

New Food Industry

2020

11

New food indust. 62 (11): 2020.

一臨床医から見た保健機能食品について

- ◆ 新興・再興ウイルス感染に予防効果が期待される保健機能食品

研究解説

- ◆ クマ笹葉アルカリ抽出液(ササヘルス®)は、瞬間的にウイルスを不活化する

NOTE

- ◆ 秋田県における保健機能食品開発:栄養機能食品としてのエゴマ種子油「翡翠®」

解説

- ◆ 当院における栄養サポートチームへの歯科介入状況の検討
- ◆ Effect of New Coronavirus (COVID-19) on Food and Restaurant Industry

海外紀行文

- ◆ 2019年夏のスコットランド紀行 ービフォーコロナー(1)エディンバラ

コーヒー博士のワールドニュース

- ◆ コーヒー成分とCOVID-19

New Food Industry Editorial Board

■ボードメンバー敬称略(五十音順)

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



その透きとおった肌のヒミツは、なに？



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

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

美容素材 **パイナップルセラミド**

パインセラ[®]

自然の恵みを選ぶ

食品営業部

丸善製薬株式会社

【東京】東京食品課 〒150-0021 東京都渋谷区恵比寿西2-6-7 TEL(03)3496-1521 FAX(03)3496-1641
【大阪】大阪食品課 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町2-6-6(地野日生ビル6F) TEL(06)6203-6918 FAX(06)6233-3606

<http://www.maruzenpcy.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

新発売 EPAパウダー300/DHAパウダー300

- ブルーベリーエキス
- カシスエキス (Cassinol[®])
- イチョウエキス (国産葉使用)
- イソフラボン (20%~80%)
- 茶抽出物
- グリーンルイボスエキス (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)
- 鉄クロロフィリンナトリウム
- 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

プリマハムの環境浄化微生物

プリマの技術で
クリーンな地球へ



生ゴミ処理用微生物

- タンパク質・脂肪分解力が強い
- 耐塩性・耐酸性、広い発育温度領域

排水処理用 油脂分解微生物 YB

- 動植物性油脂分解力が強い
- 耐アルカリ性、低温域でも発育

排水処理用 BOD低下微生物 HS

- BOD低下能力が強い
- 低温域でも発育

プリマハム株式会社 基礎研究所
〒300-0841 茨城県土浦市中向原635
TEL : 029-842-4333 FAX : 029-842-5216

プリマハム

排水処理用 油脂分解微生物 YB

プリマハム株式会社

近年、地球環境問題への関心が高まるにつれ、企業においても環境負荷低減に向けた積極的な取り組みが求められています。弊社でも環境負荷の低減を目指し、様々な活動を進めるとともに環境にかかわる新たな技術開発の研究にも力を入れています。これまでに「生ゴミ処理用微生物 BP, FN」や「排水処理用 油脂分解微生物 YB」など各種の環境浄化微生物を開発し、お客様にご利用いただいております。本稿では、「排水処理用 油脂分解微生物 YB」について、その特長と効果についてご紹介させていただきます。

食品加工工場や厨房などの調理施設から発生する排水中には、植物性または動物性の油脂が多く含まれています。これら排水中に含まれる油脂は、水環境保護のため国や自治体で基準が設けられています。また、これらの油脂は、排水処理設備の機能低下、配水管の閉塞、悪臭および害虫の発生などの原因にもつながることから適切な処理が求められます。排水中の油脂を低減する方法には様々な手法がありますが、弊社では最もコストや環境負荷が少ない生物学的処理に着目し、排水中の油脂分解に適した微生物「排水処理用 油脂分解微生物 YB」を開発しました。

【特長】

「排水処理用 油脂分解微生物 YB」は、様々な性質の排水に対しても効率的に油脂が分解できるよう2種類の微生物を混合したものであり、以下にその特長をお示しいたします。

- 1) 動物および植物性の油脂を分解する能力が高い。
- 2) pH の生育領域が広い (pH: 4 ~ 10)。
- 3) 温度の生育領域が広い (温度: 10 ~ 40°C)。

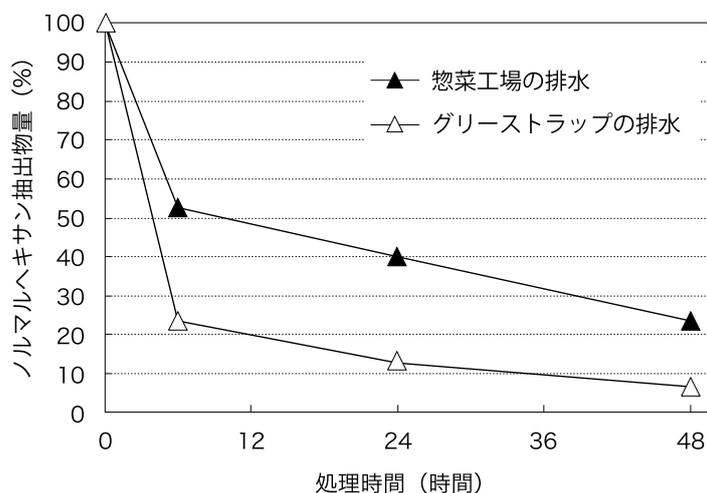


外部機関による急性毒性試験の結果から、人体に問題のない微生物であることが確認されています。

【実排水での評価】

供試排水

- ・惣菜工場の排水 (BOD: 93mg/L, ノルマルヘキサン抽出物量: 510mg/L, pH5.2)
- ・給食施設グリーストラップの排水 (BOD: 351mg/L, ノルマルヘキサン抽出物量: 140mg/L, pH6.2)



【採用事例と効果】

- ・食肉関連工場の排水施設 → 油脂回収頻度の低減
- ・大型給食施設のグリーストラップ → 油脂回収頻度の低減, 悪臭発生の低減
- ・レストランのグリーストラップ → 油脂回収頻度の低減, 悪臭発生の低減, 排水基準の改善

【お問合せ】

微生物は「生生物」であるため、効率よく油脂を分解するためには、処理対象となる排水の性質や処理施設などの情報から生育条件を整えていく必要があります。そのため、若干の専門知識が必要となります。本技術に関してご興味のある方は、お気軽にお問合せ下さい。

一臨床医から見た保健機能食品について

■ 新興・再興ウイルス感染に予防効果が期待される保健機能食品

窪田 倭 773

研究解説

■ クマ笹葉アルカリ抽出液（ササヘルス®）は、瞬間的にウイルスを不活化する

坂上 宏, 福地 邦彦, 浅井 大輔, 寺久保 繁美, 竹村 弘, 堀内 美咲,
藤澤 知弘, 勝呂 まどか, 戸枝 一喜, 安井 利一, 大泉 浩史, 大泉 高明 785

NOTE

■ 秋田県における保健機能食品開発：栄養機能食品としてのエゴマ種子油「翡翠®」

戸松 さやか, 加藤 咲子, 若泉 裕明, 佐々木 玲, 畠 恵司 791

解説

■ 当院における栄養サポートチームへの歯科介入状況の検討

加藤 崇雄 796

■ Effect of New Coronavirus (COVID-19) on Food and Restaurant Industry

Ryusuke Oishi 801

連載解説

■ 商品開発 (New product development; NPD): グルテンフリー食品製造の場合

瀬口 正晴, 竹内 美貴, 中村 智英子 807

製品解説

■ 排水処理用 油脂分解微生物 YB

プリマハム株式会社 前付 2

海外紀行文 2019年夏のスコットランド紀行

■ ービフォーコロナー (1) エディンバラ

林田 千代美 819

コーヒー博士のワールドニュース

■ コーヒー成分と COVID-19

岡 希太郎 825

連載 野山の花 — 身近な山野草の食効・薬効 —

■ トウガラシ *Capsicum annuum* L. (ナス科 Solanaceae)

白瀧 義明 832

連載 デンマーク通信

■ デンマークのパンケーキ

Naoko Ryde Nishioka 836

世界から、優れた「自然の恵み」を提供します

アンテスの母なる穀物 **キヌア**



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

「茹でる」「炊く」が一番ポピュラーな食べ方で、フクフクとした食感を楽しめます。スープ・雑炊・サラダ・雑穀米など様々な料理に使われています。

取扱い製品

◆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- プシコース (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

一臨床医から見た保健機能食品について 新興・再興ウイルス感染に予防効果が 期待される保健機能食品

窪田 倭 (KUBOTA Sunao)¹

¹ 三多摩医療生活協同組合 国分寺診療所 理事 (総合診療科医)

Key Words: 気道粘液, 粘液型 IgA, 新型コロナウイルス, 新型インフルエンザウイルス, 保健機能食品

はじめに

ヒトとウイルスとのかかわり (感染) は, 人類が誕生した 600 ~ 700 万年前の時点で既にあったことが推定されている¹⁾。その後のヒトとウイルスとの長い闘いの結果, 天然痘 (痘瘡ウイルス) は 1979 年に世界から撲滅され¹⁾, ポリオ (急性灰白髄炎) は 2011 年以後我が国において発症は見られず²⁾, いずれもウイルスに対するワクチンの効果にて制御された。ここに人類はウイルスとの長い闘いに勝利できたと信じた。しかし, 20 世紀には 1918 年のスペイン風邪, 1957 年のアジア風邪, 1968 年の香港風邪と 3 度の世界的大流行 (パンデミック) と, 1977 年のソ連風邪の中規模に流行したインフルエンザウイルス³⁾ や, 今世紀 2003 年の SARS (重症急性呼吸器症候群) コロナウイルス (SARS-CoV-1), 2013 年に MERS (中東呼吸器症候群) コロナウイルス (MERS-CoV) などがヒトを新たに苦しめることになった⁴⁾。さらに 2019 年末に中国湖北省武漢市で発生した新型 (新興) コロナウイルスによる感染症は COVID-19 と称され, 急速に中国全土から世界へと拡散し, 未だに感染拡大が続いている⁵⁾。ウイルスの新たな脅威が認識される事態となった。

何故に同じ科のウイルスがほぼ数十年周期で流行するのか。何故に同じウイルスが第一波の感染後, 時を移さず第二波の感染拡大するのか。何故に近代になりウイルスによる世界的大流行 (パンデミック) が起こるのか。何故に既存の抗ウイルス薬が新型ウイルスに効果がないのか。これらの疑問に対して, ウイルスは動物や植物さらに細菌に寄生して, それらの機能を利用して自己増殖しなければならないこと, 容易に異なるウイルスに変異できる機構を持っ

ていること (特に RNA ウイルス) などが挙げられている⁶⁾。さらに動物からヒトへ, ヒトから人への伝搬感染中に突然変異して, 感染力を広げることが新たに知られるようになった⁷⁾。現代は高速大量輸送の時代, ヒトも物も数時間で地球上のあらゆる場所から場所に移動できる状況下にある。呼吸器親和性ウイルスの特性である咳, くしゃみによる飛沫感染と物に付着しての接触感染による自己増殖 (子孫) できるウイルスにとっては最適の環境となっている。

ウイルスとヒトとの長い闘いにおいて, ウイルス側には上に記載したようにヒトへの感染は, 現在非常に容易になった環境下にある。一方, 宿主側のヒトにはウイルスに対する感染防御機構 (自然免疫および獲得免疫) が進化しながら発達してきている。しかし, 新型コロナウイルスや新型インフルエンザウイルスによる世界的大流行が起こると共に, いったんこの防御機構が破綻すると重症肺炎から死へと最悪の経過を取る症例も増えている^{8,9)}。

季節性インフルエンザウイルスに対する抗ウイルス薬や, ワクチンはそれなりの効果は認められている。しかし, ヒトがこれまで全く経験してなかった新たなウイルスの感染に対しては, 既存の抗ウイルス薬やワクチンは機能しないのが, 今回の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) において改めて知らされた。

これからは次から次へと変異するウイルスとの闘いの時代となった。変異するウイルスに既存の抗ウイルス薬やワクチンが期待できないとすると, ヒトに備わっている外敵から身を守る感染防御機能 (免疫機能) の向上を計り, 感染予防に力を注ぐべきで

ある。呼吸器系感染を主とするウイルスが細胞内に侵入する前に関門（バリア）としての口腔，鼻腔，気道の粘液，そこに含まれる抗菌作用物質，中和抗体，粘液型 IgA などの免疫機能として重要性が指摘されている¹⁰⁾。中でも粘液型 IgA はウイルス感染防御の重要な役割を演じている。

本解説においてウイルスについての一般的なこと，外敵から身を守る最前線の防御機構（局所免疫），特に粘液性 IgA について，そして粘液型（唾液）IgA を産生し感染予防効果が期待される機能性食品について述べる。

1. ウイルスについて

1) 一般的事項^{1, 11, 12)}

ウイルスは核酸とウイルス粒子を構成する構造タンパク質からなる化学物質で，動物や植物細胞に寄生し，それらの細胞機能を利用して自己（子孫）を増やしていく最小単位の生物である。

大きさは，細菌（ブドウ球菌では 1000nm）の中でも最も小さいマイコプラズマ（100～300nm）と同程度のものから，さらに小さい 20nm までの広がりがある。ヒトに関与するウイルスで最も大きいものは痘瘡ウイルスの 400nm，最も小さいものはポリオウイルスの 20nm である。インフルエンザウイルスは約 100nm，コロナウイルスは 80～160nm で中間の大きさにある。

構造は，ウイルス遺伝子（核酸）にタンパク質が結合した核タンパク質が芯（コア）となり，それを包むタンパク質の殻（カプシド）からなる 2 重構造を呈している。種類によってはさらに外側にエンベロープと称される被膜（タンパク質，糖，脂質よりなる）で被われているものもある。エンベロープはウイルスの感染した細胞質膜や核膜と，ウイルス粒子の成分が合わさったもので構成されている（図 1）。

1 種類のウイルスは核酸として，DNA（デオキシリボ核酸）か RNA（リボ核酸）のどちらか 1 つだけしか持っていない。このことからウイルスを，DNA ウイルスと RNA ウイルスに分類される（表 1）。

ウイルスが細胞に感染するとウイルス独自の個性を発現するとともに，自分自身の遺伝情報を増幅して子孫を残す。ウイルスが感染できる細胞は，細胞側のウイルスレセプターによって決定される。したがって，感染はウイルスが細胞表面のウイルスレセ

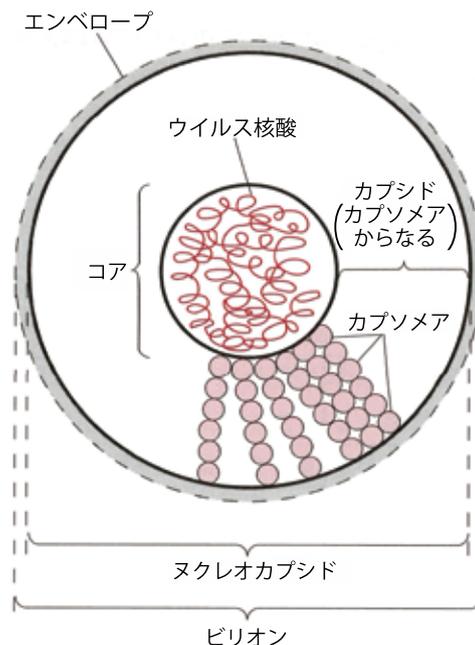


図 1 ウイルスの模式図（文献 12）より引用）

プターに吸着することから始まる。そのメカニズムは以下のように説明されている（図 2）。

ウイルスは宿主細胞表面のウイルスレセプターに吸着する。ついで，エンベロープを持たないウイルスは endocytosis（飲食作用）により細胞内に侵入する。エンベロープを持つウイルスは endocytosis によるものと，カプシドのみが取りこまれて細胞内に侵入するものがある。カプシドが分解されて核酸は裸の状態となり，宿主細胞の核に移行する。核酸合成（複製）に先立って合成に必要なタンパク質が作られる。このタンパク質を用いてウイルスの核酸が合成される。ついで，ウイルスを構成するタンパク質（構造タンパク質）が合成され，合成された核酸と，この構造タンパク質とが細胞質内で合体（集合）して子ウイルスが形成される。子ウイルスは細胞外に放出される。1 個のウイルスより数千から数万個の子ウイルスが細胞外に放出され，次の宿主に感染する。

以上の過程により，ウイルスの自己増殖に利用された宿主細胞は，アポトーシスと呼ばれる細胞死を起こす。

2) インフルエンザウイルス¹³⁻¹⁵⁾

ウイルスが増殖して子孫を残すには，動物あるいは植物の細胞の機能を利用しなければならない。その細胞を求めて最も多くのウイルスが侵入する門戸

表1 主なウイルスの性状とヒトに関連する病名

	科	大きさ (nm)	エンベロープ	病名
DNA ウイルス	アデノウイルス科	70 ~ 90	-	プール熱, 流行性結膜炎, 夏カゼ, 急性胃腸炎
	ヘルペスウイルス科	150 ~ 200	+	水ぼうそう (水痘), 帯状疱疹, 単純ヘルペス (疱疹), 伝染性単核球症, 突発性発疹
	バビローマウイルス科	45 ~ 55	-	子宮頸がん, 尖圭コンジローマ
	ポックスウイルス科	230 ~ 400	+ (※)	痘瘡 (天然痘), 伝染性軟属腫
	ヘパドゥナウイルス科	42	+ (※)	B型肝炎
RNA ウイルス	ピコルナウイルス科	20 ~ 30	-	ポリオ, 手足口病, 出血性結膜炎, A型肝炎, 無菌性髄膜炎, ヘルパンギーナ, カゼ (ライノウイルス)
	ミキソウイルス科	80 ~ 120	+	インフルエンザ
	パラミキソウイルス科	150 ~ 300	+	はしか (麻疹), おたふくかぜ (ムンプス), カゼ, 肺炎
	フラビウイルス科	45 ~ 50	+	日本脳炎, 黄熱, デング熱, ウエストナイル熱, C型肝炎
	トガウイルス科	50 ~ 70	+	風疹, 先天性風疹症候群
	フィロウイルス科	80	+	エボラ出血熱
	ブニavirus科	90 ~ 100	+	ハンターンウイルス感染症, 腎症候性出血熱
	アレナウイルス科	50 ~ 300	+	ラッサ熱
	コロナウイルス科	80 ~ 160	+	上気道炎, SARS, MERS, COVID-19
	ラブドウイルス科	75 ~ 180	-	狂犬病
	カリシウイルス科	35 ~ 40	+	ノロウイルス (食中毒)
レトロウイルス科	100 ~ 120	+	エイズ (後天性免疫不全症候群), 成人T細胞白血病	

+ (※) : 複雑なエンベロープ様構造

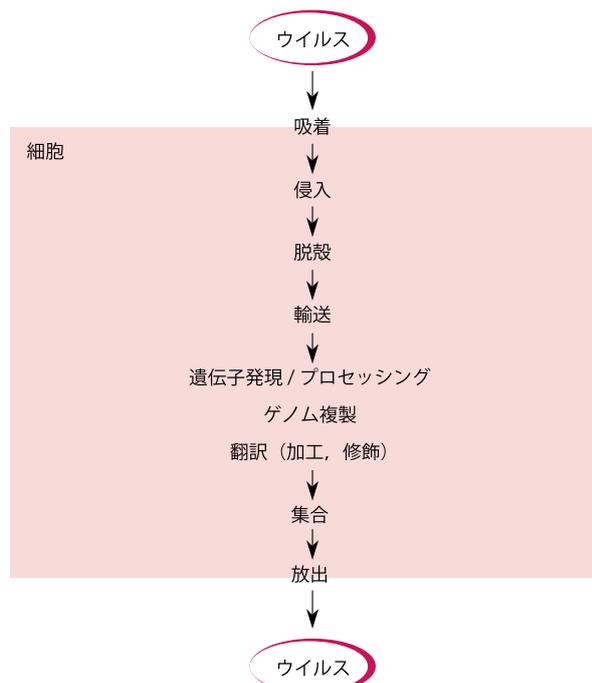


図2 ウイルスの細胞内への侵入と増殖過程 (文献6) より引用)

は、呼吸器（気道感染）と消化管（経口感染）である。これらの器官で増殖したウイルスは、新たな感染源（宿主）を求めて出て行く主要な経路でもある。気道感染において子孫ウイルスは咳、くしゃみの水滴による飛沫感染、ウイルスを中心とする飛沫核感染、物に付着して手指からの接触感染などにて伝播して流行を繰り返す、時にはパンデミックを引き起こす。その代表的なウイルスはインフルエンザウイルスとコロナウイルスである。

インフルエンザウイルスの形態は図3に示す如く、中心に核酸（RNA）とウイルスの構造タンパク質が結合した核タンパク質（ヌクレオプロテイン NP）と宿主細胞由来の脂質2重膜のエンベロープで包まれている。エンベロープの内側はマトリックスタンパク質（M1）により裏打ちされ、外側は、赤血球凝集素（hemagglutinin, HA）とノイラミダーゼ（neuraminidase, NA）の2種の突起（糖タンパク質）

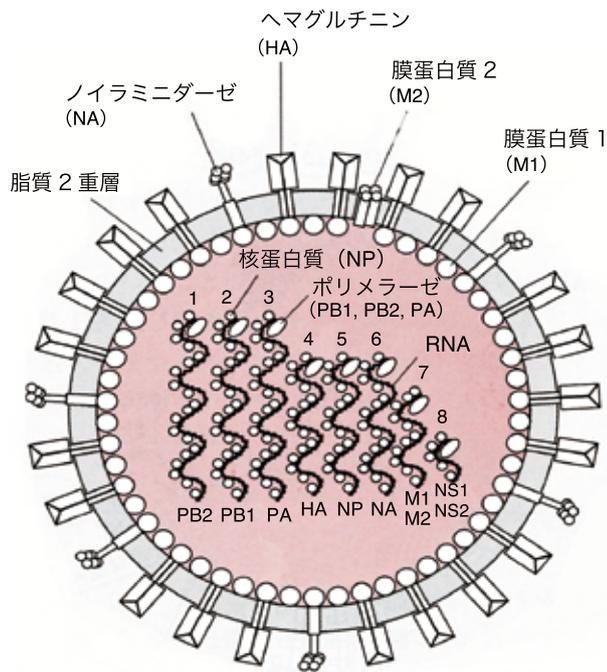


図3 インフルエンザウイルスの模式図
(文献 14) より引用)

が存在している。HA は宿主細胞表面にあるシアル酸と結合してウイルスが細胞内に侵入する過程に、NA は子ウイルスが細胞内から遊離する際に、細胞表面のシアル酸を切断する過程に重要な役割をしている。

内部タンパク質である核タンパク質および膜タンパク質の抗原性の相違により、A, B, C, D の4種の型に分類される。A および B 型は年齢に関係なく感染し大きな流行を起こす。B 型ウイルスは A 型ウイルスに比較して熱に弱く、*in vitro* では 39°C でほとんど増殖しない。このことが B 型ウイルスの病原性が弱い理由とされている。C 型は乳幼児に発症するが大きな流行は起こさない。D 型は 2016 年にウシで検出されたが、ヒトへの感染は不明である。A 型では HA 抗原性の違いから 18 種類の亜型 (H1 ~ H18) が人、鳥、豚、馬から主に分離されている。さらに NA は 11 の亜型 (N1 ~ N11) に分類されている。B 型および C 型は亜型がなく 1 種類のみである。現在の流行は H1N1, H3N2 および B 型ウイ

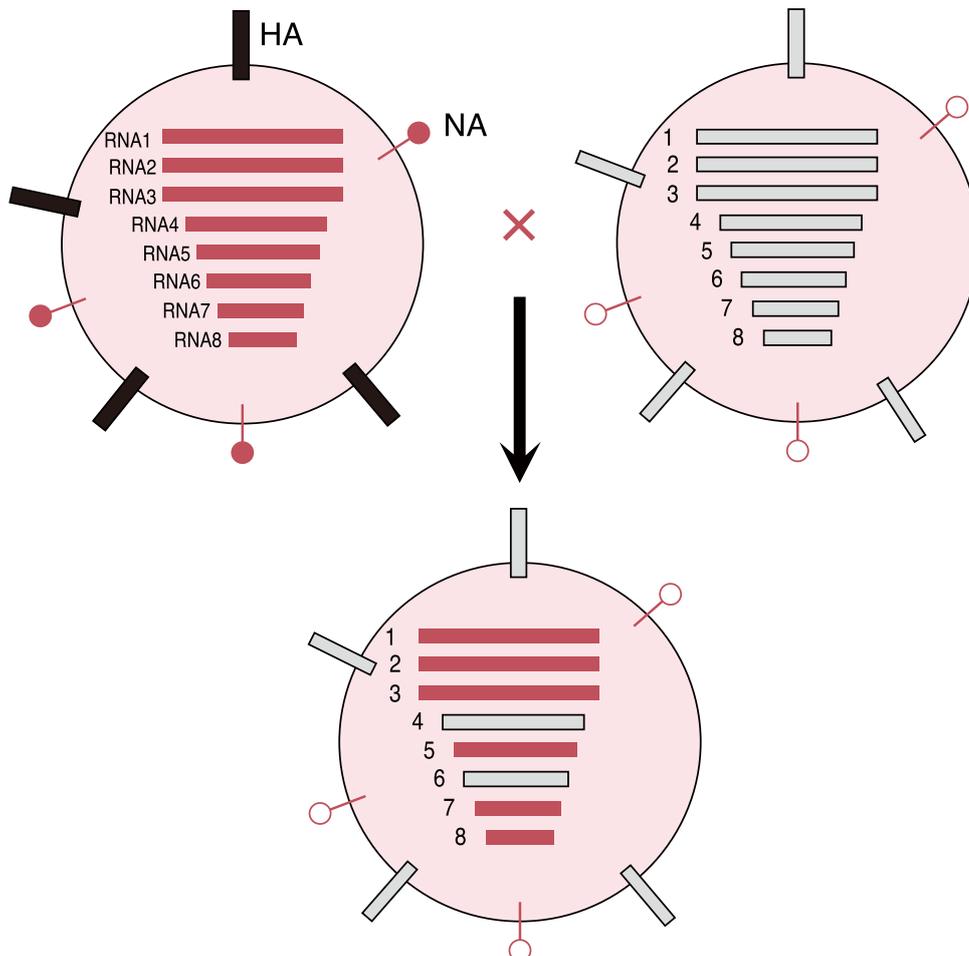


図4 インフルエンザウイルスの遺伝子交雑. 2 種類のウイルス間で HA および NA をコードする RNA 4 と 6 遺伝子の組み換えが起こった例 (文献 6) より引用)

ルスであるが、過去には H1N2, H2N2, H3N2 の亜型がヒトの中で見られた。

インフルエンザウイルスは RNA ウィルスに分類されている。一般に RNA ウィルスは、RNA が合成される際には正しく合成されているかどうかの修正（校正）機能がないので変異を起こしやすい。A 型では HA 遺伝子、NA 遺伝子に数個の複製ミスが起こるとそのタンパク質構造が変化する。その結果、過去の感染獲得抗体や接種ワクチン抗体の効果が見られず毎年小規模の流行を引き起こす。さらに A 型の RNA は 8 本の分節に分かれているため、1 つの細胞に異なる 2 種以上のウィルスが感染すると、分節を入れ替えた（遺伝子交雑）新しいウィルスが作られる（図 4）。この新しいウィルスが世界的に大流行（パンデミック）を引き起こす。最近では 2009 年メキシコにおいて、弱毒型の豚インフルエンザウイルスが、この遺伝子交雑により新型の H1N1 型インフルエンザウイルスとなりパンデミックを引き起こした。幸い我が国では大きな健康被害は発生せず、また社会機能への大きな影響も起こらなかった。

3) コロナウイルスについて^{16,17)}

コロナウイルスは図 5 に示す如く、インフルエンザウイルスとほぼ同じ大きさ（80～160nm）で、エンベロープを持つ RNA ウィルスである。RNA は一本鎖であり、RNA ウィルスの中で最大のヌクレオカプシドに囲まれ、エンベロープから他のウィルスに比べて長い突起を形成し、先端が膨らんだ花弁状の形をしている。この形状がコロナに似ているの

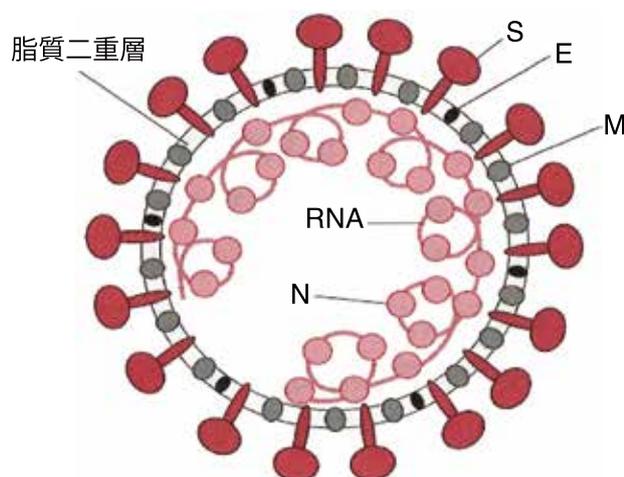


図 5 コロナウイルスの模式図（文献 17）より引用

でコロナウイルスと称されている。

ヒトから人への感染するヒトコロナウイルスはこれまで 4 種があり、いわゆる風邪症候群の 5～30% を占める主要病因ウィルスの一つである。しかし、21 世紀に入り動物由来のコロナウイルスがヒトに感染し、2003 年の SARS コロナウイルス（SARS-CoV-1）が、2013 年に MERS コロナウイルス（MERS-CoV）が致死率の高さと重症度の高さでもって世界各地に感染拡大した¹⁸⁾。いずれも比較的早期に収束し世界的大流行は起こらなかった。しかし、2019 年末に中国湖北省武漢市で発生した新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）による感染症は COVID-19 と称され、急速に中国全土から世界へと拡散し、未だに感染拡大が続いている⁵⁾。したがって、ヒトへの感染コロナウイルスは現在 7 種が存在している。

エンベロープには S (spike) タンパク質、M (membrane) タンパク質、E (envelope) タンパク質があり、中には HE (hemagglutinin-esterase) タンパク質を持つものもある。S タンパク質は糖タンパク質で、宿主細胞のウィルスレセプターに吸着し膜癒合を起こして感染が成立する。ヒトコロナウイルスの宿主細胞のウィルスレセプターはアミノペプチターゼ N で多くの細胞膜にある。SARS-CoV-1 や SARS-CoV-2 では ACE2 (アンギオテンシン変換酵素 2)、MERS-CoV は DPP4 (Dipeptidyl peptidase 4) がウィルスレセプターである¹⁸⁾。ACE2 は上気道から肺胞細胞に、特に肺胞細胞に多く発現している。DPP4 は下気道から肺胞に発現している。それ故に SARS-CoV-1、-2 や MERS-CoV は肺胞細胞を障害するので重症肺炎を起こしやすい。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は無症状か、症状が軽度な例が約 80% が見られ、感染力の強いウィルスが上気道内にとどまれば市中感染を引き起こしやすくなる。ウィルスが上気道から肺胞内に侵入すれば重症化し、SARS のように高い致死率を引き起こすことが推測される。

II. 呼吸器親和性ウイルス感染に対する防御機構

1) 呼吸器系器官の構造

生物は、外界から食物を摂取して最終的には酸素によって酸化分解される過程において、他のエネルギーに転換できる物質 ATP（アデノシン三リン酸）

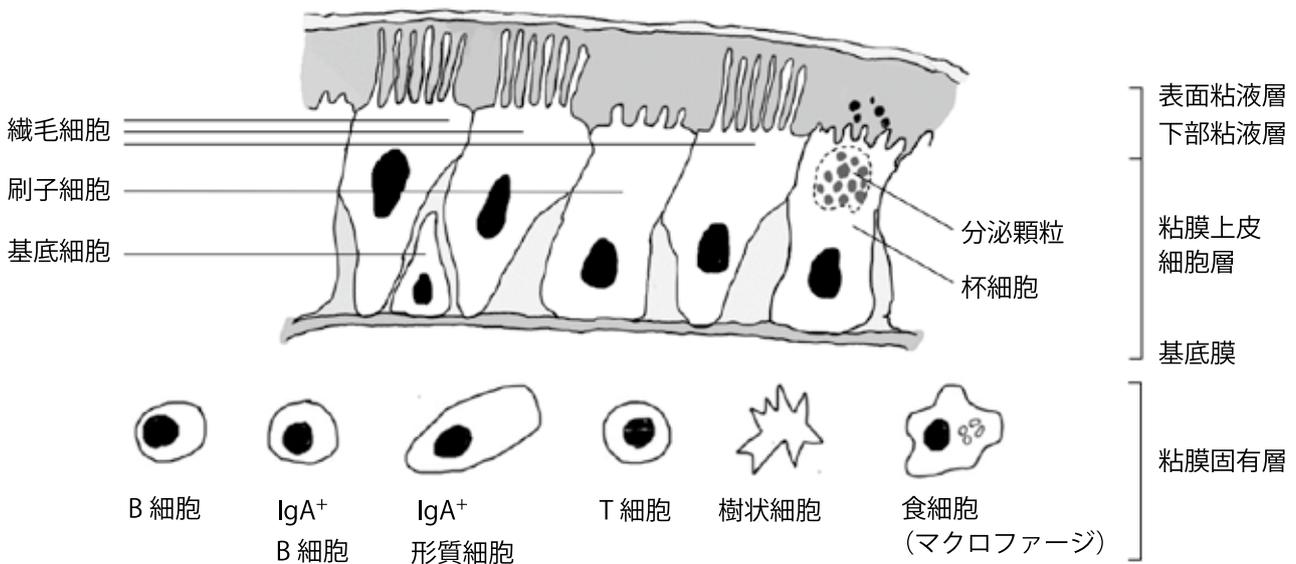


図 6-1 気道粘膜の構造

を合成する。この ATP のエネルギーを利用して代謝が行われ生物は生存している。酸素は外気(空気)から絶え間なく気道系(鼻, 咽頭・喉頭, 気管, 気管支, 細気管支)を通過して肺胞内に取り入れられている。外気にはウイルスなどの病原微生物, 粉塵, 環境汚染物質, その他の異物などの侵入に常に曝

されている。鼻腔から肺胞に至る気道系は, 筒状あるいは管腔上になっており, その内面は一層の粘膜を形成して外界からの病原微生物や異物の生体内侵入のバリアとして, また保湿作用も有している¹⁹⁾。

気道粘膜の構造は, 図 6-1 に示す如く粘膜上皮細胞の上に糖タンパク質よりなる粘液層が覆っている。この粘液層は下記に詳説するように, ウイルスをはじめとする病原微生物や異物の物理的, 免疫的バリアとして機能している²⁰⁾。場所によっては繊毛が見られ(図 6-2), インフルエンザウイルスのようにエンベロープを持つウイルスは, 繊毛に吸着しやすく粘液層に絡まれる(図 6-3)。ウイルスを



図 6-2 気管(支)上皮の走査電顕像。走査電顕像において繊毛細胞と杯細胞が混在している。矢印は刷子細胞。(文献 20) より引用)

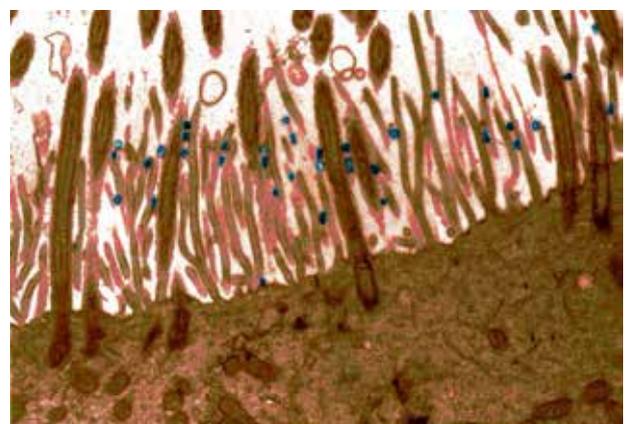


図 6-3 気管繊毛に付着したインフルエンザウイルスの透過型電子顕微写真(J・アンダーソン / F・バーンズ / E・ジャクルトン著。矢野真千子訳: ロバート・ドーマキシン撮影(2004年)。アートで見る医学の歴史。河出書房新社。東京, 2012, p166。より引用)

絡んだ粘液層は、繊毛運動により喀痰として体外に排出される。

2) 初期防御機構

(1) 粘液について²¹⁾

粘膜上皮細胞より分泌される粘液（ムチン）は、特徴的な糖鎖にタンパク質が結合したムチン型糖タンパク質とよばれる物質である。この糖鎖は赤血球膜上にある血液型物質（血清型糖鎖）と類縁物質である。構造的にはセリン、スレオニン、プロリンを主体としたアミノ酸の繰り返しドメインから構成されるコアタンパク質に、ガラクトース、フコース、N-アセチル-D-グルコサミン、N-アセチル-D-ガラクトサミン、N-アセチルニューラミン酸（シアル酸）などが結合し、その結合様式は多様である。分子量は数百万 Da である。この糖鎖の部分には、ウイルスなどの病原微生物が粘膜上皮細胞に結合する際に利用する、細胞膜上の糖タンパク質や糖鎖と類似の構造がある。ウイルスなどがこの粘液層に侵入すると、細胞膜上のものと認識し、結合して粘膜上皮細胞への侵入を防御している。

さらに、この粘液層には細菌やウイルスに抗原特異的に作用して、それらを中和作用によって機能停止させる粘液型 IgA 抗体が存在している。

(2) IgA 抗体について²²⁾

病原微生物やその産生物の毒素、異物などの生体に有害な物質が生体に侵入すると、生体はそれらと結合し中和して排除させるための物質、抗体（免疫グロブリン）を産生する。抗体には構造、機能の差により 5 種類、それぞれ IgM、IgG、IgD、IgE そして IgA がある。このうち IgA は血清中に血清 IgA として、そして鼻腔、気道、腸管などの粘液層に粘液型 IgA として存在する。図 6-1 の粘膜上皮細胞の下の粘膜固有層に存在する形質細胞より産生される。

ヒト IgA 抗体は IgA1 型と IgA2 型の二つのサブクラスがある。血清 IgA 抗体には約 90% 以上が IgA1 型抗体として、粘液中には両者の比率が 1 対 1 として存在している。IgA2 型抗体は、一部の病原細菌の産生する IgA 抗体分解酵素である IgA プロテアーゼの作用を受けにくい構造を持っている。それ故に粘膜上皮細胞、粘膜固有層および粘液中に存在している。

粘液型 IgA 抗体は二量体および多量体を形成している。多量体を形成することにより抗原との結合価が単量体よりも高く、また抗原との親和性が低くても、繰り返し抗原を持つ抗原に強い結合力を持つことができる。さらに凝集効果も強く粘液による物理的排除を受けやすくなる。

粘液型 IgA には殺菌作用はなく、細菌やウイルスの凝集、それらの産生する毒素や酵素の中和作用を有している。上述した粘液層にて細菌やウイルスなどが接着し、運動能、発育・増殖能を阻害して上皮細胞への侵入を阻止する。そして、粘膜の繊毛運動により体外に排出される。

3) 粘液バリアを通過したウイルスに対する防御機能

(1) インターフェロンについて^{23,24)}

常に外界と接している気道は、上述したように外界からのウイルスや細菌、そして異物を排除し生体を守る防御機構が備わっている。しかし、ウイルスや細菌が防御機構を切り抜けて上皮細胞に達すると、感染された上皮細胞は自己犠牲して周辺の正常細胞を感染から守ると、同時に全身への広がりを阻止する物質（インターフェロン INF- α 、 β ）を産生する。感染上皮細胞は周辺に存在するマクロファージ（食細胞）に食される。その際にマクロファージや樹状細胞より IL-1、IL-6、IL-8、TNF- α などのサイトカインを、MCP-1、MIP-1 α 、 β 、RANTES などのケモカインを放出する。サイトカインは抗原非特異的に働く機能分子であるが、抗原特異的な反応を誘導する第二次シグナルとして働く。ケモカインは免疫細胞を局所に集める作用を持つサイトカインの一群である。その結果、種々の免疫細胞が感染部位に集合する。

1957 年に A. Isaacs と J. Lindemann は、あらかじめ熱処理または紫外線照射により不活化したインフルエンザウイルスを孵化鶏卵しょう尿膜細胞で培養すると、インフルエンザウイルスの感染を保護するように働く物質を産生していることを発見した。この物質をインターフェロン（INF）と命名した。

抗原性の違いにより、 α 、 β 、 γ の 3 つの形に分類される。 α タイプは 20 種類以上の亜型からなるファミリーを形成している。さらに INF- α によく似た INF- τ や INF- ω がある。これに対して β や γ タイプは 1 種類だけが同定されている。構造と機能面より

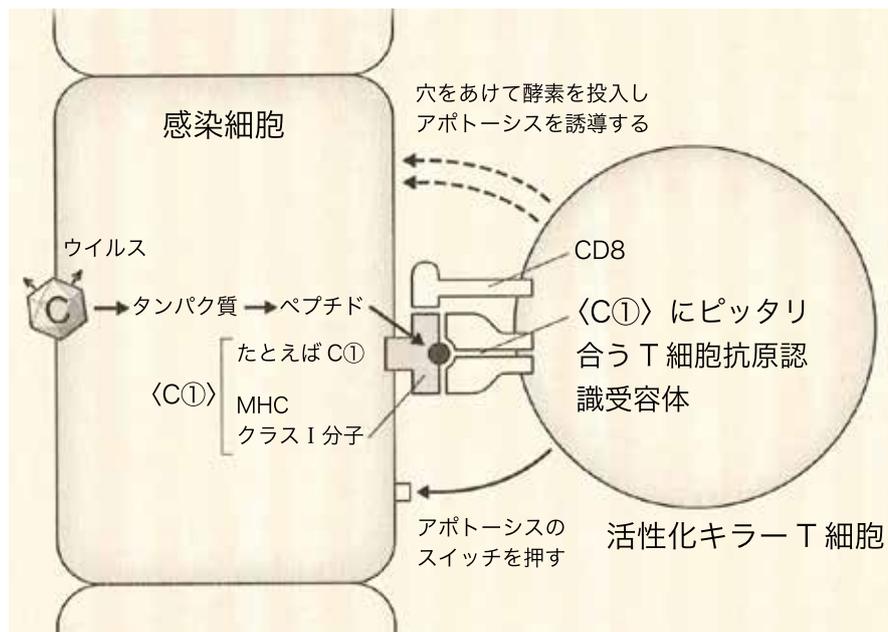


図7 ウイルス感染細胞を破壊する活性化キラー T 細胞. <C①>: 例えば C というウイルスに感染した細胞に発現するウイルス C の処理された残骸タンパク質 (ペプチド). (文献 25) より引用

I 型 ($\alpha, \beta, \tau, \omega$) と II 型 (γ) に分類されている。

INF- α や INF- β は、ウイルスが感染した細胞で産生され、細胞外に分泌される。分泌された INF- α 、 β は、周辺のまだウイルスに感染されていない細胞の表面の受容体 (INF- α と β に共通) に結合すると、種々のタンパク質を誘導合成し、その内のいくつかがウイルスの増殖阻害に関与している。そのウイルス阻害物質の代表的なものは RNA 依存性プロテインキナーゼ (PKR) と 2'5' オリゴアデニル酸である。これらの酵素系が活性化されてウイルス RNA を分解してウイルスの増殖が阻害される。

(2) 感染による生体防御反応

(i) 感染細胞に対する排除機構

INF はウイルスの増殖阻害作用以外に免疫系にも関与して、間接的に抗ウイルス作用を行っている。INF- α および β は、周辺細胞のクラス I 主要組織適合性複合体 (MHC- I) 分子の発現を増強し、また NK 細胞 (natural killer 細胞) の活性化作用などがある。

MHC- I がウイルスに感染した細胞の表面に発現すると、細胞内で処理されたウイルスの残骸のタンパク質 (ペプチド) で MHC- I が修飾され、感染細胞であることが示される。正常細胞でないゆえに活性化キラー T 細胞により攻撃され処理される。この活性化キラー T 細胞の感染細胞の攻撃

機構は 2 つの方法、すなわち、特殊なたんぱく質を放出して感染細胞の膜に穴を開けそこに酵素を注入して感染細胞をアポトーシスに導く方法と、感染細胞が出しているアポトーシスのスイッチを直接押してアポトーシスに導く方法、この両方を使用して破壊する²⁵⁾ (図 7)。

ウイルスに感染したが、MHC- I を細胞表面に何らかの理由で充分発現できない感染した細胞には NK 細胞が担当する。ウイルスにより本来なら不要なタンパク合成を強いられている細胞にはストレスがかかり、細胞表面に CD80/86 や NKG2D が発現してくる。MHC- I 分子が発現していないことと相まって NK 細胞がこの感染細胞を活性化キラー T 細胞と同じ機構により細胞をアポトーシスに誘導する²⁵⁾。

(ii) 症状

インフルエンザウイルス感染による症状は、感染された鼻腔や気道粘膜細胞の障害によるのではなく、防御反応による各種サイトカインによるものである。感染直後に感染上皮細胞やマクロファージおよび樹状細胞から INF- α 、 β 、次いで TNF, IL-1, IL-6, IL-8, INF- γ などサイトカインが放出され血流に乗って全身に運ばれる。これらのサイトカインにより感染部位に免疫細胞が集合し防御する。これらのサイトカインの結果として症状 (発熱, 筋肉痛, 倦怠感) が発現する。

成人では突然の 38～40°C の高熱に始まり、咽頭痛、頭痛、関節痛、腰痛、筋肉痛、倦怠感などの全身症状が出るのが特徴である。発病後 2～3 日して解熱と共に鼻水（鼻漏）、咳嗽などの呼吸器症状がでる。この頃から咳の中にウイルスが排出されてくる。完全な回復には 1～2 週間を要する¹⁵⁾。

以前より高齢者には発熱症状がないことが経験されていたが、最近では成人や小児でも微熱あるいは無熱の症例が見られる。37.5°C 以上の発熱がないか、あるいは中等度以上の症状がない無症候性インフルエンザの頻度は国内では 39.0%、海外では約 10% であることが報告されている²⁶⁾。

ヒトコロナウイルス感染の症状は鼻汁、鼻閉、咽頭痛、発熱、咳嗽、頭痛などで、特に鼻汁が多いことが挙げられている。平熱のことが多いが約 20% の症例に 37～38°C の発熱が見られる¹⁷⁾。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の初期症状はインフルエンザや感冒（風邪症候群）に似ているが、嗅覚障害・味覚障害を訴える症例が約 30% にみられる。下痢や嘔吐などの消化器症状が 10% 未満の症例にある。発症から 1 週間程度で重症化（重症肺炎）し、時には致死的な急性呼吸促拍症候群になる²⁷⁾。この重症化は、SARS-CoV-1 や MERS-CoV がインターフェロン- α 、 β の作用を阻害する様々な分子を放出して自然免疫を抑制していること¹⁸⁾、さらにウイルスレセプターが肺胞細胞にも発現していることより、上気道から容易に肺胞細胞へと侵入して重症肺炎を引き起こす。SARS-CoV-2 も同様な機序にて重症肺炎から致死的な急性呼吸促拍症候群を起こすと考えられる。また、血栓症、脳梗塞、心筋梗塞などを合併することも多いことが報告されている²⁸⁾。

III . 抗ウイルス効果が期待される機能性食品

呼吸器系感染を引き起こすウイルスは、細胞内に侵入する前に口腔、鼻腔、気道粘液とそこに含まれる IgA によって、中和されて排出する防御機構（自然免疫）を我々は持っていることはすでに述べた。免疫（自然免疫および獲得免疫）は加齢、疲労、過度の運動、ストレス、糖尿病や肥満などの生活習慣病などにより低下することが知られている²⁹⁾。唾液、鼻腔、気道そして消化管の粘液に含まれる IgA も低下する。したがって、粘液型 IgA の低下はウ

イルス感染を容易にすることが推測される。「健康を維持し病気を予防し、病気の際の対処のための自分自身で行う活動」と定義されているセルフケアが提唱され、その一つとして保健機能食品の摂取が挙げられる。わが国では、現時点で免疫機能を改善するなどの表示ができないので、これに関する保健機能食品はない。しかし、副次アウトカムにて免疫機能の評価法として唾液 IgA を測定して、それが増加した保健機能食品は散見される。

陽命源（商品名）（株式会社機能性食品開発研究所）は、発酵食品を基本として開発された機能性食品である。陽命源には多種多様の植物性原料由来のエキスを乳酸菌や酵母により発酵させたものが含まれている。日頃、疲れやすいと感じている者、年齢 20 歳から 40 歳代の男女、計 7 名（男性 4 名、女性 3 名：平均年齢 37.4±7.6 歳）に陽命源を 1 包（2g）/ 日を毎朝、4 週間摂取した。その結果、唾液 IgA の濃度は、摂取前値は 122.80±129.78 μ g/mL、摂取後 189.64±96.54 μ g/mL であり 54.4% の上昇を認めた。さらに血中免疫指標としてのナイーブ T 細胞 / メモリー T 細胞の比が 0.69±0.18 から 0.89±0.25 と有意 ($p=0.048$) に改善している³⁰⁾。メモリー T 細胞は抗原の情報を持っているのに対し、ナイーブ T 細胞は持っていない。抗原の情報を持たないナイーブ T 細胞の割合が多い程、未知の抗原に対する反応力（結合力）を持っていることになり、免疫系としてはより「若々しい」状態にあるといえる^{31,32)}。また、CD4/CD8T 細胞比も 1.54±0.45 から 1.91±0.52 と有意 ($p=0.004$) に改善した。CD4+T 細胞（ヘルパー T 細胞）と CD8+T 細胞（キラー T 細胞）の割合は程よくバランスがとれている状態がベストで、その時に免疫系が最も効率よく機能すると考えられている^{30,31)}。したがって、陽命源の摂取により、よりバランスの良い状態へと変化したことが推定される。さらに唾液 IgA の変化量といくつかの血中免疫指標の変化量との相関は強く、とりわけメモリー T 細胞数（相関係数 0.813）、免疫スコア（相関係数 0.925）との相関は強く、陽命源が口腔粘膜免疫（自然免疫）と血中免疫（獲得免疫）を同時に賦活することが示唆されている³⁰⁾。

多糖類 β -グルカン は免疫賦活作用が高く抗腫瘍効果も見られ注目されている物質である。（株）神鋼環境ソリューションと筑波大学とが、パラミロ

ンと呼ばれる β -1,3-グルカンを蓄積する能力の高いユーグレナ・グラシリス EOD-1 株を開発した。Ishibashi らは、ユーグレナ・グラシリス EOD-1 株乾燥粉末の摂取による唾液 IgA の分泌に及ぼす効果を検討した³³⁾。ユーグレナ・グラシリス EOD-1 株の乾燥粉末、またはプラセボ 500mg を 30 歳から 70 歳の男性 13 名（非喫煙者）、4 週間摂取した。唾液 IgA 濃度は、EOD-1 摂取群では摂取前 $23.1 \pm 10.5 \mu\text{g/mL}$ 、摂取後 $27.0 \pm 4.2 \mu\text{g/mL}$ 、変化量 1.41 ± 0.62 と上昇が見られたのに対して、プラセボ群では摂取前 $31.1 \pm 10.7 \mu\text{g/mL}$ 、摂取後 $22.9 \pm 7.6 \mu\text{g/mL}$ 、変化量は 0.77 ± 0.82 であり、EOD-1 摂取により唾液 IgA は有意の上昇を示した。また、唾液 IgA 分泌量において、EOD-1 摂取群の前値は $34.2 \pm 16.5 \mu\text{g/min}$ 、後値は $50.9 \pm 13.0 \mu\text{g/min}$ 、変化量 1.91 ± 1.29 に対して、プラセボ群では前値 $48.6 \pm 11.1 \mu\text{g/min}$ 、後値 $41.6 \pm 13.5 \mu\text{g/min}$ 、変化量 0.88 ± 0.28 であり、EOD-1 摂取により唾液 IgA 分泌量は有意の上昇を示したことが報告されている³³⁾。

唾液 IgA の上昇による自然免疫機能の増強に伴い抗インフルエンザ効果が起こるのか？高強度で激しい運動では唾液 IgA は低下することが、さらに持久性運動を主とするスポーツ選手には安静時唾液 IgA 濃度が低く、上気道感染症の高い罹患率との関連性が指摘されている³⁴⁾。持久性運動が粘膜免疫を低下するこれまでの報告から、Evince らは、持久性運動（1.5～3.0 時間/日、5～6 日/週）可能な 21 歳から 65 歳までの男女 34 人にユーグレナ・グラシリス発酵製品（商品名 BetaVia™ Complete）367mg を 90 日間摂取し、上気道感染症の発症頻度、病悩日数、症状の数、症状の持続日数、全体的重症度（上気道感染症症状に対する曲線下面積）などをプラセボ群と比較検討した。その結果、発症頻度では被験食品摂取群 2.62 ± 0.62 回、プラセボ群 4.79 ± 0.67 回（ $p=0.032$ ）、病悩日数 1.46 ± 1.01 日に対して 4.79 ± 1.47 日（ $p=0.041$ ）、病状の数 12.62 ± 5.92 個に対して 42.29 ± 13.17 個（ $p=0.029$ ）、病状の持続日数 5.46 ± 1.89 日に対して 15.43 ± 4.59 日（ $p=0.019$ ）、全体的重症度 17.50 ± 8.41 に対して 89.79 ± 38.92 （ $p=0.0499$ ）と、いずれもユーグレナ・グラシリス発酵製品摂取による上気道感染症抑制効果が認められた³⁵⁾。

高アントシアニン含有カシスエキス（アントシア

ニン量 240mg）を 20 歳から 60 歳の男女 36 名を被験食品摂取群とプラセボ群の 2 群に分け、毎日 30 分間のボート漕ぎ運動（運動強度 70%VO₂max）1 時間前に摂取すること 5 週間継続し、唾液 IgA 濃度および各種炎症関連サイトカインを測定し比較検討した。唾液 IgA 濃度は、被験食品摂取群は 1 週間後 $15.28 \pm 1.84 \mu\text{g/mL}$ が摂取 5 週間後 $21.69 \pm 2.27 \mu\text{g/mL}$ と有意の上昇を示した。一方、プラセボ群では $17.94 \pm 1.80 \mu\text{g/mL}$ 、 $18.17 \pm 1.79 \mu\text{g/mL}$ と変化は認められなかった。IL-10 では被験食品摂取群は 1 週間後 $40.02 \pm 6.49 \text{pg/mL}$ が、摂取 5 週間後には $53.67 \pm 8.58 \text{pg/mL}$ と有意の上昇を示した。ボート漕ぎ運動後 2 時間の回復期の被験食品摂取群は $85.27 \pm 14.42 \text{pg/mL}$ 、プラセボ群は $50.72 \pm 7.24 \text{pg/mL}$ と有意の上昇を示した。一方、TNF α は、ボート漕ぎ運動後 2 時間の回復期の被験食品摂取群 1 週間後は $3.69 \pm 1.09 \text{pg/mL}$ 、プラセボ群は $9.32 \pm 1.39 \text{pg/mL}$ と有意の低下を示した。さらに 5 週間後では $1.02 \pm 0.8 \text{pg/mL}$ に対して $7.41 \pm 1.36 \text{pg/mL}$ と有意の低下を示した³⁶⁾。この IL-10 は炎症抑制サイトカインであり、免疫応答の過剰な活性化をバランスよく抑えるサイトカインである。腸管粘膜の制御性 T 細胞より産生されていることが知られている³⁷⁾。また、TNF α は、IL-6 をはじめとする多くのサイトカインやケモカインを誘導し、時には血栓形成や脳梗塞の原因となり重症化因子の一つであることが報告されている³⁸⁾。したがって、高アントシアニン含有カシスエキス摂取はウイルス感染による炎症の増悪（重症化）を抑制することが期待できる可能性がある。

おわりに

ウイルスは動物あるいは植物の細胞に寄生して、宿主の細胞機能を利用して増殖する。したがって、ヒトから人へ、あるいは野生動物から野生動物へと伝播・拡散（感染）する。現代は高速大量輸送の時代、ヒトも物も数時間で地球上のあらゆる場所から場所に移動できる状況下であり、容易にウイルスを世界中に拡散させる。また、ウイルス、特に RNA ウイルス、は遺伝子変異を起こしやすい性状を持っていることに加えて、人口増加に伴い住居や資源を求めて森林破壊が進み、野生動物との接触機会が多くなっていること、発展途上国のみならず先進国で

も野生動物を食料とすることなどにより、野生動物を宿主とするウイルスがヒトへの感染を起こし易い環境下にある。現代、さらに将来ともヒトはウイルス、時には未知のウイルス、と闘わねばならない。新型コロナウイルス (SARS-CoV-1, MERS-CoV, SARS-CoV-2) は、風邪症候群の5~30%を占め病原性の少ないヒトコロナウイルスが、ヒトから人へと感染する間に新型 (新興) コロナウイルスに変異したのではなく、もともとコウモリに寄生し共存していたコロナウイルスがヒトへ感染して適応拡大し、世界的な大流行 (パンデミック) を引き起こした。3種の新型コロナウイルス (SARS-CoV-1, MERS-CoV, SARS-CoV-2) は、それぞれ遺伝情報が異なるので効果のあった抗ウイルス薬やワクチンは無力となる。あらたに抗ウイルス薬やワクチンの開発が進

められているが、過剰な期待ができないのが現状である。このような状況下において、ウイルスが細胞内に侵入する前にヒトに備わっている自然免疫機能の粘液型IgAにより体外に排除して、できうる限り細胞内に侵入させないこと (重症化させないこと) が肝要であろう。

粘液型IgAを分泌増強する保健機能食品は、上気道感染症の重症度を下げ免疫機能を増強する作用がある³⁵⁾。上気道感染の5~30%はヒトコロナウイルスであることより、新型コロナウイルスについても粘液型IgAが重症化を抑えることが期待される。粘液型IgAを増強する機能食品の開発と同時に日々摂取することにより新興・再興ウイルスの感染予防効果の検証がこれからのウイルスとの共存時代のためには必要であろう。

参考文献

1. 今西二郎著: ウイルスってなに? 金芳堂, 京都, p11-12, p129-130, 2009.
2. 田島和雄: ウイルスの疫学. 畑中正一, 嶋田甚五郎編集. 微生物学. 文光堂東京, p471-479, 2004.
3. 堀本泰介, 河岡義裕: インフルエンザの世界的な大流行. 高田賢蔵編. 医科ウイルス学. 南江堂. 東京, p337-338, 2018.
4. 岡田晴恵, 田代真人: 感染爆発にそなえる 新型インフルエンザと新型コロナ. 岩波書店. 東京, p35-56, 2013.
5. Wu Z and McGoogan JM: Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72,314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA*. Feb 24. 2020. doi:10.1001/4jama.2020.2648.
6. 永田恭介: ウイルスの生物学—セントラルドグマ—. 羊土社. 東京, p32-40, 2002.
7. 河岡義裕: 新型インフルエンザ本当の姿. 集英社. 東京, p74-83, 2009.
8. Wang S, Le TQ, Kurihara N, *et al.*: Influenza virus-cytokine-protease cycle in the pathogenesis of vascular hyperpermeability in severe influenza. *J Infect Dis*. **202**: 991-1001, 2010.
9. Hirano T and Murakami M: COVID-19: A new virus, but a familiar receptor and cytokine release syndrome. *Immunity*. **52**(5): 731-733, 2020.
10. 清野宏: 今なぜ粘膜免疫か—その特徴と未来性—. 清野宏, 石川博通, 名倉宏編集: 粘膜免疫 腸は免疫の司令塔. 中山書店. 東京, p2-30, 2005.
11. 中井益代: ウイルスの形態, 増殖. 畑中正一, 嶋田甚五郎編集. 微生物学. 文光堂. 東京, p443-453, 2004.
12. 新居志郎: ウイルスの形態と構造. 高田賢蔵編. 医科ウイルス学. 南江堂. 東京, p23-32, 2018.
13. 永田恭介: ウイルスの生物学—セントラルドグマ—. 羊土社. 東京, p83-92, 2002.
14. 中島捷久: インフルエンザウイルス. 畑中正一, 嶋田甚五郎編集. 微生物学. 文光堂. 東京, p525-546, 2004.
15. 菅谷憲夫: これからのインフルエンザ対策. 菅谷憲夫編著. インフルエンザ診療ガイド 2019-2020. 日本医事新報社. 東京, p2-35, 2019.
16. 白木公康: コロナウイルス. 畑中正一, 嶋田甚五郎編集. 微生物学. 文光堂. 東京, p575-578, 2004.
17. 堀田博: コロナウイルス科. 高田賢蔵編. 医科ウイルス学. 南江堂. 東京, p381-385, 2018.
18. de Wit E, van Doremalen N, Falzarano D, Munster VJ.: SARS and MERS: Recent insights into emerging coronaviruses. *Nat Rev Microbiol*. **14**: 523-534, 2016.
19. 三輪正人: 鼻粘膜上皮バリア機構と免疫・アレルギー. *アレルギー*. **67**: 725-733, 2018.
20. 牛木辰男, 小林弘祐共著: 人体の正常構造と機能. I 呼吸器. 日本医事新報社. 東京, p18-20, 2017.
21. 岩瀬仁勇: 生体防御と糖鎖. 岩瀬仁勇, 大西正健, 木曾真他共著. 糖鎖の科学入門. 培風館. 東京, p105-130, 2006.
22. 茂呂周: 分泌型IgA抗体の免疫生物学. 清野宏, 石川博通, 名倉宏編集. 粘膜免疫 腸は免疫の司令塔. 中山書店. 東京, p113-133, 2005.
23. 永田恭介: インターフェロン. ウイルスの生物学—セントラルドグマ—. 羊土社. 東京, p145-155, 2002.
24. 市村宏, 今西二郎: ウイルス感染と免疫. 畑中正一, 嶋田甚五郎編集. 微生物学. 文光堂. 東京, p464-470, 2004.

25. 審良静雄, 黒崎知博著: 新しい免疫入門 自然免疫から自然炎症まで. 講談社. 東京, p101-103, 2014.
26. 池松秀之: 微熱, あるいは無熱のインフルエンザ患者の頻度?. 菅谷憲夫編著. インフルエンザ診療ガイド 2019-2020. 日本医事新報社. 東京, p185-188, 2019.
27. 新型コロナウイルス感染症 COVID-19 診療の手引き. 第 2.2 版: <https://www.mhlw.go.jp.content/000650160.pdf>
28. Huang C, Wang Y, Li X, *et al.*: Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*, **395**: 497-506, 2020.
29. 藤田紘一郎: 免疫力 正しく知って, 正しく整える. ワニブックス IPLUSI 新書. 東京, 2020.
30. “陽命源” 摂取による「肝機能改善」及び「免疫力改善」効果検証試験報告書. 株式会社オルトメデイコ. 平成 23 年 12 月 28 日
31. 廣川勝彦, 宇津山正典: 免疫機能の評価判定とその回復について. *Biotherapy*. **23**: 1-12. 2009.
32. Hirokawa K, and Utsuyama M: Neuro-endocrine immune network and its age-related changes. in “Handbook on Immunosenescence”, ed. by T. Fulop, C. Franceschi, K. Hirokawa, and G. Pawelec. Springer, Berlin, p785-799. 2009.
- 33) Ishibashi K, Nishioka M, Onaka N, *et al.*: Effects of *Euglena gracilis* EOD-1 ingestion on salivary IgA reactivity and health-related quality of life in humans. *Nutrients* . **11**(5): 1144. 2019. doi 10.3390 /nu 11051144.
34. 鈴木克彦: スポーツ選手の体調管理と免疫機能. 樋口満編著. 市村出版. 東京, p83-89, 2014.
35. Evans M, Falcone P, Crowley D, *et al.*: Effect of a *Euglena gracilis* fermentate on immune function in healthy, active adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrients*. **11**(12): 2926, 2019. doi:10./nu 11122926
36. Hurst RD, Lyall KA, Wells RW, *et al.*: Daily consumption of an anthocyanin-rich extract made from New Zealand Blackcurrants for 5 weeks supports exercise recovery through the management of oxidative stress and inflammation: A randomized placebo controlled pilot study. *Frontiers in Nutrition*. **7**: 1-15, 2020.
37. 坂口志文: 免疫制御のメカニズム (制御性 T 細胞). 谷口克監修. 宮坂昌之, 小安重夫編集. 標準免疫学. 医学書院. 東京, p191-205, 2013.
38. Grover SP and Mackman N. Tissue Factor: An essential mediator of hemostasis and trigger of thrombosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. **38**: 709-725, 2018.

クマ笹葉アルカリ抽出液（ササヘルス®）は、 瞬間的にウイルスを不活化する

坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)¹, 福地 邦彦 (FUKUCHI Kunihiko)², 浅井 大輔 (ASAI Daisuke)³,
寺久保 繁美 (TERAKUBO Shigemi)³, 竹村 弘 (TAKEMURA Hiromu)³, 堀内 美咲 (HORIUCHI Misaki)⁴,
藤澤 知弘 (FUJISAWA Tomohiro)⁴, 勝呂 まどか (SUGURO Madoka)⁴, 戸枝 一喜 (TOEDA Kazuki)⁴,
安井 利一 (YASUI Toshikazu)⁵, 大泉 浩史 (OIZUMI Hiroshi)⁴, 大泉 高明 (OIZUMI Takaaki)⁴

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

² 昭和大学大学院保健医療学研究科 (東京都品川区旗の台 1-5-8)

³ 聖マリアンナ医科大学微生物学教室 (神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1)

⁴ 株式会社大和生物研究所 (神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1)

⁵ 明海大学歯学部口腔衛生学 (埼玉県坂戸市けやき台 1-1)

Key Words: クマ笹葉アルカリ抽出液, ササヘルス®, うがい薬, HSV, HIV, ウイルスの不活化, イソジン, 暴露時間

Rapid virus inactivation by alkaline extract of leaves of *Sasa* sp.

Abstract

Alkaline extract of leaves of *Sasa* sp (Sasahealth®) (SE) almost completely inactivated both herpes simplex virus (HSV) and human immunodeficiency virus (HIV) within 90 seconds or 10 minutes at a concentration of 1/6~1/3 of the original solution. The HSV inactivating activity of 20 kinds of Kampo formulas were very weak, requiring more than 20 minutes of exposure time to completely inactivate these viruses. The mouthwash povidone iodine also instantly inactivated HSV, but its anti-HSV activity was one order lower than that of SE, due to its potent cytotoxicity. The present study suggests that the oral cleansing solution containing SE may inactivate the oral virus in a short time.

Key words: Alkaline extract of leaves of *Sasa* sp (Sasahealth®), mouth wash, HSV, HIV, virus inactivation, povidone iodine, exposure time

要約

クマ笹葉アルカリ抽出液（ササヘルス®）は、原液の 1/6 ~ 1/3 の濃度で、単純ヘルペスウイルス (HSV)、ヒト免疫不全ウイルス (HIV) の感染性を 90 秒、あるいは 10 分以内にほぼ完全に不活化した。漢方製剤 20 種の HSV 不活化活性は弱く、完全に不活化するには、20 分必要であった。うがい薬のイソジンも 90 秒以内に HSV を不活化したが、細胞傷害活性が強いため、有効係数はササヘルス® と比較して一桁低かった。ササヘルス® を添加した口腔内洗浄液は、口腔内ウイルスを短時間で不活化する可能性が示唆された。

連絡先: ¹坂上 宏 e-mail: sakagami@dent.meikai.ac.jp ⁴大泉 高明 e-mail: takaakio@daiwaseibutsu.co.jp

1. ササヘルス®の多彩な薬理作用

我々は、クマ笹葉アルカリ抽出液(ササヘルス®)は、多彩な生理作用を示すことを報告してきた¹⁻²³⁾。これらの生理作用のうち、抗ウイルス作用、抗炎症作用、ビタミンCとの相乗作用は、リグニン配糖体と共有する(表1)²⁴⁻²⁸⁾。これは、ササヘルス®とリグニン配糖体が、いずれもアルカリ抽出で調製されるためである。我々は、お茶の葉や、甘草根のアルカリ抽出液は、それらの熱水抽出液よりも高い抗ウイルス作用を示すことを報告している^{29,30)}。

2. ササヘルス®を、アルカリ性の条件下で希釈すると分解が亢進する

アルカリ抽出は確かにリグニン配糖体を効率よく抽出するが、抽出されたリグニン配糖体はアルカリ性の条件下では、抗ウイルス活性のない低分子化合物にまで分解されてしまう。実際、ササヘルス®中には、リグニン構成成分のフェニルプロペノイドの一種である *p*-クマル酸が存在し、歯肉線維芽細胞に取り込まれていることを確認している(坂上ら、投稿準備中)。*p*-クマル酸には、抗HIV活性も³¹⁾、抗HSV活性もないので⁹⁾、ササヘルス®中の抗ウイルス活性を示すものは高分子化合物であると推察される。

表1 ササヘルスとリグニン配糖体の共通の薬理作用

薬理作用	文献番号	
	SE	リグニン配糖体
神経細胞保護効果	1-3	
口腔ケラチノサイト保護効果	4	
抗ウイルス作用	5-9	24
抗炎症作用	10, 11	25
抗菌作用	12	
抗扁平異形成症作用	13	
抗UV作用	14, 15	26, 27
成分分析	16	
歯磨剤の開発	17	
口臭予防効果	18	
骨芽細胞分化の促進	19	
ビタミンCとの相乗作用(抗UV)	14	
ビタミンCとの相乗作用(抗腫瘍)		28
総説	20-23	

3. ササヘルス®は瞬時にウイルスを不活化する

(1) 抗HSV活性

ササヘルス®の抗HSV活性は、HSVとの接触時間を3日間から(A)、3分に短縮すると(B)、比活性が約5倍上昇した(=31.6/6.8)。これに対して、イソジンは細胞傷害活性が高いので、抗HSV活性は低かった(SI=3.1)(C)(図1)。

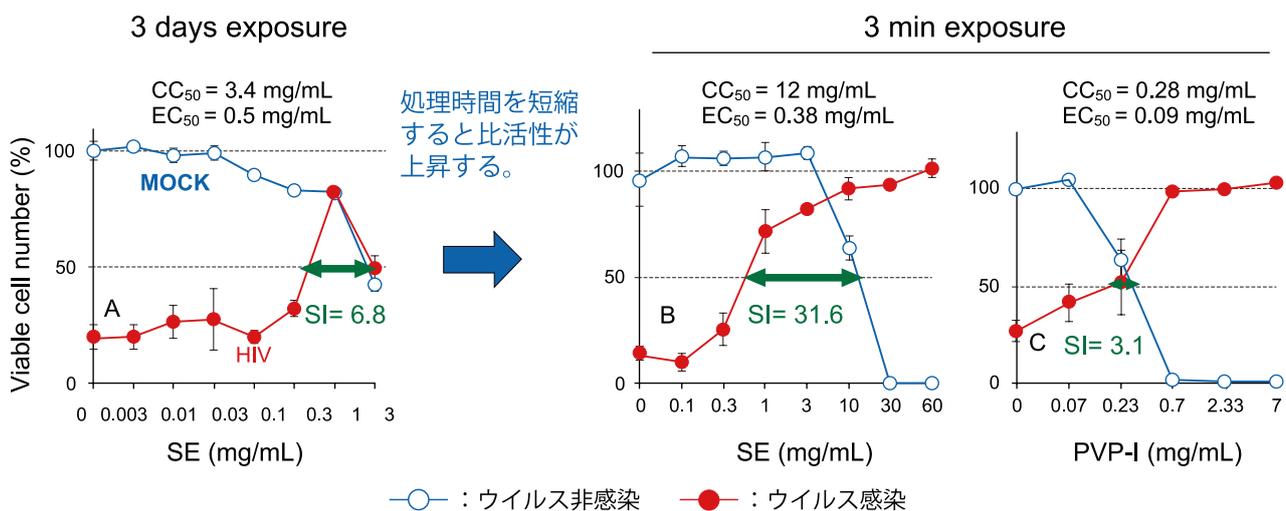


図1 ササヘルス®は、イソジンより抗HSV活性が高い。

(A) アフリカミドリザルの腎臓由来のVero細胞(10,000個)を96穴マイクロタイタープレートに播種し、24時間後にHSV-1(m.o.i=0.01)で感染した。HSV-1とサンプル(1.39% NaHCO₃で溶解し、60 mg/mLの原液を作成し、MEM+10% fetal calf serumに最高濃度3 mg/mLで添加後、0.45 μmのfilterを通し、段階希釈したもの)を添加し、20分混合してから細胞に添加した。3日間培養後、MTT試薬で生細胞数を測定した。非感染細胞に対する50%傷害濃度(CC₅₀)およびHSV感染に対する50%有効濃度(EC₅₀)を求め、抗HSV活性の指標である選択係数(SI=CC₅₀/EC₅₀)を計算した。SI値は、図のグリーンの矢印で示した範囲(安全域、あるいは化学療法係数)の長さで表される。(B, C) 3分間処理の場合、100倍のウイルス濃縮液(MOI=1)に高濃度のサンプルを添加し、3分後に、1/100に希釈してMOI=0.01に戻して、細胞に添加した⁹⁾。各点は平均値±S.D.(n=3)を示す。

ササヘルス®のHSV不活性化能は、NaHCO₃で希釈するよりも、PBSで希釈した方が強く発現する。また、ササヘルス®による抗HSVの不活化は90秒の接触でも観察された(図2)。

(2) 抗HIV活性

我々は、ササヘルス®は、1～30分間の接触で、HIV活性の感染性をほぼ完全に消失させた。0.2mg/mLの濃度で、もとのレベルにほぼ完全に

復帰した(図3)⁹⁾。

HIVの接触時間が5日間から(A)、10分に短縮すると(B)、比活性が6倍以上上昇した(SI=CC₅₀/EC₅₀=95から>560)(図4)。図4Bでは、CC₅₀値が求まらなかったため最大処理濃度を12000 µg/mLまで拡張して再度実験を行ったところ、比活性が25倍上昇することが確認できた(SI=1067/0.447)⁹⁾。

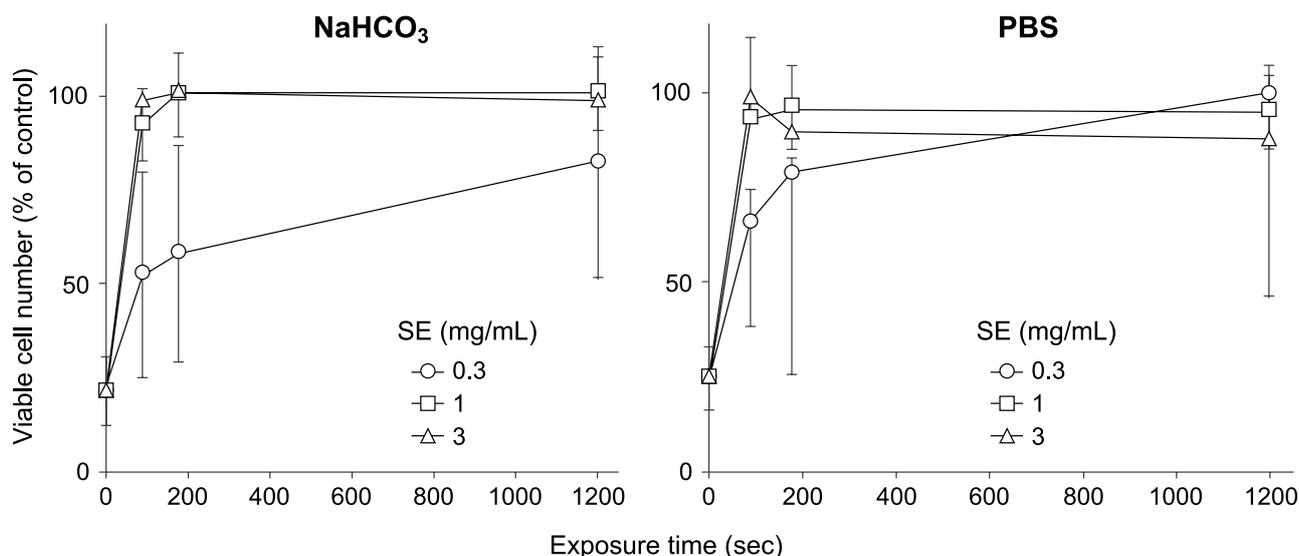


図2 ササヘルス®は、90秒でHSVを失活させる⁹⁾。

ササヘルス®をNaHCO₃あるいはPBSで0(control), 0.3, 1あるいは3 mg/mLに希釈し、90, 180, あるいは1200秒、HSVと接触させた。1/100に希釈して、Vero細胞に添加し、3日後生細胞数をMTT法で計測した。各点は平均値±S.D. (n=3)を示す。

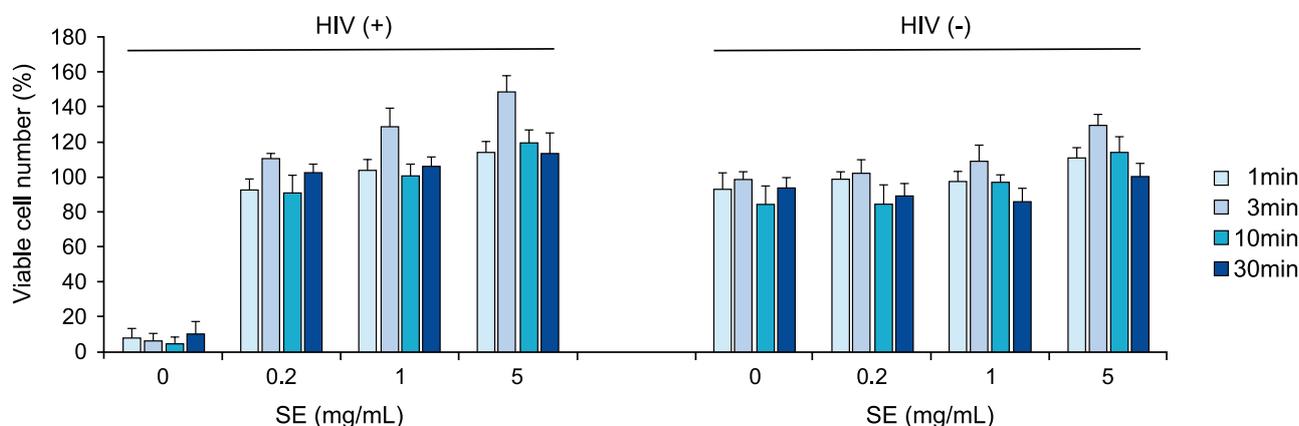


図3 ササヘルス®の短時間処理で、HIV感染による細胞変性は抑制される⁹⁾。平均値±S.D. (n=6)

通常より20倍濃いHIV(M.O.I.=0.2)を、0, 0.2, 1あるいは5 mg/mLのササヘルス®に1, 3, 10, あるいは30分間暴露し、20倍に希釈して(M.O.I.=0.01)、ヒトT細胞株MT4に添加した。その後、5日間培養して、生細胞数をMTT法により測定した⁹⁾。各点は、平均値±S.D. (n=3)を示す。

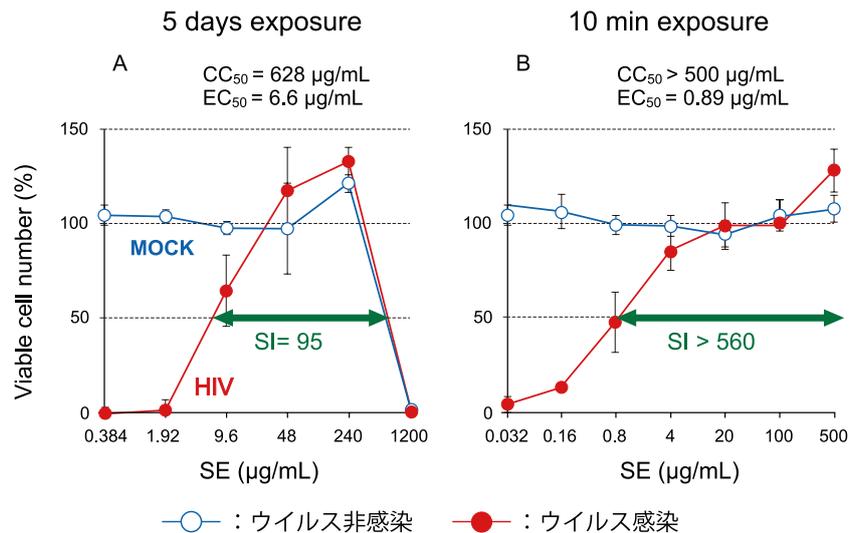


図4 ササヘルス®の抗HIV活性は、処理時間が短縮すると増強する⁹⁾

M.O.I.: 0.2 で 10 分 pre-incubation 後、最終的に M.O.I.: 0.01 で 5 日間培養し MTT 法で生存細胞数を測定する。抗ウイルス活性は、HIV 感染による細胞傷害を 50% protection する濃度 (EC_{50} ; 50% effective concentration), 細胞毒性は試験物質による 50% 細胞傷害濃度 (CC_{50} ; 50% cytotoxic concentration) でそれぞれ表現している。また、有効係数 (Selectivity Index; SI) は CC_{50}/EC_{50} として計算した⁹⁾。平均値 ± S.D. (n=3)。

4. 口腔環境の改善

今回の研究により、ササヘルス®はわずか 90 秒の接触で HSV を不活性化すること (図 2), その活性は、イソジンの 10 倍 (31.6/3.1 図 1) 高いことが明らかになった。ササヘルス®は、HIV も同様に短時間で不活性化した (図 3)。ササヘルス®には、分解されたフェニルプロペノイド類が含まれているので、これらの不活性化成分を除去できれば、さら

に強力なウイルス不活化剤ができると思われる。

我々はこれまでに、SE は抗菌薬と相乗的に抗菌活性を示すことから¹⁷⁾、クマ笹歯みがきを上梓してきた (写真 1)。最近、ササヘルス®は、天然素材としては、高い抗 HIV 活性を示すこと、また、ササヘルス®は抗 HIV 薬と相乗的に作用することから⁸⁾、抗ウイルス効果を狙ったうがい薬の開発も視野に入りたいと考えている。



写真 1 長野県茅野市の大和生物研究所蓼科工場, 蓼科笹類植物園, クマ笹歯みがき

参考文献

1. Sakagami H, Suzuki R, Shirataki Y, Iwama S, Nakagawa M, Suzuki H, Tanaka K, Tamura N and Takeshima H: Re-evaluation of culture condition of PC12 and SH-SY5Y cells based on growth rate and amino acid consumption. *In Vivo* **31** (11): 1089-1095, 2017.
2. Sakagami H, Shi H, Bandow K, Tomomura M, Tomomura A, Horiuchi M, Fujisawa T and Oizumi T: Search of neuroprotective polyphenols using the "overlay" isolated method. *Molecules* **2018**, *23*, 1840; doi:10.3390/molecules23081840
3. Sakagami H, Tsuji M, Tomomura M, Masuda Y, Iwama S, Nakagawa M, Suzuki H, Tanaka K, Abe T, Tamura N, Tomomura A, Yokose S, Takeshima H, Natori T, Horiuchi M, Fujisawa T, Kiuchi Y, Oguchi K, Yasui T, Oizumi H and Oizumi T. Protection of differentiating neuronal cells from amyloid β peptide-induced injury by alkaline extract of leaves of *Sasa senanensis* Rehder. *In Vivo* **32**(2): 231-239, 2018.
4. Sakagami H, Okudaira N, Masuda Y, Amano O, Yokose S, Kanda Y, Suguro M, Natori T, Oizumi H and Oizumi T: Induction of apoptosis in human oral keratinocyte by doxorubicin. *Anticancer Res* **37**(3):1023-1029, 2017.
5. Sakagami H, Amano S, Kikuchi H, Nakamura Y, Kuroshita R, Watanabe S, Satoh K, Hasegawa H, Nomura A, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Taniguchi S and Oizumi T: Antiviral, antibacterial and vitamin C-synergized radical scavenging activity of *Sasa senanensis* Rehder extract. *In Vivo* **22**(4): 471-476, 2008.
6. Sakagami H, Iwamoto S, Matsuta T, Satoh K, Shimada C, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Morita Y, Ohkubo A, Tsuda T, Sunaga K, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Comparative study of biological activity of three commercial products of bamboo leaf extract. *In Vivo* **26**: 259-264, 2012.
7. Sakagami H, Matsuta T, Satoh K, Ohtsuki S, Shimada C, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Morita Y, Ohkubo A, Tsuda T, Sunaga K, Maki J, Sugiura T, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Biological activity of SE-10, a granulated powder of *Sasa senanensis* Rehder leaf extract. *In Vivo* **26**: 411-418, 2012.
8. Sakagami H, Fukuchi K, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Natori T, Suguro-Kitajima M, Oizumi H, Yasui T and Oizumi T: Synergism of alkaline extract of the leaves of *Sasa senanensis* Rehder and antiviral agents. *In Vivo* **30**(4): 421-426, 2016.
9. Fukuchi K, Sakagami H, Sugita Y, Takao K, Asai D, Terakubo S, Takemura H, Ohno H, Horiuchi M, Suguro M, Fujisawa T, Toeda K, Oizumi H, Yasui T and TOizumi T. Quantification of the ability of natural products to prevent herpes virus infection. *Medicines*, 2020, *7*, 64; doi:10.3390/medicines7100064
10. Zhou L, Hashimoto K, Satoh K, Yokote Y, Kitajima M, Oizumi T, Oizumi H and Sakagami H: Effect of *Sasa senanensis* Rehder extract on NO and PGE₂ production by activated mouse macrophage-like RAW264.7 cells. *In Vivo* **23**: 773-778, 2009
11. Ono M, Kantoh K, Ueki J, Shimada A, Wakabayashi H, Matsuta T, Sakagami H, Kumada H, Hamada N, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Quest for anti-inflammatory substances using IL-1 β -stimulated gingival fibroblasts. *In Vivo* **25**(5): 763-768, 2011
12. Sakagami H, Zhou Li, Kawano M, Thet MM, Takana S, Machino M, Amano S, Kuroshita R, Watanabe S, Chu Q, Wang QT, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Sekine K, Shirataki Y, Hao ZC, Uesawa Y, Mohri K, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Multiple biological complex of alkaline extract of the leaves of *Sasa senanensis* Rehder. *In Vivo* **24**: 735-744, 2010.
13. Matsuta T, Sakagami H, Tanaka S, Machino M, Tomomura M, Tomomura A, Yasui T, Itoh K, Sugiura T, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Pilot clinical study of *Sasa senanensis* Rehder leaf extract treatment on lichenoid dysplasia. *In Vivo* **26**(6): 957-962, 2012.
14. Matsuta T, Sakagami H, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Anti-UV activity of alkaline extracts of the leaves of *Sasa senanensis* Rehder. *In Vivo* **25**(5): 751-755, 2011.
15. Sakagami H, Sheng H, Okudaira N, Yasui T, Wakabayashi H, Jia J, Natori T, Suguro-Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Prominent anti-UV activity and possible cosmetic potential of lignin-carbohydrate complex. Review. *In Vivo* **30**(4): 331-339, 2016.
16. Matsuta T, Sakagami H, Satoh K, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Biological activity of luteolin glycosides and tricrin from *Sasa senanensis* Rehder. *In Vivo* **25**(5): 757-762, 2011.
17. Sakagami H, Amano S, Yasui T, Satoh K, Shioda S, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Watanabe K, Sugiura T, Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Biological interaction between *Sasa senanensis* Rehder leaf extract and toothpaste ingredients. *In Vivo* **27**: 275-284, 2013.
18. Sakagami H, Sheng H, Ono K, Komine Y, Miyadai T, Terada Y, Nakada D, Tanaka S, Matsumoto M, Yasui T, Watanabe K, Junye J, Natori T, Suguro-Kitajima M, Oizumi H and Oizumi T: Anti-halitosis effect of toothpaste supplemented with alkaline extract of the leaves of *Sasa senanensis* Rehder. *In Vivo* **30**(2):107-111, 2016.
19. Tomomura M, Tomomura A, Oizumi T, Yasui T, and Sakagami H: Extract of *Sasa senanensis* Rehder leaf promotes osteoblast differentiation in MC3T3-E1 cells. *J Meikai Dent Med.* **46**(2): 111-116, 2017.
20. Sakagami H, Kushida T, Oizumi T, Nakashima H and Makino T: Distribution of lignin carbohydrate complex in plant kingdom and its functionality as alternative medicine. *Pharmacology & Therapeutics* **128**: 91-105, 2010.
21. Sakagami H, Matsuta T, Yasui T, Oguchi K, Kitajima M, Sugiura T, Oizumi T and Oizumi T: Chapter 8: Functional evaluation of *Sasa Makino* et *Shibata* leaf extract as group III OTC drug In: Alternative Medicine (eds. Sakagami H), pp171-200, InTech ISBN 980-953-307-811-8
22. Sakagami H, Sheng H, Yasui T, Fukuchi K, Oizumi T, Ohno H, Yamamoto M, Fukuda T, Kotohda K, Yoshida H, Kanamoto Terakubo S and Nakashima H: Chapter 18. Therapeutic potential of solubilized nanolignin against oral diseases. In Nanostructures for Oral Medicine, ed., Grumezescu, Elsevier, ISBN: 978-0-323-47720-8; PII: 978-0-323-47720-8.00019-5, pp545-576, 2017April 11.

23. Sakagami H, Watanabe T, Hoshino T, Suda N, Mori K, Yasui T, Yamauchi N, Kashiwagi H, Gomi T, Oizumi T, Nagai J, Uesawa Y, Takao K and Sugita Y: Recent progress of basic studies of natural products and their dental application. *Medicines (Basel)*. 2018 Oct 31; **5**(4): 116. doi: 10.3390/medicines5040116
24. Sakagami H, Kawazoe Y, Komatsu N, Simpson A, Nonoyama M, Konno K, Yoshida T, Kuroiwa Y and Tanuma S: Antitumor, antiviral and immunopotentiating activities of pine cone extracts: Potential medicinal efficacy of natural and synthetic lignin-related materials (Review). *Anticancer Res* 11: 881-888, 1991.
25. Kawano M, Sakagami H, Satoh K, Shioda S, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H and Makino T: Lignin-like activity of *Lentinus edodes* mycelia extract (L・E・M). *In Vivo* **24**: 543-552, 2010.
26. Nanbu T, Shimada J, Kobayashi M, Hirano K, Koh T, Machino M, Ohno H, Yamamoto M and Sakagami H: Anti-UV activity of lignin-carbohydrate complex and related compounds. *In Vivo* **27**: 133-140, 2013.
27. Sakagami H, Sheng H, Okudaira N, Yasui T, Wakabayashi H, Jia J, Natori T, Suguro-Kitajima M, Oizumi H, Oizumi T: Prominent Anti-UV activity and possible cosmetic potential of lignin-carbohydrate complex. Review. *In Vivo* **30**(4): 331-339, 2016.
28. Satoh K, Ida Y, Ishihara M and Sakagami H: Interaction between sodium ascorbate and polyphenols. *Anticancer Res* **19**: 4177-4186, 1999.
29. Sakagami H, Ohkoshi E, Amano S, Satoh K, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Sunaga K, Otsuki T, Ikeda H and Fukuda T: Efficient utilization of plant resources by alkaline extraction. *Altern Integr Med* **2**: 2013 ISSN:2327-5162, 2013
30. Ohno H, Miyoshi S, Araho D, Kanamoto T, Terakubo S, Nakashima H, Tsuda T, Sunaga K, Amano S, Ohkoshi E, Sakagami H, Satoh K and Yamamoto M: Efficient utilization of licorice root by alkaline extraction. *In Vivo* **28**: 785-794, 2014.

秋田県における保健機能食品開発： 栄養機能食品としてのエゴマ種子油「翡翠®」

戸松 さやか (TOMATSU Sayaka)^{1,*}, 加藤 咲子 (KATO Sakiko)², 若泉 裕明 (WAKAIZUMI Hiroaki)²,
佐々木 玲 (SASAKI Akira)¹, 畠 恵司 (HATA Keishi)¹

Key Words: エゴマ, 種子油, α -リノレン酸, 栄養機能食品, 購入者アンケート調査

Development of food with health claims in Akita: HISUI®, perilla seed oil as a food with nutrient function claim

Authors: Sayaka Tomatsu¹, Sakiko Kato², Hiroaki Wakaizumi², Akira Sasaki¹, Keishi Hata¹

***Corresponding author:** Sayaka Tomatsu¹

Affiliated institutions:

¹Akita Research Institute of Food & Brewing, Sanuki, Araya-machi, Akita 010-1623, Japan.

²Azuma Trading Corporation, 14-1 Utou, Kyowa Funaoka, Daisen-city, Akita 019-2401, Japan.

Key Words: perilla, seed oil, α -linolenic acid, food with nutrient function claims, customer survey

Background and aims: α -Linolenic acid comprises >50% of perilla (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) and flax (*Linum usitatissimum*) seed oils, and was reported to have biological functions such as maintaining skin moisture, preventing ischemic heart disease, and anti-inflammatory activity. We developed bottled perilla seed oil (termed HISUI®) by squeezing it under pressure at room temperature. In the present study, we investigated the α -linolenic acid content in HISUI® to guarantee its quality. Furthermore, as clarification of why users purchase HISUI® and their feedback is important and useful for product promotion, we surveyed HISUI® users.

Methods: The analysis of α -linolenic acid was performed at a third-party analytical institution. The user survey was approved by the ethics committee of Akita Research Institute of Food and Brewing (Approval No. R2-03). The questionnaires including 7 questions about HISUI® were distributed to users at physical stores.

Results and discussion: Analysis of HISUI® demonstrated that the α -linolenic acid content in HISUI®, which was stored at room temperature in a dry place away from direct sunlight, remained over 57% (w/w) for 14 months after bottling, and we renewed it as a food with nutrient function claims. The subjective survey revealed that reasons for HISUI® usage were “taste” (14.8%), “supply of specific nutrients” (11.1%), “staying healthy” (11.1%), “skin condition” (14.8%), “slimming” (7.4%), “anti-aging” (7.4%), “a gift” (11.1%), and “miscellaneous” (22.2%). This suggested that over 40% users use HISUI® to improve health or skin conditions.

* 責任著者: 戸松 さやか (Sayaka Tomatsu) e-mail: sayaka@arif.pref.akita.jp

¹ 秋田県総合食品研究センター (〒 010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄 4-26)

² 東商事株式会社 (〒 019-2401 秋田県大仙市協和船岡善知鳥 14-1)

はじめに

エゴマ (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) はシソ科の1年草で、種子は和え物、ふりかけ、薬味などに利用されてきた。原産地はインドや中国南部とされるが、日本でも古くから栽培されており、縄文時代の遺跡からも出土する¹⁾。地方によっては、「じゅうねん食べると十年長生きできる」との言い伝えから「ジュウネン」とも呼ばれる。エゴマ種子は46～50%の乾性油を含み、食用以外にも灯明油ならびに油紙、雨傘、提灯などの防水加工や、ペイントなどの原料として用いられてきたが、不飽和度が高いため、酸化劣化しやすく、食味変化が大きいことから、食用としての用途が限られてきた。一般的な食用油は、オレイン酸やリノール酸を多く含み、n-3系脂肪酸である α -リノレン酸含量が10%以下であるため、 α -リノレン酸を60%前後含むエゴマ種子油は特徴的な脂肪酸組成と言える²⁾(図1)。エゴマ種子油と似た脂肪酸組成はアマニ種子油で、繊維用として栽培されていた亜麻 (*Linum usitatissimum*) の種子を原料としている。同じく多価不飽和脂肪酸のn-3系脂肪酸としては、魚油に多く含まれるドコサヘキサエン酸(DHA)、エイコサペンタエン酸(EPA)があげられる。

多価不飽和脂肪酸が高いエゴマ種子油や魚油は、1990年代以降、栄養学的見地から注目されるよう

になった。グリーンランド地方のイヌイットを対象とした食生活と健康についての疫学調査に端を発し³⁾、魚油に多く含まれるn-3系脂肪酸のDHAやEPAの生理機能の解明が急速に進むにつれ、n-3系脂肪酸には抗炎症作用や心血管保護作用があることが知られてきた。エゴマ種子油に多く含まれる α -リノレン酸は体内に吸収された後、EPA→ドコサペンタエン酸(DPA)→DHAと代謝される。これらは局所で活性代謝物(レゾルビンやプロテクチン、マレシン)に変換され、炎症の抑制や収束に関わる⁴⁾。また、エゴマ種子油には虚血性心疾患の予防⁵⁾やアレルギー制御作用^{6,7)}、脳機能の維持⁸⁾に重要な役割があることも報告されている。n-3系脂肪酸はヒトの体内で合成できないため、食事として摂取しなければならず、不足すると欠乏症—特に、鱗状皮膚炎、出血性皮膚炎、結節性皮膚炎などの皮膚疾患—を引き起こす⁹⁾。そのため、n-3系脂肪酸は必須脂肪酸と呼ばれ、2015年度に栄養機能食品として追加された成分である。従って、n-3系脂肪酸を含む食品は、基準を満たせば、皮膚の健康維持を助ける栄養素と表示可能である。

東商事(株)は2018年から秋田県大仙市協和で収穫されたエゴマ種子や葉から、「えごま麺」や「えごま味噌」などの加工食品の販売を手がけてきた。さらに、「六次産業化・地産地消法」に基づく総合化事業計画の認定を受け(2018年9月)、自社搾油

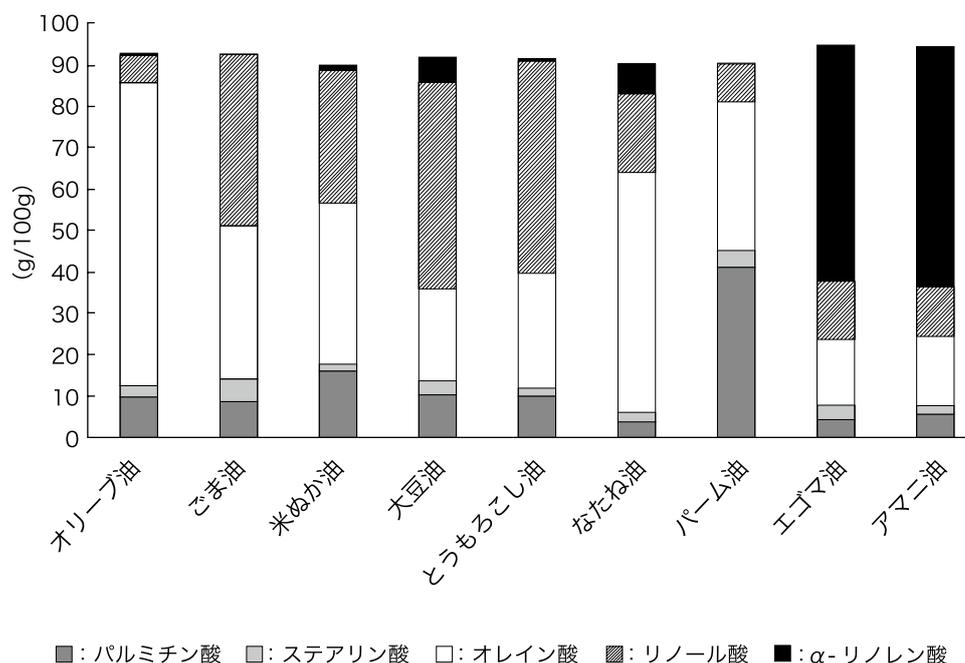


図1 食用油の脂肪酸組成

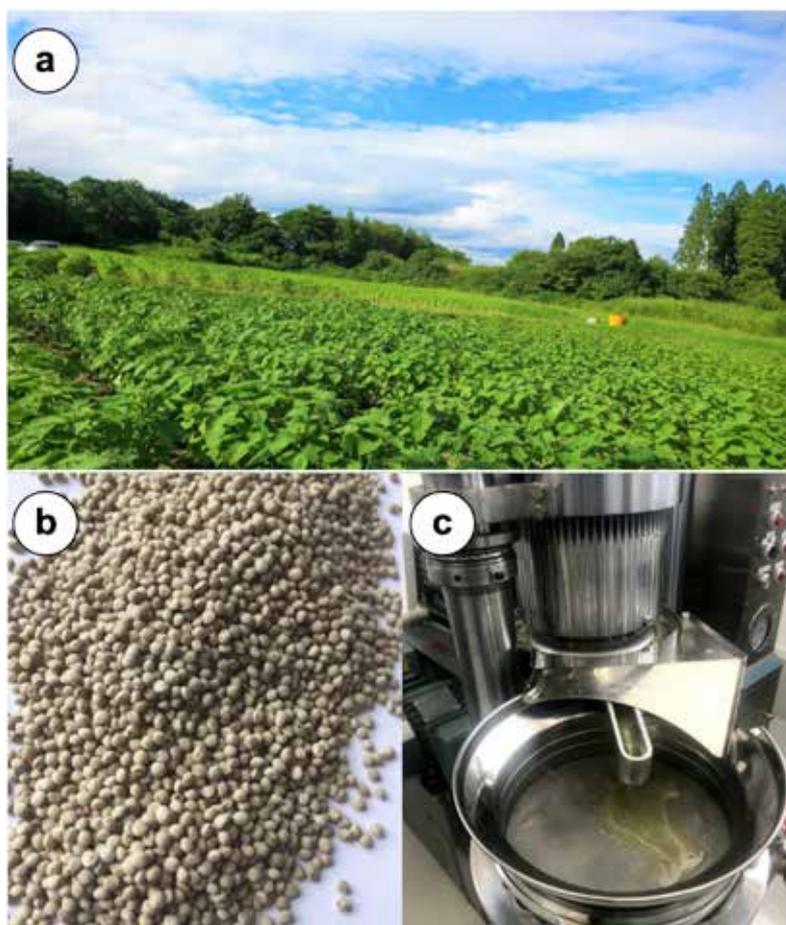


図2 エゴマ栽培風景および搾油工程
a: エゴマ自社農園 b: エゴマ種子 c: 搾油工程

所で搾油を開始し、2019年5月に食用エゴマ油を商品化した（商品名：「翡翠[®]」）。エゴマ種子油は、産地ごとに香りや味わいが異なる。現在は、秋田県内4地域（大仙市協和，東成瀬村，由利本荘市，大館市）毎に収穫したエゴマ種子を使用した「翡翠[®]」4種類を販売している。

本稿では、エゴマ種子油「翡翠[®]」の栄養機能食品としてリニューアル商品化と、購入者にアンケートを実施し、購入理由や使用方法、満足度を調査した結果を報告する。

1. 材料と方法

1-1. エゴマ種子油製造および栄養成分分析

エゴマ種子は、2018年10月秋田県大仙市で収穫されたものを用いた。エゴマ種子油の抽出は、種子を洗浄後、水分含量6%（W/W）以下になるまで風乾し、低温圧搾による搾油を行った（図2）。エゴマ種子油「翡翠[®]」の栄養成分分析および α -リノレン酸の定量は、日本食品分析センターに委託

した。また、 α -リノレン酸の変化は、搾油後に常温・暗所で、14カ月間保存したサンプルを用いて測定した。

1-2. 購入者調査

「翡翠[®]」に関するアンケート調査は秋田県総合食品研究センター倫理委員会の承認（R2-03）を得て、以下の要領で行った。「翡翠[®]」販売店舗における購入者17名を対象に、年齢、性別に加えて、7項目に対する無記名アンケートを実施した。試験参加の意思は、アンケート用紙の無記名郵送により確認した。

2. 結果および考察

2-1. 「翡翠[®]」栄養成分と栄養機能食品としての上市

栄養機能食品とは、身体の健全な成長，発達，健康の維持に必要な栄養成分の補給・補完を目的とした食品であり，高齢化，食生活の乱れなどにより，通常の食生活を行うことが難しく，1日に必要な栄

表1 エゴマ種子油「翡翠®」の栄養成分表示(100g当たり)

エネルギー (kcal)	900
たんぱく質 (g)	0
脂質 (g)	100
n-3系脂肪酸 (g)	57.4
炭水化物 (g)	0
食塩相当量 (g)	0



図3 エゴマ種子油「翡翠®」

養成分を損ねない場合に利用する食品である。n-3系脂肪酸は、2015年度に栄養機能食品として追加された成分で（一日当たりの摂取目安量は、n-3系脂肪酸として0.6～2.0g），“皮膚の健康維持を助ける栄養素”と表示可能である。n-3系脂肪酸を多く含むエゴマ種子油「翡翠®」に含まれるn-3系脂肪酸は、製造直後では57.4%（表1）、14カ月の保存した後も、57%以上の含有量を保持できたため（賞味期限12カ月）、栄養機能食品としてリニューアルした（図3）。

2-2. 「翡翠®」購入者調査結果

購入者調査結果を表2に示した。本試験参加者は女性11名、男性6名の計17名（平均年齢47.5歳）で、6割近くの参加者は、購入回数が“初めて”と回答した。一方、“三回目以上”の回答が約3割で、“二回目”の購入と合わせて約4割であった。購入目的として、「翡翠®」に高含有されるα-リノレン酸の生理機能に対応した回答項目-“特定の栄養素の補給”，“美容”，“老化防止”-を期待した回答が3割強だった。使用頻度は“ほぼ毎日”が約4割

表2 「翡翠®」購入者を対象としたアンケート調査結果

問1. 「翡翠®」の購入理由（複数回答可）					
味が気に入っている	14.8%	疲労回復	0.0%	特定の栄養素の補給	11.1%
体調の維持・病気の予防	11.1%	美容	14.8%	ダイエット	7.4%
老化予防	7.4%	贈答用	11.1%	その他	22.2%
問2. 「翡翠®」の購入回数					
初めて	58.8%	二回目	11.8%	三回目以上	29.4%
問3. 「翡翠®」の使用頻度					
ほぼ毎日	37.5%	一週間に2～3度	31.3%	一週間に1度	12.5%
二週間に1度	0.0%	それ以下	18.8%		
問4. 「翡翠®」のお召し上がり方法（複数回答可）					
そのまま	3.8%	野菜にかける	50.0%	和風料理	15.4%
洋風料理	7.7%	中華風料理	3.8%	その他	19.2%
問5. 「翡翠®」の満足度					
非常に満足している	43.8%	まあまあ満足している	25.0%	普通	25.0%
あまり満足していない	6.3%	まったく満足していない	0.0%		
問6. 「翡翠®」の容器の使いやすさ					
非常に使いやすい	31.3%	使いやすい	37.5%	普通	25.0%
使いづらい	6.3%	非常に使いづらい	0.0%		
問7. 「翡翠®」以外の健康食品（サプリメントを含む）					
摂取している	56.3%	摂取していない	31.3%	摂取した時期はあるが現在は摂取していない	12.5%

で、次いで“一週間に2～3度”となった。摂取方法は“野菜にかける”が最も多く、“和風料理”や“洋風料理”に使用され、ヨーグルトやコーヒー、青汁、味噌汁に入れていると回答もあった。エゴマ種子油「翡翠[®]」の商品満足度は“非常に満足している”と“まあまあ満足している”を合わせると約7割になった。容器は“非常に使いやすい”と“使いやすい”を合わせると7割近くになり、容器の使いやすさには、概ね満足している結果となった。「翡翠[®]」以外の健康食品の摂取率は約7割で、健康食品に関心がある参加者が多かった。n-3系脂肪酸の栄養機能性に関しては、消費者庁ホームページにおける解説などで周知されており¹⁰⁾、健康食品に関

心が高い本試験参加者が、エゴマ種子油に含まれるn-3系脂肪酸に対する期待が購入に繋がっていると考えられた。

東商事(株)は、2016年1月に食のブランド“Cocopelli”を立ちあげた。アメリカン・インディアン、ホピ族には、「精霊“Kokopelli”が美しい音色の笛を吹けば、草花が芽吹き、木は生い茂る」との言い伝えがあり、“Kokopelli”は『豊穰の神』として信仰されてきた。東商事(株)の食のブランド“Cocopelli”は、この“Kokopelli”のように、人々の豊かな暮らしを願い、秋田の食材を、作り手や同士の想いとともにお届けしたいと考えている。

引用文献

- 堀田満, 緒方健, 新田あや, 星川清親, 柳宗民 他: 世界有用植物辞典. 平凡社.
- 日本食品標準成分表2015版(七訂). 文部科学省.
- Dyerberg J, Bang H.O and Hjorne N: Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.* **28**: 958-966, 1975.
- Nagatake T and Kunisawa J: Emerging roles of metabolites of ω 3 and ω 6 essential fatty acids in the control of intestinal inflammation. *Int. Immunol.* **31**: 569-577, 2019.
- Ezaki O, Takahashi M, Shigematsu T, Shimamura K, Kimura J, *et al.*: Long-Term Effects of Dietary α -Linolenic Acid from Perilla Oil on Serum Fatty Acids Composition and on the Risk Factors of Coronary Heart Disease in Japanese Elderly Subjects. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **45**: 759-772, 1999.
- Okamoto M, Mitsunobu F, Ashida K, Mifune T, Hosaki Y, *et al.*: Effects of Dietary Supplementation with n-3 Fatty Acids Compared with n-6 Fatty Acids on Bronchial Asthma. *Intern. Med.* **39**: 107-111, 2000.
- 池本敦: 抗アレルギー作用を有する食品成分. 秋田大学教育文化学部研究紀要 自然科学. **68**: 7-16, 2013.
- 池本敦: 脳機能における n-3 系脂肪酸の必須性 - 行動科学的評価と分子基盤の解析. 脂質栄養学. **21**: 17-25, 2012.
- 江崎治, 佐藤真一, 窄野昌信, 三宅吉博, 三戸夏子 他: n-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取基準の考え方. 日本栄養・食糧学会誌. **59**: 123-158, 2006.
- 消費者庁食品表示課: 脂質と脂肪酸のはなし (2010). https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/health_promotion/trans_fatty_acid/pdf/100910_3.pdf

当院における栄養サポートチームへの 歯科介入状況の検討

加藤 崇雄 (KATO Takao)*

Key Words: NST 歯科介入

要旨

2016年より、栄養サポートチームに歯科医師が参加した場合、「歯科医師連携加算」が算定可能となり、積極的な参加が求められている。当院での現状について検討を行ったので報告する。

対象は、2017年4月-2018年3月までの1年間に当院NSTで管理した112名を対象とした。年齢分布は33-90歳で、平均年齢は69.7歳であった。調査内容は、介入状況依、頼診療科、医科治療内容、歯科治療内容、残存歯数、義歯使用状況、経口摂取の有無、Eilers口腔アセスメントガイドの8項目とした。

結果は、性別では男性の方が多く、年齢分布では50歳以上が優位に多かった。

「介入状況」は歯科口腔科に診察依頼で介入が多く、60%であった。同様に依頼診療科は消化器外科が50名であった。「医科治療内容」は手術のため依頼が39%であった。「歯科治療内容」では口腔ケアのみが26%であった。「残存歯数」は20歯以上が43%であった。「義歯使用状況」は義歯を有していない症例が63%であった。「経口摂取の有無」は有りが64%であった。「OAG評価プロトコール」はP2が70%であった。

フレイルの概念が最近注目されており、治療時の栄養状況は予後にも大きく関与している。NSTの歯科の介入は、積極的な経口摂取、口腔ケア、ADL向上、栄養療法など多職種介入により筋肉量を維持する可能性が示唆された。

緒言

Nutrition Support Team (NST: 栄養サポートチーム) は、1970年米国のボストンで誕生した。その後、NSTは全米に広がり、さらに他の欧米諸国へと急速に伝播していきしましたが、1997年までは本邦において、わずか数施設にNSTの設立が確認されているにすぎなかった。しかし、1998年、欧米型の専属チームにとらわれないわが国の医療状況に即した新しいNSTの運営システム”Potluck Party Method (PPM: 持ち寄りパーティー方式/兼業兼務システム)”が考案され、これを契機にわが国でも本格的な全科型NSTが設立されるようになった。その後、NST活動の有用性を全国に広げようとする有志の多大なる努力により、現在、既に1,500以上の施設

にNSTが設立され、今もなお多くの施設で稼働準備が着々と進められた。このようなわが国におけるNSTの爆発的な普及は、日本病院機能評価機構の評価項目の中にも取り入れられ、さらに2006年栄養管理実施加算、2010年4月栄養サポートチーム加算の算定へと大きく飛躍した¹⁾。

そして、健康長寿のために早期からサルコペニア予防、フレイル(虚弱)予防が重要とされ、栄養(食・口腔機能)、身体活動(運動、社会活動など)、社会参加(就労、余暇活動、ボランティア)が3つの柱としてあげられている。食・口腔機能として食事(たんぱく質、そしてバランス)や歯科口腔の定期的な管理があげられているが、歯の喪失は筋肉の原料となるたんぱく質の摂取量が十分ではなくなることに

* 金沢医科大学顎口腔外科講座
石川県河北郡内灘町大学1-1
電話: 076-286-2211, e-mail: takao@kanazawa-med.ac.jp.

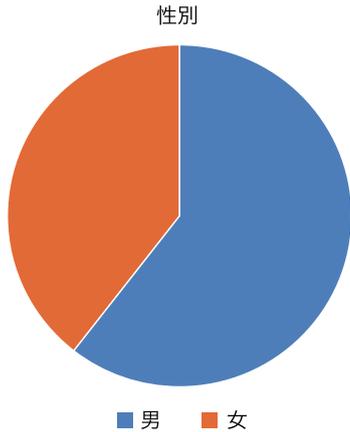


図 1

つながり、栄養のバランスの不均衡を招く。さらに、歯・口の機能の虚弱すなわちオーラルフレイルは、食環境の悪化からはじまる筋肉減少を経て、最終的に生活機能障害に至る構造モデルであるため、ささいな歯・口の機能の低下を軽視しないことが大切である²⁾。

日本の社会保険制度の2016年度診療報酬改定において、歯科医師が口腔機能の回復および口腔疾患の重症化予防を目的として、栄養サポートチームに参加し、その評価に基づいて診療を行うことで「栄養サポートチーム（NST）連携加算」が追加された。医学部の大学病院や病院では、口腔外科医がNSTの歯科部門を担うことが多い。

当院でも2016年から、NSTに歯科医師が介入しており、今回、当院における栄養サポートチームへの歯科介入状況の検討を行ったので、その概要報告する。

【結果】

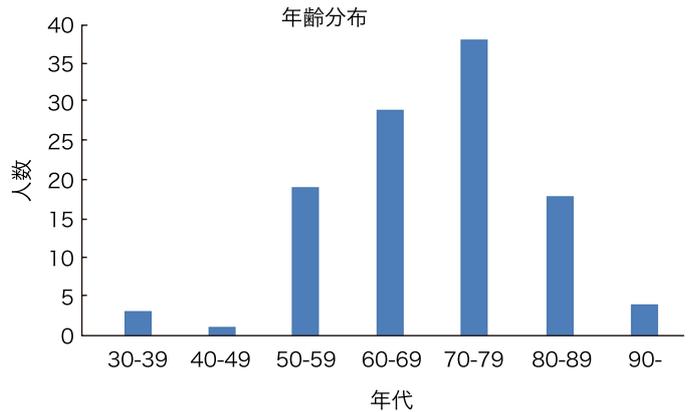


図 2

対象方法

2017年4月-2018年3月までの1年間に当院NSTで管理した112名を対象とした。

年齢分布は33-90歳で、平均年齢は69.7歳であった。対象の介入状況、依頼診療科、医科治療内容、歯科治療内容、残存歯数、義歯使用状況、経口摂取の有無、Eilers口腔アセスメントガイド（OAG評価）について調査した。

結果

性別は男性68名、女性44名であった（図1）。年齢分布29歳以下はおらず、70-79歳が38名と最も多く、次に60-69歳が29名、次に50-59歳が19名、80-89歳が18名であった（図2）。

「歯科介入状況」は診察・治療依頼介入が67名でカンファレンスのみが26名、ラウンドが19名であった（図3）。治療依頼介入が67名の内、歯科依頼科

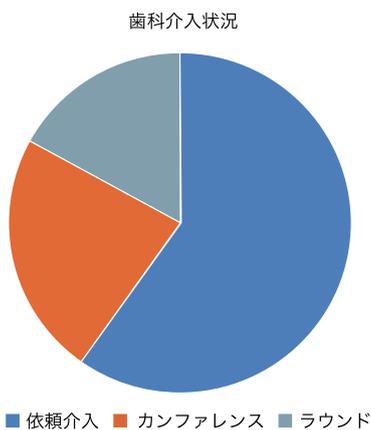


図 3

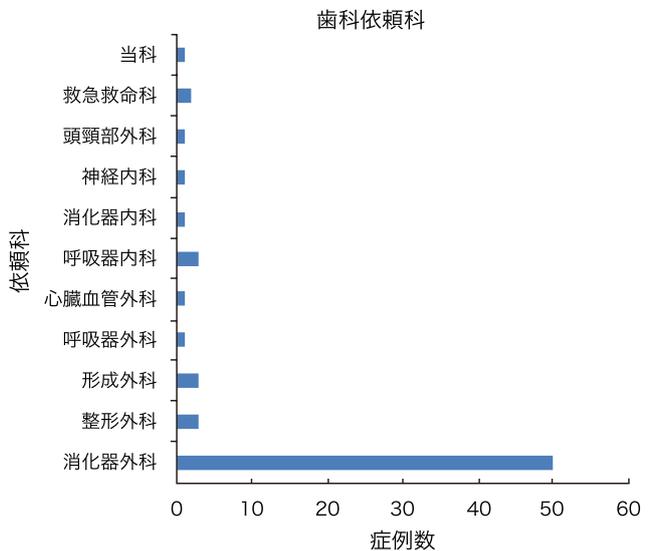


図 4

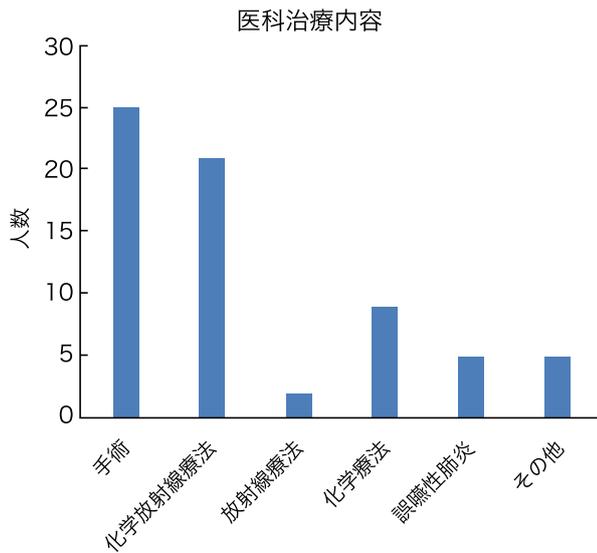


図5

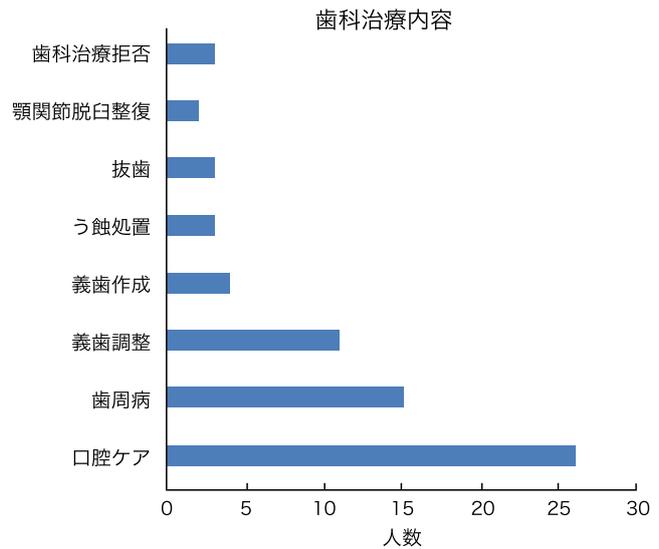


図6

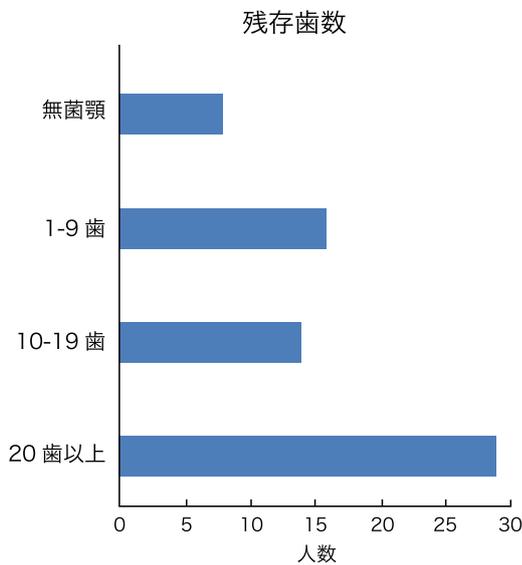


図7

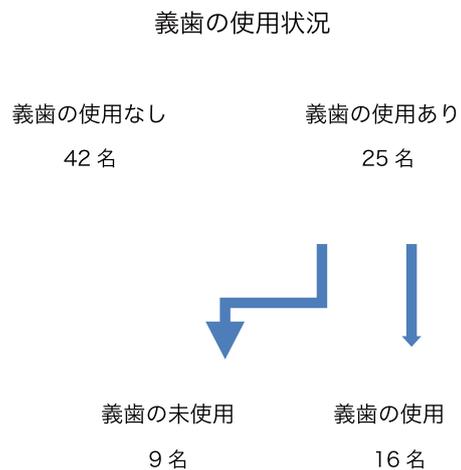


図8

は消化器外科が最も多く50名であった。以下整形外科，形成外科，呼吸器内科が各3名，救急救命科が2名，その他は1名であった(図4)。

依頼された67名の内「医科治療内容」は，手術が25名，次に化学放射線療法が21名，化学療法が9名，誤嚥性肺炎が5名，放射線療法が2名，その他が5名であった(図5)。「歯科治療内容」は，口腔ケアが26名で，歯周病が15名，義歯調整が11名，義歯作成が4名，う蝕治療が3名，拔牙処置が3名，歯科治療拒否が3名，顎関節脱臼が2名であった(図6)。

「残存歯数」は，20歯以上が29名，1-9歯が16名，10-19歯が14名，無菌顎が8名であった(図7)。「義歯の使用状況」は，無しが42名，有りが25名でその内，使用が16名，義歯を有しているが未使用が

9名であった(図8)。

「経口摂取の有無」は，有りが43名，無しが24名でした(図9)。OAG評価プロトコルではP2が最も多く47名であった。次にP3は12名，P1は8名であった(図10)。

考察

日本では，高齢化が急速に進んでおり，高齢者の口腔医療を取り巻く対策比必要とされている。

近年，「介護予防」，「介護の重症化の予防」には，①口腔機能の向上，②運動器の機能向上，③栄養改善の3つの柱が重要とされている³⁾。歯を喪失しても義歯などに代表される補綴歯科治療がもたらす咬合・咀嚼・嚥下機能の回復・維持が，口腔機能の向上はもとより運動器の機能向上や高齢者の栄養の

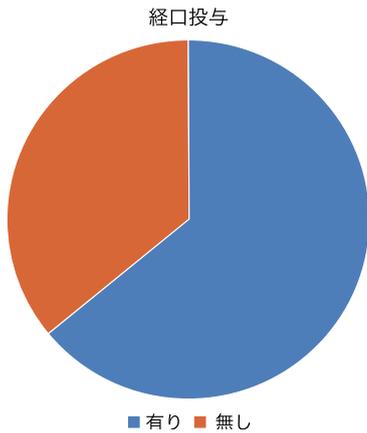


図9

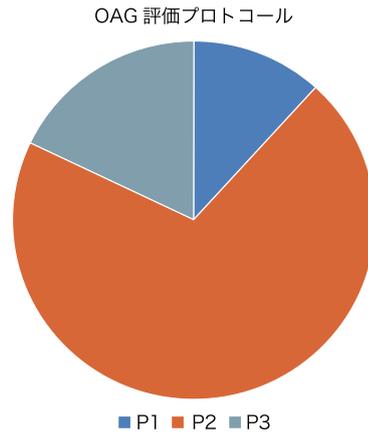


図10

改善にも大きく貢献することが次第に明らかにされつつある²⁾。

また、歯の喪失がある高齢者は、食事摂取量、食事の形態、およびQOLに影響する⁴⁾。歯の喪失で義歯を使用するケースは多く、そして義歯になった時は野菜・果物の摂取が義歯群で有意に少ない反面、菓子の摂取量は義歯群で有意に多く、その結果として食物繊維やビタミン類の摂取量が有意に少なくなっているといわれている⁵⁾。

健康長寿のためには早期から、サルコペニア予防、フレイル（虚弱）予防が重要とされ、栄養（食・口腔機能）、身体活動（運動、社会活動など）、社会参加（就労、余暇活動、ボランティア）が3つの柱としてあげられている。さらに、歯・口の機能の虚弱すなわちオーラルフレイルは、食環境の悪化からはじまる筋肉減少を経て、最終的に生活機能障害に至る構造モデルであるため、ささいな歯・口の機能の低下を軽視しないことが大切であり、NSTへの歯科の介入の必要性が生じ、2016年度診療報酬改定において「歯科栄養サポートチーム（NST）連携加算」が追加された。

今回の研究の結果では性別は男性68名、女性44名であり、男性の方が多かった。これは、男性の方が悪性腫瘍に罹患する割合が多く、NSTの依頼で後述の消化器外科の患者特性になるためと思われた。年齢分布は29歳以下の者はおらず、70-79歳が38名と最も多く、次に60-69歳が29名、次に50-59歳が19名、80-89歳が18名であり、平均年齢は69.7歳であった。他の報告⁶⁾では平均年齢は80歳以上であるが、当院の特性である若年者の難治性症例や、整形外科・形成外科の患者によって平

均年齢の低下が認められたと思われる。1年間に当院NSTで管理した112名の内、「歯科介入状況」は診察・治療依頼介入が67名でカンファレンスのみが26名、ラウンドが19名で、およそ6割が依頼介入であった。今後もっと介入の比率を上げ、積極的に他の診療科に歯科の介入の必要性を認知させるべきと思われる。

「治療依頼介入」が67名の内、歯科依頼科は消化器外科が最も多く50名であった。以下は整形外科、形成外科、呼吸器内科が各3名、救急救命科が2名、その他は1名であった。これは当院のNST介入の開始当初は、消化器外科のみで試しに行われた事に起因しており、その影響でNSTに依頼する数が多いと思われる。依頼された67名の内の「医科治療内容」は、手術が25名、次に化学放射線療法が21名、化学療法が9名、誤嚥性肺炎が5名、放射線療法が2名、その他が5名であった。これは最も多い依頼科の消化器外科の治療が「手術」であり、そのため歯科介入の依頼も「手術」が多くなっている。続いて多かったのは、その次は手術不能症例で根治を最も期待できる「化学放射線療法」が次に多かったのは、同様の事が思われた。

「歯科治療内容」は、口腔ケアが26名で、歯周病が15名、義歯調整が11名、義歯作成が4名、う蝕治療が3名、抜歯処置が3名、歯科治療拒否が3名、顎関節脱臼が2名であった。これは先に述べた「医科治療内容」のうち手術が多いことに関連があり、手術前後の口腔ケアの必要性に付随されたと思われた。また、NST介入平均年齢が70歳であったため、高齢者に多い歯周病・義歯の調整、作成が続くのは、その特徴であることが推測される。

「残存歯数」は、20 歯以上が 29 名、1-9 歯が 16 名、10-19 歯が 14 名、無歯顎が 8 名であった。歯科医師会の推奨していた 8020 運動の結果、20 本の歯を有する人は多かったが、1-9 歯が 16 名と、歯の多い人・極端に少ない人との 2 極化が示された。口腔領域の健康意識の獲得が高い人と低い人とに分かれ、今後の課題と思われる。義歯の使用状況は無しが 42 名、有りが 25 名でその 25 名の内使用が 16 名、義歯を有しているが未使用が 9 名であった。これは義歯を持っていないか、持っていて使用をしていないことを示していた。先の口腔領域の健康意識の獲得低い人が歯科の受診をしていないことや、最近の受診がないこと示していた。

「経口摂取の有無」は、ありが 43 名、無しが 24 名であった。これは NST の特色で、経管栄養を行っているケースが多くあり、そのためと思われる。OAG 評価は、がん治療患者の口腔内の状態を評価するために 1980 年代に米国で開発されたツールであり、声、嚥下、口唇、舌、唾液、粘膜、歯肉、歯と義歯の状態を点数化して分類しており、P1、P2、P3 と分類され、数字が多くなるにつれて状態が悪いことを示している。「OAG 評価プロトコール」で

は、P2 が最も多く 47 名、次に P3 が 12 名、P1 は 8 名であった。口腔状態の良い人は少なく、状態の悪い人が多い。この結果からも、積極的な NST の歯科の介入の必要があることが示唆された。

以上の結果から、NST の歯科未介入や NST に依頼をされていないケースに於いても、口腔領域の健康意識の向上が必要と思われた。

結論

高齢期において口腔状態を維持・向上させる意義は、栄養機能、身体機能、精神・心理面、運動量、そして社会性のアップを図ることにある。そのためにも歯科医師、口腔外科医は NST に積極的に参加し、患者の口腔機能のわずかな低下を事前に察知し、最期まで口から食べることができるよう歯科衛生士や管理栄養士など多職種で介入する必要があることが示唆された。

利益相反 (COI) 開示

2020 年 9 月 12 日

筆頭発表者氏名： 加藤崇雄

文 献

1. 日本静脈経腸栄養学会 NST 委員会 . <http://www.nst-jспен.com/purpose.html> (2020/3/10 アクセス)
2. 石井良昌, 松永初美; 歯科が活躍する低栄養マネジメント, 臨床栄養 **130**(6) (臨時増刊号): 957-962, 2017.
3. 介護予防マニュアル改訂委員会 . 介護予防マニュアル改訂版: 三菱総合研究所 2012.
4. Zelig R, Jones VM, Touger-Decker R, Hoskin ER, Singer SR, Byham-Gray L, Radler DR, Rothpletz-Puglia P; The Eating Experience: Adaptive and Maladaptive Strategies of Older Adults with Tooth Loss. *JDR Clin Trans Res*. Jul; **4**(3): 217-228.2019.
5. Yoshida M, Kikutani T, Yoshikawa M, *et al.*: Correlation between dental and nutritional status in community-dwelling elderly Japanese. *Geriatr Gerontol Int*. **11**: 315-9, 2011.
6. 澤野紳二: 歯科スタッフによる NST 参加のメリット, 臨床栄養, **129**(6): 796-799, 2016.

Effect of New Coronavirus (COVID-19) on Food and Restaurant Industry

Ryusuke Oishi

Faculty of Economics, Meikai University
Meikai Urayasu Chiba 279-8550, Japan. e-mail: r-o@meikai.ac.jp

Key Words: COVID-19, Food Business, Food and Restaurant Industries,

Abstract

In 2020, the situation in countries around the world including Japan has changed dramatically. A new coronavirus rapidly spread its infection and bustle of people disappeared from towns and cities. Self-restraint of people stagnates consumption and production activities in various industries and will greatly impact on its economy. This study investigates the business situation and finance of food manufacturing and restaurant industries in Japan. Our study argues that the situation and finance of the latter industries are significantly deteriorating in the recent months and is most likely to be due to the spread of virus infection. Moreover, during this time, the number of bankruptcies in the latter industry has increased, and many businesses are at risk of survival. The government is embarking on support for such businesses by providing loans and subsidies however, such support is far insufficient for many businesses' long-term sustainability.

1. Introduction

At the end of 2019, the unknown virus was found in Wuhan (a city in Hubei province in China)¹⁾. The latter virus was named as COVID-19²⁾. Infection of COVID-19 is becoming a threat far beyond the past cases of infectious disease.

According to World Health Organization (WHO), infection of 1,353,361 people and deaths of 79,235 people in the world are confirmed on 8th of April³⁾. In China (where the infection was first reported), the infection has decreasing, but is continuing to spread worldwide⁴⁾.

In Japan, infections continue to expand, especially in the Tokyo metropolitan area. In response, on 7th of April, Prime Minister Abe declared a state of emergency, in accordance with article 32 of the Act on Special Measures⁵⁾. This is to ask citizens to refrain from going out from 7th of April to 6th of May in 2020 and corresponding prefectures are Saitama, Chiba, Tokyo, Kanagawa, Osaka, Hyogo and Fukuoka⁵⁾. Under such

circumstances, we are under pressure to fundamentally change our lifestyle. The most importantly, people need to change their mind from egoism to altruism⁶⁾.

As people refrain from going out, various economic activities in Japan and its interrelated economy has started to stagnate. This study specifically focuses on the economic impact of COVID-19 on businesses relating to food such as food manufacturing and restaurant. The remaining of this study is organised as following. Section 2 discuss the situation of food businesses (i.e. assessment of business operators), Section 3 investigates finance of food businesses. Then section 4 concludes.

2. The Situation of Food Business

Due to the declaration of emergency following the spread of COVID-19, a situation of many cities in Japan has dramatically changed. Citizens in the specified cities are asked to refrain from unnecessary and urgent outings, number of firms introducing telework system is increasing. The city centres became depopulated and

Table 1 Summary of the DI Related to the Business Situation Assessed by All Industries as well as Food and Restaurant Industries in Japan

Type of Industries	All Industries	Food	Restaurant
DI: January to March 2019	▲ 14.9	▲ 12.5	▲ 16.6
DI: April to June 2019	▲ 15.5	▲ 10.7	▲ 15.6
DI: July to September 2019	▲ 16.6	▲ 15.9	▲ 19.4
DI: October to December 2019	▲ 21.1	▲ 19.5	▲ 22.7
DI: January to March 2020	▲ 24.4	▲ 23.5	▲ 26.3
DI: April to June 2020 (Projected)	▲ 27.8	▲ 24.7	▲ 33.8

Source: 159th SME Business Survey in a period between January and March 2020 provided by WHO for Small & Medium Enterprises and Regional Innovation (Reference 8)^{*2}.

consumers' consumption has dropped significantly. People's refraining from going out significantly damages many industries and the impact on small and medium sized enterprises (SMEs) is seriously concerned⁷⁾.

Table 1 shows a summary of the diffusion index (DI) related to the business situation assessed by all industries as well as food and restaurant industries in Japan^{*1}.

The inspection of **Table 1** reveals that the assessment of all industry types (i.e. all industries, food and restaurant) are getting worse in the corresponding period^{*3}. The corresponding DIs decrease by 3-4 points for each period and as compared from the ones in January to March 2019, the DI (Projected) of all industry types in April to June 2020 is almost doubled in negative. The change in DI in 2019 reflect various events other than COVID-19 that occurred in Japan. For example, in Japan, the consumption tax rate was raised to 10% from October 2019¹⁰⁾. This is to secure the financial source to cover the increasing social security expense due to the ageing population¹⁰⁾. This has led to reduced consumption in many places^{*4}.

COVID-19 was firstly reported in China in December 2019; however, it did not have a major impact to Japanese market at this time^{*5}. The situation has dramatically changed in the next period (January to March 2020). Many Japanese probably begun to be aware of COVID-19 after the large passenger ship Diamond Princess arrived at Yokohama Port. During their cruise, one of the passenger's infection of COVID-19 was discovered and the latter caused a large-scaled outbreak on board of the ship¹¹⁾. Infection then increases rapidly in Japan. The number of infected people reached 7645 in Japan (in 14th of April 2020), and a considerable number of such cases did not show symptoms¹²⁾. Japanese government ask people to avoid being in the infectious environment (i.e. closed spaces with insufficient ventilation, crowded conditions with people, and conversations in short distance)¹²⁾. Because many restaurants provide such infectious environments, Tokyo has requested the food service industry (including restaurants) to shorten their business hours¹³⁾. Specifically, Tokyo requested the industry to run their business from 5:00 to 20:00 and

^{*1} Respondents are SMEs in Japan⁸⁾. The DI is calculated by percentage of responding "turnaround" minus that of "deteriorated" (seasonally adjusted from previous quarter)⁸⁾. ▲ express the points decreased in DI from the previous quarter.

^{*2} Reference 8 is in Japanese. The author provides table 1 by excerpting and translating the content of reference 8.

^{*3} DI of food and restaurant in April to June 2019 are not as bad as other quarters. This is because there was a maximum of 10 consecutive holidays (called Golden Week in Japan) in May 2019, hence people's willingness of consumption increased⁹⁾. In addition, during this period, the number of tourists visiting Japan was steadily increasing, and foreigners' consumption helped increasing sales of restaurant⁹⁾.

^{*4} The government applies a reduced tax rate (8%) to food, drink and newspapers in consideration of low-income people, but that rate is not applied to alcohol and eating out (restaurants)¹⁰⁾.

^{*5} At that time, no one was infected in Japan yet, and many people did not have a strong sense of crisis.

Table 2 Summary of the DI Related to the Financing Situation Assessed by All Industries and Manufacturing and Service industries in Japan

Type of Industries	All Industries	Manufacturing	Service
DI: January to March 2019	▲ 11.1	▲ 10.2	▲ 10.8
DI: April to June 2019	▲ 11.8	▲ 9.9	▲ 11.3
DI: July to September 2019	▲ 12.7	▲ 11.9	▲ 12.6
DI: October to December 2019	▲ 14.0	▲ 14.3	▲ 12.7
DI: January to March 2020	▲ 16.6	▲ 18.0	▲ 15.8

Source: 159th SME Business Survey in a period between January and March 2020 provided by WHO for Small & Medium Enterprises and Regional Innovation (Reference 8)^{*8}.

serve alcohols until 19:00¹³⁾. However, the latter request potentially causes catastrophic damage to restaurants because main customer segment of restaurants opening at night-time (i.e. Japanese styled bar) is workers on the way home. These customers often enter restaurants after 20:00, and many of them like to drink alcohol. Such concerns are clearly reflected in DI in April to June 2020 (Outlook). The corresponding DI of restaurants is forecasted to decrease by 7.5 points from the previous period. COVID-19 is also having a serious impact on the food industry. Consumption of food has begun to fall in various sales channels. For example, due to reduction in number of customers, both retailers and restaurants decrease amount of foodstuff purchased. Moreover, due to a concern over the spread of infection, many Japanese schools are closed, the latter caused cancellation of school lunches. These matters caused food suppliers to lose regular, large-scaled sales channels as well as increasing amount of food losses^{*6}.

3. The Financing of Food Businesses

As mentioned in section 2, COVID-19 is rapidly deteriorating the business conditions of food and restaurant industry. Moreover, most of these firms are SMEs, which

do not have enough funds to operate without a certain number of customers. For such SMEs to survive this situation, raising external funds is essential. In Japan, SMEs have a higher level of information asymmetry in the market than large firms, hence the former is in a disadvantageous position to raise external funds than the latter¹⁵⁾. **Table 2** shows a summary of the DI related to the financing situation assessed by all industries and manufacturing and service industries in Japan^{*7}.

By looking at **Table 2**, financing of all industry types continues to deteriorate from January to March 2019 to January to March 2020. In particular, the deterioration of financing from October–December 2019 to January to March 2020 is serious. This is likely due to COVID-19, and (although other businesses are also included) changes in DI of manufacturing and service industries are likely to reflect the situation of food and restaurant businesses.

The deterioration of the food manufacturing and restaurant business can also be found from a different data. **Table 3** summarises the number of bankruptcies in Japanese food, feed and beverage manufacturing and restaurants from January to March 2020.

As can be seen from **Table 3**, around 700 firms (all industries) went to bankrupt in each month in 2020. In

^{*6} In addition, Japanese major retailers (i.e. convenience stores) often overstock foods and discard in cases of unsold¹⁴⁾. The current situation may spur such food losses (i.e. food stuffs already purchased may be discarded).

^{*7} Respondents are SMEs in Japan⁸⁾. The DI is calculated by percentage of responding ‘turnaround’ minus that of ‘deteriorated’ (seasonally adjusted from previous quarter)⁸⁾. Due to a limitation of data provided by the source, we are unable to present DI of food and restaurant business as well as DI in April to June 2020 (Projected). For instead, we present DI of manufacturing and service which should include food and restaurants in general consideration. ▲ express the points decreased in DI from the previous quarter.

^{*8} Reference 8 is in Japanese. The author expounds Table 2 through the excerpt and translation of the contents of reference 8.

Table 3 The Number of Bankruptcies in Japanese Food, Feed and Beverage manufacturing and restaurants from January to March 2020

Type of Industries	All Industries	Food, Feed and Beverage Manufacturing	Restaurants
January 2020	713	7	75
Comparison of January 2019 and 2020 (%)	2.7	▲ 50.0	50.0
February 2020	634	19	64
Comparison of February 2019 and 2020 (%)	2.3	46.2	14.3
March 2020	744	16	76
Comparison of March 2019 and 2020 (%)	14.3	100.0	33.3

Source:

January 2020, Comparison of January 2019 and 2020 are excerpted from reference 16^{*9}.

February 2020, Comparison of February 2019 and 2020 are excerpted from reference 17^{*10}.

March 2020, Comparison of March 2019 and 2020 are excerpted from reference 18^{*11}.

addition, the year-on-year comparison is positive in all applicable months^{*12}. The latter result indicates that the number of bankruptcies is on the rise compared to last year. In addition, the Comparison of March 2019 and 2020 (%) is significantly higher than that in other months.

By looking at the number and comparison of Food, Feed and Beverage Manufacturing, although the situation improved slightly in the January 2020, the number of bankruptcies exceeding 10 were recorded in February and March 2020. In particular, the situation in March 2020 is serious (i.e. the number of bankruptcies in March was doubled from the same month in the previous year). This potentially be related to the situation of restaurant businesses. The bankruptcies of Food, Food and Beverage Manufacturing increases after the month of increasing the bankruptcy of restaurants, and the opposite is also true. This may be because due to deterioration of restaurants' performance, their purchasing of food and beverages decreases and hence the firms producing those products will be damaged.

The number of bankruptcies in restaurant business is high in all months in the table. We believe that the main cause of restaurants' bankruptcies in January 2020 is not COVID-19. At this time, the number of infected people in Japan was still small, and the people's sense of crisis was not strong. However, the situation changed completely as the bankruptcies in March 2020 are mainly due to COVID-19 almost certainly.

For businesses deteriorated by COVID-19, the government has started to support by providing lending and subsidies. For example, No. 5 safety net guarantees 80% of the loan amount for industries seriously affected by COVID-19¹⁹⁾^{*13}. In addition, the government also provide a subsidy for sustaining businesses²¹⁾. However, these supports are hardly be sufficient for sustaining businesses because the loans need to be repaid by the deadline, businesses will not be sustained unless the situation turnovers before the repayment. In addition, due to a condition, not many firms are expected to be subsidised^{*14}.

^{*9} Reference 16 is in Japanese. The author expounds the corresponding part of **Table 3** through the excerpt and translation of the contents of reference 16.

^{*10} Reference 17 is in Japanese. The author expounds the corresponding part of **Table 3** through the excerpt and translation of the contents of reference 17.

^{*11} Reference 18 is in Japanese. The author expounds the corresponding part of **Table 3** through the excerpt and translation of the contents of reference 18.

^{*12} Comparison of January 2019 and 2020 (%) is calculated by (the number of bankruptcy in January 2019 minus that in January 2020)/ (the number of bankruptcies in January 2019) multiplied by 100¹⁶⁾. Other comparisons (Comparison of February 2019 and 2020 (%)¹⁷⁾ and Comparison of March 2019 and 2020 (%)¹⁸⁾ are similarly calculated). ▲ express the percentage decreased.

^{*13} This includes many food and beverage manufacturers and restaurants²⁰⁾.

^{*14} The subsidy is paid to firms whose sales decreased by 50% or more (as compared from same month in the previous year)²¹⁾. However, 50% decrease in sales will be fatal for SMEs not having large financial resources. Such firms would decide to shutdown their business rather than sustaining with the subsidy.

As can be seen in this section, the recent financing situation of food businesses is unsatisfactory, and COVID-19 is mainly causing with almost certainty. In Japan, many restaurants (as well as some food manufacturers) are with small business scale, and those businesses do not have the management strength to survive this difficult situation. Hence a continuous support is needed until the situation is recovered.

4. Conclusion

The environment surrounding the world including Japan changed completely in 2020. COVID-19 rapidly spread its infection and people disappeared from the cities. Self-restraint of people slows down economic activities of various industries including food manufacturers and restaurants. This study analyse the DI related to situation of business and financing in addition to the number of bankruptcies of food manufacturing and restaurant industries. Our analysis argues that the situation of the business and financing of the industries are significantly

deteriorating in the recent months and the latter is most likely to be due to COVID-19. Moreover, the number of bankruptcies also increased, and many businesses are having difficulties to sustain their businesses. The government is embarking on support for such businesses by providing loans and subsidies however, such support is far insufficient for many businesses' long-term sustainability. Even though recovery of the situation is essential, there are no signs of the infection ending. Although difficult, supporting the long-term business sustainability and securing its financial resources will be a challenge for the government and local governments.

Acknowledgement

I am very grateful to the members of New Food Industry Editorial Board, Professor Hiroshi Sakagami, and the Editor in Chief of New Food Industry, Kazumasa Imanishi.

I am also grateful to Meikai University, which supported my research in various ways.

List of References

1. World Health Organization (2020). Emergencies Preparedness, Response, Pneumonia of Unknown Cause – China, Disease Outbreak News 5 January 2020. <https://www.who.int/csr/don/05-january-2020-pneumonia-of-unknown-cause-china/en/> Accessed on 20/04/2020.
2. World Health Organization (2020). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it) Accessed on 20/04/2020.
3. World Health Organization (2020). 'Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 79'. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200408-sitrep-79-covid-19.pdf?sfvrsn=4796b143_4 Accessed on 09/04/2020.
4. Shi, H.: 'The effect of COVID-19 on our lives'. *New Food Industry*, **62** (6): 2020.
5. [COVID-19] Press Conference by the Prime Minister Regarding the Declaration of a State of Emergency April 7, 2020. https://japan.kantei.go.jp/98_abe/statement/202004/_00001.html Accessed on 11/04/2020.
6. Sakagami, H.: 'Special plan: Diversity management. The impact of the coronavirus crisis ~ How to deal with it?' *New Food Industry*, **62**(6): 2020.
7. Oishi, R.: 'Impact of Novel Coronavirus (COVID-19) Countermeasures (Self-restraint) on Small- and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Japan'. *New Food Industry*, **62**(6): 2020.
8. 独立行政法人：中小企業基盤整備機構 第159回 中小企業景況調査 (2020年1-3月期) Dokuritsu Gyosei Houjin: Chusho Kigyo Kiban Seibi Kiko Dai 159 Kai Chusho Kigyo Jyokyo Chosa (2020 Nen 1-3 Gatsu Ki). <https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/chousa/keikyo/159keikyo/159sokuhou.pdf> Accessed on 13/04/2020.
9. 独立行政法人：中小企業基盤整備機構 第156回 中小企業景況調査 (2019年4-6月期) Dokuritsu Gyosei Houjin: Chusho Kigyo Kiban Seibi Kiko Dai 156 Kai Chusho Kigyo Jyokyo Chosa (2019 Nen 4-6 Gatsu Ki). <https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/chousa/keikyo/156keikyo/156sokuhou.pdf> Accessed on 14/04/2020.
10. Ministry of Foreign Affairs, Japan. (2019) 'Consumption Tax Rate Hike (October 1, 2019)'. https://www.mof.go.jp/english/tax_policy/consumption_tax/index.html Accessed on 15/04/2020.
11. National Institute of Infectious Diseases, Japan. 'Field Briefing: Diamond Princess COVID-19 Cases'. <https://www.niid.go.jp/niid/en/2019-ncov-e/9407-covid-dp-fe-01.html> Accessed on 15/04/2020.
12. Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. 'About Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)'. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/newpage_00032.html Accessed on 15/04/2020.

13. 東京都防災ホームページ:対象施設FAQ(令和2年4月13日19時00分)Tokyo To Bosai Home Page: Taisho Shisetsu FAQ (Reiwa 2 Nen 4 Gatsu 13 Nichi 19 Ji 00 Hun), Tokyo Disaster Prevention Information, Target Facility FAQ (April 13, 2019, 19:00) <https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/1007617/1007679.html> Accessed on 15/04/2020.
14. Oishi, R: 'Food Loss and Waste in Japan'. *New Food Industry*, **61**(12): 2019.
15. Oishi, R: 'The Impact of Japanese Firms' Stockpiled Cash on Their Investment-Cash Flow Sensitivities'. Presented at 'The 16th International Conference of the Japan Economic Policy Association'. 2017.
16. 株式会社帝国データバンク：全国企業倒産集計 2020 年 1 月報. Teikoku Data Bank LTD: Zenkoku Kigyo Tosan Shukei 2020 Nen 1Gatsu Ho. Teikoku Data Bank LTD, Report of National Aggregate Corporate Bankruptcy in January 2020. <https://www.tdb.co.jp/tosan/syukei/pdf/2001.pdf> Accessed on 18/04/2020.
17. 株式会社帝国データバンク：全国企業倒産集計 2020 年 2 月報. Teikoku Data Bank LTD: Zenkoku Kigyo Tosan Shukei 2020 Nen 2 Gatsu Ho. Teikoku Data Bank LTD, Report of National Aggregate Corporate Bankruptcy in February 2020. <https://www.tdb.co.jp/tosan/syukei/pdf/2002.pdf> Accessed on 18/04/2020.
18. 株式会社帝国データバンク：全国企業倒産集計 2020 年 3 月報. Teikoku Data Bank LTD: Zenkoku Kigyo Tosan Shukei 2020 Nen 3 Gatsu Ho. Teikoku Data Bank LTD, Report of National Aggregate Corporate Bankruptcy in March 2020. <https://www.tdb.co.jp/tosan/syukei/pdf/19nendo.pdf> Accessed on 18/04/2020.
19. 経済産業省:資金繰り支援(貸付・保証)セーフティネット保証4号・5号. Keizai Sangyo Sho: Shikin Guri Shien (Kashitsuke・Hosho) Safety Net Hosho 4 Go・5 Go. Ministry of Economy, Trade and Industry. Financing Support (Loan / Guarantee), No. 4 and No. 5 Safety Net Guarantee. <https://www.meti.go.jp/covid-19/shikinguri.html> Accessed on 19/04/2020.
20. 経済産業省:セーフティネット保証5号の指定業種. Keizai Sangyo Sho: Safety Net Hosho 5 Go No Shitei Gyoshu. Ministry of Economy, Trade and Industry. Industries designated as those subject to No.5 Safety Nets for Financing Guarantee. <https://www.meti.go.jp/press/2020/04/20200408003/20200408003-3.pdf> Accessed on 19/04/2020.
21. 経済産業省:新型コロナウイルス感染症関連 持続化給付金. Keizai Sangyo Sho: Shingata Korona Uirusu Kansensho Kanren Jizokuka Kyuhu Kin. Ministry of Economy, Trade and Industry. In Relation to New Coronavirus Infection, Subsidy for Sustaining Businesses. <https://www.meti.go.jp/covid-19/index.html> Accessed on 19/04/2020.

商品開発 (New product development; NPD): グルテンフリー食品製造の場合

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 商品開発 食品製造

本論文「商品開発 (New product development; NPD): グルテンフリー食品製造の場合」は “Gluten-Free Cereal Products and Beverages” (Edited by E. K. Arendt and F. D. Bello) 2008 by Academic Press (ELSEVIER) の第 18 章 New product development; the case of gluten-free food products by A. L. Kelly, M. M. Moore and E. K. Arendt を翻訳紹介するものである。

商品開発 (NPD) の紹介

商品開発 (NPD) とは、グローバル食品産業にとり鍵になる活動で、全てのマーケットにおいて短時間スケールで顕著に変化をしている。例えば新製品の登場、それはライフサイクルの終わりには撤回され、多くの既存製品は、消費者には知られないが、加工、配合、また包装が変更されている。新しい製品の、あるいは既に存在している食品製品の加工と進歩は、ここでは NPD 活動と考えられ、いくつかの鍵になるドライバーがある。最も一般的には、食品会社は消費者の要求とマーケットの流れで動く。二次的動きは食品加工技術で、成分の機能性、食品仕込みと加工上の科学的理解の変化によるもので、それらが新食品に可能性を与える。登録あるいは食品調整の変化が、会社に食品の修正と新製品を作らせるが、例えばそれが食品仕込み中のある成分を減

らさねばならないとか、あるいは、除去せねばならない時もある (例えばズダン赤食用色素や食用塩のとりこみ)。

食品製品に対する消費者の要求は複雑で、多くの外的要求が短時間のうちに生じ、さらにそれは予想できない時間枠内で変化する。この消費者の希望の変更が食品会社に要求されれば、そのマーケット専門家を通じ企業の科学的、技術的能力により新製品開発は達成されねばならない。競争力をもち、この章で説明する NPD の段階と目的を効果的にナビゲートするにはスピードをもって迅速に対応する必要がある。

NPD は極端に危険な仕事であり、巨大な数の新製品をやれば失敗する。新製品の成功と失敗に結びつく要因の幾つかは昔からあり、それを表 18.1 にリスト化した。新製品の失敗は、企業に大切な時間

表 18.1 商品開発の成功、失敗の主理由

なぜ新製品が成功したか	なぜ新製品が失敗したか
ビジネスとテクノロジーの機能と人員の統合	技術革新の欠如
商品開発プロジェクトの適切な管理と規律	消費者への明確な利益の欠如
明確なマーケティング戦略と優れた市場調査	不十分な市場調査 (例: 市場規模の過大評価)
消費者への明確な利益	不十分なマーケティング
優れた差別化された製品および/またはパッケージ	
商品開発の迅速で応答性の高いプロセス	

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

と金の無駄をさせ、企業あるいはその他ブランドに対する消費者の自信を損なう可能性がある。全体的に成功を得るために、新しい製品は2つの結果を成就せねばならない。

- 消費者は新しい製品に金を払うため彼らの購買のやり方を変えねばならないが、それはその製品に関心をもつことあるいはまたその製品を購入したい最大の関心に納得をすることである。このステップは製品の無料サンプル化、あるいは店内での試食によって短縮されるかあるいは排斥される；
- 一度トライしてみて、消費者はその製品の購入を決定するが、それは長期的持続可能性の確保である。

この章では鍵になる考え方と NPD のステップを考えるが、特別の参考例としてグルテンフリー製品の進歩について考える。

グルテンフリーセクター (グループ) の NPD

グルテンフリー製品の進歩は明らかに NPD の特殊なカテゴリーであり、他の食品製品のカテゴリー中の広い NPD 活性とはある鍵になる点で異なっている。グルテンフリー食品製品の進歩の場合、いろいろな理由で NPD に関係するユニークな一連の要因がありそれを以下に含めて示すと；

- マーケットは制限され、「閉じ込められている」。例えばセリアック病をもつ消費者はそのためグルテンフリー製品を一生懸命に探す。
- マーケットははじめ小さいが次第次第に人々がセリアック病と診断されるにつれて世界中に広がる。診断増加スピードはセリアック病への関心が増えるとともに、診断方法 (抗-グリアジン抗体血清試験) の改良により上昇する。
- 製品の範囲は、多くの国々で多くの革新の機会に伴って制限されている。あるいは少なくとも以下に述べる「相対的革新」を伴って制限されている。
- マーケットにおける多くの製品は、消費者にとり従来のもの (例えば非グルテンフリー) に比べて下等品質 (特に官能的) なものとして捉えられる。
- 制限ある選択のなかで逆に伝統的なこれまでの商

品よりずっと高価となるにともない、経済的要因が重要な役割を演じる。多くの場合お金の価値が低いと言う認識につながる。

革新は NPD の鍵になる考え方で、新規のあるいはすでに存在する製品中に真のあるいは認識される「新しさ」に言及するであろう。会社にとり純粋に新製品とは、決して以前その会社で作ったことのないもので、販売するつもりではあるが最近マーケットにはまだないものと定義される。興味ある事は、「革新」という言葉にはグルテンフリーセクターで特別の意味があるのは、製品は全くグルテン含有の形で利用される従来型であるが、セリアック病の人々にとっては簡単には利用できないものであるからである。親しい製品は、グルテンフリーの形で紹介されるためにここでは「相対的革新」になる；多くのマーケット中の一例として、グルテンフリーパン粉付き肉、あるいは魚のコンビニ食品製品の進歩がある。

グルテンフリー製品はまた次のように差別化されるだろう。(i) 製品はセリアックと非セリアックの両方のマーケットにでるもので、それらは効率的な伝統的商品であり、仕込みだけは確かにグルテンフリーである、さらに (ii) 製品はセリアック消費者のみのマーケットに出るものであり、非セリアック病消費者が買う事はまず無く、それは理由あるいは価格の質のためである。多くの製品はこれまでのカテゴリーにはまり、鍵になる考慮はこれらの製品のラベリングであり、このため消費者はグルテンフリー製品の状況にはっきりした信頼感をもつ。この章では、焦点は大きくは後者 (ii) のカテゴリーにあり、マーケットの問題と技術的進歩の点に間違いなく挑戦するであろう。

セリアック病の患者は、今日マーケット上の最も一般的な製品、即ちパン、焼き物、他の小麦粉でつくった製品を消費できない (Lovis, 2003)。見えない成分 (例えば副産物、あるいは小麦やグルテンを使った増粘剤、つなぎ材をふくむ加工食品) も避けねばならない。これらにはハンバーガー、サラダドレッシング、クリームソース、ドライスープミックス、あるいは缶詰スープ、加工チーズを含む (第1章)。バインダーとして小麦タンパク質を含むいくつかの薬類も除外されねばならない。他の穀物、例えばライ麦、大麦、麦芽、kamut, einkorn,

表 18.2 商品開発のカテゴリー

カテゴリー	説明	例
線延長	フレーバ、色などの小さな変更開発に必要なわずかな労力と必要な比較的小さなマーケティング課題	ほとんどの配合およびプロセス変数に変更されないままである製品の新しいフレーバー
クローン	基本的に、特定された市場でシェアを獲得する意図に基づいて、競合他社が作成した既存の成功した製品のコピー。開発には、リバースエンジニアリングとさまざまなレベルの科学的課題が含まれる場合がある	成功した革新的な新製品の出現、それに続く、エネルギー飲料など、ほとんど利点のない模倣品の数
再仕込み	同じ会社または別の会社によって作成された既存の製品の仕込みの変更 (例: 従来の先行技術の新しい低脂肪、高繊維、グルテンフリーバージョン)	多くのグルテンフリー製品は明らかにこのカテゴリーに分類される
既存製品の新しい形	多くは、製品をミニチュアサイズ、インスタント、冷凍、半調理などにすることを含む	部分的に焼き上げた、または電子レンジで調理可能なグルテンフリーのパンロールの開発
既存製品の再梱包	パッケージの外観、サイズ、またはパッケージの性質の再設計。技術的な課題は再び大きく異なる可能性がある	変更された雰囲気のパッケージを使用するか、より大きなパッケージを個別にラップされたシングルサーブ部分に分割することによる製品の保存期間の延長
クリエイティブ/革新的な製品	明確に前例が特定されていない、真に新しい製品または新しい原料の使用。これらは、開発において最も技術的に困難な製品である可能性があり、新しいアイデアが既存または新興の消費者のニーズを満たすことを保証するための優れたマーケティングが必要	新しいグルテンフリーのベーカリー製品の生産のための新しい穀物の使用

dinkel, spelt も禁止である。セリアック病は体がラクターゼ生産欠除のため乳糖不耐性であり (Murray, 1999), 多くのセリアック病患者は牛ミルクも避けねばならない。

食品製品はマーケット市場にだされるが、企業にとってはそれが新しいものかどうかは疑問であり、多分新マーケットに紹介されるものは会社にすでに存在する既存製品であるか、あるいは既存製品を多少修正、あるいはポジションを変えて再度だされたものであろう。既存の製品はこうして NPD 様の研究プロセスに向けられ、製品に技術的变化が行われ、用いる原料の変更、加える添加物の変更、最終製品が保存できるパッケージに変える。食品のこれらの特徴ある変化には会社的には様々な範囲の努力とコストの変化が必要であるが、それは消費者には見えない (例えば加工技術の変化)。

全体的にはいくつか新食品製造のカテゴリーがあり、それらは表 18.2 に要約した。新製品は明らかに革新の程度にちがいがああり、各発展に費やされる努力に関係する。製品の発展の複雑さの程度は、ま

た明らかにすでに定義された先例か、あるいは初めからできてきたものかどうかによってひどく影響が違ふ。前者の一例として、グルテンフリーパン粉漬け鶏肉製品の進歩は、従来法での商品モデルの基本商品仕込み、調理方法等の情報を強く受け、そのことがこれらの ab からの (初歩からの) 決定に必要な努力(費用)の点ではっきりした削除の対照となった。後者の例としては革新的な食品の進歩の場合であろうが、全く従来品にないもので、恐らくグルテンフリー製品のような非常に僅かなものを示すものことである。

非常に多くの他のファクターがあり、それらで NPD プロジェクトは分類される。例えば前に述べたように NPD は次のもので働くだろう:

- 科学的あるいは技術的ファクター (例えば、企業あるいはマーケット何れにとっても新しい製品を作る可能性のあるグルテンフリー製品のテクニカル修正のための新成分の同定、この領域の食品の発展のための科学的ブレークスルーのアイ

ア,あるいは新しい道具あるいは加工方法の利用)。

- マーケットリサーチ (例えば,明らかにはっきりした消費者グループがいて,彼らとは利用できればその食品を買う消費者であるというマーケットチャンスのことである)。

NPDのためこの2つの可能な働きで明らかな事は,それらの統合とその間の効果的なコミュニケーションは,組織内においてマーケティング,科学,技術機能が重要であるという点である。科学的な人員は,マーケット理念がうまく製品にはいるかどうか,あるいはその逆であるかという信頼できる判断に自信がなければならぬ。一般に認められる新製品の失敗要因は,ある組織のこれらのビジネス機能統合が欠除する点である。

NPDの主要段階では,グルテンフリー製品の発展に特別な属性が議論されるであろう。新製品発展の段階には多くの異なる出版された戦略があるが,いくつかの要因は各計画に一般的である,例えばこのような:

- スクリーニング,例えばNPDプロセスのその後の段階を通し,これからの進捗に対するこれまでの価値の確認のため,アイデアと試作品の厳格な分析的チェック。

NPDプロセス,しばしば図式的に平面に描き,あるいは垂直に立体的になり,トライアングル(例えば基本的漏斗)になるが,図式的には図18.1である。図の幅の端は,非常に多くの初めのアイデアを示し,次第にスクリーニングされ,狭くなって最終製品の少数となり実際に送り出される。理論的には用いたスクリーニングプロセスは最大の見込みとなるべきで,“生き残った”製品は多分もつとも消費者の期待にそった,マーケットで成功できるものであろう。

- 段階/ゲート:漏斗のようなNPDの構造は,しばしば分離したステージになり,そこでNPDプロ

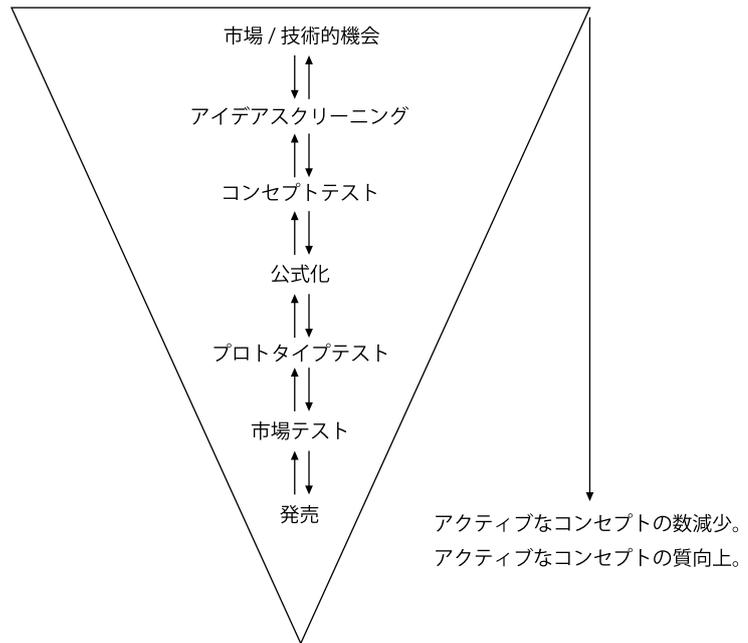


図 18.1 イノベーションファンネルとも呼ばれる,商品開発の逆ピラミッドコンセプトの概略図

セスの特別な面が理解される。各ステージは“ゲート”で次と結ばれ,そこでは厳密なテスト(例えばスクリーニング)でその製品が効率良く十分に進んでいるのかどうかを決めるのに用いられ(十分に注意深く選択された“殺す”/“生かす”の選択,例えば消費者反応,製品性能,作られた製品の保存性の測定するなど),次のステージに進めるかどうかのチェックのため。これらのゲートは,次の段階のステージに必要なとされる労力,時間,コストが最終製品の成就する見込みのベースになっているかどうかを決定するポイントである。製品でゲートをパス出来ないものは,廃棄あるいはより前の段階の加工に戻り再評価するか修正する,例えばフィードバックループ様のプロセスである。さらにアイデアが現実的で,組織的戦略,資金,設備と一貫しているかどうかを決める強い組織学的なマネジメントがなければならぬ。

NPD加工が流れねば成らない一般の段階では以下の様に別個で討論される。

段階1: アイデア段階

どんな食品製品でも最初の出発のポイントはアイデアとされねばならぬ,それは消費者(会社のマーケティング部門で評価),他のマーケット(例えば海外),および会社の科学,技術力を含む数々の原因から発する。グルテンフリー食品の場合,新

しい製品アイデアの鍵になるものは必然的に非グルテンフリー製品の範囲内のものであるが、それはセリアック病の人々にとって適した形で必ず発展する製品の集まりである。

食品会社はまた、NPD 戦略を行うのに消費者研究の鍵となる役割への関心を深めていき、消費者から彼らが必要とするもの（意識的あるいは潜在意識的）を精巧な道具（フォーカスグループからコンジョイント分析へ）を用いて、次第に新食品製品の利用性と購入見込みの点を調べる。グルテンフリー製品に対しても一つのはっきりした情報源は、セリアック病をもつ消費者自身である；多くの国々では食品会社と連絡を熱望するこれらの消費者グループを知らせる消費者協会もある。

アイデアの段階で NPD の鍵となるコンセプトの一つで初めに適応されるのは：これまで述べた通りスクリーニングである。スクリーニング基準は、製品の市場性、技術的な可能性、会社の生産能力、進歩にかかる財源、製品の生産のコストである。NPD の全てのステージで、会社はこれらのようなはっきりした基準を満たせない発展のアイデアは中止せねばならない。組織の所定のスクリーニング基準を満たす製品のアイデアあるいはコンセプトは、次に製品定義をプロセスの初期のうちに精製し膨らませ、進捗状況が測定できる目標を与える必要がある。そのターゲットになる消費者、期待される値段、鍵となる品質、見てくれ、栄養的、利便的屬性といった製品の属性は、多分全てこの時点では荒っぽく定義され、NPD プロセスの要求性の許される範囲で決められる。

段階 2：仕込み段階

これまで述べたように、どんな新食品製品進歩の挑戦もこれまでに存在した製品の技術的ノウハウの程度に頼るものであり、その仕込みと加工に必要なものを利用する。場合によっては非常に難しい挑戦であるが、そこではある製品のはっきりした先例があり製品はそれに比較的近いデザインと仕込みで行われるが、そこにはベースラインの情報は存在しない。

新製品の分類の内容については表 18.2 にリストされたが、多くのグルテンフリー製品は明らかに再仕込みであり、そこでは標準の製品のグルテン含有成分が排除された仕込みで再調製される。食品

NPD の他の面では、ベースラインコンパレーター製品が基準に対してあり、そして多分リバースエンジニアリングでありこれまで述べた通り大きな利点である。グルテンフリー製品の場合、しかしながら仕込みは非常にはっきりした技術的、科学的挑戦であり、特に最終目標がコンパレーターの主要な感覚特性（例えばフレーバー、食感）にマッチする製品を作るかどうかである。一例として、多くの市販のグルテンフリーパン製品の鍵になる欠点は、消費者がパンに最も求めるもの（例えばはっきりした弾力性）で顕著にテクスチュア属性に貢献する鍵の機能性タンパク質グルテンをパン仕込みから不行為するという簡単なことから生じる。

新食品製品の成分は鍵となるその基準に基づいて選ばれるだろう、例えば：

- 製品の機能と、批判的に、不行為の結果
- コストと利用性
- 他成分との相互作用
- 製品にするための加工から受ける状態の変化（例えば変性、色変化等）
- 消費者により魅力ある製品にする栄養的、あるいは他の価値あるもの（例えばビタミンー栄養）
- ラベルに関する倫理（例えばアレルギー、菜食主義といった倫理）

グルテンフリー製品の場合に、上述にリストした最後の要因が鍵であるが、全ての成分がまずスクリーニングにかけられるが、セリアック病の消費者によるアレルギー反応のようなものがないことが一番先である。グルテンは非常に一般的で、多くの国々でヒト食事中ラベルなし成分の中にあるが、現在セリアック病患者にとってはそれが非常に大きな挑戦であ（Gobbetti et al., 2007）。

NPD の全ての面で、成分レベルと加工パラメーターを決めるといった試験および最適加工パラメーター決定の経験的方法は、今日の統計的基本手法よりはずっと好まれておらず、今日のものは最大の信頼と最少のトライアル数と必要試験数による最適パラメーターを決定する手法である。例えば、応答曲面法（RSM）といった実験的デザインは、成分レベルあるいは料理パラメーター（例えば時間と温度）のコンビネーションを決めるのに用いられ、続いて

起こる適当な反応（例えば色調，容積の受け入れられるもの）の測定が行われ，そしてこれらのデータを使ってモデルを作り最適，最不適を求める，そして加工に用いる最適条件を選ぶ。これらの手法は多くのパラメーターの同時変化を許し，しかもそれは最少のトライアル数（ここでは最少のコストと時間の入力）で製造業者のために信頼できるデータを生む。

うまく進んだ RSM の応用がいろいろなタイプの小麦パンの製造で報告された (Lee and Hoseney 1982; Malcolmson *et al.*, 1993; Clarke *et al.*, 2002, 2004, Gallagher *et al.*, 2003, 2004)。最近，Schober *et al.*, (2005) は，グルテンフリーパンの製造にいろいろな範囲のモロコシ雑種を用いて RSM で研究した。異なった特徴の 2 つのモロコシ雑種を使い，パン品質への添加成分の影響の研究が RSM で行われた。キサントガム，脱脂ミルク粉の添加といろいろな加水量レベルが中央複合設計を用いて試験された。著者は水レベルを増やすとパン比容積を増やし，一方キサントガムレベルを増やすと容積を減らすと結論した。脱脂ミルク粉レベルを増やすとパン高は減少した。雑種間の品質の違いは RSM を通し，保持された。他の統計的手法，例えば回帰分析は，製品に起因する連続データセット間（例えば仕込み中のラクトースレベルとベーキング後，機器測定された褐色の色との間）の関連の有意性の研究に用いられ，さらに一方，分散分析 (ANOVA) は，異なる各仕込み，あるいは製品タイプ（例えば；新製品の競争他社の製品との官能的あるいは装置品質属性データの比較）の応答（即ち測定パラメーター）の測定された違いの重要性を決めるのに用いられる。例えば Moore *et al.*, (2004) は，2 つの新しくできたグルテンフリーパンを小麦，市販のグルテンフリーパンと ANOVA を用いて比較し，著者らは両パンの間に有意差を見出した。

段階 3：加工の進歩

新製品の進歩には，最終製品に原料と成分選択の変更のため最適加工法を取り込む。どんな製品でもその製造に用いた成分+これらに使った加工方法の集まりである。これまで述べたように，いろいろのシナリオには，それら改良された製品にははっきりした先例があり，それに必要な加工器具の技術的仕様があるかどうかが含まれている。進歩した製品

の加工には非常に多くの目的がある：

- 消費者への製品安全性を得るため微生物的，化学的（例えば農薬，化学残留物）あるいは物理的（例えばガラス，金属）危険等の不活性化あるいは阻止
- 消費者からより受け入れられる様な形態に製品の性質を変化（例えばベーキング，冷凍等）
- 食品の保存期間の延長，会社の販売拡張の可能性，および消費者への利便性の増加，さらに多分製品機能性あるいは栄養的性質の保持。

初めにリストした目的は必要条件である。次の 2 つは各食品製品の優先順位と要求性に違いがあり，さらにしばしば消費者が受け入れる性質の保持と最大保存期間の間には妥協性がある。この妥協の 1 つの主な例が超高温 (UHT) 処理ミルクであり，それは室温で長時間保存時間をもてるが，多くの国々の消費者により低温殺菌牛乳より好まれておらず，それは調理臭のため後者は保存期間がほぼ 10 倍短く，そして冷蔵庫保存を必要とする。グルテンフリー製品の進歩への挑戦は，またそのとりかかる組織が新しい加工食品ラインに移せられるような使えるノウハウと道具類をもっているかどうかにかかっている。企業にとって *denovo* (初めから) の出発製品は，全く伝統的なベーカリー加工のセットアップであっても，装置，加工施設への重要な投資を必要とし，さらに最適な操作，個人訓練に対し必要期間を必要とする。多くのグルテンフリー製品には従来のベーカリー用装置を用いるであろう；しかし操作パラメーターは機械的にこれまでの製品加工の製造から移してはいけない。例えば，ベーキングあるいは発酵条件は最適のグルテンフリードウが必要で，それはグルテン含有製品中のものと異なったやり方で成分反応と相互反応する。

パーベーキングパン（半焼成の冷凍パン）あるいはプレベーキング（凍結させた予備焼きパン）は French 産業家から北ヨーロッパに輸出された冷凍パン容積の半分しか示さない (Millet and Dougin, 1994)。パーベーキングのパン生産は，グルテンフリー穀物加工面で非常に大きなマーケットの可能性があり，どんな必要なときにもその加工は単純な焼きだし段階の新鮮パンを供給する機会である。パー

ベーキング製品とは消費する前の最終ベーキングを意味し、望ましい品質の特徴のため十分な水分をもつ便利な食品である。こうしてベーキングのパンは完全に焼かれ、再度焼かれた時食べられる性質をもつ。第2度目のベーキング相は消費者向け製品の製造に必要である (Leuschner *et al.*, 1997)。現在、非常に多くの品種のパーベーキングのガスパッケージされた製品がマーケット上にあり、いまでも多くのパーベーキング製品が徐々に増加している。初めの製品 (フレンチバンケット, フライドポテトブレッド, ペチットパン, 他の朝食用品) は未だ大きなマーケットシェアをもつ。マーケット上の殆どのグルテンフリーパンとロールはパーベーキングである; しかしながらこの分野に関する出版物はない。パーベーキングの技術は主に小麦パンの生産に応用される; しかしながら同条件はグルテンフリーパーベーキング製品製造にも応用できると考えられる。パーベーキングのパンは広範囲条件下で保存でき、再度焼いて最終品質を与えるが、それは消費者に売る直前のもの、あるいは食べる直前のものである (Sluimer, 2005)。保存への加工の効果はこの章のあとで述べるが、現在の食品製品の安定化における重要な鍵のステップとしてパッケージの役割がある。

段階 4: 初期試験可能性の評価

新しい製品加工の仕込みと加工の進歩の段階は、連続的に進むかあるいはある程度同時に進むが、結果として一連の試作的製品をもっと前に進歩させるかどうかを決める審査基準で再評価する。そこでは

さらに最終的成功の可能性のない製品を再び中止する働きかけも不可欠であるが、あるいはこの製品をさらに発展させるために NPD プロセスの初期段階に戻すかどうかという可能性が残してある。この段階の審査基準を試作品が通過し、さらに前に進みより詳細な分析と試験が行われる。NPD プロセスの進み段階で用いられる複雑性と試験のコストは顕著に増加してくるが、成功の可能性高い唯一の製品とはそのような投資を正当化するものであることを強調しておく。

試作品の品質がこうして少なくとも理論的に次第に高いものになるにつれ、残る鍵となる評価基準の可能性は、試作品の官能的査定である。官能試験はもう1つの領域であり、そこでは迅速で明確な科学的進歩が比較的短時間のスペース中で起こり、さらに多くの洗練されたツールがあり、新たなあるいは既に存在する食品製品の異なった属性に関するデータを生み出す。食品の領域に用いられる現在の官能分析技術を詳細にデスカッションすることはこの章の範囲を超えるが、表 18.3 にこの点で用いられる典型的な官能試験デザインをまとめた。

グルテンフリー食品の特異的ケースの興味深い疑問は、比較のため (通常の) グルテン入り製品の利用にある; 明らかに、これは有用な比較であるが、非セリアック評価者だけで着手され、セリアックテスターに対し異なった参照枠になると予想されるだろう。最近の多くの研究努力は、道具を使った方法を利用して評価するか、あるいはヒトパネリストに

表 18.3 商品開発で使用できる一般的な官能分析方法

方法	原理	使用例
トライアングル試験	テストされた3つの製品。評価者は異常なものを1つ特定するように求めた	製品の成分の交換が知覚可能な変化をもたらすかどうかの判断
ランキング試験	評価者、特定の属性の強度、または全体的な好みの順序でサンプルのセットを配慮するように求められる	プロトタイプのパッチの迅速な分析、または競合製品と比較した新製品の配置
プロファイリング	評価者は、事前のトレーニングの有無にかかわらず、説明された用語の合意された語彙を使用して、製品の感覚的属性 (おそらく外観, 香り, 風味, テクスチャを含む) の完全な評価を提供する	1つまたは少数の製品の感覚特性の詳細な概要を取得する
選考試験	査定者は、ペアまたはより大きなサンプルのセットのどちらを好むか、およびその理由を示すように求められる	新製品が既存の競合製品と比較して消費者の選択に影響を与えるかどうかを判断する

よる官能分析置き換えに焦点を合わせている。この方法の例として Hunter LAB スケールでデータを求める色測定システムの測定があり、さらに広範囲のテクスチャパラメーター（例えば、粘度、弾力性、堅さ、破壊性）の測定をレオメーターあるいは Texture Profile Analysis system の様な装置システムで測定するものもある。ベーカリー製品の属性の中で、顕微鏡的道具類（光学、レーザー、あるいは電子）は次第に使用が増え、パンの構造の解析の利用、さらにイメージ分析ソフトを用いて定量用データが得られた。共焦点レーザー走査型顕微鏡 (Confocal laser scanning microscopy) はグルテンフリーベーカリー製品の構造の特徴を調べるのに有用な機器で例えばグルテンフリー粉をトランスグルタミナーゼ処理した後 (図 18.2) (Moore *et al.*, 2005; Renzetti *et al.*, 2007), 乳酸菌発酵 (Moore *et al.*, 2007), あるいは乳製品成分の添加 (Gallagher *et al.*, 2006) 結果がある。さらに走査型電顕はグルテンフリーパン、ビールの性質を調べるのにうまく利用された (Wijngaard *et al.*, 2005)。

デジタル画像解析 (Digital image analysis (DIA)) は、グルテンフリーパンのクラム構造や穴構造の特徴を調べるに広く用いられた (Gallagher *et al.*, 2003, 2006, Moore *et al.*, 2005)。研究された最も一般的な

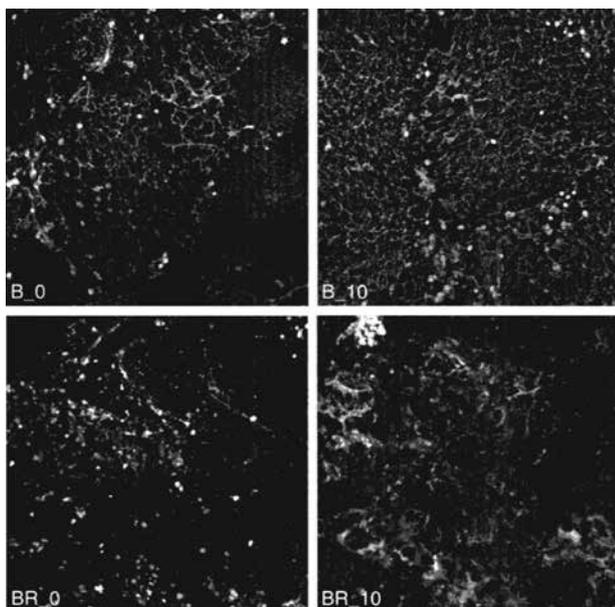


図 18.2 トランスグルタミナーゼで処理されたグルテンフリーパンの共通点走査型レーザー顕微鏡写真
未処理ソバパン (B_0) と 10U/g 小麦粉トランスグルタミナーゼで処理された同パン (B_10) と、未処理玄米パン (BR_0) と 10U/g 小麦粉トランスグルタミナーゼで処理された同パン (BR_10) (Renzetti and Arendt, 非公開データ)

特徴は、平均セル域、全セル数、 1cm^2 当たりのセル数である。セルサイズ測定とトランスグルタミナーゼを用いた架橋程度の測定に DIA を使い、トランスグルタミナーゼを入れたグルテンフリーパン中で 3 種のタンパク質と 4 種の酵素添加レベル相違間の明らかな違いを示した (Moore *et al.*, 2005)。もう 1 つ別の研究で、Gullagher *et al.*, (2003) は DIA を用いてパンとクラムの特徴への乳製品、米粉の添加効果を調べた。著者らは、セルの数が乳製品および米粉添加で減ること、そしてそれがクラム構造改良に導かれる事を見出した。これらの結果は Crowley *et al.*, (2002) の小麦パンの結果と一致した。クラムグレインの特徴の違いは、グルテンフリーパンの生産においてモロコシ雑種の利用範囲の中でも検知された (Schober *et al.*, 2005)。そこで結論できることは、DIA といった方法は最適な製品形成評価できる素晴らしい機器であり、それらはパンの外観の定量化を可能にするからである。

このような説明的な官能試験の技術は、各製品と評価者に特に大きな量のデータを与え、そして多くの製品試験 (例えばスクリーニングされた試作品、あるいは競合者製品と比較された新食品) のため、このような多くの複雑なデータセットが大きな課題を提示する可能性がある。特別の有用な統計的技術はこの点では主成分分析 (principal component analysis (PCA)) があり、そこでの複雑なデータセットが数学的に前に進んで生じるのは、例えば 2 次元マップであり、そこでテストされた一連のサンプル中 (例えば主要成分) 違いのある製品に、製品の空間的密接度が 2 つ以上の幅広い類似主要指標 (major indices) で示される。製品マップには、鍵になる官能試験あるいは他要因の位置表示が同一の平面上に重なり追加情報が生じ、さらに階層的クラスタ分析の様な方法と PCA はコンビネーションして、製品グループ間の広い類似性、相違性の非常に有用な分析をする。階層的クラスタ分析は、広くはグルテンフリー製品には用いられない; しかしセリアック病の同定に用いられる (Diosdado *et al.*, 2004)。

官能分析はグルテンフリー製品に関しては非常に重要なものである。Sanchez *et al.*, (2002, 2004) はグルテンフリーパンに点数システムを入れ、彼らはタンパク質、コーンスターチ、米、キャッサバスターチをグルテンフリーパンに添加すると官能属性に寄

与することを見つけた。Korus *et al.*, (2006) は、グルテンフリーパンにプレバイオテック添加の効果を調べ、彼らはまた選択したプレバイオテックスをグルテンフリーパンに供給した効果を調べた。官能点数システムを使い、最もグルテンフリーパンの官能試験効果の出たのが中間的用量のプレバイオテックス使用時であることを認めた。Gallagher *et al.*, (2003) は、米粉と乳タンパク質添加のグルテンフリーパン官能分析を進めた。彼らは米粉、乳製品タンパク質両添加がグルテンフリーパンの官能関与を改良することを見出した。全体的に、官能分析はグルテンフリー製品の品質を検定するのに極めて重要と結論された。

段階 5: 品質保存試験

NPD での鍵となる段階の 1 つは、製品の品質期間の決定であり、製品のパッケージ上に示さねばならぬはっきりした情報の識別であるが、それは将来のポイントにおいて製品の理解あるいは安全性に関し消費者へガイドするものである。製品の品質と安全性は、両方とも貯蔵中に考えねばならず、そのときも、安全上の危険レベル (例えば病原菌、細菌胞子の発芽) の増加した時も、非危険品質のパラメーターで起こるよりもっと高い優先度で起こると考えねばならない。製品は明らかに消費者に受け入れられるだろうが、しかし貯蔵のある時点で危険と結びつくという決定された脅威は消費にとり適当ではない。

新食品製品について採られたある基本決定は、多分 NPD プロセスのスタートではっきりした考えの一部であるが、それは貯蔵の決められた温度である; ゼロ以下での貯蔵 (例えば冷凍食品)、冷蔵で、あるいは大気温度は恐らく最大の単一の影響を食品製品中の変化と反応に与え、さらにその保存期間に影響を与える。評価する時考慮する次の事は、食品製品の寿命等は貯蔵中ネガティブな方法で変化するパラメーターである特徴がある。貯蔵性の暗黙の考え方は、食品製品は貯蔵中に品質を失うということ、さらに時にはそれは消費者に受け入れられなくなるか、非安全になるという事である。この一般的な事の例外には、アルコール飲料、例えばワイン、ウイスキーがあり、そこではフレーバーは長期間のスケールで進化し、高レベルのアルコールは製品を極端に微生物的に安定にし、あるいは熟成チーズは、生化学的、微生物的活性は最適の食品のフレーバー

とテクスチャを生じ、その間、脂質分解やタンパク質分解のようなプロセスがあり、ある時は数週間 - 数ヶ月あるいは数年すらかかり、製造後、一般に官能品質の点では悪変が伴う。製品大部分にとって、しかし漸進的品質低下の考えをもち、さらに新製品では悪化反応の鍵を決め、その反応の程度を定量化する手段を決め、さらに消費者にとり製品が不安全あるいは受け入れられないものになる程度を特定せねば成らない。

製品の寿命に影響する鍵ファクターに含まれるものは:

- 固有のファクター; 例えば pH, aw, 天然に存在するもの、あるいは加えた抗菌あるいは抗酸化物質の存在
- 外因性要因, 例えば、例えば製品貯蔵中の温度、湿度、ガス状大気
- 暗黙の要因, 例えば原料中存在する微生物とその代謝物
- 原料の加工

食品製品にネガティブな影響の変化は、酵素的 (例えばタンパク質分解あるいは脂質分解でフレーバーあるいはテクスチャの変化をする)、化学的 (例えば脂質の酸化、デンプンの老化、結晶化、水の移行)、あるいは生物的 (例えばバクテリア、カビの成長で食品の品質を害する) 変化である。例えばグルテンフリーロールパン製品では、室温貯蔵での品質損失はカビの成長、あるいはまたデンプン再結晶化により古くなる (以下述べるように、ガス置換包装利用によって両方極めてゆっくり進むが)。もし室温貯蔵下でカビ成長を微生物的方法で測定すると、52 日後には受け入れられないレベルにまで達し、28 日後、機器テクスチャプロフィール分析による古さは消費者にとりの受け入れる事のできない製品の堅さを示すが、これらのパラメーターに基づく製品の寿命は室温で 28 日と計測される。事実多くのベーカリー製品では、貯蔵中に化学的加工によるテクスチャの物理的変化が生じ、微生物に関するものよりもっと寿命を制限するようである。

その重要性にも関わらず、シェルフライフ試験は製品発展のための大切な挑戦であり、その研究と確認のため大きな時間投資を暗示的に要求するが; そ

の結果、NPDの高度段階に顕著な遅れが生じ組織化を困難にし、特にマーケットでは競争する他組織が初めにマーケットに到着することによって有利さを得るだろう。この理由から、多くの関心はシェルフライフパラメーターの素早い設立のための技術発展に焦点が集まる。これらは以下のことを含む：

シェルフライフ試験の加速化

信頼おけるシェルフライフデータを得るための必要時間は、明らかに食品製品の貯蔵をあるスピードでその品質を悪化する条件下で貯蔵することで短くすることができ、一方正常の条件下で観察されるよりもより短いものは、数学的な相関性の速度で、さらに計算により利用され、その速度は古典的な動力学技術（例えば Q_{10} 値の利用、それは温度 10°C の変化で反応のスピードの変化を定量する）の応用によるものである。通常、製品サンプルのいろいろな保持温度は、普通にハンドリングして予想される温度より高い温度で保持される事が関わる。これまで述べたグルテンフリーロールパンの例では、ロールパンのサンプルは $30, 40, 50^{\circ}\text{C}$ に保持され、カビの成長速度は微生物学的方法で測定され、老化は機器的テクスチュアプロファイルアナリシスによりはかる。測定したパラメーターを時間に対してプロットし、速度定数を計算する事ができ、ここで 20°C での期待される反応速度まで外挿してシェルフライフの反応速度を得る。

チャレンジ試験

製品に対する非常に多くの加工技術の進歩の中で、微生物の危険性の高い可能性に対し関心が持たれてステップがつくられた（例えば危険分析の重要な制御点、危害分析重要管理点（HACCP）スキーム）。それがこれらの危険を阻止あるいは除去するであろう。しかしながら進歩の中で、もし良好な品質の原料が用いられるなら、これらの危険は多分起こらず、製品安全性の保証としてのこのステップの効果は確実なものではない。ここで、トライアルが進められ、原料あるいは成分グループは故意に関心あるものでコンタミされ、その生存性あるいは永続性を追跡し、続いて加工するが、その加工はこの研究の結果を基本に十分な消費者保護を確実にするのにもし必要ならばより修正して進める。これらのト

リアルは勿論コントロールされた研究室条件下で進められねばならず、それは故意に過激な病原体を食品の周囲に導入するためである。多くの進歩はまた、病原体の加工後の生存予想といったこのような試験を避けるため、微生物学の予想面の利用で進んできたが、それは熱抵抗性（例えばDとz値）および他のファクター、例えば目標微生物の酸抵抗性要因の知識に基づくもの等である。

以下に述べるように、シェルフライフの延長はグルテンフリー製品にとり、パッケージ条件の選択が鍵となる影響のようだ。

段階6：スケールアップと消費者試験

NPDでの鍵となる挑戦の1つは、NPD加工の進むに連れて見本の製品が生産増加に移動してゆくことである。一般にNPDの初期段階では、多くの仕込みと加工の選択が台所あるいは研究室設備中の小さいスケールでテストされるが、それは僅かの成功した見本でパイロットスケールで生産にパスしたものであり、さらにはコマースケールの生産に進む。NPDの其の後の段階には、消費者が製品見本をテストし評価に入らねばならない、さらにこのテストのスケールはそこで見本の生産されるスケールに影響を与えるであろう。

段階7：パッケージとラベリング

どんな新しい食品製品の進歩も最後には製品の配布と販売のために、適当なパッケージのデザインとその材料の検討に入る。

食品パッケージの機能は以下の様である：

- 製品を含む
- 食品を守る（例えばハンドリング中の物理的ダメージ）
- 消費者を守る（例えば再コンタミの防御）
- 製品の保存（例えばある種のガス、水分へのバリアを与える）
- 情報連絡
- 製品のマーケット
- 製品の分散と分配

全ての食品パッケージは相対的に少数の基本材料で作られる、例えばポリマーフィルム、アルミニウムフォイル、あるいはカン、ガラス、あるいは紙ボードである。しかしながら多くの食品製品はこれらの

材料のコンビネーションしたもので包まれ、例えば牛乳容器ではプラスチック層はバリアーの機能を与え、厚紙は物理的強度を与え、一方、フォイルは温度変動に耐えるように機能する。食品のパッケージはまた、多くの異なった別個の要素からなり、例えば製品はプラスチック小袋中にガス置換して、厚紙の外部の箱に入れる。グルテンフリー製品に対しての選択パッケージ戦略が多く考慮され、これまでの因習的な食品製品と同じ様に行われた。

- どんないちばんサイズを消費者は期待あるいは購入するか (小分けしたパッケージはお得用パックの集合にし、各ラップされた製品いちばんを含む) ?
- 分配、貯蔵の間、物理—化学的な安全性という点で、食品に特別の要求性があるか (例えば水分移動コントロール、大気ガス、光への安定性) ?
- パッケージが充填後の物理的処理の安定性に必要であるか (例えば冷凍、超音波あるいは普通のオーブンでの加熱) ?
- 消費者によりどのような情報が要求されるか (例えば料理法、アレルギー情報) および適切な法律と整合するために何が必要か ?
- いかにより製品が消費者に魅力的に作られているか、特にそれらが初めて購入されるものなのか (例えば、見てくれ、利便性) ?
- いかにより好ましいパッケージが利用されているか、そしてパッケージシステムの取り付けに必要なはっきりとした文字表現であるか ?
- パッケージのいくらが小売り価格製品に加算されるか (初期材料費とその最後の1個当たりの価格の両面で) ?

ガス置換包装 (MAP) は、普通にグルテンフリーパンのシェルフライフを伸ばすための技術として用いられている。二酸化炭素はイースト、バクテリアの成長を抑え、そしてカビには殺菌作用をする。そこで CO₂ は焼き物製品のパッケージの主ガスとして用いられ、時には窒素をサポートガスとしてまぜパッケージからのガス拡散を低下させる。パッケージ中の酸素含量を 1% 以下まで低下すると更なる制御ができ、イーストや多くのバクテリアの成長を嫌気状態にしてより遅らせ、一方カビを完全に阻害す

る (Sluimer, 2005)。40% CO₂ と 60% N₂ のガス混合 (Moore *et al.*, 2004, 2005), および 80% CO₂ と 20% N₂ (Gallagher *et al.*, 2003) のガス混合は、広くグルテンフリーパンで用いられている。グルテンフリーパンのシェルフライフは普通、非常に貧弱である。しかし Gallagher *et al.*, (2003) は、乳製品粉、米粉添加で、80% CO₂ + 20% N₂ 混合ガスを使ってパッケージすると、シェルフライフはグルテンフリーパンでかなり改良される事を見出した。そのパンの結果はシェルフライフが 23 日間までとわかった。同じ結果が Rasmussen and Hansen (2001) で確認され、そこでは MAP の小麦パンの最大のクラム堅さは 35 日に達した。

ラベリングは多くの国ではグルテンフリー食品製品の鍵となる検討事項になりつつある。セリアック病をもつ消費者にとって製品の消費に適しているかどうかの情報は重要な事であり、そして成分リストの解釈による物ではない (例えば修正デンプンの場合のような、グルテンフリーなのかあるいは違うのかどうか多分曖昧な) 明示的なラベル付けが理想的である。ヨーロッパでは、新しいアレルギーラベル指示 2003/89/EC が 2005 年 11/25 に法的に義務化された。あたらしい指標はセリアック病や食品アレルギーの人々にとり、ずっと簡単に食品中のアレルギーを同定出来るであろう。全てのアレルギーとアレルギーから生じる成分は、特異的でねば成らない、例えば“植物オイル”は、“ピーナツオイル”あるいは“小麦胚芽オイル”として特異的である必要がある (Food Labelling Regulations, UK, 2004)。最近米国で、The Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act (FALCPA) は案件をアメリカ食品医薬品局によびかけてグルテンフリーを決める最終調整文面を出し、2008 年以後グルテンフリー製品には自発的なラベリングの許可をすることにした。食品のラベルに関するアイルランド、EU の法律は、主に Codex Standard に基づいている。グルテンフリー食品の関わる Codex Standard は Codex Alimentarius Commission of the World Health Organization (WHO) によって採用され、さらに The Food and Agriculture Organization (FAO) によって 1976 に採用されている。1981 年と 2000 年には、改正基準案が述べられ、所謂グルテンフリー食品は以下の様に述べられた;

(a) 小麦,あるいは全ての *Triticum* 種,例えば spelt, kamut あるいは durum 小麦,ライ麦,大麦,オート麦,あるいはそれらの雑種からのプロラミンで,グルテンレベルが 20ppm を超えないプロラミンから成るもの,あるいは (b) 小麦,ライ麦,大麦,オート麦,スペルトあるいはそれらの雑種の成分から成るもので,グルテンフリーに与えるもの;グルテンレベルが 200ppm を超えない;あるいは (c) として (a), (b) に述べた 200ppm を超えないレベルでどれか 2 成分の混じったもの。

この中で WHO/FAO スタンドアートのグルテンとは,小麦,ライ麦,大麦,オート麦,あるいはそれらの雑種品種(例えば *Triticale*) および,それらの派生物の 1 タンパク質区分と定義したが,それに対して或る人々は我慢できず,それは水と 0.5mol/L NaCl に不溶であるとする。しかしながらオート麦はグルテンフリー製品の製品に使われるかどうかで議論されている(第 1, 3, 8 章見よ)。グルテンのプロラミン含量は一般に 50% と見なされる。米国,カナダでのグルテンフリー食事は如何なるグルテンも欠けていて,米の様な本来グルテンフリー成分に

基づいている。しかしながら英国や殆どのヨーロッパの国々ではグルテンフリーとラベルされた製品は未だある量の小麦デンプンを含んでいる。

要求されるラベリング情報には,また製品の消費のための時間枠の指示が含まれていて,賞味期限,消費期限,有効期限(第 2 章を参照)の言葉のどれかである。

結論

商品開発 (NPD) は食品産業の複雑な動きである。特異的挑戦は各製品とマーケットでいろいろであるが,しかし一般的段階と考え方は概説できる。特にグルテンフリー食品製品の進歩は NPD にとり非常に興味深いケースであるが,それはセリアック病顧客の一定の成長マーケットにとり,これまでの伝統的な物の利用とは反対のものであるため革新性と斬新さが高く,そこには高い官能的品質の製品をうまく成長させるための高度の複雑な技術障害があるからである。結論として,これまで親しんで来た食品製品からグルテンフリー仕込みへの変更,あるいはグルテンフリー製品の最初からの開発は,食品加工業者に対し特別の挑戦状を与えるものである。

References

- Clarke, C. I., Schober, T. J., and Arendt, E. K.: (2002). *Cereal Chem.* **79**: 640-647.
- Clarke, C. I., Schober, T. J., Dockery, P., O'Sullivan, K., and Arendt, E. K.: (2004). *Cereal Chem.* **81**: 409-417.
- Codex, Alimentarius Commission (1983). Codex standard for "gluten-free foods," Codex Stan 118-1981 (amended 1983).
- Codex, Alimentarius Commission (2000). Draft revised standard for gluten-free foods. CX/NFSDU 00/4.
- Crowley, P., Schober, T. J., Clarke, C. I., and Arendt, E. K.: (2002). *Eur. Food Res. Technol.* **214**: 489-496.
- Diosdado, B., Wapenaar, C., Franke, L. *et al.*: (2004). *Gut* **53**: 944-951.
- Food Labelling: (2004). (Amendment) (England) (No.2) Regulations.
- Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T. R., and Arendt, E. K.: (2003). *Eur. Food Res. Technol.* **218**: 44-48.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., and Arendt, E. K.: (2004). *J. Food Eng.* **56**: 153-161.
- Gobbetti, M., Rizzello Giuseppe, C., Di Cagno, R., and De Angelis, M.: (2007). *Food Microbiol.* **24**: 187-196.
- Korus, J., Grzelak, K., Achremowicz, K., and Sabat, R.: (2006). *Int. J. Food Sci. Technol.* **12**: 489-495.
- Lee, C. C. and Hoseney, R. C.: (1982). *Cereal Chem.* **59**: 392-395.
- Leuschner, R. G. K., O'Callaghan, M. J. A., and Arendt, E. K.: (1997). *Int. J. Food Sci. Technol.* **32**: 487-493.
- Lovis, L. J.: (2003). *Cereal Foods World* **48**: 61-63.
- Malcolmson, L. J., Matsuo, R. R., and Balshaw, R.: (1993). *Cereal Chem.* **70**: 417-423.
- Millet, P. and Dougin, Y.: (1994). *Industries Céréales* **87**: 45-50.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P., and Arendt, E. K.: (2004). *Cereal Chem.* **81**: 567-575.
- Moore, M. M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H. M., and Arendt, E. K.: (2005). *Cereal Chem.* **83**: 28-36.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Juga, B. *et al.*: (2007). *Cereal Chem.* **84**: 357-364.
- Murray, J. A.: (1999). *Am. J. Clin. Nutr.* **69**: 354-365.
- Rasmussen, P. H. and Hansen, A.: (2001). *Lebensm. Wiss. Technol.* **34**: 487-491.
- Renzetti, S., Dal Bello, F., and Arendt, E. K.: (2008). *J. Cereal Sci.* **48**: 33-45.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., and de la Torre, M. A. G.: (2002). *J. Food Sci.* **67**: 416-419.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., and de la Torre, M. A. G.: (2004). *J. Food Sci. Technol.* **10**: 5-9.
- Schober, J. T., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., and Arendt, E. K.: (2005). *Cereal Chem.* **82**: 394-404.
- Sluimer, P.: (2005). In: *Principles of Breadmaking Functionality of Raw Materials and Process Steps*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn. Ch 7, pp. 165-182.
- Wijngaard, H. H., Ulmer, H. M., and Arendt, E. K.: (2005). *J. Am. Soc. Brewing Chem.* **63**: 31-36

2019年夏のスコットランド紀行 ービフォーコロナー (1) エディンバラ

林田 千代美 (HAYASHIDA Chiyomi)*

Key Words: エディンバラ, スコットランド南東部, COVID-19

Summer 2019 Scotland Journey - Before COVID-19 - (1) Edinburgh

Author: Chiyomi Hayashida¹ E-mail: hayashida@dent.meikai.ac.jp

¹ Division of Oral Anatomy, Department of Human Development & Fostering, Meikai University School of Dentistry

Key Words: Edinburgh, Scotland Journey, COVID-19

ABSTRACT

The Scottish Edinburgh Festival, which had been held since 1947, was canceled this year, due to the spread of COVID-19. I traveled southeastern Scotland (Edinburgh, Fife and the Scottish Borders) in the last summer with my family. In this three-part series, I would like to introduce these impressive council areas one by one, hoping early disappearance of this COVID-19.

要旨

2020年, COVID-19の世界的大流行により, 1947年から開催されてきたスコットランドのエディンバラ・フェスティバルが中止された。私は2019年にスコットランド南東部(エディンバラ, ファイフ, スコティッシュボーダーズ)を旅行し, その文化に感銘を受けた。これらの印象的な地区を1つずつ3部構成のシリーズで紹介していきたい。

はじめに

スコットランドの首都エディンバラ(人口約50万人)では, 毎年8月の約3週間, エディンバラ・フェスティバルという芸術と文化の祭典が開催される。このフェスティバルは, 第二次世界大戦後の1947年に文化的生活を豊かにするための理念を掲げて創始され, 毎年休まず行われてきたが, 今年2020年, 新型コロナウイルス感染症拡大防止のため初の中止となった。現在は, 来年の開催を目標に準備を継続しているという状況のようだ。

エディンバラの夏は, 平均最低気温10°C, 平均最高気温18°Cで, ロンドンよりも5°Cくらい低い水準であ

* 明海大学歯学部 形態機能成育学講座 口腔解剖学分野

〒350-0283 埼玉県坂戸市けやき台1-1

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

り、エリザベス女王の避暑地になっている。8月の旅行先に最適なエディンバラを中心に、昨年、スコットランド南東部各地（ファイフ、スコティッシュボーダーズ等）を家族と夫の友人（日本で英会話講師をしているイングランド人男性で数年ぶりの帰国だが日本語は苦手）と共に訪れたので、そこで触れた文化と食について、3回に分けて述べて参りたい。

スコットランド（人口約530万人）は英国（総人口約6,300万人）の一部であり、グレートブリテン島の北部3分の1を占め、面積は北海道と同程度である。1707年に地続きのイングランドとの連合が成立し、スコットランドは独立国家ではなくなったが、固有の伝統、文化を維持し、英国国内にあっても独自性を誇示してきた。1998年には英国憲法下ではあるが、1707年以来、約290年ぶりにスコットランド自治政府が設立され、スコットランド議会が復活した。1998年当時の英国首相はエディンバラ出身のトニー・ブレア氏であった。2016年の英国国民投票で英国のEU離脱の方向性が決まって以来、EU残留派が多数派のスコットランド自治政府は、英国からの独立を問う住民投票開催の許可を英国政府に求めてきた。しかし、英国政府では2019年7月にボリス・ジョンソン保守党内閣が成立し、英国政府はスコットランドの住民投票開催を許可せず、2020年1月末日にEUを離脱した。私がスコットランドを訪れた昨年の8月は、英国のEU離脱のニュースが盛んに報じられ、ポンド安の時期であった。現在の新型コロナウイルス禍において、スコットランドとイングランドの渡航者受け入れ基準は別々に示されており、渡航時には両方を確認する必要がある。

1. エディンバラ初日 カールトンヒル

日本からスコットランドの空港までは直行便がない。色々な経路があるが、日本からは最短でも片道17時間を要する。従って、1週間程の旅行ができるときに訪れるのがおすすめである。私たちは、鉄道発祥の国の電車にも興味があり、ロンドンから電車で移動した。国内線ターミナル駅のキングスクロス駅（ハリーマットの hogwarts 魔法学校に向かうためのプラットフォームがある駅）から特急電車



写真 1-1 LNER 路線図



写真 1-2 エディンバラ・ウェーバリー駅



写真 1-3 キングスクロス駅



写真 1-4 特急電車 London North Eastern Railway 車内



写真 2-1 カルトンヒルからの夕景



写真 2-2 ダグラス・スチュアート記念碑

London North Eastern Railway (LNER) に乗り、4 時間半でエディンバラ・ウェーバリー駅に着いた(写真 1)。

LNER のファーストクラスは、温かい食事とドリンク飲み放題のサービス込みの席なので、車内でランチを食べた。カレーライスのようなスパイシーフードとサーモンサンドを頂いたが、2 歳児連れの旅で食事の写真をとる余裕がなかったため、食をお伝えする写真がない。2020 年の春からは、新型コロナウイルス感染防止のため、電車内での食事の提供に制限があるようだ。電車の運行システム、車体設備やサービスは日本の方がスマートだと感じたが、LNER 内の客同士の空気感は、子連れに対して温かかった。

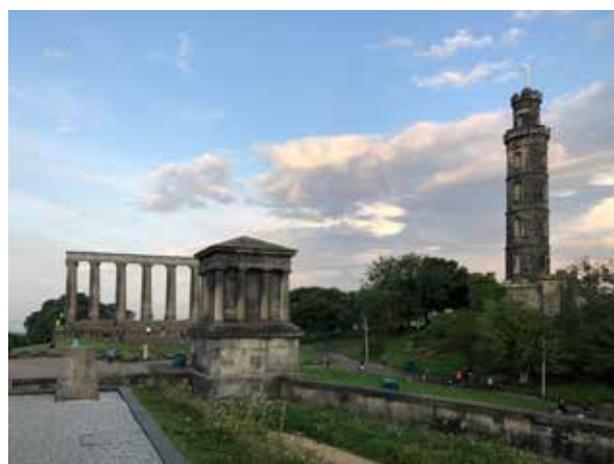


写真 2-3 戦没者記念碑とネルソン記念碑(塔)

エディンバラに着くと、景色はまるで中世ヨーロッパであった。古い街並みに、フェスティバルを知らせる旗が街のいたるところに掲げられ、バグパイプの音が聞こえた。涼しかったが、人々の高揚感や熱気を感じた。15 時過ぎに着いたため、エディンバラ初日の観光は、カルトンヒルからの夕景をみることにした。カルトンヒルはウェーバリー駅から 0.5 マイルの距離にある小高い丘で、哲学者ダグラス・スチュアートを偲ぶ記念碑やナポレオン戦争戦没者記念碑といった 19 世紀前半築の記念碑が並ぶ。丘の上から見下ろす旧市街(12～18 世紀前半築)と新市街(18 世紀以降)の両街並みは 1995 年に世界遺産に登録されており、夕日に照らされた街と海(フォース湾)が絶景であった(写真 2)。友人談では、この丘をプロポーズの場所を選ぶ人々がいるとのこと。

2. エディンバラ二日目 エディンバラ・フェスティバルとハギス料理

エディンバラの二日目は、エディンバラ・フェスティバルを楽しんだ。エディンバラ・フェスティバルは、エディンバラ国際フェスティバル(大劇場でのオペラ、クラシック音楽やバレエ)、エディンバラフェスティバルフリンジ(小劇場での演劇、コメディ、大道芸など)、ザ・ロイヤル・エディンバラ・ミリタリー・タトゥーなど、同時期に開催されるいくつものフェスティバルを合わせた総称である。例年、8 月の 1 か月を通して 70 カ国から 25,000 人以上のアーティストと 400 万人以上の観客が訪れる。なかでも、エディンバラ城門前広場で行われる、ザ・ロイヤル・エディンバラ・ミリタリー・タトゥー(タトゥーの意味は「刺青」ではなく、軍隊の「帰営ラッパ」というイベントが、最大の見どころである。

まず、昼間はエディンバラフェスティバルフリンジを楽しんだ。フリンジ=fringe とは「周縁」という意味で、



写真 3-1 ロイヤルマイル



写真 3-2 彫刻像のように佇む大道芸人

大劇場以外でのパフォーマンスのことである。エディンバラ中心地にエディンバラ城(要塞, 軍隊の基地)と、エリザベス女王の避暑地として知られるホリールドハウス宮殿があり、両者を結ぶロイヤルマイルというメインストリートがある。このロイヤルマイルは、路上パフォーマンスの舞台であった。レストランや商店がわきに連なり、普段はバスも通る大通りだが、フェスティバル期間中は歩行者天国になっていて、世界中から集まった大道芸人たちと観衆で、通りはごった返していた。大通りの真ん中ではジャグリングやバランス芸など様々なネタで笑わせてくれるベテラン風大道芸人のまわりに大きな人の輪ができていたし、道端には即興画家や、彫刻像のように静かに佇む大道芸人もいた(写真3)。昼食は通りのオープンカフェで、フィッシュアンドチップスを頂いた。

このにぎやかなロイヤルマイルの片側の通りには、細い路地がたくさんあり、路地はロイヤルマイルのある高い土地から見ると下り坂になっている。昔、この坂の下は不衛生で、地下住居が貧困層の居住地だったが、17世紀のペスト大流行時(ロンドン大疫病と呼ばれる流行時)には、下層の貧困層で感染が拡大し、当時の政府はこの地下住居入り口を封鎖して生埋めにしたという過去があるという。恐ろしいが、現在ではこの地下を掘り起こしゴーストツアーなるものがあるが、ツアー案内で見たくちばしマスク姿のペスト医師の絵が怖くて私たちは参加しなかった。新型コロナウイルス感染症に関連して、今年の春、同様なペスト医師の絵が報道番組等に頻出していた。日本で、この絵をこんなに見る機会があるとは、去年は全く考えもしなかった。

ロイヤルマイルの坂を上ると、エディンバラ城がある。エディンバラ城の起源は6世紀頃、もともと火山だった岩の上にケルト人の砦が築かれたことに始まり、12世紀から城が建設された。要塞であり戦う城であったため、大砲が多数設置してある。門にはかつてのスコットランド国王の紋章(赤いライオン)が掲げられている。夕方になり、夕食の時間が近づいたので、私たちは城内に移動した。私たちは、ミリタリー・タトゥーの観覧にエディンバラ城内



写真 4 エディンバラ城内のレストラン

巡りと城内レストランでの夕食が含まれたチケットを購入していた（チケットの発売は前年12月）（写真4）。城内レストランでのコース料理の一皿にハギス料理が出てきた（写真5）。スコットランドの伝統料理・名物料理といえばハギス（haggis）である。ハギスは、羊の内臓（心臓、肝臓、肺）のミンチ（濃い色のひき肉に臭みを消すために玉葱、ハーブを混ぜ込んである）を使った料理である。羊の胃袋につめて蒸したものが本来のもののようにだが、今ではいろんなバリエーションがあり、見た目を重視するレストランでは胃袋詰め状態では出てこない。普通のひき肉との違いがわかりにくいかもしれない。苦手な人も多いらしいが、香辛料を使ったカレー風味のような味付けのハギス、その上に乗ったマッシュポテトとマッシュした黄色い蕪を共に食べると、私にはおいしかった。



写真5 スコットランドの伝統料理ハギス

3. ザ・ロイヤル・エディンバラ・ミリタリー・タトゥー

夕食を済ませると、ミリタリー・タトゥーの開始時間である。門前広場を、夏の間だけ組まれた観覧席のスタンドがコの字に囲む。ライトアップされた広場で、伝統衣装のキルトを身につけた兵士たちがスコットランドの伝統楽器バグパイプの音色とともに整然と足並み揃った行進を披露する。行進を観覧することに加え、花火や城壁プロジェクションマッピング、楽器の演奏・歌・ハイランドダンスなども楽しむことができ



写真 6-1 エディンバラ城の門



写真 6-2 門の裏で待機中の軍楽隊（公演開始前）



写真 6-3 ザ・ロイヤル・エディンバラ・ミリタリー・タトゥー

る(写真6)。毎年、違うテーマが決められていて、2019年のテーマは万華鏡であった。万華鏡は1813年にスコットランドの物理学者デヴィッド・ブリュースター卿によって発明されたものである。この日の観覧ゲストとして、スコットランド自治政府首相のニコラ・スタージョン氏が紹介された。スタージョン氏は女性で、2014年より首相を務める、筋金入りのスコットランド独立論者である。スコットランドでは、突然の雨に備えて外出時には雨具が必携なのだが、ミリタリー・タトゥーの鑑賞中にも一時的に土砂降りの雨に見舞われた。雨でも止めない演技、退席しない観客。私たちは雨合羽を準備して臨んだが、観覧席の最上部には屋根付きのロイヤル席があり、英国の階級社会を実感した。フィナーレ時には雨は止み、QUEENの名曲 the show must go on の生歌と共に花火が上がり、蛍の光(スコットランド民謡)の大合唱で幕を閉じた。ミリタリー・タトゥーは、フェスティバル期間に日曜以外の毎晩開催され、1日2回公演の日もあり、準備や演者は大変だ。毎年他国の軍楽隊も招待され、2017年には日本の陸上自衛隊もパフォーマンスを披露している。2021年には無事開催される状況になることを願う。



コーヒー成分と COVID-19

東京薬科大学名誉教授 岡 希太郎

自称「健康ママ (Holistic Mama)」の Dr. Elisa Song は、「健康な子供、幸せな子供」のキャッチフレーズでホームページを公開しています。新型コロナウイルスについては、ブログ「私のボディベア」に、マスクの重要性など、子供を感染から守る情報提供をしています。

中でも「子供は何故 COVID-19 に罹らないのか、罹っても軽く済むのは何故？」の疑問に答える記事が示唆に富んでいます。彼女の記事によれば、新型コロナウイルスは細胞膜の ACE2 を受容体として感染するのですが、子供の血液には、溶けている sACE2 があり、これをウイルスが細胞への入り口と勘違いして結合するのです。すると今度はマクロファージがそれを異物として捕獲して、消化分解してなくなるのです。血液に溶けている sACE2 は、膜についている受容体のデコイであって、これを多く持っている子供は感染しても軽く済むのですが、あまり持っていない大人や特に高齢者は重症化してしまいます。そこで Dr. Elisa Song は「知識は力ですから、sACE2 を増やす方法を知って実践することが大事です」と言って、次の 5 項目を挙げています。

1. 適度な有酸素運動で適度な活性酸素を作る
2. 快適な睡眠でメラトニンを増やす
3. クルクミン
4. ビタミン D
5. ビタミン A

これら 5 項目の出展を調べてみると、どれもが確かな情報であることが分かります。さらに、調査で分かったことは、他にもいくつかあるということ、特にクルクミンはウコンのポリフェノールですが、ウコンに限らず一般的にポリフェノールが sACE2 を増やすとの論文が複数見つかりました。著者にとって嬉しいことに「コーヒーのポリフェノール」も見つかりましたし、ナイアシンについては、長寿遺伝子が絡む複雑なメカニズムであることも分かっているようです¹⁾。

● sACE2 は、膜結合型 ACE2 が酵素 ADAM17 に切られて増える²⁾

新型コロナウイルスは膜酵素タンパク質である mACE2 を受容体として感染するのですが、子供の場合には膜から離れて血中に溶け出した sACE2 が多くなります。その理由は、mACE2 の近傍に切断酵素があるか

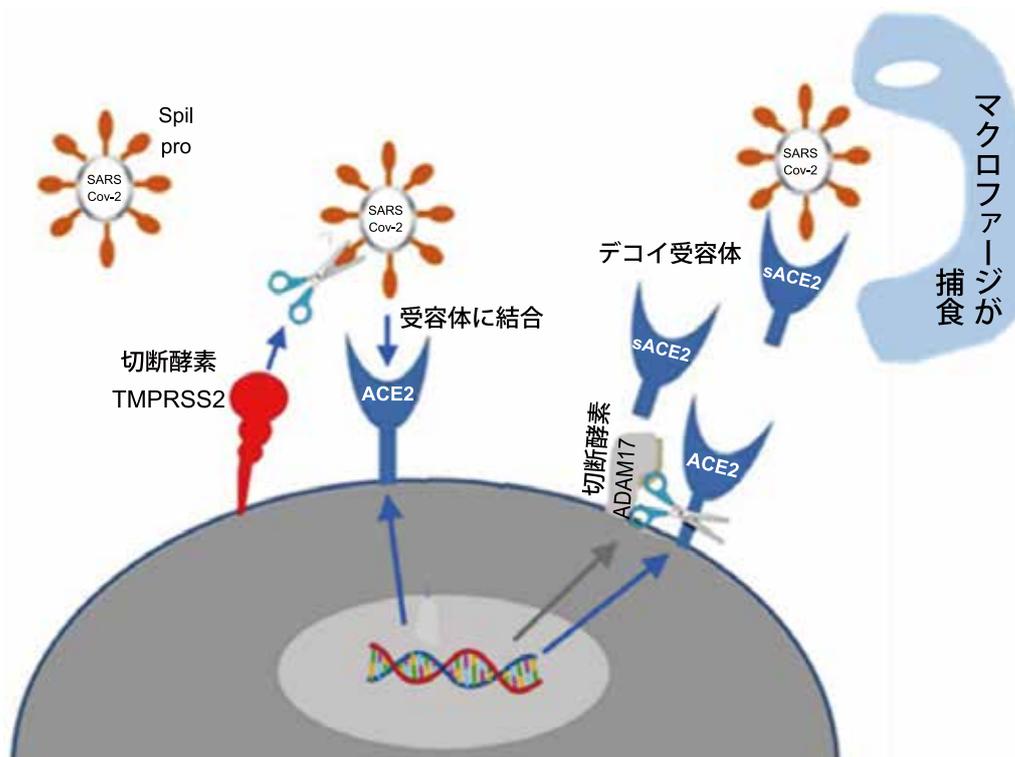


図1 ACE可溶化のメカニズム

らです。図1を参照してください。

切断酵素 ADAM17 が働くと、sACE2 が細胞から離れて溶け出します。Dr. E Song が推奨している食物成分について、念のために調べてみました。まず活性酸素は ADAM17 を増やすようで³⁾、このことから有酸素運動が sACE2 を増やす理由を説明できます。睡眠中に脳から分泌されるメラトニンも ADAM17 を増やします⁴⁾。クルクミンは ACE2 を増やしますが、そのメカニズムは ADAM17 とは無関係のようです⁵⁾。さらに、ビタミン A も ACE2 を増やしますが、そのメカニズムは不明です⁶⁾。最後に、ビタミン D は sACE2 を増やすことで、実際の COVID-19 患者の治療でも期待されています⁷⁾。

さて、本来は血圧をコントロールする ACE2 酵素が、よりによってパンデミックウイルスの受容体になるなどとは、神のみぞ知る不思議な現実ですが、子供の血液中に sACE2 という解決のヒントがあるとは、神様でさえ想定外のことも知れません。子供の感染予防のために Dr. E Song が推奨している生活習慣の中身ではありますが、成人または高齢者にとっても有益であることに間違いありません。そこで、大人がこれを応用する場合に、更なる何かを追加する必要があるか否かを調べてみました。

● Dr. Elisa Song の 5 項目をさらに整理

筆者の再検索で見つかった食物成分を加えると、新型コロナを捕らえるデコイ受容体を増やす生活習慣と食物成分は、表1のような4項目にまとまりました。太字で示したのは、コーヒー関連の項目なので、その薬理作用についてはまとめて後述することにして、ここでは4番目の亜鉛について説明します。

亜鉛は多くの機能性タンパク質にとって必須のミネラルで、ACEs も例外ではありません。亜鉛の欠乏が

表1 sACE2 を増やす生活習慣と食物成分

1. 適度な有酸素運動と睡眠 (メラトニン)
2. ビタミン A, B ₃ (ナイアシン/ニコチン酸), C および D (日光浴で皮膚にできる)
3. ポリフェノール (クロロゲン酸 , クルクミン , レストラベラトール), トリゴネリン
4. 亜鉛

ACEs の生合成を抑制すると ACE2 不足の状態になって、新型コロナウイルスの感染が起こらなくなるとの考え方もありますが、実際には亜鉛欠乏があると感染患者の症状は急速に悪化してしまいます。感染しても重症化しないためには、亜鉛が足りていて、ACE1 が ACE2 よりも少ないことが求められるのです⁸⁾。

表 1 の 4 項目を実践すれば、大人の血液が子供の血液に近づいて、ウイルスを寄せつけない性質をもつ可能性があります。そうなれば、Dr. E Song が子供に言ったのと同じように、大人にとっても「知識は力」であると言えるでしょう。

●**コーヒーは抗炎症性の飲み物で抗ウイルス作用もある**

Dr. E Song に習ってできた表 1 は、ACEs に焦点を当てています。そこに書かれている食物成分のうち、ビタミン B₃ のナイアシンと、ポリフェノールのクロロゲン酸、およびトリゴネリンの 3 つはコーヒーの主成分として知られています。さらに筆者が興味をそそられる理由として、これらの成分を含めてもっと多くのコーヒー成分が新型コロナウイルスに対して作用を示す可能性があることです。

まず第 1 に抗ウイルス作用があり、第 2 に抗炎症作用がありますが、新型コロナウイルスで確認された作用ではなく、一般的な薬理作用として発表されています。表 2 に、この 2 つの作用とコーヒー成分の関係を、表 1 の ACE 関連の作用と合わせてまとめます。コーヒーの成分は浅煎りと深煎りの抽出液で随分違ってきます。両方に共通の成分はカフェインぐらいしかありません。そこで表 2 の成分を同時に摂ろうとするなら、浅煎りと深煎りを合わせて飲むことになります。

一般にコーヒー成分としてメディアに登場するのは浅煎りの成分で、深煎りの成分は滅多に出てきません。深煎りのピロカテコールは、クロロゲン酸の熱分解で生じる小さなポリフェノール、メチルピリジニウムとニコチン酸は、トリゴネリンの熱分解産物です。ニコチン酸はビタミン B₃ なので、NAD 前駆体としてよく研究されてきましたが、他の 2 つについては魅力的な論文が出ているとはいえ、研究不十分の状態です。

表 2 コーヒー成分の抗ウイルス作用

成分名	一般的な薬理作用			SARS-CoV-2 作用の増減		
	ウイルス抑制作用	Nrf2 抗炎症作用	NFκB	ACE1	ACE2	ADAM-17
コーヒー抽出液	++++	↑	↓	実験はない		
浅煎り						
カフェイン	++	↑	↓	↓		
クロロゲン酸	+	↑	↓	↓		
トリゴネリン		↓	↓	↓	↑	↑
深煎り						
ピロカテコール		↑	↓			
メチルピリジニウム	+	↑				
ニコチン酸			↓		↑	↑

ACE2 の増量は、Nrf2 活性化 (↑) と NFκB 不活化 (↓) につながる。
ACE1<ACE2 にすることで COVID-19 感染の重症化を予防できる。

●**コーヒーの抗ウイルス作用**

コーヒーの抗ウイルス作用のスペクトルの幅は広く、ヘルペスからインフルエンザまで広がっています⁹⁾。昔から知られていた抗ウイルス性の成分はカフェインとギ酸 (表 2 では省略) でした。どちらも強い作用ではありませんが、カフェインの作用はコーヒーノキやチャノキにとってウイルスから身を護る役割があるとも言われています。ギ酸はアリ毒として知られていますが、アリにとってのウイルス防御の役割は不明です。

クロロゲン酸とメチルピリジニウムにも抗ウイルス作用がありますが、どちらも弱い作用です。コーヒー成分が示す弱い抗ウイルス作用に対して、コーヒー抽出液が示す作用はそれなりに強いものなので、成分ど

うしの相乗作用が働いている可能性があります。しかし実用性の面で詳しく調べられたことはありません。

●コーヒーの抗炎症作用

コーヒーの抗炎症作用は大きく分けて2経路があります。1つは抗炎症性に働く核転写因子の Nrf2 で、もう1つも核転写因子ですが、その作用は炎症性に働く NFkB です。コーヒーの薬理作用のうち、疾患予防に最も寄与が大きいのは抗炎症作用ですから、Nrf2 を刺激して、NFkB を抑制する成分に期待が掛かっているのです。表2の各成分の作用を示す矢印が、トリゴネリン以外のどれもがその目的に叶う方向にあることに注目してください。その結果、2つの核転写因子が、コーヒー成分の刺激によって相乗的に作用するので、強い抗炎症作用を示し、これがCOVID-19患者の重症化を抑制する可能性があるのです。

●トリゴネリンは Nrf2 阻害薬であるのに抗炎症作用を示す¹⁰⁾

コーヒーのトリゴネリンは Nrf2 を抑制します。この薬理作用の再現性は高いので、薬理学実験の試薬として利用価値があり、Nrf2 阻害薬として実用化されています。そういうトリゴネリンが薬効薬理作用として抗炎症作用を示す理由は、炎症性の NFkB を強く抑制するからです。ところで、表2の浅煎りと深煎りを合わせて5つのうち4つの成分が NFkB を抑制することに注目してください。実は NFkB は免疫系を刺激する強力なサイトカイン (IL-1, 2, 6, 8, 12, TNFα, COX2, VCAM, ICAM) の産生を促す転写因子で、COVID-19患者の病態の形成と重症化にも深く関わっています。コーヒーが癌や糖尿病などを予防する薬理学でも、この NFkB の抑制が要になっています。

さて、深煎りの成分を見てみますと、ピロカテコールはクロロゲン酸からできる成分で、抗炎症作用の形式はクロロゲン酸と同じで、NFkB を抑制します¹¹⁾。ニコチン酸 (ナイアシン) は焙煎中にトリゴネリンからできる成分で、これも NFkB を抑制します。ですから、例えトリゴネリンが Nrf2 を抑制しても、その他の成分が揃って NFkB を抑制して、結局コーヒーとしては強い抗炎症作用を示すことになるのです。

●コーヒー成分の ACEs に対する作用

大人の血管を子供のように柔軟にできれば、SARS-CoV-2 に感染しても重症化しないで済みそうです。ごく最近の論文によれば、ACEの1型と2型の比率 (ACE1/ACE2 のバランス) が、COVID-19 の臨床像を反映していて、その比が小さいほど症状は軽くなるのだそうです¹²⁾。念のためですが、ここでいう ACE2 には、

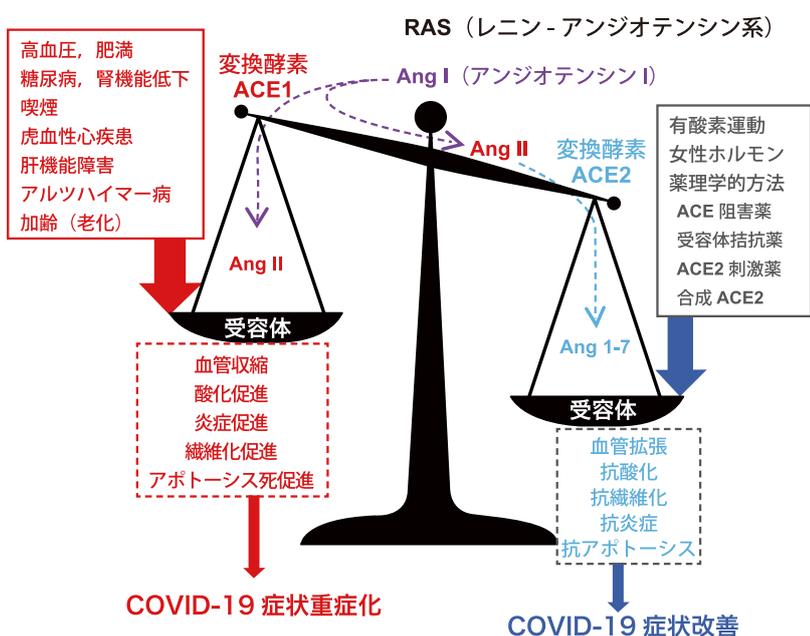


図2 COVID-19の重症化と関連する ACE1/ACE2 比の意味

前記した子供に多い sACE2 と膜に結合したままの mACE2 の両方が含まれています。ACEs のバランスと重症化の分子メカニズムは複雑なので、論文に描かれた概念図を紹介して説明します¹³⁾。

健康な人が正常血圧のとき、図2の天秤は釣り合っているか、または右側が少しだけ下がり気味かも知れません。この人の血圧が何らかの原因で高くなると、天秤は左側が重くなって下がります。左の皿を動かしているのは、Ang I を Ang II に変える酵素 ACE1 です。次に右の皿を動かしているのは、Ang II を Ang1-7 に変える酵素 ACE2 です。Ang II は血

圧を高める成分で、でき過ぎると高血圧となり、長引けば血管に傷がつき、重症化の原因になります。そこで ACE2 が働いて、Ang II を不活性成分の Ang1-7 に変えるのです。このように ACE1 と ACE2 のどちらの酵素の働きが強いかによって、天秤の傾きが決まります。

まとめると、天秤の右側が左側より重くなることで、血圧を下げて、COVID-19 の重症化を防ぐことにつながるということで、ACE1 を減らして ACE2 を増やすことが大事なのです。表 2 によれば、ACE1 を減らすのはカフェイン、クロロゲン酸、トリゴネリンの 3 つです。一方、ACE2 を増やすのはトリゴネリンとニコチン酸です。従って、コーヒーを飲むことで図 2 のバランスは右下がり傾くので、COVID-19 の重症化を予防することになるのです。

● ACE2 が増えると Nrf2 の活性化と NFkB の不活性化が起こって炎症反応は沈静化する¹⁴⁾

さて、コーヒーで ACE1 が減って ACE2 が増えると次に何が起こるのでしょうか？ 答えは「感染の重症化を防ぐ重要な変化」が起こります。ACE2 の増加が抗炎症作用を強めるのです。この論文は、武漢で新型コロナウイルスの感染が始まる前に書かれているので、純粋にレニン-アンジオテンシン系の薬理学を研究した信憑性の高いデータが書かれています。ですから「炎症を抑えるコーヒーとは何か」について再考したく

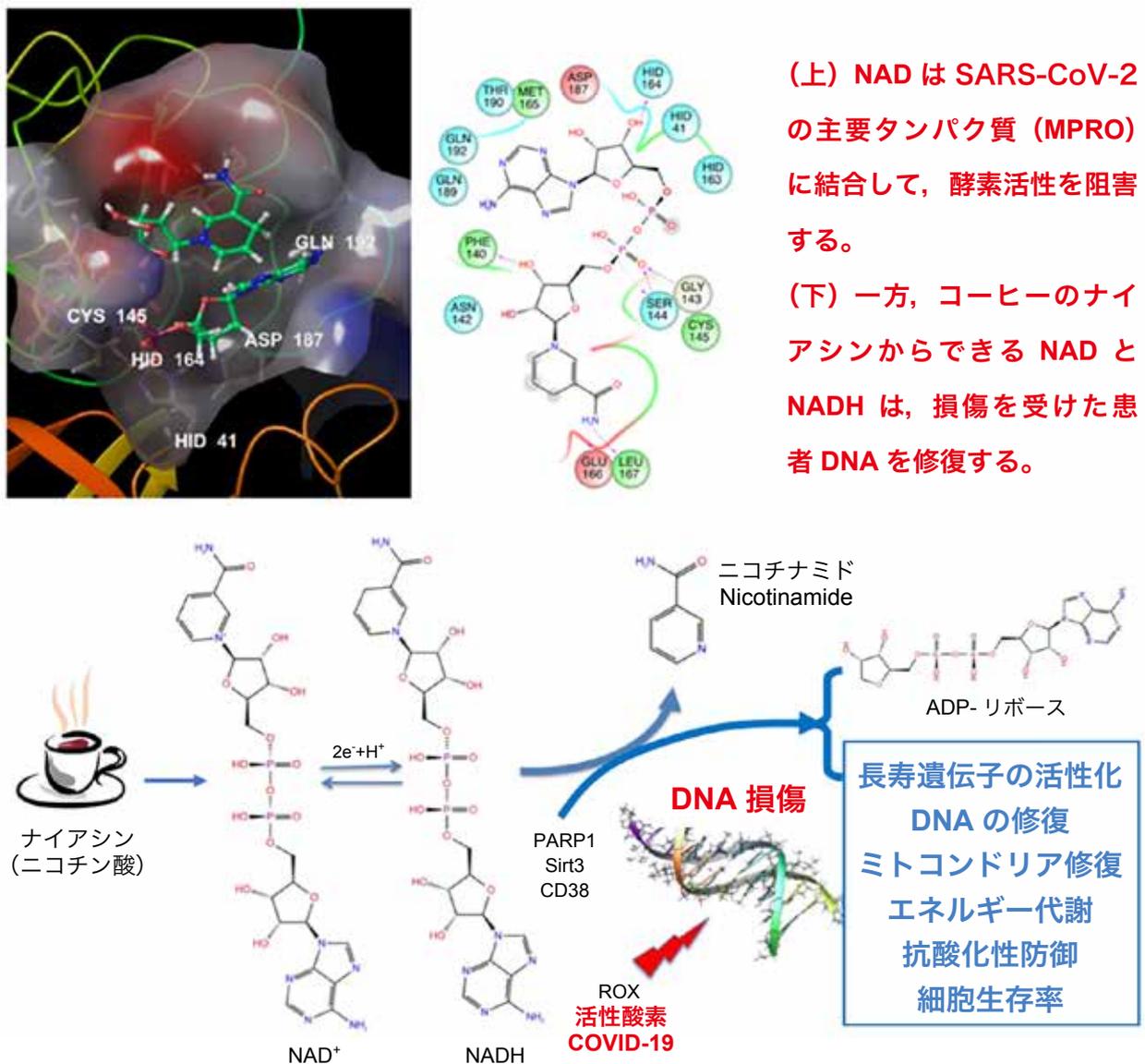


図 3 COVID-19 における NAD の効き目：主要タンパク質阻害と DNA 修復

なるのです。もうお分かりと思います。抗炎症性のコーヒーとは、浅煎りも深煎りも役に立つということで、成分ブレンド法に基づく「希太郎ブレンド」に他なりません。

●**ナイアシン（ニコチン酸）には更なる魅力がある¹⁵⁾**

SARS-CoV-2 には2つのタンパク質分解酵素（プロテアーゼ）があって、そのうちより多くの機能をもっているのはメインプロテアーゼ（MPRO）です。MPRO の化学構造は理化学研究所が解明し、以来世界中で MPRO に結合する化合物の探索に火がつけました¹⁶⁾。これまでに幾つかの候補が上がっていますが、ここでは NAD を紹介します。

図3をご覧ください。まず左下、ナイアシンを含む深煎りコーヒーを飲むと、体内で NAD と NADH ができて、それが図3上のようにウイルスの MPRO に結合します。すると MPRO の酵素活性が無くなって、ウイルスの増殖が起こらなくなります。その一方で、NAD は長寿遺伝子の基質となって分解され（図3下の太い矢印）、そのとき長寿遺伝子が活性化されて、酸化傷害を受けている DNA が修復されます。その結果、枠内に書いたような細胞生存の変化が起こるのです。

●**コーヒーは ACE1 を減らして ACE2 を増やす飲み物だが、コーヒーだけでは不十分**

そのために広く栄養素を調べてみますと、ビタミン A, B₃, C, D の他に抗酸化性のポリフェノールや牡蠣に多いミネラルの亜鉛などが ACE2 を増やす食物成分であり、可溶性 ACE2（sACE2）を増やす成分であることが解ってきました。これらを表2に加えて表3を作ってみました。

表3 ACE1 を減らして ACE2 を増やす生活因子
—新型コロナウイルスに焦点を絞って免疫力を高める方法—

1. 適度な有酸素運動と日光浴
2. 十分に快適な睡眠（メラトニン）
3. 毎日飲むコーヒー（浅煎りと深煎り）
4. ビタミン A：レバー，ニンジン，野菜
ビタミン B₃（ナイアシン/ニコチン酸） ：お米，ヒラタケ，ピーナッツ
ビタミン C ：野菜
ビタミン D ：日光浴，キクラゲ，メザシ，サケ，干しシイタケ
5. ポリフェノール（ クロロゲン酸 ， クルクミン など）：野菜
6. トリゴネリン ：浅煎りコーヒー
7. 亜鉛：牡蠣，豚肉，牛肉

それでは新型コロナの特効薬ができるまで、生活習慣を見直して、ACEs を適正に保つような日常生活を目指しましょう。単に免疫力を高めるというだけでなく、新型コロナウイルスが無毒化しようが強毒化しようが、このウイルスに特化した戦略が勝ち負けを決めることになるでしょう。Dr. E Song が強調しているように、「知識は力」なのです。

参考文献

1. Bolino A, Piguët F, Alberizzi V, *et al.*: Niacin-mediated Tace activation ameliorates CMT neuropathies with focal hypermyelination, *EMBO Mol Med.* **8**: 1438-1454. 2016.
2. Ragia G and Manolopoulos VG.: Inhibition of SARS-CoV-2 entry through the ACE2/TMPRSS2 pathway: a promising approach for uncovering early COVID-19 drug therapies, *Eur J Clin Pharmacol.* Jul 21: 1-8. 2020.
3. Wang H-P, Wang X, Gong L-F, *et al.*: Nox1 promotes colon cancer cell metastasis via activation of the ADAM17 pathway, *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* **20**: 4474-4481. 2016.
4. Shukla M, Htoo HH, Wintachai P, *et al.*: FrbAPP through the positive transcriptional regulation of ADAM10 and ADAM17, *J Pineal Res.* **58**: 151-65, 2015.
5. Xu X, Cai Y and Yu Y: Effects of a novel curcumin derivative on the functions of kidney in streptozotocin induced type 2 diabetic rats. *Infammopharmacology.* **26**: 1257-1264, 2018.
6. Zhong J-C, Huang D-Y, Yang Y-M, *et al.*: Upregulation of angiotensin-converting enzyme 2 by all-trans retinoic acid in spontaneously hypertensive rats, *Hypertension.* **44** (6): 907-12. 2004.
7. Riera M, Anguiano L, Clotet S, *et al.*: Paricalcitol modulates ACE2 shedding and renal ADAM17 in NOD mice beyond proteinuria. *Am J Physiol Renal Physiol.* **310**: F534-46, 2016.
8. Sriram K and Insel PA: A hypothesis for pathophysiology and treatment of COVID-19: The centrality of ACE1/ACE2 imbalance. *Br J Pharmacol.* 2020 Apr 24: Online ahead of print.
9. Tsujimoto K, Sakuma, Uozaki M, *et al.*: Antiviral effect of pyridinium formate, a novel component of coffee extracts, *Int J Mol Med.* **25**: 459-63. 2010.
10. Abbas Pirpour Tazehkand, Roya Salehi, Kobra Velaei, Nasser Samadi: The potential impact of trigonelline loaded micelles on Nrf2 suppression to overcome oxaliplatin resistance in colon cancer cells, *Mol Biol Rep.* 13 Jul: 2020.
11. Funakoshi-Tago M, Nonaka Y, Tago K, *et al.*: Pyrocatechol, a component of coffee, suppresses LPS-induced inflammatory responses by inhibiting NF- κ B and activating Nrf2. *Sci Rep* **10**: 2584, 2020.
12. Zamai L: The Yin and Yang of ACE/ACE2 Pathways: The Rationale for the Use of Renin-Angiotensin System Inhibitors in COVID-19 Patients, *Cells.* **9**: 1704, 2020.
13. Pagliaro P, Penna C: ACE/ACE2 Ratio: A Key Also in 2019 Coronavirus Disease (Covid-19)? *Front Med (Lausanne).* **7**: 335, 2020.
14. Fang Y, Gao F, Liu Z: Angiotensin-converting enzyme 2 attenuates inflammatory response and oxidative stress in hyperoxic lung injury by regulating NF- κ B and Nrf2 pathways, *QJM.* **112**: 914-924, 2019.
15. Martorana A, Gentile C, Lauria A: In Silico Insights into the SARS CoV-2 Main Protease Suggest NADH Endogenous Defences in the Control of the Pandemic Coronavirus Infection, *Viruses.* **12**: E805, 2020.
16. 理化学研究所：新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）メインプロテアーゼの分子動力学シミュレーションデータを公開
https://www.riken.jp/press/2020/20200323_2/

城西大学薬学部 白瀧 義明 (SHIRATAKI Yoshiaki)

トウガラシ *Capsicum annuum* L. (ナス科 Solanaceae)

連絡先：城西大学薬学部
shiratak@josai.ac.jp

秋風が頬に心地よく吹き抜ける頃、ハイキングをしていると山裾の畑のあちこちで赤い実を付けたトウガラシの株を見かけることがあります。トウガラシ（唐辛子、蕃椒、中国名：辣椒^{らっしょう}）は、熱帯アメリカ（メキシコ～ペルー）原産の多年草または低木（日本など温帯では一年草）で、草丈は40～60cm。茎は多数に枝分かかれし、卵状披針形の葉は互生で柄が長く、7～9月頃、直径2～3cm、雄しべ5～8本、5～7裂した花冠の白い花を横向きにつけます。花後、上向きに緑色で内部に空洞のある細長い実がなり、熟すると赤くなります。品種によっては丸みを帯びたものや短いもの、色づくとき黄色や紫色になるものもあります。トウガ



写真1 トウガラシ（花）



写真2 トウガラシ（果実）



写真3 トウガラシ（鷹の爪）（果実）



写真4 トウガラシ（ピーマン）（果実）



写真5 トウガラシ (ハバネロ) (果実)



写真6 トウガラシ (パプリカ) (果実)



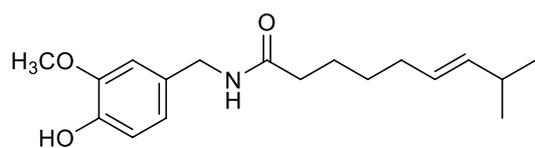
写真7 トウガラシ (シシトウガラシ) (果実)



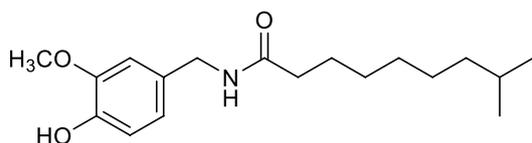
写真8 トウガラシ (万願寺とうがらし) (果実)

ラシは、1493年、新大陸到達で知られるクリストファー・コロンブス Cristoforo Colombo (イタリア語) がスペインへ持ち帰ったことによりヨーロッパ全域に広がり、以後、シルクロードを経てインドや中国に伝わり、日本へは、16～17世紀に複数のルートで伝わったとされ、1542年にポルトガル人によってタバコとともに伝来したという説や1592年の豊臣秀吉による朝鮮出兵のとき、種子が導入されたという説などがあります。果実は香辛料や野菜として食用にされ薬用にもなり、まさに薬食同源です。野菜として馴染み深いピーマン、パプリカ、シシトウガラシ(シシトウ)などもトウガラシの栽培品種になります。一般的には、果肉が薄く甘味があるベル型の中果種をピーマン、甘味がある果肉が厚い大果種をパプリカ、辛味のない小果種をシシトウガラシ、辛味があり香辛料として使われる小果種をトウガラシとよんで区別しています。日本特産種では、辛味の強い品種に、鷹の爪、八房、伏見辛などがあり、辛味がほとんどない種の代表がシシトウガラシで、京野菜の万願寺とうがらし、伏見とうがらしなどが知られています。食用にするのは主に果実で、世界中で香辛料として使われていますが、中には伏見辛のように、葉の部分を食用にできる品種もあり、特有の芳香と苦味、ピリッとした辛さが好まれ、佃煮やしそ巻きなどに使われます。トウガラシとは別種に多年草で茎が木質化するキダチトウガラシ(木立唐辛子) *C. frutescens* があり、シマトウガラシ(島唐辛子)、タバスコペッパー、プリッキーヌーはこの系統となります。また、強烈な辛さで知られるハバネロ、ブートジョロキアも別種の *C. chinense* です。

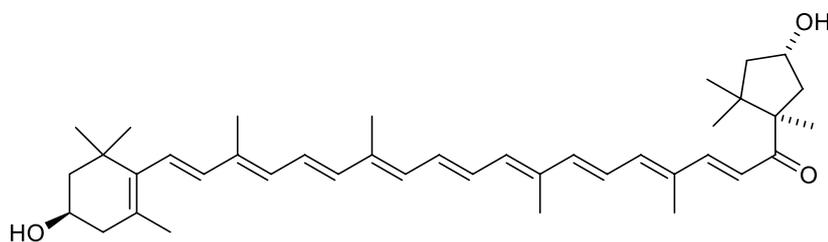
薬用としては、秋に赤熟した果実を採取し、陰干ししたものをトウガラシ(蕃椒, *Capsici Fructus*) とい、第17改正日本薬局方では、換算した生薬の乾燥物に対し、総カプサイシン(辛味成分の *(E)*-capsaicin



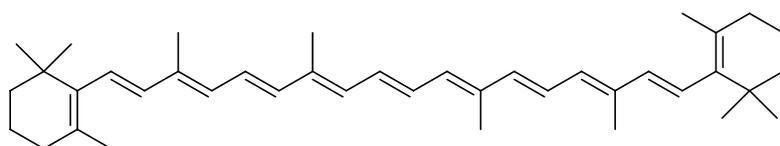
(*E*)-capsaicin



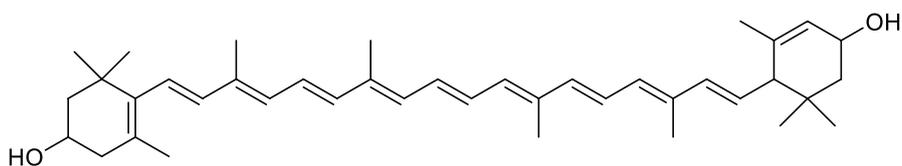
dihydrocapsaicin



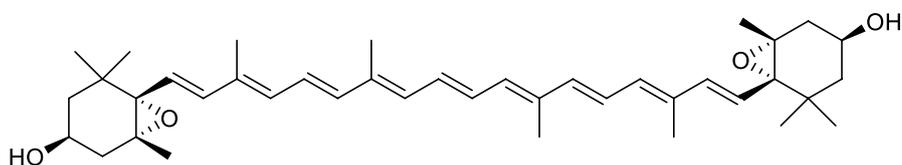
capsanthin



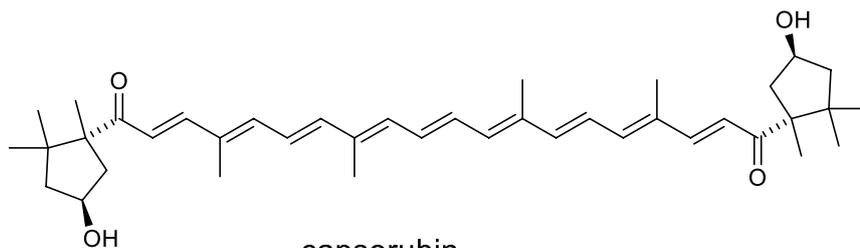
β -carotene



lutein



violaxanthin



capsorubin

図1 成分の構造式

および dihydrocapsaicin) を 0.10% 以上含むものと規定し、食欲増進、消化促進、唾液分泌促進などを期待した辛味性健胃薬として収載されています。また、エタノールを加えて製したトウガラシチンキ Capsicum Tincture (腰痛、肩こり、筋肉痛、リュウマチ、関節炎、神経痛などの皮膚刺激薬) やトウガラシ・サリチル酸精 Capsicum and Salicylic Acid Spirit (局所刺激、育毛、養毛剤) の製薬原料となっています。成分としては、辛味成分として (*E*)-capsaicin, dihydrocapsaicin, カロテノイドの capsanthin, β -carotene, lutein, vioraxanthin, capsorubin などが報告されています。民間療法では、食欲不振や消化不良、胃腸が冷えているときの腹痛・下痢などに細かく刻んだトウガラシが用いられます。薬味として用いられる七味唐辛子は、トウガラシ (唐辛子) を主体にして、山椒、胡麻、麻子仁 (麻の実) : 以上共通、その他、陳皮、罌粟子 (芥子 : ケシの実)、青海苔、紫蘇、生姜などで構成されています。また、足のしもやけ予防や保温には、靴の中のつま先部分にガーゼなどに唐辛子 1~2 個を包んで入れておくとよいそうです。なお、辛味成分の capsaicin は種子のつく胎座に多く含まれ、トウガラシは胎座で capsaicin を作り出しています。Capsaicin は果皮にも含まれていますが、胎座ほど多くありません。Capsaicin は種子にはほとんど含まれていないため種子だけを食べると辛味を全く感じません。トウガラシには、辛いものとそうでないものがありトウガラシはどのようにして capsaicin を生合成しているのかは、とても興味のあるところです。

トウガラシには防虫効果のあることが古くから知られ、米、書物、人形などの保存や衣装箱に入れて防虫剤とし、また、倉庫などでトウガラシの粉を燃やしてネズミの駆除にも利用されました。トウガラシを焼酎に漬け込んで作った自然農薬やトウガラシを野菜畑のあちこちに植えて虫よけにする利用法もあります。



写真 9 七味唐辛子



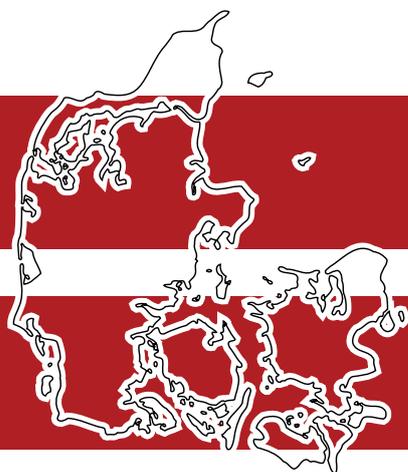
写真 10 生薬 A : トウガラシ (蕃椒)



写真 11 生薬 B : トウガラシ (蕃椒)



写真 12 生薬 C : トウガラシ (蕃椒)



デンマークのパンケーキ

コロナウィルス拡大の懸念が最近になって再度高まっており、9月中旬より多くの会社では在宅勤務を推奨したり、50人以上の集会を禁止したりと、夏に一時期緩和された社会的な制限が戻りつつあるこの頃です。10月になり、デンマークは秋に突入、森や林の木々はまだまだ緑の葉っぱをつけている木が大半ですが、これからの数週間で一気に色づき、落ち葉となります。10月は秋休みの月でもあり、1週間ほど学校などは休みになり、職場でも休みをとって旅行をする人が多いのですが、今年はコロナウィルスの状況から、旅行へ行く人も例年に比べ少ないようです。デンマークは小さな国で、もともと旅行好きの人が多く、コロナ禍での旅行制限はデンマーク人の日常生活に、大きな変化をもたらしているようです。



栗のイガが茶色に色づき地面に栗がゴロゴロと落ちている秋の公園

さて、今回は週末や休みなどの機会によく見かけるパンケーキを紹介します。パンケーキというと、日本のホットケーキを想像する人も多いかもしれませんが、ホットケーキはアメリカからきたお菓子で、丸くてふかふかの厚いケーキです。一方デンマークのパンケーキは、平たくて、ホットケーキよりも大きく、日本でいうクレープのような食べ物です。デンマークのパンケーキは子供たちの大好きな食べ物で、お菓子として食べる場合も多いですが、休みの日の朝ごはんにも食べることも多くあります。出来合いのパンケーキが真空パックになって売っているのでそれをスーパーで買うこともできますが、家庭で手軽にできるので、週末に子供と一緒にパンケーキを家で手作りする家庭も多くあります。

デンマークのパンケーキのレシピは家庭によってもいろいろですが、代表的なものは、小麦粉と卵、牛乳に、カルダモンを入れたり、レモンの皮を擦ったものを入れたりしたものを混ぜて生地を作ります。その生地を油で熱したフライパンに手早く入れてまわし、丸い形にします。とても薄いので、焼く時間は1分ほどですが、朝ご飯の代わりに食べる場合は、一人3、4枚ペロリと食べてしまうので、何枚も焼くのに結構時間がかかります。

また、パンケーキ用のフライパンを使うと形が出



パンケーキを家庭で作るときは何枚も焼く

来やすいので、平たく深さがほとんどない直径 25 センチくらいの丸いパンケーキ用のフライパンを常備している家庭も多くあるようです。日本でも卵焼きを作るための長四角のフライパンが家庭に常備されているようなイメージかもしれません。またパンケーキは通常何枚も焼くので、全部焼き終わるまでに冷めないように保温できる、保温引き出し（保温機能だけを備えた引き出しのような形状で、通常はオープンなどの下に併設できるようになっているものが多い）がある家庭もあります。

焼いたパンケーキの食べ方ですが、パンケーキ一枚をお皿にとり、まずその上に自分の好きなものをトッピングをします。それをグルグル巻いて巻物のような状態にして、ナイフとフォークで端から切って食べる方法や、扇子型において食べる方法など様々です。トッピングの定番は、砂糖、チョコレートまたはヌテラ（ヘーゼルナッツとチョコレートがミックスされたペースト）、バナナ、ホイップクリーム、イチゴ、などです。意外にも砂糖だけをトッピングするシンプルなパンケーキも人気です。その応用として、砂糖とレモン汁を少しかけると、甘みと酸味が香ばしく、パンケーキの生地との相性がぴったりです。

デンマークでは、パンケーキを家庭で作る場合が多いと言いましたが、コペンハーゲンの街中を歩いていると、パンケーキの屋台をよく見かけます。日本のクレープ屋さんのようにその場で焼いたものを食べることができるので、お店の近くを通ると香ばしい匂いがたっぷりとしみます。家で作ってみるのも良いですし、街の屋台で一番人気のメニューを試してみるのも良いと思います。



パンケーキ用のフライパン



パンケーキに砂糖をふりかけレモンをかけるととても美味しい



パンケーキの食べ方も人それぞれ

＜腸の奥からの健康を考える研究会ウェビナー 事後レポート＞
 ニューノーマル時代のヨーグルト
 ビフィズス菌×イヌリンの体内（腸内）発酵がもたらす効果
 ～体内（腸内）発酵のメカニズムと免疫への影響～

腸の奥からの健康を考える研究会（座長：帝京平成大学 健康メディカル学部 教授 松井 輝明）は、感染症リスクが高まる秋冬に向けて、免疫および発酵に対する正しい理解促進を図るべく、メディアを対象としたオンラインセミナー「ニューノーマル時代のヨーグルト ビフィズス菌×イヌリンの体内（腸内）発酵がもたらす効果～体内（腸内）発酵のメカニズムと免疫への影響～」を2020年10月2日（金）に開催いたしました。

免疫力を高める体内(腸内)発酵

発酵食品における体外(食品中)での発酵に対し、体内(腸内)でも発酵は起きている
専門的には大腸は「体外」ともいわれるが、今回は発酵食品とのわかりやすい対比のため、「体内(腸内)」と表現

体外(食品中)発酵 = 発酵食品



発酵食品を食べることは、有用菌を取り入れ腸内環境を整えること。

体内(腸内)発酵



体内発酵を起こすことは、大腸内で作られた有用物質により免疫力向上などの健康効果を得ること。



セミナーの様子

昨今、生活者の免疫への意識が高まり、発酵食品の需要が拡大しています。免疫力向上には発酵食品が良いというイメージが先行し、発酵食品全体が一括りにされる状況です。一方で、近年の腸内フローラ研究の進展により、免疫力を高めるには大腸内で腸内フローラにより作られる短鎖脂肪酸^{*1}が重要で、摂取する菌とそのエサとなる水溶性食物繊維の掛け合わせで、短鎖脂肪酸産生量に大きな違いがあることがわかってきました。

^{*1} 短鎖脂肪酸とは…酢酸、プロピオン酸、酪酸などの人にとって有用な物質のこと。

本セミナーでは、本研究会の座長・松井 輝明から免疫における体内（腸内）発酵の重要性を解説するとともに、ゲストにお招きした株式会社メタジェンの福田 真嗣氏から、発酵食品の代表として位置づけられるヨーグルトを例に、(1)「一般的なヨーグルト」と、(2)「ビフィズス菌と水溶性食物繊維イヌリンを配合したヨーグルト」について、それぞれが腸内細菌叢や短鎖脂肪酸産生量にどのように影響するのかを比較検討した *in vitro* 試験結果について解説。ニューノーマル時代のヨーグルトとはどのようなものか、またその特性について言及いただきました。

■免疫力アップには、体内（腸内）発酵が重要

帝京平成大学 健康メディカル学部 健康栄養学科 教授 / 腸の奥からの健康を考える研究会 座長 松井 輝明

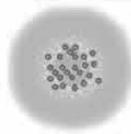
セミナー前半では、本研究会の座長であり、帝京平成大学 健康メディカル学部 教授である松井 輝明が、免疫における体内（腸内）発酵の重要性に関して解説いたしました。

まず、「発酵とは、微生物が人間に有益な有機物を生成する過程のこと」とした上で、発酵食品の代表としてヨーグルトを挙げ、「ヨーグルトは、牛乳を発酵させたもので、牛乳に添加された乳酸菌が牛乳中の乳糖を発酵して乳酸をつくり出す。これと同じ現象が、私たちの体内（腸内）でも起こっており、大腸内で有用菌が水溶性食物繊維などを発酵し『短鎖脂肪酸』などの有用物質を作り出すことを“体内（腸内）発酵”と呼ぶ」と説明しました。

短鎖脂肪酸は、血液により全身に運ばれ、免疫細胞に働きかけることで免疫力を向上させることをはじめ、腸内の炎症抑制やその他、様々な健康効果があることを解説。さらに、短鎖脂肪酸を産生させるためには「(1) 大腸で働く有用菌」と「(2) 有用菌のエサとなる水溶性食物繊維」の摂取が重要だと強調しました。

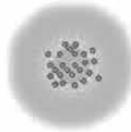
免疫力を高める体内(腸内)発酵

短鎖脂肪酸は、様々な健康効果を発揮 免疫力のアップも、その一つ



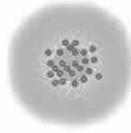
免疫力向上

免疫反応を制御する細胞を増やす働きや、全身の免疫系に影響する機能を持つ



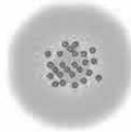
抗炎症作用

老廃物が溜まり炎症を起こしやすい大腸内の炎症を抑える



全身のエネルギー源

腸管で吸収され、全身のエネルギー源として活用される



やせ体質へ導く

脂肪の蓄積を防ぎ代謝を上げたり、脳に作用して食欲を抑え満腹感を持続させる

短鎖脂肪酸の健康効果

・体内（腸内）発酵を起こすポイント（1） 大腸で働く有用菌

体内(腸内)発酵を促し、短鎖脂肪酸を作り出すポイントとして、大腸で働く有用菌について言及しました。「腸内細菌の多くは大腸に棲んでおり、有用菌や有害菌が日々勢力争いをしている。代表的な有用菌として知られる『ビフィズス菌』と『乳酸菌』は大きく性質が異なり、ビフィズス菌は大腸に棲息し短鎖脂肪酸を作り出す一方、乳酸菌は主に小腸に棲み乳酸を作り出す。さらに、日本人の腸内細菌叢は他国と比べてビフィズス菌の割合が高く、ビフィズス菌は日本人に適した菌である。」と解説しました。

・体内（腸内）発酵を起こすポイント（2） 有用菌のエサ = 水溶性食物繊維

また、野菜に含まれる食物繊維の多くは有用菌のエサになりにくい不溶性食物繊維であるのに対し、有用菌のエサとなる水溶性食物繊維は根菜や海藻などに含まれていることを紹介。さらに、同じ水溶性食物繊維でも体内（腸内）発酵力（短鎖脂肪酸産生量）には違いがあり、世界で最もメジャーな水溶性食物繊維「イヌリン」の優れた体内（腸内）発酵力を他の水溶性食物繊維と比べて解説しました。さらに、インフルエンザに感染したマウス試験の結果を交えながら、「イヌリンは短鎖脂肪酸を多く産生し免疫力を高めるだけで

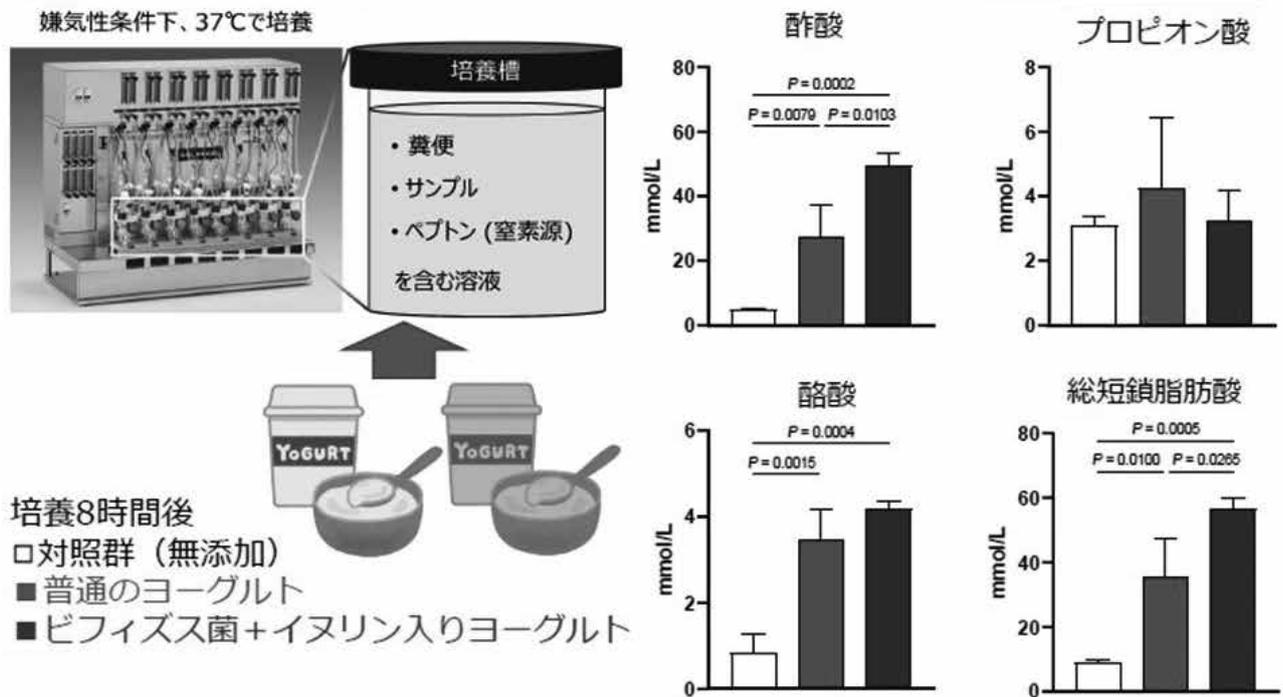
なく、免疫暴走を制御し、生存率を向上させるという研究報告もある」と説明しました。

■「ビフィズス菌×イヌリン入りヨーグルト」は、より大腸での発酵を促すニューノーマル時代のヨーグルト

株式会社メタジェン 代表取締役社長 CEO/ 慶應義塾大学先端生命科学研究so 特任教授 福田 真嗣氏
 セミナー後半では、株式会社メタジェンの代表取締役社長 CEO であり、慶應義塾大学先端生命科学研究so 特任教授でもある福田 真嗣氏が、短鎖脂肪酸が免疫力に影響するメカニズムについて解説しました。「病原体の感染を防御するのは粘膜免疫。それを担うのが“IgA 抗体”。その特徴は、全身の粘膜で作用し、細菌やウイルスの侵入を防ぐ役割がある。また、抗原特異性が広く、様々なウイルスに結合することが可能である。IgA 抗体を増やすには短鎖脂肪酸が大腸内でつくられることが重要で、短鎖脂肪酸を増やすには腸内細菌のエサになる MACs（水溶性食物繊維やオリゴ糖などの腸内細菌のエサになる炭水化物群の総称）などの摂取が大きく関連している。」と説明しました。

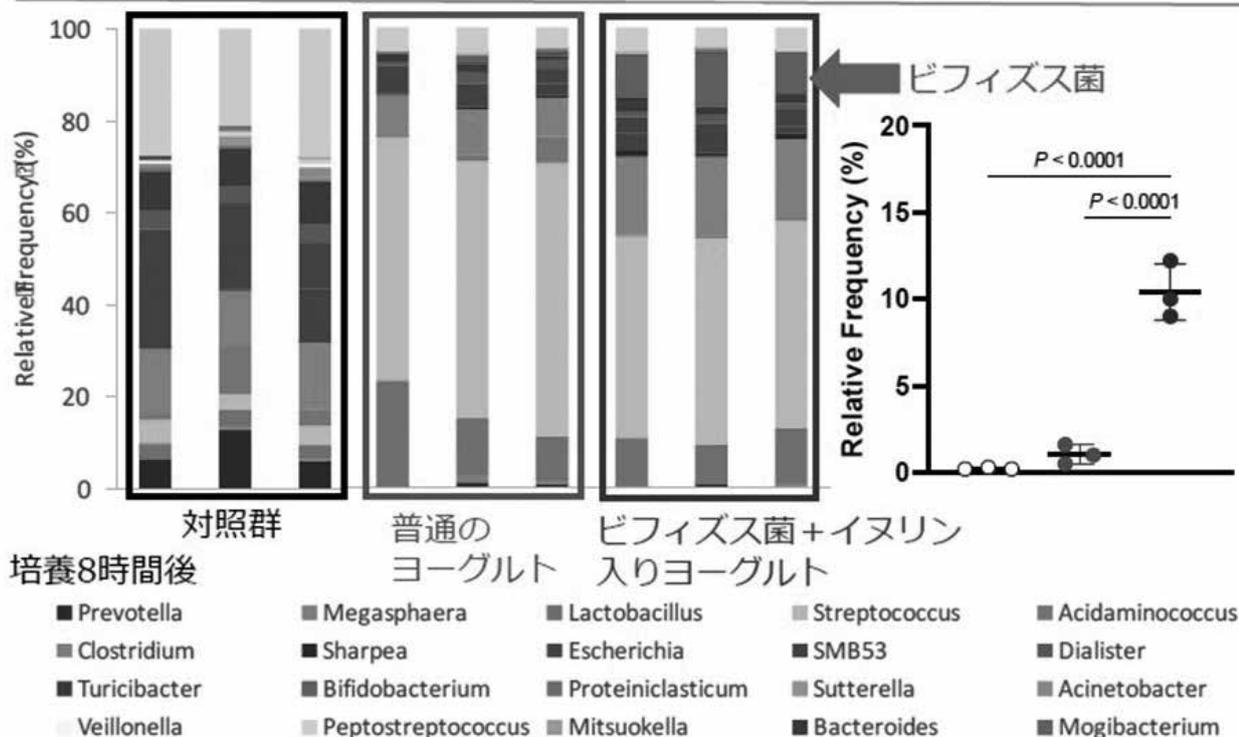
また、福田氏が監修して帝人株式会社が実施した *in vitro* 腸内細菌叢培養試験についても解説がありました。ヨーグルトの製造に必要な乳酸菌のみが含まれる「普通のヨーグルト」と、乳酸菌の他に大腸で働くビフィズス菌や、そのエサとなる水溶性食物繊維イヌリンを添加した「ビフィズス菌×イヌリン入りヨーグルト」で、短鎖脂肪酸産生量や腸内細菌叢への影響を比較したところ、ビフィズス菌×イヌリン入りヨーグルトの方が普通のヨーグルトよりも、酢酸量や総短鎖脂肪酸量が有意に増加し、さらに大腸で働く有用菌であるビフィズス菌も有意に増加したと解説しました。

ビフィズス菌+イヌリンは普通のヨーグルトよりも酢酸や総短鎖脂肪酸濃度が有意に増加



福田氏は試験結果について、「ビフィズス菌とイヌリンを添加したヨーグルトの方が普通のヨーグルトよりも腸内細菌叢での発酵を促すことが、今回の *in vitro* 腸内細菌叢培養試験でわかった。これがヒトの腸内でも起きるかどうかは臨床試験を実施する必要があるが、腸内細菌叢の状態は人によって異なるため、乳酸菌のみが含まれる普通のヨーグルトの摂取では効果を十分に得られない人でも、ビフィズス菌とイヌリンが

ビフィズス菌+イヌリンは普通のヨーグルトよりも ビフィズス菌が有意に増加



【試験結果】腸内細菌叢への影響

添加されたヨーグルトを摂取することによって、その効果を得られる人の割合は増えると考えられる。ヨーグルトに免疫力が求められ、短鎖脂肪酸を増やすことの重要性が今後一層増していくことが想定される中、普通のヨーグルトに入っている乳酸菌に加えてビフィズス菌やイヌリンなどの腸内細菌のエサ（MACs）を摂取できるものが、ニューノーマル時代のヨーグルトと言えるだろう」と見解を述べました。

<登壇者プロフィール>



●松井 輝明（まつい・てるあき） 帝京平成大学 健康メディカル学部 健康栄養学科 教授
腸の奥からの健康を考える研究会 座長

日本大学医学部卒業。医学博士。1999年 日本大学板橋病院消化器外来医長就任。2000年 日本大学医学部講師，2012年 准教授。2013年 帝京平成大学健康メディカル学部健康栄養学科教授就任，現在に至る。

2001年 厚生労働省薬事食品衛生審議会専門委員，2003年 内閣府食品安全委員会専門委員，2000年 日本高齢消化器病学会理事，2015年 日本消化吸収学会理事。
消化器一般，機能性食品の臨床応用を専門に研究。



●福田 真嗣（ふくだ・しんじ）氏 株式会社メタジェン 代表取締役社長 CEO
慶應義塾大学 先端生命科学研究所 特任教授

2006年明治大学大学院農学研究科博士課程を終了後，理化学研究所基礎科学特別研究員などを経て2012年より慶應義塾大学先端生命科学研究所特任准教授，2019年より同特任教

授。2016年より筑波大学医学医療系客員教授, 2017年より神奈川県立産業技術総合研究所グループリーダー, 2019年よりマレーシア工科大学客員教授, JST ERATO 副研究総括を兼任。2013年文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞。2015年文部科学省科学技術・学術政策研究所「科学技術への顕著な貢献2015」に選定。同年, 第1回バイオサイエンスグランプリにて, ビジネスプラン「便から生み出す健康社会」で最優秀賞を受賞し, 株式会社メタジェンを設立。代表取締役社長 CEO に就任。専門は腸内環境制御学, 統合オミクス科学。著書に「もっとよくわかる! 腸内細菌叢 健康と疾患を司る“もう一つの臓器”」(羊土社)。全国の企業・学校・団体が協力し, おいしく, たのしく, ヘルシーに大豆を中心とした「まめ」を食生活にプラスするライフスタイルを推進しています。

創業以来, プラントベースドフード(植物由来の食素材)を開発・推進する業務用食品素材メーカーの不二製油株式会社(本社:大阪府泉佐野市, 代表取締役社長:大森達司, 以下不二製油)は, 世界初の食品加工技術USS(Ultra Soy Separation)製法^{※1}で作った豆乳クリームを使った豆乳クリームバター「ソイレブール」を発売いたしました。

〈〈本件に関するお問い合わせ先〉〉

「腸の奥からの健康を考える研究会」事務局

担当:佐藤(耕), 小山内, 竹田, 萩原

TEL:03-5771-9963

MAIL:cholabo@prinfo.jp

ミルク

至高の食品がわかる

伊藤 敏敏 著

■A5版 / 156ページ ■定価：(1900円 + 税)

■発行：エヌエフアイ

ミルク

至高の食品がわかる 伊藤 敏敏 著



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

まえがきより

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

第1章 ミルクの科学的特性 一秘められた力

1. ミルクは食糧として作り出される唯一の天然物
2. 牛乳、母乳その他の動物の乳はどのように違うのだろうか
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

現代チーズ学

編集

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



480 ページ超の大迫力！
 業界第一人者が集結！
 チーズ研究の必携書

チーズ研究の頭脳集結！
 熟成した研究成果を、
 じっくり書き上げた
 問い合わせ殺到の
 究極のチーズ技術書！

PDF 版いよいよ
 発売!!お問合せは
 エヌエフアイまで

- B5版/496ページ
- 定価:(本体4,500円+税)
- 発行:エヌエフアイ

The Contemporary Cheese Science

現代チーズ学 目次

1. チーズの歴史、食文化、分類および生産	
1.1 チーズの起源と歴史	大谷 元
1.2 チーズの食文化	村山 重信
1.3 チーズの分類と名称	村山 重信
1.4 世界のチーズの生産・輸出入と消費	伊藤 晋治
2. チーズの基礎科学	
2.1 乳の成分科学	石田 光晴
2.2 チーズ製造の基本フロー	齋藤 忠夫
2.3 乳酸菌スターターの科学	宮本 拓
2.4 キモシンによる凝乳機構	阿久澤良造
2.5 チーズの熟成機構	井越 敬司
3. チーズの製造技術と衛生管理	
3.1 クリームチーズ	岩附 慧二
3.2 モッツアレラチーズ	橋本 英夫
3.3 カッテージチーズ	久米 仁司
3.4 熟成型チーズ	田中 穂積
3.5 キモシン酵素利用の現状	高見 修平
3.6 プロセスチーズ	川崎 功博
3.7 チーズの包装技術	佐々木敬卓
3.8 チーズ製造の衛生管理	柳平 修一 鈴木 明 花形 吾朗
4. チーズの機能性	
4.1 チーズの微細構造	木村 利昭
4.2 一次機能	根岸 晴夫
4.3 二次機能	井筒 雅
4.4 三次機能	堂迫 俊一
4.5 チーズとホエイに含まれるタンパク質の免疫科学	大谷 元
5. ホエイ成分の高度利用	
5.1 チーズホエイとその成分別調製技術	元島 英雅 野島 一晃
5.2 機能性オリゴ糖	浦島 匡
5.3 機能性ホエイ味噌	六車三治男
6. チーズの諸制度と知的財産権	
6.1 チーズの規格基準と表示規制	石田 洋一
6.2 チーズの知的財産権	工藤 力
7. 近未来のチーズ学	
7.1 チーズ製造技術の変遷と進歩	相澤 茂
7.2 近未来のチーズ製造技術	市橋 信夫
7.3 新しいタイプの機能性チーズの開発	松尾 光郎
7.4 スターター乳酸菌における遺伝子組替え技術の応用	佐藤 英一

お申し込み・お問い合わせは、
 FAX・お電話・WEB にて

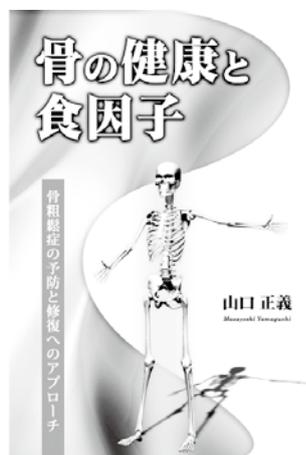
電話: 042-312-0836

FAX: 042-312-0845

エヌエフアイ合同会社

好評発売中

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



■ 著者 / 山口 正義 (やまぐち まさよし)

骨の健康と食因子

骨粗鬆症の予防と修復へのアプローチ

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

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

www.newfoodindustry.com

ニューフードインダストリー 第62巻 第11号

印刷 令和 2 年 10月20日
発行 令和 2 年 11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 ○一九店 当座0324817

印刷所 株式会社メイク
定価 本体2,500円 + 税 (送料120円)

e-mail: newfood@newfoodindustry.com

New Food Industry 投稿規定

1. 本誌 New Food Industry は、食品に関する原著論文、総説、ノート、解説、特集原稿、国内新製品紹介、海外レポート、随想および各種研究会会告等を掲載します。
2. 投稿原稿は、日本語または英語を標準とし、欧語は使用しないでください。

和文原著論文、総説、ノート、解説には、和文タイトル、著者名および所属機関名（所在地）、次に英文タイトル、著者名、所属機関名（所在地）をつけ、本文の前に必ず7つ以内のキーワード（英語と日本語）を加える。原著論文、総説、ノートには、400単語程度の英文 Abstract をつけます。また、総説、解説等については出来れば Graphic abstract で本文の概要を説明してください。

英文原稿には、7つ以内の英語のキーワード、末尾に、和文タイトル、著者名および所属機関名（所在地）、7つ以内の和文キーワードおよび和文要約を書き入れてください。
3. 原著論文、ノート、総説については編集委員会にて査読者を選出し査読を行います（総説は査読希望があるものについて査読をします）。また、研究解説、特集等に関しては各著者の責任において投稿いただきます。

査読される原著論文は、未発表の新規知見を含み食品科学・食品の機能性等の発展に寄与するものとし、ノートは、食品業界の発展に寄与する短報とします。総説はすでに発表されたもので新たに加筆、修正をし、食品科学の知見に基づいた機能、官能評価、開発のための価値の高い研究論文などを対象とします。また、研究論文の著者が複数の場合、その責任者（研究室長・教授）等の責任において発表し、査読希望の場合に限り査読を行います。

原稿の取扱いは、編集委員会に一任され、査読を行う原稿は、編集委員会の判断で査読者を2人以上選出し掲載可の判断がされた後、編集作業にかかります。
4. 原稿はすべて A4 ワードドキュメントに、和文は横書きで40字×35行、英文の場合は72字×35行を標準とします。
5. 論文の長さは、本誌印刷時に原著論文では8～12頁（ワード頁で10～20）以内、ノートでは4頁以内とします。
6. 和文原稿はひらがな、新仮名遣いとし、物質名や学術用語などに対して欧語を用いないこと。研究に用いた機器試薬名は一般名と商標登録名、メーカー名、所在地を記載します。
7. 本文および文献中の学名やジャーナル名はイタリック、ジャーナルの巻数はボールドとします。
8. 図・写真・表並びに説明文は、別稿で提出してください。
9. 図表の挿入希望位置は、原稿欄外に指示してください。
10. 数字はすべてアラビア数字を用い、数量の単位は SI 単位を基本とする。単位および述語の略字例は次の通り。
km, m, cm, mm, L, mL, m², kg, g, mg, mol, mmol, mM, pH, b.p., f.p., MW, V, A, N, M, Rf 等
11. 引用文献は、本文中での引用順に片括弧付きの上付き番号を付して記載します。
12. 引用文献リストは、本文の後に番号順にまとめて記載します。
13. 原稿の校正は、初校・再校まで著者が行い、大幅な修正、加筆は不可。三校以降は希望があれば行います。
14. 掲載された論文は、論文公開検索システム等に採択されます。掲載論文の著作権は、エヌエフアイ合同会社に帰属します。
15. 掲載された論文は、出版元の許可を得れば頒布、複製、著者 HP での公開をしてもよい。



New Food Industry

エヌエフアイ合同会社

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

