

神戸女子大学家政学部紀要

第 48 卷

平成 27 年 3 月 発行

神 戸 女 子 大 学

神戸女子大学家政学部紀要投稿規定

[2011年11月10日改正]
[2014年2月6日改正]

I 総則

- 1) 紀要投稿者は本学教職員に限る。但し、本学教職員との連名で投稿することを認める。
- 2) 論文の掲載は編集委員会で決定する。投稿原稿は編集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、リポートの4種類とする。

総説：ある主題に関し、研究・調査論文を総括、解説したもの。

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。

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。

リポート：研究・調査上の成果で記録にとどめる価値のあるもの。

- 4) 総説は原則として編集委員会で依頼するものとする。
- 5) 総説以外の原著、ノート、リポートについては投稿者が指定するものとする。
なお、編集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) 論文1編の長さ
総説、原著、リポート：図表を含め刷り上がり10頁程度を原則とする。
ノート：図表を含め刷り上がり5頁以内を原則とする。
- 7) 原著、ノートの原稿には、英文のアブストラクト（Abstract）および6語以内のキーワード（Keywords）を添える。
アブストラクトは、表題、著者名、所属研究室および所属機関名、内容の順に印書し、内容は200語以内とする。（別紙アブストラクト用紙参照）。
- 8) 原稿は、CD-ROM、フラッシュメモリ等に保存し、プリントアウトした原稿1部とともに提出する。図表についても同様に提出する。表紙には、和文および英文で、表題、著者名、所属機関名（所属研究室）を記入し、また論文の種類の指定、原稿枚数および校正送付先を明記すること（別紙〈投稿論文表紙〉参照）。
- 9) 紀要是原則として年1回、3月に刊行する。

II 執筆要領

- 1) 原稿1頁の文字数：和文原稿は、43字×38行=1,634字、英文は、70~80字×42行程度を目安として作成する。
- 2) 論文の形式：原著は原則として、要約、緒言、実験方法、実験結果、考察、結論、（謝辞）、引用文献に項目分けすることが望ましい。
- 3) 文中のイタリック体とする語には_____線を、ゴシック体には_____の下線をつける。
- 4) 原稿はできるだけ簡明とし、図表などもなるべく少なくすること（原則として同一事項は、表または図のいずれか一方にする。）
- 5) 図表には、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。表題および説明文はできるだけ英文とする。
- 6) 図表の挿入位置は原稿欄外に朱書きして指示する。
- 7) 論文の引用文献番号は、片カッコをつけて肩に小さく書く。文献は論文の最後に通し番号順に列記するが、下記の例のごとく、著者名、表題、雑誌（書）名、巻、頁、発行年の順に記し、欧文雑誌名には_____、雑誌巻数には_____の下線をつける。
(例)
(雑誌)
(和文) 橋本衣代、鶴尾悦子、奈津子、小嶋豊：大麦澱粉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)
(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 function, In "The Chemical Senses and Nutrition" (Kare, M.R. and O.Maller,eds.),145-163(1975), Academic Press, London
- 8) キーワードは、論文の内容に関連の深い英語を選ぶ。

付記

原稿の提出は期限は、原則として11月末日とする。

この規定の改廃は教授会の議により行う。

目 次

総説

冷凍ドウの製パン性劣化の原因と再ミックスによる製パン性回復について 森元直美、田原 彩、瀬口正晴.....	1
--	---

原著

モンテカルロシミュレーションによる β -Ag I の平均2乗変位 高橋和廣.....	18
--	----

保育所給食のある日とない日の幼児の栄養素等摂取量の比較

高橋孝子、笠原賀子、佐藤ゆき.....	27
---------------------	----

リポート

食物アレルギーを有する乳児に対する保育所給食の栄養評価 佐藤誓子、佐藤勝昌、梶原苗美.....	36
--	----

要旨

平成26年度 神戸女子大学家政学部生活科学研究会 講演要旨	48
平成26年度 神戸女子大学大学院家政学研究科 修士論文要旨	52

卒業論文

平成26年度 神戸女子大学 卒業論文 管理栄養士養成課程	89
平成26年度 神戸女子大学 卒業論文 家政学科	97

冷凍ドウの製パン性劣化の原因と 再ミックスによる製パン性回復について

森元 直美、田原 彩、瀬口 正晴

神戸女子大学 家政学部 食品加工学研究室

Studying Deterioration of Breadmaking Properties and Restoration of
there on Frozen Dough

Naomi MORIMOTO, Aya TABARA, Masaharu SEGUCHI

Faculty of Home Economics, Laboratory of Food Technology, Kobe Women's
University, 2-1 Higasi Suma Aoyama, Suma-ku, Kobe City 654-8585, Japan

(要約)

-20°Cで1日間、冷凍貯蔵したパンドウを解凍後、製パンした時の製パン性（パン高（mm）・比容積（cm³/g））は、コントロール（未冷凍）に比べ大きな低下が観察された。冷凍貯蔵期間を3日、または6日間にしても、さらに大きな製パン性の低下は認められなかった。また冷凍・解凍したドウから液体がしみだしているのが観察された。そこでパンドウを遠心分離（38,900g、4°C、120分間）にかけ、遠沈管を60分間、角度45度に傾斜してしみだした液体を集めた。集められた液体量と製パン性との間には高い相関性が認められた。冷凍・解凍したドウ中から液体がしみだす原因を調べた結果、イーストと食塩の存在が深くかかわりのあることが示唆された。またパンドウの発酵は遊離液体量に大きく影響した。

次に製パン工程における冷凍・解凍の影響を調べた。その結果、発酵前に冷凍したパンドウによる製パン性は、コントロールと同様であった。しかしながら、二次発酵後に冷凍したパンドウの製パン性はコントロールに比べ、大きく低下した。一方、二次発酵後に冷凍したパンドウであっても解凍後、砂糖とイーストを加え、攪拌を含む一次発酵、成形、二次発酵の製パン工程を行うことで、コントロール同様の製パン性が得られた。冷凍・解凍したパンドウ（60g）をプラスチックの筒（直径5.0cm、長さ16cm、厚さ3mm）に入れ、減圧下でドウの伸展性をコントロールのパンドウと比較した。発酵後に冷凍したパンドウの伸びは高さ50mmで、それに対するコントロールの伸びは70mmであった。しかし発酵後に冷凍したパンドウに、砂糖とイーストを添加し、再度、一次発酵、成形、二次発酵をしたドウは、コントロール同様の伸展性を示した。これらのこととは解凍したパンドウのドウマトリックス中に含まれる液体の多くが冷凍前にあったところから分離し、好ましい製パン性を得るために必要なドウマトリックス中の水の欠如をおこした結果、製パン性の低下が引きおこされたことによるものと推察された。

(1)はじめに

冷凍ドウは製パン業界で広く用いられており、パン生産量全体の6.7%を占めている。しかし、その伸びは冷凍ドウの生産が始まった昭和60年から急速に伸びてきたものの、平成10年以降は横ばいとなっている¹⁾。冷凍

工程の導入によるコスト増しや製パン性の低下の問題を解消できたなら、さらにその需要は高まるであろう。冷凍ドウの最大の利点は、製パン工程の中止を可能にすることである。つまり効率的に新鮮な製品の提供ができるということである。一方で冷凍ドウを用いた時の製パン性は通常より低下することが広く知られている。そして、その原因について問題と改善方法が数多く研究されてきた。その一つは、パン酵母の冷凍障害に関するもので、イースト活性の低下やイーストの死細胞からドウ中にしみだすグルタチオンなどの還元物質が、ガス発生力の低下やドウの伸展性を失わせる問題である²⁻⁴⁾。この問題の改善のために冷凍耐性イーストが開発された。だが、そのイーストを用いても製パン性の改良効果は十分ではない。Wolt と D' Appoloniaは、冷凍によるタンパク質の伸展性への影響が冷凍ドウの製パン性において重要であると主張した⁵⁾。そこで、冷凍によって引き起こされるパンドウ自体の変化、例えば氷結晶の形成によるグルテン構造の損傷⁶⁾、イーストを含むドウの冷凍貯蔵期間・冷凍解凍サイクル時のドウの弱体化⁷⁻⁹⁾といった問題が報告された。Naitoらは、冷凍障害によって、穀物の気孔細胞壁の骨格を組織しているグルテン繊維が切れ、キメが粗い、無形性な糸になっていることや、多くの結び目がグルテン繊維上に生じたことを明らかにした¹⁰⁾。その冷凍障害とは、冷凍解凍サイクル及び冷凍貯蔵期間におけるデンプン粒とグルテン高次構造中の水の分配の変化¹¹⁾やそれらの構成成分からの水の分離によるもので、分離した水は氷結晶化した冷凍ドウ中の凍結水として、冷凍貯蔵期間中に増加した¹²⁾。また、冷凍貯蔵期間中の冷凍ドウに大きな氷結晶の出現や、氷結晶の構造の変化が観察された¹³⁾。そして、氷結晶は成形されたドウに均等に分布していないだけでなく、ドウ全体の気泡にも均質に分布していないと Esselinkらは報告した¹⁴⁾。さらには-15°Cでグルテンを貯蔵した時、グルテン層の水分含量は、最初の3週間で約1%減少した¹⁵⁾。これらの変化は、冷凍ドウのパン容積の低下や発酵時間の延長に影響を与えるものと推察された。しかしながら、解凍後のグルテンの微細構造は、新鮮なグルテンに似た構造を示したという報告もある¹⁶⁾。このように多くの研究者によって様々な報告や改善方法が提案されているにもかかわらず、冷凍・解凍による製パン性の低下の原因は不明である¹⁷⁾。

本研究では、冷凍・解凍したパンドウにおける製パン性の低下と遊離液体量の増加との関係を調べた。さらに製パン工程すなわち混捏、一次発酵、成形、二次発酵、焼成における冷凍工程の影響を検討した。小麦粉、砂糖、食塩、水を混合後に冷凍したパンドウA、パンドウAにイーストを加えたパンドウB、そしてパンドウBを一次発酵、成形、二次発酵後に冷凍したパンドウC、また解凍後のパンドウCに砂糖とイーストを加え、再ミキシングした場合、適切な製パン性が得られるかどうか検証した。(Fig.1)

(2) 材料と方法

2)-1 小麦粉

この実験で使用した小麦粉は、カメリヤ(日清製粉株)、レッドナイト、アルプス(日東富士製粉株)、緑渦巻(株)増田製粉所)、ホロシリ(江別製粉株)、キタカミ、南部地粉(府金製粉株)、春よ恋、キタノカオリ(前田農産食品、合資会社)である。これらの小麦粉の一般分析値はTable1に示した。タンパク質含量(%)はN×5.7から求め、灰分含量(%)はAACC(2010) 08-01.01を用いた¹⁸⁾。

2)-2 コントロール(未冷凍パンドウ)と冷凍・解凍したパンドウの調製と製パン性

製パン方法はSeguchiら(1997)による方法¹⁹⁾で行った。小麦粉の吸水率は、小麦粉300gを用いてファリノグラフによって求めた(AACC 2010.54-21.01)¹⁸⁾。この実験では、冷凍耐性イースト(株)カネカを用いた。小

Table 1.
General Analysis of Wheat Flour

Wheat Flour	Protein (%)	Ash (%)
Camellia	15.06 (0.58)	0.37 (0.00)
Red Knight	14.80 (0.30)	0.37 (0.00)
Alps	10.70 (0.48)	0.40 (0.03)
Midoriuzumaki	14.50 (0.10)	0.47 (0.01)
Horoshiri	10.40 (0.10)	0.36 (0.00)
Kitakami	10.70 (1.10)	0.53 (0.00)
Nanbuujigona	11.20 (0.00)	0.49 (0.00)
Haruyokoi	10.46 (0.82)	0.54 (0.01)
Kitanokaori	10.30 (1.75)	0.56 (0.04)

Values represent means of two replicates. Standard deviations are in parentheses.

麦粉(290g)、コンプレストイースト(8.7g)、砂糖(14.5g)、食塩(2.9g)、そして水(ファリノグラフで500BUの値から求めた量)を自動製パン機(パナソニック株、SD-BT6)に入れて混合し、一次発酵30℃で2時間20分行った。それは、一次ミキシング15分、ねかし50分、二次ミキシング5分、そして70分の発酵時間である。製パン機からパンドウを取り出し、120gに分割して丸め、成形し、パンケースの中へ入れて、さらに38℃で22分15秒間二次発酵した。その後パンケースをビニール袋に入れ、-20℃の冷凍庫の中で貯蔵した。解凍は、4℃の冷蔵庫に16時間置いてパンドウを完全に解凍した。解凍後、パンドウの一つは製パンに、もう一つはドウからにじみ出る遊離水の調査に用いた。解凍したパンドウを210℃のオーブンで30分間焼成した。焼成後、パンケースから取り出し、26℃、相対湿度43%の部屋で60分間放冷した。パン高、重量、容積を求め、クラムのキメは目視で評価した。

2)-3 パンドウからの遊離液体量の測定

パン生地からしみだす遊離液体量は、解凍したドウを38,900gで4℃、120分間、遠心分離にかけ、その後、遠沈管を4℃の冷室中で60分間、45度に傾斜して集めた。回収された遊離液体量はドウ100g当たりとして記録した。遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量は、ローリー法とフェノール硫酸法²⁰⁾でそれぞれ求めた。コントロールとして未冷凍パンドウで同様の試験を行った。

2)-4 構成成分の異なるパンドウの作成

パンドウ構成成分の異なるパンドウは以下のように調製した。各組み合わせは、食塩(2.9g)と小麦粉(290g)；砂糖(14.5g)と小麦粉；イースト(8.7g)と小麦粉；イーストと砂糖と小麦粉；イーストと食塩と小麦粉；砂糖と食塩と小麦粉；そして完全形(イーストと砂糖と食塩と小麦粉)である。それぞれを水210mLと一緒に自動製パン機中に混合した。それらは上述の方法と同様の試験にかけた。すべてのドウのサンプルは、1日冷凍貯蔵後に解凍し、各ドウからの遊離液体量を調べた。その遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量を調べた。

2)-5 培養液ドウの作成方法

培養液ドウは以下のように調製し、同様に遊離液体量を調べた。イースト(4.35g)、砂糖(7.25g)、食塩(1.45g)を300mL三角フラスコ中に水105mLと混合した。そして、35℃で140分間、攪拌しながら培養した。

冷凍ドウの製パン性劣化の原因と再ミックスによる製パン性回復について

その後5分間煮騰した。小麦粉(145g)とこの培養液をファリノグラフボウルに入れ、30℃で10分間ミキシングしてできたドウを培養液ドウとした。培養液ドウは、ドウ中にイーストの発酵生成物を含むドウである。培養液ドウを遠心分離にかけ遊離液体を回収した。

さらに構成成分の異なる培養液ドウを同様に調製した。食塩(1.45g)のみ；砂糖(7.25g)のみ；イースト(4.35g)のみ；イーストと砂糖；イーストと食塩；そしてイーストと砂糖と食塩をそれぞれ水105mLと混合し培養して培養液を作った。そして各培養液は上述と同様の方法で培養液ドウに調整した。すべての培養液ドウは、1日冷凍貯蔵後、解凍して遊離液体量を求めた。遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量は同様に調べた。培養時間の違いによるドウからの遊離液体量は、35℃で0、70、140、210、280分間培養した各培養液を用いて同様に調べた。

2)–6 冷凍イーストを用いた製パン

コンプレストイースト(8.7g)を水20mLに懸濁し、-20℃で6日間冷凍した。その後4℃の冷蔵庫で16時間解凍した。そのイーストと小麦粉(カメリヤ)を用いて製パン試験を行った。

2)–7 パンドウA、B、C、C–1、C–2の調製と製パン工程

様々なパンドウ(A、B、C、C-1、C-2)を調製し、製パン試験を行った(Fig.1)。パンドウAの場合、小麦粉(290g)、砂糖(14.5g)、食塩(2.9g)、そして水を2分間室温でミキシングして-20℃で6日間冷凍した。解凍後、ドウにイースト(8.7g)を混合し、1分間ミキシングして、一次発酵を2時間20分行った。成形し、二次発酵を22分15秒間行い、210℃で30分間焼成した。パンドウBの場合、パンドウAにイースト(8.7g)を混合し、1分間ミキシングして冷凍した。解凍後、一次発酵、成形、二次発酵を行った後、焼成した。パンドウCの場合、パンドウBを一次発酵、成形、二次発酵した後に冷凍した。解凍後は直ちに焼成した。パンドウC-1とC-2は、冷凍パンドウCを解凍し、砂糖を加えて1分間ミキシングしたもの(C-1)、また砂糖とイーストを加えて各1分間ミキシングしたもの(C-2)である。それらは一次発酵、成形、二次発酵を行ったあと焼成した(Fig.2)。さらにパンドウC-2においては、一次発酵を省略した場合もテストした。

2)–8 吸引によるパンドウの伸展性

一次発酵したパンドウを60gに分割して丸め、プラスチックの筒(直径5.0cm、長さ16cm、厚さ3mm)に詰め込み、底をゴム詫で密閉した。プラスチックの筒の中のパンドウは-20℃で6日間冷凍した後、解凍した。パンドウ入りのプラスチックの筒を、ガラスケース(直径21.5cm、高さ30cm)の中に立ててセットした。ガラスケースの中の圧力は、常温、420秒間減圧処理し、-760mmHgに到達するまで下げられた。プラスチックの筒の中のパンドウの高さを、ガラスケースの外側からカセットメーターを用いて測定した。それをパンドウの容量として評価した。

2)–9 統計分析

統計ソフトウェア(SPSS)を統計分析に用いた。実験は各2回繰り返し行い、結果はその平均である。分析は各結果の値を比較するためDuncan's multiple range試験を行った。

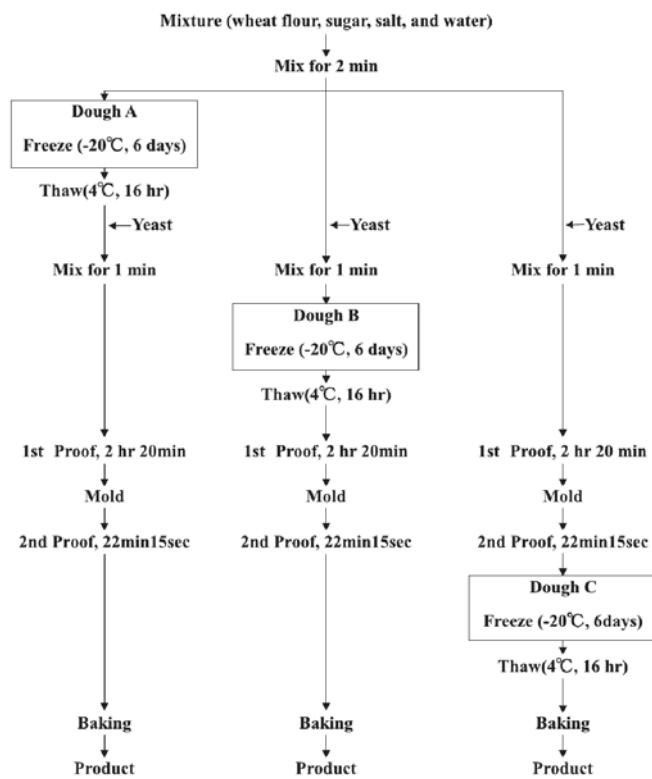


Fig.1.
Preparation of various frozen doughs and their subsequent processing.

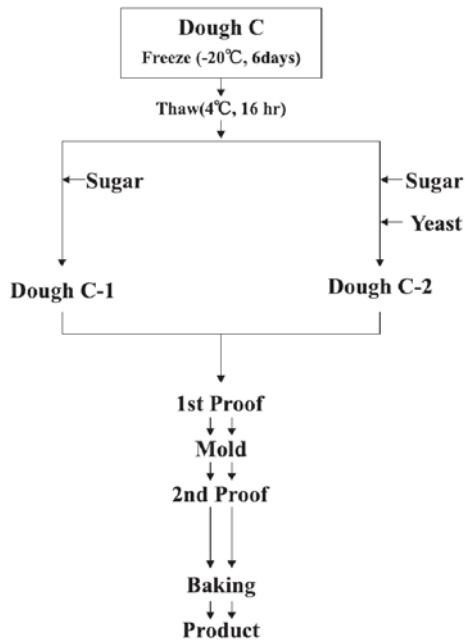


Fig.2.
Preparation of doughs C-1 and C-2 and subsequent processing.

(3) 結果と考察

3)-1 冷凍パンドウによる製パン性について

-20°Cでの冷凍期間と製パン性(パン高(mm)・比容積(cm³/g))、遊離液体量(mL/100gドウ)の関係をTable2に示した。これらの製パン性は、未冷凍ドウ(コントロール)に比べ、冷凍貯蔵1日目で大きく低下した。しかしながら、冷凍貯蔵期間を3日または6日間に延長しても、それ以上の低下は見られなかった。Fig.3は、カメリヤ小麦粉とレッドナイト小麦粉で、冷凍貯蔵0、1、3、6日のドウを用いて製パンしたパン断面の外観を示した。

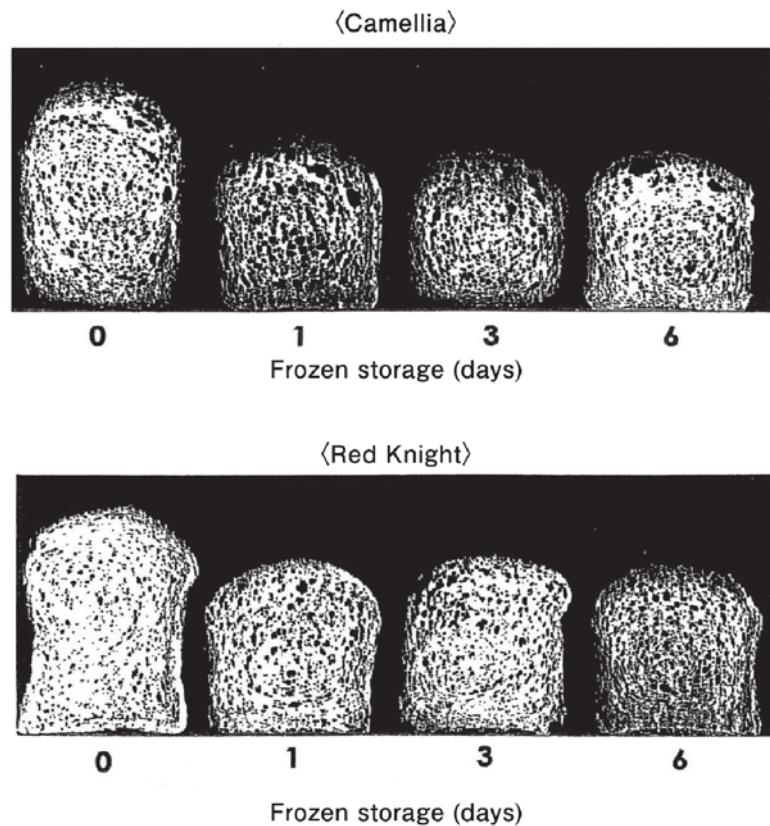


Fig.3.
Appearance of sectioned bread baked from bread doughs of Camellia and Red Knight wheat flours after 0(nonfrozen),1,3 or 6 days in frozen storage.

3)-2 冷凍・解凍したドウからの遊離液体量

冷凍・解凍したパンドウの製パン性の低下と遊離液体量の増加との関係を調べるために、遠心分離を用いてパンドウからしみだす遊離液体量を調べた。関連研究はMauritzen と Stewart 1965, 1966; MacRitchie 1976; Larsson と Eliasson 1996; Rasanenら1997; によっても進められた²¹⁻²⁵⁾。本研究ではパンドウからの遊離液体を回収するために、4°C、38,900g、120分間の遠心分離を行った。回収された遊離液体には粘性があり、タンパク質と炭水化物が多く含まれていた(Table3)。遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量は、遠心分離の条件の違いによってほとんど影響を受けなかった。1日冷凍貯蔵後、解凍したドウから得られた遊離液体量は著しく増加した。しかし、3日または6日間冷凍貯蔵したドウからの遊離液体量は1日冷凍貯蔵したものに比べ、わずかな増減を示しただけであった(Table2)。すべての小麦粉において同様の傾向がみられた。冷凍・解凍したドウからの遊離液体量の増加と、それらの製パン性の低下との間には高い相関があった(Table4)。未冷凍貯

蔵のドウに比べて、冷凍・解凍したドウの製パン性の低下は、冷凍・解凍によって引き起こされるパン生地の保水能力の低下が原因であると推察された。

Table 2.
Breadmaking Properties and Centrifuged Liquid

Camellia				Red Knight			
Freeze (day)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	
0	86.50a (2.35)	4.99a (0.17)	2.20	83.83a (1.76)	4.18a (0.09)	1.05	
1	67.13bf (5.78)	2.89be (0.40)	4.30	66.37b (2.71)	3.15b (0.03)	3.91	
3	64.23cef (4.91)	3.40cf (0.22)	4.45	65.73b (1.53)	3.51c (0.21)	3.75	
6	57.67de (2.89)	2.92def (0.16)	4.70	59.57c (1.77)	2.70d (0.15)	4.39	
Alps				Midoriuzumaki			
Freeze (day)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	
0	83.40a (0.10)	3.50a (0.01)	7.46a (0.46)	88.00a (1.50)	3.74a (0.02)	6.58a (0.47)	
1	64.20b (2.70)	2.38b (0.02)	9.67b (0.09)	64.90befg (1.30)	2.13b (0.70)	8.42bde (0.12)	
3	70.80c (1.80)	2.22c (0.04)	8.63c (0.38)	74.00cf (6.40)	3.35c (0.08)	8.15adf (0.35)	
6	59.40d (1.00)	2.65d (0.13)	10.20b (0.20)	59.30deg (2.10)	2.44d (0.05)	8.95cef (1.06)	
Horoshiri				Kitakami			
Freeze (day)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	
0	80.30a (4.20)	3.26a (0.17)	0.00a (0.00)	79.50a (1.90)	3.38a (0.01)	0.90a (0.10)	
1	66.50bf (2.10)	2.46b (0.16)	0.28b (0.18)	59.80b (0.80)	2.52b (0.09)	9.67b (0.09)	
3	57.20cef (6.20)	2.12c (0.06)	0.38b (0.04)	57.70b (3.80)	2.17c (0.13)	9.19c (0.94)	
6	51.30de (0.20)	1.87c (0.01)	0.40b (0.00)	60.30b (0.90)	2.48b (0.02)	8.12c (1.30)	
Nanbuigigona							
Freeze (day)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)				
0	88.00a (0.28)	4.43a (0.54)	0.39a (0.97)				
1	66.05b (1.48)	3.37b (0.00)	12.58b (1.66)				
3	62.40c (0.42)	2.13c (0.01)	13.15b (1.06)				
6	58.10d (0.85)	2.19c (0.08)	13.70b (1.69)				

Values represent means of two replicates. Means followed by different letters in the columns are significantly different at $p < 0.05$, according to Duncan's multiple range test. Standard deviations are in parentheses.

Table 3.
Effect of Centrifugation on the Centrifuged Liquid(mL), Protein, and Carbohydrate (mg)

Minutes at 38,900g	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Protein (mg/mL)	Carbohydrate (mg/mL)
60	0.71 (0.31)	14.3 (1.0)	55.3 (2.4)
90	3.24 (0.80)	13.4 (0.7)	50.6 (2.9)
120	7.39 (0.91)	12.2 (0.2)	48.6 (2.8)

Values represent means of two replicates. Standard deviations are in parentheses.

Table 4.
Correlation Coefficients Between the Amount of Centrifuged Liquid, and Bread Height,
and Specific Volume

	Bread Height	Specific Volume
Camellia	-0.828	-0.855
Red Knight	-0.963	-0.947
Alps	-0.938	-0.662
Midoriuzumaki	-0.913	-0.752
Horoshiri	-0.880	-0.939
Kitakami	-0.926	-0.950
Nanbuigona	-0.885	-0.854

3)−3 遊離液体量に与えるパンドウの構成成分の影響

パンドウ構成成分が与える遊離液体量への影響を調べた。Fig.4に小麦粉以外のパンドウ構成成分とそれらの組み合わせを示した。それぞれの構成成分とその組み合わせが遊離液体量に及ぼす影響を調べた。未冷凍貯蔵のパンドウにおいて、完全形(イースト+砂糖+食塩)からの遊離液体量を100%とした時、最も近い値はイースト+食塩の組み合わせ(83%)であった。続いて食塩+砂糖の組み合わせ(42%)、食塩だけのドウ(27%)となった。これらの結果から、食塩がパンドウの遊離液体量において重要な構成成分であると結論した。イーストもまた、食塩と一緒に混合された時、遊離液体量の増加に貢献した。冷凍・解凍したパンドウにおいても同様に各構成成分とその組み合わせによる遊離液体量の変化を観察した(Fig.4)。1日冷凍貯蔵後の各ドウの遊離液体量は、未冷凍貯蔵のものとほぼ同様の傾向を示した。しかしながら、イーストのみとイースト+砂糖において、冷凍・解凍したものの遊離液体量は、それらの未冷凍時に比べて大きく増加した。各組み合わせドウの未冷凍、冷凍ドウからの遊離液体中、タンパク質量と炭水化物量を調べ、各遊離液体量との相関を比較した(Table5)。これらの結果、各ドウ中のタンパク質量と炭水化物量は、遊離液体量と高い相関を示した。そのことは各構成成分によって遊離液体中に抽出されるタンパク質量と炭水化物量に増減がないことを示唆していた。

パンドウにおいて、遊離液体量に影響を与えると考えられる点が2点ある。その1つは38°C、2時間20分の発酵時間中に、アミラーゼやプロテアーゼのような小麦粉の酵素が働くことである。アミラーゼの活性化は、遊離液体中の炭水化物量の増加を、またプロテアーゼの活性化はタンパク質量を増加させることが考えられる。つまり小麦粉中のこれらの酵素は遊離液体中の炭水化物量やタンパク質量に影響を与える可能性がある。もう1つはイーストの発酵である。砂糖の入っていないパンドウについても、イーストは小麦粉を炭素源として利用でき、生成した発酵生成物は遊離液体量に影響を与える可能性がある。これらの関係を明らかにするために、新たな実験を培養液ドウで行った。培養液ドウは、発酵した培養液を小麦粉と混合して作製したドウである。未冷凍の完全形の培養液ドウ((イースト+砂糖+食塩)/小麦粉)と未冷凍の完全形のパンドウ(イースト+砂糖+食塩+小麦粉)からの遊離液体中、炭水化物量とタンパク質量は、共に遊離液体量と高い相関を示し、両者においてそれらの量に増減がないことを示唆している。そのことは、小麦粉中の酵素(アミラーゼ、プロテアーゼ)の関与の低いことを示している。

3)−4 培養液/小麦粉ドウからの遊離液体量

Fig.4に示したパンドウと同様に、培養液/小麦粉ドウにおける結果をFig.5に示した。未冷凍貯蔵の培養液ド

ウとパンドウの同じ構成成分の組み合わせで、遊離液体量に大きな違いが観察されたのは、イースト+食塩の組み合わせであった(Fig.4,5)。未冷凍貯蔵の培養液ドウで、イースト+食塩からなるドウの遊離液体量は、完全形の培養液/小麦粉ドウを100%としたとき36%であった(Fig.5)。一方、未冷凍貯蔵のパンドウでは、完全形の遊離液体量を100%としたとき83%であった(Fig.4)。両ケースとも砂糖が省かれている。それゆえ、パンドウにおいてはイーストが発酵に小麦粉を利用した可能性がある。しかし、培養時に小麦粉が省かれている培養液/小麦粉ドウにおいては、それを利用することが出来ない。これらのこととは、発酵生成物が遊離液体量を増加させる重要な物質であることを示している。それらを1日冷凍貯蔵した時の各ドウのサンプルは同様の傾向を示した。イースト+砂糖の培養液/小麦粉ドウは、冷凍・解凍によって著しい増加を示した。食塩が存在する培養液/小麦粉ドウは、未冷凍ドウと冷凍・解凍したドウの両方の試験において、他の組み合わせのものよりも多くの遊離液体量が回収された。各組み合わせの培養液/小麦粉ドウの未冷凍と冷凍・解凍したものからの遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量を調べ、それらの各遊離液体量との相関性を調べた(Table5)。各培養液/小麦粉ドウ中のタンパク質量、炭水化物量は遊離液体量と高い相関があった。各構成成分による遊離液体中へ抽出されるタンパク質量と炭水化物量には、高い、低いといった傾向のないことが示唆された。

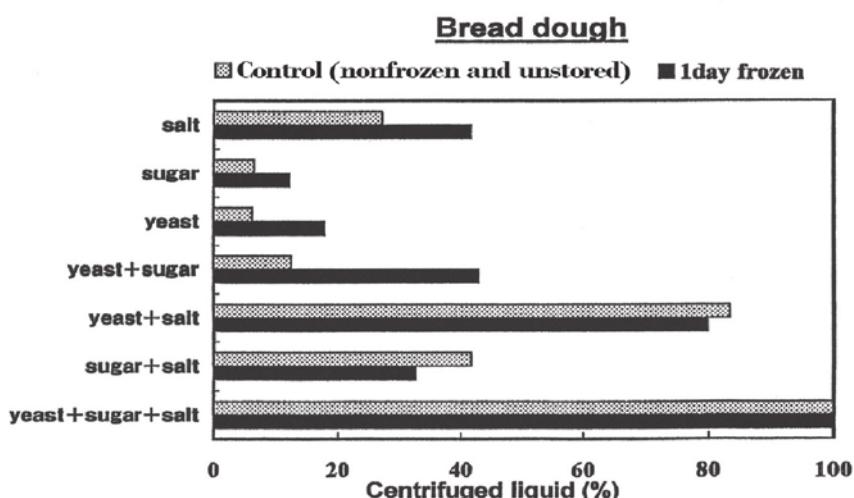


Fig.4.

Effects of bread dough components and their combinations on the amount of centrifuged liquid. Camellia wheat flour was used.

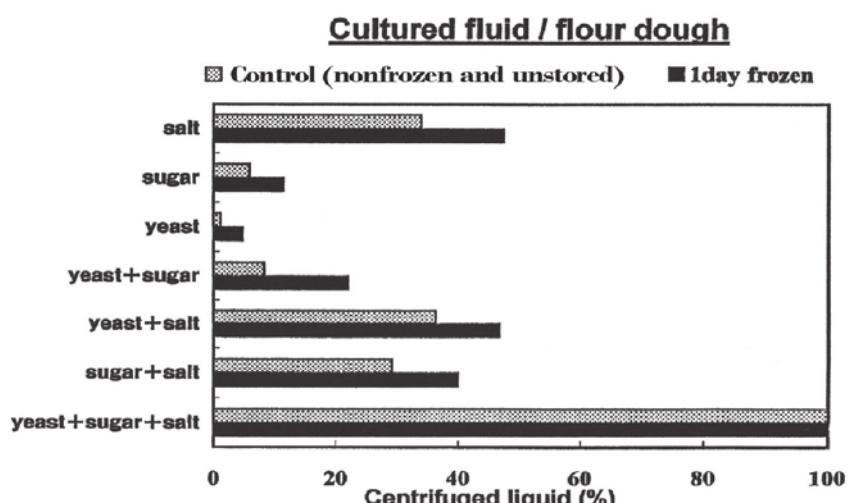


Fig.5.

Effects of cultured fluid/flour dough components and their combinations on the amount of centrifuged liquid. Camellia wheat flour was used.

Table 5.
Correlation Coefficients Between the Amount of Centrifuged Liquid and Protein and Carbohydrate from Various Combined Bread Doughs and Cultured Fluid/Flour Doughs

	Bread Dough				Cultured Fluid/Flour Dough			
	Non-frozen		Frozen		Non-frozen		Frozen	
	Prot (mg)	Carb (mg)	Prot (mg)	Carb (mg)	Prot (mg)	Carb (mg)	Prot (mg)	Carb (mg)
Bread Dough								
Non-frozen liquid (mL)	0.9769	0.9977						
Frozen liquid (mL)			0.9407	0.9739				
Cultured Fluid/Flour Dough								
Non-frozen liquid (mL)					0.9673	0.9103		
Frozen liquid (mL)							0.9869	0.9177

3)–5 遊離液体量における培養液中の発酵生成物と食塩の影響

培養液/小麦粉ドウからの遊離液体量が、発酵によるイースト代謝産物によって増加するかどうかを調べるために、培養時間を0、70、140、210、280分間に変化させた時の遊離液体量を調べ、その関係を検討した。Fig.6Bの中で培養液/小麦粉ドウからの遊離液体量は、培養時間に直線的に増加した。そのことはイーストによって作られる発酵生成物の量の増加によって、遊離液体量も増加すると解釈できる。さらに、遊離液体量における食塩の添加のレベルの影響についても調べた(Fig.6A,C,D)。培養液中の食塩の量を2倍にした場合、遊離液体量は通常の培養液/小麦粉ドウからのそれよりも大きく増加した。さらに培養時間0分の時でさえ増加した(Fig.6A)。その増加分は食塩のみによるものとされた。培養液から食塩を除いたとき(Fig.6D)、遊離液体量の増加は培養液の培養時間のいかなるレベルにおいても観察されなかった。また発酵終了後、小麦粉を混合する時に同時に食塩を添加したドウ(Fig.6C)は、ドウからの遊離液体量が通常の培養液(食塩1.45g)/小麦粉ドウ(Fig.6B)に近いものであった。遊離液体を増加させる発酵生成物は、発酵時に食塩がなくとも生成することを示した。しかしながらドウ中に食塩が存在しないときは、遊離液体がドウからしみでることはなかった。以上の結果から、発酵生成物と食塩の両方が液体の遊離には必要であることがわかった。

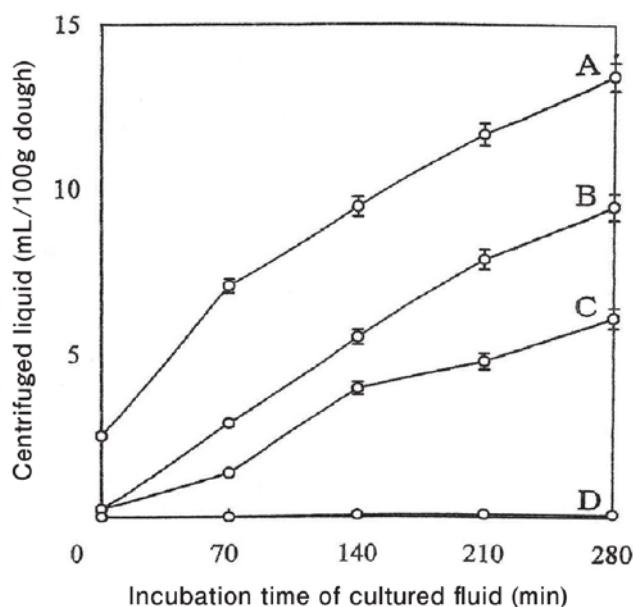


Fig.6.
Effects of fermented products and salt in cultured fluid/flour dough on the amount of centrifuged liquid.A, 2.90g of salt added before incubation; B, 1.45g of salt added before incubation; C, 1.45g of salt added after incubation; D, no salt added. Camellia wheat flour was used.

3)–6 遊離液体量への培養液/小麦粉ドウ中の食塩の影響

食塩量と遊離液体量との関係を調べた。培養液を小麦粉に混合するときに同時に食塩を添加する方法でドウを作り遊離液体量を調べた。その結果、Fig.7に示したように、小麦粉145gに対して食塩3.63gまで遊離液体量は増加した。しかし、それ以上の食塩の添加は遊離液体量を減少させた。これらのことから、食塩がドウに添加された時、水は小麦粉から食塩に移動することが示唆された。一方で多量の食塩の添加は小麦粉を変化させ、食塩と結合した水が小麦粉に再吸収されることを示唆した。食塩29gの添加は、遊離液体の放出を完全に失った結果である。各食塩添加レベルの異なる培養液/小麦粉ドウからの遊離液体中のタンパク質量と炭水化物量を調べ、遊離液体量と比較した。その相関係数 r は高い相関を示した(Table 6)。そのことから食塩の添加量による抽出された各タンパク質と炭水化物の濃度との間に変化はなかったことがわかった。

Table 6.
Correlation Coefficients Between the Amount of Centrifuged Liquid and Protein and Carbohydrate from Salt-Added Cultured Fluid/Flour Dough

Centrifuged Liquid (mL)	Protein (mg)	Carbohydrate (mg)
	0.9720	0.9597

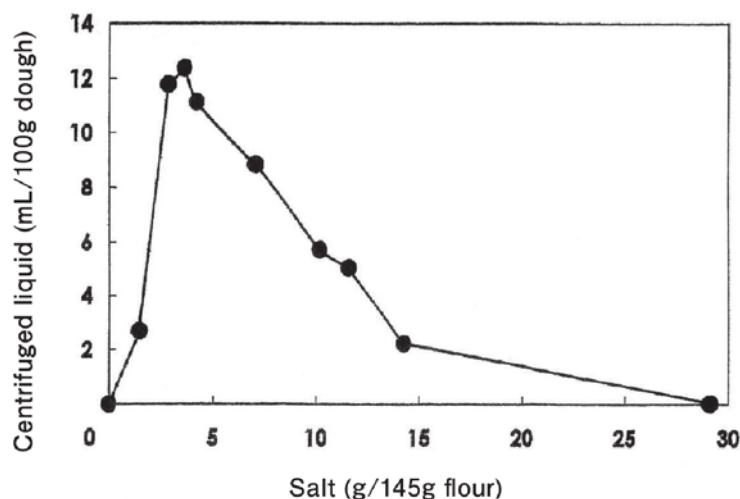


Fig.7.
Effects of salt in cultured fluid/flour dough on the amount of centrifuged liquid. Salt was added with wheat flour after cultured fluid incubation. Camellia wheat flour was used.

3)–7 イーストの冷凍が及ぼす製パン性への影響

イーストを水に懸濁した液を冷凍・解凍し、そのイーストを用いて製パンした(Table 7)。製パン性(パン高(mm)、比容積(cm^3/g)は、コントロール(未冷凍イースト)とほとんど同じであった。材料と方法のセクションで示したように、本研究では全体を通してドライイーストではなく、コンプレストイーストを使用した。

Table 7.
Effect of Freezing of Yeast on Breadmaking Properties

	Bread Height (mm)	Specific Volume (cm^3/g)
Unfrozen	77.80a (0.00)	3.31a (0.07)
Frozen	77.53a (1.59)	3.21a (0.05)
Frozen in water	76.60a (0.28)	3.28a (0.01)

Values represent means of two replicates. Means followed by different letters in the columns are significantly different at $p < 0.05$, according to Duncan's multiple range test. Standard deviations are in parentheses.

3)–8 製パン工程中の冷凍ステップの影響

パンドウA(小麦粉、砂糖、食塩、水の混合物)を–20°Cで6日間冷凍し、その後4°Cで16時間解凍した。そしてイーストと共に混合し、Fig.1通りに製パンを行った。結果はTable8に示した。製パン性(コントロールに対する%で示した)は、小麦粉・カメリヤでパン高100%と比容積99%、小麦粉・アルプスで102%と100%、小麦粉・春よ恋で107%と115%、小麦粉・キタノカオリで108%と109%となり、それぞれコントロールとほぼ同様となった。遊離液体量は、カメリヤ116%、アルプス105%、春よ恋111%、キタノカオリ64%となり、各コントロールより大きく増加することはなかった。そのことは、パンドウ中の水溶性区分、グルテン区分、プライムスターーチ区分、テーリングス区分といった小麦粉の成分²⁶⁾が、冷凍・解凍によって影響を与えないことを示すものと考えられた。次にパンドウB(パンドウAにイーストを加えたもの)を冷凍、解凍した工程はFig.1に示した。その結果はコントロールと同様の製パン性を示した(Table8)。すなわちカメリヤではパン高101%と比容積104%、アルプスでは106%と102%、春よ恋では104%と113%、キタノカオリでは109%と106%となった。遊離液体量の増減は、各コントロールに比べてカメリヤ146%、アルプス106%、春よ恋119%、キタノカオリ71%となった。以上の結果から、パンドウ中のイーストは、冷凍及び解凍に影響しないことがわかった。また遊離液体量もイーストの添加による影響はなかった。冷凍パンドウCの解凍後、製パンを行った(Fig.1)。その結果(Table8)は、各コントロールと比較して、カメリヤでパン高75%と比容積76%、アルプスで78%と71%、春よ恋で81%と85%、キタノカオリで88%と85%となり、製パン性の大きな低下がみられた。遊離液体量は、各コントロールと比較して、カメリヤ167%、アルプス128%、春よ恋122%、キタノカオリ372%と著しく増加した。これらの結果から、製パン構成成分を混合しただけのパンドウの冷凍及び解凍(パンドウA, B)の製パン性への影響は小さいことがわかった。しかしながら、発酵、成形といった加工の工程が冷凍前に行われた場合(パンドウC)においては、その影響の大きいことが考えられた。つまり、パンドウ中のイーストや小麦粉の冷凍の要因は、製パン性に関与しなかった。しかし、加工の工程後の冷凍は、製パン性に大きく関与した。パンドウCは冷凍及び解凍によって損傷を受けたと考えられる。すなわちパンドウCから分離され、冷凍時に氷結晶化した水は、解凍したパンドウ中に

Table 8.
Breadmaking Properties of Doughs A, B, and C When Baked

Camellia			Alps		
	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)
Control (non-freeze)	77.80a (0.00)	3.31a (0.07)	7.50b (0.59)	82.07a (3.62)	3.37a (0.08)
Dough A	77.95a (1.12)	3.29a (0.07)	8.69b (1.08)	83.68a (2.15)	3.37a (0.10)
B	78.94a (1.24)	3.45a (0.01)	10.92b (0.35)	86.75a (0.90)	3.44a (0.07)
C	58.05b (0.78)	2.50b (0.09)	12.56a (2.80)	64.20b (4.24)	2.40b (0.23)
Haruyokoi					
	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)
Control (non-freeze)	80.45a (0.07)	3.27a (0.00)	13.90b (0.33)	77.35a (4.88)	3.29a (0.07)
Dough A	86.15a (1.05)	3.76a (0.03)	15.36a (0.21)	83.45a (2.49)	3.58a (0.08)
B	83.36a (2.39)	3.69a (0.11)	16.54a (0.06)	84.05a (1.23)	3.48a (0.09)
C	65.25b (3.61)	2.79b (0.23)	16.96a (0.06)	68.15b (0.21)	2.80b (0.08)
Kitanokaori					
	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)	Centrifuged Liquid (mL/100g dough)	Bread Height (mm)	SV (cm ³ /g)
Control (non-freeze)	80.45a (0.07)	3.27a (0.00)	13.90b (0.33)	77.35a (4.88)	0.69b (0.27)
Dough A	86.15a (1.05)	3.76a (0.03)	15.36a (0.21)	83.45a (2.49)	0.44b (0.15)
B	83.36a (2.39)	3.69a (0.11)	16.54a (0.06)	84.05a (1.23)	0.49b (0.01)
C	65.25b (3.61)	2.79b (0.23)	16.96a (0.06)	68.15b (0.21)	2.57a (0.91)

Values represent means of two replicates. Means followed by different letters in the columns are significantly different at $p < 0.05$, according to Duncan's multiple range test. Standard deviations are in parentheses.

再吸収されなかった。パンドウの冷凍及び解凍によってグルテンマトリックスから水分が分離したため、パンドウCは製パンの伸展性を失い、それにより適切な製パン性が得られなかった。

3)−9 解凍後のパンドウCに砂糖とイーストを加え、続いて一次発酵、成形、二次発酵を行った時の製パン性

小麦粉カメリヤにて作成したパンドウCを解凍後、砂糖または砂糖とイーストを加えたパンドウC-1とパンドウC-2を作成した。それらの製パン工程をFig.2に、その結果をTable9に示した。パンドウC-1は、パン高(62.30mm (コントロールの80%))、比容積(2.24cm³/g (68%))となり、製パン性の低下がみられた。そのことは、解凍したパンドウCの中のイーストは、加えられた砂糖を利用できず、そしてCO₂も発生させることができなかったことを示している。しかしながら、解凍したパンドウCにイーストを加えた工程においても製パン性の改善はみられなかった(データー記載せず)。一方、砂糖とイーストを加えて、一次発酵、成形、二次発酵を経たパンドウC-2はコントロールとよく似た適切な製パン性が得られた。すなわちコントロールのパン高77.80mm、比容積3.31cm³/gに対して、パンドウC-2はパン高83.09mm (107%)、比容積3.53cm³/g (107%)となった。そのことは、パンドウCの中のイースト(最初に加えられたもの)は、たとえ砂糖が添加された状態(パンドウC-1)であってもCO₂を発生させる能力を失っていることが確認された。しかし、再度、砂糖とイーストをパンドウ中に加えたもの(パンドウC-2)は、CO₂を発生させることができ、結果としてコントロール同様の製パン性が得られた。パンドウC-2が望ましい製パン性を示した理由は、イーストの添加によるCO₂の発生と搅拌を含む、一次発酵、成形、二次発酵の工程の繰り返しであろう。パンドウCにおける冷凍及び解凍によって引き起こされる製パン性低下の要因は、イースト活性の喪失とパンドウ中のグルテンマトリックスの伸展性といった性質の変化(低下)からの結果であると考えられる。

Table 9.
Breadmaking Properties of Doughs C-1 and C-2 When Baked

	Bread Height (mm)	Specific Volume (cm ³ /g)
Control (non-freeze)	77.80a (0.00)	3.31a (0.07)
Dough C-1	62.30b (3.42)	2.24b (0.22)
Dough C-2	83.09a (4.03)	3.53a (0.27)

Values represent means of two replicates. Means followed by different letters in the columns are significantly different at $p < 0.05$, according to Duncan's multiple range test. Standard deviations are in parentheses.

3)−10 パンドウC-2における一次発酵の必要性

次にパンドウC-2の工程において一次発酵の工程が必要かどうかを調べた(Fig.2)。パンドウC-2に成形と二次発酵処理を行い、製パン試験を行った。その結果(Table10)は、コントロールのパン高77.80mm、比容積3.31cm³/gに比べ、パン高58.35mm (75%)、比容積2.24cm³/g (68%)となり、望ましい製パン性は得られなかった。そのことは、解凍したパンドウCからの水の分離によって、解凍したパンドウC中のグルテンマトリックスは、たとえ砂糖とイーストが添加された状態であっても、未冷凍ドウのレベルにまで回復しなかったことを示している。しかしながら、一次発酵、成形、二次発酵工程を経たパンドウC-2は、望ましい製パン性を得ることができた。もし、解凍したパンドウCにイーストと砂糖を添加し、一次発酵、成形、二次発酵がなされたなら、そのパンドウはコントロールと同様の製パン性を示した。

Table 10.
Breadmaking Properties of Dough C-2 When Baked with and without First Proofing

	Bread Height (mm)	Specific Volume (cm ³ /g)
Control (non-freeze)	77.80a (0.00)	3.31a (0.07)
Dough C-2		
With first proofing	83.09a (4.03)	3.53a (0.27)
Without first proofing	58.35b (2.47)	2.24b (0.13)

Values represent means of two replicates. Means followed by different letters in the columns are significantly different at $p < 0.05$, according to Duncan's multiple range test. Standard deviations are in parentheses.

3)–11 冷凍・解凍したパンドウの伸展性の低下について

パンドウのレオロジーにおける冷凍及び解凍の影響を調べるため、コントロール、冷凍・解凍したパンドウC、そして一次発酵、成形、二次発酵を行ったパンドウC-2を減圧下(0から-760mmHg)で試験した(Fig.8)。ガラスケースの中の圧力の低下とプラスチックの筒の中のパンドウの高さ(mm)の変化を調べた。コントロールと、一次発酵、成形、二次発酵を行ったパンドウC-2の高さは、120秒後30mmから72.8mmに増大した。しかし、冷凍・解凍したパンドウCは50mm以上に増大しなかった。解凍したドウから分離した水により、ドウの伸びはコントロールより低くなったが、一次発酵、成形、二次発酵を行ったパンドウC-2は、コントロールのレベルにまで回復した。小麦粉ドウのレオロジーの性質は、水分含量に大きく影響される²⁸⁾。そしてこれはパンドウC-2の製パン性の回復を反映している。Czuchajowska ら²⁹⁾は、製パン時の水分量が及ぼすローフボリュームへの影響は、水分量の多すぎるドウより、少なすぎるドウの方が、より大きいと報告した。

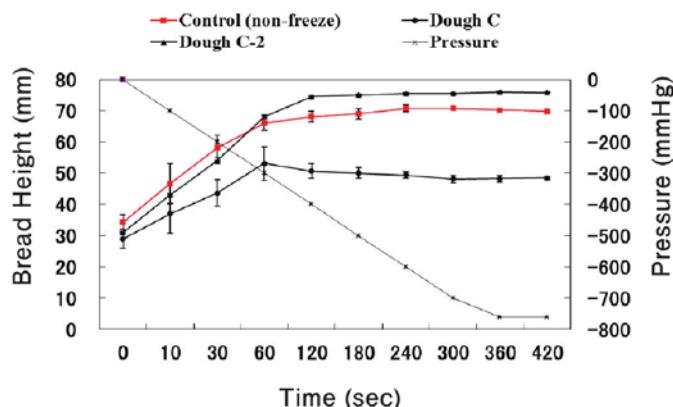


Fig.8.
Change of height of dough (control, frozen-and-thawed dough C, and first-proofed, molded, and second-proofed dough C-2) in reduced pressure.

(4) 結論

冷凍・解凍したパンドウを用いた時の製パン性(パン高、比容積)は大きく低下した。そして冷凍・解凍したパンドウからの遊離液体量を調べた結果、製パン性との間に高い負の相関が存在した。さらに遊離液体量は、パンドウ中の食塩と発酵生成物の両方に大いに関係のあることがわかった。

解凍したパンドウに砂糖とイーストを再度添加し、そして攪拌を含む、一次発酵、成形、二次発酵の工程を繰り返すことによって、望ましい製パン性のレベルにまで回復させることができた。冷凍・解凍したドウは、減圧下において、コントロールより低い伸展性を示した。しかしながら、これもドウに砂糖とイーストを加え、それに続く製パン工程を行ったとき、コントロールと同様の伸展性を示した。

(参考文献)

- 1) 農林水産省総合食料局 統計資料「食品製造業の生産動向」
- 2) Klup, K. 1995. Biochemical and biophysical principles of freezing. Pages 63-89 in: *Frozen and Refrigerated Doughs and Batters*. K. Kulp, ed. *Am. Assoc. Cereal Chem.*: St. Paul, MN.
- 3) Casey, G. P., and Foy, J.J. 1995. Yeast performance in frozen doughs and strategies for improvement. Pages 19-51 in: *Frozen and Refrigerated Doughs and Batters*. K. Kulp, ed. *Am. Assoc. Cereal Chem.*: St. Paul, MN.
- 4) Kline, L., and Sugihara, T. F. 1968. Factors affecting the stability of frozen bread doughs.I. Prepared by straight dough method. *Baker's Dig.* **42** : 44-50.
- 5) Wolt, M. J., D'Appolonia, B. L. 1984. Factors involved in the stability of frozen dough.I. The influence of yeast reducing compounds on frozen-dough stability. *Cereal Chem.* **61** : 209-212.
- 6) Variano-Marston, E., Hsu, K. H., and Mhadi, J. 1980. Rheological and structural changes in frozen dough. *Baker's Dig.* **54** (1): 32-34, 41.
- 7) Inoue, Y., and Bushuk, W. 1991. Studies on frozen doughs.I. effects of frozen storage and frozen-thaw cycles on baking rheological properties. *Cereal Chem.* **68** : 627-631.
- 8) Inoue, Y., and Bushuk, W. 1992. Studies on frozen dough.II. Flour quality requirements for bread production from frozen dough. *Cereal Chem.* **69** : 423-428.
- 9) Inoue, Y., Sapirstein, H. D., Takayanagi, S., and Bushuk, W. 1994. Studies on frozen dough.III. Some factors involved in dough weakening during frozen storage and freeze-thaw cycles. *Cereal Chem.* **71** : 118-121.
- 10) Naito, S., Fukami, S., Mizokami, Y., Ishida, N., Takano, H., Koizumi, M., and Kano, H. 2004. Effect of freeze-thaw cycles on the gluten fibrils and crumb grain structures of breads made from frozen doughs. *Cereal Chem.* **81** : 80-86.
- 11) Berglund, P.T., Shelton, D.R., and Freeman, T.P. 1991. Frozen bread dough ultrastructure as affected by duration of frozen storage and freeze-thaw cycles. *Cereal Chem.* **68** : 105-107.
- 12) Lu, W., and Grant, L.A. 1999. Effects of prolonged storage at freezing temperatures on starch and baking quality of frozen doughs. *Cereal Chem.* **76** : 656-662.
- 13) Zounis, S., Quail, K.J., Wootton, M., and Dickson, M.R. 2002. Studying frozen dough structure using low-temperature scanning electron microscopy. *J.CerealSci.* **35** : 135-147.
- 14) Esselink, E.F.J., van Aalst, H., Maliepaard, M., and van Duynhoven, J.P.M. 2003. Long-term storage effect in frozen dough by spectroscopy and microscopy. *Cereal Chem.* **80** : 396-403.
- 15) Bot, A. 2003. Differential scanning calorimetric study on the effects of frozen storage on gluten and dough. *Cereal Chem.* **80** : 366-370.
- 16) Nicolas, Y., Smit, R. J.M., van Aalst, H., Esselink, F.J., Weegels, P.L., and Agterof,W. G.M. 2003. Effect of storage time and temperature on rheological and microstructural properties of gluten. *Cereal Chem.* **80** : 371-377.
- 17) Selomulyo, V.O., and Zhou, W. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *J.CerealSci.* **45** : 1-17.
- 18) AACC International.2010. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Methods 08-01.01.46-10.01.10-10.03, and 54-21.01. Available online only. AACC International: St. Paul, MN.
- 19) Seguchi, M., Hayashi, M., and Matsumoto, H. 1997. Effect of gaseous acetic acid on dough rheological and breadmaking properties. *Cereal Chem.* **74** : 129-134.
- 20) Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193** : 265-275.
- 21) Mauritzzen, C. M., and Stewart, P. R. 1965. The ultracentrifugation of doughs made from wheat flour dough. *Aust. J. Biol. Sci.* **18** : 173-189
- 22) Mauritzzen, C. M., and Stewart, P. R. 1966. The disulphide and sulphhydryl content of fractions prepared by the ultracentrifugation of doughs made from wheat flour. *Aust. J. Biol. Sci.* **19** : 1111-1123.
- 23) MacRitchie, F. 1976. The liquid phase of dough and its role in baking. *Cereal Chem.* **53** : 318-326.

冷凍ドウの製パン性劣化の原因と再ミックスによる製パン性回復について

- 24) Larsson, H., and Eliasson, A.-C. 1996. Phase separation of wheat flour dough studied by ultracentrifugation and stress-relaxation I. Influence of water content. *Cereal Chem.* **73** : 18-24.
- 25) Rasanen, J., Blanshard, J. M. V., Siitari-Kauppi, M., and Autio, K. 1997. Water distribution in frozen lean wheat flour doughs. *Cereal Chem.* **74** : 806-813.
- 26) Ozawa, M., and Seguchi, M. 2008. Effect of dry-heated prime starch and tailings fractions in wheat flour on pancake springiness. *Cereal Chem.* **85** : 626-628.
- 27) Seguchi, M., Nikaido, S., and Morimoto, N. 2003. Centrifuged liquid and breadmaking properties of frozen-and-thawed bread dough. *Cereal Chem.* **80** : 264-268.
- 28) Eliasson, A.C., and Larsson, K. 1993. Cereals in Breadmaking. Marcel Dekker: New York. p.265.
- 29) Czuchajowska, Z., Pomeranz, Y., and Jeffers, H.C. 1989. Water activity and moisture content of dough and bread. *Cereal Chem.* **66** : 128-132.
- 30) Morimoto, N., and Seguchi, M. 2011. Restoration of breadmaking properties to frozen dough by additon of sugar and yeast and subsequent processing. *Cereal Chem.* **88** : 409-413.

モンテカルロシミュレーションによる β -AgIの平均2乗変位 高橋 和廣

神戸女子大学 家政学部 家政学科

A Monte Carlo Simulation Study of Mean Square Displacement in β -AgI

Kazuhiro TAKAHASHI

*Faculty of Home Economics
Kobe Women's University, Suma Kobe 654-8585*

Abstract

Mean square displacements are calculated in β -AgI by Monte Carlo simulations. The calculations are performed for three maximum displacements at temperature 420K. It is observed that the mean square displacement of Ag⁺ ions has three different time-regions with a maximum displacement dependence. In comparison to a result by molecular dynamics, it is shown that at small time region the particle dynamics are different, but at larger time region they become similar. For time evolutions in Monte Carlo simulation and molecular dynamics a linear dependence is found.

Key words: mean square displacement, β -AgI, anomalous diffusion, Monte Carlo simulations, molecular dynamics

1. はじめに

ヨウ化銀、AgIは、典型的な超イオン導電体の一つである。超イオン導電体は固体の状態にありながら高いイオン導電率を示す物質群であり、センサーや固体電池などの応用や基礎的研究において興味を持たれている。^{1, 2)} AgIは超イオン導電体である高温相の α -AgIでは陰イオンが体心立方構造を形成し、その間隙を陽イオンが移動し大きなイオン導電性を示す。420Kで低温相の β -AgIへ構造相転移する。低温相の β -AgIでは、陰イオンと陽イオンが格子を形成しウルツ鉱型の結晶構造を成す。²⁾ AgIは分子動力学法(MD法)やモンテカルロ法(MC法)などの分子シミュレーション^{3, 4)}による研究も従来から多くなされてきた。⁵⁻¹²⁾ 分子シミュレーションの研究では、特にMD法を用いた高温相 α -AgIに対する研究が多く、 β -AgIに対する研究は比較的少ない。

MD法は、原子や分子の運動方程式を解き長時間平均により系の巨視的性質を計算する。一方、MC法では、原子や分子の微視的状態をもとに確率論を用いて系の巨視的性質を計算する。平均2乗変位など系の動的性質はほとんどの場合、MD法を用いて計算される。しかし、MC法を用い平均2乗変位を計算した研究もある。^{6), 9), 13-15)} Montani⁹⁾はMC法を用いて α -AgIの平均2乗変位の計算を行い、時間に依存しない熱力学量の計算の場合と異なり、最大変位依存性があることを示している。また、Huitemaら¹⁵⁾は、Lennard-Jones系においてMD法の時間とMC法の時間の関係を調べている。MC法で用いる時間は、確率過程に基づく時間であり、MD法での時間との関係は明確ではない。MC法による時間がMD法による時間とどう関係しているかは、MC法で系の動的性質を調べるうえで基本的な問題であり興味ある問題である。

我々は β -AgIの高温領域でMD法により平均2乗変位を計算し、3つの時間領域で特徴的な振る舞いを示す異常拡散の結果を得た。¹²⁾

本研究では、 β -AgIの平均2乗変位をメトロポリス法によるMCシミュレーションで計算し、この異常拡散を示す系において最大変位依存性やMC法の時間とMD法の時間との関係を調べる。また、MC法による平均2乗変位の結果がMD法の結果を再現できるかを調べる。

2. 模型とシミュレーションの方法

分子シミュレーションでは、原子や分子など物質を構成する粒子間の相互作用を近似的なポテンシャルエネルギーで表した模型を用い注目する系の静的性質や動的性質を調べる。

2.1 模型とポテンシャルエネルギー

β -AgIに対し2種類のイオン間の相互作用を短距離力の斥力項と長距離力のクーロン項で表し、ソフトコアイオン模型を用いる。^{6-8), 10), 12)} ポテンシャルエネルギーは次のように書ける。

$$U_{ij} = \epsilon \left(\frac{\sigma_i + \sigma_j}{r} \right)^n + \frac{z_i z_j (fe)^2}{r} \quad (1)$$

第1項はイオン間の斥力項、第2項はクーロン項である。斥力項の σ_i はイオン*i*のコア半径、クーロン項の z_i はイオン*i*の原子価、*f*はイオン度で、*r*はイオン間の距離である。

ポテンシャルパラメータは、Fukumotoら⁷⁾が α -AgIのMD法で用いた値を参照し、 $\epsilon = 0.0851\text{eV}$ 、 $\sigma_f = 2.2\text{\AA}$ 、 $\sigma_{Ag} = 0.63\text{\AA}$ 、 $n = 7$ 、 $z_{Ag} = -z_f = 1$ 、 $f = 0.6$ とする。

シミュレーションにおいて、基本セル(A, B, C)は、計算の便宜上、直方体にとる。ウルツ鉱構造の結晶単位格子(a, b, c)は直方体でないので、 $(a, \sqrt{3}b, c)$ を単位にとり、この整数倍で基本セルを構成する。基本セルにAgイオンとIイオンを配置し周期境界条件のもとに計算する。長距離力であるクーロン相互作用は、切断距離を導入する方法では誤差が大きいため、Ewald法を用いる。⁴⁾以下の計算では、Agイオンの粒子数を448、Iイオンの粒子数を448とし、基本セルの大きさ A, B, C はMD法で得られた値を用いる。^{12, 16)}

2.2 シミュレーションの方法

系の巨視的な性質は、式(1)のポテンシャルにより各イオンに与えられる微視的状態をもとに統計物理的手法を用いて求められる。ここでは、粒子数*N*、体積*V*、温度*T*を一定にしたカノニカルアンサンブルを用いる。*N*個の粒子からなる系の全ポテンシャルエネルギーを*U*とすると、物理量*A*の平均は、全粒子の座標を用いてカノニカル分布により、

$$\langle A \rangle = \frac{1}{Z} \iint A \exp(-\beta U) d\mathbf{r}^N \quad (2a)$$

$$Z = \iint \exp(-\beta U) d\mathbf{r}^N \quad (2b)$$

と書ける。ここで、 $\beta = 1/k_B T$ 、 k_B はボルツマン定数である。また、運動量についての積分は式(2a)の分子分母で打ち消されるため式(2a)、(2b)には含めていない。

式(2a)、(2b)の多重積分は特別な場合を除いて解析的に厳密に求めることは困難である。高次元の多重積分では、乱数を用いて数値積分するモンテカルロ法が有効である。⁴⁾ここでは、粒子数*N*、体積*V*、温度*T*を一定にしたカノニカル分布を重みに粒子座標をサンプルしシミュレーションを行う。¹⁷⁾

2.3 サンプリングと統計計算

メトロポリス法によるMC法では、確率過程の理論を用い、重みをもつ微視的状態をサンプルする。 N 個の粒子座標の一組が一つの微視的状態である。

メトロポリス法によるサンプリングは要約すると次の通りである。⁴⁾ N 個の粒子座標から成る一つの微視的状態が状態*l*にあるとし、このときの系のポテンシャルエネルギーを U_l とする。

① N 個の粒子から一つの粒子を選び、この粒子*i*の座標をこのときの座標のまわりに $\Delta \mathbf{r}_i$ 移動する。このとき、

$\Delta \mathbf{r}_i = (\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i)$ は、[0,1]の一様乱数 $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3$ を生成し、

$$\Delta x_i = (1 - 2\zeta_1) \delta_s A, \quad (3a)$$

$$\Delta y_i = (1 - 2\zeta_2) \delta_s B, \quad (3b)$$

$$\Delta z_i = (1 - 2\zeta_3) \delta_s C, \quad (3c)$$

で与える。 A, B, C は基本セルの大きさである。ここでは A, B, C でスケールされた量 δs を導入し最大変位として用いる。

②移動後の座標を用い系のポテンシャルエネルギーを計算し、その値を U_m とする。

③粒子移動による系のポテンシャルエネルギーの変化 $\Delta U = U_m - U_l$ に対し

(i) $\Delta U \leq 0$ のとき、移動後の状態を新しい状態として採択する。

(ii) $\Delta U > 0$ のとき、新たに、[0,1]の一様乱数 ξ を生成し、

$\xi \leq \exp(-\beta \Delta U)$ ならば、移動後の状態を新しい状態として採択する。

$\xi > \exp(-\beta \Delta U)$ ならば、移動後の状態を棄却し、元の状態のまます。

①から③の操作を繰り返し、逐次状態を生成していく。この一連の操作を N (粒子数)回繰り返したもの1モンテカルロステップ(MCS)と呼ぶ。MCシミュレーションにおいて一種の時間(MC時間)として用いられる。

メトロポリス法を用いると、粒子の初期配置(初期状態)によらずカノニカル分布が実現し、設定された温度での熱平衡状態に達する。次々に生成される状態の連鎖は、直前の状態だけに依存するマルコフ連鎖である。式(3a)、(3b)、(3c)の最大変位 δs は人為的に与えるパラメータである。新しい状態が採択される割合はこの最大変位に依存する。

最大変位と粒子の初期配置によって、平衡状態への収束の速さは異なる。いくつかの最大変位と粒子の初期配置を用い系のポテンシャルエネルギーの平均を計算し系の平衡状態への緩和時間を見積もる。MCシミュレーションやデータ解析は自作のプログラムコードを用いて行う。

平均2乗変位を次のように計算する。⁴⁾

$$\begin{aligned} \langle \mathbf{r}^2(t) \rangle &= \langle |\mathbf{r}(t+t_0) - \mathbf{r}(t_0)|^2 \rangle \\ &= \frac{1}{MN} \sum_{l=0}^{M-1} \sum_{i=1}^N |\mathbf{r}_i(t+t_0+l\Delta t) - \mathbf{r}_i(t_0+l\Delta t)|^2 \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、 t は時間である。MCシミュレーションでは、モンテカルロ時間MCSを用いる。 Δt は計算の時間ステップ、 t_0 は平均2乗変位の計算を始める初期時間である。系が平衡状態に達していれば、平均2乗変位の値は、 t_0 によらない。

3. 結果と考察

粒子数 N 、体積 V 、温度 T を一定にした NVT アンサンブルのもとMCシミュレーションを行った。粒子数は $N=896$ 、体積 V についてMD法による計算で得られている基本セル (A, B, C) の値を用いた。¹⁶⁾ MCシミュレーションの各ステップで粒子位置の変位を行う際、一般に、系の重心も少しずつ移動する。この重心移動の影響を取り除いて物理量の計算を行った。

3.1 平衡状態への収束

初期配置と最大変位を変え系のポテンシャルエネルギーの平均 $\langle u \rangle$ をシミュレーションし、平衡状態への収束状況を調べた。

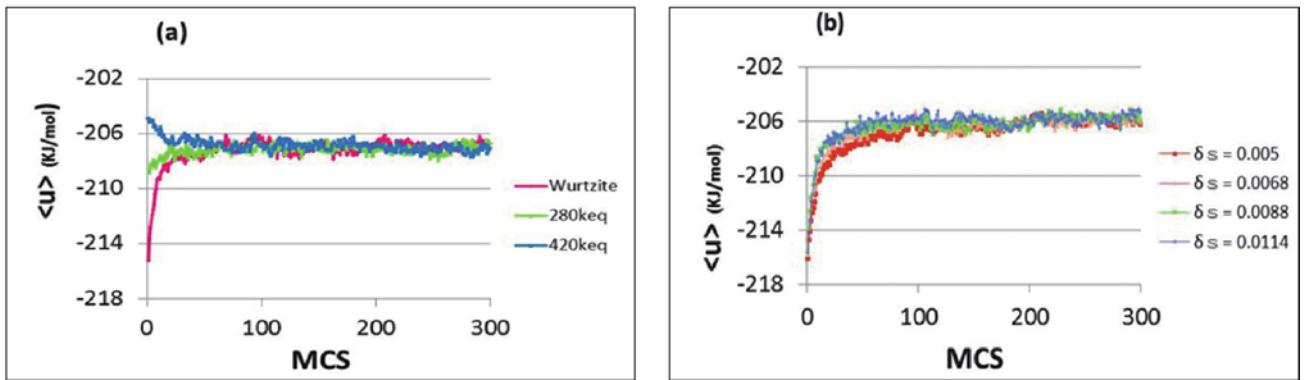


図1 (a)(b) 平衡状態への収束
(a)初期値依存性、 $T=360K$ (b)最大変位依存性、 $T=420K$

最大変位を $\delta s=0.088$ に設定し、3つの異なる初期配置からスタートし、シミュレーションを行った。温度 $T=360K$ での結果を図1(a)に示す。初期配置は、ウルツ鉱構造の各格子点にイオンを配置したWurtzite、280K及び420Kのシミュレーションで得られた平衡状態での配置280Keqと420Keqを用いた。図1(a)のように、3つのシミュレーションとも別々の初期値から始まり、いずれも100MCS程度で平衡状態へ収束している。平衡状態が実現された後は、系のポテンシャルエネルギーの値はMC時間にはよらず一定値になり、そのまわりでゆらいでいる。平衡状態への収束の速さは、最大変位 δs にも依存する。図1(b)は、ウルツ鉱構造の格子点にイオンを配置した同じ初期配置からスタートし、4種の最大変位についてシミュレーションを行った結果である。最大変位の値によって平衡状態への収束の速さは異なるが、200MCS程度でいずれも平衡状態に収束している。平衡状態に達した後は、系のポテンシャルエネルギーの値は最大変位によらず一定値になっている。

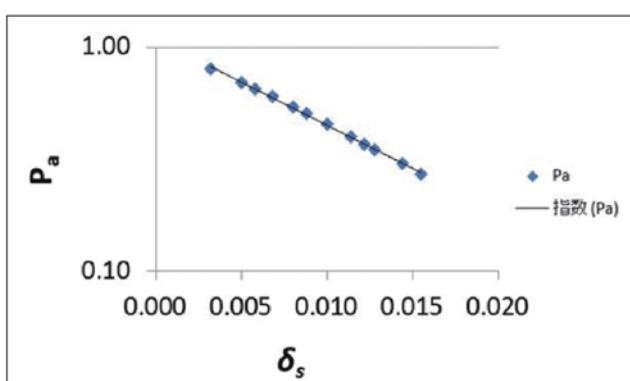


図2 採択率と最大変位の関係: $T=420K$

メトロポリス法では、最大変位を変えると、試行変位の大きさが変わるために、新しい状態への採択率 P_a が変わる。5000MCSシミュレーションを行い $T=420K$ での最大変位 δs と採択率 P_a の関係を調べた。図2にその結果を示す。

図2中に近似曲線も追加している。縦軸は対数目盛で示してある。 $\delta s - \log P_a$ がほぼ直線になっており、採択率は最大変位の指數関数になっている。この指數関数依存性は、 β -AgIと構造の異なる α -AgIに対

するMontaniの結果⁹⁾と同じ傾向である。温度を下げるとき、同じ最大変位に対し、新しい状態の採択率は低くなる。メトロポリス法のサンプリング③(ii)において、同じ最大変数のとき温度が下がると、 $\exp(-\beta \Delta U)$ が小さくなり、採択率が低くなる。時間によらない熱力学量のシミュレーションでは、多くの場合、採択率 $P_a \approx 0.5$ を与える最大変位が用いられる。

3.2 平均2乗変位

(a) MD法による平均2乗変位の結果

我々が先に行ったイオン数 $N=288$ の系を $N=896$ に拡張し、MD法により平均2乗変位を計算した。^{12, 16)}この結果を以下に計算するMC法の結果と比較する。 $T=420\text{K}$ における結果を図3に両対数目盛のグラフで示している。

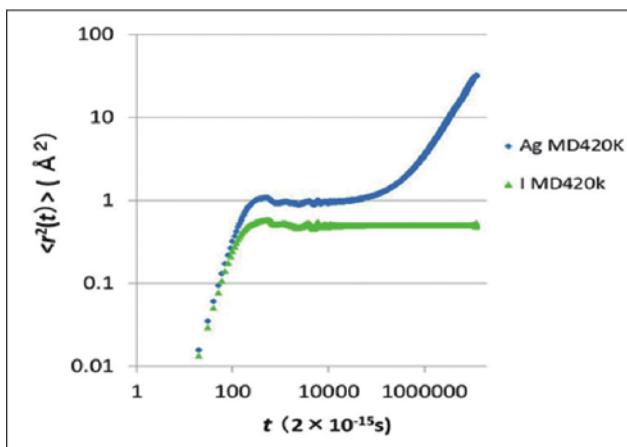


図3 MD法による平均2乗変位: $T=420\text{K}$

図3に示すように、IとAgイオンでは平均2乗変位の振る舞いが異なる。Iイオンは長時間たってもある領域にとどまっているが、Agイオンは長時間たつと拡散し、初めの位置から遠く離れた位置まで移動していることが分かる。Agイオンの平均2乗変位は3つの時間領域に分けられる。¹²⁾ $\langle r^2(t) \rangle \approx t^\alpha$ とすると、 $t \ll 1$ のとき $\alpha \approx 2$ 、中間時間領域のとき、 $\alpha \approx 0$ のプラトー状態を示し、 $t \gg 1$ のとき $\alpha \approx 1$ となる異常拡散を示す。Iイオンでは2つの時間領域分けられ、 $t \ll 1$ のときの時間依存性は $\alpha \approx 2$ である。

(b) MC法による平均2乗変位

420Kにおいて、MCシミュレーションにより平均2乗変位の計算を行った。基本セルの大きさは、MD法の計算で得た値を用い、 $A=4.6140\text{\AA}$ 、 $B=7.9992\text{\AA}$ 、 $C=7.5676\text{\AA}$ とした。¹⁶⁾ 採択率が0.5に近い3つの最大変位 $\delta s=0.0068$ 、 0.0088 、 0.0114 を用いた。採択率はそれぞれ、 $P_a=0.599$ 、 0.503 、 0.397 である。いずれの計算でも、初めの600MCSは平衡状態への収束のために使い、残りのMCSで平均2乗変位を計算した。平均2乗変

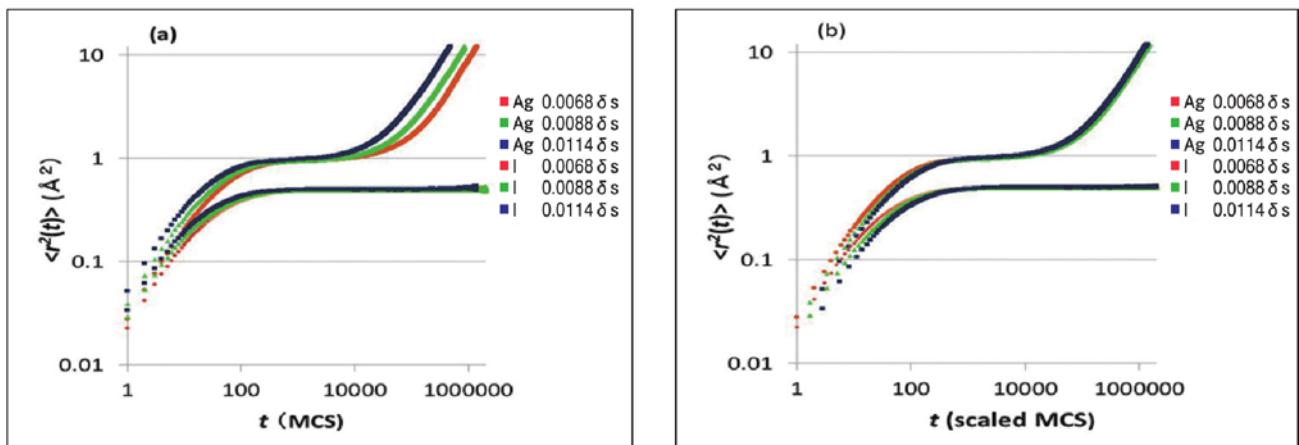


図4 (a)(b) MC法による平均2乗変位: $T=420\text{K}$
(a)最大変位依存性 (b)時間のスケール変換をした平均2乗変位

位の計算では長いステップ数を必要とする。 $\delta s=0.0068$ の場合226万MCS、 $\delta s=0.0088$ の場合207万MCS、 $\delta s=0.0114$ の場合144万MCS程度のステップ数を用いた。最大変位が小さいほど、安定な結果を得るのに必要な計算ステップ数は多くなる。結果を図4(a)に両対数目盛のグラフで示す。平均2乗変位は、3つの最大変位 δs による計算とも定性的には同様の結果となる。Agイオンでは、3つの時間領域でそれぞれ特徴的な振る舞いを示す。 $\langle r^2(t) \rangle \approx t^\alpha$ とすると、 $t \ll 1$ のとき $\alpha \approx 1$ 、中間時間領域のとき、 $\alpha \approx 0$ のプラトー状態を示し、 $t \gg 1$ のとき $\alpha \approx 1$ となる異常拡散を示す。Iイオンでは、 $t \ll 1$ のとき $\alpha \approx 1$ 、中間及び長時間領域では、 $\alpha \approx 0$ のプラトー状態となる。

短時間領域での振る舞いは両イオンとも、 $t \ll 1$ のとき $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ となりMD法の結果と異なる。この短時間領域での振る舞いは、平均2乗変位の跳躍模型の結果と同じである。^{12, 18)}

ポテンシャルエネルギーの平均は平衡状態に達した後、最大変位に依存しなくなるが、平均2乗変位は、最大変位依存性を示している。最大変位依存性はAgイオンに顕著に見られる。最大変位が大きいほど平均2乗変位の一連の時間的振る舞いがより短い時間で得られる。そこで、それぞれの最大変位の場合の時間をスケール変換し平均2乗変位を求めた。十分大きな時間 t に対し、 $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ であることを考慮し、その傾きをもとに時間スケールを決める。 $\delta s=0.0068$ の時間を基準に、 $\delta s=0.0088, 0.0114$ の時間をそれぞれ1.71、2.80倍にした結果を図4(b)に示す。短時間領域を除いて両イオンの平均2乗変位は、最大変位によらずほぼ一致する。

つづいて、MC法による平均2乗変位とMD法の結果を比較し、MC法における時間MCSとMD法における時間の関連について考察した。MC時間(MCS)を t_{MC} 、MD法における時間を t_{MD} と書くことにする。図3と図4(a)を比較すると、両方法によるプラトー状態での $\langle r^2(t) \rangle$ の大きさは、Agイオン、Iイオンともほぼ同じ値である。また、Agイオンについては、十分大きな時間 t に対し、両結果とも $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ となる。この点に注目し、先の解析と同様、MD法の時間を基準にしMC法の時間(MCS)をスケール変換する。

$$t_{MC} = C t_{MD} \quad (5)$$

とおく。ここで、Cは時間によらない定数とする。 $t \gg 1$ のとき $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ の傾きが一致するように決める。 $\delta s=0.0068, 0.0088, 0.0114$ に対しCの値を、3.13、5.36、8.75とし平均2乗変位を求めた結果が図5である。図5に示すように、MC法による平均2乗変位は、短時間領域を除いてほぼ一致する。これらは、Huitemaら¹⁵⁾のLennard-Jones系及びbinary Lennard-Jones系に対する研究結果と一致する。短時間領域での振る舞いは、MD法とMC法で定性的に異なる。MD法による結果は、自由粒子の連続的運動に基づき $t \ll 1$ のとき

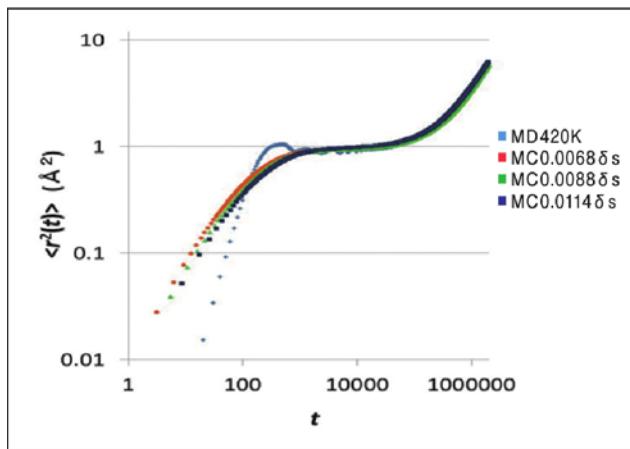
$\langle r^2(t) \rangle \approx t^2$ であり、MC法による結果は、粒子の跳躍運動に基づき $t \ll 1$ のとき $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ である。

自己拡散係数 D は平均2乗変位から評価できる。拡散に関するAINシュタインの公式により、自己拡散係数は、十分大きな t に対し、

$$\langle r^2(t) \rangle \approx 6Dt \quad (6)$$

と書ける。⁴⁾図5の結果をもとに自己拡散係数を評価すると、 $D \approx 2.0 \times 10^{-8}$ (cm²/s)となり、ほぼ実験値と一致する。^{19, 20)}

図5 MC法とMD法による平均2乗変位の比較: $T=420\text{K}$



3.3 粒子運動の軌跡

温度 $T=420\text{K}$ 、最大変位 $\delta s=0.0114$ におけるMCシミュレーションによる粒子運動の軌跡を図6(a)(b)に示す。シミュレーション中の一部のステップについての軌跡が示してある。

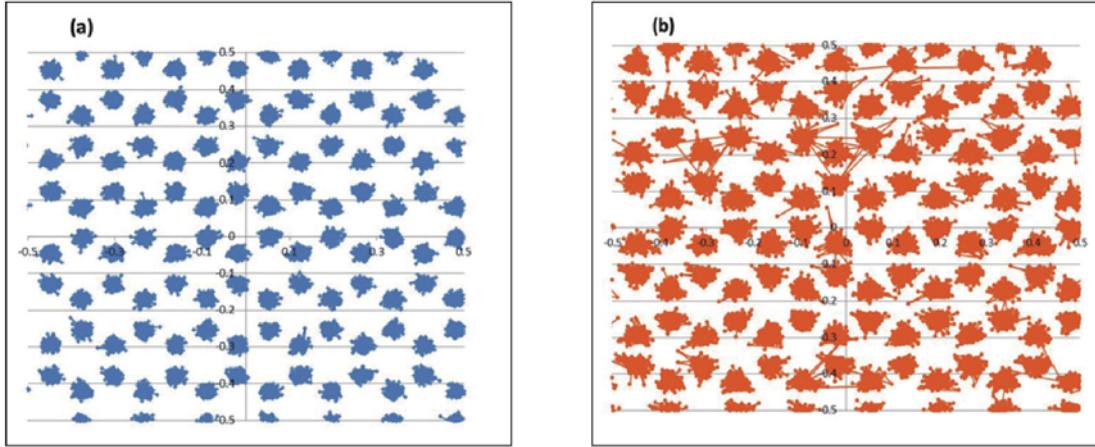


図6 (a)(b) MCシミュレーションにおける各粒子の軌跡： $T=420\text{K}$
(a)Iイオン (b) Ag^+

図6(a)はIイオン運動の軌跡、図6(b)は Ag^+ 運動の軌跡である。シミュレーションの基本セルを単位長さの立方体で表し、各イオンの軌跡を立方体のab平面に投影したものである。両イオンとも2種類の層から成る4つの層が紙面に垂直な方向に重なっている。各イオンとも各格子点に局在して存在している。各層によるずれも見られない。シミュレーションによるウルツ鉱構造が安定であることが分かる。²¹⁾ Ag^+ は、Iイオンより広い領域に局在している。隣接格子点より遠くに拡散している Ag^+ の様子も見られる。この長距離拡散が、長時間領域での Ag^+ の平均2乗変位の増大に寄与している。

4.まとめ

MCシミュレーションにより平均2乗変位を計算した。MD法の結果と比較し、確率論過程に基づくメトロボリス法によるMCシミュレーションによる計算が系の動的性質の一つである平均2乗変位をどの程度記述できるかを調べた。 NVT アンサンブルを用い β -AgIに対し $T=420\text{K}$ でシミュレーションを行った。試行変位の採択率が0.5に近い3つの最大変位を用いMCシミュレーションを行った。平均2乗変位が最大変位に依存する結果が得られた。いずれの最大変位に対しても平均2乗変位は、MD法の結果と同様、 Ag^+ は異常拡散を示し、Iイオンは短時間領域を除き格子点近傍に局在した運動をする結果が得られた。短時間領域での振る舞いは Ag^+ とIイオンともMD法の結果と異なり、跳躍運動の性質を示し、 $t \ll 1$ のとき $\langle r^2(t) \rangle \approx t$ となる。最大変位依存性は図4(a)のように最大変位が大きい程、平均2乗変位の一連の振る舞いが短時間側にずれる。各最大変位でのMC時間を長時間領域での時間変化を基準にスケール変換すると、平均2乗変位は短時間領域を除きほぼ一致した結果が得られる。同様の方法を用い、MD法の時間を基準にして、各最大変位でのモンテカルロ時間をスケールすると、MC法による結果は、図5のように短時間領域を除きMD法による結果をほぼ再現する。

MCシミュレーションによって得られたIイオン及び Ag^+ の軌跡を調べると、ウルツ鉱構造が安定に存在することが確認された。また、長時間後には隣接格子点より遠距離まで拡散している Ag^+ が存在することも確認された。

参考文献

- 1) 斎藤安俊、丸山俊夫 編訳:JME材料科学 固体の高イオン伝導 電気化学的エネルギー変換・センサーへの基礎、(内田老鶴圃、1999).
- 2) 星埜禎男:超イオン導電体、(大槻義彦、物理学最前線28、共立出版、1991).
- 3) M. P. Allen and D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids (Clarendon Press,1987).
K. Binder (ed.): Monte Carlo Methods in Statistical Physics, 2nd ed. (Springer-Verlag, 1987).
- 4) 上田顯:分子シミュレーション (裳華房, 2003).
- 5) P. Vashishta and A. Rahman: Phys. Rev. Lett. **40**, 1337 (1978). M. Parrinello, A. Rahman, and P. Vashishta: Phys. Rev. Lett. **50**, 1073 (1983).
- 6) Y. Hiwatari and A. Ueda: J. Phys. Soc. Japan, **48**, 766 (1980).
- 7) A. Fukumoto, A. Ueda and Y. Hiwatari: J. Phys. Soc. Japan, **51**, 3966 (1982).
- 8) Y. Kaneko and A. Ueda: J. Phys. Soc. Japan, **57**, 3064 (1988). Y. Kaneko and A. Ueda: Phys. Rev., B**39**, 10281 (1989).
- 9) R. A. Montani: J. Phys. Chem. Solids, **9**, 1211 (1992).
- 10) T. Seko and T. Ishii: J. Phys. Soc. Japan, **67**, 1837 (1998).
- 11) F. Zimmer, P. Ballone, J. Maier and M. Parrinello: J. Chem. Phys. **112**, 641 (2000).
- 12) K. Takahashi and T. Ishii: Proc. 1st international Meeting on Superionic Conductor Physics (World Scientific, Singapole 2007) 135.
- 13) JIA Yuxiang and GUO Xiangyun: Chinese J. Chem. Eng., **14**, 413 (2006)
- 14) 丸山智史、片岡洋右:法政大学計算機科学研究センター研究報告、**18**, 61 (2005).
- 15) H. E. A. Huitema and J. P. van der Eerden: J. Chem. Phys. **110**, 3267 (1999).
- 16) 12) で扱った系をN=896に拡張しNPT一定の分子動力学法により計算を行った。
- 17) N. Metropolis, A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller and E. Teller: J. Chem. Phys., **21**, 1087 (1953).
- 18) T. Ishii: Prog. Theor. Phys. **77**, 1364 (1987). T. Ishii and T. Abe: J. Phys. Soc. Japan, **69**, 2549 (2000).
- 19) 深井有:拡散現象の物理 (朝倉書店、1988) 23.
- 20) W. Jost and J. Nolting: Z. Phys. Chem. **7**, 383 (1956). P. Jordan and M. Pochon: Helv. Phys. Acta. **30**, 33 (1957).
- 21) 上田顯:コンピュータシミュレーション (朝倉書店、1990) 176.

保育所給食のある日とない日の幼児の栄養素等摂取量の比較

高橋 孝子¹、笠原 賀子²、佐藤 ゆき^{3,4}

¹ 神戸女子大学

² 山形県立米沢栄養大学

³ 国立環境研究所

⁴ 東北大学東北メディカル・メガバンク機構

A Study to Determine the Nutritional Differences Between Nursery School Lunches and Home-made Meals

Takako TAKAHASHI¹ Yoshiko KASAHIARA² Yuki SATO^{3,4}

¹Laboratory of Nutrition and Foodservice Management, Faculty of Home Economics,
Kobe Women's University

²Yamagata Prefectural Yonezawa University of Nutrition Sciences

³National Institute for Environmental Studies

⁴Tohoku Medical Megabank Organization, Tohoku University

Abstract

In this cross-sectional study conducted on May 2012 in a nursery school, M city, Gunma among 24 children, we analyzed the amount of energy, nutrients and vegetables they consumed in their nursery school lunches versus the food intake of meals made at home. The distribution of meals in one day was also compared. Weighing and observation were used to collect data on the nursery lunches, while dietary records by children parents were used to collect data on meals at home. The study lasted three days, two non-consecutive days with nursery lunches (weekdays) and one day without (Sundays). Our results showed that the consumption of calcium and vegetables was significantly higher on the days with nursery lunches. The consumption of vitamin A and vitamin B₂ at lunch accounted for a larger percentage on the days with school lunches. These results indicate that eating nursery lunches caused an increase in the consumption of nutrients and vegetables of nursery children in one day.

Key words: nursery lunch, child, dietary survey, vegetable consumption,

要 旨

保育所給食のある日とない日の幼児の栄養素等摂取量と野菜の摂取量を比較するとともに、それらを食事区別に分析した。群馬県M市の市立保育所において2012年の5月に、24名の幼児を対象に横断研究を行った。保育所給食は、秤量記録法と観察法で食事調査を行い、家庭の食事は幼児の保護者へ食事記録を依頼した。給食のある日は連続しない平日2日、給食のない日は日曜日に食事調査を行った。給食のある日は、カルシウムと野菜の摂取量が有意に多かった。また、給食のある日のレチノール当量とビタミンB₂の摂取量が昼食に占める割合は、有意に高かった。これらのことから、幼児の食事摂取状況の中で、保育所給食が栄養摂取と野菜の摂取に寄与していることが明らかとなった。

キーワード：保育所給食、幼児、食事調査、野菜摂取

1. 諸 言

21世紀における第二次国民健康づくり運動（健康日本21）¹⁾において、栄養・食生活の改善の目標の中に、特定給食施設での栄養・食事管理が設定された。食生活の中で「給食」の果たす役割が認識され、人々が利用できる食環境の社会的な整備を促すとして、期待されている。

また、平成21年4月に施行された保育所保育指針²⁾には「食育」が位置づけられ、子どもの「食」を取り巻く環境が大きく変化している。その一方で、児童福祉施設における食事は、入所する子供の健やかな発育・発達及び健康の維持・増進の基盤であるとともに、望ましい食習慣及び生活習慣の形成を図るなど、その役割は極めて大きい³⁾。健康増進法⁴⁾では、特定給食施設で栄養管理を行う場合は、利用者の日常の食事摂取状況を把握することとされ、さらに日本人の食事摂取基準（2010年版）⁵⁾、日本人の食事摂取基準（2015年版）⁶⁾を用いて特定給食施設で栄養管理を行う場合には、対象者のアセスメントを行って栄養計画を立案しPDCAサイクルを回すように示されている。

そこで今回、保育所の幼児を対象に、幼児の食事摂取状況における保育所の給食の寄与を明らかにすることを目的に、食事調査を行った。

2. 方 法

調査時期は、2012年5月の給食のある日2日、給食のない日1日の連続しない3日間⁷⁾である。給食のある日は、保育所給食が実施されている月曜日から土曜日のうち連続しない2日間とした。給食のない日は、日曜日に食事調査を依頼した。

調査対象者は群馬県M市の市立保育所に通う3歳から5歳の幼児37名である。そのうちすべてのデータのそろった3歳男子2名・女子4名、4歳男子6名・女子5名、5歳男子5名・女子2名（男子13名・女子11名）の合計24名（65%）を解析対象者とした。解析対象者の身体状況は、個人情報保護のため保育所からデータを得ることができなかった。

保育所の食事調査は、給食担当者及び保育士による秤量記録法及び観察により実施した。家庭の食事は、保護者に秤量記録法で依頼し、外食については目安量記録法で依頼した。計量にはデジタルスケール（タニタ株製、KD-812）を用いた。すべての記録は、トレーニングを受けた調査員により、面接法により、確認した。

解析方法は、栄養計算にエクセル栄養君Ver.6.0（建帛社）⁸⁾を用いた。栄養摂取状況については、特定給食施設の栄養管理で用いられるエネルギー及び栄養素について解析を行った。統計解析には統計ソフト、SPSS Statistics 21.0 for Windows（IBM社）を用いた。給食のある日とない日の比較には、対応のあるt検定を行い、食事ごとの比較には一元配置分散分析を用いて、その後の検定にはBonferroniの多重比較を行った。日本人の食事摂取基準（2010年版）⁵⁾に照らし合わせた栄養摂取状況の評価にはFisherの直接確率法を用いた。有意確率はいずれも5%未満とした。

なお、本研究は国立環境研究所のエコチル調査の一環として、国立環境研究所の倫理委員会の承認を得て実施したものであり、調査開始時に対象者の保護者に、文書で同意を得た。

3. 結 果

1) 給食のある日とない日の1日当りの栄養素等摂取状況

表1に給食のある日とない日の栄養素等摂取量を示す。エネルギー摂取量と、たんぱく質、脂質、脂肪エネル

ギー比率、炭水化物、鉄、ビタミンB₁、ビタミンCの摂取量については、給食のある日とない日で有意な差は認められなかった。一方、給食のある日のカルシウム摂取量は435mgと、給食のない日318mgより有意に高かった(p<0.01)。逆に給食のある日の食塩摂取量4.0gは、給食のない日5.3gより有意に少なかった(p<0.05)。

表1 給食のある日とない日の1日当りの栄養素等摂取量

		ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*
エネルギー	(kcal)	1294 ± 253	1290 ± 380	n.s
たんぱく質	(g)	42.4 ± 8.2	40.5 ± 15.7	n.s
脂質	(g)	42.1 ± 12.1	41.2 ± 20.8	n.s
脂肪エネルギー比率	(%)	28.9 ± 3.4	28.0 ± 7.4	n.s
炭水化物	(g)	182.8 ± 31.6	188.8 ± 49.5	n.s
カルシウム	(mg)	435 ± 100	318 ± 149	p<0.01
鉄	(mg)	4.2 ± 0.9	4.1 ± 1.8	n.s
レチノール当量	(μg)	263 ± 69	191 ± 172	n.s
ビタミンB ₁	(mg)	0.56 ± 0.10	0.55 ± 0.30	n.s
ビタミンB ₂	(mg)	0.80 ± 0.15	0.67 ± 0.33	n.s
ビタミンC	(mg)	58 ± 10	84 ± 177	n.s
食物繊維	(g)	6.8 ± 1.3	7.0 ± 3.9	n.s
食塩	(g)	4.0 ± 1.2	5.3 ± 2.2	p<0.05

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

* 対応したt検定による給食のある日とない日の比較:p<0.05

n.s : not significant

2) 給食のある日とない日の昼食の栄養素等摂取状況

昼食の栄養等摂取量を表2に示す。給食のある日の昼食のカルシウム、レチノール当量、ビタミンB₂の摂取量は、給食のない日の昼食に比べ有意に多かった(カルシウム、レチノール当量:p<0.001、ビタミンB₂:p<0.01)。食塩摂取量は1日当りの摂取量と同様に、給食のある日の昼食の摂取量が給食のない日より有意に低かった(p<0.001)。

表2 給食のある日とない日の昼食の栄養素等摂取量

		ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*
エネルギー	(kcal)	413 ± 45	380 ± 183	n.s
たんぱく質	(g)	14.5 ± 1.7	13.6 ± 9.0	n.s
脂質	(g)	15.2 ± 1.7	12.2 ± 7.9	n.s
脂肪エネルギー比率	(%)	33.2 ± 2.8	27.5 ± 13.0	n.s
炭水化物	(g)	52.7 ± 6.4	53.7 ± 27.2	n.s
カルシウム	(mg)	184 ± 22	77 ± 86	p<0.001
鉄	(mg)	1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.8	n.s
レチノール当量	(μg)	128 ± 23	38 ± 36	p<0.001
ビタミンB ₁	(mg)	0.23 ± 0.03	0.20 ± 0.24	n.s
ビタミンB ₂	(mg)	0.37 ± 0.05	0.20 ± 0.26	p<0.01
ビタミンC	(mg)	23 ± 5	29 ± 73	n.s
食物繊維	(g)	2.1 ± 0.2	2.4 ± 1.7	n.s
食塩	(g)	0.9 ± 0.1	2.2 ± 1.6	p<0.001

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

* 対応したt検定による給食のある日とない日の比較:p<0.05

n.s : not significant

3) 給食のある日とない日の1日当りのエネルギー摂取量に占める食事ごとのエネルギー摂取量の割合

1日当りのエネルギー摂取量に占める食事ごとのエネルギー摂取量の割合を表3に示す。朝食のエネルギー摂取量の割合は給食のある日 $23.3 \pm 12.3\%$ 、給食のない日 $25.1 \pm 10.4\%$ 、昼食は給食のある日 $33.0 \pm 7.0\%$ 、給食のない日 $30.3 \pm 12.9\%$ 、夕食は給食のある日 $26.7 \pm 6.8\%$ 、給食のない日 $28.0 \pm 10.1\%$ 、間食は給食のある日 $20.3 \pm 6.7\%$ 、給食のない日 $17.6 \pm 12.7\%$ と、いずれの食事も給食のある日ない日で有意差は認められなかった。

しかしながら、給食のある日ない日で、それぞれ、食事ごとのエネルギー摂取量の割合をみると、給食のある日の昼食の割合が朝食、間食よりも有意に多かった($p < 0.001$)。給食のない日では間食のエネルギーの割合が昼食、夕食より有意に少なかった($p < 0.01$)。給食のある日ない日では、ともに、昼食のエネルギー摂取量の割合は、1日の全ての食事の中で最も多かった。

また、食事別の栄養素摂取量が1日当りの栄養素摂取量に占める割合を算出し、給食のある日ない日ごとに食事別に比較した。給食のある日の昼食のレチノール当量の割合は $50.8 \pm 12.5\%$ と、給食のない日 $21.3 \pm 20.1\%$ に比べ有意に高かった($p < 0.001$)。ビタミンB₂の給食のある日の昼食の摂取量の割合が、 $47.7 \pm 10.6\%$ と、給食のない日 $28.2 \pm 22.4\%$ より有意に高かった($p < 0.001$)。逆に食塩摂取量は、給食のある日の昼食で $23.0 \pm 7.1\%$ と給食のない日 $39.5 \pm 15.7\%$ に比べ有意に低かった($p < 0.001$)。

表3 給食のある日ない日の食事ごとのエネルギー摂取の割合

	朝食(n=24)	昼食(n=24)	夕食(n=24)	間食(n=24)	ANOVA ³⁾
ある日 ¹⁾ (%)	23.3 ± 12.3^a	33.0 ± 7.0^{ab}	26.7 ± 6.8	20.3 ± 6.7^b	$p < 0.001$
ない日 ²⁾ (%)	25.1 ± 10.4	30.3 ± 12.9^a	28.0 ± 10.1^b	17.6 ± 12.7^{ab}	$p < 0.01$

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

3) 朝食、昼食、夕食、間食間での比較 $p < 0.05$

ab : 同文字間での有意差あり (Bonferroni 多重比較)

4) 給食のある日ない日の栄養素等摂取状況を日本人の食事摂取基準(2010年版)⁵⁾に照らし合わせた評価

給食のある日ない日の栄養等摂取量を日本人の食事摂取基準(2010年版)⁵⁾の栄養素ごとの各指標に照らし合わせて評価した(表4)。給食のある日のレチノール当量、ビタミンB₂、ビタミンCの摂取量は給食のない日より給食のある日の方が、推定平均必要量(EAR)未満の者の割合が有意に少なかった(レチノール当量: $p < 0.05$ 、ビタミンB₂: $p < 0.01$ 、ビタミンC: $p < 0.001$)。食塩相当量で給食のある日の方が給食のない日より目標量(DG)を下回る者の割合が有意に少なかった($p < 0.05$)。

5) 給食のある日ない日の野菜の摂取状況

1日当りの野菜の摂取量と野菜の摂取種類数を表5に示す。1日当りの合計野菜摂取重量は、給食のある日 $137.5 \pm 46.9\text{ g}$ と、給食のない日 $67.8 \pm 64.2\text{ g}$ の約2倍と有意に多く摂取していた($p < 0.001$)。1日の中の昼食に焦点をあて野菜摂取量をみると、給食のある日 $68.7 \pm 8.3\text{ g}$ と、給食のない日 $18.5 \pm 27.8\text{ g}$ より有意に多かった($p < 0.001$)。

野菜の摂取種類数をみると、給食のある日 8.3 ± 1.1 種類は給食のない日 3.7 ± 2.2 種類より有意に多く摂取していた($p < 0.001$)。食事別にみると給食のある日の昼食では 5.9 ± 0.4 種類で、給食のない日の昼食 1.0 ± 1.1 種類より有意に多く摂取していた($p < 0.001$)。

表4 給食のある日とない日の栄養素等摂取状況

人(%)

		ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	Fisher's Exact Test
エネルギー	EER未満	13(54.2)	13(54.2)	n.s
	EER以上	11(45.8)	11(45.8)	
たんぱく質	EAR未満	0(0.0)	0(0.0)	n.s
	EAR以上RDA未満	0(0.0)	1(4.2)	
カルシウム	RDA以上	24(100.0)	23(95.8)	n.s
	EAR未満	21(87.5)	20(83.3)	
鉄	EAR以上RDA未満	0(0.0)	3(12.5)	n.s
	RDA以上	3(12.5)	1(4.2)	
レチノール当量	EAR未満	9(37.5)	15(62.5)	p<0.05
	EAR以上RDA未満	13(54.2)	5(20.8)	
ビタミンB1 ³⁾	RDA以上	2(8.3)	4(16.7)	n.s
	UL以上	0(0.0)	1(4.2)	
ビタミンB2 ³⁾	EAR未満	16(66.7)	18(75.0)	p<0.01
	EAR以上RDA未満	8(33.3)	4(16.7)	
ビタミンC	RDA以上	0(0.0)	2(8.3)	p<0.001
	UL以上	3(12.5)	11(45.8)	
食塩相当量	EAR未満	9(37.5)	11(45.8)	p<0.05
	RDA以上	12(50.0)	2(8.3)	
DG未満	EAR未満	0(0.0)	12(50.0)	p<0.001
	EAR以上RDA未満	2(8.3)	1(4.2)	
DG以上	RDA以上	22(91.7)	11(45.8)	
	DG以上	6(25.0)	13(54.2)	

EER (Estimated Energy Requirement 推定エネルギー必要量)、EAR (Estimated Average Requirement 推定平均必要量)、RDA (Recommended Dietary Allowance 推奨量)、UL (Tolerable Upper Intake Level 耐容上限量)、DG (Tentative Dietary Goal for Preventing Life-style Related Diseases 目標量)

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

3) 1000kcal 当たりの摂取量で評価した

n.s: not significant

6) 給食のある日とない日の野菜の種類別の摂取量と種類数

1日当たりの緑黄色野菜の摂取量は給食のある日51.3±20.4gと、給食のない日27.6±29.2gに比較し有意に多かった(p<0.01)。1日当たりの淡色野菜摂取量は、給食のある日とない日で有意差はなかった。1日の食事の中でも給食についてみるために、昼食の給食のある日とない日の野菜の種類別の摂取量と種類数を表6に示す。昼食では、給食のある日の淡色野菜、緑黄色野菜の摂取量は、給食のない日より有意に多く摂取していた(p<0.001)。

野菜の種類別の1日当たりの種類数は、緑黄色野菜、淡色野菜とともに給食のある日とない日で有意差はなかっ

保育所給食のある日とない日の幼児の栄養素等摂取量の比較

た。しかし昼食をみると、給食のある日の淡色野菜、緑黄色野菜の摂取量と摂取種類数は、給食のない日より有意に多かった ($p<0.001$) (表6)。

表5 給食のある日とない日の食事ごとの野菜摂取量と種類数

	野菜摂取量			野菜摂取種類数			
	ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*	ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*	
朝食 (g)	17.3 ± 26.7	8.7 ± 16.4	n.s	朝食 (種類)	1.0 ± 1.2	0.8 ± 1.1	n.s
昼食 (g)	68.7 ± 8.3	18.5 ± 27.8	$p<0.001$	昼食 (種類)	5.9 ± 0.4	1.0 ± 1.1	$p<0.001$
夕食 (g)	51.6 ± 37.6	38.3 ± 43.9	n.s	夕食 (種類)	3.0 ± 1.2	2.6 ± 1.7	n.s
間食 (g)	0.0 ± 0.0	1.3 ± 6.1	n.s	間食 (種類)	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.2	n.s
合計 (g)	137.5 ± 46.9	67.8 ± 64.2	$p<0.001$	合計 (種類)	8.3 ± 1.1	3.7 ± 2.0	$p<0.001$

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

* 対応のあるt検定による給食のある日とない日の比較: $p<0.05$

n.s: not significant

表6 給食のある日とない日の昼食の野菜の種類別の摂取量と種類数

	野菜摂取量			野菜摂取種類数			
	ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*	ある日 ¹⁾ (n=24)	ない日 ²⁾ (n=24)	t-test*	
淡色野菜 (g)	42.0 ± 5.1	9.8 ± 16.5	$p<0.001$	淡色野菜 (種類)	3.0 ± 0.2	0.8 ± 1.0	$p<0.001$
緑黄色野菜 (g)	26.6 ± 4.0	8.7 ± 21.8	$p<0.001$	緑黄色野菜 (種類)	2.9 ± 0.2	0.2 ± 0.4	$p<0.001$

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

* 対応のあるt検定による給食のある日とない日の比較: $p<0.05$

7) 給食のある日とない日の食事別の野菜の摂取量の割合

表7に食事別野菜摂取量の割合を示す。給食のある日の昼食の野菜摂取量の割合は $54.2 \pm 16.3\%$ と給食のない日 $25.1 \pm 34.6\%$ に比較し有意に多く ($p<0.01$) 、さらに1日の約半分以上を昼食で野菜を摂取していた。逆に、夕食では給食のある日 $34.8 \pm 16.4\%$ に対し、給食のない日 $53.6 \pm 37.3\%$ と有意に多く野菜を摂取しており ($p<0.05$) 、給食のない日では夕食で1日の半分以上の野菜を摂取していた。

表7 給食のある日とない日の1日当りの野菜摂取量の食事ごとの野菜摂取量の割合

	ある日 ¹⁾ (n=24)		ない日 ²⁾ (n=24)		t-test*
	朝 食 (%)	昼 食 (%)	夕 食 (%)	間 食 (%)	
朝 食 (%)	11.0 ± 13.8	10.8 ± 16.5	n.s		
昼 食 (%)	54.2 ± 16.3	25.1 ± 34.6	$p<0.01$		
夕 食 (%)	34.8 ± 16.4	53.6 ± 37.3	$p<0.05$		
間 食 (%)	0.0 ± 0.0	2.1 ± 10.4	n.s		
合 計 (%)	100.0	100.0			

平均値±標準偏差

1) 給食のある日、2日間の平均値

2) 給食のない日

* 対応のあるt検定による給食のある日とない日の比較: $p<0.05$

n.s: not significant

4. 考 察

保育所に通う幼児の食事摂取状況を調査した。幼児の栄養素等摂取状況は、平成24年国民健康・栄養調査⁹⁾の3~5歳の結果と概ね同様であった。平成24年国民健康・栄養調査⁹⁾は1日間の食事調査である。しかし我々の食事調査は、保育所給食が実施されている月曜日から土曜日のうち2日間と、給食のない日は日曜日の

連続しない合計3日間に食事調査を行った。本調査では、幼児の集団の習慣的な食事摂取状況における保育所給食の寄与を明らかにすることを目的に、近似性の低い非連続法⁷⁾を用いた。また、日間変動は集団の平均値へはほとんど影響しないといわれている⁷⁾。野末ら¹⁰⁾も学校給食のある日とない日の食事摂取状況を明らかにすることを目的に、我々と同様に非連続法⁷⁾を用い給食のある日平日2日と給食のない日土曜日または日曜日の1日の連続しない3日間の調査期間であった。

給食のある日とない日で有意差のあった栄養素はカルシウムだけであった。エネルギー及びそれ以外の栄養素で給食のある日とない日で有意差はなかった。しかしながら、昼食におけるカルシウム、レチノール当量、ビタミンB₂の摂取量は給食のある日が給食のない日より有意に高かった。給食のある日の昼食で、カルシウム摂取量が、給食のない日より有意に高いのは、給食で摂取した牛乳に起因していると考えられる。逆に食塩相当量は、給食のある日の昼食が給食のない日に比較し有意に低い値であった。1日の摂取量に占める食事ごとの栄養素等摂取量の割合では、給食のある日の昼食のレチノール当量50.8%、ビタミンB₂47.7%と、栄養素等摂取量と同様に給食のない日に比較し有意に高く、1日の約半分を給食から摂取していた。さらに、給食のある日の食塩相当量の昼食に占める割合23.0%と、栄養素等摂取量と同様に給食のない日に比較し有意に低い割合であった。野末ら¹⁰⁾の小学校5年生を対象とした研究によると、給食のある日の昼食のレチノール当量の摂取量が1日に占める割合は、男子43.1%女子38.6%、ビタミンB₂男子38.4%女子37.0%、食塩相当量では男子23.4%女子21.8%であり、我々と同様に給食のある日の昼食のレチノール当量、ビタミンB₂の摂取量の割合が給食のない日より有意に高く、食塩相当量で有意に低い結果であった。また日本人の食事摂取基準(2010年版)⁵⁾に照らし合わせても、レチノール当量とビタミンB₂、ビタミンCは給食のある日のEAR未満の者の割合が給食のない日より有意に少なかった。さらに食塩相当量でも給食のある日の方がない日よりDGを下回る者の割合が有意に少なかった。野末らの研究でも日本人の食事摂取基準(2005年版)に照らし合わせて評価し、給食のある日はない日に比べ、DG未満やEAR未満の者の割合がカルシウム、マグネシウム、亜鉛、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂で少なく¹⁰⁾、我々と同様の結果であった。

1日のエネルギー摂取量の食事ごとの配分をみると、給食のある日ない日ともに有意差はなく、朝食23~25%、昼食30~33%、夕食26~28%、間食17~20%であった。児童福祉施設における食事の提供ガイド³⁾では、3歳以上の幼児の場合、昼食は概ね1/3を目安とし、間食は10~20%を施設の給食として確保する考え方も1つの方法として示されている。我々の結果はこれらと昼食、間食で同様であるが、間食は保育所と家庭で摂取したものである。野末ら¹⁰⁾によると小学校5年生では、給食のある日の朝食23%、昼食32~35%、夕食29~31%、間食13%であった。勤労男性の研究¹¹⁾では、平日の朝食18%、昼食34%、夕食40%、間食8%であった。小学生や成人に比較し、幼児の間食の割合は大きいが、昼食はどの世代も同様であった。

野菜摂取量では、給食のある日137.5gと、給食のない日67.8gの2倍近く摂取し、給食のない日より有意に多かった。しかし、平成24年国民健康・栄養調査結果⁹⁾では3~6歳で154.7gであり、我々の給食のある日の摂取量はそれに比べると少ない値であった。給食のある日の昼食の野菜の摂取量、種類数、1日の摂取量に占める昼食の摂取量の割合も給食のない日より有意に高く、給食の寄与が大きいことを示唆し得た。野末ら¹⁰⁾も我々と同様に、野菜摂取における学校給食の寄与について報告している。

本研究の限界は、調査対象者の身体状況に関するデータを得ることができなかつたこと、調査対象者数が少ないとこと、1地域の1季節に限った調査結果であることである。今後は身体状況を得て調査対象者数を増やし、他の地域で季節ごとに調査を行い、地域差及び季節変動を考慮した結果を得ることが今後の課題である。

5. まとめ

保育所に通う幼児の食事調査を行った。給食のある日の昼食のカルシウム、レチノール当量、ビタミンB₂の摂取量、野菜摂取量、野菜の摂取種類数は給食のない日に比較し有意に多かった。これらのことから、保育所給食が幼児の栄養素等摂取状況に寄与していることが明らかとなった。

謝 辞

本研究の調査にあたり、ご協力頂きました群馬県の市立保育所の園長先生はじめ職員の皆様、園児の保護者、園児の皆様には、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 厚生労働省:健康日本21(第二次) http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou_kenkounippon21.html (2014年11月20日)
- 2) 厚生労働省:保育所保育指針
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/hoiku04/pdf/hoiku04a.pdf#search=%E4%BF%9D%E8%82%B2%E6%89%80%E4%BF%9D%E8%82%B2%E6%8C%87%E9%87%9D> (2014年11月20日)
- 3) 厚生労働省雇用均等・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ー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－平成22年3月
- 4) 厚生労働省:健康増進法
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H14/H14HO103.html> (2014年11月20日)
- 5) 厚生労働省:「日本人の食事摂取基準(2010年版)策定検討会」報告書
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2010/03/s0331-9.html> (2014年11月20日)
- 6) 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 <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000041824.html> (2014年11月20日)
- 7) 佐々木敏:わかりやすいEBNと栄養疫学 同文書院、東京
- 8) 吉村幸雄:エクセル栄養君Ver6.0 建帛社、東京
- 9) 厚生労働省:平成24年国民健康・栄養調査報告
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h24-houkoku-04.pdf> (2014年11月20日)
- 10) 野末みほ、Jun Kyungyul、石原洋子、武田安子、永井成美、由田克士、石田裕美:小学校5年生の学校給食のある日とない日の食事摂取量と食事区分別の比較、栄養学雑誌、68, 298-308 (2010)
- 11) 高橋孝子、富沢真美、伊藤公江、繩田敬子、上西一弘、石田裕美:首都圏在住の既婚勤労男性の一日のエネルギー摂取量の配分の実態、日本栄養食糧学会誌、61, 273-283 (2008)

食物アレルギーを有する乳児に対する保育所給食の栄養評価

佐藤 誓子¹、佐藤 勝昌²、梶原 苗美¹

¹ 神戸女子大学健康福祉学部

² 神戸女子大学家政学部

Nutritional Assessment of Nursery School Meals for Infants with Food Allergies

Chikako SATO¹, Katsumasa SATO², Naemi KAJIWARA¹

¹Faculty of Health and Welfare, Kobe Women's University

²Faculty of Home Economics, Kobe Women's University

要 旨

目 的：食物アレルギー児と非食物アレルギー児に対する保育所給食のエネルギー量及び栄養素量（以下、給与栄養量）を9-11ヶ月齢児用の給食を摂っている乳児について検討することを目的とした。

方 法：食物アレルギー児の給食に代替食対応を行っている保育所より、1ヶ月分の非食物アレルギー児のための基本献立表及び食物アレルギー児のためのアレルギー対応献立表を入手し、これらから給与栄養量を算定した。

結 果：基本献立食の給与栄養量は、特に脂質の不足とナトリウムの過剰が顕著であり、食事摂取基準を満たしていなかった。これに伴って食物アレルギー児も影響を受け、特に牛乳・乳製品アレルギー児は飲み物としての牛乳の代替食が主にお茶であったことから、アレルギー対応食の給与栄養量は大きく影響を受けていた。

結 論：保育所の管理栄養士・栄養士は、アレルギー対応食のベースとなる基本献立食の立案に改善が必要である。

I. 緒 言

先に我々¹⁾は、食物アレルギー児の給食に代替食対応を行っている保育所の1-2歳児及び3-5歳児について、1ヶ月分の非食物アレルギー児のための基本献立表及び食物アレルギー児のためのアレルギー対応献立表から、1食あたりのエネルギー量及び栄養素量（以下、給与栄養量）を算定した。その結果、牛乳・乳製品除去を行っている食物アレルギー児（以下、牛乳・乳製品アレルギー児）以外は、鶏卵除去を行っている食物アレルギー児（以下、鶏卵アレルギー児）を含めて、給与栄養量は充足していたが、牛乳・乳製品アレルギー児では給与栄養量、特

にカルシウムとビタミンB₂、が不足していることを報告した。また、同様な検討を除去食対応においても行い、報告²⁾している。このような保育所における食物アレルギー児と非食物アレルギー児に提供された給食の給与栄養量を比較検討した我が国での報告は、我々が知る限り、他に見あたらない。

今回は、先の調査時¹⁾に収集した成績のうち、9-11ヶ月齢児用の給食を摂っている乳児（以下、0歳児）について、食物アレルギー児と非食物アレルギー児の給与栄養量を比較することを目的としている。そのため、今回の内容は既報論文¹⁾と軌を一にするが、資料的に記録にとどめておく価値があるこ

とから報告する。加えて、給与栄養量の解析の過程で、0歳児に対する基本献立食の問題点が明らかとなり、その点についても触れたい。

II. 方 法

1. 調査対象と方法

兵庫県神戸市内の食物アレルギー児が在籍している保育所において、給食に代替食対応を行っている29施設のうち、食物アレルギーを有する乳児が在籍し、解析条件に適った4施設（いずれも神戸市私立保育園連盟に加盟）を対象とした。なお、神戸市私立保育園連盟に加盟している保育所では、生後6ヶ月の乳児から保育を行っている。

既報¹⁾のごとく、2011年2月から2012年3月、各保育所の管理栄養士・栄養士（無配置の1施設は給食担当職員）に対する面接調査を行った。その際、直近の1ヶ月分の実施献立表を入手した。献立表については、アレルギー対応食を摂っている乳児が在籍していた場合に限って、その施設の乳児用の非食物アレルギー児のための基本献立表及び食物アレルギー児のための匿名化された個人毎のアレルギー対応献立表を入手した。29施設に計37名の食物アレルギー児の存在が判明したが、乳児の献立表については行政への給食栄養摂取状況に関する報告義務がないことから、21名については記録が残っていなかった。また、発育の進んだ7名の乳児は1-2歳児用の給食を摂っていたため、個人毎の献立表がある、この7名の食物アレルギー児は解析から除外した。しかし、個人毎の献立表のない非食物アレルギー児については、いずれの乳児が1-2歳児用の給食を摂っているかについての情報がなかったため除外しなかった。結果として、調査対象とした4施設の乳児は43名で、そのうち食物アレルギー児は9名であった。管理栄養士・栄養士は4施設のいずれにも勤務していた。

調査した全ての施設では、昼食の他に間食も提供しており、今回の検討では昼食と間食の両者を

もって給食とし、給食数とは昼食と間食を合わせたものを1食とした。昼食の主食は全ての保育所が提供していた。解析した給食数は基本献立94食、アレルギー対応献立210食である。

乳児は離乳期という特別な事情があることから、同じ0歳であっても月齢や発育の程度によって献立が異なっていることがある。今回の施設では、乳児については6-8ヶ月齢児用と9-11ヶ月齢児用の2つに分けて給食を提供していたが、9名の食物アレルギー児は全員が9-11ヶ月齢児用の給食を摂っていた。従って、今回の検討では基本献立表とアレルギー対応献立表のいずれも9-11ヶ月齢児用を用いた。

2. 基本献立食における食材の使用状況と献立の解析並びに基本献立食における鶏卵、牛乳、乳製品の使用回数と使用総重量の調査

0歳児は離乳期であることから、上述したように、月齢によって献立が異なるのみならず、使用している食材も他の献立年齢区分（1-2歳児、3-5歳児）と異なっている可能性がある。そこで、保育所が0歳児に提供している基本献立食への各種食材の使用状況と献立を明らかにするため、1-2歳児の場合と比較検討した。また、食物アレルギー児に対する原因食物の除去の程度を知るために、基本献立食に用いられた鶏卵、牛乳・乳製品の使用回数と使用総重量を調べた。両検討においては、保育所では牛乳を間食時の飲み物として提供していることが多く、牛乳・乳製品については牛乳と乳製品を分けて行った。

3. 給与栄養量目標量と給与栄養量の算定

厚生労働省の通知³⁾に従って、エネルギー、たんぱく質、脂質、ビタミンA（レチノール当量として算定）、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）、食物繊維に加えて炭水化物を検討項目とした¹⁾。

児童福祉施設における食事の提供にあたっては、食事摂取基準の活用が望まれており⁴⁾、まず1日あたりのエネルギー量及び栄養素量を日本人の食

事摂取基準2010年版⁵⁾と既報¹⁾に従って算定した。次いで、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⁴⁾に従い、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1食あたりとしては1日あ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。

給与栄養量については、1ヶ月分の献立表からエクセル栄養君Ver.6（建帛社、東京）を用いて、1食あたりの給与栄養量を求めた。これに収載されていない市販品などは成書^{6,7)}を用いたり、あるいは製造会社への直接の問い合わせ又はインターネット上のホームページを利用したりして算定した。算定に当たっては、食物は「生」として扱った。

4. 統計解析

解析にはIBM SPSS Statistics 22（IBM社、東京）を用い、欠損値は解析より除外した。給与栄養量の解析では先の報告¹⁾と同様にアレルギー原因食物の鶏卵と牛乳・乳製品を主対象とし、対象食物を「鶏卵のみ」「牛乳・乳製品のみ」「鶏卵と牛乳・乳製品以外の他の食物とを合わせて2食物以上」、及び「牛乳・乳製品と鶏卵を含む他の食物とを合わせて2食物以上」とした。しかし、今回の0歳児の解析においては、「牛乳・乳製品のみ」に該当する0歳児は皆無であり、これについては解析していない。

有意差検定の有意水準は0.05（両側検定）とした。二群間の平均値の差の検定には、対応のないt検定（Welchの検定）を用いたが、検定の多重性を考慮するためにBonferroniの調整を行った。多重比較検定にはGames-Howell法を用いた。効果量（d値）の計算は水本ら⁸⁾の方法に従った。そして、平均値の差に統計学的な意味があるか否かは、有意差検定の結果と効果量の値から判断した。

5. 倫理的配慮

本研究は、神戸女子大学ヒト研究倫理委員会の承認（承認年：2010年、受付番号：H22-11）を得た上で行った。

III. 結 果

表1には、保育所の基本献立食における食材の使用状況と献立を1–2歳児と比較して示した。A及びB保育所では、0歳児の基本献立食に用いる食材は1–2歳児と同じであり、提供する献立も1–2歳児と同じであったが、提供量を少なくしていた。C保育所では、0歳児の給食には1歳児と異なって鶏卵を使用せず（鶏卵を含む加工食品は使用）、牛乳を調製粉乳に代え、甲殻類も使用せず、献立は1–2歳児と似ていたが、提供量は少なかった。D保育所では、0歳児には1–2歳児と比較して鶏卵（鶏卵を含む加工食品は使用）及び牛乳（献立の都合によっては、月に1回程度使用する場合もある。また、保護者の要望があった場合には間食時に提供）を使用せず、昼食の献立は似ていたが、量は同じで、間食は異なったものを提供していた。なお、いずれの保育所においても、0歳児は発育の程度が異なることから、提供量のうち0歳児に与える実際の量（即ち、摂取量）は保育現場の保育士の判断で個人対応をしていたが、記録はなかった。その他、離乳期という事情から給食（昼食と間食）以外に調製粉乳や保護者から持ち込まれた母乳の使用を考慮しなくてはならないが、その使用を前提に献立は作成されておらず、また給食以外に調製粉乳や母乳を与えることは基本的になかった。しかし、保護者の要望や0歳児の状態によってはこれらを提供することもあったが、上述のD保育所の間食時の牛乳の場合も含めて、記録はなかった。

表2には、保育所の基本献立食における料理区分別の鶏卵、牛乳、乳製品の使用回数と使用総重量を示した。昼食で使用回数が最も多かったのは鶏卵で、間食では乳製品であった。使用総重量が最も多かったのは牛乳であった。通常、保育所（1–2歳児、3–5歳児の場合）では牛乳の使用回数が多い¹⁾が、今回の検討で牛乳の使用回数が少なかったのは、牛乳を提供していた施設（表1参照）が4施設のうち2施設（A保育所：1食あたり120gを午後の間食

時に提供、B保育所：1食あたり100gを午前と午後の間食時に各50gずつ提供)のみであったことに起因していた。他の2施設のうち1施設(C保育所)は、牛乳の代わりに乳製品の調製粉乳(1食あたり粉末として28g、飲み物として200mlを昼食時と午後の間食時に各100mlずつ提供)を、他の1施設(D保育所)はお茶を提供していた。但し、C保育所のように昼食時に飲み物として牛乳・乳製品を提供していた施設は既報¹⁾ではなかったことから、今回の昼食時の調製粉乳は全て間食(飲み物)として算定(1食あたり2回)した。

表3には、保育所の0歳(9-11ヶ月齢)児に対する

給食の給与栄養目標量を示した。炭水化物については、日本人の食事摂取基準2010年版⁵⁾に値が設定されていないので、0歳児に対する給食の給与栄養目標量は設定していない。

表4には、鶏卵のみを原因食物とする食物アレルギー児に提供された保育所給食の給与栄養量を示した。アレルギー対応食の脂質、鉄、ビタミンAの給与栄養量は給与栄養目標量と差があったが、いずれも基本献立食との間に統計学的(調整P値、効果量)に意味のある差があるとはいえない。基本献立食の脂質の給与栄養量も給与栄養目標量より低値であった。アレルギー対応食及び基本献立食の

表1 保育所の基本献立食における食材の使用状況と献立(1-2歳児との比較)

保育所	献立年齢区分	食材の使用状況*					献立 [†] (1-2歳児との相違点)
		鶏卵	牛乳	乳製品	小麦	甲殻類	
A	0歳児 (1-2歳児) [‡]	有	有	有	有	なし	同じ献立だが、少量(75%)
	0歳児 (1-2歳児)	有	有	有	有	なし	
B	0歳児 (1-2歳児)	有	有	有	有	有	同じ献立だが、少量(63%)
	0歳児 (1歳児)	有	有	有	有	有	
C [§]	0歳児 (1歳児)	なし [¶]	調製粉乳	有	有	なし	似ている献立だが [¶] 、少量(80%)
	0歳児 (1-2歳児)	有	有	有	有	有	
D	0歳児 (1-2歳児)	なし [¶]	なし ^{**}	有	有	なし	昼食は似ている献立だが ^{††} 、同量。間食は異なるものを提供
有	有	有	有	有	なし		

* 主要なアレルギー原因食物(鶏卵、牛乳・乳製品、小麦)について示すと共に、0歳児と1-2歳児で食材の使用状況が異なる場合(甲殻類)についても示した。提示していないアレルギー原因食物⁹⁾の0歳児と1-2歳児への使用状況は同じであり、ナツツ類、軟体類・貝類、及び魚卵については使用していなかった。ソバ、ピーナッツは神戸市の指導¹⁰⁾で全ての献立年齢区分に使用していない。

[†] いずれの保育所においても、食材は小さめに切ったり加熱時間を長くしたりして、0歳児が食べやすい大きさや軟らかさになるように調理して提供していた。また、0歳児は発育の程度が異なることから、0歳児に与える量(即ち、摂取量)は現場の保育士の判断で個人対応をしていた。表中の括弧内の数値は1-2歳児への給食の提供量に対する0歳児への提供量の割合を示す。

[‡] 解析対象ではないが、0歳児との比較のため提示した。なお、3-5歳児が在籍している保育所では、いずれも3-5歳児用の献立は1-2歳児と同じだが、量が多くなる。

[§] 0歳児及び1歳児のみが在籍する保育所で、2歳以上児は在籍していない。調製粉乳は間食時に飲み物として提供しており、料理にも牛乳の代わりに調製粉乳を使用していた。

[¶] 鶏卵は使用しないが、鶏卵を含む加工食品は使用していた。

^{††} 揚げ物は同じ食材で煮物や焼き物にする、肉は挽肉を使用して煮物にする、青魚は白身魚にする、厚揚げは木綿豆腐にする、かき玉汁はもやしスープにする、鶏卵は使用しない、牛乳は調製粉乳にする、など。

^{**} 間食時の飲み物としてのみならず、料理にも基本的に使用していない(献立の都合によっては、月に1回程度使用する場合もある)。但し、保護者からの要望で、家庭でも牛乳を摂取していた場合には間食時に牛乳を提供していた。

^{†††} カレーはリゾットにする、揚げ物は同じ食材で焼き物にする、汁物に使用する油揚げは抜く、鶏卵及び牛乳は使用しない、など。

ナトリウムの給与栄養量は給与栄養目標量よりも過剰であった。

表5には、鶏卵と牛乳・乳製品以外の他の食物とを合わせて2食物以上を原因食物とする場合について示した。アレルギー対応食の脂質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB₂の給与栄養量は給与栄養目標量と差があったが、いずれも基本献立食との間に意味のある差があるとはいえないかった。基本献立食の脂質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB₂の

給与栄養量も給与栄養目標量より低値であった。アレルギー対応食及び基本献立食のナトリウムの給与栄養量は給与栄養目標量よりも過剰であった。

表6には、牛乳・乳製品と鶏卵を含む他の食物とを合わせて2食物以上を原因食物とする場合について示した。アレルギー対応食のたんぱく質、脂質、カルシウム、ビタミンAの給与栄養量は給与栄養目標量と差があり、且つ基本献立食と比較して統計学的に意味のある差 ($P<0.001$, $d\geq 0.88$) を認め

表2 保育所の基本献立食における料理区別の鶏卵、牛乳、乳製品の使用回数と使用総重量*

原因食物	料理区分	1ヶ月あたりの0歳児へのアレルギー原因食物の使用回数と使用総重量(g)(4施設)	
		平均値	標準偏差
鶏卵 [†]	主食	2.5	2.4
	主菜	6.0	6.6
	副菜	5.0	4.2
	汁物	1.3	1.5
	間食(飲み物)	0	0
	間食(おやつ)	7.8	10.8
	(使用総重量)	111.4	97.4
牛乳	主食	0	0
	主菜	0.5	0.6
	副菜	0	0
	汁物	0	0
	間食(飲み物)	15.8	20.9
	間食(おやつ)	0.3	0.5
	(使用総重量)	1151.5	1330.5
乳製品 [‡]	主食	1.5	1.9
	主菜	3.5	3.4
	副菜	0.8	1.5
	汁物	0	0
	間食(飲み物) [§]	12.5	25.0
	間食(おやつ)	14.5	12.6
	(使用総重量)	275.1	314.0

* 4施設の1ヶ月分の基本献立食の計94食について調べた。各施設の給食提供回数は22–25回(平均:23.5回)であった。間食が午前と午後の2回ある場合は、別途にカウントした。

† 使用回数には、ハム、ベーコン、ソーセージ、練り製品、鶏卵を含む菓子などを含んでおり、同一料理に複数使用の場合には、複数回数として計算した。

‡ 使用回数には、ハム、ベーコン、ソーセージ、乳製品を含む菓子などを含んでおり、同一料理に複数使用の場合は、複数回数として計算した。

§ C保育所は昼食時と間食時に調製粉乳を2回提供しており、昼食時の全ては間食(飲み物)として算定(1食あたり2回)した。なお、昼食時に牛乳・乳製品を飲み物として提供していた施設は既報¹⁾になかった。

た。また、エネルギー、ビタミンB₂の場合には、アレルギー対応食と基本献立食との間に意味のある差 ($P<0.001$ 、 $d\geq 0.92$) を認めた。基本献立食の脂質の給与栄養量も給与栄養目標量より低値であった。アレルギー対応食のナトリウムの給与栄養量は適正ではあったものの高値の傾向があり、基本献立食の場合には過剰であった。

基本献立食の脂質とナトリウムが表4(表6は同じ数値である)のA・B・C保育所並びに表5のD保育所において、共通して給与栄養目標量と異なっていたことから、これらについて4施設間の給与栄養量の違いを表7に示した。まず、脂質については、A、B、C、Dのいずれの保育所の給与栄養量も給与栄養目標量より少なかった。特に、D保育所の脂質の給与栄養量は他の保育所との間に統計学的に有意差 ($P<0.001$) を認め、低値であった。次に、ナトリウムについては、いずれの保育所の給与栄養量も過剰であり、特にD保育所のナトリウムの給与栄養量は他の保育所との間に有意差 ($P\leq 0.002$) を認め、高値であった。

IV. 考 察

今回検討した乳児に対する給食では、面接調査の際、乳児は発育の程度が異なることから、提供量のうち実際に与える量は保育現場の保育士がこれまでの経験によって決めている、即ち乳児の摂取量は保育士の判断で個人対応をしているとの回答を得た。また、乳児によっては、保育所の方針で牛乳を提供していないにも関わらず、保護者の要望で間食時にこれを摂取していたり、昼食時や間食時以外に保護者の要望や乳児の状態から調製粉乳などを摂取していたりした場合もあった。しかし、いずれにおいても記録はなかった。これらのこととは、管理栄養士・栄養士が作成した実施献立表に基づいて計算上の給与栄養量を求めたとしても、それは正しい栄養摂取量とはいえないことを意味しており、これは既報¹⁾の1-2歳児及び3-5歳児における場合と大きく異なっている点である。従って、今回の0歳児に対する給食の給与栄養量の解析結果は、保育所の管理栄養士・栄養士がどのような考え方で9-11ヶ月齢児用の給食を摂っている乳児に給食を提供して

表3 保育所の0歳(9-11ヶ月齢)児に対する給食の給与栄養目標量*

エネルギー・栄養素	1日あ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
エネルギー(kcal)	650-700	281-373
たんぱく質(g)	25.0	10.8-13.3
脂質(g)	28.9-31.1	12.5-16.6
炭水化物(g)	-‡	-
ナトリウム(mg)	600	320§
カルシウム(mg)	250	108-133
鉄(mg)	4.5-5.0	1.9-2.7
ビタミンA(μgRE)	400	173-213
ビタミンB1(mg)	0.30	0.13-0.16
ビタミンB2(mg)	0.40	0.17-0.21
ビタミンC(mg)	40	17-21
食物繊維(g)	4.6-5.6	2.0-3.0

* 日本人の食事摂取基準2010年版⁵⁾、児童福祉施設における食事の提供ガイド⁴⁾、及び既報¹⁾に従って算定した。

† 食事摂取基準2010年版に示された「9~11か月児」の値を用いた。

‡ 食事摂取基準2010年版には値の記載がない。

§ 計算上は260-320となる値のうち、320を採用した。

いるかを判断する材料にすべき性質のものであると考えている。また、今回の検討では、0歳児の給与栄養量の解析の過程で、基本献立食の給与栄養量の設定に問題があることが判明した。そこで、食物アレルギー児に対する給食は、非食物アレルギー児のための基本献立食をベースにしてアレルギー対応食である代替食を作成していることから、まず基本献立食の栄養学的な妥当性を検討し、次いで食物アレルギー児の給与栄養量と非食物アレルギー児のそれとを比較検討して考察してみたい。

まず、基本献立食の栄養学的な妥当性という観点から述べる。調査した4施設の全ては、脂質の給与栄養量が給与栄養目標量に達しておらず、そのうちの1施設(D保育所)は他の3施設の約半量(平均値換算)しか提供していなかった。ナトリウムについては4施設とも過剰であり、そのうちの1施設(D保育所)は他の3施設の約1.6倍量(平均値換算)も提供していた。このD保育所の基本献立表を詳細に検討してみると、間食におにぎりや麺類を多用しており、これがナトリウム過剰の主な原因であった。ま

表4 食物アレルギー児に提供された保育所給食の給与栄養量(原因食物:鶏卵のみ)*

エネルギー・栄養素	1食あたりの給与栄養量										調整P値†	効果量(d値)							
	基本献立食					アレルギー対応食													
	平均値	標準偏差	95%信頼区間		目標量との差†	平均値	標準偏差	95%信頼区間		目標量との差†									
(n=70)(A・B・Cの3施設、28名)§										(n=116)(A・B・Cの3施設、5名)									
エネルギー(kcal)	330	41	320	340	-	326	40	319	333	-	1	0.11							
たんぱく質(g)	11.3	1.7	10.9	11.7	-	11.4	1.8	11.1	11.8	-	1	0.08							
脂質(g)	10.4	1.7	10.0	10.8	+	10.5	2.0	10.1	10.8	+	1	0.06							
炭水化物(g)	47.5	8.8	45.4	49.6		45.8	8.5	44.3	47.4		1	0.19							
ナトリウム(mg)	336	93	314	358	過剰	345	88	328	361	過剰	1	0.10							
カルシウム(mg)	166	26	159	172	-	175	28	170	180	-	1	0.36							
鉄(mg)	1.7	0.9	1.4	1.9	-	1.4	0.8	1.3	1.6	+	1	0.28							
ビタミンA(μgRE)	169	61	154	183	-	152	56	141	162	+	1	0.29							
ビタミンB1(mg)	0.19	0.05	0.18	0.20	-	0.19	0.05	0.18	0.20	-	1	0.07							
ビタミンB2(mg)	0.27	0.03	0.27	0.28	-	0.27	0.03	0.26	0.27	-	1	0.13							
ビタミンC(mg)	22	11	19	25	-	19	11	17	21	-	1	0.27							
食物繊維(g)	2.0	0.5	1.8	2.1	-	2.0	0.6	1.9	2.1	-	1	0.12							

* 当該食物を原因とする食物アレルギー児が施設に在籍していた場合に限って、同じ施設の非食物アレルギー児のための基本献立食についても解析した。1ヶ月分の献立表から1食あたりの給与栄養量を算定した。

† 納得栄養目標量と比較した(-:差なし「つまり充足」、+:差あり「つまり不足」)。この場合、給与栄養目標量(以下、目標量)の範囲と給与栄養量の平均値の95%信頼区間が重ならず且つこの信頼区間の値の方が小さかった場合、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。逆に、目標量の範囲とこの信頼区間が重なっていれば、両者間に差がないと判定し、給与栄養量は充足していると解釈した。また、目標量の範囲とこの信頼区間の範囲が重ならず且つこの信頼区間の値の方が大であった場合にも、両者間に差がないと判定し、給与栄養量は充足していると解釈した。しかし、ナトリウムについての上述の判定基準は適当でない。それ故、給与栄養量の平均値の95%信頼区間の上限値が目標量の320mg以内であれば「適正」と、それ以上であれば「過剰」と解釈した。

‡ Bonferroni法でP値を調整(P値×12)した。本来ならば、Bonferroni法で有意水準を調整($\alpha < 0.05/12$)した上で有意差検定(t検定)を行うべきであるが、表中にP値を示して理解し易くするために、この調整はP値で行った。

§ nは非食物アレルギー児のための基本献立食あるいは食物アレルギー児のためのアレルギー対応食を摂っている0歳児が在籍している施設の給食数を表す。その他、この施設(表1参照)の数と給食を摂っている0歳児の数を示した。

表5 食物アレルギー児に提供された保育所給食の給与栄養量
(原因食物:鶏卵と牛乳・乳製品以外の他の食物とを合わせて2食物以上)*

エネルギー・栄養素	1食あたりの給与栄養量										調整P値 [‡]	効果量(d値)		
	基本献立食					アレルギー対応食								
	平均値	標準偏差	95%信頼区間 下限	95%信頼区間 上限	目標量 との差 [†]	平均値	標準偏差	95%信頼区間 下限	95%信頼区間 上限	目標量 との差 [†]				
	(n=24:Dの1施設、6名) [§]					(n=24:Dの1施設、1名) [¶]								
エネルギー(kcal)	296	30	284	309	-	295	31	282	309	-	1	0.04		
たんぱく質(g)	10.7	1.7	10.0	11.4	-	10.7	1.7	10.0	11.4	-	1	0.01		
脂質(g)	5.0	1.8	4.2	5.7	+	5.0	1.8	4.2	5.7	+	1	0.01		
炭水化物(g)	51.2	5.1	49.1	53.4		50.9	5.3	48.7	53.2		1	0.06		
ナトリウム(mg)	541	208	453	629	過剰	541	208	453	629	過剰	1	0		
カルシウム(mg)	59	21	50	68	+	59	21	50	68	+	1	0.01		
鉄(mg)	1.4	0.4	1.2	1.5	+	1.4	0.4	1.2	1.5	+	1	0.02		
ビタミンA(μgRE)	112	58	88	136	+	112	58	88	137	+	1	0.01		
ビタミンB1(mg)	0.16	0.05	0.14	0.19	-	0.16	0.05	0.14	0.18	-	1	0.03		
ビタミンB2(mg)	0.12	0.04	0.11	0.14	+	0.12	0.04	0.11	0.14	+	1	0.01		
ビタミンC(mg)	29	11	24	33	-	28	11	24	33	-	1	0.07		
食物繊維(g)	3.1	0.8	2.8	3.5	-	3.1	0.8	2.7	3.4	-	1	0.04		

*、†、‡、§ 表4の脚注を参照のこと。

¶ 乳児のアレルギー原因食物名:鶏卵、れんこん

表6 食物アレルギー児に提供された保育所給食の給与栄養量
(原因食物:牛乳・乳製品と鶏卵を含む他の食物とを合わせて2食物以上)*

エネルギー・栄養素	1食あたりの給与栄養量										調整P値 [‡]	効果量(d値)		
	基本献立食					アレルギー対応食								
	平均値	標準偏差	95%信頼区間 下限	95%信頼区間 上限	目標量 との差 [†]	平均値	標準偏差	95%信頼区間 下限	95%信頼区間 上限	目標量 との差 [†]				
	(n=70)(A・B・Cの3施設、28名) [§]					(n=70)(A・B・Cの3施設、3名) [¶]								
エネルギー(kcal)	330	41	320	340	-	279	68	262	295	-	<0.001	0.92		
たんぱく質(g)	11.3	1.7	10.9	11.7	-	8.5	2.4	8.0	9.1	+	<0.001	1.32		
脂質(g)	10.4	1.7	10.0	10.8	+	6.5	2.1	6.0	7.0	+	<0.001	2.03		
炭水化物(g)	47.5	8.8	45.4	49.6		46.1	12.8	43.1	49.2		1	0.12		
ナトリウム(mg)	336	93	314	358	過剰	296	82	277	316	適正	0.101	0.45		
カルシウム(mg)	166	26	159	172	-	88	53	76	101	+	<0.001	1.85		
鉄(mg)	1.7	0.9	1.4	1.9	-	1.7	0.9	1.5	1.9	-	1	0.01		
ビタミンA(μgRE)	169	61	154	183	-	117	56	104	131	+	<0.001	0.88		
ビタミンB1(mg)	0.19	0.05	0.18	0.20	-	0.19	0.10	0.16	0.21	-	1	0.08		
ビタミンB2(mg)	0.27	0.03	0.27	0.28	-	0.19	0.11	0.16	0.21	-	<0.001	1.07		
ビタミンC(mg)	22	11	19	25	-	21	11	18	24	-	1	0.09		
食物繊維(g)	2.0	0.5	1.8	2.1	-	1.9	0.5	1.8	2.0	-	1	0.11		

*、†、‡、§ 表4の脚注を参照のこと。

¶ 各乳児のアレルギー原因食物名:乳児1=鶏卵、牛乳・乳製品;乳児2=鶏卵、牛乳・乳製品、小麦、果物類;乳児3=鶏卵、牛乳・乳製品、小麦、肉類

表7 保育所の0歳児の基本献立食における脂質とナトリウムの給与栄養量

栄養素	保育所	給食数	1食あたりの給与栄養量					P値 [†]		
			平均値	標準偏差	95%信頼区間		目標量との差*	保育所間の多重比較		
					下限	上限		A	B	C
脂質(g)	A	23	11.1	1.9	10.3	11.9	+	-	-	-
	B	22	9.5	1.9	8.7	10.3	+	0.027	-	-
	C	25	10.5	1.0	10.1	10.9	+	0.472	0.137	-
	D	24	5.0	1.8	4.2	5.7	+	<0.001	<0.001	<0.001
ナトリウム(mg)	A	23	353	80	318	388	過剰	-	-	-
	B	22	357	93	316	398	過剰	1	-	-
	C	25	302	96	262	341	過剰	0.197	0.203	-
	D	24	541	208	453	629	過剰	0.001	0.002	<0.001

* 表4の脚注[†]を参照のこと。[†] Games-Howell法を用いた。

た、D保育所ではカルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB₂も不足していた。これらの栄養素のうち、特に脂質、カルシウム、ビタミンA、ビタミンB₂の低値は牛乳を提供していないことに起因していると考える。さらに、D保育所では牛乳の他にも鶏卵（鶏卵を含む加工食品は使用）も提供しておらず、C保育所でも鶏卵については同様な提供方法であった。

保育所においては、新規に食物アレルギー症状を誘発させない工夫が求められている¹¹⁾。鶏卵と牛乳は我が国のアレルギー原因食物の第1位と第2位を占めている⁹⁾ことから、そのための保育所特有の対策として、鶏卵や牛乳などの食物アレルギー発症の高リスク食を保育所で「初めて食べる」ことを避けることが厚生労働省から推奨されている¹¹⁾。これらの保育所では、このような観点から0歳児に対しては鶏卵や牛乳を提供していなかったのかも知れない。同様な考え方として、将来の食物アレルギーの発症を予防する観点から、1歳以上児に対しては提供していたにも関わらず、0歳児には提供していなかったのかも知れないが、このような食事制限によるアレルギー発症の予防効果に関しては、一定の効果のエビデンスは認められていない⁹⁾。いずれにしても、保育所に在籍する0歳児にとって、保育所給食での給

与栄養目標量は一日のうちに摂取すべき栄養量の43.3–53.3%を占めていることから、食物アレルギー対応のみに囚われて、給食に使用する食材（例えば、鶏卵や牛乳）の制限や提供する料理（例えば、間食時のおにぎりや麺類の多用）の限定化に起因する給与栄養目標量の逸脱を避ける工夫が基本献立食の立案の際に必要である。

以上、今回調査した4施設の調査時点での0歳児に対する基本献立食の給与栄養量は食事摂取基準⁵⁾を満たしておらず、特に脂質の不足とナトリウムの過剰という大きな問題を認めた。乳児については、行政への給食栄養摂取状況に関する報告義務がないことから、このような問題が生じたと考えている。しかし、乳児の発育・発達のためには、乳児においても1–2歳児及び3–5歳児におけると同様に、保育所側は食事摂取基準を順守する、行政側は給食栄養摂取状況に関する報告を保育所に義務づけるといった改善が必要であると考えている。

次に、食物アレルギー児と非食物アレルギー児の給与栄養量の比較という観点から述べる。0歳児に対する給食においては、先に報告¹⁾した1–2歳児及び3–5歳児と異なって、そもそも基本献立食に鶏卵（鶏卵を含む加工食品は使用）や牛乳、甲殻類と

いった食材を使用していない施設もあった。施設によっては牛乳を使用せず、牛乳の代わりに調製粉乳を使用していた。また、上述したように、0歳児によつては給食以外に牛乳や調製粉乳を摂っていた場合もあった。従つて、このような点を加味した上で食物アレルギー児と非食物アレルギー児の給与栄養量に関する解析結果を解釈する必要がある。しかし、その場合には特定の保育所の特定の0歳児について言及せざるを得なくなり、食物アレルギー児の集団と非食物アレルギー児の集団について解析するという目的から外れたものになつてしまふ。そこで、ここでは食材の使用状況を加味することなく解析結果を解釈することにする。

今回の「鶏卵のみ」及び「鶏卵と牛乳・乳製品以外の他の食物とを合わせて2食物以上」の解析から、アレルギー対応食と基本献立食の給与栄養量との間に統計学的に意味のある差があるとはいえないから、牛乳・乳製品アレルギーを有さない鶏卵アレルギー児やその他の食物アレルギー児は、非食物アレルギー児とほぼ同等の給与栄養量の給食を摂っていたといえる。しかし、一部の栄養素についてはアレルギー対応食のみならず、基本献立食においてさえ、給与栄養目標量と差があるものもあった。このことは、アレルギー対応食のベースとなる基本献立食の立案に起因した栄養の偏りをもたらさない工夫が必要であることを示唆している。

「牛乳・乳製品と鶏卵を含む他の食物とを合わせて2食物以上」の場合には、アレルギー対応食と基本献立食の給与栄養量との間に、エネルギー、たんぱく質、脂質、カルシウム、ビタミンA、ビタミンB₂において統計学的に意味のある差（低値）を認めたが、アレルギー対応食のエネルギー、ビタミンB₂は給与栄養目標量の範囲内であった。この場合、牛乳・乳製品を除去する必要のある0歳児が在籍していた3施設のうち1施設では、アレルギー対応粉ミルクを提供していたが、他の2施設ではお茶を提供していた。このお茶を提供していたことが、アレルギー対応

食においてエネルギーや各種栄養素の低値となつた1つの要因であると考えている。既報¹⁾の1-2歳児及び3-5歳児における牛乳・乳製品アレルギー児においては、特にカルシウムとビタミンB₂が給与栄養目標量よりも不足していたが、今回の0歳児における食物アレルギー児のビタミンB₂については、非食物アレルギー児の場合と比較して統計学的な差は認められたものの、給与栄養目標量の範囲内であった。これは、アレルギー対応粉ミルクを提供していた施設があつたことに起因していると考えている。加えて、これらの3施設では、表2の結果の項に記載した飲み物としての牛乳・調製粉乳のエネルギー量を計算してみると、基本献立食のエネルギーのうち平均29.0%（標準偏差9.4）を牛乳・調製粉乳に頼っており、同様に基本献立食の他の多くの栄養素量も牛乳・調製粉乳に依存していた（たんぱく質：31.8±1.3%、脂質：50.9±17.7%、カルシウム：69.4±1.5%、ビタミンA：43.5±19.8%、ビタミンB₁：33.4±10.7%、ビタミンB₂：64.4±4.5%）。このことは、牛乳・乳製品を除去しなくてはならない牛乳・乳製品アレルギー児に対する給与栄養量は、大きく減少することを意味している。従つて、上述した鶏卵における場合と同様に、基本献立食の立案に起因した栄養の偏りも要因の1つであると考える。

以上、食物アレルギー児と非食物アレルギー児の給与栄養量の違いは、主として基本献立食の立案に起因した栄養の偏りによるものであるが、特に牛乳・乳製品アレルギー児においては牛乳・乳製品の除去も影響している。

本研究の限界は、算定した保育所給食における0歳児に対する給与栄養量が0歳児の栄養摂取量を正しく現していないことである。従つて、今回の検討で得られた給与栄養量は、保育所の管理栄養士・栄養士がどのような考え方で0歳児に給食を提供しているかを判断する材料にすべき性質のものである。このような限界はあるものの、今回の研究は食物アレルギーを有する乳児に対する保育所給食の

栄養評価を初めて検討したという点に意義があると
考える。

V. 結 論

9-11ヶ月齢児用の給食を摂っている乳児に対する保育所の基本献立食の給与栄養量は、献立計画の立案に起因した栄養の偏りが原因で影響を受け、特に脂質の不足とナトリウムの過剰が顕著であり、食事摂取基準を満たしていなかった。これに伴って食物アレルギー児も影響を受け、特に牛乳・乳製品アレルギー児は飲み物としての牛乳の代替食が主にお茶であったことから、アレルギー対応食の給与栄養量は大きく影響を受けていた。保育所の管理栄養士・栄養士は、アレルギー対応食のベースとなる基本献立食の立案に改善が必要である。

謝 辞

本調査にご協力頂きました保育所の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。また、データ入力にご協力頂きました神戸女子大学（当時）の久保渕麻美氏、坂本良紗氏、土居渚氏、土地文菜氏、中村あづさ氏、藤岡絵里氏、松本千穂氏、森脇久仁子氏に深く感謝申し上げます。

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号：24501013、研究代表者：佐藤勝昌）によった。

文 献

- 1) 佐藤誓子、佐藤勝昌、梶原苗美：保育所において食物アレルギー児が摂取している給食の栄養評価、体力・栄養・免疫学雑誌、23, 127-140 (2013)
- 2) 佐藤誓子、佐藤勝昌、梶原苗美：保育所の食物アレルギー児が摂取している除去食対応による給食の栄養評価、体力・栄養・免疫学雑誌、24, 106-114 (2014)
- 3) 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、雇児発第0330第1号、平成22年3月30日
- 4) 厚生労働省雇用均等・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ー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ー、17-20 (2010)、厚生労働省雇用均等・児童家庭局母子保健課、東京
- 5) 「日本人の食事摂取基準」策定検討会：日本人の食事摂取基準2010年版－厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書、(2009)、第一出版、東京
- 6) 香川芳子監修：会社別・製品別市販加工食品成分表、改訂第8版、(2005)、女子栄養大学出版部、東京
- 7) 田中武彦監修、中島泰子編：常用量による市販食品成分早見表－治療用・医療関連食品、市販加工食品－、第3版、(2006)、医歯薬出版、東京
- 8) 水本篤、竹内理：研究論文における効果量の報告のために－基礎的概念と注意点－、英語教育研究、31, 57-66 (2008)（効果量の計算は、水本が以下に公開している：<http://www.mizumot.com/stats/effectsize.xls> 最終アクセス日2014年11月16日）
- 9) 宇理須厚雄・近藤直実監修、日本小児アレルギー学会食物アレルギー委員会作成：食物アレルギー診療ガイドライン2012、(2011)、協和企画、東京
- 10) 神戸市保健福祉局子育て支援部：神戸市立保育所アレルギー対応の手引き、(2012)、神戸市保健福祉局子育て支援部、神戸
- 11) 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、(2011)、厚生労働省、東京

平成26年度 神戸女子大学家政学部 生活科学研究会 講演要旨

第1回 平成26年6月19日(木)

「栄養表示基準をはじめとする健康増進法に基づく表示」 49
神戸女子大学 家政学部 管理栄養士養成課程 准教授 安田 敬子 先生

第2回 平成26年7月31日(木)

「光州大学(韓国)の紹介と小・中・高校での家庭科教育」
光州大学 任 喜敬(LIM HEE KYUNG)先生

第3回 平成26年10月30日(木)

「日本とスリランカの電力政策」 50
神戸女子大学 家政学部 家政学科 准教授 貝増 匠俊 先生

第4回 平成26年11月26日(日)

「食物アレルギーの現状と対策 -多様化と交差反応」 51
NPO食の安全と安心を科学する会理事・低アレルギー食品開発研究所
京都大学名誉教授 小川 正 先生

栄養表示基準をはじめとする健康増進法に基づく表示

神戸女子大学 家政学部 安田 敬子

食品表示に関しては、現在、衛生上の危害発生防止の観点から食品衛生法、品質に関する適正な表示の観点からJAS法、国民の健康増進の観点から健康増進法、以上3つの法律で規定されている。平成25年6月にはこれらを一元化した食品表示法が参院本会議で可決、成立し、公布された。施行は平成27年4月の予定。

表示の中でも栄養表示基準、虚偽・誇大表示の禁止については、健康増進法に定められており、保健所の管理栄養士が食品指導として相談業務を担当している。栄養表示基準は、対象商品、対象栄養成分、表示方法等がきちんと決まっており指導しやすいが、虚偽・誇大表示は、広告も含めて、「著しく事実に相違する表示」や「著しく人を誤認させるような表示」を禁止するとあり、表示から認識する健康保持増進効果等の「印象」や「期待感」と実際に得られる効果等に相違があるなど、印象、イメージで判断するため、指導が非常に難しい。

栄養教育の最終目標である「QOLの向上」に繋がるような食生活の実践に向けて、栄養表示基準などを充実させる食環境づくりは欠かせない。表示の理解が浸透するよう、栄養教育の充実が求められる。

日本とスリランカの電力政策

神戸女子大学 家政学部 貝増 匡俊

中所得国の一であるスリランカはインド洋に浮かぶ人口2,000万人の島国である。同国では石油や天然ガスが産出しないため、中東諸国から石油を輸入し発電を行っている。同国では内戦が2009年に終結し、毎年7%程度の経済成長を遂げ、電力需要も近年急激に増加している。1990年代までは水力発電による発電が中心であったものの、経済成長に伴い石油による火力発電に転換が図られた。現在は発電される電力量の約60%が火力発電によるものである。

スリランカでは途上国では一般的な国営電力会社であるセイロン電力庁(CEB: Ceylon Electricity Board)が発電・送電・一部を除く配電事業を行っている。輸入している原油価格が高騰しているにも関わらず低所得者向けの電力料金は据え置かれ、電力を供給すればするほど赤字幅が大きくなる逆ザヤ構造になっている。CEBの財政赤字は2012年600億円を超える巨額のものになった。政府の財政赤字が課題になっている中で国営企業の財務体质の健全化は重要な課題である。同時に廉価な価格で電力を安定的に供給することが今後の同国の経済成長では必要不可欠なことであり、電力政策が重要になってくる。

日本はスリランカ同様に石油資源や天然ガスをほとんど産出しないため、エネルギー資源を海外からの輸入に依存している。日本は第二次世界大戦後、高度経済成長を経て世界第2位の経済規模となった。これまで2回のオイルショック、気候変動などの環境問題の深刻化、原油価格の高騰及び3・11東日本大震災など外部要因が電力政策に大きな影響を与えてきた。また、電力の自由化や再生可能エネルギーの推進等これまで以上に電力政策が注目されている。

スリランカと日本の電力政策を比較レビューすることはスリランカの電力政策や今後の方向性を考察するのに有益である。また、適切な電力政策がスリランカ経済の継続的な発展に寄与すると考える。日本同様にスリランカでも再生可能エネルギーが普及しつつあるものの、依然としてコスト高などの課題があり、普及には時間が必要であることから、発電コストが低い石炭火力の導入が重要になる。更にベース電源である石炭火力の建設が進めば揚水発電所の導入が必要になる。確度の高い需要予想を基に長期開発計画を進めていく必要がある。

食物アレルギーの現状と対策 -多様化と交差反応

NPO食の安全と安心を科学する会理事・低アレルギー食品開発研究所
京都大学名誉教授 小川 正

食物の摂取に伴って人体に好ましくない反応が生じる現象を「食物過敏症」と呼び、アレルギーをはじめよく似た症状を惹起する多様な反応が知られている。一般に「食物アレルギー」と呼ばれているのは免疫反応であり、抗原・抗体(IgE)反応が関与するI型(即時型)アレルギーを指す。アレルギー反応を惹起させる生体異物(抗原)をアレルゲンと言う。その侵入経路等などが異なるもののアレルゲンに特異的な抗体(IgE)を産生するに至る過程(感作)、アレルギーの独特的臨床症状を惹起するに至る一連の基本的生理・生化学反応(抗原・抗体反応、化学伝達物質の遊離)は、食物アレルギーや花粉症などすべてのI型アレルギー疾患に共通する現象である。食物アレルギーはアレルゲン物質の侵入経路が消化管であり、食品由来の成分(高分子のたんぱく質や特殊な多糖類、時にはハプテンと呼ばれる低分子化学物質)がアレルゲンとなっている。花粉症の場合は、花粉由来のアレルゲンたんぱく質が気道(鼻腔、口腔、気管支など)を介して、また、ラテックスや化粧品・石鹼などによるアレルギーの例では皮膚を介して侵入した生体異物による感作あるいは「交差反応」が原因となっている。しかし、生体異物が人体と最も普遍的に接触し侵入の機会が多いのは消化管である。

日本人の摂取する主要たんぱく質栄養源である卵、牛乳、大豆や主食である米あるいは小麦、魚介類はアレルギー症状の現れ方に強弱はあるが日本人の主要アレルギー食品となっている。特に発症数、症状の重篤度(全身性アナフィラキシーなど)から勘案して、牛乳・卵・小麦・ソバ・ピーナッツ・えび・かにの7品目を含む加工食品には食品衛生法によってこれらが含まれる旨の表示が義務付けられている。

アレルギー食品は国、食生活、年齢などによっても変化し、乳幼児では、卵、牛乳・乳製品、小麦、甲殻類、魚介類の患者が多く見られるが、10歳ぐらいまでには耐性を得て自然治癒するケースも多く、成人になると日常の食生活、嗜好を反映して、そば、えび・かにや果物などの患者が多くなる。アレルギー反応により惹起される臨床症状は、軽度のアトピー性皮膚炎から重篤な全身性アナフィラキシーショックが知られている。

現在、食物アレルギーの決定的な治療法は確立されていない状況で、対症療法的に除去食などが指導されているが、新たに減感作療法などの試みも始まっている。このような状況に対応するため、アレルゲンを除去した食品の開発や、身近な食品成分の利用、あるいは食生活の改善によってもアレルギー臨床症状の減弱化が期待できることが知られている。

近年、花粉症やラテックスアレルギーの患者において果物・野菜などの摂取時に突然唇・口腔・咽喉にアレルギー症状を来す人の報告が増加している。花粉・天然ゴム中のアレルゲンと植物性食品素材中の相同たんぱく質間の「交差反応」によりアレルギー症状が惹起される。この「交差反応」には従来知られているアレルゲン(クラス1アレルゲン)と異なる特殊なたんぱく質(クラス2アレルゲン:感染特異的あるいはストレスたんぱく質)が関与し、ストレス(感染、虫害、天候など)負荷で食品中のアレルゲン量が増大し、温室物は露地物よりアレルゲン性が低いことが示されるなど、食品の安全性を論じる上で一筋縄では解決できない問題を多く含んでいる。本講演では、家庭や集団給食(レストラン、ホテル、学校、病院)、旅行時などの現場での食事の安全対策、アレルギーリスクの判定、表示とその根拠となる食品中のアレルゲン物質の検出・測定法の近年の動向についても言及する。

神戸女子大学大学院家政学研究科

修士論文 要旨

平成 26 年度 食物栄養学専攻
生活造形学専攻

不溶性および水溶性食物纖維摂取による発がん性 複素環状アミン類の腸管における吸収抑制

博士前期課程（食物栄養学専攻） 岩 渕 友 香

【背景・目的】

食物纖維摂取はヒトにおいて発がん率を低下させると言われているが、明確な機序については未だ報告がない。私たちの研究室では以前、食物纖維であるセルロースが、in vitroにおいて発がん物質であるTrp-P-1 (3-Amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido[4,3-b]indole) を吸着し、in vivoにおいてこの物質の腸管からの吸収を抑制することを観察した。しかし、この検討はセルロースのみで行っており、他の食物纖維でも同様の効果がみられているかについての検討はまだ行われていない。今回、私たちはin vitroの予備実験において、不溶性食物纖維のリグニンがTrp-P-1を吸着し、さらに水溶性に変化させた水溶性リグニンでも同様の効果を示すことを観察した。そこで本研究では、ラットの腸管内において経口摂取したリグニンがTrp-P-1を吸着し肝臓および血液中の吸収を抑制するか、また水溶性リグニンと不溶性リグニンに吸収抑制効果の差があるのかについて検討することとした。

【方 法】

SD系雄性ラット（10週齢）を予備飼育後5群に分け、それぞれ標準食（CTL、セルロース5%含有）、セルロースを除去した食物纖維除去（FFD）、水溶性リグニン5%添加食（SLD）、不溶性リグニン5%添加食（ILD）、水溶性リグニン5%+不溶性リグニン5%添加食（SILD）をペアフィーティングにて3日間摂取させた。麻酔下において十二指腸上部と回腸末端部を結紮して小腸ループを作成し、その内部にTrp-P-1溶液（100 μg/mLリン酸緩衝溶液）を5mL注入してから、8分後肝門脈から採血し、12分後に腹部大動脈から採血を行った。採血後、直ちに肝臓と小腸ループを摘出して各血漿および肝臓中、小腸ループ溶液中のTrp-P-1濃度または量をHPLCにより測定した。

【結果及び考察】

5群のラットの肝臓中および肝門脈と腹部大動脈血漿中のTrp-P-1量または濃度を比較したところ、CTL群およびFFD群ラットに比べてSLD、ILD、SILD群で有意に低下した。SLD、ILD、SILD群の間に有意差は得られなかった。

リグニンの経口摂取は、肝臓と血漿中のTrp-P-1量または濃度を低下させたことから、腸管内から吸収されるTrp-P-1量を低下させることが示唆された。すなわち、セルロース以外の食物纖維でも腸管内からのTrp-P-1の吸収を抑制することが示唆されたため、食物纖維が腸管におけるTrp-P-1の体内への取り込みを抑制する可能性が示された。さらに、CTL群にはSLD、ILD群のリグニンと同量のセルロースが含まれていたが、このセルロースを摂取したCTL群に比べリグニンを摂取した群で肝臓と血漿中のTrp-P-1量または濃度が低下し、in vitroでもセルロースに比べリグニンがより多くのTrp-P-1を吸着する傾向が見られたことから、リグニンはセルロースに比べてTrp-P-1の吸収を抑制する効果が高い可能性が示された。なお、SLD、ILD、SILD群のラットを比較した

とき、肝臓と血漿中のTrp-P-1量または濃度に差が見られなかったのは、各群において摂取したリグニン量ではそれぞれ効果が上限に達していたためであると推察された。

【結 論】

リグニンの経口摂取は、腸管におけるTrp-P-1の吸収抑制効果をもつ可能性がある。

糖尿病再入院患者においての実態および原因調査

博士前期課程（食物栄養学専攻） 上 羽 あゆみ

【背景・目的】

糖尿病患者が良好な血糖コントロールを維持するためには、食事療法、運動療法、薬物療法に関する知識とセルフケアの技術を習得し、実践していく必要がある。しかし、セルフケア行動を実行していくことは困難で、望ましいセルフケア行動が開始されても実行率は時間とともに低下する。教育入院中に血糖コントロールが安定し、退院に至った患者も、在宅生活で血糖コントロールが再び不良となり再入院に至る例が少なくないという報告もある。本研究では、セルフケア行動を実行していくのが困難である要因を明らかにするということを目的とした。

【方 法】

2012年9月1日～2013年10月31日までにK大学付属病院糖尿病内分泌内科に入院した患者のうち、過去10年間に糖尿病が原因で入院し、かつ糖尿病の栄養指導歴がある2型糖尿病患者のうち同意が得られた患者39名に対し、PAID、行動変容段階、アンケート（生きがい、病気、食事療法：5段階評価）について質問した。その結果に基づき20分～40分の面接調査を行った。また診療記録から対象患者の背景として、HbA1c値、薬剤処方の種類・量、栄養指導回数を調査した。HbA1c値と薬剤処方の種類・量の前回退院時との変化で維持改善群と悪化群に分類し、PAID得点、行動変容段階、アンケート項目（生きがい、病気、食事療法）を比較した。PAID得点、行動変容段階、アンケートの中の生きがいを2群に分類し、アンケート項目（生きがい、病気、食事療法）を比較した。統計はMann-WhitneyのU検定を用い、有意水準はp値0.05未満とした。また対象者の中から、面接調査より得られた情報に特徴があった4症例を提示した。

【結果・考察】

対象者39名中、維持改善・悪化群に分類できた患者は37名で、維持改善群18名、悪化群19名であった。維持改善と悪化群の2群間における、PAID得点、行動変容段階、アンケート項目（生きがい、病気、食事療法）では、有意な差はなかった。PAID得点の2群間におけるアンケート項目では、「食事療法が面倒である（p=0.001）」に有意な差があった。行動変容段階の2群間におけるアンケート項目では、「将来楽しみにしていることがない（p=0.000）」、「食事療法が面倒である（p=0.006）」に有意な差があった。生きがいについての2群間におけるアンケート項目（病気、食事療法）では、「病気について話せる場がない（p=0.001）」、「食事療法に必要な食材が簡単に手に入らない（p=0.002）」に有意な差があった。

再入院の患者はHbA1cのコントロール不良による入院が多いと思われたが、定期的な教育入院の患者も含まれていたため維持・改善群の患者も多かった。HbA1cの維持改善群と悪化群の比較ではPAID得点、行動変容段階、アンケート項目において有意な差はみられず、セルフケア行動が困難であった要因を明らかにすることはできなかった。しかしPAIDと食事療法に対する姿勢・環境、行動変容段階と生きがい及び食事療法に対する

姿勢・環境、生きがいと食事療法に対する姿勢・環境には関連がみられた。

今回の4症例の維持改善群では、PAID得点が低い、服薬が守れている、家族の協力度が高いという特徴があり、悪化群と対照的であった。

【結語】

セルフケア行動を実行していくのが困難である要因を明らかにすることはできなかった。しかし、セルフケア行動を実行していくためには、生きがい、食事療法に対する姿勢・環境が重要であることが示唆された。

糖尿病性腎症患者への栄養指導における食品計量実習の有効性 — SF-36v2からみたQOLを指標として —

博士前期課程（食物栄養学専攻） 大 西 由 起

【背景・目的】

日本透析医学会は、2011年より透析導入患者の原疾患の第一位が慢性糸球体腎炎に変わって糖尿病性腎症になったと報告した。糖尿病性腎症から透析導入への移行を防止するためには、早期の厳格な血糖・血圧管理が重要であることから、患者自身が食事療法に関心をもち、適正な摂取量や味付け方法を理解することが必要である。特に、様々な困難を伴う高齢化した患者に対しては、より効果的な栄養指導方法の開発が求められている。

本研究では、A病院に通院する糖尿病性腎症第2期以上第4期までの患者26名（平均年齢：対照群69.1歳、食品計量実習群65.9歳）を対象に、食品計量実習を取り入れた栄養指導（食塩制限、蛋白質制限、エネルギー調整）を実施し、QOLの変化、食事療法の実施状況、食事摂取量、血液検査値を指標として、食品計量実習を行わず従来の栄養指導のみを行った対照群と比較し、その効果について検討した。

【調査・解析方法】

日本版SF-36v2アンケート調査（SF-36v2、認定NPO法人健康医療評価研究機構による健康関連QOLを測定するための専用用紙）、3日間の食事摂取量調査、血液検査値調査、食事療法の実施状況に関するアンケートを、各テーマ（食塩制限、蛋白質制限、エネルギー調整）の栄養指導時に行った。2群間の患者背景の平均の比較にはt検定を用いた。SF-36v2アンケートで得られた3つのサマリースコア（身体的側面PCS、精神的側面MCS、役割/社会的側面RCS）を、各テーマ（食塩制限、蛋白質制限、エネルギー調整）の指導時と3か月後について両群（食品計量実習群と対照群）の比較及び栄養指導前後の比較、食事摂取量と血液検査値の比較、各テーマの指導時と次回指導時における両群の比較、および栄養指導前後の値の比較を、2元配置分散分析反復測定法を用いて行った。食事療法の実施状況に関するアンケート結果は、各テーマの指導時と3か月後の2群間で、管理栄養士が指導した内容と患者の回答が一致している割合を比較するためにフィッシャー直接確率法を用いて分析した。

【結果・考察】

SF-36v2では、食塩制限指導後において、食品計量実習群は対照群より身体的側面（PCS）における平均得点が有意に上昇し、エネルギー調整指導後も、身体的側面（PCS）のQOLが上昇する傾向がみられた。これは説明のみではなく計量実習や試食をすることで、食品の選択・摂取方法・摂取量が具体的にイメージでき、行動しやすくなったことによるものと考えられる。この点において、計量実習は有効である可能性が示唆された。蛋白質制限指導後には、3つのサマリースコア構成要素（PCS・MCS・RCS）すべてにおいて両群間の平均得点に有意差は認められなかった。役割/社会的側面では、対照群の平均得点が上昇し、食品計量実習群は下降する傾向であった。エネルギー調整指導後には、役割/社会的側面（RCS）において、対照群の平均得点は下降し、

食品計量実習群は上昇する傾向であった。食事療法の実施状況に関するアンケートの両群比較では、管理栄養士の指導内容と患者の回答の一致する割合は、食塩制限・蛋白質制限指導後において、食品計量実習群には有意差がみられ、食品計量実習群の方が有意に高かった。食品の実物があることで把握しやすくなったのではないかと考える。各テーマの指導前後、両群間では有意差はみられなかった。

【結 語】

食品計量実習による食塩制限の栄養指導は、糖尿病性腎症患者の身体的側面でQOL維持向上に役立つ傾向があることが示唆された。

給食における予定献立に対する提供食栄養成分の精度 — ナトリウムについて —

博士前期課程（食物栄養学専攻） 梶原稚英

【背景・目的】

施設で提供される給食は、施設毎に給与栄養目標量が設定され、必要であると考えられる栄養成分を満たすように、栄養士や管理栄養士によって予定献立が作成される。この食事により、疾病の予防や治療効果が期待されている対象者もおり、予定量に準じた提供量であることが保証される必要がある。しかし、提供食中に含まれる栄養成分量（実施量）が献立中に含まれる栄養成分量（予定量）と同じであるという確証はない。予定量と実施量の差については、タンパク質及びカルシウムについて差が生じるとの報告が見られるが、ナトリウムについては、食材ごとの調理損失についての研究は見られるものの、提供食全体の実施量と予定量を比較した報告はなく、精度を上げるための系統的な改善策は未だに見られない。

そこで、本研究では、高齢者施設において、高齢者の有する疾患の上位を占める高血圧症や心疾患・脳血管疾患のコントロールに重要な栄養成分であるナトリウム量について、給食の予定量と実施量に差が生じているか否かを検討した。差が生じていた場合は、その原因を追究するとともに、給食の提供食における精度管理の必要性を検討した。

【方 法】

本研究に対して協力が得られた高齢者施設3施設から、連続した3日分の食事（1日3食）の予定献立と、その献立に基づいて調理・提供された常食計27食を収集した。それらを、1食毎にペースト状にし、550°Cで灰化処理を行った後、試料中のナトリウム量について、ICP発光分光分析機を用いて測定を行った。この結果より、ナトリウムの予定量と実測量の比較を行った。予定量と実測量の比較の解析には、2群間の対応のあるt検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果・考察】

今回調査した27食の実測量と予定量を比較すると、施設Kでは、実測量が多い傾向（ $p=0.051$ ）にあり、施設Pでは、有意な差は見られず（ $p=n.s.$ ）、施設Eでは、実測量が有意に少なかった（ $p=0.016$ ）。3施設を通じて、1食ずつの食事の予定量に対する実測量の増減の程度は-49%から+52%であった。これらを1日量で見ると、-1626 mg (-35%) から+760 mg (+27%) の範囲で差が確認された。

栄養計画がなされた食事提供は、可能な限り栄養成分量が一致したものが提供されるべきである。給食の栄養成分の精度を高めるには、献立作成時や調理・盛り付け時など各段階で、給食運営上生じる様々な差が出来る限り少なくなるように、現場の実状に沿った調理マニュアルの作成など施設内部の精度管理が必要である。さらに、継続的な徹底を図るために行政または民間団体の監査制度など施設外部からの精度管理の実施も望ましいといえよう。

【結 論】

本研究では、給与栄養目標量を基に作成された予定献立と提供食のナトリウム量が、3日間の平均は施設により差の生じ方が異なっており、1食ずつでは-49%から+52%の範囲で差が確認された。このことから、献立に対する提供食栄養成分の精度管理の必要性が示唆された。

発酵靈芝の血液流動性への影響

博士前期課程（食物栄養学専攻） 川 崎 朝 子

【背景・目的】

靈芝 (*Ganoderma lingzhi*) は古くから健康維持に役立つ漢方の靈薬として知られている。発酵靈芝は靈芝中に含まれる酵素を用いて自己消化したものであり、血圧低下作用の報告がある²⁾。そこで、メタボリックシンドロームモデル動物に発酵靈芝粉末を投与し、血液流動性およびその他生理学的影響を検討することにした。

【方 法】

Wistar系ラットを高フルクトース食 (58%果糖) 対照群 (HS (-) 群)、高脂肪食 (20%ラード) 対照群 (HF (-) 群)、およびこれらに5%発酵靈芝を添加したHS (+) 群、HF (+) 群の4群に分類し、5週齢時より7週間、実験食を水と共に自由摂取させた。

体重及び摂食量、血圧 (非観血式自動血圧測定装置 BP-98A-L : 株式会社ソフトロン) の測定を週1回行った。実験食投与期間終了時、腹部大動脈より採血し、血液流動性測定装置 (BWA-MC-FAN basic Ak-II型 : 株式会社菊池マイクロテクノロジー研究所、茨城) を用いて、全血100μLを流路 (シリコンチップ製: Bloody-7、サイズ7mm×14mm、流路数7845本、流路幅7μm、流路長30μm) に流し、モニターで観察しながらその通過時間の測定によって血液流動性を測定した。一般血液性状、血漿インスリン濃度 (イライザ法)、血中酸化ストレス (TBARS法)、及び腹腔内脂肪蓄積等を調べた。また、発酵靈芝熱水抽出物の抗酸化能についてTBA法を用いて調べた。

【結果・考察】

平均体重及び摂食量は各群間に差はみられなかったが、腹腔内総脂肪量はHS (-) 群と比較しHS (+) 群で有意に低下した。これは、靈芝摂取による遊離脂肪酸の放出抑制⁴⁾の関与が考えられる。発酵靈芝添加による血漿グルコース濃度の低下傾向がみられたのは、靈芝に含有されるガノデランの血糖低下作用⁵⁾が考えられる。MC-FAN法により全血100μLを流路に流した結果、発酵靈芝添加による血液流動性の亢進は示さなかったが、各群ラットにおいて各ラップタイムの平均値通過時間をクリアした動物数の比をみると発酵靈芝による改善効果がみられた。発酵靈芝熱水抽出物において抗酸化作用が認められ、発酵靈芝添加で血漿過酸化脂質も減少傾向を示したことから、血液流動性の亢進傾向がみられたのではないかと考えている。靈芝による尿酸低下作用⁶⁾があり、本実験でも発酵靈芝添加で尿酸は低下傾向を示した。これらの要因が発酵靈芝添加高フルクトース食群における血液流動性亢進傾向に寄与しているのではないかと考えられる。

【結 語】

メタボリックシンドロームモデル動物として高フルクトース食投与ラットに発酵靈芝粉末を与えて飼育したところ、これらのモデル動物の血液流動性は遅延し、発酵靈芝投与により血液流動性が改善する傾向がみられ、さ

らに腹腔内総脂肪蓄積量についても減少効果が観察された。今後これらの詳しい解析について検討が必要であると考えている。

【参考文献】

- 1) 西山緑、高橋雅典、間中研一 他:長寿関連ミトコンドリア遺伝子多型別にみた血液流動性と生活習慣病関連因子の検討、日本ヘモレオロジー学会誌、10, 9-15, 2007.
- 2) 伊藤久富、靈芝と発酵～発酵が靈芝の機能をアップする！～、FOOD Style 21, 12, 72-75, 2013.
- 3) S.W. Seto, T.Y. Lam, H.L. Tam, et.al., : Novel hypoglycemic effects of *Ganoderma lucidum* water-extract in obese/diabetic(+db/+db) mice. International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology, 16:426-436,2009.
- 4) 久保道徳、松田秀秋、田中基晴 他:靈芝 (*Ganoderma lucidum*, 子実体) の研究—マンネンタケ熱抽出エキスの実験的高脂血症に対する作用—、基礎と臨床 14, 27-32, 1980.
- 5) 関谷敦、江口文陽、河岸洋和 他:きのこの生理活性と機能、シーエムシー出版、2005, 248-258.
- 6) 伊藤浩子、柿沼誠、中田福佳 他:ラットの尿酸レベルにおよぼす靈芝 (*Ganoderma lucidum*) の影響、三重大学社会連携研究センター, 19 : 77-83, 2011-12.

糖尿病患者の食事療法への取り組みと感情負担感との関連

博士前期課程（食物栄養学専攻） 榊 原 美津枝

【背景・目的】

糖尿病治療では食事療法は欠かすことが出来ないが、その実施率は高いとは言えない。患者を支援する『栄養相談』では、管理栄養士は医学的判断に加え、患者の生活背景・理解力、病気や治療への感情等への配慮が不可欠である。患者が食事療法に対し、どのように負担感を持っているか調査し、食事療法への取り組みとの関連を検討し、『栄養相談』実施時における参考とする。

【方 法】

2013年10月～2014年1月、N病院糖尿病・内分泌内科に外来通院中で、同意を得た2型糖尿病患者122名を対象に、3つの要素から構成したアンケート調査を実施した。要素A「食事療法への取り組み」に関する質問、B食事療法についての「糖尿病変化ステージ分類」に関する患者自身の主観的評価による選択、C糖尿病問題領域質問表(PAID)の質問とした。

統計処理は、「食事療法への取り組み」の各項目について、因子分析(最尤法、プロマックス回転)を行い、各因子の因子得点と「PAID得点」との関係について、またHbA1cとの関連について相関係数を求め検定を行った。さらに変化ステージについても、「PAID得点」との関連について、それぞれ2群に分けフィッシャーの直接確率法により検定を行った。一方「食事療法の取り組み」について、多重ロジスティック回帰分析を行った。

【結果・考察】

「食事療法への取り組み」についての因子分析の結果は、4つの因子が抽出された。第1因子は『基本的な食生活の注意事項の実践』。第2因子は『血糖コントロール指標の認識』。また第3因子は『糖尿病食事療法の具体的な注意事項の実践』、及び第4因子は『栄養相談の受講』であると推測した。

PAID得点との関係においては、第1因子・第3因子及び第4因子に関して、有意な関連が見られ、食事療法への取り組み方が良いと、感情負担感は低くなる。あるいは感情負担感が低いほど、食事療法への取り組み方が良いことが示された。一方HbA1cとの関係においては、有意差はみとめられなかった。

変化ステージ2群とPAID得点2群に関しても、有意な関連がみられた($p=0.002$)。変化ステージに関しても、ステージが「維持期」へと進むと、PAID得点が低く、感情負担感が低い傾向であると考えられる。あるいは、感情負担感が低いとステージが「維持期」へと進みやすいと考えられる。

先行研究においても、食事療法の順守が良好であるほど、負担感が軽減されるという報告もある。

一方多重ロジスティック回帰分析の結果、「食事療法への取組み」に関する質問項目の「食事は主食・主菜・副菜を揃えて食べるよう心掛けている」(オッズ比0.26)と、「塩分を控えるよう心掛けている」(オッズ比0.37)、及び第2因子に分類された「自分のHbA1cの値を知っている」(オッズ比4.08)に関しては、PAID得点に影響する代表的な項目と考えられる結果が示された。その中で、『自分のHbA1cの値を知っている』患者は感

情負担感が高いという結果も示された。すなわちHbA1cの値に捕われ過ぎると、負担感が高まることを示していると考えられる。

患者が食事療法に取り組めないとき、管理栄養士は患者の感情負担感を読み取り、感情負担感を軽減するよう働きかけることが必要であり、患者が負担感を抱かないように支援し続けることが重要であると考えられる。

【まとめ】

管理栄養士は『栄養相談』において、常に患者の感情に留意し、食事療法を行う上での負担感を軽減することを考慮し、支援しつづけることが重要であると考えられる。

CKD保存期食事療法の腎機能障害進展に及ぼす影響

博士前期課程（食物栄養学専攻） 田 村 智 子

【背景】

日本における慢性透析患者数は2013年末の時点ですでに31万人を超え、なお増加しつつある。原因疾患は慢性腎炎、腎硬化症、糖尿病性腎症などの慢性腎臓病（CKD：chronic kidney disease：以下CKD）である。CKDはGFR（glomerular filtration rate：糸球体濾過量）によってG1からG5に5つのCKDステージに分類されており、さらにG3はG3aとG3bに分けられている。CKDの食事療法は適正エネルギー量、たんぱく質制限、食塩制限を基本としており、CKDステージ別に食事療法の基準が示されている。CKD 診療ガイドラインにおいて、加齢、高血圧、尿蛋白量の増加が腎機能低下と密接に関連のあることが示されている。しかし、長期間に渡り、腎機能と食事療法の関連を調べた研究は少ない。

【目的】

〇病院の過去4年間に食事指導を実施したCKD ステージG3aからG5の外来患者において、腎機能低下速度の違いにより、eGFR（estimated glomerular filtration rate：推算糸球体濾過量）、年齢、収縮期血圧、拡張期血圧、尿蛋白量、たんぱく質摂取量、食塩摂取量に差があるか、さらに食塩摂取量と収縮期血圧、拡張期血圧の関連を後ろ向きに比較検討した。

【方法】

対象はCKD治療中のステージG3aからG5の患者であり、研究期間中に24時間蓄尿の実施および、食事指導が実施できた69名を対象とした。研究期間は2008年から2012年までの4年間とした。研究開始時から1年ごとのeGFR、収縮期血圧、拡張期血圧、尿蛋白量、24時間蓄尿の臨床データを観察した。全症例の研究開始時から研究終了時までの1年ごとのeGFRを線形回帰分析により、eGFR回帰直線の傾斜（ $\Delta eGFR/\text{年}$ ）を算出し、その勾配を腎機能低下速度とした。腎機能低下速度の平均値にて腎機能低下速度が速いA群、腎機能低下速度が遅いB群の2群に分けた。2群の研究終了時のeGFR、収縮期血圧、拡張期血圧、尿蛋白量、たんぱく質摂取量、食塩摂取量を比較検討した。食塩摂取量1日6g以上群と1日6g未満群の2群に分類し、全症例、A群、B群において食塩摂取量の違いによる収縮期血圧、拡張期血圧を比較検討した。

【結果および考察】

対象の研究開始時の年齢は 59.9 ± 13.6 歳であった。A群においてeGFRは開始時から研究終了時において有意に低下していたが、B群には差はなかった。腎機能低下速度の違いにより、年齢、収縮期血圧、拡張期血圧、尿蛋白量、たんぱく質摂取量、食塩摂取量に差はみられなかった。また、食塩摂取量と血圧に関連はみられなかった。これらの理由として、A群、B群ともに同じように定期的に診察を受けており、24時間蓄尿結果に基づいた食事指導を受けて管理されている2群であったためと考えられた。そのために研究期間中の血圧が安定し

ており、尿蛋白量、たんぱく質摂取量、食塩摂取量ともに差がなかったことが影響しているのではないかと考えられた。さらに、本研究で調査しなかった血清尿酸値、血清リン値、BMI、喫煙の有無などの他の要因も腎機能低下速度に関連しているのではないかと考えられた。今後の課題として、24時間蓄尿を実施していない、食事指導を受けていない症例との比較検討が必要ではないかと考えられた。

大学女子ラクロス選手の栄養摂取・体組成の現状と栄養学的介入の効果について

博士前期課程（食物栄養学専攻） 中 橋 純 音

【背景・目的】

スポーツ選手が健康を維持しながら競技力を向上させるためには、トレーニングや適切な栄養による体づくりや体力づくりが重要である。しかし、大学生の運動選手の場合、学業や部活動のトレーニング、アルバイトなどにより十分な食事の時間が確保できていなかったり、一人暮らしであることなど、さまざまな要因により適切な食事がとれていいくつもの多く、栄養摂取状況が良好ではないことが多い。また、近年日本でも普及し始めたカレッジスポーツである、ラクロス選手に関する栄養摂取・体組成の現状や栄養教育の効果についての報告はまだまだ少ない状態である。そこで、本研究では大学女子ラクロス選手を対象として、栄養摂取・体組成の現状を調べるとともに、栄養学的介入を行いその効果を調べた。

【方 法】

対象者はともに関西ラクロスリーグに所属する、A大学女子ラクロス部の選手（介入群：Int群）とB大学女子ラクロス部の選手（非介入群：non-Int群）である。介入前の4月に両群に対し食事調査・身体測定を実施し、選手らの現状把握を行った。その後Int群には半年間にわたる栄養学的介入（集団栄養指導・合宿への介入）を行い、介入後として9月に4月と同様の食事調査・身体測定を行った。non-Int群には4月の調査後、栄養学的介入は一切行わずに9月に食事調査・身体測定を行った。Int群とnon-Int群において介入前（4月）と介入後（9月）の値を比較することで、介入の効果をみるととした。

【結果・考察】

介入前の選手の身体測定の結果から、選手の推定エネルギー必要量（2300kcal）とそれに伴う目標栄養量を算出し、選手の食事調査の結果と比較したところ、Int群もnon-Int群とともに推定必要エネルギー量に達していなかった。また、炭水化物、たんぱく質については不足しているが、脂質に関しては多く摂取しており、両群ともに栄養摂取状況は良好なものではなかった。また身長・体重に関しては、群間で有意な差はみられなかった。体組成では、non-Int群のほうが体脂肪量、体脂肪率が有意に高いという結果であったが、除脂肪量（LBM）はほぼ同じであった。

栄養摂取量について、Int群では介入前に比べて介入後では、夏にも関わらずエネルギー摂取量は維持されており、炭水化物エネルギー比（C比）は55.6%から58.0%に有意に増加し、より高炭水化物食となっていた。一方non-Int群では4月に比べて9月では有意ではないもののエネルギー摂取量が約200kcal減少傾向にあり、炭水化物摂取量は有意に45g減少していた。このことから、Int群においてはエネルギー摂取量、並びに炭水化物摂取量の低下の抑制に対して、介入効果があることが示唆された。

体組成については、Int群もnon-Int群も介入後（9月）に体重、体脂肪量、体脂肪率が減少し、LBMは維持されていた。よって両群ともに筋肉を維持したまま体を絞ることができていたと考えられる。しかし、non-Int群に

関しては、筋肉は維持されているものの炭水化物摂取量が有意に減少しているため、持久力の源である筋肉中のグリコーゲン量が十分でない可能性が考えられる。

【結 論】

女子ラクロス選手の栄養摂取の現状については、目標摂取量に達しておらず、不足気味であった。Int群では栄養学的介入により、食事が高炭水化物食となった。また、夏季でもエネルギー摂取量が減少せず維持されており、介入の効果を得ることができた。このことから、女子ラクロス選手においても栄養学的介入を行うことが、選手の食意識の向上や栄養摂取状況の改善に効果的であることが示唆された。

柑橘類搾汁残渣の脂質改善効果と プレバイオティクス効果について

博士前期課程（食物栄養学専攻） 西 村 優 希

【背景・目的】

産業廃棄物である柑橘類搾汁残渣の有効利用を目的としている。先行の研究で、夏みかんとはっさくの混合物である晩柑搾汁残渣熱水抽出物には、血糖上昇抑制作用、血漿と肝臓のコレステロールとトリグリセリドの上昇抑制効果およびin vitro条件下での**bifidobacteria**増殖促進効果が見出された。晩柑搾汁残渣が混合物であったことから、本研究では温州みかん(*Citrus unshiu*)、はっさく(*Citrus Hassaku*)とゆず(*Citrus junos*)の搾汁残渣を用いて熱水抽出物経口摂取による影響を検討した。

【方 法】

脂質改善効果は、Sprague Dawley系雄性ラットにコントロール飼料と高スクロース(HS)飼料、HS飼料に温州みかん、はっさくまたはゆずの単一柑橘類搾汁残渣熱水抽出物を添加した柑橘群飼料を与え28日間飼育した。

更に、プレバイオティクス効果をin vivo条件とex vivo条件で検討した。in vivo試験はSprague Dawley系雄性ラットに柑橘類搾汁残渣熱水抽出物を経口摂取させ検討し、ex vivo試験はWistar系雄性ラットの盲腸内容物を用いて試験管内で各搾汁残渣熱水抽出物を添加した培地と、ポジティブコントロールとしてラクトースを添加した培地を培養し**bifidobacteria**の菌数を比較した。

【結果及び考察】

脂質改善効果の検討において、温州みかん搾汁残渣熱水抽出物では、血清と肝臓におけるトリグリセリドの低下がみられた。一方、はっさく搾汁残渣熱水抽出物では、血清トリグリセリドと肝臓コレステロールの低下と血清HDLコレステロールの上昇がみられた。また、ゆず搾汁残渣熱水抽出物では、体重増加抑制と血清と肝臓のトリグリセリドの低下がみられた。温州みかんでは、糞便への脂質排泄量が有意に少なくなり、はっさくとゆずにおいても脂質排泄は促進されなかった。そこで、温州みかんとはっさく摂取後の肝臓PPAR α を測定したところ、はっさくの摂取でのみ增加を観察した。よって、はっさく搾汁残渣熱水抽出物の経口摂取による血清トリグリセリドの低下とHDLコレステロールの上昇は、肝臓PPAR α の増加によるものだと推測される。また、温州みかん搾汁残渣の摂取では肝臓中PPAR α が減少したが、一度増加したPPAR α がリガンドとなる脂肪酸が低下したため減少した可能性がある。

プレバイオティクス効果の検討においては、各搾汁残渣熱水抽出物でin vivo条件とex vivo条件の両方で**bifidobacteria**増殖促進効果が観察された。しかし、**bifidobacteria**の増加の程度はin vivo条件では各搾汁残渣熱水抽出物で増殖の程度に違いがあった。ex vivo条件では全ての搾汁残渣熱水抽出物でラクトースと同程度の増殖促進効果であった。このことからex vivo条件とin vivo条件で**bifidobacteria**が利用している物質が異なっていると考えられる。

【結 論】

温州みかんやはっさく搾汁残渣熱水抽出物の3%の添加では、脂質排泄は促進されないが、PPAR α を介して脂質代謝に影響を及ぼすことが示唆された。また、温州みかん、はっさくおよびゆず類搾汁残渣熱水抽出物中には、bifidobacteriaの増殖促進効果を有する物質が含まれることが明らかになった。

なお、本研究の内容は、平成26年12月第13回日本栄養改善学会近畿支部総会（於 京都）、平成26年5月第68回日本栄養・食糧学会大会（於 札幌）、平成25年9月第60回日本栄養改善学会学術総会（於 神戸）にて発表した。

インスリン抵抗性モデルラットの肝臓脂肪蓄積に及ぼす運動の影響

博士前期課程（食物栄養学専攻） 藤田佳那

【目的】

生活習慣の悪化は、メタボリックシンドロームなどの生活習慣病を引き起こす主要な原因となっており、その予防・改善には運動を取り入れることが推奨されている。そこで、本研究では、食餌性誘引インスリン抵抗性モデルラットとしてFFR (Fructose Fed Rat: FFR)^①、さらに遺伝性誘引インスリン抵抗性モデルラットとしてSHR (Spontaneous Hypertensive Rat: SHR)^②のインスリン抵抗性誘因の機序が異なる2種類の動物を用い、自由運動負荷の肝臓脂肪蓄積への影響を検討することを目的とした。

【方 法】

4週齢Wistar系雄性ラット、及びSHRをそれぞれ1週間の予備飼育後、実験に供した。5週齢時よりWistarは標準食群 (20%カゼイン食: Std群) と高果糖食群 (58%フルクトース食: FFR群) に分け、実験食を水とともに自由摂取させ、SHR (SHR群) には標準食を生理食塩水とともに自由摂取させた。ラットは運動群と非運動群に分け、非運動群は個別ステンレスケージ内で飼育、運動群はラット回転式運動量測定装置付ケージ (夏目製作所) にて自由運動を負荷した。

飼育期間中、運動群の時間区分毎の自発走行量観察とともに、各群の体重、摂食量、血圧の測定を週1回行い、また、11週齢時には糖負荷試験 (OGTT) を実施し、血糖値曲線下面積 (AUC) を算出した。12週齢時に、腹部大動脈より全採血し、採取した血液は一般血液性状とHbA1cの測定後、血漿の血液生化学性状検査を行い、インスリン濃度の測定、HOMA-Rの算出を行った。また、剖検による腹腔内脂肪分布状態の観察後、摘出した肝臓の脂肪組織の観察 (HE染色) を行った。尚、これらの実験はすべて神戸女子大学動物倫理委員会の承認を得て実施した。(承認番号: A45)

【結果および考察】

7週間の運動負荷により、いずれの群でも非運動群と比較して平均体重は減少した。肝臓重量は非運動FFR群で著しく高値を示し、また各群運動負荷により肝重量は減少した。腹腔内脂肪量の分布については運動負荷によりほとんどの部位で減少した (SHR群は減少傾向)。

血液性状は、各運動群でAST値が上昇したが、ALTにおいてはすべて基準値内であった。血清中の脂肪では運動により、T-choは減少傾向を示した (Std群とFFR群)。TGは非運動FFR群で高値を示し、運動により減少した (Std群とSHR群は減少傾向)。インスリン抵抗性 (HOMA-R指数) ではFFR群とSHR群で改善傾向がみられた。肝臓脂肪面積では非運動FFR群で著しく高値を示し、運動により減少した。

以上の結果により、食餌性誘引インスリン抵抗性モデルラット (FFR)、遺伝的誘引インスリン抵抗性モデルラット (SHR) いずれのモデルにおいても自発運動のインスリン抵抗性や脂質代謝の改善効果が認められたが、特にメタボリックシンドロームのモデルとして最もよく知られている食餌性誘引インスリン抵抗性モデルラッ

トであるFFR群で、高果糖食投与で著しい脂肪肝蓄積が発生し、この病態改善に運動負荷が特に有効であることが判った。

【引用文献】

- 1) I-Shun Hwang, Helen H, Brian B. H. et al : Fructose-Induced Insulin Resistance and Hypertension in Rats. *Hypertension* 10 : 512-516, 1987
- 2) Kwok JB, Kapoor R, Gotoda T, et al : A missense mutation in kynurenine aminotransferase-1 in spontaneously hypertensive rats. *J Biol Chem.* 277 (39) : 35779-82, 2002

高血圧自然発症ラット(SHR)における紅参、アスタキサンチン、カルニチンのACE阻害活性の検討

博士前期課程（食物栄養学専攻） 真 壁 明 里

【目的】

本研究では漢方生薬の紅参、天然色素成分のアスタキサンチン、および天然由来の食材から得られるカルニチンの血圧上昇抑制効果を高血圧自然発症ラット (SHR) を用いてそのACE阻害活性について検討した。血清及び臓器別ACE活性を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて測定、検討した。また、これらの試料がいずれもNO産生作用があるとの報告^{1) 2) 3)}、更にACE阻害とNO産生の関連性に関する報告⁴⁾もみられることから血圧上昇抑制効果の作用機序を明らかにするため、この点に関しても検討した。

【方 法】

in vitro 実験

12週齢のWistarラットの血清由来ACEを用いて紅参、カルニチンのACE阻害活性を検討した。基質としてトリペプチドのHip-His-Leuを用いて、血清に添加した紅参、カルニチン溶液による濃度別の馬尿酸生成量をHPLCで測定した。

in vivo 実験

日本エスエルシー株式会社より4週齢で購入した雄性SHRラットと対照としての雄性Wistarラットを1週間、固形飼料 (CE-2) を自由摂取させ予備飼育を行なった。その後、5週齢時より20%カゼイン食コントロール群、20%カゼイン食に紅参エキスを0.6%添加した紅参添加食群⁵⁾、20%カゼイン食にアスタキサンチンを0.2% (アスタリールパウダーとして添加166.7mg=アスタキサンチン3mgに相当) 添加したアスタキサンチン添加食群⁵⁾、20%カゼイン食に0.3%カルニチンを添加したカルニチン添加食群⁶⁾の4群に分類し、各々実験食を7週間自由摂取させた。飲料水は予備飼育期間、実験食投与期間を通して生理食塩水を自由摂取させた。飼育期間中、体重、摂食量及び血圧 (非観血式自動血圧測定装置BP-98A-L:株式会社ソフトロン) の測定を行った。実験食投与終了時の12週齢時に腹部大動脈より採血し、剖検を行った。これらのラットから得た血清や臓器 (肺、精巣、腎臓、肺静脈) のホモジネート液のACE阻害活性を測定した。また、市販のキット (同仁科学研究所(株)) を用いて血清中のNO₂-濃度を測定した。これらの実験はすべて神戸女子大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施した。(承認番号A46、A59、A61)

【結果及び考察】

in vitro 実験においてはACE阻害活性のIC50値を算出し、紅参 (IC50値は99.8±5.4mg/mL) 、カルニチンのACE阻害活性 (IC50値は0.33±0.03mol/L) が認められた。

in vivo 実験ではSHRラットの血圧 (SBP) で、コントロール群に比べ全ての添加食群で有意な低下が観察された。ACE活性についてはSHRラットの肺静脈血管ACEで紅参食群が有意に減少させた。また、カルニチン食群は血清中NO₂-を有意に減少し、アスタキサンチン食群にも減少傾向がみられたことから、SHRの血圧上昇抑

制作用には紅参ではACEがはたらき、アスタキサンチンとカルニチンではNOが関連しているのではないかと推測された。

【まとめ】

今回投与した紅参、アスタキサンチン、およびカルニチンはSHRラットにおいてのみ血圧上昇抑制効果をみせた。また、部位別ACE活性の阻害については肺静脈血管ACEが紅参食群で有意に阻害を示した。また、カルニチンについては血清中 NO_2^- の有意な減少、アスタキサンチンについては減少傾向があった。以上の結果から、紅参はACE阻害活性による、カルニチン、アスタキサンチンについては NO_2^- の減少が血圧上昇抑制効果となつたと結論付ける。

- 1) 今西敏雄、池島英之、黒井章央ら：生体内NO動態に及ぼすAngiotensin IIの影響：カテーテル型NOセンサーによる影響。日本脈管学会47、397-402. 2007.
- 2) Palmer R, Ashton D, Moncada S : Vascular endothelial cells synthesize nitric oxide from L-arginine. Nature 333, 664-666, 1988.
- 3) Hussein G, Goto H, Oda S, et al : Antihypertensive potential and mechanism of action of astaxanthin: II. Vascular reactivity and hemorheology in spontaneously hypertensive rats. Biological and Pharmaceutical Bulletin 28, 967-71, 2005.
- 4) Sharma S, Aramburo A, RafikovSharma R, et al : L-Carnitine Preserves Endothelial Function in a Lamb Model of Increased Pulmonary Blood Flow. Pediatric Research 74, 39-47, 2013.
- 5) 阪井那津子：紅参、アスタキサンチン及びウコンがSHRの血圧及び血液流動性に及ぼす影響。日本ヘモレオロジー学会誌 13, 25-31, 2013.
- 6) Couturierl A, Ringseis R, Mooren F, et al. : Carnitine supplementation to obese zucker rats prevents obesity-induced type II to type I muscle fiber transition and favors an oxidative phenotype of skeletal muscle. Nutrition & Metabolism, 10-48, 2013.

ラットの生体内微量元素の同位体比に及ぼす運動の影響

博士前期課程（食物栄養学専攻） 宮 菜美華

【背景・目的】

生体内の微量元素は微量でありながらも生命維持には不可欠な物質であり、一定の最適な濃度で存在する¹⁾。しかし、そのバランスが失われると、生体内で特定元素の過剰蓄積や欠乏がおこり、疾病が誘発されることが知られているが²⁾、疾病の予防、改善に効果的であるといわれている運動がその濃度バランスや同位体比にどのような影響を及ぼすのかは解明されていない。安定同位体は自然界で一定の割合で存在するので、生態系の研究、食品の産地判別、資源探査において非常に重要な指標とされている^{3) 4) 5)}。そこで、多元素を同時分析でき、同位体比測定も可能である誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）を用いて9種類の元素（Mg、Ca、Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、Se、Pb）の定量を行った。

本研究では標準食（20%カゼイン食）を与えた標準モデルラットと高果糖食（58%果糖食）を与えた肥満モデルラットを用いて非運動群、運動群の生体内微量元素濃度を測定することにより、生体内微量元素への運動の影響を検討した。その中でも濃度変化が大きい元素に関しては同位体比の評価も行い、運動による標準食ラットの生体への影響と肥満モデルラットの病態改善効果についても比較検討した。

【方 法】

4週齢の雄性Wistarラットを1週間予備飼育後、標準食群と高果糖食群に分け、それぞれの群で非運動群と、ラット用自発運動ケージ内で飼育する運動群の4群を作成した。飼育期間中、水と食餌は自由摂取させ、体重測定と摂食量の測定を週1回、運動群の自発運動量（km/day）の観察を毎日行った。飼育期間終了後、麻酔下で採血を行い、肝臓、腎臓、血清を湿式灰化し、ICP-MSで微量元素濃度及び同位体比の測定を行った。

【結 果】

運動により標準食群、高果糖食群共に有意な体重減少（ $p<0.01$ ）、後腹壁脂肪重量の有意な減少（ $p<0.01$ ）が観察され、一般血液性状については標準食群で総コレステロールの有意な減少（ $p<0.05$ ）、高果糖食群で中性脂肪の有意な減少（ $p<0.05$ ）、総コレステロールの減少傾向がみられた。また、高果糖食運動群で耐糖能の改善がみられた。

生体内微量元素濃度をみると、標準食群の運動による有意な変動は腎臓中Pbの増加（ $p<0.05$ ）のみだった。一方、高果糖食群では、運動により多くの元素が有意に変動し、血清でMn、Se、Pb、肝臓でCa、Se、腎臓でMg、Ca、Mn、Fe、Zn、Pbが有意な変動を示した。変動が多かった高果糖食群から、差が顕著であった血清中Pbと腎臓中Mgの同位体を測定した結果、血清中Pb同位体比の $^{204/208}\text{Pb}$ と $^{204/206}\text{Pb}$ の間に相関がみられた。

【考 察】

両食餌群ともに、運動による体重と脂肪量の減少、一般血液性状における総コレステロールの減少、高果糖

食群では耐糖能の改善傾向がみられ、運動が病態の改善に繋がっていることが観察された。生体内微量元素濃度においては、標準食群では運動は大きな影響を及ぼさないが、高果糖食群では多くの元素が有意に変動し、肥満状態下の生体内では運動が微量元素濃度の変動に大きく関わっている事が示唆された。標準食群で腎臓中Pbの有意な増加 ($p<0.05$) と、高果糖食群で血清中Pbの増加傾向がみられたことから、運動により腎臓では重金属であるPbの排泄が低下し、体内にとどまり、血清中で増加傾向を示したことが予想される。また、高果糖食群の血清、肝臓、腎臓において、運動により抗酸化元素であるMn、Fe、Cu、Zn、Se濃度が有意に減少した。Mn、Cu、Znは抗酸化酵素であるSODに必要な元素であり、運動による酸化ストレスの亢進によって生じた活性酸素の除去のために生体内で使用され、濃度の減少を示したと考えられる。同位体比に関しては、血清中Pb同位体と運動量の関係に傾向がみられ、運動量の増加によって生体内のPbは血清中に蓄積しやすいことが示唆された。

【引用文献】

- 1) 落合栄一郎: 生命と金属. 初版、共立出版、東京、1991, 11-12.
- 2) 内山巖雄、東賢一: 環境中の鉛による健康影響について. モダンメディア(栄研化学), 55 (4) : 91-98, 2009.
- 3) 米田穣: 同位体で読み解く人類の進化と食生態. 化学と教育(日本化学会), 61 (7) : 354-357, 2013.
- 4) 大野剛、平田岳史: 誘導結合プラズマ質量分析法における元素定量及び同位体分析技術の進捗とその地球化学への応用. 分析化学(日本分析化学会), 53 (7) : 631-644, 2004.
- 5) 有山薰: 重元素同位体比を利用したコメの産地判別. 化学と教育(日本化学会), 61 (4) : 184-185, 2013.

高齢者の口腔体操プログラムによる 口腔機能の変化と食生活について

博士前期課程（食物栄養学専攻） 山 下 浩 美

【背景 目的】

近年、要介護認定者が急増し、平成24年度には介護保険導入時の約2倍にもなった。中でも要介護状態が軽度から重度に進行する事が問題となり、厚生労働省は、介護保険制度を改正して、「運動機能向上」「栄養改善」「口腔機能向上」を介護予防の中心に位置づけた。中でも口腔機能向上は低栄養や誤嚥性肺炎を防ぐだけでなく、ADL（日常生活動作）の維持にも重要とされている。咀嚼や嚥下の機能は身体機能と密接に関係することが報告されている。本研究では、身体トレーニングを行っている高齢者を対象に、口腔機能を評価し、身体機能との関連を調べた。また、口腔体操プログラム（P）の実施による口腔機能の向上や、身体的・精神的QOLとの関連、食生活との関連について調べた。

【方 法】

機能訓練教室に通う高齢者40人（男性13人、女性27人、平均年齢 76.3 ± 4.8 歳）を対象に口腔体操Pを1日3回、自宅にて9か月間継続した。

口腔体操P実施前、実施後3、6、9ヵ月目に、身体機能測定（下肢筋力、握力、平衡機能、柔軟性、歩行能力）と口腔機能評価及び咀嚼・嚥下等に関するアンケート調査、身体的・精神的QOLを調べるSF-8TMの調査を行った。口腔機能評価の項目は、①音節交互反復運動（「パ」「タ」「カ」の発音回数/秒）②反復唾液嚥下テスト（RSST：30秒間で3回の自発的唾液嚥下にかかる時間）、③唾液分泌量（60秒間の無刺激性唾液分泌量の測定）の3つの評価を行った。さらに、FFQg（食物摂取頻度調査）を管理栄養士の聞き取り調査によって行った。統計処理は、SPSS21.0を使用し、2群間比較の正規分布はt検定、非正規分布はMann-Whitney U検定、口腔機能の変化はrep ANOVA（Tukey）、アンケートは χ^2 検定またはFisher直接法、相関関係の正規分布はPearsonの積率相関係数、非正規分布はSpearman順位相関係数をそれぞれ用い、有意水準はすべて5%未満とした。

【結 果】

身体機能測定値（下肢筋力、握力、平衡機能、柔軟性、歩行能力）と口腔機能評価との間には有意な相関関係は認められなかった。口腔体操Pを9か月間継続する事により、音節交互反復運動の「タ」の回数が有意に増加した。また「パ」「タ」「カ」の回数は、初期値が小さいものほど口腔体操Pにより増えることがわかった。RSSTでは、嚥下にかかる時間が有意に短縮され、唾液分泌量は6ヶ月目から有意ではないが増加し、その後維持していた。アンケートから「噛む」群は、摂取エネルギーが多く、魚介類や漬物の摂取量が有意に多かった。摂取エネルギーとSF-8TMでは、全体的健康感及び活力に正の相関関係がみられ、摂取エネルギーが多くなると健康感や活力が高くなることが分かった。

【結 論】

身体トレーニングを行っている高齢者の身体機能と口腔機能との間には、関連が認められなかった。したがって身体トレーニングを行っていても、口腔体操Pは必要であることが示唆された。口腔体操Pの実施により、口腔機能は向上し、その効果は口腔機能が低下している者ほど大きく、有効であることが示唆された。

高温・高圧水系によるセルロースの溶解と それに続く構造形成に関する研究

博士前期課程（生活造形学専攻） 竹田真弓

【背景】

綿や麻などを組成するセルロースを一度溶解させ、再び形成したものがボレーヨンやキュプラといった再生セルロースである。セルロースは溶けにくい物質として知られているが、近年、超臨界状態の水によって溶解し、その後しばらく常温・常圧下で溶液は透明なまま、徐々に再生セルロースが析出していく¹⁾ということが報告されている。この超臨界状態での溶解状態や構造形成過程について明らかにするため、超臨界処理直後のセルロース水溶液をサンプリングし、その析出を時分割X線回折・散乱測定によって観察した。また、セルロースの構造形成過程については、水系溶媒中で疎水性の相互作用によって分子シートが形成し、それが積層する²⁾ことがこれまでの研究で分かっている。しかし、このような研究はコンピューターシミュレーションの研究や、実験的証明ではセルロースのアルカリ水溶液からのもの³⁾に留まっている。よって本研究では、実際にセルロース水溶液の析出を時分割X線回折・散乱測定によって観察した。水のみを溶媒としているため環境への負荷が少ない超臨界水処理セルロースであるが、その収率は7.5%と、ほとんどが熱分解してしまい、収率の向上が求められる。その他にも超臨界水処理条件には高温・高圧の高いエネルギーを要することから、この溶解条件の緩和も課題の一つとして挙げられる。

【実験方法】

高温・高圧水処理装置を用いて、セルロース（サルファイト法溶解パルプ）濃度5%、水95%に調整したスラリー2mlに、温度 395 °C、圧力220~280kgf/cm²、滞留時間0.26secの条件で溶解させた。その後、X線用セルに投入し、時分割X線回折・散乱測定を行った。高輝度X線回折・散乱は大型放射光施設 (SPring-8) のBL-40B2にて測定した。入射X線波長0.071nm、カメラ長 約60cm、露光時間は 120秒で測定を行った。超臨界水処理セルロースの溶解温度低下の試みとしては、結晶中に水分子を含み、溶解しやすいと考えられる水和セルロースを用いた。水和セルロースは乾燥履歴のないキュプラを希硫酸で加水分解させた後、濾過・洗浄を行い、820~850 (bar) に設定した高圧ホモジナイザー (GEA Niro Soavi NS10011 2k) で処理した。この水和セルロースで3%のスラリーを作成し、温度:275~365°C、圧力:220~280 (kgf/cm²)、滞留時間:0.57~35.43 (sec) で超臨界水処理を施した。超臨界水処理セルロースの収率向上には、水酸化ナトリウムを超臨界水処理前のセルローススラリーに添加し、その作用の観察を行った。実験条件は、水酸化ナトリウム濃度0.3~3.0%、原料セルロース濃度0.5~3.0%、温度295~395°C、圧力220~280 (kgf/cm²)、滞留時間0.12~6.72 (sec) の条件で実験を行った。

【結果・考察】

Fig.1に超臨界水処理したセルロースの高輝度X線回折・散乱測定の小角領域を示す。処理直後 (5min~15min) は凝集を示す立ち上がりは見られず、セルロースが溶解状態にあることが分かる。その後、小角領域の

散乱強度は著しく増加し、経時的にセルロースが会合したことが窺える。加えてFig.2に広角領域の高輝度X線測定結果を示す。セルロースII型の結晶ピークである(110)面と(020)面のピークが出現した。超臨界水処理直後(5min~15min)に観察されなかったピークが、時間の経過とともに発生し、特に(110)面のピークが最も速く観察されたことから、構造形成過程で先ず分子シートが形成することが示唆された。時分割X線回折・散乱測定によって散乱ピークの発生時間の差が構造形成過程におけるコンピューターシミュレーション研究の結果を強く裏付ける結果となった。また、溶解温度低下の試みでは、結晶中に水分子を含む水和セルロースを用い、温度と滞留時間の調整を行い、超臨界域より100°C近く低下させた290°Cでセルロースを溶解することが出来た。今後、滞留時間のコントロールをより精密に行うことが出来れば、溶解温度のさらなる低下も可能と考えられる。収率向上の試みとしては、セルロース原料濃度3.0%、水酸化ナトリウム濃度0.3%、になるよう調整し、超臨界状態の374°Cから30°C近く低下させた345°C、圧力を220~280(kgf/cm²)、流量0.5~1.0(ml/min)、滞留時間1.10~2.09(sec)で処理を行った。

その結果、溶融塩中の加熱されている箇所のパイプでの詰りが発生した。再度滞留時間を延長し実験したところやはりパイプが詰まり、溶解は確認できなかった。しかし、セルロースは分解しないで、ゲル化したためパイプが詰まってしまった。ゲル化しているとすれば、重合度や収率も高いということが予測される為、収率の大幅な向上が考えられる。

【引用文献】

- 1) Sasaki M, Fang Z, et al, *Chem. Res.* (2000), 39, 2883-2890
- 2) Miyamoto H, Umemura M, et al, *Carbohydrate Research* 344 (2009) 1085-1094
- 3) Isobe N, Kimura S, et al, *Carbohydrate Polym.* (2012), 89, 1298-1300

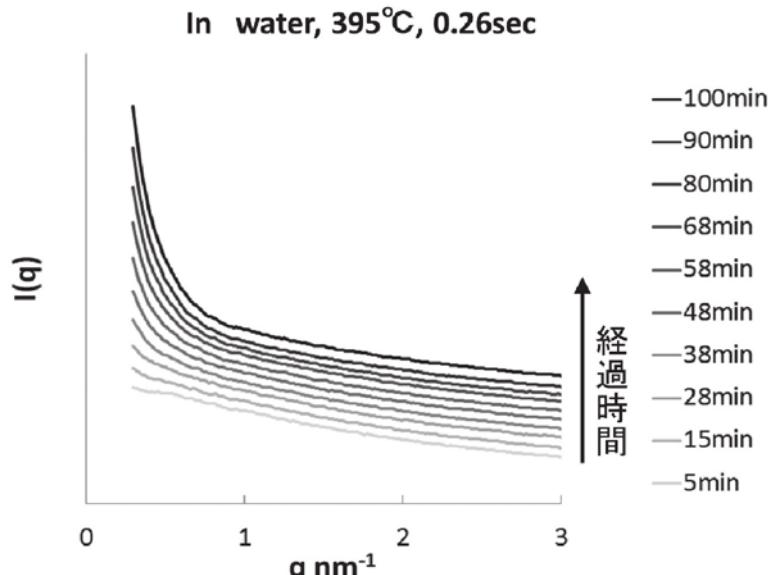


Fig.1 セルロース水溶液の高輝度X線回折・散乱強度測定結果 小角領域

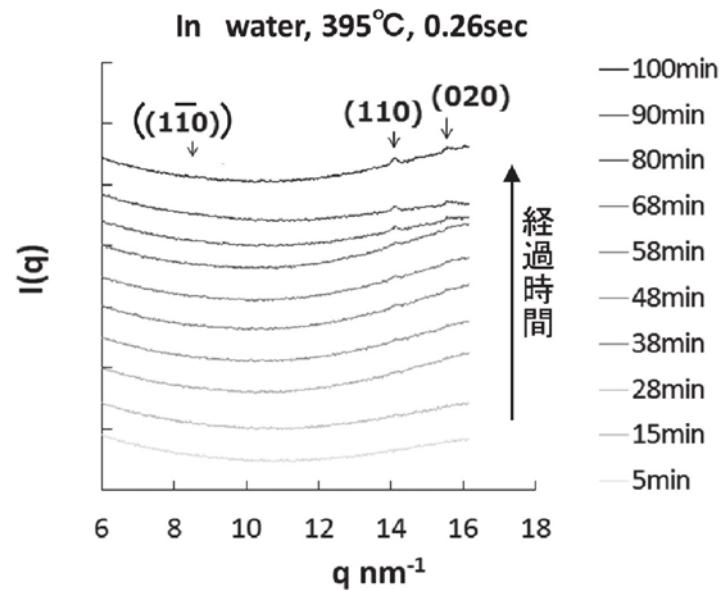


Fig.2 セルロース水溶液の高輝度X線回折・散乱強度測定結果 広角領域

女子大生を対象とした防災教育実践 —東日本大震災支援活動とゲーム教材における学生の評価—

博士前期課程（生活造形学専攻） 福濱彩乃

【背景と目的】

日本は、これまでに阪神淡路大震災や東日本大震災など地震被害が多く発生している。現在も余震が継続していることや今後、南海トラフ地震の発生が懸念されている中で、一人一人の防災に対する意識の向上が求められている。

これまでに、大学生を対象とした防災教育に関する論文には、高等学校や大学では拡大する行動範囲（生活圏）において遭遇する危険も高まる中、防災教育はあまり考慮されていないという問題点を指摘しており、知識や意識の啓発を主眼としたものが多く、大学生を対象としたより体験型の防災教育が必要であると考える。

そこで、本研究では、大学生を研究対象とし、神戸女子大学家政学部の学生が東日本大震災から2年半が経った時点（平成25年8月）での現地研修と仮設住宅で支援活動から学生の防災に対する意識の変化について調査する。また、この支援活動を通して、避難所の重要性が明らかになったため、避難所に着目したゲーム型の教材（避難所運営ゲーム：HUG）を取り入れた授業の実践とその評価について考察することを目的としている。

【研究方法】

研究方法は以下の2種類である。

- ①支援活動の調査対象者は、神戸女子大学家政学部の学生である。支援活動に参加する前後のアンケートから学生の防災意識とボランティア意識について調査し、比較する。また、1年以上が経過した平成26年12月に再度参加学生にアンケートを行い、支援活動の内容が学生のその後の生活にどのような影響を与えるかを調査する。
- ②HUGの調査対象者は、家政学科の2~4回生である。HUGを体験してもらい、アンケートから学習効果と課題を明らかにし、ゲーム教材の有効性について考察する。合わせて、東日本大震災の避難所運営経験者を対象に行ったヒアリング調査から避難所の運営方法や問題点を調査する。

【結果と考察】

1. 現地研修・支援活動

期間は平成25年8月25~29日の4泊5日で実施した。1日目は、福島県を訪問し、仮設住宅での交流会や飯館村、南相馬市を訪問した。2日目は、宮城県女川町、石巻、南三陸町、気仙沼の視察を経て、岩手県陸前高田市を訪問した。3日目は、学生がグループに分かれ、陸前高田市の仮設住宅14か所を訪問し、事前に企画していたお茶会、小物制作、ずんだもち作りを行った。

現地研修での講話は、学生の防災意識、特に避難に対する意識の向上につながった。また、仮設住宅で行った小物制作は、家政学を学ぶ学生が持つ知識と技術を活用でき、共に手を動かして作業をすることで、小物制作が交流を深めるためのツールとして有効であることが分かり、且つボランティアを通して遠隔地からでもでき

る支援について学ぶことができた。さらに、参加学生は、1年以上経過した後も、「家の防災対策を徹底するようになった」、「防災グッズを持つようになった」など行動の面での項目においては、大きな変化は見られなかったが、「震災関連のニュースを積極的に見るようになった」、「東北のものを購入するようになった」など情報面においては支援活動での学びが大きく反映されていた。

2. 避難所運営ゲームを活用した授業

静岡県で開発されている避難所運営ゲームは、避難者の名前、年齢、性別、家族構成、避難時の状況などが書かれたカードを避難者の持つ状況を考慮しながら、平面図に配置していくゲームである。学生は、4~6人のグループに分かれ、カードの読み上げ係、掲示板の記入、情報整理などの担当を決めてゲームを進めた。

学生は体験的に避難所運営を学ぶことができ、グループでの作業や避難者が少しでも生活しやすい環境が作れるよう配慮する方法を自ら考えることで、楽しく学ぶことができた。また、避難所運営の難しさを体験し、避難者の立場だけでなく、運営者側の立場で考えることも防災に対する関心を高めることにつながった。

3. 学校避難所の運営経験者へのヒアリング調査

学校避難所運営において、まず、学校の備蓄には、市町村によって大きく異なることや大船渡での調査からは、避難者が土足の状態となるなど避難場所の衛生面が指摘され、避難所の問題点が明らかになった。避難所の衛生状態を徹底するためのルール作りが必要であることも考えられる。

【まとめ】

現地研修・支援活動から、学生の防災意識とボランティア意識は向上し、その後の生活においても防災面で影響を与えることが示唆された。さらに、小物制作を取り入れた遠隔地からできる支援方法について学ぶことがボランティア意識の向上にもつながった。また、ゲーム教材を用いた授業は、避難者と運営側の両方の立場から避難所運営を体験的に学びながら、防災への関心が高まるという効果が期待でき、有効な教材であることが考えられる。

【今後の課題】

現地研修・支援活動では、事前準備に多くの時間が必要であり、また参加学生全員が参加することが困難であるため、一部の学生に負担が集中してしまったことから、役割を分担して行うことが望ましい。また、ゲーム教材を活用した授業では、時間を十分に確保する必要がある。さらに、ゲーム後に運営経験者の講話を入れるなどの事後指導の検討やヒアリング調査で得た避難所運営の問題点を新たな項目として取り入れると、より充実するのではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) 山口裕子、久木章江、石川孝重、伊村則子：防災力を高めるための防災教育に関する研究その7 都心に通う大学生を対象とした地震に対する意識と行動力に関する調査,日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) pp.767-768, 2005-9
- 2) 日野宗門：地震防災教育に関する考察－課題と提言－、地域安全学会論文報告集(5), pp.267-274, 1995-11
- 3) 高橋純一、布川奈津美：防災力を高めるための地震防災教育に関する研究－栃木県内中学校における地震防災学習プログラムの提案－、小山工業高等専門学校研究紀要第43号 pp.163-168, 2010

精神障がい者のための居住システムに関する研究

博士前期課程（生活造形学専攻） 前田泰子

【背景・目的】

日本の精神障がい者数は、推計320万人¹⁾とされる。これは、4大疾病（ガン、脳卒中、心筋梗塞、糖尿病）で最も患者数が多い糖尿病（約270万人）を大きく上回る。精神疾患による入院患者数は約30万人で、そのうち1年以上入院している者は約20万人²⁾であり、諸外国と比べて長期化している³⁾。そのため、国は「入院医療中心から地域生活中心へ」⁴⁾と施策展開しているが、「精神科病院における長期入院患者に関する調査」⁵⁾では、居住支援がないため退院が困難であるという割合が3割という結果がある。また、「精神病床の利用状況に関する調査」⁶⁾では、「状態の改善と居住先・支援の確保のいずれかが整えば退院可能となる患者」の割合は55%（統合失調症の場合）と、適当な居住環境が整っていないため、長期入院を余儀なくされている実態がすでに明らかにされている。

一方、精神障がい者は、長く医療の管理下におかれてきたため、急に自立した生活を一人で送るのは難しい。また、身体障がい者や知的障がい者とは違い、社会からの差別や偏見も、地域生活になかなか溶け込めない大きな要因である。

精神障がい者に関する研究として、医療・看護・福祉については多くされているが、居住に関するものは少ない。乙益ら⁷⁾が、精神障がい者のグループホームは知的障がい者のグループホームに比べて面積水準が下回ると、グループホームの住居水準の低さを指摘している。また、能勢ら⁸⁾が、グループホームの住宅性能から、精神障がい者は人との関係性によって日常生活が不安定になりやすいため、一元的な居住形態を用意するのではなく、共同生活や世話人との距離感は建築計画ならびに住戸の配置計画が重要であることについて明らかにしている。また、蓑輪⁹⁾が、家族会への意識調査から居住における課題を行っているが、当事者や家族の意見は少ない。

そこで本研究は、これまでの既往研究で対象とされることが少なかった精神障がい者本人（以下、当事者と記す）と家族に着目して、居住環境の実態や要望を把握し、精神障がい者が将来的にどのような暮らし方を求めているのかを把握することを目的とする。あわせて、精神障がい者の今後の居住システムを考えるために参考資料として、日本国内の先進的事例を調査する。

【方 法】

本研究の研究方法としては、精神障がい者（当事者）と家族の現状や居住環境の実態と課題を把握するため、公益社団法人兵庫県精神福祉家族会連合会（以下、家族会と記す）の協力を得て、所属する家族にヒアリング調査（4事例）、会員に郵送によるアンケート調査を実施した。郵送調査対象者は、家族会会員の半数550名で、当事者からは171件（回収率31.1%）、家族からは232件（回収率42.2%）の回答が得られた。調査時期は2014年11月～12月である。また、事例調査として、精神障がい者の就労支援を行っている法人の管理担当者に、2013年9月～2014年9月に3事例のヒアリング調査を行った。

【結果・考察】

1. アンケート調査の結果

(1) 回答者の概要

当事者の年齢は20歳代から70歳代以上にわたり、40歳代が39.8%と一番多く、次に30歳代24.6%、50歳代17.5%と壮年層が占めている。これは、精神疾患の発症が10代後半から30代前半とおそらく、病気の特徴として、長期的な治療が必要であるからだと考えられる。

家族の年齢は70歳代以上が50.4%、60歳代29.7%と、高齢化しており、親亡き後の問題が切迫しており、早急に取り組まねばならない課題であることを示している。

(2) 居住実態

当事者の現在の住まいは、「家族と同居」が81.0%と最も多く、「一人暮らし」9.5%、「入院中」6.0%、「施設（グループホームなど）入居」3.4%である。「家族と同居」のうち81.7%の当事者が親と同居しており、居住形態は持ち家が多く、持ち家で戸建ては71.7%を占める。

日中生活の過ごし方としては、「作業所や通所施設」に通う人は65.5%で、「通院」43.9%、「ほぼ在宅」の人が37.8%おり、かなりの時間を家の中で過ごしていることを示している。このことは、健常者よりも、より住空間の質の重要性を浮かび上がらせると考える。

(3) 当事者や家族が望む居住環境

家族に「親亡き後心配な事柄」を問うと、「経済面」74.8%、次に「症状の悪化」54.6%、「食生活」50.9%の順に多い。症状により就労している当事者が少なく、障害者年金の額は少額なので経済的な不安は強い。また、病気の特徴として症状に起伏があるため、家族はいつ再発するのか、悪化した場合はどうするのかという不安を感じていることがわかる。

「親亡き後、どのような暮らし方が好ましいか」と当事者に聞いたところ、56.0%の人が「今の家に住み続ける」と答え、「施設に入る」と回答したのは22.9%と少ない。また、現在、家族と同居している人や一人暮らしの人は、「今の家に住み続ける」と8割の人が回答して、家族と同居している人は、親亡き後も自宅に住み続けたいという傾向が強い。

家族に、「親亡き後、本人にとってどのような暮らし方が好ましいと思うか」と聞いたところ、「当事者・家族の持家に住み続ける」47.4%、「施設に入る」40.7%、「入所施設」28.7%と回答があった。前述の当事者が、「施設に入る」と回答した人が2割であるのに対し、思いが異なる。ケアの立場に立つ親はケアサポートの必要性や症状悪化の時を考えてケアホームや施設を希望する人が多いのではないかと推測される。

(4) 今後の居住環境への要望

当事者や家族の主な意見として、「支援者が近くにいてほしい」こと、「行政からのサポートがほしい」ことなど、支援者や行政のサポートを求める声が多くみられる。

2. 家族へのヒアリング調査の結果

当事者と同居している家族、当事者が一人暮らしの家族にヒアリング調査を行った。当事者は統合失調症で、音や光に敏感であるため、静かな場所を探して家を購入したり、引っ越す人もいる。薬を飲み忘れたり、症状が重いときには、妄想や幻聴があらわれるため、いつ再発するか常に不安を抱えており、家族は当事者の症状が悪化しないように気をつかいながら暮らしている。また、将来の暮らし方については、親に代わるような信頼できる相談相手が近くにいることが必要だと強く考えている。

3. 日本の先進的事例調査の結果

紙幅の関係で省略。

【まとめ】

本研究より、精神障がい者の居住環境について、以下のことがわかった。

- ①当事者と同居している家族は、社会的偏見もあることで、当事者に気を遣いながら、非常に苦労しながら介護をし、当事者を考えて家を選んでいる。
 - ②当事者と家族は、経済面や行政からの支援を望んでいる。
 - ③親亡き後、当事者は現在の家に住み続けたいと考えているが、家族は施設に入居してほしいと考えており、当事者と家族では考えが異なる。
 - ④当事者は、プライバシーは確保したいが、気軽に相談できる支援者が近くにいることや、当事者同士コミュニケーションをとれるような場所も必要だと考えている。
 - ⑤地域の中で暮らしやすい環境として、様々な居住形態、医療・福祉のサポートを求めている。
 - ⑥空間的な配慮として、一人一室であること、騒音対策が施されていること、自然が多い場所、人の視線が気にならない家のつくりであることを望む傾向がある。
- 今後の課題として、社会的入院をしている当事者の要望を聞くことが研究上も重要と考える。

【注釈】

- 1) 内閣府:「障害者白書(平成26年版)」, 27頁, 2014
身体障害・知的障害・精神障害の3区分による障害者の概数は、身体障害者393万7千人、知的障害者74万1千人、精神障害者320万1千人となっている。
- 2) 厚生労働省:「患者調査(平成23年)」, 2011
- 3) OECD Health Data:「精神病床の平均在院日数推移の国際比較」, 2012
- 4) 厚生労働省:「精神保健医療福祉の改革ビジョン」, 2004.9
- 5) 厚生労働省:「新しい精神科地域医療体制とその評価のあり方に関する研究」, 2012
- 6) 厚生労働省:「精神保健福祉の更なる改革に向けて(今後の精神保健医療福祉のあり方等に関する検討会報告書)」, 2009
- 7) 乙益康二, 鈴木義弘:「精神障害者グループホームの住居水準に関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集」, pp.255-256, 2004.8
- 8) 能勢摩耶, 八藤後猛, 中田彈:「精神障害グループホーム居住者の住宅性能に対する意識調査, 川崎市内におけるグループホームを対象として」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.485-486, 2012.9
- 9) 萩輪裕子:「精神障がい者の居住支援に関する研究—家族会への意識調査を通じて—」, 日本福祉のまちづくり学会全国大会概要, 2014.8

銘仙きものを構成する被服材料学的要素と光沢との関係

博士前期課程（生活造形学専攻） 森 脇 彩

【背景・目的】

古代より光沢がある絹に対する憧れは強く、屑繭や玉糸を使用することで憧れの絹を大衆が着用できるきっかけとなった平織物が銘仙であり、大正～昭和初期と昭和30年代に大流行した。

石井らの研究¹⁾では、第二次世界大戦前後の銘仙の違いをMINOLTA社CM-3600d型の分光測色計を用いて光沢と色彩から捉えようとした。この測色計では明度とともに8°鏡面光沢も得られるとされているが、銘仙の光沢は捉えられなかったため、スガ試験機株UGV-5D型のデジタル変角光沢計を用いて、60°鏡面光沢度を測定した。分光測色計で得た明度と光沢計で計測した光沢度との関係から、戦前・戦後の銘仙の光沢度はともに明度に比例するが、戦後のほうが明度の割に光沢があるとしている。しかし、光沢計の校正用標準版の60°鏡面光沢の基準値91.0に対して、銘仙の測定値は1.1～4.0と小さく、信頼度も非常に低かった。

本研究では、①表面が平滑な物質用の光沢測定計で織物の光沢度測定が可能であるかを検証し、②測定の精度を上げて銘仙の明度と光沢度の関係を求め直し、銘仙の光沢に影響をおよぼす被服材料学的要素を探ることを目的とした。

【実験方法】

①表面の形状と明度・光沢との関係

表面形状の異なる物質と、表面形状が同じで明度の異なる紙試料および織物につなげるため繻子を試料とし、明度と60°鏡面光沢度を測定した。

②銘仙きものの光沢におよぼす被服材料学的要素：

戦前・戦後の銘仙24枚ずつを2枚重ねにし、光が試料の経糸に垂直に入射するように置き、銘仙の光沢度が最大となる45°鏡面光沢度を測定した。

明度と光沢度の測定には前記の機器を用いて、測定回数を増やして5ヵ所ずつ測定した。

【結果および考察】

表面の平滑な物質の光沢度は約80で、表面に凹凸があるそれは0に近い値が得られ、紙の光沢度は明度に比例し、繻子でも同様の結果となった。そのことから、光沢計での織物の光沢度測定は可能であることがわかった。

戦前・戦後の銘仙の鏡面光沢度と明度の関係のグラフに回帰直線を引いた結果、戦前の銘仙の回帰直線の傾きは0.0836で、戦後のそれは0.0896となった。信頼度はともに0.9以上と高く、戦前と戦後の光沢度はほぼ同じになった。しかし、石井らの研究¹⁾によると官能検査では戦前の銘仙のほうが戦後の銘仙より光沢があるという結果が出ているため、この違いの原因を被服材料学的要素から検討した。

嶋らの研究²⁾の中で戦前の銘仙は経・緯糸の色が異なり、戦後は同色であると報告していることに着目して、本研究に用いた銘仙を観察すると、嶋らの研究と同じ結果となった。本研究の試料の戦前の銘仙には、経糸が黒糸のものと、緯糸が黒糸のものの2種類が確認された。戦前の銘仙の明度と光沢度の関係を表す図に、この色糸使いの違いを塗り分けたのが図1である。明度15以上では回帰直線の上下にはっきりと分かれたため、次にその原因を探った。

図2は明度の割に光沢度が大きい試料、つまり回帰直線の上にある試料の光沢度を受光角を変えて測定した結果である。たて方向の測定では鏡面光沢と拡散反射の差が大きい山形のグラフに、よこ方向の測定では拡散反射と鏡面光沢との差が小さい平坦なグラフになっている。織物構造(図3)から、試料をたて方向に置くと、反射の多い白い緯糸に入射光が平行に当たるため鏡面光沢が多くなるが、経糸には垂直に光が当たり、本来拡散反射する光が黒色に吸収され拡散反射が抑えられたと考えられる。よこ方向測定では、黒い緯糸に鏡面反射が吸収され、白い経糸による拡散反射が多くなり、平坦なグラフになったと考えられる。図1の光沢度はたて方向で測定しているため、経糸に黒糸が使われている銘仙が回帰直線よりも上になったと推察される。

明度の割に光沢度が低い試料の構造からは、緯糸に壁糸やセーミ加工糸が使われていることや、数本おきに強撚糸が配置されている銘仙であるとわかった。つまり、光の入射方向に対して平行な緯糸にざらつきを出すための加工が施されていることで表面に凹凸ができ、拡散反射が多くなったと考えられる。

【結論】

表面の形状と明度・光沢との関係からは、デジタル変角光沢計で織物の光沢度測定が可能であることが明らかとなった。

測定の精度を上げて銘仙の明度と光沢度の関係を求め直すと、戦前・戦後とも光沢度は明度に比例し、かつ、光沢度はほぼ同じという結果になった。そして戦前の銘仙の光沢は光の入射方向に対して平行な糸と垂直な糸の色が光沢度に影響することが明らかになり、また、表面に凹凸加工を施すことにより明度の割に光沢度が低くなることが捉えられた。

【参考文献】

- 1) 廣岡史絵、岡本陽子、石井友梨、他：銘仙きものの光沢、日本繊維機械学会第66回年次大会講演要旨集、132-133 (2013).
- 2) 鳴千尋、岡本陽子、藏内美里、他：戦後の銘仙きものの色彩、日本繊維機械学会第65回年次大会講演要旨集、250-251 (2012)

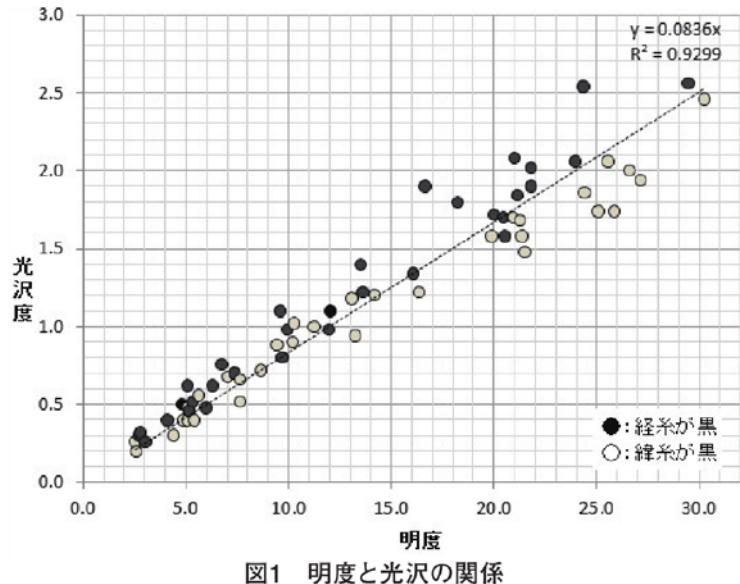


図1 明度と光沢の関係

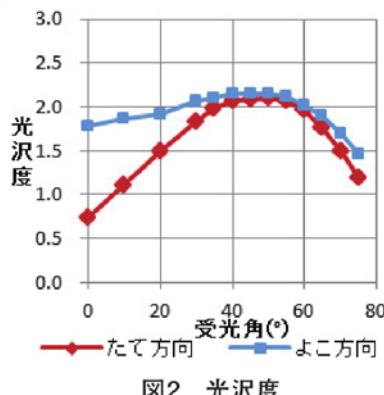


図2 光沢度

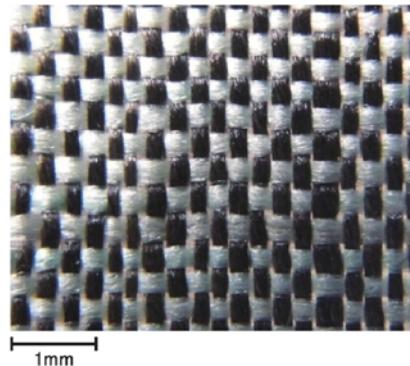


図3 織物構造の写真

神戸女子大学家政学部
卒業論文

平成 26 年度 管理栄養士養成課程
家政学科

平成26年度家政学部 卒業論文 管理栄養士養成課程

■置村ゼミ

- HepG2肝細胞において、グルコースはアミノ酸トランスポーターLAT1、4F2hcおよびSNAT2のmRNA量を減少させる 茶端 舞
C2C12筋細胞においてIGF-1はアミノ酸トランスポーターLAT1 mRNA量を増加させる 甲斐 法子
C2C12筋細胞においてIGF-1はアミノ酸トランスポーターLAT1 mRNA量を増加させる 栗山 果萌
C2C12筋細胞におけるSNAT2タンパクの検出
- グルコース有無によるSNAT2タンパクの増減検出のこころみ - 知野見芽生
C2C12筋細胞においてグルコースはアミノ酸トランスポーターLAT1、LAT3およびSNAT2のmRNAを減少させる 溝渕 麻子
C2C12筋細胞、HepG2肝細胞においてグルコースはLAT1レポーター遺伝子のルシフェラーゼ活性を増加させる 宮地 里佳
C2C12筋細胞において成長ホルモンはアミノ酸トランスポーターLAT1及びLAT3 mRNA量を変動させる 柳本 恵里

■小倉ゼミ

- 魚（カサゴ）の腸内細菌における胆汁酸変換について 阿部麻美子
魚（ハモ）の腸内細菌における胆汁酸変換について 出雲つばさ
タイの腸内細菌による胆汁酸変換について 尾籠 美晃
魚（カレイ）の腸内細菌における胆汁酸変換について 角井 美紅
アイゴの腸内細菌における胆汁酸変換への影響 菊井 佑夏
アコウの腸内細菌による胆汁酸の変換機能 田中 裕子
ガシラの腸内細菌による胆汁酸変換について 仲谷ゆかり
マアナゴの腸内細菌による胆汁酸変換について 吉本安耶香

■金子ゼミ

- 鉄欠乏の生体への影響 浅倉眞由子
鉄摂取不足における貧血と肝臓貯蔵鉄の関係 阿原美夏子
生活習慣病を救うリコピン 荒木 麻衣
鉄摂取不足における貧血と肝臓貯蔵鉄の関係 片山みつき
鉄欠乏の生体への影響 小山崎 円
マウスの貧血改善に及ぼす食品に関する研究 藤田 みほ
鉄摂取不足の貧血及び肝臓鉄量に対する影響 松園菜月美
貧血の改善におよぼす食品鉄の影響 水原 聰美

■狩野ゼミ

- In situにおける α -及び β -adrenergic blocker存在下でのオレウロペインアグリコン投与によるカテコラミン分泌への影響 秋山 実穂
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油、パーム油、ラード、牛脂、精製オリーブ油）の摂取による体熱産生への影響 稲田 薫
In situにおける γ -トコトリエノール、オレウロペインアグリコンおよび香辛料成分投与によるカテコラミン分泌への影響 久保 沙也
In situにおける γ -トコトリエノール、オレウロペインアグリコンおよび香辛料成分投与によるカテコラミン分泌への影響 原田麻梨奈
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油、パーム油、ラード、牛脂、精製オリーブ油）の摂取による体熱産生への影響 古田 敦子
In situ実験系における α -および β -adrenergic blocker存在下でのオレウロペインアグリコン投与によるカテコラミン分泌への影響 松田 夏美
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油、パーム油、ラード、牛脂、精製オリーブ油）の摂取による脂質代謝への影響 山田 紫帆
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油・パーム油・ラード・牛脂・ROO）の摂取による脂質代謝への影響 山本 理佳
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油・パーム油・ラード・牛脂・ROO）の摂取による脂質代謝への影響 今江佳菜美
エキストラバージンオリーブ油あるいは他の油脂（大豆油、パーム油、ラード、牛脂、精製オリーブ油）の摂取による体熱産生への影響 山野 綾女

■木村ゼミ

- 栄養価を考慮した豆粉パンの開発 - 美方大納言と手亡の利用 - 榎並 千紗
大納言と手亡に含まれる水溶性遊離型オリゴ糖の構造に関する研究 正願 智美
栄養価を考慮した豆粉パンの開発 - 美方大納言と手亡の利用 - 高辻 由貴
大納言と手亡に含まれる水溶性遊離型オリゴ糖の構造に関する研究 中屋ゆりえ
健康食品・アレルギー代替食品としての青えんどう粉の利用 橋本 知佳
美方大納言と手亡の粉末がベーグルの物性・食味性に及ぼす影響 壬生つばさ
美方大納言と手亡の粉末がベーグルの物性・食味性に及ぼす影響 本山 浩子
栄養価を考慮した豆粉パンの開発 - 美方大納言と手亡の利用 - 山本 真也

■栗原ゼミ

- アロエベラによる肌の保湿効果 入船 咲希
幼稚園児の弁当のご飯の位置と食習慣の関連 春日 菜摘
大豆のセカンドミール効果 佐野 仁美
コーヒーによる血糖上昇抑制 袖川 早紀
幼稚園児の弁当の野菜に関する調査 西川 来実
豆類摂取による発がん物質の体内吸収抑制作用 花田 奈央
コーヒーによる血糖値上昇抑制 原田 真純
大豆のセカンドミール効果 前田 成美

- 豆類摂取による発がん物質の体内吸収抑制作用 松田のぞみ
昆布と食酢の同時摂取における腎血管性高血圧（2K1C）モデルラットの血圧上昇抑制作用 丸山 紗季

■後藤ゼミ

- 低温スチーミング加熱によるブロッコリーのアスコルビン酸増加の検証 栗 麻南美
北海道産および長崎県産ジャガイモの品種と加熱法における遊離アミノ酸の比較 徳原 理緒
北海道産および長崎県産ジャガイモの品種と加熱法における還元糖含量の比較 増川 未季
北海道産および長崎県産ジャガイモの品種と加熱法によるフェノール物質含量の比較 村田 結
北海道産ジャガイモにおける食味評価と物理的性質と適する加熱法との関連について
～前年度との比較～ 山口 智子
70°C 低温スチーミング加熱によるブロッコリーのアスコルビン酸含量の変化 中野 朱理
長崎県産ジャガイモにおける食味評価と物理的性質と適する加熱方法との関連について
～前年度との比較～ 馬部 梓

■佐藤ゼミ

- 保育所における食物アレルギー児、特に牛乳・乳製品アレルギー児に対する給食献立の検討 佐藤 茜
保育所において食物アレルギー児に提供された給与栄養量
- 牛乳・乳製品アレルギー児に対する牛乳の代替食の提案 - 田崎 未佳
保育所における食物アレルギー児、特に牛乳・乳製品アレルギー児に対する給食献立の検討 畑中 由香
女子大学生の食行動と体型満足度に関する研究 明石 里紗
保育所において食物アレルギー児に提供された給与栄養量
- 牛乳・乳製品アレルギー児に対する牛乳の代替食の提案 - 丸尾 紗愛
自家製おにぎりと再利用ペットボトルの細菌数の変動 三浦 美優
自家製おにぎりと再利用ペットボトルの細菌数の変動 山㟢左也香
女子大学生の食行動と体型満足度に関する研究 山下 美希

■清水ゼミ

- 食事バランスガイドを活用したコンビニの食育について 鬼塚 瑞季
食事バランスガイドを活用したコンビニでの食育 末岡まゆみ
女子大学生の栄養摂取状況と食生活の実態 中川 淩
学生食堂における食事バランスガイドを利用した食育 二宮裕里香
学生食堂での食事バランスガイドを用いた食育 野田 侑伽
食事バランスガイドを用いたコンビニエンスストアでの食育 林 亜佳根
管理栄養士を目指す女子大生の食生活実態調査 藤原 桜子

■瀬口ゼミ

- 長芋を用いたグルテンフリーパンの製造研究 大田 菜央
過熟バナナを用いたグルテンフリーパンの製造研究 梶岡 里奈
干し芋を用いたグルテンフリーパンの製造研究ともち米（米：oryza sativa）を用いたグルテンフリーパンの製造研究 前田 麗華
各種アルギン酸の製パン性への影響研究結果、エージングによる米粉（小麦グルテン配合）による製パン性への影響研究結果 松田 早織
キサンタンガム添加小麦粉による製パン中のオープンスプリングの研究 元綱 彩乃
キサンタンガム（xanthan gum）を用いたグルテンフリーパンの製造研究 矢郷絵梨香
梗米（米：Oryza sativa）を用いたグルテンフリーパンの製造研究 山本 恵実
タマリンドシードガムを用いたグルテンフリーパンの製造 矢本 有紀

■高橋ゼミ

- 幼稚園児における野菜摂取状況 宇城 静香
高齢者施設の給食に関する研究 記虎 志帆
保育園児の野菜の摂取状況に関する研究 田原 みか
幼児の栄養摂取状況における食事摂取基準との比較 長石 梓
幼稚園児の食事摂取状況に関する研究 濱崎 夢見
幼稚園児における給食に関する研究 丸川 智実
女子大学生の排便状況と生活習慣・排便意識について 宮川 春香
保育園児における食事摂取状況について 森本 友香
事業所給食に関する研究 吉田 夏実

■竹中ゼミ

- 日本人女子大生におけるビタミンD受容体遺伝子Apa I多型と骨量面積率%の関連、及び生活習慣や身体状況が骨量面積率%に及ぼす影響について 加藤 早織
遺伝子型と生活習慣が骨密度に及ぼす影響 玉木 風香
若年期の運動習慣とVit. Dレセプター遺伝子型と日本人女子大学生の骨量面積について 津賀 夏美
ビタミンDレセプター遺伝子Apa I多型、及び母体・乳児期の体格、栄養、生活環境が骨量に及ぼす影響について 井口実咲希
ビタミンDレセプター遺伝子Apa I多型、乳児期の体格・栄養補給方法、成人後の体格が与える骨量への影響について 相良 茗子

■田中ゼミ

- 女子運動選手と一般女子における体組成の比較 網野多佳美
月経周期における体組成の変化と季節との関連 木下加奈美
冬から春への体組成の変化と食生活・生活習慣との関連 後藤あかね
春から夏への体組成の変化と食生活・生活習慣との関連 重留 未奈
身体活動量の季節変化が身体組成に及ぼす影響 多養 夕輝
冬・夏のエネルギー代謝の変化と食事との関連 中塚 結美

- 女子運動選手の季節変化による体組成の比較調査 廣瀬 志摩
食物摂取の季節変動と活動量との関連について 峯浦 紗希

■田村ゼミ

- 玄徳茶におけるアレルギー抑制効果をもつ成分について 阿部 夢以
ハスカップの食物アレルギー抑制作用は加熱によってどのように変化するか 有岡佐方里
アサイー果実による脱顆粒抑制成分の特定 岩原加奈恵
ハスカップの食物アレルギー抑制作用は加熱によってどのように変化するのか 功野 愛
玄徳茶におけるアレルギー抑制効果をもつ成分について 初田 沙季
アサイー果実による脱顆粒抑制成分の特定 松本 華苗
玄徳茶におけるアレルギー抑制効果をもつ成分について 山本 悠加

■土江ゼミ

- 糖尿病患者における臨床背景と食行動および感情との関連についての検討 加舎 侑花
II型糖尿病患者における心理的負担感と食生活習慣との関連 岸川 碧
糖尿病性腎症患者への栄養指導における食品計量実習の有効性
- SF-36v2からみたQOLを指標として - 小谷沙緒里
幼児の弁当の主食・主菜・副菜等の面積比と栄養素の関係性について 後藤田美和
低エネルギー菓子の検討 島田 藍子
糖尿病性腎症患者への栄養指導における食品計量実習の有効性
- SF-36v2からみたQOLを指標として - 藤井 見奈
低エネルギー菓子の検討 [I] 低エネルギー菓子の開発 [II] 糖尿病患者と非糖尿病患者の食習慣と嗜好についての実態調査 藤本 遥

■長澤ゼミ

- プレバイオティクスの探索—豆類オリゴ糖について 赤松美由紀
玄徳茶添加によるクッキーの酸化抑制に関する検討 上林 歩美
各種健康茶の機能性の検討 藤城 慶美
各種健康茶の機能性の検討 前田 千緩
大納言と手亡に含まれる水溶性遊離型オリゴ糖の構造に関する研究 山本 有美

■橋本ゼミ

- 乳幼児を持つ保護者の食意識と食行動について 千葉 桃子
箸の持ち方に関する意識調査 岡山明香里
幼児と保護者の食生活と共に食との関連 川崎沙也加
箸の持ち方に関する実態と意識 後藤 侑美
女子大学生の食生活調査～教育課程別に見る食生活に及ぼす影響～ 小林 歩
離乳食支援の現状とこれからの方針について 斎藤 遥
離乳食支援の現状と今後のあり方 鉄川 祥子
離乳食支援の現状と今後の支援体制について 長友由紀子

■林ゼミ

フランスの冷たいデザートについて	金沢 直佳
糖尿病の人のためのフランス料理	川上智佳子
フランス料理における鶏肉を使ったメイン料理について	桐山 茉巳
フランス料理におけるソースについて	小溝 希枝
フランスのチーズについて	曾根 彩花
紅茶に合うフランス菓子	西本 結衣

■廣澤ゼミ

朝食と学力の関係	上野 真穂
女子大生の月経周期に伴う健康実態調査	榎 安佳利
睡眠と心身状態について	岡本友紀恵
ストレスと食生活の関連性	片尾 舞香
食意識と食行動との関連、並びに健康への影響について	北村 真梨
女子大生におけるサプリメントの認識について	三好 茜
女子大学生におけるビタミン認知度	牟田口明夏

■堀田ゼミ

エンドウマメ莢熱水抽出物および食物纖維の健康増進効果について	岩橋由夏美
八朔搾汁残渣熱水抽出物経口摂取によるヒト腸内細菌の変動 - I	大谷 明菜
柑橘類搾汁残渣の健康増進効果について	大西 亜季
八朔搾汁残渣熱水抽出物経口摂取によるヒト腸内細菌の変動 - II	茂山香菜恵
FISH法（蛍光In Situ Hybridization法）による新規プレバイオティクスの探索 - はっさく搾汁残渣熱水抽出物 -	多賀野美帆
柑橘類搾汁残渣の健康増進効果について	中村 麻友
エンドウマメ莢熱水抽出物および食物纖維の健康増進効果について	山田 翔子
FISH法（蛍光In Situ Hybridization法）による新規プレバイオティクスの探索 - エンドウ豆莢食物纖維及び熱水抽出物 -	山本 美月

■安田ゼミ

特定給食施設における効果的な栄養教育の研究	今村 奈央
幼児の弁当の主食・主菜・副菜等の面積比と栄養素の関係性についてⅡ	大塚 華子
特定給食施設における効果的な栄養教育の研究	川田 美尋
特定給食施設における効果的な栄養教育の研究	田中 美桜
特定給食施設における効果的な栄養教育の研究	内藤 夕子
知的障がい者の食行動及び食意識の実態について	中村 麻実
幼児の弁当の主食・主菜・副菜等の面積比と栄養素の関係性についてⅢ	三谷めぐみ
知的障がい者の食行動及び食意識の実態について	柳瀬 奈未

■山本ゼミ

- Bifidobacterium longum* subsp. *longum* JCM 7052におけるLacI型制御因子による転写制御の研究 板谷 陽美
Bifidobacterium longum subsp. *longum* JCM 7052におけるLacI型の転写制御因子による転写制御について 小原 亜衣
Bifidobacterium longum subsp. *longum* JCM 7052におけるLacI型の転写制御因子による転写制御について 島末 稲子
Bifidobacterium longum subsp. *longum* JCM 7052におけるLacI型転写制御因子による転写制御の研究 八木こずえ

平成26年度家政学部 卒業論文 家政学科

■上野ゼミ

- 地域材を活かした木造応急仮設住宅と災害復興公営住宅 生駒 美樹
住まいとしてシェアハウスを選ぶ理由 浦川 千夏
地域審議会の取組み－共に育む「命の里」事業と美山ワークキャンプ－ 尾山加奈恵
全国自治体における屋上緑化の普及状況－推奨と助成制度について－ 柿添 泰子
和菓子とまちづくり 津崎 美子
ベビーカー利用に関する安全教室のプログラム開発 鳴瀧恵梨子
茶道に対する女子大学生の意識調査 福田めぐみ
ベビーカーの利用実態調査や走行実験の結果からみたベビーカー選びの提案 丸山 優美
公共交通機関におけるベビーカー利用に関する交通事業者の取り組みと
ベビーカー利用実態について－5年前の調査と比較して－ 八木 遥香
おしゃれなまち神戸における都市景観と保全のための地区の活動 横田 麟

■大森ゼミ

- 年代別の脳機能差について 池田 茉由
100Hue Testの検証～高齢者の白濁について～ 稲垣めぐみ
快適な靴を選ぶための足のサイズ理解の重要性 下西 佑季
歩行時の歩数・秒数と靴種類の関係について 名明 千佳
運針が脳機能に与える影響 宮川 里穂
歩行と靴～トラブルのない最適な靴とは～ 村井 由衣
理想の就職活動の靴 日木愛紗華
就職活動用の靴についての調査・商品提案 八木 梢
年代別 女性のパンプス選択基準 山田 瑞穂

■岡本ゼミ

- 産業・歴史・気候が兵庫県の民家の外觀に与えた影響 浅田眞理華
インテリアの歴史～古代から現代まで～ 石井野々花
銘仙黄金時代の資料から探る銘仙の概念 内山 恵理
卒論発表としての着物ショーの開催がゼミ生に与えた効果とは
～2004年からの10年間を検証する～ 大井千絵美
織物構造が銘仙きものの光沢に及ぼす影響 太田ちはや
神戸の異人館が周囲の住宅に及ぼした影響 大野 千恵
洋服の模様が戦後の銘仙模様に与えた影響 田中 真衣
「鞍襍」は夾纈染めであるということを立証する
～夾纈・板縞めの作品や型板の観察と鞍襍模様の再現による～ 野崎 史織
出雲大社と伊勢神宮の形の比較 波多野友里

■梶木ゼミ

- 小学生の身長と学校用机・いすの適合性からみた使用感と姿勢に関する研究
～神戸市立夢野の丘小学校・西須磨小学校の事例より～ 秋武 志歩
- 近代の須磨における財閥当主たちの邸宅暮らしに関する考察
～鈴木邸、住友邸、岡崎邸を対象として～ 泉 奈見
- 小学校における全児童を対象とした放課後の居場所づくりのあり方
～神戸っ子のびのびひろばにおける活動実態調査より～ 井手 典子
- 乳幼児と保護者が利用しやすい公園のあり方について
～神戸市東灘区における整備状況より～ 永樂 優佳
- 防犯と交通安全に着目した地域安全マップ活動のプログラム開発とその学習効果の検証
～神戸市立夢野の丘小学校における実践結果より～ 奥野 有紀
- 中高生のための居場所づくりの課題と今後のあり方
～神戸市内二か所のコミュニケーションスペースにおける利用実態調査より～ 嘉門 佐織
- 公園の禁止等看板からみた小学生のボール遊び制限の実態
～神戸市東灘区の街区公園・近隣公園を事例として～ 近藤 瞳
- リハビリテーションの維持期における居住環境に関する考察
～アクティブシニア層を対象として～ 定 奈央子
- 若者に防災・減災を意識づけるためのワークショップに関する研究
～防災ワークショップ「クロスロード」の実践結果より～ 堀尾 明未
- 小児がん専門治療施設「チャイルド・ケモ・ハウス」におけるボランティアの必要性と課題
～チャイルド・ケモ・ハウスの事例調査より～ 森田亜由美

■来海研究室

- 住宅の縁側空間についての研究 宇崎 玲奈
- 横浜と神戸の2都市比較研究 奥野 志織
- 「UR賃貸住宅」が注目されている理由についての研究
～UR都市機構の取り組みを中心に～ 叶 麻子
- インテリアから考える防災 鎌田 莉加
- 二世帯住宅の現状と提案に関する研究 白井 美咲
- 独立住宅における和室の変化と、今後のあり方についての研究 田窪真由子
- 商業施設の屋外共用空間の利用実態についての研究 堀江由起子
- エコロジーを重視した住環境の創造に関する研究 丸山 祐佳
- 環境と身体に優しい照明の在り方についての研究 森 理紗
- シェアハウスの現状と将来展望についての研究 森井沙也加

■十一ゼミ

- シルエットに及ぼすブラジャーの形態 - 乳がん術後の専用ブラジャー - 岩本 美紀
- スカートの変遷と流行に関する一考察 梶原 琴子
- 西洋における服装の変遷と日本の洋装化 - ジャケットを中心に考察する - 加藤久美子
- 歴史からみるコルセットの変遷 蒲地 仁美

既製子ども服の安全性について	工藤 茜
下着の変化における美の探求	中谷 那摘
子供服の誕生と流行	山田和佳奈
コルセットによって作りだされる美しい身体	若山 亜希

■高野倉ゼミ

着装被服における被服下の空気層に関する研究	井内 由紀
若年女性における下半身の細さに関する被服心理学的研究	奥 美由香
女性の皮膚弾力性と皮下構造に関する研究 - 若年者と高齢者の比較 -	川上 鈴奈
二段発酵茶が若年女性の皮膚性状におよぼす影響	田中 比菜
若年女性の上半身における形態的特徴	中村 美樹
若年女性の上半身における皮膚弾力性と皮下構造に環境条件がおよぼす影響	吉永 実路

■高橋ゼミ

Excelマクロを用いた熱伝導シミュレーション	石田 沙世
地産地消とフードマイレージ ~アンケート調査を中心に~	浦上 真季
生活の中に見る科学技術と超イオン導電体	奥村 佳子
掃除機の利用と省エネルギーについて	児嶋 慧
紫外線の肌への影響 ~学生の意識調査を中心に~	山東 裕美
家庭におけるLED電球の普及状況と省エネルギーについて ~アンケート調査~	高田 陽子
環境に配慮した調理法について ~学生の意識調査~	田中 紫織
生活の中の黄金比	富高みなみ
地球環境問題について ~アンケート調査~	西 梨沙
家事労働と家庭電気機器の普及について	田中 未穂

■田中ゼミ

安全で活動的な子供服について	河岸 美咲
家庭科教育における生涯・生活設計学習 ~考えさせる授業づくりを目指して~	小谷美香子
男性の育児休業取得について	小塙江里子
女性の社会進出に関する考察と高等学校学習指導計画への展開	盛林 実加
絵本の読み聞かせに関する子どもへの影響	竹村 恵彌
ミニスカートに対する男女の意識の違いについて	中塙 紗子
子供の孤食の現状と高等学校家庭学習指導計画	宮崎つぐみ
古代から現代における人と色とのかかわり	森 恵莉子
郷土料理から見る地域性と健康	吉田ゆき菜
男女が協力して家庭生活を営むための効果的な家庭科教育	旭 友理

■中西ゼミ

- 色・柄がもたらす着やせ効果について－女子大生の意識調査と視覚評価－ 新井 寛子
腹巻の使用実態 北村 侑可
視覚効果による着やせについて
－衣服（ネックライン・スカート丈・袖丈）・アクセサリーによる影響－ 小嶋 愛伽
リクルートシャツについて－カットソー素材と織物の比較－ 高橋 里枝
エシカルファッショントを広めるための提案－ヘンプに着目して－ 長久和架沙
障がい者に学ぶ水中運動用のユニバーサル水着の提案 西川 陽子
プリーツ技法によりスリムに見えることを目指したワンピースの制作 松本 美樹
ワンピースのストライプ柄が体形の見え方におよぼす影響
－着装シミュレーション画像を用いた視覚評価－ 水谷 樹
刺繍を広めるための教本制作「刺繡の世界」 溝口 育実
親子のコミュニケーションの場となる布絵本の提案－テーマ『ピクニック』－ 山内由佳子
家庭用刺しゅうミシンの縫製条件に関する検討と刺しゅうを使った小物の製作 永尾つばさ

■平田ゼミ

- 運動時における衣服圧の影響 上畠 梨紗
手指の末梢毛細血管と様々な刺激による血流反応 大坂真生子
蒸散量変化に伴う衣服内温湿度の変化
～温度を変化させながら吸湿性の異なる布による比較～ 大西 里奈
頸部にウォーマー着用時の寒冷刺激による四肢末梢の変化 大屋 佳世
神戸女子大学ラクロス部における熱中症予防 木寄早也圭
吸湿発熱素材を使用した衣服はどのような条件下で着用すると効果的なのか 児島 実加
柔軟仕上げ剤の好みによる睡眠の質の差について 松浦 知帆
局所温・冷刺激時の「温かさ・冷たさ」の部位差について 宮本万由美
若年女性の冷え症に対するハーブティーの改善効果 村知 優紀
衣服圧が子どもの身体に及ぼす影響について 山崎 一葉

■山根ゼミ

- セルロース/グルコマンナンフィルムの特性研究 有田 美咲
イオン液体に溶解して得た再生セルロースの物性と構造 境野真奈美
 α -キチン結晶の(020)結晶面の表面エネルギー 島北里佳子
再生セルロース親水性結晶面((110)面)の表面エネルギー 土井絵未菜
コンニャクグルコマンナンの特徴とその利用に関する研究 中村 愛
セルロースII型の疎水性結晶面エネルギーに関する研究 西島 菜摘
キチン/DMAc/LiCl溶液から得たフィルムの面配向挙動 藤本 佳奈
セルロースを発展させたピーリング剤 矢川 桂都
セルロース/イオン液体から調整した再生セルロースフィルムの特性 山中 智子

紀要編集委員

瀬 口 正 晴(編集委員長)

竹 中 優

中 西 正 恵

神戸女子大学家政学部紀要

第 48 卷

平成 27 年 3 月 13 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 48

MARCH 2015

CONTENTS

Review

- Studying Deterioration of Breadmaking Properties and Restoration of there on Frozen Dough Naomi MORIMOTO, Aya TABARA, Masaharu SEGUCHI 1

Originals

- A Monte Carlo Simulation Study of Mean Square Displacement in β -AgI Kazuhiro TAKAHASHI 18

- A Study to Determine the Nutritional Differences Between Nursery School Lunches and Home-made Meals Takako TAKAHASHI, Yoshiko KASAHIARA, Yuki SATO 27

Report

- Nutritional Assessment of Nursery School Meals for Infants with Food Allergies Chikako SATO, Katsumasa SATO, Naemi KAJIWARA 36

Abstracts

- Abstracts of Life Science Seminars 2014, Faculty of Home Economics, Kobe Women's University 48
Abstracts of Master's Thesis in 2014, the Graduate School of Life Science, Kobe Women's University 52

Lists of Graduation Thesis

- 2014-Dietician Training Course 89
2014-Department of Home Economics 97

Kobe Women's University

Suma, Kobe 654-8585, Japan