

# New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2012 Vol.54 No.2

2

## 論 説

- 米および米加工食品に適用可能なタンパク質分析技術
- 市販洋生菓子の製造小売形態によるマイクロフローラの相異点
- 茶カテキンの抗アレルギー作用
- サラシア茶とIP-PA1混合物による糖尿病予防効果
- 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)
- 飼料の違いがシロザケ稚魚に与える影響
- 知っておきたい日本の食文化 その一 日本の食文化の伝統

## 連 載

- ゼリー飲料市場を創造した 驚くべきヒット食品  
- 「ウイダーinゼリー」森永製菓株式会社 -
- “薬膳”の知恵 (63)
- 築地市場魚貝辞典 (マイワシ)



### 論 説

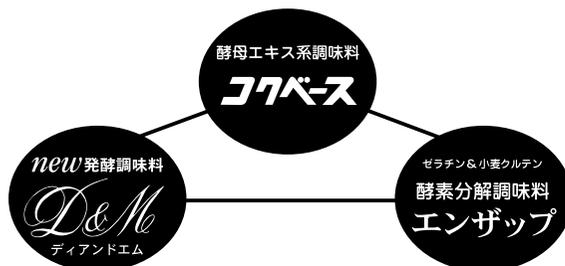
- 米および米加工食品に適用可能なタンパク質分析技術  
.....重光 隆成, 増村 威宏 1
  
- 市販洋生菓子の製造小売形態によるマイクロフローラの相異点  
.....高橋 正弘, 池田 恵, 中村丁次 9
  
- 茶カテキンの抗アレルギー作用  
..... 芳野 恭士 15
  
- サラシア茶と IP-PA1 混合物による糖尿病予防効果  
..... 中田 和江, 谷口 芳枝, 吉岡 典子, 吉田 彩, 稲川 裕之, 中本 尊,  
吉村 寛志, 三宅 信一郎, 河内 千恵, 黒木 政秀, 柚 源一郎 ..... 25
  
- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (4)  
—ウェステルマン肺吸虫の感染源となりうるもの (ノート)  
.....牧 純, 関谷 洋志, 玉井 栄治, 坂上 宏 36
  
- 飼料の違いがシロザケ稚魚に与える影響  
..... 酒本 秀一, 大橋 勝彦 41
  
- 知っておきたい日本の食文化 その一 日本の食文化の伝統  
..... 橋本 直樹 49

### 連載

- ゼリー飲料市場を創造した 驚くべきヒット食品  
- 「ウイダー inゼリー」 森永製菓株式会社 -  
..... 田形 聡作 55
  
- “薬膳”の知恵 (63)  
..... 荒 勝俊 61
  
- 築地市場魚貝辞典 (マイワシ)  
..... 山田 和彦 67

おいしさと健康に真剣です。

酵素分解調味料なら  
大日本明治製糖へ



**新発売!** 乳製品にベストマッチな調味料

**コクベス**

**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。



**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

# 米および米加工食品に適用可能な タンパク質分析技術

重光 隆成<sup>\*1</sup> 増村 威宏<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> SHIGEMITSU Takanari (京都府立大学大学院生命環境科学研究科), <sup>\*2</sup> MASUMURA Takehiro (京都府立大学大学院生命環境科学研究科, 京都府農林水産技術センター 生物資源研究センター)

Key Words: 米加工食品・米タンパク質・完熟米・炊飯米・顕微鏡観察

## はじめに

イネは日本を含むアジア圏の主要作物であり、国内では唯一の完全自給可能な穀物である。近年の食生活の欧米化により、炭水化物中心から畜産物や脂質へと摂取エネルギー源が変化しており、その影響により米の消費量が年々減少している。現在、国産米の消費量を拡大することが、農業上の大きな課題となっている。農林水産省では米を加工食品の原料として利用することで、米の消費量を増加させようとする施策を始めており、特にパンの原料として米粉を利用する動きが進んでいる。米の主な成分は炭水化物であり、次いでタンパク質が約6～8%の割合を占めている。米タンパク質はデンプンと共に、米の品質を決定づける重要な因子であり、米タンパク質の種類とその含有量が炊飯米の食味との間に密接な関連性があると指摘されている。一般的に、米粒中のタンパク質の量が少ない方が良食味だとされ、米タンパク質含量は食味計の重要なパラメーターの一つとなっている<sup>1)</sup>。また、炊飯米だけでなく米加工品の品質にも関与していると報告されており、日本酒や米菓、米粉パンの品質にも深く影響すると指摘されている<sup>2,3)</sup>。米タンパク質に関する研究は、タンパク質含有量やその組成に着目

してこれまで行われてきた。しかし、米粒中における米タンパク質の分布が米品質を評価する上で非常に重要であることが明らかにされ、米タンパク質を組織化学的手法により分析することが必要であると考え始められている。これまで登熟期前半の種子について米タンパク質の組織化学的解析が行われ、多くの詳細な知見が得られている。

一方、完熟米は組織が非常に硬くもろいため、これまでの手法では解析は困難であった。しかし、炊飯米や米加工品の原料は完熟米であるため、米品質や米加工食品の特性を評価する上で、完熟米の組織観察は待ち望まれた技術であった。また、米およびその加工品の品質をより一層高めるためには、材料に用いる品種の選択が極めて重要である。多数の品種の組織化学的解析を行うためには、観察が容易な登熟期前半の種子を保存する必要があるが、凍結保存すると組織の保持が悪く、汎用性が低かった。著者らは収穫した後の米に着目し、完熟米におけるタンパク質の分布を蛍光抗体法を用い、可視化する技術を確立した<sup>4,5)</sup>。さらに、そこで得た組織切片作製技術に改良を加え、完熟米および米加工食品における米タンパク質の微細な構造解析のための技術を電子顕微鏡観察へと発

展させた<sup>6-8)</sup>。本稿では、完熟米の組織切片作製技術を利用して得られた最新の知見について紹介する。

## 1. イネ種子貯蔵タンパク質

イネ種子（玄米）は、外周部から順に果皮、種皮、胚乳の組織で構成されており、胚乳に隣接して次世代の植物体となる胚が存在する。また、胚乳組織は大部分を占めるデンプン性胚乳と、胚乳表層を取り巻く糊粉層の2種類の組織により構成されている。デンプン性胚乳組織には、発芽の際の栄養源となるデンプンや貯蔵タンパク質が合成、蓄積されている。一方、糊粉層は登熟過程に脂質、タンパク質、ミネラルなどを蓄積するが、発芽の際にはアミラーゼ、プロテアーゼなどを分泌し、胚乳貯蔵物質を分解する機能を併せ持つことも知られている。

イネ種子の主要な貯蔵タンパク質は、デンプン性胚乳組織に蓄積し、その構成成分は希酸、希アルカリ可溶性のグルテリン、アルコール可溶性のプロラミン、塩可溶性のグロブリンである。イネ種子タンパク質をドデシル硫酸ナトリウム - ポリアクリルアミドゲル電気泳動（SDS-PAGE）法で分析した結果を図1に示す。

グルテリンは、57 kDa 前駆体、およびその前駆体がプロセシングされて生じる 37 ~ 39 kDa の酸性サブユニットと 21 ~ 23 kDa の塩基性サブユニットとしてバンドが検出される。プロラミンは、16 kDa、13 kDa、10 kDa プロラミンとしてバンドが検出される。グロブリンは 26 kDa  $\alpha$ -グロブリンとして検出される。トウモロコシやコムギ等の主要穀物種子では最も蓄積量が多い貯蔵タンパク質はプロラミンに分類されるが、イネ種子ではグルテリンの存在割合が約 60 ~ 65% と高い点が特徴的であり、プロ

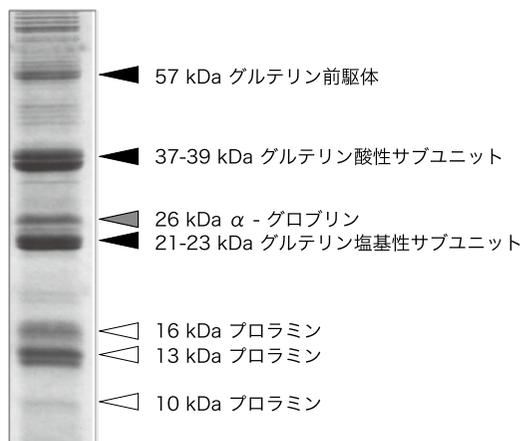


図1 米タンパク質の電気泳動像

米タンパク質の SDS-PAGE 解析を行った。右側の矢頭は、それぞれの貯蔵タンパク質を示す。

ラミンは 20 ~ 25% の存在割合しかない<sup>9)</sup>。筆者らは、これまで様々なイネ品種よりタンパク質を抽出し、SDS-PAGE 分析を行い、タンパク質と米の食味との関係性の解明に取り組んできた。解析を進めていく過程で、貯蔵タンパク質の含有量や組成だけでなく、種子内における貯蔵タンパク質の分布が米品質と関係が深いと考えるに至った。そこで、容易に分析できる完熟種子を材料として、貯蔵タンパク質の分布を可視化する技術を開発した。その結果、プロラミンを蓄積する I 型プロテインボディ (PB-I)、グルテリンを蓄積する PB-II は共に種子の外周部に多く、特に側部に多く分布していた (図2)。個別に比較すると、PB-I は外周部に多く、中心部にはほとんど存在していなかった (図2A)。一方、PB-II は外周部に多いが、中心部にかけても広く存在していた (図2B)。

これまで、様々な品種や、栽培条件が異なるイネ種子の解析を行ってきた。その解析より、疎水性タンパク質であるプロラミンが米の外周部を厚く覆った場合、吸水性の低下を招き、炊飯米の粘りや硬さに悪影響を与え、炊飯米の食味低下に繋がるものと推測してい

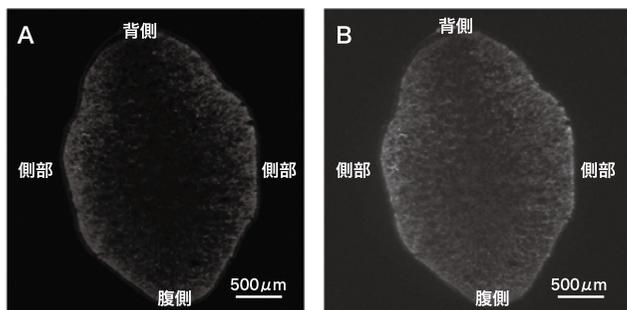


図2 免疫染色法によるプロラミンおよびグルテリンの米粒内分布の観察像

米粒の横断面の凍結切片を作製し、蛍光色素で標識した 13 kDa プロラミン抗体 (A) およびグルテリン抗体 (B) を用いて免疫抗体反応を行い、蛍光顕微鏡で観察した。白色の蛍光シグナルは各貯蔵タンパク質の局在部位を示す。

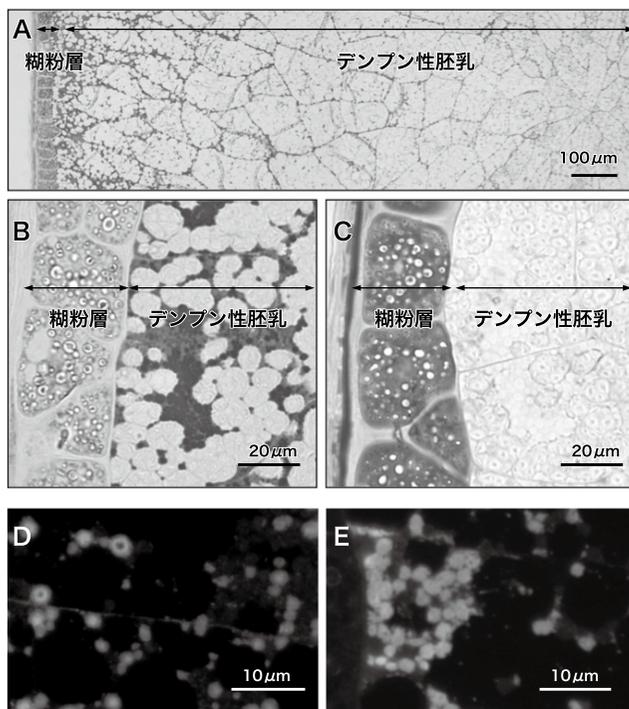


図3 完熟種子超薄切片の光学顕微鏡観察

完熟種子超薄切片の光学顕微鏡観察を行った。CBB 染色によりタンパク質を染色した (A)。拡大図を B で示した。デンプン性胚乳において、強く染色されている部分がタンパク質の局在部位を示しており、染色されず白色の部分がデンプン粒である。スダンブラック染色により脂質を染色し、光学顕微鏡観察を行った。貯蔵脂質を含む糊粉層が強く染色された (C)。完熟種子超薄切片を、蛍光色素で標識した抗体を用いて免疫抗体反応を行い、蛍光顕微鏡で観察した。白色の蛍光シグナルは各貯蔵タンパク質が蓄積する PB の形態を示す。13 kDa プロラミン抗体 (D)、グルテリン抗体 (E) を示した。

る。従来の SDS-PAGE 法に加え、米粒内の貯蔵タンパク質の分布解析を行い、両者のデータを組み合わせることにより、貯蔵タンパク質と米品質との関係性を明らかにできると考え、研究を続けている。

## 2. 完熟種子における超薄切片作製法の確立

これまで、イネ種子の形態観察は主に登熟期前半の種子を対象として行ってきた。しかし、炊飯米や加工食品の原料は完熟種子であることから、米品質や加工特性との関連性を調べる上で、完熟種子の解析を行うことは極めて重要である。イネ種子の精密な形態観察を行うためには超薄切片の作製が必要不可欠であるが、完熟種子は乾燥が進み組織が硬く、樹脂の浸透性が悪いため、良好な樹脂切片の作製は極めて困難であった。著者らは、完熟種子の全体像を観察する研究においてすでに確立した凍結フィルム法<sup>4)</sup>を改良することで、完熟種子を材料として電子顕微鏡観察にも使える超薄切片法の作製を試みた。完熟種子の凍結切片の作製において、3 μm の厚さまでは成功していたが、高分解能の顕微鏡観察を行うには不十分な厚さであった。そこで、米粒を減圧状態にし、リン酸バッファー (PBS) を組織中へ浸透させ、その後包埋剤処理することで、厚さ 500 nm 以下の樹脂切片の作製に成功した<sup>6)</sup>。作製した超薄切片を用いて、タンパク質染色液である CBB 溶液を用い、切片を観察したところ、種子の中心部から糊粉層まで組織の脱離がな

い極めて保存性の高い切片であることが確認された (図 3A)。また、デンプン性胚乳の外周部でタンパク質の強い染色が観察された (図 3B)。さらに、脂質染色液のスダンブラック溶液を用い観察を行ったところ、糊粉層において脂質が強く染色された (図 3C)。本手法によって作製した超薄切片は各種組織染色に適していた<sup>6)</sup>。

さらに、超薄切片に対して蛍光標識したプロラミン抗体およびグルテリン抗体を反応させる免疫組織観察法を用いて、イネ完熟種子における貯蔵タンパク質の局在を観察した。プロラミン抗体では円状シグナルとして観察され (図 3D)、グルテリン抗体では、不定形な顆粒状シグナルとして観察された (図 3E)。イネ種子デンプン性胚乳細胞には、プロラミンが小胞体内腔で凝集して形成される PB-I と、グルテリン、グロブリンが小胞体からゴルジ体を経由して貯蔵型液胞に蓄積して形成される PB-II の 2 種類の異なる PB が存在する<sup>10, 11)</sup>。イネ種子には二種類の PB が同一細胞内に存在することが特徴的である。免疫染色法で観察されたプロラミン抗体のシグナルは PB-I を、グルテリン抗体のシグナルは PB-II を示している。イネ完熟種子における超薄切片作製により、デンプン、貯蔵タンパク質、脂質などの成分に関して、組織学的観点からの解析を行うことが可能となった。筆者らは、異なる栽培条件下で生育したイネについて、種子中の貯蔵タンパク質の組成、分布、PB の形態に関して解析を行っており、今後、貯蔵タンパク質と米の品質との関係性が明らかになると期待している。

### 3. イネ種子 Protein Body の発達

イネ種子の貯蔵物質は開花後 5 日目頃から蓄積し始め、デンプン、グルテリン、プロラミンの順に合成、蓄積が進行する。開花後 10 日目には貯蔵タンパク質の合成が急速に活発化し、開花後 20 日目までにはその蓄積は最大に達する<sup>12)</sup>。これまで、イネ種子の透過型電子顕微鏡観察は、開花後 15 日目までの登熟期前期を中心に行われており、完熟米は超薄切片作製が極めて困難であるため、ほとんど行われてこなかった。また、開花後 20 日以降は、トレーサー実験により新たな貯蔵タンパク質の合成・蓄積は無いと考えられていたことから、登熟期後期の PB の形態変化は着目されてこなかった。筆者らは、完熟種子において、200 nm の超薄切

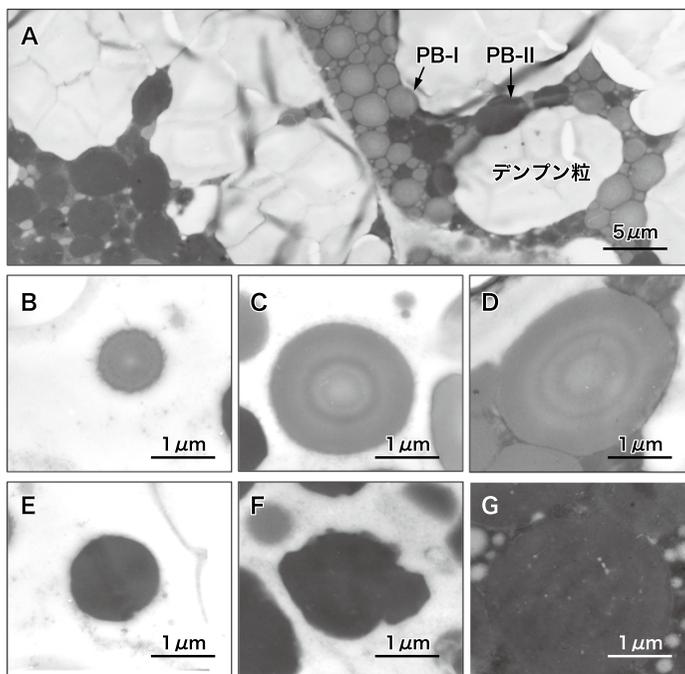


図 4 イネ種子の透過型電子顕微鏡観察像

完熟種子のデンプン性胚乳における透過型電子顕微鏡観察像を示した (A)。PB-I の拡大図、開花後 8 日目 (B)、開花後 14 日目 (C)、完熟期 (D)、PB-II の拡大図、開花後 8 日目 (E)、開花後 14 日目 (F)、完熟期 (G) を示した。

片の作製および、透過型電子顕微鏡観察に成功した。完熟種子では、大型のデンプン粒が細胞内を埋め尽くし、その隙間を埋めるようにPBが非常に密接していた(図4A)。PB-Iは同心円状の構造として観察されるが、PB-IIはデンプン粒に押しつぶされた様にいびつな構造体として観察された。

次に、これまで主な観察対象であった登熟期前期、および完熟種子中のPBの形態観察を比較して行った。開花後8日目の胚乳細胞では、PB-Iは直径約500 nm(図4B)、PB-IIは直径1 μm程度の大きさであった(図4E)。開花後14日目になると、PB-Iは直径1~2 μm(図4C)、PB-IIは直径2~3 μmまで発達していた(図4F)。さらに、完熟種子ではPB-Iは直径2~3 μm程度まで発達しているものが多数観察され(図4D)、PB-IIも直径3 μm以上まで発達していた(図4G)。完熟種子のPBの形態観察により、登熟中期でPB-Iの発達は終わっておらず、登熟後期においてもPBは発達し続けていることが明らかとなった。完熟種子におけるPBの形態観察の結果は、これまでの登熟期前期の観察だけではPB形成メカニズムの解明や、米品質や加工特性を評価する上では不十分であり、完熟種子における解析の重要性を示している。

#### 4. 他の穀物における完熟種子の透過型電子顕微鏡観察

一般に穀物種子は乾燥が進み非常に硬く、イネ種子と同様に完熟種子における超薄切片の作製が極めて困難であった。著者らは、今回確立した超薄切片作製法を他の穀物種子においても適応可能であるかを検証した。本稿では、コムギおよびオートムギを例に紹介する。コムギ種

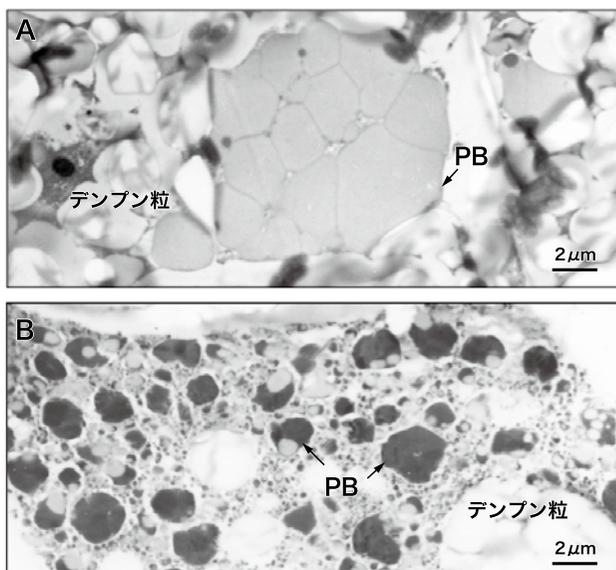


図5 ムギ類の完熟種子の透過型電子顕微鏡観察像

コムギ(A)およびオートムギ(B)のデンプン性胚乳の電子顕微鏡観察像を示した。

子の主要な貯蔵タンパク質はプロラミンに属するグルテニンとグリアジンである。コムギ種子の胚乳組織において、グルテニン、グリアジンは大型のPB(プロテイン・マトリックス)に共存して蓄積している<sup>13)</sup>。一方、オートムギ種子の主要な貯蔵タンパク質は12Sグロブリンとアベニン(プロラミン)である<sup>13)</sup>。イネ胚乳組織ではグルテリンとプロラミンは同一胚乳細胞内において別々のPBに蓄積するが、オートムギでは、アベニンは小胞体内腔で凝集するが、その後、12Sグロブリンが蓄積する液胞型のPBに取り込まれるため、グロブリンとアベニンは最終的には液胞由来の同一のPBに混ざることなく蓄積する。コムギおよびオートムギの完熟種子をイネ完熟種子と同様に樹脂包埋し、超薄切片を作製したところ、非常に良好な組織切片が作製できた。さらに、透過型電子顕微鏡を用いて観察を行ったところ、コムギおよびオートムギともにデンプン粒およびPBが胚乳内において多数観察された(図5)。コム

ギでは、電子密度の低い大型のPBとデンプン粒が細胞内を埋め尽くすように観察された(図5A)。一方、オートムギでは大小様々なPBが観察され、電子密度の濃い領域の内部に、球状の電子密度の薄い領域が観察された(図5B)。

この電子密度の濃い領域には12Sグロブリンが蓄積しており、電子密度の薄い領域にはアベニンが蓄積している。筆者らは、今回紹介したコムギやオートムギ以外にもトウモロコシやソルガムなどでも超薄切片の作製および透過型電子顕微鏡による胚乳細胞の観察を行い、本法は穀物種子に広く適応可能な手法であると考えている。本法を用いることで、米に限らず様々な穀物の品質に関する新たな知見を得ることが期待される。また、この超薄切片作製技術は非常に汎用性に優れており、柔らかい組織から硬い組織まで適応可能であることから、穀物種子のみならず、加工食品に対しても用いることが可能だと考えられる。

### 5. 炊飯米、パン生地におけるPBの形態観察

著者らは、これまで植物としてのイネ種子における米タンパク質の量や分布、貯蔵形態の解析を行ってきた。さらに、米粉パンや米菓などの米加工品にも着目し、米タンパク質の分析技術を応用し、最近、加工品における米タンパク質の解析に着手した。米タンパク質は、加工食品の味、栄養価、特性などに影響を及ぼす可能性がある。本稿では、米の一般的な利用の例として炊飯米と米粉パンの生地を材料とし、炊飯米およびパン生地における米タンパク質の分析結果について紹介する。精米と炊飯米では、タンパク質の量、組成、分布には変化がないこと

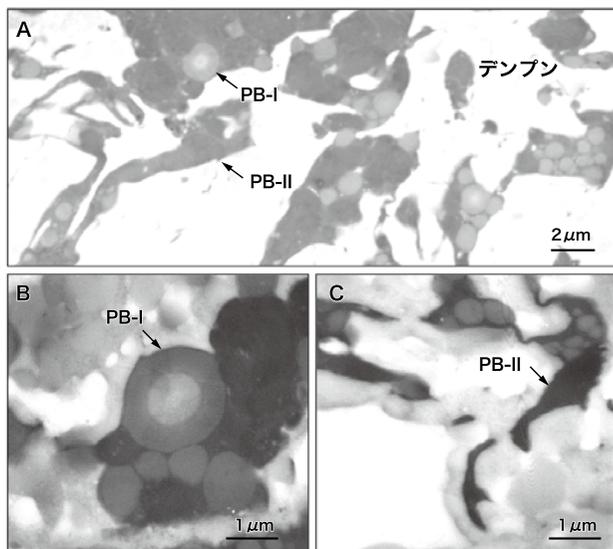


図6 炊飯米における透過型電子顕微鏡観察像

炊飯米の電子顕微鏡観察像を示した。デンプン性胚乳(A)、PB-Iの拡大図(B)、PB-IIの拡大図(C)

がこれまでに分かっている。

そこで、炊飯米におけるPBの形態を調べるために、種子と同様な手法で超薄切片を作製し、透過型電子顕微鏡観察を行った(図6A)。完熟種子において、デンプンは複粒構造がはっきりと観察されるが、加熱処理された炊飯米ではデンプン粒が糊化、融合した形態として観察された。またPB-Iに関しては、完熟種子と同様に球状構造として観察された(図6B)。PB-IIは、完熟種子で見られた楕円形の形態も観察されたが、デンプン粒が糊化、融合して生じた巨大顆粒に挟まれ、いびつな形態を示した(図6C)。

以上の結果より、炊飯米中において、デンプンおよびPB-IIの形態が大きく変化している一方で、PB-Iは炊飯過程でほとんど影響を受けないことが明らかとなった。プロラミンの蓄積するPB-Iは非常に強固な構造であるという特性を持ち、人の消化器官において難消化性を示す<sup>14,15)</sup>。一方、PB-IIは炊飯時にデンプンの糊化に伴って、熱および物理的な力が加わること

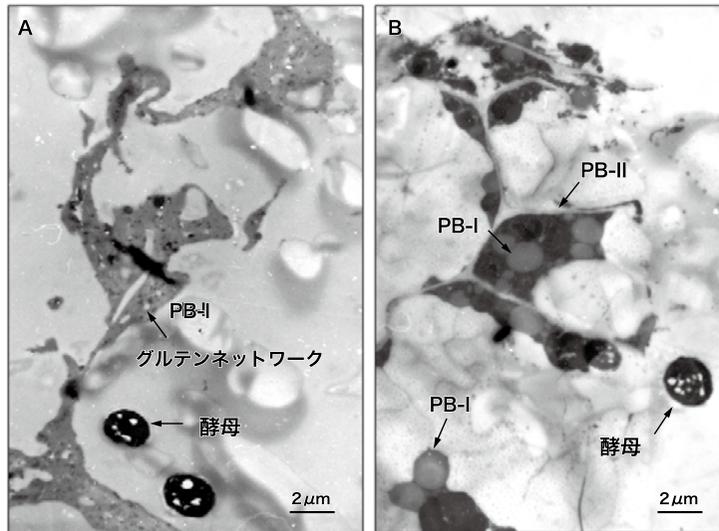


図7 パン生地内における透過型電子顕微鏡観察像  
発酵後のパン生地の電子顕微鏡観察像を示した。小麦生地 (A), 米粉生地 (B)

で、構造に変化が生じ、胃酸による分解を受け易くなると考えられた。

パン生地におけるPBの形態観察については、小麦粉で作製したパン生地と米粉のみで作製したパン生地の透過型電子顕微鏡観察を行った(図7)。小麦粉パン生地では、コムギ種子で観察された大型のPB構造は観察されず、混捏過程でグルテニンとグリアジンが融合して形成されるグルテンネットワークが観察された(図7A)。一方、米粉パン生地では、イネ種子由来のPB-I, PB-IIが混ざることなく残存していた(図7B)。米粉パンの最大の問題は、生地の膨張性が低いことである。小麦粉は生地作製の過程で、グルテニンとグリアジンが共存するPBが融合し、グルテンネットワーク構造を形成することで粘弾性、膨張性に富んだ生地ができるが<sup>16)</sup>、米粉パン生地では、PB-I, PB-IIが融合することはなく、ネットワーク構造の形成が生じないことが原因で、パン生地の膨張性が低いと考えられる。

筆者らは、PB-Iは酒粕や米菓においてもその構造を維持していることを明らかにしてい

る<sup>8)</sup>。最近の研究では、ソルガムにおいて、PBの構造が変化した変異体が生産されており<sup>17)</sup>、貯蔵タンパク質の消化性の改善により栄養価の向上や加工特性の向上が認められている。また、イネでもPB-Iの形態が変化した*esp2*変異体が生産され、製パン性が高いことが明らかとなっている<sup>3, 18)</sup>。今後、イネにおいてもPBの形態が大きく異なった変異体を見出し、その種子由来の加工食品中の形態解析を行うことで、新たな加工特性を示す米加工食品の開発を加速させると期待している。

#### おわりに

本稿では、イネを中心として完熟種子および、加工食品中のタンパク質の顕微鏡観察技術について詳しく紹介した。SDS-PAGE法などによるタンパク質の組成分析だけでなく、免疫蛍光顕微鏡観察による米粒内での貯蔵タンパク質の分布、さらに電子顕微鏡によるPBの形態観察などで得られた知見を組み合わせることで、より一層米の品質や、加工食品中の米タンパク質の特性を深く理解できるようになった。だが、タ

ンパク質と加工食品の品質との関係性については、依然として未解明な点が多く存在しており、筆者らは、現在多様なイネ品種とその加工食品のタンパク質の組成分析、組織化学的解析による知見を収集中である。今後、米の品種育成、タンパク質分析や形態観察技術の更なる進展によって、原料となる米粒中のタンパク質の特性と、加工食品の品質との関係を明確にすることで、米および米加工食品の改良が進み、消費拡大につながることを期待している。

### 謝辞

本研究の一部は、(独)科学技術振興機構平成20-22年度研究成果最適展開支援事業(育成研究)「米・米糠タンパク質の新規機能性の解明と食品開発」、および(独)農業・食品産業技術総合研究機構平成18-22年度委託プロジェクト研究「加工・業務用プロ4系」の助成を受けて行われた。

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

- 1) 増村威宏, 田中國介: コメの品質, 食味向上のための窒素管理技術〔3〕—イネ種子タンパク質の合成・集積と米粒内分布に関する分子機構—。農業および園芸, **82**: 43-48, 2007
- 2) Furukawa S, Tanaka K, Masumura T, *et al.*: Influence of rice proteins on eating quality of cooked rice and aroma and flavor of sake. *Cereal Chem*, **83**: 439-446, 2006
- 3) 川越 靖: 米粉パンに適した鍵因子を探る—米粉用イネの画期的な品種開発を目指して—。ブレインテクノニュース, **130**: 17-21, 2008
- 4) Saito Y, Nakatsuka N, Shigemitsu T, *et al.*: Thin frozen film method for visualization of storage proteins in mature rice grains. *Biosci Biotechnol Biochem*, **72**: 2779-2781, 2008
- 5) Ohdaira Y, Masumura T, Nakatsuka N, *et al.*: Analysis of storage protein distribution in rice grain of seed protein mutant cultivars by immunofluorescence microscopy. *Plant Prod Sci*, **3**, 219-228, 2011
- 6) Saito Y, Shigemitsu T, Tanaka K, *et al.*: Ultrastructure of mature protein body in the starchy endosperm of dry cereal grain. *Biosci Biotechnol Biochem*, **74**: 1485-1487, 2010
- 7) Ashida K, Saito Y, Masumura T, *et al.*: Ultrastructure of protein bodies in mutant rice (*Oryza sativa* L.) with altered storage protein composition. *Breed Sci*, **61**, 201-207, 2011
- 8) 齊藤雄飛, 増村威宏: 米加工食品に役立つタンパク質の分析技術。ニューフードインダストリー, **52**: 1-8, 2010
- 9) Ogawa M, Kumamaru T, Satoh H, *et al.*: Purification of protein body-I of rice seed and its polypeptide composition. *Plant Cell Physiol*, **28**: 1517-1527, 1987
- 10) Tanaka K, Sugimoto T, Ogawa M, *et al.*: Isolation and characterization of two types of protein bodies in the rice endosperm. *Agric Biol Chem*, **44**: 1633-1639, 1980
- 11) Yamagata H, Sugimoto T, Tanaka K, *et al.*: Biosynthesis of storage proteins in developing rice seeds. *Plant Physiol*, **70**: 1094-1100, 1982
- 12) 松尾考嶺: 稲学大成〔生理編〕, 2: 61-65, 1990
- 13) Shewry PR, Halford NG: Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *J Exp Bot*, **53**: 947-958, 2002
- 14) Tanaka Y, Hayashida S, Hongo M: The relationship of the feces protein particles to rice protein bodies. *Agric Biol Chem*, **39**: 515-518, 1975
- 15) Kubota M, Saito Y, Masumura T, *et al.*: Improvement in the in vivo digestibility of rice protein by alkali extraction is due to structural changes in prolamin/protein body-I particle. *Biosci Biotechnol Biochem*, **74**: 614-619, 2010
- 16) Shewry PR, Tatham AS, Barro F, *et al.*: Biotechnology of breadmaking: Unraveling and manipulating the multi-protein gluten complex. *Nature Biotechnol*, **13**, 1185-1190, 1995
- 17) Oria MP, Hamaker BR, Axtell JD, *et al.*: A highly digestible sorghum mutant cultivar exhibits a unique folded structure of endosperm protein bodies. *Proc Natl Acad Sci USA*, **97**, 5065-5070, 2000
- 18) Takemoto Y, Coughlan SJ, Okita TW, *et al.*: The rice mutant esp2 greatly accumulates the glutelin precursor and deletes the protein disulfide isomerase. *Plant Physiol*, **128**, 1212-1222, 2002

# 市販洋生菓子の製造小売形態による マイクロフローラの相異点

高橋 正弘<sup>\*1</sup> 池田 恵<sup>\*1</sup> 中村丁次<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> TAKAHASHI Masahiro, <sup>\*1</sup> IKEDA Megumi, <sup>\*1</sup> NAKAMURA Teiji (神奈川県立保健福祉大学栄養学科)

Key Words：洋生菓子・製造小売・生菌数・マイクロフローラ

## はじめに

洋生菓子とは、菓子類のうち小麦粉、卵、牛乳、乳製品、チョコレート、果実などを主原料としたものであって、出来上がり直後の水分含有量が40%以上含むものである<sup>1)</sup>。

ショートケーキ、シュークリーム、カスタードプリンなどが洋生菓子に該当する。これらは、水分含有量が多く、また、主原料の微生物汚染などの影響により、衛生の確保および向上が重要な課題となっている。

洋生菓子に対する消費動向は、長引く景気低迷による低価格志向の中で、製品の小型化、販売単価の低下傾向がみられる。一方、素材や品質にこだわる製品を求める消費者が増えるなど、消費の二極分化の傾向がみられる。メーカーは、これらニーズに対応する製品を開発し、提供している。

生菓子製造業は、小規模メーカーが大半で、総事業所数に対し従業員3人以下の事業所が約4割を占め、製造小売の形態をとる事業所がほとんどである。一方、大量生産を基本とする大規模メーカーでは、系列の小売店で販売する形態がある。そこで、洋生菓子の製造小売形態の異なる、すなわち、小規模メーカー製造小売店舗と大規模メーカー小売店舗から洋生菓子を買

入し、店舗間、洋生菓子の種類間に分け、生菌数、マイクロフローラを調べ、製造小売形態別の衛生的な相異点を比較検討した。

## 1. 実験方法

### 1-1. 実験試料

洋生菓子は、2007年夏、神奈川県内のS市、Y市の小規模メーカー製造小売3店舗(M店、T店、O店)、大規模メーカー小売2店舗(S店、F店)の5店舗より購入した。これらの内訳は、ショートケーキ5検体、モンブラン5検体、シュークリーム5検体、チョコレートケーキ5検体、チーズケーキ5検体の合計25検体である。検体は5～7℃に保って可及的速やかに実験に供した。

### 1-2. 実験方法

購入した検体は比例配分して10g採取し、滅菌袋(Nasco社WHIRL-PAK)に収め、90ml希釈水(エルメックス社Pro-mediaMV2-90)を加え、攪拌して原液を得、この原液1mlをもとに9ml容の希釈液(エルメックス社Pro-MT-11)を用いて10倍希釈系列を作り、生菌数を計数し、さらに、マイクロフローラの同定を行った。

生菌数（対数変換値）は洋生菓子の種類別、店舗別に平均値および変動係数の基本統計量を求め、これらによる散布図を作成した。また、洋生菓子の種類間で平均値に差が認められるか否か、また、メーカー間で平均値に差が認められるか否かは統計学的な検定で行った。

基本統計量の算出や検定（2つの平均値の差の検定）は成書<sup>2)</sup>に従って行った。2つの平均値の差の検定は、対応のないデータにおける *t* 検定を用い、分散に関する検定の結果、等分散であれば Student の式、等分散でなければ Welch の式によって行った。計算は、統計解析アドインソフト エクセル統計 2010 for Windows（株式会社 社会情報サービス）の分析ツールを使用して行った。

### 1-3. 生菌数の測定およびマイクロフローラの同定

#### 1) 生菌数

前項で述べた方法で作成した原液、各 10 倍希釈系列の試料液を標準寒天培地平板表面の 1/4 区画に各々 0.01ml あて滴下し（1 枚のシャーレで 4 つの希釈が滴下できる。）、滴下液を滅菌コンラージ棒で培地表面に塗抹し（サーフェイス・プレート法<sup>3)</sup>）、滴下液の吸収を待って、25℃の低温ふ卵器に収めて 5 日間培養し、菌数を求めた。本菌数は、中温菌と低温菌の総和を

求めるものである<sup>4)</sup>。

#### 2) ミクロフローラの同定

25℃培養菌数を測定した培養済み培地平板より無作為に 1 試料当たり 10 菌株以内を分離し、成書<sup>5)</sup>に従い属 (genus) レベルの同定を行った。

## 2. 結果および考察

### 2-1. 洋生菓子の生菌数

洋生菓子の生菌数は、上限値  $10^7/g$ 、下限値  $10^3$  未満 /g であった。

散布図は、店舗別、種類別の生菌数の平均値を横軸、変動係数を縦軸にとり作図した。

変動係数は、標準偏差を平均値で割った値であり、平均値が異なる複数の群のデータのバラツキを比較するのに利用できる。洋生菓子の種類別、店舗別の菌数のバラツキを比較するのに用いた。平均値が高く変動係数の低いものは、生菌数が多いことを示唆する。

#### 1) 洋生菓子の店舗別の生菌数

図 1 は、各店舗を生菌数の平均値と変動係数により 2 次元平面上に布置した。

大規模メーカー小売店は S 店、F 店で、小規模メーカー製造小売店は M 店、T 店、O 店である。菌数の平均値は、M 店、T 店、O 店、S 店、

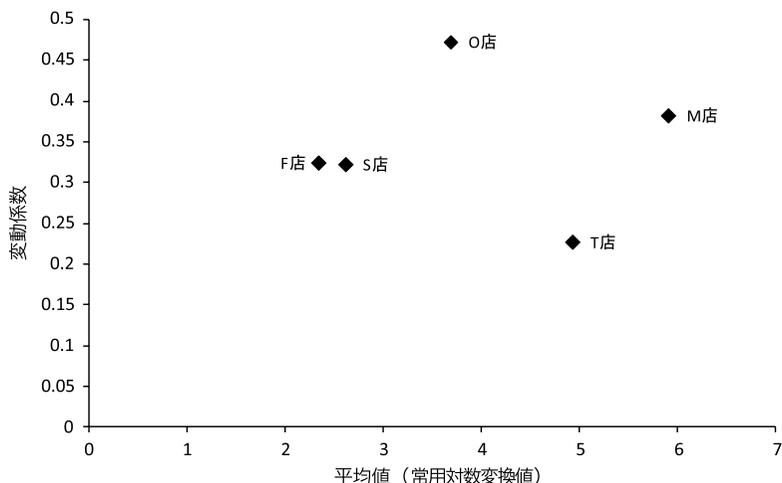


図 1 洋生菓子の店舗別の平均値と変動係数による散布図

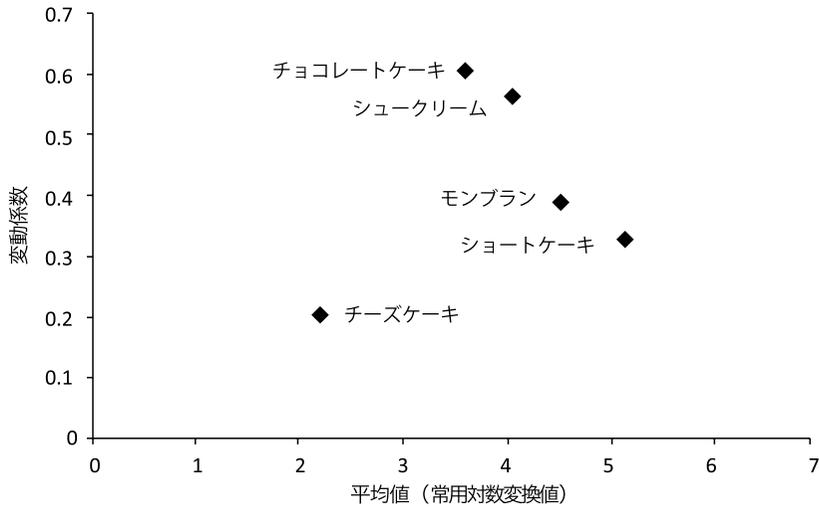


図2 洋生菓子の種類別の平均値と変動係数による散布図

F店の順に高かった。変動係数はT店,S店,F店, M店, O店の順に低かった。

小規模メーカー製造小売店のM店, T店, O店は菌数が多く, 中でもT店は菌数のバラツキが少なかった。大規模メーカー小売店と小規模メーカー製造小売の菌数を比べると, 小規模メーカー製造小売の方が多いいことを示唆している。

2) 洋生菓子の種類別の生菌数

図2は, 各洋生菓子を生菌数の平均値と変動係数により2次元平面上に布置した。菌数の平均値は, ショートケーキ, モンブラン, シュークリーム, チョコレートケーキ, チーズケーキの順に高かった。チーズケーキ, ショートケーキは変動係数が低く, 菌数のバラツキが少なかった。洋生菓子の種類別の生菌数は, チーズケーキが少なく, ショートケーキが多いことを

示唆している。

2-2. 洋生菓子の生菌数の検定結果

洋生菓子の生菌数の店舗間, 種類間の検定結果(t値)は, 表1および表2のとおりである。アスタリスク(\*)は危険率5%, 2個が1%以下を示す。

1) 洋生菓子の店舗別の生菌数

大規模メーカー小売店のS店とF店間では菌数に有意差が認められなかった。大規模メーカー小売店と小規模メーカー製造小売店間, すなわち, S店・F店とM店間では5%, T店と

表1 洋生菓子の店舗別生菌数の平均値の差の検定結果(t値)

M店					*: p<0.05
0.865	T店				** : P<0.01
1.737	1.338	O店			
3.048*	3.680**	1.236	S店		
3.343*	4.269**	1.583	0.543	F店	

表2 洋生菓子の種類別生菌数の平均値の差の検定結果(t値)

ショートケーキ					*: p<0.05
0.560	モンブラン				
1.251	0.742	シュークリーム			
0.844	0.358	0.330	チョコレートケーキ		
3.751*	2.853*	1.776	1.395	チーズケーキ	

表3 洋生菓子のマイクロフローラ

菌属名	ショートケーキ						モンブラン					
	M店	T店	O店	S店	F店	計	M店	T店	O店	S店	F店	計
<i>Pseudomonas</i>	0 (00)	1 (50)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (4.2)	0 (00)	8 (88.9)	0 (00)	0 (00)	—	8 (30.8)
<i>Alcaligenes</i>	1 (10)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (4.2)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	0 (00)
<i>Flavobacteria</i>	6 (60)	1 (50)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	7 (29.2)	6 (60)	0 (00)	3 (100)	3 (75)	—	12 (46.2)
<i>Acinetobacter</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (25)	—	1 (3.8)
<i>Cytophaga</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	0 (00)
<i>Enterobacteriaceae</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	5 (100)	5 (20.8)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	0 (00)
<i>Micrococcus</i>	0 (00)	0 (00)	3 (75)	0 (00)	0 (00)	3 (12.5)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	0 (00)
<i>Corynebacterium</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	3 (100)	0 (00)	3 (12.5)	0 (00)	1 (11.1)	0 (00)	0 (00)	—	1 (3.8)
<i>Lactobacillus</i>	3 (30)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	3 (12.5)	4 (40)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	4 (15.4)
Mold	0 (00)	0 (00)	1 (25)	0 (00)	0 (00)	1 (4.2)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	0 (00)
計	10 (100)	2 (100)	4 (100)	3 (100)	5 (100)	24 (100)	10 (100)	9 (100)	3 (100)	4 (100)	不検出	26 (100)

菌属名	シュークリーム						チョコレートケーキ					
	M店	T店	O店	S店	F店	計	M店	T店	O店	S店	F店	計
<i>Pseudomonas</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Alcaligenes</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	1 (10)	0 (00)	—	—	—	1 (6.3)
<i>Flavobacteria</i>	7 (70)	1 (25)	3 (75)	—	—	11 (61.1)	0 (00)	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Acinetobacter</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Cytophaga</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	1 (10)	0 (00)	—	—	—	1 (6.3)
<i>Enterobacteriaceae</i>	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Micrococcus</i>	0 (00)	1 (25)	1 (25)	—	—	2 (11.1)	0 (00)	4 (66.7)	—	—	—	4 (25.0)
<i>Corynebacterium</i>	0 (00)	1 (25)	0 (00)	—	—	1 (5.6)	8 (80)	0 (00)	—	—	—	8 (50.0)
<i>Lactobacillus</i>	3 (30)	1 (25)	0 (00)	—	—	4 (22.2)	0 (00)	2 (33.3)	—	—	—	2 (12.5)
Mold	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	0 (00)	0 (00)	0 (00)	—	—	—	0 (00)
計	10 (100)	4 (100)	4 (100)	不検出	不検出	18 (100)	10 (100)	6 (100)	不検出	不検出	不検出	16 (100)

菌属名	チーズケーキ					
	M店	T店	O店	S店	F店	計
<i>Pseudomonas</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Alcaligenes</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Flavobacteria</i>	—	1 (100)	—	—	—	1 (100)
<i>Acinetobacter</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Cytophaga</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Enterobacteriaceae</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Micrococcus</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Corynebacterium</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
<i>Lactobacillus</i>	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
Mold	—	0 (00)	—	—	—	0 (00)
計	不検出	1 (100)	不検出	不検出	不検出	1 (100)

(菌株数, 括弧内は百分率)

生菌数が多いショートケーキ・モンブランと少ないチーズケーキとの間には危険率5%で有意差が認められた。他の種類間には有意差が認められなかった。チーズケーキは、加熱処理されているので他の洋生菓子に比べ菌数が少なく衛生的であると考えられる。

## 2-3. 洋生菓子のマイクロフローラ

25℃培養標準寒天培地からの分離株の同定結果は表3のとおりであった。

洋生菓子のマイクロフローラは *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacteria*, *Acinetobacter* などの水由来菌をはじめとし、土壌由来菌の *Cytophaga*, 動物体由来菌の *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus*, *Corynebacterium* (植物由来菌でも

では1%危険率で大規模メーカー小売店の菌数が有意に少なかった。大規模メーカー小売店は、小規模メーカー製造小売店より生菌数が少なく衛生的であることを示唆している。ただし、O店のように大規模メーカー小売店より菌数は多いが、有意な差が認められない店舗もあった。

## 2) 洋生菓子の種類別の生菌数

ある), 植物由来菌の *Lactobacillus*, さらに, *Mold* などが検出された。これら水由来菌や土壌由来菌は製造環境を介し, 動物・植物体由来菌はヒトあるいは原材料を介し洋生菓子を汚染したと考えられる。

1990年当時, 荻原らは<sup>6)</sup>, 販売店から購入した洋生菓子のマイクロフローラを検討したが, 前述の同定結果に加えて *Bacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Moraxella* などを検出した。これに比べて今回の同定結果は, ミクロフローラの種類が少なく, 特に, グラム陽性球菌の検出率が少なかった。これは, この間に衛生の確保および向上が, 特に, 大規模メーカーにおいて図られた結果であると考えられる。

#### 1) 洋生菓子の店舗別のマイクロフローラ

製造所にはそれぞれ特有のマイクロフローラが生息し, それらが洋生菓子を汚染する。

小規模メーカー製造小売店では *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacteria*, *Acinetobacter*, *Cytophaga*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Mold* などが検出された。水由来菌は使用水, 製造所内の湿潤な場所, 湿気をおびた器具・包装などの部位が汚染源と考えられるので, これらを洗浄・殺菌し, 乾燥状態に保つことが示唆された。土壌由来菌も検出されたことから, 製造所内に土を持ち込まないように, すなわち, 履物, 原材料, 窓や出入り口からの土ほこりの侵入に注意することが示唆された。これら水由来および土壌由来菌は, 製造環境を介して洋生菓子を汚染すると考えられる。動物・植物体由来菌の検出は, 生クリームや果物などの原材料あるいは作業員(ヒト)を介して汚染したと考えられる。原材料の果物などの洗浄・殺菌に加えて, ヒトからの汚染を避けるために手指の洗浄・消毒, 衣服の清潔保持, マスク・帽子の着用など<sup>7)</sup> が示唆された。

大規模メーカー小売店では, *Enterobacteriaceae*, *Corynebacterium*, *Flavobacteria*, *Acinetobacter* を

検出した。大規模メーカー小売店は, 小規模メーカー製造小売店に比べマイクロフローラの種類が少なく, 一部, 水由来菌が検出されたものの, 動物・植物体由来菌が主体であり, 原材料あるいはヒトを介して汚染したと考えられる。

#### 2) 洋生菓子の種類別のマイクロフローラ

ショートケーキは, *Flavobacteria*, *Enterobacteriaceae*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Mold* の8種類を検出した。これらは, 製造環境, ヒトあるいは生クリームや果物などの原材料を介して汚染したと考えられる。ショートケーキは糖濃度が高いため, *Micrococcus* など浸透圧に強い微生物<sup>8)</sup>が検出されたものと考えられる。なお, 大規模メーカー小売店の製品では, 動物・植物由来菌のみが検出され, ヒトあるいは原材料を介した汚染と考えられる。

モンブランは, *Flavobacteria*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Corynebacterium* の5種類を検出した。これらは, 製造環境, ヒトあるいは原材料を介した汚染と考えられる。大規模メーカー小売店の製品では, S店から *Flavobacteria*, *Acinetobacter* など製造環境を介した菌を検出したが, F店の製品からは菌を検出できなかった。

シュークリームは, *Flavobacteria*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium* の4種類, すなわち, 製造環境, ヒトあるいは原材料を介した菌を検出したが, 大規模メーカー小売店の製品からは菌を検出できなかった。

チョコレートケーキは, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Cytophaga*, *Alcaligenes* の5種類, すなわち, 製造環境, ヒトあるいは原材料を介した菌を検出した。しかし, 大規模メーカー小売店の製品からは菌を検出できなかった。

チーズケーキは, *Flavobacteria* のみを検出した。大規模メーカー小売店の製品からは菌を

検出しなかった。なお、チーズケーキは、加熱処理が行われる製品なので、加熱処理後に、*Flavobacteria* が製造環境を介し二次汚染したものと考えられる。

### まとめ

1. 購入した市販洋生菓子の生菌数は、上限値  $10^7/g$ 、下限値  $10^3$  未満  $/g$  であった。

1) 大規模メーカー小売店と小規模メーカー製造小売店を比較すると、危険率 5% あるいは 1% で有意に大規模メーカー小売店の生菌数の方が少なかった。なお、大規模メーカー小売店舗間および小規模メーカー製造小売店店舗間では有意差は認められなかった。

2) チーズケーキは、ショートケーキ、モンブランより危険率 5% で有意に生菌数が少なかった。それ以外の種類間には有意差は認められなかった。

2. 市販洋生菓子のマイクロフローラは *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacteria*, *Acinetobacter*, *Cytophaga*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, Mold などが検出された。

1) 大規模メーカー小売店と小規模メーカー製造小売店のマイクロフローラを比較すると、小

規模メーカー製造小売店は、水由来菌、土壌由来菌および動物・植物由来菌、大規模メーカー小売店では主に動物・植物由来菌が検出された。汚染源は、小規模メーカー製造小売店が製造環境、原材料あるいはヒト、大規模メーカー小売店では原材料あるいはヒトと考えられる。

2) 洋生菓子の種類別のマイクロフローラは、ショートケーキ、モンブラン、シュークリームおよびチョコレートケーキでは、水由来菌、土壌由来菌、動物・植物由来菌などが検出された。汚染は製造環境、原材料あるいはヒトを介したと考えられる。

大規模メーカー小売店の製品は、主に動物・植物由来菌が検出された。汚染は原材料あるいはヒトを介したと考えられる。チーズケーキのマイクロフローラは、ほとんど検出しなかったが、加熱処理後の二次汚染と考えられる *Flavobacteria* が小規模メーカー製造小売店の製品から検出された。

### 謝辞

本研究にご協力いただきました神奈川県立保健福祉大学栄養学科食品衛生学研究室 2 期生荒木佳奈子さんに感謝いたします。

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

- 1) 食品衛生研究会編：食品衛生小六法 II, 2401-2417, 新日本法規出版, 東京, (2007).
- 2) 守谷栄一：詳解演習数理統計. 日本理工出版会, 東京, (1975).
- 3) 金子精一：微生物の簡易測定法, 43-48, 衛生技術会, 東京, (1980).
- 4) 高橋正弘ほか：食肉における培養温度別生菌数の比較. 獣医科学と統計利用, **10**, 25-29, (1983).
- 5) 金子精一：微生物同定法, 1-27, 衛生技術会, 東京, (1983).
- 6) 荻原博和ほか：市販洋生菓子の微生物汚染分布とマイクロフローラならびに分離黄色ブドウ球菌のエンテロトキシン産生について, 調理科学, **24** (2), 113-119, (1991).
- 7) 高橋正弘ほか：食品衛生の基礎—食品衛生法から HACCP—, 64-66, 日本技能教育開発センター, 東京, (2010).
- 8) 金子精一：食品の腐敗・変敗と常在微生物 (微生物叢) II 糖蔵食品について, *New Food Industry*, **15** (10), 69-75, (1977).

# 茶カテキンの抗アレルギー作用

芳野 恭士\*

\* YOSHINO Kyoji (沼津工業高等専門学校 物質工学科)

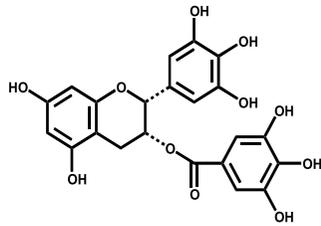
Key Words : チャ・カテキン・メチル化カテキン・カテキンエピマー・カテキン二量体・アレルギー

## はじめに

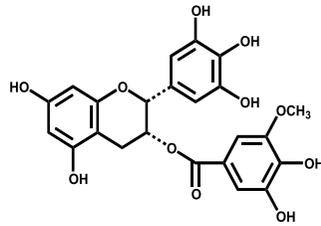
アレルギー疾患の患者数は、年々増加する傾向にあり、近年では人口の約 1/3 に上ると予想されている<sup>1,2)</sup>。その背景には、環境の変化や食事を含む生活習慣の変化、ストレスの増大等があるものと考えられ、大きな社会問題となりつつある。アレルギーの原因となるアレルゲンとしては、そば、卵、牛乳のような食品中のタンパク質や、花粉、ダニの死骸、各種化学薬品などが知られている。アレルギーは、体外から侵入する細菌やウイルス、あるいは体内で形成される異常細胞である腫瘍細胞などに対する身体の防御システムである免疫系が、生体にとって害のない抗原であるアレルゲンに対して過剰な反応を示し、組織障害を起こす現象を指す。アレルギー疾患は、その発症のメカニズムにより I 型から IV 型までの 4 種類に分類される<sup>3)</sup>。I 型～III 型は、アレルゲンの暴露から短時間で発症するため即時型アレルギーと呼ばれ、それらは抗体を介して引き起こされる体液性抗体応答である。代表的なアレルギーである I 型アレルギーは、マスト細胞表面で特異的イムノグロブリン E (IgE) 抗体と抗原が架橋結合することで、マスト細胞が脱顆粒しヒスタミンなどの化学伝達物質が放出されて組織傷害を起こすもので、アナフィラキシーショック、花粉症、気

管支喘息、アトピー性皮膚炎、食物アレルギー、鼻炎などが例として挙げられる。もう一つの代表的なアレルギーである IV 型は、アレルゲンの暴露から症状が現れるまでに 1 日から数日かかるため遅延型アレルギーと呼ばれ、抗体を介さず、リンパ球の一種である 1 型ヘルパー T (Th1) 細胞が産生する前炎症性サイトカインによって引き起こされる細胞性免疫応答である。ツベルクリン反応、結核病変、移植拒絶反応、うるしや化粧品等で起こる接触性皮膚炎（接触過敏症）、リウマチ性関節炎（AR）、膠原病などが例として挙げられる。

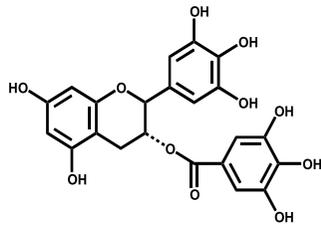
ツバキ科の常緑樹であるチャ (*Camellia sinensis* L.) は世界的に飲用されている植物であり、日本でも従来の飲茶の習慣に加え、近年の緑茶ドリンクの普及によって広い世代で茶が摂取されている<sup>4)</sup>。茶葉には抗癌作用や抗動脈硬化作用、抗炎症作用など様々な保健作用があることが報告されており<sup>5)</sup>、その代表的な有効成分としてカテキンが知られている<sup>6)</sup>。カテキンは、フラバン-3-オール骨格を持つフラボノイドの一種であり、茶葉中では主に単量体として存在し、配糖体は形成していない。代表的な緑茶栽培品種であるヤブキタでの主な 4 種のカテキンの乾燥茶葉含量の合計は約 15% であり<sup>7)</sup>、中でも (-) - エピガロカテキン



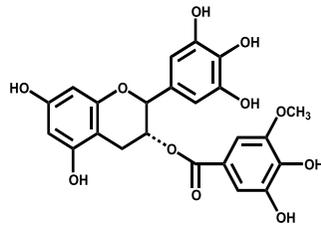
(-)-エピガロカテキン-3-O-ガレート



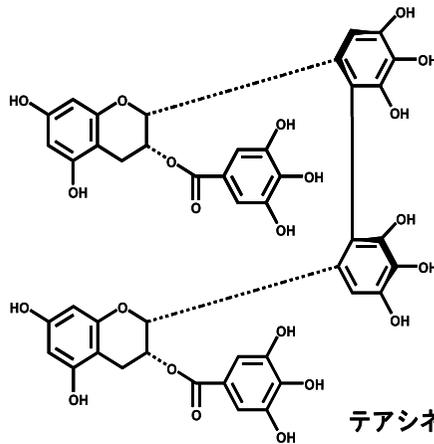
(-)-エピガロカテキン-3-O-(3-O-メチル)ガレート



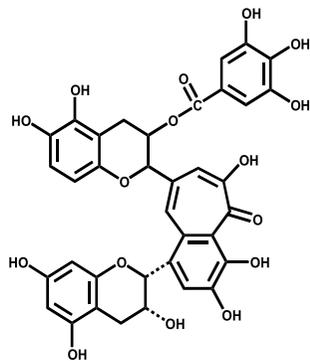
(-)-ガロカテキン-3-O-ガレート



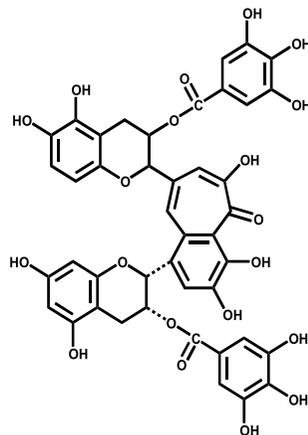
(-)-ガロカテキン-3-O-(3-O-メチル)ガレート



テアシネンシンD



テアフラビン-3-ガレート



テアフラビン-3,3'-ジガレート

図1 代表的な茶カテキンおよびその関連化合物の化学構造

-3-O-ガレート (EGCG) はその半分程度を占める。EGCGをはじめとする茶カテキンには、I型やIV型のアレルギーを抑制する効果のあることが以前より報告されている<sup>8-10)</sup>。ところで、茶は製造工程の違いにより、不発酵茶の緑茶、半発酵茶のウーロン茶、全発酵茶の紅茶、後発酵茶（プーアル茶など）、二次加工茶（ほうじ茶など）に分類され、そのカテキン成分は様々に変化することが知られている。ここでは、茶カテキンに加え、著者がこれまでに検討してきた様々な茶カテキン関連化合物の抗アレルギー作用について概説する。この報告で扱う代表的な茶カテキンおよびその関連化合物の化学構造を図1に示す。

## 1. 茶葉カテキンの抗アレルギー作用

緑茶およびそのカテキン類の抗I型アレルギー作用については、ラットの受身皮膚アナフィラキシー (PCA) 反応を経口投与で抑制するなど<sup>8,9)</sup>、多くの研究報告がある。カテキンの効果のメカニズムとしては、まず、Th2細胞系のサイトカインの1つであるインターレューキン-10 (IL-10) の産生を抑制することで<sup>11)</sup>、IgE抗体を産生するBリンパ球の活性化を防ぐことが考えられる。また、マスト細胞からのヒスタミンの遊離を抑制する作用がある<sup>8,12,13)</sup>。好塩基球に対しても、EGCGは高親和性IgE受

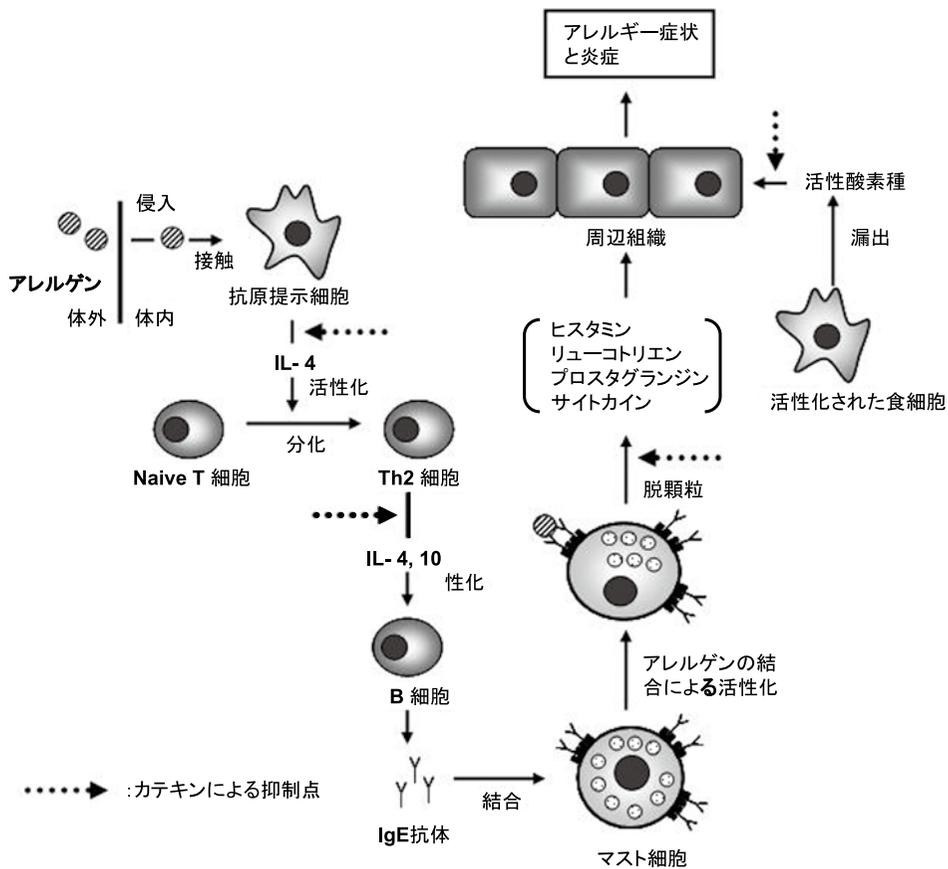


図2 茶カテキンの抗I型アレルギー抑制作用の概要

容体の発現を阻害し<sup>14)</sup>、脱顆粒を抑制する作用を持つ<sup>15)</sup>。これらの効果には、EGCGの化学構造中のトリフェノール構造が関与しているものと考えられている。さらに、EGCGはDf-プロテアーゼ活性を阻害することで<sup>16)</sup>、血管透過性を低下させるものと思われる。ところで、アラキドン酸代謝物であるプロスタグランジンやリューコトリエンも、I型アレルギーにおける炎症性化学伝達物質として知られている。カテキンでは、シクロオキシゲナーゼ(COX)とリポキシゲナーゼ(LOX)活性の抑制作用によると考えられる<sup>17)</sup>、ラットの好中球に富む腹腔浸出細胞からのリューコトリエンB4(LTB4)放出の抑制作用が報告されている<sup>18)</sup>。茶カテキンの抗I型アレルギー抑制作用のメカニズムの概要を図2に示す。

IV型アレルギーに関しては、緑茶およびそのカテキンがピクリルクロライド誘発の接触性皮膚炎を抑制するなどの報告がある<sup>10)</sup>。IV型アレルギーでは、炎症の過程がその組織傷害において重要であると考えられるため、カテキンの抗炎症作用の寄与が考えられる。これまでに、緑茶の抽出物やカテキンでラットのカラゲニン誘発足踵浮腫やマウスのUV-B照射による皮膚炎が抑制されたという報告がある<sup>19,20)</sup>。カテキンの抗炎症作用のメカニズムとしては、Th1細胞やマクロファージ(Mφ)様の抗原提示細胞等由来で各種リンパ球の活性化作用を持つ前炎症性サイトカインのIL-1β、インターフェロン-γ(IFN-γ)および腫瘍壊死因子-α(TNF-α)の産生を抑制する作用が挙げられる<sup>21,22)</sup>。緑茶抽出物は、ヒアルロニダーゼの活性を阻害することで炎症を抑制するという報告もある<sup>23)</sup>。また、緑茶カテキンは、ホルボールエステル誘発マウス耳介皮膚炎において表皮COXやLOXの活性を阻害してアラキドン酸代謝を抑制すること<sup>24)</sup>、リポポリサッカライド(LPS)やIFN-γ誘発の炎症でMφによるNOの生成を抑

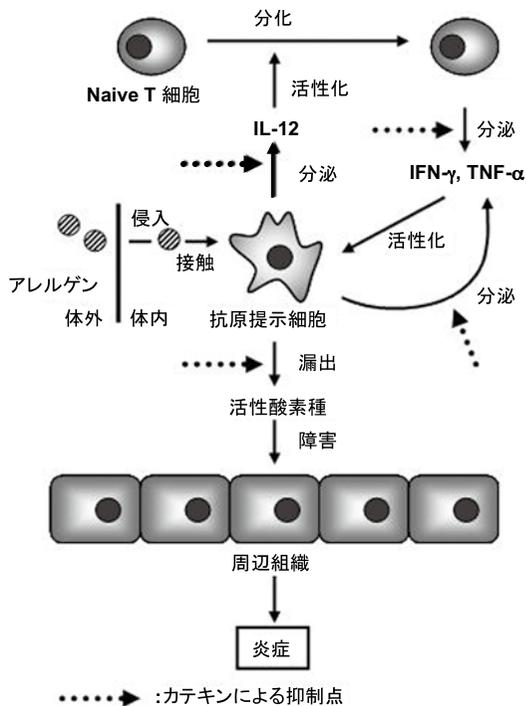


図3 茶カテキンの抗IV型アレルギー抑制作用の概要

制することがわかっている<sup>25)</sup>。さらには、炎症時にMφ等から生成するO<sub>2</sub>・やNOなどの活性酸素を、その強い抗酸化作用<sup>26)</sup>で消去することも予想される。以上のように、カテキンはI型、IV型のいずれのアレルギーに対する抑制作用でも、複数の作用点を持つことが知られている。茶カテキンの抗IV型アレルギー抑制作用のメカニズムの概要を図3に示す。

## 2. 茶葉メチル化カテキンの抗アレルギー作用

Sanoら<sup>27)</sup>は、台湾産の凍頂ウーロン茶葉に、ヤブキタ種の茶葉には含まれない(-)-エピガロカテキン-3-O-(3-O-メチル)ガレート(EGCG3" Me)およびEGCG4" Meといった、EGCGのO-メチル化物を見出している。さらに、このうちEGCG3" Meは、国産の紅茶品種であるベニホマレ、ベニフウキといった栽培品種にも含まれる。これらEGCGのO-メチル化

物は、EGCG とほぼ同程度の抗酸化作用を示すため<sup>28)</sup>、EGCG 同様に抗炎症作用を持つことが期待できる。カテキンの *O*-メチル化物は、カテキンをカテコール-*O*-メチルトランスフェラーゼで処理することで、人工的に調製することも可能である<sup>29)</sup>。

著者らは、EGCG および EGCG3''Me について、雄性マウスでの腹壁色素浸潤法を用いて卵アルブミン誘発 I 型アレルギーに対する抑制作用を検討し、どちらも 25 および 50 mg/kg 体重での経口投与で強い効果を発揮することを確認した (図 4)<sup>29)</sup>。EGCG3''Me は、25 mg/kg 体重の投与量で EGCG よりも有意に強い抗 I 型アレルギー作用を示した。EGCG3''Me の 50 mg/kg 体重での経口投与で、アレルギー発症マウスの腹壁における IL-4 レベルおよび血清に

おける IgE レベルの上昇は有意に抑制され、その作用は EGCG よりも強い傾向が見られた。これらの結果から、カテキンの *O*-メチル化物の抗 I 型アレルギー作用には、Mφ あるいは B リンパ球からの Th2 細胞やマスト細胞刺激因子の産生もしくは遊離を抑制する効果が関与しているものと考えられる。

一方、EGCG およびその *O*-メチル化物の抗 IV 型アレルギー作用については、雄性マウスでのオキサゾロン誘発耳介浮腫法を用いて検討した (図 5, 6)<sup>30, 31)</sup>。EGCG と EGCG3''Me はいずれも、0.05 ~ 0.13 mg/耳介の投与量の範囲の経皮投与で、濃度依存的にマウス IV 型アレルギーを抑制した。EGCG3''Me の作用は、高濃度では EGCG よりも強く、低濃度では逆に低くなる傾向が見られた。経口投与の場合には、

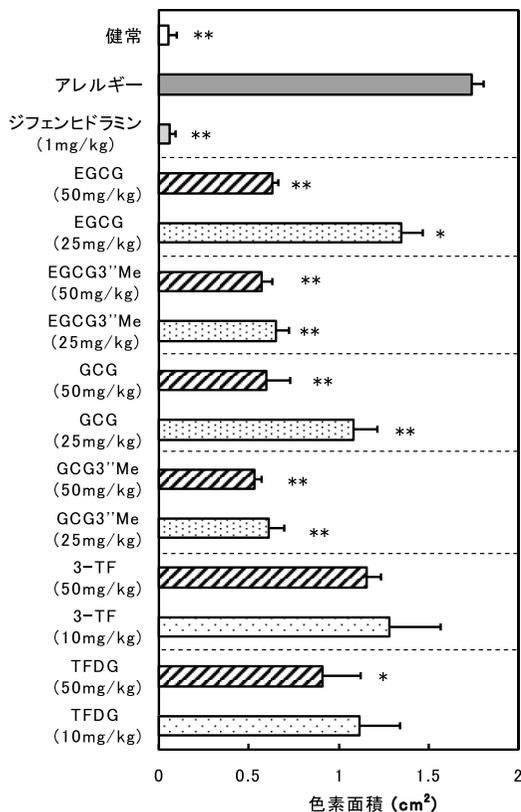


図 4 茶カテキンおよび関連化合物の経口投与でのマウス I 型アレルギー抑制作用

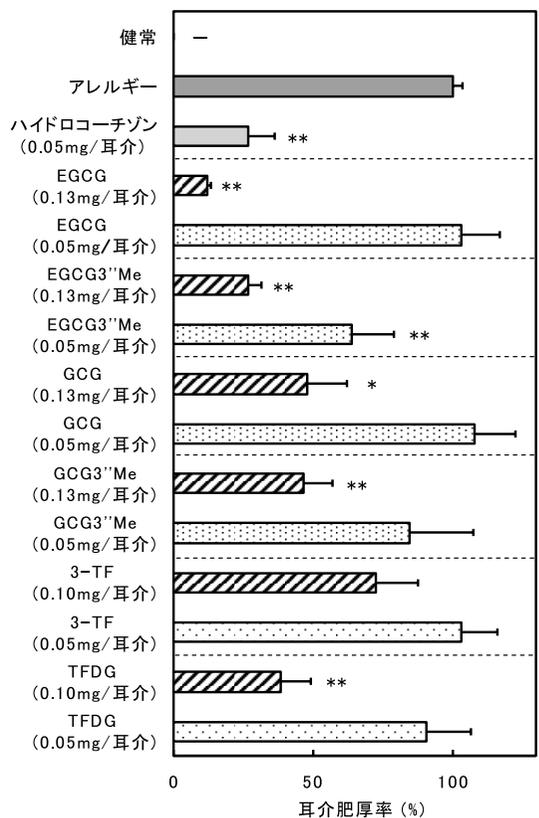


図 5 茶カテキンおよび関連化合物の経皮投与でのマウス IV 型アレルギー抑制作用

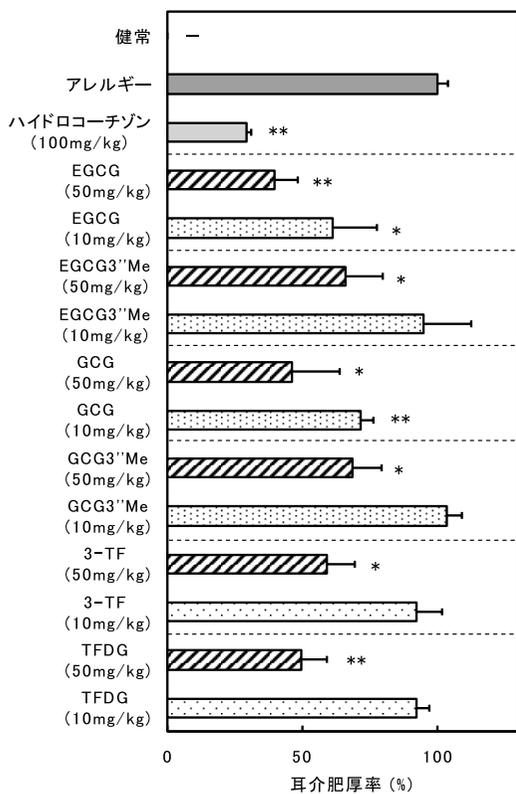


図6 茶カテキンおよび関連化合物の経口投与でのマウスIV型アレルギー抑制作用

EGCG3'' Me は 50 mg/kg 体重の投与量で有意な抗IV型アレルギー作用を示したが、その効果はEGCG よりも弱かった。EGCG3'' Me の抗IV型アレルギー作用のメカニズムに関しては、前述の抗酸化作用による活性酸素の消去効果の他、EGCG に見られる Mφ や Th1 細胞への抑制作用によるものと考えられる血清 IL-12 レベルおよび IFN- $\gamma$  レベルの低下作用<sup>32)</sup> と同様の効果が関与しているものと予想される。

### 3. 茶葉カテキン C-2 エピマーの抗アレルギー作用

茶は、一般にその熱湯浸出液が飲用される。また、近年の缶またはペットボトル容器の茶飲料の消費の増加に伴い、殺菌処理や冬期の自動販売機等での加温保管のため、茶が熱処理

を受ける場面が増えている。Suzuki ら<sup>33)</sup> は、EGCG や EGCG3'' Me を pH 6.0, 90 °C で 30 分間処理すると、約 30 ~ 40% が異性化してそれぞれの C-2 エピマーである (-) - ガロカテキン -3-O- ガレート (GCG) と (-) - ガロカテキン -3-O- (3-O- メチル) ガレート (GCG3'' Me) になることを報告している。そこで、著者らは茶カテキンの加熱による異性化がその抗アレルギー作用にどのように影響するのかについて検討してきた。

まず、GCG および GCG3'' Me の抗マウス I 型アレルギー作用については、25 および 50 mg/kg 体重の経口投与で有意な効果が認められた (図 4)<sup>34)</sup>。GCG3'' Me の抗 I 型アレルギー作用は元の EGCG3'' Me と同程度であったが、GCG の同作用は元の EGCG よりも強い傾向が見られた。GCG および GCG3'' Me の 50 mg/kg 体重での経口投与において、アレルギー発症マウスの腹壁における IL-4 レベルおよび血清における IgE レベルの上昇は抑制され、これらの作用は元の EGCG および EGCG3'' Me よりも強かった。カテキンおよびその O- メチル化物の C-2 エピマーについても、Mφ あるいは B リンパ球からのこれらの因子の産生もしくは遊離を抑制する効果があるものと考えられる。従って、高温での熱処理の際に起こる茶カテキンの C-2 異性化反応は、I 型アレルギーに対する抑制効果に有利に働くことが期待される。

次に、GCG および GCG3'' Me の抗マウス IV 型アレルギー作用については、これらの 0.13 mg/ 耳介での経皮投与の場合に有意な効果が認められた (図 5)<sup>31)</sup>。しかし、C-2 エピマーの抗IV型アレルギー作用は、元のカテキンおよびその O- メチル化物に比較して弱かった。経口投与でも、GCG と GCG3'' Me は 50 mg/kg 体重で有意な抗IV型アレルギー作用を示したが、その効果は元の EGCG および EGCG3'' Me と同じか若干弱い傾向が見られた。実際に、バニホマ

レの茶葉浸出液を再加熱すると、経皮投与におけるその抗IV型アレルギー作用の強さは、再加熱前の約25%に低下した。従って、抗I型アレルギー作用の場合とは異なり、高温での熱処理の際に起こる茶カテキンのC-2異性化反応は、そのIV型アレルギーに対する抑制効果には不利に働くものと考えられる。茶カテキンとその関連化合物に見られるこのような抗アレルギー作用の違いについては、経口投与あるいは経皮投与後のそれぞれの動物体内への吸収、分布、代謝、さらには排泄といったことも関連している可能性があり、今後、これらの点についても検討する必要がある。

#### 4. 茶葉カテキン重合体の抗アレルギー作用

茶葉を発酵すると、そのカテキンは酸化重合を受けることが知られている。そのため、緑茶葉中の総カテキン含量は約15%であるのに対し、紅茶葉では4~7%と少ない<sup>35)</sup>。紅茶葉中のカテキンは、2量体のテアフラビン類やテアシネンシン類、さらに高重合体のテアルビジンやテアブrouニンに変換されており、紅茶の水色に関係している。紅茶葉には、テアフラビン類は0.7~1.5%<sup>35)</sup>、テアルビジンは10~20%含まれている<sup>36)</sup>。半発酵茶であるウーロン茶葉にも、カテキンのオリゴマーとしてテアシネンシン類やウーロンテアニン類が含まれている。著者らは、テアフラビン類やテアルビジン、テアシネンシン類、ウーロンテアニン類に、茶カテキンと同様の抗酸化作用があることを確認しており<sup>37, 38)</sup>、これらカテキンの重合体にも抗炎症作用のあることが期待される。実際、紅茶の熱水抽出物は、急性・慢性、滲出性あるいは増殖性など様々な炎症の動物モデルにおいて抗炎症作用を示す<sup>39)</sup>。また、テアフラビン類は、大腸炎や皮膚炎のマウスモデルで、Th1細胞やMφによるIL-12やIFN-γ等の前炎症性サイト

カインの産生を抑制する<sup>40, 41)</sup>。同様の効果は、テアルビジンにも認められている<sup>42)</sup>。

I型アレルギーに関連しては、塩崎ら<sup>8, 43)</sup>は紅茶抽出物がラットPCA反応やマスト細胞からのヒスタミンの遊離を抑制することを見出し、その効果は緑茶やウーロン茶とほぼ同程度であった。また、テアフラビン類を10%含む茶抽出物がマウスのTh2細胞によるIL-4やIL-5の産生を抑制すること<sup>40)</sup>、紅茶から調製されたテアフラビン類とカテキンの混合抽出物やテアフラビン混合物がCOXおよびLOX活性の阻害作用を示すことが報告されている<sup>17, 41)</sup>。そこで、著者らは化学構造中にトリフェノール構造を持つテアフラビン類としてテアフラビン-3-ガレート(3-TF)およびテアフラビン-3,3'-ジガレート(TFDG)の2種類について、マウス腹壁法でのマウスI型アレルギー抑制作用を検討した<sup>44)</sup>。その結果、3-TFとTFDGを10または50mg/kg体重の投与量でマウスに経口投与したところ、いずれも投与量に依存してI型アレルギーを抑制する傾向を示し、特にTFDGを50mg/kg体重で投与した場合に有意な効果が見られた。従って、紅茶の抗I型アレルギー作用の一部にテアフラビン類が寄与しているものと考えられる。

一方、IV型アレルギーに関連しては、紅茶がピクリルクロライド誘発接触性皮膚炎や羊赤血球誘発遅延型足蹠浮腫を抑制すること、特に足蹠浮腫への作用は緑茶やウーロン茶では認められないことが報告されている<sup>10)</sup>。その作用メカニズムとしては、エフェクターT細胞の分化増殖抑制作用が考えられている。そこで、著者らも3-TFおよびTFDGについて、オキサゾロン誘発マウス耳介浮腫法を用いて、その抗IV型アレルギー作用を検討した<sup>45)</sup>。3-TFとTFDGを0.05または0.10mg/耳介の投与量でマウスに経皮投与した場合、いずれも投与量依存的にIV型アレルギーを抑制する傾向を示した。

特に 0.1 mg/耳介の投与量での TFDG の投与で、有意な効果が見られた。3-TF と TFDG を 10 または 50mg/kg 体重の投与量でマウスに経口投与した場合にも、投与量に依存して IV 型アレルギーを抑制する傾向を示し、特に 50mg/kg 体重の投与量ではどちらの化合物も有意な効果が見られた。3-TF や TFDG を投与したマウスでは、血清中の IL-12 レベルや IFN- $\gamma$  レベルが低下しており、M $\phi$  や Th1 細胞によるこれらの因子の産生または分泌が抑制されたことが、その抗 IV 型アレルギー作用に寄与したものと考えられる。全身性エリテマトーデスや AR は II 型・III 型アレルギーに分類されることもあるが、Th1 由来のサイトカインの増加を伴うため IV 型アレルギーとも関連が深い。アメリカのアイオワ州で行われた疫学調査では、1 日 3 杯以上の茶の摂取が老女性での AR の発症を抑制することが報告されている<sup>46)</sup>。紅茶あるいはその成分の効果に関する、より直接的な検証実験が待たれるところである。

## おわりに

ここまで、茶カテキンとその関連化合物の I 型と IV 型のアレルギーに対する抑制作用について、これまでの報告と著者らの研究成果を合わせて述べてきた。EGCG などのよく知られた茶カテキン以外にも、その O-メチル化物や C-2 エピマー、重合体といったカテキンの誘導体に抗アレルギー作用があることが明らかになってきている。これらの化合物は、茶カテキンを酵素や熱、アルカリ等で処理することで調製することができる。茶カテキンを加熱して異性化することで、I 型アレルギーに対する抑制効果がより期待できるようになり、逆にできるだけ加熱を避ければ、IV 型アレルギーあるいは炎症に対する抑制効果を期待できるようになるものと考えられる。茶には抗アレルギー作用だけでなく多様な保健作用があるので、このような情報を集積することで、今後、期待する保健作用に合わせた茶の摂取方法を工夫することができるかもしれない。

## ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 文 献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) 厚生省アレルギー総合研究事業研究班：厚生省長期慢性疾患総合研究事業アレルギー疫学の研究。1992~1996
- 2) 東京都アレルギー性疾患対策検討委員会：都におけるアレルギー性疾患対策の在り方最終報告。2001
- 3) R. R. A. Coombs, P. G. H. Gell: Clinical Aspects of Immunology, Philadelphia, F. A. Davis, p.317. 1963
- 4) 戸田雅雄：緑茶飲料がけん引、05 年の日本茶飲料。食品と容器 47: 599. 2006
- 5) 富田 勲：茶機能の多面性とその応用開発。化学と工業 50: 834-835. 1997
- 6) 北田善三, 玉瀬喜久雄, 佐々木美智子, 他：各種茶に含まれる L-アスコルビン酸, トコフェロール, カロチン, クロロフィルについて。日本食品工業学会誌 36: 927-933. 1989
- 7) 山本(前田)万里, 佐野満昭, 松田奈帆美, 他：エピガロカテキン 3-O-(3-O-メチル) ガレート含量の変動。日本食品科学工学会誌 48: 64-68. 2001
- 8) 塩崎哲也, 杉山 清, 竹尾忠一：茶の抗アレルギー作用に関する研究。和漢医薬学雑誌 11: 444-445. 1994
- 9) G. Z. Li, O. H. Chai, C. H. Song: Inhibitory effects of epigallocatechin gallate on compound 48/80-induced mast cell activation and passive cutaneous anaphylaxis. Exp. Mol. Med. 37: 290-296. 2005
- 10) 阿部勇治, 塩崎哲也, 杉山 清, 他：茶の抗アレルギー作用に関する研究(第 2 報)。和漢医薬学雑誌 12: 452-453. 1995
- 11) K. Matsunaga, T. W. Klein, H. Friedman, et al.: Legionella pneumophila replication in macrophages inhibited by selective immunomodulatory effects on cytokine formation by epigallocatechin gallate, a major form of tea catechins. Infect. Immun. 69: 3947-3953. 2001
- 12) 前田有美恵, 山本政利, 増井俊夫, 他：茶抽出液の肥満細胞ヒスタミン遊離抑制活性。日本食品衛生学

雑誌 30: 295-299. 1989

- 13) Y. Ohmori, M. Ito, M. Kishi, *et al.*: Antiallergic constituents from oolong tea stem. *Biol. Pharm. Bull.* **18**: 683-686. 1995
- 14) Y. Fujimura, H. Tachibana, K. Yamada: A tea catechin suppresses the expression of high-affinity IgE receptor FcεRI in human basophilic KU812 cells. *J. Agric. Food Chem.* **49**: 2527-2531. 2001
- 15) H. Tachibana, Y. Sunada, T. Miyase, *et al.*: Identification of a methylated tea catechin as an inhibitor of degranulation in human basophilic KU812 cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **64**: 452-454. 2000
- 16) Y. Noguchi, K. Fukuda, A. Matsushima, *et al.*: Inhibition of Df-protease associated with allergic diseases by polyphenol. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 2969-2972. 1999
- 17) J. Hong, T. J. Smith, C.-T. Ho, *et al.*: Effects of purified green and black tea polyphenols on cyclooxygenase- and lipoxygenase-dependent metabolism of arachidonic acid in human colon mucosa and colon tumor tissues. *Biochem. Pharmacol.* **62**: 1175-1183. 2001
- 18) N. Matsuo, K. Yamada, K. Yamashita, *et al.*: Inhibitory effect of tea polyphenols on histamine and leukotriene B<sub>4</sub> release from rat peritoneal exudate cells. *In Vitro Cell. Develop. Biol.* **32**: 340-344. 1996
- 19) M. Das, P. Sur, A. Gomes, *et al.*: Inhibition of tumour growth and inflammation by consumption of tea. *Phytother. Res.* **16** Suppl 1: S40-S44. 2002
- 20) S. K. Katiyar, C. A. Elmets, R. Agarwal, *et al.*: Protection against ultraviolet-B radiation-induced local and systemic suppression of contact hypersensitivity and edema responses in C3H/HeN mice by green tea polyphenols. *Photochem. Photobiol.* **62**: 855-861. 1995
- 21) B. Powell, S. Crouvezier, D. Keir, *et al.*: The effects of phenolic compounds of tea on the production of inflammatory cytokines in human whole blood cultures. *Proc. Nutr. Soc.* **60**: 36A. 2001
- 22) G. W. Varilek, F. Yang, E. Y. Lee, *et al.*: Green tea polyphenol extract attenuates inflammation in interleukin-2-deficient mice, a model of autoimmunity. *J. Nutr.* **131**: 2034-2039. 2001
- 23) 前田有美恵, 山本政利, 増井俊夫, 他: 茶抽出液のHyaluronidase阻害活性. 日本食品衛生学雑誌 **31**: 233-237. 1990
- 24) S. K. Katiyar, R. Agarwal, S. Ekker, *et al.*: Protection against 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-caused inflammation in SENCAR mouse ear skin by polyphenolic fraction isolated from green tea. *Carcinogenesis* **14**: 361-365. 1993
- 25) M. M.-Y. Chan, C.-T. Ho, H.-I. Huang: Effects of three dietary phytochemicals from tea, rosemary and turmeric on inflammation-induced nitrite production. *Cancer Lett.* **96**: 23-29. 1995
- 26) K. Yoshino, I. Tomita, M. Sano, *et al.*: Effects of long-term dietary supplement of tea polyphenols on lipid peroxide levels in rats. *Age* **17**: 79-85. 1994
- 27) M. Sano, M. Tabata, M. Suzuki, *et al.*: Simultaneous determination of twelve tea catechins by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *Analyst* **126**: 816-820. 2001
- 28) M. Sano, R. Yoshida, M. Degawa, *et al.*: Determination of peroxy radical scavenging activity of flavonoids and plant extracts using an automatic potentiometric titrator. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 2912-2916. 2003
- 29) M. Sano, M. Suzuki, T. Miyase, *et al.*: Novel antiallergic catechin derivatives isolated from oolong tea. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 1906-1910. 1999
- 30) M. Suzuki, K. Yoshino, M. Maeda-Yamamoto, *et al.*: Inhibitory effects of tea catechins and O-methylated derivatives of (-)-epigallocatechin-3-O-gallate on type-IV allergy. *J. Agric. Food Chem.* **48**: 5649-5653. 2000
- 31) K. Yoshino, K. Ogawa, T. Miyase, *et al.*: Inhibitory effects of the C-2 epimeric isomers of tea catechins on mouse type IV allergy. *J. Agric. Food Chem.* **52**: 4660-4663. 2004
- 32) K. Yoshino, T. Kawaguchi, K. Yamazaki, *et al.*: Preventive effects of (-)-epigallocatechin-3-O-gallate on mouse type IV allergy induced by oxazolone and its antiinflammatory activities. *J. Technology and Education* **17**: 57-65. 2010
- 33) M. Suzuki, M. Sano, R. Yoshida, *et al.*: Epimerization of tea catechins and O-methylated derivatives of (-)-epigallocatechin-3-O-gallate: relationship between epimerization and chemical structure. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 510-514. 2003
- 34) K. Yoshino, T. Miyase, M. Sano: Preventive effects of C-2 epimeric isomers of tea catechins on mouse type I allergy. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **56**: 211-215. 2010

- 35) 中林敏郎：VI . 烏龍茶の化学. 緑茶・紅茶・烏龍茶の化学と機能, 中林敏郎, 伊奈和夫, 坂田完三共著, 弘学出版, pp.75-82. 1991
- 36) H. Wang, G. J. Provan, K. Halliwell: Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis. *Trends Food Sci. Technol.* **11**: 152-160. 2000
- 37) K. Yoshino, Y. Hara, M. Sano, *et al.*: Antioxidative effects of black tea theaflavins and thearubigin on lipid peroxidation of rat liver homogenates induced by *t*-butyl hydroperoxide. *Biol. Pharm. Bull.* **17**: 146-149. 1994
- 38) K. Yoshino, M. Suzuki, K. Sasaki, *et al.*: Formation of antioxidants from (-)-epigallocatechin gallate in mild alkaline fluids, such as authentic intestinal juice and mouse plasma, *J. Nutr. Biochem.* **10**: 223-229. 1999
- 39) A. K. Nag Chaudhuri, S. Karmakar, D. Roy, *et al.*: Anti-inflammatory activity of Indian black tea (Sikkim variety). *Pharmacol. Res.* **51**: 169-175. 2005
- 40) M. Tomita, K. I. Irwin, Z.-J. Xie, *et al.*: Tea pigments inhibit the production of type 1 (T<sub>H1</sub>) and type 2 (T<sub>H2</sub>) helper T cell cytokines in CD4<sup>+</sup> T cells. *Phytother. Res.* **16**: 36-42. 2002
- 41) S. K. Katiyar, H. Mukhtar: Inhibition of phorbol ester tumor promoter 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-caused inflammatory responses in SENCAR mouse skin by black tea polyphenols. *Carcinogenesis* **18**: 1911-1916. 1997
- 42) S. Maity, A. Ukil, S. Karmakar, *et al.*: Thearubigin, the major polyphenol of black tea, ameliorates mucosal injury in trinitrobenzene sulfonic acid-induced colitis. *Eur. J. Pharmacol.* **470**: 103-112. 2003
- 43) 塩崎哲也, 杉山 清, 中里賢一, 他: 緑茶抽出物成分 (茶ポリフェノール, カフェイン) のI型アレルギーに対する効果. 薬学雑誌 117: 448-454. 1997
- 44) K. Yoshino, Y. Yamashita, T. Kawaguchi, *et al.*: Preventive effects of black tea theaflavins on mouse type I allergy induced by ovalbumin. *J. Technology and Education* **18**: 9-14. 2011
- 45) K. Yoshino, K. Yamazaki, M. Sano: Preventive effects of black tea theaflavins against mouse type IV allergy. *J. Sci. Food Agric.* **90**: 1983-1987. 2010
- 46) T. R. Mikuls, J. R. Cerhan, L. A. Criswell, *et al.*: Coffee, tea, and caffeine consumption and risk of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.* **46**: 83-91. 2002

# サラシア茶と IP-PA1 混合物による糖尿病予防効果

中田 和江<sup>\*1</sup> 谷口 芳枝<sup>\*2</sup> 吉岡 典子<sup>\*3</sup> 吉田 彩<sup>\*4</sup> 稲川 裕之<sup>\*5</sup> 中本 尊<sup>\*6</sup>  
吉村 寛志<sup>\*7</sup> 三宅 信一郎<sup>\*8</sup> 河内 千恵<sup>\*9</sup> 黒木 政秀<sup>\*10</sup> 杣 源一郎<sup>\*11</sup>

<sup>\*1</sup> NAKATA Kazue<sup>1,2)</sup>, <sup>\*2</sup> TANIGUCHI Yoshie<sup>2)</sup>, <sup>\*3</sup> YOSHIOKA Noriko<sup>2)</sup>, <sup>\*4</sup> YOSHIDA Aya<sup>2)</sup>,  
<sup>\*5</sup> INAGAWA Hiroyuki<sup>3)</sup>, <sup>\*6</sup> NAKAMOTO Takeru<sup>2,4)</sup>, <sup>\*7</sup> YOSHIMURA Hiroshi<sup>2,5)</sup>,  
<sup>\*8</sup> MIYAKE Shin-ichiro<sup>6)</sup>, <sup>\*9</sup> KOHCHI Chie<sup>3)</sup>, <sup>\*10</sup> KUROKI Masahide<sup>7)</sup>, <sup>\*11</sup> SOMA Gen-Ichiro<sup>3,8)</sup>

<sup>1)</sup> (岡山県立大学保健福祉学部栄養学科), <sup>2)</sup> (NPO 法人環瀬戸内自然免疫ネットワーク), <sup>3)</sup> (香川大学医学部),  
<sup>4)</sup> (財団法人三宅医学研究所セントラルパーククリニック), <sup>5)</sup> (社会医療法人喜悦会那珂川病院),  
<sup>6)</sup> (財団法人三宅医学研究所), <sup>7)</sup> (福岡大学医学部), <sup>8)</sup> (徳島文理大学健康科学研究所)

Key Words : 2 型糖尿病・脂質異常症・サラシア・IP-PA1

## はじめに

日本をはじめ先進諸国では、生活習慣と社会環境の変化に伴い糖尿病は急速に増加している。平成 19 年の国民健康・栄養調査では、潜在的な糖尿病患者数を含めると総数は約 2210 万人と推測され、将来的にさらに増加すると考えられている<sup>1)</sup>。近年、糖尿病の予防・改善を目的とした食品や食品素材に関する研究が盛んに行われるようになってきた。この中で、サラシア属植物 (*Salacia oblonga* や *S. reticulata*) の葉又は幹の抽出物 (サラシア茶) はインドやスリランカに古くから伝わる伝承医学のアーユルヴェーダで糖尿病の特効薬として使用されている。この有効成分は、サラシノールとコタラノールである<sup>2-4)</sup>。摂取した炭水化物が体内に吸収されるためには、腸で単糖まで分解される必要がある。小腸の上皮が分泌する  $\alpha$  グリコシダーゼにより二糖類は単糖へ分解され、吸収される。サラシノールとコタラノールはこの  $\alpha$  グリコシダーゼの働きを阻害し、腸管での単糖生成を抑制させる。この結果、吸収される単糖

量が減少し、食後の血糖値の急激な上昇が抑制される。

ところで糖尿病は、孤発性であることは希であり、内臓脂肪の蓄積や脂質異常、高血圧などを合併する<sup>5,6)</sup>。糖尿病、脂質異常症や高血圧症の治療には、それぞれ異なる機序の治療薬が用いられる。そのため、合併疾患の治療には、薬剤の相乗的副作用が問題になるだけでなく、薬剤投与期間が長期にわたる場合には QOL も低下するなど、治療に伴う多くの問題が発生する。したがって、糖尿病の予防には、血糖値だけでなく内臓脂肪や血清脂質値、血圧の改善も重要となる。

一方で我々は、自然免疫の中心的制御細胞であるマクロファージの活性化制御を諸疾患の予防・治療に応用するための基礎・応用研究を行ってきた。マクロファージは、生体内のあらゆる組織に存在し、生体防御だけでなく、老廃物の除去や代謝調節など生体恒常性の維持に働いている<sup>7)</sup>。これまでに我々は、小麦粉の水抽出物中にマクロファージを賦活化する成

分が含まれていることを明らかにした<sup>8)</sup>。この成分は分子量約 5,000 の糖脂質であり、小麦に常在するグラム陰性細菌、*Pantoea agglomerans* (*P. agglomerans*) 由来であることから、IP-PA1 (immuno potentiator from *P. agglomerans* 1, IP-PA1) と命名した<sup>9)</sup>。IP-PA1 は、これまでは注射した場合に強力なサイトカイン誘導能によりエンドトキシンとして位置づけられてきた lipopolysaccharide (LPS) の一種である。しかし、最近 LPS の機能に対する認識は変わって来ており、腸管細菌叢からの LPS が宿主の免疫機能の活性化を介して感染防除を担うことや、腸管関連リンパ組織との相互作用による免疫システムの構築<sup>10, 11)</sup>、上皮細胞の分化と増殖<sup>12)</sup> や血管新生の調節<sup>13)</sup> などに重要な役割を果たしていることが明らかとなってきた。これらのことから、LPS は、これまで認識されていたようなエンドトキシンという位置付けではなく、エクソホルモン (外因性ホルモン) と定義し直すことが提言されている<sup>14)</sup>。また、LPS は広く食品中に含まれていることも明らかになっている。我々が小麦から発見した *P. agglomerans* も、その他、コメ<sup>15)</sup> やサツマイモ<sup>16)</sup>、リンゴやナシ<sup>17)</sup> など多くの食用植物に共生していることが分かっている。ヨーロッパにおいて *P. agglomerans* の生菌がリンゴやナシのカビを防ぐ生物製剤として使用されていることから<sup>18)</sup>、IP-PA1 は古くから食経験があり、安全な食品素材であるといえる。

これまでの研究から IP-PA1 は動物実験やヒト臨床試験において 10 $\mu$ g/kg body weight ほどの経口・経皮投与で、IgE 依存 I 型アレルギー反応の抑制や酢酸ライジングに対する鎮痛作用等に効果があることが見出されている<sup>9)</sup>。また、I 型糖尿病の発症を遅らせる効果があること<sup>19)</sup>、高脂血症 (脂質異常症) の改善効果があること<sup>20)</sup> も報告されている。しかしながら、II 型糖尿病の発症抑制にも有効か、また糖尿病

と脂質異常症が併発する状態でも有効かどうかは十分明らかにされていなかった。そこで、本研究では、II 型糖尿病と、これと併発しやすい脂質異常症の予防を目的に、サラシア茶と IP-PA1 を組み合わせた試作品 (SI 茶) を作成した。まず SI 茶が II 型糖尿病の発症予防に効果があるかどうか、II 型糖尿病発症マウス (KK-Ay/TaJcl マウス) を用いて検討した。また、ヒトでは、無作為抽出によるダブルブラインド法により臨床試験を行い、SI 茶の糖尿病と脂質異常症に対する予防効果を検討した。

## 1. SI 茶の作成

本研究で作成した SI 茶は、サラシア茶 (「サラスタイル」株式会社タカマ) に、IP-PA1 を含む小麦発酵抽出物 (自然免疫応用技研株式会社) を配合した。小麦発酵抽出物は、*P. agglomerans* で小麦粉を発酵した製品で、IP-PA1 含有率は約 1% である。本試験に使用した試作品には、小麦発酵抽出物として、20mg/g (IP-PA1 200  $\mu$ g/g) 添加した。コントロールには小麦発酵抽出物が入っていないサラシア茶を使用した (表 1)。

## 2. II 型糖尿病発症マウスモデルでの SI 茶の血糖値上昇抑制効果

SI 茶が II 型糖尿病の発症予防に対して効果があるか II 型糖尿病モデルの KK-Ay/TaJcl マウスにおいて検討した。KK-Ay/TaJcl マウス (雄性、5 週齢) をケージに 1 匹ずつ飼育し、水と餌 (CE-2; CLEA Japan) は自由摂取とした。1 週間の予備飼育後、3 群に群分けし、蒸留水 (DW) (n=10)、サラシア茶 (n=10) または SI 茶 (n=11) を 12 週間与えた。SI 茶の IP-PA1 の経口投与量は、10 $\mu$ g/kg body weight となるよう調整した。週毎の体重及び空腹時血糖値を測

表 1 サラシア茶および SI 茶の成分量 (mg/1g)

	サラシア茶	SI 茶 (サラシア茶 + IP-PA1)
ほうじ茶	800 mg/g	655 mg/g
サラシア茶	200 mg/g	300 mg/g
小麦発酵抽出物 (IP-PA1)	0	20 mg/g
ビタミンプレミックス	0	25 mg/g
ビタミン B <sub>1</sub> : Dibenzoil thiamine hydrochloride (Thiamine hydrochloride)		0.32 mg/g (0.19 mg/g)
ビタミン B <sub>2</sub> : Riboflavin sodium phosphate (Riboflavin)		0.27 mg/g (0.21 mg/g)
ビタミン B <sub>6</sub> : Pyridoxine hydrochloride		0.28 mg/g
ビタミン B <sub>12</sub> : Cyanocobalamin		0.75 μg/g
ビタミン B <sub>3</sub> : Nicotinamide		1.63 mg/g
ビタミン B <sub>5</sub> : Calcium pantothenate (Pantothenate)		0.96 mg/g (0.88 mg/g)
ビタミン C : L-Ascorbic acid		7.5 mg/g

定し、空腹時血糖値は、採血 10 時間前から絶食させた。なお、本実験は香川大学動物委員会の承認を受け、同大学総合生命科学実験センター動物実験部門にて行った。

摂取前のマウスの体重は、DW 群で 26.4 ± 1.1g, サラシア茶群で 26.7 ± 1.2g, SI 茶群で 26.8 ± 1.8g であった。どの群のマウスも摂取

期間中に体重は増加し、12 週間後には DW 群で 44.6 ± 3.5g, サラシア茶群で 45.5 ± 3.2g, SI 茶群で 44.8 ± 3.2g であった。グラフでは各群の体重変化の割合を示しているが、群による差は見られなかった (図 1)。空腹時血糖値は、摂取前の DW 群で 93.6 ± 17.6mg/dl, サラシア茶群で 95.7 ± 18.1mg/dl, SI 茶群で 103.5

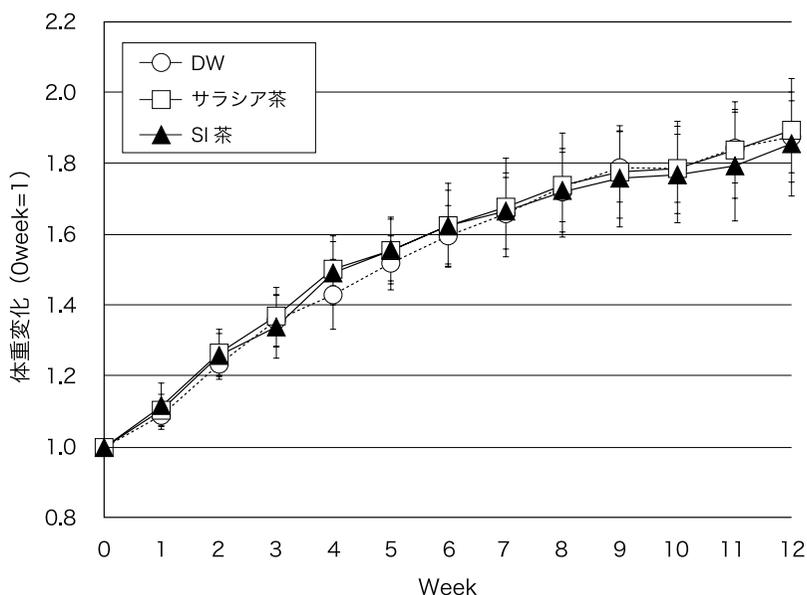


図 1 KK-Ay/TaJcl における SI 茶摂取による体重変化

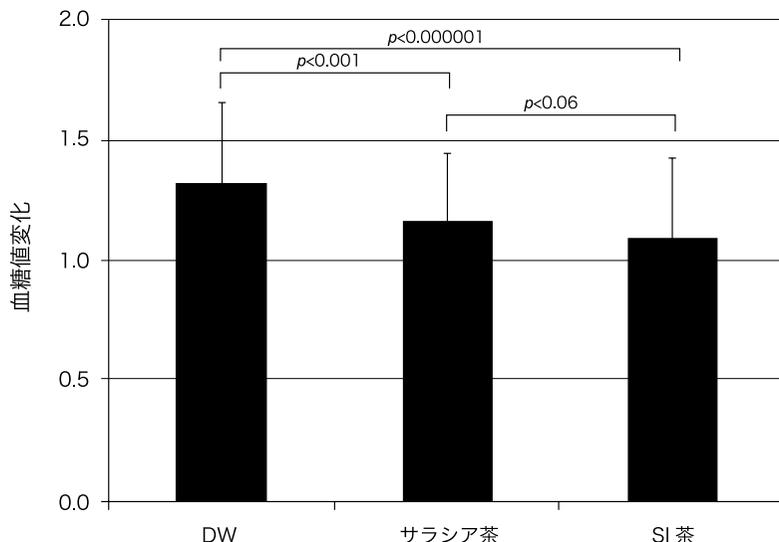


図2 KK-Ay/TaJclにおけるSI茶摂取による空腹時血糖値の変化  
摂取前を1としたときの1～12週間の血糖値変化の平均。

± 60.9mg/dlであった。摂取期間中の空腹時血糖値の平均は、DW群で118.5 ± 24.0mg/dl、サラシア茶群で108.9 ± 24.0mg/dl、SI茶群で98.5mg/dlであった。各群の変化割合では、サラシア茶群、SI茶群共にDW群よりも血糖値増加割合は有意に低かった(図2)。また、DW群とサラシア茶群の差が $p < 0.001$ であるのに対し、DW群とSI茶群では $p < 0.000001$ であり、サラシア茶群とSI茶群では $p < 0.06$ であったことからSI茶の方でさらに増加率が低い傾向が見られた。したがって、SI茶はII型糖尿病に対しても血糖値の上昇が抑制されており、I型、II型共に改善効果があることが明らかとなった。

前述したように、サラシア茶の血糖値上昇抑制効果は、二糖分解酵素の $\alpha$ グリコシダーゼを阻害するサラシノールとコタラノールの作用による。これに対し、IP-PA1は生体恒常性の維持に働くマクロファージの活性化により血糖値を正常状態に改善していると考えている。これまで、I型糖尿病は、ウイルス感染や自己傷害性のT細胞により引き起こされる膵炎がラ

ンゲルハンス島の $\beta$ 細胞を傷害し、インスリン分泌が障害されることで発症することが知られている<sup>21)</sup>。一方でII型糖尿病は、遺伝や不規則な生活習慣による肥満等が原因となり、I型とII型糖尿病では発症の機序が異なるとされてきた。しかし最近、脂肪組織中のキラーT細胞がII型糖尿病のインスリン抵抗性を誘導することが報告され<sup>22, 23)</sup>、これらI型、II型糖尿病の発症には自己応答性のT細胞が関与していることが示された。これに続き、マクロファージも活性化されていることが明らかになった。ところで、マクロファージには、炎症を誘導するM1型マクロファージと炎症を抑制するM2型マクロファージの2種類存在する<sup>24)</sup>。肥満の脂肪組織にはM1型マクロファージが存在し、炎症性サイトカイン(TNF- $\alpha$ など)を産生する一方、健康なヒトの脂肪組織には抗炎症性のIL-10やTGF- $\beta$ を産生し、組織の修復を促進するM2型マクロファージが存在する<sup>25, 26)</sup>。Portaらは長期間の少量のLPS投与により、M2型マクロファージが誘導されることを報告している<sup>27)</sup>。また、I型糖尿病モデルマウスで

はニコチン処理によって膵臓中の IL-4 や IL-10 (M2 型サイトカイン) が増加することが示されている<sup>28)</sup>。これらの結果から、IP-PA1 により M2 型マクロファージが誘導され、産生された IL-10 などによって、糖尿病の原因となる炎症応答が抑えられているのではないかと考えられた。しかしながら、メカニズムの詳細については今後さらに検討が必要である。

## 2. ヒトにおける SI 茶による血糖値改善効果

II 型糖尿病モデル動物の実験から、SI 茶が血糖値上昇を抑制させることが示された。そこで、次にヒトでの効果について検討を行った。サラシア茶は、これまで糖尿病の特効薬として利用されている。一方で IP-PA1 は、動物での糖尿病の発症予防や高脂血症の改善効果などが確認されているが、ヒトでの効果はまだ確認されていない。脂質異常症は II 型糖尿病と合併することから、今回の試験では血糖値が高めの人 (HG 群) と血清脂質が高めの人 (HL 群) を対象に検討した。

本試験は、ヘルシンキ宣言の主旨に従って試験計画書を作成し、特定非営利活動法人環瀬戸内自然免疫ネットワーク倫理委員会の承認を受けた後、実施した。被験者にはインフォームド・コンセントを行い、自由意思に基づく同意を

文書で得た。被験者は、40 歳以上 70 歳未満の男女で医療施設 (香川) の健康診断受診者 47 名とした。血液検査で、空腹時血糖が 100 ~ 125mg/dl であった 14 名を HG 群、中性脂肪 (TG) 値 150mg/dl 以上、LDL コレステロール (LDL) 値 120mg/dl 以上、HDL コレステロール (HDL) 値 40mg/dl 未満のいずれかに該当した 33 名を HL 群とした (表 2)。このうち、高脂血症や高血圧症で治療中の 3 名は解析対象外とし、摂取期間中 3 名が体調不良等の理由で調査を中止した。

平成 20 年 10 月 1 日より調査を実施し、試験は、封筒法を用いた無作為割付により、被験者、試験を実施する医師ともにサラシア茶か SI 茶かわからないダブルブラインド法を行った。サラシア茶または SI 茶を 1 回 1g、1 日 2 回自由に摂取し、試験タイミングと体調をセルフチェックシートに毎日記録してもらった。試験前、摂取 30 日後、60 日後に医療施設にて採血を行い、糖代謝マーカー (空腹時血糖値、HbA1c)、脂質代謝マーカー (TG 値、LDL 値、HDL 値) について測定を行った。なお、採血前日は、午後 10 時以降の飲食を控えた。

まず、血糖値に対する効果では、摂取前の空腹時血糖値では、HG-サラシア茶群で 105.2 ± 7.6 mg/dl、HG-SI 茶群で 105.4 ± 5.8 mg/dl、HL-サラシア茶群で 92.3 ± 3.0 mg/dl、HL-SI

表 2 被験者の背景

	HG：高血糖群 (空腹時血糖値：100 ~ 125mg/dl)		HL：高脂質群 (TG：>150mg/dl or LDL： >120mg/dl or HDL：40mg/dl>)	
	サラシア茶	SI 茶	サラシア茶	SI 茶
人数	6	7	14	14
年齢	48.7 ± 6.5	49.7 ± 5.7	48.1 ± 8.2	49.7 ± 7.2
身長 (cm)	165.5 ± 9.1	163.4 ± 9.6	163.6 ± 9.2	163.1 ± 9.0
体重 (kg)	71.1 ± 8.6	63.5 ± 8.4	64.5 ± 9.7	61.7 ± 12.6
体脂肪率 (%)	30.0 ± 7.5	24.5 ± 9.8	24.8 ± 3.7	26.3 ± 4.7
BMI	26.1 ± 3.7	23.9 ± 1.7	23.0 ± 3.0	24.0 ± 2.4

平均値 ± 標準偏差

茶群で  $91.8 \pm 5.5$  mg/dl であった。60 日間の摂取により HG- サラシア茶群  $98.7 \pm 6.3$  mg/dl, HG-SI 茶群  $103.7 \pm 16.2$  mg/dl, HL- サラシア茶群  $87.2 \pm 6.2$  mg/dl, HL-SI 茶群  $85.0 \pm 6.7$  mg/dl となり, HG 群においては SI 茶による有意な変化は見られなかった。しかし, HL 群においては SI 茶群の方がサラシア茶群よりも早く, 摂取 30 日後に有意な減少が現れた。HbA1c では, 摂取前が HG- サラシア茶群  $5.2 \pm 0.6\%$ , HG-SI 茶群  $5.2 \pm 0.3\%$ , HL- サラシア茶群  $4.9 \pm 0.3\%$ , HL- SI 茶群  $5.0 \pm 0.2\%$  で, 60 日間の摂取により HG- サラシア茶群  $5.0 \pm$

$0.6\%$ , HG-SI 茶  $5.0 \pm 0.4\%$ , HL- サラシア茶群  $4.9\% \pm 0.3\%$ , HL-SI 茶群  $4.9\% \pm 0.2\%$  となった。空腹時血糖値同様に HG- サラシア茶群, HG-SI 茶群共に有意な変化はみられなかったが, HL-SI 茶群で 30 日後, 60 日後に有意に減少した。以上の結果から, SI 茶はヒトにおいても糖代謝マーカーの減少効果を示したが, その効果は HG 群よりも HL 群の方でより強く表れた (表 3, 図 3)。

今回の調査では, HL 群の空腹時血糖値は正常範囲内であった。しかし, 日本人は空腹時血糖値が正常範囲内であっても糖尿病になる患者

表 3 SI 茶摂取による測定値の変化

		Oday	30day	60day
体脂肪率 (%) 基準値 (男性: 17-23%) (女性: 20-27%)	HG: サラシア茶	$30.0 \pm 7.5$	$30.7 \pm 9.0$	$29.8 \pm 7.9$
	HG: SI 茶	$24.5 \pm 9.8$	$27.1 \pm 10.5$	$27.1 \pm 10.5$
	HL: サラシア茶	$24.8 \pm 3.7$	$26.1 \pm 4.0$	$26.5 \pm 4.4$
	HL: SI 茶	$26.3 \pm 4.7$	$27.8 \pm 5.0$	$28.9 \pm 5.8$
BMI 基準値 (18.5-<25)	HG: サラシア茶	$26.5 \pm 3.9$	$26.5 \pm 4.4$	$26.5 \pm 4.3$
	HG: SI 茶	$23.9 \pm 4.0$	$24.1 \pm 3.7$	$24.2 \pm 3.6$
	HL: サラシア茶	$23.0 \pm 3.0$	$23.2 \pm 2.9$	$23.1 \pm 3.0$
	HL: SI 茶	$24.0 \pm 2.4$	$24.3 \pm 2.3$	$24.2 \pm 2.4$
空腹時血糖値 (mg/dl) 基準値 (<110mg/dl)	HG: サラシア茶	$105.2 \pm 7.6$	$102.7 \pm 11.0$	$98.7 \pm 6.3^*$
	HG: SI 茶	$105.4 \pm 5.8$	$103.1 \pm 9.4$	$103.7 \pm 16.2$
	HL: サラシア茶	$92.3 \pm 3.0$	$89.9 \pm 7.5$	$87.2 \pm 6.2^*$
	HL: SI 茶	$91.8 \pm 5.5$	$87.1 \pm 5.5^{**}$	$85.0 \pm 6.7^{**}$
HbA1c (%) 基準値 (4.4-5.8%)	HG: サラシア茶	$5.2 \pm 0.6$	$5.1 \pm 0.6$	$5.0 \pm 0.6$
	HG: SI 茶	$5.2 \pm 0.3$	$5.1 \pm 0.2$	$5.0 \pm 0.4$
	HL: サラシア茶	$4.9 \pm 0.3$	$4.9 \pm 0.2$	$4.9 \pm 0.3$
	HL: SI 茶	$5.0 \pm 0.2$	$4.9 \pm 0.1^*$	$4.9 \pm 0.2^*$
TG (mg/dl) 基準値 (<150mg/dl)	HG: サラシア茶	$130.7 \pm 47.3$	$126.0 \pm 62.1$	$133.0 \pm 47.9$
	HG: SI 茶	$102.6 \pm 37.4$	$78.0 \pm 21.1$	$103.4 \pm 41.7$
	HL: サラシア茶	$152.5 \pm 80.3$	$147.1 \pm 95.7$	$115.4 \pm 52.5$
	HL: SI 茶	$134.5 \pm 64.9$	$132.4 \pm 67.8$	$124.9 \pm 64.6$
LDL (mg/dl) 基準値 (<120mg/dl)	HG: サラシア茶	$140.0 \pm 26.9$	$137.5 \pm 25.4$	$130.7 \pm 21.6$
	HG: SI 茶	$136.1 \pm 29.9$	$135.3 \pm 37.0$	$122.1 \pm 34.6^*$
	HL: サラシア茶	$140.8 \pm 31.7$	$141.1 \pm 41.6$	$134.1 \pm 29.9$
	HL: SI 茶	$148.1 \pm 32.2$	$147.7 \pm 44.3$	$142.1 \pm 39.1^*$
HDL (mg/dl) 基準値 (40mgdl<)	HG: サラシア茶	$57.2 \pm 10.3$	$57.0 \pm 11.7$	$53.5 \pm 12.3$
	HG: SI 茶	$54.7 \pm 13.7$	$58.1 \pm 13.0^*$	$56.0 \pm 19.2$
	HL: サラシア茶	$55.0 \pm 13.1$	$57.4 \pm 13.9$	$58.3 \pm 15.7$
	HL: SI 茶	$61.1 \pm 12.5$	$59.0 \pm 13.6$	$59.0 \pm 10.8$

平均値土標準偏差。摂取前 (Oday) との有意差 (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )。

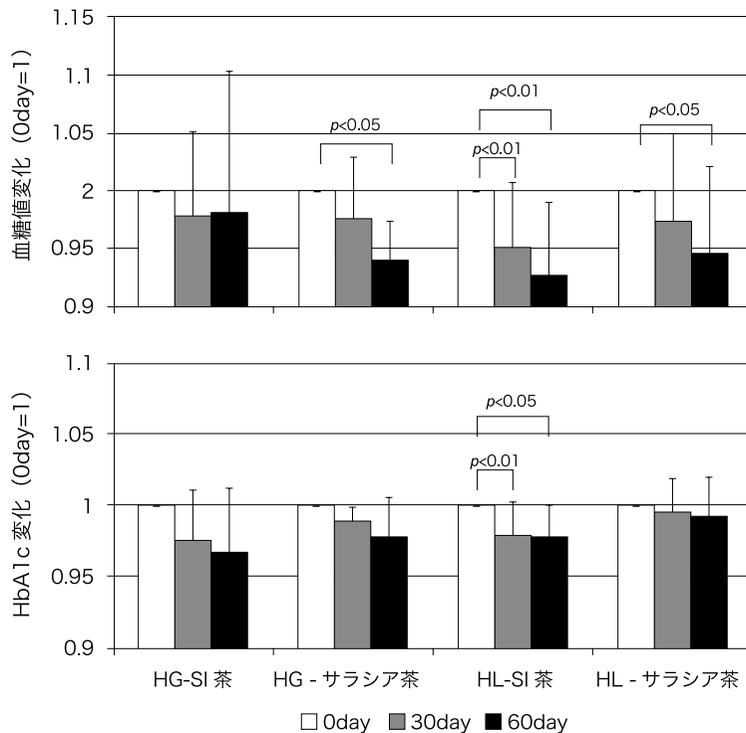


図3 糖代謝マーカーの変化

ヒトにおける試験品摂取による空腹時血糖値とHbA1cへの効果。HG(高血糖群),HL(高脂質群)。

も存在する<sup>29)</sup>。日本人は、欧米人に比べてインスリン分泌量が少ないため、欧米型の高脂肪食を摂取した場合に高血糖が持続する、いわゆる耐糖能異常になりやすい人が多い。耐糖能異常は、空腹時血糖値が高値の場合よりも糖尿病や動脈硬化性疾患の罹患リスクが増加する<sup>30, 31)</sup>。空腹時血糖値の減少と耐糖能異常の改善には相関があることから、HG群でなくHL群の方で強い効果が得られたことは、空腹時血糖値だけでは見逃しやすい耐糖能異常の改善にも効果があるのではないかと考えられた。

### 3. ヒトにおけるSI茶による血中脂質改善効果

これまでの研究から、IP-PA1はWHHLラビット(高脂血症ウサギ)においてLDL値を減少させることが明らかにされている。また、

サラシア茶も膵リパーゼの阻害により、マウスやラットにおいて、肥満や脂質の改善に効果があることが示されている<sup>32)</sup>したがって、サラシア茶とIP-PA1を混合すれば血糖値改善作用のみにとどまらず、脂質異常症の予防効果も得られるのではないかと推察された。そこで、SI茶により、血中脂質も改善されるかどうか検討を行った。今回の被験者では、摂取前のHL-サラシア茶群のTG値(152.5 ± 80.3 mg/dl)、すべての群のLDL値で正常値よりも高かった(HG-サラシア茶群 140.0 ± 26.9 mg/dl, HG-SI茶 136.1 ± 29.9 mg/dl, HL-サラシア茶群 140.8 ± 31.7 mg/dl, HL-SI茶群 148.1 ± 32.2 mg/dl)。また、体脂肪率において、HG-サラシア茶群で他のグループよりも高値であった(表3)。試験の結果、TG値では、全ての群において摂取による有意な変化はみられなかった(図4)。

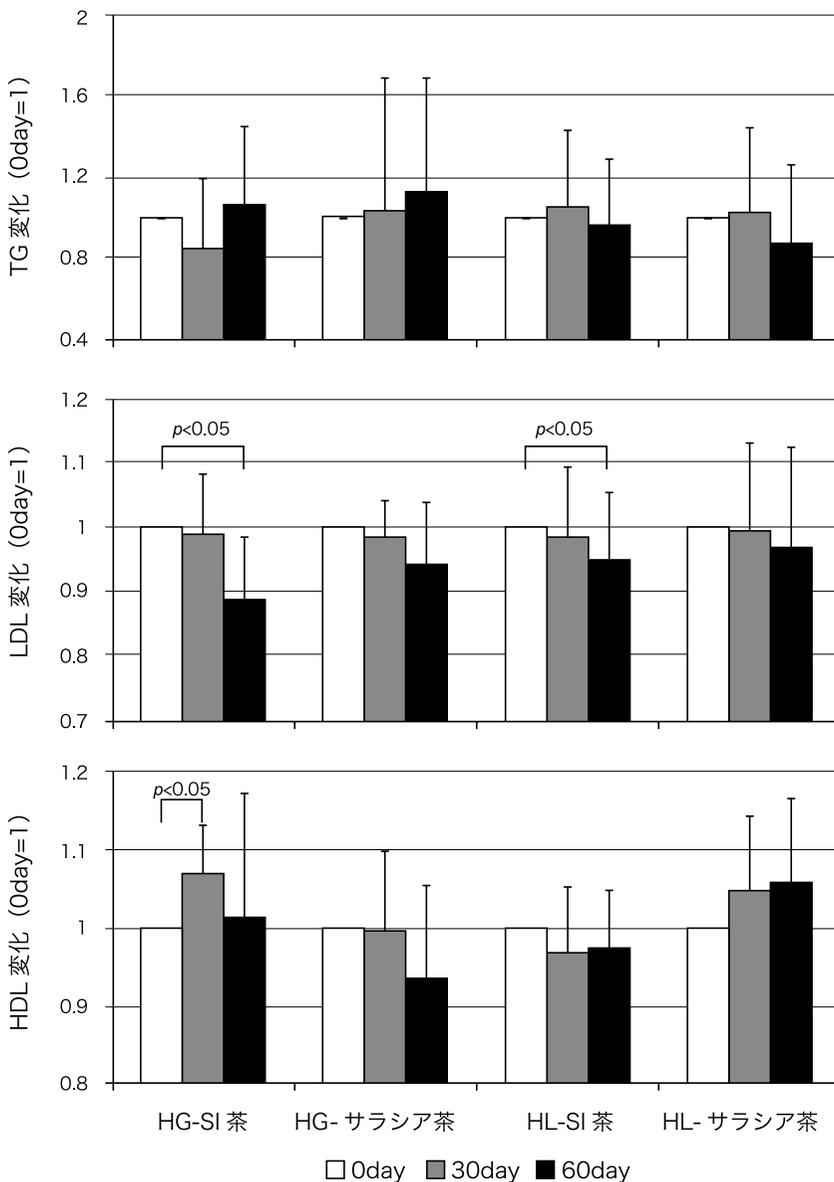


図4 脂質代謝マーカーの変化  
ヒトにおける試験品摂取によるTG, LDLとHDLへの効果。HG(高血糖群), HL(高脂質群)。

LDL値では、60日間の摂取によりHG群、HL群共に、SI茶摂取により60日後に有意な減少がみられた(HG-SI茶群  $122.1 \pm 34.6$  mg/dl, HL-SI茶群  $142.1 \pm 39.1$  mg/dl)。HDL値では、HG-SI茶群で30日後に有意な増加がみられた。体脂肪率では、全ての群で特異的な変化は認められなかった。以上の結果、脂質代謝マ-

ーカーでは、正常値よりも値の高かったLDL値において、SI茶による有意な減少が認められた(図4)。

過剰のLDL存在下では、血管内皮細胞の障害を引き金に炎症がLDLを酸化し、集積したマクロファージに取り込まれる。酸化LDLを取り込んだマクロファージは、泡沫細胞へ変

化し、さらに過剰の LDL により肥大と崩壊を繰り返すと動脈に粥腫が形成され、動脈硬化症の原因となることはよく知られている。一方で、マクロファージは、自身が合成、分泌する HDL 様粒子に細胞内コレステロールをのせて積極的に細胞外へ放出するという報告もある<sup>33)</sup>。今回のように高値であった LDL 値のみ低下する作用が見られたことは、IP-PA1 によってマクロファージが活性化され、取り込んだ LDL から HDL 様粒子が産生されたのではないかと推察された。

### おわりに

本研究では、糖尿病の予防を目的に、これまでアーユルヴェーダにおける特効薬として使用されてきたサラシア茶に、IP-PA1 を配合したお茶 (SI 茶) を作成し、その効果について検討した。これまで IP-PA1 の糖尿病予防効果は、NOD マウスを用いた研究から、I 型糖尿病の発症が抑制されることが報告されていたが、II 型糖尿病に対する効果は明確になっていなかった。本研究の結果、II 型糖尿病モデルマウスにおいて SI 茶を摂取したマウスでは、サラシア茶単独よりも血糖値の上昇が抑制される傾向が示唆された。これは、サラシア茶と IP-PA1 では血糖値に影響を与える作用機序が異なるため、それぞれの効果が阻害されることなく働いたためと考えられた。

次に、ヒトでの効果では、糖尿病と合併しやすい脂質異常症の予防効果も検討するため、血糖値が高い人だけでなく、血中脂質が高い人も対象に検討を行った。血糖値に対する効果では、空腹時血糖値、HbA1c 共に正常範囲内であった血中脂質が高い人でサラシア茶よりも強い減少傾向が見られた。日本人では、空腹時血糖値が正常であっても、耐糖能異常から糖尿病に移行する患者も多いことから、空腹時血糖値だけでは見逃しやすい耐糖能異常の改善にも効果があるのではないかと考えられた。また、血中脂質では、LDL 値で血糖値が高い群、脂質が高い群の両群とも SI 茶で有意に減少した。

今回の調査では、肥満に関する効果 (体脂肪率や BMI) では、ほとんど変化が見られなかった。これまでのサラシア茶の研究では、動物実験において体重、内臓脂肪量で減少する効果が得られていた<sup>34)</sup>。しかし今回の調査は、食事制限を行っていないこと、調査時期が 10 月であり、体脂肪率が増加する時期と重なったこと<sup>35)</sup>などに由来するのではないかと考えている。本研究では、SI 茶ではサラシア茶のみよりも血糖値低下作用が高いだけに留まらず、LDL 値の改善効果があることを見いだした。糖尿病は、肥満や脂質代謝異常などを併発するため、SI 茶は生活習慣病予備群の人など複合的な疾患の発症予防に極めて有望な予防食品となることが期待される。

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

- 1) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室：平成 19 年国民健康・栄養調査の概要，2008
- 2) Yoshikawa M, Morikawa T, Matsuda H, *et al.*: Absolute stereostructure of potent alpha-glucosidase inhibitor, Salacinol, with unique thiosugar sulfonium sulfate inner salt structure from *Salacia reticulata*. *Bioorg Med Chem.* **10**: 1547-1554, 2002
- 3) Ghavami A, Johnston BD, Pinto BM: A new class of glycosidase inhibitor: synthesis of salacinol and its stereoisomers. *J Org Chem.* **66**: 2312-2317, 2001
- 4) Yoshikawa M, Murakami T, Yashiro K, *et al.*: Kotalanol, a potent alpha-glucosidase inhibitor with thiosugar sulfonium sulfate structure, from antidiabetic ayurvedic medicine *Salacia reticulata*. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*

46: 1339-1340, 1998

- 5) Deguchi Y, Miyazaki K: Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects of guava leaf extract. *Nutr Metab (Lond)* **7**: 9, 2010
- 6) Blonde L: Current antihyperglycemic treatment strategies for patients with type 2 diabetes mellitus. *Cleve Clin J Med*. **76**: Suppl 5: S4-11, 2009
- 7) 稲川裕之, 河内千恵, 柚源一郎, マクロファージネットワークに基づいた食経験を持つグラム陰性菌リポ多糖の機能性食品素材 (IP-PA1) への新展開 . 日本補完代替医療学会誌 **4**: 79-90, 2007
- 8) Inagawa H, Nishizawa T, Tsukioka D, *et al.*: Homeostasis as regulated by activated macrophage. II. LPS of plant origin other than wheat flour and their concomitant bacteria. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* **40**: 994-997, 1992
- 9) Kohchi C, Inagawa H, Nishizawa T, *et al.*: Applications of lipopolysaccharide derived from *Pantoea agglomerans* (IP-PA1) for health care based on macrophage network theory. *J Biosci Bioeng*. **102**: 485-496, 2006
- 10) Braun-Fahrlander C, Riedler J, Herz U, *et al.* Environmental exposure to endotoxin and its relation to asthma in school-age children. *N Engl J Med*. **347**: 869-877, 2002
- 11) Cebra JJ: Influences of microbiota on intestinal immune system development. *Am J Clin Nutr*. **69**: 1046S-1051S, 1999
- 12) Uribe A, Alam M, Midtvedt T, *et al.*: Endogenous prostaglandins and microflora modulate DNA synthesis and neuroendocrine peptides in the rat gastrointestinal tract. *Scand J Gastroenterol*. **32**: 691-699, 1997
- 13) Stappenbeck TS, Hooper LV, Gordon JI: Developmental regulation of intestinal angiogenesis by indigenous microbes via Paneth cells. *Proc Natl Acad Sci USA* **99**: 15451-15455, 2002
- 14) Marshall JC: Lipopolysaccharide: an endotoxin or an exogenous hormone? *Clin Infect Dis*. **41**: Suppl 7: S470-480, 2005
- 15) Miao Y, Zhou J, Chen C, *et al.*: In vitro adsorption revealing an apparent strong interaction between endophyte *Pantoea agglomerans* YS19 and host rice. *Curr Microbiol*. **57**: 547-551, 2008
- 16) Asis CA, Jr., Adachi K: Isolation of endophytic diazotroph *Pantoea agglomerans* and nondiazotroph *Enterobacter asburiae* from sweetpotato stem in Japan. *Lett Appl Microbiol*. **38**: 19-23, 2004
- 17) Pusey PL: Effect of nectar on microbial antagonists evaluated for use in control of fire blight of pome fruits. *Phytopathology* **89**: 39-46, 1999
- 18) Stockwell VO, Johnson KB, Sugar D, *et al.*: Antibiosis Contributes to Biological Control of Fire Blight by *Pantoea agglomerans* Strain Eh252 in Orchards. *Phytopathology* **92**: 1202-1209, 2002
- 19) Iguchi M, Inagawa H, Nishizawa T, *et al.*: Homeostasis as regulated by activated macrophage. V. Suppression of diabetes mellitus in non-obese diabetic mice by LPSw (a lipopolysaccharide from wheat flour). *Chem Pharm Bull (Tokyo)* **40**: 1004-1006, 1992
- 20) Okutomi T, Nishizawa T, Inagawa H, *et al.*: Homeostasis as regulated by activated macrophage. VII. Suppression of serum cholesterol level by LPSw (a lipopolysaccharide from wheat flour) in WHHL (Watanabe heritable hyperlipidemic) rabbit. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* **40**: 1268-1270, 1992
- 21) Wong FS, Visintin I, Wen L, F *et al.*: CD8 T cell clones from young nonobese diabetic (NOD) islets can transfer rapid onset of diabetes in NOD mice in the absence of CD4 cells. *J Exp Med*. **183**: 67-76, 1996
- 22) Nishimura S, Manabe I, Nagasaki M, *et al.*: CD8+ effector T cells contribute to macrophage recruitment and adipose tissue inflammation in obesity. *Nat Med*. **15**: 914-920, 2009
- 23) Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature* **444**: 860-867, 2006
- 24) Mantovani A, Sozzani S, Locati M, *et al.*: Macrophage polarization: tumor-associated macrophages as a paradigm for polarized M2 mononuclear phagocytes. *Trends Immunol*. **23**: 549-555, 2002
- 25) Lumeng CN, Bodzin JL, Saltiel AR: Obesity induces a phenotypic switch in adipose tissue macrophage polarization. *J Clin Invest*. **117**: 175-184, 2007
- 26) Fadok VA, Bratton DL, Konowal A, *et al.*: Macrophages that have ingested apoptotic cells in vitro inhibit proinflammatory cytokine production through autocrine/paracrine mechanisms involving TGF-beta, PGE2, and PAF. *J Clin Invest* **101**: 890-898, 1998

- 27) Porta C, Rimoldi M, Raes G, *et al.*: Tolerance and M2 (alternative) macrophage polarization are related processes orchestrated by p50 nuclear factor kappaB. *Proc Natl Acad Sci USA* **106**: 14978-14983, 2009
- 28) Mabley JG, Pacher P, Southan GJ, *et al.*: Nicotine reduces the incidence of type I diabetes in mice. *J Pharmacol Exp Ther.* **300**: 876-881, 2002
- 29) Fukushima M, Usami M, Ikeda M, *et al.*: Insulin secretion and insulin sensitivity at different stages of glucose tolerance: a cross-sectional study of Japanese type 2 diabetes. *Metabolism* **53**: 831-835, 2004
- 30) Xu L, Jiang CQ, Lam TH, *et al.*: Impact of impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance on arterial stiffness in an older Chinese population: the Guangzhou Biobank Cohort Study-CVD. *Metabolism* **59**: 367-372, 2010
- 31) Lin JD, Wan HL, Li JC, *et al.*: Impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose share similar underlying pathophysiologies. *Tohoku J Exp Med.* **212**: 349-357, 2007
- 32) Kishino E, Ito T, Fujita K, *et al.*: A mixture of the *Salacia reticulata* (Kotala himbutu) aqueous extract and cyclodextrin reduces the accumulation of visceral fat mass in mice and rats with high-fat diet-induced obesity. *J Nutr.* **136**: 433-439, 2006
- 33) Babiker A, Andersson O, Lund E, *et al.*: Elimination of cholesterol in macrophages and endothelial cells by the sterol 27-hydroxylase mechanism. Comparison with high density lipoprotein-mediated reverse cholesterol transport. *J Biol Chem.* **272**: 26253-26261, 1997
- 34) Akase T, Shimada T, Harasawa Y, *et al.*: Preventive Effects of *Salacia reticulata* on Obesity and Metabolic Disorders in TSOD Mice. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2009
- 35) 作山正美, 小山薫, 足澤輝夫, 他: 北国の中年男性における歩行数と体脂肪率の季節差. 岩手医科大学教養部研究年報 **38**: 87-91, 2003

# 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (4)

## —ウエステルマン肺吸虫の感染源となりうるもの (ノート)

牧 純\*1 関谷 洋志\*1 玉井 栄治\*1 坂上 宏\*2

\*1 MAKI Jun, SEKIYA Hiroshi, TAMAI Eiji (松山大学薬学部感染症学)

\*2 SAKAGAMI Hiroshi (明海大学歯学部病態診断治療学講座薬理学分野)

Key Words：寄生虫感染・肺ジストマ・ウエステルマン肺吸虫・感染源・予防対策

### Abstract

Maki J, Sekiya H, Tamai E and Sakagami H : Food that needs precautionary awareness for infection in human body (4) - Prevention of people from the infection with *Paragonimus westermanii* in Japan (note)

Japanese people used to be infected with parasitic helminthes in their daily life. One of the examples is the infectious disease caused by *Paragonimus westermanii*. It seems that it has been overcome nowadays, forgotten as a local disease. However, learning from case reports, we have to be careful not to get infected with them again in and/or out of Japan. With this background, this paper describes the distribution, life history, symptomatology, diagnosis, treatment as well as the prevention of infection with *P. westermanii*.

### 要約

多くの先進国のように、本邦も食物摂取による寄生虫感染に長い間悩まされてきた。現在では公共衛生対策、なかでも感染ルートの遮断と啓蒙活動が功を奏し、問題が無くなってきたかに見える。しかし油断は禁物だ。地域によっては、風土病病原体のヒトに感染する危険性が依然残っており、侮りがたいものであることが如実に示される。例えば、以前長い間恐れられてきた、いわゆる肺ジストマ（ウエステルマン肺吸虫 *Paragonimus westermanii*）が、寄生虫学者などの専門家は別として、人々の間では忘れ去られている昨今ではあるが、突如として再興する。的確な診断がつけば、現代では優れた治療薬、プラジカンテル praziquantel（ビルトリシド<sup>®</sup>）が投与される。しかし、商品価値があって全国的に流通するモクズガニ、サワガニなどはいかに及ばず、地域によっては食される習慣のあるアメリカザリガニから感染しないことが第一である。あまり知られていないが、感染源はこの3つのカニに限らない。イノシシ肉（牡丹肉）などの獣肉からの感染も報告されているので要注意である。これらのことを常に念頭におかねばならない。近縁の感染源となるカニも含めて、カニそのもの及びそれらの老酒漬、および獣肉の生食は慎み、常に完全な熱処理したものを食するなど特段の注意を払う必要がある。しかし海産のカニであるタラバガニ、松葉ガニ、ケガニ、花咲ガニなどはウエステルマン肺吸虫と全く無関係である。また別の再興感染症のひとつである老人性の肺結核が珍しくない現代において、肺疾患の患者の食生活の状況によってはウエステルマン肺吸虫症の可能性も排除されるべきでない。

### 緒言

欧米先進国同様に日本も食物による寄生虫感染に悩まされてきた長い歴史がある。本邦では、公共衛生対策、なかでも感染ルートを遮断する

啓蒙活動が功を奏し、現在では問題がなくなったかに見える。しかし油断は大敵だ。例えば、いろいろな地域で風土病として恐れられていたいわゆる肺ジストマ（ウエステルマン肺吸虫

*Paragonimus westermanii*) が、寄生虫学者などの専門家を除き、昨今忘れ去られているが、突如として再興しても不思議ではない。このウエステルマン肺吸虫は、地域によっては、ヒトへの感染の危険性が根強く残っているのだ。感染源であるモクズガニ等の食べ方にも気を配らねばならない。もうひとつ、最近の大きな問題は、見よう見まねで日本の食習慣に従っている在日外国人の間でしばしば本症が発生していること、およびイノシシ肉など獣肉からの感染例である。本論文では、その本来の分布、生活史、症状、診断、治療、予防について最新の学術発表も含め情報を整理した。本寄生虫の予防、診断、治療に役立つと期待される。

## 1. 材料・方法

寄生扁形動物のひとつであるウエステルマン肺吸虫について教科書、成書、文献、学会発表およびネット情報等を調べた<sup>1~25)</sup>。今回は全国のみ風土病としての本吸虫症の例をとりあげて、その史的側面にも注目した。本寄生虫の分布、生活誌 (=生活史)、症状、診断、病理、治療について、共同作業で、まとめてみた。

## 2. 結果・考察

ウエステルマン肺吸虫とは何か？この感染症の理解の一助になるようにと考え、まずは一般的な項目につき調査し記載を行った。

**分布・疫学**— 1870年代にインド産トラおよびヒト(台湾の淡水)から初めて発見された。海外では東アジアを中心とした諸国(中国、台湾、極東ロシア)、インド、スリランカなどに、国内では北海道を除く諸地方に認められてきた。ウエステルマン肺吸虫には染色体に関して、2倍体のものと3倍体のものとの区別があり地理的分布も異なる。これらの予防、治療

は同様であり、詳細はかなり専門的となるので、ここでの論述を割愛する。

**生活史・感染源**— 第一段階の中間宿主、すなわち第一中間宿主はカワニナ(川蝨)、第二段階の中間宿主(いわゆる第二中間宿主)は標準和名でいうモクズガニ(藻屑蟹)、サワガニ(沢蟹)、アメリカザリガニの3種である。誤解されるといけないが、純粋に海産のカニ(日本の食卓にのぼるタラバガニ、ケガニ、花咲ガニ、松葉ガニなど)は本肺吸虫とまったく関係がない。上記3種の第二中間宿主のカニを生で食べることにより幼虫(専門用語でメタセルカリアという)がヒトに入り感染する。

第一段階のカワニナをヒトが仮に生食しても、この肺吸虫に感染することはない。ヒト以外ではイヌ、ネコ、ネズミなどにおいて、カニ等に由来の幼虫(メタセルカリア)が感染して、そこで成虫となる。このような終宿主を「保虫宿主」という。自然界で、この寄生虫のライフサイクルは、今日なおも成立しているの、住民の間で流行がなくなったからといって、決して安心すべきでない。

ヒトへの感染ルートで注目すべきものに、カニの生食は当然であるが、もうひとつのルートがある。イノシシの生肉からの感染が近年注目されている。本虫幼虫の感染しているカニを食べたイノシシ体内では、成虫にはならない。幼若虫がその筋肉内に寄生している。この肉を刺身で食した狩人たちの集団感染例が報告されている<sup>5)</sup>。これは、風土病としての本肺吸虫症が恐れられていた時代には、知られていなかったルートである。当時は実際このルートで感染しても、本虫感染の認識がなかったと想像される。

**診療・予防**— 主症状としては、咳に伴って、茶褐色の汚い血痰が出る。近縁の宮崎肺吸虫症(サワガニに寄生しているメタセルカリアから感染)では血痰はみられない。時に、脳

に迷入することもあり厄介である。頭痛、嘔吐、癩癩様発作、視力障害、麻痺など脳肺吸虫症 (*cerebral paragonimiasis*) は予後がよくない。肺に成虫が寄生している本症は呼吸困難ゆえに結核とまちがえられることもあった。血痰が続く割には、結核のように全身症状が悪くはないといわれる<sup>5)</sup>。

肺吸虫症の大雑把な感染の可能性のスクリーニングに皮内反応が用いられてきた。操作は一見ツベルクリン反応のようである。やはり原理は一種のアレルギー反応をみているので、似ているがタイプは別のものである。肺吸虫虫体から調製した皮内反応抗原液をヒトの皮内に注入し、短時間 (15分後) で判定を下す (ツベルクリン反応の方はよく知られているように、48時間後以降に判定)。これが陰性なら、一応安心できる。陽性の場合には2つのケースがありうる。一つは現在も寄生が続いている場合であるが、もう一つは以前感染していて、今は寄生していない場合である。後者の可能性もあるので、次の検便による確定診断の結果を待って駆虫薬が投与される。

確かな鑑別診断は、いわゆるローテク (*low technique*) のようではあるが、糞便検査で虫卵を見出すことである。虫卵の大きさは1 mmの十分の一以下であるから、光学顕微鏡で見出すことが出来る (ちなみに、そういう虫卵を産出する雌雄同体の成虫は約1 cm、幅が約0.7 cm、厚みが約0.5 cmである)。

治療薬として、以前はビチオノール *bithionol* (商品名: ビチン *Bithin*<sup>®</sup>) が用いられたが、今は製造販売中止となっている<sup>5)</sup>。プラジカンテル *praziquantel* 75 mg/kg/日、2~3日の連用で優れた駆虫が期待できる<sup>5)</sup>。副作用は少ないが、時に頭痛、発熱、悪心、腹部の不快感、下痢などが見られることもあるといわれている。

このように、良い治療薬が開発されたが、食べ物に対する合理的な心がけで感染は防げる。

これは「予防医学・予防薬学」の重要な事例のひとつである。ポイントはひとつ、上記のカニやイノシシの生肉を生食することを慎むことである。後で述べるが、賞味目的で酒に浸漬したカニ (*drunken crab*) にも感染の危険性があるので、確実に熱処理していない限り、このようなカニの生食も避けなければならない。しっかりと熱の通った中国料理の席で、すべて大丈夫かと錯覚するが、“酔蟹”は曲者である。

**古くて新しい国内問題**— “かく言い得て妙なり” と思えてならないのは、次の①~③の3点からである。既に同様な記載がなされている<sup>5)</sup>。

#### ①風土病であったこの寄生虫症が依然として残っている事実

佐賀県で採れたモクズガニ (現地名はツガニ) を食して肺吸虫に感染した症例が問題となった<sup>11~13)</sup>。臨床寄生虫学会で注目を浴びたこれらの発表は、現代の日本でまさに地産地消の喫食が感染症の問題をひきおこしていることを示している。国産品であれば問題なしといった安易な思い込みは捨てるべきである。広告などの写真<sup>14)</sup> でみかけるとなると真っ赤に茹でたものであれば全く問題はない。問題は生に近い老酒漬のモクズガニである<sup>11~13)</sup>。アルコールに漬けられたカニの中の肺吸虫幼虫 (所謂メタセルカリア) にヒトへの感染性がまだ残っていることがある。このような喫食の方法により、神奈川県1例、福岡県2例、佐賀県1例の感染者がでていた<sup>11)</sup>。杉山ら<sup>15,16)</sup> によると、市販サワガニからウェステルマン肺吸虫の感染幼虫であるメタセルカリアが検出されている。

以上の引用をおこないながら、昔の流行地、愛媛県でも警戒すべきであると考え、筆者らは地元の学術誌に警告文を出した<sup>19)</sup>。

ここに新たに引用するのは、四国における以前の風土病の例で、全国の非流行地の方々

にはあまり関係ないと思われるかもしれないが、流通のよい現在、万が一に備える必要があるであろう。それは完全な熱処理を施すことである。高知県の南西部、四万十川水系のモクズガニを食べる地域で本虫感染者の見つかったことが片峰大助ら（1972）により報告された<sup>25)</sup>。この種の風土病が根付いていたと推測される。愛媛県下では、1954年からの調査で感染者がかなり見つまっている<sup>24)</sup>。まだまだ本虫のサイクルが残っている可能性にかんがみ、モクズガニの生食は絶対に慎むべきである。

②新たな感染ルート—獣肉の生食による感染  
感染源はモクズガニ、サワガニだけでない。獣肉からの感染にも気をつけねばならない。ウエステルマン肺吸虫発見以来、百数十年が経過するが、獣肉からの感染が見つかったのは比較的新しい。イノシシが感染モクズガニを食して、体内にウエステルマン肺吸虫の幼若虫を宿しているのである。例えば、南九州で狩人たちがイノシシの生肉を食し、ウエステルマン肺吸虫の幼若成虫に感染している<sup>5)</sup>。ちなみに、イノシシの生肉から旋毛虫、有鉤条虫の感染も起こりうることに留意すべきである。イノシシは雑食性である。いわゆる牡丹肉には十分な警戒が必要である。

### ③在日外国人が日本で感染するケース

日本に滞在するアジア系外国人が、日本で採れた淡水産・汽水産のカニを、出身国固有の方法で食べた結果、肺吸虫に感染する事例が増加している。例えば、タイ国出身で日本に住んでいる人々が生でモクズガニを食しウエステルマン肺吸虫に感染した症例が報告された<sup>23)</sup>。やはり加熱しないと危険であることを知ってもらう必要があるが、不徹底である。ひとつには、日本で言語などの障壁があると、感染予防の情報に彼らは接しにくいかもしれない。

## 3. まとめと結論

寄生虫には生活史（生活誌）がある。その「断ち切り」により当該寄生虫の蔓延をある程度低下させることは可能であるが、自然界でサイクルが回っていることもあるので、油断しないことが大切である。啓蒙活動も有効な手段で、上記のカニの生食が感染源になることを人々に十分理解してもらう。モクズガニは食用となるので、食べ方に注意を要する。すなわち真っ赤に茹でたものは問題ない。モクズガニ（またはそれに類するカニも問題である。地方によって呼び名が違ったり、地理的な差異があったりする）の「老酒漬け」の生食は避け、十分加熱処理したものを食するのが賢明である。また獣肉からの感染にも注意する。

現代ではウエステルマン肺吸虫には、プラジカンテルのような優良な治療薬が開発され、投与されている<sup>5)</sup>。しかし万が一感染しても優れた治療薬があると考えずに、とにかく感染しないようにすることが肝心である。

上記肺吸虫の感染源に関しては、これまで情報収集した限り、問題がなくなったとの報告は無いどころか、新たな問題が多々発生している。医療関係者は、そのような感染患者が現れる可能性を当然念頭に置かねばならない。患者の訴えから容易に肺結核と思い込まないことも大切である。そのための十分な知識を備えておくには、医療関係者向けの、寄生虫に関する講習会も有意義であろう。感染の可能性を疑わせる症状を呈するなら、早期発見・早期治療に最大限尽力すべきである。

感染患者が自然界に感染をもたらさないようにすることも大切である。肺吸虫は患者から他の人々に直接感染することは絶対にありえないことを医療関係者はよく心得ておく必要がある。つまり肺吸虫の感染者が出たからといって

隔離は全く不要である。歴史上感染症で差別的な隔離策がとられた類のものが多々あったことをここに想起せねばならない。偏見と不要な隔離を回避すること、これも精神的に重症化を防ぐ意味において、注視せねばならない。寄生虫

感染は病原体の生活誌 (=生活史) life history が支えとなっている。自然界におけるその寄生虫の維持に与することは極力無いように努めなければならない。すなわち、その寄生虫の生活史を介した更なる感染を防止することである。

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

- 1) 日本社会薬学会第 28 年会 プログラム・講演要旨集『地域の健康を守る社会薬学』, (2009)
- 2) 山本郁男編著『健康と環境の衛生薬学』京都廣川書店 (東京, 京都), (2010)
- 3) 石井甲一: チーム医療と薬剤師—薬剤師の役割が拡大, 将来は採血やリフィル処方せんも!—『日本薬学連盟だより』平成 22 年 6 月 10 日発行), (2010)
- 4) 佐々 学: 『日本の風土病—病魔になやむ僻地の実態—』法政大学出版局, (1966)
- 5) 吉田幸雄・有蘭直樹: 『図説人体寄生虫学』南山堂, 東京, (2008)
- 6) 財団法人日本医薬品情報センター (JAPIC) 編: 『日本の医薬品構造式集』, (2008)
- 7) 小島荘明編集: バンクロフト糸状虫症『NEW 寄生虫病学』, 南江堂 (東京), (1993)
- 8) Sasa, M.: "Human Filariasis" University of Tokyo Press, Tokyo, (1976)
- 9) 横川宗雄: 『日本における寄生虫学の研究』第 1 巻, 目黒寄生虫館, (1971)
- 10) 松本 勉, 徳田幹夫, 洲之内修吾, 松林美紀子, 宮道奈保子, 西田 弘, 行天淳一: 胸水中に虫卵を認めたウエステルマン肺吸虫症の 1 例, 愛媛県病院医学会誌, **19**, 37-43, (1982)
- 11) 平野敬之, 増本久人, 船津丸貞幸, 藤原義行, 池添博士, 杉本昌志, 松崎祐己, 森田満雄, 杉山 広, 森嶋康之, 荒川京子, 川中正憲: 平成 16 年秋に集団発生した肺吸虫による食中毒事例について, 日本臨床寄生虫学雑誌 **17**, 60-62, (2006)
- 12) 杉山 広, 森嶋康之, 荒川京子, 川中正憲, 平野敬之, 増本久人, 池添博士: 平成 16 年秋に集団発生した肺吸虫による食中毒事例—原因の寄生虫学的精査—日本臨床寄生虫学会誌 **17**, 63-66, (2006)
- 13) 肥山和俊, 長崎洋司, 下野信行, 原田実根: 集団食中毒であったと考えられるウエステルマン肺吸虫症の 2 例—3 倍体ウエステルマン肺吸虫症の臨床像—, 日本臨床寄生虫学会誌 **19**, 83-85, (2008)
- 14) 小泉武夫: 「最上のカニ道楽, ツガニ」美味しもの諸国漫遊記, 第 10 回/佐賀県 JAL グループ機関誌 スカイワード 1 月号, (2010)
- 15) 杉山 広, 梅原梓里, 森嶋康之, 川中正憲, 山崎 浩: 市販サワガニを対象とした肺吸虫メタセルカリアの寄生状況調査, 臨床寄生虫学会誌 **19**, 89-91, (2008)
- 16) 杉山 広, 柴田勝優, 川上 泰, 森嶋康之, 山崎 浩: 肺吸虫の感染を予防するためのサワガニ過熱条件の検討, 第 21 回日本臨床寄生虫学会 学術年会 (6 月 19 日, 自治医科大学) プログラム・抄録集, p.18, (2010)
- 17) 江戸秀樹, 他 17 名編集・執筆: 『高知県の歴史散歩』歴史散歩 #39, 山川出版社 (東京), (2006)
- 18) 中村 (内山) ふくみ: 肺吸虫症, 「輸入熱帯病・寄生虫症に対する稀少疾病治療薬を用いた最適な治療法による医療対応の確立に関する研究」班: 『寄生虫症薬物治療の手引き』2010 版 改訂第 7.0 版, (2010)
- 19) 牧 純, 中西雅志, 関谷洋志, 西岡麗奈, 野元 裕, 秋山伸二, 難波弘行, 玉井栄治, 白石祥吾, 荒木 潤: 忘れてはならない愛媛県の風土病—歴史に学ぶべきバンクロフト糸状虫とウエステルマン肺吸虫の浸淫, 愛媛県病薬会誌, **108**, 9-11, (2011)
- 20) 牧 純, 村田安紀奈, 西岡茉莉, 菅野裕子, 有田孝太郎, 藤井健輔, 廣瀬恭子, 日野和彦, 中野友寛, 渡部真衣, 関谷洋志, 坂上 宏, 秋山伸二, 難波弘行, 玉井栄治: 6 年制の薬学部医療薬学科における国際感染症に関する教育と研究 (文献調査による卒業研究の事例), 社会薬学雑誌, **30**, 54-58, (2011)
- 21) 奥村さやか, 成澤恵理子, 藤田 明, 丸山治彦: 感染から発症まで長期を要し, 胸水内からの虫卵検出で診断されたウエステルマン肺吸虫の 1 例, 第 18 回日本臨床寄生虫学会 学術年会 (6 月 8-9 日, 日本大学) プログラム・抄録集, p.20, (2007)
- 22) 吉川正英, 齊藤 恒, 守屋 圭, 島海勇人, 松田亮介, 石坂重昭: 獣肉感染が原因と考えられたウエステルマン肺吸虫症の 2 例, 第 16 回日本臨床寄生虫学会学術年会 (6 月 18 日, 慶応義塾大学病院) プログラム・抄録集, p.28, (2005)
- 23) 高木雄亮ら 11 名: 在日タイ人女性に集団感染した肺吸虫症の 4 例, 第 20 回日本臨床寄生虫学会 学術年会 (6 月 20 日, 大阪大学) プログラム・抄録集, p.15, (2009)
- 24) 西野 宏: 愛媛県に於ける肺吸虫感染の疫学的研究, 岡山医学会雑誌, **71**, 2617-2642, (1959)
- 25) 片峰大助, 今井淳一, 青木克己, 野島尚武, 村上文也: 高知県幡多郡における肺吸虫感染の実態, 熱帯医学, **14**, 186-197, (1972)

# 飼料の違いがシロザケ稚魚に与える影響

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

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

Key Words: シロザケ用飼料・成長・肥満度・絶食耐性・回復能力・海水馴致能

放流用シロザケ稚魚の生産技術は非常に進んでおり、ほぼ完成の域に達しているのではないかとと思われる<sup>1-3)</sup>。一方、シロザケ用飼料については農林水産技術会議別枠研究「湖河性さけますの大量培養技術の開発に関する総合研究」で一連の研究が行われた<sup>4-13)</sup>。ところがシロザケ稚魚の放流事業は国が事業主体で行っていたこともあり、国の指定原料を使用した指定配合の飼料でなければならず、しかも入札制であったため、飼料メーカーではシロザケ用飼料の研究・開発が殆ど行われてこなかった。現在は状況が変わっているものの、他の養殖魚用飼料に比べてシロザケ用飼料の開発は遅れているといわざるを得ない。

現在、数社がシロザケ用飼料を製造・販売しているが、それぞれの飼料にどのような特徴が有るのかを調べ、今後のシロザケ用飼料の改善に資することを目的にして本試験を行った。

シロザケ稚魚は一定の大きさ(1-2g)になるまで人間の管理下で飼育され、河川に放流される。放流された稚魚は河川を下り、海に入る。海に下るのに掛かる時間は稚魚の放流時期によって異なるようで、早期に放流された魚ほど長く河川に滞留するといわれている。その

理由として、早期放流の時期には未だ稚魚が海に入るには海水温が低すぎるためであるとされている。放流は何回にも分けて行われるが、一度に数十万尾以上が放流されるのが一般的である。ところが河川にはこの様に多量の魚が一度に入ってきて、これを十分に養えるだけの餌が無いのではないかとと思われる。それはシロザケ稚魚が放流される前には、河川に存在している餌の量とその捕食者(魚など)との間で一定のバランスが成り立っており、多量の餌が余っているとは思えないからである。従って、放流された魚は一定の期間飢餓状態に置かれる可能性が高い。このような状況の下で、放流された稚魚がどの程度の絶食耐性を持っているのかは、魚の質を判断するうえで重要な要因である。また、河川を下った稚魚が容易に海水に入れるか否かも重要である。よって本試験では試験飼料による飼育試験を行った後、絶食試験、回復試験、海水馴致試験なども行った。

試験には三社の市販シロザケ用飼料を用いたが、A社とC社の飼料は得られた結果がほぼ同じであったので、A社飼料とB社飼料のみで比較する。

## 飼育試験

## 1. 方法

## 1-1. 魚の飼育条件

水槽:150L 容角形塩ビ水槽, 魚の収容密度:1000尾/水槽, 水温:9℃, 給餌率:ライトリッツ給餌率, 給餌回数:2回/日。

## 1-2. 試験飼料

A社とB社の市販シロザケ用飼料を試験飼料として用いた。それぞれの飼料を与えた区を

A区, B区とする。飼料の分析値を表1に示す。炭水化物量は計算(炭水化物=100-その他成分)で求めた。カロリー量はタンパク質:4Cal, 脂質:9Cal, 炭水化物:2Cal/gとして計算で求めた。炭水化物のカロリー量が陸上動物で求められている値より小さいのは, 魚(特に肉食性の強い魚)では炭水化物の利用率が著しく低いからである。

一般成分に両飼料で違いは無い。アミノ酸組成では, B飼料のリジンとヒスチジンが多いの

表1 試験飼料の分析値

試験区	A	B	試験区	A	B
一般成分			脂肪酸組成		
水分 (%)	7.7	9.1	14:0 (%)	3.8	3.8
タンパク質	50.5	50.2	15:0	0.4	0.4
脂質	6.9	6.8	16:0	19.1	18.8
灰分	11.1	11.8	16:1	3.9	4.2
炭水化物	23.8	22.1	16:2	0.4	0.5
Cal/100g	311.7	306.2	16:3	0.4	0.6
アミノ酸組成			16:4	0.7	1.0
アルギニン (%)	2.87	2.72	17:0	0.8	0.7
リジン	2.85	3.36	17:1	0.2	0.2
ヒスチジン	1.26	1.57	18:0	4.9	4.0
フェニールアラニン	1.88	1.92	18:1	16.4	14.5
チロシン	1.33	1.39	18:2n6	14.6	13.9
ロイシン	3.27	3.38	18:3n3	1.6	1.3
イソロイシン	1.86	1.89	18:4n3	1.0	1.0
メチオニン	1.05	1.19	20:0	0.4	0.2
バリン	2.28	2.26	20:1	3.5	1.5
アラニン	2.74	2.96	20:2n6	0.3	0.2
グリシン	3.41	3.09	20:4n6	1.0	1.3
プロリン	2.66	2.35	20:4n3	0.4	0.4
グルタミン酸	6.56	6.79	20:5n3	7.0	10.9
セリン	2.17	1.91	21:5n3	0.3	0.4
スレオニン	1.90	1.97	22:0	0.2	0.2
アスパラギン酸	3.97	4.07	22:1	3.4	1.4
トリプトファン	0.51	0.56	22:5n6	0.4	0.5
シスチン	0.60	0.51	22:5n3	1.4	2.1
油性性状			22:6n3	10.1	13.0
AV (mg/g)	21.9	18.4	24:0	0.2	0.2
POV(meq/Kg)	5.7	6.9	24:1	0.5	0.5
			Σ n3	21.8	29.1
			Σ n6	16.3	15.9
			Σ n3/Σ n6	1.34	1.83
			Σ n3HUFA	19.2	26.8

が特徴である。油脂性状の酸価 (AV) と過酸化価 (POV) から、両飼料とも品質の劣化が起こっていない正常な飼料であることが分かる。脂肪酸組成では、A 飼料はモノエン酸(18:1, 20:1, 22:1) の占める割合が多く、B 飼料は n3 系高度不飽和脂肪酸 (20:5n3, 22:5n3, 22:6n3) の占める割合が多い。よって、 $\Sigma n3$ ,  $\Sigma n3/\Sigma n6$ ,  $\Sigma n3\text{HUFA}$  (高度不飽和脂肪酸) も B 飼料の方が大きい。

### 1-3. 魚体測定

飼育試験開始時 (2月12日), 中間時 (3月14日), 終了時 (4月5日) に両区から 100 尾ずつサンプリングした。FA100 で麻酔し、ペーパータオルで水を拭き取った後ノギスで尾叉長を測定し、電子天秤で体重を測定した。それぞれの値から肥満度 (体重  $\times$  1000/尾叉長<sup>3</sup>) を求めた。

### 1-4. 魚体成分

魚体測定用にサンプリングした魚をそのまま魚体の一般成分と脂肪酸組成の分析に用いた。分析は定法による。

## 2. 結果

### 2-1. 飼育試験

飼育試験の結果を表 2 に示す。両区とも飼育期間中に斃死魚は無く、生残率に違いは無かった。飼料の摂餌性にも両区で違いは無く、いずれも活発に摂餌した。成長と飼料効率は B 区の方が良い結果を示した。

### 2-2. 魚体測定

魚体測定の結果を表 3 に示す。B 区の魚は A 区の魚より成長が早いのに肥満度が小さいことに特徴が有る。つまり体重の伸びより体長の伸びが著しいので、肥満度が小さくなる訳である。魚の体重を増やして肥満度を大きくすることはそれほど難しくなく、どちらかといえば体長を伸ばす方が難しい。B 区でこれが起こっていることは注目に値する。多分、B 飼料に用いられ

表 2 飼育試験の結果

試験区	A	B
生残率 (%)	100	100
増重量 (g)	1366	1501
給餌量 (g)	1187	1187
飼料効率 (%)	115	126

表 3 魚体測定の結果

試験区	A	B
開始時 (2月12日)		
体重 (g)	0.36	0.36
尾叉長 (cm)	3.8	3.8
肥満度	6.57	6.57
終了時 (4月5日)		
体重 (g)	1.81	1.95
尾叉長 (cm)	5.97	6.23
肥満度	8.35	7.99

ている原料や栄養成分が関与しているのであろう。体長の伸び (= 骨の伸び) を促進し、脂質の代謝を活発にして蓄積脂質の量を減らす作用を持つ物質に雄性ホルモンが有るが、養魚用飼料にはホルモン剤の添加は認められていない。アミノ酸組成や脂肪酸組成から、B 飼料にはイワシ類、アジ類あるいは水産加工残渣由来の一般の魚粉だけでなく、マグロ・カツオ由来の魚粉が用いられているのではないかと推測出来る。

### 2-3. 魚体成分

魚体の一般成分の変化を表 4 に示す。両区とも飼育試験終了時には開始時よりタンパク質と灰分が占める割合が減少し、脂質の占める割合

表 4 魚体成分の変化 (一般成分)

時期 試験区	開始時	終了時	
		A	B
水分 (%)	80.5	79.5	79.7
タンパク質	15.4	15.1	15.4
脂質	3.0	3.5	3.4
灰分	4.6	1.9	1.9
タンパク質 (% 乾物)	79.0	73.7	75.9
脂質	15.4	17.1	16.7
灰分	23.6	9.3	9.4

表5 魚体成分の変化 (脂肪酸組成)

時期 試験区	開始時	終了時	
		A	B
14:0 (%)	2.8	2.5	3.3
16:0	13.8	17.0	17.6
16:1	4.5	3.0	4.3
18:0	4.9	4.9	5.2
18:1	20.3	19.8	18.0
18:2n6	1.4	11.2	9.6
18:3n3	-	1.3	1.0
20:1	1.3	3.5	1.3
20:4n6	1.4	1.4	1.3
20:4n3	1.7	-	-
20:5n3	10.7	3.6	5.5
22:1	-	2.0	-
22:5n3	5.8	1.5	2.1
22:6n3	22.5	18.6	21.4
$\Sigma n3$	39.0	25.0	30.0
$\Sigma n6$	2.8	12.6	10.9
$\Sigma n3/\Sigma n6$	13.9	1.98	2.75
$\Sigma n3HUFA$	40.7	25.0	30.0

が増加している。両区間の比較では、B区の魚はややタンパク質が多く、脂質が少ない傾向が有るが、明確な違いではない。

脂肪酸組成の変化を表5に示す。両区とも飼料の摂取によって20:5n3と22:5n3の著しい減少、16:0、18:2n6および18:3n3の著しい増加が認められる。これは配合飼料摂取時の特徴で、シロザケに限らず、他の魚種でも同様の傾向が認められる。

A区とB区の比較では、A区の魚はモノエン酸(18:1、20:1、22:1)が多く、B区の魚はn3系HUFA(20:5n3、22:5n3、22:6n3)が多い。これは表1の飼料の脂肪酸組成を見れば分かるように、摂取した飼料の脂肪酸組成を強く反映している。 $\Sigma n3$ 、 $\Sigma n3/\Sigma n6$ 、 $\Sigma n3HUFA$ も同様である。

シロザケ稚魚にとって、どのような脂肪酸組成が適しているかは不明であるが、受精卵や孵化仔魚のような発育初期の魚体の脂肪酸組成が適していると仮定すれば、B飼料の方がシロザケ

用飼料の脂肪酸組成としては優れているのではないかと推定できる。

### 3. 要約

B区の魚はA区の魚より成長が早いのに肥満度が低い。体重の伸びに対する体長の伸びが著しいということである。この結果から、飼料の原料や栄養成分が魚の体型に強い影響を与えることが分かる。特にアミノ酸のリジンとヒスチジン、脂肪酸の20:5n3、22:5n3、22:6n3などに注意しておく必要が有るのではないかと考える。

飼料に油を添加してカロリー量を高くすれば魚の肥満度は比較的簡単に大きくできる。ところが体長を伸ばすのは容易ではない。B飼料を基本にして肥満度を大きくする方法を検討すれば、より良い結果が得られるようになる可能性がある。

魚体の脂肪酸組成は飼料の脂肪酸組成を強く反映し、配合飼料を食べようになると魚体の16:0、18:2n6および18:3n3が増え、20:5n3と22:5n3が減る。シロザケ稚魚に適した脂肪酸組成がどのようなものであるかを解明し、飼料の改善に利用すべきである。

## 絶食試験

河川に放流されたシロザケ稚魚、特に早期放流群は海に入るまでに可也長期間河川に滞留しているようである。河川に十分量の餌が有るわけではないので、その間飢餓状態に耐えなければならない。よって、飼育試験終了後、魚をそのまま残して無給餌で絶食試験を行うことにした。

### 1. 方法

4月5日に飼育試験が終了したので、残りの魚をそのまま絶食試験に用いた。開始時尾数は

それぞれ 800 尾で、無給餌である以外は飼育試験と同じ条件である。試験期間は 4 月 5 日から 5 月 16 日で、その間 5 月 1 日と 5 月 16 日に両区から 100 尾ずつサンプリングし、魚体測定と魚体分析を行った。

## 2. 結果

### 2-1. 死魚数

A 区は 19 尾（死魚の平均肥満度：5.88）、B 区は 43 尾（肥満度：6.41）で、明らかに B 区の死魚数が多い。この結果は、絶食開始時に肥満度が高い区の絶食耐性が高く、死魚数も少なくなったのではないかと思える数字である。ところが両区の死魚の平均肥満度を見ると、B 区は A 区よりも明らかに肥満度が高い魚が死亡しており、単純な肥満度の問題ではないことが分かる。

### 2-2. 肥満度

絶食試験中の肥満度の変化を表 6 に示す。A 区の方が肥満度の減少がやや大きい、絶食開始時の肥満度の違いが終了時まで影響し、終了時の肥満度も A 区の方がやや大きい。

表 6 絶食試験中の肥満度の変化

試験区	A	B
4 月 5 日	8.35	7.99
5 月 1 日	6.50	6.37
5 月 16 日	5.74	5.69
減少 -1	-1.85	-1.62
減少 -2	-0.76	-0.68

(注) 減少 - 1：4 月 5 日から 5 月 1 日の肥満度の変化  
減少 - 2：5 月 1 日から 5 月 16 日の肥満度の変化

### 2-3. 魚体成分

絶食試験中の魚体成分の変化を表 7 に示す。絶食中には脂質の減少が著しい。特に絶食初期にその傾向が強い。タンパク質と灰分は脂質の減少により、相対的に増加する。これは、絶食時には魚体の蓄積脂質が生存のための主たるエネルギー源になっていることを示すものと思われる。

絶食初期に脂質の減少が著しく、後期に緩やかになるのは、絶食期間が長くなるに従って運動量と代謝量が減少し、エネルギーの消費量が減少するためであると思われる。

以上の結果から、絶食前に魚体の脂質含量を高くしておけば絶食耐性の強い魚に出来る可能性が高い。一般に脂質含量の高い魚は肥満度も高いので、現場での簡単な目安には肥満度を用いるのが良いであろう。

## 3. 要約

絶食時には魚体の蓄積脂質が生存のための主たるエネルギー源として用いられている様である。よって、シロザケ稚魚の放流前に魚体の脂質含量を高くして肥満度を大きくしておけば、放流後の死魚数を減少させることが出来るのではないかと考えられる。

絶食試験中の魚の観察によれば、数日間の絶食によって魚の活動性（人や物に対する反応性や運動スピードなど）が著しく高くなるようである。稚魚が河川へ放流されてからは、捕食者の存在や摂餌競争の問題も出てくる。放流時には、外敵から逃れられると共に十分に摂餌出来るだけの運動能力を有する魚になっていること

表 7 絶食試験中の魚体成分の変化（% 乾物）

月日	4 月 5 日			5 月 1 日			5 月 16 日		
	タンパク質	脂質	灰分	タンパク質	脂質	灰分	タンパク質	脂質	灰分
A	73.7	17.1	9.3	81.6	9.7	11.9	85.0	6.9	15.0
B	75.9	16.7	9.4	82.5	9.3	12.6	83.4	6.1	14.7

が必要である。そのためには、放流前に数日間絶食させる、あるいは給餌率を低くするなどの方法も有効かも知れない。

## 回復試験

絶食試験終了時には両区とも餓死魚が出始めていた。このような状態にある魚に再び飼料を与えると回復出来るかどうかを調べることにした。シロザケ稚魚の放流魚、特に早期放流魚は河川を下って海に入る時には可也痩せていることが知られている。このような魚が海に下って摂餌を再開すると十分に回復するか否かを推測するための試験である。

### 1. 方法

絶食試験で生き残った魚を全て用い、再び飼育試験時と同じ飼料を与えて飼育を継続し、状態の変化を観察した。魚に急に大きな負担を掛けないように最初の数日間は少量の給餌に止め、その後は十分量の餌を与えた。試験期間は5月16日（開始）から6月11日（終了）で、その間5月28日に100尾、6月11日に50尾を両区からサンプリングし、魚体測定と魚体分析を行った。

### 2. 結果

#### 2-1. 死魚数

回復試験中の死魚数はA区が83尾（肥満度：6.45）、B区が149尾（肥満度：6.81）で、明らかにB区の死魚数が多い。また、死魚の平均肥満度もB区の方が大きい。これは同じ群の

一部が餓死する様な状態にまでなってしまうと、再び飼料を与え始めても簡単には回復しないことを示している。魚に餌を食べるだけの活力が無くなっていることや、消化管での消化・吸収が出来なくなっていることなどが考えられる。絶食期間が長期に及ぶと消化管が非常に薄くなり、水っぽくて半透明な状態になっており、消化・吸収能力が有るのか疑問である<sup>14)</sup>。

#### 2-2. 肥満度

回復試験中の肥満度の変化を表8に示す。A区の回復が早いですが、B区も後半になると回復が進む。これは絶食試験終了時にB区の魚はA区の魚より衰弱が著しかったことを示すものと思われる。

#### 2-3. 魚体成分

回復試験中の魚体成分の変化を表9に示す。脂質含量の変化からして、衰弱が進んでいたB区の方が回復が早いようにも思える。但し、これはB区の死魚数が著しく多いことと関係している可能性もある。つまり脂質含量が多く、比較的状态が良い魚のみが生き残った可能性もある。その結果として、B区の回復が早いように見えているのかも知れない。更なる検討が必要

表8 回復試験中の肥満度の変化

試験区	A	B
5月16日	5.74	5.69
5月28日	6.99	6.70
6月11日	7.50	7.38
増加-1	1.25	1.01
増加-2	0.51	0.58

(注) 増加-1:5月16日から5月28日の肥満度の変化  
増加-2:5月28日から6月11日の肥満度の変化

表9 回復試験中の魚体成分の変化 (% 乾物)

月日	5月16日			5月28日			6月11日		
	タンパク質	脂質	灰分	タンパク質	脂質	灰分	タンパク質	脂質	灰分
A	85.0	6.9	15.0	76.6	9.2	12.5	78.4	11.6	11.9
B	83.4	6.1	14.7	78.7	10.1	13.0	78.2	13.5	11.4

要である。

### 3. 要約

絶食によって餓死が出始めるまで衰弱した魚は、給餌を再開しても簡単には回復せず、斃死が継続する。理由は前に述べたように推定している。給餌を再開すると魚体の脂質含量の増加が著しい。特に衰弱が著しかったB区の回復が早いように見えるが、これについては更なる検討が必要である。

魚が死亡する主たる要因は一般にいわれているような肥満度ではなく、魚体成分の要因である可能性が高い。多分、蓄積脂質が一定量以下になるまで消費され、タンパク質が分解されるようになると死亡するのではないかと推定している。

資料は示さないが、魚体の水分含量と脂質含量、脂質含量とタンパク質含量の間には負の相関が有るようである。脂質やタンパク質を測定するには特別な試薬と分析機を必要とする。水分であれば天秤と乾燥機があれば測定可能である。現場では、水分を測定することによって脂質含量を推定出来るようにしておくのが実用的ではないかと考える。

## 海水馴致試験

シロザケ稚魚が海に下っても海水に馴染めずに死んでしまっただけでは放流の意味が無い。よって、回復試験後の魚を用いて海水馴致試験を行った。但し、この試験は絶食試験後の魚で行うべきであったが、回復試験と並行して行うことが諸般の事情で出来なかった。絶食試験後の魚での海水馴致試験は今後行う予定であるので、今回の海水馴致試験は参考資料を得るために行ったものである。

### 1. 方法

回復試験終了時に残っていた魚を両区 60 尾ずつ用いた。3.3% 濃度の人工海水を各区 35L

調製し、これに魚を収容して水温 9℃、止水・通気状態で 48 時間放置した。48 時間後に両区の死亡魚数と死亡魚の状態を調べた。

### 2. 結果

A 区の死魚数は 0 尾（死亡率：0%）で、B 区は 7 尾（死亡率：11.7%）であった。この結果から、B 区の魚の海水馴致能が劣っているのではないかと推測出来る。

### 3. 要約

B 区の死亡魚はグループ内の痩せた魚であり、回復試験でも未だ十分に回復出来ていなかった魚ではないかと思われる。但し、A 区の魚に比べて著しく痩せているかといえばそんなことはなく、肥満度や魚体の脂質含量以外の要因も関与している可能性が有る。

## 考察

A 飼料と B 飼料の違いによってシロザケ稚魚の体型や成長に違いが出るのみでなく、体成分組成、絶食耐性、絶食状態からの回復能力、海水馴致能などにも大きな違いが出た。

B 飼料で飼育された魚の成長は良いのに肥満度が小さく、スラリとしている。これは体重の伸びに対する体長の伸びが大きいことで、この様なことが起こる原因は飼料の原料と栄養成分に有るのではないかと思われる。

A 飼料で飼育した魚は B 飼料で飼育した魚より成長は劣るが肥満度が大きく、絶食耐性、絶食状態からの回復能力、海水馴致能力が大きかった。

絶食試験時の魚体成分の変化から、絶食時には主として蓄積脂質が生存のためのエネルギー源として利用されていると思われる。絶食期間の長期化によって脂質が一定限度以下に減少し、体タンパク質が分解されるようになると斃

死が起こるのではないかと推定出来る。絶食開始時の魚体の脂質含量の違いが絶食耐性の違いになって表れているのであろう。さらに、この違いが絶食からの回復能力、海水馴致能力にも影響を及ぼしているのであろう。

魚体に脂質を蓄積させて肥満度を大きくするのは簡単で、飼料に油を添加してカロリー量を大きくすれば良い。一方、体長を伸ばすには骨の成長を促進しなければならないので可也難しい。今後はB飼料を基本にし、これに魚油を添加してカロリー含量を高めてやれば現在よりも遥かに優れたシロザケ用飼料が出来るのではないかと考えられる。

シロザケ稚魚の放流時には、河川中の捕食者から逃れ、摂餌競争に勝つだけの運動能力を持たせておくことも必要である。放流前に短期間

絶食させる、あるいは給餌率を下げるなどの方法を取るのも良いのではないかと。

早期放流魚、中期放流魚、後期放流魚と放流される時期によって河川滞留期間が違い、早期に放流される魚ほど河川での滞留期間が長いといわれている。それが本当であれば放流時期によって魚の飼育法(仕上げ方)を変える必要があるのではないだろうか。それぞれの放流時期に適した飼育法を取るべきであろう。

今回の試験が放流時にシロザケ稚魚をどのような状態にしておくのが理想的であるのかを解明する切掛けになり、シロザケ用飼料がどのような物であるべきかを検討する端緒になれば幸いである。そうなれば放流魚の生残率がより高くなり、親魚の回帰率も現在より高くなる可能性がある。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 文 献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) (社)北海道さけ・ます増殖事業協会: さけ・ますふ化放流事業実施マニュアル(北海道立水産孵化場監修). 1-103 (2007)
- 2) 野川秀樹: さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(序説). 水産技術, 3 (1), 1-8 (2010)
- 3) 野川秀樹, 八木沢功: さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(飼育管理編). 水産技術, 3 (2), 67-89 (2011)
- 4) 能勢健嗣, 矢野立志, 江村利信: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - 飼料中のタン白質および脂質レベルの成長におよぼす影響 - . さけ別枠 1977 河川型研究グループレポート, 127-138 (1978)
- 5) 能勢健嗣, 江村利信, 秋山敏男: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - II . 飼料中のタン白質および脂質レベルの成長および絶食に対する抵抗性におよぼす影響. さけ別枠 1978 河川型研究グループレポート, 145-166 (1979)
- 6) 秋山敏男, 八木沢功, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - III . 飼料中のタン白質および脂質の至適添加量. さけ別枠 1978 河川型研究グループレポート, 167-174 (1979)
- 7) 秋山敏男, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - IV . シロザケ稚魚の成長段階と絶食に対する抵抗性との関係. さけ別枠 1979 河川型研究グループレポート, 121-125 (1980)
- 8) 秋山敏男, 八木沢功, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - V . 精製飼料中の無機塩混合の最適添加量. さけ別枠 1979 河川型研究グループレポート, 127-131 (1980)
- 9) 秋山敏男, 八木沢功, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - VI . 飼料中への牛脂の添加効果. さけ別枠 1979 河川型研究グループレポート, 133-140 (1980)
- 10) 秋山敏男, 村井武四, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - VII . シロザケ稚魚のアルギニン要求量の検討. さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 153-158 (1981)
- 11) 秋山敏男, 村井武四, 平沢康弘, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - VIII . 摂餌誘引物質の添加によるシロザケ稚魚用飼料の改善. さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 159-163 (1981)
- 12) 村井武四, 八木沢功, 平沢康弘, 秋山敏男, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - IX . 放流用シロザケ稚魚実用飼料のたん白質, 脂質および炭水化物源. さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 165-173 (1981)
- 13) 能勢健嗣, 村井武四, 秋山敏男: シロザケ放流種苗の栄養特性 - 5 年間の研究のとりまとめ - . さけ別枠 1981 河川型研究グループレポート, 189-204 (1982)
- 14) S.Sakamoto and Y.Yone: Effect of starvation on organ weight and chemical component of red sea bream. *J. Fac. Agr.Kyushu Univ.*, 23, 71-77 (1978)

# 知っておきたい日本の食文化

## その一 日本の食文化の伝統

橋本 直樹\*

\*HASHIMOTO Naoki (食の社会学研究会)

Key Words : 食文化・食生活・コメ・伝統・日本

### 1. 日本列島の地勢と食文化

日本の食料事情と食生活はかつて経験したことのない激動期にある。食品産業に携わるものとしては、どのような変化が起きているのかをよく把握して、今後も起きるであろう更なる変化に対処して行かねばならない。そのためには、これまで日本人がどのようにして食料を生産し、調理して、どのように食べてきたのかという食文化の社会的変遷を理解しておく必要がある。

そもそも、人間は食べ物を生産し、調理をして、家族や仲間と一緒に食べる動物であるといわれている。農耕、漁労、牧畜によって生産した食料を、おいしく食べられるように調理して、家族や仲間とともに楽しむことは人間だけが行うことであり、文化の基本になる行為であった。したがって、世界の各地域には民族固有の食文化が育ち、国際化、ボーダーレス化した現在であっても変わることなく受け継がれているのである。ところが、近代の日本においてはそうではない。とくに、第二次大戦後は伝統の食文化の多くが大きく変貌し続けているのである。

日本は大陸に近く、南北 3500 キロメートルに連なる列島であるから、古来、異民族の侵略は受けることがなかったが、海を渡れば近い隣国

の中国と積極的に交流して先進文化を絶えず受け入れることにより独自の文化を築くことができたのであり、食文化においても例外ではない。古来、どの地域においても民族の食文化は保守的なものであり、容易には変化しないものである。ところが、日本の食文化には諸外国の食文化を積極的に受け入れて劇的に変化できる地政学的な能力が備わっていたと考えなければならない。そうでなければ明治維新や第二次大戦後に起きた急激な食文化の変化を理解することが難しい。

### 2. 米を中心にした食と経済

人類は紀元前 6000 年ごろから大河の流域で農耕を始めることにより古代文明を築いてきた。ところが、日本列島に住みついた縄文人は豊かな山海の恵みを狩猟採取する食生活を長く続け、ようやく紀元前数百年になって大陸から稲作の技術が伝来するまで農耕を始めることがなかった。

しかし、中国大陸より九州に伝来した水田稲作は高温多雨の我が国の気候に適していたので数百年のうちに本州の北端にまで広がり、それから米を主食にする食生活が始まったのである。稲作を始めたことによって米という良質の

食料が安定的に得られるようになると、人々の暮らしに余裕が生まれ、人口が増え、集落が大きくなってクニが形成され、社会階層が分化して古代ヤマト王国が誕生したのである。

それ以来、米を中心とする食事文化が始まり、稲作を経済基盤とする政治体制が明治維新になるまで続くことになった。奈良時代、平安時代の班田制度、中世の荘園制度、近世、徳川幕藩体制の石高制はいずれも米の経済を国家財政の基盤にする施策である。だから、米の収穫を増やす新田開墾がいつの時代にも絶えず奨励された。奈良時代には、稲作を推進するために田畑で使役する牛馬を殺すことを禁じる肉食禁止令、農繁期に農民が飲酒することを禁じる禁酒令が発令されていた。また、徳川幕府は年貢米を多く徴収するため、百姓には村に定住して農耕に励むよう強要し、米を常食することを禁じていたのである。

日本人は米食民族であるといわれているが、古来、米は絶えず不足していたから民衆が米を常食にできるようになったのは江戸時代からであり、米不足が完全に解消したのは第二次大戦後のことである。

奈良時代から江戸時代まで、1日に米が5合、750グラムあれば暮らせると考えられていた。年間にすれば1.8石、270キログラムである。稲作が始まった弥生時代には米は食料の半分にも足りなかったらしい。奈良時代の末になると全国の耕地面積は百万町歩、約100万ヘクタールに達し、1ヘクタールから米1トンを収穫できたから約100万トンの米が収穫できたであろう。当時の人口を700万人とすると一人当たり年間140キログラムになる。江戸中期には水田面積が約160万ヘクタールになり、収穫は320万トンに増えたが、人口も2500万人に増えていたので一人当たりになればやはり120キログラムに過ぎないから米は不足していた。当時の米の値段は現在に比べると10倍も高く、江戸

の町人は1日に米4合、約600グラムと、主に野菜、漬物を食べていた。必要カロリーの9割ぐらいをご飯から摂取していたことになる。

米不足が解消したのは第二次大戦後の米不足を解消する増産が成功して、米の生産量が最高1445万トンに達した昭和42年である。しかし、皮肉なことに米の消費量は昭和38年の1341万トンをピークとして減少し始め、平成19年には784万トンにまで半減し、一人当たりでみれば年間61キログラム、1日、167グラムで足りるようになった。食事が洋風化して肉料理、油料理の副食を多く摂るようになったので、ご飯の摂取量が減り、さらに三度に一度はパン食をするようになったからである。米は生産過剰になり、生産調整のため減反が行われて、米の生産総金額は2兆円、GDPの僅か0.4%に過ぎなくなった。民族の主食事情が短期間にかくも様変わりすることは諸外国にはなかった現象である。

### 3. 肉食を禁忌した食の思想

米飯、魚料理、野菜料理と味噌、醤油に漬物を基本にする伝統的な食事は日本独自のものと考えられているが、実は米を食べている中国大陸や東南アジア諸国の食事に共通したものである。しかし、古来、牛肉や豚肉を食べることを厳しいタブーとして禁忌してきたことは極めて異質である。古代に朝鮮、百済から伝来した仏教が国家鎮護の国教として信仰されたために、殺生をして肉食することが厳しく禁止されたのである。

殺生禁断の仏教戒律を守る肉食禁止の詔が最初に出されたのは、天武天皇の治世4年のことである。農繁期に牛、馬、犬、猿、鶏の肉を食べてはならないという布告であったが、野鳥や野獣を食べることは禁止されなかったので、稲作に使役する牛馬を殺すことを禁止するのが日

的ではなかったかとも解釈できる。しかし、その後、一切の禽獣を殺すことを禁じる殺生禁断の詔が何回も公布されたので、肉食をしないことが貴族階級に徹底し、中世になると庶民にも肉食を忌むべきもの、穢れたものとみる禁忌思想が広がった。そして牛、馬、鶏はもちろん、鶏卵を食べることもタブーになったのである。

殺生を穢れとする意識は殺生する生き物が人間に近い存在であるほどに強い。農耕、運搬に使役する牛馬、戦闘に使う馬、身近に飼う犬や鶏を殺すことは躊躇するが、野生の害獣、野鳥はそれほどでもなく、魚介類を食べることは平気であった。さすがに、江戸時代になってからは鶏と玉子は食べていたが、牛馬は明治維新になって肉食が解禁されるまで頑として食べなかった。当然のことながら、多数の家畜を飼育して食用、乳用に用いる牧畜は地形的制約もあったので行われなかった。

以来、千数百年間、日本人の食生活を拘束してきた肉食の禁忌は明治維新になって解禁された。西洋の文物を競って取り入れ近代化しようとする文明開化が進み、宮中でも明治4年、率先して牛肉を食べることを解禁し、天皇の食事や晩餐会にフランス料理を採用した。日本人にはなじみのなかった牛乳の販売が始まったのも明治初年である。外国人との接触が増えるに従い、東京、横浜、函館、神戸などには西洋料理を出すホテルやレストランが現れたが、利用するのは外国人、貿易商人、軍人、高級官吏ばかりであった。明治5年に東京府下で食肉にされる牛は僅かに1日、20頭であったと伝えられている。

庶民は牛鍋屋に出かけた。牛肉を鉄鍋で焼き、ネギとともに醤油と砂糖、あるいは味噌で日本人好みの味をつける牛鍋は西洋かぶれの庶民に人気があった。はじめて食べる牛肉ではあったが、和食風に料理すれば受容できたのである。この牛鍋が今日のすき焼きのスタイルに変わっ

たのは大正12年の関東大震災の後のことである。牛肉は1斤、600グラムが16銭という高価な食材であったが、牛鍋は一人前、5銭で食べることができた。

しかし、依然として肉食を穢れとして嫌う人は多く、西洋風の牛肉料理は容易には普及しなかった。洋風料理の普及に役立ったのは女学校での料理実習や新聞、雑誌の料理記事であり、軍隊の給食にパン、牛肉、鶏肉などが使われたことである。明治30年代になると中流家庭の食事に牛肉料理が出るようになったが、国民全体でみれば、牛肉の消費量は一人、1日、4グラムにもならなかった。大正時代に現れたカレーライス、コロッケ、とんかつなどは、米飯に合う洋食として工夫されたものである。

洋風の肉料理が本格的に普及したのは第二次大戦後のことである。敗戦したことによりすべてにアメリカ文化をよしとする風潮が広まり、食生活も同様であった。当時の貧困な栄養状態を改善するため、米飯中心の食事を改めて肉料理、油料理の副食を多くとるように政府が栄養指導をしたこともあって、食肉の摂取量は急速に増えて昭和35年に一人、1日当たり14グラムになり、最近では月に4回は肉料理を食べるから、消費は1日に77グラムに増えて魚介類のそれを追い越そうとしている。

#### 4. 中国を源流にして発展した日本食の文化

伝統的な日本の食材であると考えられているものも、その起源を探るとほとんどが中国大陸から移入されたものである。米をはじめとして麦、粟、稗、蕎麦などの穀物はもちろんのこと、豆や芋、野菜や果物も、近世になって西欧諸国から移入されてきたものを除けば、ほとんどが縄文時代から奈良時代までに大陸から伝来してきたと考えられる。さらに、酒、酢、味噌、醤油、豆腐、納豆、漬物など和食に欠かせない食

材もその原型は中国にあり、製造技術が我が国に伝えられたものである。

さらに、調理方法や食事の形式、食器、箸に至るまで中国から学んだものが多い。邪馬台国に卑弥呼がいた紀元3世紀ごろまでは、米は土器を使って煮るか、蒸して食べていたが、魚の刺身や野菜、木の実などはそのまま高杯に盛って手づかみで食べていたと考えられる。食事らしい形態が整ったのは奈良時代になってからであり、宮廷には中国の官制にならって宮中儀式や節会の食事を調製する役職が設けられていた。平安朝の貴族が正月や大臣任官を祝賀する大饗の宴会では、唐の宴会形式を模して台盤に山海の食べ物を並べ、椅子に座って酒礼が行われた。

しかし、数多く並べられた食べ物は簡単に調理できる刺身、焼き物、干物、塩漬けなど、冷たいものばかりで、味付けがされていないから各自が小皿に用意した塩、酢、醬（ひしお）で味をつけて食べていた。中国に倣って箸と匙を使っていたが、後世、汁を碗に入れて口をつけて飲むのが習慣になったから、匙は使われなくなった。

今日のようにしっかりと味付けをした料理が登場するのは鎌倉時代の禅僧によって中国寺院の精進料理が導入されてからのことである。僧侶の食事であるから魚介類は使われないが、豆腐や生麩をゴマ油で揚げる、野菜に味をつけて煮含める、茹でた野菜を揃りゴマ、味噌などで和える、酢のものにするなど、精進料理の進んだ調理法は我が国古来の素朴な食事を一変させた。

室町時代の武家貴族の饗宴料理である本膳料理の形式は我が国で考案されたといつてよい。飯と汁、いくつかの菜と漬物をセットにして1人分ずつ銘々膳で食べる形式が確立して定着したのである。将軍や大名の饗宴の本膳料理は料理の品数と並べた膳の数の多いことを競う豪華

なものであったが、侘びを貴ぶ茶の湯の席では料理の品数を二汁三菜ぐらいにして、順に給仕する簡素ではあるが洗練された懐石料理になった。喫茶の習慣も禅僧が中国から伝えたものであるが、我が国で茶の湯の作法に発展したのである。江戸時代から現在まで続いている会席料理は本膳料理と懐石料理を折衷して完成した純日本料理である。

しかし、これらの贅沢な料理は支配階層だけのものであり、庶民の食べるものではなかった。庶民の食生活が目立って豊かなものになり、特別なハレの日には一汁三菜程度の食事ができるようになったのは江戸時代からである。戦乱が絶えて平和が長く続いた時代であったから、農業、漁業、商業など産業が大きく発展した。農作物も品種と生産量が増え、酒、塩、砂糖、醤油などが大量に生産できるようになり、鰹節、昆布、海苔、漬物などの製法も改良された。そして、諸外国との交流が鎖国令で長く禁じられている間に、食事文化が独自に発展、成熟することができて、独自の日本食文化が完成したといえる。

江戸の町には蕎麦屋、一膳飯屋、居酒屋などが現れ、蕎麦、鮎、天ぷら、鰻の蒲焼などを食べさせる屋台が多数現れ、庶民も食べることを楽しめるようになった。日常に食べる総菜も現在のそれとそれほど変わらないものになった。また、美しい座敷で贅沢な会席料理を供する料亭が現れ、料理法に凝り、料理書が多く出版されるなど、誰もが食べることに享楽の要素を求めようになったのである。

## 5. 第二次大戦後に激変した食生活

私たち、日本人の食生活は第二次大戦後にかつてなかったほどに激しく変化して、それまでの伝統的な食文化が一変してしまった。何よりも大きな変化は食べることに経済的負担が少な

くなり、誰でも同じように豊かな食事ができるようになったことである。古来、食料は常に不足していたから、支配階級は贅沢なものを食べるのができて、民衆は辛うじて命をつなぐだけの貧しい食事しかできなかった。

私たちがなにごとに不自由なく食べることができるようになったのは50年ほど前からのことである。戦後の高度経済成長のお蔭で収入が増えたので、食べることについての経済的負担が欧米先進国並みに軽くなったからである。江戸時代にはそうではなかった。農民は米を作っても年貢に取り上げられ、自分は食べることができなかった。職人は朝から晩まで稼いでも妻子に飯を食わせるのが精いっぱいだった。明治になってからでも農村の食事は麦飯に味噌汁、野菜の煮つけと漬物であり、魚や卵はめったに食べられなかった。

誰でも、何時でも、どの地域でも、食事の内容が同じように豊かであることは、かつては願っても叶えられなかった素晴らしいことなのである。ところが、私たちが初めて経験する豊かな食生活に慣れてしまい、ありがたいとも思わなくなったことから、今日の憂慮すべき「食」の問題が数多く派生したことを忘れてはならない。

それは、食料が国内で自給できなくなり、外国からの輸入に頼らなければならなくなったことである。農耕地の面積が諸外国に比べると極端に狭いから、戦後、人口が急増すると食料を自給し続けることが難しくなった。しかし、食料自給率が40%にまで下がったのは、食事が洋風になってパン食が普及し、肉料理、油料理が増えたために小麦、飼料用のトウモロコシ、油糧用の大豆などを大量に輸入しなければならなくなったからである。さらには、国内で自給できる野菜や果物まで、価格が安い、消費者が欲しがるからという理由で海外から大量に輸入するからである。そして、調達した食料の3割近

くもが無駄遣いされて、食べられることなく捨てられているからである。

食料は地域で自給できるものを食べるのが原則であり、昔は米が不作になると局地的な飢饉がしばしば起きていた。現代では国際貿易によって足りない食料を購入して済ませているのであるが、世界的規模の食料不足が迫りつつある今後は、欲しいだけの食料を大量に輸入することはできなくなる。安い海外農産物に押されて生産を減らし、産業としての活力を失っている国内農業を復活させることを急がなければならない。

戦後、わずか60年ほどのうちに、日本人の食事の内容はかつてないまでに豊かなものになった。米に偏重していた貧しい食生活を改め、肉料理、油料理、乳製品などを多く摂るようになったから、国民の栄養状態は著しく改善され、体位が向上し平均寿命も伸びたのである。しかし、その結果として家庭の食事には野菜と魚の伝統的な和風料理が少なくなり、和風、中華、そして西洋料理が入り混じっている。世界のいたるところにイタリア・レストランや中華料理店があり、寿司バーやハンバーガーチェーンも進出しているが、現地の人たちが家庭で食べているのはその国の伝統の料理である。日本のように外国の料理が家庭にまで入り込んでいるのは世界的にみて珍しい現象なのである。

スーパーマーケットには全国各地の食材、海外から輸入した食料が溢れている。近年はこの豊かで便利な食事に慣れて、健康に良い食事をするのを忘れがちである。中高年者は節度なく飽食しているので3人に一人は肥満になり、生活習慣病に苦しんでいる。一方で若者は忙しいからといって朝食を抜き、昼も夜も外食ですませることが多く、栄養が不足気味なのである。そこで、将来の健康が不安になり、サプリメントや健康食品を常用する人が増えているが、三度の食事をバランスよく摂っていなければ効果

は期待できない。食事をきちんと摂って健康を維持することを忘れていたのである。

成人女性の6割が職業をもち働くようになったから、食事作りのすべてを主婦が担当することは肉体的にも、時間的にも無理である。そこで、食事作りにかかる時間と手間を省くため、生鮮食材よりも加工食品、調理済み食品を使うことが多くなり、昼食はファーストフード、コンビニ弁当、持ち帰り総菜などで済ますようになった。戦前は外食することは珍しかったが、今では日常のこととなり、家族そろって外食店を週に1、2回は利用する家庭が4割ぐらいはある。食費の7割までが加工食品の購入や外食店の利用に支出される「食事作りの他人任せ」はこれまで経験したことがなかった。

最近では、三度の食事を毎日作っている主婦は6割ほどに減っている。家庭で食事を作り、家族で食卓を囲んで食べ、会話をすることが目立って少なくなり、都会地では家族そろって毎日、夕食を摂っている家庭は3軒に1軒になった。驚くべきことに、子供10人のうち、4人が子供だけで朝食を摂っていて、その1人は夕食も親と一緒にしていない。これでは子供が情緒不安定になる。かつては家に帰らなければ食べるものがなかった。今は外食店やコンビニな

どで、何時でも好きなものが食べられる。空腹を満たせばよいと考え、一人が都合のよいときに手早く食べることが増えている。

一緒に食事をすることは家族の連帯感を強め、社会生活を円滑に営むために役立っていたのに、今は、食べたいものは買えばよく、一人で食べればよいと、食事をすることを生活の片隅に追いやっている。これほど食べ物と食べることが粗末にされている時代はかつてなかったといってよい。

このような日本の食生活に起きている変化は「食べること」本来の在り方を逸脱しているように思えてならない。少なくとも諸外国ではあまり見ることができない憂慮すべき状況なのである。食事をするには栄養を摂ること以外に、いろいろな社会的役割があったことが忘れ去られようとしている。豊かで、便利な食生活であればあるほどに、「食料の無駄遣いをしないこと」、「食事をするを大切に」、 「家族や友人と一緒に楽しく食べる」ことを大切にしなければならない。食物を大切に、体と心にやさしい食事を、家族そろって楽しく食べることを教える「食育」国民運動が始まったのはこの事情による。

# ゼリー飲料市場を創造した驚くべきヒット食品 — 「ウイダー in ゼリー」 森永製菓株式会社 —

田形 暁作\*

\*TAGATA Yoshinari (TAGATA食品企画・開発)

Key Words：ウイダー in ゼリー・ヒット商品・商品開発・ブランド化・マーケティング戦略

## はじめに

森永製菓（株）は1899年6月に森永太郎が米国で11年間、西洋菓子の製法を習得し帰国し、8月に赤坂溜池に西洋菓子製造所を創設、森永商店と称した。この年の主な発売商品はマシマローなどのソフトキャンディー類、キャラメル、チョコレートクリームであった。業界のパイオニアとして近代化を進め、菓子業を産業に育て上げた。終戦直後の飢餓寸前の食糧事情のなか、子供たちの栄養状態は極めて悪く、西洋菓子原料も不足していた。1949年末から原料統制が撤廃され、キャラメルブームが起きた。森永はキャラメルや、ドロップ類、チョコレート類、ビスケット類の最新式大型設備・機械類などを欧米各国から相次いで輸入し、戦前に勝る大量生産システムを完成した。社名も森永食糧工場から森永製菓とし、西洋菓子メーカーとして新たなスタートを切った。その後、ミルクキャラメル、ミルクチョコレート、アイスクリームなどの新商品を発売し順調に規模を拡大していった。

## 1. 健康食品事業に参入

1983年4月「おいしさ、たのしさ、すこやかさ」

の提供を企業理念とする森永は、すこやかな心と体づくりのための商品やノウハウを提供することを目的として健康事業部を新設し、森永としては全くの未開発分野であった健康ビジネスに本格的・組織的な取り組みを開始した。「おいしさ たのしさ すこやかさ」の提供を企業理念に掲げる森永にとって、時代の潮流を捉えた「健康ビジネス」の展開は欠かせない責務であった。事業部の基本方針は「科学的ソフトノウハウを核とした事業展開により、10年後には健康産業市場で実力ナンバーワンになる」である。健康事業部門は1983年の設立以来、米国ウイダー社との事業提携を核とした事業展開を行って今日に至っている。

ウイダー社はトレーニングと栄養の大切さを世界中に提供し続けている。ウイダー社を設立したジョー・ウイダーは国際的なボディビル大会である「ミスター・オリンピア」を創始したほか、世界的に有名な数多くのアスリートや一流トレーナーを育ててきた。1984年ウイダーブランド・サプリメントの販売を開始した。当初は全くのゼロからのスタートで、得意先開拓についても全国各地のボディビルジムにプロテインパウダーを中心に栄養補助食品を売り込むことから始めた。途中、数々の試練にさらさ



1988年当時の販売商品のラインナップ  
プロテインパウダー、サプリメント中心にボディビルダーに販売

れたものの、森永伝統のパイオニアスピリッツを發揮し、その都度、壁を乗り越えきた。

## 2. ウイダー in ゼリーの開発と販売ルート

1983年「これからますます健康への関心が高まっていくに違いない」という判断のもと、『新プロジェクト』を立ち上げた。『健康事業部』を新設し、アメリカ・ウイダー社との提携に乗り出した。日米の様々な相違により提携には困難を要した。例えば、食品基準の違い、市場の見透しなどである。1983年10月に様々な難題を次々とクリアし、両社の提携は成立した。翌年、プロテインパウダー中心にウイダー商品を



1992年缶ドリンク3品（ウイダーインドリンク）を発売。  
「エネルギーイン」「ビタミンイン」「プロテインイン」の3種

発売。（商品ラインアップは先に写真で紹介）  
アスリートをバックアップするため研究を積み重ね、ジムなどに売り込んだ。プロテインの愛用者はボディビルダーやスポーツマンに限られた。ウイダー商品の良さをもっと多くの人に伝えたいという思いから1992年ウイダーインドリンクシリーズを九州地区で発売開始。結果は全く売れなかった。健康事業部としても先行きに不安がでてきた。

### ◆1994年「ウイダー in ゼリー」を発売。

ここでお客様からの要望を真摯に聞き取り分析した。その結果、「練習前に飲むだけでなく、食べた感じがする、腹にたまるようなものが欲しい」と選手が言っていたという声が聞こえてきた。この声から「手軽に、しかも確実にエネルギー補給ができる」そういった食品ができないだろうかを考え始めた。そこで、気が付いたことは「自社で飲むゼリーを扱っていた」ことだ。ここで、ドリンクではなく「ゼリーにしよう!」という気持ちが強くなってきた。ちょうどその頃、容器メーカーから「チアバック\*」の提案があった。ストロー付きパウチという、スポーツ選手にうってつけの容器。携帯性にも優れている。

1994年2月チアバック容器入り2品が開発された。ごはん1杯分のエネルギー補給を目的とした「エネルギーイン」と食事1回分のビタミン類が補給できる「ビタミンイン」である。



\*チアバックは細川洋行が1985年に開発した容器である。商品特長は持ち運びやすい、絞り出すことができる、飲んだあとかさばらないなどである。世界的に使用実績が少なかったチアバックを『ウイダー in ゼリー』に最初に採用した。

健康事業部の販売ルートである薬局・薬店、スポーツ用品店、スポーツジム（フィットネスクラブ、トレーニングジムなど）で販売を開始した。『ウイダー inゼリー』はコンビニでのテスト販売を経て、1995年4月からは食品事業本部の一般食品ルートを通じた量販店やコンビニでの本格発売に踏み切り、1996年4月からはさらに菓子ルートを加えた全ルートでの販売を開始した。

#### ◆プロテインインを発売

1995年には「プロテインイン」を発売。スポーツルート中心の販売から全国コンビニエンスストアなどに販路を拡大。テレビCMの連動で爆発的な売れ行きを記録。



1996年からは「10秒でとれる朝ごはん」というキャッチフレーズで、大々的なPRを展開。さらに、商品パッケージ表面楕円部に、エネルギーインには「10秒でとれるエネルギー！」とビタミンインには「10秒でとれるビタミン！」を表記した2品を改良発売。



#### ◆ファイバーインを発売

1997年には5大栄養素に続く第6の栄養素として注目されており、現代人に不足しがちな食物繊維を5g配合した「ファイバーイン」を

全国発売した。



“いつでも、どこでも簡単に腹持ちの良い食品が摂取できる”という『ウイダー inゼリー』が日本国内の消費者に浸透していった。

### 3. 新コピー、新タレントの起用が売りに上げに拍車

「ウイダー inゼリー」の販売ルートを、当初の健康事業部ルートから全ルートに広げた背景には、スポーツ選手のための栄養補助食品という専門的な消費者から、時間がない、食欲がない、場所がないときの朝食代わりやスポーツの場面以外にも利用できる栄養補助飲料として、日常的な消費を拡大させようという森永の事業戦略が新たに決まった。市場開拓に手ごたえを感じた森永は1997年からは『ウイダー inゼリー』を食品事業本部の取扱商品として、一般向けの販売促進とPR活動をさらに積極的に展開した。

『ウイダー inゼリー』は発売以来、飛躍的な伸びを示し、発売3年で100億に達し、5年目の1999年年度には200億円を超える勢いを示していた。1999年3月、ウイダーのロゴを世界統一マークに変更し、パッケージにも改良を加えた。キャッチフレーズを『10秒チャージ、2時間キープ。』に変更するとともに、イメージキャラクターとして人気タレントの木村拓哉を起用するなど、PR戦略の全面リニューアルを実施。同時に「プロテインイン」の販売ルートを拡大した。



世界統一のマーク

キャップを開けやすくし、倒れにくくし、さらに、デザインも改良した。新キャッチコピー「10秒チャージ, 2時間キープ。ウイダー in ゼリー」朝ごはんがわりのイメージが定着するなか実施した消費者調査の中で、何かをしながら、あるいは、何かをする前に飲むという「積極的つなぎ食」であることが見えてきた。それをキャッチコピー化した。



「ウイダー in ゼリー」は、近い将来年間 300 億円を上回る売り上げが予測される新しい主力商品として、新世紀の森永を開く期待を担うものとなっていた。

#### 4. 新世紀(2000年)に入ってからの新商品

2000年

●「ファイバーイン」は1999年11月厚生労働省の特定保健用食品を取得したのでデザイン



を改良。

2001年

●女性のための機能性ゼリー飲料。小容量70gの新形態を提案。ファイバー, コラーゲン, ファットバーナーの3品ウイダーFシリーズ

2002年

●デザート感覚でおいしくダイエットすることを提案。「ボディデザイン」とパッケージ表示。ウイダーFシリーズ ボディデザイン発売

2003年

●健康とスタイルを気にする女性に。低カロリー化。「Diet」とパッケージ表示。

●「PROTEIN」にコラーゲンペプチド1000mg新配合。機能性成分コラーゲンペプチドを表面に表示。

2004年

●健康とスタイルを気にする女性に, 低カロリー化。「Beauty」とパッケージに表示。

●コンディションづくりに欠かせない11種類のビタミンが配合されていることを強調。

2005年

●ウイダーを2シリーズ化。時代のニーズを捉えて機能性に特化したダイエットウイダーシリーズとファイバーイン, コラーゲンインの2品を発売。ダイエットウイダーファイバーイン, コラーゲンイン発売

2006年

●パイナップル風味からヨーグルト風味へ。おいしさと手軽さアップ。

●カロリーや機能性の特徴をパッケージに記載。ファイバー, 低カロリー, コラーゲン, 低カロリー

●積極的つなぎ食であることを再コピー化。エネルギーイン, マルチビタミンインをパッケージ表面に記載。楕円形のコピーも「10秒チャージ」から「10秒メシ」に変更。

2007年

●マルチビタミンイン, ファイバーインに並

ぶコンディションづくり商品としてマルチミネラルインを発売。

2008年

●ファイバーインのフレーバーをオレンジ味へ。ビタミンC一日分も新配合。

2009年

●発売15年を迎えたウイダーインゼリー。キャッチコピー「地球ニハ、進化シタ、メシガアル、10秒メシ、ウイダーinゼリー」手軽にすばやく腹持ちと栄養が得られるという画期的な食形態であることを改めて提案。発売15周年を記念して、新デザインで発売。デザインを一新。一目で機能性、フレーバー、カロリーが分かるデザインへ。



●「元気」の補給に機能特化したローヤルゼリーインを発売

2010年

●ビューティーインを発売。

●2010年の商品のラインアップ。



各商品パッケージの表記をリニューアル「ウイダーinゼリー」は2000年に入ってから新商品、改良品を毎年、販売し続けた。2009年には発売15周年を迎え、300億円前後の売り上げをキープし、チアパック市場の50%以上のシェアもキープした。

## 5. 「ウイダー in ゼリー」09年売上高 275 億円

森永製菓は、チアパックゼリーのトップブランドである「ウイダー in ゼリー」の08年度の売上高は285億円（小売ベース）である。07年の過去最高となる310億円から減少となった。ゼリー飲料市場自体も競争環境の激化と低価格帯商品の増加の影響を受け07年の540億円から08年は530億円と微減となった。森永製菓のシェアは07年の57%から08年は54%と若干落とした。09年度の売上高は、前年比4%減の275億円となった。同ブランドの最近の売上高推移は、2年連続で減少となった。この苦戦の原因を、機能性食事代替食への節約意識が高まりなど消費者の意識変化と、これまで訴求してきた「10秒メシ」がライフスタイルの変化などで時代とズレが生じたことによるものと分析している。10、11年度はブランドスローガンの「Power Your Life」のもと、前向きでアクティブなブランド世界観を構築し、ファンづくりを進めることで売上高300億円の回復を目指す構えである。

## 6. 「ウイダー in ゼリー」をターゲット、TPOと5Pにのっとり紹介

新商品を開発し、その商品がお客様の手に届くために、筆者は新商品開発5Pをチェック用に使用している（図1）。

まず第一に「Product」ありきである。「Product」には商品コンセプト、商品仕様、ネーミングなどを決定しなければならない。第二は「Package」である。包装仕様、デザインなどを決定しなければならない。第三は「Price」である。第四は「Place」である。『Target』の属性を定め、お客様に届けるにはどのチャンネルが良いのか。量販店なのか、CVSなのか、専

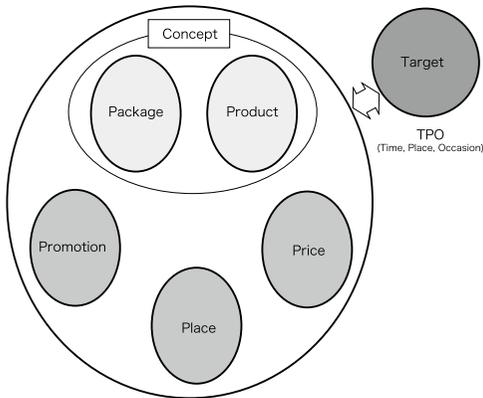


図1 商品開発5P；開発品はユーザーの手元に届く仕組みになっているか

専門店なのか、ドラッグなのか、それとも通販なのか。色々なチャネルがあるので選択と集中が必要になる。第五は「Promotion」である。店頭プロモーション、媒体プロモーションなど費用がかかるので効果的なメディアミックスが重要である。

最後に5Pではないが、『Target』がある。全ての5Pは『Target』を明確にした後のことである。「Product」は『Target』が明確にならないと決まらないはずである。さらに、包装仕様を決定するうえで重要なのがT (Time), P (Place), O (Occasion) である。この考えに基づき、「ウイダー in ゼリー」の開発から現在までを整理してみる。

1983年健康事業部を設立し、その年にアメリカウイダー社とウイダー商品販売の提携をした。商品とマーケティングはウイダー社からの導入であり、森永製菓は販売のみを担当するビジネスである。しかも、一般菓子販売は体制が確立しているが、スポーツジムの販売ルートは未経験である。この分野で苦勞され、1992年にウイダー in シリーズの缶飲料を販売したが大失敗。この失敗から1994年「ウイダー in ゼリー」の商品が誕生する。お客様の要望に耳

を傾け真摯に聞いたこと。これが重要である。要望は「食べた感じがする、腹にたまるようなものが欲しい」と選手が言っていた。さらには「手軽に、しかも確実にエネルギー補給ができる」といった声である。この声から、缶飲料ではなくチアパックのゼリー飲料に結びつくのである。この時点ではターゲット、TPOは既に決まっており、「Product」、「Package」、「Place」も決まっていた。

問題は売り上げを増やすために「Place」をスポーツジムなどから大量消費が期待できるコンビニ、量販店に如何にして展開していくかである。この解決方法としてコンビニでのテスト販売に成功したことが販売ルート拡大には大変貢献した。「Promotion」は木村拓哉を起用し、『10秒チャージ、2時間キープ』のコピーで一般の消費者の心をつかんだことである。1994年発売から1999年までに5Pの大枠は整ったと言える。2000年からはシリーズ商品開発と改良に主力を置き現在まで発展してきた。

#### おわりに

1994年から1999年のほぼ5年間で500億円以上の市場の基盤を創造し、『ウイダー in ゼリー』の売り上げシェアは現在でも50%を超えていることは大変価値があることである。ワンブランドで100億円以上売れる商品がなかなか出てこない中、300億円は特筆される。今後も、社会環境の変化を察知しながら、顧客視点に立った商品を出し続けゼリー飲料市場の拡大に貢献していただきたい。

#### 謝辞

本文を書くに当たりアドバイスをいただいた、森永製菓株式会社ウイダー事業本部マーケティング部ウイダー in ゼリー カテゴリーマネジャー永野浩司様にお礼を申し上げます。



## “薬膳”の知恵 (63)



Key Words : 薬膳 ■ 食養生 ■ 咳嗽 ■ 喘息 ■ 養生茶

荒 勝俊\*

日常生活の中で、咳嗽・喘息の症状を良くみかける。特に秋から春にかけて咳をする人が増える傾向にある。自然界では、風、寒、暑、湿、燥、火という“六気”の変化に伴い気候が変化するが、これらは万物の成長・発育に大きく影響を及ぼし、六気に異常が起こると邪気となって発病因子に変わる。秋から春にかけて寒さと乾燥が大きき季節変化として起こるので、咳嗽や喘息の原因は寒邪や燥邪が発病因子となる。中医学からみると、寒邪や燥邪は肺、脾、腎を侵す事から、これらの臓器の養生が重要となる。

中医学は、《すべての物質は陰陽二つの気が相互作用し、表裏一体で構成されている》と考える（陰陽学説）と、《宇宙に存在する全ての事象は“木・火・土・金・水”と呼ばれる五つの基本物質から成り、その相互関係により新しい現象が起こる》と考える（五行学説）に基づいた独自の整体観から構成されている。即ち、人体も自然界の小宇宙として“陰”と“陽”が存在し、常に相互作用しバランスを保ちながら生命活動を営んでいるが、脾胃の働きが崩れる事で気・血・津液のバランスが崩れ咳嗽・喘息

などの症状が生じると考えている。そこで、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“薬膳料理”を食す事で人が本来もっている臓器の機能を回復させ、身体の内部を整える事で咳嗽・喘息が改善できると考えている。



### 1. 中医学における咳嗽・喘息



“喘息”は、中医学において“喘証”や“哮証”に属している。

喘息や咳嗽の原因としては、①外界の環境因子（季節変化など）による邪気の侵入、②臓腑機能の失調、に分類される。

#### 1-1. 外界の環境因子（季節変化など）による邪気の侵入

##### 1) 春と咳嗽・喘息

五行学説において、春は木に属し、風に通じている。風は陽邪で、身体の上半身を傷めやすい（軽揚開泄（けいようかいせつ））。症状とし

\* 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)

ては、熱、微汗、咳嗽、喘息、クシャミ、鼻水、鼻づまり、咽喉痒痛、などである。また、春は万物の成長の時期であり、寒い冬から暖かい春に向かう中で陽気が段々と高まり、花が咲き乱れる。こうした自然環境において、杉花粉などのアレルギー症状による鼻水、鼻閉、咳嗽、などもこの時期に起こる。

風寒邪気に対して良く用いられる生薬は、桂皮、紫蘇、生姜、葱白、香菜、などがある。

## 2) 秋と咳嗽・喘息

秋になると、気候が涼しくなり、乾燥してくる。中医学では、秋は燥が主気で、口鼻から肺を侵すという特徴がある。従って、この時期は皮膚がかさつき、喉が渇き、鼻も乾燥して鼻血などが出易くなる。乾燥した空気は燥邪となって口や鼻から身体に侵入し、水分を消耗させ、潤を好む肺に入り込むために、咳嗽、喘息、便秘、痰に血が混じる、などの症状を呈する。

燥邪に対して良く用いられる生薬は、麦門冬、百合、玉竹、などがある。

## 3) 冬と咳嗽・喘息

冬は寒くて乾燥しており、冬の主気は寒である。寒は陰邪で、陽気を傷つけ易い。寒邪が身体に侵入すると、身体の陽気が侵されて悪寒、下痢、冷え、咳嗽、などを引き起こす。また、冬は乾燥しており、燥邪によって肺が侵され、咳嗽や喘息の症状を呈する。

## 1-2. 臓腑機能の失調

### 1) 肺虚

肺は宣発と肅降によって呼吸と気を司る。しかし、燥邪の侵入などにより肺が乾いてしまうとその働きが低下し、咳嗽や喘息の症状が引き起こされる。

### 2) 痰湿

痰湿咳嗽の原因は脾の働きによる。脾は食物の水穀精微を肺に運び、全身に拡散させる働きを持つが、脾が異常をきたすと水穀が痰湿に変化し、肺に溜まる。中医学において、“脾は生

痰の源なり、肺は貯痰の器なり”と言われるのはこの所以である。粘りのある痰が肺に充満して排出されないと、肺の本来の宣発と肅降の働きを失調し、喘息の症状を呈する。

脾の働きの低下による痰湿には、健脾燥湿化痰の効果を有する陳皮、茯苓、薏苡仁、党参、炙甘草、などが用いられている。

### 3) 肝火

中医学では、人間の感情（怒、喜、思、憂、悲、恐、驚）が身体の生理活動を損なう事を重要視している。

怒りが継続すると肝を傷め、肝気が停滞する。肝気が停滞すると、疏泄の働きが悪くなり肝鬱となる。さらに肝火に変化すると、肺金を反剋し肺の津液を消耗させる。この様な状態になると、肺の宣発と肅降の働きが失調し、空咳などの症状を呈する。

### 4) 腎虚

呼吸活動は肺が司り、濁気を排泄し、清気を吸収する働きを有する。この中で、気を吸い込む作用には、腎の納気（気を納めて貯蓄する作用）が極めて重要な働きを持っている。腎虚になると、腎不納気により肺の呼吸が弱まり、咳嗽、喘息、息切れ、などの症状を呈する。

腎気を高め喘息を改善する生薬として、冬虫夏草、胡桃、肉桂、五味子、などが用いられている。



## 2. 咳嗽・喘息の食養生



### 1) 補益止咳平喘（肺虚の改善など）

気虚や陰虚が原因で肺が乾いてしまう事が原因で起こる咳嗽や喘息には、鶏肉、玉子、鴨肉、豚肉、豚レバー、タウナギ、牡蠣、長芋、人参、栗、胡桃、冬虫夏草、白クラゲ、落花生、黒胡麻、蜂蜜、ブドウ、などが用いられる。

補益止咳平喘	風邪咳嗽	理気化痰止咳	健脾利水化痰止咳	化痰止咳平喘
 鴨肉 鶏肉 豚肉  鶏卵  落花生  栗  山芋  人参  豚のレバー  牡蠣  白キクラゲ  胡麻  タウナギ  ブドウ	 葱  紫蘇  生姜  香菜  菊花	 オレンジ  蜜柑	 冬瓜  薏苡仁  鯉	 柿  里芋  銀杏  梨  昆布  びわ  竹の子  海苔  ヘチマ  くらげ

図1 喘息の食養生

2) 風邪咳嗽

風邪による咳嗽には、香菜、生姜、紫蘇、薄荷、菊花、葱白、などが用いられる。

3) 理気化痰止咳

肝鬱など、気機の流れの悪化で引き起こされた症状を解消し、痰を止め咳を止める働きのある食材として、蜜柑、オレンジ、などが用いられる。

4) 健脾利水化痰止咳

脾の働きを回復させ、痰湿を改善し咳を取る食材として、冬瓜、鯉、薏苡仁、などが用いられている。

5) 化痰止咳平喘

去除痰飲、痰湿体質を改善し、呼吸機能を調整して咳嗽や喘息を改善する効果を持つ食材として、海苔、昆布、くらげ、里芋、竹の子、ヘチマ、梨、杏仁、銀杏、羅漢果、柿、びわ、などが用いられている。



3. 咳嗽・喘息と養生茶



甜茶（てんちゃ）には“甜茶ポリフェノール”が多く含まれており、甜茶の抗アレルギー作用や抗炎症作用について多くの研究や臨床試験があり、喘息や花粉症などのアレルギー性鼻炎の症状を緩和する効果が報告されている。甜茶は「甘いお茶」の総称で、中国南部において古くから旧正月に“一年の幸せを願って飲む”，とてもおめでたい茶である。甜茶は4種類が知られおり、バラ科キイチゴ属の甜葉懸鈎子（てんようけんこうし）、ユキノシタ科の臘蓮繡球（ろうれんしゅうきゅう）、アカネ科の牛白藤（ぎゅうはくとう）、ブナ科の多穂石柯葉（たすいせきかよう）があるが、喘息などに効果があるのは別名“開胃茶”とも呼ばれる甜葉懸鈎子だけである。甜葉懸鈎子は広西省壮族自治区桂林の奥地に自生する落葉低木で、この葉を使って甜

茶が作られる。

また、紫蘇の葉には鎮静作用が有り、喉の痛み、咳止め、喘息、扁桃炎に効果があるといった報告があり、紫蘇の葉を使った薬用茶も効果がある。

最近の研究では、緑茶の「べにふうき」という品種に含まれるメチル化カテキンが花粉症の症状緩和に効果的との報告もある。

#### 【中国・上海事情④】

上海で無性に納豆が食べたくなったので、日本の食材を扱うスーパーに買出しに行った。店内で納豆を探しまわっていると、店員から流暢な日本語で何を探しているのかを聞かれた。そこで、納豆が欲しいと伝えると、なんと冷凍された納豆を手渡された。どうも中国人は納豆の臭いが嫌だと言って食べない様で、日本人にしか売れない様だ。醤油や味噌が上海から1時間程離れた蘇州の径山寺から伝わったというのには有名だが、本家の中国人があまり醗酵食品を食べていないのには驚いた。ちなみに、径山寺は栄西禅師が中国に来て茶を持ち帰った事でも有名である。

ヨーグルトなどの乳酸醗酵食品も店内で沢山売られているが、ほとんどが果実や砂糖入りのもので、プレーンタイプのはあまり目にしない。中国では、中秋節を大切にす。日本にもお月見という風習が少し前まで残っていた。月に向かっておだんごとススキを飾っていたの



図2 納豆

を思い出す。中国では、家族や友人と月を見て過ごすのがならわしで、この時期に合わせて世話になった老師（先生）や知人に月餅を送るのだそうだ。この月餅、普通の餡だけが入ったものだけでなく、肉やフカヒレ、ツバメの巣、などが入った高価なものまで飛び交っている。月餅の形をしたアイスクリームまで売られているのには驚いた。昔、クリスマス・デコレーションケーキがアイスできていて子供心にカルチャーショックを受けたのと同じ感覚だ。

\*\*\*\*\*

今回は“葱と鮭”を題材にした落語を紹介する。

『ねぎまの殿様』は二代目の立川談志が、秋刀魚をねぎま汁に換えてねぎまの殿様として行ったのがはじまりと言われている。五代目古今亭今輔が得意とした。

“ねぎま”とは、「葱と鮭の肉を鍋で煮て食べる料理」である。江戸・延享（1744～1748）の頃は、鮭、サツマイモ、南瓜は下品な食材であり、町人も表店の者は食する事を恥じていた。天保（1830～1844）の頃、マグロは捨てるほど大漁に獲れたが、それに目をつけたある寿司屋が鮭の身を醤油に漬け込んだ赤身の鮭（ズケ）を寿司に握ったところ、江戸っ子に好



図3 ねぎまの殿様

まれ大流行した。鮪のトロが旨いと言われる様になったのはなんと戦後の事である。当時、鮪のトロは脂肪が多くて下品な味として嫌われており、“ねぎま”はこの捨てられる様な部位を利用して作られた食材であった。

### 【ねぎまの殿様】

本郷に住むお大名、三太夫を連れて向島の雪見にお忍びで出掛けた。

本郷三丁目界隈から筑波おろしの北風が吹きすさぶ中、馬に乗って湯島切り通しを下って上野広小路に出る。

このあたりには、“ねぎま”、“はま鍋”、“深川鍋”などの煮売り屋が軒を連ねており、小鍋仕立ての料理がいい匂いを発していた。

殿様はその匂いにいたたまれず、三太夫が「下賤の者が飲食するところだから」と止めるのも聞き入れずに一軒の煮売り屋に入った。

醤油樽に座ってみたものの、何を注文して良いのか判らない。

煮売屋のおやじがいろいろと説明するが、殿様にはまったく理解できない。

隣の客が食べているものを見て、うまそうなので料理の名前を聞くと“ねぎま”だと言う。殿様には「にゃ〜」としか聞こえなかった。

“ねぎま”が運ばれてきたが、鮪は骨や血合いが混ざったぶつ切りで、ネギも青いところまで入った小鍋であった。

殿様には鍋の中の白・赤・青と三色が三毛猫の様に見えた。

食べるとネギの芯が鉄砲のように口の中に飛び出してきた。

酒を注文するとサブロクとダリがあり、ダリは四〇文で少し高いが灘の生一本だというのでダリにする。

たいそう満足して、向島に行くのはまたの日にしてそのまま屋敷へ戻る。

城に戻ったが、殿様は“ねぎま”の味が忘れられない。

ある日の昼、料理の一品だけを殿様の食べたいものが所望できるという。

御膳番の当番にあたった留太夫が殿様に聞きに行くと、「予の好みはニャーである」と言う。聞き返す事も出来ず悩んでいると、三太夫から“ねぎま”の事だと教えられた。

料理番も驚いたが、殿のからだを心配してマグロは賽の目に切って蒸かして脂抜きをし、ネギは茹でて臭みを抜いて調理した。

殿様、一口食べるが美味い訳がない。

殿様は、「これはニャーではない。三毛のニャーをもて」と立腹。

困った留太夫は三太夫に相談。鮪は血合いの部分も入れ、葱は青いところを炙って入れると白・赤・青と三色になると教えられてそのとおりにして出すと殿様は満足する。

鮪のブツと青ネギが入った本格的な三毛(ミケ)の“ねぎま”が出来てきたので、殿様上機嫌にダリを所望。

すると今度はダリをもてと言う。再び三太夫に聞いて爛徳利に酒を入れ、猪口を添えてお盆にのせて出すと、「ニャーといいダリといい予は満足じゃ」と喜ぶ。

「留太夫、座って飲むのは面白くない。醤油樽をもて」

\*\*\*\*\*◀◀

引用文献

- 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 宛暁春主編 中国林業出版社
- 9) 中国茶図鑑 工藤佳治, 兪向紅著 文藝春秋
- 10) 皇帝内経 養生図典 海豚出版社

白石カルシウムの炭酸カルシウム

炭酸カルシウムとは？

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

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

一般の栄養強化には、「ホワイトン」

機能を求めるならば、「コロカルソ」

飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」

詳細につきましては、弊社営業担当にお気軽にお尋ね下さい。

 白石カルシウム株式会社

食品部：東京都千代田区岩本町 1-1-8 TEL. 03-3863-8913  
本社：大阪市北区同心 2-10-5 TEL. 06-6358-1181

## 築地市場魚貝辞典 (マイワシ)

秋の築地。といっても日差しは弱く、冬の足音が近く感じられる。街路樹の葉も落ち、道端に木の葉が舞う。かつて銀座のヤナギは有名であったが、度重なる火災や道路の拡張によって失われ、現在ではいろいろな種類の樹木が植えられているようである。築地市場の周辺も、度重なる道路の拡幅工事で、かなり景観が変わってしまった。現在、築地界隈に植えられている街路樹は、ヤナギ、ケヤキ、サトウカエデなどである。大きなサトウカエデの葉を踏みしめながら市場へ向かうとき、ふと青い空を見あげると、いわし雲が浮かんでいる。巻積雲という雲の呼び名の一つであるらしいが、いかにも魚の鱗のようで、観察力に感心してしまう。巻積雲は秋だけでなく一年中見られるようであるが、秋に多く見られ、高層にあるため空も高く見えるのであろう。天高く。今回は秋の魚、マイワシを紹介する。



マイワシ

### 一分類一

マイワシを分類学的に表すと、ニシン目ニシン科マイワシ属となる。おや、イワシはニシンの仲間なのか？と思われる方もおられるであろう。イワシの仲間は、ニシンの仲間と言い換えることもできる。実際、小ぶりのニシンを見るとマイワシによく似ている。特徴から見ると、胸鱗（むなびれ）が体の腹側にあり、側線が発達しない魚のうち、口が小さく、腹部の正中線上に稜鱗（りょうりん；トゲのようになった鱗）があり、上顎の中央に切れ込みが無く、鰓蓋（さいがい；えらぶた）に骨質の背側から腹側に向かうスジがある魚、ということになる。ニシンの仲間は、古くは白亜紀前期（およそ1億年前）の化石が見つかっており、現在生きている魚の中では、比較的起源の古い魚ということができる。

ニシン目には5科が含まれ、日本近海にはニシン科とカタクチイワ

シ科，ヒラ科，オキイワシ科の4科の魚が分布する。ヒラ科とオキイワシ科の魚は，ふつう流通しない。ニシン科の魚のうち一般になじみのある魚としては，ニシンのほかに鹿児島の名物であるキビナ



ヤマトミズン

ゴ（キビナゴ属），ウルメイワシ（ウルメイワシ属），岡山で「ままかり」と呼ばれるサツパ（サツパ属），寿司で「こはだ」と呼ばれるコノシロ（コノシロ属）などがニシン科に含まれる。カタクチイワシ科にはカタクチイワシのほか，有明海の名物であるエツがあるが，築地には入荷しない。マイワシ属の魚は，日本近海にはマイワシ1種だけなので問題ないのであるが，世界にはマイワシを含め5種が知られている。これらの5種は日本周辺，北米西岸，南米西岸，オーストラリア南部～ニュージーランド，南アフリカと分布域が隔たっているが，互いにたいへんよく似ているので，分布地域を考慮しないと専門家でも頭を悩ませることになる。ヨーロッパ沿岸にはピルチャード（サルディナ属）という，これまたマイワシにそっくりな魚が分布している。肉眼的には，鰓にある鰓耙（さいは）とよばれる櫛状の器官の長さの違いでようやく区別できる程度である。日本近海にいるマイワシの間は，マイワシ1種だと書いたが，沖縄に行くと，これまたマイワシそっくりな魚が売られていることがある。ミズンとかヤマトミズンと呼ばれる魚で，これも，鱭の形など細かなところを除き，マイワシに良く似ている。

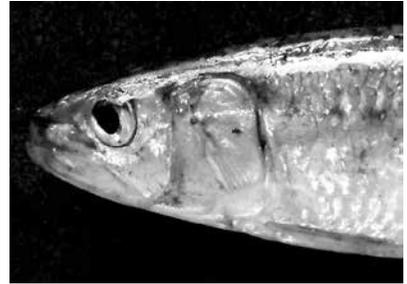
### 一形態一

マイワシも店先でその姿が丸のまま見られる魚の一つなので，およその形を思い浮かべていただけたらと思う。もっとも，マイワシもマアジやマサバと区別できない無関心な人も多いようではあるが。体はやや細長く，断面は楕円形をしている。体型には個体差があって，細長く痩せた感じのものから，太って丸々して見えるものまである。マアジなどと同じように，沖合を回遊するものは細長く，一定の場所に付いているものは太い傾向がある。口はやや小さいが，開いた時には下だけでなく左右にも広がり，大きな筒状になる。この広い筒状の口のすぐ後ろには鰓があって，鰓にある鰓耙（さいは）という櫛状の器官で餌のプランクトンを濾し取って食べている。鱭（ひれ）



体型の違い

はどれも大きくない。胸鰭（むなびれ）は先にも触れたように、体の腹側、鰓蓋（さいがい；えらぶた）のほぼ下にある。マダイやマアジ、ヒラメなど多くの魚の胸鰭が鰓蓋の中央付近にあるのとは異なっている。腹鰭（はらびれ）も小さく、背鰭と同じく体の中央付近にある。臀鰭（しりびれ）は体の後方にある。尾鰭は二股になっている。鱗はやや大きく、取れやすい。ある方に、イワシ（類）は外敵に襲われると自ら鱗を落として逃げる、と聞いたことがあるが、真意のほどは定かでない。



鰓蓋にある斜めの筋



斑紋のいろいろ

背面は青黒く、腹側は白い。鰓蓋（さいがい；えらぶた）の後から尾鰭（おびれ）の付け根付近まで、小さい黒点が並ぶ。この黒点の大きさや数、列の数は個体によってさまざまであるが、一列で7つの印象が強いのか、一般に「7つ星」と呼ばれる。体長 20cm を越える。

### —生態—

資源の増減によって分布域も変わるが、オホーツク海から南シナ海北部まで記録がある。通常は北海道から九州に分布する。沿岸の海面近くを泳いでいることが多いが、水深 100m 付近まで降りることがあるらしい。泳ぎながら口を大きく開き、主に植物性のプランクトンを鰓耙（さいは）で濾しとって食べる。

産卵期は、11月から6月で、南で速く北に行くほど遅くなる。直径 1.5mm ほどの浮遊性の卵を、一度に1万から4万粒産卵する。1年で体長 15cm、2年で 20cm に成長する。寿命は 5～6年。

マイワシは、昔から豊凶を繰り返してきた。近年では、1960年代から1970年代にかけて減少し、1965年には全国の漁獲量がわずかに9千トンにまで落ち込んだ（マダイの漁獲量でさえ1万トンを超えている）。その後1980年代になって増加に転じ、1988年には449万トンに達した。しかし、1990年代後半から再び減少し、現在も十数万トン台の低い水準のままである。乱獲などさまざまな説が考えられたが、現在ではレジームシフトと呼ばれる地球規模の気候変動が、マイワシの生存に大

大きく影響を及ぼしていると考えられている。数十年単位の変動のうち、寒冷な期間にマイワシは増加し、温暖な期間に減少している。マイワシの餌となるプランクトンの増加、親魚の栄養状態の好転、良好な卵の産卵から、稚魚の生き残りまで、この寒冷な環境に起こっている。このような気候変動は、太陽活動との関連が指摘されていて、マイワシの資源量を知るためには、宇宙も視野に入れなければならない、自然界の壮大な流れに驚かされる。

### 一 漁業

マイワシは沿岸から沖合で大きな群れを作るので、群れの周囲を取り囲むように網を入れていき船に引き上げる旋網（まきあみ）、魚の通り道に仕掛けた定置網などで漁獲されている。旋網漁は、網を載せた船と魚を運ぶ船などで船団を組んでいる。数隻の網船が網を絞っていくと、網の中にマイワシの群れが見えてくる。網船の横には大きな運搬船が待ち構えていて、跳ね回るマイワシを船庫に飲み込み、港へ急ぐ。一網で大漁が期待できるマイワシであるが、生態の項でもふれたように、数十年単位で増減を繰り返しているのので、漁獲量が安定しない。現在は、資源の少ない常態が続いている。

養殖は行われていない。また、マイワシの分布の中心が日本列島であるため、外国からの輸入は少ないと思われる。しかし、マイワシの減少に伴い、マイワシ以外のマイワシ属の魚や、ピルチャードが輸入されている。

築地市場には、ほとんどが鮮魚で入荷する。量的に少ないが冷凍品もあった。仲卸の店先では、発泡スチロールのトロ箱にきれいに並べられたものや、水氷に入れられた姿を眼にする。産地は、茨城県、千葉県、三重県など太平洋側からの入荷が多く、ほぼ周年入荷している。輸入のマイワシ類は、カリフォルニアからマイワシ属の一種が鮮魚で入荷したことがあるが、冷凍や加工品として入荷するのが一般的である。冷凍品ではカリフォルニア産のマイワシ属の一



群れで泳ぐマイワシ



鮮魚で入荷

種のほか、南アフリカ産のマイワシ属の一種、オランダ産のサルディナ属が入荷した。加工されていない輸入のマイワシ類は、景気の低迷以来、ほかの輸入鮮魚と同様、見かけなくなった。

### 一利用一

マイワシの身は、血合が多い。鮮度の低下も早いので、今日のように冷却技術や交通網が発達する以前は、加工品のほか肥料にされていた。七回洗えばタイの味などとも言われるが、血合の多い特有のくせを洗うことによって軽減すれば、うま味を引き出せるということであろう。また小骨も多いが、細かいので気にせず食べてしまう。カルシウムの補充である。生食の刺身や寿司、塩焼や蒲焼、煮付け、身をたたいてつみれ、つみれを使った団子や練り物、干物、など、多彩な料理がある。かつての庶民の魚の面目躍如といったところであろうか。近年ではカルパッチョや、香草焼き、燻製など洋食にも重宝される。缶詰のオイルサーディンは、元々はヨーロッパのイワシ類を使ったものであるが、日本産の缶詰の中には、マイワシを使ったオイルサーディンもある。なお、イワシ類の加工品の一つであるアンチョビは、カタクチイワシ類を塩蔵発酵させたものである。成魚だけでなく、稚魚も利用されていて、稚魚を釜茹でにした「しらす」（マイワシ以外のイワシ類もある）は魚嫌いの人でも食べられるのではないだろうか。

マイワシの産卵期は、11月から6月である。産卵を終えた後、餌をたくさん食べ、栄養を蓄えてきた秋が旬といえるだろうか。

### 一エピソード一

生活に密着した身近なものの名称は、地域ごとに異なっていることが多い。魚の呼び名もそうで、現在は絶滅危惧種にも指定されることのあるメダカは、かつて日本のどこでも見られたので、その呼び名は1000を超えるという。しかし、イワシの名称は大きさを表す名称の大羽、中羽、小羽、しらすなどはあっても、イワシそのものの名称は、どこでもイワシのようである。分類の項でも触れたが、ピルチャードはマイワシとは別のグループである。しかし、外見が非常に似ているため、マイワシ類の英名に～ピルチャードが使われている。英語の辞書を見ると、一般にイワシの訳にサーディンが使われることが多い。なお、アンチョビとかアンチョペータなどと呼ばれるのはカタクチイワシの仲間である。

節分になると、マイワシの頭を柵の小枝に刺し家の戸口に挿す風習がある。これは、鬼が嫌うと思われていた柵（ひいらぎ）のトゲと鰭の臭で鬼を退散させようとしたものである。近世になって行われるよ

うになったもので、元は鰯（なよし；ボラの小ぶりのもの）の頭と柁を注連縄（しめなわ）に飾っていた平安時代の風習に由来すると考えられている。現在では家の戸口に鰯の頭などを置いたら、臭いも強く衛生的にも良くないと近所からクレームが出そうである。もっともイワシ離れが進んでいて、家庭でイワシを目にすることも少なくなっているのではないだろうか。確かに資源の減少で高価な魚となり、庶民の魚とはいえなくなっているが、それ以上に、目刺やイワシの煮つけなどを食べる風習も無くなりつつあるような気がしてならない。

### 文 献

- 1) 阿部宗明：新顔の魚 1970 - 1995（復刻版），まんぼう社（2003）
- 2) 岡村 収：土佐の魚のすべて，高知新聞社（1983）
- 3) 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）
- 4) 中坊徹次・町田吉彦・山岡耕作・西田清徳（編）：以布利 黒潮の魚，大阪海遊館（2001）
- 5) 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次：東シナ海・黄海の魚類誌，東海大学出版会（2007）

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

## ニューフードインダストリー 第54巻 第2号

印刷 平成 24 年 1 月 25 日

発行 平成 24 年 2 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