

New Food Industry

食品加工および資材の新知识

<http://www.newfoodindustry.com>

2012 Vol.54 No.5

5

論 説

- 一地域の食資源から抗酸化作用と生理機能の探索－
ツルアラメの抗糖尿病作用と抗酸化作用
- 糖尿病を予防するコーヒーの薬理学
- 野生種エンサイ(空芯菜)の機能性食品素材としての可能性
－抗酸化作用・抗炎症作用－
- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (6)
－剛棘顎口虫の感染源となりうるもの (ノート)
- ゲル状嚥下訓練食の感覚特性を物理的手法による客観的な
機器測定で品質管理をする (－基礎編－)
- シロザケ飼料の魚油添加効果－3
- より良い特許明細書を求めて

連 載

- プロセスチーズ市場を創造した驚くべきヒット食品
－「雪印6Pチーズ」 雪印メグミルク株式会社－
- “薬膳”の知恵 (66)
- 築地市場魚貝辞典 (シラウオ)

Report

- 蕎麦研究の最近の動向



論 説

- -地域の食資源から抗酸化作用と生理機能の探索-
ツルアラメの抗糖尿病作用と抗酸化作用
..... 岩井 邦久 1

- 糖尿病を予防するコーヒーの薬理学
..... 鈴木 聡, 岡 希太郎 13

- 野生種エンサイ(空芯菜)の機能性食品素材としての可能性
-抗酸化作用・抗炎症作用-
..... 江頭 祐嘉合, 平井 静, 高垣 美智子, 渡部 慎平, 石淵 豊人 20

- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材(6)
-剛棘顎口虫の感染源となりうるもの(ノート)
..... 牧 純, 関谷 洋志, 渡辺 真衣, 玉井 栄治, 坂上 宏 25

- ゲル状嚥下訓練食の感覚特性を物理的手法による
客観的な機器測定で品質管理をする(-基礎編-)
..... 渡瀬 峰男 29

- シロザケ飼料の魚油添加効果- 3
..... 酒本 秀一, 大橋 勝彦 41

- より良い特許明細書を求めて
..... 宮部 正明 50

連載

- プロセスチーズ市場を創造した驚くべきヒット食品
- 「雪印6Pチーズ」 雪印メグミルク株式会社 -
..... 田形 暎作 57

- 築地市場魚貝辞典 (シラウオ)
..... 山田 和彦 66

- “薬膳”の知恵 (66)
..... 荒 勝俊 71

Report

- 「蕎麦研究の最近の動向」
..... 池田 清和, 池田 小夜子 77

おいしさと健康に真剣です。

酵母エキス系調味料

コクベース

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

ディアンドエム

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・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

—地域の食資源から抗酸化作用と生理機能の探索—

ツルアラメの抗糖尿病作用と抗酸化作用

岩井 邦久*

*Iwai Kunihisa (青森県立保健大学・健康科学部・栄養学科)

Key Words：ツルアラメ・血糖上昇抑制作用・グルコシダーゼ阻害活性・抗酸化作用・ポリフェノール

はじめに

生活習慣病には様々な慢性的疾患があるが、そのほとんどには生体内で過剰に発生した活性酸素種による細胞の酸化傷害が遠因になっていることが明らかにされつつある¹⁾。そのため、食品が持つ生体調節機能の中でも抗酸化作用が注目され、酸化傷害を抑制し得る抗酸化物質や抗酸化成分を豊富に含む食品が消費者の関心の的ともなっている。即ち、活性酸素やフリーラジカルに抵抗するために、抗酸化成分を積極的に摂取し、体内の抗酸化活性を高めようという考えである。そこで、我々はこれまでに抗酸化活性を指標として地域の食資源をスクリーニングし、抗酸化性に優れた食材を見出し、さらにそれらから生活習慣病の予防に有益な生理作用をいくつか明らかにしてきた²⁻⁴⁾。

糖尿病に関しては、患者数の増加が著しいだけでなく、肥満を伴ったインスリン非依存型糖尿病が多く、それも若年層で増加していることが危惧されている。このインスリン非依存型糖尿病の一次予防や改善には、適切な食事習慣と運動が重要であることが認識されている。食物摂取は血糖レベルと密接に関連しているため、糖尿病が疑われる高血糖者において症状の悪化を防ぐためには、過食により引き起こされる高

血糖を抑制することが重要であると考えられている。そこで、血糖レベルをコントロールする手段の一つとして α -グルコシダーゼ阻害薬が用いられているが、食品成分からもいくつかの天然化合物に α -グルコシダーゼ阻害活性が見つかっており、血糖をコントロールする機能性食品として利用されている⁵⁾。このようなことから、食品素材から天然の α -グルコシダーゼ阻害成分を探索することは、糖尿病患者の増加に歯止めをかけ、新たな抗糖尿病薬剤や機能性食品の開発にとって有益なことである。

近年、我々は抗酸化活性のスクリーニングによって、褐藻類のツルアラメに強い抗酸化活性があることを見出し、そのポリフェノールと生理作用に着目して研究してきた。ここでは、海藻類の生理調節機能と、ツルアラメから見出した血糖コントロールに関わる生理作用について紹介する。

1. 海藻とその栄養成分

四方を海に囲まれている日本では、古くから海藻類が食べられてきた。日本の水生植物の生産量は世界で2～3位であり、代表的な海藻は、ノリ(約40万トン)、コンブ(約10万トン)、

ワカメ(約10万トン)である。また、ノリはほとんどが養殖のものであり、その量は養殖海藻類の約7割を占めている。一方、コンブは天然ものが養殖ものより多く、天然海藻類の約6割を占める。上述の三大海藻の他には、ヒジキ、モズク、フノリ、テングサなどが食卓に上る代表的な海藻類といえるだろう。

海藻は、大きく3種類に分類することができる。コンブやワカメは褐藻類であり、ノリ佃煮や板ノリにはアサクサノリやスサビノリといった紅藻類が用いられている。また、焼きそばやお好み焼きなどで使う青ノリは、緑藻類のアオサなどを原料にしている。結納などでコンブが使われるように、海藻は慶事に欠くことのできない供物や食材にもなっている。このように、日本人は様々な海藻を様々な加工して食し、また利用している。これは、昔から海藻類を食べてきた先人の知恵と、現在に至るまでの技術の発展などが反映された結果である。

一方、メタボリックシンドローム、即ち内臓脂肪の蓄積に警鐘が鳴らされている現代社会では、日本の食文化の基盤ともいえる「和食」が見直されている。その背景には、近年の日本人のPFCエネルギー摂取比率がFAOの提唱する理想値に近いことから、日本人の長寿の秘訣は普段の食事にあるのではないかとされている

ことがある。これに端を発して日本食が世界から注目され、それによって日本人も古くから接してきた和食の良さを改めて見直しはじめたからである。その日本的食材の一つとして海藻類に注目が集まっている。つまり、海藻は現代の日本人にとっては単なる食材ではなく、ミネラルや食物繊維を豊富に含んだ健康維持・増進に寄与できる重要な食材であると言える。

代表的な海藻に含まれる一般栄養成分および一部のビタミン含量を表1に示した。全般的に海藻類のタンパク質含量は少ないものの、アマノリはタンパク質が豊富で39.4%と大豆に匹敵する量を有している。脂質はどの海藻でも少なく、反対に、海藻の種類による差はあるものの、糖質は39~62%、食物繊維総量が27~48%、灰分が10~31%と非常に多いことが特徴である⁶⁾。アマノリやアオノリはビタミンA(レチノール当量)が非常に多く、ビタミンB₁やビタミンCも他の海藻より多く含んでいる。これらのことから、海藻は低脂質で糖質、食物繊維、ミネラルに富んだ食素材であり、代表的な健康的食素材である大豆と比べても同じようにヘルシーであるといえる。

海藻に含まれる主なミネラルを表2に示した。灰分はどの海藻も豊富だが、各ミネラルの含量はそれぞれ異なっている。ナトリウム(Na)

表1 主な海藻の一般栄養成分および主なビタミン含量(乾物100g中)

	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	糖質 (g)	灰分 (g)	食物繊維総量 (g)	ビタミンA (μg) [†]	ビタミンB ₁ (mg)	ビタミンC (mg)
アオサ	16.9	22.1	0.6	41.7	18.7	29.1	220	0.07	10
アオノリ	9.4	18.1	0.3	56.0	16.2	38.5	1400	0.89	40
アマノリ	8.4	39.4	3.7	38.7	9.8	31.2	3600	1.21	160
アラメ	16.7	12.4	0.7	56.2	14.0	48.0	220	0.10	0
マコンブ	9.5	8.2	1.2	61.5	19.6	27.1	95	0.48	25
テングサ	15.2	16.1	1.0	53.8	13.9	47.3	17	0.08	[‡] Tr
ヒジキ	13.6	10.6	1.3	56.2	18.3	43.3	270	0.36	0
フノリ	14.7	13.8	1.0	57.8	12.7	43.1	59	0.16	1
ワカメ	12.7	13.6	1.6	41.3	30.8	32.7	650	0.39	27

[†] ビタミンAはレチノール当量を示す。 [‡] Trは微量を示す。五訂増補日本食品標準成分表⁶⁾から抜粋。

表2 主な海藻のミネラル含量 (mg/ 乾物 100 g)

	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn
アオサ	3900	3200	490	3200	160	5.3	1.2
アオノリ	3400	770	720	1300	380	74.8	2.6
アマノリ	610	3100	140	340	690	10.7	3.7
アラメ	2300	3200	790	530	250	3.5	1.1
マコンブ	2800	6100	710	510	200	3.9	0.8
テングサ	1900	3100	230	1100	180	6.0	3.0
ヒジキ	1400	4400	1400	620	100	55.0	1.8
フノリ	2700	600	330	730	130	4.8	1.8
ワカメ	6600	5200	780	1100	350	2.6	0.9

五訂増補日本食品標準成分表⁶⁾ から抜粋.

はワカメに、カリウム (K) はコンブに、カルシウム (Ca) はヒジキに、マグネシウム (Mg) はアオサに、鉄 (Fe) はアオノリやヒジキにそれぞれ多く含まれている。現代の日本人に不足気味である Ca の補給にはヒジキが、血圧との関連で積極的に摂取することが奨められている。K の補給にはコンブが有用であるといえる。

海藻は糖質が豊富な食素材であるが、その多糖類の代表的なものには寒天、カラギーナン、アルギン酸、フコイダンなどがある。これらは海藻の細胞間質として充填される粘質多糖類に分類され、寒天とカラギーナンは主に紅藻類に、アルギン酸とフコイダンは主に褐藻類に多く存在する。

寒天は日本で生まれたものであり、主に紅藻類のテングサやオゴノリなどから得られ、トコロテンや羊羹の原材料だけでなく、様々な食品に使用されている。最近では、食物繊維が多いことから健康食品への注目の高まりと相まって、その需要が増えている海藻多糖類である⁷⁾。特に、食物繊維を豊富に含むので、整腸作用や栄養素の吸着、吸収遅延など、食物繊維の生理効果が期待されている。

カラギーナンは、主に紅藻類のスギノリ科などに含まれ、その物理的特性から、ゲル化剤や増粘剤としてミルク製品、製菓製品、水練製品などの食品に幅広く使われているほか、化粧品、

医薬品、塗料など用途は広いが⁸⁾、生理作用に関する報告はそれほど多くはない。

アルギン酸は、ほとんどの褐藻類に含まれているが、藻類の種類や採取時期によって含量が異なる。アルギン酸は、保水性、ゲル化性、増粘性などの特性を持っていることから、様々な加工食品に幅広く使用されている。食品以外にも、そのゲル化強度の特性により、医療関係、繊維工業関係、製紙工業関係、化粧品工業関係、飼料工業関係、一般工業関係と、幅広い用途を持つ⁷⁾。

フコイダンは、モズク、ワカメ、コンブなどの褐藻類に含まれる粘質多糖類であり、抗腫瘍活性が良く知られている。

2. 海藻の生理作用

これらフコイダン、アルギン酸および寒天のラットにおける脂質低下作用の研究がある⁹⁾。高コレステロール食に各種海藻由来の多糖類を添加してラットを飼育すると、寒天では顕著な効果は見られなかったが、アルギン酸を与えると血清総コレステロール、LDL-コレステロールおよび中性脂肪が減少し、HDL-コレステロールが増加した。フコイダンもアルギン酸ほど顕著ではないが同様の傾向を示した。作用機序としては、これらの多糖類が消化管内で消化

・吸収されないことから、コレステロールなどを吸着し排泄する作用が考えられている。

血圧に関しては、自然発症高血圧ラット (SHR) に1%食塩水+5%アルギン酸カリウム溶液を与えて、血圧の変化を検討した報告がある¹⁰⁾。1%食塩水を与えるとSHRの血圧は上昇を示すが、これに5%アルギン酸カリウムを添加して与えるとSHRの血圧は2週間で約20 mmHg低下した。この時、アルギン酸カリウムは胃内でアルギン酸とカリウム (K) に分離し、遊離のアルギン酸が腸内でナトリウム (Na) と結合することによって血圧上昇の一助となるNaの体内への吸収を減少させている。また、アルギン酸から遊離したKはそのまま体内に吸収される。即ち、アルギン酸とNaおよびKの三者の結合・解離と体内への吸収が相乗的に作用して血圧の低下につながると推察されている。また、ノリやワカメからタンパク質分解酵素で処理して得たペプチドに、血圧上昇と密接に関連しているアンジオテンシン変換酵素の阻害作用が見出され、血圧低下作用が認められている¹¹⁾。

さらに、フコイダンに代表されるように、海藻には抗腫瘍や抗癌作用に関する多くの研究がある¹²⁾。褐藻類ではフコイダンやアルギン酸、紅藻類ではポルフィランなどの多糖類のほかに、原藻粉末での研究も行われている。いずれも動物試験の結果ではあるが、原藻粉末を経口投与して腫瘍増殖阻止効果が認められていることは、ヒトへの応用も含めて期待が持てるものである。海藻の抗腫瘍および抗癌作用は伝承的に知られているものも多く、成分としては多糖類やテルペノイドが作用物質ではないかと推定されている。また、活性自体には低分子物質による直接細胞障害作用や抗変異原作用、免疫賦活作用、食物繊維による発癌物質

吸収阻止などが考えられている。

これらの他に、海藻には紫外線吸収作用¹³⁾、酸化防止作用¹⁴⁾、抗ウイルス・抗菌・抗カビ作用¹⁵⁾などが知られており、これらの作用には多糖類の他に、脂肪酸類、フェノール類、イオウ化合物類、テルペノイド、ハロゲン化合物などの関与が明らかになっている。

いまや食品の機能性成分として代表的なポリフェノールは、フェノール性水酸基を分子内に多数持つ化合物の総称で、植物に特有の物質である。水生植物である海藻類にもポリフェノールが含まれており、特にフロログルシンの重合体であるフロロタンニン類は陸上植物にはあまり見られない海藻特有のものである。フロロタンニン類には抗菌活性¹⁶⁾や抗酸化活性¹⁷⁾、摂食阻害活性¹⁸⁾などが認められている。

3. ツルアラメのラジカル消去活性とグルコシダーゼ阻害活性

青森県は農林水産業が盛んで食料自給率も高く、三方を海に囲まれていることから水産資源にも恵まれている。特に、イカ、サバ、ホタテやシジミなどは国内で上位の生産量を誇り、その他にもナマコやホヤなど、水産物の種類も豊富である。

ツルアラメ (*Ecklonia stolonifera*) はコンブ科に属する褐藻類の一種であり (図1)、主に日本海に分布している。この海藻は環境への適応力が高く繁殖力も強いいため、資源量は豊富である



図1 ツルアラメ採取の様子 (左) および生葉 (右)

と思われるが、食素材としての開発は充分には行われていない。その大きな理由の一つは、味覚的にコンブなどより劣っていることがあげられる。また、そのこととも関連しているが、ツルアラメはアワビやウニなどの外敵から身を守る摂食阻害物質を備えていることが知られている¹⁸⁾。このようなことから、コンブ漁場を侵食しているツルアラメは、雑海藻扱いされている場合もある。

同系統の褐藻類であるカジメ (*E. cava*) にはアルドースレダクターゼ阻害活性、HIV-1 転移抑制活性および抗酸化活性などが見出され¹⁹⁾、クロメ (*E. kurome*) は抗菌およびヒアルロニダーゼ阻害活性を持つことが報告されている^{16, 20)}。また、Fucales に属するエゾイシゲにはグルコシダーゼ阻害活性が発見されている²¹⁾。ツルアラメにも抗酸化活性、肝保護活性およびチロシナーゼ阻害活性が見出されている^{17, 22, 23)}。しかしながら、*in vivo* におけるツルアラメの生理機能性は明らかになっていない。

我々は抗酸化活性をツルアラメに見出したことから、具体的な生理作用を探索してきた。その理由は、有益な生理活性があれば、未利用のツルアラメを機能性食品や医薬品の素材として利用できる可能性が高まるからである。

そこで、まず生ツルアラメの葉部分を良く洗浄し、塩分を取り除いた後、4倍量の溶媒を加えてホモジナイズし、一晚攪拌抽出後、上清を

収集した。これを減圧濃縮し、凍結乾燥してツルアラメ水抽出物 (WEE) およびツルアラメメタノール抽出物 (MEE) を得た。WEE の収率は MEE の約3倍であったが、Folin-Denis 法で測定した総ポリフェノール含量は、MEE が WEE より3倍以上大きく、MEE の約30%をポリフェノールが占めていた。

これらのラジカル消去活性を電子スピン共鳴法²⁴⁾で測定すると、MEE の活性は WEE より2倍強いものであった (表3)。ツルアラメは活性酸素種の発生を抑える作用を持ち、その物質はフロロタンニン類であることが報告されている¹⁷⁾。また、褐藻類はアワビなどからの摂食に対する防御物質を分泌し、それもやはりフロロタンニン類であることが知られている¹⁸⁾。我々は、ツルアラメの抗酸化活性が他の海藻類よりも強いことを見出し、その水抽出物 (WEE) およびメタノール抽出物 (MEE) は Kang らの報告¹⁷⁾と同様に強いことを示した。MEE は WEE よりも強いラジカル消去活性と高いポリフェノール含有量を有していることから、ツルアラメの抗酸化活性やラジカル消去活性にはこれらのポリフェノール類が関与しており、メタノールは生海藻から効率的にポリフェノールを抽出し得ることが示唆された。この抽出は、エタノールでも同様に認められている。

MEE と WEE の収率の差は、水溶性食物繊維を含む炭水化物やタンパク質量の違いによると

表3 ツルアラメ抽出物の収量, 総ポリフェノール含量およびラジカル消去活性

	WEE	MEE	アスコルビン酸
収率 (%) [†]	5.19	1.49	-
総ポリフェノール濃度 (mg/g) [‡]	82.13	303.0	-
ラジカル消去活性 (IC ₅₀ , mg/mL) [§]			
·OH	4.183	1.849	0.489
O ₂ · ⁻	0.676	0.379	0.012

[†]収率は生海藻からの値を示した。[‡]総ポリフェノール濃度は没食子酸を標準として Folin-Denis 法で測定した。[§]ラジカル消去活性は ESR によるスピントラップ法で測定した。—は測定せず。

表4 ツルアラメ抽出物のグルコシダーゼ阻害活性

	阻害活性 (IC ₅₀ , mg/mL)	
	WEE	MEE
α-グルコシダーゼ [†]	0.026	0.022
スクラーゼ [‡]	10.10	4.056
マルターゼ [‡]	4.213	0.772
イソマルターゼ [‡]	> 100	> 100
グルコアミラーゼ [‡]	> 100	5.851

[†]酵母種由来, [‡]ラット小腸由来.

考えられ, MEE のラジカル消去活性が強いのは活性に寄与しないこれらの成分含量が少ないことに起因している。反対に, MEE の総ポリフェノール濃度は WEE の3倍強であったことから, ツルアラメの抗酸化活性およびラジカル消去活性にはポリフェノールが関与していることが示唆された。

ツルアラメの有益な生理活性を探索するため, 種々の由来をもつ糖質分解酵素に対する阻害活性を *in vitro* で調べた。その結果, 酵母由来の α-グルコシダーゼに対する WEE および MEE の阻害活性は 1-デオキシノジリマイシン (DNJ) より強く, MEE は DNJ と同等のマルターゼ (ラット小腸由来) 阻害活性も示した。他のラット小腸由来二糖類加水分解酵素に対する MEE の阻害活性は WEE よりも強いが, マルターゼ以外の酵素に対しては DNJ よりも弱い阻害活性であった (表4)。

褐藻類のエゾイシゲの 70% メタノール抽出物に α-グルコシダーゼ阻害活性が報告されているが²¹⁾, ツルアラメにも α-グルコシダーゼ阻害活性のあることが初めて明らかになった。このツルアラメ抽出物はラット小腸由来スクラーゼ, イソマルターゼおよびグルコアミラーゼに対する阻害は弱かったが, MEE はラット小腸由来マルターゼに対して DNJ と同程度の強さの阻害を有していた。さらに, 酵母由来 α-グルコシダーゼに対しては, DNJ 以上に強い阻害を示した。従って, ポリフェノールを

約 30% 含有する MEE には, DNJ より強力なグルコシダーゼ阻害物質が存在する可能性が示された。

4. ツルアラメの摂取

そこで, 7週齢の雄性 KK-A^y マウスを使用し, 血糖値に及ぼすツルアラメの影響を検討した。試験の基本食は AIN-93 組成²⁵⁾ に基づき, 表5に示す組成で MEE を含まないコントロール食 (C食), 0.2% MEE を含む低 MEE 食 (LE

表5 試験食の組成 (%)

	C	LE	HE
カゼイン	20.0	20.0	20.0
α-コーンスターチ [†]	13.3	13.3	13.1
β-コーンスターチ [†]	39.95	39.75	39.15
スクロース	10.0	10.0	10.0
セルロース	5.0	5.0	5.0
コーン油	7.0	7.0	7.0
ビタミン混合 [‡]	1.0	1.0	1.0
ミネラル混合 [§]	3.5	3.5	3.5
酒石酸コリン	0.25	0.25	0.25
MEE	0	0.2	1.0

[†]MEE の添加量をスターチ量で調節した。 [‡]AIN-93-VX を使用した。 [§]AIN-93G-MX を使用した。

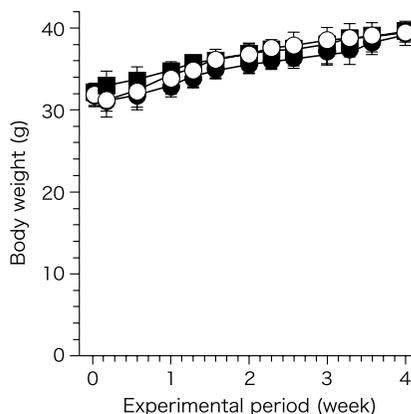


図2 ツルアラメ食で4週間飼育した KK-A^y マウスの試験期間中の体重推移

■, C群 (コントロール食); ●, LE群 (0.2% MEE食); ○, HE群 (1% MEE食) を示す。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。

表6 ツルアラメ食で4週間飼育したKK-A^yマウスの体重、体重増加量、肝臓および腎臓重量、摂食量ならびにMEE摂取量

	C	LE	HE
体重 (g) †	38.57 ± 1.67	38.17 ± 1.71	39.26 ± 1.11
体重増加量 (g) ‡	7.59 ± 0.98	7.38 ± 0.56	7.50 ± 1.02
肝臓重量 (g) †	2.276 ± 0.213	2.141 ± 0.188	2.148 ± 0.221
腎臓重量 (g) †	0.528 ± 0.027	0.515 ± 0.062	0.520 ± 0.029
摂食量 (g/d) §	7.66 ± 0.89	8.21 ± 0.66	8.12 ± 0.62
MEE 摂取量 (mg/d) §	0	16.42 ± 1.32	81.20 ± 6.20

† 4週間の飼育後20時間絶食下での重量を示す。‡ 飼育期間中の総増加量を示す。

§ 1日当りの量を示す。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。

食) および1%のMEEを含む高MEE食 (HE食) を調製した。

各群5匹にこれらの餌を自由に摂取させて4週間飼育したところ、KK-A^yマウスの体重推移に3群間で有意な差はなく、いずれも順調な体重推移を示した (図2)。試験期間中の体重増加量および1日当りの摂食量に差は見られず、試験後のマウスの肝臓および腎臓の重量にも差は見られなかった (表6)。摂食量から算出した1日当りのMEE摂取量は、LE群が16.42 mg/d、HE群が81.20 mg/dと設定通りの摂取量になり、摂取量による体重および臓器重量への影響はなかった。

インスリン非依存性糖尿病モデル動物であるKK-A^yマウスは、遺伝的に肥満を呈し、高血糖と高インスリン血症などの糖尿病症状を引き起こす²⁶⁾。この動物試験は、MEEの抗糖尿病効果と抗酸化効果を検討するためにデザインしたが、MEEを用量依存的に摂取したマウスの体重推移、体重増加量、摂食量および肝臓ならびに腎臓重量にコントロール群との差は見られず、肉眼所見からも異常は見られなかったことから、ツルアラメの摂取はマウスの成育に悪影響を及ぼす恐れはないと考えられた。さらに、これらのマウスの血液生化学値を測定しても、肝機能および腎機能などにおいて異常値は見られなかった。同じコンブ科に属するクロメのフ

ロロタンニンにはほとんど毒性がないことが報告されていることから¹⁶⁾、これらの結果はツルアラメが毒性を有する可能性はほとんど無いことを示唆している。

5. 血糖に及ぼすツルアラメの作用

この試験期間中の0週目、2週後および4週後に非絶食下のマウスから採血し、直ちに血漿を分離し、血漿中グルコース濃度を測定した (図3)。全ての群は試験開始時には同じレベルの高血糖値を示し、2週間後にMEEを摂

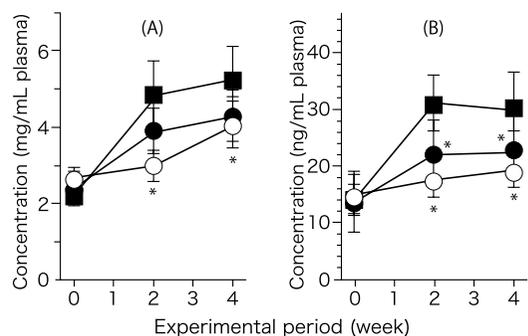


図3 ツルアラメ食で4週間飼育したKK-A^yマウスの試験期間中の血漿中グルコース濃度 (A) およびインスリン濃度 (B) の推移

■, C群 (コントロール食); ●, LE群 (0.2% MEE食); ○, HE群 (1% MEE食) を示す。

採血は非絶食下で行った。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。* はC群との有意差を示す ($p < 0.05$)。

取しないC群の血漿中グルコース濃度は2倍に増加した。0.2% MEE食を摂取したLE群の血漿中グルコース濃度は上昇したが、その濃度はC群より低めであり、1% MEE食を摂取したHE群の血漿中グルコース濃度はあまり増加せずC群より有意に低値であった。4週間後、C群の血漿中グルコース濃度は2週間後のレベルと大差がなく、HE群のグルコース濃度は2週間後よりは増大した。しかしながら、HE群はC群よりも有意な低い血漿中グルコース濃度を示した(図3-A)。

また、全群とも試験開始時には同じレベルの血漿中インスリン濃度を示し、その後、C群では2週間後に血漿中インスリン濃度が倍増し、4週間後まで同じレベルで推移した。LE群は2週間後に70%増加し、その後も漸増したが、2週間後および4週間後でC群より有意に低いインスリン濃度であった。HE群では大きな血漿中インスリン濃度の増加は見られず、2週間後および4週間後でC群よりも有意に低い濃度を示した(図3-B)。

これらの結果から、KK-A^yマウス特有の非絶食下における血漿中グルコース濃度の加齢に伴う増加がMEEの摂取量依存的に抑制され、MEEが血漿中グルコース濃度の増加に対する抑制効果を持っていることが明らかになった。MEEを摂取しなかったKK-A^yマウスでは血漿中インスリン濃度も次第に増加し、インスリン抵抗性を示している。しかしながら、1% MEE食を摂取したマウスでは血漿中インスリンレベルは余り変化しなかった。このインスリン分泌の抑制は、MEEの摂取により引き起こされた血漿中グルコース濃度の増加抑制の結果として生じたものと推察される。従って、ツルアラメの生理作用は糖質の吸収に及んでいると考えられる。海藻類は人の健康に有益とされるオリゴ糖や多糖類を豊富に含み、褐藻類の代表的な多糖類であるアルギン酸は糖質の吸収を遅延する

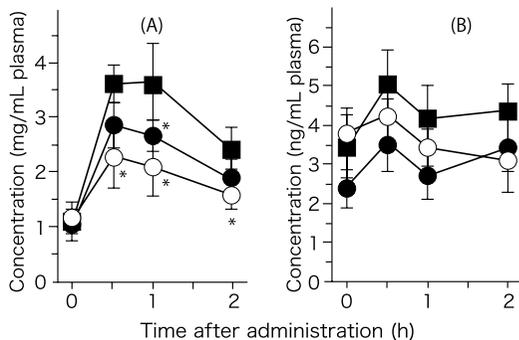


図4 ツルアラメ食を4週間摂取したKK-A^yマウスにマルトースを単回経口投与した時の血漿中グルコース濃度(A)およびインスリン濃度(B)の推移
■, C群(コントロール食); ●, LE群(0.2% MEE食); ○, HE群(1% MEE食)を示す。マウスは20時間の絶食下で2 g/kgのマルトースを経口投与した。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。*はC群との有意差を示す($p < 0.05$)。

ことによって血糖値の上昇を緩やかにすることが知られている²⁷⁾。ツルアラメも相当量のアルギン酸を含んでいるが、本研究ではツルアラメのメタノール抽出物を使用しており、抽出物中のアルギン酸はごく僅かであることから、この血糖に対する作用はポリフェノールによるものではないかと考えている。

次に、4週間MEEを摂取したKK-A^yマウスに、絶食下でマルトースを経口投与し、0, 0.5, 1および2時間後の血漿中グルコース濃度およびインスリン濃度を測定した(図4)。マルトース投与前の血漿中グルコース濃度およびインスリン濃度の初期値に3群間で差はなく、MEEを摂取しないC群の血漿中グルコース濃度は投与後0.5時間で急激に増加し、1時間後には最大値に達し、その濃度は絶食時の4倍に相当した。2時間後にグルコース濃度は減少したが、その濃度は絶食時レベルの2倍以上であった。一方、0.2% MEE食を摂取したLE群および1% MEE食を摂取したHE群の血漿中グルコース濃度もマルトース投与後に上昇した。しかし、両群は時間とともにC群より有意に低いグル

コース濃度を示した。また、有意差はなかったが、HE群はLE群よりグルコース濃度が低い傾向を示した(図4-A)。血漿中インスリン濃度は、全ての群で時間とともに変化した。しかし、それらの濃度は分泌が促進されたというレベルではなく、3群間に有意な差もなかった(図4-B)。

マルトースを選択したのは、MEEの阻害活性がマルターゼに対して最も強かったからであり、この経口糖負荷試験によって、血漿中グルコース濃度の上昇はMEEの摂取量依存的に抑制されることが明らかになった。耐糖能の異常が生じたKK-A^yマウスでは血漿中インスリン濃度の上昇はほとんど起こらないが、この研究においても血漿中グルコース濃度の増減に呼応したインスリンレベルの有意な変化は見られなかった。よって、血漿中グルコース濃度の上昇抑制は、インスリン分泌の促進等ではなく、ツルアラメのマルターゼ阻害による糖質の分解および吸収量の抑制に基づいていることが示唆された。

6. 脂質過酸化に対するツルアラメの作用

一方、ツルアラメにはラジカル消去活性が認められたので、試験期間中0週目、2週後および4週後の血漿中過酸化脂質濃度をチオバルビツール酸反応生成物(TBARS)濃度として測定した(図5)。MEEを摂取しないC群の血漿中TBARSは試験期間を通じて増加し、4週間後には試験開始時の2倍になった。0.2% MEE食を摂取したLEおよび1% MEE食を摂取したHE群では血漿中TBARSはあまり増加せず、それらの濃度は2週後および4週後においてC群より有意に低値を示した。

4週間の試験終了後の赤血球、

肝臓および腎臓中TBARS濃度も測定したところ(表7)、LE群およびHE群の赤血球および肝臓TBARS濃度は、C群の濃度より有意に低くなり、HE群の濃度はLE群より低い傾向を示した。腎臓中TBARS濃度には3群間で有意差はなかったが、MEE摂取群は用量依存的に低い傾向を示した。

これらの結果から、MEEの摂取は血漿、赤血球、肝臓および腎臓の脂質過酸化の増加も抑制し得ることが明らかとなった。高血糖の持続は活性酸素種の生成や酸化ストレスの助長を促進し²⁸⁾、抗酸化物質の補給がKK-A^yマウスの

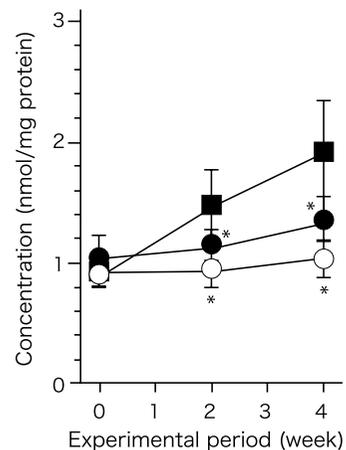


図5 ツルアラメ食を4週間摂取したKK-A^yマウスの試験期間中の血漿中過酸化脂質(TBARS)濃度の推移

■, C群(コントロール食); ●, LE群(0.2% MEE食); ○, HE群(1% MEE食)を示す。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。*はC群との有意差を示す($p < 0.05$)。

表7 ツルアラメ食で4週間飼育したKK-A^yマウスの赤血球、肝臓および腎臓中TBARS濃度

	TBARS (nmol/mg protein)		
	赤血球	肝臓	腎臓
C	0.338 ± 0.059	1.977 ± 0.217	0.320 ± 0.068
LE	0.251 ± 0.032*	1.582 ± 0.215*	0.277 ± 0.021
HE	0.212 ± 0.031*	1.440 ± 0.162*	0.259 ± 0.051

4週間の飼育後マウスは20時間絶食した。データは各群5匹の平均値±標準偏差を示す。*はC群に対する有意差を示す($p < 0.05$)。

糖尿状態において脂質過酸化の生成を抑制する報告もある²⁹⁾。酸化ストレスは、腎症や網膜症等の糖尿病性合併症の遠因になっていることは良く知られており、KK-A^yマウスも糖尿病性腎症を呈する³⁰⁾。従って、これらの結果は、ツルアラメの抗酸化作用が糖尿病性の酸化ストレスや合併症の予防にも有用な可能性を秘めていることを示している。しかしながら、TBARSの低下が抗酸化作用によって生じたのか、あるいは血糖値の増加抑制の結果として引き起こされたのかについては未解明であり、このことは今後の研究で解明していく必要がある。

7. ツルアラメ抽出物のポリフェノール

これまでの結果と、エゾイシゲのフロロタンニン類にグルコシダーゼ阻害活性が見出されていることから²¹⁾、ツルアラメの活性成分もポリフェノールであることが予想された。そこで、逆相カラムを用いた高速液体クロマトグラフィー-フォトダイオードアレイ検出 (HPLC-PDA) により MEE を分析したところ、多数のピークが検出され、それらはみな 300 nm 以下の波長極大を有していた。その吸収スペクトルの特性から、これらのピークはフラボノイドとは異なるポリフェノール類であると推察された。また、陽イオンモードの液体クロマトグラフィー-質量分析 (LC/MS) による分析では、 m/z 373 ~ 1113 の範囲の質量数を持つピークが約 20 本検出され、その中には複数のピークが同じ質量数を示したものもあった。これらのいくつかは、MS スペクトルおよび MS/MS スペクトルから、eckstolonol ($C_{18}H_{10}O_9=370.3$)、eckol ($C_{18}H_{12}O_9=372.3$)、dieckol ($C_{36}H_{22}O_{18}=742.6$)、phlorofucofuroeckol A ($C_{30}H_{18}O_{14}=602.5$)、8,8'-bieckol ($C_{36}H_{22}O_{18}=742.6$) などの既知フロロタンニン類と同じものと推察された。また、

いくつかのピークを 1H -NMR、 ^{13}C -NMR および DEPT で分析すると、CH のプロトンシグナル、四級炭素および三級炭素のシグナルが観測され、さらに、分取したピークのいくつかにはマルターゼ阻害活性が認められた。これらの分析結果は、ツルアラメの活性ポリフェノールがフロロタンニン類であるという仮説を支持しており、詳細な同定を現在行っている。

グルコシダーゼ阻害成分と抗酸化ポリフェノール、それらが同一か否かを含めての構造解析は活性成分の特定という点で重要であり、現在解明を進めている。また、フラボノイドよりも大きな分子量を持つフロロタンニン類が、直接そのまま体内に吸収されるのか否かも生理効果を解明する上で非常に興味深い課題である。即ち、活性フロロタンニンが吸収されないのであれば、この研究で見られた糖尿病マウスにおける酸化ストレスの抑制は、ツルアラメが血漿中グルコース濃度の増加を抑制した結果として引き起こされたものと考えることができる。反対に、フロロタンニンが吸収されれば、ツルアラメの抗酸化成分が体内で作用し、酸化傷害を抑制したことが証明される。このことは、酸化ストレスにより生じる他の病態に対してもツルアラメの予防効果を期待させるものである。

おわりに

海藻は多糖類や各種ミネラルに富み、人の健康増進に寄与する栄養性に優れた食品であり、日本人にとって古くから馴染みの深い食素材の一つである。それらの生理機能性も多岐にわたるが、この研究では、ツルアラメというあまり利用が進んでいない褐藻類に強力な α -グルコシダーゼ阻害活性とラジカル消去活性を見出した。そのメタノール抽出物はポリフェノールを豊富に含み、糖尿病 KK-A^y マウスの血漿中グルコース濃度の上昇と脂質過酸化レベルの増大を抑制することを示し、その活性成分にはフロ

ロタンニン類が推察された。これらのことから、予防薬や機能性食品などの開発に可能性を秘めており、今後の利用が期待される。

岩井邦久

青森県立保健大学・健康科学部・栄養学科

〒030-8505 青森市浜館字間瀬 58-1 TEL & FAX: 017-765-4194

Kunihisa Iwai

Department of Nutrition, Faculty of Health Sciences, Aomori University of Health and Welfare

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

- 1) 吉川敏一, 市川寛: フリーラジカルと抗加齢医学. 日本老年医学会雑誌, **45**, 149-151, 2008.
- 2) 岩井邦久: 地域の食資源から抗酸化作用と生理機能の探索. ガマズミ果実の抗酸化成分およびヒトにおける抗酸化作用. *New Food Industry*, **52** (11), 33-41, 2010.
- 3) 岩井邦久: 地域の食資源から抗酸化作用と生理機能の探索. アピオスの血圧降下作用. *New Food Industry*, **53** (8), 19-27, 2011.
- 4) 岩井邦久: 食物成分の生理作用と機能性食品 —抗酸化活性と生理機能の探索—. 食品と容器, **52** (5), 304-311, 2011.
- 5) N. Peyrieras, E. Bause, G. Legler, R. Vasilov, L. Claesson, P. Peterson, H. Ploegh: Effects of the glucosidase inhibitors nojirimycin and deoxynojirimycin on the biosynthesis of membrane and secretory glycoproteins. *EMBO J.*, **2**, 823-832, 1983.
- 6) 五訂増補食品成分表 2007, 香川芳子監修, 女子栄養大学出版部, 2006.
- 7) 笠原文善, 井上修, 岩元勝昭, 島松秀典, 角谷清: 海産植物資源の活用. 藻類, **46**, 176-178, 1998.
- 8) 山田信夫: 海藻利用の科学, 改訂版, 成山堂書店, 2004.
- 9) D. Ren, H. Noda, H. Amano, T. Nishino, K. Nishizawa: Study on antihypertensive and antihyperlipidemic effects of marine algae. *Fish. Sci.*, **60**, 83-88, 1994.
- 10) 辻啓介, 辻悦子, 中川靖枝, 鈴木慎次郎: 食物繊維のナトリウム吸着能が高血圧自然発症ラットの血圧に及ぼす影響. 日本家政学会誌, **39**, 187-195, 1988.
- 11) M. Sato, T. Hosokawa, T. Yamaguchi, T. Nakano, K. Muramoto, T. Kahara, K. Funayama, A. Kobayashi, T. Nakano: Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from wakame (*Undaria pinnatifida*) and their antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 6245-6252, 2002.
- 12) 山本一郎, 丸山弘子: 21世紀の海藻資源, 大野正夫編, 緑書房, p.235-248, 1996.
- 13) 辻野勇: 紫外線吸収物質. 海藻の生化学と利用, 日本水産学会編, p.78-79, 恒星社厚生閣, 1983.
- 14) 浪岡日左雄, 松家伸吾: 海藻からの抗酸化性物質の生産. 21世紀の海藻資源, 大野正夫編, p.207-219, 緑書房, 1996.
- 15) 蔵多一哉: 海藻の抗生物質. 海洋の生化学資源, 日本水産学会編, p.80-103, 恒星社厚生閣, 1979.
- 16) K. Nagayama, Y. Iwamura, T. Shibata, I. Hirayama, T. Nakamura: Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. *J. Antimicrob. Chemother.*, **50**, 889-893, 2002.
- 17) H.S. Kang, H.Y. Chung, J.Y. Kim, B.W. Son, H.A. Jung, J.S. Choi: Inhibitory phlorotannins from the edible brown alga *Ecklonia stolonifera* on total reactive oxygen species (ROS) generation. *Arch. Pharm. Res.*, **27**, 194-198, 2004.
- 18) K. Taniguchi, K. Kurata, M. Suzuki: Feeding-deterrent effect of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia stolonifera* against the abalone *Haliotis discus hannai*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 2065-2071, 1991.

- 19) Y. Iwahori, S. Enomoto, Y. Okada, J. Tanaka, T. Okuyama: Naturally occurring substances for prevention of complications of diabetes. IV. Screening of seaweeds for inhibitory effect on aldose reductase. *Nat. Med.*, **53**, 138-140, 1999.
- 20) T. Shibata, K. Fujimoto, K. Nagayama, K. Yamaguchi, T. Nakamura: Inhibitory activity of brown algal phlorotannins against hyaluronidase. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **37**, 703-709, 2002.
- 21) T. Ohta, S. Sasaki, T. Oohori, S. Yoshikawa, H. Kurihara: α -Glucosidase inhibitory activity of a 70% methanol extract from Ezoishige (*Pelvetia babingtonii* de Toni) and its effect on the elevation of blood glucose level in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **66**, 1552-1554, 2002.
- 22) Y.C. Kim, R.B. An, N.Y. Yoon, T.J. Nam, J.S. Choi: Hepatoprotective constituents of the edible brown alga *Ecklonia stolonifera* on tacrine-induced cytotoxicity in Hep G2 cells. *Arch. Pharm. Res.*, **28**, 1376-1380, 2005.
- 23) H.S. Kang, H.R. Kim, D.S. Byun, B.W. Son, T.J. Nam, J.S. Choi: Tyrosinase inhibitors isolated from the edible brown alga *Ecklonia stolonifera*. *Arch. Pharm. Res.*, **27**, 1226-1232, 2004.
- 24) M.Y. Kim, K. Iwai, A. Onodera, H. Matsue: Identification and antiradical properties of anthocyanins in fruits of *Viburnum dilatatum* Thunb. *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 6173-6177, 2003.
- 25) P.G. Reeves, F.H. Nielsen, G.C. Fahey Jr: AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, **123**, 1939-1951, 1993.
- 26) H. Iwatsuka, A. Shino, Z. Suzuoki: General survey of diabetic features of yellow KK mice. *Endocrinol. Jpn.* **17**, 23-35, 1970.
- 27) K.S. Lee, Y.S. Choi, J.S. Seo: Sea tangle supplementation lowers blood glucose and supports antioxidant systems in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Med. Food*, **7**, 130-135, 2004.
- 28) K. Asayama: Free radicals and diabetes mellitus. *Modern. Med.*, **45**, 1736-1742, 1990.
- 29) M. Ohnishi, T. Matuo, T. Tsuno, A. Hosoda, E. Nomura, H. Taniguchi, H. Sasaki, H. Morishita: Antioxidant activity and hypoglycemic effect of ferulic acid in STZ-induced diabetic mice and KK-A^y mice. *Biofactors*, **21**, 315-319, 2004.
- 30) M. Okazaki, Y. Saito, Y. Udaka, M. Maruyama, H. Murakami, S. Ota, T. Kikuchi, K. Oguchi: Diabetic nephropathy in KK and KK-A^y mice. *Exp. Anim.*, **51**, 191-196, 2002.

糖尿病を予防するコーヒーの薬理学

鈴木 聡^{*1} 岡 希太郎^{*2}

^{*1} SUZUKI Satoshi (NPO 法人 HAB 研究機構), ^{*2} OKA Kitaro (東京薬科大学名誉教授)

Key Words : コーヒー・糖尿病予防・臨床試験・Nrf2・11β-HSD

はじめに

2型糖尿病（以下、単に糖尿病）は生活習慣病の代表と言える疾患で、予備軍まで含めると、実に1千万人を超える人数が何らかの対策を強いられている。血糖値が高めでも直ちに死につながる病気ではないが、放置すると重大な合併症を発症し、透析導入や心筋梗塞リスクを高め

ることになる。医療費高騰に及ぼす影響も無視できない。

図1は、疾患に対する薬剤貢献度と患者満足度の関係を示した政策研資料である（本誌 Vol.53, No.9, p27 を参照）。合併症のない糖尿病の患者満足度は比較的高いのだが、腎症、神経障害、網膜症などの合併症に対しては、誰に

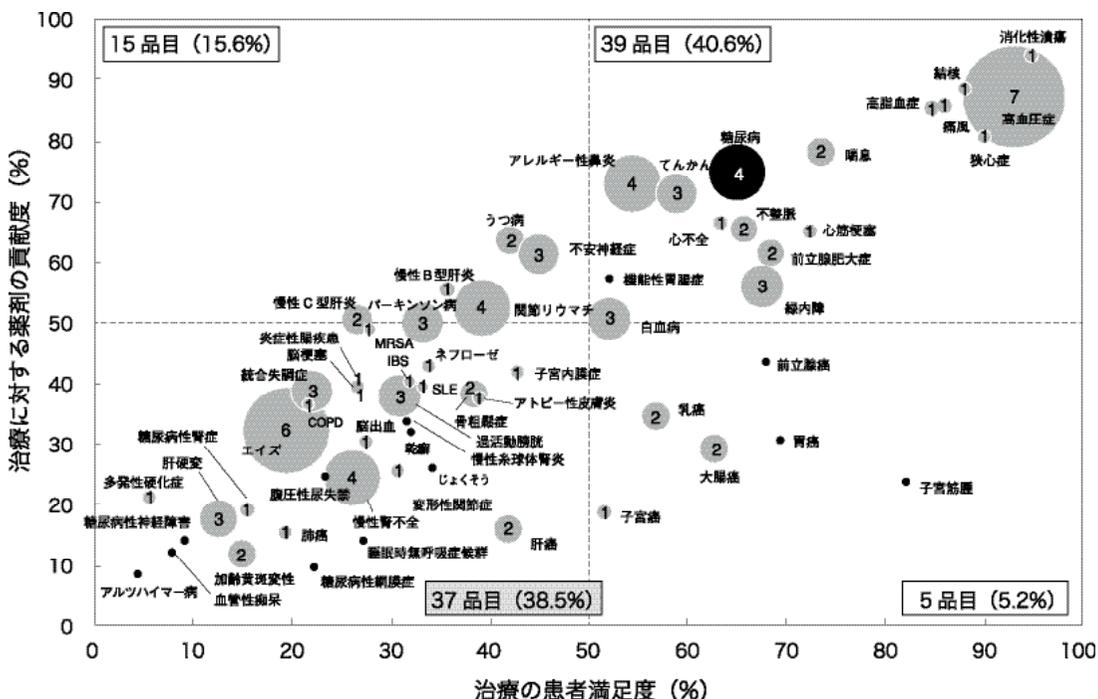


図1 治療満足度と薬剤貢献度の疾患別比較及び糖尿病とその合併症の位置づけ

でも有効な治療法はない（図1の左下）。即ち、健康人の糖尿病対策としては、何と言っても予防が肝心で、それでも食後血糖やHbA1cの高値を認めたら、生活習慣の改善に努めなければならない。

このような状況下で、コーヒー飲用が糖尿病を予防するという疫学調査のインパクトは実に大きいものであった。しかし、コーヒー成分の何がどう効くのかとなると、研究者の意見はまちまちである。筆者は2007年に、コーヒーが糖尿病を予防する薬理学について総説論文を書いたが¹⁾、その後の薬理学の進展についてはまとめられていない。そこで本稿に最近の論文情報をまとめることとする。

1. 糖尿病の疫学調査

2010年に発表されたメタ解析の結果によれば、糖尿病の発症を予防する生活習慣全般のなかで、コーヒー飲用は糖尿病発症リスクを軽減する有力な選択肢となっている²⁾。コーヒーを飲むという生活習慣が、インスリン感受性の長期維持に有効で、糖尿病の発症を予防するのである。2007年以後も疫学エビデンスの蓄積が進んでいる。コーヒー、デカフェコーヒー、および茶（紅茶または緑茶）を比較したメタ解析では、コーヒーのサンプル数が際立って大きいものの、紅茶でも緑茶でも糖尿病リスクを軽減する傾向があるとされている³⁾。1日に飲むコーヒーの量と糖尿病発症リスクの関係を、文献3から引用して図2に示す。

日本人5万5千人を対象にした国内調査では、自覚できるストレスの大きさが糖尿病のリスクを高めることが明らかになった⁴⁾。その一方で、コーヒー飲用がリスク軽減に寄与することも確

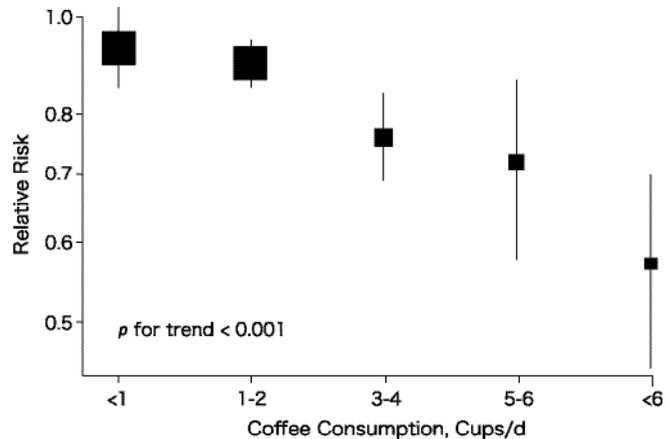


図2 コーヒー飲用と糖尿病発症リスクの関係

■の位置は発症リスクを示す；■の大きさは数字の精度を示す；バーの長さは95%信頼区間を示す。（文献3から引用）

認された⁴⁾。コーヒーとストレスの関係には興味を抱かれるが、疫学調査による因果関係の解明は難しい。別の国内調査が岐阜県高山市で1万3千人を対象に実施され、コーヒー、緑茶、烏龍茶、紅茶、およびチョコレートと比較した結果が報告されている⁵⁾。コーヒー飲用量と糖尿病リスク軽減の間に優位な相関関係が認められたが、他のカフェイン飲料と総カフェイン摂取量に優位な相関は認められなかった。どうやらコーヒーだけに含まれているカフェイン以外の有効成分があるらしい。

コーヒーによる糖尿病リスク軽減を示す論文は数多いが、リスクが増すという論文はない。しかし、コーヒーには閉経後女性の骨代謝や血中脂質の増加など負の影響もみられるので、現段階では公衆衛生の向上を目的としてコーヒー飲用を誰にでも勧めるという段階ではない⁶⁾。その前に予防効果の発現機序を明らかにする必要があると言える。

2. コーヒーの臨床試験

上記した疫学調査結果と実験観察との間にはある種の矛盾が指摘されている。普段コーヒー

を飲まない人にコーヒーまたはカフェインを投与すると、総コレステロールと中性脂肪が上昇し、インスリン感受性が低下する¹⁾。にも拘らず、コーヒーを毎日飲み続ける習慣は糖尿病を予防する。このジレンマを解消するには、コーヒー連用の臨床試験が必要であろう。現在までのところ、管理された長期臨床試験の報告はないが、少人数で短期の試験結果が報告されるようになってきた。

一口にコーヒーと言っても構成成分は多様であり、どんなコーヒーにも共通の成分はカフェインだけと言って過言でない。欧米では、コーヒーと言えばカフェインのことであり、カフェインと言えばコーヒーを意味している。学術論文の文章にも両者を混同した例がたくさんあるので、コーヒーの疾患予防効果があたかもカフェインによるとの誤った解釈がまかり通ってしまうのである。

カフェイン入りコーヒーとデカフェコーヒーを区別して解析すれば、少なくともカフェインの寄与範囲が明らかになる。ハーバード公衆衛生大学院の van Dam らは、45名の中年被験者を3群に分けて、第1群にはカフェイン入りインスタントコーヒー、第2群にはデカフェタイプのインスタントコーヒー、そして第3群(対照群)には水を、それぞれ1日に5杯飲んでもらいつつ、8週間の追跡調査を行った⁷⁾。その結果、糖代謝とインスリン感受性に変化は認められなかったものの、第1群ではアディポネクチンとインターロイキン-6 (IL-6) の有意な上昇、第2群ではフェツインAの有意な減少が認められた。コーヒーにはカフェインの有無に係わらず、糖尿病を予防する何がしかの代謝改善効果があるという結論である。

似た結果が、ドイツとフィンランドの共同研究でも得られている⁸⁾。Kempf らは、47名のコーヒー愛飲者の試験で、最初の1ヶ月はウォッシュアウト(コーヒーを飲まない)期間とし、

2ヶ月目にはモカコーヒーを1日4杯、3ヶ月目には同じく8杯を飲んでもらい、それぞれの最終日に血中コーヒー成分と、糖代謝および炎症関連の血液検査を行った。その結果、コーヒーは糖代謝には影響せず、アディポネクチンとIL-6の上昇、IL-18の減少、およびHDL/LDL比の改善が認められた。この結果を van Dam らのものと合わせると、コーヒーは炎症性サイトカインを減らす一方で、抗炎症性サイトカインを増やすことで、糖尿病リスクの軽減に寄与している可能性が高い。

最後に、深煎りと浅煎りのコーヒーを比較した臨床試験を紹介する。オーストリアの Somoza らは⁹⁾、コーヒーの効果はその抗酸化ストレスによるとの考えで、クロロゲン酸を多く含む浅煎りコーヒーと、N-メチルピリジニウム(NMP)を多く含む深煎りコーヒーを比較して、赤血球中の抗酸化物質を測定した。30名の健常者を対象に、まず2週間のウォッシュアウト期間を置いた後に、次の4週間は浅煎りコーヒーを1日500mL、その後2週間のウォッシュアウト期間を挟んで、最後の4週間は同じ豆の深煎りコーヒーを1日500mL飲み続けてもらった。1日に飲んだ豆重量は30g、フィルター式の自動抽出器で調整した。

結果をまとめると、深煎りコーヒーを飲んだ群で赤血球中の抗酸化物質であるビタミンEとグルタチオンが有意に増えていた。そして、全身状態の変化として、深煎りコーヒーによる体重減少が有意であった。試験開始前に73.1 ± 3.8kgだった平均体重が、試験終了後に0.6 ± 0.4kgの減少を示し、肥満傾向の見られた集団では2.5 ± 1.0kgの有意な現象が観察された。体重減少の理由についてはわかっていないが、コーヒーによる糖尿病リスクの軽減に、深煎りコーヒーのダイエット効果の寄与があることを窺がわせる結果だった。

3. 薬理作用物質

糖尿病の発症を予防するコーヒーの成分はどれなのか?この疑問に明快な答えはまだないが、糖尿病の病因論から考えていくつかの仮説が提案されている。主なものはコーヒー成分の抗炎症作用、抗酸化作用、およびその他の作用に分類できる。それぞれについて作用物質の特性が絞られつつあるので、順に説明する。

3-1. 抗炎症作用

メタボリックシンドロームのモデル動物である KK-Ay マウスにカフェインを投与すると、肥大した脂肪組織から分泌される炎症性サイトカインが減少し、肝臓脂肪も減少することが確認された¹⁰⁾。また、健康なウイスター系ラットを肝臓毒 LPS/GaIN で処置する前にカフェインを投与しておく、炎症性サイトカインの1種 TNF α が上昇せず、逆に抗炎症性の IL-10 が増えることがわかった(図3)¹¹⁾。これらは上記した臨床試験結果と一致するもので、カフェインには炎症性サイトカインの分泌を抑制し、抗炎症性のサイトカインを増やして肝臓を保護する作用があると言える。実験動物の膵 β 細胞を特異的に傷害するストレプトゾトシンの場

合にも、事前にカフェインを投与しておく、 β 細胞機能を温存することができる¹²⁾。

近年、グルタチオン低下による酸化ストレスの増強に、転写因子の1種 Nrf2 の機能低下が原因しているとの説が有力になってきた。上記した肝臓毒 LPS や TNF α による炎症性サイトカインの更なる亢進にも Nrf2 が関与している。何らかの原因で低下した Nrf2 活性を回復したり、過剰に発現している活性を抑制する物質が見つければ、癌や生活習慣病を標的とする新たな抗炎症薬が開発されるとの強い期待がある¹³⁾。

糖尿病治療に使われるインスリンは Nrf2 を介して抗酸化酵素の活性を制御している¹⁴⁾、 β 細胞内の酸化ストレスの軽減にも Nrf2 の寄与が大きいことが解ってきた¹⁵⁾。膵 β 細胞における過剰な活性酸素による酸化障害と、Nrf2 による障害抑制機序について、文献15を参考にして図4を描いてみた。活性酸素の起源は2つあって、1つは食べものを含めた何らかの環境因子であり、もう1つはミトコンドリアのグルコース代謝にともなう内因性産物で、これは避けられない起源である。図4に番号で示した各経路の役割に注目して欲しい。

グルコース代謝にともなってミトコンドリアのなかでできる活性酸素種は、 β 細胞がイン

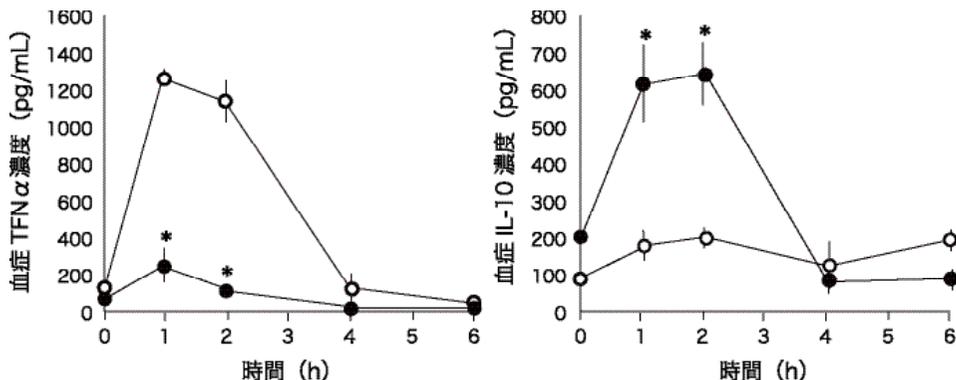


図3 LPS/GaIN 肝障害を予防するカフェインの予防効果
○: コントロール; ●: カフェイン (文献11から改変して引用)

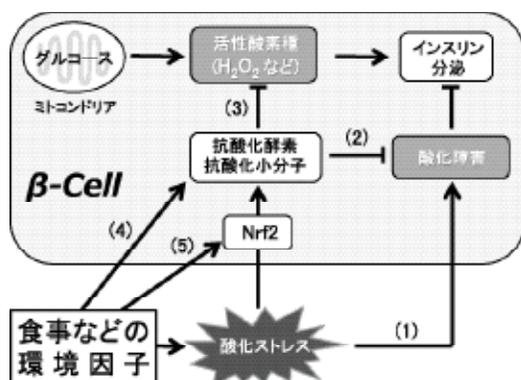


図4 環境因子がもたらす酸化ストレスによる膵β細胞のインスリン障害とNrf2による防御

- (1) 酸化ストレスに原因する酸化障害が直接インスリン分泌を傷害する。
 - (2) 酸化ストレスはNrf2を刺激して抗酸化物質(酵素と小分子)を誘導し、酸化障害を抑える。
 - (3) 抗酸化物質は、グルコースから生じる活性酸素種を消去する。
 - (4) ビタミンCとE、ポリフェノールなど。
 - (5) コーヒー成分など。
- (文献15から改変して引用)

スリンを分泌するときの引き金になっている。従って、細胞の抗酸化作用が強過ぎると、返って好ましくない影響を及ぼすことになる。つまり、 β 細胞の抗酸化状態を適切に制御するNrf2の役割は、 β 細胞が正常に働くために欠かせないのである。

現代人の生活習慣において、細胞の抗酸化状態を好ましく維持することはなかなか困難なことである。日常生活のストレスが増すなどして、 β 細胞の酸化状態が亢進すると、図4のような生理学回路を介して、酸化ストレスが炎症反応(β 細胞障害)と強く結びつくのである。そのため、食事から摂り入れる抗酸化性のビタミンCとEなどに加えて、抗酸化作用をもつ植物性ポリフェノールなどを活用する意味が生じるのである(図4の経路4と5)。

3-2. 抗酸化作用

図4の説明を続けると、まず環境から取り込んだ酸化ストレスは、経路1を通して直接酸化

障害を起こし、インスリン分泌を抑制する。次に、酸化ストレスは細胞質にあるNrf2を核に送り込んで抗酸化遺伝子を刺激して、例えばグルタチオン合成を刺激するとともに、過酸化水素を消去する酵素グルタチオンペルオキシダーゼの産生を促す。濃度の高まった抗酸化物質は、経路2を通して酸化障害を抑制し、経路3を通してグルコース代謝でできる過酸化水素などを消去する。まとめると、経路2はインスリン産生を抑制する酸化障害を防ぎ、経路3はインスリン産生を促す活性酸素を消去して、結果としてインスリン産生を抑制する。このように β 細胞のインスリン産生能は、自らが作り出す活性酸素と環境から受ける酸化ストレスによって、正にも負にも制御されているので、Nrf2の活性も強過ぎず弱過ぎず、ちょうど良いバランスに調節される必要がある¹⁶⁾。

さて最近になって、コーヒーにNrf2活性を修飾する物質が見つかって注目を集めている。まず最初に見つかったのはクロロゲン酸であり、続いてトリゴネリンの熱分解産物N-メチルピリジニウム(NMP)にもNrf2刺激活性が見出された¹⁷⁾。面白いことに、コーヒー生豆のトリゴネリンと焙煎豆のNMPは互いに拮抗して、Nrf2活性を制御している可能性も指摘されている¹⁷⁾。これらを踏まえてウーン大学のMarkoらは、浅煎りと深煎りコーヒーをブレンドして、Nrf2活性への影響を調べている。信頼できる結果はまだ出ていないが、どちらかと言えば深煎りコーヒーの方が浅煎りよりも強くNrf2活性を亢進する方向に働いているとのことである¹⁸⁾。

ここで興味があるのは、KK-Ay糖尿病モデルマウスや、ストレプトゾトシンを投与したラットにおいて、カフェインの抗炎症作用とNMPの抗酸化作用のどちらの予防効果が優れているかということである。コーヒーのカフェイン含量は焙煎条件にほとんど影響されない

が、NMPは深煎りほど含量が多くなる。もしカフェインとNMPの間に相乗作用が認められるとしたら、深煎りのコーヒーほど糖尿病予防効果が強くなるとも考えられるが、個人の体内環境によって効き目の個人差が生じる可能性も高い。

3-3. その他の作用

これについては、2007年に書いた文献1の内容と基本的には変わっていない。それ以降の進歩を指摘するなら、以前から糖尿病治療に良いとされてきた薬用植物の新たなスクリーニング試験が実施された¹⁹⁾。その結果、コーヒー以外にも桂皮、朝鮮アザミの葉、ビワの葉、ホウノキの樹皮、クワの根皮などに活性が見出されたが、ビワの葉以外は1型酵素に選択的な作用ではなく、どちらかと言えば2型酵素に傾斜した阻害活性を示していた。これに対してコーヒー抽出液とビワの葉の効果は、1型酵素に傾斜した作用であった。しかし残念なことに、活性成分の化学構造はまだ不明である。

おわりに

糖尿病を治療せず放置すると本人はもとより社会に大きな損失を及ぼす。糖尿病そのものというよりも、糖尿病の原因になっている代謝異常(メタボリックシンドローム)が身体の随所に悪影響をもたらすからである。血糖値は代謝異常を知るための目安と考えたほうがよい。特筆すべきは糖尿病性腎症で、透析導入患者数が毎年増加する最大の原因になっている。本稿には書けなかったが、コーヒー飲用は腎機能を表わす推算糸球体ろ過量(eGFR)を改善するとの論文も出始めている。コーヒーを飲んで糖尿病を予防するということは、只それだけでなく、糖尿病合併症を予防することでもあるので、保険医療制度を維持するために大いに役に立ちそうなのである。今は未だその時期には至っていないとの意見もあるが、1日1杯の美味しいコーヒーが人々を病気から解放するならば、そんな良い話は他にない。

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

- 1) 岡 希太郎. コーヒーの糖尿病予防効果を説明する栄養成分の薬理学. 薬学雑誌 **127**:1825-1836, 2007.
- 2) Psaltopoulou T, Ilias I, Alevizaki M. The role of diet and lifestyle in primary, secondary, and tertiary diabetes prevention: a review of meta-analysis. *Rev Diabetic Stud* **7**:26-35, 2010.
- 3) Huxley R, Lee CMY, Barzi F, *et al.* Coffee, decaffeinated coffee, and tea consumption in relation to incident type 2 diabetes mellitus. A systematic review with meta-analysis. *Arch Intern Med* **169**:2053-2063, 2009.
- 4) Kato M, Noda M, Inoue M, *et al.* Psychological factors, coffee and risk of diabetes mellitus among middle-aged Japanese: a population-based prospective study in the JPHC Study Cohort. *Endoc J* **56**:459-468, 2009.
- 5) Oba S, Nagata C, Nakamura K, *et al.* Consumption of coffee, green tea, oolong tea, black tea, and chocolate snacks and the caffeine content in relation to risk of diabetes in Japanese men and women. *Br J Nutr* **103**:453-459, 2010.
- 6) Pimentel GD, Zemdegs JCS, Theodoro JA, *et al.* Does long-term intake reduce type 2 diabetes mellitus risk? *Diabet Metab Syndr* **1**:6, 2009.
- 7) Wedick NM, Brennan AM, Sun Q, *et al.* Effects of caffeinated and decaffeinated coffee on biological risk factors for type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Nutr J* **10**:93, 2011.
- 8) Kenpf K, Herder C, Erlund I, *et al.* Effects of coffee consumption on subclinical inflammation and other risk factors for type 2 diabetes: a clinical trial. *Am J Clin Nutr* **91**:950-957, 2010.
- 9) Kotyczka C, Boettler U, Lang R, *et al.* Dark roast coffee is more effective than light roast coffee in reducing body weight, and in restoring red blood cell vitamin E and glutathione concentrations in healthy volunteers. *Mol Nutr*

Food Res **55**:1582-1586, 2011.

- 10) Yamauchi Y, Kobayashi M, Matsuda Y, *et al.* Coffee and caffeine ameliorate hyperglycemia, fatty liver, and inflammatory adipocytokine expression in spontaneously diabetic KK-Ay mice. *J Agric Food Chem* **2010**:**58**:5597-5603, 2010.
- 11) Akashi I, Kagami K, Hirano T, *et al.* Protective effects of coffee-derived compounds on lipopolysaccharide/D-galactosamine induced acute liver injury in rats. *J Pharm Pharmacol* **61**:473-478, 2009.
- 12) Kagami K, Morita H, Onda K, *et al.* Protective effect of caffeine on streptozotocin-induced beta-cell damage in rats. *J Pharm Pharmacol* **60**:1161-1165, 2008.
- 13) 伊東 健. Nrf2 酸化ストレス応答系による病態制御. *生化学* **81**:447-455, 2009.
- 14) Wang X, Tao L, Hai CX. Redox-regulating role of insulin: the essence of insulin effect. *Mol Cell Endocrinol* **349**:111-127, 2012.
- 15) Pi J, Zhang Q, Fu J, *et al.* ROS signaling, oxidative stress and Nrf2 in pancreatic beta-cell function. *Toxicol Appl Pharmacol* **244**:77-83, 2010.
- 16) Szybowska AA, Burgering BM. The peroxide dilemma: opposing and mediating insulin action. *Antioxid Redox Signal* **15**:219-232, 2011.
- 17) Boettler U, Sommerfeld K, Volz N, *et al.* Coffee constituents as modulators of Nrf2 nuclear translocation and ARE(EpRE)-dependent gene expression. *J Nutr Biochem* **22**:426-440, 2011.
- 18) Boettler U, Volz N, Pahlke G, *et al.* Coffees rich in chlorogenic acid or N-methylpyridinium induce chemopreventive phase II-enzymes via the Nrf2/ARE pathway *in vitro* and *in vivo*. *Mol Nutr Food Res* **55**:798-802, 2011.
- 19) Gumy C, Thumbichler C, Aubry EM, *et al.* Inhibition of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase type 1 by plant extracts used as traditional antidiabetic medicines. *Fitoterapia* **80**:200-205, 2009.

野生種エンサイ (空芯菜) の機能性食品素材としての可能性

—抗酸化作用・抗炎症作用—

江頭 祐嘉合^{*1} 平井 静^{*2} 高垣 美智子^{*3} 渡部 慎平^{*4} 石淵 豊人^{*5}

^{*1}EGASHIRA Yukari, ^{*2}HIRAI Shizuka, ^{*3}TAKAGAKI Michiko, ^{*4}WATABE Shinpei, ^{*5}ISHIBUCHI Toyohito
(千葉大学大学院 園芸学研究科)

KeyWords：抗炎症作用・肝炎・抗酸化・エンサイ・空芯菜・野生型

はじめに

エンサイ (別名; ヨウサイ, 学名; *Ipomoea aquatica* Forsk) は熱帯アジア原産のヒルガオ科サツマイモ属の夏野菜で, 中国や東南アジアで広く利用されている。茎の中心部が空洞なので空芯菜とも呼ばれる (図1)。インドネシアではカンクンと呼ばれ, 日常炒め物として調理され食されている一方で, 鼻出血, 便秘, 胃腸疾患の民間薬としても用いられている¹⁾。

エンサイは畑作だけではなく, 水田栽培, 河川栽培も可能な水生植物であり, 培養液の吸収能力が高く, 生育が早いという特長がある。さらに水質浄化能力があることも報告されている²⁾。また冬になれば枯れるため雑草化の心配もない。エンサイには茎の色が異なる2

系統 (青軸, 赤軸) が存在する。一般に栽培され流通されているのは, この2系統のうち青軸系統 (以下, 青軸エンサイという) であり畑で栽培され, 茎の色は緑か白色で軟らかく折れやすい。一方, 赤軸系統のエンサイ (以下, 赤軸エンサイという) は野生種であり, 茎の色が赤紫色または緑色で, 一般に水生で多湿なところに生息する (図2)。

青軸エンサイの生理機能について, これまで血糖値上昇抑制作用^{3,4)} や抗菌作用⁵⁾ が報告されている。また Prasad らは青軸エンサイから抗酸化能を指標にした有効成分を単離した⁶⁾。一方, 赤軸エンサイは野生種の為食されていない。その為, 有効成分や生理機能に関しては不明である。しかし野生種のため品種の育種の過



図1 エンサイの栽培



図2 野生種赤軸エンサイ

程で失われた有効成分を含有している可能性がある。そこで今回食用とされていない野生種赤軸エンサイの機能性食品素材としての可能性について、我々の研究室で行ってきた研究の一部を紹介する。

1. *in vitro* 試験におけるエンサイの抗酸化作用

エンサイの総ポリフェノール含量を Folin-Ciocalteu 法で測定し、ホウレンソウ、ブロッコリーと比較した。その結果、エンサイは、ホウレンソウ、ブロッコリーより高い値を示した(図3)。特に赤軸エンサイは青軸エンサイより総ポリフェノール含量が高かった。総ポリフェノール含量が高いと抗酸化能が期待できるため、次にエンサイの抗酸化能を調べた。

我々は ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法で赤軸エンサイと緑軸エンサイの抗酸化能を測定した。この測定法では水溶性および脂溶性抗酸化物質の活性酸素吸収能を分析することが出来る。結果、水溶性 ORAC 値 (Hydrophilic ORAC : H-ORAC) は青軸エンサイの方が高い値を示した。しかし脂溶性 ORAC 値 (Lipophilic ORAC : L-ORAC) , および総 ORAC 値 (Total ORAC : T-ORAC) とともに赤軸エンサイが高い

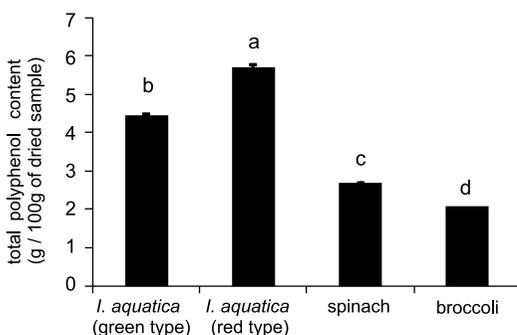


図3 赤軸・青軸エンサイとホウレンソウ、ブロッコリーの総ポリフェノール含量の比較

平均値±標準誤差 (n=4)。異なるアルファベット間で有意差有り ($p<0.05$)。統計処理は一元配置分散分析後、平均値の差の検定は Tukey の多重比較法で行った。

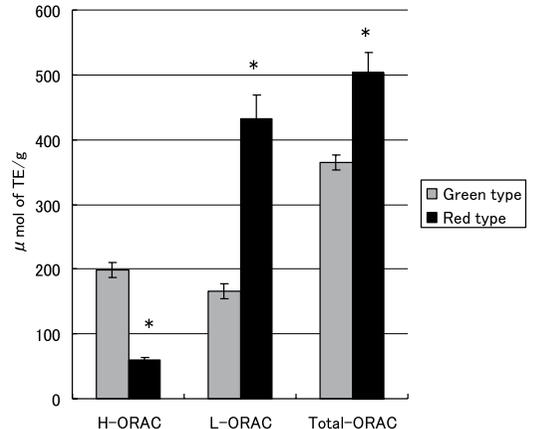


図4 赤軸エンサイと青軸エンサイの抗酸化能の比較

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法で行った。平均値±標準誤差 (n=4)。*青軸エンサイに対し有意差有り ($p<0.05$)。統計処理は Student's *t*-test で行った。

値を示し、強い抗酸化能が認められた(図4)。そこで、エンサイの脂溶性の L-ORAC 抽出物 (L-ORAC 画分) 中の、抗酸化能を有する代表的な成分であるビタミン E、カロテノイド、アントシアニン/プロアントシアニンを測定した。ビタミン E、カロテノイドは HPLC 法により、アントシアニン/プロアントシアニンは Butanol-HCl 法 (吸光光度法) により定量した。その結果、赤軸エンサイの L-ORAC 画分に含まれる α -トコフェロール量は青軸エンサイの 1.6 倍ほど高い値を示し、 β -カロテンは 1.3 倍ほど高い値を示した⁷⁾。アントシアニン、プロアントシアニンも赤軸エンサイの方が青軸エンサイよりそれぞれ 1.1 倍、2 倍多く含まれていた⁷⁾。

これらの結果から、赤軸エンサイは強い抗酸化能を有し、ポリフェノール以外にも、脂溶性画分に α -トコフェロール、 β -カロテン、アントシアニン/プロアントシアニンの抗酸化成分を、青軸エンサイより多く含んでいることが明らかとなった。

2. *in vivo* 試験におけるエンサイの抗酸化作用

赤軸エンサイ、青軸エンサイを凍結乾燥し粉末化したものを標準飼料 AIN-93G にそれぞれ 5% (w/w) 添加したものを、ICR マウスに 2 週間自由に摂取させた。なお、各飼料中の総タンパク質含量と総食物繊維量は等しくなるようにカゼインとセルロースで補正した。試験飼料投与 2 週間後にオリーブ油に溶かした四塩化炭素 (CCl₄) をマウスの腹腔内に注射した。その 20 時間後に麻酔下で解剖を行い、肝臓を摘出し、その中のマロンジアルデヒドの量を TBARS (チオバルピツール反応物質) 法で測定した。マロンジアルデヒドは脂質過酸化分解生成物の一つであり、脂質過酸化の主要なマーカーとして用いられている。結果を図 5 に示した。赤軸エンサイを摂取した群の肝臓中の TBARS 値は対照群、青軸エンサイ群に比し、有意に低下した ($p < 0.05$)。

以上の結果から、赤軸エンサイは *in vivo* の試験においても抗酸化性を示した。赤軸エンサイには α -トコフェロールが多く含まれる。 α -

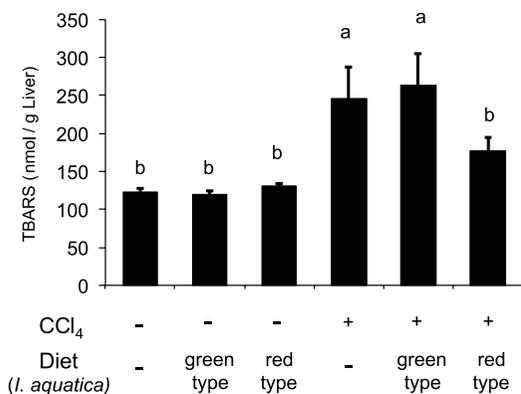


図 5 マウスにおける四塩化炭素誘導性の脂質過酸化に及ぼす赤軸エンサイの阻害作用

平均値±標準誤差 (n=6)。異なるアルファベット間では有意差有り ($p < 0.05$)。統計処理は一元配置分散分析後、平均値の差の検定は Tukey の多重比較法で行った。

トコフェロールはラットの肝臓における CCl₄ で誘導した脂質過酸化を抑制することが報告されている⁸⁾ ことから、この成分が一部関与しているのかもしれない。

3. エンサイの肝炎予防作用

CCl₄ はフリーラジカル誘導性の肝炎の研究に良く用いられている。CCl₄ をラットやマウスの腹腔内や背部皮下などに単回投与した場合は急性肝炎を、長期間投与した場合は脂肪肝や肝硬変を引き起こすことが知られている⁹⁾。これは CCl₄ が肝細胞の滑面小胞体で代謝され、障害惹起物質に変わり肝障害を引き起こすと報告されている¹⁰⁾。CCl₄ が肝臓で薬物代謝酵素系の作用を受けて、CCl₃・と Cl に分解し、フリーラジカルをもつ CCl₃・が共有電子を介して、主として cytochrome P-450 に作用し、その結果薬物の水解作用が低下する。同時に増えた過酸化脂質が小胞体をはじめ、ミトコンドリア、ゴルジ装置さらには細胞膜の変性、破壊を招きタンパク合成、エネルギー代謝などの障害を引き起こし、脂肪の変化、肝細胞の壊死、繊維化を招くと報告されている¹⁰⁾。

筆者らは、エンサイは抗酸化能が強いため、その生理機能を期待し、マウスの CCl₄ 肝障害に及ぼすエンサイの影響について検討した。赤軸と青軸エンサイを凍結乾燥し粉末化したものをそれぞれの食餌に混合し、マウスに 2 週間自由摂取させた。そして CCl₄ を腹腔内投与したが、肝障害抑制作用は示さなかった。そこで次にエンサイをそのままではなく、ポリフェノール等の機能性成分を抽出して濃縮する目的で、赤軸エンサイからエタノール抽出物を調製した。これをマウスに胃チューブで 1 日 1 回、3 日間経口投与した後、CCl₄ を腹腔に投与し、マウスの血清トランスアミナーゼ活性を測定した。その結果、赤軸エンサイのエタノール抽出

物は対照群 (CCl₄ 処理群) に比し、有意に血清トランスアミナーゼ活性を低下させ、肝炎予防作用が認められた (特許出願)¹¹⁾。

4. エンサイの抗炎症作用

マウスやラットなどの動物を用いた肝障害の実験モデルにガラクトサミン肝障害, CCl₄ 肝障害, アセトアミノフェン肝障害, アルコール性肝障害などが知られている¹²⁾。これらの肝障害の発症の一因にクッパー細胞などのマクロファージ細胞による炎症反応の関与が示唆されている。赤軸エンサイの抽出物に CCl₄ 肝障害発症の抑制作用が認められたことから、我々はマウス由来の RAW264.7 マクロファージ細胞を用いて、赤軸エンサイの抗炎症作用を調べた。RAW264.7 細胞の培養液にリポ多糖 (LPS) を添加すると炎症反応が誘発され、細胞の培養液中に NO や TNF α , IL-6 などの炎症性サイトカインが分泌される。LPS の刺激により炎症を誘導した RAW264.7 マクロファージ細胞の培養液に赤軸エンサイの抽出物を添加したところ、濃度依存的に炎症抑制作用が認められた¹¹⁾。このことから、赤軸エンサイ

のエタノール抽出物による肝炎抑制作用のメカニズムのひとつに、炎症反応の抑制作用も関与しているかもしれない。

おわりに

ストレス、喫煙、薬物、金属など種々の原因によって生成する活性酸素やフリーラジカルは、脂質、タンパク質、糖質、DNA などを攻撃し、これらの変性、損傷を引き起こす。その結果、生体膜や遺伝子の損傷が生じ、様々な疾病を引き起こす。この活性酸素やフリーラジカルの攻撃を防御するのが抗酸化物質である。ゆえに抗酸化性の強い赤軸エンサイは酸化ストレスが原因で生じる様々な疾病に対して効果的な役割を果たすことが期待できる。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費 (18380190) および文部科学省科学技術総合研究委託事業戦略的研究拠点育成サステイナビリティ学連携研究機構構想の助成により行われた。エンサイをご提供下さいました日本大学の倉内伸幸先生に深謝致します。

..... 文 献

- 1) 中薬大辞典 4 小学館 P2605 (1998)
- 2) 下田祐希・小沢聖・高垣美智子：島嶼部における島野菜を用いた水質浄化システムの構築 熱帯農業 **49**(Extra issue 1)：27-28 (2005)
- 3) Malalavidhane S, Wickramasinghe SM, Jansz ER : An aqueous extract of the green leafy vegetable *Ipomoea aquatica* is as effective as the oral hypoglycaemic drug tolbutamide in reducing the blood sugar levels of Wistar rats. *Phytother Res* **15**(7):635-637 (2001)
- 4) Malalavidhane TS, Wickramasinghe SM, Jansz ER : Oral hypoglycaemic activity of *Ipomoea aquatica*., *J Ethnopharmacol* **72**(1-2): 293-298 (2000)
- 5) Egami EL, Magboul AL, Omer MEL, Tohami EL : Sudanese plant used in folkloric medicine: screening for antibacterial activity. *Fitoterapia* **59**: 369-373 (1998)
- 6) Prasad KN, Divakar S, Shivamurthy GR, Aradhya SM : Isolation of a free radical-scavenging antioxidant from water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk). *J Sci Food Agric* **85**(9):1461-1468 (2005)
- 7) Hirai S, Ishibuchi T, Watabe S, Makita M, Kishida C, Takagaki M, Kurauchi N, Egashira Y : Protective effect of red-stemmed type of *Ipomoea aquatica* Forsk against CCl₄-induced oxidative damage in mice. *J Nutr Sci Vitaminol* **57**: 306-310 (2011)
- 8) Miyazawa T, Suzuki T, Fujimoto K, Kaneda T. : Phospholipid hydroperoxide accumulation in liver of rats intoxicated with carbon tetrachloride and its inhibition by dietary alpha-tocopherol. *J Biochem* **107**(5) : 689-693 (1990)
- 9) 江頭祐嘉合・高橋牧・太田剛雄・真田宏夫・久能昌朗・三井 文人・国分 東洋彦：ラットのガラクトサミン肝障害ならびに四塩化炭素肝障害に及ぼす各種タンパク質の投与効果 日本栄養・食糧学会誌 **48**(4)：291-297 (1995)
- 10) Recknagel RO: Carbontetrachloride hepatotoxicity. *Pharm Rev* **19** :145-208(1967)
- 11) エンサイ由来肝炎抑制組成物 (特願 2010 - 274062 号)
- 12) 江頭祐嘉合：抗炎症作用を有する未利用資源穀類外皮由来の難消化性多糖類 *New Food Industry* **52**(7): 49-53 (2010)

人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (6)

—ごうきよくがっこうちゅう剛棘顎口虫の感染源となりうるもの (ノート)—

牧 純*1 関谷 洋志*1 渡辺 真衣*1 玉井 栄治*1 坂上 宏*2

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

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

Key Words : 幼虫移行症・線虫・剛棘顎口虫

Abstract

Jun Maki¹⁾, Hiroshi Sekiya¹⁾, Mai Watanabe¹⁾, Eiji Tamai¹⁾ and Hiroshi Sakagami²⁾

¹⁾Department of Infectious Diseases, College of Pharmaceutical Sciences, Matsuyama University

²⁾Division of Pharmacology, Department of Diagnostic and Therapeutic Sciences, Meikai University School of Dentistry : Food that needs precautionary awareness for infection in human body (6) - -Prevention from the infection with *Gnathostoma hispidum Metagonimus* (note)

The concept of “larva migrans” is important for planning the measures against parasites. This paper describes the migration of a nematode, *Gnathostoma hispidum* in man. When a kind of fresh water- fish called the loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) harboring the infective larvae is put into beer in a glass and ingested by man, they will migrate near the body surface. This infection used to appear one after another in West Japan (mainly Osaka area) about 30 years ago. The life cycle of this parasite is maintained in the first intermediate host (cyclops), the second intermediate host (loaches) and the final host (pigs). Though it is rare nowadays, we have to be watchful and careful not to be infected again. Since no chemotherapeutic strategy has yet been established, the treatment solely relies on the surgical removal of the migrating larva. However, considering that the treatment trial has been often unsuccessful, we should not eat the loach raw.

要約

コップのビールなどの中に入れたドジョウのあがき泳ぎ回る様子を面白がりつつ、一気に飲み込む“いわゆる踊り食い”で感染する重大な寄生虫のひとつに剛(ごう)棘(きょく)顎(がっ)口(こう)虫(ちゅう)(寄生線虫類の1種)がある。これは今から30余年以前、関西で輸入ドジョウがもとで多発し、全国規模の爆発的流行が恐れられた。ヒトの皮膚の表面近くを這い回る幼虫がかゆみや発赤をもたらすばかりでなく、迷入による危険も伴う。今では沈静化しているが、再興感染症として“ぶり返し”さなひであろうか。事故は忘れ去られた頃に起こるのが怖い。未然防止のためには、情報と知見を収集整理しておくことが極めて大切だ。本虫成虫はイヌやネコの胃壁に頭部を突っ込んで寄生し、糞便中に虫卵を排出する。その虫卵由来の幼虫が第一段階の宿主(いわゆる第一中間宿主)であるケンミジンコを経て第二中間宿主のドジョウで感染性のある幼虫となる。この幼虫はブタの胃壁で成虫となる。ドジョウにいる幼虫が好適でない宿主のヒトに口から侵入しても成虫に発育することはないが、幼虫が体内各所に移動しうるので不快で厄介であるどころか重大な事態が懸念される。有効と期待される治療薬はあるが確立されていない。動き回る幼虫の外科的摘出が行われているが、うまくゆくととは限らない。ドジョウの生食を慎むことが感染予防に絶対的に重要である。

緒 論

現代の日本のように衛生状態のよい時代となっても、国内産食材からの寄生虫感染は決して珍しいことではない¹⁾。例えば生鮮のサケマスから感染する日本海裂頭条虫などは人体内で成虫となり、大きな病害作用をもたらす。一方で、人体内に感染しても成虫になれないものも侮れない。いわゆる幼虫移行症をもたらすものがそれである。これはヒト体内に寄生して、成虫に発育できずに、体内を移動することにより引き起こされる疾病と定義される。本来これらの幼虫はヒト以外の好適な哺乳動物体内で成虫となるものである。これらがヒト体内に侵入しても、ヒトはこの虫にとって好適でない宿主である。若干の発育をみるのがあっても成虫にはなれない。しかし幼虫といえども、ヒト体内各部に迷入するだけに障害は大きい。これには、例えば本雑誌¹⁾で既に論説した広東(かんとう)住(じゅう)血(けつ)線虫(せんちゅう)がある。

今回論ずる剛(ごう)棘(きょく)顎(がっ)口(こう)虫(ちゅう)もまたやはり重大な幼虫移行症原因虫のひとつである。これは今から30年位前、関西で輸入ドジョウがもとで多発し、全国的な爆発的流行が大変恐れられたが、現在では沈静化している。しかし忘れた頃に再興感染症としての“ぶり返し”が全国に広がらないともかぎらない。本論文では未然防止のため、それらに関する情報と知見を収集整理してみた。

1. 材料・方法

剛棘顎口虫に関する文献、成書、著作論文、学会発表等を最大限調査した^{3~8)}。特に、臨床系の寄生虫学会の発表に注目した。

2. 結果・考察

分布・史的メモ：剛棘顎口虫発見の歴史は古く、既に1872年の記載がなされている³⁾。現在の学名 *Gnathostoma hispidum* に相当するこの寄生線虫はヨーロッパ、アジアの野生および飼育のブタの間で、かなりふつうに認められるものである³⁾。戦前日本でも、剛棘顎口虫とされた例もあったが、否定的な意見も出されている^{3, 4)}。しかし比較的近年となり東アジアの国々から輸入されたドジョウに剛棘顎口虫の幼虫が見出された^{5, 6)}。すなわち1980年代に関西で、東アジアから輸入されたドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus* 等) を生食(いわゆる“踊り食い”)して、皮膚表面近くを這う顎口虫症が急増した。約5年間で90例に達したという⁶⁾。当時、これらの輸入ドジョウから、顎口虫らしき幼虫が見出されている。しかしその幼虫からは、いずれの種の顎口虫であるかが判別し難かった。その後の研究で、輸入ドジョウ由来の幼虫がラットに与えられ、さらに発育した幼虫が得られた。これは実験的にミニブタ体内で、成虫へと発育した。この成虫の観察により、ドジョウの中の顎口虫は、実は剛棘顎口虫であることが判明した⁶⁾。

生活誌・感染源：ブタの胃壁に寄生している成虫が産出した虫卵が、ブタ糞便に混ざって外に出される。その虫卵に由来する幼虫が第一段階の宿主である第一中間宿主ケンミジンコ(漢字表記は堅微塵子)に寄生する。極めて専門的ではあるが、日本では第一中間宿主としてトゲケンミジンコが確定している⁵⁾。このようなミジンコが第二中間宿主ドジョウ(漢字では鱒または泥鱒)に食われると、ドジョウ体内で感染幼虫が出来上がる。この生食で幼虫が人に感染し問題の症状を引き起こすが、成虫にはなれない。ブタの胃壁では成虫(雄の体長は2センチ

前後、雌は3センチ前後)となり虫卵を産出する。すなわちブタが終宿主である。

症 状：ヒトがドジョウを生食して本虫に感染すると、皮膚表面を線状のものが移動する。免疫検査上の異常値(好酸球の著増やIgE値の上昇)がみられる。しかしこのような症状は数ヶ月後には自然に消退するといわれる⁶⁾。おそらく非好適宿主である人体内では長い間は生存できない故であろう。

診 断：回収できるとは限らないが、線状部の移行部から切開で虫体を得られたなら、その形態学的同定により診断は確定する。これには顎口虫の一般的特徴を踏まえた上で、かなり専門的な精密な観察が必要となる。すなわち、頭部である頭球の表面に列をなす小棘、また体表に存在する小棘の形態や並び方、腸管上皮細胞の様子、子宮内の虫卵の形態などが確定診断の基準となる^{5, 6)}。

ヒトがドジョウを生食して末梢血の好酸球の増加が認められたなら剛棘顎口虫または棘口吸(きょくこうきゅう)虫(ちゅう)に感染した可能性を考えるべきである。後者についてはいずれ詳述する。皮内反応(skin reaction)、オクタロニー法(Ouchterlony法)、免疫電気泳動法(immuno-electrophoresis)などの免疫学的手段が診断の助けとなる。ドジョウの生食の有無を問診することは、いずれの場合も、根本的に極めて大切なことである。

治 療 治療法がまだ確立されていない。患者の体表面を這っている虫体がいれば、時をおかず、外科的摘出を試みる。しかし、虫体が既に移動してしまつて、うまくいくとは限らない。したがって化学療法の確立を急ぐ必要がある。メベンダゾール、アルベンダゾールやイベルメクチンも一応投与する価値があろう。これ

らは組織内の種々の線虫に効くからである。この虫に対する効果も期待されるが、“確かな効果あり”とする報告は、これまで筆者らが調べた限りはなかった。

予 防：多数の輸入ドジョウを検査すると本種の感染幼虫が見出されることが珍しくない。これらのドジョウの生食は絶対にすべきでない。しっかりと熱の通った料理なら感染の問題はない。例えば、韓国スタミナ料理チュタンはドジョウスープであるから、それ自体問題はない。問題は健康増進の目的でドジョウの血液を飲む人がいるそうであるが⁷⁾、本虫や棘口吸虫の感染回避のためにも、これは絶対にタブーである。

海外旅行時の飲食では、ナマモノに対して特段の注意を払うべきである。日本人は魚類の生食を好む事から、もともとは生食の習慣のない海外でも、刺身が特別料理として出されることがある。これが原因となる感染が怖い。

最近の日本国内では、いわゆる“創作料理”を警戒したほうがよい。勿論そのすべてが危ないというわけではない。むしろ一部であろう。寄生虫感染の危険を知らずして、新たなメニューの開発を企図しているケースもありうる。本虫感染が起こりうるにもかかわらず、普通は食材にはしない生のドジョウを用いることはないであろうか。

ちなみに淡水魚の生食を回避することで多種多様の寄生虫感染が避けられる。上記のようにドジョウの生食では本虫以外にも棘口吸虫という寄生虫に感染することがある。これについて現在執筆の準備をしている。とにかく、素性の分からない魚類の生食は極力避けるのが賢明であるといえる。

参考文献

- 1) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上 宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (3) - 日本海裂頭条虫の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **53** (11), 37~40, (2011)
- 2) 牧 純, 関谷洋志, 玉井栄治, 坂上 宏: 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (1) - 広東住血線虫の感染源となりうるもの (ノート), *New Food Industry*, **53** (5), 23~26, (2011)
- 3) Faust EC, Russel PF and Jung RC: *Craig & Fausts' Clinical Parasitology* 8th ed. Lea & Febiger, Philadelphia, (1970)
- 4) 宮崎一郎著: 顎口虫と顎口虫症の研究, 日本における寄生虫学の研究第3巻, 目黒寄生虫館, (1963)
- 5) 宮崎一郎著: 顎口虫症『図説人畜共通寄生虫学』九州大学出版会 (福岡) (1988)
- 6) 吉田幸雄・有蘭直樹: 『図説人体寄生虫学』第8版, 南山堂, 東京 (2011)
- 7) 末広恭雄: 『魚の博物事典』講談社学術文庫, 講談社, 東京, (1989)
- 8) 保阪幸男著: 『新医寄生虫学』(鈴木了司, 安羅岡一男, 柳沢十四男編) 第一出版, 東京 (1988)

白石カルシウムの炭酸カルシウム

炭酸カルシウムとは?

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

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

一般の栄養強化には、「ホワイトン」

機能を求めるならば、「コロカルソ」

飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」

詳細につきましては、弊社営業担当にお気軽にお尋ね下さい。

 白石カルシウム株式会社

食品部：東京都千代田区岩本町 1-1-8 TEL 03-3863-8913
本 社：大阪 市 北 区 同 心 2-10-5 TEL 06-6358-1181

ゲル状嚥下訓練食の感覚特性を物理的手法による客観的な機器測定で品質管理をする（一基礎編一）

渡瀬 峰男*

*WATASE Mineo (食品ゲル研究所)

Key Words: 嚥下訓練食・テクスチャー・ゲル状食品・キサントガム

はじめに

牛乳などの液体食品やせんべいなどの固形食品を除くほとんどの食品はゲル状態で提供される。特に、嚥下困難者における嚥下訓練食はゲル状態で食べられる。ゲル状態は嚥下訓練食の口当たり、歯ざわり、喉越しなど口腔内感覚、いわゆるテクスチャーを改善するためのテクスチャー・モディファイアとして用いられる。従って、ゲル状嚥下訓練食を作製するためにはゲル形成能をもつ多糖類などを使用することになる。これらに使用される多糖類などは原料の採取する場所、時期など、さらに製造法などによってもゲル形成能が異なるため製造番号が変わると、ゲル形成能も変わる。これらは、分子量や側鎖基などの影響が主たる要因と考えられる。

ゲル状嚥下訓練食のテクスチャーは、嚥下困難者が皮膚または筋肉感覚で知覚する性質であり、その評価は嚥下困難者を通じて行わなければならない。しかし、嚥下困難者の体調によっては誤解や錯覚、さらに集中力の欠如、先入観などが考えられるため、再現性のよいゲル状嚥下訓練食を作ることが困難である。さらに、ゲル状嚥下訓練食の官能評価は健常者によって行われているのが現状である。

ゲル状嚥下訓練食のテクスチャーが物理的性質によって引き起こされる感覚特性であることから、主観的に評価されるテクスチャーを物理的手法によって客観的な機器測定で品質管理することは工業的に極めて重要であると考えられる。そのためには、測定が迅速、簡便で再現性があることが重要である。品質管理の重要さは官能評価の煩わしさ、さらに再現性の問題などが主たる要因であるが、さらに機器測定によってゲル状嚥下訓練食の多くの生産が可能になれば、嚥下困難の程度による分類などが可能になる。

嚥下困難者に対するゲル状嚥下訓練食では、テクスチャーが総合的な品質管理のうえで風味以上に重要であると考えられる。

1. ゲル状嚥下食品の感覚特性

嚥下食とは、摂食・嚥下困難者に対し、物性や食形態を重視した食事を総称的にいう。それは、均質性としての嚥下訓練食、均質性と不均質性からなる嚥下食、不均質性としての介護食から構成、分類される。これを段階的に用いることでリハビリテーションを可能にすると記述している¹⁾。

一般に、食品の感覚特性は五感で知覚されるものであり、外観、色、味、香り、温度およびテクスチャーが上げられる。食品を口を含む前に外観と色が認識され、口腔内に取り入れた後で、香り、味や温度が知覚され、咀嚼する過程でテクスチャーが、そして最後に食品の総合的な品質が評価される。嚥下に使われる口唇、舌、咽頭などはそれぞれ呼吸および発語にも共通に使用される。嚥下誘発が起り、食塊の咽頭への送り込みから、食道への送り込みまでを嚥下反射と呼ぶ（図1を参照）。咽頭通過は正常では0.5秒以内の一瞬のうちに終わる。咽頭は生命の危険につながる誤嚥の起こる場所で、まさに嚥下のポイントとも言うべき大切なところである²⁾。食塊が咽頭を通過する際、鼻腔と気管つながる2つのドアは一瞬だけ閉じ、その間呼吸は停止する（図1を参照）。嚥下障害者や高齢者は咽頭相の粘膜の老化や咽頭蓋の弾力性などの衰えにより、この動作はスムーズにできなくなる。その結果、誤嚥が起ったり、鼻腔へ食べ物を押し出すことに

なる。この場合、咽頭相への水分の落下がとくに危険である。また、食塊表面の粘着性も問題となる。これらの障害の程度などは一人ひとり異なるものが特徴である。ゲル状嚥下訓練食が最も大きく寄与する感覚特性はテクスチャーであることから、テクスチャー評価に関連する問題を、主として記述する。

テクスチャーとは、目および口腔内の皮膚または筋肉感覚で知覚される食品の性質で粗さ、滑らかさなどを含むと定義している³⁾。テクスチャー測定の意義は、嚥下困難者が皮膚または筋肉感覚で知覚される性質であり、その評価は嚥下困難者を通じて行わざるをえない。嚥下困難者の体調が優れないことや、集中力の欠如などにより、信頼性や再現性が損なわれることも起る。従って、ゲル状嚥下訓練食のテクスチャーが物理的性質によって引き起こされる感覚特性であることから、主観的に評価されるテクスチャーを物理的手法による客観的な機器測定で記述する試みが重要になる。これらが可能になれば、非常に多種類のゲル状嚥下訓練食の開発

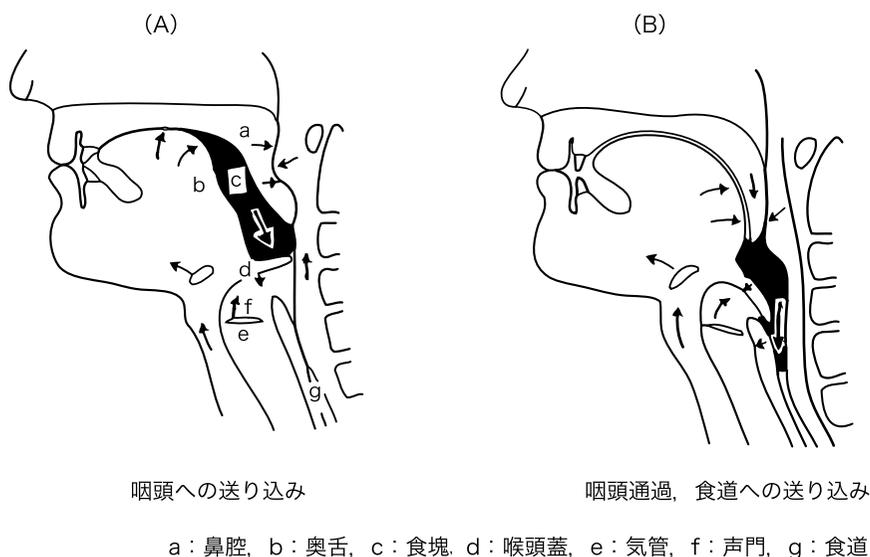


図1 嚥下のメカニズム

食物を取り込む前に外観と色が認識され、口腔内に入れた後、香り、舌触り、味などが知覚され、咽頭に送られた食塊は一瞬のうち（喉越し）に食道に送り込まれる。

が可能になると考えられる。例えば、自社製品から一週間の栄養面を考慮したゲル状嚥下訓練食の献立も不可能ではないと考えられる。

2. 物理的手法による客観的な機器測定的重要性

ハイドロコロイドで構成される食品の多くは、粘ちような液体かゲル状である。ゲルの特徴は、それが比較的希薄な溶液でありながら、一定な形を保持し弾性を示すことである。固体食品でも水分含量が高いものはその範疇に入る。従って、ゲル状嚥下訓練食のほとんどは上記の範疇に入ると考えられる。

品質管理では迅速、廉価、測定操作が簡便かつ再現性のある測定法が求められる。

2-1. 静的粘弾性測定

静的粘弾性測定法の代表的なものとしてクリープと応力緩和がある。濃厚溶液やゼラチン、寒天のようなゲル状物質の粘弾性測定にはシェバドフの装置が便利である。

応力緩和の測定はクリープの測定に比べると、かなり複雑である。応力緩和の測定は複雑であるが、理論的取り扱いが比較的やりやすい。鎖式応力緩和計^{4~8)}は荷重として吊り下げた鎖の長さをだんだん減らしていくようになっている。鎖式応力緩和計の測定から得られるゲルの種類が濃度などによって、特有の緩和曲線などが得られるので、テクスチャーの客観的な物理的測定に望ましい。品質管理の条件として、廉価で測定条件が簡便であるが、少々迅速の条件には適さない欠点がある。

2-2. 動的粘弾性測定

物体（ゲル状嚥下訓練食）に周期的な外力を与えると、それに対するひずみや応力も周期的に変化する（図2を参照）。一般に、測定しようとするゲル状嚥下訓練食、(a) 完全弾性体の場合、ひずみと応力は同位相であり、弾性変形

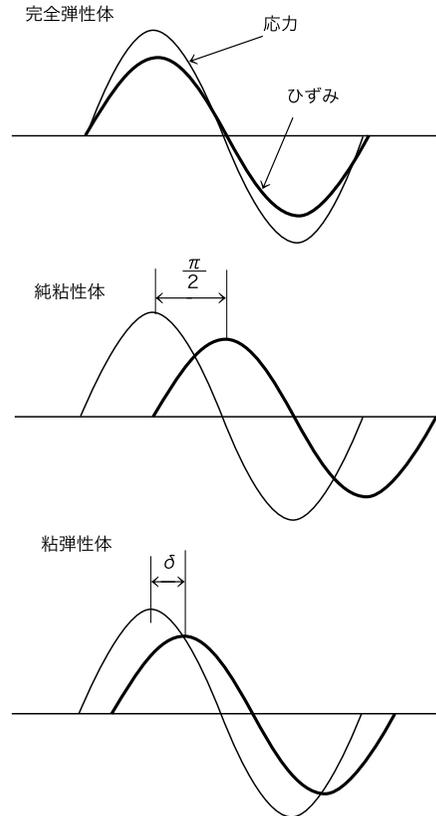


図2 完全弾性体、純粘性体および粘弾性体における応力とひずみの関係

を示し、エネルギーの損失はない。(b) 純粘性体の場合、ひずみと応力はちょうど 90° 位相がずれ、応力はひずみと速度と同一位相になり、粘性によるエネルギー損失に関係する。(c) ほとんどの食品はゲル状態で供されているので、この領域に入る。即ち、ゲル状嚥下訓練食に応力を与えると変形して内部にエネルギーを貯える性質と外部に放出する性質があり、前者は弾性、後者は粘性という。ゲル状嚥下訓練食に応力を与えると変形する際に生ずる弾性は瞬時に変形するバネの性質、粘性は遅れて変形するゾル的な性質である。応力を取り除くと弾性は変形から元の形に回復し、粘性は変形のまま回復しない。弾性と粘性が共存するゲル嚥下訓練食に応力を与えると、弾性と粘性の応答が互いに影響する遅れが生じて変形し、その応力

を取り除くと途中まで回復し、もとの形まで回復しない。

例えば、物質が変形から回復できるひずみの範囲が広いほど高弾性である。ゴムなどがよい例である。粘性は物質に応力を与えて応答する変形が遅いほど高粘性である。動的粘弾性測定は、ゲル状嚥下訓練食に与える応力が正弦波振動である。応力とひずみ、それに加えて二つの波形の離れ具合を計測すると弾性と粘性の両方が同時に求めることができる測定法である。

動的粘弾性測定の特徴は温度、周波数、変形のひずみを条件として指定し、測定の目的に応じてそれぞれ幅広く変化させるなどをして測定開始から短時間でデータが得られるので、測定条件の種類や試料を限定することなく測定量を多くすることができる。さらに、ゲルを形成する多糖類試料などは、試料精製法によるゲル形成能に影響を与える。例えば、分子量分布、側鎖基の量、種類や配位の仕方などが精製条件などによって異なる（製造番号が異なる）場合でも、その差異を測定で明らかにできる。これらは、主観的に評価されるテクスチャーの差異を機器測定で明らかにされることで、動的粘弾性測定は工業的に極めて重要な品質管理である迅速で、簡便かつ再現性の条件を満たしている。

ゲル状嚥下訓練食の粘弾性を測定する際、温度、応力の速さ（角速度または周波数）、応力の大きさ（または変形のひずみ）を条件として指定する。「迅速な測定」として測定開始から短時間で沢山のデータが得られるので測定条件の種類や試料数に関係なく多種類の試料におけるデータが得られ、さらに、「簡便かつ再現性のある測定」として同一のゲル状嚥下食品でも細かな配合比や濃度などの差異も明らかにされる。これらから、多種類のゲル状嚥下訓練食の生産が可能である。

3. ゲルを形成能にもつ多糖類の機能特性

3-1. キサンタンガム^{9~16)}

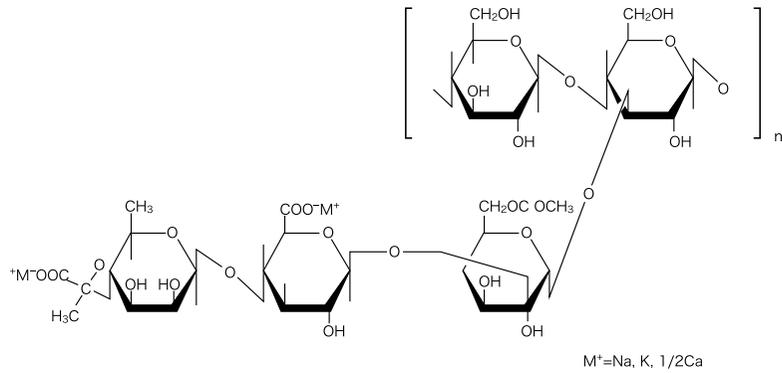
キサンタンガムはキャベツの葉焼病の原因菌である *Xanthomonas campestris* の培養生産物としての多糖類である。

キサンタンガムはマンノース、グルコース、グルクロン酸構成糖からなり、主鎖は β -1,4 グルコシド結合からなる。側鎖は主鎖のグルコース1つおきのグルコース基に、そのC3の位置に2つのマンノースと1つのグルクロン酸の鎖が結合している。末端のマンノースはC4とC6の位置にピルビン酸がアセタールで結合している。主鎖のグルコースに直接結合しているマンノースはC6の位置にアセチル基がついている。キサンタンガムの化学構造式を図3に示す。キサンタンガムは冷水にも熱水にも溶解して親水コロイドを作る。他のガムに比較して低濃度で高粘度を示す。

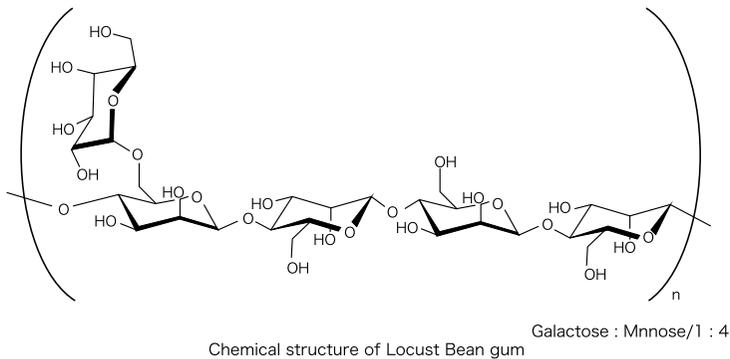
粘度特性は典型的な擬塑性流動を示す。これはキサンタンガムの固い剛直な構造によるもので、せん断力に応じて分子鎖間の絡み合いがほぐれ、粘度が低下する。せん断力を取り除いた場合、再び絡み合いが生じて粘度が復元する。これらの挙動はいろいろの面で役立つ、特に口腔内に取り入れたとき、ベタツキ感を取り除く。非常に希薄の水溶液で高分子のネットワークを形成し、ゲルの網目構造に類似しているため、非常に低濃度でも高粘度を示す。

3-2. キサンタンガム—ローカストビーンガム^{17~20)}

キサンタンガムのもうひとつの特徴はローカストビーンガムのようなガラクトマンナンとを適当に配合し、混合すると粘弾性が著しく増大する。2つの多糖類の主鎖は β -1,4 グルコシド結合からなるので主鎖の構造に類似性があり、そのため分子同士が集合するためと



Chemical structure of Xanthan gum



Chemical structure of Locust Bean gum

図3 キサンタンガムおよびローカストビーンガムの化学構造

混合比 濃度 wt%	混合比									
	L : X 9 : 1	L : X 8 : 2	L : X 7 : 3	L : X 6 : 4	L : X 5 : 5	L : X 4 : 6	L : X 3 : 7	L : X 2 : 8	L : X 1 : 9	
0.40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
0.30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
0.20		○	○	○	○	○	○	○		
0.15		○	○	○	○	○	○	○		
0.125		○	○	○	○	○	○			
0.10			○	○						

図4 キサンタンガムおよびローカストビーンガムのゲル形成能に与える混合比と混合濃度の関係

いわれている。ローカストビーンガム：キサンタンガムが3:1のときに最も強力なゲルを形成する。ローカストビーンガムの化学構造式を図3に示す。

3-3. キサンタンガム—ローカストビーンガムの混合比に対するゲル形成能の影響について

キサンタンガムとローカストビーンガムの混

合比に対してゲル形成能が著しく異なる（図4を参照）。両者の混合濃度が0.2wt%以下では、ローカストビーンガム：キサンタンガムの比率が8:2から3:7の範囲内で透明の流れるゲルが形成される。これらの濃度範囲のゲルは口腔内の舌触りなどや、咽頭内の喉越しが最高であり、そのうえ、食品の味や香りなども最高である。特に、ローカストビーンガム：キサンタンガム

の比率が7:3から6:4で最も強力なゲルが形成される。これらの混合ゲルから作成されたゲル状嚥下訓練食の官能評価は最も高かった。さらに、ローカストビーンガム—キサントガム混合系ゲルはゲルの物性に影響を与えないで高温で殺菌できる利点もある。それ以上の詳細については、動的粘弾性測定のところでも記述する。

4. ゲル状嚥下訓練食の動的粘弾性測定

4-1. 動的粘弾性測定値の意義

今回測定したのは貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' 、損失正接 $\tan\delta$ は粘性成分に対する弾性成分の比を表す。ちなみに、損失弾性率 G'' と動的粘性率 η' との間には $G'' = \omega \cdot \eta'$ の関係が成立する。貯蔵弾性率 G' はひずみを加えても壊れない強い結合の数、即ち、強い結合の数密度（単位体積あたりの数）に比例する。損失弾性率 G'' はひずみを加えたときに壊れ、熱エネルギーになる弱い結合の数、即ち、弱い結合の数密度である。

損失正接 $\tan\delta$ は粘性成分に対する弾性成分の比であるから、例えば、ゲル状嚥下訓練食の測定値が、 $\tan\delta > 1$ である、粘性成分に対する弾性成分は小さい。即ち、ゲル状嚥下訓練食がゾル状態であることが予想される。

しかし、 $\tan\delta < 1$ であれば、ゲル状嚥下訓練食は粘性成分に対して弾性成分が大きい。しかし、 $\tan\delta$ が 0.1 以下になるとゲル状嚥下訓練食は硬くなる。この状態のゲルの三次元網目構造は十分に発達してきており、ゲルは硬くなり、応力を加えても大変形が起らなくなる。これらのゲルの例としては、一般に寒天や κ -カラギーナンなどが挙げられるが、これらは、3,6-アンヒドロガラクトース含量が高いために、D-ガラクトースとの繰り返しの度合いが高くなる。その結果、ゲルの結晶性が高められることが主たる要因と考えられる。抽出法などを工

夫すればゲル状嚥下訓練食の基材として特異な性質を示す点では、有望な基材でもある。

4-2. ローカストビーンガム：キサントガムの混合比

7:3 で、0.3wt%、0.6wt% および、1.2wt% の3種類のゲル濃度のお茶ゲルを作製した。動的粘弾性測定は温度は 36℃（食塊が口腔に取り入れてから咽頭を通過する温度を体温 36℃として）で行った。

4-2-1. 貯蔵弾性率 G' と角速度関係

3種の濃度における混合ゲルの貯蔵弾性率 G' に与える応力の速さを幅広く等間隔に変化させて測定した。その結果を図5に示す。図5中の記号はゲル濃度 wt% であり、それぞれ 0.3 (○)、0.6 (△) および 1.2 (□) で表す。また貯蔵弾性率 G' の角速度は 0.6 ~ 60 までの範囲で測定した。その結果、3種のゲルとも線型性が成立し、その勾配もほぼ一定値を示した。以上のことから、この濃度範囲においてゲルは均質性であり、一定のゲル構造が保持されていることが推測される。ゲル濃度が高くなれば、ゲルの三次元網目構造における架橋点の数密度が増加するため、ゲルの硬さが増して舌触りや喉越しへの影響が出現する。さらに、味や香りなどにも影響するようになる。これらの影響については、項 4-2-2、項 4-2-3 および項 4-2-3 と関連しているため、それぞれの項で記述する。

4-2-2. 損失正接 $\tan\delta$ と角速度の関係

上記の3種の濃度のゲル試料に与える応力の速さに対して応答性をみると、応答性には3種の濃度のゲル試料の粘性が影響し、損失弾性率 G'' と角速度の関係が、急な傾斜を示すほど3種のゲル試料の応答性は高い。しかし、損失正接 $\tan\delta$ は粘性成分に対する弾性成分の比であるから、項 4-2-1 の3種のゲル試料における貯蔵弾性率 G' の角速度に対する勾配と、損失正接 $\tan\delta$ の角速度に対する勾配が類似していることは明らかである。従って、損失弾性率 G''

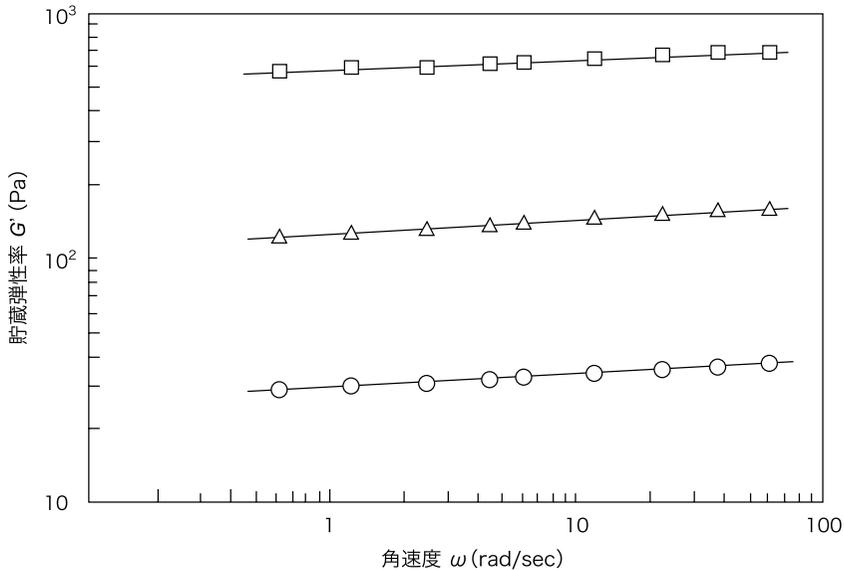


図5 キサンタンガム:ローカストビーンガムの混合比が3:7における種々のゲル濃度に対する貯蔵弾性率 G' と角速度の関係 [図中の記号はゲル濃度 wt%; 0.3 (○), 0.6 (△), 1.2 (□)]

の角速度に対する勾配も、貯蔵弾性率 G' と同様に緩慢になると考えられる。図6は3種の濃度とも非常に接近しており、その勾配は3種の濃度とも類似している。これらの結果、非常に希薄な3種のゲル濃度範囲でもゲルの三次元網目構造の架橋点における2次結合に変化はないことが明らかである。従って、貯蔵弾性率 G' と損失弾性 G'' の両者の一定の均衡関係が成立しており、どちらかに均衡関係が移動することはない。言い換えると、3種のゲル試料は非常に低濃度でありながら、ゲルの三次元網目構造は安定していると考えられる。それ故、貯蔵弾性率 G' および損失弾性率 G'' の角速度に対する勾配は少ない。

以上のことから損失正接 $\tan\delta$ の値および勾配からゲルのべたつき感は少ないために舌触りなどがよく、さらに咽頭内で小さな応力で大変形しながら流れやすくなると考えられる。さらに、上記の特性が希薄濃度のゲルのためゲル状嚥下訓練食の味や香りなども非常によく、これらが口腔や咽頭の皮膚または筋肉感覚で知覚さ

れる。以上のことは、多くの嚥下困難者の官能評価の結果でも明らかにされた。これらの特性を持つゲルは、他に例をみない。

4-2-3. 貯蔵弾性率 G' と変形率の関係

ゲル状嚥下訓練食が応力を受けて変形したときのひずみの百分率、即ち変形率が貯蔵弾性率 G' にどのような影響を与えるかを測定した。その結果を、図7に示す。

図7から明らかなように変形率が約50%付近まで応力の増加とともに線形的に減少し、その後、臨界点が出現してから、250%までゲルは破壊されることなく、ほぼ直線的に減少した。これらの傾向は、3種の濃度とも類似した。この結果から、小さな応力で大変形をして咽頭を一瞬のうちに食塊（ゲル状嚥下訓練食）が通過するものと推察される。官能評価では、喉越しがよいとか、気づかないうちに呑み込んでいたという結果が得られた。また、損失正接 $\tan\delta$ と変形率の関係からでも同様な結果が得られた。

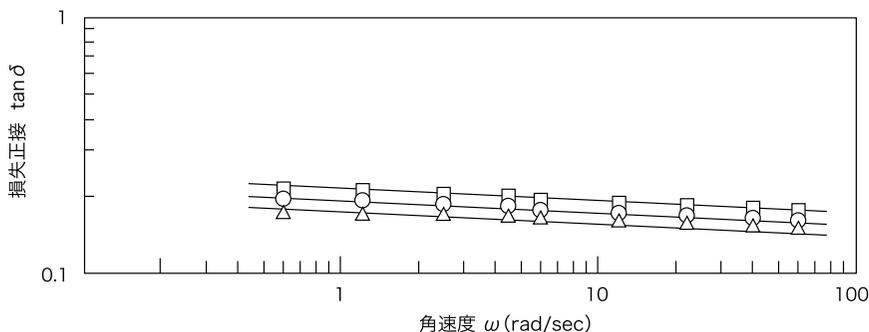


図6 キサンタンガム：ローカストビーンガムの混合比が3:7における種々のゲル濃度に対する損失正接 $\tan\delta$ と角速度の関係（図中の記号は図5と同じ）

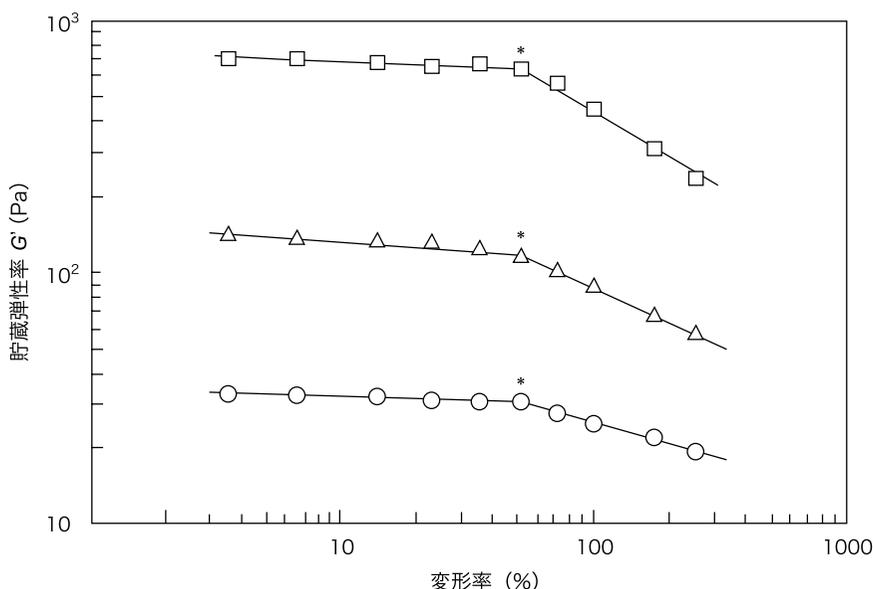


図7 キサンタンガム：ローカストビーンガムの混合比が3:7における種々のゲル濃度に対する貯蔵弾性率 G' と変形率の関係（図中の記号は図5と同じ）*印は臨界点

4-2-4. 貯蔵弾性率 G' とゲル濃度の関係^{4~6,21)}

0.3wt%, 0.6wt% および 1.2wt% の3種の濃度のゲルについて、貯蔵弾性率 G' の濃度依存性を図6に示す。図6における3種の記号は、それぞれ角速度0.6 (○), 6 (△) および 60 (□) の貯蔵弾性率 G' の値である。この値から、3種の濃度における貯蔵弾性率 G' の右上がりの勾配はほぼ一定である。

この結果から以下のことが推察される。3種のゲルの三次元網目構造における2次結合である架橋点の単位体積あたりの数はゲル濃度の増

加とともに増大するが、架橋点における質的な変化はないと考えられる。

ゲルの三次元網目構造が、まだ十分に進行していない場合は、貯蔵弾性率 G' はゲル濃度に対して、ほぼ4乗則が成立する。

即ち、 $G' = kC^4$ 、 k は定数、 C はゲル濃度。さらにゲル濃度が増加すると、貯蔵弾性率 G' はゲル濃度に対して、ほぼ2乗則が成立する。即ち、 $G' = kC^2$ である。これらは、ゲル形成能をもつ種々の多糖類やたんぱく質から明らかにされている^{4~6,21)}。筆者らの測定例では、市販

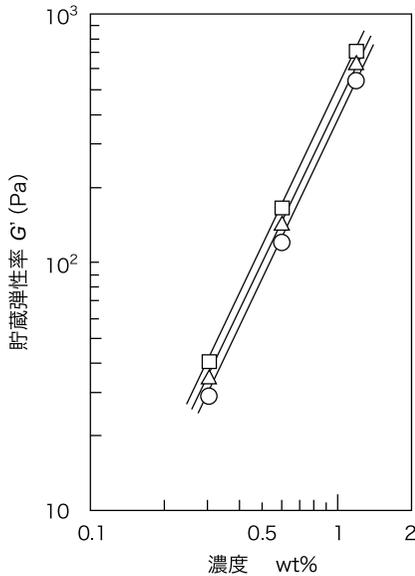


図8 3種のゲルの濃度の貯蔵弾性率 G' の濃度依存性
角速度 ω (rad/sec) :

0.6における貯蔵弾性率 G' の濃度依存性；○
6.0における貯蔵弾性率 G' の濃度依存性；△
60における貯蔵弾性率 G' の濃度依存性；□

の寒天ゲルでは、2乗—4乗則における臨界点の濃度は0.84wt%であった。しかし、寒天の分子量を高めていければ、臨界点はもっと低濃度に移動すると考えられる。

図8から求めた $G = kC^n$ の関係は、 $n \approx 2.1$ であった。即ち、ローカストビーンガムとキサンタンガムの混合比が7:3の混合ゲル濃度が僅か0.3wt%でゲルの三次元網目構造が安定（ゲルの結晶性と非結晶性の一定の均衡関係が保持されている）している。それ故、貯蔵弾性率 G' および損失弾性率 G'' の角速度に対する勾配が類似する ($\tan\delta = G''/G'$)。さらに、損失正接 $\tan\delta$ の角速度に対する勾配も同様な傾向を示す。言い換えると、上記のゲル濃度範囲では、ゲルにおける結晶性と非結晶性の一定の均衡関係が保持されていると考えられる。

5. キサンタンガム—ローカストビーンガム混合形の品質管理に必要な動的粘弾性測定

キサンタンガムおよびローカストビーンガ

ムの製造番号が変わると、ゲル形成能がどの程度変化するか興味深い問題である。ゲル形成能をもつ多糖類などは高分子物質である。これらの高分子物質はいろいろな分子量が混在しているために高分子に特有の多分散性を示す。従って、同じ条件で製造してもまったく同じ性質の高分子はできない。即ち、分子量分布がそれぞれ異なるのである。それゆえ、消費者から商品のテクスチャーなどが違うという苦情をしばしば聞く。そこで、キサンタンガムとローカストビーンガムの商品番号が変わったとき、1) 貯蔵弾性率 G' がどの程度変化するか。2) キサンタンガム—ローカストビーンガム混合系ゲルを同じ条件で3回測定した場合、どの程度の差異が生ずるかを、貯蔵弾性率 G' および損失正接 $\tan\delta$ の周波数依存性から、さらに、3) これらの測定にどの程度の時間を要するか。これらは、実際に現場で開発している人にとっては、非常に重要な問題である。

1) キサンタンガムおよびローカストビーンガムの製造番号が変わったとき、両者のゲル形成能に与える影響

キサンタンガム—ローカストビーンガム混合系濃度が0.3wt%ゲルにおける貯蔵弾性率 G' と周波数の関係を図9に示す。前回まで使用していた試料は(●印)で、今回使用した試料は(○印)である。図9から明らかなように両者の貯蔵弾性率 G' の角速度依存性で、貯蔵弾性率 G' の値で差異は見られるが、両者の勾配はほぼ等しい。

これらから以下のことが推察される。両者の混合ゲルにおける三次元網目構造の架橋点の数密度は僅かに異なるが、三次元網目構造における二次結合の架橋点の質的变化はない。従って、両者の試料の製造番号が変わった場合、口腔内や咽頭内でのテクスチャー、味や香りなどに与える影響もほとんどないと考えられるが、低分子の量が増加すると勾配が変わる。この場合は、

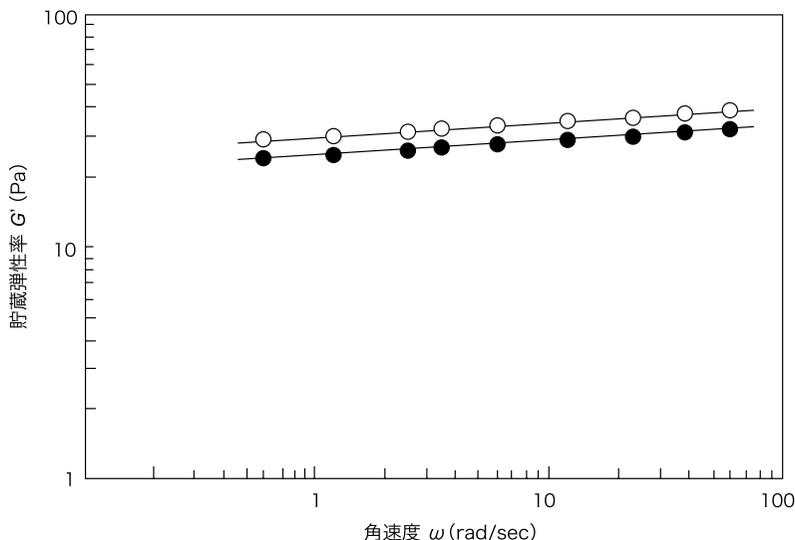


図9 キサンタンガムおよびローカストビーンガムの製造番号が異なる場合、キサンタンガム：ローカストビーンガムの混合比が3:7における0.3wt%ゲルの貯蔵弾性率 G' の角速度依存性 (前回の試料；● 今回の試料；○)

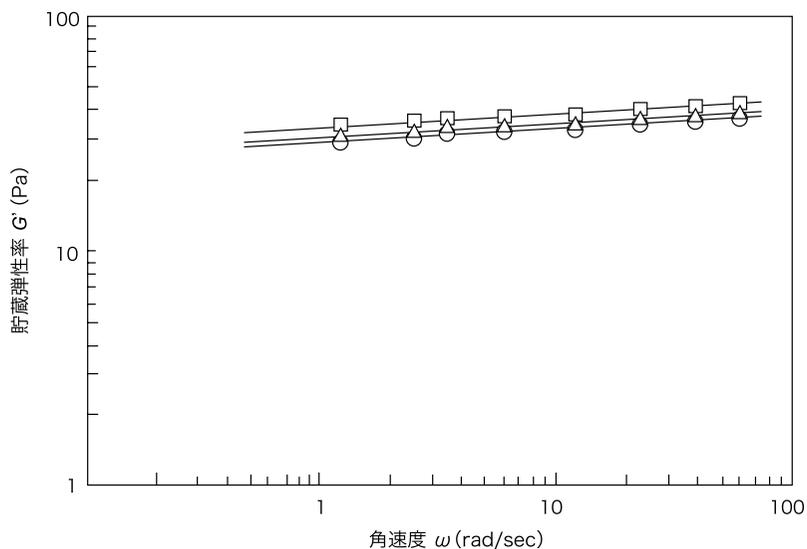


図10 キサンタンガム：ローカストビーンガムの混合比が3:7における0.3wt%混合ゲル容器から取り出したとき(同一操作で同一容量取り出す。この操作を3回繰り返す)の貯蔵弾性率 G' の角速度依存性の変化 (□；1回目，△；2回目，○；3回目)

テクスチャー等に影響が出現しますので、上記の管理は必要不可欠である。

何故ならば、嚥下訓練者の感覚が、時には機械に比べて極めて鋭敏であることを経験した。この操作は、常にチェックしておくことが必要不可欠であると考えられる。なお、2種の試料

において、要した測定時間はほぼ8分である。

2) キサンタンガムーローカストビーンガム混合ゲルを同一条件で測定した場合、貯蔵弾性率 G' および損失正接 $\tan\delta$ の角速度依存性に与える影響

0.3wt% 混合ゲルについて同一操作で貯蔵弾

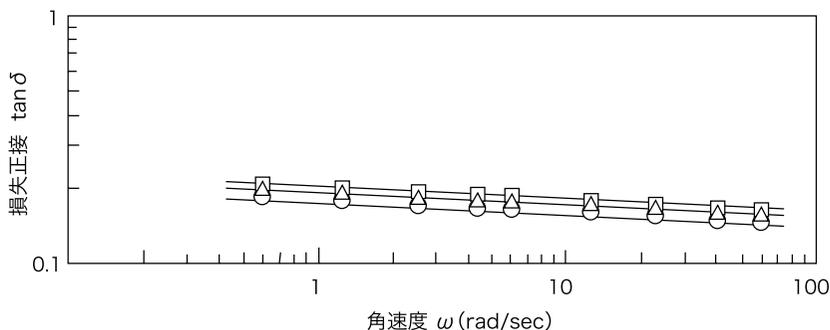


図 11 同様に図 10 の操作から取り出した 3 試料について、損失正接 $\tan \delta$ の角速度依存性
図中の記号は図 10 と同じ

性率 G' の角速度依存性を測定した場合、どの程度の差異がでるかも興味深い問題である。この測定から明らかなことは、混合ゲルが均質に溶解しているか確認できるからである。

キサントガムはダマになり易く、濃厚な食品水溶液中で完全に溶解しているか、さらに食品水溶液の多くは混濁しているなどで、しばしばトラブルが起っている。これらの問題を究明するには物理的な測定が適している。図中の記号は 1 回目の測定が□、2 回目が△、3 回目が○である。図 10 から明らかなように貯蔵弾性率 G' は角速度の増加とともに緩慢であるが増大し、その傾向は測定順序による影響もなく平行である。これらの結果から、混合ゲルが均質に溶解していることが明らかである。なお、これらの測定開始から終了までに要した時間は、それぞれ約 8 分である。

上記の貯蔵弾性率 G' の場合と損失正接 $\tan \delta$ と角速度の関係を図 11 に示す。損失正接 $\tan \delta$ は角速度の増加とともに緩慢であるが、ほぼ線形的に減少している。損失正接 $\tan \delta$ は粘性成分に対する弾性成分の比であるから、損失正接 $\tan \delta$ と貯蔵弾性率 G' から、損失弾性率 G'' が推察される。その結果から、このゲルの結晶性と非晶性の一定の均衡関係が推察される。また、これからは貯蔵弾性率 G' および損失正接 $\tan \delta$ の角速度の勾配や損失正接 $\tan \delta$ の値からでも

推察できる。この測定における時間はそれぞれほぼ 6 分を要した。

おわりに

ゲル状嚥下訓練食のテクスチャーは、人間が皮膚または筋肉感覚で知覚する性質であり、その評価は人間を通じて行わざるをえない。現状では、ゲル状嚥下訓練食の評価者はほとんど嚥下困難者ではない。本来は嚥下困難者が評価するのが望ましいが、経験の不足等で、その日の体調による種々の錯覚等や、集中力の欠如など誤った評価が増加したり、さらに種々の要因によって信頼性が得られないなどが考えられる。従って、機器測定で品質管理することが重要である。嚥下困難者は一人ひとりが障害の程度が異なるのである。本来、それぞれの嚥下困難者に向くゲル状嚥下訓練食を作ることが理想である。これらを達成するためには、嚥下困難の程度にあったゲル状嚥下訓練食を作成する必要がある。

これらを達成するためには、ゲル状嚥下訓練食の種類および数等を増加しなければならない。これらが可能になればゲル状嚥下訓練食から移行食に移れない。これらの作製には物理的手法による機器測定は必須条件と思われる。従って、ゲル状嚥下訓練食は高級化と考えられるため価格は高くなる。従って、高品質と

は高価格に他ならないということが市場経済の原理である。

上記のゲル状嚙下訓練食を作製するためには、主観的に評価されるテクスチャーや嗜好性などを物理的手法による客観的な動的粘弾性測定で品質管理することが必要不可欠であると考えられる。そのためには、物理的な測定（動的粘弾性）が迅速、簡単かつ再現性のよいものでなくてはならない。これらが必須条件であるため、ここでは測定時間および測定の反復を行い、

ほぼ満足した値が得られた。これから種々のゲル状嚙下訓練食の作製に挑戦して行きたいと考えている。

現在、地方には買い物弱者と言われる人たちが約6万人いると言われている。目をアジアに向ければ、65歳以上の高齢者が約2億人いるといわれる中国を始め、インド、韓国、タイ、インドネシア、さらに東南アジア諸国も高齢化しており、将来、付加価値のあるゲル状嚙下訓練食の関心は高まるであろう。

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

- 1) 金谷節子, “嚙下食のすべて”, 医歯薬出版 KK, p.18(2006)
- 2) 藤島一郎, “脳卒中の摂食障害” 医歯薬出版 KK, p.17(1993)
- 3) IFT Committee on Sensory Evaluation, *Food Technol.*, **18**(8):1135(1964)
- 4) M.Watase, K. Arakawa, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 472(1967); **41**, 1830(1968)
- 5) 渡瀬峰男, 荒川弘, 日化誌, **88**, 371(1967); **89**, 383(1968); **90**, 996(1969); **92**, 37(1971); p.1353(1973); p.1567(1975)
- 6) 渡瀬峰男, 日食工誌, **17**, 148(1970); **17**, 252(1970); **20**, 104(1973); **22**, 488(1975); **23**, 425(1976); **25**, 556(1978); **27**, 25(1980); **28**, 437(1981); **30**, 368(1983)
- 7) M.Watase, K. Nishinari, *J. Texture Stud.*, **11**, 257(1980)
- 8) M.Watase, K. Nishinari, *Rheol. Acta*, **19**, 220(1980); **20**, 165(1981)
- 9) A.Jeanes, J. E. Pittsley, F. R. Senti, *J. Appl. Polym. Sci.*, **5**, 519(1961)
- 10) P. E. Jansson, I. Kenne, B. Lindberg, *Carbohydr. Res.*, **45**, 275(1975)
- 11) M. Milas, M. Rinaudo, *Carbohydr. Res.*, **76**, 189(1979)
- 12) S. B. Ross-Murphy, V. J. Morris, *Faraday Symp. Chem. Soc.*, **18**, 115(1983)
- 13) I. T. Norton, D. M. Goodall, S. A. Frangou, E. R. Morris, D. A. Ress, *J. Mol. Biol.*, **175**, 371(1984)
- 14) M. Milas, M. Rinaudo, *Carbohydr. Res.*, **158**, 191(1986)
- 15) G. Muller, M. Anrbourrache, J. Lecourtier, G. Chaveteau, *Int. J. Biol. Macromol.*, **8**, 167(1986)
- 16) B. T. Stokke, O. Smidsrod, A. Elgsaeter, *Biopolym.*, **28**, 616(1989)
- 17) I. C. M. Dea, E. R. Morris, D. A. Ress, E. J. Welsh, H. A. Banes, J. Price, *Carbohydr. Res.*, **57**, 249(1977)
- 18) W. A. Meer, *Food Colloids*, (H. D. Graham ed) 531(1977) Avi Publ. Co., Westport, CT
- 19) C. C. M. Dea, A. H. Clark, B. V. McCleary, *Food Hydrocolloids*, **1**, 129(1986)
- 20) V. J. Morris "Functional Properties of Food Macromolecules" (J. R. Mitchell D. A. Ledward eds) 158(1986) Applied Sci. Publishers London
- 21) A.G.Ward,P.R.Saunders, "Rheology" vol.2 (F.R.Eirich ed) Academic Press Inc. New York 313(1958)

シロザケ飼料の魚油添加効果－ 3

酒本 秀一^{*1} 大橋 勝彦^{*2}

^{*1} SAKAMOTO Shuichi, ^{*2} OHASHI Katsuhiko ^{*2} (日本ドナルドソントラウト研究所)

Key Words: シロザケ用飼料・至適魚油添加量・成長・飼料効率・絶食耐性・海水馴致能

前報¹⁾でシロザケ用飼料の魚油添加量は外割2%では不足であることを証明出来たが、飼育試験途中で外部寄生虫のトリコジナによる斃死が発生した為、至適添加量の決定には至らなかった。よって、本試験は飼育試験、絶食試験、回復試験及び海水馴致試験を通じてシロザケ飼料の魚油至適添加量を明らかにすることを目的として行った。

飼育試験

1. 方法

1-1. 試験区

A-Dの4試験区を設定した。A区は市販の魚油無添加シロザケ用飼料を給与する区。この飼料を本試験の基本飼料とする。B区は基本飼料に外割で5%の魚油[理研ビタミン(株)

製フィードオイルΩ]を添加した飼料を給与する区、C区は基本飼料に魚油を外割で7%添加した飼料を給与する区、D区は基本飼料に魚油を外割で10%添加した飼料を給与する区である。

それぞれの飼料の分析値を表1に示す。炭水化物は計算(100-その他成分)で求めた。分析は飼料分析法による。当然のことながら魚油の添加量が多くなるにつれて脂質含量が増え、相対的にその他成分は減少している。

1-2. 飼育条件

供試魚:魚油無添加飼料で一週間餌付け処理を行った後の稚魚、水槽:アトキンス式孵化水槽、魚の収容密度:1000尾/水槽、水温:9℃、給餌法:隔日給餌。

隔日給餌²⁾とは、給餌量と稚魚の消化速度の関係から、一日の給餌量を飽食量に近づけることによって給餌間隔を48時間空けても成長に問題ないことが示唆されたので、一日の給餌量をライトリッツ給餌率の2倍量とし、次の日には給餌を休むと云う給餌法である。

1-3. 飼育期間

3月22日から5月11日の50日間。

表1 試験飼料の分析値

試験区	A	B	C	D
魚油添加量(%外割)	0	5	7	10
水分(%)	8.7	8.3	8.1	8.0
タンパク質	48.8	46.6	45.7	44.1
脂質	6.3	11.2	12.4	14.8
灰分	12.4	11.8	11.6	11.3
炭水化物	23.8	22.1	22.2	21.5

1-4. 魚体測定

3月22日の区分け時に100尾、5月2日と5月11日に各区から100尾をサンプリングし、魚体測定を行った。魚をFA100で麻酔し、体表に付着した水をペーパータオルで拭き取る。ノギスで尾叉長、電子天秤で体重を測定し、肥満度(体重×1000/体重³)を求めた。なお、

表2 飼育試験の結果

試験区	A	B	C	D
生残率 (%)	100	99.9	100	100
増重量 (g)	936.3	935.7	1141.2	1021.4
給餌量 (g)	882.0	882.0	882.0	882.0
飼料効率 (%)	106.2	106.1	129.4	115.8

飼料の脂質含量と魚体成分の関係は前々報³⁾と前報で明らかにしてあるので、本試験では魚体成分の分析は行わなかった。

2. 結果

2-1. 生残率, 成長, 飼料効率

飼育結果を表2と図1, 2に示す。トリコジナの寄生は認められたが、前報の様な大量死には至らず、死魚はB区の1尾のみで、生残率に区間差は認められなかった。このことは前報で認められた飼育試験中の斃死が過密飼育による環境悪化によって引き起こされたトリコジナによる被害で、飼料への魚油添加が

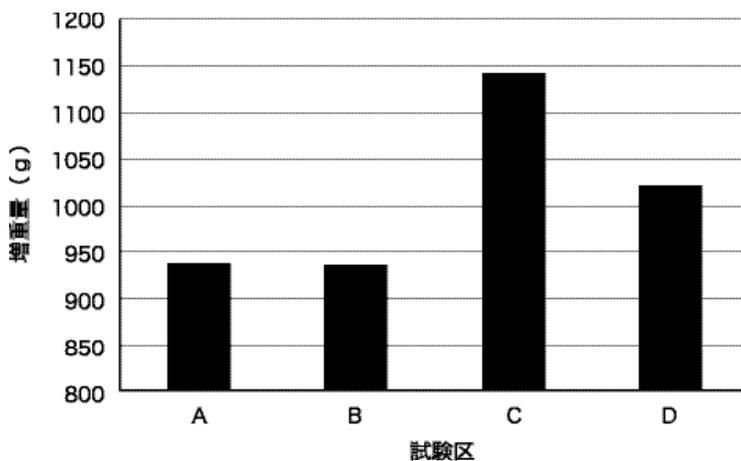


図1 飼育試験の増重量

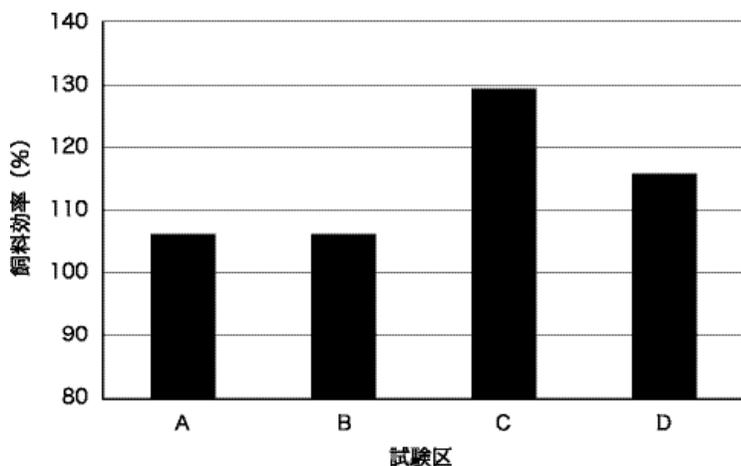


図2 飼育試験の飼料効率

表3 魚体測定の結果 (飼育試験)

試験区	A	B	C	D
体重 (g)				
3月22日	0.35	0.35	0.35	0.35
5月2日	1.04	1.05	1.17	1.10
5月11日	1.31	1.31	1.53	1.40
尾叉長 (cm)				
3月22日	3.71	3.71	3.71	3.71
5月2日	5.16	5.16	5.31	5.24
5月11日	5.44	5.46	5.71	5.56
肥満度				
3月22日	6.85	6.85	6.85	6.85
5月2日	7.53	7.57	7.71	7.60
5月11日	8.07	7.87	8.09	8.04

直接の原因ではなかったことを証明している。魚油添加量が多い区ほど死魚数が多かった理由は、前報で推定した通りであろう。

増重量 (= 魚の成長) と飼料効率 (増重量×100/給餌量) は魚油7%添加区が最も良く、次いで10%添加区であった。5%添加区は無添加区と同じであった。

2-2. 魚体測定

魚体測定の結果を表3に示す。体重、尾叉長は増重量、飼料効率と同じ傾向を示した。肥満度はB区が他区よりやや小さい値であった以外区間差は認められなかった。B区は5月2日まで体重、尾叉長、肥満度共に順調に伸びていたのに5月11日には体重と肥満度の値が小さかった。もしかするとサンプリング時に痩せた魚の混入率が高かったのかも知れない。

3. 要約

魚の成長と飼料効率から、シロザケ用飼料の魚油添加量は外割5%では不足で、10%では多すぎることが分かる。至適添加量は7%程度 (飼料の脂質含量

は約12%) であると判断する。

絶食試験

1. 方法

飼育試験終了後の魚をそのまま絶食試験に用いた。無給餌だった以外は飼育試験と同じ条件である。飼育試験終了時に別の目的で20尾サンプリングしたので、絶食試験開始時の尾数は各区780尾である。試験期間は5月11日から6月11日の1ヶ月で、その間5月22日、5月30日、6月11日に各区から100尾ずつサンプリングして魚体測定を行った。成分分析は行わなかった。

2. 結果

絶食試験の生残率を図3に示す。生残率は魚油無添加区より添加区で高く、魚油の添加量が7%までは添加量に従って高くなったが、それ以上になると略一定になった。魚油添加区の方が絶食試験中の生残率が高い点は従来の結果と一致していた。

魚体測定の結果を表4に示す。尾叉長の値から、絶食試験中に魚は殆ど成長していないことが分かる。体重は開始時に魚が大きかった魚油

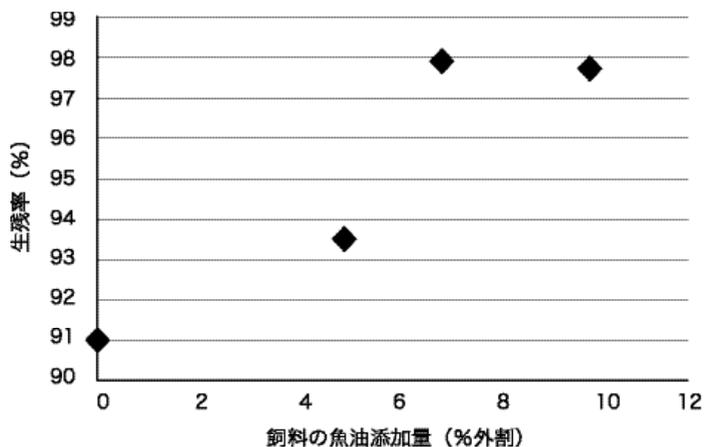


図3 絶食試験の生残率

表4 魚体測定の結果 (絶食試験)

試験区	A	B	C	D
体重 (g)				
5月11日	1.31	1.31	1.53	1.40
5月22日	1.15	1.23	1.33	1.25
5月30日	1.09	1.12	1.20	1.21
6月11日	0.95	1.07	1.15	1.07
尾叉長 (cm)				
5月11日	5.44	5.46	5.71	5.56
5月22日	5.54	5.59	5.74	5.62
5月30日	5.54	5.53	5.67	5.68
6月11日	5.50	5.60	5.72	5.58
肥満度				
5月11日	8.07	7.87	8.09	8.04
5月22日	6.65	6.97	6.94	6.97
5月30日	6.31	6.49	6.47	6.55
6月11日	5.64	5.98	6.08	6.02

添加7%区 (C区) の減少量が大きく、魚が小さかった無添加区 (A区) の減少量が小さかった。体重に対して一定の割合で体成分が消費されるとすると、最初の体重が大きい方が減少量が大きくなる。

逆に肥満度はA区の減少が大きく、B-D区の減少は小さい。これは絶食開始時の魚体の脂質含量が高い区 (= 飼料の魚油添加量が多い区) ほど絶食期間中の肥満度の減少が少なく、特に絶食期間が長くなるほどその傾向が強く

認められるようになるとうる従来の結果と一致している。

海水馴致試験

1. 方法

1ヶ月間絶食させて生き残った魚から各区30尾ずつ海水 (天然海水) へ直接移した。海水量は各区10Lで、海水は毎日半量ずつ交換し、止水・通気状態で飼育した。飼料は飼育試験と同じものを飼育水の水質が悪くならない程度の量を毎日与えた。試験期間は6月11日から6月19日とした。海水に馴致出来るか否かは、ほぼ1週間で判断出来るとされていることからこの期間を決めた。6月19日の終了時に生き残っていた魚全ての魚体測定を行った。

2. 結果

海水馴致試験の生残率を図4に示す。生残率は魚油添加区が高く、なかでも7%添加区が最も高く、死魚は認められなかった。この結果は海水馴致試験開始時に魚体の脂質含量が高い魚 (= 魚油添加飼料で飼育された魚) の方が海水馴致能が高いことを示すものと思われる。ま

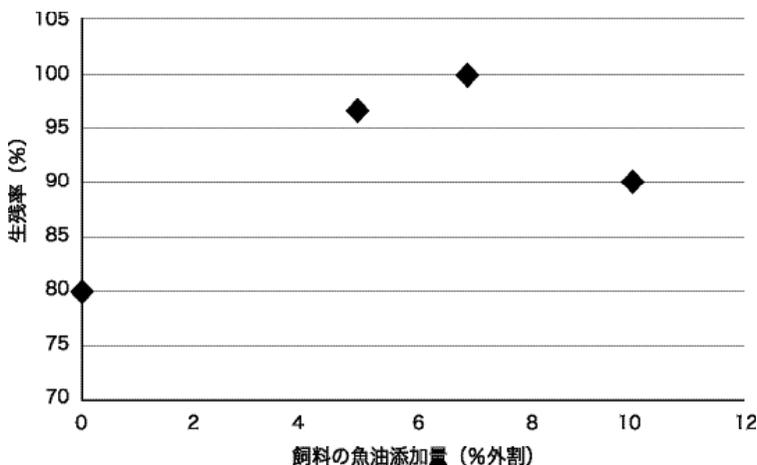


図4 海水馴致試験の生残率

表5 魚体測定の結果（海水馴致試験）

試験区	A	B	C	D
体重 (g)				
6月11日	0.95	1.07	1.15	1.07
6月19日	1.05	1.12	1.22	1.20
尾叉長 (cm)				
6月11日	5.50	5.60	5.72	5.58
6月19日	5.55	5.57	5.72	5.69
肥満度				
6月11日	5.64	5.98	6.08	6.02
6月19日	6.14	6.48	6.52	6.51

た、飼料の魚油添加量が多すぎても逆に魚の海水馴致能が低くなる可能性も示している。

海水馴致試験前後の魚体測定の結果を表5に示す。試験期間が8日間と短く、しかも給餌量が少なかったため尾叉長の伸びは殆ど無いが、体重は各区ともやや増え、肥満度は明らかに回復傾向を示していた。試験終了時の肥満度の順位は、開始時の順位と全く同じで、増え方も各区殆ど同じであった。

3. 要約

海水馴致試験の生残率、生残魚の魚体測定結果などから、シロザケ用飼料への至適魚油添加量は外割7%であると判断する。

魚油無添加区の魚は絶食後の海水馴致能が低いと云う結果は大変重要な意味を持つ。シロザケの早期放流群は河川での滞留期間が長く、河川に餌が十分量無いことから降海時にはかなり痩せていると云われている。痩せていると云うことは魚体の脂質含量が少ないことを意味しており、魚油無添加区の絶食後の魚に相当する。この様な魚が海に入ると、どの程度の割合で生き残れるものなのかを明らかにしておく必要が有る。また、魚体の脂質含量がどの程度であれば海水に十分馴致出来るのかも明らかにし、その為に飼料にどの程度の魚油を添加して飼育すべきであるかを推定するのも大事である。

表6 回復試験の結果

試験区	A	B	C	D
死魚数	9	6	2	2
体重 (g)				
6月11日	0.95	1.07	1.15	1.07
6月19日	1.12	1.27	1.32	1.18
尾叉長 (cm)				
6月11日	5.50	5.60	5.72	5.58
6月19日	5.66	5.74	5.82	5.64
肥満度				
6月11日	5.64	5.98	6.08	6.02
6月19日	6.04	6.58	6.56	6.42

回復試験

1. 方法

絶食試験終了時に海水馴致試験用に30尾サンプリングした後の魚を用いて回復試験を行った。試験期間は6月11日から6月19日で、飼育方法は飼育試験と同じである。

2. 結果

回復試験の結果を表6に示す。死魚数は魚油添加量が少ない区ほど多い傾向が認められ、従来の結果と一致していた。但し、いずれの区も10尾以下で非常に少ない。これは、今回の試験では絶食期間が30日と、従来の40日よりかなり短いことに関係が有ると思われる。従来の試験では、死魚は絶食の終期に集中していた。今回の試験では従来より絶食期間が短かった為、再給餌しても摂餌出来ない、あるいは摂餌しても消化・吸収能力が無くなる程には魚が衰弱していなかったのであろう。

試験期間が8日と短い、いずれの区でも再給餌による衰弱からの回復と成長が始まっているのが明確である。

3. 要約

魚油添加飼料で飼育され、魚体の脂質含量が多い魚の方が絶食後の回復が順調であると云う従来の結果と同じ結果であった。

考察

我々がこれまでにを行った一連の試験、さけ別枠試験⁴⁻⁹⁾及びその他文献類で得られている結果を含め、シロザケ用飼料への魚油の添加効果を考察する。

● 摂餌性：魚油添加飼料をシロザケ稚魚の餌付けに用いると摂餌性が悪く、成長・飼料効率・肥満度などに悪影響を及ぼす。魚油添加飼料の摂餌性が回復するのは、魚が約1g程度の大きさになってからである。シロザケの餌付け用飼料には魚油を添加しない方が良い。

この摂餌性の悪さは、魚油添加飼料を与え始める前に、約1週間ほど魚油無添加飼料で餌付けすることによって解決出来る。

シロザケ稚魚は未だ十分に卵黄が吸収・消費されないうちに給餌を開始するのが一般的である。卵黄には高濃度に脂質が含まれている。卵黄の脂質の利用を優先させる為、魚油添加飼料の摂取を抑制しているのかも知れない。

● 魚油無添加飼料から添加飼料への切り替え時期：早く魚油無添加飼料から添加飼料に切り替えた区ほど絶食試験で死魚数が少なかったので、切り替えはあまり遅くならない方が良く考える。餌付けは魚油無添加飼料で行い、一週間ほど後に添加飼料に切り替えるべきである。その後の検討で、4日目から切り替えても特に問題は無いように思えたので、もっと早く切り替えても大丈夫かも知れない。いずれにしても最初に餌を与える場合には、餌離れを起こさせないことが大事なので、餌付け時と飼料の切り替え時には丁寧な給餌が必要なのは言うまでもない。

● 魚体の脂質含量：魚油無添加飼料から添加飼料に切り替えても魚体の脂質含量は急には増加せず、切り替え後18日間は減少した。その後増え始め、増え方は魚油の添加量が多い区ほど急激であった。一方、魚油無添加区は減少期間

が36日と長く、その後増え始めるが、増え方は少なかった。魚油添加飼料を与え始めると同時に魚体の脂質含量が増えるのではないかと推定していたので、この結果は意外であった。0.5g以下の大きさの魚は脂質の消費が非常に大きくて飼料からの供給が間に合わないのか、あるいは脂質の消化・吸収や利用率が低いことなどが考えられる。また、サケ・マス類の卵には非常に多くの脂質が含まれていることとも関係しているのかも知れない。

● 絶食時の体重、尾叉長、肥満度の変化：当然のことながら尾叉長は絶食期間中変化せず、魚は成長していない。体重は絶食初期に減少が著しく、絶食が長期に及ぶと緩やかになった。これは絶食期間が長くなるに従って運動量が減少し、代謝パターンが変化する為であると思われる。また、絶食開始時に魚が大きかった魚油添加区の方が減少量が大きく、魚が小さかった無添加区で減少量が小さかった。単位体重当たり一定の割合で体成分が消費されて行くとすると、最初の体重が大きい方が減少量が大きいことになる。

肥満度は魚油無添加区の減少がやや大きい傾向が認められるが、絶食期間が長くなるに従って区間差は小さくなった。但し、絶食開始前の肥満度の傾向は終了時においても変わらなかった。

● 魚体の脂質含量と絶食耐性：飼料の脂質含量と魚体の脂質含量の間には非常に強い正の相関が認められる。飼料の脂質含量が多い区ほど魚体の脂質含量が高くなり、魚体の脂質含量が高い区ほど絶食耐性が強く、死魚数も少ない。魚の絶食耐性や絶食からの回復能力を規定しているのは、従来現場で云われてきた肥満度ではなく、魚体の脂質含量である。但し、魚体の脂質含量と肥満度の間には比較的強い正の相関が有ることが確認出来たので、現場では肥満度を指標にしても実用面で問題になることは無いと考

える。

これは絶食時に蓄積脂質が主たるエネルギー源として利用される為で、脂質含量が一定量以下に減少し、体タンパク質がエネルギー源として分解されるようになると大量死が起こるのではないかと推測している。

魚油無添加飼料で飼育された魚は脂質含量が少ないので早く斃死が起こり、死魚数も多くなる。また、比較的肥満度の高い魚も死ぬ傾向がある。

大量死が起こる時の魚体成分の目安は、脂質が約 5% 乾物で、タンパク質は約 90% 乾物である。この時の水分含量は約 85% である。但し、この値は絶食開始時の魚体の大きさによって変わる可能性があるため、今後より詳細な検討が必要である。

● 脂肪酸組成：脂肪酸組成については竹内ら¹⁰⁾が「シロザケ稚魚は必須脂肪酸欠乏に著しく敏感な魚で、必須脂肪酸としてリノール酸 (18:2n6)、リノレン酸 (18:3n3)、n3 系高度不飽和脂肪酸 (n3HUFA) のいずれにも効果が有り、成長促進効果は $n3HUFA > 18:3n3 > 18:2n6$ である。また、最大成長に必要なそれぞれの要求量は 18:2n6 と 18:3n3 は約 1%、n3HUFA であれば 0.5-1.0% と推定される。」と報告している。

我々の試験で使用した魚油添加飼料はいずれもシロザケ稚魚の必須脂肪酸の要求量を満たしている。必須脂肪酸の要求量を満たしているのに魚油添加量が多い区ほど絶食耐性が高く、絶食からの回復能力も強いと云うことは、やはり魚体の蓄積脂質量、言い換えるとエネルギー源の量の問題になるのであろう。

絶食前後の魚体の脂肪酸組成を比較することによって以下のことが分かった。シロザケ稚魚の本当の意味での必須脂肪酸はアラキドン酸 (20:4n6) と DHA (22:6n3, ドコサヘキサエン酸) である。リノール酸とリノレン酸は、それぞれアラキドン酸と DHA に転換されることによ

て必須脂肪酸としての役割を果たしているものと思われる。

飽和酸とモノエン酸は特定の脂肪酸が絶食時にエネルギー源として役立っているのではなく、いずれもがエネルギー源として利用されている。但し、パルミチン酸 (16:0) とオレイン酸 (18:1n9) は脂質中に占める比率が高いため、エネルギー源としての寄与率は高いものと思われる。

魚体の脂肪酸組成は飼料の脂肪酸組成を良く反映している。よって、シロザケ用飼料に添加すべき油は、n6 系と n3 系脂肪酸を必要量含み、更にパルミチン酸やオレイン酸なども豊富に含む動植物油の混合油にすれば良いと考える。

● 絶食からの回復能力：約 40 日間絶食させた魚に給餌を再開すると十分に回復出来るか否かを調べたところ、回復試験開始時に魚体の脂質含量が少なかった区ほど死魚数も多く、しかも肥満度が比較的大きな魚まで死亡していた。

絶食試験開始時の魚体の脂質含量と絶食試験と回復試験を合わせた死魚数の間には強い負の相関が認められた。これは同一グループ内で餓死魚が出始める位に魚が衰弱すると、給餌を再開しても摂餌出来ないか、摂餌しても殆ど消化・吸収出来ないため、容易に回復しないことを示している。

以前にマダイ¹¹⁾で調べた時、絶食期間が長期に及ぶと消化管が非常に薄くてペラペラで、水っぽくて半透明な感じになっており、このような状態の魚に餌を与えても消化・吸収する力が有るのかと疑問に思ったことを思い出す。

● 海水馴致能力：30 日間絶食させた後の魚を直接海水に収容して 8 日間飼育し、その間の死魚数を調べた。魚油無添加飼料 (脂質含量 6.3%) で飼育された後絶食させた区の死魚数が最も多く、魚油を外割で 7% 添加した飼料 (脂質含量 12.4%) で飼育された区は死魚が生じなかった。魚油添加量が 10% (飼料の脂質含量 14.8%) に

なると再び死魚が認められた。この結果から、飼料への魚油の添加量は外割で7%が最も良く、5%では不足で、10%では多すぎるものと思われる。

●シロザケ用飼料の至適魚油添加量:飼育試験、絶食試験、絶食からの回復試験、海水馴致試験などの結果から、シロザケ用飼料の至適魚油添加量は外割7%（飼料の脂質含量12.4%）であると考えられる。

能勢ら⁹⁾はシロザケ稚魚用飼料の至適脂質含量は10%前後であり、それ以上の油の添加は必要無いことと、いたずらに添加量を多くすれば却って悪影響が出る可能性が高いことを指摘している。我々の試験結果も能勢らの結果とほぼ等しいものであった。

●放流魚との関係:約1-2gまで飼育されたシロザケ稚魚は大部分が河川に放流される。放流された稚魚、特に早期放流魚は可也長期間河川に滞留しており、河川に餌が十分量存在していないこともあって、降海時には痩せて飢餓状態にあると現場では云われている。実際に真山ら^{12,13)}は千歳川他に放流された稚魚の追跡調査を行い、魚体の脂質含量はいずれの系群でも放流後低下し、タンパク質が上昇する傾向が有ることから、放流魚の餌料環境が決して良好

なものとは云えないと報告している。

シロザケ稚魚が海に下っても海水に馴染めずに死んでしまっただけでは放流の意味が無い。痩せて脂質含量が少ない魚は海水に適応する能力が低いことと、絶食後再給餌してある程度体力を回復させた魚(=ある程度脂質含量を多くした魚)は十分に海水に適応出来ることが我々の試験で明らかになった。

再給餌後の魚体の脂質含量は調べてある。放流後の河川での滞留期間が分かれば、放流時に魚体の脂質含量をどの程度にしておけば良いかが推定出来る。更に必要な魚体の脂質含量にする為には、どれ位の飼料脂質含量にすべきかも導き出せる。

それぞれのシロザケ稚魚生産場で地域の特性を十分に考慮し、放流時に魚をどの様な状態(=魚体の脂質含量)にしておくのが理想的であるかが分かれば放流魚の生残率がより高くなり、親魚の回帰率も高くなって漁獲量も増加することが期待出来るのではないだろうか。

謝辞

本試験の結果を取り纏めるに当たり阿部信行氏に大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。

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

- 1) 酒本秀一, 大橋勝彦: シロザケ飼料の魚油添加効果- 2. *New Food Industry*, **54** (4), 28-38 (2012)
- 2) (社)北海道さけ・ます増殖事業協会: さけ・ますふ化放流事業実施マニュアル (北海道立水産孵化場監修) - 隔日給餌, 65-66 (2007)
- 3) 酒本秀一, 大橋勝彦: シロザケ飼料の魚油添加効果- 1. *New Food Industry*, **54** (3), 49-58 (2012)
- 4) 能勢健嗣, 矢野立志, 江村利信: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - 飼料中のタン白質および脂質レベルの成長におよぼす影響 -. さけ別枠 1977 河川型研究グループレポート, 127-138 (1978)
- 5) 能勢健嗣, 江村利信, 秋山敏男: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - II. 飼料中のタン白質および脂質レベルの成長および絶食に対する抵抗性におよぼす影響. さけ別枠 1978 河川型研究グループレポート, 145-166 (1979)
- 6) 秋山敏男, 八木沢功, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - III. 飼料中のタン白質および脂質の至適添加量. さけ別枠 1978 河川型研究グループレポート, 167-174 (1979)
- 7) 秋山敏男, 八木沢功, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - VI. 飼料中への牛脂の添加効果. さけ別枠 1979 河川型研究グループレポート, 133-140 (1980)
- 8) 村井武四, 八木沢功, 平沢康弘, 秋山敏男, 能勢健嗣: 放流用シロザケ稚魚飼料の改善に関する研究 - IX. 放流用シロザケ稚魚実用飼料のたん白質, 脂質および炭水化物源. さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 165-173 (1981)
- 9) 能勢健嗣, 村井武四, 秋山敏男: シロザケ放流種苗の栄養特性 -5ヶ年の研究のとりまとめ -. さけ別枠 1981 河川型研究グループレポート, 189-204 (1982)
- 10) 竹内俊郎, 渡辺武, 能勢健嗣: 淡水期間中におけるシロザケの必須脂肪酸. *日本水産学会誌*, **45** (10), 127-131 (1979)
- 11) S. Sakamoto and Y. Yone : Effect of starvation on organ weight and chemical component of red sea bream. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, **23**, 71-77 (1978)
- 12) 真山紘, 関二郎, 清水幾太郎: 千歳川に放流された稚魚の降海移動(1981). さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 175-184 (1981)
- 13) 真山紘, 関二郎, 清水幾太郎, 野村哲一, 大熊一正: 石狩沿岸におけるサケ稚魚の分布・移動 (1979, 1980). さけ別枠 1980 河川型研究グループレポート, 185-198 (1981)

より良い特許明細書を求めて

宮部 正明*

* MIYABE Masaaki (不二製油株式会社知的財産室)

Key Words：特許明細書・技術開発・特許発明・縦横構成要素表

はじめに

特許明細書を書こうとする誰もが“特許請求の範囲の記載”を広く、深く、強いものにしたいと切望するものである。より良い特許明細書を求めて一つの考え方を提案してみたい。

項目としては、

- ・特許請求の範囲の意味
- ・特許明細書の全体構造の理解
- ・特許発明の本質を求めて
- ・具体例としての国際公開公報、である。

1. 特許請求の範囲の意味

特許は特許明細書に始まって、特許明細書に終わると言われている。この特許明細書の中で最も重要な部分は、特許請求の範囲の記載である。

筆者もそうであるが、多分誰もが特許請求の範囲を書こうとした際に、ある種の緊張感を味わうと思う。何故なら、最終的な権利範囲の確定は特許請求の範囲の解釈問題であるということを知っているからである。特許請求の範囲を書くことの難しさについて、中山¹⁾の次の様な文章からも理解できる。「特許発明は、具体的な物として存在するのではなく、明細書に文章として記載されている。しかしながら、文章

によってその技術的範囲を完全に表現することは不可能であり、それゆえ文章の解釈を通じて技術的範囲を決定しなければならないという宿命を負っている。」と述べている。

そのため、特許明細書を書こうとする誰もが“特許請求の範囲の記載”を広く、深く、強いものにしたいと切望するものであるが克服しなければならない課題も多い。それでは如何にして、広く、深く、強い特許明細書を書くことが出来るのか、より良い特許明細書を求めて、克服しなければならない課題とその解決のための考え方を提案してみたい。

2. 特許明細書の全体構造の理解

特許明細書を書くに当たっては、特許明細書の全体構造を理解しておく必要がある。筆者²⁾は特許明細書から見た油脂結晶と食品の中で、「特許明細書の記載様式は国内出願明細書においては記載様式の変更はあったものの、グローバル化の流れの中で、現在はPCT出願明細書の記載様式と何ら変わらないものとなっている。そしてこれらの特許明細書に記載されている主な項目は、発明の名称、特許請求の範囲、技術分野、背景技術、発明が解決しようとする課題、課題を解決するための手段、発明の効果、

発明を実施するための最良の形態、実施例、比較例、評価法等である。」と述べた。

〔背景技術〕の欄では、発明の属する技術分野で、どのような技術が存在するのかを記載し、〔発明が解決しようとする課題〕の欄では、従来の技術では、解決されなかったもので出願をしようとしている発明が解決しようとしている課題を記載し、〔課題を解決するための手段〕の欄では、課題を解決するための具体的な手段を記載するものである。そして、背景技術、発明が解決しようとする課題、課題を解決するための手段が一連の論理によって結ばれた体系となっていることが必要である。

3. 特許発明の本質を求めて

特許発明は、発明を文章によって表現するものであり、発明を多岐の観点から捉え、技術思想に止揚していかなければならない。

そのため、発明自体を良く認識している発明者が、特許明細書の原案（発明の認識）を作成し、発明を多岐の観点から捉え、技術思想に止揚していく役割を特許担当者が担い、発明者と特許担当者とが十分に議論し合って、互学互習する中で、発明を広く、深く把握し、強い特許明細書に仕上げることが最良の方法であるように思われる。発明者は帰納法的な思考を取るのが通常であり、特許担当者は帰納法的な思考と同時に演繹法的な思考も入れて論理に矛盾がない様に努める必要がある。

ここでは、発明者と特許担当者の二人を想定し、各々の役割を通して発明それ自体への本質的理解のプロセスを考えてみたい。このプロセスこそが創造のプロセスでもある。

A) 発明の認識

発明者にこれが発明だと認識していることを書いてもらうなり、表現してもらう。その内容が発明の広さなり、深さであり、発明の質とな

る。この場合発明者の発明への想いが重要なポイントである。そして、特許担当者は、発明者とよく議論し、発明を広く、深く把握することに努めなければならない。

ここでは、まだ特許請求の範囲に記載されるであろう構成要素は見出されていない。

特許発明の質は換言すれば、発明者の質と、特許担当者の質の和と双方から生まれる相乗効果を付加したものとなる。これらについては重要なポイントであるので後述する。

B) 発明に近い先行技術の提示

発明者と特許担当者が発明を広く、深く認識していく中で、発明の内容に近いと思われる先行技術文献を4つ程度探し出し、一番近いと思われる先行技術文献と本願発明の内容との対比を行う。その際に、発明者と特許担当者の当該技術分野での基本的技術知識の習得度や理解度が問われることになり、発明者の質や特許担当者の質が問題となる。

そして、更に発明を広く、深く認識していくために、本願発明の内容と先行技術文献との多岐に亘る検討と更なる詳細な対比が必要であり、強い特許明細書への礎となる。また、発明者と特許担当者のコミュニケーション力も問われ、コミュニケーションを通して気付きが生まれ、気付きが発展展開して創造へと成長していく。先行技術文献の的確性が強い特許明細書を書く上で最も重要なことかも知れない。

C) 実施例、比較例の確定

D) 当該技術分野での技術水準の把握

当該技術分野での技術水準の把握は重要である。何故なら、公知技術、周知技術を含む当該技術分野での技術水準を超えたところに特許とされうる特許化可能な領域が存在するからである。発明者にしても特許担当者にしても、当該技術分野での基本的技術知識の理解と当該技術分野での過去の特許明細書の理解、即ち当該技術分野の知識の整理と体系化は常に心掛けて置

かなければならない。これらのことを通して、当該技術分野での技術水準を把握することが可能となる。

そして、審査基準³⁾にも、「進歩性の判断は、本願発明の属する技術分野における出願時の技術水準を的確に把握した上で、当業者であればどのようにするかを常に考慮して、引用発明に基づいて当業者が請求項に係る発明に容易に想到できたことの論理づけができるか否かにより行う。具体的には、請求項に係る発明及び引用発明（一又は複数）を認定した後、論理づけに最も適した一の引用発明を選び、請求項に係る発明と引用発明を対比して、請求項に係る発明の発明特定事項と引用発明を特定するための事項との一致点・相違点を明らかにした上で、この引用発明や他の引用発明（周知・慣用技術も含む）の内容及び技術常識から、請求項に係る発明に対して進歩性の存在を否定し得る論理の構築を試みる。論理づけは、種々の観点、広範な観点から行うことが可能である。」と記載されている。

E) 発明の認識と仮クレームの作成

- ・ 発明の認識
- ・ 発明に近い先行技術の提示
- ・ 実施例、比較例
- ・ 当該技術分野での技術水準
- ・ 本願発明の内容と先行技術文献との対比

これら5つの項目を総合的、相補完的に考え仮クレームを作成する。当然ながらこの役割は特許担当者であり、仮クレーム作成に当たっては、特許担当者の質が問われることになる。特許請求の範囲の記載作成のイメージを図1に示した。

ここでは、特許請求の範囲の記載の前駆体を仮クレーム又はクレームと呼ぶことにする。仮クレームは文章によって表現されるものである。仮クレーム作成に当たってのキーワードは、・言葉の定義、・言葉の抽出、・概念化、・外



図1 特許請求の範囲の記載作成のイメージ図

延、・内包、・構成要素、・構成要素の組み合わせ、等であり、これらのキーワードを念頭に置いて、上記の5つの項目を連想し、連鎖しながら、発明全体を捉え仮クレーム文章を捻出しなければならず創造力を必要とする。

F) クレームと発明を実施するための形態

仮クレームを作成し、背景技術を記載し、発明が解決しようとする課題の記載に進み、実施例、比較例を記載し、仮クレームの作成と発明を実施するための形態の記載との緊張関係において、仮クレームを修正・補足してクレームへと深化させ、更に発明を実施するための形態の記載も発展充実させていく。その際に縦横構成要素表を作成して、クレームを特許請求の範囲の記載へと昇華させていく。

特許請求の範囲の作成方法については、出願の手続き⁴⁾に、「特許請求の範囲」は、特施規様式第24条の3並びに特許法第36条第5項及び第6項に規定するところに従い、次の要領で記載する。

イ。「特許請求の範囲」の記載と「明細書」の記載とは矛盾してはならず、字句は統一して

使用しなければならない。

ロ. 請求項の記載の内容を理解するため必要があるときは、当該願書に添付した図面において使用した符号を括弧をして用いる。

ハ. 他の請求項を引用して請求項を記載するときは、その請求項は、原則として引用する請求項に続けて記載する。

ニ. 他の2以上の請求項を引用して請求項を記載するときは、原則としてこれらを択一的に引用し、かつ、これらに同一の技術的限定を付して記載する。

ホ. 請求項に付す番号は、「【請求項1】」、「【請求項2】」のように記載する。ただし、他の請求項を引用して請求項を記載するときは、引用される請求項に付した番号を「請求項1」、「請求項2」のように記載する。」と記載されている。

縦横構成要素表とは、縦横（マトリックス）表に構成要素を記入していき、構成要素間の相互の関係を見易くした表である。構成要素とは、発明の内容から抽出された重要な言葉なり、これらの言葉を組み合わせたものであり、特許請求の範囲の構成単位であって、特許明細書中で重要なものである。縦横構成要素表の最左列には、主に請求項1に記載する構成要素を埋めていき、左から右へと上位概念から下位概念へと構成要素を記入していく。その際には個々の構成要素の本質を見極めることが必要である。

そして、この構成要素は主に請求項中に記載されるが、発明を実施するための形態中にも記載する。この縦横構成要素表は特許明細書全体を把握するのに便利であるし、各請求項は構成要素又は構成要素の組み合わせから成っているので各請求項間の関係も明白になり、このことによって、構成要素間の因果関係が解明でき、因果関係の矛盾を無くすことが出来る。

また、外延と中間概念の充実ができ、中間概念化、上位概念化、下位概念化の関係も明白に

なり、発明を階層的に把握することができる。

そして、ある特定された構成要素の組み合わせが発明の本質であり、これが特許発明の技術思想となる。この縦横構成要素表の充実こそが広く、深く、強い特許明細書を書く上で多に役立つ。この縦横構成要素表の理解を助けるため、その具体例は後述する。

G) 発明者の質と特許担当者の質

発明者と特許担当者の二人を想定し、各々の役割について述べてきたが、最も重要な点は発明者の質と特許担当者の質と思われると述べた。ここでは二人の素質について考えてみたい。

i) 発明者に求められる素質

- ・その分野の技術に関して専門家であり、専門知識を有している。
- ・実験計画法、実験手法を勉強している。
- ・開発能力がある。
- ・発想能力がある。
- ・コミュニケーション力がある。

総じて言えば発明力がある。

ii) 特許担当者に求められる素質

- ・その分野の技術に関して専門家であり、専門知識を有している。
- ・特許法等の法律を理解し、審査基準、判決例、審決例等を勉強している。
- ・文章作成能力がある。
- ・論理力がある。
- ・コミュニケーション力がある。

総じて言えばクレーム力がある。

4. 具体例としての国際公開公報⁵⁾

先に、特許明細書の全体構造の理解の中で、背景技術、発明が解決しようとする課題、課題を解決するための手段が一連の論理によって結ばれた体系となっていることが必要であると述べた。実際の国際公開公報を用いてこれらを提

示すると共に、広く、深く、強い特許明細書を書く上で役立つ縦横構成要素表の具体例も示すことにする。

4-1. 背景技術の記載

近年、食品分野では食生活の多様化や健康志向の高まりから、食品の低カロリー化、ライト化、ソフト化などが要求されており、起泡性水中油型乳化物（ホイップクリーム）においても風味のライト化、低カロリー化のために、油脂分を低減させる傾向にある。

洋菓子のケーキのトッピングやサンドに用いられる生クリームは、風味の点で他に類するものがない程優れているが、油脂分が40～50重量%と高カロリーであり油脂分を低減すると更にホイップ性、ホイップ後の保形性が悪化する。また、高価でもある。

そこで、近年、植物性油脂を用いた低油分水中油型乳化物が検討されてきている。特許文献1では、油脂分40重量%以下の低油分クリームに使用する、油脂中にSUS型トリグリセリドを25%以上、ラウリン系油脂を5～60%含み、SFCが5℃で50%以上、15℃で40%以上であるクリーム用油脂が提案されているが低油脂分でのホイップ後の保形性が十分ではなかった。

特許文献2では、SFCが、5℃で70%以上、15℃で40%以上、20℃で35%以上である油脂を含み、且つ無脂乳固形分を10重量%以上含むホイップクリーム用の高蛋白低油分水中油型乳化物が提案されているが、無脂乳固形分を10重量%以上使用しなければならずコストの高いものであった。

特許文献3では、パーム系油脂と、液状油及び/又はラウリン系油脂からなる油脂とを、質量比40:60～80:20でエステル交換することにより得られる油脂を95～99.5質量%、融点が55～65℃の油脂を0.5～5質量%含有することを特徴とする水中油型乳化物用油脂が提案されているが、これも低油脂分でのホイップ後の

保形性が十分ではなかった。

また、非特許文献1には、「当初は保形性のよいケーキが要求されるため、ホイップクリームの脂肪含有率は45～50%であった。最近ではソフト化と低カロリーニーズから低脂肪化が進み、脂肪含有率が30～47%程度になっている。ホイップクリームは、一般に脂肪量が減少するほどオーバーランが上昇しやすくなり、ホイップ後の保形性が弱まる。」と記載されているように、油脂分30重量%以下の起泡性水中油型乳化物の実現化は難しい課題とされていた。

4-2. 発明が解決しようとする課題の記載

本発明の目的は、油脂分10～40重量%の低油分であるにもかかわらず、高い乳化安定性、ホイップ性、ホイップ後の保形性、口溶性性、風味に優れた低油分起泡性水中油型乳化物を提供する事にある。

更に当該低油分起泡性水中油型乳化物に乳脂含有乳化物を混合してなる、乳脂・植脂含有起泡性水中油型乳化物を提供することにある。

4-3. 課題を解決するための手段の記載

本発明者らは鋭意研究を行った結果、油脂分10～40重量%の低油分水中油型乳化物において、油相中の60%以上がラウリン系油脂であり、油相中に特定の油脂、融点が40℃～68℃であり且つヨウ素価が40以下である硬質油脂を少量使用することにより、又更に乳化物の油脂粒子の平均粒子径を0.8～2.4 μ mの範囲に調整することによって、本発明の目的を達成し本発明を完成するに至った。

即ち本発明の第1は、油脂、蛋白質及び水を含み、油脂分が10～40重量%であって、油相中の60%以上がラウリン系油脂であり、融点が40℃～68℃であり且つヨウ素価が40以下である硬質油脂を含むことを特徴とする、低油分水中油型乳化物である。第2は、ラウリン系油脂が非エステル交換脂である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第3は、硬質油脂

表1 縦横構成要素表

油脂分が 10 ~ 40 重量 %	10 ~ 35 重量 %	12 ~ 30 重量 %	15 ~ 25 重量 %
油相中の 60% 以上が ラウリン系油脂 非エステル交換脂	70% 以上	80% 以上	
融点が 40℃ ~ 68℃ 且つ ヨウ素価 40 以下の硬質油脂 ヨウ素価 10 以下 ヨウ素価 2 以下 ラウリン系 油相中	0.5 ~ 5 重量 %	1 ~ 4 重量 %	1 ~ 3 重量 %
20℃ で液状の油脂 油相中	0.5 ~ 5 重量 % 2 ~ 30%	1 ~ 4 重量 % 3 ~ 27%	1 ~ 3 重量 % 4 ~ 25%
油相の SFC 10℃ 20℃ 25℃ 30℃	65 ~ 95% 35 ~ 70% 20 ~ 40% 0 ~ 20%		
全固形分が 14 ~ 44 重量 % 蛋白質 蛋白質 糖類	16 ~ 42 重量 % 乳蛋白質 0.3 ~ 7 重量 % 0.5 ~ 20 重量 %	18 ~ 40 重量 % 無脂乳固形分由来の 蛋白質 0.3 ~ 6 重量 % 0.5 ~ 10 重量 %	18 ~ 38 重量 % 全固形分 油脂, 蛋白質, 糖類 0.3 ~ 5 重量 % 0.5 ~ 6 重量 % 0.5 ~ 4.5 重量 %
(油脂分) ÷ (全固形分) 0.3 以上	0.4 以上	0.5 以上	
低油分水中油型乳化物 起泡性 油脂粒子径 乳化剤 増粘多糖類	 オーバーラン 50 ~ 140% 0.8 ~ 2.4 	 オーバーラン 60 ~ 130% 	 オーバーラン 70 ~ 120% オーバーラン 70 ~ 110%

が水中油型乳化物全体に対して、0.5～5重量%である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第4は、全固形分が14～44重量%である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第5は、油脂分が10～40重量%及び全固形分が14～44重量%であって、(油脂分)÷(全固形分)が0.3以上である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第6は、更に20℃で液状の油脂を含む、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第7は、20℃で液状の油脂が水中油型乳化物全体に対して、0.5～5重量%である、第6記載の低油分水中油型乳化物である。第8は、油相のSFCが10℃で60～95%、20℃で35～70%、25℃で20～40%、30℃で0～20%である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第9は、第1～第8何れか1に記載の低油分水中油型乳化物が起泡性である、低油分水中油型乳化物である。第10は、オーバーランが50～140%の起泡性である、第9記載の低油分水中油型乳化物である。第11は、乳化物の油脂粒子の平均粒子径が0.8～2.4 μmの範囲である、第1記載の低油分水中油型乳化物である。第12は、油脂、蛋白質及び水を原料とし、油脂分を10～40重量%に調製し、油相中の60%以上がラウリン系油脂であり、融点が40℃～68℃であり且つヨウ素価が40以下である硬質油脂を水中油型乳化物全体に対して、0.5～5重量%配合する低油分水中油型乳化物の製造法である。第13は、更に20℃で液状の油脂を水中油型乳化物全体に対して、0.5～5重量%配合する、第12記載の低油分水中油型乳化物の製造法である。第14は、第1～第8何れか1に記載の低油分水中油型乳化物に

乳脂含有乳化物を混合してなる、乳脂・植脂含有水中油型乳化物である。

4-4. 縦横構成要素表の実際

国際公開公報の特許請求の範囲の請求項1は、油脂、蛋白質及び水を含み、油脂分が10～40重量%であって、油相中の60%以上がラウリン系油脂であり、融点が40℃～68℃であり且つヨウ素価が40以下である硬質油脂を含むことを特徴とする、低油分水中油型乳化物であり、縦横構成要素表の具体例を表1に示した。

おわりに

広く、深く、強い特許明細書を求めて、発明者の発明の認識を出発点として、発明者と特許担当者の互学互習による発明それ自体への本質的理解のプロセスと特許明細書に仕上げていく創造のプロセスを説明してきた。

ここでの重要な点は、発明者の発明への想いであり、先行技術文献の的確性であり、当該技術分野での技術水準の把握であり、発明者の素質と特許担当者の素質であり、発明者と特許担当者の十分なコミュニケーションであると思われる。

そして、発明全体の把握と特許明細書全体の把握、更に広く、深く、強い特許明細書を書く上での一助としての縦横構成要素表の提案も行った。

より良い特許明細書を求めての拙い論文であったと思うが、今後特許明細書に関係する多くの方々になんらかの参考になればという想いとこの論文に対しての忌憚のないご意見を頂ければ幸甚であります。

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

- 1) 中山信弘, 工業所有権法(上)特許法, 株式会社弘文堂, 平成12年4月15日発行, p381
- 2) 宮部正明, 特許明細書から見た油脂結晶と食品, New Food Industry, 52(9), p45, 2010
- 3) 審査基準, 第II部第2章, 新規性・進歩性
- 4) 出願の手続き, 第二章第二節, 特許請求の範囲の作成方法
- 5) WO2010/095408, 低油分水中油型乳化物

プロセスチーズ市場を創造した驚くべきヒット食品 — 「雪印6Pチーズ」 雪印メグミルク株式会社 —

田形 暁作*

*TAGATA Yoshinari (TAGATA食品企画・開発)

Key Words：雪印6Pチーズ・ヒット商品・商品開発・ブランド化・マーケティング戦略

はじめに

2011年4月1日、雪印メグミルク株式会社は日本ミルクコミュニティ株式会社および雪印乳業株式会社と合併し、総合乳業メーカーとして新たにスタートした。

雪印メグミルクはグループの企業理念の中で、「消費者重視経営の実践」「酪農生産への貢献」「乳（ミルク）にこだわる」という3つの使命を掲げ、丁寧に向き合い、その可能性を信じ、新しい価値を創造していくことで社会に貢献する企業であり続けるとしている。その思いを込めて「未来は、ミルクの中にある。」というコーポレートスローガンを掲げた。経営成

績は平成23年3月期は売上高5,042億円、営業利益156億円、経常利益173億円、当期純利益93億円であり、堅実な経営状況である。また、雪印メグミルクグループのコーポレートシンボルマークも新たに作成し、「スノーミルククラウン」と命名し、「雪の結晶とミルククラウンの融合を表す。



スノーミルククラウン

1. 合併新会社のブランド体系

今回取り上げた『雪印6Pチーズ』はサブブ



ランド = 雪印, 商品ブランド = 雪印 6P チーズである。

2. チーズ市場の状況

図1にチーズの1世帯当たり(2人以上世帯)の購入金額の推移を示した。1988年の2234円から多少の上がり下がりはあるが、順調に増えている。2009年、2010年は4002円、4079円と高い購入金額であった。図2には1世帯当たりの購入量の推移を示した。購入金額と同様に多少の上がる下がりはあるが順調に増えている。2010年は2586gと過去最高の購入量であった。家庭でのチーズ購入量が増えていることが

伺える。図3には年間購入価格(円/100g)の推移を示した。購入価格は130円~150円を推移しているが2008年、2009年、2010年は各々161円、167円、158円と150円以上である。この価格が購入金額が高い原因である。図4に世帯主年齢別購入金額比較を示した。40歳~49歳をピークにさらに高齢になると減少傾向にある。30歳~39歳の購入金額は40歳~49歳に次いで高い。チーズ市場を更に拡大するには、今から更に人口が増える高齢者に購入して貰えるチーズの開発が重要である。図5にはチーズの総消費量とプロセスチーズ、ナチュラルチーズの消費量の推移を示した。図5の説明に入る前に、チーズにはプロセスチーズとナ

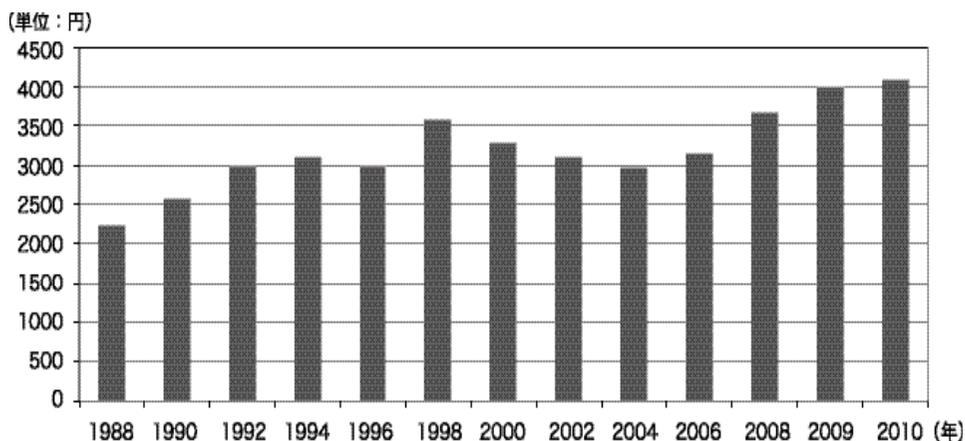


図1 1世帯当たりの年間購入金額(2人以上世帯)

出所; 家計調査年報(平成22年)

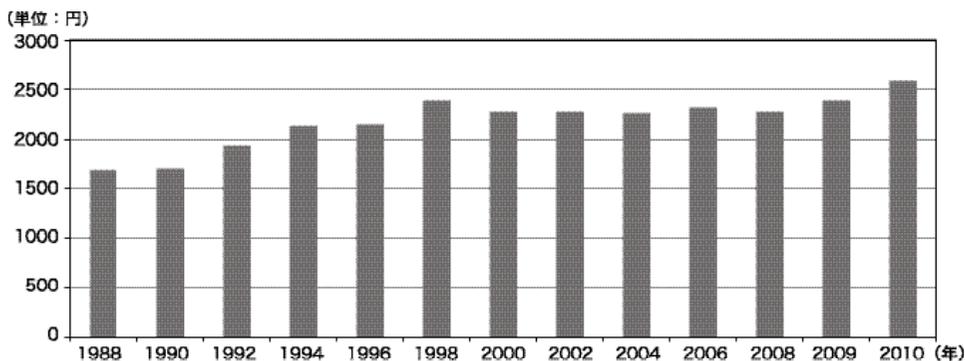


図2 1世帯当たりの年間購入量(2人以上世帯)

出所; 家計調査年報(平成22年)

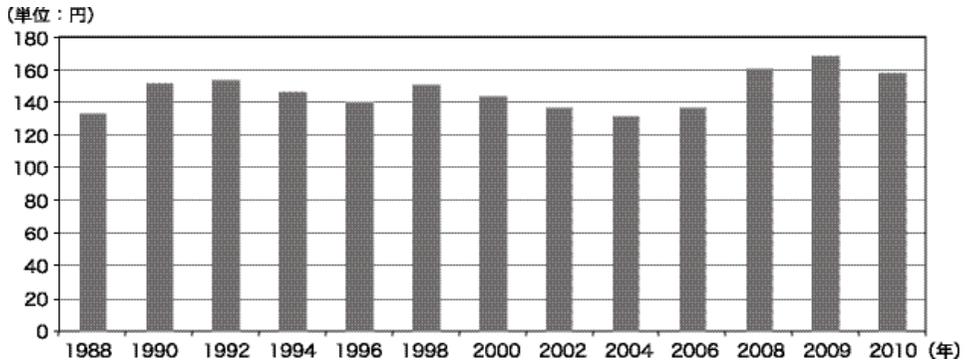


図3 1世帯当たりの年間購入価格 (円/100g) (2人以上世帯)

出所；家計調査年報 (平成 22 年)

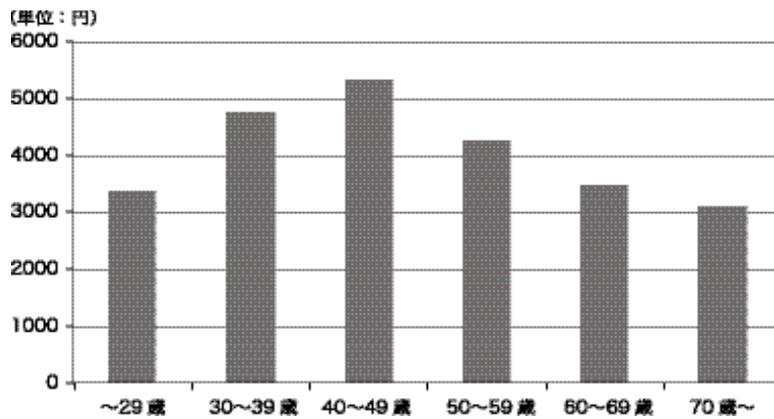


図4 4世帯当たりの世帯主の年齢別購入金額 (4人以上世帯)

出所；家計調査年報 (平成 22 年)

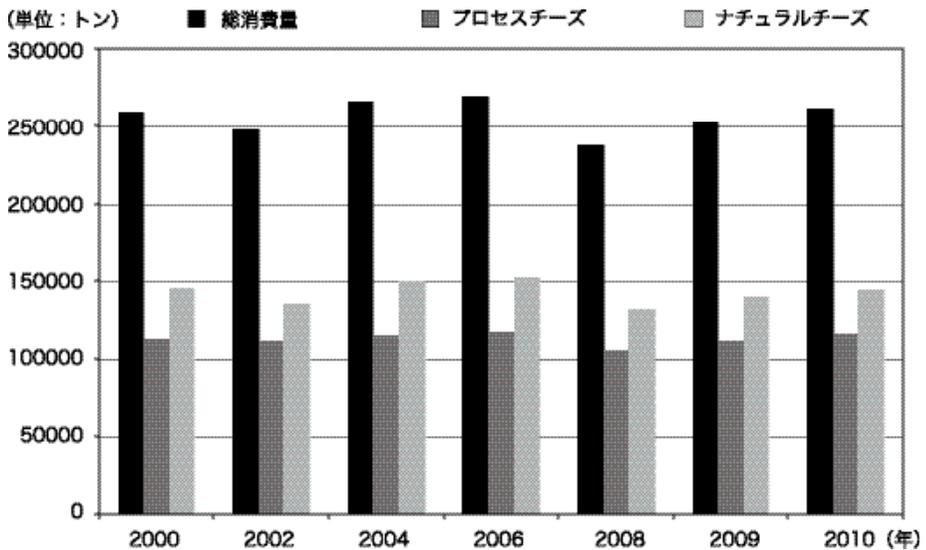


図5 チーズ需給表 (総消費量, プロセスチーズ, ナチュラルチーズ)

出所；生産局畜産部牛乳乳製品課調べ

チュラルチーズの2種類があるので、簡単に2種類のチーズについて説明をする。

●ナチュラルチーズ

ナチュラルチーズは、原料の牛乳などを乳酸菌や酵素の働きで固めて水分を除いたものを型に入れ熟成する。熟成方法によって白カビタイプ、青カビタイプ、フレッシュ（非熟成）タイプなどに分類される。ナチュラルチーズは世界に多数の種類がある。

●プロセスチーズ

プロセスチーズは、ナチュラルチーズを1種類または数種類混ぜて加熱し、加工したものである。ナチュラルチーズに含まれていた乳酸菌やカビなどはこの時点で死んでしまうので、チーズ特有の熟成は止まるが、組織が均質化され、保存性に優れているのが特徴である。

図5ではプロセスチーズとナチュラルチーズの消費量の推移を知るのが主目的である。日本では、プロセスチーズの需要がチーズ市場全体を伸ばしてきたが、現在ではプロセスチーズとナチュラルチーズの消費量比較ではナチュラルチーズのほうが多い。ピザなど洋食への使用が高まったことやワインブームや海外旅行の一般化などでナチュラルチーズに触れる機会が増え、嗜好も多様化している。今後はナチュラルチーズがより伸長するといわれている。

3. 雪印 6P チーズの商品説明

雪印 6P チーズの種類別の欄にはプロセスチーズと記載してあるようにプロセスチーズである。また、原材料名にはナチュラルチーズ、乳化剤と記載してあるように原料チーズはナチュラルチーズを使用している。また、栄養成分では他の一般的なチーズと同様タンパク質とカルシウムの量が通常の食品に比べ多く含まれている。



雪印 6P チーズ 120g (6 個入り)

商品基本情報	
発売地域	全国
内容量	120g (6 個入り)
賞味期限	270 日間
希望小売価格	345 円 (税別)
種類別	プロセスチーズ
原材料名	ナチュラルチーズ、乳化剤
保存方法	要冷蔵 (10℃以下)
容器・包装	紙 (外箱, ラベル) アルミ (アルミ包装)
栄養成分	1 個 (約 20g) 当たり / エネルギー: 65kcal / たんぱく質: 4.2g / 脂質: 5.3g / 炭水化物: 0.2g / ナトリウム: 200mg / 食塩相当量: 0.51g / カルシウム: 114mg

商品形状は扇形が6個集まって円形になっている。このようになった背景は熟成したナチュラルチーズにある。すなわち、熟成もののナチュラルチーズは円形のものが多く、チーズの種類によっても異なるが、熟成の進み方が外側から内側へ、または内側から外側へ進むものが多い。そのため円形ナチュラルチーズは放射状に切って食べるのが一般的である。このイメージをプロセスチーズに具現化したのが、6P チーズの形状である。

4. 雪印 6P チーズの生産体制と市場導入

『雪印 6P チーズ』の起源は、昭和3年 (1928年) に、保証責任北海道製酪販売組合連合会 (雪印乳業の前身) がチーズの製造・販売を開



昭和 10 年発売の 6 ポーションチーズ

始したことにさかのぼる。昭和 10 年(1935 年)には『雪印 6P チーズ』の前身となる、缶入りの「6 ポーションチーズ」の発売を開始した。生産開始当初は、包装をすべて手作業で行っていたため、1 日に 400 個程度しか作ることができなかった。

発売時の容量は 1/2 ポンド (225g)、価格は 1940 年(昭和 15 年)当時で 2 円 31 銭であった。大卒銀行員の初任給が 70 円くらい、食パン一斤 20 銭、ラーメン 16 銭、たばこ(ゴールデンバット) 9 銭を考えると、かなりの高価格商品であったと推察される。戦時下であり、食料品が少ない時代であったからであろうか、6P ポーションチーズは良く売れ当時の注目の商品であった。その後、道内各地に工場を整備していった。同時に北海道だけでなく、全国に販売拠点を構築。1939 年(昭和 14 年)には、ほぼ全国レベルの流通網が完備した。また、広告・宣伝にも力を入れた。

主力商品であったバターやチーズの広告には当時の映画スターを使い、新聞広告や雑誌広告も盛んに投稿した。その成果として、雪印ブランドのバター、アイスクリーム、チーズは徐々に全国に販売を展開していった。太平洋戦争以降、雪印乳業の前身の酪連は時代の波に翻弄され、社名や組織が何度も変更された。幾多の苦難の後、1950 年(昭和 25 年)雪印乳業が新たに発足した。この間、乳製品市場は順調に拡大し、販売競争もどんどん激しくなってきた。古い設備では生産が追い付かなくなってきたの

で、1952 年(昭和 27 年)に自動充填包装機を導入した。生産能力は著しく増え、6P チーズの増産体制は整った。ここから、販売拡大に力を入れていき順調に売り上げは拡大していった。

青いパッケージに入った扇形のチーズで親しまれている現在の『雪印 6P チーズ』が誕生したのは 1954 年(昭和 29 年)のことである。日本人の食生活に大きな変化が起こってきた。いわゆる、食の欧風化である。家庭内には冷蔵庫が普及し、朝食に食パンを食べる人が増えてきた。食パンにはバターやマーガリンをつけ、副食として目玉焼き、サラダ、チーズが登場してきた。この時のチーズはブロックタイプのプロセスチーズが主流であった。

チーズは朝食以外におつまみなど、様々なシーンで食べられるようになってきた。ところが、ブロックタイプは食べる時にナイフで切らなければならない。また、残りを冷蔵庫で保存すると、切った面が乾燥により固くなり食べられない。こういったことから、一つずつが包装されている 6P チーズの方の消費量が増えてきた。6P チーズの販売拡大をサポートしたもう一つの理由は学校給食への採用である。昭和 30 年代後半には、栄養価の高さと食べやすさが評価され、広く学校給食に採用された。こういった営業活動の成果もあり、販売量は着実に拡大していった。

発売以来、常においしさを追求し改良を重ね、多くの消費者に愛されるロングセラー商品に育った。「チーズといえば 6P チーズを思い出す」という中高年者が多いのは、この学校給食体験からであろう。

5. 雪印 6P チーズのパッケージの特徴

6P チーズのパッケージには大きな 3 つの特徴がある。第 1 は丸い容器に入っているこ

とである。その理由はナチュラルチーズの形状と同じにするというこだわりがあった。プロセスチーズであるがナチュラルチーズをイメージさせ、本物感を感じさせることにある。第2は6個の個包装にこだわった事である。雪印メグミルクのシンボルマークは雪の結晶である。雪の結晶は6個の突き出た構造をしている。6Pチーズの商品を上から見ると、まさしく雪の結晶をほうふつさせる。第3は1993年(平成5年)に導入した「イージーオープン方式」である。それまでは、赤いテープの端を引っ張ってアルミ箔の一部を開け、その周りを手で剥いでいく方式であった。新しい方式ではテープの端を引っ張れば、裏面全体がきれいはがれるようになっており、非常に簡単になった。

6. 半世紀以上にわたって愛される味の秘密

「雪印6Pチーズ」がロングセラー商品として半世紀以上にわたって愛されている理由のひとつに、守り続けてきた伝統の味がある。おいしいプロセスチーズ作りには、良質な材料に加え、種類や熟成期間が異なる原料チーズ(ナチュラルチーズ)の「ブレンド技術」に関するノウハウが重要である。雪印メグミルクは、長年のチーズ作りで培ってきたこれらの熟練の技を生かし、プロセスチーズの風味や口当たりを左右する工程管理を適切に行うことで、消費者に「いつもと同じ」おいしさを届けている。

7. 雪印6Pチーズのシェア構成と新たな商品の品揃え

プロセスチーズの市場構造は、その約40%がスライスチーズであり、ベビーチーズとポーションチーズがそれぞれ約20%を占めている。雪印6Pチーズはポーションチーズ市場のシェ

ア6割を占めており、2005年(平成17年)度の単品売り上げも、雪印の中ではトップであった。依然として強力なブランドバリューを持つ商品であるが、販売量は1999年(平成11年)をピークに、やや頭打ち状態になっている。

この理由として社会構造の変化が考えられる。高齢化と生活習慣病が社会問題化してきた。「6Pブランド」も強化策として、基幹商品を維持する各種プロモーションを展開しつつ、新たな商品を品揃えしていった。具体的にはプロセスチーズでありながらナチュラルチーズが持つ芳醇な味わいを感じさせる商品として、「6Pチーズ 北海道カマンベール入り」と「6Pチーズ こくとうまみ」の2品を発売した。また、昨今の健康志向に合わせて「6Pチーズ 塩分ひかえめ」と「6Pチーズ 脂肪分ひかえめ」の2品を発売した。塩分の取りすぎは日本人の国民病であり、それが高血圧の原因にもなっている。そういうことから、非常に意味のある商品である。また、脂肪分は肥満の原因の一つであり、肥満は生活習慣病の重要な原因である。この2商品は長い目で育てて戴きたい。

8. 雪印6Pチーズの製造の歴史

① 1928年(昭和3年) チーズの製造開始
保証責任北海道製酪販売組合連合会(雪印乳業の前身)がチーズの製造・販売を開始した。

↓

② 1933年(昭和8年) チーズの本格的製造開始
ゴータチーズ、エダムチーズ(2品ともナチュラルチーズ)の製造から開始した。

↓

③ 1934年(昭和9年) プロセスチーズ製造開始
味が穏やかで食べやすく加工でき、保存性も高いプロセスチーズが消費者に支持され主流になった。

↓

- ④ 1935年(昭和10年)6ポーションチーズ(雪印6Pチーズの前身)生産開始



- ⑤ 1975年(昭和50年)6Pチーズ新パッケージ
ほぼ現在と同様のパッケージデザインにリ
ニューアルした。フィルムから見えていたラベ
ルをデザインそのものにして前面紙のカートン
に変更。



- ⑥ 1993年(平成5年)イージーオープン仕様に変更
アルミをはがす赤いカットテープがついて、
開けやすくなった。



- ⑦ 1999年(平成11年)6Pチーズ カマンベール
入り発売

発売当時は「北海道カマンベールチーズ入り
6Pチーズ」というネーミングで、パッケージ
デザインも異なっていた。日本に根付きはじめ
たナチュラルチーズのカマンベールも当時はま
だ高級品。カマンベールの味をお手軽に楽しん
でいただくために発売。



カマンベール入り 商品写真



- ⑧ 2003年(平成15年)6Pチーズ コクとう
まみ発売

発売当時は「コクとうまみの6Pチーズ」と
いうネーミングで、パッケージデザインも異
なっていた。独自の技術で開発された一般の

ゴーダチーズより「コク」と「うまみ」に関係
するアミノ酸を多く含んだ「芳醇ゴーダ」をブ
レンドしたもの。



コクとうまみ



- ⑨ 2004年(平成16年)6Pチーズ 塩分ひか
えめ発売

チーズを食べる際に、気になる塩分を15%
カット。



塩分ひかえめ



- ⑩ 2007年(平成19年)6Pチーズ 脂肪分ひ
かえめ発売

チーズを食べる際に、気になる脂肪分を2割
カット。



脂肪分ひかえめ

9.

日本食糧新聞社『ロングセラー賞』受賞(平成 16 年度)

発売当初から今まで(昭和 29 年~平成 22 年まで)に生産した 6P チーズの生産量は、パッケージを横に並べると地球 3 周(1 周 44,533 キロ)以上、積み重ねるとエベレス(8,848m)約 3,400 峰以上、東京タワー(333m)約 90,000 棟以上、重さにするとジャンボジェット機(170 トン)約 1,300 機以上にもなります。



受賞盾の写真

10. 「雪印 6P チーズ」を 5P にのっとり紹介

新商品を開発し、その商品がお客様の手元に届くために、筆者は新商品開発 5P をチェック用に使用している。先ず第一に「Product」ありきである。「Product」には商品コンセプト、商品仕様、ネーミングなどを決定しなければならない。第二は「Package」である。包装仕様、デザインなどを決定しなければならない。第三は「Price」である。第四は「Place」である。「Target」の属性を定め、お客様に届けるにはどのチャンネルが良いのか。量販店なのか、CVSなのか、専門店なのか、ドラッグなのか、それとも通販なのか。色々なチャンネルがあるので選択と集中が必要になる。第五は「Promotion」である。店頭プロモーション、媒体プロモーションなど費用がかかるので効果的なメディアミックスが重要である。最後に 5P ではないが、

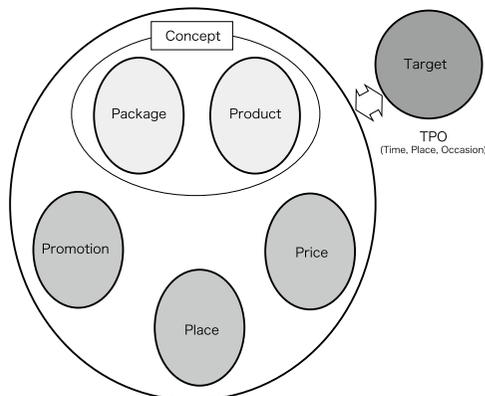


図 6 商品開発 5P; 開発品はユーザーの手元に届く仕組みになっているか

『Target』がある。全ての 5P は『Target』を明確にした後のことである。「Product」は『Target』が明確にならないと決まらないはずである。更に、包装仕様を決定するうえで重要なのが T (Time) ,P (Place) ,O (Occasion) である。

この考えに基づき、「雪印 6P チーズ」の開発から現在までを整理してみる。1934 年(昭和 9 年)から日本で初めてプロセスチーズの製造販売を開始し、その後、改良を続けながら、1954 年(昭和 29 年)に現在の『雪印 6P チーズ』を製造・発売を開始した。ここが、6P チーズのスタートである。当時は日本国民の体力増強のために高タンパク質、高カルシウムが重要と言われていたので、チーズは非常に栄養バランスからいって重要な食品であった。

従って、「Target」は日本国民全員であり、「Product」はナチュラルチーズを加熱し可溶化して、日本人に好まれる味にしたものである。この時代には未だナチュラルチーズは個性のある味であり、一般の人には受け入れられなかった。「Package」は 1975 年(昭和 50 年)に現在の 6 個入りの 6P チーズができ、更に、1993 年(平成 5 年)に現在のイージーオープン仕様になり、赤いカットテープが付き開けやすくなった。この仕様は画期的であった。また、「Price」は発売時の容量 1/2 ポンド(225g)、価格は 1940 年

(昭和 15 年) 当時で 2 円 31 銭。大卒銀行員の初任給が 70 円くらいだったから、かなりの高額食品であった。この価格でも物珍しさからか、作る端から売れていった。「Promotion」は当時の映画スターを使い、新聞や雑誌広告も盛んに出稿し宣伝した。この結果、雪印ブランドのバター、アイスクリーム、チーズは徐々に全国に浸透していった。

おわりに

『雪印 6P チーズ』の起源は、昭和 3 年(1928 年)に、保証責任北海道製酪販売組合連合会(雪印乳業の前進)がチーズの製造・販売を開始したことにさかのぼる。昭和 10 年(1935 年)には『雪印 6P チーズ』の前進となる、缶入りの「6 ポーションチーズ」の発売を開始した。青いパッケージに入った三角形のチーズで親しまれている現在の『雪印 6P チーズが誕生したのは』1954 年(昭和 29 年)のことである。自動充填包装機が導入され、生産効率が飛躍的に向上したことに加え、昭和 30 年(1955 年)代後半には、栄養価の高さと食べやすさが評価され、広く学校給食に採用されたこともあり、販売量は飛躍的に

着実に伸びていった。1999 年(平成 11 年)から味のバリエーションと健康訴求商品を 2 品ずつ追加し、消費者の選択肢を拡大すると同時に店頭も楽しくなった。現在のチーズ市場全体の課題は市場の成長がみられないことにある。このことは、プロセスチーズ、ナチュラルチーズとも 49 歳までには支持されているが、今後さらに人数が増えていく 60 歳以上の世帯の購入金額が少ないと感じる。

参考までに、図 7 に同じ乳製品のプレーンヨーグルトの世帯主の年齢別購入金額を示した。プレーンヨーグルトは全世代に支持されている。短絡的かとは思いますが、プロセスチーズは加工ができるので、プレーンヨーグルトが何故に全世代に支持されているのかを解析し、更なる伸長を考えて戴きたい。

日本人の一人あたりの年間チーズ消費量は約 2 キログラム。それに対しフランスやドイツなどのヨーロッパ諸国は、平均 20 キログラム近くを消費している。食生活スタイルは異なるがチーズの栄養バランスの良さを日本国民にもっとアピールしヨーグルトのようにしていただきたいものである。

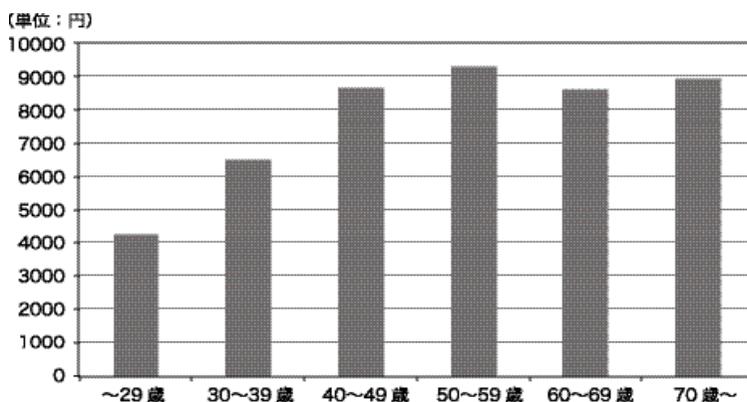


図 7 プレーンヨーグルトの 1 世帯当たりの世帯主の年齢別購入金額 (2 人以上世帯)

出所; 家計調査年報(平成 22 年)

築地市場魚貝辞典（シラウオ）

まだ空気が冷たい日もあるが、日差しは日増しに明るさを取り戻している。川面のきらめきも、春らしさの一つであろう。春のうららの - 築地の川といえば隅田川である。江戸を代表する河川で、花火大会や夕涼みの船など庶民にも親しまれてきた。浮世絵も多く、魚を採る様子が描かれているものもある。とくに白魚漁を描いたものは有名である。今回は春の魚、シラウオを紹介する。



シラウオ

—分類—

キュウリウオ目シラウオ科シラウオ属の魚である。キュウリウオ目には、鱗（ひれ）を支えるスジに硬い棘がなく、背鱗と腹鱗は各1つで体の中央付近にあり、尾鱗直前の背中に小さな脂鱗（あぶらびれ）があるなどの特徴がある。シラウオ科のほかにキュウリウオ科やアユ科が含まれる。ワカサギやシシャモ、アユといった魚がシラウオの親戚ということになる。キュウリウオ目の魚は、以前はサケ目に含まれていた。サケの仲間もキュウリウオと同じ特徴を持っている。現在ではキュウリウオ目はサケ目から独立させる考えが主流である。

シラウオ科には11種が含まれる。シラウオ科の魚の分布範囲は狭く、世界でも東アジアの一部、サハリンからベトナム北部の淡水から沿岸域だけである。このうち日本には3属4種が分布している。シラウオ属のシラウオとイシカワシラウオの2種、ヒメシラウオ属のアリアケヒメシラウオ、アリアケシラウオ属のアリアケシラウオの各1種である。4種のうち市場に流通するのはシラウオとイシカワシラウオの2種である。アリアケヒメシラウオは有明海に注ぐ河川にのみ生息し、生息数が極めて少ない。アリアケシラウオは有明海と朝鮮半島、中国

に分布するが、有明海での漁獲量が少ないので、入荷しない。

一形態一

小さく加熱したものは白いので、イワシ類の稚魚である“しらす”と混同している方もいるかもしれない。この小さいことや、白い（生



シラウオ頭部

きているときは透明)ことはシラウオの特徴でもある。メダカ(体長3cm)に比べれば大きいですが、成長しても10cmという大きさは、食卓に上る魚のうちでは小さい方であろう。しかし、小さいために細部まで観察して食べる人は少ないと思われる。もし食べる機会があれば、ちょっと観察していただきたい。体はやや細長い。頭はやや小さめで、体長の1/4ほど。口先はとがって突き出す。肉眼では見えないが、口内には小さな歯がある。背鰭は1つで体の後方にあり小さい。背鰭の後にはさらに小さな脂鰭(あぶらびれ)がある。腹鰭は体の中央付近にある。尾鰭の後端は二股になっている。オスの臀鰭(しりびれ)の付け根に沿ってやや大きな鱗(うろこ;臀鰭鱗と呼ばれる)が並んでいる。メスは鱗がない。

生きているとき体は透明で、腹側に小黑点が並んでいる。死後、不透明になり白くなる。体長は10cmを越える。雄より雌の方が大きい傾向がある。近縁のイシカワシラウオはシラウオによく似ているが、尾鰭の付け根に1対の黒点がある。シラウオより小さく体長6cmほどになる。

一生態一

サハリンから沿海州、朝鮮半島東岸、北海道から岡山県、熊本県に分布する。河川の河口や河川の流れ込む内湾、汽水湖に住む。主に動物性のプランクトンを食べる。産卵期は2月から5月で、河口や汽水湖の浅い砂底に産卵する。およそ2000粒の直径1mmほどの卵を産む。雄は臀鰭鱗を使って雌に体を密着させ、体を震わせて産卵する。産卵後は死亡する。卵には付着性の糸があつて砂などに付着する。生まれた稚魚は河口域で成長し、秋の水温低下とともに海へ下り、越冬する。1ヶ月に1cmほどの割で成長し、翌年の春先には成熟する。寿命は1年。

イシカワシラウオは、青森県から和歌山県までの太平洋側に分布する。主に外海に面した砂浜海岸の水深3mから15mに住み、シラウオのように河川域には入らない。産卵期は1月から6月で、沿岸の砂底に産卵する。直径1mmほどの卵を産む。産卵後は死亡する。卵には付着性の糸があつて砂などに付着する。寿命は1年。

一漁業一

魚が小さいので、いずれも目の細かい網で漁獲される。網の種類は地域や時期で異なり、魚の通り道に仕掛ける定置網の1種である張り持ち網、船で網を引く船曳き網、陸から網を引く地引網、魚をからめて採る刺網、すくい採る四手網などがある。江戸時代の「江戸名所図会」には夜間にかがり火を炊いて集まった白魚を四手網で採集している様子が描かれている。

水槽内での産卵実験は行われているが、養殖はされていない。中国などから複数種のシラウオ類が冷凍で輸入されている。サンプルとして中国から持ち込まれたシラウオ類を見たことがあるが、日本のシラウオよりずんぐりしており、ヒメシラウオの仲間であった。

築地市場には鮮魚で入荷する。弱い魚なので、活魚は入荷しない。北海道の網走湖、青森県の小川原湖、茨城県の霞ヶ浦、島根県の宍道湖が主な産地である。ほぼ周年入荷しているが、春と秋に入荷量が多くなっている。仲卸の方の中には、小川原湖や霞ヶ浦は泥臭いので、常磐のものは臭みが無くて良い、という人もいる。これは生息場所から考えてイシカワシラウオと思われる。築地市場では両種は区別されずに扱われている。

一利用一

身は白身で、柔らかく、淡白な味わいである。さっと釜揚げしたシラウオを口に含むと、少しの苦味とともにほんのりとしたシラウオの旨みが伝わってくる。天ぷら、寿司、椀だね、卵とじ、吸い物、佃煮、フライなどにされる。透き通った身が身上のシラウオであるが、鮮度低下が早いので生食には注意が必要である。

シラウオの産卵期は、2月から5月である。産卵のために河川を遡っ



青森から入荷したシラウオ



島根から入荷したシラウオ



シラウオの軍艦巻き

てくるものを採る時期の短い間が旬といえるだろうか。

－エピソード－

シラウオと間違えられることが多い魚にシロウオがある。漢字で書くと、シラウオは白魚で、シロウオは素魚と書くそうであるが、聞いただけではわかりにくい。シロウオはハゼ科の魚で、シラウオ科とは大きく離れている。大きさ、透き通った体など似ているところもあるが、シラウオと比べて茶色がかかること、口先が丸いことなどで一見して区別できる。もっとも異なるのは、生きたまま流通することである。



シロウオ



ビニール袋で入荷する活シロウオ

築地市場でも春先になると、酸素と少量の水とともに封入されたシロウオが店頭に並ぶ。これはこれで、築地の春の風物詩でもある。かつて岩手県の大船渡魚市場で、ビニール袋に入れられてセリに掛けられる鮮魚のシロウオを見たことがあるが、現在、築地市場に生鮮あるいは冷凍のシロウオは入荷しない。紛らわしさは名称にもある。築地ではシロウオは「いさざ」と呼ばれている。シロウオと言ってもピンとこない方も多い。「いさざ」はシロウオの地方名の一つのようで、これで築地ではシロウオとシラウオを混同しないですむ。しかし、図鑑でイサザを調べると、琵琶湖特産のハゼの1種となる。相手が何のことを話しているのか気をつけないと、間違えてしまいそうである。

かつてシラウオ漁がさかんであった隅田川では、シラウオは絶滅してしまっている。高度経済成長期の水質汚染と、河川改修、沿岸の埋め立てなどが原因と考えられる。以前、魚の研究者であった故阿部宗明博士に、築地市場の対岸にある隅田川の河口付近、現在の豊海あたりは海水浴場で、泳ぎに行ったことがある、と伺った。名産地であった佃島の佃煮屋さんで話を伺ったところ、今ではシラウオは高価すぎて佃煮に使えない、とのことであった。

一方、原発事故による海域汚染が深刻な問題となっている。臭みの

無い“しらうお”の産地である常磐は、現在モニタリングが行われ、さまざまな魚種の汚染が調べられている。今年、常磐からの入荷はあったものの、ほとんど買い手がつかないという。自然環境の保全。将来にわたって安心して食べていける環境を残すことが求められる。



現在の佃島

文 献

- 1) 上野輝禰・坂本一男：魚の分類の図鑑，東海大学出版会（1999）
- 2) 河野 博（監）：東京湾の魚類，平凡社（2011）
- 3) 坂本一男：旬の魚図鑑，主婦の友社（2007）
- 4) 座間 彰：万石浦に出現する魚類の生態学的研究（1999）
- 5) 東京都公文書館（編）：佃島と白魚漁業 都史紀要 26，東京都（1978）
- 6) 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）
- 7) 中村幹雄（監）：宍道湖と中海の魚たち，山陰中央新報社（2007）
- 8) 水島敏博・鳥澤 雅（監）：新 北のさかなたち，北海道新聞社（2003）



“薬膳”の知恵 (66)

Key Words : 薬膳 ■ 食養生 ■ 肝臓病 ■ 養生茶

荒 勝俊*

最近、中国においても食生活環境が欧米化し、脂肪肝や肝炎といった肝臓病が増加傾向にある。正常な人の肝臓全体に貯蔵された総脂質量は約5%で、必要に応じて血液中に送り出されてエネルギー源となる。西洋医学的には、肝臓に貯蓄された総脂質量が多くなり過ぎると脂肪肝と診断される。中医学において脂肪肝という証は無いが、医師として知られる華佗が編纂した医学書『黄帝八十一難経』において「肝の積は曰く肥気なり」との記述があり、脂肪肝は「積聚（せきしゅう）」や痰湿症（たんしつしょう）の状態に属すると考えられている。

中医学では人体を一つの有機的統一体と考え、人体の構成要素である気・血・津液のバランスを改善させる事でその人が本来もっている臓器の機能を回復させ、身体の内部を整え、新陳代謝を改善し、肝臓病や合併症が改善できると考えている。

そこで、中医学の基礎概念である陰陽五行学説に基づき、健康管理や病気治療のために食材の持つ様々な機能を組み合わせて作った“薬膳料理”を食す事で人が本来もっている臓器の機

能を回復させ、身体の内部を整える事で肝臓病に対して改善できると考えている。



1. 中医学における肝臓病



西洋医学において肝臓病は、その原因や病気の状態によって、①ウイルス性肝炎、②慢性肝炎、③アルコール性肝臓病、④脂肪肝、⑤肝硬変、に分類されている。

①ウイルス性肝炎

伝染性のウイルスにより、肝臓の機能が損害され、肝炎の症状が現れる。ウイルスの型により、A型・B型・C型・D型・E型の5種に分類されている。

ウイルス性肝炎はウイルスの種類によって分類されているが、中医学ではこうした分類はしない。肝炎による症状や病気の進行は、体の抵抗力や体質の違いに大きく影響され、ウイルスに感染しても、健康状態が十分であれば発病することはないと考える。

* 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), 中級評茶員, アロマセラピスト)

②慢性肝炎

肝臓の炎症が6ヶ月以上続くもので、最も多く見られる肝臓病である。

③アルコール性肝臓病

長期にわたる大量の飲酒に起因する肝臓疾患。

④脂肪肝

肝臓内の脂肪含有量が増加し、肝細胞に脂肪が過度に蓄積された状態。

中医学では脂肪肝は「積聚（せきしゅう）」、「痰湿症（たんしつしょう）」の状態と考えている。主な原因は、「痰湿」「気滞瘀血」「肝脾機能の失調」「気化機能の異常」にある。

⑤肝硬変

慢性肝炎の結果引き起こされるもの。

1-1. 肝胆湿熱

原因：外感疫厲邪気の侵入または飲食の不潔

による。肝胆は湿熱交蒸のため疏泄が失調、脾胃不和になる。

症状：食欲不振、吐き気、嘔吐、黄疸、尿少、胸脇腹脹痛。舌苔は黄膩、脈は弦滑。

立法（治療原則）：清熱化湿、理気通絡

1-2. 肝鬱気滞

原因：ストレスなど肝鬱気滞により気機が失調する。

症状：胸脇腹満痛、乳房脹痛、生理不順、怒り易い。

立法（治療原則）：疎肝理気

1-3. 肝火上炎

原因：肝経実熱、上部に上炎する。

症状：多夢、胸脇熱痛、耳鳴り、眩暈、面赤、吐血、鼻血。舌は紅、舌苔は黄、脈は弦数。

立法（治療原則）：清肝瀉火

肝鬱気滞	肝腎陰虚	気滞血瘀	肝脾不和
 蜜柑	 セロリ	 柚子	 蜜柑
 セロリ	 冬瓜	 蜜柑	 オレンジ
 トマト	 イチゴ	 トマト	 タマネギ
 大根	 牡蠣	 タマネギ	 セロリ
 マッシュルーム	 蛤	 レモン	 タマネギ
 イチゴ	 牡蠣	 青梗菜	 キャベツ
 牡蠣	 ムール貝	 山芋	 大根
 柚子	 ヤリイカ	 マッシュルーム	 椎茸
 ライチ	 毛ガニ	 鶏肉	 マッシュルーム
 豚のレバー	 イセエビ	 山芋	 椎茸
	 ナマコ	 鶏肉	 マッシュルーム
	 スッポン	 豚肉	 豚のレバー
	 鰻	 鶏肉	 牛肉
	 鶏肉	 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	 牛肉
		 鶏肉	

1-4. 肝血虚

原因：ストレスや慢性病が原因。

症状：目の乾燥，手足の麻痺，口唇色淡。

立法（治療原則）：養血柔肝

1-5. 肝腎陰虚

原因：肝血虚に内熱症状が加わる。

症状：眩暈，耳鳴り，のぼせ，胸脇熱痛，五心煩熱，口渴。舌は紅，脈は弦細数。

立法（治療原則）：滋陰柔肝，養血通絡

1-6. 気滞血瘀

原因：肝気鬱血により血液の循環が滞る。

症状：顔色が暗い，胸脇固定性刺痛。舌は紫暗，脈は沈弦。

立法（治療原則）：活血化瘀，通絡止痛

1-7. 肝脾不和

原因：肝鬱気滞により脾胃胃降の機能が失調。

症状：脇痛，食欲不振，吐き気，嘔吐，大便溇薄，鬱状態。舌は淡，舌苔は薄黄または黄膩，脈は弦滑。

立法（治療原則）：疎肝健脾和胃



2. 肝臓病の食養生



肝鬱気滞で良く使われる食材は，蜜柑，セロリ，大根，柚子，マッシュルーム，ライ地，レバー類などが用いられる。

肝腎陰虚で良く使われる食材は，スッポン，兎肉，牡蠣，ナマコ，ムール貝，帆立，鰻，海老，蟹，イカ，蛤，冬瓜，セロリ，トマト，イチゴなどが用いられる。

気滞血瘀で良く使われる食材は，チンゲン菜，山薬，玉葱，レモン，トマト，マッシュルーム，柚子，蜜柑，牛乳，卵，豚肉，鶏肉，サンザシなどが用いられる

肝脾不和で良く使われる食材は，牛肉，小豆，落花生，ヨクイニン，セロリ，大根，マッシュルーム，オレンジ，蜜柑，椎茸，キャベツ，玉

葱，レバー，兎肉などが用いられる。



3. 肝臓病と養生茶



1) アスナロ茶

アスナロは，本州から九州に分布するヒノキの一種である。アスナロに含まれるジオキシポドフェルトキシンという成分は肝臓を保護する働きがあり，昔から肝臓病の予防に使われてきた。その他，ヒノキフラボンやソテツフラボンが含まれており，血液の流れを改善したり，活性酸素除去作用などが報告されている。また，アスナロに含まれる α -ピネンはストレスをやわらげる作用もある。

2) 黒茶

肉食が中心の中国遊牧民は，食生活で不足しがちなビタミンCなどの欠乏を防ぐために，昔から黒茶を飲んできた。コレステロールの過剰摂取によって，体内にコレステロールが多く蓄積されると，高脂血症，高血圧，糖尿病，動脈硬化，心筋梗塞，脳血栓，肝臓病などを引き起こす。台湾大・食品科学研究所の孫路西教授らは，雲南沱茶に体内コレステロールの改善効能を有する事を報告している。

【中国・上海事情⑦】

中国では，旧暦の正月“春節”（2012年は1月23日）から新年が始まるという感覚が一般的である。新暦の正月は日本という祝日といった程度で，旧正月に盛大な新年のお祝いをする。家々には逆さまの“福”の字を見かける。これは，「逆さま」は中国語で“倒”で，これは“到（来るという意味）”と発音が同じ事から，「福が来る」という意味になり，非常に縁起が良い。

日本のお正月にお節料理が欠かせない様に，中国にもお正月料理があり，地方によって味も食材も異なる。中国の農村の主婦達は，旧暦の



図2 中国の春節

12月8日を過ぎる頃から正月を迎える食べ物の準備で忙しくなる。一般に、“鶏”は“吉”（縁起が良い）と、“魚”は“余”（お金や食べ物が有り余るの意）と発音が同音なので、正月に好んで食べるとされる。また、中国のお餅は“年糰（niangao）”と呼ばれ、“年高”と発音が同じなので縁起が良いとされる。特に、黄色、銀色などのお餅は財運を招くとして喜ばれる。

中国の北部では、大晦日は家族が机を囲んで餃子を作るという習慣がある。その昔、除夜の亥の刻から子の刻に変わるときに新しい年と入れ替わるとされていた。子の時に年が入れ替わる事を中国語で“交子（jiaozi）”と呼ばれ、これは“餃子”と同じ発音だった事から、年越しに餃子をたべると万事が思い通り順調にいくとされた。また餃子の形が昔の馬蹄銀（非常に高価な貨幣）に似ていることから、財宝を招くという意味も込められていた。

上海の正月に食べる伝統料理は、豚肉とメンマみたい筍“笋干（サンクウ）”を柔らかくなるまで煮込んで作った「笋干焼肉（サンクウソウニョ）」が有名である。

新しい一年も益々上昇するようにと願いを込めて、「節節高（チェチェコウ）」とお互い声をかける。12時になると新年迎えの爆竹や花火の音があちらこちらで響き渡る。

今回の落語は“ミカン”を題材にした“千両蜜柑（せんりょうみかん）”を紹介する。“千両蜜柑”は、明和9年に出版された笑話本“鹿の子餅”の中の“蜜柑”が原本。上方落語の演目の一つであったが、戦後に東京へ移植された。主な演者は、3代目桂米朝、6代目笑福亭松鶴、5代目古今亭志ん生、林家彦六などが得意としていた。

【千両蜜柑】

食べ物には旬があり、食べたい物はどうしても、その時に食べたくなるものである。

日本橋の店の若旦那が、病にかかってしまう。両親は跡取り息子が病に臥せた事でたいそう心配する。あちこちのお医者さんに診て貰うが、なかなかこれといった診断が下らない。ある日の事、江戸の名医と評判の高い先生に診て貰うと、

医者：これは医者や薬では治らん、氣病じゃ。胸に、何か思い煩っている思い事があるに違いない。その思い事を叶えてさえやれば、病はたちどころに治るであろう。

とのご診断が下った。

そこで、両親が若旦那にわけを尋ねるが、恥ずかしがって何も言おうとしない。そこで、昔からの番頭さんに理由を聞き出して欲しいと頼む。

番頭は、さっそく若旦那さんの部屋に行って何やら聞いて帰ってくる。

番頭：旦那さん、行って聞いてまいりました。

旦那：ご苦労さん、番頭さん。若旦那は何を言っておりましたか？

番頭：えらいことを言っておりました。はじめのうち「言うも不幸、言わぬも不幸、同じ不幸なら黙って死んでしまいたい」とか、「言っても、とても叶えられそうにない大それた望みだ」とか・・・

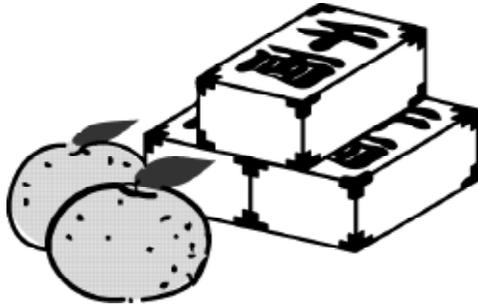


図3 千両蜜柑

それでも聞くと、若旦那はさんは耳の根元までポ〜ッと赤くして

若旦那：実は番頭、欲しいものが一つある。あの柔らかな色艶の、ふっくらとした…。

旦那：いつまでも子どもじゃと思っておったが、私が悪かった。それで相手の歳はいくつぐらい…。

番頭：はっはっはっ……、そう思うでしょう。言っておきますが、若旦那の欲しいのは女の人とは違います。

旦那：では何が欲しいのです。

番頭：蜜柑です。紀州蜜柑のあの柔らかな色艶の、ふっくらした、あれを食べたらどんなに美味しいだろう、と思いつめて病気になったそうです。

旦那：で、番頭さん。どう伝えてくれましたか。

番頭：お望みとあればこの部屋を蜜柑詰めにしてでも差し上げます、と申しました。

若旦那：番頭、蜜柑が食べられるのか？ 嬉しい。急にお腹がすいてきた、鰻丼を買ってきてくれ、なんて言って、お元気になりました。若旦那の病気は全快間違いありません。

旦那：番頭さん、今日は六月二十四日（新暦では七月の末頃）、土用の最中ですよ。どこ探しても蜜柑があるものかね？

番頭さんから蜜柑が食べられる、と聞いて気が緩んでいるところで、「やっぱり蜜柑は売っておりませんでした」なんて事を聞いたら、ガクッ

と来てそのまま死んでしまうかもしれない…番頭は始めて事の重大さに困惑する。その結果、若旦那が死んだら主人殺しの罪で番頭をお上に訴えるという。その罪で死罪になるから、必ず蜜柑を見つけて来い、と厳命される。

番頭：判りました。江戸は広いので、間違がって一つや二つ蜜柑が見つかるかもしれませんが、と言って店を飛び出す。

ところが想像通り、どこの果物屋や八百屋、はては魚屋に向いても蜜柑は手に入らない。

途方に暮れていた番頭さんを見かねた魚屋の主人が、神田・多町の万亀という蜜柑問屋に一つぐらい蜜柑が残っているのではないかと教えてくれた。

大喜びで万亀に駆けつけたところ、蜜柑は有ったが値段を聞いてびっくり。1個千両と言われる。万亀の旦那に聞くと、蔵いっぱい蜜柑の中から毎年1個を抜いて保管している。これを毎年続けており、それは店の”のれん”の為、だと言う。高いと思われるのであればおよしなさい、と言われ、主人と相談すると言って飛んで帰ってきた。

店に戻って旦那に相談したところ、千両で息子の命が助かるのなら安いものだと言われて、ぼんと千両を渡される。

ともあれ、千両のみかんを買って帰って若旦那に差し出したところ、若旦那はおいしそうに蜜柑を食べ、見る間に元気を取り戻した。10房あるうちの7房までを食べ終えた若旦那は、残り3房を差し出し、一房は父親、一房は母親、残り一房は番頭さんに差しあげると、番頭に預ける。

3房の蜜柑を持った番頭さんは部屋を出て考えた。

番頭：蜜柑はちょうど10房有ったから、1房100両。自分は今300両もの大金を手に入れている！私にご当家に13歳で奉公し、来年は暖簾分けして貰えるが、その時頂けるお金は高く

ても五十両，間違っても六十両は出して貰えまい・・・。二十年の汗と油が五十両で，この蜜柑三袋が三百両。

そう思った番頭さんは，みかんを3房抱えてそのままご当家を飛び出した。

*****◀

・・ 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 後藤修司監訳 日本実業出版社
- 5) 薬膳と中医学 徳井教孝・三成由美・張再良・郭忻共著 建帛社
- 6) 全訳中医診断学 王憶勤主編 たにぐち書店
- 7) 漢方アドバイザー養成講座テキスト 漢方に関する基礎知識編 第二巻 JACDS
- 8) 中国茶譜 宛暁春主編 中国林業出版社
- 9) 中国茶図鑑 工藤佳治，兪向紅著 文藝春秋
- 10) 皇帝内経 養生図典 海豚出版社

蕎麦研究の最近の動向

池田 清和^{*1} 池田 小夜子^{*2}

^{*1} IKEDA Kiyokazu, ^{*2} IKEDA Sayoko (神戸学院大学栄養学部)

はじめに

筆者の池田清和は、重要な食糧である蕎麦について、健康にかかわる特性（栄養特性）や、嗜好にかかわる特性（嗜好特性）などについて永年研究を行って来ています。また筆者の池田小夜子は、蕎麦に豊富に含まれるミネラル栄養特性解析や栄養教育論的考察の研究を行って来ています。筆者らは、以前に本誌に蕎麦に関する論説を数回にわたって¹⁻⁷⁾ 書きました。この雑誌に再び書く機会を与えて頂いたので、本稿ではレポートとして「蕎麦研究：最近の動向」と題して以前の記事とは異なる視点から述べたいと思います。前回の記事に書いた内容で全体の流れから重ねて説明した方がよいと思われる事については重複して述べました。

1. 蕎麦とその特徴

蕎麦は、タデ科ソバ属に属する草本作物です。米や小麦のようなイネ科の作物（穀類）とは系統を異にしていますが、種子の化学組成や用途などが穀類に似ていることから、ふつう穀類に分類されます。疑似穀類とも呼ばれます。ソバ属 (*Fagopyrum* 属) に属する植物として数種程度が知られていただけでありましたが、大西近江教授（京都大学）らの研究を中心として17種の存在が今日明らかとなっています⁸⁾。これらのうち、人類によって栽培されて来た栽培種には2種あります。1つは私達がふつう食する普通種 (*F.esculentum* Moench) であり、もう1つはダツタン種 (*F.tataricum* Gaerner) と呼ばれる種です。その他の種はすべて野生種です。野生種のうち、宿根蕎麦 (*F.cymosum* Meissn) はよく知れており、野菜として利用することから野菜蕎麦とか、シャクチリ蕎麦（地下茎が赤いことから赤地利（しゃくちり）蕎麦とも呼ばれる）とも呼ばれます。

栽培種の1つである普通種のソバには、異型花柱性に起因する自家不和合性とよばれる現象があって、このためにミツバチなどによる虫媒や風媒によ

る他家受粉をします。他家受粉をするために、蕎麦の固有の形質が維持されにくくなります。従って、蕎麦には、固有の形質をもった“品種”とよばれるものがそれほど多く有りません。品種登録されていないソバは、各地域で育成されて来た在来種と呼ばれるソバです。通常の蕎麦は二倍体品種ですが、四倍体品種もつくり出され、これらも利用されています。蕎麦は植物として結実性の低い特徴があり、これを改善する研究が盛んに行われています。最近自殖性を示す興味ある新種の *F.homotropicum* Ohnishi が発見されています⁹⁾。この蕎麦と普通種との種間交雑の研究が盛んに行われ、優れた特性をもった蕎麦の育種が積極的に試みられており、ほぼ実現しそうな所まで来ています。

2. 蕎麦の栄養特性と嗜好特性

そば粉には、ヒトの健康に関係する様々な成分が含まれています¹⁰⁾。特に、タンパク質、食物繊維、ミネラル、ビタミン、ポリフェノール（ルチン等）などに富み、これらの成分の大切な供給源です。タンパク質に関しては、その栄養価を左右する因子には2つの主要因子があります。1つ目の因子は、食品を構成するアミノ酸組成、特に必須アミノ酸組成の良否です。2つ目の因子は、タンパク質の消化吸収性です。蕎麦粉（全層粉）の必須アミノ酸組成をしめすアミノ酸スコア（ヒトには9つの必須アミノ酸があり、それぞれの必要量を100とした時に、9つのうち最も低くなる値を、その食品のアミノ酸スコアという（1985年FAO/WHO/UNUパタン比較））は100と大変良好であり、比較として精白米61、大麦（押し麦）58、ライ麦42、小麦粉36、とうもろこし31などに比較してかなり高い値を示めます。一方、消化吸収性の方は比較的lowく、ヒトで測定された報告によると蕎麦粉85%で、小麦粉96%、精白米88%、湯葉100%、豆腐97%、納豆90%、大豆煮豆92%などに比べて低い値を示します。ただし、最近では、食品に含まれるレジスタントプロテインやレジスタントスターチなど難消化性食品成分が、難消化性の故に食物繊維に類似したヒトの健康上有益な働きを示すことが明らかになりつつあり、注目されています。

蕎麦粉のタンパク質は、まさにレジスタントプロテインであり¹¹⁾、有益な効果が大いに期待できるところです。他方、蕎麦粉にはレジスタントスターチも含まれ¹²⁾、この特性も期待されるところです。一方、食物繊維については、穀類食品の中では最も含量の高い食品に属します。例えば、ざる蕎麦一杯（そば全層粉100gで4.3gの食物繊維が含まれる）で、1日に必要な食物繊維（19g/日（18歳以上））の約22%を供給できます。蕎麦粉に含まれ

る食物繊維は、便秘改善効果や大腸ガン予防効果の期待される不溶性食物繊維が多く、江戸時代に書かれた「本朝食鑑」には、「腸をくつろげ、よく腸胃ののこりかす、つかえをこなす」と記述¹³⁾されており、食物繊維の働きを示唆する記述がみられます。その他の栄養素に関して、ミネラルについては、銅、マグネシウム、鉄、リン、亜鉛、マンガン、カリウムなどが比較的多く含まれて、これらのミネラルの大切な供給源です¹⁴⁾。また、ビタミンB₁、ナイアシン、B₆、パントテン酸、葉酸などのビタミンも、他の穀類に比べて比較的多く含まれるのが特徴です。ポリフェノールについては、私達のデータ¹⁵⁾で、そば全層粉で約298mg/100g粉、そば表層粉で340mg/100g粉程度含まれています。精白米4.4mg/100g、トウモロコシ粉62.8mg/100g粉、大麦粉30.6mg/100g粉、小麦粉31.5mg/100g粉¹⁵⁾に比べて、そば粉は高含量です。植物性食品としては、総合的に考えて、蕎麦は栄養価の高い食品に属すると考えられます。筆者らは、蕎麦成分の栄養特性について研究を進めており、幾つかの論文等を報告し、総説しています^{1~7)}ので、ご覧頂ければ幸いです。

食べ物は、私達に単に栄養素を供給するのみならず、楽しみを与えてくれるものです。また、食べ物をおいしくいただくことが、私達の健康維持・増進と深くかかわっていることが、近年の栄養学の中で示唆されています。従って、食べ物の特徴を正しく理解するためには、1つには栄養的特性を明らかにし、もう1つにはおいしさに関する性質（美味特性）について解明することが重要となります。世界には様々なそば料理があり、これらのそば料理の“おいしさ”の学問的基盤を確立することが必要となります。つまり、食べ物のおいしさを分子のレベルで解明し、普遍的に成り立つ理論を見いだすことが必要となります。我が国のそば麺を考えると、その製造技術は繊細な職人的技法によって“おいしい麺”がつくり上げられて行きますが、このような技法の中に潜んでいる分子論的基盤を確立することが重要となります。ところで、食べ物のおいしさには、私達の五感にかかわる様々な要素が関係しています。蕎麦加工食品の場合、食した時の咀嚼感・嚥下感（のどごし）に関する要素（物性）が重要となります。筆者らは、蕎麦麺などの蕎麦加工食品の物性上の特性を明らかにし、また物性にはタンパク質やデンプンなどの成分が密接に関係していることを解明して来ています^{16, 17)}。また、最近では、蕎麦麺伝統的技法の幾つかを解明を現在進めています^{18, 19)}。

3. 蕎麦学（Buckwheat research）の歩み

蕎麦は、世界各地で広く利用されています。蕎麦の栽培起源地は、中国南

表1 蕎麦国際シンポジウムの開催国

回数	開催国	場所	期間	会長
第1回	スロベニア	リュブリャーナ大学	1980年9月	I. Kreft 教授 (リュブリャーナ大学)
第2回	日本	宮崎県	1983年8月	長友大教授 (宮崎大学)
第3回	ポーランド	ブラウエイ	1986年7月	M.Ruzkowski 博士 (土壌科学植物栽培研究所)
第4回	ソ連	オリョール	1989年7月	N.V.Fesenko 博士 (全ロシア穀菽類作物研究所)
第5回	中国	山西省太原市	1992年8月	林汝法教授 (山西省農業科学院)
第6回	日本	信州大学	1995年8月	俣野敏子教授 (信州大学)
第7回	カナダ	ウィニペグ	1998年8月	C.Campbell 博士 (元農務省)
第8回	韓国	春川市	2001年9月	C.H. Park 教授 (江原大学)
第9回	チェコ	ブラハ	2004年8月	A. Michalova 博士 (穀物生産研究所)
第10回	中国	陝西省楊凌市	2007年8月	柴岩教授 (西北農林科技大学)
第11回	ロシア	オリョール	2010年7月	Zotikov 博士 (全ロシア穀菽類作物研究所)
第12回	スロベニア	リュブリャーナ大学	2013年8月	I. Kreft 教授 (リュブリャーナ大学)

部であることが近年明確となっています²⁰⁾。中国から、韓半島などを経て我が国へ、一方シルクロードなどを介してヨーロッパで伝播して行ったと考えられています。

重要な食糧である蕎麦について、世界各地で様々な観点から広く研究されています。著名な蕎麦学者であるスロベニア・リュブリャーナ大学のイワン・クレフト教授によって国際蕎麦シンポジウムの開催が提唱され、第1回国際シンポジウムが1980年にスロベニアで開催されました。その際に、クレフト教授の提案で国際蕎麦研究学会 (IBRA) が設立されました。いわば、蕎麦を科学する“蕎麦学 (Buckwheat Research)”が誕生です。その後、シンポジウムは表1の通り3年毎に開催されて来ました。この国際蕎麦研究学会では、蕎麦研究発展を目指して、遺伝学、育種学、栄養学、食品学、医学などあらゆる分野から蕎麦の特性について討議されています。

国際蕎麦研究学会 (IBRA) では、蕎麦に関する国際学術雑誌“FAGOPYRUM” (ファゴピルム、この名称は蕎麦の学名に由来している) を1年に1回刊行しています。この学術雑誌の編集には、クレフト教授が当初からあたっていましたが、1999年の第16巻から、著名な蕎麦学者である京都大学農学研究科の大西近江教授が編集長を務められていましたが、2008年からは今回の筆者である池田清和が編集長として務めています。この学術雑誌“ファゴピルム”や国際シンポジウムにご興味をお持ちの方は、筆者までご連絡頂けたら幸いです。また、国際蕎麦研究学会のメンバーによって“Ethnobotany of Buckwheat”²¹⁾ という書物が出版されました。Ethnobotanyとは民族植物学と呼ばれる学問で、1つの植物を世界各地でどのように利用しているかを究明していく学問です。蕎麦が世界各地でどのように利用されて

表2 第10回国際ソバシンポジウム（2007年）で学会賞を受賞した蕎麦科学者（8名）

クレイトン G. キャンベル博士（カナダ・元農務省）
イワン クレフト教授（スロベニア・リュブリャナ大学）
ニコライ V. フェゼンコ博士（ロシア・全ロシア穀菽類作物研究所）
リュボヴ タラネンコ博士（ウクライナ・農業科学院）
林汝法（リン・ルーファ）教授（中国・山西省農業科学院）
朴喆虎（チョル・ホ・パク）教授（韓国・江原大学）
大西近江名誉教授（日本・京都大学）
池田清和教授（日本・神戸学院大学）

来たかとは不明な点が多いので、蕎麦に興味をもつ者にとっては大変興味深い書物です。中国や韓国，ロシア，ウクライナ，スロベニアなど世界各地での蕎麦利用について記述されています。日本については，“Buckwheat in Japan”と題して，池田清和・池田小夜子が執筆しました。きつねとたぬきの説明から始めて日本における蕎麦の利用を記述し，好評を得ています。

第10回シンポジウムの時に，10回を記念して，国際蕎麦シンポジウムの学会賞（The Awards of Outstanding Professionals on Buckwheat in the World）が制定され受賞式が行われました。学会賞は2年ほど前から計画され，事前投票が実施され選ばれました。受賞者は表2の通りです。筆者の池田清和も同賞を頂けたことは，光栄に感じていますとともに，この学会賞は後輩の蕎麦研究者に大変良い刺激になっていると感じています。

第11回国際蕎麦シンポジウム（2010年）について，2010年7月にロシア連邦のオリョール省オリョール市で開催されました。直近のシンポジウムですので，少し詳細に述べます。オリョール省は，16世紀に南の防衛のためにイヴァンIV世によって作られた所で，森とステップ地帯に囲まれた中央ロシア高原地帯にあります。ビートやソバ，ジャガイモなどの作物を生産する農業地域であり，ソバの作付面積は年間約6万haで日本全体の作付面積（5万弱ha）より広いことになります。

今回のシンポジウムは，IBRAと全ロシア豆穀粒作物研究所，オリョール州立農科大学が主催し，オリョール政府，ロシア連邦農務省，ロシア農業科学アカデミー協賛のもとオリョール州立農科大学で開催されました。参加国と参加人数については，日本（33名），中国（29名），ポーランド（6名），韓国（6名），スロベニア（4名），インド（3名），スペイン（2名），チェコ（2名），ドイツ（1名），イタリア（1名），フィンランド（1名），USA（1名），ベラルーシュ（1名）と，ロシア（19名）の合計109名でした（写真



写真1 第11回国際ソバシンポジウム（ロシア・オリョール市）参加者の記念撮影

1)。7月20日午前にシンポジウムが開催され、初めに開会式が執り行われ、続いて3つのキーノート講演が行われた。

1つ目のキーノート講演は、は大西近江・京大名誉教授の普通ソバ祖先種の地理的分布に関する講演、2つ目はクレフト教授と筆者らの共同研究であるソバ機能性食品創製に関する講演、3つ目は足立泰二・阪府大名誉教授の普通ソバ生殖機構に関する講演でした。

20日午後～22日にかけては、本格的な口頭発表が続きました。内容としては、生殖質、バイオテクノロジー、生理学、遺伝学、育種学、品質・栄養的価値、栽培技術学、加工技術学などの分野についての口頭発表が続き、1つ1つの講演に対して大変活発な討議がなされました。一方、ポスター発表の方は今回は大変多く43編の発表が行われ、21日の午後実施されたポスター発表討論時には活発な質疑応答が行われていた（写真2）。



写真2 第11回国際ソバシンポジウムのポスター展示会場にて
屈んでみている人物は、国際蕎麦学会を創設したクレフト教授（表2）、立って説明している人物は朴喆虎教授（韓国、表2）、横に立っている人はクウィアトコウスキ博士（ポーランド）



写真3 ロシアの蕎麦米料理（ナスビと肉とともに）



写真4 ロシアの蕎麦米料理（ミルクとともに）

外国からのシンポジウム参加者の宿泊しているホテルでは、朝食に毎回ロシアの蕎麦料理を出して頂き、楽しむことができました（写真3、写真4）

22日の午前の発表の後で、シンポジウムの閉会式が執り行われました。ここでは、IBRA 全体会議が開催され、2013年の次期開催国としてスロベニアが決定しました。また、ファゴピ

ルム編集長の筆者池田清和の方からは新編集委員を提案し、了承を得ました。この日の夜には、フェアウェル・パーティが開催され、楽しいひと時を過ごした。23日には、オリョール市郊外にある全ロシア豆類穀粒作物研究所の試験農場の見学（写真5）が猛暑の中行われ、暑いながらも、参加者は栽培されているソバ品種の説明に熱心に聞き入っていた。午後は、この地が生んだ偉大な作家ツルゲーネフの住み家を見学しました。24～25日には、会議後ツアーが実施され、殆どの外国人参加者は、これに参加し、モスクワ市内などの見学を楽しむことができました。

今回の日本人参加者33名中、21年前の同地オリョールのシンポジウムに参加したのは筆者を含めて5名であり、この間に若いソバ研究者が着々と育成されて来たものと心強く思っている。今後の蕎麦学のますますの発展を期待しています。次期開催国スロベニア（2013年）は、ソバを伝統食品として古くから多彩に利用している国ですので、多数の皆様方のご参加を期待しています。



写真5 第11回国際ソバシンポジウム時の蕎麦栽培視察（全ロシア穀類作物研究所農場）

4. 蕎麦のグローバルな利用

4.1. 日本での利用

我が国では、蕎麦は、古来食用作物として広く利用されて来ました。蕎麦は、播種してから収穫される期間が短く、また荒れ地に生育できる特性があり、古来救荒作物・備荒作物として利用されて来ました。ソバに関する最古の記述は《続日本紀》の勸農の詔（722年）中に蕎麦栽培奨励に関する記述があります。蕎麦が我が国へいつ頃伝来したかについてはよくわかっているとはいえませんが、約3000年前の縄文後期と考えられています。

蕎麦は、日本各地で広く栽培されています。蕎麦の年間生産量は29,700トン（2010）で、主要な生産県は北海道（11,100トン）、長野（2,220トン）、山形（1,930トン）、福島（1,860トン）、福井（1,730トン）、茨城（1,640トン）、栃木（1,400トン）などとなっています²²）。福島県、茨城県は、主要な生産県であり、東日本大震災後、一時も早くもとの生産状況に戻られることを心よりお祈り申し上げます。輸入量は、玄蕎麦が70,265トン、むきみ（抜き）が29,422トンとなっており²²）、これらの蕎麦が利用されています。

蕎麦の消費量のうち残りの大部分（約80%）は、中国、米国、カナダなどからの輸入に依存しています。我が国では、麺（そば切り）が最もよく利用される加工食品です。蕎麦が麺の形で利用され始めたのは、江戸時代前後だと推定されています。この他に蕎麦は、そばがき、そばだんご、そば餅、そば菓子、そば焼酎など様々な形で利用されています。一方、粒食の形態としては、徳島県の祖谷地方（そばごめ）や山形県（むきそば）などの地域で古くから利用されています。

4.2. そばと日本文化

蕎麦麺（そば切り）の製法は、そば粉と水だけの、いわば芸術の食文化であり、そば打ちと称されるものが、いろいろな観点から大きなブームとなって来ています。全国麺類文化地域交流推進協議会（全麺協）が「日本そば大学講座」という講座を開催し、第1回北海道幌加内町、第2回長野県飯田市、第3回福島県喜多方市、第4回埼玉県伊那町、第5回北海道新得町、第6回兵庫県神戸市、第7回長野県松本市で開催され、ますます盛んとなって来ています。筆者の池田清和は、第6回の学長を務めさ

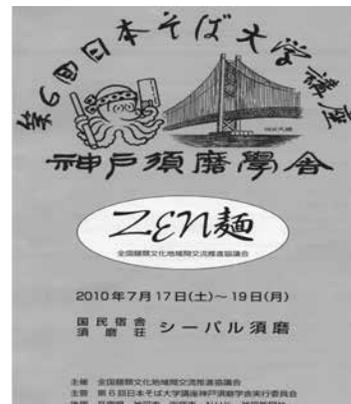


写真6 第6回日本そば大学講座・神戸須磨学舎（2010年）の冊子表紙

せていただきましたが、大変活発に討議、指導などがされていますことに大変感心した次第です(写真6)。筆者の池田清和と池田小夜子は、素人そば打ち段位認定制度の公認テキストを書かせて頂き、協力させております¹⁴⁾。一方、福井そばルネッサンス推進実行委員会などが中心となって、「全日本素人そば打ち名人大会」が毎年活発に行われており、平成23年には第16回を迎えています。筆者池田清和も大阪大会の審査委員を務めさせてはいますが、上手な方々ばかりなので、腐心しながら審査にあたっています。この審査の際に審査員がチェックする点は、準備、水まわし、延し、くくりなどの巧拙、打ち粉の使い方、出来上がりの麺の様子など数々あります。このような打ち方の微妙な違いによって、出来上がった麺の出来上がり、歯ごたえ、おいしさ等が異なってきます。このような麺の美味性と、それに及ぼす打ち方の影響について、筆者は研究室で科学的な証明を試みています。そば打ち名人の技法の幾つかについては証明できている点もありますが、楽しみをもって今後色々解明していく予定です。今後とも、このようなそば打ちが、日本の伝統ある食文化として継承されていくことを期待しています。

今日の我が国では、美味しいファーストフードや、おいしい高脂質食品などが広く利用され、このような食品の摂取によって肥満や生活習慣病などに悩まされる人々が多くおられます。このような状況の中、蕎麦のような伝統食品は、約3千年の我が国の食文化の中で利用されて来た食べ物です。蕎麦だけではなく、米、大豆、海藻、里芋・山芋・コンニャク芋等のイモ類などは我が国の大切な伝統食品です。蕎麦を含めこのような伝統食品は、多くの場合、ビタミンやミネラル、ポリフェノール等に富み、また低エネルギー・高タンパク質・高食物繊維食品である場合が多く、学校給食や食育などを通して、後世にぜひ継承して行きたい食品であると考えています。蕎麦にはアレルギーがありますが、それには注意しながら利用すれば良いのであり、多彩の栄養成分に富む蕎麦加工食品をぜひ勧めるものであります。私達日本人は、蕎麦というと麺だけを考えがちですが、蕎麦は、後述するように、ケーキやパン、クレープ、ガレット、カーシャ、パスタなど様々な形態で利用できますので、筆者らは多彩な形で蕎麦を利用されることを望んでいます。小学校や中学校の学校給食で多彩な「蕎麦料理などの伝統食品」を食した生徒や子供達が、学校を卒業して30～40年経過した時に、なつかしい「蕎麦料理などの伝統食品」を愛して食するような時代が来れば、きっと日本人の健康状態も大きく改善されることが期待できます。

4.3. 世界での蕎麦の利用

蕎麦は、世界各地で広く利用されています。世界の蕎麦の生産量は272万

トン (FAO データ, 過去 5 年間の平均) で, 主要な生産国として中国, ロシア, ウクライナ, フランス, USA, ポーランド, ブラジル, カザフスタン, 日本, リトアニア, カナダなどが挙げられます。私達日本人の多くは, 蕎麦という我が国古来の伝統食品であると考えがちですが, 蕎麦は世界各地で広く利用されている実に国際的な食品なのであります。中国は, 蕎麦栽培の発祥地であり, 蕎麦は中国全土で広く栽培されています。内蒙古自治区, 陝西省, 甘肅省, 雲南省, 寧夏回族自治区, 四川省, 山西省などは主要な蕎麦栽培地です²³⁾。蕎麦食品のことを“蕎麦”と一般にいますが, 長い麺だけではなく, 実に多彩な蕎麦料理があります。

欧州では, 蕎麦は南欧・東欧を中心として広く利用されています²⁴⁾。欧州では蕎麦は粉食と粒食との両方の形で広く利用されています。前述のように中国を起源とした蕎麦はゆっくりと欧州へ伝播したと考えられています。欧州での蕎麦に関する記録は, ドイツに 1396 年, スロベニアには 1426 年の記録があります。およそこの頃に欧州へ伝播したものと考えられています。蕎麦は, ケーキ, パン, クレープ, ガレット, カーシャなど様々な形で広く利用されている。近年, ファーストフードなどの影響で蕎麦の消費量が漸減してきていましたが, 「伝統食品としての蕎麦」に再び関心が集まっています。また, 欧州には小麦の摂取によって引き起こされる小麦グルテン腸症 (セリアック病) が蔓延しており, 小麦の代替食品としての蕎麦に大きな関心がもたれています。筆者らは, 今までに, 世界の蕎麦料理について紹介した文献があるので, 興味をお持ちの方はそれらをご笑覧頂けたら幸いです^{1-7, 24)}。

以上, 蕎麦は, 世界の伝統食品としてその良さをもちながら, 今後とも永く利用されていくと思われま。筆者らは, 蕎麦研究のさらなる発展のために微力ながら努力したいと思っています。

参考文献

- 1) 池田清和 : *New Food Industry*, **38**, 67-73, 1996.
- 2) 池田清和 : *New Food Industry*, **43**, 17-24, 2001.
- 3) 池田清和, 池田小夜子 : *New Food Industry*, **46**, 40-47, 2004.
- 4) 池田清和, 池田小夜子 : *New Food Industry*, **47**, 33-41, 2005.
- 5) 池田清和, 池田小夜子 : *New Food Industry*, **48**, 37-44, 2006.
- 6) 池田清和, 池田小夜子 : *New Food Industry*, **50**, 58-64, 2008.
- 7) 池田清和, 池田小夜子 : *New Food Industry*, **52**, 32-38, 2010.
- 8) 大西近江 : 《ソバ属植物の種分化と栽培ソバの起原》, 栽培植物の自然史 (山口裕文・島本義也編), 58-73, 2001.

- 9) 大西近江：Current Advances in Buckwheat Research 1995, 175-190, 1995.
- 10) 池田清和：Advances in Food and Nutrition Research, Academic Press, U.S.A., **44**, 365-434, 2002.
- 11) 池田清和，日本栄養・食糧学会誌，**55**, 295-297, 2002.
- 12) I.Kreft, S. Ikeda, K. Ikeda *et al.*, *Res. Biotechnical Faculty of the Univ. of Ljubljana*, **67**, 73-78, 1996.
- 13) 人見必大，「本朝食鑑」，東洋文庫，平凡社，1697.
- 14) 池田清和，池田小夜子，第17章ソバの化学成分と健康機能，「新・そば打ち教本(全麵協・素人そば打ち段位認定制度公認テキスト)」，179-183, 柴田書店，2009.
- 15) K. Ikeda *et al.*, *FAGOPYRUM*, **18**, 37-43, 2001.
- 16) 池田清和：*J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **43**, 101-111, 1997.
- 17) 池田清和：*FAGOPYRUM*, **16**, 79-83, 1999.
- 18) Y. Asami, K. Ikeda, *et al.*, *FAGOPYRUM*, **25**, 45-48, 2008.
- 19) Y. Asami, K. Ikeda, *et al.*, *FAGOPYRUM*, **26**, 77-83, 2009.
- 20) 大西近江，第5章ソバ属植物の種分化と栽培ソバの起源，「栽培植物の自然史」(山口裕文・島本義也編)，北海道大学図書刊行会，2001.
- 21) Ivan Kreft, Kwan Jin Chang, Yong Soon Choi and Cheol Ho Park eds.：Ethnobotany of Buckwheat, Jinsol Publishing Co., Seoul, 2003.
- 22) 齊藤孝夫，「そばうどん」**41**，柴田書店，2011.
- 23) 林汝法：中国蕎麦，中国農業出版社，1994.
- 24) I. Kreft, *et al.*, *Das Buchweizen Buch*, Islek Grenzen, Arzfeld, 1999.

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、図書館などでご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、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ー年間購読申込用紙

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54巻 第5号

印刷 平成 24 年 4 月 25 日

発行 平成 24 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