

New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2012 Vol.54 No.9

9

特集 カンキツ類等，果物による生活習慣病の予防効果

- 果物摂取とメタボリックシンドローム予防
- β -クリプトキサンチンを応用した生活習慣病予防
- カンキツ類の保健作用

論 説

- ドクダミの抗肥満作用
- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (8)
— 棘口吸虫類の感染源となりうるもの —
- 烏骨鶏卵に含まれる抗酸化成分

エッセイ

- 伝える心・伝えられたもの —水田跡遺跡を訪ねて—

連 載

- ヒメマスのグアニン量
- 漬物市場にブランドマーケティングを導入した驚くべきヒット食品
— 『きゅうりのキューちゃん』東海漬物株式会社 —
- 築地市場魚貝辞典 (イワナ)
- “薬膳” の知恵 (70)



特集 カンキツ類等, 果物による生活習慣病の予防効果

- 果物摂取とメタボリックシンドローム予防
..... 杉浦 実 1
- β -クリプトキサンチンを応用した生活習慣病予防
..... 西野 輔翼 14
- カンキツ類の保健作用
..... 芳野 恭士 20

論 説

- ドクダミの抗肥満作用
..... 宮田 光義, 矢澤 一良 31
- 人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (8)
— 棘口吸虫類の感染源となりうるもの —
..... 牧 純, 関谷 洋志, 玉井 栄治, 坂上 宏 39
- 烏骨鶏卵に含まれる抗酸化成分
..... 豊崎 俊幸 43
- ヒメマスのグアニン量
..... 酒本 秀一, 佐藤 達朗 48

エッセイ

- 伝える心・伝えたいもの —水田跡遺跡を訪ねて—
..... 宮尾 茂雄 59

連載

- 漬物市場にブランドマーケティングを導入した驚くべきヒット食品
—『きゅうりのキューちゃん』東海漬物株式会社—
..... 田形 暁作 68

- 築地市場魚貝辞典（イワナ）
..... 山田 和彦 78

- “薬膳”の知恵（70）
..... 荒 勝俊 83

.....

おいしさと健康に真剣です。 酵素分解調味料なら
大日本明治製糖へ

酵母エキス系調味料

コクベス

セラチン&小麦グルテン

酵素分解調味料

エンザップ

new発酵調味料
D&M
ダイヤモンド

DM **大日本明治製糖株式会社**
食品事業部

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

〒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

果物摂取とメタボリックシンドローム予防

杉浦 実*

*SUGIURA Minoru (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所カンキツ研究領域)

Key Words：果実類・生活習慣病・メタボリックシンドローム・ β -クリプトキサンチン

はじめに

近年、柑橘類をはじめとする果物が有する生体調節機能について様々な研究結果が報告されている。果物にはエネルギー源となる糖質以外にも、ビタミン・ミネラル・食物繊維が豊富に含まれ、更には、近年その生理機能が明らかになってきているカロテノイドやフラボノイド類等の植物性二次代謝産物も豊富に含まれている。このような果物の摂取は、野菜と同じくらいにがんや心臓病などの生活習慣病の予防に有効であることが、近年の疫学研究により明らかにされてきた。しかしながら、まだ日本国内では健康のために果物を食べるという認識は定着しておらず、逆に果物は糖分が多いという誤解から肥満・高脂血症や糖尿病の危険因子と捉えられることが多く、このような誤解は医療従事者にもみられる。本稿では、近年明らかになりつつある果物による生活習慣病の予防効果、特にメタボリックシンドロームとの関連について紹介したい。

1. 日本人の果物摂取量

わが国における果物の摂取量は、平成22年度の国民健康・栄養調査によれば、1人あたり1日平均101.7グラムに過ぎない。国民健康・

栄養調査では果実類として結果が公表されているが、これにはジャムや果汁・果汁飲料などの加工品、また、スイカやイチゴ・メロンなどの

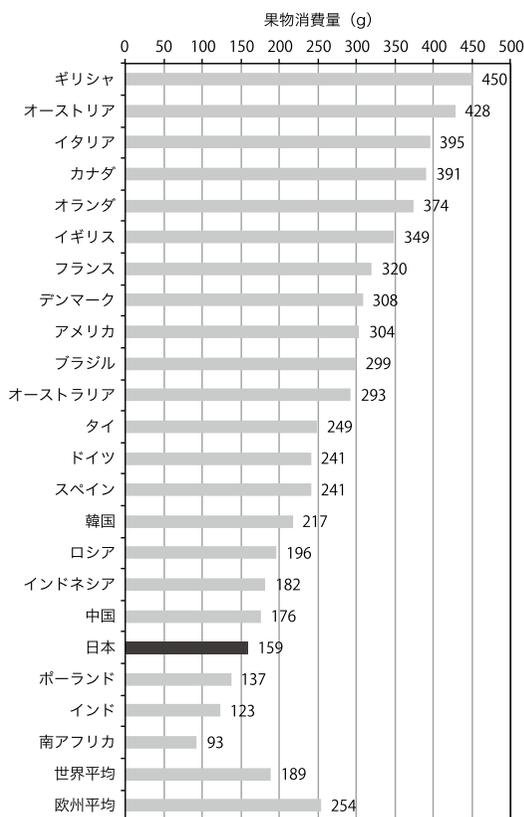


図1 各国での国民1人1日当たりの果物消費量(g)
国際農業機関 (FAO) の2007年公表データから作成

*加工品を含む (ワインは含まない)

果実的野菜類も含まれている。平成 23 年度の総務省の家計調査によると、現在、国内で最も購入量の多い果物はバナナ（1世帯当たり年間約 20kg）であり、国産果実であるミカンやリンゴは約 12kg となっている。日本人にとって最も馴染み深い果物といえはかつてはミカンであったが、平成 16 年度以降はバナナに首位の座を奪われてしまった。一方、果物の摂取と生活習慣病リスクとの関連について疫学的な検討が行われているのは柑橘類やリンゴ等の果実が圧倒的に多いが、残念ながら日本国内でのこれら果実の消費量は年々減少している。特に国産果実の代表である温州ミカン（以下ミカン）の生産量は最盛期の 70 年代に比べるとおよそ 1/5 にまで衰退した。これに対し、欧米先進国では年々増加の傾向にあり、日本人の果物摂取量は国際的に見ても先進国の中で極めて少ないと云える（図 1）。

2. 果物のカロリーと含有される栄養成分

表 1 に代表的な果物と菓子類のカロリーについてまとめた。果物は別名「水菓子」と云われるように大半は水分であり、他の食品群に比べてカロリーはかなり低い食品と云える。

果物には果糖が比較的多く含まれ、その甘み故に肥満や高脂血症・糖尿病には良くないと捉

えられることが多い。果糖の摂取と血清脂質、糖尿病に関する研究は多く行われてきたが、通常の食生活において摂取するレベルでは問題の無いことが明らかにされている¹⁻³⁾。また、糖尿病患者の食事指導においても、毎日 80 kcal の果物（ミカンで約 2 個程度）は必要とされている⁴⁾。

また、果物の食味の中で最も重要な指標とされている甘味は、ショ糖、ブドウ糖、果糖及び糖アルコール（ソルビトール）によるものであるが、ブドウ糖の甘味度はショ糖を 1 とした場合 0.64 ~ 0.74 であるのに対して、果糖は 1.15 ~ 1.73 あり、糖の中では最も甘味が強いとされている。また、果糖はグリセミックインデックスが低く、血糖値を上げにくい糖であることが明らかにされており⁵⁾、そのため果物は他の食品に比べても血糖値を上げにくい食品であることが解っている（表 2）。

また、果物は脂質やタンパク質が非常に少ない食品である。糖質以外では食物繊維、ビタミン、ミネラル、カロテノイドが豊富であり、摂取カロリーを抑えてもこれらの栄養成分が豊富に摂取できる果物は健康食品と云える。代表的な果物のビタミン含有量を表 3 にまとめた。一日に必要なビタミン摂取量を考えた場合、中サイズのみカン 2 ~ 3 個（80 kcal）を食べると、ビタミン A だと 56.1% 摂取でき、同様にビタ

表 1 各食品に含まれるカロリーと栄養素（100g あたり）

食品名	kcal	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)
イチゴ	34	90.0	0.9	0.1	8.5
ミカン	45	87.4	0.7	0.1	11.5
ナシ	43	88.0	0.3	0.1	11.3
ブドウ	59	83.5	0.4	0.1	15.7
リンゴ	54	84.9	0.2	0.1	14.6
水稲飯	168	60.0	2.5	0.3	37.1
食パン	264	38.0	9.3	4.4	46.7
ショートケーキ	344	31.0	7.4	14.0	47.1
ポテトチップス	554	2.0	4.7	35.2	54.7

表2 各食品のグリセミックインデックス (Glycemic index: GI) *

食品名	GI	食品名	GI	食品名	GI
ブドウ糖	100	食パン	70	ニンジン	71
果糖	20	白米	88	ベーكدポテト	85
麦芽糖	105	パスタ	75	リンゴ	39
ショ糖	60	ワッフル	76	バナナ	53
乳糖	46	牛乳	27	オレンジ	43
ハチミツ	73	ジュース	68		

Am J Clin Nutr 62: S871-890S. (1995) より改変

*GIとはブドウ糖と同じカロリーの食品を摂取したときの血糖値の上昇度をブドウ糖と比較した値

ミンEでは7.9%, ビタミンB₁は16.8%, ビタミンB₂は4.5%, ナイアシンは3.4%, ビタミンCだと58.7%も摂取できることになる(表3)。

3.

栄養疫学研究からみた果物とメタボリックシンドロームリスクとの関係

メタボリックシンドローム (Metabolic syndrome: 代謝症候群) とは、それまでインスリン抵抗性症候群, シンドローム X, 死の四重奏などと云われていた病態を整理統合し, 心筋梗塞などの心血管系疾患や糖尿病へのリスクを高める要因の集積とされている⁶⁾。これらのリスク要因は食事や運動をはじめとす

る生活習慣と密接に関わっている生活習慣病であり, 近年の栄養疫学研究から, 果物の摂取あるいは果物に多く含まれているビタミン・カロテノイド類等の抗酸化物質とメタボリックシンドロームとの関連について数多く報告されるようになってきた。

3-1. 食行動調査からみた果物とメタボリックシンドロームリスクとの関係

食行動とメタボリックシンドロームリスクとの関連について多くの栄養疫学的な検討が行われている。これらの研究では, 調査対象集団の各被験者から食品摂取頻度調査等により各食品の摂取量や栄養素摂取量を推定した後, 集団内における食行動を主成分分析によりパターン化し, それぞれの食行動パターンとメタボリックシンドロームとの関連を解析している。あるいは各食品群の摂取量別にメタボリックシンドロームとの関連を検討しているが, 多くの研究から果物の摂取とメタボリックシンドロームリスクとの関連について報告されている。

表3 代表的な果物に含まれるビタミン類 (100gあたり)

食品名	レチノール 当量 (μg)	ビタミン E (mg)	ビタミン B ₁ (mg)	ビタミン B ₂ (mg)	ナイアシン (mg)	ビタミン B ₆ (mg)	葉酸 (μg)	パントテン酸 (mg)	ビタミン C (mg)
イチゴ	1	0.4	0.03	0.02	0.4	0.04	90	0.33	62
ミカン	84	0.4	0.1	0.03	0.3	0.06	22	0.23	32
カキ	25	0.2	0.02	0.02	0.3	0.05	20	0.27	55
キウイフルーツ	6	1.3	0.01	0.02	0.3	0.12	36	0.29	69
グレープフルーツ	0	0.3	0.07	0.03	0.3	0.04	15	0.39	36
サクランボ	16	0.5	0.03	0.03	0.2	0.02	38	0.24	10
スイカ	69	0.1	0.03	0.02	0.2	0.07	3	0.22	10
ナシ	0	0.1	0.02	0	0.2	0.02	6	0.14	3
ブドウ	3	0.1	0.04	0.01	0.1	0.04	4	0.1	2
モモ	-	0.7	0.01	0.01	0.6	0.02	5	0.13	8
リンゴ	3	0.2	0.02	0.01	0.1	0.03	5	0.09	4

Esmailzadeh らは 40 ~ 60 歳の女性 486 名に対する食行動調査の結果から、食事パターンについて主成分分析により 3 つの食行動に分類し、果物、果物ジュース、淡色野菜、トマト、緑黄色野菜、全粒粉、豆類、家禽類、魚、低脂肪乳製品等の摂取が多く、高脂肪乳製品、バター、飽和脂肪酸の摂取量が少ないという健康的な食行動パターンを有するほどメタボリックシンドロームのリスクが顕著に低いことを報告している⁷⁾。また、肉類、精製粉、卵、バター、高脂肪乳製品、ピザ等が多く、果物、魚や低脂肪乳製品などが少ないという西洋型食行動パターンでは逆にメタボリックシンドロームのリスクが高くなることを報告しており、メタボリックシンドロームのリスク低下には特に果物の摂取量の関与が大きいとしている。また、この研究では健康的な食行動パターンでは全てのリスク要因に有意な負の関連がみられたが、特にインスリン抵抗性、肥満、高血圧と強い負の関連が認められている。

一方、Williams らは 40 ~ 65 歳の男女 802 名に対して行った食行動調査から主成分分析により 4 つの食行動パターンに分類している。その結果、果物、生野菜、魚、パスタ、米の摂取量が多く、フライ食品、ソーセージ、魚のフライ、ポテトの摂取量が少ない健康的な食行動パターンは、肥満、空腹時血糖値、遊離脂肪酸、中性脂肪値と負の関連を、また、HDL コレステロールと有意な正の関連があったことから、メタボリックシンドロームのリスク低下にはこのような健康的な食行動が有用であると結論づけている⁸⁾。また、この研究においても、健康的な食行動パターンでは果物摂取量の関与が最も大きいものであった。

このように果物の摂取が中高年以降におけるメタボリックシンドロームのリスクと負の関連のあることが示されているが、最近では若い集団を対象にした調査結果も報告された。

Deshmukh-Taskar らが行った 19-39 才の米国人男女 995 名を対象にした横断研究の結果では、果物、100% 果汁飲料、野菜、全粒粉、豆類、低脂肪乳製品などの摂取量が多い食事パターンでは腹囲、皮下脂肪、血中インスリン値、中性脂肪値が低く、メタボリックシンドロームリスクが低いことを報告している⁹⁾。

また、個別の食品群の摂取量とメタボリックシンドロームとの関連を検討した報告もある。Yoo らは 19 ~ 38 歳の男女 1,181 名に対して食行動調査を行い、メタボリックシンドロームのリスクが全く無いグループ、1 ~ 2 つのリスクを有するグループ、3 つ以上のリスクを有するグループに分け、低脂肪乳製品、高脂肪乳製品、精製粉、全粒粉、果物・果物ジュース・野菜、ポテト等の各食品の摂取量を推定した。その結果、リスクが多くなるほど摂取量が少なかったのは果物・果物ジュース・野菜、低脂肪乳製品、ダイエット飲料であった。最もメタボリックシンドロームのリスクと強い負の関連が認められたのは果物・果物ジュース・野菜であったと報告している¹⁰⁾。

これらの研究から、メタボリックシンドロームのリスクには栄養摂取が大きく関わっており、特にカンキツ類をはじめとする果物の摂取はメタボリックシンドロームやその後に発症する心臓病や脳血管系疾患の発症予防に有効である可能性が高いと考えられる。

3-2. ビタミン・カロテノイド類とメタボリックシンドロームリスクとの関係

果物や野菜に多く含まれているビタミンやカロテノイド類は強力な抗酸化作用を有するものが多く、近年の疫学研究から、がんや循環器系疾患、糖尿病などの生活習慣病リスクとの関連が数多く報告されている。近年、これら抗酸化物質に着目した研究結果が最近相次いで欧米から報告されている。

Coyne らはオーストラリア人を対象にした血

中カロテノイドレベルとメタボリックシンドロームとの関係¹¹⁾、Sluijsらはオランダ人を対象にカロテノイド摂取量との関係を報告している¹²⁾。これらの横断研究から、 β -カロテンやリコペン等のカロテノイドの血中濃度あるいは摂取量とメタボリックシンドロームリスクとに有意な負の関連を認めている。

また、最近では、大規模なコホート研究の結果も報告された。Czernichowらは5220名のフランス人を7.5年間追跡したところ、調査開始時に血中ビタミンCや β -カロテン濃度が高い人では、メタボリックシンドロームのリスクがそれぞれ47%、66%低かったと報告している¹³⁾。また、Czernichowらは、ビタミンC、E、 β -カロテン、亜鉛及びセレンを配合した抗酸化剤の介入試験を行っているが、メタボリックシンドロームのリスク低減には効果がなかったと報告している。この結果から、抗酸化物質をサプリメントとして摂取するのではなく、抗酸化物質の多い果物や野菜等を食事から摂取することが重要だろうと指摘している。

一方、我々は、国内主要ミカン産地である静岡県浜松市三ヶ日町の住民を対象にした栄養疫学調査（三ヶ日町研究）を平成15年度より継続的に実施しているが、本研究においてもカロテノイドの血中濃度とメタボリックシンドロームリスクとの関連について検討を行った¹⁴⁾。最近の研究からメタボリックシンドロームの発症に酸化ストレスが関与しているのではないかとする研究結果が報告されており^{15,16)}、また、喫煙者では非喫煙者に比べて過剰な酸化ストレスに曝されていることが考えられる。実際に喫煙者では非喫煙者に比べてメタボリックシンドロームのリスクの高いことが報告されている^{17,18)}。そこで我々は、血清カロテノイド値とメタボリックシンドロームリスクとの関連を喫煙習慣別に検討した。

その結果、果物・野菜に多い β -カロテンの

血清濃度が低いほどメタボリックシンドロームのリスクは喫煙者・非喫煙者ともに有意に高く、この関連は非喫煙者よりも喫煙者において顕著に認められることを見出した。一方、ミカンに多い β -クリプトキサンチンの血中濃度とメタボリックシンドロームリスクとの関連は非喫煙者では認められないのに、喫煙者においてのみ認められた。これらの結果から、煙草を吸う人は吸わない人よりもより多くの果物・野菜を摂取しないとメタボリックシンドロームのリスクが高く、このことが最終的に脳卒中や心筋梗塞などの循環器系疾患、また、糖尿病のリスクを高くする原因の一つになるのではないかと考えられる。

4. メタボリックシンドロームを構成する各リスク因子と果物摂取との関係

メタボリックシンドロームを構成するのは心血管系疾患のリスク増加因子の一群であるが、診断基準となっている個々のリスク増加因子である、肥満・高脂血症・高血糖・高血圧の4つの代謝性障害と果物摂取との関連について近年の栄養疫学研究の知見を中心に紹介する。

4-1. 肥満予防と果物

内蔵型肥満はメタボリックシンドロームの基盤となる病態であり、様々な疾患のリスク要因といわれている。肥満を予防するという点においては食物中の食物繊維が有効であることは多くの研究から明らかになっており、これは食物繊維の多い食品を摂取すると咀嚼回数が増えることで唾液や胃液の分泌量が増え、また、膨潤することで胃内での滞留時間を延長させ、その結果満腹感を感じやすくなるためである。また、小腸での栄養素の吸収抑制作用があると考えられている。Howarthらは、これまでの介入研究の論文をもとに、一日当たり14gの食物繊維を増やすことで摂取カロリーが約10%抑

えられ、平均で 1.9kg の減量が出来たろうと報告している¹⁹⁾。また、興味深い研究として、Koh-Banerjee らが 40-75 才の男性 27,082 名を 8 年間追跡し、食物摂取量と体重変化との関連を報告している。この研究の中で筆者らは、穀類、果物、野菜に着目してこれらの食品群から摂取した食物繊維では穀類と果物由来の食物繊維摂取量の増加が体重の増加と負の関連があり、また、この関連は穀類由来の食物繊維よりも果物由来のものの方が関連は強かったと報告している²⁰⁾。一方、野菜由来の食物繊維については体重変化と関連が無かったとしている。柑橘類をはじめとする果物には食物繊維が豊富に含まれるため、肥満を予防する上で有効な食品といえる。肥満予防という点においては、水溶性・不溶性ともに食物繊維は有効と考えられるが、特に水溶性食物繊維はコレステロールの吸収抑制、食後血糖値の上昇抑制作用が明らかになっている。

4-2. 高血圧・動脈硬化予防と果物

柑橘類をはじめとする果物は野菜類と同様にナトリウムが少なくカリウムが豊富に含まれるため、高血圧予防に優れた食品といえる。アメリカでは高血圧者に対する食事指針として、Dietary Approaches to Stop Hypertension Eating Plan (DASH) が提案され、果物・野菜、低脂肪乳製品を豊富に取り入れた食事により血圧を下げられることを示している²¹⁾。この DASH 食では、果物・野菜・低脂肪食品を多く摂取し、飽和脂肪酸、コレステロール、総脂肪を減らすことに主眼がおかれている。果物の摂取は 320-400 kcal を摂取することを推奨しており、ミカンでいうと毎日 8-10 個、リンゴでは 4 個に相当する。Appel らは 459 人の成人に対する DASH 食の介入試験の結果から、コントロール食と比べて果物、野菜、低脂肪乳製品を多く摂る DASH 食介入群で有意な血圧値の低下がみられ、特に高血圧者で顕著な血圧低下が認めら

れたと報告している²²⁾。また、低脂肪乳製品を含まず果物、野菜を豊富に摂る食事を高血圧者に介入した試験においても、収縮期血圧値で 7.2 mmHg、弛緩時血圧値で 2.8 mmHg 低下したと報告している。なおこれら 3 つの食事プランには全て同量のナトリウムが含まれているが、その後、ナトリウム摂取量を制限した食事介入研究で、塩分の摂取量を控えることでより顕著に血圧値が低下することが明らかとなっている。果物、野菜の摂取は血圧の正常化に有効と考えられてきたが、この研究はそれをはっきりと裏付けている。日本国内における高血圧患者の 3~4 割が食塩感受性高血圧症と考えられており、カリウムが豊富な柑橘類をはじめとする果物の摂取は高血圧予防に有効と考えられる。

一方、高血圧と動脈硬化は密接な関係にあり、高血圧のような状態は動脈壁に負担がかかることで動脈硬化が進展する。また、逆に動脈の血管内皮細胞が障害を受けることで正常な血管平滑筋の弛緩反応が行われなくなり高血圧を発症する。血管内皮細胞の障害には食事をはじめとする環境要因の関与が大きく、特に酸化型 LDL コレステロールの蓄積による血管内皮障害についての研究が多く行われている。また、血管内皮障害はメタボリックシンドローム患者に共通してみられる病態であり、現在、血管内皮障害が心血管系疾患の発症に密接に関わっていると考えられている。Kamata らはストレプトゾトシン (Streptozotocin: STZ) 誘発性 1 型糖尿病モデルラットを用いた実験から、ミカン果汁を慢性投与することで血管内皮障害が顕著に抑制されることを報告している²³⁾。また、Nakamura らはミカンに特徴的に多く含まれる β -クリプトキサンチンの血中濃度が高いグループほど、上腕-足首動脈間における脈波速度で評価した動脈硬化リスクが有意に低いことを報告している²⁴⁾。また、血中ホモステインの上昇が動脈硬化の危険因子であることが

明らかとなっているが、柑橘類に豊富な葉酸の摂取はメチオニン代謝異常からくるホモシステインの上昇を抑制するため、血管内皮障害の予防に有効と考えられる。疫学的な検討からも、葉酸とビタミン B₆ の十分な摂取により虚血性心疾患のリスクがおよそ 45% 低下したとの報告もある²⁵⁾。

これらの研究から、 β -クリプトキサンチンや葉酸を豊富に含有するミカン等の柑橘類の摂取は、高血圧・動脈硬化の発症予防に有効と考えられる。

4-3. 高脂血症予防と果物

柑橘果実と血清脂質に関する研究はこれまでに多くの報告がある。これは後述する柑橘類の摂取が心筋梗塞や脳卒中等の血管系疾患の予防に有効とする多くの疫学研究の知見から、そのメカニズムとして血清脂質の正常化が考えられるためである。細胞・実験動物を用いた詳細なメカニズムの検討から、ヒト介入研究まで、多くの研究により柑橘の血中総コレステロール値や LDL コレステロール値の低下作用、HDL コレステロールの上昇作用等が報告されている。これらの作用には柑橘に含まれる水溶性食物繊維であるペクチンや植物ステロール、ヘスペリジン等のフラボノイドが関与していると考えられる。

Cerda らは 27 名の男性高コレステロール血症患者にグレープフルーツペクチンを 16 週間投与したところ、総コレステロール値が 7.6%、LDL コレステロールが 10.8% 低下することを見出している²⁶⁾。Devaraj らは植物ステロールを豊富に含むオレンジジュースを 8 週間に渡り毎日 480 mL (植物ステロール 2 g 含有) 投与したところ、総コレステロール値、LDL コレステロール値の有意な低下と HDL コレステロール値の上昇が認められたと報告している²⁷⁾。一方、このような効果は植物ステロールを含まないプラセボ群では認められなかった。また、我々

はミカン産地住民の健康な女性 97 名を対象に血中 β -クリプトキサンチン濃度と血清脂質との関連を調べたところ、ミカンを高頻度に摂取している人では、年間を通して HDL コレステロール値が高いことを見出している²⁸⁾。

動物実験・培養細胞実験レベルでのヘスペリジン、ナリンギンのコレステロールに代謝及ぼす影響については多くの研究報告がある。動物実験レベルの研究ではラットやウサギを用い、コレステロール負荷や Triton, Orotic acid 等により誘発させた高脂血症モデル動物に対するヘスペリジン、ナリンゲニンまた、そのアグリコンの血清脂質に及ぼす影響が検討され、血中総コレステロール値、中性脂肪値、LDL コレステロール値の低下作用、血中 HDL コレステロール値の上昇作用、また、肝臓中コレステロール、中性脂肪量の低下作用が報告されている²⁹⁻³²⁾。これらフラボノイドによる作用メカニズムとして、肝臓中の 3-Hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A (HMG-CoA) Reductase 及び acyl coenzyme A: cholesterol O-acyltransferase (ACAT) 活性の有意な低下が血中及び肝臓中のコレステロール量低下に関与していると考えられている。また、肝ミクロソーム中の中性脂肪合成酵素のひとつである Phosphatidic acid phosphohydrolase の上昇をこれらのフラボノイドが抑制することも報告されている。

4-4. インスリン抵抗性・糖尿病予防と果物

米国で行われた 9,665 人を対象にした約 20 年間にわたるコホート研究により、果物と野菜の摂取が糖尿病予防に有効ではないかとする結果が報告された³³⁾。この調査では 20 年間の追跡調査期間中に 1,018 名が糖尿病に罹患し、糖尿病発症のリスクと果物・野菜の摂取頻度との関連を 3 つのグループに分けて解析している。果物・野菜を殆ど食べないグループでの糖尿病発症のリスクを 1 とした場合、毎日 1~4 サービング食べる女性グループでのリスクは 0.80

まで下がり、毎日5サービング以上食べる女性グループでは0.54まで下がった。一方、男性ではこのような効果は全く認められなかったとしている。この研究では果物と野菜をひとくくりにして質問していたが、最近では果物や緑色野菜に着目した解析結果がフィンランドの研究グループから報告されている³⁴⁾。40～69歳の男女4,304名を23年間追跡調査した結果である。この調査で最終的に383名が2型糖尿病を発症していた。食事調査からそれぞれの食品の摂取量を5分割したところ、最も果物をよく食べるグループでの2型糖尿病発症リスクは0.69まで下がり、緑色野菜の高摂取群での0.69とほぼ同じレベルまで2型糖尿病の発症率が低かったと報告している。これまで、糖尿病患者の血中ビタミン・カロテノイド濃度が健常者に比べて有意に低いことが報告されており³⁵⁾、このことから果物は野菜と同様に糖尿病予防に重要と考えられてきたが、コホート研究で果物の糖尿病に対する予防効果の可能性を示したのはこれらの研究結果が初めてである。

一方、果物・野菜中の重要な機能性成分であるカロテノイドと糖尿病発症リスクとの関連を縦断的に解析した結果が報告されている。フィンランドで行われた4,304名を23年間追跡調査した結果である³⁶⁾。この研究では被験者に対して食事調査を行った結果から、食事から摂取した抗酸化物質の推定摂取量を算出し、糖尿病の罹患率と抗酸化物質摂取量との関係を詳細に解析している。調査ではビタミンE、ビタミンC、カロテノイド類について解析しているが、これらのうち糖尿病罹病のリスクを有意に下げていたのはカロテノイドではβ-クリプトキサンチンのみであった。フィンランド人の血中β-クリプトキサンチンレベルはミカンを食べる日本人に比べて遙かに低いと考えられるが、欧米の研究からもβ-クリプトキサンチンの糖尿病予防効果の可能性が示された興

味深い結果といえる。また、我々は三ヶ日町研究においてインスリン抵抗性との関連を横断的に検討した³⁷⁾。糖尿病歴を有さず空腹時血糖値が126mg/dL未満の非糖尿病患者である男女812名の空腹時血糖値とインスリン値からインスリン抵抗性の疫学指標であるHOMA指数(Homeostasis model assessment insulin resistance index)を算出し、カロテノイドとの関連を調べたところ、血中β-クリプトキサンチン濃度が高いグループほどHOMA指数が低いことが明らかとなった。リコペンやβ-カロテン等にも同様の関連がみられたが、男女ともに有意な関連が認められたのはβ-クリプトキサンチンのみであった。インスリン抵抗性を予防することは2型糖尿病や動脈硬化のリスクを軽減する上で重要であるが、β-クリプトキサンチンを豊富に含むミカンなどのカンキツ類の摂取はインスリン抵抗の予防に有効かもしれない。また、果物・野菜はグリセミックインデックス(GI値)が低い食品であるが、最近、果物や野菜のように低GI食品の摂取量が多いとインスリン抵抗性リスクが低かったとする結果も報告されている³⁸⁾。

ところで、ビタミンCの供給源としては特に果物の寄与が大きいが、血中ビタミンCと2型糖尿病発症率との関係を追跡調査した結果が近年報告された。Hardingらは21,831名の健康な男女を12年間追跡したところ、調査開始時に血中ビタミンC濃度が最も高かったグループでの2型糖尿病の発症リスクは、最も血中濃度の低かったグループと比較して0.38まで下がっていたと報告している³⁹⁾。ビタミンCは主要な抗酸化物質であり、生体内における酸化ストレスを軽減することで2型糖尿病の発症を抑制するのではないかと考えられている。このような期待から、最近、ビタミンCを長期間投与して、2型糖尿病の発症が抑えられるか検討した大規模な介入試験

の結果が報告された⁴⁰⁾。心血管系疾患歴を有する者もしくはこれらのハイリスク者約8千人を対象にした米国の Women's Antioxidant Cardiovascular Study の研究である。毎日 500mg のビタミン C を約 9 年間に渡り投与したところ、有意では無いが、2 型糖尿病の発症リスクが 11% 低下したと報告している。心血管系疾患のハイリスク者を対象にした介入試験の結果であるが、今後は健常者を対象にしたヒト介入試験の結果が期待される。一方、ビタミン C と E 及び β -カロテンを含む抗酸化剤を肥満者 48 名に対して 8 週間に渡り投与した介入試験では、HOMA 指数で評価したインスリン抵抗性が改善したという研究結果も報告されている⁴¹⁾。また、この研究では、血中アディポネクチンの増加と血中過酸化脂質の低下も観察されたことから、抗酸化剤の投与により酸化ストレスが軽減することでインスリン抵抗性が改善したのではないかと報告している。

以上のように、果物の摂取が糖尿病予防に有効ではないかと考えられるようになってきたが、リスクを下げたとする研究報告が数多くある一方で、全く関連が無かったとする報告もある。最近では、Hamer と Chiba は 5 つのコホート研究の結果について総合的に解析（メタアナリシス）したところ、果物の摂取量は糖尿病の発症リスクと関連が無かったと報告している⁴²⁾。果物摂取と糖尿病との関連については、コホート研究の結果がまだ数が少ないのが現状であり、今後更に多くのコホート研究の成果が期待される。

ところで、糖尿病予防に有望な果物であるが、どうやらその効果を期待するなら生の果物で摂取した方が良さそうだとする結果が幾つか報告されている。ジュースは手軽に果物を摂取でき、グレープフルーツやオレンジなどのジュースが循環器系疾患の予防に効果的であることは既に幾つかの研究からも示されている。しかしなが

ら糖尿病については逆にリスクを上げるのではないかとする研究結果である。Bazzano らは 71,346 名の女性看護師を 18 年間追跡調査したところ、一日当たり 3 サービングの生の果物を多く摂ることで 2 型糖尿病のリスクが 18% 低下する一方で、果物ジュースの摂取量が一日当たり 1 回増えるに従い、2 型糖尿病のリスクが逆に 18% 増加すると報告している⁴³⁾。生の果物を摂取した場合は全く逆の結果であるが、その理由として Bazzano らは、ジュースに加工することで食物繊維や植物性二次代謝産物などの糖尿病予防に有効と考えられる機能性成分がジュースでは大幅に減少してしまうこと、また、糖質を液体で短時間に大量に摂取することが逆にインスリン抵抗性のリスクを高める結果になっているのではないかと考察している。同様の観点から、耐糖能との関係を横断的に検討した結果が最近報告された。Sartorelli らは、30 才以上の男女約千人にグルコース負荷試験を行い、耐糖能と果汁飲料摂取量との関連を調べている⁴⁴⁾。その結果、生の果物摂取量とは関連が認められないものの、甘味料を添加した果汁飲料の摂取量が多いグループでは耐糖能異常のリスクが 2.3 倍高かったと報告している。手軽に摂れて健康にも良いはずの果物ジュースではあるが、こと糖尿病に関しては注意が必要かもしれない。

5. 心疾患、脳血管系疾患予防と柑橘

メタボリックシンドロームの最終的なイベントである心筋梗塞等の血管系疾患の発症リスクと果物摂取との関連を検討した疫学研究報告は数多く、特に興味深い報告として、フランス人と北アイルランド人で心血管系疾患を有さない 50 ~ 59 歳の男性を 5 年間追跡調査し、果物・野菜の摂取と虚血性心疾患発症リスクとの関連を解析した Dauchet らの報告がある⁴⁵⁾。この研

究では、野菜類の摂取は虚血性心疾患発症リスクと全く関連が無いのに、果物でも特にカンキツ類の摂取量が多いほど、有意に発症リスクを下げたと報告している。また、Joshiyuraらはアメリカの医療職従事者である34～75歳の男女126,399名を8～14年間追跡調査した結果、ジュースを含むカンキツ摂取量の最も多いグループでの心筋梗塞発症リスクが約19%低下したと報告している⁴⁶⁾。一方、虚血性脳梗塞の発症リスクとの関連を調べた報告もあり、デンマークで行われた54,506名の男女を平均で約3年間追跡調査した結果では、カンキツ類の摂取量が最も多いグループでの虚血性脳梗塞の発症リスクが37%低下し、このような効果は野菜では認められなかったと報告している⁴⁷⁾。

また、柑橘類にはビタミンCやカロテノイド類のような抗酸化物質以外にもフラボノイドが多く含まれており、特にミカンやオレンジ、グレープフルーツにはヘスペリジンやナリンギンが多い。これらフラボノイド類の循環器系疾患に対する予防効果についての疫学研究や、また、実験動物や培養細胞を用いた脂質代謝改善

効果に関する報告が多くある。柑橘フラボノイドに着目した疫学研究の代表的な報告として、Knektらはヘスペリジンとナリンギンのアグリコンであるヘスペレチンとナリンゲニンの高摂取群において脳血管性疾患のリスクが約20%低下したと報告している⁴⁸⁾。

おわりに

柑橘類をはじめとする果物には冒頭でも述べたように、ビタミン・ミネラル・食物繊維以外にもカロテノイドやフラボノイドが豊富に含まれており、果物が単なる嗜好品ではなく健康を維持する上で重要な食品であるということが云える。近年、様々な生活習慣病のリスクと果物摂取との関連について多くの疫学研究結果が報告され、枚挙に遑がない。特にメタボリックシンドロームの最終的なイベントである、心筋梗塞や脳卒中の予防に柑橘の摂取が有効であることが多くの研究で明らかになりつつあり、柑橘類には野菜だけでは補えない健康維持・増進効果があるものと考えられる。今後の詳細なメカニズム研究の発展に期待したい。

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

- 1) Glinsmann WH, Irausquin H, and Park YK. Evaluation of health aspects of sugars contained in carbohydrate sweeteners. *Journal of Nutrition* **116(11 Suppl)**, S1-216 (1986).
- 2) Daly ME, Vale C, Walker M, Alberti KG, and Mathers JC. Dietary carbohydrates and insulin sensitivity: a review of the evidence and clinical implications. *American Journal of Clinical Nutrition* **66**, 1072-1085 (1997).
- 3) Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food Nutr Paper 66, 1-140 (1998).
- 4) 日本糖尿病学会編 (2002) 糖尿病食事療法の手引き. 第6版. 文光堂.
- 5) Foster-Powell K and Miller JB. International tables of glycemic index. *American Journal of Clinical Nutrition* **62**, 871S-890S (1995).
- 6) National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) (2002) Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* **106**, 3143-421.
- 7) Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, and Willett WC. Dietary patterns, insulin resistance, and prevalence of the metabolic syndrome in women. *American Journal of Clinical Nutrition* **85**, 910-

918 (2007).

- 8) Williams DE, Prevost AT, Whichelow MJ, Cox BD, Day NE, and Wareham NJ. A cross-sectional study of dietary patterns with glucose intolerance and other features of the metabolic syndrome. *British Journal of Nutrition* **83**, 257-266 (2000).
- 9) Deshmukh-Taskar PR, O'Neil CE, Nicklas TA, Yang SJ, Liu Y, Gustat J, and Berenson GS. Dietary patterns associated with metabolic syndrome, sociodemographic and lifestyle factors in young adults: the Bogalusa Heart Study. *Public Health Nutrition* **12**, 2493-2503 (2009).
- 10) Yoo S, Nicklas T, Baranowski T, Zakeri IF, Yang SJ, Srinivasan SR, and Berenson GS. Comparison of dietary intakes associated with metabolic syndrome risk factors in young adults: the Bogalusa Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition* **80**, 841-848 (2004).
- 11) Coyne T, Ibiebele TI, Baade PD, McClintock CS, and Shaw JE. Metabolic syndrome and serum carotenoids: findings of a cross-sectional study in Queensland, Australia. *British Journal of Nutrition* **102**, 1668-1677 (2009).
- 12) Sluijjs I, Beulens JW, Grobbee DE, and van der Schouw YT. Dietary carotenoid intake is associated with lower prevalence of metabolic syndrome in middle-aged and elderly men. *Journal of Nutrition* **139**, 987-992 (2009).
- 13) Czernichow S, Vergnaud AC, Galan P, Arnaud J, Favier A, Faure H, Huxley R, Hercberg S, and Ahluwalia N. Effects of long-term antioxidant supplementation and association of serum antioxidant concentrations with risk of metabolic syndrome in adults. *American Journal of Clinical Nutrition* **90**, 329-335 (2009).
- 14) Sugiura M, Nakamura M, Ogawa K, Ikoma Y, Matsumoto H, Ando F, Shimokata H, Yano M. Associations of serum carotenoid concentrations with the metabolic syndrome: interaction with smoking. *British Journal of Nutrition* **100**, 1297-1306 (2008).
- 15) Lee KU. Oxidative stress markers in Korean subjects with insulin resistance syndrome. *Diabetes Research and Clinical Practice* **54**, S29-S33 (2001).
- 16) Hansel B, Giral P, Nobecourt E, Chantepie S, Bruckert E, Chapman MJ, and Kontush A. Metabolic syndrome is associated with elevated oxidative stress and dysfunctional dense high-density lipoprotein particles displaying impaired antioxidative activity. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* **89**, 4963-4971 (2004).
- 17) Nakanishi N, Takatorige T, and Suzuki K. Cigarette smoking and the risk of the metabolic syndrome in middle-aged Japanese male office workers. *Industrial Health* **43**, 295-301 (2005).
- 18) Wada T, Urashima M, and Fukumoto T. Risk of metabolic syndrome persists twenty years after the cessation of smoking. *Internal Medicine* **46**, 1079-1082 (2007).
- 19) Howarth NC, Saltzman E, and Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutrition Reviews* **59**, 129-39 (2001).
- 20) Koh-Banerjee P, Franz M, Sampson L, Liu S, Jacobs DR Jr, Spiegelman D, Willett W, and Rimm E. Changes in whole-grain, bran, and cereal fiber consumption in relation to 8-y weight gain among men. *American Journal of Clinical Nutrition* **80**, 237-245 (2004).
- 21) Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, and Azizi F. Beneficial effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* **28**, 2823-2831 (2005).
- 22) Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, Bray GA, Vogt TM, Cutler JA, Windhauser MM, Lin PH, and Karanja N. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *New England Journal of Medicine* **336**, 1117-1124 (1997).
- 23) Kamata K, Kobayashi T, Matsumoto T, Kanie N, Oda S, Kaneda A, and Sugiura M. Effects of chronic administration of fruit extract (Citrus unshiu Marc) on endothelial dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* **28**, 267-270 (2005).
- 24) Nakamura M, Sugiura M, and Aoki N. High beta-carotene and beta-cryptoxanthin are associated with low pulse wave velocity. *Atherosclerosis* **184**, 363-369 (2006).
- 25) Rimm EB, Willett WC, Hu FB, Sampson L, Colditz GA, Manson JE, Hennekens C, and Stampfer MJ. Folate and vitamin B6 from diet and supplements in relation to risk of coronary heart disease among women. *Journal of the American Medical Association* **279**, 359-364 (1998).

- 26) Cerda JJ, Robbins FL, Burgin CW, Baumgartner TG, and Rice RW. The effects of grapefruit pectin on patients at risk for coronary heart disease without altering diet or lifestyle. *Clinical Cardiology* **11**, 589-594 (1988).
- 27) Devaraj S, Autret BC, and Jialal I. Reduced-calorie orange juice beverage with plant sterols lowers C-reactive protein concentrations and improves the lipid profile in human volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition* **84**, 756-761 (2006).
- 28) Sugiura M, Matsumoto H, Kato M, Ikoma Y, Yano M, and Nagao A. Seasonal changes in the relationship between serum concentration of beta-cryptoxanthin and serum lipid levels. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* **50**, 410-415 (2004).
- 29) Lee SH, Park YB, Bae KH, Bok SH, Kwon YK, Lee ES, and Choi MS. Cholesterol-lowering activity of naringenin via inhibition of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase and acyl coenzyme A:cholesterol acyltransferase in rats. *Annals of Nutrition and Metabolism* **43**, 173-180 (1999).
- 30) Shin YW, Bok SH, Jeong TS, Bae KH, Jeoung NH, Choi MS, Lee SH, and Park YB. Hypocholesterolemic effect of naringin associated with hepatic cholesterol regulating enzyme changes in rats. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* **69**, 341-347 (1999).
- 31) Bok SH, Lee SH, Park YB, Bae KH, Son KH, Jeong TS, and Choi MS. Plasma and hepatic cholesterol and hepatic activities of 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductase and acyl CoA: cholesterol transferase are lower in rats fed citrus peel extract or a mixture of citrus bioflavonoids. *Journal of Nutrition* **129**, 1182-1185 (1999).
- 32) Cha JY, Cho YS, Kim I, Anno T, Rahman SM, and Yanagita T. Effect of hesperetin, a citrus flavonoid, on the liver triacylglycerol content and phosphatidate phosphohydrolase activity in orotic acid-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition* **56**, 349-358 (2001).
- 33) Ford ES and Mokdad AH. Fruit and vegetable consumption and diabetes mellitus incidence among U.S. adults. *Preventive Medicine* **32**, 33-39 (2001).
- 34) Montonen J, Järvinen R, Heliövaara M, Reunanen A, Aromaa A, and Knekt P. Food consumption and the incidence of type II diabetes mellitus. *European Journal of Clinical Nutrition* **59**, 441-448 (2005).
- 35) Ford ES, Will JC, Bowman BA, and Narayan KM. Diabetes mellitus and serum carotenoids: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *American Journal of Epidemiology* **149**, 168-176 (1999).
- 36) Montonen J, Knekt P, Järvinen R, and Reunanen A. Dietary antioxidant intake and risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* **27**, 362-366 (2004).
- 37) Sugiura M, Nakamura M, Ikoma Y, Yano M, Ogawa K, Matsumoto H, Kato M, Ohshim M, and Nagao A. Homeostasis model assessment insulin resistance index are inversely associated with serum carotenoids in non-diabetic subjects. *Journal of Epidemiology* **16**, 71-78 (2005).
- 38) Du H, van der A DL, van Bakel MM, van der Kallen CJ, Blaak EE, van Greevenbroek MM, Jansen EH, Nijpels G, Stehouwer CD, Dekker JM, and Feskens EJ. Glycemic index and glycemic load in relation to food and nutrient intake and metabolic risk factors in a Dutch population. *American Journal of Clinical Nutrition* **87**, 655-661 (2008).
- 39) Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA, Khaw K, Luben R, Welch A, and Forouhi NG. Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer--Norfolk prospective study. *Archives of Internal Medicine* **168**, 1493-1499 (2008).
- 40) Song Y, Cook NR, Albert CM, Van Denburgh M, and Manson JE. Effects of vitamins C and E and beta-carotene on the risk of type 2 diabetes in women at high risk of cardiovascular disease: a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition* **90**, 429-37 (2009).
- 41) Vincent HK, Bourguignon CM, Weltman AL, Vincent KR, Barrett E, Innes KE, and Taylor AG. Effects of antioxidant supplementation on insulin sensitivity, endothelial adhesion molecules, and oxidative stress in normal-weight and overweight young adults. *Metabolism* **58**, 254-262 (2009).
- 42) Hamer M and Chiba Y. Intake of fruit, vegetables, and antioxidants and risk of type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension* **25**, 2361-2369 (2007).
- 43) Bazzano LA, Li TY, Joshupura KJ, and Hu FB. Intake of fruit, vegetables, and fruit juices and risk of diabetes in women. *Diabetes Care* **31**, 1311-1317 (2008).

- 44) Sartorelli DS, Franco LJ, Gimeno SG, Ferreira SR, and Cardoso MA; Japanese-Brazilian Diabetes Study Group. Dietary fructose, fruits, fruit juices and glucose tolerance status in Japanese-Brazilians. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* **19**, 77-83 (2009).
- 45) Dauchet L, Ferrières J, Arveiler D, Yarnell JW, Gey F, Ducimetière P, Ruidavets JB, Haas B, Evans A, Bingham A, Amouyel P, and Dallongeville J. Frequency of fruit and vegetable consumption and coronary heart disease in France and Northern Ireland: the PRIME study. *British Journal of Nutrition* **92**, 963-72 (2004).
- 46) Joshipura KJ, Ascherio A, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, Hennekens CH, Spiegelman D, and Willett WC. Fruit and vegetable intake in relation to risk of ischemic stroke. *Journal of the American Medical Association* **282**, 1233-1239 (1999).
- 47) Johnsen SP, Overvad K, Stripp C, Tjønneland A, Husted SE, and Sørensen HT. Intake of fruit and vegetables and the risk of ischemic stroke in a cohort of Danish men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* **78**, 57-64 (2003).
- 48) Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, Hakulinen T, and Aromaa A. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* **76**, 560-568 (2002).

β-クリプトキサンチンを応用した生活習慣病予防

西野 輔翼*

*NISHINO Hoyoku (京都府立医科大学&立命館大学)

Key Words : β-クリプトキサンチン・温州ミカン・生活習慣病・カロテノイド

はじめに

生活習慣病は今や発展途上国も含めてグローバルに増加の一途をたどっており、もはや先進国のみの問題ではなくなっている。したがって、その予防はますます重要性が高くなってきている。

がんに関しても、遺伝的なものを除けば大部分が生活習慣病として捉えることができると言われており、やはり増加し続けている。すなわちがんの原因の中で、食事と喫煙が最大のものであると考えられており、この2つで約2/3を占めていると推定されている。(もちろん、生活習慣病と捉える事は出来ないがんもあるわけで、当然それらは別個に論じるべきである。) 喫煙はやめれば良いわけであるが、食事に関しては、何も食べなければ生命を保持できなくなるわけであり、話は複雑である。したがって、適切な対策方法を確立するためには総合的な知恵を絞る必要がある。

興味深い点は、上述したようにがんの原因として「食」を捉えることが出来る一方で、その逆の捉え方(すなわち、がんのリスクを低減するものとしての「食」の捉え方)も出来る、ということである。

本稿では、このような社会的背景やがんの特性を理解した上で、この分野における研究

の一つのモデルとして、主として「がんのリスクを低減する食品成分としてのβ-クリプトキサンチン」にフォーカスして述べ、さらに他の色々な生活習慣病のリスク低減対策へのβ-クリプトキサンチンの応用の可能性についても言及する。

1. β-クリプトキサンチンのがんのリスク低減効果

がんのリスクを低減する効力のある食品因子は、疫学的な研究成果を基盤として極めて広範囲に実験的研究が展開され、その結果、多数のものが有効成分候補物質として見出された。たとえば、カロテノイド類、ポリフェノール類、フェニルプロパノイド類、含硫化合物、テルペノイド類、アルカロイド類などに分類される植物性食品因子(機能性ファイトケミカルと呼ばれる)の中に、がんのリスクを低減する効力のある可能性を有するものが多数見出されている。また、数は少ないものの動物性食品由来の候補有効因子も見出されている。このように実験的基礎研究は多くの成果をあげてきたが、それらの研究結果が実際にヒトにおいて意味があるのか否かという点になると、結論が得られた例は現時点ではほとんど無い。すなわち、ヒトを対象とした介入試験が実施された機能性食

品因子は極めて少ないのである。もちろん皆無と言うわけではなく、一部は結果も出始めており、例えばリコピン、 β -クリプトキサンチンなどのカロテノイドに関するデータ、ラクトフェリンに関するデータなど、いくつかの蓄積がある。

多くのカロテノイド (β -カロテン、 α -カロテン、リコピンなど) に関して、がんリスク低減作用を持つのではないかと期待され多面的な研究が展開されてきたが、我々の研究チームもその一翼を担ってきた。

β -カロテンについては歴史的に見てこれまでで最大の研究が展開されてきたという実績がある。それでもなお結論が出せないという現状は、「食品因子によるがんリスク低減に関する研究」の難しさを象徴的に示している。

β -カロテンは、疫学的研究の結果に基づいてがん化学予防剤として有望であろうという仮説が出された¹⁾ ことから、実験的基礎研究を飛ばして、いきなり大規模な臨床介入試験が行われた。不幸なことに「喫煙者が合成 β -カロテンを大量に継続して摂ると肺がんの発生が有意に増加する」という予想とは正反対の悲劇的な結果が得られ、試験は中止されるに至った²⁾。このような予期せぬ結果が出た理由として、色々と提案されているが、いまだに結論は出ていない。可能性の高い仮説として、喫煙という大量の活性酸素を発生させる条件化では、大量に継続投与された β -カロテンが活性酸素を消去するためにどんどん使われることになるが、その時に出来る「ラジカル化された β -カロテン」の処理の段階で不完全な状態が起こり一部が残ってしまうことがしばしば起こるため、それが次のラジカル連鎖反応の引き金となり、肺がんを促進させることに繋がったのではないかと、という考え方がある。この仮説が正しいことを今後実証する必要があるが、実はこの作業は大変困難であり、結局は仮説のまま留まるこ

とになると思われる。

いずれにしても、以上のような失敗によりがん化学予防研究は規模が大幅に縮小され大きく後退することになってしまったことは、研究者にとっても一般の人々にとっても極めて不幸なことであった。

しかし、 β -カロテンが悪者であるはずは無く、使い方に難しさがあるだけであることを認識すべきである。少なくとも我々のグループにおいては、そのような考えで細々とではあるが β -カロテンに関する研究を継続している。

ところで、食品中には β -カロテンのほかにも多彩なカロテノイドが含有されており、実験条件によっては、それらのカロテノイドの方が β -カロテンよりも強力な発がん抑制効果を示すことがあるという事実も次々と明らかになってきている³⁾。このような我々の実験データは始めこそ重視されること無く放置されたままで、まったくマイナーなものであったものの、その後、我々以外にも疫学的な研究や実験的研究によって多くのグループが同様のことに気が付き、カロテノイドを用いたがん予防研究は方向が大きく変わってきたのである。

α -カロテンは我々が初めて β -カロテン以外のカロテノイドに関してがん予防効果を検討する対象として取り上げたカロテノイドであった。実験を何度も繰り返して行い、この α -カロテンが β -カロテンよりも優れた肺、肝臓、ならびに皮膚における発がん抑制効果を示すことを証明することができた³⁾。これは、実は我々自身にとっても全く予期せぬ結果であった。そのため大変興味深く思い、この α -カロテンに関する研究をきっかけとして、多くのカロテノイド (たとえば、リコピン、 β -クリプトキサンチンなど) に関するデータを集積して行くことになった^{4,5)}。これまでに研究対象として取り上げたカロテノイド類はすでに60種類を超えた。

表1 カロテノイド混合物（カプセル入り）の処方

化合物	1日当たりの用量 (mg)
リコピン	10
β-カロテン	6
α-カロテン	3
その他のカロテノイド（フィトエンなど）	1
α-トコフェロール	50

そしてこのような基礎的研究のデータに基づいて、最終的には臨床介入試験を独自に実施するまでに至った。我々が介入する対象として選んだのは、C型肝炎性肝硬変の患者であった。C型肝炎性肝硬変の患者においては、肝発がんのリスクは年率7%であり、明らかなハイリスクグループである。

この臨床試験で用いたカロテノイド混合物（カプセル入り）の処方を表1にまとめた。実験的研究によって肝発がん抑制効力が高かったリコピンを中心に配合していることが特徴である。また、1日当たりの摂取量が20mgとなっており、高用量である。その理由は、肝硬変患者のカロテノイド吸収は大変悪化しており、高用量にして初めて有効な量を吸収で

きる、という背景があるためである。なお、α-トコフェロールが50mg配合してあるが、これはα-トコフェロールの発がん予防効果を利用するというよりは、カロテノイドの酸化を防ぐことを主たる目的としている。

臨床試験の結果は予想以上に優れたものであったが、100%抑制できたわけではないので、当然のことではあるが満足することなく、我々はその効果をさらに増強するための試みを続けてきた。その結果、たとえばβ-クリプトキサンチンおよびミオ・イノシトールをミカンジュースに強化添加して、カロテノイド混合物カプセルの投与とともに摂取してもらうことにより、かなり効果が強化されることを見出している（図1参照）。

以上の研究結果は、我々が重点的研究対象としてβ-クリプトキサンチンを取り上げることとした際の選定理由の一つとなった。β-クリプトキサンチンが日本人になじみのある温州ミカン（冬ミカン）に豊富に含まれており、日本で研究する対象としては最適であるとい

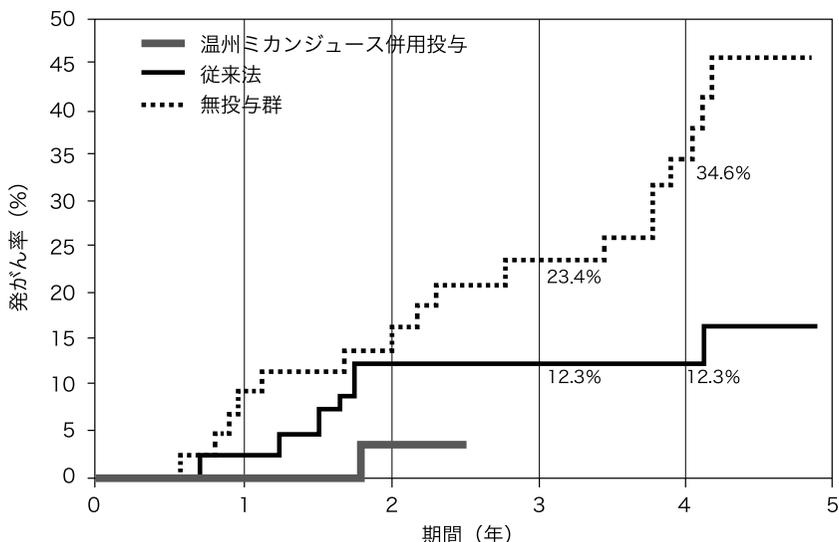


図1 カロテノイドの肝発がんのリスク低減作用

うこともあり、今後多面的な研究を展開する計画である。

2. 作用機序の解明

当然のことながら、作用機序の解明も進められている。しかし決定的な結果はいずれの場合においても得られておらず、今後に残された課題である。そのような状況の中にあつて、例えばがん抑制遺伝子 (RB, p21, p16 など) の発現誘導を β -クリプトキサンチンが引き起こすことなどの発見は興味深い。

3. β -クリプトキサンチンを応用した種々の生活習慣病のリスク低減

β -クリプトキサンチンは、がんのリスク低減効果のみならず、その他の生活習慣病のリスクを低減する効果もあわせ持っており、マルチファンクションである。

まず我々は実験的基礎研究によって、 β -クリプトキサンチンは、PPAR γ の活性上昇の抑制、脂質生成および TG 合成に関わる遺伝子発現量の抑制および糖・脂質代謝異常の改善作用を持っていることを見出した。さらに

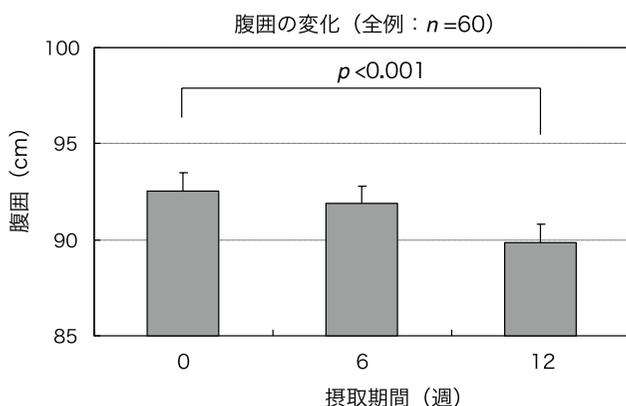


図2 β -クリプトキサンチンのメタボリックシンドロームのリスク低減作用

ヒトにおいて、LDL コレステロール、総コレステロール、nonHDL コレステロールおよび LDL-C/HDL-C が有意に減少した。また、腹囲、体重および BMI が有意に減少させることを明らかにした (図2 参照)。

以上により、 β -クリプトキサンチンはメタボリックシンドロームや動脈硬化性疾患の予防および進展阻止に有用である可能性が示唆された。

アルコール摂取による γ -GTP (ガンマグルタミン酸アミノ基転移酵素) の上昇と血清中 β -クリプトキサンチンレベルとの関連を調べ、血中 γ -GTP 値は一日当たりのエタノール摂取量が多いほどその数値は高くなるが、エタノール摂取量が多くても、血中 β -クリプトキサンチンレベルが高いグループでは γ -GTP 値がかなり低く抑えられることが報告されている⁶⁾。したがって、 β -クリプトキサンチンはアルコール性肝障害に対して防御的に働いているのではないかと推定される。そこで、肝機能が正常範囲にある常習飲酒者で γ -GTP 値が 60 IU/L 以上の男性に 1 パック当たり β -クリプトキサンチン 3mg を含有するように調整された温州ミカンジュースを毎日 1 パック、12 週間飲用してもらい γ -GTP 値が低減

することを確認するための臨床試験を実施した。具体的には、試験開始時と試験終了時における γ -GTP 値を比較した。試験開始時における γ -GTP 値の平均値は 85.5 であった。一方、試験終了時の平均値は 73.7 であった。両者を比較 (対応のある *t*-検定、両側) した結果、有意の低下 ($p < 0.005$) が見られた (図3)。

その他 β -クリプトキサンチンに関しては、骨粗しょう症予防、脳機能改善などの分野における有用性も明らかとなつてきており、今後の展

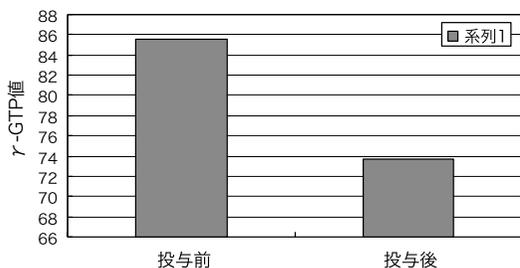


図3 β-クリプトキサンチンのアルコール誘導性γ-GTP値上昇に対する抑制効果

開に期待したい。

おわりに

前述したようにこの分野の研究は遅れている。理由はいくつかあるが、やはりβ-カロテンの失敗が大きな影響を与えたことは間違いない。それとともに、食品成分では無く、幾つかのがん予防のための合成薬品が米国FDAで認可された、ということも大きな理由であろう。「がん予防食品」という健康食品はそもそもできるわけが無い、と考えられている背景があり、米国などにおいて薬剤開発へ重点がシフトするのも当然かもしれない。食品で可能なのは、たかだか「がんのリスクを低減させる」ところまでであり決定的な効果が期待できるわけではない、というのが現実であり、その点は謙虚に認めざるを得ない。

それでは「今後の展望は期待できないのか」と問われれば、もちろんそんなことは無いわけで当然進むべき道はあり、取り組む価値は高い。なぜなら、「がんのリスクを低減させる」という穏やかな方策は、結局は予防薬を超える理想的な方策であるからである。もちろん、結論を得るに至るまでには薬剤の開発に比べてはるかに困難な作業が待ち受けており、長期にわたる研究と膨大な研究費を投入することが必要となる。したがって政策的見点から「がんのリスクを低減させる機能性食品の開発はしない」という選択肢もありうる。どちらを選択するかとい

うことは、研究者が決めるのではなく（ましてや政府が決めるべきでは無く）、人々が（すなわち社会が）選択すべき問題である。残念ながら社会がその決定をできる能力を持ってはいないので、実際には結局のところ政府が代理で決定することになるわけであるが、それは本来あるべき姿では無いということをわきまえておくことが重要である。この問題はこれ以上ここで考察すべきことでは無いので、とりあえず「研究を進める」という選択がなされた、という前提で将来展望を考えてみたい。

多分、がん予防政策の一つとして禁煙推進運動に重点を置くとともに、がん化学予防の分野では疫学的な研究を重視する方向へ進むものと予測され、実際にそれが日本癌学会の現時点での基本方針になっており、また日本国政府もそれを推奨している。この方向は、一見頼りないようであっても賢明な方向であろうと個人的には考えている。いずれにしても、「がんのリスクを低減させる」という結論を得るには疫学的研究手法をとるしか無いわけで、それも含めた意味での疫学的な研究の推進を選択するしか無いのかも知れない。

もう一つの方向としては、「がんのリスク低減のための機能性食品」を開発するのではなく、「色々な生活習慣病（がんを含む）のリスクを低減させる機能性食品の開発」というアプローチがあり、我々はその選択肢を採択した。このアプローチが優れていると考える理由は、いくつかのヘルスクレームを製品に表示することができることにつながるからである。消費者に製品に関して正しい情報を伝えることは重要であり、たとえ部分的であってもそれができるといふメリットは極めて大きい。

さて「リスクを低減させる機構解明」という点に関して考察を加えたい。このテーマは一見純学問的で立派なことに思えるが、どこまで行っても決して総合的な最終結論は得られな

い、ということ認識しておく必要がある。そもそも食品は多因子性のものであり、現在の科学はそれを取り扱えるほど進歩はしていないし、今後もそのようなレベルには決して達することはないであろう。それでは何もしないのか、ということになるが、もちろん出来ることは多くあり、それらを地道に実施するべきであることに関しては疑問の余地は無い。大切なことは、限界があることをわきまえた上で進めるべきである、という点である。

機構解析では、今後ますます「網羅的解析(オミックス解析)」が盛んになるであろう。時系列を押さえながら細かく解析を積み上げていけば、ある程度の輪郭が見えてくるかもしれな

い。(もちろん膨大なデータを解析できるコンピュータサイエンスの裏づけ、そして莫大な研究費、の両方が得られる、という前提のもとでの予測ではあるが。)

また、iPS細胞を利用した機構解析という選択肢も有りえるであろう。どのような方向に進むのかは、テクノロジーの進歩に合わせて考えて行けば良いことであり、出来ることから実施する、というところに結局は落ち着いてしまう。

いずれにしても、 β -クリプトキサンチンを応用した生活習慣病予防というテーマはやりがいがあり、ぜひ多くの研究者に参画してほしいと祈念している。

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

- 1) Peto, R. *et al.*: *Nature*, **290**, 201-208 (1981)
- 2) The Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group : *N Engl J Med*, **330**, 1029-1035 (1994)
- 3) Murakoshi, M. *et al.*: *Cancer Res*, **52**, 6583-658 (1992)
- 4) Nishino, H. *et al.*: *Arch Biochem Biophys*, **483**, 165-168 (2009)
- 5) Nishino, H. *et al.*: *Current Pharmaceutical Design*, **13**, 3394-3399 (2007)
- 6) Sugiura, M. *et al.*: *J Epidemiol*, **15**, 180-186 (2005)

カンキツ類の保健作用

芳野 恭士*

* YOSHINO Kyoji (沼津工業高等専門学校 物質工学科)

Key Words：カンキツ類・抗酸化作用・抗炎症作用・抗ストレス作用・ハナユ・ヒュウガナツ・リモネン

はじめに

カンキツ類は、ミカン科 (Rutaceae) ミカン亜科 (Aurantioideae) のカンキツ属 (*Citrus*), キンカン属 (*Fortunella*) およびカラタチ属 (*Poncirus*) の常緑高木と低木の果樹とその果実の総称である¹⁾。食用に用いられているのはカンキツ属とキンカン属の一部であり、その果実は生で食べるほか、果汁が飲料として、また果皮の精油が香料として利用されている。カンキツ類は国内で生産される主要な果実であり、静岡県はその主要産地の一つである。しかし、その生産量は漸減しており、主要なウンシュウミカン (*Citrus unshiu*) の農林水産省の統計情報による全国出荷量は、平成 12 年には 156 万 t であったのに対し平成 22 年は 79 万 t となっている。

ところで、近年、動脈硬化性疾患や糖尿病等の生活習慣病、がん、アレルギー性疾患といった疾病の増加が社会問題となっている。動脈硬化性疾患やがんの原因としては、糖尿病や高脂血症、高コレステロール血症、喫煙などが挙げられ、このような生活習慣に関連する疾病の予防に食品の保健作用を利用することへの関心が高まりつつある。カンキツ類は、中国において伝統的医薬として用いられており²⁾、トウヒ、チンピ、キジツなどの生薬が知られている。ま

た、カンキツ類の保健作用については、これまでに多くの報告が行われてきた。そこで、ここではカンキツ類の保健作用について、著者のこれまでの研究成果を含めて概説する。なお、この報告の一部は、著者が東海大学開発工学部古賀邦正教授、静岡県農林技術研究所杉山和美氏および株式会社山信とともに行った共同研究の成果を含むものである。

1. カンキツ類の部位と成分

カンキツ類の果実には、果皮 (着色部分のフラベドを含む)、中果皮 (アルベド：果皮内側の白い部分)、じょうのう膜、果肉 (さのうを含む)、種子の部位がある。生食の場合には、通常はじょうのう膜と果肉、または果肉のみを摂取するが、種類によっては果皮や中果皮も摂取する場合がある。また、果汁製造においては、果肉に加え果皮やじょうのう膜の一部も搾汁するため、果汁にはこれらの部位が混入することが考えられる。カンキツ類には保健作用を持つ様々な成分が含まれているが、それぞれの成分は特異的な部位に存在する。従って、期待する保健作用により、利用する部位を選択することが望ましいと考えられる。

果皮のフラベドには、 β -カロテンや β -クリ

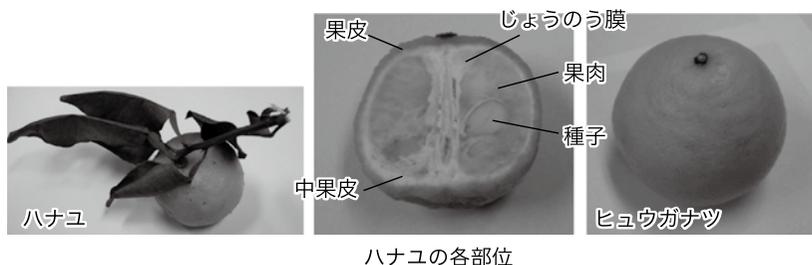


図1 ハナユとヒュウガナツの果実

プトキササンチンといったカロテノイド類が含まれており、このうち主なものは β -クリプトキササンチンである。フラボノイドの一種であるポリメトキシフラボン類としては、ノビレチンやタンゲレチン等がフラベドの油胞中に存在する。また、果皮にはポリフェノール類としてカフェー酸配糖体のクロロゲン酸、さらにはトコフェロールが含まれる。果皮の精油成分としてはテルペン類のリモネンが多いが、未熟果の場合には p -シメンヤリナロールも多く含まれることが知られている。クマリン類のオーラプテンも、果皮に多く含まれる。

中果皮にも、カロテノイドの β -クリプトキササンチンが含まれる。また、フラボノイド類として、ケルセチンやルチン等のフラボノール類とその配糖体、ヘスペリジンやナリンギン、ナリルチン、エリオシトリン等のフラバノン類の配糖体、ロイフォリンやディオスミン等のフラボン類、およびノビレチンやタンゲレチン等のポリメトキシフラボン類が高濃度に含まれる。ナリンギンは、苦味を呈する。カンキツ類の果実中には、このように多様なフラボノイド類が存在している。その他、中果皮にはバクチン等の食物繊維も含まれる。

果肉のさのうちには、カロテノイドの β -クリプトキササンチンが含まれる。種子には、トリテルペノイドが高度に酸化されたノルテルペノイドに属する化合物の一群であるリモノイド類が、アグリコンや配糖体の形で存在し苦味を呈する。後述するハナユ (*C. hanaju*) や

ヒュウガナツ (*C. tamurana*) の種子では、アグリコンとしてはリモニン、ノミリン、オバクノン、デアセチルノミリンが、配糖体としてはその17-O- β -D-グルコシドが主に検出されている。なお、ハナユとヒュウガナツは、静岡県ではそれぞれ花ユズ、ニューサマーオレンジの名称で、伊豆の特産品として親しまれている。それぞれの果実の外観と一般的な部位を図1に示す。

著者らは、静岡県産ハナユの果皮、中果皮、果肉中の β -カロテン、 β -クリプトキササンチンおよびオーラプテン含量について、それぞれ高速液体クロマトグラフィー法を用いて測定した³⁾。その結果、いずれの成分も果皮と中果皮に多く含まれ、特に果皮における含量が高く、ハナユのフラベドの明るい黄色は主にオーラプテンに由来するものと考えられた。これらの脂溶性成分の果皮と中果皮における含量の合計は、果実全体での含量の約82%に相当した。

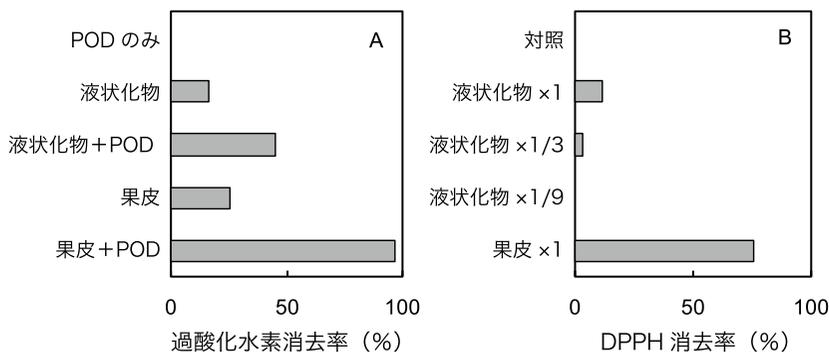
以上のように、カンキツ類では一般に食用としない果皮や中果皮に多くの保健作用を示す成分があるため、その摂取方法に工夫が必要である。また、カンキツ類の生葉の多くにその未熟果が用いられていることから、生産または結実調整のために大量に摘果している未熟果を、保健用食品素材として有効利用する方法についても考える必要があるものと思われる。

2. 抗酸化作用

カンキツ類の果実には、脂溶性と水溶性の様々な抗酸化成分が豊富に含まれていることが知られている⁴⁾。カンキツ類に含まれる抗酸化成分としては、カロテノイド類やフラボノイド類、ポリフェノール類、クマリン類等がある。果皮にはカロテノイドの β -カロテンや β -クリプトキサンチン、ポリフェノールのクロロゲン酸、クマリンのオーラプテン、さらにはトコフェロール等が含まれている。カンキツ類の未熟果の果皮からも、ポリフェノールの没食子酸、プロトカテキユ酸、3,4-ジカフェオイルキナ酸といった強い抗酸化成分が検出されている⁵⁾。中果皮の抗酸化成分としては、フラバノン配糖体のヘスペリジン、ポリメトキシフラボンのノビレチン、フラバノン配糖体のエリオシトリンをはじめとするフラボノイド類が挙げられる⁶⁾。エリオシトリンには、ラット肝臓の酸化傷害防止効果も認められている⁷⁾。ハッサク (*C. hassaku*) の未熟果が示すスーパーオキシドアニオンラジカル ($O_2^{\cdot-}$) などの活性酸素や 1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) ラジカルを消去する能力といった抗酸化作用には、フラバノン配糖体であるナリンギ

ンとネオヘスペリジンが関与している⁸⁾。また、ハナユの種子中に存在するイーチャンジンなどのリモノイド類のアグリコンには、抗酸化性酵素であるグルタチオン S-トランスフェラーゼ活性の誘導作用が見られる^{9,10)}。

著者らは、ハナユの果皮、中果皮、果肉の水抽出液について、過酸化水素をはじめとする様々な過酸化物の消去能を持つ抗酸化酵素、ペルオキシダーゼ (POD) に対する基質としての活性を測定した。また、これらの試料について DPPH ラジカルを消去する能力も測定した³⁾。その結果、ハナユの果皮、中果皮、果肉のいずれにおいても、POD との共存で過酸化水素消去活性の上昇が見られた。特に、外果皮と中果皮でその作用が強かった。POD の過酸化物消去作用には、適当な電子供与体が共存する必要がある。口腔や胃内におけるその電子供与体は SCN^- や Cl^- とされているが、食品成分がその役割を果たすことができれば、より効率よく POD が機能することが期待できる。一方、これらの試料の DPPH ラジカルを消去する能力においても、果皮と中果皮で高い活性が見られた。それぞれの部位の重量 1g における DPPH ラジカルを消去する能力をトロロックス相当量で表すと、果皮で 53 $\mu\text{mol/g}$ 、中果皮で 50 $\mu\text{mol/g}$ 、果肉で 8.0 $\mu\text{mol/g}$ であった。これらの部位の抗酸化作用の強さは、



A, ペルオキシダーゼ (POD) による過酸化水素消去能の上昇作用 (試料濃度 5.0% (v/v)) ;
B, 1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) ラジカル消去作用 (試料濃度 6.7% (v/v)).

図2 ハナユ果実液状化物と果皮水抽出物の抗酸化作用

そのβ-カロテン、β-クリプトキサンチンおよびオーラプテン含量の高い順と一致していた。以上の結果から、ハナユは果実全体を摂取することが望ましいと考え、ハナユの果実から食品素材としての液状化物¹¹⁾を調製してその抗酸化作用を測定した。図2に示すように、ハナユの果実の液状化物も果実の各部位の水抽出物と同様に、PODとの共存下での過酸化水素消去能の上昇作用とDPPHラジカルの消去作用を示した。

動脈硬化や糖尿病、がんといった疾病には体内での酸化ストレスが関連していることから、その予防に抗酸化剤の摂取が有効であることが期待される。実際、抗酸化成分を含む食品には、これまでに様々な疾病や障害の改善に関する報告がある。カンキツ類の果実中の抗酸化成分でみると、フラボノイド類やオーラプテンには、循環器障害抑制作用がある^{12,13)}。抗がん作用を示す成分としては、RB遺伝子などのがん抑制遺伝子の発現を促進するβ-クリプトキサンチン¹⁴⁾、がん細胞のアポトーシス誘導¹⁵⁾やベンツピレンの代謝阻害¹⁶⁾、骨髄性白血病由来細胞の分化誘導¹⁷⁾といった作用を持つフラボノイド類、がん細胞の浸潤や転移抑制作用を持つポリメトキシフラボン類^{18,19)}、発がん抑制作用が報告されているリモノイド配糖体^{9,20)}やクマリンのオーラプテン²¹⁾等がある。このような疾病の抑制だけでなく、ユズ(*C. junos*)の種子エキスは、クエン酸や酒石酸などの有機酸やビタミンC、リモニンといったリモノイド等を多く含んでいることから、疲労回復や痛みの緩和に効果があるとされている。また、同エキスは血行促進作用、メラノーマ細胞によるメラニン生成の抑制による美肌作用、さらにはヒトの疑似皮膚細胞における皮膚ターンオーバーの促進作用を示すことから、美容にも良い効果が期待できる²²⁾。同様の効果として、ポリメトキシフラボンのノビレチンやフラバノン配

糖体のナリンギンとネオヘスペリジンに、皮膚のメラニン色素生成に関わるチロシナーゼ活性の阻害作用や褐色皮膚への紫外線照射による色素沈着を抑制する作用があることが知られている^{2,8,23)}。

3. 脂質代謝に対する作用

メタボリックシンドロームは、心血管障害のリスクファクターとして問題視されており、内臓脂肪の蓄積を基盤として脂質代謝異常や高血圧症、耐糖能異常等の疾病が重複して発症している状態を示す。シークワサー(*C. depressa*)やウンシュウミカンには、血糖上昇抑制作用や耐糖能の改善作用が認められる¹⁴⁾。また、ヘスペリジンやナリンギンといったフラバノン類の配糖体には、血中コレステロール低下作用などの脂質代謝改善作用がある²⁴⁾。イヨカン(*C. iyo*)やウンシュウミカン、シークワサー等には、アディポサイトカインが関与する脂肪分解作用も見られ^{14,25)}、これらの作用は肥満やメタボリックシンドロームの予防に有効であると思われる。

ところで、グレープフルーツ(*C. paradisi*)の精油の匂い刺激が自律神経系に作用し、ラットにおける白色脂肪組織、褐色脂肪組織および副腎を支配する交感神経の促進と、胃を支配する副交感神経の抑制が起こることにより、脂肪分解と熱産生が亢進されるとともに摂食量と体重が減少するという報告がある²⁶⁾。この作用には、脱共役タンパク質1(UCP1)の活性化が関連するものと考えられ²⁷⁾、有効成分としてはグレープフルーツ精油の主成分であるリモネンが挙げられている。このような効果は匂い刺激の場合のみに現れ、グレープフルーツの果実を摂取した場合には逆に副交感神経が促進されるようである。そこで、著者らもグレープフルーツ精油の匂い刺激のマウスに対する同作用につ

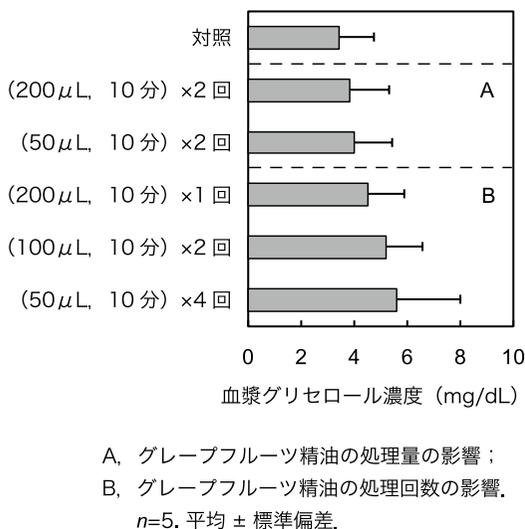


図3 グレープフルーツ精油の匂い刺激のマウス血漿グリセロール濃度に対する影響

いて、その匂い刺激の強さと時間の影響を検討した²⁸⁾。市販のグレープフルーツ精油の匂い刺激を、週3回、3週間マウスに与えたところ、1度の処理量が多い方が飼料摂取量や体重の増加量をより抑制する傾向が見られた。しかし、脂質分解能の指標としての血漿グリセロール濃度は、処理量が少ない方がわずかに高まる傾向が見られた(図3)。グレープフルーツ精油の処理量を一定にした場合には、1回で処理するより4回に分けて少しずつ処理した方が、飼料摂取量と体重の増加量の抑制作用および血漿グリセロール濃度の上昇作用が、より高まる傾向が見られた。このことから、グレープフルーツ精油の匂い刺激の方法を工夫することにより、その肥満防止作用を高めることができる可能性が示唆された。

4. 抗胃炎作用

近年、食習慣を含む生活様式の変化に伴い、消化管潰瘍といった炎症性の疾患が増加している²⁹⁾。胃液や消化酵素等により傷害された

粘膜組織に浸潤したマクロファージや好中球は、NOやO₂⁻・といった活性酸素を産生し炎症を引き起こす。また、シクロオキシゲナーゼ(COX)やリポキシゲナーゼ(LOX)といった酸化酵素により産生される、アラキドン酸の代謝物であるプロスタグランジン類やリューコトリエン類も、白血球を遊走することで炎症を誘起する。カンキツ類の果実には、前述のように抗酸化成分が多く含まれていることに加え、COXやLOXの活性を阻害する作用があることが知られている。この作用を示す成分は、主に果皮のフラベドの油胞や中果皮に存在する³⁰⁾。ポンカン(*C. reticulata*)の果皮中のLOX阻害成分は、フェニルプロパノイドの4-O-フェルロイル-5-O-カフェオイルキナ酸メチルおよび4-O-フェルロイル-5-O-カフェオイルキナ酸であるが、ルミー(*C. lumia*)の果皮中のLOX阻害成分は、フラバノン配糖体のエリオシトリンである。抗炎症作用を示す成分としては、フラバノン配糖体のアグリコンであるナリングニンやヘスペレチン²⁴⁾、クマリンのオーラプテン³¹⁾の報告もある。その他、カンキツ類の果実成分として、ポリメトキシフラボンのノビレチンやタンゲレチンが関節リウマチや関節破壊症におけるマトリックスメタロプロテアーゼの産生阻害作用³²⁾、グレープフルーツ精油中のセスキテルペンケトンとして知られるヌートカトンやウンシュウミカン中のバクタケトン配糖体であるシトロサイドA, Bが抗潰瘍作用^{5,33)}を示す。

著者らは、静岡県産のハナユ、ヒュウガナツおよびキンカン(*Fortunella japonica*)の果実の液状化物の経口投与が、寒冷拘束ストレス負荷マウスにおける胃炎に与える影響について検討した³⁾。いずれの試料を用いた場合も、100または200mg/kg体重の投与量では胃壁の出血が有意に抑制された(図4)。さらに、ハナユの果実を果皮、中果皮、果肉に分けてその液状化

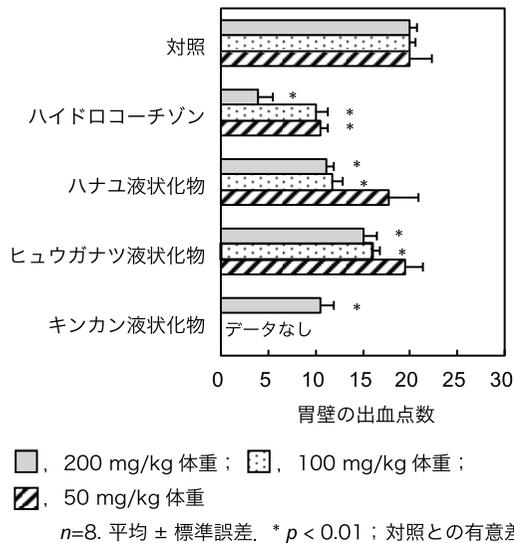


図4 カンキツ類果実の液状化物のマウスストレス性胃炎抑制作用

物と水抽出物について同様の検討を行ったところ、寒冷拘束ストレスによるマウス胃壁の出血は、果皮の液状化物と中果皮の水抽出物の経口投与で強く抑制された。また、胃炎を発症したマウスの胃の過酸化脂質レベルは健常マウスより高かったが、果皮や中果皮の試料を投与したマウスでは有意に低下した。これらのことから、寒冷拘束ストレスで誘発されるマウスの胃炎の発症に酸化ストレスが関連しており、ハナユ等の果実の果皮および中果皮に存在するβ-クリプトキサンチンやβ-カロテン、オーラプテン、フラボノイド類といった抗酸化剤やLOX活性阻害剤が、その抗胃炎効果に寄与しているものと考えられる。

COXおよびLOXによりアラキドン酸から生成するプロスタグランジン類やリューコトリエン類の中には、血小板凝集作用や血管収縮作用を持つものがあることから、COXやLOXの活性を阻害することは血栓症および動脈硬化症の発生の抑制につながるものと期待される。また、フラバノン配糖体のヘスペリジンには、毛細血管強化作用(ビタミンP作用)も認められる⁵⁾。

5. 抗アレルギー作用

プロスタグランジン類やリューコトリエン類といったアラキドン酸代謝物には、炎症や気管支収縮を起こすものがあり、カンキツ類の果実に含まれるCOX, LOX活性阻害剤あるいは抗酸化剤は、アレルギー性疾患の予防にも有用と考えられる。実際に、カンキツ類の未熟果の50%エタノール抽出物がI, II, IV型のアレルギーに対して抑制作用を示すことが報告されている³⁴⁾。I型アレルギーはアナフィラキシー型と呼ばれ、代表的なものとして花粉症がある。II型アレルギーは細胞溶解型と呼ばれ、溶血性貧血などが知られている。IV型アレルギーはツベルクリン型と呼ばれ、接触性皮膚炎などがある。ウンシュウミカンとハッサクの未熟果中の抗アレルギー成分としては、フラバノン配糖体のナリンギン、ヘスペリジン、ネオヘスペリジ

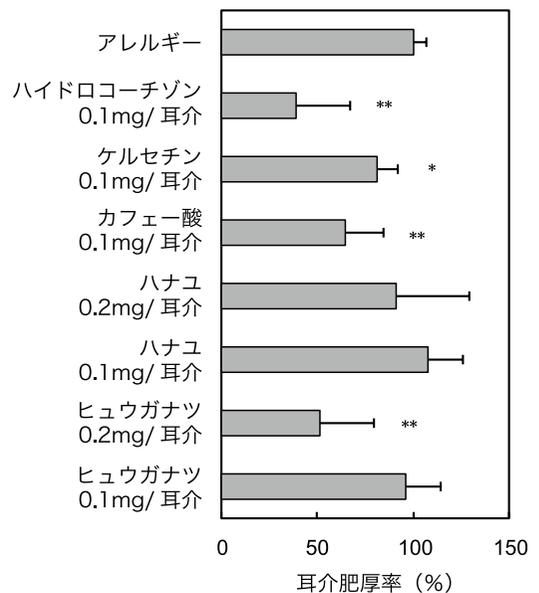


図5 カンキツ類果実の液状化物のマウスIV型アレルギー抑制作用

ンが挙げられる^{35,36)}。また、クマリンのオーラプテンには、免疫反応を穏やかにする作用があることも知られている³⁷⁾。

著者らは、オキサゾロン誘発耳介浮腫によるIV型アレルギーのマウスモデルを用いて、静岡県産のハナユおよびヒュウガナツの果実の液状化物について、0.1 または 0.2 mg/耳介の量を経皮投与した場合の効果を検討した。ハナユの液状化物では明確な抗アレルギー作用が見られなかったが、ヒュウガナツの液状化物を 0.2 mg/耳介投与した場合に、有意な抗アレルギー作用が認められた(図5)。カンキツ類の果皮や中果皮に含まれることが知られている、ポリフェノール配糖体のアグリコンであるケルセチンとカフェー酸は、いずれも 0.1 mg/耳介の投与量で抗アレルギー作用を示した。

6. リモネンの抗ストレス作用

カンキツ類の果皮中に含まれる揮発性成分のテルペンとして知られる *d*-リモネンや α -ピネンには、ストレスに対する抑制作用やリラックス作用があるとされている³⁸⁾。また、ユズ種子エキス中のリモノイドであるリモニンにも、リラックス作用が期待されている²²⁾。このうちリモネンについてはよく研究されており、この化合物は樹木が傷ついた際に発するフィトンチッドとしても知られている。フィトンチッドのような森林の芳香は、ストレスを緩和するリラックス効果を示すようである。実際、リモネンには、ラットの喘息モデルで気管支閉塞を予防して炎症を抑制する³⁹⁾、マウスのロータロッドテストで筋肉を弛緩させる、高濃度でバルビツール酸による睡眠時間の延長を起こす、鎮静作用と弱い抗不安作用が認められる⁴⁰⁾といった報告がある。

著者らは、寒冷ストレス負荷時のマウス血漿におけるストレスホルモンの一つであるコルチ

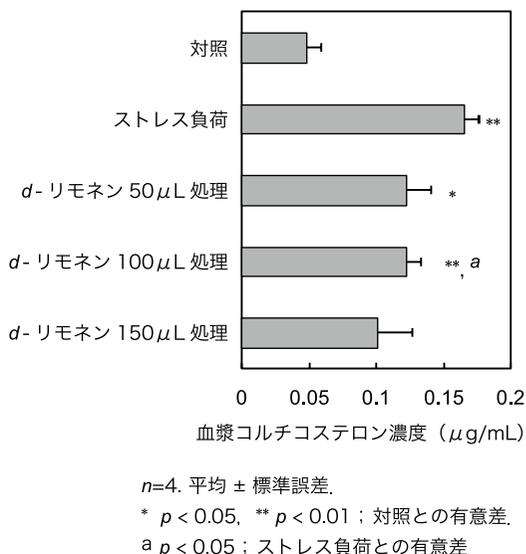


図6 寒冷ストレスを負荷したマウスの血漿コルチコステロン濃度に対する *d*-リモネン処理の影響

コステロン量の増加に対する、リモネンの影響を検討した⁴¹⁾。マウスに 4℃、30 分間の寒冷ストレスを 1 回負荷した場合、マウス血漿中のコルチコステロン濃度は、対照群の約 3.4 倍に上昇した。*d*-リモネンの 50, 100, 150 μL / ケージ (約 11 L) の雰囲気中で同様の寒冷ストレスを負荷した場合には、リモネンの処理量に依存してマウス血漿中のコルチコステロン濃度が低下する傾向が見られた(図6)。従って、リモネンの吸入には、マウスの寒冷ストレスに対する抑制作用があることが示唆された。「香り」によるストレス緩和作用やリラックス効果のメカニズムについては、「香り」の分類とその定量化の困難さや嗅覚疲労といった問題があり、現在のところ十分に解明されていない。しかし、嗅覚は内分泌系の中樞である視床下部と密接な関係があるとされているため、リモネンは視床下部に作用することで副腎皮質ホルモンであるコルチコステロンの分泌を抑制するとともに、身体の緊張状態を緩和する可能性が考えられる。また、リモネンの化学構造中には二重

結合があるために酸化を受け易く、活性酸素の消去能^{42, 43)}やラットの食道と結腸のグルタチオンペルオキシダーゼ活性を高める⁴⁴⁾といった抗酸化作用を示す。体内酸化ストレスに対するこうしたリモネンの抗酸化作用や抗炎症作用^{39, 43)}も、そのストレス抑制作用に關与しているものと予想される。

その他、リモネンには様々な作用があることが知られている。近年、リモネンの化学構造がスチレンモノマーに類似していることから、スチロール樹脂を溶解する天然の溶剤として注目されている。ヒトにおいても、フラボノイドなどの薬剤の皮膚からの取り込みを促進し、その光保護活性を促進するという報告がある⁴⁵⁾。リモネンにはラットの乳がん⁴⁶⁾やマウスの肺がん⁴⁷⁾を抑制する効果があり、その代謝産物であるペリリル酸やジヒドロペリリル酸の関与が指摘されている⁴⁸⁾。また、リモネンはフィトンチッドとして細菌やカビ、寄生虫の増殖を抑制する効果もある⁴⁹⁻⁵¹⁾。

おわりに

ここまで、カンキツ類の果実の保健作用について、著者がこれまでに行ってきた研究の成果を交えて紹介してきたが、この他にもオーラプテンの抗寄生虫作用⁵²⁾、抗菌作用、抗カビ作用⁵³⁾や、 β -クリプトキサンチンの骨粗鬆症予防作用⁵⁴⁾等が知られている。また、果実ではないが、カンキツ類の剪定枝葉から得られる精油はプチグレンと呼ばれ、香料として利用さ

れている。主な成分は、 β -ピネン、リモネン、 γ -テルピネン、*p*-シメン、リナロール、酢酸リナリル等である。枝葉には、フラバノン配糖体のヘスペリジンやバツタケトン配糖体のシトロサイド A, B も含まれている⁵⁾。ヒトへの効果以外では、リモノイドアグリコンの昆虫類に対する摂食抑制作用⁵⁵⁾やバツタケトンのアリに対する麻痺作用⁵⁾がある。ヒトにおけるその安全性については、世界中での過去の豊富な食習慣によって確認できる場所である。しかしながら、リンゴダイエットやグレープフルーツダイエットのように、減量のために単品のみを摂取するような極端に偏った食事を続けることは、カンキツ類に限らず体調不良を起こす可能性が指摘されていることから⁵⁶⁾、摂取する栄養のバランスについては十分に考慮する必要があるものと思われる。また、グレープフルーツ等の一部のカンキツ類に含まれるフラノクマリンは、小腸上皮や肝臓での薬物代謝酵素 P-450 の一つである CYP3A4 の活性を阻害することから、この酵素で代謝される薬物と同時に摂取すると、その薬物の吸収や蓄積が高まって有害作用が出やすいことがよく知られている⁵⁷⁾。降圧剤のフェロジピン、狭心症治療薬ニフェジピン、抗血栓剤シロスタゾール、催眠沈静剤トリアゾラムなど、多くの薬物の服用時に注意が必要である。これらの点に注意すれば、カンキツ類の果実は多面的な生理作用を持ち、有用な保健食品の素材であると考えられる。

..... 文 献

- 1) 星野宗広, 後藤元信, 佐々木 満: 和柑橘類の歴史的概括論 . *FFI Journal* **209**: 880-892. 2004
- 2) C. Zhang, Y. Lu, L. Tao, *et al.*: Tyrosinase inhibitory effects and inhibition mechanisms of nobiletin and hesperidin from citrus peel crude extracts. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* **22**: 83-90. 2007
- 3) K. Yoshino, T. Nakayama, K. Sugiyama, *et al.*: Inhibitory effects of Hana-yuzu (*Citrus hanaju*) on mouse stress-induced gastritis and its antioxidative activities. *J. Technology and Education* **17**: 7-15. 2010
- 4) 小川一紀: 柑橘に含まれる抗酸化成分 . 果実日本 **52**: 71-73. 1997
- 5) 上野 明: 柑橘類の成分と利用に関する研究 . *FFI Journal* **157**: 46-53. 1993
- 6) Y. Miyake, K. Yamamoto, T. Osawa: Isolation of eriocitrin (eriodictyol 7-rutinoside) from lemon fruit (*Citrus limon* BURM. f.) and its antioxidative activity. *Food Sci. Technol. Int. Tokyo* **3**: 84-89. 1997
- 7) K. Minato, Y. Miyake, S. Fukumoto, *et al.*: Lemon flavonoid, eriocitrin, suppresses exercise-induced oxidative damage in rat liver. *Life Sci.* **72**: 1609-1616. 2003
- 8) K. Itoh, N. Hirata, M. Masuda, *et al.*: Inhibitory effects of *Citrus hassaku* extract and its flavanone glycosides on melanogenesis. *Biol. Pharm. Bull.* **32**: 410-415. 2009
- 9) E. G. Miller, R. Fanous, F. R. Hidalgo, *et al.*: The effect of citrus limonoids on hamster buccal pouch carcinogenesis. *Carcinogenesis* **10**: 1535-1537. 1989
- 10) L. K. T. Lam, S. Hasegawa: Inhibition of benzo[a]pyrene-induced forestomach neoplasia in mice by citrus limonoids. *Nutr. Cancer* **12**: 43-47. 1989
- 11) 芳野恭士, 古賀邦正, 中山鷹秀, 他: 花ユズの新規加工技術と機能性評価 . 産学官連携テクノフォーラム予稿集, 東海大学開発工学部産学連絡協議会, pp.12-14. 2006
- 12) M. G. L. Hertog, E. J. M. Feskens, D. Kromhout, *et al.*: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* **342**: 1007-1011. 1993
- 13) L. Liu, Y. Cheng, H. Zhang: Phytochemical analysis of anti-atherogenic constituents of Xue-Fu-Zhu-Yu-Tang using HPLC-DAD-ESI-MS. *Chem. Pharm. Bull.* **52**: 1295-1301. 2004
- 14) 矢野昌充: β -クリプトキサンチンによる健康増進に関する最近の研究 . *FFI Journal* **212**: 557-563. 2007
- 15) A. Murakami, W. Kuki, Y. Takahashi, *et al.*: Auraptene, a citrus coumarin, inhibits 12-O-Tetradecanoylphorbol-13-acetate-induced tumor promotion in ICR mouse skin, possibly through suppression of superoxide generation in leukocytes. *Jpn. J. Cancer Res.* **88**: 443-452. 1997
- 16) Y. L. Liu, D. K. Ho, J. M. Cassidy, *et al.*: Isolation of potential cancer chemopreventive agents from *Eriodictyon californicum*. *J. Nat. Prod.* **55**: 357-363. 1992
- 17) S. Sugiyama, K. Umehara, M. Kuroyanagi, *et al.*: Studies on the differentiation inducers of myeloid leukemic cells from *Citrus* species. *Chem. Pharm. Bull.* **41**: 714-719. 1993
- 18) A. Minagawa, Y. Otani, T. Kubota, *et al.*: The citrus flavonoid, nobiletin, inhibits peritoneal dissemination of human gastric carcinoma in SCID mice. *Jpn. J. Cancer Res.* **92**: 1322-1328. 2001
- 19) T. Sato, L. Koike, Y. Miyata, *et al.*: Inhibition of activator protein-1 binding activity and phosphatidylinositol 3-kinase pathway by nobiletin, a polymethoxy flavonoid, results in augmentation of tissue inhibitor of metalloproteinases-1 production and suppression of production of matrix metalloproteinases-1 and -9 in human fibrosarcoma HT-1080 cells. *Cancer Res.* **62**: 1025-1029. 2002
- 20) E. G. Miller, A. P. Gonzales-Sanders, A. M. Couvillon, *et al.*: Inhibition of hamster buccal pouch carcinogenesis by limonin 17- β -d-glucopyranoside. *Nutr. Cancer*, **17**: 1-7. 1992
- 21) K. Sakata, A. Hara, Y. Hirose, *et al.*: Dietary supplementation of the citrus antioxidant auraptene inhibits N,N-diethylnitrosamine-induced rat hepatocarcinogenesis. *Oncology* **66**: 244-252. 2004
- 22) 菊池光倫: 果物由来天然素材の組み合わせによる総合的な美容作用 . *Fragrance Journal* **2010-9**: 60-64. 2010
- 23) K. Sasaki, F. Yoshizaki: Nobiletin as a tyrosinase inhibitor from the peel of Citrus fruit. *Biol. Pharm. Bull.* **25**: 806-808. 2002
- 24) H. K. Kim, T. S. Jeong, M. K. Lee, *et al.*: Lipid-lowering efficacy of hesperetin metabolites in high-cholesterol fed

- rats. *Clin. Chim. Acta* **327**: 129-137. 2003
- 25) T. Tsujita, T. Takaku: Lipolysis induced by segment wall extract from Satsuma mandarin orange (*Citrus unshu* Mark). *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **53**: 547-551. 2007
 - 26) 永井克也: 嗅覚刺激の自律神経と生理機能に与える影響. 日本味と匂学会誌 **13**: 157-168. 2006
 - 27) G. Argyropoulos, M. E. Harper: Uncoupling proteins and thermoregulation. *J. Appl. Physiol.* **92**: 2187-2198. 2002
 - 28) 芳野恭士, 岸 由紀乃, 後藤はるな: *Citrus paradisi* Macf. 香気成分のマウス脂質代謝に対する影響. 沼津高専研究報告 **45**: 351-354. 2011
 - 29) N. Inatomi, I. Murakami, S. Asano, *et al.*: Effects of intravenous lansoprazole on acute gastric mucosal lesions and acid secretion. *Folia Pharmacol. Jpn.* **108**: 333-343. 1996
 - 30) 野方洋一: カンキツ果実の機能性成分の検索とその有効利用に関する研究. 近中四農研報 **5**: 19-84. 2005
 - 31) A. Murakami, Y. Nakamura, T. Tanaka, *et al.*: Suppression by citrus auraptene of phorbol ester- and endotoxin-induced inflammatory responses: role of attenuation of leukocyte activation. *Carcinogenesis* **21**: 1843-1850. 2000
 - 32) J. Ishiwa, T. Sato, Y. Mimaki, *et al.*: A citrus flavonoid, nobiletin, suppresses production and gene expression of matrix metalloproteinase 9/gelatinase B in rabbit synovial fibroblasts. *J. Rheumatol.* **271**: 20-25. 2000
 - 33) 川口敦弘, 李育浩, 玉井洋進, 他: ヤクチの抗潰瘍作用. 和漢医薬学会大会要旨集 **7**: 192. 1990
 - 34) M. Kubo, M. Yano, H. Matsuda: Pharmacological study on citrus fruits. I. Anti-allergic effect of fruit of *Citrus unshiu* Markovich (1). *Yakugaku Zasshi* **109**: 835-842. 1989
 - 35) H. Matsuda, M. Yano, M. Kubo, *et al.*: Pharmacological study on citrus fruits. II. Anti-allergic effect of fruit of *Citrus unshiu* Markovich (2) on flavonoid components. *Yakugaku Zasshi* **111**: 193-198. 1991
 - 36) K. Itoh, M. Masuda, S. Naruto, *et al.*: Antiallergic activity of unripe *Citrus hassaku* fruits extract and its flavanone glycosides on chemical substance-induced dermatitis in mice. *J. Nat. Med.* **63**: 443-540. 2009
 - 37) T. Tanaka, H. Sugiura, R. Inaba, *et al.*: Immunomodulatory action of citrus auraptene on macrophage functions and cytokine production of lymphocytes in female BALB/c mice. *Carcinogenesis* **20**: 1471-1476. 1999
 - 38) 平松 靖, 森川 岳, 恒次祐子, 他: ヒノキチップ畳のダニ防除効果と木材の香り成分の人へのリラックス効果. 森林総合研究所平成 16 年度研究成果選集: 50-51. 2005
 - 39) E. Keinan, A. Alt, G. Amir, *et al.*: Natural ozone scavenger prevents asthma in sensitized rats. *Bioorg. Med. Chem.* **13**: 557-562. 2005
 - 40) T. G. B. do Vale, E. C. Furtado, J. G. Santos, *et al.*: Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. *Phytomedicine* **9**: 709-714. 2002
 - 41) 芳野恭士, 植松宏章, 山下祐司, 他: マウスの寒冷ストレスに対する *d*-リモネンの抑制効果. 沼津高専研究報告 **42**: 249-253. 2008
 - 42) 野崎 豊: ストレスが与える心身への影響とアロマテラピーの効用. *Aromatopia* **14**: 5-12. 2005
 - 43) M. C. Souza, A. C. Siani, M. F. Ramos, *et al.*: Evaluation of anti-inflammatory activity of essential oils from two Asteraceae species. *Pharmazie* **58**: 582-586. 2003
 - 44) E. M. van Lieshout, M. P. Ekkel, M. M. Bedaf, *et al.*: Effects of dietary anticarcinogens on rat gastrointestinal glutathione peroxidase activity. *Oncol. Rep.* **5**: 959-963. 1998
 - 45) A. Saija, A. Tomaino, D. Trombetta, *et al.*: Influence of different penetration enhancers on in vitro skin permeation and in vivo photoprotective effect of flavonoids. *Int. J. Pharm.* **175**: 85-94. 1998
 - 46) S. K. Chander, A. G. Lansdown, Y. A. Luqmani, *et al.*: Effectiveness of combined limonene and 4-hydroxyandrostenedione in the treatment of NMU-induced rat mammary tumours. *Br. J. Cancer* **69**: 879-882. 1994
 - 47) H. Witschi: Successful and not so successful chemoprevention of tobacco smoke-induced lung tumors. *Exp. Lung Res.* **26**: 743-755. 2000
 - 48) P. L. Crowell, S. Lin, E. Vedejs, *et al.*: Identification of metabolites of the antitumor agent *d*-limonene capable of inhibiting protein isoprenylation and cell growth. *Cancer Chemother. Pharmacol.* **31**: 205-212. 1992
 - 49) R. di Pasqua, N. Hoskins, G. Betts, *et al.*: Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media. *J. Agric. Food*

Chem. **54**: 2745-2749. 2006

- 50) B. Mizrahi, L. Shapira, A. J. Domb, *et al.*: Citrus oil and MgCl₂ as antibacterial and anti-inflammatory agents. *J. Periodontol.* **77**: 963-968. 2006
- 51) S. Erazo, C. Delporte, R. Negrete, *et al.*: Constituents and biological activities of *Schinus polygamus*. *J. Ethnopharmacol.* **107**: 395-400. 2006
- 52) H. B. Napolitano, M. Silva, J. Ellena, *et al.*: Auraptene, a coumarin with growth inhibition against *Leishmania major* promastigotes. *Braz. J. Med. Biol. Res.* **37**: 1847-1852. 2004
- 53) S. Genovese, F. Epifano: Auraptene: a natural biologically active compound with multiple targets. *Curr. Drug Targets* **12**: 381-386. 2011
- 54) M. Yamaguchi: β -Cryptoxanthin and bone metabolism: the preventive role in osteoporosis. *J. Health Sci.* **54**: 356-369. 2008
- 55) A. R. Alford, J. A. Cullen, R. H. Stoch, *et al.*: Antifeedant activity of limonin against the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* **80**: 575-578. 1987
- 56) 吉田俊秀: 誤った減量法の危険性. *Medicina* **42**: 288-289. 2005
- 57) 矢澤一良: 食品の安全性を考えるー機能的食品素材と薬の相互作用ー. *食品と容器* **46**: 668-673. 2005

ドクダミの抗肥満作用

宮田 光義^{*1} 矢澤 一良^{*2}

^{*1}MIYATA Mitsuyoshi (金沢大学医薬保健研究域 脳・肝インターフェースメディシン研究センター)

^{*2}YAZAWA Kazunaga (東京海洋大学「食の安全と機能 (ヘルスフード科学) に関する研究」プロジェクト (特任教授))

KeyWords：ドクダミ・肥満・内臓脂肪上昇抑制・血中脂質量上昇抑制・血糖値上昇抑制

近年、不規則な食生活や運動不足により肥満者が増加している。厚生労働省が実施した平成22年度の国民健康栄養調査によると、日本の成人の約4人に1人が肥満であるとされる¹⁾。肥満、特に内臓脂肪型肥満は脂肪細胞から分泌されるアディポサイトカインと呼ばれる生理活性物質の分泌バランスを崩壊させ、これがメタボリックシンドローム発症の引き金となる^{2,3)}。さらに、その症状が悪化すると、動脈硬化性疾患の発症リスクが高まるため⁴⁻⁷⁾、肥満を予防・改善することが非常に重要である。そこで、肥満を予防・改善する食品素材の探索を行ったところ、ドクダミにその作用を見出すことができた。

ドクダミ (*Houttuynia cordata* Thunb.) は、ドクダミ科ドクダミ属の植物で、日本、中国、韓国の東アジアに広く分布している。ドクダミを天日干ししたものを十薬 (重薬) といい、伝統的な民間薬として用いられてきた。効能としては、利尿作用、抗菌作用、解毒作用がある⁸⁾。ドクダミにはクエルセチン、イソクエルセチン、ルチン等のフラボノイド⁹⁾ や、アリストラクタム B、ノルセファラジオン B、スペンディジン等のアルカロイドが含まれていることが報告されている¹⁰⁾。また、ドクダミの生理活性作用と

しては、抗酸化作用¹¹⁾、抗ウイルス作用¹²⁾、抗菌作用¹³⁾、血圧低下作用¹⁴⁾、抗炎症作用^{15,16)}が報告されている。このようにドクダミは古くからよく知られている植物であり、さまざまな生理活性に関する研究が行われてきたが、抗肥満作用に関する報告はされていなかった。我々は、*in vitro*ではなく、マウスを用いた*in vivo*のスクリーニングを行うことで、ドクダミに中性脂肪 (TG) 吸収抑制作用という新たな機能性の発見に成功した。

そこで、今回はドクダミの TG 吸収抑制作用、その作用メカニズムと活性成分、抗肥満作用について報告する。

1. 方法

1.1 ドクダミ熱水抽出物 (WEH) の調製

ドクダミは東京海洋大学品川キャンパス内で6月から8月にかけて採取した。抽出には葉の部分を用い、生葉の重量の10倍量 (v/w) の蒸留水で抽出した。100°Cで1時間の熱水抽出を行い、抽出液をろ過して、減圧濃縮と凍結乾燥によって、抽出物を得た。

1.2 TG 吸収抑制試験

6週齢、雄性のSlc:ddYマウスを標準飼料で

1週間予備飼育した後、24時間絶食させて実験を行った。平均体重がほぼ等しくなるように、コントロール群とサンプル投与群に群分けした ($n=8$)。コントロール群と、WEH 250 mg/kg 投与群、WEH 500 mg/kg 投与群、WEH 1,000 mg/kg 投与群の4群に分け、それぞれ蒸留水 (20 ml/kg)、WEH (250, 500, 1,000 mg/20 ml/kg) を強制経口投与した後、すぐにコーン油 (8 ml/kg) を強制経口投与した。投与開始直前 (0時間目) と投与開始後1時間おきに尾採血を8時間目まで行った。採血した血液は $1,400 \times g$ で1分間遠心分離した。血中TG値は、遠心分離して得られた血漿を用いて、トリグリセライドE-テストワコー (和光純薬) で測定した。吸収された総TG量の指標として、各群の経時的な血中TG値のグラフの曲線下面積 (AUC) を算出した。

1.3 遊離脂肪酸 (NEFA) 吸収抑制試験

上記と同様の方法でコントロール群、WEH投与群の2群に分けた ($n=8$)。

コントロール群、WEH投与群に、それぞれ蒸留水 (20 ml/kg)、WEH (1,000 mg/20 ml/kg) を強制経口投与した後、すぐにNEFAの一種であるオレイン酸 (8 ml/kg) を強制経口投与した。投与開始直前 (0時間目) と投与開始後1時間おきに尾採血を8時間目まで行った。得られた血液は $1,400 \times g$ で1分間遠心分離した。血中のTG値とNEFA値は遠心分離して得られた血漿を用いて、それぞれトリグリセライドE-テストワコーとNEFA C-テストワコー (和光純薬) を用いて測定した。

1.4 活性成分の分離と構造決定

15 gのWEHを50% MeOHに加えてよく攪拌させ、24時間室温で静置させた。減圧ろ過によって、50% MeOH可溶画分と不溶画分に分け、さらに、50% MeOH可溶画分に100% MeOHを加えて、同様にして、100% MeOH可溶画分と不溶画分に分けた。

また、100% MeOH可溶画分は、 H_2O で20 mg/mlに調製し、コスモシール75C₁₈-OPN (ナカライテクス株式会社) のオープンカラムによって分画した。 H_2O 、25% MeOH、100% MeOHを順に流して、それぞれのFr.をFr. S-1 ~ Fr. S-3とした。Fr. S-2は10% MeOHで100 mg/mlに調製し、HPLCによって分画した。HPLCのカラムはDevelosil RPARUEOUS-AR-5 (20 × 250 mm, 野村化学株式会社) を用いて、流速5.0 ml/min、展開溶媒10% MeOHの条件下で、2mlインジェクトした。分画は215 nmの検出により行い、ピークに基づいて、Fr. S-2-1 ~ Fr. S-2-4に分けた。

Fr. S-2-3は各種分析機器によって、MSやNMRのデータをもとに、活性成分の構造を決定した。

1.5 高脂肪食摂取肥満マウスを用いた抗肥満試験

4週齢、雌性Slc:ddYマウスを標準食で1週間予備飼育した後、各群平均体重がほぼ等しくなるように、群分けを行った。飼料はAIN-93Mを基準にして、標準食は4%の牛脂を、高脂肪食は40%の牛脂を含むように作製した¹⁷⁾。WEHの抗肥満試験では、標準食群、高脂肪食群、1%WEHを含む高脂肪食群、2%WEHを含む高脂肪食群の4群に分けた。体重と食餌摂取量の測定は週に2回行い、77日間飼育した。

2. 結果

2.1 WEHのTG吸収抑制作用

TG吸収抑制作用の確認を行うため、WEHの投与量を250, 500, 1,000 mg/kgに設定して、コーン油負荷時のマウスの血中TG値を測定した。WEH 250, 500, 1,000 mg/kg投与群はコントロール群と比較して、それぞれ投与後2, 3時間目、1 ~ 3時間目、1 ~ 4時間目にかけて、有意に血中TG値の上昇が抑制された (Data

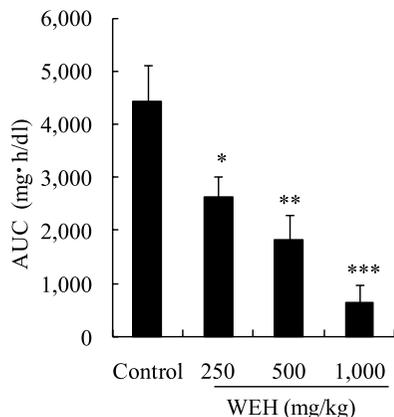


Fig. 1 コーン油負荷時におけるドクダミ熱水抽出物(WEH)の総中性脂肪(TG)吸収量に及ぼす影響

コントロール (Control) 群と、WEH 250 mg/kg 投与群、WEH 500 mg/kg 投与群、WEH 1,000 mg/kg 投与群の4群に分け、それぞれ蒸留水、あるいは、WEHを強制経口投与した後、すぐにコーン油 (8 ml/kg) を強制経口投与した。投与開始後、経時的に採血を行い、遠心分離を行って得られた血漿から血中TG値を測定した。吸収された総TG量の指標として、各群の経時的な血中TG値のグラフから曲線下面積 (AUC) を算出した。各値は平均値±標準誤差で示した ($n=8$)。

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.005$ vs. Control.

not shown)。また、AUCにおいても、すべてのWEH投与群は、コントロール群と比較して、有意に低値を示した (Fig. 1)。

2.2 WEHのTG吸収抑制作用のメカニズム

次に、WEHのTG吸収抑制作用のメカニズムを解明するため、まずはWEHが膵リパーゼ活性に及ぼす影響について確認した。その結果、15.63 ~ 1,000 $\mu\text{g/ml}$ のWEHの終濃度の範囲で膵リパーゼ活性に変化がみられなかった (Data not shown)。そこで、オレイン酸負荷時におけるマウスの血中NEFA値とTG値に及ぼすWEHの影響を確認したところ、WEH 1,000 mg/kg投与群は、コントロール群と比較して、オレイン酸負荷時における血中のNEFA値とTG値の上昇を、それぞれ投与後1~3, 8時間目と1~4, 8時間目で有意に抑制した (Fig. 2)。また、マウスの腸管内にオレイン酸を注入した時、腸管内に残存するNEFA量に及ぼすWEHの影響について確認した。WEH注入群はコントロール群と比較して、オレイン酸注入時における腸管内残留NEFA量が有意に高値を示した (Data not shown)。

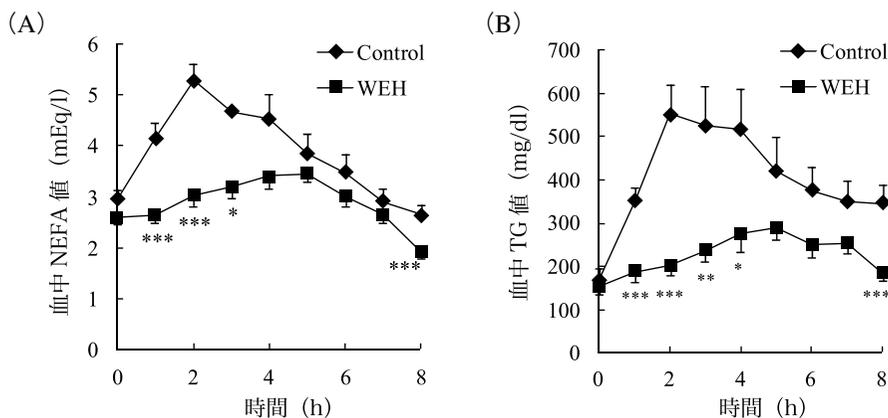


Fig. 2 オレイン酸負荷時におけるドクダミ熱水抽出物 (WEH) の血中遊離脂肪酸 (NEFA) 値 (A) と血中中性脂肪 (TG) 値 (B) に及ぼす影響

コントロール (Control) 群と WEH 投与群の2群に分け、それぞれ蒸留水、あるいは、WEH 1,000 mg/kg を強制経口投与した後、すぐにオレイン酸 (8 ml/kg) を強制経口投与した。投与開始後、経時的に採血を行い、遠心分離を行って得られた血漿から血中のTG, NEFA値を測定した。各値は平均値±標準誤差で示した ($n=8$)。

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.005$ vs. Control.

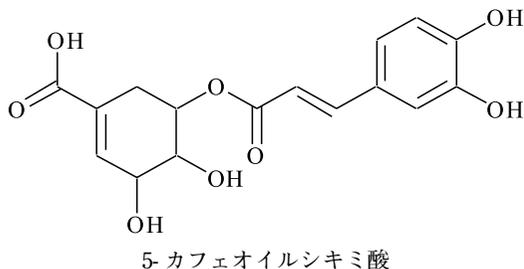


Fig. 3 ドクダミ熱水抽出物 (WEH) に含まれる遊離脂肪酸 (NEFA) 吸収抑制成分

2.3 NEFA 吸収抑制成分の構造決定

また、NEFA 吸収抑制作用が確認された画分をオレイン酸負荷試験で追跡したところ、最終的に Fr. S-2-1 (収率 1.4%) と Fr. S-2-3 (収率 0.8%) にその活性が確認された。Fr. S-2-1 と Fr. S-2-3 の活性を比較したところ、後者の NEFA 吸収抑制作用の方が強力であった。そこで、Fr. S-2-3 を各種分析機器によって活性成分の構造決定を試みたところ、5-カフェオイルシキミ酸であることがわかった (Fig. 3)。

2.4 WEH の抗肥満作用

最後に、高脂肪食を長期摂取させることで肥満モデルマウスを作製し、WEH の体重と食餌摂取量に及ぼす影響について検討を行った。高脂肪食群は標準食群と比較して、試験開始後 25 日目から体重が有意に増加した (Fig. 4)。また、1%、2% の WEH を含む高脂肪食 (1%、2% WEH) 群は、高脂肪食群と比較して、それぞれ試験開始後 70 ~ 77 日目と 46、53 ~ 77 日目で、有意に体重の増加が抑制された。この時、1%、2% WEH 群と高脂肪食群との間で食餌摂取量に差はみられなかった (Data not shown)。また、試験最終日にマウスの脂質・糖質関連の血中パラメータを測定し、さらに解剖を行って、各臓器重量と肝臓中の脂質量を測定した。その結果、1%、2% WEH 群の血中 TG 値、血中総コレステロール (TC) 値、血中 NEFA 値、血糖値、傍子宮脂肪組織重量、肝臓中 TG 値、肝

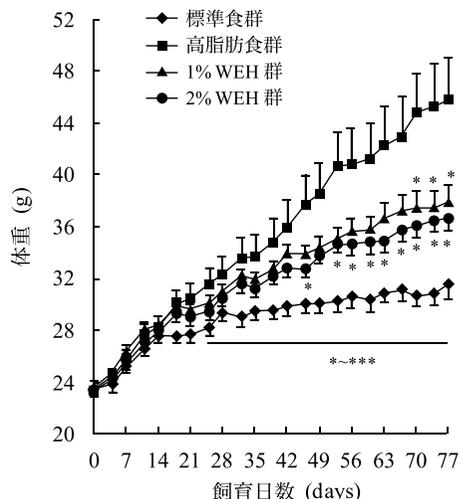


Fig. 4 ドクダミ熱水抽出物 (WEH) が高脂肪食由来肥満マウスの体重に及ぼす影響

標準食群、高脂肪食群、1%WEH 群、2%WEH 群には、それぞれ標準食、高脂肪食、1%WEH を含む高脂肪食、2%WEH を含む高脂肪食を摂取させた。体重測定は週に 2 回行った。各値は平均値 ± 標準誤差で示した (n = 8)。

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.005$ vs. 高脂肪食群。

臓中 TC 値は、高脂肪食群よりも低値を示すことが確認された (Data not shown)。

3. 考察

3.1 WEH の TG 吸収抑制作用

WEH のコーン油負荷時における血中 TG 値上昇抑制作用を確認するために、WEH 250、500、1,000 mg/kg の経口投与で評価した (Fig. 1)。すべての WEH 群でコーン油負荷時における血中 TG 値上昇抑制作用がみられ、AUC は投与量が増加するにつれて減少しているため、投与量依存性があるものと考えられる。

3.2 WEH の TG 吸収抑制作用のメカニズム

TG は、そのままの形では体内に取り込まれず、消化リパーゼによって加水分解される必要がある。TG は消化リパーゼによって 2-モノグリセリド、グリセロール、NEFA に分解され

る。そして、これらの TG 代謝産物が腸管上皮細胞の細胞膜から取り込まれて、TG が体内に吸収されることになる。したがって、TG 吸収抑制作用のメカニズムとして考えられるのは、リパーゼ活性の阻害と TG 代謝産物の取り込み阻害である。まずは、消化リパーゼの中で最も活性が強く、かつ TG の分解に最も大きな役割を担っている膵リパーゼを用いて、WEH のリパーゼ活性阻害活性を確認した。しかしながら、WEH には膵リパーゼ活性の阻害作用がみられなかった (Data not shown)。そこで、WEH には TG 代謝産物の取り込みの阻害作用があると考え、NEFA の一種であるオレイン酸をマウスに負荷した時の血中パラメータの変化をみた。その結果、WEH はオレイン酸負荷時における血中の NEFA 値と TG 値の上昇を抑制した (Fig. 2)。したがって、WEH は NEFA の吸収を抑制していると考えられる。興味深いことに、オレイン酸のみを投与すると、血中 TG 値がそれぞれ血中の NEFA 値の経時的変化に類似した形で変動していた。オレイン酸のみを投与した時、TG を合成するためには不足したグリセロールが必要である。血中にはグリセロールが存在するため、おそらくこれらは TG の生成材料として供給されると思われる。また、グリセロールはグルコースから合成することが可能であるため、肝臓中のグリコーゲン由来、あるいは、血中のグルコースからグリセロール 3-リン酸経路でグリセロールを合成することも考えられる。さらに、脂肪細胞中の TG を分解して、グリセロールを放出することで供給することも可能であると考えられる。

WEH は NEFA の吸収抑制作用を有することが確認されたことから、NEFA の取り込み機構に着目した実験も行った。従来、NEFA は、腸管上皮細胞の刷子縁膜において拡散によって濃度勾配的に細胞内に取り込まれることが知られていたが、1990 年代以降の研究により、NEFA

は FAT/CD36 という脂肪酸トランスポーターを介して、細胞内に取り込まれることが報告されている¹⁸⁻²²⁾。したがって、WEH は拡散、あるいは、トランスポーターを介して、NEFA 取り込みを阻害していることが考えられる。その取り込み阻害のメカニズムを解明するため、FAT/CD36 の阻害剤である DIDS disodium salt²³⁾を用いたオレイン酸負荷試験を試みた。その結果、WEH は FAT/CD36 を阻害することによって、NEFA の吸収を抑制しているものと示唆された (Data not shown)。

さらに、NEFA 吸収抑制作用以外にも、他の TG のリパーゼ代謝産物であるグリセロールの吸収抑制作用も確認されており、その作用はグリセロール輸送チャネルの AQP7²⁴⁻²⁶⁾ の阻害に起因するものであることが示唆された (Data not shown)。

WEH の TG 吸収抑制作用について、以上の内容をまとめると、WEH は、膵リパーゼによる TG の加水分解には影響を与えず、グリセロールの取り込みに関与する AQP7 と NEFA の取り込みに関与する FAT/CD36 を阻害することにより、TG のリパーゼ代謝産物である NEFA とグリセロールの腸管上皮細胞からの取り込みを阻害し、その結果、TG の吸収を抑制していることが示唆された。これまで、TG 吸収抑制作用においては、リパーゼ阻害活性を有し、抗肥満作用を示す天然物由来の抽出物や成分は多く報告されているが²⁷⁻³⁰⁾、TG 代謝産物の吸収阻害活性をもつ天然物の抽出物や成分での *in vivo* による抗肥満作用は全く報告されていない。したがって、WEH の NEFA とグリセロールの腸管からの吸収阻害に由来する TG 吸収抑制作用は、新しく興味深い知見であると考えている。

3.3 NEFA 吸収抑制成分

WEH には NEFA の吸収を抑制する作用が確認されたため、WEH に含まれる NEFA 吸収抑

制作用をもつ活性成分を分画し、構造決定を行った。各種分析機器の結果から、NEFA 吸収抑制作用が確認された Fr. S-2-3 から 5- カフェオイルシキミ酸を同定した (Fig. 3)。この成分は、カフェ酸のカルボキシル基がシキミ酸の 5 位のヒドロキシル基と脱水縮合した構造を持つ化合物であり、マテ茶や緑茶、アロエベラ、ワラビ、ハマビシ、ユリ科シオデ属の *Smilax excelsa* や *S. glabra*, ミカン科サンショウ属の 1 種である *Zanthoxylum naranjillo* といった様々な植物に含まれていることが報告されている³¹⁻³⁶⁾。5- カフェオイルシキミ酸は、抗酸化作用や熱帯病の病原体であるマンスン住血吸虫の増殖抑制作用を有することが確認されている^{31,32,36)}。

これまで、NEFA の取り込みを阻害する天然物由来の成分として、フラボノイドの 1 種であるフロレチンが知られているが²³⁾、5- カフェオイルシキミ酸が NEFA の取り込みや FAT/CD36 を阻害するという報告はされていない。また、5- カフェオイルシキミ酸に類似した構造を持つものとして、クロロゲン酸とロスマリン酸のようなカフェ酸誘導体が挙げられる。クロロゲン酸はカフェ酸のカルボキシル基がキナ酸の 5 位のヒドロキシル基と脱水縮合した構造を持つ。クロロゲン酸は、NEFA の取り込みや FAT/CD36 を阻害することが報告されていないが、抗肥満作用があることが確認されている³⁷⁾。

ロスマリン酸はカフェ酸のカルボキシル基が 3, 4- ジヒドロキシフェニル乳酸のヒドロキシル基と脱水縮合した構造を持ち、スクリーニングにより、FAT/CD36 のアンタゴニストとして見出されたことが報告されている³⁸⁾。したがって、5- カフェオイルシキミ酸が FAT/CD36 を阻害して、NEFA の吸収を抑制する可能性も十分に考えられる。また、Fr. S-2-1 にも NEFA 吸収抑制作用があるため、5- カフェオイルシキミ酸以外にも、その作用を有する

活性成分が WEH に含まれているものと考えられ、複数の NEFA 吸収抑制成分が存在するものと考えられる。

3.4 WEH の抗肥満作用

WEH の抗肥満作用を確認するため、高脂肪食由来の肥満モデルマウスを用いて、抗肥満試験を行った。その結果、WEH は投与量依存的に高脂肪食摂取による体重と内臓脂肪の増加を抑制し、血中の脂質値、血糖値の上昇を抑制した (Fig. 4)。したがって、WEH は、肥満を予防・改善し、肥満に伴う血中脂質や血糖値の異常を改善することが証明された。これは WEH の TG 吸収抑制作用に起因するものと考えられる。また、WEH は脾臓と腎臓の重量や見た目の色・形に影響しなかったことから、これらの臓器に毒性を示さないものと考えられる。

4. 結論

結論として、ドクダミは肥満、さらには、メタボリックシンドロームを予防・改善する新しい食品素材として有用であることが立証された。

今回の研究によって、①ドクダミに TG 吸収抑制作用が認められたこと、②その作用メカニズムとしてトランスポーターを介した TG 代謝産物 (NEFA, グリセロール) 吸収抑制作用が示唆されたこと、③ NEFA 吸収抑制成分として 5- カフェオイルシキミ酸を同定したことを新しく見出すことができた。特に、ドクダミは現在の市場に出ているヘルスフードにはない TG 代謝産物 (NEFA, グリセロール) の吸収抑制作用を持つことから、ドクダミを従来の腸リパーゼ阻害活性を有するヘルスフードと組み合わせることでより効果の高いヘルスフードの開発につながるものと期待している。また、今回新たに NEFA 吸収抑制成分として 5- カフェオイルシキミ酸を特定することができたが、こ

の類縁体の中からさらに強力な NEFA 吸収抑制成分を見つけ出す可能性が秘められている。これらの研究開発をさらに進めていくことで、消費者はヘルスフードの選択肢の幅を広げることができると考えられ、今後の人々の健康に大いに貢献できると考えている。

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

- 1) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室,平成 22 年国民健康・栄養調査結果の概要,厚生労働省ホームページ (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000020qbb.html>).
- 2) Matsuzawa Y, Shimomura I, Nakamura T, Keno Y, Kotani K, and Tokunaga K, Pathophysiology and pathogenesis of visceral fat obesity, *Obes. Res.*, **3**, S187-S194 (1995).
- 3) Chan DC, Barrett HP, and Watts GF, Dyslipidemia in visceral obesity: mechanisms, implications, and therapy, *Am. J. Cardiovasc. Drugs*, **4**, 227-246 (2004).
- 4) Reaven GM, Role of insulin resistance in human disease, *Diabetes*, **37**, 1595-1607 (1988).
- 5) Kaplan NM, The deadly quartet: Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia and hypertension, *Arch. Inter. Med.*, **149**, 1512-1520 (1989)
- 6) DeFronzo RA, and Ferrannini E, Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease, *Diabetes Care*, **14**, 173-194 (1991).
- 7) Nakamura T, Tokunaga K, Shimomura I, Nishida M, Yoshida S, Kotani K, Islam AH, Keno Y, Kobatake T, and Nagai Y, Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease in non-obese men, *Atherosclerosis*, **107**, 239-246 (1994).
- 8) 指田 豊, 日本の薬草, 学研, 54-55 (2004).
- 9) Meng J, Leung KS, Jiang Z, Dong X, Zhao Z, and Xu LJ, Establishment of HPLC-DAD-MS fingerprint of fresh *Houttuynia cordata*, *Chem. Pharm. Bull.*, **53**, 1604-1609 (2005).
- 10) Kim SK, Ryu SY, No J, Choi SU, and Kim YS, Cytotoxic alkaloids from *Houttuynia cordata*, *Arch. Pharm. Res.*, **24**, 518-521 (2001).
- 11) Kusirisin W, Srichairatanakool S, Lertrakarnnon P, Lailerd N, Suttajit M, Jaikang C, and Chaiyasut C, Antioxidative activity, polyphenolic content and anti-glycation effect of some Thai medicinal plants traditionally used in diabetic patients, *Med. Chem.*, **5**, 139-147 (2009).
- 12) Hayashi K, Kamiya M, and Hayashi T, Virucidal effects of the steam distillate from *Houttuynia cordata* and its components on HSV-1, influenza virus, and HIV, *Planta. Med.*, **61**, 237-241 (1995).
- 13) Kim GS, Kim DH, Lim JJ, Lee JJ, Han DY, Lee WM, Jung WC, Min WG, Won CG, Rhee MH, Lee HJ, and Kim S, Biological and antibacterial activities of the natural herb *Houttuynia cordata* water extract against the intracellular bacterial pathogen salmonella within the RAW 264.7 macrophage, *Biol. Pharm. Bull.*, **31**, 2012-2017 (2008).
- 14) Yuan L, Wu J, Aluko RE, and Ye X, Kinetics of renin inhibition by sodium houttuynifonate analogs, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **70**, 2275-2280 (2006).
- 15) Taguchi K, Hagiwara Y, Kajiyama K, and Suzuki Y, Pharmacological studies of *Houttuynia cordata* herba: the anti-inflammatory effect of quercitrin, *Yakugaku Zasshi* (in Japanese), **113**, 327-333 (1993).
- 16) Lu HM, Liang YZ, Yi LZ, and Wu XJ, Anti-inflammatory effect of *Houttuynia cordata* injection, *J. Ethnopharmacol.*, **104**, 245-249 (2006).
- 17) Reeves PG, Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet, *J. Nutr.*, **127**, 838S-841S (1997).
- 18) Greenwalt DE, Lipsky RH, Ockenhouse CF, Ikeda H, Tandon NN, and Jamieson GA, Membrane glycoprotein CD36: a review of its roles in adherence, signal transduction, and transfusion medicine, *Blood*, **80**, 1105-1115 (1992).
- 19) Nassir F, Wilson B, Han X, Gross RW, and Abumrad NA, CD36 is important for fatty acid and cholesterol uptake by the proximal but not distal intestine, *J. Biol. Chem.*, **282**, 19493-19501 (2007).
- 20) Laforenza U, Gastaldi G, Grazioli M, Cova E, Tritto S, Faelli A, Calamita G, and Ventura U, Expression and

- immunolocalization of aquaporin-7 in rat gastrointestinal tract, *Biol. Cell.*, **97**, 605-613 (2005).
- 21) Tritto S, Gastaldi G, Zelenin S, Grazioli M, Orsenigo MN, Ventura U, Laforenza U, and Zelenina M, Osmotic water permeability of rat intestinal brush border membrane vesicles: involvement of aquaporin-7 and aquaporin-8 and effect of metal ions, *Biochem. Cell. Biol.*, **85**, 675-684 (2007).
 - 22) Donowitz M, Singh S, Salahuddin FF, Hogema BM, Chen Y, Gucek M, Cole RN, Ham A, Zachos NC, Kovbasnjuk O, Lapierre LA, Broere N, Goldenring J, deJonge H, and Li X, Proteome of murine jejunal brush border membrane vesicles, *J. Proteome Res.*, **6**, 4068-4079 (2007).
 - 23) Abumrad NA, Park JH, and Park CR, Permeation of long-chain fatty acid into adipocytes. Kinetics, specificity, and evidence for involvement of a membrane protein, *J. Biol. Chem.*, **259**, 8945-8953 (1984).
 - 24) Laforenza U, Gastaldi G, Grazioli M, Cova E, Tritto S, Faelli A, Calamita G, and Ventura U, Expression and immunolocalization of aquaporin-7 in rat gastrointestinal tract, *Biol. Cell.*, **97**, 605-613 (2005).
 - 25) Tritto S, Gastaldi G, Zelenin S, Grazioli M, Orsenigo MN, Ventura U, Laforenza U, and Zelenina M, Osmotic water permeability of rat intestinal brush border membrane vesicles: involvement of aquaporin-7 and aquaporin-8 and effect of metal ions, *Biochem. Cell. Biol.*, **85**, 675-684 (2007).
 - 26) Donowitz M, Singh S, Salahuddin FF, Hogema BM, Chen Y, Gucek M, Cole RN, Ham A, Zachos NC, Kovbasnjuk O, Lapierre LA, Broere N, Goldenring J, deJonge H, and Li X, Proteome of murine jejunal brush border membrane vesicles, *J. Proteome Res.*, **6**, 4068-4079 (2007).
 - 27) Tsujita T, Takaichi H, Takaku T, Aoyama S, and Hiraki J, Antiobesity action of epsilon-polylysine, a potent inhibitor of pancreatic lipase, *J. Lipid Res.*, **47**, 1852-1858 (2006).
 - 28) Lei F, Zhang XN, Wang W, Xing DM, Xie WD, Su H, and Du LJ, Evidence of anti-obesity effects of the pomegranate leaf extract in high-fat diet induced obese mice. *Int. J. Obes. (Lond.)*, **31**, 1023-1029 (2007).
 - 29) Karu N, Reifen R, and Kerem Z, Weight gain reduction in mice fed Panax ginseng saponin, a pancreatic lipase inhibitor, *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 2824-2828 (2007).
 - 30) Liu W, Zheng Y, Han L, Wang H, Saito M, Ling M, Kimura Y, and Feng Y, Saponins (Ginsenosides) from stems and leaves of Panax quinquefolium prevented high-fat diet-induced obesity in mice, *Phytomedicine*, **15**, 1140-1145 (2008).
 - 31) Bastos DH, Saldanha LA, Catharino RR, Sawaya AC, Cunha IB, Carvalho PO, and Eberlin MN, Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from Yerba maté (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts, *Molecules*, **12**, 423-432 (2007).
 - 32) Keyhanian S, and Stahl-Biskup E, Phenolic constituents in dried flowers of aloe vera (*Aloe barbadensis*) and their in vitro antioxidative capacity, *Planta Med.*, **73**, 599-602 (2007).
 - 33) Fukuoka M, Chemical and toxicological studies on bracken fern, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*. VI. Isolation of 5-O-caffeoylshikimic acid as an antithiamine factor, *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)*, **30**, 3219-3224 (1982).
 - 34) Ivanova A, Serly J, Dinchev D, Ocsovszki I, Kostova I, and Molnar J, Screening of some saponins and phenolic components of *Tribulus terrestris* and *Smilax excelsa* as MDR modulators, *In Vivo*, **23**, 545-550 (2009).
 - 35) Chen T, Li J, Cao J, Xu Q, Komatsu K, and Namba T, A new flavanone isolated from rhizoma *Smilax glabrae* and the structural requirements of its derivatives for preventing immunological hepatocyte damage, *Planta Med.*, **65**, 56-59 (1999).
 - 36) Braguine CG, Costa ES, Magalhães LG, Rodrigues V, da Silva Filho AA, Bastos JK, Silva ML, Cunha WR, Januário AH, and Pauletti PM, Schistosomicidal evaluation of *Zanthoxylum naranjillo* and its isolated compounds against *Schistosoma mansoni* adult worms, *Z. Naturforsch. C.*, **64**, 793-797 (2009).
 - 37) Cho AS, Jeon SM, Kim MJ, Yeo J, Seo KI, Choi MS, and Lee MK, Chlorogenic acid exhibits anti-obesity property and improves lipid metabolism in high-fat diet-induced-obese mice, *Food Chem. Toxicol.*, **48**, 937-943 (2010).
 - 38) Wang L, Bao Y, Yang Y, Wu Y, Chen X, Si S, Hong B. Discovery of Antagonists for Human Scavenger Receptor CD36 via an ELISA-Like High-Throughput Screening Assay. *J. Biomol. Screen.*, **15**, 239-250 (2010).

人体への寄生虫感染を警戒すべき食材 (8)

きよくこうきゅうちゅうるい —棘口吸虫類の感染源となりうるもの—

牧 純*1 関谷 洋志*1 玉井 栄治*1 坂上 宏*2

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

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

Key Words : ゲテモノ食い・棘口吸虫類・ジストマ

Summary

Jun Maki¹⁾, Hiroshi Sekiya¹⁾, 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 the infection in human body---Prevention from the infection with echinostomes, *Echinostoma* spp.

This paper describes the infection of man with *Echinostoma* spp. in Japan. When a kind of fresh-water fish called loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) and frogs harboring the infective larvae are ingested by man and animals such as dogs and rats, they will grow to adult worms in the intestine of the host. The life cycle of this parasite is thought to be maintained in nature with the first intermediate host (fresh-water snails, *Lymnaea ollula* and *L.japonica*), the second intermediate host (loaches and frogs) and the final host (dogs and rats). When man happens to get infected with the parasite following the ingestion of raw loaches and frogs the patient suffers from heavy aches of abdomen, diarrhea, nausea, vomiting, high fever and so on. Although it is rare nowadays, we have to be watchful and careful not to be infected. Praziquantel is recommended for the elimination of the adult worms in the intestine. It is absolutely true that we should not eat the loach and frogs raw.

要約

現代の日本で、ドジョウやカエルの生食で感染する重要な寄生虫のなかには棘口吸虫類 *Echinostoma* spp. と呼ばれる吸虫類がいる。その感染予防（一次予防）のためには、これまでの情報と知見を収集整理しておくことが極めて大切である。本虫成虫はイヌ、イタチ、ネズミまたはヒトの小腸に寄生し、その糞便中に虫卵を排出する。その虫卵由来の幼虫は第一段階の宿主（いわゆる第一中間宿主）であるモノアラガイ、ヒメモノアラガイを経て第二中間宿主のドジョウ、カエルなどでヒトへの感染が可能な幼虫となる。ドジョウ等の生食（柳川鍋のように完全熱処理しているものは全く問題がない）でヒトの口から入ったこの幼虫はヒトの小腸で成虫となることによりその生活史を完結する。感染患者には、激しい腹痛、下痢、悪心、嘔吐、発熱などの厄介な症状をもたらす。上記の生食の有無とこれらの症状を診断の医師に伝えることが二次予防のポイントとなる。有効であると期待される治療薬はプラジカンテルであるが、上記の生食を慎むことが第一に大切なことである。

緒 論

全般的に衛生状態がよくなった現代の日本においても、依然として経口感染の寄生虫が医療の盲点を突いてくる。第一に、海外で感染して帰国する日本人の多いことである。第二に、既に感染している外国人が来日することによる。しかし、それらの診療は決して容易ではない。第三に、日本国内でもいわゆるゲテモノ食いで感染するケースがあとをたたない。これも、例えば本誌 (Vol.54, No.5) で論説の顎口虫のように、診断および治療において難しい問題を投げかける。今回論ずる棘口吸虫類 *Echinostoma* spp. もまた食習慣における油断が原因で我々に侵入する。これも、ドジョウやカエルの生食で感染する重要な寄生虫の一つで、同属異種のものとしては、他にヒトやネズミに感染のみられる *E. cinetorchis*, *E. macrochis* などもある。今回は日本で最も多い棘口吸虫の1種である浅田棘口吸虫 *E. hortense* を中心として、以下のように情報と知見を収集整理した。一次・二次予防に役立つところとなれば幸いである。

1. 材料・方法

棘口吸虫類とその関連の文献、成書、著作論文、学会発表等を調査した^{1)~16)}。専門学術用語には、翻訳語も少なくなく、時として学者による訳の差異が見られる。本論文におけるそういう用語は定評ある教科書『図説寄生虫学』⁶⁾に従った。

2. 結果・考察

博物誌的メモ：数え方にもよるが、全世界でこれまで数百種類の棘口吸虫類が見つかった。それらは、本来野性の動物たちに寄生するものであるが、その生存のサイクルをたどるうちに、たまたまヒトに寄生するとの見方 (いわ

ゆる迷入寄生) が以前より行われている¹⁾。

日本国内で人体内に見出されてきたものは5種類⁵⁾とも6種¹²⁾ともいわれるが、その代表的なものは浅田棘口吸虫 *Echinostoma hortense* であることにはかわりがない。したがって、ここではこれを中心に整理して記す。

ヒトの小腸より駆出された浅田棘口吸虫の成虫は、扁平である点は多くの吸虫と共通しているが、全体の形は小判をひよろ長くしたような形 (へら状) をしているのが特徴である。測定方法にもよるが、体長1cm弱、体幅は1~2mm。頭部には専門的に頭冠棘とよばれる構造物がある。この棘が口部にも近いことから、「棘口吸虫」と命名されている。虫種名の浅田はこの吸虫研究の第一人者である浅田順一 (1926) に因んでいる。同氏はネズミに初めて本吸虫を見出した⁴⁾。虫卵は0.1mmよりは若干は長い、形状の似ている肝蛭卵よりは小さい。虫卵のみで両者を分けようとするのは困難であり妥当でない。これらの成虫に対する駆虫薬が共通していれば治療面ではさほど問題がないが、これまでのところいずれにも有効な医薬品に関する報告はみつからなかった。要は駆虫薬が異なるので、的確な診断・同定が必要である。

生活史・感染源：浅田棘口吸虫の成虫はイヌ、イタチ、ネズミやヒトの小腸に寄生し、その糞便中に虫卵を排出する。その虫卵由来の幼虫は第一段階の宿主 (いわゆる第一中間宿主) であるヒメモノアラガイ (姫物洗貝; *Lymnaea ollula*) やモノアラガイ (物洗貝; *L. japonica*) の中で、幼虫のまま増殖する (いわゆる幼生生殖)。すなわち1個体のミラシジウム (有毛幼虫 *miracidium*) として虫卵より遊出した幼虫が第一中間宿主の貝に入って1個体のスポロシスト (*sporocyst*) になるが、無性生殖により多数のレジア (*redia*)、それぞれのレジアから再び無性生殖により多数のセルカリア (有尾幼虫

cercaria) へと分裂しながら発育する。巻貝から遊出した幼虫は、その尾部を器用に動かして水中をうまく泳ぎまわる。このセルカリアは第二中間宿主のドジョウ、カエル、オタマジャクシなどのなかでメタセルカリア (metacercaria) となる。これがヒトへの感染性のある幼虫である。それゆえにドジョウ、カエルなどをヒトが生食すると感染の危険をとまなう。これらの生食を慎むことが第一に大切な一次予防である。食物連鎖の関係で他の動物の危険性も否定できないが、ドジョウ等の生食 (柳川鍋のように完全熱処理したのであれば全く問題ない) でヒトの口からこの幼虫メタセルカリアが入り、小腸で成虫となることで、その生活史を完結する。その潜伏期間は約 16 日¹²⁾ である。すなわちドジョウ等の生食後、約半月してからヒト糞便中に特有の虫卵を排出するようになる。

症状: 京都府立医科大学における棘口吸虫感染の症例の記載⁶⁾ によると、症状は以下のようなものである。ヒトがドジョウなどを生食して本虫に感染すると、激しい腹痛、下痢、悪心、嘔吐、発熱などの症状を伴う。これらは成虫の寄生部位から推定されるところであるが、次の異常値の原因は不詳である。

好酸球の著増や IgE 値の上昇等、免疫検査上の異常値がみられる。好酸球の著増は、例えば、広東住血線虫¹⁶⁾ のように人体組織内に蠕虫類の幼虫が寄生した場合によくみられるが、多細胞の寄生虫 (いわゆる寄生蠕虫) の成虫が腸管に寄生した場合には比較的まれである。

診断: 上記症状との関係で、ナマモノを食べたか否かを明確にすることが極めて大切である。

糞便検査で特徴ある虫卵を見つけることも大切である。形態の似た虫卵が多種類存在するので、問診や免疫診断も重要である。しかし、同じく *Echinostoma* 属の吸虫類であれば、治療に大きな違いはない。

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棘口吸虫または剛棘顎口虫¹⁷⁾ に感染した可能性を考えるべきである。皮内反応 skin reaction, オクタロニー法 Ouchterlony 法, 免疫電気泳動法 immunoelectrophoresis など、専門家による免疫学的手段が診断の助けとなる。ドジョウ等の生食の有無を問診することは、いずれの場合であっても根本的に極めて大切なことである。そのような生食の有無と上記の症状の把握が二次予防の要となる。

治療: 治療法は一応プラジカンテル投与がよいとされる⁶⁾。万が一同属多種のものが腸管に寄生しても、吸虫に対して広域に有効なプラジカンテルが投与されることになろう。ただし、本剤は同じく吸虫類に属する肝蛭 (カンテツ) には効きにくいとされている⁶⁾。ちなみに線虫類の 1 種である剛棘顎口虫のケースではプラジカンテルは全く無効である。正確な診断・虫種の同定に基づいて投薬すべきである。無駄な投薬は副作用こそあれ、無意味であるどころか、その間の病状の悪化を警戒すべきである。

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、韓国の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¹⁵⁾、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。しかし海外ではふつうドジョウが生で食されることはないと思われ、国の内外を問わず、“新鮮

なナマモノが健康によい”といった思いは幻想に過ぎないと、一人ひとりが自覚すべきである。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。本虫の感染が起こりうるにもかかわらず、普通は食材にしない生のドジョウを用いることはないであろうか。

結 語

ドジョウを生食すること又はその生き血を飲むことは棘口吸虫や剛棘顎口虫に感染する危険性を伴うので絶対に慎むべきである。しかし、柳川など、十分に熱処理を施したものは全くその問題がないことを知っておくべきである。前者のタブーが頭を占めるあまり、“栄養価が高く、美味である”にもかかわらず、完全に熱処理が施されたドジョウまでを避けることは全くナンセンスなことである。

引用文献

- 1) 小泉 丹：『人体寄生虫』（第2刷発行）岩波全書 164，岩波書店（東京）（1953）
- 2) Faust EC, Russel PF and Jung RC: Craig & Faustus' Clinical Parasitology 8th ed. Lea & Febiger, Philadelphia, (1970)
- 3) 山下次郎著：棘口吸虫の研究，日本における寄生虫学の研究第1巻，日黒寄生虫館（東京），（1963）
- 4) 宮崎一郎著：顎口虫症『図説人畜共通寄生虫症』九州大学出版会（福岡）（1988）
- 5) 吉田幸雄：『医動物学』南山堂，東京，（2003）
- 6) 吉田幸雄・有菌直樹：『図説人体寄生虫学』第8版，南山堂，東京（2011）
- 7) 松林久吉編集，横川宗雄：『人体寄生虫学ハンドブック』，朝倉書店，東京，（1972）
- 8) 佐々 学：『人体病害動物学—その基礎・予防・臨床・治療』医学書院，東京，（1975）
- 9) 稲臣成一：横川吸虫『臨床寄生虫学』（大鶴正満編集）南江堂，東京（1978）
- 10) 柳沢十四男，井上義郷，中野健司：『寄生虫・衛生動物・実験動物』講談社サイエンティフィク，講談社，東京（1983）
- 11) 勝部泰次著：『本邦における人獣共通寄生虫症』（林滋生編集代表）“食品衛生と人獣共通寄生虫症”文永堂，東京（1983）
- 12) 保阪幸男著：“棘口吸虫”『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）
- 13) 青木克己：『NEW 寄生虫病学』（小島莊明編集）横川吸虫症，南江堂，東京，（1993）
- 14) 伊藤洋一：『医療技術者のための医動物学』講談社サイエンティフィク，講談社，東京，（1995）
- 15) 末広恭雄：『魚の博物事典』講談社学術文庫，講談社，東京，（1989）
- 16) 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)

烏骨鶏卵に含まれる抗酸化成分

豊崎 俊幸 *

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

Key Words : 烏骨鶏卵・抗酸化成分・トコフェロール・カラムクロマトグラフィー・SDS- ポリアクリルアミドゲル電気泳動

はじめに

烏骨鶏は中国の文献には古くから登場し、宋代(11世紀)に著された「物類相感志」にある「烏骨鶏の舌黒き物は骨黒し」というのが最古とされている。また、イタリアのマルコポーロによる東方見聞録に、羽毛が絹糸状であることから英名では「Silky」(シルキー)と名づけられた鶏である。

東南アジア地域では、烏骨鶏は“薬用鶏”として古くから漢方薬の材料として珍重され、多くの人々が利用しているのが現状である。日本でも近年、健康ブームがエスカレートし、様々な食品が市販される中で、烏骨鶏卵も注目され、烏骨鶏卵を利用した様々な調理・加工食品が市場を賑わしているのが現状である。いっぽう、欧米やヨーロッパ諸国では、烏骨鶏卵はほとんど食卓に登場せず、摂食されている卵のほとんどは鶏卵であり、烏骨鶏卵を摂食する機会がほとんどないことから、烏骨鶏卵の研究もほとんど行われていないのが現状である。すなわち、欧米やヨーロッパ諸国では烏骨鶏卵は未知なる卵であると言っても過言ではない。

ところで、筆者は烏骨鶏卵に関して、栄養特性、調理方法の構築さらには食文化などの興味ある情報あるいは知見を報告してきた¹⁻⁵⁾。詳

細については文献を一読していただきたい。ここでは、すでに明らかとしている烏骨鶏卵のもつ優れた栄養特性のひとつとして、抗酸化効果を有していることを報告しているが³⁻⁵⁾、残念ながら抗酸化成分の正体については不明であった。そこで、筆者は抗酸化成分の正体を明らかにすべく研究を遂行してきた結果、ようやくその成分を突き止めた⁶⁾。本稿では抗酸化成分の分離・精製を試みた内容について述べる。

1. 烏骨鶏卵の卵黄および卵白の水溶性画分による抗酸化活性の確認

烏骨鶏卵の抗酸化活性が卵黄画分に存在するものか、あるいは卵白に存在するものか確認するために、卵黄および卵白の水溶性画分について抗酸化活性の有無を検討し、併せて抗酸化成分の化学的性質を確認する目的で、各画分について透析チューブを用いて分子ふるいを行った試料について抗酸化活性を測定した。また、熱処理による抗酸化活性の有無についても抗酸化活性を測定し、それらの結果を表1に示した。

トリス-塩酸緩衝液(pH 8.0)およびNaCl-リン酸緩衝液での透析処理いずれの場合も卵白画分に強い抗酸化活性が確認された。いっぽ

表1 卵黄および卵白における加熱および透析処理後の抗酸化活性

Treatment	Antioxidant activity (%)	
	Albumen	Yolk
Dialyzed against		
Tris-HCl buffer, pH 8.0	88.3 ± 3.57	2.57 ± 0.97
NaCl-phosphate buffer, pH 9.5	80.1 ± 8.41	1.88 ± 0.55
Heated for 15 min at 40°C	60.6 ± 9.43	0.39 ± 0.06
Heated for 15 min at 60°C	15.8 ± 1.69	nd
Heated for 15 min at 80°C	2.4 ± 0.57	nd

nd= not detected.

う、卵黄画分には抗酸化活性は確認されなかった。熱処理による抗酸化活性の変化については、40°Cの条件下では、卵白画分に抗酸化活性が確認されたが、温度上昇とともに抗酸化活性は低下傾向を示した。卵黄画分には透析処理同様、抗酸化活性は確認されなかった。このことから、烏骨鶏卵に存在する抗酸化活性成分は、卵白画分に存在し、抗酸化成分の特徴として、高分子であり熱に比較的弱い成分であることが確認された。なお、タンパク質自身にも抗酸化効果を有している優れた報告⁷⁻¹⁰⁾があることから、本研究においても、抗酸化効果を有した成分がタンパク質そのものである可能性は否定できない

ことから、この点について今後検討する必要がある。

2. DEAE-cellulose column chromatography による卵白中の抗酸化成分の分離・精製

烏骨鶏卵白から抽出したタンパク質画分に強い抗酸化効果を確認したことから、DEAE-cellulose column chromatography により、抗酸化成分の分離・精製を試み、併せて各溶出成分について、抗酸化活性と総トコフェロール含有量の変化を測定した。その結果、図1に示したように、II および III 画分に強い抗酸化活性が確

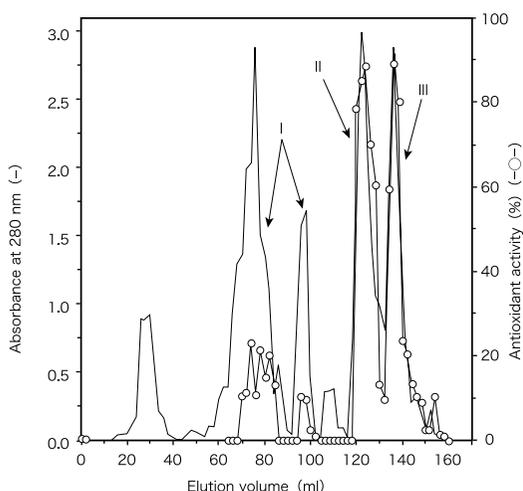


図1 DEAE-cellulose column chromatography による卵白水溶性画分からの抗酸化成分の分離・精製と各画分の抗酸化活性

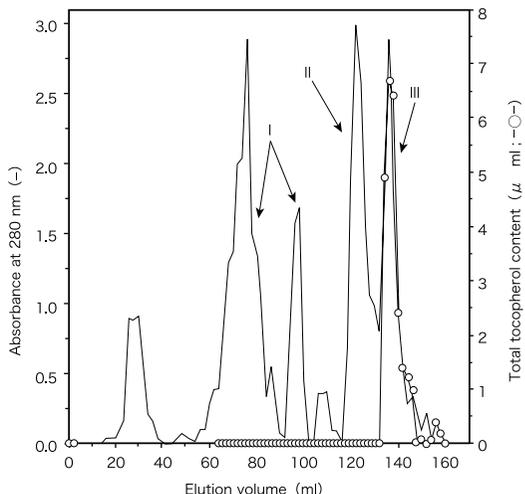


図2 DEAE-cellulose column chromatography による卵白水溶性画分からの抗酸化成分の分離・精製と各ピークのトコフェロール含有量

認められた。また、その時の総トコフェロール含有量の変化を図2に示した。溶出画分のピークIIIに比較的に多くのトコフェロールが含有されていることが確認された。この結果から、DEAE-cellulose column chromatographyによる抗酸化成分の分離・精製において、ピークIII画分の抗酸化活性はトコフェロールが深く関わっていることが推察された。

3. Bio-Scale Empty column chromatography によるピークIII画分の抗酸化成分の分離・精製

DEAE-cellulose column chromatographyによって分離・精製されたピークIII画分に高い抗酸化活性が確認されたことから、ピークIII画分に存在する抗酸化成分を同定するために、Bio-Scale Empty column chromatographyを用いて、分離・精製を試み、その結果を図3に示した。A画分とB画分の二成分が分離され、そのうちB画分に強い抗酸化活性が確認された。

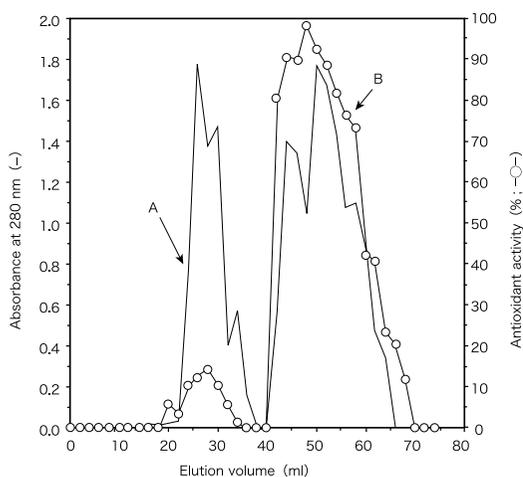


図3 Bio-Scale Empty column chromatographyを用いたピークIII画分の抗酸化成分の分離・精製

4. SDS- ポリアクリルアミドゲル電気泳動

AおよびB画分について、分子量を確認するために、SDS- ポリアクリルアミドゲル電気泳動を行った。その結果を図4に示した。A画分は8つのバンドが確認された。そのうちB画分で確認されたバンドの中で、A画分の8バンド中一致するバンドは3、5および8であることから、これらのバンドがA画分とB画分同一タンパク質と同定した。これらのバンドが、抗酸化効果を有しているものか確認するために、抗酸化活性と、併せ総トコフェロール含有量を測定し、その結果を表2に示した。バンド3および4は総トコフェロールが存在していることが確認され、併せ抗酸化活性も確認された。とくにバンド3に関しては、抗酸化活性を有していることが確認され、また、総トコフェロール含有量も高いことが確認された。抗酸化効果を有しているバンド3の分子量は49.6 kDaであることを確認できた。

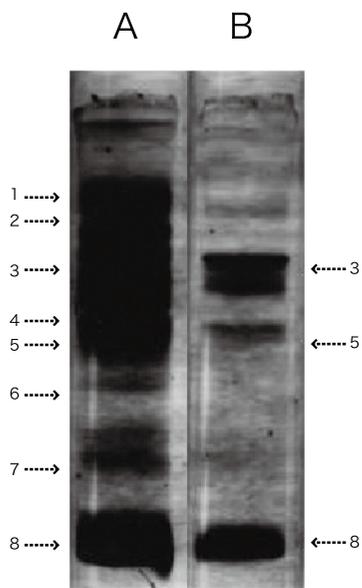


図4 A画分とB画分のSDS- ポリアクリルアミドゲル電気泳動パターン

表 2 SDS-PAGE ポリアクリルアミドゲル電気泳動によって分離した各バンド (No.1-8) の総トコフェロール含有量と抗酸化活性

No.	Total tocopherol contents (mg/band) a	Antioxidant activity (%)
1	nd	nd
2	nd	nd
3	1.58 ± 0.02	89.3 ± 9.27
4	0.34 ± 0.04	4.1 ± 0.86
5	nd	nd
6	nd	nd
7	nd	nd
8	nd	nd

nd= not detected.

5.

バンド3の抗酸化活性と総トコフェロール含有量との関係

卵白画分の抗酸化活性を示した成分の性質として、表1に示したように、熱に比較的弱いことを確認していることから、抗酸化活性を示したバンド3について、抗酸化活性と総トコフェロール含有量との関係を、温度差による変化から検討し、その結果を図5、6に示した。抗

酸化活性については、温度上昇にともない抗酸化活性は低下傾向を示したが、トコフェロール含有量はほとんど温度の影響は確認されなかった。このことから、抗酸化効果を示した成分は、タンパク質にトコフェロールが結合している可能性が高いものと推察された。

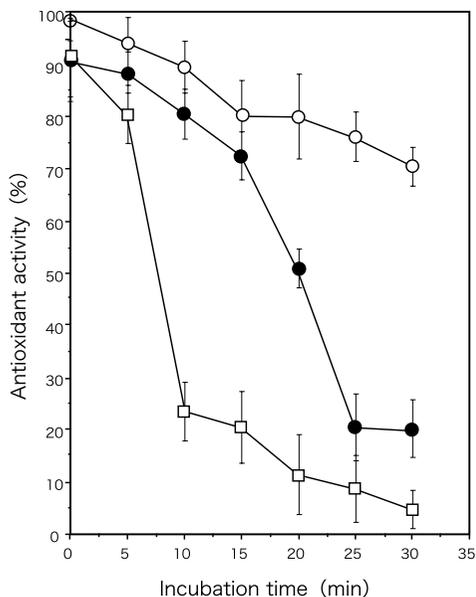


図5 バンド3の抗酸化活性に対する温度の影響
—○—, 40°C ; —●—, 60°C ; —□—, 80°C .

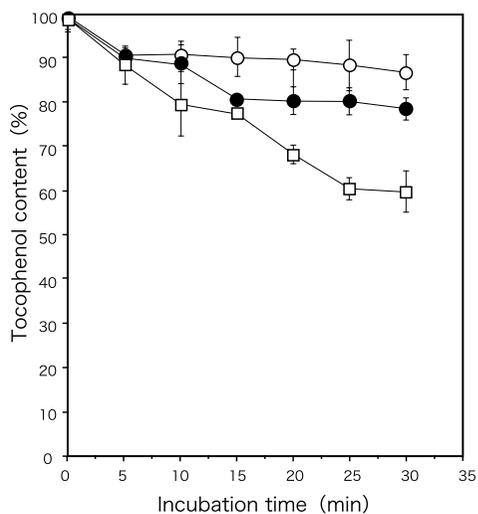


図6 バンド3の総トコフェロール含有量に対する温度の影響
—○— 40°C ; —●—, 60°C ; —□—, 80°C .

6. 結論

烏骨鶏卵のもつ優れた栄養特性として、優れた抗酸化効果のあることを確認しているが、その成分については確認していなかった。今回、烏骨鶏卵の抗酸化活性を有する成分の分離・精製を、試みた結果、その成分は 49.6kDa の分子量を持つタンパク質であり、トコフェロールが

結合している構造（トコフェロール結合タンパク質）を有していることを確認できた。この抗酸化成分が烏骨鶏卵特有のものかは、他の卵で確認する必要があるが、もし、烏骨鶏卵特有の成分であれば、食品科学分野でははじめての知見である。したがって、本研究成果は食品業界に多大なる知見を提起できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 橋爪伸子, 豊崎俊幸, 李 名元. 烏骨鶏卵の食文化と調理法. *New Food Industry*, **40**: 52-58 (1998).
- 2) Koketsu M, Toyosaki T. Nutritive constituents of silky fowl eggs: comparison with hen eggs of White Leghorn origin. *Animal Sci. J.*, **75**: 67-69 (2004).
- 3) Toyosaki T, Koketsu M. Oxidative stability of silky fowl eggs. Comparison with hen eggs. *J. Agric. Food Chem.*, **52**: 1328-1330 (2004).
- 4) 豊崎俊幸, 瀬瀬 守. 烏骨鶏卵の栄養特性と酸化安定性. *New Food Industry*, **47**: 20-26 (2005).
- 5) Toyosaki T, Koketsu M. Antioxidant effects of the water-soluble fraction of baked sponge cake made with silky fowl egg: comparison with White Leghorn egg. *British Poul. Sci.*, **48**: 449-453 (2007).
- 6) Toyosaki T. Partial purification of an antioxidizing component in silky fowl egg. *Adv. J. Food Sci. Technol.*, **4**: 34-38 (2012).
- 7) Kajimoto G, Yoshida H. Studies on the metal-protein complex. III. Relationship between the binding ability of various inorganic metal-protein complex and activity of metal-catalyzed autoxidation. *J. Jpn. Oil Chem. Soc.*, **21**: 842-846 (1972).
- 8) Kajimoto G, Yoshida H. Studies on the metal-protein complex IV. Effects of the inorganic metal-food constituents complex on the rancidification of oil. *J. Jpn. Oil Chem. Soc.*, **23**: 83-85 (1975).
- 9) Tappel A.L. Studies of the mechanism of vitamin E action III. In vitro copolymerization of oxidized fats with protein. *Arch. Biochem. Biophys.*, **54**: 266-280 (1955).
- 10) Yukami S. Autoxidation of sodium linoleate in the protein solution. *Agric. Biol. Chem.*, **36**: 464-469 (1972).

ヒメマスのグアニン量

酒本 秀一^{*1} 佐藤 達朗^{*2}

^{*1} SAKAMOTO Shuichi, ^{*2} SATO Tatsuro (中禅寺湖漁業協同組合)

Key Words: ヒメマス・グアニン・養殖魚・天然魚・成長・性成熟

ヒメマスはチップとも呼ばれ、ベニザケの湖沼残留型（陸封型）で降海型のベニザケと同一種である。ヒメマスは北海道の阿寒湖とチミケップ湖が原産で、日本中の60余りの湖に移植されたが、現在では中部地方以北の23の湖に根付いており、中禅寺湖もその一つである。最大で50cm前後まで成長するのに、動物プランクトンのボスミナ類、ミジンコ類、ユスリカ幼虫、ワカサギなどの小型動物を食べている様である。姿形の美しさや美味なことから釣り人に人気が高いだけでなく、内水面漁業資源としても重要な冷水性の淡水魚である。

天然魚のみでは釣り向けの放流用や食用の需要を賄い切れないので、養殖も行われている。養殖魚と天然魚では外観に幾つかの違いがあるが、そのなかでも体表の色に大きな相違が認められる。養殖魚は天然魚に比べて体表がややくすんだ色をしていて、銀白色が弱い。一方、天然魚は光り輝くような銀白色をしている。この違いはメラニンの蓄積によるだけでなく、グアニン量も関係しているものと思われる。

グアニンは別名2-アミノヒポキサンチンとも云われ、分子式が $C_5H_5N_5O$ のプリン塩基で、魚類の銀白色部位を構成する主要成分である。

魚の体色は皮膚にある色素胞と呼ばれる色素

細胞の働きによって発現する。色素胞は一層の限界膜に囲まれた細胞内小器官であるクロマトソームを持ち、それに含まれる色素物質の呈する色によって黒色素胞、赤色素胞、黄色素胞、青色素胞、白色素胞、虹色素胞の6種類に分類されている¹⁾。

グアニンは虹色素胞に含まれている。虹色素胞にはメラニンやカロテノイドのような色素は含まれていないが、主としてグアニンからなる板状結晶（光反射小板：無色透明）の重なり（小板堆）が存在している。この屈折率の高いプリンの重層で生じる反射光の薄膜干渉現象によって、皮膚に鏡のような高い光反射が生じる。低屈折層（細胞質）と高屈折層（反射小板）の光学的厚さが等しいとき高い屈折率が達成出来、理想型干渉を示して、外部からは光り輝くような銀白色に見える²⁾。

養殖ヒメマスは天然ヒメマスより見栄えが劣ることもあって評価が低く、体表色の改善が求められている。養殖魚の体表色を天然魚に近づけるには、黒っぽさを無くすと共に銀白色を強くする必要が有る。よって本試験では、まず養殖ヒメマスと天然ヒメマスの体表グアニン量を比較し、体表の銀白色の違いがグアニン量の違いによるのか否かを調べた。次いで養殖ヒメマ

スの成長と性成熟に伴う体表グアニン量の変化を調べた。

養殖魚と天然魚の比較

1. 材料と方法

1-1. 供試魚

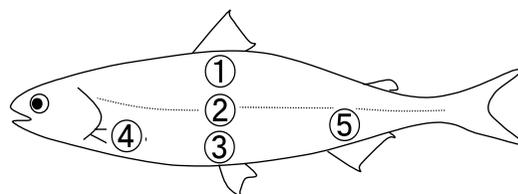
養殖ヒメマスは中禅寺湖漁業協同組合で飼育されていた1年魚5尾(平均尾叉長:18.5cm, 平均体重:73g)と2年魚5尾(平均尾叉長:24.7cm, 平均体重:155g)を1月に採取して用いた。

天然ヒメマスは中禅寺湖で3月に釣獲された2年魚10尾(平均尾叉長:25.1cm)である。天然ヒメマスは入手時に既に食性調査の為に内臓が取り除かれていたので、体重は測定出来なかった。

1-2. グアニン量測定部位の決定

我々は既に養殖ヒメマス(2年魚3尾)と天然ヒメマス(2年魚10尾)の体表色を色彩色差計(MINOLTA CR-100)を用いて測色し、表色系Labの値を報告³⁾している。Lab表色系では、Lの数値が大きいほど明度が高い、即ち明るい色であることを示す。aは(+)側では数値が大きいほど赤の度合い、(-)側では緑の度合いが大きい。また、bは(+)側では黄の度合い、(-)側では青の度合いが大きいことを示す。

測色部位は背鰭下の背部、側線上の側部および腹部である。明度(L)の測定結果のみを表1に示す。L値は養殖魚でも天然魚でも背部から



①背鰭下背部, ②背鰭下側部, ③背鰭下腹部, ④腹側前部, ⑤腹側後部

図1 体表グアニン量の測定部位

腹部に移行するに従って増加している。両者の部位による違いを比較すると、背部では殆ど違いは認められないが、側部、腹部では明らかに天然魚の方が高い値を示し、天然魚の方が養殖魚より側部から腹部にかけて白いことが分かる。

本試験でのグアニン量測定部位を決める為、天然ヒメマス3尾を用いて体表部位別のグアニン量を測定することにした。図1に示す5か所、即ち前報³⁾を参考にして背鰭下の3か所(背部①, 側部②, 腹部③), 更に腹部の位置の違いによる差を知る為に胸鰭上部④と尻鰭上部⑤の2か所を追加して測定した。①-③は前報の再現性を確認する意味も有る。

1-3. グアニン量測定サンプルの採取法

魚は成長と共に体表が厚くなるので、大きな魚と小さな魚では単位面積当たりの体表重量が異なる。見た目を反映させるためにはグアニン量を単位面積当たりで表示する必要が有る。その為に薄いプラスチック板に一定面積の窓を開けた物を作り、これを魚の体表にあてて鋭いメスの刃先で鱗を剥がさないように注意して体表を採取し、付着している肉を出来るだけ取り除いた。

1-4. グアニンの定量

グアニンの定量は図2に示すHeing and Reckelの方法⁴⁾によった。上記の方法で調製した体表に1Mの過塩素酸を加えて繰り返しホモジナイズし、500×gで3分間遠心分離後、上清を2Mの炭酸カリウムでpH10.0に

表1 ヒメマス体表の部位別明度(L)

	養殖魚	天然魚
背部	34.7	34.4
側部	65.5	85.6
腹部	76.1	92.4

養殖魚 3尾, 尾叉長 24.4 - 27.0 cm

天然魚 10尾, 尾叉長 25.4 - 34.6 cm

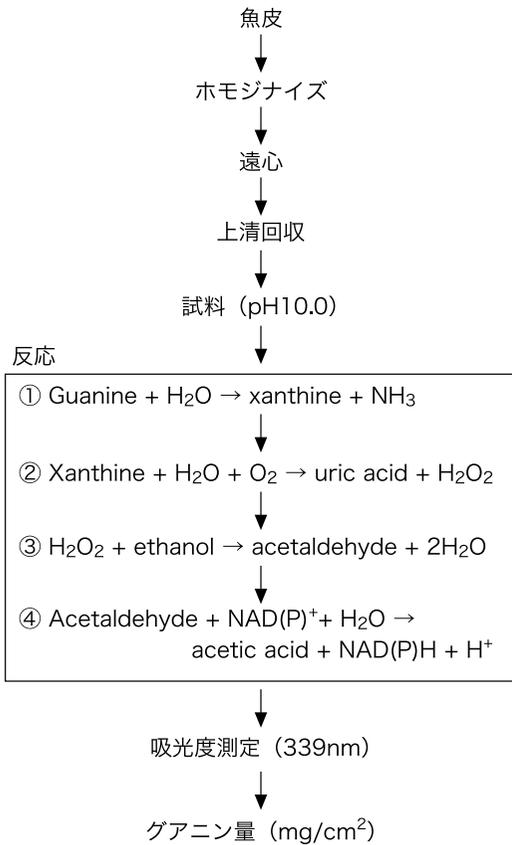


図2 グアニン量の測定法

調整して試料溶液とした。試料溶液を 250m Unit の aldehyde dehydrogenase を含む反応液 (77mM diphosphate, 0.58mM nicotineamide adenine dinucleotide, 1.3M ethanol, 2000kUnit/L catalase) 中で処理し (反応③, ④), 自記分光光度計 (HITACHI U-3210) にセットした。値が安定した後, 339nm における吸光度を測定した。続いて 30mUnit の xanthine oxidase を加え (反応②, ③, ④), 値が安定した後, 吸光度 (A1) を測定した。更に 2.4mUnit の guanase を加え (反応①, ②, ③, ④), 同様に吸光度 (A2) を測定した。試料溶液のグアニン濃度は下式を用いて算出し, 体表 1cm² 当たりのグアニン量を求めた。

$$\text{グアニン濃度 (mg/L)} = (A2 - A1) \times 311.8$$

2. 結果

2-1. 部位別グアニン量

天然ヒメマス 3 尾を用いて測定した① - ⑤ 部位のグアニン量を図 3 に示す。3 尾の平均値は背鰭下の背部①で 0.26mg/cm², 側部②で 0.61mg/cm², 腹部③で 0.80mg/cm² と, 背部から腹部に向かうにつれてグアニン量は増加し

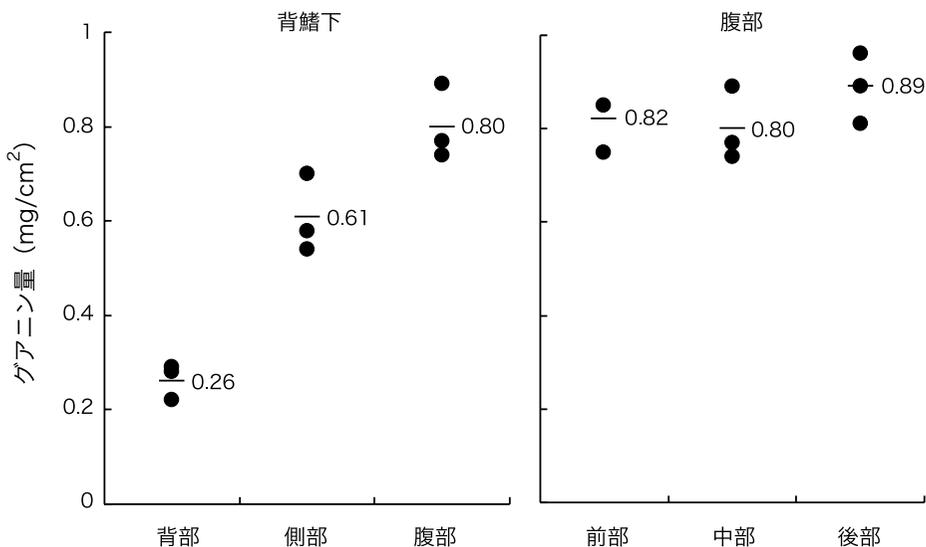


図3 天然ヒメマスの体表部位別グアニン量

た。腹部では、胸鰭上部④で $0.82\text{mg}/\text{cm}^2$ 、尻鰭上部⑤で $0.89\text{mg}/\text{cm}^2$ と略一定の値を示した。

このグアニン量測定結果は肉眼での差異および前報の色彩色差計による明度 (L) の変化と良く一致しており、グアニン量が体表の光り輝くような銀白色と深く関係しているものと考えられる。

以上の結果から、測定部位はグアニン量が多く、体表の採取が容易な背鰭下の腹部に決めた。

2-2. 養殖ヒメマスと天然ヒメマスのグアニン量

養殖ヒメマス 1 年魚と 2 年魚各 5 尾および天然ヒメマス 7 尾の腹部③の体表グアニン量の測定結果を図 4 に示す。養殖 1 年魚のグアニン量は $0.50\text{--}0.62\text{mg}/\text{cm}^2$ で平均値は $0.55\text{mg}/\text{cm}^2$ 、2 年魚は 1 年魚に比べてやや多く、 $0.62\text{--}0.82\text{mg}/\text{cm}^2$ で平均値は $0.72\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。天然魚のグアニン量は更に多く、 $0.73\text{--}1.05\text{mg}/\text{cm}^2$ で平均値は $0.89\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。

以上の結果から、養殖ヒメマスは成長に伴って体表のグアニン量が増加することと、同じ年齢であれば養殖魚より天然魚の方がグアニン量が多いことが分かった。これは天然魚の方が養殖魚より銀白色が強いことと一致している。なお、天然魚のグアニン量はこの試験以降も継続して調べているが、この試験で得

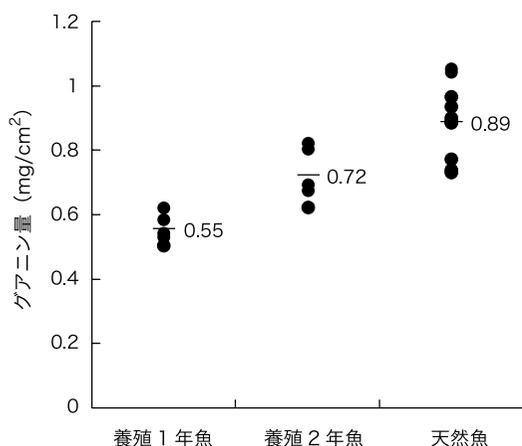


図 4 養殖ヒメマスと天然ヒメマスのグアニン量比較

られた $0.89\text{mg}/\text{cm}^2$ は最も低い値で、普通はもっと高く、 $1.0\text{mg}/\text{cm}^2$ 程度であることを付記しておく。

3. 要約

・養殖魚、天然魚共に背鰭下の背部から腹部に向かうに従って体表のグアニン量が多くなったが、腹部では部位による違いは認められなかった。

・背鰭下の腹部のグアニン量は天然魚の方が養殖魚よりも多かった。これは肉眼による観察結果および色彩色差計による測色結果と良く一致していた。

・養殖魚では成長に従って体表のグアニン量が増加する傾向が認められた。

・養殖魚と天然魚の体表色の違いは、両者の体表グアニン量の違いが一因であると考えられる。

養殖ヒメマスの成長と性成熟に伴う体表グアニン量の変化

1. 材料と方法

1-1. 飼育試験

中禅寺湖漁業協同組合において 1 月から 12 月までの 1 年間 1 年魚と 2 年魚の飼育試験を行った。その間毎月 5-10 尾をサンプリングし、魚体測定と体表グアニン量の測定を行った。飼育試験開始時の平均尾叉長と平均体重は 1 年魚が 18.5cm で 73g 、2 年魚が 24.7cm で 155g であった。1 年魚は 5 月に外池に移されるまで屋内池で飼育されていたので、体色はややくすんだ銀白色をしていたが、2 年魚は外池に移されてから 6 カ月以上経っていたので体表は黒みがかっており、天然魚とは明らかに異なっていた。また、1 年魚の雄の一部と 2 年魚は飼育試験中に性成熟したが、それらの魚は 9 月に採卵、採精を行って飼育を終了した。

1-2. グアニンの定量

体表グアニン量の測定部位と測定法は前試験と同じである。

2. 結果

2-1. 成長と性成熟

1年魚と2年魚の平均体重の変化を図5に示した。1年魚の未成熟魚は開始時の73gから終了時には178gまで成長した。1年魚の一部の雄は6月から体重が急激に増加して性成熟したので、9月に採精を行って飼育を終了した。1年魚の雌には性成熟個体は認められなかった。2年魚は開始時の155gから5月には229gとなっ

て性成熟個体が目立ち始め、終了時の9月には雄で323g、雌で373gまで成長した。

性成熟雄は上顎下顎共に伸長して体高が高くなり、体色が黒変すると共に頭部以外の体の大部分は暗赤色を呈した。性成熟雌には顎の伸長と体高の変化は見られなかったが、体色は雄同様黒変すると共に暗赤色を呈した。この変化は雄の方が顕著であった。雌雄共に婚姻色(魚類、両生類、爬虫類などの一部で繁殖期に現れる独特な体色や斑紋のことで、ヒメマスでは雌雄共に見られ、頭部以外が赤くなるのが特徴。)の発現と共に体表の銀白色が失われ、全体が黒っぽくなり、粘液の分泌量が多くなった。

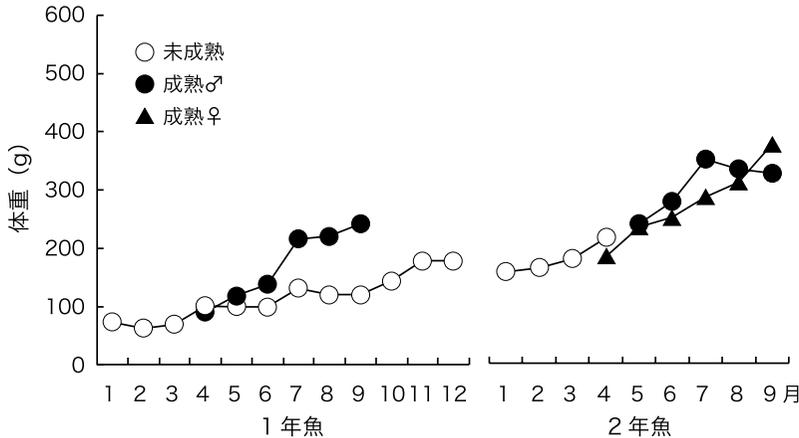


図5 1年魚と2年魚の体重の変化

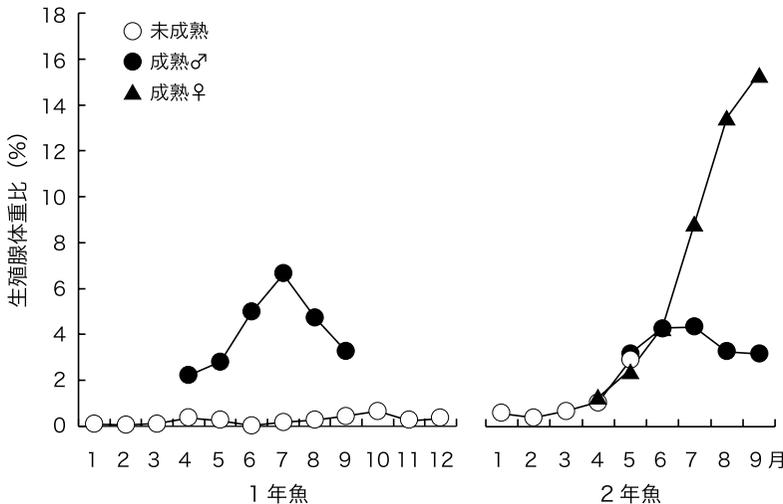


図6 生殖腺体重比の変化

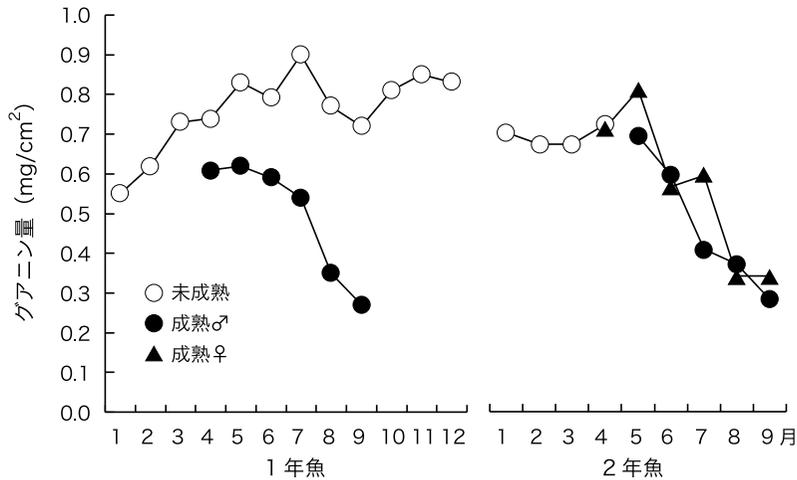


図7 養殖ヒメマス体表グアニン量の変化

2-2. 生殖腺の発達

生殖腺体重比（生殖腺重量×100/体重）の変化を図6に示した。1年魚未成熟個体の生殖腺体重比は1%以下で推移していたが、雄の一部は4月から精巣が発達し始め、7月には6.62%になり、8月には放精個体が見られた。2年魚の雄では5月から精巣が発達し始め、7月には4.16%となり、8月には放精個体が見られた。2年魚の雌では4月から卵巣が発達し始め、9月には14.8%になり、排卵した。

2-3. 体表グアニン量の変化

体表グアニン量の変化を図7に示した。1年魚未成熟個体では1月に0.55mg/cm²であったのが次第に増加し、5月には0.83mg/cm²となり、その後ほぼ一定の値を示した。1年魚の性成熟雄では、体表グアニン量は精巣体重比が2.23%となる4月から減少し始め、9月の採精時には0.27mg/cm²と、1月の略半分まで減少した。2年魚は1月から4月までの未成熟期には略0.7mg/cm²であったが、雄では精巣体重比が3.08%となる5月から減少し始め、9月の採精時には0.29mg/cm²になった。また雌は卵巣体重比が4.17%となる6月から減少し、9月の採卵時には0.35mg/cm²となった。

雌雄共に性成熟魚のグアニン量の減少は体表

色の暗化や銀白色の消失と良く一致していた。

1年魚の体表グアニン量が略平衡値に達したのは体重が約100gとなる5月だったが、この時期は魚を屋内池から屋外池に移した時と一致していたので、移動に伴う環境要因の変化、例えば太陽光などがグアニン量に影響を及ぼしていることも考えられる。また、この時期は中禅寺湖のヒメマスの降河時期とも略一致しており、スモルト化（スモルト化とは、サケ・マス類でパーマークなどの特有の体色が薄くなると共に銀色になる現象で、海水耐性が発現していることを示す変化である。外見の変化から銀化（ぎんけ）とも呼ばれる。）によるグアニン量の増加も関係しているのかも知れない。

2-4. 成長と体表グアニン量

未成熟魚は成長に伴って体表のグアニン量が増加するのではないかと考えられた。よって、1年魚の未成熟魚について体重と体表グアニン量との関係を調べてみたところ、図8に示すように体重が大きい個体ほどグアニン量も多い傾向が認められた。また雌雄別に見ても同様の傾向を示した。2年魚の未成熟魚については体重とグアニン量の間に関連は認められず、体重とは関係なく略一定の値を示した。図8では体重とグアニン量の関係を全個体を用いて一次

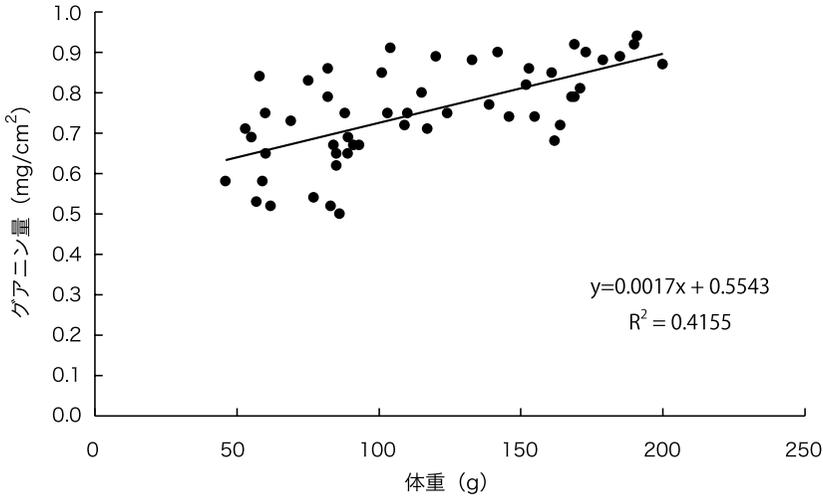


図8 養殖ヒメマスの体重と体表グアニン量の関係

直線式で示しているが、前試験と2年魚の未成熟魚の結果を加味して考えると、グアニン量は体重が約100gになるまで成長に伴って直線的に増加し、その後略一定値を示すと判断する方が妥当である。つまり、未成熟魚では体重が約100gになるまで体表のグアニン量は直線的に増え、それ以降は略一定の値を示すのである。

2-5. 性成熟と体表グアニン量

これまでの結果から、雌雄共に性成熟に伴って体表グアニン量が減少すると考えられたので、生殖腺体重比とグアニン量の関係を調べた。

1年魚雄を未成熟および未放精個体と放精個

体に分けて調べると、精巣体重比とグアニン量の間には図9に示す関係が認められた。未成熟および未放精個体では精巣体重比が増加するに伴ってグアニン量が直線的に減少し、成熟の進行と体表グアニン量との間には負の相関が認められた。一方、放精個体では精巣体重比が小さいほどグアニン量も少なくて正の相関が見られるが、これは放精開始以後は経時的に精巣体重比が小さくなっていくことによっており、性成熟の進行に伴ってグアニン量が減少することでは未成熟および未放精個体と同じである。また、未成熟および未放精魚と放精魚の直線の傾きは

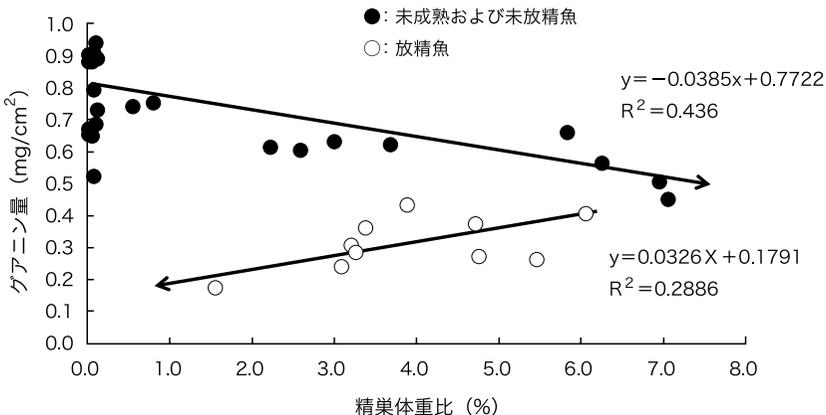


図9 1年魚雄の精巣体重比と体表グアニン量の関係

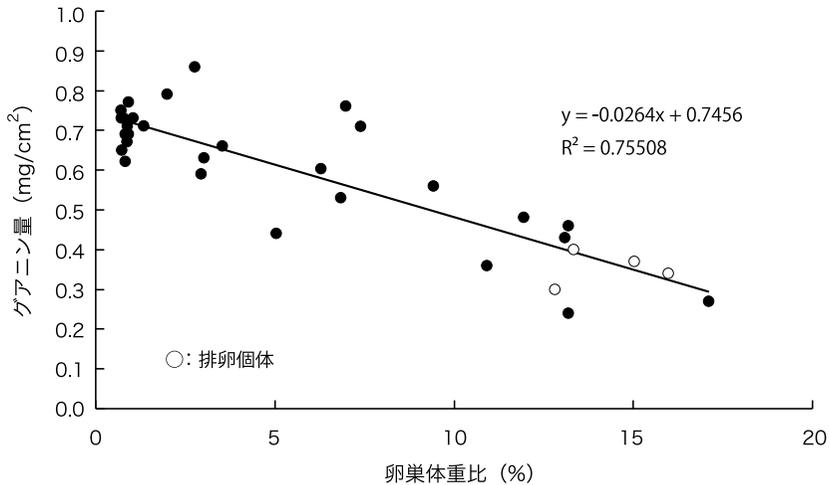


図 10 2年魚雌の卵巣体重比と体表グアニン量の関係

マイナスとプラスの違いは有るがほぼ一致しており、放精の有無に係らず性成熟の進行に伴って一定の割合で体表グアニン量の減少が起こっていることが分かる。資料は示していないが、2年魚の雄でも精巣体重比とグアニン量の関係は1年魚と同じ傾向を示した。

2年魚雌の卵巣体重比と体表グアニン量の関係を図10に示した。卵巣体重比が増加するほど体表グアニン量は減少し、性成熟の程度と体表グアニン量の間には負の相関が認められた。この結果は雄と同様であるが、直線の傾きは雌の方がやや小さい様で、9月の採卵時のグアニン量は同じ9月の放精魚よりやや多かった。

3. 要約

- ・未成熟魚では体重が約100gになるまで成長に伴って体表のグアニン量は直線的に増加し、それ以降ほぼ一定の値を示す。
- ・雌雄共に性成熟の進行に伴って体表のグアニン量は減少する。
- ・性成熟1年魚雄では精巣体重比が2.81%となる5月から体表グアニン量は減少し始め、9月の採精時には $0.27\text{mg}/\text{cm}^2$ となった。同様に2年魚雄でも精巣体重比が3.08%となる5月か

ら減少し、9月の採精時には $0.29\text{mg}/\text{cm}^2$ となって1年魚と略同じ値を示した。

・2年魚雌では卵巣体重比が4.17%となる6月から体表グアニン量は減少し、9月の採卵時には $0.35\text{mg}/\text{cm}^2$ となった。

・雌雄共に性成熟の進行に伴い一定の割合で体表グアニン量が減少するが、直線の傾きは雄の方がやや大きい。

考 察

本試験の結果、ヒメマス体表のグアニン量について以下の4点が明らかになった。

- (1) 背側から腹側に向かうに従ってグアニン量が多くなる。
- (2) 未成熟魚は体重が約100gになるまでグアニン量が直線的に増加し、それ以降は略一定値を示す。
- (3) 雌雄とも性成熟の進行に伴って体表グアニン量が減少する。
- (4) 養殖魚は天然魚よりグアニン量が少ない。

それぞれの項目について何故そうなるのかを考えてみる。

1. 何故グアニン量は腹側に多いのか？

虹色素胞は腹部から体側部にかけて多く、背部に少ないことが知られている²⁾。従ってグアニン量は背部から腹部に向かうにつれて多くなる。

背側から腹側に向かうに従ってグアニン量が多くなるのは、魚食性の水鳥や肉食性の大型魚に対する防御反応であると一般的に説明される。確かに水面上からは青っぽい色が見難く、水底からは銀白色が水面の反射光と混ざって見難い。見た目から理屈が導き出されたように思えなくもないが、本試験での肉眼による観察結果とグアニン量の測定結果はこの説と良く一致している。背側が青っぽく、腹側が銀白色の個体が生き残る確率が高かった為、このような遺伝的特性を持つ系統の魚が長い時間をかけて淘汰されて残ってきた結果なのであろう。背部が青っぽく見えるのはメラニンの為であらう。

2. 何故成長に伴って体表グアニン量が増えるのか？

伴ら⁵⁾はさけ・ます資源管理センター千歳事業場で飼育されている美々川産ベニザケ幼魚(降海型)のスモルト化過程を0年魚の7月から1年魚の7月まで1年間に亘って調べた結果、0年魚の8月と1年魚の5-6月にスモルト化することを報告している。また、洞爺湖産ヒメマス1年魚を飼育し、つま黒化率(つま黒とは、スモルト化時に起こる背鰭と尾鰭末端の黒色化のこと)、血清 Na^+ 濃度、鰹の Na^+ 、 K^+ -ATPase活性などから、洞爺湖産ヒメマス1年魚は降海型ベニザケと同様にスモルト化し、海水適応能は5月に最も高まることも報告している。

中禅寺湖でも0年魚が3-5月につま黒化率が上昇し、海水移行後24時間の血中 Na^+ 濃度が低値を示して生残率も高くなることと、6-7月に中禅寺湖からの流出部である華厳の滝を下る多数のヒメマスの存在が報告^{6, 7)}されている。

本試験でのヒメマスのサンプリングは1年魚の1月以降なので0年魚は調べていない。恐らく0年魚の3-5月に一度グアニン量の上昇があり、その後約100gになるまで少しずつ上昇し、それ以降ほぼ一定の値を示すのであろう。1年魚が約100gになるのが4-6月で、最もスモルト化が進んで体表のグアニン量が増えて銀色になっている時期と良く一致している。この時期に湖から海に向けて降河行動が起こり、華厳の滝を下るヒメマス1年魚が観察されるのであろう。

ヒメマスは湖沼からの降河時にスモルト化し、体表のグアニン量が増えることが知られているが、深い湖沼から浅い河川に移行するのに何故体色を銀白色にしなければならないのであろう。浅い河川に100gもある大きさのヒメマスを下から狙う魚がそれほど沢山居るとも思えないのであるが。

乾⁸⁾はスモルト化を魚の変態の一環ととらえ、スモルト化のメカニズムを以下の様に纏めている。スモルト化に先立って甲状腺が活性化し、甲状腺ホルモンの産生量が増える。甲状腺ホルモンと成長ホルモンが協調してウロコや皮膚へのグアニンやヒポキサンチンの沈着を促進してスモルト化を引き起こす。スモルト化は脳下垂体の成長ホルモン産生細胞を活性化させ、成長ホルモンの産生量が増える。成長ホルモンは鰹の Na^+ 、 K^+ -ATPアーゼの産生量と活性を上昇させ、海水適応能を強くする。つまり、スモルト化への変化で魚にとって最も重要な海水に対する適応能の増加に必要な成長ホルモンの産生量を増やす為に必要な一過程としてグアニンやヒポキサンチンの沈着が起こり、銀白色になるのである。

ヒメマスが湖沼から河川へ移行する時期に銀白色になる理由は海水適応能を強くするのが主目的で、その為に必要な過程の一つで銀白色化(グアニン量の増加)が起こるのであって、銀

白色になるのが主目的ではないと考えれば分かりやすい。

3. 何故性成熟に伴って体表グアニン量が減少するのか？

雌雄共に性成熟に伴って体表のグアニン量が減少している。雄では精巣体重比、雌では卵巣体重比が大きくなるに従って体表グアニン量が減少している。性ホルモンとグアニンの代謝に何か関係が有るのであろうか。

乾⁸⁾はサクラマスやアマゴのパー（河川生活をする稚魚で、体側にパーマークと呼ばれる小判型の特徴的な黒い縦縞が何本か見られる）からスマルト、スマルトからパーへの変化を調べ、性成熟がスマルト化を抑制、つまり生殖腺から分泌される性ホルモン（雄性ホルモン、雌性ホルモン）がスマルト化を抑制しているのではないかと推定し、アマゴで確認試験を行っている。

初期発生時にホルモン処理を行って不妊のアマゴ（性ホルモンの産生が無いか非常に少ない）を作成し、これに雄性ホルモン（17- α メチルテストステロン:MT）あるいは雌性ホルモン（エストラジオール-17 β :E2）を添加した飼料を与えて飼育し、スマルト化率を調べた。その結果、雄性ホルモン、雌性ホルモン共にスマルト化を抑制し、抑制効果は雄性ホルモンの方が強いことを明らかにしている。

更に乾⁹⁾は性ステロイドホルモンがヒラメの変態における甲状腺ホルモンの作用を妨害し、特に雄性ホルモンにはその阻害作用が強いことも見ている。

今回のヒメマスの結果は、生殖腺が発達して性ホルモンの分泌が盛んになるにつれてグアニンの合成が阻害された結果なのかもしれない。放精、排卵が起こる9月には雄の方が体表グアニン量が少ないことも乾の結果と良く一致している。

しかしながら、生殖腺の発達に伴うグアニンの急激な減少を見ると、ただ単に性ホルモンによるグアニンの合成阻害のみでこの様に急激な減少が起こるのであろうか？、グアニンの代謝はそれほど激しいのであろうか？と云う疑問が生じる。もしかするとグアニンの合成が阻害されると共に分解が促進されているのではないだろうか。グアニンの分解物が精巣あるいは卵巣に送られていることも考えられるが、グアニンの生体内での代謝が詳細に調べられていないようなので、不明である。

4. 何故養殖魚と天然魚でグアニン量が違うのか？

自然界でスマルト化の発現を左右している要因は餌の量と生息密度が大きいと云われ、餌が少なく、密度が高いほどスマルト化する率が高くなるとされている。

養殖魚と天然魚を比較してみると、中禅寺湖漁業協同組合の養殖魚は中禅寺湖の天然魚より遥かに高い飼育密度であり、餌も食べたい時に食べられる訳ではないが、ほぼ十分量が与えられている。天然魚は養殖魚より遥かに密度が低いのは明らかであるが、摂餌量については以下のように考えられる。天然魚と養殖魚の同一年齢同一時期の魚の大きさを比較してみると、決して天然魚の方が小さいとは云えない。このことから天然魚もほぼ十分量の餌を食べていると考えても良いのではないか。では養殖魚と天然魚で何が違うのであろうか。食べている餌が全く違う。養殖魚は魚粉主体の配合飼料を食べているのに対し、天然魚は動物プランクトンや小魚などの生き餌を食べている。この違いが大きいのではないかとと思われるが、グアニンが生体内で何から合成され、どの様に代謝されているかが良く分かっていないので判断は難しい。

最近は日照時間を調節することによってスマルト化の時期を制御出来るようになってきている¹⁰⁾

ようなので、もしかすると餌の量や棲息密度などとは全く違う環境要因の違いが影響しているのかも知れない。

いずれにしてもグアニン代謝の全体像がある程度見えてこないと、これらの問題点を解決するのは難しいのではないだろうか。

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

- 1) 岡村直道:メダカの色素胞と体色変化 - 生物学実験:実験6について. 筑波医療科学. **1**(3), 63-66 (2004)
- 2) 大島範子:硬骨魚類における色素胞とその運動制御の仕組み. 比較生理生化学. **20**(3), 131-139 (2003)
- 3) 酒本秀一, 神山公行, 佐藤達朗:天然ヒメマスと養成ヒメマスの違い -2. 未成熟魚. 平成6年度日本水産学会秋季大会口演要旨集, 159 (1994)
- 4) F. Heing and S. Reckel:Guanine and adenine.In "Methods of enzymatic analysis" ed by H. U. Bergmeyer, J. Bergmeyer and M. Grable., VCH, Weinheim, pp.92-100 (1981)
- 5) M. Ban, H. Haruna and H. Ueda:Seawater tolerance of lacustrine sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) from Lake Toya.*Bull. Natl. Salmon Resources Center*, No.2, 15-20 (1999)
- 6) 伴真俊, 東照雄:支笏湖と中禅寺湖に分布するヒメマスのスモルト化. さけ・ます資源管理センター技術情報, No.170, 9-15 (2004)
- 7) 生田和正:中禅寺湖のヒメマスは何故「華厳の滝」で投身自殺するのか??. 養殖研ニュース, **21**, 36-39 (1991)
- 8) 乾靖夫:銀化するサケ塩漬けにならない変化ー. 魚の変態の謎を解く (バルソープックス 025), 成山堂書店, 東京, 101-113 (2006)
- 9) 乾靖夫:ヒラメの眼が移動する訳ー変態の司令塔を探るー. 魚の変態の謎を解く (バルソープックス 025), 成山堂書店, 東京, 25-92 (2006)
- 10) 伴真俊, 伊藤二美男, 清水勝:ペニザケ0年魚秋スモルト放流の試み. さけ・ます資源管理センター技術情報, No.168, 29-32 (2002)

伝える心・伝えられたもの

—水田跡遺跡を訪ねて—

宮尾 茂雄

(東京家政大学)

2011年11月上旬、大阪を訪れた。夜のテレビニュースで、奈良県御所(ごせ)市にある京奈和高速道路のインターチェンジ建設予定地から発掘された弥生時代前期の水田跡遺跡現地説明会がその日行われたことを伝えていた。広い工事現場にはチョークのような白い線で囲まれた小さな長方形の水田跡が何十と規則的に並び、その上を跨ぐように置かれた木道を歩く見学者の姿が映し出されていて壮観だった。幸い翌日の午前中は予定がなかったので、朝早く宿舎を出発して水田跡を訪ねることにした。

水田跡遺跡

水田跡遺跡が見つかった場所は、JR 和歌山線玉手(御所市玉手(たまで))駅の近くということで、まず玉手駅まで行った。降りる人も、また電車を待つ人もいない無人の改札口には、付近の簡単な地図が掲示してあったが、見つかったばかりの遺跡は記載されていなかった。駅の周辺には高速道路の鉄筋コンクリートの橋桁が何基も建ち、その周囲にはフェンスが張り廻らされ、建築用資材や重機などが置かれていた。ちょうど駅にむかって歩いて来る方がいたので、遺跡のことを尋ねた。遺跡はここから南に向かって歩いて20分位のところにあるそうだ。そこまでの行き方も教えて下さった。このあたりは米作りが盛んで、刈り入れの終わった田圃には稲ワラが干してあった(写真1)。少し行くと、コンクリートで護岸された小さな溜池があり、細い水路が水が勢いよく流れていた。大豆が天日干しされているわきを通り過ぎ(写真2)、御所市立秋津小学校の角を曲がるとまもなくインターチェンジの工事現場に着いた。

その一画に「水田跡遺跡(中西遺跡第18次調査)」があった。高さ2メートル以上あるフェンスの中を覗くと、地表から2~3メートル余り掘り下げたところには1枚1枚の田と畦畔、水路など



写真1 玉手駅周辺の田圃、背景の山並みは葛城山



写真2 あちこちで見かけた大豆の天日干し



写真3 工事現場に広がる水田跡遺跡



写真4 白線で印された畦畔と長方形の田

の形をなぞって白線が付けられおり(写真3)、それがはるか向こうまで続いていた。その整然と並ぶ様は壯観であった。(写真4)。発掘調査説明会資料によると、水田跡は約1万平方メートル、前回の部分を合わせると2万平方メートル以上の広がりをもち弥生時代前期(約2400年前)の水田跡としては国内最大級の規模だという¹⁾。発掘現場のあちこちからは地下水が湧き出ており、何台ものポンプで水を汲み上げていた(写真5)。このあたりは今も米作りに欠かせない水の豊富な土地なのだろう。説明文からの引用になるが、水田は高さ5cmほどの小畦畔で3×4mほどの範囲を方形に区画する小区画水田とよばれるもので、区画数はおよそ850枚以上になる¹⁾。小さく区画するのは、水を張るために必要な平坦面を造るための工夫といわれている¹⁾。田を縁取るように狭い畦畔が縦横に伸びているが、ところどころに途切れた箇所があり、そこを水口として畦越しに掛け流しで配水していた¹⁾。土木技術が発達していない当時は、今のような広い水田は作れなかったようだ。



写真5 水田跡は地面よりやや下にあり、ポンプで湧水を汲み上げている

ここではどのような米が作られていたのだろうか。考古学的に証明されている国内最古の稲作跡は縄文時代晩期の菜畑遺跡(佐賀県)であり、鋤、鋤等の農具も見つかっている^{2,3)}。同時に出土した炭化米・稲のDNA分析の結果から、これらは熱帯ジャポニカであることがわかっている³⁾。水田稲作の技術が伝来した弥生時代前期には、縄文時代に渡来した熱帯ジャポニカ(陸稲品種)と現在の米に繋がる温帯ジャポニカ(水稲品種)とが混栽されていたようだ³⁾。温帯ジャポニカのルーツを探ると中国大陸東部江南地方に辿りつく³⁾。目の前に広がる水田跡ではかつて実りの秋、黄金色の稲穂が輝く眩しいような光景がひろがっていたのだろうか。

1943年静岡県登呂遺跡の発掘調査以来、日本各地で弥生時代の水田跡が見つかり、北海道と南九州以南を除き、日本各地で水田稲作が始まっていた³⁾。また種もみを田にばらまくのではなく、別の場所に苗床を作り、生育した苗を田に定期的に植える田植えの技術も弥生時代には行われていた

2)。

京奈和道の建設はかなり以前から始められており、建設予定地に沿って玉手遺跡、今出遺跡、秋津遺跡などの発掘調査が行われ、昨年の秋津遺跡第5次調査ではこの周辺地区から長さ3cm、重さ20g以上もある大きな翡翠縄文管玉(くだだま)が発見されたが、集落跡はまだ発見されていない⁴⁾。2万平方メートルという広大な水田を耕すにはかなりの大人数が必要であろう。古代人の暮らしがこのあたりで営まれていたわけで、やがて吉野ヶ里遺跡のような大規模な集落跡が発見される可能性が高いといわれている¹⁾。

3人の年配の方が、昨日の説明会には参加できず、残念だったと近くで話をされていた。何処から来たのかと尋ねられたので、「東京から」と答え、「随分遠くから見に来られましたね、この辺りには巨勢山古墳群といわれるいくつもの古墳があり、向かいの山はヤマトタケルが白鳥になり、最初に羽を休めたとされる伝説の地(ヤマトタケル白鳥稜)といわれている。」と教えてくださった。ここは古代から開けた土地で、大和朝廷が成立する以前、豪族の葛城氏が支配していたことなどを話して下さった。せっかくなので、すぐ近くにある古墳時代、5世紀初頭に造られた葛城地方最大の宮山古墳を尋ねると良いと勧められたので、少し足を延ばすことにした。

南に5分ほど進み、国道309号線に出たところで、右折するとまもなく左手の小さな溜池の後方に常緑樹が鬱蒼と茂る小山のような宮山古墳があった。麓の八幡神社の裏を登っていくと頂上は大きな石室の入り口になっていた。説明文をみると、全長238メートルの前方後円墳で鏡、玉類が多数出土した。石室内には長持形石棺が安置され、石室周囲は家形や武具形などの埴輪により何重にも囲まれていたそうだ。その一つ靱(ゆぎ)形埴輪(靱は矢じりを上にして入れ、背負って運ぶための入れ物)の複製が置かれていた(写真6)。古墳に使われた石はどこから、どのようにして運び、積み上げたのだろうか。古墳の造営はもちろん、それよりはるか昔、弥生時代に始まった水田の開発も多くの人手や資材の確保が必要であり、建設を可能にする土木技術が発達していたことになる。強力な指導者とそれに従う人々の集団が形成されるなど社会構造の変化もその頃には始まっていた。

水田跡遺跡は西側の葛城・金剛山系と南の古墳群、東の低い山々に囲まれた大和盆地の南側にあった。ヤマトタケルが故郷(大和)を偲んだとされる歌と同じような山並みが広がっていた。

「やまとは 国のまほろば たたなづく 青垣 山
ごもれる やまとし うるわし」

この辺りは今も水田地帯である。弥生時代から現在まで、この地では脈々と稲作が続けられてきたのだろうか。もう少し周辺を歩いてみたいと思ったが、午後は予定があり、残念ながら玉手駅に引き返すことにした。

葛城古道を歩く

正月明け、大学での授業が始まるまでの短い休みを



写真6 靱型埴輪(複製), 宮山古墳

利用して、再び葛城山の麓にやってきた。今回は近鉄御所駅から出発し、高鴨神社までの約10キロの「葛城古道」を歩いた。駅から最初の目印、六地藏石仏までは葛城山を見上げるような緩やかな上り坂が続いていた。道を塞ぐようにどっしり鎮座する大きなおむすび形の自然石に刻まれた6体のお地藏様が葛城山頂を正面にして並んでいた。雨風のせいか、信仰心の篤い人に撫でられたせいか、輪郭はかなり滑らかになっていた。ここから道は南に向かって田畑や民家の間を縫い、葛城山の山裾に沿うように続いていた。



写真7 八朔が実るミカン畑

その日は快晴で少し肌寒いが、強い風もなく、歩くにはちょうど良い陽気だった。まもなく日の光をいっぱい浴びて大きく実ったミカン畑の間を抜けた。畑で作業中の方にうかがうと八朔の摘果作業をしているとのこと。「時期が早いですね。」と尋ねると、今頃もいでしばらくねかせておくと甘くなると教えてくださった。このあたりの木は植えてから約40年経っているそうだ。たくさんの実が収穫できるまでには、植えてから10年近くかかる、気の長い仕事だと話して下さった(写真7)。この辺りの八朔は美味しいが、産地として知られていないので、大阪の市場まで持って行くが、あまり良い値がでないそうだ。出荷量の多い大生産地に圧倒されてしまうのだろうか。3月になったら食べてごらんと大きな実をいくつかいただいた。

美味しい米作りと番水の時計の話

緩やかな傾斜の山裾を縫うように棚田が作られていた。明日はちょうど祝日(成人式)にあたる。刈り入れの終わった田圃の真ん中には太い青竹を何本も立てて円錐状に囲み、中に笹、細竹、カヤ、ワラなどを詰め込み、周囲に注連縄を掛けた「どんどや」(左義長のお供え)が組み立てられ、どんど焼きの準備ができていた(写真8)。田圃ではすでに田おこしが始まっていた(写真9)。畔にしゃがんで、田面に触れてみた。灰白色の土はやや乾いた粘土質で重く、固



写真8 田の中央に立つどんどや



写真9 田おこしが始まった田圃

く、握っても形が崩れない。畑の土とも庭土とも全く異質の重量感があった。少し先に行ったところにある九品寺近くで農家の方が、耕運機を使って田おこしをされていたので、少しお話を伺った（写真10）。

今77歳になるが、農作業には正月も日曜日もない。好きでやっているのだから、苦にならない。このあたりは水田から上の方に向かっては人家がなく、葛城山の水で潤されているので美味しい米ができる。お米作りはなんといっても水が大切で、美味しい水があると美味しい米ができる。

田おこしは1月になったら始めるように父親から聞いている。霜のおりる寒いうちにやっておくと、土の中の水も凍り、菌も死んでしまう。早いうちから始め、何回か繰り返す。耕運機は田おこしや水田に水を引いたあとにも使えるので、便利な機械だ。他のもの（田植え機や稲刈り機など）は使う時期が限られており、その時が済んでしまえば後は使うこともない。皆持っているのだから、自分も持つようにしているが、これには経費がかかるだけだ。

この辺りは、山の斜面で狭い面積の棚田が多い。いつ頃棚田を開いたのかは分からない。当然始めは下の方の平らな作りやすいところで米を作り、だんだん田圃にする場所がなくなったので、山の斜面に田圃を作るようになったのだろう。水田の数が多くなると全ての田に水を配るのが難しくなる。大きな川のないこの地域では、山やため池の水だけでは不足がちであった。

水は農家のみんなが共同で使うために、話し合いで管理している⁵⁾。水を公平に分けるために下の田圃の脇に「番水（ばんみず）の時計」を立てて（写真11）、何時から何時までは誰の田圃に水を引き入れるか順番を決めている（番水時刻表）。今は時計が入っていないが（写真12）、毎年5月25日には電気時計を入れて、順番で水を流すようにしている。昔は寺の鐘を合図にしていた。また、いたずらがないようにカギをかけて厳重に管理している。今は吉野川分水の水を引くようになったので^{注)}、番水時刻表も必要がなくなったとも思うが、ずっとやってきたことなので、このままでもいいと思っている。番水の時計は日本中でもここだけに残っていることから珍しがられ、テレビ局



写真10 耕運機の手を休めてお話しを聞かせて下さった農家の方、背景の山並みは葛城山



写真11 番水の時計（全体）、九品寺

注) 十津川・紀の川広域利水事業として昭和62年に奈良、和歌山の水田地帯を潤す全長約330kmの用水施設が完成、さらに昨年は新たに九品寺のわきに金剛工区分水工が設置された⁶⁾。



写真 12 時計の置き場、今は入っていない



写真 13 田圃の用水路、仕切り板を入れて、流路を変える



写真 14 棚田での田おこし



写真 15 大和三山（左から耳成山、畝傍山、香久山）

が取材に来たこともあった。

お話を伺ってから田圃の脇にある水路を見ると、コンクリートのU字坑に溝があり、仕切り板をはめ込んで水を堰き止めると、流路が変わり、別の田圃に水を引き込む仕掛けが造られていた（写真 13）。

「米一升水一升」という言葉があるように、米作りには水が欠かせない。今でも米 1kg を収穫するには約 5000 リットルの水が必要とされている²⁾。昔は水が足りず農民同士の争いになったこともあった^{2.6)}。改めて水の大切さを感じた。

このあたりは秋にたくさんのヒガンバナが咲き、写真を撮りに来る方も多いそうだが、昨年は土を大分掘り起こしたので根がやられてしまい、今年は花が咲かないかもしれないとお話だ。ヒガンバナの根（鱗茎）にはリコリンなどが含まれており、多量に食べると嘔吐や痙攣などを起こすため毒草とされるが⁷⁾、水田の畦畔を壊すモグラ退治のためにわざわざ植えられていたという話を以前聞いたことがあった。

農家の方は仕事の手を休めてしばらく相手をして下さったが、また軽快なエンジン音を響かせて田おこしを始められた（写真 14）。この辺りからは大和盆地に浮かぶ耳成山、畝傍山、天香久山の大和三山が見渡せた（写真 15）。葛城山はハングライダーのメッカらしく、お話をうかがっている



写真 16 街道沿いの白壁の家（名柄集落）

写真 16)。街道筋の面影の残す低い軒の木造の家が並ぶ中に、大きな杉玉を軒下に下げた造り酒屋があった（写真 17）。ここでは葛城・金剛山系の伏流水を地下から汲み上げて仕込み水として使っているという。先程の農家の方のお話では、以前は酒米も作っていたそうだが、米と酒は切っても切れない縁がある。

私の恩師、一島英治先生の「麴」という著書からの引用になるが⁸⁾、古代の人々は豊作を願い、収穫した稲、米、餅などを神饌として神に捧げた。米由来のものには、カビがつきやすい。なかでも気候風土の関係で、麴菌は米にもっとも相性の良いカビである。このカビによって神代の酒を醸したと推定される記録が和銅 6 年（713 年）編纂の「播磨国風土記」に残っている⁸⁾。

「大神の御糧（みかれひ）枯れて梅（榎）生えき 即ち酒を醸さしめて 庭酒に献して宴しき」酒造りに使用される黄麴菌（*Aspergillus oryzae*）も稲（*Oryza sativa*）と一緒に大陸から直接、あるいは朝鮮半島経由で日本に渡ってきたのだろうか。それとも日本の風土に土着していた麴菌の中から日本酒造りに適したものが選ばれていったのだろうか。酒造りは古代から行われていたが、商業的な生産が始まったのは 14 世紀、室町時代のことだ⁸⁾。京都北野神社に属する座衆が麴の製造・販売を独占していたため、京都を中心に酒屋が発展したというが、奈良大和では菩提山正暦寺をはじめ僧坊酒の製造が盛んに行われていた⁸⁾。その伝統は今も受け継がれ、御所では地元産の「露葉風」や「アキツホ」などの酒米と良質の水、冬の厳しい寒さを生かした酒造りが続いている。

伏見小学校の瓦屋根

集落を抜けると何段にも重なる棚田を見下ろすように葛城の道が続いていた（写真 18）。まもなく大きな入母屋屋根の古い木造平屋建ての簡素な建物が見えた（写真 19）。近所の方に伺ったところ旧伏見小学校の体育館だそう。入り口の切妻屋根には「伏見小学校」と名前が入った立派な鬼瓦が置かれ、他に「小学校」という文字を入れた巴瓦が何枚か使われていた（写真 20）。この瓦は



写真 17 造り酒屋（名柄集落）

間も上空の澄んだ空を悠々と飛行する姿が見られた。

酒米の話

さらに道なりに進むと、旧高野街道と大阪に抜ける水越街道の交差点にあたる名柄の集落に着いた（写



写真 18 緩やかな傾斜地の棚田，はるか向こうに紀伊山地を望む



写真 19 旧伏見小学校体育館（伏見集落）



写真 20 切妻屋根の名入り鬼瓦



写真 21 平屋根の下に並ぶ干し柿

特別に注文して造らせたものだろう。体育館がいつ頃建てられたものかは、わからなかったが、当時の方々の小学校への思いが感じられるような気がした。この地区には昭和 30 年代までは 4 か所の小学校があったが、今は葛城小学校に統合され、ここも廃校になった。道路から一段下には校庭があったようだ。

この辺りまで来ると右手が葛城・金剛山系，左手は奈良盆地，はるか南方には頂に雪を冠った高野山から大台ヶ原へと続く紀伊山地が連なり眺望が素晴らしい。明日香の丘は手に取るように近い。京阪和高速道路の工事中の橋桁や砂利の山，良く目立つブルーシートの覆いなどを辿っていくと，土肌に見える広大な工事現場が見えた。昨年訪れた水田跡遺跡だろう。後で聞くとこの辺りから遺跡までは，車で 10 分足らずとのことだ。道路の山側にある平屋根の下には大分乾燥が進んだ干し柿が暖簾のように架けてあった（写真 21）。ところどころにある溜池は，今の時期たっぴりと水を蓄えていた。ほどなく今日のゴール高鴨神社に着いた。ここは古代の豪族，鴨族の発祥の地とされている。ニホンサクラソウの保護活動をされており，いく鉢ものニホンサクラソウが春の暖かい日差しの訪れを待っていた。

2400 年前，秋の収穫期を迎えた水田には，一面に黄金色の稲穂が輝く眩しいような光景が広がっていたのだろうか。大昔の農業は今でいう「自然農法」であった³⁾。水田には稲に混ざって草も育ち，

よく耕された田圃の脇には雑草が繁茂する休耕田が広がる，そんな光景だったのかもしれない。当時は耕作と休耕をくりかえす焼畑の方法が継承されていた³⁾。そして休耕には「疲弊した土地を休ませ，また耕作に供しようという再生の思いがこめられている³⁾。」という。中西遺跡の水田はその後どのような変遷をたどったのであろうか。水田跡遺跡との出会いは，縄文時代に始まり，今へと永々と受け継がれる米作りの物語の始まりを私に伝えてくれた。田の神様に感謝し，豊作を願うどんと焼きや田おこしは，その年の米作りの始まりである。昨年3月の福島原発事故により，今，余儀なく休耕している田畑がいつか再生されることを心から願っている。

参考資料

- 1) 奈良県立橿原考古学研究所：中西遺跡第18次調査—弥生時代前期水田の調査—（平成23年11月12日）
- 2) 石谷孝佑監修：米，ポプラ社（2006）
- 3) 佐藤洋一郎：稲の日本史，角川書店（2002）
- 4) 奈良県立橿原考古学研究所：御所市秋津遺跡第5次調査 現地説明会資料（2011年8月27日）
- 5) 芳賀日出男：日本各地の伝統的なくらし2 農村の伝統的なくらし，小峰書店（2006）
- 6) 奈良県農林部農村振興課：吉野川分水～水とのたたかい～，奈良県公式ホームページ（2012）
- 7) 正山征洋編著：薬草の散歩道，九州大学出版会（2003）
- 8) 一島英治：ものと人間の文化史 138 麴，法政大学出版局（2007）

<p>白石カルシウムの炭酸カルシウム</p>	<p>分散性・混合性に優れたものや、飲料用として沈澱を抑制したタイプ等、品揃えしております。</p>
<p>炭酸カルシウムとは？</p>	<p>古くから食品に使用されている安全性・吸収性に優れたカルシウム源です。用途も栄養強化はもちろんのこと、練製品の弾力増強などの品質改良、粉体の流動性向上・固結防止といった加工助剤などその目的は多彩です。</p>
<p>一般の栄養強化には、「ホワイトン」</p> <p>機能を求めるならば、「コロカルソ」</p> <p>飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」</p> <p>詳細につきましては、弊社営業担当にお気軽にお尋ね下さい。</p>	
<p> 白石カルシウム株式会社</p>	<p>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</p>

漬物市場にブランドマーケティングを導入した驚くべきヒット食品

— 『きゅうりのキューちゃん』 東海漬物株式会社 —

田形 暁作*

*TAGATA Yoshinari (TAGATA食品企画・開発)

Key Words: きゅうりのキューちゃん・ロングヒット食品・商品開発・ブランド化・マーケティング戦略

はじめに

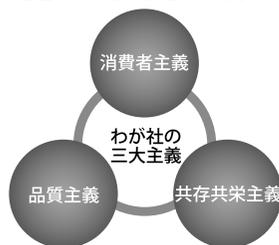
東海漬物株式会社は昭和16年(1941年)9月に設立、包装漬物を主体とした製造・販売を現在まで営んでいる。最初に経営の柱になった商品は昭和37年(1962年)に発売を開始した『きゅうりのキューちゃん』である。漬物市場に初めてブランドを導入し、昭和38年にはマーケティング手法としてテレビ宣伝を積極的に放映した。テレビ宣伝の内容も熟慮され、人気上昇中の坂本九をCMキャラクターに起用し、爆発的に売れた。

今年で発売を開始してから50年になる。まさしくロングヒット商品に育った。第二の経営の柱になった商品は平成16年に発売された『こくうま』キムチである。『こくうま』キムチは本誌の昨年8月号に記述したので参考にしていただきたい¹⁾。

1. 東海漬物の経営理念

東海漬物は「漬物を極める、日本の代表企業になりたい」というビジョンスローガンを掲げている。昭和16年(1941年)設立当初から常に時代の変化を見据え、新しい食の提案を行い、顧客の支持を得てきた。東海漬物の

消費者はいまなにをわが社に
もとめているのかを常に知ろう



品質向上と研究には終点がない
たゆまぬ努力によって
品質の絶対的優位性を貫こう

取引先とともに栄える方法を
日々を考え実践しよう

経営理念は「わが社の経営のために消費者が必要なのではなく、消費者のためにわが社が必要なのである。わが社の必要性は食生活を豊かにするどこより優れた品質の製品を供給することにある」である。

2. 東海漬物の沿革

『きゅうりのキューちゃん』を中心に沿革を記載する。

昭和16年 会社設立
昭和35年 樽詰めから袋詰めつけものに進出
昭和37年 『きゅうりのキューちゃん』新発売
昭和38年 『きゅうりのキューちゃん』テレビ

宣伝開始
 昭和 42 年 『きゅうりのキューちゃん』 総理大臣賞受賞
 昭和 48 年 『きゅうりのキューちゃん』 専用工場完成
 昭和 52 年 『きゅうりのキューちゃん』 10 億袋突破
 平成 4 年 『きゅうりのキューちゃん』 食品ヒット大賞においてロングセラー賞受賞
 平成 10 年 『きゅうりのキューちゃん』 品質を改良し新たに発売（保存料・合成着色料の添加物除く）。
 平成 12 年 『熟うま辛キムチ』 新発売
 平成 16 年 『熟うま辛キムチ』 から『こくうま』キムチへリニューアル
 平成 18 年 漬物機能研究所を設立
 平成 20 年 『ぷちキューちゃん』 新発売
 平成 24 年 『きゅうりのキューちゃん』 発売 50 周年。コクと旨味をアップさせ、新デザイン・省資源化パッケージ

でリニューアル発売。

平成 24 年 『きゅうりのキューちゃん』 にかつおだし風味を追加発売。

3. 漬物の市場について

3-1. 支出金額の状況

図 1 に漬物の 1 世帯当たり年間支出金額推移を示した。白菜漬け、大根漬け、梅干し、他の野菜漬物の何れにおいても減少している。2010 年の年間支出金額は 1 世帯当たり 8,464 円である。2000 年が 11,677 円であるので 10 年間に 3,213 円、割合で言うと 28% が減少したことになる。この傾向は今後も継続すると考えられる。

表 1 には年齢別支出金額を示した。50 歳以上では平均年齢よりも購入金額が多い。漬物市場は高齢者に支持されて維持されている。40 代より若い世代では著しく少ない。29 歳以下では 10% 台である。この状況が市場規模の減少に大きく影響していると考えられる。表 2 には収入別の二人以上世帯の購入金額を示した。

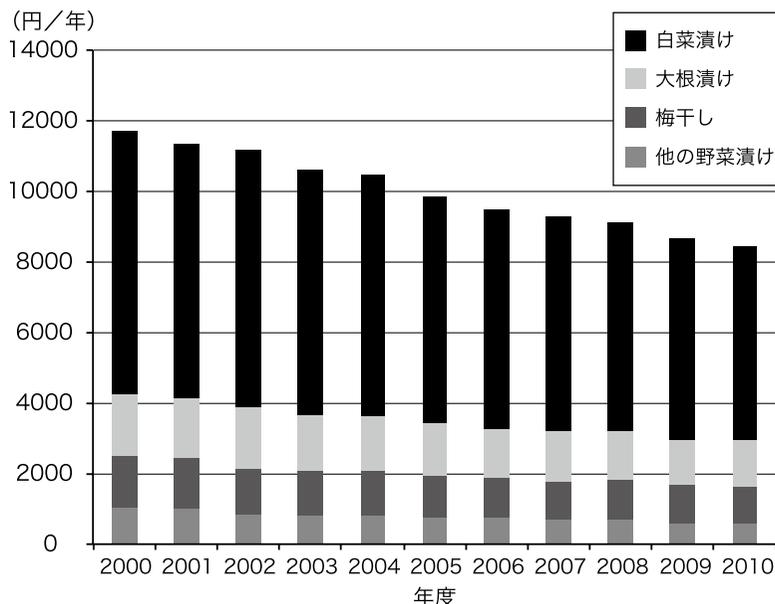


図 1 漬物の 1 世帯当たりの年間支出金額 (二人以上世帯) 出所；家計調査年報 平成 22 年

表1 漬物の1世帯当たりの年間年齢別支出金額(2人以上世帯)

	白菜漬け		大根漬け		梅干		他の野菜の漬物	
	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)
世帯平均	588	100	1,059	100	1,323	100	5,495	100
～29歳	113	19	154	15	397	30	2,157	39
30歳～39歳	203	35	366	35	678	51	2,965	54
40歳～49歳	388	66	625	59	1,024	77	4,411	80
50歳～59歳	608	103	1,123	106	1,357	103	6,235	113
60歳～69歳	782	133	1,440	136	1,592	120	6,657	121
70歳～	829	141	1,494	141	1,761	133	6,400	116

出所；家計調査年報 平成22年度

白菜漬け；白菜の漬物，白菜の朝鮮漬け，山東菜の漬物など

大根漬け；大根の漬物，大根の浅漬け，しそ巻たくあん，こんぶたくあん，つぼ漬，べったら漬

梅干し；梅の実を塩漬け，梅漬，小梅漬，梅かつお

他の野菜の漬物；奈良漬，わさび漬，福神漬，味ナス，らっきょう漬，紅ショウガ，ピクルスなど

表2 漬物の1世帯当たりの年間収入別支出金額(2人以上世帯)

	白菜漬け		大根漬け		梅干		他の野菜の漬物	
	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)	年間支出金額(円)	世帯平均に対する年齢別比率(%)
世帯平均	588	100	1,059	100	1,323	100	5,495	100
～345万円	568	97	1,133	107	1,189	90	4,807	87
345～463万円	660	116	1,117	99	1,321	111	5,207	108
463～617万円	539	82	988	88	1,264	96	5,105	98
617～858万円	540	100	939	95	1,255	99	5,569	109
858万円～	633	117	1,116	119	1,586	126	6,786	122

出所；家計調査年報 平成22年度

白菜漬け；白菜の漬物，白菜の朝鮮漬け，山東菜の漬物など

大根漬け；大根の漬物，大根の浅漬け，しそ巻たくあん，こんぶたくあん，つぼ漬，べったら漬

梅干し；梅の実を塩漬け，梅漬，小梅漬，梅かつお

他の野菜の漬物；奈良漬，わさび漬，福神漬，味ナス，らっきょう漬，紅ショウガ，ピクルスなど

収入は漬物の購入金額には影響していないことが分かる。

3-2. 漬物の種類と出荷金額

漬物の種類と出荷額について表3に示した。平成21年度の漬物出荷額は約3,600億円と推定されている。この食品新聞社の推定によると，種類別構成はキムチが770億円で21%，浅漬は1080億円で30%であり，この2種類で約

50%である。次が，梅干・梅漬が470億円で13%，沢庵本漬が480億円で13%である。さらに，刻み漬260億円で7%，酢漬280億円で8%である。また，国内産の比率はキムチでは78%，梅干・梅漬では72%である。漬物原料の野菜も海外原料に依存する傾向にある。ちなみに，きゅうりのキューちゃんは刻み漬に分類される。

表3 平成21年品目別出荷額(推定)(単位:億円)

キムチ	770	国内産 韓国産 中国産	600 140 30
※浅漬	1080		1080
梅干・梅漬	470	国内原料産 海外原料産 中国産	340 90 40
沢庵本漬	480	塩押し 糖しぼり 干し べったら 紀ノ川・他	260 70 75 40 35
刻み漬	260	福神漬 胡瓜・なす しば漬 その他	120 70 40 30
姿物 (胡瓜・茄子など)	50		50
菜漬	120	高菜 その他	80 40
酢漬	280	ガリ生姜 刻み紅生姜 新生姜 楽京	80 80 30 90
その他	90		90
合計	3600		3600

(食品新聞社調べ)

※浅漬は野沢菜・千枚漬・調味浅漬を含む

3-3. 漬物の商品名別、売り上げベスト10

表4には2012年4月度の漬物商品名別、売り上げベスト10を示した。上位はキムチ商品が占める中、きゅうりのキューちゃんは常に上位にランクしている。強さの要因は、認知率が高いことは当然であるが、カバー率が90%であることを考えると、どこの店にも置いてあることである。まさに、定番中の定番商品である。

4. 『きゅうりのキューちゃん』の開発経緯

きゅうりのキューちゃんは1962年に発売されるが、当時の漬物は、そのブランド名もメーカー名を付けているものが殆どで、単独の名前を付けている商品はわずかであった。また、樽による漬け込み方法で樽ごと出荷し、食料品の小売り市場に並べる、すなわち、計り売りによる製品が大半であった。そのような中、いち早く、家庭用個包装パッケージを採用し、衛生的で便利な包装形態を実現した。書物『あたって砕けろ』に、開発当初のことが記されている。きゅうりのキューちゃん開発者である大羽至氏

表4 売り上げベスト10商品ランキング(2012年4月度)

順位	商品名	商品分類	月次(4月)					
			千人当り金額(円)	千人当り金額シェア(%)	千人当り個数(個)	千人当り個数シェア(%)	平均価格(円)	カバー率(%)
	合計		18,525	100	96	100	192	—
1	東海 こくうま 熟うま辛キムチ 白菜 320g	キムチ	573	3.1	2.0	2.1	282	71
2	美山 川越達也イチオシキムチ 200g	キムチ	439	2.4	2.2	2.3	199	80
3	ピクルス ご飯がススム キムチ 200g	キムチ	281	1.5	1.4	1.5	199	68
4	フードレーベル 牛角 観光直送キムチ 400g	キムチ	239	1.3	0.7	0.8	322	67
5	東海 きゅうりのキューちゃん 120g	きゅうり漬	220	1.2	2.1	2.1	107	90
6	CGC 韓国本漬たくあん 1本	たくあん	165	0.9	0.9	0.9	182	19
7	東海 プチこくうま キムチ 2食パック 100g	キムチ	146	0.8	0.8	0.8	183	73
8	イオン ベストプライス キムチ 300g	キムチ	140	0.8	0.8	0.8	185	7
9	備後漬物 旨えびキムチ 450g	キムチ	108	0.6	0.4	0.4	291	46
10	北日本F スーパー極上キムチ 330g	キムチ	99	0.5	0.4	0.4	292	13

(出所;日経POS+RDS 漬物カテゴリー/全国/千人あたり個数ランキング)



は「今後は”消費者ニーズ”にもっと適した包装容器に入れた商品が単独に名前を持ち、市場調査データを基本に、科学的・物理的の要因を分析しながら開発される個性豊かな製品を販売していかなければならない時代に突入した」という考えのもと、昭和35年（1960年）手探り状態で『きゅうりのキューちゃん』の試作を開始した開発者が目指した設計品質について、こう表現されている。

柔かにして弾力があり、それでいて噛み切った後のシズル感があること。「ポリッパリッ」とした食を愉しむための音も、軽やかでなければならない。さらには、「刻みの大きさは、口腔内で原形を残す程度の大きさであることが大切である。また、匂いは醤油漬けで仕上げるが、野菜の青くさをなくし、それでいて新鮮さを損なわずということが、おいしい漬物条件であると信じている。そのために、生姜をみじん切りにして混ぜ、しょうゆの旨味を引き出すグルタミン酸やリジンなどの成分を、ごま風味で促進させることを見出し、とりいれた。その味が、口腔内で調味・調合されて歯で砕かれ、白のようにつかれることで、適度の塩分がばらまかれる仕組み、とでも表現できると考える。このようにして、イメージした『きゅうりのキューちゃん』の内容物ができあがった。

商品名は、一般の主婦も参加したブレインストーミングで検討され、そこで『キューちゃん』というネーミングが選ばれた。まだ、「ブレ

ストーミング」という言葉が宣伝業界でもなじみの薄い頃であった。その後、生産体制も順調に出来上がった。昭和37年（1962年）『きゅうりのキューちゃん』の発売を開始した。発売時の価格は一袋30円であった。また、1962年発売当時のパッケージデザインは写真のとうりであり、内容物がはっきり見えることを重視してある。色はきゅうりのグリーンであり、商品名である“キューちゃん”をロゴ化し、を目立たせている。

5. 『きゅうりのキューちゃん』のブランドマーケティング

書物『あたって砕けろ』には、発売当初のことがこう記されている。『きゅうりのキューちゃん』を発売するに当たり、テレビ宣伝は必要と考え、『キューちゃん』をイメージさせるには主婦のブレインストーミングでも”坂本九”がノミネートされた。きゅうりの『キューちゃん』もしくは『Qちゃん』でイメージは一致していた。そこで、坂本九ちゃんが所属する”渡辺プロダクション”の兄弟会社”マナセプロ”にお願いした。当時、坂本九ちゃんはプロダクションの秘蔵っ子であるばかりでなく、歌手として、役者として、イメージを造りつつある最中であった。ヒット曲「上を向いて歩こう」が米国カーネギーホールで、“すきやきソング”として公演し、国際的スターの仲間入りという、当時の大型新人であった。坂本九ちゃんの破竹の勢いと、全国に行き渡っている知名度を活用しない手はないと考え、粘り強く、広告代理店の力を借りながら交渉した。プロダクションから了解を取り付けた後はCMフィルムを制作し、放映を開始した。『キューちゃん』のネーミングも商標権を取得した。坂本九ちゃんの人気が後押しをし、売り上げも急速に拡大していった。当時、漬物業界でブランドを導入し、そのブラ

ンドの認知を拡大させるためにキャラクターを選定し、テレビ宣伝をするというマーケティング手法は初めてであり、画期的であった。

6. 『きゅうりのキューちゃん』の商品説明

現在、キューちゃんのシリーズ商品としては以下の3品がある。

『きゅうりのキューちゃん』は120g、『ぶちキューちゃん』は90g (45g×2)、それに、今



きゅうりの
キューちゃん

ぶち
キューちゃん

きゅうりの
キューちゃん
かつおだし風味

年新発売した『きゅうりのキューちゃん かつおだし風味』110gである。『きゅうりのキュー

『きゅうりのキューちゃん』 120g

原材料名	きゅうり (中国, ラオス), しょうが, ゴーヤ, しその実, ごま, 漬け原材料 [しょうゆ, 魚介エキス, 還元水あめ, 水溶性食物繊維, 魚醤, 醸造酢, 濃縮りんご果汁, たんぱく加水分解物, 食塩, 香辛料], 調味料 (アミノ酸等), 酸味料, 酸化防止剤 (ビタミンC), 着色料 (クチナシ, 紅麹), (原材料の一部に小麦を含む)
栄養成分表示 (100g 当り)	エネルギー :39kcal, たんぱく質 :4.1g, 脂質 :0.5g, 糖質 :2.9g, 食物繊維 :3.3g, ナトリウム :1.6g, 食塩相当量 :4.1g
アレルゲン	小麦 大豆 りんご
内容量	120g
保存方法	直射日光, 高温多湿を避け保存して下さい
賞味期限	製造日より90日 (未開封)
※保存料は使用していません。	

『ぶちキューちゃん』 90g (45g×2)

原材料名	きゅうり (中国, ラオス), しょうが, ゴーヤ, しその実, ごま, 漬け原材料 [しょうゆ, 魚介エキス, 還元水あめ, 水溶性食物繊維, 魚醤, 醸造酢, 濃縮りんご果汁, たんぱく加水分解物, 食塩, 香辛料], 調味料 (アミノ酸等), 酸味料, 酸化防止剤 (ビタミンC), 着色料 (クチナシ, 紅麹), (原材料の一部に小麦を含む)
栄養成分表示 (100g 当り)	エネルギー :39kcal, たんぱく質 :4.1g, 脂質 :0.5g, 糖質 :2.9g, 食物繊維 :3.3g, ナトリウム :1.6g, 食塩相当量 :4.1g
アレルゲン	小麦 大豆 りんご
内容量	90g (45g×2)
保存方法	直射日光, 高温多湿を避け保存して下さい。
賞味期限	製造日より90日 (未開封)
※保存料は使用していません。	

『きゅうりのキューちゃん かつおだし風味』 110g

原材料名	きゅうり (中国, ラオス), しょうが, ゴーヤ, しその実, ごま, 漬け原材料 [しょうゆ, 魚介エキス, 還元水あめ, 水溶性食物繊維, 魚醤, 醸造酢, 濃縮りんご果汁, たんぱく加水分解物, 食塩, 香辛料], 調味料 (アミノ酸等), 酸味料, 酸化防止剤 (ビタミンC), 着色料 (クチナシ, 紅麹), (原材料の一部に小麦を含む)
栄養成分表示 (100g 当り)	エネルギー :39kcal, たんぱく質 :4.1g, 脂質 :0.5g, 糖質 :2.9g, 食物繊維 :3.3g, ナトリウム :1.6g, 食塩相当量 :4.1g
アレルゲン	小麦 大豆 りんご
内容量	110g
保存方法	直射日光, 高温多湿を避け保存して下さい。
賞味期限	製造日より90日 (未開封)
※保存料は使用していません。	

ちゃん 120g』と『ぶちキューちゃん 90g (45g × 2)』は内容量と容器以外は同じである。『きゅうりのキューちゃん かつおだし風味 110g』は『きゅうりのキューちゃん』にかつおだしを加えた。

7. 素材野菜のこだわり

ごはんをおいしく味わっていただくことを願い、キューちゃんの素材として3つの野菜を選んだ。パリパリっ!という音と食感がおいしい「中国産・ラオス産のきゅうり」。香りと風味豊かな「日本産しょうが」。栄養たっぷり、体においしい「日本産ゴーヤ」。さらに、不足しがちな栄養素である食物せんいを3000mg (100gあたり) 配合した。キューちゃんづくりは、農場の人たちと一緒に、これら野菜を育てることから始めた。3つの野菜素材をそれぞれを紹介する。

「きゅうり」について

キューちゃん誕生以来、そのおいしさを支える歯切れのいい音は「四葉 (スウヨウ)」という名のきゅうりから聞こえてくる。うす皮で肉質がしまり、歯切れがとても良く、キューちゃんに最適な品質を持ったきゅうりである。中国・浙江省の省都、杭州。ここが「四葉」きゅうりのふるさとである。毎年3月末に始まる種まきから数か月間、人の手でひとつひとつ大切に育てられている。写真は東海漬物の技術者が初めてこの地を訪れて四半世紀、ずーとキューちゃんになる「四葉きゅうり」を育て続けている農



場である。

2011年1月よりラオスのきゅうり畑で、中国同様、品質の良い「四葉きゅうり」を栽培している。ラオスでは12月～5月が収穫。ちなみに、中国では5月～7月が収穫である。「四葉きゅうり」は日本と同じ基準で管理され、幾重にもチェックする。合格したきゅうりだけ塩漬けし新鮮さを封じ込める。このように初期加工を経て秋には選りすぐりのキューちゃんの原料として、日本に運ばれてくる。ちなみに、『きゅうりのキューちゃん』に使われるきゅうりは年間約8,000万本にも相当し、このきゅうりを縦につなぐと地球を1.6周する長さになります。

「しょうが」について

口の中でふわっと広がる“しょうがの香りと風味”が、キューちゃんをさらにおいしくしている。オリジナルの本醸造醤油との相性を考え、しょうがにもこだわった。辛みが控えめですっきりした風味と、豊かな香りを持つしょうがを探し求めた結果、たどりついたのが「国産しょうが」である。この国産生姜は、土佐地方では「土佐一」と称されているものであり、大型でコブが少なく、香り



と風味が非常にマイルドなのが特長である。生姜は、アントシアニンを多く含んでおり、このところ健康効果も注目されている。

「ゴーヤ」について

「ゴーヤ」という薬味が、キューちゃんをさらにおいしくする。そのゴーヤの主な産地の一つが久米島である。南国の太陽をいっぱい浴びた久米島のゴーヤは、苦味も少なく、ま

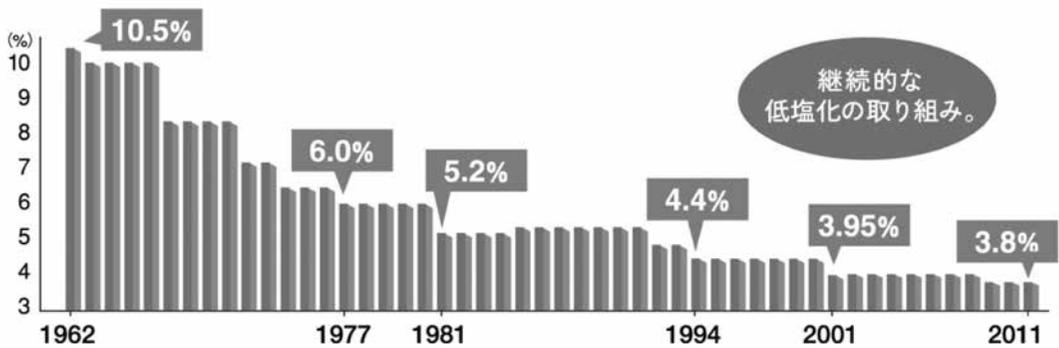


さにキューちゃんの薬味にピッタリ。隠れたアクセントとして更においしさがアップした。主に、5～7月に収穫期をむかえるゴーヤ栽培は、まさに台風との戦い。厳しい自然に立ち向かい、手塩にかけて育てられたゴーヤはおいしさを逃さない栽培管理とスピーディな加工処理をする。

8. 『きゅうりのキューちゃん』の変えないことと、変えること

“ロングセラーの秘密”

きゅうりのキューちゃんは、発売以来、品質改良を繰り返し、一歩ずつ前進してきた。例えば、塩分は発売当初は10%以上あったが現在では3.8%まで下げてきた。塩分量の発売以来の低塩化の推移は下表に示した。また、1998年には保存料、合成着色料の使用を中止した。



更に、ラベルデザインも常に時代の変化に合わせて、鮮度を維持するために変更していった。2012年にはライン拡張のため、かつおだしを追加発売した。

9. 『きゅうりのキューちゃん』をターゲット、TPOと5Pにのっとり説明

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。

まず第一に「Product」ありきである。「Product」には商品コンセプト、商品仕様、ネーミングなどを決定しなければならない。

第二は「Package」である。包装仕様、デザインなどを決定しなければならない。

第三は「Price」である。「Price」は販売、事業化に最も重要と考えている。

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、ドラッグストアなのか、それとも通販なのか。色々なチャネルがあるので選択と集中が必要になる。

第五は「Promotion」である。店頭プロモーション、媒体プロモーションなど費用がかかるので効果的なメディアミックスが重要である。

最後に5Pではないが、『Target』がある。全ての5Pは『Target』を明確にした後のことである。「Product」は『Target』が明確にならないと決まらないはずである。技術先行型の新商品は兎角『Target』を忘れて技術開発に自己満足する傾向がある。顧客あつての新商品であることは最重要である。この考えに基づき、『きゅうりのキューちゃん』の開発から現在までを整理してみる。

『きゅうりのキューちゃん』は昭和37年(1962年)、国内で初めて発売された。「Product」はネー

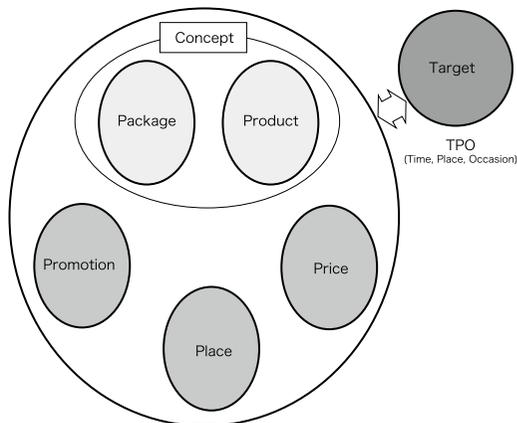


図2 商品開発5P；開発品はユーザーの手元に届く仕組みになっているか

ミングのとうり、きゅうりのしょうゆ漬けである。“ぱりぱり!”という音と食感を重要視し、きゅうりの種類の選定を重視した。さらに、味をふくよくにするために、国産しょうがで“ふくよかな香りと風味”をつけ、さらに、国産のゴーヤでアクセントを付けた。「Package」は樽で量り売りの時代に、透明なポリセロ袋に入れた。ネーミングは『Promotion』としてテレビコマーシャルを想定していた。コマーシャルには売出し中の坂本九ちゃんを考えていたので、『きゅうりのキューちゃん』に決めた。坂本九ちゃんは国民的アイドルになり、『きゅうりのキューちゃん』の発売の立ち上がりには非常に貢献してくれた。『Price』は1袋30円で販売した。

『Place』は成長が著しかった量販店が中心であった。発売後は“変えないこと、変えること”を見極めながら、パッケージの改良、味の改良、塩分量の低減などを継続し、今年で発売後50年になった。売上のブランドシェア順位はベスト10に常時入っている。

おわりに

『きゅうりのキューちゃん』は昭和37年(1962年)漬物業界に初めてブランドマーケティング

を導入した。テレビコマーシャルで坂本九ちゃんに広告塔をお願いすることを意識し、ネーミングも『キューちゃん』と名付けた。坂本九ちゃんの人気上昇とともに知名度は上がり、売り上げも急速に拡大していった。今年で発売後 50 年になる。最大の課題は漬物市場は年々縮小し、平成 21 年度の出荷金額（推定）は 3,600 億円まで減少した。この現象は今後も続いていくと予想される。『きゅうりのキューちゃん』も売り上げは減少している。これに歯止めをかける

方法を考え出すことが重要である。きゅうりのしょうゆ漬という商品イメージから若年層の購入者が少ない。漬物全体も同じである。日本の伝統食品である“しょうゆ”，“みそ”，“漬物”は若者の食卓から消えつつある。“しょうゆ”は“麺つゆ”や“ぼん酢”に代わってきている。こういった事実も見えていかなければならない。日本の伝統食品を守り続けることは重要な使命であると考える。

[参考文献]

- 1) 田形皖作：業界を変えた驚くべきヒット食品『こくうま』東海漬物株式会社，*New Food Industry*, 53 (8), 67-74, (2011)

[参考資料]

- 1) あたって砕けろ 東海漬物・半世紀のステップ：昭和年月日発行，発行 株式会社 ミック出版社
- 2) 東海漬物株式会社 会社案内 2010 年 1 月作成

築地市場魚貝辞典（イワナ）



波除神社

青い空に入道雲。都会でも夏は暑い。いや、都心の暑さは尋常ではない。ヒートアイランド現象なる言葉も耳慣れたような気がする。晴海通りを歩いて築地市場へ歩くときも、できるだけ木陰をえらんでしまう。海幸橋門を出たところにある波除神社は、狭いながらも木立があって涼しげである。ちょっと寄り道して中に入ると、外の景色が白熱しているように見える。涼んでいるつもりが、大銀杏のセミが鳴き始めた。さて場内へ足をを進めることにしよう。

今回も夏の魚、イワナを紹介する。



イワナ

一分類一

イワナを分類学的に表すとサケ目ーサケ科ーイワナ属ーイワナとなる。簡単にいうと、魚らしい形をした魚のうち、脂鱭（あぶらびれ）があり、大きな犬歯がなく鱗のある魚（サケ目）のうち、胸鱭（むなびれ）は体の腹側にあり鰓条骨（さいじょうこつ；鰓を支える骨）の数が10から20の魚（サケ科）で、頭は平たくなく上顎に並ぶ歯の列がM字に並び（イワナ属）、背鱭に模様がない魚ということになる。サケ科に近いのはキュウリウオ科（ワカサギやシシャモが含まれる）やアユ科、シラウオ科である。どの魚も尾鱭に近い背中に小さな脂鱭がある。サケ科は世界でおよそ11属、約66種が知られている。サケ科の最古の化石は白亜紀後期（およそ7千万年前）からのもので、魚

としてはやや古いグループである。北半球の温帯から寒帯の河川や湖沼にすみ、一部は海にも下りる。サケ科のうち日本には5属14種が分布する。このうちイワナ属は4種である。イワナ属は変異が多く、それを別種とするか、同種の中の変異とするか、研究者によって考



アメマス

えが異なることがあるが、世界におよそ50種がいるとされている。日本のイワナについても種類数の論争が絶えなかった。現在ではオシロコマとイワナの2種に、それぞれ2亜種（オシロコマとミヤベイワナ）と4亜種（アメマス（エゾイワナ）、ニッコウイワナ、ヤマトイワナ、ゴギ）が含まれるとする考えが一般的である。このほかカワマスとレイクトラウトの2種が北米から移入され、一部地域で繁殖している。

—形態—

イワナも丸のままの姿で売られる魚の一つである。塩焼きも1匹竹串に刺すので、姿を覚えている方もいらっしゃるだろう。体はやや細長く、体の断面は縦長である。頭部は丸みを帯びる。口はやや大きく頭部の半分ぐらいまでとどく。口内には小さいがとがった歯が並んでいる。胸鰭は体の腹側にある。腹鰭は体の中央付近にある。背鰭は1つで体の中央にある。尾鰭に近い背中側には小さな脂鰭（あぶらびれ）がある。尾鰭は中央付近の鰭条（きじょう；ひれすじ）が短いので、その部分がくぼんで見える。脂鰭を除く鰭は柔軟性のある鰭条（なんじょう；ひれすじ）で支えられ、しなやかである。体の表面は細かな鱗に覆われ、滑らかである。



頭部

体色はやや金属光沢のある茶褐色で、背中側の色は濃く、腹側に向かって薄くなる。多数の小さい斑点があるが、種類や亜種によって斑点の様子が異なっている。アメマス（エゾイワナ）は斑点の色は白く、大きさは瞳と同じぐらい



細かな斑紋

である。ヤマトイワナは斑点が小さく、朱色（赤く見える）で白い斑点がほとんどない。ニッコウイワナも斑点が小さいが、赤と白の斑点がある。ゴギはニッコウイワナに似ているが、鼻先付近まで斑点がある（ニッコウイワナは頭頂部まで）。そのほか全く斑点のない無斑型、背中の斑点がつながって虫食い状の模様となった流れ紋型、全く色素を欠くアルビノなどの変異も見られる。

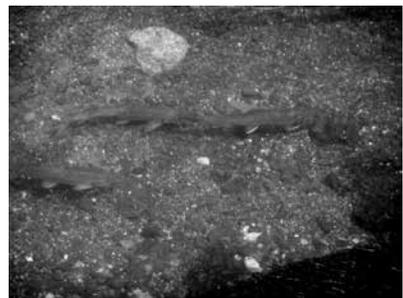
体長は40cmほどまでであるが、海に下るアメマスでは60cmになるものもいる。

一生態一

北海道から本州、紀伊半島と中国地方の一部に分布する。亜種により分布する地域が異なる。生息域が重なる所もあるが、アメマス（エゾイワナ）は本州北部から北海道、ロシアのオホーツク海沿岸、ニッコウイワナは中国地方から本州北部、ヤマトイワナは本州中部の太平洋側、紀伊半島、琵琶湖周辺、ゴギは中国地方の一部のみである。冷たい水を好み、ほかの魚が住まないような河川の最上流部にまで住んでいる。東北地方や北海道の河川では、下流でも見ることができ。餌は動物性で、水生昆虫から甲殻類、ミミズ、魚、両生類など何でも食べる。通常河川に住むが、エゾイワナでは海に下るものがある。これをアメマスと呼ぶ。



イワナのすむ川



川の中のイワナ

産卵期は9月から11月で、上流の細流の小石交じりの砂底を掘り、ペアで産卵する。直径5mmほどの沈性卵（底に沈む卵）を1度に100個ほど生み、産卵後も生き残る。冬の間には孵化し、春に体長10cm、秋には15から20cmに成長する。中には1年で成熟するものもあるが、ふつう2年で成熟する。寿命は3年以上。

ある年の秋、岩手県陸前高田市の山中へ出かけた。高い山ではなかったが、林道は細く、木立の中は鳥の声だけである。道に沿って細い川が流れていた。その川の淀みとなったところを見ると、イワナのペアがさかんに川底を尾鰭で掘り返していた。産卵である。幻の魚といわ

れていたこともあって、しばし感動しながら見入っていたが、どのぐ
らいの間見ていたのか、その後イワナがどうなったかの記憶がない。

一漁業一

主にあまり大きくない河川に住
むので、釣りで漁獲される。その
ため漁獲量には限りがあり、釣り
ものが出回ることは稀である。山
深くの溪流での釣りというと、漁
というよりは、趣味の領域に近い
ものを感じる。イワナの釣りに関



鮮魚で入荷

する書籍は多く、尺岩魚を吊り上げた釣り談義は、枚挙に暇がない。
海に下るアメマスは岸寄りを回遊するので、沿岸に設置された定置網
で漁獲されることがある。市場に流通するイワナの大部分は養殖され
たものである。清流や湧水を引き込んだ池で飼育され、夏場を中心に
出荷される。また、天然資源を補うために稚魚の放流も行われている。

輸入はない。イワナの分布域が限られていることも一員と考えられ
る。イワナの仲間であるアルプスイワナは鮮魚で輸入されたものを見
たことがあるが、現在ではあまり聞かない。

築地市場には、鮮魚で入荷する。やはり養殖ものが多く、山梨県、
栃木県、岩手県などから入荷する。あまり入荷量は多くなく、見られ
るのも夏場だけである。まれに天然物のイワナも入荷する。北海道産
の天然イワナとして売られているものを見ると、大きさや斑紋からア
メマスであった。

一利用一

塩焼き、刺身、甘露煮、燻製などが一般的な食べ方であろう。数年
前に訪ねた山間の小さな温泉宿は、料理が自慢であった。緑の中を流
れ落ちる滝に面した露天風呂で旅の疲れと汚れを落とし、夕食を楽し
みにする。出されたものは地の物を用いた献立で豪華であったが、中
でも刺身の姿盛りと塩焼きで出
てきたイワナはおいしかった。食後
に散策していると、外に生簀があっ
て、そこから生きたイワナをすくっ
てきて調理したものであった。や
はり新鮮なイワナは美味しい。イ
ワナと同じサケ科で、やはり溪流
に住むヤマメの方が味が良いとさ



刺身

れるが、大船渡周辺で釣られたものをいただいて食べたことがあるが、舌が鈍感なのか、それほど差があるとは思えなかった。イワナの産卵期は秋なので、産卵を控え栄養を蓄えている夏が旬といえるだろうか。

一エピソードー

山芋変じて鰻となる、とよく言われる。現在では海洋での広範な調査の結果、鰻の産卵場所も特定されたが、昔の人は身近な川にいるウナギが、まさかはるかマリアナ海域の深海で産卵しているなんて、夢にも思わなかったであろう。卵を生んでいる様子がない。ならば、形の似ている山芋がウナギになるのだと考えたとしてもおかしくはない。イワナもまた、深い山奥にすむので、今のように林道が整備され、あるいはオフロードカーで山奥に分け入るすべもないので、産卵行動がわからなかった。このため、春になるとできる笹の一種の実が川に落ちてイワナになると考えられていたようである。

生態の項でも書いたが、イワナはなんでも食べる悪食で有名である。口も大きいので、かなりの大きさのものを丸呑みにする。それでいて、かなり神経質で、釣り人のたれる竿先に付いた餌にはなかなか食いつかない。必然的に、いろいろな話が生まれる。これもそんな話のひとつかもしれないが、ヘビをも丸呑みにするという。食べられたヘビも簡単には死なないので、イワナの肛門から頭を出してしまう。それを剥製にしたものがあると聞いたことがあるが、ヤラセなのかどうか真意のほどは定かでない。

夏の上高地を訪れると、梓川の清らかな流に癒される。河童橋あたりだと流れが早く水量も多いので魚影は見えにくいですが、大正池に至る散策路を歩くと、木々の間に見え隠れするよどみに魚いるのを見ることがある。上高地にも多くのイワナが住んでいるが、ここにはイワナ属の別種カワマスも住んでいる。カワマスは北アメリカ東部原産の魚であるが、日本に移入され、各地へ放流された。イワナとカワマスは分類的に近く、生態も似ているため雑種ができてしまう。上高地でも雑種が見られ、在来イワナの存続が危惧されている。

文 献

- 1) 石城謙吉：イワナの謎を追う，岩波書店（1984）
- 2) 上野輝彌・坂本一男：新版 魚の分類の図鑑，東海大学出版会（2005）
- 3) 川那部浩哉：魚々食紀，平凡社（2000）
- 4) 川那部浩哉・水野信彦（編・監）：日本の淡水魚，山と溪谷社（1989）
- 5) 木村英造（編）：淡水魚別冊イワナ特集，財団法人日本淡水魚保護協会（1980）
- 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）



“薬膳”の知恵 (70)

Key Words : 薬膳 ■ 食養生 ■ 高血圧 ■ 養生茶

荒 勝俊*

最近、中国においても食生活のリズムの乱れや劣質化、ストレスによる自律神経の失調、塩分の過剰摂取、により高血圧の状態を訴える人が増加している。高血圧とは、血圧が拡張期血圧 90 以上、収縮期血圧 140 以上と、正常範囲を超えて高い状態を言う。高血圧状態が続くと虚血性心疾患や、脳卒中、腎不全などの発症リスクが高くなるので、日頃からの予防が重要となる。高血圧の原因は複雑で、両親から受け継いだ遺伝的な部分に加えて、成長過程や、加齢プロセスにおける食事、ストレスなどの様々な生活習慣が複雑に絡みあって生じる。

中医学的診断によれば、高血圧は食生活のリズムの乱れや劣質化、ストレスによる自律神経の失調、塩分の過剰摂取、に加えて情志失調、中枢神経と内分泌体液調節機能失調によって起こる動脈血圧の昇高するものと考えている。「肝陽上亢」「肝風」「肝腎虚損」などの疾患に属し、心臓や脳、血管の病気という事で“眩暈・頭痛”の範疇として考えられている。

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、食生活を正常化する事で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で作った“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高血圧に対して改善できると考えている。



1. 中医学における高血圧



中医学では、高血圧症という単独の疾患概念は無く、「肝陽上亢」「肝風内動」「肝腎虚損」「心脾血虚」などの疾患に属し、心臓や脳、血管の病気という事で“眩暈・頭痛”の範疇に属する。肝陰が不足する事で肝陽が上亢し、肝風が内動し、頭痛、肩こり、眩暈、はなはだしければ中風（脳卒中）を起こす。心脾が血虚によって気血が脳に対して栄養を供給できないと髄海不足

* 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)

となり、頭痛・耳鳴り・眩暈を起こす（心脾血虚）と言う。脾虚によって中焦の機能が衰えると痰濁が溜まり、更に風、火に伴って上擾（じょうじょう）すると眩暈、頭痛、不眠などの症状を呈する。中医理論では、眩暈の原因として痰を重要視している。

拡張期血圧が高い場合、気滞血瘀が原因の場合が多く、瘀血を除く川牛膝、三棱、莪朮、益母草、などが有効と報告されている。

1) 実証型高血圧

筋骨がしっかりした体格であり、のぼせが強く、顔面が紅潮し、強い頭痛、耳鳴り、眩暈、動悸、肩こり、口の中の苦味、尿の色が濃く量が少ない、大便秘結で出にくい、舌色は赤、舌苔は黄色、といった症状を呈する型の高血圧。一般に、熱の症状がある場合は、三黄瀉心湯や降圧丸、便秘症状が無い場合は黄連解毒湯などが用いられている。ただし、冷えに弱く体力の無い人には使わない。

2) 虚証型高血圧

一般に、眩暈、口の中の乾燥、気分が落ち着かずイライラする、のぼせやすい、寝つきが悪く眠りが浅い、などの症状を呈する高血圧。治療は、七物降火湯や釣藤散などが用いられている。

3) 肝鬱型・ストレス型高血圧

精神的ストレスが原因で引き起こされた高血圧は、神経の緊張をほぐすことにより治療する。現代社会はストレスが多く、神経が緊張して交感神経—副腎系が興奮した状態が続く様になると、血管が収縮し血圧を上昇させる。一般に治療は、抑肝散、柴胡加竜骨牡蛎湯、大柴胡湯、加味逍遙散、などの中から体質に合った生薬が用いられる。

4) 瘀血型高血圧

瘀血とは血の流れが滞った状態を言い、加齢、ストレス、運動不足など様々な原因により引き起こされる。特に、加齢によって生じる瘀血は

動脈硬化や高血圧との関わりが深く、活血化瘀の効果をもつ生薬を使う事で血圧の正常化が期待できる。代表的な活血化瘀を有する生薬として、丹参や红花などが有る。



2. 高血圧の食養生



カツオ、マグロ、イワシ、サバなどの青魚には、血液をサラサラにするDHAやEPAなどの不飽和脂肪酸が含まれており、滞った血の流れを促進する働きが有る。また、玉葱にはコレステロールを下げて血栓を予防する働き、大蒜には血圧を緩和し、末梢循環を促進させて動脈硬化を予防する働きが報告されている。他に血液を増やす食材として、ほうれん草、人参、アサリ、シジミ、レバー、鶏肉、黒豆、胡桃などが有る。

中医薬として、丹参（たんじん）という生薬には①血管を拡張して血流を増やす作用、②血圧降下作用、③血栓抑制作用、④血液粘度降下作用、⑤血管保護作用、⑥血小板凝集抑制作用、⑦抗酸化作用、が報告されており、高齢者の病気予防や治療に広く用いられている。



3. 高血圧と養生茶



そもそも高血圧は、血中のアンジオテンシノーゲンとレニンが作用する事で誘発される生体反応であり、その作用を阻害する効果が高いのがお茶に含まれるカテキンである。更に、お茶には血管壁の強化や血液循環を改善させる作用を有しており、高血圧予防にとって非常に有効な食材である。

1) 杜仲茶

杜仲は、中国西南部に多く分布する落葉高木で、その樹皮や葉には老化予防の効能があると

言われ、中国では古来から漢方生薬として用いられてきた。杜仲の葉を干して作る杜仲茶は、「不老長寿の仙薬」とも呼ばれ、その薬効が珍重されている。杜仲の葉には、ゲニポシド酸という杜仲葉配糖体が含まれており、副交感神経を刺激する事で末梢血管のまわりの筋肉を弛緩させ、血管を拡張する事で血流の抵抗を減らし血圧を低下させる効果が知られている。血液循環が促進される事で、冷えや、冷えからくる肩こり・腰痛などの改善にも有効である。また、ピノレジノールジグリコシドという杜仲葉配糖体は利尿作用を有し、ナトリウムの排泄を促進させる事で血圧を安定させる。

2) 蕎麦茶

蕎麦茶に含まれるポリフェノールの一種であるルチンは、毛細血管を強化すると共に血栓が生じるのを抑制するので、動脈硬化を予防すると考えられている。ルチンを単独で摂取した場合より、そば茶として摂取した場合の方が血液の流動性が改善されるという報告も有る。

3) 柿の葉茶

古来、柿の実は脳卒中や高血圧、虫さされに利用され、干し柿は咳止めや消化不良に利用されてきた。柿の葉は、緑茶やレモンの10倍～20倍、みかんの30倍といわれるほどのビタミンCを多く含み、免疫力向上や動脈硬化防止といった効果に加え、貧血、歯槽膿漏、高血圧、糖尿病などにも効果がある。

柿の葉茶は、ルチンやタンニンといった血管を強化する働きがあるポリフェノールを豊富に含む。柿のタンニンは優れた解毒作用を持ち、「酒を飲む前に柿を食べると悪酔いをしない」、「二日酔いの時は柿を食べると良い」と言われているが、これは柿のタンニンによる働きによるものである。

4) どくだみ茶

どくだみはドクダミ科の植物で日本各地、東南アジア各国に広く分布する多年草の植物

である。

どくだみ茶は体内の老廃物を排出する作用に優れたお茶で、血圧を下げる効用も有る。古来よりその薬効成分は注目されており、十薬（万能薬）という別名が有る。

どくだみの葉や茎には、エルチトリンやイソクエルチトリンといったフラボノイドが含まれており、利尿作用や消炎作用を促し、毛細血管を強化して血管を拡張する働きが報告されている。毛細血管の強化は、高血圧による脳出血の予防にもつながり、血管系疾患の予防としても有用なお茶である。狭心症や心筋梗塞などの心臓病は、水分の代謝に障害が出て起きると考えられており、どくだみは有効に働くと予想される。

5) 梔子（クチナシ）茶

梔子はアカネ科クチナシ属に属する植物で、梔子の名前は梔子の果実が開裂しない事で「口無し」から名付けられた。梔子の果実の乾燥したものを、生薬で山梔子（サンザシ）と呼ぶ。中国では、湖南、湖北、江西、福建、浙江、四川などの各省に産し、特に浙江省の物が良質品とされている。

梔子の果実には多くの有効成分が含まれており、その効果は高血圧の予防や肝炎の改善、黄疸の改善などが報告されている。クチナシ茶の特徴的な有効成分として、ゲニポサイド（イリドイド配糖体）と、黄色色素のクロチンに血圧降下作用があり、血圧の上昇を抑えて血圧を正常に戻す働きが報告されている。また、肝臓障害、肝炎改善、黄疸改善、不眠解消などにも有効と報告されている。

6) ギャバロン茶

ギャバロン茶は、国立茶業試験場の開発研究によって1986年に誕生した新種の緑茶である。摘んだ緑茶の葉を数時間、窒素ガスの中に保存した後に通常の方法で製造するもので、味・色・香りは一般的な緑茶とそれほど変わら

ないがGABA(γ-アミノ酪酸)を豊富に含んでいる。GABAには血圧降下作用が認められており、ギャバロン茶のGABA含有量は、一般の緑茶の5~10倍にも及ぶ。

高血圧症患者の臨床試験において、ギャバロン茶を1日3杯以上、3か月飲み続けると、半数以上の人にははっきりとした降圧効果が現れたという報告が有る。

【中国・上海事情⑫】

ちまき(粽)は、もち米などで作った餅を三角形(または円錐形)に作り、ササなどの葉で巻き、茹でたり蒸したりして作ったものをイグサなどで縛った食品。

中国の伝説では、楚の国の国王の側近に屈原(くつげん:紀元前340頃~前278頃)という政治家で詩人がいた。彼は正義感と国を思う情は人一倍強く、人々の信望を一身に集めていたが、陰謀によって失脚し、国を追われてしまった。故国の行く末に失望した屈原は、汨羅江(べきらこう)に身を投げた。楚の国民は、小舟で川に行って太鼓を打ってその音で魚を驚かせたり、屈原の亡骸を魚が食らって傷つけないように魚の餌としてちまきを投げたのが起こり。端午の節句の日(端午節)にササの葉で包んだ米の飯を川に投げ入れたのが起源とされる。そして、その風習は、病気や災厄を除ける大切な宮中行事となり、端午の節句となったと言われて



図1 ちまき

いる。

ちまきの種類は、京、浙、川、閩、粵”(北京、浙江、四川、福建、広東)の五大流派に分けられる。浙江の“湖州粽子”はちまきの王と公認されている。

今回は興奮した有様を描いた題材として“笠碁”を紹介する。

元々は上方落語であったが、東京に移植された。囲碁をテーマにした人情噺で、原作は初代露の五郎兵衛である。

【笠碁(かさご)】

川柳に「碁敵は憎さも憎し懐かしし」とある。ある大店の大旦那は碁が大好きで、仕事はおもに倅や番頭にまかせ、幼なじみの美濃屋主人を座敷に上げては一緒に碁を打つ毎日を過ごしていた。ある日の事、

大旦那:今日は一つ待たなして一番。

美濃屋:それはよろしゅうございます。さ、おいでくださいませ。

と早速打ち始める。

大旦那:では、一つ、ここへ。

対戦の途中で大旦那がたった一目の「待った」をして貰いたくなったところから騒動が持ち上がる。

大旦那:・・・こりゃあ、まずいねえ。この石どけてください。

美濃屋:待ったですか。

大旦那:そうじゃございませんが、・・・どけてもらいませんか。

美濃屋:だめです。

大旦那:そういうけど、以前お金をお返ししましたが、一度も貸すのを待たたって言いましたか。

美濃屋:それはお世話になりました。ですから期日までに返したじゃありませんか。

大旦那：返さなきゃあ詐欺ですよ。
 とだんだん二人は興奮してお互いに「へぼだ！」
 と言いあう。
 そして、
 大旦那：帰れ！
 美濃屋：何で工。ここの内に何度大掃除に来た
 と思っていやがるんでえ。蕎麦も一杯も出しゃ
 がらねえで。しみつたれ野郎だ。
 大旦那：何言ってやんでえ。来るな！
 美濃屋：来るもんけえ。
 と喧嘩別れ。
 数日たった雨の午後、片方は暇を持て余してい
 る。
 大旦那：よく降るねえ。どうも・・・新聞も
 見あきたし、こんなときにあいつが来てくれた
 らねえ。
 と、今になって「待ったって言うんじゃなかつ
 た・・・」と後悔する。かといって呼びに行く
 のも気が引ける。
 しかし、そろそろあいつも来そうだからと、大
 旦那は店先に碁盤を置いて碁仲間を待っている
 有様である。
 美濃屋の旦那も家でごろごろしていても暇で
 しょうがないから、カミさんに
 美濃屋：大旦那の所に煙草入れを忘れたので取
 りに行ってくる。
 と言いつつすると、美濃屋のカミさんから傘は
 使っちゃだめだ止められ、仕方なく富士登山の
 笠を被って出掛けた。
 大旦那：おや、来やがった。・・・あれ、向こ
 うを向いて歩いてやがる。おっそろしく汚ねえ
 笠被ってやがる。・・・こっちを見やがれ、こっ

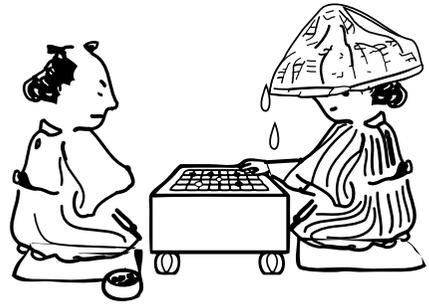


図2 笠碁

ちを。碁盤が目に入るのに。おい、茶と羊羹出
 しとくれ。・・・あ、向こう行きやがった。素
 直に来ればいいのに、・・・あ、又来やがった。・・・
 けつまづきやがった。
 美濃屋：煙草入れを取りに来た、こんな家に置
 いとくとへぼになるから。
 大旦那もきっかけが欲しかったので
 大旦那：お前こそへぼだ。
 美濃屋：へぼって何で工。こっちが待ったをす
 るなと言うのに、待ったを掛けやがって。へぼ
 はどっちだ。
 大旦那：言いやがったな。じゃあ、どっちがへ
 ぼか勝負だ。
 と碁盤を差し出した。
 美濃屋：ようし、やろうじえねえか。待ったな
 して言ったのはお前さんじゃねえか。
 待ちに待った碁盤を挟んだ二人。
 美濃屋：あれ、碁盤の上に雨が漏ってるぞ。
 大旦那：ありや、あんた、笠かぶったままだよ。

傘を外すのも忘れるぐらい碁が好きというト
 タンオチ（落語のオチの一つ）。

*****◀◀

..... 引用文献

- 1) 中医学の基礎 平馬直樹・兵頭明・路京華・劉公望監訳 東洋学術出版社
- 2) やさしい中医学入門 関口善太著 東洋学術出版社
- 3) 中医診断学ノート 内山恵子著 東洋学術出版社
- 4) 東洋医学の基本 後藤修司監訳 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
- 11) 一天一道養生茶 上海科学普及出版社

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

ニューフードインダストリー 第54巻 第9号

印刷 平成 24 年 8 月 25 日
発行 平成 24 年 9 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