

New Food Industry

2021

4

New food indust. 63 (4): 2021.

原著

- ◆ 糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”の食後血糖値
上昇抑制効果に関する基礎的研究

シリーズ6回目 健康食品の有効性・安全性評価におけるヒト試験の現状と課題

- ◆ — 前後比較試験と生鮮食品の機能性評価 —

総説

- ◆ フレンチレストランのフルコースの流れに即した光環境の提案

製品解説

- ◆ 葛由来乳酸菌(スキンバリア乳酸菌™/イムノライズ乳酸菌™)の
皮膚の保湿・バリア機能促進作用および免疫賦活作用
- ◆ 大豆発酵粉末「酵豆粉®」の特長とその利用
- ◆ 製菓・製パンのフードロス低減に寄与する加工澱粉の役割

特集 COVID-19禍の「多様性の再考」

Reconsidering the "diversity" of COVID-19 era.

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	東京家政大学大学院
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

酸化防止剤

B H A
B H T
サステン乳液A
サステン乳液T

Sustane



日揮エニバーサル株式会社

化成品部/東京都品川区大崎1-6-3 日精ビル
電話(03)5436-8470 FAX(03)3493-9125

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:2090円(本体1900円)

■発行:エヌエフアイ



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か
3. 乳はなぜ白いのだろうか
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か
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

自然の力で健康を

天然物から抽出・精製した多彩な製品

・カシスエキス (Cassinol®)

- ブルーベリーエキス
- 鉄クロロフィリンナトリウム
- イチョウエキス (国産葉使用)
- イソフラボン (20%~80%)
- 茶抽出物
- グリーンレイボスエキス (アスパラチン含量20%以上)
- オレアノール55 (オレアノール酸55%)
- アメリカンジンセンエキス (総ジンセノイド15%以上)
- EPAパウダー300/DHAパウダー300
- DHA (22%~70%)
- EPA (18%~70%)
- γ-リノレン酸 (月見草油)

弊社独自の製品を健康食品、一般食品などあらゆる商品企画にお役立て下さい。



タマ生化学株式会社

本社 東京都新宿区西新宿1-23-3 〒160-0023
Tel (03) 5321-6051 Fax (03) 5321-6055

製品解説 カシスエキスによるウイルス不活化作用

タマ生化学株式会社

はじめに

インフルエンザウイルスは、コロナウイルスなどと同じRNA 遺伝子をカプシド (タンパク質の殻)、さらにエンベロープ (外套) で覆った構造をしている。このエンベロープは標的細胞への感染に大きくかかわっているが、エンベロープ構造が壊れると感染能が低下する。

カシスはフランス名で、英名はブラックカラントと言い11世紀には既にロシアの修道院で栽培されており、ヨーロッパでは万能薬として例えば喉の痛みの緩和などに古くから使われている。カシスにはアントシアニンが多く含まれているが、これにより血流改善を介しての視力の維持や回復、またその高い抗酸化作用により抗炎症作用、血糖値上昇抑制効果などが報告されている。また、食中毒の原因となる微生物に対する抗菌作用も報告され

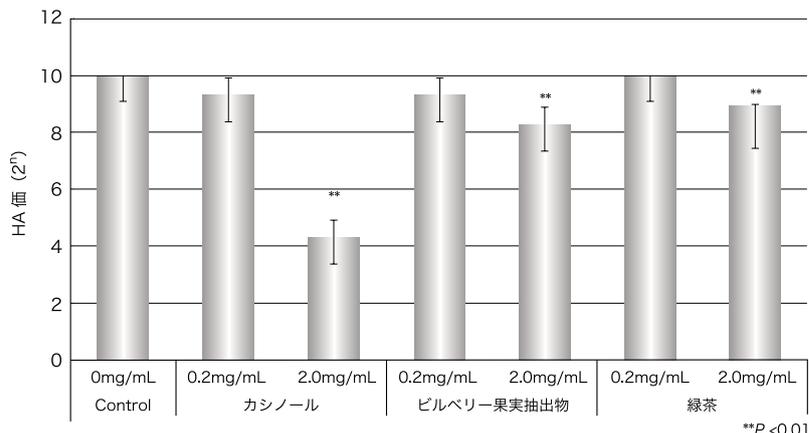


図1 赤血球凝集阻害試験

ている。ここでは、抗インフルエンザウイルス作用に関して紹介する。

インフルエンザウイルス不活化作用

インフルエンザウイルスが鶏の赤血球を凝集させることが発見されて以来、この現象は凝集阻害物質のスクリーニングなどに応用されてきている。凝集阻害試験によりカシスエキスは、同じアントシアニンを含むビルベリーエキスやお茶抽出物（カテキン類）と比較しても強い抑制を示した（図1）。さらに、エキス成分を分取して評価したところ活性を示す成分はアントシアニンではなく、プロアントシアニジンであることが分かった。また、他のプロアントシアニジン素材と比較してもカシスに含まれているプロアントシアニジンが際立って強い活性を示した（図2）。

さらに、動物実験（マウス）を用いてカシスエキスによりウイルスの感染能が减弱していることも確認した（図3）。

運動後の体温低下防止作用

スポーツ選手などが競技後に上気道感染症になりやすいと言われているが、これは競技後の体温低下による免疫機能の低下などが指摘されている。そこで、冷え性を自覚する20代女性9名を対象にカシスエキス150mgを単回投与し有酸素運動後の血流と皮膚表面温度回復の促進を確認したところ、運動後の血流促進と冷水負荷後の皮膚表面温度の回復促進に有効であることが示唆された（図4）。

また、Hurstらは、カシスアントシアニンを高含有するエキスを高強度運動（70%VO₂maxのボート漕ぎ運動）前に摂取させるとプラセボ群に比べ明らかに唾液IgAが上昇し、さらに抗炎症サイトカインIL-10の上昇および炎症性サイトカインTNF-αの低下を報告している。

このようにカシスエキスあるいはカシスアントシアニンには、インフルエンザウイルスを直接不活化あるいは免疫などを介して間接的にも感染を予防できる可能性があり、さらに感染に伴う炎症による重症化も抑制することが期待できる優れた素材であると考えている。これらの作用機序からは、コロナウイルスなどのエンベロープウイルスに対しても同様に不活性化できるのではないかと期待している。

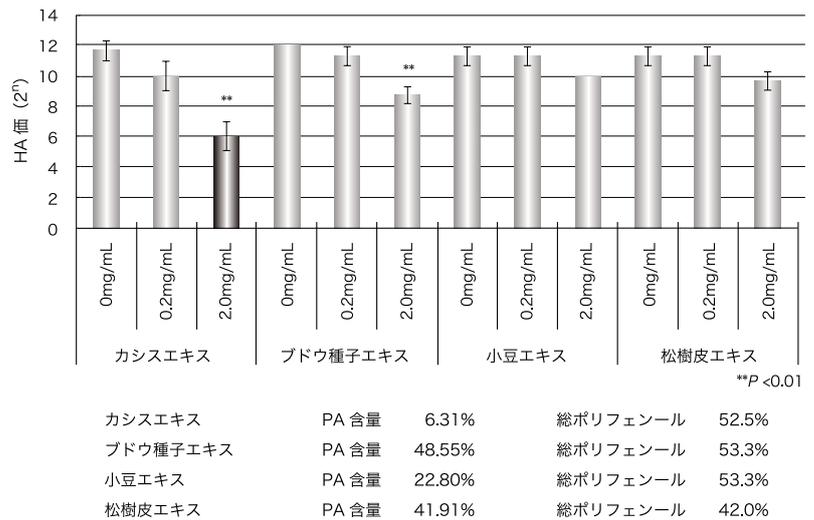


図2 PA高含有素材における阻害比較試験

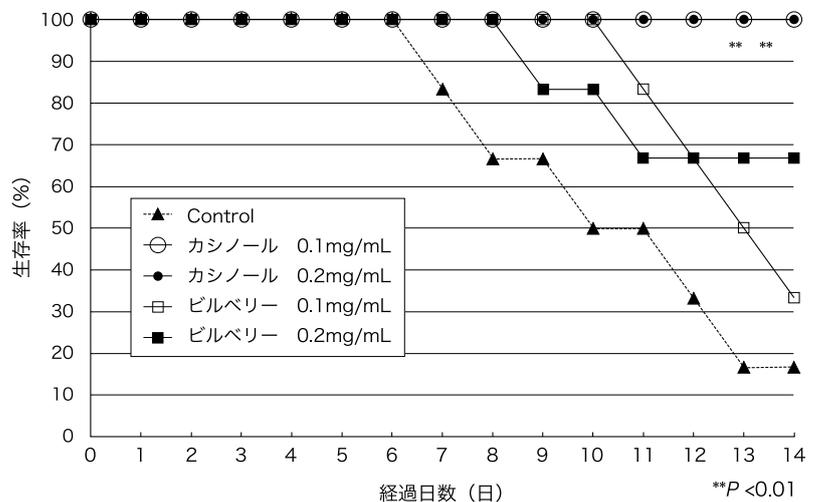


図3 マウスにおける生存率

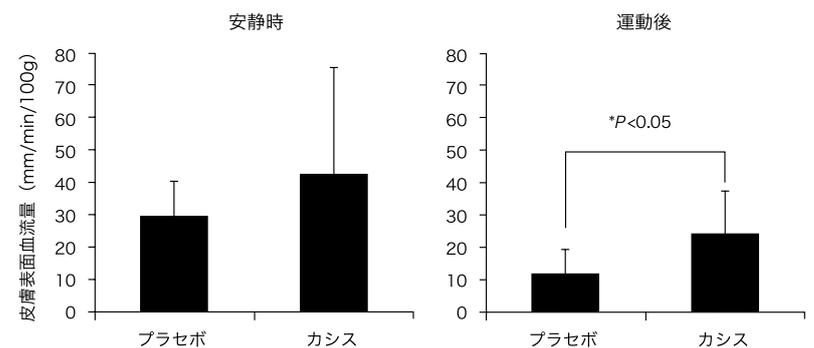


図4 皮膚血流回復試験

原著

■ 糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”の食後血糖値上昇抑制効果に関する基礎的研究

本藤 和彦, 白鳥 悟嗣, 郷間 宏史, 馬場 亜沙美, 吉田 雄介 261

シリーズ6回目 健康食品の有効性・安全性評価におけるヒト試験の現状と課題

■ — 前後比較試験と生鮮食品の機能性評価 —

鈴木 直子, 田中 瑞穂, 野田 和彦, 柿沼 俊光, 波多野 絵梨, 馬場 亜沙美, 山本 和雄 271

総説

■ フレンチレストランのフルコースの流れに即した光環境の提案

小林 茂雄, 奥村 紗樹子, 加賀谷 史央, 小川 幸一 275

製品解説

■ 葛由来乳酸菌 (スキンバリア乳酸菌™ / イムノライズ乳酸菌™) の皮膚の保湿・バリア機能促進作用および免疫賦活作用

竹田 翔伍 284

■ 大豆発酵粉末「酵豆粉®」の特長とその利用

柳澤 颯太 289

■ 製菓・製パンのフードロス低減に寄与する加工澱粉の役割

東川 浩 298

連載解説

■ 新解説 グルテンフリー食品中の擬似穀物の利用 1 —アマランス—

瀬口 正晴, 竹内 美貴, 中村 智英子 301

連載 野山の花 — 身近な山野草の食効・薬効 —

■ ウワミズザクラ *Padus grayana* (Maxim.) C.K. Schneid. (*Prunus grayana* Maxim.) (バラ科 Rosaceae)

白瀧 義明 310

コーヒー博士のワールドニュース

■ 翻訳: COVID 患者の匂いと味の障害とは

岡 希太郎 313

特集 COVID-19 禍の「多様性の再考」 Reconsidering the "diversity" of COVID-19 era.

- COVID-19 禍の「多様性の再考」序文に代えて
坂上 宏 317
- COVID-19 パンデミック対策：日中米の違い
肖 黎 319
- Japan's Gender Inequality and the COVID-19 Pandemic
Ryusuke Oishi 321
- Continuity of undergraduate health sciences education during the COVID-19 pandemic
Norma Margarita Montiel Bastida and PhD. Gaudy L. Manzanares-Leal 324
- Diversity and current challenges of COVID-19
Rene Garcia-Contreras 327
- Communication ways that will be developed.
Alejandro Mena Acra 329
- Social problems in pandemic time:the case of Mexico.
Angel David Paulino-Gonzalez 331
- Reconsidering the Importance of diversity to stop the COVID-19
David Bautista-Martinez 333
- 富士山との対話：足柄から道の駅「ふじおやま」へ
坂上 宏，協力者：小山町役場（鈴木 新一），小山町観光協会，道の駅ふじおやま 336

世界から、優れた「自然の恵み」を提供します

アンデスの母なる穀物 **キヌア**



南米アンデ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、フキフキ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。

取扱い製品

◆キヌア粒

◆有機キヌア粒



希少糖含有シロップ[®] RSS

THE RARE SUGAR BRAND

香川発素材
—
希少糖



希少糖 は、自然界には存在量が少ない単糖で、香川大学の何森先生の研究により大量生産が可能となりました。希少糖の D- ブシコース (アルロース) や D- アルロースは、豊富な機能性を持つことから注目が集められています。ブドウ糖・果糖・希少糖をバランス良く含む 希少糖含有シロップ (商品名: RSS)、は砂糖の 9 割の甘味度で自然な甘さです。

美味い甘味料として様々な食品にご使用頂けます。

炭酸・スポーツ飲料

デザート・冷菓

ベーカリー

菓子類

惣菜

栄養ドリンク

サプリメント

健康食品

トクホ

希少糖含有シロップ RSS



ヘルシーな理想バランス甘味料

発売元



株式会社レアスウィート 高松事務所
香川県高松市番町 1-1-5 ニッセイ高松ビル7階
TEL 087-823-1689 FAX 087-823-1691

販売者
お問合せ



松谷化学工業株式会社
兵庫県伊丹市北伊丹 5 丁目 3 番地
TEL 072-771-2010 FAX 072-771-7455

糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”の食後血糖値 上昇抑制効果に関する基礎的研究

本藤 和彦 (HONDOU Kazuhiko)^{1*}, 白鳥 悟嗣 (SHIRATORI Satoshi)², 郷間 宏史 (GOHMA Hiroshi)²,
馬場 亜沙美 (BABA Asami)³, 吉田 雄介 (YOSHIDA Yusuke)⁴

Key Words: ヒト小腸上皮モデル, Caco-2 細胞, グルコース, 糖吸収, α -グルコシダーゼ, 血糖値スパイク

A basic study investigating the inhibitory effect of anti-carbohydrate absorption supplement 'TCGP' on the elevation of postprandial blood glucose levels

Authors: Kazuhiko Hondou^{1*}, Satoshi Shiratori², Hiroshi Gohma², Asami Baba³, Yusuke Yoshida⁴

***Corresponding author:** Kazuhiko Hondou¹

Affiliated institutions:

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

² Shiratori Pharmaceutical Co., Ltd. [6-11-24 Thudanuma, Narashino-shi, Chiba, 275-0016, Japan]

³ ORTHOMEDICO Inc. [2F Sumitomo Fudosan Korakuen Bldg., 1-4-1, Koishikawa, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-0002, Japan.]

⁴ SakuLab Science, Inc. [202 Konan Bldg., 2-38-34, Maruyamadai, Konan-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 233-0013, Japan]

Key Words: human small intestinal epithelial model, Caco-2 cells, glucose, glucose absorption, α -glucosidase, blood glucose spike

Objective: This study aimed to evaluate the inhibitory effect of 'TCGP' on glucose absorption using a human small intestinal epithelial cell model.

Methods: TCGP was used as a carbohydrate absorption inhibitor and strawberry jam MDY was used as a carbohydrate. Caco-2 cells cultured in a monolayer were used as a human small intestinal epithelial model, and the amount of glucose permeation following the addition of strawberry jam MDY was evaluated with and without pretreatment of 3% TCGP. After treatment with TCGP and/or strawberry jam MDY, the cells were incubated at 37°C at 5% CO₂. The concentration of permeating glucose was measured after a 0 to 12-hour reaction.

Results: The glucose permeation of strawberry jam MDY-treated cells that underwent TCGP-pretreatment was significantly lower than that of strawberry jam MDY-treated cells without TCGP-pretreatment. Specifically, glucose permeability decreased by 38.5%, 18.0% and 33.9% after a reaction of 0.5, 1 and 3 hours, respectively.

Conclusions: The results of this study showed that in a human small intestinal epithelial model, the addition of 3% TCGP inhibited cell permeability of glucose in strawberry jam MDY, 0.5 hours after treatment. This suggested that TCGP has a delayed effect on glucose absorption. This delay in glucose absorption *in vivo* may alleviate blood glucose spikes by suppressing the rapid increase of blood glucose levels following ingestion.

* 責任著者：本藤 和彦

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 白鳥製薬株式会社 (〒 275-0016 千葉県習志野市津田沼 6-11-24)

³ 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)

⁴ 株式会社サクラボサイエンス (〒 233-0013 神奈川県横浜市港南区丸山台 2-38-34 港南ビル 202 号室)

抄録

目的：本研究では、ヒト小腸上皮モデルを用いて「糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”」の糖吸収抑制効果を検証した。

方法：試験物質には、糖質吸収抑制剤として「糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”」（以下、TCGPとする。）を、糖質として「イチゴジャム MDY」を準備した。ヒト小腸上皮モデルには上層ウェルに単層培養した Caco-2 細胞を用い、3%TCGP の前処理の有無によるイチゴジャム MDY 添加後のグルコースの透過量を評価した。試験物質処理後は 37°C、5% CO₂ の条件下でインキュベートし、0～12 時間反応した後に下層ウェルに透過したグルコース濃度を測定した。

結果：TCGP を前処理したイチゴジャム MDY 処理区は、TCGP 未処理のイチゴジャム MDY 処理区に比べて、統計学的有意差をもってグルコース透過量が減少した。特に反応 0.5, 1, 3 時間後のグルコース透過率はそれぞれ 38.5%, 18.0%, 33.9% 減少した。

結論：本研究の結果より、ヒト小腸上皮モデル試験において 3%TCGP 前処理により、イチゴジャム MDY 添加直後の 0.5 時間からグルコースの細胞透過を抑制することが確認され、TCGP は糖吸収遅延作用を示すことが示唆された。生体における糖吸収遅延作用は、摂取後の急激な血糖値上昇を抑えることで血糖値スパイクを緩和することが期待できる。

緒言

日本の糖尿病患者数は 328 万 9 千人と言われ¹⁾、また平成 30 年「国民健康・栄養調査」²⁾によれば、糖尿病との診断は受けていないものの「糖尿病が強く疑われる者」の割合は男性 18.7%、女性 9.3% であり、人数にして 1000 万人ほどが糖尿病予備軍である。さらに「糖尿病が強く疑われる者」のうち、治療を受けている者の割合は 69.9% であるが、残り 30% は未治療のままという報告もある²⁾。

糖尿病はひとたび発症すると治癒することはなく、放置すると網膜症・腎症・神経障害などの合併症を引き起こし、末期には失明することや透析治療が必要となることがある³⁾。さらに、糖尿病は脳卒中、虚血性心疾患などの心血管疾患の発症・進展を促進することも知られている³⁾。したがって、早期に血糖値をコントロールすることが重要であり、実際に糖尿病診療ガイドラインにおいても糖尿病の管理には食事療法が有効であると判断され³⁾、日々の食事内容の管理が重要と考えられている。また、慢性的な高血糖値である糖尿病とは異なり、食後の血糖値の急上昇と降下を示す血糖値変動幅の増大（血糖値スパイク）が動脈硬化の促進をもたらすことが知られており⁴⁾、血糖値スパイクがさらに癌や認知症の進行を促進させることが知られている。

このような背景から近年、国民の血糖値への関心の高まりとともに、低グリセミックインデックス

（低 GI）食品や食後の血糖値の上昇を緩やかにする保健機能食品などが販売されるようになってきた。いずれの食品も体内への糖吸収に関わる小腸の α -グルコシダーゼの阻害作用^{5,6)}がメカニズムと考えられている。 α -グルコシダーゼは小腸上皮に存在し、二糖の麦芽糖を単糖のグルコースに分解し、小腸上皮におけるグルコーストランスポーターによりグルコースが吸収される。それを踏まえ、糖吸収抑制作用を示す成分として期待されるウチワサボテン末や白いんげん豆抽出物、コロハ種子エキス、アラビノース、難消化性デキストリン、サラシア・レティキュラータエキス末、生コーヒー豆抽出物、カカオ抽出物、緑茶末などを含有した「糖質吸収抑制サプリメント“TCGP”」⁷⁾を開発した。ポリフェノールが含まれるウチワサボテン末および白いんげん豆抽出物は、 α -グルコシダーゼ阻害活性を示すことが確認され^{8,9)}、ヒトにおける食後血糖値の上昇抑制作用が報告されている¹⁰⁻¹³⁾。コロハ種子エキスは食物繊維を含み、その水溶性食物繊維画分が糖質分解を遅延させる作用を示すことが知られ¹⁴⁾、ヒトを対象とした試験において食後血糖値の上昇抑制効果も報告されている¹⁵⁾。また、難消化性デキストリンは小腸上皮におけるグルコースの吸収を阻害すると考えられており¹⁶⁾、ヒトにおいて食後血糖値の上昇抑制効果を示すことが確認されている¹⁷⁾。さらに、アラビノースは α -グルコシダーゼの一種にあたる

スクラーゼの活性を阻害し、食後血糖値の上昇を抑えることが確認されている¹⁸⁾。加えて、サラシア・レティキュラータエキス末、生コーヒー豆抽出物、カカオ抽出物および緑茶末も他の成分同様に α -グルコシダーゼ阻害活性を示し¹⁹⁻²²⁾、食後血糖値の上昇抑制も報告されている²³⁻²⁶⁾。いずれの成分も小腸上皮における糖吸収の抑制をメカニズムとすることから、本研究ではヒト小腸上皮モデルを用いてTCGPの糖吸収抑制作用、特に空腹時の糖吸収性を再現することで血糖値スパイクにおける機能性を検証することとした。

試験材料および方法

1. 試験材料

1-1. 試験物質

本試験では被験物質とTCGP（八雲香産株式会社より提供）、対照物質として一般販売製品のイチゴジャムMDYを用いた。

なお、TCGPは次の原材料から構成される食品である。ウチワサボテン末、食物繊維（ポリデキストロース、アカシア食物繊維）、白インゲン豆抽出物、コロハ種子エキス、デキストリン（難消化性デキストリン、クラスターデキストリン）、ユズ粉末（デキストリン、ユズ皮）、ガラクトオリゴ糖、キノコキトサン、ビフィズス菌末、有孢子性乳酸菌、サラシア・レティキュラータエキス末、L-オルニチン、ビール酵母、生コーヒー豆抽出物、カカオ抽出物、シャンピニオンエキス末、緑茶末、トレハロース、香料、甘味料（アラビノース）、酸味料（クエン酸）、L-バリン、L-ロイシン、L-イソロイシン。

1-2. 試薬、機器等

試薬および機器は次の通りであった。POCA小腸吸収モデル（株式会社ケー・エー・シー、Cat.No.101-2404）、DMEM（Low Glucose、ナカライテスク株式会社、Cat.No.08456-65）、DMEM（No Glucose、ナカライテスク株式会社、Cat.No.09891-25）、Penicillin Streptomycin Mixed Solution（ナカライテスク株式会社、Cat.No.09367-34）、Fetal Bovine Serum（Sigma、Cat.No.F7524-500ML）、Glucose-Glo-Assay（Promega、Cat.No.J6021）、Albumin, Bovine Serum, Fatty acid free（Wako、Cat.No.017-15141）、生細胞数測定試薬SF（ナカライ

テスク株式会社、Cat.No.07553-44）、マルチプレート24F 24 well plate（住友ベークライト株式会社、Cat.No.MS-80240）、96 well white plate（Greiner、Cat.No.655075）、吸光・蛍光・発光プレートリーダー（Varioskan LUX、Thermo Fisher Scientific）。

2. 試験方法

2-1. ヒト小腸上皮モデルの維持

ヒト小腸上皮モデルの維持は、POCA小腸上皮モデルアッセイキット付属のユーザーマニュアルに従った。詳細を以下に述べる。アッセイキット付属インサートカップを取り出し、新たな24ウェルプレートにセットした。インサートカップ内の培地を取り除き、200 μ Lの維持培地（DMEM、10% FBS、抗生物質）を添加した。下層ウェルに1200 μ Lの維持培地を添加し、インキュベーター（37°C、5% CO₂）にて使用するまで細胞を維持した。

2-2. 細胞毒性試験

TCGPを10%、3%、1%、0.1%、0.01%（w/v）となるように維持培地に添加して、よく懸濁した。細胞試験に使用するために濾過滅菌する必要があるが、TCGPの特性を極力損ねないために濾過滅菌せずに抗生物質を添加し使用した。上述2-1にて調製したヒト小腸上皮モデルのインサートカップ（上層）より培地を除去し、200 μ LのTCGP含有培地を添加した。再びインキュベーター（37°C、5% CO₂）にて24時間培養した。培養後は上層の培地を除去し、FBSにて細胞を洗浄後、生細胞測定試薬SFを10%含む培地を添加（200 μ L/ウェル）した。添加後、30分、90分後に上層培地の一部を新たな96ウェルプレートに移し、吸光度（測定波長450 nm、参照波長595 nm）を測定した。30分、90分の値から1時間あたりの吸光度変化量を算出し、相対生細胞数とした。

2-3. 糖吸収試験

2-3-1. 試験物質処理

TCGPの無毒性濃度であった3%濃度にて試験を実施した。上述2-1のヒト小腸上皮モデルのインサートウェルをピンセットにて取り出し、試験培地（DMEM [Glucose free]、2% BSA、抗生物質）にて数回、カップ外部を洗浄した。カップを新たな24ウェル

プレートにセットし、上層の培地を除去し、細胞を洗浄するために 300 μL の試験培地を添加した後に再び除去した。洗浄後、下層に 1,300 μL の試験培地を添加した。

前処理作業として、各処理区における上層に次の培地をそれぞれ 150 μL 添加した。単独処理区には無添加試験培地、前処理区には 3% TCGP 含有試験培地を添加し、37°C にて 5 分間処理した。

5 分間処理後に試験物質処理作業として、次の培地にそれぞれ 150 μL を上層に追加添加した。単独処理区には 2% (w/v, 終濃度 1%) イチゴジャム MDY 含有試験培地、前処理区には 3% TCGP および 2% (w/v, 終濃度 1%) イチゴジャム MDY 含有試験培地を添加した。

追加添加後、再び 37°C, 5% CO_2 の条件でインキュベートし、0, 0.5, 1, 3 時間後に下層ウェルを軽く攪拌した後に 30 μL の培養液を回収し、グルコース濃度を測定した。グルコース濃度は以下の方法にて実施した。試行回数は 3 回とした。

2-3-2. 下層グルコース量測定

グルコース濃度は Promega 社製 Glucose-Glo Assay kit を用いて測定した。培地溶液は PBS を用いて 100 倍希釈し測定した。

Glucose-Glo Assay kit 付属の Glucose 溶液を用い、PBS にて 0, 0.0031, 0.0122, 0.0488, 0.1953, 0.7813, 3.125, 12.5, 50 μM Glucose 溶液を調製した。これら Glucose 溶液は標準曲線の作成に用いた。また、反応液を Glucose-Glo Assay kit のマニュアルに従い調製した。すなわち、Luciferin Detection Solution 50 μL , Reductase 0.25 μL , Reductase Substrate 0.25 μL , Glucose Dehydrogenase 2.0 μL , NAD 0.25 μL の組成となるように行った。次に、発光測定用ホワイトプレートに 50 μL の標準液および検体を添加した。各ウェルに 50 μL の反応液を添加し攪拌した後、アルミホイルシールで遮光し室温で 1 時間反応させた。反応後、マイクロプレートリーダーにて各ウェルの相対発光値 (Relative Light Units) を測定し、標準曲線から検体中のグルコース濃度を算出した。

統計解析

各値にて、平均値および標準誤差を算出した。また、比較試験区間では有意差検定を実施した。用いた検定は Student's t 検定であり、 $P < 0.05$ を有意差ありと判断した。

結果および考察

1. 細胞毒性試験

ヒト小腸上皮モデルは、Caco-2 細胞をトランズウェル上で分化誘導培養することで、微絨毛を持つ腸管側 (上層ウェル側) と血漿側 (下層ウェル側) の極性を持った単細胞層を形成する。さらに細胞間結合 (タイトジャンクション) を形成することでバリア機能を持ち、糖質やアミノ酸などに対し優れた選択透過性を有する²⁷⁾。このようなことから、ヒト小腸上皮モデルは腸管腔側から毛細血管へ吸収性を検証する細胞アッセイ系として利用されてきた²⁸⁾。従ってタイトジャンクション機能の損失をもたらす被験物質濃度はアッセイ系としての有効性に影響を及ぼす。

そこで TCGP のヒト小腸上皮モデル細胞における処理濃度を確認するため、ヒト小腸上皮モデル細胞における細胞毒性を検証した。結果として、TCGP は 10% (w/v) 濃度において細胞に対して毒性を示したものの、3% 濃度以下では毒性を示さなかった (図 1)。これらの結果から、本試験では無毒性の最高濃度である 3% にて糖吸収試験を行うこととした。

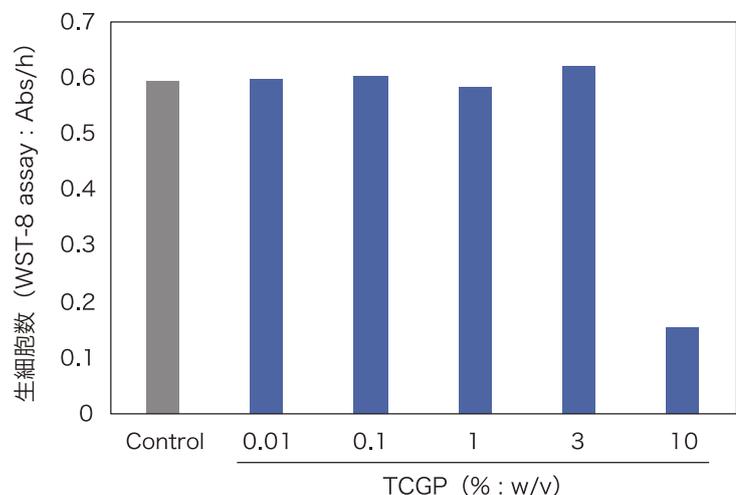


図 1 ヒト小腸上皮モデルにおける TCGP の細胞毒性試験

ヒト小腸上皮モデルの上層ウェルに、TCGP を含む試験培地を添加した。24 時間処理後の生細胞数を WST-8 法にて検証した。

2. グルコース非存在下での糖吸収試験系の構築

本試験で用いた糖吸収試験の概要を図2に示した。一般にヒト小腸上皮モデルでの糖吸収試験では、細胞生存に必要な糖存在条件下でラジオアイソトープ標識したグルコースの吸収性を検証することが多い²⁷⁾。一方、本研究では空腹時の小腸を再現するためにグルコース非存在下で糖吸収試験系を構築し

検証したことが特徴である。

グルコース非存在下で糖吸収試験系を確認するために試験物質に用いたイチゴジャム MDY および TCGP に含有されるグルコースの小腸透過性を経時的に検証したところ、イチゴジャム MDY に含まれるグルコースは8時間まで比例的な透過性を示した(図3)。8時間以降は定常状態になると考え

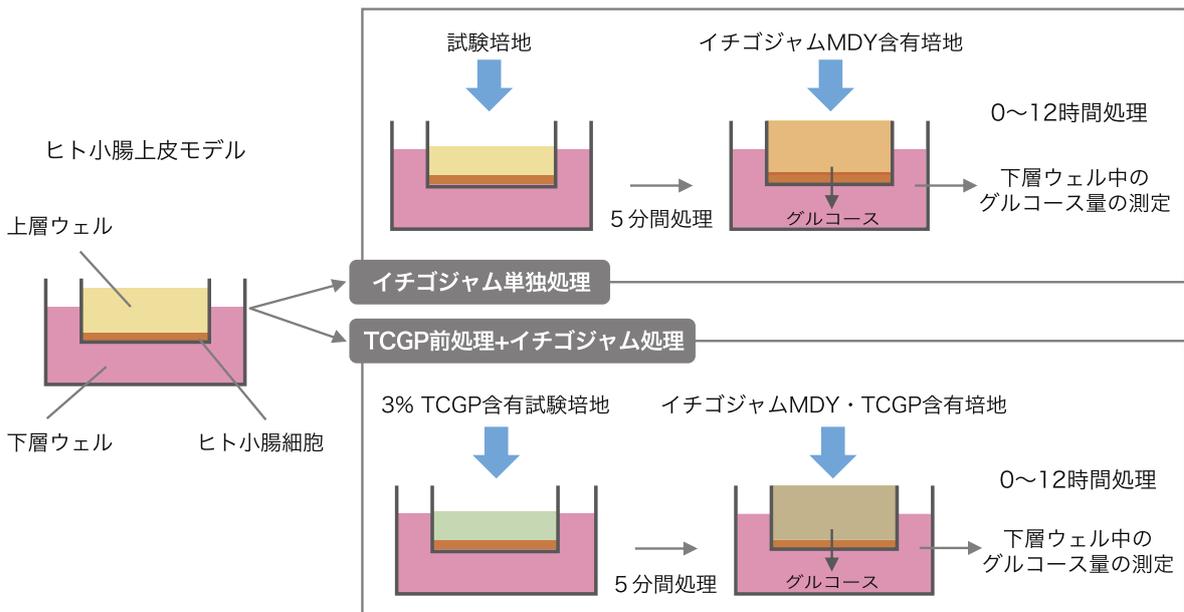


図2 ヒト小腸上皮モデルにおける糖透過性試験概要

ヒト小腸上皮モデルの上層ウェルに、TCGP 前処理区では TCGP を含む試験培地を添加し、5分間処理した。イチゴジャム単独処理区では試験培地を添加する。その後、TCGP 前処理区ではイチゴジャム MDY および TCGP を含む試験培地を追加添加する。一方、イチゴジャム単独処理区ではイチゴジャム MDY 含有培地を追加添加し、添加後0～12時間の下層ウェル中のグルコース量を測定した。

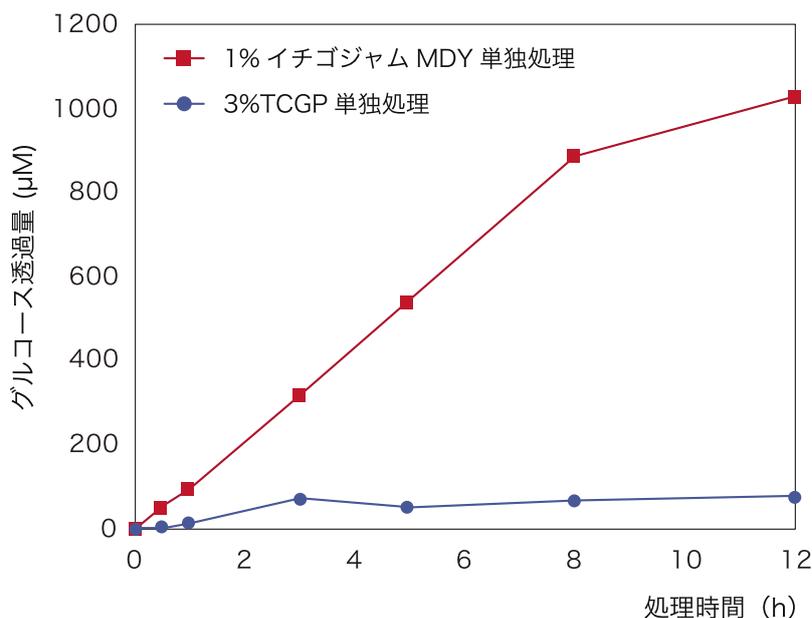


図3 ヒト小腸上皮モデルにおけるイチゴジャム MDY および TCGP 処理による糖透過性

ヒト小腸上皮モデルでのイチゴジャム MDY および TCGP 単独処理0～12時間後のグルコース透過量を示す。

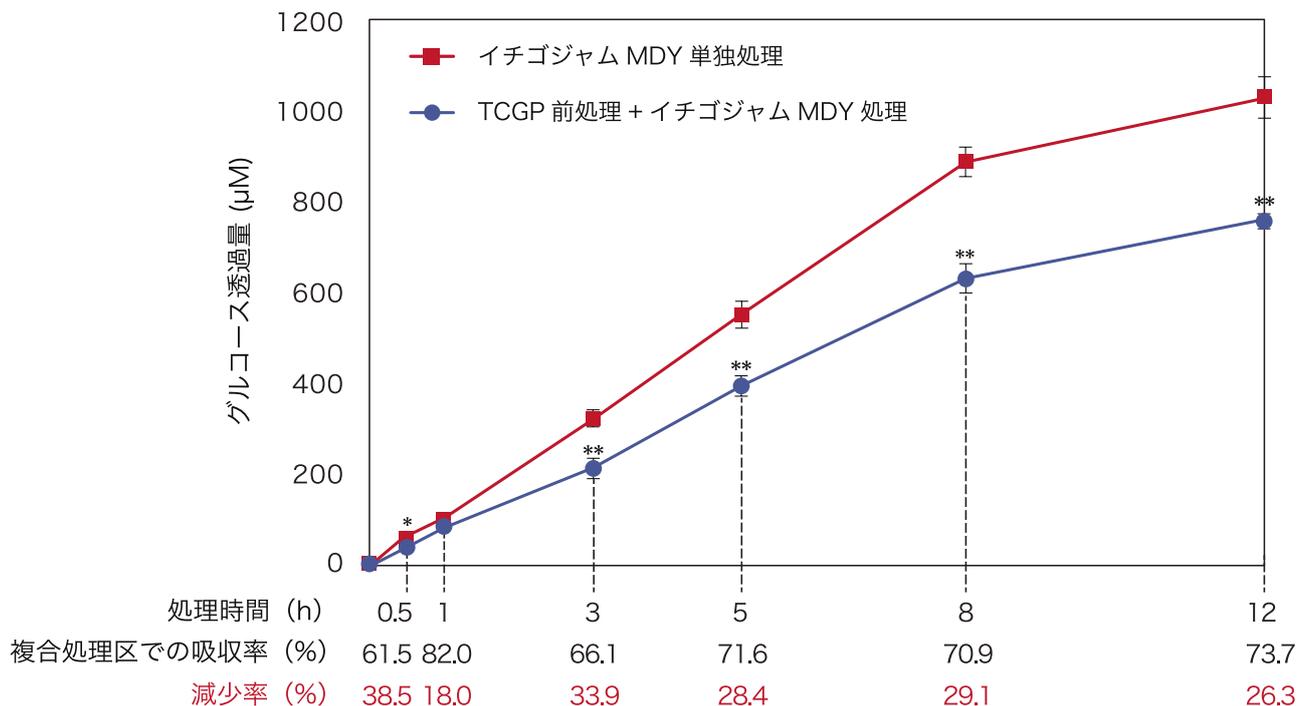


図4 イチゴジャム糖透過性におけるTCGP前処理の影響

ヒト小腸上皮モデルでのTCGP前処理におけるイチゴジャム糖透過性を示す (n=3)。平均値±標準誤差, *P<0.05, **P<0.01

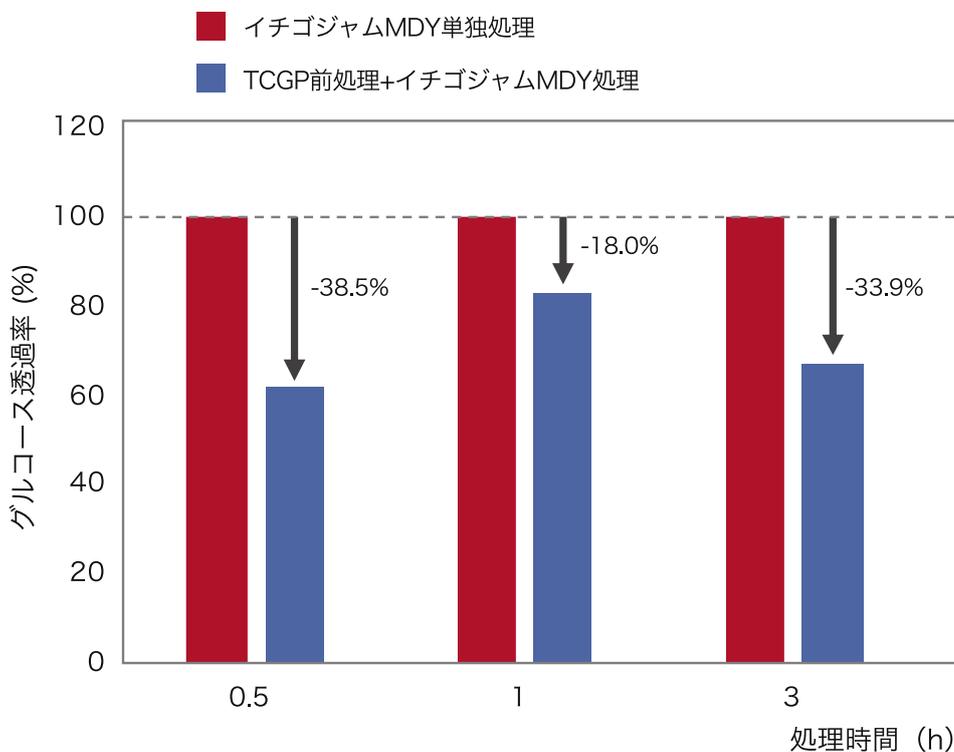
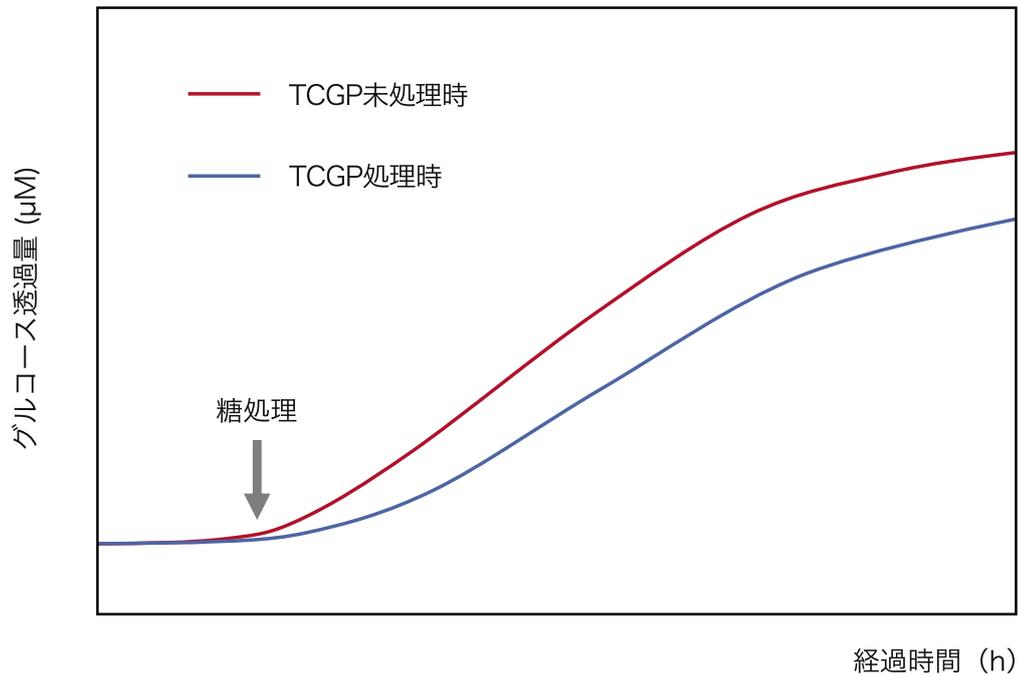


図5 各時間区におけるグルコース透過率および減少率比較

図4の各時間区において、イチゴジャムMDY単独処理区を100%とした時のTCGP前処理区のグルコース透過率を示す。矢印右横の数値は減少率を示す。

小腸モデルでの糖吸収抑制結果



推定される血糖値変化

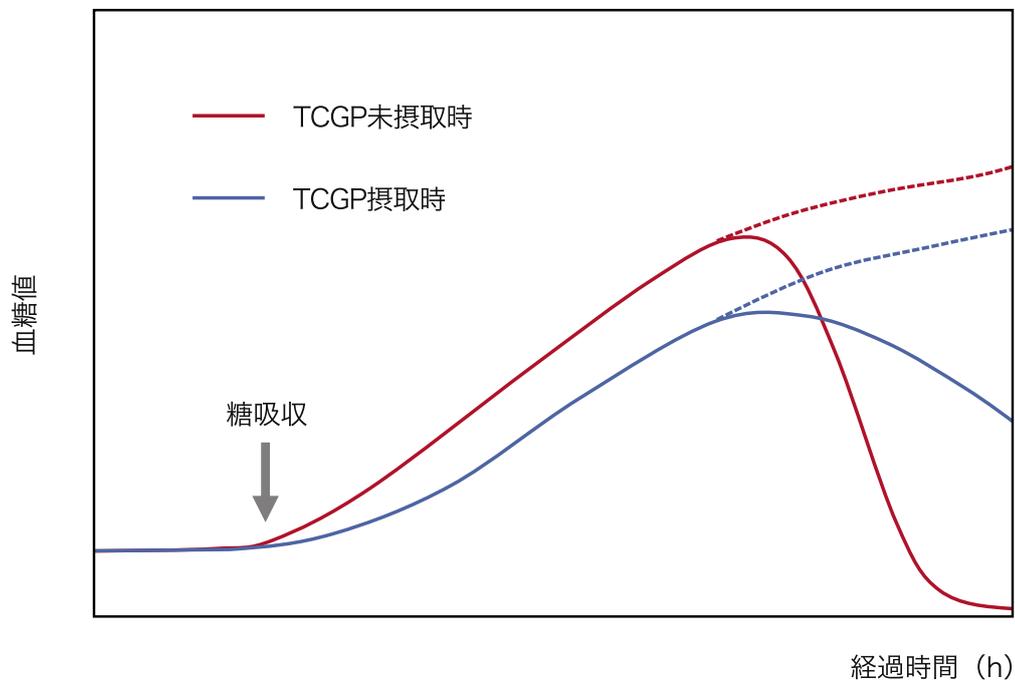


図6 糖吸収遅延により期待される血糖値スパイク抑制作用

ヒト小腸上皮モデルにおいて、TCGP 前処理でイチゴジャム由来の糖透過の遅延が示された（上図）。生体においては、糖質が腸管で吸収された後、インスリンの作用により上昇した血糖値は減少する（下図）。TCGP の糖吸収遅延作用により、血糖値上昇が緩やかになり、食後血糖値の上昇抑制作用が期待される。また、食後の急激な血糖値の上昇を血糖値スパイクと呼ぶが、血糖値スパイクの出現には、血管への糖質移行（吸収量）とインスリン分泌応が関わる。そのため、TCGP の糖吸収遅延作用は血糖値スパイク抑制にも寄与する可能性がある。

られる。一方、TCGP中においても僅かなグルコースが含まれることからTCGPのグルコース透過性を検証した。その結果、3時間後にグルコース透過性のピークを迎え、その後12時間までほぼ一定であることからTCGPに含まれるすべての糖が添加後3時間で小腸細胞を通過したものと考えられる(図3)。これらの結果から、本研究に用いたグルコース非存在下での糖吸収試験系においてグルコースの選択透過性が維持されていると考えられる。

3. TCGPによる糖透過抑制作用の検証

イチゴジャムMDYを単独処理した場合とTCGPを5分間前処理した後にイチゴジャムMDY処理した場合のヒト小腸上皮モデルにおけるグルコース透過性を比較したところ、TCGP前処理区ではイチゴジャムMDY単独処理区に比べ、処理後0.5および3, 5, 8, 12時間において有意にグルコース透過量の低下が認められた(図4)。特に5時間以上の長期処理と比較して3時間までの短期処理の方がグルコースの透過性を減少させる傾向にあった。血糖値スパイクは糖摂取後1~2時間で現れることから処理後3時間までの各時間区におけるイチゴジャムMDY単独処理区とTCGP前処理区間で比較したグルコース透過率と減少率を算出したところ、処理0.5, 1, 3時間後でそれぞれ38.5%, 18.0%, 33.9%の減少であった(図5)。これらの結果からTCGPの前処理によりイチゴジャムMDY由来のグルコースの透過性が明らかに遅延していることが認められた。

ヒト小腸上皮モデルではCaco-2細胞を用いるが、Caco-2細胞上ではスクラーゼ-イソマルターゼ(SI, α -グルコシダーゼ複合体)の発現が確認されている²⁹⁾。TCGPは α -グルコシダーゼ阻害活性または

グルコースの吸収抑制作用を示すことが確認されている成分^{8, 10, 14-17, 19-26)}を含むことから、それら成分がCaco-2細胞上のSI活性を阻害したことで、イチゴジャムMDY中のスクロースやイソマルトースが分解されず、Caco-2細胞のグルコース透過量が低下したと考えられる。

ヒト小腸上皮モデルは、小腸上皮に存在する酵素の発現も再現されたアッセイ系であると言える。ヒト小腸上皮モデル試験においてグルコースの透過遅延が確認されたことから、ヒトにおいても同様に食後の糖吸収遅延作用をもたらす可能性が考えられる。生体ではインスリンにより血糖値が調整されるが、ヒト小腸上皮モデルではインスリン作用は検証することができないため推測ではあるものの、糖吸収遅延により血糖値スパイクが緩和されることが期待できる(図6)。実際に低GI食品など糖吸収遅延作用により血糖値スパイクが抑制されることが知られている³⁰⁾。今後の研究では、ヒトにおいてTCGPの摂取が食後血糖値の急上昇抑制効果を示すことを検証することが求められる。

結論

ヒト小腸上皮モデル試験においてTCGP前処理によりイチゴジャムMDY由来のグルコースの透過性が抑制されることが確認された。これによりTCGPに糖吸収遅延作用を有することが示唆され、生体における血糖値スパイクの緩和をもたらすことが期待できる。

謝辞

本論の研究において、プレシオ国際特許事務所の速水進治氏および中谷陽子氏に多大なご協力を頂きましたことを深謝申し上げます。

参考文献

1. 厚生労働省：平成 29 年 (2017) 患者調査の概況 . 15, 2017.
2. 厚生労働省：平成 30 年 国民健康・栄養調査報告 . 2018.
3. 一般社団法人日本糖尿病学会：糖尿病診療ガイドライン 2019. 2019.
4. Akasaka T, Sueta D, Tabata N, Takashio S, Yamamoto E, *et al.*: Effects of the Mean Amplitude of Glycemic Excursions and Vascular Endothelial Dysfunction on Cardiovascular Events in Nondiabetic Patients With Coronary Artery Disease. *J Am Heart Assoc* **6** (5): 1–10, 2017.
5. Tadera K, Minami Y, Takamatsu K, Matsuoka T: Inhibition of α -Glucosidase and α -Amylase by Flavonoids. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* **52** (2): 149–153, 2006.
6. Kumar S, Narwal S, Kumar V, Prakash O: α -glucosidase inhibitors from plants: A natural approach to treat diabetes. *Pharmacogn Rev* **5** (9): 19–29, 2011.
7. 本藤和彦, 白鳥悟嗣：特願 2020-193611. 粉末状食品組成物の製造方法, および粉末状食品の製造方法
8. Figueroa-Pérez MG, Pérez-Ramírez IF, Paredes-López O, Mondragón-Jacobo C, Reynoso-Camacho R: Phytochemical Composition and *in Vitro* Analysis of Nopal (*O. Ficus-Indica*) Cladodes at Different Stages of Maturity. *Int J Food Prop* **21** (1): 1728–1742, 2018.
9. Ganesan K, Xu B: Polyphenol-Rich Dry Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Health Benefits. *Int J Mol Sci* **18** (11): 2331, 2017.
10. López-Romero P, Pichardo-Ontiveros E, Avila-Nava A, Vázquez-Manjarrez N, Tovar AR, *et al.*: The Effect of Nopal (*Opuntia Ficus Indica*) on Postprandial Blood Glucose, Incretins, and Antioxidant Activity in Mexican Patients with Type 2 Diabetes after Consumption of Two Different Composition Breakfasts. *J Acad Nutr Diet* **114** (11): 1811–1818, 2014.
11. Spadafranca A, Rinelli S, Riva A, Morazzoni P, Magni P, *et al.*: Phaseolus vulgaris extract affects glycometabolic and appetite control in healthy human subjects. *Br J Nutr* **109** (10): 1789–1795, 2013.
12. Vinson JA, Al Kharrat H, Shuta D: Investigation of an Amylase Inhibitor on Human Glucose Absorption after Starch Consumption. *Open Nutraceuticals J* **2** (1): 88–91, 2009.
13. Udani JK, Singh BB, Barrett ML, Preuss HG: Lowering the glycemic index of white bread using a white bean extract. *Nutr J* **8** (1): 1–5, 2009.
14. Sahni S, Hannan MT, Blumberg J, Cupples LA, Kiel DP, *et al.*: Inverse association of carotenoid intakes with 4-y change in bone mineral density in elderly men and women : the Framingham Osteoporosis Study 1–3. *Am J Clin Nutr* **89** (1): 416–424, 2009.
15. Verma N, Usman K, Patel N, Jain A, Dhakre S, *et al.*: A multicenter clinical study to determine the efficacy of a novel fenugreek seed (*Trigonella foenum-graecum*) extract (Fenuro™) in patients with type 2 diabetes. *Food Nutr Res* **60** (1): 32382, 2016.
16. 若林茂, 植田由香, 松岡瑛：各種糖質負荷後のラットの血糖値ならびにインスリン分泌に及ぼす難消化性デキストリンの影響 . 日本栄養・食糧学会誌 **46** (2): 131–137, 1993.
17. Uenaka S, Yagi M, Takabe W, Yonei Y: The effects of food materials on postprandial hyperglycemia. *Glycative Stress Res* **7** (3): 220–231, 2020.
18. Krog-Mikkelsen I, Hels O, Tetens I, Holst JJ, Andersen JR, *et al.*: The effects of L-arabinose on intestinal sucrase activity: Dose-response studies *in vitro* and in humans. *Am J Clin Nutr* **94** (2): 472–478, 2011.
19. Oe H, Ozaki S: Hypoglycemic effect of 13-membered ring thiocyclitol, a novel α -glucosidase inhibitor from kothala-himbutu (*Salacia reticulata*). *Biosci Biotechnol Biochem* **72** (7): 1962–1964, 2008.
20. Cheng K, Dong W, Long Y, Zhao J, Hu R, *et al.*: Evaluation of the impact of different drying methods on the phenolic compounds, antioxidant activity, and *in vitro* digestion of green coffee beans. *Food Sci Nutr* **7** (3): 1084–1095, 2019.
21. Racine KC, Wiersema BD, Griffin LE, Essenmacher LA, Lee AH, *et al.*: Flavanol Polymerization Is a Superior Predictor of α -Glucosidase Inhibitory Activity Compared to Flavanol or Total Polyphenol Concentrations in Cocoas Prepared by Variations in Controlled Fermentation and Roasting of the Same Raw Cocoa Beans. *Antioxidants* **8** (12): 635, 2019.
22. Gao J, Xu P, Wang Y, Wang Y, Hochstetter D: Combined effects of green tea extracts, green tea polyphenols or epigallocatechin gallate with acarbose on inhibition against α -amylase and α -glucosidase *in vitro*. *Molecules* **18** (9): 11614–11623, 2013.
23. Kajiwarana N, Onodera K, Tsuji T, Yonei Y: A study for evaluating the effect of the intake of meal containing Salacia extract on postprandial hyperglycemia. *Glycative Stress Res* **4** (2): 117–123, 2017.
24. Iwai K, Narita Y, Fukunaga T, Nakagiri O, Kamiya T, *et al.*: Study on the postprandial glucose responses to a chlorogenic acid-rich extract of decaffeinated green coffee beans in rats and healthy human subjects. *Food Sci Technol Res* **18** (6): 849–860, 2012.
25. Rynarzewski J, Dicks L, Zimmermann B, Stoffel-Wagner B, Ludwig N, *et al.*: Impact of a Usual Serving Size of Flavanol-Rich Cocoa Powder Ingested with a Diabetic-Suitable Meal on Postprandial Cardiometabolic Parameters in Type 2 Diabetics—A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Crossover Study. *Nutrients* **11** (2): 417, 2019.
26. Josic J, Olsson AT, Wickeberg J, Lindstedt S, Hlebowicz J: Does green tea affect postprandial glucose, insulin and satiety in healthy subjects: a randomized controlled trial. *Nutr J* **9** (1): 63, 2010.
27. O'Brien P, Corpe CP: Acute Effects of Sugars and Artificial Sweeteners on Small Intestinal Sugar Transport: A Study Using CaCo-2 Cells As an *In Vitro* Model of the Human Enterocyte. *PLoS One* **11** (12): e0167785, 2016.
28. 木村幸敬：生体の腸管吸収モデルとしての Caco-2 細胞系 . 化学と生物 **37** (5): 326–327, 1999.
29. Cheng M-W, Chegeni M, Kim K-H, Zhang G, Benmoussa M, *et al.*: Different sucrose-isomaltase response of Caco-2 cells to glucose and maltose suggests dietary maltose sensing. *J Clin Biochem Nutr* **54** (1): 55–60, 2014.
30. Henry CJK, Thondre PS: The glycaemic index : concept , recent developments and its impact on diabetes and obesity. *Funct Food Cent* 154–175, 2011.

著者略歴



本藤 和彦 / Kazuhiko Hondou
1992年～現在、八雲香産株式会社 代表取締役
八雲香産株式会社 / Yagumo Kousan Co., Ltd.
〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-19-6 F&T ビル 5F



白鳥 悟嗣 / Satoshi Shiratori
2001年 慶應義塾大学 経済学部卒業
2001年 三菱商事株式会社
2010年 白鳥製薬株式会社
2017年～現在、白鳥製薬株式会社 代表取締役社長
白鳥製薬株式会社 / Shiratori Pharmaceutical Co., Ltd.
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 6-11-24



郷間 宏史 / Hiroshi Gohma
2006年 京都大学大学院 医学研究科 病理系専攻 博士課程修了, 博士(医学)
2010年 名古屋大学大学院 医学系研究科 助教
2017年～現在、白鳥製薬株式会社 ヘルスケア事業部 学術・研究部
白鳥製薬株式会社 / Shiratori Pharmaceutical Co., Ltd.
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 6-11-24



馬場 亜沙美 / Asami Baba
2016年 日本医科大学大学院 医学研究科 内科系小児医学専攻 博士課程修了, 博士(医学)
2016年～現在、株式会社オルトメディコ
株式会社オルトメディコ / ORTHOMEDICO Inc.
〒112-0002 東京都文京区小石川 1丁目4番1号 住友不動産後楽園ビル 2階



吉田 雄介 / Yusuke Yoshida
2004年 横浜市立大学大学院 総合理学研究科 博士課程修了, 博士(理学)
2004年 木原生物学研究所 特別研究員
2006年 独立行政法人 理化学研究所 研究員
2007年 横浜市立大学大学院 特任助教
2011年 株式会社エーセル 取締役 研究主任
2019年～現在、株式会社サクラボサイエンス 代表取締役
株式会社サクラボサイエンス / SakuLab Science, Inc.
〒233-0013 神奈川県横浜市港南区丸山台 2-38-34 港南ビル 202号室

— 前後比較試験と生鮮食品の機能性評価 —

鈴木 直子 (SUZUKI Naoko)^{1*} 田中 瑞穂 (TANAKA Mizuho)¹ 野田 和彦 (NODA Kazuhiko)¹
柿沼 俊光 (KAKINUMA Toshihiro)¹ 波多野 絵梨 (HATANO Eri)¹ 馬場 亜沙美 (BABA Asami)¹
山本 和雄 (YAMAMOTO Kazuo)¹

Key Words : ヒト試験, 健康食品, 特定保健用食品, 機能性表示食品, 前後比較試験, 生鮮食品

Current Status and Issues of Clinical Trials for Efficacy and Safety Evaluation of Health Foods — Before-after trial and evaluation of health function of agricultural products —

Keywords: clinical trials, health food, Foods for Specified Health Uses (FOSHU), Foods with Function Claims, Before-after trial, agricultural products

Authors:

Naoko Suzuki^{1*}, Mizuho Tanaka¹, Kazuhiko Noda¹, Eri Hatano¹, Toshihiro Kakinuma¹, Asami Baba¹, Kazuo Yamamoto¹

*Correspondence author: Naoko Suzuki

Affiliated institution

¹ ORTHOMEDICO Inc.

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

はじめに

前後比較試験 (Before-after trial) は, 第 2 回から第 5 回まで紹介してきたランダム化比較試験やクロスオーバー試験と同じく, 食品のヒト試験によく用いられる試験デザインの 1 つである。今回は, 前後比較試験について概要と試験計画の注意点を紹介する。また, プラセボの作製が難しい生鮮食品の機能性評価について, 機能性表示食品制度に即して検討する。

1. 前後比較試験の概要

イギリスの統計学者 Ronald Aylmer Fisher は, 実験計画法に関して, 反復 (replication), ランダム化 (randomization), 局所管理 (local control) という 3

つの原則を確立した (Fisher の 3 原則)。実験に伴う誤差は, 測定時の偶然がもたらす偶然誤差と, 特定の原因によって測定値が偏る系統誤差の 2 つに大きく分類される。局所管理により実験の背景となる条件を揃えることで, 系統誤差を可能な限り減少させ, ランダム化により系統誤差を偶然誤差に変換し, 反復により誤差を正確に推定することで, 妥当な有意性検定が行えるという考えである。現在では, ランダム化の原理は自然科学の多くの分野で取り入れられており, 医学分野においてもランダム化対照試験 (randomized controlled trials; RCT) が臨床試験のゴールドスタンダードとなっている。食品分野においても, 特定保健用食品や機能性表示食品の制度において科学的根拠として用いるヒト試験のデザイン

¹ 株式会社オルトメディコ * 責任著者

〒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

Tel: 03-3818-0610 / Fax: 03-3812-0670

は、プラセボ群を設定した RCT やクロスオーバー試験が推奨されており、非ランダム化試験は、条件付き特定保健用食品の有効性に係る資料としてのみ用いることができる^{1,2)}。機能性表示食品制度においては、2020年に公表された「機能性表示食品に対する食品表示等関係法令に基づく事後規制（事後チェック）の透明性の確保等に関する指針」において、試験の実施計画または実施方法に不備がある事例として「プラセボ食等を摂取する対照群が設定されていない場合」が挙げられている³⁾。このように、機能性表示食品をはじめとする健康食品の分野では、前後比較試験をエビデンスとして用いることは現在不可能となっている。

しかし、RCTの問題点として、実薬（被験食品）による介入を受けられない群が存在することや、試験参加者を未知のリスクにさらすことになるという倫理的な懸念が存在すること、希少疾患や遺伝子治療、個別化医療など対象集団が小さい場合の適用が困難であることなどが挙げられる⁴⁾。また、小規模な RCT においては、ランダム化の結果として予後因子の分布に不均衡が生じる場合があり、比較可能性という観点から、最適な手段ではないという指摘もあることから、代替法が求められている⁴⁻⁶⁾。

医薬品の分野では、プラセボの作製が困難な場合は、極小用量をプラセボの代わりに使用し、通常容量と比較することがある⁷⁾。薬理作用がある程度期待される用量で実施する場合、盲検性の確保には好都合であるが、通常用量の有効性が統計学的に有意であることを示すためには、試験参加者数を増やす必要がある⁷⁾。また、盲検下での試験実施が困難な場合の客観性維持のために、ランダム化を行った上で割付内容を知らない独立した研究者がエンドポイントの評価を行う PROBE (prospective randomized

open blinded endpoint) 法が用いられることがある⁷⁾。しかし PROBE 法を用いた論文の中には、実際に評価者の盲検性が保たれていたか明らかになっていないものも多く⁷⁾、PROBE 法で実施された高血圧治療薬「ディオバン」の有効性検証試験では、製薬会社の社員が統計解析などに関与し、データの改ざんを行ったことが大きな問題となったこともその一例である⁸⁾。さらに、近年開発された代替法として“Threshold-crossing design”がある⁴⁾。この手法では、既存の RCT データやリアルワールドデータを参考にアウトカムの「閾値」を設定し、参考にしたデータと同様の条件で単群試験を実施する⁴⁾。この結果が「閾値」を上回れば効果あり、下回れば効果なしと評価され、判断できない場合は再度試験を実施する⁴⁾。

RCT の代替法の一つに単群での前後比較試験がある。日本製薬工業協会は、“Small Clinical Trials”という観点から、評価変数、比較対照、エビデンスの質と量、情報の示し方の4点を整理することで効率の良い開発・試験計画を選択できるとした上で、製薬企業や規制当局に対して、ベネフィット評価法を柔軟に検討すべきだと提言している^{6,9)}。また、医薬品医療機器総合機構 科学委員会 希少がん対策専門部会も、試験デザインの緩和条件として、単群による試験の許容や奏効率などの代替エンドポイントの採用などを挙げている^{6,10,11)}。このように、医薬品の分野では RCT が困難な状況下において、前後比較試験の実施が限定的に認められている。

表1に前後比較試験のメリットとデメリットをまとめた。試験参加者が少なくても実施でき、全員が実薬（被験食品）による介入を受けられるというメリットがある一方、試験前後で生じた変化が介入によるものなのか確認を得ることができず、評価者の主観を排することも難しいというデメ

表1 前後比較試験のメリット・デメリット

メリット	デメリット
試験参加者が全員実薬（被験食品）による介入を受けられる	特定保健用食品や機能性表示食品の科学的根拠に用いることができない
対照群を設ける必要がないため、症例数が少なくても実施可能である	生じた変化が介入によるものなのか確認を得ることができない
	評価者の主観を排することが難しい

リットがある。また、先述の通り、前後比較試験の結果は、特定保健用食品や機能性表示食品の科学的根拠に用いることができないことも、食品分野においては大きなデメリットである。そのため、このようなデメリットを十分に理解した上で、前後比較試験を実施する必要がある。

2. 生鮮食品の機能性評価

機能性表示食品制度の特徴の一つとして、農林水産物などの生鮮食品の機能性表示が可能であることが挙げられる。2020年11月30日現在、のべ91件の生鮮食品が届出られている(図1)。これらの届出は、いずれも最終製品ではなく、機能性関与成分に関する研究レビューで機能性を評価しており、最終製品を用いたヒト試験での機能性評価は行われていない。ヒト試験が行われていない背景として、機能性関与成分の含有量を保証することが難しいことや¹²⁾、生鮮食品ではプラセボの作製が困難であることが挙げられる。生鮮食品を用いたヒト試験では、機能性関与成分をほとんど含んでいない品種をプラセボとすることが多い¹³⁾。その際、機能性関与成分以外の「その他成分」が、当該機能性の作用機序において全く作用していないことをきちんと説明できなければならない。しかし、機能性関与成分の作用機序と「その他の成分」の関連が明らかでない場合、「その他の成分」の含有量が被験食品とプラセボの間で異なっていると、機能性関与成分のみの効果とは断定できないと指摘される場合もあり、*in vitro*、*in vivo*のエビデンスや疫学調査の結果と併せて総合的に有効性を判定する必要がある¹³⁾。

「機能性表示食品の届出等に関するガイドライン」では、最終製品または機能性関与成分に関する研究レビューの実施にあたり、サプリメント形状でないその他加工食品と生鮮食品については、「特定保健用食品の表示許可等について」の別添2「特定保健用食品申請に係る申請書作成上の留意事項」¹⁾に準拠したヒト試験に加え、観察研究に係る論文の使用が認められている²⁾。観察研究は、原則として前向きコホート研究や症例対照研究などの縦断研究のみが対象となる²⁾。横断研究は、因果関係を一方向に特定することが困難な場合(因果の逆転)も多いため、ヒト試験と組み合わせて機能性を実証すること

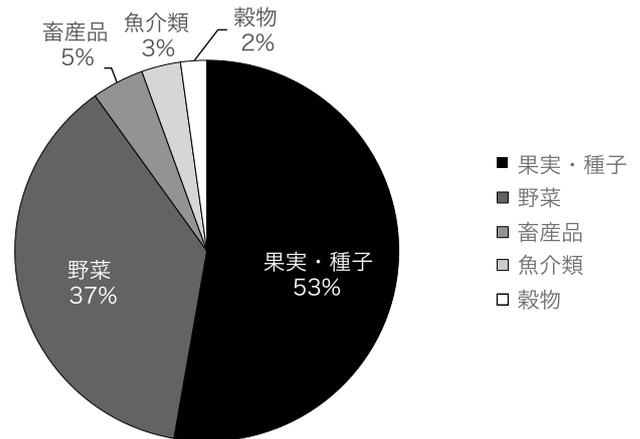


図1 機能性表示食品制度の届出が受理された生鮮食品の内訳

計91件(2020年11月30日現在), 撤回含む

が求められている²⁾。観察研究の対象者は、前向きコホート研究におけるアウトカム評価時、症例対照研究における調査開始時は疾病に罹患していてもよいが、前向きコホート研究における追跡開始時点、症例対照研究における過去の時点(調査対象時点)は、医師により疾病に罹患していないことが確認された者であることが原則となっている²⁾。なお、疾患に罹患した者を含む観察研究であっても、層別解析によって病者が除外されていなければ使用することができる²⁾。

その他加工食品や生鮮食品の中には、その食品に含まれる機能性関与成分の量だけでは機能性が期待できないが、食事に追加することで機能が期待できるものがある。そのような食品を用いたヒト試験では、試験実施前および試験期間において適切な食事管理や食事調査(観察研究については、観察開始時および観察期間において適切な食事調査)が行われ、その方法・結果について、研究レビューの対象となる論文の中で詳細に報告されていなければならない²⁾。また、消費者庁長官に届け出る表示の中には、「本品には〇〇が△mg/日含まれます。〇〇を△mg/日摂取すると、魚介類を◇g/日程度(日本人成人の平均摂取量)摂取している方の××に役立つことが報告されています。」のように、前提となる食事について明記する必要がある²⁾。

弊社では「日本農業元気化プロジェクト」として、国産農林水産物の機能性をヒト試験にて評価し、農林水産物に新たな付加価値の創出を援助している¹⁴⁾。ヒト試験のデザインから機能性表示食

品届出まで「トータルサポート」に取り組んでおり、今後も農林水産物に関するエビデンス取得の援助を続けていく所存である。

おわりに

本稿では、前後比較試験の概要や試験計画の注意

点に加え、機能性表示食品制度における生鮮食品の機能性評価方法を紹介した。今回は、本稿で紹介した PROBE 法や Threshold-crossing design, Small Clinical Trials における統計解析手法について、実例を交えながら紹介する予定である。

参考文献

1. 特定保健用食品の表示許可等について（平成 26 年 10 月 30 日消食表第 259 号）、改正令和 2 年 11 月 30 日消食表第 259 号：別添 2 特定保健用食品申請に係る申請書作成上の留意事項、2020.
2. 機能性表示食品の届出等に関するガイドライン（平成 27 年 3 月 30 日消食表第 141 号）、改正令和 2 年 11 月 30 日消食表第 459 号、2020.
3. “機能性表示食品に対する食品表示等関係法令に基づく事後的規制（事後チェック）の透明性の確保等に関する指針”：<https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/foods_with_function_claims/pdf/about_foods_with_function_claims_200324_0003.pdf>, cited 4 January, 2021.
4. Eichler H, Bloechl-Daum B, Bauer P, Bretz F, Brown J, Hampson L, Honig P, Krams M, Leufkens H, Lim R, Lumpkin M, Murphy M, Pignatti F, Posch M, Schneeweiss S, Trusheim M, Koenig F: “Threshold-crossing”: A Useful Way to Establish the Counterfactual in Clinical Trials? *Clin. Pharmacol. Ther.* **100**(6): 699–712, 2016.
5. Saint-Mont U: Randomization Does Not Help Much, Comparability Does. *PLoS One* **10**(7): e0132102, 2015.
6. 手良向聡：臨床試験におけるランダム化の意義と限界. *計量生物学* **41**(1): 37–54, 2020.
7. 中野重行：プラセボ対照群を使用する臨床試験を実施する際の工夫と留意点. *薬理と治療* **42**(2): 75–81, 2014.
8. 桑島巖：Clinical trial（臨床試験）から Criminal trial（裁判）ヘーディオバン臨床研究不正事件とは一. *薬剤疫学* **24**(2): 7–74, 2019.
9. 日本製薬工業協会 医薬品評価委員会 データサイエンス部会. “Small Clinical Trials による薬効評価の考え方”：<http://www.jpma.or.jp/medicine/shinyaku/tiken/allotment/pdf/trials_01.pdf>, cited 25 December, 2020.
10. 医薬品医療機器総合機構 科学委員会 希少がん対策専門部会. “希少がんの臨床開発を促進するための課題と提言 2017 アカデミア及びレギュラトリーサイエンスの視点から”：<<https://www.pmda.go.jp/files/000223815.pdf>>, cited 25 December, 2020.
11. Kawai A, Goto T, Shibata T, Tani K, Mizutani S, Nishikawa A, Shibata T, Matsumoto S, Nagata K, Narukawa M, Matsui S, Ando M, Toguchida J, Monden M, Heike T, Kimura S, Ueda R: Current state of therapeutic development for rare cancers in Japan, and proposals for improvement. *Cancer Sci.* **109**(5): 1731–1737, 2018.
12. 杉浦実：生鮮農産物から機能性表示食品へ；ウンシュウミカンの事例. *日本家政学会誌* **70**(3): 169–176, 2019.
13. 西村三恵：食品を対象とする臨床試験の試験設計と解析方法：食品の機能性に関する科学的根拠をヒトで検証するために. *化学と生物* **56**(8): 535–540, 2018.
14. 山下慎一郎：国産農林水産物が持つ健康機能性. *New Food Ind.* **60**(6): 21–25, 2018.

フレンチレストランのフルコースの 流れに即した光環境の提案

小林 茂雄 (KOBAYASHI Shigeo)¹, 奥村 紗樹子 (OKUMURA Sakiko)²
加賀谷 史央 (KAGAYA Fumio)³, 小川 幸一 (OGAWA Koichi)³

Key Words : コース料理, 不均一照明, 色温度, 会話行動, フレンチレストラン

Proposal of lighting environment corresponding to the flow of full course at a French restaurant

Authors: Shigeo Kobayashi^{1*}, Sakiko Okumura², Fumio Kagawa³, Koichi Ogawa³

***Corresponding author:** Shigeo Kobayashi

Affiliated institutions:

¹Tokyo City University, Department of Architecture

²MHS Planners, Architects & Engineers Ltd.

³KKTechnologies Co.,Ltd.

Keywords: course meals, non-uniform lighting, color temperature, conversational behavior, French restaurant

Abstract

At the newly established restaurant, which offers course meals composed of multiple dishes, the lighting environment suitable for each dish and behavior was examined. An evaluation experiment was conducted by subjects under the conditions of changing the table illuminance, the surrounding floor illuminance, and the color temperature. Based on the results, new lighting control procedure according to the type of food and time was proposed. It was considered effective not only to reproduce colors suitable for individual dishes, but also to intentionally reduce the illuminance or change the color temperature in consideration of the order before and after the dish. By setting the lighting environment according to the passage of time, it would be possible to support conversational behaviors related to meals and increase expectations by notifying the timing of the next dish.

要旨

複数の料理がフルコースで提供される新設フレンチレストランを対象として、個別の料理とその場での行動に適した光環境を検討した。テーブル面照度、周辺床面照度、色温度を変えた条件で評価実験を行った。実験結果を踏まえて、料理の種別や時間帯に応じた光環境の制御方法を提案した。それにより、料理の種別に合致した色再現を行うだけでなく、前後の料理を考慮して、あえて照度を落としたり色温度を変えたりすることが効果的であると考えられた。時間経過に対応した光環境を設定することで、食事にまつわる会話行動を支援したり、次の料理のタイミングを知らせて期待感を高めたりすることができると考えられた。

* 責任著者 : 小林 茂雄¹ E-mail skoba@tcu.ac.jp

¹ 東京都市大学建築学科 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tokyo City University, Department of Architecture

² 株式会社松田平田設計 〒107-8448 東京都港区元赤坂 1-5-17, MHS Planners, Architects & Engineers Ltd.

³ KK テクノロジーズ株式会社 〒184-0012 東京都小金井市中町 4-14-11, KKTechnologies Co.,Ltd.

1. 背景と目的

飲食空間における光環境は、食品を正しく見せるだけでなく、店舗のコンセプトや内装に合わせたり、会話を促す雰囲気をつくったりするために様々な工夫がされている^{1,2)}。ファミリーレストランなどカジュアルな飲食店では、明快な視覚情報と活発な印象を与えようとし、空間全体が明るく白い光で照明される傾向がある。それによって幅広い年代が安心して利用でき、短時間での食事や活発な会話が行えるようになる。一方、高価格帯のレストランやバーラウンジでは、明るさを抑えた中でテーブルやカウンターが暖色光で照明される傾向にある。程よい暗さの中で落ち着きを与え、ゆっくりと食事やお酒を楽しむようにするためである。このように飲食店の業態を軸に多様な光環境が設定されているものの、同一の店舗においては光環境が固定されているのが通常である。ランチとディナーの時間帯によって、また通常時とパーティー演出時で照明方法を変えることはあっても、食事時間中に光環境が変わることはほとんどない。

食事空間での光環境に関する既往研究では、料理の色合いに適した分光分布を求めたり^{3,4)}、鮮度や食品種類によって食欲を低減させやすい光色や分光分布があったり⁵⁾することが分かっている。また料理に対して色彩や触感が強く関わっている^{6,7)}こと、低色温度で照明されることによって温かみだけでなく食欲が増すこと⁸⁾、食事中に寛ぐといった行為に対してはより暗い光環境が求められること⁹⁾が指摘されている。またフォーマルな会話は比較的高照度で、プライベートな会話は比較的低照度でしや

すい¹⁰⁾ことや、照明の状態によって声の大きさ¹¹⁾や着座姿勢¹²⁾が変わりやすいことも研究されている。それであれば、同一のレストランであっても料理に対してあるいは利用者の行動や属性に対して照明状態も切り替わって良いのではないだろうか。本研究は複数の料理が順番に提供されるフルコースのレストランを対象とする。そして料理に応じて、またその場での行動や時間経過に適した光環境を検討し、光環境をタイミングに合わせて変化させることを提案する。

2. 実験概要

2-1. 対象施設の概要

2020年8月に東京都港区の商業施設アトレ竹芝内にフレンチレストラン「SUD Restaurant/TERAKOYA」が開業し、筆者らがその照明計画に携わった。1954年に東京都小金井市で創業した老舗店舗の新業態であり、趣向をこらしたフルコースのみが提供される。店舗の内観写真を図1に示す。客席はメインダイニングエリア（メインダイニング・バーラウンジ）と個室（3部屋）に分けられる。メインダイニングエリアは海に面した連続した大空間であり、黒を基調とした重厚な内装となっている。一方個室は、ベージュを基調とした南仏風の内装であり、自然素材とアンティーク家具で形成されている。店舗全体の照明計画を図2と表1に示す。全ての箇所で高い演色性（Ra95）を持った光源³⁾を使用し、主照明としてテーブルを照らすスポットライト（U1）とテーブル間や通路を照らすスポットライト（D1～3）を配灯した（それぞれテーブルスポッ



メインダイニング



バーラウンジ

図1 フレンチレストラン「SUD Restaurant/TERAKOYA」内観

表1 照明器具凡例

器具名	台数	器具名	台数
D1 ダウンライト	53	P7 ペンダント	2
D2 ダウンライト	14	BK1 ブラケット	3
D3 ダウンライト	1	BK2 ブラケット	4
U1 スポットライト	131	BK3 ブラケット	2
P1 シャンデリア	3	BK4 ブラケット	3
P2 ペンダント	5	BK5 ブラケット	2
P3 ペンダント	6	BK6 ブラケット	4
P4 シャンデリア	4	F1 ショーケース	6
P5 シャンデリア	1	G13 直管	19
P6 ペンダント	2	T5 直管	14
OST1 LED スタンド	3	LZ 厨房照明	5
■ 照度センサー	10	合計	299

表2 メニュー構成例

	ドリンク
	アミューズ1 (鯛、鮪の小さなお寿司)
	アミューズ2 (旬の一口の野菜)
前菜	オードブル1 (ふかひれの姿煮)
	オードブル2 (鮪のステーキ)
	ポタージュ (トリュフのポタージュ)
メイン	魚料理
	肉料理
	ご飯もの
デザート	デザート1 (様々な小さなゼリー)
	デザート2 (季節のフルーツ)
	食後ドリンク

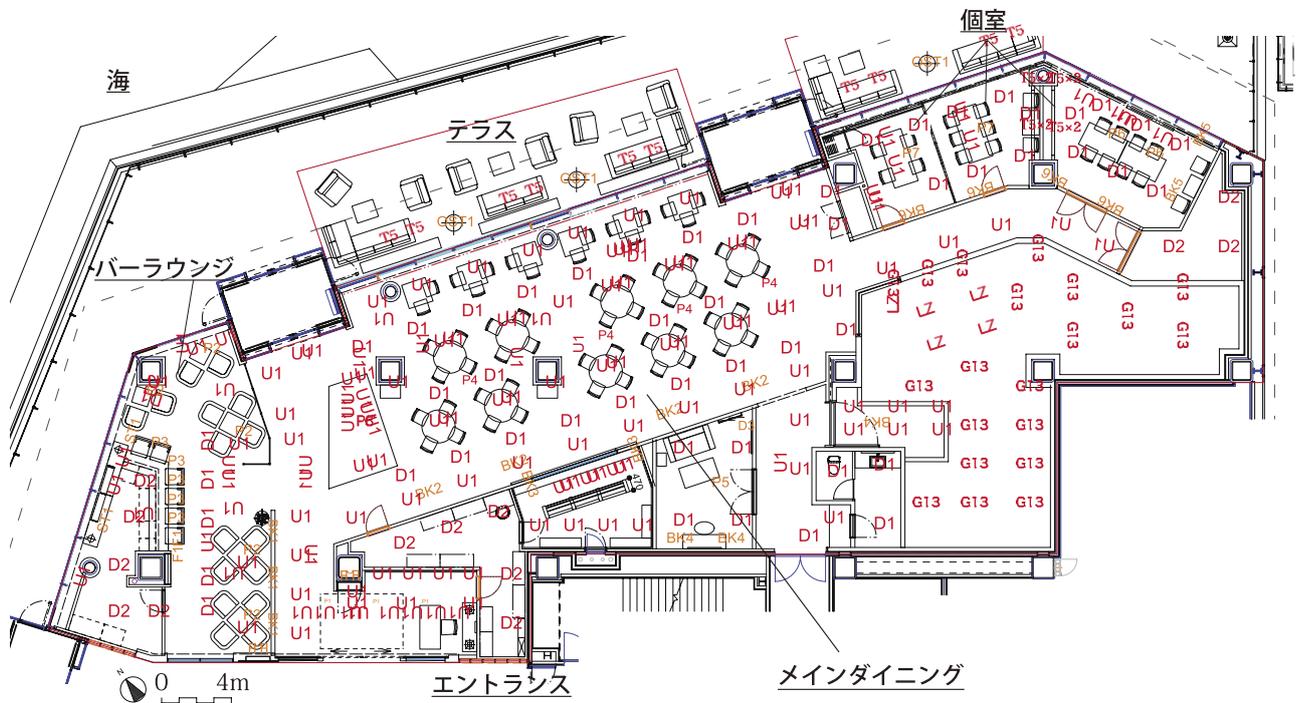


図2 レストラン全体配灯図

ト、ベーススポットとする)。テーブルスポットは狭角のユニバーサルタイプで、角度変更が可能である。ベーススポットは中角配光とした。両者とも光量と色温度を自由に調整できる。これらに加えて空間演出のために、ブラケットライトやシャンデリア、ペンダントライト、間接照明が随所に配置されている。

表2にメニューの一例を示す。コース料理は、ドリンク(食前酒)、前菜5皿、メイン3皿、デザート2皿、食後のドリンクの12品目で構成されている。これらの料理がその都度、食品の調理法や色彩や形状に合わせた、特有のサイズと色調と凹凸を持つ器に盛りつけて提供される。

メインダイニングエリアは連続した空間において、複数のグループが異なるタイミングで食事をとることになる。そのため各々のテーブル周辺に異なる光環境をつくることには限界がある。しかし個室では1組が3~4時間を占有して利用し食事をするため、コース料理の流れにあった光環境を設定しやすいと考えた。

2-2. 実験条件

フレンチレストランの個室を対象として、各々のタイミングに合った照度や色温度や明るさのバランスの程度を把握する実験を行った。個室の配灯図を



図3 個室配灯図

図3に、照明器具の概要を表3に示す。この空間の照明条件として、色温度2200～3000 K、テーブルスポットによるテーブル面照度10～250 lx、ベーススポットによる周辺床面照度0～200 lxがありうる。そこではじめに、これらの条件を組み合わせた180パターンの光環境を設定し、一品目の食品をテーブルに置いて、筆者らによる予備評価を行った。その結果、この空間では夜間の時間帯で2800 Kを超えると白さが際立ち過ぎて落ち着いた雰囲気を損ねること、周辺の照度が150 lx以上となると空間全体が均質化し、テーブルに注意が向きにくくなる

表3 照明器具概要

仕様	配光角 (°)	角度調整		光束 (lm)	演色性 (Ra)	電力 (W)
		首振り (°)	回転 (°)			
テーブル スポット ベース スポット	18 38	30	350			
仕様	直径 (φ)	色温度 (K)	光束 (lm)	演色性 (Ra)	電力 (W)	
テーブル・ ベース共通	100	2200～5000	1000	95	15	

ことが分かった。通常の飲食店では、3000 Kの電球色が用いられることが多い²⁹⁾が、本施設ではさらに低色温度が適していると考えられた。これは内装デザインや店舗の品格、料理内容と器の色合いなどが関わっているものと思われる。また、テーブル面照度と周辺床面照度の対比が、空間の印象とテーブルへの視線を左右しやすく、この明暗のバランスがコース料理のタイミングに関わりそうなことが予想された。

予備評価を基に実験条件を設定した。色温度を2200, 2500, 2700 Kの3段階、テーブル面照度を



パターン9
色温度 2200K/ 周辺床面 50lx/
テーブル面 200lx



ドリンク
(ワイングラスに入った食前酒)



前菜
(サーモンとクリームチーズのパン包み)



パターン17
色温度 2500K/ 周辺床面 10lx/
テーブル面 150lx



メイン
(カモ肉のロースト)



デザート
(チョコのスポンジケーキ・アイス)

図4 実験風景

図5 実験に使用した料理

10, 50, 150, 200 lx の4段階、周辺床面照度を0, 10, 50, 100 lx の4段階とし、これらを組み合わせながらテーブルが周辺よりも明るくなるような33パターンを設定した。実験は店舗開業直前の2020年7月の日没後に行った。被験者は20代の顔見知りの8名であり、4名ずつ着席した。テーブル上には、このレストランで実際に提供されているドリンク(食前酒)、前菜(サーモンとクリームチーズのパン包み)、メイン(カモ肉のロースト)、デザート(チョコのスポンジケーキ・アイス)の4品目を配置した。実験風景を図4に、提示した料理を図5に示す。33の照明条件をランダムに設定し、被験者はテーブル上の料理を眺めながら、3分間ほど会話してもらった。そして、コース料理のタイミングを表す、「着席」「前菜」「メイン」「デザート」「退席」の状況に光環境が適していると思うかどうかを「適している」「適していない」の2段階で評価してもらった。さらに食事に行われると想定した、「文字の見やすさ」「表情や顔色の見やすさ」「料理の見やすさ」「食事への集中」「パブリックな会話」「プライベートな会話」の6つの行動に対して、「とてもしやすい」～「とてもしにくい」までの5段階で評価してもらった。実験終了後に全体を通した感想を聞き取りした。

3. 実験結果

3-1. コース料理のタイミングに対する評価

表4に評価結果を示す。コース料理のタイミングに対する評価に着目すると、着席時は、テーブル面と周辺床面がともに高照度の条件が好まれている。色温度による評価差は比較的なく、照度レベルが強く影響している。ドリンク時は、着席時と同様に全体の高照度条件が好まれるが、それほど顕著なものではなく、低照度の条件を受け入れる人もいる。前菜とメイン時はどちらも、周辺床面照度が低くテーブル面照度が高い条件が好まれている。違いは色温度にあり、前菜は2700 Kの色温度が、メイン時は2500 Kの色温度の評価が高くなっている。前菜では加熱処理しない生の食材を用いたり、鮮やかな色彩で彩られたりすることが多い。器も白を基調としたものが多く使用される。そのため、青や緑や白の色合いもはっきり感じられる光色⁵⁾が好まれたのではないかと考えられる。一方メインディッシュ

は加熱された料理が温かい状態で出され、オレンジ系の色彩が軸となることが多い。そのため温かみを感じ、暖色系の色合いを際立たせる光色⁸⁾が好まれるのではないかと考えられる。2200 Kの超低色温度を好む被験者も半数程度みられている。デザートの評価は、前菜やメイン時と類似しているものの、好まれる光環境の幅が照度に対しても色温度に対しても広がっている。退席時は、周辺床面照度0, 10 lxの評価が高く、最も暗い光環境が好まれる。色温度による評価差はあまりなく、2200 Kでも半数の被験者に好まれている。

3-2. 想定した行動に対する評価

次に、レストラン滞在中に想定した行動に対する評価に着目する。表5は行動しやすさに関わる自由記述を示す。表4より、「文字の見やすさ」はテーブル面照度が高い条件で評価が上がり、「表情の見やすさ」はテーブル面と周辺照度の両方が高い条件で評価が上がっている。両者とも2700 Kと2500 Kでは評価にあまり違いがないが、2200 Kになると評価が下がる。表5より「色温度が低すぎると(写真が)正しく分からないかも」という指摘がある。「料理の見やすさ」と「食事への集中」は類似した傾向があり、テーブル面照度と周辺とに照度対比があることで評価が上がっている。「料理の見やすさ」はテーブル面照度のレベルが強く関わっており、「食事への集中」はテーブル周辺とのコントラストが強く関わっている。「テーブルスポットだけだと料理が浮かび上がって見えて味覚に集中できそう」との回答があった。会話はそのタイプによって違いが生まれやすい。「パブリックな会話」は、高照度で明暗の対比がなく、かつ高色温度な条件で行いやすいと評価されている。「顔色がはっきり見えている方がきちんとした話がしやすい」と指摘されている(表5)。一方「プライベートな会話」は、比較的低下照度で明暗の対比のある条件で行いやすいと評価されている。色温度による違いはほとんどない。これらは食事の場面ではないものの既往研究の結果^{10,12)}とほぼ一致している。

図6は、色温度を2500 Kと2700 Kに絞って、テーブル面と床面照度と各タイミングの評価との関係を図示したものである。さらに、各タイミングで行われることが多いと思われる行動を選定し、その評

表 4 コース料理の各タイミングと想定した行動に対する評価 (n=8)(%)

パターン	光環境			タイミング						想定した行動					
	色温度 (K)	周辺床面照度 (lux)	テーブル面照度 (lux)	着席	ドリンク	前菜	メイン	デザート	退席	文字の見やすさ	表情の見やすさ	料理の見やすさ	食事への集中	パブリックな話	プライベートな話
1	2700	100	200	87.5	75.0	37.5	25.0	12.5	50.0	93.8	90.6	81.3	53.1	81.3	43.8
2	2500			100.0	75.0	25.0	25.0	0.0	37.5	84.4	78.1	71.9	59.4	75.0	43.8
3	2200			62.5	100.0	25.0	37.5	12.5	37.5	68.8	62.5	43.8	46.9	56.3	40.6
4	2700		150	62.5	62.5	50.0	12.5	12.5	62.5	87.5	65.6	59.4	59.4	65.6	84.4
5	2500			62.5	87.5	62.5	37.5	62.5	62.5	81.3	62.5	81.3	68.8	62.5	68.8
6	2200			12.5	12.5	50.0	37.5	37.5	37.5	65.6	62.5	40.6	43.8	53.1	56.3
7	2700	50	200	25.0	75.0	75.0	50.0	50.0	12.5	87.5	71.9	78.1	78.1	78.1	65.6
8	2500			50.0	62.5	62.5	62.5	37.5	50.0	81.3	65.6	84.4	81.3	65.6	75.0
9	2200			25.0	25.0	25.0	50.0	50.0	37.5	56.3	43.8	37.5	40.6	43.8	53.1
10	2700		150	62.5	37.5	75.0	50.0	25.0	50.0	87.5	71.9	71.9	71.9	75.0	50.0
11	2500			37.5	12.5	37.5	62.5	62.5	37.5	78.1	65.6	78.1	75.0	84.4	65.6
12	2200			25.0	12.5	12.5	50.0	50.0	50.0	50.0	46.9	40.6	53.1	37.5	62.5
13	2700	10	200	0.0	25.0	75.0	75.0	87.5	12.5	84.4	50.0	78.1	87.5	46.9	65.6
14	2500			12.5	62.5	62.5	100.0	75.0	25.0	81.3	68.8	96.9	90.6	53.1	90.6
15	2200			12.5	25.0	0.0	50.0	37.5	25.0	50.0	37.5	37.5	62.5	37.5	62.5
16	2700		150	25.0	25.0	37.5	50.0	87.5	62.5	65.6	65.6	71.9	65.6	53.1	56.3
17	2500			25.0	12.5	37.5	87.5	62.5	37.5	62.5	59.4	78.1	78.1	53.1	81.3
18	2200			25.0	25.0	0.0	50.0	62.5	12.5	46.9	31.3	40.6	62.5	28.1	68.8
19	2700	50	12.5	0.0	12.5	0.0	50.0	62.5	40.6	28.1	25.0	37.5	15.6	56.3	
20	2500		25.0	12.5	12.5	25.0	75.0	87.5	46.9	34.4	43.8	53.1	34.4	75.0	
21	2200		12.5	25.0	0.0	25.0	62.5	37.5	40.6	21.9	46.9	56.3	21.9	68.8	
22	2700	0*	200	0.0	37.5	75.0	75.0	100.0	12.5	87.5	75.0	84.4	78.1	62.5	71.9
23	2500			0.0	37.5	50.0	100.0	87.5	25.0	81.3	78.1	93.8	93.8	62.5	81.3
24	2200			12.5	25.0	0.0	50.0	50.0	12.5	35.7	43.8	31.3	37.5	25.0	46.9
25	2700		150	0.0	12.5	50.0	87.5	75.0	25.0	75.0	43.8	75.0	58.3	43.8	71.9
26	2500			12.5	62.5	25.0	50.0	87.5	25.0	62.5	43.8	68.8	68.8	43.8	84.4
27	2200			37.5	12.5	0.0	25.0	62.5	25.0	50.0	28.1	37.5	56.3	21.9	75.0
28	2700	50	12.5	12.5	0.0	12.5	62.5	25.0	25.0	9.4	21.9	28.1	6.3	50.0	
29	2500		12.5	12.5	12.5	12.5	62.5	25.0	18.8	9.4	46.9	39.3	15.6	62.5	
30	2200		12.5	25.0	0.0	37.5	50.0	25.0	21.9	15.6	34.4	43.8	18.8	53.1	
31	2700	10	12.5	12.5	0.0	0.0	12.5	50.0	3.1	0.0	18.8	21.9	0.0	30.6	
32	2500		0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	50.0	3.1	3.1	12.5	25.0	9.4	40.6	
33	2200		25.0	37.5	0.0	12.5	25.0	50.0	12.5	3.1	12.5	28.1	6.3	40.6	

* 周辺床面照度は消灯状態を便宜的に 0lx と表記している。

タイミングの評価は「適している」を1,「適していない」を0とした。行動に対する評価は「とてもしやすい」を1,「とてもしにくい」を0とし、その平均値を求めた。いずれも評価70%以上のものを太字で示している。

価を重ねて示している。着席, ドリンク時は食事の前段であり, 「文字の見やすさ」「表情の見やすさ」「パブリックな会話」が重視されることが多いと考えられる。図より, 各々のタイミングに対する評価も, 行動に対する評価も一致する傾向にある。すなわちテーブル面照度, 周辺床面照度ともに高照度の条件が好まれている。前菜, メイン時は「料理の見やすさ」「食事への集中」が重視され, 「パブリックな会話」と「プライベートな会話」の両方がなされやすいと考えられる。前菜は, テーブル面と周辺がともに高

照度の条件で行動の評価と一致している。メインは, 周辺床面が高照度の場合に「料理の見やすさ」「パブリックな会話」の評価と一致し, 周辺照度が低照度の場合に「料理の見やすさ」「食事への集中」「プライベートな会話」の評価と一致している。デザート, 退席時は比較的「プライベートな会話」が重視されると考えられる。2700 K では高照度で行動の評価と重なり, 2500 K では低照度で重なる傾向がある。退席時には周辺照度が 0 lx で良いという人がいる一方で, 高い照度を好む人もいた。その理由を

表5 行動に対する自由記述

文字の見やすさ	<ul style="list-style-type: none"> メニューの文字が小さいため、テーブルが十分に明るい方が読みやすい。 文字は周辺が暗くてもいいし、テーブルもある程度の暗さなら読める。 メニューに写真がある場合、色温度が低過ぎると正しく分からないかもしれない。
表情や顔色の見やすさ	<ul style="list-style-type: none"> 表情や顔色は相当暗くない限り見える。 照明が暗すぎると楽しくない雰囲気をお互いに与える可能性がある。 入室時はきちんと顔が見えた方がいい。
料理の見やすさ	<ul style="list-style-type: none"> 料理にくっきりとした照明が当たっていると美味しそうに感じた。 前菜は色鮮やかなのでやや白色光が、メインは温かい料理のため暖色の光が、デザートは暗めの雰囲気が良い光色が合うと思った。
食事への集中	<ul style="list-style-type: none"> ベーススポットを消灯し、テーブルスポットだけだと料理が浮かび上がって見えて、味覚に集中できそう。 テーブルと周辺とにコントラストがあると食事に集中できるし、料理の話題が自然と出る。
パブリックな会話	<ul style="list-style-type: none"> 色がしっかり見えている方が、きちんとした話がしやすい。 パブリックな会話は雰囲気が良すぎない方がいい。
プライベートな会話	<ul style="list-style-type: none"> プライベートな会話は全体が暗めの方がやりやすい。 料理だけが明るく照らされ、顔ははっきりと見えない方が恥ずかしがらずにプライベートな話がしやすい。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 暖色光が強すぎると薄い色のお皿やテーブルクロスと合わない。不自然な見え方だと、どの行動とも合いにくい気がした。 予想以上に、料理やお皿によって影響されると思った。通常のレストランとは適切な照明が違いそう。 料理に色の工夫がされているため、全ての色が見える白色が良いと思う。

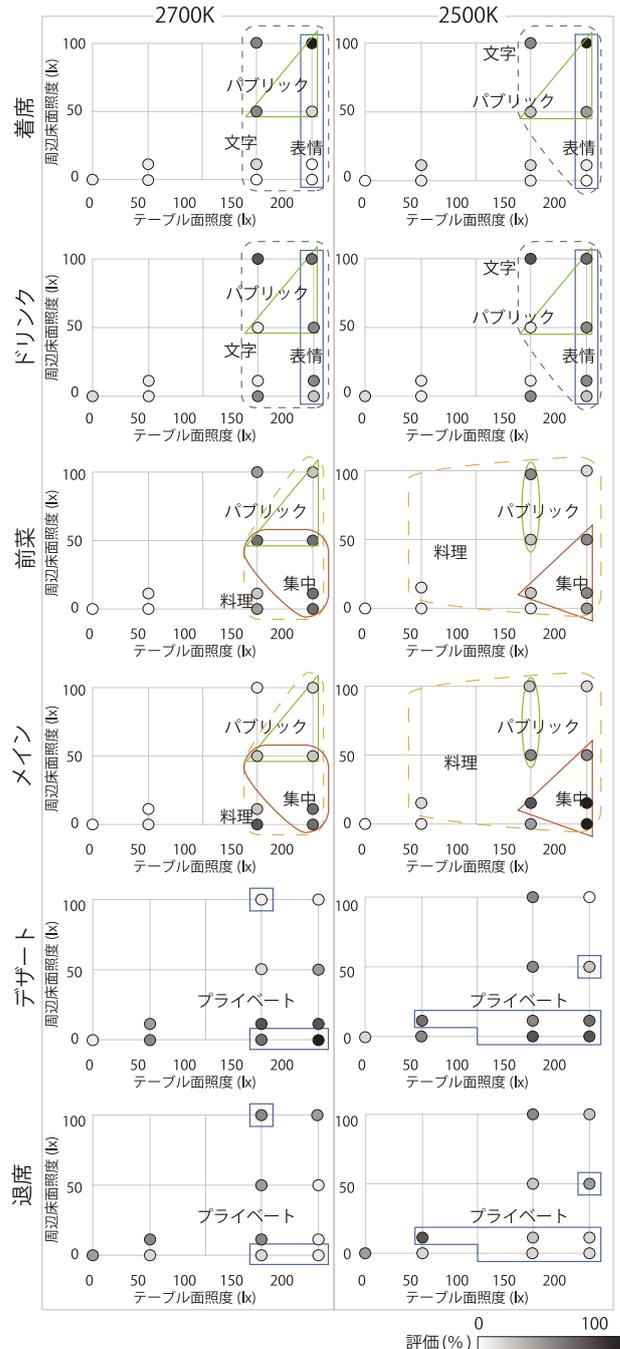


図6 光環境に適した行動範囲 (評価70%以上を囲みで示す)

聞いたところ、「化粧室に立ったり」「帰宅のため身支度を行ったり」するため明るい環境を求めるというものであった。こうした座席周辺の動作の視認性を最低限確保しながら、空間全体の照度を下げることが望ましいと思われる。

4. コースの流れに従った光環境の提案

実験結果を踏まえて、コース料理の流れに従った照明環境の調整法を検討した。19時着席で22時退

席のおおよそ3時間を想定している。この時間の流れと、各々の料理の前後関係を考慮に入れて、スムーズな光の変化となるように検討した。図7に提案する内容を示す。

着席時は、入室したときに内装の様子を確認することと相手の表情やメニューの文字を見えることを重視する。テーブル面照度200lx、周辺床面照度100lx、色温度2700Kに設定し、明るい第一印象を与え、会話を積極的に促す空間とする。ドリンク時

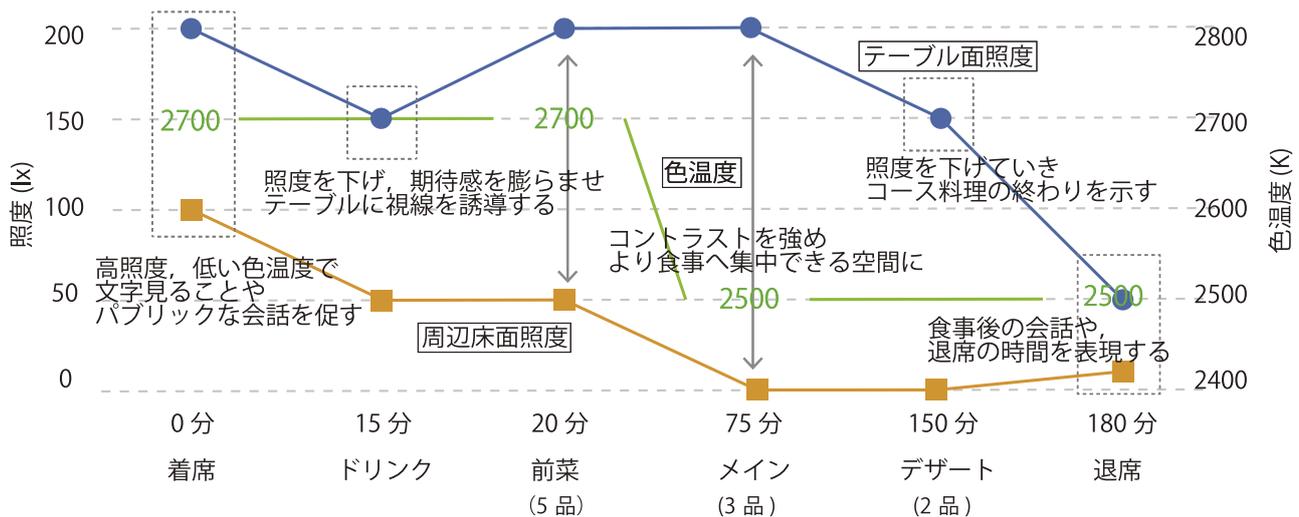


図7 実験結果を基にした照明環境の提案

は、テーブル面照度を 150 lx、周辺床面照度を 50 lx と一旦低く設定する。席を移動せず、子細な様子を確認する必要がなく、料理もまだテーブルに置かれないため、着席時よりも暗めの環境とする。そうすることで、気分を落ち着かせ、趣向を凝らしたコース料理が始まる期待感を高められると考えられる。前菜時はテーブル面照度を 200 lx まで高める。ドリンク時と比較してテーブル面が明るくなることと、周辺との明るさのコントラストが増すことで、テーブルに視線を誘導する。着席から前菜時までは色温度を 2700 K に設定し、重厚感を持たせながらも青系統を含む料理の色再現を両立できるようにする。

メイン時は、テーブル面照度を保ったまま、周辺床面照度を 0 lx まで下げ、テーブルとの明るさのコントラストをさらに強める。メインの料理の温度と橙系の色調に合わせた 2500 K の色温度に設定する。テーブルへと視線を集中することで料理を堪能しながら、低色温度でより落ち着いた会話を楽しんでもらう。既に会話も進んでいるために、周辺の状況や顔をはっきりと照らす必要はないと考えた。デザート時は、テーブル面照度を 150 lx へと下げていく。低照度で、コース料理の終わりを表し、プライベートな会話をさらに促す。退席時は、テーブル面照度を 50 lx へと下げる一方で、周辺床面照度は 10 lx へと若干上げていく。暗さを保ったままやや均質な光環境とすることで、周囲の状況を確認できるようにする。テーブルが暗い状況で視線を特定の場所に集中することなく、コース料理の流れを振り返り、余韻を感じられるようにする。

コース料理のタイミングによって照度と色温度を変えながらも、急激で明瞭な変化とするのではなく、緩やかに連続的に変わっていくことが望ましいと考えている。時間の流れに沿って光が一つの波を形作る。料理を明るく照らすことは重要であるものの、照明は前面に出て主張するのではなく、あくまで料理と空間と人を引き立たせるものである。空間の中に明と暗が共存しそれらが緩やかに変化することで、食事の背景として味覚や触覚を支える。あるいは会話の際の聴覚を後押しするものとして演出する役割を果たす。

5. まとめ

複数の料理が提供されるフルコースのレストランを対象として、料理に応じて、また時間経過とその場での行動に適した光環境を検討した。テーブル面照度、周辺床面照度、色温度を変えた条件で、コース料理の各タイミングに対する適性と行動に対する適性を評価する実験を行った。適切な色温度と光の配分により、料理の持つ色合いを引き出し美味しく見せることができることと、食事にまつわる行動を支援することができることが分かった。実験結果に基づいて、料理の種別や時間帯に応じた光環境の変動方法を提案した。個々の料理に適した光環境を設定するだけでなく、前後の料理を考慮してあえて照度を落としたり色温度を変えたりすることが、フルコース全体での食事体験において効果的であると考えられた。料理の順番や時間経過に対応した光環境を設定することで、次の料理のタイミングを知らせ、

期待感を高めることも可能であると考えられた。

本研究は実在するフレンチレストランをモデルとしているものの、筆者らの考えに基づいた検討内容であり、創り手の意向とはやや独立したものとなっている。当該レストランは、調理法や料理の構成を常に吟味しており、発光する器など新しい光との組み合わせも試行している。こうした検討を繰り返しながら、さらにシーンにより合致した光環境が構築される予定である。

謝辞

本研究は「SUD Restaurant/TERAKOYA」の全面的な協力のもとに行いました。オーナーシェフである間光男さんには、料理や器や空間づくりの考え方をお聞きし、味覚と視覚と聴覚と触覚が融合する体験を提供しようとする姿勢を学びました。本研究は光環境に限定していますが、食事にまつわる様々な要素が互いに関係していく価値を改めて認識した次第です。記して謝意を表します。

参考文献

1. Commercial Space Lighting, 商店建築社, 2017.4
2. ショップライティングガイドブック, 商店建築社, 2008.4
3. 小谷朋子: LED 照明の演色性について, 日本写真学会誌, 74(5): 210-214, 2011
4. 石塚昌広: 照明における色温度と演色性, 日本食品科学工学会誌, 51(6): 321-322, 2004
5. 小林茂雄: 鮮やかな光色で照明された食品に対する食欲, 日本建築学会環境系論文集, No.637: 1341-1346, 2009.3
6. 奥田弘枝, 田坂美央, 由井明子, 川染節江: 食品の色彩と味覚の関係, 日本調理学会誌, 35(1): 2-9, 2002
7. Szczesniak, A.S. and Kleyn, D.H.: Consumer Awareness of Texture and other Food Attributes, *Food Technology*, 17: 74-77, 1963
8. 織田佐知子, 佐藤浩美, 数野千恵子: 照明の種類が食物のおいしさに与える影響, 実践女子大学生活学科学部紀要, Vol.48: 13-18, 2011.3
9. 小崎美希, 楊柳青, 平手小太郎: 飲食空間における快適な暗さに関する研究 輝度分布を考慮した定量的な把握, 日本建築学会環境系論文集, No.735: 425-433, 2017.5
10. 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: 59-65, 2005.3
11. 小林茂雄, 村松陸雄: 室内照明と第三者の存在が会話音量に与える影響, 日本建築学会計画系論文集, No.555: 107-113, 2002.5
12. 小林茂雄, 村中美奈子: 飲食店でとられる着座姿勢の特徴, 日本建築学会環境系論文集, No.634: 1341-1346, 2008.12

葛由来乳酸菌（スキンバリア乳酸菌™ / イムノライズ乳酸菌™）の皮膚の保湿・バリア機能促進作用および免疫賦活作用

Effect of lactic acid bacteria isolated from *Pueraria lobate* on improvement of skin moisturizing / barrier function and immunostimulatory effect.

竹田 翔伍 (TAKEDA Shogo)¹

Key Words: 葛由来乳酸菌, スキンバリア乳酸菌™, イムノライズ乳酸菌™, 皮膚, 保湿, バリア機能

はじめに

2019年末から始まった新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大は、2021年に入った現在でも完全な収束には至らず、新たな生活様式への順応が求められている。その中でも、感染リスク低減のためのマスク着用率や自身の免疫力向上への関心度はCOVID-19の影響によって以前より増加したと言える。マスクの着用については、感染防止対策としての重要性が全国的に広がった一方で、マスクの常用を原因として肌荒れやシワ、たるみが悪化したという声も多く取り上げられるようになった。このような背景からスキンケアの重要性もより高まってきたと言える。免疫機能の強化については、食品成分の中にも免疫賦活¹⁻³⁾や抗インフルエンザ作用⁴⁻⁶⁾を有するものが、直接的な機能は謳えないものの市場に出回りつつあり、プラズマ乳酸菌含有飲料が免疫

賦活^{7,8)}を表示した唯一の機能性表示食品として上市され、業界の注目を浴びている。そこで本稿では、乳酸菌の中で、当社が販売を始めた株式会社井上天極堂の葛由来乳酸菌について、当社が見出した皮膚の保湿・バリア機能改善作用と免疫賦活作用について紹介する。尚、当社ではこの葛由来乳酸菌について、スキンケア素材としての販売名称を「スキンバリア乳酸菌™」、免疫賦活素材としての販売名称を「イムノライズ乳酸菌™」として販売している。

1. スキンバリア乳酸菌™が皮膚保湿・バリア機能に及ぼす影響

当社は、葛由来乳酸菌の新たな機能性を見出すため、皮膚の保湿・バリア機能に及ぼす影響を評価した。ヘアレスマウスにスキンバリア乳酸菌™ (50 または 100 mg/kg) を 28 日間経口投与し、その後、

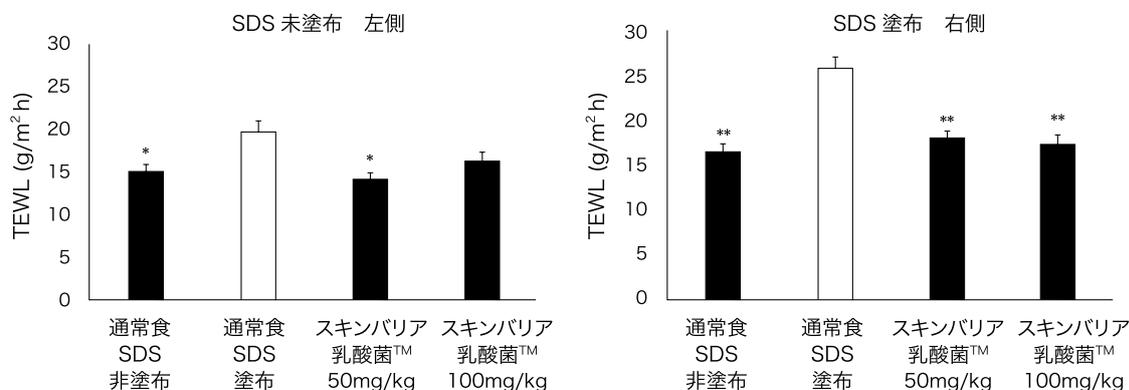


図1 スキンバリア乳酸菌™ 摂取がヘアレスマウスの TEWL に及ぼす影響
平均値±標準誤差 (n=6), *, p < 0.05, **, p < 0.01 vs 通常食 SDS 塗布群

¹ オリザ油化株式会社 研究開発本部 新商品開発部 email: kaihatu@mri.biglobe.ne.jp
〒493-8001 愛知県一宮市北方町沼田1

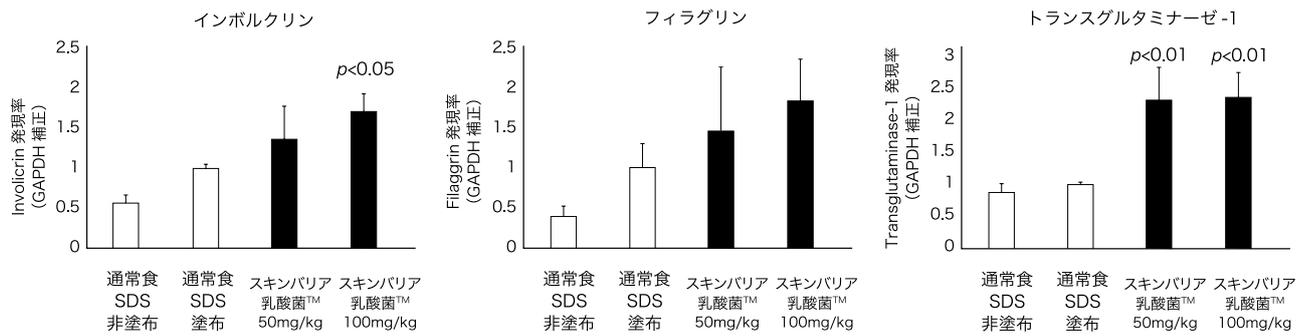


図2 スキンバリア乳酸菌™ 摂取がヘアレスマウスの保湿遺伝子発現に及ぼす影響
平均値±標準誤差 (n=6)

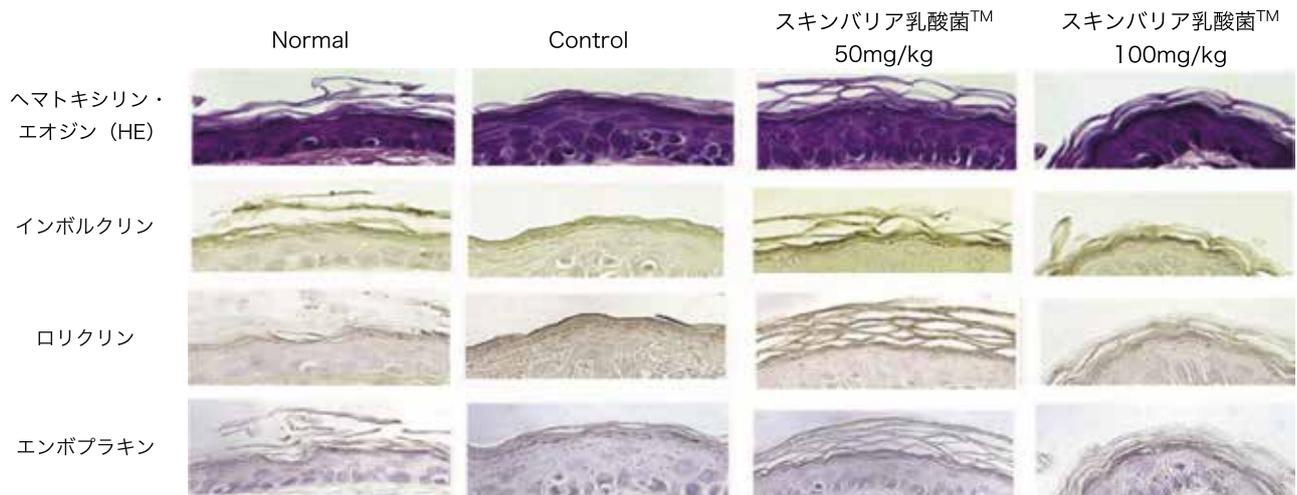


図3 スキンバリア乳酸菌™ 摂取がヘアレスマウスの保湿遺伝子発現に及ぼす影響

背中右側に皮膚バリア損傷のために SDS 溶液を塗布 (5 分間) する操作を 3 日間繰り返した翌日に、SDS 塗布部 (右側) と非塗布部 (左側) の経皮水分蒸散量 (TEWL) を測定した。その結果、図 1 に示すようにスキンバリア乳酸菌™ (50 mg/kg) 投与群では、SDS 塗布の有無に関わらず、TEWL の増加を有意に抑制した。また、100 mg/kg 投与群では SDS 塗布部位における有意な TEWL 増加抑制が認められた。

次に、ヘアレスマウスの皮膚中の保湿関連タンパクの発現に及ぼす影響を評価した。上記のヘアレスマウスから採取した皮膚組織より RNA を抽出し、リアルタイム RT-PCR によって皮膚保湿に寄与するフィラグリンやコーニファイドエンベロップの構成タンパクであるインボルクリンおよびトランスグルタミナーゼ-1 の遺伝子発現を調べた。その結果、図 2 に示すように、スキンバリア乳酸菌™ 投与群において、フィラグリン遺伝子の発現増加傾向が見られ、インボルクリンおよびトランスグルタミナー

ゼ-1 遺伝子の有意な発現増加が認められた。また、採取した皮膚から作成した標本を用いて各タンパクの発現を免疫染色法で調べた。その結果、図 3 に示すように、スキンバリア乳酸菌™ 投与による角層の保湿関連タンパクであるロリクリンやエンボブラキンの発現増加が確認された。

これらの結果より、スキンバリア乳酸菌™ は皮膚の保湿・バリア機能に関与するタンパクの発現を増加させることによって、TEWL の増加を抑制し、保湿・バリア機能を促進する作用を有することがわかった。

3. イムノライズ乳酸菌™ の免疫賦活作用

はじめにイムノライズ乳酸菌™ の IL-12 産生能に及ぼす作用について述べる。IL-12 は発見当初 "NK 細胞刺激因子" の名称で報告されたサイトカインである。IL-12 は B リンパ球や単球系細胞から産生され、T リンパ球や NK 細胞に対して増殖促進、細胞傷害性や IFN- γ の誘導、LAK 細胞の誘導

などを示すことが知られている。こうした細胞性免疫機能への役割から、IL-12の感染防御や抗腫瘍療法、さらには免疫不全の改善などの臨床応用が期待

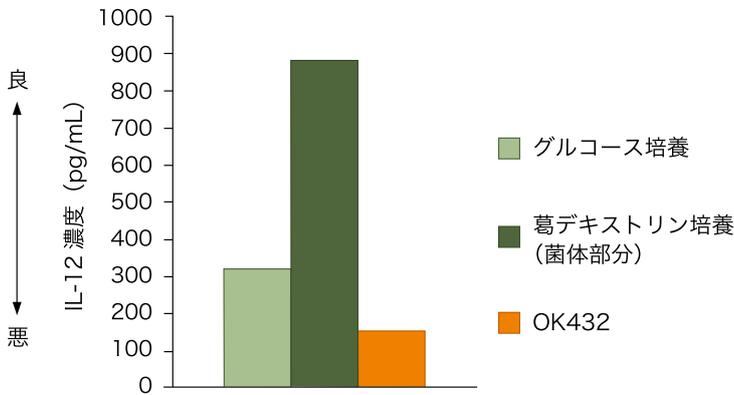


図4 イムノライズ乳酸菌™によるマウス脾細胞からのIL-12産生に及ぼす作用

されている。そこでイムノライズ乳酸菌™のマウス脾細胞におけるIL-12誘導能の評価を行った。脾臓より採取した細胞にイムノライズ乳酸菌™およびコントロールとしてOK432(細胞性免疫を活性化する溶連菌製剤)を添加し培養した。その後ELISA法にてIL-12濃度を測定した。試験の結果、イムノライズ乳酸菌™はIL-12産生を促進させた(図4)。

次に*in vivo*試験として、インフルエンザウイルス感染マウスの中和抗体産生能に及ぼす影響を検討した。BALB/c系マウス(雌, 6週齢)にA型インフルエンザウイルス(A/NWS/33, H1N1亜型)を感染させ、イムノライズ乳酸菌™(1mg/日)またはポジティブコントロールとしてタミフル(0.2mg/日)を経口投与し、感染3日後のウイルス量と

感染2週間後のウイルス特異的抗体量を測定した。インフルエンザウイルス感染3日後の肺および気管支肺胞洗浄液中のウイルス量を確認したところ、イムノライズ乳酸菌™群でウイルス量の増加がコントロール群と比較して顕著に抑制された(図5左上)。また、感染14日後の血清および気管支肺胞洗浄液中の中和抗体価を確認したところイムノライズ乳酸菌™群ではコントロールと比較し有意に高値を示した(図5下左, 下右)。

以上の結果から、イムノライズ乳酸菌™摂取は感染初期に重要な自然免疫を活性化させ獲得免疫にも働きかけて中和抗体価を上げることで、ウイルス

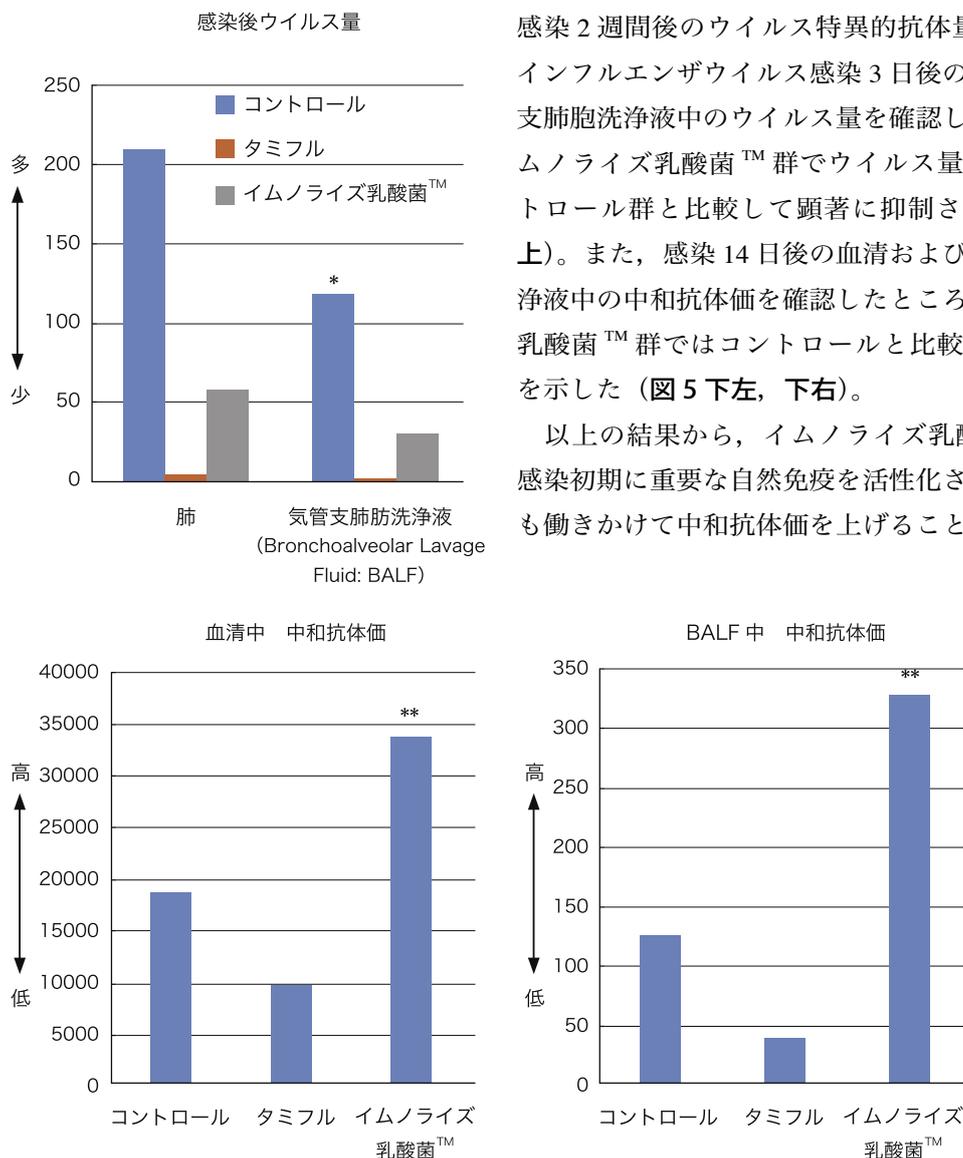


図5 イムノライズ乳酸菌™のインフルエンザウイルス量および中和抗体価に及ぼす影響

表1 唾液 IgA の変化

	ベースライン	4 週目	6 週目
プラセボ	222 ± 202	239 ± 183 (17 ± 109)	176 ± 73 (-45 ± 149)
葛由来乳酸菌	110 ± 55	179 ± 153 * (69 ± 113)	176 ± 248 (66 ± 205)

平均± SD：プラセボ (n=13), 葛由来乳酸菌 (n=13),
*: p<0.05 ベースラインとの比較

表2 イムノライズ乳酸菌™ 摂取によるウイルス感染症罹患率に与える影響

病名	ウイルス性感染症罹患率			
	乳酸菌摂取園 (人)	非摂取園 1 (人)	非摂取園 2 (人)	非摂取園 3 (人)
インフルエンザ A 型	10	35	27	16
アデノウイルス	0	9	1	0
ロタウイルス	0	1	1	0
手足口病	0	3	1	0
RS ウイルス	0	4	0	0
ヒトメタニューモウイルス	0	2	0	0
ノロウイルス	0	0	1	0
罹患率合計	10	54	31	16

園児数 (人)	209	112	89	86
罹患率 (%)	4.8	48.2	34.8	18.6

感染リスク低減させる可能性が示唆される。

4. イムノライズ乳酸菌™ 摂取が免疫に及ぼす影響 (ヒト試験)

イムノライズ乳酸菌™ のヒトでの免疫機能を評価するため、30～56歳の健常人男女(28名)を対象にプラセボを対照とした二重盲検群間比較試験を行った。試験品は、イムノライズ乳酸菌™ を50mg 配合したハードカプセルまたは賦形剤のみを充填したハードカプセルをプラセボとして用いた。1日1カプセルを自由摂取、6週間継続した。摂取前後に唾液中 IgA を ELISA キット (SALIMETRICS 社製) で測定した結果、群間有意差は認められなかったが、イムノライズ乳酸菌™ 摂取後に、摂取前と比較して唾液 IgA の有意な増加が見られた (表1)。次に、イムノライズ乳酸菌™ 摂取によるウイルス感染防御機能を評価した。インフルエンザの流行時期である1～2月に、奈良県内の保育園の園児(3～5歳)に2ヶ月間イムノライズ乳酸菌™ を1000

億個(50mg/日)配合したゼリーを給食時に摂取してもらい、隣接する保育園との感染率を比較した。試験の結果、イムノライズ乳酸菌™ を摂取した保育園では、非摂取であった3つの園と比較し、ウイルス性感染率の罹患率が有意に低いことが確認された(表2)。この結果より、イムノライズ乳酸菌™ は、免疫賦活作用によりウイルス感染防御作用を示す可能性が示唆された。

おわりに

本稿では、株式会社井上天極堂から提供を受けて当社が販売する葛由来乳酸菌の「スキンバリア乳酸菌™」および「イムノライズ乳酸菌™」の機能性について紹介した。COVID-19の感染リスクが完全な取束を迎えるにはまだしばらくの時間が必要であり、引き続きの感染対策が重要である。今回紹介した葛由来乳酸菌をはじめとした我々の販売する機能性素材が、コロナ禍におけるQOLの低下の防止に貢献できれば幸いである。

参考文献

1. 下野智弘, 星野智宏, 高良 毅: *Lactobacillus paracasei* MCC1849 を含有する栄養補助飲料の摂取による高齢者の免疫賦活効果 - ランダム化非盲検並行群間比較試験 -. 薬理と治療 **47**: 97-113, 2019.
2. 尾内一信, 清水俊明, 松本哲哉: プラズマ乳酸菌 (JCM 5805) による抗ウイルス免疫賦活機能と日常生活への適用によるメリット. *Pharma Medica* **35**: 69-74, 2017.
3. 柳澤康平, 神谷有久理, 中村茉莉子: 植物由来乳酸菌ミヤビス LB27 (*Lactobacillus brevis*) の摂取による免疫賦活作用 - 無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験 -. 薬理と治療 **44**: 435-442, 2016.
4. 伊賀瀬 道也, 松見 繁, 下出昭彦, 丸山徹也, 伊賀瀬圭二, 尾原麻耶, 岡田陽子, 越智雅之, 松本静香, 大八木保政: クロモジエキスのインフルエンザ予防効果について 無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験. 薬理と治療 **46**: 1369-1373, 2018.
5. 奥村明子, 渡邊卓巳, 林 京子, 吉田博也: 分散処理した *Lactobacillus plantarum* SNK12 株の経口摂取はインフルエンザ感染を防御する. 薬理と治療 **47**: 1607-1612, 2019.
6. 海田真帆, 松本祥幸, 小柳 智, 西川正純: 鮫肝油および乳酸菌の抗インフルエンザウイルス効果 - マウスの症状, NK 活性およびサイトカイン測定による検討 -. 薬理と治療 **48**: 589-597, 2020.
7. Fujii T, Jounai K, Horie A, Takahashi H, Suzuki H, Ohshio K, Fujiwara D, Yamamoto N.: Effects of heat-killed *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* JCM 5805 on mucosal and systemic immune parameters, and antiviral reactions to influenza virus in healthy adults; a randomized controlled double-blind study. *Journal of Functional Foods*. **35**: 513-521, 2017.
8. Sugimura T., Takahashi H., Jounai K., Ohshio K., Kanayama M., Tazumi K., Tanihata Y., Miura Y., Fujiwara D., Yamamoto N: Effects of oral intake of plasmacytoid dendritic cells-stimulative lactic acid bacterial strain on pathogenesis of influenza-like illness and immunological response to influenza virus *Br. J. Nutr.* **114**: 727-733, 2015.

大豆発酵粉末「酵豆粉[®]」の特長とその利用

柳澤 颯太 (YANAGISAWA Sota)*

Key Words : 大豆発酵粉末, 味噌, 減塩, 調味料, マスキング

Features and uses of fermented soybean powder "KOUZUKO[®]"

Author: Sota Yanagisawa

Affiliated institution

*Ina Food Industry Co., Ltd. R&D Department
5074, Nishiharuchika, Ina-shi, Nagano, 399-4498, Japan

Keywords: fermented soybean powder, MISO, salt-free, flavor enhancer, odor masking

Abstract

We developed a salt-free fermented soybean powder named KOUZUKO. Except for the amount of salt, the characteristics of this powder are similar to MISO: traditional Japanese seasoning produced by fermented soybean paste. It has a beneficial effect on foods, such as cutting down on salt, offering taste and flavor enhancement, and is odor-masking. Taking advantage of these special properties; it can be used for miso-soup, bread, cheese, and dessert. Moreover, we found that ingesting the powder led to immune modulation induced Th1-type immune responses, which provided the potential to relieve allergic symptoms. We also confirmed the anti-obesity effect of the powder on mice and humans. To prevent lifestyle disease, we recommend the product to people in need of low-salt diets, as well as tasty dishes.

はじめに

味噌は単に調味料としてのみならず、古くから日本人の健康食として利用されてきた。味噌は江戸時代に庶民に普及し、「医者に金を払うよりも、みそ屋に払え」「みそ汁一杯三里の力」などの諺から見てとれるように、当時は貴重だった塩分やたんぱく質などの栄養源として重宝された。現代では癌の発生抑制、コレステロール低下作用、抗酸化作用などの効能が報告されており、わが国の伝統的な発酵大豆食品として欠かせない調味料になっている。また、2013年に和食が世界無形文化遺産に登録されたこ

とも後押しとなり、味噌の輸出量は順調に増え、海外でも広く受け入れられるようになった。

一方で味噌の国内消費量は年々減少しており、米の消費減と共に今後も減り続けていくと予測されている。その要因のひとつには食の多様化により味噌汁を飲む機会が減っていることが挙げられる。また、高血圧などの生活習慣病を危惧し、塩分を多く含む味噌を控えようとする減塩志向の高まりも無視できないであろう。厚生労働省の「日本人の食事摂取基準 2020年版」によると、1日の塩分摂取量の基準は、男性 7.5g 未満、女性 6.5g 未満であるが、味噌

*伊那食品工業株式会社 (〒 399-4498 長野県伊那市西春近広域農道沿い)
TEL: 0265-78-1121 E-mail: yanagisawa-souta@kantenpp.co.jp

図1 大豆発酵粉末「酵豆粉[®]」

汁1杯の塩分量は約1.2-1.5gで摂取基準の約2割に相当する。さらに、2018年の「国民健康・栄養調査」によると、平均食塩摂取量は、男性11.0g、女性9.3gで摂取量基準を大幅に上回っている。そこで、味噌メーカー各社は味噌の消費拡大につなげるため、従来の味噌より塩分含量を15%以上減らした減塩味噌（低塩味噌）を製品化し、消費者の減塩志向に 대응している。しかし、減塩味噌は塩分が10%以下になると日持ちなどの安定性が低下するため、大幅に減塩した商品は少ないといった現状である。腐敗を防ぐ方法として、米の原料割合を増やして生成する糖を増やすことで味噌の水分活性を低下させる、仕込み時にエタノールを添加して雑菌の増殖を防ぐ、食塩の一部を塩化カリウム等の塩で代替するなどが報告されているが、コストや異味の発生などの課題がある。

そこで当社は、上記の課題を解決すべく、味噌メーカーである宮坂醸造株式会社と共同で、食塩を添加せずとも腐敗することのない大豆発酵物の製造方法を確立し、粉末タイプの大豆発酵粉末「酵豆粉[®]」の製品化に至った。本稿では、「酵豆粉[®]」の栄養成分、食品用途の具体例、生理機能について以下に詳述する。

1. 「酵豆粉[®]」の栄養成分

酵豆粉[®]は食塩を除き、味噌と同じ原料で製造されるため、味噌に似た栄養成分を示す。その成分は

表1 酵豆粉[®]の栄養成分（100gあたり）

	酵豆粉 [®] *1	粉末味噌 ^{*2}
エネルギー (kcal)	416	343
タンパク質 (g)	26.4	21.9
脂質 (g)	13.8	9.3
炭水化物 (g)	52.5	43.0
食塩相当量 (g)	0.9	20.6
灰分 (g)	4.5	23.5
水分 (g)	2.8	2.4

*1 日本食品分析センター調べ

*2 七訂食品成分表 2015 より

主原料である大豆に含まれる植物性タンパク質やビタミン類の他、イソフラボンやサポニンなどの機能性成分、さらには製造過程で生じるペプチドやオリゴ糖などである。このように味噌と同様の特長を持つ酵豆粉[®]について、味噌との比較とともに具体的な分析例を以下に示す。

1-1. 栄養組成

酵豆粉[®]の栄養組成を市販の粉末味噌と比較した（表1）。食塩を添加せず製造される酵豆粉[®]は食塩相当量と灰分が低い値となるが、その他の成分は市販の粉末味噌と同等の値を示す。そのため、食塩を20%程度含む市販の粉末味噌は摂取量の制限を受

表2 酵豆粉[®]のアミノ酸（100gあたり）

アミノ酸組成	酵豆粉 [®] *1	米味噌 ^{*2}
イソロイシン (mg)	1200	620
ロイシン (mg)	2010	1000
リシン (mg)	1140	740
含硫アミノ酸 (mg)	670	330
芳香族アミノ酸 (mg)	2260	1100
スレオニン (mg)	1010	500
トリプトファン (mg)	330	140
バリン (mg)	1300	690
ヒスチジン (mg)	850	360
アルギニン (mg)	1610	910
アラニン (mg)	1160	580
アスパラギン酸 (mg)	2930	1500
グルタミン酸 (mg)	4640	2200
グリシン (mg)	1140	550
プロリン (mg)	1340	720
セリン (mg)	1300	620
総タンパク質量 (g)	24.9	12.5

*1 日本食品分析センター調べ

*2 七訂食品成分表 2015（淡色辛みそ）

表3 酵豆粉®のミネラル (100gあたり)

	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn
酵豆粉®*1	301	1140	155	179	440	5.1	2.3	1.2	1.7
粉末味噌	8100	789	151	117	304	1.3	1.6	0.6	1.2

(単位：mg) 当社測定値

けるが、酵豆粉®は原料由来のわずかな塩分しか含まないので塩分摂取を気にすることなく商品設計ができる。酵豆粉®は減塩食への旨味付与はもちろん、栄養摂取を目的とした食品への使用も可能である。

1-2. アミノ酸

酵豆粉®は原料のタンパク質の大半がペプチドやアミノ酸まで分解されている。酵豆粉®と米味噌のアミノ酸量を表2に示す。酵豆粉®は必須アミノ酸が豊富にバランスよく含まれることから、美味しさ(旨味)ばかりでなく、栄養面においても有用な素材として期待できる。

1-3. ミネラル

酵豆粉®のミネラル含量を表3に示した。酵豆粉®は食塩を添加せず製造しているため、ナトリウム含量は市販の粉末味噌に比べて低い値となる。その他の有用なミネラルは粉末味噌と同程度含まれてお

り、ナトリウムを過剰摂取することなく大豆のミネラルを取ることのできる原材料として酵豆粉®は有効である。

2. 「酵豆粉®」の用途

酵豆粉®は前述のように優れた栄養機能食品であるが、食品の味や香りの改良剤として、また物性改良剤として次に記すようなユニークな作用がある。

- ①旨味の付与：素材の風味を強めて旨味を引き立てる
- ②コク味の付与：味わい深く、素材が持つ成熟感や濃厚感を高める
- ③マスキング：素材の生臭さや青臭さなどを抑え、味のバランスを調える (図2)
- ④低塩・減塩化：味噌の味や風味を付与しつつ食塩の量を低減できる
- ⑤食感改良：従来の食品に添加することにより新しい食感を作ることができる

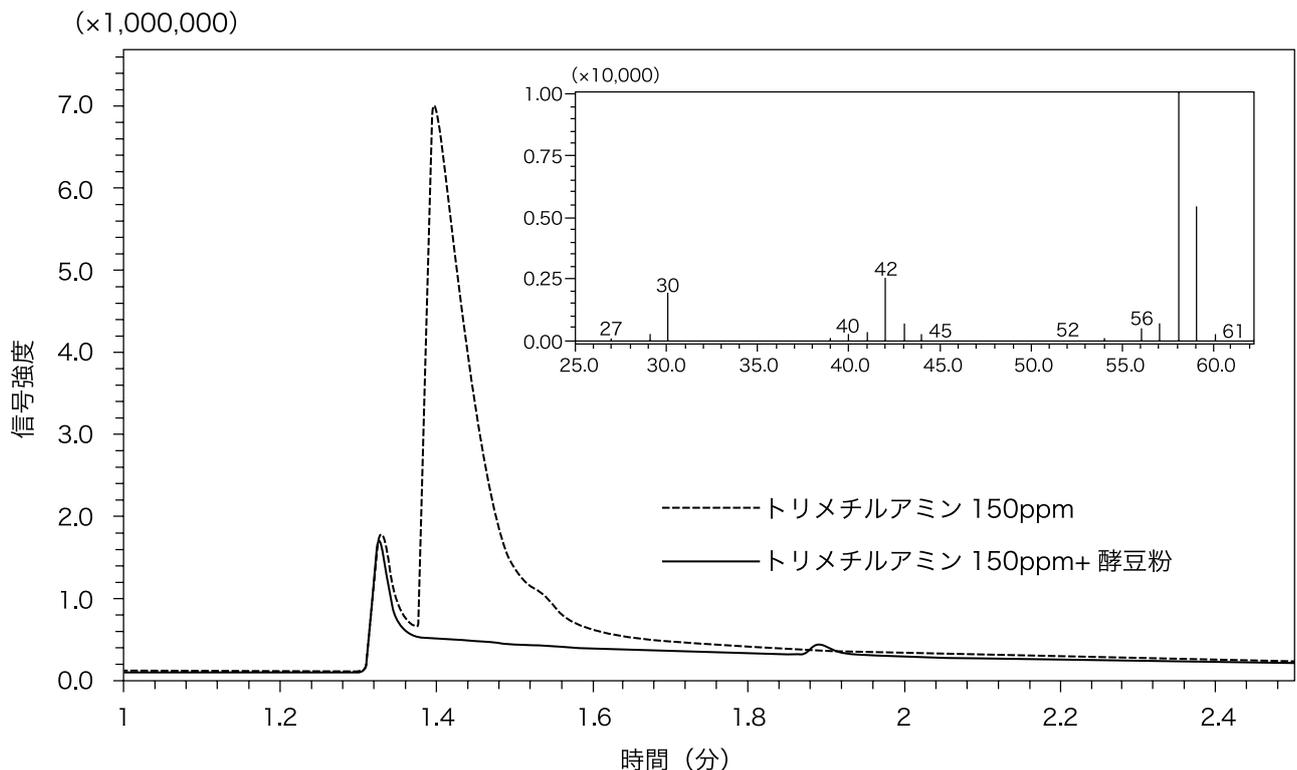


図2 酵豆粉®による生臭さ(トリメチルアミン)のマスキング効果

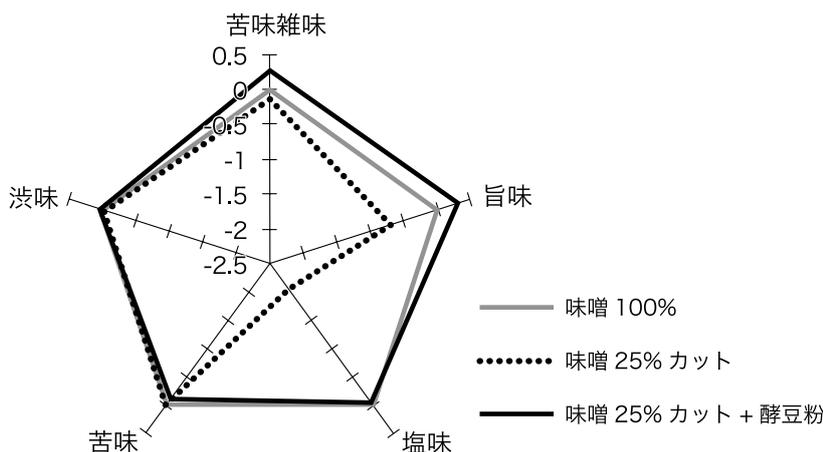


図3 酵豆粉[®]を添加した味噌汁の味覚値

- ⑥保水力向上: しっとり感を付与できる
- ⑦乳化促進: 油脂を含む食品の乳化を促進する
- ⑧吸油の抑制: 油調時に油切れをよくする

このように酵豆粉[®]を使用することによりさまざまな効果が期待できる。以下に具体例として酵豆粉[®]の応用例を示した。

2-1. 減塩味噌汁への応用

日本食を中心とした食事をする人たちが食塩摂取基準をクリアするには、味噌汁の減塩化が効果的な方法になるであろう。しかし、塩分を抑えるために味噌の添加量を減らした味噌汁は旨味や風味が乏しく、満足感を得にくい。酵豆粉[®]は塩分を増加させることなく味噌の旨味、風味を付与できるため、味噌を20-40%カットした味噌汁に酵豆粉[®]を添加することで、満足感を向上させることができる。味噌の添加量を減らした味噌汁に酵豆粉[®]を加えた際の効果を可視化するため、味覚センサー (Intelligent Sensor Technology 社製) を用いて分析を行った。図3に示したように、市販の米味噌で作製した味噌汁と比較すると、味噌の添加量を25%カットした味噌汁は、旨味と塩味が感じられにくいことがわかる。一方で、同様に味噌を25%カットして酵豆粉[®]を添加した味噌汁は、一般的な味噌汁と同様な味覚値を示した。上記の分析からもわかるように、酵豆粉[®]は味噌汁の旨味や塩味を増強し、減塩化を可能にする。味噌汁の他にも、ラーメンやサバの味噌煮、田楽などの味噌料理に応用することができ、味噌のおいしさはそのままに塩分摂取量を抑えることができる。

2-2. パンへの応用

酵豆粉[®]特有の風味は、特に発酵食品との相性が良く、パンにも広く応用できる。通常の味噌は塩分を多く含むため、風味をつけようとするとう塩味が強くなり、生地配合中の塩分の上昇でパン酵母の発酵を邪魔してしまう。酵豆粉[®]は塩味を強めることなく味わい深さをプラスすることができ発酵をスムーズに行うことができる。また、粉末のため生地と合わせることが容易で使いやすく、酵豆粉[®]を入れることで焼成後の色づきが良くなる。

2-3. チーズ製品への応用

チーズと味噌は同じ発酵食品であるため相性が良い。しかし、チーズに味噌の風味や旨味を添加しようとするとう塩味がより強くなり、商品化することは困難であった。しかし、酵豆粉[®]を用いれば、塩分含量を増やすことなく味噌の風味や旨味を付与できる。さらに、クリームチーズに添加することにより、酸味をマスキングしマイルドにするほか、酵豆粉[®]の甘みがクリームチーズのコクと重なり合って、独特の旨味を引き出してくれる。このことはチーズを主材料とする食品にも応用することができる。例えば、クリームチーズを多く使うバイクドチーズケーキに酵豆粉[®]を用いれば、独特の旨味のあるバイクドチーズケーキを作製することができる。さらに、含水量の多いチーズを用いた食品においては、酵豆粉[®]の保水性によって、製品の表面やカット面からの離水を抑える効果も期待できる。

2-4. デザートへの応用

味噌はデザートとの相性が良く、味わい深さと香ばしさを付与することができる。また、味噌の塩味によって「甘じょっぱく」なり、味にアクセントが付くことも魅力の一つとなっている。通常の味噌を使用すると、塩味が強い甘味とのバランスが悪くなることもあるが、酵豆粉®は塩味をがないため、味噌の風味をデザートにプラスすることができ、新しい味わいのデザートを創ることが可能になる。

例えば、アイスクリームに添加した場合に塩味を感じることなく味噌の旨味や風味を楽しむことができる。さらに、クリーミーでコク味や濃厚感のある食感になるため、特に低脂肪のラクトアイスへの応用が期待できる。冷菓に用いる場合の注意点として酵豆粉®を添加する場合はミックス液の粘度が上がり、オーバーラン性向が低下するので配合調整をする必要がある。また、粉末状であるため、チョコレートなど水分が少ない食品への添加も可能である。単なる風味付け目的の他、チョコレートデザート、特にホワイトチョコレートに添加した場合、過度の油脂感を抑え、食後にもあっさり食べられるようになる。羊羹に添加した場合には、酵豆粉®の保水性から、しっとりとした口当たりのものを作ることができ、さらに餡の一部を置き換えることで、羊羹の「なき」と呼ばれる離水が減少し商品価値を高めることができる。ケーキ類のスポンジ生地に応用すれば、酵豆粉®の吸水力によって生地への加水量を増やすことができ、食感を損ねることなく歩留まりを向上させることができる。その他、油脂分の多いパイ生地では、生地のまとまりが改善され、生地に伸展性が付与されることに加え、焼成後には色づき良く仕上がることも確認している。

2-5. 惣菜への応用

味噌を惣菜に添加することで強い旨味とコク味を付与できる。しかし、通常の味噌は高塩分のため、旨味を高めると塩辛くなってしまふことから使用量には制限がある。さらに、日本人の食塩摂取量は基準値を大幅に上回っていることから、味噌汁だけでなく惣菜からの塩分摂取も意識しなければならない。惣菜の塩分を抑えつつ味の充足感を与える方法として、旨味を強くすることが知られている。そこで、塩分無添加かつ旨味を付与できる酵豆粉®を使

用することで、塩分を気にすることなく、様々な惣菜に味づけすることができる。さらに、調味料としての使い方だけでなく、酵豆粉®の持つ水分保持力により食感改良としてボディ感を増すことができる。畜肉製品においては、例えば肉団子に添加するとミンチにする際に肉のまとまりが良くなり、作業効率が改善される。また肉汁を保持し、食感の柔らかい肉団子となるため、噛むことが困難な方や年配の方への惣菜として提供できる。

さらに、酵豆粉®は揚げ物に利用すると様々な効果がある。例えば、コロッケを作る際にバター液に酵豆粉®を添加すると、コロッケの吸油の抑制、食感の向上、風味の付与、揚げ時間の短縮、パン粉の付着性向上などの利点がある。これらの効能について、具体的に説明する。

a. 吸油の抑制

バター液に酵豆粉®を添加したものと無添加のもので、揚げ上がり後のコロッケの吸油量を比較する実験を行った。その結果、酵豆粉®を添加したコロッケの吸油量は20%以上も少なかった。また、吸油抑制効果があると知られている大豆粉末をバター液に添加し、同様の実験を行ったところ、無添加と比べて20%ほど吸油量が減少したことから、酵豆粉®には大豆粉末と同等の吸油抑制効果があることが示された。さらに、吸油抑制についてはバター液という使い方だけではなく、パン粉に酵豆粉®を添加するという方法でも試験を実施した。酵豆粉®入りのパン粉を作製し、酵豆粉®無添加のパン粉を対照として同様に揚げ上がり後のコロッケを作って、その効果を確認した。その結果、酵豆粉®を添加したパンを使った方が吸油量は少なく、酵豆粉®はバターやパン粉のいずれでも油調で吸油抑制効果があることが確認された。

b. 食感の向上

バター液に酵豆粉®を添加したコロッケは、無添加のものよりもサクサク感が増しており食感が改善された。これは、吸油抑制効果によっても裏付けられる結果であるが、酵豆粉®による吸油の少なさ、油切れの良さがサクサク感を付与するのに影響していると考えられる。

c. 風味の付与

酵豆粉®が添加されることで、コロッケに香ばしい風味が付与された。これは酵豆粉®本来の風味に



図4 酵豆粉[®]の応用レシピ

加え、酵豆粉[®]のアミノ酸と糖質が加熱によりメイラード反応を起こし、反応生成物が香ばしい風味を発生したことによるものである。

d. 揚げ時間の短縮

酵豆粉[®]が添加されると、コロッケにきれいな揚げ色が付きやすくなるため、揚げ色を付けるための過度の揚げ時間を省くことが可能になり、揚げ時間の短縮がはかれた。これも、メイラード反応による着色によるものである。揚げ色が付きやすくなる効果は、油調しない電子レンジやオーブンによる疑似的なフライを作る場合にも有効な手段となる。

このように、酵豆粉[®]は単に味噌の風味を付与するだけでなく、様々な食品の食感や調理時間を改善する素材の一つとして、惣菜に展開していくことが期待できる。

3. 「酵豆粉[®]」の生理機能

近年、大豆には様々な生理活性物質が含まれることが明らかにされ、その生体調節機能が注目されている。例えば、大豆たんぱく質のコレステロール¹⁾や中性脂肪²⁾の低下作用、イソフラボンのエストロゲン様作用による骨粗しょう症予防効果³⁾や更年期障害の緩和⁴⁾、大豆サポニンの脂質酸化防止作用⁵⁾による抗ガン効果や老化防止効果などが報告されている。また、味噌には大豆が有する生理機能に加え、発酵過程で生じる物質の生体調節機能も確認されている。味噌の色素であるメラノイジン⁶⁾や香気成分である HEMF (4-hydro-2 (or 5) ethyl-5 (or 2) methyl-3 (2H) -furanone)⁷⁾ は抗酸化作用やラジカルスカベンジング作用を有しており、麹菌の発酵によって増えるピログルタミンペプチドは抗炎症

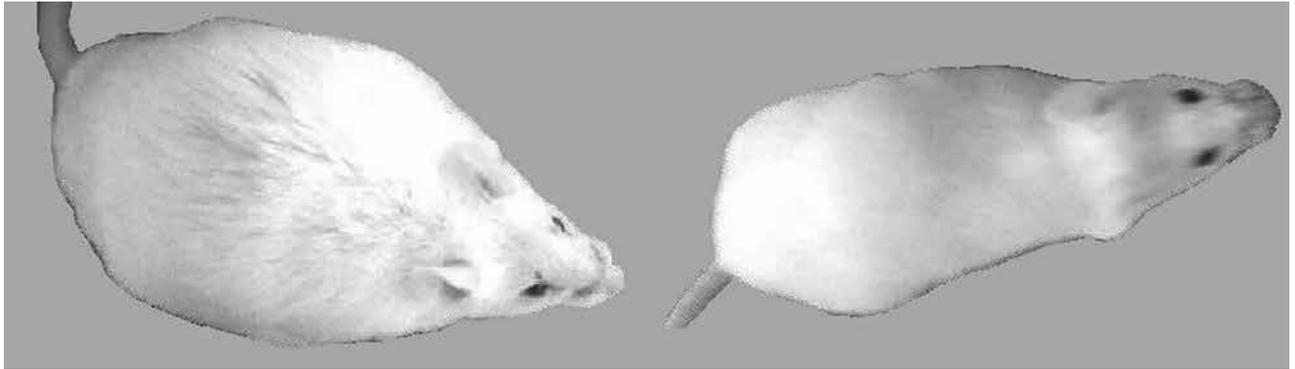
作用を示し、腸内細菌叢を改善する働きを持つ⁸⁾。酵豆粉[®]は大豆を原料とし、味噌と類似の製造工程を経た食品であるから、様々な生理機能効果が期待される。ここでは確認された酵豆粉[®]の生理機能の中から免疫調節作用⁹⁾と抗肥満作用^{10,11)}について紹介する。

3-1. 免疫調節作用

ヘルパー T 細胞は細胞性免疫に関係する Th1 細胞と液性免疫に関係する Th2 細胞などに分類され、それらがバランスを保つことで健康が維持されている。近年、花粉症を始めとしたアレルギーやアトピー症状を持つヒトが増加しているが、これらの症状は Th2 の作用が Th1 に比べて強すぎたことに起因すると考えられている¹²⁾。C3H/HeN 系雄マウス(4 週齢)を用い 1 群を 8 匹として 25% 酵豆粉[®] 添加試料および酵豆粉[®] 無添加試料で 35 日間飼育したところ、脾臓の IFN- γ ⁺CD4⁺ 細胞割合は酵豆粉[®] 添加試料群で優位に高く、パイエル板のそれも同様な傾向にあった。また、脾臓とパイエル板ともに CD11b⁺ 細胞割合と CD49b⁺ 細胞割合が酵豆粉[®] 添加試料群において高い傾向を示した。一方 IL-4⁺CD4⁺ 細胞割合は、脾臓とパイエル板ともに、酵豆粉[®] 添加試料群において無添加試料群よりも低かった。この結果は、酵豆粉[®] 添加試料での飼育によりマウスの免疫系は Th1 優位になることを示しており、ヒトのアレルギーやアトピー症状の軽減への利用の可能性を示唆している。

3-2. 抗肥満作用

マウスに対する抗肥満効果を調べるため、酵豆粉[®]



酵豆粉®を摂取していないマウス

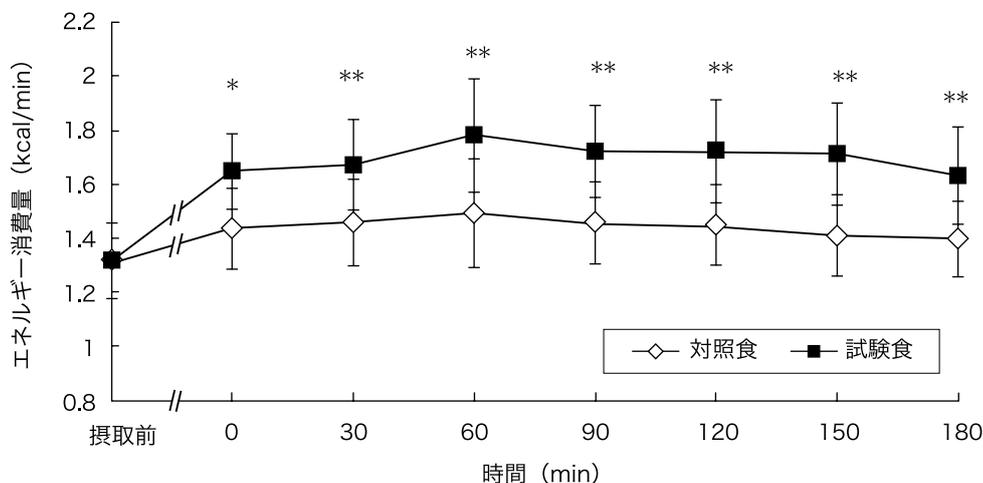
酵豆粉®を摂取したマウス

図5 酵豆粉®経口摂取による肥満抑制効果(摂取3ヵ月後のマウス)

未添加, 20% 添加および 40% 添加の高脂肪飼料ならびに標準飼料で ICR 系マウスを 12 週間飼育したところ, 酵豆粉®無添加の高脂肪飼料群のマウスは標準飼料群のマウスと比べて体重, 肝臓重量, 腹腔内脂肪組織重量が優位に増加した。また, 肝臓および血清中の脂質量と, 血清グルコース量も標準飼料群と比べて優位に増加した。しかし, 高脂肪飼料に酵豆粉®を添加することにより, 体重, 肝臓重量, 腹腔内脂肪組織重量および血清グルコース量の上昇は抑制された。一方, 肥満度と正の相関を示す脂肪組織中のレプチン¹³⁾ およびレジスチン¹⁴⁾ mRNA の発現量は酵豆粉®を添加することにより優位に低下し, 肥満度と負の相関を示すアディポネクチン (ACRP30) mRNA¹⁵⁾ の発現量は上昇した。また, 外観的にも酵豆粉®を与えたマウスは, 標準飼料を与えたマウスと比べてほとんど違いは見られな

かったが, 酵豆粉®を配合していない高脂肪飼料を与えたマウスは全体的に肥大化した(図5)。以上の結果は, 酵豆粉®のマウスへの経口投与は高脂肪飼料誘導肥満に対して抗肥満効果があることを示している。

さらに, 酵豆粉®がヒトに与える健康効果を確認した。健常成人 10 名(男性 7 名, 女性 3 名, 平均年齢 32.4±7.8 歳)に, 試験食として酵豆粉®20g を含むスープ 200g と 740kcal 相当の基礎食, または対照食として酵豆粉®と同一の栄養成分となるように調整したスープ(大豆粉末, 大豆タンパク, 大豆多糖類およびデキストリン)と 740kcal 相当の基礎食を異なる日に摂食させた。摂食後 30 分ごとに 180 分にわたり呼気中の酸素消費量を間接熱量測定法により調べ, 食事誘導産熱およびエネルギー消費量を算出した。その結果, 酵豆粉®を含む試験食を



平均値±標準偏差

* : $p < 0.05$ 対照食との有意差 (対応のある t 検定), ** : $p < 0.01$ 対照食との有意差 (対応のある t 検定)

図6 酵豆粉®摂取によるエネルギー消費量の変化

摂食することによる食事誘導産熱が、対照食を摂食した時と比較して優位に増加した ($p<0.01$)。また、食後0分から180分の全測定時においてエネルギー消費量が優位に増加した (図6)。さらに、被験者10名全てにおいて、酵豆粉[®]を含む試験食の摂食により食事誘導産熱が対照食と比べ増加した。これらの結果は、酵豆粉[®]を摂取することで基礎代謝が上がり抗肥満効果が期待できることを示している。

おわりに

日本の伝統的な食事は、米飯とみそ汁を中心に魚介類、大豆、野菜と海藻、少量の肉類から構成され、栄養バランスの取れたものである。しかし、近年は米の消費量が減少する一方で畜産物や油脂の消費量が増加し、エネルギーの過剰摂取や栄養バランスの崩壊が生じた結果、生活習慣病の増加が問題視されるようになった。現在の疾病全体に占める生活習慣病の割合を見てみると、死亡原因では5割、医療費では3割を占めており(厚生労働省「2019年人口動態統計」,「2018年国民医療費」),日本人の健康に対する大きな脅威となっていることがわかる。よって、日本人の健康寿命を延ばすためには古くから日本人の健康を支えてきた和食への回帰が一つの解決策だと考えられる。ところが、和食にも注意しなければならない点として塩分の過剰摂取とカルシウムの不足が挙げら

れる。大豆はカルシウムを手軽に補給するために有効な食品であるが、特に大豆を原料とした味噌汁は出汁の煮干しや鰹節、具に利用される豆腐やワカメにもカルシウムが豊富に含まれており、減塩化を達成することができれば和食の課題を克服することができる。そこで、毎食の味噌汁を減塩化する手軽な方法として大豆発酵粉末「酵豆粉[®]」を提案したい。減塩食品は味気のないイメージがあると思うが、酵豆粉[®]は減塩味噌汁にパパッと振りかけるだけで、味噌汁本来の旨味や風味を増長し減塩を感じさせない仕上がりになる。また、無塩味噌粉末は前例のない食品素材であるため、先に紹介したベーカリー、チーズ製品、デザート、惣菜への利用の他にも様々な食品への応用が期待される。

余談になるが、弊社は長野県伊那市を本拠地とする寒天メーカーである。寒天も味噌と同様に長い食経験を持つ伝統食品であり、食物繊維を豊富に含むため、様々な健康効果が期待できる。たとえば、食物繊維は整腸作用や血糖値の上昇抑制だけでなく、塩分を排出する効果などが知られている。弊社では味噌汁にひとつまみ入れるだけで手軽に食物繊維がとれるスープ用糸寒天といった商品も取り揃えているので、味噌汁に酵豆粉[®]と寒天を加え、おいしく健康増進に役立てていただければ幸いである。

参考文献

1. Rosell M.S, Paul N.A, Elizabeth A.S, *et al.*: Soy intake and blood cholesterol concentrations: a cross-sectional study of 1033 pre- and postmenopausal women in the Oxford arm of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* **80**: 1391-1396, 2004.
2. Wang Y, Jones P.J, Ausman L.M, *et al.*: Soy protein reduces triglyceride levels and triglyceride fatty acid fractional synthesis rate in hypercholesterolemic subjects. *Atherosclerosis* **173**: 269-275, 2004.
3. Atkinson C, Compston J.E, Day N.E, *et al.*: The effects of phytoestrogen isoflavones on bone density in women: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* **79**: 326-333, 2004.
4. Adlercreutz H, Hamalainen E, Gorbach S, *et al.*: Dietary phyto-oestrogens and the menopause in Japan. *Lancet* **339**: 1233, 1992.
5. Rodrigues H.G, Diniz Y.S, Faine L.A, *et al.*: Antioxidant effect of saponin: potential action of a soybean flavonoid on glucose tolerance and risk factors for atherosclerosis. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* **56**: 79-85, 2005
6. Chuyen N.V, Ijichi K, Umetsu H, *et al.*: Antioxidative properties of products from amino acids or peptides in the reaction with glucose. *Adv. Exp. Med. Biol.* **434**: 201-212, 1998
7. Koga T, Moro K, and Matsudo T: Antioxidative behaviors of 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone and 4-hydroxy-2(or 5)-ethyl-5(or 2)-methyl-3(2H)-furanone against lipid peroxidation. *J. Agric. Food Chem.* **46**: 946-951, 1998
8. Wada S, Sato K, Ohta R, *et al.*: Ingestion of low dose pyroglutamyl leucine improves dextran sulfate sodium-induced colitis and intestinal microbiota in mice. *J. Agric. Food Chem.* **61**: 8807-8813, 2013.
9. 大谷元, 杉浦庸子, 明尾一美 他: 2006年度農化大会講演要旨集 p.49.
10. 小島正明, 落俊行, 明尾一美 他: 米麴による食塩無添加大豆発酵粉末の高脂肪飼料誘導肥満マウスに対する抗肥満効果. 日本栄養・食糧学会誌 **62**: 171-178, 2009.
11. 明尾一美, 小島正明, 埋橋祐二: 無塩味噌(食塩無添加大豆発酵粉末)の食事誘導産熱に及ぼす効果. 健康・栄養食品研究 **10**: 27-32, 2007.
12. Yamamoto J, Adachi Y, Onoue Y, *et al.*: Differential expression of the chemokine receptors by the Th1⁻ and Th2⁻ type effector populations within circulating CD4⁺ T cells. *J. Leukoc. Biol.* **68**: 568-574, 2000.
13. Halaas J.L, Gajiwala K.S, Maffei M, *et al.*: Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science* **269**: 543-546, 1995.
14. Steppan C.M, Bailey S.T, Bhat S, *et al.*: The hormone resistin links obesity to diabetes. *Nature* **409**: 307-312, 2001.
15. Arita Y, Kihara S, Ouchi N, *et al.*: Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **257**: 79-83, 1999.

伊那寒天®

高粘弾性寒天
大和・柔

一般用寒天
Sシリーズ

和菓子用寒天
Zシリーズ

低強度寒天
ウルトラ寒天
シリーズ

高融点寒天
Mシリーズ

微妙な「差」が決定打となる
- 用途に適した寒天を -

即溶性寒天
UPシリーズ

錠剤用寒天
崩壊用精製寒天

超高強度寒天
カリコリカン

乳製品用寒天
SYシリーズ

伊那食品工業株式会社
本社 / 長野県伊那市西春近 5074
TEL 0265-78-1121
www.kantenpp.co.jp



製菓・製パンのフードロス低減に 寄与する加工澱粉の役割

東川 浩 (HIGASHIKAWA Hiroshi)¹

Key Words: 製菓, 製パン, フードロス, 加工澱粉, タピオカ澱粉, 冷凍解凍安定性

1. 昨今のフードロス問題について

「フードロス」とは、本来食べられるのに捨てられてしまう食品をいい、食品生産のため多量のエネルギーが消費され、特に水分の多い食品は、廃棄の際に運搬・焼却によって余分なCO₂を排出にも悪影響するため、環境にも負荷を与えてしまう。

日本の食品廃棄物は年間2,550万トンと言われており、その中で本来食べられるのに捨てられる食品「フードロス」の量は年間約612万トン（売れ残り、規格外品、返品、食べ残し、直接廃棄）になっている（平成29年度推計値）。そのうち事業系が約328万トン、家庭系が約284万トンであり、国民一人当たりのフードロスは、1日約132g（茶碗一杯のご飯量に相当）に及び、年間では約48kg（年間一人当たりの米消費量、約54kgに近い）までとなる。事業系フードロス328万トンの中で、127万トンが外食産業、121万トンが食品製造業、64万トンが食品小売業、16万トンが食品卸売業である。

2000年には食品リサイクル法が成立し、2030年までに事業系フードロスを半減する目標が設定された。2019年には食品ロス削減推進法が施行となり、事業者はフードロス削減に積極的に取り組む責務が発生した。

フードロスの把握し見直しを図る、規格外や未利用の農林水産物の有効活用、納品期限3分の1ルール）の緩和、賞味期限表示の大括り化、賞味期限の延長、値引き・ポイント付加等による売り切り、小盛りメニュー導入、持ち帰り対応、取り組み内容の

積極的開示等々、事業者は従来とは異なる行動・役割が要求されるようになっている。

本稿では、製菓・製パン用途において、加工澱粉の応用によるフードロスの低減に貢献できる可能性について考える。

2. フードロス低減のための加工澱粉の役割

製菓・製パン用途において、もちり感、ソフト感、しっとり感を維持して、違和感なく喫食できるようになることがフードロス低減に繋がると考えられる（制菌については別分野であり、その他のアプローチが必要である）。

加工澱粉の機能特性がフードロス削減に寄与できる分野と言えば、賞味期限の延長であろう。現行商品の賞味期限を適正化する必要とともに、美味しさをできる限り長く保持できる配合の新提案が必要とってくる。

製菓・製パンにおいて、高い保水力を有する加工澱粉を利用して、高機能製品を開発することが、以下の項目の改善に繋がる。

- ①常温で、もちり感が優れ、ソフトでしっとりした食感を長期間維持する。
- ②凍結解凍安定性を改良し、冷凍流通にも耐え得るようにして、解凍時にも品質・食感を維持する。
- ③食感維持が厳しい条件であるチルド環境下における老化耐性を改良する。

これらが、結果的にフードロス削減に繋がるのではないかと考えられる。

¹ 伊藤忠食糧株式会社 穀物油脂本部 食糧素材部 R&D・市場開発担当部長
TEL 03-5771-6374 e-mail : higashikawa-h@itochufsm.co.jp

3. フードロス低減のための加工澱粉利用によるアプローチ

例えば、元来保水性が高い澱粉原材料を選択し(タピオカ、ワキシコーン、もち米、ワキシポテト等)、その澱粉に親水性化学基を導入し、その置換(加工)レベルを食品衛生法で定められた上限近くまで上昇させることによって、極めて保水力の優れた加工澱粉を製造することができる。

様々な加工方法の中で、最も置換基の分子量が大きく、結合力も高い「ヒドロキシプロピル化」した製品が最適である。加工度は最高レベル(食品衛生法上の範囲内で)まで上昇させることによって、その効果を最大限に発揮することができる。

用途によっては、耐熱・耐酸・耐シエア性等の加工耐性が要求されるので、必要に応じて、架橋反応等の処理を加えることも必要となる。また、吸水能力が極めて優れるアルファ澱粉を使用することによって、多加水によってしっとり感を向上させ、水分を維持の長期化が期待できる。特にアルファ澱粉は、加熱条件の如何を問わず保水能力を最適化できるので、汎用性は高い。

アルファ澱粉の中では、澱粉粒を完全膨潤に近い状態で加熱ダメージを最小限に抑制して乾燥することができ、澱粉粒の崩壊がほとんど見られない、スプレークッキング製法による澱粉(一般的に冷水可溶澱粉と呼ぶ)は、効果が高いと言える。

これらの加工澱粉を有効に応用していくことがフードロス低減に貢献できると考えられる。

4. 三種の流通～保管条件による安定性の検証

①常温で、もちり感が優れ、ソフトでしっとりした食感を長期間維持する

本誌2019年8月号に高加工ヒドロキシプロピルタピオカ澱粉 CIT-407、ワキシコーン原料で高加工度の冷水可溶澱粉 CWS-W1 を併用し、食パン、どら焼きへの応用例を紹介した。

高加工度のタピオカ澱粉によって高いもちもち食感を表現し、吸水能力が極めて優れる冷水可溶澱粉によってしっとり感、ソフト感を維持させる試みによって、常温保管3日後においても食パンの老化を抑制し、ソフト感、もちもち感、くちどけ、風味を維持できること。さら

には、同加工澱粉製品をどら焼きに応用した場合、食感を長期にわたって維持することができ、常温1ヶ月後でも高いもちもち感を現わすことに成功した。このような手法は、多種多様な製パン用途、生菓子、半生菓子、デザート等々にも応用できると考えられる。

②凍結解凍安定性を改良し、冷凍流通にも耐え得るようにして、解凍時にも品質・食感を維持する原料、加工方法共に保水性が非常に高い澱粉の中でも、著しく冷凍解凍安定性が優れていると思われる加工澱粉を選択し、比較試験を実行した。また、条件を極めて厳しくするために、緩慢冷凍～自然解凍という工程を1サイクルとし、この工程を繰り返して、冷凍～解凍に対する耐性を確認した。

原料としては、ワキシコーンのようなもち種、もち種と物性の似たタピオカを選択した。

加工方法としては、ヒドロキシプロピル化、ヒドロキシプロピル化リン酸架橋を選択し、保水力を高めるため置換度を極めて高くし、水分を保持目的で澱粉内の分子間距離をできる限り大きくするため架橋度は、無～低とした。

CIT-407はヒドロキシプロピルタピオカ澱粉、CIT-607Lはヒドロキシプロピル化リン酸架橋タピオカ澱粉、CIX-607Lは、ヒドロキシプロピル化リン酸架橋ワキシコーン澱粉である。冷凍解凍安定性試験結果を表1に示す。この結果より、高ヒドロキシプロピル化、または高ヒドロキシプロピル化リン酸架橋のタピオカ澱粉が、冷凍解凍安定性が最も優れる結果となった。

さらに高ヒドロキシプロピル化低リン酸架橋タピオカ澱粉を5サイクルまで冷凍解凍を繰り返した時の顕微鏡写真を糊化直後と比較する。さらに若干白濁は進んでいくが、澱粉粒はほとんど崩壊せず、はっきりとその形状を維持しており、冷凍解凍安定性が非常に優れていることが確認できた(写真1, 写真2参照)。

③食感維持が厳しい条件であるチルド環境下における老化耐性を改良する

表1 冷凍解凍安定性試験結果(糊液濃度:5%)

製品名	糊化直後	1サイクル後	2サイクル後	3サイクル後
CIT-407	透明	透明	透明	透明
CIT-607L	透明	透明	透明	若干白濁
CIX-607L	透明	透明	若干白濁	若干白濁

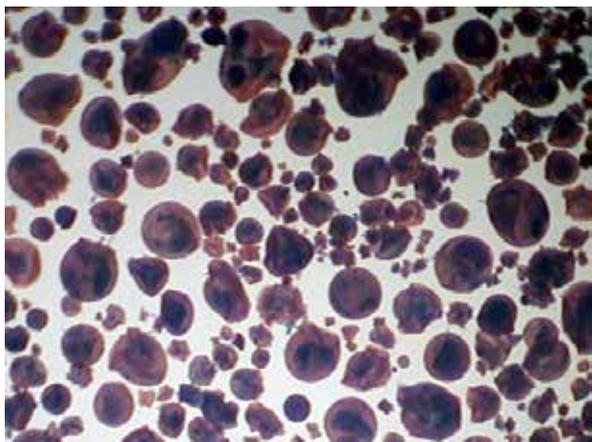


写真1 顕微鏡写真 糊化直後の高ヒドロキシプロピル化低リン酸架橋タピオカ澱粉

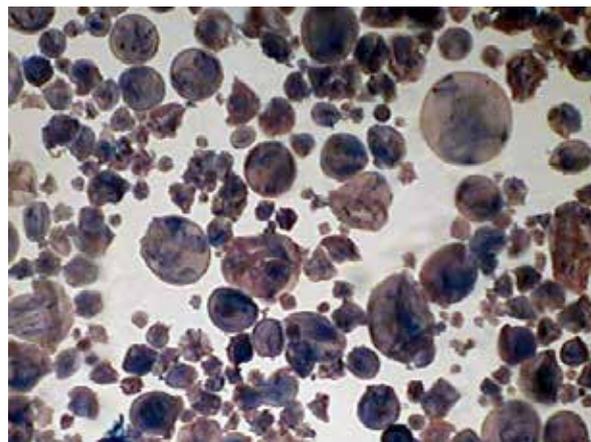


写真2 顕微鏡写真 冷凍解凍5サイクル後の高ヒドロキシプロピル化低リン酸架橋タピオカ澱粉

表2 チルド安定性試験結果（糊液濃度：10%）

製品名	糊化直後の外観	冷蔵7日後の外観
CIT-407	透明	透明
CIT-607L	透明	透明
CIX-607L	透明	透明

②と同一製品の糊液を冷蔵庫で1週間保管し、その外観の変化を観察した。離水や不均一構造も全く確認できなかったことにより、これらの製品はチルド安定性が極めて優れていることが確認できた（表2参照）。

5. 結論

前述の加工澱粉を活用することによって、常温、チルド、冷凍の各種条件下の流通～保管においても、賞味期限を長期化し、フードロスの低減に貢献できる可能性は高い。

今後は益々本問題についての要求が高まってくるのではないかと考えられる。さらに多岐多様な分野において、加工澱粉の応用が拡大していくことを望むものである。



高機能澱粉販売開始



もち

CIT-407

従来になかった高いもちもち感

CWS-W1

極めて高い保水能力

お問い合わせ

伊藤忠食糧株式会社

穀物油脂本部
〒107-0062 東京都港区南青山 1-1-1 新青山ビル西館 6F
TEL(03)5771-6374 FAX(03)5771-7243

新解説 グルテンフリー食品中の擬似穀物の利用 1 —アマランス—

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, 擬似穀物, アマランス, キノア, ソバ

本論文「新解説 グルテンフリー食品中の擬似穀物の利用 1 —アマランス—」は“Gluten-Free Cereal Products and Beverages” (Edited by E. K. Arendt and F. D. Bello) 2008 by Academic Press (ELSEVIER) の第8章 Oat products and their current status in the celiac diet を翻訳紹介するものである。

紹介

アマランス, キノアは, コロンブス以前のラテンアメリカ文化の主要な作物であった。しかしスペインが南米征服後, これらの作物の消費と栽培は制限され, そのあと小さなスケールで僅かに続いた。両作物は良い栄養的性質を示すことがわかったので, 関心が再び盛り上がった。キノア生産は, 2006年にボリビアで25,329トン, エクアドルで652トン, ペルーで32,590トンであった (FAOSTAT, 2006)。アマランスとキノアの栽培は比較的低い所に留まっている—アマランスはFAO統計リストにその生産データに関する報告がなく—しかしながら人の栄養のためにアマランスは大きく商業的栽培は行なわれている。南米諸国以外, USA, 中国, ヨーロッパで生産している。

ソバはももとは中央アジアのものであり, 遊牧民によって中央, 東ヨーロッパに伝えられた。13世紀にはドイツ, オーストリア, イタリアではある程度重要になったが, 他の穀物の栽培のために低下した。今日ではソバは, グルテンフリー食としてカンバックすることで重宝されていて, 今や2500万ヘクタールの土地に穀粒200万トンが生産されている。2005年には中国は最も多く8,000,000トンを生産し, 続いてロシア (605,640トン), ウクライナ (274,700トン) であった (FAOSTAT, 2006)。ヨーロッパは, 72,096トンがポーランドで, 124,217ト

ンがフランスで, ハンガリー, スロベキア, ラトビア, リトアニアで少量が生産された。日本は主なそば輸入国である。植物学的検知からすると, アマランス, キノア, ソバは双子葉植物であり, そこで穀物 (単子葉植物) ではない, しかしそれらが穀物のようにデンプン—リッチ種子を生産するのでそれらを擬似穀物と呼ぶ。図7.1に3種の植物の開花状態を示した。ある系統分類によると, *Amaranthus* と *Chenopodium* 属はともに *Caryophyllales* 目に入り, 一方ソバ (*Fagopyrum*) は *Polygonales* 目に入る。*Polygonales* と *Caryophyllales* は密接に関係あり, ともに *Caryophyllidae* の subclass (亜綱) である。しかしながら *Drzewiecki et al.*, (2003) のデータは, *Polygonales* と *Caryophyllales* の間には顕著な遺伝的距離がある事を示し, 最近 *Corinsein et al.*, (2005) によってはっきりさせられた。キノア, ソバ, アマ



図7.1 左から右に, アマランス (*Amaranthus cruentus*), キノア (*Chenopodium quinoa*), ソバ (*Fagopyrum esculentum*)

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

ランス（属として）は系統発生的には離れた分類群であると考えられ、Aphalo *et al.*, (2004) によると、しかし重合化した 11S アマランスグロブリン（グロブリン-P）はキノアグロブリンと交差反応性を示し、程度は低いがひまわり、米のグロブリンとはその程度が低かった。

アマランスは 60 種以上が世界中で知られる。今日用いられている主な穀粒のアマランス種は、*Amaranthus caudatus*L. (syn. *edulis* Spegazzini), *Amaranthus cruentus* L. (syn. *paniculatus* L.), および *Amaranthus hypochondriacus* である。キノアの中では甘い、苦い品種があり、それはサポニン含量による（例えばもしサポニン含量が 0.11% 以下ならその品種は甘いものと考えられる）(Koziol, 1991)。ソバには 2 種が一般に栽培されており、ふつうソバ (*Fagopyrum esculentum*) とダツタンソバ (*Fagopyrum tataricum*) である。

アマランスの種子はレンズ状の形状で約 1mm の直径である。1000 粒重はほんの 0.5-1.4g である。キノア種子はアマランス種子より少し大きく、1000 粒重はほぼ 1.9-4.3g である。穀物に比べて内胚乳周辺はデンプン-リッチの組織（胚乳）ではリング状を作り、全種子重量中の約 25% である。ソバの種子は 3 つのアングルの瘦果、6-9mm 長である。*F. tataricum* の果実はより小さく（4-5mm）、そのかどはよりまるい。1000 粒重（10-20g）で主に外皮の厚さによる。構造的、化学的に、胚乳は穀物粒のそれによく似ていて、非デンプン性アリューロン層と殆どデンプン粒のつまった胚乳からなる大きな細胞

からなる。

化学成分

表 7.1 にアマランス、キノア、ソバの化学成分をまとめた。

アマランス

炭水化物、デンプン

アマランスデンプンの分析値は穀物に比べて 2 つの大きな違いがある。はじめに、デンプンはアマランス中の主炭水化物であるが、しかし一般に穀物中より量は低い（表 7.1）。次にアマランスデンプンは内胚乳にはなく外胚乳中にあり、そこでは典型的な成分、デンプン粒は直径約 50-90 μ m であり、アミロプラストの中で生成する。水に懸濁すると、1-3 μ m の小デンプン粒は凝集体から抽出される (Wilhelm *et al.*, 2002)。小粒のデンプン粒成分が典型的には殆どデンプンの材料である。粒子はクラスターとして表面を小さくするように集まり、そこで特徴的な物質として形成する。デンプンの特異的表面域は粒の直径が小さく成るに連れて顕著に増加する。Wilhelm *et al.*, (2002) は、アマランスの小デンプン粒表面に対して 5.194m²/cm³ の値を与えた。Hunjaj *et al.*, (2004) は、*A. cruentus* からデンプンを分離した。SEM（走査型電顕）を使ってデンプン粒は直径 0.8-1.0 μ m の多角形である事を示した。

X-線解析パターンは、アマランスデンプンが典型的な“A”タイプの結晶性であることを示した (Paredes-Lopez *et al.*, 1994; Qian and Kuhn, 199A;

表 7.1 アマランス *Amaranthus* spp.、キノア *Chenopodium quinoa*、ソバ *Fagopyrum esculentum* の一般組成

成分	組成 (平均値%, 範囲はカッコ内)		
	<i>Amaranthus</i> spp.	<i>Chenopodium quinoa</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>
Water	11.1 (9.1-12.5) ^a	12.7	14.1 (13.4-19.4)
Protein (N x 5.8)	14.6 (14.5-14.8)	13.8 (12.2-13.8)	10.9 (10.4-11.0)
Fat	8.81 (6.56-10.3)	5.04 (5.01-5.94)	2.71 (2.40-2.80)
Starch	55.1	67.35 ^b	67.2
Crude fiber	3.9-4.4 ^d	2.3 ^c	—
Dietary fiber	11.14 ^b	12.88 ^b	8.62 ^b
Minerals	3.25	3.33 (2.46-3.36)	1.59 (1.37-1.67)

From Souci *et al.* (2000).

^a The range given in brackets represents the range from the lowest to the highest value given in the literature.

^b Own measurements.

^c Saunders and Becker (1984).

^d Based on dry matter, Gamel *et al.* (2006a).

Hunjai *et al.*, 2004)。アマランスデンプンのアミロース含量は、他の穀物デンプンよりずっと低く 0.1-11.1% といろいろな違いがある (Stone and Lorenz, 1984; Perez *et al.*, 1993; Hunjai *et al.*, 2004)。アミロペクチンは短鎖枝のグルカンからなるとわかり、平均分子量は 11.8×10^6 g/mol である (Praznik *et al.*, 1999)。デンプン粒の小サイズは高アミロペクチン含量同様、殆どのアマランスデンプンの物理的性質を説明する。他の穀物と比較して、アマランスデンプンは特別の冷凍-解凍、および老化重要性 (Baker and Rayas-Duarte, 1998; Wilhelm *et al.*, 2002; Hunjai *et al.*, 2004)、高糊化温度 (Becker *et al.*, 1981)、粘度 (Hunjai *et al.*, 2004; Becker *et al.*, 1981; 他)、より高い水吸収能 (Calzetta-Resio *et al.*, 2000; Hunjai *et al.*, 2004)、高水分活性能でのより高い吸収能 (Paredes-Lopez *et al.*, 1989; Schoenlechner, 1997; Ca; Izzetta-Resio *et al.*, 1999)、高溶解性同様、高膨潤能と酵素感受性を示す (Singhal and Kulkarni, 1990; Baker and Rayas-Duarte, 1998; Hunjai *et al.*, 2004)。Hunjai *et al.*, (2004) は、異なったデンプン懸濁液を 55-95°C で加熱する事でアマランスデンプンが一定の膨化力を持ち、75°C 以上の温度では膨化力増加のないことを示すことが出来た。さらに溶解性は 75°C 以後変化しなかった。

抵抗デンプン

抵抗デンプン (RS) は、単に自然界にあるのみならず加工中にも形成される。食物繊維の様に RS はヒトの消化酵素に感受性がなく、結腸にまで達して細菌相で発酵する。RS は価値のある生理的効果を持ち、例えば血液脂質の低下、結腸ガンの危険性を低下したりする。RS 含量は、用いた分析法と同様に、食品中に存在するデンプンの性質、粒のタイプ、アミロース/アミロペクチン比、デンプンの結晶性により決まる。食品加工条件は RS 含量形成に影響する。Gonzalez *et al.*, (2007) は、RS 含量が 0.65% と見出した。エクストルージョンクッキングと流動相加熱により、この含量は増加し、一方、調理とポップングは低下する (Gamel *et al.*, 2005)。Lara and Ruales (2002) はポップしたアマランスで RS 含量を求め、そこでは約 0.5% であり、アマランスデンプンの利用効果は非常に大きい。Mikulikova and Kraic (2006) は、18 のアマランス遺伝子型の

RS を決めた (AACC methods 32-40 による RS3 の酵素的測定)。広範の $1.24 \pm 1.22\%$ という値が種子で測定されたが、それはアマランス種のアミロース含量の広いバリエーションによって説明された。RS/全デンプンはアマランスで 1.98% であった。RS4.5% 以上含む作物は良質のものと考えられる。

低分子量炭水化物

単糖、二糖のみがアマランス中に少量見出される。Gamel *et al.*, (2006a) によると、*A. cruentus* と *A. caudatus* の 2 種の全糖含量は、1.84 から 2.17g/100g の範囲であった。他の糖組成を考えると、ショ糖が主で 0.58-0.75g/100g とわかった。他の糖の値はガラクトース+グルコース 0.34-0.42g/100g、フラクトース 0.12-0.17g/100g、マルトース 0.24-0.28g/100g、ラフィノース 0.39-0.48g/100g、スタキオース 0.15-0.13g/100g、イノシトール 0.02-0.04g/100g であった。値はこれまでの報告されたものに良く一致した (Becker *et al.*, 1981; Saunders and Becker, 1984)。

繊維

食物繊維、可溶性および不溶性は、ヒトの健康に有益な効果のあることが知られている。アマランスの繊維含量は他の穀物の範囲内にあり、そして違う種で大きなバラエティがある。可溶性食物繊維の区分は *A. cruentus* で 19.5 から 27.5%、*A. hypochondriacus* で 33.1-49.3% である (Bressani *et al.*, 1990)。

タンパク質

擬似穀物の栄養価は主にそのタンパク質含量に結びつく。アマランスはソバやキノアよりタンパク質含量が高い。65% のタンパク質は胚と種皮に存在し、35% はデンプンリッチの内胚乳にある (Saunders and Becker, 1984)。タンパク質含量、アミノ酸パターンは遺伝子型と成長条件による。

貯蔵タンパク質

アルコール可溶プロラミンは、小麦、大麦等の穀物の大部分の貯蔵タンパク質を示すが、双子葉植物の貯蔵タンパク質の主体はグロブリンとアルブミンである (Gorinstein *et al.*, 2002; Drzewiecki *et al.*, 2003)。Osborn 分類によると、アマランスタン

パク質の約40%はアルブミン、20%がグロブリン、25-30%グルテニン、僅か2-5%がプロラミンである (Segura-Nieto *et al.*, 1994; Bucaro and Bressani, 2002; 他)。Gorinstein *et al.*, (1999) は、より低い量のプロラミン様 (アルコール可溶) タンパク質の約1.2-1.4%を見出し、より低いプロラミン (0.48-0.79%) は Muchova *et al.*, (2000) により測定された。Gorinstein *et al.*, (1999) によると、アマランスのタンパク質の性質は米に似ているという。SEM および SDS-PAGE を用いて、Gorinstein *et al.*, (2004) はアマランスと大豆のタンパク質区分が非常に良く似ていることを見出した。プロラミンは穀物とは異なり、一方グルテリン区分は多少トウモロコシに類似している (Gorinstein *et al.*, 2001, 2004)。沈降係数によると2つの主要な綱のグロブリンは違っていて;7S と 11S グロブリンである。アマランスでは、類似の7S (コンアマランチン) と 11S (アマランチン) 貯蔵グロブリンが見出された (Marccone *et al.*, 1994; Martinez *et al.*, 1997; Marccone, 1999)。熱処理は水溶性タンパク質区分 (アルブミン, グロブリン), アルコール可溶区分 (プロラミン) を低下した (Gamel *et al.*, 2005)。結論されることは、アマランスタンパク質は、他の双子葉植物、例えば豆の様なものに類似している種子タンパク質であり、大部分の穀物プロラミンとは関係ないということである。

アミノ酸

擬似穀物には高含量の必須アミノ酸成分があり素晴らしい。特にメチオニン, リジン, アルギニン, トリプトファン, S-含有アミノ酸が、他の穀物に比べて高レベルで見出される (Matuz *et al.*, 2000a; Gorinstein *et al.*, 2002)。アマランスでは、必須アミノ酸の総計はタンパク質 100g 中 47.65g と報告されている (Drzewiecki *et al.*, 2003)。大豆と比較すると、より高濃度のグルタミン, グリシン, メチオニンがアマランスに顕著に見出され、一方、チロシン, システインおよび不可欠アミノ酸 (例えばイソロイシン, ロイシン, フェニルアラニン) は顕著に大豆よりアマランスでは低い。アマランス, 大豆ともに全卵タンパク質にくらべ、比較的あるいは高い量のアミノ酸である。Morales de Leon Josefina *et al.*, (2005) は、高含量 S 含有アミノ酸を断言した (4.09-5.34g/16gN)。Correa *et al.*, (1986) はロイシン

は制限アミノ酸であり、しかし制限アミノ酸に関する文献データは制限されている。化学的スコアを考えた時、幾人かの著者はロイシンがアマランスで制限アミノ酸であることを示した (Becker *et al.*, 1981; Saunders and Becker, 1984; Pederson *et al.*, 1987; Abreu *et al.*, 1994; Escudero *et al.*, 2004), 一方タンパク質効果比 (PER) を考えた時、スレオニンは制限アミノ酸であることがわかった (Bressani *et al.*, 1989)。ポップングの後、アミノ酸チロシンの損失は最大であり、つづいてフェニルアラニン, メチオニンである (Gamel *et al.*, 2004)。化学スコアをベースとすると、ポップしたサンプル中ではリジンは制限アミノ酸であり、それは Tovar *et al.*, (1989) により以前報告された様である。

栄養的品質

タンパク質品質は単にアミノ酸組成だけでなく、生化学的利用性あるいは活性化にもよる。タンパク質消化性は、リジンの利用, 全タンパク質利用率 (NPU), あるいは PER は広くタンパク質の栄養的品質のインデケーターとして用いられる。この点で擬似穀物タンパク質の値は穀物と比べてずっと高く、それはカゼインに近い。Bejosano and Corke (1998) は、平均タンパク質消化率, 生のアマランス全粒粉で 74.2% を測定し, Guzman-Maldonado and Paredes-Lopez (1994) の発見をはっきりさせた。僅かに高い値が Escudero *et al.*, (2004) と Gamel *et al.*, (2004) により 81%, 80-86% とそれぞれで見つかった。タンパク質の消化率の増加は加熱で平均 2.7% であった。これは炭水化物-タンパク質複合体の破壊, あるいはトリプシンインヒビターあるいはポリフェノールの様な抗栄養ファクターの不活性化によって説明される (Bejosano and Corke 1998)。特に、高い関係がタンパク質消化性とポリフェノールの存在の間に見出され、一方ほんの弱いトリプシンインヒビターと関係ある事がわかった。Fadelp *et al.*, (1996) は、加熱処理はトリプシンインヒビターの活性を低下させ、アマランスの栄養価値を改良することを示した。

Correa *et al.*, (1986) は、アマランスタンパク質で化学スコアを 50-67 と計算した。計算した PER (C-PER) の値は 1.39 から 1.80 の範囲であり、その生化学的値 (BV) は 52 から 68 であった。類似の

値が最近 Escudero *et al.*, (2004) により見いだされた。Yanez *et al.*, (1994) は C-PER 値がアマランスで 1.94 で、カゼインで 2.77、小麦中で 1.64 に比較して求められた。全体タンパク質比 (NPR) 値は 3.04-3.20 の範囲であり、カゼイン中の 4.08 から NPR と比較された。タンパク質消化性を考慮する時、正しいアミノ酸スコア (アミノ酸スコア \times タンパク質消化性, PDCAAS) は、アマランス全ミール粉は小麦 (0.40) あるいはオート (0.57) より高い値 (0.64) で、一方 PDCAAS の Na カゼインは 1.03 である (Bejosano and Corke, 1998; Escudero *et al.*, 2004)。

In vivo タンパク質消化性で、生とポップした種子間に違いはなく、しかし *in vitro* 消化性は僅かにポップした種子の方が高かった。ポップする事は PER 値を 14-19% まで低化させ、多分必須アミノ酸のロスによるためである。ラットの餌用のアマランス、小麦、カゼインの取り込みでは、アマランスを用いた時、より高いことが判った。さらにラット餌アマランスによる成長は餌小麦よりも高く、餌カゼインの時と同じだった (Gamel *et al.*, 2004)。

アレルギーとセリアック病

今日まで 2-3 の研究がアマランスアレルギー、あるいはアマランスタンパク質のセリアック病をもつ人々の毒性研究が行われた。最近アマランスプロラミン区分へのアレルギー反応に関する研究が Matuz *et al.*, (2000b) により行われた。小麦、大麦、ライ麦、トリテケール、オート麦と比べ、アマランスのプロラミン区分はラビットの抗グリアジン (小麦) 抗体に対し全く反応しなかった。*in vivo* および *in vitro* 研究で、アマランスの一般的アレルギー反応が研究され、感受性ある患者に、アマランスは古典的タイプ 1 反応を引き起こした (Bossert and Wahl, 2000)。一方 Hibi *et al.*, (2003) は *in vivo* および *in vitro* でアマランス粒およびその抽出物は、抗原 - 特異的 IgE 生産物を Th1 cytokines responses 増強を通じて制御する事を見出した。アマランス 11S グロブリン (アマランチン) を持つ遺伝的に修正されたトウモロコシは、*in vitro* 研究でアマランチンに対し重要なアレルギー反応を示さない (Smagawa-Garcia *et al.*, 2004)。結論すると、これまで集めた結果はアマランスはセリアック病をもつ患者には有毒ではないということを示す。

タンパク質の機能的性質

全ての擬似穀物タンパク質は高度の可溶性で、このため機能食品中に用いることが出来る (Segura-Nieto *et al.*, 1999; Bejosano and Corke, 1999; Kovacs *et al.*, 2001; Salcedo-Chavez *et al.*, 2002)。タンパク質濃縮物でアマランスからのものは、ずっと可溶性、起泡性、乳化性がよく、それは市販の 2 つの大豆タンパク質以上である (Bejosano and Corke, 1999)。最近わかった事はアマランスタンパク質分離物は、効果的な起泡剤として働く事である (Fidantsi and Doxastakis, 2001)。特にアマランスグロブリンには良好な機能特性がある (Serura-Nieto *et al.*, 1999)。Marcone and Kakuda (1999) は、アマランスグロブリン分離物の機能的性質はずっと大豆分離物よりも良く、特にその等電点 (pH5-6) 近傍においては、乳化活性同様により高い可溶性、熱安定性、起泡性、安定性を示す事を見出した。アマランスアルブミンの機能的性質は Silva-Sanchez *et al.*, (2004) により研究された。最大の溶解値は pH6 以上である。これらの値を卵アルブミンの溶解性の値と比較すると、pH5 でアマランスアルブミンは特別な起泡能とアワ安定性を示し、それらは卵アルブミンの様な起泡剤として用いる事が暗示される。さらに水、オイル吸収能は最適値を酸性 pH で示した。ファリノグラフ、アルベオグラフ研究は、1% アルブミン添加で小麦ドウの性質とパンクラム特徴の改良することを示した。

タンパク質と熱条件によりアマランスタンパク質はセルフサポーテングゲルを作る事ができ、それは異なったゲル状食品に応用できる (Avana *et al.*, 2005)。さらに Scilingo *et al.*, (2002) は、アマランスタンパク質分離物をパパイんで加水分解すると、加熱後高い可溶性を保持し、その結果熱処理した食品中の適当な成分となる事を示した。ソルベント (borate= ホウ酸塩、あるいは NaOH) はグルテリン区分抽出に用いられるが、タンパク質の物性化学的性質に影響し (Abugoch *et al.*, 2003)、そして順に異なった機能的性質を示す。

酵素阻害剤

多くの食品用植物は一つ以上のプロテアーゼ阻害剤 (例えば、キモトリプシンやトリプシンの阻害剤) は競争的にタンパク質分解酵素の活性を阻害す

る。プロテアーゼ阻害剤は、抗炎症性と同様に抗発ガン性、抗酸化性、血糖調節性がある。しかしながら加熱処理はその活性を低下する。他の穀物と比較すると、アマランスは非常にプロテアーゼ阻害剤のレベルが低い。Gamel *et al.*, (2006a) はトリプシンインヒビター活性 (TIU) が 3.05-4.34TIU/mg の範囲であり、キモトリプシンインヒビター活性 (CIU) は 0.21-0.26CIU/mg, アミラーゼインヒビター活性 (AIU) は 0.23-0.27AIU/mg の範囲であることを示した。トリプシン, アミラーゼ, 特にキモトリプシンインヒビターは加熱処理あるいは発芽後には低下する。

脂質

アマランスの脂質含量は、他の穀物 (表 7.1) より約 2-3 倍高い、そして種間において高いばらつきある事も示された。アマランスの油含量は、75% 以上が不飽和脂肪酸で特にリノレン酸 35-55% と高い。パルミチン酸は 20-23%, パルミトエ酸 (palmitoic acid) 約 16%, ステアリン酸 3-4%, オレイン酸 18-38% である (Ayorinde *et al.*, 1989; Becker, 1994; Leon-Camacho *et al.*, 2001; He *et al.*, 2002; Berganza *et al.*, 2003; Escudero *et al.*, 2004)。リノレニン酸 (Linolenic acid) は、Escudero *et al.*, (2004) によっては検知されず、一方 Becker (1994) と Leon-Camacho *et al.*, (2001) は 1% の量を見出している。多変量統計手順を用いて、Leon-Camacho *et al.*, (2001) はアマランス脂肪酸のプロフィールが他の穀物、例えば小麦、大麦、コーン、ライ麦、オート麦あるいは米から得られる oil に類似している事を示した。

アマランスは高レベルのスクアレンを含み、それは高度に不飽和化したオープンチェーンのトリテルペンであり、一般には唯一深海魚の肝臓や他の種類の肝臓にしか見出されない。スクワレンは広く医薬、化粧品への応用に用いられる。アマランス中の含量は 2-8% の範囲である (Becker *et al.*, 1981; Lyon and Becker, 1987; Qureshi *et al.*, 1996; Leon-Camacho *et al.*, 2001; He *et al.*, 2002), 一方、他の植物オイル中にはずっと低い量である (例えばオリーブオイル 0.1-0.5% あるいは小麦胚乳油 0.1-7%) (Trautwein *et al.*, 1997)。Shin *et al.*, (2004) は、アマランスのスクアレンはコレステロール低下効果を示し、コレステロール吸収と関連してステロイドの糞便除去増加に

よるためである。その効果は、サメ肝臓スクアレンのものより大きい。さらにアマランスオイルとアマランス粒は、トリグリセリド同様血清および肝コレステロールを低下し、これは以前の発見をはっきりさせた (Chaturvedi *et al.*, 1993; Qureshi *et al.*, 1996; Budin *et al.*, 1996; Grajeta 1999; Gamel *et al.*, 2004)。ある *in vivo* (生体) テストで、ラットをオートあるいはアマランスに 1% コレステロール含む物で育てた (Czerwinski *et al.*, 2004)。アマランスは血漿脂質プロフィールにポジティブに影響を与え、その効果は直接にアマランスサンプルの生化学的活性成分とさらに抗酸化活性と関係する。さらに Kim *et al.*, (2006) はアマランス粒あるいはアマランスオイルが糖尿病ラットで顕著に血清グルコースをへらし、血清インシュリンレベルを増加したことを示した。対象として Berger *et al.*, (2003) は、アマランスのフレイクのコレステロール低下の性質のないことをハムスター給餌試験で示したが、しかしアマランス粒とオイルは抗血糖の修正、糖尿病合併症の防止に価値があるであろうと暗示された。

リン脂質はアマランスのオイル区分の約 5% を示す (Becker, 1994)。これまでの研究で Opute (1979) は、3.6% リン脂質をアマランスオイル中に見つけ、そのうちセファリン区分は 13.3%, レシチン 16.3%, フォスホイノシトール 8.2% であった。アマランスオイル中、全ステロールは 24.6×10^3 ppm であり (Leon-Camacho *et al.*, 2001), および殆ど全てのアマランスオイルのステロールはエステル化している。殆どの植物オイル中、遊離 (非エステル化) ステロールのパーセンテージは普通ずっと高い。大部分のステロールの存在は、クレオステロール (clerosterol) (42%) でこれは抗バクテリア活性がある。高濃度のステロールは、アマランスオイルを薬理学用に有用の可能性あるものにする (Leon-Camacho *et al.*, 2001)。

ミネラル

ミネラル (灰分) のアマランス中の含量は他の穀物より約 2 倍高い (表 7.1)。特に高いのは Ca, Mg, Fe, K, Zn の量である (Saunders and Becker, 1984; Pederson *et al.*, 1987; Bressani 1994; Yanez *et al.*, 1994; Gamel *et al.*, 2006a)。Ca/リン比 (Ca:P) は約 1:1.5 であるべきだが、良好にも 1:1.9-2.7 の値を示した (Bressani, 1994)。

ビタミン

全体的にアマランスは重要なビタミン源ではない。Souci *et al.*, (2000) によるとアマランス中のチアミン含量は小麦より高く、以前の研究とは対象的である (Bressani, 1994)。アマランスは、リボフラビン、ビタミンCの良い供給源で、特に葉酸とビタミンEの良い供給源である (Dodok *et al.*, 1994; Gamel *et al.*, 2006a, 他)。葉酸は $10^2\mu\text{g}/100\text{g}$ の量が見つかり、小麦 ($40\mu\text{g}/100\text{g}$) の2.5倍高い (データは未発表)。ビタミンEは抗酸化効果があり、オイルの安定性を増加する。Qureshi *et al.*, (1996) と Budin *et al.*, (1996) は、全トコフェロール含量が約 $45\text{mg}/\text{kg}$ 種子と報告した。超臨界流体抽出を利用して、Bruni *et al.*, (2002) は全トコフェロール含量は $100\text{-}129\text{mg}/\text{kg}$ 種子と見出した。トコフェロールの中で α -トコフェロールは重要な抗酸化活性を示すが、最も豊富で $2.97\text{-}15.65\text{mg}/\text{kg}$ 種子量 (Lehmann *et al.*, 1994), あるいは $248\text{mg}/\text{kg}$ オイル (Leon-Camacho *et al.*, 2001) と見出された。 β -トコフェロールは Lehmann *et al.*, (1994) により見出されたが Leon-Camacho *et al.*, (2001) により $546\text{mg}/\text{kg}$ オイルの高濃度が見出された。トコトリエノールは、低コレステロール血症活性を持つ重要な成分である。矛盾の結果がアマランス中でのそれらの存在について報告された。Lehmann *et al.*, (1994) によるとアマランス粒は β -トコトリエノール ($5.02\text{-}11.47\text{mg}/\text{kg}$ 種子) と γ -トコトリエノール ($0.95\text{-}8.69\text{mg}/\text{kg}$ 種子) のはっきりした量がある一方、Budin *et al.*, (1996) と Leon-Camacho *et al.*, (2001) はいかなるトコトリエノールもアマランス中には検知しなかった。

植物化学

主要活性物質、例えばゲンブン、脂質、あるいはタンパク質に比べて、植物化学は植物中にほんの僅か量しかない。植物化学は薬理学効果のある事が知られ、常にヒトの食べ物の一部となって来た。過去においては、植物育種者はこれらの物質を除去する事を目的とし、食品加工業者は、加工でそれらを除去しようとして来たが、それはヒト栄養 (抗-栄養) にネガティブであると受け止められたからである。しかしながら最近の研究から、植物化学はヒト健康にとりポジティブの効果があることが示された。フェノール化合物は植物性食品中の天然抗酸化物質の大

部分の源である。ビタミンおよび極小要素に関しては、有害な量、最適な量、不可欠な量、不足量がありそれらを決めねばならない。

全フェノール物質量

多くの研究者は、ポリフェノール物質をタンニン酸あるいはタンニンと表現している。タンニンは高等植物のポリフェノール化した植物二次代謝物であり、ガロイルエステル (galloyl ester) および誘導体であるか、あるいはプロアントシアニジンのオリゴマーおよびポリマーである。高濃度のもは穀物および豆類の皮に見出され、いろいろな栄養成分、あるいは消化酵素と複合体を形成して、それらは消化や吸収に対しネガティブに影響する。

茶色アマランス種子は、明るいものよりタンニンを多く含む ($104\text{-}116\text{mg}/100\text{g}$ 対 $80\text{-}120\text{mg}/100\text{g}$) (Bressani, 1994)。Becker *et al.*, (1981) は10種の異なるサンプルを調べ、 $80\text{-}420\text{mg}/100\text{g}$ の範囲を見出した。Breene (1991) は平均値 $40\text{-}120\text{mg}/100\text{g}$ を得て、一方もっと高い値 ($410\text{-}520\text{mg}/100\text{g}$) が Bejosano and Corke (1998) によりいろいろなアマランスの品種で測定され、その際酸性化したメタノールを抽出溶媒として水メタノールの変わりに用いられた。Gamel *et al.*, (2006b) はフェノール物質を (タンニン酸として) 測定し、アマランス中、酸性化したメタノールで抽出後、 $516\text{-}524\text{mg}/100\text{g}$ の範囲のものを得た。さらに熱処理あるいは発芽はフェノール物質の含量を減少させた。

アマランス種子中の全フェノール類は、フェルラ酸 (アルカリ抽出フェノール物質) として示すが、Klimezak *et al.*, (2002) により測定された。種類により考慮すると、その値は 39.17 から $56.22\text{mg}/100\text{g}$ の範囲と測定された。これらの値は、他の物質と比較された。遊離フェノール酸は *Amaranthus caudatus* 中での全フェノール酸の27%であった。大部分の成分は珈琲酸 ($55.79\mu\text{g}/\text{g}$ 種子), p-hydroxybenzoic acid ($20.89\mu\text{g}/\text{g}$), フェルラ酸は ($18.41\mu\text{g}/\text{g}$) である。Protocatechuic acid とサリチル酸の低量も同様に測定された。アマランス不溶性繊維中と非ゲンブン多糖類中のフェルラ酸量は Bunzel *et al.*, (2005) によって測定された。アルカリによる加水分解は $62\text{mg}/100\text{g}$ トランスフェルラ酸と高含量 ($20.3\text{mg}/100\text{g}$) のシスフェルラ酸を外した。フェル

ロイル化オリゴ糖の3成分が同定され、フェルラ酸は大部分はアマランス不溶性繊維中のペクチンアラビナンとガラクトタンに結合していることを示した。

Czerwinski *et al.*, (2004) は、2種のアマランスサンプル中で全フェノール物質を gallic acid 等量 (Folin-Ciocalteu 試薬), アントシアニンおよびフラボノイド (分光光度法) として示し、オート麦のそれと比較した。アマランスサンプル中のポリフェノールの量は 14.72 から 14.91mg/100g 種子の範囲であり、アントシアニンのそれは 59.6-62.5mg/100 種子, フラボノイドのそれは 13.4-14.3mg/100g 種子であった。全体的にこれらの量はオートサンプルから得た物より低かった。

抗酸化活性

アマランスとオート抽出物の抗酸化活性は、 β -carotene/linoleate モデル型と一酸化窒素 (NO test) に対するスクヤベンジング活性を用いて Czerwinski *et al.*, (2004) により測定した。アマランス抽出物はオート抽出より低い抗酸化活性だった (23.2-26% β -carotene, 23-25% NO)。ベストの関係は全抗酸化活性と全フェノールの間に見出され、良好関係はまたアントシアニンとフラボノイドで見られた。最近アマランス種子抽出物の 0.05% 添加が β -carotene/リノレン酸モデルシステムで β -carotene 分解を阻止するのに用いられた (Klimczak *et al.*, 2002)。不運にもアマランス抽出物の濃度と成分の情報がない。Jung *et al.*, (2006) はいろいろな種子で、抗酸化力 (抗酸化ユニットで示し、ビタミンC活性に相当する) を DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazil) アッセイに基づく ESR 分光法で求めたが、そこでは抗酸化能と抗酸化活性の両方が酸化防止剤を特徴づけるものとして用いられた。アマランス種子は、かなり低い抗酸化力の 27 であり、一方キノア種子はより高い抗酸化力の 458 であった。酸化防止剤の低下プロセスの動力学的性質を含め、著者らはサンプル中の主な酸化防止剤に関する結論を引き出した。この方法によりビタミンCはキノア中の主な酸化防止剤として同定され、一方ポリフェノールはアマランス中の主な酸化防止剤として見出された。

サポニン

サポニンは強い苦みのある物質で、表面活性剤

(surfactants) で、水溶液中で強い起泡活性を示す。それらはタンパク質、脂質 (例えばコレステロール) と複合体を作り、溶血作用を示す。サポニンは唯一少量だが吸収され、そして主の効果は腸管で制限される。サポニンは亜鉛、鉄と複合体を作り、それらの生化学的利用性の制限する (Chauhan *et al.*, 1992)。健康増進効果に関しては、サポニンは抗がん性、抗バクテリア、コレステロール低下、免疫調節、同様に抗炎症性がある。

アマランス種子にはかなり低量だがサポニンを含む。Dobos (1992) は平均 0.09% (エシン (aescin) 当量) をいろいろなアマランス種に含む事を見出し、これらの結果は Oleszek *et al.*, (1999) の研究によって確かめられた。アマランス種子中、あるいはそれら関連のものには、アマランス種子中サポニンの低濃度毒性が、アマランス由来の製品は消費者に重大な危険性をもたらすことはない結論された。

フィチン酸

穀物と豆は特にフィチン酸が多い。フィチン酸は塩基性タンパク質残渣と複合体を作り酵素分解反応阻害を引き起こし、さらにミネラルの吸収を邪魔するが、特に亜鉛である。アマランスはフィチン酸塩を 0.2-0.6% 範囲で含む (Breene, 1991; Bressani, 1994; Escudero *et al.*, 2004; Gamel *et al.*, 2006a)。最近、調理でフィチン酸塩含量を約 20% まで低下し、ポップングで 15% まで、発芽 (48 時間) で 22% まで低下し、これらのアプローチがアマランスのフィチン酸塩含量を低下できることが示された (Gamel *et al.*, 2006a)。

粉生産とその性質

アマランス種子のサイズが小さいためと、植物の特異性のため、特別の製粉方法が要求される。アマランスの全粒粉の生産は複雑ではないが、製造された粉区分が違った化学成分と物理性質を持つ様に成る時、特別の要求が粉碎と選別の時必要となる。さらに成分の違いに加えて、また品質に関する違いがある (例えば粉区分の粒子サイズの均一性)。そこで製粉と用いた製粉技術は、その結果出来た粉区分の品質を決める鍵の役割となる。幾つかの研究グループは、アマランスの全粒粉製粉に関する研究をしている (Becker *et al.*, 1981; Betschart *et al.*, 1981;

Sanchez-Marroquin *et al.*, 1985a, 1985b, 1986)。対象として、非常に僅かな情報が粉区分生産にはある。幾つかの違った製粉（例えば金属ミルフェースをもつデスクミル、異なったハンマーミル、幾つかのピン構造を使ったピンミル）は Becker *et al.*, (1986) によりテストされ、しかし全ては種子を砕いて全粒粉を作るだけである。石ミルの変更（直径の石のスピンドルスピード（主軸速度）を 3600rpm に増やし、製粉ストーン間の距離を減らした）は、胚とふすまから無傷の胚乳を分離した。

ある研究者はタンパク質リッチあるいはデンプンリッチ粉区分の生産のために“Strong-Scott barley pearler”を採用した (Betschart *et al.*, 1981; Sanchez-Marroquin *et al.*, 1985a, 1985b, 1986)。種子膜と胚芽は完全に分離され、球状の生のデンプン-リッチ胚が残った。ふすま区分は種子重量の約 25-26% で、穀物同様に胚乳より栄養素を含む。窒素、粗脂肪、食物繊維、灰分は、2.3-2.6 倍全粒種子よりも高いとわかった；さらにビタミン類は 2.4-3.0 倍高い (Betschart *et al.*, 1981)。異なった製粉と分画装置（ピンミルとジグザグ篩、パイロットローラーミル、バリオテクニカルローラーミル、テクニカルスケールローラーミルのプラン篩とのコンビネーション）はいろいろな粉区分を得るために研究された (Nanka, 1998; Schoenlechner, 2001)。最上の結果がテクニカルスケールローラーミルをプラン篩と組み合わせて使うことで得られ、得られた 5 区分はタンパク質リッチとデンプンリッチ区分に分けられた。興味深いのは、中間区分のデンプン含量は粉区分より高く、アマランス種子の植物的構造の違いの結果であった。デンプンリッチ粉と中間区分はタンパク質-リッチのセモリナ区分よりも高い糊化粘度を示した。

Gamel *et al.*, (2005, 2006a, 2006b) は、ラボラトリースケールで種子から 115-mesh 篩を通して高タ

ンパク質アマランス粉 (HPF) を製粉し、次の操作条件でその粉をジグザグ篩を用いて空気分級した：温度 23°C, フィルター圧 2mbar, 遠心分離 8000×g, 空気流通 80m³/h の条件。HPF 回収とタンパク質含量はともに 25g/100g であった。デンプン含量は 30-36g/100g であった。吸気分級は 35% 以上までミネラル含量を増加し、それはビタミン B 複合体、フェノール物質とフィチン酸塩と同様レベルであり、一方酵素阻害剤は低下した。さらに冷パスタ粘度とピーク粘度の増加は、アワ安定性ととも HPF で測定された。

Tosi *et al.*, (2001,2002) は、異なったアマランス粉区分を作るために異なった製粉方法を応用した。パイロット製粉で、調製されたアマランス種子は製粉され、つづいて古いニューマチック分離器（空気圧分離）で分けた。タンパク質リッチ区分 40% タンパク質を含む物が得られた。デンプンリッチセモリナと繊維リッチ区分は、さらに空気圧分離で改良され、出来たものは 63.9% 不溶性繊維と 6.9% 可溶性繊維が得られた (Tosi *et al.*, 2001)。小麦粉 4-12% をタンパク質リッチ区分で置換した時、パン品質は変化しなかった。明らかにパン中でタンパク質含量と利用できるリジン含量は、タンパク質リッチ区分の存在で増加した (Tosi *et al.*, 2002)。デンプンリッチ区分はエクストルージョンクッキングと流動床加熱で修正され、広範囲の水和とレオロジー性質をもつ α -化アマランス粉の生産ができる。流動床加熱により加熱されたサンプルから得られた粉は、調理した時に高粘度をもつ水分散性を示した。それらは低水可溶性で、デンプン結晶構造の多少を保持する。エクストルージョンクッキングで得られた粉は高水可溶性を示し、調理したときにより低い粘性を持ち、さらに完全な結晶性と粒構造の除去を示した (Gonzalez *et al.*, 2007)。

城西大学薬学部 白瀧 義明 (SHIRATAKI Yoshiaki)

ウワミズザクラ *Padus grayana* (Maxim.) C.K. Schneid. (*Prunus grayana* Maxim.) (バラ科 Rosaceae)

連絡先：城西大学薬学部
shiratak@josai.ac.jp

4月、木々が芽吹き、山々が萌黄色に染まる頃、山歩きをすると多くの枝に真っ白いブラシのような花を付けた高さ約10～15mの木を見かけます。これがウワミズザクラです。本植物は別名をハハカ（波波迦）、コンゴウザクラといい、北海道（石狩平野以南）、本州、四国、九州（熊本県南部まで）、中国中部に分布し、山野でよく見られる落葉高木です。日照と小川沿いなどのやや湿った環境を好み、若い枝は紫褐色で古い樹皮は褐紫色、横に長い多数の皮目があり、葉は新しく出た枝に互生し、有柄で長楕円形、長さ6～9cm、幅3～5cmで先が急に細くなり、縁には鋸歯があり、腺点は葉身基部にあります。葉や花、折った枝などには coumarin のような強い香りがし、4～5月、長さ10cmほどの白い総状花序を枝いっぱいにつけ



写真1 ウワミズザクラ（花）



写真2 ウワミズザクラ（花穂と未熟な果実）



写真3 ウワミズザクラ（赤熟した果実）



写真4 ウワミズザクラ（樹皮）



写真5 杏仁香 (杏仁子)



写真6 イヌザクラ (花)

ます。雄しべは多数で花弁より長く核果は直径約 8 mm, 先のとがった卵型で始め黄色く, 初夏にかけて黒く熟します。材は, 軽く強靱で緻密な木目をもち, 床柱や器具材, 彫刻等に用いられます。若い花穂と未熟な果実は香りが良く, 未熟な果実は, 10% 程度の塩漬けにして日本料理の前菜に使用され, 新潟県の地方では, これを^{あんんご}杏仁香 (杏仁子) といいます。また, 赤熟した果実は, 3 倍量のホワイトリカーに約 3 ヶ月, 浸した後, 果実を引き上げ果実酒とします。近縁のエゾノウミズザクラ *P. padus* L. は, ユーラシア大陸北部に広く分布し, アイヌは, 樹皮を茶の代用に用い, ヨーロッパでは, 果実をジンやウイスキーに入れて味をつけるのに用いられます。新鮮な葉や樹皮には青酸配糖体の prunasin が含まれ, 水蒸気蒸留した液は鎮咳去痰薬として杏仁水^{きょうにんすい}の代用にされます。Prunasin は果実内に含まれる酵素 emulsin (β -glucosidase) によって mandelonitrile と glucose に加水分解され, さらに benzaldehyde と青酸 (シアン化水素: HCN) に分解されます。青酸は微量で, 呼吸興奮を起こしますが, ウワミズザクラにもエゾノウミズザクラと同様に prunasin が含まれているものと思われます。

ウワミズザクラの名は, シカの肩甲骨の裏側に溝をつけて焼く古代日本の占いで, この木 (波波迦) の枝が燃やされたため, ウラミゾザクラ「占 (裏) 溝桜」とよばれ, それが転じて現在の和名になったとする説, また, 古代の^{きぼく}亀卜 (亀甲占) で溝を彫った板 (波波迦) に使われ, この材の表面に溝を彫って使ったことからウワミゾザクラ (上溝桜) とよばれ, それが訛ったとする説などがありますが, いずれにしても古代より占いに使われたことからウワミズザクラとよばれるようになりました。亀卜とは, カメの甲羅を使う^{ぼくせん}占

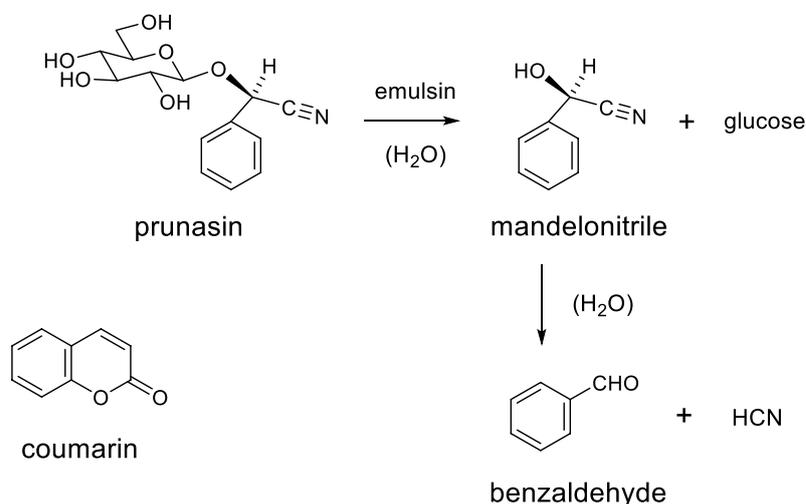


図1 成分の構造式

の一種で、カメの甲羅に熱を加え生じたヒビの形状を顰て占いをすることです。つまり、加工した亀の甲羅の溝や穴を開けた部分に焼いた熱い波波迦木（ウワミズザクラ）を押し付け、入ったヒビの状態から吉凶や方角を占うものです。亀卜は古代中国の殷の時代に盛んに行われましたが、漢の時代には衰え始め唐代になると絶えてしまいました。日本には奈良時代に伝来し、宮中関連のト占は、それまでに行われていた二ホンヅカの肩甲骨を使った太古からに亀トへと変わっていったようです。当時の支配層は、対馬国などのト部を神祇官の管轄とし、亀トの手法と技術の伝承を行なわせましたが、ト部の技術は秘事であり口伝であったため、材料（カメの種類や甲羅の部位など）や技術については、今も未解明な部分が数多くあります。

亀トは、21世紀の現代でも宮中行事や各地の神社の儀式で行われており、宮中行事では、大嘗祭で使用するイネと粟の採取地の方角（悠紀と主基の国）を決定する際に用いられます。2019年（令和元年）5月13日に皇居の宮中三殿で「斎田点定の儀」が行われましたが、2018年に行われた準備作業では、アオウミガメの甲羅は東京都小笠原村で調達され、ウワミズザクラ（波波迦の木）は、2019年1月、奈良県橿原市にある天野香具山神社で採取されました。

よく似たイヌザクラ（犬桜）*Prunus buergeriana* は、別名をシロザクラといい、花序の下（花序枝）に葉がなく樹皮は灰白色で光沢があります。一方、ウワミズザクラは花序枝に葉があり、また、樹皮には横に長い皮目があり、葉の鋸歯が細かく鋭いので区別されます。



白石カルシウム

白石カルシウムの炭酸カルシウム

炭酸カルシウムとは？

古くから食品に使用されている安全性・吸収性に優れたカルシウム源です。用途も栄養強化はもちろんのこと、練製品の弾力増強などの品質改良、粉体の流動性向上・固結防止といった加工助剤などその目的は多彩です。

分散性・混合性に優れたものや、飲料用として沈殿を抑制したタイプ等、品揃えております。

一般の栄養強化には「ホワイトン」

機能を求めるならば「コロカルソ」

飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」

詳細につきましては弊社営業担当にお気軽にお尋ねください。



白石カルシウム株式会社

食品部：東京都千代田区岩本町1-1-8 TEL03-3863-8913
本社：大阪市北区中之島2-2-7 TEL06-6231-8265



翻訳：COVID 患者の匂いと味の障害とは

東京薬科大学名誉教授 岡 希太郎

Key Words: COVID-19、味と匂い、嗅覚・味覚障害、感染の早期症状

風邪のような熱が下がらない、だるい、咳が出る、1週間も待つようやく受けた PCR 検査は陽性だったが、病院が決まらずに自宅待機となり、そして取り返しがつかない結末を迎える……。Nature 誌の1月号に、感染初期症状の嗅覚味覚障害に注目して、異常を感じた人の申し出に速やかに応じる医療体制の実現を提案しています。下記はその記事の翻訳です。別途に「コーヒーの香りが消えたら感染を疑う」との論文が3つも出ており、PCR 検査に加えて、より早期に感染を知る手段になるようです（原著は省略）。

COVID 患者の匂いと味の障害：研究者が知ってること知らないこと

研究者はコロナウイルスの感覚障害がどれほど長引くかどう治療すべきかを研究している。

NATURE NEWS EXPLAINER (doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00055-6>) 14 JANUARY 2021

ミカエル マーシャル（著） 岡 希太郎（訳）

SARS-CoV-2：武漢で見つかった新型コロナウイルスの名称；COVID-19；SARS-CoV-2 感染症および感染患者のこと

SARS-CoV-2 ウイルスのパンデミックが始まった頃、ウイルスに感染した多くの人々が、他に何の症状も出ないうちに嗅覚だけを失っていたことが明らかになりました。その他に科学者たちが気づいていたのは、感染した人々が味覚を失い、かつ味覚とは異なる化学的な感覚（ケメシスと呼ぶ）、例えば辛さの感覚を失うことでした。

ほぼ1年が経った今でも、まだこれらの感覚を回復していない人がいます。回復した人の中にも、匂いの感覚が歪んだままの人がいるのです。心地よいはずの香りが不快な香りを感じられてしまいます。そこで Nature 誌は、感染後の長期に渡って持続して、患者を疲弊させる



COVID-19 から回復した人は、処方箋に基づいて、バラの花の匂いをもう一度嗅ぎ分ける嗅覚訓練を繰り返しています。

現象の背後にあるメカニズムを調べたのです。

患者が匂いの感覚を失う確率は？

正確な数字は解りませんが、嗅覚障害はごく一般的に見られます。

昨年6月に発表されたレビュー¹⁾では、8,438人のCOVID-19患者データをまとめ、41%が嗅覚喪失を経験したとのことでした。8月に発表された別の研究²⁾では、イランのテヘランにある基礎科学研究所の研究者シマ・T・モエインが率いるチームが、COVID-19の100人に匂い識別テストを実施しました。複数の選択肢に基づく匂いの識別検査で、参加者の96%に何らかの嗅覚機能障害があり、18%に完全な嗅覚喪失（無嗅覚症）がありました。

さらに、モエインによると「ほとんどの患者は突然匂いがなくなったと言っている」ということは、この症状がCOVID-19に関連している証拠になるのです。そして多くの場合、嗅覚の異変は人々が「自分はCOVID-19に罹ったのでは」と気づいて申し出る症状なので、ウイルス誘発性の鼻づまりとは別の感覚に思えるのです。

一部の研究者は、嗅覚喪失はCOVID-19の診断テストとして使用されるべきであると述べています。昨年10月に発表された研究³⁾によると、嗅覚や味覚異常の自己申告数は、政府が推奨していた病院や救命救急の受診者数などよりずっと確かな感染拡大マーカーになっていたのです。

COVID-19の患者はどうして嗅覚を失うのか？

メカニズムの全体は解っていませんが、ウイルスが嗅覚神経をサポートしている鼻細胞に感染すると嗅覚喪失が起こるというコンセンサスが生まれています。研究者が匂いの喪失をCOVID-19の症状として初めて観察したところ、彼らはウイルスが脳の嗅球に信号を送る鼻の嗅覚ニューロンに感染していること、従ってウイルスが脳にアクセスできることを心配していました。しかし、COVID-19患者の剖検によれば、ウイルスが脳に到達することは滅多にないことが示されました⁴⁾。

マサチューセッツ州ボストンにあるハーバード大学医学部の神経生物学者、サンディーブ・ロバート・ダッタが率いるチームは、ウイルスに感染する細胞は嗅覚ニューロンではなく、それをサポートしている細胞（支持細胞）であることを発見しました⁵⁾。

COVID-19はどのようにして脳を損傷するのか

ダッタと彼の同僚は、COVID-19が支持細胞の表面に沢山あるACE2と呼ばれる受容体を標的にして感染するため、この支持細胞の研究に焦点を合わせました。嗅覚ニューロンにACE2はありません。このことは、コロナウイルスが嗅覚ニューロンではなく、支持細胞に感染することで、嗅覚ニューロンへの栄養補給を遮断して脆弱化させることを意味しています。

しかし、COVID-19が嗅覚を失う別の経路があるかもしれません。例えば、イタリアの研究チームは、インターロイキン-6と呼ばれる炎症シグナル伝達分子の血中濃度が上昇すると、嗅覚と味覚の喪失が同時に起こることを示しました⁶⁾。また、昨年12月に発表された死後の研究では、COVID-19に感染した人の嗅球に、炎症による明らかな血管損傷が認められているのです⁷⁾。

科学者たちは健康な嗅覚が機能するメカニズムを理解していますが、コロナウイルスが味と化学物質に反応する感覚異常がどんな影響を受



犬はCOVIDを嗅ぎ分けますか？と科学が言っています。

けるのか、ほとんど理解していません。「私が知っている限り、まだ誰もうまく理解していません」と、ペンシルバニア州立大学ユニバーシティパーク校の食品科学教授で、COVID-19の化学感覚への影響を研究しているジョン・ヘイズは語っています。味覚と化学感覚は匂いとは異なる感覚ですが、ヒトはこれら3つを組み合わせて、食べ物や飲み物の「味」を感じているのです。味覚は主に舌の味覚受容体に依存しますが、化学物質に対するその他の感覚は、感覚神経のイオンチャンネルに依存していますが、COVID-19患者の反応についてはほとんど研究が進んでいないのです。

失われた感覚はどの位で戻ってくるのか？

ほとんどの人にとって、嗅覚、味覚、化学感覚は数週間以内に回復します。昨年7月に発表された研究⁸⁾では、嗅覚機能障害のあるCOVID-19患者の72%が1ヶ月で回復し、同じく味覚機能障害の患者の84%も同様であったと報告しています。ロンドンのガイズ・エンド・聖トーマス病院の耳鼻咽喉科コンサルタントであるクレア・ホプキンスと彼女の同僚は共に、迅速な感覚の回復を観察していました⁹⁾。彼らは202人の患者を1ヶ月間追跡し、その間に49%の患者が完全に寛解し、他の41%では症状の改善が見られました。

しかし、そうでない10%の人にとっては、症状はもっと深刻です。感覚がすぐに戻らない人の中には、長期にわたって非常にゆっくりと良くなって・・・よい結果になる可能性も残っています、とホプキンスは話しています。患者が匂いの感覚を取り戻すと、匂いはしばしば不快であり、記憶している匂いとは異なるものになっているのです。これは刺激性異臭症と呼ばれる現象です。ホプキンスによれば、こういう人たちにとって「すべてのものが悪臭を放っていて」、その影響は数ヶ月続くことがあるのです。彼女はまた、この現象は嗅覚ニューロンが回復するにつれて再配線しているためかもしれないと話しています。

また、他の患者は何ヶ月も完全に無嗅覚症のままであり、その理由は明らかではありません。ホプキンスによれば、こういった症例では、コロナウイルス感染が嗅覚ニューロンを殺した可能性があるとのことでした。

化学感覚を永久に失うと人はどうなるのか？

この状態は、視覚や聴覚など他の感覚の喪失ほどには研究されていませんが、研究者たちは、結果が深刻になる可能性があることを知っています。

一つ例を挙げれば、味覚嗅覚の損傷は食中毒や火事などの危険に対して無防備になることです。例えば、無嗅覚症の人は、腐敗した食べ物や火事の煙を感知することができません。2014年の調査によると、無嗅覚症の人は、臭いを失っていない人の2倍以上、腐った食べ物を食べるなどの危険な出来事を経験することになるのです¹⁰⁾。

その他の影響を測り知ることは困難です。「ほとんどの人は、匂いを失うまで、人生における匂いの重要性を認識していません」とモエインは言います。食べ物の味が解らなくなることは明らかに大きな損失ですが、他の感覚も同じように重要です。ヘイズが語ってくれた1つの例は、「生まれたばかりの赤ちゃんの匂い」を嗅いで子供と繋がることができなかつた親が感じる損失を指摘しています。そしてモエインは、生物学的メカニズムは不明であっても、嗅覚障害はうつ病と関係していると述べています。

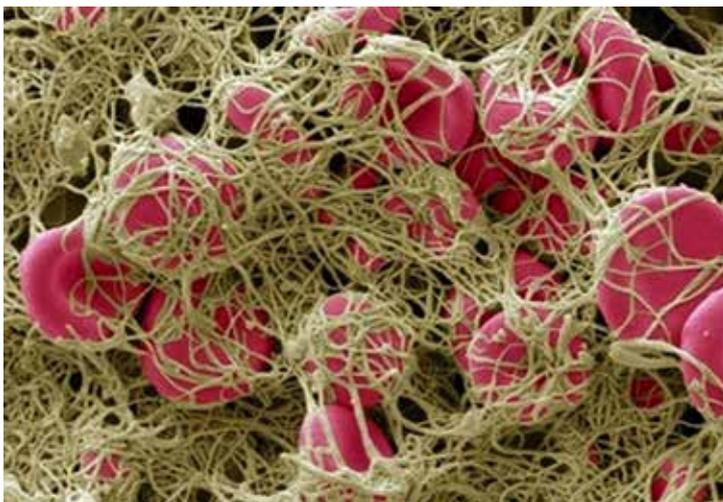
失われた感覚を取り戻す方法はありますか？

研究が不足しているということは、確立された治療法がほとんどないことを意味します。しかし、1つの選択肢は、匂いのトレーニングで、処方された匂いを定期的に嗅いで再学習するのです。ホプキンスは、英国のアンダーバーにあるアブセント (AbScent) という慈善団体と協力して、このトレーニング法を一般に公開しています。パンデミック以前から、こういう障害をもつ人の嗅覚機能を改善できるという証拠がありますが、すべての人に効果があるとは限りません¹¹⁾。

ホプキンスの話では、利用可能な薬は限られています。しかし、ホプキンスのチームが実施した予備試験によると、COVID-19感染の初期段階の人々にとって、嗅覚喪失が主に鼻細胞の炎症に起因しているので、

ステロイドが役立つ可能性があるのです¹²⁾。

長期的な研究では、リッチモンドのバージニアコモンウェルス大学のリチャード・コスタンツォとダニエル・コエリョが嗅覚インプラントを開発しています。これは、鼻に埋め込むデバイスで、匂いの化学物質を感知して脳に電気信号を送る装置です。しかし、コエリョによれば、このデバイスがクリニックに提供されて「もう何年にもなる」のですが、研究者たちは未だインプラントが脳のどの領域を刺激するのかさえ解っていません。「まだ解決すべき科学が残っています」とコエリョは付け加えてくれました。



コロナウイルス血栓の謎が深まる

文 献

1. Agyeman, A. A., Chin, K. L., Landersdorfer, C. B., Liew, D. & Ofori-Asenso, R.: *Mayo Clin. Proc.* **95**: 1621–1631, 2020.
2. Moein, S. T., Hashemian, S. M., Tabarsi, P. & Doty, R. L.: *Int. Forum Allergy Rhinol.* <https://doi.org/10.1002/alr.22680>, 2020.
3. Pierron, D. *et al.*: *Nature Commun.* **11**: 5152, 2020.
4. Meinhardt, J. *et al.*: *Nature Neurosci.* <https://doi.org/10.1038/s41593-020-00758-5>, 2020.
5. Brann, D. H. *et al.*: *Sci. Adv.* **6**: eabc5801, 2020.
6. Cazzolla, A. P. *et al.*: *ACS Chem. Neurosci.* **11**: 2774–2781, 2020.
7. Lee, M. H. *et al.*: *N. Engl. J. Med.* <https://doi.org/10.1056/NEJMc2033369> (2020).
8. Reiter, E. R., Coelho, D. H., Kons, Z. A. & Costanzo, R. M.: *Am. J. Otolaryngol.* <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102639>, 2020.
9. Boscolo-Rizzo, P. *et al.*: *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* **146**: 729–732, 2020.
10. Pence, T. S. *et al.*: *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* **140**: 951–955, 2014.
11. Boesveldt, S. *et al.*: *Chem. Senses* **42**: 513–523, 2017.
12. Vaira, L. A. *et al.*: *Rhinology* <https://doi.org/10.4193/rhin20.515>, 2020.

COVID-19 禍の「多様性の再考」 序文に代えて

坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)

明海大学歯科医学総合研究所 (M-RIO) (〒 350-0283 埼玉県坂戸市けやき台 1-1)

e-mail: sakagami@dent.meikai.ac.jp

1. 長引くコロナ禍

コロナ禍になって一年以上が経過した。2020年12月から相次いで新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の変異株が出現し、性質の変化や流行への影響が懸念されている。スパイク (ウイルス表面にある突起状のタンパク質) の受容体結合部位 (RBD) に変異が入り、感染性や免疫回避などの性質が変化している可能性がある¹⁾。緊急事態宣言発令後、一次感染者数の減少傾向が続いたが、最近では鈍化している。この生活がどれ位の期間続くか誰も分からない。嗅覚ニューロンや味細胞には、SARS-CoV-2が細胞内に侵入する入口となるアンジオテンシン変換酵素2 (ACE) を表面に発現していない。しかし、ACE受容体を有する周囲の支持細胞が感染により傷害されると、嗅覚や味覚がなくなってしまう。大半の患者は回復するが、半年経っても回復しない患者は、社会的引きこもりや栄養不良になったりする²⁾。家族

の死亡、失業、隔離などに伴う強い感情的苦痛とストレスに何か月も苛まされる³⁾。これに対処するためには、

- (i) 精神の健康に害を与える要因に気を付け、
- (ii) 自分でできる小さな事柄を検討し、
- (iii) 自分を温かく受け入れてくれる人と交流し、
- (iv) マインドフルネス (瞑想訓練) (自分の呼吸に集中したり、身体各部の感覚に注意を払ってリラックスさせたり、食事は歯磨きなど日常生活の間に経験している感覚に集中すること) を行うことが効果的である³⁾ (図1)。

2. 多様性の活用: 率先して皆の不安事項を取り除く

2年前のワールドカップで、多国籍軍からなる日本が強豪チームを退け、全国民が熱狂的になったところが懐かしい。これからの競争社会で戦うためには、チームが一丸となり、一つの目標をもって戦った方

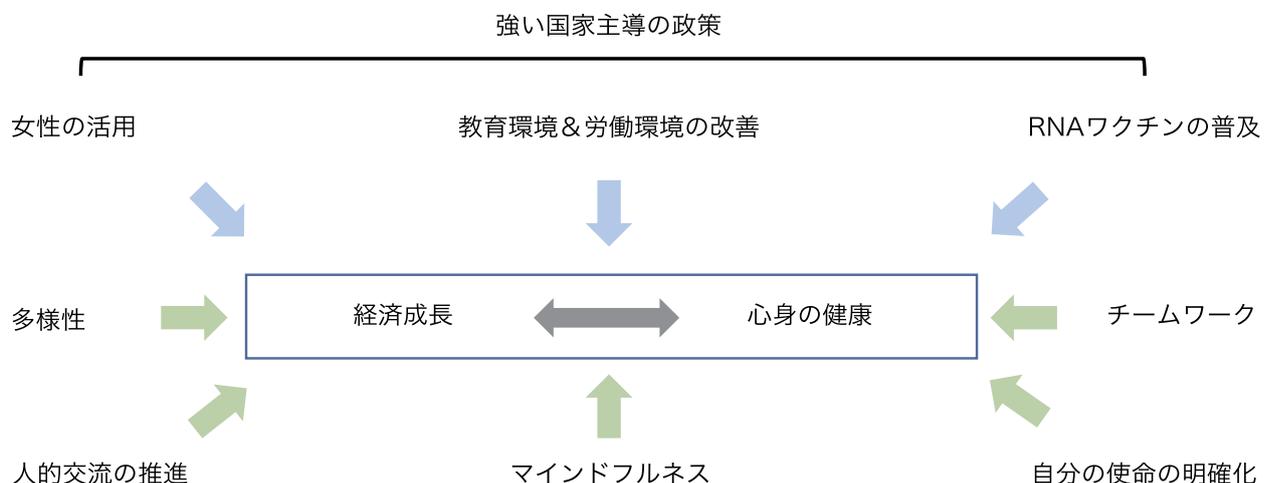


図1 コロナ禍を乗り切る戦略 (表1を参考にして作成した)

がよい。自分ひとりの狭い囲いにとどまっていはいけない。自分にはできないことは、他のメンバーがカバーしてくれる。皆がそれぞれの部署での責任を持つ。状況をオープンにして、積極的に協力し合う。この基本的な考えは、リモートワークを成功させる時に役立つ⁴⁾。

私は、皆の不安を取り除くある作業を励行している。それは、電車に乗る時、座る前に、必ず窓開けをすることである。多くの方は、座ったまま、窓が

いくつ開いているか心配そうに眺めまわす。もし、誰も空けなかった場合、換気のできない密集状態は、大変危険である。一人でもマスクをしていない感染者が咳き込んだら、全員がウイルスを吸い込んでしまう。

今回の特集号では、8名の執筆者が、それぞれの立場で、コロナ禍を取束させる方法について考えて頂いた(表1)。読者の皆様の参考になることを祈念します。

表1 執筆者が考えるコロナ禍対策

著者	戦略
Xiao	強い国家主導の政策。RNA ワクチンの普及
大石	優秀な女性の活用：労働環境の改善，仕事・ホームワークの両立
Norma & Gaudy	教育環境の改善：シミュレーション模擬実験装置の導入，診断力・治療技術の向上
Rene	AI 技術の普及，育児と介護休暇の設置，社交による肉体的・精神的健康の維持
Alex	IT 技術の活用による人的交流：孤立の防止と心身の健康
Angel	女性の活用：独自性の尊重，努力，知識・技術の錬磨，就職支援
David	世代を超えた共同作業：熟練者と次世代の協力，長期戦略
坂上	自分の使命の明確化：過去の反省，これから為すべきことを真剣に考える。

参考文献

1. 出村政彬：COVID-19 混迷のパンデミック，急拡大する変異株，日経サイエンス 2021 年 4 月号，pp30-37
2. S. サザーランド：COVID-19 嗅覚障害の原因と予後，日経サイエンス 2021 年 4 月号，pp39-41
3. M.W. モイヤー：強まるストレスにどう対処するか，日経サイエンス 2021 年 4 月号，pp42-47
4. 飯田剛弘：まわるリモートチームのマネジメント術，明日香出版社，2021.2.22

COVID-19 パンデミック対策：日中米の違い

COVID-19 control and prevention: what are the differences among Japan, China and America

肖 黎 (Li Xiao)

日本歯科大学生命歯学部薬理学講座 (〒 102-8159 東京都千代田区富士見 1-9-20)
e-mail: xiaoli@tky.ndu.ac.jp

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) が世界中で拡大している中、各国は様々な感染予防対策を講じている。本文は日本、中国、米国の対策を比較して、その相違点について個人の視点から説明する。

1. 日本：感染対策をしっかり守る真面目な国民と世界一積極的疫学調査

日本人は真面目・几帳面・繊細の国民性として知られている。また、他人に迷惑をかけてはいけないという考えが非常に強い。COVID-19 感染拡大以来、日本ではほとんどの人がマスクを着けて、手洗いを徹底的に行っている。また、「コロナ警察」「自粛警察」「マスク警察」と呼ばれる人々の存在が度々クローズアップされているほど、感染防御策を守らないと周りの目が厳しくなっているため、社会全体は「感染しない」「感染させない」のムードになっている。日本には疾病対策予防センター (Centers for Disease Control and Prevention: CDC) のような機構が存在しない。感染対策を主導する厚生労働省は専門家会議の見解に基づき、新型コロナウイルス感染症クラスターの同定を積極的に行っている。日本全国の保健所、地方衛生研究所、医療機関はクラスターの追跡調査を徹底的に実施しているため、これまで同定したクラスターの数が 2000 以上もあり、感染の封じ込めを行い、感染爆発を防ぐことに役立っている。ちなみに、アメリカではクラスターがわずか 3 つの段階ですでに感染爆発になった。専門家会議では既知のクラスターの特徴を分析することにより、クラスターの発生場所に共通する環境因子が密集・密接・密室であることが、流行の早い段階から明らか

となった。それで、厚生労働省と内閣官房は「1. 三密を避ける, 2. 安全な距離を保つ, 3. こまめに手を洗う, 4. 室内換気と咳エチケット, 5. 接触確認アプリをインストール」というスローガンを掲げて、いい宣伝効果がある。ただし、接触確認アプリは使用人数が少ないうえ、時に不具合がおきて、その効果が疑問視されている。また、「コロナがただの風邪、自粛が不要」という反科学の論調もたまに少数の政治家と医学専門ではない学者から出てくる。なお、ワクチン開発が他の先進国と比べて遅れているため、ワクチン接種も遅れている。2021 年オリンピックの開催見通しが現時点で不透明である。

2. 中国：政府が主導する世界一厳しい感染対策で国民の健康と経済を守る。

2021 年 1 月 7 日に日本で東京の新規感染者数が 2447 人で、1 都 3 県に「緊急事態宣言」が発出された。同じ日に中国河北省・石家荘市では、新規感染者数がわずか 31 人にもかかわらず、都市封鎖が発表された。日本では「外出自粛」をお願いするという程度に止まるが、中国では必要な生活用品と食料品を購入する以外、家からすら出られない厳しい制限をされた。また、感染者の名前と住所の一部がネット上に公開されたりして、感染を隠蔽すると違法視され、拘束されたりする。さらに、感染者が出る地域では、市民が感染予防対策を守らないと厳しく懲罰される。その例として、2021 年 1 月にロックダウン中の河北省に、ある年寄りの男性が許可なしに外出した際、住宅小区 (日本の団地みみたいな共同住宅の建物群のこと) の管理人に木に縛られたこ

とが報道された。その動画がネットに投稿され、話題になった。感染者が一人でも出る場合、迅速な対応を講じないと衛生管理部門のトップらは首になったり、懲罰される。これまですでに数千人の衛生管理部門長、病院長等が懲罰されたそうだ。他に新規感染者が全く出ない地域でも、マスクを着けないと公共交通機関を利用できない。このような厳しい対策のおかげで、中国はいち早く感染の拡大を抑えて、2021年2月6日から本土の新規感染者がゼロになった。ただし、このような厳しい感染予防対策を取る国にはないため、世界的に感染が終息しない限り、中国は安全とは言えないだろう。なお、中国の研究者はCOVID-19に対して、臨床と基礎研究を積極的に行っている。2019年末から武漢で感染が拡大し、医療体制がひっ迫していた中、中国の医師らは感染者の対応に追われながら、臨床研究を精力的に行った。当時、中国人研究者が発表した数多くの研究論文はその後、世界中の医師と研究者の重要な参考になっている。ワクチンの開発も早い段階で行われた。だが、ブラジルで行った第三期臨床試験のデータによると、北京科興中維生物技術有限公司の不活化ワクチンの有効率は50.66%しかなかった、WHOが推奨されたワクチン有効率が50%以上の基準をギリギリクリアした。

3. アメリカ: 世界最高の感染対策総合研究力と最悪の outcome

アメリカには感染症対策で世界最強とされるCDCがあり、医療レベルと研究レベルも世界一。COVID-19に対して治療薬とワクチンの開発が最も進められている。ただし、トランプ前政権時代、自由を謳歌する半数近くの国民（その多くはトランプの支持者）およびトランプ自身を含む一部の政治家はCDCあるいは専門家が推奨されている感染予防対策を度々軽蔑し、聞き入れられなかった。日本

とアジアの国々では当たり前のことであるマスクの着用は、アメリカで党派争いに巻き込まれてしまっている。「神様に与えられた呼吸を奪うのか」とマスク義務化に断固反対のアメリカ市民が少なからずいる。長い間に公務の場でマスクを着けることを断固として拒み続けたトランプ氏自身はCOVID-19に罹った後も多くの場でマスク不着用だった¹⁾。このように、半数近くの国民の感染対策への軽視とトランプ氏をはじめとする一部の政治家の言動のせいで、アメリカでは世界一の感染者数を出し、死者も最も多い。現時点（2021年2月23日）で死亡人数がすでに50万人を超えている。だが、アメリカの研究レベルが世界一である。米ジョンズ・ホプキンス大学が開発した「COVID-19 Dashboard」は2020年1月からいち早く全世界の感染者集計データを経時的に更新し、1日10億以上のアクセスがある。掲載されている情報やマップは世界中の数多くの報道機関で引用され、COVID-19感染状況のモニタリングに大いに役立っている。また、米製薬大手のファイザー社、モデルナ社はいち早く最も先進したメッセンジャーRNAワクチンの開発に成功した。その有効率は90%以上ある。現在アメリカではそのワクチン接種が急ピッチで進んでいる。ただし、世界中接種率が最も高い（87%）イスラエルと比べて、現在接種率が17%しかなかった。集団免疫（Herd immunity）が必要な95%の接種率まではまだまだ及ばない²⁾。

上記のように日中米はCOVID-19に対する感染対策が大いに異なり、個人の自由が最も制限されている中国はいち早く感染を制御したのに対して、自由を謳歌するアメリカは感染拡大が最悪になった。国民が最も自律している日本はややぬるま湯体質で感染状況がアメリカより遙かに良いが、決して油断できない状況だ。

参考文献

1. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
2. <https://www.bbc.com/japanese/features-and-analysis-54296852>
3. <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>

Japan's Gender Inequality and the COVID-19 Pandemic

Ryusuke Oishi

Faculty of Economics, Meikai University, 1 Akemi, Urayasu, Chiba, 279-8550, Japan.

e-mail: r-o@meikai.ac.jp

Abstract

The spread of the novel coronavirus (COVID-19) has had a tremendous impact on the lives of people and economies of countries worldwide, including Japan. The COVID-19 pandemic has made more obvious an underlying gender disparity that is characteristic of Japanese culture. In many cases in Japan, women are more disadvantaged than men in terms of their work environments. This is likely attributable to the notions concerning the proper division of work roles between men and women that persist in the Japanese consciousness. This study briefly examines how Japan's cultural gender disparity has been made apparent through the impact of the COVID-19 pandemic and considers potential measures to address it.

Key Words: Japan, Gender Disparity, COVID-19

1. Introduction

At the end of 2019, the novel coronavirus (COVID-19) was first identified in China and began spreading globally¹. People were frightened of COVID-19 infection and, as a result, every person's life dramatically changed in various ways. Self-restraint for the purpose of preventing COVID-19 infection became an opportunity to consider new ways to conduct business and educate students. For example, many universities, including my own, remotely conducted all of their classes in 2020². Moreover, businesses involved in customer service, such as the restaurant business, were severely damaged³. Conversely, the demand for food delivery increased, enabling some firms to expand⁴. Many reforms have been introduced to how people work. Flexibility in work styles was previously minimal in Japanese firms; however, as a result of the COVID-19 pandemic, telework has been introduced in many companies².

Approximately one year has passed since COVID-19

first began spreading in Japan, thus people and society are starting to adapt to infection prevention measures. However, the spread of COVID-19 has illuminated some disparities that were previously barely recognised by society. This study briefly examines the gender disparity made apparent by the COVID-19 pandemic and considers measures to address it.

2. Gender Disparity in Japan Due to the COVID-19 Pandemic

Japan lags behind many countries in terms of gender equity. According to the Global Gender Gap Index's 2020 rankings published by the World Economic Forum, Japan ranks 121st out of the 154 target countries⁵ (**Table 1**).^{*1} Japan's ranking is considered to be low for a developed country (i.e. like the countries in the G20).

This gender gap is associated with the COVID-19 pandemic. According to a study that investigated the impact of the COVID-19 pandemic on gender inequality

^{*1}The Gender Gap Index is a measurement of gender equality in many countries⁶.

Table 1. The Gender Gap Index of G20 Countries in 2020

G20 Country	Rank	Score	G20 Country	Rank	Score
Germany	10	0.787	Russian Federation	81	0.706
France	15	0.781	Indonesia	85	0.700
South Africa	17	0.780	Brazil	92	0.691
Canada	19	0.772	China	106	0.676
The UK	21	0.767	Republic of Korea	108	0.672
Mexico	25	0.754	India	112	0.668
Argentina	30	0.746	Japan	121	0.652
Australia	44	0.731	Turkey	130	0.635
The US	53	0.724	Saudi Arabia	146	0.599
Italy	76	0.707			

Note: The author created Table 1 based on the Global Results of the World Economic Forum⁵⁾. The author omitted the European Union from the table because it is not a single nation.

in six countries (i.e. China, Italy, Japan, South Korea, the United Kingdom (UK) and the United States (US)), women's unemployment rate and wage decline due to COVID-19 were 24% and 50% higher than that of men, respectively⁷⁾. Another study used Japanese data to analyse the changes in parents' work styles when their children's schools closed as a result of the pandemic and discovered that compared to fathers, mothers were more likely to work remotely from home while also caring for small children⁸⁾.

Although awareness of gender equality is increasing in Japan, the customary practice of forcing women to engage in housework and childcare while also earning an income has not been resolved by many families. Women are often treated more unfavourably than men in the work environment.

3. Potential Measures to Address Gender Equality in Japan

As discussed in the previous section, although awareness of gender equality has recently been increasing in Japan, women are still treated unfavourably in many cases. The author believes this problem is attributable to the stereotypical role division between men and women in Japanese families. Although the number of double-income households has increased in Japan, there is still significant societal pressure on women to engage

in housework and childcare in the home. As a result, many women work under the constraint of compatibility with housework and childcare. Therefore, women are treated more disadvantageously than men. With the COVID-19 pandemic, new work styles such as telework have been introduced by many firms. As a result, work style flexibility and convenience have been improved. However, this improvement alone hardly achieves true gender equality in the work environment. Reforming the Japanese consciousness regarding the division of labour roles between men and women is also necessary.

4. Conclusion

This study briefly discusses how Japan's gender disparity in the workplace has been exacerbated by the COVID-19 pandemic. Even though awareness of gender equality has been increasing in Japan, gender disparity in the work environment remains persistent. This is associated with the effects of the COVID-19 pandemic as women are often treated more disadvantageously than men. Various institutional reforms have been implemented in Japanese society and progress is being made, but these measures are insufficient to achieve true gender equality. Changing the consciousness of each and every Japanese citizen is necessary to fully address the gender gap in the workplace.

REFERENCES

1. World Health Organization: 'Rolling updates on coronavirus disease (COVID-19)'. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen> Accessed on 18/04/2020.
2. Oishi, R: 'Telework and Distance Learning in Japan: Current Status and Key Issues'. *New Food Industry*, **62**(10): 719-722. 2020.
3. Oishi, R: 'Effect of New Coronavirus (COVID-19) on Food and Restaurant Industry'. *New Food Industry*, **62**(11): 801-806. 2020.
4. Oishi, R: 'New Business Models and Lifestyle Choices Triggered by COVID-19: The Case of Restaurants and Delivery Businesses'. *New Food Industry*, **63**(1): 66-68. 2021.
5. World Economic Forum: (2020) 'Global Result'. <http://reports.weforum.org/global-gender-gap-report-2020/the-global-gender-gap-index-2020/results-and-analysis/> Accessed on 20/02/2021.
6. World Economic Forum: (2020) 'The Global Gender Gap Index'. <http://reports.weforum.org/global-gender-gap-report-2020/the-global-gender-gap-index-2020/> Accessed on 20/02/2021.
7. Dang, H. -A., and Nguyen, C, V.: 'Gender Inequality During the COVID-19 Pandemic: Income, Expenditure, Savings, and Job Loss'. IZA Discussion Papers, No. 13824, Institute of Labor Economics (IZA), Bonn. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105296>
8. Yamashita, E., and Tsustsui, Y.: 'The Impact of Closing Schools on Working from Home During the COVID-19 Pandemic: Evidence Using Panel Data from Japan'. *Review of Economics of the Household*, **19**: pp. 41-60. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11150-020-09536-5>

Continuity of undergraduate health sciences education during the COVID-19 pandemic

Norma Margarita Montiel Bastida and PhD. Gaudy L. Manzanares-Leal

Faculty of Dentistry of the University Autonomous of the State of Mexico.

e-mail: montiel74@hotmail.com

The COVID-19 pandemic raises multiple analyses. The most studied ones are aimed at reviewing how we could stop the spread of the infection in the shortest possible time. This is understandable because without finding this mechanism it will be impossible to resume essential activities and it will be necessary to continue with social distancing measures. Others evaluate the economic impact and, the need to return to the jobs that sustain nations. Of course, there are analyses directed at health. Interestingly, the pandemic has presented us with great challenges to the analysis of the work and attitudes we had before it. We have changed the way we analyze our lives, now including a pathogen and not just that which is classically inherent in human activity.

If mutation and reinfection by SARS-COV2 are frequent and impacts vaccine efficacy, the virus will likely become endemic¹. Given this situation and almost a year after the suspension of almost all activities that involve crowds or simple teamwork in a direct way, we are at a point where it is possible to understand that the return to the old normality will be complex.

Those of us who work in the educational and research area observe that this has been one of the sectors directly affected and forced to modify the teaching mechanisms to be adequate to the delivery of distance learning courses. Once it was mandatory to close schools and universities, the adaptation to the new modality began. But each educational sector had to do it according to the needs of their students.

The implications for professional health educators

are broad, complex, and still evolving². Although work at a distance or using digital technologies was already underway, the pandemic brought the need to accelerate the process. In less than a year, universities had to include all their students, professors, and administrative staff in teleworking. But what are the implications for the study of health sciences?

In most medical, nursing, or dental schools, the first two years are devoted to theoretical classes in group settings, but the last two or three years of the course are offered in clinical settings with the physical approach and interactive problem solving with patients³. The presence of students in inpatient, outpatient, and clinical settings is a principle that, until the advent of the current restrictions, had remained unquestioned.

Isolation rules pose specific problems in this area, which are easily solved with the provision of online classes for the first years of study, but complex for those requiring clinical training. Universities have had to adapt clinical skills sessions to the online format or, in some cases, have deferred them. Traditionally, students learn by collaborating with and assisting experienced professionals. Teaching is based on collaboration and participatory learning. One of the missions of medical, nursing, and dental schools is to educate in the formative aspect, but also in the social aspect, considering the well-being of patients as a fundamental idea. Hence, the importance of clinical instruction.

Clinical instruction is complex because it must include multiple elements, including the clinical site or

environment, the presence of the professional teacher, and the patient⁴. However, with the infectious potential of the virus, this is currently impossible or high risk in this area. The Association of American Medical Colleges suggested that medical schools pause clinical rotations for students⁵. In Mexico, all academic institutions in the country withdrew their medical students from hospitals because their safety was not guaranteed⁶. Nursing students in clinical practice have been withdrawn in most countries⁷. Dental schools are completely restricted from treating patients in Mexico and other parts of the world. This activity is classified as very high risk due to exposure to oral aerosols. SARS-Cov2 has the potential to affect students not only in the health aspect but also in the development of their diagnostic and treatment skills.

Since we do not yet know how long this situation will persist, we must recognize that in the long term there may be periods when confinement and social distancing will again be necessary⁸. This is a unique opportunity to explore new forms of clinical teaching. Several universities, especially in low-resource countries, have dedicated efforts to facilitate access to virtual classes, especially in rural areas or areas with less connectivity, generating an extension of resources and mitigating cases of abandonment. But, specifically in the clinical area, the challenge is for students to have the experience of once again being in the environment in which they will develop their professional activities, in the approach with teachers and patients.

How could we bring this learning closer to the students during periods of social distancing? As far back as 2008, Kim *et al.*⁹ spoke of student-centered learning as fundamental, but that it should evolve towards new technologies and proposed the establishment of "blended learning" as a futuristic teaching option, characterized by the combination of traditional face-to-face learning and e-learning.

This strategy seems to be one of those that could be best adapted to the new work system. For medical and dental students, it would be aimed at establishing electronically assisted instruction, the use of videoconferencing, live virtual sessions, and discussion forums that promote interaction. These methods allow students to review

electronic materials as often as necessary, at their own pace, and improve learning performance.¹⁰ But for a better approach to the clinical area, the use of software that allows virtual patients and simulators seems fundamental¹¹.

The use of simulators is not new in the medical and dental area, in 2005 Issenberg *et al.*¹² summarized the positive effect of high-fidelity medical simulations to complement clinical teaching and for the protection of patients. According to Brandao *et al.*¹³ simulation is very useful for approaching and solving complex clinical problems with meaningful learning, allowing clinical education to continue despite the social distancing regime. Several authors have reported that the use of virtual patients can more effectively improve the skills of medical students and achieve at least the same degree of knowledge as traditional methods¹⁴.

According to Arezzo *et al.*¹⁵ today multiple technological platforms can be used to incorporate clinical training. However, one limitation of this approach, which seems to be ideal, is related to the economic resources of each country in general and of each university in particular. In countries such as Mexico, where only one out of every three people of university age has access to education and where there are marked problems of financial sustainability in public universities, other strategies will also be needed¹⁶.

It is likely that to integrate the new models of clinical instruction, it will be necessary for large groups of universities to collaborate and provide economic and instructional resources to create a generalized curriculum that would be impossible to carry out individually because the technological resources are constantly being updated and are extremely costly. These moments of physical distancing are an opportunity to rethink and redesign teaching and learning processes; also, for decision-makers at the governmental level to pay attention to new pedagogical needs. The health education system must be reinvented because this would guarantee that the next generations of doctors, nurses, and dentists will fully comply with the practice of their profession, which is essential in scenarios such as the current pandemic.

REFERENCES

1. Shaman J, Galant M: Reinfection, seasonality, and viral competition will shape endemic transmission patterns. *SCIENCE*. Oct 2020: 527-529
2. Seymour-Walsh AE, Bell A, Weber A, Smith T: Adapting to a new reality: COVID-19 coronavirus and online education in the health professions. *Rural Remote Health*. 2020 May; **20**(2):6000. doi: 10.22605/RRH6000. Epub 2020 May 26. PMID: 32456441.
3. Newman NA, Lattouf OM: Coalition for medical education-A call to action: A proposition to adapt clinical medical education to meet the needs of students and other healthcare learners during COVID-19. *J Card Surg*. 2020; **35**(6):1174-1175. doi:10.1111/jocs.14590
4. Whelan A, Prescott J, Young G, Catanese V: Guidance on Medical Students' Clinical Participation: Effective Immediately [Internet]. Association of American Medical Colleges. 2020 [cited 25 March 2020]. Disponible en: <https://www.aamc.org/system/files/2020-03/Guidance%20on%20Student%20Clinical%20Participation%203.17.20%20Final.pdf>
5. Important guidance for medical students on clinical rotations during the coronavirus (COVID-19) outbreak. Press release. Association of American Medical Colleges. Published March 17, 2020. Accessed March 23, 2020. <https://www.aamc.org/news-insights/press-releases/important-guidance-medical-students-clinical-rotations-during-coronavirus-covid-19-outbreak>
6. Pérez AJM: Los estudiantes de medicina y los médicos residentes frente a la pandemia del COVID-19 en México. *Ortho-tips*. 2020; **16**(3):148-150. doi:10.35366/94529
7. Dewart G, Corcoran L, Thirsk L, Petrovic K: Nursing education in a pandemic: Academic challenges in response to COVID-19. *Nurse Educ Today*. 2020; **92**:104471. doi:10.1016/j.nedt.2020.104471
8. Rose S: Medical Student Education in the Time of COVID-19. *JAMA*. 2020; **323**(21):2131–2132. doi:10.1001/jama.2020.52277.
9. Kim K, Bonk CJ, Oh E: The present and future state of blended learning in workplace learning settings in the United States. *Perf. Improv*. 2008 Sep; **47**(8):5–16. doi: 10.1002/pfi.20018
10. Wu J, Tennyson RD, Hsia T. A study of student satisfaction in a blended e-learning system environment. *Computers & Education*. 2010 Aug; **55**(1):155–164. doi: 10.1016/j.compedu.2009.12.012.
11. Kononowicz AA, Woodham LA, Edelbring S, Stathakarou N, Davies D, Saxena N, Tudor Car L, Carlstedt-Duke J, Car J, Zary N: Virtual Patient Simulations in Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res*. 2019 Jul 2; **21**(7):e14676.
12. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ: Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005 Jan;**27**(1):10-28. doi: 10.1080/01421590500046924. PMID: 16147767.
13. Brandao CFS; Vaccarezza GF; Bizario, JCS, Gois AFT: Clinical simulation strategies for knowledge integration relating to initial critical recognition and management of COVID-19 for use within continuing education and health-related academia in Brazil: a descriptive study. *Sao Paulo Med. J.* [online]. 2020;**138**(5)385-392. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2020.0155.r2.15062020>.
14. Watari T, Tokuda Y, Owada M, Onigata K: The Utility of Virtual Patient Simulations for Clinical Reasoning Education. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;**17**(15):5325. Published 2020 Jul 24. doi:10.3390/ijerph17155325
15. Arezzo A, Vignali A, Ammirati CA, Brodie R, Mintz Y: Is it possible to continue academic teaching in surgery during the COVID pandemic era?, *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*. 2020 DOI: 10.1080/13645706.2020.1845210
16. Mendoza RJ: Presupuesto federal de educación superior en el primer año del gobierno de Andrés Manuel López Obrador: Negociaciones y retos. *Rev. educ. sup* [online]. 2019;**48**(191) [Article in Spanish] <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602019000300051&lng=es&nrm=iso>.

Diversity and current challenges of COVID-19

Rene Garcia-Contreras

ENES-León, Universidad Nacional Autónoma de México, León, México.

E-mail: dentist.garcia@gmail.com

Almost a year has passed away from the pandemic of COVID-19 was declared in Mexico, a late night in March we were notified by the news channel that schools would be closed until a later date. The year will take place on the next March 17th, 2020. At first the coronavirus didn't really catch my attention. Many people believe that we will return to the normality in a couple of week later after quarantine. Our life has change more than we think.

During the first wave of the COVID-19 in Mexico, about from March to August the fatalities has increased significantly quickly. Desperate to control the pandemic the government, the public health officials prohibited public gatherings and closed schools, churches and other institutions. However, the strategies are not enough to stopped, until now, the SARS-CoV-2 cases and the fatalities are increasing exponentially. Recently, a slightly reduced of the number of cases but still the in Mexico is the third country around the world with major number of the fatalities. They even placed restrictions on funeral services: Many communities prohibited anyone other than adult members of the immediate family to attend, and the bodies of the deceased were routinely barred from being taken into churches or chapels.

Now, certain habits did change, the Mexicans never returned to the common drinking cup, outlawed during the crisis and previously common in schools, offices and public transport; they frowned on public spitting. Public health leaders celebrated their success in providing basic education on sanitation and personal hygiene. But the deaths more than 181,000 of Mexicans did not

spur a remaking of the health-care system. One of the sadness things in Mexico is that about 97,632 Mexican health-care workers were infected in the first wave of COVID-19. On Sept 2, the Pan American Health Organization said that a survey found that nearly half of Mexican health workers were not provided PPE at work. On September 3ed report from Amnesty International said that more Mexican health-care workers had died of COVID-19 (1,320) than in any other country. The USA ranked second with 1077 deaths and the UK third with 677. The Mexican health secretariat did not dispute the figures but called the comparison with other countries unfair because none used the same method for recording deaths. It is urgent to provide adequate suppliers for trat patients at COVID-19 health centers and is urgent the vaccine¹.

The pandemic exhibit stronger than before the social and economic inequities it had made visible. For indigenous people in Mexico has showed the major inequities in order to the contaminated community, besides suffering the environmental threats, are areas of high poverty and, therefore, the domestic activities are precarious and of the informal economic sector, with no health control and no economic support to improve working conditions. Poverty has been associated with greater social disadvantage, lack of access to health services, poor quality of education services, lack of nutritional education (obesity) and/or lack of food (malnutrition), lack of drinking water, addictions, domestic violence and finally, the migration of human capital. Health is closely

related to education and the economy. When someone in the family falls ill, individual and family well-being is affected. The lack of access to health services to which the indigenous population is exposed causes health expenses, which, tied to the situation of poverty in which they are immersed, leads to catastrophic and/or impoverishing expenses that put at risk the subsequent growth of individuals and their family environment. In other terms, health is the best element of cohesion for inserting proposals for development and progress in contaminated communities, given the vulnerability to which they are exposed in the presence of the COVID-19 pandemic².

In Mexico, both global financial institutions and private analysts have already lowered growth expectations for this year. In fact, some analysts suggest that the national economy will not grow or may even decline as a result of the harsh coronavirus impact.

Can we return some day to the time before Coronavirus?

COVID-19 is the biggest challenge like no other before. It is the first that the lives of so many people around the world been affected at this scale or speed. However, as the digital transformation accelerates exponentially, it is highlighting the challenges of AI. Ethical dilemmas are already a reality – including privacy risks and

discriminatory bias.

How will we socialize after COVID-19?

All the people we will want security. The natural response is to want security. This means security in having an income, childcare, family leave and other things necessary to care for your family during a pandemic. In the second term, we all want sociability. The isolation imposed by Covid-19 is debilitating. We want to have opportunities to be with other people, share meals, share a drink in the pub, share and enjoy the activities. Social interaction affects many areas of our lives impacting on the workplace, home life and many day-to-day activities. In many cases, one of the biggest predictors of mental and physical health is the quality of social relationships. Will technology give us the same quality of social interactions that are important to social wellness, social innovation, and social productivity? There is no doubt that there will be many new social norms, but we can be sure that we're likely to want to be social – to get together and talk about it all.

We are in front of many challenges after the COVID era, however, working together we could keep health physically and psychologically, we will be fine in a more social equalities and access to healthcare systems. Working with this kind of articles help us very much to be alert and healthy.

REFERENCES

1. Lorena Díaz de León-Martínez, Luz de la Sierra-de la Vega, Andrés Palacios-Ramírez, Maribel Rodríguez-Aguilar, Rogelio Flores-Ramírez: Critical review of social, environmental and health risk factors in the Mexican indigenous population and their capacity to respond to the COVID-19, *Science of The Total Environment*, 2020; **733**: 139357.
2. David Agren: Understanding Mexican health worker COVID-19 deaths. *The Lancet*, 2020; **396**(10254):807

Communication ways that will be developed.

Alejandro Mena Acra

Laboratorio de Investigación Interdisciplinaria,

Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM, México.

e-mail: alexmenaacra@gmail.com.

It is almost a year since the COVID-19 pandemic quarantine started worldwide and it has definitely affected the way we communicate, bringing a critical impact on our daily communication skills and daily life; even though it has been demonstrated that communication has always been the key to all healthy relationships, during the mandatory quarantine, many individuals are working from home with little to no face-to-face interactions, except with the persons they live with, that are their families, creating bad communication bonds.

The impact of poor communication

Communication has been a mixture of verbal, written and electronic, such as texts, emails, telephone calls, videos, and voicemails, which made us have less interaction overall with people outside of the people we live with, and spending more time on Zoom, Meet, Teams, Line, and other mediated platforms of course in front of a camera in the computer, pc, laptop, tablet, mobile or any digital equipment.

It has been proved that humanity have less face-to-face, in-person interaction with others, and when we are face to face, we are wearing masks and other self-protection equipment, I had listened some people said that its like wearing a costume or full mask because we cannot see other people face and reactions such as personal manners or way of expressions.

There is some interesting and important research on the effects of social isolation on communication. Companies

such as restaurants, clothes stores, supermarkets, etc., are finding a variety of ways to communicate with their customers. Organizations use telemarketing through email, phone, social media, or other third-party functions for video conferencing. Communications may have varying impacts than do traditional face-to-face meetings, it is important to be conducted under a new policies, guidelines, and trainings because now they are permanent, recorded and easily searchable. Students, teachers, and workers have had crash courses in mediated platforms these past few months, and we have been learning new platforms etiquette, such as turning off the microphone when we are not speaking, or the camera, raise the hand to ask something or just request to speak. A positive is that many are becoming better at using communication technologies, which may be more beneficial moving forward.

Health-wise, social distancing is for the best overall; but social isolation is not healthy in the long term. It has been proved that the less contact we have with other people, the more we become suspicious of other people. This can make others more defensive and lead to a vicious spiral where isolation leads to suspicion, which begets defensiveness, which reinforces the suspicion and leads to further isolation as a self-fulfilling prophesy.

The impact of poor communication can go beyond minor annoyance and inconvenience, impact to the company's reputation and possible disruption of business activities along with other possible liabilities. Negative



repercussions most commonly occur when the intended message is interpreted differently by either the receiving party or an unintended recipient.

In my opinion getting back to what we used to know as normal will probably never be possible, now we are living and getting used to a new situation that will be our new normal life, so it is important to remember the changes over time even without pandemics, where social and digital media are sure to remain important for the foreseeable future without replacing face-to-face interaction.

COMMENTS.

To maintain a sense of normalcy, it is recommended

keeping in touch with friends and community as much as possible.

While the challenges of communicating responsibly during a pandemic environment are evolving, encouraging users such as students, employees, customers, or anybody to ask questions, maintaining open lines of communications within each other and implementing best communication practices can help to communicate more effectively and responsibly, not only during the pandemic quarantine, but forever.

It is very important to respect other people's comfort levels as well as their health, following the basic rule of being considerate is probably more important than ever has been.

Social problems in pandemic time: the case of Mexico.

Angel David Paulino-Gonzalez

Dental Science, National Autonomous University of Mexico.

e-mail: ad16eam@gmail.com

The changing times have taught us different views in society, many difficulties have arisen but, we have also learned that things that we previously saw as essential, necessary or as problems have become in the background. Through this symposium, I wrote down a little about some facts of the social dynamics that are observed in the world, but specially from the experience of Mexico.

In recent years it has been complicated and complex to talk about issues such as diversity, social inclusion, female leadership and participation, often the opinions are so controversial that many times they go to poles and the real meaning of the situations is turned and end up being discarded, however, despite how difficult it is to find congruence and balance in these issues, it is necessary due it is a present and future of societies around the world, times of change are visible and learning to establish conversations about these topics is a priority because it is increasingly present in many moments of our daily lives.

We see news, magazines and journalistic notes talking about facts above mentioned, the social networks, big brands and companies base their publicity and lead their markets towards these sectors, because ultimately the central point should not be to create an atmosphere of segregation, I believe that respect for different conceptions of the world are valid as long as it does not affect others.

We live in times of deconstruction, construction and

reconstruction, we live in phenomena that before the pandemic catch sight of on the scene and today the processes have accelerated, many times we have had to learn along the way and that has been painful and difficult.

Female participation and leadership in Mexico during the pandemic

From the invitation to participate in this symposium I carried out several interviews to different college women from different fields such as students of health and social sciences and humanities, I am strong belief that the construction of a more equality world for all is through dialogue, sensitive communication and listening to different points of view from others and learning together.

Something very interesting is that all the interviewees mentioned that in Mexico it is more difficult for women to be considered or seen as authority figures or sometimes there is doubt about their capacity for positions where decisions have to be made, perception of population in Mexico is still generally that women do not have the capacity to be a head of projects. And this is also reflected in the fact that in our country the number of scientists women or researchers is lower compared to men and graduates women often have more difficulty to access a similar job, many times because their skills are doubted, and therefore they generally have to try twice as hard as men, as if they had to show more.

The generations of young women in our country now

try to raise their voices and demand better conditions of safety and respect for them, before the pandemic, cases of violence even in schools were on the increase and that is something alarming and worrying, without a doubt men have to improve and fight to change the mentality that predominates in our country from home, families and that is keep in universities and jobs and often tries to hide or minimize, many times due to the mistaken idea that the prestige of the institutions or some people are worth more than the lives or the feelings of the women, I wish that as we gradually incorporate for our daily activities also women improve their conditions and can be seen as leaders as in other countries where they are more respected, I think it will take time, but I hope it will be one of the things in which many people can participate and get engaged to improve, that would be a great benefit for all and more than a benefit, that is necessary for justice, that is how I have been able to see it and many women whom I talked to write these lines manifest it.

Likewise, although it is not an easy task, the participation of families, all social sectors, academic and government can give better results in the future. We know that there are things that have been done for a long time but not means that they are right, and we hope that with the conviction and participation of all, we can offer a better future to women, it is a historical debt.

Diversity

Mexico is a country with multi diversity and despite the fact that many times this diversity has been a strength, it is also a reality that historically has had an important segregation towards different groups, especially native groups or disabilities people, homeless people such as children and elderly, for all of them access to educational, economic or work opportunities are low and discrimination is often presented against them in its worst forms.

The pandemic has maximized this inequality, from access and diffusion of information on basic care measures to prevent COVID-19 disease or access to public and private hospitals. Local statistics show that people with few economic resources have a higher

mortality rate due to delaying the care of the disease or due to the inability to pay for the expenses of dignified care, it is unfortunate that these situations continue to occur not only in Mexico but in many parts of Latin America and the world.

I think that in my country we have not managed to understand that the differences that may exist should be a reason for happiness, pride and understood as an expression of beauty, authenticity and identity.

Possibly the institutions at different levels have contributed in some way to making this problem bigger because it is seen in the government or in schools and universities that if someone does not agree with the actions or ways of thinking of others, many times they are not well seen or they seek to silence in some way, which only reflects insecurities and little intelligence and worse, little human sense and lack of love for others.

Conclusions

The pandemic invites us to reflect and redirect many situations in our lives, adaptation is taking place and is part of constant learning, we must accompany and help people who have had a hard time assimilating many of their dreams or plans life changed forever.

The economy and possible financial crises that are visualized make the population expectant and nervous in the face of the uncertainty of the future, so traditional models must also adapt to the changes that may arise and avoid financial collapses that bring more misery to the population. The solidarity must be above over selfishness, we must value human life more than material things.

Academic and research life in countries that do not assign sufficient resources, have and will have more difficulties than usual and blockage will delay their progress and wellness, it is necessary to be able to integrate models in which the population has access to scientific activities and that also people who do this work (researchers) do not isolate themselves from the problems that society experiences every day.

We must all take responsibility, work together and strive so that the next generations are better than what we have been.

Reconsidering the Importance of diversity to stop the COVID-19

David Bautista-Martinez

Division of Orthodontics, Autonomous University State of Mexico (UAEMex)

e-mail: dr.david.bautista@gmail.com

It is kind of incredible how time goes by. It has been more than a year now that the pandemic started and we are all still learning how to deal with new variations of the virus, to prevent getting infected, to get vaccinated, and so on. Anyway, it has been a difficult time for everyone, we have learnt new ways to stay safe and most people are now more self-conscious about the importance of good health practices to overcome any unpleasant situation like this.

The fact that COVID-19 is a worldwide condition makes the diversity present in many ways. Even though the general recommendations and guidelines to face the pandemic are given by the World Health Organization (WHO), each country analyze the information and apply the measures according to the local conditions. Unfortunately, the poor education and the lack of cooperation from the society, as in the case of Mexico, make it more difficult to stop the disease. At the same time, it is amazing how fast scientists are working on understanding the behavior of the virus and how to mitigate it. A century ago, it would have been impossible to think that in less than a year, several vaccines would be developed; today is a reality. For example, the first vaccine available against the Spanish flu, that hit in 1918, was introduced more than ten years later. In spite of that, there is still a long way to walk; to February 2021, according to the WHO, almost 130 countries have not yet administered a single dose of the vaccine and more than three quarters of the 128 million vaccine doses administered so far are in just ten countries.

But how will we be able to overcome the pandemic? First, it is important to highlight that we all are responsible for the situation and that in the measure we get involved, we will sooner get out of this. The collaboration between institutions, universities, and governments, has been crucial to develop a better and faster way to comprehend the virus and find viable solutions to control its spread. Then, all these partnerships must be encouraged across the world, and not just among scientists and institutions, but also as



Picture 1. Essential activities are now carried out in a different way.

individuals, we can share our ideas and the ways we are following to face the pandemic. In certain situations, and locations, these could be helpful for others and we can also learn from other people. In Mexico, one of the strategies that were introduced to help population to easier understand about the status of the virus was the named COVID-19 Traffic Light Monitoring System. It consists in a four-color “traffic light”, from red to green, that is updated separately in every of the 32 states of the country. The colors provide a guide about the activities allowed and the restrictions (**Picture 1**), according to the number of active cases, and consequently the risk of getting infected.

Today, most of us have become more conscious about the hygiene parameters and how easy we can get infected, not just by COVID-19, but by any other infection. I think some of the new considerations that arrived with the virus, should be incorporated to our novel lifestyle; the use of facemask, for instance, when one is infected by any respiratory infection, including the common cold or flu; in some countries, many people were also using the mask even before the pandemic, due to high levels of pollution in industrialized cities. Public spaces, such as restaurants, malls, museums, etc., should work under the new standards of hygiene, and not to down the guard. But, since we cannot be fully sure that those measures will be satisfied by the owners of places or businesses, we should be responsible for taking care of ourselves and the people around us. So, the frequent wash of hands and keeping our space clean are now a standard goal.

In the particular case of Mexico, before the pandemic, we were dealing with many issues. A country where more than 40% of the population are in poverty situation, about 6.8% aged 15 or more are analphabetic, where obesity is a public health concern and only about 22% of the people between 25 and 64 years have got a higher education degree, the lowest rate among the member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). According to this, anyone can guess the currently situation of the health system, and the poor control of the pandemic, taking in account the features of this nation. Anyway, the government, private and public institutions, businesses, and population must

bring efforts together to control the coronavirus, and other illnesses that probably we will face in the upcoming times.

On the good side, it is quite comforting to see the interaction between the young and the old generations, and how this mutual enlightenment is allowing a better adaptation to the new changes. Experienced scientists across the world decoding the behavior of the virus and developing cures and vaccines, adults sharing their knowledge and experience on difficult times lived before, young people taking care of their parents and grandparents, and helping them on the use of new technologies, and individuals of all ages getting used to new rules and working together with one objective in common: to beat the COVID-19. But while crises are painful, we can also get some good things out of it. They push us to be creative, to be solidary with the people around us, to value the things in life that really matters, and to realize that we were doing some things in the wrong way. In recent times, people always claim to be short of free time to exercise, start a new hobby, or simply enjoy time with beloved ones, but during this time, a lot of them found that moment to be in touch with their minds and bodies and to really switch their

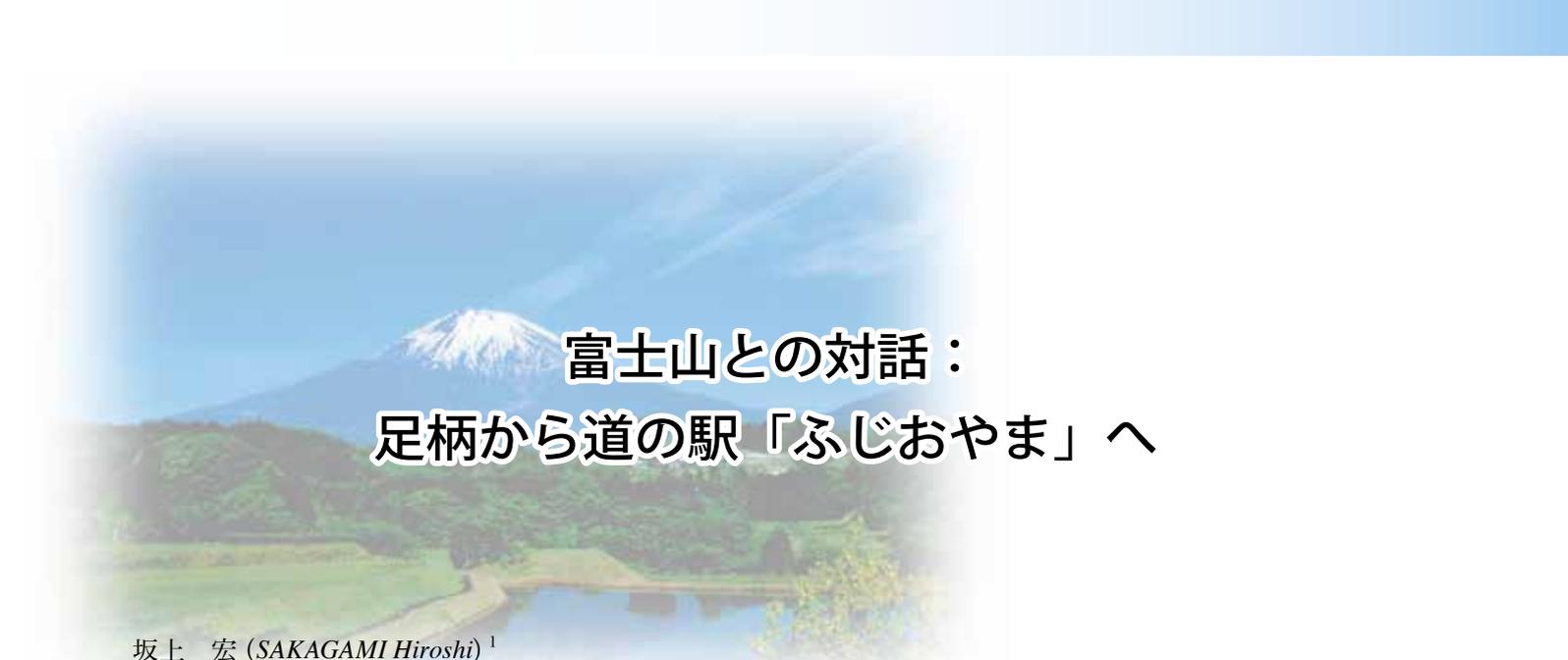


Picture 2. For dentists, hygiene protocols are not very different than before.

old lifestyle for a brand new one, a renovated and better version.

In the field of dentistry, just a few changes have taken place. Many of the new guidelines for most of the people, have been long used for dentists: the use of facemasks, goggles, and face shields (**Picture 2**), gloves, the disinfection protocols between patients, the sterilization of the instrumental, the recurrent hands washing, and the standard precaution that all patients are considered potentially infectious since we are exposed to blood and saliva. It is difficult to introduce new practices such as telework or distance interaction because our work is essentially done face to face, literally. Then, just some follow ups after certain treatments or solving some doubts from patients, can be performed remotely.

Once the disease is under control, we will start a new era in our lives and the new normality, as properly the institutions have called it, will be no longer new, and it will become the daily standard. Nevertheless, the pandemic will end someday, we should have in mind that probably more infectious diseases will take place in the near future. Hence, as population, we must be prepared, and this implies to change bad habits to keep healthy, avoid unnecessary crowds, to touch surfaces at public spaces, keep our homes and workspaces as clean as possible, use protections when considered essential and wash our hands as frequently as our activities demand. COVID is redesigning our world and the future of our lives is still taking shape, but one thing is for sure: nothing will be the same again.



富士山との対話： 足柄から道の駅「ふじおやま」へ

坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)¹

協力者：小山町役場 (鈴木 新一 (SUZUKI Shin-ichi))², 小山町観光協会³, 道の駅ふじおやま⁴

Dialog with Mt. Fuji: Walking trip from Ashigara to Fujiyama

Corresponding author: Hiroshi Sakagami, Ph.D., Prof.

Meikai University Research Institute of Odontology (M-RIO)

<http://www.meikai.ac.jp/dent/m-rio.html>

1-1 Keyakidai, Sakado, Saitama 350-0283, Japan

Tel: 049-279-2758 (Office), 049-279-2787 (M-RIO) (dial-in);

Cell phone: 090-1219-1393

e-mail: sakagami@dent.meikai.ac.jp

Research map <http://researchmap.jp/read0025533/>

Collaborators:

Oyama Town Hall

Oyama Town Tourism Association

Road Station Fujiyama

ABSTRACT

I walked up to “Fujiyama” from Ashigara station to escape from the hectic daily life. There is almost no traffic around here, and you can quietly look back at yourself. You can also admire the blessings of nature such as spring water and hot springs created by Mt. Fuji, and the buildings designed by Mr. Shogo Kuma that are in harmony with nature. I want to think about more deeply how I can contribute to society. Rest is a weapon.

Key words: Dialog with Mt. Fuji, blessings of nature, reflection and decision, fulfilment of our goal

要旨

毎日の慌ただしい生活から逃れるようにして、「ふじおやま」への徒歩旅行に出た。この辺りは、人の往来がほとんどなく、静かに自分自身を見つめ直すことができる。湧き水や温泉など富士山が生み出す自然の恵みや、隈省吾氏設計の自然と融和した建築群を嘆賞することができる。自分自身はどのようにして社会に貢献できるかをじっくりと考えたい。休息は武器である。

¹ 明海大学歯科医学総合研究所 (M-RIO) e-mail: sakagami@dent.meikai.ac.jp

〒350-0283 埼玉県坂戸市けやき台 1-1 Tel: 049-279-2758, 049-279-2787

² 〒410-1395 静岡県駿東郡小山町藤曲 57-2 Tel: 0550-76-1111

³ 〒410-1326 静岡県駿東郡小山町用沢 72-2 Tel: 0550-76-5000

⁴ 〒410-1326 静岡県駿東郡小山町用沢 72-2 Tel: 0550-76-5258

1. コロナ禍を力強く生きる

コロナ禍により、エンターテインメントが延期・中止され、オンラインによる配信など新たな形が浸透している。人と人とのつながり、時間の価値、精神性など無形の豊かさを重視する社会に変わりつつある¹⁾。映画や音楽を通しての精神面への栄養の補給は、総合的な健康維持や社会の安定に必要である。そして、状況を見極めるためには、自らの頭で物事を考える訓練も必要である²⁾。韓国の7人組男性ヒップホップグループのBTS (**Beyond The Scene** = 現実に安住することなく、夢に向かって絶えず成長していく青春)は、世界中に旋風を巻き起こしている。デジタル時代の疎外感を癒すからだろう³⁾。日常の生活の課題だけでなく、人生全体のことからにも思考を巡らせることも必要であろう。仕事と生活の調和を図れば、過労死、自殺、職場のハラスメントも減少できる⁴⁾。

リーダーは部下のために「いる」ことにより、パフォーマンスを向上させられる。自分の身体が周囲の環境に繋がっていれば、方向や目標に対する強い感覚を持てる。コミュニケーションを改善するには、聞き上手になることだ。そうすれば、話し手の自尊心を高め、適切な提案をすることもできる⁵⁾。

コロナ禍でSMARTに生きるための5つの条件とは、目標が具体的 (**Specific**)、測定可能 (**Measurable**)、達成可能 (**Achievable**)、重要 (**Relevant**)、期限付き (**Time-bound**) である⁶⁾。

ミステリー作家の森村誠一の信条は、胸に沁みる⁷⁾。

- 生涯現役として創作活動を続ける。
- 現在は、通過点に過ぎず、今後も、目標を持ち続け、新たな境地で挑戦してゆく。
- 何らかの形で社会にかかわり続ける。
- 自分の個性を活かすためには、常に自分というものを正確に見つめる。
- 絶えず他の人間と交流し、知識と見識を広める。
- 毎日同じことの繰り返しの中では、人間は植物化してくる。日常性から離脱しなければならない。
- 山と融和し、山とじっくり向かい合う。
- 旅とは、日常性の鎖を断ち切って、道の世界に踏み込んで行くことである。旅から帰った時、昨日までの見慣れた風景が全く別の彩りをもって立ち上がってくる。

2. 道の駅「ふじおやま」への旅

森村誠一のサスペンスドラマを見ていたら、冒頭でいきなり、私が以前住んでいた団地が画面に現れた。主人公が犯人と、美しい山並みと広大な裾野を見下ろせる丘でお弁当を食べていた。ドラマの終了間近に流れる美しい曲が、Agnes ObelのAvenueであること、小山町が撮影の協力をしたことを知った。これが動機となり、昨年11月に御殿場線の足柄駅を訪れ、ドラマの撮影場所を探す旅に出た。そして、富士山の絶景と出会った⁷⁾。

富士山をもっと近くで見たくなり、1月初旬に、再度、足柄駅で降り、道の駅「ふじおやま」まで歩いた(写真1)。西武線中井駅発(7:31)→小田急線新宿駅発(7:43)→御殿場線松田駅発(9:27)→足柄駅(静岡)着(9:51)。所要時間は、2時間20分足らず。足柄駅では観光客はいなかった。駅前の坂道を登り(A)、ベンチのある見晴らし台の上に立った(B)。地元の人がイチ押しの絶景スポットだ。棚田に寄り道してから(C)、東名高速道路の橋を渡り、しばらく道沿いを南下した。足柄温泉やホテルが見える位置から右折し、高速道路から離れていった。富士山の右隣に小高い丘が寄り添って見える(D)。富士山が目の前に大きく見えた(E)。最初の信号まで、地元の人ともほとんど会わなかった。信号を右折、吉久保の信号を左折、金太郎ベーカリーのある農村活性化センターふじあざみ(F)、そして道の駅「ふじおやま」に到着した。足柄駅から約1時間の道程である。ここは、国道246号線唯一の道の駅である。食堂からは富士山と湧き水を汲んでいる人の姿がはっきりと見えた(G)。



写真1 道の駅「ふじおやま」までの道のり

3. 道の駅「ふじおやま」にて

焼きたてのオリジナルパン、菓子パン、クロワッサン・デニッシュ、お食事パンや季節の新作パンを食べることができる金太郎ベーカリー（写真2）。

豊富な定食、麺類を提供するレストランふじおやま（写真3）。中でも、富士山カレーは格別に美味しい（写真4）。長距離トラックの運転手が定期的に利用している。



写真2 金太郎ベーカリー



写真3 レストランふじおやまのメニュー



写真4 富士山カレー

売店

朝に収穫した新鮮な農作物をはじめ、地元の手作り弁当やお菓子、道の駅自家製パンを直売している。たくさんのお花が置いてあるのは富士霊園が近いからだ。富士霊園は標高 800m 付近にあり、園内の霊園参道には山桜、染井吉野など約 8000 本の桜が植えられ、日本さくら名所 100 選に選ばれている。桜のシーズンは、今年はかなり早まり、3 月下旬が見頃と予報されている。

富士山の伏流水

富士山 (3776m) は、玄武岩でできた大きな成層火山である。富士山には、年間約 22 億トンの雨や雪が降り、日量約 533 万トンの地下水として蓄えられている。溶け込んだ成分が比較的少ないため、生活用水や工業用水として最適とされる⁹⁾。地下 100m から汲み上げている。玄武岩を含む地層から溶け出したバナジウムを約 62 ng/mL 含むため、富士山世界遺産に登録されている。バナジウム含有天然水は、血糖値を下げる作用がある。その原因は、脂肪細胞のインスリン受容体の数を増やし¹⁰⁾、グルコーストランスポーター GLUT4 の発現を促進し¹¹⁾、インスリンの作用を増強することにより¹²⁾、血中グルコースの細胞内への取り込みを促進するためである。ここの伏流水は、足柄山で生誕したとされる金太郎にちなんで、金太郎の水といわれている (写真 5)。



写真 5 金太郎の水

4. 大自然の中で

4-1. 広大な自然の中の隈研吾氏の作品群

4-1-1. 交流センター：

JR 東海・御殿場線足柄駅は、無人駅であるが、IC カード簡易改札機が設置されている。2018 年度の 1 日平均乗車人員は 450 人である (静岡県統計年鑑)。足柄駅は、駅舎を建替え「交流センター」として、2020 年 6 月下旬よりオープンした (写真 6)。建小山町足柄支所、トイレ、2F には休憩所が併設されている。足柄駅・交流センターの設計は、新国立競技場を設計した「隈研吾建築都市設計事務所」による。交流センター



写真 6 足柄駅・交流センター



写真7 「番傘屋根東屋」とトイレ

は、木造2階建て一部鉄骨造で、富士山の風景を大きく取り込む片流れ屋根の直屋である。ストリートピアノの常設も考えられている。

4-1-2. 誓いの丘：

足柄峠に向かう「金太郎富士見ライン」沿いにある。富士山と真正面に対峙し、広大な裾野を眼下に見下ろせるこの場所は、TVドラマのロケーションとしてよく使用されている。誓いの鐘を鳴らすと幸せが訪れるといわれている。富士山を愛した「新田次郎の文学碑」もある。「隈研吾建築都市設計事務所」は、「番傘屋根東屋」とトイレを設計した（写真7）。あずまやは高さ5～6mの2棟が横に並び、富士山をイメージしたという白地の屋根が目目を引く。垂木や柱がむき出しになり、木組みが美しい。地元産木材を使っている。ここに辿り着く唯一の交通手段は、マイカー、サイクリングか徒歩である。早くバスで行けるようになって欲しい。ここは、世界的名勝地になるだろう。

4-2. 阿多野の「水かけ菜」、棚田、あしがら温泉

小山町の阿多野は、特産品「水かけ菜」の栽培地である。5月の田植え直前には多くのカメラマンが棚田付近を撮影に訪れる。あしがら温泉は、アルカリ性単純温泉であり、神経痛、筋肉痛、関節痛、冷え性、疲労回復に効能がある。ここから富士山の眺めは素晴らしい（写真8）。足柄温泉付近には、複合施設（アクアイグヌス）の建設が計画中である。

ここ小山町は、富士山を近くに見ることができる。広々とした自然には、まだまだ、開拓できる余地があるようだ。都会から、3時間足らずで行ける、人のいない大自然の中で、しばし自分を見つめてみたい。富士山は目の前にいて不動の態勢でいる。どっしりと構えている。決してぶれたりしない。まるで動揺してい



写真8 左から水かけ菜の栽培（阿多野）、棚田付近の5月の富士山、足柄温泉からみた富士山

る私を諫めているようだ。今自分は何を行おうとしているのか。社会に対して何か貢献できたのか。自分は、利己的過ぎなかったか。もう一度過去を振り返り、自分がこれから為すべきことを真剣に考えたい。

Rest is a weapon (休息は武器である)¹³⁾。生化学者のマルス (ノーベル賞受賞者) は、交際相手を乗せドライブ中に PCR のアイデアが浮かんだ。慌ただしい生活から離れ、自身のものの見方を保つ。人的ネットワークの力を借り、解決策を見出し、準備万端になった時、素早く行動に移すのだ¹⁴⁾。

コロナ疲れを癒やしに、お弁当を持たず、是非「ふじおやま」まで気楽にお出かけ下さい。(SH)

参考文献

1. 時津剛：自粛が可視化した東京の現実, *Newsweek* 2020.12.1, pp 62-67
2. ヤマザキ マリ：メンタル面に栄養を, 朝日新聞コラム記事, 2021.1.24.
3. レベッカ・デービス：BTS(と ARMY)が変えた世界, *Newsweek* 2020.12.1., pp 18-26
4. 川人博：過労死しない働き方 - 働くリアルを考える, 岩波ジュニア新書, 200.9.18
5. ハーバード・ビジネス・レビュー編集部：マインドフル・リスニング, ダイヤモンド社, 2020.11.4
6. ケリー・アン・レンズリ：コロナ禍でも 2021 年をいい年にする誓いの言葉, *Newsweek* 2021.2.2., pp 40-45
7. 森村誠一：老いへの挑戦, 海竜社, 2020.2.22
8. 坂上宏：新春巻頭言, コロナ禍での生活設計, *New Food Industry* **63**(1), 1-2, 2021.
9. 富士山の自然と恵み：静岡県くらし・環境部環境局自然保護課
10. Zhao Q, Chen D, Liu P, Wei T, Zhang F, Ding W.: Oxidovanadium (IV) sulfate-induced glucose uptake in HepG2 cells through IR/Akt pathway and hydroxyl radicals. *J Inorg Biochem* **149**: 39-44, 2015.
11. Korbecki J, Baranowska-Bosiacka I, Gutowska I, Dariusz Chlubek D.: Biochemical and medical importance of vanadium compounds. *Acta Biochim Pol* **59**(2): 195-200, 2012.
12. El-Shafey ES, Elsherbiny ES.: The role of apoptosis and autophagy in the insulin-enhancing activity of oxovanadium (IV) bipyridine complex in streptozotocin-induced diabetic mice. *Biometals* **33**(2-3): 123-135, 2020.
13. 米国の作家 Robert Ludlum (1927- 2001) の小説の主人公 Bourne が, 悪党との格闘に疲れ果てた時に吐いた言葉
14. フォーン・ガーマー：コロナ失業に負けないメンタル管理法とキャリア戦略, *Newsweek* 2021.2.9, pp 54-55

www.newfoodindustry.com

ニューフードインダストリー 第63巻 第4号

印刷 令和 3 年 3 月 20 日
発行 令和 3 年 4 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
TEL:042-312-0836(代表)
FAX: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 2,750円 本体2,500円 (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, mL, kg, g, mg, mg, mol, mmol, mM, 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：2,750円 本体2,500円
(送料120円)

雑誌 89591-4



4910895910413
02500