

New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2013 Vol.55 No.2

2

論 説

- ノロウイルスの代替としてのネコカリシウイルスに対する粉末化バイオイオナース[®] の不活化効果
- コレウス・フォルスコリ漸増試験
－「フォースコリー」の安全性に関する検証－
- 「フェアリー（妖精）」からの植物成長剤の開発の試み
- 知っておきたい日本の食文化 その二 飲酒文化の変遷
- コメの保健作用
- 現代の食生活を踏まえた米粉100%パンの開発
- 養魚飼料原料としての食品廃棄物やバイプロ－1. 菓子粉, 出汁粕, パン屑

エッセイ

- 伝える心・伝えられたもの -浅草海苔の町 大森 -

連 載

- 築地市場魚貝辞典 (ムツ)
- “薬膳”の知恵 (73)



New Food Industry

目 次

食品加工および資材の新知識

2013 Vol.55 No.2

論 説

- ノロウイルスの代替としてのネコカリシウイルス
に対する粉末化バイオイオナース®の不活化効果
..... 窪田 倭, 松澤 瞥三郎, 和田 雅年, 森 勲, 松下 行利, 山地 信幸 1

- コレウス・フォルスコリ漸増試験
-「フォースコリー」の安全性に関する検証-
..... 蒲原 聖可 5

- 「フェアリー (妖精)」からの植物成長剤の開発の試み
..... 河岸 洋和 9

- 知っておきたい日本の食文化 その二 飲酒文化の変遷
..... 橋本 直樹 15

- コメの保健作用
..... 芳野 恭士 25

- 現代の食生活を踏まえた米粉 100% パンの開発
..... 庄司 一郎 34

- 養魚飼料原料としての食品廃棄物やバイプロー 1.
　　菓子粉, 出汁粕, パン屑
..... 酒本 秀一 49

Contents

2013年 2月号

エッセイ

- 伝える心・伝えられたもの —浅草海苔の町 大森—
..... 宮尾 茂雄 58

連 載

- 築地市場魚貝辞典 (ムツ)
..... 山田 和彦 69
- “薬膳”の知恵 (73)
..... 荒 勝俊 73

News Release

- コンパクトで使いやすい食品放射線測定器の新製品「PM1406」
..... 日本法人「Polimaster Pacific 株式会社」 78

~~~~~

**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  
**コクベース**  
ラクティックイーストエキス  
乳加工品・製パン・製菓・チーズ・パターへの  
コクづけ、味や風味の底上げなど、ユニークな  
特長がある乳酵母エキスです。

**new発酵調味料**  
**D&M**  
ディアンドエム

酵母エキス系調味料  
**コクベース**

ゼラチン＆小麦グルテン  
酵素分解調味料  
**エンザップ**

**DM**

**大日本明治製糖株式会社**  
食品事業部

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

# ノロウイルスの代替としてのネコカリシウイルスに対する粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>の不活化効果

窟田 倭 (KUBOTA Sunao) <sup>\*1</sup> 松澤 皓三郎 (MATSUZAWA Kozaburo) <sup>\*1</sup> 和田 雅年 (WADA Masatoshi) <sup>\*1</sup>  
森 黙 (MORI Isao) <sup>\*2</sup> 松下 行利 (MATSUSHITA Yukitoshi) <sup>\*3</sup> 山地 信幸 (YAMAJI Nobuyuki) <sup>\*1</sup>

\*1 セパレーターシステム工業株式会社 技術開発部, \*2 美吉野製薬株式会社, \*3 松下工業株式会社

Key Words : ノロウイルス・クエン酸・粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>・食中毒・消毒・感染予防

## はじめに

ノロウイルスは厚生労働省の食中毒統計で原因物質別発生事件数および患者発生数において常に上位を占めている<sup>1,2)</sup>。毎年10月下旬から翌年3月下旬までの冬季において老人介護施設、保育園、食品産業、宿泊施設、医療施設などで全年齢に亘って流行する。

ノロウイルスは感染力が強く、18-1,000個のウイルス粒子が体内に入るだけで感染成立する<sup>3)</sup>。感染者の糞便1グラム中に10<sup>9</sup>コピーものノロウイルスRNAが検出されること<sup>4)</sup>から、微量の汚染物質でも感染拡大する。さらに4℃で1-2週間は安定で、凍結状態でもウイルス粒子の破壊は少ないと報告されている<sup>5)</sup>。このような背景のもとノロウイルス感染拡大予防消毒剤として塩素系消毒剤(次亜塩素酸ナトリウム)の使用が推奨されている<sup>1)</sup>。しかし、塩素系消毒剤(次亜塩素酸ナトリウム)は粘膜刺激性が強いこと、発がん性のあるトリハロメタンの生成があること、残留性が高く環境負荷が高いことなどの欠点がある。従って、感染拡大予防としての頻回の入念な手洗いや人がいる場合の床や環境表面の消毒には問題がある。

著者らが開発したクエン酸を基体としたバイオイオナース<sup>®</sup>は広範囲の細菌叢にたいして

殺菌効果があり、しかも生体に無害で環境汚染しない特徴を有している<sup>6,7)</sup>。さらに何時でも、何処でも、誰でも、直ちに、簡便に使用できることを目的としてその錠剤化および粉末化に成功した<sup>8)</sup>。今回、粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>のノロウイルスに対する不活化作用を検討した結果、良好な結果を得たので報告する。なおヒトノロウイルスを増殖させる細胞培養系が現在確立されていないため、代替ウイルスとしてネコカリシウイルスを本実験に用いた。

## 1. 実験材料および方法

### ＜材料＞

#### 1) 粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>の作成法

無水クエン酸、クエン酸三ナトリウム、塩化セチルピリジニウム、乳糖をすでに報告した配合比で配合し、大きさ約400μの粉末を用いた<sup>8)</sup>。この粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>を精製滅菌水に溶解し2mg/mLのものを用いた。

#### 2) 試験ウイルス

ネコカリシウイルス (Feline calicivirus F-9 ATCC VR-782) を用いた。

#### 3) 使用細胞

CRFK細胞 (大日本製薬株式会社) を用いた。

## 4) 使用培地

## a) 細胞増殖培地

イーグル MEM 培地「ニッスイ」(1) (大日本製薬株式会社) に 10% 牛胎仔血清を加えたものを使用した。

## b) 細胞維持培地

イーグル MEM 培地「ニッスイ」(1) (大日本製薬株式会社) に 2% 牛胎仔血清を加えたものを使用した。

## &lt;方法&gt;

## 1) ウィルス浮遊液

## a) 細胞培養

細胞増殖培地を用い、使用細胞を組織培養用フラスコ内にて単層培養した。

## b) ウィルスの接種

単層培養後にフラスコ内から細胞増殖培地を除き、試験ウィルスを接種した。

次に、細胞維持培地を加えて 37 ± 1°C の炭酸ガスインキュベーター (CO<sub>2</sub> 濃度 5%) 内にて 1-5 日間培養した。

## c) ウィルス浮遊液の調整

培養後、倒立位相差顕微鏡を用いて細胞の形態を観察し、細胞に形態変化 (細胞変性効果) が起こっていることを確認した。次に、培養液を遠心分離 (3,000 r/min, 10 分間) し、得られた上澄み液をウィルス浮遊液とした。

## 2) 試験操作

検体 [粉末化バイオイオナース<sup>®</sup> (2 mg/mL)] 1 mL にウィルス浮遊液 0.1 mL を添加、混合し、作用液とした。室温で作用させ、10 分後に細胞維持培地を用いて 1,000 倍に希釈した。

なお、対照とした精製滅菌水を用いて同様に試験し、開始時についても測定した。

## 3) ウィルス感染価の測定

細胞増殖培地を用いて、使用細胞を組織培養用マイクロプレート (96 穴) 内で単層培養した後、細胞増殖培地を除き細胞維持培地を

0.1 mL ずつ加えた。

次に、1,000 倍希釈後の作用液および対照を、細胞維持培地を用いて 10 段階希釈した。その希釈液 0.1 mL を 4 穴ずつに接種し、37 ± 1°C の炭酸ガスインキュベーター (CO<sub>2</sub> 濃度 5%) 内にて 4-7 日間培養した。培養後、倒立位相差顕微鏡を用いて細胞の形態変化 (細胞変性効果) の有無を観察した。Reed-Muench 法<sup>9)</sup> により 50% 細胞変性効果 (Tissue Culture Infectious Dose 50% (TCID<sub>50</sub>)) を算出して作用液 1 mL 当たりのウィルス感染価に換算した。

## 2. 結果

## 1) 予備試験

細胞維持培地で作用液 1,000 倍に希釈することにより、検体の影響を受けずにウィルス感染価が測定できることを確認した。

## 2) ウィルス感染価

表 1 に結果を示した如く、粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>は開始時 10<sup>8</sup> より 10 分後には 10<sup>4</sup> に減少した。一方、対照の精製滅菌水では開始時 10<sup>8</sup> が 10 分後には 10<sup>7.5</sup> であった。従って、粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>の 10 分間浸漬により 3.5 log<sub>10</sub> の感染価の減少を得た。

## 3. 考察

ノロウィルスの感染経路は、汚染された環境や食品からの感染とヒトからヒトへの感染に大別される。前者はさらに 1) 食材に最初からウィルスが蓄積されている場合、2) 食品加工者

表 1 ウィルス感染価測定結果

| 試験ウイルス                                         | 対象       | log TCID <sub>50</sub> /mL |            |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------|------------|
|                                                |          | 開始時                        | 10 分後      |
| 粉末化バイオイオナース <sup>®</sup><br>ネコカリシウイルス<br>滅菌精製水 | (2mg/mL) | 8.0<br>8.0<br>8.0          | 4.0<br>7.5 |

や調理者が感染して取り扱う食品が汚染されていることにより起こる場合、そして3) 汚染された水を飲んだり、汚染された風呂やプールでの感染が起こる場合、などがある。後者は感染したヒトの便や嘔吐物による接触感染および嘔吐したときの飛沫感染などである。ノロウイルスによる感染率は30%以上とされ、感染者の30%以上は発症前にすでにウイルスを排出しており二次感染源のリスクを高めている<sup>3)</sup>。特に調理従事者による汚染や家族内感染ではその確率は高い<sup>4)</sup>。

小暮は調理施設などの衛生対策として1) トイレなどは定期的に清掃し次亜塩素酸ナトリウムなどにより消毒を行う、2) 冷蔵庫の取手やドアのノブなど特に手指の触れる場所の洗滌・消毒を徹底する、などを挙げている<sup>10)</sup>。さらに調理従事者などの感染予防対策として、1) 調理従事者は、流行期には十分に加熱された食品を摂取して感染防止に努める、2) 徹底した手洗いの励行を行うとともに、体調に留意し、健康な状態を保つ、3) 調理従事者は専用のトイレを設け、使用後は手洗い励行する、4) トイレ後はペーパータオルで手を拭き、タオルなどの共有はしない、5) 施設管理者は職員の健康状態の把握を行い、関係者の感染や施設汚染の防止に努める、などを挙げている<sup>10)</sup>。施設内の消毒や手指の触れる場所の消毒に次亜塩素酸ナトリウムの頻回の使用には残留性が高く、粘膜刺激性が強いこと、発がん性のあるトリハロメタンの生成があることなどにより制限される。さらに調理従事者の頻回の手洗いには向きであると同時にうがいなどの使用は不可能である。

人体への安全性が高くノロウイルス（代替としてネコカリシウイルス）に不活化効果が優れている消毒剤として酸性電解水を片寄らは報告している<sup>11)</sup>。しかしながら酸性電解水は1) 保存性が悪く、製造後直ちに使用しなければなら

ないこと、2) 金属を錆らせる作用があること、3) 製造するのに機器が必要であること、などの欠点を有している。著者らの粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>はクエン酸が主成分であることより上記の欠点を全て解消できる利点、即ち人体や環境に安全性が高く、器物などへの影響が非常に少なく、かつ取り扱い易い消毒剤である。

結果の項で述べた如く粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>は10分間の浸漬にて $3.5 \log_{10}$ の感染値の減少を得た。米国環境保護局は $3 \log_{10}$  (99.9%) 以下あるいは $4 \log_{10}$  (99.99%) 以下の感染値が減少すれば抗ウイルス薬として有効であるとしている<sup>12)</sup>。Duizerらのネコカリシウイルスとイヌカリシウイルスを用いた次亜塩素酸ナトリウム (300 ppm) 実験に於いて、10分ではイヌカリシウイルスは99.9%の不活化がみられたが、ネコカリシウイルスは99%以下の不活化であったことを報告している<sup>13)</sup>。従って著者らの粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>は次亜塩素酸ナトリウム (300 ppm) と同等あるいはそれ以上の不活化効果を有している。

粉末化バイオイオナース<sup>®</sup>がノロウイルス不活化作用を有するのは次のとく推定している。主成分のクエン酸はpH3.0の酸性領域では3個のカルボキシル基 (–COOH) が約30%解離し、約70%は分子状のままである。この分子状クエン酸はウイルス粒子内に容易に透過する。ウイルス粒子内はpH7.4であるためクエン酸分子は約70%解離してH<sup>+</sup>イオンを放出する。このH<sup>+</sup>イオンはウイルス粒子の核タンパク質を分解して核酸とタンパク質に分ける<sup>14)</sup>。一方、4級アンモニウム塩である塩化セチルピリジニウムはウイルス内の蛋白質を破壊する<sup>15)</sup>。クエン酸のみでは不活化作用が弱いことより塩化セチルピリジニウムの相乗効果によるものと推定している。

## 〔謝辭〕

## 粉末化バイオイオナース®のネコカリシウイルス（ヒトノロウイルスの代替）に対する不活

化試験について財団法人日本食品分析センターにて施行されその結果を用いた。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省. ノロウイルスに関する Q&A: <http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/kansen/yobou/040204-1.htm#13>.
  - 2) 厚生労働省 2010. 病因物質別食中毒発生状況. 食中毒統計資料 (2) 過去の食中毒発生状況. <http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/04.html>.
  - 3) Grass RI, Parashar UD, Estes MK: Current concept: Norovirus gastroenteritis. *N Eng J Med.* **361**: 1776-1785, 2009.
  - 4) Ozawa K, Oka T, Takeda N, Hansman GS : Norovirus infections in symptomatic and asymptomatic food handlers in Japan. *J Clin Microbiol.* **45**: 3996-4005, 2007.
  - 5) Ausar SF, Foubert TR, Hudson MH, Vedovic TS, Middaugh CR : Coformational stability and disassembly of Norwalk virus-like particles. Effect of pH and temperature. *J Biol Chem.* **281**: 19478-19488, 2006.
  - 6) 窪田倭, 松澤皓三郎, 和田雅年, 山地信幸: 強酸性電解水にクエン酸と低濃度アルコールを添加した消毒剤(バイオイオナース<sup>®</sup>)の殺菌効果. *New Food Industry.* **50**: 43-48, 2008.
  - 7) 窪田倭, 松澤皓三郎, 和田雅年, 山地信幸: 室内噴霧消毒におけるバイオイオナース<sup>®</sup>の有用性—厨房内消毒への基礎的検討一. *New Food Industry.* **52**: 55-58, 2010.
  - 8) 窪田倭, 松澤皓三郎, 和田雅年, 森勲, 山地信幸: クエン酸を基体とした消毒剤バイオイオナース<sup>®</sup>の錠剤化製剤および粉末化製剤の殺菌効果. *New Food Industry.* **53**: 1-4, 2011.
  - 9) Reed LJ, Muench H: A simple method of estimating of fifty per cent endpoints. *Am J Hyg.* **27**: 493-495, 1938.
  - 10) 小暮実: 最近のノロウイルス感染症と対策. 第6回日本機能水学会学術大会講演要旨集. 53-56, 2007.
  - 11) 片寄政彦, 吉田恭一郎, 紙谷喜則, 斎藤洋介, 阿知波信夫, 江口充, 岩沢篤郎: ノロウイルスの代替としてネコカリシウイルスを使用した電解水による厨房内の二次汚染防止に関する検討. 防菌防黴. **35**: 359-364, 2007.
  - 12) U.S Environmental Protection Agency: Confirmatory virucidal effectiveness test using feline calicivirus as surrogate for Norovirus. [http://www.epa.gov/oppad001/pdf\\_files/confirmatory\\_virucidal\\_test.pdf](http://www.epa.gov/oppad001/pdf_files/confirmatory_virucidal_test.pdf).
  - 13) Duizer E, Bijkerk P, Rockx B, DeGroot A, Twisk F, Koopmans M: Inactivation of caliciviruses. *App Environ Microbiol.* **70**: 4538-4543, 2004.
  - 14) 中井益代: ウイルス総論. 畑中正一, 島田甚五郎編. 微生物学. 文光堂, 439-453, 2004.
  - 15) 横山浩: 消毒概論. 日本薬局方に準拠した滅菌法及び微生物滅菌法. 佐々木次雄, 中村晃忠, 三瀬勝利 編著. 東京都. 日本規格協会. 241-261, 1998.

# コレウス・フォルスコリ漸増試験 —「フォースコリー」の安全性に関する検証—

蒲原 聖可 (KAMOHARA Seika) \*

\* 健康科学大学教授・DHC 研究顧問

Key Words : *Coleus forskohlii*・健康食品・降圧作用・副作用・消化器症状・安全性・臨床試験

## はじめに

コレウス・フォルスコリ（学名 *Coleus forskohlii*）は、インドに自生するシソ科の植物であり、現地では、食経験の豊富な食材として用いられている。主な成分として、ジテルペニン類のフォルスコリンを含有する。フォルスコリンには脂肪分解促進作用があり、米国や本邦では、コレウス・フォルスコリ抽出物が体重調節のための機能性食品成分として利用されている<sup>1)</sup>。これまでに複数の予備的な臨床研究において、コレウス・フォルスコリによる減量作用や高血圧改善作用が示されてきた<sup>2-4)</sup>。

今回、コレウス・フォルスコリの安全性を検証する目的で、漸増試験を実施したので報告する。

## 1. 試験目的および方法

### ＜目的＞

コレウス・フォルスコリ（学名 *Coleus forskohlii*）抽出物の安全性検証。

### ＜対象＞

20～40歳代の健康な男女29名。男性9名

（平均年齢36.2±2.3歳）、女性20名（平均年齢30.2±0.8歳）。

### ＜方法＞

コレウス・フォルスコリ抽出物含有食品として、「フォースコリー」（ディーエイチシー）を用いた。フォースコリーは、1日あたりの摂取目安量が2粒～4粒であり、1粒あたりコレウス・フォルスコリエキス末（フォルスコリン10%）を250mg含有する。

今回の試験では、1週間のwash-out後、第1週目にフォースコリーを1粒（250mg）、第2週目に2粒（500mg）、第3週目に3粒（750mg）、第4週目に4粒（1,000mg）と漸増投与した。単群非ランダム化オープンラベル漸増試験として実施した。

なお、本試験は、「DHC倫理委員会」にて、試験実施の可否について、倫理的、科学的観点から審査が行われ、承認を得た上で、実施された（UMIN000008224）。本試験では、倫理的配慮として、研究の目的や個人情報の取り扱い、協力を拒否したり試験を途中で中止したりしても不利益を被らないことを文書に著して事前に説明し、被験者本人の同意を得てから実施した。また、個人情報は匿名化し集計・解析した。

## 2. 結果

被験者 29 名全員が試験を完了した。

まず、BMI は、29 名中 9 名で不変あるいは増加、20 名で減少した。BMI の変化は、男性では投与前  $22.12 \pm 0.69$ 、投与後  $22.05 \pm 0.62$  (有意差なし)、女性では投与前  $20.03 \pm 0.43$ 、投与後  $19.93 \pm 0.45$  ( $P=0.037$ ) であった。

次に、因果関係が否定できない有害事象は、29 名中 11 名 (37.9%) で見出された。これらの有害事象はすべて消化器症状であり、具体的には、軟便、下痢、鼓脹であった。下痢の程度および頻度はさまざまであり、症状の程度における用量依存性は明確ではなかった。

消化器系症状を示した被験者的人数 (割合) をフォースコリー摂取量別に調べたところ、第 1 週から第 4 週を通じて、被験者 29 名中、6 名 (20.7%) あるいは 7 名 (24.1%) であった。また、被験者延日数における消化器症状の認められた日数 (割合) は、第 1 週 10.3%、第 2 週 12.3%、第 3 週 14.3%、第 4 週 15.8% であった。(表 1 「フォースコリーの用量と消化器症状の頻度」)

なお、これらの有害事象は、試験期間中（継続中）に消失・自然軽快、あるいは、漸増試験終了後数日以内に消失・自然軽快の経過となった。

その他、被験者 29 名中 10 名 (男女各 5 名) では、介入の前後で医療機関を受診し、採血、採尿、検便を実施した。その結果、理学的所見、心電図、血液生化学所見、尿検査、便検査、甲状腺ホルモンといったいずれの項目でも、有害

事象は認められなかった。

## 3. 考察

コレウス・フォルスコリは、南アジアに自生するシソ科の植物であり、現地では食用や薬用に利用されてきた。有効成分として、ジテルペン類のフォルスコリン forskolin が存在する。また、フォルスコリン以外のジテルペン類としては、deacetylforskolin, 9-deoxyforskolin, 1,9-deoxyforskolin, 1,9-dideoxy-7-deacetylforskolin 等がコレウス・フォルスコリの根に見出されている。

フォルスコリンは、平滑筋や心筋のアデニル酸シクラーゼを活性化し、c-AMP (cyclic AMP) の産生を増加させる。ラットやヒトの脂肪細胞を用いた研究において、c-AMP を介する脂肪分解促進作用が示されている。c-AMP は、摂食時の熱産生作用、基礎代謝促進作用、体脂肪利用促進作用に関与する。

近年、コレウス・フォルスコリ抽出物の脂肪分解促進作用が注目され、コレウス・フォルスコリが減量目的のサプリメントとして利用されている<sup>1)</sup>。脂肪細胞における脂肪分解過程では、カテコールアミン類といった脂肪分解促進ホルモンが、脂肪細胞膜に存在する - アドレナリン受容体と結合し、G タンパク質を介してアデニル酸シクラーゼを活性化し、c-AMP を増加させる。これにより、ホルモン感受性リバーゼがリン酸化され、活性化されることによって、脂肪分解が生じる。

これまでに複数の予備的な臨床研究において、コレウス・フォルスコリによる減量作用や

表 1 フォースコリーの用量と消化器症状の頻度

|                          | Week 1    | Week 2    | Week 3    | Week 4    |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Daily dose of CF extract | 250 mg    | 500 mg    | 750 mg    | 1,000 mg  |
| Number of subjects (%)   | 6 (20.7%) | 7 (24.1%) | 6 (20.7%) | 6 (20.7%) |
| Number of days/total (%) | 10.3%     | 12.3%     | 14.3%     | 15.8%     |

高血圧改善作用が示されてきた。例えば、著者らは、健康な成人男女12名(男性5名、女性7名、平均年齢32±2.3歳)を対象に、1日あたり1,000mgのコレウス・フォルスコリエキス末(フォルスコリンを10%含有、1日あたり4粒)を8週間投与した臨床研究において、体重の有意な減少( $p < 0.005$ )、体脂肪量の有意な減少( $p < 0.005$ )を報告した<sup>4)</sup>。(図1「フォースコリーによる体重減少効果」)

なお、被験者の一部では、一過性の軟便や鼓腸といった軽度の消化器症状が認められた。

そこで、今回、コレウス・フォルスコリエキス末の安全性を検証する目的で、標準的な投与量を目安に、漸増試験を実施した。

今回の試験で認められた有害事象は、すべて消化器症状であり、具体的には、軟便、下痢、鼓腸であった。下痢の程度および頻度はさまざまであり、症状の程度における用量依存性は明確ではなかった。例えば、第1週(250mg/日)と第2週(500mg/日)に下痢を認めたが、第3週(750mg/日)および第4週(1,000mg/日)では認めなかったというケース、第2週のみに認めたケース、第2週と第4週に認めたケースなどがあった。また、4週間を通じて、程度の変化はなく軟便傾向にあったというケース、試験期間を通じて、消化器症状が一切認められな

かったケースもあった。

のことから、消化器症状の発現の有無は、個人の体質や体調によるところが大きいと考えられた。また、消化器症状の発現と体重の変化との間に相関は認められなかった。したがって、コレウス・フォルスコリエキスによる体重および体脂肪の減少効果は、軟便や下痢といった消化器系への作用とは別の作用部位における機序と考えられた。

消化器系症状を示した被験者の人数(割合)は、第1週から第4週を通じて、被験者29名中、6名あるいは7名であり、用量の漸増による人数の変化は認めなかった。しかし、被験者延日数における消化器症状の認められた日数(割合)は、第1週10.3%、第2週12.3%、第3週14.3%、第4週15.8%であり、漸増傾向・用量依存性が示唆された。

軟便や下痢といった消化器系症状の有害事象は、試験期間中(継続中)に消失・自然軽快、あるいは、漸増試験終了後、数日以内に消失・自然軽快の経過となった。

なお、今回の漸増試験で認められた消化器系症状は、軟便、下痢、鼓腸のみであり、腹痛などは認められなかった。また、消化器症状以外の症状は認められなかった。

### おわりに

コレウス・フォルスコリ(学名 *Coleus forskohlii*)抽出物の安全性検証を検証する目的で、「フォースコリー」を用いた漸増試験を行った。その結果、被験者の一部において、軟便や下痢といった消化器症状が認められた。これらの有害事象は、試験期間中(継続中)あるいは、漸増試験終了後、数日以内に消失・自然軽快の経過となった。血液生化学所見や尿検査、便検査では異常は認められなかった。コレウス・フォルスコリ抽出物の摂取時には、各自の体質や体調の個人差によって、軽度の消化器症状が生じ

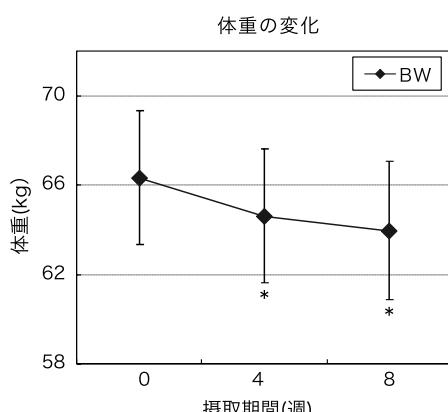


図1 フォースコリーによる体重減少効果

うることが示唆された。

ニック院長の砂山聰先生、株式会社ディーエイチシー医薬食品相談部の堀越逸子氏、寺崎美子氏、Somboon Noparatanawong 氏、その他の関係者の皆様に深謝いたします。

会回

「国ツツイーナー、南智頭嶺火施に除して  
ご用意いたがきまし。木道橋ノゴイナルタリ

ご尽力いたしました水道橋スノイカルクリ

参考文献

- 1) 蒲原聖可:必携サプリメント・健康食品ハンドブック. 新興医学出版社, 東京, 2009.
  - 2) Henderson S, et al. Effects of *coleus forskohlii* supplementation on body composition and hematological profiles in mildly overweight women. *J Int Soc Sports Nutr.*, **2**: 54-62, 2005.
  - 3) Jagtap M, et al. Clinical efficacy of *Coleus forskohlii* (Willd.) Briq. (Makandi) in hypertension of geriatric population. *Ayu.*, **32**: 59-65, 2011.
  - 4) Seika Kamohara and Somboon Noparatanawong. Efficacy and safety of the *Coleus Forskohlii* extract for the treatment of obesity. The 47th Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy] (Arlington, Virginia 2006).

# 「フェアリー（妖精）」からの 植物成長剤の開発の試み

河岸 洋和 (KAWAGISHI Hirokazu) \*

\* 静岡大学創造科学技術大学院 統合バイオサイエンス部門（兼）農学部応用生物化学科

Key Words : フェアリーリング・コムラサキシメジ・植物成長剤

## はじめに

公園、ゴルフ場、住宅街などで、芝が輪状に周囲より色濃く繁茂し、時には成長が抑制されたり枯れたりし、後にキノコが発生する」現象が知られている。この現象は「フェアリーリング (fairy rings, 妖精の輪)」と呼ばれ、植物病理学の分野では病気（フェアリーリング病）として認知されている（図1）。キノコの生体機能物質を長年研究してきた筆者であるが、恥ずかしながら、数年前までこの現象を知らなかった。それは偶然の出会いだった。筆者は静岡大学キャンパス内の職員用宿舎に住んでいる。その前庭の芝がにフェアリーリングが現れたので



図1 千葉県農林総合研究センター芝草試験圃場に現れたコムラサキシメジによるフェアリーリング（琉球大学 寺嶋芳江教授提供）

ある（図2）。そして後に食用キノコであるコムラサキシメジ (*Lepista sordida*) が発生した。調べてみると、世界中で54種類のキノコ類が芝生にフェアリーリングを形成することが知られていた<sup>1)</sup>。

西洋の伝説では、妖精が輪を作り、その中で踊ると伝えられている。1884年のNature誌に、1675年に発表されたフェアリーリングに関する最初の論述やそれに続く論文が紹介されて以来、その妖精の正体（芝を繁茂させる原因）は、一応の定説はあるものの謎のままであった<sup>2)</sup>。その定説とは、「芝に感染した胞子が菌糸（キノコになる前のカビの状態）となり、それが同心円状に成長し、最も代謝が活発な先端の菌糸

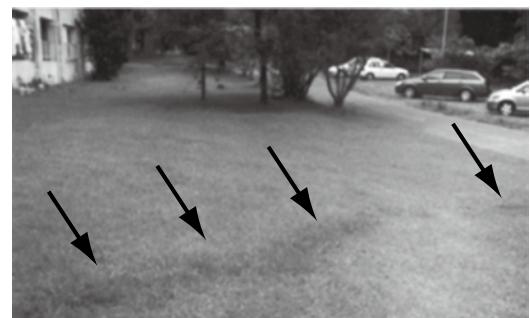


図2 静岡大学キャンパス内教職員宿舎芝生に現れたコムラサキシメジによるフェアリーリング

が枯れ草や土壤中の蛋白質を分解し、植物が利用しやすい形態（硝酸等）に窒素成分を変え、植物の成長を促す」ということである<sup>3)</sup>。しかし、筆者はこの定説に疑問を持ち、「この成長促進は菌が特異的な植物成長調節物質を産生しているからではないか?」と考えた。そして、その妖精（シバを繁茂させる物質）を探索する研究を開始した。

### 1. “妖精”の正体

この現象を起こす菌類のうち当然ながら著者自身が観察したフェアリーリングを惹起したコムラサキシメジを選び、研究を開始した。まず始めに、入手したコムラサキシメジの菌株が、実際にシバの成長を促すか否かの確認を行った。そして、液体培養した菌をシバに人工感染させたところ、シバの成長促進が確認された（図3）。そこで、シバ成長促進物質を精製するためには、この菌を液体培地で大量培養し、培養濾液と菌糸体に分け、それぞれを各種有機溶媒で抽出した。シャーレ中のシバの幼苗の成長に対する各抽出物の影響を検討したところ、培養濾液の酢酸エチル可溶部が成長促進を示した。この活性を指標に酢酸エチル可溶部の分画を進め、カラムクロマトグラフィー、再結晶等によって、シバの成長を促す物質2-アザヒポキサンチン（2-azahypoxanthine, AHX）を得ることに成功した（図4）<sup>4)</sup>。

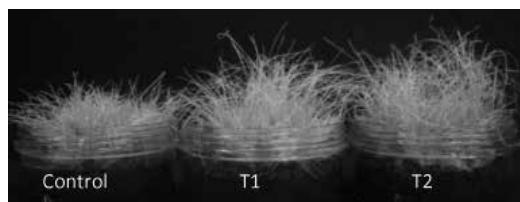


図3 コムラサキシメジによるシバの成長促進  
シバ（ベントグラス）を植えたシャーレに、菌糸（T1、湿重量0.5g；T2、湿重量1.5g）を移植し、3週間培養

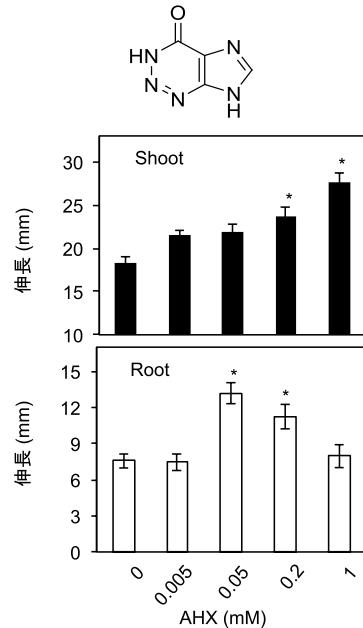


図4 AHXの構造とシバに対する成長促進活性

\*p < 0.01 (平均 ± 標準誤差, サンプル数 = 35)

### 2. “妖精”の活性発現機構

AHXはイネの幼苗にも成長促進活性を示した。シバもイネ科であることから、その成長促進活性発現の分子機構についてイネを用いて詳細に検討した。

イネDNAマイクロアレイにおいて、AHX処理によって、主に3つの遺伝子、GST (glutathione S-transferase), BBI (Bowman-Birk type proteinase inhibitor), アクアポリンの1種TIP2;1の発現量が大きく増大していた。これらの増大は逆転写ポリメラーゼ連鎖反応によっても確認された（表1）<sup>4)</sup>。GSTは、植物を解毒、ストレス（低温、塩など）から保護する働きをし、BBIは病原菌への抵抗性を付与及び塩ストレスからの保護に関わっている<sup>3,5)</sup>。GST遺伝子を導入したイネが作成され、そのイネは低温や塩ストレスに耐性ができたという報告もある<sup>6)</sup>。この遺伝子導入イネに関する文献同様の方法でイネの成

表 1 AHX 处理によって発現が促進されていた遺伝子

| 遺伝子                                                       | 発現倍数       |             |
|-----------------------------------------------------------|------------|-------------|
|                                                           | 50 $\mu$ M | 200 $\mu$ M |
| GST6 protein (EC 2.5.1.18)                                | 3.57       | 9.20        |
| GST19 (EC 2.5.1.18)                                       | 4.37       | 6.00        |
| Aquaporin TIP2 ; 1                                        | 1.98       | 5.16        |
| Tau class GST protein 4                                   | 2.86       | 4.61        |
| Bowman-Birk type proteinase inhibitor D-II precursor (IV) | 3.04       | 4.49        |

長に対する AHX の効果を試してみたところ、AHX 处理によってイネは、GST 遺伝子導入イネと同様に低温や塩ストレス下での成長が回復し、文献には無い高温ストレスに対しても抵抗性を示し<sup>4)</sup>。また、TIP2 ; 1 はアンモニア / アンモニウムイオンの輸送に関与している<sup>7,8)</sup>。そこで  $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$  あるいは  $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$  を唯一の窒素源の培地中でイネを AHX 处理したところ、 $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$  を用いた時にのみ、イネ中の  $^{15}\text{N}$  含量が大幅に増加していた。以上のことから、我々は、「AHX によって、植物（少なくともイネ）は多様で継続的な環境からのストレスに対する抵抗性を獲得し、さらにアンモニア態窒素の吸収を増加させ、成長が促される」と結論した<sup>4)</sup>。

AHX と既知の植物ホルモンとの関係を、チャ細胞を用いて検討した。チャ細胞の成長にはサイトカイニンとオーキシンが必要である。この 2 つのホルモンの共存下で AHX を加えたが、チャ細胞の成長には何の影響も観察されなかつた。また、どちらか一つのホルモンだけで培養すると成長は抑制されるが、AHX を加えても、欠けているホルモンの代替とはならなかつた。ところが、AHX 単独で培養すると、2 つのホルモン添加時に比べて成長は遅いものも、濃度依存的に成長が促進された<sup>4)</sup>。このことは、AHX の作用はサイトカイニンやオーキシンなどの植物ホルモンとは無関係で、あたかも別のホルモンのように挙動したことを示す。イネ DNA マイクロアレイ解析でも、AHX は植物ホルモンの発現にほとんど影響を及ぼさなかつた<sup>4)</sup>。

### 3. もうひとりの“妖精”

前述したように、時として、輪状に枯れたり生育が抑制されたりしているフェアリーリングが現れる。著者自身が監察したコムラサキシメジによるフェアリーリングではそのような現象は観察されなかつたが（図 1）、図 2 の千葉県農林総合研究センター芝草試験圃場に出現した同じキノコによるフェアリーリングは輪状に生育が悪くなっている。そこで、シバの成長を抑制する活性を指標に、この菌の培養濾液抽出物

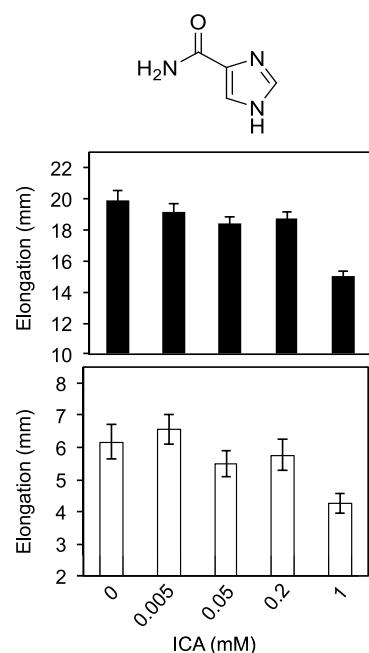


図 5 ICA の構造とシバに対する成長抑制活性

\*p < 0.01 (平均 ± 標準誤差, サンプル数 = 35)

のクロマトグラフィーを繰り返し、AHX の発見に約 1 年遅れて、AHX とは逆にシバの成長を抑制するイミダゾール-4-カルボキシアミド(imidazole-4-carboxyamide, ICA) を得ることに成功した(図 5)<sup>9</sup>。この化合物も合成品として知られていたが、天然からは初めての発見であった。ICA に関しても分子レベルでの検討が進行中である。

#### 4. 植物成長剤の開発へ向けて

AHX と ICA は、イネの他にも、分類学上の科に無関係に試した調べた全ての植物(コムギ、ジャガイモ、レタス、アスパラガス、トマト、シロイスナズナ等)の成長を調節した<sup>4,9-11</sup>。

我々は 2008 年からこれら化合物の農作物の収量に対する効果を検討している。イネのポット栽培において、2009 年から 2010 年には 5  $\mu$ M AHX あるいは 2  $\mu$ M ICA を与え続けることでそれぞれ 25.5% と 26.0% の玄米の増収を記録し、短期間の施与でも増収がもたらされた(表 2, 3)<sup>4,9-11</sup>。米粒の大きさは変わらず、この増収は粒数の増加によった。2010 年には静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研

究センターの水田で栽培試験を行い、これら化合物は、ポット栽培同様、ある特定の時期に短期間与えるだけで増収効果を示し、苗を AHX または ICA で 2 週間処理しただけでも玄米収量がそれぞれ 9.6%, 6.3% 増加した。また、2010 年から 2011 年にかけてはコムギに関しても栽培実験を行った。その結果、苗を AHX または ICA で 2 週間処理しただけでも収量がそれぞれ 10.2%, 5.6% 増加した(未発表データ)。これらの栽培は一度しか行っておらず施与時期、濃度等でさらなる収量増加が可能になるであろう。また、これらの化合物によってイネはストレスに強くなることから、異常気象の条件では、さらに大きい有効性が示されると考えている。その他にも、AHX によって、ジャガイモ(男爵、ポット土耕栽培)では 19%, レタス(ポット土耕栽培)で 21%, アスパラガス(水耕栽培)で 100% の重量増加を示した<sup>4,9-11</sup>。

ICA はイネやシバの幼苗に成長抑制活性を示したが、前述のように様々な作物に対しては AHX 同様の効果を示した。これまでの結果から言えることは、どちらの化合物でも有効な作物と、どちらかがより有効な作物がある。現在、施与時期、濃度などより詳細な検討を行っている。

表 2 常時施与によるイネ (*Oryza sativa* L. cv. 日本晴れ) に対する AHX と ICA の効果

| 処理                | コントロール          | 5 $\mu$ M AHX              | 2 $\mu$ M ICA              |
|-------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| 玄米                |                 |                            |                            |
| 玄米収量 g<br>(増加率 %) | 36.9 $\pm$ 6.43 | 46.3 $\pm$ 4.07*<br>(25.5) | 46.5 $\pm$ 6.27*<br>(26.0) |
| 玄米重量<br>(g/100 粒) | 2.19 $\pm$ 0.04 | 2.22 $\pm$ 0.07            | 2.21 $\pm$ 0.05            |
| 水分含量 (%)          | 11.8 $\pm$ 0.19 | 11.8 $\pm$ 0.05            | 11.8 $\pm$ 0.15            |
| 植物体               |                 |                            |                            |
| 穂長 (cm)           | 20.7 $\pm$ 0.56 | 20.8 $\pm$ 1.44            | 22.1 $\pm$ 3.06            |
| 桿長 (cm)           | 84.6 $\pm$ 6.52 | 89.8 $\pm$ 2.68            | 87.2 $\pm$ 5.05            |
| 植物体穂数             | 27.3 $\pm$ 3.78 | 30.8 $\pm$ 2.04            | 30.5 $\pm$ 2.35            |
| 地上部 (g)           | 134 $\pm$ 15.5  | 150 $\pm$ 11.9             | 152 $\pm$ 7.32             |

30 日間培養した苗をポット (1/5000 a) に移植し、平成 21 年 6 月 10 日から 9 月 29 日まで静岡大学農学部温室で土耕栽培を行った。

\* $p < 0.05$  (平均  $\pm$  標準偏差, サンプル(ポット)数 = 各 6)

表3 短期間施与におけるイネ (*Oryza sativa* L. cv. 日本晴れ) に対する AHX と ICA の効果

| 処理 <sup>a</sup>       | コントロール                | 50 μM AHX<br>(定植期)    | 50 μM AHX<br>(分けつ期)   | 50 μM AHX<br>(穗肥期)     | 50 μM AHX<br>(実肥時)    |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>玄米</b>             |                       |                       |                       |                        |                       |
| 玄米収量 g<br>(増加率 %)     | 36.9 ± 6.43<br>(6.50) | 39.3 ± 4.31<br>(6.50) | 44.4 ± 5.59<br>(20.3) | 43.1 ± 5.03<br>(16.8)  | 41.8 ± 7.18<br>(13.3) |
| 玄米重量<br>(g/100 粒)     | 2.19 ± 0.04           | 2.17 ± 0.06           | 2.22 ± 0.03           | 2.24 ± 0.06            | 2.19 ± 0.07           |
| <b>植物体</b>            |                       |                       |                       |                        |                       |
| 穂長 (cm)               | 20.7 ± 0.56           | 22.2 ± 3.78           | 20.3 ± 1.21           | 20.9 ± 1.54            | 21.2 ± 0.75           |
| 桿長 (cm)               | 84.6 ± 6.52           | 86.0 ± 4.56           | 85.9 ± 2.94           | 85.2 ± 5.68            | 86.7 ± 3.85           |
| 植物体穂数                 | 27.3 ± 3.78           | 31.5 ± 2.17           | 30.8 ± 2.71           | 28.5 ± 4.97            | 28.0 ± 3.34           |
| 地上部 (g)               | 134 ± 15.5            | 141 ± 6.42            | 148 ± 11.2            | 144 ± 10.4             | 149 ± 7.89            |
| <b>処理<sup>b</sup></b> |                       |                       |                       |                        |                       |
| <b>玄米</b>             |                       |                       |                       |                        |                       |
| 玄米収量 g<br>(増加率 %)     | 43.1 ± 4.57           | 44.0 ± 5.31           | 39.6 ± 4.24<br>(12.5) | 48.5 ± 6.57*<br>(12.1) | 48.3 ± 3.77*          |
| 玄米重量<br>(g/100 粒)     | 2.09 ± 0.06           | 2.13 ± 0.08           | 2.13 ± 0.05           | 2.10 ± 0.08            | 2.09 ± 0.05           |
| <b>植物体</b>            |                       |                       |                       |                        |                       |
| 穂長 (cm)               | 19.3 ± 0.94           | 20.4 ± 1.50           | 18.9 ± 0.88           | 19.9 ± 1.49            | 19.8 ± 1.30           |
| 桿長 (cm)               | 84.1 ± 7.06           | 87.2 ± 3.38           | 92.3 ± 5.92*          | 87.7 ± 6.18            | 85.2 ± 3.25           |
| 植物体穂数                 | 32.1 ± 1.96           | 30.7 ± 2.45           | 31.1 ± 4.54           | 35.6 ± 3.57*           | 32.9 ± 2.98           |
| 地上部 (g)               | 144 ± 13.7            | 161 ± 20.9            | 142 ± 14.4            | 167 ± 13.0*            | 167 ± 12.4*           |

a: 30 日間培養した苗をポット (1/5000 a) に移植し, 平成 21 年 6 月 10 日から 9 月 29 日まで静岡大学農学部温室で土耕栽培を以下の 5 種類条件で行った。①コントロール, ②定植時に 2 週間, 50 μM AHX を 4L 処理 (6 月 10 日から 6 月 23 日まで), ③分けつ時に 2 週間, 50 μM AHX を 4L 処理 (6 月 30 日から 7 月 13 日まで), ④穗肥時に 2 週間, 50 μM AHX を 4L 処理 (7 月 29 日から 8 月 11 日まで), ⑤実肥時に 2 週間, 50 μM AHX を 4L 処理 (8 月 31 日から 9 月 13 日まで)。(平均 ± 標準偏差, サンプル (ポット) 数 = 各 6)

b: 45 日間培養した苗をポット (1/5000 a) に移植し, 平成 22 年 6 月 3 日から 8 月 29 日まで静岡大学農学部温室で土耕栽培を以下の 5 種類条件で行った。①コントロール, ②定植時に 2 週間, 10 μM ICA を 4L 処理 (6 月 3 日から 6 月 16 日まで), ③分けつ時に 2 週間, 10 μM ICA を 4L 処理 (6 月 28 日から 7 月 11 日まで), ④穗肥時に 2 週間, 10 μM ICA を 4L 処理 (7 月 21 日から 8 月 3 日まで), ⑤実肥時に 2 週間, 10 μM ICA を 4L 処理 (8 月 16 日から 8 月 29 日まで)。\*p < 0.05 (平均 ± 標準偏差, サンプル (ポット) 数 = 各 9)

## 5. 最新の知見

AHX がイネに取り込まれた後速やかに代謝されるが, 最近, その代謝産物の構造が判明した (化合物 X と仮称)。検討の結果, AHX はイネばかりでなく, 他の数種の植物中での化合物 X に変換されることが判明した。そして, 化合物 X はイネやシバに対しては AHX 同様の活性を示した。このことは, 前述の AHX の成長促

進は, 植物体内部では化合物 X が担っていた可能性を示している (特許出願済み, 論文準備中)。また, あらゆる植物に活性を示すことから, 「これらの化合物は植物自身が作り出している, すなわち, 新規の植物ホルモンではある」という説を筆者は持っている。そして, 最近, 植物での内生が確認された (論文準備中)。

## おわりに

今回、我々は、フェアリーリングを作り出す“妖精”の正体を明らかにした。そして、その妖精は、農業（作物増産）への応用が可能であることを示した。AHX, ICA, そして化合物Xは、同じ生合成経路・代謝経路にあると著者は考えている。現在、植物中の生合成経路・代謝経路・活性発現機構の解明を鋭意試みており、ある企業との共同研究で実用化の検討にも着手した。

## [謝辞]

この研究は、科学研究費（特定領域研究）「生体機能分子の創製」、しづおか産業創造機構地域イノベーション促進研究開発事業、JST 育成研究費、JST シーズ発掘研究費、積水化学自然に学ぶものづくり 研究助成プログラム、生研センターイノベーション創出基礎的研究推進事業、農芸化学研究企画賞賞金によって支えられた。ここに深謝する。

## \* \* \* \* \* 参考文献 \* \* \* \* \*

- 1) H. B Couch: Diseases of turfgrasses, Malabar, Krieger, pp 181-186, 1995.
- 2) H. Evershed: Fairy rings. *Nature* **29**: 384-385, 1884.
- 3) H. L. Shantz and P. L. Piemeisel: Fungus fairy rings in eastern Colorado and their effect on vegetation. *J. Agric. Res.* **11**: 191-245, 1917.
- 4) J-H. Choi, K. Fushimi, N. Abe, *et al.*: Disclosure of the “fairy” of fairy-ring forming fungus *Lepista sordida*. *ChemBioChem*, **11**: 1373-1377, 2010.
- 5) L. J. Qu, J. Chen, M. Liu, *et al.*: Bowman-Birk type protease inhibitor is involved in the tolerance to salt stress in wheat. *Plant Cell Environ.* **31**: 1128-113, 2008.
- 6) T. Takesawa, M. Ito, H. Kanzaki, *et al.*: Over-expression of  $\zeta$  glutathione S-transferase in transgenic rice enhances germination and growth at low temperature. *Mole. Breed.* **9**: 93-101, 2002.
- 7) T. P. Jahn, A. L. Moller, T. Zeuthen, *et al.*: Aquaporin homologues in plants and mammals transport ammonia. *FEBS Lett.* **574**: 31-36, 2004.
- 8) D. Loque, U. Ludewig, L. Yuan *et al.*: Tonoplast intrinsic proteins AtTIP2;1 and AtTIP2;3 facilitate NH<sub>3</sub> transport into the vacuole. *Plant Physiol.* **137**: 671-680, 2005.
- 9) J-H. Choi, N. Abe, H. Tanaka, *et al.*: Plant-growth regulator, imidazole-4-carboxamide produced by fairy-ring forming fungus *Lepista sordida*. *J. Agric. Food Chem.* **58**: 9956-9959, 2010.
- 10) 河岸洋和, 森田明雄: 主食作物生産增收方法特開 2009-1558.
- 11) 河岸洋和, 森田明雄, 崔宰熏: 主食作物生産增收方法 PCT 出願 PCT/JP2010/062351

# 知っておきたい日本の食文化

## その二 飲酒文化の変遷

橋本 直樹 (HASHIMOTO Naoki) \*

\* 食の社会学研究会

Key Words : 酒類・消費量・歴史・文化

日本人が縄文、弥生の時代より今日まで、酒をどのように飲んできたのかと振り返ってみると、それぞれの時代によって酒を飲むという行為の社会的役割が大きく変わってきたことに気が付く。この歴史的変化を理解しておかなければ、現在、日本人の飲酒行動に起きている変化がどのような意味を持ち、今後どのように変わらるべきかを予想することは困難である。

### 1. 国の始まりは米作りと酒造り

日本人の先祖が酒を飲むことを覚えたのはまだ狩猟、採取の生活をしていた縄文時代、今から1万年ぐらい昔のことであろう。岩の窓みに溜まった果物の汁や蜂蜜などが自然に発酵しているのを発見した古代人はその酒をおっかなびっくり味わってみて、心が高揚する「酔い」を経験して、直ぐに真似をして酒をつくってみたのであろう。野ぶどうの実などを潰して壺に蓄えておけば果皮についていた酵母の働きで果汁が発酵して酒になることを覚えたのである。

狩猟、採取に依存する定住生活が日本列島では1万年も続いたことは世界の文明史上でも珍しいことなのであるが、ようやく、紀元前数世紀になって大陸から移住してきた渡来人たちが

水稻の栽培技術を伝えた。水稻はわが国の高温、多雨な気象に適した作物だったので、紀元前3世紀までには本州の北端にまで広がり、それまで長く続いていた狩猟採取の社会は一挙に農耕社会に移行することができた。米は1粒を播けば当時でも数百粒が収穫できたであろうから、貯蔵しておけば1年中の食料を確保できる。食料の心配がなくなれば人口が増えて大集落が出現し、そこを支配する大王と豪族、農民など社会階層が生まれてクニが誕生するのである。

古代の農耕生活は台風、洪水、旱魃など自然の脅威に絶えず脅かされていたから、自然の現象を支配し、豊かな稔りを授けてくれる超自然神への畏敬の念が生まれる。人々は神に米と酒を捧げ、そのお下がりを飲むことで心を高ぶらせ神の助けを得られると信じたのである。当時は狩猟をするにしても農耕をするにしても、あるいは外敵の侵入を防ぐにしても、村人が力を合わせて働くことが必要であった。村人たちは酒を飲みかわして収穫を祝い、また戦勝を喜び合って、仲間の結束を固めたのである。

神に供えた酒と食べ物を皆で分けて飲み、食べる「神人共食」というが、これは神と人、人と人との共同意識をもたらす重要な儀式である。この習俗は今日に残り、神社のお祭り

や地鎮祭などでは祭壇に神酒と神饌を供え、祝詞を唱えて神の加護を願い、お下がりを皆でいただく直会(なおらい)をする。紀元3世紀頃、弥生時代末期の日本人の生活を知ることができるものである中国の「魏志倭人伝」には、「父子、男女の別なく、人の性 酒を嗜む」と書かれている。当時のクニでは支配者階級である氏と隸属する部民とがまだ分化していなかつたので、事あるごとに村人全員が集まって飲酒していたらしい。

古代の祭祀社会においては、このような祭りごとが欠かせないから、それに使う多量の酒が必要になる。そこで、水稻栽培と共に大陸から伝来した酒づくり技術で米を原料にして酒を造ることが始まった。日本書紀の神代下巻には「木花咲耶比売命(このはなさくやひめ)が狭名田の稻で天井酒(あめのたむさけ)を醸造した」と書かれている。古事記によると4世紀、応神天皇の時、百濟から来た須須許理(すすこり)が美酒、大御酒(おほみき)を醸造して献上しているから、本格的な酒造りの技術が大陸伝来であったことは確かである。ただ、大陸の酒はクモノスカビを生やした餅麹を使うことが多いが、我が国では湿潤な気候に適したコウジカビを使うように変わった。

やがて邪馬台国の時代が終わり、紀元4世紀に幾内に成立した大和王権は中国大陆の隋、唐に使節を送って先進の文物を移入し、紀元7世紀には中国の法制、官制に倣って律令国家に移行した。しかし、古代の祭祀習慣は朝廷の重要な政治行事として残り、酒宴が欠かせなかった。平城京の内裏には、新嘗祭、祈年祭、節句の節会などの宴会を担当する官職、大膳職と調理をする内膳司、酒を作る造酒司(みきのつかさ)が置かれていた。地方の国府でも酒部が置かれていて節会などに使う酒を造っていた。酒造りは官営で大規模に行われ、作った酒はもっぱら宮廷での儀式と饗宴に使われた。だから、貴族

と官人は節会に飲酒を楽しむことができたが、農民には酒を飲む機会がなかった。

華やかな奈良の都の経済を支えていたのは稻作であり、主食として大切な米を十分に調達することが政治の根本になった。かくて、大化の改新で班田収受制が施行されてから千数百年間、稻作は国家の税収を賄う重要な産業として、中世には荘園制、徳川幕藩体制では石高制と形は変わるが、米中心の政治運営と食文化が明治時代まで続くことになる。

大化の改新によってすべての農民と耕地を国有にする公地公民制が実施され、男子には2反、女子には1反120歩の水田を支給し、収穫した米を租として物納させることになった。朝廷は農民に対して農耕に従事できる月には耕作に努めるように命じ、魚を食べること、酒を飲むことを禁止する禁酒令を出している。

農民は班田から収穫できる米だけで暮らしていくのは容易ではなく、万葉集にある山上憶良の貧窮問答歌に詠まれているように、耕作に励んでも、襤襷を着て土間に藁を敷いて家族が雑魚寝をし、何日も飯を炊くことができないので竈に火気がなく、米を蒸す甌にクモの巣が張るような生活をしていた。「風(かぜ)雑(まじ)へ雨降る夜の 雨雑へ 雪降る夜は 術もなく寒くしあれば 賢塩(かたしお)を取りつづしろひ 槽湯酒(かすゆざけ)(酒粕を湯に溶いたもの)うち啜(すす)ろひて 咳(しわぶ)かう・・・」というわびしい有様であった。租税、賦役、兵役などの課役負担が重いために生活が困窮し、食べ物にも事欠いていたから、酒を飲む余裕はなかった。

## 2. 古代、中世社会における宴会の役割

延暦13年、794年に都が平安京に遷ると、天皇家による直接政治が衰えて藤原氏一族による摂関政治が始まった。政治の実権を握った上

流貴族たちは同族による支配体制を強固にするために酒宴をしばしば催している。その典型的なものが新年を祝う正月大饗と大臣に任じられたことを祝賀する任大臣大饗であった。大饗は中国の宮廷宴会を模したものであり、数多くの料理を並べ、参会者に酒杯を巡らせる「献」を行い、主人が自らの権力と財力を誇示する儀式である。

古代から人が集まって一緒に飲食をすることには社会秩序を保つ大きな役割があったが、大饗はそれを儀式化したものであり、飲食を共にすることにより貴族階級の身分序列を確かめ合うのである。 永久4年、1116年に藤原忠通が内大臣に任じられた折に催した大饗を紹介してみよう。唐風の台盤（テーブル）に生魚の鱠（なます）、塩漬けや干物にした魚貝などを並べて、主と客が椅子に着席する。酒と肴が運ばれると、藤原氏の長者、忠道が盃をとって飲み、その盃を參集した公卿たちに順に巡らせる。これが一献である。次に二献として客だけで盃を巡らせる。三献は再び主人より飲み始めて客に盃が巡る。同じ盃の酒を飲んでこそ仲間の一体感が生まれるから、酒を同じ盃で一座の人が廻し飲み回すのである。上座から順に盃が一巡するのが「一献」であるから、三つ組の盃で順に「献」を三回繰り返すと「三献」になる。

この三献が済むと飯と汁が運ばれてきて饗宴になる。食事が始まってからも酒が出て四献から六献まで続く。料理の品数は客の階級によって違いがあり、正客である皇族などには20種類の菜と8種類の菓子、合わせて28品が供され、陪席する上流公卿には20品、少納言など事務方には12品と順に少なくなる。料理の品数により社会身分を差別するのである。饗宴の宴会が済むと、客は別の場所に移り、床に敷いた円座に坐って穩座（おんのざ）という酒宴をする。各自の前には衡重（ついがさね）や高杯を据えて料理が運ばれ、公卿たちは酒を飲み、楽器を

奏でて楽しむのである。酒宴は酒礼抜きの無礼講で行われるから今日の二次会に相当する。

三献、饗宴、酒宴で構成される大饗の宴会様式はこの後、室町時代の武家社会の式正饗宴に受け継がれる。家臣が主君を自邸に迎える御成りの饗宴は特に豪華なもので、膳をいくつも並べて品数多くの料理を供する豪華な本膳料理で接待した。客の正面に据える本膳には飯と汁と菜を数品載せ、その右に二の膳、左に三の膳と並べて、それぞれ別の汁と菜を載せて出す。

永録4年（1561年）、三好義長が將軍、足利義輝を自邸に招いた時の饗宴では、雑煮、のし鮑、するめなどを肴にして主客が盃を応酬する儀礼的な式三献から始まり、それが済むと、膳の数が七つ、料理の品数が八汁、二十三菜にもなる豪華な本膳料理での食事となる。將軍家の忠誠を表すため膳の数、料理の品数の多いことを競うのである。將軍家の従者も料理の品数は少ないが本膳料理で酒を饗應された。

その後は酒肴の膳を出して酒を勧め、演能を鑑賞する酒宴となり、酒肴を取り換えて四献より十七献まで夜を徹して酒を飲むことを繰り返した。「献立」とは「献」ごとにどのような料理を配膳するかの計画のことであったように、酒と料理の調和が重視されるようになり、日本酒は食中酒として楽しられるようになった。

饗宴の最初に主君と家臣との間で盃を交わす「献」は三回に決められて「式三献」と呼ばれたが、これは主従の関係などを確認する重要な儀式であった。今日の宴会で、「駆けつけ三杯」というのは、三献を済まさなければ酒宴が始まらなかつたことによる。また、結婚式で行う夫婦固めの「三三九度」の盃ごと、宴会で行われる主客の盃のやり取り、献酬などは式三献の名残りである。そのほかにも煩雑な飲酒儀礼が事細かに定められているのが日本の飲酒文化の特徴の一つである。

鎌倉時代には都市の貨幣経済が進展して酒の

商業生産（酒屋）が盛んになり、室町幕府は明徳4年、1392年 土倉（金貸し）と酒屋に課税することを始めた。応永32年、1425年 京都には342軒の酒屋があったという。寺院でも酒造りが行われ、天野酒、菩提泉などの僧坊酒は品質の良い酒であった。酒の製造方法にも大きな進歩があった。濁り酒を酒袋で濾過して清酒にすることは奈良時代から行われていたが、室町時代末期になると生酛つくり、諸白（もろはく）、火入れ、三段仕込みなどの技術が開発されて、現在の醸造技術がほぼ完成した。また、この頃には焼酎がタイから琉球に伝えられ、さらに九州南部に広まった。

酒の醸造量が増えてくると民間の飲酒が広がり始める。歴史書「吾妻鏡」によれば、鎌倉には4万個近い酒壺があったので執権、北条時頼は酒壺を一家に1壺と定めて残りを叩き割らせて節酒させたという。室町時代になると公家、武家、僧侶などは毎日のように酒宴を開いていたらしく、「酒飯論絵詞」には肴を前にして盃を廻し飲みにして興じている様子が描かれている。婚礼の席で三三九度の盃を交わす習慣はこのころから武家社会で始まり、庶民の間にも広まった。

しかし、庶民の食生活は奈良時代とそれほど変わらないひどいものであったらしい。この時代に描かれた病草紙に下級官人らしい夫婦の食事風景が描かれている。粗末な板膳には飯と菜、調味料を入れた小皿があるのみで、もちろん酒はない。農民は土地にしばりつけられて貧しく、飲酒を楽しむことはできなかった。中世の農民の食生活はどのようなものであったのか。黒沢明監督の名作映画「七人の侍」に戦国時代の貧しい村の食生活が描かれている。米の飯を食わせるといって侍を雇い、村を野武士の略奪から守る農民の話である。農民は米が足りないので雑穀の雑炊をすり、隠していたぶろくを決戦の前夜に飲んで恐怖を紛らす光景が印象的

ある。

### 3. 大江戸の食と酒の楽しみ

慶長8年、1603年、徳川家康が江戸幕府を開いてから、慶応3年、1867年、幕府が滅亡するまで264年の江戸時代は戦乱の途絶えた平和な時代であった。鎖国令により海外との自由な交流は禁じられていたが、国内には戦乱がなく、幕府や諸藩が殖産興業に努めたので、農作物の生産、加工が増え、商業が発達して民衆の生活は質ともに豊かになった。ことに、人口100万人の江戸には全国から米や物産品が集まり、巨大な消費都市が出現した。

江戸の町人はようやく米を常食にできるようになり、富裕な人々は贅沢な料理や飲酒を楽しむようになった。時の支配者だけではなく、庶民が食事を楽しむ余裕を持ち始めたことは我が国の食文化史上で画期的な変化なのである。当然ながら、飲食に享楽的なグルメ要素を求める風潮が現れてくる。

今一つの大きな変化は民衆が自宅以外で飲食をすることが始まったことである。それまでは街道の旅籠を除けば外で食事ができるところはなかったが、18世紀中頃の宝暦年間になると、江戸の町に餅、田楽、煮しめなどを売る茶店、酒を飲ませる居酒屋、一膳飯屋などが現われた。寺社の境内や門前には料理茶屋ができて、文化、文政の頃になると高級な会席料理を供する料亭が現れた。料亭の豪華な座敷で提供される会席料理は中世の儀礼的な本膳料理に代わって、料理の味を楽しむことを主眼にした宴會料理である。富裕な武家、文人、商人が客を接待し芸者を交えて飲食、遊興した。それは料理と酒の味を楽しむ会食であったから、酒と料理の相性が吟味されるようになった。

この頃の江戸の市中にはそば、うどん、蒲焼、すし、天ぷら、おでんに燗酒などを売る屋

台や小店が多く、収入の少ない小商人、職人、振り売り人でもたまには飲食を楽しむことができた。幕末の江戸には蕎麦屋は3000軒、居酒屋は200軒あったという。大工の手間は1日、470文ぐらいであるが、米は1升、90文、蕎麦は一杯16文、酒は1升、250文だった。

日本酒の醸造には寒造りが定着して品質が安定し、特に伊丹、池田、灘の酒は評判がよく、酒荷専門の樽廻船で江戸に運ばれる「下り酒(くだりざけ)」が珍重された。文政4年(1821年)には下り酒が122万樽にも達した。当時の江戸の人口を100万人とすると、年間、一人当たり4斗入りで1樽、72リットルにもなり、アルコール換算にすると11リットルを超えるから現代人の2倍近い飲酒量である。酒は酔えればよいだけでは済まなくなり、楽しみのために飲むようになったから、品質が吟味され、名酒番付ができる有様であった。

庶民は日々の代わり映えのしない食生活の中に遊びの要素を取り入れるようになった。季節感のある旬の食材、特に旬の「はしり」である初物を食べると寿命が延びると珍重したのがそれである。通常、1尾200文か300文の初鰯が三両(30万円)で買われるという異常なブームが到来した。また、大酒飲み競争や飯、菓子、饅頭、蕎麦などの大食いの会があちこちで開かれた。初物や大食い、大酒への異様なまでのこだわりは、民衆が飲食に大きな関心を持ち、楽しみにしていたことを如実に示すものである。飲食への関心は当時の身分階層を超えて広がり、贅と遊び心を尽くして美味、美酒を追求したのである。

しかし、それが自由にできたのは江戸、京都、大阪などの富裕な町人層に限られていた。貧しい職人や労働者が屋台や居酒屋で飲み食いすることがあつても、それはたまに行うハレの行為であったとみるべきであり、日常のことではない。人口の大多数を占める地方の百姓は米を

食べずに年貢に差し出すように強制されていたから、普段は雑穀の雑炊を食べていて、酒を飲むことはなかった。農村で酒を飲むのは神を祭り、ご馳走を食べながら歌い、かつ踊って、共同体意識を高揚させる「ハレの行事」に限定されていた。普段は口にできないご馳走を作つて飲食を楽しむのは冠婚葬祭、物見遊山など行事のある時だけであった。名主や大百姓の冠婚葬祭に招かれて本膳料理で酒をふるまわれ、一生に一度、伊勢参りの旅などに出て御師宿で飲食を楽しんだのである。このような状態であったから、地方の飲酒量は少なく、元禄11年(1698年)の幕府の調査によると、全国の醸造家数は2万戸、原料米は92万石、醸造高は92万石(16.6万キロリットル)であった。当時の全国人口を3000万人として計算すると、年間一人当たり5.5リットル、アルコールに換算して800ミリリットルに過ぎない。

#### 4. 西洋料理と洋酒の受容はスローペース

明治維新になり、日本社会は「文明開化」をスローガンにして欧米先進文明を受け入れ、殖産興業、富国強兵の近代化路線を歩み始めた。しかし、国家の政治体制や工業技術などとは異なり、衣食住に関する伝統を改めることは容易なことではなかった。福沢諭吉は肉食の多い西洋風の食事をすれば日本人の虚弱な体質を改良できることを説いたが、肉食は容易には普及しなかった。日本にはそれまで奈良朝以来千二百年もの間、肉食は忌むべきもの、穢れたものと考える意識が広く定着していたからである。

明治10年代になると、東京、横浜、函館や神戸には本格的な西洋料理を提供するホテルやレストランができた。値段は50銭か、70銭と高価であり、お客様は外国人、実業家、軍人、高級官吏ばかりであった。米、魚、野菜、味噌、醤油に慣らされてきた日本人の舌には、牛肉、

牛乳、バター、西洋野菜などはなじみにくいものであった。庶民は牛鍋屋に出かけた。鉄鍋で牛肉を焼き、ねぎと一緒に醤油、味噌、砂糖味で煮た牛鍋は日本人の好みに合わせた鍋料理であったから受容できたのであろう。

それでも明治30年代になると都会の中流家庭では牛肉料理を食べるようになったが、農村では依然として牛肉を食べなかつた。大正時代になって洋食屋でカレーライス、コロッケ、とんかつなどが人気になったのは、それが米飯に合うように考案された和製の洋食であったからである。肉料理、乳製品が本格的に普及するのは第二次大戦後のことである。

文明開化の波に乗ってビール、ワイン、ウイスキーなどの外国酒が輸入され、製造されるようになった。わが国最初の本格的なビール工場は、アメリカ人、コープランドが明治2年、横浜に開業したスプリングバー・ブルワリーであった。日本人もドイツでビールづくりを習ってきて、明治9年に北海道開拓使直営の札幌麦酒醸造所、明治25年に大阪麦酒会社の吹田村醸造所を開業した。ワインの醸造は明治9年、山梨県の甲府勧業試験場内に設置された葡萄酒醸造所で始まり、明治13年には民営の祝村葡萄酒醸造会社が180石のワインを醸造した。本格的なウイスキーの製造は少し遅れ、大正12年、寿屋が山崎蒸留所で製造を始めたのが最初である。

これら工場の規模、設備、製品の品質は欧米に劣らぬものであったが、需要はわずかで、それも料飲店での消費に限られていた。それまで誰にもなじみがなかった外国生まれの酒をある日、突然に製造、販売したのであるから無理もなかつたのである。ワインは渋いと嫌われるので、甘味葡萄酒が考案されて滋養、強壮のために飲まれた。製造技術は輸入できるが、飲酒習慣は輸入できないから、千数百年にわたつて築かれた日本酒の文化の壁は厚かったのである。

ただし、日本酒の消費は急速に増加し始めた。急速な近代化により農村の閉鎖的な地縁社会が壊れ、都市に各地から人が集まる新しい産業社会が出現したからである。毎日が見知らぬ人と働き、交際するハレの日となり、新しい人間関係を円滑にするために飲酒する機会が増えたのである。明治34年（1901年）の酒税統計によれば、全国の造り酒屋は1万3000軒、醸造石数は463万石（83万キロリットル）であり、当時の人口は4500万人だから一人当たり18リットルになり、日本酒の消費は幕末の3倍に増えている。しかし、ようやく国産化ができるようになったビールの製造量はわずかに4.5万キロリットルであった。焼酎は5万キロリットル、ワインは甘味葡萄酒を除けば344キロリットルと推定される。日本酒の醸造は当時の主要産業であり、日本酒に課せられた酒税、5556万円は国税収入の3分の一を占めていた。

第二次大戦の直前、昭和9-11年の単年度酒税課税数量においても、日本酒が73.6万キロリットル、ビール、19.7万キロリットル、焼酎、9.6万キロリットル、みりん1.8万キロリットル、スピリット2.3万キロキロリットルで、合計107万キロリットルであるから、日本酒がいぜんとして69%量を占めている。ウイスキー、果実酒の数量値は見当たらないが、おそらく1000キロリットルには満たなかつたのであろう。

## 5. 第二次大戦後に激変した食生活と飲酒

私たち、日本人の食生活は第二次大戦後にかつてなかつ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つた。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をして酒が飲めるようになったことである。

江戸時代にはそうではなかつた。農民は米を

作っても年貢に取り上げられ、自分で食べることができなかつた。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つた。明治になって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つた。江戸の職人の家族のエンゲル係数は90%ぐらいであったろうし、明治の労働者の家庭でも60%を超えていた。

ところが、戦後の高度経済成長のお蔭で家庭の収入が増えて生活に余裕ができたので、エンゲル係数は昭和54年に30%に下がり、最近では21%になっている。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つたのである。直近の1世帯当たりの酒類購入金額は年間、約46,000円であり、家庭外で飲む酒代を合わせても月に1万円程度であるから家計費の2%ぐらいである。庶民が日常生活において食

べたいだけ食事をして、飲みたいだけ酒を飲めるようになったのは日本の食文化史上、初めて実現した事態なのである。

第2次大戦後に酒類の消費が急速に増加したのは、このように高度経済成長により家計に余裕が生まれ、だれでも酒を飲めるようになったからである。殊に、ビールの躍進は目覚ましかつた。ビールの生産量は戦前には31万キロリットルに過ぎなかつたが、戦後、食生活の欧米化に伴い生産量が急増して昭和34年には日本酒の生産量、68万キロリットルを追い越し、平成6年には719万キロリットルを記録した。容量で比較するとビールは全酒類の73%を占めるようになり、国民一人当たり年間58リットル、500ミリリットル缶で116缶を飲んだことになる。これに対して民族の酒である日本酒は昭和52年に戦前の2倍、166万キロリットル

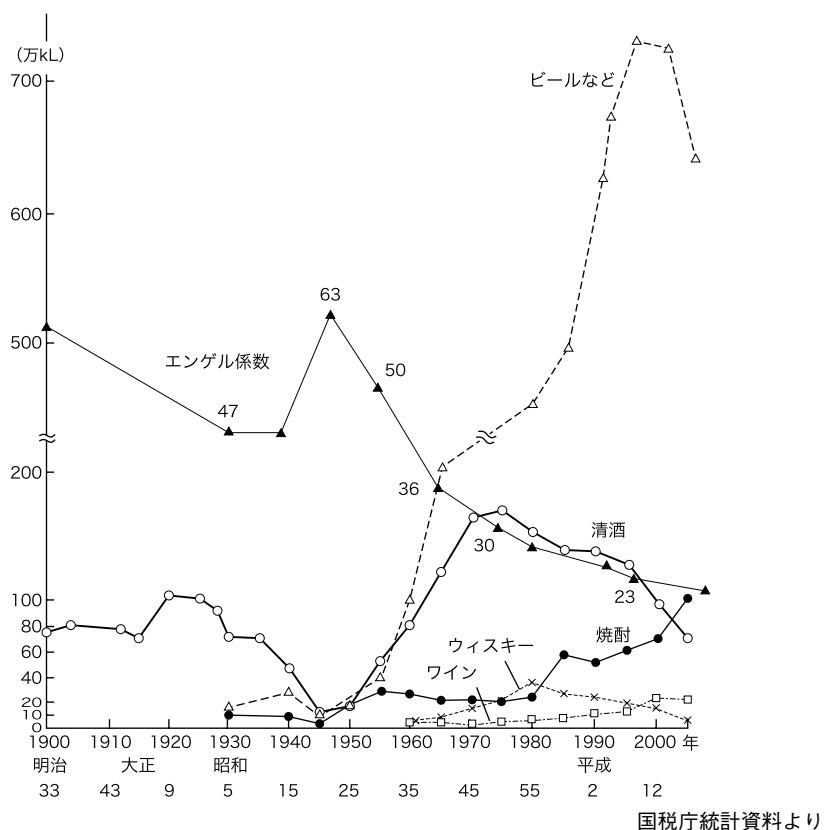


図1 近代100年の酒類消費

国税庁統計資料より

まで生産量を増やしたが、その後は消費が低落し続けて現在では 59 万キロリットル、全酒類の 7% に過ぎなくなった。一人あたりにすれば、0.46 リットルで、江戸時代に比べると 1 割ほどに減少した。

そもそも、民族の食文化は保守性の強いもので、いつまでも地域の特色を維持するものである。ところが、近年、日本の食文化は食のグローバル化の潮流に呑み込まれ、伝統の和食が少くなり、洋風、中華風の料理が多くなっている。これと軌を一にして、外来のビールが民族固有の日本酒にかくも短期間で交代したということはかつて西欧先進諸国には見られなかった特異な現象なのである。地域に密着した文化的性格の強い民族酒に代わって、国際性があり文明的性格の強いビールが優勢になる現象は、近年、急速に開発されている東南アジア、南米諸国でも起きている。ウイスキーは昭和 55 年までは急伸してわが国独自の水割り文化の花を咲かせたが、その後は消費が急減した。戦前の甘味葡萄酒に代わって、本格的なワインの消費が昭和 50 年ごろから少しづつ伸び始め、現在では輸入品を合わせれば戦前の 100 倍、25 万キロリットル前後になっている。平成時代になると焼酎の消費が 4 倍強に急増し、平成 15 年には日本酒を抜いて 98 万キロリットルに達した。

平成 19 年現在の酒類の全消費量は 927 万キロリットルであり、そのうち、ビールとビール系飲料が合わせて 633 万キロリットル (68%)、焼酎が甲類、乙類を合わせて 103 万キロリットル (11%)、日本酒が 68 万キロリットル (7%)、ワインが 25 万キロリットル (2.7%)、ウイスキーが 7 万キロリットル (0.8%)、その他のチュウハイ、カクテルなどが 10% である。

国民一人当たりの酒類消費量をアルコールに換算してみると、戦後倍増して平成 2 年に 9 リットルに達したが、その後は漸減して現在では 7.5 リットルである。フランスの 12 リットル、

ドイツの 10 リットルなどに比べれば少ないが、日本人はアルコール分解酵素が欠如しているか、あるいは弱い人が 40% いることを考慮すれば、これで十分なのである。酒類のアルコール換算総需要はすでに飽和していて、最近の 20 数年間に 18% も減少している。高齢化社会になり、飲酒が健康に悪影響を及ぼすことを懸念して多量に飲むことを控えるようになったからである。

アルコール消費量が減少することは西欧諸国でも始まっている。北欧諸国では強い蒸留酒を多量に飲む習慣があったので、健康障害を減らすため広告規制が半世紀も前から行われている。世界保健機構は一昨年、アルコール規制の指針を採択し、酒類の広告制限や課税強化による購入抑制を各国に要請している。喫煙による発がんリスクはすでに立証されているが、アルコールやコーヒーや通常の摂取量でリスクがあることを否定できない。日本人の適量飲酒量は 1 日にアルコール換算 20 グラムとされているが、飲酒習慣のある男性の大多数、85% の人が週に 3 日以上、適量か、多くてもその 2 倍までに飲酒を自制している。いつでも好きなときに飲めるのだから、泥酔するまで飲まずに節度のある飲酒を心がけているのである。

敗戦直後は厳しい食料難に見舞われたから、当時の日本人の願望は「腹いっぱい食べ、時には徹底して酔っぱらいたい」ということであった。しかし、朝鮮動乱後の経済復興が進み高度経済成長が始まると、人々の所得が増えて食欲が満たされ、酒を楽しむ余裕が生まれた。ただ酔えるだけの焼酎は敬遠され、ビールの消費が伸び始めた。キャバレー、アルバイトサロン、バー、スナックなどでの飲酒が盛んであったのはこのころである。しかし、経済成長が陰りを見せると、酒を飲む場所は家庭に移り始めた。そのころには、女性の社会進出が当たり前になり、職業を持つ成人女性が 60% を超えたので

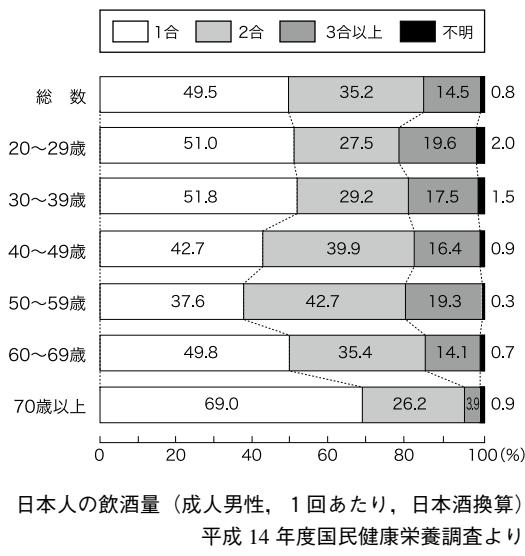


図2 日本人は適量飲酒が多い

酒を飲む習慣を持つ女性が増えた。昭和43年には「酒を飲む」と答える女性は20%に過ぎなかつたが、20年後には43%に達している。

現代人の飲酒の特徴は家庭での飲酒が多いことである。江戸時代には富裕階級は別として庶民が酒を飲むのは冠婚葬祭などハレの日に限られていた。ところが明治以降はハレの日でなくとも飲むようになり、さらに第二次大戦後は家庭で日常的に飲むようになってしまった。酒類の消費金額は平成6年の6兆8600億円がピークであり、その後は販売数量の減少と低価格商品の増加などにより減少して平成17年には5兆1100億円である。これに対して、1世帯当たりの酒類購入金額は年間46000円であるから、全国5380万世帯の酒類購入金額を集計すると2兆5000億円になる。酒類の48%は家庭で消費されていると考えてよく、ビール系飲料であれば80%、日本酒なら55%が家庭で飲まれている。

明治から昭和の初期までは、日本酒が家庭での晩酌に飲まれていた。それまでは酒は集まって飲むものであり寄合酒、振舞酒、接待酒の風習が根強く残っていたので、卑しいとされていた独り酒を公然と飲むため晩酌という風習が

考案されたという。そして、戦後、ダイニングキッチンの食卓で肉料理や油料理を家族そろって食べるようになると、晩酌の主役は日本酒からビールに代わった。女性の6割が職業を持って働くようになったので、食事作りにかける手間と時間を節約して、持ち帰り惣菜や外食で済ますことが多くなつた。当然ながら、家庭における「酒と肴の密接な関係」は限られた場面だけとならざるを得ない。和洋中の混成料理を、テレビを見ながらあわただしく食べる現代の食卓には日本酒よりもビールや発泡酒、酎ハイなどが合うのである。30歳代から40歳代の男性で晩酌をしている人は時々する人を合わせると6割いるが、飲んでいるのはビール、発泡酒、酎ハイが多い。

近年、飲酒の場面は食卓を離れてますます多様化し、入浴後にテレビを見ながら、スポーツで汗をかいた後に、趣味の集まりで、行楽の際になど、TPOに応じて手軽に飲むために軽快で飲みやすいビール、発泡酒や酎ハイ、カクテルなどが選ばれることが多い。缶入りの酎ハイ、果汁入りカクテル、ハイボールなどアルコール度が3-5%のRTD（すぐ飲める）商品の消費は全酒類の8%にも増加した。これらの酒飲料は酔うために飲まれるのではなく、清涼飲料やコーヒ、お茶のように気分転換のために飲むポーズドリンクあるいは楽しい雰囲気をつくるムードドリンクとして飲まれている。ノンアルコールビール、ノンアルコールカクテル、ノンアルコール酎ハイなど擬似酒飲料が人気を集め、スーパーの酒類売り場に並んでいるのはその証拠である。

今一つ、指摘しておかねばならぬことは若者の酒離れであり、飲酒習慣のある若者は最近の15年で男女ともに大きく減少し、全体の11%に減った。総務省の家計調査を見ても20歳代の酒類購入金額は30歳代の半分、60歳代の3分の1に過ぎない。その理由としてはスポーツ

や野外のレジャーなど若者のストレス解消の楽しみが多様化したこともあるが、それにもまして大きい理由はケータイやメールの普及で若者の人間関係が広く、浅くなり、上司や同僚と一緒に飲む必要性が減少したからであろう。居酒屋、カラオケ、パブレストランなどでの若者の飲み会は仲間と情報の共有を確認するためのもので、酔うことでもなく、食事を楽しむためでもない。酒を飲まなくても、メールによって即座に気分転換し、ネットゲームによって現実逃避ができるのである。20歳代の若者は午後10時ごろに、ネットやメールをしながらアルコール含量が少ない缶入りのチューハイやカクテルをジュース感覚で飲むらしい。ワイン好きで知られるフランスでもワインの消費量は最近の

50年間に半減し、特に若者のワイン離れが激しいようである。

最後に、この半世紀、日本の伝統的な食文化、酒文化はかつて経験したこのないほどに激しく変化したことを強調しておきたい。食生活はすっかり洋風化して、あまりにも豊かになり、便利になり、人任せになり過ぎて、今後どのようにになるのか予想をしにくい。それに伴い、飲む酒も日本酒、ビール、ワイン、ウイスキー、焼酎、低アルコール飲料などと種類が増え、飲酒の目的と場面は多様になった。仲間と一緒に食べることも飲むこともかつてのような大きな社会的役割を失いつつある。私たちはこの激しい変化に戸惑いながら、今後の酒の飲みかた、楽しみかたを模索するよりほかはない。

### 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、練製品の彈力増強など  
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、品揃えしております。

一般の栄養強化には、「ホワイトン」

機能を求めるならば、「コロカルソ」

飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」

詳細につきましては、弊社営業担当に  
お気軽にお尋ね下さい。

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

# コメの保健作用

芳野 恭士 \*

\* YOSHINO Kyoji (沼津工業高等専門学校 物質工学科)

Key Words : コメ・糖化液・抗アレルギー作用・玄米

## はじめに

コメ (*Oryza sativa*) は、世界的な主要穀物の一つであり、日本を含むアジアの多くの国々で摂取されている。コメはデンプン含量が高く、良いエネルギー源であり、脱穀、精白、炊飯等の調理が容易な優れた食品である<sup>1,2)</sup>。収穫したコメの種子には果皮が密着しているためそのままでは摂取し難いことから、まず、外側の糊殻を除去し玄米とする。しかし、熱帯あるいは亜熱帯地域での長期間の保存と使用のために、糊殻の内側の油分の多い糠および糊粉層をさらに除去し、酸敗等による悪臭の発生を予防する必要がある<sup>3-5)</sup>。この工程で胚芽も除去され、通常は精白米として胚乳のみとなる。コメの胚乳はデンプンと少量のタンパク質で構成されている<sup>1)</sup>。しかし、精白によって糠や糊粉層が除去されることで、プロビタミンAであるカロテノイド等の保健成分が失われてしまう<sup>5)</sup>。

近年、食生活の欧米化による脂質や糖質の過剰摂取で、肥満が増加している<sup>6)</sup>。肥満は高脂血症や高血圧症といった生活習慣病の発症リスクを高め、さらには脳卒中、心筋梗塞等の動脈硬化性疾患の発症リスクを高めることに繋がる。また、アレルギーやがんのような炎症性の疾患も、社会的に大きな問題となっている。そ

のため、普段の食事の中で安全で保健機能のある食品を摂取することは、治療薬による副作用を避け、経済的に健康な社会を構築するのに有効であると考えられる<sup>7-9)</sup>。ここでは、日本の主食であるコメの保健作用について、著者これまでの研究成果を含めて概説する。なお、この報告の一部は、著者が名古屋女子大学佐野満昭教授、静岡県立大学宮瀬敏男教授、長野県農村工業研究所竹内正彦氏、長野農興株式会社田口計哉氏らとともに行った共同研究の成果を含むものである。

## 1. コメ糠あるいは玄米の保健作用

コメを精白する際に副産物として得られるコメ糠には、胚乳には含まれない成分として、脂溶性の不ケン化成分であるトコフェロール類、トコトリエノール類、 $\gamma$ -オリザノール等のオリザノール類、 $\beta$ -シトステロール等の植物ステロール類、また、オレイン酸を主とする脂肪酸類、さらには食物繊維( $\beta$ -グルカン、ペクチン、ゴム)およびその成分であるフィチン酸やフェルラ酸、ビタミンB群、ミネラル類等が含まれている<sup>4,10-15)</sup>。

コメ糠とそれから得られる様々な画分、さら

にはコメ糠油には、血中脂質レベル上昇抑制作用<sup>13, 16-22)</sup>、血糖値上昇抑制作用<sup>23)</sup>、肝グルコース関連酵素活性調節作用<sup>23)</sup>、抗がん作用<sup>18)</sup>、血圧上昇抑制作用<sup>13)</sup>、神経保護作用<sup>15)</sup>、抗酸化作用<sup>15, 17, 24-27)</sup>、人工胃液中での除草剤吸収作用等<sup>28)</sup>、多くの保健作用があることが報告されている。これらの保健作用には、トコフェロール類、トコトリエノール類、オリザノール類、植物ステロール類、フィチン酸、フェルラ酸、フェルロイル-ミオイノシトール類といった各種抗酸化成分が寄与しているものと考えられている。コメ糠は、保健食品としてだけでなく、近年ではその肉エマルジョンや荒挽肉の安定化作用が肉製品に活用されている<sup>4)</sup>。同様の目的で用いられるダイズ抽出物と比較しても、舌触り、退色防止、風味の低下防止という点で優れているとされる。

コメ糠およびその含有成分に見られるこれらの保健作用は、コメ糠を含む玄米を摂取した場合にも期待できる。玄米の残留糠層には、ウサギの高コレステロール血症で誘発される動脈硬化性plaquesの形成抑制、動脈の8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシン(8-OHdG)レベルの上昇抑制、血清および動脈中の過酸化脂質分解物であるマロンジアルデヒドレベルの上昇抑制といった様々な作用が認められている<sup>29)</sup>。

## 2. 精白米の保健作用

我々は、多くの場合、糠を除去して精白したコメを摂取することが多い。そのため、前項に示したようなコメ糠の多様な保健作用は、精白米にはあまり期待できない。精白米は、約80%の炭水化物と約6%のタンパク質で構成されている<sup>30)</sup>。しかし、精白米の抽出物やその加工品には、急性や慢性の胃粘膜損傷に対する抑制作用があることが知られている。具体的には、コメ抽出物が、ラット胃粘膜での胃がんプロ

モーターであるNaCl誘発の急性粘膜損傷と細胞増殖をそのDNAの複製を阻害することにより抑制する<sup>31)</sup>、エタノール誘発のラット胃粘膜損傷をin vitroおよびin vivoで抑制する、また、寒冷浸水拘束ストレスによるマウスの胃潰瘍形成と胃粘膜損傷を抑制する<sup>32)</sup>、といった報告がある。さらに、胃炎や胃がんの発症に関連があるとされているHelicobacter pyloriを完全に排除することはないものの、スナネズミのH. pylori誘発胃炎における粘膜炎症と上皮細胞増殖を抑制する機能を示すコメ抽出物もある<sup>33)</sup>。別のコメ抽出液としては、コメを高温高圧処理およびプロテイナーゼとアミラーゼ複合体(α-アミラーゼ、β-アミラーゼ、グルコアミラーゼを含む)により酵素処理することで調製されたものが知られている。玄米、精白したコメ、通常の調理を行った精白したコメのそれについてこの方法で調製された抽出物は、いずれもin vitroでH. pyloriに対する抗菌作用を示す<sup>34)</sup>。精白したコメから調製した抽出物は、スナネズミの胃内でH. pyloriに対して抗菌作用を示すとともに、H. pylori誘発胃炎に対して抑制作用を示す<sup>35)</sup>。一方、コメの胚乳中に検出されるゲラニルゲラニル二リン酸とその誘導体は、動物の腸アルカリホスファターゼによってゲラニルゲラニオールに脱リン酸化され、体内に吸収された後、肝ミトコンドリアの酵素によりゲラニルゲラニオールからゲラニルゲラニルアルデヒドを介してゲラニルゲラノイン酸(all-trans 3,7,11,15-テトラメチル-2,4,6,10,14-ヘキサデカテトラエン酸)に代謝される可能性がある<sup>5)</sup>。C<sub>20</sub>のポリプレイン酸であるゲラニルゲラノイン酸とその誘導体は、抗がん作用を有する非環式レチノイドとして知られている。

ところで、以前に我々は、精白したコメを高温高圧処理とアミラーゼ処理を行って調製したコメ糖化液(エネルギー:96.8 kcal、水分:75.6%、タンパク質:1.0%、脂質:0%、炭水化物:

23.2%, 灰分:0.2%) について, マウスモデルでのアレルギー抑制作用を検討した<sup>36, 37)</sup>。Gell-Coombs のアレルギー分類法における主なアレルギーとしては, アナフィラキシー型のI型アレルギーとツベルクリン型のIV型アレルギーがある。前者は体液性抗体応答により引き起こされる即時型の反応であり, 後者は細胞性免疫応答により引き起こされる遅延型の反応である。

我々はまず, オキサゾロン誘発マウス耳介浮腫モデルを用いて, コメ糖化液の接触皮膚炎抑制作用を測定することで, そのIV型アレルギー抑制作用について検討した。マウスとしては, 4週齢の雄性ICR系マウスを用いた。

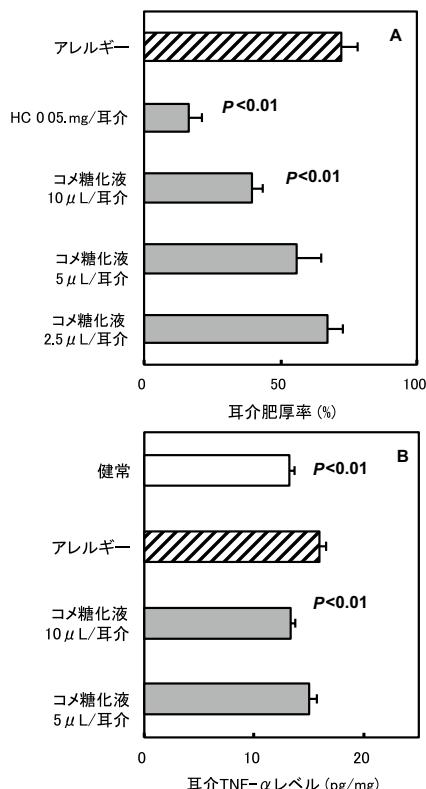


図1 接触皮膚炎モデルマウスの耳介浮腫およびそのサイトカインレベルに対するコメ糖化液の経皮投与の影響

A:耳介肥厚率, B:耳介腫瘍壞死因子- $\alpha$  レベル  
HC:ハイドロコーチゾン, n=6, 平均士標準誤差, 図中にアレルギー群との統計学的有意差を表示

図1に示すように, コメ糖化液の10  $\mu$ Lをチャレンジ溶液に添加して経皮投与を行ったところ, 耳介の浮腫が抑制されるとともに, 耳介中の前炎症性サイトカインの1種である腫瘍壞死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) のレベルの上昇も抑制された。コメ糖化液の経皮投与による接触皮膚炎抑制作用は, 食品としてではないが, 香粧品への利用という点で期待できるものと考えられる。

次に, 同様のマウスモデルを用いて, チャレンジの1時間前にコメ糖化液を経口投与する実験を行ったところ, 図2に示すように, マウス1匹当たりコメ糖化液を0.5 mLまたは0.3 mL

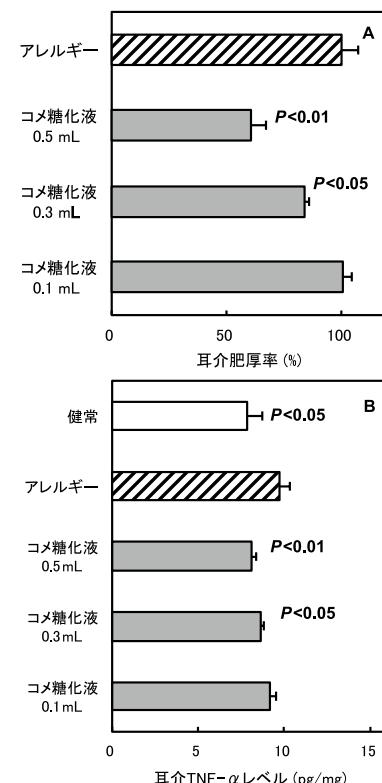


図2 接触皮膚炎モデルマウスの耳介浮腫およびそのサイトカインレベルに対するコメ糖化液の経口投与の影響

A:耳介肥厚率, B:耳介腫瘍壞死因子- $\alpha$  レベル  
n=6, 平均士標準誤差, 図中にアレルギー群との統計学的有意差を表示

経口投与した場合に、耳介の浮腫およびその TNF- $\alpha$  レベルの上昇が有意に抑制された。

コメ糖化液の接触皮膚炎抑制作用のメカニズムとしては、まず前炎症性サイトカインである TNF- $\alpha$  の産生・分泌に対する作用が考えられる。前炎症性サイトカインが誘発する強い炎症は、IV型アレルギーの発症過程に見られる典型的な症状である。TNF- $\alpha$  は 1 型ヘルパー T 細胞やマクロファージによって産生・分泌され、それ自身や細胞傷害性 T 細胞などの免疫細胞を活性化する効果を持つ。コメ糖化液が炎症部位である耳介中の TNF- $\alpha$  のレベルを低下させる作用は、その IV型アレルギー抑制作用に寄与するものと考えられる。また、炎症の過程では、マ

クロファージや好中球によって過剰生産されたスーパーオキシドアニオンラジカルや一酸化窒素などの活性酸素が、周囲の正常組織を傷害する<sup>38, 39)</sup>。コメ糖化液を 0.5 mL または 0.3 mL 経口投与した場合、および 10  $\mu$ L 経皮投与した場合、図 3 に示すようにマウス血清中の抗酸化能がアレルギー発症マウスに比較して有意に上昇した。この血清抗酸化能の上昇は、コメ糖化液の IV型アレルギー抑制作用に寄与するものと考えられるが、コメ糖化液自体には強い抗酸化力が認められないことから、マウス血清での抗酸化能の上昇のメカニズムについてはより詳細な検討が必要である。さらに、経皮投与の場合には、コメ糖化液とアレルゲンが皮膚表面で接触する可能性があることから、アレルゲンの皮膚からの侵入をコメ糖化液が阻害することも考えられる。

コメ糖化液の経口投与によるマウス接触皮膚炎抑制作用に寄与する有効成分の検索を試みるため、コメ糖化液を排除分子量約 14000 のセルロース膜で透析し、その非透析性画分と透析性画分を得た。顕著な接触皮膚炎抑制作用を示した 0.5 mL/マウスのコメ糖化液中に含まれる量に相当する、非透析性画分 15.8 mg/マウスと透析性画分 108.6 mg/マウスをそれぞれ経口投与したところ、図 4 に示すように、接触皮膚炎による耳介の浮腫およびその TNF- $\alpha$  レベルの上昇は、非透析性画分でのみ有意に抑制された。従って、コメ糖化液の接触皮膚炎抑制作用に寄与する主な有効成分は、分子量約 14000 以上の高分子画分に含まれているものと考えられる。コメ糖化液中の糖質であるデンプンは、その多くがグルコースやマルトースのような低分子に変換されているものと考えられ、実際、非透析性画分の収量は透析性画分の約 15% と少なかった。非透析性画分中の有効成分としては、糖化を受けずに残った糖質、あるいはタンパク質やペプチド等であることが予想されるが、こ

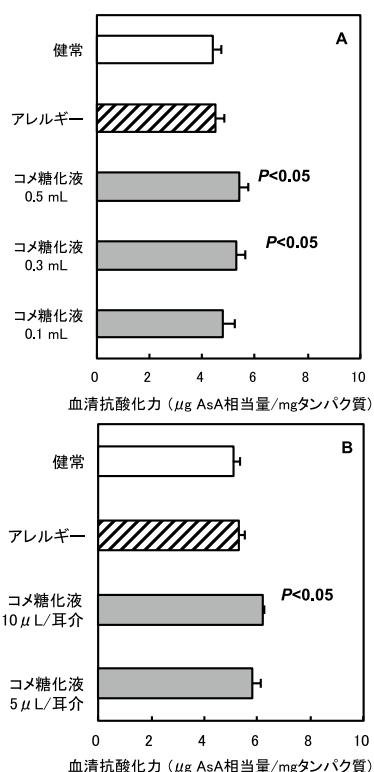


図 3 接触皮膚炎モデルマウスの血清抗酸化力に対するコメ糖化液の影響

A: 経口投与, B: 経皮投与, AsA: アスコルビン酸  
n=6, 平均士標準誤差, 図中にアレルギー群との統計学的有意差を表示

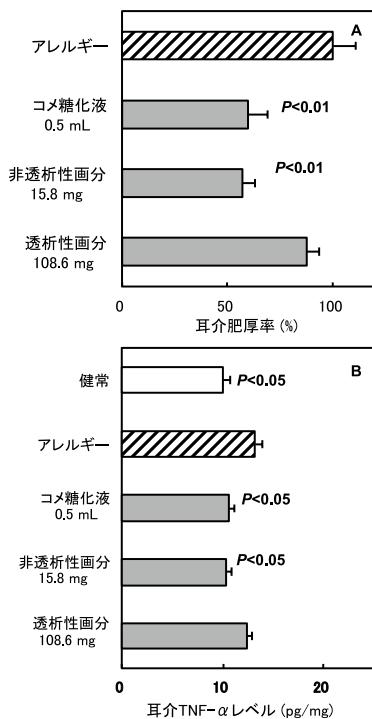


図4 接触皮膚炎モデルマウスに対するコメ糖化液およびその非透析性画分、透析性画分の経口投与の影響

A:耳介肥厚率, B:耳介腫瘍壞死因子- $\alpha$ レベル  
n=6, 平均士標準誤差, 図中にアレルギー群との統計学的有意差を表示

の点についてもより詳細な検討が必要である。

我々は、さらにこのコメ糖化液について、卵アルブミン誘発血管透過性亢進モデルを用いて、I型アレルギー抑制作用を検討した。マウスとしては、5週齢の雄性ddY系マウスを用いた。チャレンジの1時間前にコメ糖化液を経口投与する実験を行ったところ、図5に示すように、マウス1匹当たりコメ糖化液を0.5 mLまたは0.25 mL経口投与した場合に、腹壁における血管からの色素浸潤面積の上昇が有意に抑制されることが観察された。以上の結果から、コメ糖化液はI型やIV型のアレルギーを予防するのに適した食材であるものと考えられる。

ところで、コメのタンパク質はアレルゲン性が低く、それによる過敏症は一般的でないとさ

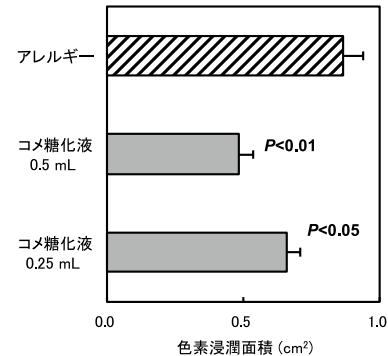


図5 卵アルブミン誘発血管透過性亢進モデルマウスに対するコメ糖化液の経口投与の影響

n=5, 平均士標準誤差, 図中にアレルギー群との統計学的有意差を表示

れている<sup>40,41)</sup>。しかし、一方で炊飯時の蒸氣や精米時のコメ粉の吸入、コメの摂取などによる気管支喘息、鼻炎、アトピー性皮膚炎の症例も報告されていることから、特に小児については注意する必要がある<sup>42-45)</sup>。

### 3. 新形質米の保健作用

異なる品種の交配や化学物質などを使った突然変異の誘発等の育種により、新たな形質をもったコメが作り出されており、その中には特異な機能を示すものがある<sup>46)</sup>。

まず、デンプンやタンパク質などのコメ胚乳成分が変化したものとして、デンプン変異米やタンパク質変異米が知られている。デンプン変異米のうち、低アミロース米は日本人に好まれる食味を有する。一方、アミロース含量が25%以上である高アミロース米は食味の点では日本人の好みに合い難いが、その難消化性構造のために食後の血糖やインスリンレベルの上昇が緩やかになるという特徴がある<sup>47-49)</sup>。タンパク質変異米としては、低グロブリン米や低グルテリン米があり、これらはアレルゲンや易消化性タンパク質の含量が少ないために、アレル

ギー病態食や腎臓病態食としての利用が期待されている。

色素成分が変化したものとしては、色素米が知られている。紫黒米はポリフェノール系色素のアントシアニン類を、赤米はタンニン系色素をそれぞれ含み、これらは各種ビタミン類（B群、E、P等）やミネラル類（Fe、Ca等）にも富んでいる。色素米に含まれるシアニジン-3-O-β-D-グルコシド、キノロンアルカロイド、マルビジン、プロトカテキュ酸メチル等の成分により、活性酸素消去能が高い<sup>50-53)</sup>、白血病細胞の増殖を阻害する<sup>54)</sup>、チロシナーゼ活性を阻害するなどの特徴を示す。

粒の形状が変化したものとしては、前述の高アミロース米が長粒であることが多いほか、胚芽が一般のコメの約2～3倍ある巨大胚芽米にはγ-アミノ酪酸やビタミンEが多く含まれることが知られている。

#### 4. 発芽米、発酵米の保健作用

コメをそのままでなく、発芽または発酵させることで特異な成分を産生させて利用することが行われている。

発芽は、一般に穀物の機能および栄養特性を改善する方法として広く知られている。発芽種子では、デンプン、タンパク質、脂質等を加水分解して生長に必要なエネルギーを得る一方、新たな細胞や組織を形成するためにアミノ酸や核酸等の物質の合成を促進するため、その成分に大きな変化が見られる<sup>9)</sup>。玄米においても、発芽によりγ-アミノ酪酸、食物繊維、イノシトール類、フェルラ酸、フィチン酸、トコトリエノール類、Mg、K、Zn、γ-オリザノール、プロリルエンドペプチダーゼインヒビター、さらにはリジン、イソロイシン、メチオニンといった必須アミノ酸等の含量が増加する<sup>15, 55, 56)</sup>。発芽玄米から調製された抽出物は、培養神経細胞にお

ける過酸化水素誘発の酸化的損傷に対して保護作用を示し、アポトーシスを抑制することが報告されており<sup>15)</sup>、アルツハイマー病や脳卒中などの神経退行性病変に伴う細胞損傷を予防することができる。

コメを紅麹菌で発酵させたものの70%エタノール抽出物は、未発酵米の同抽出物に比較して、フェノール化合物とフィチン酸の含量、脂質過酸化反応抑制活性、1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジルラジカル捕捉活性、大腸菌での抗変異原活性、V79ハムスター細胞での抗DNA損傷活性のいずれにおいても優れていることが報告されている<sup>8)</sup>。発酵コメ抽出物の抗変異原活性の一部は、フェノール化合物やフィチン酸のような大量の抗酸化成分によるものである可能性がある。

コメを原料とした酢の製造は、一般的によく行われている。玄米を原料とした製品は黒酢と呼ばれ、その酢酸エチル抽出物に結腸がんなどに対する抗がん作用のあることが知られている<sup>57, 58)</sup>。また、黒酢の製造に用いる甕の底に堆積物が得られ、これにはアミノ酸、ミネラル、有機物等が多く含まれている。この堆積物にも、結腸がんや肝がんに対する抑制作用が認められている<sup>59, 60)</sup>。

#### おわりに

近年、生活習慣病などの疾病的患者数が増加する中、その長期治療に用いる医薬品の副作用が心配される。そこで、保健機能を持つ食品素材を普段の食生活の中で、あるいはサプリメントとして利用することで、疾病の予防や症状の軽減を期待することが注目されつつあり、様々な食品素材あるいは天然物の効果が検討されている。

平成22年国民健康・栄養調査報告（厚生労働省）によれば、コメのエネルギー摂取量は日本人の総エネルギー摂取量の約30%を占めており、この割合はここ数年変化していない。コ

メは日本人の主食であるだけに、主要なエネルギー源としてだけでなく、コメそのものの保健機能を活用する、またはコメに新たな保健機能を付与して利用することができれば、疾病の予防等に有効な食材となるものと考えられる。そ

ういう観点から、今後とも健康維持のためのコメの利用の可能性について検討を続けることは、我々コメを基本とする食事を摂取している国、地域に住む者にとって魅力的な試みであると考えられる。

参考文献

- 1) 瀧井幸男：米食と日本人の健康. *FFI Journal* **214**:56-62. 2009.
- 2) M. Sakuma, H. Yamanaka-Okumura, Y. Naniwa, *et al.*: Dose-dependent effects of barley cooked with white rice on postprandial glucose and desacyl ghrelin levels. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **44**: 151-159. 2009.
- 3) X. Ye, S. Al-Babili, A. Kloti, *et al.*: Engineering in provitamin A (beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science* **287**: 303-305. 2000.
- 4) 力丸みほ：米の機能の再考察. *食品と容器* **50**: 101-103. 2009.
- 5) T. Muraguchi, K. Okamoto, M. Mitake, *et al.*: Polished rice as natural sources of cancer-preventing geranylgeranoic acid. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **49**: 8-15. 2011.
- 6) K. Sato, H. Arai, Y. Miyazawa, *et al.*: Palatinose and oleic acid act together to prevent pancreatic islet disruption in nondiabetic obese Zucker rats. *J. Med. Invest.* **55**: 183-195. 2008.
- 7) S. E. Inzucchi: Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes: scientific review. *J. Am. Med. Assoc.* **287**: 360-372. 2002.
- 8) M. R. Yoon, S. H. Nam, M. Y. Kang: Antioxidative and antimutagenic activities of 70% ethanolic extracts from four fungal mycelia-fermented specialty rices. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **43**: 118-125. 2008.
- 9) 森田尚文, 前田智子：各種発芽穀類の機能特性とそれらの食品加工への利用. *FFI Journal* **215**: 60-72. 2010.
- 10) A. Keys: Serum cholesterol response to dietary cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* **44**: 309. 1986.
- 11) J. W. Hunnicutt, R. W. Hardy, J. Williford, *et al.*: Saturated fatty acid-induced insulin resistance in rat adipocytes. *Diabetes* **43**: 540-545. 1994.
- 12) R. Cheruvanki: Bioactive in rice bran and rice bran oil. in *Phytochemicals as bioactive agents*, W. R. Bidlack, S. T. Ornaye, M. S. Meskin, *et al.* Eds, Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, pp.213-240. 2000.
- 13) H. Ardiansyah, T. Shirakawa, K. Koseki, *et al.*: Rice bran fractions improve blood pressure, lipid profile, and glucose metabolism in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *J. Agric. Food Chem.* **54**: 1914-1920. 2006.
- 14) J. Martin-Tereso, A. Gonzalez, H. V. Laar, *et al.*: In situ ruminal degradation of phytic acid in formaldehyde-treated rice bran. *Animal Feed Sci. Technol.* **152**: 286-297. 2009.
- 15) R. Soi-ampornkul, S. Junnu, S. Kanyok, *et al.*: Antioxidative and neuroprotective activities of the pre-germinated brown rice extract. *Food Nutr. Sci.* **3**: 135-140. 2012.
- 16) T. S. Kahlon, F. I. Chow, R. N. Sayre: Cholesterol lowering properties of rice bran. *Cereal Food World* **39**: 99-103. 1994.
- 17) K. Rajnarayana, M. C. Prabhakar, D. R. Krishna: Influence of rice bran oil on serum lipid peroxides and lipids in human subjects. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* **45**: 442-444. 2001.
- 18) K. Higashi-Okai, K. Kanbara, K. Amano, *et al.*: Potent antioxidative and antigenotoxic activity in aqueous extract of Japanese rice bran-association with peroxidase activity. *Phytother. Res.* **18**: 628-633. 2004.
- 19) R. Kuriyan, N. Gopinath, M. Vaz, *et al.*: Use of rice bran oil in patients with hyperlipidaemia. *Natl. Med. J. India* **18**: 292-296. 2005.
- 20) C. W. Chen, H. H. Cheng: A rice bran oil diet increases LDL-receptor and HMG-CoA reductase mRNA expressions and insulin sensitivity in rats with streptozotocin/nicotinamide-induced type 2 diabetes. *J. Nutr.* **136**: 1472-1476. 2006.
- 21) E. Revilla, C. Santa Maria, E. Miramontes, *et al.*: Nutraceutical composition, antioxidant activity and hypo-

- cholesterolemic effect of water-soluble enzymatic extract from rice bran. *Food Res. Int.* **42**: 387-393. 2009.
- 22) M.-H. Lai, Y.-T. Chen, Y.-Y. Chen, *et al.*: Effects of rice bran oil on the blood lipids profiles and insulin resistance in type 2 diabetes patients. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **51**: 15-18. 2012.
- 23) S. M. Kim, C. W. Ricol, S. C. Lee, *et al.*: Modulatory effect of rice bran and phytic acid on glucose metabolism in high fat-fed C57BL/6N mice. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **47**: 12-17. 2010.
- 24) A. Hosoda., E. Nomura, A. Murakami, *et al.*: Synthesis of feruloyl-myo-inositol and their inhibitory effects on superoxide anion generation. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **10**: 1439-1442. 2000.
- 25) S. Iqbal, M. I. Bhanger, F. Anwar: Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chem.* **93**: 265-272. 2005.
- 26) R. R. Devi, A. Jayalekshmy, C. Arumughan: Antioxidant efficacy of phytochemical extracts from defatted rice bran in the bulk oil system. *Food Chem.* **104**: 658-664. 2007.
- 27) C. Chotimarkorn, S. Benjakul, N. Silalai: Antioxidant components and properties of five long-grained rice bran extracts from commercial available cultivars in Thailand. *Food Chem.* **111**: 636-641. 2008.
- 28) A. Adachi, Y. Okita, J. Adachi: Efficiency of rice bran for removal of pretilachlor and esprocarb in artificial gastric fluid. *J. Health Sci.* **56**: 88-91. 2010.
- 29) W. H. Ling, L. L. Wang, J. Ma: Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *J. Nutr.* **132**: 20-26. 2002.
- 30) 厚生労働省：五訂日本食品標準成分表. 2001.
- 31) C. Furihata, S. Ishida, H. Ohta, *et al.*: Cytotoxicity of NaCl, a stomach tumor promoter, and prevention by rice extract in stomach mucosa of F344 rats. *Cancer Detect Prev.* **20**: 193-198. 1996.
- 32) T. Matsuhashi, M. Otaka, M. Odashima, *et al.*: Protective effect of a novel rice extract against ethanol-induced gastric mucosal injury in rat. *Dig. Dis. Sci.* **52**: 434-441. 2007.
- 33) M. Murakami, H. Ota, A. Sugiyama, *et al.*: Suppressive effect of rice extract on *Helicobacter pylori* infection in a Mongolian gerbil model. *J. Gastroenterol.* **40**: 459-466. 2005.
- 34) Y. Kawakami, K. Oana, M. Hayama, *et al.*: In vitro bactericidal activities of Japanese rice-fluid against *Helicobacter pylori* strains. *Int. J. Med. Sci.* **3**: 112-116. 2006.
- 35) S. Ishizone, F. Maruta, K. Suzuki, *et al.*: In vivo bactericidal activities of Japanese rice-fluid against *H. pylori* in a Mongolian gerbil model. *Int. J. Med. Sci.* **4**: 203-208. 2007.
- 36) 佐野満昭, 宮瀬敏男, 芳野恭士, 他：米糖化液のマウス遅延型アレルギーに対する抑制効果について. 日本未病システム学会雑誌 **15**: 283-285. 2009.
- 37) K. Yoshino, T. Miyase, M. Takeuchi, *et al.*: Preventive effects of saccharified solution of rice, *Oryza sativa* subsp. *japonica*, in mouse allergic models. *J. Health Sci.* **56**: 208-214. 2010.
- 38) 神宮政男, 轟木 峻, 織部元宏, 他：活性酸素による炎症とその機序に関する検討. 炎症 **2**: 367-368. 1982.
- 39) 大柳善彦：活性酸素の炎症への種々の関与様式. 炎症 **3**: 377-378. 1983.
- 40) F. Rance, G. Kanny, G. Dutau, *et al.*: Food hypersensitivity in children: clinical aspect and distribution of allergens. *Pediatr. Allergy Immunol.* **10**: 33-38. 1999.
- 41) 今井孝成, 飯倉洋治：即時型食物アレルギー—食物摂取後 60 分以内に症状が出現し, かつ医療機関を受診した症例—第 1 報—. アレルギー **52**: 1006-1013. 2003.
- 42) R. Gonzalez-Mendiola, C. Martin-Garcia, J. Carnes, *et al.*: Asthma induced by the inhalation of vapours during the process of boiling rice. *Allergy* **58**: 1202-1203. 2003.
- 43) 池松かおり, 田知本 寛, 杉崎千鶴子, 他：乳児期発症食物アレルギーに関する検討（第 1 報）, 一乳児アトピー性皮膚炎と食物アレルギーの関係-. アレルギー **55**: 140-150. 2006.
- 44) M. Nambu, N. Shintaku, S. Ohta: Rice allergy. *Pediatrics* **117**: 2331-2332. 2006.
- 45) R. Kumar, P. Srivastava, D. Kumari, *et al.*: Rice (*Oryza sativa*) allergy in rhinitis and asthma patients: a clinico-immunological study. *Immunobiology* **212**: 141-147. 2007.
- 46) 井ノ内直良：新しい米とその澱粉の性質. *FFI Journal* **213**: 884-896. 2008.
- 47) M.S. Goddard, G. Young, R. Marcus: The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. *Am. J. Clin. Nutr.* **39**: 388-392. 1984.
- 48) 新井陽一, 白幡 登, 深澤純一, 他：糖質米「あゆのひかり」の消化性と構造特性. 日本食品科学工学

- 会誌 **57**: 401-407. 2010.
- 49) 新井陽一, 白幡 登, 深澤純一, 他: 糖質米「あゆのひかり」のヒト食後血糖値およびインスリン分泌に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌 **65**: 239-243. 2011.
- 50) H. I. Ichikawa, B. Xu, Y. Yoshii, *et al.*: Antioxidant activity of anthocyanin extract from purple black rice. *J. Med. Food* **4**: 211-218. 2011.
- 51) H. S. Chung, W. S. Woo: A quinolone alkaloid with antioxidant activity from the aleurone layer of anthocyanin-pigmented rice. *J. Natur. Prod.* **64**: 1579-1580. 2001.
- 52) S. Toyokuni, T. Itani, Y. Morimitsu, *et al.*: Protective effect of colored rice over white rice on Fenton reaction-based renal lipid peroxidation in rats. *Free Rad. Res. Commun.* **36**: 583-592. 2002.
- 53) C. Z. Hu, J. Zawistowski, W. Ling, *et al.*: Black rice (*Oryza sativa L. indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 5271-5277. 2003.
- 54) J. W. Hyun, H. S. Chung: Cyanidin and malvidin from *Oryza sativa* cv. Heungjinjubyeo mediate cytotoxicity against human monocytic leukemia cells by arrest of G(2)/M phase and induction of apoptosis. *J. Agric. Food Chem.* **52**: 2213-2217. 2004.
- 55) S. H. Oh: Stimulation of gamma-aminobutyric acid synthesis activity in brown rice by a chitosan/glutamic acid germination solution and calcium/calmodulin. *J. Biochem. Mol. Biol.* **36**: 319-325. 2003.
- 56) C. H. Oh, S. H. Oh: Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *J. Med. Food* **7**: 19-23. 2004.
- 57) K. Nanda, N. Miyoshi, Y. Nakamura, *et al.*: Extract of vinegar "Kurosu" from unpolished rice inhibits the proliferation of human cancer cells. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* **23**: 69-75. 2004.
- 58) Y. Shimoji, H. Kohno, K. Nanda, *et al.*: Extract of Kurosu, a vinegar from unpolished rice, inhibits azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 rats. *Nutr. Cancer* **49**: 170-173. 2004.
- 59) N. Fukuyama, S. Jujo, I. Ito, *et al.*: Kurozu moromimatsu inhibits tumor growth of Lovo cells in a mouse model *in vivo*. *Nutrition* **23**: 81-86. 2007.
- 60) T. Shizuma, K. Ishiwata, M. Nagano, *et al.*: Protective effects of fermented rice vinegar sediment (Kurozu moromimatsu) in a diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinoma animal model. *J. Clin. Biochem. Nutr.* **49**: 31-35. 2011.

# 現代の食生活を踏まえた米粉 100% パンの開発

庄司 一郎\*

\* SHOJI Ichiro (郡山女子大学 家政学部)

Key Words : 米粉・製パン技術・米粉パン・グルテン・実験・小麦アレルギー

## はじめに

2008 年 4 月より特定健診制度が導入された。これは糖尿病などの生活習慣病の有病者のみならず、その予備軍が増加していることに対応したものである。食生活は生活習慣病と深い関わりがあるといわれ、健康増進のためには運動とともに食生活を見直すことが極めて重要である。

現代の洋風化した食生活は、高カロリー、脂肪過多になりやすく、これが生活習慣病の一因となっている。しかし、たとえ栄養学状問題があっても、食生活・食文化というものは急には変わらない。一方、アメリカでは、模範とすべき食事は一昔前の日本型食生活とされている。洋風化した日本の食生活に適合するヘルスケア食品の開発においても和食材の積極的な利用は極めて重要と考えられている。従って、米粉のような和食材が現代の食生活からの要求に応えることができれば、米の応用分野が大きく広がるのみならず、ヘルスケア食品の開発に新しい視点を与える可能性がある。結果として、健康的な食生活を維持しつつ、生活習慣病を予防することができると期待される。

洋風化した食生活においては、和食（米飯）に代わってパン食やスponジケーキなどが食

生活の主要な一を占めるに至っている。日本人の一人当たりの米の年間消費量<sup>1)</sup>は 1962 年の 118.3kg から 2009 年には 58.5kg と半減し、日本の食糧自給率は 40% で、主要先進国中最低の水準となっており、国は 2015 年 50% の目標を掲げている。

日本の穀物自給率が 28% と低迷している中で、米は 95% と高い自給率を維持しており、米の消費拡大は自給率の向上をも意味する。また、最近では新興国における人口増加や経済発展に伴う穀物需要の増加やバイオ燃料の需要増大、更には干ばつによる穀物の供給減少が生じて、小麦をはじめとする穀物価格が高騰している。このような背景から小麦粉の代替品として米粉が注目され自給率の向上が期待されている。即ち、米粉は製粉技術の向上に伴ないパンやケーキなど通常小麦粉を用いて作る食品に幅広く応用されるようになり、米粉の食資源としての認識が変わりつつある。

しかしながら米粉 100% パンの普及には 3 つの大きな壁がある。1 つは食味である。食べなれた小麦パンとの食味の違いは、必ずしも小麦粉パンのさっくりに対して米粉パンのもっちりとした食感が消費者ニーズに認知されるかどうかにかかっている。2 つ目は価格である。米粉

の仕入れ値は小麦価格の3倍程度になるため、米粉パンの価格は現状では高くなってしまう。3つ目は小麦タンパク質（グルテン）がパンの骨組みの役割を果たすことで製パンを可能にしているが、米粉にはグルテンが含まれていないため製パン適正が劣るといわれている。さらに小麦タンパク質は3大食品アレルゲン（卵、乳製品、小麦）の1つで、卵と牛乳は成長と共にアレルギー症状は軽減するが、小麦は成人しても完治しないのが特徴である（図1）。

本稿では、健康な食生活を維持しつつ、米の消費拡大にもつながり、さらには3大アレルギーの人にも対応できる米粉100%パンの開発を目指した内容について主にふれることとする。即ち、米粉のレオロジー特性を活かすことによる米粉100%を原料とした発酵パンの製造技術への応用の可能性について検討を試みた。その結果、米粉100%のグルテンフリーの製パン技術には粉体特性と米粉生地の粘度との相性が米粉100%パンの製造に対して大きく関与していることが明らかとなった。併せて、福島県内における小規模パン工場の米粉パンの取組についてもふれることとする。

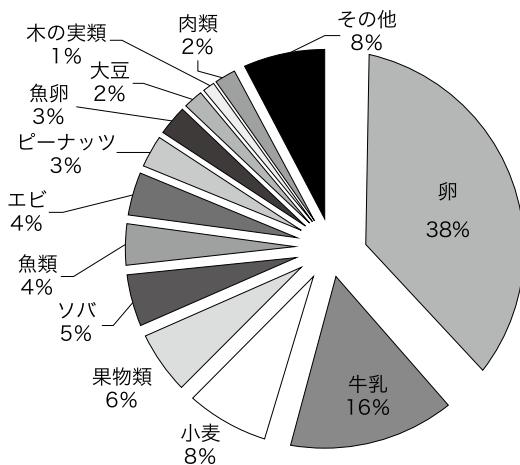


図1 食品の3大アレルギー

## 1. 米粉のレオロジー特性を活かした米粉100%の開発

### 1) 米と小麦のちがい

米粒は、橢円形で糠層が外側を取り巻き、中心部から放射状に細胞膜に包まれたデンプンが詰まっている、そのため外側に比して内部の胚乳部は硬い。他方、小麦粒は、外皮が硬く厚く、粒の中心部までくい込み、ハート型を呈している。よって、米粒は精米機で糠層が簡単に除去できるが小麦粒は外皮が粒の中心部までくい込んでいるため外側からは研削できない。しかも胚乳部はもろく粉になりやすいので、この特性を利用して製粉<sup>2)</sup>される。

### 2) 栄養機能のちがい

米、小麦ともに主成分はデンプンで約70%含まれており、いずれもエネルギーの供給源としての重要な食糧である。タンパク質は米が7%前後であるのに対し、小麦粉は8～13%が多い。しかし、タンパク質の必須アミノ酸の構成比、即ちタンパク質の栄養価の指標となるアミノ酸スコアは米が65に対し、小麦は41で米の方が良質なタンパク質を含んでいる。尚、牛乳、卵などの動物性食品はアミノ酸スコアは共に100で必須アミノ酸がバランスよく含まれており、タンパク質の栄養的な価値からは総合栄養食品とも言われている。

### 3) 2次加工機能のちがい

米にはグルテンが全く含まれていないのに対し、小麦にはグルテン<sup>3)</sup>（グリアジン、グルテン）が含まれていることが両者の大きなちがいである（図2）。小麦粉はグルテン含量のちがいによりパン用、麺用、菓子用などに分類されているが、米粉には、主に和菓子の材料用として生のままでは上新粉、白玉粉、糊化したものは上南粉、道明寺粉などに分けられる。

また、米と小麦ではデンプンの性質も大きく異なる。その特徴の1つとして粘度特性がある。



図2 グルテンの成分とその模式図

デンプンに水を加えて加熱すると、デンプン粒は水を吸収して膨潤（糊化）し始め、更に加熱を続けると、最大粘度（最高）に達し、その後粒の崩壊が始まり、分散し粘度が急激な減少を示す。このようにデンプン粒は加熱することにより、吸水→膨潤→崩壊→分散のプロセスをたどる一連の動きがデンプンの粘度特性（レオロジー特性）と言われている。表1はアミログラフによる米と小麦の粘度特性を比較したものである。加熱時の粘度（糊化温度、最高粘度、最低粘度、崩壊度）では米粉は小麦粉より大を、他方、冷却時の粘度（老化度）では小麦粉が米粉より大を示した。この特性値（加熱時の粘度）のちがいが米と小麦の調理加工時における加水量に影響を及ぼしている。即ち、米を炊飯する際は米重量の1.5倍の水を加え糊化するのに対し、小麦パンを製造する際は小麦粉に対して60%の加水で仕込みをしており、米に比べ必要とする水の量が少ないことが両者の性質の大きなちがいである。この性質のちがいが米粉100%パンの製造技術に関与していることが示唆される。

4) 米粉のレオロジー特性<sup>4)</sup>

米を製粉する場合、米に加水し、15%前後の水分含量で製粉する湿式と米に加水することなく製粉する乾式の2つがある。湿式と乾式の両方が行える機種として気流粉碎機が近年普及している。その理由としては新規需要の米粉に対応できる微細粒粉が製造しやすいことがあげられている。そこで、レオロジー的な観点から米粉パン製造の基礎資料を得ることを目的に湿式、乾式について検討を試みた。気流粉碎の大略は以下の通りである。原料米は下部から搬入され、高速回転しながら米と米及び周辺ブレードに衝突し、粉碎される。粉碎により微細粒になった米粉は気流に乗り上部から排出される仕組みになっている。そして、湿式による気流粉碎の特徴としては粉碎時におけるデンプン損傷度の少ない微細粒粉が得られることや、外気に触れることが少なく衛生管理しやすいことがあげられる。そのことにより食パンやケーキなどの米粉の加工品に最適といわれている。

表2は気流粉碎における湿式、乾式のレオロジー特性比較をアミログラムに示したものである。湿式は乾式に比して最高粘度が高く、糊化

表1 米粉および小麦粉のアミログラム特性

| 試料                | アミログラム特性     |               |              |              |              |               |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                   | 糊化温度<br>(°C) | 最高粘度<br>(B·U) | 最低粘度<br>(°C) | 崩壊度<br>(B·U) | 老化度<br>(B·U) | 最終粘度<br>(B·U) |
| 米粉 <sup>1)</sup>  | 66.0         | 520           | 92.0         | 380          | 140          | 220           |
| 小麦粉 <sup>2)</sup> | 63.0         | 280           | 91.5         | 240          | 40           | 300           |

1) コシヒカリ（気流粉碎乾式） 2) 強力粉

温度や老化度は逆に低くなり、湿式で得られた微細粒粉は吸水率が高く、糊化しやすく、老化しにくい米パンとなる特性をもっていることがアミログラムから示唆された。

表3は各加水量におけるファリノグラフの最高粘度を測定した結果で、最高粘度は加水量の増加とともに減少した。即ち、加水量70%は710と最大の値で、逆に95%は190と最小値を示した。このことは米粉100%のパンを製造する際は増粘剤などを添加し、粘着性を高め、ミキサーでの攪拌は原材料が均一にバッター状態を呈する程度とし、過度な攪拌操作により粘着性を低下させない仕組み操作が極めて重要であることを示唆しているものと考える。

そこで、表3の結果を踏まえつつ米粉100%のパンを製造する際の最適加水量について検討した。米粉生地は小麦粉生地に比べてガス保持力が弱く、そのため生地発酵時間は小麦粉生地の1/2程度とし、加水量と生地容積との関係を比較し、図3に示した。米粉パンの生地容積は、加水量が増加するに従い増大し、加水量100%をピークにその後はゆるやかに減少した。このことから米粉パンの最適加水量は米粉に対して100%が適当と考える。小麦粉パンの最適加水量が55~60%であるのに対して、米粉パンの

場合は小麦粉パンと比べて約1.7倍の加水量が必要であることが生地容積から示された。

### 5) 製粉方法と米粉特性<sup>5-6)</sup>

米粉パンの研究は食品開発を目的として行われる場合が多く、特にパンは穀物粉食品の中で最も生産量が多い品目であるので、米粉の利用用途としても期待されている。他方、米粉の特性と米粉パン特性の基礎的な関係は十分に解明されていない。そこで、製粉方法の異なる米粉を用いて、米粉の特性と米粉パン特性との関係について基礎的な内容について検討した。

米粉に使われている主な製粉機械として

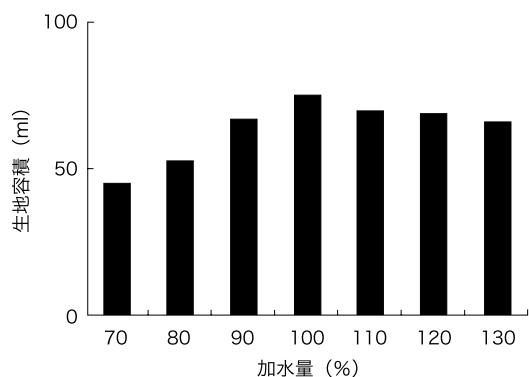


図3 加水量と米粉<sup>1)</sup>パンの生地容積<sup>2)</sup>

1) コシヒカリ (気流粉碎湿式)  
2) 33°C, 60分

表2 製粉方法<sup>1)</sup>の異なる米粉<sup>2)</sup>のアミログラム特性

| 製粉方法 | アミログラム特性     |               |              |               |              |              |
|------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|      | 糊化温度<br>(°C) | 最高粘度<br>(B·U) | 最高粘度<br>(°C) | 最低粘度<br>(B·U) | 崩壊度<br>(B·U) | 老化度<br>(B·U) |
| 湿式   | 64.5         | 560           | 93.0         | 400           | 160          | 150          |
| 乾式   | 66.0         | 520           | 92.0         | 380           | 140          | 220          |

1) 気流粉碎 2) コシヒカリ

表3 加水量とファリノグラム最高粘度との関係

| 米粉 <sup>1)</sup> | 加水量 (%) |     |     |     |     |     |
|------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  | 70      | 75  | 80  | 85  | 90  | 95  |
| 最高粘度<br>(B·U)    | 710     | 560 | 400 | 240 | 220 | 190 |

1) コシヒカリ (旋回流粉碎機)

は、気流粉碎機、胴搗製粉機、旋回流粉碎機などがある。ここでは米粉 100% の製パン適性にあった製粉となる米粉の特性値について知見を述べる。表 4 は粉碎方法が異なる米粉の特性値を示したものである。水分値は気流湿式は他の乾式製粉に比して 3% 少なく製粉時に調整をしたためと考える。平均粒径は気流湿式に比して旋回乾式 II は高い値を示した。デンプン損傷度の比較では気流湿式は 6.8% と乾式に比して低い値を示し、この要因としては、製粉過程で米粉に含まれる水分が気化することにより米粉の損傷が防がれるためと考えられている。また、乾式 II は 18.4% と損傷デンプンの割合が 3 倍多くなった。米粉パン製造に適する米粉の条件には損傷デンプン以外に粒度分布も重要であることが知られている。そこで、製粉方法と粒度分布について比較した。江川は粒度分布の分類の中で、150 メッシュより粗い区分は、粉ではなく細粒。150 メッシュより細かい区分を紺体としている。表 5 の結果からは強力粉は細粒は 3.0% 以下を示したのに対し、米粉は 21 ~ 25% 含み細粒と紺体が混ざった粉状を呈していた。

また、製粉方法と粒度区分では気流湿式、旋回流湿式は旋回流乾式に比べ細かい粒度（300 メッシュ）で米粉が得られていた。よって、旋回流製粉においては粉碎時に湿式処理を行うことにより、気流湿式同様ダメージの少ない、粒度の細かい米粉パンの原料としての条件を満たす米粉の製造方法として有効であることが示唆された。

#### 6) 3 大アレルゲンを含まない純こめパンの製造

パン生地が膨化するためには、図 4 に示すように発酵中に生じる二酸化炭素を気泡の中に閉じこめる必要がある。その際、二酸化炭素を閉じこめただけでなく、ガス発生の増加により気泡が膨らむことが出来る柔軟さが必要となる。しかし、気泡の膜構造が弱いと、気泡が壊れて隣接する気泡同士が結合して気泡が大きくなり、すだちや膨らみの劣るパンとなる。このことから、生地の中に柔軟かつ強固な構造が作れる成分が必要となる。小麦にはグリアジンとグルテニンと呼ばれるタンパク質があり、水と反応するとグルテンネットワークを形成し、独特のポーラス組織を生じる。しかし、米には

表 4 米粉<sup>1)</sup> 試料の製粉特性

| 製粉方法          | 水分<br>(%) | 澱粉損傷度<br>(%) | 平均粒径<br>(μm) | アミロース<br>(%) | タンパク質<br>(%) |
|---------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 気流粉碎（湿式）      | 11.2      | 6.8          | 49.8         | 20.9         | 5.6          |
| 旋回流粉碎機（乾式） I  | 14.1      | 11.2         | 54.1         | 20.9         | 5.6          |
| 旋回流粉碎機（乾式） II | 14.0      | 18.4         | 81.2         | 20.9         | 5.6          |

1) コシヒカリ

表 5 製粉の異なる米粉<sup>1)</sup> および強力粉の粒度分布<sup>2)</sup> 比較 (%)

| 粒度区分<br>(mesh) | 製粉方法 |       |       | 強力粉  |
|----------------|------|-------|-------|------|
|                | 気流湿式 | 旋回流湿式 | 旋回流乾式 |      |
| 100            | 11.9 | 10.5  | 12.5  | 0    |
| 150            | 10.7 | 11.   | 13.1  | 2.7  |
| 200            | 12.1 | 13.2  | 15.2  | 26.5 |
| 250            | 43.1 | 44.5  | 46.2  | 70.8 |
| 300            | 17.6 | 19.9  | 12.1  | 0    |
| 350            | 4.1  | 1.4   | 0.9   | 0    |

1) コシヒカリ 2) レーザー回折散乱法

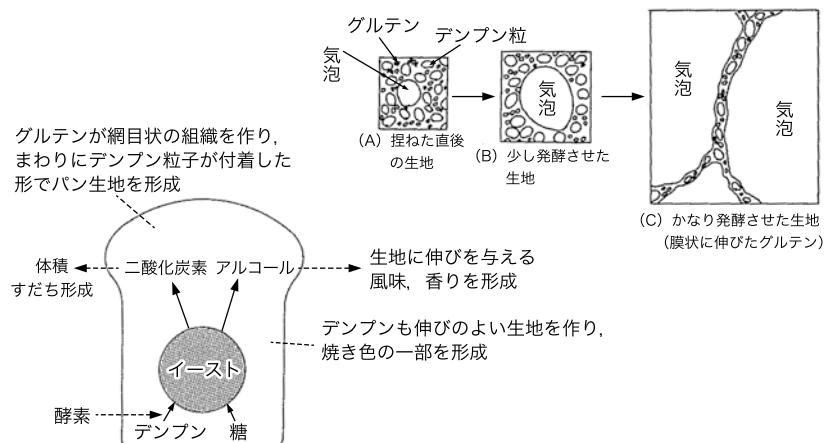


図4 製パンの原理

小麦のような性質を持つタンパク質がないため、米粉でパンを作るには様々な工夫が必要になる。

米粉パンには、米粉が少し配合された米粉パンから、小麦粉を全く含まない米粉だけのパンまで多種多様なパンがある。現時点において米粉パンは、製法によって主に4種類に分類される。①小麦粉に米粉20%を添加した粉から作るパン、②米粉に活性グルテンを20%添加した粉から作るパン、③米粉に小麦粉以外の成分(増粘多糖類)2%程度添加して作るパン、④米粉に $\alpha$ 化米粉を加えて作るパン。

はじめの項で述べたように、小麦粉は、卵、乳製品に次いでアレルギー症状を発症する物質を含む食品としてアレルギー表示が義務付けられ、近年、その人口が増加傾向にある。そこで、小麦粉や活性グルテンなどの小麦由来物質を全く含まない、かつ、卵、乳製品類を除去した米粉100%を利用したパンの製造について著者が開発した純こめぱんの製法について、その概要を述べることとする。

純こめぱんの製法にふれる前に小麦粉に米粉を添加した際の比容積について述べることとする。図5は小麦粉パンの製造ラインの中で、米粉を添加した際の膨化に対する影響をみたもの

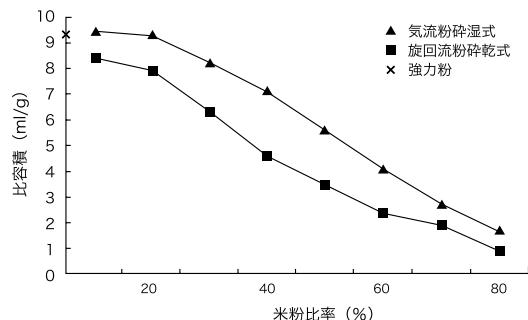


図5 米粉添加とパンの容積との関係

で米粉の混合比率が高くなるにつれてパンの膨らみが減少し、30%以上の米粉添加ではダメージの少ない気流湿式粉碎粉でもグルテンネットワーク形成は破壊され、米粉でパンを製造するためには様々な製法の工夫が必要となることが示唆された。

純こめぱんは、グルテン形成におけるスponジ構造を粘弾性を持つ他の成分に置換することにより作られたパンである。置換剤としてはヒドロキシプロピルメチルセルロース(HPMC)、ゲーガム、アピオスなどの増粘多糖類である。更に純こめぱんの特徴は卵、乳製品、食塩を排除し、3大アレルギー疾患及び塩分制限食患者でも食べられるという利点があることである。

基本となる原料組成は、湿式気流粉碎処理米粉100%に対し、ゲーガム1.0%、アピオス

ス 1.0%, HPMC0.5% をベースとして、ドライイースト 1.5%, 砂糖 5.0%, サラダ油 5.0%, 水 100%。

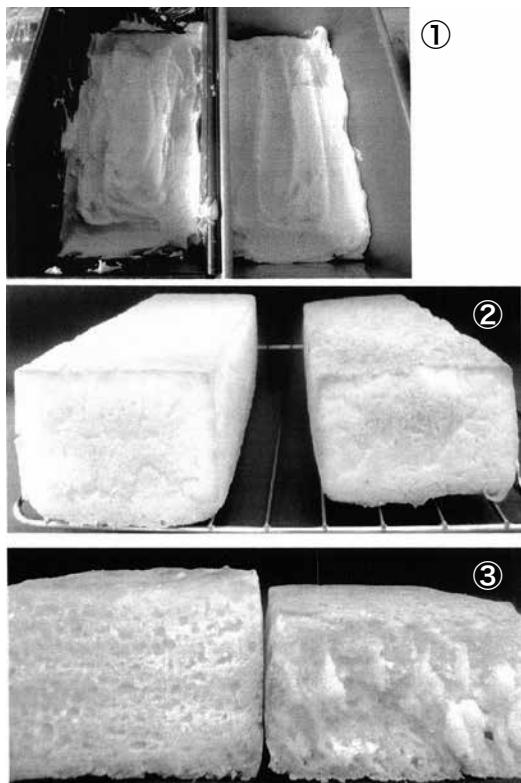
製パン工程での留意点は①米粉にドライイースト, HPMC, グアガム, アピオス, 砂糖を加え, 十分に分散させる。②①の分散混合粉に水を加え, バッター状とし, 油を添加し, ハンドミキサーで 15 ~ 20 秒攪拌し, 均一にする。③パン型にバッターを流し込み, 均等にし, 33°Cで 45 ~ 60 分発酵。④オーブンに入れて焼成 (170°C 20 分, 210°C 25 分)。

## 7) 純こめぱんの品質

6) の項で述べた配合割合, 製法で得られた純こめぱんの外観, 内相を写真 1, 2 に示した。写真 1 は湿式処理による気流粉碎と旋回流粉碎, 写真 2 はデンプン損傷度と純こめぱんの品

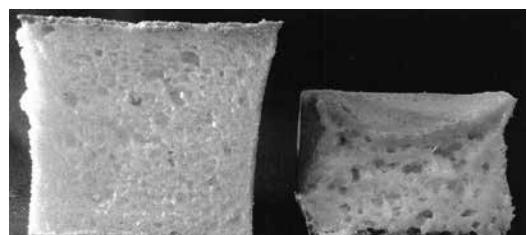
質との関係をみたものである。また, 純こめぱんの製パン特性について図 6, 表 6, 7 に示したのでその結果を概説する。

製パン特性に影響を与える米粉の特性について, 江川<sup>7)</sup> らはグルテンフリーの米粉パンには気流粉碎の湿式がデンプン損傷が少なく米粉パンに適していることを述べている。写真 1 の③の内相は湿式における気流粉碎 (左) と旋回流粉碎 (右) を比較したもので若干旋回流の膨らみが劣っているが, 湿式処理によりグルテンフリー米粉パンとの相性が改善されていることが明らかとなった。写真 2 は損傷デンプンの少ない米粉①と多い米粉②を原料として焼いたときの内相を比較したものである。②は粉のダメージ部分が水と反応し, 水を吸着, その結果, 泡の水分を吸着し, 泡がつぶれた状態になり部分的にもち状を呈し, スポンジ構造が①のように発現化されていない。表 6 は製粉方法と製パン特性を検討したものである。米の製粉に使われている主な製粉機械としては, 大規模工場では気流粉碎機が小規模工場では旋回流粉碎機が多い。上記二機種とも微細粒粉が可能で, 後者は乾式製粉の中で, 特に粉のダメージが少ない特徴を有している。また, 米を製粉する場合, 米に 30% 程度加水し, 乾燥後製粉する湿式と, 米に加水することなく製粉する乾式の二つがある。上記二機種は湿式, 乾式の両方が可能で, 米粉の加工適性の中で加工品の質が高い。製粉



①半流動、②外観、③内相

写真 1 純こめぱん



①（気流粉碎湿式） ②（旋回気流乾式）

①損傷デンプン 6.8%, ②損傷デンプン 18.4%

写真 2 損傷デンプンと純こめぱん

表6 製パン方法と純こめぱんの製パン特性

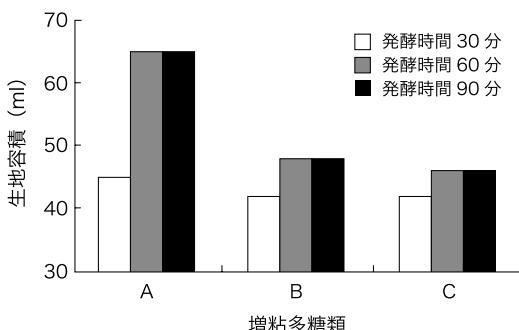
| 製パン特性                   | 製パン方法  |         |
|-------------------------|--------|---------|
|                         | 気流粉碎湿式 | 旋回流粉碎乾式 |
| 水分 (%)                  | 47.3   | 48.6    |
| 比容積 (ml/g)              | 3.9    | 2.7     |
| 硬さ (g/mm <sup>2</sup> ) | 6.4    | 9.1     |
| 食味評価 <sup>1)</sup>      | 1.4    | -1.1    |

1) グルテン添加米粉パンを基準に5段階評価

表7 純こめぱんと小麦粉パンの製パン特性比較

| 製パン特性                   | 純こめパン | 小麦粉パン |
|-------------------------|-------|-------|
| 水分 (%)                  | 47.3  | 39.4  |
| 比容積 (ml/g)              | 3.9   | 4.3   |
| 硬さ (g/mm <sup>2</sup> ) | 4.2   | 1.2   |
| 色調 <sup>1)</sup> L      | 63.7  | 81.0  |
| a                       | 5.2   | 16.1  |
| b                       | -5.2  | -5.9  |
| エネルギー (kcal)            | 230   | 277   |
| タンパク質 (g)               | 4.8   | 8.1   |
| 脂質 (g)                  | 0.6   | 5.0   |

1) L:明るさ a:十赤、一緑 b:十黄、一青

図6 増粘多糖類と純こめぱん<sup>1)</sup>の糊化度<sup>2)</sup>

A: HPMC 1% + グアーガム 1% 1) 気流粉碎湿式 2) 33°C  
 B: アピオス 4% + HPMC 0.1% + グアーガム 2%  
 C: アピオス 4% + グアーガム 2%

方法と純こめぱんの品質比較では気流粉碎湿式は旋回流粉碎乾式に比してやや水分が少なく、ソフトで膨らみがよい特徴を有していく。また純こめぱんの特徴を表7に示した。小麦粉パンと比べると脂質が少なく、そのため重量あたりのカロリーが低く、内相が白く、水分が多く、モチモチ感の強い弾力のあるパンとなり、小麦粉パンとは大きく異なる特徴を有していく。

よって、小麦粉パンと差別化を図ることが米粉パンの普及にはより重要と考える。

図6は増粘剤と生地膨化との関係を示したものである。米粉100%パンを製造する際、小麦粉、グルテン、卵、牛乳、食塩を用いないことを基本として、最初に米粉の製粉方法や粒度分布について検討し、考察した。図6はグルテン代替材料として各種増粘剤を用い、米粉パンを作成する際の最適条件について検討した結果である。米粉300gに対し、各種増粘剤を添加し、米粉パンを作製。60分発酵で、各種増粘剤により膨化に差異がみられ、HPMC、グアーガム各々1%併用添加が生地容積が最大となり、アピオス添加では生地容積の効果はみられなかった。グルテンフリー米粉パンの代替剤としてHPMCの有効性は小谷<sup>8)</sup>が既に発表しているが、著者<sup>9)</sup>らも同様の結果を得た。上記結果を踏まえつつ、日本型食生活を現代の日本の食生活に適合させるべくヘルスケア食品の開発に和食材の積極的な利用は極めて重要と考える。よって、米粉の和食材にマッチングするHPMC以外の増粘剤の開発に更に傾注したい。

## 2. 米粉パンの普及拡大に向けて

米粉パンは、製パン業者、パン組合、ベーカリー、道の駅等で製造販売されている。現在米粉パンは①グルテンを添加した米粉ミックスパン、②米粉のみで作った米粉パン、③米飯<sup>10)</sup>をパン生地に練り込んだごはんパンの3種類に大別される。ここでは米粉パンの普及に向けて追い風となるであろう米粉ミックスパンの品質に影響を及ぼす活性グルテンについて概説する。

### 1) 小規模パン工場における米粉パン

パン用米粉ミックス(米粉、小麦粉、グルテン)を用いて小麦粉パンと同様の製造ラインで作った米粉パンは膨らみ、内相、表皮等で品質が劣

ることが問題となっている。その原因としては、添加した活性グルテンが元の小麦粉に比べミキシング耐性が弱く、更に発酵に伴う生地の膨張により損傷しやすいためと考えられている。小麦粉生地がグルテンネットワークを形成する原理は、タンパク質成分のグリアジンとグルテニンの存在によるものであり、水を加えて捏ね合わせることにより両者が複雑にからみ合ってグルテンが形成され、パン生地となる。このようにパンは小麦粉のグルテン形成の特性<sup>11-12)</sup>を最大限に発揮した加工食品の代表的な存在である。

しかし、米粉パン製造に用いられる活性グルテンは、小麦粉に水を加えて練り合わせた後、デンプンを洗い流し、乾燥、粉碎されて製造されている。よって、米粉パン用ミックス粉に混合される活性グルテンは、米粉パン製造の際のミキシング工程においてグルテンの再形成を余儀なくされることとなる。このようなことから、小麦粉パン製造における1回のみのグルテン形成との性質のちがいを明確にすることが品質良好な米粉パン製造のためにより重要と考える。

そこで、江崎グリコ栄養食品（株）の製法の異なる各種活性グルテンの特性分類（表8）と米粉パンの相性、更にはグルテンの損傷を極力抑制した米粉パンの製造技術について検討した。上述における製造技術の基礎資料を得ることを目的に生地形成時間、生地安定性についてファリノグラフにより求めた。その結果は

図7-1、7-2、表9に示した。強力粉の最高粘度は500B・Uを示しているのに対し、米粉は200B・Uと低く、米粉は強力粉より網目構造の形成が極端に弱いことがみられた。また、米粉に各種グルテンを20%添加した際のファリノグラム特性では生地形成に対してはB、C、D、E、Fのタイプは早く、Aタイプは長い時間を要した。最高粘度ではB、D、F、Gタイプが高く、Aタイプはやや低かった。弱化度ではB、C、E、Gが高く、A、Dタイプは低値を示した。米粉パンはグルテン形成が弱く、そのため生地形成が早く、弱化度が高いことが望まれることから米粉との相性ではB、F、Gタイプがマッチングし、Aタイプは米粉パンとの相性においてやや不向きであることが示唆された。表9の結果をもとにBタイプのグルテンを用いた際の米粉パンの配合割合及び製造工程を表10に、得られた結果は写真3に示した。3種類の米粉パンは外観、形状において小麦粉パンと大差がなく、食味の面では爽快な甘味が感じられ、ソフトでモチモチ感が強く、トーストした際は表面がフランスパンの様にパリッとした、米独特の粘弾性を有する米粉パンが得られた。また、食パンにおける米粉パンと小麦粉パンの水分比較では、前者は41%、後者は37%で米粉パンはおむすびと同様にお茶等の飲みものがなくても食べられる特徴を有していた。

## 2) ホームベーカリーを用いた米粉パンの製造

自宅で簡単にパンを製造する目的で開発され

表8 小麦たんぱく質<sup>1)</sup>の特性分類<sup>2)</sup>

| 商品名          | 製法特性     | 特性分類        |
|--------------|----------|-------------|
| A : A-グル K   | スプレードライ  | 乳化性小麦タンパク   |
| B : GPA グルテン | フレッシュドライ | 一般的活性小麦タンパク |
| C : SL-300   | フレッシュドライ | 一般的活性小麦タンパク |
| D : A-グル SS  | スプレードライ  | 乳化性小麦タンパク   |
| E : KS-700   | フレッシュドライ | 粉末状小麦タンパク   |
| F : A-グル WP  | フレッシュドライ | 粉末状小麦タンパク   |
| G : A-グル G   | フレッシュドライ | 一般的活性小麦タンパク |

1) 江崎グリコ（株） 2) 活性グルテン

表9 ファリノグラフの水分吸収率、生地安定に及ぼす各種のグルテンの影響

| 混捏耐性          | 米粉 <sup>1)</sup> | 活性グルテン <sup>2)</sup> |     |     |     |     |     |     |
|---------------|------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               |                  | A                    | B   | C   | D   | E   | F   | G   |
| 水分吸収率 (%)     | 91               | 104                  | 96  | 96  | 104 | 97  | 96  | 93  |
| 生地形成 (分)      | 2                | 4                    | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   |
| 最高粘度 (B.U)    | 230              | 230                  | 260 | 250 | 250 | 230 | 280 | 300 |
| 10分後の粘度 (B.U) | 185              | 200                  | 185 | 190 | 190 | 200 | 200 | 230 |
| 弱化度 (B.U)     | 180              | 160                  | 190 | 190 | 150 | 200 | 175 | 200 |

1) コシヒカリ (旋回流粉碎機乾式) 2) 米粉+グルテン 20%

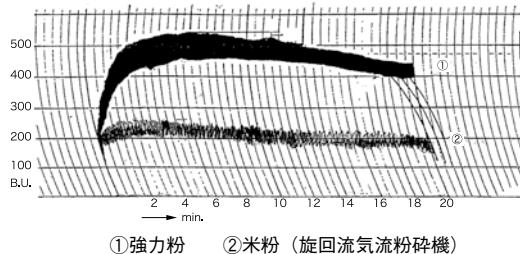


図7-1 小麦粉と米粉のファリノグラム

たホームベーカリーは、現在では製パンだけではなくめんや餅等の機能を付加した多種類の機種が市販されている。製パン機能の面では小麦粉パンの製造や米粉パンのプログラムを組み込んだものが多く出回っているが、最近では GOPAN (ライスブレットクッカー)<sup>13)</sup> という機種が発売され、米粉ではなく、米粒のままでパンを作るという新しい米の食べ方で消費拡大に向けた取り組みが進められている。ホームベーカリーでグルテンを混合した米粉パンは、基本的にはパン工場における製法と同様である。よって、パナソニック SD-103 を用いて焼いた米粉パンの品質について若干の知見を述べることとする。原材料はコシヒカリを用い飯米（主食用）、中米（規格外）をそれぞれサイクロンミル（旋回流粉碎、SM-150、静岡製機株）で 54.1 μm に粉碎し、供試用とした。尚、その際の損傷デンプン率は 11.2% であった。配合割合（%）は、下記の内容とした。米粉 80、活性グルテン 20、砂糖 6、食塩 1.5、バター 6、ドライイースト 1.5、水 71。製法は米粉メニュー

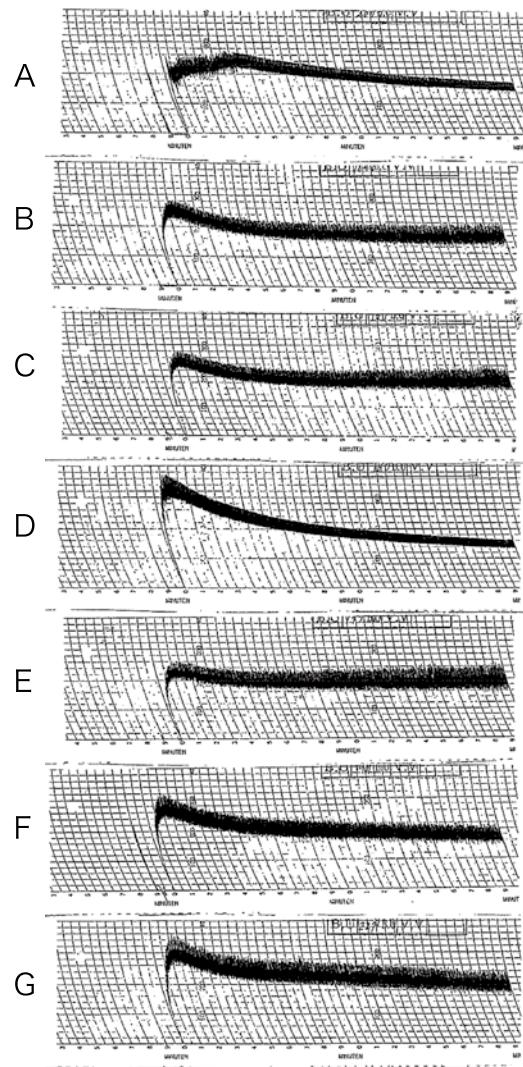


図7-2 米粉に各種グルテンを添加した際のファリノグラム



①食パン、②菓子パン、③コッペパン

写真3 小規模パン工場における米粉パン

を選択。

焼き上げた食パンの外観、内相は写真4に示した。その結果は図7、表9の基礎的内容とほぼ一致し、Bタイプの活性グルテンはパンの膨らみ、す立ちにおいて飯米、中米とも均整のとれたパンに仕上がる事が立証された。即ち、グルテン配合米粉パンにおいてはタンパク質含量の高い、粘弾性のバランスのすぐれた、グルテン臭の少ないタイプの活性グルテンが米粉パンの特性を最大限に發揮し、品質良好な米粉パン製造に適していることが明らかとなった。また、表11は米粉パンの内相の色調を色差計

BP-1（日本電色工業株）により求めたものである。小麦粉パン（市販品）に比べ米粉パンは黄色が少なかったが、中米と飯米による際はみられなかった。また、各種グルテンの比較ではBタイプは小麦粉の黄色味と米粉の自然の色合いとの調和がとれた内相を呈した。表12は米粉パンの官能評価を示したものである。米粉パンの評価基準がないため、日本パン技術協会の審査基準に準じて採点した。写真4の外観、内相同様、7種類のグルテンの中では、中米はB、C、Fのグルテン区が飯米ではB、F、Gのグルテン区がそれぞれ80点以上の高得点を示し、外

表 10 小規模工場における米粉食パンの配合割合および製造工程

| 配合割合      |     |                                           |
|-----------|-----|-------------------------------------------|
| 品名        | %   | 備考                                        |
| 1 米粉      | 80  |                                           |
| 2 グルテン    | 20  |                                           |
| 3 砂糖      | 6   |                                           |
| 4 脱脂粉乳    | 2   | バターを使用するなら不要                              |
| 5 塩       | 1.5 |                                           |
| 6 ショートニング | 6   | バターを使用するなら無塩を                             |
| 7 ドライイースト | 1.5 | 膨らみが足りない場合は 2.3% くらいまで                    |
| 8 水       | 71  | 冷水を使用する<br>(全卵) 使用する場合は 1 個 50cc 換算で水を減らす |

| 製造工程          |           |                                   |
|---------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 ミキシング       | ↓         | 材料を全て入れる                          |
|               | 低速 3 分    | フックにまとわりつくまで                      |
|               | 中高速 3 分   | 硬く感じても水分を追加しない                    |
|               | 中高速 5 分   | もちのように滑らかに伸びるまで                   |
|               | 捏上温度      | できるだけ低く (25°C 以下が目標)              |
| 2 ベンチタイム①     | 5 ~ 10 分  | 乾燥しないように                          |
| 3 分割          | 丸め        | 200 ~ 270g (型による)                 |
| 4 ベンチタイム②     | 15 ~ 20 分 | 乾燥しないように                          |
| 5 ガス抜き (モルダー) | 2 回       | 1 回目と 2 回目の間に 5 分程度休ませる           |
| 6 成形          | 俵型        | 1 斤あたり 2 玉                        |
| 7 発酵 (ホイロ)    | 目安        | 温度 40°C, 湿度 80% で型の 8 分目まで        |
| 8 焼成          | 35 ~ 40 分 | 角食: 上下 220 度, 山食: 上 180°C 下 220°C |

表 11 グルテン添加米粉パンの色調<sup>1)</sup>

| 米の等級 <sup>2)</sup> | 色調 <sup>3)</sup> | 市販食パン | 活性グルテン <sup>4)</sup> |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------------------|-------|----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    |                  |       | A                    | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| 中米 <sup>5)</sup>   | a                | -0.92 | 0.1                  | -3.1 | -3.6 | -1.8 | -2   | -3.7 | -2.5 |
|                    | b                | 22.9  | 19.9                 | 14   | 14.2 | 14.8 | 15.8 | 15.1 | 14.5 |
|                    | L                | 72.8  | 73.2                 | 69.2 | 77.2 | 70.6 | 66.5 | 73.4 | 69.7 |
| 飯米 <sup>5)</sup>   | a                | -0.92 | -0.9                 | -4.1 | -2.2 | -1.3 | -0.6 | -3.2 | -2.5 |
|                    | b                | 22.9  | 18.4                 | 15.2 | 16.2 | 16.6 | 16.4 | 14.9 | 14.3 |
|                    | L                | 72.8  | 66.9                 | 72.7 | 71.9 | 68.6 | 68.8 | 73.6 | 75.7 |

1) 日本電色工業(株) : 簡易色差計 BP-1

2) 中米 : 規格外, 飯米 : 1 等米

3) a : +赤, -緑 b : +黄, -青 L : 明るさ

4) 米粉 (コシヒカリ) +グルテン 20%

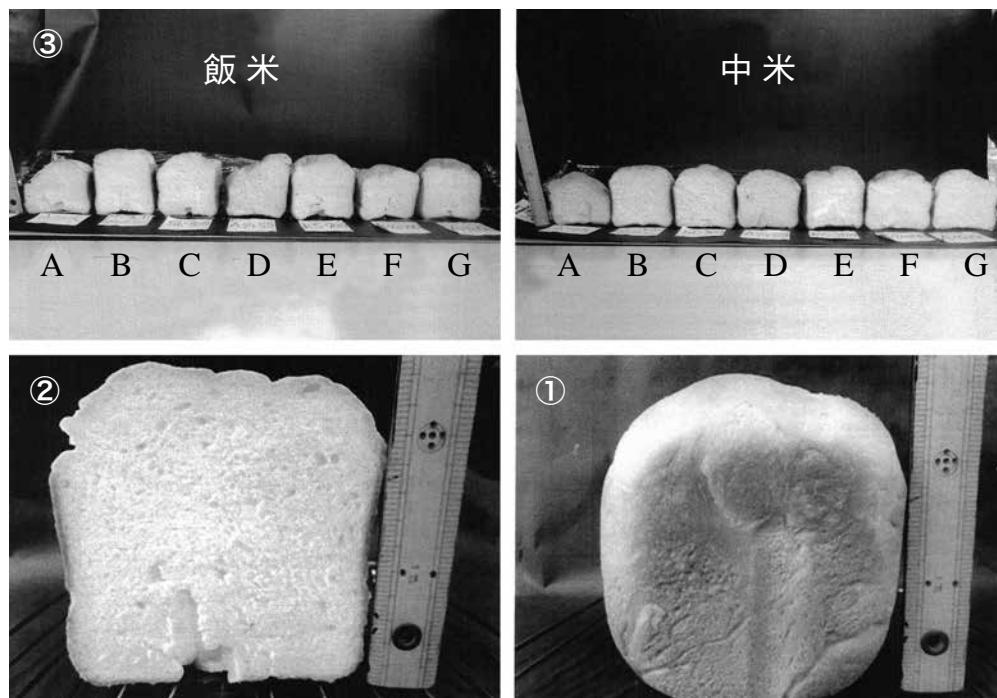
5) 旋回流粉碎機乾式

観、内相、風味等においてバランスのとれた製パン特性を示した。また、中米、飯米の比較では色調同様著名な差異はみられなかった。これらのことから米パンの原料米に等級の劣る二等米、三等米でも利用できることが明らかとなつた。また、グルテンの製法特性と米粉パンの相

性との関係からはスプレードライタイプの A、D のグルテンはプレミックス粉の調整には向きであることが示唆された。

### 3) 米粉パンの普及に向けた取組み

これまでグルテンフリー米粉 100% パンを作る際の技術的要因を中心に論じてきたが、次に



①外観、②内相、③グルテンの種類と米粉パンの形状

写真4 ホームベーカリーで製造した米粉食パン

表12 グルテン添加米粉パンの官能評価<sup>1)</sup>

| 米の等級        | 採点規準        | 活性グルテン  |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-------------|---------|------|------|------|------|------|------|
|             |             | A       | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| 外観<br>(30点) | 容積 (10)     | 5.6     | 9.3  | 8.6  | 8.3  | 8.0  | 7.4  | 8.0  |
|             | 皮色 (10)     | 6.4     | 9.2  | 8.9  | 8.7  | 8.0  | 8.3  | 8.8  |
|             | 皮質 (5)      | 3.0     | 4.2  | 4.3  | 3.8  | 4.3  | 3.9  | 4.1  |
|             | 形状 (5)      | 2.2     | 4.7  | 3.8  | 4.1  | 4.0  | 3.3  | 3.7  |
| 中米<br>(35点) | 内相色 (10)    | 5.6     | 8.6  | 8.1  | 7.0  | 6.0  | 8.6  | 7.8  |
|             | スダチ (10)    | 6.3     | 8.0  | 7.3  | 7.4  | 7.2  | 8.9  | 7.3  |
|             | 食感 (15)     | 9.6     | 13.1 | 12.3 | 10.6 | 11.7 | 12.8 | 11.6 |
|             | 風味<br>(35点) | 香り (10) | 5.6  | 7.8  | 7.9  | 6.0  | 7.6  | 8.3  |
|             | 味 (25)      | 15.3    | 22.2 | 21.8 | 15.7 | 20.3 | 21.9 | 20.6 |
|             | 総計 (100点)   | 59.6    | 87.1 | 83.0 | 71.6 | 77.1 | 83.4 | 79.7 |
| 外観<br>(30点) | 容積 (10)     | 5.8     | 9.4  | 7.4  | 7.1  | 8.3  | 7.8  | 8.9  |
|             | 皮色 (10)     | 7.1     | 8.8  | 7.8  | 7.9  | 8.0  | 8.7  | 8.1  |
|             | 皮質 (5)      | 3.2     | 4.3  | 3.8  | 4.2  | 4.1  | 4.3  | 4.3  |
|             | 形状 (5)      | 2.1     | 4.7  | 3.2  | 4.0  | 4.1  | 4.6  | 4.7  |
| 飯米<br>(35点) | 内相色 (10)    | 5.0     | 8.8  | 7.7  | 6.2  | 6.7  | 8.2  | 8.9  |
|             | スダチ (10)    | 5.4     | 8.7  | 7.2  | 7.2  | 7.1  | 8.0  | 8.0  |
|             | 食感 (15)     | 9.9     | 12.2 | 12.3 | 11.6 | 12.1 | 12.0 | 13.3 |
|             | 風味<br>(35点) | 香り (10) | 5.4  | 7.7  | 8.3  | 6.0  | 7.2  | 8.2  |
|             | 味 (25)      | 16.0    | 21.2 | 21.7 | 15.8 | 21.0 | 22.4 | 22.3 |
|             | 総計 (100点)   | 59.9    | 85.8 | 79.4 | 70.0 | 78.6 | 84.2 | 86.9 |

1) 日本パン技術協会の採点基準に準じ本学学生9名、教員1名により採点

新規米粉・米粉パン（二・三等米などの規格外品を製粉し、全く新規な食品、即ち小麦粉使用食品のパン・麺に100%使用できる米粉の開発）について社会的侧面から考察し、新規米粉食品の重要性について述べることとする。日本の米の文化はご飯等の粒食文化がその中心をなし、小麦や他の穀類でみられる世界的な粉食文化ではない。しかし、古来では米の粉食が中心であったが現在に至るまでその利用は和菓子や米菓（せんべい）などにとどまり、停滞減少しているのが現状である。そこにお米の新しい利用用途として、また消費拡大の切り札として登場したのが米粉パンである。この米粉パンの生みの親は新潟県の食品研究センターの江川<sup>4), 7)</sup>らによるくず米を有効活用する製粉技術（気流粉碎湿式方式）に他ならない。この技術開発により、小麦粉代替可能な米粉として現在、全国各地において様々な米粉パンが商品化され、注目されるようになった。しかし、米粉パンの普及に関しては課題も多い。即ち、原料米の価格、米粉パンの老化性、更には米粉パンの特性評価など取り組むべき多くの問題があげられ、いまだ、米粉パンは特殊な製品として捉えられており、小麦粉パンに代わるものに至っていない。そこで、著者は米粉パンの普及に向けては中米（価格が小麦粉パンと同程度と安価）を用い、小規模工場による製法を実践し、学校給食での導入が極めて重要であると考えた。以下学校給食への普及について概説する。

米の消費拡大の観点からは小麦粉パン中心の献立から、米飯を普及する動きにあったが、パン製造業者の存続問題もあり、一時停滞していた。この問題解決策として著者<sup>9)</sup>らは米粉パンに着目し、小麦粉パンから米粉パンへの移行に注力した。

米粉パンの学校給食導入状況は平成16年度は4067校、平成20年度は8960校で、米粉パン導入の割合は平成16年度は13%、20年度

は30%と学校給食への導入が年々広まってきている。

学校給食において米粉パンが急速に普及した背景について考えてみると下記の要因があげられる。

- ①地元の米を地元で粉とし、地元でパンにして消費するいわゆる地産地消理念。
- ②国産米を使用し、生産者の見える安全・健康につながる事業である。
- ③地元の農業・米生産者に元気を与える。
- ④米粉パンが美味しい。
- ⑤地元関係者の厚い想い。

上述の要因を踏まえつつ、農水省福島農政事務所が音頭を取り、米粉食品普及に賛同する団体、企業等により「喜多方市米粉食品普及推進研究会」が発足された。

研究会には地元の米を使用した米粉パンを製造販売したいという声が喜多方市を中心に高まり、本学にも指導要請が寄せられた。そこで、県内の市町村・農業団体の声に応えるべく現地で製粉指導・米粉の分析規格化・製パン技術指導を行ってきた。

なお、米粉の粉碎技術にあたっては静岡製機（株）の小規模製造プラント（サイクロンミル）の技術支援によるところが大きく、米粉パンの実用化に向けて拍車をかけたと言っても過言ではないと考える。

米粉食品普及推進研究会は産・学・官（喜多方市産業部、あらた製粉（株）、里山パン工房ひだまり、静岡製機（株）、郡山女子大学）が6次化の中で協力提携して喜多方市学校給食等で実際に利用されることが期待されている。

### おわりに

本研究は、米粉のレオロジー特性を活かすことにより米粉パンを調整する際の製造条件が明らかとなり、これらの知見はグルテンの性質を必要としないグルテンフリーの米粉パンを製造

する際に広く応用できるものと考える。また、米粉パンは小麦粉の代替として米の利用を促進するという点と、米粉を利用することで従来の小麦粉パンとは風味、テクスチャーが異なる新しい食感を付与したベーカリー食品を開発するという点から、パンチャービジネスとして十分な役割を果たす可能性があると考える。

他方、21世紀のわが国は少子高齢社会となり、医療や福祉の負担が国民的課題となるこ

とが明白である。少子高齢社会ではいかにして健康な生活を営むかが重要であり、その基本は食生活にあるといつても過言ではない。米粉が現代の食生活からの要求に応えることができれば、米の応用分野が更に広がり、健康な食生活を維持しつつ、生活習慣病を予防することにつながると期待できる。また、食品アレルギー（特に小麦）に悩む人々にも幅広く利用してもらえるものと考える。

## 参考文献

- 1) 農林水産省：食料需給表（平成 21 年版）
  - 2) 堀内久弥, 高野克己：食品工業技術概説, 鴨居郁三監修, (恒星社厚生閣, 東京), P.7-10, 1997.
  - 3) 本間清一編：食品加工貯蔵学, (東京化学同人, 東京), P.18, 2004.
  - 4) 江川和徳：米粉百科米粉ビジネスのための実用書, (株) グレイ・エス・ピー, P.18-28, 2009.
  - 5) 川中道夫：食品工業, 6(30), 54-58, 2009.
  - 6) 楠瀬千春：New Food Industry, 51, No.12, 65-77, 2009.
  - 7) 江川和徳：米粉百科米粉ビジネスのための実用書, (株) グレイ・エス・ピー, P.10-11, 2009.
  - 8) 小谷スミ子：ヒドキシプロピルメチルセルロース添加によるグルテンフリー米粉パンの製造, 日本家政学会第 59 回全国大会, P.185, 2007.
  - 9) 庄司一郎：現代の食生活を踏まえた米粉 100%パンの開発, 日本家政学会東北・北海道支部第 56 回大会, P.12, 2011.
  - 10) 奥西智哉：日食科工誌, 56, 424-428, 2009.
  - 11) 日本麦類研究会：小麦粉, 改訂 4 版, 東京, P.486, 2008.
  - 12) 松本 博, 田中康夫：製パンプロセスの科学, 光琳, 東京, P.44-46, 1991.
  - 13) 農林水産省：aff, 41, 30-31, 2010.

# 養魚飼料原料としての食品廃棄物やバイプロー 1. 菓子粉、出汁粕、パン屑

酒本 秀一 \*

\*SAKAMOTO Shuichi

Key Words: 食品廃棄物・バイプロ・菓子粉・出汁粕・パン屑・養魚飼料原料・嗜好性・成長・飼料効率・タンパク質効率

養魚飼料の研究をしていると「ヒトの食品としては供給出来ないが、栄養成分的には良い物が有るので、養魚飼料の原料として使えないか調べて欲しい。」と云うような話が時々ある。賞味期限切れや包材の破損などで食用に供せなくなった物、製造ラインでの壊れや粉化などで製品に出来なかった物などの食品廃棄物や目的物を抽出した後の残渣などが主であるが、こんな物がこんなに大量に有るのかと吃驚することが多かった。これまでに色々な物を調べたが、その中でも印象が強かった物の幾つかを何回かに分けて報告する。今回は菓子粉、出汁粕、パン屑を紹介する。

なお、この報告で使用可能と判断した物も試験に供した物が使用可能であるだけで、類似した物の全てが使用可能と云うわけではない。供給源や組成が違えば当然結果も異なるであろうし、試験魚種が違えば飼料に対する嗜好性や栄養要求も違うので、おのずから結果も異なる点に注意して読んで欲しい。

## 菓子粉

ここで云う菓子粉とは、二軸エクストルーダーで発泡成形した菓子で、前述した理由でお

菓子として販売することが出来なくなった廃棄物を集めて粉碎した物である。

試験は2回行った。試験-1で養魚飼料の原料として利用可能であるか否かを判断し、試験-2で至適添加量を調べた。

## 試験-1

### 1. 材料と方法

供試菓子粉の分析値を表1に示す。タンパク質が少なく、炭水化物と脂質が多いのが特徴である。脂肪酸組成にも特徴があり、炭素数が少ない飽和酸（ラウリン酸12:0、ミリスチン酸14:0、パルミチン酸16:0、ステアリン酸18:0）やモノエン酸（オレイン酸18:1n9）が大部分を占めていた。パーム油や獣脂が利用されているのではないかと思われる。物性は脂質が多い為

表1 菓子粉の分析値

| 一般成分   |      | 脂肪酸組成    |      |
|--------|------|----------|------|
| 水分 (%) | 5.8  | 12:0 (%) | 18.4 |
| タンパク質  | 9.9  | 14:0     | 8.5  |
| 脂質     | 17.6 | 16:0     | 23.5 |
| 炭水化物   | 65.2 | 16:1     | 0.5  |
| 灰分     | 1.5  | 18:0     | 12.9 |
|        |      | 18:1     | 25.4 |
|        |      | 18:2n6   | 6.0  |

表2 試験飼料の組成と分析値

| 試験区         | 対照区  | 菓子粉区 |
|-------------|------|------|
| 魚粉 (%)      | 50   | 50   |
| ミートミール      | 8    | 8    |
| 小麦粉         | 25   | -    |
| 菓子粉         | -    | 25   |
| 脱脂大豆粕       | 15   | 15   |
| ビタミン・ミネラル混合 | 2    | 2    |
| 水分 (%)      | 7.8  | 6.5  |
| タンパク質       | 48.8 | 46.9 |
| 脂質          | 8.3  | 11.3 |
| 炭水化物        | 19.2 | 21.3 |
| 灰分          | 11.8 | 11.3 |
| Cal/100g    | 308  | 332  |
| CP比         | 6.31 | 7.08 |

かサラサラした感じではなく、シットリしていた。養魚飼料の原料として使用するのであれば小麦粉の代替えが適切であろうと判断した。

表2に示す対照区（小麦粉区）と小麦粉の全量を菓子粉で代替えした菓子粉区の2試験区を設定した。この2試験飼料でニジマス幼魚の飼育試験を行い、菓子粉が小麦粉の代替え原料になり得るか否かを調べた。

試験飼料は全ての原料を混合・粉碎して小型ペレットマシンを用いてハードペレットに成型し、棚式乾燥機で熱風乾燥して製造した。菓子粉区の飼料は菓子粉の分析値を反映して対照区よりタンパク質が少なく、脂質と炭水化物が多くなった。またカロリー量とカロリー/タンパク質比(CP比)も高かった。なお、飼料のカロリー量はタンパク質4、脂質9、炭水化物2Cal/gとして計算で求めた数値である。

飼育試験には平均体重5.5gの魚を各区50尾用いた。試験水槽は38.4L容の塩ビ製水路型水槽で、水温は14℃、給餌は日に2回（午前1回、午後1回）、給餌率は改変ライトリツツ給餌率、飼育期間は3月8日から5月8日の2カ月間であった。

飼育試験終了後の尾数、総体重、給餌量から生残率、飼料効率（増重量×100/給餌量）、タ

ンパク質効率（増重量×100/給与タンパク質量）を求めた。

飼育試験終了時に両区から30尾ずつサンプリングした。10尾は個体別に尾叉長と体重を測定して肥満度（体重×100/尾叉長<sup>3</sup>）を求め、解剖して内臓（心臓と腎臓を除く全ての臓器を含む）重量を測定し、内臓体重比を計算した。10尾は全魚体の一般成分分析に用いた。残りの10尾はヘパリン処理したプラスチック注射筒を用いてキュビエ氏管から各尾等量ずつ採血して区毎にプールし、遠心分離して血漿を得、グルコース(Glu)、総コレステロール(T-Chol)、総タンパク質(T-Pro)、トリグリセライド(TG)およびアルカリ性フォスファターゼ(ALP)の分析に用いた。

また、飼育試験開始時と終了時の総重量と全魚体の分析値から求めた各成分の増加量と、給餌量と飼料の分析値から計算した各成分の給与量から、飼料成分の魚体蓄積率を求めた。

## 2. 結果

### 2-1. 飼育成績

表3に飼育試験の結果を示す。生残率に両区で違いは無かったが、菓子粉区の方が成長、飼料効率、タンパク質効率のいずれもが著しく優れていた。また、菓子粉区の飼料は嗜好性が良く、活発な摂餌が見られたので、両区の等量給餌ではなく自由摂餌にしていれば更に大きな差が出ていた可能性が高いと推測する。

### 2-2. 魚体測定と解剖の結果

表4に魚体測定と解剖の結果を示す。肥満度

表3 飼育試験の結果

| 試験区         | 対照区   | 菓子粉区  |
|-------------|-------|-------|
| 生残率 (%)     | 100   | 100   |
| 増重量 (g)     | 425.2 | 472.5 |
| 給餌量 (g)     | 494.0 | 494.0 |
| 飼料効率 (%)    | 86.1  | 95.6  |
| タンパク質効率 (%) | 176.5 | 204.0 |

表4 魚体測定と解剖の結果

| 試験区       | 対照区   | 菓子粉区  |
|-----------|-------|-------|
| 尾叉長 (cm)  | 10.2  | 10.9  |
| 体重 (g)    | 13.1  | 15.7  |
| 肥満度       | 1.23  | 1.21  |
| 内臓体重比 (%) | 11.98 | 10.83 |

は両区で殆ど違いが無かったが、菓子粉区の魚は長くてスラリとした感じに見えた。内臓体重比が菓子粉区の方が小さいことと関係しているのかも知れない。内臓体重比が小さいと云うことは可食部が多いということで、養殖魚として好ましいことである。

#### 2-3. 血漿成分の分析値

表5に血漿成分の分析結果を示す。菓子粉区の方がT-Cho含量とALP活性が高く、菓子粉区の成長が早く、魚の状態が良いことを示している。TGは菓子粉区の方が高い値を示し、Gluには違いが認められなかった。

菓子粉区でTGが高い値を示した理由は以下の様に推測している。まず飼料の脂質含量が高いこと。更に菓子粉は製造工程で二軸エクストルーダー処理を行っているので、含まれている澱粉が完全に $\alpha$ 化されて消化・吸収可能な形になっていると考えられることである。吸収された過剰な炭水化物は体内で脂質に転換されて蓄積されることが分かっている。

#### 2-4. 全魚体の分析値

表6に飼育試験開始時と終了時の全魚体の分析結果を示す。菓子粉区の方が脂質がやや多いが、飼料脂質含量の違いから想定される程の違いではなく、思っていたより脂質が少ない感じであった。タンパク質と灰分には両区間で違いは見られなかった。

#### 2-5. 飼料成分の魚体蓄積率

表7に示すように飼料のタンパク質、脂質、灰分のいずれもが菓子粉区の方が魚体への蓄積率が高かった。更に魚体に蓄積されたタンパク質、脂質、灰分の量を計算すると、いずれ

表5 血漿の分析値

| 試験区           | 対照区 | 菓子粉区 |
|---------------|-----|------|
| Glu (mg/dL)   | 103 | 98   |
| T-Cho (mg/dL) | 295 | 340  |
| T-Pro (g/dL)  | 3.7 | 3.6  |
| TG (mg/dL)    | 379 | 488  |
| ALP (IU/L)    | 254 | 379  |

表6 全魚体の分析値

| 試験区    | 開始時  | 終了時  |      |
|--------|------|------|------|
|        | 対照区  | 菓子粉区 |      |
| 水分 (%) | 77.6 | 76.8 | 75.7 |
| タンパク質  | 14.6 | 16.0 | 15.5 |
| 脂質     | 5.5  | 5.2  | 6.7  |
| 灰分     | 2.3  | 2.4  | 2.4  |

表7 飼料成分の魚体蓄積率

| 試験区       | 対照区  | 菓子粉区 |
|-----------|------|------|
| タンパク質 (%) | 29.8 | 32.9 |
| 脂質        | 51.9 | 62.0 |
| 灰分        | 17.7 | 20.7 |

の成分も菓子粉区の方が多く、特に脂質が多くかった。これは前述した炭水化物から脂質への転換が起こっていることを推測させる結果である。これらのことから菓子粉区の高い成長、飼料効率、タンパク質効率に繋がっているものと考える。

### 3. 判断

菓子粉は魚の嗜好性が非常に良く、摂餌が活発で、魚の状態も良く、飼育成績も優れていたので、養魚飼料の原料として小麦粉より優れていると判断した。

#### 試験 -2

試験-1で小麦粉の代わりに菓子粉を使用すると魚の嗜好性が非常に良く、飼育成績も優れていることが分かった。その理由は菓子粉の高い脂質含量と消化吸収可能な炭水化物( $\alpha$ 化澱粉)含量にあるものと思われた。

試験-2では、菓子粉の至適添加量並びに小

麦粉と菓子粉の至適混合比を調べる。

### 1. 材料と方法

菓子粉は試験-1と同じ物を用いた。表8に示すように小麦粉の配合率40%の対照と、小麦粉の25, 50, 75および100%を菓子粉で置き換えた5試験飼料区を設定した。それぞれの試験区をA, B, C, D, E区とした。なお、試験-1では図1に示すよう

に飼料のCP比が高くなるに従って飼料効率とタンパク質効率が直線的に高くなっていた（この後の試験物である出汁粕とパン屑も一緒に示してある）ので飼料のカロリー量が不足していた可能性が高いと考え、今回の試験では各飼料に魚油を外割で5%添加した。

それぞれの飼料の分析値は表8の下段に示す通りで、菓子粉の添加量が多くなるに従ってタンパク質と灰分が少なくなり、脂質と炭水化物

表8 試験飼料の組成と分析値

| 試験区         | A区   | B区   | C区   | D区   | E区   |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 魚粉(%)       | 49   | 49   | 49   | 49   | 49   |
| 小麦粉         | 40   | 30   | 20   | 10   | -    |
| 菓子粉         | -    | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 脱脂大豆粕       | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    |
| ビール酵母       | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| ビタミン・ミネラル混合 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| 魚油(外割%)     | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| 水分(%)       | 4.8  | 4.9  | 4.2  | 4.8  | 4.4  |
| タンパク質       | 43.8 | 43.9 | 42.7 | 41.5 | 40.2 |
| 脂質          | 13.8 | 14.4 | 16.2 | 16.3 | 17.6 |
| 炭水化物        | 23.0 | 24.6 | 25.4 | 25.5 | 25.7 |
| 灰分          | 9.3  | 8.9  | 8.7  | 8.5  | 8.2  |
| Cal/100g    | 345  | 354  | 367  | 363  | 370  |
| CP比         | 7.88 | 8.07 | 8.60 | 8.75 | 9.22 |

が多くなっていた。また、今回は魚油を添加したので、脂質、カロリー、CP比のいずれも試験-1の飼料より高かった。

飼育試験の条件は試験-1と同じであるが、供試魚は平均体重約1.5gの魚を各区200尾用いたのと、飼育期間が6月7日から8月8日の2カ月間であったことが異なっていた。今回は魚体測定と解剖ならびに血漿成分の分析は行わず、全魚体の脂肪酸組成の分析を行った。

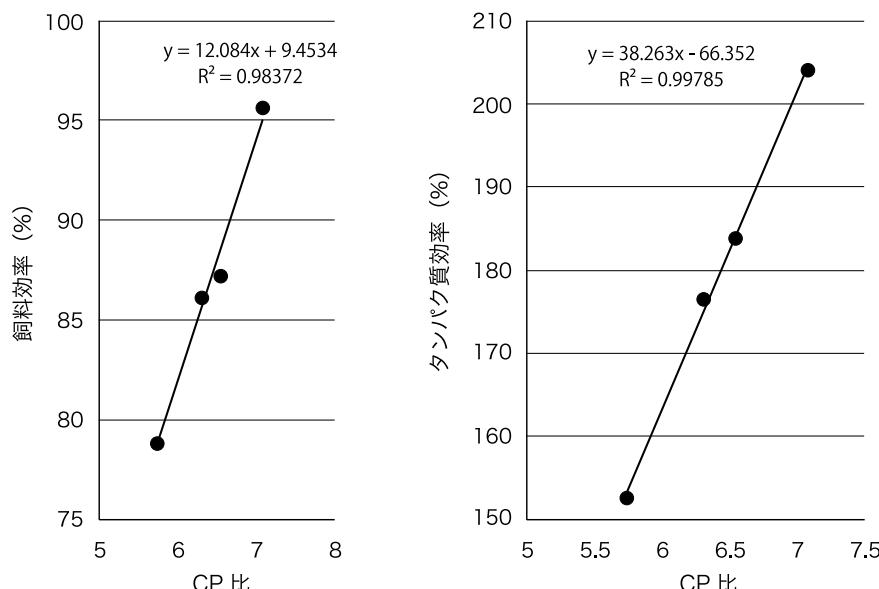


図1 飼料のCP比と飼料効率、タンパク質効率の関係

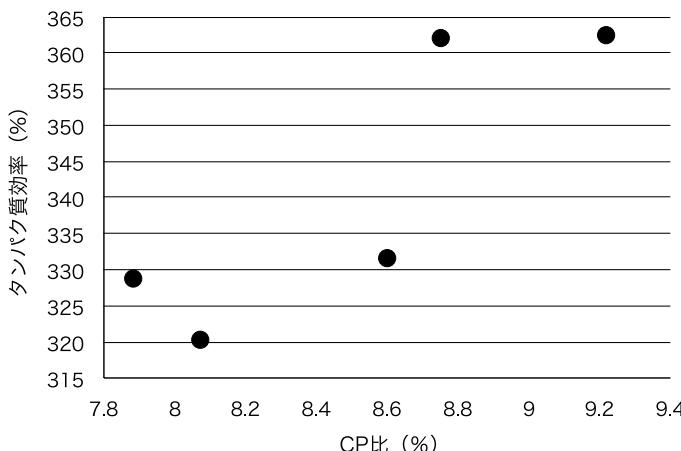


図2 飼料のCP比とタンパク質効率の関係

表9 飼育試験の結果

| 試験区         | A区    | B区    | C区    | D区    | E区    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 生残率 (%)     | 92.5  | 97.0  | 98.0  | 96.5  | 96.5  |
| 増重量 (g)     | 160.6 | 156.9 | 157.9 | 167.6 | 162.4 |
| 給餌量 (g)     | 111.6 | 111.6 | 111.6 | 111.6 | 111.6 |
| 飼料効率 (%)    | 143.9 | 140.6 | 141.5 | 150.2 | 145.5 |
| タンパク質効率 (%) | 328.7 | 320.4 | 331.6 | 362.1 | 362.5 |

表10 全魚体の分析値

| 時期     | 開始時  | 終了時  |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|
|        |      | A区   | B区   | C区   | D区   | E区   |
| 試験区    |      |      |      |      |      |      |
| 水分 (%) | 87.3 | 79.3 | 79.3 | 79.2 | 79.0 | 79.2 |
| タンパク質  | 10.1 | 13.1 | 13.0 | 12.8 | 12.5 | 12.3 |
| 脂質     | 1.8  | 5.5  | 5.1  | 5.5  | 5.5  | 5.5  |
| 灰分     | 1.3  | 2.0  | 2.0  | 1.9  | 1.9  | 1.9  |

表11 全魚体の脂肪酸組成

| 時期     | 開始時  | 終了時  |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|
|        |      | A区   | B区   | C区   | D区   | E区   |
| 試験区    |      |      |      |      |      |      |
| 14:0   | 1.1  | 3.2  | 3.2  | 3.1  | 3.3  | 3.3  |
| 16:0   | 17.5 | 16.8 | 17.8 | 17.5 | 18.4 | 18.5 |
| 16:1n9 | 2.6  | 4.1  | 4.1  | 3.9  | 4.4  | 4.4  |
| 18:0   | 6.3  | 4.2  | 5.2  | 5.8  | 6.0  | 6.4  |
| 18:1n9 | 15.8 | 16.6 | 18.9 | 22.5 | 24.5 | 26.3 |
| 18:1n7 | 3.7  | 3.9  | 3.5  | 3.7  | 3.7  | 3.5  |
| 18:2n6 | 2.6  | 12.3 | 10.2 | 8.3  | 6.5  | 5.0  |
| 18:3n3 | 0.3  | 1.3  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.6  |
| 18:4n3 | 1.1  | 2.1  | 2.0  | 1.9  | 1.7  | 1.6  |
| 20:1n9 |      | 2.8  | 2.6  | 2.6  | 2.6  | 2.6  |
| 20:2n6 |      | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.7  |
| 20:4n6 |      | 1.1  | 1.0  | 1.0  | 0.9  | 0.9  |
| 20:5n3 | 5.3  | 4.2  | 3.9  | 3.9  | 3.5  | 3.5  |
| 22:5n3 | 2.2  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.0  | 1.0  |
| 22:6n3 | 36.3 | 17.9 | 17.3 | 16.3 | 15.7 | 15.4 |

## 2. 結果

### 2-1. 飼育成績

表9に飼育試験の結果を示す。生残率、成長、飼料効率共に各区間で大きな違いは無いが、タンパク質効率は菓子粉の添加量が多くなるに従って高くなる傾向が認められた。飼料のCP比とタンパク質効率の関係を示したのが図2である。魚油を5%外割で添加しているので試験-1よりCP比は大きくなっているし、タンパク質効率も遥かに高い値を示している。CP比は8.75以上あれば良い様である。脂質によるタンパク質の節約効果が表れているのであろう。

### 2-2. 全魚体の一般成分

表10に飼育試験開始時と終了時の全魚体の一般成分を示す。開始時に比べ終了時にはいずれの区でも水分が減少し、タンパク質、脂質、灰分が増加していた。終了時の各区間の比較では、水分、脂質、灰分に区間差は見られないが、

タンパク質は菓子粉が多くなるにつれてやや減少する傾向が認められた。但し、減少の程度は極僅かで、問題になる変化ではなかった。

菓子粉の添加量が多くて飼料の脂質含量が高い区でも魚体の脂質含量は菓子粉無添加区と違いが無い。菓子粉の脂質はエネルギー源として有効に利用された可能性が高く、飼料原料としては好ましいことである。

### 2-3. 全魚体の脂肪酸組成

表11に飼育試験開始時と終了時の全魚体の脂肪酸組成を示す。終了時にはリノール酸(18:2n6)が著しく増加し、

DHA (22:6n3) が減少していたが、これは配合飼料で長期間魚を飼育すると殆どこうなるので、特別なことではない。

終了時の各区間比較では、菓子粉に18.4% も含まれていたラウリン酸 (12:0) はいずれの区の魚体にも認められず、パルミチン酸 (16:0) とステアリン酸 (18:0) は菓子粉の添加量が増えるに従ってやや多くなる程度で、短鎖飽和脂肪酸はエネルギー源として良く利用されているようである。一方、オレイン酸 (18:1n9) の占める割合は著しく増加していた。その結果として、相対的にn6系脂肪酸 (リノール酸 18:2, EDA 20:2, アラキドン酸 20:4) とn3系脂肪酸 (リノレン酸 18:3, バリナリノ酸 18:4, EPA 20:5, DPA 22:5, DHA 22:6) 等の占める割合は減少していた。

オレイン酸は魚のエネルギー源として良く利用されることが知られているのに、菓子粉の添加量が増えるに従って魚体に著しく蓄積された理由は明らかでないが、もしかしたらオレイン酸よりも短鎖飽和脂肪酸の方がより効率よく利用された為、オレイン酸が蓄積される結果になったのかも知れない。また、飽和酸からの転換も考えられる。

#### 2-4. 飼料成分の魚体蓄積率

表12に飼料成分の魚体蓄積率を示す。菓子粉の添加量が増えるに従ってタンパク質と灰分の蓄積率は増加、脂質の蓄積率は減少する傾向が認められた。飼料に多く含まれている成分の蓄積率が低く、少ない成分の蓄積率が高いことになる。

各区とも給餌量は同じであるが、飼料によってタンパク質、脂質、灰分含量が違うので、各区の魚に投与されたそれぞれの成分量も違っている。よって蓄積率の比較のみでは不十分である。各区の魚体に蓄積された成分の量を計算してみると、いずれの区もタンパク質、脂質および灰分の蓄積量はほぼ等しい値になった。つま

表12 飼料成分の魚体蓄積率

| 試験区       | A区   | B区   | C区   | D区   | E区   |
|-----------|------|------|------|------|------|
| タンパク質 (%) | 44.0 | 42.6 | 43.2 | 45.9 | 45.4 |
| 脂質        | 60.4 | 52.4 | 50.9 | 53.0 | 47.6 |
| 灰分        | 31.4 | 32.0 | 32.0 | 34.8 | 35.2 |

りタンパク質、脂質、灰分のいずれの成分も各区共略等しい量が蓄積されていたことになる。これが飼育成績において成長と飼料効率に各区間で違いが無く、全魚体の分析値でも水分、脂質、灰分含量に各区間で違いが無いこと、更には飼育成績において菓子粉の添加量が増えるに従ってタンパク質効率が高くなり、全魚体の成分ではタンパク質含量が減少することに繋がっているものと思われる。

#### 3. 判断

・これまでの試験で小麦粉の炭水化物の消化吸収率は50%程度であることが分かっている。菓子粉の場合は二軸エクストルーダー処理によってほぼ完全に澱粉が $\alpha$ 化されているので消化吸収率が高く、炭水化物源として小麦粉より優れていると思われる。

・菓子粉は添加されている脂質の脂肪酸組成によってエネルギー源として優れているものと思われる。

・菓子粉の飼料への適切な添加量は30-40%で、小麦粉と菓子粉の適切な混合比は1:3である。

・菓子粉に含まれる脂質はエネルギー源として有効に利用される為か、魚体への脂質の蓄積率が低い。これは高カロリー飼料を投与しても魚体に脂質が溜まり難いことを示しており、菓子粉を使用する利点になる。

・以上の結果から、本試験で使用した菓子粉と同等の物が安定して大量に入手出来るのなら、養魚飼料の原料として積極的に利用すべき物であると判断する。

・菓子粉は脂質源、炭水化物源として利用可

能である。小麦粉より多少高い価格でも利用出来る可能性が有る。

## 出汁粕

カツオ節やサバ節などから出汁をとった後の残渣を乾燥、粉碎した物で、原料はカツオ節が主体の物である。

### 1. 材料と方法

出汁粕の分析値は水分 12.2%, タンパク質 68.4%, 脂質 12.0%, 灰分 5.0% と魚粉に近い成分組成であるが、魚粉より水分とタンパク質が多く、脂質と灰分が少ない。これは原料に内臓と骨の部分が含まれていないことによると考えられる。

出汁粕は元々が魚であることから、魚粉代替原料としての可能性を調べることにした。

表 13 (次の試験物であるパン屑の資料も一緒に記してあるので、必要な部分のみを参照。以降の表も同様) に示す対照区 (魚粉区) と魚粉の全量を出汁粕で代替した出汁粕区の 2 試験区を設定した。出汁粕区の飼料は対照区よりタンパク質が高く、脂質と灰分が低かった。飼料の製造法、飼育試験法、調査項目などは菓子粉の試験 -1 と同じである。

### 2. 結果

#### 2-1. 飼育成績

出汁粕区の飼料は魚の嗜好性が悪く、摂餌が不活発で、ゆっくり時間をかけて与えないと規定の量を食べない状態であった。また、一度口に入れた飼料を直ぐに吐き出す行動もしばしば観察された。規定量の飼料を与えてはいるものの、出汁粕区は実際に食べた飼料の量は対照区より少ないのでないかと思わ

れる。出汁粕の嗜好性の悪さは飼料原料として大きな問題である。

表 14 に飼育試験の結果を示す。成長、飼料効率、タンパク質効率共に出汁粕区が可也劣っていた。これは上記の嗜好性の悪さと強い関係があると思われる。

#### 2-2. 魚体測定と解剖の結果

表 15 に示すように肥満度と内臓体重比に両区間で差は無かった。出汁粕の嗜好性の悪さは体型や臓器の大きさにまでは影響を及ぼしていないようである。

#### 2-3. 血漿の分析値

表 16 に血漿成分の分析値を示す。出汁粕区

表 13 試験飼料の組成と分析値

| 試験区         | 対照区  | 出汁粕区 | パン屑区 |
|-------------|------|------|------|
| 魚粉 (%)      | 50   | -    | 50   |
| 出汁粕         | -    | 50   | -    |
| ミートミール      | 8    | 8    | 8    |
| 小麦粉         | 25   | 25   | -    |
| パン屑         | -    | -    | 25   |
| 脱脂大豆粕       | 15   | 15   | 15   |
| ビタミン・ミネラル混合 | 2    | 2    | 2    |
| 水分 (%)      | 7.8  | 10.3 | 7.2  |
| タンパク質       | 48.8 | 51.9 | 47.4 |
| 脂質          | 8.3  | 5.9  | 8.1  |
| 炭水化物        | 19.2 | 19.0 | 24.1 |
| 灰分          | 11.8 | 7.3  | 11.5 |
| Cal/100g    | 308  | 298  | 310  |
| CP 比        | 6.31 | 5.74 | 6.54 |

表 14 飼育試験の結果

| 試験区         | 対照区   | 出汁粕区  | パン屑区  |
|-------------|-------|-------|-------|
| 生残率 (%)     | 100   | 100   | 100   |
| 増重量 (g)     | 425.2 | 391.0 | 431.0 |
| 給餌量 (g)     | 494.0 | 494.0 | 494.0 |
| 飼料効率 (%)    | 86.1  | 79.1  | 87.2  |
| タンパク質効率 (%) | 176.5 | 152.5 | 183.8 |

表 15 魚体測定と解剖の結果

| 試験区       | 対照区  | 出汁粕区 | パン屑区 |
|-----------|------|------|------|
| 尾叉長 (cm)  | 10.2 | 10.4 | 10.5 |
| 体重 (g)    | 13.1 | 13.7 | 14.2 |
| 肥満度       | 1.23 | 1.22 | 1.23 |
| 内臓体重比 (%) | 12.0 | 12.0 | 11.1 |

は T-Cho 含量と ALP 活性が低く、対照区より成長が悪いことを反映している。但し、この程度であれば魚の健康状態まで悪くなっていることは無いと思われる。TG は飼料の脂質含量を反映して出汁粕区の方が低い。Glu は両区で違いは無かった。

#### 2-4. 全魚体の分析値

飼育試験開始時と終了時の全魚体の分析値を表 17 に示す。出汁粕区の魚は脂質含量がやや少ない。水分と灰分に違いが無いので、出汁粕区では相対的にタンパク質含量がやや多くなっている。

#### 2-5. 飼料成分の魚体蓄積率

表 18 に飼料成分の魚体蓄積率を示す。出汁粕区はタンパク質の蓄積率が低く、脂質と灰分の蓄積率が高い。飼料中に多く含まれている成分の蓄積率を抑え、少ない成分の蓄積率を高くしているように見える結果である。

菓子粉と同様に魚体への蓄積量を調べてみると、タンパク質、脂質、灰分のいずれもが出汁粕区で蓄積量が少ないことが分かった。この結果が出汁粕区の成長、飼料効率、タンパク質効率の悪さになって表れているものと思われる。

### 3. 判断

- 出汁粕はこのままでは養魚飼料の原料として利用するのは難しい。もし使うとしてもタンパク質量の調製の為に魚粉の一部を代替えする程度であろう。

- 出汁粕の摂飢性の悪さは栄養成分組成によるものではないと考える。出汁をとる時に煮出すことによって魚の摂飢促進物質である遊離アミノ酸や核酸などの水溶性画分が減少したことによると思われる。

- 出汁をとった後の水を含む残渣を乾燥・粉碎して飼料原料とする方法は実用的でない。養魚用の餌としてモイストペレット（生魚と粉末

表 16 血漿の分析値

| 試験区           | 対照区 | 出汁粕区 | パン屑区 |
|---------------|-----|------|------|
| Glu (mg/dL)   | 103 | 107  | 100  |
| T-Cho (mg/dL) | 295 | 279  | 349  |
| T-Pro (g/dL)  | 3.7 | 3.6  | 3.7  |
| TG (mg/dL)    | 379 | 348  | 710  |
| ALP (IU/L)    | 254 | 244  | 421  |

表 17 全魚体の分析値

| 試験区    | 開始時  |      |      | 終了時  |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|
|        | 対照区  | 出汁粕区 | パン屑区 | 対照区  | 出汁粕区 | パン屑区 |
| 水分 (%) | 77.6 | 76.8 | 76.4 | 76.0 | 76.0 | 76.0 |
| タンパク質  | 14.6 | 16.0 | 16.2 | 15.5 | 15.5 | 15.5 |
| 脂質     | 5.5  | 5.2  | 4.7  | 6.4  | 6.4  | 6.4  |
| 灰分     | 2.3  | 2.4  | 2.3  | 2.4  | 2.4  | 2.4  |

表 18 飼料成分の魚体蓄積率

| 試験区       | 対照区  | 出汁粕区 | パン屑区 |
|-----------|------|------|------|
| タンパク質 (%) | 29.8 | 26.6 | 29.7 |
| 脂質        | 51.9 | 54.9 | 75.4 |
| 灰分        | 17.7 | 25.4 | 18.7 |

飼料を現場で混合し、ミートチョッパーのような押し出し成型機でペレット状に成形した餌) がまだ可也の量使用されているので、生魚の一部代替え品として乾燥・粉碎する前の出汁粕を利用するのが現実的であろう。この方法であれば出汁粕の嗜好性の悪さも問題になることは無いと思われる。

#### パン屑

賞味期限の切れた食パンやパン粉、サンドイッチに必要な部分を切り取った後の食パンの耳などを一緒にして荒粉碎した物。

#### 1. 材料と方法

供試パン屑の分析値は水分 13.2%、タンパク質 13.5%、脂質 4.0%、炭水化物 63.9%、灰分 2.4% で、炭水化物が主成分である。パン屑は嵩比重が小さくて柔らかいので粉碎し難いことと、水分が多いので保存中にカビが発生し易

い点に問題が有る。特にカビの問題は飼料原料として致命的なので、パン屑を飼料原料として利用するのなら水分含量を少なくするのが必須条件である。

パンは小麦粉が主原料なので、小麦粉代替原料としての可能性を調べることにした。

表13に示す対照区（小麦粉区）と小麦粉の全量をパン屑で代替したパン屑区の2試験区を設定した。食品用小麦粉は飼料用小麦粉より炭水化物含量が多いので、パン屑区の飼料の方が対照区より炭水化物が多く、タンパク質が少なくなっていた。

飼料の製造法、飼育試験法、調査項目などは菓子粉の試験-1と同じである。

## 2. 結果

### 2-1. 飼育成績

表14に示すように成長、飼料効率、タンパク質効率は対照区と殆ど同じであった。また、飼料の嗜好性に両区で違いは無かった。

### 2-2. 魚体測定と解剖の結果

表15に示すように肥満度は両区同じであるが、内臓体重比はパン屑区の方がやや小さい値であった。

### 2-3. 血漿成分の分析値

表16に示すようにパン屑区のT-Chol含量とALP活性がやや高く、TG含量が著しく高かった。T-CholとALPに違いが出るほどパン屑区

の成長が良かった訳ではないので、理由は不明である。

TGが著しく高い理由は以下の様に推測している。パンを焼く時に澱粉が $\alpha$ 化されるので消化吸収率が高くなる。吸収された過剰な炭水化物は体内で脂質に転換されるので血漿のTGも高くなる。

### 2-4. 全魚体の分析値

表17に示すようにパン屑区の脂質が多かった。これは血漿のTGが高かったことと関係しているものと思われる。

### 2-5. 飼料成分の魚体蓄積率

表18に示すようにパン屑区の脂質の蓄積率が非常に高い。飼料の脂質含量は対照区と殆ど同じなので、前述したようにパン屑区では体内で炭水化物から脂質に転換された量が多いのであろう。

## 3. 判断

・パン屑は小麦粉と嗜好性に差が無く、飼育成績も小麦粉と同等であった。物性やカビの生じやすさなどを考えると小麦粉をパン屑に代替するメリットは無いと判断する。パン屑が小麦粉より著しく安く入手出来るのであれば話は別であるが。

・モイストペレットの場合には、生餌の使用量が多い場合の水の吸収材としてパン屑が利用出来る可能性は有ると思われる。

# 伝える心・伝えられたもの

## —浅草海苔の町 大森—

宮尾 茂雄

(東京家政大学)

今からおよそ50年前、大森の海では海苔養殖が行われていた。埋め立て前の東京湾、羽田飛行場の周囲には、何千という海苔網が張られ、12月から3月の酷寒の海を相手にノリの摘み取りや加工が行われていた。海苔生産者の家庭では子供も大切な働き手だった。早朝海苔付けを終えた海苔簀を干し杵に掛けて、天日に干す。海苔が乾いたら海苔簀をはずす。遊びに行く前には簀編み台(海苔簀を編む道具)で海苔簀を編む(昭和20年代頃まで)。網ヒビの普及により養殖場が広がり、生産量が増えると干し場だけでは足らず、河岸、道路際なども海苔の干し場になり、子供たちはその間で遊んでいた。当時の写真をみた時、この子供たちが暮らした「浅草海苔」の町、大森を訪ねてみたいと思った。

### 海苔の歴史

縄文時代の貝塚からは様々な貝殻や魚の骨が出土しているが、海藻もまたよく食べられていたようだ<sup>1)</sup>。平城宮遺跡からは隱岐から送られた「紫菜」と書かれた荷札木簡が出土している<sup>2)</sup>。奈良時代、17歳から65歳の成年男子が負担した租税「調」には、各地の特産品、布、綿、塩、海藻類などが充てられた。「紫菜」、「無良佐木乃利(むらさきのり)」は現在のノリ(アマノリ)を指している。木簡とともに届いたノリは産地名などから島根県十六島(うつぶるい)に産する外洋性の野生岩ノリ、ウッブルイノリ *Porphyra pseudolinearis* と考えられている<sup>3)</sup>。

海苔のヒビ建て養殖はいつ頃から始められたのだろうか。最初は海辺で海藻を拾う「藻採り」(写真1)や棒杭などに付着するノリを集めていた<sup>4)</sup>。江戸に幕府が開かれ、將軍の御膳に日々新鮮な魚を献上するよう(御膳魚)命じられた漁師は、海岸に近い浅瀬に細い木の枝(粗朶(そだ))や竹で囲いを作り、魚を活



写真1 「江戸浅草紫菜」、拾い海苔の図(日本山海名物図会、国立大学法人九州大学附属図書館所蔵) \*

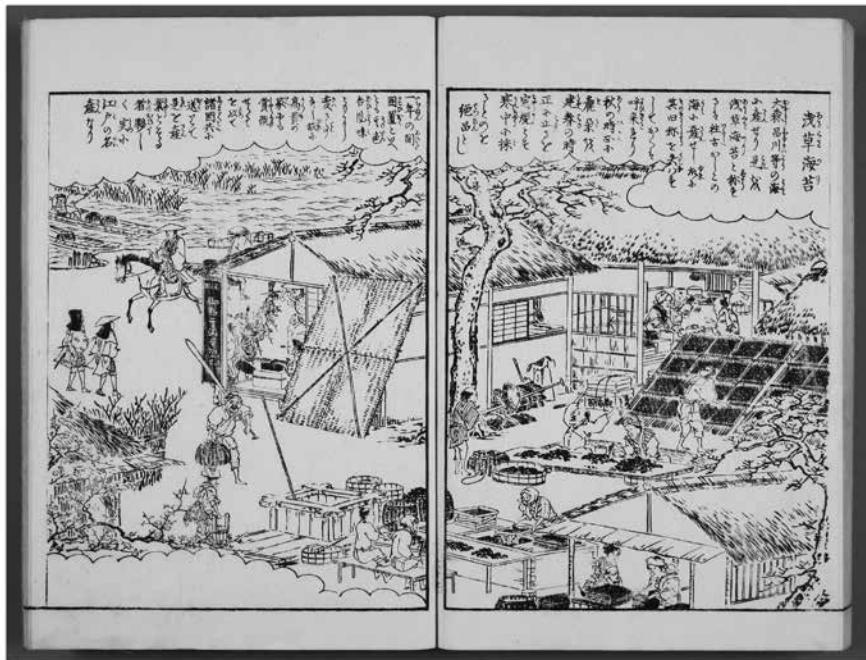


写真2 「浅草海苔」江戸名所図会（早稲田大学図書館所蔵）\*\*

かしていた（活簀）。この囲いは「日々網粗朶（ヒビアミゾダ）」と呼ばれ、粗朶に付着する牡蠣などの貝類やノリなどの海藻を採取するようになった。「日々網粗朶」はやがて「ヒビソダ」、「ヒビ」と呼ばれたという<sup>5)</sup>。享保年間（1716～36）には海苔専用のヒビが建てられるようになった<sup>6)</sup>。木ヒビは大正時代半ばまで続き、その後竹ヒビに変わり、昭和20年前半には網ヒビが使われるようになった。網ヒビは竹ヒビでは届かない深い所にも建てることができ、養殖場は一気に拡大した。

生海苔を細かく裁断して簀の上に薄く広げて乾燥する方法も江戸時代に考案された。生海苔を手で広げる方法、生海苔を溶かした水に海苔簀を入れて紙漉きと同じように漉きあげる方法（あひる付け）（写真2）なども行われていた<sup>4)</sup>。海苔簀に型枠をあて、その中に水溶きした海苔を升ですくつて流し入れる「投げ付け」法<sup>4)</sup>は、天保の頃に完成し、昭和37年大森での海苔産業が終了するまで続けられた<sup>6,7)</sup>。

海苔を食べる食習慣は、主に中国、韓国、日本などの東アジアの国にみられる。韓国には15世紀頃の海苔養殖に関する文献があり、韓国の技術が豊臣秀吉（1537～1598年）の朝鮮出兵の際に、日本に持ち込まれた可能性もあるという<sup>3)</sup>。江戸時代「海苔」は、火であぶったり、揉みほぐして汁や吸物に浮かべて食べた<sup>6,7)</sup>。天明年間（1781～1789年）になると海苔巻が登場した<sup>8)</sup>。大森の海苔、武州（武藏国の別称）の米、下野の干瓢で作った海苔巻の美味しさ、香りは江戸の町で大評判になったという<sup>5)</sup>。現在の大田区大森東にある三輪嚴島神社には次のような「海苔発祥」伝説が残っている。

「1180年（治承4年）源義経が多摩川を渡っていた時、舟が二百十日の南西の強風で流され大森沖を漂流した。舟から見えた神社の森に海上の平穏を祈ったところ、風はやみ無事大森に舟を着けることができた。この森が嚴島社であった。その加護を感謝し社殿を修理し浜辺に注連竹（神前に

不淨なものの侵入を禁ずる印とした竹)を建てた。ある年海面の注連竹に黒い苔が生え、それを採り嗜めたところ味があり、干したところさらに風味が良かったので枝を多く建てた。苔がたくさん採れたので種々の製造法を考え、ついに現在の乾海苔を製するようになった。海の苔即ち「海苔」と称し、鎌倉將軍にも献上した。」(三輪巖島神社の由緒より、一部要約)

### 海苔養殖の一年

現在食用にしている海苔はウシケノリ科アマノリ属に属する藻類であり、日本産アマノリには28種ある<sup>3)</sup>。アマノリは潮間帯に分布する海藻の中でも、干潮になると海水から出て空気に直接触れる遠浅の海に生育する<sup>7)</sup>。

ノリは春になると成熟し精子と卵子ができ受精する。受精した細胞は果胞子をつくり貝殻の中に入り込み糸状体となる。夏を過ぎて秋頃に成熟すると、殻胞子を放出する。殻胞子は海中に流れて岩や網などに付着し、冬季海水温が低下する頃発芽し、生長してノリ(葉体)ができる<sup>7)</sup>。実は、これらのことを見解したのは日本人ではなく、イギリスの藻類学者キャサリン・M. ドリュー博士(Kathleen Mary Drew-Baker, 1901-1957)で、1949年のことであった<sup>6,7)</sup>。それまでは次のような天然採苗法によっていた。

大森では9月のお彼岸頃になるとヒビにノリの胞子をつけるために塩分の高い沖合、千葉の海まで船でヒビを運び、1カ月位海に入れておいた(種場漁場)<sup>7,10)</sup>。浦安の種付けが評判になり、浦安に種場代を支払い種付けすることもあった<sup>9)</sup>。10月中頃にヒビを持ち帰り、こんどは真水の影響の強い河口近くの漁場に移してヒビを建てた(移植法)。ノリの収穫は早ければ11月15日頃から始まった。千葉から持ち帰ったヒビからは正月頃までノリが採れるが、大森で新たに建てたヒビは3月頃まで収穫が可能だった。ヒビを船に積んで移動するのは大仕事であり、上手く種付けできないこともあった<sup>7)</sup>。ドリュー博士の研究は人工採苗への道を開き、糸状体のついた牡蠣殻を海に沈める方法や胞子の冷凍保存法などが開発され、必要な時期に利用できるようになった<sup>6,9)</sup>。

しかし江戸時代から利用してきたアサクサノリ *P. tenera* は、埋立てや海洋汚染によってしだいに姿を消し、現在は絶滅危惧種に指定されている。アサクサノリは從来から年明け後「色落ち」することや、葉体の長さが15~20cmと短く収量が少ないとなどが問題になっていた。「色落ち」せず、漁獲時期による品質劣化がなく、二次芽(一度摘んだ後に再度生える芽)の発育が良いスサビノリが昭和27~29年頃大森に導入されると、たちまち全国に広がり、今では養殖海苔の99%以上をスサビノリ *P. yezoensis* の系統が占めるようになった<sup>11)</sup>。技術が進歩しても、海苔の収量はその年の気候条件や湾内の潮の流れ、真水と海水の比率、水温などの微妙な自然条件に左右されることが多かった。そのため養殖海苔は「運草」、「お陽気草」とよばれ、生産は不安定であった<sup>7)</sup>。生産者にとってはヒビ建の場所決めは重大事であり、毎年「くじ」で漁場を決めていたそうだ<sup>10)</sup>。

### 大森の海苔、今むかし

大森は東海道最初の宿場町、品川宿から約1里(4km)、日本橋から約12kmの距離にあり、早朝に日本橋を出発した旅人が一服するには手頃な所だった。江戸後期の守貞謾稿に「紫海苔、俗に浅草海苔と云ふ。昔は浅草にて製すことあり。(略) 今世もなお浅草海苔を諸国通名とし、江戸にてもこれを称す。しかしてその産は大森村を専らとし、この辺を本場と云ふ。<sup>12)</sup>。」とあるように、



写真3 べか舟（一人乗り木造船：国立大学法人東京海洋大学資料館）



写真5 三輪巖島神社

「浅草海苔」は大森名物であった。東海道を往来する旅人も、大名行列のお殿様も海苔を買い求めた。大森の海苔は良質でその養殖技術は高く評価されていたが、反面、養殖法や海苔付けの技法などは江戸以外の地には秘匿にされていたようだ<sup>7)</sup>。やがて幕末になると、各地で地場産業として海苔の養殖技術が導入されるようになった。また海苔を扱う商人たちも海苔養殖に適した浜を探してその技術を伝え、商売の拡大を図った<sup>6,9)</sup>。その結果上総、浜松等に新たな海苔生産地が誕生した。

老舗ブランド「浅草海苔」は元禄、宝永年間から昭和37年までおよそ300年間続いた。明治40年から昭和55年までの資料によると、昭和25年頃までは、東京は海苔の生産量で全国ベスト3に入っていた<sup>9)</sup>。その中で大森は品質面でも將軍家、徳川御三家、寛永寺などに納める上質の海苔、江戸時代は御前（御膳）海苔、明治には献上海苔と呼ばれた高級海苔を作り続けた。



写真4 海苔商の蔵（倉庫）

昭和30年代までの大森は、街道筋には海苔問屋が店を構え、内川、呑川、貴船堀川などやその支流に沿って海苔生産

者の家が並び、養殖作業用の一人乗りの小舟（海苔舟、べか舟）（写真3）が係留されていた。品川沖から大森、羽田方面、多摩川（六郷川）河口まで海面には海苔養殖場が広がっていた。そのような時代の記憶が町のどこかに残っていないだろうか。「大森 海苔のふるさと館」（大田区大森平和の森公園2番2号）とその周辺を尋ね、2月末に開催された海苔体験教室に参加した。

京浜急行平和島駅で降りて、第一京浜国道を横断すると、旧東海道の一部が美原通り商店街として残っている。この辺りから梅屋敷にかけては今も数十軒の海苔商が集まっている。焼海苔や味付け海苔に加工する業者もあり、2月末雛祭りの前に町を歩いていると、焼海苔の香ばしい匂いが漂ってきた。海苔の保管に使っていた倉庫（蔵）は今も現役だ（写真4）。海岸線は埋め立てにより後退し、義経が注連竹を建てたとされる三輪巖島神社は車の往来が激しい産業道路沿いに取り残されたよう



写真6 貴船堀の船溜まり



写真7 海苔付け場の（右側）のある海苔生産者の家



写真8 明治期に建てられた海苔生産者の家（右側）がかつての付け場)



写真9 トタン葺きの乾燥小屋

に鎮座していた（写真5）。路地に一歩入ると一帯は個人住宅やアパート、マンション、駐車場などに変わり、かつての干し場の面影はない。川の多くが埋め立てられて緑道や狭い路地になっていた。貴船堀の一部は船溜まりとして、小型船が停泊していた（写真6）。

母屋のわきに「海苔付け場（海苔の加工場）」のあるかつての海苔生産者の家が内川沿い（写真7）、貴船堀、三輪巖島神社近辺などに数軒残っていた。そこで、「大森 海苔のふるさと館」に紹介していただいた呑川緑道に近いかつて海苔を生産していた家を訪ねた。母屋は明治時代に建てられた堂々とした建物だった（写真8）。ご家族の方は寒くて使い勝手は良くないが、父親から譲られたので大事に暮らしていると案内して下さった。玄関を入ると広いたたきで（以前はもっと広かった）、その脇が海苔付け場だったが、今は倉庫代わりに使われていた。冬の繁忙期（11月～翌年3月頃）、東北地方から手伝いに来た人が寝泊りしていた部屋が2階に残っていた。煙突が立つ乾燥小屋（天候不順で海苔の乾きが悪い時にはダルマストーブを焚いて、海苔を乾燥した）（写真9）はトタン張りで、入口の引き戸は障子ほどの大きさがあった。天候が怪しくなると干し杵ごとすぐに小屋に仕舞うためだ。「家も乾燥小屋もいつか必ず役に立つので、このまま残すように」と父親から強く言わされたという。お父様は数年前に亡くなられたが、大森の海苔の記録が散逸しないよう最後まで心にかけていらしたそうだ。



写真 10 大森 海苔のふるさと館



写真 11 手に持っているのは海苔の糸状体が発育した牡蠣殻

内川の河口に向かって歩くと「大森 海苔のふるさと館」があり（写真 10），一帯が大森ふるさとの浜辺公園になっていた。浜辺エリアでは海苔の種が付着した牡蠣殻を使って（写真 11），竹ヒビによる海苔生育実験が試みられていた（写真 12）。平成 11 年「大森及び周辺地域の海苔生産用具」881 点が重要有形民俗文化財に指定された。平成 20 年には大田区立郷土博物館から独立して「大森 海苔のふるさと館」が海苔作りを伝える文化財の展示と，伝統の手わざを体験する施設として開館し，事業の一環として大田区内の小学校を対象に海苔付け体験の受入れを行っている。



写真 12 大森ふるさとの浜辺公園の竹ヒビ

### 海苔付け体験教室

2月末，「大森 海苔のふるさと館」で行われた海苔付け体験教室に参加した。当日は落合孝保さんをはじめ，かつての海苔生産者の方からお話を聴いた後，海苔付けの実習が始まった。

本来は前日に摘み取った生海苔を使用するが，今回は宮城県石巻産生海苔を使った。石巻で海苔養殖をしていた 17 の浜は津波の被害を受け壊滅状態になった。現在 10 の浜で海苔養殖が再開されたとのことだった。また生海苔の放射性物質検査を実施し，安全を確認していると事前説明があった。

#### ①生海苔を切る（刻む）

主に女性の仕事で午前 1～2 時頃から刻み始め，3 時頃には刻み終わる。ケヤキの大きな丸い台



写真 13 けやきを輪切りにした俎板と海苔切り庖丁（左右），飛行機庖丁（中央）

(俎板) の上で 20 ~ 25cm の長さの生海苔 (アマノリの葉体) を庖丁で 1cm 位の長さに刻む (写真 13)。庖丁は仕事の効率化を図り, 2 枚刃 (飛行機庖丁) や 6 枚刃の包丁も作られたが, その後挽肉器チョッパーを改良したものを使い始め, 現在は電動生海苔切截機が使われている。

#### ②海苔水を作る

刻んだ生海苔を真水の入った桶(付け樽)に入れて海苔水を作る。「水 2: 生海苔 1」位の割合が良く, かき混ぜた時の手の感触で, おおよその濃さが分かるそうだ。真水に長く付け過ぎてもよくないが, 海水のまま海苔付けすると, 乾燥した海苔の表面にしわができる。

#### ③海苔付け (投げ付け)

主に男性の仕事だった。付け台の上に海苔簀を敷き, 木枠(付け枠)を置く (写真 14)。付け升 (海苔をすくい取る木箱, 重箱) の口切いっぱい海苔水を入れて, 付け枠に沿わせるように左から右へと一気に移動させて海苔水を撒く (写真 15)。升でなくって簀に生海苔を付けることからこの作業を大森では「海苔付け」という。

#### ④成形

撒き終わると同時に付け台を軽く揺らし (付け台の脚は振動しやすいよう, きゃしゃに作られている), 海苔水を広げる。付け枠をたたいて (軽くトントントン) 水をす早く切る (写真 16)。薄いところには上から少し海苔水を注ぎ足す。



写真 14 海苔簀の上に付け枠を置く (付け樽の中が海苔水)



写真 15 付け枠に沿わせて升を移動させ, 同時に海苔水を付ける



写真 16 枠を軽くたたく



写真 17 付け枠をはずす



写真 18 海苔簀の水切り



写真 19 干し枠に海苔簀を掛ける



写真 20 干し場に並べて裏干しする

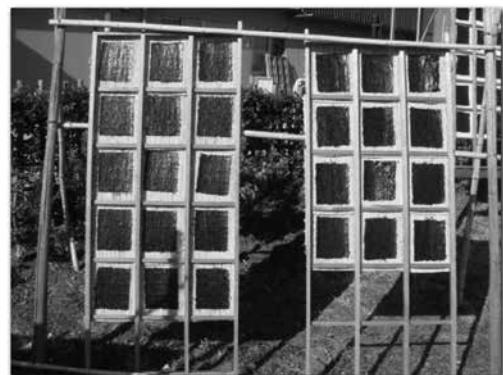


写真 21 乾いてきたら、裏返して表干し(2月上旬)

### ⑤水切り

海苔が落ち着いたら付け枠をはずし（写真 17），簀ごと斜めに立て掛けて水を切る（写真 18）。通常は一人で 1 時間に 200 枚～300 枚仕上げる。手早く行うのがコツだそうだ。

### ⑥枠干し

障子の桟に似た木の枠（干し枠）には通常縦 6 段、横 2～3 列の海苔簀を干すことができる。干し枠の目鉤（目串）に海苔簀を掛ける（写真 19）。寒さが厳しいと湿った海苔が凍りついてしまうので、太陽が出て外気温が上がり始めるタイミングを見計らって家族総出で干し枠を運び出し、干し場に並べる。

### ⑦乾燥

午前 8 時頃には干し終わるようにする。8 時から 12 時頃まで天日干しをする。急に乾燥させると、おかめといって、表面がでこぼこになり、シワシワの海苔ができる。最初の 3 時間位は裏から日を当て裏干しする（写真 20）。乾いてきた頃（目安としてはチリチリチリという軽い音、前回は快晴だったのでチリチリと海苔の乾く音が聞こえた），晴天だと 11 時過ぎには干し枠を表に返し、表面に日を当てる（写真 21）。表干しによって海苔に艶がでて、甘味もますそうだ。

### ⑧取り込み

干し枠から海苔簀をはずす。

### ⑨海苔はがし、海苔をたたむ

海苔簀から木製へら（海苔へがし）を使って乾海苔をはがす。1帖10枚ずつに重ねて畳み、箱にいれ、海苔問屋に出荷していた。

当日は「海苔はがし」まで行う予定でいたが、あいにくの曇天で、午後3時になっても乾燥しなかった（写真22）。その後干し杵を室内に取り込み、乾燥していただいた。体験教室の参加者は50名余りで、半数は幼児から小学生位の子供のいる親子連れだった。若い方から年配の方まで参加者の年齢層が広く、海苔生産者の方を中心に、班に分かれて実技指導を受けながら海苔付け体験を楽しんだ（写真23）。書物や博物館の展示だけでは分からぬ道具の使い方や海苔付けのコツなどを教えていただき、貴重な経験ができた。「海苔は仕上がるまでは生き物」と言われ、ちょっとした失敗が製品に大きな損失を与える。若い人は一人前の技術が身につくまで厳しく仕込まれていたそうだ<sup>10)</sup>。

後日届いた海苔は市販のものよりもやや厚く（体験教室では、破れやすいことを考慮してやや厚めに作った）、ちょっとごわごわした感じだったが、焼くと磯の香りが強く美味しいといただいた。

### 落合孝保さんのお話

体験実習の合間に、落合さんに個人的にお話を伺う機会があった。落合さんは、この辺りには「落合」という名字の方が多いので、屋号「宮前さん（家の前にお宮があった）」と呼ばれることがあった。昭和8年生まれで、海苔養殖家の6代目になる。

小学校の頃から海苔作りを手伝い、15歳頃からは本格的に海苔作りを始めた。野球が好きで、野球に夢中になって家に帰るのが遅くなると、手伝いをしなかったからと、父親（お父さんは五郎吉さん）によく棒でたたかれたそうだ。夏には大人が刈り取ってきたヨシを広げて干し、よく乾燥させ、取り込むのは子供の仕事だった。多摩川河口のヨシよりも葛西や浦安のものが良質とされ、船でヨシを採りに行っていた。8月から10月頃までは簀編み台を使って海苔簀を編んだ（写真24、25）。1日3000枚（平均的な生産者、多いところは6000枚）の海苔を作るには倍の約7000枚の海苔簀が必要だった。ヨシの茎の油分があり、生海苔を海苔簀に付着させ、乾くまではがれにくくする。また乾燥した時には海苔簀からはがしやすくなる。3年位使っていると油分がなくなり、茎が折れやすくなるので新しいものと交換した。網ヒビ（海苔網）も編んだ。海苔網を使うようになったのは



写真22 天日干し（体験教室当日は曇天）

写真23 海苔付けの指導をする落合さん



写真24 簀編み台を使って海苔簀を編む

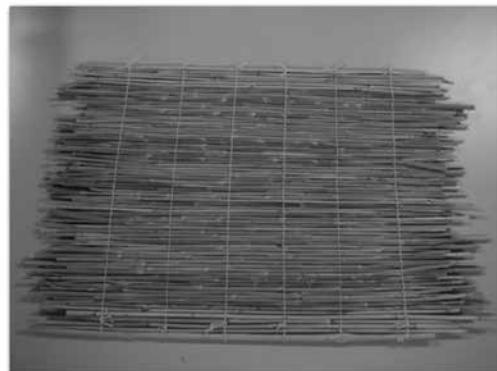


写真25 編み上がった海苔簀（両端の切断前）

昭和23～24年頃からで、それまでは竹ヒビを使っていた。網ヒビも最初の頃はシュロ縄だったので補修しながら使っても3～4年で交換していた。その後合成樹脂になり、丈夫になった。網は普通の家で150枚位は持っていた。

竹ヒビの時代、旧暦10日と25日の大潮の時は、昼間潮が引かず、摘み取りができないので漁を休んだ。これを「潮合(しおあい)」といい月2回の休日だった<sup>10)</sup>。また雨や雪の時も作業は休みになつたが、風の日は作業を行い、乾燥中の海苔が風に吹き飛ばされると拾い集めに行つた。ほとんどの家ではお年寄りから子供まで家族全員で働き、家庭内労働力で賄つていた。

昔は朝学（ちょうがく）を実施していた学校があった。海苔生産者の子供たちが早朝登校して授業を受け、その後一旦帰宅する。海苔干しなどを手伝い、また学校にもどつて授業を受ける。皆歩いて15分位の近くに住んでいたのでそんなこともできたのだろう。「朝学の歌」というのがあつたけれど、どんな歌だったかな？軍歌の様な勇ましい節回しだったと落合さんはしばらく考えていたが思い出せないご様子だった。帰りに「大森 海苔のふるさと館」の方に伺つたところ大森第一小学校で歌われていた「朝学の歌」のことのようだ。昭和5年（1930）頃のことで「凍れるみ空 月のもと 寒風身を切る 霜の上 天地を破る 曙の声 これぞ 大森第一小（2, 3番略）」、まだ暗い早朝5時、寒風の吹く中を登校する子供たちを励ます勇ましい歌詞だ。

落合さんの家は3代位前までは海苔生産と農業を行う兼業農家だった。おじいさんの頃には海苔専業になつていて、夏は海苔干し場を畑にして自家用の野菜を作り、ご自身はとびの仕事をしていた。落合さんやかつての海苔生産者の方は、現在80歳代、漁業権を放棄した昭和37年には20～30代の働き盛りだ。当時大森には約1000戸の海苔生産者による町場（丁場）組織があった。廃業後は広い干し場にアパートを建てたり、製造所を起こす人もいた。勤めに出る人もいた。落合さんは外で働いた経験があるので、続けられたが、勤めに出た経験がない生産者の人にはきつい事だつたろうと話された<sup>10)</sup>。

こちらが尋ねると生き生きとした答えが返ってきて、あつという間に時間が過ぎてしまった。私のような初対面の者にも丁寧に話を聞かせて下さるのは、ご自分の体験を伝える大切さを感じておられるからだと思った。

大森の海苔の特徴は、大型の海苔製造機械（全自動海苔乾燥機）が導入される前の海苔作りの伝

統を継承してきたことだ。シンプルな道具類と熟練した手わざにより高品質の海苔を生み出してきた。良質の海苔を育む海の恵みと人の知恵があった。道具類が残っても、それを使いこなし、1時間に数百枚という速さで上質の海苔を作る熟練した手わざが消えてしまえば、再現は不可能になる。大森の海苔養殖を支えた生産者の方とそのご家族、関係者の方々の心には今も「大森の海苔」が強く刻まれ、その思いを今後も受け継ぐよう努力されている。歴史とは、だんだん遠くなっていくものだ。だからこそ人から人へと語りつぐことは大切だと思う。江戸前の海が海苔を生み出す豊かな海であったこと<sup>6, 7, 10)</sup>、やがて終焉を迎えることになった大森の海苔の物語と干し場で遊ぶ子供たちの笑顔を心にとどめておきたいと思った。

貴重お話を聞かせてくださった落合孝保様、ご丁寧に校閲をしていただきました大森 海苔のふるさと館 五十嵐麻子様、大田区立郷土博物館 藤塚悦司様に感謝申し上げます。

#### 参考資料

- 1) 直良信夫：古代日本の漁獵生活，葦牙書房（1946）
- 2) 鬼頭清明：木簡の社会史，講談社（2004）
- 3) 宮田昌彦：絶滅の危機にさらされる東京湾のノリたち，浦安市郷土博物館企画展「のり－東京湾のノリ」資料，（2002年1月26日～2月24日）
- 4) 大田区立郷土博物館編集・発行：特別展 絵画に見る海苔養殖 図録（1991年10月20日～12月1日）
- 5) 宮下章：ものと人間の文化史 海苔，法政大学出版局（2003）
- 6) 大田区立郷土資料館編集・発行：大田区海苔物語（1993）
- 7) 片田實，浅草海苔盛衰記－浅草海苔の五百年－，成山堂書店（1989）
- 8) 小泉清三郎：家庭「鮒のつけかた」，大倉書店（明治42年），復刻版，主婦の友社（1989）
- 9) 浦安市郷土博物館編集・発行：浦安市郷土博物館 調査報告第3集「のり2 ちば海苔いまむかし」（2006年）
- 10) 元大森海苔漁養殖業者+編集委員会編集：海苔のこと 大森のこと〈海光文庫〉（2010）
- 11) 菊池則雄：平成18年度マリンサイエンスギャラリー展示解説書「アサクサノリ－ノリの自然誌－」千葉県立中央博物館分館海の博物館発行（2006）
- 12) 喜田川守貞著、宇佐美英樹校訂：近代風俗志（守貞謹稿），岩波文庫（1996）

\* 「江戸浅草紫菜」日本山海名物図会第3巻（宝暦4年（1754年）発行、1829年再刊、国立大学法人九州大学附属図書館所蔵），簀に広げた生海苔を卷いて運んだ（7）。

\*\* 「浅草海苔」：江戸名所図会巻之二（1834～1836刊行、早稲田大学図書館所蔵）

## 築地市場魚貝辞典（ムツ）



冬の早朝の築地市場

### 一分類一

ムツを分類学的に表すと、スズキ目ムツ科ムツ属ムツとなる。簡単に言うと、ふつうの形をした魚のうち、口内の天井部分に歯がある、眼の下にトゲがない、背鰭は前後に分かれるなどの特徴を持つ魚である。と書いていて、よくわからない。ムツを見たときに、眼の下のトゲも気にしないし、ましてや口の中を確認するまでムツとわからないことなどもない。黒くて、眼が大きくて、鋭い歯があって、鱗のやや大きい魚、というところだろうか。何を分類のキーに使うかは人の主観が入りやすいのでむずかしい。現在、ムツ科にはムツ属の3種が属するだけの小さなグループである。以前はアミキリ（英語で Blue fish と呼ばれる）という日本にはいない魚も含まれていたが、今では分けられている。ムツ属にはムツとクロムツ、そしてフロリダからバハマにかけて分布する1種の3種が含まれる。これらの3種は外見上よく似ていて、区別するのが難しい。日本近海にはムツとクロムツの



冬の早朝の築地市場

2種がいるが、築地市場をはじめ、市場や一般の間でも両種を区別せずに「くろむつ」と呼んでいることが多い。側線（そくせん；鰓蓋（えらぶた）から尾鰭（おびれ）の付け根まで連続する線）上に並んだ鱗の枚数の違いが主な識別点であるが、ムツが50枚から57枚、クロムツが59枚から70枚とわずかな差しかないので、一見しただけで区別するのは難しい。新鮮なものは体色の違い（ムツは金色がかかった焦げ茶色、クロムツはモノトーンの黒）があるが、鮮度によって変化するので、市場などではあまりあてにならない。なお築地市場でもよく見かけるアカムツは別科のホタルジャコ科（以前はスズキ科）、「銀ムツ」と呼ばれるマジェランアイナメは南極周辺にのみ分布するノトテニアの仲間である。

### 一形態一

ムツも店先では切身で売られていることが多い魚である。知らない人が、切り身からもとの姿を想像するのは難しいだろう。丸のままのムツを見ると、まずその大きな眼と黒い体色が目に入る。大きいといってもキンメダイほどではないが、それでも暗い深海でも見えるように大きく発達した眼は、青緑色に輝いて見える。口は大きく眼の中央付近まであって、上下の頸に鋭い犬歯状の歯が並ぶ。それぞれの鰭はあまり特徴がないが、背鰭は2つあって、前の鰭は骨質のトゲで支えられ、後ろの鰭は柔軟性のある軟状（なんじょう）で支えられている。前後の鰭の間には少しき間がある。尾鰭は二又になっている。鱗（うろこ）はやや大きい（側線鱗数；ムツ50～57、クロムツ59～70）。

体色は成長に伴って変化する。

若いときは橙色がかかった茶色であるが、成魚になると黒く（ムツ；金色がかかった焦げ茶色、クロムツ；漆黒）なる。体長1mを越える。



鋭い歯



鋭い歯



大きな成魚

**一生態一**

ムツとクロムツは生態もほぼ同じとされているので、ここではムツについて解説する。北海道から東シナ海までに分布する。成魚は水深200mから700mの岩礁の周囲を泳いでいる。主に小魚やイカ類、エビ類などを食べる。産卵期は10月から3月で、地域によって多少の変化がある。浮遊性の卵を産む。孵化した稚魚は沿岸に移動し、春先になると藻場に群れているのが見られる。体長20cmぐらいまでは沿岸で過ごし、成長に伴って深場へ移る。1年で体長15cm、2年で23cm、3年で30cm、10年で60cmを越える。およそ3年で成熟すると考えられている。寿命は10年以上。



若魚と成魚

**一漁業一**

若いうちは岸近くの岩場にすむので、沿岸の魚の通り道に設置された定置網や釣りなどで漁獲される。成長して沖合の深海に移った成魚は、長いロープにたくさんの釣り針を付けた延縄、釣りや網を海底に下ろし船で曳く底曳網で漁獲されている。

深海魚なので長期の飼育が困難なため、養殖は行われていない。また、分布範囲がほとんど日本の海域なので、輸入されていないと思われる。築地市場には、ほとんどが鮮魚で入荷する。産地は九州、高知県、伊豆諸島、千葉県など太平洋側からの入荷が多い。漁法や分布が重なるためか、キンメダイと同じ産地のものが多く見られる。周年入荷し、月ごとの入荷量も大きく変わらない。

**一利用一**

脂の乗った白身で、血合が色のアクセントになっている。刺身のほか、甘辛く煮付けにしたり、鍋物、洋食などにも用いられる。

ムツの産卵期は、10月から3月である。産卵を控え、餌をたくさん食べ栄養を蓄えてきた秋から冬が旬といえるだろうか。しかし、深海にすむ魚の常として、この時期以外でも脂の乗ったものを見かける。

**一エピソード一**

～ムツと名の付くムツ科の魚は2種類だけであるが、ほかにも～ムツの名で呼ばれる魚がいる。そんな魚のうち築地市場でよく見かけるのがアカムツであろう。形はムツに似ていて、大きな口に鋭い歯が並び、眼も大きめである。まるでムツを赤くしたような魚であるが、ムツとは別のグループのホタルジャコ科に含まれる。築地市場の仲卸をはじめ一般の方の中には、このアカムツと区別するためにムツを「黒むつ」

と呼ぶことが多い。この場合の「黒むつ」にはムツも標準和名のクロムツも含まれるので、まぎらわしい。さらに築地で「赤むつ」と呼ぶ魚に、アカムツのほかにハチジョウアカムツ



ハチジョウアカムツ

ウアカムツも含まれるので、注意が必要である。分類の項でもふれたが、ギンダラに似て脂が乗った白身の魚にマジエランアイナメがある。これは日本にいない魚のグループであるノトテニアの1種であるが、「銀むつ」と呼ばれることが多かった。和名を付けられた魚類学者は、その体型からアイナメを連想したようであるが、市場関係者はアイナメより値の張るムツを選んだ。確かに切り身となってしまえば、黒い鱗に脂の乗った白身はアイナメというよりはムツに近い。この銀ムツことマジエランアイナメも乱獲がたたって高価となり、一時期ほど冷凍品を扱う仲卸店舗の店先で見ることが少なくなった。もう一つ、市場で気になる～ムツがある。アブラソコムツである。外洋の深いところを遊泳し、マグロの延縄漁の外道として掛かってくる。姿は全身が黒く、歯が鋭く、眼が大きい点はムツっぽくないこともないが、全体を見るとサバの仲間に近い印象を受ける。実際、サバ科に近いクロタチカマス科というサバ科の親戚筋の魚であるが、身にワックス分を多く含み、食べると下痢をするので国（厚労省）が食用を禁じている。

ムツの呼び名は、現在ではほぼ全国的にムツとなっている（沖縄では「くるまち」黒いまち、つまり黒いフエダイの仲間と呼ばれる）。あまり地方名が多くない魚は、古くは地域生活にかかわりがなかったのではないかと考えたくなる。しかし江戸時代の古文書などにもムツの名が出てくる。ムツの由来に、四国では脂っこいことを「むつっこい」と呼びそれが訛ったと書いているものがある。しかし江戸時代以前に四国での呼び名が江戸で使われているというのは可能性として低そうであるし、また高知での大正から昭和初期のころと思われる呼び名が「もつ」であったことも合わせると、後から考えられたように思われる。今のところ、由来不明としておくのが無難なところだろう。名前だけでなく、一度途切れた風習を復元するには非常な困難を伴うと痛感する。今の築地の魚文化も後世に伝えなくてはならないと思う。

## 文 献

- 1) 上野輝彌・坂本一男：魚の分類の図鑑，東海大学出版会（1999）
- 2) 中坊徹次（編・著）：日本産魚類検索 全種の同定 第2版，東海大学出版会（2000）
- 3) 望月賢二（監）：魚の手帳，小学館（1991）
- 3) 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）



## “薬膳” の知恵 (73)

Key Words : 薬膳 ■ 食養生 ■ 花粉症

荒 勝俊 \*

花粉症とは西洋医学でいうアレルギー性鼻炎のこと、年々増加する現代病である。原因としては、花粉量の増大や生活様式の変化といった環境要因と、精神的なストレスや食生活のアンバランス、運動不足などによる体質要因が考えられている。

中医学では、花粉症は体全体のバランス異常ととらえ、水毒や気（衛気）の流れが原因と考える。即ち、身体の基本となる“気・血・津液”が十分にバランス良く体内に存在し、滞り無くスムーズに巡っている状態を健康な状態と考える。特に邪気の侵入から身を守る“衛気（身体の防衛力となる気）”を高める事が有効となる。中医学では、人体の構成要素である気・血・津液が体の中をスムーズに流れる事でその人が本来もっている生命活動が維持されると解釈されている。即ち、身体を巡る気・血・津液のバランスを回復させる事で、身体の内部が整い、新陳代謝が改善され、体の状態を正常な状態にまで回復させる事ができると考えている。こうした、体のバランスの崩れを日常の食生活において補っていこうとするアプローチが“薬膳”を

はじめとする食養生の考え方である。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“薬膳食”を食べる事で、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、花粉症に対する予防ができると考えている。

### 1. 中医学における花粉症

花粉症は、西洋医学的には花粉により引き起こされたI型のアレルギー反応と理解されている。花粉が体内に侵入すると、免疫細胞が花粉を外敵と認識してマクロファージが花粉を呑食し、その情報をリンパ細胞に伝える。Bリンパ細胞が花粉の情報を受けた後、IgE抗体を分泌する。花粉が再び体内に侵入するとIgE抗体と結合反応し、脱顆粒を引き起こしヒスタミン、セロトニンなどが分泌され、この反応により平滑筋の収縮、腺体の分泌、血管の拡張と透過性の増強が促進され、鼻水や涙の分泌量が増加し

\* 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, アロマテラピスト)

たり目が赤くなるといった症状を呈する。

中医学では、花粉症は体全体のバランス異常ととらえ、水毒や血が原因と考える。即ち、身体の基本となる“気・血・津液”が十分にバランス良く体内に存在し、滞り無くスムーズに巡っている状態が健康と考える。衛気は人間の防病力の一つであり、体温の調節や邪気の体内への侵入を防ぎ、津液のコントロール等の作用が有る。衛気の強い人は花粉が飛んでも発症しにくく、衛気の弱い人は普段から風邪を引きやすく、花粉の季節には花粉症を発症しやすい。従って、普段の生活習慣（充分な睡眠やストレス予防）や食生活の改善による体質改善、衛気補助が重要となる。

また、花粉症になると鼻水や涙の分泌が増加する。これは、体内の津液代謝の異常に関連する。中医学では、津液代謝を司る臓腑は肺、脾、腎であり、その機能の異常によって体内の津液の停滞がおこる。従って、花粉症の体質改善には、肺、脾、腎の機能を回復させることも重要なとなる。

### 1) 花粉症における体質改善

花粉症を予防・治療するための体質改善において、生活習慣の見直しは重要である。冷たい食材の過剰な摂取、精神的ストレス、過労など、生活習慣のアンバランスによって体調を崩すと、消化・吸収がうまくいかなくなる。その結果、吸収されなかった栄養物が液状のまま体内に残り（水飲）、身体のバランスを崩し、防衛力を低下させる。

中医学では、花粉症のように体表部における問題は、体表部の防衛を司る“衛気”的機能を高める事が重要と考える。衛気は体表をくまなく巡り、身体の温度調節をコントロールし、汗腺の調節、皮膚や筋肉を充実させる、といった働きを有する。肺、脾、腎は、呼吸や栄養の吸収を通じて“気”を発生させ循環させる重要な臓器である。従って、こうした臓器が弱くなる

と体内の“衛気”が不足すると共に体内に水飲が溜まり易くなり、花粉症になり易くなる。こうした衛気の機能を高める生薬として、“黄耆（おうぎ）”が良く使われる。

また、中医学では陰虚体质の人が花粉症になり易いと考えている。“陰虚”は陰の不足を意味し、主に津液が不足した状態を表している。従って、症状として喉が渴く、肌が乾燥する、大便が硬くなる、といった体質になる。この原因として、普段の食生活や精神的ストレスが影響すると言われている。

最近では、こうした陰虚体质による乾燥傾向を現す疾患群は“ドライシンドローム”と呼んでいる。陰虚体质の改善には“地黄”、“麦門冬”、“知母”など、身体を潤す生薬が使われる。

### 2) 花粉症における食養生

花粉症の食養生として、不足した衛気を補い、体力を回復させる機能を有する大豆製品（豆腐、納豆、味噌、湯葉など）、はと麦、いんげん豆、緑豆、白木耳、白ゴマ、クコの実、ナツメ、グリーンピース、紫蘇、海草、カレイ、黒米、もち米、などが知られている。

また、肺は身体において五臓の中で一番上部の位置にあり、邪気を最初に受ける場所である。肺と関連が深い臓器として、鼻、咽、皮膚、などがあげられ、衛気が不足すると最初に邪気に攻撃される場所である。そこで、肺の機能を高めると言われている梨、ビワ、ネギ、白菜、大根などを合わせて摂ると良い。

### 3) 花粉症と茶

#### ①紅富貴緑茶

紅富貴茶（べにふうき）は、独立行政法人農業技術研究機構 野菜茶業研究所で育成され、1995年8月17日に独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構によって登録をされた品種の茶で、日本の「べにほまれ」と中国系の「ダージリン」を交配して作られた紅茶用の品種の茶樹である。紅富貴茶には花粉症に有効なメチル

化カテキン（エピガロカテキン-3-O-（3-O-メチル）ガレート（EGCG3”Me））が他の茶類より多く含まれる。更に、抗アレルギー成分のストリクチニンが含まれる。

### ②甜茶

花粉症に効果がある茶として有名なのが甜茶である。甜茶は、アカネ科、ユキノシタ科、ブナ科、バラ科の四種類があり、その中でバラ科キイチゴ属（甜葉懸鉤子（かんようけんこうし））に含まれるタンニン（ポリフェノール）に花粉症症状効果が高いと言われている。

### ③凍頂烏龍茶

中国茶で青茶に分類される烏龍茶の中で、特に台湾で生産されている凍頂烏龍茶に含まれるメチル化カテキンが強力なアレルギー症状の緩和作用を持っている事が報告されている。

### ④シジュウム茶

シジュウムは、ペルーやブラジルといった南アメリカの熱帯地方を原産とする植物であり、昔からさまざまな民間療法に利用されている。東邦大学第二小児科の鈴木五男助教授らは、花粉に対するシジュウムの点鼻薬の研究成果を報告しており、アレルギー改善効果が示された。

### ⑤なた豆茶

なた豆には、非常に強い排膿作用と抗炎症作用、花粉症の改善効果を有するカナバニンというアミノ酸の一種を多く含む。また、なた豆から発見されたコンカナバリンAという成分の免疫改善作用も報告されており、こうした作用によりなた豆茶が花粉症予防に効果を有するものと予想される。

## 【中国・上海事情⑯】

上海も中秋節を過ぎると少し肌寒くなり、柿の季節となる。上海から2時間ほど離れた杭州を訪れると、柿の木に沢山の柿が実っていた。中国では、日本のように固い柿は好きではないようで、どちらかというとトロッとした熟れた



図1 柿餅（干し柿）

柿が好みのようだ。中国北部では、柿を凍らしたもののが売られており、とても美味しい。中国に“干し柿”も有るのには驚いた。柿餅(shi-bing)と呼ばれており、子供のおやつに食べられているそうだ。作り方は、日本では柿の実の果皮を剥き、枝と柄のT字型の部分を紐で結んで家の軒先などの屋根の下に吊るして乾燥させる（吊るし柿）。一方、中国では籠に並べて天日干しにすることが多いため、蒂が中心部にある円盤状の干し柿となる。

中国の柿餅の産地としては、山西省、陝西省（富平県など）、河南省、山東省などが有名である。

中国では柿餅は生薬の一つとして『本草綱目』などに記述されている。記述された内容を見てみると、粉を吹いて白くなった「白柿」は、性質が「甘、平、渋、無毒」、粉の無い「烏柿」は「甘、温、無毒」で、主に肺を潤し、止血、下痢止めの作用があるとされている。この季節の特産と言えば上海蟹であるが、体を冷やす食材である事から、体を冷やさない為には「烏柿」を食べるのが良いとされる。また、表面の白い粉を「柿霜」と称し、性質は「甘、涼」で、喉を潤おし、清熱、痰を切る作用があるとされる。柿の蒂は「柿蒂」と称し、性質は「苦渋、平」で、煎じて飲むとしゃっくりなどに効果が有ると言われている。

柿は非常に栄養価が高く、昔から「柿が赤くなれば、医者が青くなる（柿で皆健康になって、病人がいなくなる）」という言葉が有る。生柿

(寒, 甘, 渋, 無毒) はビタミンCが豊富 (柿100g当たり70mg) で, それ以外にもビタミンK, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, β-カロチン, ミネラル,などを含む。しかし, 干し柿にするとビタミンCは無くなるが, 一方でβ-カロチンが増える。しかし, 柿は寒性食品なので体を冷やし, またタンニンを多く含む為に鉄分の吸収が妨げられるので, 食べる量は一日に1, 2個が良いとされる。

\*\*\*\*\*

今回は“田楽喰い”を紹介する。

上方落語の演目一つで, 原話は大坂夏の陣の終わった元和年間(1615~24)に刊行された「戯言養氣集」中の「うたの事」。その後, 寛永5年(1628)刊の安楽庵策伝著「醒睡笑」中の「児の尊」においても, 僧侶達の「ん」の字遊びの中に稚児が割り込むといった話が載っている。初代桂春團治や6代目笑福亭松鶴が得意にしていた演目。

### 【田楽喰い】

町内の若い衆, あまりの暑さに暑気払いを思いつくが錢が無い。仕方がないから, 皆で家から肴を持ち寄って呑む事にした。ところが悪知恵だけははたらく若い衆は, 横町の乾物屋に行って旦那が新聞に夢中になつてゐる事を良い事に, 店先で漬けていた棒鰯を持ってきてしまう。更に, 数の子の上に風呂敷広げて『おっさん, すまんけど小豆一升秤ってくれないか』とわざと話しかけ, 『ここは乾物屋でんがな。小豆やつたら, 隣りの雑穀屋へ行きなはれ』と言われるのを待つて, 風呂敷を包む時に数の子も一緒につかんで持ってきた若い衆もいる。挙句の果てには, 犬が魚屋から鰯をくわ

えて逃げたのを追いかけて, 下駄で犬の頭をバシンとたたいて奪つてくる。この犬がまた糀な犬で, 頭をたたいた時に“クワン”なんて鳴いたから, 『犬の食わん鰯皆でも食おうか……』なんて言つてゐる。鰯節屋の子供に“鬼ごっこしよう”と誘い出し, 鬼の角にすると鰯節を頭につけて, まんまとチョロまかしてくる。

とりあえず食材はそろつたが, 女手が無い。皆で手分けして料理をする事になった。

ところが, 数の子を煮てしまつた奴がいたり, 山芋を糠味噌に漬けたり, 鰯節をそのまま大釜でグラグラと煮てしまつた。

大量のダシ汁を見た世話人は, うどん屋じやないとぼやいてゐると, そのダシで行水をしてしまい, 残りは全部捨ててバケツ一杯だけ残した奴が現れ, 頭を抱える。

とつておきの鰯はというと, 鰯の鱗を落として三枚におろそうとしている矢先に, さっきの頭をたたかれた犬がきて鰯を見て喰つてゐる。

「そんのは頭を一発食らわして追っ払え」と言つたので頭を投げ付けて食べさせるが逃げていかない。「なさけない, しゃないから胴体を二つ三つボンボンと食らわせろ」と言つから, 「……おい, これ食らわせていののか?」と聞くと, 「遠慮することあらへんがな, ボンボンっと食らわしたらええんや」

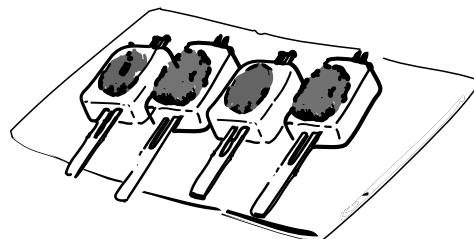


図2 田楽喰い

田楽:平安時代末期に中国から豆腐が伝来すると, 拍子木型に切った豆腐を串刺しにして焼いた料理が生まれた。名前の由来は, 田楽法師たちが白い袴をはいて高足に乗つておどる「田楽踊り」の姿に似ている為に付いたと言つてゐる。

と言われる。そこで鯛の胴体も犬に投げ付けが動かない。最後は尻尾まで食らわせて、やつといなくなつた。

「えらいことしゃがつたな、あのがきは。言葉の聞きまちがいや。犬に鯛を皆やつてしまいやがんねん、あのがきや」と大騒ぎしているところへ豆腐屋から田楽が焼き上がりてくる。

気を取り直した世話人が、運がつくように「ん」がつく言葉を一つ言うごとに田楽を一枚食べられるといったお遊びを提案する。食い気に染まった仲間は必死に頭を絞り、「人参と大根」、「万金丹の看板」と珍回答が続発する。

しまいには「オレ、せんねんしんぜんえんのもんぜんにげんえんにんげんはんみようはんしんはんきんかっぽんきんかんばんぎんかんばん、きんかんばんこんぽんまんきんたんきんかんばんこんじんはんごんたんひょうたん、かんばんきほうてん」と、お経のような文句を一息に並べ立て、56本せしめる奴も出る始末。負けずに、「矢を射て、当たるとタイコがドン、ドンドンドン……」と際限なく繰り返す男があるので、「そんなに沢山じゃ、焼くのが間に合わねえ！」と田楽焼きが言うと、「いいよ、焼かず（＝矢数）で食う」。

・・・・・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、俞向紅著 文藝春秋
- 10) 皇帝内經 養生図典 海豚出版社
- 11) 一天一道養生茶 上海科学普及出版社

◆◆◆ News Release ◆◆◆

## 放射線測定器で世界をリードするベラルーシ共和国の Polimaster 社

日本法人の「Polimaster Pacific 株式会社」を設立、日本市場向けに高精度、コンパクトで使いやすい食品放射線測定器の新製品「PM1406」を投入

放射線測定器で世界をリードする Polimaster 社（ポリマスター社、本社：ベラルーシ共和国ミンスク、代表取締役リュドミラ・アントナウスカヤ）は、9月に日本法人の Polimaster Pacific 株式会社（尾崎正明ジェネラルマネージャ）を設立したが、このほど本社事務所を移転拡充し日本市場での本格的なビジネス活動を開始した。同社の日本進出は、ベラルーシ共和国の民間企業としては初となる。また、高精度でコンパクト、低価格かつ使いやすい放射線測定器の新製品「PM1406」の販売開始も発表した。

### 実績ある放射線測定器の知識

Polimaster 社の関係者は、会社創設以前のソビエト連邦時代から放射線測定器の開発に関して多くの知識と経験を持っていた。Polimaster 社の創設者であるアレクサンダー・アントノフスキイと彼の仲間たちは、ソビエト連邦時代の放射線測定器関係の中核研究機関であるミンスク開発研究所で航空宇宙産業や軍用の測定機器の開発に携わるエンジニアとして研究開発に従事していた。

切尔ノブイリ原子力発電所の事故後にアントノフスキイらは、小型で簡便な個人線量計を開発した。その個人線量計は人気を博し累計で 500 万個以上がソ連邦の多くの工場で生産され、使われた。この製品が Polimaster 社の最初の成功であり、同社を創設するきっかけとなった。社名はロシア語の二つの単語“ポリ”「多くの」、「マスター」「卓越した技術的才能を持った技術者」に由来する。

Polimaster 社の製品のほとんどは放射線測定器としては世界最高水準の製品で、他社の製品にはない多くの特徴を持っている。例を挙げると、世界でただ一つの腕時計型個人線量計、世界で初めてのガンマ線・中性子線測定の複合ポータブル測定器、高感度の固定型ガンマ線・中性子線測定器など、Polimaster 社の技術陣によって開発された機器は世界でも最先端の製品である。

### 世界の主要機関が認証

世界中のこれらの機器類を使用している専門機関でもその能力が実証されていると同時に、アメリカ（ロスアラモス）、欧州（IAEA：国際原子力機構、WTO、Interpol：国際警察機構）、ロシア（ロシア連邦原子力エネルギーセンターなど）の様々な測定・認証機関でテスト、認証されていることでも高い信頼性が実証されている。

### お問合せ先

株式会社 井之上パブリックリレーションズ 広報担当：鈴木 / 横田  
〒 160-0004 新宿区四谷 4-34 新宿御苑前アネックス 2F  
TEL : 03-5269 2301 email : press-as1@inoue-pr.com

## New Food Industry へ原稿をお寄せください。

弊誌「New Food Industry」は創刊 55 年を迎えました。この節目に日頃のご研究等の論文、新製品の解説記事、トピックスを弊誌にご寄稿いただきたくお願ひいたします。

1. 最新の情報をもとに、食品業界の活性化に資することを目的とした論文・解説とします。
2. 論文形式は学会誌に準じます。
3. 原稿の送付先および照会先は弊社とします。
4. New Food Industry に掲載された著者名および論文タイトルは食品資材研究会 Web ページ上に掲載いたします。
5. 著作権：食品資材研究会に準じます。
6. 論文提出方法：

本文は横書きで作成し保存したデータをメールに添付してご提出ください。図表内の文字データはテキスト入力とし、フォントのアウトライン化はしないでください。複写原稿や手書きの原稿は出来るだけ避けるようにください。原稿全体のデータ容量が 5 M を超えるような場合は CD などに焼いて郵送してください。また、本文中の図表の位置などは欄外または本文中にご指示くださいるようお願ひいたします。

- ◆原稿の字数は本文のみで 7,000 字～ 16,000 字程度を目安にしてください。フォントについての指定はありません。
- ◆図・写真・表にはタイトルをいれてください。
- ◆写真は鮮明なものに限り、印刷物などからスキャニングする場合は 300dpi 以上の解像度で保存してください。
- ◆引用文献は最終ページにまとめてください。

### ＜対応ソフト＞

Word, Excel, PowerPoint・Adobe Photoshop, Illustrator 等

### 【著者校正について】

著者校正は原則として 1 回行いますが、訂正は誤植、印刷ミスに止め、加筆などの大幅な訂正はご遠慮ください。

- ◆原稿提出締切日：毎月 5 日～ 10 日締め切り

- ◆送付先：株式会社食品資材研究会 編集部 村松

〒 101-0038 東京都千代田区神田美倉町 10 共同ビル新神田

- ◆メールによる原稿添付送信先

E-mail: [newfood@newfoodindustry.com](mailto:newfood@newfoodindustry.com)

お問い合わせ、ご質問については出来るだけメールにてご連絡くださいるようお願い申し上げます。

月刊 ニューフードインダストリー

# NEW FOOD INDUSTRY

定期購読の  
ご案内

月刊「ニューフードインダストリー」は創刊54年の食品業界誌です。

多くの食品メーカー、技術開発部門、研究機関、全国の大学・大学院などの教育機関、図書館などでの愛読いただいております。食の安全・健康・美に関する情報発信、新しい食品のご案内など広く情報を発信しております。

1年間の定期購読は、一括前払いでの定価の10%割引でご提供させていただいております。

年間購読料：23,760円（送料・税込）

お申し込み・お問い合わせは下記FAXかお電話で

電話：03-3254-9191 担当：村松

FAX：03-3256-9559

## ニューフードインダストリ一年間購読申込用紙

住所 〒

氏名

会社名・所属

電話

FAX

E-mail

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

## ニューフードインダストリー 第55巻 第2号

印刷 平成25年 1月25日

発行 平成25年 2月1日

発行人 宇田 守孝

編集人 村松 右一

発行所 株式会社食品資料研究会

〒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