

# New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2013 Vol.55 No.5

5

## 論 説

- 予防医学とヘルスフード  
～食育としての「機能性おやつ」の提唱～
- プロバイオティクスの抗メタボリックシンドローム効果  
(Anti-metabolic syndrome effect by probiotics)
- 無理なくダイエット！～ポリュメトリクス～  
エネルギー密度 (ED) に注目した低エネルギーでも満腹度・満足度の高い昼食の検討
- ベジタリアン栄養学  
歴史の潮流と科学的評価 (第1節 背景) 1 回
- 流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターによるオリーブ油の水中油型エマルションの調製
- 新製品と特許の係わり

## 連 載

- 二枚貝用飼料ー 1
- “地域密着でキラリと光る企業”  
寒天業界を創造する『伊那食品工業株式会社』
- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (10)  
豚肉の生食のみが感染源でない有鉤条虫に関する総括的認識 (ノート)
- 築地市場魚貝辞典 (マトウダイ)
- “薬膳” の知恵 (76)



### 論 説

- 予防医学とヘルスフード  
～食育としての「機能性おやつ」の提唱～  
..... 矢澤 一良 1
  
- プロバイオティクスの抗メタボリックシンドローム効果  
(Anti-metabolic syndrome effect by probiotics)  
..... 佐藤 匡央, 森田 有紀子 8
  
- 無理なくダイエット！～ボリュメトリクス～  
エネルギー密度 (ED) に注目した低エネルギーでも  
満腹度・満足度の高い昼食の検討  
..... 奥村 仙示, 足立 知咲, 周 蓓, 武田 英二 17
  
- ベジタリアン栄養学  
歴史の潮流と科学的評価 (第1節 背景) 1回  
..... ジョアン・サバテ (Joan Sabate), 訳: 山路 明俊 25
  
- 流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターによる  
オリーブ油の水中油型エマルジョンの調製  
..... 福崎 智司, 高橋 和宏, 金光 伴積, 小野 温子 35
  
- 新製品と特許の係わり  
..... 宮部 正明 43

# Contents

2013 年 5 月号

## 連 載

### □ 二枚貝用飼料－ 1

..... 酒本 秀一, 大橋 勝彦 53

### □ “ 地域密着でキラリと光る企業 ”

寒天業界を創造する『伊那食品工業株式会社』

..... 田形 暁作 63

### □ 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (10)

豚肉の生食のみが感染源でない

有鉤条虫に関する総括的認識 (ノート)

..... 牧 純, 関谷 洋志, 田邊 知孝, 舟橋 達也, 玉井 栄治, 河瀬 雅美, 坂上 宏 75

### □ 築地市場魚貝辞典 (マトウダイ)

..... 山田 和彦 84

### □ “ 薬膳 ” の知恵 (76)

..... 荒 勝俊 88

**おいしさと健康に真剣です。**

酵母エキス系調味料  
**コクベース**

new 発酵調味料  
**D&M**  
ディアンドエム

ゼラチン & 小麦グルテン  
酵素分解調味料  
**エンザップ**

**新発売!** 乳製品にベストマッチな調味料  
**コクベース**  
ラクティックイーストエキス  
乳加工品・製パン・製菓・チーズ・バターへの  
コクづけ、味や風味の底上げなど、ユニークな  
特長がある乳糖酵母エキスです。

**DM** **大日本明治製糖株式会社**  
食品事業部

〒103-0027 東京都中央区日本橋1-5-3 日本橋西川ビル7F TEL (03) 3271-0755

# 予防医学とヘルスフード

## ～食育としての「機能性おやつ」の提唱～

矢澤 一良 (YAZAWA Kazunaga) \*

\* 東京海洋大学「食の安全と機能（ヘルスフード科学）に関する研究」プロジェクト（特任教授）

---

KeyWords：予防医学・健康寿命・ヘルスフード科学・機能性おやつ

---

### はじめに

人類生誕以来、数百万年といわれており、近代に至るまでゆるやかな時の流れの中、地球規模での人類を取り巻く環境の変化に対し、人類は遺伝子を少しずつ変えていくことにより適応して生き抜いて来た。しかしながら、この長い歴史の中での「現代」は極めて短期間での激変があった。すなわち産業革命や日本での文明開化後 150 年、さらには第二次世界大戦後たった 65 年間で生じた科学技術や化学工業の発展は著しい。

この間、地球上に起こりつつある環境の変化、すなわち物理的および化学的な地球温暖化や、それに伴う気象変化、オゾン層の問題などから、世界中の人間を取り巻く安全性の確保に大きな問題が生じている。海水温の変化や異常気象だけでなく、食にまで影響を及ぼしている。プランクトンや微生物に変化を及ぼし、有害微生物やウイルス等、これまでに人類が経験したことのない生体外環境の変化が押し寄せている。

このような短時間での人類を取り巻く環境の激変には、それ以前に適応してきた人類の能力をもってしても、もはや手に負えない、收拾のつかない状況にきていると考えられる。人類は自らの手で首を絞めている、あるいは言い方を

変えるならば「便利」になったが、「命」や「健康」を代償として失いつつあるということである。さらに、我々の生体内ではその環境の変化に微妙に反応して内分泌系に作用して全身に伝播し、さらに人間関係やテクノストレス等、人類自らが作り出したストレスにも対抗しなくてはならなくなってきている。

このような変動がもし数千年の時を経て、ゆるやかに生じてきたとすれば、我々人類は多様な生体機能を変異させることにより、容易に生き抜いていくことができるであろう。しかし実際にはこの変動は、人類が“**Reproduction**”による変異あるいは「適応」により克服していくには、あまりにも急すぎるものである。

また、わが国における食事の欧米化と高齢化社会への急激な進展が、生活習慣病の増加をもたらしたことにに関して、現在では異論を唱える者はない。ほとんど全ての生活習慣病が、生活習慣の乱れにより発生していることは論を待たないが、現実的には実生活における悪癖、あるいは生活習慣の悪い部分を全て避けて通ることは難しい。例えば食生活における過剰摂取や栄養バランスの不均衡、人体に悪影響を及ぼす種々の環境汚染物質などは必ずどこかに混入してくるものである。またヒトを取り巻く環境

からくる精神的なストレスや、テクノストレスなど、多方面からのヒトに対するストレスも現代においては重要な問題であり、さらにストレスに対して弱い子供や老人を襲うこともあり深刻な社会問題となっている。

このような生活習慣病を増加させる主要因であるバランスの悪い食生活や社会環境の中で、いかに健康に生きていくかということは、極めて大切であり知恵もまた要する。重要なことは、悪くなった病気を治す「治療医学」よりも、病気になる時期を遅らせる「予防医学」であり、知恵を使った予防医学的な「知的生活習慣」や「知的食生活」を必要とする。

## 1. 健康寿命

「健康寿命」とは、世界保健機構（WHO）の報告による「健やかに過ごせる人生の長さ」であり、平均寿命とは異なる概念である。世界の中で日本は最も健康寿命の長い国と言われているが、それでもわが国の平均寿命と健康寿命との間には約7～10年の開きがある。平均寿命を更に延長することを考えるより、7この開きを持つ健康寿命をいかに引き伸ばし平均寿命に近づけるかということが予防医学の1つの目的となる。人が老化するのは生物学上当然のことといえるが、健康でかつ長寿であるということが、健康寿命が高いことを意味し、単に寿命が長いということとは意味が違ふと考える。

## 2. 予防医学の概念

正のバイアスとは予防医科学的な「知的生活習慣」、その中で最も重要である「知的食生活」のことをさす。生活習慣病全般の原因や死亡となる理由を全て受け入れないようにするという除去予防ではなく、それらの負のバイアスをある程度は受け入れた上で食生活に何かプラスア

ルファ（供給、「サプリメント」という概念が入る）することにより、病気になる時期を遅らせるという予防医学を実践すること、即ち知的食生活を実践することが必要である。負のバイアスを全く受け入れないようにするということは、現代の食環境や社会環境においては非常に困難なことである。例えばどのようなよい食生活をしていたとしても、社会で生活していくうえでは、多くのストレスや環境汚染に触れずには生きてはいけない。また我々の食生活には、そのほとんどのものに、例えば発がん物質のようなものがごく少量であっても含まれていることは認識されている。これらを受け入れても予防は可能である！

## 3. 栄養素の機能とヘルスフード

食品中の栄養素はよく知られているとおり、六大栄養素に分けられる。

糖質、脂質、タンパク質を三大栄養素とよび、食品の一次機能は主にこの三大栄養素が担っている。主としてエネルギー源となるものであり、さらにはヒトの生体を構成する成分としても重要な栄養素である。しかしこの三大栄養素では食品成分摂取後の代謝をスムーズにすることができず、そのため生体が必要としている栄養素がビタミンやミネラルであり、これらをあわせて五大栄養素と呼ぶものである。生態の機能を調整するうえで、自らが生合成する「酵素」を助ける機能を有することから、これらのビタミン、ミネラルは「補酵素」と呼ばれることもある。比較的近年に認知された栄養素が食物繊維であり、これは摂取したとしても生体内への吸収という観点からは「栄養にならない栄養素」という位置づけである。すなわち、口から肛門に至るまでの腸管内は体の内側にありながら、吸収代謝の面から見ると体外といえる。この体内でありながら、体外と認識される腸管内において、

この食物繊維は、腸管機能の調整という意味で生体に重要な働きをもつものである。この食物繊維をあわせて、六大栄養素と称している。これまでの栄養学では、これらの六大栄養素を偏りなく摂取することを推奨しており、具体的には「1日30品目」というような食生活を指導している。「1日30品目」の摂取は多くの人々に実践され、またそれが1つの目標としては重要な提言であることは間違いない。しかし、一般の社会における生活習慣や食生活において、このことを実践できる人は非常に少ないと考えられる。

一方、ヘルスフードとは六大栄養素のみでは必ずしも人の健康を維持できるものではない現代や、その環境の背景において必要とされるプラスアルファの栄養素と定義づけられる。但しこれまでの六大栄養素の一部には、食品の機能として重要な三次機能を有することを特徴とされるような栄養素も存在するので、これらもヘルスフードとの位置付けを考えている。

ヘルスフードとは、六大栄養素をこえる「予防医学」に必要な栄養成分をさす。

ヒトを「健康」という観点から分けると、大きく分けて健康人と病人に分けることができる。健康人の中には本当に健康でありながら、より高次の健康を望み、より美しくありたいという高次元の健康や美を望むグループがある。一方、健康人の中にも半ば病人のような状態の人たち、あるいは病人の中にもかなり健康な病人もあり、これらの半病人、半健康人は複雑に混ざり合っている。これらの半病人、半健康人は、当然のことながらより健康であることを望んでいるし、治療を受けている病人の中には、治療薬という医薬品を摂取すると同時に、その中においてもより高い生活の質（QOL;Quality Of Life）を望んでいる。

ヒトの健康においてどのような状況下に置かれていようとも、現状よりより高い健康状態を

望むものである。治療を受けている病人を除けば、医薬品を摂取しない人たちにおいては、それらのより高次の健康を獲得するためには、医薬品ではなく食品の摂取のみが有効な対処法である。また病人で医薬品を摂取していても、その医薬品の副作用の軽減や、少しでも治療状況を改善するための食生活指導が重要なものであり、これらの人たちに対してもある機能を有するヘルスフードの助けを借りることが必要となる。即ち、ヘルスフードを必要としているヒトは、年齢、性別、環境に関わらず、また、どのような健康状況にあろうともその有用性が認められる。

#### 4. 予防医学の概念とヘルスフード

これまでの栄養学では、これらの六大栄養素を偏りなく摂取することを推奨しており、具体的には「1日30品目」というような食生活を指導したり、「食育基本法」に基づく「食事バランスガイド」に順ずる指導を行なっている。これらは多くの人々の1つの目標としては重要な提言であることは間違いないが、一般の社会における生活習慣や食生活において、このことを実践できる人は決して多くはないと考えられる。

現代社会を背景に、予防医学的に一般食生活に取り入れられるべきものがこの「ヘルスフード」であり、その条件を以下に述べる。

##### 1) Evidence :

科学的な有効性が証明されること（Evidence Based）。すなわち食品であっても薬理学的にヒト臨床研究で有意差があることが必要とされる。多くの症例報告や疫学調査の結果、更には動物実験などの研究結果を超えて、可能であればプラセボコントロール（偽薬を対象とする）でダブルブラインド法（二重盲検法）を用いた臨床研究を行い、統計的に有意差がみられる結果が得られていることが望ましい。

## 2) Safety

安全であること。すなわち動物実験等での急性毒性試験や、亜急性毒性実験、更には慢性毒実験等での安全性確保ばかりでなく、できればその成分は食経験がある、という条件が満たされればより安全性が高いといえる。現在「食の安全性」に関する関心が非常に高い時代になってきているが、食品の安全性を確保することは、最も重要な事項であるといえよう。

## 3) Mechanism

作用メカニズムが解明または推定されていること。なぜかわからないが有効である、という食品が散見されるが、これらはまだヘルスフードとはいいいがたい。なぜ有効であるかのメカニズムが解明されていることが望ましい。また、このことが食の安全性とも密接な関わりをもつ。

# 5. 健康の3要素とヘルスフードの機能

---

健康の考え方として、その対象となるものは「身体の健康」、「脳、神経系の健康」、そして「心の健康」である。このような健康の3要素が満たされて、本当の健康といえると考える。

ヘルスフードの機能は、ヒトの「体・脳・心の健康」に障害となるものに対応して予防することがその機能になる。例えば、認知症や生活習慣病、特に近年認識されるようになってきた「メタボリックシンドローム」や現在深刻な社会問題となっている各種ストレス障害などの発症を未然に防ぐ事がミッションである。

# 6. おやつの語源と新しい食のジャンル

---

「おやつ」の語源は元々が日本の和時計における「八時（やつどき＝午後2時前後）」に由来する。1日2食の時代に、体力維持のため休憩時に取っていた「やつどき」に食した軽い間食の

ことであるが、1日3食が慣習となった20世紀後半より現在では単に朝食・昼食・夕食以外の間食全般を指すようになっていく。即ち小腹が空いた10時ころの間食（「お十時」などと呼ばれた）や3時ころの「おやつ」、今では夕食が遅い場合に我慢しきれない空腹感を紛らわす軽い間食、夕食後の就寝前に良い眠りを得るための温めたミルクとチョコレート・・・などなど。

育ち盛りの腹を空かせた子供たちにとり、おやつはこの上もなく楽しみなものであったと思われる。主として食べるのは、菓子、果物などでエネルギー補給をするものとの認識であったが、近年の習慣としては気分転換や作業効率を上げたり、事故を防止したりといった効果を期待した間食も出現している。こういった習慣は諸外国におけるアフタヌーン・ティーやコーヒープレイクなどと共に出されるスナック類にも見られ、日中の栄養（特にカロリー）補給の意味合いからか、甘いもの（糖質）や炭水化物が主体となる傾向も見られた。

間食では比較的高カロリーなものを摂る傾向があるとはいえ、本来、他の栄養も摂ることを視野に入れ、食事が摂れなくなるほど満腹感を追求するものではない。即ち「おやつ」は、3食しっかりと摂る事を前提とし、それを補助する役目を持つものと定義するべきであり、「おやつ」は多くの場合において一般の食事より「量は控えめ」でなければならない。

また、「おやつ」はデザート的な風味（味と香りなど）を楽しむばかりではなく、その場の雰囲気を楽しんだり、さらにはストレスから解放されるリラクゼーションを求めたりする事もある。多種多様な菓子・嗜好飲料などが発達した現代では、食品の第三次機能（生理機能）にも負けない第二次機能（感覚機能）を生かした、すなわち味覚（美味しさ）、臭覚（良い香り）に止まらず、視覚（美味しそうに見える）、聴覚（食べる時の音感）、触覚（食べやすさ）な

ど人の全ての五感を生かしながら、雰囲気・ムード（第六感?）も楽しむことができる。このように、「日本には古くからあるが、見直されるべき新しい食のジャンル」が「おやつ」であるとの認識を持つべきである。

## 7. 食育の中の「機能性食品」とは

「機能性食品」とは、「病気のリスクを低減させる食品」を意味する言葉として日本が世界へ発信した言葉であり、生体機能を調節し、健康維持・増進などの働きをする「食品の第三次機能」を有する食品である。

一方、「おやつ」は上述のように今では子供たちからお年寄りまで多くの人々が日常的に口にし、幅広い層から愛されている間食であり、「おやつ」という言葉には、スナックや間食といった言葉にはない楽しくてポジティブな響きがある。最近では「間食」そのものを悪者扱いする傾向さえあるが、むしろ「おやつ」を利用して、食生活全体を見直す機会にしたり、食育のための手段にしたり前向きに考えることができる。食事バランスガイド記載の「菓子・嗜好飲料 適度に楽しく」はまさに食育推進にも的を射たものと考えられる。

また、粒状のサプリメントに馴染めない人もいたため、そういった方達にも無理なく継続して機能性成分を摂取してもらえることも魅力の1つであるのが「機能性おやつ」である。

例をあげれば、現代日本人の食生活を考えた場合、食後高血糖の問題が大きくクローズアップされており、厚労省の発表では、約20年前の1990年には、いわゆる糖尿病予備軍といわれる人は775万人だったが、2007年にはその3倍の2210万人まで急増した。こうした状況に対して、例えば、食物繊維を豊富に含むおやつを間食として摂ることで甘いものを禁じられるストレスから解放され、さらに血

糖値の上昇を緩やかに抑えることができれば、おやつが糖尿病発症の予防策のひとつにもなる可能性がある。即ち機能性食品の新しいジャンルと取れる。

## 8. 食育における「機能性おやつ」の位置づけ

「おやつ」とは毎日の食事の間に摂る補助的な間食であるが、妊婦から子供・高齢者、学生やビジネスパーソンなどあらゆるライフステージ、生活シーンの中で必要とされている。おやつには、食事バランスを整える事に役立つばかりでなく、精神的なりフレッシュや、小腹を満たしたり、生活にうるおいを与えたり、コミュニケーションの場をつくる等、様々な意味がある。さらに「おやつ」に機能性を付加し食事バランスを整える事によって、多くのヒトの疾病予防やQOL向上につながると考えている（図1）。

しかしながら、これまでは補助的な存在であったために重要視されることがなかった。厚生労働省・農林水産省が発表している「食事バランスガイド」においても菓子・嗜好飲料は楽しみと考えられ、イラスト上ではコマ（人の健康）を回す（維持する）ヒモ（原動力）として表現されているように、おやつは、現代の食生活を支えていく為にはなくてはならないものである。「おやつ」に機能性を付加するなど、うまく活用することができれば、食事の全体バランスを整えることもでき、疾病予防やQOLの向上に役立てることができると考えられる（図2）。

即ち「機能性おやつ」は食育の一環と捉えても良いと考えられる。

## 9. 「機能性おやつ」プロジェクトと「日本を健康にする！」研究会について

「機能性おやつ」プロジェクトとは、「機能性おやつ」の必要性を広く一般消費者に伝えるべ



図1 機能性おやつの機能

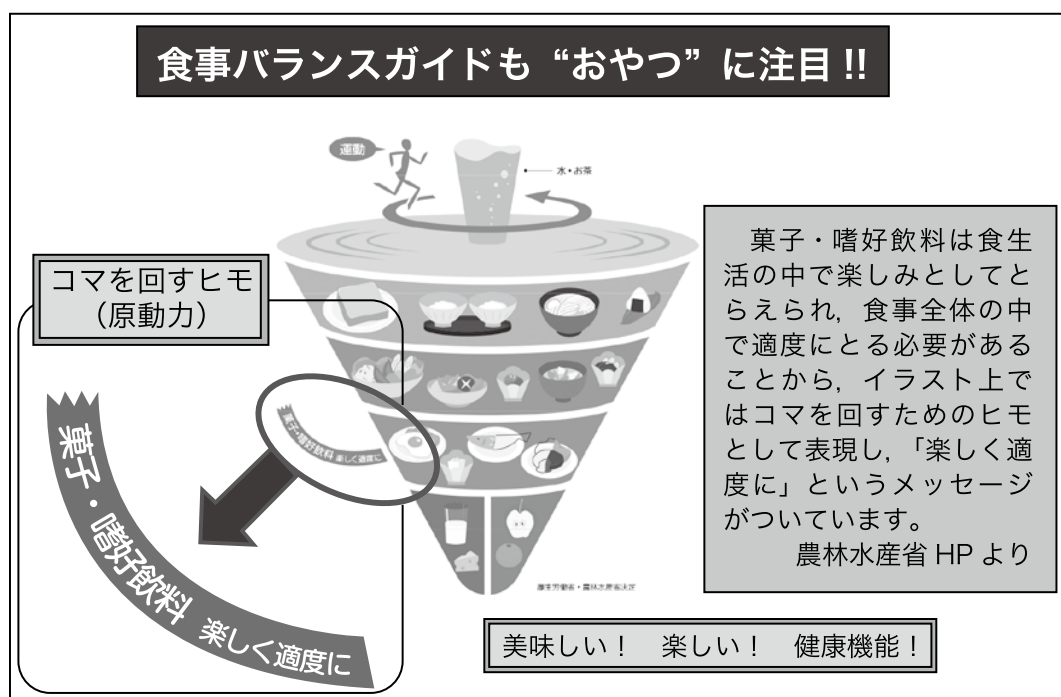


図2 食育と「機能性おやつ」

く、食品・健康食品メーカー、機能性素材の原料メーカー、流通関連企業、大学・公的研究機関、医師、管理栄養士・栄養士などが協力し、「機能性おやつ」製品の認知・普及に向けたセミナー開催や展示会出展、また開発に向けた勉強会など情報発信を継続的に行っていくプロジェクトである。さらに「機能性おやつ」の具体的な開発のアドバイスやその選定や「機能性おやつマーク」による識別（差別化）などにも力を入れて行く計画である。

このプロジェクトは「日本を健康にする！」研究会が中心となり、産・学・官・メディカル・コメディカルの有機的な活動を進めて行く計画である。

本研究会では、予防医学の実践には労働環境の改善もさることながら、人間の健康を司る「食生活」について見直すことが最も重要であると考え、食生活の中でも特に「おやつ」が重要なポイントであると着目した。即ち、通常の食事では不足しがちな栄養素を「おやつ」として摂取することで、サプリメントや健康食品に馴染めない人に対しても、無理なく継続して人体にとって必要な栄養素や機能性成分を補うことが出来ると考えている。今後、「機能性おやつ」は予防医学分野において必要不可欠な存在とな

り、需要が拡大することを予想している。

本研究会のプロジェクトとしては、管理栄養士・栄養士、食・健康関連従事者など多くの方々には、このような「機能性おやつ」の存在意義をより深く理解して戴くと共に、自らが『国家的知的財産』であることを認識してもらうことも目的としている。

## 10. 「OYATSU」を世界語に！

上述のように、「おやつ」は江戸時代の「八つ時に食べる間食」という日本独特の食習慣に由来しているが、一方諸外国でもアフタヌーン・ティーやコーヒープレイクなどを楽しむ習慣もある。

このプロジェクト活動を機に、先ず、「おやつ（OYATSU）」発祥の国である我が国において、機能性を付与した「機能性おやつ」の存在意義を再認識し、食品企業には「美味しく、楽しく、機能性」を有する「機能性おやつ」の開発と製品化に努力して頂きたいと思っている。同時に諸外国には「機能性おやつ」の重要性を周知させるべく、「OYATSU」を世界中に発信して、世界に通用するようにグローバルな活動をしていきたいと考えている。

# プロバイオティクスの抗メタボリックシンドローム効果 (Anti-metabolic syndrome effect by probiotics)

佐藤 匡央 (SATO Masao) \* 森田 有紀子 (MORITA Yukiko) \*

\* 九州大学大学院農学研究院栄養化学分野

---

Key Words: プロバイオティクス・メタボリックシンドローム・腸内細菌・抗肥満

---

## はじめに

メタボリックシンドローム発症の問題には、3つの側面があり、①化学的②生物学的③社会的側面がある。①化学的側面はエネルギー収支、内分泌攪乱物質による肥満が考えられる。②生物学的側面には、遺伝因子、食行動が挙げられ、③社会的側面は健康保険料、食糧自給率の問題がある。とくに①の化学的側面は栄養学の問題が多く含まれている。

栄養学的には、摂取カロリーの低減と日常の運動により、メタボリックシンドロームの中心的な病因である内臓脂肪の低下は時間がかからずにおこる。体内の脂肪は異所性、内臓、皮下の順で低下する。近年では、この異所性脂肪が内臓脂肪よりも悪影響を及ぼす可能性が示されている。異所性脂肪とは、本来、脂肪組織に蓄積されるべき脂肪が骨格筋、肝臓、心臓周囲などに蓄積された脂肪のことである。筋肉内の異所性脂肪は10日程度の運動で容易に除去できる<sup>1)</sup>。しかし、肝臓に蓄積した脂肪は肝臓細胞内にリパーゼが存在せず、低密度リポタンパク質 (VLDL) の分泌にトリアシルグリセロール処理をたよっているために、その低減が困難である。さらに、このVLDLの分泌に必要な巨大なアポリポタ

ンパク質 (apoB<sub>100</sub>) を作り出すことによる小胞体ストレスが引き起こされるためであると考えられている<sup>2)</sup>。

メタボリックシンドロームの帰結としておこる脂肪肝および動脈硬化症発症のほとんどは、脂質の摂取によっていることは、長い間、栄養学研究の対象であった。しかし、最近では、炭水化物の摂取量が脂質摂取量よりも肥満を導くことがヒトの介入試験により明らかになり<sup>3)</sup>、低炭水化物ダイエット法が注目されている。同時に、ラットの実験だが炭水化物に対して低いタンパク質摂取は肥満を誘発する<sup>4)</sup>。しかし、このマクロ栄養素の三次元的バランスをとり、さらに遺伝的背景および身体活動量を加味した五次元的バランスの最善が、いかなるものかの決定は困難を極めている。「最善はこの方法である」というエビデンスはない。

## 1. 腸内細菌の栄養学的役割

栄養学的には腸内細菌の役割として4つのビタミンの産生に関与している。代表格はビタミンKである。しかし、ビタミンKの過剰摂取がその作用点から抗肥満に関わることはほとんどないと考えられている。ビタミンB<sub>6</sub>、パン

トテン酸およびビオチンの役割にエネルギー代謝に関連がある作用点がある。ビタミン B<sub>6</sub> の大量投与は過剰症も報告され危険である<sup>5)</sup>。パントテン酸は高脂血症の改善報告<sup>6)</sup>はあるが、そのメカニズムは不明である。腸内細菌は、タンパク質と結合しているビオチンから遊離ビオチンを作り出すビオチニターゼを産生するため、食品中のビオチンの吸収の役割の一部を担っている。しかし、ビオチンは脂肪酸合成と $\beta$ 酸化に関わるためにその役割は、脂肪合成・分解という両義的な意味をもつ。ビオチン過剰摂取が、抗肥満作用をもつ報告はない。以上のことから腸内細菌がビタミンの供給に関わることにより、抗肥満作用が発揮される可能性は少ないと考えられる。

抗肥満におけるプレバイオティクス（善玉菌を活性化させる食品成分の摂取）の効果については多くの議論がある<sup>7)</sup>。エネルギー収支としては食物繊維およびオリゴ糖など基本的に低カロリー（0～25 kcal/g）の食品成分は、腸内細菌の作用により、乳酸および短鎖脂肪酸になり、吸収される。これらは結局のところエネルギー源であるため、収支計算からすると、腸内細菌叢の活性化によりエネルギー供給は増加することになる。ノトバイオートを利用した実験（無菌動物に菌を接種）では、肥満動物の腸内細菌を無菌の動物に接種した場合、肥満でない動物

の腸内細菌を摂取した場合に比べて、その動物は肥満になることが報告された<sup>8)</sup>。このことは肥満者の腸内細菌が同摂取エネルギー条件でも、エネルギーをどこからか得ていることを示唆している。つまり肥満になる腸内細菌叢が存在するということである。一方で表1に示したように8種の菌が実験動物での抗肥満プロバイオティクス菌として報告された。

## 2. プレバイオ・プロバイオ・シンバイオティクス

前述したプレバイオティクスとは腸内細菌叢の活性化が目的で、細菌の培養基となる食物繊維およびオリゴ糖などを摂取することである。一方、プロバイオティクスとは、菌体そのものの摂取するもので、細菌では生菌はもとより死菌もこの範疇に組み入れられている。シンバイオティクスはその両方を摂取することである。プレバイオティクスおよびシンバイオティクスにおいては、食物繊維の効果がより強く発揮されるので、データの解釈が難しい。

従来から、生菌のプロバイオティクスの効果について疑念が提示されていた。それは腸管への菌の定着性である。生体防御機構として胃酸が存在し、ほとんどの細菌はここで死滅するとされている。乳酸菌も死滅する。さらに存命した細菌は、十二指腸に分泌される胆汁に含まれ

表1 実験動物で抗肥満作用を示すプロバイオティクス菌

| 菌種                       | 抗肥満指標  | 実験動物             | Reference No. |
|--------------------------|--------|------------------|---------------|
| <i>L.rhamnosus</i> PL60  | 脂肪組織重量 | C57BL / 6J mice  | 9             |
| <i>L.plantarum</i> PL62  | 体重     | C57BL / 6J mice  | 25            |
| <i>L.gasseri</i> SBT2055 | 脂肪細胞面積 | SD rats          | 19            |
|                          | 脂肪細胞面積 | Zucker lean rats | 20            |
| <i>B.breve</i> B-3       | 脂肪組織重量 | C57BL / 6J mice  | 26            |
| <i>L.plantarum</i> NO.14 | 脂肪細胞面積 | C57BL / 6J mice  | 27            |
| <i>L.gasseri</i> BNR17   | 脂肪組織重量 | SD rats          | 28            |
| <i>L.paracasei</i>       | 脂肪組織重量 | C57BL / 6J mice  | 29            |
| <i>L.rhamnosus</i> GG    | 脂肪組織重量 | C57BL / 6J mice  | 30            |

る強力な界面活性剤である胆汁酸により死滅する。細菌が腸管に到達する機会のごくまれとされる。実験に使用される菌株は、胃酸耐性および胆汁酸耐性試験を通過している菌株がほとんどである。また、腸管まで到達する菌を多くするためにヨーグルト等で摂取する場合は食後が効果的であるとされている。

### 3. 動物実験での抗肥満プロバイオティクス菌の研究

抗肥満作用のあるプロバイオティクス菌をすべて調べるために、PubMedにおいて probiotics AND obesity のキーワードで検索を行った結果、表1の8種のプロバイオティクス菌に関する報告が検出された。表1に示した細菌のうち、明確にメカニズムが報告されているのは、1種で *Lactobacillus rhamnosus* PL60 である<sup>9)</sup>。この *L. rhamnosus* PL60 は、共役リノール酸 (CLA) を腸内で作り出す。しかし、ヒトにおいて、CLA の効果について安定的な結論は得られて

いない<sup>10)</sup>。他の7種について、抗肥満効果は明らかだが、そのメカニズムについては報告されていない。

図1ではエネルギー摂取量と抗肥満効果を調べるため、横軸に期間全体の総摂取カロリーをとり、縦軸にその効果の程度として Test 群 / Control 群の比をとりプロットした。なお、縦軸の指標は効果のあった抗肥満指標 (表1参照) の比である。総摂取エネルギーが多いほど、その効果が発揮される傾向にはある様である。この効果のほどは、他の抗肥満サプリメントとどの程度違っているかを検証するために、同じ解析方法を用いて、4つのサプリメントをプロットした。プロバイオティクス菌の効果は CLA<sup>11)</sup> や大豆サポニン<sup>12)</sup> より弱く、カテキン<sup>13)</sup> およびカプサイシン<sup>14)</sup> と同程度である。プロバイオティクスの効果は穏やかで、実験動物ではほぼ2~3割の体脂肪低下効果が期待できる。

動物実験を行う場合は、ヒトへの外挿が前提となっている。しかし、肥満研究において

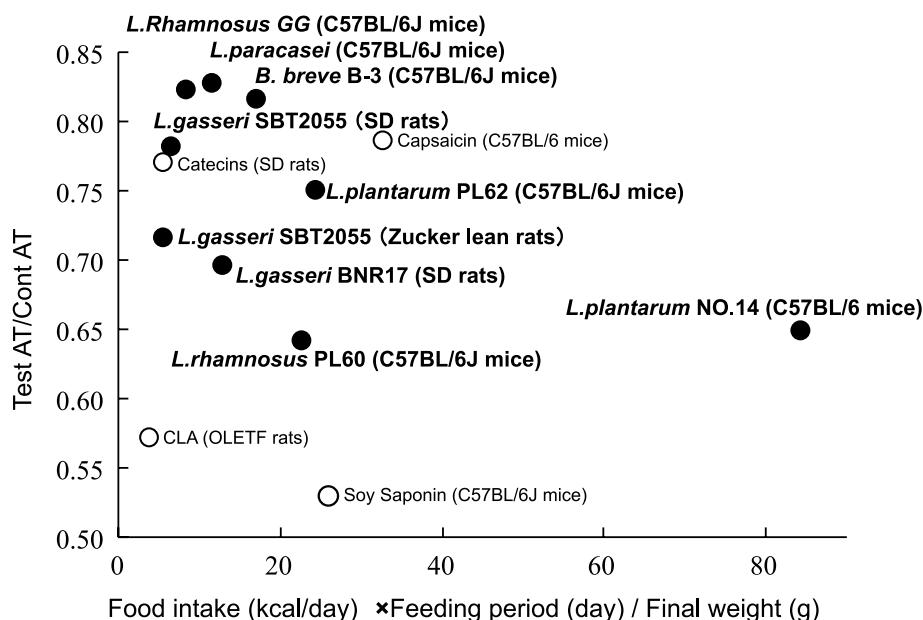


図1 菌種の違いによる摂取エネルギーに応じた抗肥満作用の効果

げっ歯類での効果がヒトで得られない場合が多くある。抗肥満作用の確認は大前提として、対照群と試験群の摂取量つまり摂取エネルギー量を同じにすることが重要である。また、実験動物の個飼いおよび群飼いの差は、運動量に影響を及ぼす。図にあるように8菌種のうち6菌種が実験動物としてマウスが用いられている。体内での熱生産量はほぼ体重に比例し、放熱量はおおよそ体表面積に比例する。つまり、体重（身長および体長）が大きくなるにつれて体重当たりの体表面積は小さくなることを意味する。これは2乗3乗の法則（例としてベルクマンの法則がある）の一つの例である。

ラットよりも小型のマウスの熱生産量は体表からの放出熱量を補うために、体内熱生産量がラットよりも大きくなるはずである。従って、筋肉だけでは熱生産量が追いつかず、肝臓での熱生産が大きくなる。抗肥満作用がマウスの試験で多く発表されているのもこの理由であるとも考えられる。また、マウスにおいて骨格筋特異的にインシュリン受容体をノックアウトすると、耐糖能異常が見られないこと<sup>15)</sup>や脂肪萎縮性糖尿病モデルマウスに、脂肪細胞の分化誘導を司る核内レセプターであるPPAR $\gamma$ のアゴニストを投与すると血清中のトリアシルグリセロール濃度が低下する一方で脂肪肝が増悪化する現象<sup>16)</sup>が見つかった。これらの現象はヒトでは観察されていない。この現象にかかわる生体分子はCHC22 Clathrin Heavy Chainであり、これは筋肉細胞にグルコースを取り込むグルコーストランスポーター4 (GLUT4)の細胞膜移行にかかわるタンパク質である。マウスはこの遺伝子が偽遺伝子で、ゲノムに存在はするが、発現はしていない<sup>17)</sup>。従ってグルコースの取り込みの制御はヒトと違うこととなる。ラットはこの遺伝子が筋肉中に発現しているため、ヒトとこの点では同様となる。

現在、混迷しているプロバイオティックスの抗肥満作用において、この情報は大きなものであり、2種の実験動物を使用して、得られたデータを比較することで、筋肉中の糖の取り込みの制御に関する情報が得られる。マウスで効果が得られてラットで得られない場合は肝臓での熱生産が重要であることがわかるが、ヒトの肥満改善作用への外挿は難しいと考えられる。脂肪肝の予防にはある程度効果が得られるかもしれない。マウス・ラット両方で効果が得られた場合は熱生産の場である筋肉の消費エネルギーに焦点を当てるべきである。ラットのみの場合、別の経路を疑うことができる。

結論として、実験動物を用いてのプロバイオティックスによる抗肥満作用の研究において、ラットを使用することは重要であり、マウスを使用した場合は、ラットも使用してその応答の差異から、メカニズムの推測が可能となる。

#### 4. ヒト介入試験での抗肥満プロバイオティクス菌の研究

表2に示すように2013年の時点でヒトでの介入試験は12タイプのプロバイオティクスで行われている。ヒト介入試験の場合、“Lifestyle intervention study”という方法、つまりは菌を含んでいるサプリメント、ヨーグルト等を手渡して、6週間以上、服用してもらい、身体計測および生化学検査の前後比較を行う試験である。日常生活をしたままそのままに介入を行う方式である。これには、Placebo control群が必要で、手渡す試験物と同等のものを渡して行う。表2においては規模も15人から68人と様々である。さらに、単一の菌での試験は8試験ある。まだメタ解析を行うには、局所管理化が十分制御されているデータが不足している。表2に示してあるように、介入試験で効果が認められたプロバイオティクス菌は2種類であった。

表 2 プロバイオティクスのヒト介入試験

|    | 菌種                                                                                                                                           | 実験対象                                | 期間       | 効果                     | Reference No. |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|------------------------|---------------|
| 1  | <i>L.rhamnosus</i> 299 v                                                                                                                     | ややコレステロールが高めの男性                     | 6 weeks  | ×                      | 32            |
| 2  | <i>S.thermophilus</i><br><i>L.acidophilus</i> L-1                                                                                            | コレステロールが 3.9-7.8mmol/L の大人          | 6 weeks  | ×                      | 33            |
| 3  | <i>S.thermophilus</i> and <i>L.acidophilus</i><br><i>S.thermophilus</i> and <i>L.rhamnosus</i><br><i>E.faecium</i> and <i>S.thermophilus</i> | コレステロールが 3.9-7.8mmol/L の大人          | 8 weeks  | ×                      | 35            |
| 4  | <i>L.plantarum</i> 299v                                                                                                                      | ややフィブリノーゲンが高めの喫煙者                   | 6 weeks  | ×                      | 34            |
| 5  | <i>L.rhamnosus</i> GG and <i>B.lactis</i> Bb12                                                                                               | 妊娠初期に通常血糖値だった女性                     | 6 months | ×                      | 35            |
| 6  | <i>L.rhamnosus</i> GG and <i>B.lactis</i> Bb12                                                                                               | 妊娠初期に通常血糖値だった女性                     | 6 months | ×                      | 36            |
| 7  | Pride ( <i>Lactobacillus</i> spp)                                                                                                            | 病的な肥満患者                             | 6 months | 体重減少                   | 37            |
| 8  | <i>L.delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> and <i>S.thermophilus</i><br><i>B.lactis</i> Bb12 and <i>L.acidophilus</i> La5                 | BMI が 30kg/m <sup>2</sup> の人        | 6 weeks  | ×                      | 38            |
| 9  | <i>L.gasseri</i> SBT2055                                                                                                                     | BMI が 24.2-30.7kg/m <sup>2</sup> の人 | 12 weeks | 体重, BMI, ウエスト, 脂肪面積の減少 | 39            |
| 10 | <i>S.thermophilus</i> and <i>B.infantis</i> and <i>B.breve</i> CBG-C2 and <i>E.faecalis</i> FK-23                                            | 健常人                                 | 8 weeks  | ×                      | 40            |
| 11 | <i>L.salivarius</i> Ls-33                                                                                                                    | 12-15 歳の肥満児                         | 12 weeks | ×                      | 41            |
| 12 | <i>L.casei</i> Shirota                                                                                                                       | 平均 54 歳の肥満成人                        | 3 months | ×                      | 42            |

## 5. *Lactobacillus gasseri* SBT2055 について

著者らの研究室では、*L.gasseri* SBT2055 が抗肥満作用を有することを報告している。この菌株は胃酸・胆汁酸耐性を獲得しており<sup>18)</sup>、腸まで届く乳酸菌である。その効果として、動物実験では脂肪細胞の縮小<sup>19)</sup>、脂質吸収阻害<sup>20)</sup>を報告している。さらにヒト介入試験においても抗肥満作用は発揮された<sup>21)</sup>。しかし、その作用点は不明のままである。脂肪の脂肪細胞への蓄積はトリアシルグリセロールを遊離脂肪酸とグリセロール-3-リン酸から合成することからはじめるが、脂肪細胞にはグリセロキナーゼ

が存在しないため、トリアシルグリセロールのリポタンパク質リパーゼによる分解物であるグリセロールをグリセロール-3-リン酸へ変換できない。そのため脂肪細胞はそのグリセロール-3-リン酸を解糖系から得ている。分解でできたグリセロールは血液から肝臓に取り込まれ、肝臓細胞にあるグリセロキナーゼによってグリセロール-3-リン酸となり解糖系に入るか、トリアシルグリセロール合成に利用される。従って、脂肪細胞への脂肪蓄積には血中トリアシルグリセロール濃度と血糖値の上昇が同時に起こらなければならない。この菌株の摂取は脂肪吸収遅延が起これと同時に、糖負荷試験も高血糖状態が維持されない<sup>22)</sup>。従って、こ

の2つの現象から、脂肪蓄積はなされないこととなる。また、ラットを用いた呼吸ガス分析結果より、昼間（非活動時）には呼吸商が低く、脂肪が燃焼し、夜間（活動時：この時間帯に摂食活動をするので血糖が高い）には呼吸商が高く、糖の燃焼が行われていた<sup>22)</sup>。脂肪細胞への脂肪酸および糖の取り込み、さらにそれらの燃焼の結果より、この菌の摂取は抗肥満作用を発揮したと考えられる。しかし、この現象が引き起こされるメカニズムは明らかになっていない。

## 6.

## プロバイオティクスの生体調節作用メカニズム解明の戦略

現在世界中の研究者が困惑しているのは、プロバイオティクスの効果のメカニズムである。最初に、質量保存則に従って収支を明らかにしてから、菌体生産物の物質性、おもにその物質が調節物質となる遺伝子の発現調節および細胞内情報伝達の発見に帰着させる考え方で戦略をたてるべきである。肥満という現象はトリアシルグリセロールの代謝運命を物量として収支を合わせなくてははいけない。5.で述べたメカニズムにより、脂肪細胞内のトリアシルグリセロールは食事脂肪由来と体内合成由来の脂肪酸とおもに糖由来のグリセロールからなっている。研究対象のフロントである腸管でのトリアシルグリセロールおよび糖の吸収阻害、さらに体内での運搬での臓器分配、次にエネルギーの使用を明らかにすることで物量の解析ができる。物量のポイントは肥満が糖の吸収とインシュリン分泌とにかかわっていることを忘れないことである。

次に免疫系との関わりである。現在考えられるメカニズムのいくつかをここに紹介しておく。死菌に含まれるリポポリサッカライドおよびペプチドグリカンが免疫系を刺激して

のCD14 およびTLR4の発現を上げ、インシュリン抵抗性を惹起させる<sup>23)</sup>。これを防ぐ経路にプロバイオティクスがアクセスする可能性がある。また腸内細菌はコリンをトリメチルアミンに変化させる。トリメチルアミンはトリメチルアミノキシドになり脂肪肝を惹起する。このメカニズムはコリンの生体利用率を下げると思われる<sup>23)</sup>。これを防ぐこともプロバイオティクスの抗メタボリックシンドローム作用において重要な役割であろう。さらに、二次胆汁酸の合成も腸内細菌の役割で、二次胆汁酸はTGR5を介して甲状腺ホルモンの作用効率を上昇させることで、エネルギー消費を上げることも考えられる<sup>23)</sup>。

以上、挙げたメカニズム以外にまだ発見されていないメカニズムがあるのではないかと考えられる。また、嫌気発酵による短鎖脂肪酸の生成による生体調節作用もあるが、これは前述したように、短鎖脂肪酸がエネルギーとなるためメタボリックシンドローム改善作用に寄与するかは懐疑的である。これらのことがそれぞれ研究されているが、研究者にとって突き当たる壁は得られたデータが少しの変化であることである。プロバイオティクスによるメタボリックシンドロームの改善作用は複数の因子の寄与の総合であると考えられ、さらにすべてのメカニズムの検証が必要となるため、多くの時間を必要とし、結果として現象論の論文だけで、その先のメカニズム追求型の論文は少ない。

近年、生物のシステム理解としてロバストネス（脆弱性の回避）という概念が打ち立てられた。このロバストネスという概念はメタボリックシンドローム発症に適応され、ロバストネスの破綻がメタボリックシンドロームの原因であると報告された<sup>24)</sup>。その概念を簡単に説明すると、航空機の飛行はコンピュータで制御されるが、もし飛行中にコンピュータが故障した場合は別のコンピュータが起動することになって

いるが、この予備で搭載しているコンピュータを故障したコンピュータとは別機種にすることで、故障の原因が不明でも対応することができる。脆弱性を別システムに移すことで回避することをロバストネスという。

ヒトは生理学的に飢餓には強く、飢餓に対するロバストネスをもっている。つまり、飢餓に対しては、対応するシステムが多い。しかし、過食にはインスリンに頼るシステムしか持ち合わせていない。プロバイオティクスはおそらく

過食に対するロバストネスを哺乳類が獲得することであると考えられる。

ロバストネスは新しい概念であり、その計量は極めて複雑である。今後、漢方薬およびプロバイオティクスなど、複雑系を摂取する場合にその効果発揮のメカニズムを理解するのに強力な考え方である。前述した五次元的バランスを考える上でも、腸内細菌の関与は大きく、ロバストネスの計量概念の導入は試みられるべきである。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) Tamura Y, Tanaka Y, Sato F *et al* :Effects of diet and exercise on muscle and liver intracellular lipid contents and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **90**:3191-3196,2005.
- 2) Ota T, Gayet C, Ginsberg HN *et al* : Inhibition of apolipoprotein B100 secretion by lipid-induced hepatic endoplasmic reticulum stress in rodents. *J. Clin. Invest.* **118**:316-332,2008
- 3) I Abete, A Astrup, JA Martinez *et al* : Obesity and the metabolic syndrome: role of different dietary macronutrient distribution patterns and specific nutritional components on weight loss and maintenance. *Nutr. Rev.* **68**(4): 214-31,2010.
- 4) S Aparecida de Franca, MP Dos Santos, MA Garofalo, *et al* : Low protein diet changes the energetic balance and sympathetic activity in brown adipose tissue of growing rats. *Nutrition*, **25**(11-12): 1186-92,2009
- 5) Schaumburg H, Kaplan J, Windebank A *et al* :Sensory neuropathy from pyridoxine abuse. A new megavitamin syndrome. *N. Engl. J. Med.* **309**:445-448,1983
- 6) Gaddi A, Descovich GC, Nosedà G *et al* : Controlled evaluation of pantethine, a natural hypolipidemic compound, in patients with different forms of hyperlipoproteinemia. *Atherosclerosis*. **50**:73-83,1984
- 7) Roberfroid M, Gibson GR, Hoyle L *et al* : Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *Br. J. Nutr.* **104**:S1-S63,2010
- 8) Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA *et al* : An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. **444**:1027-1031,2006
- 9) Lee HY, Park JH, Seok SH *et al* : Human originated bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, produce conjugated linoleic acid and show anti-obesity effects in diet-induced obese mice. *Biochim. Biophys. Acta*. **1761**:736-744,2006
- 10) Terpstra AH. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. *Am. J. Clin. Nutr.* **79**:352-361,2004
- 11) Wang YM, Nagao K, Inoue N *et al* : Isomer-specific anti-obese and hypolipidemic properties of conjugated linoleic acid in obese OLETF rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **70**:355-362,2006
- 12) 中村勇貴, 白石彩, 藤本由美子 他 : メタボリックシンドロームのリスクを大豆サポニンが低減する. 第48回化学関連支部合同九州大会講演予稿集. P25. 2011
- 13) Ikeda I, Hamamoto R, Uzu K *et al* : Dietary gallate esters of tea catechins reduce deposition of visceral fat, hepatic triacylglycerol, and activities of hepatic enzymes related to fatty acid synthesis in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **69**:1049-1053,2005
- 14) Kang JH, Goto T, Han IS *et al* : Dietary capsaicin reduces obesity-induced insulin resistance and hepatic steatosis in obese mice fed a high-fat diet. *Obesity*. **18**:780-787,2010

- 15) JC Bruning, MD Michael, JN Winnay *et al* : A muscle-specific insulin receptor knockout exhibits features of the metabolic syndrome of NIDDM without altering glucose tolerance. *Mol Cell* **2**(5): 559-69,1998
- 16) L Chao, B Marcus-Samuels, MM Mason *et al* : Adipose tissue is required for the antidiabetic, but not for the hypolipidemic, effect of thiazolidinediones. *J. Clin. Invest* : **106**(10): 1221-8, 2000
- 17) Diane E. Wakeham, Laurent Abi-Rached, Mhairi C. Towler *et al* : Clathrin heavy and light chain isoforms originated by independent mechanisms of gene duplication during chordate evolution. *PNAS* **102**: 7209-7214,2005
- 18) Usman, Hosono A. : Effect of administration of *Lactobacillus gasseri* on serum lipids and fecal steroids in hypercholesterolemic rats. *J. Dairy Sci.* **83**:1705-1711,2000
- 19) Sato M, Uzu K, Yoshida T *et al* : Effects of milk fermented by *Lactobacillus gasseri* SBT2055 on adipocyte size in rats.*Br. J. Nutr.* **99**:1013-1017,2008
- 20) Hamad EM, Sato M, Uzu K *et al* : Milk fermented by *Lactobacillus gasseri* SBT2055 influences adipocyte size via inhibition of dietary fat absorption in Zucker rats. *Br. J. Nutr.* **101**:716-724,2009
- 21) Kadooka Y, Sato M, Imaizumi K : Regulation of abdominal adiposity by probiotics (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial. *Eur. J. Clin. Nutr.* **64**:636-643,2010
- 22) 白石彩, 森田有紀子, 甲斐俊一, 他 *Lactobacillus gasseri* SBT 2055 による抗肥満作用機序の解明. 平成 23 年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部および日本食品科学工学会西日本支部合同大会講演要旨集. P19,2011
- 23) V Tremaroli and F Backhed : Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism. *Nature* **489** (7415): 242-9, 2012
- 24) Hiroaki Kitano, Kanae Oda, Tomomi Kimura *et al* : Metabolic Syndrome and Robustness Tradeoffs. *Diabetes* **53**: S6 - S15,2004
- 25) K Lee, K Paek, HY Lee, *et al* : Antiobesity effect of trans-10,cis-12-conjugated linoleic acid-producing *Lactobacillus plantarum* PL62 on diet-induced obese mice. *J. Appl. Microbiol.* **103**(4): 1140-6,2007
- 26) S Kondo, JZ Xiao, T Satoh, *et al* : Antiobesity effects of *Bifidobacterium breve* strain B-3 supplementation in a mouse model with high-fat diet-induced obesity. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **74**(8): 1656-61,2010
- 27) Naoki Takemura, Takuma Okubo, and Kei Sonoyama : *Lactobacillus plantarum* strain No.14 reduces adipocyte size in mice fed high-fat diet. *Exp. Biol. Med.* **235**: 849-856, 2010
- 28) JH Kang, SI Yun, and HO Park *et al* : Effects of *Lactobacillus gasseri* BNR17 on body weight and adipose tissue mass in diet-induced overweight rats. *J. Microbiol.* **48**(5): 712-4,2010
- 29) Aronsson L, Huang Y, Parini P, *et al* : Decreased fat storage by *Lactobacillus paracasei* is associated with increased levels of angiopoietin-like 4 protein (ANGPTL4). *PLoS One*, **5**(9): e13087,2010
- 30) YS Ji, HN Kim, HJ Park, JE Lee, *et al* : Modulation of the murine microbiome with a concomitant anti-obesity effect by *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Lactobacillus sakei* NR28. *Benef Microbes*, **3**(1): 13-22,2012
- 31) H Bukowska, J Pieczul-Mroz, M Jastrzebska, *et al* : Decrease in fibrinogen and LDL-cholesterol levels upon supplementation of diet with *Lactobacillus plantarum* in subjects with moderately elevated cholesterol. *Atherosclerosis*, **137**(2): 437-8.1998
- 32) NM de Roos, G Schouten, and MB Katan : Yoghurt enriched with *Lactobacillus acidophilus* does not lower blood lipids in healthy men and women with normal to borderline high serum cholesterol levels. *Eur. J. Clin. Nutr.* **53**(4): 277-80,1999
- 33) L Agerholm-Larsen, A Raben, N Haulrik, *et al* : Effect of 8 week intake of probiotic milk products on risk factors for cardiovascular diseases. *Eur. J. Clin Nutr.* **54**(4): 288-97,2000
- 34) Marek Naruszewicz, Marie-Louise Johansson, Danuta Zapolska-Downar *et al* : Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on cardiovascular disease risk factors in smokers. *Am. J. Clin. Nutr.* **76**: 1249 – 1255,2002
- 35) K Laitinen, T Poussa, E Isolauri *et al* : Probiotics and dietary counselling contribute to glucose regulation during and after pregnancy: a randomised controlled trial. *Br. J. Nutr.* **101**(11): 1679-87,2009
- 36) J Ilmonen, E Isolauri, T Poussa, and K Laitinen *et al* : Impact of dietary counselling and probiotic intervention on

maternal anthropometric measurements during and after pregnancy: a randomized placebo-controlled trial. *Clin. Nutr*, **30**(2): 156-64,2011

- 37) GA Woodard, B Encarnacion, JR Downey *et al* : Probiotics improve outcomes after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a prospective randomized trial. *J. Gastrointest. Surg*, **13**(7): 1198-204,2009
- 38) H Sadrzadeh-Yeganeh, I Elmadfa, A Djazayeri *et al* : The effects of probiotic and conventional yoghurt on lipid profile in women. *Br. J. Nutr*, **103**(12): 1778-83,2010
- 39) Y Kadooka, M Sato, K Imaizumi *et al* : Regulation of abdominal adiposity by probiotics (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial. *Eur. J. Clin. Nutr*, **64**(6): 636-43,2010
- 40) BJ Chang, SU Park, YS Jang *et al* : Effect of functional yogurt NY-YP901 in improving the trait of metabolic syndrome. *Eur. J. Clin. Nutr*, **65**(11): 1250-5,2011
- 41) RJ Gobel, N Larsen, M Jakobsen *et al* : Probiotics to adolescents with obesity: effects on inflammation and metabolic syndrome. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr*, **55**(6): 673-8,2012
- 42) B Leber, NJ Tripolt, D Blattl *et al* : The influence of probiotic supplementation on gut permeability in patients with metabolic syndrome: an open label, randomized pilot study. *Eur. J. Clin. Nutr*, **66**(10): 1110-5,2012

## エネルギー密度（ED）に注目した低エネルギーでも満腹度・満足度の高い昼食の検討

奥村 仙示（OKUMURA Hisami）＊，足立 知咲（ADACHI Chisaki）＊，  
周 蓓（ZHOU Bei）＊，武田 英二（TAKEDA Eiji）＊

＊徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 臨床栄養学分野

Key Words：エネルギー密度（ED）・ボリュメトリクス・満腹度・満足度・主観的評価法（VAS）

### はじめに

世界保健機構（WHO）発表の2006年度版「世界保健報告」によると，世界人口60億人のうち15歳以上で過体重が16億人，肥満が4億人以上であると示されている。また，2015年までに23億人が過体重になり，7億人以上が肥満になると予想されている。肥満は，私たちの生活習慣や食習慣の変化により消費エネルギーの減少や摂取エネルギーの増加によりエネルギーバランスが崩れたことで引き起こされる<sup>1)</sup>。エネルギー密度（ED）とは，食品1gあたりのエネルギー kcal である（図1<sup>2)</sup>）。エネルギーが高い食品，つまりファーストフードや菓子といった高EDの食品は，低EDの食品と比べて低価格で，手軽に摂取できるため<sup>3,4)</sup>，摂取の機会

が増加している。EDは，その食品の水分含量と脂質含量に大きな影響を受け<sup>5)</sup>，低EDの食品は，野菜や果物，スープが挙げられる<sup>6)</sup>。また，食事に野菜を使用することでEDを減少させることができる<sup>7)</sup>。低ED食は，空腹感を増すことなく，エネルギー摂取を低下させる<sup>8,9)</sup>。しかし，低ED食は，高ED食より満足度は高いがおいしさでは劣り<sup>10)</sup>，減量手段として低ED食を長期的に摂取し続けることができないという報告がある<sup>11)</sup>。また，食欲や嗜好への感性は，味覚・嗅覚・視覚・聴覚といった感覚や，生理的，心理的・内部的要因，また環境といった外部的要因に影響されるが，これらのことからEDを意識することは重要で，低EDの食事は体重減少に有効である満足度やおいしさ

エネルギー密度：食品1gあたりのエネルギー（kcal/g）

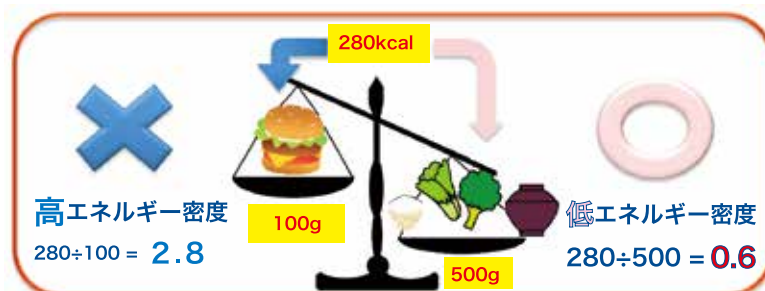
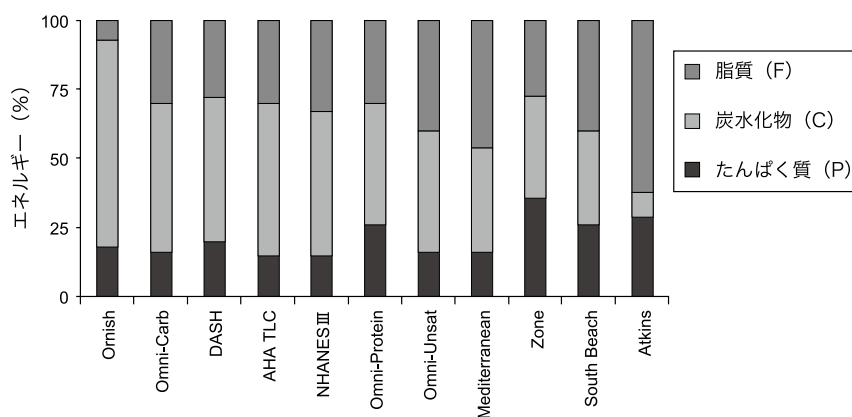


図1 エネルギー密度の概念



Diet

|           | Diet |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|           | (%)  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 脂質 (F)    | 7    | 30 | 28 | 30 | 33 | 30 | 40 | 46 | 27 | 40 | 62 |
| 炭水化物 (C)  | 75   | 54 | 53 | 55 | 52 | 44 | 44 | 38 | 37 | 33 | 9  |
| たんぱく質 (P) | 18   | 16 | 20 | 15 | 15 | 26 | 16 | 16 | 35 | 26 | 29 |

Am J Clin Nutr. 88: 1-11, 2008 改変

図2 世界の食事 (日本 P:F:C = 15:20:20-25:50-65)

に工夫が必要であると考えられる。

世界の様々な食事で、たんぱく質 (P)、脂質 (F)、炭水化物 (C) バランスをみると (図2)<sup>12)</sup>、果物、野菜、低脂質の酪農食品を豊富に含んだ高炭水化物食の DASH、超低脂質で菜食料理の Ornish、高たんぱく質で低炭水化物食の Zone、脂質が豊富で高たんぱく質な South Beach や Atkins、低炭水化物食である Mediterranean というように様々な特徴を有する<sup>12)</sup>。食文化は国により大きく異なり、日本人において最も適している食事のバランスについての報告は、極めて少ない。

食事は「おいしい、ヘルシー、健康」等、根拠がなくても、容易に表示して販売でき、またその基準も定義されていないのが現状である。食事は複合の栄養素からなる多因子であるため科学的な評価が困難な事が多い。さらに、食事の、量・質の組み合わせの種類は、無限に存在するので、現在、人類が実際に摂取している食事全てを検討する事は不可能である。そこで、1食品ごとの評価ではなく、食事の PFC のバラ

ンス、主食、主菜および野菜の重量という食品構成に視点を変え、500kcal という比較的低エネルギーでも満腹度・満足度が高い食事ガイドラインを考案したので紹介する。

## 1. 対象と方法

### 1-1. 対象者

健康な成人 280 名 (男性 182 名、女性 98 名、年齢  $42.0 \pm 0.5$  歳、BMI  $23.3 \pm 0.2 \text{ kg/m}^2$ ) を対象とした。参加者は、座位中心の規則的な生活を送っている事務職員とした。なお、事前の食事嗜好調査表により、試験食材が嗜好に合わない者は除外した。本試験の実施に際しては、徳島大学病院倫理委員会の承認の下に、試験開始前の対象者に対して、試験内容及び方法などについて十分な説明を行い、文書による同意を得た。

### 1-2. 試験食

試験食として、6 種類のお弁当を用いた (表1)。この試験食は毎回同じ食材を用い、見た

表 1 試験食の組成

|                  | Control | Hmeat  | Mfat<br>Lveg | Lveg   | Hfat | Hfat<br>Lveg |
|------------------|---------|--------|--------------|--------|------|--------------|
| 米飯 (g)           | 150     | 100    | 150          | 150    | 150  | 150          |
| 主菜 (g)           | 40      | 80     | 40           | 40     | 40   | 40           |
| 添加油              | no oil  | no oil | no oil       | no oil | oil  | oil          |
| エネルギー (kcal)     | 500     | 513    | 520          | 427    | 896  | 824          |
| たんぱく質 (g)        | 25      | 32.4   | 18.4         | 21.1   | 22.3 | 18.4         |
| 脂質 (g)           | 7.5     | 11.8   | 17.4         | 6.3    | 51.6 | 50.4         |
| 炭水化物 (g)         | 84.7    | 70.8   | 69.8         | 69.9   | 84.5 | 69.8         |
| 食物繊維 (g)         | 7.6     | 7.5    | 2.9          | 2.9    | 7.6  | 2.9          |
| 塩 (g)            | 2.3     | 2.9    | 1.8          | 1.8    | 2.3  | 1.8          |
| エネルギー密度 (kcal/g) | 0.75    | 0.73   | 1.2          | 0.99   | 1.28 | 1.77         |
| 野菜量 (g)          | 240     | 240    | 80           | 80     | 240  | 80           |
| たんぱく質 (%)        | 20      | 25.3   | 14.2         | 19.8   | 10   | 9            |
| 脂質 (%)           | 13.5    | 20.8   | 30.2         | 13.3   | 51.8 | 55.1         |

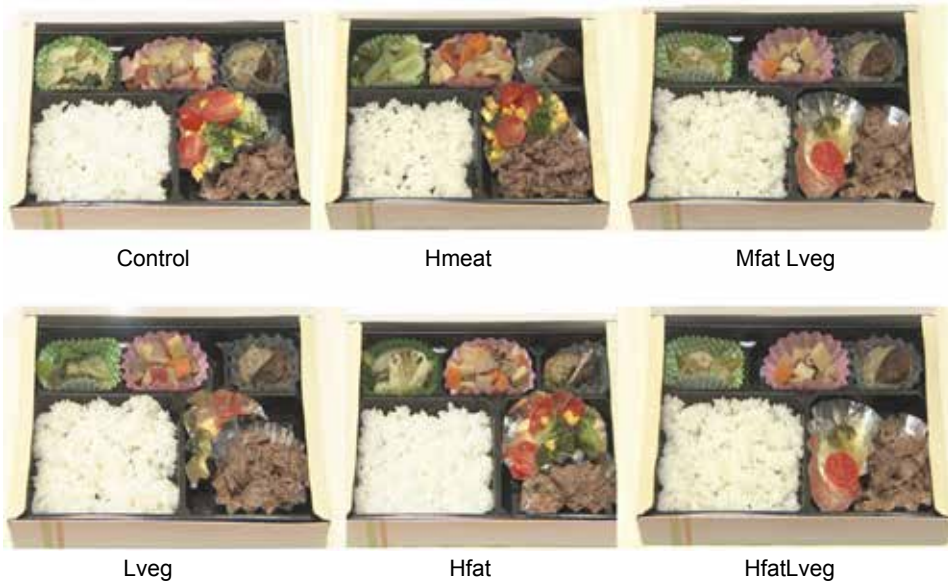


図 3 6種類の試験食

目は変えずに調理法を変えることで油を付加した。基本食の① Control は米飯 150g, 主菜 40g, 野菜 240g, エネルギー 500kcal, ED 0.75, PFC 比は 20:14:66, ② High meat (Hmeat) は, 米飯を 100g に減らし, 代わりに主菜を 80g に増やした。③ Medium fat Low vegetable (MfatLveg) は, 主菜を脂身が含む部位に変え, 野菜を 1/3 の 80g に減らした。④ Low vegetable (Lveg) は, 米飯・主菜量は同じで, 野菜を 1/3 の 80g に減

らした。⑤ High fat (Hfat) は, 主菜を脂身が含む部位と脂質を多く使う調理法に変え, 油の付加によりエネルギーを増加させた。⑥ High fat Low vegetable (HfatLveg) は, Hfat から野菜量を 1/3 の 80g にした。(表 1, 図 3)

### 1-3. 試験計画

試験は, 昼食時に試験食摂取を週 1 回の同一曜日に, 無作為クロスオーバー試験を 6 週連続して行った。試験前日は欠食, 激しい飲酒や運

動を禁止した。試験当日は、食前、食後 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 時間後に、主観的評価法 (VAS)<sup>13)</sup> により調査を行った。参加者に、お弁当の内容を見てから食前のアンケートに答えるよう指示した。また、食後 5 時間までは水 1L を提供し、不足の場合は各自追加を許可した。水以外の飲水・飲食を禁止した。食後 5 時間以降は、飲水・飲食の制限を解除した。

#### 1-4. 質問項目

食前、食後 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 時間と計 7 回経時的に質問した項目は<sup>1)</sup> 満腹度、満足度とした。評価用紙には 100mm 長さの線分とその両端に対極の 2 語が記した。対象者は各時間での感覚に該当する位置に印をつけ、そこまでの距離を測定し VAS 評価点とした。試験を 6 回終了した対象者に試験食の違いに気が付いたか、お弁当の種類数や具体的な違い、この研究の目的についての質問を行った。

#### 1-5. 統計処理

値は平均値±平均誤差 (mean ± S.E.) とし

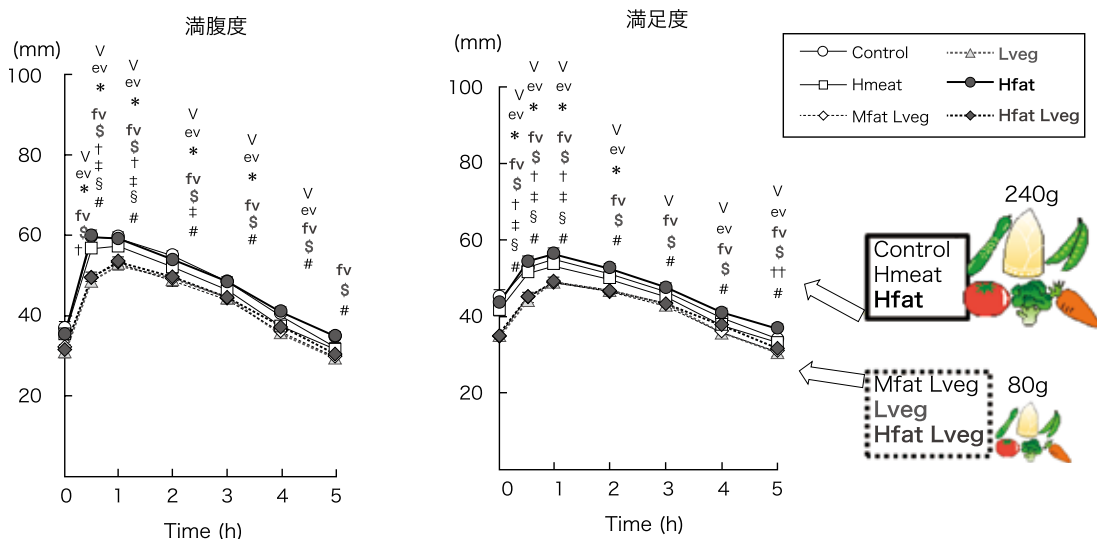
て示した。食前、食後 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 時間と計 7 回経時的に質問した計 7 項目の VAS の結果は、一元配置分散分析後、有意なものに対して、Bonferroni 法による多重比較を行って解析した。就寝前の 5 段階評価はカイ 2 乗検定を行って解析した。危険率  $p<0.05$  を有意とした。なお、すべての統計処理は SPSS (Statistical Package for Social Science) Version 16.0 を用いて行った。

## 2. 結果

### 2-1. 試験食摂取後の満腹度及び満足度の経時的变化の比較 (図 4)

同一低エネルギー (約 500kcal) の PFC バランスの異なる Control, Hmeat, MfatLveg で比較すると、満腹度と満足度ともに Control 及び Hmeat は、MfatLveg より食後有意に高値を示した。

野菜量の違いについて比較すると、満腹度と



V ;  $p<0.05$  Control vs.Mfat Lveg, ev ;  $p<0.05$  Control vs. Lveg, \* ;  $p<0.05$  Control vs.Hfat Lveg, fv ;  $p<0.05$  Hfat vs Hfat Lveg, \$ ;  $p<0.05$  Lveg vs.Hfat, ‡ ;  $p<0.05$  Hmeat vs.Mfat Lveg, † ;  $p<0.05$  Hmeat vs.Lveg, †† ;  $p<0.05$  Hmeat vs.Hfat, § ;  $p<0.05$  Hmeat vs.Hfat Lveg, # ;  $p<0.05$  Mfat Lveg vs.Hfat

図 4 満足度・満腹度は、脂肪の摂取量より野菜の摂取量が多いお弁当で高く、野菜の摂取量を反映するエネルギー密度 (ED) が重要である

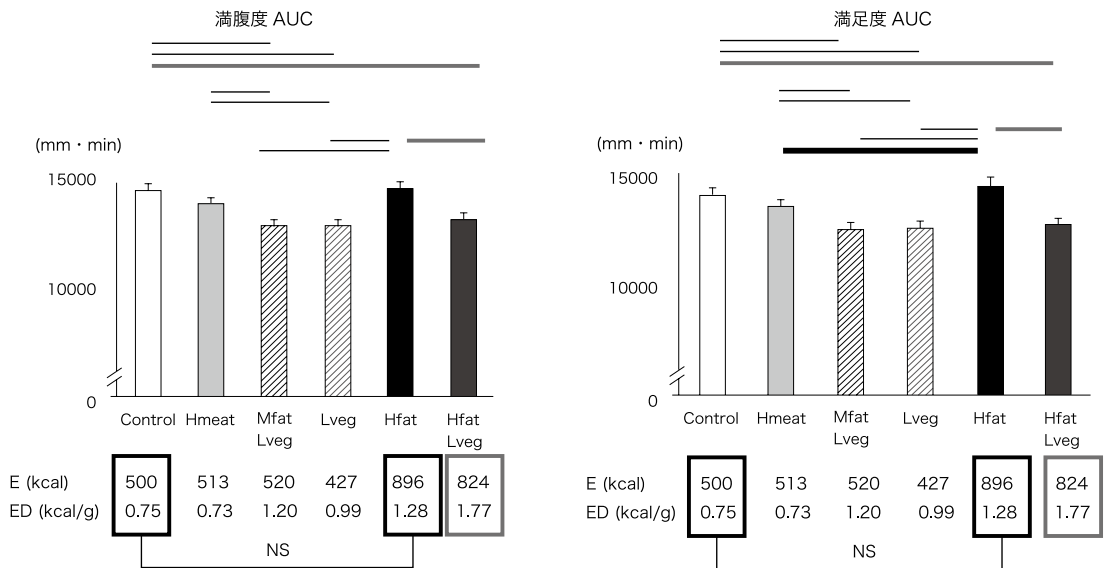


図5 Control(500kcal)とHfat(896kcal)のエネルギーは異なるが、満足度・満腹度に有意差なし  
HfatLveg(824kcal)はControl(500kcal)やHfat(896kcal)より、満足度・満腹度が有意に低い

満足度ともに、野菜量 240g の Control, Hmeat, Hfat は、野菜量 80g の MfatLveg, Lveg, HfatLveg より食後に高値を示した。

## 2-2. 試験食摂取後 5 時間までの満腹度 AUC 及び満足度 AUC (図 5)

満腹度と満足度 AUC に関しても、Control 及び Hmeat は MfatLveg より食後に有意に高値を示した。さらに、低エネルギーで野菜量の異なる Control と Lveg や、高エネルギーで野菜量の異なる Hfat と HfatLveg を比較すると、Control に比較し Lveg が、Hfat に比較し HfatLveg は、有意に低値を示した。さらに、Control に比較し、HfatLveg は、有意に低値を示した。しかし、Control と Hfat は有意な差がなかった。

## 2-3. 本試験終了後の質問票の結果

試験 6 回終了後の対象者の回答では、お弁当の違いに気が付いたのは、90% と高いが、お弁当の種類については 6 種類と正確に答えている対象者は 31.4% であった。また、野菜量の違いに気が付いた対象者は 37.6% であり、油量の違いに気が付いた対象者は 15.4% だった。

## 3. 考 察

厚生労働省が策定した健康日本 21<sup>14)</sup> では野菜の摂取目標量を 1 日 350g としているが、平成 22 年国民健康栄養調査報告<sup>15)</sup> では、徳島県の野菜摂取量は、男性は 1 日 245g で最下位、女性は 1 日 241g と下から 2 位であり、野菜の摂取不足が示された。1 食あたりにすると約 80g の野菜摂取であり、1 日 100g 以上の摂取増加が望まれている。

脂質は、食品のテクスチャや風味を上げるので、おいしさを高めると報告されており<sup>16, 17)</sup>、我々は、野菜量が少なくても油が多い食事は、他の食事よりも満腹度、満足度や食欲、味覚への欲求に影響を与えると予想していた。一方、油の違いによるエネルギーの差よりも容量が満腹度に影響するという報告<sup>18)</sup> もされている。本検討において、低エネルギーで野菜摂取量の多い Control と野菜摂取量の少ない Lveg は、満腹度・満足度に差がみられ、満腹度・満足度が野菜の量に影響される事が示された。高エネルギーで野菜量の多い Hfat (896kcal, 野

菜 240g) と野菜量の少ない HfatLveg (824kcal, 野菜 240g) も差がみられた。興味深い事に、エネルギーの低い Contol (500kcal, 野菜 240g) が、エネルギーの高い HfatLveg (824kcal, 野菜 80g) より、満腹度 AUC・満足度 AUC が高かった。野菜を食事に付加することで満足度を高める事が報告されており<sup>5)</sup>、野菜量が 240g と十分量あれば、油を付加しなくても満腹度・満足度は高く保たれることが示された。

これらの結果より、油の摂取に気が付かなければ、エネルギーではなくて、野菜の摂取量が、満腹度・満足度に影響する事が示された。Adachi らの先行研究で、野菜摂取が、1 日 240g 以下 (=1 食 80g 以下) の食習慣の人は、野菜の量より、油の添加の影響を受けやすいという結果を得ている。したがって、脂質摂取の影響は、野菜摂取量が少ない事や、野菜の種類が少ない時に強い可能性が考えられる。さらに、今回の野菜は、単品ではなく多種類の野菜を使用しているが、単品野菜は飽きる感覚が強くなるため摂取量が低下する<sup>19)</sup> という報告がある。今後、単品野菜で満腹感・満足感が得られる野菜の必要最低限量や、その時の脂質の影響について検討する必要があると考えている。

エネルギー摂取を減らす工夫として、主食である pasta 摂取の前に、サラダを食べる方法が報告されており<sup>6)</sup>、食べる順番を考慮する事も有用と考えられる。また、ポーションサイズの増大は、エネルギー摂取を増やすが満腹度を増やさないという報告もあることから<sup>20)</sup> 伝統的な日本食のような、ポーションサイズを小さく上品に食べる方法も、エネルギー摂取を減らす有用な方法と考え

られた。今回は、弁当形式であることから、食事としてお皿に適温で提供される状態とは異なることを留意しておく必要がある。今後は、対象者の性別、年齢、BMI、食習慣の違いを比較することで、テラーメイドに低エネルギーでも満腹度・満足度の高い食事を検討する事が必要である。

#### 4. ガイドラインの利用

図 6 にレストランやお弁当業者等の事業所が利用しやすいように、低エネルギーでも満腹度・満足度の高い食事ガイドライン (案) を示した。このガイドライン (案) に沿って食事献立を作

##### 1 日 1 食だけでも、がんばろう！

お昼を、1 食だけ

733kcal→500kcal にすると、1 か月で体重 1.0 kg 減少

617kcal→500kcal にすると、1 か月で体重 0.5 kg 減少

付加価値

##### ガイドライン (案)

エネルギー：500kcal

野菜の量：200-240g

米飯：150g

塩分：3g 以下

総重量：500g 以上

エネルギー密度 (ED)：1.0kcal/g 以下

年齢、男女によって、テラーメイドのお弁当の提案



図 6 低エネルギーでも満腹度・満足度の高い食事 (事業者用)



図 7 野菜たっぷりスマート・ランチ (一般用)

成すれば、我々の考えに準拠した科学的根拠を伴うものとして、その事業者既存の食事献立を生かし、和食なら和食、洋食なら洋食、中華なら中華、と店の提供している食事について、量や種類を調整する事で「低エネルギーでも満腹度・満足度」の高い献立が作成に利用できると考えている。

図7に一般の方が、家庭で利用できるガイドラインを示した。この図を活用すれば、米飯を150g、主菜を約60g、野菜量を200-240g（小鉢3皿）にして、油を抑えた調理や調味を選べば、家庭でも、野菜の摂取量を増やし、低エネルギーでも満腹度・満足度の高い食事ができる。

ただし、高齢者で、痩せや栄養不良が気になっている方へは、逆に健康を損なう場合もあるので、野菜の摂取量が少なく、体重減少や健康維持を目的とした方への利用を推奨する。

## おわりに

これさえ食べれば「良い」という魔法の食べ物は存在しない。同じ食べ物でも、人によって「良い」か「悪い」かは異なる。同じ人でも、身体の状態によって「良い」は変化する。また、仮に「良い」食べ物が存在したとしても、過不足があると、「悪い」へ容易に転じる。従って、個人にとって各々の必要な種類や量を知ることが、適切な食べ物を選択するための最初のステップである。大学研究者・管理栄養士として、「選択」の手助けのための正しい情報を提供し、わかりやすく伝える事が使命であり、「何を、どのぐらい、どのように食べれば、何故良いのか？」の疑問に答えるために、研究・普及を継続・発展させていきたい。

## ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) World Health Organization.: Obesity and overweight. Geneva, Switzerland: World Health Organ, 2006
- 2) Willcox BJ, Willcox DC, Suzuki M.: *The OKINAWA DIET PLAN Get Leaner, Live Longer, and Never Feel Hungry*, THREE RIVERS PRESS, 2004
- 3) Ledikwe JH, Ello-Martin JA, Rolls BJ.: Portion sizes and the obesity epidemic. *J Nutr* **135**: 905-909, 2005
- 4) Drewnowski A, Specter SE.: Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* **79**: 6-16, 2004
- 5) Drewnowski A.: The role of energy density. *Lipids* **38**: 109-115, 2003
- 6) Ello-Martin JA, Ledikwe JH, Rolls BJ.: The influence of food portion size and energy density on energy intake: implications for weight management. *Am J Clin Nutr* **82**: 236S-241S, 2005
- 7) Chang UJ, Hong YH, Suh HJ, Jung EY.: Lowering the energy density of parboiled rice by adding water-rich vegetables can decrease total energy intake in a parboiled rice-based diet without reducing satiety on healthy women. *Appetite* **55**: 338-342, 2010
- 8) Ello-Martin JA, Roe LS, Ledikwe JH, Beach AM, Rolls BJ.: Dietary energy density in the treatment of obesity: a year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am J Clin Nutr* **85**: 1465-1477, 2007
- 9) Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel Khan L, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, Rolls BJ.: Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am J Clin Nutr* **83**: 1362-1368, 2006
- 10) Drewnowski A.: Energy density, palatability, and satiety: implications for weight control. *Nutr Rev* **56**: 347-353, 1998
- 11) O'Sullivan HL, Alexander E, Ferriday D, Brunstrom JM.: Effects of repeated exposure on liking for a reduced-energy-dense food. *Am J Clin Nutr* **91**: 1584-1589, 2010
- 12) de Souza RJ, Swain JF, Appel LJ, Sacks FM.: Alternatives for macronutrient intake and chronic disease: a

- comparison of the OmniHeart diets with popular diets and with dietary recommendations. *Am J Clin Nutr* **88**: 1-11, 2008
- 13) Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A.: Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* **24**: 38-48, 2000
- 14) 厚生労働省 健康日本 21 [http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21\\_11/b1f.html](http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/b1f.html)
- 15) 厚生労働省 平成 22 年度国民健康・栄養調査報告 平成 24 年 5 月
- 16) Rolls BJ, Shide DJ.: Dietary fat and the control of food intake. In: Fernstrom JD, Miller GD, eds. *Appetite and Body Weight Regulation: Sugar, Fat, and Macronutrient Substitutes*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 167-177, 1994.
- 17) Rolls BJ.: Carbohydrates, fats, and satiety. *Am J Clin Nutr* **61**: 960S-967S, 1995
- 18) Bell EA, Castellanos VH, Pelkman CL, Thorwart ML, Rolls BJ.: Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am J Clin Nutr* **67**: 412-420, 1998
- 19) Meengs JS, Roe LS, Rolls BJ.: Vegetable variety: an effective strategy to increase vegetable intake in adults. *J Acad Nutr Diet* **112**: 1211-1215, 2012
- 20) Rolls BJ, Roe LS, Meengs JS, Wall DE.: Increasing the portion size of a sandwich increase energy intake. *J Am Diet Assoc* **104**: 367-372, 2004

# 歴史の潮流と科学的評価

## (第1節 背景) 1回

ジョアン・サバテ (Joan Sabate) \*1 訳：山路 明俊 (Akitoshi Yamaji) \*2

\*1 ロマリンド大学栄養学部, \*2 食のフロンティア塾

Key Words：ラクト・ベジタリアン, ビーガン, ベジタリアニズム, 植物性食品

### 1章 ベジタリアン食：概説と潮流

#### はじめに

基本的な質問に答えるとすれば、この章は、ベジタリアンはどんな人なのか、ベジタリアン食は主にどんな内容なのかを明確にすることです。また、生物医学系文献中でのベジタリアン栄養学の文献に加え、この食事が実際に受け入れられている先進諸国での潮流も紹介しています。

#### 1. ことばの定義

ことばを定義するということは、時折、挑戦とも言える仕事になります。さらに、一度、定義されてしまうと、それを一般的に受け入れ、そして適切に使用することについて、より大きな挑戦を続けることになります。ここでは、「ベジタリアン」という言葉についての論議が始まります。辞書では極めて明快に「ベジタリアンとは、時折、卵や乳製品を食べ、全体の食事が野菜や果物である人」と言っています<sup>1)</sup>。しかし、科学者の世界に加え一般の社会でも、こ

の定義は十分かどうかという混乱が多少あるようです。この混乱は、様々な形で肉製品を摂っている、多くの自称ベジタリアンの存在がそれを物語っています。

多くの場合、ベジタリアンは、単に「肉を控える人」と言うことができます。しかし、今までの間、ベジタリアンという呼び方や使い方に影響を及ぼした、様々な社会的、宗教的、哲学的、歴史的、政治的な面からより深く考察すると、人々によって様々な意味を持っているのが現実です。

ワインザー (Weinsier) は言葉の定義の問題に取り組んでいます<sup>2)</sup>。彼は上述に似たような妥当とも言える懸念を示していて、ベジタリアンという言葉が使われる時、大変に多くの非栄養学的な意味が含まれる恐れがあることを強調しています。この章は、ベジタリアン食と生活スタイルが主流として受け入れられつつあることを示す一方、依然として、現在でもまだ少し残っていますが、いくつかの烙印が付いてきたことも事実です。Weinsier は、1940、1950年代の動向を顧みて、肉を避けているということは、健康上の理由というより、もっぱら、宗

教上の信仰によるものだろうと推察しています。引き続いて1960, 1970年代は、肉を食べないことを選択した人は、反体制の運動家の一部と考えられると言っています。1980年代になって初めて、肉を食べない人は健康の為にそうするのだということが多くの人に理解されるようになりました。しかし、彼は、健康と関連しない動機の場合は、まだ、しばしば、ベジタリアン食へのこだわりから来ると指摘しています。これらの理由から、彼は、「ベジタリアン」という言葉は、科学的な用語から除かれ、おそらく、「植物性食品を基本にした」というような言葉が採用されることを提唱しています。

ウイレット (Willett) もまた、過去10年の間に発生した、ベジタリアン食の考え方の変遷について取り組んでいます<sup>3)</sup>。肉のような食べ物に関心が集まっていた時、ベジタリアン食は食事から排除された時期があると指摘しています。しかし、近年になって、果物や野菜のような食べものの有用性に注目が集まる傾向になってきました。この潮流の変化が続いているので、ベジタリアニズムの定義はもっと明確になって来て、その代り、付いていた烙印は減っていくことになるでしょう。「肉なしの食事」や「植物性食品を基本にした食事」という言葉が使われる頻度が増えてきています。両者共、より伝統的な「ベジタリアニズム」より、付いている烙印は少ないようです。思想的な影響は別にして、実際、多くの科学的な論文は、肉類（畜肉、鳥肉、魚の全部を併せて）を1週間に1回未満しか食べない人をベジタリアンとみなしています。

## 2. ベジタリン食のタイプ

自称ベジタリアンという人の食事様式は、かなり異なっています。健康上の理由から食事を選ぶ典型的な人は、動物性食品を利用する場合

は、柔軟性が見られます。それに反して、倫理的か思想的な理由からベジタリアンを選んだ人は、全く肉を避ける傾向になり勝ちで、時には全ての動物性製品に及びます。これらの動機は、いくつかのバリエーションを説明する手始めになります。しかし、それでも、この本の目的に合わせて、他に但し書きがないとすれば、ベジタリアンは、1週間に1回以上あらゆる種類の動物性肉を食べない人と考えられます。

ベジタリアン食の主要なタイプは、以下にあげられます。共通の特徴の一つは、彼らは全て植物性食品を基本にしているということです。もっと特徴的なことは、食事が、穀類、野菜、果物、豆、種実やナッツ類が基本になっていることです。そして、それぞれが特徴的な食事ですが、動物由来の食品は部分的か、全てが除外されています。

ベジタリアン：この言葉は、肉なしの食事全てを含んでいます。以下、それぞれの呼称と分類です。

■ラクト・ベジタリアン：植物性食品に加えて、牛乳と乳製品が含まれます。

■オボ・ベジタリアン：卵が含まれます。

■オボ・ラクト又はラクト・オボ・ベジタリアン：卵と乳製品が含まれます。北アメリカのベジタリアンの約90～95%が、食事に乳製品、および、卵を取り入れています。

ベジタリアン食に関連している他の食事様式の内容は以下の通りです。

■厳格なベジタリアン/ビーガン：畜肉、家禽肉や魚、魚介類等の動物肉や、卵や乳製品等の動物性食品を含まない食事をする人々で、少数派であるが、急増している。ビーガンは、また、蜂蜜も食わず、動物由来の衣類もめったに着ない。

■セミ・ベジタリアン：巾広くベジタリアン食を実践していて、肉も時々食べる。以下の人達も含まれる。

- ベスコベジタリアン：魚を含む食事をする人々
- ポロベジタリアン：鶏肉を含む食事をする人々
- フルータリアン：根こそぎ取らない植物性食品から構成されている食事。実際には、このタイプの食事は、新鮮な果物、デーツやレーズン、ナッツや種実等の乾燥果実や特定の野菜に限られることになる。
- マクロビオテック：このタイプの食事は、典型的なベジタリアンとして分類されるが、時折、魚を含んでいる。10段階からなり、最も高いレベルでは、ほとんど玄米食中心である。現在では、ほとんどのマクロビオテック食は、まだ、玄米や他の未精製穀類に重点を置いているが、同時に、海藻、豆類や根菜類も含んでいる。

### 3. 歴史的・社会的展望

「ベジタリアン」という言葉は、1847年に英国のベジタリアン協会によって、最初に使われ

ました<sup>6)</sup>。しかし、他の章に記載しているように、ベジタリアンが実践されていたことは、ピタゴラス（ベジタリアニズムの父と称される）やゾロアスター、ダニエル、仏陀のような、その後のベジタリアン食への道筋を作った偉人達に見られるように、少なくとも紀元前 600 年に遡ることができます。歴史を通じ、いくつかの宗教団体は、戒律の程度を変化させながらベジタリアン食を受け継いできました。しかし、20 世紀後半になって初めて、ベジタリアンの実践は、積極的に健康につながるという考えが定着するようになりました。

現代のベジタリアンは、様々なグループがあります。表 1-1 は合衆国のベジタリアン集団のいくつかの統計的特徴を示しています。データから推定できることは<sup>7)</sup>、男性より女性の数が多く、社会経済的状況には違いはありませんが、ベジタリアンは一般の人に比べ、やや高学歴の傾向が見られます。40 歳以上の人が、他に比べ、少し高い割合を占めていますが、特に、18 歳以下の子供を持つ、若い家族が多くを占めています。

表 1-1 米国ベジタリアンの集団的特徴

|              |                | ベジタリアン (%) | 一般人 (%) |
|--------------|----------------|------------|---------|
| 性別           | 女性             | 68         | 52      |
|              | 男性             | 32         | 48      |
| 学歴           | 大卒             | 30         | 25      |
|              | 高卒             | 45         | 56      |
|              | 高卒でない人         | 21         | 18      |
| 婚姻           | 既婚             | 48         | 59      |
|              | 未婚             | 24         | 22      |
|              | 未亡人            | 14         | 8       |
|              | 離婚             | 11         | 11      |
| 18 歳未満の子供を持つ | はい             | 37         | 24      |
|              | いいえ            | 60         | 75      |
| 収入           | 35000 ドル未満 / 年 | 56         | 55      |
|              | 35000 ドル以上 / 年 | 44         | 45      |
| 職業           | 事務系            | 37         | 35      |
|              | 技術系            | 60         | 62      |
| 年齢           | 40 歳未満         | 42         | 49      |
|              | 40 以上          | 55         | 50      |

(Messina より引用)

表 1-2 米国がベジタリアンを選ぶ理由 (1992 年)

|          | %  |
|----------|----|
| 健康       | 46 |
| 動物の権利    | 15 |
| 家族や友達の影響 | 12 |
| 倫理上      | 5  |
| 環境問題     | 4  |
| 不明       | 18 |

ベジタリアンタイムズより (1992 年)

人々は、様々な理由でベジタリアン食を選んでいきます。限定はされませんが、健康への関心、宗教的、倫理的信条、純粋な哲学主義、環境保護、さらには政治的な理由と関連があります。表 1-2 は、どういう理由でベジタリアン食を選ぶか、1992 年の米国人の調査結果を示しています。

#### 4. 人口統計学的動向

米国と英国のある調査では、人口の 7% くらいがベジタリアンと発表していますが<sup>8)</sup>、一方、他では約 2% というデータもあります。この食い違いには、多くの要因があります。調査の中でのサンプル数が少ないという方法論的な違いに加え、肉を食べない人の数を決めることと、ベジタリアンの数を決めることとは異なっています。多くの人が、肉や肉製品を定期的に食べるにもかかわらず、自分をベジタリアンと称しています。食事のパターンをはっきりとさせる為に、いわゆるベジタリアンとか雑食者に質問して入手したデータは、1 週間の内に何回様々な商品を摂るかという結果とは異なるでしょう。調査データの殆んどは英国か米国のものですが、他の先進国でもあまり知られていないエビデンスやデータがあります。

容認されている 3 種の調査方法です。

①ベジタリアン食に関する個人的な哲学や思想を把握する調査；いわゆる、自分自身をベジ

タリアンと称している場合も含む。これらの調査は、通常、特殊法人の後援がある。

②食事を評価する様々な手法を用いて、肉や乳製品、卵等の食品の消費頻度についてのデータを集める調査。これらは、しばしば、行政機関や研究機関によって管理されます。

③主として企業の後援で、ある種の食品の個人消費に対する、集团的消費、分布状態や利用率の情報を分析する市場調査。

なかには、これらの手法の 2 つかそれ以上を組み合わせているものがあります。

英国では、第 2 次大戦中、12 万人がベジタリアンと食料配給カードに登録しました。当時、これは人口のたった 0.25% で、殆どが、中年かそれ以上の人達でした<sup>10)</sup>。英国で、14 年以上 (1984 年～1997 年) 実施されてきた RealEat<sup>11)</sup> 世論調査によると、1984 年では、自称ベジタリアンは人口の 2% 以上でした。1997 年までには 5.4% となり、1984 年の約 3 倍となりました。1984 年では、赤肉を避けるという人が 1.9% 増え、1997 年では、14.3% となりました。ベジタリアンの 5.4% を含め、このデータは、英国人口の約 20% が赤肉を避けていることを示しています。RealEat の結果にもとづき作成された、図 1-1 は 2 つの上昇傾向を示しています。1 つは、自称ベジタリアン人口が、期間を通じて、ゆっくりではありますが着実に伸びていることを示しています。2 つ目は、さらに注目できる傾向ですが、自称ベジタリアンではないのにもかかわらず、赤肉を避ける人が急速に伸びていることです。

RealEat 調査からのデータは、さらに、米国でも見られることを実証しています。たとえば、男性より女性の方がベジタリアンの数が多く、ベジタリアン人口全体としては、一般よりやや年齢が高く、若い男女や家族が、ベジタリアンや赤肉を避ける人口の割合を増加させています。

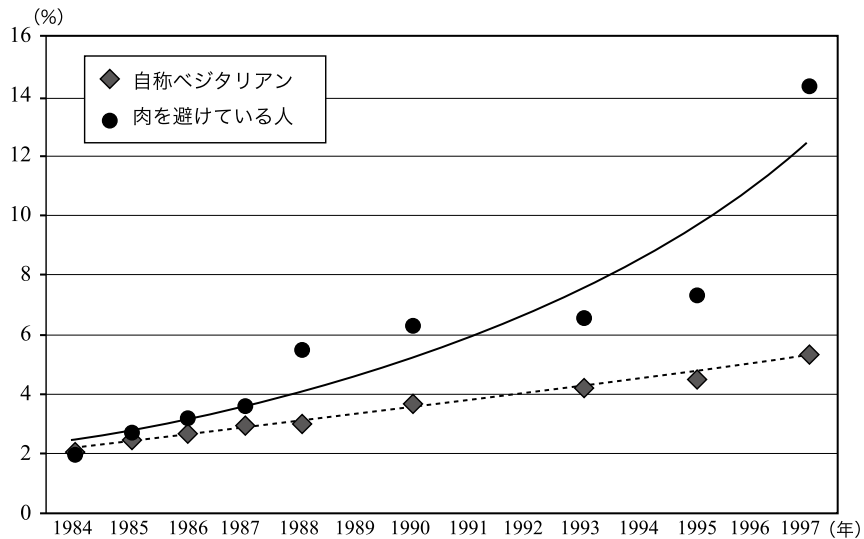


図 1-1 英国での動向 (%)

政府による実施の 1977～1978 年国民食品消費調査 (NFCs)<sup>12)</sup> は、米国でベジタリアンへの関心が増加していることを始めて示しました。NFCs は、家庭での食品消費と、個人の食物摂取やパターンに焦点を当てました。これらの調査は、1935 年以来、約 10 年毎に米国農務省人間栄養情報局で実施されてきました。1977～1978 年には 37,135 人が調査対象になり、1.2% が自称ベジタリアンとされました。しかし、これらの人の中でも、食事調査の 3 日の間に肉を食べたとの報告があり、ベジタリアニズムが参加者にきちんと理解されていたかは明らかではありません<sup>13)</sup>。

1994 年、ベジタリアン資源グループによって行われた Zogby 国民調査は、米国の約 7%、1,240 万人が自称ベジタリアンと報告しました。質問による回答を分析すると、人口の約 1% が真のベジタリアン (肉、魚、家禽を食べない人々) となりました。しかし、2000 年<sup>14)</sup> に実施された同じ調査では、自称と真のベジタリアンは増加していました。最新の Zogby 調査は、決して肉、家禽や魚を食べない人をベジタリアンと限定し、人口の 2.5% はベジタリアン

ンとすることができると結論付けました。全ての Zogby 調査で、人口の 0.9% がビーガンや厳格なベジタリアン食を実践していると報告していることは注目に値します。米国では、ベジタリアンの割合はやや少ないのですが、これらの Zogby 調査は、長年にわたって、英国で実施の RealEat 調査と同様な直線的傾向を示しました。米国では、ベジタリアニズムの広がりには地域差があります。Zogby 調査では、東部より西部の方が、自称ベジタリアンや肉を食べない人の割合が多く見られました。ベジタリアンの人種的な体質や社会経済的な状態、あるいは肉を食べないということは、一般の集団と異なっているわけではありませんでした。結局、自称ベジタリアンは男性より女性の方が多いのです。つまり、これらの結果は、英国で見られることと一致しているのです。

まだ知られていないエビデンスに加えて、少なくとも肉を避けるとか、ベジタリアン食を受け入れたり実践したりすることに対し傾向を示している、いくつかの社会的、経済的指標があります。このエビデンスは、企業支援による調査と製品の市場調査によるものです。様々

なタイプのベジタリアンバーガーは、3億ドル以上の市場を形成し<sup>9)</sup>、この種の食品を日常的に購入する人口のおよそ20～30%に及んでいます。地理的に異なる多くの地域や殆どの大都市のレストランでは、ベジタリアンの特別注文を希望するお客に対し、便宜をはかることは難しい状況です。このことは驚くことではなく、1991年の全国レストラン協会のためのGallup調査でも、人口の約20%の人が、外食する際、ベジタリアンのメニューのあるレストランを探していることがわかりました<sup>15)</sup>。丁度8年後の1999年、ベジタリアン資源団体調査は人口の57%の人が、外出する際、時には、しばしば、さらにはいつも肉なしの特別注文をしていることがわかりました。1994年の全国レストラン協会によるもうひとつの調査では、全国の約15%の大学生が、決めた日でなく、食堂でベジタリアンメニューを選んでいて、大学のフードサービスの97%が、毎日のメニューに、肉なしの惣菜を加えていることを報告しています<sup>17)</sup>。米国では、少なくともこれらのデータは、レストランや食品産業が、肉なしやベジタリアンメニューに対して需要や関心を増大させている消費者への対応を示しています。

## 5. 科学文献の潮流

ベジタリアン栄養学への専門家の関心は、いままでには見られないレベルに達しています。このことは、部分的ですが、ベジタリアン数が増加していることと、ベジタリアン食の人気の増加によって説明がつかます<sup>18)</sup>。また、生物医学系文献に掲載されているベジタリアン食の健康効果についてのエビデンスが増加しているので、専門的で科学的な興味に影響を与えています<sup>19,20)</sup>。科学雑誌に特別な話題として掲載された記事の数と割合は、時を得た話題として、専門家の関心度を反映しています。ベジ

タリアン栄養学についての歴史調査や書籍計数分析は、保健指導士や科学者の間に、ベジタリアン栄養学やベジタリアン食への姿勢の変化について適切な指標をもたらすかもしれません。ハーディング (Hardinge) とクルック (Crook) は、1962年までのベジタリアン食に関連する話題を題材にした科学的文献を評価しました<sup>21)</sup>。それらの文献は、英文で書かれたもののうちでは、本や一部の文章を含めて100件以下であることを確認しました。それらは、肉なし食事の治療への応用と血清コレステロールへの効果に加え、代謝と生理学的研究、成長、栄養バランス、ビタミンB<sub>12</sub>状態、ベジタリアンの不足による疾患研究報告であることが確認されました。当時のベジタリアン栄養、肉なし食や、殆どを植物性食品に頼っている食事についての科学的文献が少ないのは、20世紀の最後の30年になるまで、これらのテーマへの科学的関心が比較的低かったことがあげられます。

サバテ<sup>22)</sup>らは、書籍目録のデータベースを利用して、ベジタリアン栄養学に関連した1966～1995年の生物医学系文献の発表動向を確かめました。この30年の間で、MEDLINEに載った、ベジタリアン栄養学に関する論文の総数は1,309件でした。その中で、401件は栄養学雑誌に発表され、残りの908は非栄養の主に医学や基礎科学誌でした。ベジタリアン論文の発表割合は、1960年代後半時の平均して10件未満/年から、1990年代の初期の76件/年と、30年の間に着実に増加しました。

図1-2は、査読された栄養学誌、非栄養学誌及び全ての雑誌中に発表された、1966～1995年の5年単位での年度別ベジタリアン論文の平均発表率を示しています。栄養学誌での発表数は、30年にわたって2件から22件に増加しており、11倍の増加を示しています。非栄養学誌でも同様の比率で、5件から54件/年と増加が見られました。

考慮すべき点は、この期間中に、生物医学系文献に発表された総発表数の確実な増加との関連性にあります。1966年～1995年まで、MEDLINEで検索される論文の総数は毎年、直線的に増加しました。図1-3は図書目録データ

ベースで検索される全ての論文に対する、ベジタリアン栄養学の論文の割合を表しています。年毎の論文数に数字を補正すると、ベジタリアン文献は1970年代に劇的な増加があり、1980年代に止まった後、1990年代初頭に新しい波

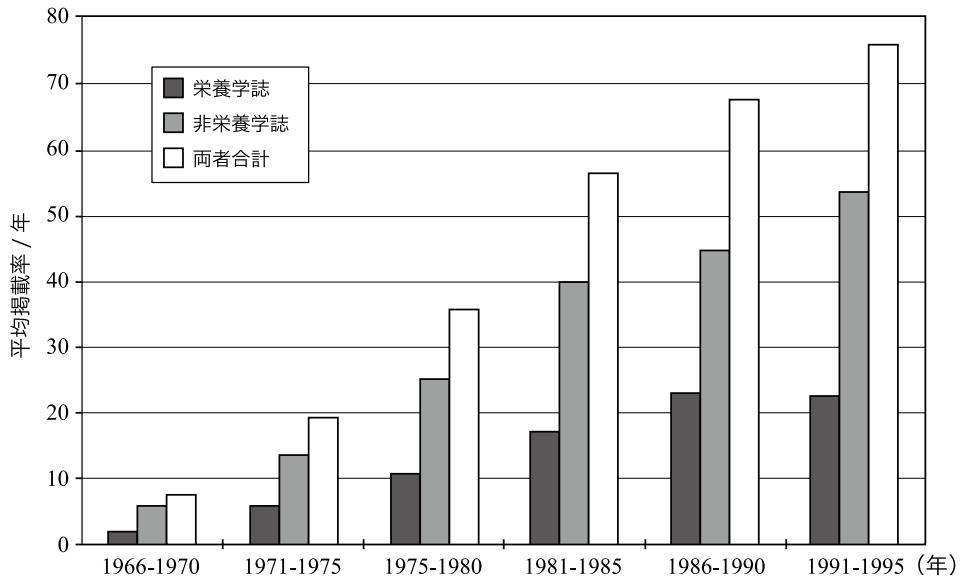


図1-2 栄養学誌、非栄養学誌及び両者を含む雑誌中のベジタリアン栄養学論文の年度別掲載率 (1966年～1995年)

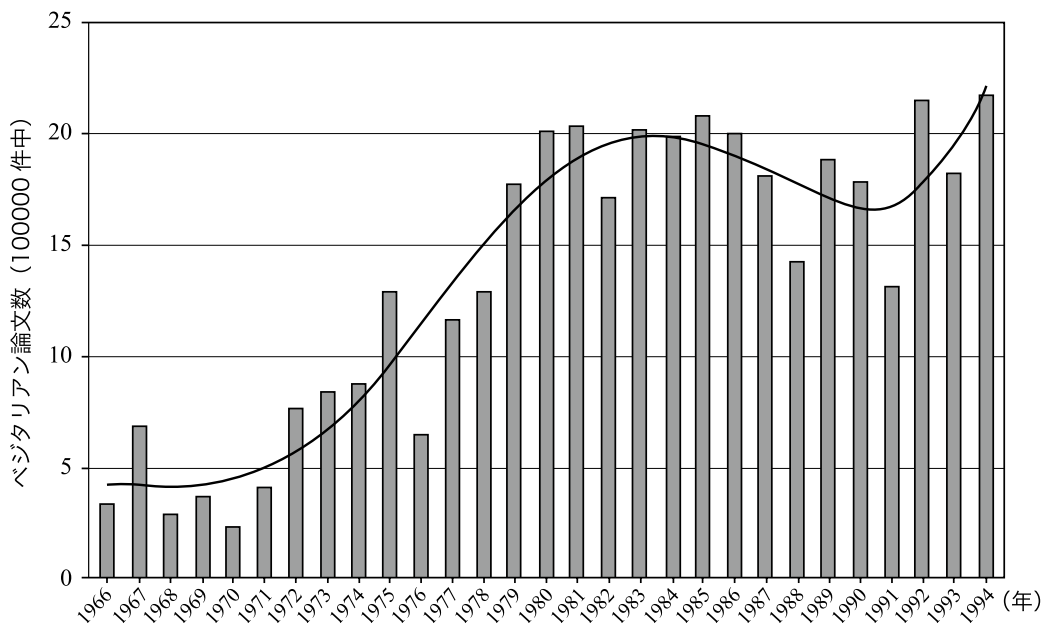


図1-3 MEDLINEで検索される総論文中のベジタリアン栄養学論文の比率 (1966年～1995年)

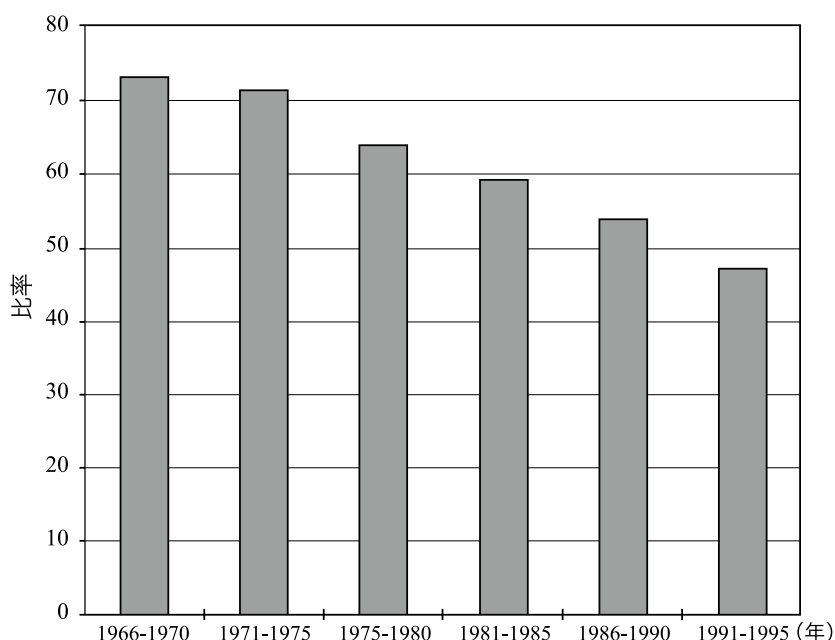


図 1-4 ベジタリアン栄養学論文の非栄養学誌に対する栄養学誌の比率

が見られました。1970 年代の伸長率は約 400% で、生物医学系文献中のベジタリアン栄養学に関するものは、10 万件中、5 件程度から 20 件となりました。

興味ある現象は、非栄養学誌に比べ、栄養学誌に掲載されたベジタリアン栄養学の総数の割合が、着実に減っていることです。非栄養学誌は、科学文献として、ベジタリアン栄養学記事の紙面を急速に伸ばしています。図 1-4 は、非栄養学誌に対する栄養学誌に掲載されたベジタリアン栄養学記事の割合を表しています。数字は、1966～77 年の 72:1 から、1991～1995 年の 47:1 と減少を示しています。

要約しますと、この研究は、20 世紀後半の 30 年で、科学文献中のベジタリアン栄養学の発表数の急激な増加が読み取れます。この増加は、絶対数と相対数の両方で生じていて、非栄養学誌に加え、栄養学誌でも見られました。科学文献中のベジタリアン栄養学論文の増加は、過去 30～40 年にわたって、疑いもなく、このテーマへの専門家の関心の増加が反映していま

す。さらに、栄養学誌でのベジタリアン栄養学論文数と割合は、非栄養学誌に比べ、下降線をたどっています。非栄養学誌は、生物医学系文献中でのベジタリアン栄養学論文の紙面を急激に拡大しています。これらの傾向は、科学者や戒律の専門家の間で、栄養学よりもベジタリアン栄養学への関心が増加していることで説明ができ、それは、栄養学者が非栄養学誌かあるいは両者に投稿する傾向でもあります。

サバテらは<sup>11)</sup> また、図書計数法を使って、ベジタリアン栄養学分野での科学的活動を定量化し評価しました。彼らは、特徴のあるものを選択的に評価するという手法に基づき、ベジタリアン栄養学での研究動向や質を評価することを試みました。いくつかの傾向がこれらの分析から浮かび上がりました。まず最初に、何年にもわたって、査読のある専門誌の中心を成していた研究論文は、難解な研究データが簡潔なデータに置き換わり、1990 年代にはベジタリアン栄養学論文の最も多くを占めていました。一方、投稿論文は少数派でした。次に、よりしっ

表 1-3 生物医学系文献中での、ベジタリアン栄養学論文の主要なテーマ (1966 年～ 1995 年)

|             | 全体 (%)     | 1966 ～ 1975 | 1976 ～ 1985 | 1986 ～ 1995 | p 値*  |
|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 栄養学的妥当性の問題  | 162 (29.7) | 14 (48.2)   | 66 (37.2)   | 82 (24.2)   | 0.001 |
| 栄養状態        | 78 (14.3)  | 9 (31)      | 29 (16.4)   | 40 (11.8)   | 0.006 |
| 欠乏による疾病     | 32 (5.9)   | 2 (6.9)     | 16 (9)      | 14 (4.1)    | 0.058 |
| ベジタリアン食の妥当性 | 41 (7.5)   | 3 (10.3)    | 16 (9)      | 22 (6.5)    | 0.241 |
| 成長と人体の計測    | 11 (2)     | 0           | 5 (2.8)     | 6 (1.8)     | 0.899 |
| 予防や治療への適用   | 210 (38.6) | 7 (24.1)    | 68 (38.5)   | 135 (40)    | 0.196 |
| リスク因子       | 123 (22.6) | 3 (10.3)    | 47 (26.6)   | 73 (21.6)   | 0.982 |
| 慢性疾患        | 38 (7)     | 2 (6.9)     | 9 (5.1)     | 27 (8)      | 0.333 |
| 医学的状态       | 49 (9)     | 2 (6.9)     | 12 (6.8)    | 35 (10.4)   | 0.575 |
| 複合テーマ**     | 40 (7.4)   | 0           | 10 (5.6)    | 30 (8.9)    | 0.044 |
| 指針と推奨       | 45 (8.3)   | 2 (6.9)     | 12 (6.8)    | 31 (9.2)    | 0.193 |
| その他         | 87 (16)    | 6 (20.7)    | 21 (11.9)   | 60 (17.8)   | 0.367 |
| 全体          | 544 (100)  | 29 (100)    | 177 (100)   | 338 (100)   |       |

\* 線形トレンドのカイ 2 乗検定, \*\* 上記テーマの 2 以上の組み合わせ

かりした研究方法が、脆弱な研究にとって代りました。1990 年代には、ベジタリアン食の臨床研究が一般的になり、症例研究はまれになりました。1960 年代は、実際はその反対でした。同じく、縦断的な疫学研究の科学的文献での論文は、今や、その数や比率において、やや力の弱い横断研究に取って代っています。

1966 年から 1995 年間の科学的文献として出版されたベジタリアン栄養学の主なテーマが、系統的に表 1-3 に示されています。これらの文献中に記載された割合は、年をまたいで変化し続けています。栄養状態や、欠乏症、ベジタリアン食の適切さ、または成長や身体測定の指標等の適切な栄養学的記事を扱ったものは、最初の 10 年間では、48% を示しました。しかし、年を経る毎に、その傾向は直線的に顕著に減少しました。リスク因子や慢性病、または他の医学的症状についての、ベジタリアン食の予防や治療の適用を扱った記事は、年を経る毎に増加しました。上記の二つ以上のテーマを組み合わせても、複数のテーマは、絶えず増加し、最後の 10 年間で、全体の 9% を示しました。この様に、ベジタリアン栄養研究の主要な焦点は、ずっと変化しています。1986 年～ 1995 年間で

出版された全てのベジタリアン栄養記事のうちの 40% は、ベジタリアン食の予防や治療の適用が主なテーマでしたが、それ以前の 20 年間は、ベジタリアン食の栄養学的な妥当性が主なテーマでした。

## 6. 結 論

多くのベジタリアンが存在し、しかも増加しているという事実は、様々な分野にいる健康専門家が、多様な食事行為に関係する健康リスクや利益を知るべきであることを要請しています。これらのベジタリアン食についての信頼できるデータが少ないことを考えると、ベジタリアンの特徴、つまり、彼らの実際の食事の方法や論理的根拠を明らかにする研究がもっと必要です。

1962 年までのベジタリアン栄養学に関連した科学的な文献は、雑誌に掲載されたものや書籍の章としての掲載は 100 未満でした。しかし、1966 年以降、ベジタリアン栄養学論文数と顕著な増加率が生物医学系論文で確認されてきました。ここ 10 年間で、ベジタリアン栄養学論文の発表率の堅実な増加は、ベジタリアン

食や栄養学に対する専門家の関心の増加に反映しています。ベジタリアン栄養学についての研究論文のタイプは、時代を超え、他の分野の科学的試みと似たような傾向と並行していて、観察的なものからより分析的なものへと進化を遂げてきました。発表されたベジタリアン栄養学論文の主要なテーマでの目を見張る変化は、人間栄養学におけるベジタリアン食の役割の変化

に代表されます。過去 30, 40 年の間に、ベジタリアン栄養学分野での科学的試みは、栄養学者や専門家が保持している探究心から、創造豊かな分野へと劇的に変化を遂げているので、様々な医学的症状に対する新しい解決法や慢性疾患に対する予防的解決法が発見されるかも知れません。(次号へつづく)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) Merriam Webster's Collegiate Dictionary 10th ed. Merriam-Webster, Inc.; Springfield, MA; 1309, 1993.
- 2) Weinsier R. Use of the term vegetarian, *Am J Clin Nutr* **71**(5);1211-12, 2000. Letter to the editor.
- 3) Willet W.C. Convergence of philosophy and science: the third international congress on vegetarian nutrition, *Am J Clin Nutr* **70**(3s):434s-438s, 1999.
- 4) Melina V., Davis B., Harrison V. *Becoming Vegetarian*, Book Publishing Co., Summertown, TN, 2, 1995.
- 5) Johnston P.K. Nutritional implication of vegetarian diets, in *Modern Nutrition in Health and Disease*, Shils M.E., Olson J.A., Shike M., Ross A.C., Eds., Williams & Wilkins, Baltimore, MD, 1756, 1999.
- 6) Vegetarian Times, Eds., *Vegetarian Times Vegetarian Beginner's Guide*, Macmillan, New York, 3, 1996.
- 7) The American Vegetarian: Coming of Age in the 90s-A study of the Vegetarian marketplace conducted for Vegetarian Times by Yankelovich, Skelly and White/Clancy, Shulman, Inc., 1992.
- 8) Stahler C. *Veg J*, **13**:6-9, 1994.
- 9) Grande S., Leckie S, Meat avoiders & casual vegetarians. Toronto Vegetarian Association Newsletter 5/6 1997.
- 10) Erhard D. The new vegetarians. *Nur Today*, **8**:4-12, 1973.
- 11) RealEAT Surveys(1984-1997). Gallup surveys into meat-eating and vegetarianism conducted for the RealEAT Company Ltd. London.
- 12) National Research Council, Eds., *Diet and Health*, National Academy Press, Washington, D.C., 42, 1989.
- 13) National Research Council, Eds., *Diet and Health*, National Academy Press, Washington, D.C., 76, 1989.
- 14) *Vegetarian Journal*, Eds., How many vegetarians are there?. *Veg J*. 5/6 2000.
- 15) *Vegetarian Journal*, Eds., How many vegetarians are there?. *Veg J*. 9/10, 1997.
- 16) *Vegetarian Journal*, Eds., How many people order vegetarian meals when eating out?, *Veg J*. 9/10, 1999.
- 17) Growing interest in vegetarianism among campus food services, *J Am Diet Assoc*, **94**:596, 1994.
- 18) White R., Frank E., Health effects and prevalence of vegetarianism. *West J Med*, **160**: 465-71, 1994.
- 19) Messina V.K., Burke K.I. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*, **97**: 1317-21, 1997.
- 20) Messina M., Messina V., Eds., *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, 17-78, 1996.
- 21) Hardinge M.G., Crooks, H. Non-flesh dietaries II . Scientific literature *J Am Diet Assoc*, **43**:550-8, 1963.
- 22) Sabate J., Duk A., Lee C.L. Publication trends of vegetarian nutrition articles in biomedical literature, 1996-1995 *Am J Clin Nutr*, **70**(s): 601S-7S, 1999.
- 23) Messina M., Messina V., Eds., *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, 6, 1996.

# 流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターによる オリーブ油の水中油型エマルジョンの調製

福崎 智司 (FUKUZAKI Satoshi) \*1    高橋 和宏 (TAKAHASHI Kazuhiro) \*1  
金光 伴積 (KANAMITSU Tomozumi) \*2    小野 温子 (ONO Atsuko) \*2

\*1 岡山県工業技術センター, \*2 株式会社化繊ノズル製作所

Key Words : 流れ収束型マイクロリアクター・水中油型エマルジョン・オリーブ油・食品乳化剤・表面改質

## 要 旨

流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターを用いて、オリーブ油の水中油型 (O/W) エマルジョンの調製を試みた。連続相には、食品乳化剤であるデカグリセリンラウリン酸エステル 0.5% 水溶液を用いた。O/W 液滴の形成を容易にするため、ステンレス鋼製マイクロ流路の底部プレートに対し、梨地加工とシリコン (Si) のイオンプレーティングを施し、超親水性と撥油性を示す表面に改質した。この梨地/Si 処理プレートを用いた場合、少なくとも 4 時間のリアクター運転において平均粒径 61.6  $\mu\text{m}$  の液滴が安定して形成された。一方、鏡面加工と Si 処理を組み合わせた場合は十分な撥油性が得られず、リアクター運転 10 分後には液滴の形成が不調となった。マイクロ流路の表面粗さと親水度の制御により、オリーブ油の O/W エマルジョンの安定した調製が可能となった。

## 1. 緒 言

近年、マイクロリアクターを利用した化学反応プロセスが注目を集めている。マイクロリアクターとは、化学反応を行うためのマイクロデバイスのことであり、微細流路 (マイクロ流路) の空間拘束性と流動特性、そして流路壁面と流体との相互作用を利用して、混合制御、界面制御、高速熱交換、滞留時間制御などの機能を引き出す装置の総称である。これまでに、有機合成や高分子合成の精緻化、過酷条件での安全反応操作、素反応の精密制御、そして液滴 (エマルジョン) やナノ粒子の調製を可能にする種々

の機能をもつマイクロリアクターが開発されている<sup>1)</sup>。

食品、医薬品、化粧品 の製造分野では、微細かつ単分散なエマルジョンの安定な製造が課題となっている。マイクロリアクターを適用する利点は、界面活性剤の存在下で、2 つの混ざり合わない液体をマイクロ流路内で合流させるだけで、一方の液体をマイクロあるいはナノサイズの液滴として他方の液体中に分散させることができることにある。従来、エマルジョンの調製を目的として流れ収束型マイクロリアクターを用いた研究が進められており、液滴径に及ぼす影響として連続相および分散相の液体の流速<sup>2-5)</sup> や粘性<sup>6)</sup>、マイクロ流路の形状<sup>5)</sup> が検

討されてきた。また、マイクロ流路は比界面積が非常に大きいため、流路表面と液体との相互作用が流動状態に大きな影響を及ぼすことになる。たとえば、連続相と分散相の二液混合流の場合、連続相の液体に対する流路表面の濡れ性を高め、分散相の液体の付着を抑制することがエマルション調製の継続的安定性を実現するために必要となる。

筆者らは、洗浄・殺菌によるマイクロリアクターの繰り返し使用を想定して、耐食性、耐薬品性、機械的強度、安全性を兼ね備えたステンレス鋼製 (SUS 316) マイクロリアクターの実用化に関する研究を進めている。これまでに、ステンレス鋼製マイクロ流路の濡れ性の制御方法として、親水化・疎水化処理、鏡面加工および梨地加工による表面粗さの制御に関する研究を行ってきた。そして、ドデカン / 界面活性剤 (ドデシル硫酸ナトリウム : SDS) 水溶液のモデル系において、水中油型 (O/W) エマルションの安定な調製のためには、マイクロ流路表面の親水化に加えて表面粗さを制御することが有効であることを報告した<sup>7)</sup>。また、洗浄・殺菌兼用の親水化処理方法として、ステンレス鋼を加熱条件下でオゾンガスと接触させることにより、表面が超親水化状態 (水の接触角  $< 5^\circ$ ) に改質され、表面の親水性を駆動力として水が流路内を自発的に流れることを実証した<sup>8,9)</sup>。このように、ステンレス鋼製マイクロ流路の水への濡れ性を適切に制御すれば、O/W エマルションの安定した調製が行えることが期待できる。

本研究では、流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターを用いて、オリーブ油 / 食品乳化剤水溶液の O/W エマルションの調製を試みた。ステンレス鋼のマイクロ流路の表面粗さは梨地加工により、親水性はシリコン (Si) のイオンプレーティングにより制御した。ここでは、梨地加工と Si コーティングによる親水化処理を組み合わせることにより、オリーブ油の O/

W エマルション調製のための安定したリアクター運転が行えることを報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験材料

水には超純水 (Gradient A10, Millipore) を、水に添加する乳化剤にはデカグリセリン라우リン酸エステル (L-10D; 三菱化学フーズ(株)) を用いた。O/W エマルション調製のための連続相には 0.5% L-10D 水溶液を、分散相にはオリーブ油 (鹿 1 級; 関東化学(株)) を用いた。

### 2.2 流れ収束型マイクロリアクターの構造

図 1 に、ステンレス鋼製のマイクロリアクター (TAPS-003; 株化織ノズル製作所) の構造を示す。マイクロリアクターは積層型の構造となっており、下層からボトムプレート、表面改質プレート、流路プレート、トッププレート、カバープレートより構成されている。マイクロ流路は、トッププレート (上面)、流路プレート (側面)、表面改質プレート (底面) で形成される空間となる。本研究では、エマルション

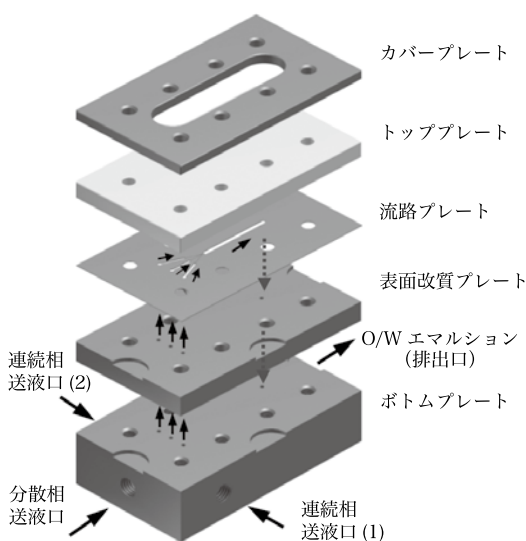


図 1 流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクター (TAPS-003) の構造

調製過程をマイクロ스코プで観察するため、トッププレートのみ石英ガラスとし、他のプレート材はステンレス鋼 (SUS 316) とした。ステンレス鋼表面改質プレートとして、鏡面加工 (平均粒度  $3\ \mu\text{m}$  の砥粒を用いて機械研磨) および梨地加工 (平均粒度  $16\ \mu\text{m}$  の砥粒を用いて手動研磨) を施したプレート、さらに親水化処理として Si イオンプレーティングを施したプレートを用いた。Si 処理プレートの表面は、Si と  $\text{SiO}_2$  で被覆されていた<sup>7)</sup>。

ボトムプレートの左右両端の 2 箇所が連続相の送液口、正面 1 箇所が分散相の送液口である。各液体は、表面改質プレート内部を鉛直方向に上向流で通過し、マイクロ流路内に送液される。マイクロ流路で形成した O/W の液滴は、流路の末端から表面改質プレート、ボトムプレートの順に鉛直方向に下向流で通過し、リアクターの出口から排出される。

図 2 に、マイクロ流路の形状とサイズの詳細を示す。流路プレートの厚さは  $50\ \mu\text{m}$  である。マイクロ流路は、3 本の流路から構成されており、中央の流路 (幅  $50\ \mu\text{m}$ ) から分散相のオリーブ油が流れ、両端の流路 (幅  $75\ \mu\text{m}$ ) から連続相の乳化剤水溶液が  $44^\circ$  の角度で挟み込むように流れる“流れ収束型”となっている。連続相と分散相の液体は、合流部 (幅  $200 \times$  長さ  $400\ \mu\text{m}$ ) を三相流 (水 / 油 / 水) で通過した後、流路幅の狭いノズル部 (幅  $50 \times$  長さ  $500\ \mu\text{m}$ ) に収縮されながら流入し、ノズル部の内部を伸長

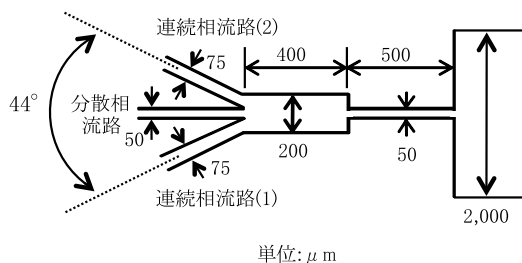


図2 微細機械加工で作製したマイクロ流路の構造 (TAPS-003)

して通過する過程またはノズル部から吐出する過程で O/W の液滴が形成される。

### 2.3 マイクロリアクターによる O/W エマルションの調製

連続相として 0.5% 乳化剤水溶液を  $1.0\ \text{ml/h}$  の流速で送液し、分散相としてオリーブ油を  $0.05\ \text{ml/h}$  の流速で送液した。各液体の送液には、シリンジポンプを用いた。送液を開始し、エマルションの調製が確認された直後 (0 時間) から 4 時間までエマルションの液滴の画像をマイクロ스코プで撮影した。撮影した画像中の  $100 \sim 200$  個の液滴の直径を計測し、液滴の平均粒径と変動係数 (標準偏差 / 平均粒径 ; CV) を算出した。

### 2.4 接触角および界面張力の測定

大気中でのステンレス鋼表面への水の接触角、水中でのステンレス鋼表面へのオリーブ油の接触角、および乳化剤水溶液とオリーブ油の界面張力の測定は、固液界面解析システム (Dropmaster 500; 協和界面科学(株)) を用いて測定した ( $25^\circ\text{C}$ )<sup>7)</sup>。測定は 1 試料あたり 2 ~ 5 回 ( $n=2 \sim 5$ ) 行った。

### 2.5 表面分析

ステンレス鋼の表面改質プレートの表面の観察には、走査型電子顕微鏡 (S-3400N; (株)日立製作所) を用いた。改質プレートの表面粗さのラインプロファイルにおける断面最大高さ (PV)、算術平均粗さ (Ra)、凹凸面の表面積が平滑面に比べて何倍になったか (表面積の増加) を示す粗化率 ( $r$ ) は、非接触表面形状測定装置 (New View 5032, Zygo) を用いて測定した<sup>7)</sup>。

## 3. 結果と考察

### 3.1 乳化剤による界面張力の低下

図 3 に、オリーブ油 / 水の界面張力に及ぼす乳化剤 (デカグリセリンラウリン酸エステル) の添加濃度の影響を示す。乳化剤無添加時の

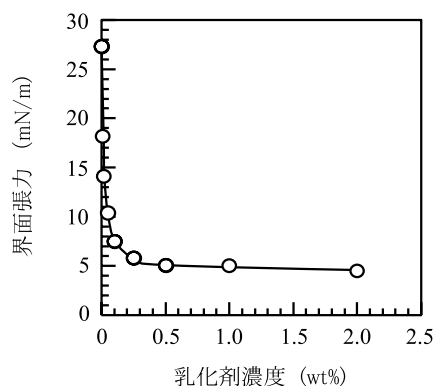


図3 オリーブ油 / 水の界面張力に及ぼす乳化剤の影響

界面張力は 27.2 mN/m であった。界面張力は、乳化剤の添加濃度の増加とともに徐々に低下し、0.5 wt% 以上で約 5 mN/m の最小値に達した。O/W エマルションの調製のためには、オリーブ油 / 水の界面張力を十分に低下させる最小限の乳化剤濃度に設定する方が効果的である。この結果から、エマルション調製には 0.5 wt% の乳化剤水溶液を用いた。

### 3.2 表面改質プレートの表面粗さ特性

図4に、各種ステンレス鋼表面改質プレートの電子顕微鏡写真を示す。鏡面加工の場合、平滑な表面構造に加工されていた。鏡面 / Si 処理では、鏡面加工の平滑性を維持したまま Si イオンプレーティング皮膜が形成されていることがわかった。一方、梨地加工の場合、明らかに表面粗さが付与されており、2  $\mu\text{m}$  以下の凹凸が表面に形成されていた。梨地 / Si 処理では、表面が若干ならかな凹凸に変化しているように見えた。

表1に、ステンレス鋼表面改質プレートの表面粗度パラメータを比較した。鏡面加工の

表1 ステンレス鋼改質プレートの表面粗さパラメータ

| ステンレス鋼プレート | PV                | Ra                | r    |
|------------|-------------------|-------------------|------|
|            | ( $\mu\text{m}$ ) | ( $\mu\text{m}$ ) | (—)  |
| 鏡面加工       | 0.028             | 0.004             | 1.00 |
| 鏡面 / Si 処理 | 0.031             | 0.004             | 1.00 |
| 梨地加工       | 2.14              | 0.3               | 1.26 |
| 梨地 / Si 処理 | 2.46              | 0.32              | 1.30 |

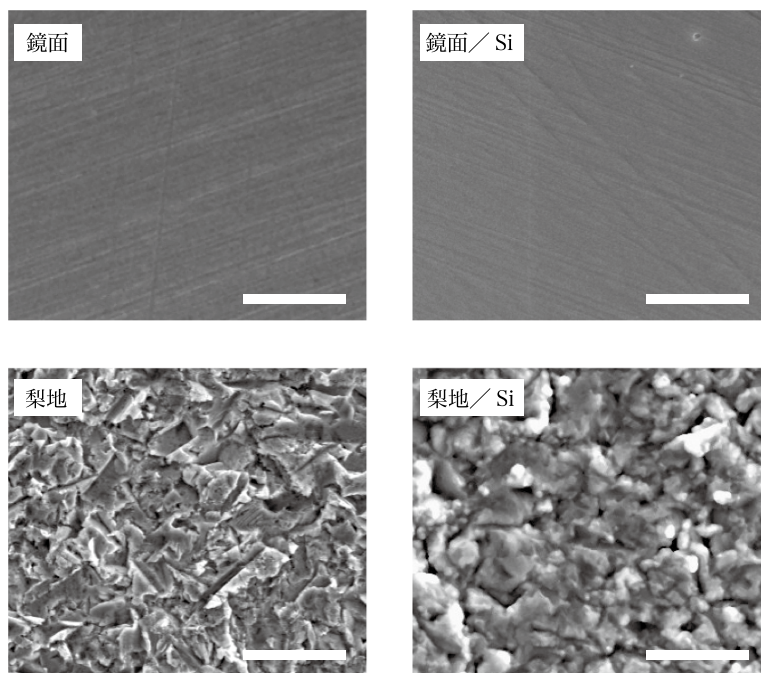


図4 ステンレス鋼表面改質プレートの走査型電子顕微鏡写真 (スケールバー: 10 $\mu\text{m}$ )

場合、PV は  $0.028\ \mu\text{m}$ 、Ra は  $0.004\ \mu\text{m}$ 、 $r$  は 1.00 であり、高い平滑性が得られていることが確認できた。また、鏡面 /Si 処理プレートにおいても各パラメータは鏡面加工と同等の数値であり、鏡面の平滑性を維持していた。梨地加工および梨地 /Si 処理の場合、PV は  $2.14\ \mu\text{m}$  および  $2.46\ \mu\text{m}$ 、Ra は  $0.33\ \mu\text{m}$  および  $0.32\ \mu\text{m}$  であり、ほぼ同等の凹凸をもつ表面であった。また、 $r$  は各々 1.26 および 1.30 であり、実表面積の増加割合もほぼ一致していた。

### 3.3 表面改質プレートの濡れ性

表 2 に、ステンレス鋼表面改質プレートに対する水およびオリーブ油の気中および水中接触角を示す。大気中での水の接触角は、親水性の指標となる。トッププレートである石英ガラスは、清浄な状態であれば高い親水性を示す固体表面であり、水の接触角は  $37^\circ$  であった。鏡面加工ステンレス鋼プレートに対する水の接触角は  $53.0^\circ$  であり、石英ガラスよりも水の濡れ性に劣っていた。鏡面 /Si 処理および梨地加工プレートに対する水の接触角は、各々  $28.6^\circ$  および  $39.8^\circ$  であり、ステンレス鋼の親水性度が Si イオンプレーティングや梨地加工による凹凸の付与により増加していることがわかった。さらに、梨地 /Si 処理プレートに対する水の接触角は  $3.0^\circ$  となった。このように、ステンレス鋼の凹凸の付与と Si イオンプレーティングの相乗効果により超親水性（水の接触角  $<5^\circ$ ）状態に改質された。

表 2 ステンレス鋼改質プレートに対する水およびオリーブ油の気中および水中接触角

| ステンレス鋼プレート | 接触角 ( $^\circ$ ) |               |
|------------|------------------|---------------|
|            | 水<br>(大気中)       | オリーブ油<br>(水中) |
| 鏡面加工       | 53.0             | 120           |
| 鏡面 / Si 処理 | 28.6             | 133           |
| 梨地加工       | 39.8             | 143           |
| 梨地 / Si 処理 | 3.0              | 付着せず          |

ステンレス鋼表面改質プレートに対するオリーブ油の水中接触角は、水中におけるオリーブ油とステンレス鋼との親和性の指標となり、接触角が  $0^\circ$  に近いほど親和性が高く、反対に  $180^\circ$  に近いほど親和性が低い（撥油性が高い）ことを示す。トッププレートである石英ガラスに対するオリーブ油の水中接触角は  $145^\circ$  であり、高い撥油性を示した。鏡面加工ステンレス鋼プレートに対するオリーブ油の水中接触角は  $127^\circ$  であり、石英ガラスよりも撥油性に劣っていた。オリーブ油の水中接触角は、鏡面 /Si 処理および梨地加工により各々  $133^\circ$  および  $143^\circ$  まで増加した。撥油性に対する効果は、Si イオンプレーティングよりも梨地加工による凹凸の付与の方が大きかった。さらに、梨地 /Si 処理プレートに対してはオリーブ油の液滴は付着しなくなり（接触角  $\approx 180^\circ$ ）、オリーブ油に対する撥油性は極めて大きくなっていた。

### 3.4 液滴の形成機構と梨地 /Si 処理プレートの採用

流れ収束型マイクロリアクターにおける液滴形成は、マイクロ流路のノズル部内部での連続相の液体による強い収縮流（逆流 / 渦流）により分散相の液体が毛管状に伸長し、その先端で液滴が球状にせん断されて起こるものと考えられている<sup>10, 11)</sup>。このときの液滴の形成は、連続相と分散相の液体間の界面張力や、流路底面からの分散相の剥離性の影響を受ける。筆者ら<sup>7)</sup>の研究では、ドデカン / SDS 水溶液の系において O/W エマルションが安定的に調製できる順列は、ステンレス鋼表面改質プレート（底部）に対するドデカンの水中接触角の大きさ（撥油性）に依存する結果が得られている。すなわち、ドデカンと流路底部との剥離性の持続には、水中でのドデカンに対する流路の撥油性が重要な因子として寄与していた。オリーブ油の密度は約  $0.91\ \text{g/ml}$  であり、ノズル部に流入すると比重差によりオリーブ油が流路内の上部に上昇し

乳化剤水溶液が流路の底部に下降する流れが生じる。そして、乳化剤溶液はオリーブ油 / ステンレス鋼改質プレートに浸入しオリーブ油を流路底部から剥離する。

以上のことから、連続相の媒体である水に対する親和性ならびに水中でのオリーブ油に対する撥油性が大きい梨地 / Si 処理ステンレス鋼プレートが、O/W エマルションの調製に有効であると考えられた。

### 3.5 マイクロリアクターによる O/W エマルションの調製

図 5 に、鏡面 / Si 処理プレートを用いてエマルション調製を行った場合のマイクロ流路内の液滴形成の様子を示す。マイクロリアクターの運転開始直後は液滴の調製が可能であったが、10 分後には液滴の形成が不調になり、連続相と分散相が三相流のままノズル部から吐出されるようになった。おそらくは、オリーブ油に対する鏡面 / Si 処理プレートの撥油性が不十

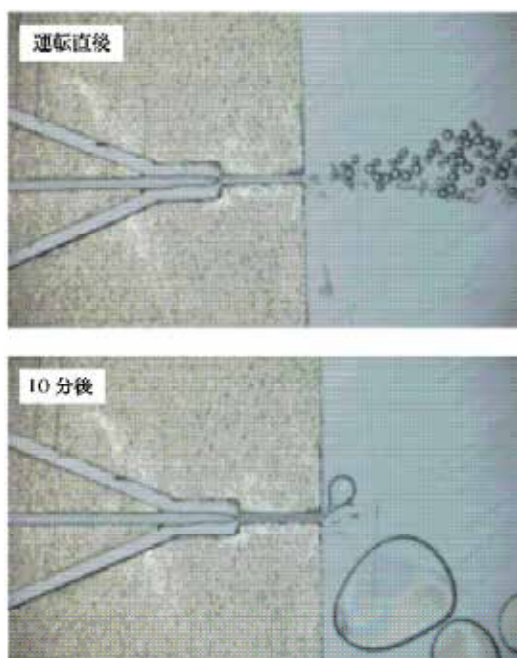


図 5 鏡面 / Si 処理プレートを用いた流れ収束型マイクロリアクターによるオリーブ油 O/W 液滴の形成能の不調

分なために、時間経過とともにオリーブ油の付着性がプレートの撥油性を上回り、液滴の形成が妨げられたと推測される。

図 6 は、梨地 / Si 処理プレートを用いてエマルション調製を行った場合の液滴形成の写真である。運転直後から安定して液滴が形成され、少なくとも運転 4 時間まではエマルションの調製が継続できた。これは、明らかに梨地 / Si 処理による撥油効果に起因するものである。オリーブ油と乳化剤水溶液は、合流部（幅 200 × 長さ 400 μm）を三相流（水 / 油 / 水）で通過し、

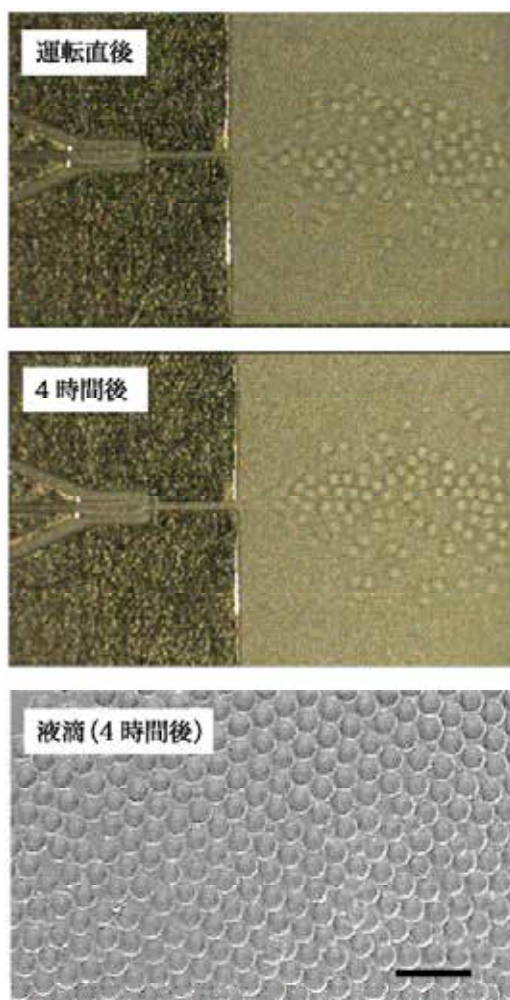


図 6 梨地 / Si 処理プレートを用いた流れ収束型マイクロリアクターによるオリーブ油 O/W 液滴の形成能の維持（スケールバー：200μm）

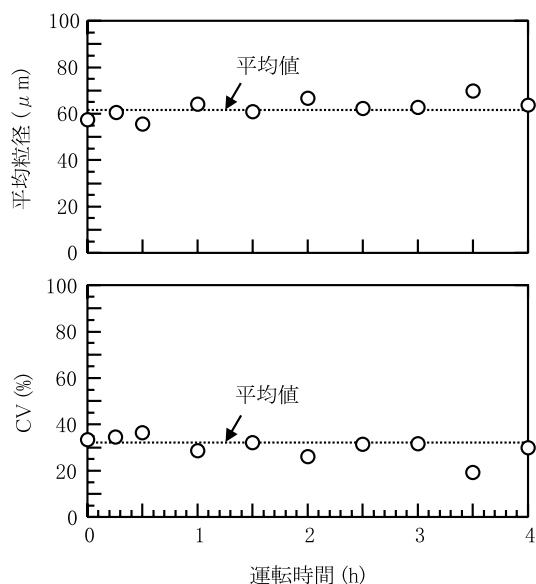


図7 梨地/Si プレートを用いた流れ収束型マイクロリアクターで調製したオリーブ油 O/W 液滴の粒径と変動係数の経時変化

ノズル部の入り口付近でオリーブ油が乳化剤水溶液に押し込まれるように収縮してノズル部に流入し、ノズル部の流路内で O/W 液滴が形成する様子が観察された。

運転4時間後に形成された液滴の写真を見ると(スケールバー:200 μm)、粒径60 μm程度の液滴が形成されていることがわかり、マイクロリアクターのノズル部の流路幅(50 μm)とほぼ同等であった。

図7に、梨地/Si処理プレートを用いたマイクロリアクターによるエマルション調製を行ったときの各経過時間における液滴の平均粒径およびCV値の経時変化を示す。4時間のエマルション調製運転において、液滴の平均粒径の変動は安定しており、総合的な粒径の平均

値は61.6 μmと算出された。CV値の平均値は32.3%と比較的高く、平均粒径から大きく外れる液滴の形成も見られた。

以前、本研究と同様に梨地/Si処理プレートを用いたマイクロリアクターでドデカン/SDS水溶液のO/Wエマルションを調製した系では、5時間の運転を通して液滴の平均粒径は40.1～40.9 μm、CV値は1.6～2.2%という単分散エマルションが得られた<sup>7)</sup>。液滴が形成される時のせん断力と粒径は、連続相/分散相の界面張力、分散相の粘度、流速に依存する。ドデカンの粘度は1.38 mPa・s(25℃)と小さく、SDS水溶液の収縮流によって容易にせん断される。一方、オリーブ油の粘度は81 mPa・s(25℃)と非常に大きいため、乳化剤水溶液によるせん断に対して抵抗性をもつ。これが、粒径のばらつきに反映されたのではないと思われる。今後、オリーブ油の単分散エマルションを調製するためには、流速や温度などの運転パラメータの最適化が必要である。

#### 4. 結 論

ステンレス鋼製マイクロ流路に対して、梨地加工による凹凸の付与とSiイオンプレーティングによる親水化の併用処理により、水に対する親和性の増加と水中でのオリーブ油に対する撥油性を創出した。流れ収束型マイクロリアクターの運転は、梨地/Si処理プレートを用いることにより安定化し、少なくとも4時間にわたりオリーブ油のO/Wエマルションの調製が可能となることが示された。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) Mae, K.: Advanced chemical processing using microspace. *Chem. Eng. Sci.*, **62**, 4842-4851, 2007.
- 2) Thorsen, R. W. Roberts, Arnold, F. H. *et al.*: Dynamic pattern formation in a vesicle-generating microfluidic device. *Phys. Rev. Lett.*, **86**, 4163-4166, 2001.
- 3) Anna, S. L., Bontoux, N., and Stone, H. A.: Formation of dispersions using “flow focusing” in microchannels. *Appl. Phys. Lett.*, **82**, 364-366, 2003.
- 4) Yobas, L., Martens, S., Ong, W.-L. *et al.*: High-performance flow-focusing geometry for spontaneous generation of monodispersed droplets. *Lab Chip.*, **6**, 1073-1079, 2006.
- 5) Tan, Y.- C., Cristini, V., and Lee, A.P.: *Sens. Actuators B*, **114**, 350-356, 2006.
- 6) Nie, Z., Seo, M., Xu, S. *et al.*: emulsification in a microfluidic flow-focusing device: effect of the viscosities of the liquids. *Microfluid Nanofluid*, **5**, 585-594, 2008.
- 7) 高橋和宏, 福崎智司: 流れ収束型ステンレス鋼製マイクロリアクターによる水中油型エマルションの調製のためのマイクロ流路の濡れ性の制御, 表面技術, **64**, 120-126, 2013.
- 8) 福崎智司, 高橋和宏, 山田貞子: マイクロ流路の表面改質技術と洗浄技術の開発, 都市エリア産学官連携促進事業岡山県南エリア共同研究報告書, 57-70, 2006.
- 9) Takahashi, K., and Fukuzaki, S.: Super-hydrophilicity of Stainless Steel Induced by Heat Treatment with Gaseous Ozone. *Ozone Sci. Eng.*, **34**, 315-321, 2012.
- 10) Zhou, C., Yue, P., and Feng, J. J.: Formation of simple and compound drops in microfluidic devices. *Phys. Fluids*, **18**, 092105-1 - 092105-14, 2006.
- 11) Utada, A.S., Lenceau, E., Link, D. R. *et al.*: Monodisperse double emulsions generated from a microcapillary device. *Science*, **308**: 537-541, 2005.

# 新製品と特許の係わり

宮部 正明 (MIYABE Masaaki) \*

\* 不二製油株式会社 知的財産室

---

Key Words：知的財産・低油分ホイップクリーム・新技術・商品開発

---

## はじめに

企業発展の原動力は、技術革新と市場創造だと言われている。

新技術を出発点として、製品開発、生産技術開発、営業戦略、知財戦略、これらを担う各々の部署が新製品を生むんだという強い意志でもって結集しチーム力として結実したとき、技術革新なり市場創造が生まれる。

市場として、ニッチな洋菓子業界において、約20年前の話になるが、このチーム力が発揮され、技術革新と市場創造を起こした新製品がある。それは植物性油脂であるパーム中融点油脂を利用した低油分ホイップクリームである。

この成功体験に基づいて、新製品と特許の係わりというテーマで開発と特許を随想し紹介することにする。

## 1. 低油分ホイップクリームとは

ホイップクリームは、油脂、蛋白質及び水を主成分とする水中油型乳化物であって、その平均油脂粒子径は0.5～5 $\mu$ mであり広大な界面を有している。

ホイップクリームは、液状のクリームを起泡して目的とする硬さに仕上げられ、その独特の食感と口溶け、芳醇な味わいと香りを有するが

故に、ケーキのデコレーション、ケーキやパフェのトッピング、シューやパンのフィリングにと幅広く使用されている。

ホイップクリームは、流動状態の乳化物でありホイップすることにより起泡状態を呈するものとなり、“ホイップ用クリーム”と呼ばれたりもする。これを泡立器具、または専用のミキサーを用いて空気を抱き込ませるように攪拌していくと、起泡状態を呈するものとなる。このように、ホイップクリームが起泡されることにより、油脂粒子表面の主に蛋白質と乳化剤で構成された界面膜の一部が破壊され、油脂粒子が互いに凝集し、ホイップ中の気泡に吸着し、蛋白質や乳化剤も作用して気泡が安定化される。そして、更に凝集した油脂粒子によって繋がれて水も包含したネットワーク構造を形成することによってしっかりとしたボディー感即ち硬さを持った起泡物となると考えられている。

ホイップクリームとしては、生クリーム、コンパウンドクリーム（生クリーム及び又は乳脂肪並びに植物性油脂）、植物性クリーム（植物性油脂）が用いられている。

これらのクリームに使用される油脂は、生クリームは乳脂肪だけからなる油脂であり、コンパウンドクリームは乳脂肪と他の植物性油脂の混合物であり、植物性クリームは植物性油脂で

あり、具体的には、ヤシ油、パーム核油などのラウリン系油脂やパーム油、菜種油、大豆油等の植物油及びこれらの硬化油、分別油、エステル交換油、さらにはこれらの混合油等が挙げられる。

従来、これらのクリームは、油脂分が45～47重量%のものが主流であったが、本稿で紹介する新製品の低油分ホイップクリームは油脂分が25重量%で、植物性油脂であるパーム中融点油脂を使用するものであり技術としては革新的であって、新しい嗜好の流れを創り出し洋菓子業界に新市場を創造した。

このクリームは、低温での固体脂含量の高い縦型油脂（パーム中融点油脂とラウリン系油脂）をクリームに利用した点で、特にパーム中融点油脂（対称型トリグリセリドの含有量の高い油脂）を活かした点が当時としては画期的な技術革新であった。この革新性については後述する。

このパーム中融点油脂とラウリン系油脂及び乳化技術並びに製造法としては冷却プロセスの制御という新生産技術により、ホイップクリームとしての困難性の高い、起泡前の保存又は輸送中には安定な乳化を保持しながら、起泡に際しては、乳化の破壊も適度に起こさなければならぬという相矛盾する課題を克服することに成功した。

出来上がった起泡物は、口溶けの良さ、冷感、軽い食感と芳醇な味、物性としては保形性に優れたものであり、洋菓子市場で広く認められ、短期間で大きな成果を上げ新市場を形成した。

パーム中融点油脂は、対称型トリグリセリドのPOP成分（P:パルミチン酸、O:オレイン酸）を高純度を含む分別油脂であって、従来クリームへの利用が難しいと考えられていたか、又は利用さえ考えられなかった原料である。

というのは、対称型トリグリセリドは結晶が粗大化し易く、グレーニングも発生し易く、クリームの乳化が破壊され易く、乳化が不安定に

なるという現象があったためである。

新技術としては油脂粒子の結晶化制御技術であり、この技術を駆使することにより、パーム中融点油脂をクリームに活かし、全く新しい技術革新型新製品を創造した。尚従来のクリームに使用されていた乳脂肪、植物性硬化油脂、エステル交換油脂は、トリグリセリド種としては多種類を含んだものである。これに対してパーム中融点油脂は分別油脂であり、POP成分を高純度を含み、トリグリセリド種としては少なく、従来のこれらの油脂とは大きく異なったものである。

その具体的な内容は、代表的な二つの特許公報<sup>1,2)</sup>において表現されており後述する。

そして、パーム中融点油脂は、パーム油を分別して得られたものであり、低融点成分含有量が低く、常温で固体状の白色を呈した油脂である。

昨今問題となっている蛍光灯下でのクリームの光劣化に対して、光を吸収する微量成分が少ないため光劣化耐性が強いという特徴も有する。

この光劣化耐性と低油分であるが故の低カロリー化は、今後益々社会的ニーズが高まることが予想され、その需要が増すものと考えられる。このパーム中融点油脂はトランス酸を含まない点においても健康に配慮された食品用途に適したものである。

## 2. 新技術としての油脂粒子の結晶化制御技術

先に、低油分ホイップクリームは、油脂粒子の結晶化技術を駆使することにより、パーム中融点油脂をクリームに活かし、全く新しく創造した技術革新型新製品であると述べた。

低油分ホイップクリームにおける革新性とは、正に油脂粒子の結晶化制御技術と言える。

筆者<sup>3)</sup>は、油脂粒子の結晶化について、「クリーム中の油脂結晶の物性とその機能」の中で次のように述べた。

「油脂が冷却によって結晶化する場合、油脂と接する界面の違いにより結晶化の仕方が異なると考えられる。クリームの場合は、油脂/水界面の存在下で油脂の結晶化が起るので、結晶化は油脂粒子の界面に油脂成分の中で、高融点油脂や極性の高い成分が優先的に界面に配向する形で結晶化していくと考えられる。Fribergは、油脂/水界面での油脂の存在位置による乳化の安定性を論じており、油脂結晶の粗大化と油脂の配向が安定性と大きく係わっていると述べている。油脂の結晶化が生じた場合の乳化安定と破壊のモデル図を図—5に示した。

結晶の成長については、油脂/水界面は油脂/空気よりも核発生速度は速く、成長速度は遅いことが確認されている。その成長の仕方は油脂の種類や冷却速度により異なる。いずれにしても油脂の種類と冷却方法によりパターンが異なる以上、その油脂に最適な冷却プロセスを考える必要がある。そのなかで考慮に入れなければならない因子として、次のことが考えられる。①粒子サイズ、②油脂の結晶化速度、③乳化剤、タンパク質の界面での吸着、④クリームの流れ、⑤クリーミング、⑥油脂組成、⑦固体脂と液体油のバランス、⑧結晶性質」

又、藤田<sup>4)</sup>は、「食品エマルションの安定性に影響する因子、油脂と蛋白質」の中で次のように述べている。

「油脂の脂肪酸組成は、乳脂のように多様なものから、ココアバターのように単純なものまでである。油脂の脂肪酸組成が単純なものでは、粗大な結晶を作りやすい。脂肪酸が長短、多種類であり、トリグリセリド組成が複雑なほど細かい結晶を得やすい。油脂は急冷するほど結晶が細くなるので、加熱下で乳化したエマルションは直ちに冷却すべきである。また、油脂には保存中に結晶形が変化しやすいものがある。結晶の粗大化防止には、油脂のトリグリセリド組成を、油脂混合などで多様化させるとよ

い。乳脂からは安定性の良いエマルションを作りやすいが、それには二つの主な理由がある。その第一は酪酸のついた親水性のあるトリグリセリドの存在であり、第二は極めて多様なトリグリセリドからなる乳脂は、微細な結晶を作り $\beta'$ 結晶が維持されやすい点である。

融解した油脂の物理的性状は大差がない。しかし、結晶を含む油脂の性質は油脂の種類によって異なり、それには固体脂含量(SFC)が重要である。食用固体脂は一見固体のように見えても、通常の使用温度では、連続相の液体油と結晶した油脂の混合物である。油脂のSFC曲線の傾斜が大きいものほど、温度変化で結晶・融解が起きやすく、エマルションは不安定になる。油脂は結晶核になる不純物を多く含むほど結晶しやすく、モノグリセリドやショ糖ポリエステルなど油溶性の乳化剤を含む油脂は、細かい結晶になりやすい。

エマルションの油滴とバルク(容器中などで塊または液状の)油脂では、冷却時の結晶成長の様相が異なる。バルク油脂では、過冷却が起こりにくく、結晶核は一樣でなく、出来た結晶が次の結晶成長を促進する。エマルションでは、個々の油滴は連絡がないため、油滴中で個別的に結晶化が起こる。油滴では過冷却が起こりやすく、分子衝突から一樣な結晶核ができ、急速に結晶化が進む。また、エマルションの粒径が小さいほど、結晶化する温度が低下する。乳脂やパーム油は、バルクでは冷却で $\alpha$ 結晶ができ20分程度で $\beta'$ 結晶に移り始めるが、エマルションでは結晶転移開始までに90～120分間を要する。パーム核油では、バルク、エマルション共に、 $\beta'$ 結晶ができ、 $\alpha$ 結晶が認められない。個々のエマルション粒子内で、固体脂が結晶化することで変形が起こり、表面に出た油脂結晶による凝集が促進される(図1.5参照)。」

そして、佐藤ら<sup>5)</sup>は、「エマルションの不安定化と脂質の結晶化」の中で次のように述べて

いる。

「図 6.17 に、脂質の結晶化が引き起こす O/W エマルション中の油滴粒子の凝集と合一のモデルを示す。室温で半固体状となる油相を含む O/W エマルションは、脂質が完全に融解している温度から高融点脂質の融点以下に温度が低下すると、油滴粒子の内部で高融点脂質の結晶核形成が起こる。具体的には、ホイップクリーム用の O/W エマルションを室温まで冷却した場合、アイスクリームミックスを冷蔵した場合、さらにはマヨネーズを冷凍した場合がそれに該当する。ただし、マヨネーズの冷凍の場合は、脂質だけでなく水も結晶化することを想定しなければならない。

冷却によって過冷却状態になった高融点脂質は、バルク状態の場合と同様に、結晶核形成（図 6.17 (b)）に引き続いて結晶成長が進行するが、油滴内部で成長した脂質結晶の大きさが一定のサイズを超えると、油水界面より突き出て水相に脂質結晶が露出する頻度が急激に高まる（図 6.17 (c)）。後述するように、半固体状の油相からなる O/W エマルションでは頻繁に図 6.17 (c) のモルフォロジーが観察される。実際に証明することは難しいが、水相に露出した脂質結晶の表面には界面活性物質が吸着していると思われる。水相に分散した油滴粒子の衝突頻度と凝集効率が、脂質が液状の場合と結晶化した場合で変わらなるとすれば、粒子間の衝突が発生したあと、脂質結晶が隣り合う油滴粒子を架橋して、脂質結晶を介在した部分合一が発生する（図 6.17 (d)）。エマルションの温度が高融点脂質の融点以下に保持された状態で、図 6.17 (d) で示した部分合一が一部の油滴粒子間に限られていれば、エマルションの流動性は維持される。しかし、図 6.17 (c) で示した脂質結晶のモルフォロジー変化が油滴粒子全体で生じて、結晶が介在する部分合一がエマルション全体に伝播すれば、エマルションの流動性は失われ、展延

性やホイップ性などの機能性が失われる（エマルションのゲル化）。

そして、森<sup>6)</sup>は、低油分ホイップクリーム中の油脂粒子の結晶化制御技術について、「製造業の若手研究者へ＝イノベーションの考え方＝」の中で次のように述べている。

「お菓子のコーティングやトッピングに利用されるホイップされたクリームは、O/W エマルションであり、油が多くなると“こく”を増す利点があるが、使用される油脂の種類によってはオイリーな食感を与える弱点がある。パーム中融点部（POP）のような固体脂は食した時に液体油で感じるオイリー感が少ない特徴を持っているが、固化するときにかかる結晶の多形転移によってエマルションを破壊する傾向があった。筆者らは混晶を形成しない性質とエマルションの界面への油脂の配向性及びそれぞれのトリグリセリドの結晶化に要する時間の差を利用して鎖長の大きく異なるラウリン系油脂とオイリーな食感を与えないチョコレートに利用されている POP というシャープな融解性状を持つ油脂との混合で“こく味”がありながらオイリーな感じを与えないホイップ用クリームの開発に成功した。図－9 に口溶けの良い POP 成分を 90%、鎖長の異なった 1 ブチル 2,3 ジパルミチン（PPC4）を 10% 配合したものとしなかったもの 2 種類の混合油脂で作成したエマルションの保存中の安定性を保存中に分離した遊離脂肪量で測定した結果を示した。エマルションは、破壊されれば水と油に分離し、軽い油層は上層に浮き上がるので、分離した油分を測定すればエマルションの安定性を測定することが出来る。結果から明らかなように、PPC4 が添加されない場合にはエージング初日に破壊が起こり 60% 以上の油脂が分離してしまうが、PPC4 を配合した場合にはエマルションは破壊されず安定していた。これは、最初に記したように脂肪酸鎖長の短い PPC4 とシャープな

融解性状を持つ油脂は脂肪酸の鎖長が大きく異なっているので混晶を作らずそれぞれ独立して結晶化することと、乳化系の界面には親水性のPPC4が短鎖のブチル鎖(C4)を水側に、長鎖のパルミチン鎖(P)油層側に配向した層を形成して油滴の内部にシャープな融解性状を持つPOPを閉じ込めてエマルションを完成させたことによるものであった。これなどは、混ざらないという欠点を逆に利用した開発と言える。」

上記のように、エマルション粒子中の油脂結晶挙動を解析、考察することにより、従来は困難であった、パーム中融点油脂のクリームへの利用が可能となり、パーム中融点油脂の結晶化制御技術が確立されたと言える。

### 3. 新製品と特許

低油分ホイップクリームのような新製品開発においては、研究開発テーマの設定、基礎技術開発、製造技術開発という一連のプロセスの中で、各ステージにおいて生まれるアイデアを発掘し、特許出願し基本的特許とその周辺特許というように強い特許網を構築することが理想的であり、これが特許戦略であると言える。

しかしながら、多くの場合、技術的成果が顕在化してから特許明細書の作成が開始されることが多い。

特許明細書の作成に当たっては、最低限以下のことを考慮する必要がある。

- 発明の本質を正確に把握している。
- 広い権利範囲の取得に努める。
- クレーム解釈として明確であること。
- クレーム対象が自社製品をカバーし、自社製品を防衛していること。
- 権利行使に支障が生じないこと。
- 侵害品の分析が容易であり、侵害品の発見と侵害品の立証が容易であること。
- 特許回避が難しいこと。

先に述べた低油分ホイップクリームの代表的な二つの特許公報を紹介する。

一つは特許2689816号公報あり、内容としては発明の名称はクリーム用油脂及びそれを使用した低油分クリームであり、課題は低油分であっても乳化剤を選択し多量使用する必要がなく、ホイップした後のオーバーラン、造花性などが良好で、常温での耐性があり、かつ風味、口溶けも極めて良い低油分クリームと、それを構成するクリーム用油脂を提供する点にある。

特許請求の範囲は、〔請求項1〕油脂中にSUS型トリグリセリドを25%以上、ラウリン系油脂を5～60%含み、SFCが5℃で50%以上、15℃で40%以上であるクリーム用油脂、〔請求項2〕請求項1記載のクリーム用油脂を使用してなる、油分が40%以下の低油分クリーム、〔請求項3〕SUS型トリグリセリドがパーム中融点部に由来する、請求項1記載のクリーム用油脂、〔請求項4〕乳化剤としてジアセチル酒石酸モノグリセリドを使用してなる、請求項2記載の低油分クリーム、である。

もう一つは特許2689820号公報であり、内容としては発明の名称は低油分クリーム及びその製造法であり、課題は先の発明によって、物性、食感の改善された低油分クリームが得られた。さらに、これに生クリームの風味、コク味を付与する目的で、乳脂や生クリームを原料中に加えると、それらの加配量が増すにつれて、ホイップ後のクリームの保形性や、造花性が低下してくるなど先の発明の効果が減じることがわかった。この発明が解決しようとする課題は、乳脂肪含有の低油分クリームであっても、良好にホイップでき、ホイップした後のオーバーラン、造花性などが良好で、常温での耐性があり、かつ生クリームのもつ良好な風味、コク味の付与された低油分クリームとその製造法を提供する点にある。

特許請求の範囲は、〔請求項1〕油脂中に SUS 型トリグリセリドを 25% 以上、ラウリン系油脂を 5 ～ 60% 含む乳化物 (A) と、乳脂含有乳化物 (B) を混合することを特徴とする低油分クリームの製造法、〔請求項2〕全クリーム中の油分が 40% 以下である請求項1記載の低油分クリームの製造法、〔請求項3〕全油脂中に SUS 型トリグリセリドを 10 ～ 70%、ラウリン系油脂を 2 ～ 45%、乳脂を 10 ～ 75% 含有する低油分クリーム、である。

上述した二つの特許公報は、特許請求の範囲の文言が明確であることから、権利範囲も明確である。

そしてクリームからの油分の分析、油脂抽出及びトリグリセリド種の分析も容易であり、権利範囲の侵害があれば、立証が容易である。更に先駆的発明であったので、広い権利範囲を取得することが出来たと考えられる。

#### 4. 先駆的発明であることの証明

低油分ホイップクリームの代表的な二つの特許公報は、特許 2 6 8 9 8 1 6 号公報と特許 2 6 8 9 8 2 0 号公報である。特許 2 6 8 9 8 1 6 号公報の公開公報は特開平 5 - 2 1 9 8 8 7 であり、特許 2 6 8 9 8 2 0 号公報の公開公報は特開平 5 - 3 2 8 9 2 8 である。これらの特許が如何に先駆的発明であったかを証明するため、これら二つの発明の特許出願日 (優先日) 以前、約 10 年前から昨年 2012 年末までの期間で、低油分ホイップクリームに関する特許出願状況を調べた。

検索方法としては、データベースは New クライアント・サーバ System (NCSS) を使用し、公報種別としては公開公報、公表公報、再公表公報 (先行再公表公報を含む：国際公開公報) で、検索期間は公開日で、1 9 8 3 0 1 0 1 ～ 2 0 1 2 1 2 3 1 の 30 年間、検索条件と

しては、(全文の語句：クリーム + 水中油型乳化物 + O/W) × (全文の語句：パーム中融点 + 対称型トリグリセリド + SUS) × (IPC：A23C\* + A23D\* + A23L\*) で結果として、252 件の公報を抽出することが出来た。因みに、(全文の語句：クリーム + 水中油型乳化物 + O/W) で 144127 件、(全文の語句：パーム中融点 + 対称型トリグリセリド + SUS) で 135290 件、(IPC：A23C\* + A23D\* + A23L\*) で 87800 件であった。

当然ながら、抽出された 252 件の公報の中に特開平 5 - 2 1 9 8 8 7 と特開平 5 - 3 2 8 9 2 8 が含まれていた。

これら全ての公報を精読し読み込み、熟考することによって、個々の公報の発明の本質の把握に努めた。更に先の二つの公報との関連についても精査した。

そして、特開平 5 - 2 1 9 8 8 7 及び特開平 5 - 3 2 8 9 2 8 が先願発明であることを再確認できた。

又、特開平 5 - 2 1 9 8 8 7 及び特開平 5 - 3 2 8 9 2 8 を利用発明とする 10 件の公報があり、これらは特開平 7 - 2 3 7 1 1<sup>7)</sup>、特開平 7 - 1 8 4 5 7 7<sup>8)</sup>、特開平 7 - 2 6 4 9 8 3<sup>9)</sup>、特開平 8 - 2 0 5<sup>10)</sup>、特開平 8 - 7 0 8 0 7<sup>11)</sup>、特開平 1 1 - 5 6 2 8 2<sup>12)</sup>、特開平 1 1 - 1 9 6 8 0 2<sup>13)</sup>、特開 2 0 0 0 - 4 1 6 0 9<sup>14)</sup>、特開 2 0 0 1 - 3 7 4 1 7<sup>15)</sup>、特開 2 0 0 6 - 6 1 2 0<sup>16)</sup> であった。

そして、特開平 5 - 2 1 9 8 8 7 及び特開平 5 - 3 2 8 9 2 8 を先行技術文献として引用した公報は、24 件であり、これらは特開平 8 - 8 9 1 9 6<sup>17)</sup>、特開平 8 - 1 1 6 9 0 2<sup>18)</sup>、特開平 8 - 2 5 6 7 1 6<sup>19)</sup>、特開平 8 - 2 5 6 7 1 7<sup>20)</sup>、特開平 1 1 - 5 6 2 8 3<sup>21)</sup>、特開 2 0 0 2 - 1 7 2 5 6<sup>22)</sup>、特開 2 0 0 2 - 1 7 2 5 7<sup>23)</sup>、特開 2 0 0 2 - 3 4 4 5 0<sup>24)</sup>、WO 2 0 0 4 / 4 1 0 0 2<sup>25)</sup>、特開 2 0 0 6 -

254805<sup>26)</sup>, WO2009/25123<sup>27)</sup>, 特開2009-189246<sup>28)</sup>, 特開2010-51231<sup>29)</sup>, 特開2010-68716<sup>30)</sup>, 特開2010-75071<sup>31)</sup>, WO2010/95408<sup>32)</sup>, 特開2010-193811<sup>33)</sup>, 特開2010-207190<sup>34)</sup>, 特開2011-83195<sup>35)</sup>, 特開2011-103809<sup>36)</sup>, WO2011/77975<sup>37)</sup>, WO2011/158909<sup>38)</sup>, WO2012/8603<sup>39)</sup>, WO2012/74008<sup>40)</sup>であった。

これらの公報の中から、低油分ホイップクリームの内容を客観的に捉えた9件の特許明細書を紹介する。

特開平8-89196号公報<sup>17)</sup>の段落番号〔0005〕に、「さらに特開平5-219887号, 特開平5-328928号ではクリームにSUS型トリグリセリドとラウリン系油脂を用い, SUS型トリグリセリドとラウリン系油脂の量, およびSFCを規定したクリームが開示されている。しかし, SUS型トリグリセリドとラウリン系油脂は, 結晶化速度, 結晶の性状が大きく異なるため, これらの公報に開示されているように両者を混合し, 安定な品質のクリームを得るためには, クリームを製造する際の冷却に微妙なコントロールが要求され, 且つエージングに長時間が必要となり, 生産性が低下するという問題を含んでいる。」が記載されている。

又, 特開2000-41609号公報<sup>14)</sup>の段落番号〔0004〕〔課題を解決するための手段〕に, 「ホイップクリームの保型性能と口溶けは, 主に使用される油脂の融解挙動, 即ち各温度における油脂結晶量に左右される[油脂, 37(1), 74-81(1984)]。その為, 保型性及び口溶けを向上させるために, 従来は, ホイップ時の温度(5~10℃付近)で結晶量が高く, 体温付近でよりシャープに融解する油脂

の設計に主眼が置かれ, このため, 自ずと耐熱保型性と口溶けの両立化には限界があった。そこで, 本発明者らは, 体温付近での結晶量がある程度高くとも, 一旦口内に入れて食した時には口溶けの良い感触の得られる油脂に着目した結果, ラウリン系油脂及び/又はラウリン系油脂を主成分とするエステル交換油脂に特定量のSUS型トリグリセリド(対称型油脂)を混在させた時に, 口内で優れた冷涼感を発現し, この冷涼感により口溶けの良さとサッパリさを得ることができることを見出した。更に, ラウリン系油脂及び/又はラウリン系油脂を主成分とするエステル交換油脂中に特定脂肪酸組成を有するジグリセリドを混在させると, 口溶け感を変えずにさらに保型性を高めることを見出し, 本発明を完成するに至った。」が記載されている。

そして, 特開2002-17256号公報<sup>22)</sup>の段落番号〔0002〕に, 「ホイップクリームにおいて, 口溶けの良さや冷涼感と, 耐熱保型性や耐熱離水安定性は相反する性能である。これらを両立させるために従来のホイップクリームではSFC(固体脂含有指数)のシャープなラウリン系油脂が使用されているが, 多量に使用するとホイップ後のクリームが経時的に硬くなるシマリ現象が生じ易く, また乳化安定性が悪く, ボテ易いクリームとなる欠点があった。」が記載され, 段落番号〔0003〕に, 「そこで, ラウリン系油脂とSUS型トリグリセリドを併用することにより, 上記の欠点を改善する方法が提案された(特許第268920号公報)。しかしながら, この方法では, 口溶けの良さと耐熱保型性良さの両立の点で不十分であり, 満足し得るものではなかった。」が記載されている。

又, 特開2006-6120号公報<sup>16)</sup>の特許請求の範囲請求項1に, 「グリセリンの1位及び3位に飽和脂肪酸(S)が配位し, 2位に

不飽和脂肪酸 (U) が配位した SUS 型トリグリセリドを含む SUS 系油脂 (AX) 30 ~ 70 質量 % と、ラウリン型トリグリセリドを含むラウリン系油脂 (AY) 70 ~ 30 質量 % とを含む油相 (A) 30 ~ 55 質量部と、水相 (B) 70 ~ 45 質量部とが乳化状態にあり、かつ、乳清蛋白質 (C) 0.2 ~ 0.6 質量部、及び卵黄又はその加工物 (D) を含む (組成物総量が 100 質量部) ことを特徴とする起泡性乳化組成物。」が記載されている。

そして、特開 2009-189246 号公報<sup>28)</sup>の段落番号 [0003] に、「乳脂を含有する水中油型乳化物については、次のような先行文献がある。特許文献 1 には、SUS 型トリグリセリドに富む油脂とラウリン系油脂を含む乳化物 (A) と、乳脂含有乳化物 (B) を混合する低油分クリームの製造法が記載されている。特許文献 1 の課題を解決するための手段の項には、全原料を合一的に乳化するのではなく、上記特定油脂の乳化物 (乳化物 (A)) と生クリーム (乳脂含有乳化物 (B)) とを別個に調製した後、混合すること、すなわち互いの油滴粒子がほとんど一体化しないことにより、ホイップ性が良好で、常温耐性に優れ、口溶けがよく、かつ、風味、コク味とも天然の生クリームに劣らない低油分クリームが作成できたことが記載されている。

このように 2 つの乳化物を別個に調製した後、両者を混合するという特許文献 1 に記載の製造法は、工程が煩雑であるという欠点がある。特許文献 1 に記載の製造法において、全原料を合一的に乳化すると、得られた乳化物の安定性が悪く、乳化物が増粘してしまう。この理由は定かではないが、経験的に乳化物に部分硬化油を用いているためであると考えられている。」が記載されている。ここでの特許文献 1 は特開平 5-328928 号公報である。

又、特開 2010-68716 号公報<sup>30)</sup>の段落番号 [0002] に、「従来より、生クリー

ムの代替として動植物油脂を乳化した水中油型乳化物における油脂としては、乳化物の安定性、ホイップ時の保形性、口どけを考慮して硬化油が用いられていた。しかしながら、近年、硬化油は健康に悪影響を及ぼす虞が指摘されているトランス酸を多く含むことが問題となり、硬化油の代替として SUS 型 (S は飽和脂肪酸、U は不飽和脂肪酸) トリグリセリドを含むパーム油等の油脂が注目されている。しかし、これらの油脂は、SUS 型トリグリセリドの特異的な結晶化挙動により、結晶の粗大化や結晶化の遅延などの問題があり、これらが油脂製品に悪影響を与えている。特にこれらの油脂を使用した水中油型乳化物では、SUS 型トリグリセリドの粗大結晶や結晶化の遅延が、製造中、エージング中での水中油型乳化物の破壊などを引き起こす原因となっている。また、ホイップクリームでは、上記の製造中、エージング中での問題に加え、その油脂結晶の状態が乳化物をホイップする際のホイップ時間、ホイップクリームの食感、保形性、保水性等に影響を及ぼす。そのため、SUS 型トリグリセリドを含有する食用油脂を用いた水中油型乳化物の安定性やホイップ性、製品の物性を良好にするために、SUS 型トリグリセリドとラウリン系油脂の特定量を組合わせ、SFC を特定値としたクリーム用油脂 (特許文献 1)、実質的に HLB が 8.5 以下の乳化剤であり、ポリグリセリン脂肪酸エステルをクリーム中に 0.1 ~ 0.4% 添加したクリーム (特許文献 2) が提案されている。」が記載されている。ここでの特許文献 1 は特開平 5-219887 号公報である。

そして、WO 2011/158909 号公報<sup>38)</sup>の段落番号 [0006] に、「トランス脂肪酸を実質上含有しない起泡性水中油型乳化物としては、ラウリン系油脂とパーム油の中融点分別油とを併用したタイプ等が考案されている (例えば、特許文献 4, 5 参照)。しかしなが

ら、ラウリン系油脂とパーム油の中融点分別油とを併用して得られる起泡性水中油型乳化物は油脂配合のバランスに特に注意が必要であった。また、油脂結晶を析出させる冷却・エージング工程の微妙な変化が乳化安定性等の品質に大きく影響するので、厳密な工程管理を必要とするものであった。」が記載されている。ここに記載されている特許文献4は特開平5-219887号公報である。

又、WO2012/8603号公報<sup>39)</sup>の段落番号〔0008〕に、「また、これまでにホイップ後の硬さの経時的な変化の抑制については検討がなされており、油脂中にSUS型トリグリセリドとラウリン系油脂とを含むライトクリーム用油脂が提案されている（特許文献4）。このクリーム用油脂から得られるホイップドクリームは、ホイップ後の硬さの経時的な変化の抑制は問題ないものの、原液温度が数度上昇すると含気が不十分なためオーバーランが低下し、通常のホイップ性が失われるために、温度管理が厳密となり扱い難いものであった。」が記載されている。ここでの特許文献4は特開平5-219887号公報である。

そして、WO2012/74008号公報<sup>40)</sup>の段落番号〔0006〕にも、「トランス脂肪酸を実質上含有しない起泡性水中油型乳化物としては、ラウリン系油脂とパーム油の中融点分別油とを併用したタイプ等が考案されている（例えば、特許文献4、5参照）。しかしながら、ラウリン系油脂とパーム油の中融点分別

油とを併用して得られる起泡性水中油型乳化物は油脂配合のバランスに特に注意が必要であった。また、油脂結晶を析出させる冷却・エージング工程の微妙な変化が乳化安定性等の品質に大きく影響するので、厳密な工程管理を必要とするものであった。」が記載されている。ここに記載されている特許文献4は特開平5-219887号公報である。

上記のように、多数の「低油分ホイップクリーム」の後願特許の先行技術として引用されていることから明らかなように、特許2689816号公報と特許2689820号公報が広く注目を浴びた先駆的特許であったと言える。

#### おわりに

新製品開発の随想として、約20年前の新製品である低油分ホイップクリームについて、新製品と特許の係わりということで紹介した。

特許法第一条に、この法律は、発明の保護及び利用を図ることにより、発明を奨励し、もって産業の発達に寄与することを目的とする、と記載されている。

すなわち、特許発明に一定の独占排他権を与える代償として、広く特許発明を公開し、その発明をベースとして次の新製品に繋がる発明を奨励するものである。

本稿が些かなりとも新製品開発の一助になればと願うものである。

#### ・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 特許2689816, クリーム用油脂及びそれを使用した低油分クリーム, 不二製油株式会社, (1991: 優先日)
- 2) 特許2689820, 低油分クリーム及びその製造法, 不二製油株式会社, (1992: 出願日)
- 3) 村勢則郎ほか, 食品とガラス化・結晶化技術, 株式会社サイエンスフォーラム, 2000年7月4日第1版第1刷発行, p103, 104
- 4) 藤田哲, 改訂食用油脂—その利用と油脂食品, 株式会社幸書房, 2011年1月15日改訂第1刷発行, p200~203

- 5) 佐藤清隆ほか, 脂質の機能性と構造・物性, 丸善出版株式会社, 平成23年6月10日発行, p 176, 177
- 6) 森弘之, 油脂 Vol. 65, No. 11 (2012), p 79, 80
- 7) 特開平7-23711, 低油分クリーム, 高梨乳業株式会社, (出願日: 1993)
- 8) 特開平7-184577, 低油分クリーム, 不二製油株式会社, (出願日: 1993)
- 9) 特開平7-264983, 低油分クリーム, 不二製油株式会社, (出願日: 1994)
- 10) 特開平8-205, 起泡性クリームの品質改良法, 不二製油株式会社, (出願日: 1994)
- 11) 特開平8-70807, クリーム用油脂及びそれを使用した低油分クリーム, 不二製油株式会社, (出願日: 1994)
- 12) 特開平11-56282, 水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (出願日: 1997)
- 13) 特開平11-196802, チョコレート成分含有水中油型乳化物及びその製造法, 不二製油株式会社, (出願日: 1998)
- 14) 特開2000-41609, 起泡性水中油型乳化物, 花王株式会社, (出願日: 1998)
- 15) 特開2001-37417, 水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (出願日: 1999)
- 16) 特開2006-6120, 起泡性乳化組成物, 及びこれを起泡させてなる含気状乳化組成物, 森永乳業株式会社, (出願日: 2004)
- 17) 特開平8-89196, 起泡性水中油型乳化物, 鐘淵化学工業株式会社, (出願日: 1994)
- 18) 特開平8-116902, 低油分ホイップクリーム用油脂及び低油分ホイップクリーム, 花王株式会社, (出願日: 1994)
- 19) 特開平8-256716, 低油分ホイップクリーム用水中油型乳化物及びその製造法, 花王株式会社, (出願日: 1995)
- 20) 特開平8-256717, ホイップクリーム用の高蛋白低油分水中油型乳化物, 花王株式会社, (出願日: 1995)
- 21) 特開平11-56283, ホイップクリーム用組成物, 鐘淵化学工業株式会社, (出願日: 1997)
- 22) 特開2002-17256, 起泡性水中油型乳化脂用油脂組成物, 旭電化工業株式会社, (出願日: 2000)
- 23) 特開2002-17257, 起泡性クリーム用油脂組成物, 旭電化工業株式会社, (出願日: 2000)
- 24) 特開2002-34450, 起泡性水中油型組成物, 鐘淵化学工業株式会社, (出願日: 2000)
- 25) WO2004/41002, 低油分起泡性水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (優先日: 2002)
- 26) 特開2006-254805, 水中油型乳化物用油脂及び該水中油型乳化物用油脂を含有する水中油型乳化物, 日清オイリオグループ株式会社, (出願日: 2005)
- 27) WO2009/25123, 起泡性クリーム用油脂組成物および起泡性クリーム, 不二製油株式会社, (優先日: 2007)
- 28) 特開2009-189246, 乳脂含有水中油型乳化物の製造方法, 株式会社ADEKA, (出願日: 2008)
- 29) 特開2010-51231, 低油分起泡性水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (出願日: 2008)
- 30) 特開2010-68716, 水中油型乳化物, ミヨシ油脂株式会社, (出願日: 2008)
- 31) 特開2010-75071, 起泡性水中油型乳化油脂組成物, 株式会社ADEKA, (出願日: 2008)
- 32) WO2010/95408, 低油分水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (優先日: 2009)
- 33) 特開2010-193811, 低油分水中油型乳化物, 不二製油株式会社, (出願日: 2009)
- 34) 特開2010-207190, 起泡性水中油型乳化油脂組成物, 株式会社カネカ, (出願日: 2009)
- 35) 特開2011-83195, 起泡性水中油型乳化物, ミヨシ油脂株式会社, (出願日: 2009)
- 36) 特開2011-103809, ホイップクリーム用ハードストック及び該ハードストックを使用したホイップクリーム, 株式会社ADEKA, (出願日: 2009)
- 37) WO2011/77975, 油脂組成物及び該油脂組成物を使用した水中油型乳化物, 日清オイリオグループ株式会社, (優先日: 2009)
- 38) WO2011/158909, 起泡性水中油型乳化物用油脂組成物および該油脂組成物を含んでなる起泡性水中油型乳化物, 日清オイリオグループ株式会社, (優先日: 2010)
- 39) WO2012/8603, チルド流通ホイップドクリーム用起泡性水中油型乳化油脂組成物及びホイップドクリーム, 株式会社カネカ, (優先日: 2010)
- 40) WO2012/74008, 起泡性水中油型乳化物用油脂組成物および該油脂組成物を含んでなる起泡性水中油型乳化物, 日清オイリオグループ株式会社, (優先日: 2010)

# 二枚貝用飼料— 1

酒本 秀一<sup>\*1</sup> 大橋 勝彦<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>SAKAMOTO Shuichi, <sup>\*2</sup>OHASHI Katsuhiko (日本ドナルドソントラウト研究所)

---

Key Words: 二枚貝用飼料・スサビノリ・プロトプラスト・スフェロプラスト・ビタミン混合・粉末魚油・ホタテ・アサリ

---

養魚用飼料に比べて二枚貝用飼料の研究・開発は立ち遅れている。これは人とお金と時間を費やして製品を開発しても、その経費を回収出来るだけの需要が未だ無いことが大きな原因であろう。日本で大量に養殖されているカキやホタテ等の水管の無い二枚貝は海で天然の植物プランクトンを食べて育っており、配合飼料は使われていない。一方、アサリやハマグリ等の水管を有して砂に潜って生活している二枚貝は近年著しく生産量が減少し、国内産で需要量を満たせていない。海外からの輸入品で不足を補っているのが実情である。何故アサリやハマグリ等干潟に極普通に棲息していた二枚貝が減少したのであろう。棲息適地面積の減少、棲息環境の悪化、食害生物の増加、寄生虫や病気の蔓延等色々な原因が考えられるが、適切な餌の減少も原因の一つではないかと考えられる。

自然界では二枚貝は主として植物プランクトンを食べて成長し、再生産を行っている。よって、海藻類を二枚貝が食べられる大きさにし、十分消化吸收出来る様に細胞膜を取り除いてやれば二枚貝の飼料として利用出来るのではないかと考えた。海藻には色々な種類が有るが、飼料の原料として考えた場合、大量入手が容易で、栄養成分の組成が優れていることが最低限必要

である。アマノリ属のスサビノリ（所謂海苔である）は日本における代表的な養殖海藻で、年間約40万トンも生産されており、入手が容易である。また、栄養成分も前報<sup>1)</sup>で説明した様に必須アミノ酸、タウリン、ビタミン類、ミネラル類に富み、脂質は少ないものの脂肪酸組成では海産動物に重要な生理活性を有しているエイコサペンタエン酸（EPA, 20:5n3）の占める割合が高い。

二枚貝が食べることの出来る餌の大きさには色々な説が有り、判断が難しいが、概ね50 $\mu$ m以下と見做して良いであろう。海藻をこの大きさにするには、海藻を構成する細胞の一つ一つをバラバラにしたプロトプラスト、あるいは1個から数個程度の細胞が付着した大きさのスフェロプラストにまで分解しなければならない。よって、二枚貝用飼料の原料として利用するにはプロトプラストあるいはスフェロプラストの調製法が確立されている海藻であることが必要である。スサビノリのプロトプラスト調製法は既に荒木<sup>2)</sup>によって確立されている。

これらの理由からアマノリ属のスサビノリを原料海藻として選択することにした。なお、本試験ではスサビノリを選択したが、入手が容易で、栄養成分が優れており、プロトプラストあ

るいはスフェロプラストの調製法が確立されている海藻であれば何でも良い可能性が有る。

最初にスサビノリが二枚貝用飼料の原料として利用可能であるか否かを確認する為、荒木の方法に従って調製したスサビノリのプロトプラストのみでアサリの稚貝と成貝を飼育してみた。平均殻長 2.0mm の稚貝を 100 個体, 30.3mm の成貝を 80 個体夫々 10L 容透明プラスチック水槽に収容し, 通気・流水下で 6 月 2 日から 7 月 7 日まで約 1 ヶ月間飼育した。飼料は以下の手順に従って微粉化したプロトプラストのみであった。真空凍結乾燥したプロトプラストは大きな塊になっているので, 金属製の篩を通して荒砕きする。更に電動のコーヒーマルを用いて十分に微粉化した。プロトプラストの海水への懸濁は, 精秤したプロトプラストを市販のミキサーに入れ, これに適当量の海水を加えて 30 秒間攪拌し, 均一にさせることによって行った。給餌は日に 2 回行い, 午前中にプロトプラスト 1g の懸濁液, 午後にも 1g の懸濁液を与えた。給餌後 2 時間は止水にしてプロトプラストの流出を防止し, 摂餌させた。

結果を表 1 に示す。稚貝では生残率が低かったものの, 飼育期間中に殻長が伸びていた。成貝では貝の重さに対して肉の占める割合(肉体重比)がやや大きくなっていた。簡単な予備試験なので断言は出来ないが, 上記の結果からプロトプラスト化したスサビノリは二枚貝用飼料の原料として利用出来るものと判断した。

スサビノリのプロトプラストは二枚貝用飼料の原料として利用出来る様であるが, 全てを完

全なプロトプラストにするにはコストが非常に高くつき, 回収率も低く, 実用的でない。二枚貝が食べられる餌の大きさからして, 多少効率は劣るにしてもスフェロプラストで良いのではないかと推測した。よって, 今回の報告ではスサビノリのスフェロプラストを用いて 2 回の試験を行った。試験-1 でスフェロプラストにビタミン混合と脂質添加の必要性を, 試験-2 では脂質の適切な添加量を調べた。

### 試験-1

スサビノリには多くのビタミン類が含まれているが, 全ての種類のビタミンが多量に含まれている訳ではない。また, 脂質が少ないので, 飼料としてスフェロプラストのみではエネルギーが不足する可能性が高い。よって本試験ではスフェロプラストへのビタミン混合と脂質添加の必要性を調べることにした。

## 1. 材料と方法

### 1-1. スフェロプラストの調製法

図 1 にスサビノリスフェロプラスト調製法の概略を示す。約 500g の生スサビノリを包丁で切ったり, 叩いたりして細切する。細切したス

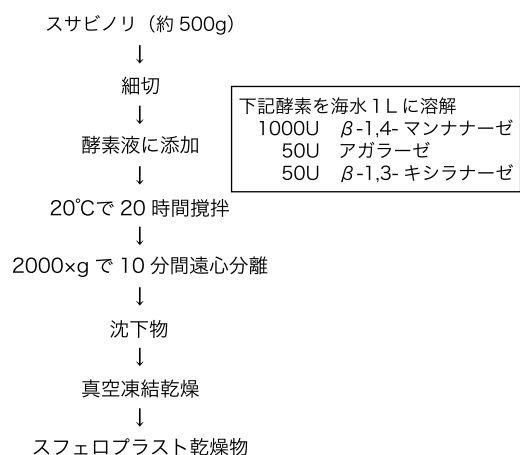


図 1 スサビノリのスフェロプラスト調製法

表 1 プロトプラストによるアサリの飼育試験

| アサリ<br>時期 | 稚貝   |      | 成貝   |      |
|-----------|------|------|------|------|
|           | 開始時  | 終了時  | 開始時  | 終了時  |
| 生残率 (%)   |      | 35   |      | 93.8 |
| 殻長 (mm)   | 2.00 | 2.65 | 30.3 | 30.1 |
| 重量 (g)    |      |      | 4.31 | 4.20 |
| 肉重量 (g)   |      |      | 1.18 | 1.20 |
| 肉体重比 (%)  |      |      | 27.4 | 28.5 |

サビノリを 1000 ユニットの  $\beta$ -1.4- マンナナーゼ (新日本化学), 50 ユニットの アガラーゼ (ヤクルト薬品工業) および 50 ユニットの  $\beta$ -1.3- キシラナーゼ (ヤクルト薬品工業) を 1L の海水に溶解した酵素液に投入し, 20℃ で 20 時間穏かに攪拌する。その後 2000 × G で 10 分間遠心分離し, 沈下物を回収して真空凍結乾燥する。この方法はプロトプラストまで分解する方法に比べて操作が簡単で, 必要な時間も短くて済み, 回収率も高い。この様にして得られたサビノリのスフェロプラスト乾燥物を二枚貝用試験飼料の原料として用いた。

### 1-2. 試験飼料

A-D の 4 試験区を設定した。A は無給餌区, B-D は給餌区である。B-D 区の試験飼料の組成と分析値を表 2 に示す。B 区はスフェロプラストのみ, C 区はスフェロプラストにビタミン混合を 5% 添加, D 区はスフェロプラストにビタミン混合と粉末魚油を夫々 5% ずつ添加した。ビタミン混合には海産魚用のビタミン混合を用いた。各飼料は前述の方法で微粉化した。

スフェロプラストの量が少なくなるに従って飼料のタンパク質と灰分含量が減少した。ビタミン混合の添加によって脂質と炭水化物が僅かに増加した。これはビタミン混合に脂溶性ビタミンが含まれていることと, 増量材として糟糠類が使われていることによる。また, 粉末魚油

の添加によって当然のことながら脂質が著しく増加した。その結果として, ビタミン混合, 粉末魚油の添加に伴って次第に飼料のカロリー含量と C/P 比も大きくなった。なお, 二枚貝では夫々の栄養成分のエネルギーとしての利用率が分かっていないので, タンパク質と炭水化物は 4Cal, 脂質は 8Cal/g の一般的な値を用いて飼料のカロリー含量を求めた。C/P 比は飼料のカロリー含量をタンパク質含量で除して求めた。

### 1-3. 飼育試験

サビノリのスフェロプラストがアサリ以外の二枚貝にも利用出来るか否かを確認する為, 供試貝にはホタテの稚貝とアサリの成貝を用いた。ホタテの稚貝は業者から購入し, アサリの成貝は地元の浜で天然貝を採取して用いた。平均体重 0.5g のホタテ稚貝を約 200 個, 平均体重 23g のアサリ成貝を 20 個ずつ 20L 容角型水槽に入れたプラスチック製網籠と一緒に収容した (図 2)。この様に飼育容器を二重にして網籠の上端を水面より高くしたのは, この大きさのホタテ稚貝は僅かな刺激で活発に遊泳し, 水をオーバーフローさせている水槽のみでは外に飛び出してしまうからである。水槽の端から砂濾過した海水を流し, エアストーンを 1 個用いて通気した。水温は自記水温計で記録した。飼育期間は 9 月 11 日から 10 月 11 日の 1 カ月であった。水温調節は行わなかったため, 14.8℃ から 17.1℃ の間を変動し, 平均水温は 16.1℃ であった。給餌量は日に 3g で, 午前中に 1.5g, 午後に 1.5g ずつ 2 回に分けて与えた。給餌法は予備試験と同じであった。なお, 本試験では設備の関係で飼料密度を高くして止水状態で給

表 2 試験飼料の組成と分析値

| 試験区          | B    | C    | D    |
|--------------|------|------|------|
| スフェロプラスト (%) | 100  | 95   | 90   |
| ビタミン混合       |      | 5    | 5    |
| 粉末魚油         |      |      | 5    |
| 水分 (%)       | 8.29 | 7.77 | 8.16 |
| タンパク質        | 39.2 | 38.7 | 36.5 |
| 脂質           | 2.65 | 3.64 | 8.85 |
| 炭水化物         | 10.9 | 13.4 | 12.7 |
| 灰分           | 23.5 | 22.9 | 21.7 |
| Cal/100g     | 222  | 237  | 268  |
| C/P 比        | 5.66 | 6.12 | 7.34 |

(注) : A 区は無給餌

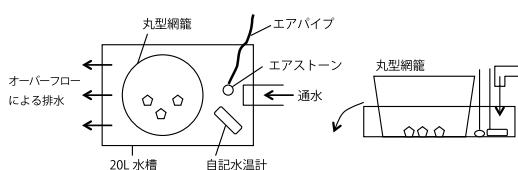


図 2 飼育装置の概略図

餌したが、二枚貝の摂餌生態を考えると、通水に一定の割合で飼料を混合し、飼料密度を低くして24時間摂餌可能な飼育法にした方が良いのではないかと推測する。

#### 1-4. 調査項目

ホタテ、アサリ共に生残率、貝の活力、肉体重比、増肉量等を調べた。以下ホタテとアサリに分けて方法を説明する。

##### ホタテ稚貝

生残率：飼育試験開始時と終了時に貝数を調べ、生残率を求めた。死貝は貝殻を開きっぱなしなので容易に判断出来る。

活力：飼育試験終了時に貝殻の開閉状態（頻度他）を観察すると共に、網籠の端を軽くたたいて刺激を与えた時の貝の遊泳状態（遊泳個体数やスピード他）を調べ、区間差を見た。

総重量：飼育試験開始時と終了時に各区の貝をペーパータオルの上に置いた金属籠に入れて水を切り、各区の貝の総重量を測定した。

肉体重比：飼育試験開始時に50個体、飼育試験終了時に各区から50個体ずつ無作為にサンプリングし、総体重と同じ方法で重さを測定した。次にメスで貝殻を開いて肉を取り出し、50個体分を纏めて肉重量を測定して肉体重比（肉重量×100/貝重量）を求めた。

増肉量：飼育試験終了時の各区の総貝重量に肉体重比を乗じて総肉量を求めた。この値から飼育試験開始時の総肉量を減じて増肉量を求めた。

##### アサリ成貝

生残率：ホタテ稚貝と同じ方法で求めた。

活力：水管の状態、殻を開いた状態の貝について刺激した時に殻を閉じるスピード、取上げ時に水管から吹き出す水の勢いなどで活力を判断した。

総重量：飼育試験開始時と終了時に全ての貝を取上げてペーパータオルで表面の水を拭い取り、個体別に重さを測定した。その値を合計し

て各区の貝の総重量を求めた。

肉体重比：飼育試験開始時に20個体、終了時に生残貝の全てを用いて調べた。個体別に重さを測定した後、殻部分をマイナスのドライバーで掘り出して貝殻をずらす。貝殻の隙間から貝剥きの刃を入れて貝柱を切る。肉を完全に取り出してペーパータオル上の金属網に入れて水を切り、個体別に肉の重さを測定する。両方の値から肉体重比（肉重量×100/貝重量）を求めた。なお、供試貝は試験開始前日の夕方に採取して一晩海水中に置いていただけなので、未だ十分に砂が排泄されておらず、肉体重比が正しい値よりやや高く出ている可能性が有る。

増肉量：飼育試験終了時の総肉量から開始時の総貝重量に肉体重比を乗じて求めた値を差し引いて増肉量を求めた。なお、上述のように開始時の肉体重比がやや高く出ていたと思われるので、実際の増肉量はこの値より大きかった可能性が有る。

## 2. 結果

### 2-1. ホタテ稚貝の飼育成績

飼育結果を表3に示す。貝の活力は無給餌区で低く、給餌区で高かった。中でも粉末魚油を添加したD区で活力が高かった。生残率は逆に無給餌区が高く、給餌区が低かった。これは無

表3 ホタテ稚貝の飼育結果

| 試験区      | A    | B    | C    | D    |
|----------|------|------|------|------|
| 個体数      |      |      |      |      |
| 開始時      | 203  | 199  | 205  | 207  |
| 終了時      | 180  | 156  | 163  | 166  |
| 生残率 (%)  | 88.7 | 78.4 | 79.5 | 80.2 |
| 肉体重比 (%) |      |      |      |      |
| 開始時      | 31.6 | 31.6 | 31.6 | 31.6 |
| 終了時      | 31.6 | 35.7 | 37.3 | 39.6 |
| 増加率      | 0    | 4.1  | 5.7  | 8.0  |
| 総肉重量 (g) |      |      |      |      |
| 開始時      | 30.9 | 36.5 | 32.5 | 37.2 |
| 終了時      | 29.5 | 37.1 | 33.3 | 41.6 |
| 増肉量      | -1.4 | 0.6  | 0.8  | 4.4  |

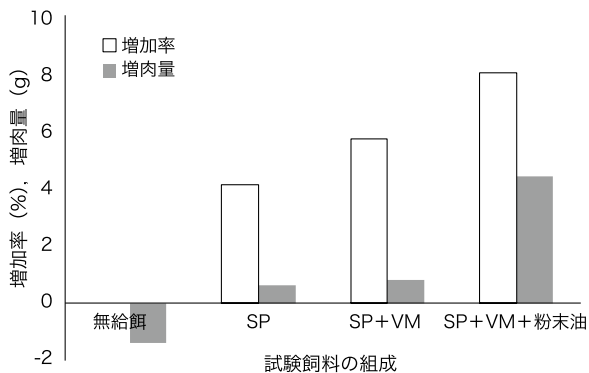


図3 試験飼料の組成とホタテ稚貝の成長

給餌区の貝は活力が低く、貝殻の開閉が緩慢で、刺激を受けた時の遊泳個体も少なかった為、咬みあいによる死亡（貝殻を開いている貝の中に遊泳している貝が入り込み、両者共に死亡する）が少なかったことによるものと推測出来る。給餌区間の比較では、僅かではあるがスフェロプラスト単独区よりビタミン混合と粉末魚油を添加した区の方が生残率が高かった。

各区の貝の肉質は無給餌区で水っぽく、やや軟らかい感じであった。給餌区は何れの区も肉がしっかりしており、区間差は認められなかった。

試験飼料の組成と飼育試験開始時から終了時にかけて何%肉体重比が増えたかを示す肉体重比増加率（以下増加率と略記）および肉の増加量との関係を示したのが図3である。

増加率は無給餌区で0、給餌区はプラスの値であった。給餌区間の比較ではスフェロプラスト単独区（SP）よりビタミン混合添加区（SP + VM）が大きく、更に粉末魚油添加区（SP + VM + 粉末油）の方が著しく大きかった。増肉量は無給餌区は負の値を示しており、貝肉が飼育試験開始時より痩せていたことが分かる。給餌区は何れもプラスの値を示しており、飼育期間中に貝

が肥っていた。ビタミン混合の添加にも効果が認められたが、粉末魚油の添加効果の方が著しく大きかった。

図4、5に示す様に飼料のタンパク質含量と増加率、増肉量との間には負の相関が、脂質含量、カロリー含量、C/P比との間には正の相関が認められた。炭水化物含量との間に相関は無かった。

以上の結果から、ホタテ稚貝の成長には飼料のエネルギー含量、特に脂質含量が強く影響を及ぼしていることが分かった。ビタミン混合も飼育成績を改善したが、これは添加したビタミンの効果であるのか、ビタミン混合中に含まれる増量材の影響であるのかは不明

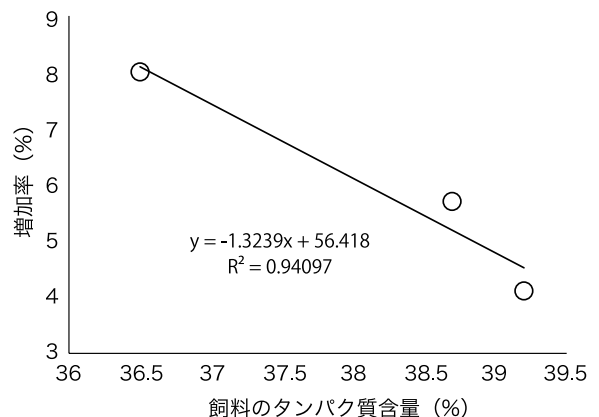


図4 飼料のタンパク質含量とホタテ稚貝の肉体重比増加率

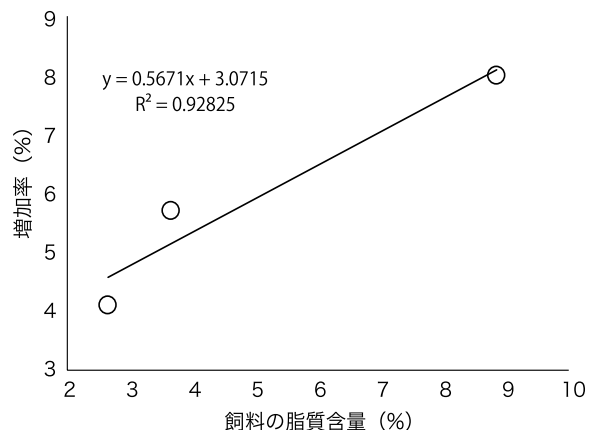


図5 飼料の脂質含量とホタテ稚貝の肉体重比増加率

表4 アサリ成貝の飼育結果

| 試験区      | A    | B     | C     | D     |
|----------|------|-------|-------|-------|
| 個体数      |      |       |       |       |
| 開始時      | 20   | 20    | 20    | 20    |
| 終了時      | 20   | 20    | 20    | 20    |
| 生残率 (%)  | 100  | 100   | 100   | 100   |
| 肉体重比 (%) |      |       |       |       |
| 開始時      | 21.2 | 21.2  | 21.2  | 21.2  |
| 終了時      | 20.4 | 22.4  | 22.7  | 24.8  |
| 増加率      | -0.8 | 1.2   | 1.5   | 3.6   |
| 総肉重量 (g) |      |       |       |       |
| 開始時      | 96.9 | 98.0  | 96.9  | 96.8  |
| 終了時      | 93.2 | 104.1 | 104.0 | 114.0 |
| 増肉量      | -3.7 | 6.1   | 7.1   | 17.2  |

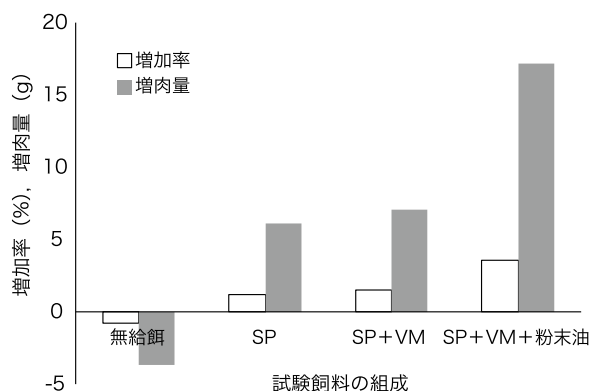


図6 試験飼料の組成とアサリ成貝の成長

である。今後増量材を含まないビタミン混合を用いた試験が必要である。

## 2-2. アサリ成貝の飼育成績

飼育試験の結果を表4に示す。生残率はホタテ稚貝と違って全ての試験区で100%であったが、これはアサリ成貝は遊泳せず、お互いに咬みあいをする事も無いことによる。貝の活力、肉質、肉体重比の増加率、増肉量等の結果は全てホタテ稚貝の結果と同じ傾向を示していた(図6)。即ち、無給餌区は貝に活力が無く、肉も水っぽくて柔らかく、増加率と増肉量も少なかった。更に図7, 8に示す様に、飼料のタンパク質含量と増加率、増肉量との間には負の相関、脂質含量、カロリー含量、C/P比との間には正の相関が認められた。

以上の結果から、アサリ成貝の場合にも飼料のエネルギー含量、特に脂質含量が成長に大きな影響を及ぼしていることが分かった。

飼育試験終了日の前日に供試貝を採取した場所と同じ場所で、供試貝と略同じ大きさの天然アサリ成貝を20個採取し、供試貝と同じ方法で肉体重比を求めたところ19.9%であった。天然貝の肉体重比はスフェロプラスト単独給与区より小さく、スサビ

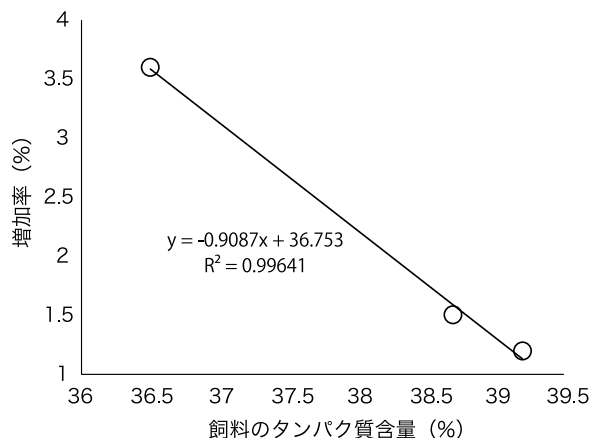


図7 飼料のタンパク質含量とアサリ成貝の肉体重比増加率

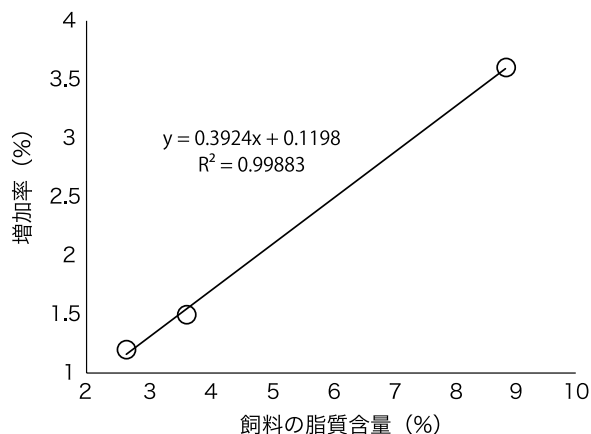


図8 飼料の脂質含量とアサリ成貝の肉体重比増加率

ノリのスフェロプラストは二枚貝用飼料の原料として優れていることが分かった。

次号で紹介する予定であるが、この時期はアサリが産卵・放精した直後であり、貝が未だ衰弱から十分に回復しきれていない状態にある。この状態の貝に十分量の飼料を与えると極短期

間で回復するので、この時期の海域には十分量の植物プランクトンが存在していない可能性が高い。

### 2-3. 飼料効率とタンパク質効率

ホタテ稚貝とアサリ成貝の増肉量を合わせた値と給餌量から求めた飼料効率（増肉量×100/給餌量）とタンパク質効率（増肉量×100/給与タンパク質量）を表5に示す。飼料効率、タンパク質効率共にスフェロプラスト単独給与区よりビタミン混合添加区がやや高くなり、これに粉末魚油を添加すると更に高くなった。

肉体重比の増加率や増肉量と同様に、飼料効率とタンパク質効率も飼料のタンパク質含量との間に負の相関（図9）、飼料の脂質含量、カロリー含量、C/P比との間に正の相関（図10）が認められた。

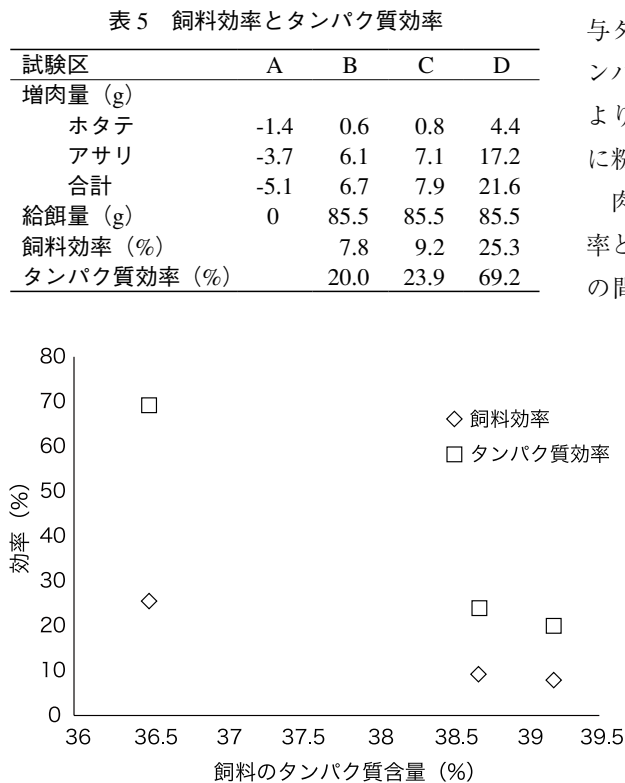


図9 飼料のタンパク質含量と飼料効率，タンパク質効率

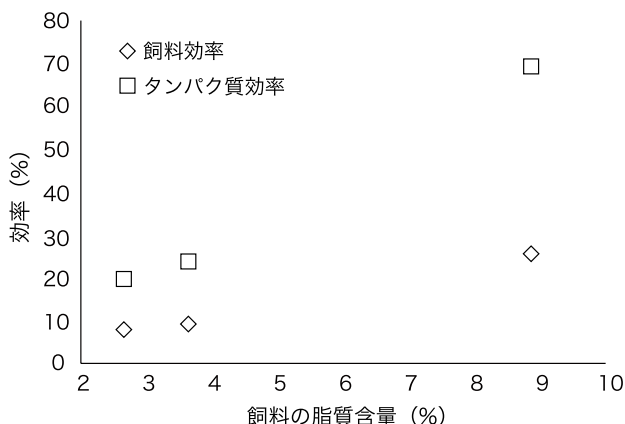


図10 飼料の脂質含量と飼料効率，タンパク質効率

### 3. 要約

- ・スサビノリスフェロプラストの二枚貝用飼料原料としての可能性を調べた。

- ・ホタテ稚貝とアサリ成貝の飼育試験の結果、スサビノリスフェロプラストは二枚貝用飼料の原料として優れていることが分かった。

- ・ホタテ稚貝とアサリ成貝とで全く同じ傾向の結果が得られた。スサビノリスフェロプラストは多くの二枚貝類の飼料原料として利用出来る可能性が高い。

- ・スサビノリスフェロプラストにビタミン混合を添加するとやや飼育成績が改善された。更に粉末魚油を添加すると著しく飼育成績が改善された。

- ・ビタミン混合を添加すると飼育成績がやや改善されるのは、添加したビタミンの効果であるのか、増量材の影響であるのかを解明する必要がある。

- ・肉体重比の増加率や増肉量と飼料

のタンパク質含量との間には負の相関、飼料の脂質含量、カロリー含量、C/P比の間には正の相関が認められた。

・飼料の成分含量、特に脂質含量が二枚貝の飼育成績に大きな影響を与えている。

・スサピノリスフェロプラストの二枚貝用飼料としての欠点は脂質が少ないことであるが、これは脂質を添加することで改善出来る。

## 試験 -2

試験 -1 の結果から、ホタテ稚貝、アサリ成貝共にスサピノリスフェロプラストに粉末魚油を添加すると著しく飼育成績が改善されることが分かった。よって、本試験ではスフェロプラストへの適切な粉末魚油の添加量を調べた。

### 1. 材料と方法

#### 1-1. 試験飼料

A-F の 6 試験区を設定した。A は無給餌区、B-F は給餌区である。B はスフェロプラストにビタミン混合のみを添加した区、C-F は更に粉末魚油を添加した区である。粉末魚油の添加量は 2.5% 刻みで増やしてある。各区の試験飼料の組成と分析値を表 6 に示す。粉末魚油の添加量が増えるに従って脂質が増加し、タンパク質、炭水化物、灰分は減少していた。これに伴ってカロリー含量と C/P 比も次第に大きくなっていた。

飼料の調製法は試験 -1 と同じであった。

#### 1-2. 飼育試験

平均体重 20.3g のアサリ成貝を各区 20 個体ずつ使用した。飼育期間は 11 月 5 日から 12 月 4 日の約 1 ヶ月間であった。水温調節は行わな

表 6 試験飼料の組成と分析値

| 試験区          | B    | C    | D    | E    | F    |
|--------------|------|------|------|------|------|
| スフェロプラスト (%) | 95   | 92.5 | 90   | 87.5 | 85   |
| ビタミン混合       | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| 粉末魚油         |      | 2.5  | 5    | 7.5  | 10   |
| 水分 (%)       | 7.77 | 7.87 | 7.83 | 7.81 | 7.79 |
| タンパク質        | 38.7 | 41.0 | 40.3 | 39.2 | 38.2 |
| 脂質           | 3.64 | 5.13 | 7.61 | 9.82 | 12.2 |
| 炭水化物         | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13.2 | 12.9 |
| 灰分           | 22.9 | 22.3 | 21.9 | 21.4 | 20.8 |
| Cal/100g     | 238  | 258  | 275  | 288  | 302  |
| C/P 比        | 6.14 | 6.30 | 6.82 | 7.35 | 7.91 |

(注) : A 区は無給餌

かったので、開始時の 12.8℃ から終了時の 7.3℃ まで低下し、平均水温は 9.8℃ であった。また、本試験はアサリ成貝のみで行ったので、20L 容角型水槽に直接貝を収容して飼育した。

### 1-3. 調査項目

試験 -1 と同じ。

## 2. 結果

飼育試験の結果を表 7 に示す。貝の活力は無給餌区のみが低かったが、他の給餌区間では違いが認められなかった。生残率は C 区と F 区が 95% で、両区共 1 個体ずつ死亡したが、死亡した貝を調べてみると斧足部に大きな傷があり、これが死因であると推測した。この傷は浜で供試貝を採取した際に斧足を引っ込めるより早く貝殻を閉じてしまったため、斧足を挟んで傷を受けたものであり、試験飼料の不具合によるものではない。

貝肉を取り出す時に指で触って調べた肉質は、粉末魚油の添加量が多い E 区と F 区では他区より明らかに柔らかく、特に内臓部が柔らかかった。また、無給餌の A 区の肉は E 区と F 区よりしっかりしていたが、B-D 区より多少軟らかく、水っぽい感じであった。

飼育試験終了時の肉体重比は無給餌区で明らかに低かったが、飼育水温が試験 -1 より低かつ

表7 アサリ成貝の飼育結果

| 試験区         | A     | B     | C     | D    | E    | F    |
|-------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 個体数         |       |       |       |      |      |      |
| 開始時         | 20    | 20    | 20    | 20   | 20   | 20   |
| 終了時         | 20    | 20    | 19    | 20   | 20   | 19   |
| 生残率 (%)     | 100   | 100   | 95    | 100  | 100  | 95   |
| 肉質          | 硬     | < 硬   | = 硬   | = 硬  | > 軟  | = 軟  |
| 肉体重比 (%)    |       |       |       |      |      |      |
| 開始時         | 22.2  | 22.2  | 22.2  | 22.2 | 22.2 | 22.2 |
| 終了時         | 21.9  | 22.5  | 23.0  | 23.0 | 22.5 | 23.4 |
| 増加率         | -0.3  | 0.3   | 0.8   | 0.8  | 0.3  | 1.2  |
| 肉体重比 (% 乾物) |       |       |       |      |      |      |
| 開始時         | 3.56  | 3.56  | 3.56  | 3.56 | 3.56 | 3.56 |
| 終了時         | 3.37  | 3.50  | 3.55  | 3.69 | 3.63 | 3.68 |
| 増加率         | -0.19 | -0.06 | -0.01 | 0.13 | 0.07 | 0.12 |

た為か、給餌区間で違いは認められなかった。しかしながら、肉部の水分含量を測定して乾物換算して求めた乾物肉体重比では給餌区間で違いが認められた。粉末魚油無添加のB区と2.5%添加のC区の値はD-F区より低く、D-F区は略同じ値を示していた。

本試験の結果と試験-1の結果を併せると、E区とF区で内臓部が柔らかかったのは、飼料の脂質が内臓部に蓄積されていた為ではないかと考えられる。二枚貝用飼料の脂質含量は10%以上ではやや多すぎるのかも知れない。

なお、飼育試験終了日の前日である12月3日に採取して調べた天然貝の肉体重比は湿物で21.2%、乾物で3.37%で、無給餌区の値と略同じ値を示していた。やはりこの時期の海域には繁殖時の衰弱から急速に回復出来るだけの量の植物プランクトンが存在していないことが分かる。

以上の結果から、スサビノリスフェロプラスト飼料への粉末魚油の至適添加量は5%、飼料の脂質含量として約8%であると判断した。

### 3. 要約

・スサビノリスフェロプラストに数段階の量で粉末魚油を添加した飼料でアサリ成貝を飼

育し、貝の活力、肉質、肉体重比等から粉末魚油の至適添加量を求めた。

・粉末魚油の至適添加量は5%であり、その時の飼料の脂質含量は約8%であった。

・スサビノリスフェロプラストにビタミン混合と粉末魚油を添加した飼料を与えることによって、アサリ成貝の陸上飼育でも地先の天然アサリ成貝より優れた成長を示すことが分かった。

### 考察

現在二枚貝の養殖は海面で天然の植物プランクトンを利用して行われるのが普通で、養殖場は海面であり、陸上で一貫した養殖が行われている例は殆ど無い。養殖場が海面である為、生産量は台風等の自然災害に左右され、取上げの時期も時化などの海況に左右される部分が大きく、なかなか計画生産、計画出荷は容易でない。また、養殖場が海面である為、一度病害虫が発生すると大きく漁場を移動する以外に感染を防止する方法が無く、防疫の面からも問題が多い。

陸上で二枚貝の養殖が行われない理由の一つに適切な飼料が無いことが考えられる。もし適切な二枚貝用飼料が有れば陸上での養殖が可能

となり、天候や海況の良し悪しに拘らず計画生産、計画出荷が可能となり、防疫面でも色々な対策がたて易い。

市場に流通している二枚貝のうちアサリ、ハマグリ、ウバガイ（ホッキガイ）等の砂泥中に棲息している貝は出荷前の砂出し、輸送、売り場での蓄養の間は無給餌なので、その間の身痩せが問題となる。もし適切な二枚貝用飼料があれば、これらの作業時にも給餌することが出来る。その結果として砂が無く、しかも身痩せしていない貝が販売できるようになる。

貝毒の問題も有る。毎年特定の海域で有毒植物プランクトンに起因する貝の毒化が起っており、この時期に貝は出荷できない。有毒プランクトンが増殖する前に貝を陸上に移しておけば、無毒の貝を計画的に出荷できる。更に、毒化した貝でも貝毒が消化管(中腸腺)内に留まっていて肉部に移行していなければ、陸上で毎日十分量の飼料を与えることによって急速に消化管から毒物質を排出させ、無毒化を図ることが出来るのではないと思われる。この様に適切な二枚貝用飼料が開発出来れば、貝毒の問題も有る程度解決出来る面も有るのではないかと考える。

また、繁殖期に衰弱した貝を陸上で十分に飼料を与えることによって急速に回復させること

が出来、天然貝が出荷出来ない時期にも出荷できるようになる。更に、海域の植物プランクトンが少ない時期は陸上で飼料を与えて飼育すれば成長を促進することも可能である。

二枚貝の種苗生産時にはキートセロス、パプロバ、イソクリシス等数種の植物プランクトンを人工的に培養して用いているが、長期間安定して高濃度で培養することが難しく、担当者は苦勞している。この点に着目し、特殊な装置で培養したキートセロスを濃縮した製品も市販されるようになったが、価格が高く、大量に使用されるには至っていない。ましてやコスト的に成貝の育成や蓄養などには使用出来ない。

この様な状況にあるので、安価で、何時でも必要な数量が入手出来る二枚貝用飼料が開発出来れば、生産者、消費者共に大きな利益を得られるばかりでなく、二枚貝の陸上養殖という新しい事業が開拓できる可能性が有る。

今回の試験でアマノリのスフェロプラストにビタミン混合と粉末魚油を添加した飼料は可也良い二枚貝用飼料となることが分かったが、これは実用的な二枚貝用飼料開発の第一歩である。原料、栄養成分、粒径、コスト、給餌法、飼育装置など、今後解決しなければならない問題が山積みである。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 酒本秀一，荒木利芳，吉松隆夫：養魚用初期飼料原料としてのスサビノリスフェロプラスト．*New Food Industry*. 54 (10), 62-68 (2012)
- 2) 荒木利芳：プロトプラスト単離技術．有用海藻のバイオテクノロジー（水産学シリーズ No. 113 能登谷正浩編），恒星社厚生閣，東京，62-72 （1997）

# “地域密着でキラリと光る企業”

## 寒天業界を創造する『伊那食品工業株式会社』

田形 暎作\*

\*TAGATA Yoshinari (TAGATA 食品企画・開発 代表)

Key Words: 寒天・伝統食品・研究開発型・年輪経営

伊那食品工業株式会社は1958年(昭和33年)6月18日に設立された。業務用粉末寒天の製造販売からスタートした。現在の資本金は9,680万円、年商は174億円(2011年)である。本社は長野県伊那市西春近にあり、代表者は代表取締役会長が塚越寛、代表取締役社長が井上修である。工場は長野県中心に5工場あり、販売

拠点は支店が東京、名古屋、大阪にあり、営業所は札幌、仙台、長野、岡山、福岡にある。社員数は433(男219, 女214)名である(2012年7月現在)。売上高は48期連続で伸びてきたが、その年に寒天がマスコミに大きく取り上げられたために大ブームとなり大幅需要増が生じ、その反動により以降4年間は売上高は減少

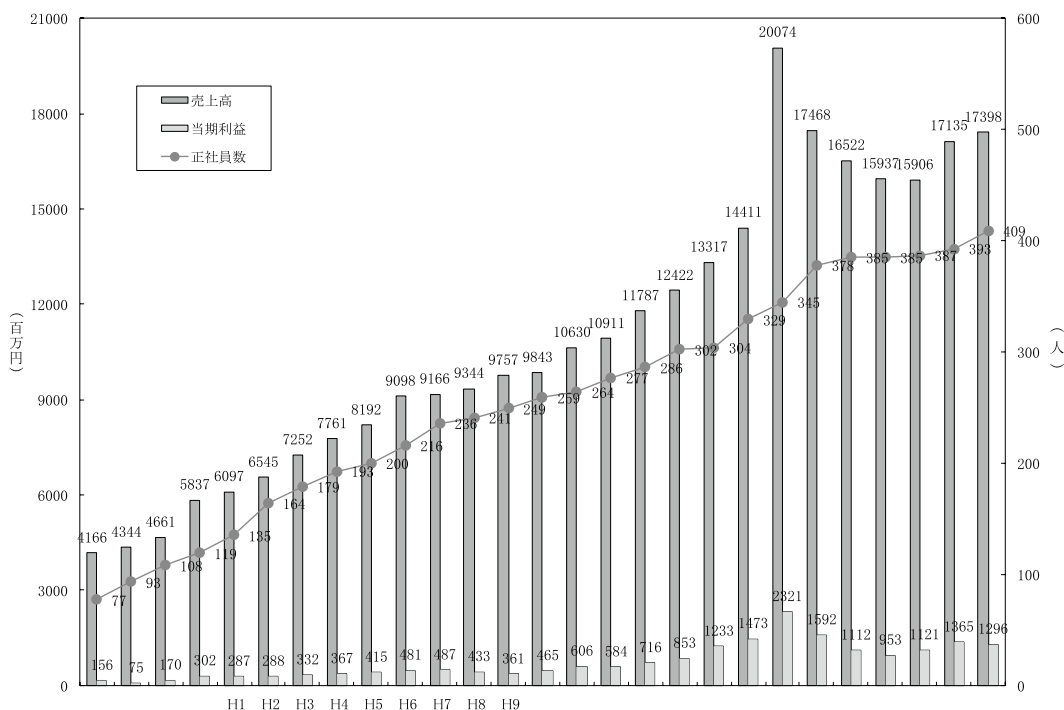


図1 売上高・当期利益・正社員数の推移表

した。

### ～寒天物語～

#### 1) 寒天の歩んできた道

伝統食品として長い間親しまれてきた寒天がいつ、どこで、どのようにして誕生したのか。寒天という名前はどのようにしてつけられたのか。また、どのようにして長野県に定着したのか。350年にわたるといわれる寒天の歴史をたどってみる。

#### 2) 古代からあった“ところてん”

“ところてん”から水分を取り除いて乾燥したものが寒天である。“ところてん”は天草(テングサ)をよく煮て、それを布で漉した液を冷やし固めたものである。食べる際には突き出し器によって麺状にし、三杯酢や黒蜜で食べるのが一般的である。

平安時代に、中国から遣唐使がその製法を持ち帰り、作り始めたと言われている。この時代は文化のほとんどを中国や朝鮮から学んでいた。寒天の最初の母藻であるテングサ属。この煮汁を冷やすとゼリー状に固まることから、中国ではテングサを凝海藻(こるもは)といい、これを美味の一つとしてきた。

“ところてん”という名前は、凝海藻(こるもは)を古留毛波(こるもは)といい、俗には心太(こころふと)といていたことに由来するようである。以後、こころたい、こころてい、をへて、さらにこころてん、“ところてん”となった。平安時代、京都ではすでに“ところてん”を商っていたという記録もある。

#### 3) 寒天の誕生

“ところてん”は中国から学んだが、寒天は日本のオリジナルである。寒天の誕生は全くの偶然からであった。寒天を発明したのは、京都の旅館主美濃屋太郎左衛門。その年代は万治元年、正保4年、あるいは明暦年間などと、幾つもの説がある。一般には次のように言われてい

る。徳川四代将軍家綱公の時代のある冬、江戸参勤交代の途中にあった薩摩藩主島津公が、山城の国伏見(現京都市伏見)の御駕籠町的美濃屋太郎左衛門方に宿をとった。美濃屋では。ごちそうをいろいろと作り、一行をもてなした。その中にテングサを煮て作った“ところてん”料理があった。使い残しの“ところてん”を外に出しておいたところ、ちょうど一番寒いころのことなので、夜中にその“ところてん”が凍ってしまった。

日中になると、日差しを受けて、それが溶け、自然乾燥の状態となった。つまり水分のない干物となったわけである。太郎左衛門は、数日後これを見つけ、また水とともに煮てみたところ、それがとけてきた。冷やしてそのまま置いておくと、また固まった。その“ところてん”は元の“ところてん”より白くて美しく、海藻のにおいの全くしないものとなることをみつけた。太郎左衛門はたいそう喜んだ。これが寒天製造の原点となった。太郎左衛門はその後、苦心して研究を重ねた結果、基本的な寒天製造法を発明し、美濃屋はそれから代々、寒天を製造・販売するようになった。

#### 4) 寒天の名づけ親は隠元禪師

寒天という名前の名づけ親は、承応3年(1654年)に日本へやってきた、中国からの帰化僧、隠元禪師である。のちに黄檗宗の開祖となった隠元が、あるときこれを試食して、これこそ「仏家の食用として清浄これにまさるものなし」と称賛し、“寒天”と命名したといわれている。その後、約130年間、寒天は伏見の名産となって諸国に販売されていたが、まだその規模は小さく、一般には知られていなかった。この時代の寒天は、角寒天らしいが、細寒天になったのは天保年間の頃のようなのである。その改良型を開発したのは、摂津国島上郡原村城山(現大阪府三島郡)の宮田半兵衛という男であった。半兵衛は、伏見の寒天製造を伝え聞き、美濃屋利兵

衛のもとでその製造方法を習得し、さらに自分で研究し、細寒天の改良型を製造した。自分の郷里の地勢が寒天製造に適していることから、親族の嘉平にそれを伝え、周辺の農家の副業としてこれを普及させた。販売の方は美濃屋利兵衛に依頼し、次第に近村から、遠く大阪、京都、兵庫の各地に広めていった。

#### 5) 信州に寒天がやってきた

関西地方で製造されていた寒天が、どのようにして信州で作られるようになったのか。天保の末年(1840年)、突然、信州にやってきた。信州寒天の祖は、小林糸左衛門で、諏訪郡玉川穴山の出身。糸左衛門が寒天製造の方法を学んだのは、丹波の国(京都府北部)である。諏訪小倉織の行商をして関西地方を歩くうちに、たまたま天保8年(1837年)、丹波で寒天の製造を見た糸左衛門は、冬が長く、寒気がきつい諏訪地方の農家の副業にピッタリだと思った。そこで2年間、その地に飛び込んで、製法を学んで帰った。信州で寒天製造が始まったのは、天保12年～13年ころで、当初は糸左衛門の家内工業であった。その後、共同経営を始めた。原藻は大阪方面から仕入れ、製品は江戸、甲府などへ送り出した。

#### 6) 寒天は信州の風土に合った

信州諏訪地方の冬は夜は氷点下10℃あたりまで冷え込むが、昼間は氷が溶けるまで気温が上がる。しかも雪は少なく強い風も吹かない。これらの気象条件が、寒天作りにピッタリであった。寒天を作るためには凍結、融解、乾燥が自然に行われるところでなければならない。凍らせる場合は、一般に零下3～10度が適温とされ、融解の際は水分と同時に不純物を除いたり、成形したりするうえで、なるべく低温で徐々に溶かすことが必要であった。乾燥についても、強い日光の下では寒天の色がわるくなるので、低温で徐々に乾かすことが大事であった。それに地下水に不純物の含有量が少ないことも

あった。また、夜空が晴れていると寒天の色がきれいになるといわれている。これは空中のオゾンの関係ではないかと推察されている。この点でも信州は好適地であった。また、雪に埋もれて、冬の田んぼと農閑期の労働力を利用することもできた。山間地農民の副業として、これほど好適なものはなかった。これらの条件がそろって、寒天は信州にしっかり根をおろした。寒天の製造期間は、おおよそ12月上旬から2月下旬までの70日間であるが、信州では、さらに5日間長いとされていた。

#### 7) 中央線の開通で飛躍的に発展

信州寒天の本場、諏訪地方は本州のほぼまん中、標高800mにも達する高地であるから、鉄道のない時代の原藻輸送は容易なことではなかった。伊豆の海岸や大島、神津島などで採集されたテングサは、一度下田港に集められ、それから船で清水港に運ばれた。清水港に陸揚げされてからは、昔の塩の輸送路と同じ経路をとって、岩淵(静岡県)から鰍沢(かじかさわ、山梨県)までの約72キロは富士川を小舟でさかのぼり、さらに、鰍沢からは馬に頼って運ばれた。また、別のルートとしては、伊豆から江戸の間屋に売り渡されたものが、甲州街道をへて諏訪に運ばれることもあった。他のルートもあったが、いずれにせよ、山国諏訪への原藻搬入は大変な事であった。

明治18年、東京の上野から横川(群馬県)までの鉄道開通で大きく変化した。諏訪へ送られる原藻はすべて東京を経由して鉄道で横川へ行くようになった。横川からは馬車で碓井峠を越えて諏訪へ運ばれた。しかし、信州寒天にさらに大きな恩恵をもたらしたのは、明治38年の中央線開通であった。各地から送られる原藻は、直接、茅野駅に到着するようになった。原藻到着駅としては全国1位で、輸送費も明治18年頃に比べると約1/6となり、現藻供給地も全国からとなった。諏訪周辺地域、さらに山梨

県にも寒天製造は広がり、盛んになっていった。

### 8) 戦争で変わった寒天事情

第二次世界大戦は日本の寒天にとって一つの大きな転機であった。大戦前、寒天は生糸とともに、わが国特有の重要な輸出水産物であった。この両方とも信州地方が主産地であった。諸外国では、この寒天を、日本のように食用としてではなく、細菌を培養する培地として主に使用していた。そのため、第二次世界大戦がはじまり、戦略的な意味合いから寒天の輸出が禁止になると、日本から輸入していた国々は困った。細菌の軍事的利用は国際法で禁じられているというものの、医薬用として、細菌の作る有用物質（ペニシリンなど）研究のうえで、寒天は欠かすことができなかった。

そこで、困った国々は自国で寒天生産を試み、日本よりも早く、天然の寒天を利用しない工業的な製造方法による寒天を開発した。これが粉末寒天の始まりとなった。我が国の生糸の輸出禁止が、画期的なナイロンの発明につながったように、自国保護の貿易政策が外国に一步先を行かれる結果となった。その間、日本では、大戦下の経済統制により原藻の確保もままならず、寒天の生産量は激減した。兵器を造るために寒天釜を供出させられるという状況であった。

### 9) 伝統食品からの脱皮を目指して

戦後間もなく、原藻の購入や販売制限などの統制が解除となり、寒天の製造は再び活況を取り戻し始めた。外国に遅れをとった粉末寒天については、戦後早々に研究を開始し、昭和20年頃からわが国でも、工業的に冷凍機や圧搾機を使ったりしながら寒天ゲルの水分を除去していく方法で、粉末寒天が製造されるようになった。設備の面でも、回転式洗浄機がミキサー型洗浄機に、煮熟用のまきが石油バーナーに変わったのをはじめ、クレーン、ポンプなどを利用して動力化を推進した。昔は肩にかけて運搬

した仕事も動力車の仕事になった。そして、その後も機械化が進み、寒天も量産の時代に入っていた。

伝統的な和菓子への利用から、寒天の用途も広がり、食品用はもとより、細菌培地、組織培養、医薬品開発、そして画期的なバイオテクノロジー向け寒天アガロースの生産により、今では遺伝子組み換えといった最先端の分野でも活躍している。中国から伝わった“ところてん”を親として、ひょんなことから誕生した寒天。関西から信州へとところを移し、清浄な空気と厳しい寒気の中で育ってきた寒天。農家の副業として、家内工業的にこじんまりと始まった寒天作りは、いつの間にか現代的で大規模な産業へと姿を変え、さらに大きく発展しようとしている。

## 1. 伊那食品工業の沿革

これまで売上、純利益ともに順調に伸ばしてきた伊那食品工業であるが、その沿革を紹介する。

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| 1958 年 | ■会社設立<br>■業務用粉末寒天の製造開始                             |
| 1964 年 | ■業務用に加えて、家庭用寒天「かんてんクック」及び粉末食品の製造開始                 |
| 1973 年 | ■本社および研究室を新築<br>■業界で初の排水処理装置を自己技術で建設               |
| 1980 年 | ■「かんてんぱ」シリーズ発売                                     |
| 1981 年 | ■「かんてんぱ」シリーズに「カップゼリー80℃」が加わる<br>■業界で初めて脱水方法の自動化に成功 |
| 1982 年 | ■新脱水工場建設                                           |
| 1983 年 | ■沢渡工場第2工場（特殊用途寒天製造工場）建設                            |
| 1986 年 | ■沢渡工場第3工場（冷凍フレーク寒天FGU およびハイテク製品製造工場）建設<br>■東京支店開設  |

|        |                                                                                                                                                                                                  |        |                                                                                                                                                               |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1987 年 | ■名古屋支店開設                                                                                                                                                                                         | 2005 年 | ■新会長兼 CEO として塚越寛就任<br>■新社長に井上修就任<br>■日本食糧新聞社選考の第 24 回食品ヒット大賞にて、「寒天クック」が一般加工食品部門の優秀ヒット賞を受賞                                                                     |
| 1988 年 | ■沢渡工場第 4 工場（アガロース専用工場）建設<br>■「局方寒天」の製造開始「ババロリア」発売<br>■北丘工場（公園工場）建設                                                                                                                               | 2006 年 | ■関連会社 農業生産法人有限会社「ばば菜農園」設立<br>■北丘工場配送センターを新築<br>■「くぬぎの杜」購入および改修工事<br>■48 期連続で増収増益を続けている企業経営者が全国水準で優れていることが評価され、社団法人中小企業研究センター選考の第 40 回グッドカンパニー大賞でグランプリ受賞       |
| 1989 年 | ■沢渡工場第 5 工場（即溶性寒天製造工場）建設<br>■特許即溶性寒天を使用した「パオパオ杏仁」発売<br>■名古屋支店新築移転<br>■ソビエト連邦に寒天プラント輸出                                                                                                            | 2007 年 | ■インドネシア政府から同国の海藻業界への貢献が評価され<br>功労賞を会長が受賞<br>■日々の掃除を通じた企業経営や人間形成についてイエローハット相談役鍵山秀三郎氏と会長塚越の対談をまとめた『幸福への原点回帰』発刊                                                  |
| 1990 年 | ■産業廃棄物（寒天滓）のリサイクル工場として猪ノ沢工場建設                                                                                                                                                                    | 2008 年 | ■新研究棟（R&D センター）を新築し、1F に「健康バビリオン」オープン<br>■環境保全取組が環境、経営、社会の 3 側面において総合的かつバランスのとれた持続可能性の高い経営につながっていることが評価され、三重県・日本環境経営大賞表彰委員会による第 6 回日本環境経営大賞で最優秀賞の環境経営パール大賞を受賞 |
| 1992 年 | ■大阪支店、福岡営業所開設<br>■「ウルトラ寒天」開発                                                                                                                                                                     | 2009 年 | ■会長・塚越が、伊那食品工業（株）の理念やあるべき経営の姿についてまとめた『リストラなしの「年輪経営」』発刊<br>■「かんでんばばミュージアム 野村陽子植物細密画館」開館                                                                        |
| 1993 年 | ■藤沢工場建設<br>■仙台、札幌営業所開設<br>■社員による緑化と景観づくりにより（財）日本緑化センター会長賞を受賞                                                                                                                                     | 2010 年 | ■化工機部の新工場新築                                                                                                                                                   |
| 1994 年 | ■かんでんばばガーデンに寒天レストラン「さつき亭」オープン<br>■大阪支店新築移転                                                                                                                                                       | 2011 年 | ■福岡営業所新築移転<br>■会長・塚越が旭日小綬章を受章                                                                                                                                 |
| 1995 年 | ■寒天製造を通じ科学技術の振興への功績をもって科学技術庁長官賞を会長が受賞<br>■本社および研究所を新築移転                                                                                                                                          |        |                                                                                                                                                               |
| 1996 年 | ■福岡営業所新築移転<br>■洋風寒天レストラン「ひまわり亭」オープン<br>■沢渡工場第 2 冷凍工場建設<br>■寒天業界の近代化に貢献したことをもって会長が黄綬褒章を受章<br>■快適で機能的なオフィス環境を実現している企業として日経ニューオフィス推進賞を受賞<br>■産業廃棄物（寒天滓）のリサイクルシステムを確立したことにより、リサイクル推進功労者として農林水産大臣賞を受賞 |        |                                                                                                                                                               |
| 1998 年 | ■藤沢工場増設                                                                                                                                                                                          |        |                                                                                                                                                               |
| 2000 年 | ■仙台営業所新築移転                                                                                                                                                                                       |        |                                                                                                                                                               |
| 2002 年 | ■多目的ホール「かんでんばばホール」開館<br>■青野恭典フォトギャラリー<br>■茶房「桂木場（かつらこば）」オープン                                                                                                                                     |        |                                                                                                                                                               |
| 2003 年 | ■日刊工業新聞社主催の優秀経営者顕彰にて、最優秀経営者賞を会長が受賞<br>■かんでんばばカフェ & ショップ「駅前いなっせ店」オープン                                                                                                                             |        |                                                                                                                                                               |
| 2004 年 | ■本社および研究所増築<br>■岡山営業所開設<br>■経営理念の集大成『いい会社を作りましょう』塚越寛著発刊<br>■日本食糧新聞社制定・農林水産省後援による、食品産業功労賞〈技術部門〉を会長が受賞                                                                                             |        |                                                                                                                                                               |

新規事業が生まれたり、売り上げが増えれば新規工場を建設したり、増築したり、改修したりを繰り返し、常に、着実に生産体制の充実に努めている。また、販売においては、成長に伴い、支店や営業所を開設、新築移転などし、充実させてきている。本社、研究所も同様に適宜に新築、改築を行い社員全体の働く環境を充実させている。ここに、48 期純利益が 48 期連続で伸びている要因の一つがあると考えられる。

## 2. 経営理念

### 2-1. いい会社とは

マニュアルや、目標数字のある会社は世の中になくさんある。でも、何より大事なものは、羅針盤となる社是ではないかと考えている。社是は、会社を構成するすべての人々の共通の土台であり、道標である。目先の数字的な効率を最優先させて、大切な事を忘れてしまっはいけないと思う。福利厚生費を抑える、社宅を廃止する、社員旅行を中止する、懇親会も中止するというようでは、会社が正しい方向には向かないような気がしている。伊那食品工業では、「社是」と「社是を実現するための心がけ」をまとめた「社是カード」を作成し、社員全員が携帯している。

**社是 - いい会社を作りましょう**

**～たくましくそしてやさしく～**

#### 【いい会社とは】

単に、経営上の数値が良いというだけでなく、会社をとりまくすべての人々が、日常会話の中で「いい会社だね」と言ってくれるような会社の事である。「いい会社」は自分たちを含め、すべての人々をハッピーにする。そこに「いい会社」を作る真の意味がある。

#### 【企業目的】

企業は本来、会社を構成する人々の幸せのためにあるべきである。社員が精神的にも物質的にも、より一層の幸せを感じるような会社をつくると同時に、永続することにより環境整備・雇用・納税・メセナなど、様々な分野でも社会に貢献したいと思う。従って、売り上げや利益の大きさよりも、会社が常に輝きながら永続することに努める。

#### 【社是を実現するための会社としての心がけ】

■遠くをはかり、進歩軸に沿う研究開発に基づく種まきを常に行う。

■永続のために、適正な成長は不可欠である。急成長をいましめ、環境と人との調和をはかりながら、末広りの堅実な成長をめざす。

■収益性、財務、営業力、開発力、取引先、知名度、メセナ等について企業規模との好ましいバランスを考えて行動する。

#### 【社是を実現するための社員としての心がけ】

■ファミリーとしての意識をもち、公私にわたって常に助け合う。

■創意、熱意、誠意の三意をもって、いい製品といいサービスを提供する。

■公德心をもち社会にとって常に有益な人間であるように努める。

以上が、伊那食品工業（株）の考えであり、経営者、社員の「本来あるべき姿」だと考えている。そして、確実にこれらを実行してきた。そして、これからも実行していく。

### 2-2. 「年輪」自然に学ぶ

社是にあるように、会社、経営の目的は「社員の幸福を通じての社会貢献」であると考えている。企業は永続的に安定成長することによって、より多くの人々を幸せにできると信じている。ゆるやかな末広りの成長をつづけて、永続する企業であることが理想である。

#### 【木から学ぶ】

##### ■根を深く

個を掘り起こしてみると、細かく枝分かれした根があらゆる方向にピッシリと伸びているのがわかる。つまり、深めるという事は広がりも伴うといえる。経営になぞらえれば、深耕という事である。伊那寒天食品工業は寒天という一つの素材を研究し続け、掘り下げることによって、逆に様々な業界とつながることになった。

##### ■年輪経営

木は寒さや暑さ、風雪などの環境によって幅は変わるが、年輪を必ず作り前年よりも少しだけ成長する。そして成長を止めない。確実に年輪を一輪ずつ増やしていく。これこそ企業の自

然体であり、あるべき姿ではないかと考えている。売り上げや利益の数値は、自然体の年輪経営の結果であり、あえて目標を掲げる必要はないと考えるからである。売上高を伸ばすことを目指すのではなく、社員一人ひとりが能力を十分に発揮し、色々な面で成長できることを目指している。

## ■脱皮すること

改革ということは、自然界でも常に行われている。常緑の松も必ず葉を落とす。一年間働いてくたびれた葉は落とされ、新陳代謝をしている。それでも、常緑と呼ばれるのは、古い葉が落ちる時には既に新しい松葉が育っているからである。自然界が休みなく、絶え間なく働いているように、会社というものも、単に売上高が増えるから忙しいのではなく、売上高には関係のない、多様な行動、例えば、人間教育、環境整備、バリアフリーへの投資、メセナやボランティア活動など、まちづくりなどによって活気づいている状態が望ましいと考えている。

### 2-3. 企業のあるべき姿

食品原料メーカーが基本として心得なければならない事。それは、供給、価格、品質の安定である。この三条件が揃ってはじめて、食品原料の供給者として責任を果たし、信頼を受けることができるといえる。年間を通じて安定的に供給ができなかったり、価格が激しく変動したり、何より利益追求のために品質をおろそかにするようでは、供給メーカーとしての存在価値はないと考える。伊那食品工業は供給メーカーの責任を果たすために、開発型企業になる事をめざし歩んできた。

【寒天はもう相場商品ではありません・・・

### 寒天業界の歴史と伊那食品工業】

かつて寒天はまだ冬期間の農家の副業として生産されており、天候次第で生産量が激しく増減し、典型的な相場商品であった。また、寒天

の原料となる海藻が公害、海藻採取の担い手の減少などで、国内の海藻価格は上昇し、手に入りにくくなっていった。そして、1973年のオイルショックによる諸物価の高騰に伴い、寒天の相場価格はそれまでの3倍以上という天井に達した。当然、売り上げは伸び、利益もかなり増えた。しかし、翌年にはお得意様からしかられ、寒天業界全体が信用を失うことになった。

こんなことの繰り返しでは寒天業界に未来はないと考えた。相場商品の性格から脱皮させて、節度ある購入姿勢を貫くことが、大切な資源である海藻を守ることになる。これは業界全体のため、産地で働く人々のためになると考えた。そして良質で、安定的に確保できる海藻を世界中に求めた。海外から安く仕入れるためではなく、産地を開拓し育てながら仕入れる「開発輸入」である。こうして安定化の体制がほぼ出来上がった。1977年に日本食糧新聞につぎのタイトルの広告をだしたのである。

1977年 (昭和52年) 8月16日 日本食糧新聞 寒天特集

**伊那食品の粉末寒天**

「寒天はもう相場商品ではありません」

寒天は海藻から抽出された天然ゲル化剤として、古い歴史をもっていますが、農家の副業として冬の季節のごく短い期間だけ製造されて来たため、通常製造される粉末寒天の製造が盛んになった現在でも、この業界は非常に古い体質を持っています。

供給と価格を安定させることが、食品原料メーカーの最も基本的な姿勢であらねばなりません。この努力が従来は欠けていたと言えましょう。

伊那食品工業は、業界のトップメーカーとしての自負と責任を果たすべく、原料海藻の備蓄と海外での原料産地の開発、コストダウンの努力、また、品質向上と応用研究等に積極的な努力をしております。

数々のすぐれた特長を持つ寒天を、新しい食品等の開発に安心して御使用下さい。

**伊那食品工業株式会社**  
 長野県伊那市西谷 554-5 番地  
 電話 0263(73)1121(内) 4 線 739-44

### 【良質な原料を求めて】

もともとは国内産の原料で製造していたが、1960～1970年代にかけて大きな危機が訪れた。日本の高度経済成長である。経済は大きく伸びたが、それと引き換えに公害をはじめとする環境汚染が起こった。その結果、日本近海の海は汚れ、「テングサ」や「オゴノリ」

の収穫量が激減した。そこで、伊那食品工業はきれいな海と良質な海藻原料を求めて世界中の産地を調査し、開拓を始めた。そして、今では、モロッコをはじめとする地中海沿岸、チリをはじめとする南米、韓国の済州島などのきれいな海で、良質の海藻が収穫できるようになり、様々な物質の寒天が製造できるようになった。

### 【人材の一割を研究開発に】

事業が軌道に乗り始めた、1970年代に、研究室を設け、寒天の原料である海藻や生産技術の本格的な研究にとりかかった。その後も、常に全社の一割の人材を研究開発に充てている。

### 3.

### 寒天の知識【寒天の種類】『【寒天の形状による分類】』

角寒天や糸寒天はしばしば『天然寒天』と称されることがあるが、それは天然の寒気を利用して作られるというであり、使う原料は同じである。

### 【寒天の形状による分類】

寒天の原料は海藻である。紅藻類、特にテングサ、オゴノリが使われている。昔は伊豆産のものが良質とされていたが、現在では世界各地から輸入され、様々な物性の寒天が作られている。



### 【寒天の種類】

#### ●角寒天

農家の副業として冬の期間だけ生産される寒天。使う際に水漬け、裏ごしが必要。使いにくいこと



から年々消費が減っている。長野県のみで生産されている。

#### ●糸寒天

角寒天より強度が高く、和菓子に使われていた。現在では、工業製品が和菓子作りの主役となり、和菓子を育てた寒天と言われている。主な産地は岐阜県。



#### ●粉末寒天

工場内で通年製造される粉末状の寒天。単に食用だけでなく、工業用・医薬用・化粧品用などに用途が広がっている。



#### ●固形寒天

粉末寒天を打錠した固形状の寒天。計量が不要で使いやすい。



#### ●フレーク寒天

工場内で、凍結脱水法によって通年製造されるフレーク状寒天。高級和菓子用として使用される。



#### ●紐状寒天、●麺状寒天

寒天ゲル化剤として使用するのではなく、お湯に膨潤させてスープの具材や麺として使用する。便秘の解消やダイエット目的の商品に利用される。



(麺状寒天)

煮溶かしてゲル状にするのではなく、熱水に

浸けて膨潤させて柔らかくし、多くは食物繊維摂取の目的で利用される。例：寒天どうすい、寒天麺（いずれも伊那食品工業製）

#### 4. 寒天の製造法

##### ①原料



テングサ、オゴノリといった紅藻類が原料。国内をはじめ、世界各国から厳選された原料が集められる。

##### ②抽出



洗浄され、泥や砂、貝殻などが取り除かれた後、抽出タンクに入れられ、長い時間をかけて寒天が抽出される。

##### ③ろ過



全自動ろ過器でろ過され、寒天液と海藻カスに分離される。

##### ④凝固



寒天液はチューブクーラーで冷却されて固まり、ところてんとなって出てくる。ところてんの99%は水分。

##### ⑤圧搾脱水



全自動脱水機でゆっくりと圧力をかけて脱水され、ところてんはフィルム状の寒天となる。

##### ⑤凍結脱水



凍結後、解凍し、寒天と水分を分離する。

##### ⑥乾燥 / 粉碎



乾燥機に送られた後、粉碎され粉末状の寒天となる。

##### ⑦均質化



ロット毎に物性をチェックし、お客様の要望に合わせて製造する。

##### ⑧製品



食品はもとより、工業用、医薬用、化粧品用試薬用など幅広い用途を持つようになった寒天は、用途に合わせた様々な物性が要求される。伊那食品工業では、それぞれの用途にあわせた100種類以上のもの寒天を生産している。

#### 5. 寒天の用途と製品

##### ■業務用製品

従来の寒天は、和菓子の原料以外には大きな用途はなかった。量産により安定供給と価格の安定、品質管理の徹底によってヨーグルトやマヨネーズなどの食品にも多く使われるようになった。医薬関係では、DDS など新しい分野にも用途を拡げつつある。



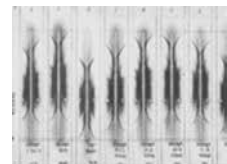
##### ■業務用ゲル化剤（イナゲル）

伊那食品工業では寒天と他の天然物とのブレンドによる寒天製剤「イナゲル」シリーズを数多く開発している。ブレンドすることで、寒天の特性がさらに活かされ、和菓子をはじめ、より幅広い用途に使用されている。



##### ■アガロース

寒天は、アガロースとアガロペクチンからできている。アガロースは、寒天の網目構造を構成する主成分で、精製された



アガロースに現れた遺伝子パターン

アガロースゲルは電気泳動や医学研究用として使用されている。伊那食品工業は日本で初めてアガロース量産工場を建設し、数種類のアガロースの生産を行っている。

#### ■家庭用製品～かんてんばば～

寒天の持つ素晴らしい特性をもっと知っていただき、日常生活の中で手軽に使って頂こうという願いから、「かんてんば



ば」ブランドの家庭用デザートシリーズが生まれた。「手作り」こそ親子の絆のもとであり、家庭の暖かさの源であるという考えから「かんてんばば」製品は「ちょっと手作り」がコンセプトである。商品数は200種類あり、お客様が一人でもおられれば廃番にはしない。従って、ロングセラー商品がたくさんある。

これらの商品で年間売上は174億円。業務用製品と家庭用製品の売上比率は6:4である。

## 6. 寒天の効用

### 【寒天＝食物繊維】

寒天の食物繊維含量は、100g中80.9gとあらゆる食品のなかで食物繊維を一番多く含んでいる。しかも、この食物繊維はなめらかでおいしい食品そのものである。日本薬局方のカンテンの項には「粘滑薬または、包摂薬として、慢性便秘に水に溶かすか粉末として服用するか、あるいは配合剤として用いる・・・」とある。寒天に緩下作用、整腸作用があることは、すでにある程度知られていた。食物繊維が注目され、研究が進むにつれ、寒天の効用はさらに明らかになってきた。

#### ■食物繊維とは

英国のトローウエル博士が食物繊維を「人間の消化酵素で消化されない植物細胞の構造物質」と定義し、以来、日本も含めて食物繊維の

研究が活発化した。「食物中の生理活性を有する難消化性高分子化合物」というのが、食物繊維の定義である。日本でも光岡知足東大名誉教授が繊維が大腸ガンや肝臓ガンの発生率を抑制する実験結果を発表し、大きな反響を呼んだ。食物繊維は、「血となり肉となる栄養素」ではないので、はじめは「非栄養素」と呼ばれていたが、食物繊維には他の栄養素にはない重要な生理機能があることで「第6の栄養素」と呼ばれている。

#### ■血圧を下げる

食物繊維が、血圧の上昇を抑えたというデータは、動物実験でも人間での実験でもいくつかデータが出ている。この結果、食物繊維は腸内で脂肪吸収を妨害し、一緒に排泄するからだろうと考えられている。海藻類に多く含まれる食物繊維には、特に血圧降下作用、コレステロール低下作用があることが明らかになっている。

#### ■コレステロールを低下させる

動脈硬化を進行させる最大の因子は、血液中のコレステロール量の増加である。その予防のためには、善玉コレステロールが増え、悪玉が減ることが理想とされている。実験で「寒天」などの水溶性多糖類には悪玉コレステロールをへらし、善玉の減少を抑制する効果があることが分かった。水溶性多糖類は腸内ではねばねばした状態になるので、胆汁酸が腸壁まで到達することを妨害する。胆汁酸は脂質の消化を助ける主成分であるが、使われても腸壁から吸収され、肝臓でリサイクルされる。しかし、水溶性多糖類が吸収を妨害しているので、胆汁酸は肝臓で作らなければならない。その胆汁酸の成分の原料はコレステロールである。つまり、新しい胆汁酸を合成するために体内のコレステロールがそれだけ少なくなる。

#### ■大腸がんを予防する

日本人の死亡原因のトップはガンであり、中でも大腸ガンが増えてきている。この原因の一

つに、欧米型の食生活があると考えられる。欧米型の食生活を続けると便の量が少なくなり、しかも大腸内に長く滞留するようになる。もし、大腸内で発ガン物質やそれを助ける物質ができた場合、それを吸収する時間も長くなる。また、動物性蛋白質や脂質を多くとると発ガン物質やそれを助ける物質ができやすくなるという結果も出てきている。腸内に食物繊維がたくさんあると、発ガン物質が吸着排泄される。しかも、食物繊維は胃の中で水分を吸収しカサを増すので発がん物質が希釈され、大腸壁にふれる率も低くなる。また、腸内菌がガンの予防や発生にかかわりがあると言われているが、食物繊維はこの腸内菌、とくに善玉ビフィズス菌などを増やす働きがある。ビフィズス菌は腸内で悪玉菌の増殖を抑えたり、有害物が吸収されるのを防いでくれる。

#### ■血糖値を下げる

食物繊維を多くとると、胃がその内容物を腸へ送りだすスピードが遅くなる。そのため、腸壁からの糖質吸収にも時間がかかり血糖値の上昇も穏やかになる。糖尿病はインシュリンの分泌障害によって食物として取り入れた糖質の体内利用がうまくいかず、血糖値が異常に高くなる病気である。食物繊維が血糖値の上昇を抑えているので、インシュリンの分泌が少ない人でも充分糖質を分解することができる。

#### ■肥満を防ぎ、便秘を解消

食物繊維そのものはノーカロリーであるから、いくら食べても太りすぎの心配はない。しかも、食物繊維には吸水力があり、水分を吸うのでカサが増える。従って、少量でも満腹感が得られる。また、糖質の吸収に時間がかかるので満腹感が長続きするというメリットもある。食物繊維は、大腸内で水分を吸収して便のカサを増し、柔らかくする。柔らかい便は痔の予防にもなる。

#### ■寒天の生理機能

寒天は水を抱え込む作用が特に強く、実に乾物量の250倍もの水を固める。水を抱え込んだ寒天ゼリーが消化器官内を通過する段階で、水は徐々に体内に吸収され、大腸では水分が便を柔らかくし、排泄時間が短縮され、自然なお通じを促す。また、コレステロールを減少させる力もある。食事からの余分なコレステロールは、寒天によって体外に排出される。このように寒天には社会的に問題になっている「生活習慣病」を予防する働きがある。伊那食品工業の“かんでんぱのホームページ”を見ると寒天を使用した多くの商品がある。また、食べ方のレシピも豊富にある。是非とも、寒天を食べて生活習慣病を予防していただきたい。

#### おわりに

伊那食品工業の塚越会長は長野県に生まれ、長野県伊那北高等学校を病気のために中退し、療養後、地元の木材会社に就職した。入社して1年半後、木材会社の関連企業である伊那食品工業に21歳の時に社長代行として会社立て直しを命じられた。当時の伊那食品工業は粉末寒天の製造をしていた。社員は十数名、機械らしい機械は何一つなく、モーターが全工場で4台しかないという、貧しい工場であった。ここから、会社を立て直し、今の伊那食品工業がある。『いい会社をつくりましょう』から)

この経験から、年輪経営など幾つかの経営指針を提案されている。この経営の在り方に関心を持った会社は多く、トヨタ自動車の豊田章一郎名誉会長、豊田章男社長から講演依頼があった。また、KDDI、村田製作所など多数の会社の経営者も訪問した。また、一般の観光客は年間35万もあり、“かんでんぱ”商品を販売店で買ったり、レストランで食事をしたり、美術館で絵を楽しんだりされる。また、ごみ一つなく、木々がたくさん植わっている敷地内を自由に散

策し、ゆったりした時間を楽しまれる。1958年に業務用粉末寒天の製造で会社を設立して以来、山間地農民の副業であった寒天製造を、現在では通年生産の寒天工業に育て上げ、寒天そのものの研究開発にも注力し、寒天の力を食品

以外の分野にも拡大し、新しい可能性を探索しておられる。まさしく、寒天業界を牽引されている。今後も年輪経営を持続し、多くの人々に役に立つ商品の開発をしていただく事を期待したい。

#### [ 参考資料 ]

- 1) いい会社をつくりましょう 著者;塚越寛,編集;伊那食品工業株式会社,2011年(平成23年)6月28日第22刷発行,発行・発売;文屋
- 2) リストラなしの「年輪経営」 著者;塚越寛,発行者;古谷俊勝,発行所:光文社2009年2月25日,初版1刷発行
- 3) 新かんてん なんでも百科 著者;塚越寛,編集;「新かんてんなんでも百科」編集部1991年6月30日第2刷発行,発行所:アド・コマーシャル
- 4) 寒天・ところてん読本 著者;松橋鉄治郎,2008年9月25日第1刷発行,発行所:社団法人農村漁村文化協会
- 5) たべもの起源辞典 編者;岡田哲,2003年1月30日初版発行,発行者:今泉弘勝,発行所:東京堂出版
- 6) 日本大百科事典 1995年7月10日第2刷発行,発行者:小学館,出版社:秋葉隆
- 7) カンプリア宮殿 2012年8月23日,テレビ東京系列

# 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（10）

## 豚肉の生食のみが感染源でない

### 有鉤条虫に関する総括的認識（ノート）

牧 純 (MAKI Jun) \*1, 関谷 洋志 (SEKIYA Hiroshi) \*1, 田邊 知孝 (TANABE Tomotaka) \*2, 舟橋 達也 (FUNABASHI Tatsuya) \*2, 玉井 栄治 (TAMAI Eiji) \*1, 河瀬 雅美 (KAWASE Masami) \*3, 坂上 宏 (SAKAGAMI Hiroshi) \*4

\*1 松山大学薬学部生体環境系薬学講座感染症学研究室, \*2 松山大学薬学部生体環境系薬学講座衛生化学研究室,

\*3 松山大学薬学部化学系薬学講座有機化学研究室, \*4 明海大学歯学部病態診断治療学講座薬理学分野

Key Words：真田虫・有鉤条虫・囊尾虫・システィセルクス・ブラジカンテル

#### Summary

Jun Maki<sup>1)</sup>, Hiroshi Sekiya<sup>1)</sup>, Tomotaka Tanabe<sup>2)</sup>, Tatsuya Funahashi<sup>2)</sup>, Eiji Tamai<sup>1)</sup>, Masami Kawase<sup>3)</sup> and Hiroshi Sakagami<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Infectious Diseases, College of Pharmaceutical Sciences, Matsuyama University;

<sup>2)</sup> Department of Hygienic Chemistry, College of Pharmaceutical Sciences, Matsuyama University;

<sup>3)</sup> Department of Hygienic Chemistry, College of Pharmaceutical Sciences, Matsuyama University;

<sup>4)</sup> Division of Pharmacology, Department of Diagnostic and Therapeutic Sciences, Meikai University School of Dentistry; Food that needs precautionary awareness for infection in human body (10) - What are responsible for the infection with the pork tapeworm, *Taenia solium* and the action to be taken for the prevention (note)

The concept of "forgotten or neglected diseases" is important for our planning to take measures against parasites. This paper describes the infection of man with the beef tapeworm, *Taenia solium* (*Taeniarhynchus saginatus*).

When the larvae in the raw pork or related ones are ingested by man, they will grow to the adult stage in the intestine. The adult worms excrete eggs in the body segments in feces. The eggs hatch in pigs and so on to become infective larvae parasitizing in their muscles. The life cycle of this parasite is maintained in the intermediate hosts such as pigs, and the final host (man). Man is infected also with the eggs of this parasites as if man is an intermediate host. The larvae are found near the body surface or invade into the brain with the severe damage. It is hard to eliminate the larvae in man with chemical agents. Though it is nowadays rare for the life cycle to be maintained in Japan, we have to be watchful and careful not to be infected following eating the pork harbouring the larvae imported from poorly hygienic area. The adult worms are readily expelled with praziquantel while no chemotherapeutic strategy against the larvae has yet been established. The treatment solely relies on the surgical removal of the migrating larvae. However, we should not ingest the eggs given the fact that the treatment trial has been often unsuccessful. The measures should be taken for the prevention. No raw pork should not be eaten. We have to avoid incorporating the *T. solium* eggs from fresh vegetables and feces containing the eggs through oral sex.

[key words: *Taenia solium* (*Taeniarhynchus saginatus*), cestodes, parasites]

#### 要約

形状が真田紐に似ていることが語源の真田虫（サナダムシ）は学問的には「条虫」という。扁平で長くと3mにも及ぶ条虫のひとつである有鉤条虫 *Taenia solium* は、主として海外で豚肉（ポーク pork）の生か不完全調理食材により感染する厄介な寄生虫である。この成虫がヒトの腸管に寄生すると当然消化管障害をもたらす。排便時には切れた虫体の部分が排出される。中間宿主であるブタはその中の虫卵を含む人糞を食するか、それで汚染された食餌を摂取すると、虫卵内幼虫がブタ筋肉内に移行し、被囊した幼虫（専門用語では囊尾虫、またはシスティセルクス cysticercus）を有するところとなる。ヒトはその

ような豚肉の生か熱処理が不十分なものから感染を受け、その腸管に成虫を宿す。ヒトへの感染ルートはこの生活環以外にもある。ヒト糞便中の虫卵は、同一患者の大腸で自分自身に再感染することもありうる。もしくは、非衛生的な生野菜の摂取や性行為などを通して他のヒトに感染する。その結果、皮下や悩などに、成虫でなくて幼虫が寄生して、皮膚表面のいたるところに腫瘍のようなものを作り大きな病害作用をもたらす。その予防には、豚肉、イノシシ等の肉の生食を慎むことが絶対的に重要である。レアのポークステーキも避けるべきである。非衛生的な生野菜も警戒せねばならない。性行為で感染性ある虫卵（肛門周囲に存在）を口にすることも危険である。早期発見・早期治療のポイントは、成虫感染の場合はそのような生食歴の有無と肛門より出た体節を持参した上で、出た時の様子を診察医に伝えること、幼虫感染の皮膚疾患であれば、その病状と非衛生的な野菜の摂取や性行為歴を率直に述べることである。駆虫は優れた駆虫剤プラジカンテルの投与により行なわれるのが普通である。成虫が駆出されるが、その際虫体の一部が崩壊してはみ出た虫卵が同一の患者体内で孵化し幼虫の感染が起こることがある。この幼虫は体内、体表の各所へ移行、脳への侵入もある。その結果、豚肉の中の幼虫に相当するものが出来上がる。その予防策としては穏やかで完全な駆虫を心がけて虫体の崩壊を伴わないようにすることが肝要である。皮下や悩などに寄生して大きな病害作用をもたらす幼虫に対する治療はまだ確立されていない。一応プラジカンテルやアルベンダゾールの投与を試みるが、完治は困難である。

## 1. 緒論

日本の衛生状態は、現代では以前とは比較にならないほどよくなった筈である。しかし日本人は元来ナマモノが好きな国民であり、食中毒事故が現在でも度々起こる。そのため、例えば2012年には、牛のナマのレバ刺しが禁止された。提供が法的に禁止となる期限の直前に、これが最後のチャンスであるとして、駆け込みで多数の人々が食して少なからず食中毒を起こし、社会的に大きな騒動となったことは我々の記憶に新しい。

牛のナマモノにも当然気をつけなくてはならないが、豚肉のナマはさらに危ない。これからの重要な寄生虫感染もありうる。今回豚肉の生食により感染することのある有鉤条虫に着目する。これは成虫になると数メートルに及ぶ長い条虫（いわゆる真田虫、サナダムシ）の1種で、国内で感染することは比較的稀であるが、国際保健上大きな問題である。

今回のような本虫に関する情報の総括的な認識は現代の日本の社会に役立つものと考えられ、以下に論述する。

## 2. 材料・方法

有鉤条虫自体および関連の事柄に関する文献、成書、著作論文、学会発表等の範囲で調査した<sup>1)~27)</sup>。特に、臨床系の寄生虫学会の発表に注目した。引用論文（1～27）など多種多様の情報源を中心に調査をスタートさせた。テキストにより専門用語や大きさの表記が異なることもあるが、定評ある教科書『図説人体寄生虫』（吉田幸雄・有蘭直樹著、第7版、南山堂、東京、2008）（6）に準拠した。

## 3. 結果・考察

### 3-1. 寄生虫 parasite の分類と例

実に多種多様の虫種を含み、それらの総称となっている寄生虫についての分類的な把握が有鉤条虫 *Taenia solium* の特徴の理解に重要である。ヒトの皮膚表面を侵すダニ、シラミの類を外部寄生虫ということがあるが、とりあえずこれらを外して考察する。

ここでは人体内に寄生する寄生虫に注目する。これは、唯ひとつの細胞か又は多細胞から成り立っている2グループに大別される。前者

は顕微鏡でなければ判らないいわゆる「寄生原虫」(parasitic protozoa)である。その例に、膾トリコモナス、マラリアや赤痢アメーバ(細菌の赤痢菌とは全くの別物)などがあげられる。

後者は、成虫なら肉眼でも存在が分かるいわゆる「寄生蠕虫」(parasitic helminths)で、更に次の3つのグループに分類される。

その1つめは線虫類 nematodes である。よく知られた回虫は線虫類 nematodes の代表的なものである。犬を飼っている方々には関心の深い犬フィラリア(犬糸状虫)、現在日本の幼児・学童でもその感染がよく問題となる蟯虫(ギョウチュウ)も線虫類に属する。本雑誌で既に報告した広東住血線虫<sup>18)</sup>、剛棘顎口虫<sup>23)</sup>も線虫である。

2つめは吸虫類 trematodes で、昔はジストマ

と呼ばれた。いわゆる肝ジストマ、肺ジストマは現代では学問的にそれぞれ肝吸虫<sup>19)</sup>、肺吸虫<sup>21)</sup>と呼称される。これらの2つに加え、本誌では横川吸虫<sup>22)</sup>、棘口吸虫<sup>25)</sup>についても報告した。

3つめは条虫類 cestodes である。これはいわゆるサナダムシ(真田虫)のことであるが、現代の寄生虫学会では「条虫」なる用語が使われる。

この条虫は更に表1に示すように、擬葉類 pseudophyllidea と円葉類 cyclophyllidea の2つのグループに大別される。

### 3-2. 有鉤条虫の概要

#### 分布に関する地歴

一般的にいわれている本虫の地理的な分布は中国本土(特に東北部)、朝鮮半島、極東アジア、

表1 擬葉類条虫と円葉類条虫の違い

|                                                 | 擬葉類 pseudophyllidea                                                                    | 円葉類 cyclophyllidea                                                                                                             |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 必要な中間宿主                                         | 第一および第二の2段階                                                                            | 第一段階のみ*                                                                                                                        |
| 中間宿主内の幼虫名                                       | 第一中間宿主内ではプロセルコイド(proceroid, 漢字名: 前擬尾虫)<br>第二中間宿主内ではプレロセルコイド(plerocercoid, 漢字名: 擬充尾虫**) | 囊尾虫(cysticercus, システィセルクス)<br>擬囊尾虫(cysticercoid, システィセルコイド)<br>包虫(hydatid, ヒダチド)<br>共尾虫(coenurus, ケヌルス)のうちいずれか。寄生虫の種により決まっている。 |
| 頭部(頭節)の構造                                       | 溝の構造(吸溝)あり、吸盤や小鉤はない。                                                                   | 吸盤あり                                                                                                                           |
| 子宮と虫卵の産出; ヒト排出糞便内における虫卵の分布                      | 子宮の孔から逐一産出; それゆえ糞便内に比較的均等に虫卵が分布するので、検便が価値ある検査方法である。                                    | 盲端の構造をなす子宮の中に虫卵が充満し、その子宮が弾けて産出; 不均等な分布となり、その分検便の価値が低い。                                                                         |
| 糞便内の虫卵の形態                                       | 卵蓋(らんがい; 虫卵を覆うフタのこと)あり、内容未成熟(1個の卵細胞と数個の卵黄細胞からなる)                                       | 卵蓋はなく、内容に六鉤幼虫(hexacanth embryo, または hexacanth larva)が認められる。                                                                    |
| 具体的虫種の例<br>New Food Industry で紹介の種、およびその他の重要なもの | 日本海裂頭条虫 <sup>20)</sup> 、広節裂頭条虫、マンソン裂頭条虫、大複殖門条虫、芽殖孤虫(成虫不明)                              | 有鉤条虫(今回の対象)、無鉤条虫 <sup>24)</sup> 、アジア条虫、エキノコックス(単包条虫・多包条虫)、小形条虫、縮小条虫、瓜実条虫、多頭条虫、有線条虫                                             |

\* 有線条虫が例外の可能性もあるが、研究が進んでいない。

\*\* 前擬充尾虫なる訳語もあるが、“pro-plerocercoid”なる英語表現は存在しない。

メキシコ、中南米、南アフリカである。日本国内も沖縄県においてブタ、イノブタの肉の生食でこの条虫に感染し成虫がヒトの腸管に寄生していたケースが珍しくなかった。

日本本土は仏教の掟が強大で、とりわけ江戸時代は哺乳類の肉を食べることが稀だったと一般によくいわれる教科書的な事実である。しかし、ヤマクジラと称されるイノシシの肉は少なくとも一部では食べられていた。これは、鯨肉のような赤味帯びた肉の周りに白い脂肪分を添えると、牡丹の花のようで、“牡丹肉”と呼ばれる。歌川広重「名所江戸百景」の絵図の左側には、大きく“山くじら”と看板が示されている。

江戸時代、「薬喰い」と称して、イノシシの肉は滋養強壮剤として一部の人々には支持されていたらしいことがネット検索などでうかがえる。そういう肉を常に熱処理して食べたとは想像しがたく、それゆえに日本本土でも本虫が存在していた可能性が否定出来ない。今後文献的な研究を遂行させる価値がありそうである。

明治維新後は文明開化の時代となり、西洋の肉食の文化が取り入れられ、本虫感染者がまみ見られるところとなった。第二次大戦後はアメリカ風のポークステーキが人気を博し、特にレアで食した人たちの間に感染者が多々現れた。しかし今では衛生思想の浸透と牧畜の衛生管理の徹底化により稀にしかみられない。

沖縄（旧琉球王国）では仏教の掟は遥かに微弱で、第一日本本土の江戸時代のように国民全員を仏教徒とすることはなかった。琉球の人たちは、漁業のみならず広く海洋交易に従事していた。本島においてもイノシシやブタに類する哺乳類の肉を食する機会あり、それゆえか、この有鉤条虫に感染している人々が遥かに多かったと推測される。

ヒンズー教徒の多いインドでは、一部の例外

を除き、牛肉を殆ど食べないが、豚肉の消費はかなりあるようで、この条虫の感染がおりうる（逆にイスラム教の国々ではレアの牛肉ステーキにより無鉤条虫に感染するケースがみられる<sup>10)</sup>。これは宗教と感染症などの論議によくでてくる教科書的理解に過ぎないが、イスラム教徒の人口が世界最大のインドネシアに関する研究が興味深い。例えば華僑の方々も在住するように、インドネシアは意外と民族・宗教が多様であり、食文化の違いが感染する寄生虫の種類にも反映している。そのような関係もあって、インドネシアを舞台とした新しい寄生虫の研究が進んでいる。

#### 4. 生活環と生活史

豚肉の生食により有鉤条虫に感染し、扁平で長い成虫をヒト腸管に宿すことがある。その糞便中の虫卵がブタ等の中間宿主に入って幼虫となる。中間宿主の巾は広くイノシシ、クマ、シカなどもなりうる。これら動物の感染は現在の日本では稀であるが、衛生状態が悪い国や地域においては十分ありうる。

そういうブタ等の筋肉内には幼虫（専門用語では囊尾虫、システセルクス *cysticercus*）が寄生しており、その生食によりヒトに感染する。ヒトの腸管で成虫となると、毎日のように体節が数センチぐらいに肛門でちぎれて排出される。ただし排出されるのは尾端近くの体節であって、頭部は小腸壁に付着したままである。首の部分（いわゆる頸部）で伸長する。排出された体節、虫卵が糞便とともにブタ等の中間宿主に食われ、その筋肉内で幼虫として寄生する。これで、生活環が一巡する。ヒトが下肥（しもごえ）や人糞などに含まれる虫卵を経口的に取り込んで体内各処に寄生した幼虫は決して成虫に発育しない。しかし、その病害作用は計り知れないものがある。

## 5. 形態

成虫一頭節と呼ばれる頭部には4つの吸盤と約30本の小鉤がある。これは円葉類(表1)に属するので、広節裂頭条虫のような裂け目はない。頸部より後部は後ろにいくほど成熟し体幅は0.5 cm ぐらいになる。いわゆる未熟体節、成熟体節、受胎体節(老熟体節ともいう)と続く。扁平でひよろ長い形状から条虫は英語でtapeworm またはribbonworm と呼ばれるが、この有鉤条虫もその典型である。虫体全体の体節数の合計は極めて多いが、無鉤条虫(1000 ぐらいに及ぶ)よりは少ない。他の条虫と同様、各体節には雌性の生殖器官と雄性の生殖器官の両方が認められる雌雄同体である。長さはおおよそ2~3 m であるが、毎日のように体節が肛門で切れて排出されるので正確な長さの表示は困難である。

最近日本国内での感染が問題となっているアジア条虫<sup>27)</sup>の形態は無鉤条虫のそれに似るが、ブタの内臓(特に肝臓)から感染する点では有鉤条虫に似ている。

虫卵一成虫から産出されるは虫卵の色はこげ茶色、形は丸型、大きさはおおよそ25~35 $\mu$ m で中に六鉤幼虫を含む。

幼虫(有鉤囊虫)一虫卵から孵化した幼虫が体内各処に移行して出来る、卵形ないしは球形、乳白色、大豆大(8~15×4~8 mm)のものである<sup>7)</sup>。

## 6. 症状

〔成虫の人体寄生のケース〕人の腸管にのみ寄生し、消化器症状(下痢、腹痛、不快感など)を呈する。これは海外で感染して帰朝した例を除けば、日本国内では稀である。

成虫体が腸管に寄生すると下痢、腹痛、不快

感などの消化器症状、悪心、嘔吐を見るが、この段階では無鉤条虫に感染しているケースとの区別はできない。

〔幼虫の人体寄生のケース〕ブタのみならずヒトにも寄生する。感染者の糞便中の虫卵が他人の口に入って、幼虫が寄生することは日本でも大きな問題である。成虫による病害よりも、むしろこちらの方が大きい。成虫による経済社会損失は無鉤条虫の場合とさほど差はない。しかし、有鉤条虫の場合は人体に幼虫の寄生する病害(人体有鉤囊虫症 *cysticercosis cellulosae hominis*)が実に大きい。それは無鉤条虫(極めて例外的なケースを除いて)では考えられない社会経済損失である。

虫卵から孵化した幼虫が体内各処に移行すると、卵形ないしは球形、乳白色、大豆大(8~15×4~8 mm)のものが出来る<sup>7)</sup>。それが皮下であれば分かりやすいが、筋肉内であると見逃されることもある。幼虫が脳や眼に移行すると取り返しのつかない精神障害をもたらすことがある。

## 7. 診断

〔成虫の同定〕豚肉等の生食歴の有無および肛門よりちぎり出た体節の様子を診察医に伝え、出来ればその体節を持参するのが望ましい。豚肉の生食歴の有無を明らかにすることは診断上、根本的に極めて大切なことである。糞塊の上を体節が動いているなら無鉤条虫、動きがみられない場合は本虫<sup>6)</sup>であろうとおよその見当がつく。

排出糞便の中にも虫卵を見つけることは可能であるが、蟯虫卵検査で用いるセロファンテープで肛門周囲の虫卵を見出そうとする方が効率的である。とはいえ、同様な方法で検出される近縁の無鉤条虫卵と形態的に区別することは困難である。もし虫卵の周囲に卵殻が残っている

なら、区分できないこともない。すなわち棘のようなものが付着していたら無鉤条虫卵であるが、認められなければ有鉤条虫卵である<sup>8)</sup>。しかし、この鑑別は極めて熟達した専門家でないと不可能である。

これも専門家に依頼しないと困難であるが、虫体の受胎体節(または老熟体節とも呼ばれる)中の子宮内にまず墨汁を注射針で注入する。これにより左右の枝分かれの様子が分かりやすくなるが、左右の対の数が約12であれば本虫といえる(無鉤条虫は約24)。これが現在行なわれる最も的確な鑑別診断方法のひとつである。

〔幼虫感染の診断〕体内各所の皮下に幼虫体移行すると指の爪程度の大きさの腫瘤が出来る。幼虫体が脳や眼に移行すると癲癇、痙攣、精神障害などの大変厄介な症状を呈する<sup>9)</sup>。ただし脳腫瘍との鑑別診断をしたうえで適切な処置が必要となる。

免疫診断、画像診断(CT スキャンなど)をたよりに本幼虫が寄生しているか、あるいは寄生していたとの検討付けは可能であるが、最終的な確定診断は病理組織の切片像に基づいておこなわれるべきである。感染者の皮下の病理切片像で吸盤や小鉤を認められれば、最終的な確定診断の重要な根拠が得られる<sup>9)</sup>。

## 8. 治療

〔成虫の駆虫〕駆虫薬として伝統的にいろいろな生薬が使われてきたが、現在では優れた効果のあるプラジカンテルが賞用される。いわゆる駆虫薬を用いない方法もある。造影剤(ガストログラフィン)、Damaso de Rivas 法(十二指腸ゾンデで硫酸マグネシウム、グリセリン、生理食塩水、下剤を用いる方法)もある。治療は成功裏に行なわれるべきであるのは当然としても、現在でも問題点が2つ残されている。

そのひとつは腸管内の成虫はプラジカンテル

で駆虫されるが、頭の部分(いわゆる頭節)が残存していないか否かが大きな問題となる。もし頭節部分が腸壁に付いて残っていると頸部より又体節が伸長してくる。駆虫してから1ヶ月後にセロファンテープで肛門周囲の検査を行い、もし虫卵陽性であれば再度投薬する必要がある。よく教科書的に言われている、駆虫された虫体の頭節の確認が必要であるとのことであるが、これでは不十分である。成虫が何匹寄生していたかがわからない以上、たとえ頭節が糞便中に確認できたとしても、まだ少なくともそれ以外の頭節が腸壁に付着し残っているからである。

次に、頭節が腸壁に残っていない完全な駆虫であったとしても、まだ不安は拭いきれない。成虫体の子宮内で成熟した虫卵が駆出前にこぼれ落ちて、腸管壁より幼虫(hexacanth embryo または hexacanth larva)が侵入し筋肉内に移行する可能性も否定できないからである。これは「自家感染」(auto-infection)と呼ばれてきた。

〔幼虫の処置〕体内各所や組織内に寄生している幼虫は外科的な摘出をまず試みる。除去しきれないものについては、効果はあまり期待できないかもしれないが、プラジカンテルなどの投与を一応こころみる。本虫とは近縁のエキノコックスにある程度の効果が認められるアルベンダゾールもそういう候補に入れてよい。

## 9. 個人としての予防

〔成虫感染に対する予防〕感染源は豚肉の生食が多くを占めるが、ブタと近縁の動物たち、例えば、イノブタ、イノシシの肉の生食も危険であると警戒すべきである。事実、沖縄ではブタ等からの本虫感染が認められた<sup>6, 10)</sup>。豚肉の生焼きかレアの状態であると感染の危険を伴う。

しっかりと熱の通った料理なら感染の危険は

ない。最近心配になるのは豚丼が普及しているが（ウナギが高騰したことも背景にあるのであろうか、その原因は筆者らには不明である）、もし生焼きなら危険を伴わないか心配になる。予防には、豚肉の生食を慎むことが絶対的に重要である。本虫の感染回避のためにも、これは論議の余地なくタブーである。有鉤条虫の幼虫が含まれる可能性があるので、ブタ（近縁のイノブタ、イノシシ等も含む）の肉を絶対にナマで食さない事である。極めて清潔な環境下において、完全に滅菌されている食餌でブタを飼育する試みもなされていると聞く。場合によっては海外でそのような食材の刺身や寿司が出るかもしれない。しかし、安全対策のため、それらを口にしないほうが無難である。

哺乳類の刺身や寿司について一考する。ウマ、ウシ、ブタの食餌を考えると、馬肉は実際比較的安全である。牛肉は例えば土佐風牛のたたきなどがあるが、一応普通に出回っている。しかし、牛のレバ刺しは危険と考えられ現在では法律で禁止されている。豚肉のナマや半ナマは危険である。ウマ、ウシ、ブタの肉に関するこれらの傾向は動物の食餌に関係があるのかもしれない。ウマは草食であるが、ブタは雑食性である。

ホルモン料理（内分泌のホルモンとは関係ない。“（鍋に）放り込むもの、哺乳動物の内臓、肉”の類で関西の言語に起源をもつといわれる）やジビエ料理における生肉からの感染の可能性は個々人も気をつけるべきである。

海外旅行時の飲食では、生の豚肉に対して特段の注意を払うべきである。焼き豚の焼き方が不完全であると感染の危険が残る。飲酒で気の緩む時とか、海外旅行の多忙さゆえ食衛生上のポイントを忘れた時が危ないと思っておかねばならない。

【幼虫感染の予防】もうひとつ警戒しておくべきことは、虫卵から人体への感染が怖いこと

である。上記のように、非衛生的な生野菜にせよ、性行為にせよ、経口的に入った虫卵から孵化した幼虫が全身の皮膚の下に寄生する。最も厄介なのは脳内に寄生したケースである。日本国内に出回る生野菜は一応大丈夫であるが、非衛生的な輸入物であれば要警戒である。感染流行国に出かけて生野菜または漬物を食べるときはそれ相当の覚悟が要る。そういう食材がこの寄生虫の虫卵で汚染されていることも十分ありうるからである。例えば、中米の流行地ではイチゴが危険であるとされる。これも沸騰している熱湯のなかでの“煮沸消毒”が必要である。

もうひとつ極めて大切なのは、非衛生的な性行為による感染を回避することである。外国人との性行為における肛門周囲に付着している感染性ある虫卵の経口感染が報告されているからである<sup>6)</sup>。臨床系の学会では、接客する女性の感染様態がかなり詳細に報告されることがある。勿論逆もありうる。十二分の啓蒙活動が大切である。

## 10. 環境衛生上の対策

【成虫感染の予防対策】日本では想定しがたいことであるが、人糞をブタに食べさせることは絶対に差し控えるべきである。これは実際、途上国の地域によっては現在でも見られる。途上国ないしはそのような国の地域で、昔からの慣わしとなっているのかもしれない。

ひとつには、比較的寒い国と地域においてであるが、人間の家屋の中に豚の飼育室があり、その上が居住者のトイレで、ブタたちは落下するヒトの糞便にありつける構築となっている。他には、一部の途上国と地域で開放感ゆえであろうか、子供たちが庭の片隅に恥じらいもなく、排便することがあるようである。その処理目的も兼ねてブタに食べさせる。

これらのやり方は一見合理的なようだが、極めて危険である。環境衛生上考えるべき本虫感染の拡散防止・再感染の阻止は、ブタに人糞を食餌として与えないことがポイントである。豚肉の量産を目指すなら当然ブタ自体にも感染症をもたらすべきでなく、経済動物としてのブタにも衛生的な飼料を与えるべきである。

以上のような豚肉が市場に出回り、人々が成虫に感染する国と地域がこの地球上に存在する事実を我々は忘れてはならない。

〔幼虫感染の予防対策〕人糞に含まれる虫卵の経口侵入（非衛生的な生野菜、性行為）を絶つこと。これらの2点を厳守することである。これらには社会啓蒙活動が重要である。

「人糞中や野菜栽培に施した下肥に含まれるこの条虫の虫卵がヒトの口から入り、人体内に幼虫（ブタの体内に寄生する幼虫に相当）が寄生する。その幼虫は全身の皮下、さらに脳にも移行する。」ことを周知徹底させるべきである。

# ・・・・・・・・・・ 引用文献・参考文献 ・・・・・・・・・・

- 1) 松林久吉編集：『人体寄生虫学ハンドブック』，朝倉書店（東京）（1972）
- 2) 大鶴正満編集：『臨床寄生虫学』，南江堂（東京）（1978）
- 3) 土屋友房編：『微生物・感染症学』化学同人（東京）（2008）
- 4) 関水和尚編著：『やさしい微生物学』廣川書店（東京）（2011）
- 5) 宮崎一郎・藤 幸治著：有鉤条虫症『図説人畜共通寄生虫症』九州大学出版会（福岡）（1988）
- 6) 吉田幸雄・有蘭直樹：『図説人体寄生虫学』第8版，南山堂，東京（2011）
- 7) 鈴木了司，安羅岡一男，柳沢十四男編：『新医寄生虫学』第一出版，東京（1988）
- 8) 佐々 学：『人体病害動物学』－その基礎・予防・臨床・治療－（第3版）医学書院（東京），（1975）
- 9) 小島莊明編：『NEW 寄生虫学』南江堂（東京），（1993）
- 10) 岡部浩洋著：『日本における寄生虫学の研究』，有鉤条虫・人体有鉤囊虫症，第1巻，目黒寄生虫館，（1963）
- 11) Faust EC, Russel PF and Jung RC: Craig & Fausts' Clinical Parasitology 8th ed. Lea & Febiger, Philadelphia（1970）
- 12) M.Suzuki (organizer): Economic loss caused by parasitic diseases, a Mombusho Grant Meeting, December 10th 1997 at Toranomon Pastral（1997）
- 13) Wattan S.Janjaroen：Economic loss caused by parasitic diseases in Thailand, 世界規模でみた寄生虫病による経済損失に関する文部省科学研究発表・会議（オーガナイザー：鈴木 守），虎ノ門パストラル（東京），12月10日，（1997）。
- 14) 牧 純，村田安紀奈，西岡茉莉，菅野裕子，有田孝太郎，廣瀬恭子，日野和彦，中野友寛，藤井佑輔，渡部真衣，坂上宏，関谷洋志，秋山伸二，難波弘行，荒木 潤，玉井栄治：環太平洋地帯及び近隣諸国の寄生虫感染と治療薬に関する文献調査研究の試み－渡航医学と渡航薬学の視点より－松山大学論文集，**23** (4), 191-214（2011）
- 15) 牧 純，玉井栄治，関谷洋志，坂上 宏：環太平洋地帯と近隣諸国において社会・経済損失をもたらす代表的な寄生原虫類に関する小考，松山大学論文集，**24** (2), 155-165（2012）
- 16) 牧 純，関谷洋志，舟橋 達也，田邊知孝，玉井栄治，坂上 宏：社会・経済損失をもたらす有鉤条虫の感染とその一次・二次予防の対策に関する基礎研究，松山大学論文集，**24** (3) 257-269（2012）
- 17) 小島莊明：『寄生虫病の話－身近な虫たちの脅威』中公新書，中央公論新社（東京）（2010）
- 18) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（1）－特に広東住血線虫の感染源となりうるもの（ノート），*New Food Industry*, **53** (5), 23-26（2011）
- 19) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（2）－特に肝吸虫（旧名肝ジストマ）の感染源となりうるもの（ノート），*New Food Industry*, **53** (9), 37-42（2011）
- 20) 牧 純，関谷洋志，玉井栄治，坂上宏：人体への寄生虫感染を警戒すべき食材（3）－日本海裂頭条虫の感染源となりうるもの（ノート），*New Food Industry*, **53** (11), 37-40，（2011）

- 21) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (4) - ウェステルマン肺吸虫の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **54** (2), 36-40, (2012)
- 22) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (5) - 横川吸虫類 (*Metagonimus* spp.) の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **54** (4), 39-45 (2012)
- 23) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (6) - 剛棘顎口虫の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **54** (5), 25-28 (2012)
- 24) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (7) - 無鉤条虫の感染源となりうるもの, *New Food Industry*, **54** (7), 45-48 (2012)
- 25) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (8) - 棘口吸虫類の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **54** (9), 39-42 (2012)
- 26) 牧 純, 関谷洋志, 田邊知孝, 舟橋達也, 玉井栄治, 河瀬雅美, 坂上 宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (9) - 現代の日本人でも安心できない回虫の感染, *New Food Industry*, **55** (4), 43-49 (2013)
- 27) 三木田 馨ら 15 名: 埼玉県で再び発生したアジア条虫症の一例と本邦での感染が強く疑われた無鉤条虫症の一例, *臨床寄生虫学会誌* **23**, 99-101 (2012)

## 築地市場魚貝辞典（マトウダイ）

春。といっても近頃は季節が早くなったような気がする。桜の咲く時期も、20年ぐらい前は、今より1週間以上遅かった。桜が咲き終わると、木の芽が伸びるのも早く、新緑があつという間に芽生えてしまうような印象さえ受ける。

今のところ、海の中の春が早まっているのかどうか、よくわからない。なにしろ陸の上からは海の中は見えず、海中の季節に大きな影響を及ぼす潮の流れも、年によっておおきく流れを変えるので変化をつかみにくい。今回も春の魚、マトウダイを紹介する。



マトウダイ

### 一分類一

マトウダイを分類学的に表すと、マトウダイ目マトウダイ科マトウダイ属となる。ふつうの形をした魚のうち、口が大きくて髭が無く、体が鱗に覆われない仲間で、体が銀色で背鰭が長く伸び、おでこがくぼまない魚ということになる。

マトウダイ科に近いグループはオオメマトウダイ科（後述）やヒシダイ科など、数が少ないあるいは小さいなど食用として市場に流通しない魚がほとんどで、なじみがない。マトウダイ科にはマトウダイ属のほか、カガミダイ属やソコマトウダイ属など7の属13種が含まれる。マトウダイ属にはマトウダイのほかアフリカ沿岸に分布するマトウダイによく似た1種の



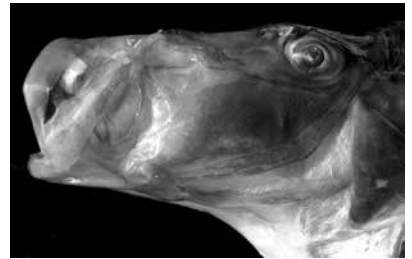
カガミダイ

2種が含まれる小さいグループである。カガミダイはマトウダイに似ているが、全身がマトウダイより金属的な銀色で、おでこにあたる部分がくぼむ（マトウダイは盛り上がっているような感じがする）などで見分けることができる。

### —形態—

マトウダイの体型は、やや前後に長い楕円形をしている。体の幅は狭く、正面から見ると左右から押されたように平たくなっている。頭部（口先から鰓蓋（さいがい、えらぶた）の後ろまで）が非常に大きく、体の半分近くを占める。眼は背中に近い位置にある。口はたいへん大きく、全体を前方に突き出すように広げることができる。腹鰭と臀鰭（しりびれ）の間には、骨質の棘が並ぶ。腹鰭は大きく、体の前の方にある。背鰭の前半は長い棘で支えられ、鰭膜が長く伸びる。背鰭の後半と臀鰭に沿って大きめの棘が並ぶ。尾鰭はふつうの大きさで、その後端はやや丸みをおびる。

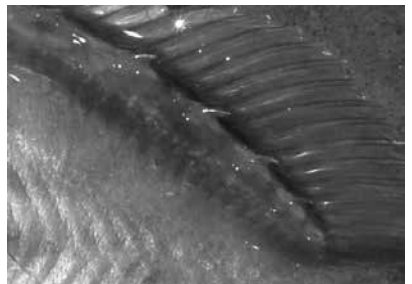
体色は全身くすんだ銀色で、場合によっては縞模様が浮き上がることがある。体の中央には白く縁取られた大きくて丸い黒斑がある。この目立つ特徴からその名が付いたのではないと思われる方もあるかもしれないが、「的鯛」では「まとだい」になってしまう。マトウダイとは、馬面の顔つきから「馬頭鯛」とするのが正しいとされている。体長 30cm を超える。



大きく突き出した口



斑紋



棘

### —生態—

本州中部以南の世界の温暖海域に分布する。水深 40m から 350m までの砂底の海底付近にすむ。単独でいることが多く、水槽内を泳ぐ姿や水中写真を見るところ、大きな鰭を広げて悠然と構えている。鰭の

形などを見ても、泳ぎが得意そうには見えない。実際、産卵場などの調査から、大きな移動はしないと考えられている。ところが、不思議なことに、その移動をあまりしないはずのマトウダイが、世界中の海にいたのである。ヨーロッパでも、地中海や大西洋で漁獲されたマトウダイが市場に並ぶ光景を目にする。日本のマトウダイによく似た種類というわけではなく、まったくの同種とされている。餌は小魚やイカ、エビ類などで、大きな口を前方に突き出すようにして丸呑みしてしまう。産卵期は11月から6月で、生息地に近い大陸棚の縁あたり(水深200m付近)と考えられている。産卵は1シーズンに何回にもわたる。稚魚のころの生態は、よくわかっていない。沖合にいるものと考えられるが、稚魚自体、採集されることがまれである。体長5cmを超えると、沿岸の浅場で見られるようになる。年で12cm, 3年で20cm, 6年で30cmに成長する。寿命は8年以上。

#### 一漁業一

やや深い海底付近にすむので、船から海底に降ろした袋状の網を船で曳く底曳網、魚の通り道に仕掛ける定置網や刺網などで漁獲される。



鮮魚で入荷

飼育例が少なく、生態も不明な点が多いため、養殖は行われていない。世界中に分布しているので、輸入もあると思われるが、近年はあまり見かけない。

築地市場では、ほとんどが鮮魚で入荷する。トロ箱に入った姿を見ると、顔ばかりが目立つようである。それほど頭が大きく歩留まりが悪そうに思えるのだが、切り身で入荷するのを見ない。ほぼ通年入荷する。あまり数が多くないので、季節的な入荷量の変化はわからない。長崎県や愛媛県、愛知県など底曳網漁業のある地方からの入荷が多い。

#### 一利用一

頭が大きく、しかも体が平たいので、歩留まりが良くない。なので、大き目の個体のほうが好まれる。小骨が少なく、身離れがよい。上品な白身は弾力があり、ぷりぷりしている。新鮮なものは刺身で、ほのかな甘みを感じる。そのほか煮付け、鍋物、から揚げ、洋食など何にでも向く。近縁のカガミダイは、マトウダイに比べて評価が劣るが、小ぶりのものを食べてみたところ、遜色はないように思われた。自身の舌が鈍感なのか、水揚げされたばかりの新鮮なものを食べたためか

は、定かではない。

マトウダイの産卵期は11月から6月なので、産卵を前にたくさん食べ栄養を蓄えてきて、また魚がまとまって漁獲される春が旬といえるだろう。

#### ーエピソードー

一時期、粕漬けなどの切り身として“まとうだい”というのを見かけた。価格は手ごろで、我が家の夕食の一品にも加えられる程度である。マトウダイがそんなに安いとは思わなかったので、裏の表示を見ると原料名にオオメマトウダイとあった。なるほど。これなら安いのも納得である。オオメマトウダイは「マトウダイ」と名前がつくものの、マトウダイとは別のオオメマトウダイ科の魚である。水深600mより深い深海にすみ、日本近海では稀であるが、北太平洋の北部や南太平洋などでまとまって漁獲されることがある。それを切り身で持ってきたのであった。残念ながら私自身、丸のままのオオメマトウダイを見る機会がなかったので写真をお見せできないが、マトウダイに似た体型で色が黒い。深海魚の常として一度捕ってしまうと資源の回復に時間がかかるので、そのためか最近は見かけなくなった。オオメマトウダイほどではないにしろ、マトウダイは一般にはなじみのない魚かもしれない。そんな珍しい魚でも入荷する築地市場は、日本の食文化の豊かさの継承のためにも貴重かもしれない。

#### 文 献

- 1) 上野輝欄・坂本一男：魚の分類の図鑑，東海大学出版会（1999）
- 2) 中坊徹次（編・著）：日本産魚類検索 全種の同定 第2版，東海大学出版会（2000）
- 3) 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次：新 東シナ海・黄海の魚類誌，東海大学出版会（2007）



## “薬膳”の知恵 (76)

Key Words : 薬膳 ■ 養生茶 ■ 生理 ■ 月経病

荒 勝俊\*

女性特有の月経に伴う心身の不調を、中医学では“月経病”と呼んでいる。これまでに述べた様に、中医学では、“月経病”を細かく分類した上で、更に一つ一つの病気を体質によって分類し、一人一人の状態に最も適した治療を選択する。

現代医学は、身体の細部を細かく診断し細胞レベルで捉えるが、中医学では身体を大きく(小宇宙)捉え、身体の臓腑が互いに影響しあい、バランスを保ちながら大自然の法則に従って健康を維持していると考え。このバランスが崩れた状態を“病気”と考え、治療の基本は身体のバランスを改善させる事でその人が本来もっている臓器の機能を回復させ、身体の内を整え、新陳代謝を改善し、食生活を正常化する事で改善できると考えており、月経病改善にもつながる考え方である。

最近、医療先進国において《理論的体系を持ち、科学的視点からの研究も進んでいる中医学》への期待が高まっており、中医学が持つ「未病先防」(病気になる前に予防する)の概念が大きな魅力と考えられる様になった。即ち、中医学

の基礎概念である陰陽五行学説に基づき、健康管理や病気治療のために食材の持つ様々な機能を組み合わせて作った“薬膳”や“薬膳茶”を日常的に飲食する事で、人が本来もっている臓器の機能を回復させながら身体の内を整える事で、月経病の予防ができると考えている。今回は、月経病予防に効果が有ると報告されている様々な“薬膳茶”に関して述べてみたい。



### 1. 生理不順と養生茶



#### 1) タンポポ茶

タンポポはキク科タンポポ属の植物で、日本全土、野山、道ばた、あぜ道などに普通に見られる多年草である。

タンポポを薬用に使った歴史は長く、中国では2,000年前から薬用に使われてきた。日本でも古くから生薬として用いられ、和名は蝦夷蒲公英、生薬名は蒲公英根(ぼこうえいこん)として知られ、母乳の分泌促進、健胃、利胆、解熱、強壮など多種多用の目的で用いられてきた。

\* ARA Katsutoshi (技術士, 国際薬膳師, 漢方アドバイザー (JACDS), 薬草ガーデンマスター (JGS), 中国茶アドバイザー, 日本茶インストラクター (NIA), 中級評茶員, アロマセラピスト)

民間薬としても、全草を食べる事で食毒を消し、乳腫を治す効き目があるとされ、広く用いられてきた。ヨーロッパでは、重要な薬草の一つとしてセイヨウタンポポが用いられている。

タンポポ茶は、タンポポの根を煎じてお茶にしたもので、強壮効果があると言われている。タンポポの主な成分は、カルシウム、リン酸、ビタミン A, B<sub>1</sub>, C などが含まれ、血行促進、浄血、利尿、ホルモン分泌促進、解熱などに良いとされている。また、タンポポに含まれる T1 エキスが脳下垂体を安定させることでホルモンバランスを整え、生理周期を整えたり、子宮内の毛細血管運動を活発にすることで、下腹部の冷えを取り去り、生理不順を解消する効果が高いとの報告が有る。

## 2) サフラン茶

サフランは、ヨーロッパ、南アジア原産のアカメ科の植物である。サフランの花の雌しべを乾燥させたものは、ヨーロッパにおいて古くから料理に使われている。また、薬草としての歴史も古く、古代エジプトにおいて既に薬として利用されていた。

サフランは不眠やイライラの解消に効果を有するほか、月経痛や月経不順、更年期障害、冷え症や頭痛にも効果がある事から、サフラン茶として飲用されている。

## 3) メハジキ茶 (益母草茶)

メハジキはシソ科メハジキ属の越年性一年草で、日本（本州から沖縄一帯）、韓国、中国、東南アジアなどに広く分布する。メハジキは古くから生薬として用いられ、“ヤクモソウ（益母草）”という呼び方が一般的であり、中国では古くから婦人薬として活用されてきた。一方、日本においては滋養強壮のための薬用酒に用いられてきた。

メハジキ茶は、メハジキの全草を用いた健康茶で、有効成分はルチン、レオヌリン、イソクエルシトリン、レオヌリド、レオヌリジン、ラ

ウリン酸、リノール酸、リノレン酸、オレイン酸、などが含まれる。メハジキ茶の主な効能としては、婦人病全般、腹痛、眩暈、産後の止血、生理不順、月経痛、利尿、血尿、浮腫み、つわり、血行促進、不妊症、女性ホルモンバランスの乱れによる肌荒れ改善、などに効果が有ると言われている。

## 4) オトギリ草茶

オトギリソウ（弟切草）は、オトギリソウ科オトギリソウ属の多年生植物で、日本全土から朝鮮半島、中国大陆の草地や山野に自生する。西洋オトギリ草はヨーロッパにおいて“セントジョーンズワート”という名で知られている。弟切草の名前の由来は、“この草を原料にした秘薬の秘密を漏らした弟を兄が切り殺した”という平安時代の伝説による。オトギリソウは薬草であり、オトギリ草の色素成分である“ヒペリンシン”は、鬱症状や不眠症、生理不順に効果を有する。この様な効果を有する事から、薬用茶として飲用されている。

## 5) ザクロ茶

ザクロ（石榴、柘榴、若榴）は、アジア・中近東（イラン）地方を原産国とするザクロ科ザクロ属の落葉小高木の果実を指す。果実には、クエン酸、カリウム、ビタミン C、エストロゲン（女性ホルモン）などが多く含まれる。ザクロは“生命の果実”、“秋の宝石”と呼ばれ珍重されてきた歴史があり、ルビーの様な鮮やかな赤い色の美しい粒がつまった果実で、甘みと酸味を持っている。

ザクロに含まれる有効成分は、エストロン（卵巣機能向上作用、コラーゲンの生成補助、カルシウム溶解防止作用）、エストラジオール（女性ホルモン作用、毛髪の成長促進）、カリウム（血圧降下抑制作用、腸内筋肉の運動補助）、クエン酸（利尿作用、乳酸の生成抑制）、リンゴ酸（抗アレルギー作用、乳酸の分解促進）、が報告されている。

乾燥させた樹皮または根皮は、生薬名として“石榴皮”（ザクロヒまたはセキリュウヒ）と呼ばれ、古くから条虫の駆虫薬として用いられてきた。1884年には、Schröderによって駆虫薬としての有効性が科学的に証明された。石榴皮の主な成分は、揮発性アルカロイド（ペレチエリン、イソペレチエリン、プソイドペレチエリンなど）とタンニンである。また、『和漢三才図会』には、下痢、下血、脱肛、崩漏、帯下を止めるのに用いるとの記述がある。

果皮を乾燥させたものは“石榴果皮”（セキリュウカヒ）と呼ばれ、樹皮と同様の目的で用いられることが多い。

粉末にした花は、“石榴花”と呼ばれ、出血性の傷に用いられる。1964年にSharafらは、種子油（酸石榴）にエストロゲン活性が有る事をマウスを用いた実験で見出された。1966年、Hefumannらは本活性の主成分が“エストロン”である事を証明し、更年期障害や乳癌などに対する効果が期待された。

こうした報告から、ザクロの果汁にエストロゲンが含まれるとして1999年から2000年頃に更年期障害や婦人病改善に効果を有する茶としてブームになった。

## 6) ユズ茶

ユズ（柚子、学名：*Citrus junos*）は、ミカン科ミカン属の常緑小高木で、ホンユズとも呼ばれる柑橘類に属し、消費量・生産量ともに日本が最大である。果実が小形で早熟性のハナユ（ハナユズ：*Citrus hanayu*）や、分類上はザボンやブンタンの仲間の獅子柚子（鬼柚子）とは別種である。

ユズは柑橘類の中でも非常にビタミンCを多く含有し、体内の細胞活性化作用、美肌作用、脂肪燃焼作用、などが報告されている。また、ユズに含まれるリンゴ酸は疲労回復や筋肉痛予防、クエン酸は胃液の分泌を助け胃痛などを予防する効果が有る。更に、ユズの香りのもとと

なるシトラールには血行促進、新陳代謝促進作用の働き、ユズの苦味成分となるリモノイドには悪玉コレステロール抑制や抗癌作用の働きが報告されている。こうしたユズには、月経痛や月経不順、貧血にも効果が有ると言われており、最近女性に注目を浴びている健康茶である。

## 【中国・上海事情⑦】

中国の人達はとても果物が好きな様だ。昼食後や小腹がすくとリンゴなどを丸かじりしている姿を目にする。上海市内を散歩していても、街角で小さな果物屋を沢山見かける。置かれているフルーツの種類も非常に多い。中国は非常に大きな国なので、東北の寒い地方の果物から南国の果物まで並んでおり、見ていて飽きない。最近、目新しい果物を見つけた。洋梨を小ぶりにした様な梨で、“香梨（別名：西域香妃香梨）”と書かれており、20元（約300円）/1kgぐらいで売られていた。調べてみると、3000年前に既に新疆ウイグル自治区の庫ル勒（コルラ）で栽培されていた梨で、古来よりインドでは“中国の王子”と呼ばれていたそう。コルラはバインゴリン・モンゴル自治州の首府で、シルクロードのオアシス都市でもあり、コルラの街の別名は《梨城》とも呼ばれているそう。

5世紀に書かれた『西京雜記』には、「有瀚海梨，出瀚海地，耐寒不枯」と記述されており、また吐魯番（トルファン）のアスタナー古墓群の6世紀の墓からは干からびた梨が発掘されている。西遊記のなかで、猪八戒がこっそりと盗み食いした果物の“人参果”は“香梨”だったという説もある。新疆の故事に「吐魯番の葡萄、鄯善（ピチャン）の瓜、庫ル勒の梨は天下一」と伝えられており、また鄧小平がイギリスのサッチャー首相にこの梨を贈った逸話でも非常に有名な梨である（私は知らなかった・・・）。コルラの“香梨”は品質が極めて優秀だけでなく、梨の樹の寿命も非常に長く、百年の老樹



図1 香梨

も珍しくない。こうしたコルラの梨の樹をめぐるウイグル族の民間伝説がある。昔、コルラで梨は栽培できず、非常に高価な果物であった。そこで、一人の若くて美しい娘アリマンは、東方に梨の木を探しに出かけた。99の山河を越え、99の町を巡り、99種類の梨の木をコルラに持ち帰った。その中で、コルラの野性の果樹に接ぎ木したたった1本の木から実が成り、熟すと梨の香りがあたりの村々に漂った。そこで、コルラの人々は、この実を“ナシプト（香しい梨の意）”と呼んだ。村人たちは次々と来ては小枝を切り、持ち帰って野生の果樹に接ぎ木し、丹精こめて育てた。こうして、コルラの人々の庭に“香梨”の実を結び、幾代に渡って受け継がれてきた。

“香梨”の形は紡錘形で大きさも程好く（図1）、名前の通り香りもよく、水分豊富で甘く、噛むと日本梨のような歯ごたえが有って、とても美味しい果物である。含まれる糖分は10%程で、ビタミンCも比較的多く含まれている。

\*\*\*\*\*

今回は“京見物”を紹介する。原話は、天保年間に出版された笑話本「如是我聞」の一遍である『都人』。別題は『京見物』。“京見物”は“二人旅”の前半部分で、中盤が“祇園会”，後半が“およく”と分かれている。

日本では、江戸時代頃より冬至に柚子を浮かべた湯舟に入浴する習慣がある。「ゆず湯に入れば風邪を引かない」と言われている。「冬至

に柚子湯」の由来は、冬至と湯治（お湯に入る）、柚子と融通（ゆうづう）の語呂合わせで、“身体息災であれば融通（ゆうずう）が利く”，という願いが込められている様だ。柚子には、血液の流れを良くする血行促進効果や冷え性、神経痛、腰痛などを和らげる効果が立証されており、生活に欠かせない素材の一つで有る。

### 【京見物】

江戸っ子二人が連れ立って伊勢参りを済ませた後、京見物にやって来た。

京の名物はと言えば、「水・壬生菜、女・染物・針・扇、お寺・豆腐に、人形・焼き物」だ。

江戸っ子の二人、遊びに繰り出す前に一ツ風呂浴びようと宿の女将さんに道を尋ねるが、「女将さん」と呼びかけても返事が返ってこない。熊五郎が、京では女将さんを「お家はん」と呼ぶ事を思い出し、やっと女将さんと話しを始めたが、今度は「湯屋」が分からない。そこで、身振り手振りで説明をすると、

女将さん：「そりゃあんだ、“ゆうや”というたらわかりまへんどすえ・・・」

江戸っ子の二人、「湯屋」を京では「へんどすえ」と言うのかと勘違いをし、またもとんちんかんな会話を繰り返した末、やっと京では「風呂屋」と言うのだと分かった。

女将さん：「それやったら西へお行きやして、



図2 京見物

南へお行きやして、石崖ぼんと町角から二軒目  
どす」

江戸っ子の二人、石崖からすっぽんが出るとい  
うのだから、何だか良く分からない。そこで、  
別の人に聞いてみると、向かいの八百屋に有る  
と言う。

半信半疑で八百屋に行った二人、婆さんが「ゆう  
なら今用意します」というから着物を脱いで

待っていると、持ってきたのは柚子。

熊五郎：「おいおい、早く着物を着ろよ、冗談  
じゃアねえ……。弱ったねエ。柚子買っちゃっ  
て、しょうがねえな、これからどうする。」

半次：「かじりながら歩こうじゃアねえか」

熊五郎：「馬鹿アいうない」

半次：「京見物」でございます。

\*\*\*\*\*◀

・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 中医学の基礎 平馬直樹・兵頭明・路京華・劉公望監訳 東洋学術出版社
- 2) やさしい中医学入門 関口善太著 東洋学術出版社
- 3) 中医診断学ノート 内山恵子著 東洋学術出版社
- 4) 東洋医学の基本 後藤修司監修 日本実業出版社
- 5) 薬膳と中医学 徳井教孝・三成由美・張再良・郭忻共著 建帛社
- 6) 全訳中医診断学 王憶勤主編 たにぐち書店
- 7) 漢方アドバイザー養成講座テキスト 漢方に関する基礎知識編 第二巻  
JACDS
- 8) 中国茶譜 宛曉春主編 中国林業出版社
- 9) 中国茶図鑑 工藤佳治、俞向紅著 文藝春秋
- 10) 皇帝内経 養生図典 海豚出版社
- 11) 一天一道養生茶 上海科学普及出版社

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

**ニューフードインダストリー 第55巻 第5号**

印刷 平成 25 年 4 月 25 日  
発行 平成 25 年 5 月 1 日  
発行人 宇田 守孝  
編集人 村松 右一  
発行所 株式会社食品資材研究会  
〒101-0038 東京都千代田区神田美倉町10(共同ビル新神田)  
TEL:03-3254-9191(代表)  
FAX:03-3256-9559  
振込先:三菱東京UFJ銀行 京橋支店(普通)0070318  
三井住友銀行 日本橋支店(当座)6551432  
郵便振替口座 00110-6-62663  
印刷所 株式会社アイエムアート  
定価 2,100円(本体2,000円+税)(送料100円)

email:info@newfoodindustry.com