

New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2010 Vol.52 No.5

5

論 説

- 天然機能性高分子素材としての DNA とその活用
- 未利用部位「サケの頭」を利用した高齢者用
ゲル状食品“煮こごり”の実用化に向けて
- 海苔に含まれる新しい抗酸化成分
- 山菜のシドケ（モミジガサ）に含まれる
機能性物質の癌細胞に対する作用
- ノロウイルス食中毒の起因なる原因食材について

連 載

- 築地市場の魚たち（カツオ）
- 薬膳の知恵（46）

Report

- シンガポールの K A Y A（カヤジャム）
～「アジアのカ特集」（伊勢丹新宿店本館地下 1 階）から～



論 説

- 天然機能性高分子素材としての DNA とその活用
..... 江成 宏之 1

- 未利用部位「サケの頭」を利用した高齢者用
ゲル状食品“煮こごり”の実用化に向けて
..... 永塚 規衣, 長尾 慶子 17

- 海苔に含まれる新しい抗酸化成分
..... 豊崎 俊幸 28

- 山菜のシドケ (モミジガサ) に含まれる
機能性物質の癌細胞に対する作用
..... 木村 賢一 33

- ノロウイルス食中毒の起因なる原因食材について
..... 西尾 治, 菊地 正悟 43

News Release

- ロンザ社 L-カルニチン製品の生産体制の拡充を発表
L-カルニチンの世界的な市場・需要の拡大に対応
..... 52

連載

- 築地市場の魚たち (カツオ)
..... 山田 和彦 53

- 薬膳の知恵 (46)
..... 荒 勝俊 58

Report

- シンガポールのKAYA (カヤジャム)
～「アジアの力特集」(伊勢丹新宿店本館地下1階) から～
..... 深澤 朋子 64

おいしさと健康に真剣です。

酵母エキス系調味料

コクベス

セラチン&小麦グルテン

酵素分解調味料

エンザップ

new発酵調味料

D&M

ダイヤモンド

酵素分解調味料なら
大日本明治製糖へ

新発売! 乳製品にベストマッチな調味料

コクベス
ラクティックイーストエキス

乳加工品・製パン・製菓・チーズ・バターへの
コクづけ、味や風味の底上げなど、ユニークな
特長がある乳酵母エキスです。

DM **大日本明治製糖株式会社**
食品事業部

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

天然機能性高分子素材としてのDNA とその活用

江成 宏之*

*ENARI Hiroyuki (株式会社マルハニチロホールディングス 中央研究所)

KeyWords：DNA（デオキシリボ核酸）・ヌクレオプロテイン・機能性素材

はじめに

（社）漁業情報サービスセンター（JAFIC）の調べによれば、サケ類の日本国内総供給量は輸入分も合わせ約51万トンに達するが、これは乳幼児まで含めた全国民一人あたりに換算すると、およそ4kg、即ち大型のサケ1匹分に相当し、如何に我々日本人にとって馴染み深い魚かが分かる。また、サケ消費量ランキング上位の青森県、新潟県、岩手県、北海道を中心に、塩蔵（山漬け、新巻）や燻製を始め、軟骨、内

臓に至るまで、様々な加工法により調理された伝統的な料理が数多く存在する等、魚介類の中でもサケは非常に人気が高い食材の一つである。一方、サケはその美味しさだけでなく栄養バランスに優れ、タンパク質は勿論、脂質の中には生活習慣病に予防効果のあるn-3系のDHA（ドコサヘキサエン酸）とEPA（エイコサペンタエン酸）が多く含まれる事が知られている。さらに、万病の元といわれる活性酸素を消去する働きがあるサーモンピンクの色素「ア

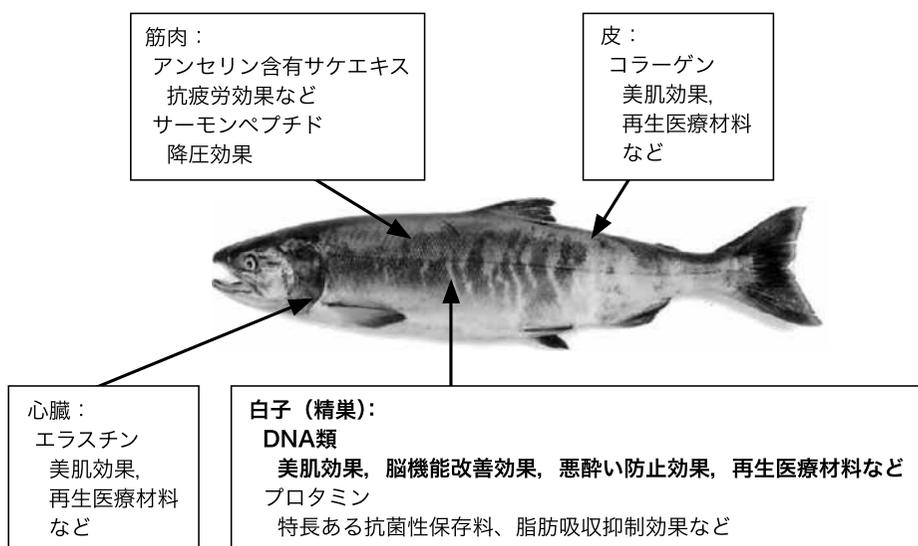


図1 サケ由来の機能性素材の開発

スタキサンチン」や、前稿¹⁾で紹介した「アンセリン」、体調を整える各種ビタミン、ミネラル等も豊富で、こういった要素もサケが古くから食されてきた所以と考えている。

サケは成長段階に応じて、淡水、海水、そして再び淡水と、生活の場を変えて行く、魚類の中でも最も激しく生活環境を変化させながら成長する魚である。その過酷な環境変化に耐え得る適応力は、神秘的かつ魅力的であり、我々人類は、サケが持つ計り知れない力を自然の恵みとして長年にわたって享受してきたと言える。(株)ニチロ(現、マルハニチロ食品)では、1913年(大正2年)に日本初のサケ・マス缶詰の工業的な大量生産を開始し、また、1973年(昭和48年)には日本初のギンザケの養殖事業を手掛ける等、創業当初よりサケとの関わりが深い。また、1980年代に入り、サケ白子(精巢)から抽出した塩基性タンパク質のプロタミンを食品保存料として開発して以来、リーディングカンパニーとしてサケの秘めるパワーを余すところなく活用すべく、様々な部位から多様な機能性素材の開発を行っている(図1)。本稿では、我々が行ったヒト試験を始めとする研究により、新たな知見が得られたDNA(サケ白子由来)の多岐にわたる機能性に焦点を当てて紹介する。

DNA(デオキシリボ核酸)とは

DNA(デオキシリボ核酸)は、ワトソン・クリックの二重螺旋構造(図2)で有名な、生命活動において遺伝情報を担う重要な生体高分子物質であるが、一般社会では残念ながら犯罪捜査におけるDNA鑑定や遺伝子組み換え作物といった負のイメージが強いのも事実である。

しかし一方、機能性素材として捉えた場合、フランスや中国では既に医薬品収載され、日本国内でも健康食品や化粧品への利用が広がっている。また、近年、DNAは糖質や蛋白質、脂質、



図2 DNA二重螺旋構造モデル
日本蛋白質構造データバンク(PDBj)より引用

ビタミン、ミネラル、食物繊維に並ぶ重要な栄養素の一つとして²⁾、医学領域の研究者を始め、食品、医薬品、化粧品に携わる各界の研究者がその栄養生理学的機能に着目しており、実際に新しい知見が得られている極めて興味深い素材である。^{3~6)}

生体内では常に核酸(DNAおよびRNA)の合成が行われており、その量は一定レベルに保たれている。しかし、加齢と共に肝臓での核酸合成(*de novo*合成)能力は徐々に低下し⁷⁾、この不足分は食物からの摂取で補う事が望ましいが、多くの場合、食物中の含有量は僅かなため⁸⁾、効率的に核酸を摂取するのは困難と考えられる。

DNA含有率の高い生物資源には細胞核、動物の胸腺、魚の精子頭部があるが、中でも魚の精子頭部は乾燥重量当たり50%と含有率が高く、その塊である白子(精巢)は原料として極めて魅力的である。白子を大量に確保できる魚種には、サケを始めニシン、スケトウダラ等が

挙げられるが、中でもサケは採卵孵化・放流事業が盛んであるとともに、DNA 含量も他の魚種に比べ高く、従ってサケ白子は DNA の原料として最も供給が安定した、商業的に有利な生物資源と言える。

マルハニチロ食品では、北海道、東北、三陸、北陸地方等で鍋物や焼き物といった調理法で伝統的に食され、肌艶に良く、また、飲酒時に悪酔いしないという伝承がある天然のサケ白子に着目し、これを原料に、DNA およびヌクレオプロテイン (DNA と核タンパクの混合物) を抽出・精製している。栄養補助食品としてこれらの素材を摂取する事により、効率のよい核酸補給が可能である。以下の項では、マルハニチロ食品製サケ白子由来 DNA (Na 塩, DNA 含有率 88%, 以降 DNA-Na と記す) の生理学的機能として、肌質改善効果、悪酔い防止効果、アンチエイジング効果、脳機能改善効果、耐久力向上効果、血中尿酸値への影響、さらには再生医療材料 (コスメティック基材) としての展開について、独自の研究データを基に紹介する。

1. DNA-Na の肌質改善効果について

皮膚 (肌) は外部からの有害物質の侵入や太陽光の暴露から身体を守る器官であり、皮膚細胞の分裂が活発に行われ古い細胞と交代する事 (ターンオーバー) により、そのバリア機能が維持されている。昨今、美容やアンチエイジングへの関心が高まる中、細胞の構成成分であるアミノ酸や脂質、また、皮膚の構成成分であるコラーゲンやヒアルロン酸等が肌質の維持・改善に有効な素材として化粧品や食品に広く添加、利用されているが、同様に細胞の構成成分の一つとして不可欠な DNA については以前より肌の保湿効果が示唆されているものの、肌質改善効果は未解明な点が多い。そこで我々はサケ白子由来 DNA-Na によるヒト肌質改善効果

を解明するため、科学的アプローチに基づく検討を行った⁹⁾。

○細胞評価

細胞外マトリックスの成分であるヒアルロン酸は、1g で 6L もの水分を保持し、肌の水分貯蔵能力を左右する物質と言える。従ってヒアルロン酸産生の促進により、肌の水分不足が改善され、肌荒れの改善や皮膚の弾力・張り・ツヤの付与といった、皮膚老化防止、美肌促進効果が期待できる。そこで DNA-Na の、ヒト正常線維芽細胞 (SF-TY 細胞) を用いたヒアルロン酸産生促進試験を実施し、美肌効果の評価を行った。DNA-Na を 50 μ g/mL, 100 μ g/mL 濃度で細胞に添加し 24 時間培養した培養上清中のヒアルロン酸量を測定したところ、未処理に対してその産生促進が確認された (図 3)。

○DNA-Na 配合クリーム塗布時の肌に対する効果 (ヒト試験)

3%DNA-Na 配合クリームと無配合クリーム (コントロール) を調製し、これらを 30~50 代の男性 (各群 10 名ずつ) に 12 週間塗布して肌への効果を検証した。尚、DNA-Na による肌質改善効果の評価する上で、女性は日常的に行う肌のケアが評価に影響を与えてしまう恐れがあったため、これを容易に制限できる男性を被験者とした。試験の結果、DNA-Na 群の 4, 8,

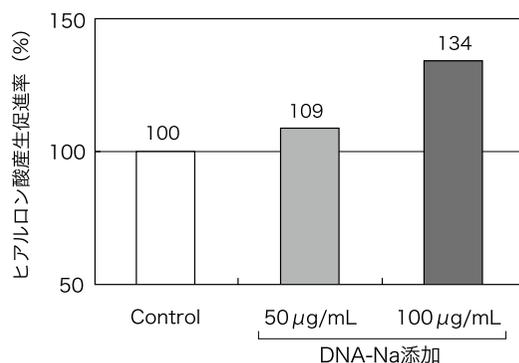
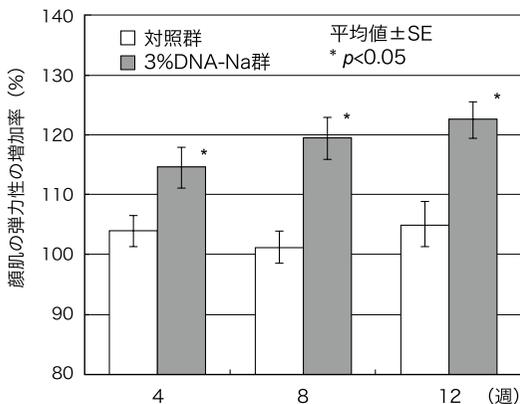


図 3 ヒト正常線維芽細胞 (SF-TY 細胞) のヒアルロン酸産生に対する DNA-Na の影響

12週目の何れにおいても、コントロール群と比較し、肌の弾力性は有意に向上した(図4)。さらに、DNA-Na群の12週目において、水分蒸散量は低下し(図5)、肌の水分が増加する傾向が認められた(図6)。また、アンケート結果においても、DNA-Na群は肌荒れの改善を感じる被験者が多く、「顔の肌荒れの改善を感

じるか?」および「手の肌荒れの改善を感じるか?」の問いに対して70%以上がYesと回答し(図7)、クリームの使用感も良好であった。以上の事からDNA-Naは肌の保湿性を高め、



<試験概要>

被験者：
 健康な成人男性(30～50代)
 各群10名
 試験方法：
 各配合クリームを顔に塗布
 弾力性はキュートメーターにて測定
 ○弾力性の測定方法と定義
 キュートメーターのプロローブを肌に密着させて一定の陰圧で吸引し、皮膚がプロローブ内に引き込まれた高さ(Uf)と元に戻った高さ(Ur)を計測。
 弾力性はUr/Ufで定義される。

図4 DNA-Na配合クリームの肌の弾力性に対する効果

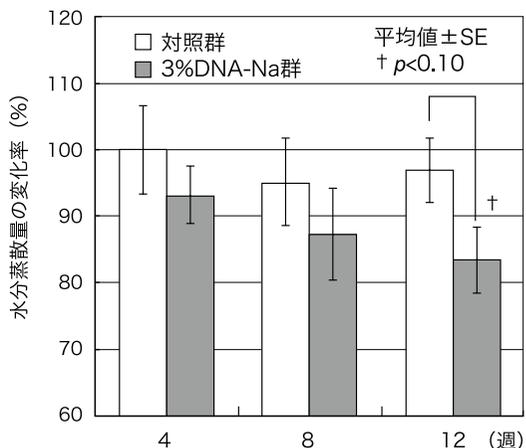


図5 顔の水分蒸散量に対する効果

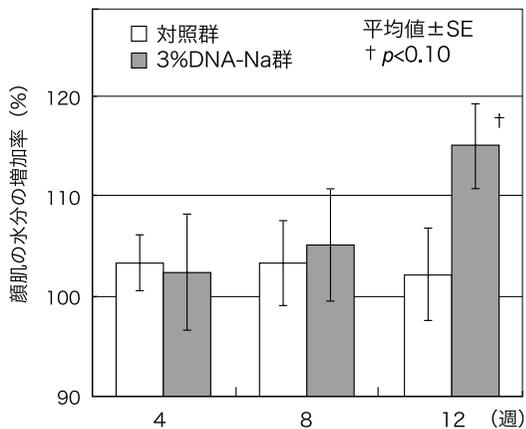


図6 顔の水分に対する効果

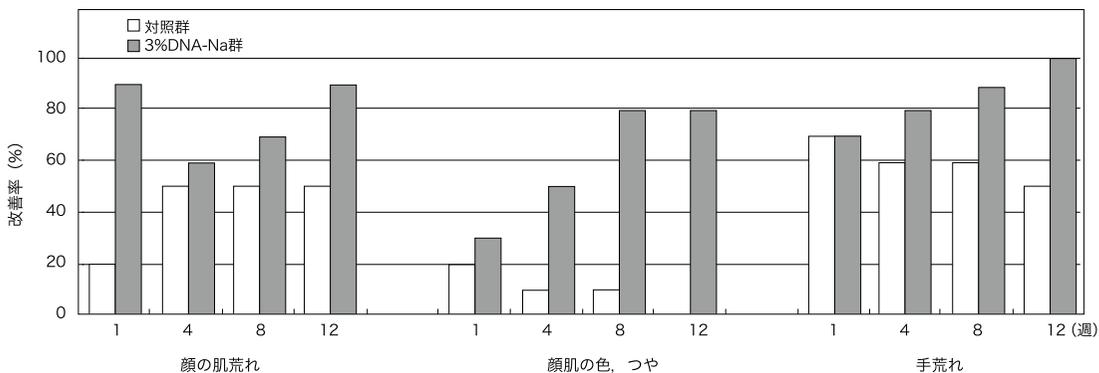


図7 アンケート結果

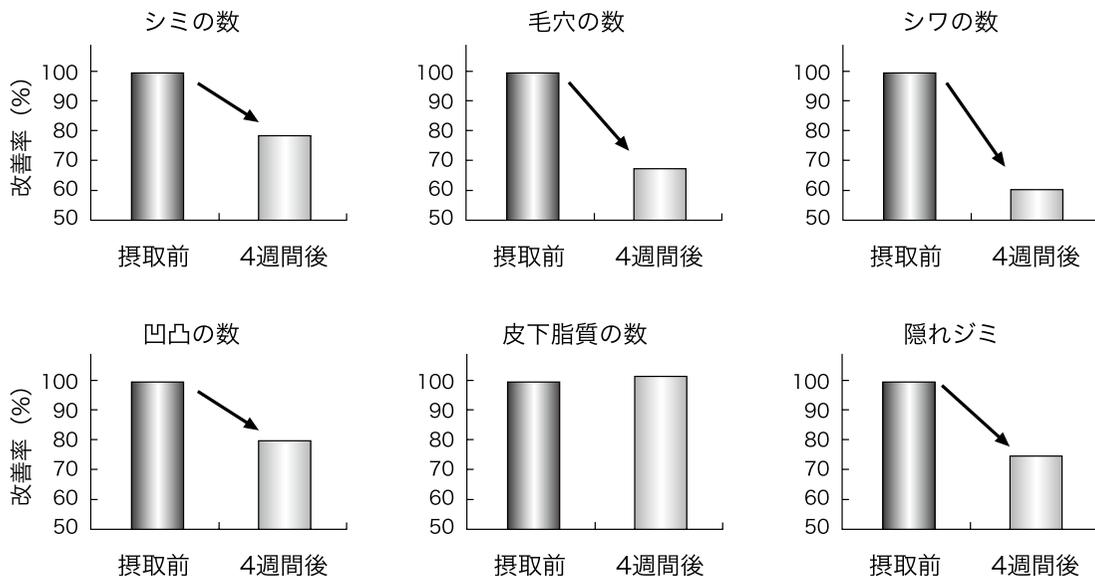


図8 DNA-Na 摂取による皮膚状態の改善効果

(『顔の皮膚画像解析カウンセリングシステム VISIA II (米国 Canfield 社)』による測定結果)

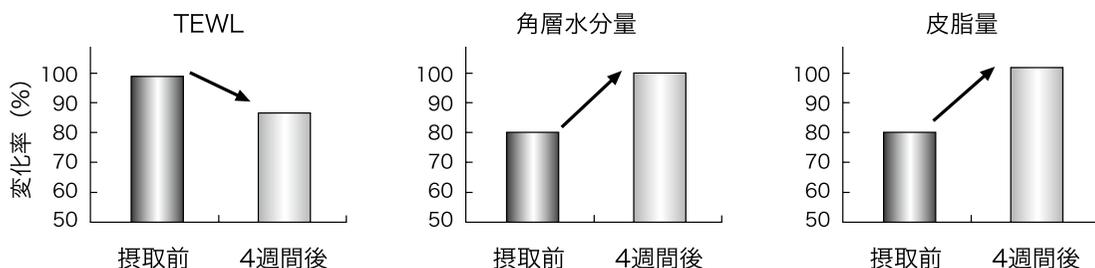


図9 DNA-Na 摂取による水分蒸散量、水分含量および脂質含量に対する効果

潤いを与えるとともに、肌の張りの改善に効果的と考えられる。

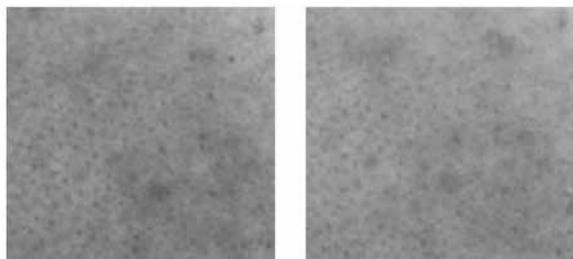
○DNA-Na 経口摂取時の肌に対する効果 (ヒト試験)

DNA-Na 配合クリームによる肌質改善効果について述べてきたが、次に DNA-Na を経口摂取した場合の効果を紹介する¹⁰⁾。40～60代の健全な成人男性7名を被験者に DNA-Na 1.0 g を1日1回4週間摂取させ、機器によって肌状態を客観的に観察した。その結果、皮膚のシミ、毛穴、シワ、凹凸の数が減少し、隠れジミが低減する傾向が認められた(図8)。

また、水分蒸散量 (TEWL) が低下し、肌の

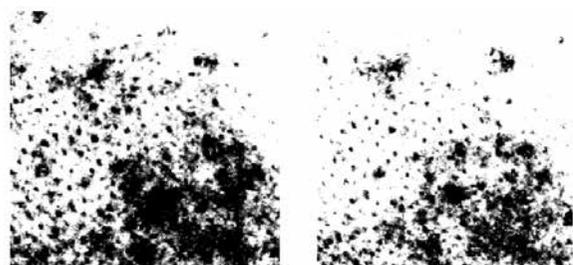
水分が増加する傾向も認められた(図9)。被験者の肌状態を撮影したところ、摂取前後の比較から DNA-Na の摂取によりシミや毛穴が目立たなくなっている事が判る(図10, 11)。本研究結果を日本薬学会第128年会(横浜)¹¹⁾で発表したところ、学会より高い評価を受け、全3774件の中からプレス向けハイライトポスター166件の一つに選出された。

食物中の核酸は、唾液に含まれるヌクレアーゼによりヌクレオシドや核酸塩基に分解されてから体内に吸収される事が知られており¹²⁾、経口摂取された DNA-Na は実際にはヌクレオシド・ヌクレオチドや核酸塩基の形態で表皮



摂取開始前 DNA-Na摂取4週間後

図 10 解析に用いた元画像



摂取開始前 DNA-Na摂取4週間後

図 11 シミ、毛穴の色調補正画像

使用ソフト：Photoshop (Adobe systems)

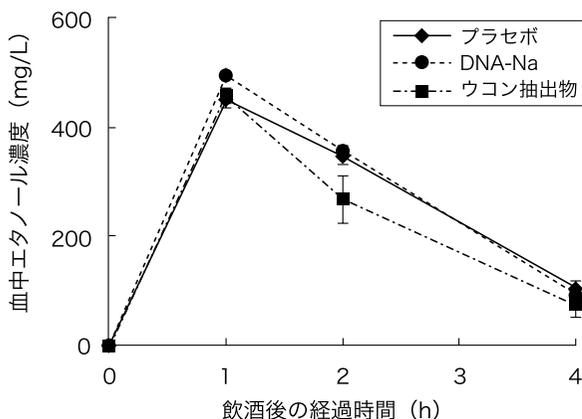


図 12 飲酒後の血中エタノール濃度の推移

細胞まで運ばれて効果を示している可能性が考えられる。ヌクレオシドやヌクレオチドを直接肌に施用した場合に同様の効果が認められる^{13~16)}事も、この可能性を支持している。

以上、DNA-Naの科学的アプローチに基づく肌質改善効果について述べてきたが、DNA-Naは単独で機能性食品素材として利用されるのは勿

論、コラーゲンペプチドやヒアルロン酸等と同時に配合されるケースも多い。皮膚の主要な構成成分であり肌質の保持・改善に重要なコラーゲンやヒアルロン酸は表皮細胞により産生されるが、その表皮細胞のターンオーバーには前述の通りDNAが必要である。これらの事実を考え合わせると、コラーゲンペプチドやヒアルロン酸、エラスチンペプチド等とともにDNA-Naを摂取する事は理に適っており、これらの成分の相乗的な作用が期待できるものと考えられる。

2. アルコール摂取に対するDNA-Naの効果について

北海道、東北地方の漁業従事者を中心に、DNA含量が高い食品素材であるサケの白子を入れた調理品(鍋物等)を食べながら飲酒した場合、悪酔いしない事が民間伝承的に言われているが、これを科学的に検証した例は少ない。そこで我々は健常成人男性に対するサケ白子由来DNA-Na摂取時のアルコール代謝の検証を行った。また、その代謝メカニズムについて*in vitro*評価系にて検討を行った¹⁷⁾。

○DNA-Na経口摂取時の悪酔い防止効果(ヒト試験)

健康な20~40代の男性各群5名に、DNA-Na 2000mg入り錠剤、同様の悪酔い防止効果が期待されているウコン抽出物(クルクミン30mg配合)1500mg顆粒、DNA-Naの入っていない擬似錠剤(プラセボ、コントロール群)を摂取させた30分後、ビール1本(633mL:アルコール濃度5.5%)を10分以内に飲ませ、飲酒後の血中アルコール濃度、血中アセトアルデヒド濃度および血中酢酸濃度を測定した。その結果、血中エタノール濃度推移(図12)には各群で大きな差異は見られな

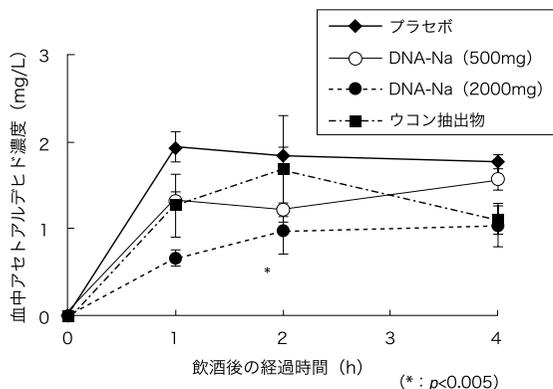


図 13 飲酒後の血中アセトアルデヒド濃度の推移

かった。

一方、血中アセトアルデヒド濃度と血中酢酸濃度についてみると、DNA-Na 摂取時には血中アセトアルデヒドの有意な上昇抑制（図 13）と血中酢酸濃度の上昇傾向（図 14）が明確であった。DNA-Na 500mg 摂取時にも有意な血中アセトアルデヒドの抑制効果が確認されており（図 13）、従って DNA-Na はウコン抽出物よりも高いアセトアルデヒドデヒドロゲナーゼ（ALDH）の亢進能を有し、悪酔いをしにくくする効果が期待できる。被験者に試験後の感想を聞いたところ、DNA-Na を摂取した際には気持ちよく酔えたが、ウコン抽出物を摂取した場合には気分が悪くなったとの事で、実感として悪酔いしにくいという結果が得られている事実

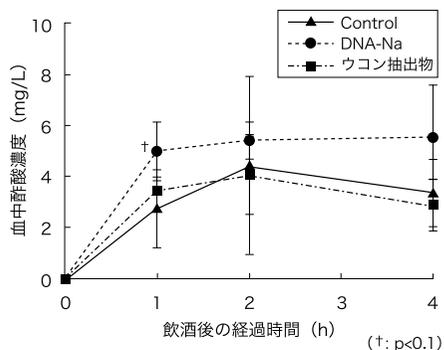


図 14 飲酒後の血中酢酸濃度の推移

も、今回の血中動態のデータを支持するものと考えている。

○ DNA-Na 悪酔い防止効果のメカニズム解明

DNA-Na の悪酔い防止効果のメカニズムを解明するため、ラット肝臓の破砕物を用いて *in vitro* でのアルコール代謝試験を実施した。即ち、肝臓破砕物にエタノールと DNA-Na の消化物（デオキシリボヌクレオシド；dNs）を添加し、37℃、1 時間半反応させ、エタノール、アセトアルデヒド量を測定した。

その結果、無添加時と比較してエタノールとアセトアルデヒド共に消費量が増加した（図 15）。また、核酸の 4 成分（デオキシアデノシン；dA、チミジン；dT、デオキシグアノシン；dG、デオキシシチジン dC）の効果を評価したとこ

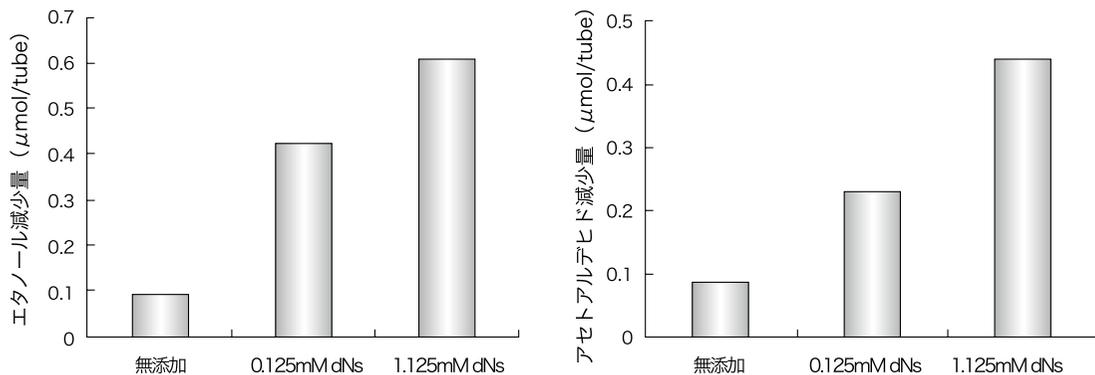


図 15 デオキシリボヌクレオシド混合物がエタノール代謝に及ぼす影響
(*in vitro* 試験, ラット肝臓破砕物) (左) エタノール消費量, (右) アセトアルデヒド消費量

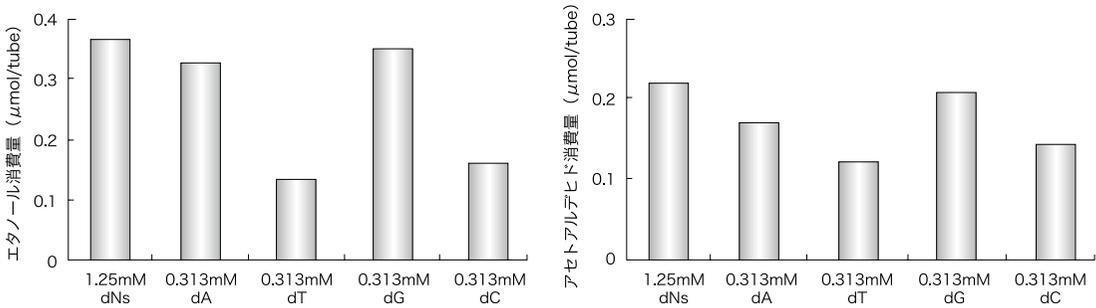


図 16 各デオキシリボヌクレオシドがエタノール代謝に及ぼす影響
(*in vitro* 試験, ラット肝臓破砕物) (左) エタノール消費量, (右) アセトアルデヒド消費量

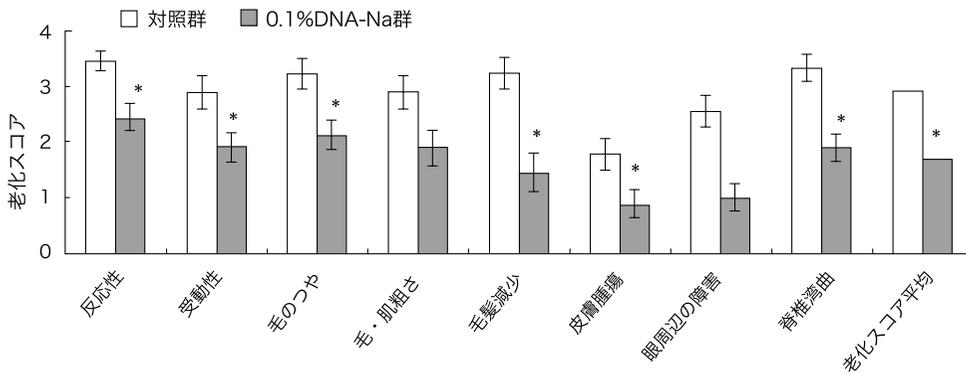


図 17 DNA-Na 摂取による老化スコアへの影響
(平均値土標準誤差を示す, Mann-Whitney's U 検定, * $p < 0.05$)

ろ, dA と dG で代謝促進が見られた (図 16)。エタノール, アセトアルデヒド双方で代謝促進効果が見られた事から, DNA-Na 消化物がアルコール代謝酵素(アルコールデヒドロゲナーゼ; ADH, アルデヒドデヒドロゲナーゼ; ALDH)の補酵素 NAD⁺/NADH のサイクルに関わっているのではないかと推察している。

3. DNA-Na のアンチエイジング (老化抑制) 効果について

加齢と共に肝臓での核酸合成能は低下すると言われており, 体内の核酸が不足すると様々な老化現象を進行させる原因となる。この不足分を核酸を多く含んだ機能性食品で効率的に補う事により, 老化の進行抑制が期待できる¹⁸⁾。そこで, 加齢に伴う行動や外観の変化

および生殖・繁殖能力に対する DNA-Na の影響について老化促進モデルマウス (Senescence-Accelerated Mouse Prone, 以下 SAMP と記す) を用いて評価した¹⁹⁾。SAMP は, 老化研究のために確立されたマウス系統で, 老化アミロイドーシス, 学習・記憶障害, 老年性骨粗鬆症, 白内障等の老化関連病態を系統特異的に発症する事が知られている。試験では 2 ヶ月齢の SAMP-8 を用い, 0.1% の DNA-Na を含む飼料を 10 ヶ月間投与し, 老化の進行度合い (老化スコア²⁰⁾) を対照群と比較した。その結果, DNA-Na 投与群は対照群に比べて老化スコアが有意に改善し (図 17), また, 精子濃度およびその運動性についても加齢による衰えが抑制され (図 18), 生殖能力 (総胎数) と離乳成功率が向上した (図 19)。これは, 親の体力と脳の健康状態が保たれている事を意味している。

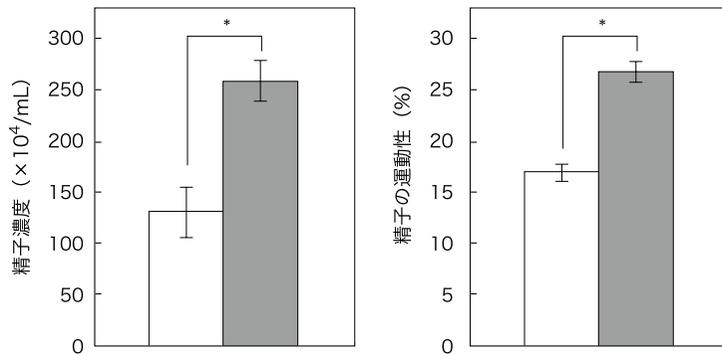
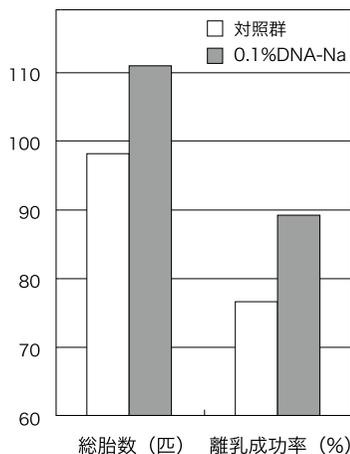


図 18 DNA-Na 摂取による生殖・繁殖能力への影響
(平均値±標準誤差を示す, 対応ある Student's *t* 検定, * $p < 0.05$)



※ 1 匹でも生んだ事が確認されれば 1 胎数とし, 総胎数は試験期間中の合計。
⇒ 生殖能力を表す。
※ 離乳の定義は仔が 3 週間生き残った場合, 離乳に成功したとする。離乳胎数は 1 胎数の内, 1 匹でも仔が生き残った胎数。
⇒ 離乳成功率は繁殖能力を意味し, 親が仔を育てる脳の健康状態と体力を表す。

図 19 総胎数と離乳成功率 ($n=14$)

作用メカニズムの解明を目的として肝臓中の Superoxide dismutase (SOD) 活性および Catalase (CAT) 活性を測定したところ, 両活性とも DNA-Na 投与群において有意に高値を示した。SAMP は正常ラットと比較して早期から肝臓の抗酸化活性が低下する事が知られている²¹⁾ ため, DNA-Na の老化抑制効果のメカニズムの一つとして, 加齢による抗酸化活性の低下を抑制する作用が考えられた。

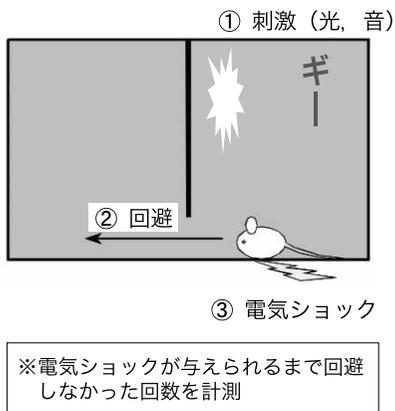
生育促進および肝組織の修復促進作用²⁶⁾ などが報告されている。そこで加齢に伴い低下した脳機能に対する DNA-Na の作用について, SAMP-8 を用いて能動回避試験および受動回避試験による学習・記憶能力の評価を行った。その結果, 両試験において DNA-Na 投与群は対照群に比べ学習・記憶能力が高い事が確認され, 加齢に伴う学習・記憶能力の低下を抑制する可能性が示唆された (図 20, 21)。

4. DNA-Na の脳機能改善効果について

ヌクレオチドやヌクレオシドの摂取によって, 学習・記憶能力の改善^{22) ~ 25)} や肝臓の

5. DNA-Na の耐久力向上効果について

DNA-Na の耐久力向上効果についてマウスを用いた試験で確認した。雄マウス (5 週齢) に



刺激を受けたマウスが隣の部屋に移動 (能動回避) しなかった場合、電気ショックが与えられる。

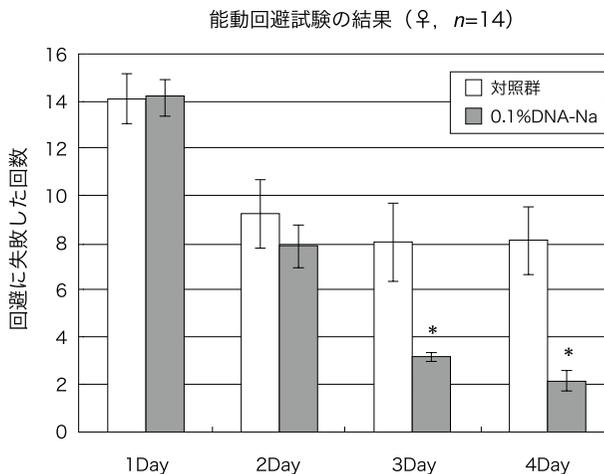
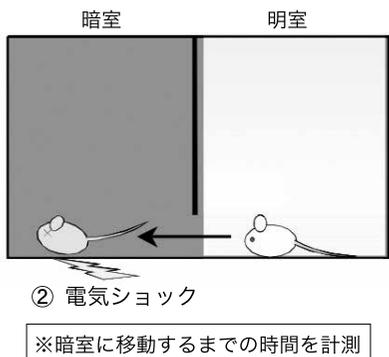


図 20 能動回避試験に対する DNA-Na の影響 (平均値±標準誤差を示す, 対応ある Student's *t* 検定, **p*<0.05)



マウスは暗室を好む習性があるが、暗室に移動すると電気ショックが与えられる。暗室に留まっている状態を、受動回避した (電気ショックを学習) とみなした試験。

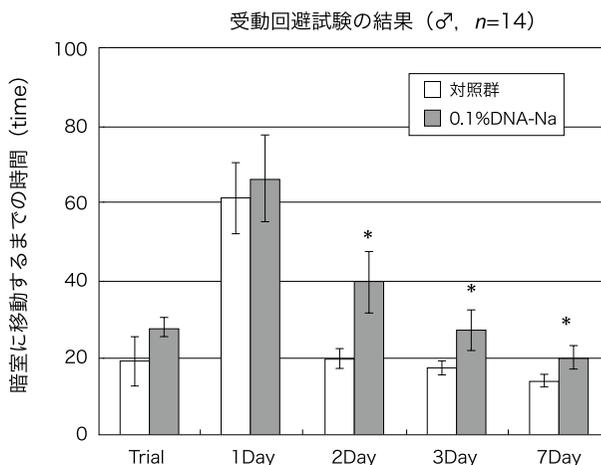


図 21 受動回避試験に対する DNA-Na の影響 (平均値±標準誤差を示す, 対応ある Student's *t* 検定, **p*<0.05)

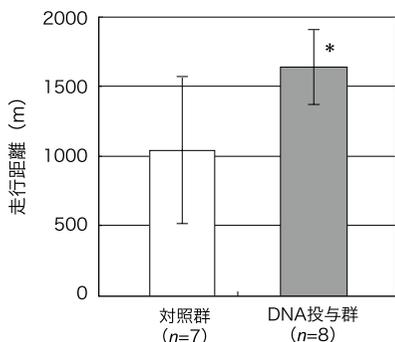


図 22 トレッドミルによる走行距離 (**p*<0.05)

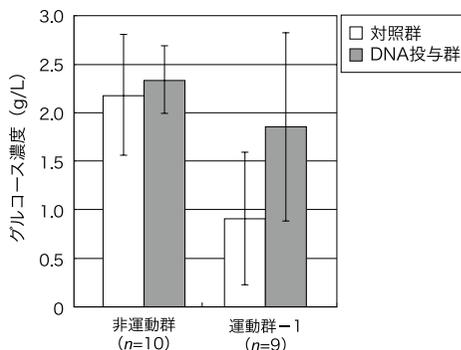


図 23 血清中グルコース濃度 (**p*<0.05)

1%のDNA-Naを含む飼料を与え、トレッドミル走行試験により運動能力を評価した。その結果、DNA-Na摂取群は対照群よりも走行距離が増加する事が確認され(図22)、また、DNA-Na摂取群では運動前後の血清中グルコース濃度が維持される事が認められた(図23)。これらより、DNA-Naの摂取によりエネルギー源としての血中グルコース濃度が維持され、耐久力の向上(走行距離の増加)に繋がったものと考えられた。

6. DNA-Naの血中尿酸値に対する影響について

痛風は血中尿酸が関節部等に蓄積するために起こる病気である。体内の尿酸は核酸成分であるプリン塩基から生合成されるため、以前は核酸の摂取が痛風の原因になるのではないかと危惧されていた。しかし、最近では痛風の原因としてはアルコール摂取や肥満等の要因の方が大きいと考えられており、当社でも、40～60歳の健常成人男性7名を対象としてDNA-Naの摂取と血中尿酸値の関係について検討を行ったところ、DNA-Naを毎日2gずつ8週間連続摂取しても血中尿酸値の上昇は認められなかった(図24)。また、DNAを摂取すると尿酸の排出量も増加するという報告^{27, 28)}がされている事から、DNA-Naの摂取と痛風の原因の一つである血中尿酸値の上昇に直接の関係はないと

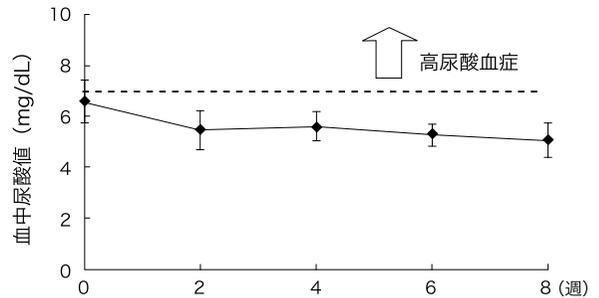


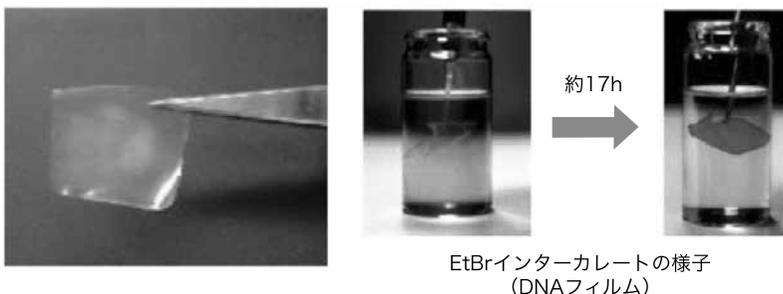
図24 DNA-Na摂取における血中尿酸値への影響

考える。何れにしても、痛風を予防するためにはプリン塩基だけを偏って取り過ぎない事や、バランスの良い食生活を心がける事が重要と言える。

7. DNA-Naの新たな用途展開

○マルハニチロ製DNA-Naの構造的特徴

マルハニチロ食品製DNA-Naはサケ白子から独自の方法により製造しており、DNAの特徴の一つである二重螺旋構造を高い割合で保持している。マルハニチロ食品および、他社のDNA-Naを水に不溶なフィルムに加工後、DNAの二重螺旋構造の塩基対間に平行挿入(インターカレート)されるエチジウムブロミド(EtBr)溶液に浸漬し、EtBrの吸着量を測定する事によって二重螺旋構造の保持率を評価した(図25)。DNAフィルム1gに対するEtBrの吸着量はマルハニチロ食品のDNA-Naから作成



EtBrインターカレートの様子
(DNAフィルム)

図25 DNA-NaフィルムとEtBrの吸着

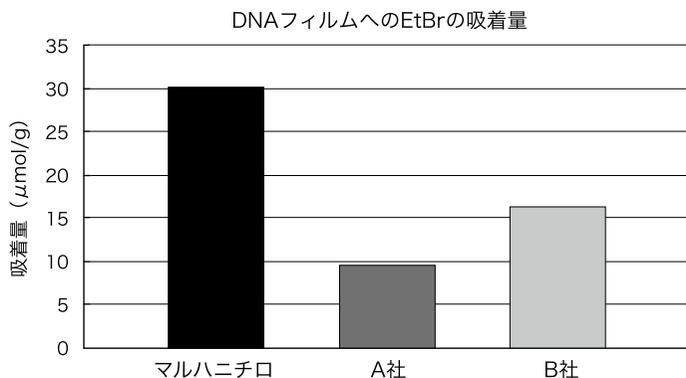


図 26 二重螺旋構造の評価

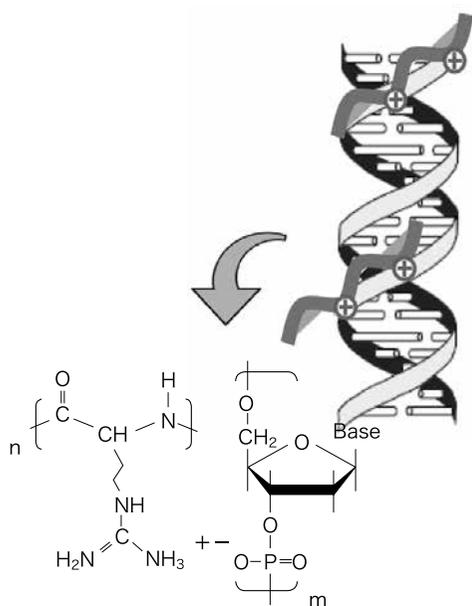


図 27 DNA/プロタミン複合体

したフィルムが最も多く（約 30 $\mu\text{mol/g}$ ）、他社の DNA-Na と比較して高い割合で二重螺旋構造を保持していると言える（図 26）。

本来、DNA は水溶性であるが、カチオン性物質と静電的に結合する事で水に不溶性となる。プロタミン（白子由来の塩基性タンパク質）、あるいはキトサン（カニ殻由来）と DNA の複合体は賦形性に優れ、フィルムや多孔体等、様々な形状に成型できる。この特長を活かし、我々は DNA/プロタミン（図 27）、DNA/キトサン複合体の医歯科材料としての応用研究を大学と共同で進めている。

○ DNA/プロタミン複合体^{29,30)}

DNA/プロタミン複合体は、①賦形性に優れ多孔体や複雑な形状に成型できる、②抗菌性を有する、③皮下組織での炎症反応は軽微で生体親和

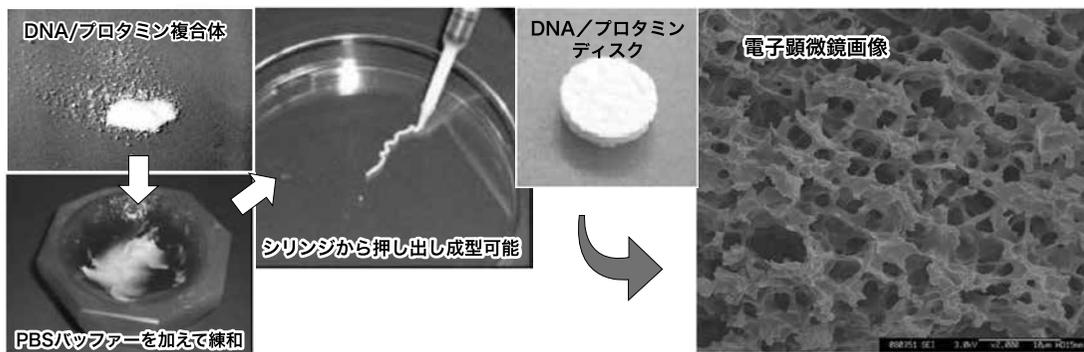


図 28 DNA/プロタミン複合体の成形性

性に優れる、といった特長があり、特に賦形性に優れていて自由な形に成型できる利点がある。

① 賦形性に優れ、多孔体やフィルムに成型できる。また、ペースト化する事でシリンジでの押し出し成型が可能のため、複雑な形状の部位にも注入、成型できる (図 28)。

② プロタミンには抗菌性があり、複合体も一般細菌、大腸菌、歯周病菌等に対し抗菌作用、あるいは静菌作用を示す (図 29)。

③ DNA/ プロタミンディスクをラット皮下に

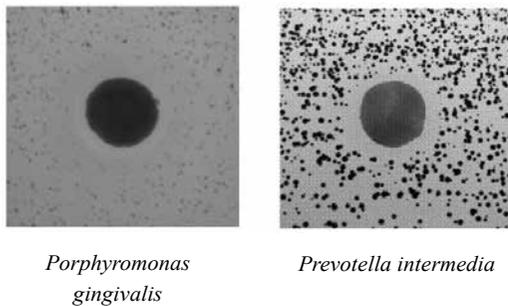


図 29 歯周病菌に対する抗菌性 (阻止円形成)

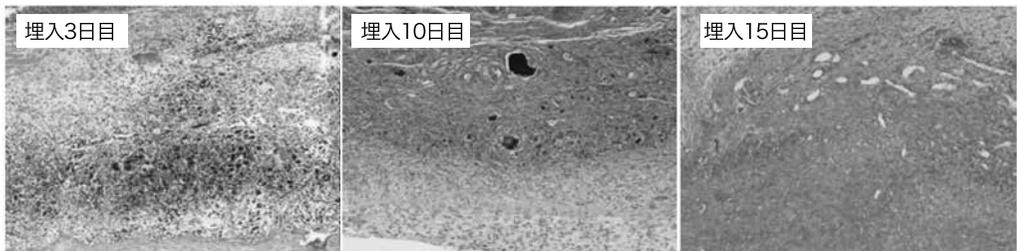
埋入したところ、皮下組織での炎症反応は軽微で、細胞毒性も殆ど認められず、DNA/ プロタミン複合体は生分解性の生体材料として有望であると考え (図 30)。

○ DNA/ キトサン複合体²⁹⁾

DNA/ プロタミン複合体と同様に賦形性に優れているが、物性や生分解性、移植した際の生体反応等で性質は異なり、それぞれの特長を活かした展開が期待できる。アパタイトと複合体を形成させる事で、ラット頭蓋骨の再生が促進する結果を得た。

① DNA の二重螺旋構造へのインターカレーションやリン酸基に対する静電結合により、薬剤やサイトカイン (骨形成因子 (BMP) や成長因子 (EGF) 等) を試料に取り込ませる事ができ、徐放性 (DDS) 材料として期待できる (図 31)。

② DNA/ キトサン複合体に炭酸アパタイト等、第三の物質を配合する事で骨再生の促進

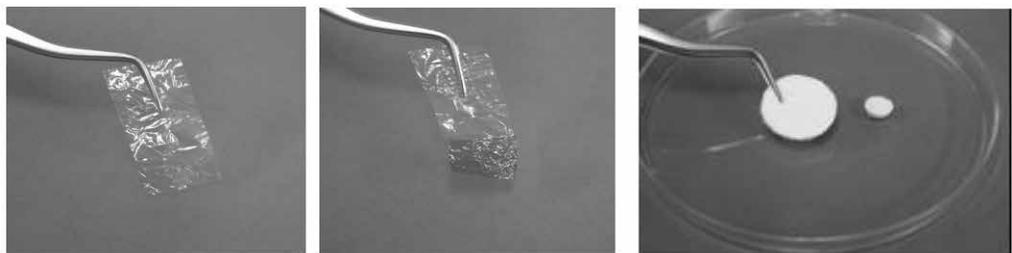


急性炎症期。断片化したディスクの周囲に炎症性水腫および好中球浸潤がみられる。

異物肉芽腫期。埋入部は肉芽組織で置換され、異物巨細胞によるディスクの貪食がみられる。

器質化期。ディスクは消失し、埋入部は線維を多く含む肉芽組織となる。

図 30 DNA/ プロタミン複合体の生体親和性



ダウナマイシン (抗がん剤) のインターカレート

DNA/ キトサンディスク

図 31 DNA/ キトサン複合体

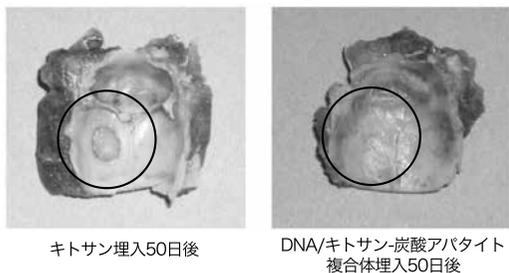


図 32 ラット頭蓋骨欠損部への DNA/キトサン-炭酸アパタイト複合体埋入試験

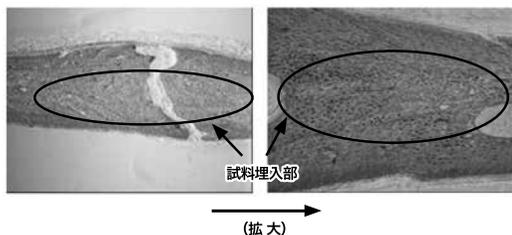


図 33 頭蓋骨切片組織像

が確認され、新たな再生医療材料として期待できる (図 32, 33)。

おわりに

以上紹介した通り、我々はサケ白子由来 DNA の多様な機能性について科学的根拠に基づき探究、検証し、肌質改善効果、悪酔い防止効果、アンチエイジング効果、脳機能改善効果、耐久力向上効果、血中尿酸値への影響、さらには再生医療材料 (あるいはコスメティック基材) としての可能性を明らかにした。冒頭でも述べた様に、新陳代謝に関わる細胞の新生には DNA の供給が不可欠であり、加齢や体力減退等で生合成能が低下した場合に DNA を栄養成分として摂取したり、外部から物理的に供給する事は、新陳代謝や細胞再生といった生体機能の維持に極めて有効な手段と考えられる。DNA-Na は、その原料であるサケ白子が伝統的に食用に供されており、マルハニチロ食品では過去 20 年にもわたり DNA-Na を安全、安心、安定して供給し、製品の安全性に関する十分な

試験データも有している事から、今後とも安心して利用して頂ける優れた天然機能性素材であると確信している。

本稿では、サケ由来 DNA-Na の機能性について紹介したが、マルハニチログループではこれ以外にも、強力な降圧作用を示すサーモンペプチド³¹⁾、抗菌・抗脂肪吸収効果を示すプロタミン³²⁾、美容効果が期待できるコラーゲンやエラスチン³³⁾、抗疲労 (眼精疲労、老眼対策を含む) 効果を有するアンセリン含有サケエキス (SEAns)¹⁾ 等の機能性素材を開発、商品化している。これら素材開発における我々の真摯な科学的取り組みは学会レベルでも高い評価を受け、2008 年度日本水産学会論文賞受賞 (サーモンペプチド)³⁴⁾ や、アメリカ油化学会 (101st AOCS Annual Meeting & EXPO, 2010 年 5 月, Phoenix, Arizona, アンセリン含有サケエキス) への講演招待といった形に表れている。

サケが秘めるパワーは計り知れず、また、サケ以外の食経験が豊富な農水産資源にも未知な機能性成分が存在する可能性は十分考えられる。我々は今後も、地球の恵みである世界中の様々な天然資源を無駄にする事なく有効活用し、豊かな生活文化の創造に貢献できる研究開発を推進して行く所存である。

謝辞

本稿に示した研究データは、お茶の水女子大学・山本茂 教授、静宜大学 (台湾)・王銘富 教授、福岡歯科大学・福島忠男 准教授、鶴見大学・早川徹 教授、横浜市立大学・廣田誠 准教授、東京工業大学・岡畑恵雄 教授との共同研究による内容を含み、研究遂行の過程で多くのご協力やご助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。また、(株)ニチロ (現、マルハニチロホールディングス) 中央研究所の若手を中心とした研究員のたゆまぬ努力に対してもこの場を借りて深謝する。

..... 文 献

- 1) 江成宏之, *NEW FOOD INDUSTRY*, **51**(5), 1-10 (2009)
- 2) 何徳陽莉: 化学と生物, **34**(7), 427-428 (1996)
- 3) A. A. Adjei, *et al.*: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **41**(1), 1-16 (1995)
- 4) S. Yamamoto, *et al.*: *Nutr.*, **9**, 524-527 (1993)
- 5) 郭江華, *et al.*, *JJPEN*, **15** (7), 625 (1993)
- 6) M. Sugawara, *et al.*, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **41**(4), 409-418 (1995)
- 7) 田口隆彦, *et al.*: 代謝, **11**(5), 53-61 (1974)
- 8) 古謝あゆ子, *et al.*: 沖縄県衛生環境研究所報, 第 34 号, 55-58 (2000)
- 9) 許慈芳, 王銘富, 関戸治知, 平原弘志, 星野躍介, 本村亜矢子, 秋田涼子, 山本茂, 江成宏之, 日本化粧品技術者会誌, **43**(2), 107-112 (2009)
- 10) 関戸治知, 平原弘志, *COSMETIC STAGE*, **3**(2), 47-50 (2008)
- 11) 星野躍介, 関戸治知, 本村亜矢子, 秋田涼子, 庵原啓司, 河原崎正貴, 江成宏之, 許慈芳, 王銘富, 山本茂, 日本薬学会第 128 年会講演要旨集 2, 27H-pm06 (2008)
- 12) Carver J.D. *et al.*, *Nutritional Biochemistry*, **6**, 58-72 (1995)
- 13) 佐藤博敏, フレグランス ジャーナル, **36**, 82-89 (1979)
- 14) 永岩 脩, フレグランス ジャーナル, **53**, 59 ~ 64 (1982)
- 15) Rovesti P. *et al.*, *Parf.Cosm.Sav.*, **10**, 514-519 (1967)
- 16) 許慈芳, 王銘富, 山本茂, 関戸治知, 星野躍介, 本村亜矢子, 秋田涼子, 江成宏之, 日本化粧品技術者会誌, **43**(3), 209-216 (2009)
- 17) 河原崎正貴, 秋田涼子, 杉本正裕, 江成宏之, 山本茂, 日本食品科学工学会誌, **55**(12), 632-636 (2008)
- 18) B. S. Frank, *Dr. Frank's no aging diet*, The Dial Press, New York (1976)
- 19) 御手洗誠, 許慈芳, 王銘富, 平原弘志, 関戸治知, 星野躍介, 江成宏之, 山本茂, 日本食品科学工学会誌, **55**(10), 461-467(2008)
- 20) T. Takeda, *et al.*, *Mech. Ageing Dev.*, **17**, 183-194 (1981)
- 21) S. Matugo, *et al.*, *Neurosci. Letters*, **278**, 105-108 (2000)
- 22) T. H. Chen, *et al.*, *Life Sci.*, **59**, 325-330 (1996)
- 23) S. Miyazaki, *et al.*, *Life Sci.*, **64**, 45-52 (1999)
- 24) N. Sato, *et al.*, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **59**, 1267-1271 (1995)
- 25) M. P. Rathbone, *et al.*, *Med. Hypotheses*, **37**, 232-240 (1992)
- 26) J. D. Carver, *et al.*, *Nutr. Biochem.*, **6**, 58-72 (1995)
- 27) N. Zollner, *et al.*, *Med. Biol.*, **41B**, 435-442(1974)
- 28) 横澤隆子 他, 栄養と食糧, **34**, 35-41(1981)
- 29) 御手洗誠, 福島忠男, 川口稔, 早川徹, 岡畑恵雄, 第 31 回日本バイオマテリアル学会大会予稿集, 324, 2P06(2009)
- 30) 福島忠男, 大野純, 井上勇介, 川口稔, 早川徹, 御手洗誠, 岡畑恵雄, 第 31 回日本バイオマテリアル学会大会予稿集, 366, 2P48(2009)
- 31) Enari, H., Takahashi, Y., Kawarasaki, M., Tada, M. and Tatsuta, K., *Fish. Sci.*, **74**(4), 911-920 (2008)
- 32) 星野躍介, 高橋義宣, 河原崎正貴, 秋田涼子, 江成宏之, 山本茂, 日本食品科学工学会誌, **55**(8), 360-366 (2008)
- 33) 本村亜矢子, 秋田涼子, 多田元比古, 高橋義宣, 江成宏之, 日本水産学会誌, **75**(1), 86-88 (2009)
- 34) 江成宏之, 高橋義宣, 河原崎正貴, 多田元比古, 竜田邦明, 日本水産学会誌, **75**(4), 620 (2009)

マルハニチロの 機能性食品素材



マルハニチロの自信

- ✓ 水産物を中心とした強い原料調達力
- ✓ 長年培ってきた抽出, 精製技術
- ✓ 国内自社工場での製造と品質管理
- ✓ しっかりとした裏付けデータのある商品のみ取り扱い

DNA-Na

サケ白子由来のデオキシリボ核酸
(DNA)

水溶性DNA-Na

酸性域での溶解性を高めたDNA。
清涼飲料水に使用できます。

DNAの主な生理機能 (自社エビデンス)

- ・アルコール代謝促進: 日本食品科学工学会誌 55(12), 632~636(2008)
- ・肌機能改善: COSMETIC STAGE 3(2), 47~50(2008)
粧技誌 43(2), 107~112(2009)
粧技誌 43(3), 209~216(2009)
- ・脳機能改善・老化抑制: 日本食品科学工学会誌 55(10), 461~467(2008)
- ・耐久力向上: 日本食品科学工学会誌 55(10), 510~514(2008)

その他機能性食品素材

ヒアルロン酸
コラーゲンペプチド
化粧品用・食品用コンドロイチン
DHA・EPA
スクワレン・スクワラン
プロタミン
アンセリン高含有サケエキス (SEAns)

株式会社マルハニチロ食品

化成食品事業部バイオ事業一課

〒100-8609 東京都千代田区大手町1-1-2
TEL.03-3216-0524 FAX.03-3216-0527

未利用部位「サケの頭」を利用した高齢者用 ゲル状食品“煮こごり”の実用化に向けて

永塚 規衣^{*1} 長尾 慶子^{*2}

^{*1}NAGATSUKA Norie, ^{*2}NAGAO Keiko (東京家政大学)

KeyWords：サケの頭・煮こごり・凍結乾燥・ペルオキシラジカル・官能評価

はじめに

冬期、ひらめやまこがれい、ぶりなどの魚を甘辛く煮込み、容器ごと翌朝までおいておくと、魚の煮汁がゼリー化し、いわゆる“煮こごり”ができる。これは加熱により魚の中のコラーゲンがゼラチン化し、ゲル化したもので、そのまま温めずに食した場合、ゲルは口の中で自然に溶け、煮汁中のうま味成分と共にその滑らかなテクスチャーを楽しむことができる。これまで“煮こごり”は周囲を海に囲まれた日本の各地で昔から食されてきた伝統料理であり、熱い飯にかけたり、来客時のもてなし料理としたり、忙しいときの保存食とするなどその土地ごとで様々な食べ方が伝承されてきた^{1~4)}。その動物の硬たんぱく質から抽出された“煮こごり”には、加熱により低分子化した幅広い分子量分布のたんぱく質が存在している。そのため、今日の高齢社会において、“煮こごり”は吸収特性の優れたたんぱく質給源や水分補給源としてだけでなく、健康機能面からも高齢者や咀嚼嚥下困難者に適した食べ物として見直されつつある料理である。

我々はこれまでに魚類の他に鶏肉、豚肉、牛肉などから得られる“煮こごり”を高齢者や嚥下困難者に適する咀嚼・嚥下用ゲル状食品とし

ての視点で種々の研究を行ってきた^{5~7)}。また、病院では高齢者の生活の質向上に役立つ食品の開発が重要な課題となっていることから、“煮こごり”の健康機能面にも注目し、電子スピン共鳴 (ESR) 法及び化学発光 (ケミルミネッセンス) 法を用いて抗酸化能を測定してきた^{8~10)}。

近年、生活習慣病の増加ならびに健康志向の高まりにより、動物性食品の中でも特に魚介類が国の内外で注目を集めている。魚介類にはエイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA) などの不飽和脂肪酸やタウリン、カルシウム、ビタミン類など多くの特徴的な有効栄養成分が含まれている。これら成分は魚肉よりも皮、内臓、頭部、骨などに偏在していることが多い¹¹⁾。畜産物の場合はブラットソーセージ、レバーペーストなどの他、ケーシングには小腸、大腸など肉以外の様々な部位が利用されている。しかし、魚介類では上記未利用部位はあまり利用されずに廃棄され、飼肥料などにしか使われていないのが現状である。

このような背景のもと、我々は各種魚の未利用部位を材料として、咀嚼機能の低下した高齢者などを対象としたゲル状嚥下食品“煮こごり”を調製してきた。そして、これら“煮こごり”が物性面だけでなく健康機能面ならびに嗜好面

からも好ましい食べ物であるかを、化学発光（ケミルミネッセンス）法によるペルオキシラジカル捕捉活性の測定や官能検査により総合的に評価してきた^{12, 13)}。本稿はこれまでに得られた知見を、特に未利用部位の「サケの頭」を材料として調製した“煮ごり”に注目して、総括したものである。さらに、保存性と簡便性を備えた“煮ごり”の製品化に向けても試みているのでいくつか得られた知見を以下に紹介する。

1. 実験方法

1) 実験材料

材料は未利用部位のサケの頭（北海道産）を用いた。サケの頭は(株)カネセフーズより提供を受けた。材料は直ちに必要量ずつを小分けにして-50℃の冷凍庫にて急速冷凍保存した。試験日の前日に必要量を5℃の冷蔵庫に移し、低温解凍させてから試料調製を行った。

調味料は一般的な市販品である濃口醤油、味噌（豆味噌、米味噌、麦味噌）、酒類（清酒、黒糖焼酎、赤ワイン、本みりん）を用いた。

2) 試料調製

i) “煮ごり”ゾルの調製

約1cm角切りにしたサケの頭100gを耐熱ビーカー500mlに入れ、全面が水に浸る水量（すなわち材料に対して60%の水）を加えて600Wの電熱器で加熱、沸騰後火力を300Wに調節して、蒸発水分を補いながら100℃で10～60分の定時間加熱した。加熱終了後試料をろ過し、メスアップしたものを対照の水煮試料とした。

調味料添加の場合は、各種調味料をそれぞれ内割りで煮汁の10wt%添加し、対照の水煮試料と同様の方法で20分間定時間加熱したものを各種調味料添加試料とした。

ii) “煮ごり”ゲルの調製

i) で調製した水煮試料を内径40mm、高さ

15mmの高齢者用シャーレに20gずつ分注し、冷蔵庫（5℃）で24時間保蔵してゲル化させ、対照の“煮ごり”ゲル試料を得た。さらに、同様の方法でゲル化させたものを調味料添加“煮ごり”ゲル試料とした。

iii) 官能評価試料の調製

i) で調製した水煮試料を内径32mm、高さ15mmのベトリ皿に10gずつ分注し、冷蔵庫（5℃）で24時間保蔵してゲル化させたものを対照の官能評価試料とした。さらに、i) の各種調味料添加試料と同様の方法で[醤油5.0wt%]添加試料、[砂糖5.0wt%]添加試料、[醤油5.0wt% + 砂糖3.0wt%]添加試料ならびに[醤油7.5wt% + 砂糖3.0wt%]添加試料の4種類のゾル試料を調製し、ゲル化させたものを調味料添加官能評価試料として用いた。

3) 透過色 (L^* 値) 測定

測色色差計（日本電色工業(株)製、ND-1001DP）を用いて透過色 (L^* 値) を測定し、各試料の透明度の指標とした。

4) pH 測定

pHメータ（(株)堀場製作所製、F-11）を用いた。

5) 破断特性

クリープメータ2（(株)山電製、RE2-33005）及び自動解析装置（(株)山電製、BAS-33005-16）を用いて、各試料ゲルの破断応力を求めた。測定は高齢者用食品の測定基準¹⁴⁾に沿って高齢者用シャーレに入れた状態（試料径40mm、試料高15mm）で行い、測定条件はプランジャー径20mm、試料台速度10mm/s、歪率66.67%とした。1試料につき、測定数は10個とし、その平均値を求めた。

6) 電気泳動分析

電気泳動用試料は、加熱時間の異なる各水煮“煮ごり”ゾル試料10 μ lに試料処理液20 μ lを加えた後、60℃で10分間加熱して調製した。その後、ATTO製AE-6440型ラピダス・ミニスラブ電気泳動装置を用い、SDSポリアクリ

ルアミドゲル電気泳動法で煮こごり中のたんぱく質の分子量を分析した。ゲル濃度は7.5wt%とし、染色はクマジーブリリアントブルーで行った。

7) 化学発光 (ケミルミネッセンス) 法によるペルオキシラジカル捕捉活性の測定^{8~10,12,13,15~18)}

装置はキッコーマン社製ルミテスター C-100を使用した。氷水中にある2,2'-アゾビス(2-アミノプロパン)二塩酸塩(通称AAPH)試薬(40mM AAPH/0.1M リン酸緩衝液, pH7.0) 200 μ lに0.1M リン酸緩衝液または各濃度の煮こごりゾル試料溶液 200 μ lをルミチューブに入れてパラフィルムをし、ミキサー(TAITEC社製, S-100)で攪拌後、37 $^{\circ}$ Cの恒温槽(EYELA社製, DIGI. THERMOPETNTT-1200)内で2分間加温処理した。加温後、ルミノール試薬 200 μ lを加えてパラフィルムをして攪拌後、ルミテスターで化学発光パターンを測定した。なお、ルミノール試薬は、0.11mM ルミノール溶液 400 μ lに、0.1M ホウ酸緩衝液 0.9mlを加えて調製した。

コントロールとして0.1M リン酸緩衝液を用いて2回連続して測定を行い、測定値が50,000RLU以上であれば装置が安定していると判断して各試料の測定を行った。化学発光パターンの経時的なピーク値の変化より抗酸化能を評価した。すなわち原液 \rightarrow 10%希釈液 \rightarrow 1%希釈液 \rightarrow 0.1%希釈液 \cdots と順次希釈液を測定していき、コントロールの発光値を半分にする値が10~1%にあった場合、さらに希釈の程度を7.5% \rightarrow 5.0% \rightarrow 2.5%として測定した。各希釈段階で2回ずつ測定し平均を用いた。コントロールとしての0.1M リン酸緩衝液の発光値を1/2にする“煮こごり”試料の最終濃度をIC₅₀値と定義した。

IC₅₀値は下記の(1)式より計算した。

$$\text{Log} (I_0/I) \times 100 = 30.103 \cdots \cdots (1)$$

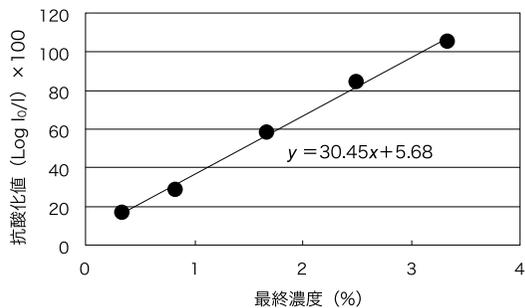


図1 抗酸化値と最終濃度との関係

ただし、この場合のI₀及びIは次のように定義される。

I₀: リン酸緩衝液の発光値

I: 煮こごり試料の発光値

これを満たす時の上記Iの“煮こごり”試料濃度がIC₅₀値(%)であり、この数値が小さいほど抗酸化能が強いことを示す。なお、(1)式のLog(I₀/I)×100を抗酸化値と称している。ちなみに図1は一例としてサケの頭の酒添加試料の場合を示したものであり、この試料のIC₅₀値は0.81%である。

8) 官能評価

調味料を添加した“煮こごり”試料の嗜好度をみるために、本学調理科学研究室員(女性)20名をパネルとして、順位法による官能評価を行い、Newell&Macfarlane法を用いて検定した。次いで、最も好まれた調味料添加“煮こごり”試料と対照の水煮“煮こごり”試料との嗜好性を比較するために、図2に示す官能評価用紙を用いて、硬さ、べたつき感、飲み込みやすさ、ざらつき及びにおい(魚臭)の各項目について評点法による7段階評価を行い、結果をt検定で解析した。基準試料は対照の水煮試料である。

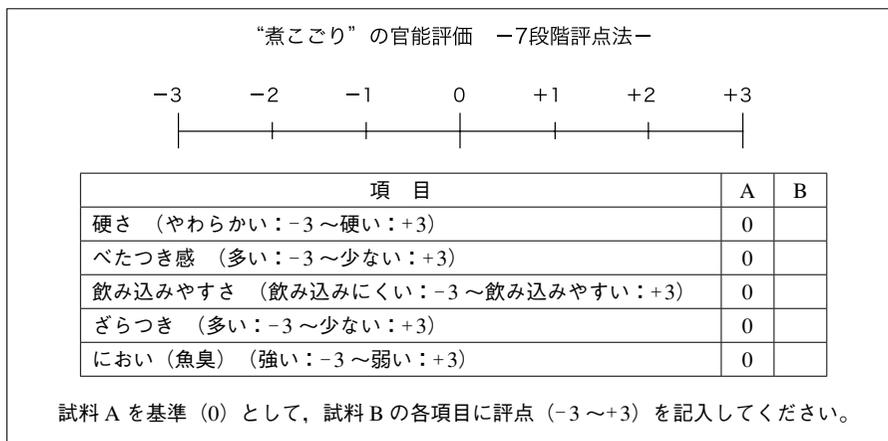


図2 官能評価用紙

2. 結果及び考察

1) サケの頭で調製した“煮こごり”の調理特性ならびに高齢者用食品に適した“煮こごり”ゲルの加熱時間の検討

未利用部のサケの頭を材料として調製した“煮こごり”の調理特性を明らかにするために、煮汁の pH 及び透過色の測定と“煮こごり”ゲルの破断試験ならびに SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動分析を行い、その結果を図3～6に示した。

図3、図4の結果より、煮汁の透明度は加熱初期から白濁しており、加熱時間を通して大きな変化はみられなかったが、煮汁の pH は加熱時間の経過に伴いやや低下する様子が観察された。

それに対して、“煮こごり”ゲルの破断応力は加熱時間の経過に伴い変化していることがわかる(図5)。図中、縦軸の最大目盛りは $1 \times 10^4 \text{Pa}$ となっているが、これは高齢者用食品の食品群別許可基準(咀嚼嚥下困難者用)¹⁴⁾に適合する硬さ

の範囲である。図からわかるように加熱10分から加熱60分において、すべて高齢者用食品の食品群別許可基準(咀嚼嚥下困難者用)¹⁴⁾に適合する硬さのゲルが得られている。また、加熱20分をピークにそれ以降の加熱時間においてはゲル強度の低下が観察されたが、この長

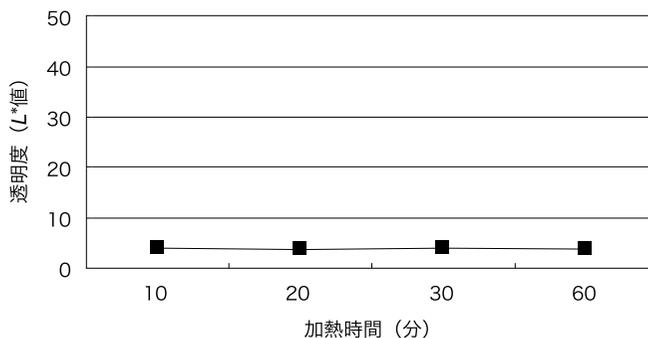


図3 煮汁の透明度に及ぼす加熱時間の影響

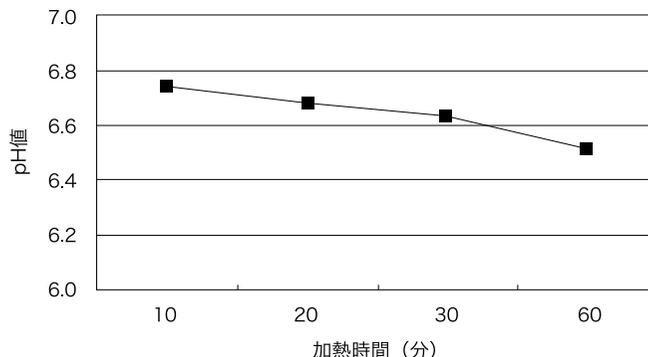


図4 加熱時間に伴う煮汁のpHの変化

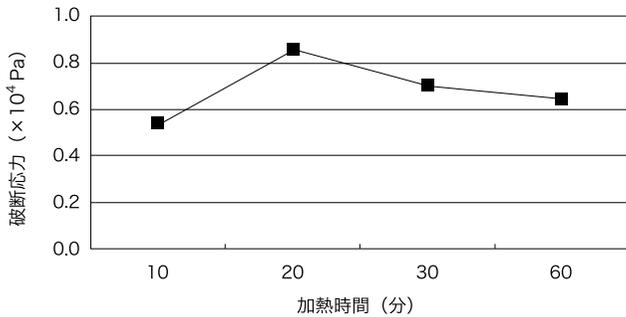


図5 加熱時間の経過に伴う破断応力の変化 (煮ごり材料：サケ頭)

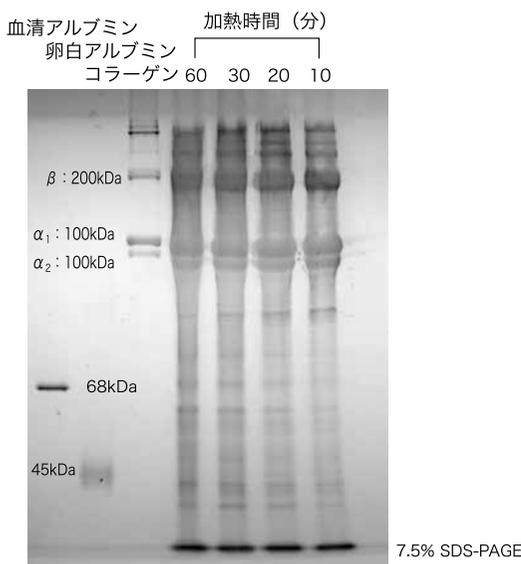


図6 加熱時間の異なる煮汁中のたんぱく質分子量分布

ゲル濃度：7.5%

標準液：血清アルブミン，卵白アルブミン，コラーゲン

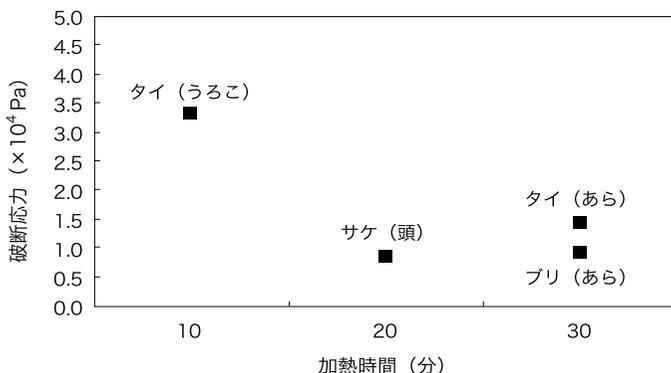


図7 各種魚類未利用部“煮ごり”の最適加熱時間での破断応力

時間加熱によるゲル強度の低下は、電気泳動分析結果(図6)からも煮汁中に溶出したコラーゲンが長時間加熱により熱加水分解されていることが観察され、コラーゲンが低分子化していることが原因と考えられた。

次に各種未利用部を材料として調製した“煮ごり”の最適加熱時間での破断応力の結果を図7に示した。

これはブリのあら、タイのあら及びうろこ、サケの頭をそれぞれ10～60分定時間加熱した試料より得られたゲルの破断応力結果であるが、高齢者用食品の食品群別許可基準(咀嚼困難者用)¹⁴⁾に最も適合する硬さが得られる加熱時間として、ブリのあら30分、タイのあら30分、タイのうろこ10分、サケの頭20分に設定している。図中、縦軸の最大目盛りは 5×10^4 Paとなっているが、これは高齢者用食品の食品群別許可基準(咀嚼困難者用)¹⁴⁾に適合する硬さの範囲である。サケの頭を材料として調製した“煮ごり”はタイなどの魚の未利用部試料に比べ、やや軟らかいゲルを形成することが明らかとなった。

2) サケの頭ならびに各種魚類の未利用部で調製した水煮“煮ごり”のペルオキシラジカル捕捉活性

サケの頭ならびに各種魚の未利用部を材料として調製した水煮“煮ごり”試料のペルオキシラジカル捕捉活性を図8に示した。

図中 IC₅₀ 値が小さいほどラジカルの発生が抑制されていることを示しているが、魚類の未利用部の違いによって IC₅₀ 値に差が見られることが明らかとなった。すなわち、各種魚類の未利用部位で調製した“煮ごり”のラジカル捕捉活性は、タイのうろこ (IC₅₀

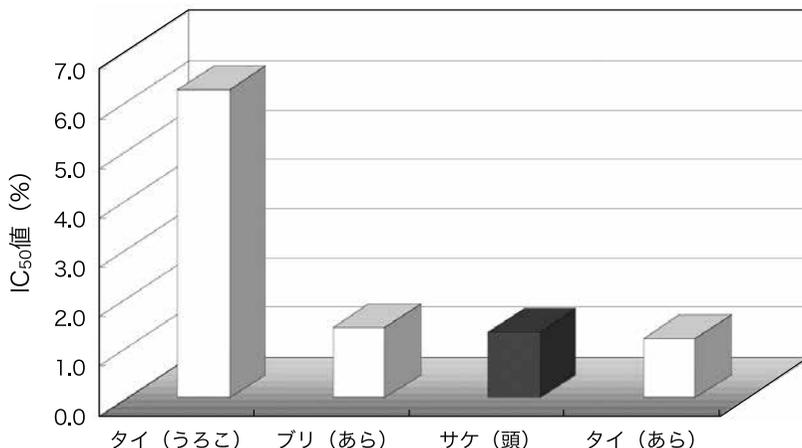


図8 各種魚類未利用部で調製した水煮“煮ごり”のペルオキシラジカル捕捉活性

値：6.232%) <ブリのあら (同：1.424%) <サケの頭 (同：1.337%) <タイのあら (同：1.206%) の順で高くなり、特にタイのあらで調製した“煮ごり”のラジカル捕捉活性が最も高くなった。

魚類脂質の脂肪酸組成は牛肉、豚肉、鶏肉などと異なり¹⁹⁾、n-3系多価不飽和脂肪酸が非常に多く、特に脂質含量の高い旬の魚は美味とされている。エイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) などのn-3系高度不飽和脂肪酸は、脳血管疾患や心臓病のような動脈硬化が関与する疾患の発症を防ぐ作用があるが、一方で高度不飽和脂肪酸は極めて酸化しやすく、このことが魚肉の酸化安定性が悪い原因となっている。しかし、図8からわかるように、いずれも“煮ごり”自体に高い抗酸化能を有し脂質過酸化を抑制していることから、煮ごり由来のコラーゲン分解物がペルオキシラジカル捕捉活性に大きく寄与していることが推測された。原田ら²⁰⁾は、サンマ鱗を酢酸抽出して得たコラーゲンをペプシン分解し、そのペプチド画分から抗酸化活性及びヒドロキシラジカル消去能の高い画分を見出している。以上のことから、“煮ごり”試料間のラジカル捕捉活性の相違は、煮ごり中に含まれるコラーゲンの

ペプチド画分の相違、あるいは抗酸化成分の含有量の相違によるとも考えられるため、今後さらに検討が必要である。

3) 醤油ならびに味噌で調味した未利用部位調製“煮ごり”のペルオキシラジカル捕捉活性

サケの頭ならびに各種未利用部を材料として調製した水煮“煮ごり”試料とこれら試料に醤油 (濃口) を添加して調製した試料のペルオキシラジカル捕捉活性をIC₅₀値として図9に示した。

図中、各試料の左棒グラフが水煮“煮ごり”試料、右棒グラフが濃口醤油で調味した試料のIC₅₀値を示している。醤油を添加した各試料のラジカル捕捉活性は、タイのあら (IC₅₀値：0.259%) <サケの頭 (同：0.133%) <タイのうろこ (同：0.123%) <ブリのあら (同：0.100%) の順で捕捉活性が増し、いずれの試料も水煮試料 (タイのあら 1.206%、サケの頭 1.337%、タイのうろこ 6.232%、ブリのあら 1.424%) と比較して、醤油が添加されることによりペルオキシラジカル捕捉活性が増強される結果となった。これは水煮“煮ごり”試料に醤油を添加することでさらに大きな脂質酸化抑制効果が得られることを示している。

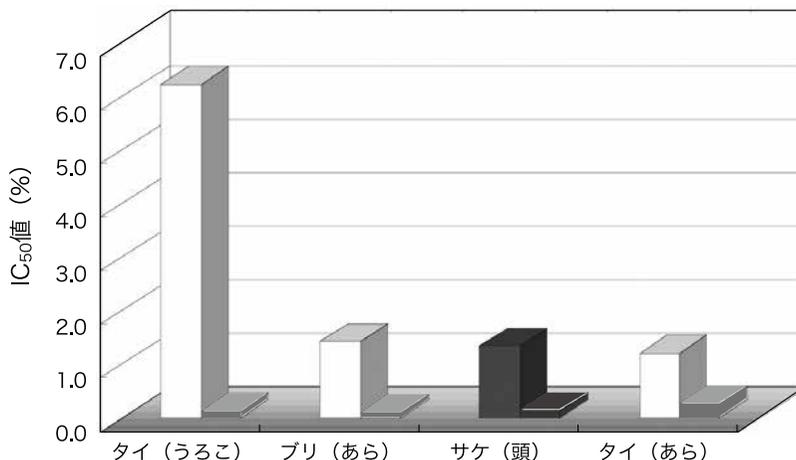


図9 各種魚類末利用部で調製した醤油添加“煮ごり”のペルオキシラジカル捕捉活性

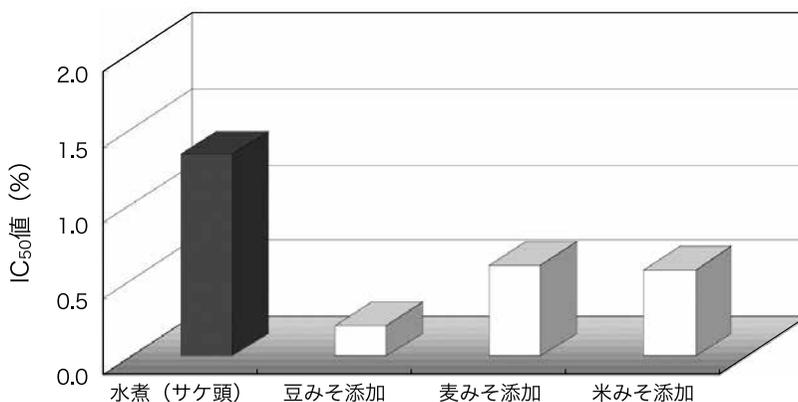


図10 味噌の種類を変えて調製した“煮ごり”のペルオキシラジカル捕捉活性 (材料：サケ頭)

日本の伝統的な発酵調味料である醤油(濃口)は大豆と小麦を主原料とし、アミノ酸、ペプチド、メラノイジンやイソフラボン類などの抗酸化成分を多数含有している。さらに醤油はこれら成分に加えて、製麴工程中に高い抗酸化性を示す8-ヒドロキシダイゼイン(8-OHD)及び8-ヒドロキシゲニステイン(8-OHG)を生成することが報告されている²¹⁾。この成分は、特に大豆を主原料として製麴を行った溜り醤油などに高濃度に存在するが、我々の今回の実験結果に於いて、大豆と小麦を1:1の割合で原料とする濃口醤油を添加して調製した試料にも煮ごり中の脂質酸化抑制効果が大である結果が得られた(図9)。

次に、サケの頭で調製した水煮“煮ごり”試料を対照として、原料の異なる味噌3種類(豆味噌、麦味噌、米味噌)を各々添加した試料のペルオキシラジカル捕捉活性のIC₅₀値を図10に示した。

味噌は醤油とならんで日本古来の伝統的な発酵調味料であり、その原料となる大豆が高い脂質含量(約20%)としかも高度不飽和脂肪酸(約60%)を多量含有しているにもかかわらず、酸化的劣化が少なく保存性の高い食品として知られている。

図10より、各種味噌を添加した“煮ごり”試料のIC₅₀値は対照の水煮“煮ごり”試料に比べて低く、味噌を添加することでペルオキ

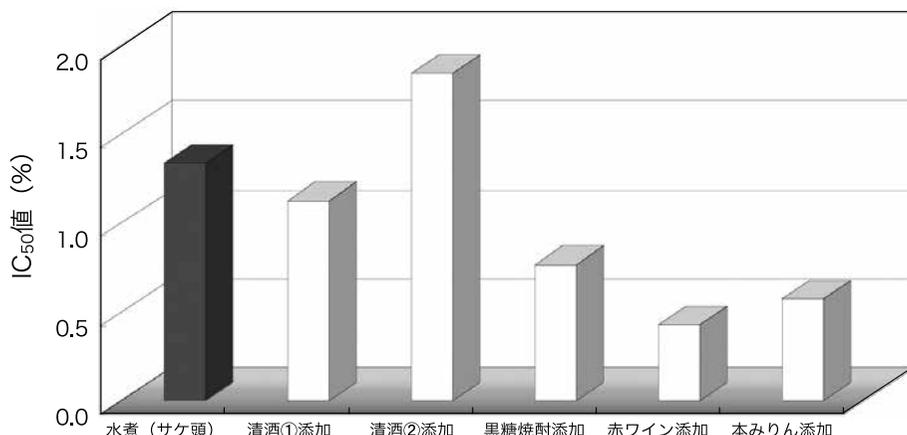


図 11 各種酒添加“煮こごり”のペルオキシラジカル捕捉活性 (材料：サケ頭)

シラジカル捕捉活性が増強される結果が得られた。味噌も醤油と同様に発酵というプロセスの中でラジカル種を捕捉・消去して不飽和脂肪酸の過酸化を抑制する物質を産生すると考えられ、江崎らは味噌醸造において8-ヒドロキシダイゼイン (8-OHD) 及び8-ヒドロキシゲニス테인 (8-OHG) に加え、6-ヒドロキシダイゼイン (6-OHD) を産生するとの報告^{22~24)}をしている。これら8-OHD, 8-OHG, 6-OHDなどのオルトジヒドロキシイソフラボン (ODI) は蒸煮大豆に直接麹菌を接種して発酵させることで産生される。特に豆味噌、たまり醤油、濱納豆などに多く存在している。本実験結果 (図10) においても特に豆味噌を添加した試料のIC₅₀値が最も低く、“煮こごり”試料中の脂質過酸化や各種成分の酸化的劣化を抑制していることが示唆された。

また、麹菌は醤油や味噌の他に清酒、甘酒、焼酎や本みりんにも古くから利用されているた

め、参考データとして各種酒類を添加した“煮こごり”試料のペルオキシラジカル捕捉活性のIC₅₀値を図11に示した。添加する清酒は特に各醸造メーカーによって“煮こごり”試料のIC₅₀値に差が出るのが明らかとなり、酒類が“煮こごり”のペルオキシラジカル捕捉活性に及ぼす影響については今後詳細に検討する必要がある。

4) サケの頭で調製した調味料添加“煮こごり”試料の官能評価

サケの頭を材料として調製した“煮こごり”はサケ特有の生臭さが際立ち、そのままで食するのは困難である。さらに、“煮こごり”は砂糖や醤油などの調味料で味付けされたものを食するのがほとんどである。そこで、“煮こごり”に添加する調味料の嗜好的に好まれる種類や加えられる量を検討するため、醤油や砂糖を添加した調味料添加“煮こごり”試料を調製し、調味料を添加しない水煮“煮こごり”試料を対照

表 1 サケの頭で調製した“煮こごり”の官能評価—順位法—

	水煮試料 (対照)	醤油 5.0wt% + 砂糖 3.0wt% 添加試料	砂糖 5.0wt% 添加試料	醤油 5.0wt% 添加試料	醤油 7.5% + 砂糖 3.0wt% 添加試料
順位合計点	96 ^a	47 ^b	76 ^a	46 ^b	35 ^b

n = 20, 異符号間で有意差あり。

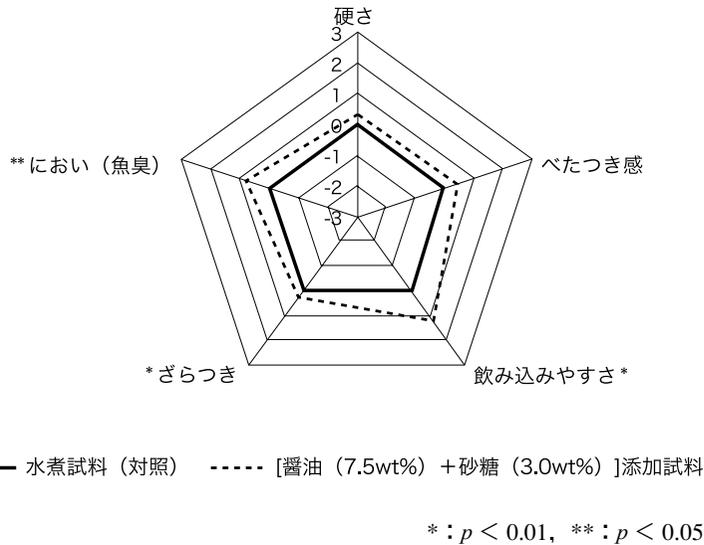


図 12 サケの頭で調製した“煮こごり”の官能評価—評点法—

として順位法による官能評価を行った。結果を表 1 に示した。

表中の数字は順位合計点を表し、数の少ないほど評価が大であることを示している。結果より、醤油が添加された試料が好まれる傾向を示し、中でも [醤油 7.5wt% + 砂糖 3.0wt%] 添加試料が最も高い評価を得た。醤油を添加することで魚臭が大きく改善され食べやすくなったものと考えられる。

次いで、[醤油 7.5wt% + 砂糖 3.0wt%] 添加試料と対照の水煮“煮こごり”試料との嗜好性を比較するために、7段階評点法による官能評価を行った。その結果を図 12 に示した。

「におい」はおいしさに関わる因子であり、「硬さ」、「べたつき」、「飲み込みやすさ」及び「ざらつき」は咀嚼・嚥下用食品として誤嚥を配慮するための重要な因子となる。図 12 での実線が対照の水煮“煮こごり”試料であり、それより外側に破線が広がるほど好ましい状態を示しているが、[醤油 7.5wt% + 砂糖 3.0wt%] 添加試料は対照の水煮“煮こごり”試料に比べて、「飲み込みやすさ」及び「ざらつき」において 1% 危険率で有意差がみられた。さらに、「におい」

(魚臭) については 5% 危険率で有意差が認められた。

以上の力学測定、抗酸化測定及び官能評価結果から、未利用部「サケの頭」で調製した“煮こごり”の摂取はゲル状食品としても健康機能食品としても好ましい食べ物であることが実証された。

5) “煮こごり”の製品化に向けて

上記の結果を受け、官能評価において最も好まれた [醤油 7.5wt% + 砂糖 3.0wt%] 添加“煮こごり”試料を凍結乾燥し、保存性と利便性をそなえた“煮こごり”の製品化を試みた。

凍結乾燥後の“煮こごり”乾燥試料の重量は元重量の約 7% 程度となり、その水戻し条件を検討したところ、“煮こごり”乾燥試料はゼラチン分解が生じない 50℃程度の湯に容易に溶解することが明らかとなった。そして、その凍結乾燥後の“煮こごり”試料と凍結乾燥前の“煮こごり”試料のゲル強度を比較したところ、凍結乾燥後の“煮こごり”試料はややゲル強度が低下する傾向を示したが、両者に大きな差は見られなかった。このことから、サケを材料として調製した調味料添加“煮こごり”試料は乾燥

→水戻しという操作を加えても高齢者用食品としては物性面に大差はないと考えられた。さらに、凍結乾燥前後の“煮ごり”試料のペロキシラジカル捕捉活性を測定したところ、乾燥前：IC₅₀ 値 0.27%，乾燥後：IC₅₀ 値 0.34%となり、凍結乾燥後の“煮ごり”試料は乾燥前の試料と比較してラジカル捕捉活性はやや低下するが、製品に大差は見られないことから、健康機能面においても好ましいものと考えられた。

動物の硬たんぱく質から得られる通常のゼラチン系ゲル化剤は、10℃以下でないとゲル化しない上、夏場では保存が困難な食材であるが、本実験試料とした未利用部「サケの頭」から抽出されたコラーゲン分解物である“煮ごり”ゲルに調味料を添加して凍結乾燥することで、保存性と利便性が向上することが明らかとなった。“煮ごり”を製品化する上で凍結乾燥法を用いるということはコストが高くなるという一面もあるが、健康機能面や生産・流通面についての詳細なノウハウをさらに検討すれば、今後実用化は近いと考えられた。

おわりに

近年、環境問題や資源問題への関心の高まりから、廃棄物のリサイクルなど循環型社会の確立を目指した色々な取り組みが行われている。未利用の水産加工残渣も新たな食品素材や

機能性素材として有効利用しようという活動も活発になってきている。これまで廃棄されてきた未利用部「サケの頭」を日本の伝統的な料理である“煮ごり”として利用することは廃棄物のゼロ・エミッションに貢献できるものと考えられる。そして、近來の高齢化社会におけるQOLの向上のために有用な食品開発が緊急に望まれる状況の中で、物性面、健康機能面、嗜好面からの検討を行い保存性と利便性をそなえた“煮ごり”を開発することは、高齢者食品として大いに期待できるものと考えられる。

現在、我々は“煮ごり”調製後に生じる残渣、すなわち二次廃棄物にも注目し、これを粉末状にして調理加工用素材及びペットフードとして再利用し、栄養・嗜好・健康機能面から優れた食品の開発を試みている²⁵⁾。これら研究が食品産業界で問題となっている廃棄物処理問題を解決するヒントになり、廃棄物のゼロ・エミッションに大きく貢献できることを期待したい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、貴重なご指導、ご助言を賜りました独立行政法人水産大学校原田和樹教授に深く感謝し、御礼申し上げます。また、実験試料をご提供いただきました(株)カネセフーズ魚谷益三氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 聞き書 東京の食事：日本の食生活全集 東京，農山漁村文化協会，東京，148-149（1988）
- 2) 聞き書 宮城の食事：日本の食生活全集 宮城，農山漁村文化協会，東京，294（1990）
- 3) 大阪あべの辻調理師専門学校：調理の基本大図鑑，講談社，86（1998）
- 4) 杉田浩一：調理の科学 5 煮る 人類の知恵の象徴，キッコーマン技術情報，**117**: 10-13（1998）
- 5) 永塚規衣，海宝朝実，倉内真友美 他：“煮ごり”のゲル化の研究 - 材料及び調理条件の影響について -，日本食生活学会誌，**15**: 247-252（2005）
- 6) 永塚規衣，大川祐輔，木元幸一 他：“煮ごり”のゲル化の研究 - 調味料添加の影響 -，日本食生活学会誌，**16**: 320-326（2006）

- 7) Nagatsuka, N., Okawa, Y., Kimoto, K. *et al*: A study on gelation of chicken “Nikogori” (jelly-shaped food): Change of soluble components and rheological properties under several heating conditions. *J.Home Econ.Jpn.*, **57**: 453-460(2006)
- 8) Nagatsuka, N., Harada, K., Ando, M. *et al*: Effect of soy sauce on the antioxidative capacity of the gelatin gel food ‘Nikogori’ measured using the chemiluminescence method. *Int.J.Mol.Med.*, **16**: 427-430 (2005)
- 9) Nagatsuka, N., Harada, K., Ando, M. *et al*: Radical scavenging activity of chicken jelly soup as the medicated diet ‘Yakuzen’ made from gelatin gel food ‘Nikogori’ measured using chemiluminescence and electron spin resonance (ESR) methods. *Int.J.Mol.Med.*, **18**: 107-111 (2006)
- 10) 永塚規衣, 原田和樹, 安藤真美 他: 化学発光(ケミルミネッセンス)法による醤油添加“煮ごり”のラジカル捕捉活性効果—“煮ごり”材料及び醤油の種類による影響—, 日調科誌, **40**: 179-183 (2007)
- 11) 福田裕: 秋サケの利用加工①秋サケの内臓, 骨, 精巢などを魚肉煉製品に利用する試み(各部位の魚肉ゲル化に及ぼす影響), 水産の研究, **6**: 92-100 (1987)
- 12) Nagatsuka, N., Sato, K., Harada, K. *et al*: Radical scavenging activity of ‘Nikogori’ gelatin gel food made from head, bone, skin, tail and scales of fishes measured using chemiluminescence method. *Int.J.Mol.Med.*, **20**: 843-847(2007)
- 13) 永塚規衣, 原田和樹, 長尾慶子: 化学発光(ケミルミネッセンス)法を用いた魚類の未利用部位調製“煮ごり”のラジカル捕捉活性, 生活科学研究所研究報告書, **31**: 75-80 (2008)
- 14) 栄養調理関係法令研究会: 栄養調理六法, 新日本法規, 愛知, 618-619 (2007)
- 15) Harada, K., Ando, M., Kitao, S. *et al*: Measurement of antioxidative capacity of fish sauce using chemiluminescence method. *Fish Sci.(in Japanese)*, **68** (Suppl. 2): 1437-1440(2002)
- 16) Harada, K., Okano, C., Kadoguchi, H. *et al*: Peroxyl radical scavenging capability of fish sauces measured by the chemiluminescence method. *Int.J.Mol.Med.*, **12**: 621-625 (2003)
- 17) Ando, M., Harada, K., Kitao, S. *et al*: Relationship between peroxyl radical scavenging capability measured by e method and an aminocarbonyl reaction product in soy sauce. *Int.J.Mol.Med.*, **12**: 923-928(2003)
- 18) Kitao, S., Fujii, K., Teramoto, M. *et al*: Rapid and sensitive method for evaluation of radical-scavenging activity using peroxyl radicals derived 2,2’-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride and luminol chemiluminescence. *Food Sci.Technol.Res.*, **11**: 318-324(2005)
- 19) Sioen, I.A., Pynaert, I., Matthys, C. *et al*: Dietary intakes and food sources of fatty acids for Belgian women, focused on n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids* **41**: 415-422(2006)
- 20) 末綱邦男, 前川敬世, 陳俊榮 他: 魚鱗コラーゲンのペプシン消化物からの酸化化ペプチドの分離と同定, 水産大学校研究報告, **52**: 57-62 (2004)
- 21) 江崎秀男, 川岸舜朗, 大沢俊彦: 醤油中のオルトジヒドロキシイソフラボン含量とその酸化性, 日食科工誌, **49**: 476-483 (2002)
- 22) 江崎秀男, 川岸舜朗, 井上昂 他: 味噌中のオルトジヒドロキシイソフラボンとその酸化性, 日食科工誌, **48**: 51-57 (2001)
- 23) 江崎秀男, 川岸舜朗, 渡部綾子 他: 豆味噌醸造中のオルトジヒドロキシイソフラボンの生成と変動, 日食科工誌, **48**: 189 - 195 (2001)
- 24) 江崎秀男, 川岸舜朗: 大豆発酵食品における *o*-ジヒドロキシイソフラボンの形成とその抗酸化的作用 豆味噌を中心にして, 日本醸造協会誌, **97**: 39-45 (2002)
- 25) 永塚規衣, 小松あき子, 原田和樹 他: 鮭の頭で調製した“煮ごり”残渣部の食品への利用 - 残渣入りパウンドケーキの嗜好性と酸化性の検討 -, 日調科誌, **42**: 404-409 (2009)

海苔に含まれる新しい抗酸化成分

豊崎 俊幸*

* TOYOSAKI Toshiyuki (香蘭女子短期大学 食物栄養学科)

KeyWords：海苔・*P. yezoensis* Ueda・抗酸化成分・リボフラビン

はじめに

海苔は日本の食文化を代表する食品であり、平素の食卓にはなくてはならない食品として日本人に深く浸透している。海苔を栄養学的に捉えた場合、タンパク質、脂質を中心にミネラルあるいはビタミン類等を多く含む多成分系であることから、食品化学分野の立場から見るとほぼ完璧に近い食品である。例えば、ミネラルに関しては、カルシウムの含有率が、牛乳に比較して約8倍含んでいる。また、 β -カロテンは人参に匹敵するレベルの含有率を有している。ビタミンB₁₂や葉酸の含有率もほうれん草に比較して約2倍量含んでいる。また、食物繊維の含有率は40%以上である。脂肪酸に関してはイコサペンタエン酸(EPA)が約50%含まれている。さらには、タウリンの含有率も1~2%であり、海苔1枚当たり30~36mgを含んでいることになる。

ところで、海苔に関する研究は古く、医学分野、化学分野あるいは生化学分野で数多くの優れた報告がある^{1~9)}。著者は食品化学分野の立場から、海苔の持つ未知なる特徴を模索するためにこの数年間様々な角

度から追跡してきた。その結果、あらたな抗酸化成分を確認した¹⁰⁾ので、本著ではそれらの内容について述べる。なお、本研究で使用した海苔(あおさ海苔)は、*P. yezoensis* Ueda; scientific name, *Porphyra yezoensis*; collection place, Ariake Sea; register number, TNS-AL-4447であることを付け加えておく。

1 海苔(あおさ海苔)から抽出した水溶液の抗酸化効果と特徴

海苔を0.1Mのリン酸緩衝液(pH 8.6)とともにホモジナイズした後、濾紙で濾過して得た抽出水溶液について色々な条件下で抗酸化効果

表1 海苔抽出溶液に対する透析、熱および光照射による抗酸化効果の比較

Treatment	Antioxidant activity (%)*
None	100
Dialyzed against Tris-HCl buffer, pH 8.0	87.4
NaCl-phosphate buffer, pH 7.0	88.2
Heated for 30 min at 40°C	72.8
Heated for 30 min at 60°C	51.7
Irradiated for 30 min at 4200 lux	12.4
Irradiated for 30 min at 53,000 lux	2.34

*. Mean of the three measurements, each made in duplicate.

を確認したところ、非常に面白い結果が得られた。その結果を表1に示した。まず、Tris-HCl 緩衝液 (pH 8.0) あるいは NaCl-リン酸緩衝液 (pH 7.0) に対して透析した試料について抗酸化効果をみると、共に約 88% ほどの抗酸化効果が確認された。40℃で 30 分加熱すると 72.8%，さらに 60℃で 30 分加熱すると約半分の 51.7% の抗酸化効果を示した。この段階での情報から、抗酸化効果を示した成分の特徴は、高分子であり、熱に対してかなり安定であることが推察できる。いっぽう、抽出水溶液を光照射してみると、非常に興味ある知見が得られた。照度の異なる条件下で光照射した後、抗酸化力を測定すると、4,200 lux で 30 分光照射すると 12.4% の抗酸化力しか示さなかった。さらに 53,000 lux で 30 分光照射すると 2.34% しか抗酸化力を示さず、ほとんど抗酸化効果が失われた。このことから、抗酸化効果を有する成分の特徴は光に非常に不安定であることが明らかとなった。

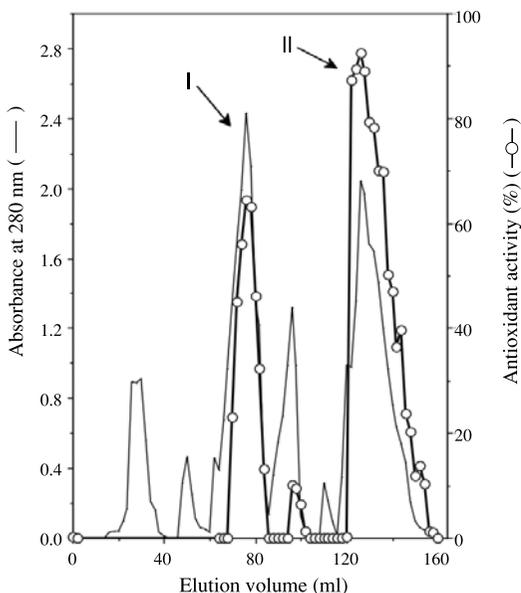


図1 海苔抽出抽出水溶液の DEAE-Cellulose column による抗酸化成分の分離・精製と抗酸化力の変化

2. 抽出水溶液からの抗酸化成分の分離・精製

抽出水溶液から抗酸化成分を色々な分離手段を利用して最終的に単一成分として得た。まず、DEAE-cellulose を用いて分離・精製を試みた。その結果を図1に示した。Elution volume 70-90ml 画分に I のピークと 120-160ml 画分に II のピークが得られ、併せて両ピーク画分には抗酸化効果が確認された。また、図2に示したように、ピーク I および II 画分のリボフラビン量を測定すると、II のピークのみにもリボフラビンの存在が確認された。このことから抗酸化効果を示した成分は、リボフラビンが何らかのかたちで関与していることを強く示唆した。

次に、Bio-Scale Empty column を利用して II のピークについて分離・精製を試みた。その結果を図3に示した。Elution volume 20-40ml に A 画分のピークが確認され、併せ 40-70ml の画分に B 画分のピークが確認された。A および B

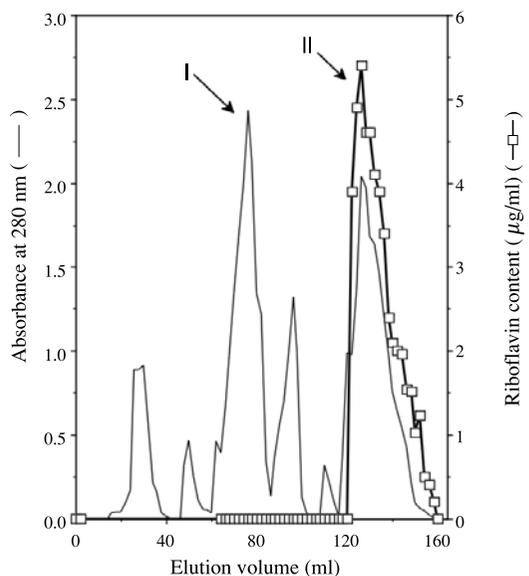


図2 海苔抽出抽出水溶液の DEAE-Cellulose column による抗酸化成分の分離・精製とリボフラビン量の変化

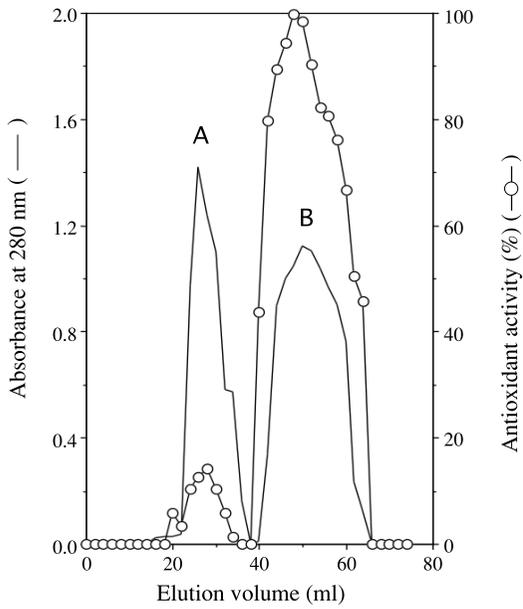


図3 II画分のBio-Scale Empty columnによる分離・精製および抗酸化力の変化

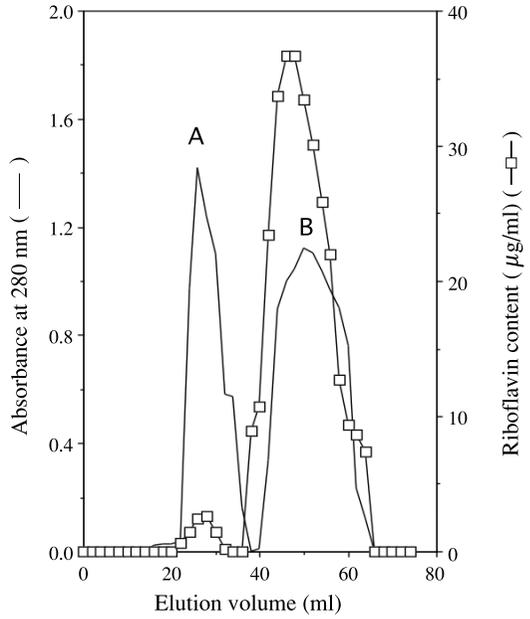


図4 II画分のBio-Scale Empty columnによる分離・精製およびリボフラビン量の変化

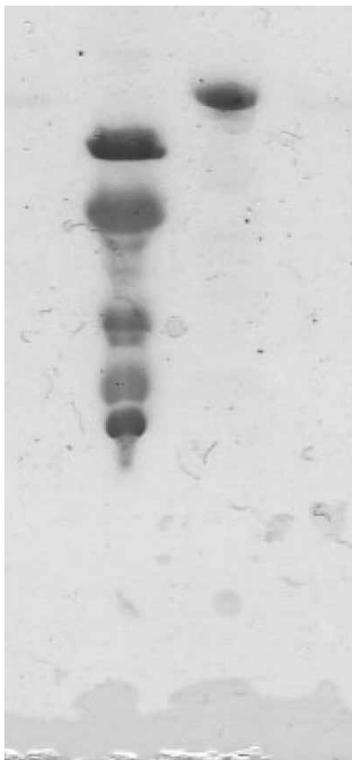


図5 AおよびB画分のSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動

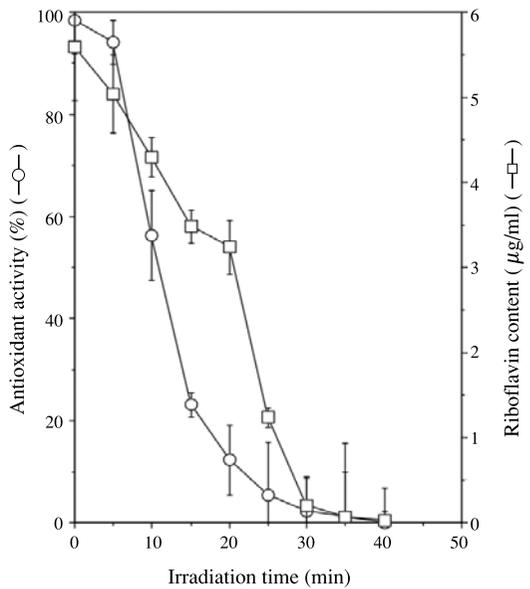


図6 B画分における照射時間ともなう抗酸化力およびリボフラビン量の変化

画分について抗酸化力を測定すると、B画分のみ強い抗酸化力が確認された。また、図4に示したように、リボフラビン量はB画分のピークのみ確認された。そこで、AおよびB画分についてポリアクリルアミドゲル電気泳動を試みた。その結果を図5に示した。この結果からA画分は多くのタンパク質画分が確認されたが、B画分は単一バンドとして確認された。単一バンドの分子量は約52.2 kDaであった。

3. B画分の抗酸化作用の特徴

B画分について、抗酸化力とリボフラビン量との関係について検討した。両者の関係を調べるためには、B画分に光照射時間と抗酸化力との関係から議論することで、真の抗酸化成分がどのようなものかを追跡できる。図6に光照射

時間に対して抗酸化力とリボフラビン量との関係をプロットした結果を示した。光照射時間が長くなるとともに抗酸化力は低下し、併せてリボフラビン量も減少傾向を示した。この結果から、タンパク質に結合しているリボフラビン自身に抗酸化効果があることを示唆している。

4. B画分のリボフラビンの存在

B画分にリボフラビンの存在を確認するために、¹H-NMRを用いて検討下結果を図7に示した。解析の結果、確かにリボフラビンがタンパク質に結合していることが確認された。

まとめ

今回、海苔に存在する新しい抗酸化成分として、52.2 kDaの大きな分子量をもつタンパク質

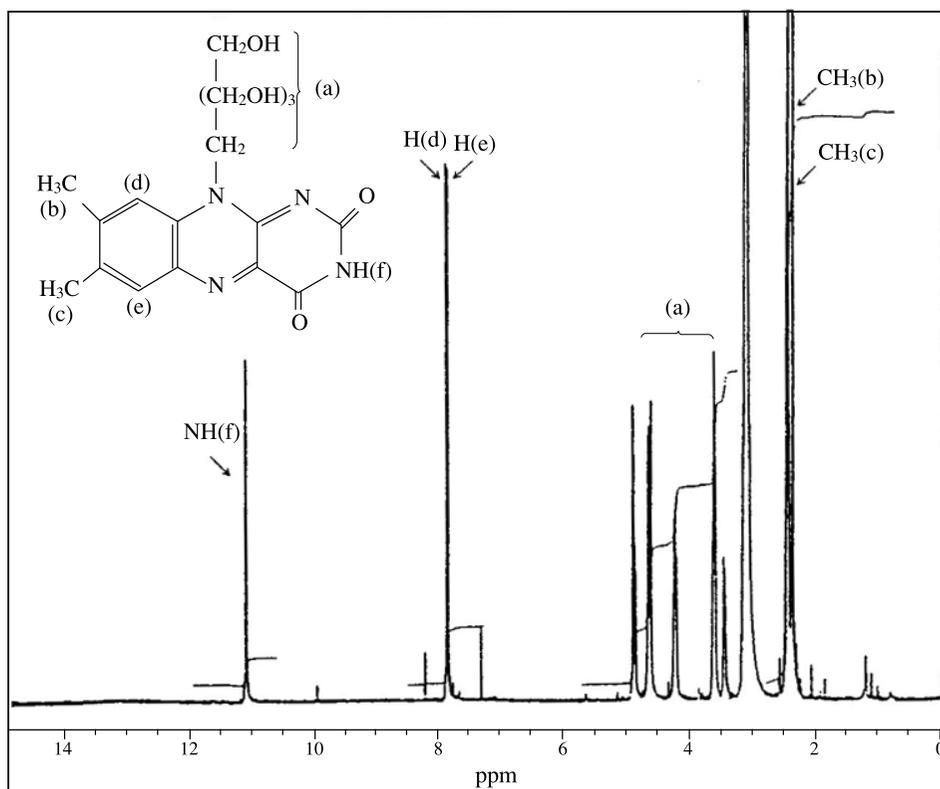


図7 B画分におけるタンパク質結合リボフラビンの¹H-NMR

が確認され、抗酸化力を発揮する真の成分はリボフラビン自身にあることが明らかとなった。

平素摂食している海苔には主要な栄養成分の確保の他に、抗酸化成分の補給も同時に行うこ

とができる。この点から健康の維持・増進の立場から、海苔の付加価値が多いに高まることを期待する。益々、海苔を摂食する機会が増えてくれることを願う次第である。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 引用文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

- 1) Noda H (1989): Antitumour activity of polysaccharides and lipids from marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 1265-1271.
- 2) Eenö T, Gerald B & Yuan-Chun M (1994): Quantitative estimation of betaines in commercial seaweed extracts using overpressured layer chromatography. *J. Appl. Phycol.* **6**, 469-473.
- 3) Greg C, Valerie J P, Mark E H & William F (1997): Are tropical herbivores more resistant than temperate herbivores to seaweed chemical defenses diterpenoid metabolites from *Dictyota acutiloba* as feeding deterrents for tropical versus temperate Fishes and urchins. *J. Chem. Ecol.* **23**, 289-302.
- 4) Suetsuna K (2002): Identification of an antihypertensive peptides from peptic digest of Wakame. *J. Nutr. Biochem.* **11**, 450-454.
- 5) Suetsuna K (1998): Purification and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from the alga *porphyra yezoensis*. *J. Marine Biotech.* **6**, 163-167.
- 6) Kitade Y (1999): Preliminary study on early development of monospore of *Prophra yezoensis* (*Bangiales*, *Rhodophyta*). *Fish Genetic. Breed Sic.* **28**, 27-34.
- 7) Kitade Y (2002): Isolation of cDNA encoding a homologue of actin from *Prophra yezoensis* (*Rhodpphyta*). *J. Appl. Phycol.* **14**, 135-141.
- 8) Christine H & Ricardo IS (2004): Feeding preference of *Littorina* snails (*Gastropoda*) for bleached and photosynthetic tissues of the seaweed *Mazzaella parksii* (*Rhodophyta*). *Hydrobiologia*, **513**, 239-243.
- 9) Hai Q L, Ji-Young C, Hyun-Woung S, Nam G P & Yong-Ki H (2007): Microalgal growth enhancement by levoglucosan isolated from the green seaweed *Monostroma nitidum*. *J. Appl. Phycol.* **19**, 175-180.
- 10) Toyosaki T & Iwabuchi M (2009): New antioxidant protein in seaweed (*Porphyra yezoensis* Ueda) *Int. J. Food Sci. Nutri.*, **60**(S2), 46-56.

山菜のシドケ（モミジガサ）に含まれる 機能性物質の癌細胞に対する作用

木村 賢一*

*KIMURA Ken-ichi (岩手大学農学部)

KeyWords：シドケ（モミジガサ）・機能性物質・癌細胞

はじめに

1981年（昭和56年）に日本人の死因の第1位が癌になってからもうすぐ30年になるが、それは揺るぎのないものとして国民全体を不安に陥れている。しかし、わずか70年前に目を向ければ、死因の第1位から第3位までが細菌による感染症（肺炎、気管支炎、結核、胃腸炎）であったものが、カビや放線菌などの微生物天然資源から抗生物質（ペニシリンやストレプトマシシン）が発見されて実用化に至ったノーベル賞の研究により激減した^{1,2)}。また、現在の死因の第2位が心臓病、第3位が脳卒中であるが、それらについても、ノーベル賞候補と言われている我が国の遠藤章先生（バイオフィーム研究所長）によるカビからのスタチンの発見と実用化により^{2~4)}、動脈硬化の予防や治療に結びつき人類の寿命の伸びに大きく貢献し始めている。

さて、死因の第1位の癌については、1970年後半からの分子生物学の進展により、癌の原因遺伝子（癌遺伝子と癌抑制遺伝子）が同定され、それらに特異的に作用する分子標的薬が2000年になり多数始まってきたことは、細菌感染症、心臓病、脳卒中などと同様のことが、癌においても再現できる可能性が大いに

期待できる時代の到来を示唆している。例えば癌遺伝子に関わるEGFR（Epidermal Growth Factor Receptor）チロシンキナーゼ阻害剤のイレッサ（Iressa）などが肺癌の薬として、また、癌抑制遺伝子に関わるヒストンデアセチラーゼ（Histone Deacetylase (HDAC)）阻害剤のヴォリノスタット（Vorinostat）などが、皮膚T細胞型リンパ腫の薬として上市されている⁵⁾。一方で、癌細胞に特有な抗原に対するペプチドワクチン療法なども、副作用の少ない第4の治療法として現在臨床試験中にある⁶⁾。

このような時代背景において筆者らは、微生物、植物、食材、海藻などの天然資源より、癌を中心とした様々の疾病に関係したスクリーニング系を用いて、構造や生物活性の面で新しい低分子の生物活性物質（バイオプローブ）⁷⁾を探索し、その分子構造と作用メカニズムの研究（ケミカルバイオロジー）^{8,9)}を行っている。通常食されている食材由来の生物活性物質は、それを生かした機能を有する食品として疾病の予防に、食せない微生物や植物や海藻由来の生物活性物質は、医薬品開発のための母化合物として期待できる。ケミカルバイオロジーは、低分子の構造が明らかなら何らかの生物活性物質を用いて、その生物活性が関わる複雑な生命現象

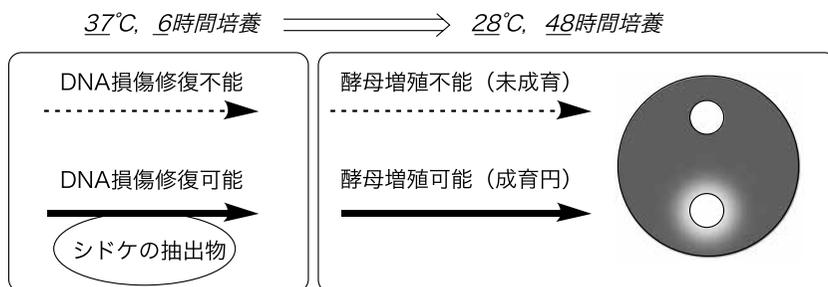


図1 DNA 損傷チェックポイントに関わる遺伝子変異酵母 (*cdc2-1 rad9Δ*) を用いた抗癌剤スクリーニングの概略図

を解析する学問であるが、同時に、その生物活性物質が医薬品や食品の機能性物質として応用される可能性が生じてくる^{8,9)}。医薬品開発においては、天然有機化合物、有機合成化合物に関わらずこれまでも行なわれていた研究であるが、それが食品の機能性物質研究でも行なわれるようになってきた^{10~12)}。例えば、特定保健用食品のアミールSは、高血圧薬であるカプトプリルなどの医薬品が分子標的とする、アンジオテンシン変換酵素を阻害するIPP、VPPのトリペプチドが機能性物質である¹¹⁾。このような観点に立ち我々は、これまでに前述のHDAC阻害スクリーニングを用いて、岩手県で栽培されている雑穀のアワとヒエからリノール酸を¹³⁾、お茶や紅茶からは、ホルモン依存性の前立腺癌や乳癌の予防を鑑み、性ホルモン合成に関わるCYP17 (17 α -hydroxylase/C17,20-lyase) 阻害剤として、エピガロカテキンガレートやテアフラビンを見出してきた¹⁴⁾。さらに、真核生物であり食品業界でも重要な微生物である出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の遺伝子が、ヒトの遺伝子と非常に類似点が高いことから、酵母を用いて抗癌活性に関わるスクリーニングを行なっている。

今回スクリーニングに用いた酵母は、広島大学大学院の土屋英子先生のグループが作製した*RAD9*という遺伝子を破壊した温度感受性の酵母 (*cdc2-1 rad9Δ* 株、これを遺伝子変異

酵母と呼ぶ) で、37°Cでその酵母を培養するとDNA損傷が誘導されるが、G₁/S期チェックポイント制御系が働かないため細胞周期を停止できず、異常なまま細胞分裂が起こってしまい急速に死滅する性質を有する(酵母は単細胞生物であるので癌はないが、癌に相当する病態だと捉えられる)。しかし、その時に細胞周期阻害剤や破壊した*RAD9*の下流へとシグナルを伝えるような活性化物質が共存すると、37°Cにおける致死効果が抑圧されて酵母が生育できるというものである(酵母における癌の状態が改善されたと捉える)¹⁵⁾(図1)。すなわち、癌の原因の一つである、正常細胞がDNA損傷を受けたことを監視するチェックポイント機構の異常に基づく、酵母の死滅をレスキューする活性(酵母が元気に生育する活性=物質の周りに生じる酵母の生育円)は、ヒトに対しても抗癌活性が期待できる。さらにこの系は、今まで通常行われていた菌の生育を阻害するというのではなく、酵母の生育を指標にしたポジティブスクリーニング系であることから、毒性が低く、特異性の高い化合物の発見へとつながる。実際に本系では、抗癌活性を有する医薬品ヒドロキシウレア (Hydroxyurea) やミコフェノール酸 (Mycophenolic acid) が生育円を示すことから、得られた化合物は人でも有効性を示す可能性が高いと思われる(図2)。

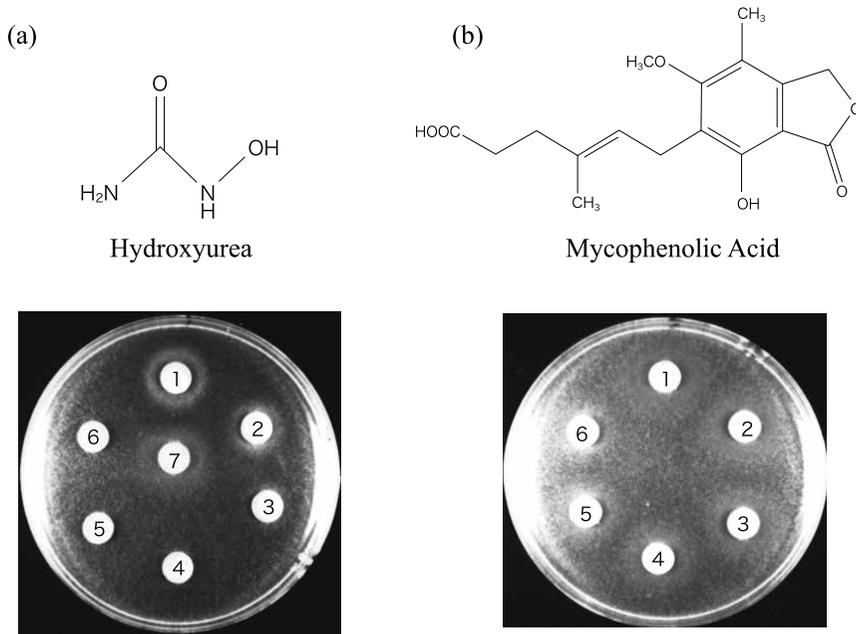


図2 ヒトで有効な医薬品（ヒドロキシウレア (a) とミコフェノール酸 (b)）の構造と酵母に対する生育円活性

- (a) ヒドロキシウレア (1:10 mg/disc, 2:5 mg/disc, 3: 2.5 mg/disc, 4:1.25 mg/disc, 5:0.625 mg/disc, 6:0.3125 mg/disc, 7: ミコフェノール酸 0.05 mg/disc)
- (b) ミコフェノール酸 (1:100 µg/disc, 2:50 µg/disc, 3:25 µg/disc, 4:12.5 µg/disc, 5:6.25 µg/disc, 6:3.125 µg/disc)

ところで、筆者が住む岩手県は、盛岡一中（現盛岡一高）出身の石川啄木が「おもひでの山、おもひでの川」と歌い、盛岡高等農林学校（現岩手大学農学部）出身の宮澤賢治が「理想郷イーハトーヴ」と思いを重ねた地である。その広大な面積（15,279 km²（91 人/km²））は、首都圏の面積（東京＋神奈川＋千葉＋埼玉＝



図3 シドケ（モミジガサ）の写真

13,557 km²（3,038 人/km²）をもしのぎ、そのため良質な農業、林業、水産業が盛んである。同時に、さまざまな天然資源が豊富であり、天然資源から機能性物質を探索するにはまさに適した地の一つと考えられる。その中で、早春から初夏にかけては多くの山菜が堪能できることから、既に我々は、山菜のフキ・フキノトウからフキノン¹⁶⁾（山菜ではないが、香辛料のシナモンからシンナムアルデヒド¹⁷⁾）などを発見しているが、今回、山菜のシドケ（モミジガサ）（図3）^{18,19)} とポウナ²⁰⁾ から非常にユニークなピサボラン型セスキテルペンのエンドパーオキサイド化合物（3,6-Epidioxy-1,10-bisaboladiene, 以下 EDBD と略する（図4 (a)））を単離精製し、機能性の研究と同時に食品としての開発の検討も進めているので本稿で詳しく紹介する。

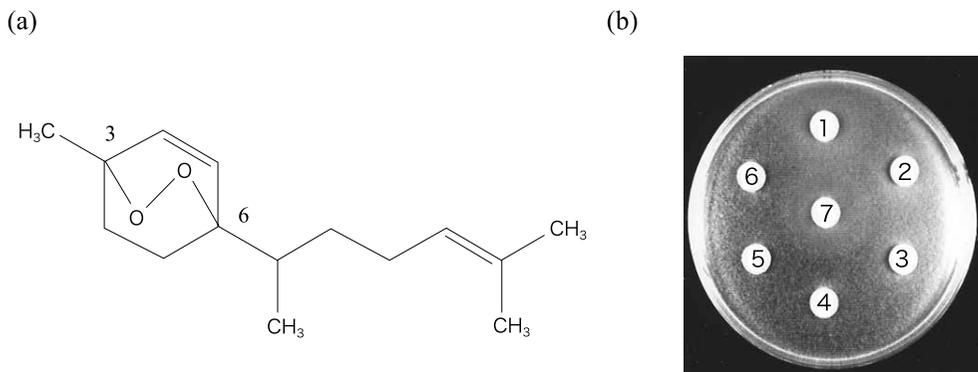


図4 EDBDの化学構造(a)と遺伝子変異酵母に対する活性(b)

1: EDBD 4 μ g/disc, 2: 2 μ g/disc, 3: 1 μ g/disc, 4: 0.5 μ g/disc, 5: 0.25 μ g/disc, 6: 0.125 μ g/disc,
7: ミコフェノール酸 50 μ g/disc

1. 山菜のシドケ（モミジガサ）とその機能性物質 EDBD

山菜のシドケは、学名 *Cacalia delphiniifolia* と呼ばれ、全国的な知名度はほとんど無い山菜であるが、特有な香りを有し、好みもあると思うが日本酒好きの左党にはたまらないおつまみの一つである。山菜の王様とも称される割には、その食品としての利用はほとんど行われておらず、筆者の知る限りでは、おひたしや天ぷらで食する他は、お土産物屋さんで乾燥葉をお茶として利用しているだけである。また機能性の研究では、日本女子大学の新藤一敏先生が、抗酸化スクリーニングにより *Cacalol*²¹⁾ を既に我々より先に見出しているが、それ以外の研究は全くなされていない。

そこで我々は、基礎的にも応用的にもほとんど取り上げられていないシドケという食材の中に、癌に関わる活性物質を含む可能性が見出されたことから、既に知られている機能性物質である *Cacalol* と異なるか否かに注意をしながら単離精製を進めていった。

まず始めに、機能性物質の性質を調べると、100 $^{\circ}$ C、10分間の加熱でも安定であり、酢酸エチル抽出で酢酸エチル層に移行したことから、

熱に安定で脂溶性が高い物質であることが示唆された。そこで、生の岩手県産シドケ (651.7 g) を室温にて風乾し (57.28 g)、メタノール抽出 (13.65 g)、酢酸エチル抽出 (3.06 g)、シリカゲルカラムクロマトグラフィー (1.15 g) などを行い、最終的に HPLC にて単一のピークとなった。揮発性が高いことからそれを最後にヘキサンで抽出し、濃縮乾固することで単一の油状の活性物質 (25.3 mg) を得ることができた。構造解析は、理化学研究所の越野広雪先生との共同研究により、既にキク科植物から得られていた、ピサボラン型セスキテルペンのエンドパーオキサイドの EDBD (図4 (a)) であることが明らかとなった¹⁹⁾。EDBD には立体異性体が存在しているが、残念ながら現在の時点でそれらの分離はできていない。

2. EDBD の生物活性

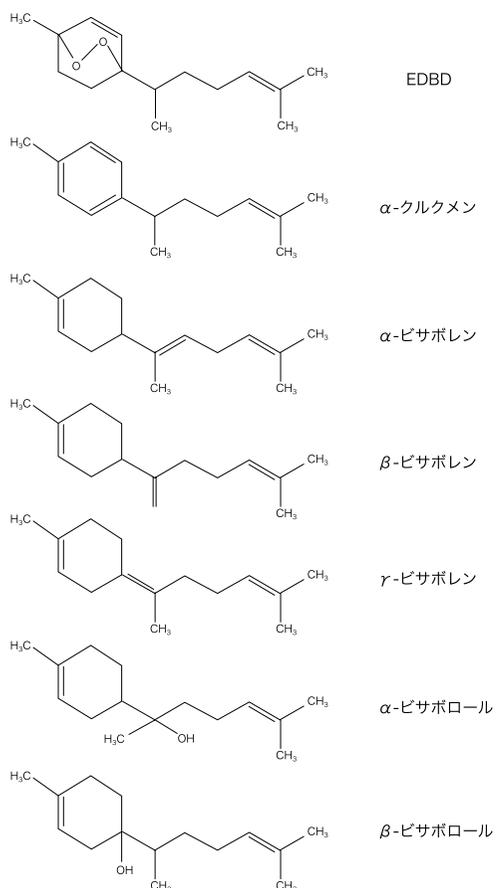
EDBD は、遺伝子変異酵母の生育円という生物活性で得られたことから、まずその活性を調べてみると、既に使用されている医薬品であるヒドロキシウレア、ミコフェノール酸よりも酵母に対しては低濃度 (4 μ g/disc) で、しかもそれらとは表現型 (性質) が異なる生育円を生じ

させることが明らかとなった (図 2, 図 4 (b))。EDBD は既知物質であり, 様々な植物からの単離精製が報告されているが, その生物作用に関しては詳しく調べられていない²²⁻²⁷⁾。そこで筆者らは, ヒト癌細胞に対する影響を中心に研究を進めていくことにした。

さて, 機能性物質の構造が明らかになると, 生物活性に関与する部分 (官能基) の予想がつき, そこから既に知られている, 類似の医薬品等の情報により研究の方向性や進展に結びつく。EDBD の活性部位は, C3 位と C6 位の間にあるエンドパーオキシド構造 (—C—O—O—C—) (図 4 (a)) である事が予想される。そこで, まず初めに EDBD の優位性と, 構造の

どの部分が活性において重要であるのかを明らかにするために (構造活性相関), エンドパーオキシド構造を有さない類縁体である α -クルクメン, ビサボレン (α -ビサボレン, β -ビサボレン, γ -ビサボレンの混合物), 並びにビサボロール (α -ビサボロール, β -ビサボロールの混合物) との活性の比較を行なった (図 5(a))。その結果, エンドパーオキシド構造を有さない類縁体の α -クルクメンなどは, 酵母に対して 250 倍の濃度 (1000 $\mu\text{g}/\text{disc}$) でも全く作用を示さないことが明らかとなった。次に酵母だけではなく, 本当にヒトの癌細胞に対して効果があるかどうかを調べるために, 浮遊系細胞の代表としてヒト慢性骨髄性白血病細胞

(a)



(b)

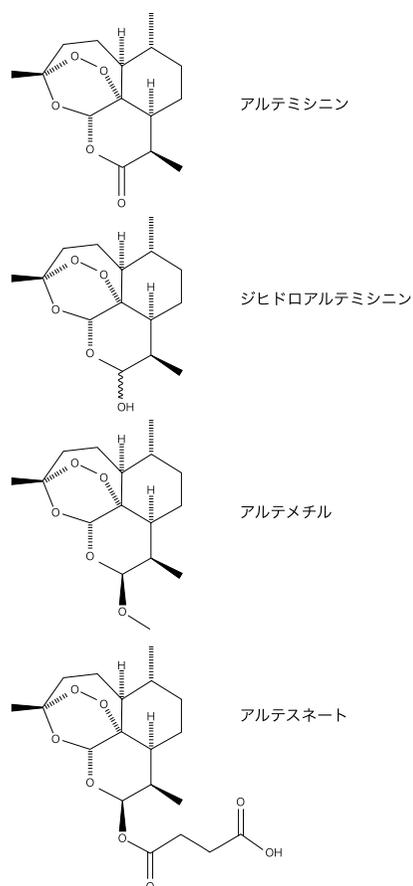


図 5 EDBD 類縁体 (a) とアルテミシニン類縁体 (b) の構造式

表1 EDBDとアルテミシニン、並びにそれらの類縁体の癌細胞に対するIC₅₀値

	K562細胞 (μM)	LNCaP細胞 (μM)
EDBD	9.1	23.4
α-クルクメン	256.5	277.5
ピサボレン	212.2	256.5
ピサボロール	187.6	151.9
アルテミシニン	80.0	198.9
ジヒドロアルテミシニン	10.1	23.4
アルテメチル	105.5	212.9
アルテスネート	12.2	47.6

K562を、接着系細胞の代表としてヒト前立腺癌細胞LNCaPを用いて細胞毒性を調べたところ、EDBDは非常に強い細胞毒性を示した(表1)。一方、α-クルクメンは、ヒト癌細胞に対しても10倍以上活性が低下し、エンドパーオキサイド構造を有さない他の類縁体も同様の結果を示すことが明らかとなった(表1)²⁸⁾。このことから、エンドパーオキサイド構造が活性に重要であることが確かめられた(図5(a),表1)。

ところで、エンドパーオキサイド構造を有する物質で実用化された機能性物質があれば、EDBDの開発のヒントとなりその実用化の可能性も高まる。その代表的なものに、シドケと同じキク科のクソニンジン(*Artemisia annua* L.)から単離され、全体の分子構造は異なるものの、EDBDと同じセスキテルペン類に属する抗マラリア薬のアルテミシニン類がある(図5(b))²⁹⁾。アルテミシニン類の中でも活性が強いジヒドロアルテミシニンは、抗マラリアの医薬品として世界の3億人から5億人と言われている患者に利用され命を救っているが、最近では抗癌活性を有することも明らかとなってきた³⁰⁾。そこで、アルテミシニンと、その類縁体であるジヒドロアルテミシニン、アルテメチル、アルテスネートとEDBDの生物活性の比較を行なった。その結果、遺伝子変異酵母に対しては、いずれの化合物も400 μg/discでも活性を

示さなかったが、癌細胞に対してはEDBDと同じかやや劣る程度の細胞毒性を示した。従ってEDBDは、抗マラリア薬として既に実用化されているアルテミシニン類に匹敵する抗癌活性を有するものと推定された²⁸⁾。

先ほど述べたEDBDより活性が弱いα-クルクメンは、Sarcoma 180固形癌を移植したマウスに対して、20 mg/kgの投与で抗癌活性が既に確認されている³¹⁾。またα-ピサボロールは、カモミールのエッセンシャルオイルに約50%含まれ、グリア細胞種に対して強力にアポトーシスを誘導することが報告されている³²⁾。このように、EDBDよりも活性が弱い類縁体でさえも動物レベルで抗癌活性が報告されていることから、EDBDの動物レベルの効果が期待でき、現在共同研究を進めている。

生体内では、癌化した細胞はアポトーシス(apoptosis)を起こさず不死化し、増殖を重ねて大きくなる。癌細胞は本来起こるべきアポトーシスが起らないことが問題となっているので、現在ほとんどの抗癌剤がアポトーシスを誘導することが認められている⁵⁾。従ってEDBDが、もし癌細胞に対してアポトーシスを誘導すれば、実際に抗癌活性があることが期待される。アポトーシス細胞の特徴としては、細胞膜リン脂質構造の変化、クロマチン凝集、核の縮小化、ヌクレオソーム間のDNA開裂(DNA

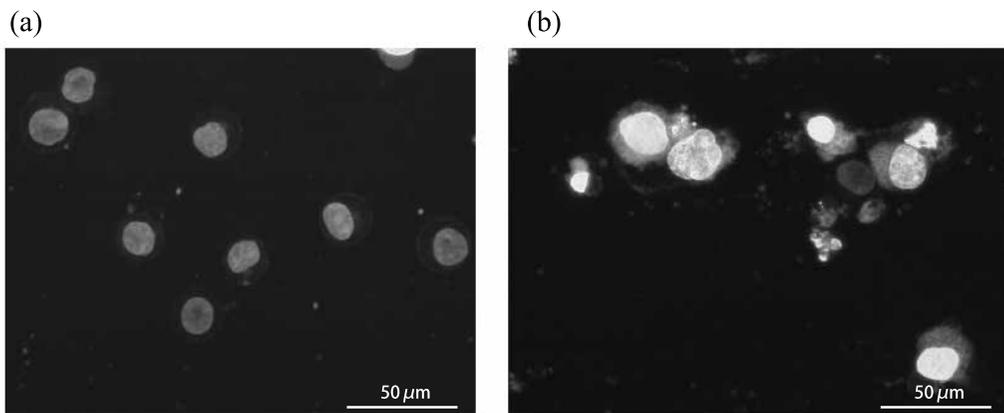


図6 EDBD をヒト慢性骨髄性白血病細胞 K562 に作用させた時の蛍光顕微鏡観察

(a) MeOH, (b) EDBD 10 µg/ml, 37°C, 18 時間, Hoechst 33342 染色, Bar= 50 µm

の断片化), 細胞の萎縮, 細胞崩壊によるアポトーシス小胞の出現などが挙げられる。そこで, EDBD を癌細胞に加えた時の形態変化を蛍光顕微鏡で観察したところ, K562 細胞において EDBD の濃度が 6 µg/ml (25.4 µM) からクロマチン凝集, 核の断片化が認められた (図 6)。K562 細胞は, アポトーシス抑制因子 Bcl-x1 が高発現しているため, アポトーシスを起こしにくいと推測されるが, EDBD によりアポトーシスが誘導されていることが今回示唆された。さらに, アポトーシスの指標の一つである DNA の断片化作用をアガロースゲル電気泳動により

調べたところ, EDBD は濃度依存的に DNA を断片化させた (図 7)。同じく, α -クルクメンを EDBD と同じ条件で K562 細胞に作用させた場合, α -クルクメンは EDBD より約 10 倍弱いながらも, 70 µg/ml (346.5 µM) の濃度から同様に DNA の断片化が認められたことから, ビサボラン型セスキテルペンの骨格の活性を, エンドパーオキシド基が増強しているものと思われる。現在, アポトーシスに感受性が高い急性前骨髄性白血病細胞 HL60 を用いて, 作用メカニズムの解析を進めているが, アルテミシニン類とは異なる特徴を有していることが明らかになってきた³³⁾。

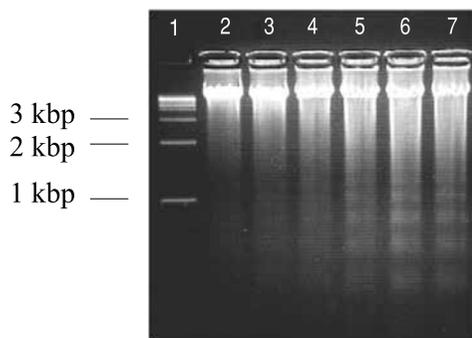


図7 K562 細胞に対する EDBD の DNA 断片化作用
レーン 1: 1 kbp DNA マーカー, 2: コントロール (0.05 % MeOH), 3: EDBD 2 µg/ml, 4: 4 µg/ml, 5: 6 µg/ml, 6: 8 µg/ml, 7: 10 µg/ml

3. 食品素材としてのシドケの利用

(1) EDBD の定量法の検討

EDBD の構造や性質が明らかになったことから, シドケやそれを用いて製造した食品中の EDBD の定量 (品質管理) が可能となる。その結果 EDBD は, 65%MeOH - 0.1% 酢酸, 40°C, SHISEIDO CAPCELLPAK C18 (4.6 mm ϕ \times 150 mm), 1 ml/min, 210 nm の HPLC の条件で検量線が作成できた。また, 酵母の生育円の大きさを用いての定量も可能であり, その両方

表2 シドケの煮沸処理による EDBD の変化

加熱時間 (分)	EDBD 含有量 (mg / 乾燥重量 g)
0	0.94
2.5	0.82
5	0.62
10	1.36
15	0.85
20	0.73
30	1.01

を用いることでより確実性が増してくる。

(2) シドケの調理条件における EDBD の安定性

これまでの研究の結果、シドケ中の EDBD 含量は時期、採取場所によって大きく異なり、もし酵素などによる2次的変化で EDBD が産生されている場合は、採取後の乾燥条件なども考慮しなければならない。また、通常食する場合はおひたし、天ぷら、お茶などと熱をかけるため、生のシドケの煮沸時間を変えて処理し、乾燥した後に、その中に含まれる EDBD をメタノール抽出と酢酸エチル抽出を行ない、HPLC にて定量した。その結果を表2に示したが、30分という長時間煮沸しても（おひたしでは通常数分湯がいて食する）、値にバラつきはあるものの、含まれる EDBD 量は変化しないことが明らかとなった。

(3) シドケ焼酎の試作

シドケの利用法は現在のところ限られているため、新たな食品としての利用法の開発が、実用化の拡大へと大きく前進するものと思われる。同じ山菜において、フキノトウはバツケ焼

酎として市販されており（オエノングループの秋田県醗酵工業（株））、また、全国では各種特産の野菜を用いた焼酎なども市販されている。そこで、フキノトウの製造条件を参考に、シドケを用いた焼酎を秋田県醗酵工業（株）さんのご協力のもと製造した。フキノトウを使用する焼酎は、白米 1,500kg に対して生葉で 170 kg のフキノトウを使用しており、それは① 170 kg の使用で十分フキノトウの香りがでること、並びに、②フキノトウが繊維質でアルコールに変わる糖分がほとんどなく、フキノトウを増やすことはコストアップにつながる問題などから決められている。フキノトウとシドケは、同じキク科ではあるが見た目も香りも異なるものの、シドケも繊維質でアルコールに変わる糖分は少なく、さらに単価も高いことから、バツケ焼酎と同程度の配合で試作を行うこととした。今回行った試作の条件を、表3に示した。

それぞれ、シドケ配合量に応じて特有な香りがしたため、焼酎中に EDBD が含まれているか否かを、焼酎を水で希釈後ヘキサソ抽出を行ない HPLC にて定量を試みている。

おわりに

筆者は、食材を含めた様々な天然資源中の機能性物質の探索研究を行っているが、食べ物の基本はおいしさであり、皆と楽しくバランス良く食事をするのが大切であると考えている。すなわち、いくら科学的に機能性が証明された食べ物でも、自分がおいしく無いと感じて無理して薬のように食することには疑問を持っている。特に抗癌については、癌の原因に関しても

表3 シドケ焼酎試作品の配合割合

サンプル	米 (kg)	シドケ (生重量, kg)	シドケ使用割合 (%)	アルコール度数 (%)
A	4.5	0.5	10	39.9
B	4.5	1.5	25	44.5

まだ完全に解明されたわけでもなく、また癌と総称される病気は、部位や個人によってその原因は大きく異なることが知られている。癌という病気の治療に用いる医薬品においてさえ、分子標的薬やテーラーメイド医療というものがようやく開始されたところであり不完全な状態でもある⁵⁾。さらに、癌の予防効果を証明する確実な評価系も無い。そのため、食材に含まれる機能性物質については、あくまでも基礎的な参考程度の段階であることを最後に強調したいと思う^{34,35)}。しかし、癌という病気は急に起

こるものではなく、1個の癌細胞がイニシエーションにより生じてから10数年かけて、検診や自覚症状で発見される1g程度の癌になると言われていることから、その間のことが科学的に明らかになってくれば予防の科学的証明も可能となり、癌の早期発見にもつながることが期待される。その時に初めて、予防効果を有する食材の役割がクローズアップされ、人類の役に立つことになろう。そのため、今後も地道な基礎研究を続けたいと考えている。

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

- 1) 井村裕夫, 「人はなぜ病気になるのか」, 岩波書店 (2000)
- 2) Newman, D. J., Cragg, G. M. and Snader, K. M. : The influence of natural products upon drug discovery. *Nat. Prod. Rep.*, **17**, 215-234 (2000)
- 3) 遠藤 章, 「新薬スタチンの発見」, 岩波科学ライブラリー 123, 岩波書店 (2006)
- 4) 遠藤 章, 「自然からの贈りもの ―史上最大の新薬誕生―」, メディカルビュー社 (2006)
- 5) 鶴尾 隆ら, 「がんの分子標的治療」, 南山堂 (2008)
- 6) 中村祐輔ら, 「がんペプチドワクチン療法」, 中山書店 (2009)
- 7) Osada, H., "Bioprobe" , Springer-Verlag (2000)
- 8) 半田 宏ら, 「ケミカルバイオロジー・ケミカルゲノミクス」, シュプリンガー・フェアラーク東京 (2005)
- 9) 長野哲雄ら, 「ケミカルバイオロジー」, 蛋白質核酸酵素, **52**(No.13), 共立出版 (2007)
- 10) 北川勲, 吉川雅之, 「食品薬学ハンドブック」, 講談社サイエンティフィック (2005)
- 11) ファルマシア, 「くすりと食物」, **38**, 1041-1086 (2002)
- 12) 木村賢一, 酵素や遺伝子変異酵母を用いて見出された食材からの機能性物質―薬と食の接点をめざして―. *食品工業* **50**, 34-43 (2007)
- 13) Aburai, N., Esumi, Y., Koshino, H., *et al.*: Inhibitory activity of linoleic acid isolated from Proso and Japanese Millet toward histone deacetylase. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **71**, 2061-2064 (2007)
- 14) Kimura, K., Itakura, Y., Goto, R., *et al.*: Inhibition of 17 α -hydroxylase/C_{17,20}-lyase (CYP17) from rat testis by green tea catechins and black tea theaflavins. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **71**, 2325-2328 (2007)
- 15) Tsuchiya, E., Yukawa, M., Ueno, M., *et al.*: A novel method of screening cell-cycle blockers as candidates for anti-tumor reagents using yeast as a screening tool. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **74**, 411-414 (2010)
- 16) 佐藤一樹, 西川耕司, 藤澤望美ら: 山菜のフキ由来の fukinone の抗癌メカニズムの解析, 2009年度日本農芸化学会講演要旨集: p21
- 17) Jeong, H. W., Kim, M.-R., Son, K.-H., *et al.* : Cinnamaldehydes inhibit cyclin dependent kinase 4/cyclin D1. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **10**, 1819-1822 (2000)
- 18) 木村賢一, 越野広雪, 土屋英子, DNA 損傷チェックポイント活性化剤, 特開 2007-238450 号.
- 19) Nishikawa, K., Aburai, N., Yamada, K., *et al.*: A bisabolane sesquiterpenoid endoperoxide, 3,6-Epidioxy-1,10-bisaboladiene was isolated from *Cacalia delphiniifolia* as an anti-tumor substance and induced apoptosis. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **72**, 2463-2466 (2008)
- 20) 坂本良美, 藤澤望美, 越野広雪ら: 山菜のポウナ (ヨブスマソウ) に含まれる機能性物質の単離精製と同定, 2010年度日本農芸化学会大会講演要旨集: p267

- 21) Shindo, K., Kimura, M., and Iga, M.: Potent antioxidative activity of cacalol, a sesquiterpene contained in *Cacalia delphiniifolia* Sleb et Zucc. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **68**, 1393-1394 (2004)
- 22) Simonsen, H. T., Adersen, A., Bremner, P., *et al.*: Antifungal constituents of *Melicope borbonica*. *Phytother. Res.*, **18**, 542-545 (2004)
- 23) Bohlmann, F., Jakupovic, J., and Zdero, C., Neue norsesquiterpene aus *Rudbeckia laciniata* und *Senecio paludaffinis*. *Phytochemistry*, **17**, 2034-2036 (1978)
- 24) Bohlmann, F., and Fritz, U.: Isofukinone, an eremophilane from *Ligularia speciosa*. *Phytochemistry*, **19**, 2471-2472 (1980)
- 25) De Pascual-T, J., Caballero, E., Caballero, C., *et al.*: Four aliphatic esters of *Chamaemelum fuscatum* essential oil. *Phytochemistry*, **22**, 1757-1759 (1983)
- 26) Jakupovic, J., Tan, R. X., Bohlmann, F., *et al.*: Prenylated coumarates from *Artemisia xanthochroa*. *Phytochemistry*, **29**, 3683-3685 (1990)
- 27) Barrero, A. F., Herrador, M. M., Quilez, J. F., *et al.*: Bioactive sesquiterpenes from *Santolina rosmarinifolia* subsp. *Canescens*. A conformational analysis of the germacrane ring. *Phytochemistry*, **51**, 529-541 (1999)
- 28) 西川耕司, 山田京平, 土屋英子ら: 山菜のシドケ (モミジガサ) から単離されたピサボラン型セスキテルペンエンドパーオキシサイドの抗癌活性, 第11回がん分子標的治療研究会: p122
- 29) Liang, X-T and Fang, W-S, "Medicinal Chemistry of Bioactive Natural Products", Wiley-Interscience (2006)
- 30) Mercer, A.E., Maggs, J. L., Sun, X. M., *et al.*: Evidence for the involvement of carbon-centered radicals in the induction of apoptotic cell death by artemisinin compounds. *J. Biol. Chem.*, **282**, 9372-9382 (2007)
- 31) Itokawa, H., Hirayama, F., Funakoshi, K., *et al.*: Studies on the antitumor bisabolane sesquiterpenoids isolated from *Curcuma xanthorrhiza*. *Chem. Pharm. Bull.*, **33**, 3488-3492 (1985)
- 32) Cavalieri, E., Mariotto, S., Fabrizi, C., *et al.*: α -Bisabolol, a nontoxic natural compound, strongly induces apoptosis in glioma cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **315**, 589-594 (2004)
- 33) 藤澤望美, 越野広雪, 土屋英子ら: 山菜由来の3,6-epidioxy-1,10-bisaboladiene(EDBD)の抗癌メカニズムについて, 2009年度日本農芸化学会講演要旨集: p21
- 34) Dorai, T., and Aggarwal B. B.: Role of chemopreventive agents in cancer therapy. *Cancer Lett.*, **215**, 129-140 (2004)
- 35) Chen, C., and Kong, A-N, T.: Dietary cancer-chemopreventive compounds: from signaling and gene expression to pharmacological effects. *Trends Pharm. Sci.*, **26**, 318-326 (2005)

ノロウイルス食中毒の起因なる原因食材について

西尾 治*¹ 菊地 正悟*²

*¹NISHIO Osamu, *²KUKUCHI Shogo (愛知医科大学 公衆衛生学講座)

KeyWords：ノロウイルス・食中毒・二枚貝・原因食材

はじめに

ノロウイルスが1997年に食中毒病因物質に加えられたのは、当時カキによる食中毒事件が多発したことによる。カキはノロウイルス食中毒の元凶のごとく言われてきた。後述するが、ノロウイルスはカキが本来持っているものではなく、ヒトが水環境にノロウイルスを放出することにより、カキがノロウイルスに汚染される。言わばカキは被害を受けていると言える。近年カキによる食中毒事件は激減する一方、ノロウイルス感染者の手を介して食品、調理器具が汚染される、食中毒事件が多発している。ノロウイルスによる食中毒と感染症は表裏一体であり、両面からの予防対策が必要である。

1. ノロウイルス

1. ノロウイルスの概要

ノロウイルスはカリシウイルス科 (Family *Caliciviridae*) ノロウイルス属 (Genus *Norovirus*) である。カリシウイルス科にはノロウイルス属、サポウイルス属 (Genus *Sapovirus*)、ベジウイルス属 (Genus *Vesivirus*) およびラゴウイルス属 (Genus *Lagovirus*) が存在し、ヒトに病原性を有するものはノロウイルス属とサポウイルス属の

2つである。

ノロウイルス属にはノーウォークウイルス (Norwalk virus)、ウシ腸管性カリシウイルス (Bovine enteric calicivirus)、ブタ腸管性カリシウイルス (Swine norovirus) およびネズミノロウイルス (Murine norovirus) が存在している。現在、組織培養による増殖が可能なのはネズミノロウイルス属のみであり、その他のノロウイルス属は増殖系が見出されていない。

ノロウイルスは小さく直径30～40nm前後で球形を呈し、表面はカップ状の蛋白構造物で覆われ、その内部に長さ約7.7Kbのプラス1本鎖RNA分子ゲノムを持つ (図1)。3つの翻訳領域を有し (ORF)、ORF1はウイルス複製に必要な非構造蛋白、ORF2はウイルス構造蛋白であるカプシドを、ORF3は塩基性アミノ酸に富む蛋白VP2をコードしている。エンベロー

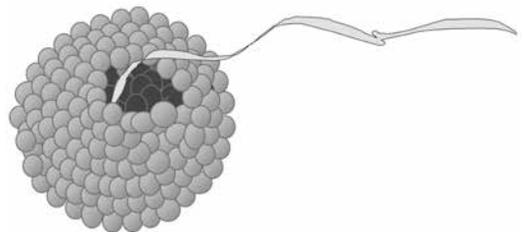


図1 ノロウイルスの模式図

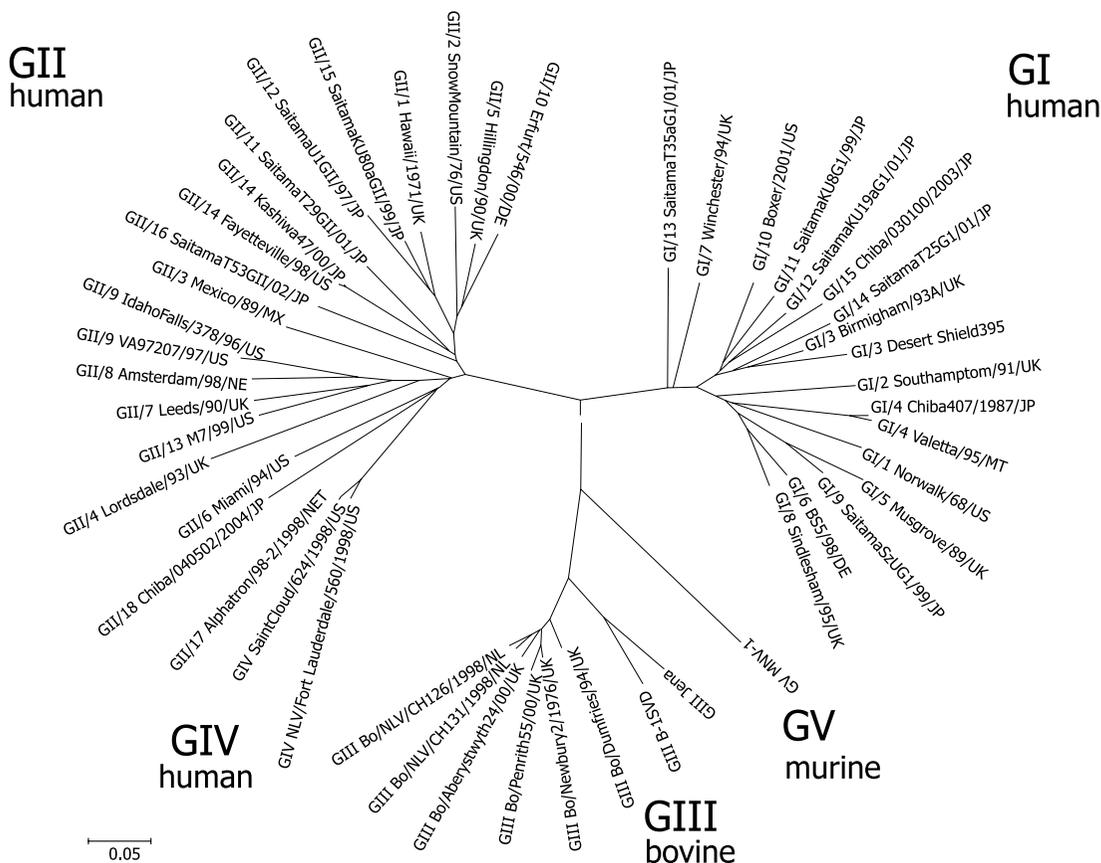


図2 ノロウイルス (GI-GV) キャプシド領域分子系統樹 (N-J method)

は持たない。

ノロウイルスのゲノム塩基配列は多様性に富み、その相同性に基づき、現在5つの遺伝子群 (genogroup, G I ~ G V) に分類されている (図2)。ヒトに病原性を示すのはG I, G IIおよびG IVの3群とされており、G IとG IIには多くの遺伝子型 (genotype) が属している。G Iには16の遺伝子型 (G I /1 ~ 16), G IIには18の遺伝子型 (G II /1 ~ 18) が認められ、計34あるいはそれ以上の遺伝子型が存在している。各遺伝子型はそれぞれ異なった抗原型に対応しており、抗原型は極めて多様性である。

2. 近年の流行株

2002年以降、世界的にノロウイルスが大流行し、集団発生が多発している。主流株はG

II /4株であり、2002年以降ポリメラーゼ領域での主に変異により、G II /4株は2年毎に変異株が出現している。2002年に起きた変異株 (G II /4, 2002年型) によって、欧米ではノロウイルスの集団発生が多発したが、日本では大きな流行を起こさなかった。日本では2004年の年末からG II /4, 2004型による主に高齢者施設での集団発生が全国的に生じ、中には死亡例も見られたことから、殺人ウイルスと誤った報道もなされたが、病気としては軽いものである。2006年には新たなG II /4, 2006年b型による集団発生、食中毒事件が例年に比べ約2倍も発生し、社会的にも大問題となった。現在もG II /4, 2006年型による流行が続いている。

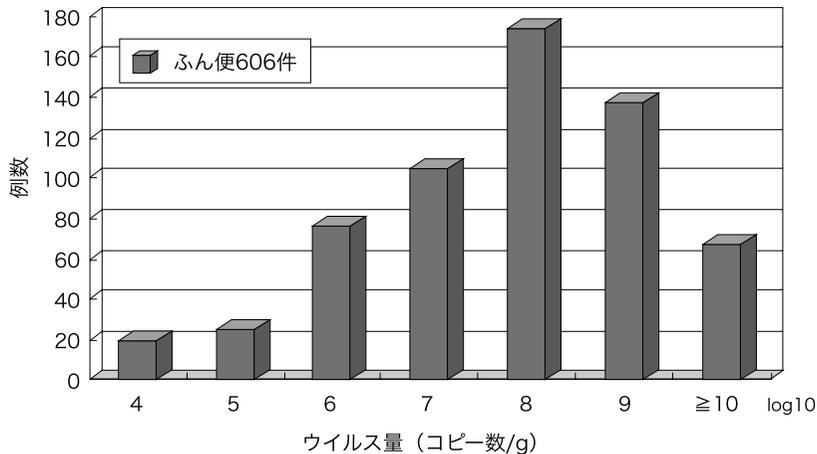


図3 患者中ふん便のノロウイルス量

3. ノロウイルスの特性

感染力が非常に強く、ウイルス粒子 10 から 100 個で感染・発病させることができると考えられている。ノロウイルスはエンベロープを持たないことから、物理・化学的抵抗性が強い。ノロウイルスに類似のネコカリシウイルスから推測すると、ノロウイルスは乾燥・液中で長期間安定であり、4℃では2ヶ月間、20℃では1ヶ月間程度生存可能と考えられる¹⁾。pH3 から pH10 では短時間で不活化されないと推測されている。

ノロウイルスの不活化には 85℃ 1 分間あるいは 70℃ で 5 分間の加熱が必要である。70% アルコールでの不活化には 5 分間以上を要し、噴霧あるいは単にアルコールで拭く程度では、ノロウイルスを完全に殺滅できない。また、塩素濃度 3 ~ 6ppm では短時間で不活化できない。

4. 臨床症状

経口感染で、潜伏期間は通常 12 ~ 72 時間、主症状は嘔気、嘔吐、下痢、腹痛である。感染部位は小腸の粘膜上皮細胞で、腸管の炎症に伴う下痢症状を呈し、激しい水様性の便が数回続くこともある。胃の病理学的病変は認められないが、内容物を腸に送る運動神経の機能低下・麻痺に伴う嘔気、嘔吐の症状が見られる。ノロ

ウイルスによる嘔吐は突然、急激に強く起こるため、トイレに行く時間が無く、所構わず嘔吐する。その際に腸内容物が逆流し、ウイルスが吐物中に入り込み、吐物が感染源となる。症状は 1 ~ 2 日続いた後治癒し、後遺症は残さない。不顕性感染は 30% 程度と考えられている。

高齢者、乳幼児等の抵抗力の弱いヒトでは脱水症状を起こすことがある。さらに嘔吐により希に誤嚥性肺炎や窒息を起こす。

多くの患者のふん便 1g 中には 1 億個以上、吐物では 1g 中に百万個以上のウイルスが存在する²⁾ (図3)。症状の消失後、ウイルスの排出は 10 日間程度、長いときには 1 ヶ月間続く。不顕性感染者では患者と同様にウイルスを大量に排出するヒトも見られる²⁾。

5. 致死率

食中毒統計によれば、ノロウイルスの感染による死亡例については、1997 ~ 2008 年の間に報告はない (123,450 症例中 0 症例)。一方、1999 ~ 2008 年の間の人口動態統計では、死因がノロウイルスによる急性胃腸症とされているのは 2008 年までの 10 年間で 58 名であり、その約 95% は 60 歳以上である。

6. 免疫

ノロウイルスの感染防御には腸管の IgA 抗

体が重要な役割を担う。IgA 抗体は持続が短く、数ヶ月で消滅し、同じ遺伝子型のウイルスによる再感染が起こる。抗体は他の遺伝子型のウイルスには感染防御能力を有しないので、遺伝子型の異なるノロウイルスには感染し発病する。従って、乳幼児から高齢者に至るまで、何度でも感染・発病を繰り返す。

7. 治療・予防方法

ノロウイルス感染に直接効果のある薬剤はなく、根本的な治療法もない。対症療法としての補液療法が第一選択である。また、ワクチン開発の目処も立っていない。

2. ノロウイルス食中毒

1. 食品衛生法の改正

1990年代からノロウイルス検出の RT-PCR 法が開発され、カキを介する食中毒事件において患者から小型球形ウイルスが高頻度に検出されたことから、厚生省（現厚生労働省）は1997年5月に食品衛生法の一部改正を行い、食中毒病因物質に「小型球形ウイルス」と「その他のウイルス」を加えた。この後、食中毒事件の原因究明にウイルス学的検査が広く行われるようになった。

2002年8月の国際ウイルス命名委員会で、

これまで「ノーウォーク様ウイルス」、 「小型球形ウイルス」と呼称されていたが「カリシウイルス科」「ノロウイルス属」に命名された。これを受けて、厚生労働省は2003年8月に食品衛生法の病因物質を「小型球形ウイルス」から「ノロウイルス」に改めた。

2. ノロウイルスによる食中毒の発生状況

2001～2005年に厚生労働省へ届けられたノロウイルス食中毒はほぼ各年250～290件程度で2000～2001年は病因物質別で第4位、2002～2003年は第3位、2004～2005年は第2位、2006年は事件数が499件で1位となり、翌年には344件で2位となった（図4）。2000年は黄色ブドウ球菌による大規模な食中毒事件が起きたことから、ノロウイルスによる食中毒患者数は第2位であったが、その後は第1位となり、2004年まで患者数は増加し（約8,000人～12,000人）、2005年は患者数が若干減少したが、2006年は27,616人で過去最大となり、2007年は18,750人、2008年は11,618人であった。食中毒患者数に占めるノロウイルスの割合は2000年が19%、2003年は30%を超え、2004年は45%と半数に迫り、2005年は32%にやや減少し、2006年はノロウイルスによる大流行に伴い71%と最大となり、2007年はやや減少し56%、2008年は48%を占めていた（図5）。

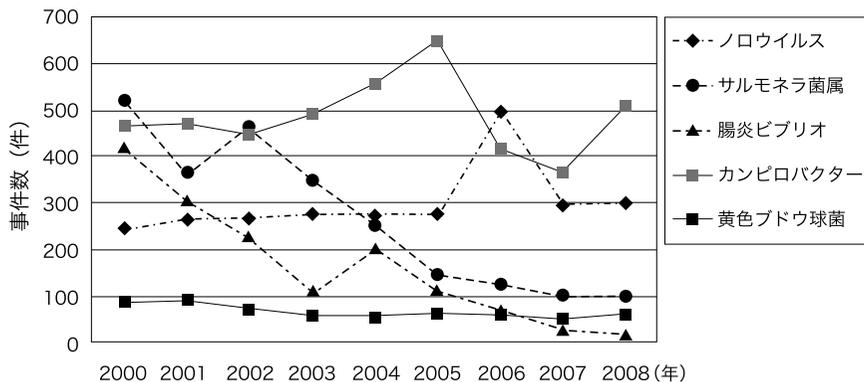


図4 病因物質別事件数の年次推移

(厚生労働省食中毒統計より)

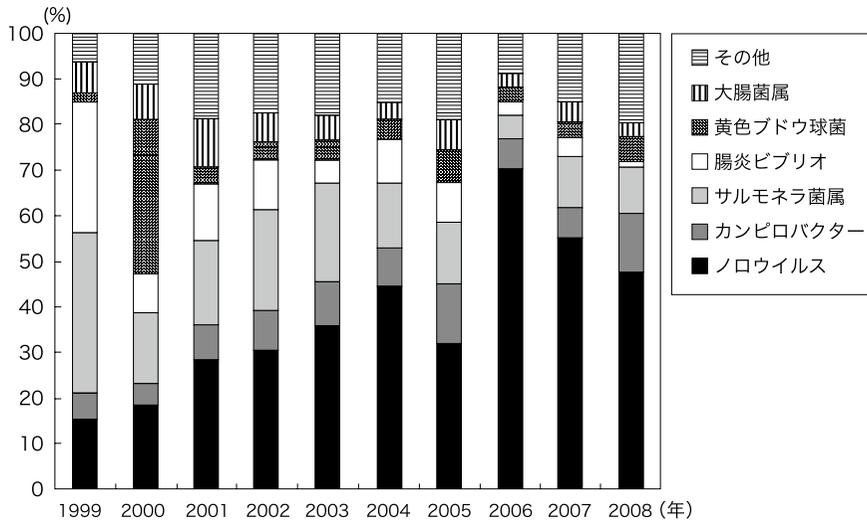


図5 年別の食中毒病因物質別患者数
(厚生労働省食中毒統計より)

このことからノロウイルスの食中毒防止が緊急課題といえる。

3. ノロウイルスによるカキの汚染，食中毒，感染性胃腸炎の月別発生状況

ノロウイルスによる感染性胃腸炎患者の発生は10月から増加し，11・12月がピークとなり，3月頃まで患者発生が多く，その後減少する(図6)。食中毒・感染症は感染性胃腸炎患者数の増

加に少し遅れるものの，ほぼ比例して発生する。このことから，ノロウイルスによる食中毒事件の多発時期は11月から3月の間である。この間はノロウイルスによる食中毒の発生防止に細心の注意をする。但し，ノロウイルスは生存するために，常にヒト〜ヒトへの感染を継続する。そのために，ノロウイルス感染者は常に存在し，実際にノロウイルス感染は年間を通して起きて

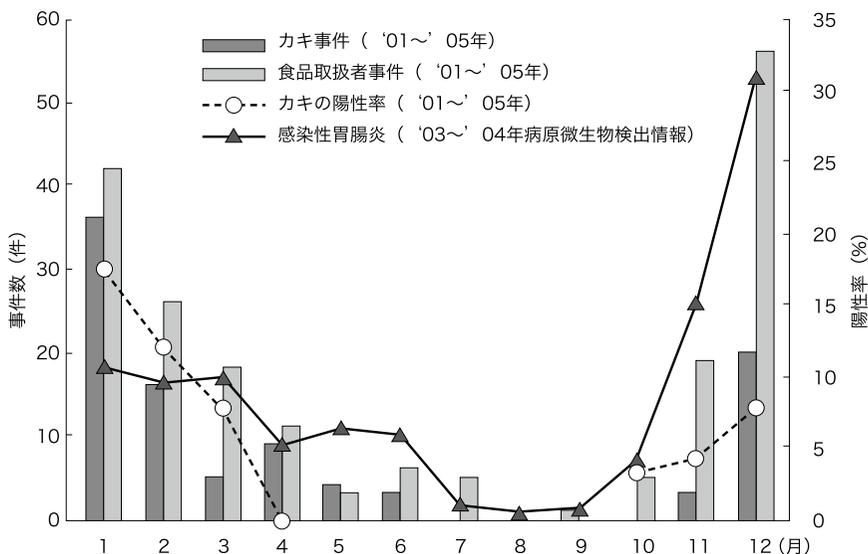


図6 ノロウイルスによるカキ汚染，食中毒，感染性胃腸炎の月別発生状況

表1 ノロウイルス食中毒の原因食品・食事別発生状況

(2001～2008年, 事件数:%)

原因食品・食事	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
カキ関係料理	70.2	61.8	53.4	27.3	34.7	10.4	4.8	15.0
二枚貝関係料理	4.1	3.2	2.4	6.0	1.6	0.5	0.7	1.5
寿司	2.1	2.4	2.4	7.7	5.6	8.9	9.7	8.2
刺身	1.0	0.8	1.6	0.9	1.6	1.0	0.7	0.8
施設提供料理, 宴会	17.6	21.4	25.3	40.1	48.3	48.6	53.1	46.0
仕出し・弁当	1.0	4.8	7.1	5.1	6.5	20.3	20.0	19.6
そうざい	0	2.4	1.6	0.9	1.6	4.7	2.8	1.5
調理パン, 菓子類	2.0	0.8	0.9	0	1.6	1.5	7.5	4.5
その他(食品, 食事)	1.0	0.8	4.0	10.3	4.8	2.6	0	2.2
その他	1.0	1.6	1.8	3.4	0	2.0	1.4	1.4
不明*	63.9	53.0	55.2	58.1	54.7	61.7	57.8	56.1

不明*: 食中毒事件数に対する割合

いる。

4. 二枚貝による食中毒発生状況

表1には厚生労働省に2001～2008年に届けられたノロウイルス食中毒の原因食品・食事別発生状況を示したが、不明を除いて、各項目の事件数の発生率を示している。

カキ関連料理は2001～2003年の間は50%以上を占めていたが、その後減少し、近年では15%から4.8%となっている。二枚貝は2005年以降1.6%と低率であり、貝種ではシジミが多くを占め、次いで大アサリ、アサリ等(表1)である。

5. 二枚貝による伝播様式

カキを含む二枚貝はノロウイルスの宿主ではなく、ノロウイルスが二枚貝の体内で増殖することはない。カキなどの二枚貝がノロウイルスに汚染されることで起きる。ノロウイルスに感染したヒトが大量にウイルスを含んだふん便、嘔吐物を便器に流すと、ウイルスは下水、浄化処理施設に行き、一部がそこを潜り抜け、河川、海水を汚染する。カキ等の二枚貝の活動が旺盛な時には1日に大量(カキで1日に10億個以上)のプランクトンを食餌とするために、1日に数ℓ以上の汚染された海水を吸引するので、ノロウイル

表2 ノロウイルスによる食中毒のカキ以外の二枚貝

年次	カキ以外の二枚貝
2001	会席料理に出されたウチムラサキ貝(大アサリ) シジミの醤油漬 シジミの醤油漬 バカガイの酢の物
2002	バカガイの酢の物 大アサリのグラタン 大アサリ紹興酒風味蒸し シジミのんにく醤油漬
2003	アサリのブルーギニオン シジミの醤油漬 貝類のサラダ仕立て
2004	シジミの紹興酒漬 シジミの醤油漬(推定) シジミの紹興酒漬 シジミの醤油漬 シジミの醤油漬 シジミの老酒漬 活アサリの老酒漬
2005	シジミの醤油漬(推定) シジミの醤油漬
2006	アサリ
2007	シジミの醤油漬
2008	貝類

スが二枚貝の内臓である中腸腺に蓄積される。ノロウイルスが内臓に蓄積されたカキなどの二枚貝を生あるいは加熱不足で食することにより食中毒となる。ヒトが水環境をノロウイルスで汚染することにより二枚貝の食中毒の

原因となっている。

表2に示したように、カキ以外の二枚貝によるノロウイルスによる食中毒も報告されている。大アサリは中国からの輸入したものである。シジミが最も多く、ウチムラサキ貝、バカガイ、大アサリ、アサリ等も原因となっている。

また、寿司・刺身での事件も多く起きており、二枚貝の内臓がノロウイルスに汚染されているときには、貝が吐き出す水、カキの表面にもウイルスが存在することがあるので、それらの取扱いが悪いと、調理器具、調理場を汚染し、食中毒発生の原因の一つと考えられる。

6. 輸入食品におけるノロウイルス汚染率

2001年4月から2009年2月の間に、国内2ヶ所の生鮮魚介類を扱う市場に搬入されたもののうち、主にアジアからの生鮮魚介類の汚染状況を調べた⁴⁾。

輸入生鮮魚介類ではシジミが最もノロウイルス汚染率が高く(32%)、アサリ、タイラギ、ハマグリ、アカガイ、加熱用カキおよびエビ類(殆どがブラックタイガー)は11~20%で、生食用カキは2%と低い(図7)。これら生鮮魚介類もしっかり加熱すればノロウイルスによる食中毒は起こらない。シジミが最もノロウイルス汚染率が高いのは汽水域に生息しており、河

川水の影響を最も受けることによる。

7. 二枚貝以外の食品による食中毒発生状況

ノロウイルスによる食中毒には二枚貝が関係したもの以外に、ヒトの体内で増殖したふん便あるいは嘔吐物と共に排出されたノロウイルスを食品あるいは調理器具等に付着することによるものがある。

表1に示したように、寿司は2001~2003年は低率であったが、2004年以降5.6~9.7%と多くなっている。刺身はいずれの年も低率であった。施設提供料理は2004年以降増加し、近年は32~41%を占め最も多い。会席料理、宴会・会席料理は各年共に10%以下であった。仕出し・弁当は2001年から2004年の間は低率であったが、2006年以降は約20%を占め、2番目に多く、外食および市販の調理食品による食中毒事件が今や半数以上を占めており、ノロウイルスに対する対策が強く望まれる。このことは短時間に大量の食材を取り扱うので、手洗い等が不十分となり、食中毒を起こす要因となっていると推測される。そうざい(コロッケパン、カツ弁当、野菜サラダ、スパゲッティサラダ、春雨サラダ、ほうれん草のシラス和え、ほうれん草のおひたし、大根のナムル、チキンカツ等)、肉料理、菓子類(きな粉ねじりパン、バターロール、ケーキ、和菓子、もち、きな粉もち、クレープ等)はいずれもノロウイルス感染者が生食する食品あるいは加熱調理後に素手で触れることによりノロウイルスを付着させると推測される。家庭料理は5%以下と少数であったが広く衛生管理の啓発が必要と考えている。

その他(特定食品)、その他(食事特定)は食品、食事からノロウイルスが検出されたもので、上記に挙げた固有の食材である。いずれにしても、食品、食材からのノロウイルス

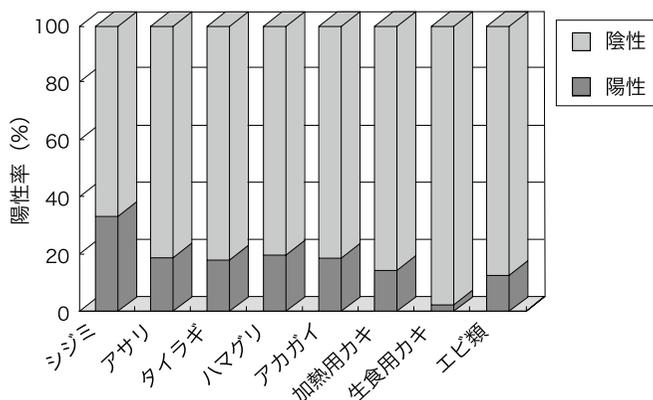


図7 輸入生鮮魚介類のノロウイルス汚染
(2001年から2009年)

ス検出は難しく、確実にそれらからノロウイルスが検出される検査法の確立が望まれる。

基本的に非加熱食品でヒトが素手で触れる可能性の高い、刺身、寿司、そうざい（サラダ、サンドイッチ等）は食中毒の原因食品となっている。加熱後、素手で触る可能性の高いものは、パン、おひたし、和え物等が原因となっている。これらはいずれも、ノロウイルス感染者はふん便中に存在する大量のウイルスが手に付き、手洗い不十分で、手に付いたウイルスを直接、食品・調理器具を汚染することによる。例えば、ノロウイルスに感染していた調理従事者が焼き上げたパンにきな粉と砂糖をまぶす工程があり、従事者がその前段階であるきな粉と砂糖を混ぜ合わせる作業を素手で行ったことにより511名がノロウイルスによる食中毒となった事件⁵⁾、ノロウイルス感染者が素手で大根のナムルを調理したために106名の患者が発生した事件⁶⁾や弁当を介して1,000人以上の大規模な食中毒事件も起きている。いずれも手洗いが不十分であったと考えられている。

嘔吐物にも大量のウイルスに汚染されていることがあり（図8）、調理室内、調理室の近くで嘔吐が見られた時には、直ちに消毒を行わないと、嘔吐物に含まれているノロウイルスが塵となり、調理場、調理器具、食材を汚染し、食中毒を起こすことになる。

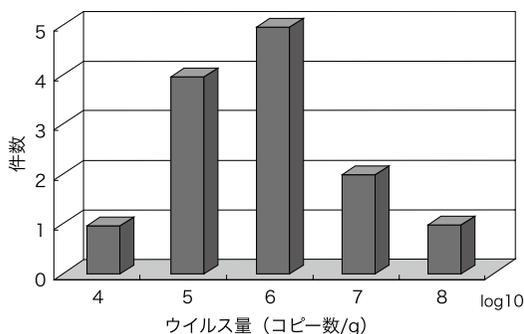


図8 患者吐物のノロウイルス量

8. 飲料水

井戸水、簡易水道の水源がノロウイルスに汚染され、飲料水を介して食中毒となる。井戸水⁷⁾では塩素濃度および消毒時間が不十分な時に完全に不活化されないことがあり、実際井戸水では深さ10m以下の井戸のところでは食中毒が起きている。

3. ノロウイルスによる食中毒の防止

自身が感染源とならないために、健康管理と予防に重点を置くことが重要である。ノロウイルス感染感染者の発生数に伴い、ヒト～ヒト感染による集団発生および食中毒事件がほぼ比例して起きている。ノロウイルスによる感染者が増加すると、ふん便や嘔吐物によって環境中にウイルスが撒き散らされる。ウイルスは環境中では不活化されにくいので、新たな感染源となる。ノロウイルスによる感染性胃腸炎患者の増加は集団発生および食中毒発生の危険信号と捉え、予防対策を徹底して行わなければならない。

1. 加熱

加熱できるもの（二枚貝の加熱用を含む）は中心温度が85℃、1分間以上を行う。ノロウイルスを殺滅させるには加熱が最も確実であり、ノロウイルス汚染の可能性のある物は全て行う。

2. 生食する野菜、果物等

生食する野菜、果物等（柑橘類、バナナ等）の食品は流通段階でウイルス汚染の可能性があり、流水で3回洗浄する。また、ノロウイルス汚染の危険性が高い時には水洗いの前に次亜塩素酸ナトリウム液（200ppm）で消毒を行い、その後水洗いを行う。

二枚貝の取り扱いが最後とし、取り扱ったシンク、調理器具、取り出した内臓等は次亜塩素酸ナトリウム液（1,000ppm）で消毒を行う。手洗いも忘れないことである。

3. 手洗い

患者の下痢便、嘔吐物は共に液状で、手に付き易い。手指は石鹼（ハンドソープ剤が好ましい）を十分泡立て、温水で洗浄を10秒間以上行う。なお、ノロウイルスは容易に手から除去されないので、この操作を2回行う。特に指先、指の間、親指と小指の外側は洗わないことが多いので、この部分も確実に良く洗う⁸⁾。

4. ふん便・吐物の処理

ふん便・吐物の処理は直ちに処理しないと感染が拡大する。処理にはガウン、マスクとゴム手袋を着用し、自身と周りを汚染させないように注意する。処理はふん便・嘔吐物を新聞紙等で覆い、次いで市販の次亜塩素酸ナトリウム液

（塩素濃度1,000ppm）に5～10分間浸し、覆った新聞紙等を隅から中心に拭き取るようにはがす。次いで次亜塩素酸ナトリウム液（200ppm）で拭く。

まとめ

ウイルスによる感染症・食中毒の防止に特別な手段は無く、自己の衛生管理、手洗い、汚染の可能性のあるものは加熱あるいは次亜塩素酸ナトリウム液で消毒を行うことである。二枚貝はノロウイルス汚染しているものとし注意深く取扱い、処理後は全ての調理器具とシンク等の設備を次亜塩素酸ナトリウム液で消毒する。これらを実践することによりノロウイルスによる食中毒の予防は可能と考えている。

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

- 1) Duizer E, Bijkerk P, Rockx B, et al: *Appl. Environ. Microbiol.* **70**(8):438-4543, (2004)
- 2) 西尾 治：丸山務編，ノロウイルス現場対策，幸書房，(2006)
- 3) 厚生労働省：<http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/index.html>
- 4) 西尾 治，中川（岡本）玲子：臨床とウイルス，**36**:305-314 (2008)
- 5) 三好正浩，吉澄志磨，佐藤千秋，奥井登代，鹿野健治他：病原微生物検出情報，**24**：315-316，(2003)
- 6) 西尾 治，古田太郎：現代社会の脅威！ノロウイルス，P57-58 幸書房，(2008)
- 7) 田村 務，西川 真，飯田和久，西尾 治他：病原微生物検出情報，**26**:330-331，(2005)
- 8) 文部科学省：http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/08040316/003.pdf

News Release

ロンザ社 L-カルニチン製品の生産体制の拡充を発表 L-カルニチンの世界的な市場・需要の拡大に対応



このたびロンザ社（本社：スイス，バーゼル市）は，脂肪燃焼系食品素材 L-カルニチンの世界的な市場・需要の拡大トレンドに先導的に対応するため，生産設備の移設ならびに製造方法の変更による生産体制の拡充を行うことを発表しました。新規体制による生産は，2010年第4四半期より開始の予定です。

生産設備の移転先は，中国，広州市南沙（ナンシャ）地区にあるロンザ社の既存工場（Lonza Guangzhou Nansha Ltd.）となります。同工場は，ロンザ社独立資本（100%）による自社工場であり，すでに，世界トップシェアを持つビタミン B₃（ナイアシンアミド）の生産実績を持つ拠点です。同工場で生産される L-カルニチン製品は，従来通りロンザ社標準の品質管理下において生産されます。ロンザ社 L-カルニチン製品「カルニピュア™」の新生産ラインでは新たに独自開発した製法を用い，ISO9001，14001，22000 の認証を得て，HACCP に基づいて運営されます。新製法による製品の日本市場への投入は，2011年をめどに順次開始の予定です。

●新生産設備について

新規プラントが建設される同社南沙工場は，ビタミン B₃（ナイアシンアミド）の最先端生産設備や cGMP に対応する米国 FDA 承認の医薬品原料生産設備とともに，豊富なプロセス開発スタッフを擁する最新鋭工場です。とりわけ，ビタミン B₃（ナイアシンアミド）は，日本市場でもすでに広く使用されています。

●日本における L-カルニチン販売について

ロンザジャパンは 2002 年 12 月，日本での L-カルニチンの食品認可の取得に成功し，2003 年初頭より販売を開始。これまでに業界随一の市場シェアならびに高い一般消費者認知を確立してきました。日本国内ではサプリメント・機能的食品向けの原料として，L-カルニチン結晶性粉末および L-カルニチン L-酒石酸塩を「カルニピュア™」ブランドにて供給しています。

《L-カルニチン製品「カルニピュア™」に関するお問い合わせ》

ロンザジャパン株式会社

ニュートリション事業部：王堂

TEL：03-5566-0615 FAX:03-5566-0619

築地市場魚貝辞典（カツオ）

使い古され、なかにはもう耳にたこができた、とおっしゃる方もいるかもしれない。とはいえ、この時期となれば、やはり…

目には青葉 山時鳥 初鯨

隅田川沿いの遊歩道の木々も新緑に燃え、色とりどりのツツジが満開である。現在の築地ではホトトギスの声を聞くことはできないが、日差しはもう夏の日差しである。気分的にも何か新鮮なものを求めたくなるのは、日本人としていつの時代も変わらないのかもしれない。江戸時代、競って初鯨を求めたというのも納得できる。今回はカツオを紹介する。

一分類一

カツオを分類学的に表すと、スズキ目サバ科カツオ属カツオとなる。簡単に言えば、ふつうの魚のグループのうち、体が紡錘型（ラグビーボールのような形）で体の



カツオ

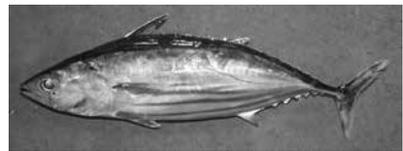
後方に小さく並んだ鰭がある仲間、体の一部分を除いて鱗がないグループの一種、ということになる。サバ科にはカツオのほかにもマサバ、ソウダカツオ、クロマグロ、サワラなどが含まれる。すべて海の中を回遊するのに適した魚たちである。とくにマグロ類やカツオは、大洋を横断するなど、広範囲にわたる回遊を行う。そのため、1種の分布範囲が大変広く、カツオなどほぼ世界中に分布している。

カツオは世界に1属1種である。ハガツオやソウダカツオ類（ヒラソウダとマルソウダ）は、名前に～カツオと付くが、カツオ属とは別のグループの魚である。カツオを学名で呼ぶと *Katsuwonus pelamis* となる。人の名前で苗字に当たる部分は属の名称を現しているが、その *Katsuwonus* とはカツオのことである。日本近海にしかない魚の学名に日本で名称が使われていることは、よくあることである。ところが、

カツオは大西洋も含め世界に広く分布していて、それぞれの国や地域によってまちまちな名称がある。なぜ世界共通の学術的な名称に、日本の名前が使われたのか。明治時代の日本の水産研究者の一人に、岸上鎌吉がいる。彼はサバ科に属す魚を詳細に研究し、それまで外見だけで分類されていたものを、解剖の所見も加えて検討しなおした。その結果、マグロ属に含まれていたカツオが別の属であると考え、新たに命名するに当たってカツオの名前を使ったのである。その研究成果が認められ、今日でもその名称が使われているのである。

一形態一

カツオの体をたとえて言えば、ラグビーボールがぴったりである。紡錘型、つまり真ん中が太く丸く、両端がつぼまる形をしている。体の表面は、細かな鱗が胸鱗（むなびれ）付近にだけにあるが、それより後ろは無鱗である。背鱗は2つあり、前方の背鱗（第一背鱗）には骨のスジがある。後方の背鱗（第二背鱗）には柔らかい筋がある。第一背鱗と胸鱗、そして腹鱗は溝に収まるようになっている。臀鱗（しりびれ）は第二背鱗と同じような形である。そして背鱗と臀鱗の後ろに、サワラのときに説明した離鱗（りき）が並ぶ。離鱗は主にサバ科の魚に見られる鱗である。尾鱗は硬く、鎌型である。体型や溝に収まる鱗、硬い鎌型の尾鱗は、早く泳ぐためのもので、遊泳性の魚に共通で見られる特徴である。歯は、小さいく鋭い円錐形である。



鱗を広げたところ



頭部



鱗と胸鱗を収める溝

カツオはどのような姿か聞かれた場合、カツオをまったく知らないか見たことのない人でない限り、独特の縞模様を思い浮かべるのではないだろうか。この縞模様、ふつうの人は体に対して横方向に走っているのだから、横縞だと言うであろう。ところが魚類学の世界では、この方向の縞を縦縞と呼ぶ。これは、人を基準に考えているからで、頭を

上にしたとき体に沿ってある縞は縦縞なのである。私は、いまだにこの考えに馴れない。さて、ある日、海中を泳ぐカツオの写真を見せてもらった。そして、おや？これはマグロではないのかと思った。なぜなら、あの縦縞がないのである。カツオは意識的に模様を変えることができる。そして、普段は縦縞模様を消しているのである。また、あるときは横縞模様を浮かび上がらせることもある。背中側は濃い青色をしている。そして尾柄（びへい、尾鱗の付け根あたり）の背中側には明るい色の縞模様がある。これは鮮度が落ちると不明瞭になる。

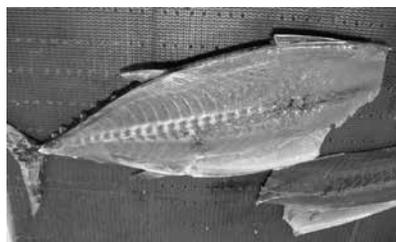
体長は、成長すると1mを越える。しかし、日本近海でふつうに漁獲されるのは、それより小さいものが多い。



鱗のある部分（左上）と腹部の縞模様



尾柄背面の縞模様



断面

—生態—

世界の温暖な海域の表層付近にすみ、日本近海では沖縄から北海道の太平洋岸に広く分布するが、日本海では少ない。3月ごろになると餌を求め日本列島の太平洋側を北上する。夏の間は東北から北海道の沖合で餌を取り、秋には水温の低下と共に南下し、日本より南の海域へ移動する。産卵場所は亜熱帯から熱帯の広い海域で行われる。産卵期は、通年にわたっている。直径1mmほどの浮遊性の卵を産む。1年で25cm、2年で45cm、3年で60cmになる。およそ2年で成熟する。寿命は12年以上と考えられている。主に小魚やオキアミ類、イカ類などを食べる。

—漁業—

有名なものにカツオ一本釣りがある。舳先（へさき）が尖り、甲板の広い漁船に何人もの漁師が釣竿を手に並び、水面には水を噴射して波立たせ、生きたイワシ類を撒き、おびき寄せられたカツオを釣り上げるものである。テレビなどでもよく紹介され、ご覧になった方も多

いであろう。釣り上げられたカツオは、竿を引き抜くと同時に空を飛び、自然に釣針から外れて、船倉に吸い込まれていく。カツオ釣りの釣針には返しが無いので、すぐ外れるのである。三浦半島沿岸には、定置網で漁獲されたイワシ類を入れて生かしておく生簀がある。これをカツオ一本釣りの漁船が撒き餌として買って行く。このほか、船から餌の付いた針を流して引っ張る引き縄、カツオの群れを大きな網で巻いて捕る旋網（まきあみ）などがある。

築地市場には、高知県、和歌山県、静岡県、千葉県などから入荷する。時期になると、仲卸店舗には樽に入って尾鰭を出したカツオが並ぶ。「日戻り」とか「引き縄」と表示されているものも目に付く。「日戻り」というのは、漁獲してからその日のうちに漁港に戻るほどの近海で漁獲している、つまり鮮度が良いという意味である。また「引き縄」は、1匹ずつ丁寧に釣り上げているので良質であることを示している。築地市場では、例年3月から4月になるとカツオの入荷が増えてくるが、今年の冬は黒潮の影響が強かったためか、2月下旬から近海のカツオが多く入荷することとなった。主な産地は八丈島であった。



引き縄（けんけん漁）のカツオ

貿易統計を見るとかなりの数のカツオが輸入されているが、加工用などに流通しているのか、場内では見たことがない。



八丈島から入荷したカツオ

一利用一

私は海とは縁のない東京の郊外で育った。近所にあった魚屋には、当時の都内でふつうに流通していた魚が並んでいたものと思われる。いつ頃の季節だったか記憶はないのであるが、カツオのたたきも食卓に上った。我が家では、カツオのたたきは、さっと表面をあぶったカツオを刺身に卸し、生姜醤油に付けて食べていた。その頃の私は魚より肉が好きで、生魚はあまり食べなかったが、生姜醤油が魚臭さを消してくれたからか、ふつうの刺身よりは食べる事が出来た。それから何年も経ったある日、友人の結婚式に招かれて高知まで行く機会があった。友人宅へお邪魔すると、式は翌日なのに、卓の上に色とりどりの料理が盛られた大きな皿が並べてあった。聞くところによると、これは高知の名物である皿鉢（さ

わち)料理とのことであった。その中の料理の一つにカツオのたたきがあった。一見してそれと分かるのだが、今まで食べなれた我が家のものとは、少し違う。まず薬味が多い。そして決定的だったのが生姜ではなくニンニクで食べるころであった。今までにない美味しさに感動を受け、郷土料理は本場で食べるに限ると思ったしだいである。

上記のようにカツオといえばたたきを思い浮かべるが、ふつうの刺身でもいける。ただし初鰹はまだ脂の乗りが良くなく、独特の渋みがある。場内の仲卸の方に伺ったところ、見た目に水分の少ないものの方が、もっちりとした食感と濃い味を楽しめるそうである。そのほか煮付け、照焼き、生り節、茶漬けなどにもされる。

－エピソード－

カツオは春から初夏にかけて、餌を追いかけて日本列島を北上するが、この頃はまだ栄養が蓄えられているとは言いがたい。ふつう魚の旬は、産卵を控え体に栄養を蓄えた頃とするものがほとんどである。しかし、太平洋沿岸に沿ってやってくるので、この時期には比較的近海で漁獲できること、はじめに触れたように江戸っ子は初物を好んだ気質もあって、初夏が旬とされている。桜前線が北上するのと同じように、カツオの水揚げ地も土佐から紀州、関東沿岸と北上してくる。江戸時代、現在のような交通網や冷蔵施設のなかった頃、江戸に新鮮なカツオが届けられたのは鎌倉の海であったという。現在でも、相模湾でカツオが漁獲されることはあるが、主に夏から秋にかけて黒潮の影響が強い時期である。当時は今よりカツオが多く、より近海でもたくさん漁獲できたのか、腕っ節の強いこぎ手をたくさん用意して、黒潮本流まで漕ぎ出して捕っていたのか。いずれにしても気になるところである。機会があれば、調べてみたい。

文 献

- 1) 岡村 収 (監) : 土佐の魚のすべて, 高知新聞社 (1983)
- 2) 坂本一男 : 旬の魚図鑑, 主婦の友社 (2007)
- 3) 仲坊徹次 (編) : 日本産魚類検索 全種の同定 第2版, 東海大学出版会 (2001)



“薬膳”の知恵 (46)

Key Words : 薬膳 ■ 按診 ■ 皮膚 ■ 寒熱 ■ 腹診

荒 勝俊*

中医学は、中国古代哲学の基礎概念である《すべての物質は陰陽二つの気が相互作用し、表裏一体で構成されている》と考える（陰陽学説）と、《宇宙に存在する全ての事象は“木・火・土・金・水”と呼ばれる五つの基本物質から成り、その相互関係により新しい現象が起こる》と考える（五行学説）二つの学説から構成されている。即ち、人体も自然界の一部として“陰”と“陽”が存在し、常に相互作用しバランスを保ちながら生命活動を営んでいるが、陰陽のバランスが失われると不調が現れたり、病気になったりする。この様に、中医学では人体を一つの有機的統一体と考えており、局所における変化は全身に影響を及ぼし、内臓の変化は五官、四肢、体表などに変化を及ぼす。

“薬膳”とは《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食養生》のことである。中医学において毎日食べる食事は健康を保つうえで大切であり、おいしく食べることは薬を飲むのと同

様に心身をすこやかにしてくれるといった『薬食同源』という考え方があり、健康管理や病気治療のために大切な手法のひとつと考えられている。そこで、薬膳に用いる食材の持つ潜在能力を最大限発揮させる為には、食材の働きを把握し、季節、体調を考えて、組み合わせを工夫することが基本となる。即ち、体の状態を知り、体が望む最適な食材を選ぶ事が薬膳料理の基本であり、こうした体の状態を診断する診断法を知る事が重要となる。

そこで、こうした体の状態を診断する診断法を知る事が重要となる。こうした観点から、中医学における身体の診断は、望診、切診、聞診、問診により、身体に現れた変化を情報として取り出し身体の状態を判断する材料とする。特に、身体の脈動などから身体の状態を調べる“切診”は中医学の診断法の中でも独自色の濃いものであり、非常に重要な診断方法の一つである。

* 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))



1. 按診



“按診”は“切診”の一つで、両手を使って人の体表を按压することで、辨証に必要なデータを得る診察方法の一つである。

按診は古くから行われている基本的な身体の状態を診る方法であり、『内経』や『傷寒論』、『金匱要略』などに記載を見る事ができる。清代の兪根初は、「胸腹は五臓六腑の宮城であり、陰陽気血の源でもある。臓腑の状態がどうなっているか知りたければ、胸腹を按压して診たほうが良い。」と述べており、按診を非常に重視した。按診による意義としては、手で皮膚、手足、胸腹を直接接触したり、接じたりして、局所の寒熱、軟硬、腫れものの形態や大きさなどを把握する。手法は、大きく“触”、“摸”、“按”の三つに分類される。“触”とは、指や手掌を使って軽く身体に接触し、温度や湿り気を調べる方法である。“摸”とは、身体の腫れた部位等を手で撫でる事で、形態や大きさ等を調べる方法である。“按”とは、胸腹や腫れた部位を手で按压し、深部の圧痛や腫塊の形態、硬さ、腫れの程度などを調べる方法である。



2. 皮膚を按じる



“皮膚を按じる”とは、皮膚を直接接触して、①皮膚の寒熱、②潤燥、③腫脹の有無を調べ、身体の寒熱、虚実、気血や陰陽の盛衰を分析する事である。

2-1 寒熱を診る

- ①一般的に陽気が充進していると皮膚は熱を持っており、実熱症の状態と判断する。
- ②一般的に陽気が脱した場合は皮膚が冷たく、汗が多く出る。
- ③胸腹が熱く四肢が冷たいのは、陽熱が内側に

に閉じ込められた状態と考えられ、真熱仮寒症である。

- ④外邪が皮膚から侵入して病気になる場合、汗が多く出た後で急に熱が引き、身体が涼しくなるのは、表邪が解かれた証である。

2-2 潤燥を診る

皮膚の乾燥、潤滑の状況から津液や血の状況を推測する。

- ①一般的に外感病の場合は、皮膚が乾燥すれば汗が出ない。皮膚が乾燥し、光沢が無く、枯れた様な状態は陰血が壊れた状態である。
- ②一般的に内感病の場合は、皮膚が潤っている時は気血が旺盛と判断する。一方、皮膚が乾燥している場合は気血が虚の状態と判断する。
- ③乾燥して角質化（皮膚甲錯：ひふこうさく）しているならば、血が虚で栄養を失っている。

2-3 浮腫を診る

手に少し力を入れて接じ、膨らみの程度を診察して水腫と気腫を分別する。

- ①皮膚が腫れている場合、皮膚を按じてから手を離すとへこむのは水腫である。
- ②皮膚が腫れていて、皮膚を按じてから手を離してもへこまないのは気腫である。

肌のトラブルと薬膳

肌のトラブルは身体全体の状態の悪化を反映しており、中医学では、肌の調子を改善する方法として薬膳が用いられてきた。

1) 去風法：風熱を取り去る

皮膚掻痒（皮膚が痒くなったりニキビがでる）の様な状態の時に用いる。

銀耳、蓮根、キウイフルーツなどの食材に効果が報告されている。

2) 清熱解毒法：熱を冷まして毒を除去する

皮膚の一部が赤くなって痒く、膿んだりした
場合に用いられる。

緑豆、冬瓜、蓮根、緑茶、西瓜などの食材に
効果が報告されている。

3) 去湿法：湿を取り去る

浮腫や化膿などの症状が長期化した様な時に
用いられる。

蕎麦、冬瓜、昆布、ソラマメ、サクランボな
どの食材に効果が報告されている。

*****◀



3. 手足を按じる



手足を按じるのは、寒熱を判断する為である。

- ①一般的に手足が冷たい場合は寒証で、逆に
熱いのは陽盛または陰虚であり、熱証に
属す。注意すべきは、陽が裏に閉じ込め
られて手足が冷たい場合があり、これは
手足が冷たくても裏熱の実証（裏熱実証）
である。
- ②手の平と甲の両方が熱い場合は外感病の発
熱であり、手足の平だけが熱い場合は内
傷病である。
- ③額が手掌より熱ければ表熱、手掌が額より
熱ければ裏熱である。

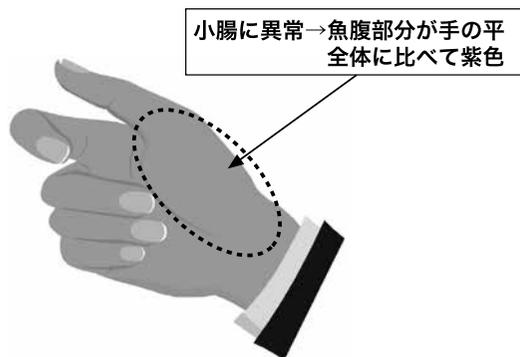


図1 魚腹

- ④小児の指先が冷たければ驚厥、中指だけが
熱ければ外感風寒、中指の指先だけが冷た
ければ麻疹や水疱瘡の兆候が予想される。

魚腹による診断法

小腸に異常が有ると、魚腹の部分が手の平全
体に比べて紫色を呈する。

魚腹：手の平の親指の下の丁度魚の腹の様な
部分を“魚腹（ぎよふく）”と呼ぶ（図1参照）。

*****◀



4. 腕腹を按じる



胃腕部と腹部を触って皮膚の寒熱、軟硬、膨
らみ、腫塊、圧痛などを調べる。

4-1 腕腹の各部位の区別

図2に、現在中医学において用いられてい
る腕腹の各部位の区別を示す。横隔膜から上が
胸部、下が腹部である。側胸部は、腋下から第
11、12肋骨までの区域が脇部である。腹部を
更に細かく分類すると、剣状突起下の部位が心
下（しんか）、胃腕は上腹部に相当する。大腹
は臍の上部分、小腹は臍の下、少腹は小腹の両
側を指す。

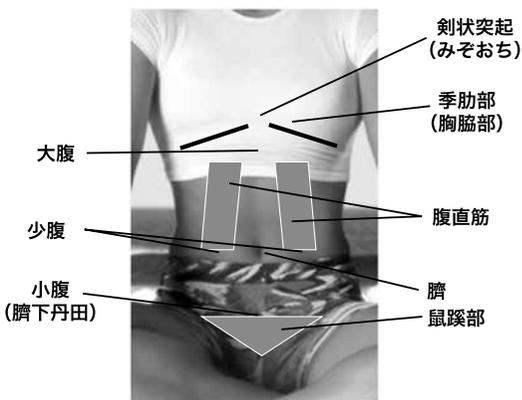


図2 腹の各部位の区分

4-2 胃脘を按じる

心下胃脘を按じるのは、主に胃の状態を観察する為である。

- ①胃脘が満ちて、按じると硬く痛い人は実証である。原因は、実邪が胃脘に集まるからである。
- ②按じても濡軟で痛くない人は、虚証である。胃腑の虚弱に関わっている。
- ③腕部を按じて水の様な音をたてるのは、胃の中に水飲があるのが原因である。

4-3 胸部を按じる

胸部は主に左乳下の“虚里：きょり”の拍動の観察を行う。ここを抑えて拍動が感じられないのは宗気虚証、強すぎるのは宗気外泄で、心気の不足が原因である。

4-4 腹部を按じる

腹部は温度、硬さ、脹満、腫塊、圧痛などの状況を調べ、身体の状態を明らかにする。

- ①腹部の温度を調べる事で寒熱虚実を鑑別できる。腹壁が冷たく、温かい手で触れると気持ちが良いければ虚寒証である。腹壁が熱く、冷すと気持ちが良いければ実熱証である。
- ②腹痛が有って、圧迫されると気持ちが良いければ虚証、圧迫を嫌がれば実証である。局部が熱く、痛くて我慢できなければ内癰である。
- ③腹部が脹満して、押すと充実した感覚があり、叩くと重い音がすれば実満である。一方、押しても充実した感覚が無く、気が膨れていれば虚満である。
- ④痞満とは、心下や胃脘部がつかえた様な不快感と膨満感を自覚する症状である。按压すると軟らかく、圧痛が無ければ虚証である。圧すると硬く、抵抗感と圧痛があれば実証である。
- ⑤胃脘部が脹って苦しく、圧すると痛めば小結胸である。胸脘腹が硬くなって膨満し、

痛くて圧するのを拒めば大結胸である。

- ⑥腫塊の按診は、大きさ、形態、硬さ、圧痛に注意する。

腹内の結塊は“積聚：せきじゅう”と呼び、症状によって“積（せき）”と“聚（じゅう）”に分かれる。痛感が一定の位置に有って按じても形が有り、動きにくいものは“積”，痛む位置が定まらず、按じてても圧しても形が無いものを“聚”という。

腹診（ふくしん）

日本に中国から中医学が伝わったのは5～6世紀以降と言われており、この折に多くの中医処方薬や生薬、医術の本が持ち込まれた。その後、室町時代までは伝来した中医学に沿った医療が行われたが、それ以降は日本国内の風土や気候、日本人の体質やライフスタイルに合わせた診断方法や治療方法等が日本で独自の発展を遂げた。こうして発展した医療方法は、江戸時代になるとオランダから伝来した“オランダ医学（蘭方）”と区別する為に“漢方”と呼ばれる様になった。

“腹診”という診断方法は中国古典の按診の項目の中に記載が見られるが、特に日本において独特の発達を遂げた診断方法の一つである。西洋医学にも“腹診”という方法があるが、診察目的などが異なる。

漢方医学における腹診は、病人の全体的な虚実を判定し、証を把握するために行われるもので、仰臥させて両足を伸ばし、腹に力を入れないようにさせるが、胃内停水をみるときは、膝を曲げさせて腹筋の緊張を緩めた状態で診断する。

腹診における証としては、腹壁の緊張度や弾力性、硬結、圧痛、腸管の蠕動運動の状態、腹部大動脈の拍動亢進の有無、などであり、これを基に虚実の判定を行う。江戸時代、將軍や

御台所の健康管理の仕事をしていた奥医師は、江戸城中奥の御座の間近くの「御医師の間」に詰め、将軍が朝食を済ませ、小姓に髪の手入れをさせている際に脈を測り、診立てに異常があれば腹診も行ったという記録が残っている。

古典落語の演目の一つに“代脈(だいみやく)”というお話がある。代脈とは、医者代わりに弟子が診療に行き、脈を取ってきて先生に患者の状態を報告する事である。原話は、元禄10年に出版された笑話本「露鹿懸合咄」の一編である「祝言前書」であり、6代目三遊亭圓生や3代目古今亭志ん朝が得意としていた。ここで少しあらすじをご紹介します。

主人公は、江戸は中橋に住む漢方医、尾台良玄という名医の内弟子で銀南という男である。幼少時は大層に利発だったが、大人になった今は単なる『色ボケ』で頭も鈍く、玄関番しか勤まらない。先生も見かね、何とか一人前に育てようと、銀南に「代脈」に行くように命じた。

患者は蔵前の豪商・伊勢屋の娘で、最近床に臥せっているのだから、弟子を代脈に行かせる事にした。そこで、弟子に「まず脈を拝見し、舌を診なさい。それからお腹の触診だが、言っとくがお嬢さんの下腹部のシコリを強く押しはならんぞ。この前私が押したら放屁をな

さって、お嬢さんは真っ赤になって恥じ入っていたのでな・・・」と言い聞かせた。もし間違っただけで触ってしまったら、「最近耳が遠くなりましたので、御用の際は大きな声でお願いします。」と言ってごまかすように。こうして、銀南に医者的心得から返事の仕方まで教え、少しでも箔をつけようと駕籠に乗せて送り出した。

伊勢屋に着いた弟子は羊羹を食べて帰ろうとすると、引き止められてお嬢さんの診察を頼まれる。病間に通されると、お嬢さんと猫の前足を取り違えて脈診したりするため、番頭もだんだん不安になってくる。銀南は調子に乗って、大先生に聞いた様に、舌を診て、それからお腹を触ると、シコリを思い切り押したから大変、大きな放屁が出てしまった。咄嗟に、「奥様、最近耳が遠くなりましたので、御用の際は大きな声でお願いします。」と言うと、奥様から「大先生もそのようなことを申しておりましたが、若先生もお耳が遠くなりましたか?」と言われ、「ええ、ですから安心して下さい。今の放屁もちっとも聞こえませんでした・・・」。

江戸時代の病気の診察を見事に表現した江戸の小話でした。

*****◀

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

- 1) 中医学の基礎 平馬直樹・兵頭明・路京華・劉公望監訳 東洋学術出版社
- 2) やさしい中医学入門 関口善太著 東洋学術出版社
- 3) 中医臨床のための中薬学 神戸中医学研究会編著 医歯薬出版
- 4) [詳解] 中医基礎理論 劉燕池・宋天彬・張瑞馥・董連榮著／浅川要監訳 東洋学術出版社
- 5) 弁積鍼道秘訣集 打鍼術の基礎と臨床 藤本蓮風著 緑書房
- 6) 中医食療方 瀬尾港二, 宗形明子, 稲田恵子著 東洋学術出版社
- 7) 全訳中医基礎理論 浅野周訳 たにぐち書店
- 8) 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
- 9) 薬膳と中医学 徳井教孝・三成由美・張再良・郭忻共著 建帛社
- 10) 医学生のための漢方・中医学講座 入江祥史編著 医歯薬出版
- 11) 全訳中医診断学 王憶勤主編 たにぐち書店
- 12) 中医診断学ノート 内山恵子著 東洋学術出版社
- 13) 薬膳茶 辰巳洋・木下葉子著 文芸者
- 14) 東洋医学のしくみ 兵頭明監修 新星出版社

白石カルシウムの炭酸カルシウム	
 <p>炭酸カルシウムとは？</p>	<p>古くから食品に使用されている安全性・吸収性に優れたカルシウム源です。用途も栄養強化はもちろんのこと、練製品の弾力増強などの品質改良、粉体の流動性向上・固結防止といった加工助剤などその目的は多彩です。</p>
<p>分散性・混合性に優れたものや、飲料用として沈澱を抑制したタイプ等、品揃えております。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">一般の栄養強化には、「ホワイトン」 <li style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">機能を求めるならば、「コロカルソ」 <li style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」 <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">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。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  白石カルシウム株式会社 </div> <div style="font-size: 0.8em;"> <p>食品部：東京都千代田区岩本町 1-1-8 TEL 03-3863-8913</p> <p>本社：大阪市北区同心 2-10-5 TEL 06-6358-1181</p> </div> </div>	

Report

シンガポールのKAYA（カヤジャム） ～「アジアの力特集」（伊勢丹新宿店本館地下1階）から～

深澤 朋子*

*1 FUKAZAWA Tomoko (料理・食文化研究家)

2010年2月15日（月）～22日（月）8日間、伊勢丹新宿店本館地下1階食品フロアにおいて、「アジアの力特集」が開催された。

フォー、パッタイ、ナシゴレン。昨今ますます日本人にとって近しい存在になってきた東南アジア料理の数々。味付けや仕上げは国ごとに異なるが、素材や調理法など、日本の食文化と相通ずる部分が多いことも人気の理由かもしれない。また、料理と比べるとまだ馴染みの薄い菓子の分野においても、実は日本の菓子と相通ずる面があり、東南アジアの菓子の主原料は、和菓子と同じ米・豆（小豆）・砂糖・卵。それらをベースに、現地で収穫されるハーブやスパイスなどで個性を出し、ココナッツの豊かな甘みによって南国ならではの雰囲気醸し出している。そうした美味が生まれた背景を紐解くと、見えてくるのはさまざまな地域の菓子文化を吸収し昇華してきた融合の歴史である。

シンガポールのプラナカン文化

なかでも、中国南部よりマレー半島へ移住した人々の子孫「プラナカン」は、遠い西洋の洗練された美意識を取り入れる才に長け、独自の文化を形成しながら特徴的な食を生み出し続けている。その中のひとつが「KAYA（カヤジャム）」である。英国のコンフィチュールを模して、卵・砂糖とココナッツ・マレー半島特産のハーブであるパンダンリーフを、シンプルにジャム状に煮詰めたものである。

「パンダンリーフ」はタコノキ科タコノキ属の常緑小高木で、タコ椰子の葉のことである。その独特の甘い香りから、主に香料として使用され、カヤジャムには欠かせない。

今回は、そのカヤジャムを使用したスイーツが、国境をまたいで、伊勢丹新宿店にて創作された。本稿では、KAYA（カヤジャム）を使用したスイーツ、パン等（写真1～12）を紹介する。



写真1 カヤトースト

こんがり焼いた薄いトーストに、たっぷりのカヤジャムとバターをサンドした「カヤトースト」は、プラナカンたちの朝食の定番メニューである。



写真2 木村家のカヤジャムコッペパン

昔ながらのコッペパンに、バターとカヤジャムをはさんだもので、シンプルな味わい。



写真3 JUNO: カヤジャムベーグル

カヤジャムを練りこんだ優しい甘さのベーグル。



写真4 エディアル: ビエノウ・カヤ (左), ビエノウ・コロネ (右)

伝統的な洋菓子パンをカヤジャムでアレンジ。



写真5 ミセスエリザベスマフィン: カヤジャムのモンブランマフィン

モンブラン風に仕上げたカヤジャムを上品にトッピングしたマフィン。



写真6 クローバー: カヤジャムシュー

シュー生地とカヤジャムのハーモニーを楽しめる。



写真7 シェ・シーマ: クレームアンジュ・カヤ

人気の「クレーム・アンジュ」にカヤジャムをたっぷり加えて。



写真8 ロリオリ 365by アニバーサリー: カヤ・バナナコッタ

カヤジャムソースを崩しながら味の変化を楽しめる逸品。



写真9 円果天: 月餅 カヤ

カヤで作ったゼリーをココナッツ館で包んだ、アジアンテイストな月餅。



写真10 ISSUI: ココナッツプリン カヤソース

ふんわり餅をのせたココナッツプリンに、カヤジャムをベースにした特製ソースを添えたもの。



写真11 リーポール: ライチとカヤのルクム

表面にまぶしたココナッツの香りとともに、マシュマロ生地が舌の上でとろけていく新感覚菓子。中にサンドしたカヤジャムとの相性も抜群。



写真12 リーポール: カヤモンブラン (右)

カヤ風味のカスタードクリームと和菓を使ったモンブラン。

KAYA に願いを込めて

KAYA (カヤ) にはマレー語で「豊か」「繁盛」「成功」という意味であるという。プラナカンの人々は英国に思いをはせながら、卵・砂糖・ココナッツを煮詰めながら、バンダンリーフを香りや色つけに加えたコンフィチュールを、「より豊かに」、「より幸福に」という願いを込めて KAYA (カヤジャム) と命名したのであろうか。KAYA (カヤジャム) をとおして、中国南部からマレー半島、そして赤道直下に位置するシンガポールの特徴的な食文化を感じることができた。スイーツのなかに、小豆や生クリームとの相性の良さを活かしつつ、西洋とアジアと和がバランスよく調和されており、他の文化圏との融合を見事に果たした美味ばかりであった。

今後は、KAYA といろいろな食材との組み合わせの開発が望まれるとともに、KAYA が日本に定着し、和と融合した KAYA が他の地域へも発信されていくことを期待したい。

〈協 力〉

シンガポール共和国大使館商務部

シャウ・ウェイチー (シンガポール共和国大使館 商務部 商務本部長)

正木 聖美 (パリ在住)

株式会社伊勢丹食品営業部

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

ニューフードインダストリー 第52巻 第5号

印刷 平成 22 年 4 月 25 日
発行 平成 22 年 5 月 1 日
発行人 宇田 守孝
編集人 村松 右一
発行所 株式会社食品資材研究会
〒101-0038 東京都千代田区神田美倉町10 (共同ビル新神田)
TEL : 03-3254-9191 (代表)
FAX : 03-3256-9559
振込先 : 三菱東京UFJ銀行 京橋支店 (普通) 0070318
三井住友銀行 日本橋支店 (当座) 6551432
郵便振替口座 00110-6-62663
印刷所 株式会社アイエムアート
定価 2,100円 (本体2,000円+税) (送料100円)

email : info@newfoodindustry.com