より95%信頼区間の上限値の方が大であった場合には、両者間に差があると判定し、給与栄養

量は過剰であると解釈した。

5. 倫理的配慮

本研究は、神戸女子大学人間を対象とする研究倫理委員会の承認(H30-7-1)を得た上で行った。調査対象者には、研究の目的及び意義、研究の方法及び期間のほか、研究への協力は自由意思であり拒否できること、研究に参加しなくても不利益はないこと、などを口頭で説明すると共に文書でも提示した。

Ⅲ. 結果

今回の保育所給食の除去食において除去の対象とした食物を表2に示す。除去対象食物は今回の保育所の給食で使用されていた鶏卵、牛乳・乳製品、小麦、及びこれらを原材料に含む加工品とした。加工品としては、固形コンソメ、ロースハム、カレールーも使用されていた。一般に流通している固形コンソメには小麦が、ロースハムには鶏卵と牛乳・乳製品が、カレールーには牛乳・乳製品と小麦が原材料に使用されている製品もある。しかし、これらの製品には鶏卵、牛乳・乳製品、小麦を使用しないものも流通しているため、これらを使用しない製品も通常発注が可能である。それ故、これら3製品は除去の対象としなかった。また、濃口醤油や薄口醤油などの一般的な普通醤油には、原材料に小麦が使用されている。しかし、今回は除去の対象としなかった。その理由は、今回の保育所に

表1. 保育所における3～5歳児用給食の給与栄養目標量*、⁵⁾

エネルギー・ 栄養素	1日当たりのエネルギー量 及び栄養素量	給食の給与 栄養目標量	昼食の給与 栄養目標量	間食の給与 栄養目標量
エネルギー(kcal)	1250-1300	541-693	416-433	125-260
たんぱく質(g)	40.6-65.0	17.6-34.6	13.5-21.6	4.1-13.0
脂質(g)	27.8-43.3	12.0-23.1	9.3-14.4	2.8-8.7
炭水化物(g)	156.3-211.3	67.7-112.6	52.0-70.4	15.6-42.3
食物繊維(g)	8.8-10.4	3.8-5.5	2.9-3.5	0.9-2.1
カリウム(mg)	1000-1100	433-586	333-366	100-220
カルシウム(mg)	550-600	238-320	183-200	55-120
鉄(mg)	5.0-5.5	2.2-2.9	1.7-1.8	0.5-1.1
ビタミンA(μgRAE)	400-500	173-267	133-167	40-100
ビタミンB ₁ (mg)	0.7	0.30-0.37	0.23	0.07-0.14
ビタミンB ₂ (mg)	0.8	0.35-0.43	0.27	0.08-0.16
ビタミンC(mg)	40	17-21	13	4-8
食塩相当量(g)	4.0未満	1.7未満	1.3未満	0.4未満

*1日当たりのエネルギー量及び栄養素量は、食事摂取基準⁷⁾に従って求めた。給食、昼食、及び間食の給与栄養目標量は、一日当たりのエネルギー量及び栄養素量から食事の提供ガイド⁹⁾に従って算定した。給食とは昼食と間食を合わせたものである。

保育所給食でのアレルギー原因食物の除去

表2. 保育所給食の除去食において除去の対象とした食物

食品番号	食品名	鶏卵	牛乳・乳製品	小麦
1015	薄力粉 (1等)			○
1020	強力粉 (1等)			○
1023	強力粉 (全粒粉)			○
1024	プレミックス粉・ホットケーキ用	○	○	○
1026	食パン		○	○
1034	ロールパン	○	○	○
1063	マカロニ・スパゲッティ-乾			○
1066	焼きふ・釜焼きふ			○
1079	パン粉-乾			○
10381	焼き竹輪	○		○
12004	鶏卵・全卵-生	○		
13003	普通牛乳		○	
13026	ヨーグルト・脱脂加糖		○	
14017	有塩バター		○	
14018	食塩不使用バター		○	
15097	ビスケット・ハードビスケット		○	○
17042	マヨネーズ・全卵型	○		

在籍していた小麦アレルギー児は、普通醤油の摂取が可能であったため、保育所は普通醤油を使用した給食を提供していたからである。

表3には給食(昼食及び間食)の1食当たりの給与栄養量を示す。基本献立食及び各除去食のいずれにおいても、食塩相当量は過剰であった。食塩相当量以外については、基本献立食、鶏卵除去食、及び小麦除去食のいずれの給与栄養量も給与栄養目標量との間に差がなかった。牛乳・乳製品除去食では、エネルギー、カルシウム、及びビタミンB₂が給与栄養目標量を満たしていなかった。3食物除去食では、エネルギー、たんぱく質、炭水化物、カルシウム、及びビタミンB₂が給与栄養目標量を満たしていなかった。

表4には給食のうちの昼食について表3におけると同様に示す。基本献立食、各除去食のいずれにおいてもエネルギー、カルシウム、及びビタミンB₂が給与栄養目標量を満たしておらず、食塩相当量は過剰であった。

表5には給食のうちの間食について同様に示す。基本献立食、各除去食のいずれもビタミンCが給与栄養目標量を満たしていなかった。食塩相当量は、基本献立食、鶏卵除去食、及び小麦除去食では給与栄養目標量よりも過剰だったが、他の除去食では給与栄養目標量未満であった。その他の給与栄養量については、基本献立食及び鶏卵除去食ではエネルギー量や多くの栄養素量は給与栄養目標量を充足していた。小麦除去食では食物繊維、鉄も充足し

ていなかった。牛乳・乳製品除去食及び3食物除去食においては、エネルギー量や多くの栄養素量が給与栄養目標量を充足していなかった。

IV. 考 察

基本献立食から鶏卵、牛乳・乳製品、及び小麦の3食物全てを除去して再計算した場合の給与栄養量は、給与栄養目標量を満たしていなかった。特に、間食の給与栄養量は、除去によって最も影響を受けていた。一方、鶏卵除去時又は小麦除去時の給与栄養量は給与栄養目標量を満たしていた。それ故、3食物除去時の給与栄養量が給与栄養目標量を満たさない要因には、牛乳・乳製品の除去が大きく影響している可能性がある。このような結果は、同じ検討を行った我々の既報⁵⁾と同様であった。

しかしながら、本研究において対象とした保育所は、既報⁵⁾の保育所と異なって基本的に鶏卵を利用した給食は提供しないという方針で献立を作成していた。但し、間食では鶏卵を使用した例もあり、加えて原材料に鶏卵が含まれていても調理上やむを得ない場合には使用していた。他方、そのような制限を設けることなく給食を提供していた保育所2施設については既に報告している通りである⁵⁾。両者の給与栄養量に関するデータを比較したところ、概略、両者間に大きな違いはなかった。これは次の理由によると思われる。

表3. 保育所における給食(昼食及び間食)の1食当たりの給与栄養量

エネルギー・栄養素	基本献立食(n=26)				鶏卵除去食(n=26)				牛乳・乳製品除去食(n=26)				小麦除去食(n=26)				3食物除去食(n=26)			
	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差
エネルギー(kcal)	604	579	628	-	569	543	595	-	464	437	491	+	530	494	566	-	414	383	446	+
たんぱく質(g)	23.6	22.6	24.7	-	22.7	21.6	23.8	-	17.5	16.5	18.5	-	21.4	20.0	22.7	-	16.1	15.0	17.3	+
脂質(g)	18.8	16.7	21.0	-	17.4	15.3	19.4	-	12.1	10.0	14.3	-	17.9	15.7	20.1	-	11.0	9.1	12.9	-
炭水化物(g)	83.2	80.3	86.2	-	78.8	75.1	82.5	-	69.8	66.0	73.5	-	69.6	63.9	75.4	-	61.6	56.1	67.2	+
食物繊維(g)	4.3	3.7	4.9	-	4.2	3.5	4.8	-	4.1	3.5	4.7	-	3.8	3.2	4.4	-	3.8	3.2	4.4	-
カリウム(mg)	942	892	992	-	929	879	979	-	697	656	738	-	909	859	960	-	678	637	718	-
カルシウム(mg)	258	236	280	-	253	231	275	-	80	72	89	+	249	226	271	-	78	69	86	+
鉄(mg)	2.2	2.0	2.4	-	2.1	1.9	2.4	-	2.1	1.9	2.3	-	2.0	1.8	2.3	-	2.0	1.7	2.2	-
ビタミンA(μgRAE)	222	198	246	-	221	197	244	-	162	144	181	-	221	198	245	-	161	143	180	-
ビタミンB ₁ (mg)	0.38	0.33	0.42	-	0.37	0.32	0.42	-	0.30	0.25	0.36	-	0.35	0.30	0.40	-	0.29	0.29	0.29	-
ビタミンB ₂ (mg)	0.44	0.41	0.47	-	0.43	0.40	0.46	-	0.20	0.18	0.22	+	0.43	0.39	0.46	-	0.21	0.21	0.21	+
ビタミンC(mg)	31	26	36	-	31	26	36	-	29	24	34	-	31	26	36	-	29	24	34	-
食塩相当量(g)	2.2	1.9	2.4	+	2.0	1.8	2.3	+	1.9	1.7	2.1	+	2.0	1.8	2.3	+	1.8	1.6	2.1	+

* 表1に示した給与栄養目標量と比較した(-:差なし,+:差あり)。詳細は「方法」に記載した。

表4. 保育所における昼食のみの1食当たりの給与栄養量

エネルギー・栄養素	基本献立食(n=26)				鶏卵除去食(n=26)				牛乳・乳製品除去食(n=26)				小麦除去食(n=26)				3食物除去食(n=26)			
	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差
エネルギー(kcal)	386	363	409	+	379	358	401	+	388	363	412	+	371	342	399	+	361	334	388	+
たんぱく質(g)	15.5	14.8	16.3	-	15.5	14.6	16.4	-	15.7	14.9	16.5	-	15.0	14.0	16.1	-	15.0	13.9	16.0	-
脂質(g)	10.7	8.7	12.7	-	9.9	8.2	11.7	-	10.7	8.7	12.7	-	10.7	8.7	12.7	-	9.7	8.0	11.4	-
炭水化物(g)	55.7	52.9	58.4	-	55.7	52.9	58.6	-	55.9	53.1	58.7	-	52.5	48.2	56.8	-	52.4	48.1	56.7	-
食物繊維(g)	3.4	2.9	3.9	-	3.4	3.0	3.9	-	3.4	3.0	3.9	-	3.3	2.9	3.7	-	3.3	2.9	3.7	-
カリウム(mg)	629	588	671	-	634	591	677	-	635	592	678	-	625	584	666	-	625	584	665	-
カルシウム(mg)	64	57	70	+	65	58	72	+	65	58	72	+	64	57	71	+	64	57	71	+
鉄(mg)	1.8	1.6	2.0	-	1.8	1.6	2.0	-	1.9	1.7	2.1	-	1.7	1.6	1.9	-	1.7	1.6	1.9	-
ビタミンA(μgRAE)	147	126	168	-	149	127	170	-	148	127	169	-	149	127	170	-	148	126	169	-
ビタミンB ₁ (mg)	0.28	0.23	0.34	-	0.28	0.23	0.34	-	0.28	0.23	0.34	-	0.27	0.22	0.33	-	0.27	0.22	0.33	-
ビタミンB ₂ (mg)	0.19	0.17	0.21	+	0.19	0.17	0.21	+	0.19	0.17	0.21	+	0.18	0.16	0.20	+	0.18	0.16	0.20	+
ビタミンC(mg)	28	23	33	-	28	23	33	-	28	23	33	-	28	23	33	-	28	23	33	-
食塩相当量(g)	1.8	1.5	2.0	+	1.7	1.5	1.9	+	1.7	1.5	1.9	+	1.7	1.5	1.9	+	1.7	1.5	1.9	+

* 表1に示した給与栄養目標量と比較した(-:差なし,+:差あり)。詳細は「方法」に記載した。

表5. 保育所における間食のみの1食当たりの給与栄養量

エネルギー・栄養素	基本献立食(n=26)				鶏卵除去食(n=26)				牛乳・乳製品除去食(n=26)				小麦除去食(n=26)				3食物除去食(n=26)			
	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差	平均	95%信頼区間 下限 上限		目標量* との差
エネルギー(kcal)	215	200	230	-	189	169	209	-	77	57	97	+	160	140	180	-	53	36	71	+
たんぱく質(g)	7.9	7.2	8.7	-	7.1	6.3	8.0	-	1.8	1.1	2.6	+	6.4	5.6	7.2	-	1.2	0.6	1.8	+
脂質(g)	8.0	7.0	9.1	-	7.4	6.4	8.4	-	1.4	0.9	2.0	+	7.2	6.2	8.2	-	1.3	0.7	1.9	+
炭水化物(g)	27.3	25.7	28.9	-	23.1	20.1	26.1	-	13.8	10.3	17.4	-	17.2	14.0	20.4	-	9.3	6.1	12.4	+
食物繊維(g)	0.9	0.6	1.2	-	0.7	0.4	1.0	-	0.7	0.4	1.0	-	0.5	0.3	0.8	+	0.5	0.3	0.8	+
カリウム(mg)	307	272	342	-	296	259	332	-	63	37	89	+	285	251	318	-	53	32	74	+
カルシウム(mg)	193	175	211	-	189	171	207	-	16	10	21	+	185	166	203	-	14	9	20	+
鉄(mg)	0.4	0.3	0.5	-	0.4	0.2	0.5	-	0.3	0.2	0.4	+	0.3	0.2	0.4	+	0.2	0.1	0.4	+
ビタミンA(μgRAE)	73	58	88	-	72	57	88	-	14	5	24	+	73	58	88	-	14	4	23	+
ビタミンB ₁ (mg)	0.09	0.08	0.10	-	0.09	0.07	0.10	-	0.02	0.01	0.03	+	0.07	0.06	0.08	-	0.01	0.01	0.02	+
ビタミンB ₂ (mg)	0.25	0.22	0.28	-	0.24	0.22	0.27	-	0.01	0.01	0.02	+	0.24	0.22	0.27	-	0.01	0.01	0.01	+
ビタミンC(mg)	3	2	3	+	3	2	3	+	1	0.4	1	+	3	2	3	+	1	0.4	1	+
食塩相当量(g)	0.4	0.3	0.5	+	0.4	0.3	0.4	+	0.2	0.1	0.2	-	0.3	0.2	0.4	+	0.2	0.1	0.2	-

* 表1に示した給与栄養目標量と比較した(-:差なし,+:差あり)。詳細は「方法」に記載した。

保育所給食でのアレルギー原因食物の除去

鶏卵使用を制限していない2つの保育所における鶏卵の給食(昼食+間食)での使用回数, 料理名, 重量等は, 既報⁵⁾では示していないが, 1か月間でA保育所では3回(料理名: シフォンケーキ, 親子丼, ゆで卵)(鶏卵として計55g), B保育所では17回(料理名: ポテトサラダ, ハンバーグ, サンドイッチ, 寒天プリン, お好み焼き, 高野豆腐の卵とじ, マカロニサラダ2回, 五目寿司, ぎせい豆腐, おからのケーキ, ジャーチャー麺, ツナと豆腐のオムレツ, 味噌汁, パナナブレッド, 三色丼, 親子丼)(鶏卵として計184g)であった。今回の保育所においては, 給食のうち間食においてのみ例外的に少量の鶏卵が使用された場合があり, 間食での使用回数は1ヶ月間で2回(料理名: さつまいも蒸しケーキ2回)(鶏卵として計10g)であった。いずれの保育所においても, これらの料理以外に原材料に少量の鶏卵が含まれている食物を使用している場合があるが, これらについては食品成分表から鶏卵の量を算出することができないため, 鶏卵重量の値に含めていない。上述した鶏卵重量を1食当たりの給食(昼食+間食)の量に換算すると, A施設では2.1g, B施設では7.4g, 今回の保育所では0.38gとなる。各保育所の1食当たりの給食(昼食+間食)献立の純使用量(いわゆる献立重量: 炊飯用の加水重量や牛乳重量を含んだ値)は, A保育所では625.7g, B保育所では646.8g, 今回の保育所では640.8gであったことから, 前述の純使用量に対する鶏卵使用量の比率はそれぞれ0.34%, 1.1%, 0.059%となる。即ち, いずれにおいても鶏卵使用量は純使用量に比較すれば極めて少量である。これは, 基本的に鶏卵を使用しない今回の保育所に比べて, 鶏卵の使用に制限をしていない保育所の鶏卵を用いた給食献立が大きく異なることを意味している。従って, 今回の鶏卵使用を制限していた場合のデータと制限していなかった場合のデータとを比較したところ, 両者間に大きな違いがなかったのは, 献立に使用している鶏卵重量に大差がなかったことに起因していると考えている。

今回の鶏卵の使用を制限している保育所における給食での鶏卵の使用回数は2回であり, 上述の制限していない保育所での鶏卵の使用回数が少なかったA保育所では3回であった。一方, 純使用量に対する鶏卵使用量の比率は, 上述したように, それぞれ0.059%, 0.34%であった。即ち, 今回の保育所は鶏卵の使用重量を極力減らそうという努力はしているものの, 鶏卵使用を制限していない保育所の使

用回数とほぼ同等であるという結果となった。それ故, 鶏卵を使用した給食を可能な限り提供しないためには, 保育所給食での食物アレルギー対応は完全除去が基本であることを考慮すれば, 一ヶ月間の鶏卵の使用重量を減らすことよりも, むしろ使用回数を減らすことを考える方が効果的ではないかと考える。但し, 今回の保育所では, 鶏卵の使用は間食に限られていたことから, 間食での鶏卵使用に配慮さえすれば, 食物アレルギーの中で最も頻度の高い鶏卵を除外することは極めて容易であると考えている。

本研究には次の限界がある。今回の結果は, 僅か1ヶ月間の給与栄養量や鶏卵の使用回数, 使用重量を比較したものである。そのため, 例えば1年間に亘る献立表について検討した場合には, 得られる結果は異なる可能性がある。このような限界はあるが, 本研究は, 食物アレルギーの三大アレルゲンである鶏卵, 牛乳・乳製品, 小麦¹⁾を使用しない保育所の給食献立の作成を試みている我々にとって, 給食では基本的に鶏卵を使用しないという方針の下に作成された献立に興味があって検討したものである。今後, このような方針を有している保育所の献立表を入手して検討を重ねたい。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

文 献

- 1) 今井孝成, 杉崎千鶴子, 海老澤元宏: 消費者庁「食物アレルギーに関連する食品表示に関する調査研究事業」平成23年即時型食物アレルギー全国モニタリング調査結果報告, アレルギー, 65, 942-946 (2016)
- 2) 厚生労働省: 保育所におけるアレルギー対応ガイドライン(2019年改訂版), 2019(平成31)年4月(https://www.city.akashi.lg.jp/kodomo/kosodate_ka/shise/nyusatsu/documents/shiryoku12.pdf) 最終アクセス日2021年8月29日
- 3) 神戸市: 神戸市教育・保育施設等におけるアレルギー対応の手引き, 令和2年2月(<https://www.city.kobe.lg.jp/a65174/business/annaitsuchi/hoikujigyo/hoiku-allergy.html>) 最終アクセス日2021年8月29日
- 4) 佐藤誓子, 佐藤勝昌, 増沢康男: 食物アレルギー児に対する保育所の給食対応-除去食・代替食提供時の工夫と配慮のあり方を中心として-, 栄養学雑誌, 68, 226-233 (2010)
- 5) 中井美帆, 松本衣代, 佐藤勝昌, 佐藤誓子: 保育所給食における鶏卵, 牛乳・乳製品, 小麦除去時のエネルギー量・栄養素量, 体力・栄養・免疫学雑誌, 31, 52-60 (2021)
- 6) 厚生労働省雇用均等・児童家庭局母子保健課長通知: 児童福祉施設における「食事摂取基準」を活用した食事計画につい

て, 雇児母発0331第1号, 平成27年3月31日.

- 7) 「日本人の食事摂取基準(2015年版)」策定検討会:日本人の食事摂取基準2015年版—厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」策定検討会報告書, 2014, 第一出版, 東京
- 8) 厚生労働省雇用均等・児童家庭局長, 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部長通知:児童福祉施設における食事の提供に関する援助及び指導について, 雇児発0331第1号, 障発0331第16号, 平成27年3月31日.
- 9) 厚生労働省雇用機会均等・児童家庭局母子保健課:児童福祉施設における食事の提供ガイド—児童福祉施設における食事の提供及び栄養管理に関する研究会報告書一, 厚生労働省雇用機会均等・児童家庭局母子保健課, 2010, 東京
- 10) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会 編:日本食品標準成分表2015年版(七訂), 2015, 全国官報販売協同組合, 東京

女子大学生の食生活の一考察

高橋 孝子^{1,3}、安田 敬子²、清水 典子³、橋本 加代²

¹ 大阪市立大学

² 神戸女子大学

³ 元神戸女子大学

Considerations regarding Dietary Habits in Japanese Female University Students

Takako TAKAHASHI^{1,3}, Keiko YASUDA², Noriko SHIMIZU³, Kayo HASHIMOTO²

¹ *Laboratory of Foodservice and Nutrition Management, Faculty of Human Life Science, Osaka City University*

² *Faculty of Home economics, Kobe Women's University*

³ *Former Faculty of Home economics, Kobe Women's University*

要 約

目的: 栄養学専攻と専攻が異なる学科の1年生の女子大学生を対象に, 食生活状況, 生活習慣, 食への関心について検討し, 効果的な食育を実施するために学科が異なることで食に対する意識の違いを明らかにすることを目的とした。

方法: 2017年5月に兵庫県内の管理栄養士養成課程と他学科の1年生の女子大学生計348名を対象とし, 無記名自記式質問紙調査法で身長, 体重, 居住環境, 生活習慣, 食生活状況, 食への関心についてたずねた。解析対象は協力の得られた288名である。

結果: 昼食購入に栄養学専攻では「嗜好」, 「栄養バランス」を, 他学科では「手軽さ」を重視している者の割合が高かった。昼食購入費用は450円以下の者の割合が栄養学専攻で高かった。ダイエットに興味のある者の割合は, 他学科で高かった。栄養学専攻では, 「地域の食文化や伝統食」, 「食品の食べ残しや廃棄に関すること」の2項目に関心のある者, 「偏食しない」, 「野菜を食べる」, 「塩分の多い料理を控える」の3項目を普段からこころがけている者の割合が高かった。

結論: 栄養学専攻と他学科の1年生で, 食生活状況, 食への関心は異なっていた。栄養学専攻の学生は, バランスよく食べることを意識していることが明らかとなった。

キーワード: 女子大学生, 食への関心, 食生活状況, 食育

I. 緒 言

近年, 若年女性のやせが問題となっており, 2019 (令和元) 年国民健康・栄養調査によると, 20歳代女性のやせの者の割合は, 20.7%であった¹⁾。一方で20歳代女性の肥満者の割合は8.9%である¹⁾。20歳代女性は, 肥満者よりやせの者の割合が高い。2009 (平成21) 年から2019 (令和元) 年までの10年間でみると, 20歳代女性のやせの者の割合は, 2010 (平成22) 年には29%と最も高く, 2014 (平成26) 年に17.4%と最も低く, これらの数値の間で推移している¹⁾。

生活習慣病発症の素因は胎児期に形成されるというパーカー説により, 胎児という発育上重要な時期に低栄養状態にさらされると, 出生後, 短時間に体重増加が起こった場合, 小さく産んで大きく育てると, 物質代謝等が本来のあるべき姿とは異なった状態にセッティングされてしまい, やがて生活習慣病を引き起こすといわれている^{2,3,4,5)}。すなわち, 胎内環境が出生後の児の健康に影響を与えることになる。若年女性のやせは, その一時点および自身の問題だけでなく, 次世代にも与える影響は大きい。以上のことから, 若年女性の食生活は非常に重要である。

食生活の重要な時期である若年女性、女子大学生を対象に、われわれは食育を行うことを計画している。対象者の食への関心や食生活状況が、食育内容に大きく影響することから、効果的な食育プログラムを実施するために対象者の実態を把握する必要がある。女子大学生は、専攻によって食への関心や生活習慣等が異なる可能性がある。また栄養学を専攻する大学生は、入学時から食に対する意識が高い可能性がある。そこで、本研究は、栄養学専攻の学科と文系の他学部他学科（以後他学科）の1年生の女子大学生を対象に、身体状況、食生活状況や生活習慣、食への関心の実態を検討し、両者の食に対する意識に違いがあるか明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 研究デザイン

研究デザインは、自記式質問紙調査による横断研究である。

2. 対象者と調査方法

兵庫県内の女子大学の家政学部管理栄養士養成課程（以下管理）と同じ大学の文系の学部の他学科に在籍する1年生の女子大学生計348名（管理167名、他学科181名）である。

調査は、学科の専門教育のバイアスが食生活や生活習慣等に及ぼす影響の少ない時期と考え、入学1か月後の5月に行った。2017年5月、調査票および調査に関する説明文を対象者348名（管理167名、他学科181名）に配布し、288名（管理139名、他学科149名）から調査票を回収した。有効回答率は全体で82.8%、その内訳は管理が83.2%、他学科が82.3%であった。

3. 倫理的配慮

調査対象者には、研究の目的および意義、研究の方法のほか、研究への協力は任意であり、拒否できること、研究に参加しなくても不利益は生じないことなどを、口頭で説明し文書でも提示した。本調査は、神戸女子大学人間を対象とする研究倫理委員会の審査・承認を得て実施した（承認番号H29-5）。

4. 調査項目

1) 身体状況と居住形態

身体状況を把握するために、自己申告による身長と体重をたずねた。そのデータから以下の算出式でBody Mass

Index (BMI) を求めた。BMIが18.5 kg/m²未満をやせ、18.5 kg/m²以上25 kg/m²未満を普通、25 kg/m²以上を肥満と3つに分類した。

$$\text{BMI (kg/m}^2\text{)} = \text{体重 (kg)} \div \text{身長 (m)} \times \text{身長 (m)}$$

居住形態は、家族と同居かどうかをたずねた。家族と同居とそれ以外の2つに、居住形態を分類した。それ以外とは、家族と離れて暮らす一人暮らしや兄弟姉妹だけの生活や寮生活を含んでいる。

2) 生活状況

生活状況を把握するために、平日の平均的な起床時刻と就寝時刻、睡眠時間、直近1か月の睡眠による休養、日常の排便についてたずねた。睡眠により休養がとれているか把握するために、直近1か月の睡眠による休養を、「十分とれている」、「まあまあとれている」、「とれていない」の3件法でたずねた。排便状況は、1週間の排便のあった日数をたずねた。1日に複数回の排便があっても、1日としてカウントした。最頻値を考慮し、起床時刻は「7時以降8時前」「8時以降9時前」「9時以降」を合わせて「7時以降」、就寝時刻は「0時から2時」「2時以降」を合わせて「24時以降」、睡眠時間は「6時間以上8時間未満」「8時間以上」を合わせて「6時間以上」、直近1か月の睡眠による休養は「十分とれている」「まあまあとれている」を合わせて「とれている」、排便状況は「4～5日/週」「2～3日/週」「1日/週以下」を合わせて「5日/週以下」とした。

3) 食生活状況

朝食の摂取状況を把握するために、朝食の摂取回数と喫食時刻をたずねた。朝食回数は、「週6回から毎日」、「週4～5回」、「週2～3回」、「週1回以下」の4件法でたずねた。平日の朝食の喫食時刻は、「6時より前」から1時間おきに「9時以降」までの時間帯でたずねた。最頻値を考慮し、朝食回数は、「週4～5回」、「週2～3回」、「週1回以下」を合わせて「5回/週以下」とし、平日の朝食時刻は「6時より前」「6時～7時前」を合わせて「7時より前」、「7時～8時前」「8時～9時前」「9時以降」を合わせて「7時以降」とした。

平日の昼食について、大学で購入することを想定し、購入にかかる費用とその際に重要視している点をたずねた。昼食の購入費用について、「350円以下」、「351円～450円」、「451円～550円」、「550円以上」でたずねた。昼食購入費用については、学生食堂の日替わり定食の値段が450円であることを考慮し、「350円以下」「351円～450円」を合わ

せて「450円以下」, 「451円～550円」と「550円以上」を合わせて「451円以上」とした。昼食購入時の「価格」, 「嗜好」, 「栄養バランス」, 「ボリューム」, 「手軽さ」の5項目について、重視の有無をたずねた。

5) 食への関心

ダイエット, 食生活の関心, 普段の食生活で心がけていることを食に対する意識としてたずねた。ダイエットは、興味の有無, ダイエットの経験を「現在している」, 「過去にしたことがある」, 「したことがない」でたずねた。食生活の関心は、「安全性」, 「健康への配慮」, 「地域の食文化や伝統食」, 「食品の食べ残しや廃棄に関すること」の4項目の関心の有無をたずねた。普段から食生活で心がけていることとして、「食べ過ぎない」, 「偏食しない」, 「夜遅く食べない」, 「野菜を食べる」, 「3食規則正しく食べる」, 「塩分の多い料理を控える」の6項目についてたずねた。ダイエットの経験は、「現在している」「過去にしたことがある」を合わせて、「経験あり」とした。

5. 解析方法

管理と他学科を目的変数に、それぞれの調査項目を説

明変数として、 χ^2 乗検定を用い、期待度数5未満のセルが20%以上ある項目は、Fisherの正確確率検定を用いて解析した。項目ごとに欠損値がある場合には、除外して解析を行った。

解析は、統計ソフトSPSS Statistics 27.0 (日本アイ・ビー・エム株式会社) を使用し、有意水準は5% (両側検定) 未満とした。

III. 結果

1) 身体状況と居住形態

対象者の身体状況と居住形態を表1に示す。本研究の対象者は、BMIで判定した普通の体格が191名 (77.3%)、やせは49名 (19.8%)、肥満は7名 (2.8%) であった。居住形態は、全体で家族と同居が182名 (64.5%)、一人暮らしや寮などは102名 (36.2%) であった。体格および居住形態と学科の間に有意差はなかった。

2) 生活状況

起床時刻, 就寝時刻, 睡眠時間, 直近1か月の睡眠による休養, 排便状況の生活習慣を表2に示す。起床時刻

表1 身体状況と居住形態

		全体		管理 ^a		他学科		p値
身体状況 [‡]		n	(%)	n	(%)	n	(%)	
	普通	191	(77.3)	95	(77.9)	96	(76.8)	0.936
	やせ	49	(19.8)	24	(19.7)	25	(20.0)	
	肥満	7	(2.8)	3	(2.5)	4	(3.2)	
居住形態 [†]		n	(%)	n	(%)	n	(%)	0.547
	家族と同居	182	(64.5)	86	(62.3)	96	(65.8)	
	それ以外	102	(36.2)	52	(37.7)	50	(34.2)	

() は割合

[†] χ^2 検定

[‡]Fisherの正確確率検定

^a管理栄養士養成課程

表2 生活習慣

		全体		管理 ^a		他学科		p値 [†]
起床時刻		n	(%)	n	(%)	n	(%)	
	7時より前	187	(65.2)	122	(87.8)	65	(43.9)	<0.001
	7時以降	100	(34.8)	17	(12.2)	83	(56.1)	
就寝時刻		n	(%)	n	(%)	n	(%)	0.144
	24時より前	62	(21.7)	35	(25.4)	27	(18.2)	
	24時以降	224	(78.3)	103	(74.6)	121	(81.8)	
睡眠時間		n	(%)	n	(%)	n	(%)	<0.001
	6時間未満	83	(29.4)	53	(39.3)	30	(20.4)	
	6時間以上	199	(70.6)	82	(60.7)	117	(79.6)	
直近1か月の睡眠による休養		n	(%)	n	(%)	n	(%)	0.677
	とれている	176	(64.9)	92	(65.7)	100	(68.0)	
	とれていない	95	(35.1)	48	(34.3)	47	(32.0)	
排便状況		n	(%)	n	(%)	n	(%)	0.699
	6日/週から毎日	135	(47.4)	67	(48.6)	68	(46.3)	
	5日/週以下	150	(52.6)	71	(51.4)	79	(53.7)	

() は割合

[†] χ^2 検定

^a管理栄養士養成課程

について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であり ($p < 0.001$)、管理は他学科に比べて7時より前と回答している者の割合が高かった。就寝時刻と学科の間に有意差はなく、両学科ともに7割以上の学生は、24時よりも遅い時刻に就寝していた。睡眠時間について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であり ($p < 0.001$)、管理は他学科に比べて6時間未満と回答している者の割合が高かった。直近1か月の睡眠による休養と排便状況については、学科の間に有意差はなかった。

3) 食生活状況

朝食状況と昼食状況について、表3に示す。朝食摂取回数と朝食時刻について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった(朝食摂取回数: $p = 0.002$, 朝食時刻: $p < 0.001$)。管理は他学科に比べ、朝食を週に6回以上喫食する者の割合が高く、その時刻は7時より前の者の割合が高かった。

平日の昼食の購入にかかる費用について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった ($p = 0.005$)。管理は他学科に比べて450円以下の者の割合が高かった。昼食購入時に重視する点は、「嗜好」、「栄養バランス」、「手軽さ」において、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった(嗜好: $p = 0.007$, 栄養バランス: $p = 0.026$, 手軽さ: $p = 0.014$)。管理は他学科に比べ、「嗜好」「栄養バランス」を重視する者の割合が高かった。他学科は管理に比べ、「手軽さ」を

重視する者の割合が高かった。

4) 食への関心

ダイエット、食生活の関心、普段の食生活で心がけていることについて表4に示す。ダイエットの興味について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった ($p = 0.014$)。他学科は管理に比べて、ダイエットに興味のある者の割合が高かった。しかしながら、ダイエットの経験については、学科で有意差はなかった。

食生活の関心の項目のうち、「地域の食文化や伝統食」、「食品の食べ残しや廃棄に関すること」について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった(地域の食文化や伝統食: $p < 0.001$, 食品の食べ残しや廃棄に関すること: $p = 0.007$)。管理は他学科に比べ、「地域の食文化や伝統食」、「食品の食べ残しや廃棄に関すること」に興味があると回答した者の割合が高かった。

普段の食生活でこころがけている項目の中で、「偏食をしない」、「野菜を食べること」、「塩分の多い料理を控えること」について、管理と他学科の2群の比率の差は有意であった(偏食をしない: $p = 0.030$, 野菜を食べること: $p < 0.001$, 塩分の多い料理を控えること: $p = 0.002$)。管理は他学科に比べ、「偏食をしない」、「野菜を食べる」、「塩分の多い料理を控えること」を普段から心がけていると回答した者の割合が高かった。

表3 食生活状況

		全体	管理 ^a	他学科	p値 [†]
		n			
朝食状況	朝食摂取回数	6回/週以上	250 (87.1)	129 (93.5)	0.002
		5回/週以下	37 (12.9)	9 (6.5)	
	朝食時刻	7時より前	152 (53.5)	94 (67.2)	<0.001
		7時以降	132 (46.5)	46 (32.8)	
平日の昼食購入費用	450円以下	182 (65.0)	99 (73.3)	0.005	
	451円以上	98 (35.0)	36 (26.7)		
	n	286	139	147	
昼食状況	価格	重視する	209 (73.1)	102 (73.4)	0.910
		重視しない	77 (26.9)	37 (26.6)	
	嗜好	重視する	145 (50.7)	82 (59.0)	0.007
		重視しない	141 (49.3)	57 (41.0)	
	栄養バランス	重視する	76 (26.6)	46 (33.1)	0.026
		重視しない	210 (73.4)	93 (66.9)	
	ボリューム*	重視する	68 (23.9)	31 (22.3)	0.547
		重視しない	217 (76.1)	108 (77.7)	
	手軽さ	重視する	37 (12.9)	11 (7.9)	0.014
		重視しない	249 (87.1)	128 (92.1)	

()は割合

*他学科n=146、全体n=285

† χ^2 検定

^a管理栄養士養成課程

女子大学生の食生活の一考察

表4 食への関心

		全体		管理 ^a		他学科		(名)		
		n						p値 [†]		
興味	あり	238	(82.6)	107	(77.0)	131	(87.9)	0.014		
		50	(17.4)	32	(23.0)	18	(12.1)			
	なし	286		139		149				
		152	(53.1)	73	(52.5)	79	(53.7)		0.836	
なし	134	(46.9)	66	(47.5)	68	(46.3)				
	食生活の関心	安全性	あり	147	(51.0)	79	(56.8)	68	(45.6)	0.058
なし			141	(49.0)	60	(43.2)	81	(54.4)		
健康への配慮		あり	221	(76.7)	110	(79.1)	111	(74.5)	0.352	
		なし	67	(23.3)	29	(20.9)	38	(25.5)		
地域の食文化や伝統食		あり	58	(20.1)	41	(29.5)	17	(11.4)	<0.001	
		なし	230	(79.9)	98	(70.5)	132	(88.6)		
食品の食べ残しや廃棄に関すること		あり	65	(22.6)	41	(29.5)	24	(16.1)	0.007	
		なし	223	(77.4)	98	(70.5)	125	(83.9)		
普段の食生活で心がけていること		食べ過ぎない	心がけている	144	(50.0)	62	(44.6)	82	(55.0)	0.077
			心がけていない	144	(50.0)	77	(55.4)	67	(45.0)	
	偏食しない	心がけている	92	(31.9)	53	(38.1)	39	(26.2)	0.030	
		心がけていない	196	(68.1)	86	(61.9)	110	(73.8)		
	夜遅く食べない	心がけている	136	(47.2)	67	(48.2)	69	(46.3)	0.748	
		心がけていない	152	(52.8)	72	(51.8)	80	(53.7)		
	野菜を食べる	心がけている	149	(51.7)	86	(61.9)	63	(42.3)	<0.001	
		心がけていない	139	(48.3)	53	(38.1)	86	(57.7)		
	3食規則正しく食べる	心がけている	104	(36.1)	53	(38.1)	51	(34.2)	0.491	
		心がけていない	184	(63.9)	86	(61.9)	98	(65.8)		
	塩分の多い料理を控える	心がけている	34	(11.8)	25	(18.0)	9	(6.0)	0.002	
		心がけていない	254	(88.2)	114	(82.0)	140	(94.0)		

()は割合

[†]χ²検定

^a管理栄養士養成課程

IV. 考察

本研究は、女子大学生を対象とした食育に取り組むため、食生活や生活習慣等の実態を把握し、管理と他学科で実態が異なるか検討することを目的とした。

2019 (令和元) 年国民健康・栄養調査¹⁾では、20歳代女性のやせの者の割合は20.7%、肥満の者の割合は8.9%と報告されている。やせの者の割合について、本研究の調査対象集団は19.8%と同様であるが、肥満の者の割合は、本研究対象集団でそれより低かった。2018 (平成30) 年に都内の女子大学生483名を対象にした先行研究⁶⁾によると、やせ19.0%、肥満3.7%と両者とも、本研究結果の対象者の体格と同様であった。これらのことから、本研究の対象者は、一般的な若年女性の体格の集団と考えられる。

管理の学生は、朝食摂取回数が6回/週以上の者の割合が高く、朝食時刻も7時より前の者の割合が高かった。起床時刻も朝食時刻と同様に、管理の学生は7時より前の者の割合が高かった。首都圏の4校の女子大学の栄養学専攻とその他の専攻の学生の合計1,080名を対象とした先行研

究⁷⁾では、栄養学専攻の学生は、朝食欠食なしの者の割合が高く、われわれと同様であった。さらに朝食欠食なし群は、起床時刻、朝食時刻が欠食のある群より早いと報告している。しかしながら、われわれは学科別で比較しているため、朝食欠食なし群ではないが、管理の学生では他学科の学生に比して朝食欠食者の割合が低く、起床時刻並びに朝食時刻が早い者の割合が高い結果であり、これは前出の研究結果⁷⁾と同様の傾向を示しているものと考えられる。先行研究⁷⁾では、就寝時刻も起床時刻と朝食時刻と同様に朝食欠食なし群で早い傾向にあったが、われわれの結果では、就寝時刻と学科には有意差はなかった。先行研究⁷⁾の対象者は平均年齢20±1.2歳、最小年齢者は18歳、最大年齢者が24歳であることから、対象者に2年生以上の大学生が多く含まれていると考えられる。この先行研究⁷⁾の結果には、栄養学を専攻する学生に専門教育のバイアスがかかっていることは否めない。

起床時刻については、1時間目から授業がある調査対象校の管理の時間割が影響していることが推測される。佐藤

ら⁸⁾も、栄養学を専攻する女子大学生の1年生と4年生を比較し、1年生の睡眠時間が短いことから、1年生で1時間目から授業が多い調査対象校の特徴に起因していると報告している。一方で学生の自宅が遠いために通学時間が長く、授業に遅刻しないよう早起きが影響しているとも考えられるが、今回は自宅から大学までの通学時間については調べておらず、考慮もしていない。

女子大学生の食費に対する態度からバランスの取れた食事を調べた先行研究⁶⁾によると、食費にお金を掛けることを惜しまない女子大学生は、主食・主菜・副菜が揃った栄養バランスの整った食生活を送っている可能性を示していると報告されている。本研究の管理の学生は、昼食購入費用が450円以下の者の割合が高いにも関わらず、昼食に「栄養バランス」を重視している者の割合が高かった。この先行研究⁶⁾から栄養バランスのとれた食事をするには費用がかかることを考えると、管理の学生が栄養バランスを重視したとしても、実際に栄養バランスのとれた昼食をとっているのは他学科の学生であるかもしれない。調査対象校の学生食堂の主食・主菜・副菜が揃った定食は450円である。そのことを考えると昼食にかかる費用が450円であれば、調査対象校ではバランスのとれた昼食をとることができる。

食への関心として、ダイエットの興味と学科で有意差がみられ、他学科でダイエットに興味のある者の割合が高かった。中山らが2013年に行った4年生の女子大学生を対象にした先行研究⁹⁾では、管理栄養士の学科と教育学科でダイエットの経験に関連は認められず、われわれと同様の結果であった。ダイエットへの関心やダイエットを行う要因である体型認識は、大学の教育内容や栄養学の知識の程度による違いによるものではなく、若年女性に共通している蓋然性が高いとの報告がある^{8,9)}。それを考えると管理でもダイエットに興味のある者の割合は77%であり、両学科ともにダイエットに興味を有しているのも十分に想定される結果である。

食生活の関心では、4項目のうち、「地域の食文化や伝統食」、「食品の食べ残しや廃棄に関すること」と学科で関連がみられた。下岡ら¹⁰⁾によると、栄養系と他学部の大学生を比較し、管理栄養士養成課程に在籍する学生は行事食に関する意識は高く、今までに行事食を実施したことがある者の割合も高かったと報告している。われわれも、「地域の食文化や伝統食」に関心のある管理の学生の割合が高く、

同様の結果であった。しかしながら、下岡ら¹⁰⁾は、2年生から4年生を対象としており、栄養系の学生には専門教育の影響があると考えられる。

「食品の食べ残しや廃棄に関すること」は、高校等の家庭科で教育が行われており、宮川ら¹¹⁾が行った調査では、食品廃棄の問題意識として優先して取り組むべきと管理栄養士養成の学科や家政系の大学生らの半数以上が回答していた。特に管理では、1年生の4月から調理学実習の授業が始まり、そこで残さず食べることを、調理の際に食材を無駄なく使うことの教育がなされている。本調査は5月に実施し、既に授業が開始されていることから、管理の「食品の食べ残しや廃棄に関すること」に関心がある者の割合が高かった原因かもしれない。

普段の食生活で心がけている6項目のうち、「偏食しない」、「野菜を食べる」、「塩分の多い料理を控えること」の3項目は管理の学生の者の割合が高かった。また昼食購入で栄養バランスを重視している者の割合も高かった。偏食しないで、野菜を食べることと減塩を心がけ、栄養バランスを重視することは、バランスの良い食事を意識しているように伺える。「地域の食文化や伝統食」、「食品の食べ残しや廃棄に関すること」への興味も管理の学生で高いことを考慮すると、入学後間もない5月の時点における管理の学生の食への意識は高いと考えられる。

今回の調査から同じ大学でも栄養学専攻と他学科の1年生では、入学後間もない時期において、食生活、生活習慣、食への関心が異なることが明らかとなった。管理の学生は、バランスの良い食事をとることを意識し、他学科の学生はダイエットに興味のある者の割合が高いことがわかった。今回調査した朝食、昼食の状況、普段から心がけていること等が実際の食生活に反映されているのか、食事調査を行って確認することが今後の課題である。

本研究には4点の限界がある。1点目は、種々の項目について、管理の学生と他学科の学生の比較にとどまり、項目間の関連性について解析ができていないことである。2点目は、自記式アンケートのため、身長と体重は対象者の自己申告であり、実測値ではないことである。3点目は対象者が1大学の学生であり、結果の一般化には注意が必要である。4点目は、横断研究であるため因果関係に言及できないことがあげられる。

V. 結論

本研究の結果から、管理と他学科で、1年生の女子大学生の食生活状況、食への関心が異なっていることが明らかとなった。入学して間もない5月時点において、管理の学生はバランスよく食事をとることを意識していた。

本研究の一部は、第65回日本栄養改善学会学術総会(2018年)にて発表を行った。

謝 辞

本研究にご協力頂きました神戸女子大学三宅茂夫先生、本調査に参加頂きました学生の皆様に感謝申し上げます。解析にあたりご協力頂きました藤原実香さんに感謝申し上げます。

資 金

本研究は、2017(平成29)年度 行吉学園 教育・研究助成費〔教育部門〕(K2908)の助成を受けて実施した。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

文 献

- 1) 厚生労働省：令和元年国民健康・栄養調査結果の概要，
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000687163.pdf>
(2021.10.6検索)
- 2) デイヴィット・バーカー：胎内で成人病は始まっている母親の正しい食生活が子どもを未来の病気から守る，(2005)，ソニーマガジズ(東京)
- 3) 福岡秀興：胎内低栄養環境が惹起するエピゲノム変化と早期介入による疾病リスク低下，日衛誌，69，82-85(2014)
- 4) 福岡秀興：胎生期環境と生活習慣病発症機序—成人病(生活習慣病)胎児期発症起源説から考える—，日衛誌，71，37-40(2016)
- 5) 福岡秀興，佐田文宏：発達期環境に起因する疾患素因の形成機構—DOHaDの視点から—，日衛誌，71，185-187(2016)
- 6) 江田真純，川崎唯衣，赤松利恵，藤原葉子：女子大学生の食費に対する態度と主食・主菜・副菜が揃った食事の摂取頻度の関連，栄養学雑誌，79，134-141(2021)
- 7) 中井あゆみ，古泉佳代，小川睦美，吉崎貴大，砂見綾香，横山友里，安田純，佐々木和登，多田由紀，日田安寿美，小久保友貴，外山健二，井上久美子，川野因：首都圏における女子大学生の朝食欠食と健康的生活行動との関連，日本食生活学会誌，9，41-51(2015)

- 8) 佐藤誓子，永岡優奈，山下美希，佐藤勝昌：栄養学を学ぶ女子大学生の体型認識，神戸女子大学健康福祉学部紀要，9，13-22(2017)
- 9) 中山沙弥香，赤坂千尋，佐藤誓子，三宅茂夫，佐藤勝昌：女子大学生の体型認識に及ぼす大学教育の影響，神戸女子大学家政学部紀要，49，24-32(2016)
- 10) 下岡伊織，吉田有里，大関知子：管理栄養士養成課程に在籍する大学生の行事食に関する実態調査，日本食育学会誌，11，261-267(2017)
- 11) 宮川有希，上村協子，山岡義卓，松葉口玲子：食を学ぶ女子大学生の食品ロス削減意識と行動，消費者教育，39，191-200(2019)

「もち麦と玄米のごはん」によるヒトの排便および腸内環境への影響

清水 扶美¹、今西 菜月¹、川井 満帆¹、安西 正弘²、小倉 嘉夫¹

¹ 神戸女子大学家政学部

² 大塚食品株式会社

Effects of “MOCHIMUGI TO GENMAI NO GOHAN” on Human Feces and Intestinal Environment

Fumi SHIMIZU¹, Natsuki IMANISHI¹, Maho KAWAI¹, Masahiro ANZAI², Yoshio OGURA¹

¹ Faculty of Home Economics, Kobe Women's University

² Otsuka Foods Co.,Ltd

要 約

目的：20代女性を対象とし、主食に水溶性食物繊維（ β -グルカン）を多く含むもち麦と不溶性食物繊維を含む精白していない玄米を取り入れることが、排便状況や腸内環境にどのような影響を及ぼすのかを検討した。

方法：女子大学に在籍する30名の学生を対象に、連続する3週間（2週目は主食に試験食として大塚食品の「もち麦と玄米のごはん」を1日2回置き換え摂取した）で、毎日の排便調査およびもち麦や玄米を食べたことがあるかなどのアンケートを無記名で行った。

結果：水溶性食物繊維や不溶性食物繊維を豊富に含む「もち麦と玄米のごはん」を1日2回の主食とする生活を1週間継続することで顕著にみられた排便の変化は、便の回数と量、および便のにおいであった。

結論：水溶性食物繊維や不溶性食物繊維を豊富に含む「もち麦と玄米のごはん」を、1日2回以上の頻度で主食として摂取を継続することで、これらの食物繊維を介した腸内環境の改善維持が期待できると推察された。

キーワード：もち麦、玄米、水溶性食物繊維、不溶性食物繊維、腸内環境、便pH

I. 緒 言

かつて日本人の食生活の中心には、五穀と称される米、麦、あわ、きび（またはひえ）、豆が、重要な食料として存在していた。近年、日本人の食文化は多様化し、五穀と称された食材の他に、多くの小麦製品が一般的に重用されるようになった。主食の多様性の定着に伴い、不足しがちになった栄養素がある。それは、食物繊維である。日本人の食事摂取基準（2020年版）では、食物繊維の目標量は、18歳～69歳では1日あたり男性21g以上、女性18g以上とされている。しかし、国民健康・栄養調査（2018年・平成30年）では、全ての年齢階級の中で20～29歳の女性における食物繊維の摂取量は11.9g¹と最も少なかった。なお、その他の世代でも、食物繊維の摂取量は目標量を下回っていた。食

物繊維の摂取量低下の原因には、食環境の変化などのいくつかの要因が考えられるが、その一つとして、穀類の摂取量減少が報告されている²。そこで、食物繊維の摂取量を増加させる一つの方法として、食物繊維の多いもち麦や玄米のような穀類の摂取量を増やすことが考えられる。

穀類の摂取は肥満や2型糖尿病などのリスク低減に有効であったとの報告がある³。また、朝食に穀類由来の食物繊維を摂取することにより、糖尿病や冠状動脈疾患の相対リスクが低下するという報告もある⁴。海外の食事ガイドラインでは、朝食に全粒穀類や穀類由来の食物繊維が豊富な食事を推奨している⁵。穀類には多くの種類があり、不溶性食物繊維を多く含む玄米や全粒小麦、水溶性食物繊維を多く含む大麦やライ麦などが存在する。これらの穀類の

中でも、大麦には特に水溶性食物繊維が豊富に含まれる。大麦の水溶性食物繊維 (β -グルカン) は、グルコースが β -1,4結合と β -1,3結合した直鎖構造の多糖類で、もち性の大麥 (以下、もち麦とする) は穀類の中でも特異的に多く含有している⁶⁾。もち性は、穀類に含まれるデンプンによって左右される。穀類に含まれるデンプンは、アミロースとアミロペクチンに分類される。網目状構造のデンプンであるアミロペクチンが多く、直線状構造のアミロースが少ないほど、デンプンの粘性は高まる。米の場合はうるち米ではアミロースが約20%、アミロペクチンが約80%を占めるが、もち米はアミロースをほとんど含まず、粘りの強いアミノペクチンを多く含んでいる⁷⁾。大麦も米と同様にもち性とうるち性がある⁸⁾。もち性の大麥であるもち麦はうるち性大麥に比べて食感が良く食べやすいという特徴を持っている。さらに水溶性食物繊維 (β -グルカン) に着目すると、もち麦に含まれる β -グルカン含量は玄麦で約5~6%程度であり、うるち性大麥に比べて高い。 β -グルカン量が多いもち麦を混合した米飯は、精白米の米飯と比較して血糖値の上昇を抑制する⁹⁾ ほか、もち麦の長期的摂取を取り入れることによって、老人保健施設の後期高齢者の便秘改善効果も認められている¹⁰⁾。

そこで、15歳以上の年齢階級の中で食物繊維摂取量が最も少ない20代女性¹⁾ を対象とし、主食に水溶性食物繊維 (β -グルカン) を多く含むもち麦と不溶性食物繊維を含む精白していない玄米を取り入れることが、排便状況や腸内環境にどのような影響を及ぼすのかを検討した。

II. 方法

1. 調査対象者と調査期間

兵庫県神戸市内の女子大学の学生のうち、ボランティアで募って同意を得られたのは31名であった。ただし、調査票の回答内容に1名不備があったため、全調査項目に回答があった30名を調査対象者とした。調査期間は、2021年2月15日から5月2日までの期間の中で、連続する3週間とした。

2. 調査方法

上記の調査期間のうち、連続する3週間で毎日の排便調査に加えて、もち麦や玄米を食べたことかなどのアンケートを無記名で行った。また、調査開始前と調査終了時に身体計測を行った。調査を実施した連続する3週間のうち、初めの1週間 (1週目) は通常の食生活とし、次の1週間

(2週目) は主食のうち2回を試験食として大塚食品の「大塚のごはん もち麦と玄米のごはん」 (以下、「もち麦と玄米のごはん」とする) 1パック150gに置き換え、最後の1週間 (3週目) は再び通常の食生活に戻した。試験食の「もち麦と玄米のごはん」と同量の精白米の米飯の栄養成分を表1に示した。「もち麦と玄米のごはん」には1パックあたり食物繊維が5.3g含まれている。そのため、「もち麦と玄米のごはん」を1日に2パックに置き換えて摂取することで、20~30代の女性の食物繊維の目標量18gに近づけることができると考え、2週目の「もち麦と玄米のごはん」の1日当たりの摂取量を2パックと設定した。

表1 栄養成分表示1食分 (150g) 当たり

	もち麦と玄米の ごはん	水稲めし (精白米、うるち米)
エネルギー (kcal)	220	234
たんぱく質 (g)	5.3	3.8
脂質 (g)	1.4	0.5
炭水化物 (g)	49.1	55.7
糖質 (g)	43.8	53.4
食物繊維 (g)	5.3	2.3
食塩相当量 (g)	0	0

水稲めし (精白米、うるち米) の数値は、食品表示法に従った成分値を「もち麦と玄米のごはん」の栄養成分表示1食分 (150g) に準じて日本食品標準成分表2020年版 (八訂) から算出した。糖質は日本食品標準成分表2020年版 (八訂) には記載がないが、食品表示法に従い [100・(水分+たんぱく質+脂質+灰分) - 食物繊維] として求めた。

3. 調査項目

調査対象者の基礎データ調査として、調査開始前と調査終了時に身体計測を行った。排便調査については、便の色はカラーコードを用いて排便状況の調査を行った報告¹¹⁾ や全国的に用いられている母子手帳に掲載されている便の色のカラーコードを参考にして作成した。また、その他の項目である排便の回数などについては便秘と生活習慣に関する報告¹²⁾ からの質問方法を参考に設定した。

1) 身体計測

調査開始前と調査終了時に、身長、体重、BMI、体脂肪率、骨格筋量、内臓脂肪を計測した。身長は身長計で計測し、体重、体脂肪率、骨格筋量、内臓脂肪は、インボディ体組成計 (InBody; InBody Dial H20N) を用いて計測し、BMIは計測結果から算出した。

2) 1日の排便調査

(1) 排便の回数

1日に何回排便したかを記録した。

由意志であり、研究途中であっても研究参加を取りやめることができることを口頭で伝えた後に、調査票を配付した。無記名の自己記入方式とし、調査終了後に回収ボックスへの提出をもって研究に同意したものとみなした。

Ⅲ. 結果

1. 身体計測結果

調査開始前と調査終了時に、調査対象者30名の身長、体重、BMI、体脂肪率、骨格筋量、内臓脂肪について、測定した結果を表2に示した。いずれの項目も、調査開始前と調査終了時に有意な差は認められなかった。

表2 身体計測結果

	調査開始前	調査終了時
身長 (cm)	159.07±6.60	159.07±6.63
体重 (kg)	53.22±11.34	51.66±12.60
BMI (kg/m ²)	20.94±3.87	20.61±3.96
体脂肪率 (%)	28.53±5.43	28.48±5.74
骨格筋量 (kg)	20.27±3.30	19.62±3.18
内臓脂肪 (level)	6.13±3.13	6.04±3.18

数値は平均値±標準偏差, n=30

2. 排便調査結果

3週間の排便調査における1日の排便の回数、便の性状、便の色、便の量、便のにおい、排便後の感覚、便のpHについて、結果を表3に示した。

1) 便の回数

排便回数は、1週目が0.96±0.39回/日、2週目が1.10±0.42回/日、3週目が1.01±0.36回/日となり、調査期間を通して概ね1日当たり1回程度の排便があった。排便回数は1週目に比較して2週目の方が有意に増加していた (p<0.05)。

2) 便の性状

図1のブリストルスケール¹³⁾をもとに評価した結果、評価点は1週目が3.45±1.01、2週目が3.65±0.81、3週目が3.49

±0.79であった。評価点3はやや硬い便、評価点4は普通便を表すため、3週間の便は、やや硬い便と普通便の間であった。1週目に対して2週目、2週目に対して3週目、1週目に対して3週目、いずれの期間を比較しても有意な差はなく、3週間を通じて便の性状に変化はなかった。

3) 便の色

図2のカラーコードをもとに評価した結果、評価点は1週目が3.51±0.67、2週目が3.79±0.66、3週目が3.81±0.63であった。1週目に対して2週目、2週目に対して3週目、1週目に対して3週目、いずれの期間を比較しても有意差はなかった。しかし、便の色は1週目の便はこげ茶色に近い色だったが、2週目以降は茶色に近い色に近づき、わずかに便の色が明るくなるという変化が認められた。

4) 便の量

バナナ1本を200gと仮定して評価した結果、1週目の排便量は156.09±48.23g/日、2週目の排便量は182.84±70.57g/日、3週目の排便量は179.15±68.58g/日と推算した。排便量は1週目に比較して2週目の方が有意に増加していた (p<0.05)。

5) 便のにおい

通常の便と比較して便のにおいが変わらなかった場合を0点、強くなった場合を1点、弱くなった場合を-1点として評価した。その結果、便のにおいの評価点は1週目の平均値が0.02±0.17、2週目が-0.01±0.35、3週目が-0.14±0.27となった。便のにおいは、1週目に比較して3週目の方が有意に弱くなっていた (p<0.05)。

6) 排便後の感覚

通常の排便と比較して排便後の感覚が変わらなかった場合を0点、すっきりした場合を1点、すっきりしなかった場合を-1点として評価した。評価点は、1週目が0.47±0.51、2週目が0.57±0.44、3週目が0.63±0.42となった。排便後の

表3 3週間の排便調査の結果

	1週目	2週目	3週目
排便の回数 (回/日)	0.96 ± 0.39	1.10 ± 0.42 *	1.01 ± 0.36
便の性状	3.45 ± 1.01	3.65 ± 0.81	3.49 ± 0.79
便の色	3.51 ± 0.67	3.79 ± 0.66	3.81 ± 0.63
便の量 (g/日)	156.09 ± 48.23	182.84 ± 70.57 *	179.15 ± 68.58
便のにおい	0.02 ± 0.17	-0.01 ± 0.35	-0.14 ± 0.27 *
排便後の感覚	0.47 ± 0.51	0.57 ± 0.44	0.63 ± 0.42
便のpH	7.20 ± 0.33	6.93 ± 0.61	7.00 ± 0.61

数値は平均値±標準偏差, n=30, ただし便のpHのみ対応に欠損がある数値を除きn=19とした。

*は1週目に対して p<0.05 を示す。

感覚は、1週目に対して2週目、2週目に対して3週目、1週目に対して3週目、いずれの期間を比較しても有意な差は認められなかった。

pHは1週目に対して2週目、2週目に対して3週目、1週目に対して3週目、いずれの期間を比較しても有意な差は認められなかった。

7) 便のpH

対応するデータに欠損が認められた場合を除き、便のpHのみn=19で統計解析を行った。便のpHは1週目が7.20±0.33, 2週目が6.93±0.61, 3週目が7.00±0.61となった。便の

3. アンケート調査

1) 調査開始前に実施したアンケート結果 (図3)

(1) 生活様式

住まいについては、調査対象者30人中16人が家族と同

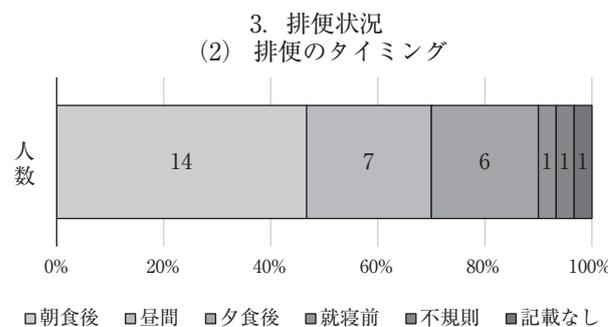
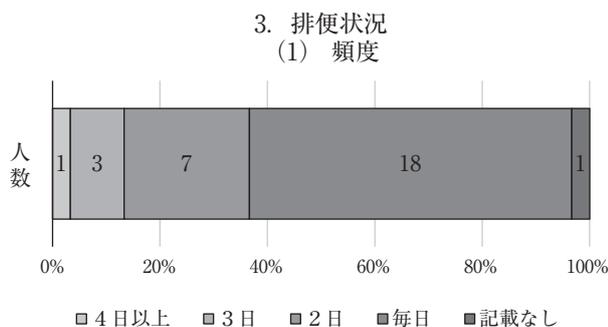
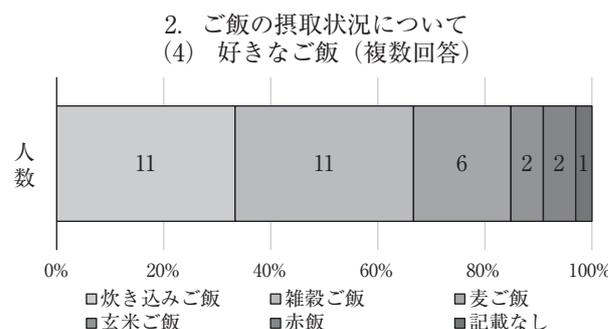
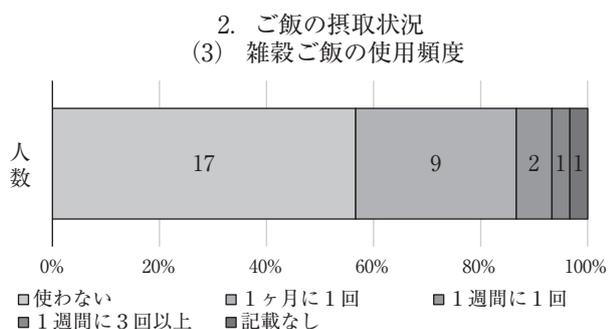
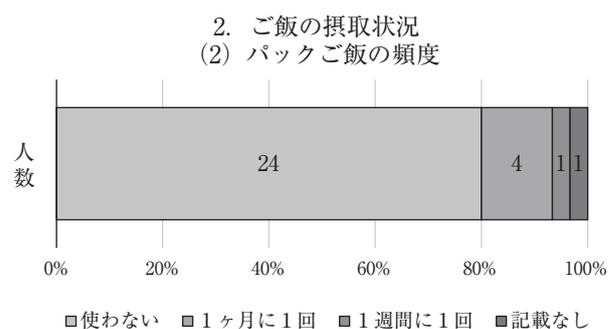
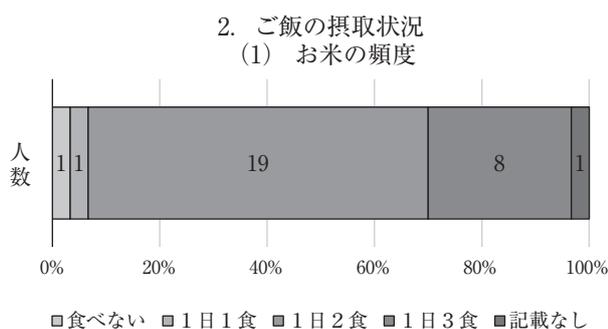
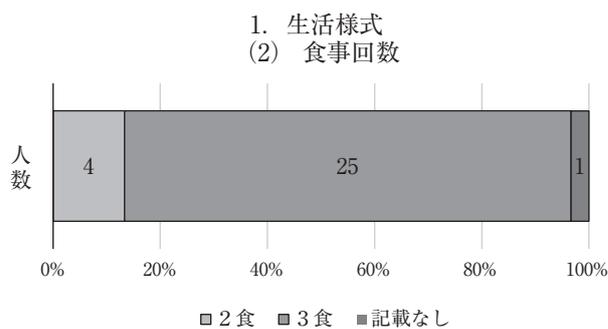
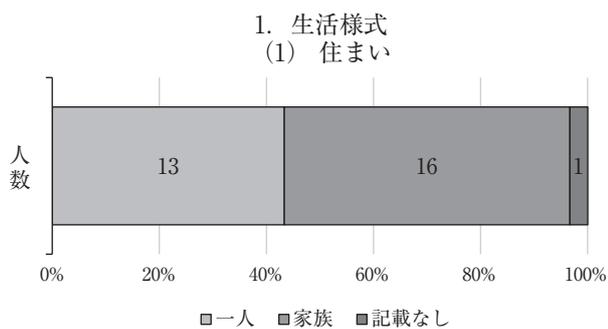


図3 調査開始前に実施したアンケート結果 (n=30)

「もち麦と玄米のごはん」によるヒトの排便および腸内環境への影響

居、13人が一人暮らしをしているという結果から、家族と同居の方がやや多かった。食事回数については、30人中25人が3食摂取していた。

(2) ご飯の摂取状況

お米(米飯)の摂取頻度については、調査対象者30人中8人が1日3回、19人が1日2回、主食に米飯を摂取しており、米飯の摂取頻度は高い傾向にあった。食べない、1日1回、記載なしが、それぞれ1人であった。なお、パックご飯を使用しているという回答者のうち、4人が1か月に1回、1人が1週間に1回の使用頻度であり、パックご飯を使用している場合でも使用頻度は高くないということが示された。次に、雑穀ご飯の使用頻度については、30人中17人が雑穀ご飯を使用していなかった。頻繁ではないが、雑穀ご飯を使用していたのは、30人中12人(9人が1か月に1回、2人が1週間に1回、1人が1週間に3回以上)であった。最後に、白いご飯以外に好きなご飯については、炊き込みご飯と雑穀ご飯がそれぞれ30人中11人を占め、この2つが特に好まれていた。

(3) 排便状況

日常での排便の頻度については、調査対象者30人中18人が毎日排便しているという結果から、全体的に快便傾向であった。

2) 調査中に実施したアンケート結果(図4)

(1) 「もち麦と玄米のごはん」を摂取したタイミング

調査対象者30人中25人が昼食、24人が夕食に摂取したと回答し、主に昼食時と夕食時の主食として摂取されていた。

(2) 排便量の変化

「もち麦と玄米のごはん」を摂取したことで、排便がやや増えたという回答者は調査対象者30人中17人で、排便が増えたという回答者は8人いた。

(3) 排便のタイミングの変化

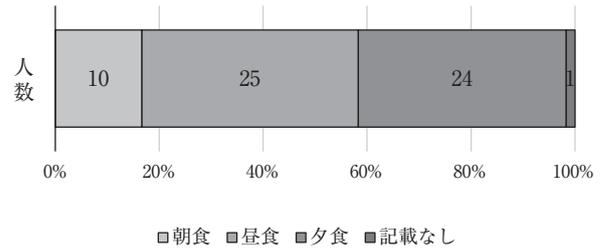
調査対象者30人中22人は「もち麦と玄米のごはん」を摂取しても排便のタイミングに変化がみられなかったと回答したが、7人は排便のタイミングが変化したと回答した。

3) 調査終了後に実施したアンケート結果(図5)

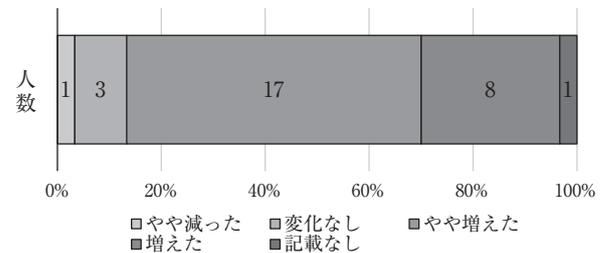
(1) 「もち麦と玄米のごはん」のおいしさについて

調査対象者30人中15人が美味しい、12人がやや美味しいと回答したことから、90.0%が好ましいという評価であった。

1. 「もち麦と玄米のごはん」を摂取したタイミング(複数回答)



2. 排便量の変化



3. 排便のタイミングの変化

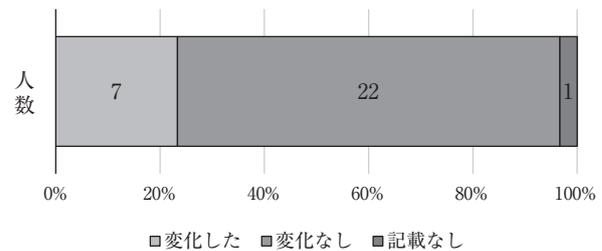


図4 調査期間中に実施したアンケート結果 (n=30)

(2) 「もち麦と玄米のごはん」の摂取後の体への影響

排便の改善については、調査対象者30人中22人が排便の改善を体感したという結果より、73.3%が「もち麦と玄米のごはん」を摂取したことによって排便の改善を体感していた。満腹感については、30人中28人が満腹感を得たと回答した。93.3%が日常の主食よりも「もち麦と玄米のごはん」を摂取した場合の方が、満腹感を体感していたということが示された。また、「もち麦と玄米のごはん」を1日2回摂取するのは、主食の回数としては多いかについては、2人が毎食でもよい、10人がどちらでもないと回答し、40.0%が概ねよいという結果であった。

(3) 「もち麦と玄米のごはん」を今後も食べたいか

「もち麦と玄米のごはん」を今後も食べたいかについては、調査対象者30人中8人が今後も食べたい、17人が時々食べたいと回答した。

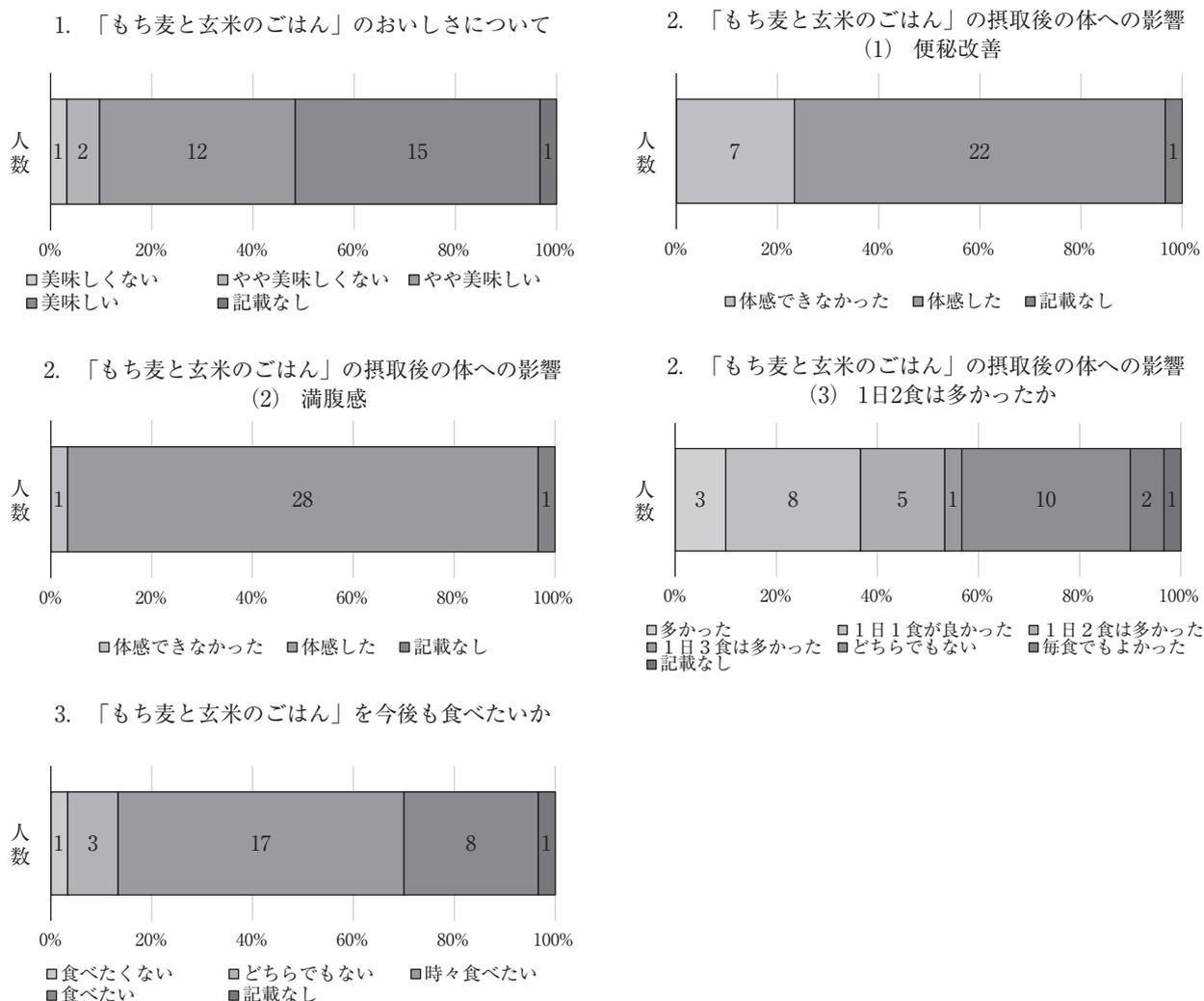


図5 調査終了後に実施したアンケート結果 (n=30)

IV. 考察

アンケート調査の結果からは以下のことが考えられた。排便調査開始前に実施したアンケート結果では、まず排便状況については、3人が3日に1回の排便、1人が4日に1回の排便であった。便秘の定義の1つが、3回/週未満の排便回数であること¹⁵⁾より、便秘の割合は全体の13.3%であった。女子大学生の排便状況に関して、概ね同じ評価方法による便秘の割合は21.5~32.1%であり¹⁶⁻¹⁸⁾、今回の調査対象者における便秘の割合は少ないと考えられた。次に、日常の排便のタイミングについては、30人中14人が朝食後と回答したが、7人が昼間(日中)、6人が夕食後と回答した。就寝前1人、不規則1人、記載なし1人の回答者を含めると、排便のタイミングは個人差が大きいと考えられた。排便調査中に実施したアンケート結果では、排便量の変化については調査対象者の83.3%は、「もち麦と玄米のごはん」を摂取したこ

とで排便量の増加を実感していたと推察された。さらに排便のタイミングの変化については、自由筆記による排便のタイミングの変化の内容として、排便が通常の排便のタイミングよりも早い時間に移行したという回答が多かった。排便調査終了後に実施したアンケート結果では、「もち麦と玄米のごはん」のおいしさについては、調査対象者の90.0%が美味しいまたはやや美味しいと回答していた。美味しくない、やや美味しくないと答えた調査対象者による自由筆記の回答内容には、加熱後の食感の粘り気が好みではなかったという記載があり、「もち麦と玄米のごはん」の食感が影響したと考えられた。なお、「もち麦と玄米のごはん」を今後も食べたいかについては、調査対象者の83.3%が「もち麦と玄米のごはん」の摂取を継続してもよいという回答であったことから、嗜好的には概ね受容されていたことが示された。

排便調査の結果から、水溶性食物繊維や不溶性食物繊維を豊富に含む「もち麦と玄米のごはん」を1日2回の主食とする生活を1週間継続することで顕著にみられた排便の変化は、便の回数、量および便のにおいであった。一般的に、玄米に含まれる不溶性食物繊維には便量の増加効果があり、今回の調査結果の排便の回数と排便量が1週目よりも2週目の方が有意に増加していたことからその効果が示された。排便量の変化において、83.3%の調査対象者が「もち麦と玄米のごはん」を摂取したことで排便量の増加を実感していたことから、排便量の増加は実感を伴う変化であったと考えられた。一方で、もち麦による水溶性食物繊維にも、便量の増加、腸管の通過時間短縮効果がある¹⁹⁾。水溶性食物繊維から生じた短鎖脂肪酸は、腸管内での浸透圧を上昇させるほか、大腸通過時間を短縮させる²⁰⁾と報告されている。このことは、排便のタイミングが「もち麦と玄米のごはん」を摂取していた時は早い時間帯に移っていたというアンケート結果からも示されており、腸内容物の腸内滞在時間は短縮されていたことが考えられた。

便のにおいの変化は、有意差は得られなかったものの便のpHの変化によるものだと考えられた。便のpHは、1週目の通常の食生活時の結果は 7.20 ± 0.33 であったが、1日2回分の主食を「もち麦と玄米のごはん」に置き換えた生活を1週間程度継続することで、2週目には 6.93 ± 0.61 へと酸性に傾く変化が認められた。1週目から2週目にかけてのpHの低下は、もち麦に含まれる水溶性食物繊維（ β -グルカン）が関係していると考えられる。水溶性食物繊維を栄養源として増殖する有用菌にはビフィズス菌や乳酸菌などがあり、これらの有用菌は短鎖脂肪酸や乳酸を産生する²¹⁾。2週目では、腸管内で産生された乳酸などの増加により、便のpHが低下したと考えられる。また、有用菌の増加は、腸内細菌叢のバランスにも影響を及ぼし、有害な腸内細菌が減少する²²⁾。しかし、水溶性食物繊維を豊富に含む「もち麦と玄米のごはん」の1日2回の摂取を終了して、その1週間後の3週目の便のpHは 7.00 ± 0.61 となり、もとの1週目の便のpHの数値に近づく変化が認められた。このように、有用菌の増加や有害な腸内細菌の減少が便のpHに影響を及ぼしたことによって、便のにおいを有意に弱くさせていることが考えられた。このことより、腸内の有用菌の増加による腸内環境の維持には、「もち麦と玄米のごはん」の1日2回の摂取の継続が重要であると考えられた。ただし、今回の排便調査は、主

観的な質問の方法が多く含まれており、便に含まれる腸内細菌に関する科学的な調査や排便量の計測は行っていない。腸内細菌の種類と数量および変化にかかる時間や実測値の排便量について、具体的にどのような変化があるのかは明らかではなかったため、今後の課題である。

以上より、「もち麦と玄米のごはん」は、ほとんどの調査対象者にとって美味しく食べやすいと受け入れられ、1週間の摂取によって排便量が増加したという実感を伴うものであった。さらに、水溶性食物繊維や不溶性食物繊維を豊富に含む「もち麦と玄米のごはん」を、1日2回以上の頻度で摂取を継続することで、これらの食物繊維を介した腸内環境の改善維持が期待できると推察された。

謝辞

本調査の内容を理解し、調査にご協力頂きました神戸女子大学管理栄養士養成課程・教育学科の皆様および今回の機会を作っていただいた大塚食品株式会社の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成30年国民健康・栄養調査報告，令和2年3月（<https://www.htmlw.go.jp/content/000615343.pdf>）最終アクセス日2021年12月8日
- 2) 青江誠一郎：穀類に含まれる食物繊維の特徴について，日本調理科学会誌，49，297-302（2016）
- 3) Cho, S.S., Qi, L., Fahey, G.C. Jr., Klurfeld, D.M.: Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease, *Am. J. Clin. Nutr.*, 98, 594-619（2013）
- 4) Peter, G. Williams: The benefits of breakfast cereal consumption: a systematic review of the evidence base, *Adv. Nutr.*, 5, 636S-673S（2014）
- 5) Seal, C.J., Nugent, A.P., Tee, E.S., Thielecke, F.: Whole-grain dietary recommendations: the need for a unified global approach, *Br. J. Nutr.*, 115, 2031-2038（2016）
- 6) 内松大輔，中川裕子：もち麦の摂取がBMI，腹囲周囲径，排便状況に及ぼす影響，山梨学院短期大学研記要，32，147-151（2012）
- 7) 長野県農業関係試験場：試験場だより平成28年10月号（481号）穀物のもち性とうるち性について（<https://www.pref.nagano.lg.jp/nogyokankei/letter/documents/>

ntk481agri1-1.pdf) 最終アクセス日2022年1月4日

- 8) おいしい大麦研究所:「もち麦」「丸麦」「押し麦」「大麦」…、いったいその違いって何? (<https://www.hakubaku.co.jp/omugi-lab/hyakka/kakouhou/>) 最終アクセス日2022年1月4日
- 9) 青江誠一郎, 小前幸三, 井上 裕, 村田 勇, 峰岸悠生, 金本郁男, 神山紀子, 一ノ瀬靖則, 吉岡 藤治, 柳沢貴司: 配合比率の異なるモチ性大麦混合米飯の摂取が食後血糖値に及ぼす影響, 日本栄養・食糧学会誌, 71, 283-288 (2018)
- 10) Taniguchi, K., Komae, K., Takahashi, A., Yoshioka, T., Sone, Y.: Effect of waxy barley, Kirarimochi, consumption on bowel movements of late-stage elderly residents at Roken nursing home, J. Physiol. Anthropol., 36, 1-11 (2017)
- 11) 瀧口隆一, 宮本真理, 望月英輔, 鈴木 豊, 景山良治, 飯野久和: 発酵乳の摂取が健常成人の排便回数, 排便量, 便性および糞便内菌叢に及ぼす影響, 腸内細菌学雑誌, 11, 117-122 (1998)
- 12) 山田五月, 松本晴美, 高橋律子, 目加田優子, 近藤珠里, 森 佳子, 塩澤信良, 秋山嘉子, 平田治美, 児玉俊明, 日田安寿美, 上岡洋晴, 川野 因: 大学生における慢性機能性便秘発現に及ぼす性および生活習慣との関連: 横断的研究, 栄養学雑誌, 67, 157-167 (2009)
- 13) 排泄ケアナビ: ブリストルスケールによる便の性状分類 (https://www.carenavi.jp/ja/jissen/ben_care/shouka/shouka_03.html) 最終アクセス日2021年12月8日
- 14) 排泄ケアナビ: 便の形成・体内から腸管への水分移動 (2) (https://www.carenavi.jp/ja/jissen/ben_care/shouka/shouka_02.html) 最終アクセス日2022年1月4日
- 15) 徳井教孝, 三成由美: 便秘の定義と便秘体質, 中村学園大学薬膳科学研究所研究紀要, 5, 49-54 (2012)
- 16) 平塚秀雄: 女性と便秘, 日本大腸肛門病学会雑誌, 43, 1070-1076 (1990)
- 17) 庄司吏香, 藤木理代, 早瀬須美子, 山中克己: 女子大学生における食事バランスガイドを用いた食事摂取調査および身体活動と排便習慣との関係, Nagoya Journal of Nutritional Sciences, 2, 83-91 (2016)
- 18) 市川知美: 若年女性における排便状況と食事からの発酵食品摂取の関係, 広島女学院大学人間生活学部紀要, 7, 17-21 (2020)
- 19) 杉村留美子, 笹谷美恵子: 排便状態の評価と食物繊維摂取量との関係: 藤女子大学紀要, 第2部 (39), 105-109 (2002)
- 20) 高野正太: 慢性便秘症に対する食事療法, 運動療法, 理学療法, 日本大腸肛門病学会雑誌, 72, 621-627 (2019)
- 21) 奥 恒行, 中村禎子: ヒトにおける食物繊維高含有シリアルフレーク朝食の便重量ならびに大腸機能に及ぼす影響, 日本食物繊維研究会誌, 5, 11-22 (2001)
- 22) 辻 啓介: 食物繊維の保健効果, ピフィズス, 8, 125-134 (1995)

給食経営管理実習における遠隔授業の学修成果

才新 直子、大石 恭子、福田 梨代、安田 朱里、山本 朋代

神戸女子大学 家政学部 管理栄養士養成課程

Learning Outcomes in Food Service Management Practice with a Learning Management System

Naoko SAISHIN, Kyoko OISHI, Riyo FUKUDA, Akari YASUDA, Tomoyo YAMAMOTO

Faculty of Home Economics, Kobe Women's University

要 約

目的：新型コロナウイルス感染症の影響により、給食経営管理実習での管理業務に必要な計画の帳票を作成する授業は、主として遠隔（以下、遠隔型授業）、遠隔と対面（以下、遠隔+対面型授業）、及び主として対面（以下、対面型授業）という3種の授業形態で実施した。本研究では遠隔型授業で計画を立案した場合の学修効果と、対面型授業で行った場合の学修成果との間に違いがあるかどうかについて検討することを目的とした。

方法：本実習では教員と学生間の情報交換に学修支援システムmanabaを利用し、遠隔授業での講義および帳票を作成する演習にZoomを活用した。学生が作成した給食経営管理の計画（Plan）-実施（Do）-評価（Check）-改善（Act）のPDCAのサイクルに関わる帳票に基づいて授業形態別に分析を行った。

結果：栄養・食事管理および品質管理の帳票データにおいて3種の授業形態間に有意な差があるとはいえなかった。

結論：遠隔型授業と対面型授業の学修成果の間には、違いがあるとはいえなかった。遠隔型授業で計画を立案した場合でも、学修支援システムとZoomを活用して学生間で円滑な情報交換ができ、加えて厨房で大量調理機器を用いた実践ができれば対面授業に匹敵する学修成果が得られる可能性がある。

キーワード：給食経営管理実習、遠隔授業、学修支援システム、Zoom、学修成果

緒 言

栄養士・管理栄養士を養成する大学では健康増進を担う人材育成をめざすため¹⁾、大学教育での質保証が求められている。本学の給食経営管理実習は、給食施設や病院における臨地実習で学びを深める際に重要であり、管理栄養士として栄養・食事管理、献立管理、食材管理、品質管理、生産管理、衛生・安全管理等の管理業務の計画（Plan）-実施（Do）-評価（Check）-改善（Act）（PDCA）サイクルを実践し、マネジメント能力を身につけることを教育目標にしている。また、本実習科目では、学生同士が協働して管理栄養士の管理業務を遂行する方法を学修することができる。

新型コロナウイルス感染症の影響により、本実習では、対面授業で実施する厨房での大量調理機器を用いた実習以外の管理業務に必要な計画の帳票を作成する授業を、次の3つの授業形態で行った。①2020年度前期の遠隔授業を主体とした形態（以下、遠隔型授業）、②2020年度後期の遠隔授業と対面授業を併用した形態（以下、遠隔+対面型授業）、③2021年度前期の対面授業を主体とした形態（以下、対面型授業）である。遠隔授業においては、本学が導入している学習支援システムmanaba（以下、manaba：朝日ネット、東京）とZoom（Zoomビデオコミュニケーションズ、CA, USA）を活用した。遠隔授業での給食経営管理実習について成瀬ら²⁾は、同実習を2019年度後期に通常の対面

授業で経験した学生は2020年度前期に遠隔授業（12回の実習のうち、献立作成等の6回が遠隔授業、厨房での大量調理等の6回は対面授業）で2度目の同実習を履修しても、全てを対面授業で行っていた2019年度後期とほぼ同様に実習を行えたと報告している。しかしながら、給食経営管理実習において厨房での実習以外の授業（管理業務に必要な計画の帳票を作成する授業）を初めて遠隔授業で履修した場合の学修成果と対面授業での場合との違いについての報告は、我々の知る限り、見当たらない。そこで、本研究では遠隔型授業で管理業務に必要な計画を立案した場合の学修効果と対面型授業での場合の学修効果との間に違いがあるかどうかについて検討することを目的とした。

方法

1. 授業の概要と実施方法

本実習の2020年度前期の履修生は、2018年度入学生が2クラス（1クラス40人、8班編成）、後期に2クラス（1クラス38名および39名、6班編成）、2021年度前期は、2019年度入学生が2クラス（1クラス31名および32名、6班編成）であった。1班の人数は4～6人で、全ての班が1回、管理栄養士としての管理業務を担う管理栄養士班となった。厨房での実習時には1つの班が管理栄養士班、2つの班（遠隔型授業の13回目から16回目は3つの班）が調理員としての役割を担う調理員班となった。但し、遠隔型授業の11回目と12回目は授業時間を延長して、それぞれ2回分の献立を実施した。1つの管理栄養士班と1つの調理員班が1組になり、2組が厨房での実習を行った。

管理栄養士班の学生は管理栄養士として栄養・食事管理、献立管理、食材管理、品質管理、生産管理、衛生・安全管理等の管理業務に必要な計画の帳票を作成し、それらの帳票に基づいてPDCAサイクルを実践した³⁾。また、管理業務を学生が客観的に評価できるように、食品の加熱調理による重量変化率や残菜率を調べ、これらのデータから計画上の課題を見出して改善に繋げた³⁾。帳票は石田ら³⁾の様式を用いた。管理業務に必要な計画の帳票を作成する際は、まず教員が説明するポイントを確認しながら進め、理解ができたことを学生に確認してから、次に班毎に分かれて作成を続けた。学生指導は班別に行い、学生自身が計画上の問題点を発見して解決方法を導き出せるように助言を行った。

本実習は、上述したように、コロナ禍という事情から遠隔型授業、遠隔+対面型授業、対面型授業の3つの授業形態で実施した。本学の実習科目は15回（1回当たり90分×2コマ）で実施している。しかし、2020年度前期の遠隔型授業では、主として遠隔授業であったことから、学生の学びへの理解を助けるため、計画の帳票を作成する授業の実施回数を2回増やし、計17回実施した。今回の3つの授業形態における授業回毎のPDCAサイクルに基づいた実習内容は表1に示す。なお、厨房で大量調理機器を用いた実施は9回目から14回目（遠隔型授業では11回目から16回目）の6回行った。学生は1人あたり3回（管理栄養士として1回、調理員として2回）厨房での実習を行った。厨房での実習を行わない3回は、次回の打合せ、または課題や実施後の評価・改善の検討に対面授業（遠隔型授業では遠隔授業）で取り組んだ。

2. manabaとZoomの利用方法

授業教材および帳票様式の提供と学生が作成した帳票ファイルの提出は、manabaを利用した。フィードバックはmanabaと電子メールを併用した。遠隔授業にはZoomを用いた。講義や帳票の説明を行う授業ではZoomウェビナーを用い、帳票を作成する演習形式の授業ではZoomミーティングを利用した。また、班毎の指導と学生間の話し合いには、少人数のグループに分かれてディスカッションすることができるZoomミーティングのブレイクアウトルーム機能を活用した。

3. 給与栄養量と食品群別摂取量の算出

献立の栄養価計算はスマート栄養計算Ver. 7.0（医歯薬出版、東京）を用いた。給与栄養素量および食品群別摂取量は、遠隔型授業、遠隔+対面型授業、対面型授業の実施献立表のデータを元に授業形態別に平均値と標準偏差を算出した。遠隔型授業は、厨房での実習回数が6回であるが、11回目と12回目に2回分の献立の調理を行ったことにより、実質8回分の献立を2クラスが実施し、合計16回分の実施献立表を作成した。遠隔+対面型授業と対面型授業は、6回の厨房での実習を2クラスが実施し、それぞれ合計12回分の実施献立を作成した。3つの授業形態で作成した総計40回分の実施献立表のデータについて分析を行った。

表1. 授業形態別における授業回毎の実習内容

授業形態	授業回と実習内容																		
	11											12							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-1	11-2	12-1	12-2	13	14	15	16	17
遠隔型授業	ガイダンス、計画 (遠隔)	計画 (遠隔)	実施 (厨房実習) ^b	実施 (厨房実習)	評価・改善、 まとめ														
遠隔+対面型授業	ガイダンス、計画 (遠隔)	計画 (遠隔)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	評価・改善、 まとめ							
対面型授業	ガイダンス、計画 (遠隔)	計画 (遠隔)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	実施 (厨房実習)	評価・改善、 まとめ							

Note. 本学の給食経営管理実習は、正規には15回(1回当たり90分×2コマ)で実施している。遠隔授業で行った回は(遠隔)と記載した。記載のない回は対面授業で行った。また、遠隔型授業は「計画」の授業が2回分増えたことから、総授業回数が17回となった。

^a 「計画」は給食経営管理の管理業務に必要な計画の帳票を作成する授業である。

^b 「実施(厨房実習)」は厨房で大量調理機器を用いて計画を実施する授業である。遠隔型授業では11回目と12回目に授業時間を延長して、それぞれ2回分の厨房実習を行った。学生は厨房実習を3回(管理栄養士として1回、調理員として2回)行った。厨房実習を行わない回は、次の実施内容について打合せをするか、または課題や実施後の評価・改善の検討に(遠隔型授業では遠隔授業で、遠隔+対面型授業と対面型授業では対面授業で)取り組んだ。

^c 「評価・改善」は実施した管理業務を評価し、その改善に関して検討する授業である。

4. 給与栄養目標量

日本人の食事摂取基準(2020年版)⁴⁾の18歳~29歳女性、身体活動レベルはふつう(Ⅱ)の場合の1日量の3分の1を昼食での給与栄養目標量とした。

5. 米の重量変化率の算出

炊飯の標準条件は1釜に米3 kgを投入する計画で、水圧式洗米機を用いた。洗米時間は5分間、浸漬時間30分、加水量は米の重量の1.4倍とし、炊飯は堅型ガス炊飯器(自動式)を用いた。重量変化率は次式で算出した³⁾。

「重量変化率(%) = 炊飯前の米の重量/炊飯後の飯の重量×100」

6. 残菜率の算出

提供した料理の試食人数分の重量を主食、主菜、副菜1、副菜2、汁、デザート料理区別に測定した。試食後、食べ残した料理を料理区別に回収し、各料理の重量を測定した。残菜率は次式で算出した³⁾。

「残菜率(%) = 食べ残した料理の重量/提供した料理の重量×100」

7. データ解析

遠隔型授業、遠隔+対面型授業、対面型授業の3つの異なる授業形態で学生が作成した帳票データのうち、客観的な評価が可能であった栄養・食事管理と品質管理の帳票データの結果について集計し、解析した。

3群間の平均値の差の検定には一元配置分散分析を用いた。2群間の平均値の差の検定にはt検定を用いた。解析にはSPSS Ver. 22.0J(日本IBM, 東京)を使用した。 $p < 0.05$ を統計学的に有意水準とした。

結 果

1. 栄養・食事管理

授業形態別の給与栄養素量を表2に示す。3つの授業形態におけるエネルギーおよび各種栄養素の平均値間には、有意な差があるとはいえなかった。また、目標量に対する充足率は遠隔型授業でカルシウムが81%と低値であったが、その他のエネルギー・栄養素はどの授業形態でも目標量に対する充足率が94%以上で、食塩相当量は充足率が105%以下であった。

表3には授業形態別食品群別摂取量を示す。穀類と果物類で授業形態間の差は有意であった。しかし、それら以外の食品群では、授業形態間に差があるとはいえなかった。

2. 品質管理

1) 米の重量変化率

米に対する出来上がった飯の重量変化率の平均値±標準偏差は、遠隔型授業、遠隔+対面型授業、対面型授業でそれぞれ $226 \pm 6.4\%$ (n=16), $224 \pm 7.6\%$ (n=12), $221 \pm 10.3\%$ (n=12)であった。これら3つの授業形態間には、有意な差があるとはいえなかった($p=0.826$)。

2) 残菜率

授業形態別の残菜率を表4に示す。遠隔型授業では試食制限によって残菜調査が実施できなかった。遠隔+対面型授業での料理区分毎の残菜率と対面型授業のそれとの間の平均値の差はいずれも有意であるとはいえなかった。

考 察

給食経営管理実習における遠隔型授業において、教員が学生に助言・指導を行う際や学生同士の情報交換にmanabaとZoomを活用して授業を進めた。特に、Zoomは学生間の話し合いに利用した。学生が作成した計画の帳票データを解析したところ、遠隔型授業での管理業務に必要な計画は対面型授業のそれと違いがあるとはいえないことが分かった。

給与栄養量(エネルギーおよび各種栄養素)は3つの授業形態間に有意差を認めず、いずれの授業形態においても目標量をほぼ満たしていた。また、充足率は遠隔型授業のカルシウムの値以外は、どの授業形態も概ね目標量を充たした栄養管理ができていた。それ故、いずれの授業形態別の給与栄養量においても適切な品質管理が行えていたと推測している。

食品群別摂取量は穀類と果物類で授業形態間に有意差を認めた。穀類で差が生じたのは、対面型授業で使用する米の指定重量を85 gから80 gに変更したことが大きく影響したと考えている。それ故、今後の献立作成にあたっては米以外の穀類を献立に取り入れる指導を行う必要がある。一方、果物類は遠隔型授業および対面型授業でデザートに10回以上使用していた。ところが、遠隔+対面型授業ではデザートに旬の芋類を4回使用し、果物類は5回と少なかつ

表2. 授業形態別の給与栄養素量

授業形態	たんぱく質		脂質		炭水化物		食物繊維 総量	食塩相当量	カルシウム	鉄	ビタミンA (mgRAE)	ビタミンB1	ビタミンB2	ビタミンC
	エネルギー (g)	エネルギー比率 (%)	エネルギー (g)	エネルギー比率 (%)	エネルギー (g)	エネルギー比率 (%)								
遠隔型授業 (n=16)	735±54 ^a (105%) ^b	29.9±3.0 (100%)	16.3 (101%)	20.2±4.7 (101%)	24.7	105.1±7.2 (105%)	5.9±1.2 (98%)	2.3±0.2 (105%)	178±68 (81%)	3.3±0.5 (94%)	253±102 (115%)	0.46±0.24 (115%)	0.43±0.11 (108%)	60±24 (171%)
遠隔+対面型授業 (n=12)	743±30 (106%)	29.0±3.1 (97%)	15.6	21.8±4.7 (109%)	26.4	104.6±7.1 (105%)	7.3±2.1 (122%)	2.3±0.2 (105%)	217±53 (99%)	3.9±0.8 (111%)	317±112 (144%)	0.50±0.17 (125%)	0.47±0.12 (118%)	66±22 (189%)
対面型授業 (n=12)	741±56 (106%)	32.4±5.5 (108%)	17.5	22.0±4.7 (110%)	26.7	101.6±10.7 (102%)	7.6±4.8 (127%)	2.2±0.3 (100%)	223±55 (101%)	3.8±1.1 (109%)	339±118 (154%)	0.46±0.10 (115%)	0.51±0.11 (128%)	66±31 (189%)
目標量 ^c	700	30 (23-35)	13~20	20 (16~23)	20~30	100 (88~114)	6.0	2.2	220	3.5	220	0.40	0.40	35
p値 ^d	0.913	0.127		0.577		0.548	0.328	0.115	0.094	0.130	0.827	0.298	0.799	0.702

^a平均値±標準偏差を示す。

^b括弧内の数値 (%) は目標量に対する充足率を示す。

^c日本人の食事摂取基準2020年版の女性 (18~29歳) ・身体活動レベルIIの場合の1日量の3分の1を給与栄養目標量とした。

^d一元配置分散分析

表3. 授業形態別の食品群別摂取量

授業形態	穀類	いも類	砂糖・ 甘味料類	種実類	緑黄色 野菜	その他の 野菜	果実類	きのこ類	海藻類	豆類	魚介類	肉類	卵類	乳類	油脂類
遠隔型授業 (n=16)	90±8 ^a (106%) ^b	12±11 (48%)	7±5 (100%)	1±1 (50%)	82±41 (164%)	88±38 (98%)	22±20 (73%)	11±10 (110%)	0.5±1 (25%)	17±32 (68%)	33±40 (94%)	45±35 (150%)	10±14 (67%)	33±38 (110%)	5±4 (100%)
遠隔+対面型授業 (n=12)	85±1 (100%)	22±23 (88%)	9±5 (129%)	1±1 (50%)	91±38 (182%)	81±31 (90%)	11±14 (37%)	16±12 (160%)	2.0±4 (100%)	35±34 (140%)	26±34 (74%)	30±30 (100%)	19±27 (127%)	35±34 (117%)	5±3 (100%)
対面型授業 (n=12)	80±9 (94%)	22±22 (88%)	7±5 (100%)	1±2 (50%)	79±40 (158%)	77±31 (86%)	33±24 (110%)	7±17 (70%)	0.3±1 (15%)	49±43 (196%)	32±35 (91%)	34±34 (113%)	17±21 (113%)	49±33 (163%)	6±5 (120%)
目標量 ^c	85	25	7	2	50	90	30	10	2	25	35	30	15	30	5
p値 ^d	0.030	0.256	0.636	0.213	0.777	0.699	0.043	0.304	0.336	0.072	0.893	0.515	0.496	0.514	0.756

^a平均値±標準偏差を示す。単位: g

^b括弧内の数値 (%) は目標量に対する充足率を示す。

^c日本人の食事摂取基準2020年版の女性 (18~29歳) ・身体活動レベルIIの場合の1日量の3分の1を給与栄養目標量とした。

^d一元配置分散分析

表4. 授業形態別の残菜率

授業形態	残菜率 (%)						
	料理区分	主食	主菜	副菜1	副菜2	汁	デザート
遠隔型(n=16)		-	-	-	-	-	-
遠隔+対面型(n=12)		2.8±2.0 ^a	1.7±1.7	1.0±1.7	3.4±4.1	2.1±2.0	1.3±1.4
対面型(n=12)		0.9±1.2	1.0±0.8	0.1±0.2	0.6±1.2	1.0±1.7	1.0±1.0
p値 ^b		0.339	0.128	0.057	0.174	0.381	0.280

^a平均値±標準偏差値を示す。

^bt検定

た。このことが授業形態間に差を認めた要因の一つであると考えられる。しかしながら、両者以外の食品群にあっては、差があるとはいえなかった。

米の重量変化率においては、3つの授業形態間に有意差を認めなかった。また、残菜率は、遠隔型授業では測定できなかったことから、客観的な評価はできなかった。しかし、各管理栄養士班の検食票による主観的な評価（データ未公表）では良好であったことより、対象者である女子大学生に適した献立であったと推測している。一方、遠隔+対面型授業と対面型授業の残菜率は、最も高い料理区分の値であっても、それぞれ副菜2で3.4%、主菜、副菜1、汁、デザートで1.0%と低かった。これらの結果は、いずれの授業形態においても味、量、色彩等を考慮した計画の立案が行え、適切な品質管理が行えた結果であると考えている。

この他、生産管理については計画に基づいて厨房で作業を行い、調理員の包丁使いの技術・作業能力や、試作とは異なる野菜のかたさへの対応等、様々な要因によって計画を変更した。しかし、いずれの授業形態もほとんどの授業回で定時に給食を提供することができた。給食実習室の安全・衛生管理に関する計画の帳票はどの授業形態でも、大量調理衛生管理マニュアル⁵⁾に則った値であった。これらの結果から、3つの授業形態における本実習が大量調理衛生管理マニュアル⁵⁾に則り、実施されたと考える。

以上より、コロナ禍の中で管理栄養士養成課程の科目である給食経営管理実習において管理業務に必要な計画の立案を、遠隔型授業、遠隔+対面型授業、対面型授業の3つの授業形態で行い、その計画を厨房で実施した結果、いずれの授業形態も概ね同様の品質の給食提供が可能であった。そして、manabaとZoomを活用した遠隔授業では、教員は学生に助言や指導を行うことが、学生同士は情報交換や話し合いを重ねて帳票を作成することが可能であった。従って、管理業務に必要な計画をmanabaとZoomを活用し

た遠隔授業で立案した場合でも、対面授業での大量調理機器を用いた厨房実習が実施できるならば、全てを対面授業で実施した場合に匹敵する学修成果が遠隔授業でも得られる可能性があることを今回の結果は示唆していると考えている。今後、本研究の結果を踏まえ、遠隔授業におけるさらなる学修効果の検証や可視化に取り組み、教育の質保証のための授業改善に繋げたい。

最後に、今回の給食経営管理実習の際の厨房実習時の対面授業の際に実施した感染対策について記載しておく。入校時には、本学のルールとしてマスクを着用し、体温計測と手指のアルコール消毒を行った。厨房実習開始前には、実習の2週間前からの検温記録を提示させ、学生の体温を再度計測し、個別に体調の聞き取り確認を行った。実習中は3密を避ける感染対策を徹底するよう注意喚起を繰り返し行った。厨房内は常に換気扇を稼働させた上で全ての扉・窓を開放し、作業動線では3密をできるだけ避けるよう努めた。しかし、実際には学生同士の間隔を2 m以上保持することが難しい場面があった。飛沫感染防止用として、事前に配布したゴーグルを全員が着用し、必要最小限の会話で作業を行った。検食および試食では隣の1席を空けた上で、一方向を向いて着席し、試食では1回に食事する人数を給食実習用食堂の収容人数の半数以下とした。その際、給食室食堂の2つの扉は全開し、それらのドアと対角線上の窓を2つ以上開け、常に換気を行った状態で黙食するよう指導した。感染予防の観点から、試食時間は20分間とした。このような措置によって、本実習における新型コロナウイルスの感染は見られなかった。

利益相反

利益相反に相当する事項はありません。

謝 辞

本研究の基礎となる給食経営管理実習の帳票データの収集にご協力いただいた神戸女子大学家政学部管理栄養士養成課程2018年度入学生、2019年度入学生の皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 日本学術会議, 健康・生活科学委員会 家政学分会: 健康栄養教育を担う管理栄養士の役割, 2020年7月27日, (<https://www.scj.go.jp/j+a/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t291-5.pdf>) 最終アクセス日2021年11月30日
- 2) 成瀬祐子, 畠野佐也香, 水野尚子: 松本大学における給食経営管理実習の新型コロナウイルス感染予防対策 (松本大学研究推進委員会研究誌編集委員会 編), 教育総合研究, 4, 213-217 (2020)
- 3) 石田裕美, 縄田敬子, 堀端薫, 高橋孝子, 辻ひろみ, 平澤マキ, 佐々木ルリ子, 亀田明美, 金光秀子, 寒河江豊昭, 小林奈穂: 給食経営管理論実習 (石田裕美 編), 2-107 (2017), 建帛社, 東京
- 4) 厚生労働省: 日本人の食事摂取基準 (2020年版), (<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>), 最終アクセス日2021年11月30日
- 5) 厚生労働省: 大量調理施設衛生管理マニュアル, 平成29年6月16日, (<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000168026.pdf>) 最終アクセス日2021年11月30日

令和3年度 神戸女子大学家政学部 生活科学研究会 講演要旨

令和3年9月16日(木)

麻痺性貝毒で毒化した二枚貝の加熱による減毒の可能性	50
神戸女子大学 家政学部 管理栄養士養成課程 准教授 橋本 多美子先生	
医療機関における管理栄養士の研究及び実践活動報告	51
神戸女子大学 家政学部 管理栄養士養成課程 講師 西井 穂先生	

麻痺性貝毒で毒化した二枚貝の加熱による減毒の可能性

神戸女子大学 家政学部 橋本多美子

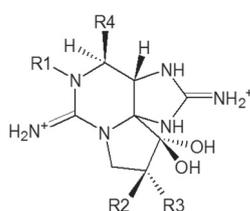
麻痺性貝毒 (Paralytic Shellfish Poison, 以下PSPとする) は、水溶性の強力な神経毒で神経細胞や筋肉細胞のナトリウムチャンネルに結びつき、ナトリウムイオンの通路を妨害する作用がある。PSPは主にある種の有毒渦鞭毛藻が産生する毒で、これらを摂餌した二枚貝が体内 (主に中腸線) に毒を蓄積し、毒化した二枚貝をヒトが食べると口唇や舌、ついで全身に麻痺性の中毒症が現れる。これまでに、毒化二枚貝からサキシトキシン (Saxitoxin, STX) を基本骨格とし、20種類以上の同族体が検出されている (図1)。

日本ではPSPによる食中毒防止のため、食品衛生法により可食部1g当たり4MU (1MUとは体重20gのddY系マウスを15分で死亡させる量をいう) を超えた場合に出荷規制されるなどの監視体制が整っており、市場で流通している貝類においてPSPに起因する食中毒はみられない。その一方で、毒化海域で採取したムササキガイやアサリを家庭で調理して喫食したことによる食中毒事例が報告されている。毒化海域では採取禁止の掲示をして広く危険性を周知しているにも関わらず、加熱調理により安全に食べられると誤認識をしている可能性が伺える。

PSPは熱には比較的安定であり、酸性下で加熱すると高毒性成分への変換が起こるなど通常の加熱調理では除毒することは難しいが、温和なアルカリ域で毒の構造は不安定になるといわれている。これまで、缶詰加工や高温加熱処理による減毒、植物性ポリフェノールが一部の毒の減毒することが報告されているが、加熱調理におけるPSPの減毒についての研究は少ない。そこで、調理過程でpHや温度、食材の添加などの条件を設定し、加熱調理によるPSPの減毒の可能性について検討したので、その研究の一部を紹介したい。

まず、毒化二枚貝試料として調理形態、加熱法、pHの違いによる毒の変化を検討した結果、ペーストで茹でる調理が最も毒が減少し、加熱30分で検出限界値以下となった。pHでは、pH7.2調整試料で減毒効果が高かった。毒組成は、毒量の減少に伴って成分変換が認められるなど、還元反応が起こるとともに構造の変化を経て無毒化していると考えられた。

次に、煮込み料理を調製し、加熱調理後のPSP量の増減について検討した。pH調整試料では添加毒量の約70%まで減少するとともに煮汁への溶出量は少なく、減毒が認められた。煮込み料理に用いた食材や一般的に使用される野菜を個別に毒化貝に添加し、加熱後の減毒効果を調べた結果、添加する野菜の種類によりPSP量の増減が認められた。一部の食材では、加熱後の毒量が規制値以下にまで低下したことで、野菜にはPSPの減毒効果を有する成分が存在する可能性が示唆された。今後、PSPの減毒に関わる成分の検索や食材との食べ合わせについて検討する予定である。



<PSP成分の分類>

- ①サキシトキシン (Saxitoxin, STX) 群
- ②ゴニオトキシン (Gonyautoxin, GTX) 群
- ③プロトゴニオトキシン (Protogonyautoxin, PX or C-toxin) 群

R1	R2	R3	R4				
			-CONH ₂	-CONH ₂ SO ₃ ⁻	-OH	-H	-CONHOH
H	H	H	STX (2,480)	GTX5 (160)	dcSTX (1,270)	deoxydcSTX (1,740)	hySTX (1,740)
OH	H	H	neoSTX (2,295)	GTX6 (180)	dcneoSTX (30)		hyneoSTX (1,490)
OH	OSO ₃ ⁻	H	GTX1 (2,468)	C3 (33)	dcGTX1 (1,200)		
H	OSO ₃ ⁻	H	GTX2 (892)	C1 (16)	dcGTX2 (382)	deoxydcGTX2	
H	H	OSO ₃ ⁻	GTX3 (1,584)	C2 (239)	dcGTX3 (935)	deoxydcGTX3	
OH	H	OSO ₃ ⁻	GTX4 (1,803)	C4 (143)	dcGTX4 (900)		

図1 PSPの構造と比毒性

医療機関における管理栄養士の研究及び実践活動報告

神戸女子大学 家政学部 西井 穂

はじめに、現在の自身の課題は、給食経営管理において、危機対応時にリーダーシップを発揮できる次世代の管理栄養士を育成することである。

給食は、特定の施設（組織）に属する多数の人々を対象として、継続的に食事を提供することや提供する食事と定義される。給食施設の種類は、主に学校、事業所、医療施設、老人福祉施設、児童福祉施設等があり、栄養管理が行われている。さらに、近年では地域包括ケアシステムの推進によって、在宅における配食サービスやサービス付き高齢者住宅、地域交流レストラン、こども食堂などにおいても、栄養と食事の重要性は深まりつつある。

管理栄養士はこれらの給食事業や食事サービス部門において管理的立場になることが多く、円滑な人間関係を構築し、利用者を守る上で給食の安全と信頼を保証するためにマネジメントをしている。

給食では、人・モノ・カネ・情報等の管理の他に、リスクに関するものがある。具体的には、食中毒、感染症の発生、異物混入、誤嚥、アレルギー食の対応、調理従事者や施設の事故等がある。これらの事故対策、防止策に加え、火災や自然災害時の対応、更にはCOVID-19における給食事業におけるBCP（事業継続計画; Business Continuity Plan）の策定をするなど、リスク・マネジメントやクライシス・マネジメント能力も必要である。加えて、少子高齢化が進み、給食事業業界においても人員不足となり、給食の安定供給の危機が逼迫し、これらの諸要因が生じたため、管理栄養士を取り巻くリスクは多種多様な時代となった。ゆえに、地域の食を継続して供給することを支えるために危機対応力が高いリーダーシップが求められている。

このような状況から、将来、管理栄養士を目指す学生にとって、厳しい外部環境が待ち受ける中、管理栄養士養成課程の給食経営管理教育では、危機管理の学習項目が重要性を増しつつあると考えている。

ここでは、医療機関の管理栄養士として経験をした栄養管理に関するリスク・マネジメントに関する実践活動報告を中心にこれまでの研究の一端を紹介する。

神戸女子大学大学院家政学研究科

博士論文 要旨

令和3年度 食物栄養学専攻

Role of Alginate in the Mechanism by which Brown Seaweed *Saccharina japonica* Intake Alleviates an Increase in Blood Pressure in 2-Kidney, 1-Clip Renovascular Hypertensive Rats (腎血管性高血圧モデルラットにおける真昆布摂取による血圧上昇抑制効果のメカニズムに対するアルギン酸塩の役割)

博士後期課程(食物栄養学専攻) 丸山 紗季

【背景・目的】

褐藻類に属する真昆布 (*Saccharina japonica*) は、高血圧自然発症ラットに継続的に経口摂取させると、血圧上昇を抑制させることが報告されている。この効果には、これまで消化管内においてナトリウムがアルギン酸に吸着し、アルギン酸塩として排出されることによる糞便中へのナトリウム排泄量の増加が関与していると推測されてきたが、その詳細なメカニズムは未だ解明されていない。本研究では、腎血管性高血圧モデル (2K1C) ラットにアルギン酸量の異なる海藻類を摂取させ、血圧上昇抑制や尿及び糞便中ナトリウム排泄量を観察することで、このメカニズムの検討を行った。

【方法】

2K1Cまたは偽手術を受けたラットに、アルギン酸含有量の異なる数種類の海藻類 (5.0%, w/w) あるいは昆布出汁を添加した標準塩分または高塩分餌を6週間与え、毎週1回、収縮期血圧を測定し、最後に平均血圧を測定した。また、各海藻に含まれるアルギン酸をアルギン酸ナトリウムとして抽出し、ゲルろ過クロマトグラフィーにより総量と平均分子量を測定した。それらの結果から、各海藻に含まれるアルギン酸量と2K1Cラットでの血圧上昇抑制との関係をスピアマンの順位相関係数を用いて評価した。さらに、24時間の尿中および糞便中のナトリウム排泄量を原子吸光光度計により測定した。

【結果】

真昆布と、同量の真昆布からとった昆布出汁は、同程度の強さの血圧上昇抑制効果を示した。両者に加え、利尻昆布 (*Saccharina ochotensis*) の葉や根の摂取も、それぞれ2K1Cラットの血圧上昇を抑制したが、ワカメ (*Undaria pinnatifida*) やメカブ (the sporophyll of *Undaria pinnatifida*) の摂取は血圧上昇を抑制しなかった。これら血圧上昇抑制作用の強さは海藻に含まれるアルギン酸量や平均分子量に比例しなかった。高塩分餌を与えた2K1Cラットでは、昆布摂取により糞便中のナトリウム排泄量は増加したが、その排泄量は尿中のナトリウム排泄量の僅か約0.02%であった。

【考察】

本研究では、1) 海藻食に含まれるアルギン酸の量は、海藻食を摂取した2K1Cラットの血圧上昇抑制の強さには関連しないこと、2) 昆布に含まれるアルギン酸の20%しか含まれない昆布出汁の摂取が、2K1Cラットの昆布摂取と同程度に血圧上昇を抑制したこと、3) 昆布を添加した高塩分餌を摂取した2K1Cラットにおいては、糞中に排泄されるナトリウム量は増加するものの、その量は尿中に排泄されるナトリウム量に比べて非常に少ないこと、が示された。これらのことから、消化管内のアルギン酸にナトリウムイオンが結合することによる糞便中へのナトリウム排泄量の増加は、2K1Cラットにおいて、昆布摂取による高血圧抑制効果の主要なメカニズムではない可能性が示された。このことは昆布及び昆布出汁摂取による降圧効果のメカニズム解明の一助となると考えられる。

【結論】

2K1Cラットにおける昆布摂取による高血圧抑制効果のメカニズムとして、昆布に含まれるアルギン酸による糞便へのナトリウム排泄増加の関与は低いと考えられる。

神戸女子大学大学院家政学研究科

修士論文 要旨

令和3年度 食物栄養学専攻

高校生における共食と精神健康度との関連

博士前期課程(食物栄養学専攻) 黒岩 美紅

【背景・目的】

誰かと共に食事をする共食は、精神健康と関連していることが明らかにされている。青年期を対象とした先行研究により、家族との共食頻度の高い者は精神的な健康状態が良好であることや、うつ症状のオッズ比が低いことが報告され、共食頻度が多いほど精神健康は良好であることが明らかにされている。こうしたことから共食は、その重要性が広く認知され、食育推進基本計画をはじめとした様々な取り組みで推進されてきた。

しかし子供の家族との共食頻度は、核家族化など社会情勢の変化やライフスタイルの多様化により減少している。共食頻度が低い者の中には共食したいとは思っていても時間や場所の制約によりできない者も多いことが知られている。そこで共食頻度の増加を目指すだけでなく、共食頻度が低い者を対象にどのような共食をすればよいかを検討する調査研究も必要であると考えた。

本研究では、高校生を対象に共食頻度と精神健康度との関連を確認するとともに、少ない共食頻度でも精神健康度を保つための示唆を得るため、共食頻度が低い者の家族との共食の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

便宜的抽出により選んだ兵庫県の私立K女子高校に通う3年生192名と、大阪府の私立O女子高校に通う2年生108名の計300名のうち、調査への参加の同意が得られた者を対象にアンケート調査を行った。共食に関するアンケートと精神健康度を測るGHQ12の2種類のアンケートを用いて、共食頻度と精神健康度との関連を調査した。

【結果】

共食頻度と精神健康度との間に有意な関連がみられ、共食頻度が高い群は低い群と比べて精神健康度が良好である者の割合が高かった。

家族との食事の状況については、精神健康度と、食事中的会話、食事中的自発的会話、会話内容、食事中的携帯電話の使用との間に関連がみられた。共食観については、精神健康度と、共食を楽しみと思うこと、家族全員での共食希望との間に有意な関連がみられた。

共食頻度が低い者を対象に精神健康度と共食観の関連を調べたところ、高校生全員を対象とした場合にもみられた、精神健康度と家族全員での共食希望との間の関連が認められた。

【考察】

先行研究と同様に、高校生を対象にGHQ12を用いた本研究においても、共食頻度が高い者は低い者と比べ精神健康度が良好である者が多いことが明らかとなった。

食事中的会話がある者は、ない者に比べて精神健康度が良好である割合が高かった。食事中的携帯電話の使用がある者はない者と比べ、精神健康度が不良である割合が高いことが示され、食事中的携帯電話の使用と食事中的会話には負の相関関係がみられた。これらのことから、ただ共に食事をするのではなく、会話のある共食をすることが精神健康を高める可能性が示唆された。共食観については、精神健康度と、共食を楽しみと思うこと、家族全員での共食希望に関連がみられた。先行研究

においても、子供にとって食卓が安らぎの場となっている場合に子供の心の健康状態が良好であったことが明らかにされ、共食はポジティブな感情が喚起されることで精神健康に関連すると推察されている。楽しいと思うことができるような家族との共食によりポジティブな感情が呼び起こされることで精神健康度を高める可能性が考えられる。

共食頻度が低い者を対象に精神健康度と共食観の関連を調べたところ、高校生全員を対象とした場合にもみられた、精神健康度と家族全員での共食希望との間の関連が認められた。先行研究においても、共食頻度の多さに関わらず、食事中にコミュニケーションをとってればQOLは良好であったことが明らかにされている。共食頻度が低いものであっても、家族全員で共食したいと思えるような状況では、精神健康度が良好である可能性が考えられる。

【結論】

共食頻度が高いと精神健康度が良好である者の割合が多かった。共食頻度が低い者の家族との共食を調べたところ、精神健康度と家族全員での共食希望に関連がみられた。

豆煮汁に含まれるオリゴ糖の構造特性及びプレバイオティック効果

博士前期課程(食物栄養学専攻) 笹田 歩佳

【背景・目的】

豆類には様々なオリゴ糖が含まれており、プレバイオティクスとしての効果が認められているラフィノース族オリゴ糖(三糖のラフィノース, 四糖のスタキオースなど)が乾燥豆100 g当たり数g含まれていることが報告されている。プレバイオティクスとは、腸内で有益な作用をもたらすビフィズス菌のような微生物の増殖(活性)を特異的に促進して宿主に有用な働きを発揮する難消化性の食物成分のことである。現在、大豆オリゴ糖、フラクトオリゴ糖及びイソマルトオリゴ糖などのオリゴ糖類が特定保健用食品“お腹の調子を整える食品”の関与成分として許可されている。

一方、豆類には、乾燥重量の20~30%を占める貯蔵タンパク質から遊離したN-グリカンが多く蓄積していることがわかっている(数十 mg/乾燥豆100 g)¹⁾。N-グリカンとは、糖たんぱく質のポリペプチド鎖中のアスパラギン(Asn)のアミド窒素にN-アセチルグルコサミンがN-グリコシド結合した糖鎖であり、真核生物が産生する分泌型たんぱく質のほとんどがN-グリカンを有する糖たんぱく質である。N-グリカン構造には、主にGlcNAcとマンノースから成るハイマンノース型と、それら2糖以外にキシロース、フコースなどが結合した複合型構造がある。植物細胞が産生する分泌型糖タンパク質には、トリマンノシルコア構造部分に β 1,2Xylと α 1,3Fucが結合する植物特異的なN-グリカンが結合する場合が多い。そして、この構造ユニットは動物糖たんぱく質には存在せず哺乳動物に対して強い抗原性を示すため植物抗原性糖鎖ともよばれ、大豆たんぱく質アレルゲンにも植物抗原性糖鎖が結合している²⁾。また、小豆にはハイマンノース型N-グリカンのM8(Man₈GlcNAc₂)、手亡(白いんげん豆の一種)にはM3FX(Man₃Xyl₁Fuc₁GlcNAc₂)の植物複合型N-グリカンが比較的多く存在することが報告されている¹⁾。しかし、これら植物抗原性糖鎖の機能については未だ不明な点が多く、動物型複合型N-グリカンがある種のビフィズス菌増殖を促進することは報告されているもの³⁾、植物N-グリカンによる腸内細菌増殖活性については報告例がない。

日本の食品会社、特に製餡(あん)所では、多量のゆで汁・煮汁が廃棄されており、それら廃液中にはラフィノース族オリゴ糖やN-グリカンなどの高機能性オリゴ糖が多量に含まれていると考えられる。そこで本研究では、廃棄されている豆煮汁を機能性食品や試薬の供給源として利用することを目的とし、6種の乾燥豆から調製した豆煮汁由来オリゴ糖の組成分析と、それらのビフィズス菌増殖促進活性を調べた。

1) Kimura M., et al., *Int. J. Biol. Macromol.* **153**(15), 1016-1023(2020)

2) Osada, T., et al., *Carbohydr. Res.* **448**, 18-23 (2017).

3) Karav., et al., *Appl. Environ. Microbiol.* **82**, 3623-3630(2016)

【方法】

6種の豆類(大豆、ひよこまめ、手亡、小豆、えんどう、レンズまめ)各々500 gから、一般的な餡の製造工程に準じて2時間加熱して煮汁を調製し、それらの凍結乾燥後の重量を測定した。また、各々の凍結乾燥物(2 g)から、50%エタノール分画、陽イオン交換(Dowex 50×2)によりオリゴ糖画分を調製し、順相HPLC-RI及びLC-ESI-MSでラフィノース族オリゴ糖の分析を行った。次に、得られた豆煮汁オリゴ糖画分を用いて、4種類のビフィズス菌(*Bifidobacterium. longum* subsp. *infantis* JCM 1222, *Bifidobacterium. longum* subsp. *longum* JCM 7052, *Bifidobacterium. adolescentis* JCM 1275, *Bifidobacterium. pseudocatenulatum* JCM 1200)に対する増殖活性を嫌気培養法により測定した。また、小豆・手亡の煮汁オリゴ糖画分をゲルろ過に供しスタキオースを精製し、HPLC分析及び質量分析を行い純度を調べた。さらに同2種の煮汁オ

リゴ糖画分をピリジリアミノ化で蛍光標識を行い、順相HPLC・逆相HPLCに供してN-グリカンの精製・同定を行った。

【結果・考察】

各煮汁凍結乾燥物の収量 (g/乾燥豆100 g)が多かったのは、手亡 (12.2 %)、小豆 (11.0 %) 及びレンズまめ (13.3 %) であり、ひよこまめ (6.5 %) とえんどう (6.6 %) では少なかった。

各煮汁オリゴ糖画分の糖組成分析の結果、ラフィノースはひよこまめ煮汁凍結乾燥物中に最も多かった (21.2 %)。スタキオースは大豆 (17.9 %)、ひよこまめ (10.4 %)、小豆 (14.4 %) 及びえんどう (13.6 %) 煮汁凍結乾燥物中に多く含まれ、これら豆煮汁が高機能性オリゴ糖の良い供給源になる可能性が示唆された。一方、手亡やレンズまめの煮汁中にはラフィノース族オリゴ糖が少なかった。また、6種の豆煮汁オリゴ糖画分を用いたビフィズス菌増殖活性測定の結果、すべてのオリゴ糖画分が *B. longum* subsp. *infantis*, *B. longum* subsp. *longum*, *B. pseudocatenulatum* を有意に増殖した (無糖培地との比較: $p < 0.05$, Bonferroni)。

小豆及び手亡の乾燥豆100 gより調製した煮汁にはスタキオースが各々1.16 g, 1.28 g得られ、HPLC分析及び質量分析の結果、精製したスタキオースの純度は97~100 %であることが確認できた。また、精製したスタキオースのビフィズス菌増殖促進作用は4種の菌すべてで有意に認められた (無糖培地との比較: $p < 0.01$, Bonferroni)。

小豆・手亡から調製した煮汁中にN-グリカン (M8, M3FX) の存在が認められたが、*B. longum* subsp. *infantis*, *B. longum* subsp. *longum* に対するビフィズス菌増殖促進作用は認められなかった。

【結論】

ひよこまめ煮汁はラフィノースの供給源として、大豆、ひよこまめ、小豆及びえんどうの煮汁はスタキオースの良い供給源として利用できる可能性が認められた。6種の煮汁オリゴ糖画分のビフィズス菌増殖促進作用が *B. longum* subsp. *infantis*, *B. longum* subsp. *longum*, *B. pseudocatenulatum* で認められ、プレバイオティック効果を有する可能性があることがわかった。また、小豆・手亡の煮汁から純度の高いスタキオースの精製が可能であり、ビフィズス菌の増殖促進活性を有する機能性食品素材や研究用試薬のよい供給源となる可能性が示唆された。一方、小豆・手亡の煮汁にはN-グリカンが含まれていることが明らかとなったが、ビフィズス菌の増殖促進作用は認められなかった。

食後血糖上昇抑制効果を有する豆粉パンの開発とその有効性の検討

博士前期課程(食物栄養学専攻) 篠倉 美香

【背景・目的】

IDF (国際糖尿病連合) によると, 現在糖尿病有病者数は5億3,700万人に上り, 2019年に発表された有病者数から7,400万人増加している。日本でも, 糖尿病が強く疑われる者の割合は男性約2割, 女性でも約1割にのぼり(令和元年国民健康・栄養調査結果より), 健康的な食習慣を含む生活習慣の改善は喫緊の課題である。

豆類は, タンパク質, ビタミンやミネラルなどの微量栄養素及び食物繊維を豊富に含む健康食材として知られている。特に, 大豆は, でんぷんをほとんど含まない低GI食品として, 糖尿病の栄養管理にも利用されている。一方, 大豆以外のでんぷんを多く含む豆類の血糖上昇抑制効果についてはあまり知られていない。

本研究では, 7種の豆類(あずき, 青えんどう, 金時豆, 大豆, 手亡, ひよこまめ, レンズまめ)の微粉末を用いたパンを作製し, それらを摂食した後の血糖及び血清成分(インスリン)変動を調べるとともに, 食後血糖に影響を及ぼす要因について検討を行った。また, 給食などで利用できる実用的な豆粉パン開発のための基礎知見を得るため, 各種パンの嗜好性, 物性, 香気成分についても分析し, それらの有用性について総合的に検討した。

【方法】

本試験は, 神戸女子大学に在籍する20代の健康な女子学生を対象に, 自己血糖測定器を用いた血糖測定(8名)(以後, 自己試験という)及び, O病院での採血による血糖・インスリン測定実験(5名)(以後, 病院試験という)を行った。なお, すべての試験は, 神戸女子大学「人間を対象とする研究倫理委員会」, O病院倫理委員会の承認を受けて実施した(2019年7月~2022年1月)。

すべての試験で用いた基準食(小麦粉パン)と検査食(7種の豆粉パン:小麦粉の20%を豆微粉末に置換)は, いずれも1食分の糖質を約50gに調整した。自己試験では, それらを摂食後の血糖変動を日本GI研究会の血糖測定プロトコルに基づいて調べた。また, 病院試験では, 基準食と検査食(3種の豆粉パン:小麦粉の20%を豆(金時豆, 大豆, レンズまめ)微粉末に置換)を摂取直前と, 摂取開始から30, 60, 90分及び120分後に採血を行い, 血糖値とインスリン値を測定した。

試験で得られた同一時間帯の2群間(基準食と検査食)の血糖値, 血清成分変化, 上昇曲線下面積(Incremental area under the curve, IAUC), その他の動態パラメーター(Δ 血糖値, ΔC_{max} , T_{max} , GI)は, 統計処理検定を行った。データの集計及び解析には, Excel 2016 (Microsoft)を用い, 統計処理には統計ソフト(IBM SPSS Statistics 27.0.1)を使用した。同一時間帯の2群間(基準食と検査食)の血糖値についてはWelchのt検定を行い, 有意確率が0.05未満の場合に有意差があると判定した。また, その他の差の検定には多重比較検定のTukey-Kramer法を用い, 有意水準は5%未満とした。

食後血糖に影響を及ぼす要因についての検討では, 豆粉の α -グルコシダーゼ阻害活性及び各種パンの凍結乾燥粉末中の4種類のでんぷん(RDS: Rapidly Digestible Starch, SDS: Slowly Digestible Starch, TDS: Total Digestible Starch, RS: Resistant Starch)の分析を行った。でんぷん定量には, 消化性/難消化性澱粉測定キット(Megazyme社)を用いた。

各種豆粉パンの嗜好性は, 「色」「香り」「食感」「味」「総合評価」の5項目について, 基準食をもとに両極性7段階の間隔尺度で評価する相対比較法により評価した。物性評価は, 焼成後1時間放冷した各種豆粉パンの比容積を菓種置換法にて測定するとともに, 圧縮強度・破断強度をテクスチャーアナライザー(英弘精機(株), TA.XT.plus)を用いて測定し, 小麦粉パンのそれと比較した。また, 嗜好性に関連する匂い成分分析をTDS-GC/MS-ODP3 (Agilent Technology社/Gestel社, 7890B/5873)を用いて行った。尚, 差の検定には嗜好調査においてはWilcoxon符号付順位和検定を, 各種物性試験において

はWelchのt検定を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果・考察】

自己試験では、同一時間帯における基準食と検査食の比較において、大豆及びあずき粉パン摂取90分後、ひよこまめ粉パン摂取120分後の血糖値が有意に低値であることが確認できた（いずれも $p < 0.05$ ）。また、算出したGIによる比較では、基準食（100）に比べ、大豆粉（ 77 ± 14 ）、ひよこまめ粉（ 74 ± 13 ）、レンズまめ粉（ 69 ± 25 ）パンが低値を示したことから（いずれも $p < 0.05$ ）、これら豆粉パンは血糖を上昇させにくいことが示唆された。

基準食と検査食の血糖値の多重比較検定では、検査食間において、血糖値を上げやすい傾向が見られたえんどう粉パンに対し、大豆粉パン（ $p < 0.01$ ）、あずき・ひよこまめ・レンズまめ粉パン（ $p < 0.05$ ）は摂食後の血糖上昇抑制が認められたが、基準食と検査食間では差はなかった。一方、病院試験でも、基準食と検査食間に有意な差は見られなかった。

食後血糖に影響を及ぼす要因についての検討では、各種豆粉中の α -グルコシダーゼ阻害活性は検出されず、豆粉パン中のデンプンの種類・含有量と血糖値の間にも相関は認められなかった。従って、豆粉パン間の血糖値の違いは、 α -グルコシダーゼ阻害活性を有する成分やデンプン種に起因してないことが明らかになった。

嗜好調査で有意に好まれた豆粉パンは、あずき（味・総合評価）、大豆（色・食感・味・総合評価）及びひよこまめ（味・総合評価）粉パンで、有意に好まれなかったのはえんどう（色・香り）、金時豆（香り）、レンズまめ（味・総合評価）粉パンであった。

豆粉パンの比容積は、基準食に比べて、あずき、えんどう、大豆、手亡粉パンで小さかった（ $p < 0.05$ ）。すべての豆粉パンのクラム圧縮強度は基準食に比べて高く（ $p < 0.01$ ）、クラスト破断強度は、あずき及びレンズまめ粉パンが低かった（ $p < 0.05$ ）。また、これら物性試験データと血糖値・嗜好調査結果の間には相関が認められなかった。

嗜好性に関与する匂い成分分析により、最も嗜好性が低かったレンズまめ粉パンに、1-ヘキサノール、ヘキサナール及び2-ペンチルフランのような豆臭さを感じさせる香気成分が顕著に多く含まれることが確認された。

【結論】

豆粉パン摂食後の血糖変動は、添加した豆粉の種類によって異なっていた。今回、血糖上昇に影響を及ぼす要因の特定はできなかったものの、豆粉パン（あずき、大豆、ひよこまめ、レンズまめ）の血糖上昇活性には、 α -グルコシダーゼ阻害活性を有する成分や豆粉デンプンの種類・含有量が関与せず、これらの豆に含まれるフラボノイド、ペプチド、非デンプン性オリゴ糖等の成分が血糖上昇抑制活性を有することが推察された。

本研究結果から、小麦粉の20%をあずき、大豆、ひよこまめ微粉末で置換することにより、血糖上昇抑制効果及び嗜好性の高い豆粉パンを開発できる可能性が示唆された。

脂肪肝形成に及ぼす栄養素の効果 肝星細胞株活性化に及ぼす糖質の作用

博士前期課程(食物栄養学専攻) 西川 佳江

【背景・目的】

近年、日本において非アルコール性脂肪性肝炎 (non-alcoholic steatohepatitis, NASH) が増加している。フルクトースは肝臓の脂肪合成を促進し、脂肪蓄積を亢進させると報告されており、非アルコール性脂肪性肝疾患 (non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD) の増悪因子とされている。肝細胞への脂肪蓄積が、肝臓の線維化を促進させる肝星細胞の活性化を引き起こすのではないかとされているが、今回、フルクトースが直接肝星細胞を活性化しコラーゲン産生を高める可能性、及び炎症性サイトカインである形質転換増殖因子 β (TGF- β) 存在下に肝星細胞活性化を増強する可能性をラット星細胞株 (RI-T細胞) を用いて検討した。さらに、活性酸素種 (ROS) のブロッカーであるN-アセチル-L-システイン (NAC) や細胞内シグナル伝達阻害薬のフルクトース作用への影響を調べ、フルクトースの作用機構について検討した。

【方法】

細胞培養

10%牛胎児血清、ペニシリンGカリウム (100 μ g/ml)、カナマイシン (15.5 μ g/ml) を含むRoswell Park Memorial Institute1640メディウムを用いてラット肝星細胞RI-T細胞を12穴プレートで培養した。メディウムをフルクトース、グルコース、TGF- β 、NAC、細胞内シグナル伝達阻害薬を含むメディウムに置換したのち48時間培養、その後、RNA抽出、cDNA化を行いRT-PCRでI型コラーゲン α 1鎖 (COL1A1)、 α -平滑筋アクチン (α -SMA) mRNA量の測定を行った。

【結果、考察】

フルクトースはRI-T細胞においてCOL1A1 mRNA量を増加させたが、 α -SMA mRNA量は増加させなかった。グルコースもCOL1A1 mRNA量を増加させたが、フルクトースによる増加量に比べてその増加量は小さかった。TGF- β はCOL1A1 mRNA量を増加させた。TGF- β による α -SMA mRNA量の増加量は、フルクトース、グルコースより明確であった。NACの存在下ではフルクトースはCOL1A1 mRNA量を増加させなかった。JNKの阻害剤はフルクトース、TGF- β のCOL1A1 mRNA量増加反応を抑制した。ERKの阻害剤はTGF- β のCOL1A1 mRNA量増加を抑制した。

【結論】

フルクトースはRI-T細胞に直接作用し、ROS産生/MAPKシグナルを介してCOL1A1 mRNAを増加させることが示唆された。

神戸女子大学家政学部

卒業論文

令和3年度 管理栄養士養成課程
家政学科

令和3年度家政学部 卒業論文

管理栄養士養成課程

■安藤ゼミ

大豆たんぱく質による代替肉の有用性	岡田 理瑚
市販茶飲料の抗酸化性とポリフェノール含量について	笹倉 麻菜
小豆の健康への効果に関する文献調査	堤 博香
乳酸菌の効能に関する文献調査	長門 未夢
ニンジンに存在する水溶化に可溶化するカロテノイドとタンパク質との関係について	久枝 愛実
赤色パプリカに存在する可溶化カロテノイドの存在とタンパク質との関連性	布施佑里子
赤色パプリカに存在する可溶化カロテノイドとタンパク質の複合体の探索	前田 夏穂
ニンジン果肉に含まれる水溶性化したカロテノイド色素とタンパク質との関わりについて	源 真花
市販茶飲料の抗酸化活性とポリフェノール含量について	吉田 朱里

■置村ゼミ

運動後のタンパク質、炭水化物摂取による疲労回復効果-文献的考察	大寄 真帆
栄養の二重負荷の現状、これからどう向き合うか	大土井花奈
糖によるLX-2細胞の機能調節	押田 佳穂
フルクトース、ガラクトース、マンニトールのLX-2肝星細胞の コラーゲンmRNA量に及ぼす効果	鈴木 茜音
TGF- β がコラーゲン合成に及ぼす影響およびそれに及ぼすフルクトースの効果	隅田 舞
認知症とチアミンの関連	野田 英里
子宮頸部異形成の予防・改善に及ぼす食事と栄養素の影響	土生田侑香
地中海式食事療法が妊娠糖尿病にもたらす効果	藤本光咲季
フルクトースによるLX-2細胞の機能調節	山口 美風

■小倉ゼミ

酵素法を用いた高速液体クロマトグラフィーにおける胆汁酸測定法の検討	岡田 葉奈
高速液体クロマトグラフィーによる生体試料(魚胆のう)中の胆汁酸測定法の検討	刈谷 友香
市販ヨーグルトAの生菌による胆汁酸変換について	河合 桐佳
市販ヨーグルトBの生菌による胆汁酸変換について	高松 未季
ガスクロマトグラフィーによる特殊胆汁酸の分析法	高村 詩織
市販ヨーグルトCの生菌による胆汁酸変換について	野田二千翔
市販ヨーグルトDの生菌による胆汁酸変換について	松尾菜々子
市販ヨーグルトEの生菌による胆汁酸変換について	松村 麻帆
市販ヨーグルトFの生菌による胆汁酸変換について	森本菜々子

■狩野ゼミ

高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与及びウォーキングによる体熱産生への影響、 TRPA1及びTRPV1Blockerによるメカニズムの検討	磯谷 侑香
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン及びWalkingによる脳BDNF発現量への影響 - TRPA1及びTRPV1ブロッカーを用いた検討 -	塩谷安依子

高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン及びWalkingによる脳BDNF発現量による脂質代謝 - TRPA1及びTRPV1ブロッカーを指標とした検討 -	田中 亜実
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与及びWalkingによる血漿中BDNFおよび 血漿中レプチンへの影響-TRPA1およびTRPV1ブロッカーを用いた検討-	土阪 桃
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与とWalking併用に対する血液生化学性状への影響 - TRPA1及びTRPV1ブロッカーによるメカニズムの検討 -	崩田菜々子
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン及びWalkingによるTRPA1・TRPV1ブロッカーを用いた 血漿中レプチン・血漿中BDNFへの影響	仁科まり代
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与及びWalkingによる褐色脂肪細胞組織 (BAT) の UCP1への影響-TRPA1及びTRPV1ブロッカー投与によるメカニズム検討-	畑田 芽衣
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン及びwalkingによる腓腹筋BDNF発現量による脂質代謝 - TRPA1及びTRPV1ブロッカーを指標とした検討 -	福本 栞南
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与及びウォーキングによる体熱産生への影響TRPA1 およびTRPV1ブロッカーによるメカニズムの検討-尿中カテコラミン分泌量への影響-	藤寄 実優
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン投与及びウォーキングによる褐色脂肪組織の脱共役 タンパク質への影響-TRPA1及びTRPV1ブロッカー投与による検討-	藤田 早苗
高脂肪食摂取ラットにおけるオレウロペイン及びWalkingによる腓腹筋BDNF発現量への影響 - TRPA1及びTRPV1ブロッカーを用いた検討 -	森野 早紀

■木村ゼミ

3種の豆から調製した豆乳とヨーグルト様食品の特性	河内 萌華
3種の豆から調整した豆乳とヨーグルト様食品の特性	後藤 乃子
豆の種類によるアクアファバの起泡性・泡沫安定性の違いと関与成分	武田萌々香
豆の種類によるアクアファバの起泡性・泡沫安定性の違いと関与成分	中西 美月
3種の豆から調製した豆乳とヨーグルト様食品の特性	中村 有沙
冷凍保存と豆粉添加がパンの食後血糖変動に及ぼす効果	平川 真美
冷凍保存と豆粉添加がパンの食後血糖変動に及ぼす効果	藤井 桃花
豆の種類によるアクアファバの起泡性・泡沫安定性の違いと関与成分	山下 夏未
冷凍保存と豆粉添加がパンの食後血糖変動に及ぼす効果	米田 梨紗

■栗原ゼミ

お茶による血糖値上昇抑制	和泉 紗英
牛乳中の乳脂肪含有量による血糖上昇抑制効果	今村 理紗
新型コロナウイルス感染症による死因別死亡数の影響	江村千奈美
エナジードリンク飲用による身体的影響と心理的要因	岡田 知紗
茶の発酵度による血糖値上昇抑制効果の違い	勝田美紗貴
エナジードリンク飲用による身体的影響と心理的要因	小谷 友希
我が国のフェアトレード商品に関する認知度と生産国に与える影響の関連について	玉置 実央
新型コロナウイルス感染症による死因別死亡数への影響	丸山紗理奈
新型コロナウイルス感染症による死因別死亡率への影響	森 綾音

■後藤ゼミ

コマツナの低温スチーミング加熱が栄養成分に及ぼす影響	坂北 朱音
スチームコンベクションオーブンと過熱水蒸気オーブンで加熱したジャガイモを用いた ポテトサラダでの品種間、貯蔵に伴う食味の違いについて	近久 明莉

コマツナの低温スチーミング加熱が栄養成分に及ぼす影響	樋谷 美輝
低温スチーミング加熱によるブロッコリー、ミズナ、キャベツのアスコルビン酸含量の変化	仁田 美涼
セルロース・グルコマンナン複合体粒添加が米飯の食味に及ぼす影響について	野間莉佳子
スチームコンベクションオープンと過熱水蒸気オープンで加熱したジャガイモを用いた ポテトサラダでの品種間、貯蔵に伴うにおける食味の違いについて	藤原智香子
低温スチーミング加熱によるブロッコリー、ミズナ、キャベツのアスコルビン酸含量の変化	眞島 望
クックチルで調製したサツマイモ煮物の保存に伴う栄養成分や色の変化	福井湖乃美

■才新ゼミ

COVID-19緊急事態宣言における女子大学生の食生活に対する意識調査	井戸本捺未
COVID-19緊急事態宣言における女子大学生の食生活に対する意識調査	源川 純加
COVID-19緊急事態宣言における女子大学生の食生活に対する意識調査	田中 美佑
女子大生の食生活と献立作成の現状	中田 典花
女子大生の食生活と献立作成の現状	長谷川 遥
COVID-19緊急事態宣言における女子大学生の食生活に対する意識調査	松本奈緒子
沖縄伝統野菜の地産地消に関する児童・生徒および教職員の意識調査	上江洲真央
沖縄伝統野菜の地産地消に関する児童・生徒および教職員の意識調査	平野 里沙
沖縄伝統野菜の地産地消に関する児童・生徒および教職員の意識調査	森下 真代

■榊原ゼミ

5・6歳児に向けた食物アレルギーの誤食防止を目的とした媒体作製	岩井ひなた
地方・都市部在住高齢者のコロナ禍における食事と生活習慣とストレスの現状調査	植村 菜央
5・6歳児に向けた食物アレルギーの誤食防止を目的とした媒体作製	佐藤 亜紀
地方・都市部在住高齢者のコロナ禍における食事と生活習慣とストレスの現状調査	渡海和扇帆
5・6歳児に向けた食物アレルギーの誤食防止を目的とした媒体作製	林 佳奈
5・6歳児を対象とした食物アレルギーの誤食防止を目的とした媒体作製	兵頭 風咲
5・6歳児に向けた食物アレルギーの誤食防止を目的とした媒体作製	福崎 遥
地方・都市部在住高齢者のコロナ禍における食事と生活習慣とストレスの現状調査	藤田 侑巳
地方・都市部在住高齢者のコロナ禍における食事と生活習慣とストレスの現状調査	宇治 綾美

■佐藤ゼミ

カット野菜の細菌汚染について	大裏 杏奈
ノロウイルス食中毒の最近の動向と対策	澤田 夕佳
女性における鉄欠乏性貧血と生活習慣の関連	清水まりあ
日本の喫茶文化と現代での日本茶の在り方について	白井 陽菜
オーラルフレイルの予防改善と食事について	橋本 杏
コロナ禍における食生活の変化について	橋本 真悠
機能性表示食品に関する消費者の意識調査	村上 彩夏
メラニン色素と食品成分	余田 怜菜

■清水ゼミ

「もち麦と玄米のごはん」のヒトへの有効性の検討	今西 菜月
大塚食品飲料「e3」のヒトへの有効性の検討	牛村 亜美
「もち麦と玄米ごはん」のヒトへの有効性の検討	川井 満帆
月経随伴症状と摂取栄養素の関連について	治部 好野

月経随伴症状と摂取栄養素の関連について	早川 沙希
体質に合う果物を摂取することによる血管年齢の変化	林 涼菜
大塚食品飲料「e3」のヒトへの有効性の検討	東原 柚果
体質に合う果物を摂取することによる血管年齢の変化	松岡 愛
大塚食品飲料「e3」のヒトへの有効性の検討	弓削 春花
大塚食品飲料「e3」のヒトへの有効性の検討	吉原 未玲

■杉岡ゼミ

病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2	
～食物アレルギー負荷試験を受ける患児の食物摂取頻度調査及び牛乳アレルギー児の特徴～	東 えりか
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2～FFQgによる栄養摂取状況の調査結果～	角間 麻衣
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2～卵アレルギーの状況報告～	高座 美里
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2	
～3大アレルギー別の治療期間や耐性獲得状況の傾向について～	獅坂 結愛
病院で治療を受けるアレルギー児の状況報告2～卵アレルギーの状況報告～	鈴鹿 紗希
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2	
～3大アレルギー別の治療期間や耐性獲得状況の傾向について～	鈴木 花菜
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2～FFQgによる栄養摂取状況の調査結果～	出口 茉奈
病院で治療を受ける食物アレルギー児の状況報告2	
～食物アレルギー負荷試験を受ける患児の食物摂取頻度調査及び牛乳アレルギー児の特徴～	中島 未来

■竹中ゼミ

果物摂取後の血糖値変動及び血糖値上昇の個人差についての検討	青地 澄怜
果物摂取後の血糖値変動及び血糖値上昇の個人差についての検討	石田あいか
米飯、うどん、そばの摂取による血糖値変動についての検討	岩城久美子
米飯、うどん、そばの摂取による血糖値変動についての検討	柏原 邑紀
果物摂取後の血糖値変動及び血糖値上昇の個人差についての検討	川上 倫瑠
果物摂取後の血糖値変動及び血糖値上昇の個人差についての検討	黒田 菜月
米飯、うどん、そばの摂取による血糖値変動についての検討	中 彩佳
果物摂取後の血糖値変動及び血糖値上昇の個人差についての検討	林 笑加
米飯、うどん、そばの摂取による血糖値変動についての検討	山岡 真衣

■田村ゼミ

ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	北出 萌華
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	小西 萌衣
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	古俣 桜
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	船越 結芽
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	細田 瑞歩
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	松森 史夏
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	元谷菜奈美
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	山田 瑞季
ハスカップに含まれる I 型アレルギーの抑制成分の特定	山本 杏子

■橋本ゼミ

幼児の好き嫌いの改善に効果的な食育の検討	阿波 実果
----------------------------	-------

保育所給食における栄養素の分析とおやつを検討	大西 舞奈
保育所給食における不足している栄養素とそれを補うおやつを検討	競 友音
幼児の好き嫌い改善に効果的な食育の検討	末松あかり
80歳で20本以上の歯を残すための食生活の提案-女子大生の食生活からの検討-	出口 舞依
新型コロナウイルス感染症による生活習慣の変化とSNSの利用 ～居住形態の視点からみた検討～	土手 郁佳
新型コロナウイルス感染症による生活習慣の変化とSNSの利用 ～居住形態の視点からみた検討～	林田 茜
保育所給食における不足している栄養素とそれを補うおやつを検討	浦川 千尋
80歳で20本以上の歯を残すための健康的な食生活の提案-若い女性に向けて-	岡田 青依

■堀田ゼミ

タマネギ外皮熱水抽出物による米飯の腐敗抑制効果について -産地によるちがい(北海道産と淡路島産)	青柳 里奈
温州みかん果皮熱水抽出物の健康増進効果について	安藤 由依
包接化したタマネギ外皮熱水抽出物による米飯腐敗抑制効果	稲田 美菜
温州みかん果皮熱水抽出物の健康増進効果について	川井 麻由
タマネギ外皮熱水抽出物の透析内液に見られた新たな米飯腐敗抑制物質	高原 史奈
温州みかん果皮の健康増進効果について	錦村 茂恵
タマネギ外皮熱水抽出物による米飯の腐敗抑制効果について -産地によるちがい(北海道産と淡路島産)	伴 柚葉
タマネギ外皮熱水抽出物の透析内液に見られた新たな米飯腐敗抑制物質	南出 真瑚
包接化したタマネギ外皮熱水抽出物による米飯腐敗抑制効果	西岡知奈美

■宮本ゼミ

乾燥卵白メレンゲを用いたマカロン焼成に影響する要因について	東 実花
みりんの嗜好性に関する調査	上垣 咲季
昆虫素材を用いた菓子への応用-パウンドケーキ・蒸しパンを例として-	河内 葵
昆虫素材を用いた菓子への応用-パウンドケーキ・蒸しパンを例として-	田中 佑季
アイスクリーム製造におけるシクロデキストリンとショ糖脂肪酸エステルの添加効果	内藤 悠佳
パン焼成に及ぼすドライイーストに含まれる添加物の影響	中 あづみ
乾燥卵白メレンゲを用いたマカロン焼成に影響する要因について	南部 千波
アイスクリーム製造におけるシクロデキストリンとショ糖脂肪酸エステルの添加効果	長谷川結依
パン焼成に及ぼすドライイーストに含まれる添加物の影響	中馬 優似

■安田ゼミ

神戸市の災害対策の現状と備蓄食品の提案	越智茉妃瑠
成長に伴う嗜好の変化と幼児への効果的な食育方法の検討	川口えりか
成長に伴う嗜好の変化と幼児への効果的な食育方法の検討	小窪真里菜
孤食願望と食育指導	作田 早紀
神戸市の災害対策の現状と備蓄食品の提案	佐野 由葵
成長に伴う嗜好の変化と幼児への効果的な食育方法の検討	関岡 知秋
コロナ禍における大学生の朝食欠食の現状と課題の検討	濱本 悠花
コロナ禍における大学生の朝食欠食の現状と課題の検討	古立 怜楠
コロナ禍における大学生の朝食欠食の現状と課題の検討	堀田明香里

令和3年度家政学部 卒業論文

家政学科

■大淵ゼミ

『ハリー・ポッター』にみる恋愛関係	井上 和
「おジャ魔女どれみ」における家族の描かれ方	岡田 真奈
『女子的生活』にみるジェンダー表現	雄崎 那知
「アニメ聖地巡礼」による地域への影響－「風景」と「名称」をてがかりに－	門本 春羽
コロナ禍における女子大生の「推し活」－支持対象者・居住地・居住形態に着目して－	笹田有紗香
韓国発サバイバルオーディション番組の魅力－「GIRLSPLANET999」をてがかりに－	田崎帆乃華
K-POPにハマる仕組み－SEVENTEENのCD特典を事例に－	野村 美桜

■大森ゼミ

プロ野球のユニフォームの色の印象評価	内田 琴子
バラの花弁を使用した染色液作成とバラ染液の有効活用法	嶋谷 綾花
芳香蒸留水の有効的活用法についての研究	
～オーバナイトセンセーションを用いたヘアミストの作成～	全本愛早加
バラの芳香蒸留水によるストレス軽減効果	高木佳寿美
オンライン面接におけるメイクと顔色用照明の色の組み合わせの研究	平田 紗理
女子大学生の電子機器の利用状況調査についての研究	光本 璃良
デジタル端末の使用による視覚機能に与える影響	宮脇 美桜

■貝増ゼミ

カフェとSNSの関係性に関する考察	岡田 奈々
パーソナルカラーの現状	笠置 友香
デザインが、街のパン屋の売れ行きに与える影響	倉本 恵
女子大生の牛乳摂取量の変化	佐伯英里子
空き家である長屋を活用することで地域活性化につながるのか	
～あじき路地の活動から考える～	中村 友愛
現代の高齢者施設の在り方～ケアハウスと高齢者向け賃貸住宅の事例から～	村上 茜

■梶木ゼミ

大学生の学習空間としてのコワーキングスペースの利用促進	末澤 実佳
ウォークアブルシティにおける若者の利用を促進するための滞留空間とベンチに関する研究	田中垂梨紗
プレーカーでの遊び場づくりの活動実態とプレーリーダーの役割	田中美早季
ジップライン導入施設の実態と地域活性化への可能性	田中 桃子
地域の特性をいかした地域安全マップ活動のプログラム開発とその検証	
～防災に着目した神戸市立夢野の丘小学校における実践結果より～	中村夏菜子
プレイワゴンによる課題解決型子どもの遊びワークショップのあり方	
～神戸市立森林植物園・ほうけんの丘における実践より～	西本 萌実

子どもの年齢層と参加形態別からみた遊びワークショップの効果

～神戸市立森林植物園・ぼうけんの丘における実践より～ 毛利 光希

■ガンガゼミ

若年女性の単身・勤労者世帯の家計構造からみた貧困状況 笠木 愛佳

新型コロナウイルス感染症の流行による衣料品の支出とインターネット購入の変化 高橋 明里

被服消費行動の変化とアパレル企業の課題について 田中 佑菜

損益分岐点からみた和歌山市民の消費行動 西川 葉七

新型コロナウイルス感染拡大がひとり親世帯に及ぼす影響 山口 紗佳

食料費およびその内訳の支出行動の変化 横山 詩子

親の所得格差が子どもの教育費に及ぼす影響について 和田 璃月

■来海ゼミ

加古川市寺家町商店街の今後のあり方について 東 成美

映画空間における色の役割－近未来映画とファンタジー映画の分析－ 中島 穂香

姫路市大手前通りの道路空間についての研究 中西 唯華

カフェファサードや周辺環境が店舗選定に与える影響の研究

－神戸市中央区のカフェの比較分析を通して－ 伏木 美穂

ニュータイプ建築「新しい図書館」についての研究 村田 優月

キャンプ・グランピングにおける地域創生と地域活性化 吉田 安里

兵庫県 播磨町における巨大地震発生時の避難と災害拠点 吉永 知佳

■十一ゼミ

高齢者、障害者への衣生活に関する一助 安部 成香

下着の形状にみるファッションの変遷 稲川 円花

アパレル企業におけるサステナブルへの取り組み 岡 彩文

播州地方の地場産業である革製品の現状と今後 曾谷 りほ

ウェディングドレスの変遷－日本の婚礼衣装への影響－ 正田 志織

ジェンダーにおけるファッションの現状と課題 横尾ゆきみ

■砂本ゼミ

兵庫県内における併設スペースを有するゲストハウスの実態と地域との関係性 石谷 萌

銭湯の現状から見た新たな入浴施設提案のための研究 緒方 鈴佳

重要伝統的建造物群保存地区の現状と選定の傾向 桑田 麻央

屋外・半屋外空間から考える住宅の変容 澤村千日洗

女子大学生の公共トイレに対する意識と実態について 長谷川知里

駄菓子屋文化の重要性と現代のあり方について 平岡 葉月

神戸市の交通事故原因究明 福島 愛

昼の現状と女子大生の意識から見る昼の今後 松本 紗和

■田中ゼミ

中学校技術・家庭科家庭分野における教育内容と家族・家庭の基本的機能との関係 岩間 千果

戦後中学校家庭科における履修形態の変動と教科書記述の変容

ー家庭科教員のジェンダーに関する問題への向き合い方について考えるー	黒田 梨都
食品ロス問題の現状と削減を目指した取り組み	志摩映里花
中学校家庭科における持続可能な社会に向けた消費者教育	竹嶋 理彩
中学校技術・家庭科家庭分野における学習評価規準の作成	豊栖 美海
道徳科教育との関連を視野に入れた家庭科教育	豊田 麻衣
学習指導要領の変遷に見る高等学校家庭科における金融教育	堀井 彩夏

■中西ゼミ

西脇市の魅力を発信する播州織のはぎれを活用したドレスの制作	大地 杏奈
スウェーデン刺繍で描く北欧の風景～魅力ある刺繍技法を伝えていく～	鎌田 麻結
廃棄されるビニール傘と古着を用いたレインポンチョの制作～資源を有効利用するための～	小林 愛佳
デジタルプリントを用いたクレイジーパッチワーク風のマントの制作	
～映画「トイ・ストーリー4」(2019)に登場するボー・ピープの舞台衣装として～	嶋岡 小春
理想のシルエットを構築するパニエの研究	
ーアニメ「カードキャプターさくら」の衣装の再現ー	橋 保乃花
高齢者の豊かな暮らしを実現するための衣服の一考察	
ー70代女性向けの上品で若々しい衣服の制作ー	林 佑未
ラティスマッキングを用いたワンピースの制作とラティスマッキングイヤリングの作り方教材の作成	
	和田 実優

■平田ゼミ

睡眠時に着用する衣類の実態調査からみた快適な寝衣	大田美都里
sleepscanを用いたベッドの背角度の違いによる睡眠への影響に関する研究	佐伯 安美
自分の体格に適したブラジャーの選択と骨格診断	酒井 唯
手掌多汗症者の日常生活における悩みとその軽減方法	曾根あかね
寒冷地での災害時、衣服で寒さから身を守るには	西田 裕果
スポーツウエルネス吹矢の生理学的影響と健康への寄与の可能性	三島 優佳
夏におけるマスク着用時の快適性と熱中症対策	山崎紗弥香
コロナ禍におけるマスク着用とその生理的影響	金村 眞緒

■山根ゼミ

セルロース系繊維に及ぼす柔軟剤の影響ー動的粘弾性、引張り、摩擦に及ぼす影響ー	遠山 七香
グリセリンやポリエチレングリコールが再生セルロース繊維(キュブラ・リヨセル)の動的粘弾性に与える影響	長岡 真由
アセテートの不揮発性有機溶媒によるガラス転移現象の検討	中嶋恵理菜
再生セルロース(キュブラ・リヨセル)への疎水性有機物の吸着挙動	永原 歌乃
水中にわずかに存在する疎水性有機物の微結晶セルロースへの吸着挙動に関する研究	中村 春夏
液体クロマトグラフを用いた疎水性有機物の合成高分子の吸着挙動に関する研究	本城 亜記
低濃度に水に溶けた疎水性有機物の天然セルロース(綿・麻)への吸着	益山 実優

神戸女子大学家政学部紀要投稿規程

[2019年9月12日改正]

I 総 則

1. 紀要投稿者は神戸女子大学の常勤及び非常勤の教職員（退職者を含む）並びに本学の大学院生に限る。但し、本学教職員以外でも本学教職員との連名であれば投稿を認める。
2. 論文の掲載は神戸女子大学家政学部紀要委員会（以下、紀要委員会）で決定する。投稿論文は紀要委員会でレフリーを依頼し、審査する。
3. 論文の種類は総説、原著、ノート、レポートの4種類とする。
 - 1) 総説：ある主題に関し、研究・調査論文を総括、解説したものとする。
 - 2) 原著：独創的な研究で、それ自身独立して価値のある結論あるいは事実を含むものとする。
 - 3) ノート：例えば、限られた部分の発見や新しい実験方法など、原著としてまとまらないものであっても報告する価値のあるものとする。
 - 4) レポート：研究・調査上の成果で、記録にとどめる価値のあるものとする。
4. 総説は原則として紀要委員会が依頼するものとする。但し、学外の研究者等へ依頼した場合には、神戸女子大学教職員との連名ではなく、単名でも構わない。
5. 総説以外の原著、ノート、レポートの種類については、投稿者が指定するものとする。なお、紀要委員会と投稿者との協議により論文の種類を変更することがある。
6. 投稿論文は日本文（以下、和文）又は英文とする。
7. 倫理的配慮
人及び動物が対象である研究には倫理的な配慮を行い、その旨を本文中に明記する。
8. 利益相反
投稿論文では、他者との利益関係の有無を「利益相反」の欄を設けて記載する。利益相反状態が存在しない場合には、「本研究における利益相反は存在しない」などの文言を記載する。
9. 論文1編の長さ
 - 1) 総説、原著、レポート：図表を含め刷り上り10頁程度を原則とする。
 - 2) ノート：図表を含め刷り上り5頁以内を原則とする。
10. 投稿論文は、CD、USBメモリ等に保存し、プリントアウトした原稿1部と共に各学科の紀要委員会委員へ提出する。論文の表紙には、和文原稿では、和文及び英文で表題、著者名、所属機関名、(所属研究室名)を記入する。また、論文の種類指定、原稿枚数(本文、図、表などの各枚数)及び校正送付先を和文で明記する。英文原稿の表紙では、上述と同様のことを英文のみで記載する。但し、論文の種類指定、原稿枚数及び校正送付先は和文でも構わない。表紙は複数枚でも差し支えない。
11. 論文投稿予定者は、原則として論文の仮題を8月末日までに各学科の紀要委員会委員へ届け出る。最終の投稿締め切りは11月末日とする。
12. 紀要は原則として年1回、3月に神戸女子大学のウェブサイトを利用して発行する。
13. 投稿された論文は紀要に掲載される時点で、著者は下記の2点に同意したものとみなす。
 - 1) 論文の著作権は神戸女子大学家政学部に帰属する。但し、当該論文を学術教育目的で著者本人が利用する場合は、神戸女子大学家政学部(紀要委員会)の許諾を必要としない。
 - 2) 紀要に掲載された論文は神戸女子大学・神戸女子短期大学学術機関リポジトリで公開される。

II. 執筆要領

1. A4版用紙に横書きとする。手書きは受け付けない。和文原稿では明朝体で43字×30行、英文原稿ではTimes New Romanで70～80字×30行とし、上下左右のマージンは25mmとする。
2. 表紙から、ページ番号を下辺中央に、行番号を左側に印字する。
3. 論文の構成
 - 1) 原則として、表紙、要約（和文では400字程度、英文では200語程度）、キーワード（6語以内）、緒言、方法、結果、考察、文献に項目分けすることが望ましい。必要に応じて結論、謝辞を付しても構わない。それぞれの見出しは適宜変えてもよい。総説については自由な構成で構わない。
 - 2) 和文の原著とノートでは、必要に応じて英文の要約とキーワードを文献の後に記載してもよい。
4. 図表は、表の場合には上に、図の場合には下に表題を付け、説明文はすべて図表の下に記載する。図表の記載は、A4版用紙の1ページに1つの図又は表とする。表題及び説明文は英文でも構わない。
5. 論文中の引用文献番号は、片カッコをつけて右肩に小さく書く。文献は引用番号順に下記の例のごとく列記する。

(雑誌の例)

(和文) 橋本衣代、鷺尾悦子、前畑奈津子、小嶋豊：大麦澱粉粒の加熱崩壊状態の測定方法、家政誌、28、1045-1050（1968）

(英文) Vachan, C. and Sanoien, L.: Circadian variation in intestinal protein content in rat fed ad libitum, J. Am. Coll. Nutr., 8, 25-34（2003）

(単行本の例)

(和文) 弓狩康三、鳥居邦夫：味の栄養学「栄養生態学—世界の食と栄養」（小石秀夫、鈴木継美編）、64-90（1984）、恒和出版、東京

(英文) Naim, M. and Kare, M.R.: Taste stimuli and pancreatic functions. In “The Chemical Senses and Nutrition” (Kare, M.R and O.Maller, eds.), 145-163（1975）, Academic Press, London
6. インターネットのサイトは、他に適切な資料が得られない場合には文献として使用してもよい。この際、サイト名等とアドレスを記載すると共に、最終アクセス年月日も付記すること。

付 記

この規程の改廃は教授会の議により行う。

改 正（本規程は1990年11月20日発行の神戸女子大学紀要家政学部篇24巻に初出）

2011年11月10日改正

2014年2月6日改正

2016年10月13日改正

2018年6月14日改正

2019年9月12日改正

紀要委員会

佐藤勝昌(委員長)

狩野百合子

大森正子

神戸女子大学家政学部紀要

第55巻

令和4年3月31日発行

編集発行所 神戸市須磨区東須磨青山2-1
神戸女子大学
電話 神戸(078)731-4416

神戸市兵庫区大開通2-2-11
菱三印刷株式会社
電話 神戸(078)576-3961

BULLETIN OF THE FACULTY OF HOME ECONOMICS
KOBE WOMEN'S UNIVERSITY

VOLUME 55

MARCH 2022

CONTENTS

Original Article

- The Optimization of Food Consumption by Multi-objective Linear Programming
Nobuko NGANGA 1

Notes

- Bile Acid Conversion by an Intestinal Bacterium of Seafish, Shimaisaki (*Rhynchopelates oxyrhynchus*)
Yoshio OGURA, Miyu TAKEOKA, Hisako HOTTA, Kiyohisa UCHIDA8

- Influence of Low-Temperature Steam-Cooking for Ascorbic Acid Contents of Broccolis and Red Paprika
- Comparison of Steam Convection Heating and Multi-Steamer Heating -
Masahiro GOTO, Emiko IWATA 13

Reports

- Energy Amount and Nutritional Content in Meals without Chicken Eggs, Milk/Dairy Products, and
Wheat Provided at a Daycare Center
Tomoko SANNO, Nao MOTOYASU, Miho NAKAI, Kinuyo MATSUMOTO,
Katsumasa SATO, Chikako SATO 19

- Considerations regarding Dietary Habits in Japanese Female University Students
Takako TAKAHASHI, Keiko YASUDA, Noriko SHIMIZU, Kayo HASHIMOTO 26

- Effects of "MOCHIMUGI TO GENMAI NO GOHAN" on Human Feces and Intestinal Environment
Fumi SHIMIZU, Natsuki IMANISHI, Maho KAWAI, Masahiro ANZAI, Yoshio OGURA
..... 33

- Learning Outcomes in Food Service Management Practice with a Learning Management System
Naoko SAISHIN, Kyoko OISHI, Riyo FUKUDA, Akari YASUDA, Tomoyo YAMAMOTO
..... 42

Abstracts

- Abstracts of Life Science Seminars 2021, Faculty of Home Economics, Kobe Women's University 49
Abstracts of Doctor's Thesis in 2021, the Graduate School of Life Science, Kobe Women's University 52
Abstracts of Master's Thesis in 2021, the Graduate School of Life Science, Kobe Women's University 54

Lists of Graduation Thesis

- 2021-Dietician Training Course 63
2021-Department of Home Economics 68

- Submission Guidelines** 71

Kobe Women's University
Suma, Kobe 654-8585, Japan