

The Mukogawa Journal of Nutrition Science Research

Mukogawa
Women's University

栄養科学研究

Research Institute for
Nutrition Sciences
Vol.12
2023



目 次

【原著】

健常成人における低糖質おはぎの血糖上昇抑制効果	小島 史子	1
-------------------------------	-------	---

【Note】

Study of alcohol dehydrogenase involved in alcohol fermentation by Basidiomycetes.	竹本 尚未	7
---	-------	---

第12回栄養科学研究所公開シンポジウム講演

トピックス

栄養支援科学部門 対面講座とオンライン講座参加者の食品摂取量評価	田中 弥生	13
食品栄養部門 より美味しく、より健康的な食品にできる米麴	松井 徳光	17
食育・人材育成研究部門 若年女性のヘルス・リテラシーとライフコースアプローチ	内藤 義彦	21
認知症予防研究部門 認知症予防教室参加者における身体組成と体力の経年変化について ...	渡邊 完児	25
高齢者栄養科学部門 地域在住高齢者における咀嚼力アップ運動の介入効果 －COVID-19前後の比較－	前田佳予子	29

投稿規定

原 著

健常成人における低糖質おはぎの血糖上昇抑制効果

Inhibition of Blood Glucose Level Elevation by
Low-Carbohydrate Ohagi in Healthy Adults

小島 史子^{1), 2)}, 山本 周美^{1), 2)}, 北村 真理¹⁾, 辻 久美子¹⁾

戸島 大作³⁾, 倭 英司¹⁾

Fumiko Kojima^{1), 2)}, Shumi Yamamoto^{1), 2)}, Mari Kitamura¹⁾, Kumiko Tsuji¹⁾

Daisaku Toshima³⁾, Eiji Yamato¹⁾

要 旨

糖質は血糖値をもっとも上昇させるため、糖質を多く含む菓子類は糖尿病患者において制限されることが多い。和菓子は小豆に砂糖を加えた餡ともち米から成り、菓子類の中でも高糖質食品である。そこで餡ともち米からなるおはぎで糖質の低減が実現できれば他の和菓子への汎用性が高いと考え、エリスリトールを主とした甘味料と大麦を配合した低糖質おはぎを作成し、食後の血糖上昇とセカンドミール効果について検討した。対象は健常成人12名とし、方法は低糖質おはぎ、通常おはぎのいずれかの試験食を単盲検、クロスオーバーにより摂取し、試験食の摂取開始150分後に食事を摂取し、血糖値を測定した。その結果、低糖質おはぎは通常おはぎの摂取と比較し、食後15～30分の急峻な血糖上昇を有意に抑制し、セカンドミール後の血糖上昇曲線下面積（IAUC）では有意に低値を示した。健常成人における低糖質おはぎの摂取は、食後の血糖上昇を抑制する可能性が示唆された。

【key word】和菓子、血糖値、大麦、エリスリトール、セカンドミール

英語要旨

[Aim] The aim of this study was to investigate the postprandial blood glucose response and second meal effect of low carbohydrate Ohagi prepared with barley and erythritol.

[Method] The subjects were 12 healthy adults. The method was a single-blind, crossover design in which subjects consumed either low carbohydrate or regular Ohagi as the test meal. After 150 minutes, subjects consumed the meal and their blood glucose levels were measured.

[Results] Low carbohydrate Ohagi showed a significantly lower rise in blood glucose levels 15 to 30 minutes after ingestion and a significantly lower glucose incremental areas under the curve (IAUC) after the second meal.

[Conclusion] Consumption of low-carbohydrate Ohagi in healthy adults was suggested to improve postprandial glycemic response.

Key words: Japanese sweets, blood glucose, barley, erythritol, second meal effect

1) 武庫川女子大学 生活環境学部 食物栄養学科

2) 共同第一筆者

3) 株式会社サザエ食品

連絡責任著者：倭英司

住所：〒663-8558 兵庫県西宮市池開町6-46

E-mail：yamato@mukogawa-u.ac.jp

電話&FAX：0798-45-9926

緒言

平成28年国民健康・栄養調査の結果では、「糖尿病が強く疑われる者」が1,000万人と過去最多となり、男性の16.3%, 女性の9.3%が糖尿病予備軍であることが報告された¹⁾。直近の令和元年の同調査では男性の19.7%, 女性の10.8%に糖尿病が強く疑われるとされ、高年齢層において高い割合で報告されている²⁾。

血糖値をもっとも上昇させる栄養素は糖質であり、特に単糖類やショ糖に代表される二糖類は消化吸収が早く、高血糖をきたしやすい³⁾。食後の急峻な血糖上昇、すなわちグルコーススパイクは動脈硬化を惹起する可能性が指摘されており⁴⁾、糖尿病患者は単糖類・二糖類を多く含む菓子類の摂取を制限されることが多い。実際に、「糖尿病食事療法のための交換表 第7版」⁵⁾では、嗜好飲料、アイスクリーム、煮豆、菓子パン、菓子類について、「砂糖を多く含むため血糖値や血液中の中性脂肪が高くなるなど、糖尿病の治療上好ましくなく、できるだけ飲食しないように」とされている。

近年、糖質量を抑えた低糖質食品が注目されている。砂糖の代わりに人工甘味料を使用した菓子類や清涼飲料水が開発されており、人工甘味料の中でもエリスリトールは、血糖やインスリンの分泌を増加させないことが報告されている⁶⁾⁷⁾。

また、血糖値上昇の抑制には、食物繊維の摂取も重要である。大麦は、食物繊維の含有量が多く食後血糖値の上昇を抑制する効果が確認されていることから⁸⁾、大麦の食品への利用について検討されている。これまで食後の血糖応答に対する研究で使用されている大麦入り食品は、米飯やホットケーキ等が報告されているが⁹⁾⁻¹³⁾、我々の知る限り大麦含有の和菓子の摂取による血糖応答は検討されていない。

今回、株式会社サザエ食品と共同で砂糖不使用の餡を開発し、ごはん部分に一部大麦を使用した「低糖質おはぎ」を作成した。元来、おはぎは小豆に砂糖を加えた餡でもち米を包んだ高GI (Glycemic index) 食品である。餡ともち米は大福や饅頭など和菓子で広く用いられる材料であることから、これらを組み合わせたおはぎで低糖質が実現できれば、他の和菓子への汎用性が高いと考えた。低糖質おはぎを摂取した時と通常のおはぎを摂取した時とで食後の血糖上昇が異なるのか検証した。さらに、両おは

ぎを摂取した後の次の食事の血糖上昇への影響、すなわちセカンドミール効果¹⁴⁾¹⁵⁾も検討した。

方法

対象

本研究の実施にあたり、武庫川女子大学倫理審査委員会の承認を受けた (No. 17-58)。協力会社である株式会社サザエ食品に勤務する20歳以上50歳以下、BMI 30 kg/m²以下の男女から被験者を募集した。被験者に対しては「ヘルシンキ宣言」および「臨床研究に関する倫理指針」に従って、研究内容、方法等について文書および口頭で説明を行い、同意を得て実施した。

本研究への参加を希望した18名のうち、糖尿病の治療中である者、血糖上昇作用をもつ薬を服用している者、過去1年間の検査で耐糖能異常があることを指摘された者、空腹時血糖が70~100mg/dlの範囲外である者、妊娠中または授乳中である者は除外した。

前述の基準を満たした被験者16名を対象とし、日本Glycemic Index研究会のプロトコール¹⁶⁾に従って事前に包装米飯 (サトウのごはん小盛150g, サトウ食品工業) を用いた試験を2回実施した。その結果、空腹時を基準とした血糖値上昇曲線化面積 (IAUC) の差が25%以下であることが確認できた13名を本試験の被験者とした。

対照食と試験食

対照食は協力会社が市販しているおはぎ1個とした。試験食の餡の部分に砂糖の代用としてエリスリトール、スクラロース、還元水飴とトレハロースを使用した。エリスリトール⁶⁾⁷⁾とスクラロース¹⁷⁾は血糖を上昇させない甘味料である。還元水飴は糖アルコールであるため血糖上昇作用が緩徐であることが報告されている¹⁸⁾。トレハロースは二糖類であるものの血糖上昇が緩やかでインスリン分泌量も低いことが報告されている¹⁹⁾。生地部分にはもち米に対し30%の比率で大麦を配合した。大麦は食後血糖値の上昇抑制効果が複数報告されている⁹⁾⁻¹³⁾。今回は食感を維持するためモチ種の大麦を採用した。

対照食および試験食の1個あたりの栄養成分量を表1に示す。栄養成分は株式会社日本食品エコロ

表1 試験食、対照食の栄養成分

		試験食 (低糖質おはぎ)	対照食 (おはぎ)
生地量	(g)	36	24
餡量	(g)	54	36
エネルギー	(kcal)	127	125
たんぱく質	(g)	4.1	2.4
脂質	(g)	0.2	0.3
炭水化物	(g)	42.1	28.7
糖質	(g)	24.8	26.2
エリスリトール	(g)	6.3	0
食物繊維	(g)	17.3	2.5
食塩相当量	(g)	0.2	0.2

ジー研究所に依頼した。1個当たりのエネルギー量は同程度とした。また、低糖質おはぎにおいて、糖類（ブドウ糖、果糖、ガラクトース、ショ糖、乳糖、麦芽糖）は検出されなかった。

プロトコル（図1）

被験者を無作為にA・B群に割り付け、低糖質おはぎ、通常のおはぎのいずれかを単盲検、クロスオーバーにより摂取させた。第1試験日から3日以上の間隔をあけて第2試験日を設定した。被験者には測定前日および当日は禁煙、座位程度の仕事とし、激しい運動は禁止、測定前日20時から当日の試験食摂取開始まで12時間以上の絶食とした。

被験者には10時に対照食または試験食を水15ccとともに、5～10分かけて摂取させた。摂取後は後述する血糖測定が終了するまで絶食、禁煙とし、座位程度の仕事にとどめるよう指示した。

血糖測定は、試験食の摂取前（0分）、摂取開始後15分、30分、45分、60分、90分、120分後に指先穿刺により血液を血糖自己測定器（フリースタイルフリーダムライト、ニプロ社）のセンサーに吸入させることにより実施した。

セカンドミール効果を検証するため、試験食の摂取開始150分後（120分値の測定を終えた30分後）に糖質量50gの包装米飯（サトウのごはん小盛150g、サトウ食品工業）と、糖質量20gのおかず（気くばり御膳・鶏と野菜の豆腐ハンバーグ、ニチレイフーズダイレクト）、計70gの糖質を含む食事を水150ccと共に摂取させた。30分以内に食べ終えるよう指示した。摂取開始から180分後までの血糖値は

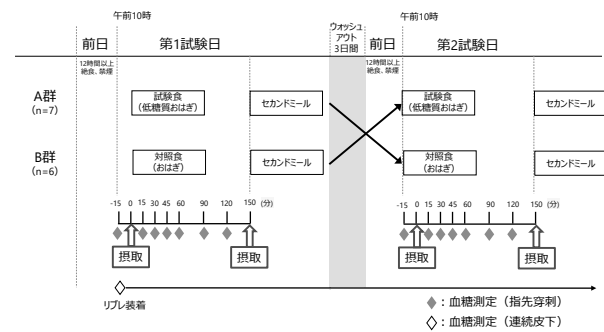


図1 プロトコル

グルコースモニター（リブレpro、アボットジャパン）により、皮下の間質液中のグルコース濃度を測定することにより予測し、15分ごとに記録した。

統計解析

Δ血糖値の経時変化の解析は被験者をブロック因子とし、試験食群と時間を因子としたフリードマン検定を行った。15～90分後のΔ血糖値の群間比較は、Bonferroniの補正を行い、 $0.05/5 \div 0.01$ を有意水準とした。15～180分後のΔ血糖予測値の群間比較についても、Bonferroniの補正を行い、 $0.05/8 \div 0.01$ を有意水準とした。IAUCを試験食群と対照食群で比較する際はウィルコクソン符号付順位和検定を適用した。統計解析にはIBM SPSS Statistics Ver.24(日本アイ・ビー・エム株式会社)を用いた。

結果

被験者13名のうち研究実施中に参加不能となった1名を除き、12名を解析の対象とした（表2）。肥満者が1名含まれていたが、BMI値は 25.1kg/m^2 と極端な肥満ではなかった。

表2 対象者の特性

n	(人)	12
性別	(男性/女性)	6 / 6
年齢	(歳)	38.7 ± 6.6
身長	(cm)	164.0 ± 10.6
体重	(kg)	59.4 ± 13.2
体脂肪率	(%)	26.9 ± 5.1
除脂肪量	(kg)	43.5 ± 10.3
BMI	(kg/m ²)	21.7 ± 2.3
	(やせ/標準/肥満)	2/ 9 /1
空腹時血糖値	(mg/dl)	87.2 ± 8.8

データはnまたは平均±標準偏差で示す。

やせ: BMI 18.5kg/m^2 未満

標準: BMI 18.5kg/m^2 以上 25.0kg/m^2 未満

肥満: BMI 25.0kg/m^2 以上

低糖質おはぎ摂食後の Δ 血糖値は、摂取開始15分後および30分後の血糖上昇が通常のおはぎよりも有意に低かった (図2 a)。すなわち、低糖質おはぎは食後早期の血糖上昇を有意に抑制することが示された。IAUCを比較した結果においても、低糖質おはぎの方が有意に低かった (図2 b)。

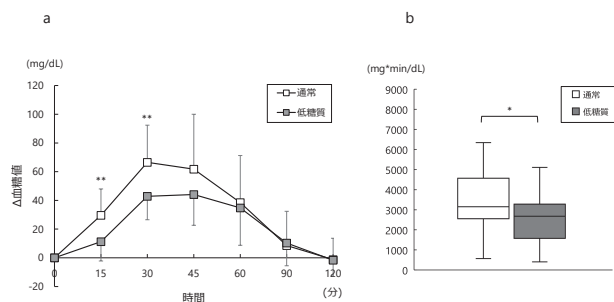


図2 試験食摂取による血糖反応
a: 通常おはぎと低糖質おはぎ摂取後の Δ 血糖値
b: 通常おはぎと低糖質おはぎ摂取後の血糖上昇曲線下面積 (IAUC)
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, 通常 vs 低糖質

次に、セカンドミール効果については、通常おはぎと低糖質おはぎの摂取で、後の血糖変動の予測値に有意差は認められなかったが (図3 a)、血糖予測値によるIAUCを比較した結果では、低糖質おはぎの摂取は通常おはぎ摂取後に比べて有意に低値を示した (図3 b)。

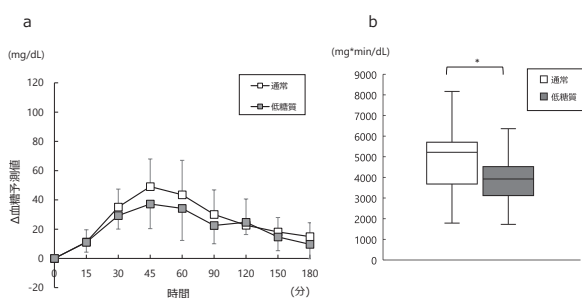


図3 試験食摂取後のセカンドミール効果の比較
a: セカンドミール摂取後の Δ 血糖値
b: セカンドミール摂取後の血糖予測値曲線下面積 (IAUC)
* $p < 0.05$, 通常 vs 低糖質

考察

今回開発した低糖質おはぎは食後早期の急峻な血糖上昇を抑制し、次の食事 (セカンドミール) の血糖上昇をも抑制する傾向が認められ、セカンドミール効果が得られたと考えられる。セカンドミール効果とは、初めの食事 (ファーストミール) で血糖値が低く推移することで、セカンドミール時の血糖上昇を抑制することである¹⁴⁾¹⁵⁾。本研究では、ファース

ストミールである低糖質おはぎの摂取が通常のおはぎよりも、血糖値の推移が低かったことが認められ、これらの結果をもたらした要因として2つのことが考えられる。第一の要因は、消化吸収が早く急峻な血糖上昇をもたらす単糖や二糖類 (砂糖) を使用しなかったことである。砂糖不使用にすることで不足する甘味はエリスリトール、スクラロースと還元水飴で補った。エリスリトールと還元水飴は糖アルコールであるため、吸収や代謝が緩慢であるため血糖値上昇を抑制する効果がある²⁰⁾。また、人工甘味料であるスクラロースは、低エネルギーであり体内で代謝されず、血糖値に影響を与えないことが報告されている²¹⁾。砂糖のもつ保水性はこれらの甘味料では不足するため、トレハロースを添加することで補った。これにより食味を損なわず、かつ糖質量を抑えるよう配合した。第二の要因は、低糖質おはぎのごはん部分に大麦を一部使用したことである。大麦は β -グルカン豊富に含むのが特徴である。 β -グルカンは食物繊維の一種であり、消化管内で強い粘性をもつ物質に変性するが、この粘性物質が糖の吸収を物理的に阻害するとされている²²⁾。低糖質おはぎにおいても大麦を取り入れることで、糖の吸収が遅延し、それにより血糖の上昇が抑制されたものと考えられる。また、 β -グルカンの摂取は食後の血糖上昇を抑制すると同時にインスリンの過剰分泌を抑える効果も報告されている⁸⁾。本研究では血中インスリン値の測定は行わなかったが、過剰なインスリン追加分泌が抑制されている可能性が考えられる。以上より、低糖質おはぎの糖質量の低減および食物繊維量の増加が、血糖上昇抑制に貢献することが示唆された。

糖尿病患者の3人に2人がおやつを摂取する習慣があり、その約50%が「毎日食べる」と報告されており²³⁾、現実的には菓子類の摂取の制限は難しいといえる。従って、菓子類の摂取を制限するのではなく低エネルギー甘味料を代替的に利用して一定量の範囲内で菓子類の摂取を認めた方が患者のストレスを軽減できる可能性がある。特に食事療法導入の初期段階においては菓子類の禁止ではなく、従来の菓子類からの置き換えが食事療法導入のハードルを下げるのではと推察される。

今後、このような低糖質と菓子が一般に普及することにより、食事療法を実施する糖尿病患者や肥満

者の菓子類の選択肢が増え、菓子類の摂取を制限されている方のストレス軽減、安心して食べられることによるQOLの向上に寄与できると考える。

本研究の限界として、健常成人12名という限られた人数を対象にした単回摂取の結果であったことが挙げられる。糖尿病患者を対象にした場合や継続的に摂取した時の影響について今後慎重に検討していく必要がある。また、低糖質おはぎの食味については、被験者が協力会社に所属しておりバイアスがかかる可能性から調査することができなかった。今後、一般成人あるいは糖尿病患者、和菓子を好む高齢者を対象とした検証が必要である。本研究の結果が、低糖質和菓子の開発、検証を開始する良い機会を提供する価値があると考えている。

利益相反

低糖質おはぎの作成および提供、被験者の参加は、株式会社サザエ食品に依頼した。

謝辞

本研究にご協力いただきました被験者の皆様と、低糖質おはぎの作成にご尽力いただきました株式会社サザエ食品に感謝申し上げます。

本研究は「産学官連携による西宮ブランド産品創出事業補助金」の助成を受けたものである。

文献

- 1) 厚生労働省：平成28年度国民健康・栄養調査報告，<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyuu/h28-houkoku.html> (2017年12月)
- 2) 厚生労働省：令和元年度国民健康・栄養調査報告，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html (2023年2月20日)
- 3) Wheeler ML and Pi-Sunyer FX.: Carbohydrate issues: type and amount. *J Am Diet Assoc*, 108: S34-39, 2008.
- 4) Bornfeldt KE and Tabas I: Insulin resistance, hyperglycemia, and atherosclerosis. *Cell Metab*, 14: 575-585, 2011.
- 5) 日本糖尿病学会編・著：糖尿病食事療法のための食品交換表 第7版，文光堂，2013，pp. 91.
- 6) Ishikawa M, Miyashita M, Kawashima Y, et al.: Effects of oral administration of erythritol on patients with diabetes. *Regul Toxicol Pharmacol*. 24: 303-

308, 1996.

- 7) 奥恒行: 低エネルギー糖質甘味料・エリスリトールの体内代謝と食品への応用. *栄養学雑誌* 56: 189-198, 1998
- 8) 青江誠一郎: 大麦β-グルカンの機能性について. *日本食生活学会誌*26: 3-6, 2015
- 9) 笹岡歩, 河本高伸, 青江誠一郎: 大麦粉含有ホットケーキの摂取による食後の血糖応答に及ぼす影響. *栄養学雑誌*73 (6): 253-258, 2015
- 10) 福原育夫, 池永武, 野口洋樹ほか: β-グルカン高含有大麦混合米飯の食後血糖応答とそのセカンドミール効果に及ぼす影響. *薬理と治療*41: 789-795, 2013
- 11) 青江誠一郎, 小前幸三, 井上裕ほか: 配合比率の異なるモチ性大麦混合米飯の摂取が食後血糖値に及ぼす影響. *日本栄養・食糧学会誌*71: 283-288, 2018
- 12) 青江誠一郎, 野口洋樹, 池永武ほか: 健常成人における大麦β-グルカン1g含有クラッカーの食後血糖応答に及ぼす影響—無作為化二重盲検プラセボ対照クロスオーバー比較試験—. *薬理と治療*42: 687-693, 2014
- 13) Ames N, Blewett H, Storsley J, et al.: A double-blind randomized controlled trial testing the effect of a barley product containing varying amounts and types of fiber on the postprandial glucose response of healthy volunteers. *Br J Nutr*. 113: 1373-1383, 2015.
- 14) Jenkins DJ., Wolever TM, Taylor RH, et al.: Slow release dietary carbohydrate improves second meal tolerance. *Am J Clin Nutr*. 35: 1339-1346, 1982.
- 15) Wolever TM, Jenkins DJ, Ocana AM, et al.: Second-meal effect: low-glycemic-index foods eaten at dinner improve subsequent breakfast glycemic response. *Am J Clin Nutr*. 48: 1041-1047, 1988.
- 16) 日本Glycemic Index 研究会：プロトコール（統一手法），<http://www.gikenkyukai.com/protocol.html> (2019年11月5日)
- 17) Steinert RE, Frey F, Töpfer A, et al.: Effects of carbohydrate sugars and artificial sweeteners on appetite and the secretion of gastrointestinal satiety peptides. *Br J Nutr*. 105: 1320-1328, 2011.
- 18) Secchi A, Pontiroli AE, Cammelli L, et al.: Effects of oral administration of maltitol on plasma glucose, plasma sorbitol, and serum insulin levels in man. *Klin Wochenschr*. 64: 265-269, 1986.
- 19) Yoshizane C, Mizote A, Yamada M, et al.: Glycemic and incretin responses after oral trehalose ingestion in healthy subjects. *Nutr J*. 16: 1-6, 2017.
- 20) 布施雅昭: 糖アルコールの特性と利用. *日本食生活学*

会誌 10: 2-6, 1999.

- 21) 斎藤雅文, 堀由美子, 中島啓: 人工甘味料と糖代謝—2000 年以降の臨床研究から—. 日本栄養・食糧学会誌 66: 69-75, 2013.
- 22) Thondre PS, Shafat A, Clegg ME.: Molecular weight of barley β -glucan influences energy expenditure, gastric emptying and glycaemic response in human subjects. *Br J Nutr.* 110: 2173–2179, 2013.
- 23) 糖尿病ネットワーク：糖尿病ネットワークアンケート「糖尿病患者さんの間食に関するアンケート調査結果」, <https://dm-net.co.jp/enquete/200902/03/> (2019 年11月 5 日)

Note

Study of alcohol dehydrogenase involved in alcohol fermentation by Basidiomycetes.

Naomi TAKEMOTO¹, Yuka SAMEJIMA^{2, 4}, Tokumitsu MATSUI^{1, 3, 4}

Keywords

Alcohol dehydrogenase, Mushrooms, *Lepista nuda*, Alcoholic fermentation, Ethanol production

Summary

Production of alcoholic beverages using basidiomycetes has been reported. Alcoholic beverages produced by these basidiomycetes have also been reported to have various functionalities possessed by basidiomycetes. The capability of basidiomycetes to produce alcoholic beverages through fermentation may provide advantages. Alcoholic beverages with functionality derived from basidiomycetes can be given added value. However, the basidiomycetes used for the production of alcoholic beverages have no common feature of family and genus. The superior basidiomycete for producing alcoholic beverages is unknown. In this study, a wide range of basidiomycetes with ADH suitable for alcoholic fermentation were screened using various mushroom mycelia. The results indicate that basidiomycetes have both ADH involved in ethanol synthesis and decomposition, and that mushrooms with only ADH involved in ethanol production may be suitable for alcoholic beverage production. *L. nuda* had a high specific activity of ADH involved in ethanol synthesis, and Native-PAGE showed only the active band of ADH involved in ethanol synthesis. From the perspective of ethanol production, ADH that consume ethanol are to be avoided, thus mushrooms with ADH primarily involved in ethanol synthesis are suitable targets for alcoholic beverage production.

Basidiomycetes are known to have the ability to alcohol fermentation, and have been reported to produce ethanol as biomass or produce alcoholic beverages (1, 2). Wine production makes use of *Schizophyllum commune*, and of significant importance in Japanese sake production is *Agaricus blazei Murrill* (3, 4). Wine production

makes use of *S. commune* as a member of the *Pleurotaceae* family, sake production makes use of *A. blazei Murrill* as a member of the *Agaricaceae* family. Additionally, white-rot fungi that produce bioethanol from cellulose have been reported (5). These basidiomycete families involved in alcoholic fermentation have nothing in common. In addition,

1 Food Science and Nutrition Major Graduate School of Human Environmental Sciences Mukogawa Women's University

2 Hagoromo University of International Studies, Human life studies

3 Mukogawa Women's University, Food Sciences and Nutrition

4 Mukogawa Joshi Daigaku Eiyo Kagaku Kenkyujo, Research Institute for Nutrition Sciences

Corresponding Author
Tokumitsu MATSUI

6-46 Ikebiraki Nishinomiya, Hyogo, JP 663-8558

Mail: tokamura@mukogawa-u.ac.jp

tion, fruit body are also recognized as an excellent source of nutrition as they contain high levels of vitamins B and D, and dietary fiber (6-8). Basidiomycetes are β -D-glucan-producing fungi (9) that have important antioxidant properties (10). Alcoholic beverages produced by these basidiomycetes have also been reported to have β -D-glucan addition and antioxidant activity (11). The capability of basidiomycetes to produce alcoholic beverages through fermentation may provide advantages. To explore this, the enzymatic activity of these basidiomycetes requires evaluation. An essential enzyme for alcohol production is alcohol dehydrogenase (ADH). Moreover, the alcohol concentration repeatedly increases and decreases when alcoholic fermentation is performed using *Flammulina filiformis* (12). This is because ADH in *F. filiformis* has the function of both ethanol production and decomposition. Its ADH activity can generally be measured spectrophotometrically using ethanol as substrate. This reaction interconverts ethanol with acetaldehyde in alcohol metabolism. For alcoholic fermentation, it is important to know the ADH activity in producing ethanol from acetaldehyde. In this study, a wide range of basidiomycetes with ADH suitable for alcoholic fermentation were screened using various mycelia.

87 strains (Table 1) owned by our laboratory were used as test strains. Inoculum for the cultures in liquid medium were obtained from mycelium grown on potato-dextrose agar (PDA). The liquid medium contained 1.2g of potato-dextrose broth (PDB) in 50mL tap water. Glucose (2%) was added to PDB (pH 5.4) and 50ml of the PDB medium added to 100mL Erlenmeyer flasks which were then sterilized by autoclave at 121°C for 20min. These were then inoculated with five mycelial pieces (5 × 5mm², cut from the PDA with mycelial growth) over at 25°C with shaking at 100rpm. The culture period was 14 days to allow sufficient growth of mycelium. Mycelia were collected on 67µm mesh sheets and washed with

Table 1. List of basidiomycetes in this study

Familly	Genus	Species	Identification number
<i>Morchellaceae</i>	<i>Morchella</i>	<i>esculenta</i> var. <i>esculenta</i>	33132
<i>Sarcosomataceae</i>	<i>Urnula</i>	<i>U. craterium</i>	30137
<i>Pezizaceae</i>	<i>Peziza</i>	<i>P. vesiculosa</i>	30324
<i>Sarcoscyphaceae</i>	<i>Wynner</i>	<i>W. gigantea</i>	5928
<i>Clavicipitaceae</i>	<i>Cordyceps</i>	<i>C. militaris</i>	8826
<i>Auriculariaceae</i>	<i>Auricularia</i>	<i>polytricha</i>	W9*
<i>Tremellaceae</i>	<i>Tremella</i>	<i>T. fuciformis</i>	8990
<i>Hericiaceae</i>	<i>Hericium</i>	<i>H. ramosum</i>	Sn-1*
		<i>H. erinaceum</i>	Ym-2*
<i>Polyporaceae</i>	<i>Polyporus</i>	<i>P. arcularius</i>	W122*
	<i>Coriolus</i>	<i>C. versicolor</i>	4937
		<i>C. versicolor</i>	W18*
		<i>C. versicolor</i>	W17*
		<i>C. versicolor</i>	6516
	<i>Grifola</i>	<i>G. frondosa</i>	4911
		<i>G. frondosa</i>	Mi-3*
		<i>G. frondosa</i>	Mi-2*
		<i>G. frondosa</i>	Mi-1*
		<i>G. frondosa</i>	C9
	<i>Laetiporus</i>	<i>L. sulphureus</i> var. <i>miniatus</i>	W8*
	<i>Lenzites</i>	<i>L. betulina</i> (L.:Fr.) Fr.	4963
<i>Ganodermataceae</i>	<i>Ganoderma</i>	<i>G. lucidum</i>	31863
		<i>G. lucidum</i>	8346
<i>Ganodermataceae</i>	<i>Ganoderma</i>	<i>G. applanatum</i> (Pers.) Pat.	Napa*
<i>Hymenochaetaeaceae</i>	<i>Cyclomyces</i>	<i>C. fuscus</i> Fr.	9789
<i>Pleurotaceae</i>	<i>Schizophyllum</i>	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6504
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6503
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6505
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	30496
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6502
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	30749
		<i>S. commune</i> Fr. : Fr	4929
<i>Bolbitaceae</i>	<i>Agrocybe</i>	<i>A. praecox</i>	30258
		<i>A. cylindracea</i>	Ya-1*
		<i>A. cylindracea</i>	Ya-2*
<i>Tricholomataceae</i>	<i>Flammulina</i>	<i>F. velutipes</i> Sing.	TR19*
		<i>F. velutipes</i> Sing.	SA-1*
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30599
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30494
		<i>F. velutipes</i> Sing.	7777
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30602
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30490
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30905
		<i>F. velutipes</i> Sing.	30875
		<i>F. velutipes</i> Sing.	W4*
	<i>Flammulina</i>	<i>F. velutipes</i> Sing.	KAKI*
	<i>Oudemansiella</i>	<i>O. radicata</i> Sing	9785
	<i>Armillariella</i> Karst.	<i>A. mellea</i> Karst.	7037
		<i>A. mellea</i> Karst.	30879
	<i>Hypsizygus</i> Sing.	<i>H. marmoreus</i> Bigelow	Bn-1*
	<i>Panellus</i> Karst.	<i>P. serotinus</i>	30526
		<i>P. serotinus</i>	W2*
	<i>Lepista</i>	<i>L. nuda</i> Cooke	8104
<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus</i> L.	<i>A. bisporus</i> var. <i>albidus</i>	7214
<i>Coprinaceae</i>	<i>Coprinus</i> Pers.	<i>C. disseminatus</i> S. F. Gray	7550
<i>Pleurotaceae</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>P. eryngii</i>	Er-1*
		<i>P. eryngii</i>	Er-2*
		<i>P. cornucopiae</i> var. <i>citrinopileatus</i>	32796
		<i>P. cornucopiae</i> var. <i>citrinopileatus</i>	Ta-1*
<i>Pleurotaceae</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>P. cystidiosus</i> subsp. <i>Abalonus</i>	Ka-1*
		<i>P. ostreatus</i>	Hr-24*
		<i>P. ostreatus</i>	Hr-21*
		<i>P. ostreatus</i>	Hr-23*
		<i>P. ostreatus</i>	30193
		<i>P. ostreatus</i>	7051
		<i>P. ostreatus</i>	30160
		<i>P. ostreatus</i>	W351-1*
		<i>P. ostreatus</i>	Hr-1*
		<i>P. ostreatus</i>	w351-2*
	<i>Lentius</i>	<i>L.s edodes</i> (Berk.)	Sh-1*
		<i>L.s edodes</i> (Berk.)	Sh-8*
		<i>L.s edodes</i> (Berk.)	Sh-18*
<i>Strophariaceae</i>	<i>Naematoloma</i> karst.	<i>N. sublateritium</i>	W533*
		<i>N.fasciculare</i>	30361
	<i>Stropharia</i>	<i>S.rugosoannulata</i> Farlow in Murr	30225
	<i>Pholiota</i> (Fr.) Kummer	<i>P. nameko</i> (T.lto) S. Ito et Imai in Imai	Na-1*
		<i>P. nameko</i> (T.lto) S. Ito et Imai in Imai	Na-4*
		<i>P. nameko</i> (T.lto) S. Ito et Imai in Imai	Na-6*
		<i>P. nameko</i> (T.lto) S. Ito et Imai in Imai	Na-9*
		<i>P. adiposa</i> (Fr.) Kummer	Nm-1*
<i>Russulaceae</i>	<i>Lactarius</i>	<i>L.chrysorheus</i> Fr.	8334
<i>Nidulariaceae</i>	<i>Cyathus</i>	<i>C. stercoreus</i> (Sche.) De Toni	9076
		Unidentified	C7*
		Unidentified	W133*
		Unidentified	W126*
		Unidentified	W12*
		Unidentified	W128*

The numbers show NBRC No., * show Lab No.

distilled water. Then, 1g of 0.5mm low alkali glass beads (Yasui Instruments Co., Ltd.) and 1g of collected mycelium were combined in the Multi-beads shocker (Yasui Co., Ltd.), and the sample milled (on time 30sec, off time 30sec, total 1000 sec.). The sample was then centrifuged (15000 rpm, 4°C, 10min) and the supernatant liquid used as the crude enzyme solution.

Reaction progress of ADH specific activity, in all cases, was evaluated at 340nm by the decrease in NADH absorbance upon oxidation to NAD^+ , or by the increase in NADH absorbance as NAD^+ is reduced to NADH using a microplate reader (Tecan Trading AG) (13). ADH specific activity was calculated using the highest change in NADH absorbance per second. Protein content was measured using a Protein Assay BCA Kit (FUJIFILM Wako Pure Chemical Co.) with bovine serum albumin as the standard. The specific activity of ADH involved in ethanol-decomposition was determined by into one well of a 96-well microplate was added 44 μL of 0.2M Tris-HCl Buffer (pH 8.5), 44 μL of 80mM ethanol, and 62 μL of distilled water. This was then pre-incubated at 30°C for 10minutes. After this, 6 μL of crude enzyme solution was added, then using an injector, 15 μL of 20mM NAD^+ was injected, and the change in NADH absorbance measured over time. One unit of activity is defined as the amount of reduced NADH produced in 1mM NAD^+ by 1mg of crude enzyme solution in 1minute. The specific activity of ADH involved in ethanol-synthesis by into one well of a 96-well microplate, 44 μL of 0.2M Tris-HCl Buffer (pH 8.5), 44 μL of 80mM ethanol, and 62 μL of distilled water were combined and pre-incubated at 30°C for 10minutes. After that, 6 μL of crude enzyme solution was added and using an injector, 15 μL of 0.02mM NADH was injected with the changes in NADH absorption recorded over time. One unit of activity is defined as the amount of NADH oxidized to NAD^+ in a 1mM NADH solution by 1mg of crude enzyme solution in 1minute. ADH involved in ethanol-decomposi-

tion and ADH involved in ethanol-synthesis were measured three times, and the highest value was defined as each specific activity.

Molecular masses of ADH in the crude enzyme solution were determined by Native-PAGE (12). Different activity stain solutions were used to detect ADH involved in ethanol-consumption and ADH involved in ethanol-synthesis. As a substrate, 20mM ethanol was used with 0.5mM NAD^+ as the coenzyme in the activity staining solution for ADH involved in ethanol-decomposition. For activity staining of the ADH involved in ethanol-synthesis, 20mM acetaldehyde was used as the substrate with 0.5mM NADH as the coenzyme. 10 μL of the crude enzyme solution was applied. *S. commune* (NBRC 4929) has a high ADH activity, and a crude enzyme solution diluted 5-fold was used.

Table 2 shows the top 5 strains with the highest ADH specific activities involved in ethanol-decomposition and ethanol synthesis in 87 fungal strains. The specific activity of ADH involved in ethanol-decomposition was determined by measuring the amount of NAD^+ converted to NADH on the oxidation of ethanol to acetaldehyde. The ADH specific activity for ethanol-synthesis was determined by measuring the decrease in NADH, which is converted to NAD^+ during the reduction of acetaldehyde to ethanol (13). As these specific activities are measured using the crude enzyme solution, they are only apparent values and thus indicate the minimum unit of activity.

The basidiomycetes with the highest observed ethanol-decomposition specific activity was *Schizophyllum commune* (NBRC 30496). Of the top 5 ethanol-decomposition strains, four are *S. commune* strains (NBRC 30496, 6503, 30749, 6504) from the *Pleurotaceae* family. The other basidiomycetes in the top 5 is *Lenzites betulinus*, of the family *Polyporaceae* (Table 2(a)). The basidiomycete with the highest observed ethanol-synthesis specific activity is an *S. commune* (NBRC 4929) (Table 2(b)). In fact, three of the top 5

Table 2. ADH specific activity

(a)

Faimly	Species	Identification number	Specific activity (U/mg) NADH→NAD ⁺ (acetaldehyde → ethanol)
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	4929	120.32
Tricholomataceae	<i>L. nuda</i> Cooke	8104	51.76
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6504	46.18
Hymenochaetaeae	<i>C. fuscus</i> Fr.	9789	42.59
Pleurotaceae	<i>L. edodes</i> (Berk.)	Sh-1*	38.44

(b)

Faimly	Species	Identification number	Specific activity (U/mg) NAD ⁺ →NADH (ethanol → acetaldehyde)
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	30496	6.6
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6503	4.13
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	30749	3.45
Pleurotaceae	<i>S. commune</i> Fr. : Fr	6504	2.39
Polyporaceae	<i>L. betulina</i> (L.;Fr.)Fr.	4963	1.8

ethanol-synthesis activities occurred in *Pleurotaceae* strains, with two strains in particular, *S. commune* (NBRC 4929, 6504) showing high activity. The second highest ethanol-synthesis specific activity was observed for *Lepista nuda* Cooke (NBRC 8104) reaching as high as 52 units. However, the ADH specific activity of *L. nuda* in ethanol-decomposition remains was not determine. The activity of the ADH involved in ethanol-decomposition and ethanol-synthesis was generally high for *S. commune*. The data indicates the presence of two type alcohol dehydrogenases, and highlights strain-specific differences in enzymatic activity. This demonstrates that the ADH presence and activity is affected by strain specificity, and varies significantly within basidiomycete.

Next, we performed active staining for ADH by Native-PAGE. The basidiomycetes used for Native-PAGE were two types each with the highest ADH specific activity for ethanol-decomposition and ethanol-synthesis, and the second highest. In this study, an active-stained band of *S. commune* was confirmed around 135 kDa to 180 kDa (Figure 1(a)). This band indicates the ADH involved in the decomposition of ethanol. Then, to detect ADH involved in ethanol synthesis, the substrate and coenzyme of the active stain were changed. This identifies the active ADH enzymes as a

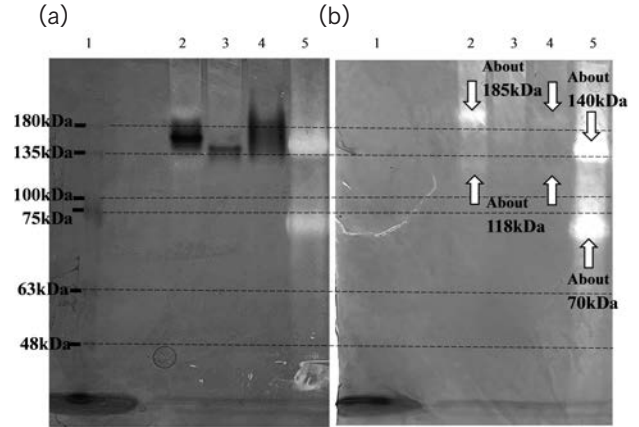


Figure 1 Native-PAGE of ADH in crude basidiomycete enzyme solution.

The activity-stained band shown in 1-a is ADH, which is involved in the decomposition of ethyl alcohol. The white band shown in 1-b is ADH involved in the production of ethyl alcohol.

Lane1: protein molecular weight marker; lane2: *S. commune* (NBRC 30496); lane3: *S. commune* (NBRC 6503); lane4: *S. commune* (NBRC 4929); lane5: *L. nuda* (NBRC: 8104)

white band (Figure 1(b)). The NADH hydrogen is transferred to the NBTH via the phenazine methosulphate and nitroblue tetrazolium chloride reaction, generating the blue formazan dye and staining the gel. In the presence of the ADH involved in ethanol-synthesis, two hydrogen ions (NADH + H⁺) and acetaldehyde combine to form ethanol. This then consumes the NADH, preventing its participation in the formazan dye reaction, thus disrupting the gel staining, giving rise to the indicative formazan-free white band. The ADH involved in the ethanol-decomposition of *S. commune* (NBRC 30496) is around 155kDa, while the ADH involved in alcohol-synthesis are around 185kDa and 118kDa. This highlights that different ADH types are involved in the decomposition and synthesis of ethanol. Furthermore, even within *S. commune*, variance in ADHs involved in ethanol-decomposition were observed depending on the strain. In *S. commune* (NBRC 6503) it was observed to weigh around 135kDa, while in *S. commune* (NBRC 4929) around 130 to 180kDa sized proteins observed. And while no ADH band for ethanol synthesis was observed involved in *S. commune* (NBRC 6503), *S. commune* (NBRC 30496) produced two bands of 185 and 118kDa, and so did *S. commune* (NBRC 4929). *S. com-*

mune (NBRC 4929) had a high specific activity involved in ethanol-synthesis, and no specific activity involved in ethanol-decomposition was detected. However, in the ADH activity-stained band by Native-PAGE, both ADH involved in ethanol-synthesis and ADH involved in ethanol-decomposition could be confirmed. The sample in this study used a crude enzyme solution. Therefore, both ADH involved in ethanol-synthesis and ethanol-decomposition are included. The ADH specific activity is calculated using the initial velocity, and is obtained from the increase/decrease in NADH for 1 second, which is the largest difference. Either the decomposition or synthesis of ethanol by ADH in 1 second during specific activity measurement, whichever is stronger, is occurred as the amount of NADH. *S. commune* (NBRC 4929) is strong in both ethanol synthesis and decomposition reactions, but the ethanol synthesis reaction was stronger. Therefore, it was inferred that the ADH specific activity based on the initial velocity showed a strong decrease in the amount of NADH, which means the production of ethanol. In Native-PAGE, *S. commune* (NBRC 4929) showed a strong blue activity-stained band, which means decomposition of ethanol. This is also due to the fact that both ADH involved in ethanol-synthesis and ADH involved in ethanol-decomposition work due to the use of the crude enzyme solution. The active-stained band of ADH involved in ethanol-decomposition is the result of formation of blue formazan at the location where ADH involved in ethanol-decomposition exists. The band involved in ethanol-synthesis is a band indicated by not causing activity staining, and it is considered that the active staining band formed formazan, which is ADH involved in ethanol-decomposition, was more likely to appear. As with ADH specific activity variations, differences in mycelia were also observed. Sameshima *et al.* reported that the ADH of TR19 (*F. velutipes*) is about 180kDa was involved in ethanol-decomposition and about 135kDa was involved in ethanol-

synthesis. *F. velutipes* belongs to the Tricholomataceae family and *S. commune* belongs to the Pleurotaceae family. It was suggested that the tendency of the molecular weight of ADH involved in the decomposition and synthesis of ethanol may differ depending on the family. Moreover, *L. nuda* (NBRC: 8104) showed no ethanol-decomposition activity but exhibited a high ethanol-synthesis activity. In Native-PAGE, only ADH bands involved in ethanol-synthesis were confirmed at 140kDa and 70kDa. This indicates that *L. nuda* synthesizes ethanol, but does not consume it. One yeast that produces ethyl alcohol is *Saccharomyces cerevisiae*. The Yeast ADH (YOL086C) is reported to be approximately 150 kDa (14), and the molecular weights of *S. commune* and *L. nuda*, which were subjected to ADH activity staining in this study, were different. The characteristics of ADH is considered to differ between yeast, which obtains energy by producing alcohol under anaerobic conditions, and basidiomycetes, which are capable of aerobically fermenting alcohol. Mushroom ADH are reported to be class III (15) and are characterized by a large Km, with a diminished ethanol generation capacity compared to ADH of class I and II. Where reactions occur in both directions of ethanol synthesis and decomposition, in order to actively produce alcohol, utilization of basidiomycetes is considered to be effective that only ADH activity involved in ethanol-synthesis like *L. nuda*. Importantly, for alcohol fermentation using mushrooms, ADH involved in synthesis and decomposition of ethanol must be considered for produce greater volumes of alcohol.

This study explored a wide range of basidiomycetes for ADH involved both in ethanol formation and consumption. The results indicate that basidiomycetes have both ADH involved in ethanol synthesis and decomposition, and that mushrooms with only ADH involved in ethanol production may be suitable for alcoholic beverage production. From the perspective of ethanol pro-

duction, ADH that consume ethanol are to be avoided, thus mushrooms with ADH primarily involved in ethanol-synthesis are suitable targets for alcoholic beverage production.

Reference list

- 1) Ryuichiro K. 2014. Investigation of the functions of mushrooms. *Nippon Kinoko Gakkaishi (Mushroom Sci. Biotech)* **21**: 155-64 (in Japanese).
- 2) Ichiro K, Kana U, Virginia A. 2020. Conservation of Xylose Fermentability in *Phlebia* Species and Direct Fermentation of Xylan by Selected Fungi. *Applied Biochem. Biotech.* **192**: 895-909.
- 3) Matsui T, Tomoko K, Shoko F. 2009. Characteristics of wine produced by mushroom fermentation using *Schizophyllum commune* NBRC 4929. *Mushroom Sci. Biotech.* **17**: 107-111.
- 4) Tokumitsu O, Tomoko O, Norie M, et al. 2000. Production of Sake by Mushroom Fermentation. *Mushroom Sci. Biotech.* **8**: 109-114.
- 5) Toshio M, Ojiro K, Akane M, Hirokazu K, et al. 2019. Effect on growth, sugar consumption, and aerobic ethanol fermentation of homologous expression of the sugar transporter gene *Pshxtl* in the white rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624. *Journal of Biosci. Bioenginee.* **128**: 537-543.
- 6) Mototeru Y, Tadashi Y. 1955. Changes in thiamine and riboflavin contents of vegetables and fruits in storage. *The Vitamin Society of Japan* **8**: 299-303.
- 7) Akira H, Hiroko N. 1958. On the riboflavin content of edible fungi. *The Vitamin Society of Japan*: 369-370.
- 8) Toshiko K. 1990. Determination of Ergosterol and Vitamin D2 in Fungi. *Nippon Kasei Gakkaishi (Journal of Home Economics of Japan)*: 395-400 (in Japanese).
- 9) Susumi H, Sachiko N, Tsuneo A, et al. 1976. Structural Studies on the Anti-tumor Active Polysaccharides from *Coriolus versicolor* (Basidiomycetes). II. Structures of β -D-Glucan Moieties of Fractionated Polysaccharides. *Yakugaku Zasshi (YAKUGAKU ZASSHI)* **96**:419-424 (in Japanese).
- 10) Yukinori Y, Hiromi M, Ayako S, et al. 2012. Evaluation of antioxidant activity in edible mushrooms. *Nippon Kinoko Gakkaishi (Mushroom Sci. Biotech)* **20**: 89-92 (in Japanese).
- 11) Tokumitsu M. 2017. Development of functional foods by mushroom fermentation. *Kinoko Gakkaishi (Mushroom Sci. Biotech)* **24**: 169-175 (in Japanese).
- 12) Yuka S, Naomi T, Hiroko S, et al. 2022. Production of alcohol by *F. velutipes* TR-19. *Mukogawa Eiyō Kagaku Kenkyūsyozasshi (The Mukogawa Journal of Nut. Sci. R.)* **11**:17-22 (in Japanese).
- 13) Douglas B, J. G. Zeikus. 1994. Purification of acetaldehyde dehydrogenase and alcohol dehydrogenases from *Thermoanaerobacter ethanolicus* 39E and characterization of the secondary-alcohol dehydrogenase (2° Adh) as a bifunctional alcohol dehydrogenase-acetyl-CoA reductive thioesterase. *Biochem. J.* **302**: 163-170.
- 14) Olga S, James C P, Jacobus A. 2008. The alcohol dehydrogenases of *Saccharomyces cerevisiae*: a comprehensive review. *FEMS Yeast Res.* **8**: 967-78.
- 15) Annika N, Jawed S, Mustafa E, et al. 2004. Class III alcohol dehydrogenase: consistent pattern complemented with the mushroom enzyme. *FEBS Letters* **559**: 27-32.

トピックス

対面講座とオンライン講座参加者の食品摂取量評価

田中 弥生

栄養支援科学部門 栄養クリニック

肥満とは、肥満症診療ガイドライン2022において「脂肪組織に脂肪が過剰に蓄積した状態でBody Mass Index(BMI) $\geq 25\text{kg/m}^2$ のもの」と定義されており、これは日々のエネルギーバランスのわずかな崩れの蓄積により起こる。令和元年国民健康・栄養調査によると、女性の肥満者は22.3%存在する。この割合は、経年的な推移でも有意な増減はないことから、今後も改善に向けて取り組みが必要であるといわれている。

肥満を改善し、適正体重を維持するためには、適切な量と質の食事を摂取することが重要である。しかし、実際には、食生活の自己評価と実際の栄養摂取量に乖離が認められるなど、食品の摂取量評価が適正にできていないことが報告されている。食品の摂取量評価は、BMIが低い群で過大申告の傾向など、BMIの影響を受けることが知られており、BMIが高い者では過少申告が問題となっている。

武庫川女子大学では、1990年より、対面にて中高年女性対象の減量を目的とした食事改善講座を実施してきた。講座では、必要な食品の種類や適正量を示し、それらを用いた食事を提供し、実食してもらっていた。コロナ禍においては対面での講座開催が難しかったため、同じ内容で食事会のないオンライン講座を開催した。

オンラインを利用した指導については、肥満者に対し減量効果が認められており、今後も機会が増加することが予想されている。オンライン診療や指導については、時間的・物理的制限を受けにくいことなど、その利便性が報告されている一方で、理解度や取り組み状況は対象者に任せるところが大きいことや継続率が課題とされている。理解度については、食生活に関するアンケート等で評価されることが多く、指導実施後の食品の目測能力について調べ

た報告はほとんどない。

そこで、本研究では、オンライン講座受講者の食品摂取量評価について検討し、対面講座受講者との違いについて明らかにすることを目的とした。

2018～2019年の対面講座に参加した受講生（対面群）、2021～2022年のオンライン講座に参加した受講生（オンライン群）に、自記式食事記録及び食事写真の提出を、講座の度毎に依頼した。記録には、自身が摂取した食品の点数を記載してもらい、写真は、2.5cm角の升目用紙とともに食事の全体写真を撮影してもらった。このうち記録及び写真の揃った、対面群5名43食分、オンライン群8名98食分を対象とした。各食品項目について、提出された記録の点数と、写真から管理栄養士が算出した点数の差を求め、適正、過小、過大評価に分類した。対面及びオンラインにおける各食品項目の評価の違いを検討した。さらに、受講者には講座受講前に食事に関するアンケート調査を実施し、以下の項目について回答を得た。回答項目は、①バランスの良い食事を心がける、②野菜を多く摂る、③揚げ物は避ける、④腹八分目にするの4項目とし、選択肢は、「気を付けている」「今後気を付けたい」の2択とした。日常の調理担当者については「自分」「配偶者」「その他」の選択肢から回答を得た。

その結果、対面群とオンライン群の食品摂取量評価に違いが認められた。

野菜の摂取量評価は、受講前に実施した食事に関するアンケート調査において、対面群もオンライン群も、野菜は十分摂取していると認識していた。その後の食事指導で対面群は、自分の摂取量を正しく見積もることができるようになったが、オンライン群においては、野菜や果物・いも類など、適正量の指導を受けた後もなお適正評価の難しい食品がある

ことが示された。オンラインの画面上では、実物と見え方が異なることを考慮し、利用媒体の推奨、食品の写し方の検討や、計量指導や食事会等の実施による受講者自身が体得できるような指導を今後検討する必要がある。

また、対面群及びオンライン群の両群において、油の適正評価ができていた割合が低かった。いずれの群も、手順や使われる材料がわかりやすい料理、自分で作る場合には適正評価ができているものの、調理工程が複雑な料理やお惣菜では過小評価していることが多くあった。油の摂取量把握については、目測トレーニングを実施しても向上しにくいなど、適正評価しにくい食品項目であることが報告されており、本研究でも同様の結果が得られたものと考ええる。近年、外食や中食の利用率が若者に多く、調理習慣がない、調理技術が低下し家庭で調理をしない、できなくなっている方の割合が増えている。対象者は対面群・オンライン群に関らず家庭における主だった調理担当者であったにも関わらず適正評価できていた食事の割合が低かったことから、油を適正評価される食事の割合は今後さらに低下することが予想される。

20240228学食科学研究所シンポジウムトピックス紹介

対面講座とオンライン講座参加者の 食品摂取量評価

栄養支援科学部門 栄養クリニック 田中弥生

肥満とは

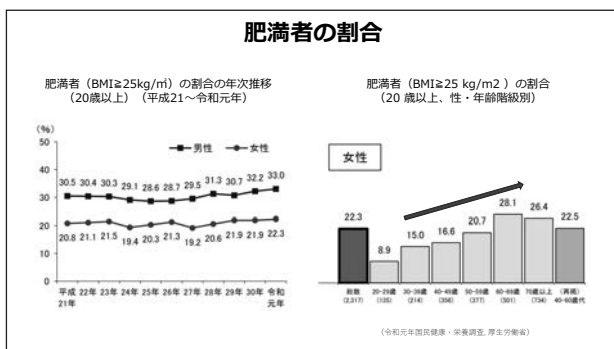
脂肪組織に脂肪が
過剰に蓄積した状態

BMI $\geq 25\text{kg/m}^2$ の者

日々のエネルギーバランスの
わずかな崩れの蓄積により起こる



肥満症診療ガイドライン2022, 日本肥満学会, ライフサイエンス出版社

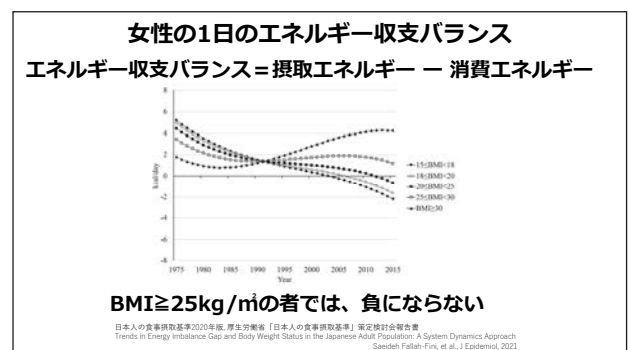
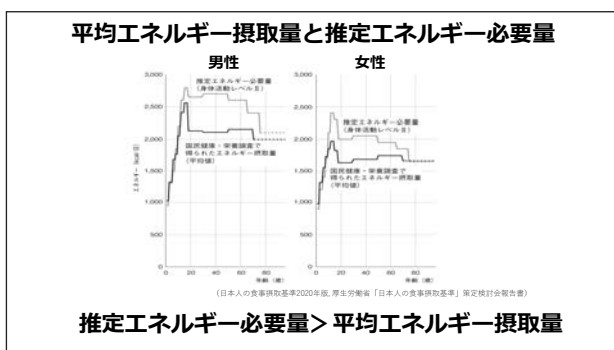


肥満を予防改善するには

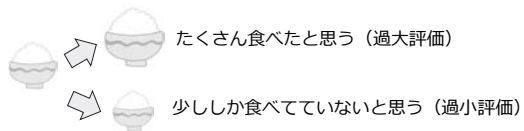
適切な量と質の食事を摂取することが重要

食生活の自己評価と実際の栄養摂取量に
乖離が認められている

健康日本21 (第三次) 推進のための研究資料, 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 他, 2023
長崎県健康・栄養調査における食生活の自己評価と 食習慣、身体状況、栄養摂取状況の関連
吉原志子, 他, 長崎国際大学編著, 2020



食品の摂取量評価



食品の過小申告・過大申告の程度は肥満度の影響を強く受けることが知られている

Misreporting of dietary energy, protein, potassium and sodium in relation to body mass index in young Japanese women
K Murakami et al., European Journal of Clinical Nutrition (2008)

【過小・過大評価がおこりやすい食品】
スナックや飲み物、野菜や果物

Dietary under-reporting: what foods and which meals are typically under-reported?
L Gemming et al., European Journal of Clinical Nutrition (2016)

オンラインの食事指導

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）以降、
遠隔からの減量介入の必要性が高まった
ウェブベースの介入も有効であることが示された

Effectiveness and Components of Web-Based Interventions on Weight Changes in Adults Who Were Overweight and Obese:
A Systematic Review with Meta-Analysis
Yutong Shi et al., Nutrients 2023

メリット
利便性（時間的・物理的
制限を受けにくい）

デメリット
理解度や取り組み状況は対象者
に任せるところが大きい
継続率が低い

食事指導型ダイエットウェブサイトを継続利用した肥満者の食事文化適応と栄養子・他、肥満研究 2013
Dropout, nonusage attrition, and pretreatment predictors of nonusage attrition in a commercial Web-based weight loss program. Neve MJ, et al., J Med Internet Res, 2010

トピックス

より美味しく、より健康的な食品にできる米麴

山本 華穂、久保田真実、福田 史織、竹本 尚未、鮫島 由香、○松井 徳光

武庫川女子大学食物栄養科学部 食物栄養学科

近年、米麴はビタミンB群、GABAなどが豊富に含まれ、疾病予防や健康維持の観点から有用性が注目され、種々の会社から米麴が販売されている。また、わが国で誕生した甘酒、塩麴、米味噌、清酒、米焼酎、米酢などの発酵食品には米麴が使用されていることから、米麴は日本で誕生した発酵食品の原点であると言われている。米麴にはカビ（真菌）である *Aspergillus* 属の *A. oryzae* や *A. sojae* などが用いられ、各社から販売されてる市販米麴は、それぞれの会社の主商品との関係で、異なる特徴を有することが考えられる。しかし、手軽に入手できる市販米麴の購入してからの保存条件（冷凍・冷蔵・室温）や特徴については明らかにされておらず、さらにそれぞれの米麴の特徴を活かした食品への応用は検討されていない。

そこで本研究では、米麴による発酵が食材をより美味しく、より健康的に改善させることが可能であるかについて明らかにすることを目的として、市販米麴のプロテアーゼの特徴を検討すると共に、植物性高タンパク質食品（高野豆腐）への応用を試みた。

清酒、味噌など主商品が異なる会社から販売されている市販米麴2種類を用いて、冷凍・冷蔵・室温などの保存条件、また保存期間に伴う米麴中のプロテアーゼ活性の影響について調べた。その結果、購入時の30℃におけるプロテアーゼ活性は、味噌会社（マルコメ）の米麴が35.10U、清酒会社（菊川）の米麴が16.79Uで、味噌会社の方が清酒会社よりも高値を示した。また、市販米麴の保存状態は常温保存より冷凍保存または冷蔵保存が適しており、保存期間の検討では清酒会社と比較して、味噌会社は開封後1ヶ月を経過してもプロテアーゼ活性に大きな変化がなく安定性が高いことが確認された。そこで市販米麴を用いて発酵高野豆腐を調製した。

発酵高野豆腐は、用途が異なる市販米麴（清酒会社、味噌会社）を用いて、4、10、20、30℃で4日間発酵させた。調製した発酵高野豆腐については高野豆腐の材料である大豆タンパク質の分解の状態をSDS-PAGEを用いて観察した。

高野豆腐は発酵温度が高く、発酵期間が長くなるにつれてタンパク質分解が促進された。さらに、発酵温度10℃において味噌会社の米麴で発酵させた場合は35kDa以下のタンパク質染色バンドが多く観られ、清酒会社の米麴で発酵させた場合は35kDa以上のところにもタンパク質染色バンドが確認されたことから、米麴の種類によってタンパク質染色バンドの検出傾向は異なり、市販米麴の種類によってタンパク質の分解に大きな違いがあることが判明した。また、清酒会社の米麴を用いて10℃で1日あるいは2日間高野豆腐を発酵させた発酵高野豆腐は甘味があり、好ましい甘味を呈した。清酒会社の米麴で発酵させた高野豆腐が甘味を呈した原因として、米麴中のアミラーゼにより米麴のデンプンが分解され、ブドウ糖や麦芽糖などの低分子の糖が生成され、甘味を呈したことが推察された。一方、味噌会社の米麴を用いて10℃で1日あるいは2日間高野豆腐を発酵させた発酵高野豆腐はうま味があり、好ましい香りや味を呈した。味噌会社の米麴で発酵させた高野豆腐がうま味を呈した原因として、米麴中のプロテアーゼにより高野豆腐の大豆タンパク質が分解され、アミノ酸やペプチドが生成され、うま味を呈したことが推察された。このことから、植物性食品の高野豆腐は異なった種類の米麴を用いることにより、異なった特徴をもつ発酵高野豆腐の製造が可能であることが推察された。

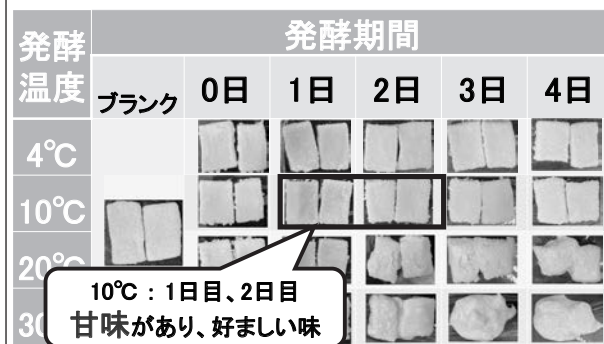
また、米麴により食材を発酵（プロテアーゼなどによる酵素反応）させると、食材中のタンパク質が

分解され、アミノ酸やペプチドが生成され、うま味を呈すると共に、消化吸収の向上も期待できる。同様に、発酵（アミラーゼなどによる酵素反応）させると、食材中のデンプンが分解され、ブドウ糖や麦芽糖が生成され、甘味を呈すると共に、消化吸収の向上も期待できる。

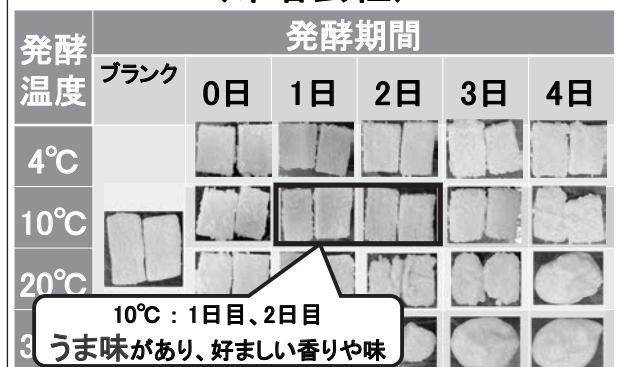
以上の結果より、各社の市販米麴はそれぞれの特徴を有しており、米麴を使い分けることによって、甘味やうま味など味の異なる植物性高たんぱく質食品製造の可能性が示唆された。

武庫川女子大学栄養科学研究所
公開シンポジウム
食品栄養部門
より美味しく、より健康的な
食品にできる米麴
武庫川女子大学
食物栄養科学部 食物栄養学科
山本華穂、久保田真実、福田史織、竹本尚未、
鮫島由香、○松井 徳光

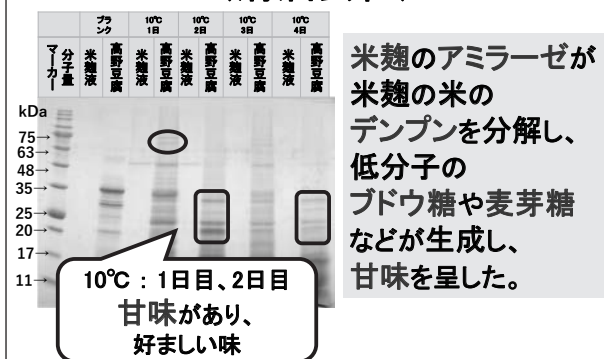
発酵による高野豆腐の変化 (清酒会社)



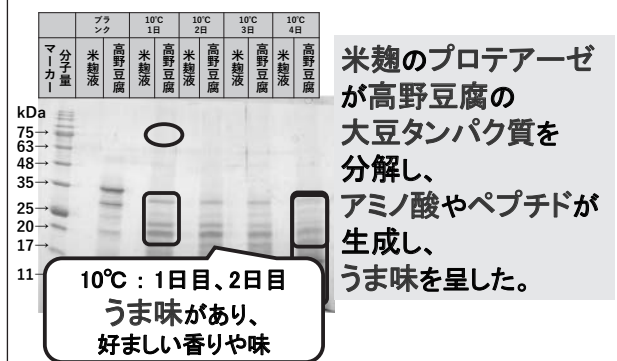
発酵による高野豆腐の変化 (味噌会社)



発酵高野豆腐によるSDS-PAGE (清酒会社)



発酵高野豆腐によるSDS-PAGE (味噌会社)



まとめ

○各社が販売している市販米麴の種類によって
冷凍・冷蔵・室温保存条件および保存期間に
おけるプロテアーゼ活性の安定性が異なった。

○発酵高野豆腐の試食では、
清酒会社の米麴は甘味を、
味噌会社の米麴はうま味を呈し、
各社から販売されている米麴によって
味に違いが認められた。



各社の市販米麴は、それぞれの特徴を有しており、米麴を使い分けることによって、甘味やうま味など味の異なる植物性高タンパク質食品（発酵高野豆腐）の製造が可能性であることが示唆された。

また、米麴により食材を発酵（プロテアーゼやアミラーゼなどの酵素反応）させると、食材中のタンパク質が分解されペプチドやアミノ酸が生成し、デンプンが分解されブドウ糖や麦芽糖が生成し、消化吸収が良くなる。



米麴を様々な食材に用いることによって、

より美味しく、

より健康的な

食品に変化

させることができる



トピックス

若年女性のヘルスリテラシーとライフコースアプローチ

内藤 義彦

背景：

日本の社会保障制度は、高齢化・少子化の課題に直面しており、経済力の停滞も相俟って、医療・介護費用の増加と労働力の減少、年金制度の危機をもたらす現行制度の持続可能性が問われている。このような状況下で、様々な対策が練られ計画されているが、若い世代からの健康管理、健康維持増進、生活習慣病の発症予防は重要施策であり、将来の医療費の抑制や健康寿命の延伸につながると考えられる。健康日本21（第3次）では、ライフコースアプローチとして、生涯にわたる健康管理を強調している。特に若い時からの健康管理と疾病予防が重視されており、学校教育の場では、食育や保健体育の授業等によって一定の健康教育がなされている高校までと比べて、大学においては、現時点で全学的には健康教育がなされていないことが多い。そこで、我々は、大学における健康教育を進めるためのキーコンセプトとしてヘルスリテラシーの概念に注目した。ヘルスリテラシーとは、適切な健康情報やサービスを手に入れて整理し、理解する能力の程度とされている（Healthy People 2017）。国は「誰1人取り残さない健康づくり」を基本理念として掲げているが、健康管理は自らが行うべきものであり、ヘルスリテラシーを高めることが重要と考える。ヘルスリテラシーが高いと、医療費の節約、健康寿命の延伸、医療サービスの適切な利用、自己管理能力の向上などが期待される。また、「女性の健康」を新たな視点として明記している。女性は、女性特有の健康問題を経験するので、生理周期、妊娠、更年期などの体の変化を理解し、適切に対応する必要がある。

以上の背景から、若年女子のヘルスリテラシーの実態把握とその関連要因について検討し、ヘルスリテラシー教育の今後の展開について考察した。

方法：

ヘルスリテラシーの調査は武庫川女子大学健康サポートセンターの健康づくり活動の一環として2021年から開始し、全学生対象に学内電子掲示板で調査協力を呼びかけ、Google Formsにより実施した（有効回答率14.5%）。2022，2023年は新入生全員を対象に授業の一環としてGoogle Formsにより実施した（有効回答率90%以上）。本報告は、主に2022年の調査結果を基とし、ヘルスリテラシー尺度（HLS-EU-Q47 Japanese version [日本語版、以下HLS]：47項目）と自身の健康観に関するWebアンケート（33項目）について回答を得た。HLSの結果を50点満点に点数化した。栄養学・薬学・看護学の3学科を「医療・健康系学科」、その他19学科を「その他の学科」に分類し、自身の健康観・生活習慣と学科、ヘルスリテラシー尺度との関連を分析した。さらにHLSの得点が34点未満（評価が「不十分」「問題がある」）のものをヘルスリテラシー低群（以下、HL低群）、34点以上（評価が「十分」「優れている」）のものをヘルスリテラシー高群（以下、HL高群）の2つに分け、2群間で自身の健康観および生活習慣に関する質問項目の回答内訳について比較した。

結果の概要と考察：

1）医療・健康系学科とその他の学科の学生の間にHLSの総合評価に有意な差は認められなかった（図1）。医療・健康系学科とその他の学科の学生ともに、疾病予防とヘルスプロモーションにおけるHL低群の割合が80%を上回っていた。今後、大学生において、HLSにおける領域のうち、「疾病予防」・ヘルスプロモーションへのアプローチを強化し、それに伴ったプログラムの立案が必要であると考えられる。

2）医療・健康系学科の学生は、健康に関心があ

り、将来の自分の健康に不安を感じており、普段から健康に気をつけている者の割合が多かった。学習意欲が高く、健康分野に興味・関心を持って入学する者が多いため、健康への意識が高い学生が多かったと考えられる。

3) HL高群は、普段から健康に気をつけている者が多く、体重を測定する習慣や運動習慣のある者の割合が高かった。HLSが高いことが、健康観の高さにつながることを示唆された。高いHLが健康習慣の形成につながることからヘルスリテラシーの向上が生活習慣を改善するためには有効であることが示唆された。

4) その他、健康に対する関心の程度とHLSとの有意な関連を認めた（重回帰分析）。

結論と今後の課題：

1) 入学時点で、医療・健康系学科に所属か否かにより、一部のヘルスリテラシーに関する回答に差があった。入学後、更に差が拡大するのか追跡調査が望ましい。

2) 健康に対する関心を高めるため、全学的なヘルスリテラシーの向上を図り、リテラシーの格差を縮小する教育的支援の必要性が示唆された。

3) そのためには、健康情報の啓発媒体の作成及び提供等、多くの学生の興味を引き実効性のあるヘルスプロモーション活動を、有志の学生と一緒に進めていく手法が考えられる。

ヘルスリテラシーとは

- 良好な健康状態の維持、増進のために必要となる情報にアクセスし、理解し、活用する個人の意欲や能力を決定づける認知と社会的スキル(WHO,ヘルスプロモーション用語集,1998年)
- 健康に関する適切な意思決定を行うのに必要な基本的な健康情報やサービスを手に入れて、整理して、理解する能力の程度(U.S. Department of Health and Human Services, Healthy People2010,2000年)

ヘルスリテラシーが低いと...

- ・ 病気、治療、薬、健康食品等の誤った情報に振り回される
- ・ 薬や食品のラベルやメッセージを理解できない
- ・ 正しく薬を服用しない
- ・ 病気の軽い自覚症状を見逃してしまう
- ・ 病気を予防する健診やワクチンに関心を持ってない
- ・ 医師や看護士に症状や心配をうまく伝えられない
- ・ 健康を過信してしまう
- ・ 健康不安に苛まれる
- ・ 慢性の病気を悪化させやすく、入院する可能性が高い
- ・ 死亡率が高い

社会保障制度の将来を考えると、ヘルスリテラシーの向上が重要な理由

1. 医療費の節約：ヘルスリテラシーが高いと、医療費を節約する意識や行動が向上する。これは、医療費の増大が社会保障制度の負担を増やす一因となっているため、個々の医療費の節約は社会全体の医療費抑制に寄与する。
2. 健康寿命の延伸：ヘルスリテラシーが高いと、健康的な生活を続けて、慢性の病気を悪化させずに、自分で自分の健康を守ることができる。これは、健康寿命の延伸を通じて、高齢者医療の需要を抑制し、現行の社会保障制度の持続可能性を支えるために重要である。
3. 医療サービスの適切な利用：ヘルスリテラシーが高いと、医療サービスの適切な利用に繋がる。適切な医療サービスの利用が、医療の質の向上と医療費の適正化に寄与すると考えられる。
4. 自己管理能力の向上：ヘルスリテラシーが高いと、病気や薬の正しい情報を調べて、治療のメリットとデメリットを理解でき、薬の正しい服用に繋がる。自己管理能力の向上は、医療サービスの適切な利用と健康状態の維持に寄与する。

ヘルスリテラシーの向上が重要な理由（若い女性の場合）

1. 自己管理能力の向上：ヘルスリテラシーが高いと、自己管理能力が高まり、自身の健康状態を適切に管理することができる。
2. 女性特有の健康問題への対応：女性は生理周期や妊娠、更年期など、男性とは異なる体の変化を経験する。これらの変化を理解し、適切に対応するためには、ヘルスリテラシーが重要。
3. 健康行動と労働生産性：ヘルスリテラシーが高いと、健康行動の取り組みや労働生産性にも良い影響を及ぼすことが研究で示されている。
4. 情報の選択と活用：情報が氾濫する現代社会において、正確な情報を選択し、健康管理に活用する能力は、ヘルスリテラシーの向上により養われる。
5. 将来の健康不安の軽減：少子化・高齢化が進む日本において社会保障制度の持続が不安視される将来において健康は財産である。

対象と方法

調査対象

令和4年4月に、武庫川女子大学に入学した全学部1年生2,588名とした。

調査時期と調査の流れ

- ① 1年生共通の基礎教育科目である初期演習のカリキュラムの中で、健康サポートセンター担当の第3回（4月中旬）にヘルスリテラシー教育の一環としてGoogle Formsによるアンケートとして全員に対して実施した。
- ② アンケートの冒頭で、本研究の意義、内容、方法、個人情報保護すること、データ提供を拒むことによる不利益は一切ないことを説明した上で、データの研究への使用の同意・不同意を確認した（倫理審査委員会承認済み）。

調査項目

- （学内イントラネット、Google Formsを用いたWebアンケートにより）
- ① ヘルスリテラシー尺度（HLS-EU-Q47 日本語版 以下、HLS）47問
- ② 自身の健康観に関する質問 14問

解析対象は、Google Formsの回答者2,159名のうち、研究に同意しなかった者、回答に不備があった者を除く本学1年生1,860名とし、HLSの結果を50点満点に点数化した。栄養学・薬学・看護学の3学科を「医療・健康系学科」、その他の19学科を「その他の学科」に分類し、自身の健康観・生活習慣と学科、ヘルスリテラシー尺度との関連を分析した。さらにHLSの得点が34点未満（評価が「不十分」「問題がある」）のものをヘルスリテラシー低群（以下、HL低群）、34点以上（評価が「十分」「優れている」）のものをヘルスリテラシー高群（以下、HL高群）の2つに分け、2群間で自身の健康観および生活習慣に関する質問項目の回答内容について比較した。

表1 分野別にみたHLSの内訳の比較

	分 野		P値
	医療・健康系学科	その他の学科	
ヘルスケア	HL低群	254(57.9%)	0.806
	HL高群	120(32.1%)	
疾病予防	HL低群	306(81.8%)	0.559
	HL高群	68(18.2%)	
ヘルスプロモーション	HL低群	322(86.1%)	0.806
	HL高群	52(13.9%)	

表2 分野別にみた自身の健康観・生活習慣の比較

	分 野		P値
	医療・健康系学科	その他の学科	
健康に関心はありますか	関心がある	362(96.8%)	0.075
	関心がない	12(3.2%)	
自分は健康だと思えますか	健康だと思う	314(84.0%)	0.738
	健康ではない	60(16.0%)	
普段から健康に気をつけていますか	気をつけている	295(78.9%)	0.002
	気をつけていない	79(21.1%)	
将来の自分の健康に不安を感じていますか	不安を感じない	215(57.5%)	0.096
	不安を感じている	159(42.5%)	
長生きしたいと思いませんか	長生きしたいと思わない	337(90.1%)	0.045
	長生きしたいと思いたい	37(9.9%)	

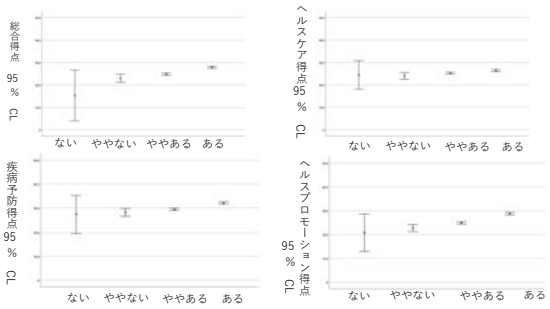
表3 分野別にみた自身の健康観・生活習慣の比較

	分 野		P値
	医療・健康系学科	その他の学科	
健康観の測定	満足以上	177(47.3%)	0.1
	満足未満	197(52.7%)	
健康を食べていますか	ほとんど毎日	292(78.1%)	0.3
	週に5回以上	82(21.9%)	
1日30分以上の運動の頻度	週1回以上	203(54.3%)	0.4
	週1回より少ない	171(45.7%)	
自分の体型に満足していますか	満足している	209(55.9%)	0.3
	満足していない	133(35.6%)	
今より体型を良くしたいと思いませんか	満足している	32(8.6%)	0.4
	満足していない	75(20.1%)	
健康だと思いませんか	健康だと思わない	299(79.9%)	0.0
	健康だと思いたい	1212(81.6%)	

表4 HLS高低別にみた自身の健康観・生活習慣の比較

	HLS		P値
	十分・優れている(n=266)	不十分・問題がある(n=1594)	
健康に関心はありますか	関心がある	257(96.6%)	0.2
	関心がない	9(3.4%)	
自分は健康だと思えますか	健康だと思う	235(88.3%)	<0.0
	健康ではない	31(11.7%)	
普段から健康に気をつけていますか	気をつけている	220(82.7%)	<0.0
	気をつけていない	46(17.3%)	
将来の自分の健康に不安を感じていますか	不安を感じない	129(48.5%)	0.0
	不安を感じている	137(51.5%)	
長生きしたいと思いませんか	長生きしたいと思わない	241(12.0%)	0.0
	長生きしたいと思いたい	25(9.4%)	

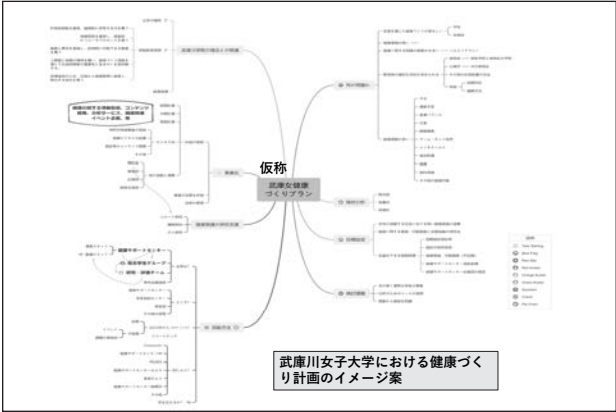
健康に対する関心の区分別各得点の平均点の分布



注：図は平均値±95%信頼区間を示す。

現状と今後の課題

- 大学入学時点で、医療・健康系学科に所属するか、健康への関心の有無により、一部のヘルスリテラシーに関する回答に差があった。入学後、更に差が拡大するのか追跡調査が望ましい。
- 全学的なヘルスリテラシーの向上を図り、リテラシーの格差を縮小する教育的支援の必要性が示唆された。
- そのためには、健康情報の啓発媒体の作成及び提供等、多くの学生の興味を引き実効性のあるヘルスプロモーション活動を、有志の学生と一緒に進めていく予定である。
- 我が国の健康施策の中で、ライフコースアプローチと女性の健康問題が目ざされている。今、一生の生きがいとそれを支える健康を描きることができる女性を育てるヘルスリテラシー教育を全学的取組みに組み込むことが有意義と考える。



トピックス

認知症予防教室参加者における身体組成と体力の経年変化について

渡邊 完児^{1, 2}, 大滝 直人^{1, 3}, 國佐 栞²

¹ 武庫川女子大学栄養科学研究所 認知症予防研究部門

² 武庫川女子大学健康・スポーツ科学部

³ 武庫川女子大学食物栄養科学部

【はじめに】

認知症予防研究部門では、多面的介入によって認知機能の改善効果が認められている「FINGER研究」を参考に2021年10月より「栄養学」, 「看護学」, 「音楽」, 「心理学」及び「健康・スポーツ科学」を専門とする教員チームを結成し、週1回の認知症予防教室を継続的に実施して現在に至っている。また、2023年10月より第2期生を募集し、現在21名の参加者が週1回の教室に参加している。

さて、第1期生（現在18名）の教室は2年4ヶ月を経過し、その間各領域では継続的に調査を行っている。本シンポジウムでは、第1期生における教室開始時から現在までの身体組成と体力の経年変化について追跡調査をした結果を報告する。

【運動指導の内容】

運動領域では約60分間で、①筋力を向上させるためのトレーニング、②脚力・敏捷性を高めるトレーニング、③二重課題運動、さらに1年を経過した時期から④卓球を導入している。

①筋力を向上させるためのトレーニングでは、ハンドグリップ（15回×3セット）、ゴムチューブを利用した上肢の筋力トレーニング（3種類の運動を各10回×3セット）、腹筋運動（10回×3セット）を実施した。②脚力と敏捷性を高めるトレーニングではラダートレーニングを実施した。③二重課題運動では、2人1組で対面でのその場足踏み運動中に「しりとり」、「10を上限とした足し算」、「10を上限とした引き算」を繰り返し実施した。④卓球はサーブの練習、初歩的なラリーを繰り返し練習し、簡単なゲームができることを目標に取り組んでいる。

【調査方法】

1. 体重及び身体組成の測定

体重及び身体組成の測定にはbioelectrical impedance法に基づくInBody 470を用いた。同法では微弱の電流を通電させることから、食後2時間以上経過し、運動などで発汗を伴わない安定した状態で測定した。なお、継続的に測定している体重と身体組成は概ね同様の時間帯で測定した。

2. 体力測定

体力は、文部科学省による新体力テストの実施要領に準じて以下の項目を測定した。

1) 握力、2) 上体起こし、3) 長座体前屈、4) 開眼片足立ち、5) 10 m障害物歩行、6) 6分間歩行

新体力テストでは実測値を10段階で評価できることから、実測値と10段階評価の両面で観察した。

【体重、身体組成及び体力の経年変化】

今回は、認知症予防教室開始時から1年10ヶ月の間に定期的に測定した体重、身体組成及び体力の経年変化（第1回目～第5回目の測定）について報告する。

第1回目の測定時における対象者の平均年齢は71.6±5.0（66-81歳）歳であり、第5回目の測定時の平均年齢は73.5±5.0（68-83歳）歳であった。

1. 体重及び身体組成の経年変化

体重の第1回目の測定値（以下、1回目）は54.3±9.7 kgであり、第5回目の測定値（以下、5回目）が52.6±10.0 kgであった。体重は1回目に対して

5 回目は約 1.7 kg の減少を示した。その間、2 回目と 5 回目の体重は 1 回目の値に対して有意な減少を示した ($p < 0.05$)。

一般に身体組成は体重の内訳を示すものとして、体脂肪率（体重に占める脂肪の割合）、体脂肪量、除脂肪量（脂肪組織以外の重量であり、骨格筋の指標）、骨格筋量などで表される。体脂肪量は 1 回目が 19.0 ± 6.1 kg で 5 回目が 16.3 ± 6.3 kg であった。その間、2 回目と 5 回目の体脂肪量は 1 回目の値に対して有意な減少を示した ($p < 0.05$ 、5 回目は 2.7 kg の減少)。また除脂肪量の 1 回目が 35.3 ± 4.2 kg で 5 回目が 36.3 ± 4.5 kg であった。その間、2 回目の除脂肪量は 36.6 ± 4.4 kg を示し、1 回目の値に対して有意な増加を示した ($p < 0.05$ 、1.3 kg の増加)。一般に身体組成は 2 コンパートメントモデルで示されることが多く、体重は体脂肪量と除脂肪量に二分されるという仮定である。このことから、本教室における対象者の体重の経年変化は骨格筋量の指標である除脂肪量が維持されていたことから、体脂肪量の減少による理想的な変化であったと考えられた。このように理想的な体重の変化の要因には、本教室における栄養講座での栄養指導と後述する運動指導が関与していたと考えられた。

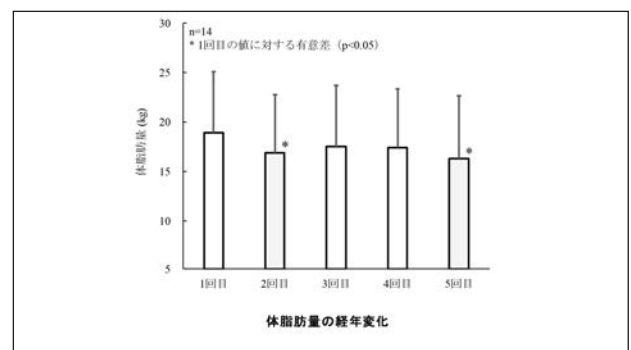
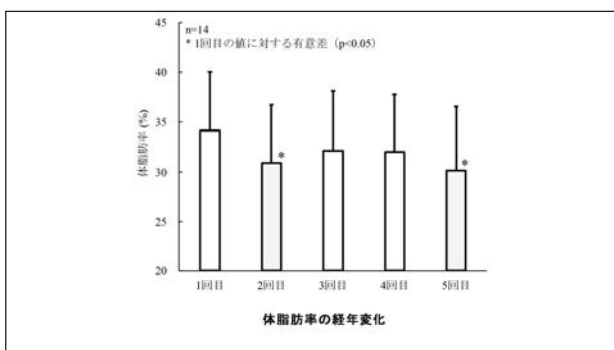
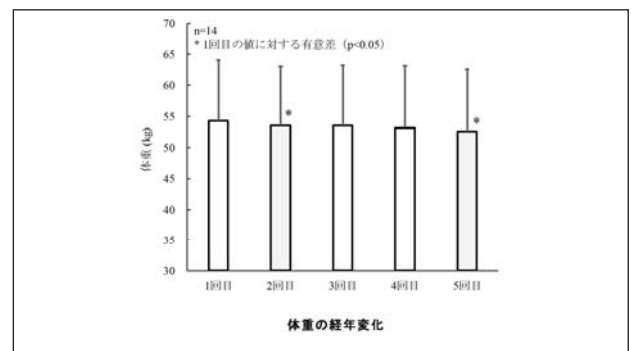
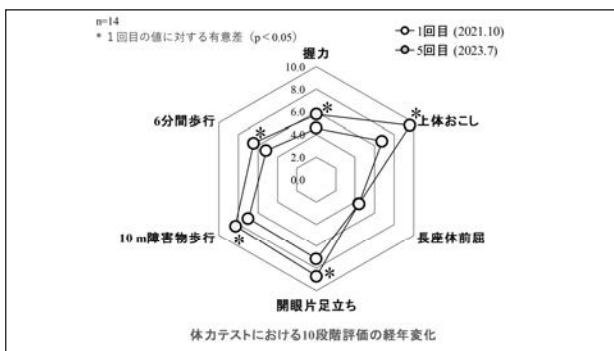
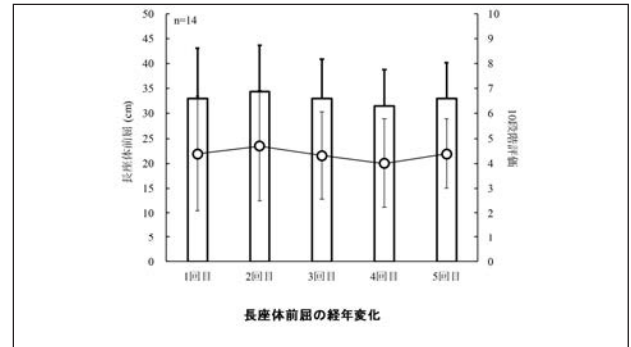
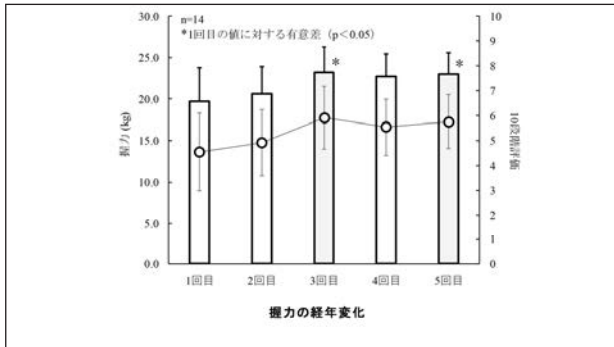
2. 体力の経年変化

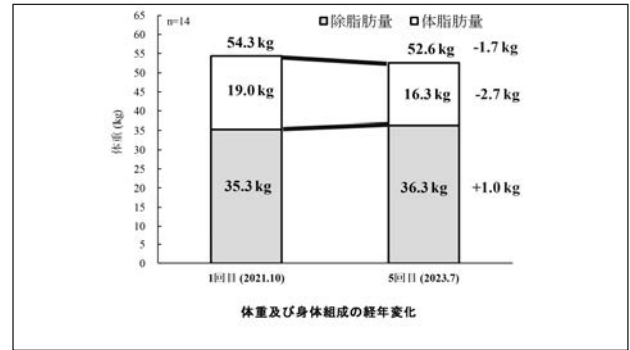
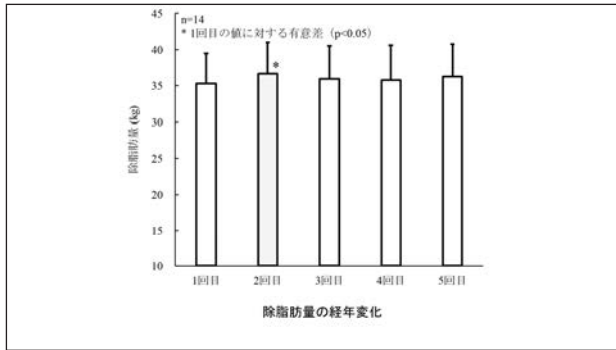
1 回目の体力テストでは、筋力を評価する“握力”と柔軟性を評価する“長座体前屈”が課題として明らかにされた。その後本教室では課題解決に向け、握力の強化としてハンドグリップ（強度は軽め）を導入し、初期の繰返し回数と対象者の負担度を定期的に確認しながら繰返し回数の漸増を図った。その後、おおよそ 1 年が経過した時点でハンドグリップを強度の高い物に変更し、繰返し回数を下げるなど握力の強化を図った。その結果、5 回目の握力 (23.0 ± 2.6 kg) は 1 回目 (19.7 ± 4.1 kg) に対して有意な高値を示した ($p < 0.05$ 、5 回目は 3.3 kg の増加)。一方、長座体前屈に対しては特別なプログラムを導入することなく準備運動程度のストレッチングであったことから、その後の改善効果はなかった（1 回目： 32.9 ± 10.2 cm、5 回目： 32.9 ± 7.2 cm）。このことから、今後柔軟性の強化にも取り組む必要がある。

以上、本教室の運動プログラムによって体力は柔

軟性（10 段階評価で 4.4 p → 4.4 p）を除いた全ての測定項目（10 段階評価で握力：4.5 p → 5.8 p、上体起こし：6.8 p → 9.6 p、開眼片足立ち：7.2 p → 8.7 p、10 m 障害物歩行：7.0 p → 8.3 p、6 分間歩行：5.2 p → 6.5 p）で有意な高値を示した ($p < 0.05$)。

現在第 1 期生の運動プログラムには卓球を導入し、「楽しい要素」を取り入れた。今後安全に留意しながら、課題である柔軟性の改善を含めてさらに体力の強化を図っていきたい。





トピックス

地域在住高齢者における咀嚼力アップ運動の介入効果 — COVID-19前後の比較 —

前田佳予子

食物栄養学科 教授

【目的】 COVID-19感染拡大前後における地域後期高齢者の咀嚼力アップ運動の実施による栄養状態および身体活動の関連性と介入効果について検討することを目的とした。

【方法】 咀嚼力アップ運動の実践者の対象者はN市甲子園浜地区においてふれあい昼食会後、咀嚼力アップ運動の参加者（以下、実践群と称す）とし、ふれあい昼食会のみ参加者（以下、非実践群と称す）とした。対象者人数は、実践群は、2019年は18人、2022年11人で非実践群は2019年27人、2022年18人であった。調査期間は2019年3月～2022年9月末とした。ただし、2020年3月より2021年3月までは「おたより」のみ配布した。

咀嚼力アップ運動は、月2回（第1, 3金曜日）ふれあい昼食会後に2009年9月から実施し、健康運動指導士と学生が半年ごと交代して現在も実施中である。

調査項目は、身体計測として身長、体重、BMI (Body Mass Index)、握力（デジタル握力計グリップDスメドレー式竹井機器株式会社製、利き手を2回行い、平均値を使用した）、上腕周囲長、下腿周囲長、骨格筋量・体脂肪率（ポータブル体成分分析装置インボディ430、インボディ・ジャパン製）骨密度（AOS-100SA、富士フイルムヘルスケア製）の測定を行った。口腔機能測定においては、ロッテ社の咀嚼能力判定用ガムを用いて咀嚼能力の測定を行い、測色色差計（NE4000、日本電色工業株式会社製）を用いて咀嚼能力判定用ガムの色変わりの変化をa*値（明るさ）、b*値（暗さ）の差で比較した。さらに、アンケート調査として嚥下スクリーニング（Eating Assessment Tool-10: 以下EAT-10と略す）、簡易栄養状態評価表（Mini Nutritional As-

essment: 以下MNAと略す）、噛む力と食事についてのアンケート、シニア向け食欲調査票CNAQ-J（Council on Nutrition appetite questionnaire: CNAQ-Jと略す）健康関連QOL（The MOS 8-Item Short-Form Health Survey: 以下SF-8と略す）を調査時点から概ね1か月間の健康について、全体的健康感得点、身体機能得点・日常役割機能（身体）得点・体の痛み得点・活力得点・社会生活機能得点・心の健康得点・日常生活機能（精神）得点の8つの下位尺度から成り、リッカート法により得点化され、得点が高いほど良い健康状態であることを示す質問を実施した。これらについて実践群と非実践群の2群間で比較および継続効果について検討を行った。

【結果】 2019年と2022年の比較では、握力については実践群はやや上昇し、非実践群は低下していた。体組成においては、非実践群の骨格筋量は実践群より低値であったが体脂肪率は高値であった。咀嚼能力において実践群が良く咀嚼できていた。食品摂取の多様性においては、実践群、非実践群ともにCOVID-19感染拡大前より低下していた。嚥下スクリーニングでは、実践群の嚥下機能は維持できていたが、非実践群では問題ありの割合が増加傾向であった。簡易栄養状態評価では、実践群の方が非実践群より栄養状態良好の割合が多かった。

健康関連QOLでは、2019年の実践群と非実践群においてすべての項目において、有意な差はなかったが、2022年度は、実践群でRP（日常役割機能 身体）、RE（日常役割機能 精神）、MH（心の健康）の項目において有意な差がみられ、PF（身体機能）、VT（活力）、PCS（身体的サマリースコア）、MCS（精神的サマリースコア）の項目において実践群で

高値を示した。

食品摂取の多様性において、実践群は非実践群それぞれの点数の平均点を算出し、実践群は2019年 6.4 ± 1.6 点、2022年 6.1 ± 1.6 点で非実践群は2019年 5.2 ± 2.1 点、2022年 6.0 ± 1.8 点であった。実践群は非実践群と比較してどちらの年でも食品摂取頻度は高かった。また、10食品のうち大豆・大豆製品、海藻類の項目において、実践群は「ほとんど毎日食べる」と回答した者が非実践群より多かった。

【考察および結語】全身運動を組み込んだ咀嚼力アップ運動は加齢に伴う筋力および咀嚼能力の低下を緩やかに抑制する効果をもたらすことが示唆された。噛む力と筋力は関連する因子であるため、筋力を維持することが咀嚼力の維持につながると考えられる。実践群においては、咀嚼力アップ運動への参加に加え、自宅のできる「運動冊子」などの紙媒体の配布により自宅でも簡単にできる咀嚼力アップ運動を促したことが運動習慣を確立し、握力と咀嚼力、嚥下機能の維持につながったのではないかと思われる。身体組成の変化は身体機能と精神機能が関連するといわれているが、実践群ではサルコペニア肥満が疑われる参加者が少数であった。この理由として、運動介入による筋力の維持や運動参加者等の交流がSF-8の精神的項目の高値につながったのではないかと推測される。さらに咀嚼力アップ運動は地域高齢者にとって社会参加の場となるため、身体機能だけでなく、住民間のコミュニケーションにも影響しているといえる。

以上のことからCOVID-19感染拡大による外出自粛期間においても高齢者自ら身体運動や栄養について意識を高めることで、筋力の維持や栄養状態を良好に促し、最終的にはフレイルおよびサルコペニアをある程度防ぐことができると考えられる。

第12回 武庫川女子大学栄養科学研究所 公開シンポジウム

地域在住高齢者における咀嚼力アップ運動の介入効果 —COVID-19前後の比較—



食物栄養学科 教授
前田 佳子

背景①

自立支援・重度化防止を効果的に行うための取組の連携

リハビリ、栄養、口腔の取組は一体となって運用されることで、より効果的な自立支援・重度化予防につながることを期待される。

医師、歯科医師、リハ専門職、管理栄養士、歯科衛生士等の多職種による総合的なリハ、機能訓練、口腔・栄養管理

・筋力・持久力の向上
・活動量に応じた適切な栄養摂取量の調整
・低栄養の予防・改善
・食欲の増進

リハビリテーション・機能訓練

・口腔・嚥下機能の維持・改善
・口腔衛生や全身管理による肺炎予防

適切な食事形態・摂取方法の提供・食事摂取量の維持・改善・経口摂取の維持

1)厚生労働省 自立支援・重度化防止の推進 社保新・介護給付費分科会194回(R2.11.26)資料7-48

背景②

運動実践者



筋肉老化抑制
↓
転倒・骨折のリスク低下
QOL ↑

運動非実践者



筋肉老化促進
↓
転倒・骨折のリスク上昇
QOL ↓

2)Physical Exercise and Myokines: Relationships with Sarcopenia and Cardiovascular Complications

咀嚼力アップ運動の概要

実践期間：2009年9月～2022年9月（継続中）
介入期間：2019年4月～2022年9月（継続中）
※2020年3月より1年間咬合力アップ運動未実施（おたよりのみ配布、12月に測定会実施）

開始前	2009年度	2010年度	2015年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
健康運動指導士	学生	健康運動指導士	健康運動指導士	学生	健康運動指導士	健康運動指導士	健康運動指導士
9月～	4月～	9月～	4月～	9月～	4月～	4月～	9月～

※2009年～2014年は8月は運動実施なし

調査実施の概要

<～2019年度>



経食会



咀嚼力アップ運動

<2021年度～>



咀嚼力アップ運動のみ実施

※同意を得た撮影・掲載

2022年度 配布物



↑運動の冊子



←カンタン運動シート



←運動チェックリスト

2022年度 配布物

おたより→

参加表→

↑ポスター

対象者の身体状況						
項目 (歳)	2019年		p値	2022年		p値
	実践群(n=18)	非実践群(n=27)		実践群(n=11)	非実践群(n=18)	
年齢 (歳)	81.7 ± 4.5	82.1 ± 5.5	0.35 [†]	83.8 ± 4.4	85.6 ± 4.8	0.81 [†]
身長 (cm)	148.4 ± 7.0	148.7 ± 6.2	0.87 [†]	147.0 ± 6.9	147.2 ± 6.5	0.96 [†]
体重 (kg)	48.6 ± 8.9	48.1 ± 6.7	0.47 [§]	49.7 ± 9.5	49.8 ± 7.4	0.58 [§]
BMI (kg/m ²)	22.0 ± 3.0	21.0 ± 5.0	0.82 [†]	22.8 ± 2.9	23.2 ± 3.6	0.59 [§]
握力 (kg)	18.3 ± 3.4	17.8 ± 4.6	0.71 [†]	18.9 ± 3.1	15.9 ± 3.5	0.02 ^{†*}
下腿周囲長 (cm)	33.4 ± 3.3	32.0 ± 2.7	0.46 [§]	32.0 ± 3.9	32.7 ± 2.7	0.59 [†]
骨密度 (kg/cm ²)	2.2 ± 0.2	2.0 ± 0.2	0.02 ^{†*}	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.2	0.07 [§]
ガムa*	31.5 ± 3.0	31.1 ± 3.8	0.82 [§]	27.8 ± 5.6	24.9 ± 5.0	0.01 ^{§*}
ガムb*	6.6 ± 2.9	10.0 ± 4.6	0.02 ^{†*}	5.4 ± 6.0	5.9 ± 4.5	0.19 [§]

平均値±SD, [†] : 対応のないt検定, [§] : Mann-WhitneyのU検定

* : p < 0.05

「栄養科学研究」投稿規定

1. 「栄養科学研究」について

「栄養科学研究 (The Mukogawa Journal of Nutrition Science Research; MJNSR)」(以下, 本誌)は, 栄養科学研究所が発刊する「研究所紀要」に該当する科学雑誌で, 他誌に未発表の栄養科学に関する総説, 原著, 症例報告, 短報・その他の投稿を受け付ける。

2. 投稿資格

依頼原稿を除き, 原稿の筆頭著者は, 原則として本学の教員や大学院生に限るが, 編集委員会が認めた場合は学外からの投稿も受け入れる。

3. 論文の査読

審査の結果, 編集方針に従って論文の採否や原稿の加筆, 修正, 削除などを決定し, 著者に通知する。

4. 原稿の形式

1) 原稿記載の順序

- (1) 第1ページ目は表紙とし, 総説, 原著, 症例報告, 短報, その他の別を明記し, 表題25文字以内のランニングタイトル, Key Words (5個以内), 著者全員の氏名とその所属, 連絡責任者の住所, 氏名, 電話, FAX, E-mailアドレスを記載する。
- (2) 第2ページ目以降は, 下記の順に配列する。
本文 (400字以内の要旨, 緒言, 方法, 結果, 考察, 謝辞等, 文献)
表紙を第1ページとして, 最終ページまで通し番号を記入する。
表 (説明図をふくむ), 図, 図の説明は別々に添付すること
- (3) 投稿にあたり, 共著者全員が自筆署名した投稿承諾書を同封すること

2) 原稿作成上の注意

- (1) 原稿は原則として3部作成し, 次ページ以降の投稿要領に従いCD-Rも付けて投稿すること
- (2) 図・写真はそのまま製版できる鮮明なものとし, 片側コラムの幅 (77mm), または左右コラム幅 (165mm) に合わせた大きさにする。組み合わせの図は, 印刷領域 (222mm×165mm) を超えない範囲 (図説も考慮する) でまとめて, A4判の用紙で提出する。図中文字のサイズについては中ゴシック7.5ポイント (11級) とする。
- (3) 表については, 体裁を統一するため, ワード (エクセルも可) にて作成し, 電子媒体に原稿とは別ファイルにて添付すること。
- (4) 文献の記載は引用順とし, 末尾に一括して通り番号を付けること。
- (5) 文献番号1), 1) 2), 1) - 3) …を肩付とし, 本文中に番号で記載すること。著者が4名以上のときは, 3名を記載し, 残りを「～ほか」「～et al.」とすること。
- (6) 誌名を略記する場合には, 本邦のものは日本医学図書館協会編: 日本医学雑誌略名表, 外国のものはIndex Medicus 所載のものに従う。
- (7) 英文要旨が必要。
- (8) 度量衡の単位は本文, 図表ともにmm, cm, ml, dl, l, pg, ng, μ g, mg, g, kgなどを用いる。

3) 文献記載例

- (1) 萩里早紀, 谷野永和, 山本遥菜ほか: 地域在宅高齢者のMini Nutritional Assessment (MNA) と血清アルブミン値の関係におけるBMIの影響. 日本病態栄養学会雑誌14: 317-324, 2011
- (2) Tanaka M, Yoshida T, Bin W, et al.: FTO, abdominal adiposity, fasting hyperglycemia associated with elevated HbA1c in Japanese middle-aged women. J Atheroscler Thromb. 19: 633-642, 2012.
- (3) 福尾恵介ほか: 予防とつきあい方シリーズ, 高血圧・糖尿病—生活習慣病—(荻原俊男, 監修, 池上博司, 楽木宏美, 編集) メディカルビュー社, 東京, 2009, pp. 36-39
- (4) Liberman, U. A., Marx, S. J.: Vitamin D-dependent rickets. In: Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism 4th ed (ed. by Favus, M. J.). Lippincott, Philadelphia, 1999, pp. 323-328

5. 掲載料

掲載料は原則無料とするが、刷り上り10頁以上の超過分については徴収する場合がある。カラー印刷等、特殊なものは、実費が必要である。

6. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、武庫川女子大学に帰属する。ただし、著作者本人は論文を許諾なしに利用することができる。また、論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し、インターネットを通じて公開されるものとする。

7. 投稿要領（原稿3部とデータを入れたCD-R等の記録媒体を添付すること）

1) 使用ソフトについて

(1) Macを使う方へ

ソフトはマックライト, MSワードを使用すること。

その他にソフトを使用する場合はテキスト形式で保存すること。

文字は細明朝11ポイントで統一すること。

(2) Windowsを使う方へ

保存は必ず, テキスト形式で保存すること。

文字はMSP明朝またはCentury11ポイントで統一すること。

記録媒体は, Mac, WindowsともCD-Rを使用すること。

2) 文字は節や段落などの改行部分のみにリターンを使用し, その他は, 続けて入力すること。

3) 和文の句読点は「,」「.」にする。

4) 英文, 数字は, スペースも含め全て半角入力（英文入力）すること。

カンマ（, ），ピリオド（. ），コロン（: ）も含みます。ただし, （, ），（. ），（: ）の前にスペースは入れない。

5) 日本文に英文が混ざる場合には, 日本文と英文との間に半角スペースを入れないこと。

6) 表と図の説明は, ファイルの最後にまとめて入力すること。

7) 入力内容の出力について

(1) 原稿は必ず完全な形に整え, A4判の用紙にワードプロセッサで印字する。

(2) 原稿1頁の体裁は, 1行40文字×40行で文字の大きさは11ポイントを使用, 上下左右のマージン（余白）

は30mm程度開ける。表紙を1頁とし、頁番号を印字する。

8. 原稿の送付先

〒663-8558 西宮市池開町6-46

武庫川女子大学栄養科学研究所 栄養科学研究雑誌編集委員会（代表 福尾恵介）

TEL/FAX：0798-45-9922

平成29年3月末日

投 稿 承 諾 書

栄養科学研究雑誌編集委員長殿

下記論文を「栄養科学研究」に投稿いたします。本論文は、他誌にすでに掲載あるいは投稿中ではないこと、執筆者全員は論文の内容について責任を有していること、および掲載された原稿の著作権は武庫川女子大学に帰属すること、さらに論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し、インターネットを通して公開することに同意いたします。

発表論文題目：

総説 / 原著 / 症例報告 / トピックス / 短報・その他

全著者の自筆署名を列記してください。捺印は不要です。なお、共著者の分が書ききれない場合は、別紙に欄を適宜追加し、全員の署名を受けてください。

筆頭著者署名 (年 月 日)

※ 責任著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

共著者署名 (年 月 日)

※筆頭著者が大学院生の場合、論文責任者の教員の署名を受けて下さい。

栄養科学研究
(令和5年度)

編集 武庫川女子大学栄養科学研究所

発行者 学校法人 武庫川学院

〒663-8558 兵庫県西宮市池開町6番46号

電話 0798-47-1212 (代表)

発行日 令和6年3月

印刷 大和出版印刷株式会社

Research Institute for Nutrition Sciences
Mukogawa Women's University
**The Mukogawa Journal of
Nutrition Science Research**
Vol.12 2023



武庫川女子大学栄養科学研究所