

New Food Industry

食品加工および資材の新知識

<http://www.newfoodindustry.com>

2011 Vol.53 No.3

3

論 説

- 酵素処理品を使用した食品の味質および機能性の開発
- 新世代の低分子化ポリフェノール (Oligonol) の機能
- 血管機能とペプチド
- 岐阜大学ブランド野菜「仙寿菜」の開発とその特色
- 「食の安全・安心」の記述内容集計で利用するカテゴリー表
- <雑感> 糖尿病の原因ー 血糖による蛋白の糖化反応 ー
- ハイブリッド抽出鰯油は僅か1.8g/日で血圧を下げ、
血中のアディポネクチンを増やし、レプチンを減少させる
- 食生活と疲労

連載 ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品

- 第2回 西アジア-シリアの牧畜民の事例

フランス チーズ事情 2

- コンテ (前編)

連 載

- 築地市場魚貝辞典 (マダラ)
- 薬膳の知恵 (55)



論 説

- 酵素処理品を使用した食品の味質および機能性の開発
..... 貴戸 武利 1

- 新世代の低分子化ポリフェノール (Oligonol) の機能
..... 高成 準, 福地 有希子, 三浦 健人 9

- 血管機能とペプチド
..... 松井 利郎, 田中 充 22

- 岐阜大学ブランド野菜「仙寿菜」の開発とその特色
..... 大場 伸哉 31

- 「食の安全・安心」の記述内容集計で利用するカテゴリー表
..... 柳本 正勝 37

- <雑感> 糖尿病の原因 – 血糖による蛋白の糖化反応 –
..... 矢澤 幸平 46

- ハイブリッド抽出鮭油は僅か 1.8g/ 日で血圧を下げ,
血中のアディポネクチンを増やし, レプチンを減少させる
..... 伊東 芳則 49

- 食生活と疲労
..... 福田 早苗 54

Contents

2011 年 3 月号

連載 ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品

□ 第 3 回 西アジア—シリアの都市部・農村部の事例

..... 平田 昌弘 61

フランス チーズ事情 2

□ コンテ（後編）

..... 清田 麻衣 70

連 載

□ 築地市場魚貝辞典（マダラ）

..... 山田 和彦 78

□ 薬膳の知恵（55）

..... 荒 勝俊 82

おいしさと健康に真剣です。

酵母エキス系調味料
コクベース

new 発酵調味料
D&M
ディアンドエム

ゼラチン&小麦グルテン
酵素分解調味料
エンザップ

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

DM **大日本明治製糖株式会社**
食品事業部

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

酵素処理品を使用した食品の 味質および機能性の開発

貴戸 武利*

*KIDO Taketoshi (東洋精糖株式会社 研究開発室)

Key Words：ステビア・甘味料・ポリフェノール・内臓脂肪・抗肥満・AGE・予防・αG ルチン

はじめに

日本人の食生活は世界的に見ても変化に富んでおり、量、種類、質すべてにおいてとても豊かだと言われている。諸外国の料理をそのままに、または好みの味に修正し日々の食生活に無理なく組み込むことが上手く、その結果、レストラン等の外食産業における店舗の多様性はもちろんのこと、スーパーマーケットなどの店舗にも非常に多くの品が並んでいる。海外の食文化が流入しなかった時代においても味噌、醤油、酒、納豆に代表されるように、微生物による発酵を巧みに利用して食生活をより豊かにしてきた工夫の例は尽きることが無く、食生活を豊かにする為の飽くなき追求は、我々日本人の古来よりの習性と考えて良いだろう。さらに近年では機能性食品、健康食品等の名称が一般的になりつつあり、食品は味質、多様性、安全性に加えて健康面への寄与の追及も当然のこととなりつつある。我々は意識することなくこれらの恩恵にあずかっている。

東洋精糖株式会社（以下、弊社）では、主幹となる砂糖の供給の他に、様々な機能性を有する酵素処理製品を販売し、微力で小範囲でありながらも皆様の食生活、および健康維持に貢献してきた自負がある。これに関して 2007 年 5

月号では、酵素処理ルチンの基本的な物性、および、利用例を紹介した。今回は酵素処理ステビア(商品名:αG スイート)、酵素処理ルチン(商品名:αG ルチン)を中心に、酵素処理製品の全般にわたって最新の動向をご紹介します。

1. 味質面の開発

1-1. 甘味料としてのステビア

ステビア抽出物は、南米原産のキク科の多年生植物“ステビア”(Stevia rebaudiana Bertoni)から抽出した天然の甘味料であり、ステviolを基本骨格とする数種類の配糖体の混合物である¹⁾。成分の含量、評価法によっても異なるが、一般的に砂糖の 100 ～ 300 倍の甘味度を有する。また、強い甘味の他に独特の苦味を有する。原料の生産地は、現在ではアジア、中近東、南米と広く分布しているが、最初に甘味成分に注目して栽培方法、抽出方法等の研究に着手したのは日本であり、“日本生まれの高甘味度甘味料”とも言える。ステビア抽出物は国内の専門機関において高い安全性が評価されており、その結果はステビア工業会を通じて常に発信されていたにもかかわらず、残念ながら安全性への懸念が付きまとっていた。しかしながら、

2008年に開催された第69回JECFA会議において、一定の規格を満たしたステビア抽出物のADIが設定され、国際的な場で安全性が改めて評価された。これを受けてオーストラリア、ニュージーランド等のこれまでステビア甘味料の使用を認めなかった国々が一転して使用認可を始めている。今後も使用認可国は増えていくと予想している。

1-2. αG スイート

ステビア抽出物に酵素の作用により糖を付加したものを酵素処理ステビアと言い、『αG スイート』という商品名で東洋精糖(株)が販売している。日本国内では食品添加物として認可されており、食品添加物公定書に記載されている。『αG スイート』は従来のステビア抽出物と比較して甘みの後引きが少なくさっぱりしており、さらには苦みが極端に低減している(図1)。使用量が砂糖と比べて極めて少ない為に飲料などに使用した場合には実質的にはゼロカロリーとなる。また、『αG スイート』は糖の付加数と精製の程度を調整することにより、味質の異なる様々な製品が存在する。これにより、ステビア抽出物と比較して対応できる食品が格段に広がったのが特徴である。

“ステビア”は、高甘味度甘味料としては国

内での歴史が長い。その為、「古い甘味料であり、新しく出現した合成の甘味料に劣る」、「開発され尽くした」などの印象を抱いている開発者がいるかもしれない。しかしながら、この20年間を振り返っても“ステビア”をとりまく技術、品質は日進月歩で改善しており、特に酵素処理を施した『αG スイート』は、その間に出現した様々な合成の高甘味度甘味料に決して負けることのない天然由来の甘味料である。

1-3. αG スイートの開発例

今回は『αG スイート』の最高グレードであるPXタイプの開発例について紹介する。前述の通り、『αG スイート』は従来のステビア抽出物と比較して甘味の後引きが少なく、苦味が著しく低減している。その中でも『αG スイート PX』は原料を厳選し、その後の製造工程においても付加糖数を制御し、十分な精製によりステビア特有の異味、雑味を可能な限り低減した最高グレードの製品である。通常のステビア抽出物は、その苦味ゆえに食品へ多量に添加することが難しい。その為、カロリー低減の可能性があるとはいえ砂糖や異性化等の甘味を置換する主役になることは難しかった。これに対して『αG スイート PX』は砂糖の約半分を置換しても違和感がない甘味質を有している。

下記に具体例として、ヨーグルト、紅茶、タルタルソース、トマトケチャップでの開発を挙げた。各評価において、食品に砂糖のみで甘味付けをしたものを基準としている。『αG スイート PX』、および、ステビア抽出物(甘味成分のうちレバウディオシドAが95%を占めるもの)、さらに『αG スイート PX』、ステビア抽出物それぞれにおいて、甘味の強さとして砂糖と1/2ずつ混合した5点を用意した。甘みを強く感じると、“美味しい”と感じる傾向があることから、予備試験にて各試料の甘みはできるだけ差異がないように設定した。各試験において、十分に訓練された被験者5名にて官能評価を実施

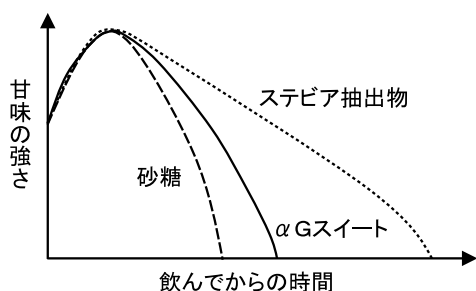


図1 ステビア抽出物、αG スイートの甘味曲線

—— αG スイート
 - - - - 砂糖
 ステビア抽出物

し、アンケート結果を回収した。以下に総合的、直感的な好みの評価と、アンケート結果により特徴のあった内容を中心に紹介する。

① ヨーグルト

砂糖換算で約 10% の甘味に設定して官能評価を実施した。ステビア抽出物添加品(図 2C)は苦味が強く、その結果として酸味も感じにくく、総合評価では非常に悪い結果となった。これに対し、αG スイート PX のみを添加したサンプル(図 2B)では、わずかな苦味が感じられるものの、全体の評価を損なうことがなかった。それぞれを砂糖と混合したサンプル(図 2D, E)についてはより砂糖のみ(図 2A)に近い評価を得た。

② 紅茶

砂糖換算で約 7% の甘味に設定して官能評価を実施した。ステビア抽出物のみ(図 3C)では苦味が強く、全体の評価が低下した。これに対し、αG スイート PX を添加したサンプル(図 3B)では良い評価となり、さらにαG スイート PX と砂糖を混合したサンプル(図 3D)では、多くの被験者より砂糖のみでの甘味付け(図 3A)と遜色ないとの評価を得た。

③ トマトケチャップ

砂糖換算で約 20% の甘味に設定して官能評価を実施した。砂糖のみ(図 4A)と比べて、αG スイート PX(図 4B)、ステビア抽出物(図 4C)を添加したところ、僅かではあるが酸味が増したように感じられた。これは砂糖や異性化糖を使用し

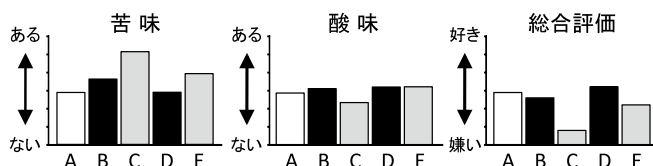


図2 ヨーグルトにおける官能評価の結果

被験者 5 名による官能評価。

A; 砂糖, B; αG スイート PX, C; ステビア抽出物, D; 砂糖 1/2 + αG スイート 1/2, E; 砂糖 1/2 + ステビア抽出物 1/2

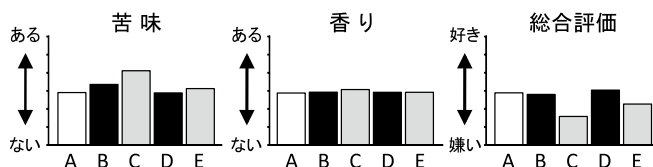


図3 紅茶における官能評価の結果

被験者 5 名による官能評価。

A; 砂糖, B; αG スイート PX, C; ステビア抽出物, D; 砂糖 1/2 + αG スイート 1/2, E; 砂糖 1/2 + ステビア抽出物 1/2

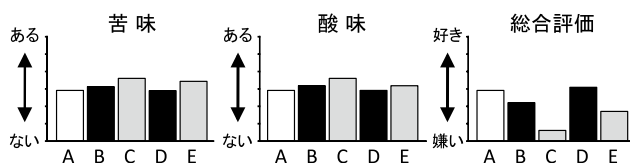


図4 トマトケチャップにおける官能評価の結果

被験者 5 名による官能評価。

A; 砂糖, B; αG スイート PX, C; ステビア抽出物, D; 砂糖 1/2 + αG スイート 1/2, E; 砂糖 1/2 + ステビア抽出物 1/2

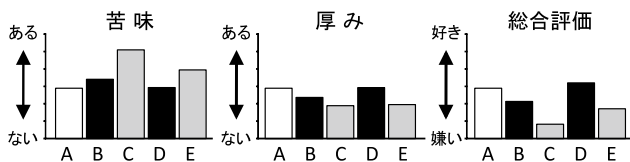


図5 タルタルソースにおける官能評価の結果

被験者 5 名による官能評価。

A; 砂糖, B; αG スイート PX, C; ステビア抽出物, D; 砂糖 1/2 + αG スイート 1/2, E; 砂糖 1/2 + ステビア抽出物 1/2

てトマトケチャップを製造する場合には多量の糖質によるマスキング効果により酸味が抑えられるが、 α G スイート PX、ステビア抽出物添加では少量の添加のために、より酸味を感じやすくなったと考えている。総合評価としては僅かな苦味を感じるためにステビア抽出物を使用したサンプル（図 4C、E）では悪い評価となった。これに対し、特に砂糖と α G スイート PX を混合したサンプル（図 4D）では、砂糖のみ（図 4A）と差異のない評価を受けた。

④ タルタルソース

砂糖換算で約 20% の甘味に設定して官能評価を実施した。砂糖のみ（図 5A）と比較して、『 α G スイート PX』添加（図 5B）で僅かに苦味、ステビア抽出物添加（図 5C）で強い苦味を感じた。また、糖質添加量の減少によりタルタルソースにとっては重要な要素である“厚み”が減少したものの、『 α G スイート PX』と砂糖を混合したもの（図 5D）では砂糖のみ添加と比べて遜色がなかった。

以上の官能評価結果より、我々は『 α G スイート PX』ならびにその他の『 α G スイート』製品シリーズが様々な食品において糖質の代替に使用できる天然由来の甘味料であると確信している。ここまでは“甘み”について論じてきたが、次に対極となる“苦味”の利用について紹介する。

1-4. ゆずポリフェノールの特徴

『ゆずポリフェノール』は、中国産の柚子から抽出した苦み成分（ポリフェノールの一種）に弊社の酵素処理技術を応用し、水への溶かしやすさを高めた製品である。柑橘類に共通して見出される苦味成分を主成分としている為、柑橘系の飲料に 10～20 ppm 添加すると苦味が増し、果汁がより多く

添加されているように感じる。これにより、多くの柑橘系飲料に採用いただいている。開発を進めていくにつれて『ゆずポリフェノール』の新たな用途が見つかってきている。

1-5. ゆずポリフェノールの開発

強すぎる苦味は当然ながら忌避されるが、僅かな苦味は嗜好の一助となる。苦味の存在は食品の味をより深みのあるものとし、好ましいと評価を受けることも多い。抹茶ゼリーを試作し『ゆずポリフェノール』を添加した。被験者 5 名にて評価した結果、抹茶ゼリーにおいては無添加と比較して添加サンプルが高い評価を得た（図 6）。回答の理由として、苦味のはっきりして抹茶感が増すとのコメントが多くを占めた。また、市販のノンアルコールビールに『ゆ

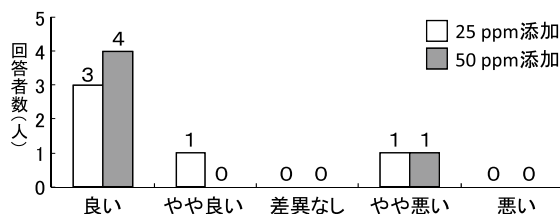


図 6 抹茶ミルクゼリーにおける官能評価の結果

被験者 5 名による官能評価。市販の抹茶ミルク飲料に寒天と砂糖を加えてゼリーとしたもの。ブラインド試験を実施し、ゆずポリフェノール 25、50 ppm 添加品について無添加と比較しての好みについてアンケート。

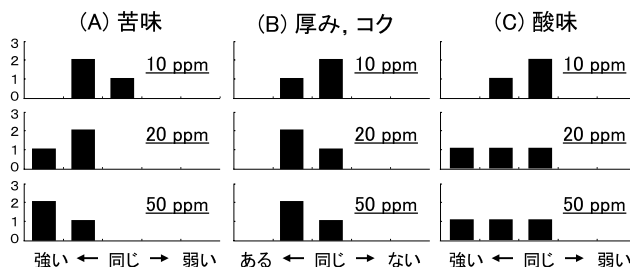


図 7 ノンアルコールビールにおける官能評価の結果

ビールを好んで飲用すると回答した被験者 3 名による官能評価。市販ノンアルコール飲料に『ゆずポリフェノール』を 10～50 ppm 添加。無添加と比較しての差異をアンケート。

ずポリフェノール』を添加したところ、苦みの増強の他に、酸味、コクが増したとの評価を得た。これらの効果は 10 ppm 添加から確認することができ、30 ppm 添加品では苦味が強すぎて好ましくないとの評価だった(図 7)。総じて、苦味の付与を目的にゆずポリフェノールを検討する場合には、10 ~ 20 ppm で検討を開始し、変化が感じられないようであれば添加量を増量するのが目安であろう。ノンアルコールビールの試験時には、一部の被験者からは麦芽感が増す、クリーミーさが増す、ホップ特有のえぐみの後引きが減っているとのコメントを得た。また、ニンジンゼリーにおいては、20 ppm 添加品においてニンジンの青臭さが減少する、野菜特有のえぐみが減っているとの理由から、無添加品よりも好ましいとの評価を得た。同様の効果は野菜ジュースにおいても認められる。これらの効果は苦味の付与だけでは説明がつかず、ポリフェノールとしての作用である可能性が考えられる。

1-6. 味質面の開発における今後の展望

以上に記載したように、弊社では“甘み”と“苦み”という、一見すると相反する味を取り扱っている。今回の報告では記載していないが、『αG スイート』には酸味、塩味のカドを取りまろやかに感じさせる効果がある。今回の紹介では『αG スイート』と『ゆずポリフェノール』の個別の開発例に留めたが、組み合わせることにより複雑な開発にも対応できる可能性がある。食品開発者の皆様に面白いと感じていただける効果を見出すべく、今後も開発を進めたい。

2. 機能性の開発

2-1. αG ルチン

ルチンは 1930 年代に発見されたポリフェノール(フラボノイド類)の一種である。日本国内では蕎麦に含まれることで知られているが、他

にも多くの柑橘類²⁾やマメ科のエンジュ³⁾など、様々な植物種から見出される一般的な成分である。発見当初はヘスペリジンとともにビタミン P として毛細血管の脆弱性を改善する物質として認知されたが、その後、欠乏症が認められない為にビタミンからは除外されている。しかしながら、化学構造中にカテコール構造を有し、その結果として高い抗酸化力を有する為に、ルチンは現在でも世界中で様々な研究が行われている。2008 年以降の研究例を調査してみると、白内障の予防⁴⁾や新たな試験系での抗酸化力の評価⁵⁾などの機能性の追及はもちろんのこと、コンピューターを用いた分子キャラクタリゼーション⁶⁾、より効率的な抽出方法の検討⁷⁾など、その報告は多岐にわたる。

酵素処理ルチンは、ルチンに糖を付加したものであり、『αG ルチン』という商品名で弊社が販売している。通常ルチンは水への溶解度が 0.01% 以下と極めて低い。これに対して『αG ルチン』は水に 20% 以上溶解する。この様に物性が顕著に変化しながらもカテコール構造が保持されているため、ルチンとしての高い抗酸化力は残っている。

『αG ルチン』は pH3 ~ 7 の範囲では特に安定で、水溶液を長期間にわたり冷蔵保存しても沈殿が生じることはない。さらには熱に対して比較的安定であり、同じく水溶性の酸化防止剤として食品に添加されるビタミン C (アスコルビン酸) の様に、食品の加熱殺菌時に分解を懸念する必要がない。また、高濃度では僅かな苦味を感じる場合もあるが、実際の使用領域では基本的に無味・無臭であり、アスコルビン酸のように対象となる食品の味を変化させる心配が少ない。この結果として、様々な食品に広く利用できるようになり、ペットボトル飲料のフレーバーの劣化抑制、天然色素の退色抑制など様々な用途で使用されている。

2-2. αG ルチンの吸収性

フラボノイドをはじめとするポリフェノールは、一般的に吸収性の悪いものが多い。下位らは『αG ルチン』の吸収性についてラットを用いて評価し、摂取から24時間後までにおける血漿中ケルセチン、メチル化ケルセチンの合計曲線下面積（AUC）がルチンの約4.5倍となっていること、血中で保持時間がルチンと比較して長く、吸収量、持続性の両方において『αG ルチン』の方が優れていることを報告している⁸⁾。

2-3. αG ルチンによる内臓脂肪蓄積型肥満の抑制

平成20年度の厚生労働省報告の調査結果⁹⁾によると、国内における肥満者（BMI ≥ 25）の割合は男性28.6%、女性20.6%であり、男性は平成18年、女性は平成14年をピークに僅かずつではあるが減少傾向にある。しかしながら、自身のことを「太っている」、または「少し太っている」と思う者の割合は、男性47.0%、女性52.6%と高い水準にあり、肥満やメタボリックシンドロームの予防への関心は依然として高く、その結果として肥満者数が減少に転じ始めたとの背景が伺える。肥満が動脈硬化症などの血管における疾病のリスクを高める¹⁰⁾ことを考えると、肥満者のさらなる減少、適正なBMIの維持、メタボリックシンドローム対策は現代社会において依然として重要なテーマの一つであると考えている。

下位らは、高脂肪食を摂取したマウスにおいて通常食よりも体重が増加すること、この際に内臓脂肪量が有意に増加しており体重の増加と正の相関があることを確認する一方、『αG ルチン』摂取による抗肥満効果の評価を行った。その結果、高脂肪食に『αG ルチン』を添加した飼料を摂取したグループでは、無添加のグループと摂取カロリーがほぼ同じであるにもかかわらず、体重が有意に減少することを明らかにした。また、試験最終日にマウスの部位別の

脂肪重量を計測したところ、内臓脂肪が有意に低下していた¹¹⁾。このことから、『αG ルチン』には肥満抑制効果があることを提唱している。『αG ルチン』には脂肪を吸着して対外へ排泄する効果は報告されておらず、メカニズムの解明は今後の課題と考えている。

2-4. αG ルチンの抗糖化作用

体内において、糖とタンパク質、またはアミノ酸が結合し、その後に複雑な化学反応を経て難代謝性の化合物を生成する現象を糖化（グリケーション）と呼ぶ。糖化によって生成した最終産物は総称してAGE（Advanced Glycation End-products）と呼ばれ、体内で蓄積すると腎疾患¹²⁾や白内障⁴⁾など、様々な疾病を生じる。特に糖尿病患者では血糖値が高い状態が続くために体内で糖化が進行しやすく、AGE蓄積による合併症を防ぐ為の研究が盛んに行われてきた。近年になり、AGEの蓄積は僅かずつではあるものの健常者にも当然ながら起きる現象として認知されるようになり、さらにコラーゲンの糖化による変性¹³⁾などが注目され、“糖化”は健康面だけではなく美容面でも重要なキーワードになってきている。

Nagasawaらは、摘出したラット骨格筋を用いた*in vitro*での抗糖化評価において、αG ルチンが抗糖化素材として優れていることを見出した¹²⁾。その後さらに研究を進め、糖尿病ラットにおいて0.2%αG ルチンを添加した飼料を摂取した時に、血漿、腎臓、筋肉でのAGE蓄積が無添加飼料摂取と比較して低減していることを明らかにした（図8）¹³⁾。体内で糖化が進むと、AGEを産生する様々な経路が活性化してくることが知られている。アマドリ転移生成物を経てAGEとなる経路の他に、アルドースリダクターゼという酵素の作用を受けてAGEを産生する経路（ポリオール経路）が活性化してくるが、αG ルチンは両方の経路を抑制している可能性が高い¹⁴⁾。この抗糖化効果は、同じポリ

フェノール（フラボノイド類）であるヘスペリジンでは認められなかった¹⁵⁾。

2-5. 機能性の開発における今後の展望

抗糖化、抗肥満の個々のテーマに関しては、同様の効果を有する他のポリフェノールも多数存在するであろう。しかしながら前述の通り、『**αG** ルチン』をはじめとする酵素処理製品の特徴は、効果だけではなく“使いやすさ”にある。前述の通り、『**αG** ルチン』は水溶性が高く、水溶液での長期保存でも沈殿を生じることがない。また、一般的に熱に強い。その為、様々な商品の開発に懸念なく供することの出来る“使いやすい素材”であると自負している。今回は『**αG** ルチン』の機能性の紹介に終始したが、『**αG** ヘスペリジン』についても様々な機能性が明らかになってきている。

肥満者へのケアには『**αG** ルチン』による抗肥満効果、**αG** スイートを使用した食品による日々の摂取カロリーの低減化など、それぞれの素材を組み合わせることによって、さらなる効果を期待できると考えている。各酵素処理製品の機能性については研究を進めており、今後、時期を見て発表していきたい。

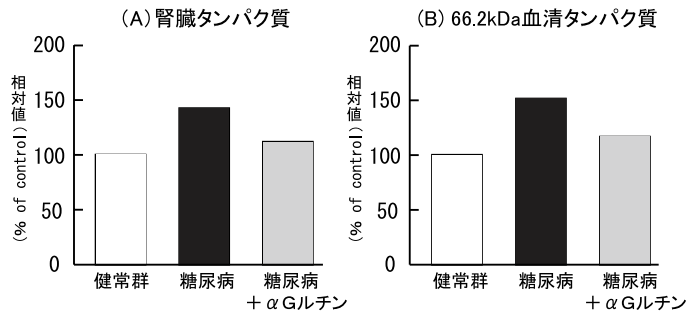


図8 生体内における各組織のAGE生成量

ラット生体組織における各タンパク質のAGE生成量をウェスタンブロットで検出し、バンドの濃淡を数値化。

おわりに

『酵素処理』という言葉からは難解な化学反応を連想し、自然な食品とかけ離れたイメージを与えがちである。しかしながら、実際には微生物による発酵技術の延長として、微生物や植物から取り出した酵素を効率的に利用して食品の味や物性を変化させる技術を称しており、我々日本人の古来からの得意分野である。今後も新たな酵素処理品の研究・開発を通じ、皆様に興味を持っていただけるような情報を配信していく所存である。

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

- 1) Jan M.C. Geuns, Stevioside, *Phytochemistry*, **64**: 913-921, 2003.
- 2) Nogata Y., Sakamoto K., Shiratsuchi H., *et al.*: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **70**(1): 178-192, 2006.
- 3) Kreft S., Strukeli B., Gaberscik A., *et al.*: Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method., *Jur. Exp. Bot.*, **53**(375): 1801-1804, 2002.
- 4) Isai M., Sakthivel M., Ramesh E., *et al.*: Prevention of selenite-induced cataractogenesis by rutin in Wistar rats, *Mol Vis.*, **4**(15): 2570-2577, 2009.
- 5) Almedia J.S., Lima F., Ros S.D., *et al.*: Nanostructured Systems Containing Rutin: In Vitro Antioxidant Activity and Photostability Studies., *Nanoscale Res. Lett.*, **15**, **5**(10): 1603-1610, 2010.
- 6) Payán-Gómez SA, Flores-Holguín N, Pérez-Hernández A., *et al.*: Computational molecular characterization of the flavonoid rutin, *Chemistry Central Journal*, **4**(12): 2010.
- 7) Huang J., Xie W.: Extraction of rutin from Flos Sophorae Immaturus with an aqueous 1-butyl-3-methylimidazolium chloride solution., *Anal Sci.*, **26**(3): 383-386, 2010.
- 8) Shimoi K., Yoshizumi K., Kido T. *et al.*: Absorption and urinary excretion of quercetin, rutin, and alphaG-rutin, a water soluble flavonoid, in rats., *J. Agric. Food Chem.*, **51**: 2785-2789, 2003.
- 9) 平成 20 年国民健康・栄養調査結果の概要, 厚生労働省, 健康局総務課生活習慣病対策室
- 10) Parks J.S., Ahn S.G., Hwang J.W., *et al.*: Impact of body mass index on the relationship of epicardial adipose tissue to metabolic syndrome and coronary artery disease in an Asian population., *Cardiovasc Diabetol.*, **7**, 9: 29, 2010.
- 11) 特開 2010-037319
- 12) Vlassara H., Striker L.J., Teichberg S., *et al.*: Advanced glycation end products induce glomerular sclerosis and albuminuria in normal rats., *Proc Natl Acad Sci USA*, **91**(24): 11704-11708, 1994.
- 13) Pozzi A., Zent R., Chetyrkin S., *et al.*: Modification of collagen IV by glucose or methylglyoxal alters distinct mesangial cell functions., *Jur Am Soc Nephrol.*, **20**(10): 2119-2125, 2009.
- 13) Nagasawa T., Tabata N., Ito Y., *et al.*: Inhibition of glycation reaction in tissue protein incubations by water soluble rutin derivative., *Mol Cell Biochem.*, **249**(1-2): 3-10, 2003.
- 14) Nagasawa T., Tabata N., Ito Y., *et al.*: Dietary G-rutin suppresses glycation in tissue proteins of streptozotocin-induced diabetic rats., *Mol Cell Biochem.*, **252**(1-2): 141-147, 2003.
- 15) 長澤孝志, 必須アミノ酸研究, **166**, 23-28, 2003.

新世代の低分子化ポリフェノール (Oligonol) の機能

高成 準^{*1} 福地 有希子^{*2} 三浦 健人^{*3}

^{*1} TAKANARI Jun ^{*2} FUKUCHI Yukiko ^{*3} MIURA Takehito (株式会社アミノアップ化学)

Key Words : ポリフェノール・Oligonol・疲労回復・血流改善・内臓脂肪抑制・PAI-1・美容効果・
抗菌抗ウイルス作用

はじめに

ポリフェノールは植物界に広く分布する成分で、抗酸化活性などの機能性を有し、食品工業においても幅広く利用されている素材である。食の機能性が見直されつつある昨今、ポリフェノールの高い抗酸化作用が注目され、最近はその研究報告が急増している。その中でも、カカオ、ブドウ、カキ、バナナなどに含まれている色素成分であるプロアントシアニジンは、カテキンの重合体で、渋味・苦味を有する物質として知られている。プロアントシアニジンは、*in vitro* では高い抗酸化活性を示すが、高分子である所以から経口的に摂取された際に生体への吸収性が低く、*in vivo* での抗酸化活性は期待されるほどに高くない。また、高分子のプロアントシアニジンは、水に対する溶解性が低く、口腔内で唾液タンパク質や粘膜と結合して渋味を呈することから¹⁾ 食品産業における利用は困難であるとされてきた。

我々は長崎大学薬学部との共同研究により、このプロアントシアニジンを食品産業上利用できる形で低分子化することに成功し、oligomer polyphenol を略して“Oligonol (オリゴノール)”と名づけた。Oligonol は *in vivo* で高い活性を発揮できるのが特徴であり、本報ではこの

Oligonol の製法、構造、機能性について紹介する。

1. プロアントシアニジンの低分子化

プロアントシアニジンの構造解析のための分析手法として、酸性条件下で断片化されるプロアントシアニジンの末端ユニットに、チオール基を有する化合物を求核反動的に配位することにより安定化させ、低分子のプロアントシアニジンを得るチオリシスという方法が用いられてきた。しかしながら、チオール基を有する化合物の多くは食用に適さず、食品への応用が限られており、食品に利用できる形でプロアントシアニジンを低分子化する方法の開発が望まれていた。そこで我々は長崎大学薬学部との共同研究により、チオール化合物を用いないプロアントシアニジンの低分子化技術を開発し実用化に成功した。すなわち、求核化合物としてカテキン類に代表されるフロログルシノール環構造を有する化合物を用いることで、酸性条件下で断片化させたプロアントシアニジンを安定化させるというものである²⁾ (図1)。本方法によればプロアントシアニジンは、起源植物によらず低分子化が可能となるが、我々はその原料素材としてライチ果実由来のポリフェノール、求核化

合物原料として茶抽出物を用い、Oligonolを開発した。

2. 成分組成

ライチ (*Litchi chinensis*, Sapindaceae) の果実に含有されるポリフェノールは、Aタイプのプロシアニジンユニットが比較的多く含まれるという特徴をもち³⁾ (図2)、イチゴについて可食部当たりのポリフェノール含有量が多いという報告⁴⁾がある。そのライチ果実由来のプロアントシアニジン低分子化したOligonolは、低分子化する前の原料となるライチ果実ポリフェノール、あるいは同じくプロアントシア

ニジン豊富に含むブドウ種子ポリフェノール、松樹皮ポリフェノールなどと比較して、格段に低分子のプロアントシアニジン含有量が高い(図3)。ブドウ種子や松樹皮のポリフェノールでは単量体から三量体までの含有率は10%程度であり、低分子のプロアントシアニジン含有量が比較的多いとされるライチ果実ポリフェノールにおいても20%に満たないが⁵⁾、Oligonolでは約40%近くに達する。Sakuraiらによれば、Oligonolにカテキン、エピカテキンなどの単量体が15.7%、プロシアニジンA1、A2、B1、B2などの二量体が13.3%含まれ⁵⁾、三量体の存在も確認されている。

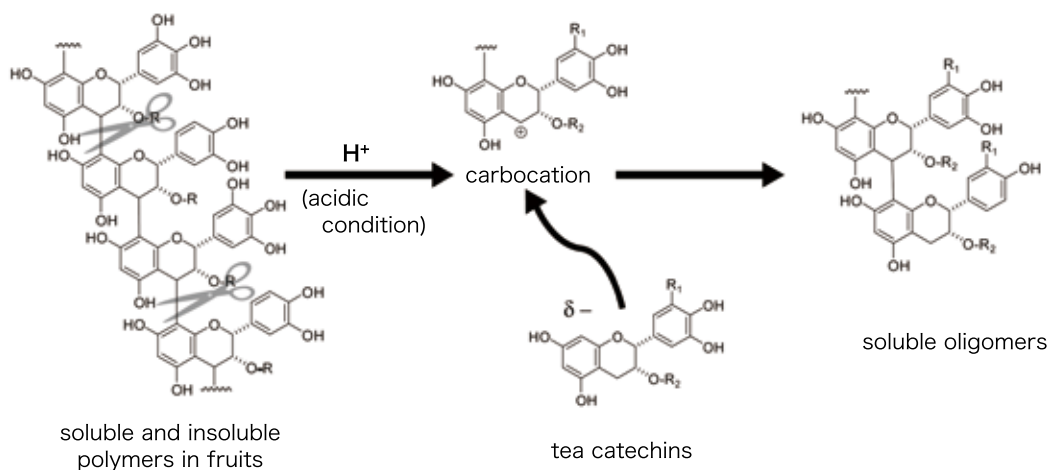


図1 ポリフェノールの低分子化概念図

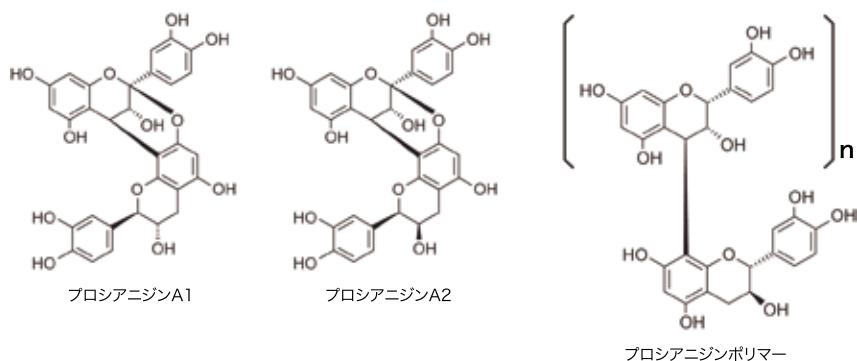


図2 ライチに含まれるポリフェノール

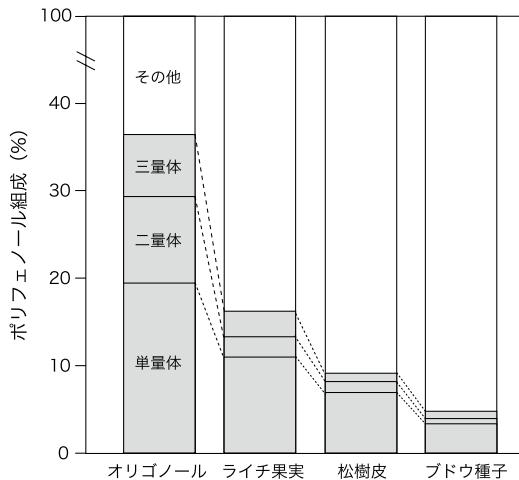


図3 各素材のポリフェノール組成

Oligonol と原料のライチ果実ポリフェノールおよび市販ポリフェノール（松樹皮、ブドウ種子）について、三量体までの含有量を HPLC 法により分析し比較した。分離には順相系のカラムを使用し、UV 280 nm で検出を行った。

3. 生体利用と安全性

Oligonol を経口摂取した際の、ポリフェノールの生体吸収性を明らかにするために、ヒト健康ボランティアによる試験を行った。Oligonol またはライチ果実ポリフェノールを 100 mg 摂取して、血中のポリフェノール濃度を既報の方法⁶⁾により測定した。いずれの場合も血中のポリフェノール濃度は摂取後 2 時間で最大となりその後漸減したが、最高血中濃度では Oligonol はライチ果実ポリフェノールの 3～4 倍を示し、4 および 6 時間後においても高い血中濃度を維持していた（図 4）。このことから、Oligonol 中のポリフェノールの生体利用率が高いことが示された⁷⁾。分子量の違いによる生体内吸収に対する影響の研究から、フラバノールが豊富に含まれているココア摂取後のヒト血漿中では、二量体であるプロシアニジン B2 が多く検出されることが知られている⁸⁾。Oligonol はプロアントシアニジンオリゴマーを主成分と

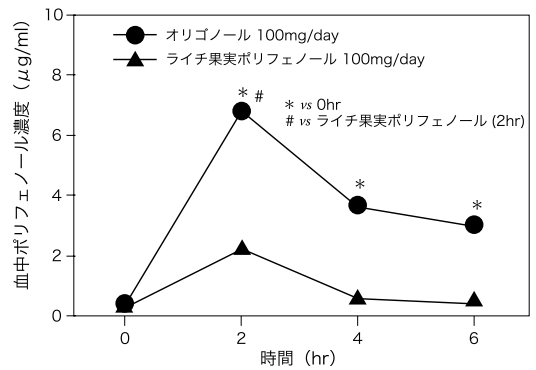


図4 Oligonol 摂取後の血中ポリフェノール濃度推移
健康な成人ボランティア 37 名を Oligonol 摂取群 18 名（男性 14 名、女性 4 名）、ライチポリフェノール摂取群 19 名（男性 14 名、女性 5 名）に分け、各サンプルを 100 mg 単回摂取した。摂取前、摂取後 2、4 および 6 時間目に採血を行い、血清中のポリフェノール量を測定した。測定には Prussian Blue 法を用いた。

表1 Oligonol で実施された安全性試験

非臨床試験	
ラット単回経口投与毒性試験 (GLP)	異常なし
LD50>2,000mg/kg	
ラット 90 日反復経口投与毒性試験 (GLP)	異常なし
1,000mg/kg 連続投与	
復帰突然変異試験 (GLP)	陰性
小核試験 (GLP)	陰性
臨床試験	
ヒト 3 ヶ月探索的臨床試験 (非 GCP)	異常なし
400mg/day	
ヒト第 I 相安全性試験 (非 GCP)	異常なし
600mg/day, 14 日間	

しており、その中のプロアントシアニジン B2 を含む二量体が、ヒト血中へ多く吸収されていることが推測される。

以上のように生体利用率が高い Oligonol は、原料素材ライチ果実の食経験などから安全性に疑念の余地はないが、GLP 基準に則った各種安全性試験が実施されている⁹⁾（表 1）。また米国食品医薬品局（FDA）に NDI（New Dietary Ingredient）として届けられているほか、FDA の基準に従って第三者の専門家によって評価された Self-affirmed GRAS（Generally Recognized

As Safe) としても認められている。

4. Oligonol の機能性

Oligonol の初期評価として行った探索的 3 ヶ月間経口摂取試験のアンケート結果によると、試験期間中の被験者の自覚症状として、肩こり、眼精疲労、睡眠の質（寝つき、寝起き）、疲労感・疲労回復感などの改善、そして頭の冴えなどが認められた。これらについて現在までに、以下のような試験でその効果が検証されている。

4-1. 血流改善機能

高血糖や酸化ストレスにより血管内皮細胞が損傷を受けると、一酸化窒素（NO）の産生が低下し、微小循環の円滑さが失われ、血管収縮、炎症、血栓の形成などが起きやすくなることが知られている。

富山大学の横尾らは、Oligonol を用いてブラジキニン存在下での血管内皮細胞の培養系

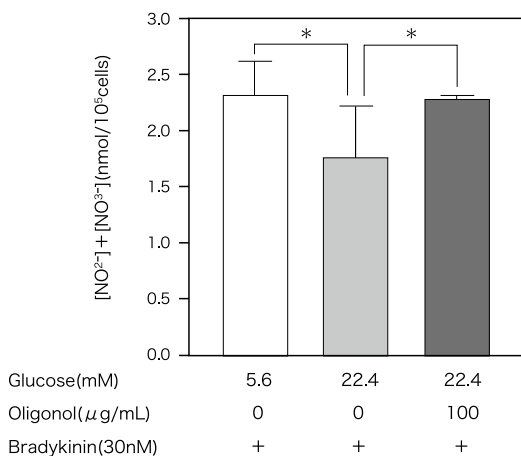


図5 NO産生低下に対するOligonolの評価

ブタの大動脈血管内皮細胞からブラジキニン刺激によって誘導されるNO産生に対するOligonolの効果を検討した。グルコース濃度を生理的濃度（5.6 mM）から高濃度（22.4 mM）に変化させると有意なNO産生能の低下が認められたが、Oligonolを共存させることにより、その低下が有意に改善された。（* $p < 0.01$ vs ブラジキニン + 正常グルコース、ブラジキニン + 高グルコース + Oligonol）

により、高血糖下での血管内皮細胞からのNO産生に対する影響を調べた¹⁰⁾。血管内皮細胞をブラジキニン（30 nM）で刺激し、高濃度グルコースを負荷するとNO産生が低下するが、Oligonol投与によりそのNO産生低下が回復した（図5）。このメカニズムとして、Oligonolは高血糖状態における血管内皮型一酸化窒素合成酵素（eNOS：endothelial Nitric Oxide Synthase）のリン酸化状態を改善することにより、eNOS活性の機能的な阻害を解除することが考えられる。すなわちOligonolは心臓血管の健全化に寄与する可能性が示唆された。

次にOligonolによる血流改善効果を臨床的に確認するために、サーモグラフィーを使用して体表面温度を測定した。Oligonol（600 mg）を単回摂取90分後のサーモグラフを図6に示す。摂取30分後から上半身や手指の表面温度上昇が確認され、末梢血流の改善が示唆された。また、Oligonolを低用量（50 mg）で単回摂取した場合でも、同様に摂取後30分から120分の間に皮膚温度上昇効果が認められ、サーモグラフにおける特定関心領域を肩および手の甲に設定し、色調を数値化して解析したところ、統計

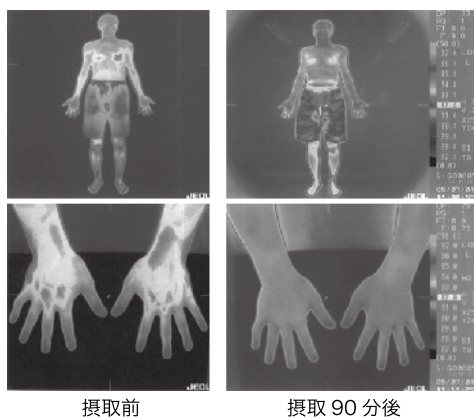


図6 Oligonol摂取後の体表面温度の変化

サンプル摂取30分前から恒温室（室温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 50%）で安静にし、サンプル摂取前および摂取後30分毎に体表面温度を分析した。測定機器はJTG-4310S（日本電子社製）を使用した。

的に有意な温度上昇が確認された。

4-2. 抗疲労作用

運動は、肥満および生活習慣病の改善や老化による機能低下防止をもたらすことが認められており、運動後の疲労を効率良く速やかに取り除くことは、次の運動にとって重要であると思われる。近年、運動による酸化ストレスの増加は、疲労の原因の1つであると考えられるようになった。ポリフェノール摂取は運動による酸化ストレスの増加を抑えることが報告されている¹¹⁾。すなわち酸化ストレスを抑えることが疲労を軽減し、ポリフェノールの中でも高い抗酸化能を有する Oligonol は抗疲労効果が期待できる。

前述の探索的3ヶ月間 Oligonol 摂取試験のアンケートでは、Oligonol に疲労感の改善が認められた。そこでマウス強制水泳モデルを用いて Oligonol の抗疲労効果を検討した。強制水泳後の疲労評価では、Oligonol 投与群で Open Field 法における自発行動量の増加が認められ、Rota-Rod Treadmill 法における騎乗時間が延長したことから、Oligonol は運動負荷による疲労を軽減したと考えられる(図7)。さらに試験終了後に採血を行い、血中の還元活性、Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC)¹²⁾、および Thiobarbituric Acid-Reactive Substance (TBARS)¹³⁾を測定したところ、Oligonol 投与群では還元活性と TEAC が有意に高く、

TBARS レベルは有意に低値を示した。このことから Oligonol は運動による酸化ストレスを抑制することで疲労度を軽減することが示唆された¹⁴⁾。

一方臨床において、杏林大学の野らは、大学の陸上部に所属する選手(男性25名、女性22名)を2つのグループに分け、前後半それぞれ26日間の摂取期間と9日間の Wash-Out 期間を設け、プラセボ対照のクロスオーバー試験で Oligonol (200 mg/day) の抗疲労効果について検討した¹⁵⁾。その結果、アンケート調査スコアから生活上の疲れおよび運動についての疲労感と疲労回復感すべてが、Oligonol 摂取により有意に改善した。また、RPE (Ratings of Perceived Exertion: 運動強度の感じ方) も Oligonol 摂取期間中に有意に軽減し、さらに身体への痛みに関するスコアも改善していた(図8)。

Soonchunhyang 大学の Lee らは、運動負荷によるストレス状態の Oligonol による改善を評価している¹⁶⁾。健康若年男子19名(Oligonol 群10名、プラセボ群9名)を対象に Oligonol (200 mg/day) を4週間摂取させ、60分間の運動負荷後に炎症性マーカーである血中コルチゾールや炎症性サイトカイン(IL-1 β , IL-6)を測定した。これらの炎症性マーカーの上昇は、プラセボ群と比較して Oligonol 投与群は有意に低かった(図9)。

疲労回復のメカニズムはまだ明らかではない

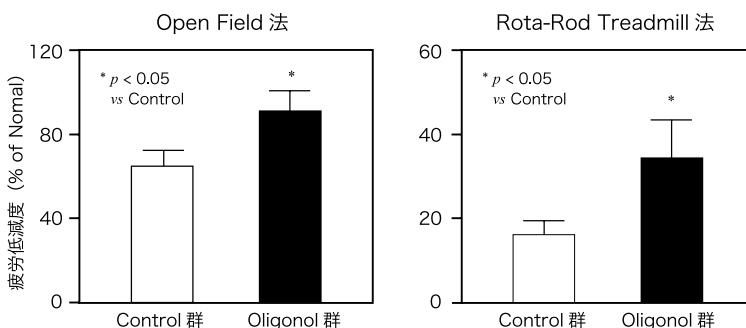


図7 強制水泳の疲労負荷に対する Oligonol の効果

水温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ の水を攪拌 (75 rpm) して水流をつくり、強制水泳を負荷した。グラフには13日目の結果を示した。Open Field では3分間の自発行動量を測定し、Rota-Rod Treadmill (モデル 7650, UGO BASILE 社製) においては回転数 20 rpm の回転棒の騎乗時間を計測した。

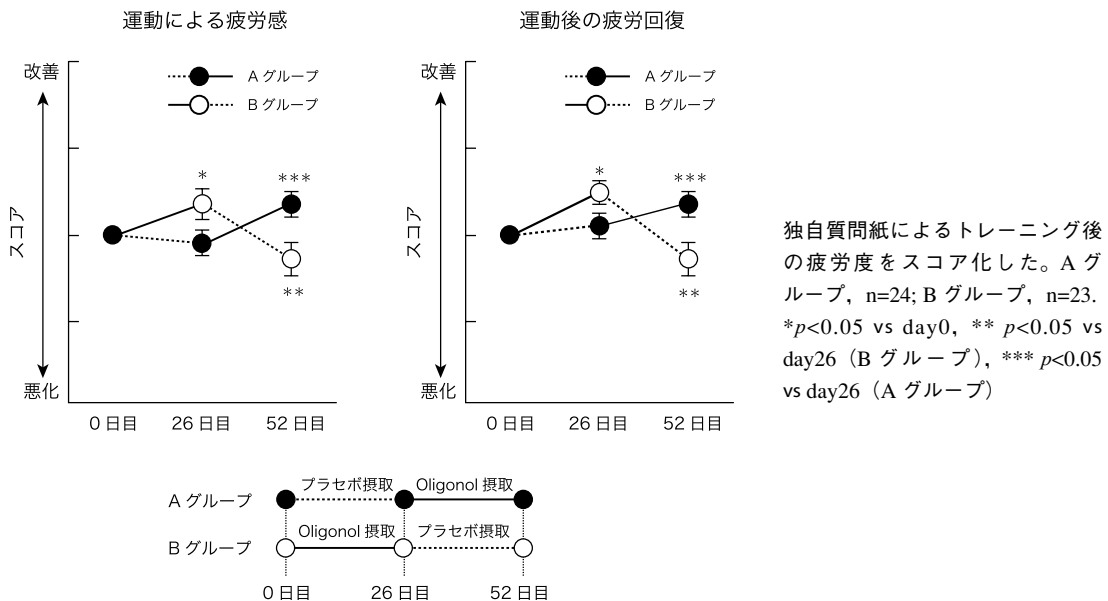


図8 Oligonol の疲労感および疲労回復に対する効果

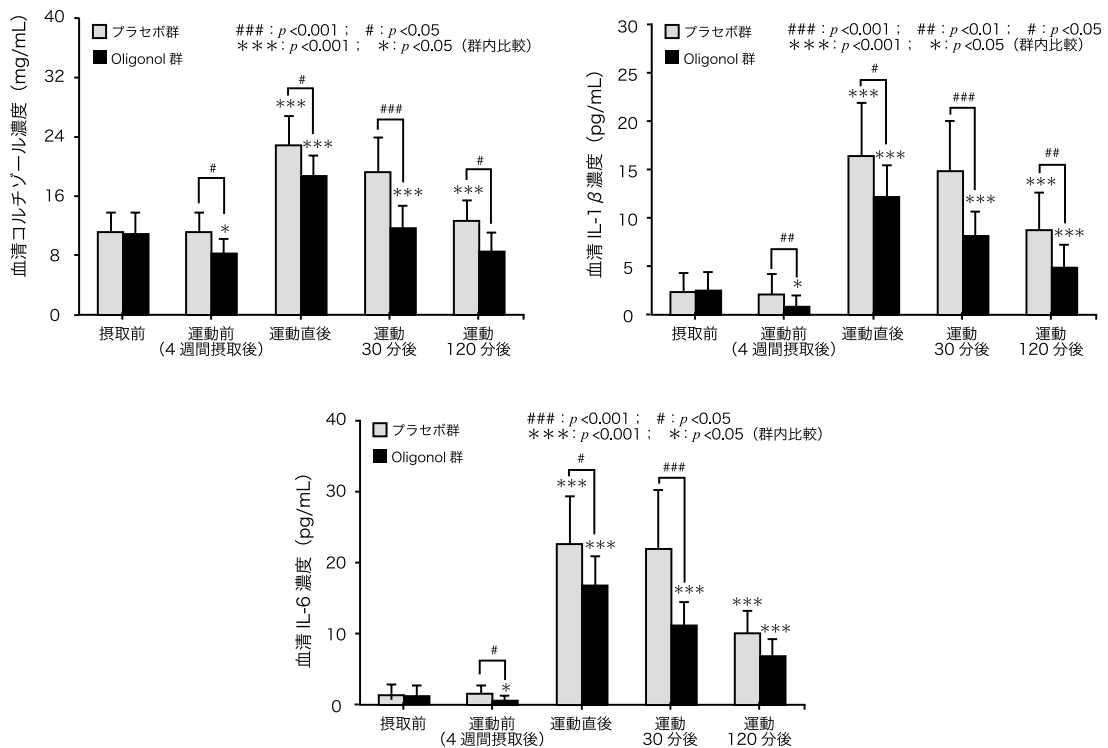


図9 Oligonol またはプラセボ摂取後の炎症性マーカーの推移

血清中のコルチゾール濃度 (A)、IL-1 β 濃度 (B)、IL-6 濃度 (C) の変化に対して、Oligonol 摂取と運動負荷が及ぼす影響を、Oligonol 群とプラセボ群に分けて調べた。被験者は4週間 Oligonol またはプラセボを摂取し、VO₂max 75% 60分の運動を行った。血液サンプルは、Oligonol またはプラセボの摂取前、運動前 (4週間の継続摂取後)、運動直後、運動30分後、運動120分後に採取して解析した。

が、これらの研究から Oligonol の摂取により、運動によって生じる酸化ストレスや炎症が抑制され、疲労感、疲労回復感の改善が期待できる。

4-3. 抗メタボリックシンドローム効果

近年肥満は多くの生活習慣病の原因と考えられ、過栄養の環境が生じやすい先進国においては、その対策は予防医学上重要な課題とされている。複数の危険因子が重なるメタボリックシンドロームの主要因は内臓脂肪の過剰蓄積であると指摘されており¹⁷⁾、分子生物学的な研究手法の発展に伴い、脂肪組織を構成する脂肪細胞の分化制御機構など新しい知見が多数集積しつつある¹⁸⁾。

Oligonol においてもいくつか報告があり、杏林大学の犬野らのグループは、脂肪分解反応に及ぼす Oligonol の効果と調節メカニズムを、ラット初代脂肪細胞に Oligonol を添加することにより検討した¹⁹⁾。脂肪分解反応の指標として培養液中に放出されるグリセロール量が有意に増加することを示し、それは ERK (Extracellular signal-regulated kinase) 1/2 のリン酸化を有意に亢進することに基づくことを報告した。さらに TNF- α や IL-6 の経路を介さず、独自に ERK1/2 を活性化することにより、脂肪分解反応を制御するペリリピンタンパク質 (PLIN) の発現低下を誘導し、脂肪分解反応の亢進を導くことが示唆された²⁰⁾。そしてこの作用は、カテキン類において最も生理作用が強いとされるエピガロカテキンガレート (EGCG) よりも Oligonol の方が強いことが明らかとなった²¹⁾。

California 大学 Davis 校の Hackman らにより、ラット脂肪細胞培養試験において Oligonol で処理された初代脂肪細胞は、無処理群と比較してアディポネクチンの産生・放出が増強され、細胞内中性脂肪が有意に低下することが報告されている。さらに、7ヶ月齢マウスにおいて Oligonol (200 mg/kg 体重) を7ヶ月間与えることにより、メタボリックシンドロームの指標で

ある血糖、中性脂肪、過酸化脂質 (LPO: Lipid peroxide)、活性酸素種 (ROS: Reactive Oxygen Species) を有意に減少させた²²⁾ (図 10)。内臓脂肪の蓄積には、脂肪細胞におけるアディポネクチンや TNF- α などのアディポカインの産生調節異常が関与しているといわれており²³⁾、Oligonol の脂肪細胞機能調節作用がメタボリックシンドロームにおける内臓脂肪蓄積を改善すると考えられた。

北海道情報大学の西平らは、継続的な Oligonol 摂取が皮下脂肪および内臓脂肪に与える影響を検討した²⁴⁾。試験は、腹囲 85 cm 以上、あるいは血中脂質に1項目以上の異常値を持つ成人ボランティア男女 18 人を対象として、被験者を無作為に2群に割り付け、Oligonol (200 mg/day) またはプラセボ入りカプセルを投与した。評価項目として試験前、5週間後および10週間後に身体検査、血液検査および腹部 CT スキャンを行った。その結果、Oligonol 群では腹部 CT スキャンにおいて皮下脂肪面積が $169.3 \pm 72.8 \text{ cm}^2$ から $158.6 \pm 65.9 \text{ cm}^2$ まで ($p < 0.05$)、内臓脂肪面積が $80.5 \pm 45.8 \text{ cm}^2$ から $68.6 \pm 36.5 \text{ cm}^2$ まで ($p < 0.05$) 減少した。

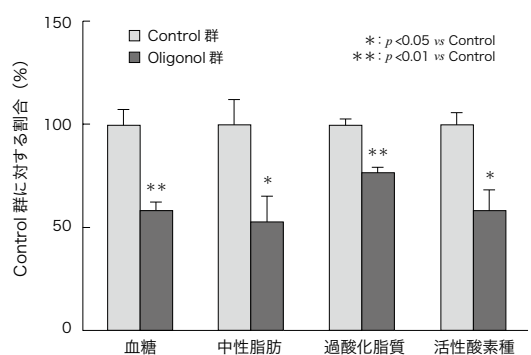


図 10 Oligonol 投与後のメタボリックシンドロームの指標

Oligonol 200 mg/kg を7ヶ月間 (7-14ヶ月齢) マウスに経口投与した。14ヶ月齢時 (Oligonol 投与7ヶ月後) に血中の血糖、中性脂肪、過酸化脂質および活性酸素種の濃度を測定した。平均値±標準誤差で示している。

メタボリックシンドロームは、内臓脂肪の蓄積に加え、高血糖、脂質異常、高血圧を合併した病態であり、血栓の形成、動脈硬化などへと進展し、ひいては糖尿病合併症、脳卒中や心筋梗塞の発症につながる恐れがある。Oligonolでは、メタボリックシンドロームによる易血栓性の病態および糖尿病性合併症などについて検討されている。

名古屋市立大学の藤井らは、メタボリックシンドロームの易血栓性の病態解明を目的として、インスリンが線溶系を抑制する PAI-1 (Plasminogen Activator Inhibitor-1) 分泌にどのようにかかわるかをヒト肝臓由来 HepG2 細胞を用いて解析し、Oligonol がインスリンの PAI-1 産生に与える影響を検討した。その結果 Oligonol は、インスリンによる PAI-1 遺伝子のプロモーター活性の上昇には影響を与えないものの、PAI-1 mRNA 3' 側非翻訳領域 (UTR: untranslated region) のインスリン応答部位を抑制することによる転写後制御により、インスリンによる PAI-1 蛋白質の産生亢進を抑制し、抗

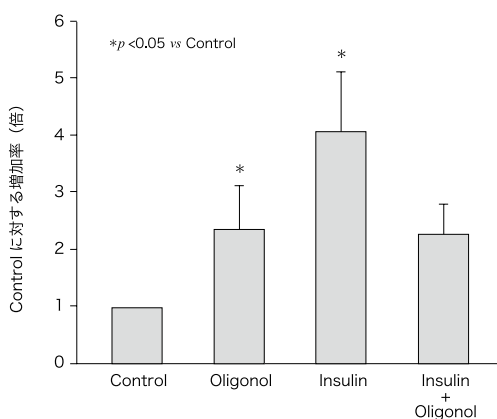


図 11 Oligonol による PAI-1 タンパク質産生亢進の抑制

HepG2 細胞を 16 時間無血清培地で培養後インスリンを含む培地で 24 時間培養した。Oligonol はインスリン刺激の 30 分前に添加した。培養液を回収し PAI-1 蛋白質をウエスタンブロット法で測定した (n=3)。結果はインスリン刺激のない対照に比べ何倍増加したかを平均 ± SD で表した (* 対照に比べ $p < 0.05$)。

血栓効果を示すことが示唆された²⁵⁾ (図 11)。ゆえに血栓が引き起こす重篤な病態に対して Oligonol は効果的であると報告されている。

慢性的に高血糖状態が続くと、糖と蛋白質の非酵素的な反応により AGEs (Advanced Glycation End products: 終末糖化化合物) が形成され²⁶⁾、老化を促進させる危険因子の一つであり、糖尿病合併症の成因になるといわれている²⁷⁻²⁹⁾。富山大学の横澤ら³⁰⁾によると、2 型糖尿病モデルとして C57BLKS/J *db/db* マウスを用い、Oligonol (10 または 20 mg/kg 体重) を 8 週間連日経口投与し、Control 群と比較したところ、Oligonol 群では血清中性脂肪、総コレステロール、遊離脂肪酸 (NEFA)、ROS、TBARS が有意に低下し、アディポネクチンが有意に上昇した。また血清尿素窒素およびクレアチニンなどの腎機能パラメータが改善した (表 2)。さらに Oligonol 群では、腎組織中の ROS、TBARS が有意に低下し、特に脂肪酸 β 酸化に関与する PPAR α 発現の増加や、脂肪酸、中性脂肪合成系の調節に重要な働きをしていると考えられている転写因子 SREBP-1 発現の低下を介して、中性脂肪や総コレステロールの増加を抑制した。また、腎組織中の AGEs 産生やその受容体 (RAGE) 蛋白質の発現を抑制した。以上の結果から、Oligonol は 2 型糖尿病に由来する脂質代謝異常および ROS に関連した AGEs 形成に対し、腎臓保護作用を持つ可能性が示唆された。

4-4. 美容効果

Oligonol の原料であるライチは、中国や東南アジア南部では古くから食用に供され、世界四大美女として知られる楊貴妃の美貌の秘密は、好んで食べたライチにあったという言い伝えもある。紫外線により誘導される ROS による酸化ストレスは、皮膚の老化、皮膚発がんなど様々な生体の障害に関与しており³¹⁾、皮膚科領域においても抗酸化物質の投与は有用であると考

表2 Oligonol 摂取後の血液パラメータ

	m/m		db/db					
	Mean	SE	Vehicle		Oligo-10		Oligo-20	
			Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
TAG (mg/l)	752***	60	2198	181	1970	300	1608*	202
Total cholesterol (mg/l)	760***	37	1568	126	1387	82	1242*	65
Adiponectin (ng/ml)	6.12***	0.62	2.42	0.23	2.93*	0.20	3.12*	0.12
NEFA (mEq/l)	0.74***	0.10	1.41	0.08	1.18	0.13	1.10*	0.09
ROS (fluorescence/min per ml)	170.7*	27.0	321.0	42.3	213.8*	24.2	144.8**	23.5
TBARS (nmol MDA/ml)	5.70***	0.15	14.93	1.33	13.35	1.14	7.09***	0.29
Urea N (mg/l)	315.0**	29.0	443.6	24.2	404.0	24.4	286.4***	17.2
Creatinine (mg/l)	2.3*	0.2	3.5	0.4	3.7	0.4	2.6*	0.2

m/m: misty (糖尿病未発症) マウス, Vehicle: 生理食塩水のみを投与された db/db (糖尿病発症) マウス, Oligo-10: 体重あたり 10 mg/kg の Oligonol 投与された db/db マウス, Oligo-20: 体重あたり 20 mg/kg の Oligonol 投与された db/db マウス, ROS: 活性酸素種, TBARS: チオバルビツール酸反応性物質, MDA: マロンジアルデヒド. Vehicle と比べて有意差があるとした平均値についての有意水準は以下の通りである:
* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

えられている。Oligonol についても皮膚科領域への応用を検討している。

Seoul 大学の Kundu らはヘアレスマウスに UV-B を照射して、皮膚で誘導される COX-2 の発現を調べた。その結果、Oligonol の摂取により COX-2 の発現が低下したことを報告している³²⁾ (図 12)。また同じく Seoul 大学の Surh らは、同様にホルボールエステルにより誘導される皮膚化学発がんを Oligonol が抑制することを見出している³³⁾。

ヒトにおいて経口的に Oligonol を摂取した場合の肌状態を調べた研究では、Oligonol (200 mg/day) を 12 週間摂取した後、顔の色素沈着やしわをロボスキンアナライザーで観察した結果、目尻のしわの長さや総面積、色素沈着の総数や総面積が減少傾向にあった (表 3)。すなわち Oligonol の経口摂取は、紫外線に誘導される ROS による傷害を抑え、肌の老化を防御する作用が示唆された。

4-5. 感染症に対する効果

毎年、インフルエンザの流行によって多数の死者と入院患者が出ており、また、新型インフルエンザの流行や抗インフルエンザウイルス薬の小児における安全性や副作用の不安から、有

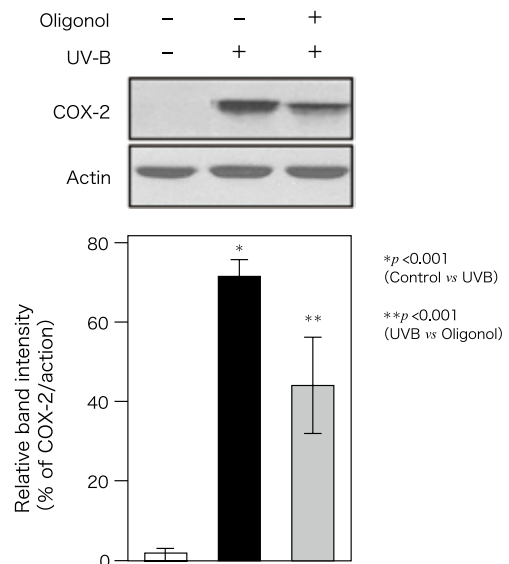


図12 Oligonol のマウス皮膚における紫外線保護効果
HR-1 ヘアレスマウスに UV-B (312 nm) を照射して (BIO-LINKBLX-312, ヴェルバー・ルーマット社製), COX-2 のタンパク発現をウエスタンブロット法により評価した。Oligonol は UV-B 照射 30 分前にマウスあたり 0.25 mg を塗布した。* $p<0.001$ (Control vs UVB), ** $p<0.001$ (UVB vs Oligonol)

表3 Oligonol の皮膚改善

	0 W	4 W	12 W
色素沈着数	61	53	54
色素沈着面積 (mm ²)	210	194	199
目じりのシワの長さ (mm)	45	38	35
目じりのシワの総面積 (mm ²)	53	42	37

効かつ安全性の高い天然由来の機能性素材の開発が求められている。さらに、近年薬剤耐性のウイルスや細菌の出現、免疫力が低下している患者などに対する院内感染が社会問題化している。ポリフェノールが細菌やウイルスなどに及ぼす影響については、ココアやコーヒー、茶に含まれるカテキン類や松樹皮由来のプロアントシアニジンが抗菌^{34, 35)} および抗ウイルス作用^{36, 37)}を示すことが知られている。カテキン類およびプロアントシアニジンを有するOligonolは他のポリフェノールと同様に抗菌・抗ウイルス効果が予測され、感染症に対して研究が行われている。

Texas 大学の Haidari らは、リアルタイム PCR, プラークアッセイ, 免疫蛍光法を用いてインフルエンザウイルスの増殖に対するOligonolの効果を検討した³⁸⁾。OligonolはMDCK細胞へのインフルエンザウイルスの付着を遮断し、さらにウイルスのリボ核タンパク

質(RNP)の核外移行を抑制した。その結果から、OligonolはPMAにより誘導されるROS依存的ERKリン酸化を遮断することによってウイルスのRNP核外移行を阻害し、ウイルス増殖を阻害するという基礎的メカニズムが提唱された(図13)。

今後のさらなる研究によって、インフルエンザの伝染やパンデミックに対し、治療的および予防的な処置に使用できる有用性が明らかにされることが期待される。

Oligonolは、ウイルスに対する効果以外にも抗菌作用が認められており、帝京大学の安部らは、高齢化社会を迎えて、その臨床的重要性が増しつつある口腔カンジダ症に対する効果を検討している。Oligonolを培養プレートに添加し、終濃度313 µg/ml以上で*Candida albicans*の菌糸形発育を抑制した。またマウス口腔内カンジダ症モデルに10～40 mg/ml濃度のOligonol希釈液50 µlを3回口腔内投与すると舌白苔症状

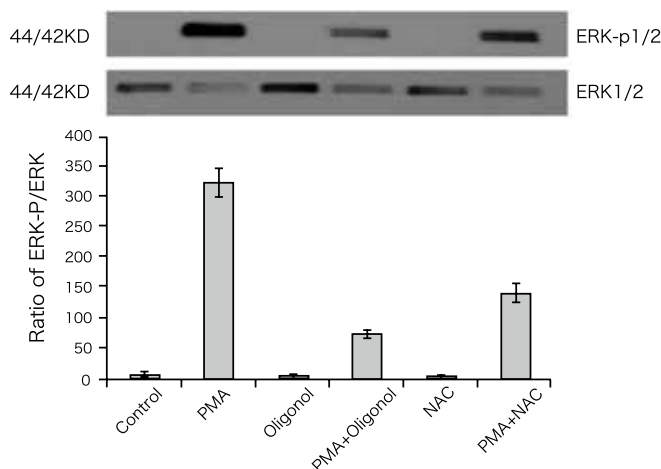


図13 OligonolとNACによるPMA誘導ERKリン酸化の阻害

OligonolとN-アセチルシステイン(NAC)は、ホルボールミリステートアセテート(PMA)により誘導されるERKのリン酸化を阻害する。MDCK細胞をそれぞれの条件に応じて、DMSO(0.01%), Oligonol(5 µg/ml), NAC(5 mM)で無血清DMEM培地中において処理した。PMA(5 nM)による誘導は1時間で行った。その後、細胞を溶解し抽出タンパク質をウェスタンブロット法で解析した。まず、マウスのリン酸化ERKモノクローナル抗体(上のパネル)、次にストリップした同じメンブレンをマウスのERKモノクローナル抗体(下のパネル)でそれぞれのシグナルを検出した。リン酸化ERK/ERKの比をコントロール1としてグラフ上で示している。4回の実験結果をまとめた結果を示した。

が有意に改善し、20 mg/ml 投与で症状改善効果が最も強く、口腔内の *Candida* 生菌数を有意に減少させた³⁹⁾。

口腔カンジダ症は、義歯装着者、唾液分泌不足の高齢者および AIDS など免疫力の低下した患者に日和見感染症としてみられる粘膜感染型のカンジダ症である。Oligonol は、口腔カンジダ症の予防に用いられることが期待できる他、再発を繰り返す患者への抗真菌剤との併用やその代替治療としての使用も期待される。

おわりに

Oligonol は従来のプロアントシアニジンと比較して生体利用性に優れており、血流改善、抗疲労、抗メタボリックシンドローム、美容の分野で応用が進んでいる。最近では、インフルエンザなどの感染症や糖尿病への効果も期待されている。ポリフェノールの重要性は将来益々高まることが予想され、今後、Oligonol は食品からサプリメントにいたるまで、機能性素材として幅広く使用されると考えられる。しかしながら、その作用機序、各プロアントシアニジン分子種ごとの吸収性と体内動態など解明すべき課題もいまだ多く残されており、今後の研究が望まれる。

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

- 1) Haslam E.: Practical Polyphenolics, From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action. Cambridge, Cambridge University Press, 1988. (ISBN 0-521-46513-3)
- 2) 田中隆, 吉武直幸, 趙平ら: ポリマー断片化によるプロアントシアニジンオリゴマーの製造方法. 日本食品化学学会誌, **14**(3): 134-139. 2007.
- 3) Sarni-Manchado P, Le Roux E, Le Guerneve C, *et al.*: Phenolic Composition of Litchi Fruit Pericarp. *J Agric Food Chem.* **48**: 5995-6002. 2000.
- 4) Brat P, George S, Bellamy A, *et al.*: Daily Polyphenol Intake in France from Fruit and Vegetables. *J Nutr.* **136**: 2368-2373. 2006.
- 5) Sakurai T, Nishioka H, Fujii H, *et al.*: Antioxidative Effects of a New Lychee Fruit-Derived Polyphenol Mixture, Oligonol, Converted into a Low-Molecular Form in Adipocytes. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **72**(2): 463-476. 2008.
- 6) Hajime Fujii, Buxiang Sun, Okezie I. Aruoma, *et al.*: Evaluation of the safety and toxicity of the oligomerized polyphenol Oligonol. *Food and Chemical Toxicology.* **45**: 378-387. 2007.
- 7) 若命浩二: ライチ果実由来低分子化ポリフェノールの機能性. *Food Style 21.* **11**(10): 65. 2007.
- 8) Holt RR, Lazarus SA, Sullards MC, *et al.*: Procyanidin dimer B2 [epicatechin-(4beta-8)-epicatechin] in human plasma after the consumption of a flavanol-rich cocoa. *Am J Clin Nutr.* **76**(4): 798-804. 2002.
- 9) Hajime Fujii, Hiroshi Nishioka, Koji Wakame, *et al.*: Acute, subchronic and genotoxicity studies conducted with Oligonol, an oligomerized polyphenol formulated from lychee and green tea extracts. *Food Chem. Toxicol.* **46**: 3553-3562. 2008.
- 10) Hiroki Yokoo, Yuichi Hattori, *et al.*: Beneficial effect of the oligomerized polyphenol oligonol on high glucose-induced changes in eNOS phosphorylation and dephosphorylation in endothelial cells. *British Journal of Pharmacology.* **159**: 928-938. 2010.
- 11) Morillas-Ruiz JM, Villegas García JA, López FJ, *et al.*: Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clin Nutr.* **25**(3):444-53. 2006.
- 12) Ching SY, Hall J, Croft K, *et al.*: Antioxidant inhibition of oxygen radicals for measurement of total antioxidant capacity in biological samples. *Anal Biochem.* **353**(2): 257-65. 2006.
- 13) Radak Z, Asano K, Inoue M, *et al.*: Superoxide dismutase derivative reduces oxidative damage in skeletal muscle of rats during exhaustive exercise. *J Appl Physiol.* **79**: 129-135. 1995.

- 14) 大野秀樹、櫻井拓也、木崎節子ら：シンポジウム登山と栄養を再び考える高所登山における抗酸化サプリメント摂取の意義－ Oligonol を中心として－ . 登山医学 . **27**: 58-60. 2007.
- 15) Hideki OHNO, Takuya SAKURAI, Tatsuya HISAJIMA, *et al.*: The Supplementation of Oligonol, the New Lychee Fruit-derived Polyphenol Converting into a Low-molecular Form, Has a Positive Effect on Fatigue during Regular Track-and-field Training in Young Athletes. *Advances in Exercise and Sports Physiology*. **13**(4): 93-99. 2008.
- 16) Jeong-Beom Lee, Hun-Mo Yanga, *et al.*: The effect of Oligonol intake on cortisol and related cytokines in healthy young men. *Nutrition Research and Practice*. **4**(3): 203-207. 2010.
- 17) Teruo KAWADA.: Obesity and life style-related disease. *Trace Nutrients Research*. **22**: 1-5. 2005.
- 18) 中尾一和, 門脇孝：脂肪細胞の驚異と肥満：生活習慣病の解明に向けて . 講談社サイエンティフィック . 1999.
- 19) Ogasawara J, Sakurai T, Kizaki T, *et al.*: Oligonol, a new lychee fruit-derived low-molecular form of polyphenol, enhances lipolysis in primary rat adipocytes through activation of the ERK1/2 pathway. *Phytotherapy Research*. **23**: 1043-1046. 2009.
- 20) Ogasawara J, Kitadate K, Nishioka H, *et al.*: Oligonol, an oligomerized lychee fruit-derived polyphenol, activates the Ras/Raf-1/MEK1/2 cascade independent of the IL-6 signaling pathway in rat primary adipocytes. *Biochem Biophys Res Commun*. **402**(3): 554-9. 2010.
- 21) Ogasawara J, Kitadate K, Nishioka H, *et al.*: Comparison of the effect of oligonol, a new lychee fruit-derived low molecular form of polyphenol, and epigallocatechin-3-gallate on lipolysis in rat primary adipocytes. *Phytother Res*. 2010. [Epub ahead of print]
- 22) Carl L. Keen, Robert M. Hackman, *et al.*: Bioactivity of a flavanol-rich lychee fruit extract in adipocytes and its effects on oxidant defense and induces of metabolic syndrome in animal models. *Phytotherapy Research*. **24**: 1223-1228. 2010.
- 23) Mohammed-Ali V, Pinkney J. H., Coppack S. W., *et al.*: Adipose tissue as an endocrine and paracrine organ. *Int J Obesity*. **22**: 1145-1158. 1998.
- 24) Jun Nishihira, Maremi Sato-Ueshima, Kentaro Kitadate, *et al.*: Amelioration of abdominal obesity by low-molecular-weight polyphenol (Oligonol) from lychee. *Journal of Functional Foods*. **1**(4): 341-348. 2009.
- 25) 藤井聡：HepG2 細胞におけるインスリンと酸化ストレスの PAI-1 産生に対する影響の解析：メタボリックシンドロームの易血栓性の病態解明を指向して . 心臓 . **42**(9): 1153-1158. 2010.
- 26) Maillard LC.: Action des acides amines sur les sucres; formation des melanoidines par voie methodique. *Compt Rend Acad Sci (Paris)* **154**: 66-68. 1912.
- 27) Yonekura H, Yamamoto Y, Sakurai S, *et al.*: Roles of the receptor for advanced glycation endproducts in diabetes-induced vascular injury. *J Pharmacol Sci*. **97**(3): 305-311. 2005.
- 28) Nagai R, Fujiwara Y, Mera K, *et al.*: Usefulness of antibodies for evaluating the biological significance of AGEs. *Ann NY Acad Sci* **1126**: 38-41. 2008.
- 29) Yonei Y, Yagi M, Hibino S, *et al.*: Herbal extracts inhibit Maillard reaction, and reduce chronic diabetic complications risk in streptozotocin-induced diabetic rats. *Anti-Aging Medicine* **5**: 93-98. 2008.
- 30) Takako Yokozawa, Noh JS, Kim HY, *et al.*: Hypolipidaemic and antioxidative effects of oligonol, a low-molecular-weight polyphenol derived from lychee fruit, on renal damage in type 2 diabetic mice. *British Journal of Nutrition*. **104**(8): 1120-1128. 2010.
- 31) Cerutti P, Ghosh R, Oya Y, Amstad P., *et al.*: The role of the cellular antioxidant defense in oxidant carcinogenesis. *Environ Health Perspect*. **10**: 123-9. 1994.
- 32) Joydeb Kumar Kundu, Young-Joon Surh, *et al.*: Oligonol, a lychee fruit-derived low molecular weight polyphenol formulation, inhibits UVB-induced cyclooxygenase-2 expression, and induce NAD(P)H:quinone oxidoreductase-1 expression in hairless mouse skin. *Journal of Functional Foods*, Vol.1: 98-108. 2009.
- 33) Joydeb Kumar Kundu, Young-Joon Surh, *et al.*: Inhibitory effects of oligonol on phorbol ester-induced tumor promotion and COX-2 expression in mouse skin: NF- κ B and C/EBP as potential targets. *Cancer Letters*. **273**: 86-97. 2008.
- 34) Ferrazzano GF, Amato I, Ingenito A, *et al.*: Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea). *Fitoterapia*. **80**(5):255-62. 2009.

- 35) Diker K.S., Akan M, Hascelik G. , *et al.*: The bactericidal activity of tea against *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *Letters Appl. Microbiol.* **12**: 34-35. 1991.
- 36) Feng WY, Tanaka R, Inagaki Y, *et al.*: Pycnogenol, a procyanidin-rich extract from French maritime pine, inhibits intracellular replication of HIV-1 as well as its binding to host cells. *Jpn J Infect Dis.* **61**(4): 279-85. 2008.
- 37) Khan MT, Ather A, Thompson KD, *et al.*: Extracts and molecules from medicinal plants against herpes simplex viruses. *Antiviral Res.* **67**(2):107-19. 2005.
- 38) Mehran Haidari, Gangehei L, Ali M, *et al.*: Oligonol a low molecular weight polyphenol of lychee fruit extract inhibits proliferation of influenza virus by blocking reactive oxygen species-dependent ERK phosphorylation. *Phytomedicine.* **17**(13): 1047-56. 2010.
- 39) 羽山和美、安部茂ら：口腔カンジダ症に対する Oligonol の効果 . 日本医真菌学会雑誌 **51**(3), 137-142, 2010 .

血管機能とペプチド

松井 利郎^{*1} 田中 充^{*2}

^{*1} MATSUI Toshiro, ^{*2} TANAKA Mitsuru (九州大学大学院 農学研究院 生命機能科学部門食料化学工学講座)

Key Words：ペプチド・血管機能・レニン-アンジオテンシン系・Ca²⁺ チャンネル・降圧作用

はじめに

「食事バランスガイド」や「健康日本 21」等の健康の維持に関する施策が提案され、食生活の乱れが疾病誘発要因のひとつとなっている可能性が指摘されている。他方、「特定保健用食品」が健康維持を補完する食品として登場して以来、ある種の食品成分は生活習慣病の予防・改善作用を有する機能体として働く可能性があることが実証されつつある。現在認可されている特定保健用食品の保健用途は「高血圧予防」、「血糖値上昇抑制」、「中性脂肪・体脂肪低下」、「コレステロール低下」、「整腸」、「骨の健康維持」、「ミネラルの吸収促進」及び「歯の健康維持」であり、これまで 960 品目（平成 22 年 9 月 30 日現在）もの食品が上市されており、その市場規模は 2009 年度において 5,494 億円に上る。さらに、近年での食機能性に関する基礎研究分野の進展を勘案すると、食品成分には上記保健機能だけでなくさらに潜在的な生体調節機能を有している可能性がある。そこで本稿では、腸管吸収後の生理作用発現が期待され、高血圧予防食品成分として認可を受けているペプチドの新たな機能について、特に血管機能に対する改善作用の可能性を中心に論じる。

1. 血圧代謝系と低分子ペプチド

現在上市されている高血圧予防食品は 100 品目を超え、特定保健用食品として認可を受けている食品素材（関与成分）は、ラクトトリペプチド、サーデンペプチド、カゼインドデカペプチド、ブナハリタケ抽出物、GABA、燕龍茶ポリフェノールなど、10 種類にのぼる。認可成分の大部分を占めるペプチドは昇圧系であるレニン-アンジオテンシン-アルドステロン(RA)系において主体的な血圧上昇に関わるアンジオテンシン I 変換酵素 (ACE) に対して阻害作用を示すとされる。ACE は活性中心に亜鉛を有し、主要な基質であるアンジオテンシン (Ang) I の C 末端から His-Leu 配列を切り出すことで Ang II を産生するメタロジペプチジルカルボキシペプチダーゼ (EC 3.4.15.1) である。従って、ACE 活性部位構造に対する親和性の観点から基質との拮抗作用を有する低分子ペプチドに ACE 阻害作用を求めることは理にかなったものといえる。実際、臨床 ACE 阻害薬であるカプトプリルやエナラプリルはペプチド性 ACE 拮抗薬であり、その基本構造が Ala-Pro 及び Phe-Ala-Pro であることから明らかなである¹⁾。

これまでに 400 種類以上の ACE 阻害ペプチドが報告されている¹⁾。

他方、現実的な阻害活性の観点から、ペプチドによる ACE 阻害効果について懐疑的な見方が報告されているのも事実である²⁾。まず、報告されているペプチドの ACE 阻害活性は薬剤と比べて 1/100 以下と微弱である¹⁾ こと、いまだ十分なペプチド吸収に関する研究は進行していない²⁾ もの、血中レベルは薬剤の 1/1000 以下とごく微量であること³⁻⁵⁾ 等から、ペプチドによる抗高血圧作用を含めた生理作用の発現機構について別途の観点からのアプローチが模索されつつある。*in vivo* (ラット及びヒトレベル)において、ペプチド投与後の血清 ACE 活性の不変を指摘した論文⁶⁻⁹⁾ が散見されるようになったことも潜在的なペプチド機能を追究する動力となっているといえる。

2. 血管とペプチド機能

血圧は心臓での血液排出量と血管での抵抗性の積によって決定される。近年では、血管をはじめとする種々の臓器において RA 系が局在し、かつ循環系とは独立してオートクリン的に血圧調節機構を担っていることが明らかにされつつある。そのなかで、ジペプチドのラットへの経口投与によって血管 RA 系が持続的に抑制されるとの知見を報告して以来、血圧決定因子のひとつである血管に対するペプチドの生理作用に着目し、各種の低分子ペプチドを用いて血管の基本生理である収縮と弛緩運動 (伸縮性) に対する作用を究明してきた。

降圧的な作用が期待される血管弛緩性について、血管標本を用いたペプチドによる弛緩試験がいくつか実施されている。これまでに、VY¹⁰⁾、Trp-His (WH)¹¹⁾、His-Arg-Trp (HRW)¹²⁾、Carnosine¹³⁾、Arg-Ala-Asp-His-Pro (-Phe) (RADHP (F))^{14,15)}、Tyr-Pro-Ile (YPI)¹⁴⁾ 等が収縮血管を

弛緩させる作用を有する活性ペプチドとして報告されている。血管弛緩作用は内皮依存のあるいは内皮非依存的に発現する。血管内皮依存的な弛緩作用には主にアラキドン酸/cAMP 系あるいは NO/cGMP 系のシグナル伝達系が関与している¹⁶⁾ (図 2)。前者では、アラキドン酸の COX による血管弛緩メディエーターである PGI₂ への変換を介して、平滑筋でのプロスタサイクリン受容体/cAMP-PKA 経路を刺激し、弛緩作用を誘導する。他方、後者では内皮における NO 合成酵素 (eNOS) による NO 産生を介して、平滑筋において sGC を活性化し、弛緩作用に直接的に関与する cGMP 産生を促進させる。前述した血管弛緩ペプチドのなかで、RADHP は内皮依存的な弛緩作用を示し、内皮での Bradykinin B₁ 受容体に対するアゴニスト作用による NO/cGMP 系シグナルの賦活化が関与している¹⁴⁾ と報告されている。また、Met-Tyr (MY) はヘムオキシゲナーゼ -1 (HO-1) を活性化し、血管弛緩メディエーターである CO の産生を促進することで cGMP 産生量を増加させる¹⁷⁾ ことが知られている。他の血管弛緩性ペプチドについてもそのほとんどが内皮依存的な弛緩作用を示すが、作用発現機構については十分には解明されていない。

血管内皮非依存的、すなわち血管平滑筋に直接作用する弛緩性ペプチドの存在については、Carnosine¹³⁾ 以外に報告例はない。平滑筋直接的な作用による弛緩作用の発現は、血管臓器としての機能保持、さらには血管系疾患 (動脈硬化など) を予防する上でも重要と考える。平滑筋依存的な弛緩作用には Ang II 受容体、 α 受容体あるいはエンドセリン受容体等の G タンパク質結合型受容体 (GPCR) からのシグナル系が関与している¹⁸⁾ (図 2)。リガンドが受容体に結合し、GPCR が活性化されると、PLC 活性化を介した下流シグナル系 (IP₃-IP₃R シグナル及び DAG-PKC シグナル等) が連動し、平滑筋

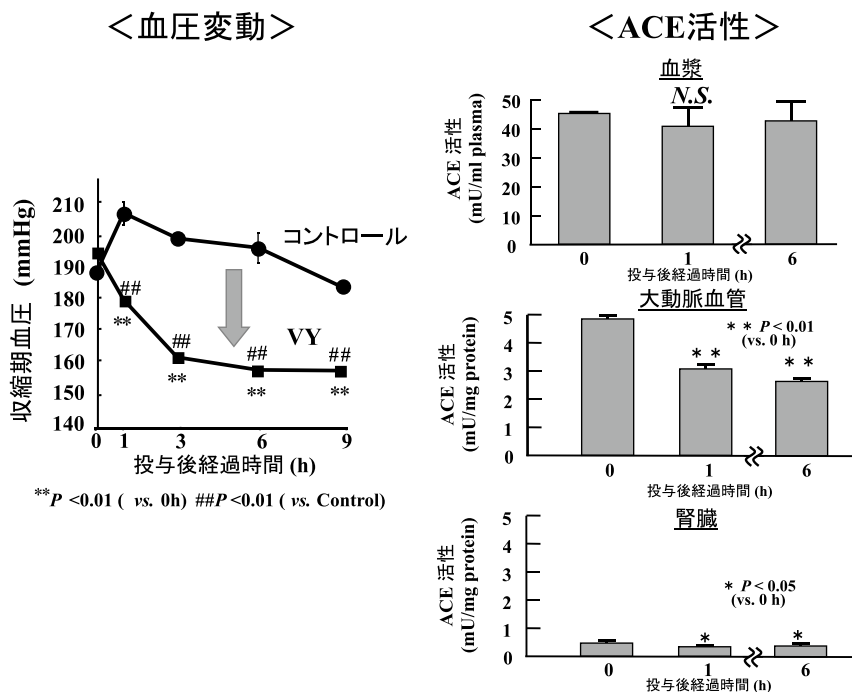


図1 SHRにおけるVY (10 mg/kg BW) 単回投与後の血圧変動とACE活性

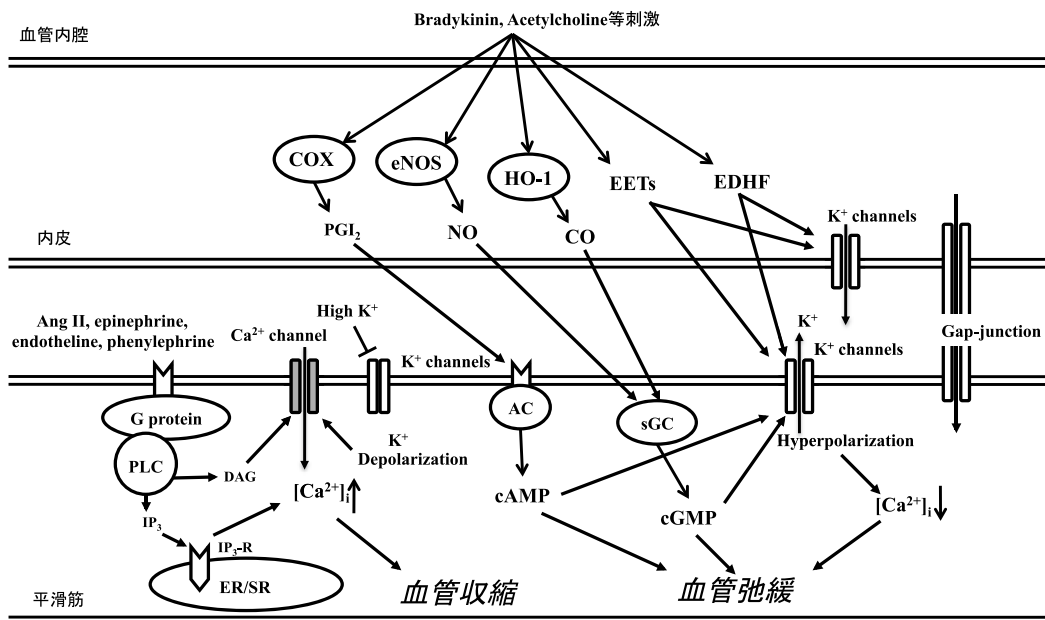


図2 血管内皮細胞及び平滑筋細胞における収縮・弛緩カスケード

COX; cyclooxygenase, eNOS; endothelial nitric oxide synthase, HO-1; heme oxygenase-1, EET; epoxyeicosatrienoic acid, EDHF; endothelium derived hyperpolarizing factor, PGI₂; prostaglandin I₂, NO; nitric oxide, CO; carbon monoxide, PLC; phospholipase C, IP₃; inositol 1,4,5-trisphosphate, DAG; diacylglycerol, ER/SR; endoplasmic/sarcoplasmic reticulum, AC; adenyl cyclase, cAMP; cyclic adenosine monophosphate, sGC; soluble guanylyl cyclase, cGMP; cyclic guanosine monophosphate.

での収縮活動に関わる細胞内 Ca^{2+} ($[\text{Ca}^{2+}]_i$) を動員させる。これら平滑筋での収縮シグナル系に対して、後述する WH あるいは VY 等のジペプチドには明らかな内皮非依存的な弛緩作用 (図3) と $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 抑制作用がある。これまで、血管弛緩作用のある VY を基本骨格として 60 種類以上のペプチドを合成し、弛緩性発現に関するペプチド構造要件を網羅的に検討してきた^{11, 19)}。その結果、WH 並びにその逆配列ペプチド HW において高い弛緩活性が認められ、Trp 残基が活性発現要因のひとつであることが示された。そこで、WH あるいは HW を基本骨格として新たにペプチドを設計し、弛緩性ペプチドスクリーニングを実施した (表1)。その結果、ペプチド鎖長に関してはトリペプチドまでの鎖長が活性発現に関与していたものの、それ以上では鎖長サイズの影響は認められなかった。検討の結果、HRW において最も高い弛緩活性が認められた。HRW に対応する構成アミノ酸では弛緩作用は全く認められなかった¹²⁾ ことから、ペプチドによる (内皮非依存的な) 血管

弛緩性の発現にはペプチド構造が重要であることが判明した。また、Arg 単独及び Arg 残基を citrulline に置換した H-Cit-W において作用が减弱したことから、HRW が NO ドナーとして弛緩作用に寄与しているのではないことがわかる。同様に、His 残基のイミダゾールプロトンにメチル基に置換した (1-Me)HRW 及び (3-Me)HRW においても活性の减弱が認められたことから、His のイミダゾール窒素原子上のプロトンの存在が活性発現に関わっていると推察された。これまでの知見として、内皮非依存的な弛緩作用を示すペプチドの構造要件としては、1) ペプチドであること、2) 塩基性芳香族アミノ酸を N もしくは C 末端に有すること、あるいは 3) 塩基性アミノ酸を中間位に有することが重要であると推察される。また、WH の D 型立体異性体 (D-W-L-H, L-W-D-H 及び D-W-D-H) では、L 体の WH と比較して活性が减弱したことから、血管弛緩性の発現に対してペプチドの空間的な立体配座も重要であるといえる。

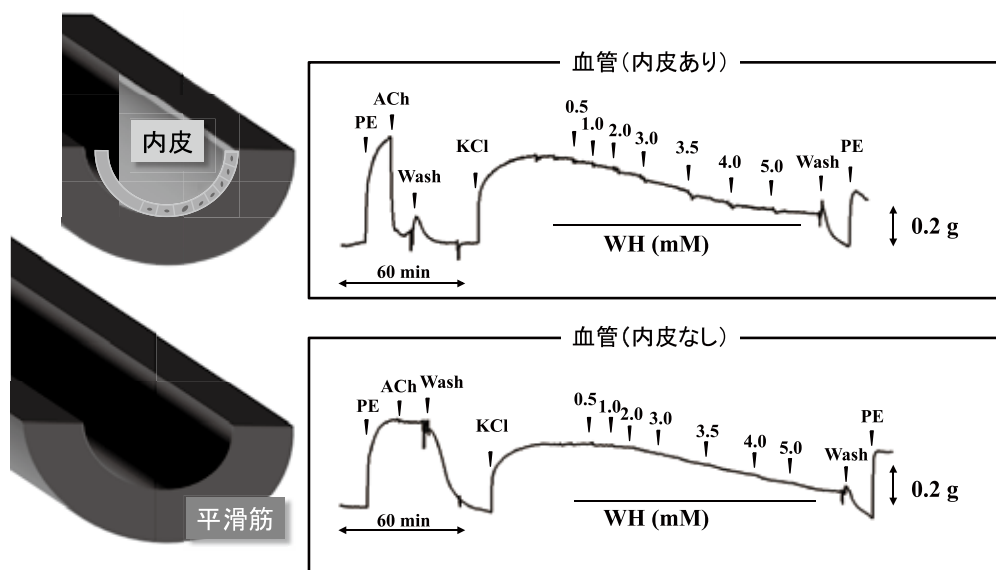


図3 血管及び内皮除去血管における WH の弛緩作用

PE ; Phenylephrine (1 μM), ACh ; Acetylcholine (100 μM).

表1 1 μ M Phenylephrine 収縮血管における WH- 及び HRW- アナログペプチドの弛緩作用

	ペプチド配列 ^a	弛緩作用
		EC ₅₀ (mM)
WH- アナログペプチド	WH	3.6 $\pm$ 0.1
	D-W-L-H	4.4 $\pm$ 0.0
	L-W-D-H	4.2 $\pm$ 0.1
	D-W-D-H	4.4 $\pm$ 0.1
	HW	2.8 $\pm$ 0.1
	WGH	3.2 $\pm$ 0.0
	WGGGH	4.0 $\pm$ 0.3
	WVH	3.3 $\pm$ 0.3
	WPH	2.6 $\pm$ 0.1
	WPK	3.9 $\pm$ 0.0
	WPR	2.7 $\pm$ 0.2
	HWG	3.0 $\pm$ 0.1
	GHW	4.7 $\pm$ 0.3
	HGW	2.7 $\pm$ 0.1
	HNW	2.3 $\pm$ 0.1
	HLW	2.2 $\pm$ 0.3
	HEW	2.2 $\pm$ 0.2
	HPW	1.9 $\pm$ 0.1
	HPA	2.7 $\pm$ 0.2
	HPF	2.0 $\pm$ 0.1
HRW- アナログペプチド	HKW	1.6 $\pm$ 0.1
	HRW	1.2 $\pm$ 0.1
	HRF	3.9 $\pm$ 0.2
	HRY	2.9 $\pm$ 0.1
	HRA	4.4 $\pm$ 0.2
	HR	3.0 $\pm$ 0.1
	RW	3.2 $\pm$ 0.3
	(1-Me)HRW ^b	1.7 $\pm$ 0.2
その他	(3-Me)HRW ^b	1.9 $\pm$ 0.1
	HCitW	1.9 $\pm$ 0.0
	LHW	4.0 $\pm$ 0.9
	YPH	3.6 $\pm$ 0.3
	FPH	3.4 $\pm$ 0.2

a: 一文字表記法による

b: (1-Me) 及び (3-Me): メチル化 His 側鎖

3. ペプチドによる血管弛緩機構

これまで、平滑筋に直接作用するペプチドについての詳細な機能発現に関する検討は見当たらない。前述したように、平滑筋には収縮に向かう種々のシグナル系が存在するが、その応答のトリガーとなるのは細胞内 Ca^{2+} 濃度である。そこでまず、前節で述べた血管弛緩性ペプチド

の生理作用を検証するため、ペプチド添加に応答する細胞内 Ca^{2+} 動態を把握した。その結果、図4で示したようにWHは血管平滑筋細胞(VSMC)内の Ca^{2+} 濃度を明らかに抑制する作用を示した²⁰⁾。このことは、WHが平滑筋内での収縮系シグナルを遮断させ、結果として弛緩を誘導する機能体であることを裏付けるものである。また、WHの血管弛緩作用が収縮メディエーターである Ca^{2+} 量を制御した結果

であることも示唆している。さらに、細胞内への Ca^{2+} 流入経路である電位依存性 L 型 Ca^{2+} チャンネルを刺激した場合 (Bay K8644 刺激), WH の添加によって $[\text{Ca}^{2+}]_i$ が低下した (図 4) ことから, WH はその弛緩機構のひとつとして Ca^{2+} チャンネルへの直接的な結合を介して細胞外からの Ca^{2+} 流入を防いでいる可能性がある。また, 弛緩ペプチドである HRW においても同様の $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 低下作用¹²⁾を確認している。血管弛緩ペプチド HRW の構成アミノ酸混合溶液においては, その血管弛緩性が完全に消失するとの挙動¹²⁾と同様に, WH の構成アミノ酸においても細胞内の Ca^{2+} 濃度に変化が認められなかったことから, 改めてペプチド体としての重要性が示唆されよう。他方, レセプターを介した収縮シグナル系 (Ang II 刺激) 賦活による $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 上昇に対して WH がさらに顕著な $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 抑制作用を示した (図 4) ことは, 収縮シグナ

ル系に対しても WH 等の弛緩ペプチドが多様な生理作用を発揮している可能性を示唆しており, 現在この観点からの究明を図っている段階である。

4. ペプチドによる Ca^{2+} チャンネル阻害

高血圧治療薬として ACE 阻害薬あるいは ARB (AT1 レセプターアンタゴニスト) 薬とともに CCB (カルシウムチャンネルブロッカー) 薬が挙げられる。CCB 薬は Ca^{2+} チャンネルに結合し, 細胞外からの Ca^{2+} 流入をブロックすることにより血管弛緩的に作用する薬剤である。前項において WH が電位依存性 L 型 Ca^{2+} チャンネルに作用する可能性が示唆されたことから, 既存 CCB 薬との同等性 (Ca^{2+} チャンネルタンパク質への結合性) を検証した。これまで, CCB 薬の Ca^{2+} チャンネルへの結合につい

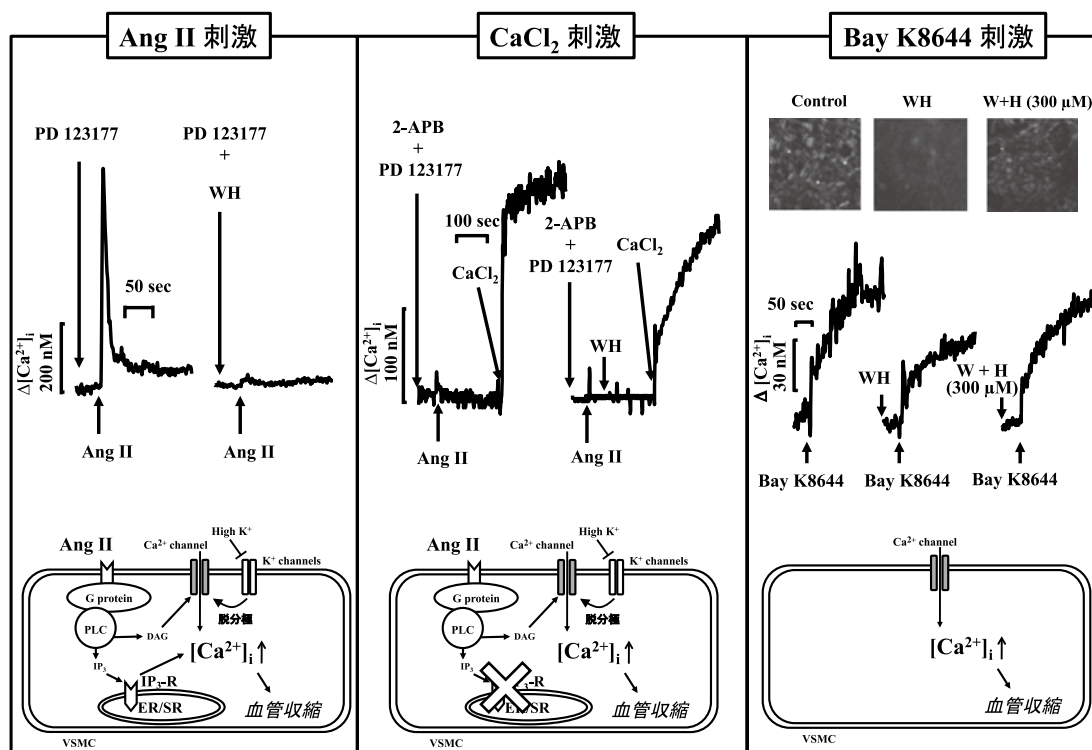


図 4 Ang II 刺激、 CaCl_2 刺激及び Bay K8644 刺激した VSMC における WH (300 μM) の $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 上昇抑制作用

てはフォトアフィニティーラベル化法によりその部位が明らかにされ、CCB 構造によって結合部位が異なることが報告されている^{21, 22)}。すなわち、Nifedipine や Nimodipine に代表されるジヒドロピリジン (DHP) 系薬剤は、チャンネルタンパク質の細胞外側 (α_1 -サブユニットドメイン III における S5-S6 サブユニット及びドメイン IV における S6 サブユニットの末端から構成される部位) に結合するのに対して、Verapamil に代表されるフェニルアルキルアミン (PAA) 系薬剤は、チャンネルタンパク質の細胞内側 (α_1 -サブユニットドメイン IV における S6 ヘリックス末端) に結合する。これら知見をもとに、WH の結合部位を明らかにする

ために CCB 薬剤との競合試験を実施した。図 5 に示したように、Bay K8644 刺激における WH の Ca^{2+} 流入抑制作用は PAA 系薬剤である Verapamil を共存させることにより、明らかな作用消失が認められる。それに対して、DHP 系薬剤である Nifedipine との共存下ではその作用の減弱は認められず、むしろ増強傾向となる。CCB 薬剤での併用効果において、結合部位の同じ Nifedipine-Nimodipine では CCB 作用は共存する薬剤には影響されない。一方、結合部位の異なる Nifedipine-Verapamil での CCB 作用の減弱については、一方の CCB 薬剤の Ca^{2+} チャンネルへの結合による Ca^{2+} チャンネルタンパク質自身のアロステリックな構造

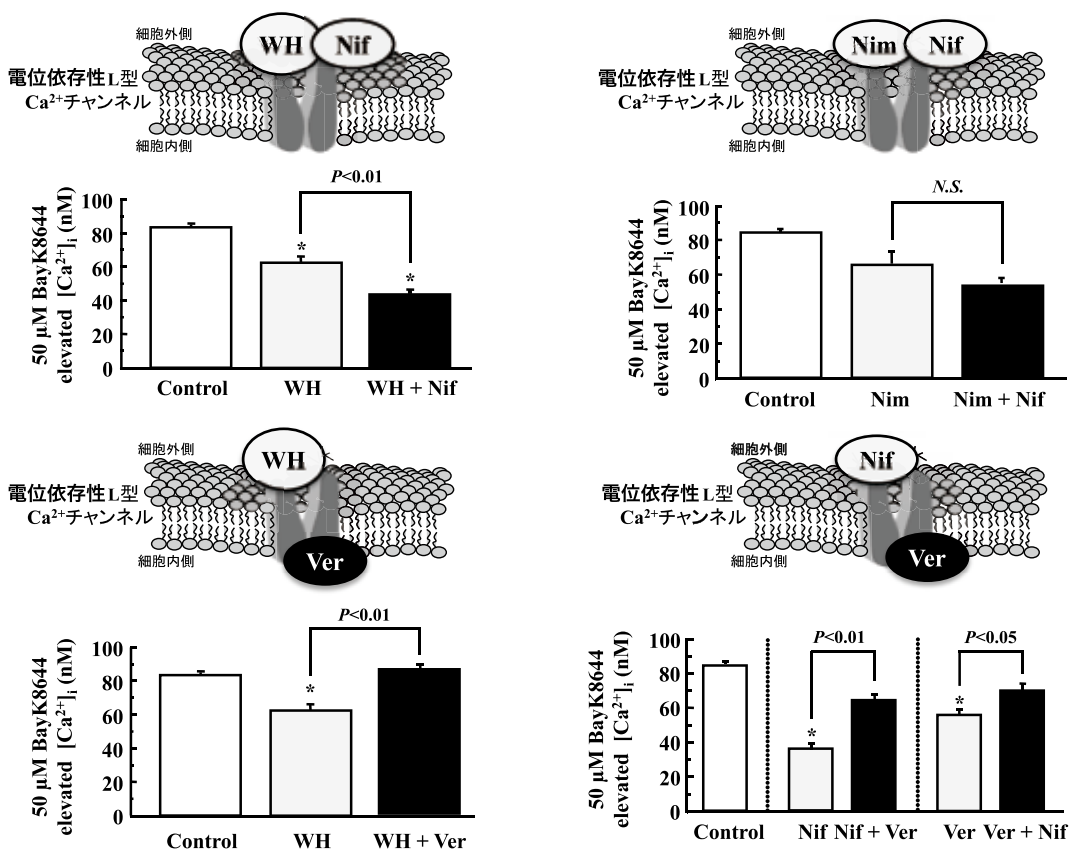


図 5 Bay K8644 刺激した VSMC での WH, DHP 系及び PAA 系薬剤を用いた $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 拮抗試験

WH (300 μM), DHP 系 (nifedipine (Nif : 0.5 nM), nimodipine (Nim : 0.5 nM)),
PAA 系 (verapamil (Ver : 10 nM))

変化²³⁻²⁴⁾に起因した他方のCCB薬剤の結合性低下であると考察されている。従って、WHのCa²⁺流入阻害作用が⁵Verapamilにより減弱され、Nifedipineによって減弱されなかったことは、WHが⁵DHP系薬剤と同様の細胞外Ca²⁺チャネル部位に結合している可能性を示している。

おわりに

近年、ペプチドの生理作用については抗糖尿病作用²⁵⁾、抗血栓作用²⁶⁾、コレステロール低下作用²⁷⁾、免疫機能調節作用²⁸⁾等の様々な機能が報告されている。また、低分子ペプチドによる*in vivo*での抗動脈硬化作用の発現や腎機能制御への関与の可能性²⁹⁾など、新たな生理作用がさらに見出されつつある。今後、低分子ペプチドのポテンシャルに対する関心と研究指向は益々強くなるものと確信している。本項がその一助となれば幸いである。

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

- 1) Matsui T., Matsumoto K. : Antihypertensive peptides from natural resources. *Advances in Phytomedicine; Lead Molecules from Natural Products - Discovery and New Trends*. Mahmud T.H.K., Arjumand A., Amsterdam, Elsevier, 255-271, 2006.
- 2) Foltz M., van der Pijl P.C., Duchateau G.S. : Current *in vitro* testing of bioactive peptides is not valuable. *J. Nutr.* **140**(1) : 117-118, 2010.
- 3) Jarrott B., Drummer O., Hooper R. *et al.* : Pharmacokinetic properties of captopril after acute and chronic administration to hypertensive subjects. *Am. J. Cardiol.* **49**(6) : 1547-1549, 1982.
- 4) Matsui T., Tamaya K., Seki E. *et al.* : Absorption of Val-Tyr with *in vitro* angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity into the circulating blood system of mild hypertensive subjects. *Biol. Pharm. Bull.* **25**(9) : 1228-1230, 2002.
- 5) Matsui T., Tamaya K., Seki E. *et al.* : Val-Tyr as a natural antihypertensive dipeptide can be absorbed into the human circulatory blood system. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* **29**(3) : 204-208, 2002.
- 6) Matsui T., Hayashi A., Tamaya K. *et al.* : Depressor effect induced by dipeptide, Val-Tyr, in hypertensive transgenic mice is due, in part, to the suppression of human circulating renin-angiotensin system. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* **30**(4) : 262-265, 2003.
- 7) Matsui T., Imamura M., Oka H. *et al.* : Tissue distribution of antihypertensive dipeptide, Val-Tyr, after its single oral administration to spontaneously hypertensive rats. *J. Pept. Sci.* **10**(9) : 535-545, 2004.
- 8) Miguel M., Manso M., Aleixandre A. *et al.* : Vascular effects, angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity, and antihypertensive properties of peptides derived from egg white. *J. Agric. Food Chem.* **55**(26) : 10615-10621, 2007.
- 9) Nakano D., Ogura K., Miyakoshi M. *et al.* : Antihypertensive effect of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from a sesame protein hydrolysate in spontaneously hypertensive rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **70**(5) : 1118-1126, 2006.
- 10) Tanaka M., Matsui T., Ushida Y. *et al.* : Vasodilating effect of di-peptides in thoracic aortas from spontaneously hypertensive rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **70**(9) : 2292-2295, 2006.
- 11) Tanaka M., Tokuyasu M., Matsui T. *et al.* : Endothelium-independent vasodilation effect of di- and tri-peptides in thoracic aorta of Sprague-Dawley rats. *Life Sci.* **82**(15-16) : 869-875, 2008.
- 12) Tanaka M., Watanabe S., Wang Z. *et al.* : His-Arg-Trp potently attenuates contracted tension of thoracic aorta of Sprague-Dawley rats through the suppression of extracellular Ca²⁺ influx. *Peptides* **30**(8) : 1502-1507, 2009.
- 13) Ririe D.G., Roberts P.R., Shouse M.N. *et al.* : Vasodilatory actions of the dietary peptide carnosine. *Nutrition* **16**(3) : 168-172, 2000.

- 14) Miguel M., Alvarez Y., Lopez-Fandino R. *et al.* : Vasodilator effects of peptides derived from egg white proteins. *Regul. Pept.* **140**(3) : 131-135, 2007.
- 15) Matoba N., Usui H., Fujita H. *et al.* : A novel anti-hypertensive peptide derived from ovalbumin induces nitric oxide-mediated vasorelaxation in an isolated SHR mesenteric artery. *FEBS Lett.* **452**(3) : 181-184, 1999.
- 16) Feletou M., Vanhoutte P.M. : Endothelium-dependent hyperpolarizations: past beliefs and present facts. *Ann. Med.* **39**(7) : 495-516, 2007.
- 17) Erdmann K., Grosser N., Schipporeit K. *et al.* : The ACE inhibitory dipeptide Met-Tyr diminishes free radical formation in human endothelial cells *via* induction of heme oxygenase-1 and ferritin. *J. Nutr.* **136**(8) : 2148-2152, 2006.
- 18) Karaki H., Ozaki H., Hori M. *et al.* : Calcium movements, distribution, and functions in smooth muscle. *Pharmacol. Rev.* **49**(2) : 157-230, 1997.
- 19) 松井 利郎 : ペプチドと高血圧予防. *New Food Industry.* **51**(1) : 42-48, 2009.
- 20) Wang Z., Watanabe S., Kobayashi Y. *et al.* : Trp-His, a vasorelaxant di-peptide, can inhibit extracellular Ca^{2+} entry to rat vascular smooth muscle cells through blockade of dihydropyridine-like L-type Ca^{2+} channels. *Peptides* **31**(11) : 2060-2066, 2010.
- 21) Nakayama H., Taki M., Striessnig J. *et al.* : Identification of 1,4-dihydropyridine binding regions within the alpha 1 subunit of skeletal muscle Ca^{2+} channels by photoaffinity labeling with diazepam. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **88**(20) : 9203-9207, 1991.
- 22) Striessnig J., Glossmann H., Catterall W.A. : Identification of a phenylalkylamine binding region within the alpha 1 subunit of skeletal muscle Ca^{2+} channels. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **87**(23) : 9108-9112, 1990.
- 23) Spedding M. : Functional interactions of calcium-antagonists in K^{+} -depolarized smooth muscle. *Br. J. Pharmacol.* **80**(3) : 485-488, 1983.
- 24) Voigt W., Romanelli M.N., Lemoine H. *et al.* : Structural dependence of the allosteric interaction of semi-rigid verapamil analogues with dihydropyridine-binding in kitten heart. *Eur. J. Pharmacol.* **291**(3) : 255-264, 1995.
- 25) Vernaleken A., Veyhl M., Gorboulev V. *et al.* : Tripeptides of RS1 (RSC1A1) inhibit a monosaccharide-dependent exocytotic pathway of Na^{+} -D-glucose cotransporter SGLT1 with high affinity. *J. Biol. Chem.* **282**(39) : 28501-28513, 2007.
- 26) Chabance B., Jolles P., Izquierdo C. *et al.* : Characterization of an antithrombotic peptide from kappa-casein in newborn plasma after milk ingestion. *Br. J. Nutr.* **73**(4) : 583-590, 1995.
- 27) Nagaoka S., Futamura Y., Miwa K. *et al.* : Identification of novel hypocholesterolemic peptides derived from bovine milk beta-lactoglobulin. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **281**(1) : 11-17, 2001.
- 28) Mine Y., Kovacs-Nolan J. : New insights in biologically active proteins and peptides derived from hen egg. *Worlds Poult. Sci. J.* **62**(1) : 87-96, 2006.
- 29) Axelband F., Assuncao-Miranda I., de Paula I.R. *et al.* : Ang-(3-4) suppresses inhibition of renal plasma membrane calcium pump by Ang II. *Regul. Pept.* **155**(1-3) : 81-90, 2009.

岐阜大学ブランド野菜「仙寿菜」の 開発とその特色

大場 伸哉*

*OBA Shinya (岐阜大学応用生物科学部附属岐阜フィールド科学教育研究センター)

Key Words：野菜・アマランサス・仙寿菜・ベタシアニン・ビタミンK・地域ブランド・産学連携

1. 岐阜大学ブランド野菜「仙寿菜」とは？

平成20年に、岐阜大学は野菜用アマランサスを「仙寿菜」として商標登録した(図1)。仙寿菜は、鮮やかな赤色の葉を持つことを特徴とし、主に夏場に栽培できる葉野菜である。仙寿菜の味は、殆ど癖がなく、ホウレンソウ同様の調理用途でも使えるが、なんといっても鮮やかな赤色の葉を活かして、彩や付け合わせ野菜として、あるいはスプラウトとしての活用、加工食品の色づけ等への利用が大いに期待される。

仙寿菜のもととなった野菜用アマランサスは、日本では馴染みの少ない野菜であるが、熱帯地域の国々では広く栽培されている。日本で



図1 仙寿菜は植物体全体が鮮やかな赤色をしている

栽培される葉野菜は、キャベツやホウレンソウなどの地中海近縁部を起源地に持つ野菜か、ハクサイやコマツナなどの中国から日本にかけての地域を原産とするものが多く、これらは冷涼な季節に生育する冬野菜である。このため夏季の暑い時期には、栽培が適さなくなり、市場では品薄になりがちである。一方夏用の野菜としては、果菜類が中心となり、ピーマンやトマトのように中南米を起源とするものや、ナスやキュウリのようにインドからアフリカにかけての暖かい地域を起源地とするものが多くなる。

近年、地球環境の温暖化が進む中で、夏季の野菜栽培にも、この影響が表れつつある。そうした中で、夏に栽培が適した葉野菜である仙寿菜は、今後注目されていく可能性がある。そこで本稿では、野菜用アマランサスの紹介と、特にその中でも葉色に顕著な特徴のある仙寿菜について紹介を行う。

2. 野菜用アマランサスの特徴

野菜用アマランサスは、熱帯地域を中心に広く分布するアマランサス属(*Amaranthus* spp.)に分類される。アマランサス属には、約70種の植物が含まれるが、これらの内幾つかの種は、

穀物用や観賞用、そして野菜用などの用途に使われている（図2）。

日本において比較的良く知られているのは、穀物用のアマランサスである。自然食品の店などでは、雑穀の仲間として並べられており、栄養価の高い穀物として世界的に注目されている。穀物としてのアマランサスは、主に中南米を起源としており、糯性と粳性がある。穀物用アマランサスは、江戸末期に日本に導入されており、仙人穀の和名を与えられている。また、穀物用アマランサスの *A. caudatus* L. は、近縁な植物であるケイトウ（鶏頭）（*Celosia argentea* L.）に花部の形態が類似することから、ヒモケイトウとして観賞されることもある。

一方、野菜用のアマランサスは、国内では若

干の栽培が見られるが、大きな産地化はまだ形成されていない。国内での野菜用アマランサスは、バイアム（Bayam）やヒユナ、あるいはシェンツァイやジャワハウレンソウの名前で知られている。野菜用アマランサスとしては、*A. tricolor* L., *A. dubius*, *A. gracilis* などがあるが、国内の主要な野菜用アマランサスは、仙寿菜を含めてほとんどが *A. tricolor* のようである。

A. tricolor は、その名が示すように葉色に大きな変異を持っており、鮮やかな黄緑色から濃緑色、赤黒い葉色や、鮮やかな赤色の系統など、様々なものがある。仙寿菜は鮮やかな赤色を特徴としているが、国内で野菜用として栽培されている *A. tricolor* は、黄緑色や濃い緑色のものが多い。

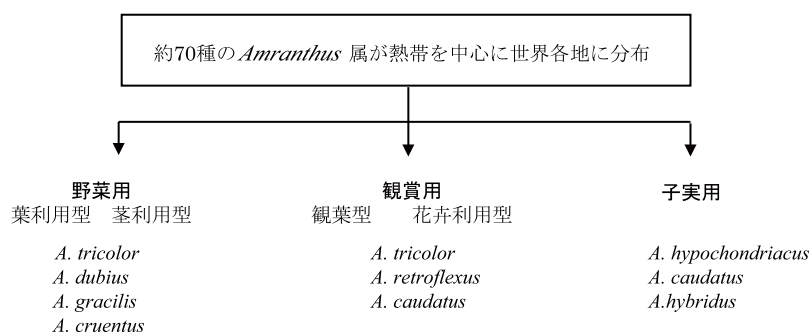


図2 アマランサス属植物の用途

表1 赤色色素を持つ代表的有用植物と色素による分類

ベタレインを含有する代表的な有用植物		アントシアニンを含有する代表的な有用植物		
ヒユ科		シソ科	シソ属	赤紫蘇
アマランサス属	アマランサス	バラ科	イチゴ属	イチゴ
ハウレンソウ属	ハウレンソウ		サクラ属	ブルーベリー
フダンソウ属	ビート		リンゴ属	リンゴ
ツルムラサキ科		ブドウ科	ブドウ属	ブドウ
ツルムラサキ属	ツルムラサキ	ツバキ科	ツバキ属	ツバキ
サボテン科		アブラナ科	アブラナ属	紫キャベツ
ヒロセレウス属	ドラゴンフルーツ	ネギ科	ネギ属	赤タマネギ
スベリヒユ科		イネ科	イネ属	黒米
スベリヒユ属	スベリヒユ	ツツジ科	スノキ属	ブルーベリー
		ナス科	ナス属	ナス
		マメ科	ダイズ属	黒大豆
		ヒルガオ科	サツマイモ属	ムラサキイモ

野菜用アマランサスの中では、茎利用型の存在も興味深い。茎利用型のアマランサスは、草丈が10～40 cm程度となったところで収穫し、茎の太さも0.5～1 cm程度ある。柔らかい茎で、アミノ酸含有量も豊富なため、熱帯アジアでは栄養価の高い食材として利用されている。

3. 仙寿菜の持つ赤色色素

仙寿菜は、鮮やかな赤色が特徴である。植物全体が赤色で、葉の面も裏も、また葉柄や茎も赤い色をしている。

この赤色色素はベタシアニンで、特に主要な成分はアマランチンと呼ばれるものである¹⁾。ベタシアニンは、加工食品の色付けなどにも使われている色素であるが、植物の赤色色素として良く知られるアントシアニンとは全く異なる物質である。

ベタシアニンは、その化学構造の中に窒素を保有しておりフェノール性含有窒素色素とも呼ばれる(図3)。ベタシアニンは赤色系の色素であるが、類似の化学構造を持ち黄色系の色素であるベタキサンチンもある。仙寿菜は、ベタキサンチンも含有している。ベタシアニンとベタキサンチンを総称してベタレインと呼ぶ。

ベタレインを含有する植物としては、ホウレンソウやビート(甜菜)、ツルムラサキ、ドラゴンフルーツなどが挙げられる(表1)。例えばホウレンソウの根本の部分の部分が赤色をしている

が、この色素がベタシアニンである。一方、植物の赤色色素として良く知られているのがアントシアニンで、アカジソや紫キャベツ、あるいはブドウの果皮など、多くの植物に含まれている。ベタシアニンとアントシアニンは、類似の色を示すが、全く異なる化学構造であるため植物分類の手掛かりにもなっている。ベタシアニンは、ナデシコ科を除くナデシコ目(中心子目)植物にのみ特徴的に含まれる色素で、これら植物群はアントシアニンを含まない。

アントシアニンの赤色は、pHに対して不安定で、酸性条件下で赤色になり、アルカリ性の条件では青色に変化する。ベタシアニンは、pHによる大きな変化は少ないが、熱分解を受けやすいため冷果食品などの色づけに適している(図4)²⁾。ベタシアニンの特性に関する研究は、アントシアニンと比較して著しく少なく、またその機能性としての特性もビートから抽出した成分に関するものが主で、余りわかっていない。

ベタシアニンの体内での興味深い動態として、ベタシアニンを多く摂取すると約1割の人で尿が一時的に赤くなるビート尿現象が知られている。ラットを用いたベタシアニンの吸収動態の実験によると、体内に吸収されたベタシアニンは、肝臓を通過してもその構造を維持し、抗酸化機能を発現しながら体内を循環し、一部が尿中に排泄される³⁾。また、ベタシアニンは、抗酸化活性だけでなく、活性窒素消去能も有する⁴⁾。

アマランサス由来の赤色色素は、ゼリー、ア

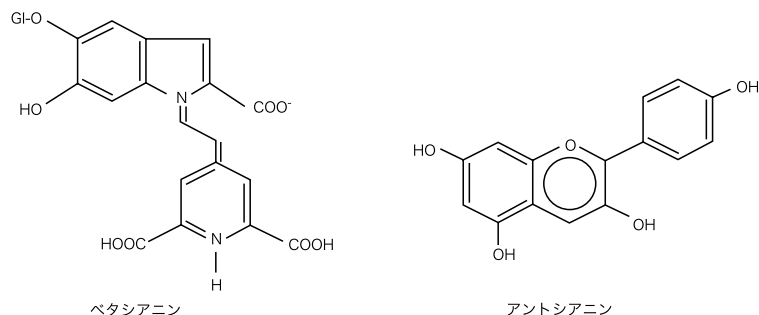


図3 植物の2種類の赤色色素の化学構造

イスクリーム、浅漬け等で良好な色調を示すことが報告されている⁵⁾。このため赤色素ベタシアニンを含む仙寿菜は、食品の色づけとして利用できる。ベタシアニンと類似した性質を持つ食用色素として、化学合成によって製造される食用赤色2号(別名アマランス)がある。合成着色料である食用赤色2号は、添加物として氷イチゴシロップ、ゼリー、冷菓、清涼飲料水、ようかんなどに使用されているが、アメリカなどでは使用されていない。仙寿菜に由来する赤色素は、この合成色素に色調などの特性が似ていることから、野菜としての利用だけでなく、加工食品を着色する素材としても利用の

可能性が広がる。

4. 抗酸化活性が高い野菜である

仙寿菜が含有する赤色素ベタシアニンは、高い抗酸化活性を示すことから、仙寿菜そのものを食事で摂取する際にも、この効果は期待される(図5)。実際、赤色素のアマランスは、他の葉野菜と比較して高い抗酸化活性を示す⁶⁾。

アマランスは、漢方でも用いられており *A. viridis* は中医方で白芨と称して解熱、解毒に用い、*A. spinosus* も解熱、解毒、腫れものなどの民間薬として利用され、*A. caudatus* の根は、老金穀根として滋養強壮に用いられる。また、仙寿菜が含まれる *A. tricolor* についても、解毒剤として利用され、種子は眼疾の治療に利用される⁷⁾。

実験的にも、アマランスを食べると止血作用や免疫力強化の効果、骨粗しょう症の予防や加齢防止の効果があることが報告されており⁸⁾、中国やベトナムでは妊婦や女性が食べるとよいとされている。仙寿菜は、血液凝固因子であるビタミンKが豊富であることから、アマランスが止血作用を示すのにはビタミンKが関与しているのかもしれない(図6)。

元来、野菜用アマランスは、熱帯のホウレンソウとも呼ばれ、カロチン、カルシウム、鉄、

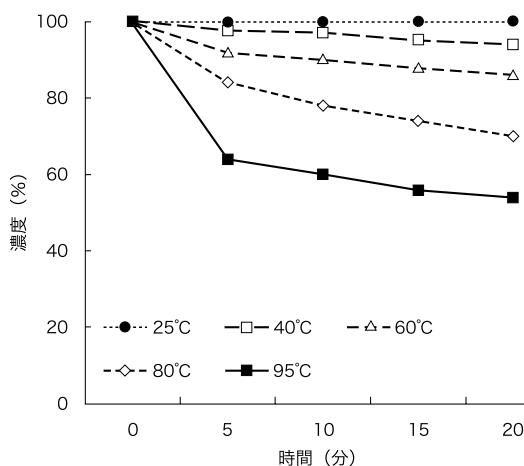


図4 仙寿菜の温浴時間とベタシアニンの減少

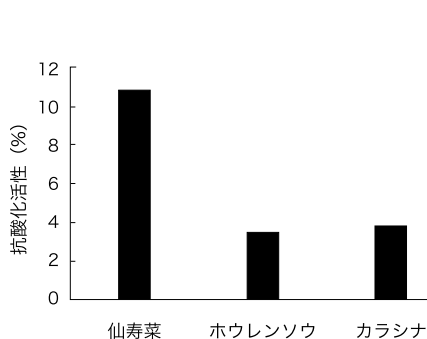


図5 仙寿菜とホウレンソウ、カラシナとの抗酸化活性の比較

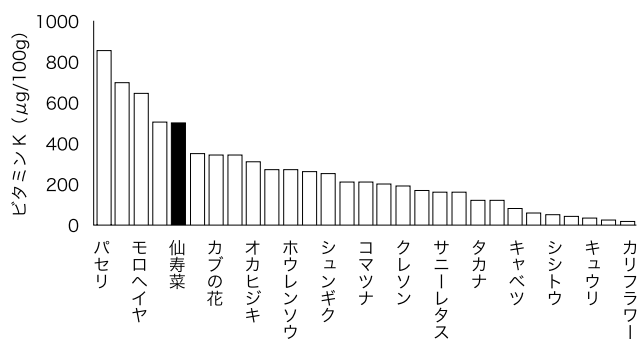


図6 仙寿菜と他の野菜とのビタミンKの比較

野菜のビタミンK含量は、5訂食品成分表を参考とした。

タンパク質、ビタミンに富む。雑穀としてアマランサスが世界的に注目されるようになったのは、その子実の栄養成分が豊富で、特に穀物に不足しがちなリジン、メチオニン、フェニルアラニンなどの必須アミノ酸を多く含むためである。これら必須アミノ酸は、茎葉でも高く、そのために野菜としても手軽に摂取が可能になる。葉よりも、主として茎部を食用に利用する茎利用型アマランサスの存在は、この茎の繊維が少なく食べやすいという理由だけでなく、アスパラガスのように栄養価が高い上に美味しいために、熱帯の国々で利用されてきたのかもしれない。

また、ミネラル含有に関してはカルシウムや鉄、カリウム等に富んでおり、このことが止血効果や骨粗しょう症の予防、女性の食事に適していると言われる理由かもしれない。また、アマランサスのフラボン類が、IGF-1 細胞を増加させることで骨の生成を促進するという報告がある⁹⁾。

さらにビタミンCやビタミンKも豊富である。ビタミンCは抗酸化物質として作用し、体力の消耗が激しい夏場には健康維持に重要な役割を果たす。仙寿菜が豊富に含むベタシアニンとともに、ビタミンCも抗酸化活性を高めることに貢献し、夏場の野菜として重要な抗酸化活性物質の供給源となる。特に夏場のホウレンソウのビタミンCの含量は、冬場に比べて著しく低くなりがちであることから、仙寿菜は夏場の葉野菜としてホウレンソウよりも栄養価に優れると考えられる。

中国では、アマランサスはハトムギなどと同様に「薬食同源」の植物となっている。このような優れた特徴を持つ野菜用アマランサスの中でも、仙寿菜はベタシアニンが豊富であることから、さらに優れた機能性を持つと考えられ、消費者の健康志向によく合致した野菜である。

5. 仙寿菜の特産化と地域活性

仙寿菜の開発と普及に当たっては、地域特産品としての優位性を保つため、商標登録、種苗登録、栽培技術の特許化などの知的財産の確保を目指している(図7)。農業分野では、これまで知的財産に対してはあまり積極的ではなく、その結果地域特産品の生産が安い外国農産物の輸入などによって脅かされる経験を度々している。知的財産の取得はこのような事態を防ぎ、地域農産物の安定生産に貢献すると期待される。

平成21年夏、岐阜県美濃市には「美濃仙寿菜研究会」が発足し、全国へ向けた供給体制が構築されつつある。「美濃仙寿菜研究会」は岐阜大学と知的財産の使用に関する契約を結び、実際に仙寿菜を生産・普及する組織として、美濃市民や行政が中心となって発足した。また仙寿菜を消費者に供給する上で、岐阜大学応用生物科学部附属岐阜フィールド科学教育研究センターが、その研究・開発拠点として地域の活性化に貢献することを計画している。近い将来、仙寿菜が岐阜大学を発信地とした身近な野菜として、消費者の方々に知られるようになれば、大変嬉しいところである。

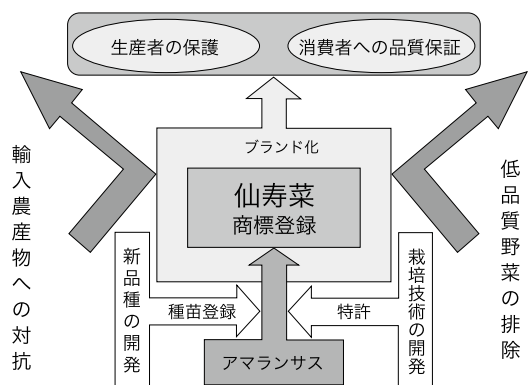


図7 知的財産と仙寿菜のブランド化戦略

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

- 1) Cai Y. Z., M. Sun, H. Corke. : Characterization and Application of Betalain Pigments from Plants of the Amaranthaceae. *Trends in Food Science & Technology*, **16**: 370-376, 2005.
- 2) Khandaker L., M. D. Ali, S. Oba. : Influence of Cultivar and Growth Stage on Pigments and Processing Factors on Betacyanins in Red Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Food Sci Tech Int* **15**:259-265, 2009.
- 3) 奥村純子, 稲澤幸恵, 菊地裕人, 有塚 勉, 福島道広, 知地英征. : フェノール性含窒素色素 Betacyanin の吸収動態の解明. 平成 20 年度 日本農芸化学会北海道支部等 第 2 回合同学術講演会講演要旨 pp19, 2008.
- 4) 前田麻起子, 崎浜靖子, 福士幸治, 橋床泰之. : 植物色素ベタレインの赤ビートからの単離・精製と活性窒素消去能. 平成 20 年度 日本農芸化学会北海道支部等 第 1 回合同学術講演会講演要旨 pp23, 2008.
- 5) 伊藤良仁, 小浜恵子, 平野高広, 岸 敦, 大澤淳也. : アマランサス色素の利用. 岩手県工業技術センター研究報告. **8**:155-157, 2001.
- 6) Ali M. B., L. Khandaker, S. Oba.: Comparative Study on Functional Components, Antioxidant Activity and Color Parameters of Selected Colored Leafy Vegetables as Affected by Photoperiods. *J. Food, Agriculture & Environment* **7**:392-398, 2009.
- 7) 李 再貴, 仇 菊, 李 東文, 蔣 妲, 石谷孝佑. : 中国における雑穀の生産, 加工と総合利用 (第 12 回: アマランサス), 食品工業 **51**:74-80, 2008.
- 8) 星川清親, 矢原徹一, 浅山英一. : *Amaranthus* L. ヒユ属. 世界有用植物事典平凡社, pp 76-78, 1996.
- 9) Li W. L., H. Zao, Z. Y. Chen. : Preventive Effect of Cristata L Flavonoid on Osteoporosis in Ovariectomized Rats. 中国公衆衛生 **22**:165-166, 2006. (本文 中国語 英語要旨).

「食の安全・安心」の記述内容集計で利用する カテゴリー表

柳本 正勝*

* YANAGIMOTO Masakatsu (農研機構食品総合研究所 アドバイザー)

Key Words：安心・安全性・アンケート調査・分類・カテゴリー表・遺伝子組換え食品・農薬

はじめに

食品の安全性を議論する場合、専門家は安全性だけを対象にする。一方、国民が食品の安全性を語る場合は、しばしば安心に力点が置かれる。このために、行政は「食の安全・安心」を重視する。「食の安全・安心」で良く話題にされるのは、農薬、食品添加物、遺伝子組換え食品である。筆者は、提案した安全感指数を用いて、これらに対する国民の不安感はいずれも高く、そしてこの順に高いことを示した¹⁾。一方、健康食品については、現実には被害者が多数出ているけれどもその不安感は低い。このような現状を背景に、食品安全分野の関係者はしばしば無理解な国民に不信感を持っている。そして「食の安全・安心」の重要性は認識しながら、努力しても結局無駄と諦観しているように見える。しかしながら、「食の安全・安心」の問題を諦観して良いのだろうか。それで済むのだろうか。この問題はしばしば消費者の主観として片付けられるが、国民の意識すなわち民意とみなすべきである。そして、民主社会は民意によって動いている。仲間内で強がっていても、いざ波が押し寄せると簡単に流されてしまう。

本稿では、国民の多くが食の安全性に不安を感じている場合には、無知な国民を正しい方向

に導くという従来の考え方を改めて、不安を持たれる理由を謙虚に探るべきことを指摘する。そして、国民の声を聞くために行う調査において、困難な過程である集計段階で採用すべきカテゴリー表を提案する。そのうえで、提案したカテゴリー表を用いて、遺伝子組換え食品等に対する不安の理由についての知見を得る。

1. 従来のアプローチの限界

「食の安全・安心」の問題を日本で最初に正面から取り上げたのは「食生活安心フォーラム」である²⁾。これは当時の厚生省生活局長の私的懇談会で、ここでは、安全が自然科学に基づいた客観的な評価であり、不安とは消費者の主観的領域に属する問題とした。そして、正しい情報を国民に適切に提供することが重要と結論づけた。この報告書の考え方は、「食の安全・安心」分野では現在まで根強く引き継がれている。ただし率直に言ってこの考え方は、国民への対応を消費者教育と呼んでいた時代を色濃く反映している。

消費者教育に代わって、その後はパブリックアクセプタンスの考え方が普及し、更に今日ではリスクコミュニケーション³⁾の考え方が一

般的である。国民を導くのではなく国民との対話が重視されている。この変化に伴い情報提供偏重の問題が指摘され、信頼とリスク・ベネフィットの重要性が、そして最近ではリスク認知^{4,5)}がもてはやされている。

ところが、これらのアプローチはいずれも、その理念は別として、結局は行政・専門家が自分たちの正しい意見をどう国民に伝えるかのノウハウにすぎない。もし国民の多くが、無責任なマスコミとか一部消費者運動の誤った意見に惑わされているとすれば、このような考え方で対処するのが適切かもしれない。しかし、“民の声は神の声”といわれるように、国民の声は案外正しいものである。行政や専門家は、自分たちの結論のどこに疑問が持たれているのかについて、いつも自戒しなければならない。不安の声が発せられた時、それが本当に民意かを確認する必要があるけれども、民意だと確認できれば、最初になすべきことは国民が不安に感じる理由を知ることである。その意見が科学的には合理性を欠いていても、頭から否定するべきではない。

2. 自由回答型質問の必要性とその困難さ

国民が不安に感じる理由を把握しようと努力している数少ない国の機関が食品安全委員会である。食品安全委員会は、食品安全モニターを対象に「食の安全性に関する意識等について」のアンケート調査を毎年実施しており、その中に不安を感じる理由についての質問を含めている。2009年の調査⁶⁾における、この質問での遺伝子組換え食品に対する回答結果をみると、図1のように、「食品の科学的な根拠に疑問」が45%でいちばん多く、これに「安全性に関する情報が不十分」の19%が次いでいる。この結果は、遺伝子組換え食品に対する国民の意見であることは疑いない。しかしながら、このような質問から得られる知見は非常に限定的である。というのは、この質問では「その他」を含めても選択肢を7つしか挙げていない。この種の質問形式は項目選択型質問と呼ばれているが、選択肢は質問から予想される回答を網羅する必要がある⁷⁾。そうしないと、回答者は質問者が準備した選択肢の制約を受けてしまう。

選択肢を網羅できない例では、自由回答型質問を採用すべきである。後述のように、自由回

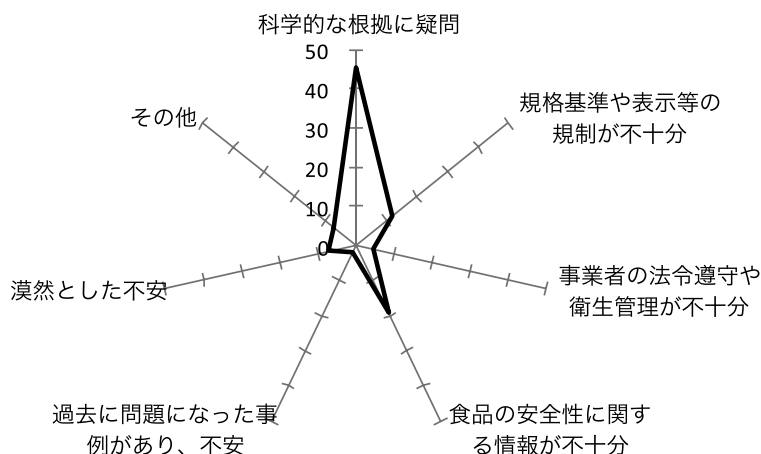


図1 項目選択型質問による「食の安全性の観点から感じている不安の理由」への回答（組換え食品の例）

答型質問にも問題はありますが、回答者の声を汲み上げるといふ点では明らかに優れている。

実はアンケート調査では、自由回答型質問はほとんど採用されない⁸⁾。その理由は、自由回答型質問は集計の際に大変な時間とエネルギーを必要するにも係わらず、信頼できる結論を得ることが難しいからである。自由回答型質問の記述内容をまとめる際、一般にはキーワードに注目して整理する。以前に若い研究者がキーワードに注目して整理した経過を見せてもらったことがあるが、その苦闘の跡は感動的であった。にもかかわらず集計結果から結論を導くのにも大変な困難が待っている。導かれた結論はしばしば曖昧であり、甚だしきは集計者の意見が反映されてしまう。

3. 提案したカテゴリー表

自由回答型質問の記述内容をまとめるもう一つの方法は、カテゴリーを作成し、ここに分類することである。ただし、この方法にはもっと大きな困難がある。アンケート調査の記述内容からカテゴリーを設定することは、キーワードでまとめることより難しい。そこで提案するのが、予め分類に利用するカテゴリー表を準備することである。「食の安全性の観点から感じている不安の理由」であれば、必要なカテゴリーは自ずと限定される。

提案したカテゴリー表を表1に示した。このカテゴリー表では、まず不安の理由を「リスクに係わる理由」と「リスクに直接係わらない理由」に大別する。これが重要で、「食の安全に対する不安の理由」には、安全性そのものに対する不安とともに安全性以外の要素に対する不安が含まれている。「リスクに係わる理由」は、対象物自体から各生産・加工・流通過程そして食品安全行政の10の大カテゴリーに分類している。この分類は、農業から食卓までという食

品安全の考え方に準じている。大カテゴリーには必要に応じて小カテゴリーを持たせる。これらのカテゴリーのうち「消費段階」はあまり馴染みがないかもしれないが、これ以外は改めて説明する必要はないと思われる。「消費段階」には、「食品の状態」、「相互作用」、「体内動態」の3つの小カテゴリーがある。「食品の状態」は形状とか硬さであり、「相互作用」は食品同士あるいは薬との相互作用であり、「体内動態」は消化管内での分解成分の作用で、それぞれに健康への悪影響の存在が指摘されている。

表1 「不安の理由」のカテゴリー表

リスクに係わる理由	直接係わらない理由
対象物自体	信頼
対象の随伴物	行政機関
農業等生産過程	事業者
育種	情報提供
栽培	行政機関
食品加工過程	事業者
食品流通過程	マスコミ等
保存	利害得失
販売	ベネフィット
調理過程	ディスアドバンテッジ
調理	リスク認知の因子
料理の保管	恐ろしさ因子
消費過程	未知性因子
食品の状態	自発性
相互作用	選択
体内動態	回避
新規開発	食品観
食事状況	自然
摂取量	国産
食事バランス	生活規範
食品安全行政	宗教
リスク評価	道徳・信条
リスク管理	心理的要素一般
リスコミ	漠然とした不安
	忌避感
	消費者の自覚
	知識
	心掛け
	その他

「リスクに直接係わらない理由」も同様に大カテゴリーは10とした。こちらのカテゴリーは、説明の必要なものが少なくない。まず、「利害得失」。一般に言われるリスク・ベネフィットについては、大カテゴリーは「利害得失」を採用し、ベネフィットは小カテゴリーとした。不安の理由であるから、「ディスアドバンティッジ」を指摘する人も多いからである。「食品感」はここで提案した用語なので、馴染みのないと思われる。しかし、人生観とか世界観に準じた用語と説明すれば、イメージいただけるはずである。具体的には、小カテゴリーにある「自然」とか「国産」を統合した概念としている。「生活規範」も小カテゴリーの「宗教」とか「道徳・信条」を統合させている。「消費者の自覚」はやや異質であり、当初は含めていなかったが、実際に記述内容を分類する中で必要と認めたカテゴリーである。

提案したカテゴリー表も、項目選択型質問の場合と同じように、網羅性が必要である。「リスクに直接係わらない理由」の部分では完全に網羅しているとは言えないものの、主要なカテゴリーは網羅していると主張する。「食の安全性の観点から感じている不安の理由」であれば、表1のカテゴリーで集約できるはずである。念のために付け加えておくと、「その他」を設けているので、もし補充すべきカテゴリーがあればここに分類される数が多くなる。したがって、「その他」に分類された数の多い例では、その記述内容を精査してカテゴリーに不足がないかを確認することが望ましい。

カテゴリー表が満たすべきもう一つの要件は、相互排他性である。ところが、心の問題を完全に相互排他的に表すことは、実際問題として不可能である。そこでこの欠点を小さくするために、カテゴリーに優先順位を付けた。すなわち、複数のカテゴリーに分類可能で判断に迷う記述内容は、表1の「リスクに係わる理由」

の上から「リスクに直接係わらない理由」の下へと順に優先させることにした。

ここで言及しておく、もし項目選択型質問を採用するのであれば、選択肢は表1のカテゴリーを全て提示する必要がある。ただし、そうすると選択肢が多すぎて回答者が戸惑うことは容易に推察される。一方で、事前に吟味されたカテゴリー表を作成しておくと、調査の度にカテゴリー表を作成するよりも負担が大幅に軽減されるだけでなく、同じ基準で集計できるので集計結果の信頼性が高くなる。しかも、後述のように他の要因の集計結果と比較できる。これに加えて、各要因について年毎の調査結果を比較することも可能になる。

なお、表1はやや大きすぎることから、特に複数の要因の集計結果を比較する場合は大カテゴリーだけを取り上げ、そのうえで小カテゴリーを含めて吟味するのが適切である。

4. 活用例

4-1. 8 要因の比較

ここで用いたデータは、上述のモニター調査で「食の安全性の観点から感じている不安の理由」を尋ねた質問の記述部分で、2006年から2009年の4年間分^{5,9-11)}である。4年分のデータが揃っているのは、遺伝子組換え食品、農薬、食品添加物、食中毒菌、家畜用抗生物質、汚染物質、BSE、健康食品の8要因であった。回答者による記述内容は、当然ながら実に様々である。記述内容を整理する際に特に問題となったのは、一人でたくさんの意見を書いた例、一つの短い文章に複数の意見が書かれている例、全ての要因に対し全く同じ意見を書いた例である。一人でたくさんの意見を書いた例は、前から3つの意見を採用した。短い文章でも、独立していると思われる場合は別々の意見とした。全要因に対し同じ回答であっても、有効とみな

した。

このような整理の後に、記述された不安の理由を各カテゴリーに分類した。その結果を表2に示した。たとえば遺伝子組換え食品についてみると、意見は全部で75件あり、いちばん多くの意見が分類されたのは、「対象物自体」の22件で、次いで「利害得失」の16件、そして3番目に多いのは「新規開発」と「食品安全行政」の各10件であった。「リスクに係わる理由」と「リスクに直接係わらない理由」の比較では、「リスクに係わる理由」の方が多く、全体の56%を占めた。

カテゴリー表を準備しておいて利用することの利点は、複数の要因を分析の対象とした場合に、同じ基準で分類するので結果を相互に比較できることである。たとえば、遺伝子組換え食品で分類された意見がいちばん多いのは「対象物自体」であったが、比率で比較すると食品添加物や食中毒菌の方が集中度は高いことから、必ずしも遺伝子組換え食品の特徴でないことが分かる。一方、3番目に多かった「新規開発」は、8要因の中で突出している。この事実は重要で、遺伝子組換え食品は専門家の常識と異なり「新規開発」と思われていることを示唆している。

表2 「安全性の観点から不安を感じている理由」の記述内容の分類結果

リスクに係わる理由

カテゴリー	遺伝子 組換え食品	健康食品	食品添加物	農薬	食中毒菌	家畜用 抗生物質	汚染物質	BSE
対象物自体	22	4	17	8	37	5	14	
対象の随伴物		1						
農業等生産過程				8		3	3	
食品加工過程		1					1	
食品流通過程		4			1			
調理過程					4			
消費過程		4	1					
新規開発	10	1						
食事状況		10						
食品安全行政	10	6	5	20	8	6	7	11
小 計	42	31	23	36	50	14	25	11

リスクに直接係わらない理由

カテゴリー	遺伝子 組換え食品	健康食品	食品添加物	農薬	食中毒菌	家畜用 抗生物質	汚染物質	BSE
信頼	2		3	4	3	2	3	16
情報提供	3	15	3	6	9	5	6	5
利害得失	16			3		15		
リスク認知の因子	1				5		4	4
自発性	1	1	2	2	8	5	11	2
食品観	6		1					
生活規範				2	1	2	4	2
心理的要素一般	2		2			2		
消費者の自覚		3			4			
その他	2		2	3	1		10	1
小 計	33	19	13	20	31	31	38	30
合 計	75	50	36	56	81	45	63	41

また2番目の「利害得失」も、家畜用抗生物質と双壁である。そして「リスクに直接係わらない理由」に比べて「リスクに係わる理由」の方が多いことは必ずしも遺伝子組換え食品の特徴でないことも理解される。この結果から得られる知見と、漫然とキーワードでまとめている食品安全委員会の報告書との差は歴然である。

4-2. 遺伝子組換え食品

カテゴリ表には小カテゴリも含まれているので、分析は表2に留まらない。大カテゴリの集計で分類数の多かったカテゴリについて小カテゴリの内訳をみると、より詳細な解釈が可能である。更に進めて、小カテゴリに分類された意見のキーワードを探すと、もっと具体的な知見を得ることができる。集計に際して最初からキーワードで整理するのと比較べると、労力が大幅に軽減されるだけでなく、膨大な作業に伴って起こりがちな混乱を未然に防止することができる。

はじめに、遺伝子組換え食品について調べる。表3には、遺伝子組換え食品について分類数が多かった大カテゴリについて、内訳の小カテゴリの数を示した。「遺伝子組換え食品自体」

には小カテゴリを設定していないが、次に多かった「利害得失」では、16件の全てが「ディスアドバンティッジ」であった。一般にはリスク・ベネフィットで語られる分野なので、「食の安全性の観点から感じている不安の理由」とはいえ、意外な結果である。「食品安全行政」では、リスク評価（8件）に集中した。リスク評価は安全性と直接に係わるカテゴリであり、「対象物自体」がいちばん多く選ばれたことと付合している。「食品感」は「自然」に集中した。この結果も、後述の「ディスアドバンティッジ」のキーワードに付合している。

次いで、小カテゴリ（これがない場合は大カテゴリ）についてキーワードに注目する（表4）。分類された数がいちばん多かった「対象物自体」のキーワードをみると、“次世代”（9件）と“長期間”（8件）に集中していた。この事実は、遺伝子組換え食品に関し、慢性毒性とか遺伝毒性の確認が不十分と感じていることを示している。「ディスアドバンティッジ」の理由のキーワードはやや整理し難かったが、“生態系”（5件）や“環境”（4件）に係わる記述が多かった。環境への影響が食品の安全性とどう係わる

表3 分類数が多かった大カテゴリとその内訳（遺伝子組換え食品）

リスクに係わる理由			リスクに直接係わらない理由		
カテゴリ	分類数	内訳	カテゴリ	分類数	内訳
遺伝子組換え食品自体	22		利害得失	16	
新規開発	10		ベネフィット		0
食品安全行政	10		ディスアドバンティッジ		16
リスク評価		8	食品観	6	
リスク管理		2	自然		6
			国産		0

表4 抽出されたキーワード（遺伝子組換え食品）

リスクに係わる理由			リスクに直接係わらない理由		
カテゴリ	キーワード		カテゴリ	キーワード	
遺伝子組換え食品自体	次世代	9	ディスアドバンティッジ	生態系	5
	長期間	8		環境	4
新規開発	未知	5	自然	(該当なし)	
	歴史が浅い	5			
リスク評価	(該当なし)				

のか理解が難しいので、理由というより後付け理由の可能性がある。本当の理由か口実も含めた後付け理由かを見極めることは「リスクに直接係わらない理由」では重要である。「新規開発」については、“未知”と“歴史”がいずれも5件であった。この理由も、ではどう対処すれば良いのか判断に迷うけれども、その意図するところを肯定的に理解しすることが大切である。なお、キーワードは3件以上ある場合に限り、条件に満たない場合は、(該当なし)としている。

4-3. 農薬

表5は、表2の農薬で分類数が多かった大カテゴリーについて、小カテゴリーに分類した結果である。いちばん多かった「食品安全行政」では「リスク管理」が18件と大部分を占め、「リスク評価」はわずか2件であった。上の遺伝子組換え食品の例とは逆となっていることは特筆される。食品の安全性では通常リスク評価が議論になるが、農薬に関する不安の理由はむしろ「リスク管理」にある。次いで多い「農薬自体」

と「農業生産過程」には小カテゴリーを設定していない。「リスクに係わらない理由」では大カテゴリーの分類が分散しているが、「信頼」の小カテゴリーで「事業者に対して」が3件で1件の「行政機関に対して」より多いことは注目したい。信頼は行政に対して話題になることが多いからである。

キーワードについてみると(表6)、「リスク管理」では“輸入食品”の10件と“検査”の5件に集中した。そして「農薬自体」でも“輸入(中国)”の3件であった。このように2つのカテゴリーで輸入に言及されている点が注目される。農薬への不安は輸入食品への不安と重なりがある。なお「農薬自体」のキーワードに括弧で中国を含めているのは、わざわざ中国に言及されているからである。

本稿では遺伝子組換え食品と農薬の2例に絞って詳細な結果を紹介した。関心のある要因を同じように整理すれば、興味深い知見が得られる。

人の心は多様で掴みにくい。ここで示した結

表5 分類数が多かった大カテゴリーとその内訳(農薬)

リスクに係わる理由			リスクに直接係わらない理由		
カテゴリー	分類数	内訳	カテゴリー	分類数	内訳
農薬自体	8		信頼	4	
農業生産過程	8		行政機関に対し		1
食品安全行政	20		事業者に対し		3
リスク評価		2	情報提供	6	
リスク管理		18	行政機関		4
			事業者		1
			マスコミ・出版		1

表6 抽出されたキーワード(農薬)

リスクに係わる理由			リスクに直接係わらない理由		
カテゴリー	キーワード		カテゴリー	キーワード	
農薬自体	輸入(中国)	3	信頼	(該当なし)	
農業生産過程	(該当なし)		情報提供	(該当なし)	
リスク管理	輸入食品	10			
	検査	5			

果はその一端にすぎない。とはいえ、このようなアプローチで重ねることにより、人々が不安に感じる理由が見えてくるはずである。リスクコミュニケーションでも不安の理由を知ることができるが、声の大きい発言者の意見になり勝ちである。大切なことは普通の市民が不安に感じている理由を知ることなので、リスクコミュニケーションよりもアンケート調査の方が優れている。

5. カテゴリー表の汎用性

提案したカテゴリー表は、「食の安全性の観点から感じている不安の理由」の記述内容を分類する目的で作成した。しかし、その活用はこの調査の集計にかぎらない。「食の安全・安心」分野であれば、広く活用できる。実際、これまでに各種の書籍に記述されている「食の安全・安心」に関する意見・主張¹²⁾とか、業界団体による「食の安全・安心」に係わる広報内容¹³⁾を分類した経験がある。ここではその内容は紹介できないけれども、いずれも問題なく適用できた。

おわりに

本稿で提案したカテゴリー表は、これまでに作成されているべきものである。これが作成されていないのは、むしろ不思議である。この事

実は、「食の安全・安心」分野では、国民が持つ不安の理由を謙虚に聞くという姿勢に欠けていたことの一つの表れと信じられる。

ここに示したデータは食品安全委員会が実施した調査結果を利用したが、必ずしも不安の理由をそのまま聞いた設問ではない。また、食品安全モニターに対する調査であり、国民全体を母集団にしたものではない。もっと本質的な問題として、自由回答型質問によれば、回答するのは質問内容が比較的よく分かっており且つ記入する手間を厭わない人に限られる事実も指摘されている。このように様々なバイアス要因がある。本稿での解析結果は「食の安全性の観点から感じている不安の理由」について従前の取り組みよりも確かな知見を提供したと確信しているが、これをそのまま国民の意見とみなすことはできない。正確に国民の声を知るためには、本格的な調査を繰り返し行い、その結果を適正に集計・分析する必要がある。

「食の安全・安心」に係わる努力は効果が現れ難いけれども、諦めてしまうのは良くないし、間違っている。少し長いスパンでみると、民意も変わる。いくつかの調査結果を並べると、遺伝子組換え食品に対する不安感は確実に低くなっている。地道な努力を続けていれば、国民は結局正しい結論に近づくと信じられている。

. 参考文献

- 1) 柳本正勝：New Food Industry, **53**(2): 22-28, 2011.
- 2) 食生活安心フォーラム：食と健康 (厚生省 企画課など監修), 147-151, 厚生科学研究所, 東京, 1995.
- 3) CODEX：CAC/RCP 1-1963, Rev. 4-2003, Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene
- 4) 中谷内一也：安全。でも安心できない・・・, 134-170, ちくま新書, 東京, 2008.
- 5) Slovic, P. et. al. : *Risk Analysis*, **2**, 2, 83, 1987.
- 6) 内閣府食品安全委員会：食品安全モニター課題報告「食品の安全性に関する意識等について」2009, <http://www.fsc.go.jp/monitor/2107moni-kadaihoukoku-kekka.pdf>
- 7) 中道 實：社会調査方法論, 205-208, 恒星社厚生閣, 東京, 1997.
- 8) 辻新六, 有馬昌宏：アンケート調査方法, 72-146, 朝倉書店, 東京, 1987.
- 9) 内閣府食品安全委員会：食品安全モニター課題報告「食の安全性に関する意識等について」2006, <http://www.fsc.go.jp/monitor/1806moni-kadaihoukoku.pdf>
- 10) 内閣府食品安全委員会：食品安全モニター課題報告「食の安全性に関する意識等について」2007, <http://www.fsc.go.jp/monitor/1906moni-kadaihoukoku.pdf>
- 11) 内閣府食品安全委員会：食品安全モニター課題報告「食の安全性に関する意識等について」2008, <http://www.fsc.go.jp/monitor/2006moni-kadaihoukoku-shousai.pdf>
- 12) 柳本正勝：2010 年度日本フードシステム学会報告要旨集, 94-95, 松戸市, 2010.6.13
- 13) 柳本正勝：日本食品科学工学会第 57 回大会講演集, **132**, 東京, 2010.9.3

糖尿病の原因

— 血糖による蛋白の糖化反応 —

矢澤 幸平*

* YAZAWA Kouhei (バイエル薬品株式会社 経営企画本部)

Key Words：メイラード反応・糖尿病・血糖値・AGE・糖化ヘモグロビン・HbA1c

はじめに

かつて日本人は糖尿病に罹りにくい民族と言われていたが、食生活が劇的に良くなった1980年代以降それが間違いであることが判明した。欧米人に比べて、日本人はあまり肥満ではないにも拘らず、血糖値が高い人が多いのが特徴である。日本人は、油脂を多く含む食事や一時的な大量食物摂取に対して十分なインスリン分泌が出来にくいようである。なぜ、血糖値が高いレベルであっても、患者さんは食欲旺盛で、もっと血糖値を上げるようになっているのだろうか？その答えはまだ無いが、エネルギー源以外の作用として血糖が何を体内でしているのかを考えてみたい。

1. メイラード反応

ミカンなどの果物の汁を紙につけて加熱するとこげ茶色に変わってくるのを「炙り出し」という。幼いころから大学を卒業するころまで、「炙り出し」は含まれているクエン酸によって紙が脱水して変色するのだと思い込んでいた。化学実験で、硫酸を紙にたらしとまず黒くなって、その後穴が開いた、という経験を持っている読者も多いと思う。それと同様のイメージである。

ところが、「炙り出し」の原理はそうではないらしい。プレーヤーは紙と酸ではなく、果汁中の果糖 (fructose) などの還元糖とアミノ酸こそがプレーヤーなのだ。この反応をメイラード反応 (Maillard reaction), 別名, 褐変反応という。Wikipediaによるとメイラード反応は、食物の加熱による香気成分の生成、熟成過程での琥珀色・褐色の着色などをもたらすという、気づかないうちに生活を豊かにしてくれるようだ (表 1)。

2. 血糖値

血液中には空腹時で約 0.1% (5 mM) のブドウ糖が含まれている。果物を食べても、牛乳を飲んでも、菓子やご飯を食べても、含まれていた果糖、乳糖、ショ糖、でん粉、麦芽糖などすべての糖類は肝臓から最終的にブドウ糖として血中に出て、全身を回る。さらに空腹時には、肝臓でブドウ糖の新生が起こり、血糖値が下がり過ぎないように制御されている。

私は、特に根拠があるわけではないが、糖尿病において「脳のある部分で糖が不足していると感じて血糖値を上げようとしている」、つまり、糖尿病の患者さんの脳内の血糖調節機構が何かをきっかけにして、正常血糖値でもそれを

表1 各種アミノ酸とグルコースを褐変反応させたときの香気

アミノ酸	100℃加熱時の臭気	180℃加熱時の臭気
バリン	ライ麦パンの様な臭い	刺激のあるチョコレート臭い
ロイシン	甘いチョコレートの臭い	嫌なチーズを焼いた臭い
イソロイシン	カビ臭	嫌なチーズを焼いた臭い
フェニルアラニン	スマイレの花の臭い	ライラックの花の臭い
メチオニン	ジャガイモの臭い	ジャガイモの臭い
スレオニン	チョコレートの臭い	焦げ臭
ヒスチジン	-	トウモロコシパンの臭い
アスパラギン酸	砂糖菓子の臭い	カaramel臭
グルタミン	チョコレートの臭い	バターボールの臭い
アルギニン	ポップコーンの臭い	焦げた砂糖の臭い
リシン	-	パンの臭い
プロリン	タンパク質の焦げた臭い	パンの臭い

出典:Wikipedia

低血糖として認識するようになったのではない
か、血糖値を下げたら脳機能のどこかに支障を
きたすのではないかと、という仮説を持った。思
いついたきっかけは、SU 剤を服用している糖
尿病患者さんは、いつも空腹を訴え、時に我慢
できなくなり過食するということであった。お
医者さんは、高血糖は様々な症状をもたらすか
ら絶対に良くないと言う。確かに、血管の病
気、たとえば慢性腎炎や眼底出血などを引き起
こすことは良く知られている。

今でこそ有名になった高血糖の指標である糖
化ヘモグロビン HbA1c は、ヘモグロビンのア
ミノ基と血糖が反応した結果である。ほかの蛋
白やペプチドも血糖と同様に反応する。血管や
腱など、その蛋白の体内での寿命が長ければ長
いほど、糖化の割合は一般的に高くなる。

かつて、教室の先輩である木下俊夫先生が、
蛋白の例としてアルブミンを選び、糖溶液と混
ぜて、どの種類の糖が反応しやすいかを調べた。
反応条件といっても、無菌状態で、リン酸緩衝
液 (pH 7.4)、37℃で放置するだけ。その結果、
果糖、ガラクトース、リボースなどは反応しや
すく、ブドウ糖 (glucose) は反応が非常に遅か
った。先生は私に、進化の過程で、蛋白を傷つけ
にくいブドウ糖がエネルギーの運搬役に選ばれた
と思う、と興奮して話されたのを覚えている。

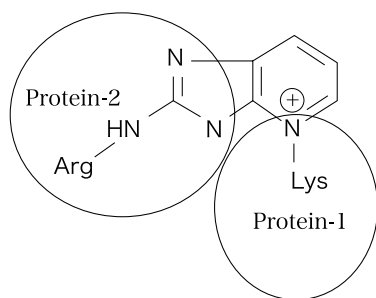
3. 糖尿病 —メイラード反応産物 AGEs はなぜ悪いのか—

高血糖が引き起こす糖尿病性障害の機序の一
つ、メイラード反応が、なぜ我々のからだに悪
いのかについて、いくつかの仮説はある。しか
し、この反応を阻害するアミノグアニジンやピ
リドキサミンをはじめ、多くの化合物が臨床試
験で有用性について研究されたが、この仮説に
基づく医薬品の開発には成功していない。した
がって、メイラード反応 = 悪者説は実証され
たとはいえない。これに対して、ブドウ糖が還
元されて出来る糖アルコール sorbitol が細胞内
に蓄積し、細胞内浸透圧が高くなることによる
障害という機序では、epalrestat という医薬品
が売られてはいる。しかし私には、ソルビトール
説も障害への寄与はそう大きくないと思ってお
り、重要な機序が何かは未解明だと信じている。

メイラード反応は、2つの過程に大別できる。
最初の過程は、蛋白のアミノ基 (主にリジン残基
の) に糖がシッフ塩基としてまず結合し、アマド
リ転移を経て準安定な結合物 (通称 フルクトサ
ミン) を形成する。ここまでの過程は可逆的であ
って、障害を生じるとは考えられていない。

その後の過程は複雑である。前述の結合物が
分解する反応や、アミノ酸残基が結合し蛋白

同士が架橋される反応（架橋の例としてペントシジンを下に示す）もある。このようにして生成した物質群を総称して AGEs（Advanced Glycation Endproducts）という。生体内では、AGEs に対する受容体 RAGE が AGEs を高度に持つ物質を指標に、耐用期限を過ぎた蛋白（または細胞）としてこれらを排除する。よく出来たシステムだと感心させられる。



ペントシジン（Pentosidine）の構造式

メイラード反応＝悪者説として、以下の4つが考えられている。

- ① AGEs が生成される過程の1つに、酸化反応のステップがあり、このときに活性酸素が出る。
- ② AGEs は青い蛍光性を持つ。光や活性酸素などにより励起された場合、反応性が高い準安定状態を短時間ではあるが取りうる、つまり、AGEs は安定ではなく、さらに近隣の分子を攻撃できる可能性がある。
- ③ AGEs の一部は、生体に異物として認識され、炎症反応を引き起こす。例として、Toll-like receptor 4 を刺激してマクロファージを活性化すると報告（2008 年）。
- ④ AGEs を有する蛋白や細胞は、十分な機能を果たせないで、それらの排除が十分でない場合には、機能障害をもたらす。

4. 余談

デンプン、デキストリン、デキストランなどの多糖（およびその還元末端が還元、酸化されたもの）は、水酸化第二鉄微粒子（鉄さび？）と安定な錯体を形成する。鉄原子に配位する OH イオンに替わって糖の OH 基が配位するのである。医薬品への応用として、肝がん用 MRI 造影剤（酸化処理したデキストランとの錯体）、静脈注射用鉄剤（酸化処理または還元処理したデンプンとの錯体；ただし国内未承認）がある。これらは、体内でゆっくり鉄イオンを遊離させるようで、比較的大量に投与しても鉄過剰症を起こしにくいと言われている。

おわりに

血糖は正常レベルならば新陳代謝の一翼を担っている。高血糖値の時には蛋白を糖化して糖尿病性合併症を引き起こすのだが、この機序の医薬品の開発にはまだ成功していない。

結局のところ、高血糖を解消すれば糖尿病に付随する諸症状は軽快できる、という戦略だけが生き残った。この戦略は成功を取めたし、現在も収め続けている。しかし、最近の新しい血糖降下剤でも、私がかつて抱いた作業仮説「脳のある部分で糖が不足していると感じて血糖値を上げようとしている」を強く否定しないし、糖尿病の新薬がその脳の部分をなぜ満足させたのかを説明していない。単に私の調査不足なのかもしれないが。

ハイブリッド抽出鰯油は僅か 1.8g/ 日で血圧を下げ、 血中のアディポネクチンを増やし、レプチンを減少させる

伊東 芳則*

* ITOH Yoshinori (株式会社 Tuna Advanced Functional Food 代表取締役, <http://www.superfish.co.jp>)

Key Words: ハイブリッド抽出・高血圧・アディポネクチン・レプチン

はじめに

危うくワシントン条約にて絶滅危惧種に指定される寸前迄行った大西洋クロマグロのことは、未だ記憶に新しいことと思われる。限られた資源の持続可能な有効利用、即ち、厳正な資源管理とゼロエミッション化は水産業界に於いても必須の課題である。本誌4月号にて掲載されたスーパーフィッシュまぐろの秘密でまぐろの素晴らしさを少し伝えることが出来たと思うが、更にハイブリッド抽出法^{1,2)}により抽出された鰯油には、物凄い機能性があることが確認されたのでここに報告する。

1. ハイブリッド抽出法とは

原料を抽出釜に投入してから抽出終了迄外気に触れさせることなく、初めは真空下で低温40～55℃位で沸騰させ、脂と肉や骨をはぐし、更に収量を揚げ、操業時間を短縮する為、加熱昇温し、103℃前後迄加圧すると、今度は沸騰せずじっくり油を溶出させる。完全に脂を抽出後、弁を開き常圧に戻す時に、激しい沸騰が起きる。最初の真空沸騰時とこの常圧に戻る時の沸騰で、揮発性の有害成分は除去される。真空と加圧、低温と高温（分子蒸留法では、240℃

でも低温と言っているのです、中温とでも言うべきか）で抽出するので、商業的な価値を求めてハイブリッド抽出法と名付けた次第である。

2. ハイブリッド抽出油の機能性成分

ビタミンD：146μg/100gと魚類中最高、食品中でも、きくらげ2種（乾）に次いで3番目の高含有を誇る（文科省五訂日本食品標準成分表参照）。ビタミンE：43.7mg/100gと魚類中最高、食品中では、煎茶の茶葉に次いで2位の含有量である。

ビタミンDはD₃で米国のNIHでは、D₃は植物性D₂に比べ機能性は2～3倍高いと述べている。ビタミンEの含有量が多いので、今迄、魚油はDHA・EPAの含有が多く健康には良いが、二重結合が多ければ多いほど酸化しやすいとの学説が業界や学界の定説であったが、ハイブリッド抽出法によりビタミン類を豊富に含有することにより、殆ど酸化しないことが確認された。びんちょう鰯抽出油で、2年間半透明の灯油プラスチック容器に室温で保蔵し、蛍光灯の暴露下、大気と何十回と接触した条件で、2年間過酸化価が30meq/kgを超えなかった。この油をそのままソフトカプセルで包んだ加速

試験では、賞味期限2年間で担保された。

DHA：極最近の改善された抽出法で抽出された油は、33.05%の含有が確認された。

EPA：同じく7.72%が含有していた。(両方ともびんちょう鮭の頭部)

3. 医薬品(エチルエステル体)とハイブリッド抽出油(以下鮭油)の吸収性比較試験

DHA+EPAの含有量を同じにしてWister系ラットを使い吸収性を試験した結果、鮭油は吸収速度も吸収量も医薬品タイプに比べて2.3倍優れていることが判明した。(図1：関西大学福永健治准教授による実験結果)(単位%)

従来魚油は血圧を下げるイメージはあるもののDHAやEPAが血圧を下げるという論文は殆ど無い³⁾。Knap等が1日50mlの魚油を摂取させた時に血圧が下がったとの報告がある⁴⁾が、これだけ大量の魚油を摂取すると血液が凝固し

ない副作用に要注意とNIHは警告している⁵⁾。しかし、これだけ吸収性に優れていれば、血圧降下作用があるのではと推測し、先ず自分で試し、次に家族、事務所の社員数人で何れも血圧降下作用が認められたので、従業員で血圧が高めで降圧剤を服用していない男女19名を選び、オープントライアルを行った。

4. ハイブリッド抽出鮭油100%入りのカプセル投与試験

10月2日より10月10日まで、社員で血圧高めの人ボランティア19名を募り朝出勤時カプセル6粒を飲んで貰い、朝・昼・午後の1日3回血圧測定をした。途中土日にかかったので、朝6粒飲んで貰ったが測定はしなかった。1名頭痛の為脱落・1名胃痛で脱落、1名出張で脱落し、計16名を測定。自己記入したが記録紙のないもの2名いたが、測定結果に加えた。性別は男11名女5名年齢は、23歳から70歳女平均年齢60.2歳、男36.5歳であった。使用測定機械は、オムロン社製、COLIN BP-203RVⅢを使用した。この結果を踏まえていよいよ関西大学福永健治准教授主導の下、二重盲検プラセボコントロール試験を実施した。以下詳述する。

5. ハイブリッド抽出鮭油投与試験

厚生労働省の医薬投与試験の倫理基準及びヘルシンキ宣言に則り、総ての参加者よりインフォームドコンセントを得て17名の鮭油投与群と17名のプラセボ投与群に一粒300mgの鮭油入りカプセルとプラセボとして、大豆油300mg入りのカプセルが2粒ずつ1日3回毎食後30分以内に投与された。17名ずつのグループは何れも健康状態や選別条件を満たした人達を選ばれた。男性が24歳から56歳女性は25歳から58歳であった。カプセルを飲む以外は普

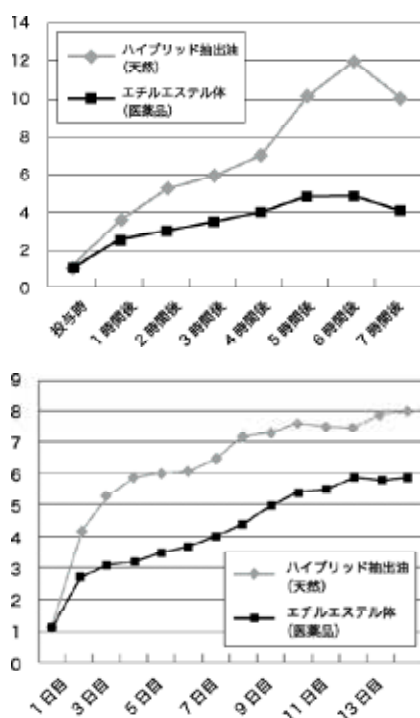


図1 連続投与試験結果

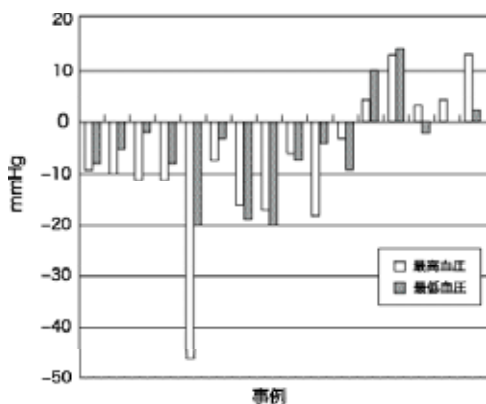


図2 血圧変化

段通りの食事や生活習慣が維持された。8週間投与後4週間投与せず12週間目にも必要項目を検査し、投与中との比較をした。

血圧や中性脂肪の減少は予想していた通りであったが、血中のアディポネクチンが有意に増加し、レプチン濃度が有意に減少したことは驚きの新発見であった。特許申請に際し特許論文を調査したところ、両ホルモンに関して各々700位の論文があったが、その両方に作用し善玉が増え悪玉が減るという効果がヒトで確認されたのは恐らく世界初のことと思われる。

アディポネクチンは、阪大医学部で発見され、メタボリックシンドローム解消の鍵を握ると研究が進んでいる蛋白ホルモンで、血中のアディポネクチン濃度と体脂肪は、逆相関の関係がある。アディポネクチンの作用機序を解明した東大の門脇教授の2009年の日経ヘルスビジネスカンファレンスでの講演では、血中のアディポネクチン濃度を増やす食品があれば、癌・糖尿病・アルツハイマー病抑制・寿命延長と魔法の杖の様な働きをするので、今オスモチンを利用したの機能性食品を研究しているが、未だラット試験の段階で後数年は掛かると述べていた⁶⁾。

一方レプチンは、初期のラットに投与した効果で体脂肪を減少させるホルモンとして脚光を浴びたが、現在は、拒食症や極端に体脂肪の少

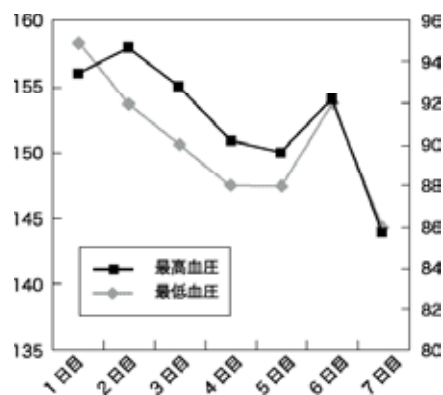


図3 ハイブリッド抽出油による血圧降下(11名平均値)

ない人に静脈注射して体脂肪を増やす治療に使用されている程度である。活性酸素の産生を増加させ、動脈硬化などの肥満に関係する心血管障害やインシュリン抵抗・Ⅱ型糖尿病を引き起こすとして悪玉ホルモン説が定着している⁷⁻⁹⁾。慶応大学老年内科の新井・広瀬先生が昨年発表した高齢者や百寿者のアディポネクチンとレプチン濃度はアディポネクチンが高くレプチンが低い¹⁰⁾。言い換えればこれらの両ホルモンが一方は高く一方は低くないと長寿は期待できないと小生は解釈している。

ハイブリッド抽出油の成分は、6粒で、DHA435mg, EPA106mg, Vitamin D₃ 2.3μg, Vitamin E 0.43mg を天然に含有し抗酸化剤や保存料等の添加物は一切使用していない。

プラセボ群（以下P群）男性9名、女性8名、平均年齢は39.71 ± 2.71歳、ハイブリッド抽出油群（以下H群）は男性8名女性9名、平均年齢は44.5 ± 2.18。P群のBMI（Body Mass Index）は、22.50 ± 0.47、H群は22.49 ± 0.54。測定項目は、最高・最低血圧・脈拍・アディポネクチン・レプチン・TG・T.CHOL・GPT（ALT）・GOT（AST）・HDL・LDL・LDH・TP・身長・体重・喫煙状態・飲酒・運動に関しての聞き取りも行われた。

アディポネクチンは大塚製薬の Adiponectin

ELISAKIT, レプチンは岩井化学の Human Leptin ELAISAKIT を使用して測定した。

統計処理は, ANOVA により解析され, 比較は Tukey-Kramer テスト法で行われ, $p < 0.05$ が

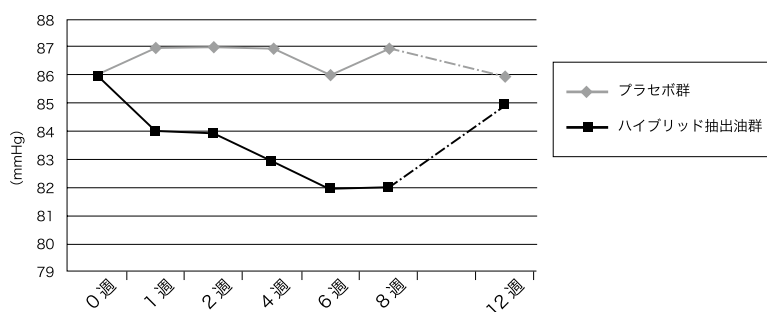
有意であるとされた。解析は Stat View-J version 5.0 ソフトウェア (Abacus Concept, Berkeley, CA, USA) を使用し, 関西大学福永健治准教授により行われた。

結 果

◎統計的有意差を持って変化が確認された項目

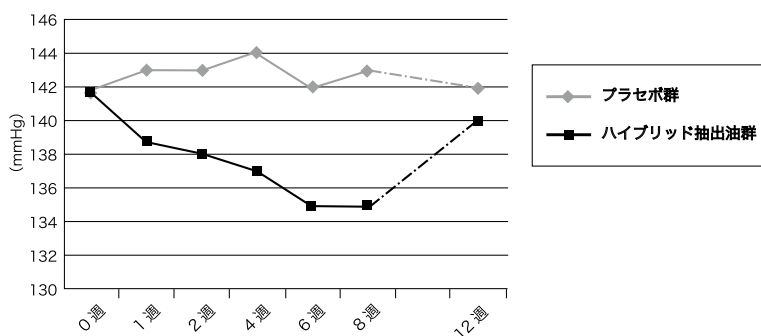
1. 最低血圧 (mmHg) : $p = 0.0277$

	0 週	1 週	2 週	4 週	6 週	8 週	12 週
P 群	85.96 ± 1.65	87.03 ± 1.37	86.89 ± 1.49	87.03 ± 1.35	85.77 ± 1.43	86.63 ± 1.32	86.46 ± 1.83
H 群	85.84 ± 1.90	83.96 ± 1.80	84.36 ± 1.72	83.07 ± 1.56	82.12 ± 1.45	82.18 ± 1.41	85.24 ± 1.33



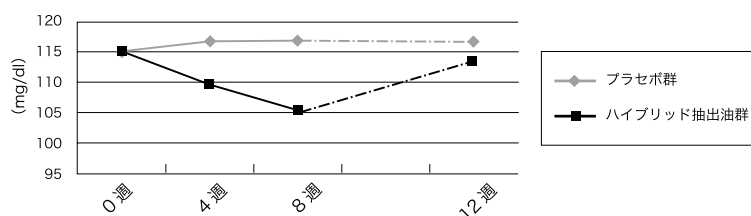
2. 最高血圧 (mmHg) : $p = 0.0003$

	0 週	1 週	2 週	4 週	6 週	8 週	12 週
P 群	141.77 ± 1.75	142.97 ± .83	142.84 ± 1.70	143.82 ± 1.90	141.79 ± 1.60	142.72 ± 1.46	142.07 ± 2.14
H 群	141.61 ± 1.45	138.77 ± 1.48	138.37 ± 1.19	137.21 ± 1.28	135.00 ± 0.93	134.88 ± 1.25	140.01 ± 1.37



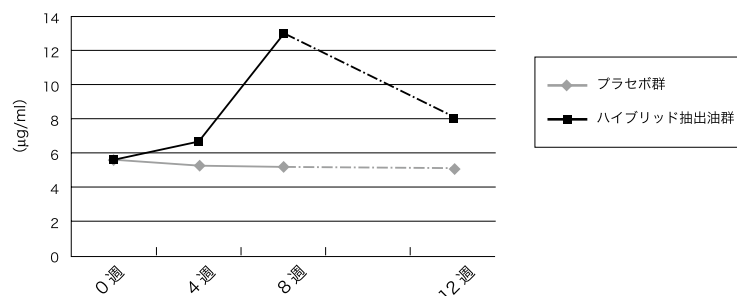
3. 中性脂肪変化 (mg/dl) : $p = 0.0469$

	0 週	4 週	8 週	12 週
P 群	114.81 ± 5.41	116.68 ± 6.01	116.77 ± 3.95	116.64 ± 2.86
H 群	114.79 ± 5.26	109.59 ± 4.99	105.47 ± 3.78	113.24 ± 5.51

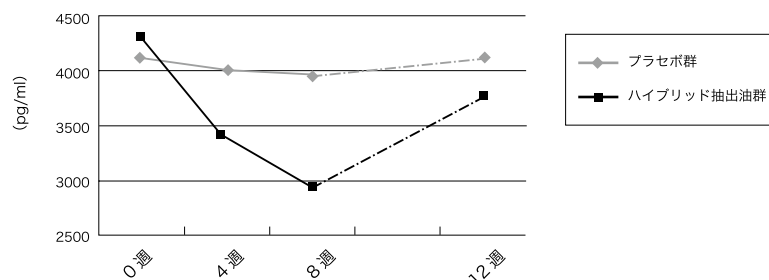


4. アディポネクチン血中濃度 ($\mu\text{g/ml}$) : $p = 0.0001$

	0 週	4 週	8 週	12 週
P 群	5.51 $\pm$ 0.24	5.29 $\pm$ 0.19	5.21 $\pm$ 0.19	5.07 $\pm$ 0.32
H 群	5.61 $\pm$ 0.15	6.71 $\pm$ 0.18	12.99 $\pm$ 1.00	7.99 $\pm$ 0.44

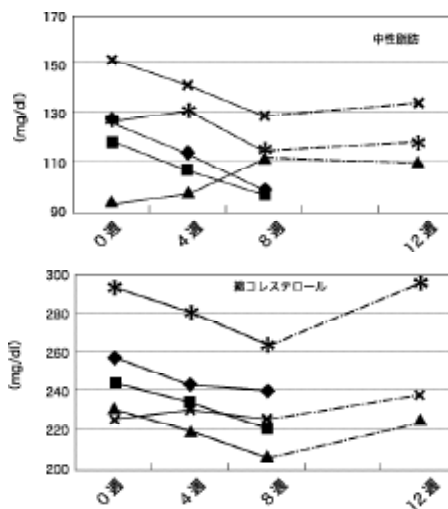
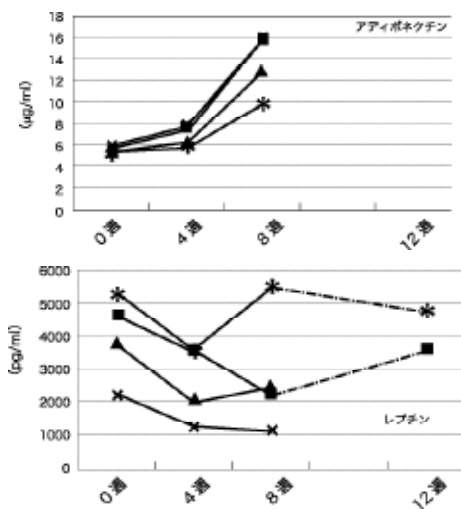
5. レプチン血中濃度 (pg/ml) : $p = 0.0292$

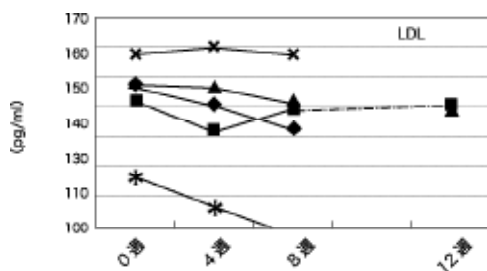
	0 週	4 週	8 週	12 週
P 群	4118.19 $\pm$ 282.37	4007.75 $\pm$ 361.74	3972.60 $\pm$ 324.32	4105.29 $\pm$ 351.64
H 群	4314.99 $\pm$ 327.61	3423.95 $\pm$ 423.13	2957.30 $\pm$ 304.14	3769.67 $\pm$ 280.53



◎その他の効果

血圧検査で5名は、殆ど変化が見られず一見何の効果も確認出来ないと思われたが、各データを個別解析したところ、下記の様に総てのハイブリッド抽出油摂取者に効果があったことが、確認された。アディポネクチンが 154.9% 増、レプチン 31.3% 減、中性脂肪 11.4% 減、総コレステロール 7.2% 減、LDL6.2% 減と血圧に変化が無かった5名にもこれだけの指標で効果があったことが確認できた。GPT(ALT)・GOT(AST)・LDH・TP の健康指標には変化が無く、安全性が確認された。





結 論

ソフトカプセル 6 粒 / 日 1.8g / 日の 8 週間の連続摂取で、血圧降下・中性脂肪の減少・血中アディポネクチンの増加・レプチンの減少が有意に確認され、メタボリックシンドロームの切

り札としてのハイブリッド抽出鰯油の可能性が期待される。特に現在研究が進んでいるアディポネクチンの血中濃度を有意に増加させ、レプチンを減少させることが確認されたことは、大きな新発見である。鳥根大学の橋本先生からは、この結果を見て、10 数年アディポネクチンを研究しているが、動物実験でアディポネクチンが動いたことは無かったとの御意見を頂きました。また、慶応大学老年内科の広瀬先生にも貴重な研究結果とのお言葉を頂きました。

本試験を主導して頂き分析もして頂いた関西大学の福永健治准教授や、関西大学医学部教授の西山先生のご協力に関し感謝致します。

．．．．． 参考文献 ．．．．．

- 1) Hybrid Extraction method; Innovative Method to Produce Non Oxidative Tuna Oil:
<http://precedings.nature.com/documents/3110/version/1>
- 2) 特許公開：特開 2009-51959
- 3) Prof. Harvard Medical School, Dr. Lansbury Research Group: Docosahexanoic Acid, DHA, 319references,
[http://lansuburry.bwh.harvard.edu/docosahexanoic_acid_\(dha\).htm](http://lansuburry.bwh.harvard.edu/docosahexanoic_acid_(dha).htm)
- 4) Knap HR, FitzGerald GA. The antihypertensive effects of fish oil, A controlled study of polyunsaturated fatty acid supplements in essential hypertension. *N Engl J Med*, 1989
- 5) National Institute of Health, NIH USA: Omega 3 Fatty Acids
- 6) 日経ヘルスビジネスカンファレンス 2009 「アンチエイジング，メタボリックシンドローム予防の新時代」，東京大学大学院医学系研究科 糖尿病・代謝内科教授 門脇孝
- 7) 高松由佳（2008）生活習慣病と血中アディポネクチン値レプチン値との関係，弘前大学医学部保健学科 検査技術科学専攻卒業論文集第 4 巻 32-40
- 8) Yildiz B.O. *et al* (2004) Alterations in the dynamics of circulating ghrelin, adiponectin, leptin, in human obesity. *Prac. Natl. Acad. Sci. USA*, **101**, 10434 - 10439
- 9) Altinova A.E. *et al* (2007) decreased plasma adiponectin is associated with insulin resistance and HDL cholesterol in overweight subjects. *Endocrine J.*, **54** (2), 221-226
- 10) 新井康道・広瀬信義；日老医誌 2009, **46**, 225-227

食生活と疲労

福田 早苗*

*FUKUDA Sanae (大阪市立大学大学院医学研究科疲労医学)

Key Words：疲労回復・食生活・生活習慣・産官学連携・商品開発

はじめに

日本人は「疲れ」をよく訴える傾向にある。2004年の文部科学省研究班の調査では全体の6割近くが疲労を訴え、そのうち6ヶ月以上の疲れを訴えるものの割合は約40%となっている¹⁾。各国同じ質問で比較した訳でないため正確な比較ではないが、諸外国の調査結果で疲れを訴える%は、英国は38%であるが、米国、ノルウェー、オーストラリアは、20%台である。

疲労は、熱や痛みと同様に重要な生体アラームであることは知られているが¹⁾、最近の研究成果から、疾病に伴う疲労は、疾病予後にも影響を及ぼす重大な生体警報の1つであることが明らかになりつつある²⁾。また、疲労症状を多く持つ成人では、欠勤発生の危険率があがるという報告もある³⁾。従って、疲労回復は、たんに日々の疲労を回復するだけでなく、その後の疾病発症予防や疾病発症後の良好な予後のために重要な可能性があり、極論すると、疲労の回復は、まさに生命延長に寄与する可能性があることが明らかになりつつある。

疲労に関連する要因

疲労に関連する要因は、主に次の3つが考え

られる。「個人要因」、「環境要因」、そして「疾患由来」のものである。個人要因の中には、性格・考え方・認知傾向・行動パターンなどが含まれ、「環境要因」には、生活習慣、居住空間、職場環境などが含まれる。疲労と関連がある疾患は数多く、うつ病、睡眠障害、消耗性疾患、感染症、そして数多くの生活習慣病も疲労との関連が想定される。

性格は、ものの考え方や認知傾向、行動パターンなど全てに反映されると考えられる。慢性疲労症候群という、強い疲労を訴える患者では、クロニンジャーらの気質・性格尺度による「固執」、「自己志向性」の性格傾向が強く出ることが報告されている⁴⁾。しかしながら、健常人で「疲労の得点が高い」人では、この傾向は認められない。「自己志向性」得点は、むしろ健常人で「疲労得点が低い人」や「慢性疲労症候群患者」より低い傾向が認められるぐらいである。このように、性格・気質パターンが全てを決める訳ではなく、その組み合わせや、表出される行動や認知パターンなどと複雑にからみあっていると考えられる。「疲れている」状態で、更に物事を強く・悲観的に受け止めたり、「努力が認められていない」と考えすぎると、回復しない「疲れ」につながる可能性がある。しかし

ながら、多くの人は、疲れると「やる気がなくなったり」、逆に「色々なことに熱心になりすぎた」結果、疲れるとも考えることができる。遷延化していない、少し休めば回復する疲労状態である場合、物の考え方をええたり、気分転換することで疲労を回復できる可能性は十分にある。その一助となる研究として、著者らは、香りや食事に注目し研究を進めている。

2. 生活習慣と疲労

食生活や睡眠は、人間の生命の根幹に関わる生活習慣である。たとえ、一時的に疲労を回復できたとしても、日々、良くない生活を送っているのは、結局、生活習慣病を患い、今度は疾病に伴う疲労を引き起こしかねない。睡眠と疲れに関しては、多くの報告が認められるが、食生活と疲労に関しては、経験則としては理解できるもののその詳細は実はあまり明らかになっていない。栄養のバランスの崩れや食生活の乱れは疲労をひきおこし、一方、セトロニンの生合成に関わるトリプトファンを多く含む食事などは、疲労回復に有用であるとの説もあるが、その実態は明らかではない。

我々の研究グループでは、大阪府在住の一般市民のうち自発的に参加希望された310名を対象とし、疲労並びに栄養状態に関する質問票調査を実施し、疲労の実態を調べるとともに栄養状態との関係についても調査した⁵⁾。栄養状態に関しては、エクセル栄養君(株式会社建帛社)付属の食物摂取頻度調査用紙、疲労に関しては疲労問診表⁶⁾を用いた。エネルギー量が、推奨値より多い群(1標準偏差以上の群)で、「うつ」、「注意・記憶力の低下」、「自律神経」の因子の得点が有意に高くなっていた。ビタミンB₁、パントテン酸に関しても推奨値より多い群で、「注意・記憶力の低下」因子の得点が有意に高くなっていた。鉄に関しても推奨値より多

い群で、「注意・記憶力の低下」因子の得点が有意に高くなっていた。今回の結果では、疲労している人の方が、エネルギーおよび個々の食品からの栄養素を多く摂取している傾向が認められた。疲労が強い状態では、何らかの身体的愁訴がある場合が多く、それを克服しようとするために、より多くの食品を摂取する傾向があるのかもしれない。

また、疲労得点の高い人の特徴は、「ストレスや疲労を感じた時に食欲が減退または増加すること」、「市販の弁当をほぼ毎日利用すること」、「必要な栄養素がとれていない」、「揚げ物や油ものをよく食べる」、「ビタミンを意識的に摂取していない」、といった傾向が認められた。疲労得点が高いから、こういった結果になっているのか、その逆なのかについては、慎重に検討する必要がありますが、疲労と食生活には密接な関係があることがわかる。

アンチエイジング研究において、動物実験では、低カロリー食品摂取で寿命が延びた結果が報告されています⁷⁾。この結果と、疲労と摂取カロリーの関係の因果関係は今のところ定かではない上に、疲労と摂取カロリーの関係の因果関係も証明されていない。しかしながら、この両者に何らかの関係がある可能性を、動物実験も含め明らかにすることは、アンチエイジングと疲労研究の接点を見出すことにつながるかもしれない。また、栄養素や食品は、バランス良く摂取することは重要ですが、他の生活習慣との関連を含めて総合的に検討する必要性がある。図1に示すように、生活習慣は、1つが悪くなると負のスパイラルに陥ることが予測される。たとえば、上記研究成果から、「疲労得点が高い人」は、「エネルギー摂取量が多い」が得られており、これを1日の生活にあてはめて考えてみる。1日の食事で摂取量が多いのは、夕食であると考え、図1のようなスパイラルが想定される。夜の時間の過ごし方が、睡眠、

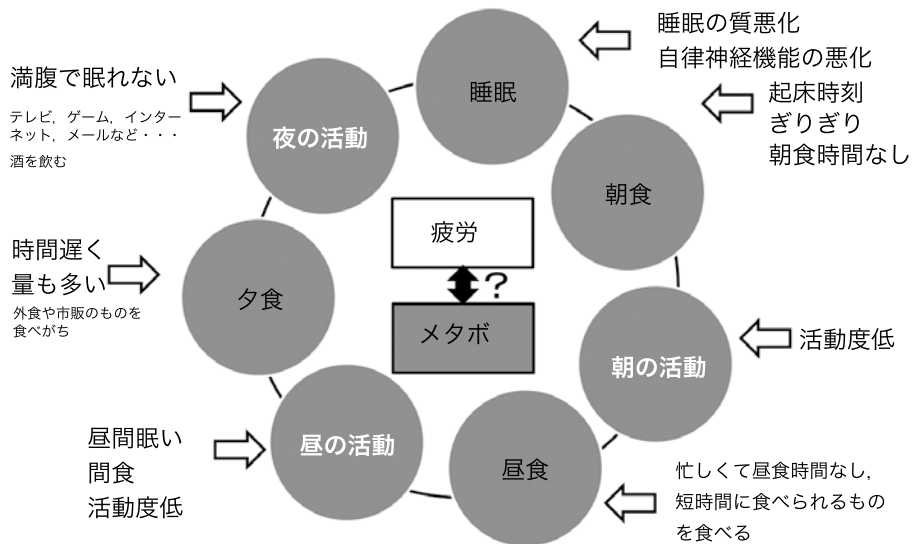


図1 疲労と生活習慣に関する負の循環

ひいては起床時の快適感につながり、それは、昼間のパフォーマンスに係わる。「疲労回復メニュー」を1日1食、夕食に取り入れ、その食事時間を少し早くするという試みでこの生活習慣の負のスパイラルを少しでも軽減できないか検証が必要である。

3. 産官学連携

平成21年度からは、抗疲労や癒しに関連のある企業を「疲労☆バスターズ」として支援する事業 (<http://www.sansokan.jp/healthcare/hiroubus/>) が開始しており、大阪市役所食堂さくら (株式会社一富士フードサービスと大阪市立大学抗疲労研究チームの共同) での「抗疲労を考えた食事メニューの提供」などにつながった。「抗疲労を考えた食事メニュー」の開発は、今後、表1に示すような、様々な新産業を生んでいく可能性がある。展開先は、食堂やレストランだけでなく、コンビニエンスストアやスーパーマーケット、抗疲労食を中心コンセプトとしたツーリズムの開発、抗疲労食を用いた町おこしなどが考えられる。

今後は、抗疲労に効果のある食材を詰め込んだだけのメニューではなく、継続的な抗疲労効果のある食事を摂取し続けることにより、「日常の疲労回復」を実証する必要がある。「疲労得点が高い人の食生活」は、メタボリックシンドロームの人の食事などと類似点が多い。「疲労回復メニュー」により、メタボリックシンドロームが、改善する可能性も同時に検証できると、更に可能性は広がると考えられる。効果的な食事指導による抗疲労効果の介入研究に基づくプログラム開発と連動し、「日常疲労回復」を目的とした、「食事メニュー」「食事指導方法」「食育」開発を目指すべきでもある。そのためには、栄養学、栄養教育学をはじめとする多数の分野の研究者の集結と産官学の緊密な連携に

表1 疲労回復レシピの展開例

幅広い層に関心がある「疲労」をキーワードにできる

- ☆食育
- ☆弁当や宅配メニューとしての展開
- ☆飲食店での展開
- ☆小売店での展開
- ☆ツーリズムとのコラボレーション
- ☆自治体とのコラボレーション

より、活動を後押しする仕組み作りが必要であると考えられている。

先に述べた「抗疲労を考えた食事メニュー」の開発は、次のような観点で開発した。まず、選んだ食品基準は、ヒトや動物に対する疲労研究の中で、疲労に有効と考えられる成分と、同時に摂取すると有効成分の働きがさらに良くなる成分を多く含み、かつ彩りの良い、季節感のある食材を選んだ(図2参照)。体の中に入る成分も大切ではあるが、見た目や味・食感など様々な感覚から、「癒される」ことも重視した。五感から入る「癒し」の効果の検証は、こちらはまだまだ発展段階ではあるが、科学的エビデンスの検証が進められている。もちろん、一食食べれば、すぐに疲労回復という訳ではなく、日々、どのような食材を食べれば良いか、また、どのような食べ方をすれば良いかの参考になるようなものを目指している。従って、効果のある栄養素を多く含んでも、一般的に手に入りにくいと考えられる食品は含んでいない。日々の生活の疲労を「癒す」ことが主目的であ

り、単なるスタミナメニューにならない工夫も重要である。メニュー開発の主な目的は、疲労回復にはどのような食材を食べれば良いか、また、どのような食べ方をすればよいかについて幅広く知って頂き、疲労を感じる人を一人でも減らそうという取り組みである。従って、これをきっかけに、疲労回復に良い生活習慣全般に関して知って頂きたいとの趣旨が強い。また、「疲労回復」と言う、「疲労を回復して、今以上に働けと言うのか?」と聞かれることがある。そういう意味合いではなく、疲労を効率よく回復する目的は、今以上に働くことではなく、病気にならず、より快適に能率よく働き、QOLを上げるという目的であることも忘れてはならない。

具体的には、次のような方法で、疲労回復メニューは作成されている。大阪市立大学抗疲労研究グループなどを中心に効果が実証された成分を多く含む食材を五訂増補食品成分表 2008(女子栄養大学出版部)を参考に選び、管理栄養士もしくは、料理人の皆さんに提供し、それ

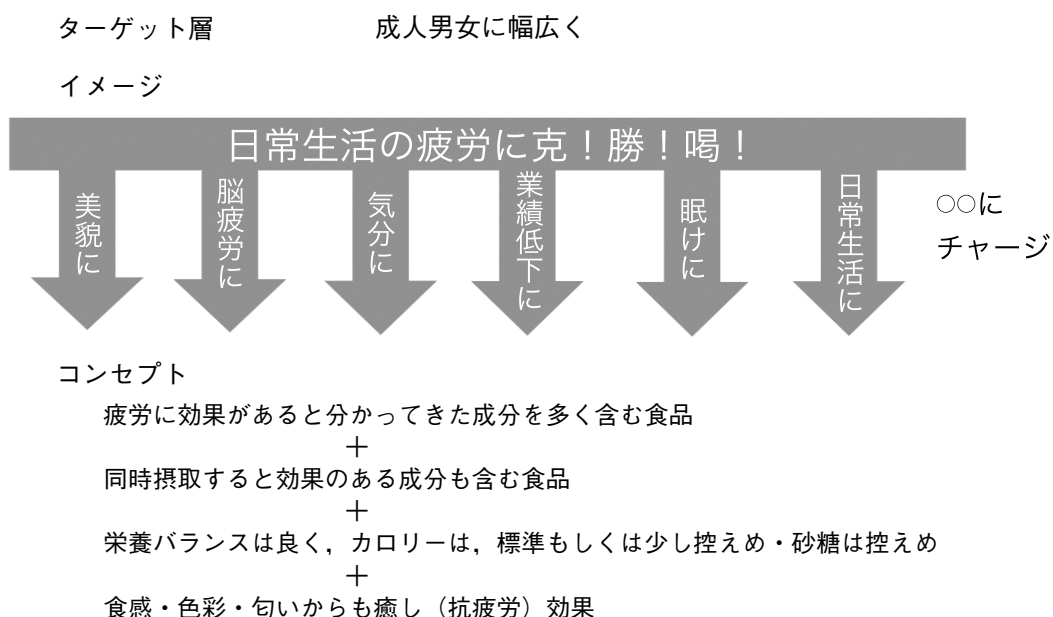


図2 疲労回復レシピコンセプト

ぞれ工夫したメニューを考えてもらうといった方法でメニュー開発を進めている。効果が実証された成分は、イミダゾールジペプチド⁸⁻⁹⁾、ビタミン B₁¹⁰⁾、トリプトファン¹¹⁻¹²⁾、CoQ10¹³⁾、カルニチン¹⁴⁾、カテキン¹⁵⁾ などであり、今後効果が認められた成分が追加されれば、それらを含む食材を追加していく予定である。

イミダゾールジペプチドは、ヒトや動物の骨格筋に存在するアミノ酸結合体で、効率の良い抗酸化作用と pH 緩衝作用があり、渡り鳥が長時間翼を休めず飛び続ける原動力となっている。抗酸化作用とは、身体を老化させたり、様々な生活習慣病の発生に関連すると考えられている活性酸素を除く働きである。身体を衰えさせない働きは、短・中期的には慢性疲労問題、長期的には老化の問題と関連するといえる。この物質はもう飛ばなくなった鶏にも翼の根本の胸筋肉などに多く含まれ、この物質が疲労を軽減する効果があることが明らかにされている⁸⁻⁹⁾。鶏胸肉には、牛肉や豚肉の 2-3 倍含まれている¹⁶⁾。イミダゾールジペプチドは、イミダペプチド飲料（日本予防医薬株式会社・日ハム株式会社中央研究所・総医研ホールディングス）が開発されて販売されている、1 日 200mg のイミダペプチドを毎日摂取した群でプラセボ群と比較すると、疲労感の軽減が報告され、酸化ストレスの上昇を抑制し、自律神経機能の乱れを調整する作用も確認されている⁸⁾。また、激しい運動疲労でなく、日常生活で感じる疲労の軽減にも 1 日 400mg のイミダペプチド摂取で効果がある⁹⁾。1 日 400mg は、鶏胸肉に換算すると 100g/ 日程度である。鶏のささみ肉にも多く含まれており、また、マグロやカツオなど長時間連続運動を必要とする生物の骨格筋にも多く含まれる。

疲労モデル動物や慢性疲労症候群という、疲労が非常に強い病気では、セロトニン系の異常が認められている¹¹⁾。また、健常人で運動

シミュレーターを実施中に、セロトニンと関係があるとトリプトファンというアミノ酸を補うと、パフォーマンスの低下が防止された¹²⁾。アミノ酸は、疲労によって傷んだ細胞の修復のためなどに重要である。

ビタミン B₁ 誘導体フルスルチアミンの投与により疲労モデル動物での遊泳時間の回復が促進された。また、筋肉運動に対する促進効果もある¹⁰⁾。CoQ10 は、300mg 投与することで、ヒトにおいて運動負荷後の疲労の軽減に役立つという結果が認められている¹³⁾。

緑茶由来のカテキンである Epigallocatechin gallate (EGCg) の投与が、肝臓における酸化を疲労モデル動物で抑止したとの報告がある（株式会社伊藤園との共同研究¹⁵⁾）。

カルニチンは、体内でアセルカルニチンに変化するが、慢性疲労症候群の患者で、脳の一部のアセルカルニチンの働きが、低下していることが報告されている¹⁴⁾。特に疲労と関連が強いと考えられている集中力・注意・自律神経調節や情動などに深く関連している部分や、意欲・思考・計画などの高次脳機能に重要な部分で著しく低下していることも注目すべき点である。その他に、ここで紹介した成分と同時摂取で効果を高める栄養素（ビタミン B₆、鉄など）も含むこと、また、先に述べたように栄養素だけでなく、季節感や見た目・食感なども重視し、総カロリーは標準必要カロリーより控えめであるように配慮している。

おわりに

規則正しい生活を送ることは、多くの人を取り組むべきであると考えているにも関わらず、病気になったり、自分自身の生活に支障がない限り、難しいのが現状である。何かのきっかけが健康増進のための行動変容には必要である。「疲労」という誰もが日常に感じるキーワードは、幅広い世代に対して「正しい食生活のあ

り方の普及」や「生活習慣の重要性」に目を向ける。疲労やメンタルヘルスに焦点をあてた予防医療システムの構築が望まれる。

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

- 1) Watanabe, Y. Preface and mini-review: Fatigue science for human health. In: *Fatigue Science for Human Health*, edited by Watanabe Y, Evengard B, Natelson BH, Jason LA, Kuratsune H, New York, Springer, 2008, pp V-XI.
- 2) Koyama, H. *et al.*: Fatigue is a predictor for cardiovascular outcomes in patients undergoing hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol*, , 659-666, (2010)
- 3) Akerstedt, T. *et al.*: Predicting long-term sickness absence from sleep and fatigue. *J Sleep Res*, , 341-345, (2007)
- 4) Fukuda, S. *et al.*: Premorbid personality in chronic fatigue syndrome as determined by the temperament and character inventory. *Compr Psychiatry*, , 78-85, (2010).
- 5) 藤井比佐子ほか：疲労と食生活、栄養素との関連．日本疲労学会誌，68, (2008)
- 6) Fukuda, S. *et al.*: Development and validation of a new fatigue scale for fatigued subjects with and without chronic fatigue syndrome. *Fatigue Science for Human Health*, pp.89-102, Springer (2008)
- 7) Sohal, R., and Weindruch, R. Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *Science*, , 59-63, (1996)
- 8) 田中雅彰ほか：CBEX-Dr 配合飲料の健常者における抗疲労効果．薬理と治療，, 199-212, (2008)
- 9) 水恵一郎ほか：イミダゾールジペプチド配合飲料の日常的な作業のなかで疲労を自覚している健常者に対する継続摂取による有用性 - 第一次エントリー 207 名の解析結果報告 -. 薬理と治療，,255-263, (2009)
- 10) Nozaki, S. *et al.*: Thiamine tetrahydrofurfuryl disulfide improves energy metabolism and physical performance during physical-fatigue loading in rats. *Nutr Res*, , 867-872, (2009)
- 11) Yamamoto, S. *et al.*: Reduction of serotonin transporters of patients with chronic fatigue syndrome. *Neuroreport*,, 2571-2574, (2004)
- 12) Nishida, Y. *et al.*: Fatigue and decline of driving performance caused by driving a vehicle for long hours: Results of simulator experiments. International Conference of Fatigue in Karuizawa, 2005.
- 13) Mizuno, K., *et al.*: Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* ,293-299, (2008).
- 14) Kuratsune, H., *et al.* : Brain regions involved in fatigue sensation: reduced acetylcarnitine uptake into the brain. *Neuroimage* ,1256-1265, (2002)
- 15) Tanaka, M., *et al.* : Effects of (-)-epigallocatechin gallate in liver of an animal model of combined (physical and mental) fatigue. *Nutrition*, , 599-603, (2008)
- 16) 佐藤三佳子ら：各種食肉中のカルノシン，アンセリン含量．日本畜産学会第 107 大会講演要旨集，2007.

ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品

第3回 西アジア—シリアの都市部・農村部の事例

平田 昌弘*

*HIRATA Masahiro (帯広畜産大学)

Key Words：都市・農村・乳製品・西アジア

本稿では、シリアの都市と農村での事例を中心に、乳製品の種類とその製造法、そして利用のされ方について紹介する。紹介する内容は、都市の乳加工についてはシリア北西部アレppo市で1993年から1996年まで長期滞在していた際に下宿していた大家家族やスークと呼ばれる商店街での聞き取り、農村に関してはアレppo市近郊での聞き取りにもとづいている(図1)。水牛の乳を用いた乳加工は、シリア北東部のカミシリ市とマルキーエ市の農村での聞き取りによる。大家家族はアラブ系のクリスチャン家族であり、農民はアラブ系およびクルド系のイスラム教徒である。

アレppoや首都ダマスカスなどの大都市は年間降水量300mmから400mmに位置している。これらの地域では乳牛が大規模集約的に飼養されており、農家での少頭数飼養と合わせて、年間を通して牛乳が都市に供給されている。また、シリアの大部分を占める乾燥地帯ではヒツジやヤギの飼養が中心と

なり、搾乳シーズンの1月から9月頃にかけては、羊乳(実際には山羊乳が一部混入している)でできた乳製品が都市に供給される。一般的に西アジアでは、牧畜民はもとより都市や農村の人々も、ウシよりもヒツジの乳を尊重し、ヒツジの乳製品に愛着を持っている。羊乳でできた酸乳やチーズなどの乳製品の方が牛乳のものより、こってりして美味しいという。実際に羊の

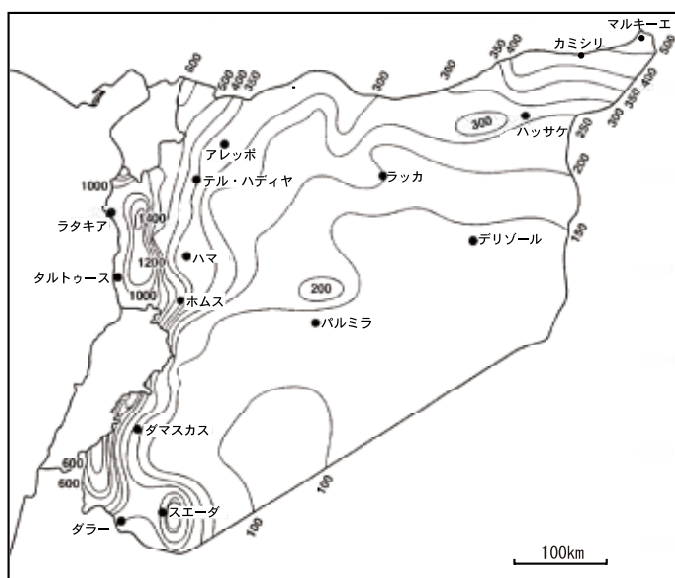


図1 シリアの等雨量線と主な市町村
(出典：Syrian Arab Republic, 1977；FAO, 1987)

乳脂率は平均 7.9% であり、牛乳の平均 3.8% よりも高い (Jenness and Sloan, 1970)。牛乳よりも羊乳への嗜好性は確かにあるが、牛乳も羊乳も乳加工技術や乳製品はほとんど変わらない。

1. ハリーブ

ハリーブとは生乳のことである。都市に住むシリア人は生乳を飲むことはほとんどない。たいていは酸乳やチーズ、バターオイルの形でしか利用しない。生乳を利用したミルクコーヒーもミルクティーもまず飲まない。乳製品の菓子をつくる時ですら、ニドなどのような乾燥粉末状の粉乳を使ったりする。成人が生乳を利用するのは消化に良いとの理由で風邪を引いた時くらいで、ガーク（硬パン）を生乳につけて食べたりする。この際の乳利用も保存用に備えてある粉乳を溶いたものであったりする。

街には生乳を売る乳製品屋がある。ヒツジの生乳を売る店はなく、都市民はウシの生乳しか利用できない。生乳を買いに来た客に、生乳をどのようにして利用するのかと聞いてみると、4・5kg も買って行く客は家でルズ・ハリーブ（米と乳のプディング）をつくるのだと答える。1・2kg を買って行く客は決まって子供に飲ませる



写真1 クルド人世帯の朝食風景。ホブス（発酵平焼きパン）、イチジクのジャム、スイカ、オリーブ、サラダ、トウガラシのペースト、そして、酸乳が並ぶ。

のだと答える。0.5kg とわずかに買って行く客は、老婆に飲ませるのだと答える。家庭で利用される生乳は、乳のプディングをつくる際や子供や老婆の栄養補給に利用される程度である。従って、都市に住む成人のシリア人は生乳を飲むことはほとんどないといえる。農村においても同様なことがいえる。成人が生乳を利用してない事実は、乳糖不耐症の問題が大きく影響しているものと考えられる。

2. ラバン

ラバンとは酸乳のことである。シリア人はウシよりヒツジのラバンを好む。中に入っている蛋白質も、ウシのよりヒツジの方が良く、血液にも良いのだといって健康論を持ちだす人もいるが、たいていのシリア人はヒツジの方がこってりして味が濃くて旨いのだという。ヒツジのラバンに慣れてしまうと、ウシのラバンではあっさりしすぎて物足りなく感じ、ヒツジのラバンのこってりとした丸みが旨く感じるようになる。シリア人は酸乳であるラバンをデザートとしては食べず、食事の一部として他のおかずと一緒に食卓に並べて、ホブス（発酵平焼きパン）ですくって食べる（写真1）。都市では、ラバンは各家庭で生乳からつくられることはなく、乳製品屋やスークで売られているのを買ってきて調達する。農村では、各家庭で必要とするラバンを供給できる分のウシやヒツジはたいてい飼養しており、各家庭がそれぞれ加工している。

3. ラブネ

ラブネとは、水分含量を落した酸乳のことである。脱水処理を施した乳製品であり、分類としてはチーズになろうか。このラブネの味はとても濃厚であり、爽やかなクリームチーズを食

べている感がある。酸乳同様、シリア人はラブネもデザートとしてではなく食事の一つとして取り扱っている。ラブネを食べる際には、乾燥粉末のトウガラシ、クミン、ミントを振りかけて、更に上からオリーブオイルをたっぷり垂らし、これをホブスですくって食べる。乳製品に辛味とオリーブオイル、そんなものが食べられるかと思えるが、その味は絶妙である。ホーム市でラブネを試された新沼杏二氏はその味を賞賛（1983:167）している。まったりとしたチーズに、辛味と香辛料のキレ、香草の爽やかさ、オリーブオイルは油分の丸味を付加づけていることに等しい。日本ではラブネ様の乳製品は未だ広く普及していないが、その上等な味わい、利用法の多様さを鑑みると、日本で必ずやブレイクする乳製品となろう。実際に賞味してみたい読者は、以下に説明するようにラブネをつくって試されてみるとよい。つくり方はいたって簡単である。

アレppoの大家族で教わったラブネのつくり方は、酸乳を編目の細かい綿の袋に入れてぶら下げ、水分をポタリポタリと酸乳から排出させる（写真2）。約6時間後には、ドライな酸乳ができ上がる仕組みである。農民の家庭でもつくり方はほぼ同様に、酸乳を袋に入れて脱水させて、固形部分の濃度を高める。ただ、乳脂肪含量の割合でこってりさが異なり、乳酸菌や

保持温度の時間で酸っぱさが異ってくる。ラブネの素晴らしさは、“こってりした爽やかさ”な風味にある。

街の乳製品屋では、ラブネをゴルフボール状に丸めオリーブオイルの中に漬けて売っているのも見られる（写真3）。オリーブオイルの中に漬けておくとラブネが酸っぱくなり過ぎないのだという。ラブネをオリーブオイルと一緒にホブスにぬりつけて食べる。

一般的ではないが、羊乳でつくったラブネの一部を長期保存用のドベルケにする世帯がある。ラバンをラブネにしてから、多量の塩と一緒に煮て水分含量を更に落す。熱いうちに瓶に入れて蓋をし、冬まで保存する。最後に上からオリーブオイルをたらし、薄い膜をつくってドベルケを空気から遮断する。こうするとカビがこないのだという。冬には、水で溶かしたドベルケでクッペ（ピロシキ風肉料理）を煮たり、スープなどにして利用する。少なくとも、アレppo市南方30kmに位置する農村部、アレppo市北方30kmのクルドの村アフリーンでは、このドベルケをつくっている。都市のアレppoでは一般的にはつくらない。おそらく都市では、牛乳の酸乳が一年中手に入るため、ドベルケをつくる必要がないものと考えられる。牧畜民では、ドベルケに類する乳製品はヒゲット・ムネであろう（前号のVol.53 No.2（平田，2011）参照）。



写真2 ラブネつくり。



写真3 オリーブオイルに漬けられたラブネ（手前中央）とドベルケ（右）。

煮詰めはしないが、ヒゲット（都市のラブネに相当する）に多量の塩を混ぜて小塊にし、完全に天日乾燥させた形態で牧畜民は冬に備えて保存している。

4. ジブン・ハドラ

ジブン・ハドラとは「若いチーズ」のことである。若いチーズというだけあり、つくたてのチーズを指し、これは非常に濃度の高い塩水で処理した長期保存用のチーズ、ジブン・ムサンナラ（以下説明）に対応した言葉となっている。ジブン・ハドラにも羊乳と牛乳のものがあるが、シリア人はやはりヒツジのチーズを好む。ジブン・ハドラには2種類あり、全く塩が用いられていないジブン・ヘルーと軽く塩づけされたジブン・ハドラがある。両方とも長くても1ヶ月以内には消費し長期保存用にはしない。ヘルーとは「甘い」の意であり、ジブン・ヘルーは塩が全く振りかけられていないので甘いチーズとされている。この内、そのまま食べられるのは、塩がわずかに振り掛けられたジブン・ハドラである。ジブン・ヘルーはそのままでは食べられることはなく、ジブン・チラル（以下説明）加工に利用される。

都市ではジブン・ハドラを家庭でつくらず、乳製品屋やスークから購入してくる。牧畜民は

このチーズのことを単にジブンと呼ぶ。ジブン・ハドラのつくり方は、先ず搾りたての生乳からゴミを布で漉し、加熱することなく、粉末状のレンネットを少量加える。すると、間なしに固形部分と液体部分が分離してくる。固形部分を布の中に入れ、数時間静置して脱水したものがジブン・ハドラである。これを、豆腐位の大きさに切り分け、軽く塩をまぶしておく。

ジブン・ハドラはまるで、白い豆腐のように見える。熟成が進んでいないできたての若いチーズなので、乳の固形分をただ固めた状態であり、食感もクネクネしていてほとんど豆腐に近く、淡白な味わいである。シリア人はむしろ、このできたての若いチーズの持つ瑞々しさと若々しさを楽しんでいる。ジブン・ハドラだけを食べているのならば、ジブン・ハドラに対する特別な感覚は持ち得ないのであろうが、他にも幾つかあるチーズとの対比においてはじめて、清々しさを持つジブン・ハドラの存在が際立ってくる。店頭に並べられた羊乳によるジブン・ハドラは搾乳シーズンの主に春から夏にかけての風物詩となっている(写真4)。日本でも、チーズ食文化がもう少し根付けば、つくりだての新鮮な非熟成のチーズの瑞々しさを味わう嗜好性がきつとくることであろう。

5. ジブン・ムサンナラ

ジブン・ムサンナラとは中長期保存用のチーズのことである。ジブン・ハドラのままでは少量の塩でしか処理していないため長期保存ができない。ヒツジの搾乳シーズンでない秋から冬にかけてチーズを保存しておく必要があるため、濃塩水でチーズを処理する。それがジブン・ムサンナラである。ムサンナラには「塩水で煮られた」の意味が含まれている。ジブン・ムサンナラには、夏から秋にかけての中長期保存用と秋から冬にかけての長期保存量の2種類があ

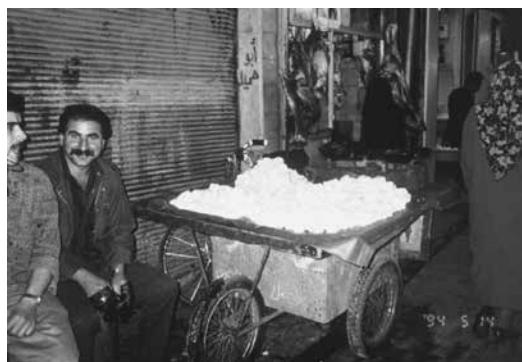


写真4 初夏の風物詩、ジブン・ハドラ売り

る。大家族では、ジブン・ハドラの価格が最も安い4月から6月にかけて、ジブン・ムサンナラづくりを毎年おこなっている。このように、都市の各世帯では、ジブン・ムサンナラづくりは1年に1度まとめて主におこなわれている。

ジブン・ムサンナラづくり方は、まずジブン・ハドラに多量の塩を振り掛ける。塩を振り掛けて最低48時間待つ。そうするとジブンから黄色い液体のホエイが抜け出てくる。ジブン・ハドラは豆腐を思わせるような柔らかさを持っていたが、この時点でジブンはゴムのように引き締まる。ここで塩づけを十分におこなわないと、以下の処理中にジブンが熱で溶けてしまうという。塩づけで出てきたホエイを沸騰させ、その中にジブン・ハドラを入れて加熱する(写真5)。加熱することにより腐敗菌を殺し、ジブンから更に水分を抜き取るのだという。ここで初めてジブンに加熱殺菌がおこなわれたことになる。ジブンをいったん取り出し、冷めるまで静置する。加熱したてのジブンは柔らかいが、冷めると固くなる。煮たてたホエイが冷めると、その中にジブンを戻し瓶につめて涼しい場所か冷蔵庫内で保存する。これが中長期保存用のジブン・ムサンナラであり、夏から秋にかけて食べられる。

更に高濃度の塩水で処理されたのが長期保存用のジブン・ムサンナラである。塩づけでジブ

ン・ハドラから出てきたホエイに更に塩を加え、ジブン・ハドラを入れて加熱する。煮たてた後にジブンを取り出して、静置してジブンを冷ます。これを高濃度の塩水(生卵の半分が表面に浮く程度)が入った瓶につめ、更に上から塩をまぶして涼しい場所か冷蔵庫に納めて保存する。瓶の中でジブンから更に水分が出て、ジブンが更に固く引き締まるという。冬までもたせるジブンには多量の塩が使われているために、とても塩辛く、かつ、石のように固い。これを秋から冬にかけて食べ、食べる際には瓶から取り出し2日間位水に漬けて、塩抜きと柔らかさを与えてから利用する。

中長期保存用と長期保存用のジブン・ムサンナラづくりの際、沸騰したてにハッペトバラケ(*Nigella sativa* の種子、ブラック・クミン)とマハラブ(*Prunus spp.* の種子)を振りかけることがある。ハッペトバラケとサハラブを加えるかどうかは各世帯によって違う。シリア人はこのジブン・ムサンナラを少しずつ毎日食べる。味気のないパンのホブスと塩辛いジブン・ムサンナラとが良く合う。大家族の食卓には何時でもジブン・ムサンナラが上っていた。シリアでは、「チーズは家の必需品」とまで呼ばれている。台所に食べ物がなくなったとしても、チーズさえあればなんとかなるという。都市の昼食には肉を使ったその日一番のメイン料理が出るので、チーズは昼食には用いられず、専ら朝と晩の食事に供せられる。朝晩にシリア人はこれらのチーズを色々な形でほとんど毎日楽しんでいる。シリアでは、チーズは果物、野菜、紅茶、ホブス、ガークなど、あらゆる食べ物と一緒に食べられている。

6. ジブン・チラル

ジブン・チラルは、ストリングチーズに相当する。材料は塩づけされていなジブン・ヘル



写真5 ジブン・ムサンナラづくり。

を使う。ジブン・チラルづくりもジブン・ムサンナラづくりと同様に、ジブン・ハドラの価格が最も安い4月から6月にかけておこなわれる。

まず、豆腐状のジブン・ヘルーの塊を手で潰す。小さく潰れたならば、鍋に少しの水をはり、その中でバラバラにしたジブン・ヘルーを強火で煮始める。加熱を進めるとジブン・ヘルーから乳白色の液体が出てきて、乳脂肪を主とする液体部分と乳蛋白を主とする固形部分が分離し始める。加熱中はスプーンでジブンを何度も打ち返し、15分位すると固形部分にまとまりが出て一つの塊になる。その形態は、つきたての白いねっとりとした柔らかい餅のようである。スプーンでジブンを練ると糸を引くようになるのが良い状態であるという。ザルの上に鍋の中身を空け、液体部分と固形部分を分離する。すぐにハッベトバラケとマハラプの粉末を表面に振りかけて、何度も打ち返してジブンの中に混ぜ込ませる。次ぎに、野球ボール位の大きさに小分けする。中心に両手の親指を突っ込み穴を空け、少し伸ばして3重位の輪をつくる（写真6）。そして、両手一杯にジブンを広げる。引き伸ばされて細長くなったジブンを、何重かの小さな輪にして重ね合わせる。そうするとジブンの温度が急激に下がるので、次ぎの引き伸ばしからは小さい円を広げるに留める。更に小さい円を3回位つくって、引き延ばしが終了する。チー



写真6 ジブン・チラルづくり。

ズはストリング状になっている。引き延ばしている途中で、両手にジブンを掴んだままジブンを何度か叩く。こうすると、でき上がったジブンの各ストリングが更に髪の毛のように細く分かれるのだという。最後に、ジブンをねじり、一方の端に小さな穴をつくり、他方の端を入れてジブンをしっかりと固定する。暖かい内でないとジブンを引き延ばすことができないので、ザルに空けてからねじり込むまでの行程は素早くおこなわれる。そして、ジブン・チラルを冷水に数分間浸してから、濃塩水に漬け、涼しい場所か冷蔵庫に入れて保存する。ヒツジを飼っている農村や牧畜の集落では、ジブン・チラルはつくられていない。ジブン・チラルは都市のチーズである。

なぜ、塩づけのジブン・ハドラはジブン・チラルづくりに用いず、ジブン・ヘルーだけを用いているのだろうか。ジブン・ハドラを潰して火にかける時に、発酵が適度に進行していないと、固形部分が塊にならず、また伸ばしてもすぐに切れてしまうという。発酵が加熱時の固形部分の結合にどう関与しているかは定かではない。塩づけジブン・ハドラは、作りだてのジブンに塩をすぐに付けてしまい発酵を抑制してしまうので、ジブン・チラルづくりにには適さなくなる。ジブン・チラルづくりに、ジブン・ヘルーの発酵をどれだけ進めるかの目安はおおよそ24時間で、発酵の様子を見てこれよりも長くしたり短くしたりする。

ジブン・チラルもジブン・ムサンナラ同様に、あらゆる食べ物と一緒に食べられる。特に、ホブスに挟み加熱してサンドイッチとし、間食や子供のおやつにされる。

ジブン・ヘルーを鍋で加熱した際に、乳白色の液状部分と固形部分が分離した。この乳白色の液体は乳脂肪を含み、サムネ・ジブンと呼ばれる（写真7）。サムネとはバターオイルを意味するが、この場合の乳白色の液体はむしろク



写真7 ジブン・チラル(左)とサムネ・ジブン(右)。

リームに近い。シリア人はイスラム教徒もキリスト教徒も、このサムネ・ジブンをとても大切にしている。誕生日、クリスマス、イースター、アイード（イスラム教の祝日）などの祝いの日用の菓子・ガークづくりに用いるために、冷凍庫に入れて大切に保存しておく。中尾（1972:163）は、広く旧大陸を通観し、凝固剤使用系列群の乳加工技術では乳脂肪分画はなく、凝固剤使用系列群以外の諸系列群からは乳脂肪分画があると述べている。しかし、ジブン・チラルづくりの行程ではサムネ・ジブンが副次的に得られているように、シリアの都市においては凝固剤使用系列群からも乳脂肪の分画が確かに存在している。

7. カミシリ市およびマルキーエ市におけるケシタ

トルコとの国境近くの町であるシリア北東部のカミシリ市とマルキーエ市では、シリアでは一般的でない乳加工がみられる。カミシリ市にはハブール川が流れ、その川沿いでアラブ系の農民がジャムース（水牛）を飼養し、中尾（1972:163）の分類でいうクリーム分離系列群に類別される乳加工がおこなわれ、ケシタと呼ばれる乳製品がつくられている。

水牛から搾乳した生乳を大鍋に入れて蓋を

し、水牛のジャッラ（糞）を燃料にして加熱する。加熱して20分したら蓋を開ける。この時点で泡が表面を覆っている。乳をすくい上げ、鍋の中に流し落とす操作を2, 3分毎に5, 6回繰り返す。加熱すること合計45分、鍋を熱源から外し、別の平たい鍋に、できるだけ高い位置から勢いよく流し落とす（写真8）。この平たい鍋を布5, 6枚で上から覆い、水牛の糞で更に弱火加熱を続ける。2時間程加熱したら熱源を取り除き、そのまま一晩静置させる。次の日の早朝には乳脂肪が上層に浮上している。この乳脂肪の層を取り出したものがケシタである。従って、ケシタはクリームに相当する。水牛の乳は牛と比べて脂肪含量が高く（Jenness and Sloan, 1970）、ケシタづくりには有利である。シリアではケシタをクリームの状態で食べ、加熱してバターオイルにすることはない。ケシタを取り除いた後の低脂肪乳は酸乳にし、酸乳も売却する。カミシリ市のケシタを売る店屋では、クリームの皮が3つ折にされて売られている。ケシタの風味は、口の中に入れると舌の上でとろけ、非常に爽やかな上等な味がする。これを、カミシリ市の食堂では、蜂蜜とホブスと一緒に出す（写真9）。朝食時にのみ出される。ホブスと一緒にケシタと蜂蜜とを食べると、その上等な味と共に、力が身体に満ちていく感覚



写真8 カミシリ市でのケシタづくり。

を覚える。日本での新たな乳製品の開発と利用とを考えられている方は、一度、視察しておく価値はある。

実際に観察はしていないが、シリア中西部のハマとホムスにおいても水牛の乳を利用してクリーム分を集めた乳製品が存在しているようである。この乳製品をつくっている当人に聞いてみると、カミシリ市とマルキーエ市でつくられているケシタとはほぼ同様である。しかし、呼び名が異なり、カイーマックと呼ばれている。アレppo方言ではqの子音が発音されないため、イーマックとも聞こえる。カイーマックはトルコ語由来の語彙である。水牛は水量の多い場所を必要とすることが絶対条件であるから、水牛を飼育できる場所は乾燥地においては必然的に限られてくる。シリア国内にはこれらの地域の他にも水の豊かな地域はある。しかし、水量の豊かな地域に、水牛の飼養を選択し、その乳加工にクリーム分離系列群を採用した地域が、シリアにおいてはシリア北東のカミシリ市とマルキーエ市、ハマ～ホムスの一部だけである、ということになる。シリアにおけるケシタは、環境、家畜種、乳加工技術の3つ要素が揃って初めて生み出される乳製品の事例である。



写真9 カミシリ市では、ケシタに蜂蜜、ホブス（発酵平焼きパン）を朝食としている。その日一日、満足感に浸れる。

その他の乳製品

これらの乳製品の他に、ジブン・シャングリーシュがある。ジブン・シャングリーシュは、ラブネに塩を加えて野球のボール状にし、外側に粉末状ザータル (*Thymus syriaca*, タイムの一種)、オリーブオイル、粉末状トウガラシ、塩をつけ、熟成させてつくる。外見的には緑の大きい団子のように見える（写真10）。食べる際には発酵が進み、内側は橙色になっている。酵母や乳酸菌の種類については不明である。ジブン・シャングリーシュはシリア中西部のホムス市が産地として有名であり、ジブン・ソールカとも呼ばれることがある。

ジブン・アジアワーンとはゴーダチーズなどのように加熱するととろける熟成チーズを指す。ジブン・アジアワーンは一般世帯でつくることは決してなく、シリア国内の工場で加工されている他、ヨーロッパから輸入されている。バターは朝晩の食事にジャムと共に、バターオイルは料理用の油分としてそれぞれ利用されている。



写真10 ハーブや香辛料が表面にまぶされたジブン・シャングリーシュ。

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

- 1) 中尾佐助, 1972.『料理の起源』日本放送出版協会.
- 2) 新沼杏二, 1983.『チーズの話』新潮選書.
- 3) 平田昌弘, 2011.「ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第2回 西アジアーシリアの牧畜民の事例」『*New Food Industry*』**53**(2): 59-67.
- 4) 平田昌弘, 宮崎昭, 1998.「シリアの都市や農村で利用されている乳製品」『*食の科学*』**247**: 46-55.
- 5) FAO, 1987. *Agroclimatological Data for Asia*. FAO, Rome, Italy.
- 6) Jenness, R. and Sloan, R. E., 1970. The composition of milks of various species, A review. *Dairy Science Abstract*, **32**: 599-612.
- 7) Syrian Arab Republic, 1997. *Climatic Atlas of Syria*. Climate Division, Meteorological Department, Ministry of Defence, Damascus, Syrian Arab Republic.

注) 本稿は, 1998年9月号の『食の科学』誌に発表した「シリアの都市や農村で利用されている乳製品」をもとに書き改めたものである



シリアでは2月に入ると, これから始まろうとする麗らかな春の訪れを告げるかのようにアネモネが先ず咲き出す。木々の間にこじんまりとして, ひっそりと咲いている姿は, とても可愛らしく美しい。全てのことには時が有り, 乾燥地でも花々で覆われる時が有る。アネモネが登場することで, シリアの大地は紫色, クリーム色, 赤色の柔らかな色合いで飾られることになる。花言葉は「病氣」「期待」。これは, アネモネの儚さと多年生とによる。

フランス チーズ事情 2

コンテ (後編)

清田 麻衣

KIYOTA Mai (チーズ生産地探訪家)

前回は、コンテについて概論と、乳から熟成前のコンテを製造するフリュイティエと、コンテ博物館について述べた。今回は熟成業者訪問の記録とともに熟成に関連することなどを記述する

1. 熟成業者 グランジュ・ナルボのカーブ

熟成業者はフリュイティエから若いコンテを買い上げ、熟成し販売する。私はそのうちマルセル・プティット社を訪問した。この業者はドゥー県グランジュ・ナルボと、同じくサントアントワヌの2箇所に熟成カーブを持っている(図1)。グランジュ・ナルボはドゥー県南部、スイス国境まで20kmほどの都市ポンタリエ近郊に位置し、マルセル・プティット社はこの工業地帯の一角にカーブを構えている。外観は工場のように(写真1)で、言われなければここでチーズが熟成されているとは想像がつかないだろう。1990年からこのカーブを稼動しており、2回の拡張を経て

現在80000個のコンテを熟成できるだけのキャパシティーがある(写真2, 3)。サントアントワヌが一年以上の長期熟成のコンテを扱うのに対して、熟成8~10ヶ月で出荷するコンテを熟成している。

以下、熟成の行程を記す。



図1 訪問した熟成カーブがあるグランジュ・ナルボとサントアントワヌの場所



写真1 グランジュ・ナルボのカーブ外観

製造から15日くらいの若いコンテを入荷し、まずは4～6週間プレ熟成する。まだ褐色の外皮は形成されていない。このコンテの表面に外皮をつくるため、「粗塩をのせる」「真水でみがく」という2つの作業を間隔を開けて行う。頻度は週に3,4回で、みがく毎にコンテを反転し、片面だけが蒸れる・乾くことを防ぐ(写真4)。

次に本格的な熟成行程に入る。プレ熟成より低温のカーブに保管し、食塩水でコンテの表面をみがく。頻度は週に2,3回で、反転も行う。カーブの温度計は7～8℃を示していた(写真5)。この業者ではコンテをよりゆっくり熟成する手法を採用しているようだ。説明によると、ここではコンテを比較的低温(8～12℃)でゆっくり熟成させるが、他業者は

もう少し高めの14～16℃で熟成するらしい。AOPの規定により、コンテは、エピセア(モミの木的一种)の木の棚に載せて熟成する。棚に使用する材木としてエピセアを利用するのは、

1. チーズに適切な湿度を保持する。
2. チーズを載せられるくらい丈夫である。



写真2 グランジュ・ナルボのカーブ内。両脇に温度調整したコンテの熟成庫が並んでいる。左に積み上げられているのは熟成中のコンテを載せるエピセアの板



写真3 熟成庫内のコンテ



写真4 プレ熟成中のまだ若いコンテを機械でみがいている。円形のブラシが表面上をくまなく回転するしくみ。塩や水の添加、棚からのコンテ取り出しや、反転もこの機械が自動で行う。



写真5 外皮ができた本格的な熟成中のコンテをみがいている。

3. 木とチーズの香りが交換される。

4. 地域で生育する木である。

という4つの理由がある、と前編で記したコンテの博物館「メゾン・デュ・コンテ」では説明を受けた。しかし、ここの熟成業者は3番目に挙げた理由は言われず、むしろ「木自体に香りがすくない」ことがエピセアを使う理由であると言った。もしエピセアの木とチーズとで香りの交換作用があることを狙うなら、棚の木材はある程度定期的に交換されるかもしれない。もし機会があれば確認しておきたい項目である。なお、コンテから感じられる香り

83 語（前編の表2）のうちエピセアの木の香りを直接示すものは見当たらない。

以上が熟成の行程である。AOP 規定により、製造から120日以上熟成し、試験に合格したものだけをコンテという名前で販売することができる。

試験はコンテ1個ずつに行う。味：9点、テクスチャー：5点、組織の外観：3.5点、外皮：1.5点、全体の形：1点の合計20点満点で、あらゆる角度から評価される¹⁾。14点以上であればコンテの側面に「コンテ (COMTÉ)」の文字と緑色の鐘のマークが描かれた帯を巻くことができる(図2)。12点以上、14点未満であれば「コンテ」と書いてだけで絵柄のない茶色の帯を巻くことができる(図3)。12点に満たなかったものは、コンテという名前をつけて販売できない²⁾。詳細は不明だが、プロセスチーズの原料となったり、外食産業用の名も無いチーズにするといった用途が考えられる。以前は15点以上で180日以上熟成したのものに緑色の帯を巻き、「コンテ・エクストラ」と呼んだ^{1, 3)}が、最近この条件は改正されているようだ。旧帯にあった「extra (エクストラ)」の文字が現行の帯にはない。さらに、緑、茶色どちらの帯がつけられるにせよ120日以上熟成していればよいとなっている。

この変更について2010年11月コンテ生産者協会に直接尋ねたところ、以下のような回答を得た。

『(出荷の際、小売用に予め小さくカットした) パック詰めコンテが生産の半分以上を占めるという現状に対応するため条件の変更を行った。この変更により、カットしない丸ごとのコンテには今までと同様に、側面に茶色か緑色の帯を巻き「コンテ」と表示する一方、パック詰めコンテには全てその包装に、緑色の鐘マークを表示することになった。これに関連してパック詰めコンテに必要な点数は最低12点から14点に上がり、上級のコンテであること



図2 側面に緑色の帯を巻いたコンテと、帯の図柄（参考文献(2)のサイトより加工、転載した）。



図3 茶色の帯の図柄（参考文献(2)のサイトより加工、転載した）。

を示す緑色の鐘マークをつける基準は最低 15 点から 14 点に下がった。なお、「コンテ」と認められる為に、試験で 12 点以上必要であることは変更がない。』ということだ。つまり、今までのように直径 60cm もあるコンテの側面だけに名前や品質を表示しても消費者には見る機会が少なくなってしまうことに関連した対応と思われる。

カーブ内でコンテを試食した。このカーブのコンテ鑑別士がその場でコンテを選び、試食はカーブ内で行った。コンテにトライヤーをねじりながら差し込み、長さ 10cm、直径 1cm ほどの円筒形にチーズ生地をくりぬく。チーズ内部の生地の一部を試食用につまんだら、外皮のついた生地の残りで表面の穴をふさぐように戻す。こうして試食したコンテも熟成を続けることが出来る。

熟成 6～8 ヶ月のコンテを 3 つほど試食した。熟成期間が同じくらいでも、風味の繊細なものや、ガツンとした味わいのものがある。後者のチーズの風味は「味が口中で一気に広がる」「田舎っぽい」と表現されていた。これら風味の違いはウシ放牧地の植物相、製造方法など各種条件の違いから発生するということだった。

コンテを買い求める顧客の好みは様々で、繊細な風味を求める客もいれば、ガツンとした味わいを求める客もいるし、風味の余韻が長いものを求める客もいる。鑑別士は、コンテを試食し、そのような顧客の好みをふまえて出荷するコンテを選抜する。それと同時に試食の結果から熟成方法を調整したりすることも業務だそう。例えば、熟成が早く進んでいる、と感じればそのコンテを比較的低温に設定したカーブへ移し、熟成がよりゆっくりと進むようにする。試食したコンテの側面に、何らかの記号をトライヤーで刻み込み、棚に戻していたのは、試食の結果感じた風味なり、今後の熟成予定なりが判別でき、後の参考となるように、ではないかと推測する。付け加えると、コンテの鑑別方法は試食だけではない。トライヤーでチーズを叩き、その音を聞くと内部の状態がわかるという。内部で穴やヒビが発生していると叩いたときの音が変わる。実際にひとつコンテを取り出して叩いて頂き、音が違う場所をくりぬいてみると、穴かヒビかは判らないが組織に隙間がある部分を取り出された。穴やヒビが入ったチーズは長期熟成に向かないのでそこで選別される。

このようなチーズは熟成が早いのだそう。熟成したコンテに見られるフルーティーな風味が早い時期に感じられるが、すぐに無くなる。つまり、熟成による風味のピークを迎えるのが早いのだと思われる。試食してみると、聞いたとおり、比較的風味は強めであるのがわかった。試験では 20 点満点中 12 点以上 14 点未満の茶帯コンテに分類されるだろう、とのことだ。

茶帯のコンテを日本で見かけることがないので質問してみたところ、茶帯のコンテは穴やヒビがきっかけとなり、2～3 ヶ月船で輸送する間にコンテが割れてしまうから茶帯のコンテは避けるのではないかと鑑別士の方なりの考えをいただいた。私を半日案内して下さった営業担当の方は、日本の顧客についても知識があり、日本では長期熟成コンテが好まれるので、必然的に緑帯コンテだけが輸入されることになっているのではないか、ということだった。

2. 熟成業者 サンタントワヌのカーブ

サンタントワヌのカーブはモンドール山とサンボワン湖の間に位置する、地下要塞を利用したカーブで石造りである（写真 6）。グランジュ・ナルボからは車で 30 分ほどの距離だ。要塞として利用されないまま廃墟となっていたのを、1960 年代からこの業者がコンテの熟成に利用して



写真6 サンタントワヌのカーブ外観。



写真7 サンタントワヌの熟成庫内。奥にはコンテをみがく機械が見える。

いる。現在拡張中で、近々10万個のコンテを熟成できるようになる。広大な面積だけでなく、高さもある要塞で、例えば2,3階ぶんはある吹き抜けの空間にも足場を組んで熟成用の棚を設置している。要塞は標高1089mの山頂の地下に建設されており、季節問わずコンテの熟成に適した温度ならびに湿度が保たれるという。よって、サンタントワヌでは温度調整は自然まかせで、熟成温度を調整したい場合は、カーブ内のちょっとした温度の違いを利用し、適した温度帯の場所へコンテを運ぶそうだ。冷気を締め切る必要がないためか、巨大なカーブ内部は区画こそあるものの、分厚いドアなどは見受けられなかった。大変多くのコンテを所蔵する大施設であることから、社ではこのカーブを「コンテのカテドラル（大聖堂）」と称している（写真7,8）。

ここでは1年,2年,まれに3年といった,長期熟成用のコンテを熟成する(写真9)。フリュイティエから入荷したばかりの若いコンテから熟成することもあれば,グランジュ・ナルボで長期熟成に向くと判断されたコンテを移送し,熟成することもある。コンテをみがき,反転する頻度は熟成が長期に及ぶと週1回程度に減少する。コンテの鑑別はやはり鑑別士が行っており,顧客の好みで出荷するコンテを選んでいた(写真10)。例えば18ヶ月熟成コンテの注文があったとして,機械的に熟成期間を満たしたものを出荷する業者もあるが,ここでは顧客の嗜好をふまえて味を見ながら選別し,出荷する。しかもその選別では,顧客の嗜好と思われる範囲で,ある程度風味のばらつきをもたせて選別するのだそうだ。

ここでは一般訪問者用のスペースで試食をした。2009年6月製造の約12ヶ月熟成と,2008年10月製造の約20ヶ月熟成のものである。どちらもサンタントワヌで熟成したコンテらしく,風



写真8 熟成庫内の棚には、そこで熟成中のコンテのロット番号が示されていた。730.09.09とは2009年9月に生産者番号730で製造されたコンテであることを示す。



写真9 長期熟成中のコンテの側面。ロット番号のほか、鑑別士が刻み込んだと思われる跡（写真左端のキズ）がある。



写真10 鑑別士が、出荷するコンテを選別している。

味に余韻の長い特徴がでている、とのことだった。20ヶ月熟成したものは外皮がより分厚く、生地はよりもろく、白い結晶が見られた。コンテ博物館で確認したところ、長期熟成したコンテに見られる白い結晶はチロシンというアミノ酸ということだった。フランシュ・コンテ地方の白ワインとも合わせてみる。地元でも高価で、コンテとも相性がよいと言われるヴァン・ジョーヌではなかったが、それに似たナッツのようなニュアンスを持ったシャルドネ種による白ワインは、特に20ヶ月熟成した余韻の長いコンテと合うように感じた。案内して下さった方は、普段食べるには熟成の短い方が好みだということだった。理由は、1日のうちいつ食べても重すぎないし、様々なシチュエーションにも合うからということである。

3. 夏造り・山造りの意味

2009年11月に「ユーログスト」というスローフード協会主催の展示会がフランスのトゥールで開催され、当時この地のチーズ屋で働いていた私は見学に行った。スローフード運動は歴史ある食物を将来へ伝える活動も行っている。だから、各地方のチーズに関してもその生産者協会がブースを出して紹介しており、コンテもその一つだった。

そこで試食したのは5種類のコンテである。冬造り（製造12月）のコンテ1種類、他は夏造り（製造6～7月）のコンテで、熟成期間違いということだった。それらの熟成期間は、約半年、1年半、2年半だった（1年半のものは2種類、フリュイティエ違い）。冬作りのものは計算上熟成一年未満だったはずだ。では、何故夏造りのコンテだけが長く熟成されるのだろうか。

ブースで試食を担当していた方によると、冬造りのコンテは風味がシンプルで、ヨーグルトやほか乳製品の香りが感じられるけれど、それ以上の複雑な風味がしないという。対して夏造りのコンテは熟成とともに花やフルーツ、スパイス等の豊かで複雑な風味が生まれるので、冬造りのコンテは長期熟成にあてるメリットが少ないのだそうだ。試食にでた5種類のコンテの匂いをかぎ、口にすると、冬のコンテのシンプルな風味と対比した夏のコンテの豊かな風味が理解できる、よいサンプルとなっていた。



写真 11 ボーフォールの原料乳を産出するウシ、アボンダンスとタリーヌ。ここはイタリアとの国境、ヴァノワーズ国立公園の入り口で、夏は国立公園内に放牧されるという。このウシを飼う農家はボーフォール・シャレ・ダルバージュを製造する。



写真 12 熟成中のボーフォール。コンテよりも大型。

このように、製造した季節によりコンテの風味が異なる理由は、ウシの飼料にある、とブースの方は続けた。コンテを製造する場合、AOPの規定によりウシの飼料は牧地に生える草花か、その干草に限られている⁴⁾。よって、季節により飼料が夏は草花、冬は干草と変わることになる。草花を食べる時期には、そのウシが産出した乳を使ったチーズの風味が豊かで複雑になるということだ。「食べた花の香りがチーズに」と、時にフランスで耳にする。このフレーズは、ウシの反芻、第一胃での発酵・分解という消化機構があることを考えると、そんなに単純に香り移行するものか俄かに信じがたいとも思ったが、ウシが夏に多様な植物の多様な成分を摂取しており、それが干草だけを食べた場合とは異なる影響を及ぼすだろうとは納得できた。

私の訪問した熟成業者は35軒のフリュイティエから若い状態のコンテを入荷しているのだが、これらのフリュイティエのうち31軒が高山地帯に位置しているという（具体的に標高何メートル以上なのかは不明）。高山地帯では牧地の草花の種類が豊かであり、ここで生育したウシの乳はコンテの風味に良い影響を与えることになる、という説明を受けた。

コンテに関して、夏造りか否か、あるいはウシの放牧地帯が高山地帯か否かは規定では区別されない。しかし、例えばフランス国内でもボーフォールというAOPチーズのようにそれらを規定により区別するチーズもある。ここでは細かい内容は省略するが、大雑把に言えば夏造りのものをボーフォール・デテ、さらにこのうち山岳地帯（標高1500 m以上）で放牧したウシの乳のみを使ったものをボーフォール・シャレ・ダルバージュと呼ぶことが出来る⁵⁾（写真11、12）。

日本で「寒ブリ」は脂がのって美味しいというイメージが存在するように、恐らくフランスでは夏造りの山のチーズは美味しいというイメージがあるのだろう。ボーフォールはそれを期間や標高を決め、規定で定義づけしたチーズだといえる。コンテにはそのようなAOP規定はないが、訪問した熟成業者ではウシが牧草を食んだ標高により生まれる優位性を認め、熟成・販売するコンテの質を高めるために自主的にフリュイティエを選抜しているのかもしれない。

4. あらためてコンテについて

チーズは原料となる乳種や、製造方法により全く違うものに出来上がる。しかしそれ以上のこだわりを持って、コンテというチーズは製造されていた。特に私が感じたのは乳へのこだわりだ。乳を産出するウシの種類、放牧地域、飼料の限定をするだけでなく、それで発揮されるであろう特長を活かすため集乳は25km圏内で行い、搾乳後24時間以内で製造、殺菌はしないとしている。前編冒頭に、コンテはフランスのAOPチーズの中で生産量が最大で、年間生産量が50万トン以上であると記した。これは日本で年間に消費されるチーズのおよそ倍の量にあたる⁶⁾。これにはコンテ生産者協会の宣伝効果もあろうが、風味の品質を守るための基準への信頼感や、食した実感からの支持を、フランスをはじめとする消費者から得ているためでもあろう、と思う。

参考文献

- 1) Once upon a time :the COMTÉ. Office COMTÉ cheese Association. New York, 1993
- 2) Le Comté. 1er fromage AOP de France : <http://www.comte.com/pages.php?idMenu=43&idSsMenu=0&idPage=220&idPara=534&langue=1>
- 3) Dégustez le Comté. Le Comité Interprofessionnel du Comté. Poligny, 2001
- 4) Institut national d'origine et de la qualité : Fiche "Comté" http://www.inao.gouv.fr/public/produits/detailProduit.php?ID_PRODUIT=3387
- 5) Institut national d'origine et de la qualité : Fiche "Beaufort" http://www.inao.gouv.fr/public/produits/detailProduit.php?ID_PRODUIT=3263
- 6) 平成20年度チーズの需給表. 農林水産省生産局畜産部牛乳乳製品課. 2009

白石カルシウムの炭酸カルシウム  古くから食品に使用されている 安全性・吸収性に優れたカル シウム源です。 用途も栄養強化はもちろんの こと、練製品の弾力増強など の品質改良、粉体の流動性 向上・固結防止といった加工 助剤などその目的は多彩です。	分散性・混合性に優れたものや、飲料用として 沈澱を抑制したタイプ等、品揃えしております。 一般の栄養強化には、「ホワイトン」 機能を求めるならば、「コロカルソ」 飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」 詳細につきましては、弊社営業担当に お気軽にお尋ね下さい。
 白石カルシウム株式会社	食品部：東京都千代田区岩本町 1-1-8 TEL. 03-3863-8913 本 社：大阪 市 北 区 同 心 2-10-5 TEL. 06-6358-1181

築地市場魚貝辞典（マダラ）

冬の朝。まだ明けやらぬ築地市場の中は人、トラック、大八車、自転車、ターレットと交通の増埒（るつぽ）である。煩雑極まりない。これを信号で制御すれば、たいへんな渋滞を引き起こすであろう。そこで登場するのが守衛による交通整理である。前後左右の様



正門付近の交通整理

子を確認しつつ、手の合図で多くの車両をさばっていく。まだまだ人間の手でやらなければならないことがある、と実感するひとコマである。そうして場内に入出入りするトラックのナンバーを見ると、日本各地から来ていることが分かる。北国を走ってきたのか、雪を乗せているトラックもある。北国の魚貝類を積んでいるのであろう。冬の厳しい北の海で捕れる魚には、美味しいものが少くない。今回は、マダラである。

一分類一

マダラを分類学的に表すと、タラ目タラ科マダラ属となる。言い換えると、やや小さい尾鰭があり、腹鰭が鰓蓋の下にあり、鰭にトゲがない魚のうち、背鰭が3つある仲間で、上顎が下顎より前に突き出る魚ということになる。体型はやや細長い、ふつうの魚の形をしているので、特別なグループである感覚は少ないかもしれない。タラ目には8科が含まれる。タラ科のほかには、チゴダラ科やソコダラ科、メルルーサ科など深海や寒冷な海域にすむ種類が多い。タラ科にはマダラ属やスケトウダラ属、コマイ



マダラ

属など、12属があるが、日本近海には3属しか分布しないのでなじみがない。マダラ属はマダラとタイセイヨウマダラ、ホッキョクマダラの3種が知られている。

なおギンダラは、タラと名が付くが、タラの仲間ではなく、アイナメに近いカサゴ目の魚である。築地市場などで「ひげだら」と呼ばれるヨロイイタチウオは、タラ目に近いアシロ目という別のグループの魚である。

一形態一

体はやや細長く、体の断面は上下に長い楕円形をしている。頭(鰓穴より前の部分)はやや大きく、体長のおよそ1/3。口は大きく上下の顎には円錐状の歯が並ぶ。上顎は、下顎より前に突き出る。腹部は大きく、体の後方が細くなるので、太って見える。背鰭は3つに分かれている。臀鰭も2つに分かれている。腹鰭はやや小さく鰓蓋の下の方にある。鱗は細かく、はがれにくい。雌雄で体型や体色の違いはないので、外観からの識別は困難である。

体色は、背面は茶褐色で不規則な茶色のまだら模様がある。腹側は白い。体長は1mになる。

スケトウダラに似るが、スケトウダラはマダラより体が細く、眼が大きい。また体のまだら模様も柄が大きめで、色も濃い。小ぶりの個体は、これらの特徴が不明瞭でマダラと区別しにくい場合があるが、スケトウダラは下顎が上顎より突き出るので、区別できる。



大きな頭部



下顎のヒゲ



3つある背鰭

一生態一

朝鮮半島、茨城県からカリフォルニア州までの、沿岸から水深550mに分布する。海底付近を泳いで魚類や甲殻類のほか、何でも食べる。1ヶ所にとどまり移動をしないものと、産卵場から数百キロメートルの移

動をするものがある。産卵期は12月から3月にわたる。直径1mmほどの卵を180万から400万粒生む。卵は付着性で、海底に沈む。春先になると沿岸の藻場や、港内で群れる稚魚を見ることができる。沿岸で過ごした後、夏から秋に深場へ移動する。成長は早く、1年で20cm、2年で30cmになる。およそ3年で成熟する。寿命は12年以上。

―漁業―

海底付近で生活するので、海底に下ろした網を船で引っ張る底曳網での漁獲が多い。刺し網（魚を絡めとる網）や延縄（海底に長いロープにたくさんの餌を付けた仕掛けを沈めて釣る）でも漁獲される。養殖は行われていない。

築地市場には、主に鮮魚で入荷する。氷の敷かれたトロ箱に入れられ、店先に並んでいる。まれに活魚も見ることがある。生鮮のほか、加工品も見られる。ほぼ通年入荷するが、主な入荷時期は10月から3月の間である。北海道と東北各県から入荷する。

輸入のマダラは、塩をしたフィレ（頭と内臓、中骨をとった3枚おろし）や、冷凍品がアメリカから入荷する。一時期、ヨーロッパからタイセイヨウマダラの入荷もあったが、最近は見かけない。

―利用―

寒い時期のタラといえば、鍋物であろう。淡白な白身であるが、鍋にすると旨味が広がり、温まる。くせがないので、鍋以外も様々な料理に向く。生の身を昆布で巻いて味を移した昆布メ、フライやムニエルなど洋食でも使われる。

フィレに軽く塩をした塩だらは、生の身より身が締まり、味が濃くなって美味しい。俗に「ぶわだら」と呼ばれるが、これはマダラの身が柔らかく、「ブワブワ」した感じがするので名づけられたという。

干物では、頭を落とした身を開い

て干した開きだらと、身を切り開いて棒状に干した棒だらがある。これらは干物にすることで水分が抜け、さらに味わい深いものとなっている。水に戻して、煮物などにされる。

身よりも珍重されるのが白子である。白子、すなわち精巣なので、

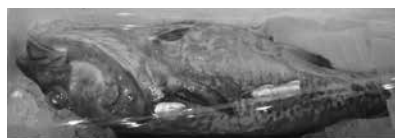


ぶわだら



白子

当然、オスからしか得られない。細かなくびれがあって、菊の花が開いたように見えるところから「きくこ」、大きく発達してくることから「たつこ」などと呼ばれる。



大き目のマダラ

タラの卵巣はタラコであるが、塩蔵品や明太子に使われるのはスケトウダラの卵巣である。マダラの卵巣は、スケトウダラの卵巣に比べて太く大きい。浮遊性のスケトウダラの卵は、表面が円滑でつるりとしている。マダラの卵は付着性で表面に細かな突起があるので、舌触りがザラザラするともいう。ふつう塩蔵品にはされず、生鮮で流通し、煮付けなどにされる。

産卵に備えて栄養を蓄えていること、産卵のために岸近くに集まって来るので漁獲量が増えることなどから、冬が旬とされている。

ーエピソードー

腹いっぱい食べることを、俗に「たらふく」という。これはマダラの口が大きく、たくさんの餌を飲み込むことに由来する。マダラは漢字で書くと真鱈。魚偏に雪と書くのは、マダラの漁期が雪の降る冬場であることに由来するといわれる。

文 献

- 1) 坂本一男：旬の魚図鑑，主婦の友社（2007）
- 2) 仲坊徹次（編）：日本産魚類検索 全種の同定 第2版，東海大学出版会（2001）
- 3) 水島敏博・鳥澤 雅（監）：新 北のさかなたち，北海道新聞社（2003）
- 4) 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次：東シナ海・黄海の魚類誌，東海大学出版会（2007）



“薬膳”の知恵 (55)

Key Words : 薬膳 ■ 食養生 ■ 秋

荒 勝俊*

中医学は、《すべての物質は陰陽二つの気が相互作用し、表裏一体で構成されている》と考える（陰陽学説）と、《宇宙に存在する全ての事象は“木・火・土・金・水”と呼ばれる五つの基本物質から成り、その相互関係により新しい現象が起こる》と考える（五行学説）に基づいた独自の整体観から構成されている。中医学における治療は、古代帝王の神農が草木の薬効などを記した「神農本草」を基に、医療技術と調理技術を双方修得した食医がおかれ、医療と食事を兼ね揃えた“薬食同源”という観点から食療法としての“薬膳”が形成された。即ち、“薬膳”とは《中医学の基礎概念である陰陽五行学説に基づき、健康管理や病気治療のために食材の持つ様々な機能を組み合わせて作った食養生》のことである。薬膳には①食養生としての薬膳と、②治療補助的な意味の薬膳があり、健康維持を目指す薬膳は“養生薬膳”に属している。

“薬食同源”の歴史は周の時代に遡ることができ、食療法が論述された著書が多く執筆され

た。唐の時代の孫思邈が書いた『千金方』と『千金翼方』には食療法に関する専門的な論述があり、古代の食療法の発展に大きな影響を与えた。今月は万物が成熟して収穫され、人の活動力も次第に静まってくるという特徴を持つ秋季に焦点を絞り、その養生法を紹介する。



1. 秋の養生



中医学では、24節気の立秋から霜降までの6つの節気（立秋、処暑、白露、秋分、寒露、霜降）が秋に分類される。秋は収斂の季節であり、万物が成熟して収穫され、人の活動力も次第に静まってくる。

秋是一年の中で気候の変化が大きい季節で、初秋はまだ暑さや湿気が残り、晩秋には寒さを感じるようになる。秋の気は“燥”で、初秋は“温燥”、冬に近い時期は“涼燥”と呼ばれる。秋の六淫は燥邪（陽邪）で乾燥性を持ち、津液を損傷しやすく肺を傷つけやすい。

* 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))

●立秋（りっしゅう、8月8日頃）

残暑が厳しく、まだ暑い最中だが、朝夕は秋の気配が感じられる。

●処暑（しよしょ、8月23日頃）

暑さが峠を越え、朝夕は涼しさが感じられる。

●白露（はくろ、9月8日頃）

夜間の気温が低くなり、草木に露（つゆ）が降り始める。

●秋分（秋分、9月23日頃）

秋の彼岸の中日で、昼と夜の長さがほぼ等しく、この日を境にして徐々に昼が短く、夜が長くなる。

●寒露（かんろ、10月9日頃）

五穀の収穫がたけなわな時期で、農家は繁忙を極める。晩秋の色彩が色濃く、朝晩は肌に寒気を感じ始める。

●霜降（そうこう、10月24日頃）

夜間の冷え込みが厳しくなり、霜が降り始める。

昔から秋は“金秋”と呼ばれ、肺は五行の中で金に属し、ゆえに肺の気は“金秋の気（燥の気）”と呼応される。秋の季節は燥邪の気が人体を侵しやすく、肺の陰の精を傷つけることになると言われている。「黄帝内経・四季調神大論篇」には、「秋を容平の時期という。万物が実をみのらせる時期である。すべてが引き締まり、収納される時期である。この季節には、鶏の寝起きのように、早く寝て早く起きることであり、心を安らかにし、悔やまず精神を落ち着かせて、秋の気が身体を損なうことのないようにし、やたらと動きまわって、肺を冷やさないようにする。これが秋の季節に調和した養生法である。もし、養生法に逆らって、精神を動揺させたり、秋の冷えにあたり肺を冷やしたりすると肺を損傷し、冬になって下痢をしたりする。」と記述されている。そのため、晩秋の飲食による養生は陰を滋養し燥（肺）を潤すべき

である。

肺の機能は、肺の呼吸を通じて絶え間なく濁った空気を吐き出し、新鮮な空気を吸い込む事で人体の正常な新陳代謝を維持している。また肺気は全身の気を動かしている為、肺気の不足と運動の失調は呼吸異常と全身の不調となって現れる。そこで、秋の養生法の基本原則は、「養陰防燥」という言葉で表現されている。この様に、秋になると陽気が次第に衰え始め、陰気が盛んになってくるので、体内の陰気を養う事（養陰）が最も重要であり、養陰には乾燥から身を守る事が必要なのである。

①乾燥を防ぐ

秋になると気温が下がり始め、湿度も低くなって空気が乾燥する。秋は五行学説において肺に対応しており、乾燥した気候は肺の陰気を損傷させ易い。こうした状況から、秋は口や咽喉が渇く、空咳が出る、肌が乾燥する、などの症状が出易くなる。従って、秋の養生は乾燥を防ぐことが重要である。

②冷えに注意

秋は冷気が忍び寄ってくる季節である。夏の暑さで人体の各組織は水分が不足しており、こうした状況で冷気に侵されると、頭痛、鼻づまり、胃痛、関節痛などの症状が現れやすくなるので、冷えには充分注意が必要である。

③基礎体力を養う

夏は体力の消耗が大きく、消化吸収力が衰える季節である。秋は人体にとって収穫の季節で、体力を養う重要な時期といえる。



2. 秋の食養生



秋は空気が乾燥しているため、空咳や痰、更に喘息、気管支炎などの呼吸器系の疾患、また、髪のパサツキ・肌の乾燥などの症状が起こりやすい。

2-1. 秋の食材

秋の養生に用いる食材の基本は「養陰防燥」が原則であり、体内の陰気を養い、潤いを与える食物と、それを生かす調理法が“食養生”であり“自然治癒力を高めることになる。「酸甘化陰（さんかんかいん）」といって自然の酸味と甘味を合わせて食べると陰気が湧いてくると言われており、梨などの果物は正にこれにあたる。他の体内の陰気を養い潤いを与える食材としては、白キクラゲ、胡麻、蓮、ホウレン草などがある。

また、秋は肺の活動が活発になる為、辛い食物を食べ過ぎると肺の活動が異常に旺盛になり、肝臓の働きを損なうことになる。そこで、ネギ、生姜、ニラ、唐辛子など辛い食物は食べ過ぎないように注意する必要がある。また、リンゴやブドウ、トマトなどは肝の働きを助けるので、できるだけ多く食べると良い。

秋は燥が肺に影響を与える季節なので、肺を

潤すことが大切になる。柿は燥邪に侵されて引き起こされる、咽喉の痛み、口や舌の爛れ、空咳などの症状を緩和する効果がある。梨は、熱を冷まし、肺を潤し、咳を止め、喉の渇きや痛みを止める。白キクラゲも肺に入り、杏仁は咳、喘息を抑える。ギンナンは収斂の働きがあるので咳を止める効果が有るが、食べすぎには注意が必要である。

百合には心臓と肺の働きを助ける作用があり、咳や痰を鎮める。秋は陽の気と陰の気が入れ替わる過渡期で、気候がだんだん寒くなって、日照時間が短くなる。葉が色づいて落ちるため、人々は心の中で物寂しさを感じ、情緒の不安定や感傷的になりやすい憂鬱な気持ちになる季節でもある。こうした状況において、百合は不眠症を解消したり精神安定にも有効である為、秋には適した食材である。

栗は脾の働きを助けて消化を促進させ、腎臓の働きを活発にする作用がある。初秋の頃は食

陰気を養う食材	心・肺を助ける食材	脾・胃を調える食材	旬の食材
 梨  蛤  帆立貝  蓮根  山芋  ホウレン草  豆腐  牛乳(豆乳)  胡麻  豚肉  鶏卵  白キクラゲ  銀杏  クコの実	 大豆  豆腐  クルミ  梨  バナナ  柿  マスカット、巨峰、デラウェア  タマネギ  大根  葱  山芋  蓮根  ナッツ類  蜂蜜	 栗  ドジョウ  山芋  人参  椎茸  大蒜  南瓜 【果物】  柿  梨  林檎  イチジク 【魚類】  秋刀魚  鰹  鯖  鰯	【野菜】  ジャガイモ  里芋  蓮根  キャベツ  セロリ  山芋  白菜  さつまいも  葱  マスカット、巨峰、デラウェア  毛がに  イセエビ  帆立貝

図1 秋の食養生

べ過ぎにより脾・胃の消化吸收機能を損ないがちなので、脾・胃の働きを調える働きのある栗を食べるのは非常に良い。栗ご飯のようにして食べるのも良い。

それ以外に、秋の野菜としてはさつま芋、里芋、玉葱、茄子、人参、白菜、まいたけ、しめじ、椎茸、果物としてはマンゴー、アボカド、ライム、イチジク、魚介類としてはアジ、鯛、カジカ、鮭、鯖、鱈、秋刀魚、平目、鮪、イセエビ、あわび、帆立、などがある。

2-2 秋の養生茶

秋の薬膳茶としては、カラダを潤わせる役割のある烏龍茶や菊耳茶、梨果茶、百合果茶、滋陰潤肺茶、桑葉梅茶などが紹介されている。

2-3 陰を補う生薬

陰を補う代表的な生薬として、「腎陰」を補い体を潤す働きを持つ「六味地黄丸」が有名である。六味地黄丸の生薬構成は六種類の生薬からなり、「三瀉三補」といって構成生薬のうちの三つは、体内の掃除をする働きを持ち、残りの三つは体を補う役割がある。



3. 秋の気功養生



秋は容平（ようへい）と呼ばれ、収穫の季節である。外界は夏の陽気から陰の季節に移る。万物も成熟して実を結ぶ秋は、すべてが引き締められ収納される季節である。発散していたエネルギーは外から内へと穏やかに戻り、冬に入る準備がはじまる。また、一年で一番重要な時期は十一月である。十一月は十二支の“子”の時間で、物事の始まりの時期であり、人間の生物時計もこの“子”の時間から動き出す。そこで、

この時期を大切にすると次の一日や一年が良くなる。秋になると、体の表面に出て行った気が集まってくる時期でもある。

そこで秋の気功養生としては、気分を落ち着かせ呼吸を整える事が重要となり、発散の自動動功ではなく、小周天呼吸法や站樁法、瞑想法が適している。秋の站樁法は1時間を限度にあまり長く行わない様に心がける。

ここで少し呼吸法に関して述べる。

気功における呼吸法は深呼吸に似ているが、意識で呼吸をコントロールする点が異なる。呼吸法には大きく分けて腹式呼吸（調息）と逆腹式呼吸に分けられる。

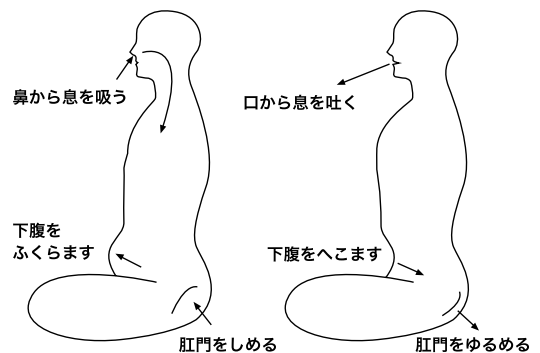


図2 腹式呼吸



図3 小周天呼吸法

*1: 小周天（しょうしゅうてん）：小周天とは、体の生命エネルギー（気）を意識と腹式呼吸で丹田などに集めて燃え上がらせ、体中を巡らせる気功法の一つで、煉精化気と称されることもある。大周天を行う基礎になるため、築基の法とも呼ばれ、煉己、調薬、採薬、封固、煉薬、採丹の工程がある。

*2: 丹田（たんでん）：臍の下3センチの奥にあり、気の倉庫の役目をする。錬功中は丹田に意識を集中させる。

腹式呼吸は下腹部の運動を伴うので、下腹部の血行を良くし内臓の働きを高めるという利点がある。腹式呼吸の方法は、まず下腹をへこましながら体に溜まった濁気を口から吐き出す。続いて、鼻からゆっくり息を吸いこむ。この時、必ず下腹を膨らませながら肛門を閉め上げる。吸いきったら、口からゆっくりと息を吐き出ししながら下腹をへこまし、肛門を緩める。こうして、吸気と呼気をゆっくりとくり返していく（図2）。

腹式呼吸に対し、吸う時に下腹をへこませ、吐くとき下腹を膨らます方法を逆腹式呼吸という。この呼吸法は高血圧気味の人に向く。

今回は《秋》の題材の古典落語を紹介する。『河豚鍋（ふぐなべ）』は、古典落語の演目の一つ。原作は”十返舎一九”の小咄「河豚汁」で、これを二代目林家染丸が上方落語に仕立てたものである。主な演者として、上方では3代目林家染丸、初代森乃福郎、東京では2代目桂小南が演じた。

関西では、ふぐのことを“てつ”と呼称する。ふぐの刺身は“てっさ”，ふぐ鍋・ふぐちりのことを“てっちり”と呼ぶ。これは，“下手な

鉄砲も、数打ちゃ当たる”の“てつ”，つまり，“弾に当たる”，“たまに当たる”のシャレのようだ。

【河豚鍋】

久しぶりに旦さんの家にやってきた大橋さん、この前、北海道の温泉旅行に行ってきたなんぞと世間話を始める。話は盛り上がり、旦さんがちょうど一杯飲もうとしていたところなので、大橋さんも一緒にご相伴にあずかることになった。

旦さん：「早速やが、まあ一杯いこうか・・・」

大橋さん：「そうですか、旦さんのお酌で、こらまあ恐れ入ります。ハア～っこら結構な。何ちゅう銘柄で？《清酒犬乃盛（いぬのさかり）》，なるほど、名前からして上品な感じがしとります。」

旦さん：「お酒を気に入ってくれたか。ところで、あんた鍋は食べるか？」

大橋さん：「鍋ねえ……，わたしあんまり歯は丈夫な方やおまへん。」

旦さん：「あんた鍋かじる気いか。いやいや、きょうは鍋の用意がしてあって、あんたにご馳走しようと思ってな。さッ、遠慮せんとドンドン箸付けとおくれや。」

大橋さん：「そうですか。こちらでお鍋までよべられるやなんて、ええとこ来ました。旦さん、きょうは何のお鍋でございます？」

旦さん：「まあ、食べたら分かるがな。」

大橋さん：「とりあえず、何のお鍋？何が入ってんのかちょっと知りたくて・・・？」

旦さん：「見たら判るやろが……。白菜，椎茸，豆腐も入っている・・・」

大橋さん：「それは見れば判ります。これこれ，豆腐と椎茸の間からちょっと顔出してるやつね，私の方をじ～ッと見てニコ～ッと微笑んでおられますが，これはいったい何でおますか？」

旦さん：「ああそれかいな，それは“テツ”やがな。」

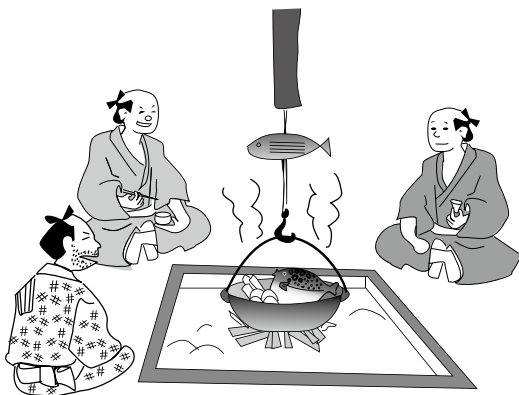


図4 河豚鍋（江戸）

大橋さん：「これ旦那さん“テツ”ですか、あの軍艦を作る？」

旦那さん：「何をわけの分からんことを、違うがな、これは“フグ”や。」

大橋さん：「え？“フグ”ですか。さよかあ、それやったらそおと始めにそない言うていただいたらよろしいのに。おッ、わたしちょっと家に用事思い出したので一旦失礼さしてもらいます。」

旦那さん：「これ、どこ行くねん。遠慮せんと食べたらどや。」

大橋さん：「いやあ、あのお〜、何でございます、フグと伺いますとちょっとこのご辞退をさしていただきたい。昔から《河豚鍋や、鯛があるのに無分別》、てなこと言いますんでな、ちょっとこれだけは・・・。」

旦那さん：「あんた、“フグ”が恐いのんか？情けない人やなあ、今日誰もそんなこと言うてへんで。大丈夫、わしが請け合うさかいにちょっと食べてみなはれ。」

大橋さん：「わたしにお構いなくどおぞ旦那さん食べとくれやす。」

旦那さん：「わし？そらわしかて食べたいけど・・・、気色が悪いがな。」

大橋さん：「なんですって・・・」

旦那さん：「だいたい、この“フグ”はよそからの貰いもんやねん。わしも“フグ”を食べるのは初めてでなあ、どおも気色悪いさかい、『誰

ぞが家に来たら、いっぺん食べさしといて、大丈夫やったら家族でよばれよか』、ちゅうなこと言てたとこやったんや。」

鍋を前に二人が途方にくれていると、折よく物貰いがやってきた。

旦那さん：「そんならあいつに食べさせて具合見てやれ。」

大橋さん：「そらよろしいな。」

と少しだけ与える。

物貰いが食べて、何ともなかったら、大橋さんと二人で食べようという計略ですな。で、この物貰いの後をつけて行った大橋さん、物貰いがなんぞ食べるのを見て、安心して帰ってくる。安心して二人で鍋を食べだすことになるが、なかなか二人とも口へは入らない。やっとの事で二人一緒に食べると・・・、これが美味しい。

美味しい、美味しいと、どんどん食べていく。最後は雑炊にして、お腹いっぱい二人とも満足している所へ、さっきの物貰いがやって来て

物乞い：「旦那さんがた、先程の鍋はみなお召し上がりになりましたかいなあ？」

旦那さん：「もう、あらへんがな。このとおり、すっかりと食べてしもうた。」

物乞い：「お体のほうは？」

旦那さん：「何ともないがな。」

物乞い：「それでは、私も十分に安心して、帰ってゆつくりと頂戴をいたします。」

***** ◀◀

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) 中医臨床のための中薬学 神戸中医学研究会編著 医歯薬出版
- 4) [詳解] 中医基礎理論 劉燕池・宋天彬・張瑞馥・董連榮著／浅川要監訳
東洋学術出版社
- 5) 東洋医学のしくみ 兵頭明監訳 新星出版社
- 6) 中医食療方 瀬尾港二, 宗形明子, 稲田恵子著 東洋学術出版社
- 7) 全訳中医基礎理論 浅野周訳 たにぐち書店
- 8) 漢方アドバイザー養成講座テキスト 漢方に関する基礎知識編 第二巻
JACDS
- 9) 薬膳と中医学 徳井教孝・三成由美・張再良・郭忻共著 建帛社
- 10) 医学生のための漢方・中医学講座 入江祥史編著 医歯薬出版
- 11) 全訳中医診断学 王憶勤主編 たにぐち書店
- 12) 中医診断学ノート 内山恵子著 東洋学術出版社
- 13) 気功革命 治療力 盛鶴延著 コスモスライブラリー
- 14) よくわかる気の科学 仲里誠毅著 ナツメ社
- 15) 気功法の本 学習研究社
- 16) 気を科学する 町好雄著 東京電気大学出版局
- 17) ここまでわかった気の科学 佐々木茂美 ごま書房
- 18) 決定版 気の科学 品川嘉也・河野貴美子著 総合法令

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

ニューフードインダストリー 第53巻 第3号

印刷 平成 23 年 2 月 25 日

発行 平成 23 年 3 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