

New Food Industry

New food indust. 62 (1): 2020.

2020
1

シリーズ

健康食品の有効性・安全性評価におけるヒト試験の現状と課題
—制度の変遷と安全性試験—

研究解説

◆腸内細菌叢由来水素ガス産生乳飲料のドライアイ予防効果

製品解説

衣食住から医食住へ 働き方改革の折に

新素材解説

炎症性サイトカイン産生と破骨細胞分化に対する
Cynara scolymus L.由来シナロピクリンの抑制効果

新春特別企画 ダイバーシティ・マネジメント

New Food Industry Editorial Board

■ボードメンバー（五十音順 敬称略）

大石 隆介	Ryusuke Oishi	明海大学 経済学部経済学科
岡 希太郎	K itaro 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	T adao Saito	東北大学
坂上 宏	H iroshi Sakagami	明海大学歯科医学総合研究所 (M-RIO)
史 海 霞	H aixia Shi	上海交通大学医学院第九人民医院
白瀧 義 明	Y oshiaki Shirataki	城西大学薬学部生薬学講座
須見 洋行	H iroyuki Sumi	倉敷芸術科学大学
早田 邦康	K uniyasu Soda	自治医科大学附属さいたま医療センター
日比野 康英	Yasuhide Hibino	城西大学大学院 薬学研究科
津田 孝 範	T akanori 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
豊 崎 俊 幸	Toshiyuki Toyosaki	香蘭女子短期大学 食物栄養学科
牧 純	J un Maki	松山大学薬学部
増田 宜子	Y oshiko 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	S higeo Miyao	東京家政大学
山口 正 義	Masayoshi Yamaguchi	University of California, Los Angeles (UCLA), 医学部
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
渡部 保 夫	Yasuo Watanabe	愛媛大学大学院農学研究科

謹賀新年

OHTA RYU

<http://www.ohtaryu.co.jp>

太田隆株式会社

代表取締役 太田 隆之

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-1
電話 (03) 3662-2721 FAX (03) 3662 2725

おかげさまで 140 年

<http://www.kuratani-kagaku.jp>



倉谷化学産業株式会社

代表取締役社長 倉谷 宏孝
e-mail : hiro@kuratani-kagaku.co.jp



本 社 〒103-0008 東京都中央区日本橋中洲12-10
電 話:03-3668-6781(代) FAX:03-3668-6790
大阪営業所 〒530-0047 大阪市北区西天満3-12-2 ユニ老松ビル5F
電 話:06-6364-6707(代) FAX:06-6364-3734
茨城工場 〒300-1542 茨城県取手市神住709
電 話:0297-85-8009 FAX:0297-85-8669

小堺化学工業株式会社

KOSAKAI CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD

代表取締役社長 小堺 裕一郎

本 社 〒103-8313 東京都中央区日本橋富沢町11-7
KCI ビルディング
本 社 電話 (03) 3662-4701 (代)
大阪営業所 電話 (06) 6543-4701 (代)
静岡営業所 電話 (054) 686-4701 (代)
<https://www.kosakai.co.jp>

株式会社コスモ

代表取締役社長 岡田 典子

本 社 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町12番2号東屋ビル8階
電話 (03) 3249-0390 FAX (03) 3666-2165
E-mail : headoffice@cosmo-foods.co.jp

湘南化成株式会社

代表取締役 豊田 進

〒101-0024 東京都千代田区神田和泉町1-7-14
(和泉ビル)
電 話 (03) 3863-3302 FAX (03) 3864-1639
E-mail:shonankasei@car.ocn.ne.jp

株式会社 食品資材研究会

代表取締役 平井 朋美

〒101-0038 東京都千代田区神田美倉町10番地 喜助新神田ビル
電話 (03) 3254-9191(代) FAX (03) 3256-9559



TOTAL PRINTING ADVISOR

株式会社メイク

代表取締役 吉満 隆文

〒162-0801 東京都新宿区山吹町350番地 メイクビル
電話 (03) 5228-2931 FAX : (03) 5228-2445
URL : <http://www.make-print.co.jp/>
<https://atmake.tokyo/>

理研ビタミン株式会社

代表取締役社長 山木 一彦

〒101-8370 東京都千代田区神田三崎町2-9-18
電 話 (03) 5275-5111(大代表)



胡麻を通じて健康を科学する。
～香と機能、個性ある胡麻をお届けします～

株式会社 わだまんサイエンス

<http://www.wadaman-s.com/>

代表取締役社長 深堀 勝謙

〒604-0845 京都市中京区烏丸御池上る二条殿町546 NT都ビル9F
電 話 (075) 222-7318 FAX (075) 222-0318

NFI エヌエフアイ合同会社

New future's information

<http://www.nfi-llc.co.jp>

最高執行責任者 渡邊 力
Chief Operating Officer

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
編集室: Tel/Fax : 042-326-6258

シリーズ 健康食品の有効性・安全性評価におけるヒト試験の現状と課題

■ 制度の変遷と安全性試験—

鈴木 直子, 田中 瑞穂, 佐野 友紀, 柿沼 俊光, 馬場 亜沙美, 山本 和雄 1

研究解説

■ 腸内細菌叢由来水素ガス産生乳飲料のドライアイ予防効果

角 沙樹, 川島 素子, 坪田 一男, 松本 光晴 10

新春随想

■ 知っておきたい日本の食文化 その十 昭和の豊食と平成の飽食, 崩食を省みる

橋本 直樹 16

連載解説

■ 新解説 グルテンフリー食品へのハイドロコロイドの利用

瀬口 正晴, 竹内 美貴, 中村 智英子 27

製品解説 三菱ガス化学株式会社

■ 衣食住から医食住へ 働き方改革の折に

君塚 健一, 村井 克之, 田代 憲史, 杉本 和志, 佐藤 守悟 36

新素材解説

■ 炎症性サイトカイン産生と破骨細胞分化に対する *Cynara scolymus* L. 由来シナロピクリンの抑制効果

渡辺 典久, 佐藤 秀一, 田中 清隆, 今井 健一 39

連載 漢方の効能

■ 口腔内外科処置に対する鶏血藤配合剤の利用について

佐々木 悠, 鈴木 光雄, 岡部 葉子, 渡辺 秀司, 遠山 歳三, 両角 旦, 坂上 宏, 浜田 信城 45

News Release

■ 北米の料理業界にフードロス対策にも役立つ素材を提案 名門料理大学 CIA でトップシェフらにワークショップを開催

株式会社林原 78

新春特別企画 ダイバーシティ・マネジメント

■ いま求められている多様性を考える ～3 大学連携シンポジウムより

坂上 宏 49

■ 注目を集めるダイバーシティ ～帰属を意識した包括的な環境づくりと目指す「共生」社会

真殿 仁美 52

■ 国際情勢を客観的に捉える方法

天野 修司 58

■ An economic analysis of a diversifying society: The employment of females and foreigners in Japan

Ryusuke Oishi 64

てるこ先生のこころの栄養学

■ 蚕からの贈り物 4 令和の絹物語

中村 照子 69

連載 デンマークの通信

■ デンマークの宅食

Naoko Ryde Nishioka 74

連載 野山の花 ― 身近な山野草の食効・薬効 ―

■ ウメ *Prunus mume* Siebold et Zucc. (*Armeniaca mume* (Siebold et Zucc.) de Vriese) (バラ科 Rosaceae)

白滝 義明 76

世界から、優れた「自然の恵み」を提供します

アンテスの母なる穀物 **キヌア**



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

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

取扱い製品

- ◆キヌア粒
- ◆有機キヌア粒



大日本明治製糖株式会社

食品営業部 〒103-0027 東京都中央区日本橋1-5-3 TEL (03)3271-0755 <http://www.dmsugar.co.jp>



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®

自然の恵みを運ぶ

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(塩野日生ビル6F) TEL(06)6203-6918 FAX(06)6233-3606 <http://www.maruzenpcy.co.jp>

リグナンリッチ 黒胡麻マイクロパウダー

(60メッシュ 90%パス セサミン0.8%)

「通常のすりごまより香りが広がる」
セサミンリッチな黒胡麻です。

～プロテイン飲料、菓子、スープ、トッピング等へ～

～リグナンリッチ黒ごまで栽培された～

胡麻若葉末

●有機認定(島根産)
●九州産(鹿児島)

※特許査定を受けました ※急性毒性、変異原性試験、ORAC値測定
※黒酢との比較でACE活性阻害作用を確認 ※「リグ菜」商標出願中

●胡麻若葉、リグナン胡麻等の情報はこちらをご覧ください。

<http://gomadensetsu.com>

胡麻の伝説

●リグナンリッチ黒胡麻ペースト
(セサミン規格値0.8%)

●リグナンリッチ黒胡麻油
(セサミン規格値1.2%)

●発酵胡麻ほか

●チアシード

「胡麻若葉」のブランド名が商標登録査定を受けました。
(2017年3月末)



リグナンリッチ黒胡麻で栽培
された、胡麻若葉です。

■登録NO: 5939137



胡麻を通じて健康を科学する。
～香と機能、個性ある胡麻をお届けします～

株式会社

わだまんサイエンス

本社 〒604-0845 京都市中京区烏丸御池上る二条殿町546
TEL 075-222-7318 / FAX 075-222-0318
<http://www.wadaman-s.com>

—制度の変遷と安全性試験—

鈴木 直子 (SUZUKI Naoko)^{1*} 田中 瑞穂 (TANAKA Mizuho)¹ 佐野 友紀 (SANO Yuki)¹
柿沼 俊光 (KAKINUMA Toshihiro)¹ 馬場 亜沙美 (BABA Asami)¹ 山本 和雄 (YAMAMOTO Kazuo)¹

Key Words : ヒト試験, 健康食品, 特定保健用食品, 機能性表示食品, 安全性

Current Status and Issues of Clinical Trials for Efficacy and Safety Evaluation of Health Foods —Changes in the system of "Food with health claims"—

Keywords: clinical trials, health food, Foods for Specified Health Uses (FOSHU), Foods with Function Claims, safety evaluation

Authors:

Naoko Suzuki^{1*}, Mizuho Tanaka¹, Yuki Sano¹, Toshihiro Kakinuma¹, Asami Baba¹, Kazuo Yamamoto¹

*Correspondence author: Naoko Suzuki

Affiliated institution

¹ ORTHOMEDICO Inc.

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

はじめに

特定保健用食品（トクホ）や機能性表示食品の制度下において、ヒト試験の重要性は極めて高くなっている。また、健康食品の安全性や有効性に対して不安を感じる消費者も多く、ヒト試験でのエビデンスが求められている。しかし、食品を用いた臨床研究の実施は医薬品と異なり、詳細な試験デザイン・統計解析手法の規定が存在しないため、科学的な妥当性に欠ける試験も多く見受けられる。本稿では、弊社オルトメディコがこれまでに培ってきた経験を基に、健康食品に関する制度の変遷や食品のヒト試験と医薬品の臨床試験との違い、安全性試験を中心にヒト試験に用いられる試験デザインや統計手法を紹介するとともに、適正なヒト試験実施において留意すべき点を検討する。

1. 健康食品の制度と消費者の関心

1-1. 健康食品に関する制度の変遷

日本における食品の機能性表示の規制は、昭和46年6月1日付厚生省薬務局長通知「無承認無許可医薬品の指導取締りについて」（薬発第476号）に始まり、消費者にとっての医薬品と食品の概念を混乱させることや、消費者が正しい医療を受ける機会を逸し、疾病が悪化するといった保健衛生上の危害が発生することを未然に防ぐために「医薬品の範囲に関する基準」が制定された。この規制により食品の機能性表示は事実上不可能となったが、その後1984年に始まった文部省の特定研究「食品機能の系統的解析と展開」¹⁾をきっかけに、「栄養」と「おいしさ」に加えて食品成分の生体調節・生体防御面の働きを指す「三次機能」が注目され、盛んに研究

¹ 株式会社オルトメディコ * 責任著者

〒112-0002 東京都文京区小石川 1-4-1 住友不動産後楽園ビル 2 階

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

が行われるようになった。そこで、厚生労働省所管の制度としてこれらの研究成果の実用化を睨んだトクホが1991年に創設され、ビタミン・ミネラル等の機能性表示を認める栄養機能食品制度が2001年に開始された。

トクホと栄養機能食品制度により食品の機能性表示が可能となったが、表示内容は国が決定することになっており、栄養機能食品については対象成分が限定されている。また、トクホについては、その安全性や有効性について最終製品を用いたヒト試験が必要であり、動物やヒトに対する科学的試験に掛かる費用は数千万円程度であり、保健用途や関与成分によって総額が2億円程度に達する場合もある²⁾。また、トクホ取得には申請から認可されるまで3~5年程度掛かることが多く、莫大な時間や費用が必要となることから²⁾、中小企業にはハードルの高いものであることが課題とされてきた。第2次安倍内閣において設置された規制改革会議では、既存のトクホや栄養機能食品の制度改良に加え、いわゆる健康食品や、農林水産物などの生鮮食品の機能性表示を可能とすることで、食品産業の活性化を図るとともに、国民が自らの健康を自ら守るための情報を企業の責任のもとで提供することが提言された³⁾。この提言は、「規制改革実施計画」や「日本再興戦略」にも盛り込まれ、2013年6月に閣議決定、2015年4月に機能性表示食品制度が開始されることとなった。

機能性表示食品は、事業者の責任において科学的根拠に基づき、健康の維持・増進に資する機能性を表示することができる食品である。制度の主な特徴として、①疾病に罹患していない者を対象としていること、②生鮮食品を含め、原則としてすべての食品が対象となること、③届出内容が消費者庁のwebサイトで公開されること、④安全性や機能性の科学的根拠に関する情報、生産・製造および品質の管理体制、健康被害の情報収集体制などについては国で審査を行うのではなく、申請者が事前に届け出ること、⑤機能性の科学的根拠は臨床研究またはシステマティックレビュー（SR）により説明されること、が挙げられる^{4,5)}。SRとは、ランダム化比較試験のような質の高い複数の臨床研究をあらかじめ定めた基準と方法のもとで網羅的に収集し、集められた情報を批判的に吟味した上で評価を行うことである。

これらの5つの特徴は、機能性をわかりやすく示した食品の選択肢を増やし、消費者が自主的かつ合理的に商品選択を行うことを期待したものである。

1-2. 機能性表示食品制度の現状と消費者の関心

2016年に公益社団法人日本通信販売協会 サプリメント部会が20~79歳の男女を対象に実施した調査によると、最近1年間にサプリメントを摂取したことがある者（以下、サプリメント摂取者）は全体の約40%を占めた⁶⁾。サプリメント摂取者が感じているサプリメントに対する不満や不安のうち、「本当に効果があるかわからない」が57.4%にのぼり、その他に「何の成分や栄養素を摂れば良いかわからない」という情報不足の不安を挙げる声も多く、購入時に「製品の品質・安全性」や「製品の科学的根拠」を重視する利用者が多いことが示唆された⁶⁾。また、サプリメント非摂取者がサプリメントを摂取しない理由として、「本当に効果があるかわからない」が41.9%と最多であり、「安全性に不安」、「体に害がないか不安」という安全面に関する不安が続いた⁶⁾。弊社が2016年にサプリメント非摂取者を対象として実施したアンケートにおいても、使用しない理由に「効能がよくわからないから」を挙げた者が最も多く、サプリメントを選ぶ際に価格や成分と並んで効能を重視する者が多かった⁷⁾。これらの調査結果からも、消費者が健康食品のエビデンスに懐疑的であることが伺える。

2019年7月17日時点で、機能性表示食品の届出数は2203件（撤回を含む）である。その多くは、SRによって機能性を評価しており、最終製品によるヒト試験を実施したものは148件にとどまっている。その背景として、中小企業者および小規模企業者による届出が約7割を占めていることから⁴⁾、ヒト試験よりもコストが低く、調査結果の使い回しが可能なSRを選択する届出者が多いこと、多額の費用をかけた最終製品を用いたヒト試験が困難な届出者が少なくないことが推察される。また、最終製品を用いたヒト試験を機能性表示食品の科学的根拠として提示する場合、査読付き論文として試験結果を公表する必要があることも障壁の一つであると考えられる。しかし、SRによる結論を科学的根拠として用いた場合、先行研究の調査を行うのみで、商品を実際に口にすることがないまま機能性表示食品の

届出が完了してしまう可能性もある。機能性関与成分ではなく実際に消費者が口にする最終製品の有効性および安全性を確認する場合や、食経験の少ない成分を含有する場合、先行研究が少ない独自性のあるヘルスクレームを謳う場合^{8,9)}などはヒト試験を実施することでエビデンスを取得することが望ましい。つまり、消費者が抱いている製品の安全性、有効性に対する不安を無くすための施策の1つとして最終製品を用いたヒトでの検証が重要であると考えられる。

本稿では、弊社のこれまでの経験をもとに、食品の安全性検証を目的としたヒト試験に用いられる試験デザインや統計手法、解析における留意点を紹介していく。

2. 食品と医薬品の開発の違い

2-1. 食品と医薬品の違い

経口摂取するものは、食品と医薬品のどちらかに大きく分類される。一般的に、食品は生命の維持や生活の質を向上するため、医薬品は疾患を治療するために用いられる。法規制からもその違いは明確であるが、国によって捉え方が異なる点もある。

EU では、食品は欧州議会・理事会規則 (EC) No 178/2002 において、加工の有無にかかわらず、ヒトによって摂取されることを意図した、あるいは摂取されることが予想される物質や製品と定義されている^{10,11)}。なお、欧州議会・理事会規則 (EC) No 2015/2283 により、1997 年 5 月 15 日以前に EU 内で相当量の食経験がない食品は新規食品 (novel food) と見なされ、欧州委員会の認可を受ける必要がある^{12,13)}。食経験のある食品が原料であっても、抽出や濃縮などの化学的・物理的な変化が生じている場合は、そのものの食経験がないため認可が必要となる¹³⁾。一部の植物は用途により食品と医薬品の両方に使用されているが、医薬品として利用される場合は欧州医薬品庁による安全性・有効性評価を別途受ける必要がある¹⁴⁾。一方、医薬品は欧州議会・理事会指令 2001/83/EC において、ヒトの疾患を治療または予防するための特性を有する物質および配合、あるいは薬理学的、免疫学的作用または代謝作用によって生理機能を回復、補正、修正する、もしくは医学的診断を目的としてヒトに使用または投与する物質および配合と定義されている^{10,15)}。

アメリカにおいては、食品と医薬品は連邦食品・医薬品・化粧品法 (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act; FD&C Act) において定義されており、食品は、①ヒトまたは他の動物のための食品または飲料に使用される物品、②チューインガム、③上記の成分に使用される物品と定められている¹⁶⁾。一方医薬品は、①アメリカ薬局方に収載されている物質、②ヒトや他の動物の疾病の診断、治療、予防に使用することを意図した物質、③ヒトや他の動物の身体の構造や機能に影響を与えることを意図した食品以外の物質、④上記の成分に使用される物質と定義されている¹⁶⁾。健康食品に関しては 1994 年に制定されたダイエタリーサプリメント健康教育法 (Dietary Supplement Health and Education Act; DSHEA) において、食事の補完を目的として栄養成分を含有し、経口摂取する製品と定義されており、物理的形態によらず医薬品ではなく食品に分類される^{13,14,17)}。健康食品に使用できる成分は EU と同様に食経験のあるものもしくは新規食品として認可を受けたものに加え¹⁷⁾、一般的に安全と認められる物質 (generally recognized as safe; GRAS) を使うこととされている¹³⁾。GRAS は、1958 年の食品添加物に関する法律の改定とともに定義され、①意図した使用の条件下において科学的に安全であると認められる場合、②1958 年 1 月 1 日以前の食品への一般的な使用に基づく経験を通じて安全であると認められる場合に GRAS として分類される^{13,18)}。1997 年以降は、自己認証による GRAS (Self determined GRAS) と届出による GRAS (GRAS Notification) の 2 種類を施行しており、前者は自己判断のため届出の必要はない¹⁹⁾。後者の場合は、成分分析結果や製造方法、食品添加物に準じた安全性試験による科学的根拠の提出が必要となる^{18,19)}。

日本において、食品は「食品衛生法」、医薬品は「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律 (薬機法)」とそれぞれ別の法律の規制を受ける。そして、各法律によって、食品と医薬品はそれぞれ次のように定義されている。食品は食品衛生法において、薬機法に規定する医薬品と医薬部外品以外のすべての飲食物と定められている²⁰⁾。一方、医薬品は日本薬局方において、ヒトまたは動物の疾病の診断、治療または予防に使用されることが目的とされているもののうち、機器器具等でない

ものと定められている²¹⁾。つまり、定義上経口摂取するもののうち医薬品を除いたすべての飲食物が食品である。しかしながら、食品の中には、健康機能に有益な機能成分を含有し、疾患の予防だけでなく、治療にも有効と考えられるものもあり、食品と医薬品の間に明確な境界線を引くことは難しく、国によってその捉え方も異なる。例えば、イチョウ葉エキスは日本では食品であるが、欧州では医薬品として用いられている²²⁾。このように真の意味で食品と医薬品の間に明確な境界線は引けない中で、日本における食品と医薬品の安全性評価は大きく異なる。次の節では、この違いについて紹介する。

2-2. 安全性の評価の違い²³⁾

前述したように安全性評価は、医薬品と食品で大きく異なる(表1)。一般的な食品は食品衛生法に基づく規制以外には、ヒトが摂取する際の安全性を担保する規制はない。それに対して、医薬品の場合、最初に細胞を用いた *in vitro* 試験の後、動物を用いた *in vivo* 試験等を実施し、安全性を確認する必要がある。このようにヒトを対象としない様々な試験を経て初めて、ヒトに対する投与試験が行われ、それらの試験によりヒトにおける安全性と副作用を把握してから上市される。医薬品では、厳しい規制があるのに対して、食品にそのような規制がないのは、食品は膨大でかつ長時間の食経験があるからである。これまで人類が摂取してきた膨大な食経験により安全性は担保されているのである。

しかしながら、食品として分類されるトクホや機能性表示食品をはじめとした健康食品に対して、食経験による安全性は担保できるとはいえない。実際に食経験があるといっても、食されていた期間が短い場合やきわめて遠い過去にしか摂取されていなかった場合など、食経験の証明が困難なこともある。日本では公式な食経験の定義はないが、EU やアメリカでは25年²⁴⁾、オーストラリアやニュージーランドでは2～3世代あれば十分とされている²⁵⁾ また、十分な食経験があったとしても、摂取量や摂取方法が異なったり、一部の成分だけを抽出したりしたものであれば、その元になった食品の食経験をもってそれらが安全であると判断するには問題がある。他にも、上市されている健康食品の中には、成分の組合せによっては副作用や有害事象を引き起こ

表1 医薬品と食品の安全性評価の違い(一部改変)²³⁾

医薬品	構造式決定と有害作用の理論的検証 細胞やレセプターを用いた <i>in vitro</i> 試験 動物やヒト組織を用いた <i>ex vivo</i> 試験 動物を対象とした <i>in vivo</i> 試験 第Ⅰ相単回投与試験 第Ⅰ相反復投与試験 第Ⅱ相臨床試験(探索的臨床試験) 第Ⅲ相臨床試験(検証的臨床試験) 第Ⅳ相臨床試験(市販後臨床試験)
食品	膨大かつ長期間の食経験 味覚 食欲 食品衛生法に基づく規制

※表1における食品とは、トクホ、機能性表示食品および栄養機能食品を除いた食品を指す。

す可能性があるものもある。その事例の1つとして、ピロリジンアルカロイドを含む植物(例えば、コンフリー、西洋フキ、フキタンポポなど)と肝薬物代謝酵素を活性化する素材の組み合わせがある。ピロリジンアルカロイドは、肝臓のCYP3AによってN-oxideや共役ジエンピロールに変換され、強力なアルキル化剤としてタンパク質や核酸と反応し、肝臓がんや肝機能障害などを引き起こすことが報告されている²⁶⁾。つまり、1つずつの食経験はあったとしても、複数成分を組み合わせた際に引き起こされる事象に対しては既知の情報が限られており²⁷⁾、安全性を担保することはできない。

このように、健康食品の多くは食経験だけで安全性を担保することは困難であると考えられるため、トクホでは、変異原性試験や染色体異常試験、急性毒性試験、亜急性毒性試験、ヒト過剰摂取試験(4週間以上)、ヒト長期摂取試験(12週間以上)などが義務付けられている²⁸⁾。

3. 安全性評価における試験デザイン

3-1. トクホにおける試験デザイン²⁸⁾

前述したように、現在、トクホにおけるヒトに対する食品の安全性評価に関しては、ヒト過剰摂取試験(28日)、ヒト長期摂取試験(90日)などが義務づけられている(表2)。これらの試験は、健常者から疾病の境界域の者に至るまでの範囲において、目的とする用途の対象として適切な者(妊婦や小児は除く)を対象とする。また、サンプルサイズに関

表2 ヒト過剰摂取試験およびヒト長期摂取試験の概要²⁸⁾

試験種別	ヒト過剰摂取試験	ヒト長期摂取試験
試験デザイン	二重盲検並行群間比較試験または非盲検試験	
対象者	健常者から疾病の境界域の者に至るまでの範囲において、目的とする用途の対象として適切な者（妊婦や小児は除く）	
サンプルサイズ	統計学的手法によって有意差検定が可能なサンプルサイズ	
用量	1日摂取目安量の3倍量（過剰量が摂取しやすいと考えられる食品（食品形態が錠剤またはカプセル等）の場合は、1日摂取目安量の5倍量）	1日摂取目安量
摂取期間	4週間以上	12週間以上
検査間隔	2週間ごと	4週間ごと
評価項目	血液生化学検査 血液一般検査 尿検査 医師による診察、問診 診断指標として、診断基準ガイドラインなど学会等で認められた測定項目（必要に応じて）	

しては、試験内容や実施方法によって異なるが、統計学的手法によって有意差検定が可能なサンプルサイズを確保する必要がある。安全性を評価するための検査項目は、原則として、血液生化学検査、血液一般検査および尿検査とし、併せて医師による診察や問診を行う。なお、必要に応じて、診断指標として診断基準ガイドラインなど学会等で認められた測定項目の追加を検討する。摂取期間や摂取量、測定ポイントについては、過剰摂取試験では、1日摂取目安量の3倍量（錠剤やカプセルのように、一度に過剰量を摂取することが容易であると一般的と考えられる食品の場合は5倍量）を1日に摂取し、2週間毎に検査を行い、4週間以上の摂取期間を設定する。一方、長期摂取試験では、1日摂取目安量を1日に摂取し、4週間毎に検査を行い、12週間以上の摂取期間を設定する。なお、過剰および長期摂取試験共に、必要に応じて後観察期間を設ける。このようにして、トクホの安全性の評価を行うよう示されている。

3-2. 有害事象を判別するために必要なサンプルサイズの設定と理想的な試験デザイン

ところで、食品の安全性評価はトクホの方法で十分な安全性を示せるのであろうか。医薬品における安全性評価では、一般に有害事象の発現率、重症度、発現時期、容量反応関係等の評価を行う²⁹⁾。これらの評価指標の中で、有害事象の発現率に着目すると、実際に有害事象を確実に確認するだけであれば、有

害事象の発現率が0.1%であった場合は約3000人、発現率が0.01%であった場合は約3万人の被験者が必要となる。統計学的に評価する際には、（検出力80%として）有害事象の発生率が5～10%の場合には1000人、1～2%の場合には5000人、0.1～0.2%の場合には少なくとも5万人が必要となる³⁰⁾。つまり、発現率が極めて低い有害事象から安全性評価する場合には、莫大な人数の被験者を募集し、試験を実施する必要が生じる。例えば、前述した条件を踏まえて、理想的な試験デザインを設計すると、とある食品の有害事象の発現率が1～2%と仮定した場合、5000人の被験者を追跡し、血液検査や尿検査、医師による診察、問診などから有害事象を総合的に評価する。もちろん、例にあげた試験は理想的ではあるが、食品業界において、莫大な被験者数を必要とする試験は運営的にも経済的にも困難な部分が多いのが現実である。このように、有害事象の発生率の低い食品の安全性の評価方法に関しては、さらなる検討が必要であると考ええる。

また、食品における有害事象の評価に関するその他の問題点として、有害事象が発生したとしても、自然治癒による回復などで医療機関を受診しなかった場合は表面化しにくいことが挙げられる。また、食品は医薬品と異なり入手ルートが多様であり、譲渡が可能なため、所在の追跡が困難である。そのため、食経験が少ない食品や濃縮したエキスなど、有害事象を引き起こすリスクが比較的高い原料を用いた健康食品を製造、販売する場合は、当該商品を購入

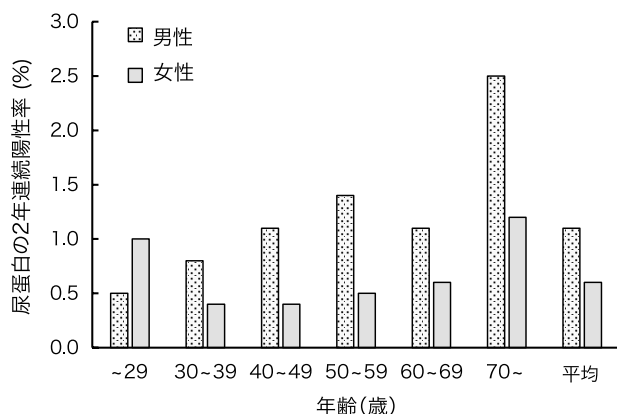


図1 尿蛋白の2年連続陽性率（一部改変）³¹⁾
(男性 28,894 例, 女性 30,909 例, 合計 59,803 例)

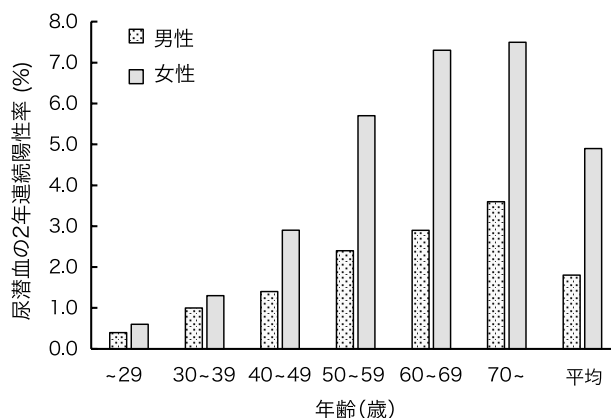


図2 尿潜血の2年連続陽性率（一部改変）³¹⁾
(男性 28,894 例, 女性 30,909 例, 合計 59,803 例)

入した消費者の背景情報を集積するなど、安全性を担保するうえで必要な施策を自主的に実施することが重要ではないかと考える。

4. 結果を解釈する際に気をつける必要がある項目偽高値等の評価

次にトクホで義務付けられている安全性評価を行う上で、注意する必要がある事項について紹介する。この評価法においては、しばしば基準値から外れた検査結果値を示す者が散見される。

まず、尿検査の基準値外に関して紹介する。例えば、尿蛋白では、陽性率は全年代の平均で男性が女性の1.8倍高いという報告がある（図1）³¹⁾。また性別を問わず、検査前の過激な運動や精神ストレス、肉の過剰摂取、熱い湯への入浴、起立性蛋白尿などの影響で尿蛋白が陽性にある事があるといわれている³²⁾。尿潜血においては、女性は年代を問わず陽性率が男性と比較して高く（図2）、尿中赤血球数は健常者であっても女性では男性の2倍程度であることが知られている³³⁾。女性の尿潜血結果を示した表3を例に挙げると、生理中の女性において潜血陽性率が高い傾向にある事が見て取れる。また、潜血陽性率は男女問わず加齢によっても上昇することが報告されている³⁴⁾。したがって、基準値外の結果を評価する際には、性周期や年齢などの背景因子も考慮する必要がある。他にも、尿中ケトン体においては、絶食などで糖質供給が不十分なときや組織におけるグルコースの利

用が低下したときに肝臓でのケトン体生成が亢進すること、運動や脂肪の過剰摂取、下痢などによって尿中のケトン体濃度が上昇することが知られている³⁵⁾。このように、評価項目以外の背景因子の影響が結果に現れることがあるため、検査と同時に医師による診察や問診を行い、試験参加者の健康状態を正確に把握しておく必要がある。

次に、血球検査の基準値外について紹介する。血

表3 生理と潜血

ID	生理の有無	尿潜血
1	生理中	(2+)
10	生理中でない	(-)
37	生理中	(-)
48	閉経	(-)
53	生理中でない	(+)
89	閉経	(+)
94	生理中でない	(-)
125	生理中	(+)
156	生理中	(+)

(-): 陰性(基準値) / (±): 擬陽性 / (+, 2+, 3+): 陽性

表4 血球数の生理的変動（一部改変）³⁶⁾

	RBC, Hb, Ht	WBC	Plt
加齢	低下	-	低下
性別	男性 > 女性	-	-
採血時の体位	臥位採血 < 立位採血		
採血部位	耳朶血 > 静脈血 > 指頭血	-	-
肥満	上昇	-	-
喫煙	上昇	上昇	-
運動	-	上昇	不定の変動
採血時のストレス	-	上昇	-

*RBC: 赤血球数, Hb: ヘモグロビン濃度, Ht: ヘマトクリット値, WBC: 白血球数, Plt: 血小板数

球検査における生理的変動に関しては、年齢や性別、採血時の体位、採血部位に加え、肥満や喫煙、運動のような生活習慣によって血球計数検査（血算）値が変動する（表4）。このような項目は、被験者の性質によるものであるが、他にも測定を実施する側の技術が血算値に影響を及ぼす場合がある。例えば、採血手技の不良や抗凝固剤との混和が不十分により、検体凝固が生じると、フィブリン塊に各血球が取り込まれ、各種血算値が偽低値を示す。他にも、正常な場合において白血球は赤血球よりも数が極めて少ないが、 5×10^9 /L 以上の白血球数の著増が見られる場合、赤血球と白血球の大きさがオーバーラップしているために、赤血球数が偽高値を示す。加えて、巨大血小板が大きさから赤血球や白血球と認識されたり、血球の凝集によって実際複数の血球が1つの血球として評価されたり、血糖値が500 mg/dL 以上や高Na血症などの高浸透圧状況下の血液を測定する場合には、血算測定時に等張液で希釈するため赤血球の大きさが変わってしまう等の要因から、血球検査の項目で偽高値や偽低値を示す場合がある。このように、被験者の性質だけではなく、技術的な影響により真でない血算値を示す場合がある³⁶⁾。

他にも、試験食品の摂取が測定値の評価に影響を及ぼす場合があるため、実例を紹介したい。クルクミンを含有した食品の過剰摂取安全性試験において、被験食品を摂取した一部の被験者の直接ビリルビンが基準値外を示した³⁷⁾。この試験では直接ビリルビンの測定には酵素法を用いており、この方法は食品に含まれる色素などの本来標的としない物質と反応することで、実際の値よりも高値であると誤認され、偽高値を示すことがあると報告されている³⁸⁾。この事例においては、被験食品に含まれるクルクミンはビリルビンと同様に黄色の色調であり、直接ビリルビンが基準値外の値を示した者は被験食品群にのみ存在していたことから、クルクミンの影響により一部の試験参加者の直接ビリルビンは偽高値を示した可能性が考えられた³⁷⁾。

これまでに示したように、性別や年齢、生活習慣、測定技術の影響、試験食品が測定法に対する影響を与えることによって、偽高値や偽低値等を示すことが考えられる。このように様々な因子が、そのような真でない結果を引き起こす可能性があるため、試

験食品摂取が安全であるかどうかは総合的かつ慎重に判断することが求められる。

5. 今後の展望

5-1. 機能性表示食品の科学的根拠としてのヒト試験の在り方

機能性表示食品制度の発展に伴い、以前から機能性が知られている成分の届出だけでなく、新たにヒト試験を実施することで機能性が明らかとなった成分の届出も増加している。ヒト試験により食品成分の有効性・安全性を正しく示すためには、試験の計画段階や論文等による結果の公表においても綿密な準備、検討が必要である。

試験計画段階では、ランダム化並行群間比較試験の報告事項チェックリストである CONSORT2010³⁹⁾ や、臨床試験プロトコルおよび関連文書への記載方法チェックリストである SPIRIT2013⁴⁰⁾ を念頭に置いた明確な計画設計が求められる。また、論文を発表する際には利益相反や UMIN 臨床試験登録システム（UMIN-CTR）などの臨床試験データベースの登録番号の記載を求められるケースが増加している。臨床試験データベースでは試験計画だけでなく、資金提供者や実施責任組織などについても記載が必要であり、試験の実施体制を透明化することが望まれる。

また、機能性表示食品の根拠論文の投稿先として、査読の方針や標準査読期間、投稿日、受理日や公開日などを明らかにしており、査読の透明性が高い雑誌が推奨されている²⁴⁾。PubMed や EMBASE などの学術論文データベースに索引されており、論文へのアクセスが容易であることや、日本で刊行されている雑誌であっても英文で執筆するなど、研究成果が世界中で活用できるようにすることも学術研究の意義として重要である²⁴⁾。さらに、出版規範委員会（Committee on Publication Ethics; COPE）やオープンアクセス学術誌要覧（Directory of Open Access Journals; DOAJ）、オープンアクセス学術出版社協会（Open Access Scholarly Publishers Association; OASPA）などのオープンアクセス団体に加盟しており、信頼性の高い出版社が刊行する雑誌を選ぶことが望ましい²⁴⁾。オープンアクセス誌の増加に伴い、投稿論文の学術的な品質保証をおざなりにし、査読・掲載費用の収入のみを狙った粗悪な学術誌（「ハゲ

タカジャーナル」とも呼ばれる)が問題となっている。このような雑誌への投稿は、不当な料金請求を受けるだけでなく、撤回に応じてもらえず他誌への再投稿ができなくなる、掲載されることで著者の業績の評価や研究の信頼性を著しく下げるなどの不利益が生じる可能性があるため、投稿先の選定は慎重に行う必要がある。

6. 最近の話題 - 群間差の考え方 -

一般社団法人 消費者市民社会をつくる会 (ASCON) 科学者委員会の調査によると、機能性表示食品の科学的根拠として提示された試験結果において、摂取 n 週間後における試験群の結果 T_n とプラセボ群の結果 P_n の差 (群間差) を採用している商品は 83% であった⁴¹⁾。一方、12% の商品では T_0-T_n と P_0-P_n の差、つまり試験群とプラセボ群の「前後差の差」を採用していた⁴¹⁾。トクホおよび機能性表示食品のヒト試験に関しては、各制度のガイドラインにおいて有効性は群間比較の差で評価することとされている^{5, 28)}。消費者庁食品表示企画課長通知⁴²⁾では、最終製品を用いたヒト試験では「試験食摂取群とプラセボ食摂取群との群間比較により肯定的な結果が得られる必要がある」と述べているものの、比較する結果についての明確な規定は設けられていない。医薬品の臨床試験の統計解

析ガイドラインである「臨床試験のための統計的原則」では、試験結果の評価に用いる変数は、研究領域においてコンセンサスが得られている規範と基準を反映しており、先行研究での使用実績がある信頼性・妥当性の確立したものを使用することが推奨されている⁴³⁾。経時的な変化を評価する場合は、変数の正確な定義や測定手順の妥当性、臨床的な適切さについて試験実施計画書に記載し、正当性を示す必要があるとしている⁴³⁾。つまり、医薬品の臨床試験では科学的な妥当性が示されていれば、評価指標や測定手順の指定はない。これまでに述べてきたように、食品と医薬品は安全性や有効性の評価方法、試験方法に様々な違いがあるが、結果の解析方法にも違いがみられる。

おわりに

本稿では、健康食品に関する制度の変遷、安全性評価試験を中心に食品のヒト試験の特徴や試験デザイン、解析における留意点、機能性表示食品の科学的根拠としてヒト試験を活用するにあたっての留意点を概説した。消費者の健康志向や食の安全への関心の高まりから、ヒト試験による有効性・安全性のエビデンス取得の需要は年々増加している。今後も科学的な妥当性の高いエビデンスが取得できるよう、我々は援助を続けていきたい。

参考文献

1. 文部省、藤巻正生：文部省特定研究食品機能の系統的解析と展開総括班：文部省特定研究 食品機能の系統的解析と展開 研究成果報告書、1988。
2. 三浦隆之、東洋新薬：トクホ日本一企業はこれからも他社ブランド生産を貫くのか？、福岡大学商学論叢 **53**(1): 45-64, 2008。
3. 規制改革会議：規制改革に関する答申～経済再生への突破口～、2013。
4. 赤崎暢彦：機能性表示食品制度のこれから、*Food style 21* **23**(1): 47-49, 2019。
5. 機能性表示食品の届出等に関するガイドライン (平成 27 年 3 月 30 日消食表第 141 号)、改正令和元年 7 月 1 日消食表第 131 号、2019。
6. 公益社団法人 日本通信販売協会 サプリメント部会：機能性表示食品制度に関する調査について、https://www.jadma.or.jp/pdf/2016/supplement_survey.pdf, 2019 年 7 月 10 日閲覧
7. Suzuki N, Yamamoto K, Kakinuma T, Onishi C, Li L, *et al.*: Current status surveys on non-users of dietary supplements' needs. *New Food Industry* **59**(1): 46-54, 2017。
8. Hoshino T, Yamashita S, Suzuki N, Baba A, Ogawa S, *et al.*: Impact of Acacia bark extract tablets on the skin of healthy humans: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Biosci Biotechnol Biochem* **83**(3): 538-50, 2019。
9. 風間亜紀、藤井文隆、橋本俊嗣、Verbruggen M、鈴木直子他：赤ブドウ葉乾燥エキス含有製剤の経口摂取による下肢のむくみ軽減効果。応用薬理 **83**(1/2): 1-7, 2012。
10. 日本貿易振興機構 農林水産・食品部 農林水産・食品課：EU 食品輸出ガイドブック、2018。
11. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Communities* **L 031**: 1-24, 2002。

12. Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on novel foods, amending Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council and repealing Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EC) No 1852/2001 (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Communities* **L 327**: 1-22, 2015.
13. 登田美桜, 畝山智香子: 海外のいわゆる「健康食品」に関する状況について. 薬誌 **138**(12):1531-6, 2018.
14. Binns CW, Lee MK, Lee AH: Problems and Prospects: Public Health Regulation of Dietary Supplements. *Annu Rev Public Health* **39**:403-20, 2018.
15. Directive 2001/83/EC of the European Parliament and of the Council of 6 November 2001 on the Community code relating to medicinal products for human use. *Official Journal of the European Communities* **L 311**: 67-128, 2001.
16. Federal Food, Drug, and Cosmetic Act. Public law 75-717, 2011.
17. Dietary Supplement Health and Education Act of 1994. Public law 103-417, 1994.
18. Code of Federal Regulations Title 21, Part 170, Subpart B - Food Additive Safety, 2018.
19. 財団法人 未来工学研究所: 先進国における健康食品に関する安全性評価のための調査報告書, 2007.
20. 食品衛生法 (昭和 22 年 12 月 24 日法律第 233 号). 改正平成 30 年 6 月 15 日法律第 53 号, 2018.
21. 医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律 (昭和 35 年 8 月 10 日法律第 145 号). 改正平成 28 年 12 月 16 日法律第 108 号, 2016.
22. 古倉聡, 古川敏一: 3. 健康食品と医薬品の分類 (食薬区分) と臨床試験. 臨薬理 **37**(3): 111-114, 2006.
23. 石川秀樹: 機能性食品の安全性と有効性の評価. 日補完代替医療会誌 **5**(1): 1-8, 2008.
24. 消費者庁: 機能性表示食品制度における臨床試験及び安全性の評価内容の実態把握の検証・調査事業 報告書, 2017.
25. 消費者庁: 食品の新たな機能性表示制度に関する検討会報告書, 2014.
26. 梅垣敏三: 健康食品の実態とその安全性・有効性. 食衛誌 **51**(6): 396-401, 2010.
27. 健康食品・サプリメント [成分] のすべて <第 6 版> 〜ナチュラルメディシン・データベース日本対応版. 日本医師会, 日本歯科医師会, 日本薬剤師会総監修, 田中平三, 門脇孝, 久代登志男他監訳. 東京, 同文書院, 2019.
28. 消費者庁: 「特定保健用食品の表示許可等について」 (令和元年 7 月 1 日付け消食表第 141 号): 別添 2 「特定保健用食品申請に係る申請書作成上の留意事項」, 2019.
29. 山崎文恵, 中林哲夫, 猿田克年: 医薬品の臨床評価に関する基本的な考え方と課題について. 医療機器学 **86**(5): 494-498, 2016.
30. Berlin JA, Glasser SC, Ellenberg SS: Adverse Event Detection in Drug Development: Recommendations and Obligations Beyond Phase 3. *Am J Public Health* **98**(8): 1366-1371, 2008.
31. 小野満也, 高田薫, 山口博, 佐藤博司, 石亀広樹他: 健康診断における検尿所見の検討. 日農村医会誌 **42**(5):1067-71, 1994.
32. 櫻林郁之介: 尿蛋白 (定性, 半定量, 定量). 今日の臨床検査 2013-2014. 櫻林郁之介 監修, 矢富裕, 廣畑俊成, 山田俊幸, 石黒厚至編. 東京, 南江堂, 31-3, 2013.
33. 油野友二, 滝野豊, 松村隆弘: 検査部に必要な血尿診断ガイドライン 2013 のポイント. 生物試料分析 **38**(4): 227-34, 2015.
34. 血尿診断ガイドライン編集委員会: 血尿診断ガイドライン 2013. 東京, ライフサイエンス出版, 4-16, 2013.
35. 櫻林郁之介: 尿ケトン体 (定性). 今日の臨床検査 2013-2014. 櫻林郁之介 監修, 矢富裕, 廣畑俊成, 山田俊幸, 石黒厚至編. 東京, 南江堂, 35-6, 2013.
36. 佐藤尚武: 4. 検査上, 可能性のある血球異常. 日老医誌 **51**(6): 531-5, 2014.
37. Takahashi T, Iio S, Takara T: Safety Evaluation of Theracurmin™ in Healthy Japanese Adults—A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled Parallel-group Study—. *Jpn Pharmacol Ther* **47**(7): 1097-113, 2019.
38. 吉田俊彦, 澤部祐司, 野村文夫: ビリルビン検査. モダンメディア **59**(5):119-24, 2013.
39. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC *et al.*: CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ* **340**: c869, 2010.
40. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC *et al.*: SPIRIT 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Ann Intern Med* **158**(3): 200-7, 2013.
41. ASCON 科学者委員会: 機能性表示食品の効果判定に関する新たな項目の設定について, <http://ascon.bz/wp-content/uploads/2019/02/%E8%A9%A6%E9%A8%93%E7%B5%90%E6%9E%9C%E3%81%AE%E5%88%A4%E5%AE%9A%E9%A0%85%E7%9B%AE%E8%BF%BD%E5%8A%A0%EF%BC%88ASCON%E7%A7%91%E5%AD%A6%E8%80%85%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%EF%BC%89.pdf>, 2019 年 7 月 10 日閲覧
42. 機能性表示食品に関する質疑応答集 (消費者庁食品表示企画課長通知; 平成 29 年 9 月 29 日消食表第 463 号). 一部改正令和元年 7 月 1 日消食表第 131 号, 2019.
43. 「臨床試験のための統計的原則」について (厚生省医薬安全局審査管理課長通知; 平成 10 年 11 月 30 日医薬審第 1047 号). 1998.

腸内細菌叢由来水素ガス産生乳飲料の ドライアイ予防効果

角 沙樹 (TSUNO Saki)¹ 川島 素子 (KAWASHIMA Motoko)² 坪田 一男 (TSUBOTA Kazuo)²
松本 光晴 (MATSUMOTO Mitsuharu)¹

Key Words: 腸内細菌, 水素ガス産生乳飲料, ドライアイ

はじめに

2007年にOhsawaら¹⁾により、水素ガスが生体に悪影響を及ぼす活性酸素種のみを選択的に還元することで、虚血再灌流障害を軽減することが報告されて以降、水素医学分野は急速に発展してきた。水素ガスが酸化ストレス誘発性の病態を予防、軽減することが多くの研究により示され、現在では抗酸化作用にとどまらず抗炎症作用や抗アポトーシス作用、抗アレルギー作用、エネルギー代謝の活性化等、多様な作用が報告されている²⁻⁴⁾。本稿では、我々が実施した眼に対する水素ガスの効果を腸内細菌叢由来の水素ガスを用いて調べた臨床試験⁵⁾の概要を紹介する。

1. ドライアイと水素ガス

ドライアイは、眼表面の乾燥による眼不快感、痛み、疲れなどの症状、視力障害も惹起し、悪化すると様々な身体的、精神的異常を訴える場合が多く、患者のQOLを著しく低下させる前眼部疾患である⁶⁾。ドライアイは、涙液量の減少や涙液の質の低下、すなわち涙液安定性（眼表面に涙液が留まる力）の低下等に伴う涙液機能の障害により病態が生じる。ドライアイの要因のひとつである酸化ストレスは、抗酸化物質により軽減し、涙液機能を改善することが知られている⁷⁻⁹⁾。また、様々な酸化ストレス誘発性の眼の損傷に対する水素ガスの保護効果も報告

されていることから¹⁰⁻¹²⁾、我々は生体への水素ガス供給がドライアイ症状を予防・軽減できる可能性があると考えに至った。

2. 腸内細菌叢由来水素ガス産生乳飲料の開発

水素ガスの摂取方法には水素ガス吸入法や水素ガス溶存水（水素水）の摂取等が知られている。水素ガス吸入は確実に水素ガスを供給できるがボンベや供給装置が必要で一般家庭での実施は簡単ではない。一方、水素水は簡易的に摂取できるが、水素ガスは体内に約20～30分間しか残存していない^{13,14)}。

そこで我々は、生体に多くの水素ガスを供給する手段として腸内細菌叢由来の水素ガスを利用する戦略を立てた。腸内細菌は、オリゴ糖類、糖アルコールなどの難消化性成分を分解する過程で、短鎖脂肪酸、CO₂などとともに水素ガスを産生し^{15,16)}、その水素ガスは門脈循環を介して全身に拡散することが知られている^{17,18)}。牛乳に含まれる乳糖もラクターゼが欠損しているアジア系人種では、大腸に届けば同様に水素ガスが産生される^{13,14)}。我々は、腸内細菌叢の個体差に関係なく、殆どの日本人の腸管内で水素ガスを産生できる難消化性食品成分（ガラクトオリゴ糖、マルチトール、グルコマンナン）を選出し、牛乳に加えた腸内水素ガス産生飲料（H₂産生飲料）を開発した。このH₂産生飲料は、摂取後3-11時間と長時間に渡り水素ガスが生体内を循環し、呼吸

¹ 協同乳業株式会社研究所 技術開発グループ
〒190-0182 東京都西多摩郡日の出町平井 20-1

² 慶應義塾大学医学部眼科学教室

ガスの曲線下面積値 (area under the curve: AUC) を指標に比較したところ、同量の水素水 (1.57ppm) と比較し、約 5 倍の水素ガスを供給できることが認められた¹⁴⁾。

3. H₂ 産生飲料の涙液安定性に対する効果

3-1. 被験者および試験方法

パソコン画面等のディスプレイ端末を用いた作業 (Visual Display Terminals: VDT 作業) を日常的に行っている健常成人 (20–60 歳) を公募し、眼の乾燥を感じたことがある 118 名の中から 2006 年に提唱された日本のドライアイ診断基準¹⁹⁾に基づき「ドライアイ確定」と診断されなかったドライアイ予備軍 54 名の被験者を選出した。その被験者を 2 グループに分け、H₂ 産生飲料またはプラセボ (共に 200mL) を 1 日 1 回、3 週間 (11 月～12 月の内の連続 3 週間) 摂取する無作為化プラセボ

対照二重盲検並行群間比較試験を実施した (試験 ID: UMIN000029577)。眼科検査 (涙液安定性の指標である Fluorescein Tear Break Up Time (fTBUT) 検査、涙液量の指標であるシルマーテスト)、眼の症状に関するアンケート (ドライアイの症状・日常生活への影響に関する 15 項目から成る質問票である Dry eye-related quality of life score (DEQS), Visual analog scale (VAS)) で眼の状態を評価した。なお、本試験では、無作為に割付された全患者集団 (ITT: Intention-to-treat) による解析とプロトコルに適合した集団 (PPS: Per protocol set) による解析を実施したが、本報には PPS 解析の結果のみを記載する⁵⁾。

3-2. 呼気中水素ガス濃度の変化

両群共に、水摂取時 (0 週目) には呼気中水素ガス濃度が増加しない (ベースラインとして水素ガスを多量に発生している腸内細菌叢を保有している被

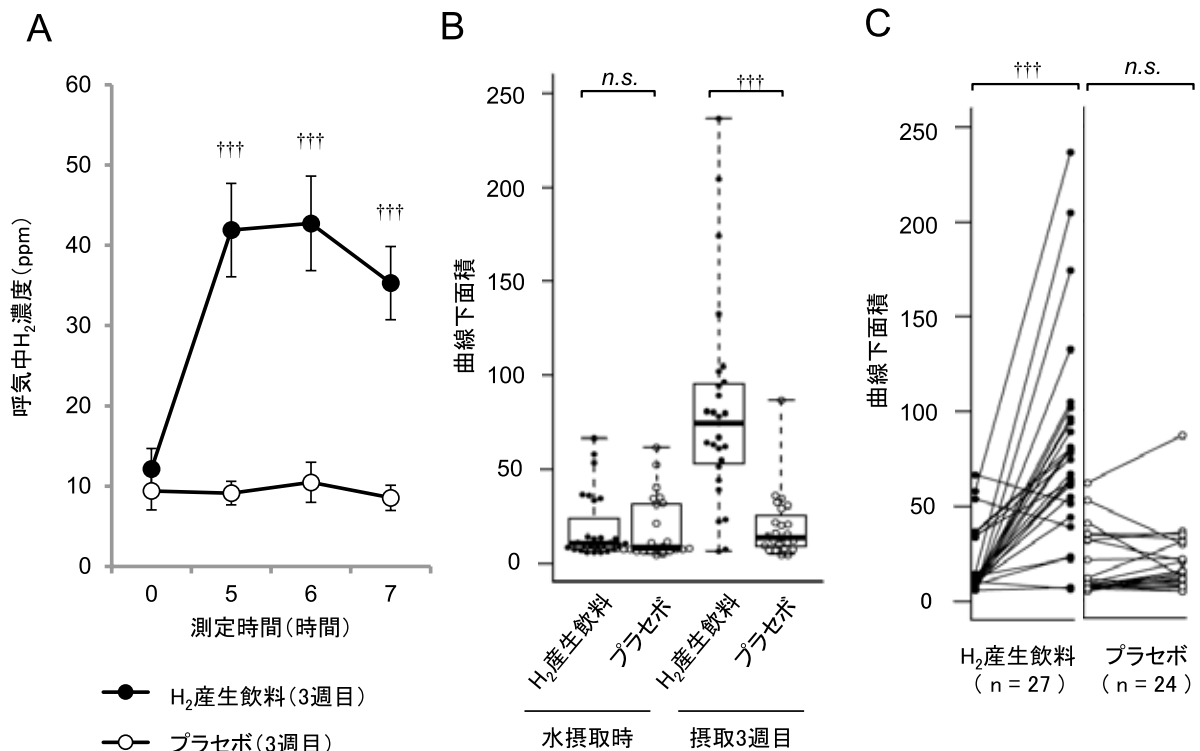
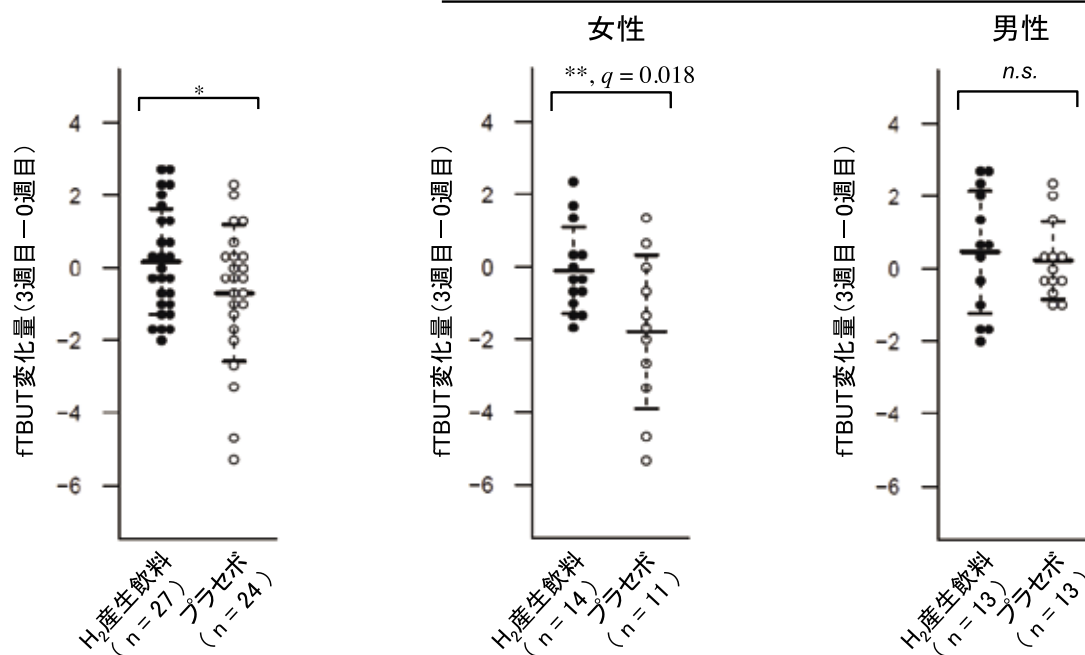


図1 H₂ 産生飲料摂取による水素ガス産生量の変化

- (A) 摂取 3 週目における試験飲料摂取後 0～7 時間の呼気中水素ガス濃度の経時変化。*** $p < 0.001$ (H₂ 産生飲料群とプラセボ群の群間比較, Two-way repeated measures ANOVA (対応あり) 後に estimated marginal means test およびボンフェローニ補正)
- (B) H₂ 産生飲料摂取による呼気中水素ガス濃度の AUC (5～7 時間の曲線下面積)。箱ひげ図は、上線が最大値、下線が最小値、箱が四分位範囲、箱内の太線が中央値を示す。*** $p < 0.001$; n.s. 有意差なし (Two-way repeated measures ANOVA (対応あり) 後に estimated marginal means test)
- (C) 呼気中水素ガス濃度 AUC の群内比較。グラフの左側が水摂取時、右側が試験飲料摂取 3 週目を示す。*** $p < 0.001$ (Wilcoxon signed-rank test)

サブグループ解析

図2 H₂産生飲料摂取によるfTBUTの変化

横棒が平均値±標準偏差，黒色のプロットがH₂産生飲料群の被験者の値，白色のプロットがプラセボ群の被験者の値を示す。左から全体，サブグループ解析（女性，男性）の各H₂産生飲料群とプラセボ群の結果を示す。全体では，H₂産生飲料群は0.17 ± 1.45秒，プラセボ群は-0.69 ± 1.89秒で有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。女性では，H₂産生飲料群は-0.10 ± 1.19秒，プラセボ群は-1.79 ± 2.11秒で有意に（ $p < 0.01, q = 0.018$ ）高い値を示したが，男性では2群間に有意差は認められなかった。男女サブグループ解析は，Student's *t*-test 後，Benjamini-Hochberg 法で補正した。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (Student's *t*-test)

験者はいない）ことを確認した。一方，H₂産生飲料摂取による呼気中水素ガス濃度の有意な増加と，プラセボ摂取では変化がないことを認めた（共に摂取3週目に各群で測定）（図1-A）。この時のH₂産生飲料群の呼気中水素ガス濃度のAUCは，0週目および摂取3週間目のプラセボ群のAUCと比較して有意に高い値を示した（図1-B）。また，H₂産生飲料摂取により，ほぼ全ての被験者の呼気中水素ガス濃度が増加することが認められた（図1-C）。

3-3. 眼科検査指標の変化

摂取3週目の測定値から摂取前の測定値を引いたfTBUT変化量が，H₂産生飲料群ではプラセボ群と比較して有意に高い値を示した。H₂産生飲料群は涙液安定性を維持していたのに対し，プラセボ群は試験期間中に有意に低下し，涙液安定性が悪化した。すなわち，プラセボ群で観察された試験期間中の季節変動等による涙液安定性の悪化がH₂産生飲料摂取により抑止され，ドライアイ症状の予防・軽減への有効性が確認された。

また，fTBUT変化量を性別によるサブグループ解析した結果，女性（ $n=25$ ）では，H₂産生飲料群はプラセボ群と比較して有意に高い値を示したのに対し，男性（ $n=26$ ）では2群間に有意差は認められず，女性に有効性が高い結果が得られた（図2）。

涙液量の指標として用いたシルマースコアは実測値および変化量とも，群間差および各群の摂取前後変化共に有意差は認められなかった。これらの結果から，H₂産生飲料は，涙液量ではなく涙液の質を改善する効果をもつことが示唆された。

3-4. 眼の自覚症状

DEQSスコアは群間差および群内変化共に認められなかった。しかしながら，摂取0週目のfTBUTあるいはシルマースコアが健常値であった被験者を除外した層別解析の結果，摂取1週目において，プラセボ群では変化が認められなかったのに対し，H₂産生飲料群では有意にスコアが減少し，改善が認められた。VAS試験においても，DEQSと同条件の層別解析の結果，H₂産生飲料群でプラセボ群と比較

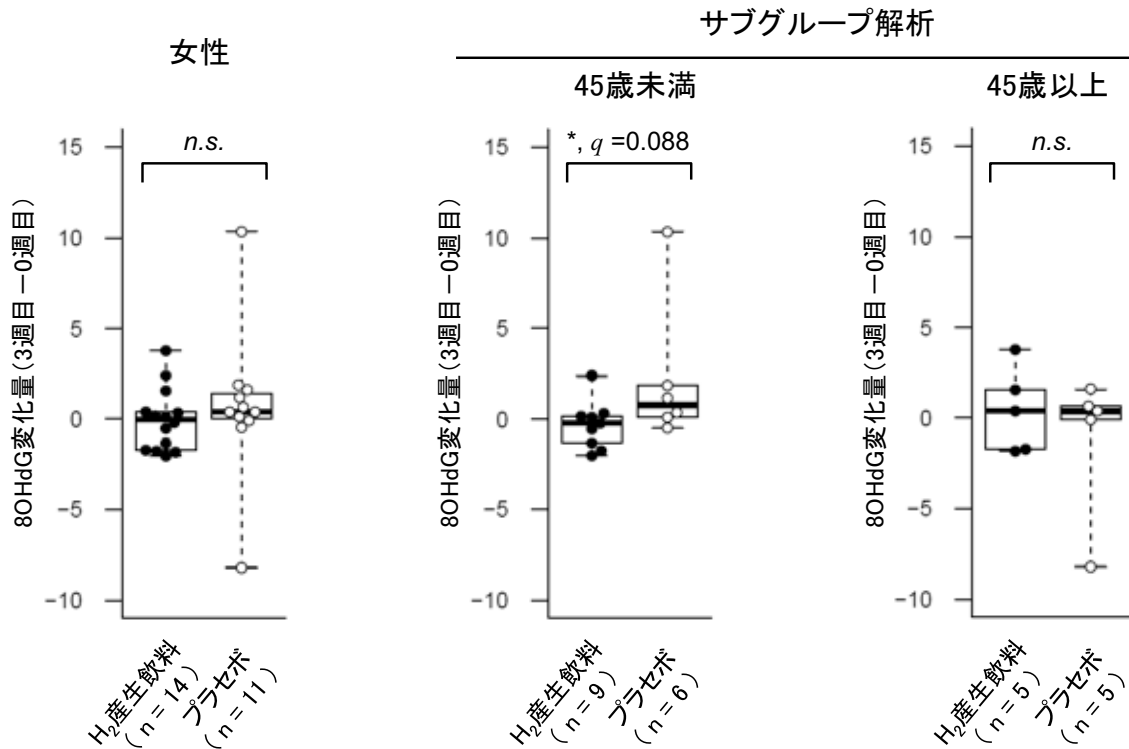


図3 女性におけるH₂産生飲料摂取による8-OHdGの変化

上線が最大値、下線が最小値、箱が四分位範囲、箱内の太線が中央値、黒色のプロットがH₂産生飲料群の被験者の値、白色のプロットがプラセボ群の被験者の値を示す。45歳未満の女性では、H₂産生飲料群（中央値、-0.22; 四分位範囲 (Interquartile range; IQR) -1.33 - 0.18 ng/mg protein）は、プラセボ群（中央値、0.79; IQR 0.18 - 1.69 ng/mg protein）と比較して低い傾向を示した（ $p < 0.05$, $q = 0.088$ ）。それに対し、45歳以上の女性では、H₂産生飲料群（中央値、0.4; 四分位範囲 (Interquartile range; IQR) -1.71 - 1.57 ng/mg protein）とプラセボ群（中央値、0.36; IQR -0.09 - 0.64 ng/mg protein）との間に有意差は認められなかった。45歳未満と45歳以上に分けたサブグループ解析は、Wilcoxon rank-sum test 後、Benjamini-Hochberg 法を用いた。 $*p < 0.05$ (Wilcoxon rank-sum test)

して「目が赤い（摂取1週目）」の項目で、H₂産生飲料群がプラセボ群と比較して有意に低い値を示し、改善が認められた。

3-5. 涙液中の酸化ストレスマーカーの変化

涙液安定性の低下を抑制したメカニズムを解明するために、fTBUT 変化量で有意差が認められた女性に絞り、涙液中の 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) を測定した。8-OHdG の実測値および変化量共に H₂産生飲料群とプラセボ群間で有意差は認められなかった（図3）。しかしながら、45歳未満と45歳以上のサブグループ解析したところ、45歳未満の女性では、H₂産生飲料群がプラセボ群と比較して低い傾向を示した。それに対し、45歳以上の女性では、H₂産生飲料群とプラセボ群との間に有意差は認められなかった（図3）。厚生労働省の1日あたりの平均 VDT 作業時間別労働者割合の調査によると、若い人ほど VDT 作業が多いことから²⁰⁾、本

試験で観察された45歳未満の女性の目の酸化ストレスは VDT 作業に起因する可能性が高く、H₂産生飲料は VDT 作業由来の酸化ストレス抑制に有効な可能性を示唆している。

3-6. fTBUT 変化量、8-OHdG 変化量および水素ガス産生量間の相関関係

涙液中の 8-OHdG 変化量で有意差が認められた45歳未満の女性に絞り、H₂産生飲料による fTBUT 変化量、水素ガス産生量（摂取3週目の測定値から水摂取時の測定値を引いた値）、涙液中 8-OHdG 濃度の変化量との相関性を調べた結果、fTBUT 変化量と水素ガス産生量の間には正の相関が認められた（図4-A）。また、涙液中 8-OHdG 濃度の変化量と水素ガス産生量の間には負の相関が認められた（図4-B）。fTBUT 変化量と涙液中 8-OHdG 濃度の変化量間には、有意差はないものの緩い負の相関が観察された（図4-C）。この結果は、45歳未満の女性に

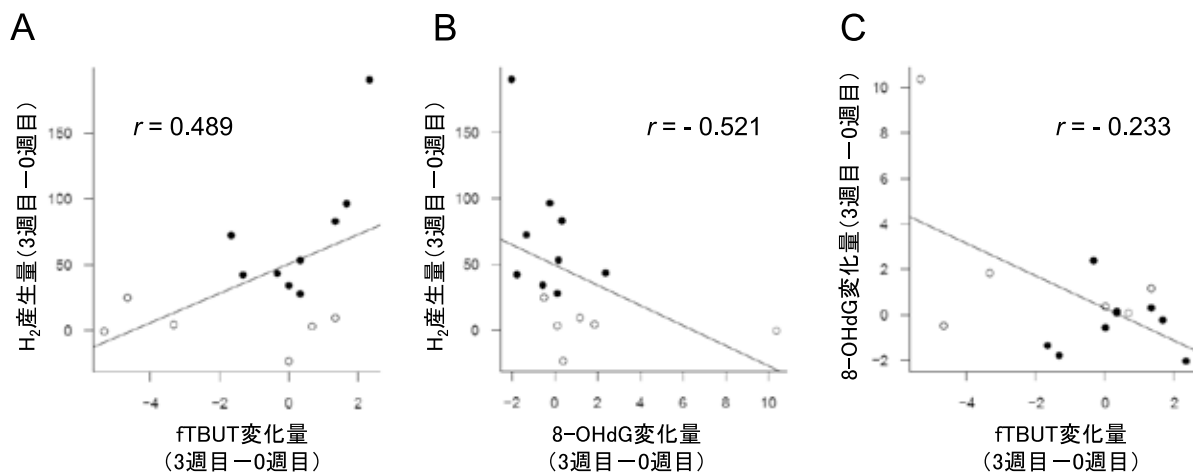


図4 45歳未満女性におけるftBUT変化量、8-OHdG変化量および水素ガス産生量間の相関関係

黒色のプロットがH₂産生飲料群の被験者の値、白色のプロットがプラセボ群の被験者の値を示す。(A) ftBUT変化量と水素ガス産生量間の相関関係。正の相関が認められた($p < 0.05$, $r = 0.49$)。(B) 8-OHdGと水素ガス産生量間の相関関係。負の相関が認められた($p < 0.05$, $r = -0.52$)。(C) ftBUT変化量と8-OHdG変化量間の相関関係。相関は認められなかった。(Spearman's rank correlation coefficient)

においては、腸内細菌叢由来の水素ガスが酸化ストレスを抑制し、涙液安定性を改善したことを示唆している。

まとめ

H₂産生飲料摂取は、涙液安定性を向上し、ドライアイの発症予防に有効であることが確認された。そのメカニズムのひとつとして、腸内細菌叢由来の水素ガスによる酸化ストレスの低下が示唆された。

今後、ドライアイ患者に対する治療・軽減効果への発展が期待される。一方で、水素ガスの活性酸素除去作用については、当初報告されていた水素ガスとヒドロキシラジカルとの直接的な反応のみでは説明がつかない現象も報告されており、未知の作用機序が存在する可能性が高い。抗酸化メカニズムの解明と共に、抗酸化作用以外のメカニズムの解明など、水素ガスの細胞内代謝への作用に関わる分子基盤を明らかにするアプローチが今後の課題である。

引用文献

- Ohsawa, I. *et al.*: Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nat Med* **13**, 688-694, 2007.
- Ohta, S.: Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: initiation, development and potential of hydrogen medicine. *Pharmacol Ther* **144**: 1-11, 2014.
- Ichihara, M. *et al.*: Beneficial biological effects and the underlying mechanisms of molecular hydrogen - comprehensive review of 321 original articles. *Med Gas Res* **5**: 12, 2015.
- Nicolson, G.L., *et al.*: Clinical effects of hydrogen administration: from animal and human diseases to exercise medicine. *International Journal of Clinical Medicine* **07**: 32-76, 2016.
- Kawashima, M., *et al.*: Hydrogen-producing milk to prevent reduction in tear stability in persons using visual display terminals. *Ocul Surf* **17**: 714-721, 2019.
- Miljanovic, B., Dana, R., Sullivan, D.A. & Schaumberg, D.A.: Impact of dry eye syndrome on vision-related quality of life. *Am J Ophthalmol* **143**: 409-415, 2007.
- Nakamura, S., *et al.*: Involvement of oxidative stress on corneal epithelial alterations in a blink-suppressed dry eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **48**: 1552-1558, 2007.
- Kojima, T. *et al.*: Age-related dysfunction of the lacrimal gland and oxidative stress: evidence from the Cu,Zn-superoxide dismutase-1 (Sod1) knockout mice. *Am J Pathol* **180**: 1879-1896, 2012.
- Uchino, Y. *et al.*: Oxidative stress induced inflammation initiates functional decline of tear production. *PLoS One* **7**: e45805, 2012.
- Oharazawa, H. *et al.*: Protection of the retina by rapid diffusion of hydrogen: administration of hydrogen-loaded eye drops in retinal ischemia-reperfusion injury. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **51**: 487-492, 2010.

11. Kubota, M. *et al.*: Hydrogen and N-acetyl-L-cysteine rescue oxidative stress-induced angiogenesis in a mouse corneal alkali-burn model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **52**: 427-433, 2011.
12. Wei, L. *et al.*: Hydrogen-rich saline protects retina against glutamate-induced excitotoxic injury in guinea pig. *Exp Eye Res* **94**: 117-127, 2012.
13. Shimouchi, A., *et al.*: Breath hydrogen produced by ingestion of commercial hydrogen water and milk. *Biomark Insights* **4**: 27-32, 2009.
14. Matsumoto, M. *et al.*: Effects of functional milk containing galactooligosaccharide, maltitol, and glucomannan on the production of hydrogen gas in the human intestine. *Journal of Functional Foods* **35**: 13-23, 2017.
15. Flint, H.J., *et al.*: Polysaccharide utilization by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis. *Nat Rev Microbiol* **6**: 121-131, 2008.
16. Fischbach, M.A. & Sonnenburg, J.L.: Eating for two: how metabolism establishes interspecies interactions in the gut. *Cell Host Microbe* **10**: 336-347, 2011.
17. Levitt, M.D.: Production and excretion of hydrogen gas in man. *N Engl J Med* **281**: 122-127, 1969.
18. Hammer, H.F.: Colonic hydrogen absorption: quantification of its effect on hydrogen accumulation caused by bacterial fermentation of carbohydrates. *Gut* **34**: 818-822, 1993.
19. Shimazaki, J.: Definition and diagnosis of dry eye 2006. *Atarashii Ganka (J of Eye)* **24**: 181-184, 2007.
20. 平成 20 年技術革新と労働に関する実態調査. 2009.

知っておきたい日本の食文化 その十

昭和の豊食と平成の飽食、崩食を省みる

橋本 直樹 (HASHIMOTO Naoki)¹

Key Words: 食文化, 食生活, 飽食, 生活習慣病

1. 戦後に起きた社会変動と食生活の激変

今年で平成の時代が終わった。第2次大戦後の昭和、平成と続いた74年間は日本の社会がかつてなかった規模で大きく変化した時代であったが、それと共に私たち日本人の食生活もこれまでになかった大きな変貌を遂げた。来るべきポスト現代、令和の時代には再び大きな社会変動が起きると予想されているが、その時、私たちはどのような食生活をすることになるのであろうか。

そのことを考えるためには、まず戦後の昭和、平成の時代がどのような社会であったかを省みることが必要である。第二次大戦後の昭和の時代は、あたり一面の焼け野原となった日本が経済復興して世界第二のGDPを誇る経済大国となるまでに高度経済成長した生産の時代であった。欧米に負けない豊かな民主社会を建設するという共通の目標を掲げて国家も民衆も共に努力、邁進した集団主義の時代でもあった。しかし、戦後日本の繁栄をもたらした高度経済成長が昭和48年と54年に起きた二度の石油ショックと60年のプラザ合意による円高政策によって勢いを失い、行き場を失った投資マネーがバブル経済を引き起こして破綻することによって昭和という成長と繁栄の時代は終わった。

日本の元号の変わり目が世界史の大転換と符合するなどということはめったに生じるものではないが、平成の幕開けは第二次大戦後から続いていた東西冷戦の終結と重なっている。そして、新自由主義

のグローバルな市場経済が一挙に押し寄せてきたのである。しかし、日本では戦後の目覚ましい社会発展を牽引してきた経済成長が停滞し、不安定になり始めた。社会の成長を示す実質GDPの伸びは、高度経済成長の時代には年率11%であったが、平成に入ると2%弱に低迷するようになった。高度に成熟した資本主義社会の抱える矛盾と限界が日本でも顕在化してきたのである。そして、社会の高齢化と少子化が急速に進行して社会の成長力が失われていく不安の時代になった。人々の社会行動と価値観が多様化する個人主義の時代になり、経済も生産に代わって消費が主導する時代になった。

このような社会の大転回に関連付けて考えると、戦後、日本の食生活に起きた大きな変化も、昭和の時代に起きたことと平成の時代に起きたこととは全く様相が違っているのである。

第二次大戦後の日本は深刻な食料難に陥っていた。そこで、化学肥料や化学農薬を活用して食料の増産を行い、それでも不足する食料は海外から輸入して補うことにした。米飯中心で栄養バランスの悪い伝統的な和風の食事を改め、肉料理、乳製品を多く摂る欧米風の食事をするにより、国民の栄養状態は急速に改善され、世界有数の長寿国になった。スーパーマーケットやコンビニには全国各地から集められた食材、海外から輸入された食品が溢れ、便利な加工食品が数多く販売されている。この外にも、すぐに食べられる弁当や総菜があり、外食店も

¹ 食の社会学研究会 email: naohashi@kve.biglobe.ne.jp

気軽に利用できるようになった。高度経済成長のお蔭で国民の収入が増え、生活費に占める食費の割合、エンゲル係数は22%に低下し、誰でも、どこでも、好きなものが、気安く食べられる豊かで便利な食生活が実現したのである。

しかし、平成の時代になると、人々はこの豊かで、便利な食生活に慣れて食物を大切にしなくなり、食事をするのを疎かにするようになった。安価な輸入農産物に押されて国内農業が衰退し、食料自給率が40%に低下して食料の安全保障ができなくなったのである。それなのに、人々は多量の食料を惜しげもなく使い残し、食べ残して、全体で3割近い食料を無駄に捨てている。食べ物が有り余っているのをよいことにして過食、飽食するから肥満者が増え、それが誘因となって生活習慣病が蔓延してきた。家庭で調理をすることが少なくなり、自分勝手に食べる個食、家族が違うものを食べるバラバラ食、子供だけで食事をさせられる子食が増え、このままでは食卓での団欒が少なくなって家族の絆が失われるのではないかと危惧されている。昭和の時代に実現した豊かで便利な食生活は、平成の時代になると一転して飽食と崩食の乱れた食生活に変わったのである。

現代の食生活に起きたこのような変化の背景には、世界規模でみれば、近代社会の基幹である市場経済資本主義の拡大と生産技術の進歩があった。国内でみれば、近代核家族の成立とその個人化、女性の就業率の向上と家庭生活の変容、急速な高齢化と少子化、単身家庭の増加などの社会現象が進行している。現在の日本に起きている食の病態と混乱は、少なからずこれらの経済情勢、社会構造の変化に起因していると解釈できる。良くも悪くも、社会学的にみれば起きるべくして起きた混乱であり、もはや食の世界だけの対処では解決できない問題になっている。

近い将来、大量生産、大量消費の世界市場経済はいくつかの限界に直面してこれ以上に拡大成長できなくなり、持続可能な経済社会に転回することを余儀なくされるに違いないが、日本とても例外ではないだろう。情報技術や生命科学などの技術革新によって現在の繁栄を維持しながら、持続可能な共生社会に転じようとするポスト現代において、私たちの食生活だけが無条件でこれまで通りであり続けら

れるとは思えない。

今後いくら科学技術が進歩しても食料は人工的に作れるものではなく、人間が生きるために食べるということが必要になるものでもない。それなのに、今や世界の食料生産量は限界に達し、近い将来に世界規模の食料不足が訪れようとしている。その時、食料自給ができない日本はどう対処すればよいのであろうか。

2. 戦後の食料不足が解消された

第二次大戦直後の日本は深刻な食料不足に陥っていたので、米をはじめとするあらゆる農産物を増産することが何よりの急務であった。戦時中に農業生産力が低下してあらゆる農産物が不足していたのである。

まず、農地解放が実施されると農家の生産意欲が高まり、化学肥料と化学農薬を使って食料の大増産が始まった。主食である米の生産量は急速に増加して昭和30年には戦前の生産量を回復し、昭和42年には過去最高の1445万トン、一人当たり143キログラムに達した。ところが、その後は食事の洋風化が進み、米の消費量が昭和38年の1243万トン、一人当たり年間129キログラムをピークとして減少し始め、米が余るようになった。米の消費量は昭和63年には962万トン、平成27年には766万トンに減少したから、一人当たりになると戦前に比べて6割減の年間60キログラム、1日、165グラム、ご飯にすれば茶碗に2杯足らずで充足するようになった。

米の増産とともに、小麦、大麦、ついで野菜、果実なども生産拡大が続けられた。日本の農業は昔から米作りが中心だったから農地の54%は水田である。したがって、食事の洋風化に伴い需要が増えた食用油を絞る大豆、トウモロコシや畜産用の飼料穀物を大量に栽培する広い畑はない。そこで、小麦、大豆、トウモロコシは必要量のほとんどを海外から輸入しなければならなくなったが、それ以外の農産物は昭和45年頃には何とか自給できるようになったのである。

戦後の食料不足がようやく解消した昭和35年に比べてみると、昭和45年までに肉類の需要は3.0倍、卵は2.6倍、乳製品は2.4倍、野菜は1.3倍、果実は1.9倍に増加したが、これに対して国内生産量も、肉類

は2.9倍、卵は2.5倍、牛乳、乳製品は2.5倍、野菜は1.3倍、果実は1.7倍に増加したが、これに対して国内生産量は、肉類は2.9倍、卵は2.5倍、牛乳、乳製品は2.5倍、野菜は1.3倍、果実は1.7倍に増加して、どれも必要量の90%以上を国内で自給できるようになったのである。

しかし、小麦、大豆、トウモロコシを除いて、農産物の国内自給ができていたのは昭和45年頃までであり、それ以降は人口が1億人を超えて増え、その豊かな食生活を賄うだけの食料を国内で生産することが全くなり、自給できるものは米だけとなって総合食料自給率が急速に低下し、平成10年以降は40%前後に低下している。日本人が国内で生産できる食料で暮らせなくなり、年間に必要な食料の6割近い5000万トン余りを海外から輸入しなくてはならなくなったのは、かつてなかったことなのである。

3. 家庭の食生活が豊かで便利になった

日本人が食べる食料は戦前に比べて豊かになった。戦前と戦後の1日の食料を比較してみると、米の消費が半分に減り、小麦は4倍、野菜は2倍、魚は3倍に増え、ことに、油脂類は15倍に、肉類は13倍に、牛乳、バターなど乳製品は28倍に大きく増加している。昭和60年頃になると動物性食品の摂取が増えたことにより、米や麦、芋など糖質から摂るカロリーは全体の6割に減り、残りの4割をタンパク質、脂肪から摂るようになったので、タンパク質、脂肪、炭水化物の摂取比率がほぼ理想的なバランスになった。ご飯を食べる量は戦前の4割ほどに減り、1日の主食は平均すると御飯を2杯半、食パン1枚、うどんを3分の1玉になった。この頃の米の消費量は年間、1000トン、小麦は600万トンだから、御飯とパンの比率は1:1に近づいている。

その結果、成人の身長は戦前に較べると平均で10センチ伸びて、平均寿命も昭和60年には男性は75歳、女性は80歳になり、世界一の長寿国になったのである。食べるものが健康の保持と病気の予防に大切であることは昔から誰もが経験的に知っていたが、そのことを栄養学の科学知識で理解して毎日の食事作りに生かすことがようやく一般的になったのである。高度経済成長のお蔭で国民の所得が増えて、高価な肉や乳製品を摂る余裕ができたのも大き

な原因である。

エンゲル係数という食生活の指標がある。食費が家計支出の何%を占めているかというのがエンゲル係数である。食料難に悩まされ、生活費の大半が食べることに使われていた終戦直後にはエンゲル係数が63%であったが、その後、高度経済成長が始まり人々の収入が増えて生活に余裕ができたので、昭和60年にはエンゲル係数が25.7%に下がった。働いてさえいれば、食べることに心配がいらなくなったのはこの頃からである。その後、エンゲル係数はさらに減少して、平成7年以降は22%台で推移している。食料不足に悩まされることなく、だれでも豊かで健康的な食生活ができるという食の民主化が実現したのである。戦後の50年足らずという短期間に、日本のように日常の食事内容を大きく変えて国民の栄養状態を改善したところは世界にも類がない。

毎日食べる家庭の食事の内容が昭和60年ごろになると劇的に変わった。戦後の僅か40年間にそれまでの米飯を中心にして野菜、魚を食べていた和風の食事を改め、パン、肉料理、乳製品などを多く摂る洋風の食事をするように変わったのである。戦前の家庭の食事は和食メニューが90%であったが、昭和40年頃になると洋風料理や中華風料理が増えて、和風料理は36%に激減している。現在、テレビの料理番組で紹介されているのは和、洋、中華、そしてそれらの折衷料理が多い。諸外国の家庭ではその国の伝統の料理を、しかも毎日同じようなものを食べていることが多く、日本のように外国風の料理が家庭にまでどっぴりと入り込んでいるのは世界的にみてきわめて珍しい。今日は和食、明日は洋食、あるいは中華風と、毎日の献立が日替わりで変る日本の家庭料理の豊かさと多様さは世界に比類がない。

家庭の食事作りが大きく変わり始めたのは、高度経済成長が始まった昭和30年代のことである。昭和31年に都市部の住宅難を解消するために日本住宅公団が2DK団地を建設し始めると、若い夫婦は親と別居して夫婦と子供の核家族で暮らすようになった。すると、これまで母親から娘へ、姑から嫁に伝承されてきた炊事と料理のスタイルが一変したのである。その始まりが「台所革命」であった。土間に竈と七輪がある暗い台所はガス、水道を備えた

明るいダイニングキッチンに変わった。そして、昭和28年からダイニングキッチンの電化が始まった。ミキサー、ジューサー、電気トースターが登場し、昭和30年には「寝ていてもご飯が炊ける」電気炊飯器が発売された。どの家庭にも電気冷蔵庫が備えられ、主婦たちを毎日の買い物から解放した。昭和41年に発売された電子レンジは冷凍食品とタイアップして昭和64年には全世帯の70%に普及した。「チンする」という新しい調理用語が生まれたのである。

家庭で購入される食材の支出内訳をみると、加工食品への支出は昭和40年には48%であったが、平成8年には61.3%に増え、米や大豆などの穀物は6.2%、精肉、魚、野菜など生鮮食材は32.5%に減っている。家庭で購入している食材の実に3分の2が便利な加工食品なのである。鮮魚や野菜など生鮮食料品の売り上げは15兆円であるが、これら加工食品の販売額はその2倍、30兆円にもなっている。インスタント食品、冷凍食品をはじめとする調理済み加工食品は、昭和という高度経済成長時代の忙しい社会が生んだ「早くて便利な食品」なのである。

主婦たちが食料品の買い物をするのを便利にしたのは、食品スーパーマーケットとコンビニエンスストアの普及である。住民2500世帯に1店舗あるスーパーは家庭の冷蔵庫代わり、900世帯に1店舗あるコンビニは家庭の台所代りに利用されている。食料品の小売業の総売り上げは現在、45兆円であるが、そのうち、食品スーパーが2万店で売り上げが13兆円、コンビニが5.7万店で売り上げ12兆円である。スーパーとコンビニだけで生鮮食料品、加工食料品の半分以上が売られているのであり、その売り上げは平成になってから倍増している。これに対して、戦前からの小規模な鮮魚店、精肉店、青果店、菓子屋、米穀店、酒飯店は急減して34万店に減り、売り上げも20兆円に減少した。

ここで、強調しておきたいことは、便利な加工食品とスーパーマーケットとコンビニの普及が家庭の食事作りをがらりと変えたことである。魚や肉、野菜など生鮮食材を毎日、市場に買いに行き、台所に長時間立って調理していたかつての食事作りは、スーパーマーケットあるいはコンビニで購入しておいた加工食品や冷凍食品、あるいは調理済み食品、持ち帰り惣菜などを利用することにより著しく簡略

化されたのである。家庭で朝食を作る時間は平均して15分、3品か4品のおかずを作る夕食でも40分あればできるのである。

外食することも手軽にできるようになった。大阪万博が開かれた昭和45年に、外資系のファーストフード・ショップやファミリーレストランが相ついで日本に進出してきた。それまで生業、家業として家族規模で営業していた飲食店業界にフランチャイズ・チェーン経営の「外食産業」が加わったのである。高度経済成長の恩恵を受けて生活に余裕ができてきたので、日曜日にはマイカーでドライブを楽しみ、ファミリーレストランで食事をするのが流行した。食事のレジャー化が始まったのである。今では外食をすることはレジャーではなく日常のこととなり、家族そろって外食店を利用するのが月に1,2回、あるいは週に1,2回もある家庭が増えている。外食の市場規模は平成9年までに29兆円に拡大し、人口一人あたりで比べればアメリカの2倍にもなるという活況ぶりである。飲食店は全国に45万店あるから、平均して120世帯に1店舗があることになる。

そして、家庭の外で食べる「外食」ではないが、家庭内で作る「家庭内食」でもない、その中間に位置する「中食」が増えて、食事は家庭で用意するものというこれまでの概念が大きく変ることになった。持ち帰り弁当、コンビニ、スーパーなどの惣菜売り場で販売されている弁当、惣菜、ハンバーガー、調理パン、おにぎり、すしなど、「中食」といわれる持ち帰りの調理済み食品が、ビジネスマンや学生、高齢者などの昼食、夕食に重宝がられるようになった。持ち帰り弁当チェーンが登場したのは昭和50年代であった。中食の総売上高は平成2年には2.5兆円であったが、現在は6.2兆円に増えている。

平成2年度の家計調査によると、家庭の食費の9%が中食に、17%が外食に支出されている。両方合わせると日常の食事の26%は調理をしないで摂っていることになる。その25年前、昭和40年ごろまでは家庭で調理して食べることが普通であったから、この比率は10%に足りなかった。今では日常の食事の3割は調理をしないで食べているわけであり、若年単身者なら7割にもなるという。

4. 国内の農業が衰退し、食料の自給ができなくなった

我が国の農家は耕地が平均2ヘクタールと狭くて、十分に機械化できず、労賃も高いので、農産物はどれも生産コストが海外諸国に比べて著しく高い。米は11倍、小麦は10倍、牛肉や野菜でも2-3倍は高い。だから、安価な海外農産物が大量に輸入されると競争することができないのである。

苦労して栽培した農作物を生産コストに見合った価格で販売することが難しいのだから、農家は生産意欲を失い、農業だけの収入では生活することができなくなっている。農家戸数はこの50年間に5分の1の120万戸に減少し、農畜産業の生産額は昭和60年の11.6兆円をピークとして2割も減少して、現在は9.2兆円である。トヨタ自動車グループの売上高の3分の1にも足りない産業規模なのである。農畜産業の生産量は、昭和35年には年間4700万トン、金額にして1.9兆円であり、国内総生産（GDP）の11%を占めていたが、それから55年経った平成28年には生産量は5000万トン、生産金額は9.2兆円に増加しているものの、国内総生産に対する比率は僅かに1.6%に低下している。国内農畜産業は高度経済成長から取り残されてしまったのである。

敗戦後間もない昭和30年には農業人口は1932万人であり、全人口の22%が農業に従事していた。ところがその後、農業人口は急速に減少して現在では145万人、全人口の1%余りに激減している。世界のどの国でも工業化が進むと農業人口が減るから、農業国であるアメリカでも、フランスでも農業人口は全人口の1%あまりであり、日本と大きな違いはない。しかし、日本のように農業そのものの産業規模が衰退したのは異常であり、それには特別の事情があるのである。昭和40年当時、600万ヘクタールあった農地は高度経済成長期に宅地、工場用地、道路などに転用されて減少して、現在では444万ヘクタールになり、全農家戸数は567万戸、農業就業人口は1151万人から、それぞれ120万戸、145万人に激減した。

平成13年度の農村白書によると、耕作面積が2ヘクタール程度の平均的な米作り農家の年間総所得は平均828万円であるが、そのうち農業粗収入は351万円、経費を引くと農業所得は108万円に過ぎない。農業だけでは生活できないので、販売農

家の8割が兼業であり、給与や年金などの農外収入で家計を維持して、そして農業を続けているのである。だから、農家は後継者が見つけにくく、就農者の65%が65歳以上の高齢者である。平成7年にはこの割合は40%であったのだから、この20年間に急速に高齢化し、もう農業を止めるか、それでも続けるか、農家は難しい選択を迫られている。そのため、休耕地が100万ヘクタールに増え、耕作放棄地が42万ヘクタールに増えて、貴重な耕地が有効に利用されなくなっているのである。僅かに145万人の農民と18万人の漁民が1億2700万人の台所を懸命に支えている実情をどう考えたらよいのだろう。我が国の食料自給率が低いことが問題視されるようになったのは、平成になってからである。それまでなんとか50%以上を維持していた総合食料自給率（カロリーベース）が平成10年に40%に低下して、これではいざという時に国民の食料が保障できないと騒がれてからである。

日本の食料輸入総額は年間約670億ドルであるから、1ドルを100円に換算すると6.7兆円、国民一人あたりにしてわずかに51,000円で済む。自動車や電気製品などを輸出して外貨を稼いでいた高度経済成長期には、食料が足りなければ国内で無理をして増産するよりは安い海外農産物を買えばよいと考えて過ごしてきたのである。しかし、今後は世界の食料需給が危機的に逼迫してくるから、これまでのように大量の食料輸入を続けて行けるかどうか心配になる。すでに10年前から主要穀物の国際価格が高騰し、国連食糧農業機構（FAO）の食料品価格指数はそれまでの2倍になっている。食料が買えなくなるのは戦争などの非常時に限るわけではない。これまでのように、世界中から食料を欲しだけ買い集め、飽食で生きていた時代はすでに終わろうとしている。

農産物の流通がグローバル化したことにより国内農業が衰退する現象は、日本ほど激しくないがヨーロッパ諸国でも同じように起きている。そのため、EU諸国では国家予算の5%程度の政府補助金を投じて国内の農業を支援している。国民の食料の安全保障をすることは国家の基本的な責務であると考えているからである。フランス、イギリスでは、農家一戸に数百万円の補助金が支給されるので農業生産が回復し、一時は45%に落ち込んでいた食料自給

率が70%に復活した。ドイツでも同様に65%から90%に復活している。農家の所得に占める政府の補助金の割合は、フランスやイギリスでは9割、アメリカでも7割にもなるのである。ところが、日本の農家補助金は毎年1兆円足らずであり、国家予算(一般会計)の1%にもならない。例えば、1ヘクタールを耕作する米作り兼業農家であれば、減反政策協力金、戸別所得補償金、米価共済受取金などを合せて53万円の補助金を受け取るに過ぎない。

今後は、いかに自給し、いかに輸入するかに加えて、いかに消費するかが大きな課題になるのである。農畜水産物は値段が安い、高いで選択するのではなく、国内の農業、水産業、畜産業が維持できるように配慮して選択することが必要になる。地産地消活動や有機農産物の積極的購入など国内農業を支援する消費者運動を推進しなければならない。

5. 食料の無駄使いが増え、化石エネルギーが浪費されている

食べるものが有り余るほど豊かになったので、私たちは食べ物大切に忘れ、惜しげもなく使い残し、食べ残して無駄に捨てるようになった。私たち日本人が1日に消費する食料は平均して一人あたり、カロリーに直して2417キロカロリーであるが、その内、食事として食べる、つまりお腹に取り込んだのは1889キロカロリーである。その差は1日、528キロカロリーになり、消費した食料カロリーの22%に相当する。つまり、国内産、輸入を合わせて1年間に供給された食料、約9000万トンの22%、2000万トンが食べられることなく廃棄されていることになる。昭和40年にはこの差が11%であったのだから、それからの半世紀で消費者の食行動やライフスタイルが変り、食料の廃棄が2倍に増えていると考えてよい。

農林水産省の平成17年度調査によると、食品製造業、小売業、外食店などから排出される生ごみが年間、1100万トン、家庭から出る生ごみが1100万トンであるから、食料の廃棄量は合計2200万トンである。10年後の平成28年、環境省の調査によれば、捨てられる食料は事業系と家庭系を合せて1676万トンになっている。最近の10年をみても、食べずに捨てられる食料は使用した食料の19%から24%もある。

食料の廃棄が2割以上もあると聞いて驚く人は多いだろうが、驚くのはまだ早い。台所から出る生ごみの3分の1が、使い残し、食べ残しなど「食べられるのに捨てられた」食品なのである。農林水産省が平成28年に調査したところ、まだ食べられるのに捨てられている「食品ロス」は事業所で352万トン、家庭で291万トン、合計643万トンであった。捨てられている生ごみ2000万トンの3分の1が、まだ食べられるのに捨てられているのである。世界的にみても食料生産量の3割にあたる約13億トンの食品が棄てられているという。そこで、国連では2015年に採択した持続可能な開発目標(SDGs)において、2030年までに世界中で食料の無駄な廃棄を半減させるという目標を掲げている。我が国ではようやく本年から食品ロス削減法案を施行し、自治体ごとに削減目標値を決めて食品ロスの削減に取り組むことになった。

食料の無駄使いだけでなく、食料の調達にも化石燃料が浪費されている。食料の生産、輸送に伴う化石燃料の無駄遣いが問題になったのは第一次石油ショックが起きた昭和48年である。日本では多量の食料を海外から輸入しているから、その長距離輸送に使う石油燃料が莫大な量になる。海外から日本に輸入する食料の重量、5800万トンにその輸送距離を掛け合わせて集計した「フードマイレージ」は9000億トン・キロメートルになる。アメリカは食料が国内で自給できるので海外からの輸入は少なく、フードマイレージは日本の3分の1で済む。フードマイレージが大きいということは、食料の輸送に化石燃料エネルギーが多く必要だということを意味する。国民一人当たりで較べてみると、日本はアメリカの8倍もの化石燃料を使って食料を輸入しているのである。

食料の生産にも多くの化石燃料が使われている。昭和40年ごろまでは野菜や果物は旬の季節に多く食べるものであったが、平成になった頃からハウス栽培されたトマトやきゅうりなどがいつでも手に入るようになった。消費者が季節に関係なく1年を通して欲しがらるためではあるが、そのために石油エネルギーが多量に消費されていることを知っている人は少ない。昔のように太陽と雨、風に頼る自然農業であれば、栽培に使うエネルギーは収穫される作物の食品エネルギー(カロリー)より少ないのが普通

であった。ところが現代のように化学肥料や農薬を多く使い、機械化し、さらにハウス栽培をするようになると、より多くの化石エネルギーが使われて、収穫される農作物の食品エネルギーより多くなる。ことに、野菜をハウス栽培すると多くの石油エネルギーが必要になる。きゅうりを畑で栽培すれば、1本、100グラムを収穫するのに100キロカロリーのエネルギーで済む。ところが、加温ハウスで栽培をすると、暖房に多くの燃料エネルギーを使うから500キロカロリーが必要になる。1本のきゅうりに62ミリリットルの灯油を使い、155グラムの二酸化炭素を排出したことになる。トマト、きゅうり、ピーマンなどは約60%がハウス栽培で供給されている。いちごは90%がハウス栽培である。真冬に温室でトマト1個を収穫するには2400キロカロリーの灯油、つまり300ミリリットルの灯油が使われる。これでは、トマトを食べるのではなくて灯油を飲んでいるようなものである。

日本の農業はその生産金額あたりで比べると、化石エネルギー消費の世界ワースト3である。化石燃料を浪費しているのは農業だけではない。肉牛や高級魚の飼育にも多量のエネルギーが使われる。牛肉1キログラムを生産するには11キログラムの飼料穀物が必要で、同様に豚肉なら7キログラム、鶏肉なら4キログラム、鶏卵でも3キログラムの穀物が必要である。牛肉1キログラムの食品カロリーは2860キロカロリーであるが、それを生産するには10700キロカロリーのエネルギーが使われる。鶏肉でも4883キロカロリーのエネルギーが使われる。ぶり、1キログラムを海で漁獲するのであれば、漁船の燃料が3481キロカロリー、漁船、漁網などを製造するのに使ったエネルギーが1239キロカロリー、合計して4720キロカロリーあればよい。しかし、養殖であると8キログラムの餌イワシや養殖施設の電力などが必要になるので、35300キロカロリーのエネルギーが必要になる。ぶり切身100グラムについて灯油440ミリリットルに相当するエネルギーが必要なのである。

養殖魚が増えたのは漁業資源の保護のためでもあるが、なによりも消費者がおいしい高級魚を安値で求めるからである。鰻は97%が養殖、真鯛は82%、ぶりは66%、ふぐも52%が養殖になった。冬のトマト、霜降り牛肉、鰻の蒲焼、鯛の塩焼きなど、今

日では贅沢とは思わずに食べているが、そのために多量の石油エネルギーが使われて世界のエネルギー問題や地球環境に悪影響を及ぼしているのである。

6. 飽食により肥満と生活習慣病が激増している

食べるものが有り余るようになったので、つい過食、飽食をするようになり、その結果として中高年者に肥満者が多くなった。肥満者の割合は40年前に比べると男性では倍増していて、30歳から69歳の男性は3人に1人が肥満であり、女性でも40歳以上は4人に1人が肥満である。中高年者は基礎代謝量が若い頃に較べて低下しているにもかかわらず、それに合わせて食事の量を減らしていないから過食になりやすい。例えば、50-69歳の男性は1日に必要な食事エネルギーが2000キロカロリーであるのに、平均して2240キロカロリーも食べているから10%の過剰摂取になっている。女性も60歳以上になると15%の過剰摂取である。そこへ運動不足が重なって肥満になるのである。

食物として摂取したエネルギーが身体で消費するエネルギーを上回る状態が長く続くと、過剰になったエネルギーが脂肪に変わって皮下組織や内臓周辺に蓄積され、体重が増え肥満になる。肥満になるとほとんどの生活習慣病が進行し始めるので注意しなければならない。平成27年の国民栄養調査によると、男性は30歳代から60歳代まで3人に1人が肥満、女性は50歳代から70歳代で4人に1人が肥満である。40年前までは男性の肥満者は5人に1人もいなかったのであるから、それ以来、肥満になっている人が著しく増加しているのである。なお、20歳代の女性は4人に1人、30歳代でも6人に1人が痩せと判定されている。痩せている若い女性が増えたのは、美容のために過度のダイエットをすることが多いからである。

肥満はすべての生活習慣病のきっかけになる。食べ過ぎて過剰になったエネルギーは脂肪に変わって皮下組織や内臓周辺の脂肪細胞、特に内臓周辺の脂肪細胞に蓄積される。内臓周辺の脂肪細胞は余剰の脂肪を蓄積すると、食欲を調整するレプチンやインスリン抵抗性を生じるTNF- α 、血圧を調節するアンジオテンシノーゲン、血栓形成を促進するPAI-1などの生理活性物質を分泌する内分泌器官として働く。だから、肥満、ことに内臓脂肪が蓄積した状態

が長く続くと、数多くの生活習慣病が誘発されやすくなるのである。平成 18 年の国民健康栄養調査によれば、50-69 歳の男女は 60-80% が境界型を含めた高血圧、15-30% が高脂血症、20-35% が糖尿病である。高血圧症の患者は 4000 万人、糖尿病患者は予備軍を含めて 1900 万人、骨粗鬆症の人は 1000 万といわれている。これらの疾患に重複して罹っている人も多く、生活習慣病患者は人口の 3 分の 1、約 4000 万人に達している。そして、内臓脂肪面積が 100 平方センチメートルを超えて、腹回りが男性なら 85 センチメートル、女性なら 90 センチメートル以上になり、さらに高血圧、高血糖、高脂血の初期症状が 2 症状以上現れているならば、「メタボリックシンドローム—内臓脂肪症候群」と診断される。該当する人は 40 歳以上で男性は 4 人に 1 人、女性は 8 人に 1 人、男女合計で 1000 万人、予備軍を合わせると 1400 万人と推定されている。メタボ肥満は生活習慣病の前段階であるから早期に解消しなければならない。

肥満と生活習慣病の蔓延は、腹八分目に食べて健康に過ごすことを忘れ、欲しいだけ飽食することから始まったのであり、そして国民医療費や介護費を増大させて国家の財政を圧迫している。生活習慣病は平成という飽食社会が生み出した「食源病」であると同時に大きな「社会病」でもある。

7. 家庭で料理をしなくなり、個食、バラバラ食、子食が増えている

昭和 30 年代から 40 年代にかけての高度経済成長期には、仕事を求めて農村から都市へ多くの若者が移住してきた。彼らが構えた新居では妻は食事作りと育児に専念する専業主婦であった。娘も学業を終えたと職業に就き、結婚あるいは出産すると退職して専業主婦となり家事に専念するのが普通であった。ところが昭和 45 年ごろに高度経済成長が終わると、女性が職業人として活躍するようになった。昭和 61 年に男女雇用機会均等法が施行されると、若い女性はそれまでの腰掛け勤務をやめて、結婚後もフルタイムで職業を続けるようになった。子育てを終えた中年の主婦は、その頃から増えてきた外食店やスーパーマーケットなどでパート労働者として働くようになった。女性の被雇用比率を見ると、20-24 歳の OL 世代では昭和 50 年には 58%、

平成 15 年には 62% でそれほど大きな変化はないが、45-49 歳の子育てを終えた主婦の世代では 32% から 61% へと倍増している。職業をもって働く女性が増え、夫婦共働き世帯は全国 5300 万世帯のうち 1250 万世帯を超え、逆に専業主婦のいる世帯は 1114 万世帯から 600 万世帯に半減している。

成人女性の 7 割が職業を持って働いているのだから、家事のすべてを女性がすることは肉体的にも、時間的にも無理である。そこで、当然の成り行きとして食事作りにかかる手間と時間をできるだけ節減しようとする。厚生労働省が平成 12 年に行った調査を見ると、毎日、三度の食事作りをする主婦は 20 歳代なら 2 割と少なく、40 歳代から 60 歳代でも 6 割強に減っている。毎日、主婦が市場で生鮮食材を買ってきて、台所で長時間かけて調理し、家族そろって食べるという戦前の食事形態から、週末にスーパーでまとめ買いをして冷蔵庫や冷凍庫に保存しておいた食材を使い、あるいは調理済み食品を買ってきて簡単に済ませ、あるいは家族一緒に外食店に食べに行くというように変化したのである。食費の中で生鮮食材への支出は平成の始めには 23% であったが、今では 16% に減っている。

たしかに毎日、食事作りをしていればマンネリになり、面倒で退屈な作業になるのかもしれない。食事作りをしなくなるのは、共働きの女性であれば時間がないからであろうし、高齢者であれば体が不自由になり、食事づくりをするのが億劫になるからであろう。現在、65 歳以上で独り暮らしをしている高齢者は 622 万人であり、全世帯の 12% を占めている。そこで、加工食品、調理済みの食品を利用したり、外食店を利用したりするのが手軽でよいのであるが、その代り、農薬が残留している野菜が使われていないか、遺伝子組換え大豆が使われていないか、などと心配をしなくてはならない。家庭で調理するのでなければ、地元の野菜や魚を使う地産地消も実行できないし、有機栽培野菜を使い、食品添加物を使わないで食事を作ることも難しい。何よりも家族の体調に合わせた栄養コントロールが難しくなるのである。家庭で料理をすることが減るにつれて、肥満とそれに誘発される生活習慣病が増えてきたのは当然であるとも言えるのである。

さらに、家庭での食事の摂り方について気になることが起きている。厚生労働省が毎年全国で実施し

ている「国民健康・栄養調査」を見ると家族の食事形態の変化がよくわかる。昭和 50 年の調査では、夕食を家族一緒に食べる家庭が 90% 以上あったが、昭和 62 年に調査したところ、夕食を一緒に食べている家族は 71% に減り、さらに平成 21 年になると 27% に減っているのである。子供のいる核家族で全員が揃って夕食をすることは、平成の 20 年間にほぼ半減しているのである。そして、朝食を家族そろって食べることがほとんどない家庭が 33% にも増えていた。朝食を両親と一緒に食べている子供は昭和 57 年には 39% いたが、平成 5 年には 27% に減っている。両親ともに働いているので朝は忙しく、残業をするので帰りが遅く、子供は部活や塾通いで忙しいというように、家族の生活時間帯が不揃いになっているからであろう。

かつては家に帰らなければ食べるものがなかった。今は外食店やコンビニなどで何時でも好きなところで食べられる。食事は空腹を満たし、栄養さえ摂ればよいものと考え、一人で都合のよいときに手早く済ます個食が増えるのであろう。一人暮らしの人であれば夕食の 79% が孤食であっても不思議でないが、夫婦暮らしをしていても 10% が、子供がいても 16% が個食である。平成 29 年度版の「食育白書」によれば、すべての食事を一人で摂る日が週の半分以上を超えている人が 15% もある。このように、家族がバラバラに個食をするという食事形態がこのまま増え続けると、必然的に夫婦や家族の会話と触れ合いが薄れていくことを否めない。かつて食卓で行われていた子供に対する食事の躰もできなくなる。この問題は突き詰めていくと、家族とは何か、家族の幸せは何かという大きな問題に発展するのである。平成の時代になって、家族の個人化現象が進み、家族とは離れて一人で食事をする個食、独りで食べる孤食、子供だけで食べる子食という食事形態がこれほどまでに増えたことは、家族という社会形態にどのような影響を及ぼすのであろうか

昔の農村社会とは違って、現在の都市生活には学校、職場、施設、サークルなど、さまざまな共同体がある。人々はそれらの集団で 1 日を過ごすことが多いのだから、いつも家族と一緒に食事をするわけにもいかないだろう。自分の都合に合わせて一人で食事をする個食化現象がある程度まで進行するのは無理もないことではある。しかし、個食化現象がこ

のままだんどん進行するならば、家庭はどうなるのであろうか。家族とは別に一人で食事をする個食、独りで食べる孤食、子供だけで食べる子食という食事形態がこれほどまでに増えたことは、西欧諸国ではまだ見られないことであり、人類の食の歴史においてもこれまでなかったことである。このままでは家族という人類に特有の社会単位が崩壊しかねない。少なくとも昭和という集団社会に存在した団結する家族は崩壊して、ポスト現代の個人化した家族に変わるのであろう。

しかし、家族の在りようは変わっても家族そのものがなくなるわけではない。所属する社会集団がいくら多くなっても、家族という血縁共同体から離れるわけにはいかない。ところが、夫婦と子供という結婚によって成立した血縁家族は、一緒に暮らし、一緒に食事をするという原始的人間関係を失えば、社会を構成する基本集団として機能しなくなりかねない。何事も AI ロボットと SNS が代行してくれるのであろう無機質な近未来社会において、人間らしい主体性をもって生きるためにも、今後の食卓の在り方を真剣に考えてみなければならない時である。

8. 豊かで便利な食生活を持続させるために

私たちは戦後、豊かで便利な食生活をするために食料や食品を大量に生産し、大量に流通させ、大量に消費する世界規模の資本主義経済システムを構築してきた。それは 20 世紀の半ばには期待通りに機能し、期待した以上に豊かで便利な食生活をもたらしたけれども、やがて必要以上の食料供給と無駄な食料消費を引き起こしたのである。我が国においても命をつなぎ、健康に過ごすのに必要な食料はすでに十二分に充足している。国民の飲食に関する総需要は平成 7 年の 83 兆円をピークとして現在では 7 兆円も減少し、食の実需要はすでに飽和しているのである。

食料そのものは空腹を満たすのに必要なだけあればよいものである。それを資本主義経済の利潤追求のために、必要以上に供給するから食べ過ぎや無駄遣いが増えるのである。供給過剰は現代資本主義経済の陥りやすい陥穽の一つであると言ってよい。かつて自給自足の時代には食料の無駄な生産というものはなかったのである。今や、消費者が毎日必ず食べる食料、食品は大量生産、大量販売のための絶好

の商品となり、農畜水産業、食品加工産業と流通小売産業、そして外食産業の経済規模が約 80 兆円に膨張している。そして、この供給過剰に陥っている食の経済システムを支えるために、私たち消費者は必要以上の食の豊かさと便利さを求めさせられ、必要のない消費、無駄遣いを強いられていると言ってよい。

最近、この豊かな食生活を持続できなくなる限界がにわかに近づいてきた。20 世紀の豊かな食生活を支えてきた世界的規模の食料経済システムが、予想もしなかったところから破綻し始めたのである。その第一は、世界的にみてこれ以上に食料を増産することができなくなってきたことである。無理な食料増産で酷使された農耕地は地力を失って生産力が低下し、大量に使われた化学農薬と化学肥料は環境を汚染して自然の生態系を破壊し始めた。産業社会が放出する大量の二酸化炭素が地球の温暖化を引き起こし、これ以上に気温が上昇すれば農業に深刻なダメージを与えるのである。魚介類など水産資源も乱獲によって急速に枯渇し始めている。人口の増加と都市化が進んで淡水資源が不足し始め、農業用水が世界の各地で確保しにくくなっていることも深刻なダメージである。もはや、これ以上の食料を増産することは世界的に困難になり、2050 年に 90 億人を超すと予想される地球の人口を養うことはできなくなるに違いない。近い将来、世界規模の食料不足が起きることは避けられそうもないが、そうなったら食料を自給できない日本人は全員が飢餓状態に近くなるに違いない。

とにかく、いま食の世界に起きている異常な混乱状態は、食料の生産、供給を今後も持続的に確保する方策、手段を講じることだけでは（難しいことであるが、仮にできたとしても）解決できないところにまで来ているから、私たち自身が放漫な食生活を改めようと決意することによって解決するより外に道がないのである。ところが、人類を数十万年悩ましてきた食料不足が解消してからまだ半世紀も経っていないので、私たちはにわかに豊かで便利になった食生活にどう向き合うのがよいのかという新しい論理やモラルをまだ見つけていない。残念ながら、これが今日の飽食、崩食という混乱を引き起こしている根源的な原因なのである。食料があり余るようになった現代社会では、その余剰を無駄遣いしない

食の倫理が必要になるのである。必要以上の豊かさを求めない、必要とする以上の便利さを求めない、安くても必要のないものは買わない、体が必要とする以上に食べないという食の節度を守る倫理が必要になるのである。食の本来あるべき姿から逸脱しかねない現在の食生活を是正するのに必要なものは、私たちの心の内面にある道徳律、食の倫理なのである。

私たちがまずなすべきことは、自然の生産力を無視して必要以上の食料を増産し、必要以上に食生活の便利さを追求し、体が生理的に要求する以上に飽食することを自粛することである。私たちの食べる欲望をコントロールしている要因には、空腹や栄養など生物的欲求レベルの問題、嗜好や経験、健康など個人レベルの問題、そして文化や経済など社会レベルの問題がある。食料が十分すぎるほど豊かになった現代社会においては、食べるという行為は生物として食べるという営みを超えて、人間としてどのように生きるかという倫理の問題になり、それも個人だけのことにとどまらず、社会全体として考えるべき問題になっている。

さらに、今一つ改めるべきことがある。食料不足が解消して、誰もが食べたいだけ食べられるようになった現在では、私たちは食べることについて、他人を気にすることなく、自由に自己主張をする。今、食べることについて一番重視していることをアンケート調査してみれば、美味追求、健康志向、安全・安心、経済性、利便性などと多様な答えが返ってくるだろう。現代は個人主義の時代であるから、食べることに對しても好きなように自己主張することは個人の自由であろうが、それが過剰になって自分さえ満足できればよいというエゴイズムに陥り、社会全体としての食の公益性を損なうことは許されない。

例えば、私たちが欲しいだけ食べ、惜しげもなく捨てている食料は、すべて地球自然の産物であり、全人類の大切な共有資源であるから、先進国の人も、後進国の人も、豊かな人も、貧しい人も、平等に分け合って食べるべきである。さらに加えて、私たちは、食卓に出された一皿の料理を前にして、それが生産され、運ばれ、加工されて食卓にたどりつくまでには、生産、加工、流通、調理という「分業」があり、それぞれの分業に携わる多くの人々の「協力」

があることを考えようではないか。私たちは食べるものを自給自足しているのではなく、多くの人たちが苦勞して生産し、運び、加工してくれたものを食べさせてもらっているのだということを忘れてはいけない。分業は資本主義経済の発展の根幹であることに変わりはないが、今や、利己的な分業の時代は終わりにしなければならない。もともと、食べるものについては、それを生産する側と消費する側との双方の生き方が不可分の関係にあったのである。生産者と消費者が連帯し、共助する精神、これが今後最も必要とされる食のモラルというものではなかろうか。

とにかく、現在の豊かで便利な食生活とそのために必要な食料を、将来も持続して確保できるようにしておくことは、私たちの世代に与えられた責務である。未来の社会においては、AI 技術、ロボット技術 (IoT)、情報通信技術 (ICT) などを活用して食料の生産方法や加工方法は IT 化されて大きく進歩するであろうが、いくらそれら科学技術が進歩しても、食料が自然の産物であることには変わりがなく、食べることが不要になるわけではない。今と

なっては、かつての貧しく、不便な食生活で我慢しようとする人はいないであろう。戦前、戦後の食料不足を解消して豊かで、便利な豊食の時代を実現したのは、私たちより一世代前の人たちの努力の成果であるが、飽食、崩食といわれる混乱状態を引き起こしたのは、私たちの世代の節度のない食の欲望である。だからこそ、私たちはこれ以上に豊かな食料を求めてはならない、必要以上に便利な食品を求めてはならない。食料が有り余っていても無駄にしてはならず、食べたいだけ食べてはならないのである。私たちが食の欲望をコントロールすることを忘れたとき、市場に溢れている豊かな食料は虚しい余剰となるほかはない。今後は、必要でない生産や過剰な便利さを求めることを止め、無駄に消費することを自制しないと、現在の豊かな食生活を持続することはできないのである。

本稿は近く刊行する予定の弊著「飽食と崩食の社会学」、筑波書房刊を抄録したのであるが、紙数が足りず十分に説明できなかった。詳しくは同書を参照していただきたい。

白石カルシウムの炭酸カルシウム 古くから食品に使用されている安全性・吸収性に優れたカルシウム源です。用途も栄養強化はもちろんのこと、練製品の弾力増強などの品質改良、粉体の流動性向上・固結防止といった加工助剤などその目的は多彩です。	分散性・混合性に優れたものや、飲料用として沈殿を抑制したタイプ等、品揃えしております。 - 一般の栄養強化には「ホワイトン」 - 機能を求めるならば「コロカルソ」 - 飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」 詳細につきましては弊社営業担当にお気軽にお尋ねください。
	食品部：東京都千代田区岩本町1-1-8 TEL03-3863-8913 本社：大阪市北区中之島2-2-7 TEL06-6231-8265

新解説

グルテンフリー食品へのハイドロコロイドの利用

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 ハイドロコロイド

本論文「新解説グルテンフリー食品へのハイドロコロイドの利用」は、“Gluten-Free Cereal Products and Beverages” (Edited by E. K. Arendt and F. D. Bello) 2008 by Academic Press (ELSEVIER) の第9章 Hydrocolloids by J. N. BeMiller を翻訳し紹介するものである。

紹介

食品ガムとしても知られるハイドロコロイドに関するこの章は、ハイドロコロイドの性質を述べることに限るが、グルテンおよびその成分タンパク質（グリアジン、グルテニン）の性質の試験や、ある種のハイドロコロイド、あるいはハイドロコロイド混合物のどんな性質がグルテンの機能に近いのかを説明するものではなく、また、グルテンフリー食品を調製するのにどのようにハイドロコロイドを用いればよいかを述べるものではない。

この章で述べるのは、あるハイドロコロイドのネットワーク形成、フィルム形成、肥厚、水分保持能の機能で、グルテンフリー食品形成に有用なものであることを述べる。

ハイドロコロイドを詳細にカバーした文献は、BeMiller (2007) (簡単な概略), Whistler and BeMiller (1993), Stephen (1995), Imeson (1997), Walter (1998), Dumitriu (1998), Phillips and Williams (2000), Hoefler (2004) (もっと広い説明) に記述されている。

ハイドロコロイドを分類する1つの方法とは、その物質がゲルを作るか作らないか（すべてのハイドロコロイドはレベルは異なるが、水と結合し保持し、

そして全て粘性のある水システムとなる）ということである。グリアジン、グルテニン、およびハイドロコロイドはすべて生体高分子である。グリアジン、グルテニンはタンパク質であり、一方、殆どのハイドロコロイドは多糖類である。タンパク質のゼラチンは、しばしばハイドロコロイドに分類されるが、この章では、主に多糖のハイドロコロイドを一般に言うゲル形成材、肥厚剤、水結合剤として討論する。

1. ゲル効果を示すハイドロコロイド

ゲル形成が重要な理由は、ゲル化は3次元の立体構造を形成するからである。ハイドロコロイドゲルは粘弾性があり、それはあたかもグルテンのドウがデベロップした様である。しかしながら相違はある。グルテンによりもたらされる特異的レオロジー性質（粘弾性）は、ハイドロコロイドによりもたらされるものとは異なり、いろいろなハイドロコロイドでできるゲルのレオロジー的性質も互いに異なるものである。ハイドロコロイドによるゲル化（例えばハイドロコロイドによるネットワーク形成）は、それらの長さの全部にわたりポリマー分子間の密接な結

¹ 神戸女子大学, ² 日本穀物科学研究会会長, ³ 神戸女子短期大学

合、あるいはポリマー分子の束を含み、それらは互いに水素結合、あるいは多価カチオン（殆ど常にカルシウムイオンかタンパク質分子の何れか）でアニオン分子と架橋化している。これらの結合は接合部とよばれる。端、あるいは分子の端、あるいは分子の束の端の接合部の外側を伸ばし、もう一つ別のエリア中の他の分子あるいは分子の束と接合部を形成をし、3次元ネットワークをつくり、水を抱え込む（例えばスポンジ状構造を形成して）。ハイドロコロイドによってできるネットワークは知られる限り、自然界では糸状である。グルテンネットワークは、ガスアワをトラップする力を与え、適当なセル構造を与へフィルム/シートおよび糸形成能、いずれももつ。あるハイドロコロイドは膜を作るが、それらは水溶性の膜で、ゲル化の際のネットワーク形成に関与することは知られてない。ハイドロコロイドの糸形成に関与する結合は水素結合であり、カチ

オンの架橋であり、わずかには疎水結合である。グルテンデベロップメントには、共有結合のジスルフィド結合の形成、より弱い二次的相互作用の形成、例えば静電的相互作用、ファンデルワース相互作用、水素結合、疎水結合、および双極子—双極子相互作用が関与する。酸化還元剤の効果は、グルテンデベロップメントの場合には相当なものであるが、巻き込まれるポリマーがタンパク質であるからであろう、しかしハイドロコロイドでは酸化還元試験の効果は知られていない。それはスルフハイドリル基を含まないからである。グルテン形成はまたハイドロコロイドよりあるアニオンの存在に対しずっと感受性が高い。しかしながらいろいろの性質、例えばモジュール、弾性、強さ（力）、脆さ、凝集性、粘着性といったものを有するいろいろなゲルは、異なったハイドロコロイドを形成し、ハイドロコロイドのコンビネーションを作る。伸長性は多少ハイド

表 9.1 グルテンフリー製品に影響するハイドロコロイドによるゲル形成

ハイドロコロイド	ゲル条件
アガーとアガロース	熱溶液の冷却による
アルギン酸塩（アルギン）	酸添加
	カルシウムイオン添加
カップERTタイプ カラギーナン	カリウムイオン添加
	カップERTタイプ カゼイン添加
	ローカストビンガム添加
	キサンタン添加
イオタタイプ カラギーナン	カルシウム添加
カードラン	温溶液の加熱による
ゲラン	カチオン添加
ローカストビンガム（LBG）	カップERTタイプ カラギーナン添加
	キサンタン添加
ハイドロキシプロピルセルロース（HPC）	冷溶液の加熱による
ハイドロキシプロピルメチルセルロース（HPMC）	冷溶液の加熱による
メチルセルロース（MC）	冷溶液の加熱による
ローメトキシペクチン（LM-ペクチン）	カルシウムイオン添加
キサンタン	アガロース添加
	カップERTタイプ カラギーナン添加

表 9.2 ハイドロコロイドによるゲルの特徴

特徴	タイプ
テクスチャ	もろさ、弾力、可塑、ゴム状、固さ
ゲル強度	しっかりする、固い、柔い、どろどろ、広がりやすい、注ぎやすい
離水の程度 (接合ゾーンが形成後も成長し続ける能力の指標)	
可逆性	加熱、冷却、あるいは剪断に対する可逆
	不可逆性

ロコロイドゲルでは考えにくい。

ハイドロコロイドとハイドロコロイドシステム(表 9.1)は単にゲル化の別の手段だけではなく、(水系中で)できたゲルの性質(表 9.2)はいろいろでありグルテンフリー食品の性質に影響するのである。多糖類ゲルの殆どは熱可逆性である(即ち可溶)。熱可逆性ゲルはドウ中で加熱されたガス泡を保持する十分なネットワークを保持できず、そして適当に開かれたセル(例えばクラム)構造を作る。ほとんどのジャンクゾーン(分岐点)(ゲル)は(引張)力で壊されたあとリフォームはしない。かなり分子は再溶解(一般に加熱による)するが、続いて(普通冷却で)溶液から一部変化する。

如何にハイドロコロイド、およびその3次元ポリマーネットワークを作る力がグルテンフリー食品を作るのに利用されるかははっきりしない。しかし各ハイドロコロイドグループは以下簡単なやり方で、必要なものを選択する目的で示された。デンプンと修飾食品デンプンもゲルを作るが、ハイドロコロイドとしては分類しない。この章では議論しない。

2. ハイドロコロイドの肥厚剤、および水吸収能

すべてのハイドロコロイドは肥厚した水システムとなる。それはゲル化剤として上に述べたリストにすべて含まれ、すべてはある条件下で可溶で、そこではゲル形成は起らない。例えば、アルギン酸ナトリウムは水システムの肥厚材だが、カルシウムイオンあるいは水素イオンを加えるまではゲルを作らない。もしゲルが十分な温度に加熱されるならカルシウム塩は溶ける；アルギン酸カルシウムの熱溶液が冷却されるときにゲルは生成する。また、キサントランあるいはローカストビンガムの溶液はそれら自体ではどんな条件下でもゲルを作らないが、組み合わせにすると硬いゲルを作る。更にメチルセルロース(MC)溶液、およびハイドロキシプロピルメチルセルロース(HPMC)溶液は、可逆ゲルを起こすのに加熱せねばならない。最後に十分な条件にしなければ何れもゲルを作らない。

すべてのハイドロコロイドではないが一部を表 9.1 にリストした。リストに乗ってないいくつかは、それらがゲル形成しない肥厚水系であってもグルテンフリー製品に有用されるかもしれない。このハイドロコロイドには、カルボキシメチルセルロース

(CMC)、グアガム、プロピレングライコールアルギン酸(PGA)がある。

ほとんどのハイドロコロイドは、いろいろな粘度グレードで利用される(粘度グレードとは、ある特別のものが水中に一定濃度で溶ける時に生じる粘度のこと)。いくつかのものにとって、粘度グレード間の違いとは、最も高い粘度グレードとは同一濃度で最も低い粘度グレードの溶液粘度の 10,000 倍以上の溶液粘度を示すもののことである。より高い粘度グレードは増粘した時が目標である。より低い粘度グレードは高粘度のでない高液体濃度が用いられる時が理想的である；その例はハイドロコロイドがフィルム形成、あるいは結合に用いられる時であろう。あるガムのより低粘度グレードは、同じガムのより高粘度グレードよりも硬いゲルを作ることができる。

水系のハイドロコロイドで増粘するものは、異なったレオロジー(流動特性)を示す。多くのものはある程度、shear thinning(ずり流動化)を示す。ずり流動化とは、混合、圧送、咀嚼、嚥下等といった、力を加えると粘度が低下することである。2つのずり流動化のレオロジーがあり；pseudoplasticity(偽塑性)とチキソトロピーである。Pseudoplastic flow(擬塑性流動)は瞬間 shear thinning(ずり流動化)であり、例えば力がかかった時、溶液/システムの粘度は瞬間的にかかる力の比率により低下し、瞬間的にその力が一部あるいは全て除去をされると粘度増加し、その結果生じる粘度は残りの力の関数である。チキソトロピーレオロジーを有する溶液/システムは、力が加えられると薄くなり、その力が時間に依存して除去または減少されると厚くなる、すなわち瞬間的ではない。むしろ、1秒から数時間まで変化することがあるタイムラグがある。これらの溶液は休んでいる時、しばしば弱いゲルになり、力がかかりそして除去される時、溶液/システムはゲル→ゾル→ゲル変換し、時に各変換起こす。他の方法で、ハイドロコロイド溶液/システムで互いの効果は違うが、温度、pH、塩の効果でそれらに影響するものがある。

すべてのハイドロコロイドの溶液(1つを除けば、すなわちキサントラン)は、0°Cと100°Cの間、加熱すると薄くなる。MC、HPMC、ハイドロキシプロピルセルロース(HPC)、およびカードラン溶液は

100°C前にゲルに達する。ハイドロコロイドはタンパク質がやるように変性しないが、そこで温度増加で鎖の移動性と立体配座の変化があり、その一方プロセスは可逆的である。塩や pH のハイドロコロイド溶液/システムへの影響について、またいろいろ違いがあり、ナチュラルなハイドロコロイドへの効果よりイオン化したハイドロコロイドへのその効果は大きい。すでに述べたように、pH を低下させるとか、あるいはある種のアニオンハイドロコロイドの溶液にあるカチオンを添加するとゲル化が起こる。

ハイドロコロイドは、溶解の容易さにおいて互いに異なる。すべて水に結合し、水を保持するが、保湿剤として働く能力とは違いがある。あるものは水重量で 100 倍ほど結合ができる。それらは湿気ある食品の保存に用いられ（特に低脂質ベカリー食品）、水分移動を抑えるのに用いられる。記憶しておかねばならぬことは、生地増粘剤としてのハイドロコロイドの利用は粘り製品にすることであることだ。

3. 特異的ハイドロコロイド

各ハイドロコロイドの性質がグルテンフリー製品仕込み上、いかに価値があるかを考える前に気におかねばならぬことは、すべてのハイドロコロイドあるいは与えられたハイドロコロイドの粘性グレードが、粘性化あるいはゲル水溶液/システムに用いられるのではないという事である。それらはしばしばエマルジョン、懸濁液、泡、タンパク質の安定化に用いられ、さらに氷、砂糖結晶化、成長の阻止、離水阻止、カプセル化に用いられるが、加工目的としては更に他の理由で、そこにはすでに述べられた水結合/保持の能力と膜形成する能力が含まれる。ハイドロコロイドはかなりある特異的な機能を与える力に違いがある。アニオンハイドロコロイドは、例えばそれらはネガティブなチャージをもち、タンパク質と相互作用する。相互作用の程度と結果は、特異的ハイドロコロイドと特異的タンパク質の機能で、その等電点 pH (pI) 値を含む。各ハイドロコロイドは（著者が考えるのに）、グルテンフリー食品の形成に大きな価値のある物質である。以下アルファベット順に示す。

Agar (寒天)

寒天は2つの成分からなる一アガロースとアガロペクチンである。アガロースはゲル形成成分である。一般に寒天は 100°C、あるいはそれ以上で水にのみ溶けるが、約 80°C で水和し、可溶化したものが利用される。寒天はかなり高価で食品製品には少ししか使われない。

アルギン酸塩 (アルギン)

アルギン酸塩（あるいはアルギン）はアニオン性ポリマーである。それらはアニオンであるが、その中で各モノマーユニットはウロン酸ユニットで（何れも D- マンヌウロン酸かあるいは L- グルロン酸）、そしてウロン酸はカルボキシル基 (-COOH) をその構造の一部にもつ。カルボキシル基は遊離酸あるいはある塩中にある。最も一般的な形はナトリウム塩 (-COO-Na⁺) のフォームであり、続いてアンモニウム塩 (-COO-NH₄⁺) のフォームである。

アルギン酸塩の主要な特徴は食品中の利用に関係があり、カルシウムイオン添加により、ゲル化する力のあることと関係ある。これが行われるのに3つの方法があり：(1) 例えば塩化カルシウムのような可溶性カルシウム塩溶液を、例えばアルギン酸ナトリウムのようなアルギン酸塩を含む溶液あるいはそのシステムへ添加する。(2) アルギン酸ナトリウム、あるいはアルギン酸アンモニウム溶液中で、金属イオン封鎖剤を含む酸性溶液をリン酸 II カルシウムあるいは硫酸カルシウム II 水和物のような不溶性カルシウム塩懸濁液に添加する。ゆっくりカルシウムイオンが不溶性カルシウム塩から外れ、ゲル化を起こす。(3) ゲル化はアルギン酸塩の不溶カルシウム塩、封鎖剤、次にわずかに溶ける酸を混合したものを加熱、冷却しても生じる。アルギン酸塩ゲルは普通かなり熱安定である。アルギン酸塩溶液の pH を 3 の値まで落とすか、あるいはそれより低くするとゲル化あるいは沈殿の効果があり、それは酸がいかに添加されたかによっている。アルギン酸塩溶液それ自体は、わずかに偽性プラスチックである。カルシウムイオンの低濃度添加は溶液をチキソトロピックにする。よりカルシウムイオンを加えるとチキソトロピック溶液をパーマネントのゲルに変える。

アニオン性ポリマーとしてアルギン酸塩はタンパ

ク質と相互作用する。アルギン酸プロピグライコール (PGA) 中、50-85% のカルボキシル基がプロピレングライコールでエステル化する。PGA の溶液はチキソトロピックであり、アルギン酸ナトリウムあるいはアルギン酸アンモニウムよりずっと酸、カルシウムイオンに対し低い感受性を示す。プロピレングライコール基は分子にある程度の界面活性を与える (例えば泡一、乳化-安定の性質)。

異なったオリジナルから集めたアルギン酸塩は、異なった構造をもち (2 個のウロン酸の割合がその構造を作る)、そこで異なった性質、例えばゲル形成能とゲル形成タイプを示す。

カルボキシメチルセルロース

カルボキシメチルセルロース (CMC) グループから成るいろいろな製品にはカルボキシメチルエステル基を含み、Na 塩 ($-O-CH_2-COO-Na^+$) となるアニオンポリマーである。それらは素早く水和する増粘剤だが、ゲル化剤では無く、水溶性フィルムを作り広範囲で多成分と互換性がある。それらは大豆タンパク質の様なタンパク質と相互作用し、その pI (等電点) 値で可溶性を保ち、一方そこでそれらは沈殿する。それらは良好な水保持能を示す。殆どの CMC 溶液は pseudoplastic (偽塑性) であるが、CMC タイプはチキソトロピック溶液である。

CMC は低カロリー、イースト膨化、小麦なしの焼き物製品に利用とする事が主張された (Glicksman *et al.*, 1972)、しかしそれは 1972 年に言われてからは関心がないようだ。もし用いられるならば、それは適当なタイプ (カルボキシメチル基の置換程度、粘度グレード、偽塑性あるいはチキソトロピックタイプ) から選ぶ事が重要であろう。

カラギーナン

カラギーナンと呼ばれるグループ内には非常に多くのものがある。3 種の基本的タイプ、κ-, ι-, λ-タイプカラギーナンが知られている。これら 3 つのタイプは、混合され標準化されている。イオン、例えば K イオンは添加できる。異なった加工方法によって調整できる性質には、水和程度、ゲル強度、タンパク質相互作用、溶液粘度がある。作られる製品の数はいくらでも無制限である (1 つの供給源から 100 以上可能)。わずか 3 つ基本タイプがこれである。

κ-タイプと ι-タイプの両カラギーナンはゲルを作り、両方の Na 塩は冷水に溶けるが、しかし冷ミルクにはとけず；それらは熱水、熱ミルクに溶ける。何れの K 塩も冷水に溶けない。K イオンでは κ-タイプのカラギーナンはゲルを作り、それはもろく、離液を示し、冷凍解凍に安定性がない。ι-タイプカラギーナンはカルシウムイオンでゲルを作り、ソフトで弾力あり、離液を示さず、冷凍解凍に安定である。λ-タイプのカラギーナンの全ての塩は安定で、その溶液はゲル化しない。κ-タイプカラギーナンは κ-カゼインおよびローカストビンガムと相乗作用的に相互作用する。κ-カゼインとの相互作用の結果、それらは濃厚になるか、あるいはゲル乳化製品となる。ローカストビンガムとの相乗的相互作用で堅い、しっかりして、砕けやすい、離液性のゲルを作る。このゲルの性質、堅いとかは、他の成分、例えばグアガムを入れると変化 (柔くなる) なる。アニオンポリマーとしてそれらはいろいろな方法で他のタンパク質と相互作用する。

グルテンフリー製品をハイドロコロイドを用いて (そのうちの 1 つは“カラギーナン” (タイプは不明)) 作る研究の中で、判った事はパン品質は 1% 以上の大きなハイドロコロイド濃度にするると低下することである (Dluzewska *et al.*, 2001)。

カードラン

カードランは少し用いられているが、かなり高価で中性のハイドロコロイドである。冷水に不溶である。カードランの水分散液を加熱するとまず溶ける。その溶液を約 55-65°C にしてから冷やすと熱可逆的なゲルを作る。熱可逆的なゲルを約 80°C 以上に加熱すると、不可逆なゲルになる。より高温にすると次第により強く、さらにより強いゲルを作る。温度変化は濃度で決まる。

ゲラン

ゲラングループを作る製品は市販ではゲランガムのタイプとして知られる。ゲルは 0.05% という低いゲラン濃度でできる；しかし堅いゲルには約 0.2% の濃度が必要である。約 0.05% より低濃度では増粘効果が起こる (これは全ハイドロコロイドでそうであり、例えば濃度がゲル形成に必要な以下のとき、それらは増粘水システムとなる)。ゲラン分散

液はガムを溶かすために 75-85°C に加熱せねばならず（水の硬度のため）、それはゲル形成の起こる前に必要である。イオンは可溶化の温度を増加する。砂糖はゲル強度を低下する。ゲランには 2 つの一般的タイプがあり、即ち天然ゲラン（高-アシルタイプ）と低アシル（部分的脱アシル化）タイプで、それらを混ぜると中間タイプができる。天然（高アシル）タイプは K と Ca イオンをもち熱不可逆的であるが、Na イオンで熱可逆的（可溶）となる。ゲルはソフトで非常に弾力あり、脆くない。ゲルは低アシルタイプで作ると強く、比弾力性、脆く、常に熱可逆的となる。

グアガム

グアガムは legume（豆科の植物）の種子の内胚乳をひいたものである。ガム粉には 75-85% 多糖類（実際のハイドロコロイド）、5-6% タンパク質、8-14% 水分、その他成分から成る。多糖は中性の多糖類で、そういうものとしてその溶液はイオンあるいは pH によって影響は小さい。異なったメッシュサイズのを加水し、異なった粘度を示すものが利用されている。ある一定濃度で全てのハイドロコロイドの中で最も高い粘度を出すものが、更に寒天、 κ -タイプカラギーナン、およびキサントランと相乗作用を示し、その結果さらに高い粘度を作る事ができる。

グルテンフリーパンで、グアガムは水分の吸収材料として研究されたが、他のガラクトマンナンには劣る事が判った（Jud and Bruemmer, 1990）。グルテンフリーパンをポテトデンプンあるいはまた米粉、グアガム、他の成分でつくる事が求められた（Chatelard, 1998）。グルテンフリーパンをいろいろなハイドロコロイド（その 1 つはグアガム）で作る研究から判る事は、パン品質がハイドロコロイド濃度を 1% 以上にすると低下することである（Dluzewska, 2001）。

アラビアガム

ハイドロコロイドの中でアラビアガムはユニークな性質をもっている。これらのユニークな性質のうちの 2 つとは、高濃度でも低い粘度をもつことと、アラビアガム溶液のレオロジーは広い濃度下でずり流動レオロジーではない点である。

適当な粘度を与えるためには高濃度が必要であるため、それは増粘剤としては使えない。しかしながら適当な量（表面方法論の応答で決めると）のアラビアガムは、グルテンフリー、ポケットタイプフラットパンの仕込みに用いられると良い特性が得られた；より多くするとより粘着性製品が得られる（Toufeili, 1994）。アラビアガムの性質の真似したような修正食品デンプン製品は市販されている。これらのものは、一部解重合化したデンプン 1-オクチネルサクシネートエステルである。

ハイドロキシプロピルセルロース

ハイドロコロイドのこのグループ内の製品、メチルセルロース（MC）、ハイドロキシプロピルメチルセルロース（HPMC）は、冷水に溶け、熱水には溶けない。3 タイプの製品の溶液を加熱する時、ある温度域で変化が起こる。それはそこに使われるその製品、システムの機能である。MC と HPMC 溶液は、温度がこの温度域に達した、および超した時、ゲル化する。ハイドロキシプロピルセルロース（HPC）は普通その溶液に達した時（例えば不溶化）沈殿する。その食品応用には限界があるが、泡を安定化し発泡食品に用いられる。

ハイドロキシプロピルメチルセルロース

ハイドロコロイドのこのグループの製品はしばしばグルテンフリー食品の調製の際に材料として研究された。ハイドロキシプロピルメチルセルロース（HPMCs）は、冷水にとけ、熱ゲル化に可逆的であり、例えば可溶性ゲルは加熱して転換温度以上の温度に加熱するとゲルになり、ゲルは冷却すると溶液にもどる。それらの溶液は偽プラスチックレオロジーを示す。それらはある界面活性を示し、さらにそれらは泡フィルムを作る事ができる。

HPMCs の利用が低カロリー、イースト-膨張、小麦粉フリー焼き物製品に請求された（Glicksman *et al.*, 1972）。グルテンフリードウの熱変換が HPMCs で影響される事が研究された（Kobylanski *et al.*, 2004）。米粉、卵とミルクタンパク質、キサントラン、HPMCs を含む仕込みは、“グルテンに似た、デンプン区分と二重連続マトリックス”を作った（Ahlborn *et al.*, 2005）。表面方法論の反応を用い、最大の 2.2% HPMC と 79% 小麦デンプンを含む仕

込みが至上のものと同等されたが、しかし小麦デンプンにはグルテンなしが必要というわけではない。できたもののクラムの堅さが7日間の貯蔵で増えるに連れて、クラストの堅さ、クラムの水分は減った (McCarthy *et al.*, 2005)。トウモロコシデンプンと、キサンタン HPMC のコンビネーションでグルテンフリーパンを調製したものができた (Huang *et al.*, 2006)。

コンニャクグルコマンナン

コンニャクグルコマンナンで調製した粒子は素早く水を吸収し、水中での重量は、純度にもよるが 200 倍まで水を吸収する。グルコマンナンは粘性と、pseudoplastic (偽塑性) を示す。他のガム質の様に、水和の間、温度、剪断 (shear) 程度の増加は、完全に粘度/水和に達するまで必要時間が低下する。

熱的可逆ゲルがコンニャクグルコマンナンと κ -カラギーナンあるいはキサンタンのコンビネーション熱溶液の冷却で生じる。コンニャクグルコマンナンは κ -カラギーナンとの相乗的効果がローカストビンガムの約 2 倍効果的であった。コンニャクグルコマンナン- κ -カラギーナンのコンビネーションは、強く、粘弾性ある熱可逆ゲルであり、そのテクスチャは 2 つのハイドロコロイドの比率と全体の濃度を変えることで変化させることができる。このゲルは純粋な κ -タイプカラギーナングル以上熱安定である。

キサンタンとコンニャクグルコマンナンのコンビネーションは粘性溶液となり、それは両方とも同じ全濃度で単一で用より 3 倍粘度が上がる。コンニャクグルコマンナンもキサンタンもそれだけではゲルは作らないが、2 つのガム (最大比率で) ブレンドのホット (85°C) 溶液は粘弾性ある強い熱可逆ゲルを冷却すると作る。コンニャクグルコマンナン- κ -カラギーナングル同様に、熱安定ゲルがコンニャクグルコマンナン-キサンタン混合物をより高い温度に加熱すると熱安定ゲルを作る。再び、コンニャクグルコマンナンは、約 2 倍ほどローカストビンガムよりもキサンタンで相乗効果がある。

コンニャクグルコマンナンはまた、デンプン、修飾デンプンとも相互作用あり、粘度を増加する。天然のコンニャクグルコマンナン分子上のアセチル

基は、それら自身の会合とゲル形成をおさえる。しかしながら天然ガムは脱エステル化され、熱的には安定なゲルをつくる。伝統的にアセチル基をカルシウムハイドロオキシド (ライム = 石灰) で処理して外す。しかしながら或る食品グレードでは例えば K_2CO_3 のような弱塩基でコンニャクグルコマンナン分散液の pH を上げて必要な pH にして用いている。分散液の加熱は脱エステル化に効果がある。脱アセチル化したガム溶液の冷却は、レトルトでさえ可溶化しない温度のボイルに耐えるゲルを作る。ゲルは強く、多くは粘弾性である。コンニャクグルコマンナンは塩に感受性はない。加熱に安定、柔軟、高い強度、保護膜、およびフィルムとなる。グルテンフリーパンにキサンタン-コンニャクグルコマンナンコンビネーションを用いるところみは、小麦粉パンの品質を真似た面ではうまくいっていない (Moore *et al.*, 2004)。

ローカストビンとタラガム

ローカストビンガム (LBG) はカロブガムとも知られ、構造はグアガムに似ている。グアガムのように、まめ科の種子の内胚乳から作る粉である。2 つのガムはしかしながら異なった重要な性質をもつ。殆どのハイドロコロイドの分散液は室温の水に分散後、加熱し冷却すると水を素早く吸水して、より粘度のある溶液をつくるのだが；しかし LBG だけはすでに室温水に僅かに溶ける。懸濁液を約 85°C に加熱することが良好な可溶液には必要である。もう一つの違いは、LBG 溶液がそれ自体ゲルではなく、寒天、 κ -カラギーナン、キサンタンとの組み合わせた熱溶液がゲル温度以下になった時にゲルになるのである。グルテンフリーパンを作る研究では、いろいろなハイドロコロイド (そのうちの 1 つは LBG) を使う時、ハイドロコロイド濃度が 1% 以上ではパン品質の低下する事がわかった (Chatelard, 1998)。タラガムは、グアやローカストビンガムにその性質がそれらの間で多少似ている。報告されている事は、グルテンフリーパンの製造では、“カロブ粉とタラ粉の混合 (3:1) でしかも粒子サイズが 75-100 μm では良好な多孔質形成ができ、クラムの性質のいい、しかも味への如何なる悪い効果もない” (Jud and Bruemmer, 1990)。

メチルセルロース

真のメチルセルロース (MC) 製品は、HPMC のようにメチルおよびハイドロキシプロピルエーテル両グループをもつものと違いメチルエーテルグループだけをもつが、しかし MC と HPMC の両方はしばしば互いに区分されずに共にメチルセルロース製品として一纏めに扱われる。MC 製品の性質は HPMC 製品のそれによく似ている。報告されているものには、未糊化米粉、未糊化コーンスターチ、コーンフラワー、メチルセルロース、卵アルブミン、アラビアガムの仕込みを表面利用法のやり方で最適化し、官能的にも受け入れられるグルテンフリー、ポケットタイプフラットパンにしたものがある (Toufeili *et al.*, 1994)。

ペクチン

ペクチン製品の仲間はいろいろなハイドロコロイドであり、その全ては D- ガラクチュロン酸の Na 塩であり、塩基性でビルディングブロックされている。全ては数 % のウロン酸ユニットがメチルエステルの形 ($-\text{COOCH}_3$) で含まれている；そこで全てのペクチン調製品は多少アニオンであり、そのアニオン程度はいろいろである。ペクチンの種類はいろいろある。多分、グルテンフリー食品の中で最も興味深いのは低メトキシペクチンである (LM pectins)。LM ペクチン溶液は、カルシウムイオンがそこに加えられるときにアルギン酸溶液のゲル同様にゲル化する。LM ペクチンのある特異的なタイプは、 $-\text{COO}-\text{Na}^+$, $-\text{COOH}_3$, および $-\text{CONH}_2$ グループを含むアミド化した LM ペクチンである。LM ペクチンのアミド化したものは、従来の LM ペクチンよりもカルシウムイオンに受容性が高い。ポリアニオンとして、適当なタイプのペクチンはあるタンパク質を加熱変性、あるいは等電点沈殿から安定化する。ミルクベース製品の pH を低下させる際、適当なペクチン調製物によってミルクタンパク質の安定化は、その 1 つの例である。

キサンタン

キサンタンは市販的にはキサンタンガムとして知られ、高粘度、pseudoplastic (偽塑性) 溶液を作り、温度、pH あるいは塩濃度の変化で影響を受けない。キサンタンは非ゲルハイドロコロイドであり、しか

シアガロース、κ- タイプカラギーナン、コンニャクグルコマンナンあるいは LBG と混合するとゲル化する。LBG とのゲル形成はかなり弾力ある。唯一の供給源から、少なくとも 10 の異なったカテゴリーがキサンタンにはあり、利用されている。これらには、異なった粒子サイズ、異なった粘度グレード、簡単に分散するタイプ、素早く加水するタイプ、加水の遅れるタイプ、pseudoplastic (偽塑性) の低下したタイプ、さらに他のタイプが含まれる。各製造者のキサンタンは類似しているが、しかしお互いわずかに違っておりそれはそれら製造に用いた生物の種が違い、生長条件が異なるためである。

グルテンフリーパンはポテトデンプンあるいはまた米粉 + キサンタンと他原料で作ったものが申請された (Chatelard 1998)。グルテンフリー製品を作る研究で判った事は、ハイドロコロイド (そのうちの 1 つがキサンタン) を用いる時、パン品質はハイドロコロイド濃度を 1% 以上にすると低下する事である (Dluzewska *et al.*, 2001)。キサンタンとキサンタン + コンニャクグルコマンナンの両方を、コーンスターチ、玄米、大豆、ソバ粉とともにグルテンフリーパンを作る時、その製品は貯蔵 2 日後にはもろくなる (Kibylanski *et al.*, 2004)。グルテンフリーパンの場合、十分なシェルフライフには連続タンパク質相が必要であると結論された。米粉、卵と牛乳タンパク質、キサンタン、HPMC を含む仕込みは、“グルテンに似て、デンプン区分との 2 重マトリックス”をつくと報告された (Ahlborn *et al.*, 2005)。グルテンフリーパンで、タンパク質のネットワークを作るトランスグルタミナーゼの効能を調べる研究の仕込みにはキサンタンが含まれる (Moore *et al.*, 2006)。コーンスターチ、キサンタン、HPMC のコンビネーションで調製するグルテンフリーパンが求められた (Huang *et al.*, 2006)。

結論

今日まで、ハイドロコロイドはグルテンフリーベーカリー製品の生産にとり、唯一の限られ約束されたものであった。しかしながら殆どのハイドロコロイドはいろいろな製品に利用されており (時には非常に多くのものに)、そのうちの殆どは同一の基本的名前である。各製品は特異的な性質を有し、特別の製品には特別の機能を与えている。異なったタ

イプのものは互いに他の物とは非常に異なっている；そこでこの時、ハイドロコロイド製品は特にグルテンフリー製品にとって特別にデザインされるものではないが、重要なことは、もっとも密接に品質と必要な加工の属性を提供するタイプを選び、あるいはタイプの組み合わせを選ぶ事である。これはまた、食品製品調製時に用いられているハイドロコロイドのコンビネーションの応用である。

この理由のため、完全な徹底したグルテンフリー製品の調製時のハイドロコロイドの効果の研究は多分まだ完了していない。ハイドロコロイドの可能性の評価のために、適当なハイドロコロイド、あるいはハイドロコロイド混合物は、他の成分とともに、例えばカルシウムイオンの様なものと、必要ならば好ましい必要な属性を得るためにいつか評価される必要があるだろう。

References

- Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. H., and Huber, C. S.: (2005). *Cereal Chem.* **82**: 328-335.
- BeMiller, J. N.: (2007). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 2nd edn. St. Paul, Minnesota: AACC International.
- Chatelard, P.: (1998). FR Patent 2765076 A1; *Chem Abstr.* **130**: 196095 (1999).
- Dluzewska, E., Marciniak, K., and Dojczew, D.: (2001). *Zywnosc* **8**: 57-67; *Chem Abstr.* **135**: 166234 (2001).
- Dumitriu, S., ed.: (1998). *Polysaccharides*. New York: Marcel Dekker.
- Glicksman, M., Farkas, E. H., and Carter, S.: (1972). US Patent 3,676,150; *Chem Abstr.* **77**: 138565 (1972).
- Hoefer, A. C.: (2004). *Hydrocolloids*. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Huang, W., Yang, X., and Li, X.: (2006). CN Patent 1751580; *Chem. Abstr.* **144**: 449805 (2006).
- Imeson, A., ed.: (1997). *Thickening and Gelling Agents for Food*, 2nd edn. London: Blackie Academic and Professional.
- Jud, B. and Bruemmer, J. M.: (1990). *Getreide Mehl Brot* **44**: 178-183.
- Kobylanski, J. R., Perez, O. E., and Pilosof, A. M. R.: (2004). *Thermochim. Acta* **411**: 81-89.
- McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J., and Arendt, E. K.: (2005). *Cereal Chem.* **82**: 609-615.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P., and Arendt, E. K.: (2004). *Cereal Chem.* **81**: 567-575.
- Moore, M. M., Heinbokel, M., Dockery, P., Ulmer, H. M., and Arendt, E. K.: (2006). *Cereal Chem.* **83**: 28-36.
- Phillips, G. O. and William, P. A., eds: (2000). *Handbook of Hydrocolloids*. Boca Ratan, Florida; CRC Press.
- Stephen, A. M., ed.: (1995). *Food Polysaccharides and Their Applications*. New York: Marcel Dekker.
- Toufeili, I., Dagher, S., Shadarevian, S., Noureddine, A., Arakibi, M., and Farran, M. T.: (1994). *Cereal Chem.* **71**: 594-601.
- Walter, R. H., ed.: (1998). *Polysacchareide Association Structures in Food*. New York: Marcel Dekker.
- Whistler, R. L. and BeMiller, J. N., eds: (1993). *Industrial Gums*, 3rd edn. San Diego, CA: Academic Press.

衣食住から医食住へ 働き方改革の折に

君塚 健一 (KIMIZUKA Ken-ichi)¹ 村井 克之 (MURAI Katsuyuki)² 田代 憲史 (TASHIRO Norifumi)²
 杉本 和志 (SUGIMOTO Takashi)² 佐藤 守悟 (SATO Syugo)²

Key Words: ダイヤパワー[®]FP, エージレス[®], 賞味期限, 消費期限

はじめに

10年前の「派遣切り問題」は既に忘れ去られ、今は慢性的な人手不足にある。この原因は取りも直さず少子高齢化による現役世代の減少にあり、政府は働き方改革を謳って1億総活躍社会の実現や、生産性の向上を目指して躍起になっている。それ自体は悪い事ではなく、どんどん進めて欲しいが、具体論・方法論に乏しいのが残念だ。

かつて日本人は家族の衣食住を満足させるべく懸命に働いてきた。それが高度成長を導き、物が溢れる世の中を産み出した。時が流れ、今は家族の医(介護を含む)食住を満足させようとしている。この医食住、働き方改革の時代に少しでもお役に立てればと思い、今回は食品添加物の過酢酸製剤(ダイヤパワー[®]FP)を提案する。

1. 賞味期限を延長させると

人の身体は自分の食べた物で出来ている。中学時代、5大栄養素をバランス良く摂ることが重要だと習ったことを覚えていらっしゃるだろうか。しかし、学校では栄養学を教えてくれない(教えられても寒天培地を常備している家などあり得ないし、あったとしても培養している間に腐敗が進行してしまうに違いないが)。家庭では、せいぜい少し食べてみて、酸っ

ぱいか否かを調べるくらいである。これに失敗すれば、当然体調を崩すことになる。自分で食べた物が身体に悪影響を及ぼす訳だ。そこで登場したのが賞味期限・消費期限だ。言わずもがな、賞味期限は美味しく食べられる期間の目安、消費期限は健康を害する恐れのない期間の目安である。

ここでは賞味期限・消費期限が2日延びた場合を考えてみる。例えば、ある家庭が購入したカット野菜の内、残念ながら消費期限内に消費されず、フードロスになってしまう割合を5%としてみる。毎週2袋買う家庭なら52週×2×5%≒5袋は廃棄されていることになる。安全に食べられる期限が2日延びるとどうなるか。フードロスの割合は確実に下がるだろう。1%まで下がれば廃棄は1袋で済むことになる。

次に、生産現場に目を向けてみる。期間延長により5%のロスから1%のロスになると考えるだけでは、生産量・販売量は変わらず、慢性的な人手不足の解消には繋がらない。しかし、期限が延長されると、毎週2袋買われていたカット野菜の翌週への持越しが可能になり、週に1.8袋しか買われなくなることが予想される。勝手な試算ではあるが、このケースでは生産量、換言すれば労働力が10%削減出来る(売上が10%減るのは止む無し)。

実際弊社のお客様でも、人手不足なのに出荷要請

連絡先:

¹ 三菱ガス化学株式会社 機能化学品カンパニー 企画開発部 無機材料グループ
 Mail: kimiduka@mgc.co.jp

² 三菱ガス化学株式会社 東京研究所

は盛んで、休みもろくに取れないと悲鳴を上げていらっしゃる方も多い。「働き方改革って何？」だそうである。

そこで弊社では、エージレス®による食材の風味延長と共に、過酢酸製剤処理による食材の出荷時菌数の低減、賞味・消費期限の延長を提案している。過酢酸製剤とは2016年10月に厚労省に指定された食品添加物で、牛・豚・鶏・野菜（カット野菜含む）・果物を直接殺菌することが出来る。過酢酸は過酸化水素（オキシドール）とお酢を混ぜれば生成する過酸化物で、日本では人工透析器、内視鏡消毒などの医療用分野での実績が長く、カナダ、米国などでは昔から食材の殺菌に用いられてきた。余談だが、米国産牛肉は過酢酸で処理されており賞味期限が長い。そのため、遠方までの輸出が可能であったのに対し、和牛は次亜塩素酸ナトリウム（以下、次亜）や亜塩素酸で処理されているのみで日持ちがせず、海外市場では劣勢を強いられてきたそう。このため業界団体は日本でも過酢酸を使用可能とすべく、厚労省に積極的に働きかけ、指定を後押しした経緯もあったと聞く。

2. 過酢酸の効能

ここからは過酢酸の効能について述べたいと思う。前述のように過酢酸は内視鏡消毒に用いられており、医薬品の分類では高水準消毒薬に属する。これに対し、従前の次亜や亜塩素酸は中水準消毒薬である。高水準と中水準の違いを簡単に言えば、芽胞を殺菌出来るか否かである。芽胞形成菌は土中にも多く存在し、次亜での殺菌処理時に芽胞を形成し、

後に発芽して増殖することも多いそうだ。では、芽胞の殺菌性について、どのくらい違いがあるかを見てみよう。

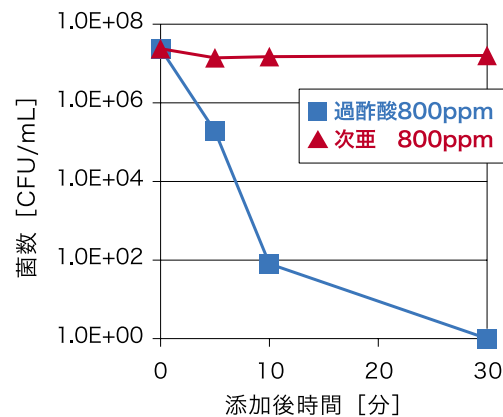


図1 枯草菌（芽胞）殺菌性能比較

ありふれたデータだが、一次製品の殺菌に過酢酸製剤が有効であることをご理解頂けたと思う。二次以降の産業での有効性はどうか。厚労省の大量調理施設衛生管理マニュアルでは、“200ppmの次亜で5分処理することに相当する殺菌料を用いなければならない”とされている。では、これを過酢酸でやるとどうなるか。

殺菌力は濃度と時間の積に比例するが、元々強い殺菌力を有する過酢酸では30ppm-1分で当該マニュアルの基準を満たしていることがお分かり頂けると思う（図2）。特にここでは、希薄溶液での短時間処理に着目して頂きたい。このことは、生産量が同じであれば、過酢酸なら時短が可能であることを示している。先に述べたように殺菌力は濃度と時間の積であるから、次亜でも濃度を高めれば1分での殺菌

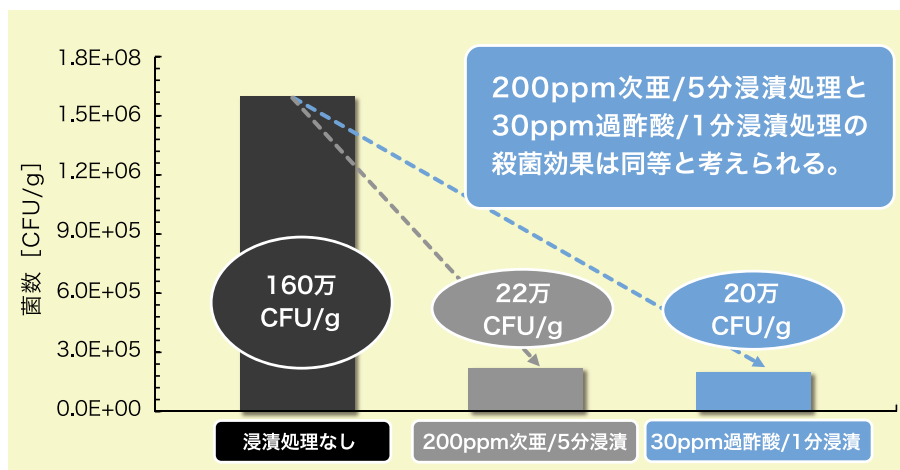


図2 大量調理施設衛生管理マニュアル順守条件比較

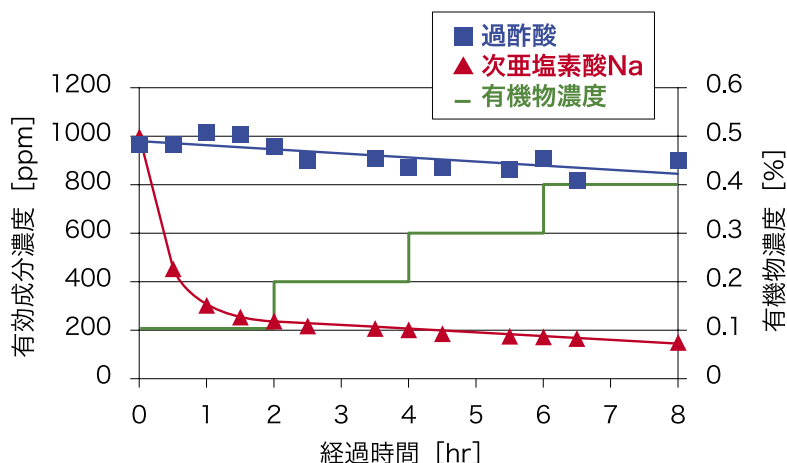


図3 有機物（アルブミン）が有効成分の分解に与える影響比較

は可能だが、周知の如く臭気の問題が発生する。また、過酢酸でももう少し濃度を高めれば、更なる時短が可能となったり、より付着菌数の少ない食材、即ちより安全な食材が提供出来たりするようになる。

また、従前の次亜には有機物と接触すると分解する欠点があり（図3）、大量調理の現場では薬剤と水の逐次追加が必要であった。これに対して過酢酸は有機物と接触しても分解せず、薬剤使用量および

水の削減が可能となる利点もある（弊社のお客様の中には、次亜を過酢酸に変えたことで、ランニングコストの低減を実現された方も居られる）。

筆者らは、希薄溶液、短時間処理後の観察によって、カット野菜の日持ちが延長することも見出している。見た目と官能評価のため、本紙面で紹介することは難しいが、安全な食材、時短と日持ち延長の全てを実現可能な過酢酸製剤を一度試されてみては如何だろうか？

まとめ

今回は、医食住、働き方改革の時流に合わせて、時短を実現し得るダイヤパワー®FPを提案した。食材をダイヤパワー®FPで殺菌し、エージレス®で包装すれば、地球の裏側にまで食材を運ぶことが出来るかも知れない。「日本の素晴らしい食文化」という価値を社会と分かち合うことは、弊社の使命であり、喜びでもある。



安全な食品殺菌剤

ダイヤパワー®FP

肉類や野菜・果物類に
広くお使いいただけます。
スプレー、チラーでの
運用にも適します。

 鶏肉

 豚肉

 牛肉

 野菜

 果物

他を寄せ付けない殺菌力

安心の国内生産

国内サポート体制も充実

過酢酸の力で一般生菌、真菌、酵母、芽胞をスピード殺菌！

●セレウス菌(芽胞)死滅時間比較
200ppm・99.999%死滅

過酢酸 **30分**

次亜塩素酸塩 **60分**

●出芽酵母死滅時間比較
200ppm・99.999%死滅

過酢酸 **60秒**

次亜塩素酸塩 **150秒**

(出典) 佐藤 順、坂上吉一、田中光幸、高野一紀 編集「食の安全・安心に過酢酸はここまで使える！ P36(2009)」



【非劇物】

食品添加物 過酢酸製剤

主成分：過酢酸14%

危険物第4類第3石油類（水溶性）

三菱ガス化学株式会社

ダイヤパワーFP

検索

機能化学品カンパニー無機化学品事業部

東京 〒100-8324 東京都千代田区丸の内2-5-2 三菱ビル6F
 大阪 〒530-0013 大阪市北区茶屋町19-19 アブローズタワー23F

TEL.03 (3283) 4759 Fax.03 (3287) 2643
 TEL.06 (6372) 8421 Fax.06 (6376) 1220

38 New Food Industry (New Food Indust.) 2020 Vol.62 No.1

炎症性サイトカイン産生と破骨細胞分化に対する *Cynara scolymus* L. 由来シナロピクリンの抑制効果

渡辺 典久 (WATANABE Norihisa)^{1,2} 佐藤 秀一 (SATO Shuichi)¹ 田中 清隆 (TANAKA Kiyotaka)³
今井 健一 (IMAI Kenichi)²

Key Words: 歯周病, アーティチョーク, シナロピクリン, 炎症性サイトカイン, 破骨細胞
Periodontitis, Artichoke, Cynaropicrin, inflammatory cytokine, Osteoclast

はじめに

口腔の2大疾患はう蝕と歯周病であるが、歯周病は罹患率が非常に高いこと、近年、歯周病の発症に関わる細菌が歯周病のみならず肺炎や糖尿病などの様々な全身疾患の発症にも関与していることが明らかとなったため、特に歯周病ケアの重要性が増している。歯周病ケアにおいて最も重要なのが毎日のブラッシングである。しかし、ブラッシングで得られる効果は個人の習慣や技量に依存するのみならず、ブラッシングだけでは不十分な場合が多い。また、有病高齢者や要介護高齢者においてはブラッシング自体が困難である。従って、ブラッシングを補助、補完するような歯周病予防策が求められている。われわれは、天然植物由来の物質による歯周病ケア剤の開発を進めている。本稿では、アーティチョークとその有効成分の1つであるシナロピクリンに焦点を当て、歯周病の進行において重要な役割を担う炎症性サイトカインと破骨細胞に対する作用を紹介する。

1. 歯周病とは

歯周病は、歯ぐき（歯肉）の出血や腫脹と歯を支えている骨（歯槽骨）が破壊される慢性的炎症性疾患であり、成人の約8割が罹患している。近年では、

歯周病が誤嚥性肺炎、糖尿病および早産等の全身疾患の誘因になることも明らかになっており、歯周病予防は口腔の健康のみならず、全身の健康維持にも重要との考え方が広まっている¹⁾。実際に、周術期における口腔ケアが肺炎等の術後合併症を減少させることから、医科歯科連携に代表される多職種連携の必要性が増している。

口腔衛生管理が不良になると、図1に示すように歯面に付着した細菌の集合体であるデンタルプラーク（歯垢）が蓄積し歯肉に炎症を生じる（歯肉炎）。



図1 A: 健康な歯肉 B: 歯肉炎 歯肉の発赤と腫脹が見られる。C: 歯周炎 歯と歯肉の間の溝（歯周ポケット）に大量の歯垢が見られる。炎症が進行すると、歯を支える骨（歯槽骨）の吸収が生じ、歯の喪失が生じる

¹ 日本大学歯学部 歯科保存学第Ⅲ講座, ² 日本大学歯学部 細菌学講座, ³ 一丸ファルコス株式会社

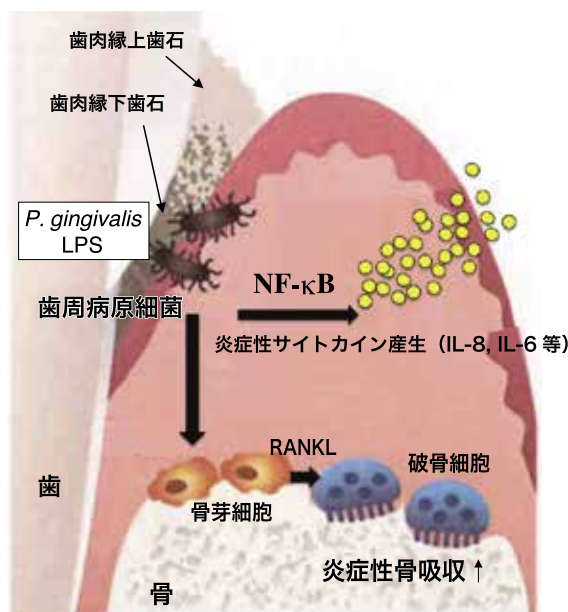


図2 歯周病の発症機序

歯周ポケット内の *P. gingivalis* が、LPS を介して NF-κB を活性化することにより、宿主細胞から大量の炎症性サイトカインが産生される。LPS と炎症性サイトカインは、骨芽細胞の RANKL の発現を介して破骨細胞の分化を促進することにより、骨吸収にも関与する。炎症性サイトカインの産生をいかに抑制するかが、歯周病の予防と治療において重要な鍵となる。

プラークは石灰化することで歯石となり、歯の表面に強固に沈着するため、歯ブラシによる除去が不可能となる。さらに炎症が拡大すると、歯と歯肉の溝（歯周ポケット）が深くなり、歯槽骨の吸収が生じ、結果的に歯の喪失が起こる（歯周炎）。歯周病は歯周組織に対する細菌感染（細菌因子）と、宿主の免疫状態（宿主因子）、さらに喫煙（環境因子）などのリスクファクターが複雑に絡み合い発症する²⁾。

歯肉炎から歯周炎へと病気が進行するに従い、歯周ポケットは深くなり嫌気的な環境となるため、*Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* および *Fusobacterium nucleatum* などの歯周病原菌とされる嫌気性菌の増殖が盛んとなる。特にグラム陰性嫌気性桿菌である *P. gingivalis* は最も重要な歯周病原菌であり、病原因子として内毒素 (Lipopolysaccharide : LPS) や線毛等を有し、歯周病の発症に深く関与する³⁾。LPS は、主に歯肉の線維芽細胞や上皮細胞において転写因子 Nuclear Factor-kappa B (NF-κB) を活性化し IL-8 や IL-6 などの炎症性サイトカインの産生を強く誘導する（図2）。これらの炎症性サイトカインは好中球の遊走を促進したり破骨細胞を活性化することにより、歯周組織の破壊に関与す

る。また、LPS は骨芽細胞上の破骨細胞分化促進因子 : Receptor Activator of NF-κB Ligand (RANKL) の発現を介して、破骨細胞の分化を促進することも知られている。近年では、細菌の他に Epstein-Barr Virus (EBV) などのウイルスも歯周病の発症と進行に深く関与しているとの研究データが世界各国より報告されている⁴⁾。

2. 歯周病の予防

歯周病の予防にはブラッシングによる機械的なプラーク除去が一般的に広く行われている²⁾。しかし、ブラッシングはその方法や回数など個人差が大きい。高齢者や有病者においては、自身でのブラッシングが困難なこともある。さらに、プラークの除去能力にも限界があり、特にポケット深くの歯垢や歯石には効果が無い。従って、ブラッシングを補助、補完するような歯周病予防法が求められている。歯科医院では、テトラサイクリンやアモキシシリンを含む軟膏が局所的に使用されることもあるが、耐性菌の出現と費用の問題が生じる。

近年、抗炎症作用を有する物質として、安全かつ安価な植物由来の天然物に対する関心が高まっている。ウコンや緑茶のカテキンに含まれるポリフェノールの他、生薬に代表される天然植物の成分は漢方にも使用されており、炎症性疾患に効果があることが知られている。歯周病の予防を想定して、植物抽出物や精製物の効果を検証する研究も行われており、これまでに植物由来のポリフェノール、マメ科の植物であるナタマメから抽出したナタマメエキス、および食物由来ペプチドなどの歯周病原菌に対する影響が検討されている⁵⁻⁷⁾。しかし、宿主細胞に対する天然物の効果については報告が少ない。

我々は、安価かつ安全であることは勿論のこと、より抗炎症効果が期待される天然物として *Cynara scolymus* L. に着目した。*Cynara scolymus* L. は、キク科に属する多年草で、一般的にはアーティチョークという名で知られている（図3）。アーティチョークの詳細については、前月号の本誌に記載しているが⁸⁾、わが国では観賞用として使用される場合が多い一方で、欧米では脂肪の消化を助ける野菜として広く食されている。田中らは、アーティチョーク葉エキスが皮膚や胃腸の炎症に対して効果があること、その有効成分としてセスキテルペンラク



図3 アーティチョーク (学名 *Cynara scolymus* L.)

A: キク科に属する多年草であり紫色の花が咲く。西洋野菜の一種であり、フランス料理などに多用される。B: 葉の部分に有効成分としてセスキテルペンラクトン類のシナロピクリンが含まれる。

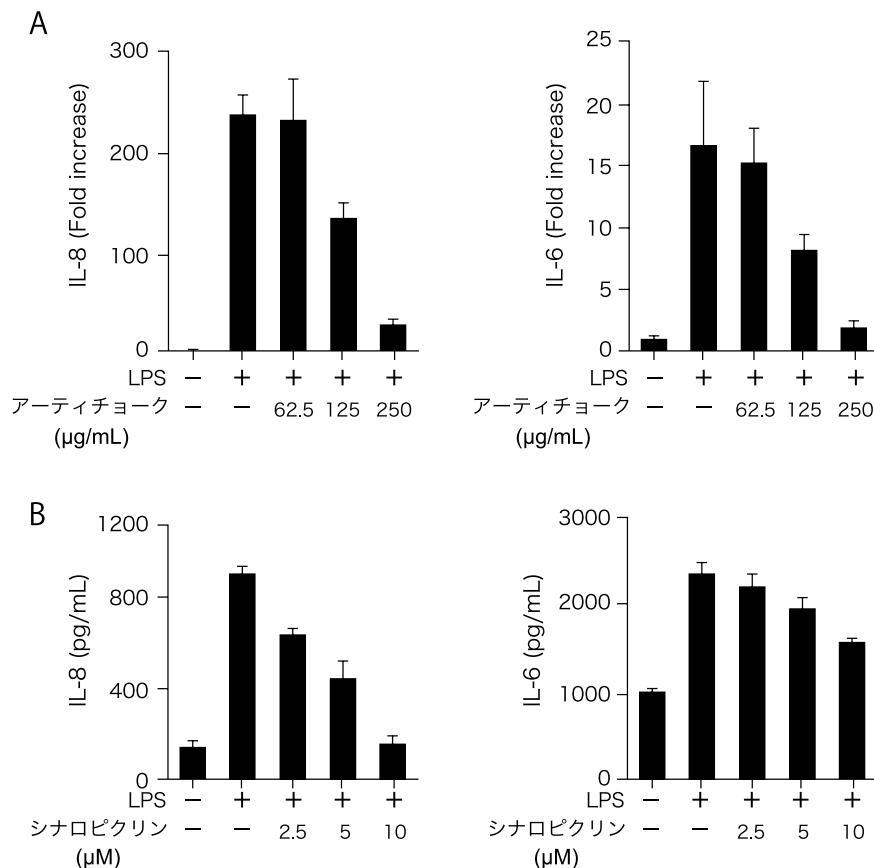


図4 アーティチョークとシナロピクリンによる LPS 誘導性の炎症性サイトカイン抑制効果

A: 歯肉線維芽細胞において、アーティチョーク葉エキ스는 LPS 誘導性の IL-8 と IL-6 の遺伝子発現を濃度依存的に抑制した。B: シナロピクリンも、LPS 誘導性の炎症性サイトカイン産生を強く抑制する。文献 10 を改変。

トン類のシナロピクリンが重要であることを報告した^{8,9)}。しかし、歯周病予防を目的とした研究、およびシナロピクリンの詳細な抗炎症機序に関しては不明な点が多かった。そこで、アーティチョーク葉エキスとシナロピクリンの炎症性サイトカイン産生と破骨細胞に対する作用を検討した¹⁰⁾。

3. アーティチョークは *P. gingivalis* LPS 誘導性炎症性サイトカイン産生を抑制する

はじめに、実際の歯周病患者から採取した歯肉

線維芽細胞をアーティチョーク葉エキスで前処理後、*P. gingivalis* LPS (0.5 μg/mL) で刺激した。培養上清と細胞抽出液を回収し、IL-8 と IL-6 の量は ELISA 法にて、遺伝子発現は real-time PCR 法にて定量した。その結果、アーティチョーク葉エキスは、LPS 誘導性の IL-8 と IL-6 の遺伝子発現を濃度依存的に抑制した (図 4A)。次にアーティチョーク葉エキスから、高純度に精製したシナロピクリン単体の効果を検討した。シナロピクリンの量は、アーティチョーク葉エキス中に実際に含まれている量を

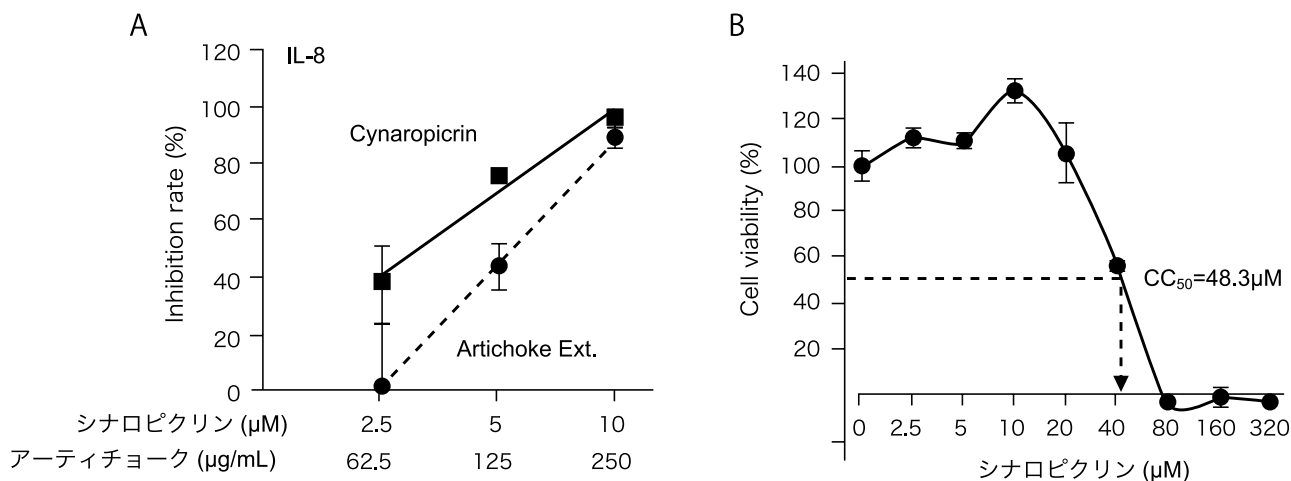


図5 シナロピクリンとアーティチョーク葉エキスの効果の比較

A: シナロピクリンはアーティチョーク葉エキスと比較して、3割ほど高い抑制効果を示した。

B: 歯肉線維芽細胞に細胞為害作用は認められなかった。

用いた。実験の結果、シナロピクリンはLPS誘導性のIL-8とIL-6の遺伝子発現、並びに蛋白発現を濃度依存的に強く抑制した(図4B)。図5Aに示すようにその効果は、アーティチョーク葉エキスと比較して3割程高く、低濃度でも十分な抑制効果が認められた。また、用いたシナロピクリンの濃度(2.5 μM, 5 μM, および10 μM)においては、歯肉線維芽細胞に対する為害作用は認められなかった(図5B)。

4. シナロピクリンは *P. gingivalis* LPS 誘導性 NF-κB の活性化を阻害する

LPS誘導性の炎症性サイトカインの発現にはNF-κBが深く関与することが知られている。そこで、シナロピクリンの抗炎症作用機序を検討するために、NF-κBの活性化に対するシナロピクリンの効果を検討した。NF-κB p65/p50は通常、細胞質内で抑制因子IκBαと結合した状態で存在しその活性が抑えられている(図6)。LPSシグナルが入るとIκBαが分解され、p65はリン酸化されると共にp50と核内に移行する。核移行したp65/p50がIL-8等の遺伝子プロモーターに結合した結果、炎症性サイトカインの発現が誘導される。はじめに、今回用い

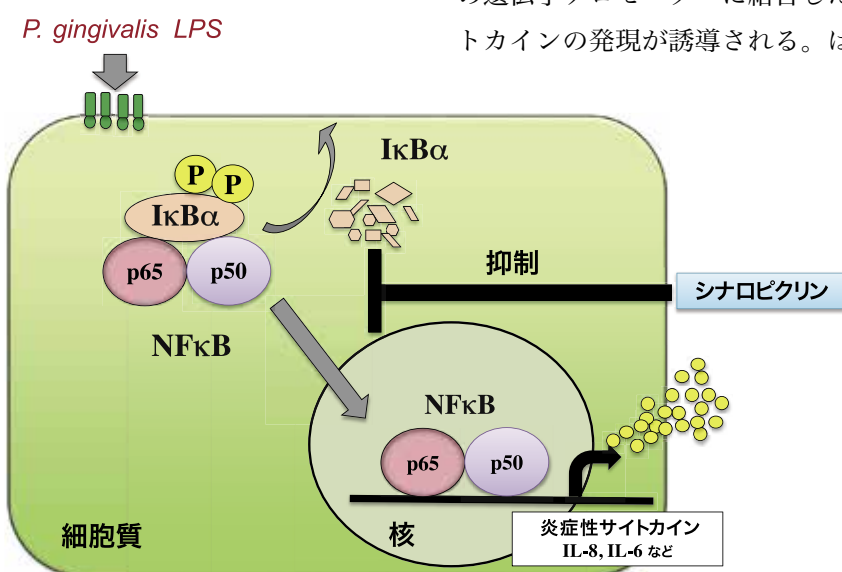


図6 *P. gingivalis* LPSによるNF-κB活性化

通常NF-κBは、抑制因子であるIκBαと細胞質に存在する。LPS等の刺激が入ると、IκBαが分解されNF-κBは核内に移行し炎症性サイトカインの遺伝子発現を誘導する。シナロピクリンは、NF-κBを抑制することで、炎症性サイトカインの産生を抑制すると考えられる。

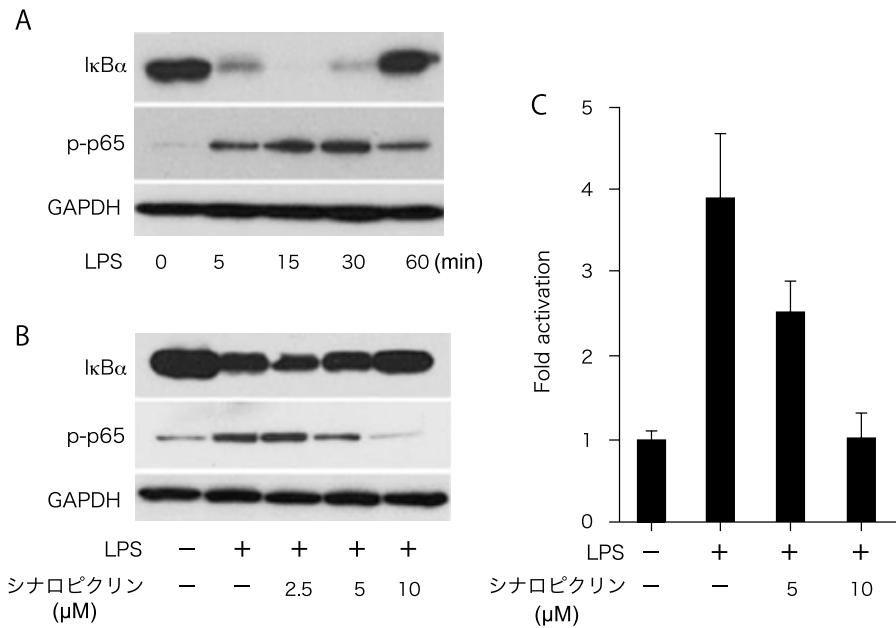


図7 シナロピクリンによるNF-κBの抑制

LPS刺激後5分でIκBαの分解とNF-κBのリン酸化が認められるが(A), シナロピクリンは濃度依存的に両者を抑制した(B)。C: シナロピクリンはNF-κBの転写活性も抑制する。

た歯肉線維芽細胞において実際にNF-κBがLPS誘導性の炎症性サイトカイン産生に関与しているか否かを, NF-κB阻害剤:BAY 11-7082を用いて検討した。その結果, BAY 11-7082はLPS誘導性IL-8とIL-6産生を抑制した。次に, IκBαの分解とNF-κB p65のリン酸化に対するシナロピクリンの効果を調べた。

その結果, 図7Aに示すように, LPS刺激5分後に認められたIκBαの分解とNF-κB p65のリン酸化は, シナロピクリンの前処理によりその濃度依存的に抑制された(図7B)。また, ルシフェラーゼアッセイの結果から, シナロピクリンは転写レベルでNF-κBの活性化を阻害することが明らかとなった(図7C)。

5. シナロピクリンはRANKL誘導性の破骨細胞形成を阻害する

破骨細胞分化に対するシナロピクリンの作用を検討するために, RAW264.7細胞をRANKL (100 ng/mL)で4日間処理し破骨細胞の分化を誘導する系を用いた。Tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP)染色を行うことにより, 破骨細胞様のTRAP陽性多核巨細胞数を計測した。

RAW264.7細胞をRANKL処理した結果, 多数のTRAP陽性の破骨細胞が形成された(図8)。一方, 本実験系にシナロピクリンを添加した結果, 破骨細胞数が顕著に減少した。また, 破骨細胞の大きさもシナロピクリンの濃度依存的に減少した。同

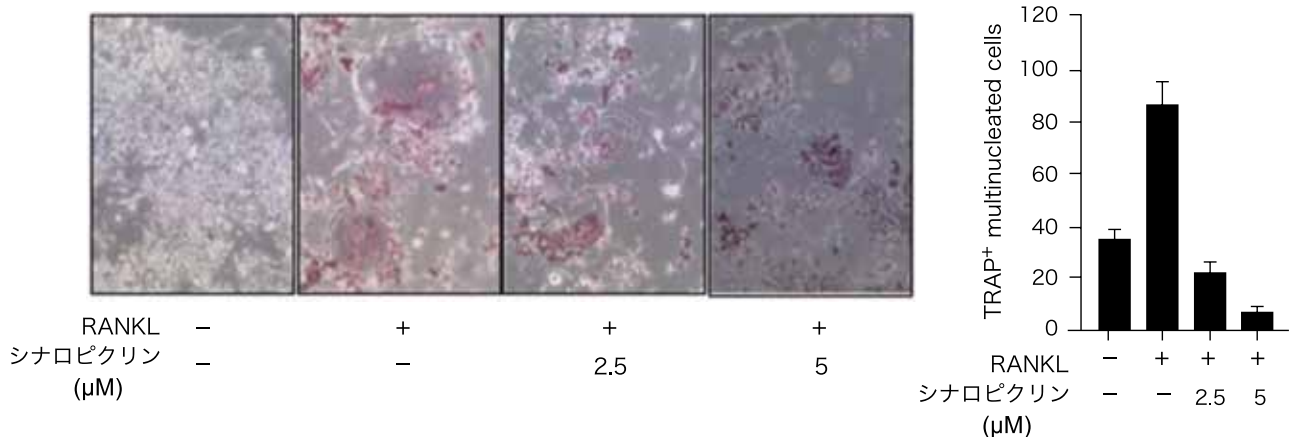


図8 シナロピクリンによる破骨細胞分化の抑制

シナロピクリンはRANKLにより誘導されたTRAP陽性で多核の破骨細胞の形成を濃度依存的に抑制した。

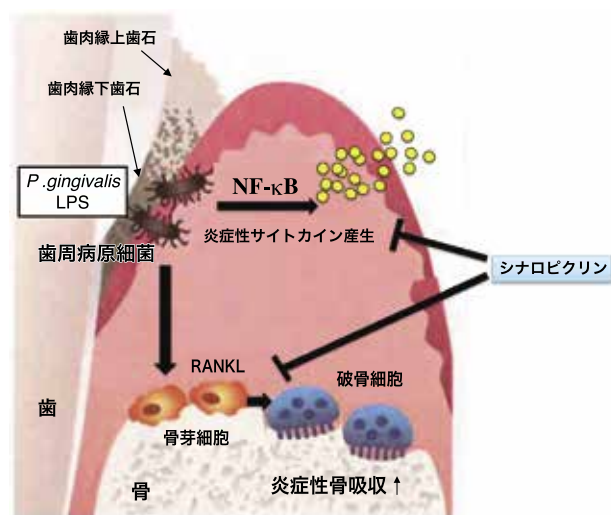


図9 シナロピクリンの抗歯周病メカニズム

シナロピクリンはNF-κBの活性化を阻害することにより、*P. gingivalis* LPS誘導性の炎症性サイトカイン産生の誘導を抑制すると共に、RANKL誘導性の破骨細胞形成を抑制する。歯周病の病態の特徴である、歯肉の炎症と骨吸収に効果を示す可能性がある。

様の結果は、アーティチョーク葉エキス処理においても認められたが、炎症性サイトカイン産生に対する効果と同様、シナロピクリンの方が強い抑制効果を示した。

以上の結果から、シナロピクリンは*P. gingivalis* LPS誘導性のNF-κB活性化を阻害することによりIL-8とIL-6の産生を抑制することが示唆された。また、シナロピクリンは、RANKLにより誘導され

る破骨細胞分化を直接阻害することが初めて明らかとなり、骨吸収抑制効果を有することも示唆された。

おわりに

歯周病の進行に伴い患者の歯周ポケット内の*P. gingivalis*が増加し、実際にIL-8とIL-6の濃度が上昇することが報告されている^{11,12)}。これらの炎症性サイトカインはLPS同様、RANKLを誘導することにより骨吸収にも深く関与している。本実験ではシナロピクリンは、炎症性サイトカイン産生と破骨細胞分化の両方を強く抑制することが明らかとなった。ひとつひとつ作用が強いので、実際の生体内ではより低濃度で効果を示す可能性がある。われわれは、マウスを用いた実験的歯周炎モデルにおいて、シナロピクリンが骨吸収を抑制することを見出している。

シナロピクリンは安全性も高く、現在では田中らの研究成果を基に多くの化粧品やサプリメントなどに用いられている⁸⁾。シナロピクリンなどの天然植物由来成分は、歯磨剤のみならず口腔洗口液や口腔ジェル等に添加することが出来るため、ブラッシング困難者のための新たな歯周病予防薬の候補となりうる。口腔の健康維持は全身の健康維持にも重要なため、多くの人が容易に使用できかつ効果的なブラッシング補完剤の研究開発が進むことが期待される。

引用文献

1. 今井健一：序－健康長寿に貢献するために－。歯科医療，**37**(4): 4-6, 2017.
2. 佐藤秀一：歯周治療にともなう全身の健康回復。歯科医療，**37**(4): 44-57, 2017.
3. Hajishengallis G: Periodontitis: From microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol.* **15**(1): 30-44, 2015.
4. 今井健一：歯周病の病因に関する最近の話題－細菌とウイルスの相互作用－。臨床免疫・アレルギー科，**69**(2): 180-185, 2018.
5. Bunte K *et al.*: Polyphenols in the prevention and treatment of periodontal disease: A systematic review of *in vivo*, *ex vivo* and *in vitro* studies. *Fitoterapia.* **132**: 30-39, 2019.
6. Nakatsuka Y, Nagasawa T, Yumoto Y, Nakazawa F, Furuichi Y: Inhibitory effects of sword bean extract on alveolar bone resorption induced in rats by *Porphyromonas gingivalis* infection. *J Periodontol Res.* **49**(6): 801-9, 2014.
7. Tamura H, Maekawa T, Domon H, Hiyoshi T, Yonezawa D, Nagai K, Ochiai A, Taniguchi M, Tabeta K, Maeda T, Terao Y: Peptides from rice endosperm protein restrain periodontal bone loss in mouse model of periodontitis. *Arch Oral Biol.* **98**: 132-139, 2019.
8. 田中清隆，今井健一： *New Food Industry* **61**(12): 921-929, 2019.
9. Tanaka YT, Tanaka K, Kojima H, Hamada T, Masutani T, Tsuboi M, Akao Y: Cynaropicrin from *Cynara scolymus* L. suppresses photoaging of skin by inhibiting the transcription activity of nuclear factor-kappa B. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.* **23**(2): 518-23, 2013.
10. Hayata M, Watanabe N, Kamio N, Tamura M, Nodomi K, Tanaka K, Iddamalagoda A, Tsuda H, Ogata Y, Sato S, Ueda K, Imai K: Cynaropicrin from *Cynara scolymus* L. suppresses *Porphyromonas gingivalis* LPS-induced production of inflammatory cytokines in human gingival fibroblasts and RANKL-induced osteoclast differentiation in RAW264.7 cells. *J Nat Med.* **73**(1): 114-123, 2018.
11. Özmeriç, N, Bal B, Baloş K, Berker E and Bulut Ş: Levels of interleukin-1 β and interleukin-8 in gingival crevicular fluids in adult periodontitis. *J Periodontol.* **66**(10): 852-859, 1995.
12. Jin L, Söder B and Corbet EF: Interleukin-8 and granulocyte elastase in gingival crevicular fluid in relation to periodontopathogens in untreated adult periodontitis. *J Periodontol.* **71**(6): 929-939, 2000.

漢方の効能

Efficacy of traditional medicine “KAMPO”

口腔内外科処置に対する鶏血藤配合剤の利用について

Utilization of *Jixueteng*-Formulated Traditional Chinese Medicine for Oral Surgery

佐々木 悠 (SASAKI Haruka)¹ 鈴木 光雄 (SUZUKI Mitsuo)^{1, 2} 岡部 葉子 (OKABE Yoko)² 渡辺 秀司 (WATANABE Shuji)^{1, 3} 遠山 歳三 (TOYAMA Toshizo)^{1, 4} 両角 旦 (MOROZUMI Akira)⁵ 坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)⁶ 浜田 信城 (HAMADA Nobushiro)^{1*}

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

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

³ とつかグリーン歯科医院 (神奈川県横浜市戸塚区汲沢 1-10-46 踊場メディカルセンター 4F)

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

⁵ もろずみ歯科 (神奈川県川崎市宮前区宮前平 1-3-1 白水ビル 1F)

⁶ 明海大学歯科医学総合研究所 (埼玉県坂戸市けやき台 1-1)

Key Words: 漢方薬, 生薬, 鶏血藤, 拔牙, インプラント, *Porphyromonas gingivalis*

Abstract

Dental implant treatment recovers the structure, function and aesthetics of oral cavity by embedding the implants into the jawbone where loss of teeth occurs due to the caries, periodontal disease, trauma, tumor, congenital lack, and fixing the dentures on the supporting embedded implant. Many open treatments (such as tooth extraction and implant embedding surgery) should consider the oral bacterial infection. *Jixueteng*, a kind of crude drug, is well-known of its bactericidal and a blood flow improvement effects. We present here our case report of *Jixueteng* used for dental surgery and preliminary basic research that focuses on its antibacterial effect.

要旨

歯科インプラント治療とは、う蝕、歯周病、外傷、腫瘍、先天性欠如などによって失われた歯に対して、歯科インプラントを顎骨に埋入し、これを支台として義歯等を固定することで、口腔領域の構造的、機能的ならびに審美的回復を図る治療法である。拔牙やインプラント体埋入手術など多くの観血的処置を伴う歯科治療は、口腔内細菌の感染に対する配慮が必要である。生薬である鶏血藤は、殺菌効果と血流改善効果が確認されていることから、歯科治療の外科処置に利用した症例と基礎的研究結果について報告する。

はじめに

インプラント埋入技術とインプラント体の素材、形状や構造の改良が行われ、インプラントの長期的維持が可能になった。但し、施術には多くの専門知識が必要とされ、術者側だけでなく患者側の要因がインプラント治療の成功に重要である。特に、インプラント埋入時の感染防御とプラークコントロールが不可欠である。プラークコントロールが不十分であれば、天然歯の歯周疾患に相当する“インプラント周囲炎”を新たに惹起させることになる。今回は、拔牙とインプラント埋入後の治癒促進における鶏血藤配合剤の利用法と鶏血藤の口腔細菌に対する殺菌効果について述べる。

連絡先: 浜田 信城 (Nobushiro Hamada)* 神奈川歯科大学 口腔科学講座 微生物感染学分野

〒 238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82 番地 Email: hamada@kdu.ac.jp 電話 & FAX: 046-822-8867

生薬の口腔内外科処置への利用

抜歯は、従来の単に歯を抜くという行為のみならず、その後にインプラントを埋入することが必要とされることが多く、いかに骨を再生させるかが重要になってきている。抜歯に際しては、まず歯の周囲に存在するデンタルプラーク除去を徹底して実施後、消毒して抜歯している。その後、不良肉芽を限りなく取り除き、綺麗な抜歯窩の骨面を露出させる。よく洗浄消毒後、鶏血藤配合剤を

シリンジで塗布し、その後止血剤で閉鎖する。また、インプラント埋入後の歯肉状態の改善には、患者に鶏血藤配合剤を渡して、創傷面に毎日塗布するように指導している。いずれにしても傷口の治りが良好で、鎮痛剤の使用頻度が少なくなっている。少ない本数のインプラント埋入手術の患者では、上記の方法により、鎮痛剤を全く使わずに対応可能である。鶏血藤の毛細血管再生能や血流回復だけでなく組織に対する抗酸化能も寄与していると考えられ、組織の再生のみならず術後の疼痛予防にも役立っていると思われる。図1は、インプラントを埋入後に炎症が生じていたが、鶏血藤配合剤を毎日塗布し、その結果、完治した症例である。



図1 インプラント埋入手術に鶏血藤を使用した症例
インプラント埋入後に歯肉に炎症が生じていた(A)が、鶏血藤配合剤を毎日塗布し、完治した(B)。

鶏血藤の殺菌効果

歯周炎は、細菌感染による慢性炎症である。この疾患は、特定の口腔常在菌により構成される歯垢細菌が直接的な原因となっている。感染症の治療薬として、抗菌薬が広く用いられてきたが、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌やバンコマイシン耐性腸球菌に代表される薬剤耐性菌の出現が深刻な問題となっている。我々は、抗菌作用を有する天然物質に焦点をあて、植物由来の抽出物である鶏血藤を見出した。鶏血藤は、マメ科の蜜花豆 (*Spatholobus suberectus* DUNN) の茎を乾燥させた生薬であり、循環改善、鎮痛、赤血球および白血球の増産等の薬理作用を有することが知られている¹⁾。さらに、今回の臨床データの報告に加え、基礎研究データから、鶏血藤の口腔常在菌に対する殺菌効果および微小循環改善効果が明らかとなっている^{2,3)}。

歯周炎の原因であるデンタルプラークは多種多様な細菌の集まりであるが、歯面に形成されたペリクル上にバイオフィームとして形成される(図2)。ヒトの口腔内には、現在700種類以上の細菌が生息していると言われ、デンタルプラークの70%が細菌であり、1g当たり約 10^{11} 個の細菌が含まれ、形態や酸素に対する抵抗性の異なる細菌で構成されている(図2)。

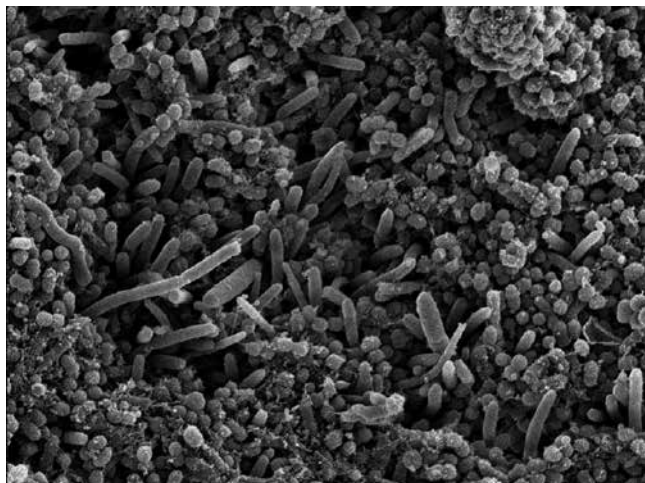


図2 デンタルプラークの電子顕微鏡像
形態の異なる多種類の細菌同士が共凝集した細菌の塊である。

バイオフィーム内では細菌同士がクオラムセンシングという菌体密度感知機構により菌数調整や病原性物質の産生をコントロールしている^{4,5)}。唾液の糖タンパク質由来のペリクルに定着する細菌群を早期定着細菌、ペリクルに付着する性質を持たない細菌で他の細菌との共凝集により定着する細菌群を後期定着細菌と呼んでいる⁶⁾(図3)。この共凝集に関わる細菌が *Fusobacterium nucleatum* (*F. nucleatum*) であり、歯周病に関わる後期定着細菌と早期定着細菌の仲介するデンタルプラーク中の重要な細菌のひとつである。また、共凝集によりデンタルプラーク内での細菌密度が高くなり嫌気度が上昇するため、後期定着細菌には *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*) をはじめと

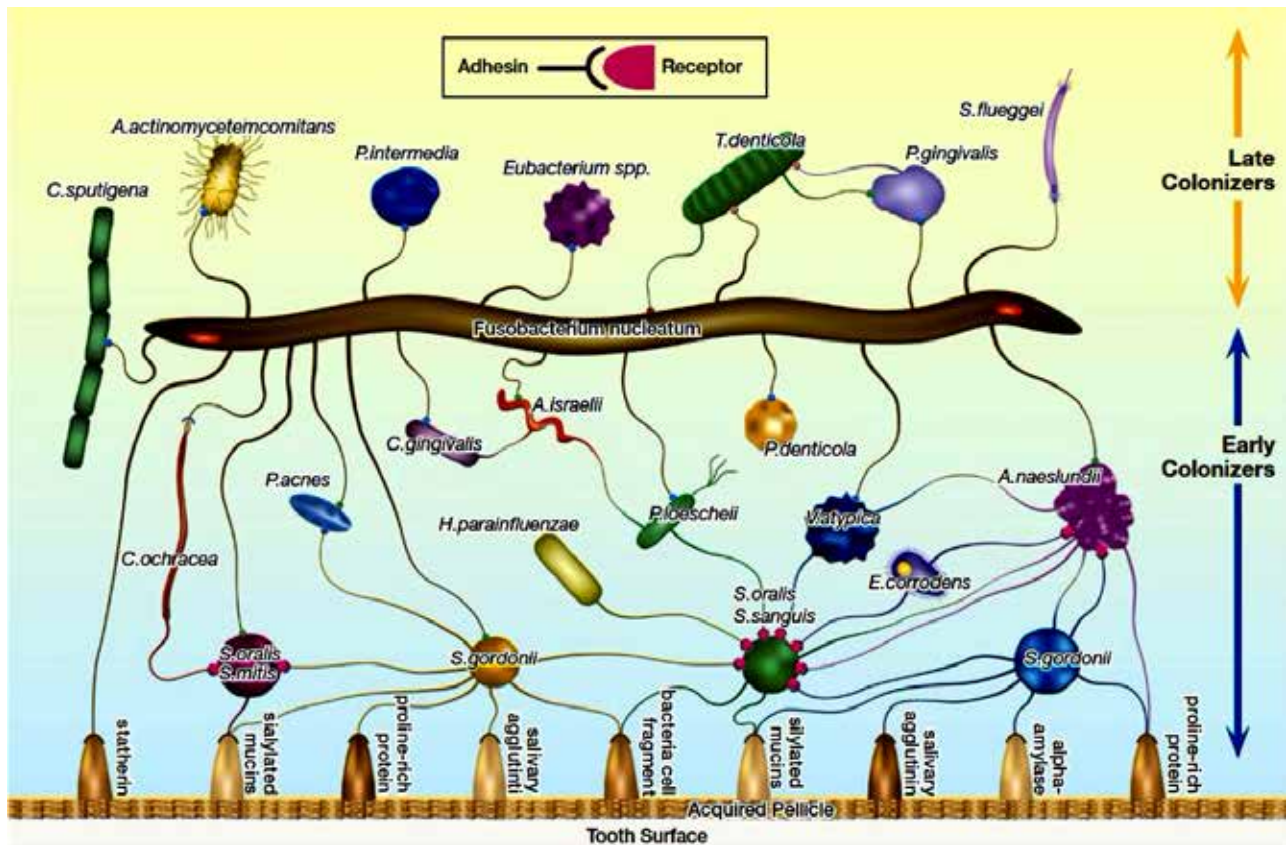


図3 デンタルプラーク中の細菌

ペリクル上に形成されたデンタルプラーク中の細菌は、早期定着細菌と後期定着細菌に分けられる。デンタルプラークは、多種の細菌がペリクルに付着し、他菌種と共凝集することで形成される。文献6より引用。

する偏性嫌気性菌が主体となり、歯周組織破壊が進行する。そのため、歯周病原細菌として重要である *P. gingivalis* および *F. nucleatum* に対する鶏血藤の殺菌効果について記載する。

歯周病原細菌である *P. gingivalis* および *F. nucleatum* に対する鶏血藤抽出液の殺菌効果の判定は、鶏血藤抽出液に *P. gingivalis* および *F. nucleatum* を作用させ、15分後と60分後の生菌数を鶏血藤抽出液に作用させていない細菌数と比較することで行った(図4)。鶏血藤抽出液を60分間作用後の細菌生存率は、*P. gingivalis* では、0.2%抽出液で、対照の55.13%、2%抽出液で17.22%、8%抽出液で、0.10%まで減少した(図4a)。*F. nucleatum* は *P. gingivalis* と比較して、鶏血藤に感受性が高く、60分間作用後の細菌生存率は、0.2%抽出液で対照の0.50%、2%抽出液では約0.01%まで減少した(図4b)。一般的な殺菌薬に比較して、殺菌効果に時間を要するが鶏血藤抽

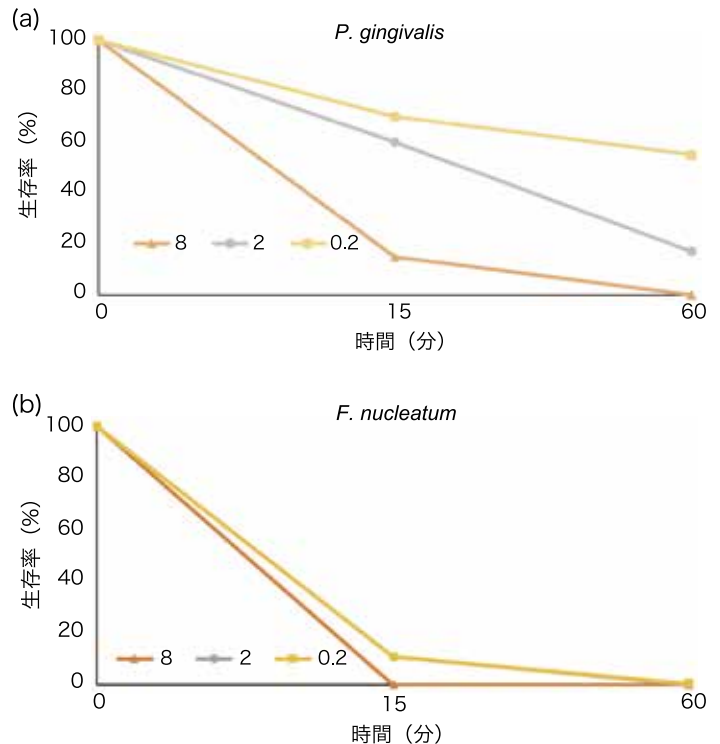


図4 鶏血藤の殺菌効果

P. gingivalis (a) および *F. nucleatum* (b) に対する 0.2%, 2.0%, 8.0% 濃度の鶏血藤抽出液の作用により、生存率が減少した。細菌の生存率は、鶏血藤抽出液を作用させていない細菌数に対する割合で表記した。

出液に明らかな殺菌作用が認められた。

考察

我々は、これまでの研究において、*P. gingivalis* 誘発歯肉微小循環障害に対する鶏血藤の抑制効果を評価する目的で、歯周炎モデルマウスを *P. gingivalis* 非感染群（コントロール群）、*P. gingivalis* 非感染群 + 鶏血藤投与群、*P. gingivalis* 感染群および *P. gingivalis* 感染群 + 鶏血藤投与群の 4 群に分け、歯肉微小循環における歯肉血流量を測定した。さらに、血管レジン鑄型標本を作製し、歯肉微小血管の形態学的変化を走査型電子顕微鏡にて観察した。その結果、*P. gingivalis* 感染群 + 鶏血藤投与群は、*P. gingivalis* 感染群と比較して歯肉反応性充血、特に最大血流量が半減するのに要する時間及び増加総血流量を有意に減少させた。また、血管レジン鑄型標本の観察から、*P. gingivalis* 感染により誘発された歯肉毛細血管網の減少が鶏血藤投与により改善した。これらの結果から、鶏血藤は、*P. gingivalis* 感染による歯肉微小循環障害の改善効果に有効であり、歯周病治療に有効な生薬であることを明らかにした³⁾。

鶏血藤抽出液中の殺菌物質や薬効成分に関しては、すべてが明らかにされているわけではないが、鶏血藤に含まれるポリフェノール類は、免疫力の増強、血流改善だけでなく、自律神経系と内臓機能を正常化し内分泌系の失調を改善する効果を有することが報告されている⁷⁾。今回注目した歯周病原細菌である *P. gingivalis* は、歯周組織破壊に重要な病原因子と考えられるタンパク分解酵素や破骨細胞を活性化する内毒素を保有し、歯槽骨吸収を伴う歯周炎の発症と進行に重要な細菌である⁸⁾。今回の症例報告と基礎研究データから、天然物質である鶏血藤が、歯周炎の原因細菌に対して殺菌効果を有することが示され、歯周組織の抗炎症作用と同時に歯周病原細菌である *P. gingivalis* の増殖を抑制する効果を示すことが明らかとなった。*F. nucleatum* は、*P. gingivalis* のガラクトース残基とレクチン様タンパクを介して共凝集することが知られているが、鶏血藤が細菌凝集などの共生関係を阻害する可能性も考えられ、デンタルプラークの形成抑制や歯周病に対する有効性についても今後研究課題として検討したいと考えている。最後に、一般にデンタルプラークに対する薬の到達深度は 0.1 mm 程度と考えられているため、適切なブラッシング後に鶏血藤を患部に貼付することが最も有効であると考えている。

参考文献

1. 中薬大辞典, 上海科学技術出版社編: 小学館 東京. 3 (1): 617-619, 1998.
2. 遠山歳三, 澤田智史, 高橋祐介, 李昌一, 浜田信城, 他: 齲蝕ならびに歯周病原細菌に対する鶏血藤の殺菌効果. 歯科薬物療法学会誌. 30 (2): 51-56, 2011.
3. Suzuki M, Toyama T, Watanabe K, Sasaki H, Sugiyama S, Yoshino F, Yoshida A, Takahashi S, Wada-Takahashi S, Matsuo M, Todoki K and Hamada N: Ameliorating effects of *Jixueteng* in a mouse model of *Porphyromonas gingivalis*-induced periodontitis: Analysis based on gingival microcirculatory system. *Nat Prod Commun* 13 (12): 1699-1703, 2018.
4. Kolenbrander PE and London J: Adhere today, here tomorrow oral bacterial adherence. *J Bacteriol* 175: 3247-52, 1993.
5. Masae Kuboniwa, Richard J. Lamont: Subgingival biofilm formation. *Periodontol 2000*. 52: 38-52, 2010.
6. 鈴木光雄, 山本朋章, 浜田信城: デンタルイノベーションの模索 バイオフィルムの効果的な除去法と細菌叢のコントロール. *J Oral Implant* 63: 1-6, 2015.
7. 中国医科学院薬用植物資源開発研究所・中国医科学院薬物研究所等編: 中薬誌. 5: 611-622 人民衛生出版社. 北京. 1994.
8. 花澤 重正: *Porphyromonas gingivalis* による炎症性骨吸収作用機構に関する研究. 日本細菌学雑誌. 53 (4): 571-586, 1998.

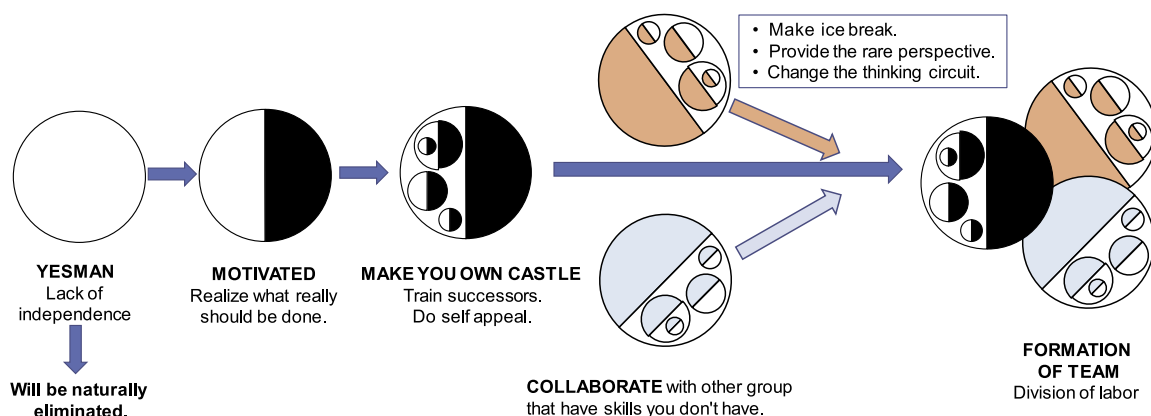
いま求められている多様性を考える ～ 3 大学連携シンポジウムより

坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi)¹

Key Words: ダイバーシティ, 多様性, 多動力

Abstract

Diversity is important to survive the current competitive era. In every field, talented people are busy, and have to handle many tasks at the same time. To manage with that, you have to first establish yourself and have your friends do what you can't do. Such teams can help with each other and work efficiently. When multiple technologies are required, it is efficient to perform division of labor. Each member of the team should always be motivated and teaches new ideas and skills. An organization that can make use of diverse ideas and experiences of diverse human resources is likely to generate innovation. This special issue is a collection of three articles written by the authors who gave lectures about their views on the concept of diversity, in the first three university joint symposium on November 2, 2019.



Graphical abstract. Process of team formation. Filled area indicate the independent initiatives.

1. 分断の時代に必要な多様性

ラグビーワールドカップ 2019 を見て、日本はまだまだやれることと、多様性の重要性を再認識した。ラグビー日本代表は、メンバー 31 名中、15 人が外国出身者である。国籍がどこかは関係なく、代表に選ばれることが誇りである。レベルの高い選手とポジションを競い合い、チームのレベルを高め、とうとう 8 強にまで進出した。人間としての価値を認め合い、仲間意識を高め、現地の人との交流を深

め、そして、競い合った。バクトルが一つになり、最大のチーム力が発揮された¹⁾。ラグビー憲章に掲げた 5 つの言葉：「品位、情熱、結束、規律、尊重」をそっくり体現したものである²⁾。オープンな心とオープンな耳を持っていた頃のアメロカにおけるモダンジャズへの変遷³⁾や、最近の日英ハイブリッドドラマの誕生⁴⁾も、多種多様な文化、言語、価値観が自然に融合した結果である。世界において異なった価値観と共生することが求められており、多様性を

¹ 明海大学歯科医学総合研究所 〒350-0283 埼玉県坂戸市けやき台 1-1
e-mail: sakagami@dent.meikai.ac.jp
Research map <http://researchmap.jp/read0025533/>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8001-2121>

認め合うダイバーシティーの概念を社会は取り入れるべきである。現在の分断の時代を賢く乗り切るには、多様性が重要である⁵⁾。

2. 多動力と多様性

どの分野においても、有能な人ほど忙しい。それは、多くの重要な仕事が無駄に終わるからだ。一つの仕事を終えてから次の仕事を始めるのでは、もう間に合わない。同時に二つ以上の仕事は処理できる、多動力が必要である⁶⁾。そのためには、まず、自己を確立し、他人に自分の存在を知ってもらう。目標達成に必要な技術を持っていない場合は、技術を持っている人に近づき、仲間になってもらう。そのためには、アイスブレイク（リラックスな雰囲気作り）⁷⁾、興味を引くような希少な視座の提供⁸⁾、あるいは、思考回路を変えるようなスパイシーな食事⁹⁾などが有効だろう。このようにすると自然とチームが形成される。複数の技術が必要な場合は、分業化を行うと、効率的である。チームの各メンバーは、常にモチベーション（やる気）を持ち、新しい考えや技術を教え合う。動きやすい快適な環境が整うと、チームは益々成長する（Graphical abstract）。多様な人材の多様なアイデアや経験を活かせる組織は、イノベーションが生まれやすい。日本人全員が、このように取り組めば、日本は発展するだろう。

3. 大学連携シンポジウムの開催へ

高麗川の畔には、明海大学歯学部（MU）、城西大学（JU）、日本医療科学大学（NIMS）の3大学が隣接している。2018年7月に、3大学間で、教育・研究活動の包括的な交流を目的とした連携協定が締結された。3大学のコラボを開始するチャンスは、突然やって来た。東武東上線の坂戸駅で乗り換える時、寝過ごそうとしていたNIMSの中谷儀一郎学部長を起こしたことから、NIMSとの人的交流が始

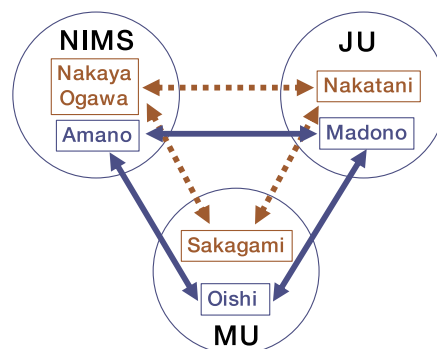


図1 3大学の理系（点線）と文系（実線）のコラボ

まった¹⁰⁾。同じく、東上線でよくお会いするJUの中谷祥恵先生も加わり、3大学の自然科学系研究室の最初のコラボ「X線照射の老化・癌化・分化に及ぼす影響に関する研究」が始まった（図1）^{11,12)}。

人文科学系でのコラボもスタートした。以前より、MUの納涼会で経済学部の大石隆介先生とは懇意の間柄であった。大石先生の相棒を探しているうちに、学食でNIMS医療保健学部の大野修司先生と出会った。つぎに、JUにコラボが出来そうな先生がいないかと中谷S先生に探していただいたところ、現代政策学部の真殿仁美先生を紹介してくれた。大石先生、大野先生、真殿先生の3名がようやくそろった。3月の「分野を超えたコラボの重要性」会議において¹⁰⁾、共通の講演タイトルとして、「学問の力で挑む！ダイバーシティな社会」が選ばれた。真殿先生が積極的に動き、会場として、JU学園祭（高麗祭）の日（2019.11.2）に、17号棟をおさえることができた。この3大学連携特別講演会は、各大学の研究者がどのような取り組みを行っているのかを地域の方々に知っていただくために企画されたものである。真殿先生、大石先生、大野先生は「それぞれの専門的観点から眺めたダイバーシティ（多様性）の効果」について講演された。講演後のパネルディスカッションでは、これからの少子高齢社会の生き方、女性の雇用問題、ダイバーシティについて学生



図2 左から大野先生、大石先生、私（司会）、真殿先生（写真A）

への教育について、会場から質問も寄せられ、大変有意義な講演会となった（図2）。本特別企画では、3名の講演者の方々に、講演内容をもとに原稿を起

こしていただいた。多様性について興味をお持ちの方々にとって少しでも参考になれば幸いである。

引用文献

1. 石戸諭：ラグビー日本代表「多様性ジャパン」は分断と対立を超える *Newsweek* 10.15.: 34-37, 2019.
2. 石戸諭：ラグビー場に旭日旗はいらない。視点 品位と尊重を旨とするラグビー大成功のワールドカップ会場に差別と結び付き得る旗は似合わない *Newsweek* 10.22.: 34-37, 2019.
3. ピーター・カルボナーラ：アメリカの素晴らしき多様性を称えて *Newsweek* 11.5.: 62-63, 2019.
4. ケイト・ティラージョーンズ：日英ハイブリッドドラマがステレオタイプを崩す *Newsweek* 11.12.: 57, 2019.
5. 石戸諭：彼の「リーダー論」は口先だけ？ *Newsweek* 11.5.: 44, 2019.
6. 堀江貴文：多動力 幻冬舎 2017/5/27.
7. クリス・ペプラー：外国の方とコミュニケーションをとる秘訣は？ *English Journal* 10.1.: 16-19, 2019.
8. 森達也：ニッポンを揺さぶる山本太郎とは何者か *Newsweek* 11.5.: 18-27, 2019.
9. メリッサ・リュミュー（インタビュー）：激辛ソースでセレブの素顔に迫る *Newsweek* 11.12.: 61-63, 2019.
10. 坂上宏, 虻川東嗣, 友村美根子, 大石隆介, 白瀧義明, 中谷祥恵, 真殿仁美, 小川由香里, 天野修司, 刀祢重信, 飯島洋介, 肖黎, エンジェル・パウリノ：組織の活性化と人材の育成～分野を超えたコラボの必要性 *New Food Industry* 61(9): 715-719, 2019.
11. 坂上宏, 中谷儀一郎, 小川由香里, 白戸亮吉, 上田大輔, 延澤忠真, 中谷祥恵, 古旗賢二, 松田玲於奈, 田村暢章, 竹島浩：X線照射誘導性細胞傷害に対する抗酸化剤の保護効果の測定法の検討, 第140回日本薬理学会関東部会, 東京, 2019.7.6
12. 坂上宏, 中谷儀一郎, 小川由香里, 白戸亮吉, 上田大輔, 延澤忠真, 中谷祥恵, 古旗賢二, 松田玲於奈, 田村暢章, 刀祢重信, 坂東健二郎, 友村美根子, 友村明人, 竹島浩, 鬼頭慎司：X線照射誘発性PC12神経細胞傷害に及ぼすNGFの保護効果, 第141回日本薬理学会関東部会, 東京, 2019.10.12.

注目を集めるダイバーシティ ～ 帰属を意識した包括的な環境づくりと目指す「共生」社会

真殿 仁美 (MADONO Hitomi)¹

Key Words: ダイバーシティ, インクルーシブダイバーシティ, 共存, 共生社会, 帰属, 包括的, 環境づくり

Diversity to attract attention

Creating a comprehensive environment with a sense of belonging and aiming for a “KYOUSEI” society

Abstract

There are two aims of this paper. First, it is necessary to clarify how the diversity that attracts attention has continued to evolve by changing its shape. The second is to ascertain the relationship between diversity and a “KYOUSEI” society with a sense of belonging.

Focusing on diversity that attracts attention, I tried to unravel the etymology from previous research and explore what diversity originally mean. To realize true diversity based on the origin of diversity, we recognize differences with each other, including those what are clearly and intangibly excluded from those what affect society and organizations, and it became clear that it was important to build a culture of trust.

In addition, as a result of examining the transition of diversity and examining how it has continued to evolve by changing its shape, diversity has spread to today's society while expanding its interpretation, and it was made clear that it is now being used as a term for creating a comprehensive environment that is conscious of belonging.

Furthermore, regarding how diversity is related to the “KYOUSEI” society that is conscious of belonging, diversity and inclusive diversity have a common thought with "coexistence" and "KYOUSEI" society, diversity, inclusive diversity, and "coexistence" are indispensable elements for realizing a "KYOUSEI" society, I pointed out in this paper.

Key Words: Diversity, Inclusive diversity, Coexistence, “KYOUSEI” society, Creating a comprehensive environment with a sense of belonging

要旨

本稿のねらいは二つある。まず、注目を集めるダイバーシティが、どのように形を変えて進化し続けてきたのかを明らかにすることである。次に、現在展開されている帰属を意識した包括的な環境づくりとダイバーシティとの関係を見極めることである。

注目を集めるダイバーシティに焦点をあて、先行研究から語源をひも解き、ダイバーシティが本来意味するところを探ってみた。ダイバーシティの語源を踏まえ、真なる多様性を実現するには、社会や組織で勢力を及ぼしている側から有形無形に排除・疎外されている人たちも含め、違いを認めあい、社会で包摂して信頼の文化を構築していくことが鍵になるであろう、ことが見えてきた。

また、ダイバーシティの変遷を跡づけ、どのようにかたちを変えて進化し続けてきたのかについて検証した結果、ダイバーシティが解釈を広げながら現代社会に普及し、いまではインクルーシブダイバーシティとして、公平性と敬意を促進し、帰属を意識した包括的な環境づくりを表す語として用いられるようになっていることを明らかにすることができた。

さらに、現在展開されている帰属を意識した「共生」社会とダイバーシティがどのように関係しているのかについては、ダイバーシティやインクルーシブダイバーシティが「共生」社会やその一歩手間の「共存」にも共通する考えであることから、ダイバーシティやインクルーシブダイバーシティ、「共存」が、「共生」社会の実現に欠かすことができない要素になっていることを本稿において指摘した。

¹ 城西大学 現代政策学部 社会経済システム学科

〒350-0295 埼玉県坂戸市けやき台 1-1

TEL 049-271-7969 email: madono17@josai.ac.jp

はじめに

古代ギリシャの哲学者アリストテレスは『政治学』（第3巻、第十一章；アリストテレス，牛田2009:143-148）のなかで、「大勢であれば、それぞれが徳と思慮の一部を分けもち、全員が集まれば、その集団があたかも多くの手足や感覚をもつ一人の人間のようになり、性格や思考に関しても同様に一体となることがあってもよい。また、多数者が音楽の作品や詩人の作品をよりよく判断できるのも、そのためである」^{1)*1}と説き、多数がそれぞれ異なるものをさまざまに持ち寄り、構成することの重要性を指摘していた。さまざまな種類の異なるもの、つまり「多様」や「多様性」を重視するこの考えは、ダイバーシティに注目している現代社会に通じるものがあるといえるだろう。

本稿では、ダイバーシティに焦点をあて、まず、先行研究から語源をひも解いていくと同時に、ダイバーシティが本来意味するところを探っていく。次に、ダイバーシティの変遷を跡づけ、どのようにかたちを変えて進化し続けているのか明らかにする。併せて現在、展開されている帰属を意識した「共生」社会とダイバーシティがどのように関係しているのかについても考察を行なう。

1. 多様性への注目

1-1. 多様性の持つ力

ラグビーワールドカップ2019で躍進し、多くの人々を熱狂させた日本代表は、これまでにないベスト8に進出する快挙を成し遂げた。奇跡の躍進ともいわれるその背景には、「多様性」があった（東洋経済 ONLINE）と指摘されている。ラグビーは文化や社会など異なる背景を有する選手が、互いの違いを認め合い、尊重し、それぞれのポジションで力を発揮することでチームがより価値を増し、団結していくという。互いの違いを認め合い、多様なもの

を重んじることの大切さは、ラグビーに限定されるものではない。人が集うあらゆる場面や組織において、多様な存在や価値を認め合うことは重要である。企業活動においても、組織において多様な人材が生み出すパワーが、組織をよみがえらせる役割を果たしてきたことは周知のとおりである^{12)*2}。このように属性の異なる人々を受け入れ、それぞれが有する能力を組織活動に貢献できるようにすることを、ダイバーシティ・マネジメント（中村2017:61）と称する。

1-2. ダイバーシティとは

谷口（2006:4）によると、上述のような人々の多様性を認め活用していくというダイバーシティ・マネジメントへの取り組みは、アメリカではじまったという。そもそも、このダイバーシティとは、何を意味しているのだろうか。ダイバーシティの定義は、それぞれの立場や研究分野によって異なる（谷口2019:39）。アメリカでは1960年代に、米国雇用機会均等法委員会がダイバーシティを「性別、人種、民族、年齢における違い」と定義した。この定義から、ダイバーシティは属性を分類するもので、そこには多種多様な次元が存在している（谷口2005:264）ことがわかる。初期のダイバーシティ研究では、ジェンダーや人種、年齢が主な対象になった。しかし、人口に関する統計学的研究（デモグラフィ）が加わることで、それ以外の属性、民族や勤続年数、バックグラウンド、階層などのカテゴリーもダイバーシティ研究の範疇に含まれるようになっていった（谷口2005:264-265）という。1980年代後半以降は、アメリカにおいてダイバーシティをより包括的にとらえる動きがではじめた（谷口2009:19）といわれている。

これら属性の異なる人が組織の中で混在している状況をダイバーシティ^{10)*3}（中村2017:61）と称し、

^{*1} アリストテレスは第3巻第十一章において、多数者の主権について論じている。そのなかで、多数者の優秀性が、どのような民衆、どのような多数者についても可能であるかどうかはわからない、としながらも、さまざまに異なるものを有して集まる多数から生み出されるものへの優位性を指摘している。

^{*2} 例えば、老舗の化粧品会社である資生堂は、多様性を活用して会社を再生させたといわれている。「Net IB News」2019年10月28日。<https://www.data-max.co.jp/article/32238?rct=business,visited2019/10/30>。

^{*3} 中村（2017:61）は、ダイバーシティとダイバーシティ・マネジメントは異なることを指摘している。ダイバーシティは、「属性の異なる人が組織の中で混在している状態を意味し、それらの人たちの能力を活用するまでには至っていない（Diversity in a box）状態」を指しているといい、ダイバーシティ・マネジメントは、「属性の異なる人々を受け入れ、その人たちが有する能力を組織活動に貢献できるようにする」ことを指すとしている。

日本語では多様化、多様性などと訳されてきた。しかし、ダイバーシティの語源を探っていくと、興味深いことが見えてくる。ダイバーシティはフランス語の“diversité”に由来し、その原義はラテン語の“diversitatem”で、この言葉は正しいことへの反対や邪気、正反対、矛盾、対立、多数に対する抗議や異議の申し立てなど、否定的または消極的な要素を含んだ語（北村 2017:3）である。現代のような積極的で肯定的な意味で用いられる語ではないことがわかる。北村（2017:4）は、多様性の原義が、支配的な文化から排除されることによって生じる疎外と軋轢の要素を含んでいることを踏まえ、その言葉自体に現代社会における文化多様性をめぐる問題の本質が隠れ潜んでいるように思う、と指摘している。そのうえで、ダイバーシティを実現するには、少数民族や先住民族、外国人、移民、難民、LGBTなどが共生的に生存する社会から排除・差別されることで生じる疎外感を克服し、社会的に包摂する取り組みが課題（北村 2017:4）となることについても言及している。

日本では、ダイバーシティという言葉は2004年頃から注目を集める（谷口 2019:398）ようになり、多様性や多様化などの訳語とともに多く用いられるようになった。2017年には経済産業省が、競争戦略としてのダイバーシティ経営の指針を示した「ダイバーシティ 2.0 行動ガイドライン」を策定し、「ダイバーシティ 2.0」の概念を打ち出した。この「ダイバーシティ 2.0」は、女性や障害者、高齢者など属性で区分してきた従来の「ダイバーシティ 1.0」とは異なり、属性を超えて一人ひとりの違いを、持続的にイノベーションを創出していくことに活用することを目指している。そのためには、性別や年齢、国籍などの属性の違いのみならず、経験や知識、視点などの深層的な違い（増原 2018:15）にも焦点を当てていくことが重要になる。

経営戦略としてのダイバーシティ経営（ダイバーシティ 2.0）という視点のみならず、地域で多様な人材を育成することを目指し、地域とダイバーシティ^{6,7)*4}を結びつける取り組みも展開されている。ダイバーシティという表現が、さまざまに用いられ

るようになっていくことがわかる。その一方で、日本では「ダイバーシティ＝働きやすい環境づくり＝女性活躍推進」などのように、限定的で誤解を与えるような解釈（中村 2018:36）も示されるようになっていく。上述のような原義を有するダイバーシティは本来、社会や組織で勢力を及ぼしている側から有形無形に排除・疎外されている人たちも含め、違いを認めあい、社会で包摂して信頼の文化を構築していくことを指すのではないだろうか。それによって初めて、真に多様性、多様化する状態へと近づくことができると考えられる。

1-3. 進化するダイバーシティ ～インクルーシブダイバーシティへの注目

人びとの多様性を認め活用していくダイバーシティ・マネジメントは、公民権運動や女性運動の時代であった1960年代のアメリカでその取り組みがみられるようになる。中村（2017:68-73）はアメリカにおけるダイバーシティ・マネジメントの取り組みを三つの段階に分けて分析している。一段階目の1960-1970年代、雇用機会均等法（1964）やアファーマティブ・アクション（1966）が導入されたことで、差別により不利益を被ってきた人々を積極的に採用するよう求められるようになった。そのため、企業は法令遵守のためにマイノリティなど多様な人材を取り入れるようになる。しかしこの時点では、「がまんして採用・登用する」消極的思考（中村 2017:70）にとどまり、違いを尊重し多様なものを認め合うという段階にはまだ到達していなかった。

二段階目の1980-1990年代前半の時期は、アメリカの市場や消費者が求める商品価値に大きな変化がみられたことが、結果として多様性を重視する方向へと転換することにつながった。市場や商品における多様性や多様な労働力が企業にとって価値創造の源泉とみなされるようになり、多様化に適した組織改革が手掛けられるようになる。

三段階目の1990年代以降、ダイバーシティ＆インクルージョンという考えが示されるようになる。ダイバーシティ＆インクルージョンは、多様な属

^{*4} ダイバーシティ 2.0 については、経済産業省経済産業政策局経済社会政策室（2018）を、地域とダイバーシティに関する内容は、経済産業省（2017）などを参照。

性や価値観を有する人材を受容し、個人と組織の活性化や成長、価値の創造につなげていく（中村 2018:95-96）ことを指す。多様な人材を受容し、個人や組織の成長につなげていくダイバーシティ & インクルージョンは、連邦政府の戦略的計画としても活用されるようになる。2011 年にホワイトハウスは大統領令 13583 を出し、労働力の多様性と包摂を促進するため、ダイバーシティ & インクルージョンを人的資源戦略の鍵となる構成要素に位置づけることを打ち出した（U.S. Department of Homeland Security ホームページ）。これに基づき、国土安全保障省は、省で初めてとなる包括的なダイバーシティ & インクルージョン戦略計画の策定を推進することになった。新たな動きとして、2016 年には政府のインクルーシブダイバーシティ戦略に則って、国土安全保障省は“インクルーシブダイバーシティ戦略計画”（2016-2019）を制定している。

国土安全保障省は、インクルーシブダイバーシティとダイバーシティを区分して使い分けている。省の見解によると従来のダイバーシティは、インクルーシブダイバーシティの理論的枠組みの半分ではない、という。そのうえで、インクルーシブダイバーシティの定義として、従来のダイバーシティを包摂し、包括的な職場環境を構築するために進歩性を重視し、コラボや創造性、革新、高性能、公平性と敬意を促進し、帰属を意識することができる環境を整えていく一連の行動を指す、と説明している。

上述の内容から、ダイバーシティが大きくかたちを変え、進化してきたことがわかる。このダイバーシティを活用し、組織の構造を根底から変革していくには、①抵抗、②同化、③多様性尊重、④分離、⑤統合、の 5 つのパラダイムがある（谷口 2019:254-257）といわれてきた。①の抵抗は、違いを拒否することを指す。②の同化は、さまざまに異なるものを受け入れたとしても、違いを認めず同化させようとすることを意味している。③の多様性尊

重は、組織に違いが存在している状態を目的とし、さまざまに異なることを尊重する。④の分離は、さまざまに異なることに価値を見だし、ビジネスなど成果に結びつけていくことを指す。⑤の統合^{18) *5}は、さまざまな違いを活用し、競争優位性につなげていくことを意味する。こんにちでは、多様な属性や価値を有する人材を受容することからさらに前進し、インクルーシブダイバーシティとして、従来のダイバーシティを包摂し、公平性と敬意を促進し、帰属を意識した包括的な環境づくりをすすめていくことが求められるようになっていく。このことを踏まえ、統合（integration）から包摂・包括的（inclusion）へ向かうことで次の段階のパラダイムにたどり着くことができると考えられる⁹⁾。

2. 帰属を意識した包括的な環境づくり

2-1. 目指す「共生」社会とはどのような社会か

帰属を意識した包括的な環境づくりとして、現代の日本では多文化共生社会や地域共生社会への取り組みを挙げることができる。多文化共生社会は 1980 年代以降増え続けているニューカマー（newcomer）や地域の国際化に対応していく過程で注目されるようになる。総務省は 2006 年に出した「多文化共生の推進に関する研究会報告書」のなかで、多文化共生を「国籍や民族などの異なる人々が、互いの文化的ちがいを認め合い、対等な関係を築こうとしながら、地域社会の構成員として共に生きていくこと」と定義している。この定義からわかるように、属性の違いを認めあい、地域社会の一員としての帰属を意識して共に生きていくことを目指すのが、多文化共生社会であるとしている。

一方、地域共生社会は、これまでの対象別の制度から個人のニーズに応じた支援を受けることができるよう、新しい地域包括支援の体制を整えていく過程で示された概念である。厚生労働省は 2016 年に出した「ニッポン一億総活躍プラン」において、地

^{*5} ダイバーシティの 5 つ目のパラダイムとして、統合が挙げられている。統合は競争優位性につなげていくとされている。競争優位性とは、ダイバーシティを活用することで競争優位性をもたらそうとすることを指し、よりよい評判のために包括的な文化をマネジメントする（谷口 2019:256）ことを意味する。この解釈を踏まえると、統合よりむしろ、包摂や包括にちかい考えのように思われる。分野は異なるが、障害児教育の分野では、統合（integration）と包摂・包括（inclusion）は異なる概念として用いられている。統合教育（integration education）は、通常教育と障害児教育を区分し、通常教育に障害児教育を統合することを指す。一方のインクルーシブ教育（inclusive education）は、区分することなく一つに包括した状態で、障害を有する児童のあるべき教育を模索することを指している。統合と包摂・包括では、前提が異なっていることがわかる。障害児教育における統合と包摂・包括については、茂木（1997:36-37, 611-613）⁹⁾を参照。

域共生社会の実現に向け取り組むことを打ち出した。2017年の「地域共生社会」の実現に向けて（当面の改革工程）³では、地域共生社会を「制度・分野ごとの「縦割り」や「支え手」「受け手」という関係を超えて、地域住民や地域の多様な主体が「我が事」として参画し、人と人、人と資源が世代や分野を超えて「丸ごと」つながることで、住民一人ひとりの暮らしと生きがい、地域をともに創っていく社会」と位置づけた。この地域共生においても、多様な主体が地域への帰属を意識しながら、地域の環境をつくっていくことを挙げている。多文化共生社会と地域共生社会には、それぞれ進んできた過程に違いがみられる。また、これら多文化共生社会、地域共生社会のいずれの政策も、さまざまな見解^{3,4,14,21,22)*6}が示されている。

しかし、双方の「共生」社会づくり政策のねらいは、住民に対して地域を構成する一員として、地域への帰属を意識し、互いを認めあい、ともに生きる「共生」の環境を整えていくことを目指していることがわかる。

2-2. 共生の一步手前にある「共存」への注目

～「共生」とインクルーシブダイバーシティの関係

古沢（2012:12）は、この「共生」について、どちらかといえば理想型としてのあり方を設定した概念であると解釈を示している。そのうえで、理想型

の「共生」を目指す前段階として「共存」に注目し、そこを立脚点として多様な関係性や可能性を見いだすことの重要性を指摘している。古沢の指摘する「共存」とはどのようなことか。共存学という視点からプロジェクトを推し進めてきた古沢は、「共存」を「多様な集団、自然と人間との関係などさまざまな様式において、敵対的關係（他者の否認）ではなく、互いに存在を受け入れ（存在の受容）、相互の關係性を維持している状態」を表す、としている。また、「共存」は「対立や敵対を回避するという意味合いとともに、より創造的な關係性構築への可能性を含む原初的様態を示す言葉」（古沢 2012:12）としても用いている。

理想型とする「共生」を目指すにあたり、その前段階に位置すると考えられる「共存」に立脚し、互いの存在を受け入れ、多義・多様な関係や可能性を見極めていくことは、ダイバーシティやインクルーシブダイバーシティにも通じる考えである。ダイバーシティは、その言葉の原義をふまえ、社会や組織で勢力を及ぼしている側から有形無形に排除・疎外されている人たちも含め、違いを認めあい、社会で包摂して信頼の文化を構築していこうとするものである。また、インクルーシブダイバーシティは、従来のダイバーシティを包摂し、公平性と敬意を促進し、帰属を意識した包括的な環境づくりをすすめていくことを目指している。「共存」もダイバーシ

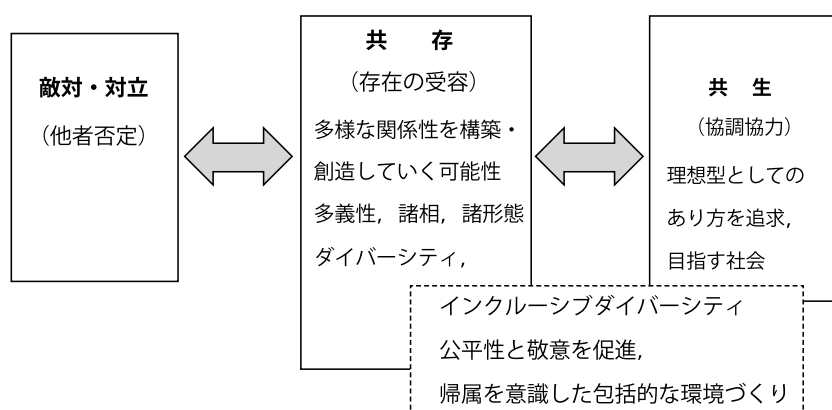


図1 共存、共生、ダイバーシティ、インクルーシブダイバーシティの関係

出典：古沢広祐（2012）「共存への旅立ち」（國學院大學研究開発推進センター編『共存学 文化・社会の多様性』）弘文堂、p.13を一部改編。

*6 たとえば、多文化共生社会については山田（2018）が、地域共生社会については、井口（2018）や川上（2017）、高林（2018）、山崎・峰島（2018）などが、非常に興味深い分析を行ない、批判的な再考や検証を手掛けている。共生社会政策については、別稿において検討を行なう。

ティ、インクルーシブダイバーシティも、異なる存在を互いに受け入れ、認めあうことを重んじている。このような存在の受容や関係性の構築・創造が、理想型とする「共生」社会に近づくことを可能にする、といえるのではないだろうか（図1）。

おわりに

本稿では、現代社会において注目を集めているダイバーシティに関して、その重要性について検証を行なった。本稿においてダイバーシティの語源をひも解き、真なる多様性を実現するには、社会や組織で勢力を及ぼしている側から有形無形に排除・疎外されている人たちも含め、違いを認めあい、社会で包摂して信頼の文化を構築していくことが鍵になるであろう、と指摘した。また、ダイバーシティが解釈を広げながら現代社会に普及し、いまではインク

ルーシブダイバーシティとして、公平性と敬意を促進し、帰属を意識した包括的な環境づくりを表す語として用いられるようになっていくことを明らかにすることができた。さらに、ダイバーシティやインクルーシブダイバーシティで示された、存在の受容や、違いを互いに認め合い、関係性を構築・創造していくこと、また帰属を意識した包括的な環境づくりは、理想型として目指す「共生」社会や、その一歩手間の「共存」にも共通する考えであるといえる。このことを踏まえ、ダイバーシティやインクルーシブダイバーシティ、「共存」が、理想とする「共生」社会の実現に欠かすことができない要素になっていることについても本稿において言及した。

真の多様性、インクルーシブダイバーシティを追求していくことこそが、目指す「共生」社会へと近づいていくことになるのではないだろうか。

謝辞

本稿は、三大学連携プロジェクトの一環で、2019年11月に開催されたシンポジウムでの報告をもとに執筆した。シンポジウムの開催に際し、明海大学の坂上宏教授にご尽力をいただいた。記して謝意を表する。

参考文献

1. アリストテレス；牛田徳子訳：政治学 京都大学学術出版会、2009.
2. 古沢広祐：共存への旅立ち 國學院大學研究開発推進センター編：共存学 文化・社会の多様性、弘文堂、9-15、2012.
3. 井口克郎：医療・介護保障の抑制・後退政策と対抗軸、経済 No.277: 28-41、2018.
4. 川上哲：地方創生と我が事・丸ごと地域共生社会、賃金と社会保障、No.1686: 4-15、2017.
5. 北村泰三：第1章 国際法・国際人権法における文化多様性；北村泰三、西海真樹：文化多様性と国際法、中央大学出版部、3-41、2017.
6. 経済産業省経済産業政策局経済社会政策室：ダイバーシティ 2.0 の更なる深化に向けて、NBL No.1128: 114-119、2018.
7. 経済産業省：「地域にはダイバーシティが普通にある 秋田県横手市と島根県雲南市の事例から」METI Journal, 7: 2017. <https://meti-journal.jp/p/52/>, visited 2019/11/17.
8. 増原裕子：ダイバーシティ・インクルージョンを実現する LGBT 対応、リスクマネジメント TODAY, March: 14-17、2018.
9. 茂木俊彦編集代表：障害児教育大事典、旬報社、1997.
10. 中村豊：ダイバーシティ&インクルージョンの基本概念・歴史の変遷および意義、高千穂大学論叢、52 (1): 53-84、2017.
11. 中村豊：日本企業のダイバーシティ&インクルージョンの現状と課題、高千穂大学論叢、53 (2): 21-99、2018.
12. 「Net IB News」2019年10月28日、<https://www.data-max.co.jp/article/32238?rct=business,visited2019/10/30>.
13. 総務省：多文化共生の推進に関する研究会報告書～地域における多文化共生の推進に向けて～、2006.
14. 高林英明：沢内村の「ゾーンディフェンス」の地域医療・地域福祉に学ぶ、熊本学園大学論集『総合科学』、24 (1): 37-64、2018.
15. 谷口真美：9-2 ダイバシティと企業の戦略的行動：ダイバシティと組織のパフォーマンス、経営行動科学学会年次大会：発表論文集 (8): 264-267、2005.
16. 谷口真美：ビジネスの成果につながる多様性の導入と組織変革、Works No.75: 04-05、4-6、2006.
17. 谷口真美：ダイバシティ研究とその変遷、国際ビジネス研究、1(2): 19-29、2009.
18. 谷口真美：ダイバシティ・マネジメント 多様性を活かす組織、白桃書房、2019.
19. 東洋経済 ONLINE：2019年9月28日、<https://toyokeizai.net/articles/print/304801,visited2019/10/30>.
20. U.S. Department of Homeland Security ホームページ <https://www.dhs.gov/homeland-security-careers/diversity,visited2019/10/21>.
21. 山田泉：多文化共生社会 再考、多文化共生 人が変わる、社会を変える、凡人社、3-50、2018.
22. 山崎光弘・峰島厚：経済成長施策としての「我が事・丸ごと地域共生社会」批判、障害者問題研究、46(1): 72-79、2018.

国際情勢を客観的に捉える方法

天野 修司 (AMANO Shuji)¹

Key Words: ダイバーシティ, 国際政治学, 日韓関係, バランス・オブ・パワー理論, 社会科学

The method to analyze international relations objectively

Abstract

The relations between Japan and South Korea have progressively deteriorated these days. This might cause crucial damages to the economy and security of the two countries. To make matters worse, expressions which might arouse hostility and anger have been used on the mass media in both countries.

In order to improve this situation, it is important for each individual to have a perspective to analyze the international relations more objectively. The knowledge of Political Science might help you to have such a perspective. This paper firstly introduces the basic ideas of Political Science and then analyzes the current situation concerning Japan and South Korea based on the knowledge.

Key Words: Diversity, International Politics, Japan-Korea relation, Balance of Power Theory, Social Science

はじめに

最近、日本でも多くの外国人を見かけるようになった。統計上でも、日本を訪れる外国人観光客の数は2018年に3000万人を超えて、過去最高を記録した。日本政府は、引き続き、訪日外国人観光客の数を、2020年に4000万人、2030年に6000万人にまで増やすことを目標としている¹⁾。一方で、日本政府は、外国人労働者の受け入れを拡大する方針も打ち出している²⁾。今後、日本における国籍や人種という意味での多様性はますます広がるであろう。

多様性のある社会において、日本人と外国人とのあいだで「争いの種」となりうるのは、文化や習慣の違いだけではない。国際情勢の変化が、個人の関係にも重大な影響を及ぼす可能性がある。例えば、現在、日韓関係が、かつてないほど悪化しているといわれているが、両国のメディアにおいても、憎しみをあおるような表現が用いられるようになっていく。そのような状況のなかで、個人のレベルでも感情

的なぶつかり合いが起きることが懸念される。

感情的なぶつかり合いを防ぐためには、各人が、それぞれの国が置かれている状況を客観的に分析する視点を持つことが重要となる。感情的な部分をうまく排除することができれば、国家レベルでの合理的な対応、あるいは個人レベルでの良好な関係の築き方が見えてくるはずである。国際政治学の知識は、まさに、そのような客観的な分析を可能にするものである。

本稿では、まず、国際政治学の基本的な知識について解説する。さらに、その知識を使って、現在の日韓関係の悪化の原因を客観的に分析する。

1. 国際政治学における3つの分析レベル

国際政治学には、3つの分析レベルがあるといわれている³⁾。まず1つ目は、個人レベルである(表1)。例えば、米国の政策が、今後、どのように変化するかについて、大統領であるドナルド・トラ

¹ 日本医療科学大学保健医療学部

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原 1276

TEL 049-294-9000 email: s-amano@nims.ac.jp

ンプ (Donald John Trump) の性格や行動パターンに着目して分析するというのが、個人レベルの分析である。日本のメディアに出演している国際政治の専門家と呼ばれる方たちのほとんどは、基本的に個人レベルの分析を行っていることが多い。

表 1 国際政治学における分析レベル

個人レベル
国内政治レベル
国際システムレベル

2つ目は、国内政治レベルの分析である。例えば、米国は民主主義の国だから、その政策に国民の意見が反映されやすい、といったような分析は、国内政治レベルである。近年、国内政治レベルの分析において、国際的に注目される研究を発表した人物として、ヤシャ・モンク (Yasha Mounk) が有名である⁴⁾。モンクは、民主主義の国家が、ポピュリズムに陥りやすくなる原因を明らかにした。

3つ目は、国際システムレベルの分析である。1979年、米国の国際政治学者であるケネス・ウォルツ (Kenneth Neal Waltz) が、著書『国際政治の理論 (Theory of International Politics)』のなかで、国際システムレベルの分析について体系的な理論を打ち出した⁵⁾。ウォルツの理論は、米国やヨーロッパの国際政治学の学術コミュニティにおいて、パラダイム・シフトを起こしたといわれている。しかし、日本では、専門家のあいだでも、あまり正確には理解されていない。本稿では、その国際システムレベルの分析について解説する。

2. 国際システムレベルの分析

国際システムレベルでは、国家のパワーのみに焦点を当てて分析する。国家の政治形態、イデオロギー、伝統、習慣など、パワー以外の要素は無視して考える。パワー以外の要素が、重要ではないというわけではない。ただ、理論を構築するために、そうする必要があるというだけである。そのような考え方は、自然科学や社会科学においては、わりと一般的なものである。

例えば、鉛筆が1本あるとする。鉛筆を使えば、文字を書くことができる。鉛筆の色は、黒である。鉛筆で書いた文字は、消しゴムで消すことができる。鉛筆には、そのような特徴がある。しかし、物理学

では、そのような鉛筆の特徴は、無視して考える。物理学において、重要なのは、その鉛筆に、どれくらいの質量があつて、どれくらいの重力がかかるのかということだけである。

物理学の優れているところは、物体の質量以外の要素をすべて無視して考えることによって、物体の落下速度から天体の動きまで、ほぼ正確に計算できるところである。国際システムレベルの分析も同じで、国家のパワー以外の要素を無視することで、国家の動きをかなり正確に予測することができるようになる。

国際システムレベルの分析では、国際社会が、無政府状態 (anarchy) であると捉えている。無政府状態とは、どのようなものであるか。身近な例で考えてみよう。例えば、日本に警察、政府、裁判所というものがなかったとする。あなたは、隣の人とずっと仲良くできるであろうか。その状態で、隣の人が、大量の武器を購入したとしたら、あなたはどのようなであろうか⁶⁾。

国際社会は、まさにそのような状態にある。無政府状態では、それぞれの国家が、軍事力を行使するか否かを決定するので、戦争がいつ起きても不思議ではないという状況がある。いくつかの国家が、軍事力を用いる可能性がある場合、他の国家はその競争から抜け出すのが難しくなる。

無政府状態において、国家の最高次の目標は、「生き残り」である。パワーは、そのための有用な手段である。国家は、当面の目標のために、利用できる手段を使用する。これらの手段は、内的努力 (経済力の向上、軍事力の増大、巧妙な戦略の開発)、外的努力 (味方の同盟の強化・拡大、敵の同盟の弱体化・縮小) の2つに分類される (表2)。

表 2 国家が利用できる手段

内的努力	経済力の向上、軍事力の増大、巧妙な戦略の開発
外的努力	味方の同盟の強化・拡大、敵の同盟の弱体化・縮小

表2にある「内的努力」「外的努力」という概念によって、国家の行動のかなりの部分を説明することができる。まずは、日本を例に考えてみよう。日本が、無政府状態の国際社会に入ったのは、1853年のペリー来航のときである。日本は、当時、江戸

時代であった。侍が刀を手にして戦っていた時代である。その日本が、突如として、鋼鉄の戦艦に囲まれてしまった。

また、当時、まわりを見わたしてみると、多くのアジアの国は、欧米列強の植民地になっていた。突然、そのような状況に置かれた日本では、明治維新が起こり、新たな政府のもと「富国強兵」が目標とされた。「富国強兵」、すなわち内的努力としての「経済力の向上」および「軍事力の増大」である。また、外的努力として、1902年には、日英同盟を結成している（「味方の同盟の強化・拡大」）。

第2次世界大戦のあとも、日本は、内的努力として「経済力の向上」を促進してきた。高度経済成長期を経て、1960年代の終わり頃には、世界第2位の経済大国となった。外的努力としては、もっとも大きなパワーを持つ米国との同盟関係を維持している（「味方の同盟の強化・拡大」）。そのような内的努力と外的努力によって、日本は、国際社会のなかでも優位な地位に立つことができています。

次に、北朝鮮を例に考えてみよう。北朝鮮は、冷戦時代から、もっとも大きなパワーを持っている米国と敵対関係にあった。まさに、最大の脅威にさらされてきたといっても過言ではない。北朝鮮は、内的努力として、さまざまな経済政策を行ってきたが、大きな成果はあげられていない。外的努力としては、中国と同盟関係にあるが、金正恩政権になった直後、両国の関係は冷え込んでいた。

ゆえに、当時、北朝鮮に残されていた選択肢は、内的努力として「軍事力の増大」と「巧みな戦略の開発」である。外的努力としては「敵の同盟の弱体化・縮小」しかない。核兵器の開発を続ける北朝鮮の行動は、一見、理解不能なようにも思えるが、国際システムレベルで分析すると、理論どおりの動きしかしていないということが分かる。

3. バランス・オブ・パワー理論

無政府状態の国際社会において、各国は、生き残りをかけて合理的な動きをする。その結果、国際社会全体としては、どのような状況になるのか。まず、1番強い国家にとって、もっとも脅威となるのは2番目に強い国家である。ゆえに、1番目に強い国家は、他の国家と同盟を結んで、2番目に強い国家の脅威に備える。2番目に強い国家も同じように、1

番目に強い国家の脅威に備える。

このように国際社会では、2つ以上の勢力によって、自然とバランス・オブ・パワーが形成される。バランス・オブ・パワーは、何らかの理由で、崩れることがある。しかし、国際社会が無政府状態であり続ける限り、再びバランス・オブ・パワーが形成されるようになると予測できる。これは、バランス・オブ・パワー理論と呼ばれるものである。その理論が、妥当性の高いものであるかどうかを、国際社会の歴史のなかで検証してみよう（表3）。

表3 国際社会の歴史

1618年－1648年	三十年戦争
1648年－1799年	限定戦争の時代
1799年－1815年	ナポレオン戦争
1815年－1914年	100年の平和
1914年－1918年	第1次世界大戦
1918年－1939年	危機の二十年
1939年－1945年	第2次世界大戦
1945年－	現在

まず、ヨーロッパにおいて、いくつかの主権国家が形成されるようになったのは、16世紀である。その後、国家は、ハプスブルク家と反ハプスブルク家という2つの勢力に分かれた。そして、1618年のベーメンでの宗教反乱をきっかけに、2つの勢力のあいだで三十年戦争とよばれる大規模な戦争が勃発した。その後、1648年から1799年にかけて、列強各国が、バランス・オブ・パワーを取っていたので、戦争の規模は極めて限られたものとなった（限定戦争の時代）。

しかし、1789年のフランス革命をきっかけに、ヨーロッパにおけるバランス・オブ・パワーが再び崩壊しはじめる。そして、1799年からナポレオン戦争という大規模な戦争が勃発した。その後の1815年から1914年にかけては、再び、列強各国が、バランス・オブ・パワーを取っていたので、国際社会は安定した時期を迎える（100年の平和）。

1914年からは、バルカン半島での衝突がきっかけとなって、第1次世界大戦がはじまる。第1次世界大戦のあと、列強各国は、バランス・オブ・パワーを取ることを意図的に止めてしまった。そのため、第1次世界大戦のあと、わずか二十年で第2次世界大戦が起きてしまう（危機の二十年）。第2次世界

大戦後、国際社会は、再び、資本主義陣営と共産主義陣営の2つに分かれた（冷戦時代）。1991年のソビエト連邦崩壊によって、冷戦時代は終わったが、現在でも米国とその同盟諸国、ロシア、中国とのあいだで、バランス・オブ・パワーが保たれている。

このように国際社会では、バランス・オブ・パワーが自然と形成されて、それが崩れたときに大規模な戦争が勃発するというサイクルが繰り返されている。危機の二十年のときには、そのサイクルが意図的に止められてしまったが、現在も、そのサイクルは続いている。ゆえに、バランス・オブ・パワー理論は、妥当性が高いものであるといえる。

その理論に基づくと、国際社会は、平和であったことはなく、バランス・オブ・パワーがうまく保たれているあいだは、安定しているというだけということになる。そうであるならば、国際社会におけるパワー分布の変化は、各国の動きにも影響を与えることになる。

4. パワー分布の変化

国際社会におけるパワー分布の変化が、どのように国家の動きに影響を与えるのかを理解するために、本節では、日本、米国、中国、ロシアの4つの国に限定したパワー分布のモデルを図1に示す。国家のパワーの基本要素となるのは、軍事力と経済力である。米国は、陸・空・海の通常戦力に加えて、圧倒的な核兵器戦力を持っている。また、経済力においても、米国は、世界第1位である。ゆえに、米国のパワーは、他の国に比べてもっとも大きくなる（図1）。

ロシアは、米国に匹敵するほどの核兵器戦力を持っている。中国は、核兵器戦力では、米国とロシアに劣るものの、現在、世界第2位の経済大国である。ゆえに、中国とロシアのパワーは、同じくらいであると推定される（このモデルは、あくまでパワー分布の概念を感覚的に理解してもらうためのものである。正確な定義に基づいて作成されたものではない）。日本のパワーは、中国とロシアよりもすこし小さくなるであろう。

図1は、現在の4つの国のパワー分布を示したものである。次に、図2を見ていただきたい。図2は、30年前の4つの国のパワー分布を示したものである。当時、米国は、現在よりも軍事

力および経済力において、圧倒的な優位性を持っていた。日本も、世界第2位の経済大国であった。ゆえに、日本は、米国との同盟関係を維持するだけで、自らの安全を確保することができた。

しかし、近年、米国のパワーが低下したことによって、日本は、安全保障問題においても積極的な役割を果たすことが求められるようになってきている。その結果、2015年、集団的自衛権の行使を可能にする安全保障関連法案が成立した。日本のマスコミでは、安全保障関連法案の成立について、安倍総理個人に原因があるように報道されることが多いが、国際システムレベルで分析すると、それが必然的なものであったことが分かる⁶⁾。

今回は、4つの国に限定したモデルを示したが、実際の国際社会には、より多くの国家が存在し、複雑に相互作用している。現実の世界では、中国のパワー増大に備えて、米国と日本は、インドとの協力関係を強化している。近い将来、中国が、世界第1位の経済大国になることは、ほぼ間違いない。しかし、その次に、経済力でトップとなるのは、インドである。中国の労働人口は2016年にすでにピークを迎えているが、インドの労働人口のピークは2050年頃になると推定されている⁷⁾。

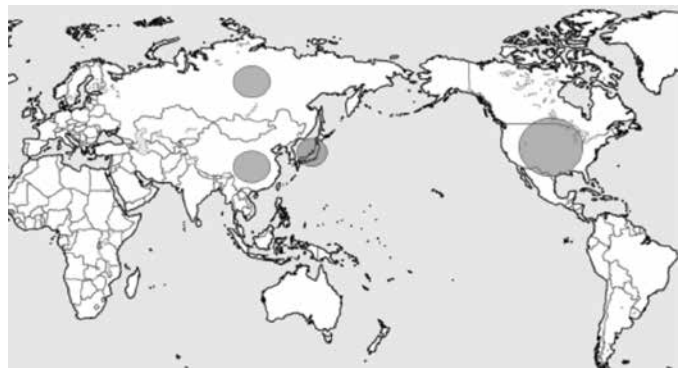


図1 4つの国に限定したモデル（現在）

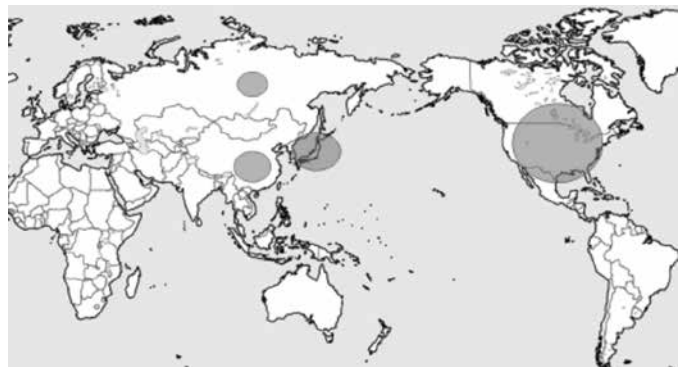


図2 4つの国に限定したモデル（30年前）

5. 日韓関係悪化の原因を分析する

国際システムレベルで分析すると、韓国、米国、北朝鮮および中国のあいだでの関係が劇的に変化していることが分かる（表4）。まず、韓国は、文在寅政権になってすぐに、急速に北朝鮮に接近していった。2018年4月には、軍事境界線のある板門店の韓国側施設「平和の家」で、韓国の文在寅と北朝鮮の金正恩による会談が行われた。両国の首脳は、核のない朝鮮半島の実現を共同目標とする「板門店宣言」に署名した。翌月の5月にも、南北首脳による会談が開催されている。

2018年6月には、シンガポールで、米国および北朝鮮の首脳による会談が行われた。北朝鮮は「完全な非核化」の意思を示すことで、米国から体制保証の確約を引き出した⁸⁾。北朝鮮は、「軍事力の増大」を諦める姿勢を見せる代わりに、最大の脅威である米国から体制保障の確約を得ることに成功した。自らの「生き残り」を担保した形となる。

表4 韓国と関係諸国の動き

2018年 4月	南北首脳会談
2018年 5月	南北首脳会談
2018年 6月	米朝首脳会談
2018年 6月	中朝首脳会談
2018年 9月	南北首脳会談
2018年 12月	レーダー照射問題
2019年 1月	韓国の国防白書

シンガポールでの米朝首脳会談からわずか数日後、北朝鮮の金正恩は、中国の習近平と会談を行った。会談のなかで、習近平は、「国際情勢がどう変わっても中朝関係を発展させる立場は不変だ」と述べて、北朝鮮をバックアップする方針を示した。これで北朝鮮は、「味方の同盟の強化・拡大」にも成功したことになる。さらに、国連の制裁が解除されれば、「経済力の向上」も期待できる。

その後、2018年9月、韓国の文在寅は平壤で、北朝鮮の金正恩と3回目となる首脳会談を行った。そして、両国の首脳は、「9月平壤共同宣言合意書」に署名した。北朝鮮は、1953年に朝鮮戦争の休戦協定を米国陣営と結んでいたが、その協定は、あくまで休戦を目的としたものである。そのため、北朝

鮮と韓国は、国際法上、いまだ戦争状態にあった。韓国政府は、「9月平壤共同宣言合意書」を「実質的に（朝鮮戦争の）終戦を宣言」したものであるとして位置づけていた。

全体の流れとしては、歴史的な米朝首脳会談の裏で、北朝鮮と中国の関係が修復され、その陣営に韓国が急速に近づくという動きがあったことが分かる。2019年1月、韓国国防省は、文在寅政権で初となる「2018国防白書」を発表した⁹⁾。「2018国防白書」では、北朝鮮を「敵」と位置づけていた従来の表現が削除された。日本との関係については、「自由民主主義の価値を共有する」という文言が削られた。安保協力の優先順位では、中国との協力を日韓協力に先立たせた。

米国と韓国は同盟国である。米国と日本も同盟国である。つまり、本来、韓国と日本は、どちらも米国側の陣営に入っているということになる。しかし、今回の「2018国防白書」では、韓国は、安保協力の優先順位で、米国を1位、中国を2位と位置づけた。これは、大きな流れとして、韓国が、米国側の陣営から中国側の陣営にシフトしはじめていることを意味している。

そのような動きの背景には、やはり米国のパワー低下と中国のパワー増大がある。韓国にとって、米国側の陣営にいたことが、もはや安全とは限らないという状況になってきたのである。ゆえに、韓国は、2つの陣営のあいだで揺れ動いている。それによって、韓国と日本の関係が悪化したというのは、むしろ当然の流れであったといえる。

おわりに

本稿では、国際システムレベルで、日韓関係が悪化した原因を分析した。国際情勢は、パワー分布の変化によって大きく動いてしまうため、個人の考えではコントロールできないところがある。日本と韓国の関係が悪化するのも、ある意味、仕方のないことである。しかし、国際情勢がどのように変化しても、個人としては、相手が何人であっても、良好な関係を築くための努力をする必要がある。そのような考え方は、多様性が広がる日本社会において、ますます重要になってくるであろう。

参考文献

1. 『産経新聞』 2016 年 3 月 30 日.
2. 『日本経済新聞』 2019 年 6 月 10 日.
3. Kenneth N. Waltz, Man, the State, and War: A theoretical analysis, Columbia University press, 1965.
4. Yascha Mounk, The people vs. democracy: Why our freedom is in danger and how to save it, Harvard University press, 2018.
5. Kenneth N. Waltz, Theory of international politics, Waveland press, 2010.
6. 天野修司『国際政治学の理論：世界の今を正しく理解し，未来を予測する』はるかぜ書房，2018.
7. National intelligence council, Global trends 2030: Alternative worlds, U.S. Government, 2012.
8. 『日本経済新聞』 2019 年 1 月 15 日.

An economic analysis of a diversifying society: The employment of females and foreigners in Japan

Ryusuke Oishi ¹

Key Words: Diversity management, Employment situation, Japanese society

Abstract

As globalization progresses, attention increasingly focuses on the concept of diversity, especially with regard to gender, nationality, employment, life, and culture. This study analyses the concept of diversity from the perspective of economics. Specifically, this paper presents an analysis of the employment situation in Japan regarding employee gender and nationality and argues that, although the gender gap seems to have disappeared in Japan, due to changes to the law, the working environment for women continue to be disadvantageous. In addition, due to declining birth-rates and an aging population, the acceptance of foreign workers has become inevitable in order for Japan to maintain its national economic strength. However, many issues relating to the acceptance of foreign workers in Japan remain to be resolved. These include foreign workers' language acquisition, living environments, and acceptance into Japanese society.

1. Introduction

In the past two decades, the world has rapidly progressed toward globalization and, in Japan, the concept of diversity is emphasized in the areas of nationality, race, gender, culture, and so on. This study aimed to analyse the concept of diversity from an economic perspective. Specifically, we attempted to apply the concept of diversity into gender and nationality, two issues relating to the cooperate management of firms in Japan.

Japanese employment conditions have long been more favorable to men than women. In 1986, Japan's equal employment act was came into force ^{1)*1}. so that employment discrimination based on gender was prohibited, and firms could no longer allow the creation of a gender gap ²⁾. However, women continue to endure disadvantageous situations in many workplaces.

In addition, Japan is currently facing a crisis of a declining of birth-rate and an aging population. The declining birth-rate has been associated with the social advancement of women in Japanese society, while

the aging population is due to the longevity of the populace. Because there is no way, in the short term, to dramatically alter the declining of birth-rate or the aging population, the replenishment of the labor force through the acceptance of foreign workers has become essential for Japan. However, accepting foreign workers requires the creation of certain arrangements, and these are currently insufficient in Japan.

This study analyses the working environments of female and foreign workers in Japan and considers measurements to improve the situation.

2. Diversity management practices in Japanese companies

In the face of globalization, diversity management will become an increasingly important issue for Japanese firms in the future. Diversity is the acceptance of people from different backgrounds, based on age, nationality, race, religion, and gender, so that the strengths and individuality of each person is valued ^{3)*2}. In the past,

*1 Reference 1) is in Japanese. *2 Reference 3) is in Japanese.

¹Faculty of Economics, Meikai University 1 Meikai Uraysu Chiba 279-8550, Japan e-mail: r-o@meikai.ac.jp

gender and nationality diversity were almost non-existent in Japanese businesses. This was primarily because it was believed that management efficiency could be improved by the homogeneity of human resources^{4)*3}. However, due to changes in Japan's social structure, the market has become diversified, and companies with a homogeneous workforce are unable to meet the demands of a diversified market⁴⁾. As a result, a uniform management style is now a weakness among Japanese firms. In order to meet the more diverse market demand, companies must make an effort to accept diversity.

3. Current status and potential measures to improve the working environment of female workers in Japan

In the past, employment in Japan was more favorable to men than women^{5)*4}. Many companies in Japan favored the hiring of men, and men were more likely to attain higher company positions⁵⁾. This was mainly due to women's maternity leave and childcare duties⁵⁾. At the same time, life-time employment was the norm, and people worked for one company until mandatory retirement⁵⁾. As a result, companies favored male workers over female workers, as the former could contribute more than the latter⁵⁾. However, the Japanese employment environment has changed, specifically, life-time employment is no longer assured or sought after, and the number of workers with temporary contracts has increased⁵⁾. Moreover, the number of permanent employees choosing to change occupation has increased, as more people seek better working environments⁵⁾. In recent years, many female workers have chosen to continue working after the birth of their children, so that a preference for male employees is no longer rational⁵⁾. In 1986, the Equal Employment Opportunity Law was enacted and gender employment discrimination was prohibited¹⁾.

It would seem that gender equality now permeates

Japanese employment and the related employment gap appears to have been corrected. However, there are still many issues to be resolved to truly eliminate gender inequality. For example, in 2013, the number of women in management positions in Japanese companies was significantly lower than that of the United States, and many European and Asian countries^{6)*5}. This situation may be due to structural problems and practices within Japanese society and Japanese business organizations⁷⁾. Even though the gender gap has been eliminated in law, Japanese society continues to not be amenable to a work-life balance that works for women⁷⁾. This can be seen, for example, in the continued societal expectation to regularly work overtime⁷⁾. Furthermore, working condition are also related to the willingness of single people to get married. For example, women in more collaborative and sociable work environments are more likely to marry than women in less collaborative or sociable environments⁸⁾. Even though the Japanese government is aware of these issues, effective support has not been successfully provided^{*6}.

Thus, a gender equal employment environment may be achieved by helping workers to improve their work-life balance, so that work and life can have a positive impact on each other³⁾. It could be argued that work-life balance is unrealistic, as workers must work long hours to improve their performance, and thus, sacrifice their home and private lives⁵⁾. Conversely, if workers wish to improve their lives, they must reduce the amount of time they work⁵⁾. In other words, from an economic perspective, work and life are in a relationship of "opportunity cost"^{5)*7}. However, this approach is not always correct, as extra working hours are only required if quotas are not being fulfilled on time and can be avoided by improving work efficiency⁵⁾.

Thus, in order to achieve a gender equal employment environment, certain issues remain to be resolved,

^{*3} Reference 4) is in Japanese.

^{*4} Reference 5) is in Japanese.

^{*5} Reference 6) is in Japanese.

^{*6} The Japanese government has, in recent years, attempted to set up family-support policies, such as family allowances, paid parental leave, and so on, however, significant improvements in the fertility rate have not been realized 9).

^{*7} Opportunity cost is the value of what is lost when gaining something else 10).

including the creation of work environments where workers can balance their work and life. Companies should aim to improve their operational efficiency.

4. Current status of the acceptance of foreign workers and technical interns in Japanese society

Japan's declining birth-rate and aging population have become serious problems. The declining birth-rate is primarily due to the empowerment of women in Japan^{*8}. In addition, there has also been a transformation in attitudes toward marriage and having children^{*9}. Meanwhile, the country's aging population is due to the record-breaking longevity of the populace¹²⁾. A growing population of old people has a negative effect on the Japanese economy, and government resources are increasingly diverted to state pensions and medical care spending¹²⁾. In 2018, over 28% of the Japanese population was over 65 years^{13)*10}. and, by 2065, it is estimated that 1 in 2.6 every people will be over 65 years, and 1 in every 3.9 will be over 75 years¹³⁾. Unlike countries such as Germany and France, in the period after the Second World War, Japan did not actively accept foreign workers¹⁴⁾. At the time, Japan was able to avoid a labor shortage as, compared to other countries, labor force participation by old people was high in Japan¹⁵⁾. A large number of older Japanese people were self-employed as farmers, small business owners, and so on¹⁴⁾. Moreover, a unique life-time employment practice in Japan contributed to the satisfactory employment of unskilled workers^{16)*11}. In addition, there has been considerable disagreement

regarding the acceptance of foreign workers into Japan. First, is the fear of disrupting Japan's social homogeneity¹⁷⁾. For a long time, Japan has accepted second and third generation Japanese Brazilians¹⁸⁾. However, these immigrants are more culturally similar than others to native Japanese¹⁸⁾. Even if Japanese people are ready to accept multiculturalism, this is difficult to achieve given the variety of ethnic groups migrating to Japan^{*12}. Second, there is concern for problems that are associated with illegal foreign workers²⁰⁾. Third, as the number of foreigners in Japan increases, crimes committed by foreigners, such as drug crimes, will increase²¹⁾.

Thus, Japan had accepted relatively few foreign workers compared to other countries. Although, Japan has been able to keep its production capacity without opening its doors to foreign workers, this situation cannot be maintained. The Japanese government takes this issue very seriously and has started to actively accept foreign workers and technical interns^{*13}. In 2018, the number of foreign workers in Japan reached 1,460,463, an increase of 14.2% on the previous year^{22)*14}. Among Japan's foreign population, the largest number are Chinese (389,117), followed by Vietnamese (316,840)^{23)*15}. Among residency status, permanent residents, those with Japanese spouses, and so on, are the most common (33.9%), followed by unqualified residents (including overseas students) (23.5%) and technical intern trainees (21.1%)^{24)*16}. Compared to other forms of residency status, in 2018, there was a massive 19.7% increase in technical intern trainees from the previous year²⁴⁾.

^{*8} Many women now forego having children in order to work, because the work-life balance mentioned earlier has not been achieved.

^{*9} The majority of Japanese women now seek a love marriage rather than an arranged marriage, and many Japanese choose to remain single 11).

^{*10} Reference 13) is in Japanese.

^{*11} In Japan, where life-time employment was the norm, employees were not always assigned to one department, but were frequently moved to different departments, including those requiring low skill levels 16).

^{*12} There is a suggestion that a specific form of multiculturalism exists in Japan, where multiple groups exist side-by-side but with distinct boundaries 19).

^{*13} In 1989, the Japanese government amended the country's immigration policy, resulting in expanded acceptance of the descendants of Japanese emigrants to South America 17). Following this amendment, the government also relaxed regulations on the acceptance of foreigners coming to the country to receive job training 17). This regulation relaxation has been utilized by small and medium sized businesses 17).

^{*14} Reference 22) is in Japanese.

^{*15} Reference 23) is in Japanese.

^{*16} Reference 24) is in Japanese.

The inflow of foreigners into Japan will continue to increase, and shared prosperity with foreigners will be necessary for Japan to maintain its national economic and cultural power. However, maintaining this power will not be so easily achieved. As discussed earlier, there has been considerable disagreement concerning the acceptance of foreign workers in Japan, and an environment to accommodate foreigners has not been fully prepared. Language acquisition, the acceptance of foreign dependants, and the preparation of the living environment continue to be the issue. Absence of suitable living conditions will limit foreigners' length of stay in Japan, and will not significantly contribute to the maintenance of Japan's national power.

5. Conclusion

As the world globalizes, diversity becomes increasingly important. The concept of diversity has been applied for various issues, including gender, nationality, employment, life, and culture. This study considered the concept of diversity from an economic perspective. Specifically, it analyzed the employment situation in Japan regarding employee gender and nationality.

Like other countries, the social advancement of women in Japan has progressed and gender employment

discrimination is legally prohibited. However, true gender equality is not likely to be achieved until the employment environment accommodates a positive work-life balance for employees.

In addition, the Japanese economy is suffering from a declining birth-rate and an aging population. Japan had maintained its national power, but productivity will be difficult to maintain in the absence of foreign workers. Therefore, Japan must prepare an environment that is accepting of foreigners. True gender equality and co-prosperity with foreigners two of the most important diversity issues facing Japan today.

Acknowledgment

I am 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 Associate Professor, Josai University, Hitomi Madono and Associate Professor, Nihon Institute of Medical Science, Shuji Amano. Lastly, I sincerely thank Meikai University, Josai University and Nihon Institute of Medical Science, which supported a symposium held on 2019/11/2 as a collaboration project of these three universities.

List of References

1. 厚生労働省：Ⅲ 男女雇用機会均等法成立 30 年を迎えて。
[Ministry of Health, Labour and Welfare.: Ⅲ The 30th anniversary of the equal employment opportunity law.] <https://www.mhlw.go.jp/bunya/koyoukintou/josei-jitsujo/dl/15d.pdf> 2019/11/16.
2. Outline of the Equal Employment Opportunity Act, <https://www.mhlw.go.jp/content/000497318.pdf> 2019/11/16.
3. 小室淑恵：『改訂版 ワークライフバランス 考え方と導入法（第3版）』。日本能率協会マネジメントセンター。2014。
[Komuro, Y.: Work-life balance – concept and approach for introduction (3rd edition). Japan management association management center. 2014.]
4. 武石恵美子：『雇用システムと女性のキャリア』。勁草書房。2006。
[Takeishi, E.: The employment system and women's careers. Keiso Shobo. 2006.]
5. Oishi, R.: Global organizations, especially regarding woman workers', *New Food Industry*, **58** (4): 79-84, 2016.
6. 八代尚宏：『日本的雇用慣行を打ち破れ 働き方改革の進め方』。日本経済新聞出版社。2015。
[Yashiro, N.: Disrupting Japanese employment practices and advancing work-style reform. Nikkei Publishing Inc. 2015.]
7. Edwards, N, L.: 'Equal Employment Opportunity in Japan: A View from the West'. *Industrial and Labor Relations Review*, **41** (2): 240-250, 1988.
8. Yu, W-h., and Kuo, C-L, J.: 'Another Work-Family Interface: Work Characteristics and Family Intentions in Japan'. *Demographic Research*, **36**: Article 13, 391-426, 2017.
9. Boling, P.: 'Demography, Culture, and Policy: Understanding Japan's Low Fertility'. *Population and Development Review*, **34** (2): 307-326, 2008.

10. Mankiw, G, N.: 'Essentials of Economics'. 7th edition, Cengage Learning, 2014.
11. Retherford, D, R., Ogawa, N., and Sakamoto, S.: 'Values and Fertility Change in Japan'. *Population Studies*, **50** (1): 5-25, 1996.
12. Jones, S, R.: 'The Economic Implications of Japan's Aging Population'. *Asian Survey*, **28** (9): 958-969, 1988.
13. 内閣府. 令和元年版高齢社会白書（概要版）第1節 高齢化の状況.
[The Cabinet Office.: 2019 (Reiwa 1) White paper on the ageing society (summary), section 1, status of the ageing population.]
<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/gaiyou/pdf/1s1s.pdf> 2019/11/1.
14. Bartram, D.: 'Japan and Labor Migration: Theoretical and Methodological Implications of Negative Cases'. *The International Migration Review*, **34** (1): 5-32, 2000.
15. Clark, L, R., Ogawa, N., and Lee, S-H., Matsukura, R.: 'Older Workers and National Productivity in Japan'. *Population and Development Review*, **34**, Population aging, human capital accumulation, and productivity growth, 257-274, 2008.
16. Reubens, P, E.: 'Low-Level Work in Japan Without Foreign Workers'. *The International Migration Review*, **15** (4): 749-757, 1981.
17. Yamashita, K.: 'New Immigration Policy and Unskilled Foreign Workers in Japan'. *Pacific Affairs*, **66** (1): 72-90, 1993.
18. Tsuda, T.: 'The Permanence of "Temporary" Migration: The "Structural Embeddedness" of Japanese-Brazilian Immigrant Workers in Japan'. *The Journal of Asian Studies*, **58** (3): 687-722. 1999.
19. Haines, W, D., Minami, M., and Yamashita, S.: 'Transnational Migration in East Asia: Japan in Comparative Focus'. *The International Migration Review*, **41** (4): 963-967. 2007.
20. Spencer, A, S.: 'Illegal Migrant Laborers in Japan'. *The International Migration Review*, **26** (3): 754-786. 1992.
21. Friman, R, H.: 'Gaijinhazai: Immigrants and Drugs in Contemporary Japan'. *Asian Survey*, **36** (10): 964-977, 1996.
22. 厚生労働省. 「外国人雇用状況」の届出状況まとめ（平成30年10月末現在）
[Ministry of Health, Labour and Welfare.: The state of reporting the employment status of foreign nationals (summary) (as of the end of October 2018).] https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_03337.html 2019/11/16.
23. 厚生労働省. 「外国人雇用状況」の届出状況（概要版）（平成30年10月末現在）
[Ministry of Health, Labour and Welfare. The state of reporting the employment status of foreign nationals (outline) (as of the end of October 2018).] <https://www.mhlw.go.jp/content/11655000/000472891.pdf> 2019/11/16.
24. 厚生労働省. 「外国人雇用状況」の届出状況まとめ【本文】（平成30年10月末現在）
[Ministry of Health, Labour and Welfare. The state of reporting the employment status of foreign nationals (main text) (as of the end of October 2018).] <https://www.mhlw.go.jp/content/11655000/000472892.pdf> 2019/11/16.

蚕からの贈り物 4 令和の絹物語

中村 照子 (NAKAMURA Teruko)*

はじめに

新年を迎えると、その年の新しい神様（年神様）が幸福をもたらすために家々に訪れます。人々の暮らしが農耕中心だった時代に、家々は年神様に宿っていただくために、しめ飾りや門松、鏡餅を飾りました。年神様をお迎えして新しい年も豊穡となるようにたくさんの料理でおもてなしをし、新年を祝ったのです。これがお正月の由来とされています。所謂、農業（農耕・牧畜）や、もちろん本稿のテーマとなる養蚕農家もありました。養蚕を営む農家では神棚や大黒柱に繭玉を飾り祈願をしたとされています。こうしてお正月の様々な風習が各地に伝えられるようになったというわけです。

昨年、平成から令和に元号が変わり新天皇が御即位され、新しい時代の幕開けとなりました。令和になって最初のお正月となった今年、年神様に幸せを願い、「令和の絹物語」というテーマで筆者が携わってきた蚕の成分、食用としての蚕の話を織り交ぜて解説したいと思います。

1. 食用としての蚕

最近、世界で秘かに昆虫食のブームが訪れています。蚕の場合は単にブームだからというだけではなく、養蚕という一連の流れの中での生産物である桑、蚕、絹のすべてが機能性食品素材としての可能性をもつことが明らかになり、新たな食用養蚕学という分野が拓かれています。

蚕の祖先種はクワコという昆虫です。今では蚕のすべてが人間の管理下でしか生存できない完全な家畜と考えてもよい生物で、自然に放置した状態では存在しない稀有な昆虫となりました。人類は今からおよそ6000年も前に蚕を飼育し絹を績み出すことを見出しました。しかし祖先種であるクワコを最初から絹を得る目的で採集していたのかというところでもないらしいのです。歴史書によると5000年前の遺物として一端を鋭利に切り取った繭が出土しています。蚕ではなくウスバクワコという虫の繭ですが食料とするために繭の一部を切り取り、中の蛹を食べたのではないかと推測されています。当時としては貴重なタンパク源であったことでしょう。

そして現在、近い将来に訪れるかもしれない食糧危機を乗り切るための貴重なタンパク源として、また地球の温暖化対策の一環としても世界で注目されているのが昆虫食です。なかでも清潔な環境のもとで飼育され、品種の明確な蚕は昆虫食の代表格であるといっても過言ではないでしょう。ところが、見た目がちょっと・・・と、外観に抵抗を感じる方も多いはず、実のところ私もそうでした。そこでそんな方のために蚕パウダーを作ってみました。

2. 蚕パウダーの調整

蚕パウダーを作成したきっかけは、筆者が蚕血液成分の分析やレオロジー特性の研究をしていた頃に、研

* テルコ・ニュートリション（管理栄養士・理学博士）



図1 5 齢 3 日目の蚕を用いたパウダー

方法:凍結乾燥後、乳鉢で摩砕 食感:さらさら、しっとりした粉末 味:昆布といりこの混合だし風味

究試料である蚕を実験後に廃棄するのが心苦しく、何とか有効利用できないかと考えたことから始まります。加熱処理を施すと蚕のタンパク質は熱の影響で変性します。そこで最も新鮮かつ清潔な形状を保持できる凍結乾燥（フリーズドライ）を施すことにしました。乾燥後は乳鉢でていねいに摩砕するとしっとりとしたグリーンの蚕パウダーが出来上がりました。「さらさらとしていながらしっとりとした食感も持ち合わせ、カツオといりこの混合だしの風味がある粉末」というのが私の感想でした。きれいなさらさらとしたグリーンのパウダーは蚕の原型を留めないで全くと言ってよいほど抵抗がありません（図1）。

まずはタンパク質量の測定です。重量の60%がタンパク質というまさに驚異のタンパク源でした。アミノ酸の定量をすると必須アミノ酸であるセリン、グルタミン酸、グリシン、アルギニン、リジン、チロシンなどを多量に含んでいました。出汁のような風味の由来はとりもおさず豊富なタンパク質、アミノ酸に由来しているのです（図2）。

次にしっとりした質感は蚕血液の血糖がトレハロースであることに起因しています。人血液の血糖がグ

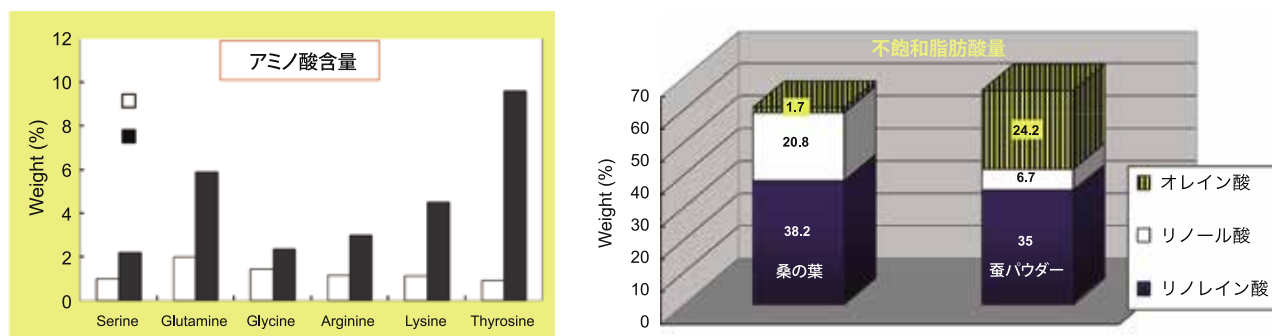


図2 桑の葉と比較した蚕パウダーの成分

ルコースであるように蚕の血糖はトレハロースです。トレハロースはキノコ類や酵母などに含まれる保湿性の高い二糖類で、甘味はショ糖の38%で、最近では加工食品や化粧品などには欠かせない糖類です。加えて不飽和脂肪酸のリノール酸、リノレイン酸、オレイン酸量も多く、胡麻やひまわりの種よりも多量に含んでいます。しっとりとした風味の良さは良質な脂肪成分にも起因しています（図3）。

さらに、蚕の餌である桑の葉に含まれている糖尿病抑制作用をはじめ内臓脂肪の改善、高血圧抑制などに効果のある有効成分DNJ（デオキシノジリマイシン）という機能性物質について測定した結果、蚕の体内では桑の葉のDNJ量よりも濃縮され増大していました。加えてアミノ酸も不飽和脂肪酸量も増加し、桑の

	桑葉	蚕粉末
水分	11.13	4.77
蛋白質	24.33	56.76
脂肪	2.65	9.21
繊維	9.54	6.62
カルシウム	2.03	0.44
リン	0.43	0.86
カリウム	6.25	6.38
マグネシウム	0.28	0.28
ビタミン B ₂	1.4	0.58

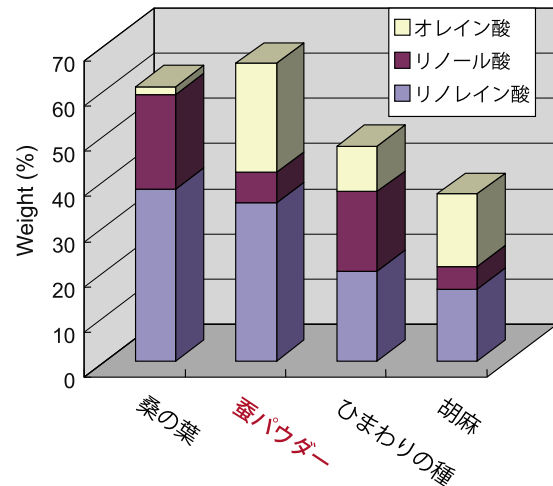


図3 蚕パウダーの成分比較

葉で成長した蚕の体内には桑の葉と比較して高濃度の栄養機能成分が含まれていることが明らかになりました。また、桑の葉には見られないトレハロースやシアル酸も確認されました。実際に蚕パウダー入りの薄焼き煎餅を作ってみると、香ばしくてまるで海老煎のようでした。また、蚕パウダーを添加したかまぼこを作ってみたところ、ぷりぷりとした中にしっとりとした高級感のあるグレードアップしたかまぼこが出来上がりました。

3. 良質な蚕素材の特定

ところで、どの時期の蚕を素材とするのかは重要な問題です。食品に用いるのですから当然のことですが慎重に特定しなければなりません。蚕が最も大きくなる時期を5齢期蚕といいます。糸を吐く前の約8～10日間のこの時期は蚕にとって最も重要で、蚕の生理機能も複雑に変化をします。たとえば生理機能を制御する役割を持つと考えられる血液の流れ（粘度）も大きく変化します。5齢前期（3日目）の蚕血液は5齢後期（8日目）の蚕に比べて血液粘度が低く流動性が高い状態、すなわち俗にいう血液さらさらの状態、生理状態が良好な時期であることが判明しました。反対に5齢後期の蚕血液は粘度が上がり、すなわち血液どろどろで生理状態は低下していると考えられます。蚕血液の流動性（粘度）と栄養成分の含有量がどのように関わっているかを調べるために、私は5齢前期蚕と5齢後期蚕の栄養価の比較も行いました（図4）。その結果、血液粘度（生理状態）と栄養成分との間には密接な関係があることを明らかにしました（図5）。すなわち、食品素材としては生理状態の最も良い、さらに栄養状態も優れている5齢前期の蚕が最適であるという結論を導き、蚕パウダーの作成には5齢前期の蚕を用いました。

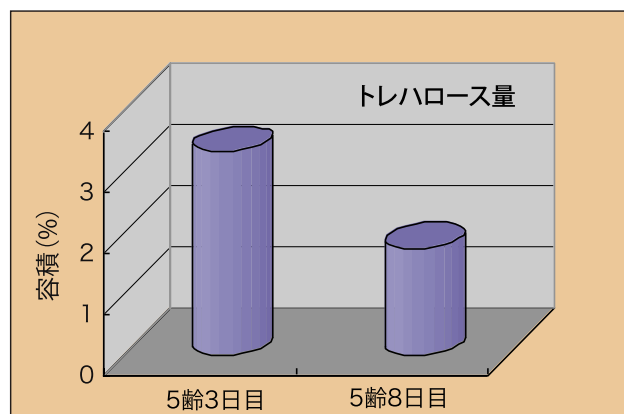
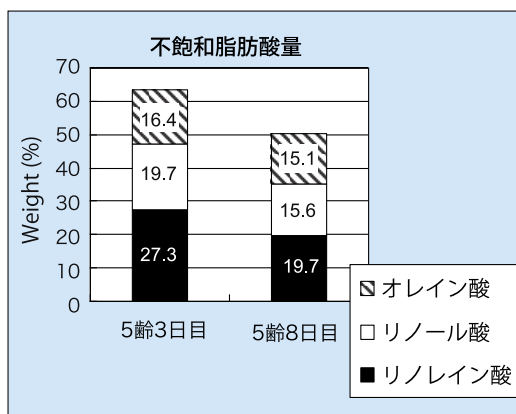


図4 5齢前期蚕と5齢後期蚕の栄養価の比較

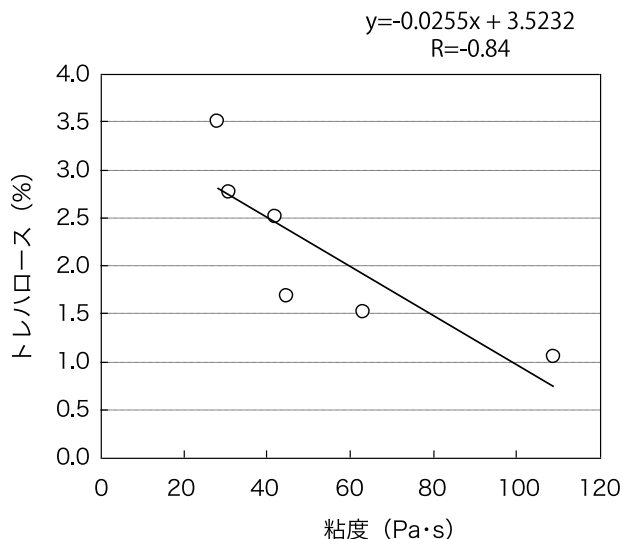


図5 蚕血液粘度とトレハロース含有量との相関

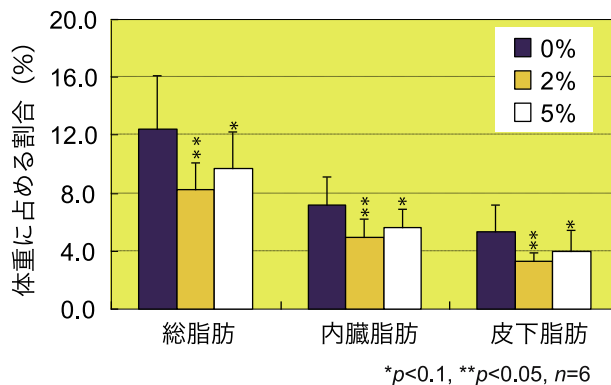


図6 蚕パウダーがマウスの内臓脂肪量に及ぼす変化

さらには5齢前期蚕パウダーを添加した餌をマウスに投与し、血糖値および内臓脂肪量に及ぼす経日変化をも詳細に調べたところ、有意の差が認められました。すなわち5齢前期蚕パウダーを添加した餌を食べたマウスは血糖値、および内臓脂肪量のいずれも低下し改善傾向を示唆しました(図6)。

4. 絹タンパクの応用

絹はフィブロインが70～80%、セリシンが20～30%で構成されるタンパク質です。それぞれのタンパク質は性状が異なり、フィブロインは難溶性でありセリシンは易溶性です。セリシンは製錬によって溶解してしまうので以前は廃棄物として扱われていましたが、近年、いくつかの機能性が明らかになってきました。たとえば、抗酸化性が高いということ、また紫外線のカットに優れていることなどが解明され今後の展開に期待が寄せられています。シルクの商品化に関しては平林 潔先生が著書「シルクを食べる 絹の再発見」で提唱されているように、絹タンパクであるフィブロインの amino 酸構成に着目されその有用性を説いておられます。現在ではフィブロイン、セリシンとも絹タンパク質として様々な食品や菓子類、ドリンク剤に添加物として応用されています。そのほかにも化粧品、石鹸、入浴剤、洗顔料、シャンプー、トリートメント、スタイリング剤、研磨剤など多岐に亘ります。

また、肌に優しい絹タンパク成分が褥瘡抑制効果をもつことが明らかになり、吸湿性・放湿性・保温能にも優れていることから、デイスポーザブルな高齢者寝装品として利用し、利用後は溶解することで食品、化粧品、サニタリー用品に再利用する研究も行われています。保健衛生の機能が強く、ガーゼやマスク、手術用縫合糸やさらには人工血管、人工皮膚、コンタクトレンズなど医療基材への応用も進んでいます。その他、絹に期待される効果としては、その豊富なアミノ酸構成(グリシン、アラニン、チロシン、セリン)から、アルコール代謝促進(肝機能向上)、糖尿病抑制、脳卒中予防、筋肉の回復・増強、認知症改善、疲労回復効果などがあります。このように養蚕の生産物である桑、蚕、絹のすべてが新たな機能性食品素材としての可能性を示唆し新たな食品養蚕学という分野の研究に発展しています。

5. 日本の養蚕の今

しかし、残念なことに日本の養蚕業は衰退の一途をたどっているのが現状です。昭和の初めには世界の絹生産量の60%以上に値する40万トンの繭が生産されるほど繁栄していた日本の養蚕業でしたが世界恐慌を一つのきっかけとして衰退期を迎え、さらに化学合成繊維の出現とともに繭生産量は低下し、現在の生産量は500トン以下にまで減少を続けています。しかしながら、日本の絹は100年近くにわたる品種改良の成

果で生糸量歩合は 19% であり世界生糸量歩合の平均値である 13% に比べて優秀であるといわれています。このように優秀な養蚕が衰退していく現状は憂うばかりです。

さらに、食への応用の問題点は他にもあります。蚕の場合、家畜のように丁寧な飼育を行うため昆虫としては一頭当たりの価格も決して安価とはいえず、また凍結乾燥方法も高価であるために、大量生産開発にはコストパフォーマンス上の問題もあります。

6. 人と蚕の新時代

最近の昆虫食ブームの到来は蚕にとっても追い風には違いありませんが、蚕はもともと古くから歴史と実績のある昆虫です。そればかりではなく未来科学の最先端昆虫でもあり応用は多岐に亘ります。例えば宇宙食への応用です。長期にわたる宇宙生活の食事には肉類にかわる安全で簡便なタンパク質源として蚕パウダーは最適の食品です。また、冬虫夏草の安定供給源としての蚕や、さらにはトランスジェニック蚕を用いてインターフェロンをはじめ種々のワクチンを蚕体内で製造する研究も進んでいます。

新しい令和の時代こそ、その真価を発揮してほしいと切に願い、人と蚕の新時代をつくるために蚕研究者の一人として情報発信を行いたいと思っています。

おわりに

昭和 30 年代、日本の原風景は見渡す限り田畑が続き養蚕も盛んに行われていました。しかし、時代は都市化が進み田畑は宅地となりマンションが建ち並ぶようになって、農業人口が減少しました。養蚕農家も化学繊維の発達によって次々と減少し、世界一を誇っていた日本の絹生産量は一部の養蚕農家を残すのみになってしまいました。

今後、世の中はますます進歩していき、AI によって人の出番がなくなっていくかもしれません。それでも美しい絹を生み出す養蚕の物語は遙かな悠久の歴史と共に変わっていません。

夕やけ小やけの赤とんぼ 負われて見たのはいつの日か
山の畑の桑の実を 小籠に摘んだは まぼろしか

童謡「赤とんぼ」に歌われているような美しい日本の風景に思いを馳せて、新しい令和の時代に養蚕農家が少しでも復活することを願っています。

参考文献

1. 三橋 淳：世界の食用昆虫 古今書院
2. 渡辺武雄：薬用昆虫の文化史 東京書籍
3. 中村照子：蚕血液のレオロジー特性を考慮した健康食品（蚕パウダー）の開発 日本バイオレオロジー学会誌 (B&R) **17**(1): 2003.
4. 一田昌利, 中村照子：食用養蚕学 食品加工技術 **30**(3): 2010.
5. TERUKO NAKAMURA, MASATOSHI ICHIDA: Dietary silkworm powder reduces blood glucose and visceral fat in mice; *New Food Industry* **55**(12): 2013.



デンマークの宅食サービス

今回はデンマークの宅食に関する事情を紹介したいと思います。

日本でも近年の高齢化や共働き家族の増加などの背景から、宅食サービスが広がってきましたが、ここデンマークでも宅食は、日常の食事をサポートしてくれるサービスとして多くの家庭が導入し始めているサービスです。デンマークで宅食が広がってきている背景としては、健康志向の高まりや、多忙な日常をサポートするサービスへの需要の高まりなどがあげられます。

デンマークはヨーロッパの中でも、女性の社会進出が進んでいる国で、結婚や出産にかかわらず、大抵の女性が何らかの仕事をしているのが通常です。子供のいる家庭でも、妻と夫が時間も給料も同等に働いていることが普通です。共働き家庭が基本であるデンマーク社会では、人々の日常生活はとても忙しくなります。仕事、家事育児をこなす人々には特に、宅食サービスが受けているようです。

忙しいこと以外の背景としては、ヘルシーで手頃なお惣菜やお弁当などが日本ほど多くないこともあります。もちろんスーパーに行けば出来合いのお惣菜や、温めたりオープンにいれるだけでいい商品もありますが、種類が日本ほど豊富ではなく、またヘルシーな食事をするにはやはり物足りなくもあります。外食も最

低賃金の高いデンマークでは高くつくため、日常の夕飯には不向きです。そんなわけで宅食サービスは一人暮らしから、子供のいる家庭まで、多くの人々に、ヘルシーな食材を便利なサービスで提供しています。

また、健康志向の高まりも宅食の普及に寄与している



大手宅食サービスの配達は、冷蔵品とそれ以外が別れて配送される



宅食で10分できる菜食の夕ご飯

一因と考えられます。忙しくても体にいい食事を心がけたい人や、料理が得意でなくてもそれなりにバランスの取れた食事をしたい人、ダイエットしたくてもどのような食事を毎日していいかわからない人、菜食を中心にしたいくても、なかなか豊富なメニューが自分ではできない人など、様々な人のニーズをサポートしています。

デンマークの宅食サービスの具体的な例としては、まず、宅食業者の先駆的存在である Årstiderne（季節、という意味のデンマーク語）があります。有機食材を使ってヘルシーな食生活を実現することを売りに、多くの宅食メニューを準備しています。幅広い顧客層を獲得していることもあり、メニューの幅が広く、ベジタリアンやビーガンなど菜食系のプランや、世界各国の料理を楽しむエスニックプラン、ダイエットをしたい人のためのプランなど、数十種類のプランから選ぶことができます。人数や週に何食分にするかなどもフレキシブルに選ぶことができ、さらに食事プラン以外にも、一週間分の果物セットや、野菜セット、パンのセットなどを追加することも可能です。デリバリーは週に一回で、配達時に家にいなくてもいいように、冷蔵材などが同梱された形で配達されます。

別の宅配サービスで Årstiderne とは違うコンセプトで売り出しているものとしては、Simple Feast があります。この宅配サービスは比較的新参のサービスで、ベジタリアンかビーガンの夕食セットしか用意しておらず、また、人数も二種類のみで、2～3人用と4～5人用のみです。配達に使用される梱包材は、全てリサイクル可能なものを使用していることを売りにしており、環境にいいことを訴求しているサービスと言えます。また、シンプルにヘルシーな食事を提供することをコンセプトにしているため、調理時間も10分～20分を目指しており、忙しくても、バランスの取れた新鮮な菜食を目指したい人に適しています。

その他にも多くの宅食サービスが存在しており、消費者にとっては、スーパーへ買い出しに行くかわりにオンラインで注文するだけで新鮮な夕食の材料が自宅へ届けられるので、今後も宅食市場は拡大していくと思われます。



宅食配達にもリサイクル可能な包装をすることでエコを訴求

城西大学薬学部 白瀧 義明 (SHIRATAKI Yoshiaki)

ウメ *Prunus mume* Siebold et Zucc.
(*Armeniaca mume* (Siebold et Zucc.) de Vriese)
(バラ科 Rosaceae)

連絡先：城西大学薬学部生薬学教室
shiratak@josai.ac.jp

2020年、新しい年がスタートしました。ウメは、中国原産の落葉小高木で観賞用に、また果実を食用とするため日本各地で栽培され、早春、葉に先立って芳香のある白色、淡紅色、紅色の5弁花をつけます。一重、八重咲きなど、多くの園芸品種があり、小枝は細長く、当年枝は緑色、葉は互生し楕円形または卵形で細かい鋸歯があります。「ウメ」の語源には諸説ありますが、中国語の「梅」(マイあるいはメイ)が /mume/ と



写真1 ウメ (白梅)

なり /ume/ へと転訛したという説が有力です。果実は球形の核果で表面に浅い溝と細毛があり、梅雨の頃、黄色に熟した果実をシソの葉と混ぜて塩漬けとし、梅干しをつくり食用とします。その他、梅酒、ジュース、ジャム、ゼリー、菓子などの加工食品としての用途が広く、未熟果実を燻蒸^{くんじょう}して干したものは、ウバイ (烏梅, *Mume Fructus*) といい、収斂、止瀉、解熱、鎮嘔、去痰、駆虫作用があるとして健胃整腸薬に用いられ、漢方では、烏梅丸、玉泉丸、固腸丸、一服散などに配剤されます。梅肉エキスも有名で、その製法は「未熟な青梅をよく洗い、水分を切り、おろし器ですりおろし、得られた青汁をとろ火にかけ、かき混ぜながら煮詰める。液は茶褐色に変わり、次第にねばつき、ぶつぶつと泡が立つようになってから火からおろし冷暗所に蓄える。」というもので



写真2 ウメ (紅梅)



写真3 ウメ (八重咲)

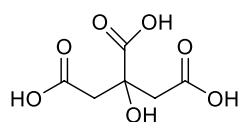
す。使用する器等は、陶器や竹べら、^{うつわ} 珧瑯^{ほうろう}びきがよいそうです。梅肉エキスには殺菌作用が期待され、民間では下痢や大腸カタル、また、風邪や疲労回復、健康保持にも役立つといわれています。成分としては有機酸の citric acid (クエン酸), (S)-malic acid (リンゴ酸), succinic acid (コハク酸), (2R, 3R)-tartaric acid (酒石酸) やトリテルペンの oleanolic acid (オレアノール酸), 植物ステロールの β -sitosterol (β -シトステロール) などを含み、日本薬局方外生薬規格 (局外生規) 収載の生薬になっています。未熟なウメに含まれる青酸配糖体の amygdalin は酵素 emulsin によって加水分解され、微量ながら青酸 (シアン化水素) を生成し、生食すると中毒を起こす危険があることから未熟な青梅を食べないように、との意で「梅は食うとも核食う



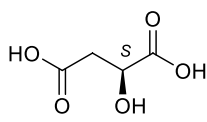
写真4 梅林 (越生)



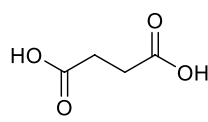
写真5 ウメ (未熟果実)



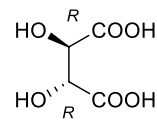
citric acid



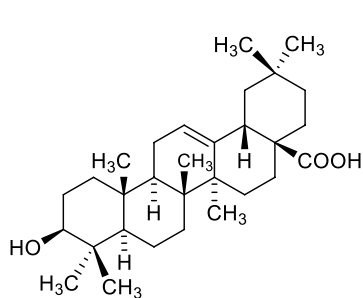
(S)-malic acid



succinic acid



(2R, 3R)-tartaric acid



oleanolic acid

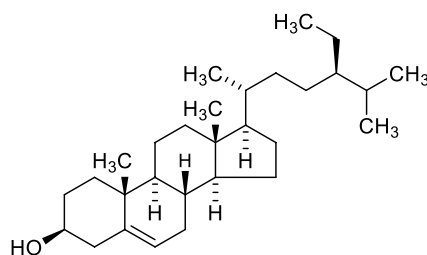
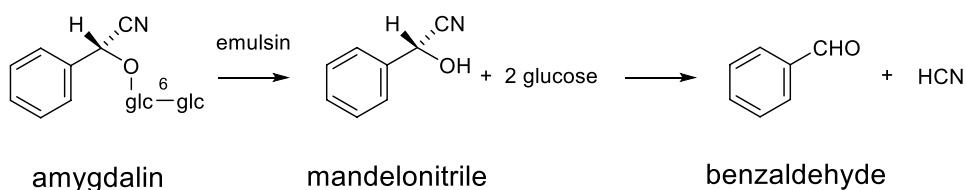
 β -sitosterol

図1 成分の構造式



写真6 生薬：ウバイ（烏梅）



写真7 日の丸弁当（梅干し）

な、中に天神寝て御座る」などの言い伝えがあります。また、梅にまつわる言葉として、「桜^き 伐る馬鹿、梅伐らぬ馬鹿」といわれますが、これは、春先に咲く代表的な花である桜と梅を対比しながら、栽培上の注意を示したもので、桜はむやみに伐ると切り口から腐敗しがちなので剪定には注意が必要である。一方、梅の樹は剪定に強く、むしろかなり切り詰めないと徒枝が伸びて樹形が雑然となり、実の付き方も悪くなるからです。また、「東風吹かば^{こち} にほひおこせよ梅の花 主なしとて 春な忘れそ」は、平安時代、菅原道真が大宰府に左遷された時、道真の愛した庭の梅の花に別れを惜しんで詠んだ歌で、後に梅の木が道真を追って大宰府に飛んできた、という「飛梅伝説」となっています。

烏梅は citric acid が豊富なことから、生薬としての用途だけでなく、かつては紅花染めの染料の媒染剤（繊維に色を定着させる薬剤）としても使われていました。梅の名産地として知られる奈良県の月ヶ瀬にある梅林は、大正時代に金沢の兼六園とならぶ日本の名勝第1号に選ばれましたが、月ヶ瀬では600年以上前から紅花染めに使う烏梅を生産していたそうです。

北米の料理業界にフードロス対策にも役立つ素材を提案 名門料理大学 CIA でトップシェフらにワークショップを開催

NAGASE グループの食品素材事業体である Nagase Food Ingredients として、株式会社林原（本社：岡山市北区 代表取締役：安場直樹 以下、「林原」）は、海外の外食産業におけるトレハロース（製品名「TREHA[®]」）の理解度向上を目的に、米国の料理大学「The Culinary Institute of America」（以下 CIA）において、米国、カナダのシェフら 12 名を招聘したワークショップを開催しました。



CIA at Copia の外観

今回のイベントは、国連持続可能な開発目標（SDGs）17 ゴールの中の「2. 飢餓をゼロに」、「12. つくる責任つかう責任」に貢献するものです。北米のトップシェフを含む食品開発担当シェフを対象に、TREHA[®]の特徴でもある、おいしさを保つ優れた機能（鮮度を保つ）を活用することで、フードロスへの対策、フードサービスオペレーションの改善や全体のコスト削減、料理のクオリティー向上などに役立つ素材として TREHA[®]を紹介しました。実際の試作実演を通じ、TREHA[®]の機能は北米の料理業界でも活躍する場が多いことが明らかになりました。なお、このワークショップの詳細は、新たに立ち上げた TREHA[®]グローバル WEB サイト（英語）で公開していきます（<https://www.nagase-foods.com/treha/>）。今後、Nagase Food Ingredients は、TREHA[®]によるフードロス対策や、おいしきの向上に、教育的観点からもグローバルに貢献できるよう情報発信を行い、海外の外食産業にも積極的に紹介していきます。

参加シェフの反応

TREHA[®]の使い方と効果を披露していただくため、長年使用されている播川シェフによる「日本食への応用」、さらに、望月シェフによる「洋菓子への応用」を、参加シェフの前で実演をしていただき、試食では感激の声が上がりました。大量の食材を扱うフードサービスや、バンケットなどで大人数の食事をタイミングよく提供しなければならないシーンでは、生野菜、果物のフレッシュさをいかに長く保つか、冷凍食品の活用と調理時間の調整などは常に重要課題である中で、その解決の糸口になり得る TREHA[®]の機能性に注目が集まりました。感謝祭が直前の時期にあたり、特に七面鳥やチキンへの効果に関する質問も多く、実際の試作で、ジューシーな肉質、美しい焼き色など、TREHA[®]の使用により、食材がよりおいしく食べられるようになった点は参加者全員を驚かせました。

米国料理大学 The Culinary Institute of America (CIA)

1946 年に設立された世界最大の料理大学 CIA は、外食産業界のハーバード大学と呼ばれており、充実した施設やカリキュラムはもちろん、ニューヨークのトップ 10 のレストランのうち 7 軒のシェフは CIA 卒業生という実績がある。本部であるニューヨークの他、2016 年秋にカルフォルニア州ナパ郡に開校した Copia は分校キャンパスとして、アメリカのワイン産業とともに発展するファインキューズをリードするシェフの育成を行っている。



(左) 試作実演の後に試食するシェフ達

(右) 参加者を魅了した望月シェフのチーズスフレケーキ

(左) TREHA[®]の効果で、サラダの鮮度が長時間続くことに驚くシェフ達(右) TREHA[®]の効果が発揮されたジューシーで美しい焼き色のチキン

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

<http://www.newfoodindustry.com/>

ニューフードインダストリー 第62巻 第1号

印刷 令和 元年 12月25日
発行 令和 2年 1月1日
発行人 渡邊 力
編集人 今西 和政
発行所 エヌエフアイ合同会社
〒185-0012 東京都国分寺市本町3-7-23-302
TEL:042-312-0836(代表)
FAX:042-312-0845
振込先:三井住友銀行 国分寺支店 普通2312814
多摩信用金庫 国分寺支店 普通3073817
ゆうちょ銀行 〇一九店 当座0324817

印刷所 株式会社メイク
定価 本体2,500円 + 税 (送料120円)

e-mail:newfood@newfoodindustry.com



New Food Industry

エヌエフアイ合同会社

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

定価： 本体2,500円 十税
(送料120円)

雑誌 89591-1



4910895910109
02500