懇話会 ニュース

日本水産学会水産利用懇話会

平成 10 年度第 1 回講演会を下記により開催した。

1. 海藻と健康 村田昌一
2. 乳酸菌を利用したバイオブリザーション
..... 加藤丈雄

日 時：平成 10 年 10 月 23 日

場 所：水産庁中央水産研究所

海藻と健康

村田昌一（水産庁中央水研）

Sea Algae for Our Health

Masakazu Murata

(National Research Institute of Fisheries Science)

わが国は現在、世界一の長寿を誇っているが、これは高齢者人口の増加をも意味している。一方、日本人のガン、高血圧、糖尿病、冠動脈性心臓疾患等の成人病の罹患率が年々増加し、健康に老いることが非常に難しい時代となってきた。これらの原因には日常の食生活の変化が密接に関与していることが種々の研究によって明らかになってきた。最近の食生活の変化の特徴は、農林水産業やその生産物の流通体系の変化や食品加工技術の発展等により、好きな食品、食べたい食品が、いつでもどこでも手に入る時代になってきたことだと考えられる。すなわち、日本でも欧米での主要食品素材である肉や乳製品を加工・調理した食品を手軽に食べることができるようになってきた。このような変化は食生活に豊かさを与えた反面、魚介藻類、野菜等、多種多様な食品素材を用いた典型的な日本型食事体系を変化させつつある。しかしながら、この食生活の変化が日本人の各種成人病の発症の増加と結びついている可能性が指摘されている。

近年、食品素材に体調を整える（体調調節）作用を有する成分が含まれることが明らかとなっており、食品の機能性に注目が集まっている。食生活を変えるのみならず、この様な体調調節成分を含む食品を積極的に取ることも成人病の予防や治療に重要であると考えられる。食品の中の体調調節機能が初めて明らかにされたのは日本型食生活の主要な食品素材である魚類からであった。従って、日本人の健康に水産生物（魚類、貝類、藻類、エビ、カニ等すべてを含めて）が大きく寄与していた可能性が考えられる。魚介藻類を好む日本人が現在何種類の水産生物を食品素材としているかを調査した結果、海藻

類で約 20 種、魚類では 100 種、その他、エビ、カニ、タコ、イカ、貝類を合わせると約 500 種近くにおよぶと推定されている。特に、海藻類には体調調節成分が含まれていることが多くの研究によって明らかにされてきた。しかしながら、日常の食生活では穀類、野菜類、魚介藻類、肉類等、多種の食品を摂取しており、食品の組み合わせ、あるいはその加工、調理等における食品成分間の相互作用によって、その機能性が相乗的に、相加的に、あるいは相殺的に変動する可能性が考えられる。また、1 つの食品素材中には体調調節成分の他にも多種多様な栄養素が含まれており、食品素材の機能性を解明するには食品素材間あるいは食品成分間の相互作用等、複合系での効果の検討が是非とも必要である。そこで私たちはこれら研究の基礎的知見を得ることを目的として、海藻、特に日本で最も多量に摂取されているワカメの生体の脂質代謝への影響を検討した。¹⁾

乾燥ワカメ粉末を各種含量で添加した餌でラットを 3 週間飼育後、乾燥ワカメ粉末無添加食（コントロール食）を摂食したラットと血清及び肝臓脂質濃度を比較した。その結果、ワカメの餌への添加は、添加量依存的に血清及び肝臓中のトリアシルグリセロール濃度を低下させることが明らかとなった（表 1）。

生体のトリアシルグリセロール濃度は肝臓での脂質の合成と代謝量によって調節されていることから、ワカメによるラット血清および肝臓中のトリアシルグリセロール濃度の低下は、肝臓での脂質の代謝の変動が原因となっている可能性が考えられた。そこで、この可能性を確認するために脂質の合成と酸化に関与する肝臓酵素の活性に与えるワカメの影響を検討した。その結果、ワカメ食はコントロール食に比較して脂肪酸 β -酸化関連酵素活性を上昇させることが、また、この酵素活性の上昇が肝臓ミトコンドリア画分で顕著であることを確認した（表 2）。すなわち、ワカメが肝臓での脂質の酸化を促進させることにより、血液および肝臓中のトリアシルグリセロール濃度を低下させていると考えられた。

さらに、筆者らは高ラード食で飼育し、実験的に高トリアシルグリセロール血症にさせたラットにワカメを投与すると血清および肝臓のトリアシルグリセロール濃度が顕著に低下することを、また、魚油とワカメを同時にラットに食べさせると相加的に血清および肝臓中のトリアシルグリセロール濃度を低下させることも確認した。

近年、血液中の脂質の蓄積は高脂血症の原因、ひいては動脈硬化症や冠動脈心臓疾患の発症を導く可能性が指摘されている。このことから、ワカメを積極的に食べることはこれら疾患の予防や治療に結びつくと考えられる。この実験に用いた 10% 乾燥ワカメ粉末添加食に含まれるワカメ量を私たちが食べる市販ワカメ量に換算すると

Table 1. Concentration of lipid components in the serum and liver of rats fed diet containing different proportions of wakame¹

	Dietary wakame powder (g/100 g diet)					
	0	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
Serum						
	(mmol/L)					
Triacylglycerol	3.3±0.5 ^a	2.8±0.5 ^a	2.7±0.2 ^a	2.4±0.3 ^b	2.3±0.2 ^b	1.7±0.1 ^c
Cholesterol	3.9±0.3	3.9±0.3	3.6±0.5	3.9±0.3	3.6±0.3	3.9±0.3
Phospholipid	6.7±0.6	6.4±0.6	6.7±0.3	7.0±0.9	6.7±0.3	6.7±0.3
Liver						
	(μmol/g)					
Triacylglycerol	58.8±7.9 ^a	57.0±4.7 ^a	45.6±4.3 ^b	43.3±2.5 ^b	32.3±1.2 ^c	26.9±2.8 ^d
Cholesterol	5.2±0.3 ^a	5.4±0.3 ^a	5.4±0.3 ^a	5.4±0.3 ^a	4.7±0.3 ^a	2.1±0.3 ^b
Phospholipid	68.9±4.3	61.0±3.3	67.4±4.0	70.2±6.4	67.1±3.0	65.9±3.3

¹ Values are mean±SEM for 7 rats.^{abcd} Different superscripts in each row indicate significant differences ($P<0.05$) between dietary treatment groups.**Table 2.** Activities of enzymes involved in fatty acid oxidation in the livers of rats fed diets containing different proportions of wakame¹

Enzyme activities	Dietary wakame powder (g/100 g diet)			
	0	5.0	10.0	
Carnitine palmitoyltransferase (EC 2.3.1.21) (nmol/(min•mg protein))	9.8±0.5 ^b	10.4±0.5 ^b	12.5±0.6 ^a	
Acyl-CoA dehydrogenase (EC 1.3.99.3) (nmol/(min•mg protein)) Substrate 16:0-CoA	31.6±3.7 ^c	46.2±6.5 ^b	71.9±4.5 ^a	
Acyl-CoA oxidase (EC 1.3.3.6) (nmol/(min•mg protein)) Substrate 16:0-CoA	3.3±0.3 ^b	4.2±0.8 ^a	4.4±0.4 ^a	
3-Hydroxyacyl-CoA dehydrogenase (EC 1.1.1.35) (nmol/(min•mg protein))	346.9±35.8	416.8±43.9	459.0±56.0	
Enoyl-CoA hydratase (EC 4.2.1.17) (nmol/(min•mg protein))	1868.8±207.0 ^b	3006.6±330.5 ^a	3476.0±346.7 ^a	
2,4-Dienoyl-CoA reductase (EC 1.3.1.34) (nmol/(min•mg protein))	7.45±0.21 ^b	9.58±0.65 ^a	11.22±0.70 ^a	

¹ Values are mean±SEM for 7 rats.^{abc} Different superscripts in each row indicate significant differences ($P<0.05$) between dietary groups.

1日300g以上と多量となる。しかし、私たちの日常生活では無理に多量に摂取しなくとも毎日、少量ずつワカメを食べ続けることで効果は必ず発現すると考える(図1)。このように機能性成分を長期にわたって安全に摂取することができることも機能性成分を食品素材として摂取するとの利点であると考えられる。

中国4000年の歴史を持つ漢方医薬書²⁾には健康になるために、あるいは発病した時にどのような天然産物や食品素材を食べたら良いか、医食同源の基本手法や処方が数多く記載されている。しかし、その中に含まれている海藻類は非常に数少ない。このことから、日本人は海藻を食し、健康を維持している数少ない民族の一つだと考えられる。従って、私たち日本人はもう一度、日本型食生活の中心食品素材である海藻を見直し、さらに有効

図1 ラット脂質代謝に与える食餌性ワカメの影響

成分のみに固執することなく食品素材として海藻が健康に果たす役割をさらに詳細に検討する必要があると考える。

文 献

- 1) M. Murata, K. Ishihara, and H. Saito: Hepatic fatty acid oxidation enzyme activities are stimulated in rats fed the brown seaweed, *Undaria pinnatifida* (wakame). *J. Nutri.*, (in press)
- 2) 久保道徳, 谿 忠人: 漢方醫薬学, 広川書店, 東京, pp. 1-367 (1984)

乳酸菌を利用したバイオプリザベーション

加藤丈雄 (愛知県食品工業技術センター)

Biopreservation by the Use of Lactic Acid Bacteria

Takeo Kato

(Food Research Institute,
Aichi Prefectural Government)

1. はじめに

近年, 食生活を含めた生活習慣の著しい変化, 消費者の健康志向, さらには大規模な食中毒事故の発生などにより, 食品にはより高い品質と安全性が要求されるようになった。食品の保存には様々な手段があるが, 合成保存料に対する不安から, より安全と考えられる生物的添加剤を用いる食品の生物的保存法が注目されるようになった。バイオプリザベーション (Biopreservation) とは, 「植物, 動物および微生物起源の物質, 又はそれらが生産する抗菌性化合物で, ヒトが長期間にわたって食品に添加して利用し, 健康に支障がないことが明らかとなっているものを用いる保存法」と定義されている。¹⁾ バイオプリザベーションは, 発酵および発酵産物による食品の保存法とも言える。発酵食品のほとんどに乳酸菌が関与しているため, 乳酸菌およびその生産物がバイオプリザベーションの中心になると考えられている。

2. 乳酸菌の生産する抗菌性物質

乳酸菌は, 1) グラム陽性の桿菌または球菌, 2) 通性嫌気性もしくは嫌気性でカタラーゼを産生せず, 3) 内生孢子を持たず, 4) 消費したぶどう糖から 50% 以上の乳酸を生成し, 5) ナイアシンなどのビタミン B 群を必須に要求する一群の細菌であり, 動物, 植物および食品に広く存在する。従来は *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* 属の 4 属に分類されていたが, 現在は 12 属に分類されている。食品中で乳酸菌は様々な機能を発揮するが, 中でも保存性の付与が最も重要である。乳酸菌の生産する抗菌性物質として 1) 有機酸 (乳酸, 酢酸, プロピオン酸, 蟻酸), 2) 過酸化水素, 3) 低分子物質 (ロイテリン, シアセチルなど), 4)

バクテリオシンがある。この中で有機酸とバクテリオシンがバイオプリザベーションの中心的役割を果たす。

3. 乳酸菌の生産するバクテリオシン

バクテリオシン (bacteriocin) とは, 細菌の生産するたんぱく質もしくはペプチドからなる抗菌性物質で, 主に生産菌の類縁菌に対して殺菌的に作用する。バクテリオシンは様々なグラム陽性菌と陰性菌によって生産されることが知られている。²⁾ 近年, 多くの乳酸菌がバクテリオシンを生産し, その中のあるものは食品加工上有用であることが明らかとなった。乳酸菌の生産するバクテリオシンは Klaenhammer³⁾ により 4 つに分類されている。

I. ランチビオティクス (lantibiotics): ランチオニンなどの異常アミノ酸を含む耐熱性ペプチド (<5 kDa)。ナイシン (nisin), ラクチシン (lactacin) 481 など。

II. ランチオニンなどを含まない耐熱性ペプチド (<10 kDa), ペディオシン (pediocin) PA-1, サカシン (sakacin) A など。

III. 熱感受性の高分子タンパク質 (>30 kDa): ヘルベティシン (helveticin) J など。

IV. 糖や脂質と複合体を形成するもの: プランタリシン (plantaricin) S, ロイコノシン (leuconocin) S など。

食品保存料として実用化された乳酸菌バクテリオシンとして, ナイシン (nisin) A がある。ナイシンは最も早く存在が確認され, 精製され, 実用化された乳酸菌バクテリオシンである。⁴⁾ 図にナイシンの分子構造を示した。ナイシンは *Lactococcus lactis susp. lactis* が生産し, 分子内にランチオニンおよびメチルランチオニンからなる分子内環状構造を有する分子量 3,354 Da のペプチドである。ナイシンはグラム陽性菌に対して殺菌的に作用し, さらに *Bacillus* や *Clostridium* の芽胞の発芽も阻止する。また, ナイシンは酸性で安定で, 耐熱性を有することから, 食品加工上都合がよく, キモトリプシンなどのプロテアーゼによって消化管内で容易に分解されるため, 安全性が高いと考えられている。現在, ナイシンは世界の約 50 カ国で食品保存料として使用されている。なお, 日本では許可されていない。ナイシン以外に食品保存料として認められたバクテリオシンはまだない。しかし, 長年常食としている食品から分離された乳酸菌や発酵乳などのスターターカルチャーとして商業的に利用されてきた乳酸菌の多くがバクテリオシンを生産することが明らかになった。このことは, ヒトが知らず知らずのうちにバクテリオシンを食品とともに摂取してきたことを示唆するものであり, 乳酸菌バクテリオシンがバイオプリザベーションの最も有力な候補であることの根拠