

New Food Industry

2020
5

New food indust. 62 (5): 2020.

原 著

- ◆植物発酵液SW(低分子コラーゲン含有)の摂取が女性の美白・美肌に及ぼす影響と安全性の検証: 非盲検試験
- ◆ネギ(*Allium fistulosum* L.)エキス摂取による高齢者の健康状態改善効果

総 説

- ◆脂肪の“質”とエネルギー代謝
- ◆インスリン誘導性 *SHARP-1* 遺伝子と *SIRT1* 長寿遺伝子の発現相関
- ◆大学でのコンビニ昼食の利用実態に基づいた教室内の環境改善の検討

ニューヨークタイムズ電子版 2020年2月20日 セルフケア欄の翻訳

- ◆嘘か真か あなたにとってコーヒーは良いものですか?
はい、それは種類と量によって変わります。

漢方の効能

立効散新症例

New Food Industry Editorial Board

■ボードメンバー敬称略(五十音順)

大石 隆介	Ryusuke Oishi	明海大学 経済学部経済学科
岡 希太郎	Kitaro Oka	東京薬科大学
具 然和	Yeunhwa Gu	純真学園大学 放射線技術科学科
古賀 邦正	Kunimasa Koga	(一財)自然環境研究センター
齋藤 忠夫	Tadao Saito	東北大学
坂上 宏	Hiroshi Sakagami	明海大学歯科医学総合研究所(M-RIO)
史 海霞	Haixia Shi	上海交通大学医学院第九人民医院
白瀧 義明	Yoshiaki Shirataki	城西大学薬学部生薬学講座
須見 洋行	Hiroyuki Sumi	倉敷芸術科学大学
瀬口 正晴	Masaharu Seguchi	神戸女子大学, 日本穀物科学研究会会長
早田 邦康	Kuniyasu Soda	自治医科大学附属さいたま医療センター
津田 孝範	Takanori Tsuda	中部大学応用生物学部食品栄養科学科
友村 美根子	Mineko Tomomura	明海大学 総合教育センター
日比野 康英	Yauhide Hibino	城西大学大学院 薬学研究科
豊崎 俊幸	Toyosaki Toshiyuki	香蘭女子短期大学 食物栄養学科
牧 純	Jun Maki	松山大学薬学部 医療薬学科
増田 宜子	Yoshiko Masuda	松本歯科大学 歯科保存学講座
松郷 誠一	Seiichi Matsugo	金沢大学
宮尾 茂雄	Shigeo Miyao	東京家政大学教授
山口 正義	Masayoshi Yamaguchi	University of Hawaii Cancer Center
山田 正子	Masako Yamada	東京家政学院大学 現代生活学部 食物学科
肖 黎	Li Xiao	日本歯科大学 生命歯学部薬理学講座
渡部 保夫	Yasuo Watanabe	愛媛大学大学院農学研究会



その透きとおった肌のヒミツは、なに？

保湿
美白
バリア機能改善

外部試験機関にて臨床データを取得
ヒト経口摂取による試験にて、「保湿効果」、「バリア機能改善効果」
さらには「美白効果」も確認されました。

初めまして。
食べて身体の中からキレイになる、
パイナップルから生まれたセラミド。

美容素材 **パイナップルセラミド**

パインセラ

自然の恵みを選ぶ 食品営業部
丸善製薬株式会社
【東京】東京食品課 〒150-0021 東京都渋谷区恵比寿西2-6-7 TEL(03)3496-1521 FAX(03)3496-1641
【大阪】大阪食品課 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町2-6-6(道野日生ビル6F) TEL(06)6203-6918 FAX(06)6233-3606 <http://www.maruzenpcy.co.jp>

好評発売中

- A5版／248ページ
- 定価：(本体3,500円+税)
- 発行：食品資材研究会



■著者／山口 正義 (やまぐち まさよし)

骨の健康と食因子

骨粗鬆症の予防と修復へのアプローチ

- 第1章 ホルモンと生体機能調節
- 第2章 ホルモンの細胞内への情報伝達とそのしくみ
- 第3章 カルシウム代謝とそのホルモン調節
- 第4章 骨代謝とそのホルモン調節
- 第5章 老化と骨カルシウムホメオスタシス
- 第6章 栄養性ミネラルと骨粗鬆症の予防
- 第7章 生体微量元素と骨粗鬆症の予防
- 第8章 骨粗鬆症を予防する食品由来生理活性因子
- 第9章 骨粗鬆症を予防する食品素材
- 第10章 複合食因子の骨効果と新規サプリメントの開発

◆ご注文は FAX またはメールにて **FAX:042-312-0845** info@nfi-llc.co.jp

原 著

- 植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）の摂取が女性の美白・美肌に及ぼす影響と安全性の検証：非盲検試験

Consumption of liquid of fermented plant extract SW (LFPE-SW) results in skin lightening and related cosmetic improvements among healthy Japanese women: an open-label trial

本藤 和彦, 山下 慎一郎, 鈴木 直子, 原 太一, 和泉 達也 311

- ネギ (*Allium fistulosum* L.) エキス摂取による高齢者の健康状態改善効果

Beneficial effects of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) extract on the health condition of elderly volunteers

高嶋 亜希子, 佐野 宗孝, 成田 琢磨, 熊谷 昌則, 畠 恵司 325

総 説

- 脂肪の“質”とエネルギー代謝

Fat quality affects energy metabolism

矢島 克彦 331

- インスリン誘導性 *SHARP-1* 遺伝子と *SIRT1* 長寿遺伝子の発現相関

Correlation of expressions of the insulin-inducible *SHARP-1* gene and the *SIRT1* longevity gene

塚田 晃子, 高木 勝広, 山田 一哉 339

- 大学でのコンビニ昼食の利用実態に基づいた教室内の環境改善の検討

Examination of environmental adjustment in classroom based on the situation of convenience store lunch at university

小林 茂雄, 渡邊 拓海 347

連載解説

- 新解説 グルテンフリー製品への Millet (ヒエ) の利用 (1)

Millet (ヒエ) のグルテンフリー食品と飲料

瀬口 正晴, 竹内 美貴, 中村 智英子 357

◆ニューヨークタイムズ電子版 2020 年 2 月 20 日 セルフケア欄の翻訳◆

- 嘘か真か あなたにとってコーヒーは良いものですか？
はい、それは種類と量によって変わります。

NYT 記者 Dawn MacKeen 著 岡 希太郎 訳 367

連載 漢方の効能

- 立効散新症例
Pharmacological activity and dental application of Rikko-san

渡辺 秀司, 浜田 信城, 鈴木 光雄, 遠山 歳三,
佐々木 悠, 坂上 宏, 堀江 憲夫 373

連載 野山の花 — 身近な山野草の食効・薬効 —

- ホオノキ *Magnolia obovata* Thunb. (*M. hypoleuca* Siebold et Zucc.)
(モクレン科: Magnoliaceae)

白滝 義明 378

Life with Nutrition てるこ先生のこころの栄養学

- 蚕からの贈り物 5 桑の実

中村 照子 381

連載 デンマークの通信

- デンマークの今

Naoko Ryde Nishioka 384

世界から、優れた「自然の恵み」を提供します

アンテスの母なる穀物 **キヌア**



南米アンテス原産のヒユ科アカザ亜科の雑穀です。インカ帝国の時代より食され、栄養価の高さから伝承的に「母なる穀物」として重用されてきました。食物繊維や鉄・マグネシウムなどのミネラル、すべての必須アミノ酸を含む、栄養バランスに優れたグルテンフリーの雑穀で、スーパーフードとして世界的にも注目されています。

「茹でる」「炊く」が1番ポピュラーな食べ方で、フクフクとした食感を楽しめます。スープ・雑炊・サラダ・雑穀米など様々な料理に使われています。

取扱製品

- ◆キヌア粒
- ◆有機キヌア粒



第 24 回腸内細菌学会学術集会の誌上開催について

本年 6 月 11-12 日に札幌サンプラザにて開催が予定されておりました第 24 回腸内細菌学会学術集会を新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大のため、誌上開催といたしますことをお知らせ申し上げます。

大変遺憾なことに COVID-19 の流行拡大がやみません。本年 3 月 11 日、WHO は本症をパンデミックであると表明し、COVID-19 の早期収束の困難さを示しました。世界の感染者は 180 万人、死亡者は 11 万 2 千人を超えております(4/13, 4:00 現在、AFP 通信統計)。また我が国の感染者は 7,460 人、死亡者は 110 人（クルーズ船事例を含む、4/13, 7:00 現在、厚労省発表）を示し、4 月 7 日に「新型インフルエンザ等対策特別措置法に基づく新型コロナウイルス感染症に関する緊急事態宣言」が東京都を含む 7 都府県にて発令され、COVID-19 の勢いはなお衰えず先行きの見えない不安な状況が続いています。

このような状況で、収束の先が見えない中、学会員、学生、参加者その他関係者の健康を第一に優先すべきであり、学術集会がクラスター感染の場となつてはならないことなどを勘案して、私どもは本年 6 月の学術集会を通常の開催方法により実施することは困難であると判断いたしました。更に延期の可能性について慎重に協議いたしました。先が見通せない現状で、延期時期の選定、会場の予約、演題内容の修正などの困難な問題が多数存在するため、学術集会の延期開催も行わないことを決定いたしました。

第 24 回腸内細菌学会学術集会（会長：北海道大学、綾部時芳教授：テーマ「腸内細菌と宿主の共生－ライフコースの健康と病気を紐解く」）は腸内細菌学会誌に出版された演題抄録を元にした誌上開催といたします。誌上開催の内容ならびに参加費、協賛金等の扱いを以下のように取り決めましたので、何卒ご理解の程よろしくお願い申し上げます。

1. 誌上開催とするもの（研究業績となる）

- ・海外特別講演（米国南カリフォルニア大学、Andre J Ouellette 博士）
- ・特別講演（東京工業大学、山田 拓司博士）
- ・受賞講演（東京大学、一戸猛志博士・関西医科大学、赤川翔平博士）
- ・シンポジウム 1「宿主からみた共生・腸内細菌からみた共生」
- ・シンポジウム 2「Developmental Origins of Health and Disease（DOHaD）と腸内細菌」
- ・一般演題（A, 31 題、B, 12 題、C, 20 題）
- ・市民公開講座（テーマ「健康になる食事と腸内細菌」）

2. 誌上開催としないもの（研究業績とならない）

- ・ランチョンセミナー

3. 一般演題 A を対象とした最優秀発表賞の選考

- ・最優秀発表賞の選考は行わない。

4. 一般演題演者からの参加費徴収について

- ・一般演題演者から参加費は徴収しない。

5. 協賛金の取り扱い

既に振り込まれました協賛金は返金いたしません。誌上開催と事後処理などの費用として有効に使わせていただきます。ご理解・ご協力いただいた企業・団体に深謝申し上げます（学会誌上にリストを記載致しました）。

6. 展示・ランチョンセミナー共催費の取り扱い

- ・費用を徴収することはいたしません。

7. 参加費の取り扱い

- ・既にお振り込みいただいた参加費は返金いたします。振り込み手数料は学会にて負担させていただきます。

このような危機的な状況において、COVID-19 によりお亡くなりになられた方々にご家族の皆様への深い哀悼の意を表しますとともに、今現在闘病を続けておられる方々へのお見舞いを述べさせていただきます。さらに感染リスクが高い最前線で診断、治療、予防などに従事し日夜奮闘を続けておられる医療関係者、それを支えている周囲の方々とそのご家族他、多くの皆様に心よりの感謝を申し上げる次第です。

最後に、安全・安心を最優先にこのような状況下においても、その状況打破に向けての有形・無形の社会貢献として、学術・研究活動に励んでおられる皆様に敬意を表するとともにご自愛下さい。

令和 2 年 4 月 14 日

公益財団法人腸内細菌学会理事長 清野 宏
公益財団法人腸内細菌学会学術委員会委員長 神谷 茂
第 24 回腸内細菌学会学術集会大会長 綾部 時芳

植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）の 摂取が女性の美白・美肌に及ぼす影響と 安全性の検証：非盲検試験

本藤 和彦 (HONDOU Kazuhiko)^{1,*}, 山下 慎一郎 (YAMASHITA Shin-ichiro)²,
鈴木 直子 (SUZUKI Naoko)², 原 太一 (HARA Taichi)³, 和泉 達也 (IZUMI Tatsuya)^{4,**}

Key Words: 植物発酵液 SW, 低分子コラーゲン, 顔面皮膚メラニン量, 顔面皮膚紅斑量

Consumption of liquid of fermented plant extract SW (LFPE-SW) results in skin lightening and related cosmetic improvements among healthy Japanese women: an open-label trial

Authors: Kazuhiko Hondou^{1,*}, Shin-ichiro Yamashita², Naoko Suzuki², Taichi Hara³ and Tatsuya Izumi^{4,**}

***Corresponding author:** Kazuhiko Hondou¹

****Principal investigator:** Tatsuya Izumi⁴

Affiliated institutions:

¹Yagumo Kousan Co., Ltd. (5F F&T Bldg., 2-19-6, Shimo-meguro, Meguro-ku, Tokyo 153-0064, Japan.)

²ORTHOMEDICO Inc. (2F Sumitomo Fudosan Korakuen Bldg., 1-4-1, Koishikawa, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-0002, Japan.)

³Faculty of Human Sciences, Waseda University (2-579-15, Mikajima, Tokorozawa-shi, Saitama, 359-1192, Japan.)

⁴Hiroo Dermatology Clinic & Mentors inc. (1&2F Hiroo Masugi Annex Bldg., 5-25-5, Hiroo, Shibuya-ku, Tokyo, 150-0012, Japan.)

Key Words: Liquid of fermented plant extract SW, low-molecular-weight collagen, melanin concentration, erythema, facial skin

Objective: Liquid of fermented plant extract SW (LFPE-SW) is a product of fermented fruits and vegetables that contains low-molecular-weight collagen. LFPE-SW has antioxidant effects, and may lighten skin color via active inhibition of tyrosinase, and diminished production of melanin. We investigated whether daily consumption of LFPE-SW resulted in lightened skin color and related cosmetic improvements.

Methods: We conducted an open-label trial with 31 Japanese women aged ≥ 30 years who were dissatisfied with their skin and whose facial melanin concentrations were relatively high. Subjects consumed LFPE-SW (20 mL/day) before breakfast for 12 weeks. The primary outcome measured was melanin concentrations in facial skin. The secondary outcomes included the extent of erythema on facial skin, skin tone, finding on complete skin assessment (facial pigmentation, wrinkles, skin texture, pores, skin color, redness, and oiliness), subjective impressions (measured on a Likert scale), and blood high-sensitivity C-reactive protein levels. The safety of LFPE-SW was also evaluated.

Results: All 31 subjects completed the study. The melanin concentrations in facial skin (average of right and left sides together, and right side alone) were significantly lower after consumption of LFPE-SW ($P = 0.011$ and $P < 0.001$, respectively). Additionally, the extent of erythema on facial skin (average of right and left sides together, right side alone, and left side alone) was also significantly lower after consumption of LFPE-SW ($P < 0.001$). Skin tone, as evaluated qualitatively by physician-provided reports, improved in about 40% of subjects. The condition of the facial skin (elasticity, moisture, stickiness, texture, hue, lightness and, tightening), and subjective symptoms related to facial swelling and physical fatigue had also improved significantly by the completion of the trial ($P < 0.05$). No safety concerns were noted.

Conclusions: In our study, 12 weeks of daily consumption of LFPE-SW resulted in significant decreases in melanin concentration and in the extent of erythema in facial skin among a cohort of Japanese women. Consumption of LFPE-SW also resulted in improvements in the overall condition of facial skin as well as amelioration of subjective symptoms, including facial swelling, physical fatigue and skin tone. Our results suggest that LFPE-SW is safe and effective when used under the conditions described here for skin lightening and related cosmetic applications.

抄録

目的：植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）（以下、植物発酵液 SW とする）は、さまざまな果実や野菜を混合して発酵させた食品である。植物発酵液 SW には抗酸化作用が確認されており、細胞試験によってチロシナーゼ活性阻害、メラニン産生抑制等による美白効果が示唆されている。これより、植物発酵液 SW の摂取において期待される、メラニンの沈着抑制によるシミの減少およびコラーゲンの分解抑制を介した美白・美肌効果を検証した。

方法：試験参加に同意した、肌に不満を感じている 30 歳以上の日本人女性のうち、顔面皮膚メラニン量が多い 31 名を対象に非盲検試験を実施した。植物発酵液 SW を朝食前に 1 日 20 mL 摂取させ、介入期間は 12 週間摂取とした。主要アウトカムは顔面皮膚のメラニン量、副次的アウトカムは顔面皮膚紅斑量、肌の色、肌測定（色素沈着、シワ、肌のきめ、毛穴、色味、赤味、油分）、肌に関する自覚症状（リッカートスケール法）、高感度 CRP であった。また、安全性についても併せて評価した。

結果：31 人が試験を完遂した。摂取後において、顔面皮膚メラニン量に関して、左右平均および右平均のメラニン量は摂取前と比較して有意に減少した（それぞれ $P = 0.011$, $P < 0.001$ ）。顔面皮膚紅斑量においても、左右平均、右平均、左平均で紅斑量は摂取後に有意に減少した（それぞれ $P < 0.001$ ）。医師の所見による肌の色評価では約 4 割が肌の色に改善が認められた。自覚症状評価では、植物発酵液 SW の摂取によって肌の状態（化粧のノリや肌の弾力、潤い、べたつき、キメ、明るさ、張り、白さなど）や体の疲労、顔のむくみに関する自覚症状が有意に改善した（ $P < 0.05$ ）。安全性に問題はなかった。

結論：植物発酵液 SW の 12 週間継続摂取は肌に不満を感じている 30 歳以上の日本人女性のうち、顔面皮膚メラニン量が多い者において、顔のメラニン量の減少、紅斑量の減少、肌の状態や体の疲労、顔のむくみに関する自覚症状の改善をもたらした。肌の色は医師による所見においても改善が確認された。よって、植物発酵液 SW は美白・美肌効果を示すことが確認された。加えて、本試験の条件下では安全性に問題ないことが確認された。

はじめに

紫外線照射によって産生される活性酸素は、メラニンの産出に寄与することが知られている¹⁾。通常、メラニンが発生した際には肌の新陳代謝（ターンオーバー）によりメラニンが体外に排出される²⁾。しかし、体内に活性酸素が過剰にある場合には、肌のターンオーバー機能が低下するためにメラニンの排出が滞り、肌にメラニンが色素として沈着することでシミとして確認される。また、活性酸素はコラーゲンを分解する酵素の発現を増加させ、コラーゲンの分解を助長することが知られている³⁾。コラーゲンの分解によって皮膚の真皮層の構造が脆弱になると、皮膚表面にシワが生じる⁴⁾。よって、活性酸素の除去機能を示す食品の摂取は、メラニンの沈着抑制およびコラーゲンの分解抑制を介した美白・美肌効果が期待される。

植物発酵液は、酵素栄養学の創始者であるアメリカのエドワード・ハウエル博士によって構築された

「生の野菜や果物などの食物酵素を摂ることで食品の消化が助けられ、体内の消化酵素が温存される分、体内の代謝酵素が活性化される」という理論⁵⁾をもとに開発された食品である。植物発酵液にはパイナップルやバナナ、イチゴ、りんご、メロン、マンゴーなどの果実や、大根、にんじん、にんにく、タマネギ、ほうれん草、アスパラ、ニラなどの野菜の発酵物が含まれる。細胞試験およびヒト試験によって植物発酵ペースト AO（植物発酵液混合物）の抗酸化作用が確認され^{6,7)}、BMI (kg/m²) 18.5 以上 25 未満の者においては植物発酵ペースト AO（植物発酵液混合物）の摂取によるシミの減少が確認された⁷⁾。また、細胞試験において、植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）（以下、植物発酵液 SW とする。）はチロシナーゼ活性阻害、メラニン産生抑制による美白効果が示唆されている⁸⁾。さらに、植物発酵液 SW はミトコンドリア賦活化、細胞老化抑制、I 型コラーゲン産生促進、乾燥・酸化・紫外線スト

* 責任筆者：本藤 和彦¹⁾, ** 試験責任医師：和泉 達也⁴⁾

¹⁾ 八雲香産株式会社（〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-19-6 F&T ビル 5 階）

²⁾ 株式会社オルトメディコ（〒112-0002 東京都文京区小石川 1-4-1 住友不動産後楽園ビル 2 階）

³⁾ 早稲田大学人間科学学術院（〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15）

⁴⁾ 広尾皮膚科クリニック（〒150-0012 東京都渋谷区広尾 5-25-5 広尾栞儀アネックスビル 1&2 階）

レス保護、マクロファージからの炎症性サイトカインである TNF- α ・IL-1・IL-6 遺伝子の発現抑制、抗ストレス（乾燥・酸化・紫外線）作用および成長因子である EGF・FGF-2 遺伝子の発現促進による肌健全化効果も確認されている⁸⁾。したがって、植物発酵液 SW の摂取はメラニンの沈着抑制によるシミの減少およびコラーゲンの分解抑制を介して美白・美肌効果が期待されるが、ヒトにおける検証は行われていない。そこで、本試験では植物発酵液に低分子コラーゲンを混合した植物発酵液 SW の美白・美肌効果を検証した。

I. 対象と方法

1. 試験デザイン

本試験は非盲検試験で実施した。本試験は、医療法人社団盛心会タカラクリニック倫理委員会の承認（承認日 2018 年 5 月 8 日、承認番号 1805-1801-YK01-01-TC）を得た後、UMIN-CTR に登録された（登録番号 UMIN000032658）。また、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針の趣旨に則り、医学倫理に十分配慮し実施した。

2. 参加者

本試験の対象者は、肌に不満を感じている 30 歳以上の日本人女性とした。試験参加にあたり次の条件を除外基準とした。

- (a) 悪性腫瘍、心不全、心筋梗塞の治療中もしくは既往歴がある者、
- (b) 不整脈、肝障害、腎障害、脳血管障害、リウマチ、糖尿病、脂質異常症、高血圧、その他の慢性疾患で治療中の者、
- (c) 特定保健用食品、機能性表示食品、その他の機能性が考えられる食品 / 飲料を日頃から摂取している者、
- (d) アトピー性皮膚炎と診断されたことがある者、
- (e) 皮膚の乾燥、炎症などにより皮膚科で治療中の者、測定部位に傷があり、測定が難しい者、
- (f) 顔の一般的なスキンケア（クリーム・美容液・オールインワン製品・パック等化粧品・乳液・日焼け止め等）以外を使用している者、
- (g) 日常的にスキンケアの施術（エステ等）を受けている、もしくは美容器具（美顔器等）を使用して

いる者、

- (h) 同意書取得日から過去 3 ヶ月間に化粧習慣を変更した者、もしくは試験期間中（同意書取得日から最終検査まで）に化粧習慣を変更する予定のある者、
- (i) 同意書取得日から過去 1 カ月間に過度の日焼けをしている者、もしくは試験期間中（同意書取得日から最終検査まで）に過度の日焼けをする予定のある者、
- (j) 医薬品（漢方薬を含む）・サプリメントを常用している者、
- (k) アレルギー（大豆、りんご、バナナ、もも、キウイフルーツ、やまいも、ごま、ゼラチン、医薬品・試験飲料関連食品）がある者、
- (l) 妊娠中、授乳中、あるいは試験期間中に妊娠する意思のある者、
- (m) 同意書取得日以前の 3 か月間において他の臨床試験に参加していた者、
- (n) その他、試験責任医師が本試験の対象として不適切と判断した者。

試験参加者の募集は、(株)オルトメディコ（東京都文京区）が運営するモニター募集サイト Go トーク (<https://www.go106.jp/>) で行い、試験参加を希望する者には(株)オルトメディコのオフィスにて試験内容を十分に説明し、書面にて同意を得た。試験参加者に、本試験の主宰者および資金提供者企業に所属している者は含まなかった。検査は広尾皮膚科クリニック（東京都渋谷区）にて行われた。

3. 介入

本試験の介入に用いた試験飲料 {植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）} の原材料組成を表 1 に示した。試験参加者には、試験飲料を付属の計量カップで朝食前に 1 日 20 mL 摂取させた。介入期間は 12 週間とした。試験食品の形状は液体であった。

表 1 「植物発酵液 SW（低分子コラーゲン含有）」組成表

性状	含有成分
	植物発酵液
液体	低分子コラーゲン
	果汁

表 2 試験スケジュール

	スクリーニング 兼摂取前検査	摂取開始	摂取 12 週間後検査
身体測定	●		●
理学検査	●		●
血液検査	●		●
尿検査	●		●
アンケート	●		●
肌測定	●		●
医師の所見	●		●
日誌		●	●
問診	●		●

丸印 (●) は各項目の実施タイミングを示す。

4. 評価項目

試験スケジュールを表 2 に示した。有効性・安全性評価の項目測定はスクリーニング兼摂取前検査と摂取 12 週間後に実施した。

(1) 主要アウトカム：顔面皮膚メラニン量

メグザメーター (MX18MP, Courage+Khazaka electronic GmbH, ドイツ・ケルン) を用い、顔のメラニンの濃さを数値化し評価した。目じりと鼻の対角線上を右 3 回、左 3 回の計 6 回測定し、右平均値、左平均値、左右平均値をそれぞれ算出した。

(2) 副次的アウトカム

(a) 顔面皮膚紅斑量

メグザメーターを用い、顔の紅斑の濃さを数値化し評価した。目じりと鼻の対角線上を右 3 回、左 3 回の計 6 回測定し、右平均値、左平均値、左右平均値をそれぞれ算出した。

(b) 医師の所見

試験に関与していない医師が試験飲料摂取前、試験飲料摂取後の顔の写真を比較し、肌の色に関する評価を行った。写真撮影の際には、画像の色補正やスケール補正のためキャスマッチを貼り付け、画像の色補正やスケール補正は画像処理ソフト Adobe Photoshop (アドビシステムズ㈱, 東京都品川区) を用いて画像処理を行った。1. 「著明改善」、2. 「改善」、3. 「やや改善」、4. 「不変」、5. 「悪化」の 5 段階で評価し、数値が低いほど肌の色が良いことを表した。

(c) 肌測定

ロボスキナアナライザー (CS50, ㈱インフォワード, 東京都渋谷区) を用い、油分値、明るさ、色素

沈着数 {数 (小), 数 (大: Lv1, Lv2, Lv3)}, 色素沈着総面積 {面積 (小), 面積 (大: Lv1, Lv2, Lv3)}, 毛穴数, 目立つ毛穴, 開きが目立つ毛穴, 黒ずみが目立つ毛穴, シワ数, シワ総長さ, シワ総面積, きめ, 赤味数 {数 (Lv1, Lv2, Lv3)}, 赤味総面積 {面積 (Lv1, Lv2, Lv3)} を数値化し評価した。

(d) 自覚症状

調査内容は、「化粧のノリが良い」「肌に弾力がある」「肌に潤いがある」「肌がべたつかない」「肌のキメが細かい」「肌が明るい」「肌にはりがある」「冷えを感じにくい」「目元が明るい」「体が疲れにくい」「顔がむくみにくい」「肌の色が白い」であり、リッカートスケール法を用いて評価した。1. 「まったくあてはまらない」、2. 「ほとんどあてはまらない」、3. 「あまりあてはまらない」、4. 「少しあてはまる」、5. 「かなりあてはまる」、6. 「非常にあてはまる」の 6 段階で評価し、数値が高いほど自覚症状が良いことを表した。

(e) 末梢血液検査

高感度 CRP を評価した。㈱ LSI メディエンス (東京都千代田区) に委託し、常法に従って測定された。

(3) 安全性項目

安全性評価項目として、身体測定、理学検査、尿検査および末梢血液検査を実施した。

身体測定および理学検査では、体重、BMI、体脂肪率、体温、収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍数を測定した。スクリーニング検査兼摂取前検査時に身長を測定し、BMI の算出に使用した。

また、尿検査では、蛋白質、ブドウ糖、ウロビリノーゲン、ビリルビン、ケトン体、pH、潜血を測定した。

各項目は、(株) LSI メディエンスにて常法に従って測定された。

さらに、末梢血液検査では、血液学検査項目として、白血球数、赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット値、血小板数、MCV (平均赤血球容積)、MCH (平均赤血球色素量)、MCHC (平均赤血球色素濃度)、白血球像 (好中球率、リンパ球率、単球率、好酸球率、好塩基球率、好中球数、リンパ球数、単球数、好酸球数、好塩基球数) を測定した。血液生化学検査項目として、AST (GOT)、ALT (GPT)、 γ -GT (γ -GTP)、ALP、LD (LDH)、LAP、総ビリルビン、直接ビリルビン、間接ビリルビン、コリンエステラーゼ (ChE)、総蛋白、尿素窒素、クレアチニン、尿酸、CK、カルシウム、血清アミラーゼ、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、トリグリセリド (TG: 中性脂肪)、グリコアルブミン、血清鉄 (Fe)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、クロール (Cl)、無機リン (IP)、グルコース、ヘモグロビン A1c (HbA1c: NGSP) を測定した。非特異的 IgE はスクリーニング検査のみ実施した。各項目は、(株) LSI メディエンスに委託し、常法に従って測定された。

試験参加者の健康状態を確認するため、各検査日において問診を実施した。また、試験参加者には、試験食品の摂取や体調の変化、医薬品の使用などの生活状況を日誌に毎日記録させた。

5. サンプルサイズ

本試験の介入がメラニンに及ぼす影響による効果量 d を、0.539 と仮定し、例数設計を行った。有意水準 (α) を 0.05、検出力 ($1 - \beta$) を 0.80 とすると症例数は 29 名となった。試験参加中の脱落を考慮し、2 名多く参加することとし、31 名とした。

6. 選抜

本試験に参加同意した 47 名のうち、31 名を本試験に組み入れた。選抜基準は、試験責任医師が試験参加に問題ないと判断した者の内、メグザメーターの顔面皮膚メラニン量が相対的に多い者であった。

7. 統計解析

すべての統計解析は両側検定で行うものとし、有意水準は 5% に設定した。ソフトウェアは、

Windows 版の SPSS Ver. 23.0 (日本アイ・ビー・エム(株)、東京都中央区) とした。各評価項目において、平均値および標準偏差で示したデータは対応のある t 検定、中央値および四分位範囲で示したデータは Mann Whitney の U 検定、該当者数で示したデータは McNemar 検定を用いて介入前後の測定値の比較を行った。また、解析にあたり尿検査や末梢血液検査は基準値内の測定値を 0、基準値外の測定値を 1 にコード化した。安全性評価項目は、試験飲料の摂取に伴う医学的に問題のある変動が生じていないことを確認した。また、試験責任医師が個人単位で安全性評価項目を確認し、安全性の評価を行った。

II. 結果

1. 解析対象者

図 1 に試験参加者の追跡フローチャートを示した。参加者の募集は 2018 年 5 月から 9 月の間に行い、介入期間は 2018 年 9 月から 2019 年 1 月であった。試験日誌やヒアリングの結果、全員が試験を完

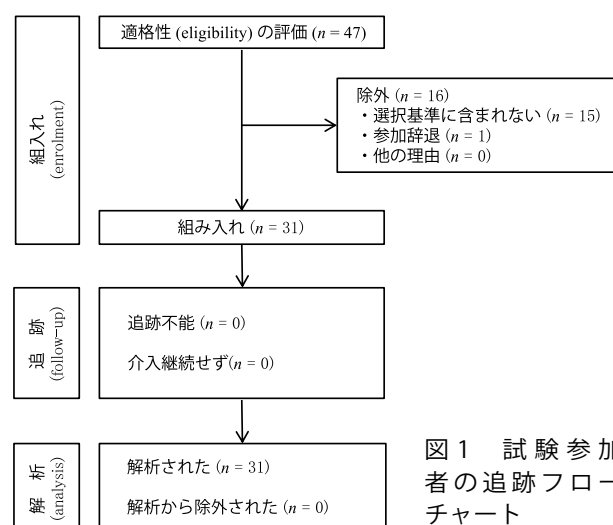


図 1 試験参加者の追跡フローチャート

表 3 試験参加者背景

摂取前		
年代 ^a	— 30 代	8 (25.8%)
年代 ^a	— 40 代	13 (41.9%)
年代 ^a	— 50 代	10 (32.3%)
年代 ^a	— 60 代	0 (0.0%)
年代 ^a	— 70 代	0 (0.0%)
	— 80 代以上	0 (0.0%)
年齢 ^b (歳)	Mean $\pm$ SD: 45.1 $\pm$ 8.0	
身長 ^b (cm)	Mean $\pm$ SD: 159.6 $\pm$ 5.9	
非特異的 IgE ^b (IU/mL)	Mean $\pm$ SD: 106.5 $\pm$ 114.4	

^a 人数 (割合), ^b 平均値 (Mean), 標準偏差 (SD)

表 4 顔面皮膚メラニン量・顔面皮膚紅斑量・高感度 CRP

	単位	摂取前		摂取 12 週間後		変化量		P 値
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
メラニン								
左右平均	-	181.5	31.7	170.2	30.9	-11.3	23.0	0.011*
右平均	-	184.8	32.3	167.2	30.4	-17.6	23.9	<0.001**
左平均	-	178.1	36.4	173.2	35.6	-4.9	31.8	0.399
紅斑								
左右平均	-	271.4	57.0	212.6	59.0	-58.9	39.3	<0.001**
右平均	-	270.7	55.8	216.9	69.8	-53.8	46.3	<0.001**
左平均	-	272.1	66.7	208.3	54.5	-63.9	51.9	<0.001**
高感度 CRP	mg/dL	0.027	0.039	0.034	0.041	0.007	0.022	0.085

平均値 (Mean), 標準偏差 (SD), 対応のある *t* 検定, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

表 5 医師の所見

	該当数
改善	12 (38.7%)
— 著明改善	— 2 (6.5%)
— 改善	— 3 (9.7%)
— やや改善	— 7 (22.6%)
不変	14 (45.2%)
悪化	5 (16.1%)

人数 (割合)

遂し、遵守事項を違反した者はいなかったため、最終的な解析対象者は Intention To Treat であり、計 31 名 (45.1 ± 8.0 歳) であった。

試験参加者の背景を表 3 に示した。背景因子で群間に有意差が認められた項目はなかった。

2. 顔面皮膚メラニン量・顔面皮膚紅斑量・高感度 CRP

摂取前から摂取 12 週間後の変化量で有意差が認められた項目は、左右平均のメラニン ($P = 0.011$), 右平均のメラニン ($P < 0.001$), 左右平均の紅斑 ($P < 0.001$), 右平均の紅斑 ($P < 0.001$), 左平均の紅斑 ($P < 0.001$) であった (表 4)。なお、高感度 CRP に有意な変化は確認されなかった。

3. 医師の所見

摂取前と比較して、摂取 12 週間後に改善と判断された人数は 12 名であった。その内、著明改善が 2 名、改善が 3 名、やや改善が 7 名であった。また、不変が 14 名、悪化が 5 名であった (表 5)。

4. 肌測定

摂取前から摂取 12 週間後の変化量で有意差が認められた項目は、目尻のシワの総長さ ($P = 0.009$), 目尻のシワの総面積 ($P = 0.013$) であった (表 6)。

5. 自覚症状

摂取前と摂取 12 週間後で有意差が認められた項目は、「化粧のノリが良い」 ($P < 0.001$), 「肌に弾力がある」 ($P < 0.001$), 「肌に潤いがある」 ($P < 0.001$), 「肌がべたつかない」 ($P < 0.001$), 「肌のキメが細かい」 ($P = 0.002$), 「肌が明るい」 ($P < 0.001$), 「肌にはりがある」 ($P < 0.001$), 「目元が明るい」 ($P = 0.002$), 「体が疲れにくい」 ($P = 0.009$), 「顔がむくみにくい」 ($P = 0.021$), 「肌の色が白い」 ($P < 0.001$) であった (表 7)。

6. 安全性

摂取前後で有意差が認められた項目が散見されたものの、いずれの項目も平均値は至適範囲内および基準値内で変動しており、試験責任医師より被験食品摂取の影響はないと判断された (表 8)。尿検査において、有意差は認められなかった (表 9)。また、末梢血液検査の集計データでは、基準値外の項目を示す者が散見されたが他の項目と合わせて、医学的に問題ないことが試験責任医師により確認された (表 10-1, 表 10-2)。なお、介入期間中に試験食品に起因する有害事象は確認されなかった。

III. 考察

本試験では肌に不満を感じている 30 歳以上の日

表 6 肌測定

	単位	摂取前		摂取 12 週間後		変化量		P 値
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
目立つ毛穴の総数	個	3999.2	1947.8	4552.5	3173.2	553.3	2411.5	0.211
目立つ毛穴	個	2690.7	1207.0	3049.3	1968.9	358.6	1541.3	0.205
開きが目立つ毛穴	個	76.0	60.9	92.3	101.2	16.3	59.9	0.140
黒ずみが目立つ毛穴	個	1232.6	693.3	1411.0	1118.7	178.4	821.6	0.236
色素沈着数 (合計)	個	314.9	120.4	374.8	244.6	59.9	179.8	0.073
色素沈着数 (平均)	個	78.7	30.1	93.7	61.1	15.0	44.9	0.073
色素沈着数 (合計) ※小含まない	個	242.8	106.8	289.6	211.5	46.8	147.1	0.087
色素沈着数 (平均) ※小含まない	個	80.9	35.6	96.5	70.5	15.6	49.0	0.087
色素沈着数 (小)	個	72.1	19.0	85.2	39.7	13.1	36.0	0.052
色素沈着数 (大 :Lv1)	個	172.5	62.9	205.0	126.4	32.5	96.7	0.071
色素沈着数 (大 :Lv2)	個	52.0	33.9	63.1	62.5	11.1	37.3	0.109
色素沈着数 (大 :Lv3)	個	18.3	14.8	21.5	27.0	3.2	16.5	0.284
色素沈着面積 (合計)	mm ²	1429.8	904.0	1656.1	1596.4	226.3	1015.1	0.224
色素沈着面積 (平均)	mm ²	357.4	226.0	414.0	399.1	56.6	253.8	0.224
色素沈着面積 (合計) ※小含まない	mm ²	1377.3	897.0	1594.4	1576.0	217.1	994.7	0.234
色素沈着面積 (平均) ※小含まない	mm ²	459.1	299.0	531.5	525.3	72.4	331.6	0.234
色素沈着面積 (小)	mm ²	52.5	14.4	61.7	29.4	9.2	26.2	0.060
色素沈着面積 (大 :Lv1)	mm ²	1007.2	567.9	1166.0	990.5	158.7	655.8	0.188
色素沈着面積 (大 :Lv2)	mm ²	289.0	254.5	330.8	430.0	41.8	254.1	0.367
色素沈着面積 (大 :Lv3)	mm ²	81.1	95.8	97.6	179.9	16.6	101.2	0.369
眼下のシワ数 (左右合計)	本	15.3	5.9	16.8	10.1	1.5	7.8	0.288
眼下のシワ数 (左右平均)	本	7.7	3.0	8.4	5.0	0.8	3.9	0.288
眼下のシワ数 (右)	本	7.5	3.4	8.6	5.9	1.1	4.5	0.187
眼下のシワ数 (左)	本	7.8	3.3	8.2	4.5	0.4	4.0	0.561
目尻のシワの総長さ	mm	81.3	43.8	104.0	57.1	22.7	45.4	0.009**
目尻のシワの総面積	mm ²	124.6	59.1	157.7	72.8	33.0	69.8	0.013*
明るさ	-	63.4	3.0	63.3	2.9	-0.1	3.7	0.825
赤味数 (合計)	個	1370.0	929.1	1236.7	744.3	-133.3	1013.9	0.470
赤味数 (平均)	個	456.7	309.7	412.2	248.1	-44.4	338.0	0.470
赤味数 (Lv1)	個	1196.0	767.6	1086.2	634.9	-109.8	859.6	0.482
赤味数 (Lv2)	個	168.1	169.4	144.8	116.4	-23.3	172.0	0.457
赤味数 (Lv3)	個	5.9	9.0	5.8	8.2	-0.1	13.1	0.957
赤味面積 (合計)	mm ²	830.5	781.6	718.5	518.9	-112.0	778.8	0.430
赤味面積 (平均)	mm ²	276.8	260.5	239.5	173.0	-37.3	259.6	0.430
赤味面積 (Lv1)	mm ²	787.5	729.0	679.3	491.9	-108.2	725.0	0.412
赤味面積 (Lv2)	mm ²	41.7	52.9	38.0	35.1	-3.7	60.0	0.731
赤味面積 (Lv3)	mm ²	1.3	3.2	1.2	2.5	0.0	4.4	0.968
油分値	-	1.3	3.2	1.2	2.5	0.0	4.4	0.968
きめ	-	1.3	3.2	1.2	2.5	0.0	4.4	0.968

平均値 (Mean), 標準偏差 (SD), 対応のある *t* 検定, *: *P* < 0.05, **: *P* < 0.01

表 7 自覚症状

	単位	摂取前			摂取 12 週間後			P 値
		Median	Q1	Q3	Median	Q1	Q3	
化粧のノリが良い	-	3.0	2.0	3.0	4.0	3.5	4.5	< 0.001**
肌に弾力がある	-	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	< 0.001**
肌に潤いがある	-	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	< 0.001**
肌がべたつかない	-	3.0	2.5	4.0	5.0	4.0	5.0	< 0.001**
肌のキメが細かい	-	3.0	1.5	3.0	3.0	3.0	4.0	0.002**
肌が明るい	-	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.0	< 0.001**
肌にはりがある	-	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	< 0.001**
冷えを感じにくい	-	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	0.579
目元が明るい	-	2.0	2.0	3.0	3.0	2.5	3.5	0.002**
体が疲れにくい	-	3.0	2.0	3.5	4.0	3.0	4.0	0.009**
顔がむくみにくい	-	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.5	0.021*
肌の色が白い	-	3.0	2.0	3.0	3.0	2.5	4.0	< 0.001**

中央値 (Median), 第 1 四分位数 (Q1), 第 3 四分位数 (Q3). MannWhitney の U 検定

1: まったくあてはまらない / 2: ほとんどあてはまらない / 3: あまりあてはまらない / 4: 少しあてはまる / 5: かなりあてはまる / 6: 非常にあてはまる

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

表 8 身体測定・理学検査

	単位	摂取前		摂取 12 週間後		変化量		P 値
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
体重	kg	51.4	11.6	52.1	11.4	0.7	1.1	0.001**
BMI	kg/m ²	20.2	4.4	20.4	4.3	0.3	0.4	< 0.001**
体脂肪率	%	24.0	7.4	25.4	7.3	1.4	1.5	< 0.001**
収縮期血圧	mmHg	110.3	14.1	113.0	15.3	2.6	9.0	0.114
拡張期血圧	mmHg	68.4	9.9	71.4	10.5	3.0	6.9	0.021*
脈拍数	bpm	77.1	11.3	73.7	9.8	-3.4	7.9	0.025*
体温	°C	36.3	0.3	36.4	0.4	0.1	0.3	0.123

平均値 (Mean), 標準偏差 (SD), 対応のある t 検定, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

表 9 尿検査

	摂取前		摂取 12 週間後		P 値
	基準値内	基準値外	基準値内	基準値外	
蛋白質	27	4	30	1	0.375
ブドウ糖	31	0	31	0	N.A.
ウロビリノーゲン	31	0	31	0	N.A.
ビリルビン	31	0	31	0	N.A.
pH	30	1	30	1	1.000
潜血	27	4	26	5	1.000
ケトン体	31	0	31	0	N.A.

McNemar 検定, N.A.: Not Available

数値は該当人数を示す。

本人女性を対象に、植物発酵液に低分子コラーゲンを混合した“植物発酵液 SW (低分子コラーゲン含有)”の美白・美肌効果を検証した。

顔面皮膚メラニン量において、左右平均および右平均のメラニン量は摂取前後で有意に減少した。顔

面皮膚紅斑量においては、左右平均、右平均、左平均で紅斑量が摂取前後で有意に減少した。医師の所見では約 4 割が肌の色の改善があったと判断され、植物発酵液 SW の摂取によって肌の色が変わるという事実が確認された。自覚症状評価では、「冷え

表 10-1 末梢血液検査

	基準値	単位	摂取前		摂取 12 週間後		変化量		P 値
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
白血球数	3300-9000	/ μ L	5374.2	1336.9	5341.9	984.1	-32.3	1160.9	0.878
赤血球数	380-500	$\times 10^4$ / μ L	437.6	30.1	445.4	33.7	7.7	23.5	0.076
ヘモグロビン	11.5-15.0	g/dL	13.0	1.1	13.3	1.3	0.2	0.8	0.101
ヘマトクリット	34.8-45.0	%	41.6	3.2	42.3	3.5	0.7	2.4	0.116
血小板数	14.0-34.0	$\times 10^4$ / μ L	26.3	4.6	27.9	3.1	1.5	3.2	0.013*
MCV	85-102	fL	95.1	5.3	95.1	5.8	0.0	2.1	1.000
MCH	28.0-34.0	pg	29.8	1.9	29.8	2.0	0.0	0.7	0.980
MCHC	30.2-35.1	%	31.4	0.7	31.4	1.0	0.0	0.7	0.814
好中球率	40.0-75.0	%	57.7	9.5	58.1	8.1	0.4	8.4	0.793
リンパ球率	18.0-49.0	%	34.1	8.9	33.4	7.2	-0.7	7.3	0.603
単球率	2.0-10.0	%	5.1	1.4	5.2	1.3	0.1	0.9	0.585
好酸球率	0.0-8.0	%	2.5	1.9	2.8	2.0	0.2	1.2	0.280
好塩基球率	0.0-2.0	%	0.6	0.3	0.5	0.3	0.0	0.3	0.612
好中球数	-	/ μ L	3187.1	1295.3	3149.3	887.7	-37.9	1130.1	0.853
リンパ球数	-	/ μ L	1748.0	338.3	1744.7	317.0	-3.2	274.5	0.948
単球数	-	/ μ L	270.6	87.3	275.3	80.6	4.7	58.3	0.656
好酸球数	-	/ μ L	138.4	109.1	144.0	102.5	5.6	49.7	0.537
好塩基球数	-	/ μ L	30.1	14.2	28.6	15.8	-1.4	13.2	0.550
AST (GOT)	10-40	U/L	18.0	4.1	20.0	5.3	2.0	3.5	0.003**
ALT (GPT)	5-45	U/L	14.3	5.7	15.6	7.0	1.3	4.3	0.102
γ -GT (γ -GTP)	30 以下	U/L	18.0	7.4	18.3	8.2	0.3	4.3	0.740
ALP	100-325	U/L	162.8	52.3	168.7	51.9	5.9	20.5	0.120
LD (LDH)	120-240	U/L	169.7	24.8	164.8	25.1	-4.9	19.6	0.170
LAP	37-61	U/L	47.5	7.3	46.0	7.1	-1.5	3.5	0.026*
総ビリルビン	0.2-1.2	mg/dL	0.92	0.32	0.84	0.30	-0.08	0.25	0.098
直接ビリルビン	0.0-0.2	mg/dL	0.10	0.04	0.06	0.05	-0.04	0.06	< 0.001**
間接ビリルビン	0.2-1.0	mg/dL	0.81	0.30	0.78	0.27	-0.04	0.23	0.406
コリンエステラーゼ (ChE)	200-452	U/L	277.3	58.5	283.6	56.7	6.3	25.6	0.182
総蛋白	6.7-8.3	g/dL	7.0	0.4	6.9	0.4	-0.2	0.4	0.032*
尿素窒素	8.0-20.0	mg/dL	11.6	2.3	12.0	2.8	0.4	2.4	0.375
クレアチニン	0.47-0.79	mg/dL	0.61	0.08	0.59	0.08	-0.02	0.04	0.013*
尿酸	2.5-7.0	mg/dL	4.2	0.8	4.0	0.8	-0.2	0.6	0.058
CK	40-150	U/L	82.5	45.6	88.0	47.1	5.5	40.1	0.456
ナトリウム	137-147	mEq/L	140.0	1.5	139.9	2.2	-0.1	2.4	0.821
カリウム	3.5-5.0	mEq/L	4.0	0.3	4.0	0.4	0.1	0.3	0.205
クロール	98-108	mEq/L	101.7	1.9	101.6	2.0	-0.1	2.1	0.797
カルシウム	8.4-10.4	mg/dL	8.9	0.3	9.0	0.3	0.0	0.4	0.486
無機リン	2.5-4.5	mg/dL	3.8	0.5	3.3	0.4	-0.5	0.5	< 0.001**
血清鉄	40-180	μ g/dL	109.7	42.6	98.1	40.9	-11.6	44.4	0.156
血清アミラーゼ	40-122	U/L	82.3	26.5	86.2	27.1	3.9	11.0	0.059
総コレステロール	120-219	mg/dL	195.3	35.2	206.9	39.4	11.7	20.0	0.003**
HDL- コレステロール	40-95	mg/dL	76.1	17.0	79.2	18.1	3.1	6.8	0.017*
LDL- コレステロール	65-139	mg/dL	107.3	30.4	110.9	31.2	3.7	14.9	0.181
TG (中性脂肪)	30-149	mg/dL	79.1	45.9	80.4	57.4	1.3	58.1	0.902
グルコース	70-109	mg/dL	80.7	7.1	82.2	7.0	1.5	6.0	0.172
HbA1c (NGSP)	4.6-6.2	%	5.34	0.25	5.29	0.25	-0.05	0.13	0.045*
グリコアルブミン	12.3-16.5	%	14.64	1.06	14.49	1.02	-0.15	0.55	0.132

平均値 (Mean), 標準偏差 (SD), 対応のある t 検定, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

表 10-2 末梢血液検査

	摂取前		摂取 12 週間後		P 値
	基準値内	基準値外	基準値内	基準値外	
白血球数	30	1	31	0	1.000
赤血球数	29	2	29	2	1.000
ヘモグロビン	27	4	27	4	1.000
ヘマトクリット	27	4	23	8	0.219
血小板数	28	3	30	1	0.625
MCV	30	1	27	4	0.250
MCH	27	4	28	3	1.000
MCHC	31	0	29	2	0.500
好中球率	30	1	31	0	1.000
リンパ球率	29	2	31	0	0.500
単球率	31	0	31	0	N.A.
好酸球率	30	1	31	0	1.000
好塩基球率	31	0	31	0	N.A.
AST (GOT)	31	0	31	0	N.A.
ALT (GPT)	31	0	31	0	N.A.
γ-GT (γ-GTP)	29	2	27	4	0.625
ALP	28	3	30	1	0.500
LD (LDH)	31	0	30	1	1.000
LAP	31	0	29	2	0.500
総ビリルビン	26	5	28	3	0.500
直接ビリルビン	31	0	31	0	N.A.
間接ビリルビン	25	6	28	3	0.250
コリンエステラーゼ (ChE)	31	0	31	0	N.A.
総蛋白	27	4	22	9	0.180
尿素窒素	29	2	29	2	1.000
クレアチニン	31	0	30	1	1.000
尿酸	31	0	31	0	N.A.
CK	25	6	27	4	0.688
ナトリウム	31	0	30	1	1.000
カリウム	31	0	29	2	0.500
クロール	31	0	30	1	1.000
カルシウム	31	0	29	2	0.500
無機リン	28	3	30	1	0.625
血清鉄	27	4	28	3	1.000
血清アミラーゼ	29	2	27	4	0.500
総コレステロール	25	6	20	11	0.063
HDL- コレステロール	27	4	24	7	0.250
LDL- コレステロール	26	5	26	5	1.000
TG (中性脂肪)	30	1	29	2	1.000
グルコース	31	0	31	0	N.A.
HbA1c (NGSP)	31	0	31	0	N.A.
グリコアルブミン	30	1	29	2	1.000

McNemar 検定, N.A.: Not Available

数値は該当人数を示す。

を感じにくい」を除いた「化粧のノリが良い」「肌に弾力がある」「肌に潤いがある」「肌がべたつかない」「肌のキメが細かい」「肌が明るい」「肌にはりがある」「目元が明るい」「体が疲れにくい」「顔がむくみにくい」「肌の色が白い」の項目で有意な改善が認められた。「化粧のノリが良い」「肌に弾力がある」「肌がべたつかない」「体が疲れにくい」は、摂取前では“あまりあてはまらない”と回答した者が多くいたが、摂取後では“少しあてはまる”を回答する者が多くなった。「肌が明るい」においては、摂取前は“ほとんどあてはまらない”の回答数が多かったが、摂取後には“かなりあてはまる”と回答した者が多くなった。一方、「肌に潤いがある」「肌のキメが細かい」「肌にはりがある」「目元が明るい」「顔がむくみにくい」「肌の色が白い」にも有意差は認められたが、「冷えを感じにくい」を除く自覚症状と比べて“少しあてはまる”以上を回答したものが若干増えた程度であった。「冷えを感じにくい」を除く項目において自覚症状の改善が認められたが、「化粧のノリが良い」「肌に弾力がある」「肌がべたつかない」「肌が明るい」「体が疲れにくい」に対する自覚症状においては、あてはまると感じたものが多かったことから、これらの自覚症状は特に植物発酵液 SW の摂取によって顕著に改善された項目であった。

植物発酵液 SW は HORAC 法による測定において没食子酸相当量が計算されており、植物発酵液 SW に没食子酸の存在が確認されている⁹⁾。ポリフェノールとして没食子酸を含むテアフラビン、カテキン、ヘスペリジン、ケルセチンなどは、B16 メラノーマ細胞におけるメラニン合成の阻害およびメラニン合成に関わるチロシナーゼの活性阻害や発現抑制を示すことが確認されている¹⁰⁻¹³⁾。没食子酸が含まれる植物発酵液 SW においても、ヒトメラノサイトにおけるメラニン産生抑制機能やチロシナーゼ活性阻害作用が確認されている⁸⁾。したがって、植物発酵液 SW に含まれるポリフェノールがメラニンの合成を阻害するとともに、チロシナーゼ活性を阻害したことで、皮膚のメラニン量が減少したと考えられる。また、ミトコンドリアは細胞代謝に関与し¹⁴⁾、老化による肌代謝の低下はミトコンドリアの機能低下を介した酸化ストレスが要因と示唆されている¹⁵⁾。通常、メラニンは肌の代謝によって体外に排出

されるが²⁾、紫外線の暴露などによって活性酸素が過剰にある酸化ストレス状態になると、肌の代謝機能が低下するためにメラニンの排出が滞り、肌にメラニンが色素として沈着することでシミとして確認される¹⁶⁾。植物発酵液 SW は線維芽細胞におけるミトコンドリア機能の向上が確認されており⁸⁾、抗酸化作用を示すことが明らかにされている⁹⁾。したがって、植物発酵液 SW の摂取によるミトコンドリアの賦活化作用および抗酸化作用によって肌の代謝が向上したことで、メラニンの排出が促された可能性があった。また、メラニン量の減少に伴い「肌の色が白い」「肌が明るい」「目元が明るい」と自覚する者が多くなったと考えられることから、植物発酵液 SW は美白効果を示したと考えられる。

メグザメーターで得られる紅斑値はヘモグロビン量を意味し、肌の赤みとして認知される¹⁷⁾。肌の赤みは紫外線で誘導されるヒスタミンやプロスタグランジンによって惹起されることで生じる¹⁸⁾。植物発酵液 SW は抗炎症作用を示すことが確認されていることから¹⁹⁾、植物発酵液 SW の摂取によって紫外線で誘発された炎症症状が緩和されたことで、紅斑量が低下したと考えられる。

植物発酵液 SW は線維芽細胞における I 型コラーゲンを増加させることが確認されており⁸⁾、I 型コラーゲンは皮膚の真皮層に多く存在し、肌のはりやその他の皮膚機能に関与する²⁰⁾と言われていることから、植物発酵液 SW の摂取によって線維芽細胞のコラーゲン量が増加し、肌の弾力やはり強く自覚するようになったと考えられる。また、ヒトを対象にした試験においてコラーゲンの摂取によって皮膚水分量が増加することも報告されていることから²¹⁾、植物発酵液 SW に含有されるコラーゲンの摂取によって肌に潤いがあると感じた者が多くなったと推察される。肌の潤いに関して、試験参加者の体重は摂取前後で 700 g の有意な増加が確認されたが、顔やふくらはぎのむくみは試験期間中に確認されなかったことから、皮膚水分量が増加したことも肌の潤いに寄与した可能性があった。理想とする肌表面は皮丘と皮溝からなる多角形の皮野が細かく均等に形成されており^{22,23)}、肌表面が乾燥などの刺激を受けると皮丘と皮溝の凹凸がなくなり、キメが乱れた状態になる。コラーゲンの摂取は皮膚水分量の増加をもたらすことから²¹⁾、植物発酵液 SW に含まれるコラー

ゲンの摂取によって皮膚水分量が増加したことや、植物発酵液 SW による線維芽細胞のミトコンドリア賦活化および I 型コラーゲンの増加などによって皮膚の代謝や皮膚構造が支持されたことで、理想的な肌の状態に近づき「肌のキメが細かい」と感じるようになったと推察される。

素肌の物理特性から想起される印象を推定する体系的なモデル²⁴⁾によると、肌の凹凸感が強く、メラニン量とヘモグロビン量が多い場合に「べたつき感」を強く感じ、肌の凹凸感が強く、メラニン量が少ないほど「うるおい感」を強く感じるとされる。つまり、植物発酵液 SW の摂取によって皮膚のメラニン量とヘモグロビン量が減少したことで、「肌がべたつかない」「肌に潤いがある」という自覚症状が改善されたと推測される。

むくみとは日常生活のなかでも一時的な症状として確認される状態の一つであり、毛細血管壁を介した水分移行の異常や、腎臓を介した体液量の調節機能の低下など、体液循環の恒常性の乱れによって引き起こされる²⁵⁾。むくみの解消には血管機能の向上や末梢血流量の増加が重要であり、ポリフェノールによる血管機能の向上²⁶⁾および末梢血流量の増加²⁷⁾が確認されている。また、ポリフェノールの摂取によって顔のむくみが減少することがヒト試験によって明らかにされている²⁸⁾。植物発酵液 SW にはポリフェノールが含まれることから⁹⁾、植物発酵液 SW によって血管機能や末梢血流量が増加したことで自覚する顔のむくみが改善された可能性があった。

ポリフェノールは抗疲労効果を示すことが報告されており、そのメカニズムには酸化ストレスの抑制が関与していると示唆されている²⁹⁾。「体が疲れにくい」に改善が認められたことは、植物発酵液 SW が示す抗酸化作用が寄与したと考えられる。

本試験では、植物発酵液 SW の 12 週間継続摂取による肌のメラニン量および紅斑量の減少が確認された。また、化粧のノリ、肌の弾力や潤い、べたつき、キメ、明るさ、はり、白さの他に、疲労や顔のむくみなどの自覚症状の改善も確認された。なお、本試験ではロボスキナアナライザーによって測定した項目のうち、目じりのシワの総長さおよび総面積は摂

取前後において有意な増加が確認されたが、シワが生じる際に悪化する肌の弾力や潤い、キメなどの自覚症状は改善が確認されたことから、シワの総長さと総面積に確認された有意差は臨床的に意味のある差ではなかったと考えられる。また、肌の弾力や潤い、キメなどの自覚症状の改善により、肌のたるみが解消されたことで目じりのシワの総長さおよび総面積が増加した可能性も考えられた。試験に関与していない医師による肌の色の評価では、「著明改善」「改善」「やや改善」「改善」「不変」「悪化」の 5 択から評価される。「悪化」は「改善」もしくは「不変」と判断されない場合に選択され、本試験では「悪化」と評価された者も確認されたが、悪化の具合は僅かであり、大きく色が変化した訳ではなかった。植物発酵液 SW の摂取後にメラニン量の減少が確認されたことや肌の白さを強く自覚するようになったことなどから、植物発酵液 SW には美白効果があったと言える。加えて、肌の美しさは、肌のべたつきが少なく、透明感や潤い感があると強く感じると報告されていることから²⁴⁾、植物発酵液 SW は美肌効果も示したと言える。しかし、本試験は単群の前後比較であったことから、今後の試験ではプラセボを対照とした試験実施によるエビデンスの取得を課題としていきたい。また、メラニンの沈着や維持にはエンドセリン -1 が関与すると言われ³⁰⁾、没食子酸が構造に含まれるエピガロカテキンガレートやレスベラトロール、ケルセチンなどはエンドセリン -1 の発現を低下させることが報告されている^{31,32)}。メラニン量の減少が認められた植物発酵液 SW もエンドセリン -1 の発現を低下させることが予測されることから、今後の試験でエンドセリン -1 の発現量を調査することも興味深い課題である。

結論

植物発酵液 SW の 12 週間継続摂取によって、顔のメラニン量が減少した他、紅斑量の減少、肌の状態や疲労、むくみに関する自覚症状の改善が認められ、肌の色は試験に関与していない医師による所見においても改善された者が確認されたことから、植物発酵液 SW (低分子コラーゲン含有) は美白・美肌効果を示すことが確認された。

利益相反

本試験は、本藤和彦の所属する八雲香産(株)が主宰し、試験の実施および論文執筆に関わるすべての費用を負担した。山下慎一郎、鈴木直子の所属は、八雲香産(株)が本試験を委託した(株)オルトメディコである。本試験の実施は八雲香産(株)と(株)オルトメディコが共同で行った。原太一の所属は、学校法人早稲田大学 人間科学学術院であり、試験計画のアドバイザーとして試験に携わった。和泉達也は、広尾皮フ科クリニックに所属する本試験の責任医師であり、試験参加者の健康管理に当たった。

参考文献

1. Horikoshi T, Nakahara M, Kaminaga H, Sasaki M, Uchiwa H, *et al.*: Involvement of nitric oxide in UVB-induced pigmentation in guinea pig skin. *Pigment cell Res.* **13** (5): 358-363, 2000.
2. 戸川暖子, 駒城素子: 皮膚の構造と分泌物. 生活工学研究 **5** (1): 122-123, 2003.
3. Fisher GJ, Quan T, Purohit T, Varani J, Kang S, *et al.*: Collagen fragmentation promotes oxidative stress and elevates matrix metalloproteinase-1 in fibroblasts in aged human skin. *Am. J. Pathol.* **174** (1): 101-114, 2009.
4. Im A, Song JH, Lee MY, Yeon SH, Um KA, *et al.*: Anti-wrinkle effects of fermented and non-fermented cyclopia intermedia in hairless mice. *BMC Complement. Altern. Med.* **14**: 1-6, 2014.
5. Howell E: Introduction to enzyme nutrition. Enzyme nutrition: The food enzyme concept. Avery publishing group, New York, pp.1-14, 1985.
6. 本藤和彦, 鈴木直子, 山下慎一郎, 吉田雄介: ミトコンドリアおよび抗酸化作用を介した植物発酵ペースト AO の細胞学的効果. 薬理と治療 **45** (7): 1141-1152, 2017.
7. 本藤和彦, 山下慎一郎, 鈴木直子, 和泉達也: 植物発酵ペースト AO の摂取がヒトの抗酸化能および肌の状態に与える影響—非盲検試験—. 薬理と治療 **45** (7): 1153-1164, 2017.
8. 本藤和彦, 鈴木直子, 山下慎一郎, 吉田雄介: 植物発酵液 SW の美白効果および肌健全効果. *New Food Ind.* **62** (3): 157-167, 2020.
9. 本藤和彦, 鈴木直子, 山下慎一郎, 吉田雄介: 植物発酵液 SW の抗酸化作用. 薬理と治療 **47** (5): 733-738, 2019.
10. Yamaoka Y, Ohguchi K, Itoh T, Nozawa Y, Akao Y: Effects of Theaflavins on melanin biosynthesis in mouse B16 melanoma cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **73** (6): 1429-1431, 2009.
11. Sato K, Toriyama M: Depigmenting effect of catechins. *Molecules* **14** (11): 4425-4432, 2009.
12. Lee HJ, Lee WJ, Chang SE, Lee G: Hesperidin, a popular antioxidant inhibits melanogenesis via Erk1 / 2 mediated MITF degradation. *Int. J. Mol. Sci.* **16** (8): 18384-18395, 2015.
13. Fujii T, Saito M: Inhibitory effect of quercetin isolated from rose hip (*Rosa canina* L.) against melanogenesis by mouse melanoma cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **73** (9): 1989-1993, 2009.
14. Wanet A, Arnould T, Najimi M, Renard P: Connecting mitochondria, metabolism, and stem cell fate. *Stem Cells Dev.* **24** (17): 1957-1971, 2015.
15. Kozielec R, Greussing R, Maier AB, Declercq L, Jansen-du P: Functional interplay between mitochondrial and proteasome activity in skin aging. *J. Invest. Dermatol.* **131** (3): 594-603, 2011.
16. Orazio JD, Jarrett S, Amaro-ortiz A, Scott T: UV radiation and the skin. *Int. J. Mol. Sci.* **14** (6): 12222-12248, 2013.
17. メグザメーター仕様書
18. 小林静子: 紫外線 B 波照射による皮膚障害とその予防・治療 — γ -Tocopherol 誘導体塗布の効果—. *YAKUGAKU ZASSHI* **126** (9): 677-693, 2006.
19. 本藤和彦, 鈴木直子, 山下慎一郎, 吉田雄介: 植物発酵液 SW の抗炎症効果. 薬理と治療 **47** (9): 1417-1424, 2019.
20. Quan T, Fisher GJ: Role of age-associated alterations of the dermal extracellular matrix microenvironment in human skin aging: A mini-review. *Gerontology* **61** (5): 427-434, 2015.
21. 大原浩樹, 伊藤恭子, 飯田博之, 松本均: コラーゲンペプチド経口摂取による皮膚角層水分量の改善効果. 日本食品科学工学会誌 **56** (3): 19-27, 2009.
22. 清水宏: あたらしい皮膚科学 第2版. 中山書店, 2011.
23. 渡辺敏郎: 健康と美容に貢献する「酒粕」の成分. 日本醸造協会誌 **107** (5): 282-291, 2012.
24. 飛谷謙介, 松本達也, 谿雄祐, 藤井宏樹, 長田典子: 素肌の質感表現における印象と物理特性の関係性のモデル化. 映像情報メディア学会誌 **71** (11): J259-J268, 2017.
25. 福田洋之, 安田寿一: むくみ. 現代医療 **20** (1): 21-25, 1988.
26. Rizza S, Muniyappa R, Iantorno M, Kim JA, Chen H, *et al.*: Citrus polyphenol hesperidin stimulates production of nitric oxide in endothelial cells while improving endothelial function and reducing inflammatory markers in patients with metabolic syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **96** (5): 782-792, 2011.

27. 吉谷佳代, 南利子, 宅見央子, 鏡義明, 白石浩荘, 他: 冷えを訴える女性に及ぼす酵素処理ヘスペリジンの効果. 日本栄養・食糧学会誌 **61** (5): 233-239, 2008.
28. 中村寧子, 吉川和彦, 中村剛, 星野智宏, 山下慎一郎, 他: 健常な日本人男女を対象としたレモン由来酵素処理ヘスペリジンによる顔のむくみ低減効果の検証—ランダム化プラセボ対照二重盲検クロスオーバー比較試験—. 薬理と治療 **47** (2): 211-228, 2019.
29. 三浦健人, 北館健太郎: 新世代のポリフェノール “Oligonol (オリゴノール)” の機能 The function of the next generation of polyphenol “Oligonol”. 日本補完代替医療学会誌 **5** (3): 163-171, 2008.
30. Murase D, Hachiya A, Kikuchi-onoe M, Fullenkamp R, Ohuchi A: Cooperation of endothelin-1 signaling with melanosomes plays a role in developing and / or maintaining human skin hyperpigmentation. *Biol. Open* **4** (10): 1213-1221, 2015.
31. Reiter CEN, Kim J, Quon MJ: Green tea polyphenol epigallocatechin gallate reduces endothelin-1 expression and secretion in vascular endothelial cells: Roles for AMP-activated protein kinase, Akt, and FOXO1. *Endocrinology* **151** (1): 103-114, 2010.
32. Nicholson SK, Tucker GA, Brameld JM: Effects of dietary polyphenols on gene expression in human vascular endothelial cells. *Proc. Nutr. Soc.* **67** (1): 42-47, 2008.

ネギ (*Allium fistulosum* L.) エキス摂取による 高齢者の健康状態改善効果

高嶋 亜希子 (TAKASHIMA Akiko)¹, 佐野 宗孝 (SANO Munetaka)¹, 成田 琢磨 (NARITA Takuma)²,
熊谷 昌則 (KUMAGAI Masanori)³, 畠 恵司 (HATA Keishi)^{3*}

Key Words: ネギ, 高齢者, 健康改善

Beneficial effects of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) extract on the health condition of elderly volunteers

Authors: Akiko Takashima¹, Munetaka Sano¹, Takuma Narita², Masanori Kumagai³, Keishi Hata³

Corresponding author: Keishi Hata³ email: hata@arif.pref.akita.jp

Affiliated institutions:

¹Sano Inc., 3-4-2 Oroshi-machi, Akita, 010-0061, Japan

²Akita-Higashi Medical Clinic, 50-1 Kondosekizoe, Hiroomote, Akita 010-0041, Japan

³Akita Research Institute of Food & Brewing, 4-26 Sanuki, Arayamachi, Akita 010-1623, Japan

Key Words: Welsh onion (*Allium fistulosum* L.), elderly, health improvement

Abstract

Background and aims:

Approximately 480,000 tonnes of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) are harvested each year in Japan. Welsh onion exhibits a number of biological activities, including activation of immune responses; it also presents anti-oxidant, anti-glycation, and anti-cancer effects. Welsh onion is regarded as an effective treatment for colds in Japan, and the anti-influenza A activity of its fructan has been demonstrated.

Highly viscous sputum is difficult to clear from the airways. The elderly are more susceptible to congestion with viscous sputum than their younger counterparts. We previously examined the suppressive effects of Welsh onion extract on mucus hyper-production in human airway cells and revealed the potential of this extract to attenuate such hyper-production. In the present study, we performed clinical tests and investigated whether administration of dietary supplements with Welsh onion extract improves the health condition of the elderly.

Methods:

Twenty female and 20 male subjects aged between 60 and 74 years participated in this study. Lifestyle assessments and health questionnaires revealed no medical history of serious disease or allergic dermatitis. The subjects were administered 2 tablets/day of dietary supplements containing Welsh onion extract (20 subjects) or dextrin (20 subjects, placebo) for 20 days, and their subjective reports of 15 parameters of health were assessed by using a visual analogue scale with scores ranging between 0 mm (extremely poor condition) and 100 mm (extremely good condition). Scores were assessed pre-intervention (Day 0) and on Day 20.

Results and discussion:

Comparisons with the placebo group revealed that administration of Welsh onion extract markedly ameliorates 'bowel movement' and 'tired eyes' and enhances 'feel alert' ($P<0.05$). It also slightly attenuated 'dry eye' and 'foot swelling' ($0.05\leq P<0.1$). The dietary supplement ameliorated 'bowel movement' more extensively in females than in males and 'tired eyes' more extensively in male than in females. Spearman's rank correlation test revealed a strong positive correlation between 'tired eyes' and 'feel alert'. The present results demonstrated that Welsh onion extract ameliorates not only bowel movements but also tiredness in the elderly.

畠 恵司 (Keishi Hata)^{3*} (責任著者) e-mail: hata@arif.pref.akita.jp

¹株式会社サノ (〒010-0061 秋田県秋田市御町 3-4-2), ²あきた東内科クリニック (〒010-0041 秋田県秋田市広面字近藤堰添 50-1)

³秋田県総合食品研究センター 食品機能グループ (〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄 4-26 TEL: 018-888-2000)

1. 緒言

感染や炎症により粘り気の増した痰は気道にとどまりやすく、炎症をさらに悪化させるため、スムーズな排痰は気道内感染予防や肺胞を無菌状態に保つ観点からも重要である。“体力の低下”や“寝たきり状態”が原因で、自力での排痰や痰の飲みこみが困難となった高齢者にとって、粘り気が増した痰は、より排出しづらく、上気道炎、気管支炎、肺炎などの感染症の原因となるほか、最悪、窒息や呼吸困難に至るケースもある。痰の粘性成分は、気道上皮組織から分泌されるムチンと呼ばれる糖タンパク質である¹⁾。去痰薬として処方されるカルボシステイン(S-carboxymethyl-L-cysteine)は、気道炎症時のムチン過剰産生を正常化することで痰の粘り気を抑え、排出しやすくする。我々はこれまでNCI-H292ヒト気道上皮細胞(ヒト気道上皮細胞)におけるムチン産生測定系を構築し、ムチン産生抑制作用、即ち去痰作用のある食品素材の探索を行った²⁾。その過程で、ネギ(*Allium fistulosum* L.)抽出物に、ヒト気道上皮細胞におけるムチン過剰産生を抑制することを見出した³⁾。

国内で生産されるネギ46.5万トン(平成28年度産)のおよそ2.7%にあたる1.2万トンが秋田県内で生産されている。収穫されたネギのうち3割程度が、歪みが生じた形状のもの、切断により不均一な長さになったものとして出荷されずに廃棄されるため、この規格外品の有効活用は急務である。ネギの生理活性機能については、抗酸化、抗糖化作用あるいは抗腫瘍活性など幾つかの先行研究例がある^{4,6)}。日本ではネギは伝統的に風邪に良いとされ、事実、ネギに含まれるフルクタンの抗インフルエンザAウイルス活性が報告されている⁷⁾。しかしながら、我々が見出したネギの去痰作用に関しては知見がなかったため、高齢者食市場というあらたな販路開拓を目的に研究を進めた。

本研究では、60～74歳の健常高齢者を対象に、ネギエキスの去痰作用を含む健康状態改善効果を検討した結果を報告する。

2. 材料と方法

2-1. ネギエキスおよび試験食の調製

規格外品として生じたネギ(有限会社平沢ファーム、図1)を、70℃の温風乾燥で水分含量10%未



図1 ネギ規格外品の選別

表1 ネギエキス栄養成分分析ならびにシクロアリン含量

分析項目	分析値
エネルギー	389 kcal/100 g
水分	2.2 g/100 g
タンパク質	5.7 g/100 g
脂質	2.2 g/100 g
炭水化物	86.6 g/100 g
灰分	3.3 g/100 g
ナトリウム	85 mg/100 g
シクロアリン	518 mg/100 g

満まで乾燥させ、エキス調製まで室温で保管した。ネギエキスの調製は株式会社常磐植物化学研究所に委託し、以下の工程で行った。8.0 kgの乾燥ネギ乾燥物を50% (v/v)の食添用エタノール160 Lで抽出、セライト No503 (Linjiang Sailite Diatomite Co., Ltd.)を用いた珪藻土濾過後、0.45 μmのフィルターによる精密濾過を行った。濾過液を減圧濃縮後に、濃縮液(固形重量2.68 kg)に対してオクテニルコハク酸デンプン(松谷化学工業株式会社)2.68 kgを加えて、凍結乾燥した(凍結乾燥粉末5.28 kg)。ネギエキスの栄養成分分析ならびにシステインスルホキシドの一つであるシクロアリンの定量は、株式会社マシス 食品医薬品安全評価分析センターに委託した(表1)

試験食とプラセボ食は外観および風味から区別できないように、表面を酵母細胞壁などでコートし、試験食として一粒あたりネギエキス125 mgを含む270 mg/粒の錠剤を、プラセボ食として、ネギエキスの代わりにデキストリンを同量混合した270 mg/粒の錠剤を調製した(表2)。

表2 試験食およびプラセボ食組成表

原料名	配合量 (mg/粒)	
	試験食	プラセボ食
・素錠		
ネギエキス	125.0	0.0
デキストリン	0.0	125.0
還元麦芽糖水飴	43.8	43.8
セルロース	75.0	75.0
デンプン	1.3	1.3
ステアリン酸カルシウム	2.5	2.5
二酸化ケイ素	2.5	2.5
小計	250.0	250.0
・被膜		
酵母細胞壁	16.2	16.2
グリセリン	1.9	1.9
酸化チタン (着色料)	1.9	1.9
小計	20.0	20.0
合計	270.0	270.0

2-2. 試験参加者の選抜

ネギエキスサプリメントの健康状態改善作用を調べた試験は、ヘルシンキ宣言の趣旨に基づいて計画し、秋田県総合食品研究センター倫理審査委員会の承認 (H30-05) を受け行った。試験参加者 (60～74歳の男女) は、試験目的、方法などに関する詳細な説明を行い、書面による同意書を得た後に、以下の除外項目により選抜した。

- 試験に影響を与える可能性があると考えられる医薬品を日常的に服用している者
- 試験に影響を与える可能性があると考えられる健康食品等を日常的に摂取している者
- 妊娠中または妊娠している可能性のある者、および授乳中の者
- 被験品成分によってアレルギー症状を起こす恐れのある者 (過去に大豆含有食品で症状を示したことがある者)
- アトピー性皮膚炎等、慢性的な皮膚疾患のある者
- 他の臨床試験に参加している者
- 重篤な肝障害、腎障害、心筋梗塞の既往歴のある者
- 肝炎、腎炎の既往歴・現病歴のある者
- 高度の貧血のある者

2-3. 試験方法

ネギエキスの機能性評価はプラセボ対照二重盲検比較試験により行った。試験食区およびプラセボ食

表3 試験参加者の年齢構成

	年齢 (参加者数)	
	試験食区	プラセボ区
参加者全体	65.6 ± (n=20)	65.7 ± (n=20)
女性	66.3 ± 0.6 (n=9)	66.2 ± 0.7 (n=9)
男性	65.0 ± 1.1 (n=11)	65.2 ± 1.3 (n=11)

区にランダムに振り分けられた試験参加者 (表3) は、時間を規定せず 20 日間摂取した。なお、試験食の継続的な摂取による有害事象の報告はなかった。試験参加者は、15 項目の健康状態評価に対する自身の主観評価を、非常に悪い状態を 0 mm、非常によい状態を 100 mm とする visual analog scale (VAS) 試験用紙の任意な位置にマークする。ネギエキス摂取による効果の検証は、試験食およびプラセボ食摂取 0 日目と 20 日目の VAS の差 (Δ VAS) を試験参加者自身の健康状態改善値とし、各々の Δ VAS 間の有意差検定を Mann Whitney U 検定 (GraphPad Prism5, GraphPad Software 株式会社) で行うことで評価した。有意差水準は、 $P < 0.05$ を有意な改善、 $0.05 \leq P < 0.1$ を改善傾向が認められるとした。さらに、改善傾向あるいは有意な改善が認められた項目間の相関解析を Spearman の順位相関解析を行った。

3. 結果

3-1. ネギエキス摂取による試験参加者の健康状態変化

表2に、試験食およびプラセボ食摂取前後の試験参加者の15項目の健康状態変化を、 Δ VASで示した。プラセボ区と比較して、試験食摂取区の参加者において“便通”、“目の疲れ”、“目覚め”の3項目に有意な改善効果が認められた。また、“目の乾燥”、“足のむくみ”、“手足の冷え”の3項目については、プラセボ食区との比較において、ネギエキス摂取による改善傾向が認められた。次に、有意な改善作用および改善傾向が認められた6項目間の相関を調べるために、Spearman 検定を行った (表4)。“眼の疲れ”、“眼の乾燥”、“目覚め”の3項目間での相関が認められたが、特に“目の疲れ”および“目覚め”間の相関係数が高く、両項目には深い因果関係が存在すると思われる。

表4 ネギエキス食摂取による高齢者試験参加者の健康状態改善作用

項目	Δ VAS (mm)		危険率
	試験食摂取区	プラセボ食摂取区	
食欲	3.3 $\pm$ 2.6	-0.3 $\pm$ 0.4	0.220
腹囲	1.4 $\pm$ 1.0	1.1 $\pm$ 1.1	0.350
便通	7.8 $\pm$ 2.1	0.8 $\pm$ 3.5	0.033
肩こり	3.5 $\pm$ 1.6	0.3 $\pm$ 2.1	0.194
目の疲れ	4.5 $\pm$ 2.1	0.9 $\pm$ 1.3	0.038
目の乾燥	2.3 $\pm$ 1.5	-0.8 $\pm$ 0.7	0.063
足のむくみ	1.5 $\pm$ 1.2	-0.7 $\pm$ 0.6	0.051
歩行	2.4 $\pm$ 1.6	2.6 $\pm$ 2.5	0.433
胃部不快感	2.8 $\pm$ 2.3	-2.3 $\pm$ 2.6	0.484
手足の冷え	7.0 $\pm$ 2.8	1.3 $\pm$ 1.1	0.092
肌の乾燥	2.8 $\pm$ 1.9	1.1 $\pm$ 1.9	0.987
目覚め	2.1 $\pm$ 2.0	0.3 $\pm$ 0.4	0.048
関節の違和感	1.0 $\pm$ 1.1	1.1 $\pm$ 1.6	0.985
痰が絡む	0.6 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 1.5	0.434
頻尿	3.0 $\pm$ 1.9	0.8 $\pm$ 1.9	0.638

3-2. 健康状態変化の男女間の差の解析

次に、男女毎に Δ VAS について試験食およびプラセボ摂取間で統計解析を行った結果、ネギエキスを含む試験食を摂取した女性の参加者では“便通”、男性の参加者については“目の疲れ”の項目で有意な改善作用が認められた（図2）。次に、試験食摂取区の試験者について、全ての項目において男女間

の Δ VAS 値を比較したところ、ネギエキスを摂取した男性参加者はネギエキス摂取区の女性よりも、明らかに“目の疲れ”が改善されたと考えられる（図3）。

4. 考察

本研究において、我々はネギエキス継続摂取が、60～74歳の高齢男女試験参加者の健康状態15項目に与える影響を調べた。これまでの研究から、痰の主成分で粘性に関わるヒト気道上皮細胞におけるムチン過剰産生を、ネギエキスが正常化する知見を得ていたため、去痰作用を期待して、試験をデザインした。しかしながら、高齢試験参加者の“痰が絡む”という項目には改善効果が認められなかった。この理由として、試験の安全性を優先し、健常な高齢者を選抜したため、元々“痰がからむ”と訴える人が少なかったためだと推察している。一方、“目の疲れ”や“目覚め”の項目において、ネギエキスを含む試験食摂取区は、プラセボ食区と比較して有意な改善作用が認められた。ネギエキスに含まれるシクロアリインなどのシステインスルホキシドは、「活力、社会生活機能、日常役割機能（精神）および心の健康」や「睡

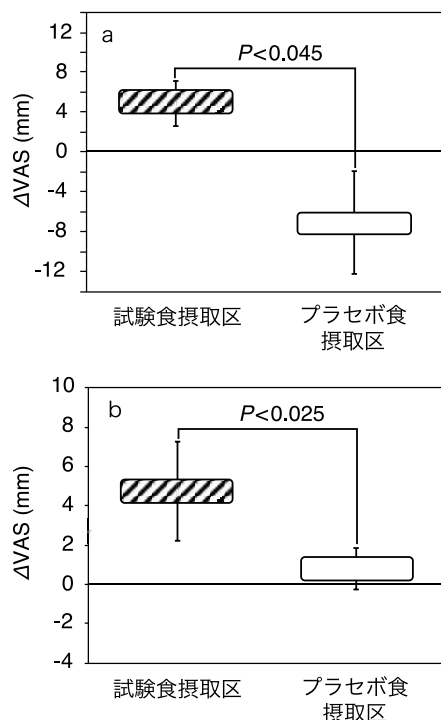


図2 有意に改善効果が認められた男女別項目
a: 女性試験参加者の“便通”, b: 男性試験参加者の“目の疲れ”

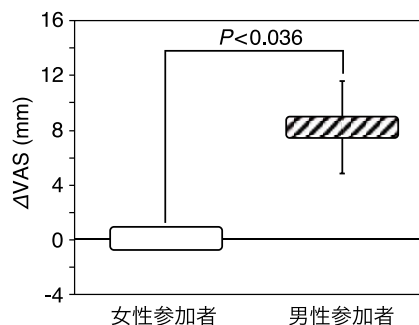


図3 “目の疲れ”改善作用における男女間差異
試験食区のすべての項目における Δ VAS を男女間で比較した結果、ネギエキスの“目の疲れ”改善作用は、男性に限定された。

表5 健康状態改善が認められた2項目間の相関解析

正の相関（相関係数 >0.4） が認められた2項目	相関係数	危険率
目の疲れ vs 目覚め	0.823	<0.01
目の疲れ vs 目の乾燥	0.533	0.023
目の乾燥 vs 目覚め	0.475	0.023



図4 秋田県内のスマイルケア食識別マーク利用許諾商品

眠」改善効果が報告されており^{8,9)}，本研究で得られたネギエキスの“目の疲れ”や“目覚め”改善効果には，シクロアリインなどが関与していると思われる。

ネギエキスの“目の疲れ”改善効果は，男性参加者に限定され，女性参加者にはほとんど認められなかった。中山らはシステインスルホキシド類を強化したタマネギエキスによる男性更年期症状緩和作用を，aging males' symptom スコア（AMS スコア）などで評価した¹⁰⁾。タマネギエキスを4週間摂取（システインスルホキシド類として 30 mg/日，4週間摂取）した更年期男性では，AMS スコア（総スコアおよび心理的因子）の改善が認められ，この男性更年期障害緩和作用が，本研究における“目の疲れ”改善効果が男性に限定される原因の一つと推定された。また，ネギエキス試験食に含まれるシクロアリインは 1.3 mg/日と，タマネギエキスの介入試験におけるシステインスルホキシド類の摂取量とはかなりの差があるため，ネギエキスに含まれるシクロアリイン以外のシステインスルホキシド類や，他の成分の関与が考えられる。

平成 28 年 11 月に農林水産省は，従来，「介護食品」と呼ばれてきた“かむこと，飲み込むことが難しい人のための食品”に代わり，“低栄養の予防につながる食品，生活をより快適にする食品という広い領域”としてとらえたもの（「スマイルケア食」とい

う名称を公募により決定）を発表した。都道府県別の人口に占める 65 歳以上の割合（高齢化率）が全国で最も高い秋田県（平成 27 年国勢調査）では，県産農林水産物を活用したスマイルケア食の開発や利用普及と啓発を通じて，元気で長生きできる健康づくりを総合的に推進することを目的に「県内の医療・福祉関連事業者，農林漁業者，食品製造業者，流通・販売業者，関係団体，大学，研究機関，金融機関，行政機関および個人の方々」をもって，平成 29 年 7 月にあきたスマイルケア食研究会を設立した（図 4）¹¹⁾。これまでの先行研究のネギの生理活性機能および我々が本研究において見出したネギエキスについても，あきたスマイルケア研究会事業を通じた中高年層の健康改善の一助となるよう研究を継続させたい。

謝辞

本研究の一部は「あきた農商工応援ファンド」ならびに内閣府地方創生推進事務局「あきたスマイルケア食研究開発事業」（企業版ふるさと納税対象事業，平成 29 年 6 月認定）の助成を受け行った。「あきたスマイルケア食研究開発事業」にご協力いただいた株式会社京急百貨店およびあいおいニッセイ同和損害保険株式会社に深謝いたします。

利益相反 特筆すべき利益相反はなし。

参考文献

1. Rose MC, Nickola TJ, Voynow JA: Airway mucus obstruction: mucin glycoproteins, MUC gene regulation and goblet cell hyperplasia. *Am J Respir Cell Mol Biol*, **25**: 533-537, 2001.
2. Iwashita J, Iguchi N, Takashima A, Watanabe D, Sano K *et al.*: Citrus jabara extracts suppress MUC5AC mucin production in human lung epithelial cells. *Adv Biol Chem*, **7**: 139-150, 2017.
3. 畠恵司, 岩下淳, 高嶋亜希子: 去痰作用を有する食品素材探索～ネギエキスは気道上皮細胞におけるムチン過剰産生を正常化する～. *食品と開発*, **54**: 78-80, 2019.
4. Ueda H, Takeuchi A, Wako T: Activation of immune responses in mice by an oral administration of bunching onion (*Allium fistulosum*) mucus. *Biosci Biotechnol Biochem*, **77**: 1809-1813, 2013.
5. Ramkissoon JS, Mahomoodally MF, Ahmed N, Subratty AH: Antioxidant and anti-glycation activities correlates with phenolic composition of tropical medicinal herbs. *Asian Pac J Trop Med*, **6**: 561-569, 2013.
6. Arulselvan P, Wen CC, Lan CW, Chen YH, Wei WC: Dietary administration of scallion extract effectively inhibits colorectal tumor growth: Cellular and Molecular Mechanisms in Mice. *PLoS One*, **7**: e44658, 2012.
7. Lee JB, Miyake S, Umetsu R, Hayashi K, Chijimatsu T *et al.*: Anti-influenza A virus effects of fructan from Welsh onion (*Allium fistulosum* L.). *Food Chem*, **134**: 2164-2168, 2012.
8. 抜井一貴, 田中啓子: QOL改善剤, 特開 2018-152083, 2018.
9. 永田奈々恵, 牧田美希, 菊池洋介, 福留真一, 中山優也 他: 睡眠改善剤, 特開 2019-23179, 2019.
10. 中山優也, 稲川裕人, 抜井一貴, 田中啓子, 平本茂 他: システインルホキシド類高含有タマネギエキスによる男性更年期症状の改善効果 —プラセボ対照ランダム化二重盲検並行群間比較試験, 薬理と治療, **45**: 595-608, 2017.
11. 松井ふゆみ, 畠恵司, 佐々木玲, 上原健二, 熊谷昌則: あきたスマイルケア食研究会の取り組みについて. 秋田県総合食品研究センター報告, **20**: 49-55, 2018.

脂肪の“質”とエネルギー代謝

矢島 克彦 (YAJIMA Ktsuhiko)^{1,*}

Key Words: エネルギー代謝, 飽和脂肪酸, 不飽和脂肪酸, 脂肪燃焼

Fat quality affects energy metabolism

Corresponding author: Katsuhiko Yajima¹ Email: k-yajima@josai.ac.jp

Affiliated institutions:

¹Laboratory of Nutritional Physiology, Department of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Josai University

1-1 Keyakidai, Sakado-shi, Saitama 350-0295, Japan

TEL. +81-49-271-8015

Key Words: Energy metabolism, saturated fatty acid, unsaturated fatty acid, fat oxidation

Abstract

The quality or type of fat (saturated or unsaturated), in addition to the amount of fat intake, has been identified as a potential factor leading to the increased prevalence of obesity and body weight gain. The association between weight gain and the percentage of calories from saturated fat is greater than that between weight gain and total fat intake. Thus, the type of fat consumption may be an important factor in lifestyle-related diseases. This may be due to changes in the postprandial energy metabolism because of the intake of different fatty acids. Particularly, fat oxidation was reportedly higher after a meal rich in unsaturated fatty acids compared with a meal rich in saturated fatty acids. In the Standard Tables of Food Composition in Japan, all fats yielded 9 kcal/g; however, the rate and ratio used for energy varied depending on the fat quality. Our findings contribute valuable information regarding having a daily diet rather than limiting intake as a potential preventive measure in the field of obesity.

要 旨

近年、食生活を起因とする生活習慣病は摂取する脂肪の“質”が強く関係するという報告がなされており、これまで“量”として捉えることが多かった脂肪の質の違いを見分ける重要性が強調されている。脂肪の質が肥満や生活習慣病に関連する原因の1つは食事によるエネルギー代謝の変化である。著者はヒューマン・カロリメータを用いた研究で、飽和脂肪酸を多く含む食事と比較して不飽和脂肪酸を多く含む食事の摂取が24時間の脂肪燃焼量を増大させることを報告した。一般的な食品標準成分表では「全ての脂肪は1g, 9kcal」という考えが主流である中、脂肪そのものの「エネルギーとしての消費されやすさ」が質によって異なるという本研究の知見は、食を通じた肥満予防の研究に大きな貢献をもたらす可能性を示した。

¹城西大学 薬学部 薬科学科 栄養生理学研究室

〒350-0295 埼玉県坂戸市けやき台1-1

TEL: 049-271-8015 FAX: 049-271-8015 E-mail: k-yajima@josai.ac.jp

はじめに

先進国における国民1人あたりの脂肪摂取量、および生活習慣病発症者の人数は共に増加している¹⁾。しかしながら近年、これまで“量”として捉えられることが多かった脂肪の“質”の違いを見分けることの重要性が強調されており、どのような脂肪を摂取したかが糖尿病や心血管疾患の有病率にも関与すると考えられている²⁾。食事に含まれる脂肪の主成分である脂肪酸は、構造の違いにより「飽和脂肪酸」と「不飽和脂肪酸」の2種類に大きく分類される。疫学研究では、地中海式ダイエットと呼ばれる食習慣を送っている人々において心血管疾患や癌発症率の減少、および死亡率の低下などの健康効果が得られることが報告された³⁾。地中海式ダイエットとは、オリーブオイルなどの植物油、および魚介類を積極的に摂取する地中海地方の食事である⁴⁾。地中海式ダイエットの特徴は、含有する脂肪に占める不飽和脂肪酸の割合が高い食事であるという点である。飽和脂肪酸の豊富な食事は様々な疾患を引き起こすという報告があり、一方で二重結合を1つ持つ一価不飽和脂肪酸の豊富な食事はそれらの負の効果を改善すると考えられている²⁾。体重の増減に関しても食事で摂取する脂肪酸の組成にも左右され、体重増加との関連性は摂取する脂肪の量よりも質の方がより強く、不飽和度の高い脂肪ほどその関連も強い傾向が見られている^{5,6)}。

1. 脂肪の質が変わると、脂肪の燃焼し易さも変化する

脂肪の質と体重の増減が関連を示す機序は「脂肪の燃焼しやすさの違い」に基づく。呼気のガス分析によりエネルギー消費量や脂肪燃焼量を算出することのできる間接熱量測定を用いて脂肪の質とエネルギー代謝を評価した複数の研究では、飽和脂肪酸が豊富な食事を摂取した後の脂肪燃焼量と比較して、不飽和脂肪酸が豊富な食事を摂取した後の脂肪燃焼量は増大したと報告されている⁷⁻¹⁰⁾。この脂肪燃焼亢進のメカニズムとしては、飽和脂肪酸と比較して不飽和脂肪酸は①リポタンパク質リパーゼに優先的に加水分解を受ける^{11,12)}、②抹消細胞の細胞膜上に存在する脂肪酸トランスポーターとの親和性が高く、速やかに細胞内に取り込まれる^{12,13)}、③核内受容体 PPARα を活性化させる¹⁴⁾、という3つが考察

される。実際に、細胞の培養実験や動物実験では、不飽和脂肪酸の摂取が核内受容体 PPARα を活性化させ¹⁴⁾、肝細胞のアシル CoA オキシターゼ¹⁵⁾や、リポタンパク質リパーゼ¹⁶⁾などの脂質代謝を亢進させる酵素の活性化が生じることが分かっている。さらに、ヒトを対象とした研究成果もある。21人の成人男性を対象として高脂肪のシェイク（高飽和脂肪酸、高一価不飽和脂肪酸または高多価不飽和脂肪酸を豊富に含む食事）を摂取させ6時間後に採血を行った実験では、脂質合成関連遺伝子が活性化していることが血球細胞の遺伝子解析から明らかにされた¹⁷⁾。血球細胞は全身の臓器における遺伝子発現の状態を反映するサンプルとして、ヒトを対象とした研究ではよく用いられている¹⁸⁾。これらの報告は、飽和脂肪酸の豊富な食事と比較して、不飽和脂肪酸の豊富な食事が脂肪燃焼量を増大させたという間接熱量測定の結果を裏付ける報告である。

しかしながら、間接熱量測定を行なった先行研究は、「測定期間が制限されている」という重大なリミテーションを持っている。これらの研究では間接熱量測定の期間は食後5時間程度であり、エネルギー代謝に対する食事の急性効果を説明するのに十分な長さではなかった可能性がある。よって、中・長期的な食事介入による体脂肪や体重の変動の機序説明は、食後数時間の間接熱量測定では不十分である。

2. 睡眠を含む24時間の脂肪燃焼量の測定

エネルギーを生み出す際、食物から取り込んだ栄養素は酸素を消費し、二酸化炭素と水、熱を産生する。間接熱量測定ではこの原理に基づき、呼気のガス分析によりエネルギー消費量を算出することが可能である。加えて、間接熱量測定は三大栄養素の酸化を個別に推定できるという利点があるため、栄養生理学ではこの方法が用いられることが多い。呼気の採取方法は様々で、マスクやマウスピース、フード¹⁹⁾あるいはメタボリック・チャンバー法に大別される（写真1）。食事や睡眠を含む長時間のエネルギー代謝測定を行うには、メタボリック・チャンバー法が優れている。しかしながら、メタボリック・チャンバーを用いた間接熱量測定では、チャンバー全体の空気希釈された呼気のガス分析を行うため、マスクやマウスピースによる手法よりも測定精度が劣る。著者の所属する研究チームでは、メタボ



写真1 メタボリック・チャンバー

メタボリック・チャンバーは4～6畳程度の床面積の部屋にベッド、トイレ、机などが配置されており、実験条件によっては運動負荷装置（トレッドミルか自転車エルゴメーター）や各種計測機器（心電計、睡眠ポリグラフィ、血糖持続測定装置など）が持ち込まれて実験が行われる。またチャンバーの壁から腕だけを出して代謝測定を中断せずに採血をすることもできる（下段左）。食事は二重扉を介して提供し（下段中央）、通常の実験ではエネルギー消費量の予想値に見合うカロリーを摂取して過食やエネルギー摂取不足のない条件下で代謝を測定する。チャンバーの換気は毎分50～200 Lで、チャンバー内のガス濃度を質量分析機で測定する（下段右）。

Table 1. 若年男性被験者における24時間のエネルギー代謝、および自律神経活動 ($n = 10$)^a (21 から改変)

Parameters	Meal rich in palm oil (高飽和脂肪酸食)	Meal rich in rapeseed oil (高不飽和脂肪酸食)	P-value
Energy intake (kcal/24h)	2085 ± 318	2085 ± 318	
Energy expenditure (kcal/24h)	2046 ± 275	2059 ± 264	0.519
Energy balance (kcal/24h) ^b	39 ± 126	26 ± 135	0.519
Respiration quotient (/24h)	0.866 ± 0.013	0.859 ± 0.020	0.046*
Carbohydrate oxidation (kcal/24h)	1057 ± 172	1020 ± 175	0.107
Fat oxidation (kcal/24h)	703 ± 158	779 ± 202	0.047*
Protein oxidation (kcal/24h)	285 ± 43	261 ± 110	0.5
Heart rate (beats/min)	62 ± 7	60 ± 8	0.057
Parasympathetic nervous system activity (ms ² /min)	935 ± 476	1040 ± 512	0.015*
Sympathetic nervous system activity LF/HF (/min)	2.7 ± 1.6	2.8 ± 1.7	0.329

^aStatistical analyses was performed by paired *t*-test.

^bEnergy balance は被験者ごとの「energy intake - energy expenditure」にて算出

Abbreviations: LF/HF, low frequency to high frequency. * $P < 0.05$.

リック・チャンバーのノイズ除去アルゴリズムを独自に開発し²⁰⁾、世界最高の時間分解能で睡眠時エネルギー代謝の測定を行なっている。我々はヒューマン・カロリーメータの長所を活かし、睡眠期間を含む長時間の測定を実施した²¹⁾。

若年男性10名を対象とし、高飽和脂肪酸食（飽和脂肪酸割合：44%、不飽和脂肪酸割合：56%）ま

たは高不飽和脂肪酸食（飽和脂肪酸割合：12%、不飽和脂肪酸割合：88%）を1日3食摂取し、24時間のエネルギー消費量、炭水化物燃焼量、脂肪燃焼量を測定した。その結果、エネルギー消費量に2群間の差異は観察されなかったが、高飽和脂肪酸食試行と比較して高不飽和脂肪酸食試行において脂肪燃焼量は有意な高値を示した（Table 1, Figure 1）。具体

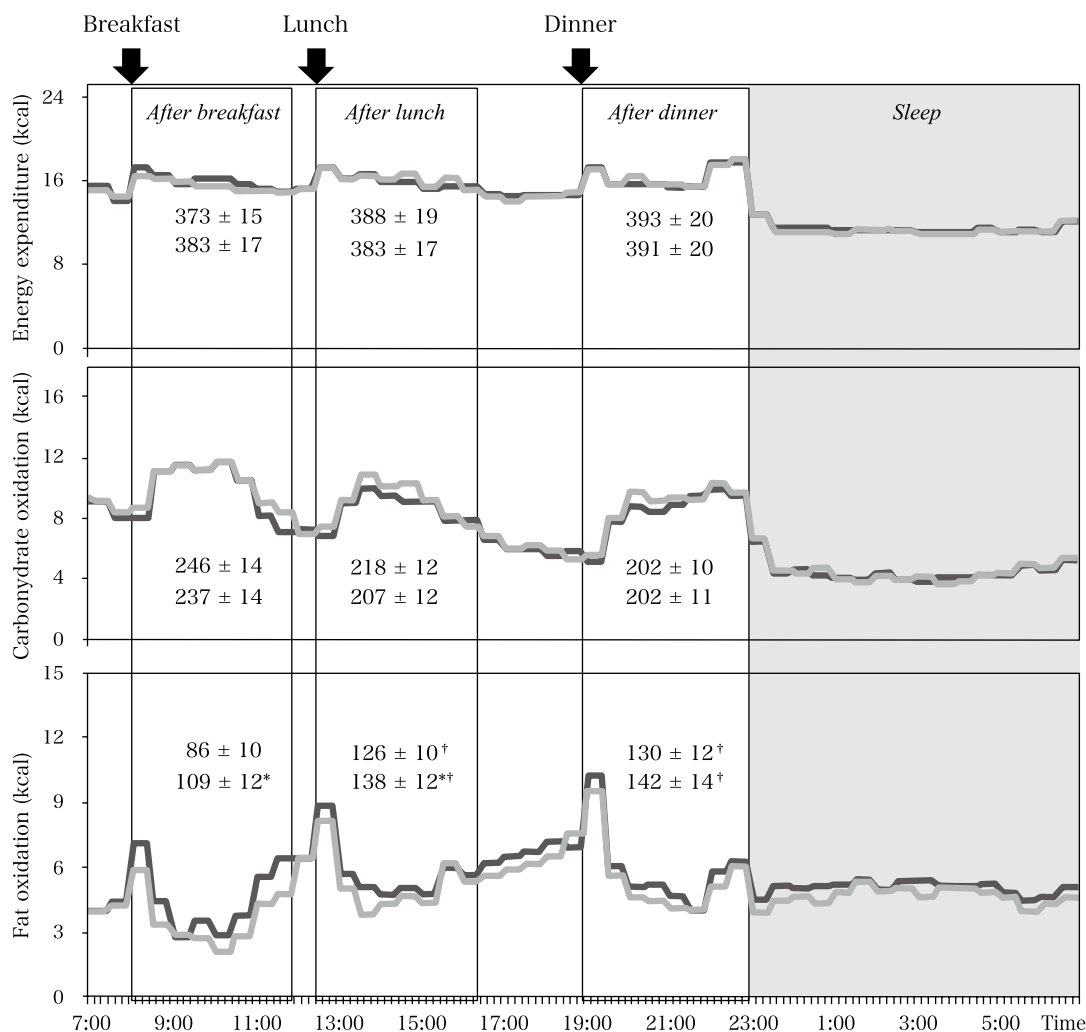


Figure 1. 24 時間エネルギー代謝の経時変化 (21 から改変)

被験者 10 人の高飽和脂肪酸食試行（灰色）または高不飽和脂肪酸食試行（黒色）について、エネルギー消費量、炭水化物燃焼量、脂質燃焼量をグラフに示した。横軸は時間とし、AM7:00 から翌 AM7:00 までの 24 時間の経時変化を示した。また、朝食後 (8:00–12:00 hours)、昼食後 (12:30–16:30 hours)、夕食後 (19:00–23:00 hours) の平均値も図中に示した

* $P < 0.05$ vs. palm oil. † $P < 0.05$ vs. breakfast within trial.

的には、24 時間の脂質燃焼量は高飽和脂肪酸食試行では 703 ± 158 kcal、高不飽和脂肪酸食試行では 779 ± 202 kcal であり、約 10% の増大が観察された。

3. 24 時間のエネルギー代謝測定を行う意義

著者はヒューマン・カロリメータを用いて、睡眠期間を含めた 24 時間のエネルギー代謝測定を行った。エネルギー消費量や脂質燃焼量に対する食事の影響を評価するためには、最低でも 24 時間単位での評価が必要だというのが著者の考えである。その理由の 1 つは消化・吸収に必要な時間に関する。外因性の物質と内因性の物質を区別するために用いられるマーカー物質（安定同位体）で標識された脂肪酸を使用した研究により、食事で摂取した脂肪酸の

酸化は少なくとも 9 時間は続くことが示された²²⁾。また、食事の形態や食材料（オリーブオイル、乳製品、ナッツなど）によっても消化・吸収の速度は異なるため²³⁾、それらを考慮した実験プロトコルが求められる。理由の 2 つ目は測定を実施する時間帯に関する。上述した著者の研究では、2 試行の脂質燃焼量の差は朝食後、昼食後、夕食後で異なり（ 23 ± 7 kcal/4 h after breakfast, 12 ± 6 kcal/4 h after lunch and 12 ± 9 kcal/4 h after dinner）、高不飽和脂肪酸による脂質燃焼量の増大は、朝食による影響が最も大きかった。この原因は絶食時間の影響（食事間の絶食期間は朝食前が最も長く、被験者は前夜の夕食から約 13 時間絶食している）であるのか、もしくは食事時間帯の違いによる生理的機能の日内変動（サー

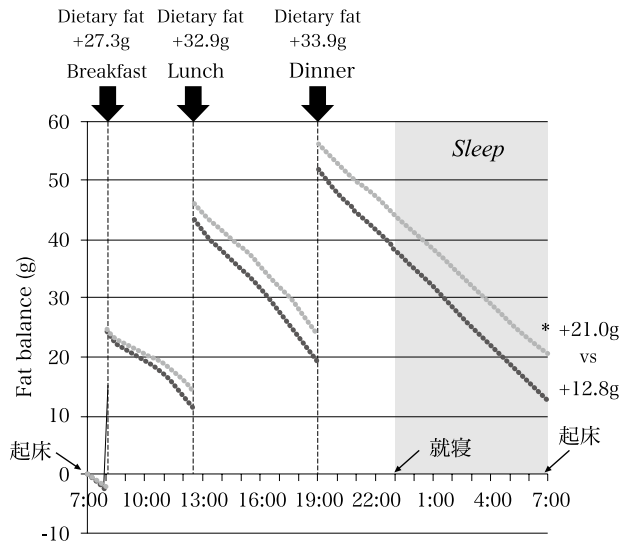


Figure2. 2試行の脂質バランス（摂取と消費の出納状況）の経時変化

脂質バランスの経時変化は摂取量と消費量（燃焼量）から推定することが可能である。起床時（AM7:00）を脂質バランスの±0として、食事ごとに食事性脂肪をプラスし、呼気分析によって得られた脂肪燃焼量をマイナスしていく。同様の計算を昼食、夕食と繰り返し、睡眠を経て起床まで脂肪燃焼量をマイナスしていく。結果として、高飽和脂肪酸食ではプラス 21.0 ± 3.2 g、高不飽和脂肪酸食ではプラス 12.8 ± 4.1 g となり、前者の試行は後者の試行よりもプラス 8.3g の脂質を体内に蓄積したことが見て分かる。

* $P < 0.05$ vs. palm oil.

カディアンリズム）の影響であるのか、明らかにできていない。しかしながら、間接熱量測定を行う場合においても、どの時間帯に測定を行うかによっても結果が変わる可能性を示している。

よって著者が行なった 24 時間単位での実験は、摂取する脂肪酸の質が喫食者のエネルギー代謝に与える影響を正確に評価した初めての報告であると言える。

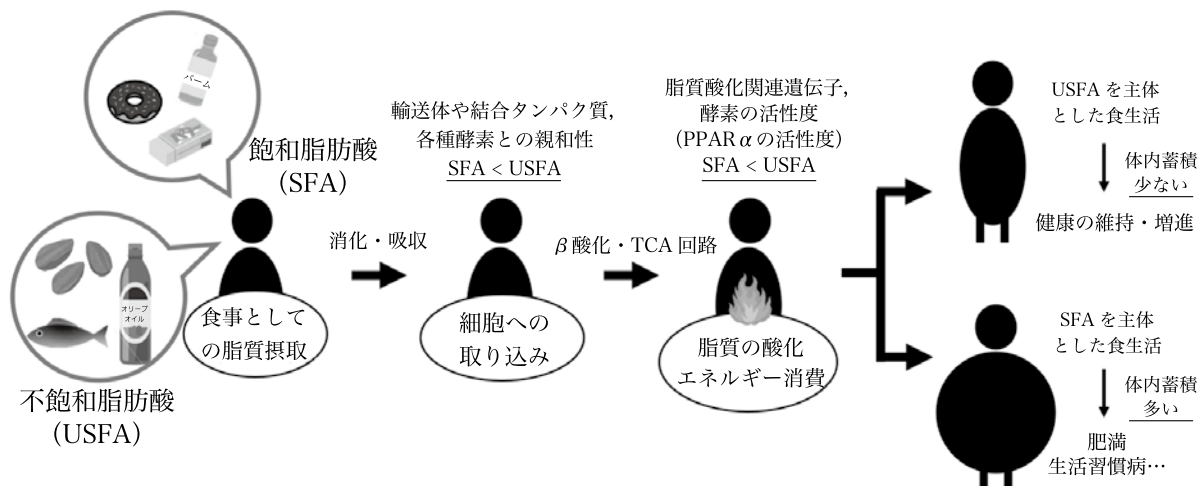


Figure3. 摂取する脂肪の質の違いによるエネルギー代謝の変化

4. 脂肪そのものの「エネルギーとしての消費されやすさ」が重要

紹介した著者の研究にて 24 時間での脂肪燃焼量は、高飽和脂肪酸食試行と比較して高不飽和脂肪酸食試行において約 10% 増大した。食事で摂取した脂肪のうち、酸化されなかった脂肪は体内に貯蔵されていく。ヒューマン・カロリメータを使用すると、栄養素の出納状況を視覚的に示すことができる (Figure 2)。起床時 (7:00) を脂質バランスの ±0 として、食事ごとに食事性脂肪をプラスし（具体的には、朝食では平均 +27.3 g の脂肪を被験者は摂取した）、呼気分析によって得られた脂肪燃焼量をマイナスしていく。同様の計算を昼食、夕食と繰り返し、睡眠を経て起床まで脂肪燃焼量をマイナスしていく。結果として、高飽和脂肪酸食ではプラス 21.0 ± 3.2 g、高不飽和脂肪酸食ではプラス 12.8 ± 4.1 g となり、前者の試行は後者の試行よりもプラス 8.3g の脂質を体内に蓄積したことが見て分かる。体脂肪の増減は様々な要因が複雑に絡み合って決定するため単純計算はできないが、高飽和脂肪酸食の摂取を続けることにより 1 年間で約 3kg の体脂肪が蓄積することとなる。この差は決して無視できる値ではないだろう。まとめとして、本稿で解説した「摂取する脂肪の質の違いによるエネルギー代謝の変化」についての概要を図示した (Figure 3)。

5. 今後の展望

ヒューマン・カロリメータを所有する著者の研究グループは、睡眠中のエネルギー代謝と脳波を同時測定する実験系を得意としており²⁴⁻²⁷⁾、エネル

ギーの酸化基質と睡眠深度についての関連を報告している²⁸⁾。本稿で紹介した研究では睡眠期間中の酸化基質の変化を観察したが、睡眠ポリグラフィによる睡眠構築の評価は行なっていない。しかしながら、高不飽和脂肪酸食試行においては睡眠期間中の心拍数が低下し、副交感神経が高値を示している²¹⁾。つまり、摂取する脂肪の質の違いは睡眠構築も変化させ、高不飽和脂肪酸食試行において良好な睡眠を引き起こした可能性を示す。これらの結果は、不飽和脂肪酸を豊富に含む地中海式ダイエットが睡眠に好ましい影響を与えるという疫学研究³⁾の結果を裏付けるデータである。

厚生労働省の国民健康・栄養調査²⁹⁾によると、「食の欧米化」に伴い、脂肪摂取量に対する割合は飽和脂肪酸が増加し不飽和脂肪酸が減少している。日本人の「食」を取り巻く環境は時代と共に変化しており、今後も変化し続けていくことが予想される。一般的な食品標準成分表では「全ての脂肪は1g, 9kcal」という考えが主流である中、脂肪そのものの「エネルギーとしての消費されやすさ」が質によって異なるという本研究の知見は、食を通じた肥満予防の研究に対する大きな貢献へと進展させることができる可能性が秘められている。今後も更なる研究の進展が期待される。

参考文献

1. Swinburn BA, Sacks G, Lo SK, Westerterp KR, Rush EC, Rosenbaum M.: Estimating the changes in energy flux that characterize the rise in obesity prevalence. *Am J Clin Nutr.* **89**: 1723-1728. 2009.
2. Gillingham LG, Harris-Janz S, Jones PJ.: Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids.* **46**: 209-228. 2011.
3. Jaussent I.: Insomnia symptoms in older adults: associated factors and gender differences. *Am J Geriatr Psychiatry.* **19**: 88-97. 2011.
4. <http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?lg=en&pg=00011&RL=00394>, UNESCO Official Website (English Edition), “Mediterranean Diet”, Intangible Heritage List.
5. Panagiotakos DB, Chrysoshoou C, Pitsavos C, Stefanadis C.: Association between the prevalence of obesity and adherence to the Mediterranean diet: the ATTICA study. *Nutrition.* **22**: 449-456. 2006.
6. Sánchez-Villegas A, Bes-Rastrollo M, Martínez-González MA, Serra-Majem L.: Adherence to a Mediterranean dietary pattern and weight gain in a follow-up study: the SUN cohort. *Int J Obes.* **30**: 350-358. 2006.
7. Casas-Agustench P, López-Urriarte P, Bulló M, Ros E, Gómez-Flores A, Salas-Salvadó J.: Acute effects of three high-fat meals with different fat saturations on energy expenditure, substrate oxidation and satiety. *Clin Nutr.* **28**: 39-45. 2009.
8. Piers LS, Walker KZ, Stoney RM, Soares MJ, O’Dea K.: The influence of the type of dietary fat on afterprandial fat oxidation rates: monounsaturated (olive oil) vs saturated fat (cream). *Int J Obesity.* **26**: 814-821. 2002.
9. Flint A, Helt B, Raben A, Toubro S, Astrup A.: Effects of different dietary fat types on afterprandial appetite and energy expenditure. *Obes Res.* **11**: 1449-1455. 2003.
10. Soares MJ, Cummings SJ, Mamo JC, Kenrick M, Piers LS.: The acute effects of olive oil v. cream on afterprandial thermogenesis and substrate oxidation in aftermenopausal women. *Brit J Nutr.* **91**: 245-252. 2004.
11. Mekki N, Charbonnier M, Borel P, Leonardi J, Juhel C, Portugal H.: Butter differs from olive oil and sunflower oil in its effects on postprandial lipemia and triacylglycerol-rich lipoproteins after single mixed meals in healthy young men. *J Nutr.* **132**: 3642-3649. 2002.
12. Bergouignan A, Momken I, Schoeller DA, Simon C, Blanc S.: Metabolic fate of saturated and monounsaturated dietary fats: the Mediterranean diet revisited from epidemiological evidence to cellular mechanisms. *Prog Lipid Res.* **48**: 128-147. 2009.
13. Richieri GV, Ogata RT, Zimmerman AW, Veerkamp JH, Kleinfeld AM.: Fatty acid binding proteins from different tissues show distinct patterns of fatty acid interactions. *Biochemistry.* **39**: 7197-7204. 2000.
14. Forman BM, Chen J, Evans RM.: Hypolipidemic drugs, polyunsaturated fatty acids, and eicosanoids are ligands for peroxisome proliferator-activated receptors α and δ . *Proc Natl Acad Sci U S A.* **94**: 4312-4317. 1997.
15. Liao FH, Liou TH, Chiu WC, Shieh MJ, Chien YW.: Differential effects of high MUFA with high or low P/S ratio (polyunsaturated to saturated fatty acids) on improving hepatic lipolytic enzymes and mediating PPAR α related with lipoprotein lipase and hormone-sensitive lipase of white adipose tissue in diet-induced obese hamster. *Int J Obes.* **34**: 1608-1617. 2010.
16. Awad AB, Chattopadhyay JP.: Effect of dietary saturated fatty acids on hormone-sensitive lipolysis in rat adipocytes. *J Nutr.* **116**: 1088-1094. 1986.
17. Bouwens M, Grootte Bromhaar M, Jansen J, Müller M, Afman LA.: Postprandial dietary lipid-specific effects on human peripheral blood mononuclear cell gene expression profiles. *Am J Clin Nutr.* **91**: 208-217. 2010.
18. Kohane IS, Valtchinov VI.: Quantifying the white blood cell transcriptome as an accessible window to the multiorgan transcriptome. *Bioinformatics.* **28**: 538-545. 2012.

19. Segal KR.: Comparison of indirect calorimetric measurements of resting energy expenditure with a ventilated hood, face mask, and mouthpiece. *Am J Clin Nutr.* **45**: 1420-1423. 1987.
20. Tokuyama K, Ogata H, Katayose Y, Satoh M.: Algorithm for transient response of whole body indirect calorimeter: deconvolution with a regularization parameter. *J Appl Physiol.* **106**: 640-650. 2009.
21. Yajima K, Iwayama K, Ogata H, Park I, Tokuyama K.: Meal rich in rapeseed oil increases 24-h fat oxidation more than meal rich in palm oil. *PLoS One.* **13**: e0198858. 2018.
22. DeLany JP, Windhauser MM, Champagne CM, Bray GA.: Differential oxidation of individual dietary fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr.* **72**: 905-911. 2000.
23. Bracco U.: Effect of triglyceride structure on fat absorption. *Am J Clin Nutr.* **60**: 1002-1009. 1994.
24. Katayose Y, Tasaki M, Ogata H, Nakata Y, Tokuyama K, Satoh M.: Metabolic rate and fuel utilization during sleep assessed by whole-body indirect calorimetry. *Metabolism.* **58**: 920-926. 2009.
25. Yajima K, Seya T, Iwayama K, Hibi M, Hari S, Nakashima Y, Ogata H, Omi N, Satoh M, Tokuyama K.: Effects of nutrient composition of dinner on sleep architecture and energy metabolism during sleep. *J Nutr Sci Vitaminol.* **60**: 114-121. 2014.
26. Park I, Ochiai R, Ogata H, Kayaba M, Hari S, Hibi M, Katsuragi Y, Satoh M, Tokuyama K.: Effects of subacute ingestion of chlorogenic acids on sleep architecture and energy metabolism through activity of the autonomic nervous system: a randomised, placebo-controlled, double-blinded cross-over trial. *Br J Nutr.* **117**: 979-984. 2017.
27. Seol J, Fujii Y, Park I, Suzuki Y, Kawana F, Yajima K, Fukusumi S, Okura T, Satoh M, Tokuyama K, Kokubo T, Yanagisawa M.: Distinct effects of orexin receptor antagonist and GABAA agonist on sleep and physical/cognitive functions after forced awakening. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **116**: 24353-24358. 2019.
28. Kayaba M, Park I, Iwayama K, Seya Y, Ogata H, Yajima K, Satoh M, Tokuyama K.: Energy metabolism differs between sleep stages and begins to increase prior to awakening. *Metabolism.* **69**: 14-23. 2017.
29. 国民健康・栄養の現状：医薬基盤・健康・栄養研究所：第一出版 2018.

インスリン誘導性 *SHARP-1* 遺伝子と *SIRT1* 長寿遺伝子の発現相関

塚田 晃子 (TSUKADA Akiko)¹, 高木 勝広 (TAKAGI Katsuhiro)^{1,2}, 山田 一哉 (YAMADA Kazuya)^{1, 2*}

Key Words: 食事, 寿命, インスリン, 時計遺伝子, 長寿遺伝子, SHARP-1, SIRT1

Correlation of expressions of the insulin-inducible *SHARP-1* gene and the *SIRT1* longevity gene

Authors: Akiko Tsukada¹, Katsuhiro Takagi^{1,2}, Kazuya Yamada^{1,2*}

***Corresponding author:** Kazuya Yamada E-mail: k.yamada@t.matsu.ac.jp

Affiliated institutions:

¹Department of Health and Nutritional Science, Faculty of Human Health Science, Matsumoto University

²Matsumoto University Graduate School of Health Science

2095-1 Niimura Matsumoto Nagano 390-1295 JAPAN

Phone: +81-263-48-7321

Key Words: Diet, Life span, Insulin, Clock gene, Longevity gene, SHARP-1, SIRT1

Abstract

As one of the factors affecting the lifespan, many investigators have recently been focused on the relationship with food intake. While accelerated aging and shortened lifespan are observed in free-fed individuals, lifespan extension is observed in calorie-restricted diet-fed individuals. In endocrinology, these can be said to be insulin-dominant and glucagon-dominant status, respectively. In fact, activation of the insulin signaling pathway leads to shortened lifespan, while glucagon-dominant status results in lifespan extension. We have studied the SHARP family (SHARP-1 and SHARP-2) as transcription factors that mediate the hypoglycemic effect of insulin. The SHARP family belongs to a clock gene whose expression is induced by insulin and determines 24 hours a day (circadian rhythm). On the other hand, the sirtuin family, which is a NAD⁺-dependent protein deacetylase, has been identified as a gene involved in longevity. In this review, we discuss the possibility that the expressions of the *SHARP-1* and *SIRT1* genes antagonize and regulate each other.

要 旨

寿命の長さに影響を与える要因のうち、近年摂食量との関係が注目されている。自由摂食個体では老化促進と寿命短縮が、カロリー制限食摂食個体では寿命延長が認められる。これらは、内分泌学的にはそれぞれインスリン優位の状態やグルカゴン優位の状態といえる。事実、インスリンシグナル伝達経路の活性化は寿命短縮を、グルカゴン優位の状態は寿命延長を生じることが示されている。私どもは、インスリンによる血糖低下作用を介する転写因子として、SHARP ファミリー (SHARP-1 と SHARP-2) について研究を行ってきた。SHARP ファミリーはインスリンにより発現が誘導されるとともに、1 日 24 時間 (概日リズム) を刻む時計遺伝子に属している。一方、長寿にかかわる遺伝子として NAD⁺ 依存性タンパク質脱アセチル化酵素であるサーチュインファミリーが同定されている。本稿ではこれらのうち *SHARP-1* 遺伝子と *SIRT1* 遺伝子の発現が互いに拮抗的に調節しあっていることについて論述する。

山田 一哉 (Kazuya Yamada)^{1,2} (責任著者) E-mail: k.yamada@t.matsu.ac.jp

¹ 松本大学人間健康学部健康栄養学科, ² 松本大学大学院健康科学研究科

〒390-1295 長野県松本市大字新村 2095-1

Tel: 0263-48-7321

はじめに

厚生労働省の平成 30 年簡易生命表によると、日本人の平均寿命は 84.29 歳と推計されている。長寿の要因はいくつもあるが、近年、寿命の長さと摂食量の関係が注目されている。これは、好きなだけ摂食（自由摂食）させた個体に比べて、摂食量（カロリー）を制限した個体では、老化の進行が遅延し、寿命が延長するというものである。すなわち、寿命とエネルギー状態には深い関係があるといえる。この現象は、線虫、ショウジョウバエ、マウスに加えて霊長類でも証明されている^{1,2)}。これをホルモンの観点で見ると、自由摂食ではインスリンの分泌量が多い状態で、カロリー制限食ではインスリンの分泌量が少ない（裏を返せば、グルカゴン優位な）状態といえる。実際、この寿命延長には、インスリンシグナル伝達経路や長寿遺伝子のサーチュイン遺伝子が関係している^{3,4)}。線虫では、インスリン/insulin-like growth factor-1 受容体やその下流のシグナル分子である phosphoinositide 3-kinase (PI 3-K) が寿命短縮に、さらにその下流に存在する転写因子 forkhead box containing protein-1 (FoxO1) が寿命延長に関与することが示唆されている。これは、PI 3-K により FoxO1 がリン酸化され、核から細胞質へ移行することが寿命を短縮させるという仕組みである。また、カロリーを制限すると、サーチュインのアイソフォームの一つの *SIRT1* 遺伝子の発現量が増加し、寿命が延長することが報告されている⁴⁾。

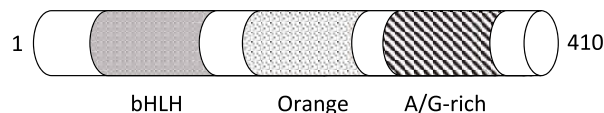
ここでは、インスリンシグナル伝達経路の一つとしての enhancer of split- and hairy-related protein (SHARP) 転写因子ファミリーと *SIRT1* 遺伝子の発現相関に注目して議論する。

1. インスリン誘導性時計遺伝子 *SHARP* ファミリー

1-1. ラット *SHARP* ファミリー

ラット *SHARP* ファミリーは、basic helix-loop-helix (bHLH) 型転写因子であり、*SHARP-1* (DEC2/BHLHB3/BHLHE 41) および *SHARP-2* (DEC1/BHLHB2/Stral3/BHLHE 40) の 2 種類のアイソフォームが存在する^{5,6)}。*SHARP-1* および *SHARP-2* はともに、N 末端側に bHLH モチーフを、中央にオレンジドメインを有している。*SHARP-1* は C 末端側にアラニンやグリシンに富む領域を有し、

SHARP-1



SHARP-2

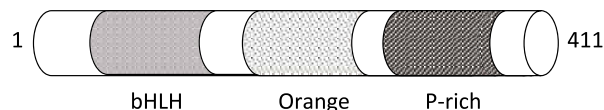


図 1 *SHARP* ファミリータンパク質の構造

SHARP-2 はプロリンに富む領域を有している（図 1）。*SHARP* ファミリータンパク質は、核に局在し、互いにホモおよびヘテロ 2 量体を形成して、E box 配列 (5'-CANNTG-3') に結合することにより標的遺伝子の転写を抑制する⁶⁾。また、他の転写因子などとタンパク質間相互作用も行っている⁶⁾。

SHARP-1 および *SHARP-2* 遺伝子は普遍的に発現しているが、その発現は、様々な細胞外刺激により細胞タイプ特異的に制御されている⁶⁾。視交叉上核での *SHARP* ファミリー遺伝子の発現は、主観的昼に発現が上昇する概日リズムを示すことが明らかにされている⁵⁾。ラットを暗所で飼育してもこのパターンは変動しないため、これらの遺伝子に内因性のリズムが存在すると考えられる。活動開始の時間帯（朝）に光を浴びることで概日リズムがリセットされ、活動とともに *SHARP-2* 遺伝子の発現が上昇する。また、*SHARP-1* ノックアウトマウスおよび *SHARP-2* ノックアウトマウス、またはダブルノックアウトマウスでは、グルコース代謝における概日リズムの遅延が報告されている^{7,8)}。したがって、*SHARP* ファミリー遺伝子は時計遺伝子としての機能を有し、概日リズムを調節する遺伝子の一つであるといえる。

1-2. 肝臓における *SHARP* ファミリーの作用

糖尿病ラットへのインスリン投与やラット初代培養肝細胞および、ラット高分化型肝癌細胞株 H4IIE 細胞のインスリン処理により、*SHARP* ファミリー mRNA は早期に誘導される⁹⁻¹²⁾。そのシグナル伝達経路は *SHARP-1* 遺伝子と *SHARP-2* 遺伝子で異なり、*SHARP-1* mRNA の発現誘導は、PI 3-K/atypical protein kinase C λ (aPKC λ) /Jun N-terminal kinase (JNK) 経路および PI 3-K/Rac1/JNK 経路を介し¹¹⁾、

表1 インスリンによる *SHARP* ファミリー遺伝子の発現調節メカニズム¹⁴⁾

遺伝子名	mRNA 量	転写	タンパク質合成	シグナル経路
<i>SHARP-1</i>	↑	↑	必要	PI 3-K / aPKC λ / JNK PI 3-K / Rac1 / JNK
<i>SHARP-2</i>	↑	↑	必要	PI 3-K / aPKC λ PI 3-K / mTOR

SHARP-2 mRNA の発現誘導は PI 3-K/aPKC λ 経路および PI 3-K/mammalian target of rapamycin (mTOR) シグナル経路を介する (表 1)¹²⁾。同じホルモンによる発現誘導でも、PI 3-K 経路下流で全く異なるシグナル分子を介することは興味深い。また、これらの発現誘導は転写レベルで調節され、その誘導には新規タンパク質の合成が必要である^{11,12)}。さらに、*SHARP* ファミリーが糖新生の律速酵素である *phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK)* 遺伝子の転写を抑制することから^{11,13)}、私どもはインスリンによる血糖値の低下に関与する重要な転写因子の一つとして *SHARP* ファミリーを提唱している¹⁴⁾。

2. 長寿遺伝子サーチュイン

2-1. NAD⁺ (nicotinamide adenine dinucleotide) 依存性脱アセチル化酵素サーチュイン

サーチュインは、もともと酵母のヒストン脱アセチル化酵素である *silent information regulator 2 (sir2)* 遺伝子から発見された哺乳動物のホモログである。*Sir2* 遺伝子は、代謝や遺伝子サイレンシング、加齢に関与している¹⁵⁾。

サーチュインは、代謝をはじめ生体の老化や寿命の制御、発がん、ストレス応答など、様々な生物学的作用に重要な役割を担っている¹⁶⁾。細胞内のエネルギー状態を反映する NAD⁺ がサーチュインの活性化に必要であり、これはサーチュインがエネルギー代謝のセンサーとしての役割を担っていることを示している。

哺乳類においては、サーチュインには SIRT1 ～ SIRT7 までの 7 種類のアイソフォームが存在し、それぞれが特有の酵素活性・細胞内局在・組織特異的な機能を有している。SIRT1 は核と細胞質、SIRT2 は細胞質、SIRT3 ～ 5 はミトコンドリア、SIRT6 は核、SIRT7 は核小体に局在している¹⁷⁾。酵素活性に関しては、SIRT1 ～ 3 が強い脱アセチル化酵素活性を示すのに対し、SIRT4 は ADP リボース転移酵素活

性¹⁸⁾、SIRT5 は脱マロニル、脱サクシニル化活性を示す¹⁹⁾。SIRT6 はヒストン H3K9 および H3K56 選択的な脱アセチル化活性を示すが、脱アセチル化以外に脱アシル化活性を有する^{20,21)}。SIRT7 は H3K18 などに対する選択的な脱アセチル化活性を有する。また、最も研究が進んでいる SIRT1 では、肝臓・骨格筋・膵 β 細胞・脳などで、組織特異的な機能を持つことが明らかにされている。SIRT1 の標的タンパク質として p53 や、FoxO1, PGC1- α , NF- κ B などの転写因子が知られており、これらを調節することで DNA 修復、アポトーシス、筋肉と脂肪分化、神経発生、ミトコンドリア生成、ホルモン分泌、細胞応答ストレス、寿命、概日リズムなどの重要なシグナル伝達経路を調節している²²⁾。SIRT1 を過剰発現するトランスジェニックマウスでは、耐糖能の上昇、血中コレステロールおよびインスリン量の減少が報告されている²¹⁾。これは、カロリー制限をしたマウスとよく似た状態である²³⁾。一方、SIRT1 ノックアウトマウスでは、カロリー制限による運動機能の改善や寿命の延長が認められなくなる²⁴⁾。これらの結果は、SIRT1 がカロリー制限によって引き起こされる生理学的現象に関わる主要分子であることを示している。

2-2. 肝臓における SIRT1 の作用

肝臓は糖脂質代謝の制御に重要な働きを担っている。絶食や飢餓のようなエネルギーが不足している状態では、膵 α 細胞から分泌されたグルカゴンが、cyclic AMP (cAMP) / protein kinase A シグナル伝達経路を介して *PEPCK* および *glucose 6-phosphatase* 遺伝子などの糖新生酵素遺伝子の転写を刺激する。これに対して摂食時のようにエネルギーが充足している状態では、膵 β 細胞から分泌されたインスリンによりこれら遺伝子の転写は抑制される。

細胞内の SIRT1 はヒストンタンパク質の脱アセチル化によって遺伝子制御を行うほか、様々なタ

ンパク質との相互作用や転写因子を直接脱アセチル化することにより遺伝子発現を調節している。絶食時には、肝細胞ではエネルギー源であるグルコースの分解（解糖）が低下するため、 NAD^+ から $\text{NADH} + \text{H}^+$ の合成が低下し、細胞内で NAD^+ が蓄積し、*SIRT1* が活性化される。絶食のラット肝では、*SIRT1* は転写因子コアクチベーターの *PGC1- α* と結合し、 NAD^+ 依存的にリジン残基を脱アセチル化することにより、*PEPCK* 遺伝子の発現を誘導し、血糖上昇へと導く²⁵⁾。

3. *SHARP-1* と *SIRT1* による拮抗的発現調節

PEPCK 遺伝子の発現に対して *SHARP* ファミリーと *SIRT1* の作用が拮抗するため、これらが互いに発現や活性を制御しあう肝臓における糖代謝調節に重要な役割を果たしているのではないかと考えられる（図2）。そこで、肝臓において、*SHARP-1* および *SHARP-2* 遺伝子の発現が *SIRT1* 遺伝子の発現と負の相関関係を示すかどうかを検討した。

はじめに、*SIRT1* 遺伝子と *SHARP* ファミリー遺伝子の発現が相関しているかどうかを検討した。*SIRT1* 阻害剤の Sirtinol や *SIRT1* 活性化剤の β -nicotinamide nucleotide (NMN) で H4IIE 細胞を処理した。その結果、*SHARP-1*、*SHARP-2* mRNA とともに、Sirtinol 処理後2時間と早期に濃度依存的な増加が認められたが、NMN では処理後4時間で *SHARP-1* mRNA 量のみが低下した（表2）²⁶⁾。し

たがって、*SIRT1* が *SHARP* ファミリー遺伝子のうち特に *SHARP-1* 遺伝子の発現を抑制している可能性が示唆された。

次に、転写抑制因子である *SHARP-1* が *SIRT1* 遺伝子のプロモーター活性に与える影響について検討した。ヒト *SIRT1* 遺伝子の転写制御領域の -831 から -1 まで、または別の転写因子をコードしているマウス *zinc-fingers and homeoboxes-1* 遺伝子の転写制御領域の -88 から -1 までの塩基配列をルシフェラーゼレポータープラスミドに挿入し、*SHARP-1* 発現プラスミドとともに、HepG2 細胞にコトランスフェクションし、プロモーター活性に対する影響を検討した。その結果、*SHARP-1* は *SIRT1* 遺伝子特異的にプロモーター活性を抑制することが明らかとなった²⁶⁾。同様の結果は、H4IIE 細胞でも認められた。

SIRT1 遺伝子の -831 から -1 の転写制御領域には、E box 配列が複数存在している。*SHARP-1* は標的遺伝子の E box 配列に結合し、転写抑制因子として機能することから、*SIRT1* 遺伝子のプロモーター領域内に存在する E box 配列に焦点を当てた。*SHARP-1* に応答する *SIRT1* 遺伝子のプロモーター領域を明らかにするために *SIRT1* 遺伝子プロモーターを 5'-側から E box 配列を欠失させた deletion コンストラクトを作製し、*SHARP-1* の効果を検討した。その結果、-183 から -105 までに含まれる一つの E box 配列を欠失させた deletion コンストラクトでのみ、*SHARP-1* による *SIRT1* 遺伝子のプロモーター活性の抑制が失われた²⁶⁾。加えて、この領域内の E box 配列に変異を導入し、*SHARP-1* による影響を検討したところ、*SHARP-1* による *SIRT1* 遺伝子プロモーター活性の抑制は認められなくなった²⁶⁾。したがって、*SHARP-1* は *SIRT1* 遺伝子の -183 から -105 の領域に存在する一つの E box 配列 (5'-CACGTG-3') に結合して、*SIRT1* 遺伝子のプロモーター活性を抑制していることが明らかになった（図3）。

以上の結果から、糖新生について相反的調節に関わる2つの遺伝子が、肝臓での発現において負の相関関係にあること、すなわち、自由摂食後にインスリンによって発現が誘導された *SHARP-1* が長寿遺伝子の *SIRT1* 遺伝子の転写を抑制し、インスリン分泌量が少ないカロリー制限食では活性化された *SIRT1* が *SHARP-1* 遺伝子の発現を抑制する可能性を示した（図4）。PI 3-K の下流に存在する FoxO1

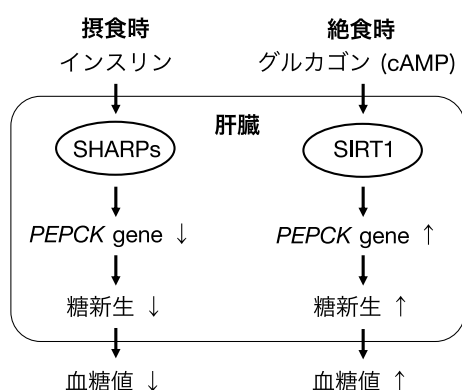


図2 摂食時と絶食時での *SHARP* ファミリーと *SIRT1* の作用

表2 *SIRT1* 活性と *SHARP* ファミリー遺伝子の発現²⁶⁾

	<i>SHARP-1</i>	<i>SHARP-2</i>
<i>SIRT1</i> 阻害剤	↑	↑
<i>SIRT1</i> 活性化剤	↓	→

-200 CCTCC GCCCG CACG TGACC CGTAG TGTTG TGGTC TGGCC CGCGT GGGTG -151
 -150 GCGGG AGCGC CGAGA GGGCG GGGGC GGCGA TGGGG CGGGT CACGTATGG -101
 -100 GGTTT AAATC TCCCG CAGCC GGAGC CGCGG GGGCG CCAGT GCCGC GCGTC -51
 -50 GAGCG GGAGC AGAGG AGGCG AGGGA GGAGG GCCAG AGAGG CAGTT GGAAG -1

CACGTG は E box

図3 ヒト *SIRT1* 遺伝子プロモーターの塩基配列

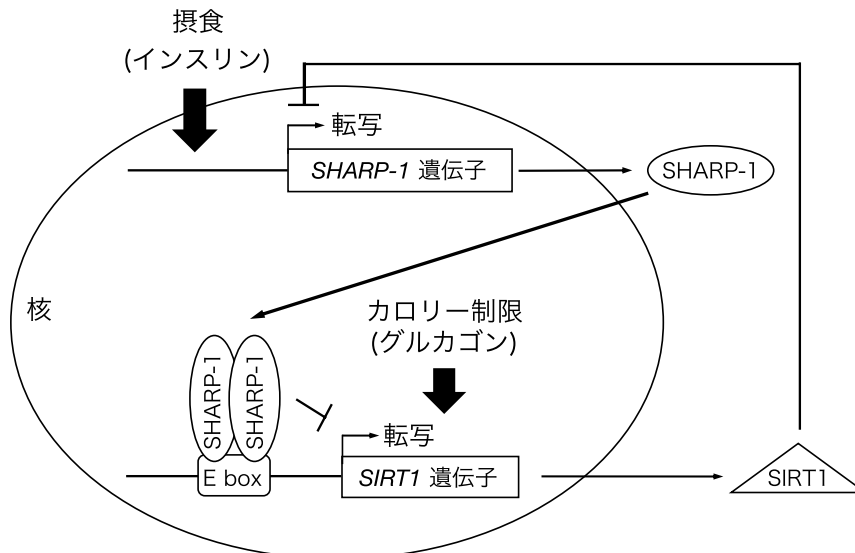


図4 SHARP-1 と SIRT1 の発現調節の相関関係

以外の転写因子を介してインスリンが寿命の長さを調節する可能性を示すことができたといえる。

おわりに

ヒトの長い歴史の中では絶食や飢餓が常態化していたため、脳の唯一のエネルギー源であるグルコースを血液中から供給するためには、血糖値を一定値以上に維持する必要があった。したがって、血糖の維持機構は、まさに生存または寿命の延長と切り離すことができないものである。そのため、血糖上昇に関わるホルモンはグルカゴンをはじめ副腎皮質ホルモン、甲状腺ホルモン、成長ホルモン等複数存在し、どれか一つに障害があっても血糖を上昇させることは可能である。これに対して、第一義的には血糖を低下させる必要性が低いため、進化の過程で得られた血糖低下に関わるホルモンはインスリンのみである。したがって、摂食により得られたエネルギー源をインスリンによりグリコーゲンや脂肪として蓄えることは、次の摂食機会までに命をつなぐためにのみ重要であったといえる。すなわち、飢餓の時代

にはインスリンも寿命の延長に寄与していたと考えられる。しかし、現代のような飽食の時代では、インスリンにより過剰に貯蔵エネルギーを蓄積させることで個体を肥満へと導き、インスリン抵抗性からついにはインスリンの分泌不全を伴う2型糖尿病を発症させてしまう。すなわち、現代のヒトにとってインスリンは諸刃の剣であるといえよう。また、近年の糖尿病患者の急激な増加は、食生活の西洋化に伴う慢性的なインスリン分泌の増加によるところが大きい。過剰なインスリン分泌はインスリン抵抗性やインスリン分泌不全などを招き、もともとインスリンの分泌量が少なく糖尿病になりやすい日本人の糖尿病人口の増加に拍車をかけていると思われる。糖尿病には様々な合併症が多くみられることから、当然寿命の短縮にも大きな影響を及ぼす。このことから、健康長寿を達成するには、過剰なインスリン分泌を必要としない食事を心がけ、生涯のインスリン分泌量を節約すること、または、インスリンの働きをサポートできる成分を摂取することが重要であると考えられる。前者では、古くから、「腹八分目」

といわれているようにカロリー制限を行うか、長らく日本人の生活を支えてきた「和食」を見直すことにある。世界無形文化遺産にも登録された和食は、一汁三菜を基本とし理想的な栄養バランスを保っていた。つまり、穀類・野菜中心の食事は血糖値の上昇が緩やかで、おのずとインスリンの分泌量を節約していたことになる。食の西洋化で取り入れられた動物性たんぱく質と脂肪をうまく利用しながら、その弊害を抑える和食の工夫が重要となる。一方で、和食に多く含まれる高血圧の原因となる塩分の摂取量を日本特有の「うま味」や西洋のスパイスを上手に使う工夫をすることで減少させることも課題であ

ろう。また、インスリンの働きをサポートできる成分として、私どもは、緑茶カテキンのエピガロカテキンガレート²⁷⁻³⁰⁾、大豆イソフラボンのゲニステイン^{31,32)}、同ダイゼインの腸内細菌代謝産物の(S)-エクオール³³⁻³⁵⁾を同定し、その作用メカニズムについて解明してきた。これらの食品成分により、インスリン作用をサポートしながら、インスリンの分泌量を低下させることで膵β細胞の疲弊と肥満を抑制して健康の維持・増進につなげていくことができると考えられる。今後、食品科学の分野でさらなる有用な食品成分の検索と機能性食品の開発が期待される。

参考文献

1. Tatar, M., Bartke, A., and Antebi, A.: The endocrine regulation of aging by insulin-like signals. *Science* **299**: 1346-1351, 2003.
2. Colman, R. J., Anderson, R. M., Johnson, S. C., Kastman, E. K., Kosmatka, K. J., *et al.*: Caloric restriction delays disease onset and mortality in rhesus monkeys. *Science* **325**: 201-204, 2009.
3. Baur, J. A., Pearson, J. A., Price, N. L., Jamieson, H. A., Lerin, C., *et al.*: Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature* **444**: 337-342, 2006.
4. Bordone, L., and Guarente, L.: Calorie restriction, SIRT1 and metabolism: understanding longevity. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* **6**: 298-305, 2005.
5. Rossner, M. J., Dorr, J., Gass, P., Schwab, M. H. and Nave, K. A.: SHARPs: mammalian enhancer-of-split- and hairy-related proteins coupled to neuronal stimulation. *Mol. Cell. Neurosci.* **10**: 460-475, 1997.
6. Yamada, K. and Miyamoto, K.: Basic helix-loop-helix transcription factors, BHLHB2 and BHLHB3; their gene expressions are regulated by multiple extracellular stimuli. *Front. Biosci.* **10**: 3151-3171, 2005.
7. Rossner, M. J., Oster, H., Wichert, S. P., Reinecke, L., Wehr, M. C., *et al.*: Disturbed clockwork resetting in Sharp-1 and Sharp-2 single and double mutant mice. *PLoS One* **3**: e2762, 2008.
8. Kato, Y., Kawamoto, T., Fujimoto, K. and Noshiro, M.: DEC1/STRA13/SHARP2 and DEC2/SHARP1 coordinate physiological processes, including circadian rhythms in response to environmental stimuli. *Curr. Top. Dev. Biol.* **110**: 339-372, 2014.
9. Hirano, S., Yamada, K., Kawata, H., Shou, Z., Mizutani, T., *et al.*: The rat enhancer of split- and hairy- related protein -2 gene: hepatic expression, genomic structure, and analysis. *Arch. Biochem. Biophys.* **422**: 81-90, 2004.
10. Yamada, K., Kawata, H., Shou, Z., Mizutani, T., Noguchi, T., *et al.*: Insulin induces the expression of the SHARP-2/Str13/DEC1 gene via a phosphoinositide 3-kinase pathway. *J. Biol. Chem.* **278**: 30719-30724, 2003.
11. Takagi, K., Asano, K., Haneishi, A., Ono, M., Komatsu, Y., *et al.*: Insulin stimulates the expression of the SHARP-1 gene via multiple signaling pathways. *Horm Metab Res.* **46**: 397-403, 2014.
12. Kanai, Y., Asano, K., Komatsu, Y., Takagi, K., Ono, M., *et al.*: Induction of the SHARP-2 mRNA level by insulin is mediated by multiple signaling pathways. *Biosci. Biotech. Biochem.* **81**: 256-261, 2017.
13. Yamada, K., Ogata-Kawata, H., Matsuura, K. and Miyamoto, K.: SHARP-2/ Str13/ DEC1 as a potential repressor of phosphoenolpyruvate carboxykinase gene expression. *FEBS Lett.* **579**: 1509-1514, 2005.
14. 塚田晃子, 高木勝広, 浅野公介, 山田一哉: インスリン誘導性時計遺伝子 *SHARP* ファミリーの発現調節機構. *New Food Industry* **59**: 1-10, 2017.
15. Imai, S., Armstrong, C. M., Kaeberlein, M. and Guarente, L.: Transcriptional silencing and longevity protein Sir2 is an NAD-dependent histone deacetylase. *Nature* **403**: 795-800, 2000.
16. Houtkooper, R. H., Pirinen, E. and Auwerx, J.: Sirtuins as regulators of metabolism and healthspan. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* **13**: 225-238, 2012.
17. Finkel, T., Deng, C. X. and Mostoslavsky, R.: Recent progress in the biology and physiology of sirtuins. *Nature* **460**: 587-591, 2009.
18. Haigis, M. C., Mostoslavsky, R., Haigis, K. M., Fahie, K., Christodoulou, D. C., *et al.*: SIRT4 inhibits glutamate dehydrogenase and opposes the effects of calorie restriction in pancreatic β Cells. *Cell* **126**: 941-54, 2006.
19. Du, J., Zhou, Y., Su, X., Yu, J. J., Khan, S., *et al.*: Sirt5 is a NAD-dependent protein lysine demalonylase and desuccinylase. *Science* **334**: 806-9, 2011.
20. Wood, M., Rymarchyk, S., Zheng, S. and Cen, Y.: Trichostatin A inhibits deacetylation of histone H3 and p53 by SIRT6. *Arch.*

Biochem. Biophys. **638**: 8-17, 2017.

- 21) Kokkonen, P., Rahnasto-Rilla, M., Mellini, P., Jarho, E., Lahtela-Kakkonen, M., *et al.*: Studying SIRT6 regulation using H3K56 based substrate and small molecules. *Eur. J. Pharm. Sci.* **63**: 71-76, 2014.
- 22) Morris, B. J.: Seven sirtuins for seven deadly diseases of aging. *Free Radic. Biol. Med.* **56**: 133-171, 2013.
- 23) Bordone, L., Cohen, D., Robinson, A., Motta, M. C., van, Veen. E., *et al.*: SIRT1 transgenic mice show phenotypes resembling calorie restriction. *Aging Cell.* **6**: 759-767, 2007.
- 24) Imai, S.: SIRT1 and caloric restriction: an insight into possible trade-offs between robustness and frailty. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **14**: 350-356, 2009.
- 25) Rodgers, J. T., Lerin, C., Haas, W., Gygi, S. P., Spiegelman, B. M., *et al.*: Nutrient control of glucose homeostasis through a complex of PGC-1 α and SIRT1. *Nature* **434**: 113-118, 2005.
- 26) Asano, K., Tsukada, A., Takagi, K. and Yamada, K.: An insulin-inducible transcription factor, SHARP-1, represses transcription of the SIRT1 longevity gene. *Biochem. Biophys. Rep.* **22**: 1-6, 2020.
- 27) Asano, K., Takagi, K., Haneishi, A., Yamamoto, T., Tanaka, T., *et al.*: (-)-Epigallocatechin-3-gallate enhances the expression of an insulin-inducible transcription factor gene via a phosphoinositide 3-kinase/ atypical protein kinase C lambda pathway. *J. Agric. Food Chem.* **59**: 13360-13364, 2011.
- 28) Haneishi, A., Takagi, K., Asano, K., Nakamura, and Yamada, K.: Analysis of mechanisms of induction of an insulin-inducible transcription factor SHARP-2 gene by (-)-epigallocatechin-3-gallate. *J. Agric. Food Chem.* **60**: 9850-9855, 2012.
- 29) 浅野公介, 高木勝広, 羽石歩美, 山田一哉: 緑茶カテキンによるインスリン誘導性転写因子遺伝子 *SHARP-1* の発現制御. *New Food Industry* **54**: 37-45, 2012.
- 30) Asano, K., Takagi, K., Haneishi, A., Nakamura, S., and Yamada, K.: (-)-Epigallocatechin-3-gallate stimulates both AMP-activated protein kinase and nuclear factor-kappa B signaling pathways. *Food Chem.* **134**: 783-788, 2012.
- 31) Haneishi, A., Takagi, K., Asano, K., Nakamura, S., Kagawa, N., *et al.*: Genistein stimulates the insulin-signaling pathway. *Front. Biosci.* **E3**: 1534-1540, 2011.
- 32) 羽石歩美, 高木勝広, 浅野公介, 山田一哉: ゲニステインによるインスリン誘導性転写因子 *SHARP-2* の発現調節機構の解析. *New Food Industry* **53**: 1-8, 2011.
- 33) Haneishi, A., Takagi, K., Asano, K., Yamamoto, T., Tanaka, T., *et al.*: Analysis of regulatory mechanisms of an insulin-inducible SHARP-2 gene by (S)-Equol. *Arch. Biochem. Biophys.* **525**: 32-39, 2012.
- 34) 羽石歩美, 高木勝広, 浅野公介, 山田一哉: 腸内細菌代謝産物によるインスリン誘導性遺伝子の発現制御. *New Food Industry* **56**: 57-65, 2014.
- 35) 高木勝広, 浅野公介, 羽石歩美, 山田一哉: ホルモンと食品成分による時計遺伝子 *SHARPs* の発現調節機構. *New Food Industry* **57**: 7-18, 2015.

すべては母乳から始まった・・・
“乳”を知りたい人に必読の書。

母乳の力

母乳タンパク質に秘められた生体防御機能

私たち成人は、主食や副食により、栄養機能、感覚機能、生体調節機能を充たしています。しかし、哺乳動物の新生児は、母乳だけでこれらの機能を充たします。このことは、母乳には、生命活動に必要なすべての栄養素、嗜好性成分および生体調節成分が含まれることを意味しています。(中略)“母乳”は、“人乳”だけを意味するものではありません。哺乳動物の母親の分泌する乳すべてを意味しています。本書が、畜産物利用学、食品機能学、栄養学、食品タンパク質科学、食品免疫科学などに関心をお持ちの学生、教育者、技術者および研究者の皆様のお役にたてば、著者の存外の喜びです。(本書まえがきより)

ISBN978-4-87991-003-5 C1077

発売日:2011年9月20日

定 価:(本体2,800円+税)

判 型:A5版

頁 数:184頁

内容紹介

第1章 母乳の基礎知識

母乳で学ぶ食品の機能/母乳タンパク質の一般的性質

第2章 生体防御機能の基礎知識

哺乳動物の生体防御機能としての免疫/生体防御機能の探索法

第3章 母乳タンパク質の生体防御機能

母乳タンパク質とその消化により生じるペプチドの生体防御機能/牛乳IgGの獲得液性免疫抑制機能/パン酵母とパン酵母に特異的なヤギ乳IgGのI型アレルギー軽減作用/ウシ後期初乳の生体防御機能

第4章 牛乳タンパク質の生体防御機能に着目した食・飼料の開発の実際

カゼインホスホペプチドの粘膜IgA産生促進機能とそれに着目した飼料/牛乳IgGの感染予防機能とそれに着目した食品の開発

第5章 牛乳アレルギーとその治療乳・予防乳

牛乳アレルギー/牛乳タンパク質の抗原構造/牛乳タンパク質を原料に用いた牛乳アレルギーの治療乳・予防乳の開発の実際

母乳の力

母乳タンパク質に秘められた生体防御機能

大谷 元



食品資材研究会

著者プロフィール

著者/大谷 元 (おおたに はじめ)

農学博士。信州大学大学院農学研究科

<受賞>

- 1981年 日本畜産学会研究奨励賞(牛乳β-ラクトグロブリンの抗原性に関する研究)
- 1987年 日本畜産学会賞(牛乳蛋白質の抗原性に関する研究)
- 2005年 日本酪農科学会賞(ミルクたんぱく質およびその部分ペプチドの免疫調節機能に関する研究)
- 2008年 日本農学賞(牛乳たんぱく質の免疫調節機能の探索と利用技術の開発)
- 2008年 読売農学賞
- 2009年 Animal Science Journal Excellent Paper Award
- 2010年 紫綬褒章

◆ご注文は FAX またはメールにて FAX:042-312-0845 info@nfi-llc.co.jp

大学でのコンビニ昼食の利用実態に 基づいた教室内の環境改善の検討

小林 茂雄 (KOBAYASHI Shigeo)^{1*} 渡邊 拓海 (WATABABE Takumi)²

Key Words: コンビニ食, 教室, 学食, 照明, 音環境, 匂い

Examination of environmental adjustment in classroom based on the situation of convenience store lunch at university

Authors: Shigeo Kobayashi ^{1*)}, Takumi Watanabe ²⁾

Corresponding author: Shigeo Kobayashi E-mail skoba@tcu.ac.jp

¹⁾Tokyo City University, Department of Architecture

1-28-1 tmazutsumi setagayaku Tokyo Japan 158-8557

TEL/FAX 81-3-5707-2189

²⁾Azusa Sekkei Co., Ltd.

MFIP Haneda 3F 10-11 hanedaasahi-cho ootaku Tokyo Japan 144-0042

Key Words: convenience store food, classroom, school cafeteria, lighting, sound environment, smell environment

Abstract

First, the actual situation of university students using convenience store foods was investigated. It was confirmed that the convenience store lunch was frequently eaten in the classroom, and that unpleasant odors and noises occurred during the meal. Next, the possibility of reducing discomfort by changing the environmental conditions in the classroom was examined. As a result, it was found that positive effects on eating and drinking can be easily obtained by changing the factors of lighting, sound and smell simultaneously instead of individually. From the results of the experiments, it was suggested to lower the illuminance and color temperature, play a forest-like sound, and fill with the aroma of coffee in the lunch break classroom. The flexible system for controlling the environment could be used not only for lunch but also for various purposes such as school festivals and exhibitions.

要 旨

本研究では、はじめに大学生がコンビニ食を利用する実態を調査し、教室で飲食されることが頻繁にあることと、食事の際に匂いや音に対する違和感が生じていることを確認した。次に、教室の環境条件を変えることによって、違和感を低減する可能性を検討した。その結果、光・音・匂いの環境要因を個別ではなく同時に変化させることによって、飲食への積極的な効果が得られやすいことが分かった。実験の結果から、大勢が利用する教室や勉強する学生がいる場合には、昼食時に照度と色温度を下げ、森の音を流したり、コーヒーの香りを満たしたりすることが有効ではないかと考えられた。環境を制御することのできるフレキシブルなシステムは、昼食時だけでなく学園祭や展示会などの多様な用途にも活用できると考えられる。

¹⁾ 東京都市大学 工学部建築学科

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

TEL/FAX: 03-5707-2189 E-mail skoba@tcu.ac.jp

²⁾ 株式会社梓設計

〒144-0042 東京都大田区羽田旭町 10-11

MFIP 羽田 3F

1. 研究の背景と目的

大学生の昼食は、構内に設けられた学生食堂（学食）を利用することが一般的である。しかし近年、コンビニエンスストア（コンビニ）を利用する学生も増加しており、約 30% の大学生が昼食としてコンビニ弁当やスーパーの食品を購入しているという調査も得られている^{1~3)}。昼休みの限定された時間に学食の利用者が集中し、行列になったり座席が確保できなかったりすること⁴⁾が第一の要因としてあり、次にコンビニの店舗数が増えると共に食品内容が充実してきていることがある。そして、大学構内には教室や休憩コーナーやテラスといったなど、座席やテーブルを確保できるスペースが数多くあることなども前提要因として考えられる。図 1 に、東京都市大学世田谷キャンパス（以下、本学とする）での昼食時の様子を示す。現状では学食とカフェ以外に食事を目的としてつくられた空間はなく、教室や休憩コーナーや中庭などで数多くの学生が昼食を取っている。徒歩 3 分以内に 3 軒のコンビニがあり、さらに最寄駅からの通学路にも 4 軒のコンビニがあるため、分散して利用されている。

本研究では、大学生を対象としてコンビニ昼食の利用実態をまず調査し、次に昼休みにコンビニ食を取ることの多い教室において、環境を一時的に変えることで、飲食に適したものにする可能性について実験的に検討する。昼食時の環境を改善する試みとして、学食やオフィスの社員食堂を対象とした取り組みが近年数多くみられている。食事内容を充実させるだけでなく、内装色や座席のレイアウトや照明環境を調整することによって、気分転換を図りコミュニケーションを促進しようとするものである⁵⁾⁶⁾。またオフィスの執務空間で、生産性の向上やストレスの軽減を目的として BGM を流すような試みもされている⁷⁾。ただし教室のような勉学の場において、昼食の取りやすさに目を向けた研究や実践はほとんど報告されていない。

2. 大学生のコンビニ昼食実態調査

2-1. コンビニ昼食の場所

2019 年 4 月に、本学工学部の 2 年生から 4 年生の学生 144 名（男性 87 名、女性 57 名）を対象とし



学生食堂



中庭



休憩コーナー



教室



教室

図 1 大学構内での昼食風景（東京都市大学世田谷キャンパス）

て、コンビニで購入した昼食を自宅以外で食べることが多い場所についてアンケート調査を行った。コンビニあるいはスーパーマーケットで購入した食品を、月に 1 回程度以上の頻度で食べることのある場所を記述してもらうものである。複数回答可とし、その際の状況も記載してもらった。

表 1 に調査結果を示す。最も多かったのは教室の 56% で、次いで公園・広場が 49%、食堂 35%、休憩所 27%、路上 22% と続いている。食堂やエートインコーナーといった飲食空間以外の場所で、多くの昼食が取られていることが分かる。特に、大学の教室でコンビニ食を頻繁に取るということが改めて確認された。昼休みだけでなく、授業時間中の空き教室や、製図室や演習室での作業の合間にと取るという回答もあった。また、路上や車両、駅など、移動途中で取られることも特徴的であるといえる。時間の効率化を図ることと、交通結節点にコンビニが設置されていることが多いためだと思われる。公園や自然環境は、風景の良い場所で食事をしたいとい

表1 コンビニ昼食をよく食べる場所（自宅以外）（n=144）

場所	回答者数 (人)	割合 (%)	回答例
教室	81	56	次の授業を行う教室、昼休みの教室、授業中の空き教室、製図室、実験室
公園・広場	70	49	広場、公園、テラス席、ベンチ、木陰、シーソーやブランコの遊具
食堂	50	35	大学の食堂、大学のカフェ、公共施設の食堂
休憩所	39	27	大学の休憩コーナー、エントランスホール、待合所、商業施設の休憩所、廊下のベンチ
路上	31	22	道ばた、帰り道、歩きながら、コンビニ前、行列中
車両	20	14	新幹線、電車、バス
イートインコーナー	18	13	コンビニのイートインコーナー
アルバイト先	15	10	共用スペース、会議室、デスク、更衣室
居室	13	9	ホテル、宿泊所、友人の家
駅	12	8	駅の構内のベンチ、駅のホーム、待合室
自然環境	11	8	山、川沿いの階段、土手、海辺、旅行先

う要求と、手軽に持ち運びできるという食品の特性が関わっているものと考えられる。

2-2. 大学で取られるコンビニ昼食の種類

次に、本学の教室内で実際に取られているコンビニ食の種類についての調査を行った。2019年5月の平日3日間の昼休み時間中に、ある教室でコンビニ食を取っていた201名（男性116名、女性85名）を対象とし、食品の種類と、なぜそれを選択したのかという理由を聞き取り調査した。ほぼ全ての人が持参していた飲み物は含めていない。

表2に、食品を7種に分類した調査結果を示す。最も多かったのは、おにぎりの32%で、次いで弁当の31%、パン（菓子パン・総菜パン）の21%、カップ麺の20%、サンドイッチの14%、サラダの11%であった。パンとサンドイッチは陳列棚も分かれているため異なるカテゴリーとしたが、合わせると35%と最も多くなる。おにぎりやパンを選ぶ理由としては、「持ちやすい」「早く手軽に食べられる」「ゴミが少ない」などの利便性が共通している。一方、弁当やカップ麺や麺類を選ぶ理由としては、「しっかり食べたい」「机に置いて食べられる」など

表2 教室で食べられているコンビニ食の実態調査（n=201）

食品	回答者数 (人)	割合 (%)	理由
おにぎり	65	32	持ち運びやすい。片手で持てる。静かに食せる。ゴミが少ない。すぐに食べれる。
弁当	62	31	しっかり食べたい。机に広げて食べられる。座って落ち着いて食べる。ゆっくり食べる。
パン（菓子パン・総菜パン）	42	21	持ちやすい。手軽。片手で食べやすい。シェアして食べられる。匂いが出にくい。静かに食べられる。ゴミが出ない。
カップ麺	41	20	温かい汁物を食べたい。机に置いて食べられる。安い。学内に給湯器がある。量が多い。
サンドイッチ	28	14	持ちやすい。ゴミがあまりでない。オシャレ。健康。素早く食べる。匂いがでない。周りを気にしないでいい。
サラダ	23	11	健康にいい。机に置ける。人の迷惑にならない。イメージが良い。
デザート	11	5	糖分が欲しい。味に変化が欲しい。手軽に食べられる。人の迷惑にならない。シェアできる。
麺類（パスタ、生麺）	11	5	机に置ける。種類が多い。温かい。しっかり食べたい。
ホットスナック	7	3	温かい。持ちやすい。食欲がわく。人に釣られる。

表 3 教室でコンビニ食を食べる際の不快要因 (n=78)

要因	回答者数 (人)	割合 (%)	理由
匂い	60	77	教室で匂いがするのが嫌だ。カップ麺の匂いが気になる。色々な匂いが混ざり合うため気分が悪くなる。自分の食事が周りの人へ影響して気になる。
レイアウト	46	59	向かい合わせで食べれない。グループで食事しにくい。個々のスペースが小さい。
光	31	40	事務的な雰囲気。明るすぎて白すぎる。昼休みに消灯すると暗すぎる。雰囲気が良くない。
視線	26	33	他人に食事の様子を見られたくない。廊下から見られる。目が合うとプレッシャーを感じる。
音	17	22	他人の咀嚼音が気になってしまう。話し声が味に集中できない。雑音が大きい。
その他	10	13	清潔な空間で食事をしたい。人が多くて湿度が高すぎる。埃が気になる。暑い。

のボリュームに関することと設置時の安定性が共通している。サラダやデザートは他の食品と組み合わせて選ばれることが多い。また選択する理由として、食品から発生する「音」や「匂い」が出ないことや、「周りの迷惑にならない」という回答も多く得られた。

2-3. 昼食時の教室の不快要因

教室で取られるコンビニ食は、食品への好みだけでなく、持ちやすさや食べやすさと、周囲への配慮が関わって選定されていることが分かった。また教室の形状や座席や照明に関する意見や、他者の存在に関する意見が出されることもあった。そこで、コンビニ昼食を教室で食べる場合に不快に感じる要因を、(空間や座席の)レイアウト、視線、光、音、匂い、その他の6つに分類し、回答してもらう調査を行った。被験者は78名(男性46名、女性32名)の学生で、先の調査の回答者も一部含まれている。不快に感じると思うものを全て回答するものとし、理由も記載してもらった。調査は2019年6月に実施した。

表3に調査結果を示す。最も多く挙げられたのは匂いの77%であり、次いでレイアウトの59%、光の40%、視線の33%、音の22%である。その他の要因としては、衛生的な観点や温度などが指摘された。匂いについては、「教室でこのような匂いがするのが嫌だ」「自分の食事が周りの人へ影響して気になる」などの理由があった。他人の匂いと自分の匂いの双方の面から不快感や違和感が生じることが

分かる。光については飲食空間として「雰囲気に合わない」という指摘が多く、音については他者の麺類をすする咀嚼音や雑音が気になるという回答が多かった。

このように、大学では学生の多くがコンビニ食を教室で食べているものの、飲食の際に発生する環境要素に気を使ったり不快に感じたりしていることが分かる。そこで、教室の環境を調整することでこれらの不快感を緩和できるのではないかと考えた。

3. 光・音・匂い環境の個別実験

3-1. 実験概要

教室での昼食時に不快要因として挙げられた中で、一時的に制御がしやすい光と音と匂いを取り上げて、各々の要因を個別に変化させる実験を行なった。光、音、匂いの環境要因について、既往研究など^{7~11)}を元に10パターン程度の条件を設定して予備実験を行った。そしてその中から、現実的に調整可能であるもので、生理的に嫌悪を感じる人が少なく、バリエーションがある4条件をそれぞれ選定した。表4に実験で用いた条件を示す。

実験は光、音、匂い環境について個別に行った。まず教室の既存照明を全点灯し、特別な音も匂いもない状態(通常時)で、被験者にコンビニ食の食べやすさを評価してもらった。食品種類として、匂いが強く出るものと出ないものを選定した。具体的には、弁当、カップ麺、サンドイッチ、唐揚げ棒、チョコレート¹²⁾の5品目である。それぞれを各環境下で

表4 光・音・匂い環境の個別実験条件

(1) 光環境		(2) 音環境		(3) 匂い環境	
通常時	天井直付照明 高照度・白色光 (910Lx・4200K)	通常時	無音 (約 50dB)	通常時	無臭
A	天井間接照明 中照度・暖色光 (150Lx・2200K)	E	森の音 (鳥の囀り・水音・風音)	I	フローラル (ローズ系の花を主体とした調合香料)
B	天井間接照明 低照度・暖色光 (50Lx・2200K)	F	話し声 (教室での雑談・咳音)	J	シトラス (柑橘系を主体とした調合香料)
C	天井間接照明 中照度・白色光 (150Lx・4200K)	G	ジャズ (Cafe Music BGM channel : HAPPY JAZZ BOSSA)	K	ソース (焼きそばソースの香り)
D	天井間接照明 低照度・暖色光・キャンドル (50Lx・2200K)	H	ダンスミュージック (EDM Track :Jumping)	L	コーヒー (粉碎したコーヒー豆の香り)

※照度は机上面水平照度 (FL+800mm) ※室内音量 (等価騒音レベル) は約 60dB

※匂い強さは、6段階臭気強度表示法の「3: 楽に感知できるに違い」



光環境実験時 (条件 C)



匂い環境実験時

図2 光・音・匂い環境の個別実験の様子

食べていることを想像して、「おいしく食べられる」「普通に食べられる」「違和感があるが食べられる」「食べたくない」の4段階で評価することとした。また教室では昼休みに勉強することもあるため、「集中して勉強できる」かどうか合わせて評価することとした。

実験風景を図2に示す。光に関する実験の被験者は40名(男性25名、女性15名)の大学生で、音に関する実験と匂いに関する実験の被験者は31名(男性22名、女性9名)の大学生である。音と匂いの実験は同一の被験者で、音の実験の後に匂いの実験を行った。実験は2019年7月に本学教室で実施した。

3-2. 実験結果

表5に実験結果を示す。音や匂いを加えてマスキングすることで、不快要因が緩和されて食事がしやすくなると予想したが、通常時と比較して実験時に食品の評価が有意に向上するものはなかった。有意

な差があったのは、音と匂いの勉強に対する評価のみである。それぞれの要因の中で比較的评价が高かったのは、光環境は条件A[中照度・暖色光]、音環境は条件E[森の音]、匂い環境は条件L[コーヒー]であった。光環境は条件Aでも、通常時よりも評価が向上したわけではない。机上面照度150LXで3000K以下という条件は、落ち着いた飲食店の一般的な光環境と一致するため⁸⁾、「雰囲気は良くなった」という意見は多く得られたが、「教室には合わない」「照明だけ変えても違和感がある」と答える人が多かった。

食品別にみると、通常時はチョコレートが最も食べやすく、次いでサンドイッチ、弁当、唐揚げ棒の順で、カップ麺が最も違和感が生じている。実験時の音環境については、E[森の音]、F[話し声]、H[ダンスミュージック]において、弁当や唐揚げ棒、カップ麺などの違和感がある程度低減されている。既往研究では、騒がしい洋楽で食欲が減衰するという結果も得られている⁹⁾が、この実験では食欲

表 5 光・音・匂い環境の個別実験結果 (%)

(1) 通常時		n=71					
		食品					勉強
		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート	
◎	おいしく食べられる (集中して勉強できる)	25	35	27	21	48	13
○	食べられる (勉強できる)	54	51	44	37	38	68
△	違和感がある (違和感がある)	15	14	25	30	14	14
×	食べたくない (勉強したくない)	6	0	4	13	0	6

(2) 光環境実験時		n=40																							
		A						B						C						D					
		食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強
		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート	
◎		35	30	33	20	50	25	10	18	20	5	38	8	15	25	15	5	30	15	13	23	25	15	33	5
○		23	40	28	30	25	45	48	43	43	40	38	20	40	40	50	48	45	33	43	45	40	28	50	23
△		40	30	33	38	23	23	30	35	33	43	20	45	43	33	33	40	20	30	35	30	28	40	15	40
×		3	0	8	13	3	8	13	5	5	13	5	28	3	3	3	8	5	23	10	3	8	18	3	33

(3) 音環境実験時		n=31																							
		E						F						G						H					
		食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強
		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート	
◎		45	61	45	35	68	52	32	32	39	35	42	6	35	55	32	29	58	23	42	42	45	42	52	32
○		48	35	39	48	26	39	55	61	42	42	48	23	26	26	23	19	26	55	42	45	42	45	42	26
△		6	3	16	16	6	3	10	3	16	10	10	35	29	16	32	35	13	23	13	10	10	10	3	23
×		0	0	0	0	0	6	3	3	3	13	0	35	10	3	13	16	3	0	3	3	3	3	3	19

(4) 匂い環境実験時		n=31																							
		I						J						K						L					
		食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強	食品					勉強**
		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート		弁当	サンドイッチ	唐揚げ棒	カップ麺	チョコレート	
◎		13	16	16	16	23	16	3	6	0	0	6	3	19	10	19	29	16	6	29	55	26	32	77	48
○		26	26	19	23	48	52	23	23	19	26	39	45	48	58	61	58	35	19	52	42	48	39	23	39
△		39	42	42	35	26	13	39	35	48	42	29	23	26	23	13	6	39	55	19	3	23	26	0	13
×		23	16	23	26	3	19	35	35	32	32	26	29	6	10	6	6	10	19	0	0	3	3	0	0

通常時と実験時の平均値の差の検定: ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

太枠: 各環境要因で最も評価の高かった条件

への直接的な増減よりも耳障りな音を緩和するという点で効果が得られたものと考えられる。匂い環境については、食品の匂いである K [ソース] が、唐揚げ棒やカップ麺といった匂いの強い食品の違和感を最も低減させている。ただし、サンドイッチやチョコレートに対する違和感は逆に増している。甘く香ばしい L [コーヒー] の匂いが、食品全体の食べやすさを向上しているだけでなく、勉強に対する評価も向上させる結果となった。

以上のことから、光・音・匂いの環境を変えたところ、食品に対する評価として大きな効果は得られなかったが、違和感が低減できることがあることも分かった。そこで、各条件を個別に変える

のではなく、同時に条件を変化させた環境をつくることとした。

4. 光・音・匂い環境の複合実験

4-1. 実験概要

先の実験で比較的评价が高かった、光の A 条件、音の E 条件、匂い L 条件を組み合わせた環境をつくり、昼休みの教室で実際に飲食をしてもらう実験を行なった。実験条件を表 6 に示す。2019 年 9 月に、47 名（男性 34 名、女性 13 名）の大学生に、自身で選んだコンビニ食を持参してもらった。はじめの 15 分間は通常時の環境で飲食してもらい、次の 15 分間は設定した実験条件で飲食してもらった。実験

表6 光・音・匂い環境の複合実験条件

	光	音	匂い
通常時	天井直付照明 高照度・白色光 (910Lx・4200K)	無音 (約 50dB)	無臭
実験時	天井間接照明 中照度・白色光 (150Lx・4200K)	森の音 (鳥の囀り・水音・風音) (約 60dB)	コーヒー (粉碎したコーヒー豆の香り) (楽に感知できるにいい)



図3 光・音・匂い環境の複合実験の様子

時の様子を図3に、また被験者が持参した昼食の種類を表7に示す。

持参した食品は被験者により異なることから、主食・飲み物・デザートのカテゴリーで、それぞれの環境でおいしく食べられるかについて4段階で評価してもらうこととした。自分が持参していないものについては想像して回答してもらうように教示した。合わせて、集中して勉強できるかどうかにも評価

表7 持参した昼食の種類 (n=47)

	項目	人数 (人)	割合 (%)
食 品	おにぎり	9	19
	麺類	7	15
	パン	6	13
	サラダ	6	13
	デザート	6	13
	弁当	5	11
	カップ麺	4	9
	ホットスナック	3	6
	サンドイッチ	1	2
飲 料	お茶	25	53
	水	6	13
	炭酸飲料	4	9
	紅茶	2	4
	コーヒー	1	2
	果実飲料	1	2

してもらった。

4-2. 実験結果

表8と表9に実験結果を示す。主食・飲み物・デザートの全てで、通常時より実験時で食べやすさ

表8 光・音・匂い環境の複合実験結果 (%) (n=47)

	通常時				実験時			
	主食	食品 飲み物	デザート	勉強	主食**	食品 飲み物**	デザート**	勉強
◎おいしく食べられる (集中して勉強できる)	19	30	26	11	49	81	77	34
○食べられる (勉強できる)	51	57	49	57	43	19	23	30
△違和感がある (違和感がある)	28	13	26	28	6	0	0	28
×食べたくない (勉強したくない)	2	0	0	4	2	0	0	9

通常時と実験時の平均値の差の検定: ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

表 9 実験時の自由意見

要因	肯定的	否定的
光	照明が落ち着いた雰囲気良かった。温かみがあってリラックスできる。程よい明るさで自然の中で食事しているみたい。	食べ物の色が暗くなり気になる。廊下の照明が強くて白色なので釣り合わない。文字を読むには暗い。
音	音で雰囲気がだいぶ変わった。開放的な音楽でよかった。無音だと自分の咀嚼音が聞こえてしまうから良かった。	教室で音楽が流れていることに違和感を感じた。空間に合わない。
匂い	匂いの空間が安心感があり、癒される感じがした。カフェにいるような匂いで落ち着く。他の匂いが気にならなくなる。	弁当の匂いと混ざり合い、違和感を覚えた。用意した食品と匂いが合わなかった。コーヒーが好きではない。

の評価が有意 ($p<0.01$) に向上した。主食は、「おいしく食べられる」が通常時は 19% だったのが 49% に上昇した。飲み物は 81%, デザートは 77% が「おいしく食べられる」と回答し、「違和感がある」「食べたくない」という回答は全くなかった。個別実験と比較し、それぞれの効果が加算されることで評価が有意に向上したのではないかと考えられる。表 9 の自由意見として、「カフェのような雰囲気」「落ち着いた雰囲気」など教室の雰囲気が向上したと指摘されている。

光環境と音環境に関する既往研究では、照明が暗く、落ち着いた音楽の流れる環境では食事に対する評価が高かったと報告されており¹⁰⁾、今回の実験の[中照度・暖色光][森の音]との組み合わせも同様の複合効果が得られたことが考えられる。さらに光環境と匂い環境に関しては、15LX 程度の暗い環境の中では匂いが全体的に気になりにくいという結果が得られており¹¹⁾、本実験でもそうした複合効果が生じたことも考えられる。

一方勉強に関しては、通常時と比較して実験時に「集中して勉強できる」という評価は有意に高まらなかった。個別実験では音と匂いについて高まったものの複合実験では高まらなかった理由として、照度を下げたことによる視認性と低下と、各要因が組み合わさることで教室環境が変わりすぎたことが影響したのではないかと考えられる。

まとめ

本研究では、はじめに大学生がコンビニ食を利用する実態を調査し、教室で飲食されることが多いことと、食事の際に匂いや音に対する違和感が生じて

いることを確認した。次に、教室の環境条件を変えることによって、違和感を低減する可能性を検討した。その結果、光・音・匂いの環境要因を同時に変化させることによって、飲食への効果が得られやすいことが分かった。ただし音と匂いには個人差が大きいことも把握された。

得られた結果を、昼食時の教室環境に適用することを考える。大勢が利用する教室や勉強する学生がいる場合には、昼食時に照度と色温度を下げ、[森の音]のような自然音を流したり、[コーヒー]の香りを満たしたりすることが有効ではないかと考える。また区切られた教室が多数あることを活かして、一部の教室で光・音・匂いにバリエーションを持たせることも可能ではないだろうか。昼光の影響を受けにくい地下教室では光環境を調節しやすい。昼休みに自動的に環境が変わるような教室を幾つかの種類を用意することで、個人の嗜好にあった空間を選ぶことができ、気分転換にもなりやすいのではないかと考えられる。またこうした環境を制御することのできるフレキシブルなシステムは、昼食時だけでなく学園祭や展示会などの多様な用途にも活用できるだろう。

周りに迷惑をかけると考えていた音や匂いがマスキングされて気にならなくなるという手法は、カフェなどの飲食店や施設の待合スペースなどで実践されることはあるが、学校空間ではこれまであまり考えられていなかった。昼休みの教室のような多様な行動が起きる空間では、音声認識や画像認識による AI アシスタントを配置して、利用目的や在室人数に合わせて空間を変化させることも有効ではないかと考えられる。

参考文献

1. 並河信太郎, 谷脇亜希子, 山北人志: 大学生の食生活に関する意識・行動と学生食堂におけるメニュー選択等に関する調査, 相愛大学人間発達学研究, No.1, pp.39-48, 2010.3
2. 金塚永華, 川村公子, 戸塚優衣: 大学生の食生活と総合的健康状態との関連について, 東京福祉大学・大学院紀要, 第8巻, 第2号, pp.221-229, 2017.12
3. 工藤美奈子, 宮田美里, 峯木真知子: 大学生における昼食の摂取状況と弁当の利用と嗜好に関する調査, 日本家政学会研究発表要旨集, No. 69, p.164, 2017
4. 須藤郁, 大佛俊泰, 金子弘幸: 大学キャンパス内の学生食堂における利用実態調査, 2016年度日本建築学会・関東支部研究報告集II, pp.371-374, 2017.2
5. 桜田東樹: 持続可能な学食運営への問題と解決策: 味覚化から視覚化へ(特集 学生食堂の課題と今後のあり方), 大学時報 = University current review 69(390), pp.34-41, 2020-01
6. WORKERS クリエイターのオフィス訪問 (VOL.203) SUPPOSE DESIGN OFFICE 「社食堂」, プレーン = Brain 58(1): pp.14-16, 2018-01
7. 山崎晃男, 松本茂雄, 森角香奈子: オフィスのBGM効果について, 音響技術, 48(2): pp.82-88, 2019.6
8. 小林茂雄, 小口尚子: 対人状況と光環境に応じた室内音環境の適性 会話場面での周囲音圧レベルの最適値と許容値に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No.589, pp.59-65, 2005.3
9. 湯川夏子, 田中康代, 中村道彦, 木村晶朗: 食事環境におけるBGMが食欲に与える影響について, 日本家政学会研究発表要旨集, No.63, pp.105-105, 2011
10. Brian Wansink and Koert van Ittersum: Fast food restaurant lighting and music can reduce calorie intake and increase satisfaction, *Psychological Reports*, 111(1), pp.228-232, 2012.8
11. 小林茂雄: 行動場面に即したにおいの種類と強さの好ましき, 日本建築学会環境系論文集, No.595, pp.105-111, 2005.9

ミルク

至高の食品がわかる

伊藤 敏敏 著

■A5 版 / 156 ページ ■定価：(1900 円 + 税)

■発行：エヌエフアイ



本書はミルクについて平易に解説された専門書です。著者が日本大学生物資源科学部において教鞭を執られていた際に執筆し、これまで教科書として発刊していましたが、本書が教科書だけでなく広く牛乳・乳製品工場の技術者にも役立つ参考書としてエヌエフアイより発刊いたしました。

まえがきより

世に出ている牛乳の科学や製造学の参考書の多くは、堅くて難しくてすぐに頭の痛くなるような専門書か、一般読者向けの啓蒙書でも、ことさら健康的価値や機能性などばかりを取り上げたものが多く、また一方では、牛乳は体に有害であるかのごとく書かれた本までが出回る有様で、ミルクの本当の姿をじっくりと知りたい者にとっての適書が見当たりません。本書はその要求を満たすものとして、一般読者にもよく解るように、また大学の教科書としても使えるように、さらには牛乳・乳製品工場で働く技術者の再勉強にも役立つようにと考えて書いたものです。この本を通してミルクに関する理解が少しでも増えて、食材としての価値がもっと見直されることを願うものです。

第1章 ミルクの科学的特性 一秘められた力

1. ミルクは食糧として作り出される唯一の天然物
2. 牛乳、母乳その他の動物の乳はどのように違うのだろう
3. 乳はなぜ白いのだろう
4. 乳の成分の特性とそのパワー
5. 牛乳の構成成分のまとめ
6. 牛乳のアレルギー性
7. 乳児用調製粉乳はどこまで母乳の代用になるか
8. 牛乳に人の免疫力を付けられるか
9. 特定保健用食品（機能性食品）は乳の研究から生まれた
10. 牛乳はどのようにして作られるか（餌が牛乳にかわるまで）
11. 牛乳成分の含量はいつも同じなのだろうか

第2章 乳製品の知識と製造の基本原則

1. 日本ではどの位の牛乳・乳製品が食べられているのだろう
2. 農家で搾った牛乳が工場に入るまで
3. 牛乳・乳製品の分類と規格
4. 牛乳の加熱殺菌について
5. 牛乳の均質化処理（ホモジナイズ処理）
6. 発酵乳と乳酸菌
7. チーズ
8. バター
9. アイスクリーム
10. 濃縮乳（練乳、コンデンスミルク、エバミルク）
11. 粉乳

■著者／伊藤 敏敏（いとう たかとし）

◆農学博士

1937 年愛媛県生まれ。東北大学大学院農学研究科修士課程修了後、1962 年株式会社ニチレイ入社。1963 年東北大学農学部助手。1976 年同大学助教授。1989 年同大学農学部教授を経て 2001 年日本大学生物資源科学部教授。東北大学名誉教授。

◆ご注文は FAX またはメールにて FAX:042-312-0845 info@nfi-llc.co.jp

新解説

グルテンフリー製品への Millet (ヒエ) の利用 (1) Millet (ヒエ) のグルテンフリー食品と飲料

瀬口 正晴 (SEGUCHI Masaharu)^{1, 2}

竹内 美貴 (TAKEUCHI Miki)³ 中村 智英子 (NAKAMURA Chieko)³

Key Words : グルテンフリー Millet (ヒエ)

本論文「新解説 グルテンフリー製品への Millet (ヒエ) の利用 (1)」は “Gluten-Free Cereal Products and Beverages” (Edited by E. K. Arendt and F. D. Bello) 2008 by Academic Press (ELSEVIER) の第 6 章 Gluten-free foods and beverages from millets 1 の一部を翻訳紹介するものである。

紹介

Millet (ヒエ) は単一種ではなく、単一の属内に幾つかの異なった種がある。Millet は容易に栽培できる植物 (穀物) であり、小さな粒子を有し、基本的にその粒を挽いて利用する。Millet という言葉はフランス語 “mille” 多くという意味から来たもので、手に一杯の Millet は数千の粒を含むという意味である。事実、表 6.1 に見られるように、Millet には多くの種類があり、そのうちのある種は非常に似ていて、例えば Proso millet, Little millet など、さらに似ていない他の種、特に Finger millet や Teff などあり、それらは他の多くの Millet とは違った種に入る。文献によると Millet の研究には少々問題がある。というのは同一種に違う一般名が用いられたり、間違った適当な種の名前が広く用いられていることである。この点で、表に示されている各種の英語名で試験するとき用いられるが、しかし俗語的な名前のリストも文献を読む時には助けになる。

この章では、まず初めに重要な Millet 種のそれぞれの各歴史、生産、粒の物理的性質と栄養的成分の点からレビューする。次に Millet から作られた生産物の伝統的食品と飲料のタイプを述べ、続いてこれらの製品をつくるために用いる加工技術の説明をする。最後に、最近および未来の Millet 食品と飲料の

傾向について調べる。

重要な Millet 種の解説

Millet の生産量は 2001-2005 年 (FAO, 2007) に 33.6 百万トンで、僅かに 1980 年代 (表 6.2) の 29.3 百万トンより高い。量的に最も重要な millet 種は降順に、Pear millet, Foxtail millet, Proso millet, Finger millet の順である。しかしながら全世界の生産量だけでは、ある地方での Millet の重要性を示す必要ガイドにならない。生産量の小さな発展国で、Millet はその農学的特性のために食料の安全保障の点で重要な役割を演じている (例えば Fonio の場合である) (Smith, 1996)。

Pearl millet

記述, 歴史, 生産

Pear millet は 5,000 年以上前からアフリカで栽培されていたと言われている (Adreus and Kumar, 1992)。さらに西アフリカのサハラ (サハラ砂漠近辺) 諸国から、南アフリカにかけて広く栽培されて来た。広くインドでも栽培され、おそらく約 3,000 年前にはあったであろう。収穫は一般に自給自足の農家で栽培されていたが、しかし次第にオーストラリアの様に商業的収穫になっていく。Pear millet は 1 年

¹ 神戸女子大学, ² 日本穀物科学研究会前会長, ³ 神戸女子短期大学

表 6.1 さまざまなヒエ種。主に USDA 遺伝資源情報ネットワーク (GRIN) からの情報

一般的英語名	他の一般的俗称	分類学
Finger millet	Ragi	Tribe Eragrostideae
	wimbi	<i>Eleusine coracana</i> L. Gaertn.
Teff	Tef	Tribe Eragrostideae
	Twff grass	<i>Eragrostis tef</i> (Zuccagni) Trotter
	Abyssinian lovegrass	
Job's tears	Adlay	Tribe Andropogoneae
	Adlay millet	<i>Coix Lacryma-jbi</i> L.
White fonio	Fonio	Tribe Paniseae
	Acha	<i>Digitaria exilis</i> (Kippist) Stapf
	Fonio millet	
	Hungry rice	
Black fonio	Black acha	Tribe Paniseae
	Hungry rice	<i>Digitaria iburua</i> Stapf
Japanese millet	Japanese barnyard millet	Tribe Paniseae
		<i>Echinochloa esculenta</i> (A. Braun) H.Scholz
Sawa millet	Shama millet	Tribe Paniseae
	Awnless barnyard grass	<i>Echinochloa colona</i> (L) Link
	Corn panic grass	
	Deccan grass	
	Jungle ricegrass	
	Jungle rice	
Proso millet	Common millet	Tribe Paniceae
	Boroom millet	<i>Panicum miliaceum</i> L. Subsp.
	Hog millet	<i>miliaceum</i>
	panic millet	
Little millet	Blue panic	Tribe Paniceae
	sama	<i>Panicum sumatrense</i> Roth.
Kodo millet	Creeping pasupalum	Tribe Paniceae
	Ditch millet	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.
	Indian paspalum	
	Water couch	
Foxtail millet	Italian millet	Tribe Paniceae
	Foxtail bristle grass	<i>Staria italica</i> (L) P. Beauv. subsp.
		<i>italica</i>
	German millet	
	Hungarian millet	
Rearl millet	Bulrush millet	Tribe Paniceae
	Cattail millet	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br.
	Babala	
	Bajra/Bajira	
Guinea millet	False signal grass	Tribe Paniceae
		<i>Urochloa deflexa</i> (Schumach.) H. Scholz

Germplasm Resources Information Network (2007).

表 6.2 1981 年から 1985 年までのさまざまなヒエの世界および地域の推定生産量 (千トン)

	Total	Pearl	Foxtail	Proso	Finger	Teff	Fonio	Others
Africa	9557	7330	-	- ^a	855	1063 ^b	309	-
Asia	17048	6013	5462	2279	2905	-	-	386
World	29295	13351	5489	4931	3763	1063	309	387
World (%)	100	45.6	18.7	16.8	12.8	3.6	1.1	1.3

^a - no reported values^b Only values from Ethiopia

Official and FAO estimates based on country information, as modified by Marathe (1994).

生植物で約 2m 高で、15-140cm 長のシリンダー状花穂をもつ (National Research Council, 1996)。Pear millet は、厳しい環境条件下でも良く対応するユニークな点があり、年間降水量が 250mm と非常に低く、さらに、約 30°C の高い気温で、非常に乾燥した土壌でも栽培できる (National Research Council 1996)。Pear millet は栽培される Millet の半分以上に相当するもの (ICRISAT/FAO 1996) であることが報告されてきたが、表 6.2 のデータは本質的にこのことを述べている。

粒の物理的特徴

Pear millet 粒は涙形から卵形で、色は大きく変化してクリーム白からグレーと紫色である (Plate 6.1)。種子が真珠に似ていることが名前の由来であ

る。粒は長さ 2mm までで、1,000 粒重は約 8-15g である (Abdelrahman *et al.*, 1984)。粒の構造 (図 6.1) は、ソルガム、メーズの構造に、さらに他の殆どの millet の構造は似ているが、Finger millet のみ別である。外側果皮、種皮、アリューロン層、胚芽、デンプン性内胚乳からなる。穀粒は裸になる (皮は脱穀する時に外れる)。Pear millet 粒のユニークなことは、比較的大きな胚芽であり、全粒の 21% までといわれる (Abdelrahman *et al.*, 1984)。内胚乳は粒の約 76% まで、果皮は約 10% である。内胚乳は、Peripheral (周辺部)、Corneous (角張った部分)、Floury (粒部分) 内胚乳に分けられる。Peripheral 内胚乳は、デンプン小粒の混じったタンパク質の多いマトリックスである (Serna-Saldivar and Rooney 1995)。Corneous 内胚乳では、デンプン粒はより均



Plate 6.1 さまざまなヒエ

上 左から右 Pearl millet (ジンバブエ), Finger millet (エチオピア)。中 左から右へ: Fonio (セネガル), Teff (エチオピア) Teff (南アフリカ)。下 左から右へ: 装飾 Fonio (セネガル), 装飾 Proso millet (オーストラリア)

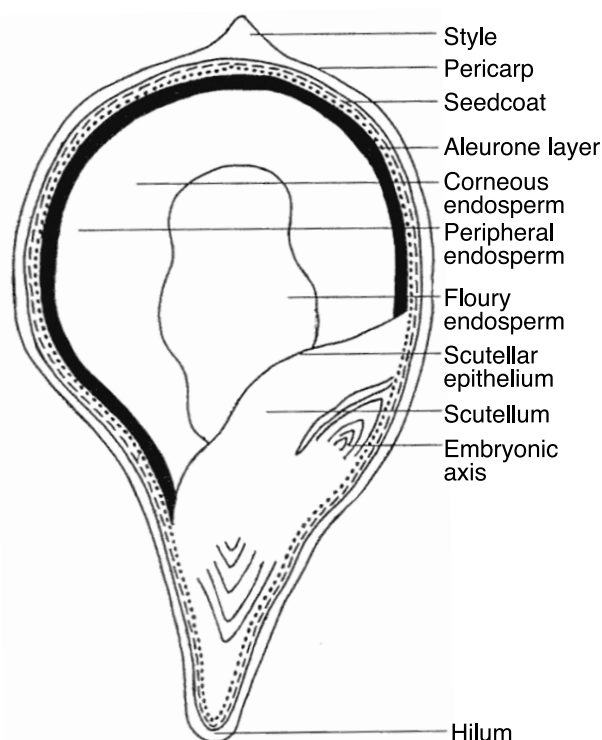


図 6.1 パールミレットの縦断図 (Taylor, 2004a)

表 6.3 より重要なヒエの穀物の典型的な栄養価

	Pearl millet ^a	Foxtail millet ^b	Proso millet ^b	Finger millet ^a	Teff ^a	Fonio ^a	Japanese millet ^b	Kobo millet ^c
Moisture (%)	10	12	12	12	11	10	11	- ^f
Protein (% N×6.25)	11.8	9.9	9.9	7.3	9.6	9.0	8.9	11.5
Carbohydrate (%)	70	73	75	74	73	75	76	74
Fat (%)	4.8	1.6	1.7	1.3	2.0	1.8	1.8	1.5
Dietary fiber ^d	8.5 ^e	9.4	13.1	11.7			14.3	9.4
Ash (%)	2.3	1.6	0.8	2.6	2.9	3.4	0.9	3.7
Calcium (mg/100g)	37	-	-	358	159	44	-	-
Iron (mg/100g)	9.8	-	-	9.9	5.8	8.5	-	-
Energy (kJ/100)	1475	-	-	1396	1404	1534	-	-
Vitamin A(μg RE)	22	-	-	6	8	-	-	-
Lysine (g/100g Protein)	3.2	1.7	1.2	2.5	2.3	2.5	1.5	1.7

^a Values as is basis from National Research Council (1996), unless otherwise specified.^b Kasaoka et al. (1999), as is basis.^c Hulse et al. (1980), dry basis.^d Malleshi and Hadimani (1993), as is basis.^e Taylor (2004), dry basis.^f -Values not reported.

一なサイズの多角形でタンパク質マトリックス中に存在している。Floury 内胚乳では、大きな球形で、緩くつまったデンプン粒が不連続タンパク質マトリックス中に存在している。デンプンは Floury 内に約 70% あると記録され (Lestienne et al., 2007), さらに, そのうちの約 26% はアミロースである (Muralikrishna et al., 1986)。

栄養素と抗栄養素

Pear millet の栄養成分を表 6.3 に示した。比較的高い総エネルギー含量で、ほぼ 1,475kJ/100g である。この高エネルギー含量は、粒の高脂質含量によるもので、それは胚芽の大きさに関係ある。同様に他の millet と比較すると pear millet はタンパク質が高い (Serna-Saldivar and Rooney, 1995)。プロラミン含量は約 31-34% で他の millet に比べて低い。これはアルブミン、グロブリンタイプのタンパク質に富んでいる大胚芽に関係するものである。Pear millet 中のタンパク質のタイプはアミノ酸組成に影響する。高グロブリン、アルブミン含量のため、不可欠アミノ酸リジンは僅かに高い (表 6.3)。これに関しラット中で、pear millet の正確なタンパク質消費性は 94-97% と報告された (Singh et al., 1987)。Pear millet 中の脂質は殆ど不飽和脂肪酸 (約 75%) である (Osagie and Kates 1984)。このため製粉した pear millet の保存性に酸化変敗の影響がある。pear

millet 中の大部分はデンプンで炭水化物だが、約 62% の *in vitro* 低消化性である (Muralikrishna et al., 1986), しかし粒をポップコーン様のポップ(爆ぜる)処理でそれは約 73% まで上げることができる。表 6.3 は 8.5% の食物繊維を示したが、Ragae et al., (2006) は 15% の値を示し、Singh et al., (1987) は約 17% までの値を示した。この大きな食い違いは、食物繊維測定複雑さと品種の違いによるためである。Pear millet は、また、約 2% 抵抗性デンプンを含む。もし全粒を食べるとすれば良い鉄分となるが剥皮は 30% まで鉄含量を低下させる (Lestienne et al., 2007)。

Pear millet 中の大部分の抗栄養物はフィチン酸、ゴイトロゲン、シュウ酸である。フィチン酸塩含量は約 0.7-0.8% である (Lestienne et al., 2007)。フィチン酸塩は、カルシウム、鉄、亜鉛等の金属との結合によって生化学活性を低下させることができる。Pear millet 中の甲状腺ホルモン化合物は、おそらくフェノール性フラボノイド、C-グルコシルフラボン、およびそれらの代謝物である (Gaitan et al., 1989)。これらの物質はまた、pear millet 粉中の悪臭の原因と同定され (Reddy et al., 1986), 特徴的なマウス様の、糞の様な匂いである (Pelembé, 2001)。デコルチケーション (剥皮), 粒のふすま除去は、明らかにフラボノイドタイプ物質を低下させることができ (Lestienne et al., 2007), そのことは製粉前

に剥皮するとゴイトロゲン含量の低下がおきる。一般にフェノールタイプ物質はパールミレットに高く(約 1400 μ g/g ガリウム酸等量), そしてこれは小麦, 大麦, ライ麦に比べ高い抗酸化活性を示す (Ragaee *et al.*, 2006)。Pear millet 中のシュウ酸は, 明らかにカルシウムシュウ酸複合体形成によってカルシウム利用性を低下する (Opoku *et al.*, 1981)。しかしながら麦芽(粒の発芽)は本質的にシュウ酸塩含量を 0.50 から 0.07% に低下する事がわかった。

Foxtail millet

記述, 歴史, 問題点

Foxtail millet は主に中国, 他のアジア諸国で成長する。ユーラシアで最も古い穀物の 1 つであり, 中国がおそらくその源の中心である (Jiaju and Yuzhi 1994)。中国新石器時代文化の非常に大きな重要事である。Foxtail millet は 1.5m の高さまで成長する単一の幹の種であり, しかし中国のタイプは一般に 60-70cm 高である。非常にうまく耕運されている。各本体には狐色の毛のようにみえる穂があり, そこでこのように名前がついた。穂は約 10-15cm の長さで, 1.5-3.0cm の直径である (House *et al.*, 1995)。収穫は温度域に十分関係し, 成熟まで 70-120 日間である。Foxtail millet の生産は, 中国では 1988 年には 2.5 百万トン以上あり (Jiaju and Yuzhi 1994), 世界生産は約 5.5 百万トンで, アジアが主生産地である (表 6.2)。

粒の物理的特徴

Foxtail millet 粒は約 2mm の長さ, 穎は白く, 赤, 黄, 茶, あるいは黒色である。白も赤品種もタンニンを含む種は見つからなかった (Hodge and Chandra, 2005)。1000 粒重は約 2.6g で, 製粉回収は皮とふすま除去で約 77% となる (Malleshi and Hadimani, 1994)。Foxtail millet ではデンプン粒は普通粉内胚乳で球状であるが, 多角形の形もまた見出される (Kumari and Thayumanavan, 1998)。粒のサイズは 0.8 から 9.6 μ m といろいろである。デンプンのアミロースとアミロペクチン含量は Foxtail millet のタイプによる。Foxtail millet には, ワキシ (高アミロペクチン) と平常 (低アミロース), あるいはノンワキシ (高アミロース) がある (Nakayama *et al.*, 1998)。正常の foxtail millet で, アミロース

含量は 33% までである (Malleshi *et al.*, 1986)。タンパク体は殆ど球形で, 直径 1-2 μ m である (Rost, 1971)。全抽出窒素の約 40% はプロラミンタンパク質で, 約 20% は還元剤でのみ抽出できる (Danno and Natake, 1980)。このことは, Foxtail millet が殆ど他の穀物のようにプロラミンタンパク質に富んでおり, タンパク質中に高比率でジスルフィド結合があることを示している。

栄養素と抗栄養素

Foxtail millet の栄養含量の近似値は他の Millet に類似している (表 6.3)。*in vitro* での, 原料と調理 Foxtail millet のタンパク質消化性は 77-92% と各々報告され (Ravindran, 1992), 高い調理値である。報告された Foxtail millet のデンプン含量は約 50-55% (Kumar and Parameswaran, 1998) で, 穀物としては相対的に低い。*in vitro* で天然物とポップしたデンプンの 3 時間消化後の消化性は低く, 各々約 47 と 52% であった (Muralikrishna *et al.*, 1986)。しかしながら Ushakumari *et al.*, (2004) は皮を外した粒中には約 77% デンプンがあり, 約 96% の高デンプン消化性のあることを報告した。

これは全粒中のふすまの高比率であることを示し, それがデンプン消化性に関係することを示す。皮を外した Foxtail millet 中の大部分の脂肪酸は, パルミチン酸 (C_{16:0}) (46%), ステアリン酸 (11.5%) (C_{18:0}) とオレイン酸 (35%) (C_{18:1}) (Ushakumari *et al.*, 2004) で, 飽和脂肪酸が穀物粒としては異常に高い比率であることを示す。全食物繊維は約 9.4% (表 6.3) だが, Ushakumari *et al.*, (2004) は原料で 8.8% とホップした時 11.8% の値を示した。

抗栄養ファクターとして, Foxtail millet にはポリフェノール, フィチン酸, シュウ酸がある。これらは皮とり (ふすまとり), 浸水, 調理のプロセスで低下する。例えば皮とりで *in vitro* ではタンパク質の消化性は 30% まで増加し, 抗栄養ファクターのある物が除去されたことによる (Pawar and Machewad, 2006)。Foxtail millet の全フェノール, カロチノイド含量は各々 47 と 80 μ g/100g と報告された (Choi *et al.*, 2007)。これらの成分のメタノール抽出物は, 優れた抗酸化活性を持つことが見出された。しかしながら Kodo millet に比べ, Foxtail millet は遊離ラジカル消去ポテンシャルはより低い

ようである (Hedge and Chandra, 2005)。

Proso millet

記述, 歴史, 生産

Proso millet はおそらく満州が原産といわれている (House *et al.*, 1995)。そして世界中の気温, 気候に適用し広がった。中国の北西部で重要な収穫があり, Kasakhstan (カサクスタン), インド中央と南部州, 東ヨーロッパ, USA, オーストラリアで育つ。表 6.2 に見られるように, Proso millet は多分 3 番目に最も重要な Millet で, Pear millet, Foxtail millet の次である。多くの土壌, 気候条件に十分に対応でき, 高度 3,500m の高地でも栽培される (Baltensperger, 1996)。植物は約 30-100cm 高で短く, 分げつは殆どない。

粒の物理的特徴

Proso millet 粒は白色クリーム, 黄色, オレンジ, 赤, 茶, 黒色である (Plate 6.1)。粒は球形-卵形で約 3mm 長, 直径 2mm である (Baltensperger, 2002)。1000 粒重は約 7.1g である。粒の製粉でふすまと皮を除き, 粉は約 79% となる (Malleshi and Hadimani, 1994)。Proso millet のデンプン性内胚乳中のデンプン粒は, 大きな多形のものよりほぼ小さく, 直径 1.3-8.0 μ m である (Kumari and Thayumanavan, 1998)。内胚乳タンパク体の形は丸く, 約 2.5 μ m の直径である (Jones *et al.*, 1970)。プロラミンは全タンパク量の 80% までに相当する (Kohoma *et al.*, 1999)。

栄養素と抗栄養素

Proso millet の栄養的成分は, ほぼ他の Millet に類似である (表 6.3)。デンプンは 62-68% というので, アミロース含量は粒の % では乾物で約 17% である (Yanez *et al.*, 1991)。タンパク質の栄養価に関して Proso millet は *in vitro* で約 80% の消化率である (Kasaoka *et al.*, 1999)。カゼインと比べて, Proso millet タンパク質は D-ガラクトサミンによる肝臓障害を抑える有益な効果を起こすと報告された (Nishizawa *et al.*, 2002)。トリグリセリドの点では, 殆どの一般的な脂肪酸はリノール酸 (60%) で続いてオレイン酸 (14%) である (Sridhar and Lakshminarayana 1994)。Proso millet は, マウス血液プラズマ中の望ましい高濃度リポタンパク質

レベルを増加する事がわかった (Nishizawa *et al.*, 1995)。全ポリフェノール酸, カロチノイド含量は Proso millet 中, 各々 29 と 74 μ g/100g と報告され, メタノール抽出物にこれらのものが含まれ良い抗酸化性を示した (Choi *et al.*, 2007)。抗栄養素として Proso millet には Peal millet, Foxtail millet, Finger millet と比べて明らかにプロテアーゼ阻害活性がなく (Chandrasekher *et al.*, 1982), しかしながらキモトリプシン阻害剤は認知された (Ravindran, 1992)。

Finger millet

記述, 歴史, 生産

Finger millet という名称は粒の頭形から来るが, それは手の指に似ている。アフリカの元々の Finger millet は多分ウガンダ, エチオピア高地が原産である。(National Research Council, 1996)。推察されるのには世界生産は少なくとも 4.5 百万トンで, ほぼアジア, アフリカで, インドはその生産の世界リーダーである (表 6.2)。Finger millet は約 1.3m の高さになるが普通は 1.0m である。広く東アフリカ, ビクトリア湖の周縁, 南アフリカ, インドで栽培される。Finger millet は比較的水分を必要とし, 雨量 (500-1000 mm), 中高地 (500-2400m), 35°C ほどの温度で, 十分排水された土地, 暑い条件下で良く育つ。マラウイでは, 平均収量は約 4 トン / ha が早生品種で得られ, 穂の長さは約 6cm である (Mnyenyembe, 1994)。インドでは Finger millet は 5 トン / ha まで生産され, 比較的高い収穫量であり, 50 年間ほど貯蔵することができ (National Research Council 1996), 飢饉に対し優れた貯蔵物質である。

粒の物理的特徴

Finger millet 粒は本質的には球形で直径約 1-2mm, 平均 1000 粒重は 2.5g である。粒は白から黄色である (Plate 6.1)。白色粒は殆どおこゆ用に好まれ, 茶色品種は南アフリカで醸造され伝統的不透明ビールに用いられる (Gomez, 1994)。Finger millet は粒の特徴がユニークであり, 他の穀物での穎果の代わりに胞果がある。胞果の特徴的意味とは, 果皮が種皮と融合してないことを意味する (McDonough *et al.*, 1986)。これは乾粒をこすることや, あるいは水に浸けた後, こすることによって果皮が簡単に除去できる事を示す。Finger millet は 5 層の果皮があ

り、赤色から紫色をしている。色はフラボノイドとタンニンによる (Ramachandra *et al.*, 1977)。内胚乳は直径約 2 μ m のタンパク体を含み、直径 8-21 μ m までいろいろなデンプン粒を含む (McDonough *et al.*, 1986)。デンプン粒は Finger millet 中では菱形の様な各種、球、多形がある (Malleshi *et al.*, 1986)。

栄養素と抗栄養素

Finger millet 中の一般的栄養成分は表 6.3 に示した。タンパク質含量は全く低いが、明らかに不可欠アミノ酸メチオニンには富んでいる (National Research Council 1996)。平均、*in vitro* タンパク質消化性の原材料で料理したものは、Finger millet で各々 71 と 87% が報告されている (Ravindran, 1992)。炭水化物 (デンプン) は大部分の Finger millet 粒の成分である。デンプン含量は約 60% で、アミロースがデンプンの約 30% を示す (Mangala *et al.*, 1999)。*in vitro* でのデンプンの消化性は、Finger millet デンプン原料とポップしたものの 180 分後の消化率は、各々 66 と 74% であった (Muralikrishna *et al.*, 1986)。Finger millet 粒とモルトは食物繊維の良い供給源である (Rao *et al.*, 2004)。脂肪含量は低く (表 6.2) 非常に良い粒の貯蔵性を引き起こす。脂肪酸成分の点では、驚いたことにほぼ半分はオレイン酸である (Fernandez *et al.*, 2003)。ミネラルに関しては、Finger millet は Ca, Fe, Mg, モリブデン, セレン, マンガンに富む (Fernandez *et al.*, 2003)。低血糖反応のため Finger millet はインシュリン非依存性、糖尿病の人々の食事用にと考えられる (Kumari and Sumathi 2002)。

抗栄養素に関しては、Finger millet 中にはフィターゼ、全シュウ酸が明らかに非常に高い (0.5 と 0.03%, 各々) (Ravindran, 1991)。タンニンとトリプシンインヒビターもまた Finger millet 中の抗栄養素である。発酵ははつきりこれらの効果を低下させる (Antony and Chandra 1998)。タンニンは抗栄養素と考えられたが、それらは抗酸化的性質もある (Siwela *et al.*, 2007)。

Teff

記述, 歴史, 生産

Teff はエチオピア原産と考えられており、この国は Teff の遺伝的多様性誘導の世界的中心であ

る。Teff は細い幹の比較的短い植物 1.2m 高である (National Research Council 1996)。風で倒れやすく、粒は手で収穫する (Cheverton *et al.*, 1994)。Teff はエチオピアの主なる穀物であり、年間生産量は 1980 年代後期の 100 万トンから (表 6.2) 1990 年代の 200 万トンに増加している (Bultosa and Taylor 2004a)。これはエチオピア穀物生産の約 20% に相当する。Teff は USA の健康穀物で用いられ、南アフリカでは主に飼料穀物として用いられる。Teff は 3,000m までの高地で広範囲にわたり栽培される。しかし最適栽培高度は 1,000-3,000m である (National Research Council 1996)。Teff は平均 1,000mm の年間降雨量の範囲で育ち、一般に約 1 トン /ha 収穫し、エチオピアでは品種改良して 1.8 トン /ha まで収穫できる。

粒の物理的特徴

粒はいろいろな色をしており、白から赤、褐色である (Plate 6.1)。白色はほぼ食品用に用いられる。粒は丸く、直径は 1mm 以下で 1000 粒重は 2g である。デンプン性内胚乳は主にデンプン粒とタンパク体からなる。タンパク体は各粒子になり合体していない。しかしデンプン粒は Finger millet 中のように、多形であり、各粒は直径 2-6 μ m である (Bultosa *et al.*, 2002)。

栄養素と抗栄養素

Teff の栄養素は他の Millet ににている (表 6.3)。しかしながら、特異なのはアルブミン、グロブリンがプロラミンより大きな比率であることである (Tatham *et al.*, 1996)。その低いプロラミン含量のせいで、大麦、ソールガムの様なものに比べ Teff は消化性が良い。アミノ酸組成はバランスがとれていると考えられるが (Bultosa and Taylor, 2004a)、リジン含量はまだ低い。Teff のデンプンは、約 25-30% アミロースを含む (Bultosa *et al.*, 2002)。

ブタ膵臓 α -アミラーゼを用いて、*in vitro* で Teff デンプンの分解性を調べるとコーンデンプンに似ていることがわかった (Bultosa and Taylor, 2004b)。ミネラルの点では、Teff は Fe, Ca, Mg, P が多い。Fe, Ca 含量はそれぞれ 11-33, 100-150mg/100g と報告された (National Research Council 1996)。Teff はタンニンを含むと示されたが、Bultosa and Taylor

(2004a) によると白も茶色品種もタンニンの味は無いという。

Fonio

記述, 歴史, 生産

Fonio には白 fonio, 黒 fonio タイプがあり, 白 fonio が一般的である (表 6.1)。Fonio は西アフリカの乾燥サバナで栽培され (サヘル地域), 多分最も古いアフリカの穀物である (National Research Council, 1996)。植物は約 45-50cm 高で, 長さ 15cm までの指の様な穂がある。一般的な収量は約 1.0-1.4 トン/ha であるが, 非常に良好な農業収穫条件下では 2.0 トン/ha が収穫される (Ndoye and Nwasike, 1994)。マリ, セネガルでの全 Fonio の生産は約 10,000 トンである (Smith, 1996)。Fonio は非常に早く成熟し, 早いタイプは収穫後 6-8 週間で粒はできる。こうして Fonio は時に“生命の穀物”と言われる。Fonio は貧困な土壌条件下で生育でき, 例えば砂地, 酸性土壌で, 普通ソルガム, パールミレット栽培に適さない条件と考えられるところである。ほぼ年間降雨量 400mm 以上の土地で育つ (National Research Council, 1996)。

粒の物理的特徴 Fonio 粒は小さく, 1,000 粒重は僅か 0.5-0.6g (Table 6.1) である。粒は約 1.0mm 長, 幅 0.75mm (Irving and Jideani, 1997), 胚芽は粒の長さの 1/3 以上である。デンプン性内胚乳は多面体デンプン粒で直径 10 μ m である。デンプンアミロース含量は普通で, 約 27% である (Jideani *et al.*, 1996)。タンパク体は粒の全ての場所にあるが, 殆どはデンプン性内胚乳に豊富である (Irving and Jideani 1997)。タンパク質は殆どグルテリンと報告され (Jideani *et al.*, 1994), しかしながらこれはタンパク質の 55% 以上が抽出されないことと誤っているものであろう。不十分な抽出はタンパク質の高い架橋の性質によるためであろう。特異的にアリュールン層と内胚乳末梢は脂質に富んでいるようだ (Irving and Jideani 1997)。

栄養素と抗栄養素

Fonio の大まかな成分は他の Millet に似ている (表 6.3)。Fonio はリジンが少なくメチオニンが多い (Lumen *et al.*, 1993)。これらの著者によると, この初期制限アミノ酸リジンの化学的スコアは 2-5 才の

子供で全卵の僅か 50% である。今日まで Fonio の抗栄養は研究されていない。

Japanese millet と Sawa millet

記述, 歴史, 生産

Japanese millet (ヒエ) は日本の原産といわれている (House *et al.*, 1995), 一方 Sawa millet は, 同じ属のもう 1 つ別の種でインドで栽培されている。両種の形態学は似ていてともに一緒に扱われるが, Japanese milletの方がずっと情報量があり, 特に東北地域 (Watanabe, 1999) で多く, この地域では貯蔵性が良好なために重要な穀物と考えられている。また中国, 韓国でも生産される。Japanese millet は 3.0 トン/ha の収穫が期待されている。一般に植物は温暖を好み, 冷温には抵抗性がある。

粒の物理的性質

Japanese millet の 1,000 粒重は約 3.3g で, 皮とふすまは全重量の 23% である (Malleshi and Hadimani, 1994)。Japanese millet のデンプン粒は直径が約 1.2-10.0 μ m で, 球あるいは多形の形である (Kumari and Thayumanavan, 1998)。

栄養素と抗栄養素

ほぼ栄養素は Japanese millet は他の millet と類似である (表 6.3)。Japanese millet 中の大部分のタンパク質はグルテリンであり, 続いてプロラミンである (Suman *et al.*, 1992)。in vitro での原料, 加熱した Japanese millet のタンパク質消化性は実に高く各々 84, 89% であった (Suman *et al.*, 1992)。表 6.3 の脂質含量は 1.8% であるが, Sridhar と Lakshminarayana (1994) の報告は全脂肪含量 (結合, 構造脂質を含む) が 8.0% で, これはかなり他とは異なるようだ。もっとあり得るのは脂質の約 48% がリノール酸, 28% がオレイン酸であることである。Japanese millet は良い抗酸化性があるようだ。抗酸化性の性質をもつものとして抽出されるものにフェノール性物質としてルテオリンとトリシンがあり, セロトニン誘導体として N-(-p-coumaroyl)serotonin がある (Watanabe, 1999)。今日まで Japanese millet, sawa millet 中の抗栄養素は何も研究されていない。

Kodo millet

記述, 歴史, 生産

Kodo millet はインドに土着のものであり, 信じてられていることは約 3000 年前から栽培されていることである (House *et al.*, 1995)。熱帯, 亜熱帯にうまく適合している。Kodo millet は一般に雑草の種とともに栽培され, 収穫の間ははっきり区別されない。収穫の成熟には 4-6 ヶ月かかり, 収量は 250 から 1000kg/ha といろいろである (Hulse *et al.*, 1980)。

粒の物理的性質

Kodo millet は 1,000 粒重が 6.7g である。ふすまと皮が粒の大部分で, 約 37% である (Malleshi and Hadimani, 1994)。デンプン粒は大, 多形で, しかし幾つかは小, 多形である (Kumari, Thayumanavan, 1998)。粒のサイズはいろいろで 1.2-9.5 μ m である。アミロース含量は粒の重量に比例して乾燥重量ベースで約 20% である。

栄養素と抗栄養素

他の millet 同様, ほぼ Kodo millet の栄養成分はふつうである (表 6.3)。プロラミンタンパク質は Barnyard と Foxtail millet に似ている (Parameswaran and Thayumanavan, 1997)。グルタミン酸 (主にグルタミン), アラニン, ロイシン, セリンに富むがリジンは不足している。Sridhar と Lakshminarayana (1994) は, 表 6.2 に示すより高脂質値 (3.2%) を報告した。脂質はリノール酸とオレイン酸と類似量で, 大部分の脂質区分の全脂肪酸の 70% である。Finger, Barnyard, Pear millet に比べ, Kodo millet は遊離のラジカル消光ポテンシャルが最も高く, そのことは有用な抗酸化活性の可能性を示す (Hedge and Chandra, 2005)。驚くことではないが, ラジカル消光活性は粒がローストやボイルで皮が剥かれたり, 加熱されるとき低下する。今日まで抗-栄養素は Kodo millet 中では研究されていない。

以下, 次号へ

References

- Abdelrahman, A., Hoseney, R. C., and Varriano-Marston, E. (1984). *J. Cereal Sci.* **2**: 127-133.
- Andrews, D. J. and Kumar, K. A. (1992). *Adv. Agron.* **48**: 89-139.
- Antony, U. and Chandra, T. S. (1998). *J. Agric. Food Chem.* **46**: 2578-2582.
- Baltensperger, D. D. (1996). In: Janick, J. ed. *Progress in New Crop*. Alexandria, VA: ASHS Press, pp.182-190.
- Baltensperger, D. D. (2002). In: Janick, J. and Whipkey, A. eds. *Trends in New Crops and New Uses*. Alexandria, VA: ASHS Press, pp.100-103.
- Bultosa, G. and Taylor, J. R. N. (2004a). *Encyclopedia of Grain Science*, Vol. 3. Amsterdam:Elsevier, pp.281-290.
- Bultosa, G. and Taylor, J. R. N. (2004b). *Starch/Stärke* **56**: 20-28.
- Bultosa, G., Hall, A. N., and Taylor, J. R. N. (2002). *Starch/Stärke* **54**: 461-468.
- Chandrasekher, G., Raju, D. S., and Pattabiraman, T. N. (1982). *J. Sci. Food Agric.* **33**: 447-250.
- Cheverton, M., Pullan, M., Didehvar, F., Greig, A., and Chapman, G. (1994). *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp. 431-448.
- Choi, Y., Jeong, H. S., and Lee, J. (2007). *Food Chem.* (in press).
- Danno, G. and Nataka, M. (1980). *Agric. Biol. Chem.* **44**: 913-918.
- Fernandez, D. R., Vanderjagt, D. J., Millson, M. et al. (2003). *Plant Foods Hum. Nutr.* **58**: 1-10.
- Gaitan, E., Lindsay, R. H., Reichert, R. D. et al. (1989). *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **68**: 707-714.
- Gomez, M. I. (1994). *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp.289-296.
- Hedge, P. S. and Chandra, T. S. (2005). *Food Chem.* **92**: 177-182.
- House, L. R., Osmanzai, M., Gomez, M. I., Monyo, E. S., and Gupta, S. C. (1995). In: *Sorghum and Millets: Chemistry and Technology* (Dendy D. A. V. ed.), American Association for Cereal Chemist, St Paul, MN, pp. 27-67.
- Hulse, J. H., Laing, E. M., and Pearson, O. E. (1980). *Sorghum and the Millets: their Composition and Nutritive Value*. New York: Academic Press.
- ICRISAT/FAO (1996). *The World Sorghum and Millet Economies: Facts, Trends and Outlook*. Patancheru, India: ICRISAT and Rome: FAO.
- Iring, D. W. and Jideani, I. A. (1997). *Cereal Chem.* **74**: 224-228.
- Jiaju, C. and Yuzhi, Q. (1994). *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp.101-108.
- Jideani, I. A., Owusu, R. K., and Muller, H. G. (1994). *Food Chem.* **51**: 51-59.
- Jideani, I. A., Takeda, Y., and Hizukuri, S. (1996). *Cereal Chem.* **73**: 667-685.

- Jones, R. W., Beckwith, A. C., Khoo, U., and Inglett, G. E. (1970). *J. Agric. Food Chem.* **18**: 37-39.
- Kasaoka, S., Oh-Sashi, A., Morita, T., and Kiriya, S. (1999). *Nutr. Res.* **19**: 899-910.
- Kohoma, K., Ngasawa, T., and Nishizawa, N. (1999). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **63**: 1921-1926.
- Kumari, S. K. and Thayumanavan, B. (1998). *Plant Foods Hum. Nutr.* **53**: 47-56.
- Kumar, K. K. and Parameswaran, K.P. (1998). *J. Sci. Food Agric.* **77**: 535-542.
- Kumari, S. K. and Thayumanavan, B. (1998). *Plant Foods Hum. Nutr.* **53**: 47-56.
- Kumari, P. L. and Sumathi, S. (2002). *Plant Foods Hum. Nutr.* **57**: 205-213.
- Lestirne, I., Buisson, M., Lullien-Pellerin, V., Piq, C., and Treche, S. (2007). *Food Chem.* **100**: 1316-1323.
- Lumen, B. O., Thompson, S., and Odegard, W. J. (1993). *J. Agric. Food Chem.* **41**: 1045-1047.
- Malleshi, N. G., Desikachar, H. S. R., and Tharanathan, R. N. (1986). *Starch/Stärke* **38**: 202-205.
- Malleshi, N. G. and Hadimani, N. A. (1994). *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp. 271-287.
- Mangala, S. L., Malleshi, N. G., and Tharanathan, M. R. N. (1999). *Eur. Food Res. Technol.* **209**: 32-37.
- McDonough, C. M., Rooney, L. W., and Earp, C. F. (1986). *Food Microstructure* **5**: 247-256.
- Mnyenyembe, P. H. (1994). Past and present research on finger millet in Malawi. In: Riley, K. W., Gupta, S. C., Seetharam, A., and Mushonga, J. N. eds. *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp. 29-59.
- Muralikrishna, G., Malleshi, N. G., Desikachar, H. S. R., and Tharanathan, R. N. (1986). *Starch/Stärke* **38**: 48-51.
- Muralikrishna, G., Malleshi, N. G., Desikachar, H. S. R., and Tharanathan, R. N. (1986). *Starch/Stärke* **38**: 48-51.
- Nakayama, H., Afzal, M., and Okuno, K. (1998). *Euphytica* **102**: 289-293.
- National Research Council (1996). *Lost Crops of Africa*, Vol. 1: Grains. Washington DC: National Academy Press.
- Ndoye, M. and Nwasike, C.C. (1994). *Advances in Small Millets*. New York: International Science Publisher, pp. 65-97.
- Nishizawa, N., Fudamoto, Y., and Yoshirahu, Y. (1995). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **59**: 333-335.
- Nishizawa, N., Sato, D., Ito, Y. et al. (2002). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **66**: 92-96.
- Osagie, A. U. and Kates, M. (1984). *Lipids* **19**: 958-965.
- Opoku, A. R., Ohenhen, S. O., and Ejiofor, N. (1981). *J. Agric. Food Chem.* **29**: 1247-1248.
- Parameswaran, K. P. and Thayumanavan, B. (1997). *Plant Foods Hum. Nutr.* **50**: 359-373.
- Pawar, V. D and Machewad, G. M. (2006). *J. Food Process. Preservation* **30**: 269-279.
- Pelembé, L. A. M., Dewar, J., and Taylor, J. R. N. (2004). *J. Inst. Brewing* **110**: 320-325.
- Ragae, S., Abdel-Aal, A. M., and Noaman, M. (2006). *Food Chem.* **98**: 32-38.
- Ramachandra, G., Virupaksha, T. K., and Shadaksharaswamy, M. (1977). *J. Agric. Food Chem.* **25**: 1101-1104.
- Rao, M. V. S. S. T., Manohar, R. S., and Muralikrishna, G. (2004). *Food Chem.* **88**: 453-460.
- Ravindran, G. (1991). *Food Chem.* **39**: 99-107.
- Ravindran, G. (1992). *Food Chem.* **44**: 13-17.
- Reddy, V. P., Faubin, J. M., and Hoseney, R. C. (1986). *Cereal Chem.* **63**: 383-406.
- Rost, T. L. (1971). *Setaria lutescens* (Gramineae). *Protoplasma* **73**: 475-479.
- Serna-Saldivar, S. and Rooney, L. W. (1995). *Sorghum and Millets, Chemistry and Technology*. St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, pp. 69-124.
- Singh, P., Singh, U., Eggum, B. O., Kumar, K. A., and Andrews, D. J. (1987). *J. Sci. Food Agric.* **38**: 41-48.
- Siwela, M., Taylor, J. R. N., De Milliano, W. A. J., and Duodu, K. G. (2007). *CerealChem.* **84**: 169-174.
- Smith, I. F. (1996). *Sorghum and Millets: Proceedings of the Symposia*. Vienna: International Association for Cereal Science and Technology, pp. 171-197.
- Sridhar, R. and Lakshminarayana, G. (1994). *Cereal Chem.* **71**: 355.
- Suman, C. N., Monteiro, P. V., Ramachandra, G., and Sudharshana, L. (1992). *J. Sci. Food Agric.* **58**: 505-509.
- Tatham, A. S., Fido, R. J., Moore, C. M., Kasarda, D. D., Kuzmicky, D. D., Keen, J. N., and Shewry, P.R. (1996). *J. Cereal Sci.* **24**: 65-71.
- Ushakumari, S. R., Latha, S., and Malleshi, N. G. (2004). *Int. J. food Sci. Technol.* **39**: 907-915.
- Wanatabe, M. (1999). *J. Agric. Food Chem.* **47**: 4500-4505.
- Yanez, G. A., Walker, C. E., and Nelson, L. A. (1991). *J. Cereal Sci.* **13**: 299-305.

嘘か真か

あなたにとってコーヒーは良いものですか？

はい、それは種類と量によって変わります。

NYT 記者 Dawn MacKeen 著 / 東京薬科大学名誉教授 岡 希太郎訳

祖父母が使っていた食器棚にはフォルジャーズ製クラシックローストの空き缶が幾つもあって、今では私たち夫婦のオート麦のミルク・ラテ、水出しコーヒーとフラペチーノが入れてあります。世の中には、飲み物を実用的な日常品と見る人もいますし、伝統的な作法で楽しむ人もいます。国内で4番目の人気飲料であるコーヒーは、私たちの文化に染み込んでいます。適切な量を飲めば気分を改善できますし、多過ぎれば不安を感じたり神経が高ぶることもあるのです。

私にとってコーヒーは良いものだろうか？

はい、その通りです。適度に飲むコーヒーはほとんどの人にとって良いものですが、適度とは1日に3～5杯、または最大400mgのカフェインまでとすればの話です。

「コーヒーは死亡率の低下と関連しているというデータはかなり一貫しています」と、国立がん研究所の飲料研究家エリッカ・ロフトフィールドは述べています。

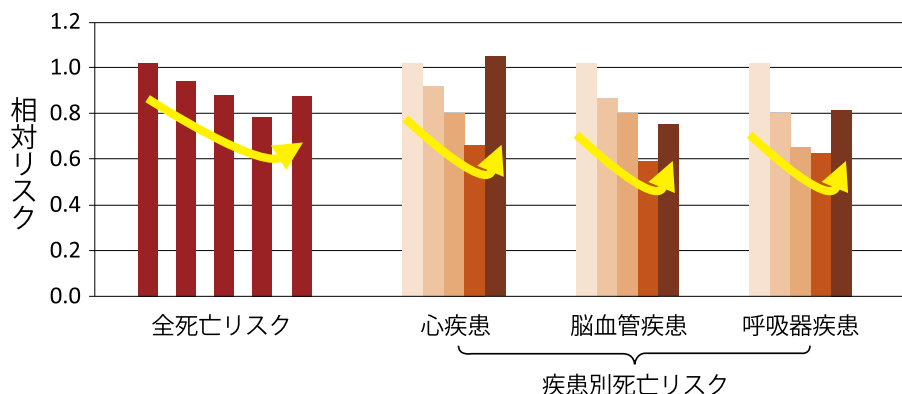
長い間、コーヒーは発がん物質だと考えられていましたが、2015年の食事ガイドライン改定で激変しました。適度なコーヒーは健康な食事の一部として認められたのです。研究で得た素データを、コーヒーを多く飲む人が同時に喫煙者でもある（あった）という生活習慣に着目して調整すると、コーヒーは発がん性でないことが明確になったのです。

2017年の英国医学会誌（BMJ）に、コーヒーと人の健康に関する大規模な総説論文が掲載されました。ほとんどの場合、コーヒーは害ではなく利益をもたらすとのことです。以前に発表された200編以上の原著論文に基づいて、総説論文の著者は「ほどほどにコーヒーを飲む人には心血管病が少なく、心筋梗塞や脳卒中を含む全死亡リスクが、飲まない人に比べてずっと低い」との結論に至ったのです（訳者注：図の棒グラフは国立がん研究センター発表の日本人データで、各国とほぼ同じ数値です）。

さらに専門家によると、最も強力な予防効果は、2型糖尿病、パーキンソン病、肝硬変、肝臓がん、慢性肝疾患などだということです。例えば30編もの論文が、1日に5杯のコーヒーを飲むと、2型糖尿病に罹るリスクが30%減少すると書いています（訳者注：日本人女性では50%以下、男性では80%まで低下する）。



コーヒーと死亡リスクの関係



コーヒーを飲まない群の相対リスクを 1.0 とし、コーヒーを飲む集団のリスクを 1 日杯数に分けて示してある。各 5 本の棒グラフは左から、ほとんど飲まない、1 日 1 杯未満、1 日 1～2 杯、1 日 3～4 杯、1 日 5 杯以上。

栄養学年報 (Ann Rev Nutr) にアンブレラ解析論文を書いたジュゼッペ・グロッソ博士 (イタリア・カタニア大学の人間栄養学助教授) は、コーヒーの有効性は抗酸化性を有する植物成分ポリフェノールによる可能性が高いと述べています (訳者注: クロロゲン酸類を指している)。

しかし、コーヒーは万人向けの飲み物ではありません。飲み過ぎに懸念があるからです。特に、無事に出産を期待する妊婦にとって、妊娠中に摂るカフェインの安全性には不明点が多いのです。コーヒーの健康への影響に関する研究は目下進行中ですが、ほとんどの研究が疫学的な観察研究に留まっています (訳者注: 最も信頼できる研究法は、臨床試験のような介入試験とされています)。

「(疫学研究は) コーヒーが健康に利点をもたらす要因であると確定したわけではありません」とエジンバラ大学教授で、前記した英国医学雑誌 (BMJ) に論文を書いたジョナサン・ファローフィールドは述べています。「コーヒーを飲む人がもっているコーヒー以外の要因または行動に起因する可能性が否定できないからです。」

コーヒーの淹れ方は重要ですか？

はい。深煎りと浅煎りのどちらが好きですか？ 粗く挽きますかそれとも細かく？ アラビカそれともロブスタの豆ですか？

「これらの項目はどれも味に影響しますが、抽出される化学成分にも影響します」と、国立がん研究所の上級研究員ニール・フリードマンは述べています。「しかし、これらさまざまなレベルの化合物が健康にどう影響するのか、まだよく解っていません」。

例えば、焙煎はクロロゲン酸の量を減らしますが、別の抗酸化化合物が新たにできてきます (訳者注: クロロゲン酸からピロカテコール、トリゴネリンから N-メチルピリジニウム塩ができる)。エスプレッソはドリップコーヒーよりも水分が少ないので、成分濃度が最も高いという特徴があります。

米国の有名医学誌 JAMA に発表された論文によれば、英国の約 50 万人のコーヒー習慣を調査して、カップ 1 杯か、それともチェンドリンク 8 匙か、レギュラーかデカフェか、カフェイン代謝速度が速い人か遅い人か、これらはどれも関係ないことがわかりました。コーヒーは死因によらない全死亡リスクの低下と関連していますが、インスタントコーヒーと死亡リスクの因果関係は弱いものでした。

コーヒーを淹れる方法がコレステロール値に影響を与える可能性があります。ノースウェスタン大学ファインバーグ医学部の予防医学助教授で JAMA 論文の共著者でもあるマリリン・C・コルネリスが述べていることは、「飲んではいけないとわかっているコーヒーは煮出しコーヒーです」。

例として、フレンチ・プレス、スカンジナビア・コーヒー、ギリシャ・コーヒー、トルコ・コーヒーなど、主に中東地域で普通に淹れるコーヒーがあります。カップに注いだとき、コーヒー滓がスラッジのように底



焙煎師 大坊勝次 ネルドリップを淹れる

に沈んで、飲み終わった後で、占い師がスラッジを水晶玉に見立てて飲んだ人の将来を予言するという伝統が残っています。

しかし、煮出したコーヒーに混ざってくるオイルには、ジテルペンと呼ばれる2つの化合物、カフェストールとカウェオールが含まれています。この2つは悪玉コレステロール LDL 値を上昇させ、善玉である HDL 値をわずかながら低下させることが知られています。

「コーヒーをろ過して飲めば何も問題ありません」と話すのは、シンガポール国立大学ソースウィーホック公衆衛生学部教授ロブ・ファン・ダムです（訳者注：コーヒーと2型糖尿病リスクの関係を最初に発表したオランダ出身の疫学研究者）。「コレステロールの問題を抱えている人は、コーヒーの淹れ方を工夫するとよいでしょう」。ファン・ダムは20年前からコーヒーを研究し、その間に実に多くのコーヒーを飲んだそうです。

しかし、今すぐに煮出しコーヒーを止める必要はないと言う研究者もいます。このようなわずかなコレステロールの増加は、心血管病死の増加と関連しないと考えられるので、止めることには疑問の余地があると言うのです（訳者注：煮出しコーヒーだけでなく、ドリップ式のコーヒーでも、1日5杯を超えると心血管病死のリスク曲線が上向きに変わります。棒グラフを参照）。

多くの消費者がコーヒーポッドを色々工夫しています。使い捨てのポッドには環境汚染の懸念がありますが、研究者たちはドリップコーヒーと同じ健康効果があると考えています。使い捨てのポッドはコールドブリュー（水出し）でも使えますが、利点についてはさらなる研究が必要です。

どんなコーヒーでも同じ量のカフェインが含まれていますか？

いいえ、そうではありません。エスプレッソは最高濃度のカフェインを含み、約70ミリグラムを1オンスのショットに詰めてありますが、飲む量はもっと僅かです。比較すると、通常の12オンスのドリップコーヒーには200ミリグラムのカフェインが含まれていて、インスタントの140を超えています。また、デカフェコーヒーにも8ミリグラムのカフェインが含まれていますし、それ以上の商品もあります。

コーヒーを買うとき、カフェインの量のことを考えて買う人はほとんどいません。フロリダのあるコーヒーハウスでは、たった6日間で、同じ16オンスの朝食ブレンドのカフェインが、259ミリグラムから564ミリグラムまで変りました。この数字はUSA政府が推奨する数値400ミリグラムを超えています。

しかし、コーヒーのカフェイン量を知っていることが特に必要な人たちがいます。皆さんも聞いたことが

あるでしょう。世の中には、普通の人なら昼間でもできないことなのに、午後10時にエスプレッソを4杯飲んでそのまま寝る人がいること、もしあなたなら夜明けまで「サインフェルド」を何回も見てもいいそうです。私たちの中には他の人と違う遺伝子を持っていて、カフェインの代謝排泄が普通よりずっと遅くなっている遺伝子多型の人がいるのです。こういう人たちにグロッソ博士が助言することは、コーヒーの杯数を減らすことです。「遺伝子多型をもっている人は、1日の最初のコーヒーを飲んだ後、2杯目、3杯目を飲むときにも、最初のカフェインがまだ残っているのです」と博士は説明しています。

自分のカフェイン代謝が早いか遅いかを知りたいければ、「23andMe」などの消費者サービスを通じて調べることができます。

コーヒーは中毒になりますか？

その証拠として、次第にコーヒーに頼るようになって、時間が経つにつれて量が増えて行きます。止めるときの離脱症状には、頭痛、疲労、過敏症、集中困難、気分の落ち込みなどがあります。

実際にカフェインは精神刺激薬で、コーヒーが最大の供給源です。一杯のコーヒーを飲むと約30分後にカフェインが吸収されます。血管の収縮が起こって血圧が上昇します。適度な量のカフェインは、目を覚まし、気分、活力、機敏さ、集中力、さらには運動能力を高めます。カフェインの半分を代謝排泄するのに平均4～6時間（珈琲博士：血中半減期という）が必要です。

食事ガイドラインによると、1日400ミリグラム以上のカフェインをがぶがぶ飲みたい人にとって、安全性を保証する十分な証拠はありません。より高い用量は、振戦（震え）、緊張、不規則な拍動などを伴うカフェイン中毒の可能性があります。またカフェインは、就眠時間、睡眠時間、目を閉じて寝ていられる睡眠の質にも関係しています。

ジョンズ・ホプキンス大学医学部で精神医学と行動科学の助教授を勤めているメアリー・M・スウィーニーは、「カフェインは私たちの文化や日々の習慣に馴染んでいるので、潜在的な問題を引き起こす原因になるとは思われていないのです」と述べています。

コーヒーを減らすことは、胃食道逆流症にも役立ちます。最近の研究では、コーヒー、紅茶、またはソーダなどのカフェイン入り飲料を飲む女性は、胸焼けなどの症状のリスクがわずかながら増加することがわかっています。この論文の著者によれば、1日2杯のコーヒーを飲料水に替えることで症状が減ると考えています。

アメリカ産科婦人科大学で聞いてみると、現在までの研究では、妊娠中に安全に摂取できるカフェインの量はよく解っていません。カフェインは胎盤を通過するため、妊娠中の女性がコーヒーを飲むなら1日200ミリグラム以下のカフェイン量にすべきであると考えている医師もいるのです。

非常に高用量のカフェインは致命的となることがあります。しかし研究者たちは、カフェイン事故は粉末や錠剤のカフェインを飲んだ場合に偶発的に起こる可能性が高いと言っています。「たまたまコーヒーを飲み過ぎて救命救急病院に運ばれる人はほとんどいません」とファン・ダム博士は話しています。

コーヒー豆はどんな豆？

コーヒーの赤い実の中にコーヒー豆が2つあります。緑色のデュオスプーンのような形で、焙煎すると深みのある茶褐色に変わります。コーヒー豆は正しくは豆ではなく種子です。カリフォルニア大学デイビス校の植物科学教授パトリック・ブラウンは、次のように述べています。「コーヒーはサクランボと違って種子が恵みとなり、果肉は廃てられているのです」。

茶褐色のコーヒーにはカフェインだけでなく、治療効果をもつ可能性がある千種類の化合物が溶けている抽出液です。キート



なる化合物の1つはクロロゲン酸で、これはコーヒーだけでなく多くの果物や野菜に含まれているポリフェノールです。同じくコーヒーは、必須栄養素のビタミンB3、マグネシウム、カリウムの優れた供給源でもあるのです。

「人々はしばしばコーヒーをカフェイン飲料と見なしていますが、実際には非常に複雑な植物飲料なのです」とファン・ダム博士は主張しています。

124種類もあるコーヒーノキのうち、フレーバーが利用されているのは僅かです。そして恐らくその60%が、気候変動、病気、害虫、森林伐採によって絶滅の危機にあると考えられています。カフェで、オフィスで、旅先で、私たちのカップを満たしているのは、アラビカ種とカネフォラ種（ロブスタ種と呼ばれる）の2つです。アラビカ種は専ら高価なスペシャルティ・コーヒーのカップを満たし、ロブスタ種はインスタントコーヒーやエスプレッソにより多く使われています。

アラビカ種にまつわるすべての優れた点は、昔から引き継がれて来た極めて均質な小さな種子に基づいています。世界中にあるほぼすべてのアラビカ種コーヒーノキは、コーヒー発祥の地であるエチオピアカイエメンにあったほんの数本の木の子孫なのです。

牛乳や砂糖を加えると効果はどうなりますか？

医者の知らないことがあります。2015年のある研究によると、砂糖、クリーム、または牛乳を加えて飲む人とブラックで飲む人に、健康効果の差はほとんどないということです。しかし90年代、調査対象の高齢者が食事履歴をアンケート用紙に記入するようになってから、コーヒー業界には急激な変化が起きました。研究論文の著者で国立がん研究所のロフトフィールド博士の話では、「高齢者はたった大匙1杯のクリームまたはミルクと小匙1杯の砂糖を加えるだけなんです」。さらに続けて「現在市場に出回っている一部のコーヒー飲料とは全く異なる飲み物を飲んでます」。

米国農務省USDAの10月調査によると、甘いコーヒーと紅茶は成人の食事で4番目に大きい砂糖の供給源です。これにはデザート風飲料が当てはまり、ダンキンドーナツについてくる17グラムの飽和脂肪と129グラムの総糖分を含む860カロリーのクリーミーな冷凍ココナッツキャラメルコーヒードリンクも含まれています。専門家は、これらの飲み物は1杯に2カロリーしかなかった昔のブラックコーヒーとは似ても似つかないもので、保健当局が頭を悩ましていると話しています。

「不健康な脂肪と多量の糖分が入った飲み物はバランスのとれた健康飲料ではありません」と言うのは、ワシントン大学の内科学と医療サービスの臨床教授ジム・クリーガー博士です。「米国の食事ガイドラインの1日50グラムまでの砂糖に比べると、砂糖だけでも天文学的な数字です」。

専門家は、特に10代の43パーセントが甘味づけしたコーヒーを飲んでいて、その割合は2003年の2倍になっている（市場調査会社カンターによる）と指摘しつつ、懸念が高まっていると言っています。カリフォルニア大学サンフランシスコ校医学部教授のローラ・シュミットの話では、「自分がコーヒーに何を入れるとか、食品飲料会社は何を入れているかについて、人々はもっと気を配るべきです」。「そして、消費者が健康上の理由で炭酸飲料から目をそらし始めた今、甘いコーヒーは飲料業界の一押しの商品になっているのです」。

もっとコーヒーを減らすべきですか？

人生の目標次第です。

適度にコーヒーを楽しんでいるなら、医師は「そのまま続けて楽しみなさい」と言うでしょう。消化器科医のソフィー・バルゾラ博士は、もし飲み物に敏感な患者ならば、利益とリスクを慎重に比較して助言します。ニューヨーク大学医学部の臨床准教授は、コーヒーの文化的意義をよく理解して、穏かに対応するようにしています。彼女が言うことには：「コーヒーを止めろという人は残酷な人です」。

嘘か真か あなたにとってコーヒーは良いものですか？ はい、それは種類と量によって変わります。

訳者あとがき

一昔前なら、医者が患者にコーヒーを勧めるなどあり得ないことでした。それが数年前から、「患者にとって適度なコーヒーは良いもの」との論文が医学誌に載るようになりました。こうした専門家の動きを察してか、ニューヨークタイムズ紙が「コーヒーと健康」を、種類と量によるとしながら、前向きに解説したのです。筆者は、日本人も大好きな世界の飲み物コーヒーを、海外の人たちはどう見ているのか、日本語に訳してFacebookに投稿してみました。それをお読みになった本誌編集人が、「NFI誌への投稿」を勧めくれました。筆者はよい機会を頂いたと思い、数枚の写真を追加して原稿を用意したのです。これからのコーヒー研究は、従来からある美味しさの追究に加えて、健康長寿を達成する機能性の追究が幅と深さを増すと予想できます。この翻訳がアクセルの1つになれば幸いです。

漢方の効能

Efficacy of traditional medicine “KAMPO”

立効散新症例

Pharmacological activity and dental application of Rikko-san

渡辺 秀司 (WATANABE Shuji)^{1, 2*}, 浜田 信城 (HAMADA Nobushiro)¹, 鈴木 光雄 (SUZUKI Mitsuo)^{1, 3},
遠山 歳三 (TOYAMA Toshizo)^{1, 4}, 佐々木 悠 (SASAKI Haruka)¹,
坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)⁵, 堀江 憲夫 (HORIE Norio)⁶

¹ 神奈川歯科大学 口腔科学講座 微生物感染学分野 (神奈川県横須賀市稲岡町 82)

² 横浜歯科漢方研究会, とつかグリーン歯科医院 (神奈川県横浜市戸塚区汲沢 1-10-46 踊場メディカルセンター 4F)

³ デンタルデザインクリニック (東京都港区北青山 3-7-10 D2 Place 2F)

⁴ リーフデンタルクリニック (神奈川県横浜市金沢区泥亀 2-11-2 高波ビル 2F)

⁵ 明海大学歯科医学総合研究所 (埼玉県坂戸市けやき台 1-1)

⁶ 埼玉医科大学総合医療センター 歯科口腔外科 (埼玉県川越市鴨田 1981)

Key Words: 立効散, 薬理活性, 抜歯, インプラント, *Porphyromonas gingivalis*

Pharmacological activity and dental application of Rikko-san

Corresponding author: Shuji Watanabe E-mail: swatanabe2010@nifty.com

Key Words: Rikko-san, Pharmacological activity, Tooth extraction, Implant, *Porphyromonas gingivalis*

Abstract

Rikko-san is an oriental medicine often used in the dental field. Rikko-san suppressed inflammation in mouse activated macrophages and human gingival fibroblasts, and symptomatic pain response in mouse. As possible mechanisms, suppression of COX-2 activity and the resultant suppression of PGE₂ production, and radical scavenging activity might be involved. Among the five constituent herbs in Rikko-san, licorice showed the most potent anti-inflammatory action. Alkaline extract of licorice showed higher anti-HIV activity and antibacterial activity than hot water extract, suggesting the importance of effective utilization of alkaline extraction. Rikko-san is used for toothache, periodontitis, and pain associated with swelling of the oral cavity. When used properly, it can be used for many oral diseases caused by mental illness. A case report of the therapeutic effect of Rikko-san on depressed patient with toothache caused by periodontitis is reported.

要旨

立効散は歯科領域で使う事が多い漢方薬である。立効散は、マウス活性化マクロファージやヒト歯肉線維芽細胞における炎症や、症性疼痛反応を抑制した。メカニズムとしては、COX-2 活性の抑制による PGE₂ 産生の抑制とラジカル消去活性の関与が示唆されている。立効散の中の 5 種の構成生薬の中では、甘草が強い抗炎症効果を示した。甘草のアルカリ抽出液は、熱水抽出液よりも高い抗 HIV 活性、抗菌活性を示し、アルカリ抽出の有効活用の重要性が示唆された。立効散は歯痛、歯周炎、口腔内の腫脹に伴う疼痛に用いられており、正しく使うことにより、精神的なものに起因する多くの口腔内疾患に使う事ができる。歯根膜炎により歯痛をきたしたうつ病患者への立効散の治療効果の症例を報告する。

連絡先: 渡辺 秀司 (Shuji Watanabe)* 横浜歯科漢方研究会, とつかグリーン歯科医院 E-mail: swatanabe2010@nifty.com
〒 245-0061 神奈川県横浜市戸塚区汲沢 1-10-46 踊場メディカルセンター 4F 電話: 045-871-2010

はじめに

立効散は、細辛 2g、升麻 2g、防風 2g、甘草 1.5g、竜胆 1g が、一日分である。口に含んで飲み下すのが良いとされている。抜歯後および顎顔面領域の疼痛に対する鎮痛効果が期待されている。今回は、立効散の種々の薬理活性について概説し、臨床応用に関する我々の知見を紹介する。

1. 立効散の抗炎症・鎮痛効果

(1) 活性化マウスマクロファージ様細胞に対する抗炎症効果

マウスマクロファージ様株化細胞 RAW264.7 は、lipopolysaccharide (LPS) の刺激により、tumor necrosis factor (TNF)- α , interleukin (IL)-1 β , prostaglandin (PG) E₂ などの炎症性物質の産生を誘導するため、マクロファージの活性化機構や、種々のサンプルの抗炎症効果を検討するために多くの研究者に使用されている。

立効散は、増殖に影響しない濃度で、活性化マクロファージ細胞による nitric oxide (NO) の産生を抑制した。立効散には、甘草、升麻、竜胆、細辛、防風の 5 種類の構成生薬が含まれている。そのうち、甘草が立効散と同程度の NO 産生抑制効果を示した。升麻の抑制効果は若干弱かった。竜胆、細辛、防風の NO 産生抑制効果が弱かったのは、NO 産生を促進する物質と抑制する物質が存在するためと思われる。ウェスタンブロット解析により、立効散と甘草は、NO 合成酵素 (iNOS) の発現を抑制することが判明した。電子スピン共鳴 (ESR) により、立効散、甘草、升麻、細辛は、アルカリ条件下で、ラジカルを生成することが判明した。また、全ての立効散構成生薬は、(スピントラップ剤の 5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide 存在下で、hypoxanthine-xanthine oxidase 反応より生成した) スーパーオキシドアニオンラジカル (O₂⁻)、(スピントラップ剤の 2-(4-carboxyphenyl)-4,4,5,5-tetramethylimidazoline-1-oxyl-3-oxide 存在下で、1-hydroxy-2-oxo-3-(N-3-methyl-3-aminopropyl)-3-methyl-1-triazene より発生した) NO ラジカルを消去した¹⁾。

立効散は、LPS 誘発性の PGE₂ 産生を、低濃度 (0.04 ~ 0.4 mg/mL) では促進し、高濃度 (4 mg/mL) では阻害したため、促進物質と抑制物質が共存する可能性が示唆された。立効散の 5 つの構成生薬の中では、甘草が阻害効果を、升麻、竜胆、細辛、防風が促進効果を示した²⁾。シクロオキシゲナーゼ (cyclooxygenase, COX; EC1.14.99.1) は、アラキドン酸を PG やトロンボキサンなどに代謝する過程に関与する酵素であり、COX-1, COX-2, および COX-3 と呼ばれる 3 つのアイソザイムがある。立効散は、構成型の COX-1 活性よりも、炎症組織において発現が誘導される COX-2 活性を強く抑制した³⁾。

同様に、甘草の主成分であるグリチルリチンも、活性化 Raw264.7 細胞の NO 産生と PGE₂ 産生に対して 2 相性の効果を示した。グリチルリチンは、Raw264.7 細胞の増殖には、1 mM まで影響しなかった。グリチルリチンは、LPS で活性化した活性化 RAW264.7 細胞による NO, PGE₂ 産生を、低濃度では促進、高濃度では抑制した。甘草は、O₂⁻ を消去した⁴⁾。

立効散における LPS の混入は、200 ng/g 以上であり、甘草では 18.8 ng/g, グリチルリチンでは 0.7 ng/g 以下であった。低濃度による促進効果は、ただ LPS の混入のみでは説明できないと思われる⁵⁾。

以上より、立効散は、COX-2 産生抑制効果とラジカル消去活性により、活性化マクロファージに対して、抗炎症効果を示すことが示唆された。

(2) IL-1 β ネットワークを介する歯肉線維芽細胞に対する抗炎症効果

ヒト歯肉線維芽細胞 (HGF) 細胞は、LPS の刺激により、PGE₂, IL-6, IL-8, monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) の発現を、数十倍増加する⁶⁾。立効散は、

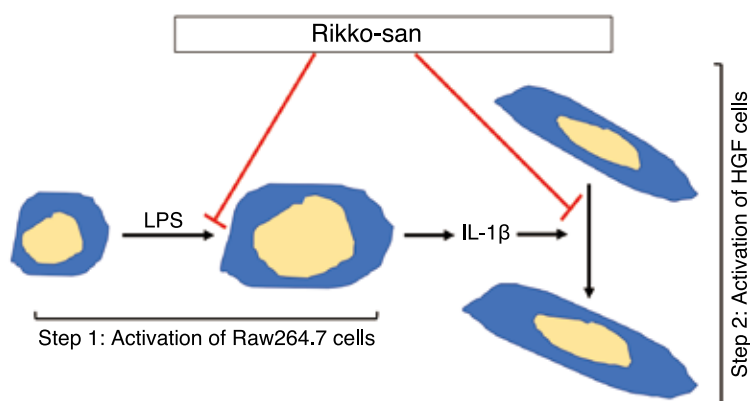


図1 マクロファージと歯肉線維芽細胞の IL-1 β を介する炎症モデル

活性化マクロファージによる IL-1 β の産生, IL-1 β で活性化された歯肉線維芽細胞による PGE₂ の産生いずれも抑制した。これは, 立効散の抗炎症効果は, マクロファージから口腔細胞へ IL-1 β ネットワークを介して, 炎症性物質の産生抑制により発生することが示唆された (図 1)⁷⁾。

(3) ラットにおける鎮痛作用

立効散のより効果的な投与方法と作用機序解明のために, マウスの仮性疼痛反応を用いて定量的な検討を加えた。立効散は, アセトアミノフェン, アスピリンと同様に炎症性疼痛反応を抑制した。立効散の鎮痛効果は前処置時間の延長で増強された。立効散の鎮痛効果発現には, 抗炎症作用が関与する可能性が示された⁸⁾。立効散による鎮痛効果発現に, 神経伝導速度の低下が関与する可能性が報告されている⁹⁾。

2. 立効産の抗 UV 活性と抗 HIV 活性

漢方成分のグリチルリチン含有量と紫外線の細胞に対する細胞保護効果 (抗 UV 活性) との間の相関関係について, UV 照射に高感受性のヒト口腔扁平上皮癌細胞 HSC-2(舌由来)を用いて検討した。陽性対照のビタミン C やリグニン配糖体と比較し, 約 35 種の漢方製剤や構成植物抽出液の抗 UV 活性は全体に弱かった。グリチルリチンの含有量と抗 UV 活性との間には相関関係は認められなかった。竜胆の主成分である QR-4(仮称)に強い抗 UV 活性が認められたが, 漢方薬および漢方成分の抗 UV 活性は低かった。甘草は, UV 照射誘発性のアポトーシスを僅かに抑制した¹⁰⁾。

UV 照射に低感受性のヒト表皮角化細胞株 HaCaT を用いた場合には, 細辛, 黄耆, 黄連, 山梔子, 竜胆, 竜胆, 芍薬, グリチルリチンなどが, 高い抗 UV 活性を示した。この系を用いれば, スキンケアを目指した抗 UV 活性物質の探索に利用できる可能性が示唆された¹¹⁾。

臨床で使用されている抗 HIV 薬 (azidothymidine) は, HIV 感染による細胞変性効果を抑制し, 高い治療係数 (SI) を与えたが (SI=17850), 立効散, 甘草の抗 HIV 活性は, 検出できなかった (SI<1)¹⁰⁾。

3. 甘草成分の腫瘍選択性と抗 HIV 活性

甘草由来の 5 種のフラボノン誘導体と 5 種のカルコン誘導体のヒト口腔扁平上皮癌細胞 (OSCC) およびヒト口腔正常細胞 (歯肉線維芽細胞, 歯髓細胞, 歯根膜線維芽細胞) に対する傷害性, そして, 腫瘍選択性と構造との相関を検討した。その結果, 細胞障害性とオクタノール水分分配係数 (log P) あるいは hydrophobic volume との間に良い相関を見出した。また, 腫瘍選択性と solvation energy, dipole moment との間に良い相関を見出した¹²⁾。

これまで, 植物の熱水抽出液の研究に比べて, アルカリ抽出液の生物活性の報告は少なかった。今回, 甘草根の熱水抽出液とアルカリ抽出液の種々の薬理活性を検討した。アルカリ抽出液の方が, 熱水抽出液よりも高い収率を与えた。アルカリ抽出液の方が, 高い抗 HIV 活性 (SI=>16 vs 4) と抗菌活性 (IC₅₀=131 vs 424 μ g/mL) を示した。抗 HIV 活性は, アルカリ抽出液の約 3% を占める高分子画分に濃縮されたが, 抗菌活性はグリチルリチン酸, フラバノン, カルコンに富む低分子画分から回収された。CYP3A4 阻害活性とラジカル消去活性については, アルカリ抽出, 熱水抽出で差はなかった¹³⁾。

4. 立効散の臨床効果

(1) 歯科における健保適応：漢方製剤の取り扱い

立効散は歯痛, 歯周炎, 口腔内の腫脹に伴う疼痛に用いられる方剤である。2015 年より健保適応となった (表 1)。

歯科, 口腔疾患は大きく分けて硬組織疾患と軟組織疾患に分けられるが, 漢方生薬は口腔粘膜, 咽頭粘膜, 歯肉粘膜, 歯周組織など, 粘膜の微小循環障害に対して改善効果を発揮する。口腔内の炎症は歯周病原性細菌と宿主細胞との相互作用によって組織破壊が引き起こされ痛みを生じる。これらの因子をリスクファクターとして表すと, 「細菌因子」, 「宿主因子」, となるが歯科ではこれに「咬合の因子」が関与することで治療

表 1 保険適用のある漢方薬の適応疾患

適応疾患	保険適用の漢方薬（ツムラ番号）
口内炎	半夏瀉心湯（ハンゲシャシントウ）(014) 黄連湯（オウレントウ）(120) 茵陳蒿湯（インチンコウトウ）(135)
疼痛・抜歯後疼痛	立効散（リッコウサン）(110)
口渇（口腔乾燥症）	白虎加人参湯（ビャッコカニンジントウ）(034)
浮腫・口渇	五苓散（ゴレイサン）(017)
歯槽膿漏・歯周炎	排膿散及湯（ハイノウサンキュウトウ）(122)
体力の低下	十全大補湯（ジュウゼンタイホトウ）(048)
体力の補強	補中益気湯（ホチュウエッキトウ）(041)

を一層困難にしている。

感染による炎症は免疫系による生体反応であり組織障害を伴う基本的防衛反応である。微小循環障害は炎症時に生じるもので免疫応答反応の結果であり、それ自身問題はないといえる。しかし、炎症が拡大し、長期化すること、そして慢性化することは、反応の結果、生体より生産される生理活性物質が組織障害を生じさせる。そして、血液循環障害は種々の病状を発現させ、社会環境のストレスが加わることで、さらに悪化し、心理的、精神的にも患者を追いつめていく。漢方医学はこの微小循環障害を瘀血といい、血が滞った状態であると表現した。西洋医学ではこの病態を微小循環器障害という。口腔内の歯周組織の微小血液循環障害は種々の疾患の原因となっており、歯科特有の「咬合」が関与することが口腔内だけでなく、体全体の多くの愁訴の原因になっていると考えられる。そのため、歯科、口腔疾患における愁訴の病態においても、漢方治療は症状だけでなく、精神的、身心的背景の病態を「証」してとらえ診断、治療を行うことが求められる。

歯科診療において漢方薬を処方する場合、疼痛を伴う歯科疾患、歯髄炎や歯根膜炎は原因治療を行うことが前提であり、漢方治療は補助的に行う。そのため、患者の体調の変化や身体の愁訴を観察し、「証」に応じて処方すると西洋医学に見られない効果を発揮する。例えば、立効散は「証」を選ばずと言われるが、実証では効果が薄く、葛根湯を加味する。熱証では、黄連解毒湯、黄連湯を加味するとよい。神経性疼痛には五苓散を加味する。従って、うまく使うには歯科領域の炎症環境を理解することが重要ある。

(2) 症例：歯痛 立効散 56歳女性 主訴 歯痛

- 現病歴：6年前から、抑うつ状態が出現し、近医心療内科でうつ病と診断された。各種、抗うつ剤が処方され、症状が改善していた。右下4番の歯牙が長期にわたり知覚過敏をあり治療を受けたが、今は触れても痛い。ロキソニン服用、軽度の胃痛あり。痛みにより、うつ症状が再発するのではないかと心配し来院。2週間前に、前医により、患部歯牙根尖部、歯肉に発赤、腫脹があったため、根管内を歯の上より開けてもらい軽快。そのとき根尖部より出血・排膿もあったが抗生剤投与によりこれも軽快していた。しかし、治療の継続はせず、今日になり再度痛みが再発したという。根尖部よりの出血、排膿は認められなかったが、強い打診痛があり、歯根膜炎と診断した。
- 現症：身長 157 cm、体重 48kg、血圧 132/84 mmHg 体格普通、咽頭発赤なし。やや元気なし。脈：沈細緊、舌：やや胖大、薄白苔。
- 経過：ロキソニン服用中止。立効散を処方した。立効散エキスを白湯に溶かし、少しずつ口に含んでもらいながら服用させ根管治療をおこなった。根管治療を行い、立効散服用後痛みはすぐに消失した。治療中2週間の立効散服用継続。痛みの出現はなく、3回ほどの根管治療で治療を終了した。
- 処方決定のプロセス：本症例は歯根膜炎により歯痛をきたしたものである。治療中、症状緩和のため消炎、鎮痛が必要であったがロキソニンは既に服用していたため胃に負担をかけないため立効散が投与した。

5. 歯牙急性痛に対する立効散の効果

立効散は江戸時代初頭に刊行された漢方の古典『衆方規矩^{しゅうほうきく}』に記載された薬方である。同書にはその適用について「牙齒痛んで忍び難く、微しく寒飲を惡み、大いに熱飲を惡む、三部陰盛んに陽虚す」と記述されている。痛みや腫れを消散するような作用があり、主に抜歯後疼痛や歯痛に対して用いられてきた。薬名の由来は「立ちどころに効果が現れる」の意味とされる。

漢方の大家だった大塚敬節先生は、立効散の効果を示す有名な論文を残している。歯科で神経を取ったあと、歯根膜炎という感染症が起こって炎症がどうしても治らず『痛くて眠れない』と訴えて来院した症例に、立効散を処方したら知らぬ間に寝てしまい、著明に改善したという報告が有名である。

謝辞

漢方製剤の提供にご協力いただきました株式会社ツムラ、資料提供をいただいた横浜歯科漢方研究会に感謝申し上げます。

参考文献

1. Horie N, Satoh K, Hashimoto K, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: Inhibition by Rikko-san and its major ingredients of LPS-stimulated nitric oxide production by mouse macrophage-like cells. *In Vivo* **19** (1): 165-172, 2005.
2. Horie N, Hashimoto K, Kato T, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: Concentration-depended effect of Rikko-san on the prostaglandin E₂ production by mouse macrophage-like cells. *In Vivo* **20**: 491-498, 2006.
3. Horie N, Hashimoto K, Kato T, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: COX-2 as possible target for the inhibition of PGE₂ production by Rikko-san in activated macrophage. *In Vivo* **22**: 333-336, 2008.
4. Kato T, Horie N, Hashimoto K, Satoh K, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: Bimodal effect of glycyrrhizin on macrophage nitric oxide and prostaglandin E₂ production. *In Vivo* **22**: 583-586, 2008.
5. Kato T, Segami N and Sakagami H. Anti-inflammatory activity of Hangeshashinto in IL-1 β -stimulated gingival and periodontal ligament fibroblasts. *In Vivo* **30** (3):257-263, 2016.
6. Ono M, Kantoh K, Ueki J, Shimada A, Wakabayashi H, Matsuta T, Sakagami H, Kumada H, Hamada N, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Quest for anti-inflammatory substances using IL-1 β -stimulated gingival fibroblasts. *In Vivo* **25**(5): 763-768, 2011.
7. Horie N, Hashimoto K, Hino S, Kato T, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: Anti-inflammatory potential of Rikkosan based on IL-1 β network through macrophage to oral tissue cells. *In Vivo* **28**: 563-570, 2014.
8. 堀江憲夫, 長尾隆英, 日野峻輔, 加藤崇雄, 金子貴広, 坂上宏, 安達一典: 立効散鎮痛効果の仮性疼痛モデルによる検討; 歯薬療法 **33**(1): 1-9, 2014.
9. Matsushita A, Fujita T, Ohtsubo S and Kumamoto E. Traditional Japanese medicines inhibit compound action potentials in the frog sciatic nerve. *J Ethnopharmacol.* 2016 Feb 3;178:272-80. doi: 10.1016/j.jep.2015.12.018. Epub 2015 Dec 17.
10. Kato T, Horie N, Matsuta T, Umemura N, Shimoyama T, Kaneko T, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Kusama K and Sakagami H: Anti-UV/HIV activity of Kampo medicines and constituent plant extracts. *In Vivo* **26** (6): 1007-1013, 2012.
11. Kato T, Hino S, Horie N, Shimoyama T, Kaneko T, Kusama K and Sakagami H: Anti-UV activity of Kampo medicines and constituent plant extracts: Re-evaluation with skin keratinocyte system. *In Vivo* **28** (4): 571-578, 2014.
12. Ohno H, Araho D, Uesawa Y, Kagaya H, Ishihara M, Sakagami H and Yamamoto M: Evaluation of cytotoxicity and tumor-specificity of licorice flavonoids based on chemical structures. *Anticancer Res* **33**: 3061-3068, 2013.
13. Ohno H, Miyoshi S, Araho D, Kanamoato T, Terakubo S, Nakashima H, Tsuda T, Sunaga K, Amano S, Ohkoshi E, Sakagami H, Satoh K and Yamamoto M: Efficient utilization of licorice root by alkaline extraction. *In Vivo* **28**: 785-794, 2014.

野山の花

— 身近な山野草の食効・薬効 —

城西大学薬学部 白瀧 義明 (SHIRATAKI Yoshiaki)

ホオノキ *Magnolia obovata* Thunb. (*M. hypoleuca* Siebold et Zucc.) (モクレン科: Magnoliaceae)

連絡先：城西大学客員教授
shiratak@josai.ac.jp

山々が萌黄色に染まる5月、大木の大きな葉の隙間から、白い大きな花が顔を出しているのを見かけます。ホオノキ（朴の木）は北海道～九州の丘陵、山地に生える日本固有の落葉高木で高さ30mにもなります。樹皮は灰白色、きめが細かく、裂け目を生じません。葉は大きくて長さ20～40cm、トチノキに並ぶ大きさです。葉柄は3～4cmと短く、葉の形は倒卵状楕円形、やや白っぽい明るい緑で裏面には軟毛が散生し白い粉を吹いたようにみえます。葉の展開後、枝先に直径約15cmの大きな花を開きます。ホオノキは多くの花びらが螺旋状に



写真1 ホオノキ（花）



写真2 ホオノキ遠景（花）



写真3 ホオノキ（果実）



写真4 コブシ（花）

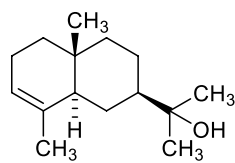
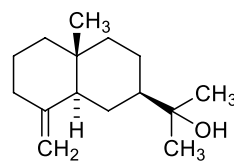
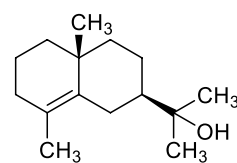
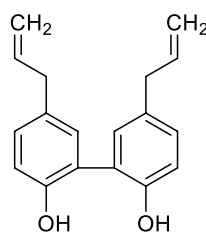


写真5 ハクモクレン（花）

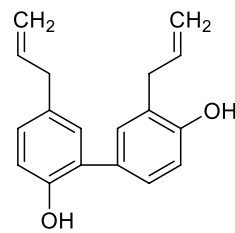


写真6 タイサンボク（花）

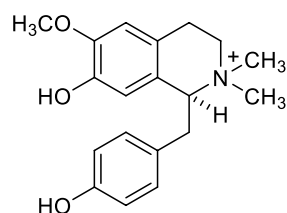
配列し、がく片と花弁の区別が明瞭でないなど、モクレン科植物の比較的原始的な特徴を受け継いでいます。雄しべは長さ2cm、花糸は赤色、葯は黄白色で、花の寿命は短く、雄しべは開花するとすぐに落ちてしまいます。果実は袋果が集まった集合果で、長さ10～15cmの長楕円形、9～11月に熟します。袋果は赤褐色で中に長さ1cmほどの種子が2個入っていて、種皮の外層は赤色、中層は肉質、長い糸状の珠柄しゅへいでぶら下がっています。冬芽は2個の托葉と葉柄が合着したキャップ状の芽鱗に包まれ、頂芽は大きくて長さ3～5cmあり、葉痕は扁円形または心形で維管束痕は多数あります。ホオノキの下では、他の植物はあまり生えません。

 α -eudesmol β -eudesmol γ -eudesmol

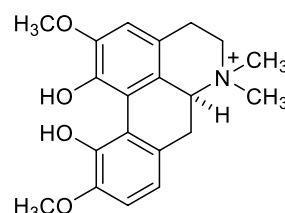
magnolol



honokiol



magnocurarine



magnoflorine

図1 成分の構造式



写真7 ホオノキ（冬芽）



写真8 ホオバミソ（朴葉味噌）



写真9 生薬：コウボク（厚朴）

これは、落葉や根などから分泌される他感物質により種子発芽や、発芽した植物の生育が強く抑制されるためアレロパシー（他感作用）として知られています。ホオノキの花は雌しべの成熟と、雄しべの成熟の時期をずらすことで、1つの花では自家受粉しにくいになっています。

ホオノキや中国に産する厚朴 *M. officinalis* Rehder et Wilson, 凹葉厚朴 *M. officinalis* Rehder et Wilson var. *biloba* Rehder et Wilson の樹皮は生薬名をコウボク（厚朴 *Magnoliae Cortex*）といい（特にホオノキの樹皮を和厚朴ということもある）、漢方では、胃腸系の代謝を改善し、気を下げ、咳や痰を

治す薬能があるとして、健胃消化、瀉下、鎮咳去痰を目的として半夏厚朴湯、柴朴湯、小承気湯、神秘湯、平胃散などに配剤され、芳香健胃、収斂、利尿、去痰などの目的で各種家庭薬にも用いられます。成分としては精油の α -eudesmol, β -eudesmol, γ -eudesmol, ネオリグナンの magnolol, honokiol, アルカロイドの magnocurarine, magnoflorine などが報告され、 β -eudesmol の中枢抑制作用、honokiol の抗不安作用、magnocurarine の抗痙攣作用をはじめ、各種成分や抽出エキスの抗潰瘍、抗炎症、抗菌、抗酸化作用などの研究報告があります。

40cm にもなる大きな葉は「ホオバ」とよばれ、若葉はカシワの葉のように食べ物を包むのに使われてきました。葉には芳香があり、殺菌作用もあるため朴葉寿司、朴葉餅などに使われ、また、落ち葉となった後も、比較的火に強いので味噌や他の食材をのせて焼く朴葉味噌、朴葉焼きなどの材料としても利用されます。アイヌ民族はホオノキの種子を煎じ茶のように飲用したそうです。モクレン *Magnolia* 属の樹木には、他にコブシ *M. kobus*, ハクモクレン *M. denudata*, タイサンボク *M. grandiflora* などがあります。

蚕からの贈り物 5 桑の実

中村 照子 (NAKAMURA Teruko)*

はじめに

令和を迎えてから、世の中はあまりいいニュースがなく特に今年は、新型コロナウイルスによって世界中の人々の生活環境が脅かされてしまい、子供達は学校を休校にされ、自由に遊びまわることも出来ず、家の中でストレスを抱えながら過ごしていました。PC やスマホを開けばたくさんの情報が何でも手に入る時代ですが、心身の健康を得るのが難しい時代でもあります。

そこで、今回のお話は昭和 30 年代半ばの話になります。私の親しい友人の話によると、子供達は小川でザリガニを獲ったり、木登りをしたり、野原を走り回り日が暮れるまで遊び回ったということです。小学校の校庭の端には桜の木や紅葉、銀杏などたくさんの樹木があり、学校に続く道には小川が流れ、その側に数本の桑の木やムクロジの木、クルミの木があったということです。ムクロジの木は羽子板の羽の玉の部分に使う実がなることで知られています。

子供達は桑の実が大好きで夏が近づく頃、小学校の周りに植えられた数本の桑の木で熟した実を食べるのが楽しみだったと聞きました。桑の実とは正式にはマルベリーですが、子供達はその実をドドメといって、学校の帰りにみんなで落ちたドドメを集めたり、石を投げて枝に命中させ、地面に落ちたドドメを夢中で食べた記憶があるということです。現代なら衛生的に如何なものかと言われてしまいますが、その時代はお構い無しに美味しいドドメを、口や手のひらを紫色にしてお腹を壊すこともなく、食べていたといえます。おそらく桑の実には抗菌作用があったのだろうと大人になって思ったと話していました。この桑の実を拾い集めて子供達が夢中で食べている様子は初夏の風物詩でもあったというわけです。



写真 1 桑の実

夏にプールで泳いで、寒くて唇を紫色にしていると、唇がドドメ（土留）色になっているという語源も、おそらくこの桑の実を食べた後に口が紫色になっていたことからだろうということです。

今回は桑の実についてその栄養機能成分や利用方法を紹介します。

桑の実の特徴

桑の実とはマルベリー（mulberry）といい、地域によってはドドメともよばれています。桑の木は 4～5 月ごろに花が咲き 6 月初旬から下旬にかけて実が熟します。桑の実の旬は 6 月ごろです。このシーズンには鳥

* テルコ・ニュートリション（管理栄養士・理学博士）

に果実が食べられてしまうことがよくあるそうで注意が必要です。桑の実のなりはじめは白く、だんだん赤くなり熟すと黒紫色に変化します。酸味とほのかな甘みがあり良い香りです。たくさんの品種があるため実のサイズや甘味・酸味のバランスはさまざまで、糖度は8～15度ほどですが品種によっては25度を超えるものもあります。桑の木の種類は多く200種にもおよびその品種によって実の形や大きさ収穫量、糖度なども異なります。品種によっては花が咲かない、実が結実しない桑の木もあります。以前は大唐桑やビックスマルベリーなどが有名でしたが、今は品種改良が進みポップベリーやララベリーなどの大きな実がたくさん獲れる品種が生み出されています。まだ赤いうちに収穫すると酸味が強いので全体が黒紫色に完熟するまで待ってから収穫したほうが美味です。売られているものを買うときは軸がしなびておらず色が悪くならないかどうかを確認し、また果実から果汁がにじみ出ていないものを選ぶことが大切です。

桑の実の栄養価とその効能

・豊富なアントシアニン

最近、桑の実ブルーベリーやアサイーと同様にスーパーフードとして注目されてきました。健康や美容に良い成分がたっぷり含まれているからです。

まず、特徴的なのが高い抗酸化作用で知られるアントシアニンをはじめとするポリフェノール類を多く含むことです。アントシアニンは植物界に存在する水溶性色素の総称で赤色や紫色、青色の色素成分で抗酸化物質として知られています。アントシアニンはブドウ類や紫キャベツにも多く含まれ、特にブルーベリーには多量に含まれていることはよく知られています。ところが、桑の実にはそのブルーベリーの約3倍ものアントシアニンが含まれているのです。桑の実を口に含むと紫色になるのはアントシアニンというこの赤色素のせいです。この色素は眼精疲労に効果のある成分として知られています。さらにガンや老化の原因となる活性酸素種を除去する働きもあります。桑の実で最も注目すべきは抗酸化力、すなわち還元力です。生活習慣の乱れに起因する健康問題と還元力の低下とは密接な関連があります。桑の実がいかに健康をサポートする優秀な果実なのかはこの点からも明らかです。

・豊富な無機質（ミネラル）

桑の実100g中の無機質（ミネラル）含有量を表1に示します。他の果物と比較しても桑の実のミネラル成分の多さは際立っています。鉄分は、いちご、リンゴ、みかん、ももの4～10倍以上含まれ、カルシウムはいちご、みかんの2倍以上、カリウムはリンゴの2倍以上含まれています。マグネシウムもみかんの2倍量含まれます。鉄分は貧血の防止に有効であり女性にとってもうれしいミネラルです。カルシウムは骨の強化やイライラを防止し、カリウムは体内での塩分コントロールに有効です。マグネシウムは体内酵素の働きを円滑に保つために必要な栄養素で不足すると代謝系に様々な障害を引き起こす大切な役割を担うミネラルです。さらにもう一つ、特筆すべきは桑の実には多くの亜鉛が含まれていることです。この亜鉛は近年環境ホルモンの影響による欠乏が指摘されており、性機能の低下（精子の減少）や発育遅延、味覚障害を起こすといわれており注目を集めている栄養素でもあります。環境ホルモンに抗する力がある亜鉛が豊富な桑の実には現代病に対応する効能を備えている果実といえるでしょう。

表1 桑の実100g中の無機質（ミネラル）含有量

カルシウム (g)	39.6
鉄分 (g)	1.59
カリウム (mg)	234
マグネシウム (mg)	19.7
亜鉛 (ppm)	1.39

・豊富なビタミン

桑の実100g中のビタミン含有量を表2に示します。

桑の実のビタミンCはみかんよりも多く含まれています。ビタミンCはコラーゲンを生成し、免疫力を強化します。また、抗ストレスホルモンの分泌などの役割を果たし、アンチエイジングに有効なビタミンEの活性を高めます。

表2 桑の実100g中のビタミン含有量

ビタミン B ₁ (mg)	0.04
ビタミン B ₂ (mg)	0.05
ビタミン B ₆ (μg)	74
ビタミン C (mg)	33

・その他の機能性物質

桑の葉に由来する生理活性物質デオキシノジリマイシン（DNJ）が含まれており血糖値抑制にも効果があります。食物繊維が豊富なので便秘が改善されダイエット効果もあります。そのほか血圧抑制や動脈硬化予防にも有効で利尿作用もあり抗菌作用をも有します。

桑の実の保存と加工

桑の実の種が口に残らず生でそのまま美味しく食べられます。ただ生の実の日持ちがしないため長期保存にはドライフルーツにしたり冷凍するかジャムやお酒などに加工するのがおすすめです。

冷蔵保存：密閉容器に入れた状態で2～3日冷蔵保存できます。果実同士を重ねるとつぶれやすいためできるだけ平たく並べます。水分で痛むのを防ぐため一番下にはキッチンペーパーを敷いておきます。

冷凍保存：冷凍する前に軸をとってよく水洗いしておきます。キッチンペーパーで丁寧に水分をふき取りジップロックのようなチャック付きの袋や密閉容器に入れて冷凍しましょう。

・桑の実ジャム

よく洗った桑の実にグラニュー糖を25%加え加熱します。沸騰させあくを取りながら少し煮詰めたらさらりとした桑の実ソースの出来上がりです。トロツとした食感にするにはペクチンを10g程度加えます。砂糖とペクチンの量は好みで調整しましょう。

・桑の実酒

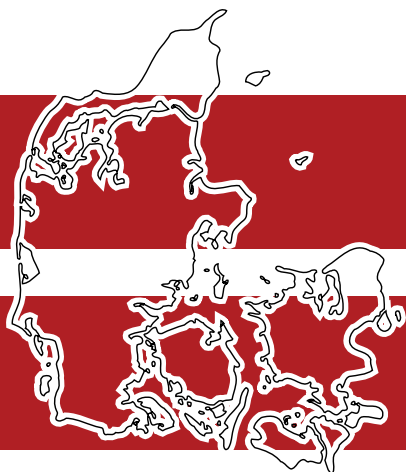
桑の実を焼酎につけた桑の実酒は古来より不老長寿の薬といわれてきました。滋養強壮、利尿、不眠症などに薬効があるとされてきたのもやはり桑の葉同様、ミネラル成分がたっぷり含まれているからです。

作り方は35%ホワイトリカー1800mLに対して水洗いした桑の実500～600gを、100～200g程度の水砂糖と共に瓶に漬け込みます。皮をむいて輪切りにしたレモンを加えると爽やかで飲みやすい果実酒になります。最低2～3週間はそのままにして1か月以上熟成させると出来上がりです。

おわりに

桑の実の薬効の高さはとりもなおさず桑という植物に起因しています。桑は薬草中、不老長寿の妙薬として伝えられ、中国最古の本草学の書物「神農本草経」では、桑をお茶代わりに飲めば口喝をとめる、即ち糖尿病に効果があると書かれており、日本では鎌倉時代に著した医書「喫茶養生記」の下巻はほとんどが桑の効用について書かれています。先人は経験的に桑の薬効の高さに注目し、糖尿病や動脈硬化、脳梗塞などに効果があることを説いていたことを考えると今回のテーマである桑の実を食べるということはまさに理にかなったことであり健康思考への期待も自ずと高まるということなのですね。

現代の子供達は情報社会に暮らし、衛生管理にがんじがらめになって暮らしています。地面に落ちている実を食べるなどということはありません。科学が進歩し食生活も医学も全てが、ドドメを拾って食べていた時代とは違います。しかし、真の健康は少しぐらいは野生的になった方が得られるような気がします。コロナウィルスに負けないような強い身体を作るために、自然に触れて桑の実を見つけたら口の周りを紫色にして食べてみたらいかがでしょうか。



◆ デンマーク通信 ◆

Naoko Ryde Nishioka

デンマークの今

世界中でコロナウィルスの影響が拡大していますが、デンマークでも3月中旬からロックダウンとなり、人々は日常生活の大きな変化に困惑しつつも、この状況に対応しようと努めています。4月第二週の木曜日からイースターの休みとなりますが、イースター休暇への楽しみより、今後の先行き不安の方が大きい現状です。大学や高校はオンライン授業のみで、学校は閉鎖、保育園も閉鎖のため、小さい子供たちは基本的には家に四六時中いる状態、会社も閉鎖しているところが多く、基本は在宅勤務を実施、交通機関は動いているが、利用者は少なくガラガラ、歯医者も休業、カフェやレストラン、ショッピングセンターなど、人の集まる場所は全て閉まっています。人が比較的多くいるところと言えば、食料品をうるスーパー（スーパーは開業中）と、散歩コースなどです。スーパーには、ウイルス対策のポスターが貼られていたり、入り口に消毒液が置いてあったりと、コロナウィルス対策をいろいろなところでしています。

週末になると、やることが限られているため、多くの人々が外へでて、散歩や、ジョギングをしています。この季節は、長く暗い冬が終わって、明るくなり、春めいてくるので、普通であれば大変喜ばしい時期なのですが、その嬉しさがやや陰っているのが感じられます。在宅勤務をしていても疲れ切っている共働きの家族も多く、今後に対する不安をよく耳にします。ちなみに隣のスウェーデンでは、ロックダウンはしておらず、仕事も学校も通常通り、国境も封鎖されておらず（デンマークの国境は封鎖され、妥当な理由がないと入国できなくなっている）、こんなに近い隣国でも、政府の方針がずいぶん違うことを実感します。

さて、そんな今、食料品や食事関連で、どのような変化が起きているかを紹介します。首相の記者会見でロックダウンの発表があったその当日は、スーパーなどで少しばかり買い占め行為が発生しました。しかしその後政府から食糧に関しては十分あるので心配しない様にとの発表があったこともあり、最初の数日はパンの棚が空っぽになることはあったにせよ、食料品や日用品の品切れはほとんどなく、不便を強いられることはあり



開業しているお店の前には、ポスターがあり、風邪の症状がある際には入店しないと呼びかけている



スーパー内でも、人々は距離を保っている



スーパーのレジに並ぶ際は床のテープを参考に人との間隔を取る様になっている



パン屋の中に入れる人数が決まっているため、外で待つ人々。待っているときも人との間隔をしっかりとっている

ません。オンラインスーパーは通常以上の客が集まっており、これを気にオンラインスーパーで食料品を買う人がかなり増えたと言えるでしょう。

一方、通常のスーパーにも人の入りは絶えず、店内では人との距離を保つ様に心がけている人々の様子が見受けられます。レジに並ぶ際も、並ぶところの床にテープで線が敷かれ、人との間隔を2メートル取る様に促しています。またパンやデリなどの比較的小さな店舗の場合は、店内に同時にいられる人数が決まっており、それ以上になる場合は、外で並び、店内から人が出てくると、その人数分だけ店内に入る、という仕組みになっています。また、アイスクリーム屋では、通常は試食をできますが、試食は提供せずと言う方針に変えているお店も多くあります。またレストランやカフェは、ロックダウンのため、テイクアウトのみ可能になっており、テイクアウトでなんとか経営を持たせようと頑張るレストランやカフェもあれば、人件費が高いので閉店にしているところもあります。スーパー以外のお店は、ロックダウンの影響で経営が死活問題となっていますが、オンラインでのショッピングは今こそピークを迎えており、大手オンラインスーパーは、ロックダウン直後はサーバーがダウンするほどアクセス数が集中しました。また、宅食もこの時期には必然的に人気のサービスになっており、これを機に、生活習慣や労働環境が変わる可能性があると言われています。4月になっても、この状態がいつまで続くかはまだわからず、イースター休暇も、通常であれば、イースターランチやディナー会で友人や家族と盛り上がるところですが、今年は、公共の場での10人以上の集会は禁止されていることや、プライベートでも(家でも)同様のことが勧められていることもあり、イースターの食事会は行われないうでしょう。

この状況が今後どうなるのか、まだまだ分かりませんが、デンマークでは、社会のために一人一人が協力するという精神が強く、なんとかこの状況を乗り切りたいと願うばかりです。

電子版 現代チーズ学

編 者 —————
齋藤 忠夫 東北大学大学院農学研究科
堂迫 俊一 雪印乳業株式会社 技術研究所
井越 敬司 東海大学農学部

■B5 版（電子版）
■定価：（本体4,500 円＋税）

現代チーズ学 目次

1. チーズの歴史、食文化、分類および生産
 - 1.1 チーズの起源と歴史 大谷 元
 - 1.2 チーズの食文化 村山 重信
 - 1.3 チーズの分類と名称 村山 重信
 - 1.4 世界のチーズの生産・輸出入と消費 伊藤 晋治

2. チーズの基礎科学

- 2.1 乳の成分科学 石田 光晴
- 2.2 チーズ製造の基本フロー 齋藤 忠夫
- 2.3 乳酸菌スターターの科学 宮本 拓
- 2.4 キモシンによる凝乳機構 阿久澤良造
- 2.5 チーズの熟成機構 井越 敬司

3. チーズの製造技術と衛生管理

- 3.1 クリームチーズ 岩附 慧二
- 3.2 モッツアレラチーズ 橋本 英夫
- 3.3 カッテージチーズ 久米 仁司
- 3.4 熟成型チーズ 田中 穂積
- 3.5 キモシン酵素利用の現状 高見 修平
- 3.6 プロセスチーズ 川崎 功博
- 3.7 チーズの包装技術 佐々木敬卓
- 3.8 チーズ製造の衛生管理 柳平 修一
鈴木 明
花形 吾朗

4. チーズの機能性

- 4.1 チーズの微細構造 木村 利昭
- 4.2 一次機能 根岸 晴夫
- 4.3 二次機能 井筒 雅
- 4.4 三次機能 堂迫 俊一
- 4.5 チーズとホエイに含まれるタンパク質の免疫科学 大谷 元

5. ホエイ成分の高度利用

- 5.1 チーズホエイとその成分別調製技術 元島 英雅
野畠 一晃
- 5.2 機能性オリゴ糖 浦島 匡
- 5.3 機能性ホエイ味噌 六車三治男

6. チーズの諸制度と知的財産権

- 6.1 チーズの規格基準と表示規制 石田 洋一
- 6.2 チーズの知的財産権 工藤 力

7. 近未来のチーズ学

- 7.1 チーズ製造技術の変遷と進歩 相澤 茂
- 7.2 近未来のチーズ製造技術 市橋 信夫
- 7.3 新しいタイプの機能性チーズの開発 松尾 光郎
- 7.4 スターター乳酸菌における遺伝子組換え技術の応用 佐藤 英一

FAXでのお申し込みは 042-312-0845 Mailでのお申し込みはinfo@nfi-llc.co.jp

www.newfoodindustry.com

ニューフードインダストリー 第62巻 第5号

印 刷 令和 2 年 4 月 25 日

発 行 令和 2 年 5 月 1 日

発行人 渡邊 力

編集人 今西 和政

発行所 エヌエフアイ合同会社

〒185-0012 東京都国分寺市本町3-7-23-302

T E L : 042-312-0836 (代表)

F A X : 042-312-0845

振込先: 三井住友銀行 国分寺支店 普通2312814

多摩信用金庫 国分寺支店 普通3073817

ゆうちょ銀行 〇一九店 当座0324817

印刷所 株式会社メイク

定 価 本体2,500円 + 税 (送料120円)

e-mail: newfood@newfoodindustry.com

New Food Industry 投稿規定

1. 本誌 New Food Industry は、食品に関する原著論文、総説、ノート、解説、特集原稿、国内新製品紹介、海外レポート、随想および各種研究会会告等を掲載します。
2. 投稿原稿は、日本語または英語を標準とし、欧語は使用しないでください。
和文原著論文、総説、ノート、解説には、和文タイトル、著者名および所属機関名（所在地）、次に英文タイトル、著者名、所属機関名（所在地）をつけ、本文の前に必ず7つ以内のキーワード（英語と日本語）を加える。原著論文、総説、ノートには、400 単語程度の英文 Abstract をつけます。また、総説、解説等については出来れば Graphic abstract で本文の概要を説明してください。
英文原稿には、7つ以内の英語のキーワード、末尾に、和文タイトル、著者名および所属機関名（所在地）、7つ以内の和文キーワードおよび和文要約を書き入れてください。
3. 原著論文、ノート、総説については編集委員会にて査読者を選出し査読を行います（総説は査読希望があるものについて査読をします）。また、研究解説、特集等に関しては各著者の責任において投稿いただきます。
査読される原著論文は、未発表の新規知見を含み食品科学・食品の機能性等の発展に寄与するものとし、ノートは、食品業界の発展に寄与する短報とします。総説はすでに発表されたもので新たに加筆、修正をし、食品科学の知見に基づいた機能、官能評価、開発のための価値の高い研究論文などを対象とします。また、研究論文の著者が複数の場合、その責任者（研究室長・教授）等の責任において発表し、査読希望の場合に限り査読を行います。
原稿の取扱いは、編集委員会に一任され、査読を行う原稿は、編集委員会の判断で査読者を2人以上選出し掲載可の判断がされた後、編集作業にかかります。
4. 原稿はすべて A4 ワードドキュメントに、和文は横書きで 40 字×35 行、英文の場合は 72 字×35 行を標準とします。
5. 論文の長さは、本誌印刷時に原著論文では 8～12 頁（ワード頁で 10～20）以内、ノートでは 4 頁以内とします。
6. 和文原稿はひらがな、新仮名遣いとし、物質名や学術用語などに対して欧語を用いないこと。研究に用いた機器試薬名は一般名と商標登録名、メーカー名、所在地を記載します。
7. 本文および文献中の学名やジャーナル名はイタリック、ジャーナルの巻数はボールドとします。
8. 図・写真・表並びに説明文は、別稿で提出してください。
9. 図表の挿入希望位置は、原稿欄外に指示してください。
10. 数字はすべてアラビア数字を用い、数量の単位は SI 単位を基本とする。単位および述語の略字例は次の通り。
km, m, cm, mm, L, mL, m², kg, g, mg, mol, mmol, mM, pH, b.p., f.p., MW, V, A, N, M, Rf 等
11. 引用文献は、本文中での引用順に片括弧付きの上付き番号を付して記載します。
12. 引用文献リストは、本文の後に番号順にまとめて記載します。
13. 原稿の校正は、初校・再校まで著者が行い、大幅な修正、加筆は不可。三校以降は希望があれば行います。
14. 掲載された論文は、論文公開検索システム等に採択されます。掲載論文の著作権は、エヌエフアイ合同会社に帰属します。
15. 掲載された論文は、出版元の許可を得れば頒布、複製、著者 HP での公開をしてもよい。



New Food Industry

エヌエフアイ合同会社

本社：〒185-0012 東京都国分寺市本町3-7-23-302
電話 042-312-0836 FAX 042-312-0845

定価： 本体2,500円 十税
(送料120円)

雑誌 89591-5



4910895910505
02500