

L-カルニチンの機能性について

伊藤ハム株式会社 中央研究所

若松 純一



Summary

L-カルニチンは、エネルギーとなる脂肪の代謝に必要な不可欠な物質であり、体内でリジンとメチオニンから生合成されるとともに、食事、特に食肉から供給されます。L-カルニチンは中性脂肪やVLDLコレステロールの低下作用、肝脂肪蓄積の抑制作用、運動能力の向上作用など、多彩な生理活性機能を示すことが知られており、糖尿病患者の糖代謝を改善したり、慢性疲労症候群患者の症状を改善することなどが報告されています。

Key words

L-カルニチン 脂肪代謝 長鎖脂肪酸 ミトコンドリア リジン メチオニン
中性脂肪 VLDLコレステロール ダイエット効果 血液透析 慢性疲労症候群
糖尿病 突発性精子無力症

1. L-カルニチンの歴史と役割

L-カルニチンが最初に発見されたのは1905年で、肉エキスから分離されました¹⁾。そして、1955年にはL-カルニチンが脂肪酸の酸化に重要な働きを持つこと、1959年には肝臓での遊離脂肪酸の酸化に必要であることが判明しました²⁾。さらに、1973年にはヒトでカルニチン欠乏症が発見され、以来、活

発な研究が進められています³⁾。

L-カルニチンは脂肪の代謝に必要な不可欠な物質として自然界に広く存在しています^{4,6)}。脂肪はエネルギー源として重要な役割を果たしており、主として細胞内のミトコンドリア内で代謝されます。しかし、脂肪の構成成分で脂肪のエネルギーの約90%を占める長鎖脂

肪酸は、単独ではミトコンドリアに入ることができず、L-カルニチンと結合して初めてミトコンドリアの膜を通過することが可能となります。つまり、L-カルニチンは長鎖脂肪酸がミトコンドリア内に入るための入場券や切符のようなものだといえるでしょう(図1)。

- ・ アミノ酸に分類（厳密には異なる）
- ・ ビタミンB₇とも呼ばれる
- ・ L-カルニチンは、長鎖脂肪酸がミトコンドリアに入る際に必要不可欠
- ・ 天然型はL型（光学異性体を持つ）

L-カルニチン
の構造

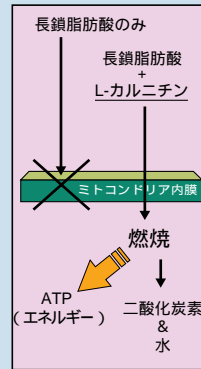
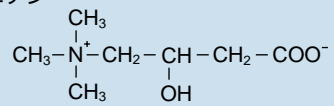
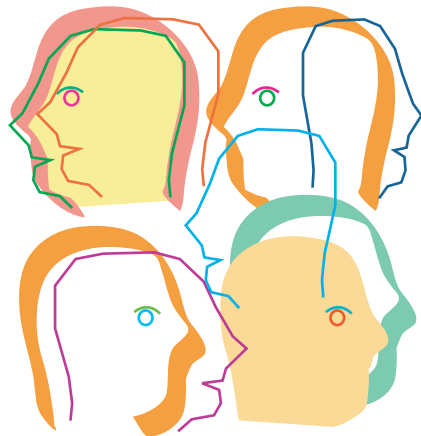


図1 脂質代謝に不可欠なL-カルニチン



2. L-カルニチンの供給源

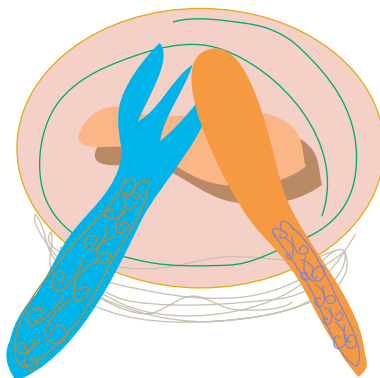
L-カルニチンには2つの供給源があります。1つは体内での生合成であり、もう1つは食事からの供給です(表1)。

体内で生合成されるルートでは、2つのアミノ酸(リジンとメチオニン)を前駆物質として主に肝臓と腎臓で生合成されます。L-カルニチンの生合成にはいくつかの酵素が関与しており、酵素反応にはビタミンやミネラルが必要ですが、これらの栄養状況によりL-カルニチンの合成速度が左右されるといわれています。

食事から供給されるルートでは、L-カルニチンは主として食肉類から供給されています。平均的なアメリカ人では1日にL-カルニチンを100~300mg 摂取しているといわれていますが、日本人では食生活の違いからこれより低い数字となります。

表1 L-カルニチンの供給源

< 体内での生合成 > 2つのアミノ酸(リジンとメチオニン)を前駆物質として主に肝臓と腎臓で生合成 ビタミン(B ₆ , C, ナイアシン), 鉄が重要な役割
< 食事からの供給 > 主に鳥獣肉より供給 米国人では1日に100~300mgを摂取 前駆物質(リジン, メチオニン)の補給よりも効果的



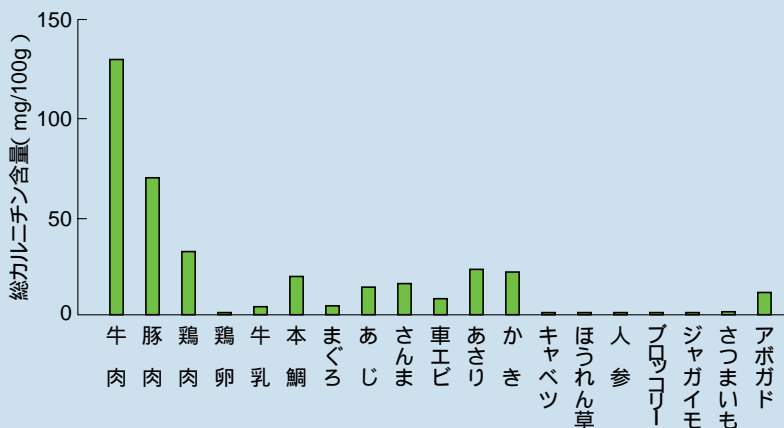
3. 食品中のL-カルニチン含量と体内での分布

L-カルニチンは様々な食品に含まれていますが、食肉類、特に牛肉に多く含まれています(図2)。

各種食品のアミノ酸スコア、すなわち、各種食品中のアミノ酸含量の所要量に対するパーセンテージ(100%で所要量のアミノ酸を満たしていることを意味している)を比較すると⁷⁾、牛肉はリジンおよび、メチオニンとシスチンの合

計である含硫アミノ酸のいずれもが所要量を大きく上回っています。リジンもメチオニンもL-カルニチンの合成に必要ですが、他にも生体内で重要な役割を果たしており、食事から摂取されなければならない必須アミノ酸です。したがって、食肉類はきわめて良質な食品であるといえるでしょう。

L-カルニチンはヒトでは体重70kgの平均的な男性で約100mmol(約16g)を保有しており、そのほとんどが筋肉に分布しています。そして、組織中のカルニチン貯蔵量は加齢に伴って減少しますが、その減少はL-カルニチンの投与によって抑制できることが報告されています。



(多田ら, 1984)

図2 各種食品中のL-カルニチン含量

4. L-カルニチンの機能性と様々な疾患との関係

L-カルニチンは、ラットにおいては肝臓と血中の中性脂肪を低下させ⁸⁾、高コレステロール食で飼育したウサギではVLDLコレステ

ロールを低下させることが報告されています⁹⁾。また、運動と併用することにより脂肪の燃焼効率を高め、ダイエット効果を促進する

ことが認められています¹⁰⁾(図3)。そのため、欧米では、多くのdiet supplementにL-カルニチンが配合されています。

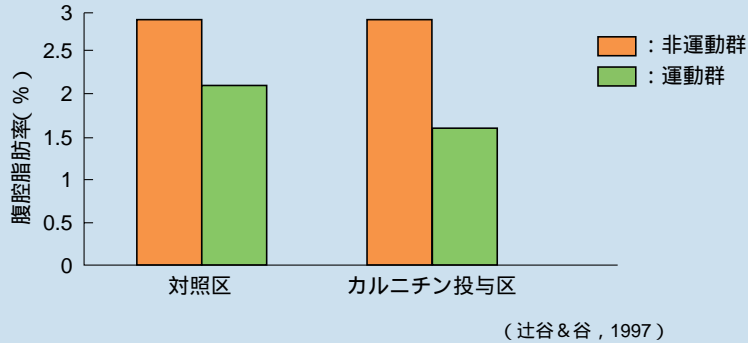


図3 L-カルニチンと肥満

表2 L-カルニチンと様々な疾患との関係

心臓血管疾患	糖尿病
狭心症	肝疾患
急性心筋梗塞	アルコール性脂肪肝
薬物による不整脈や心臓毒性	慢性疲労症候群(CFS)
家族性心内膜繊維弾性症	筋ジストロフィー
高コレステロール血症	乏精子症
高TG血症	精子無力症
アルツハイマー病	慢性閉塞性肺疾患
老人性鬱病	エイズ
腎疾患	先天性アミノ酸代謝異常
血液透析	有機酸血症 など

多量のアルコール摂取は肝臓における脂肪の合成、蓄積を促進し、脂肪肝などを引き起こしますが、L-カルニチンはアルコールによる肝脂肪の蓄積を用量依存的に抑制することが報告されています。さらに、L-カルニチン投与の運動に及ぼす効果をみると、最大

酸素摂取量を増加させて有酸素系の持久能力を増大させることや、運動後の血中の乳酸やピルビン酸が低値となり、無酸素系の瞬発能力も高めることが示唆されています^{11,12)}。

L-カルニチンは、表2に示すように、様々な疾患との関係が研究

されています。例えば、腎機能の低下した血液透析患者ではL-カルニチンの生合成能力が低下しており、長時間の血液透析によってL-カルニチンが漏出していると考えられています。また慢性の糖尿病患者ではカルニチンが枯渇している可能性があります、型糖尿

病患者(非インスリン依存型糖尿病患者)にL-カルニチンを投与することにより、グルコースの取り込み速度やグルコース酸化速度が増加し、糖代謝が改善されること

が報告されています¹³⁾。慢性疲労症候群患者では脂肪酸と結合したアシルカルニチン含有量が低く¹⁴⁾、アシルカルニチンを投与すると多くの疲労症状が軽減するこ

と、さらに、大半の突発性精子無力症患者の精子数ならびに運動能の高い精子数の割合を改善すると考えられています。

おわりに

L-カルニチンの様々な生理活性機能が明らかにされてきており、日本ではその薬効が認められ、医薬品指定となっています。そのため、食品に配合することはできま

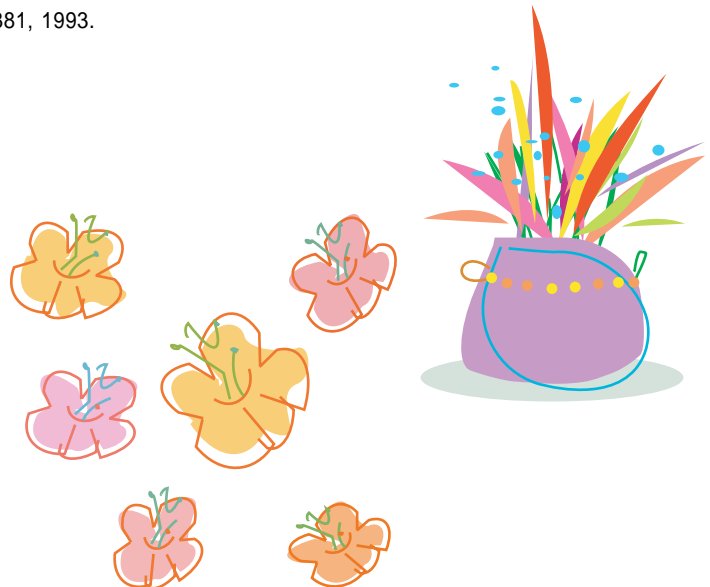
せんが、食肉や食肉加工品にはもともと存在しています。

近年、食肉については健康に及ぼす悪影響ばかりが誤解されて喧伝されていますが、L-カルニチン

のような食肉中の有効な成分の存在も考慮し、食品としての価値を見直す必要があるのではないかと考えられます。

文 献

- 1) Gulewitsch, W. and Krimberg, R.: Hoppe-Seyler's *Physiol. Chem.*, 45: 326-330, 1905.
- 2) Fritz, I.B.: *Am. J. Physiol.*, 197: 297-304, 1959.
- 3) Engel, A.G. and Angelini, C.: *Science* 179: 899-902, 1973.
- 4) Borum, P.R.: *Ann. Rev. Nutr.*, 3: 233-259, 1983.
- 5) Bremer, J.: *Physiological Reviews*, 63: 1420-1480, 1983.
- 6) Rebouche, C. J.: *Journal of Applied Nutrition*, 40: 99-111, 1988.
- 7) 科学技術庁資源調査会・資源調査所編: 改訂日本食品アミノ酸組成表, 大蔵省印刷局, 東京, 1986.
- 8) Shimura, S. and Hasegawa, T.J.: *Vet. Med. Sci.*, 55: 845-847, 1993.
- 9) Secombe, D. W., James, L., Hahn, P. and Jones, E.: *Metabolism*, 36: 1192-1196, 1987.
- 10) 辻原命子 and 谷 由美子. 日本家政学会誌, 48: 5-9, 1997.
- 11) Marconi, C., Sassi, G., Carpinelli, A. and Cerretelli, P.: *European Journal of Applied Physiology*, 54: 131-135, 1985.
- 12) Siliprandi, N., Lisa, F.D., Pierlisi, G., Ripari, P., Maccari, F., Memabo, R., Giamberardino, M.A. and Vecchiet, L.: *Biochimica et Biophysica Acta.*, 1034: 17-21, 1990.
- 13) Mingrone, G., Greco, A.V., Capristo, E., Benedetti, G., Giancaterini, A., Ph.Dmath, A.D.G. and Gasbarrini, G.: *Journal of the American College of Nutrition*, 18: 77-82, 1999.
- 14) 倉恒弘彦, 山口浩二, 高橋 守, 木谷照夫. 血液・腫瘍科, 27: 371-381, 1993.



カルニチンの脂質代謝への関与

金沢大学医学部附属病院教授・薬剤部長

宮本 謙一



Summary

脂質の酸化(酸化)に関与する物質であるカルニチンが欠損したマウス(JVSマウス)は、脂肪肝や心肥大で生後数日で死亡しますが、このマウスではカルニチンを細胞膜を通過して輸送する担体の遺伝子異常が明らかで、カルニチンの欠損症が生じていると思われます。人間でも輸送担体の遺伝子異常によるカルニチン欠損症がみられます。

JVSマウスはカルニチンの投与により生存させることが可能ですが、カルニチンの輸送担体の異常や、各組織におけるカルニチンの分布や排泄の検討から、カルニチン欠損症にカルニチンを投与することは合理的な方法ではないことがわかりました。一方、カルニチンの前駆体の β -ブチロバタインは組織中に取り込まれやすく、脳や肝臓、腎臓でカルニチンを合成することが明らかとなってきました。

Key words

カルニチン 酸化 カルニチン欠損マウス(JVSマウス) カルニチン欠損症

はじめに

カルニチンはほとんど全ての生物の各組織に存在しますが、とくに骨格筋に多く存在する物質で、長鎖脂肪酸のミトコンドリア内膜通過過程において重要な役割を演じ、脂肪の酸化(脂肪酸の位

が酸化されて炭素数2つの単位で脂肪酸の炭素鎖が切断される)に関与しています^{1,2)}。カルニチン欠損マウス(JVS[juvenile visceral stea-tosis]マウス)³⁾は先天的に内臓全体に脂肪が溜まる内臓脂肪蓄

積症に似た病態を示しますが、カルニチンの細胞内への取り込みの低下が明らかとなっています。

1. カルニチン欠損マウスにおけるカルニチンの動態

細胞の原形質膜とミトコンドリアの外膜を通過したカルニチンは、内膜との間で長鎖脂肪酸 Acyl-CoA と結合してアシルカルニチンとなり、輸送因子の作用を得て内膜を通過し取り込まれます。ミトコンドリア内で Acyl CoA が外れ、酸化の過程を触媒する役割を担っています(図1)。

JVSマウスは脂肪肝、心肥大、高アンモニア血症などの病態を示し、そのほとんどが生後間もなく死亡しますが^(4,5)、カルニチンを連日投与することにより生存し、週齢を重ねると1週間に1回の投与で十分に生殖能も維持し生存できます。

JVSマウスへのカルニチン(L-Carnitine)投与による薬物動態学的な検討から、JVSマウスではカルニチンの消化管吸収が悪い、腎排泄が促進される(腎での再吸収能の低下)、組織への分布が悪い、ことなどが明らかとなりました。JVSマウスでは、ほとんどの組織でカルニチンの細胞膜通過、透過性の低下が生じていると考えられます。カルニチンの細胞内への取り込みや細胞膜通過の検討から、カルニチンの膜通過は輸送担体依存性であり、さらに輸送担体の活性の特徴や、他の既存の輸送担体の基質による影響を受け

ないことなどから、カルニチンは全く新しい輸送担体により組織中に取り込まれると推測され、金沢大学の辻らは研究の結果、OCTN2 という輸送担体がカルニチンを輸送することを発見しました⁽⁶⁾(図2)。

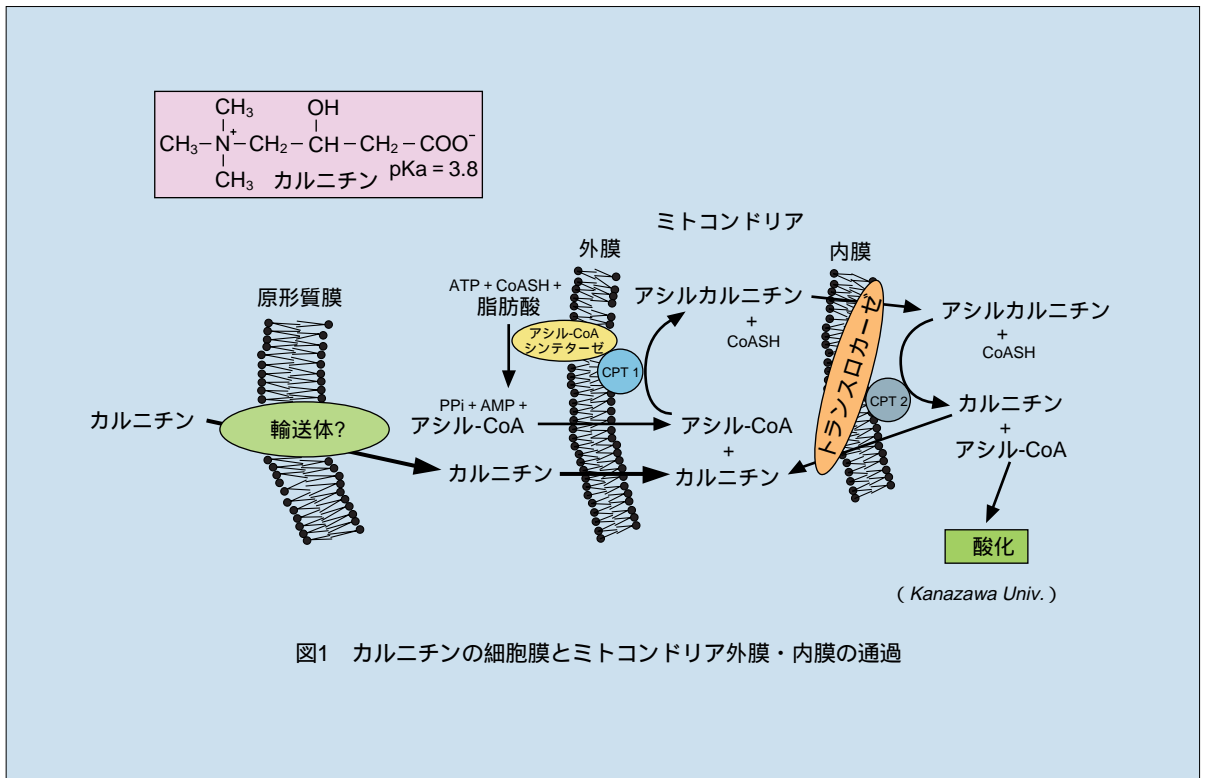
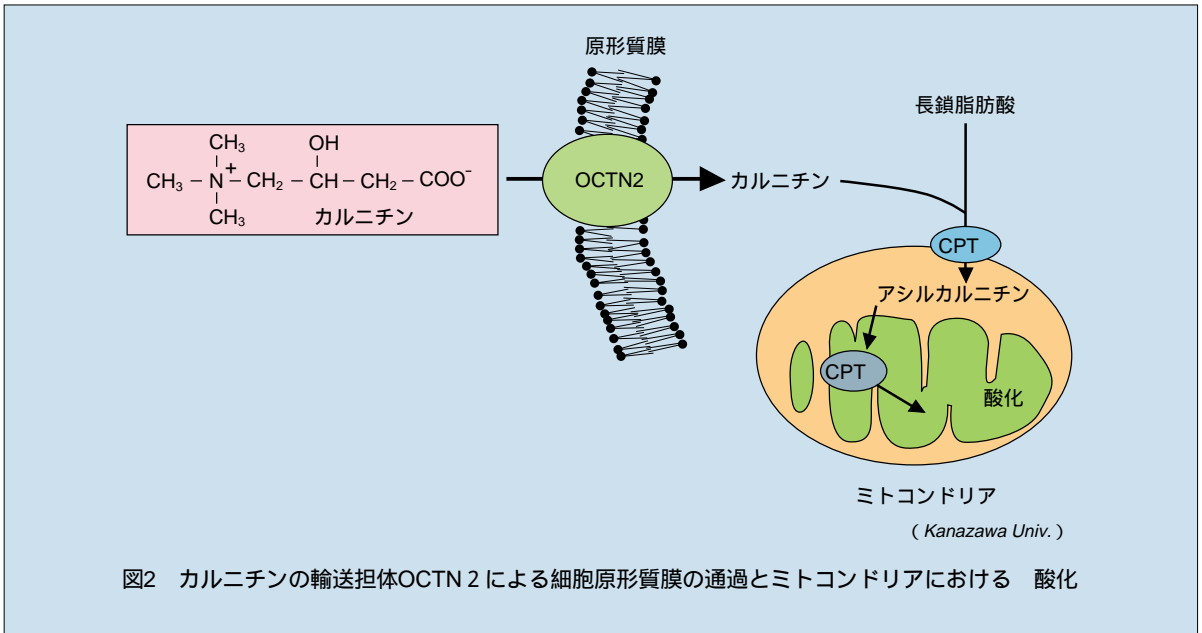
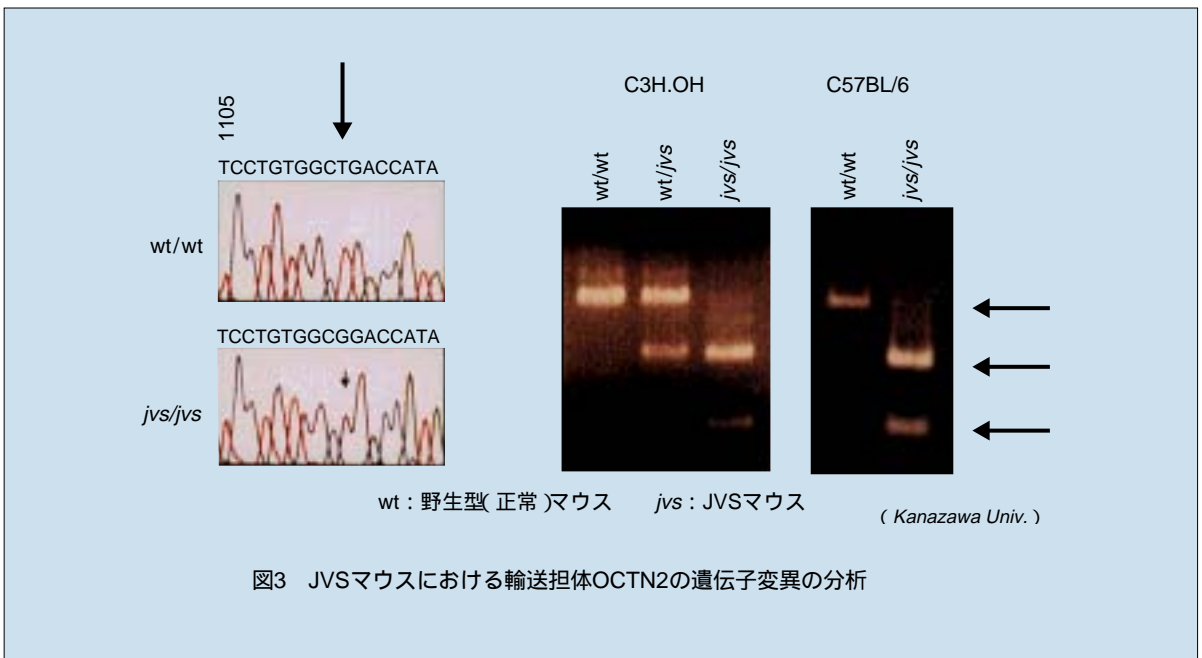


図1 カルニチンの細胞膜とミトコンドリア外膜・内膜の通過



2. カルニチン輸送担体の異常とカルニチン欠損症

JVSマウスのOCTN2の遺伝子の塩基配列をみると、正常マウスに おけるロイシン(CTG)が、JVSマウスではアルギニン(CGG)に置換されて いるという点突然変異(point mutation)を起こしているため(図3)、カ



ルニチンの輸送が不可能であると考えられました。JVSマウスのほとんどの組織はカルニチンの輸送能が欠如していることから、カルニチンを投与することによって生存することができるとしても、その方法はカルニチン欠損症への対

応として合理的方法とはいえません。

ヒトでの家族性カルニチン欠損症においてもカルニチン輸送担体の遺伝子異常が認められています。ある家族(family KR)では、OCTN2のエクソン(構造配列)の

113塩基の部分に欠失変異が生じています。黒い矩形がカルニチン欠損症例で、斜線はすでに死亡した症例です。1番、2番の両親と、5番、6番の兄弟はヘテロ接合体であることが明らかになっています(図4)。

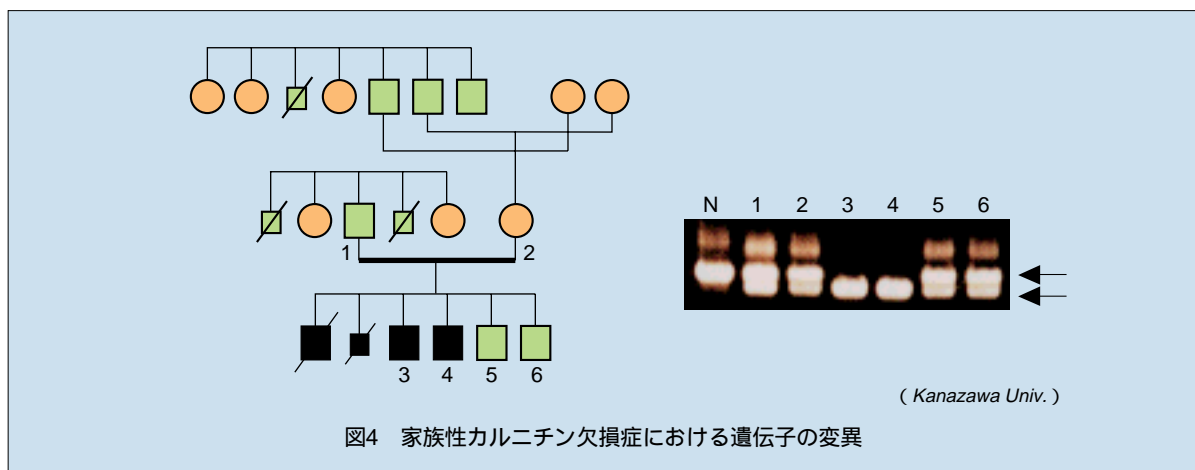


図4 家族性カルニチン欠損症における遺伝子の変異

3. JVSマウスにおける β -ブチロペタインの作用

カルニチンの前駆物質である β -ブチロペタインについて同様な検討をしました。JVSマウスに β -ブチロペタインを投与したところ、4時間後でもベースライン時の2 μ g/mLのほぼ2倍のカルニチン濃度が維持されていました(図5)。脳のカルニチン値は約3倍と有意な上昇が認められ、肝臓と腎臓においても有意な上昇が認められました(図6)。

ヒトを対象とした研究でも、 β -ブチロペタインからのカルニチン生合成能が脳、肝臓、腎臓にあることが報告されていますので⁷⁾、

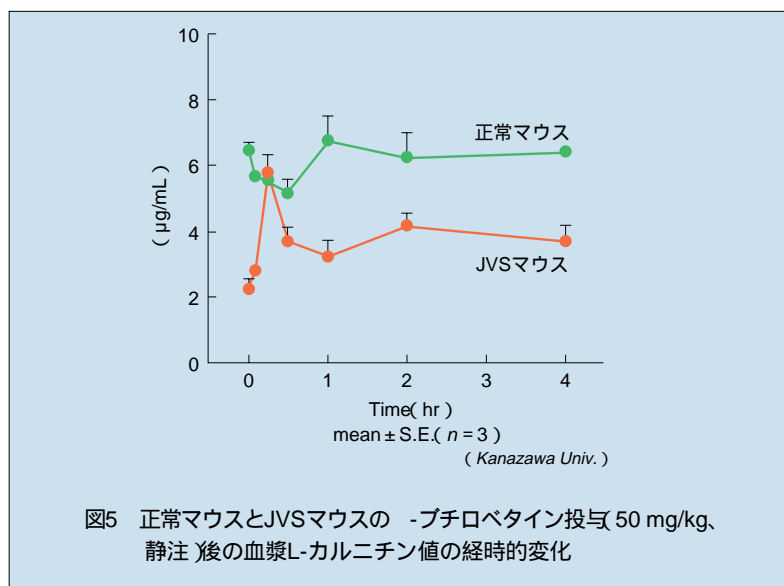


図5 正常マウスとJVSマウスの β -ブチロペタイン投与 50 mg/kg、静注後の血漿L-カルニチン値の経時的変化

われわれの研究結果とも一致し、
 -ブチロペタインは脳、とくに肝臓、腎臓へ取り込まれてカルニチンに合成されることが明らかとなりました。

-ブチロペタインを投与した後のJVSマウスの各組織中の遊離脂肪酸値は心臓、肝臓、腎臓では対照群と比べて遊離脂肪酸値が有意に低下し(図7) さらに投与後の組織中の各種飽和脂肪酸値の検討などからも、-ブチロペタイン投与はカルニチンを投与するよりも合理的に各組織に取り込まれ、全身の脂肪の代謝を亢進させる可能性が示唆されました。

カルニチンは量的には骨格筋に多く存在する物質であり、その乾

燥重量の約1%が含まれています。食肉湿重量当たりでは0.1%前後と考えられるので、食肉の摂取は重要と考えられます。

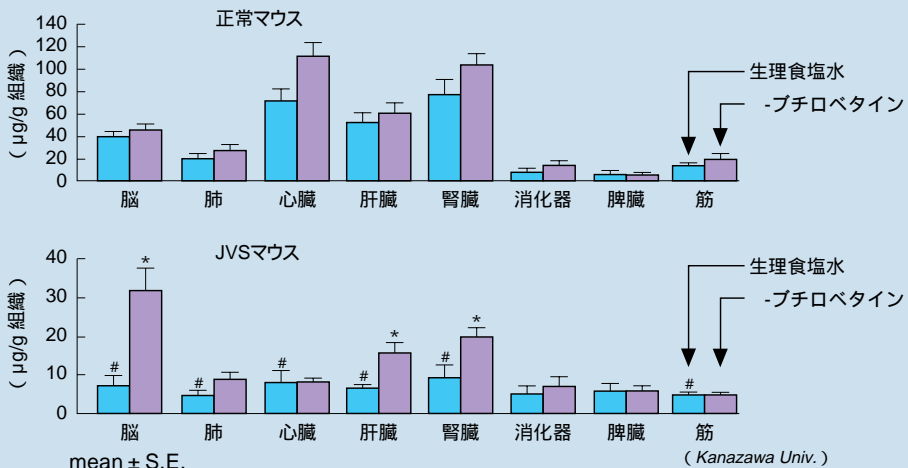
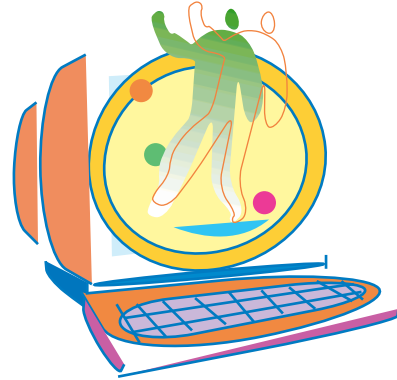


図6 正常マウスとJVSマウス各組織における -ブチロペタイン投与(50 mg/kg、静注)4時間後の血漿L-カルニチン値

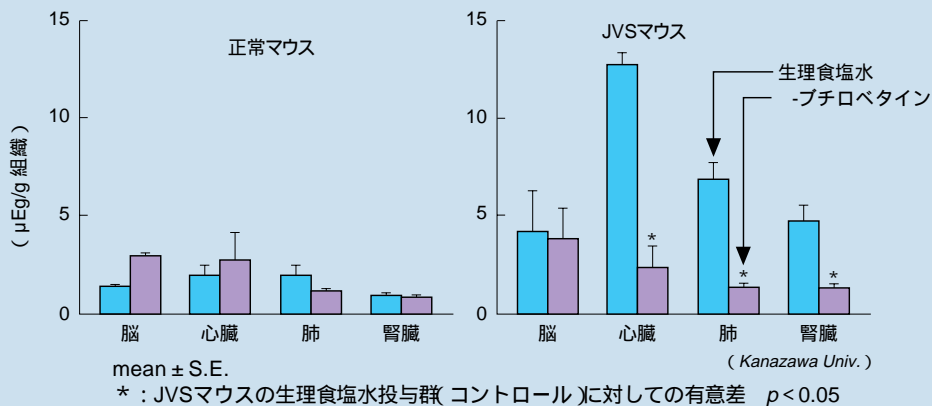


図7 正常マウスとJVSマウス各組織における β -ブチロベタイン投与 (50 mg/kg、静注) 時間後の遊離脂肪酸値

おわりに

輸送担体OCTN2の遺伝子の変異の頻度は、まだ明らかではありませんが、子供の突然死の一部にはカルニチン欠損症の関与が疑われています。その原因がカルニチ

ンの輸送担体の遺伝子異常によるものかどうか各症例における検討が不可欠です。このような輸送担体の異常への対応では、カルニチンよりもその前駆体である β -ブチ

ロベタインの服用が合理的と考えられますが、 β -ブチロベタインはまだ薬剤としては認可されていないのが現状です。

文献

- 1) Bremer, J. : Carnitine in intermediary metabolism. The metabolism of fatty acid esters of carnitine by mitochondria. *J. Biol. Chem.*, 237: 3628-3632, 1962.
- 2) Fritz, I. B., Yue, K. T. : Effects of carnitine on acetyl-CoA oxidation by heart muscle mitochondria. *Am. J. Physiol.*, 206 : 531-535, 1964.
- 3) Koizumi, T. et al. : Infantile disease with microvesicular fatty infiltration of viscera spontaneously occurring in the C3H-H² strain of mouse with similarities to Reye's syndrome. *Lab. Anim.*, 22 : 83-87, 1988.
- 4) Imamura, Y. et al. : Urea cycle disorder in C3H-H² mice with Juvenile steatosis of Viscera. *FEBS Lett.*, 260(1) : 119-121, 1988.
- 5) Horiuchi, M. et al. : Cardiac hypertrophy in juvenile visceral steatosis (jvs) mice with systemic carnitine deficiency. *FEBS Lett.*, 326 : 267-271, 1993.
- 6) Tamai, I. et al. : Molecular and Functional Identification of Sodium Ion-dependent, High Affinity Human Carnitine Transporter OCTN2. *J. Biol. Chem.*, 273 : 20378-20382, 1998.
- 7) Vaz, F. M. et al. : Carnitine biosynthesis : Identification of the cDNA encoding human β -butyrobetaine hydroxylase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 250 : 506-510, 1998.

脂肪酸の免疫能に及ぼす影響

国立健康・栄養研究所名誉所員 / 東京大学先端科学技術センター客員研究員

板倉 弘重



Summary

動脈硬化の形成にスカベンジャー受容体は重要な役割を果たしていますが、スカベンジャー受容体を欠損させたノックアウトマウスでは動脈硬化病変は抑制されていましたが、感染に対する抵抗力が低下していました。最近、脂肪酸が内皮細胞機能に影響を及ぼし、動脈硬化に関与することが示唆されています。また、脂肪酸はサイトカイン産生、単球とリンパ球の増殖、リンパ球活性に影響を及ぼしますが、飽和脂肪酸を少なくした食餌ではリンパ球の増殖が抑制されたり、n-3系の不飽和脂肪酸の多い食餌では結核菌感染抵抗性が低下していることが報告されています。したがって、n-3系の摂取を奨励しすぎたり、飽和脂肪酸を悪者扱いしすぎる現代の風潮は問題であるといえます。

Key words

動脈硬化 スカベンジャー受容体 内皮細胞機能 脂肪酸 サイトカイン 単球
リンパ球 n-3系不飽和脂肪酸 飽和脂肪酸

1. 動脈硬化におけるスカベンジャー受容体の機能と感染との関係

動脈硬化病変は、動脈壁の内膜にLDLが侵入し、酸化LDLになり、血液中の単球に由来するマクロファージにスカベンジャー受容体を介して取り込まれ、泡沫細胞を形成してそれが増加することによって形成されます。したがっ

て、スカベンジャー受容体の機能を抑制すれば動脈硬化を抑制できるのではないかと考えられます。そして実際にスカベンジャー受容体を欠損させたノックアウトマウスでは動脈硬化病変の広がりが抑制されていました。しかし、スカ

ベンジャー受容体ノックアウトマウスにウイルスなどを感染させると、死亡例の増加が認められ、動脈硬化を抑制しようとしてスカベンジャー受容体の活性を抑制すると、感染に対する抵抗力が低下することが認められました。

2. 脂肪酸の内皮細胞に及ぼす影響

最近、血管内皮細胞における様々な接着因子の発現や、白血球の接着・侵入、白血球の性状の変化等に、脂肪酸が影響を与えることがわかってきています。多価不

飽和脂肪酸であるEPA、DHA、アラキドン酸のヒト臍帯静脈の内皮細胞の活性化作用を、クロミウムの取り込み作用を指標として比較すると、EPAはあまり活性化しま

せんが、DHAはアラキドン酸とともに活性化することが認められ、脂肪酸が内皮細胞の機能に影響を及ぼすことがわかりました。

3. 脂肪酸のサイトカン産生、単球とリンパ球の増殖、リンパ球活性に及ぼす影響

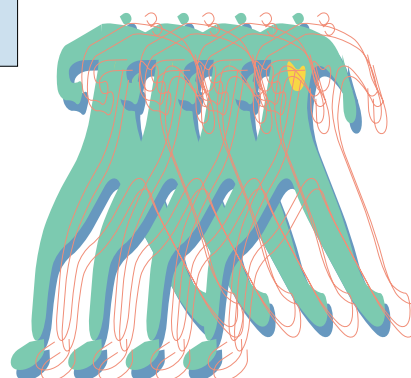
多価不飽和脂肪酸のサイトカイン産生に及ぼす影響を調べた研究成績をみると、n-3系は抑制する傾

向が強いが、n-6系は上昇させる傾向が強く、n-9系は種類によって上昇させたり、低下させたりするも

のがあることが示されています（表1）。

表1 多価不飽和脂肪酸のサイトカイン産生に及ぼす影響

サイトカイン	n-3	n-6	n-9
IL-1			-
IL-2			
IL-4			
IL-6			
IL-8			
IL-10			
TGF-			
IFN-	-		
TNF-			



脂肪酸が単球の分化・増殖に及ぼす影響を調べると、EPAはPHA (phytohemagglutinin) やPPD (Purified protein derivative) によって促進された単球の増殖を抑制することが認められました。脂肪酸別にリンパ球増殖抑制効果の強さを比較すると、ラウリン酸、ミリスチン酸が最も抑制効果が弱く、

パルミチン酸、ステアリン酸およびオレイン酸の順に強くなり、同じn-3系でもDHAよりもアラキドン酸のほうが強く、EPAはさらに強いことが認められています(表2)。

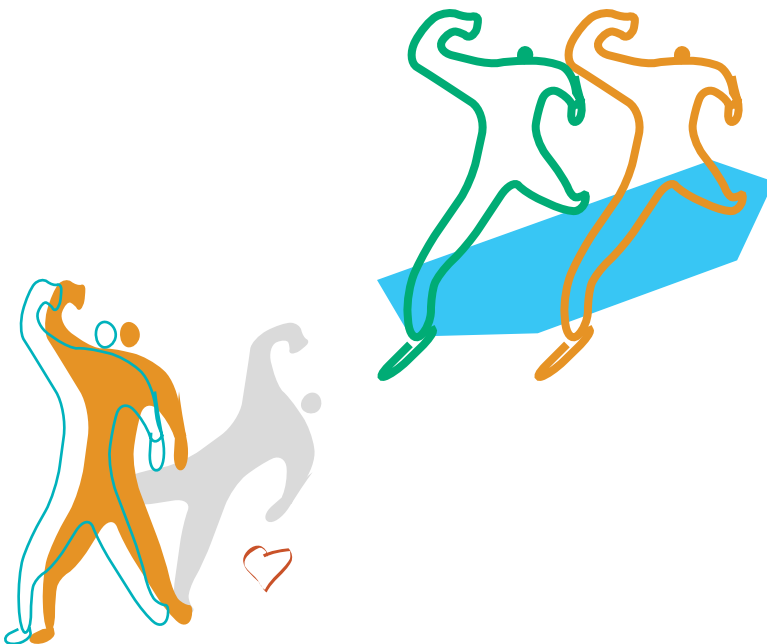
リンパ球活性に及ぼす脂肪酸の影響については、多価不飽和脂肪酸がcytotoxic Tリンパ球の活性抑

制、natural killer(NK)細胞活性抑制、lymphokine-activate killer細胞活性抑制などの作用を示すことが知られています。NK細胞活性に及ぼす食事脂肪の影響については、低脂肪食に比べて高脂肪食が抑制することが動物実験で報告されています。

表2 脂肪酸によるリンパ球増殖の抑制効果

ラウリン酸 = ミリスチン酸 < パルミチン酸 < ステアリン酸
 = オレイン酸 < リノール酸 = リノレン酸 < リノレン酸
 = ジホモ リノレン酸 = ドコサヘキサエン酸 < アラキドン酸
 ≤ エイコサペンタエン酸

飽和脂肪酸はほとんど作用しないか弱い抑制作用



4. 脂肪酸組成と免疫系との関係

飽和脂肪酸(S)、一価不飽和脂肪酸(M)、多価不飽和脂肪酸(P)の組成を変えた高脂肪食で飼育したラットの、脾臓リンパ球の増殖

に及ぼす影響を調べた成績をみると、飽和脂肪酸をきわめて少なくした条件の下(E,H,I)では、いずれもかなり強いリンパ球の増殖の抑

制が観察されました(図1)。このことから、飽和脂肪酸はリンパ球の増殖を促進すると考えられます。

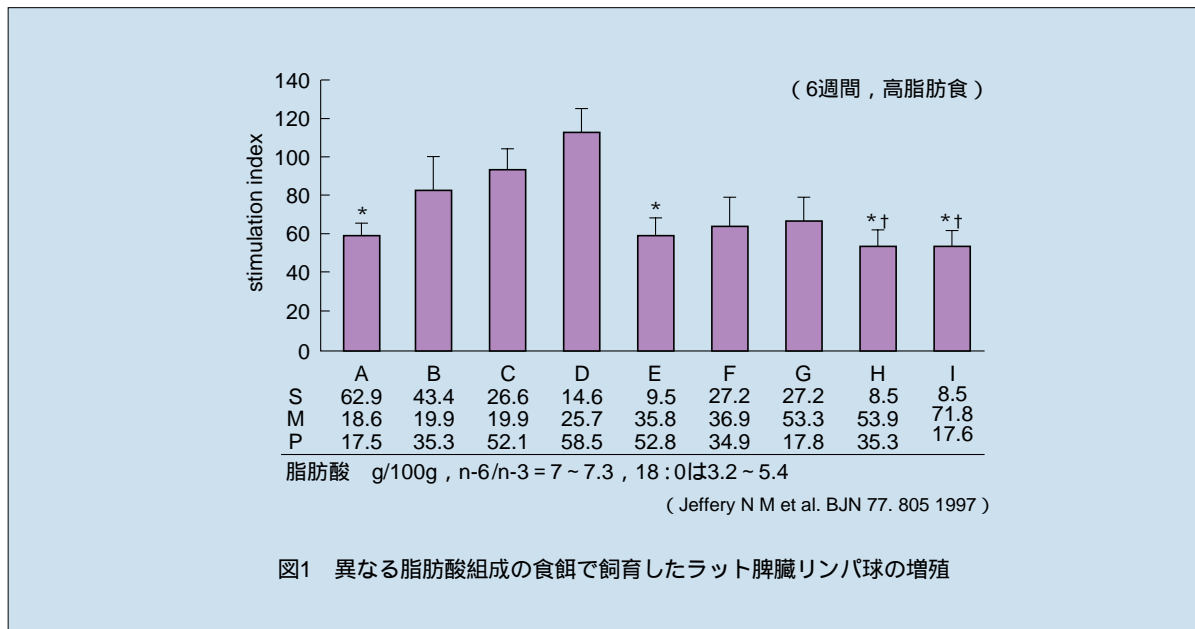


図1 異なる脂肪酸組成の食餌で飼育したラット脾臓リンパ球の増殖

5. 異なる脂肪酸組成の食餌の結核菌感染抵抗性に及ぼす影響

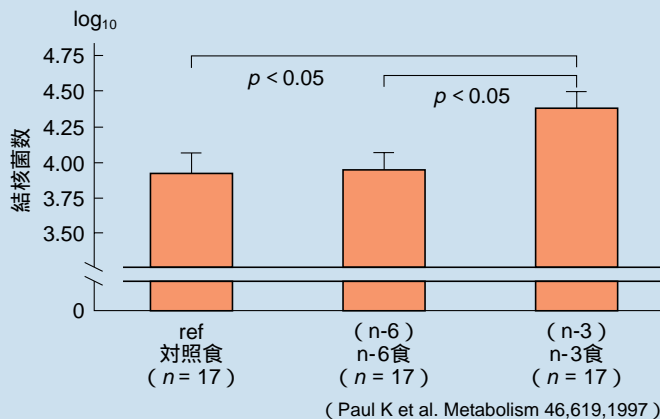
健康な男性を対象とした、DHAの免疫能に及ぼす影響を120日間観察した研究において、DHAは多核白血球の産生を抑制する作用が認められています。このことから、多価不飽和脂肪酸のEPAやDHAによるリンパ球等の抑制があった場合には、感染症に対する抵抗力の低下が問題になると考えられます。そこで、異なる脂肪酸組成の食餌の結核菌感染抵抗性に

及ぼす影響をモルモットで調べた実験成績の報告をみると、結核菌感染時のツベルクリン反応はn-3食餌群ではツベルクリン反応が強く現れる傾向が観察されました。また、結核菌感染後の脾臓内菌数をみると、対照食とn-6食餌群ではほとんど差はないのですが、n-3食餌群では有意に増加していました(図2)。したがって、EPAやDHAは感染症に対して抵抗力を減弱させる

可能性が示唆されます。

以上のように、n-3系の多い食事は、いわゆる抗炎症作用として多くのサイトカインを抑制することから自己免疫疾患やアレルギー疾患の改善には有効ですが、感染菌の増加を促進する可能性があり、感染症に対する抵抗力の減弱をもたらすことも推測されます。

図2 異なった脂肪酸組成の食餌で飼育したモルモットにおける結核菌感染後の脾臓内菌数



おわりに

現在、n-3系の脂肪酸については一般的に摂取が奨励される傾向にあります。摂取による問題点もいろいろ報告されており、その安全性については今後もさらに検討が必要と考えられます。したがって、過酸化脂質を作らない、安定した脂質である飽和脂肪酸の多い食品について、動脈硬化が進むか

らよくないと結論することは栄養学的にも早計であり、また不飽和脂肪酸、すなわちリノール酸、EPA、DHAなどの摂取についても、免疫能の低下等、その特質と問題点を認識して、適切な脂肪酸の摂取比率を考えていかなければならないと思われます。日本人の栄養所要量の第6次改定に当たっ

ては、脂肪酸の摂取比率についても検討しましたが、現時点では、飽和脂肪酸：一価不飽和脂肪酸：多価不飽和脂肪酸が1：1.3：1である現在のバランスが保たれた食事を維持するのが好ましいと考えています。



食肉加工品の栄養特性と多様化



日本ハム株式会社 中央研究所主任研究員
森松 文毅

食肉加工品とは

食肉加工品とは、ハムやソーセージ等、畜肉を主原料とした加工食品の総称で、使用される肉は主に畜肉、家禽肉、家兔肉に分けられます。畜肉とは家畜の肉のことで野生動物の肉と区別しています。家禽肉とは鶏、あひる、がちょう、七面鳥等の食鳥肉を指します。

食肉加工品の他に食肉製品という言葉があり

ますが、これはハム、ソーセージ、ベーコンの他に、食肉を用いたハンバーグや餃子、しゅうまいなどの惣菜類も含めて使われる用語です(表1)。

ここでは食肉加工品の分類や栄養成分、また世界の食肉加工品の現況について紹介します。

表1 食肉及び食肉製品等の分類

区分	食 肉		食 肉 製 品								食肉を含む加工品 (惣菜)		
	食肉	食肉半製品	ハム・ソーセージ・ベーコン・その他これらに類するもの								惣菜 半製品	惣菜	
食肉ハム・食肉ソーセージ・食肉ベーコン・食肉コンビーフ				その他食肉製品									
定義	鳥獣の生肉で骨及び内臓も含まれる	食肉の含有率が50%以上の半製品	食肉ハム		食肉ソーセージ		食肉ベーコン	食肉コンビーフ	焙焼肉	乾燥肉	食肉を50%以上含む製品	食肉含有率50%未満の半製品	食肉含有率50%未満の製品
製品例	枝肉 カット肉 スライス肉 挽肉 等	生ハンバーグ 生ウインナー 味付け生肉 (焼き肉) ローストビーフ 生トンカツ 等	ロースハム ボンレスハム プレスハム チョップドハム 等	ラックスハム 生ハム 等	ウインナー フランク ポロニア リオナ ローフ 等	ドライ ソーセージ サラミ ソーセージ	ベーコン ロース ベーコン ショルダー ベーコン 等	コンビーフ プレス コンビーフ 等	ロースト ポーク 焼き豚 ロースト ビーフ 等	ビーフ ジャーキー ポーク ジャーキー 干し肉 等	ハンバーグ ミートボール ミンチカツ ナゲット 等	生シューマイ 生餃子 生コロッケ 生春巻き 等	ハンバーグ ミートボール コロッケ 春巻き 等
加熱調理	生 (未加熱)	生 (未加熱) 表面加熱	加熱	非加熱 (半乾燥)	加熱	乾燥	加熱		乾燥	加熱	生 (未加熱) 表面加熱	加熱	
許可	食肉処理業		食肉製品製造業								惣菜製品製造業		
			食 肉 加 工 品										

(食品衛生法に基づく見解)

食肉製品等の分類と栄養成分の特徴

食肉製品の分類と製造基準についてみると、平成5年の食品衛生法の改正によって定められた食肉製品の規格基準による分類では(表2)、ビーフジャーキー等の乾燥食肉製品や、生ハム類の

消費の増大によって非加熱食肉製品という規格基準が新規に設定されています。

また食品衛生法で定められた食肉製品の製造基準では(表3)、製品分類ごとに原材料、塩漬の

表2 食肉製品の規格基準による分類



(食品衛生法 第7条より抜粋)



表3 食肉加工品の製造基準一覧表

製品分類	原材料肉	解凍・整形温度	塩 漬 け				加熱, 殺菌, 燻煙又は乾燥	
			方法	肉の温度	水分活性	使用添加物等	加熱殺菌	燻煙・乾燥
(改) 非加熱食肉製品	4 以下 pH6.0以下	10 以下	肉塊に限り 乾塩法 塩水法 一本針注入	肉塊に限り 5 以下	肉塊で亜硝酸液を使用する場合に限り 0.97未満	肉塊で亜硝酸Naを使用する場合 亜硝酸Na200ppm以上 食塩 6%以上() 15%以上() 肉塊で亜硝酸Naを使用しない場合 食塩 6%以上() その他の場合 亜硝酸Na200ppm以上 食塩 3.3%以上		肉塊で亜硝酸Naを使用する場合 50 以上 又は 20 以下 その他の場合 20 以下
(新) 特定加熱食肉製品	単一の肉塊 4 以下 pH6.0以下	10 以下	乾塩法 塩水法				54.4 121分 - 62.8 瞬時	
(改) 加熱食肉製品	包装後加熱						63 30分 -	
	殺菌後包装						63 30分 -	
乾燥食肉製品								50 以上 又は 20 以下

方法などの詳細が決まっていますが、近年では、各工場ごとにHACCP基準の導入が進んでいます。

次に食肉加工品の栄養成分について、まず豚肉の各部位を主原料として用いた加工品の栄養成分を四訂版食品成分表より抜粋してみました(表4)。「かた」は、製品ではショルダー・ベーコンやソーセージ、「ロース」はロースハム、「ばら」はベーコン、「もも」はボンレスハムの主原料として用いられています。「もも」とボンレスハムを比較すると、ハム、ソーセージの加工ではinjection(注入)という水を加える操作が行われるので、水分量は「もも」肉と比較してボンレスハ

ムでは増える一方、たんぱく質量は若干低下しています。

近年、脂肪の少ない製品が消費者に好まれることから、「もも」の外側の脂肪のついているいわゆる外ヒラ部分はトリミングして加工しているので、ボンレスハムの脂肪量は「もも」と比較して非常に低値となっています。ベーコンやロースハムについては、整形の度合いが非常に少ないため、水分やたんぱく質量の変化は少なく、原料肉と同じような組成となります。

無機質に関しては、食肉加工品で注入されるリン酸塩の影響によるリンや、食塩添加の影響によるナトリウム含有量が生肉と比較して非常

に高値となりますが、ビタミンB類に関しては、食肉加工の工程を経ても多く含有されています。

各食肉加工品100gを摂取した時に、成人男性の1日所要量の何%を充足することができるのか、栄養所要量¹⁾に対する充足度についてみると、ロースハムでは100gの摂取でリンの1日所要量の19.2%、ナトリウムの11%を充足し、比較的多めの摂取量となります。マグネシウムはロースハムで6.3%、亜鉛はベーコンで12%を各100g摂取することによって充足することができ、さらに、ビタミンB₁に関しては、ロースハム100gの摂取で1日摂取所要量の60%、ベーコンで47%

を充足することができ、これらのよい供給源となっています。

レバーを原料としたレバーペーストは、鉄では65%、亜鉛で10.7%、銅で9.2%の他、ビタミンA効力では450%、B₂では103%、ナイアシンが約40%と、貴重な供給源となっています。ヨーロッパではごく自然に摂取されているレバーペーストも、わが国ではほとんど食経験がなく、レバーが栄養成分に富んでいることが理解されていても、味や食経験から敬遠されがちなので、これからは日本人の食べやすいレバー製品の開発などが重要と考えられます。

表4 豚肉の各部位と食肉加工品の栄養成分

食 品 名	可 食 部 100 g あ た り																										
	エ ネ ル ギ ー	水 分	たん ぱ く 質	脂 質	炭水化物		灰		無 機 質					ビ タ ミ ン					コ レ ス テ ロ ール	食 塩 相 当 量							
					糖	繊 維	カル シ ウ ム	リ ン	鉄	ナ ト リ ウ ム	カ リ ウ ム	マ グ ネ シ ウ ム	亜 鉛	レ チ ノ ール	カ ロ チ ン	A 効 力	E 効 力	D			B ₁	B ₂	ナイ ア シ ン	C			
kcal	kJ	(.....g.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	(.....mg.....)	mg	g					
かた(中型種)	221	925	65.7	17.4	15.6	0.3	0	1.0	5	160	1.6	60	320		4	0	13		0.66	0.29	4.9	2	0.2				
ロース(大型種)	210	879	65.4	19.7	13.2	0.6	0	1.1	5	160	0.9	43	310	26	1,800	75	5	0	17	0.1	28	1.03	0.19	6.8	2	55	0.1
ばら(中型種)	433	1812	46.1	12.8	40.2	0.2	0	0.7	5	80	0.8	50	210		14	0	47		0.46	0.17	4.0	1	0.1				
もも(中型種)	158	661	70.7	20.4	7.5	0.4	0	1.0	6	120	1.2	65	390		3	0	10		0.76	0.24	5.9	1	0.2				
肝臓	128	536	72.0	20.4	3.4	2.5	0	1.7	5	340	13.0	55	290	20	6,900	990	13,000	0	43,000	0.4	50	0.34	3.60	14.0	20	250	0.1
ハム ポンレス	124	519	72.0	18.7	4.0	1.7	0	3.6	8	300	1.0	1,100	310		0	0			0.90	0.28	6.5	49	2.8				
＃ ロース	204	854	65.0	16.4	13.8	1.2	0	3.6	5	250	0.9	1,100	210	19	1,100	70	0	0	0.3	24	0.60	0.12	6.6	50	40	2.8	
＃ プレス	123	515	72.2	15.4	4.5	3.9	0	4.0	7	260	1.2	1,300	250		0	0	0		0.55	0.18	3.8	50	3.3				
ベーコン ベーコン	423	1,770	45.0	12.9	39.1	0.2	0	2.8	5	180	0.9	860	200		6	0	20	0.6	20	0.47	0.14	3.0	35	60	2.2		
＃ ショルダー	195	816	64.8	17.2	11.9	2.5	0	3.6	8	290	1.3	1,100	280		4	0	13		0.58	0.34	4.0	39	2.8				
ソーセージ ドライ	501	2,096	25.9	25.2	40.7	2.9	0	5.3	15	260	3.6	1,600	520						0.19	0.31	4.7	10	4.1				
＃ ポロニア	253	1,059	61.7	12.5	20.0	2.9	0	2.9	7	160	1.2	940	150						0.20	0.13	2.4	10	2.4				
＃ フランクフルト	295	1,234	55.4	12.7	23.0	6.2	0	2.7	11	180	1.4	1,100	120						0.21	0.13	2.1	10	2.8				
＃ ウィンナー	304	1,272	55.5	13.1	24.8	3.8	0	2.8	12	170	1.2	890	140	13	1,400	70	0	0	0.3	20	0.26	0.13	3.6	10	60	2.3	
レバーペースト	297	1,243	56.3	13.4	24.0	3.6	0	2.7	16	240	6.5	790	270	5	1,600	140	27,000	0	9,000		0.18	1.45	6.8	3	2.0		

(4訂版 食品成分表より抜粋)

食肉の熟成と食肉加工における栄養成分の変化

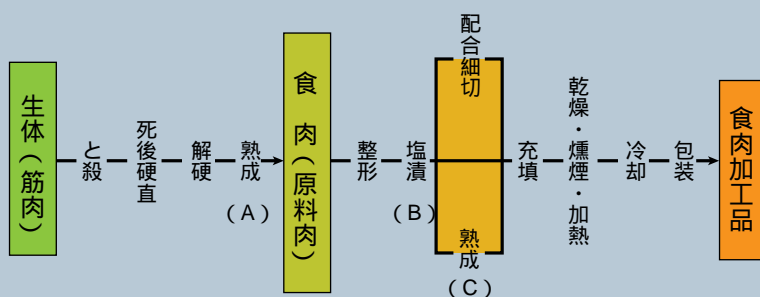
家畜の生体から食肉加工品に至る過程をみると(図1) と殺後、硬直が起り、その後、時間の経過とともに軟化(解硬)します。解硬後に熟成(aging)の期間を設ける場合が多いのですが、この段階で肉の内在性酵素による筋肉たんぱく質の分解、自己消化(autolysis)の反応が生じ、肉中のペプチドやアミノ酸の生成が行われ、いわゆるテーブルミート(食肉)として、柔らかく、調理しても風味がよく保水性のある状態となり

ます。

食肉加工品になるまでにはその後、塩漬け(curing)や、一部の製品には熟成の工程が設けられます。本来、肉の防腐を目的としていた塩漬は、食塩や硝酸塩もしくは亜硝酸塩を用いて食肉加工品の風味、色あい、保水性、結着性などの付与を行う、食肉加工品の製造工程中最も重要な操作です²⁾。

ロース肉に食塩と亜硝酸塩を直接すり込む、

図1 生体から食肉加工に至るフローチャート



乾塩法という伝統的な製法でロースハムを塩漬し、塩漬期間の長さによる各成分の変化についてみると、塩漬剤中にグルタミン酸は添加されていないにもかかわらず、18日目に総遊離アミノ酸の約2倍の増加が認められ(表5)、特に甘味と旨味関連のアミノ酸の増加がこの増加に大きく関与していたことがわかります(図2)。

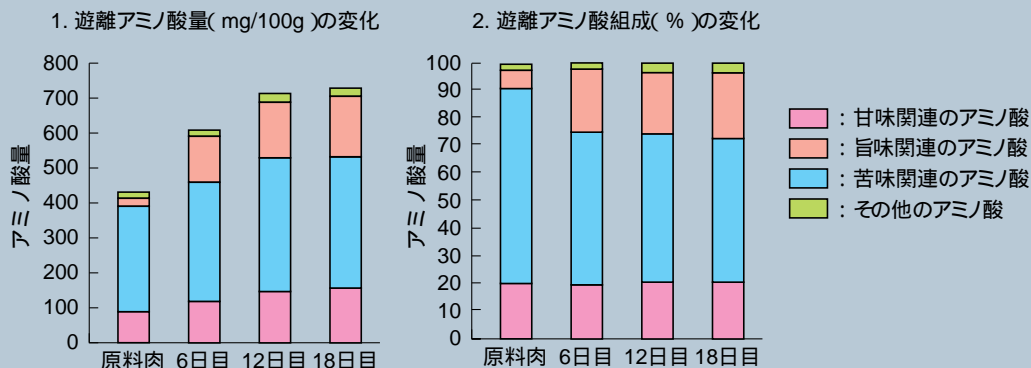
最近では、海外の食肉加工品を好む人が急増していますが、代表的な製品の1つとしてイタリアタイプの生ハム(プロシュートタイプ)があげ

られます。これは1年以上の熟成期間を置いて、呈味性のペプチドの含有量を増加させた非加熱製品で、食肉加工品の中でも熟成を代表する商品ともいえます。プロシュートタイプの生ハムの熟成における遊離アミノ酸の変化をみると、生肉に比べて10~50倍の遊離アミノ酸量となり、中でもリジン、アスパラギン酸、プロリンなどは100~150倍となっています³⁾。また栄養特性的にも、たんぱく質の低分子化により、その消化・吸収性も向上しています。

表5 食肉加工品の塩漬中の遊離アミノ酸量の変化

	(mg/100g)		
	総遊離アミノ酸量	グルタミン酸以外の総量	グルタミン酸
原料肉	430 ± 38	407 ± 40	23 ± 3
塩漬 6日目	613 ± 48	487 ± 48	126 ± 9
塩漬12日目	717 ± 34	565 ± 40	152 ± 13
塩漬18日目	732 ± 72	566 ± 103	166 ± 15

図2 乾塩法における各味の遊離アミノ酸の変化



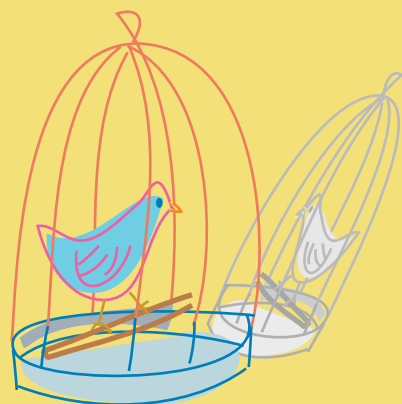
これからの食肉加工品

食習慣や嗜好は個人により、また地域や国の違いによっても異なりますが、食肉加工品についても栄養や美味しさ、調理方法など様々な選択基準に対応できるような製品が求められます。例えば日本では今まで高い栄養価が理解されつ

つも、食習慣や嗜好性から敬遠されがちであったレバーを原料とする食肉加工品が、日本人の好みに応えられるようなものとして製品化され、さらに食卓を賑わすことを期待します。

文 献

- 1) 健康・栄養情報研究会：第六次改定 日本人の栄養所要量 食事摂取基準．第一出版，東京，1999, pp. 129-190.
- 2) 細野明義，鈴木敦司：畜産加工．朝倉書院，東京，1995, pp. 130.
- 3) 田中篤，古川弥生，小沢総一郎，矢野晋三，新村裕：プロシュートの製造行程における風味関連物質の経時変化，日本食肉加工情報，10：14-17, 1989.



老化予防のための介入研究 - シルバーマンションの例 -

東京都老人総合研究所副所長

柴田 博



Summary

現在、高齢者の低栄養が問題視されるようになり、栄養の改善が必要な高齢者が増えていると言われています。低栄養でも、食に対する誤った考えによって生じた例と、完全な給食を受けながらも低栄養に陥ってしまった例ではその改善方法は異なります。

われわれはシルバーマンション居住の高齢者に対して老化予防のための介入研究を試み、とくに栄養状態の改善の指標として血清アルブミン値を用いて検討しました。老化予防を目指し、学際的プログラムの1つとして栄養改善プログラムを作成し2年間介入することによって、動物性たんぱく質食品とくに肉類の摂取傾向の有意な上昇、血清アルブミン値の有意な上昇、HDLコレステロールの有意な増加、ケトラー指数の有意な増加が認められ、栄養状態の改善が認められました。これらのことから、介入による生活指導の重要性が改めて確認されたといえます。

Key words

低栄養 介入研究 アルブミン 血清総コレステロール HDLコレステロール
ケトラー指数

はじめに

現在、アメリカや日本で高齢者の低栄養が問題視されるようになってきました。高齢者の低栄養は、経済的貧困や誤った考え方による偏った食事、食べ残しなどが

主な原因として考えられますが、アメリカでは高齢となって自動車の運転が困難となり、マーケットへの交通のアクセスに不自由することも深刻な問題となっていま

す。

日本では、アメリカと比較して高齢者の低栄養は少ない印象がありますが、潜在的な低栄養状態は決して少なくないのが現状です。

誤った考え方による食肉摂取量の不足や食事の食べ残しも潜在的な低栄養に関係します。低栄養でも、

健康で経済的に豊かであるにもかかわらず食に対する観念が歪んで低栄養状態となった高齢者と、完

全な給食を受けながら低栄養になっている高齢者ではその改善方法は異なります。

1. 老化予防のための介入研究

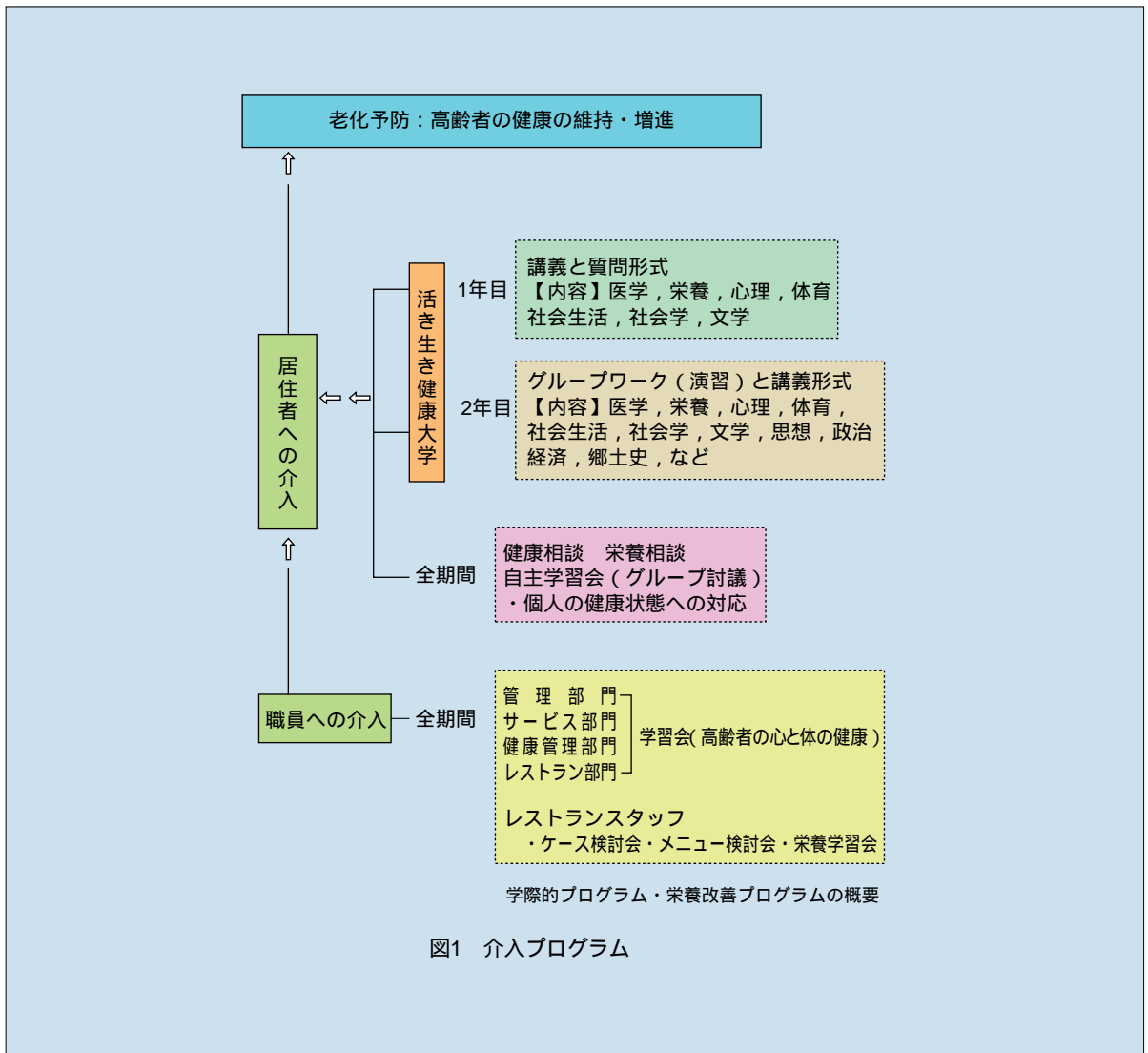
われわれは1993年から2年間、いわゆるシルバーマンションに居住する高齢者の健康を増進し、活動的な生活が送れるような老化予防のための介入研究を試みました。とくに栄養状態の改善の指標として、生活機能の生化学的な指標として有用である血清アルブミン値を用いて検討を加えました。

介入研究に参加した居住者は、医学調査で最終的に男性が14名、女性が47名でした(表1)。

表1 介入対象と介入前後調査参加者の内訳

項目	男性	女性
平均年齢(歳)	76.2±5.3	73.8±5.1
対象数(人)	36	86
医学調査	介入前参加数(人)	28
	参加率(%)	77.8
	介入後参加数(人)	14
	参加率(%)	50.0
面接調査	介入前参加数(人)	21
	参加率(%)	58.3
	介入後参加数(人)	13
	参加率(%)	62.0
老研式活動能力指標(点)総合点	10.9±1.5	11.3±1.6





介入プログラムでは、教育的介入として「生き生き健康大学」という講義と質問形式による講習会を組み立て、医学、栄養学、心理学、体育学、社会学、社会学、文学など一般教養の講習を1年目を実施し、2年目はグループワーク（講習）と講義によるセミナーを実施しました。

それと平行し、介入研究の全期

間を通じて週1回、糖尿病、高血圧などに罹っている参加居住者について管理栄養士が健康や栄養相談などを行い、個々の健康状態への対応を図りました。

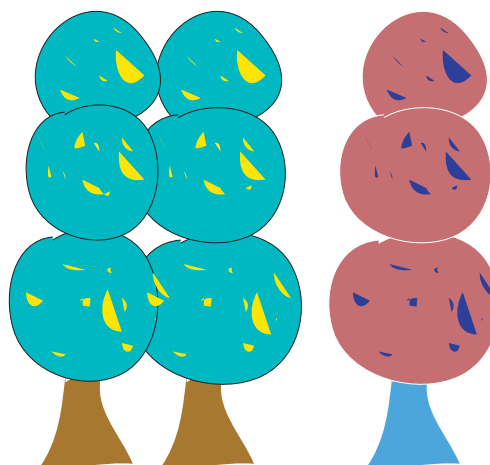
同様に全期間を通じ、施設職員への介入として管理、サービス、健康管理、レストランの各部門ごとに、高齢者の心と体の健康をテーマとした学習会を開催しまし

た。レストランスタッフに対してはケース検討会、メニュー検討会、栄養学習会を設け、例えば、食肉に関しては正しい栄養知識が不足しており、肉料理は1週間に1回程度の頻度であったので、食肉摂取の理解を深めるために栄養学習会を開催しました(図1・表2)。

表2 学際的プログラム・栄養改善プログラムとその実施回数

『生き生き健康大学』 ・学際的プログラム ・栄養改善プログラム	1) 医学, 心理, 体育, 社会生活講座	66回
	2) 高齢者の栄養と食生活に関する講義	8回
	3) 食生活の自己評価のセミナー	4回
	4) 交歓会	2回
食生活グループ学習会	食生活改善の自主グループの学習会	9回
個人栄養相談	糖尿病, 高脂血症, 肝臓病, 腎臓病など	毎週
	病気に合わせた食事療法の個人指導	1回
レストランメニュー栄養管理	提供栄養量の適正化 メニューの工夫開発	

介入期間：1993年5月～1995年5月（約2年間）



2. 老化予防の介入研究の成績

介入研究の成績ですが、主要食品の摂取頻度の変化については、魚介類をほとんど毎日摂取する人は、介入前の65.9%から介入後では84.1%に増加しました。

肉類をほとんど毎日摂取している人は介入前の27.3%から介入後は54.5%へと大きく増加しています。レストランメニューは、介入後では食肉を使ったメニューが増えたことも影響しているようです。卵類、牛乳、果物、油脂類も介入前と比較して程度の差こそあれ増加がみられました(表3)。

次に血清アルブミン値など幾つかの指標の変化について検討しました(図2)。血清アルブミン値は全体として約0.2g/dL上昇し、推計学的にも介入前との間に有意差が認められました。かつてわれわれが実施した小金井研究では、1976年の70歳の住民の血清アルブミン値の平均が4.4g/dLであったものが、集団全体として10年後で4.2g/dLへと平均で0.2g/dLの低下が認められました。小金井のような長寿地域でも、そのままにしておけば加齢とともに血清アルブミン

値は低下するので、今回の介入によるアルブミン値の集団の上昇は老化の予防に非常に大きな意味があると考えられます。

介入研究の学習効果を見るために、講義の出席率を全て集計して検討しましたが、全82回の講義で参加回数が29回以下の群と30回以上の群についても、両群ともに介入前と比較して推計学的に有意な上昇が認められています。

BMI：ボディ・マス・インデックス(体重/身長²)は肥満度を表す指標ですが、介入前と比較

表3 主要食品の摂取頻度の変化

食品群		(%)				p*
		ほとんど毎日	2日に1回	週に1~2回	ほとんど食べない	
魚介類	介入前	65.9	25.0	6.8	2.3	0.162
	介入後	84.1	4.5	11.4	0.0	
肉類	介入前	27.3	40.9	22.7	9.1	0.008
	介入後	54.5	25.0	15.9	4.5	
卵類	介入前	38.6	25.0	22.7	13.6	0.058
	介入後	59.1	18.2	11.4	11.4	
牛乳	介入前	79.5	4.5	2.3	13.6	0.624
	介入後	84.1	2.3	13.6	0.0	
果物	介入前	86.4	11.4	0.0	2.3	0.043
	介入後	97.7	2.3	0.0	0.0	
油脂類	介入前	43.2	18.2	31.8	6.8	0.000
	介入後	86.4	9.1	4.5	0.0	

* Wilcoxon 符号順位検定による

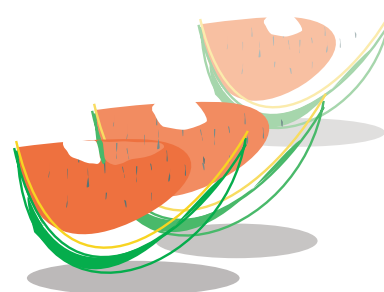
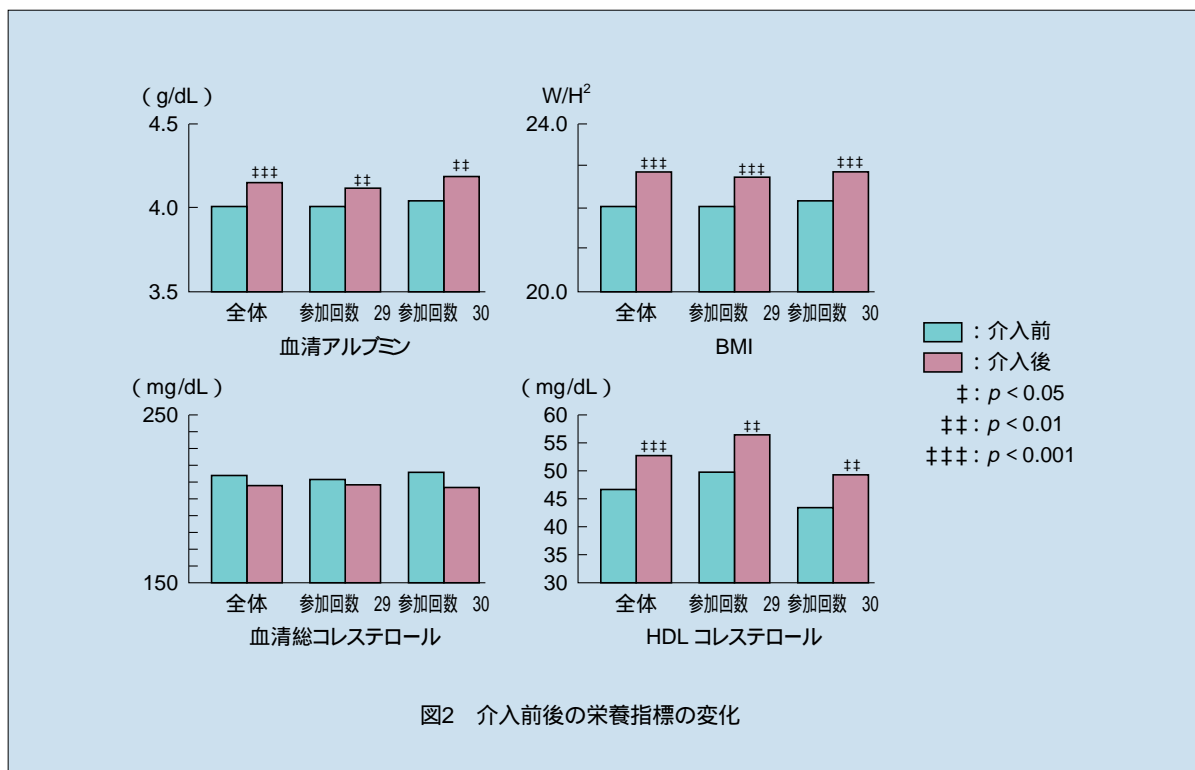
して介入後では、全体として、また講義参加回数29回以下の群、参加30回以上の群の全て推計学的に有意な上昇が認められました。介入前のベースラインのBMIは22で、これは痩せの上限あるいは正常の下限ともいえる値であるところから、BMIの上昇は健康の維持に大きく貢献すると考えられます。日本人で最も寿命が長い人々

のBMIはだいたい25くらいとされています。

血清総コレステロール値は、全体としては介入前と比較して推計学的な有意差は認められず僅かに減少しました。ところがHDLコレステロールは介入前と比較して介入後では全体として、講義参加回数29回以下の群、講義参加30回以上の群の全てで推計学的に有意な

上昇が認められました。総コレステロールの低下とHDLコレステロールの上昇という現象は、介入プログラムへの体育や運動の導入による影響が反映していると推測されます。

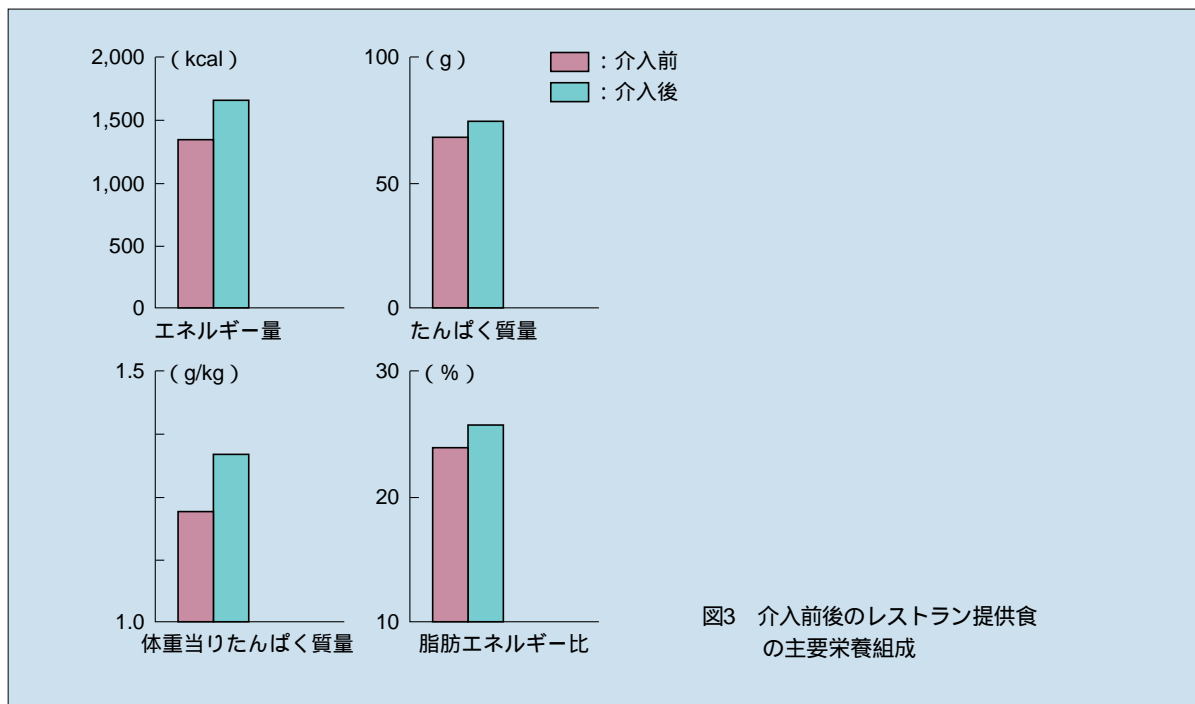
次に介入前後のレストラン提供食の主要栄養素組成の変化について検討しました。エネルギー量は3食を全て合計したのですが、



介入後には1,500Kcalを上回る程度に上昇しました。たんぱく質量もエネルギー量の増加に比例して多少の増加が認められ、体重当たり

たんぱく質量の増加も認められました。脂肪のエネルギー比(総エネルギーに対する脂肪量の割合)も介入前は25%以下でしたが、介

入後では25%を僅かながら上回る増加が認められました(図3)。



おわりに

老化には栄養だけでなく運動や、知的活動など様々な要因が関与しています。本研究では老化予防を目指し、学際的プログラムの1つとして栄養プログラムを作成し、2年間介入することによって動物性たんぱく質食品とくに肉

類の摂取傾向が有意に高まった、血清アルブミン値が有意に増加した、血清コレステロールは有意な変化を示さなかったが、HDLコレステロールが有意に増加した、BMIが有意に増加した、というような結果が得られました。

本研究で得られた結果は、社会的な生活機能が自立した高齢者の食生活に介入することにより、食習慣を改善し栄養状態を向上させることを実証していると考えられます。

老化予防のための介入研究 - 地域高齢者の例 -

東京都老人総合研究所地域保健部門研究員
熊谷 修



Summary

国民栄養調査の成績から高齢者の血色素量を調べると、男性では7.8%、女性では8.7%が貧血傾向を示しています。我々の調査でも血色素量は加齢によって低下し、高次生活機能や栄養状態と相関していました。地域高齢者の老化遅延のための介入研究では、肉類、油脂類、緑黄色野菜の摂取頻度が増加し、それに伴って血清アルブミン値、血色素量などの身体栄養指標も改善しました。また、肉類摂取頻度の増加が血色素量の増加に最も関連していました。したがって、高齢者の貧血においては、牛乳、卵類、魚介類よりも、肉類の摂取が血色素量の改善ないしは維持に寄与すると考えられました。

Key words

高齢者 血色素量 貧血 高次生活機能 ライフスタイル 身体栄養指標 介入研究
血清アルブミン

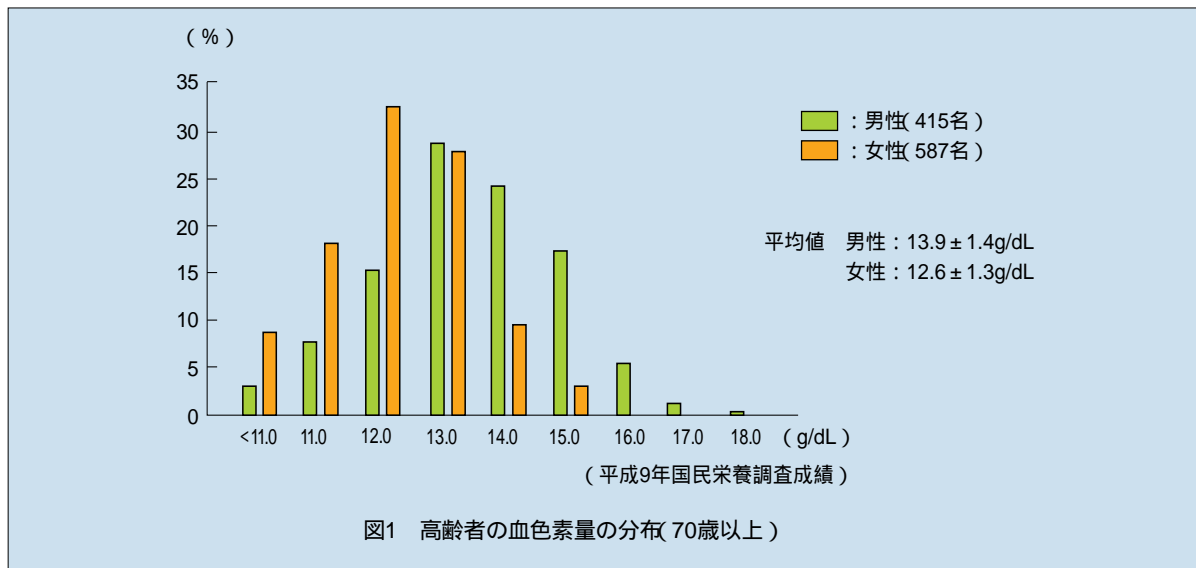
1. 高齢者の血色素量の分布と貧血傾向

平成9年の国民栄養調査成績¹⁾から70歳以上の高齢者の血色素量の分布をみると、貧血傾向を示す血色素量の基準値を男性12.0g/dL未満、女性11g/dL未満とした場合、

男性では7.8%、女性では8.7%が貧血傾向を示しており、見逃せない数値に達していました(図1)。

都市部である東京都K市と農村地域である秋田県N村の高次生活

機能が自立した高齢者で比較すると、貧血傾向を示す高齢者は農村地域で多いことが認められました。



2. 血色素量の加齢による変化と高次生活機能、ライフスタイル、身体栄養指標との関連

秋田県N村の在宅高齢者についてのかつての調査結果とみると、1992年と1996年で血色素量の水準を比較すると、時代による差はみられませんでした。在宅高齢者405名の1992年から1996年の4年間の縦断変化を追跡すると、血色素量は加齢に伴って低下することが

認められました。

547名の高齢者を2年間にわたって追跡すると、生活機能の自立性の低いことが血色素量の低下を促進していました。また、ライフスタイルと血色素量の関係を見ると、配偶者を有し、飲酒習慣があり、健康度自己評価の高いことと

血色素量の多いことが相関関係にあることが確認されました。さらに、血色素量は肥満度、血清アルブミン値、血清総コレステロール値と強い正相関を示し、地域高齢者の血色素量を高めるためには、やはり栄養状態を良くしていくことが必要と考えられました。

3. 老化遅延のための介入プログラムの展開による食生活、身体栄養指標の変化

我々は、1996年から高次生活機能が自立した地域在宅高齢者(秋田県N村)を対象として、老化を遅らせるための介入研究を行っています。介入プログラムは、低栄養予防の食生活、歯の健康づくり、余暇活動の推進、心の健康づくりなど、きわめて多彩なものになっていますが、特に食生活の改

善が大きなウエートを占め、動物性たんぱく質を十分に摂取し、油脂類の摂取が不十分にならないことが強調されました。介入期間は1996年7月から1998年7月の2年間(介入期)で、食習慣や身体栄養指標の変化を、介入を開始する前の1994年から1996年(観察期)の変化と比較しました。解析対象は観察

期525名、介入期553名(67歳以上)です。

まず、食生活の変化をみると、肉類を2日に1回以上食べる人の割合は、観察期の2年間には低下しましたが、介入期の2年間では増加傾向が認められました(図2)。油料理を2日に1回以上食べる人の割合も介入期には有意に上昇しま

した。緑黄色野菜類を2日に1回以上食べる人の割合は、観察期には有意に低下したの対し、介入期には有意に増加していました。

そこで、こうした食生活の変化に伴う身体栄養指標の変化を調べると、血清アルブミン値は観察期には有意に低下していましたが、介入期には有意に増加しており、栄養状態が大きく改善したことが認められました(図3)。総コレス

テロールとHDLコレステロールの比は介入期には有意に低下しており、コレステロール構成が改善されていました。血色素量については、観察期には加齢に伴う血色素量の低下が観察されましたが、介入期にはその低下が抑制されているのが認められました(図4)。

以上のように、介入期には主要食品群の摂取習慣の改善と、身体栄養指標の改善が認められまし

た。これらの変化は観察期では認められなかったことから、本研究で展開された学際的介入プログラムが高齢者の食品摂取習慣と栄養状態の改善に有効であることが示されました。血清アルブミン値の増加は死亡のリスクが減少したことを意味しており²⁴⁾、高次生活機能の自立した高齢者の老化を遅らせるための手段の一例を提示できたと考えられます。

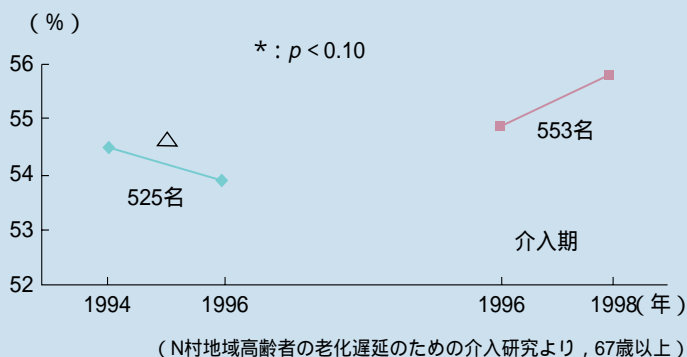


図2 食肉を1/2日以上食べる人の割合

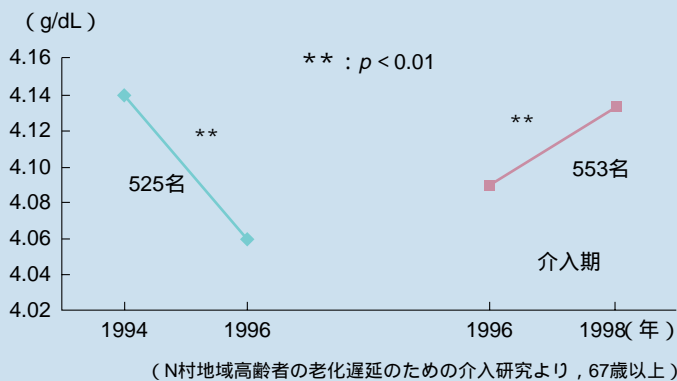


図3 血清アルブミン値の変化

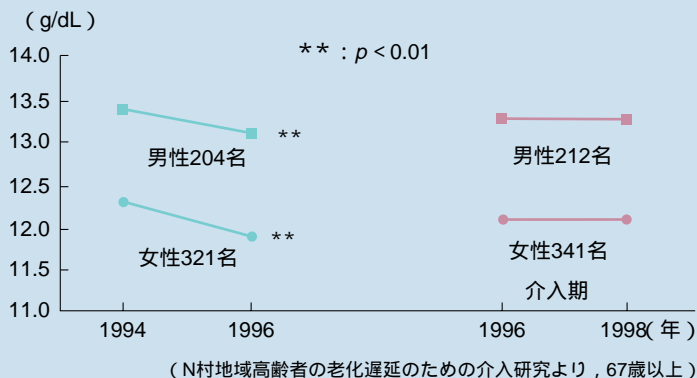


図4 血色素量の変化

4. 血色素量の変化と食肉との関係

肉類摂取頻度と血色素変化量の関係を介入期で調べると、肉類の摂取頻度が増加あるいは維持した群では血色素の変化量が正に向い

ていますが、肉類の摂取頻度が減少した群では負に向いているという結果となりました。特に女性では両群間に有意差が認められ、肉

類の摂取が介入期の血色素量の増加に寄与していると推定されました(図5)。

図6は各動物性食品の介入期に

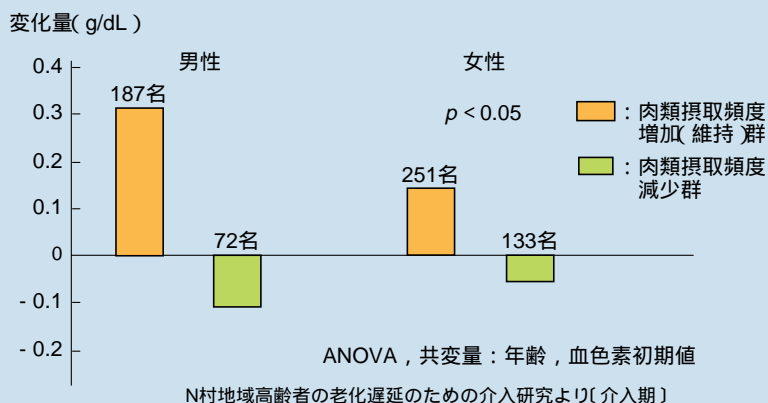
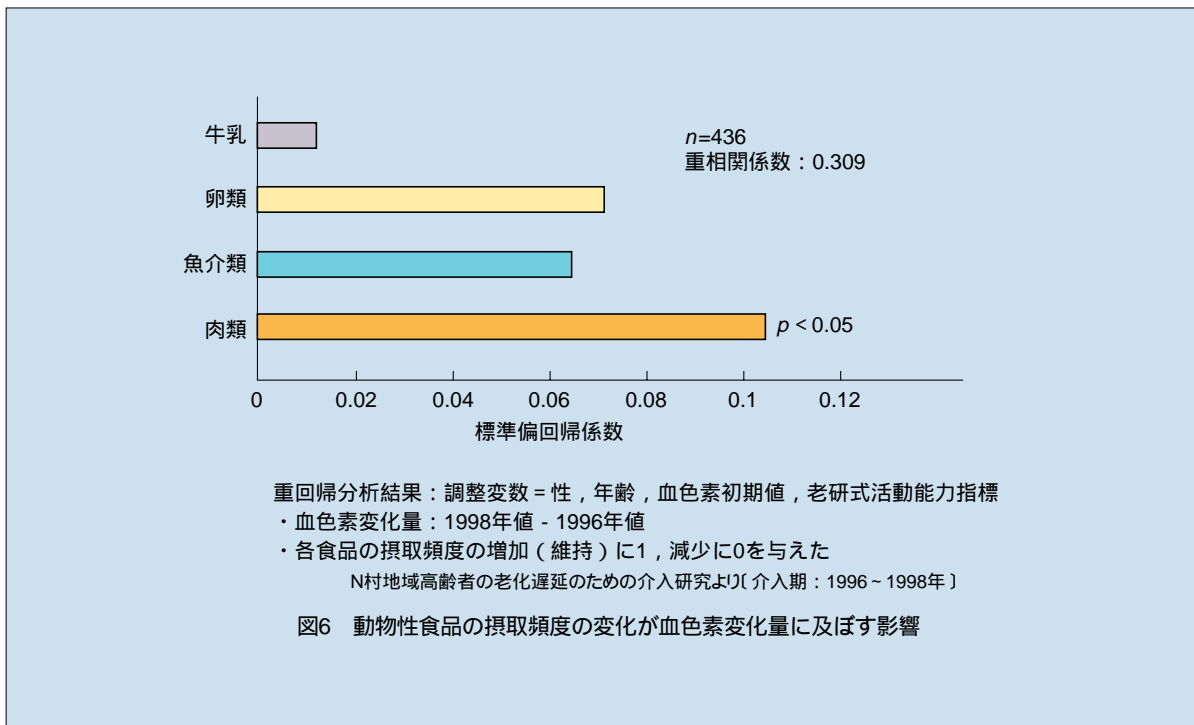


図5 食肉摂取習慣と血色素量の変化(1996~1998年)



おける摂取頻度の変化が血色素変化量に及ぼす影響を比較したものです。関係の強さを示す標準偏回帰変数は肉類が最も大きく、牛乳、卵類、魚介類に比べ、肉類は

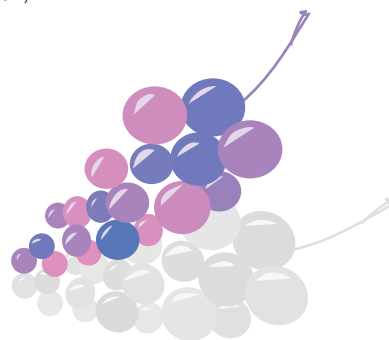
有意に独立して血色素量の増加を促進することが認められました。すなわち、肉類を十分摂取する習慣を普及・啓発することが高齢者の血色素量の増加を促進すること

が示されました。高齢者の貧血にの予防には、牛乳、卵類、魚介類よりも、肉類の摂取が寄与することがわかりました。

文 献

- 1) 厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課生活習慣病対策室監修 . 平成9年版国民栄養の現状 . 平成7年国民栄養調査成績 .東京 ,第一出版 , 1997 , pp.29-69.
- 2) Shibata. H., Haga, H., Ueno, M., et al.: Longitudinal changes of serum albumin in elderly people living in the community. *Age Ageing*, 20: 417-420,1991.
- 3) Shibata, H., Haga, H., Nagai, H., et al.: Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80. *Arch. Gerontol Geriatr.*, 1992;14:283-187.
- 4) Klonoff-Cohen. H., Barrett-Connor,

E.L., Edelstein, S.L.: Albumin levels as a predictor of mortality in the healthy elderly. *J. Clin. Epidemiol.*, 45:207-212,1992.



生活の質(QOL)と食肉

京都大学人間・環境学研究科教授 / 島根医科大学名誉教授

家森 幸男



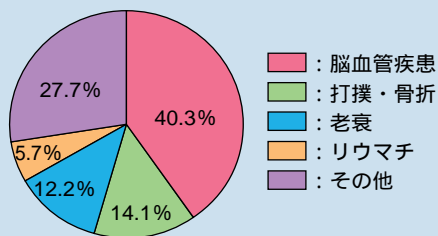
高齢者の“寝たきり”の多い日本人

日本人の平均寿命は男女とも世界一ですが、“寝たきり”や痴呆が多いようでは単なる長命であって、長寿とは言えません。“寝たきり”の最大の原因は40%を占める脳卒中、それに次ぐのが骨粗鬆症などによる骨折(約14%)です(図1)。一旦“寝たきり”の状況になれば2人に1人は3年以上、3人に1人は5年以上、8人に1人は10年以上を覚悟しなければならないのが現状だけに、本人のみならず家族など介護者の想像を絶する負担、国の医療費を圧迫する最大の原因となっています。痴呆の原因としてはアルツハイマー型

の割合が増えているとはいふものの、脳卒中や病態を変えた多発性脳梗塞(lacuna)による脳血管性痴呆や、それとアルツハイマー型との混在する病型が多くなっています。

“寝たきり”や痴呆で介護を必要とする患者の数は全国で140万人と推定されますが、これは全員一箇所に集めて介護をするとなると京都市民の人口に近く、すでにこのような厳しい現状に直面している我が国では医療政策の抜本的対策が早急に必要です。

“寝たきり”の原因



“寝たきり”の期間

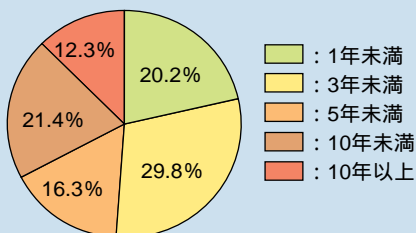
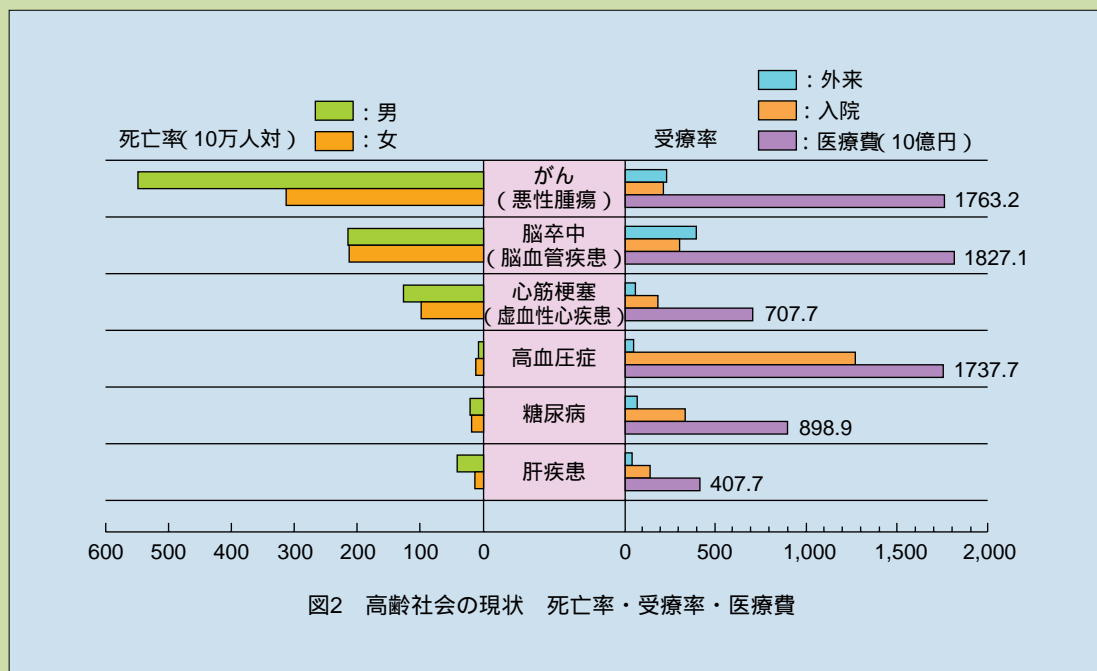


図1 高齢社会の現状

生活習慣病患者のための莫大な医療費

日本人の主要な高齢社会の現状(死亡率、受療率、医療費)をまとめたものをみると、がん・脳卒中・心筋梗塞の3大生活習慣病が男女の死因の上位を占めています(図2)。一方、医療費では寝たきりや痴呆の原因ともなる脳卒中が最も多く、1兆8千億円以上、それに次ぐのががん、そして高血圧です。高血圧は外来治療者の割合が多いことでもわかるように、降圧療法に多大な医療費を費していることとなります。高血圧は放置すると脳卒中や心筋梗塞の原因となるだけに、がんにかかる医療費とほぼ同額を費していますが、高血圧の適切な治療を受けている患者は高血圧罹患者の30%にすぎず、したがって脳卒中

は減少し、平均寿命は伸びたものの、“寝たきり”、痴呆の多い原因となっています。これはまた、薬剤治療に最重点を置く現代医療の方針に患者のQOL(Quality Of Life:生活の質)や医療経済の両面からも大きな問題のあることを示していると言えます。ちなみに、70歳以上が主な対象者である老人医療には10兆円を超える費用が当てられています。その4分の1は脳卒中や高血圧などのいわゆる高血圧関連の疾患に使われています。しかし、これらの疾患は基礎医学の実験的研究、臨床や疫学研究の成果を取り入れた栄養摂取の改善によって予防が可能であることが益々明らかになってきています。



栄養が長寿社会を支える

1985年から15年をかけ、WHOの協力を得て世界60地域で実施した循環器疾患と栄養、国際共同研究(Cardiovascular Diseases and Alimentary Comparison Study, WHO-CARDIAC Study)は高血圧の危険因子が肥満や食塩の過剰摂取であることを確認すると共に、24時間尿中のマグネシウム(Mg)、たんぱく質の代謝産物である尿素窒素(UN)の排泄量が多いと血圧は低くなるという新しい知見を加えました。

たんぱく質の摂取が、脳卒中予防に有効であることを初めて証明したのは、我々の開発した脳卒中易発症ラット(Stroke-prone SHR, SHRSP)による実験においてですが、さらにたんぱく質とマグネシウムの組み合わせがSHRSPの脳卒中を予防し、平均寿命は4~5倍に伸びることもわかりました。このように、たとえ脳卒中遺伝子を100%有しているSHRSPでさえ、栄養によって脳卒中は予防することが可能です。栄養によって遺伝子の支配を克服し得るのです。このような実験の結果が、ヒトに応用されなければ意味はありませんが、SHRSPの場合は、実験データの殆どは疫学的分析や臨床実験によりヒトにもあてはまることがわかってきました。

ハワイの日系人は世界一の長寿

ハワイと京都府下のA町の疫学研究の成績と比べた成績をみると(図3)、もちろんハワイの方がミニメンタルスケール:MMS(痴呆の判定スケール)で判定した痴呆は少なく、その原因のひとつに脳血管性痴呆と関係の深い食塩摂取量の差が考えられました。即ち、ハワイの日系人は1日6gで、マサイ族(2.5g/日)、広州の人々(5.7g/日)に次いで低レベルだったのです。ハワイ島などには大牧場があり、食生活の適当な欧米化に

よって肉食も増え、バランスのよくとれたアミノ酸の摂取で脳卒中は少なくなり、寿命は伸び続け世界一の現在の日本人の平均寿命に1980年半ばに到達しました。これまでのハワイの日系人の成績は、世界60地域の中でも最も優れていました。70歳以上の日系人で見ると、日本在住の日本人以上に食肉から適量のたんぱく質を摂取していました。これはSHRSPの実験でもたんぱく質の摂取で脳卒中が予防できたのと同じ状況と考えられます。

“寝たきり”、痴呆の少ない生活

ハワイの日系人で食事調査をしてわかったことは、元は沖縄県人だけに豆腐はいつも食べます。魚は太平洋から水揚げされ、刺身でさえ食べることができます。それは太平洋戦争の敗戦前の日本人では十分に食べられませんでした。

食肉もハワイでは容易に口にすることができました。そのような日系人は移民に伴う大きな生活習慣のギャップがあったにもかかわらず、1980年代に世界の長寿番付のトップランナーになったのです。しかし、最新のデータでは日系人の平均寿命は中国人に超えられてしまっています。

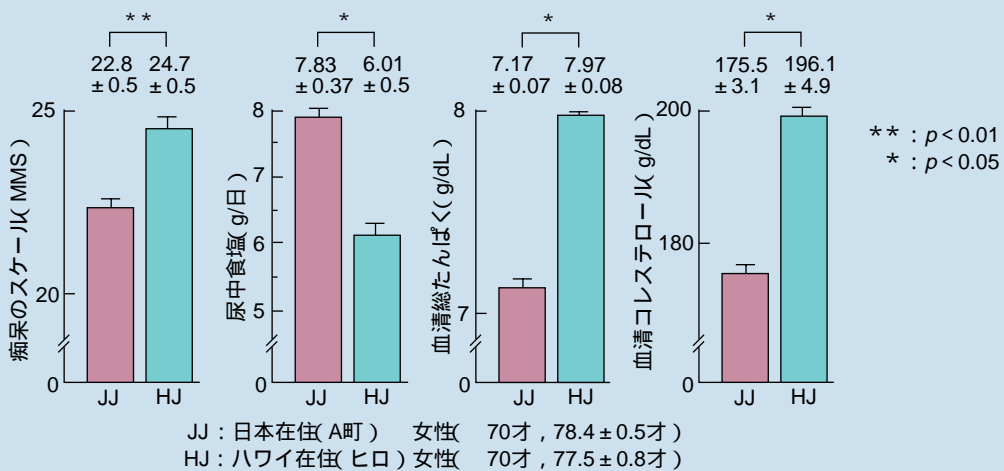
要は食肉を含む各種の食品のバランスが必要だと考えられます。ハワイ日系人の高齢者は肉・魚・豆腐をほぼ1:1:1の均等に食べています。このことで血清中のたんぱく質、アルブミン値も高く保たれています。

血清アルブミン値が高いほど痴呆が出ないという我々のA町でのデータも出つつあります。即ち、MMSでの痴呆の判定で、血清アルブミン値と得点は(得点が高い程痴呆の症状はない)有意の正相感を示しているのです。

これは、在宅治療の方々でもたんぱく質を確実に摂れるように栄養支援をすれば、健やかな長寿を全うできることを示しています。要は栄

養ですが、栄養の語源は「營養 = 營養養生」なのです。いよいよ正しい知識で食を営み、生を養い長寿を楽しめる時代になってきたのです。

日米の長寿集団の比較



70歳老人の血清アルブミンのレベル別生存率

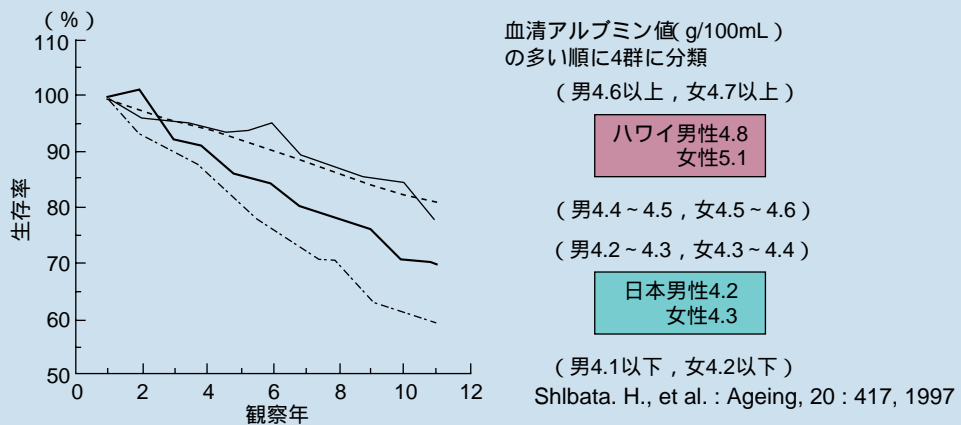
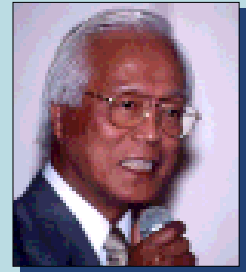


図3 ハワイ日系人と日本在住日本人の疫学研究の成績

TOPICS

東南アジアの伝統的発酵肉製品

大妻女子大学家政学部教授
大森 正司



東南アジアの非加熱肉製品

東南アジア諸国には日本の伝統食品のルーツを想わせる小麦、米、大豆、肉、魚を用いた伝統食が見られます。特に肉に関しては、東南アジア特有の豚肉を用いた非加熱醗酵の伝統的食物が日常的に食されています。

東南アジアでは、豚肉を非加熱製品として食

べる習慣が共通してみられますが、国によって呼び方が異なり、ベトナムではネムチュア(nem chua・図1)、ミャンマーではウェッターチン(weeta chin・図2)、タイではチンソム(jim some)、ラオスではソンモウ(som mou・図3)と呼ばれ、また中国では酸肉と呼ばれています。



図1 ベトナムの伝統的食肉醗酵食品
(ネムチャ：nem-chua)



図2 ミャンマーの伝統的食肉醗酵食品
(ウェッターチン：wetta-chin)



図3 ラオスの伝統的食肉醗酵食品
(ソンモウ：som-mou)

ネムチュアは新鮮な豚もものひき肉に油、砂糖、香辛料などの調味料を加えてよく混ぜ、そこに茹でて細切りにした豚の皮と焼いた米を粉末にしたthinと呼ばれる米の粉を加え、器械で棒状に押し出し、グアバの葉(地方により異り、ハノイ以外ではsungやdinh langなどの葉を用いる)と一緒にバナナの葉でしっかり包み、2つずつヒモで縛り、室温で一晩醗酵させて作ります。醗酵後の製品は15~17℃で約1週間は保存可能です。

これまで醗酵肉に関しては、長期間熟成させる欧米の醗酵ハムとともに、酸肉の一部に関してもいくつか研究が行われ、微生物叢等について検討された報告もありますが、これらの成分上の変化や微生物の製造過程への関与などについては、未だ明らかではありません。

非加熱肉製品の成分

我々は主にネムチャアを題材に成分等の分析を行いました。まずサンプルを食塩で抽出して

遠沈後、その上清を食塩可溶画分とし、さらに残滓をホモジナイズして遠沈し、食塩不溶性画分と可溶性画分に振り分けて、分析しました。

ネムチャアと豚肉の分子量の大きな一般成分を比べると、水分、粗たんぱく、水溶性画分のたんぱく含量、食塩、pHはほぼ類似した数値であることがわかりました。

豚肉との比較ではアミノ酸については、ネムチュアではグルタミン酸値の上昇がみられ、そしてGABA(ガンマアミノ酪酸)は嫌気状態に関与するという関係から著明な増加が認められました。また加水分解によりプロリンの増加が見られることから、プロリンを含むペプチドが含まれていることが予想されました。

またネムチュアには香気成分の増加も認められ、現在これらの成分の同定を進めています。ネムチュアの有機酸の含量をみると、とくに乳酸菌の著明な増加が認められ、琥珀酸、酢酸などの有機酸の増加も認められています。



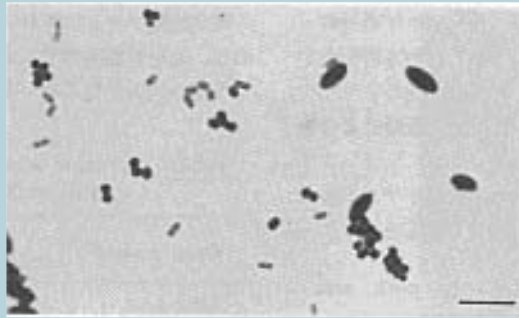
非加熱肉製品に存在する微生物

ネムチュアのサンプルを採取して混在している微生物を分離した結果、イースト菌をはじめ、グラム陽性および陰性の細菌が含まれていることが明らかとなっています(図4)。

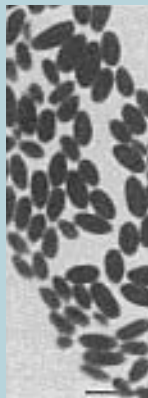
採取した細菌を選択培地を使って分離したところ、共通に生息する細菌と、特定の選択培地でしか出現しないものの幾つかに分類されまし

た。

これらの微生物のpHを測定し、24時間、48時間後の濁度とpHの変化をみると、これらの微生物はpH値に関係しないものや、大体4以下までpHが下がる株がみられ、pHの変動は乳酸菌その他に由来するものではないかと考えられました。



ネムチュアのサンプルに混在している微生物



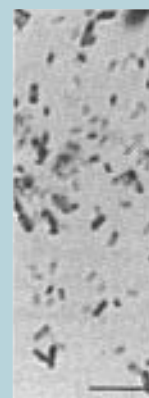
イースト



グラム陽性細菌



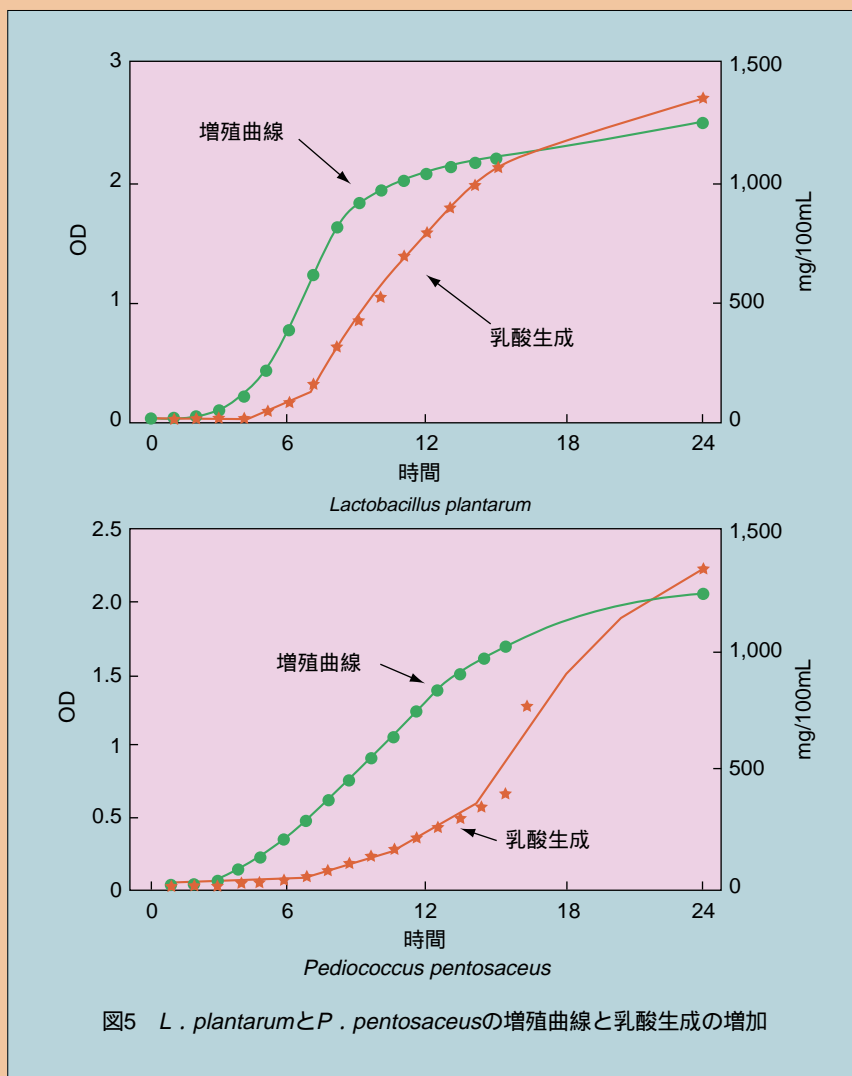
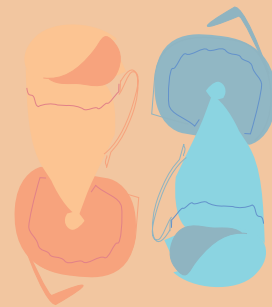
グラム陰性細菌



グラム陰性細菌

図4 微生物の分離とグラム染色像

グラム陽性菌としては、*L. lactis* , *L. acidophilus* , *L. pentosaceus* , *L. plantarum*など、ごく一般的な乳酸菌が出現し、グラム陰性菌としては*Pseudomonas* , *earobacter*などが同定されたので、どの細菌が酸肉製品に影響するかを検討しました。乳酸菌でごく一般的なものが影響すると推測し、*L. pentosaceus* , *L. plantarum*を豚肉に接種してみたところ、増殖曲線にみられるように乳酸の生成の増加が認められました(図5)。大体10~12時間で増殖はプラトーに達したところから、



現地で肉をバナナの葉で包んで縛り10時間以上経過後に食べるということと、このような微生物の増殖、乳酸の増加とが密接な関係にあることが推定されます。

分離した各バクテリアを豚肉にモデル的に作用させ、遊離アミノ酸含量を測定すると、ペントサス、ラクティスではグルタミン酸、ロイシン、フェニールアラニンの増加が認められました。

非加熱肉製品のpHと寄生虫の排除

豚肉の生食であるため、寄生虫の存在が懸念されますが、このことに関してはpH値が深く関係していることが推測されました。

豚肉にプロテアーゼを作用させた時のpHと総アミノ酸量の変動についてみると、pH値が4の時

に総アミノ酸の著明な増加が認められます(図6)。つまり乳酸菌の出現によってpHが4前後になったときに、豚肉中のプロテアーゼの至適pHとなるということですが、これはバナナの葉で包んで10時間放置後の乳酸菌の増殖による、pHの低下と、豚肉中のプロテアーゼの活性化の寄生虫への影響によって寄生虫が駆除され、食べることが可能な状態となるのではないかと推測されました。

pHとアミノ酸の変化についてみると、pH4の時に種々のアミノ酸の著明な分離がみられ、またネムチュアのたんぱくの電気泳動図をみると、水溶性画分などでたんぱく分子の減少が認められましたが、このような、様々な変化が相乗して風味が変化して旨味が増すものと思われる。

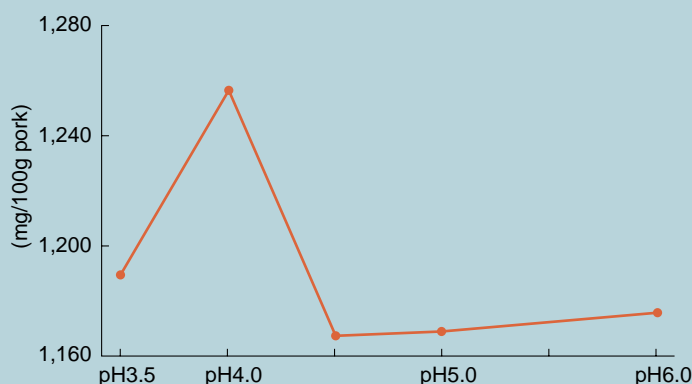
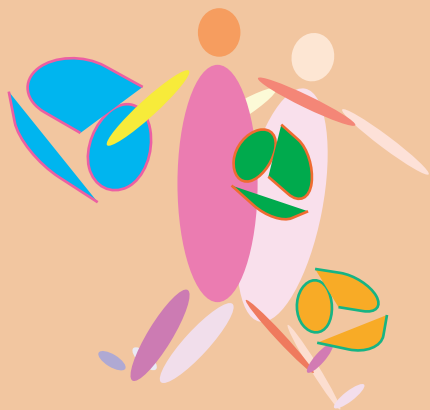


図6 豚肉にプロテアーゼを作用させた時のpHと総アミノ酸量の変動

醗酵食品の応用へ

東南アジア特有の伝統食である非加熱肉製品では、乳酸菌をはじめとした微生物が密接に関与し、pHの低下とプロテアーゼの活性化の相乗作用によって寄生虫が駆除された結果、衛生的に問題なく食べることができるようになると推

測されます。このような醗酵食品の応用は日本におけるアレルギーをはじめとする慢性的な免疫疾患等の問題を解決する足がかりになるのではないかと期待されます。



米国における食肉の安全性確保の とりくみ

U.S.-Japan Science Consulting Services Inc. 社長, 微生物学博士

田中 信正



Summary

アメリカでは、食肉など食品の安全性確保はHACCP規制によって取りまわられています。これは従来の命令と管理による規制と異なり、管理の評価を除き、その計画と実施については民間の主導となっています。

食肉に対するHACCPの規制では「成績基準」による管理が行われています。と体の衛生状態は一般大腸菌の汚染度を成績基準で評価する方法で、基準よりも多い場合は衛生状態について不合格となります。HACCPの順守、病原菌のコントロールはサルモネラ菌の検出によって行われ、これも基準よりも多ければHACCP不備とされて計画とその実施の再考が命ぜられます。

近年アメリカではリステリアによる食中毒が問題となっていますが、とくにホットドッグを介した事例などの検討からは、さらに厳しいコントロールが必要とされています。日本ではリステリアはあまり問題にされていませんが、これはアメリカほど積極的な疫学調査が行われていないから実状がわからないのが理由だという考えも強く見られます。

Key words

HACCP 一般大腸菌 サルモネラ菌 リステリア

はじめに

アメリカにおける食肉・食鳥肉をはじめとする食品の安全性に対する取り組みは、基本的にHACCP (Hazard analysis and critical control

point system ; 食品安全に対する危害要因を同定、評価、コントロールする系統的方法) 規制によって行われています(表1)。こ

こではアメリカにおける食肉・食鳥肉の安全性確保のとりくみの現状について紹介します。

表1 アメリカの HACCP 規制

- ・ LACF：低酸性缶詰規制：1973年(FDA)
- ・ 魚介類および同製品の安全で衛生的な製造に関する規定：1997年12月(FDA)
- ・ 食肉・食鳥肉に関する病原菌減少：危害要因分析・必須管理点(HACCP) 規制：1998年1月～2000年1月(USDA/FSIS)
- ・ 野菜・果物のジュースのHACCP規制案：1998年4月提案(FDA)

1. 食肉・食鳥肉の HACCP 規制の実施と順守

アメリカの食肉・食鳥肉のHACCP規制は農務省の管轄で、約7,500名の規制管理官(検査官)が約6,500の食肉企業について検査を実施しています。と体では1頭1頭個別の検査が法制化されています。疾病に冒された家畜をヒトが食べないようにするということが最大の目的です。

従来の食肉・食鳥肉の規制は、「命令と管理」の規制といわれてきましたが、HACCP規制では、規制・管理は工場の自主性に任されています。HACCP実施の成果は検査官によって監査判定されますが、HACCP計画の立案から実施

までは民間主導で行われます。

HACCP規制の際に、「成績基準」による管理ということが強く求められてきています。この管理では、サニテーションの順守が目標とされ、順守の評価は一般大腸菌(*Escherichia coli*)の汚染度によって決定されます。mは汚染度の最低限で、m以下であれば全く問題はない。Mは最高閾値で、M以上では不合格となる。mとMの間に落ちるサンプルの数によってモニターするという評価方法です。また、HACCPの順守、病原菌のコントロールはサルモネラの検出度によって判定されます。全国調査による汚染度

のデータを基準として、検出度が基準よりも多ければHACCP不備と評価され計画の再考が要請されることとなります(表2)。

現在、小売業についてもFood CodeによるHACCP対応が行われています。Food Codeは2年に一度改訂される食品・医薬品局のガイドラインです。小売業のHACCPは加工工場のHACCPに比べ品目が多い、調整から提供までの時間がない、多数の商品が交差することによる汚染の可能性が高いなど解決すべき課題が多く残されています。

表2 アメリカにおける食肉・食鳥肉のHACCP規制(実施と規制の順序)

- ・ HACCP規制と「成績基準」による管理
- サニテーションの順守：一般大腸菌の汚染度による
 - ・ mとMの採用：mとMの間に落ちるサンプルの数によってモニターする
- HACCPの順守：サルモネラの検出度による
 - ・ 全国調査による汚染度のデータを基準として、それ以下に収まるようにする。検出度が基準より多ければ、HACCP不備とする

2. サルモネラの検出度による HACCP 規制の順守とその効果

サルモネラの検出度によるHACCP 規制の評価は、サルモネラが食肉・食鳥肉の病原菌汚染の指標菌となるとの判断によって制定されました。アメリカのサルモネラ感染症の患者数とコストについて表3に示しますが、1976年の推定と1993年の推定の比較では、年間コストは6億ドルから35億ドルへと激増

表3 サルモネラ感染症の患者数とコスト

疾病の重大さ	1ケースあたりのコスト		ケース数とトータルのコスト			
	Cohen ¹	ERS ²	下限		上限	
			ケース数	トータル ミリオンドル	ケース数	トータル ミリオンドル
1976年のドル	1976年のドル	1993年のドル	ケース数	トータル ミリオンドル	ケース数	トータル ミリオンドル
医者に診せなかった	125	371	746,880	276.8	3.7mil	1,384
医者に診せた	222	794	40,320	32.0	201,600	160
入院した	1,750	9,087	12,000	109	60,000	545
死亡した	N/A	385,355	800	308	4,000	1,541
トータル	N/A	N/A	800,000	726	4.0mil	3,631

食物由来の場合が87～96%と仮定すれば食物由来のコストは年間6～35億ドルになる³

¹ Cohen, et al., 1978. New England J. Med., 299:459-460

² Economic Research Service, USDA.

³ これはサルモネラ感染症のみについてのコストであり、すべての食中毒のコストの推定は約10ビリオンドル（100億ドル）に上ると推定されている。この10億ドルという数値には寄生虫、原生虫などの感染症も含まれる。関節炎、ギアン・バレー症候群（*Campylobacter jejuni*）、脳脊髄炎、その他の後遺症を含んだ場合には更にコストは大きくなるものと見られる。

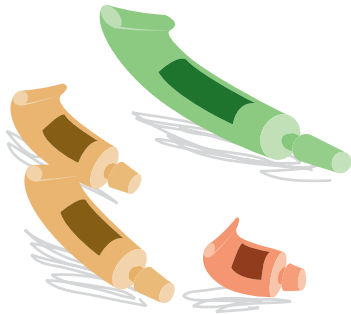


表4 主な病原菌による疾病 ERSのデータによる)

病原菌	患者数	死者数	コスト	食物由来の%	食物由来の患者数	食物由来の死者数	食物由来のコスト
	数		ビリオン ドル	%	数		ビリオン ドル
<i>C. jejuni coli</i>	2,500,000	200 ~ 730	1.2 ~ 1.4	55 ~ 70	1,375,000 ~ 1,750,000	110 ~ 511	0.6 ~ 1.0
<i>Cl.perfringens</i>	10,000	100	0.1	100	10,000	100	0.1
<i>E. coli</i> O157:H7	10,000 ~ 20,000	200 ~ 500	0.3 ~ 0.7	80	8,000 ~ 16,000	160 ~ 400	0.2 ~ 0.6
<i>L.monocytogenes</i>	1,795 ~ 1,880	455 ~ 510	0.2 ~ 0.3	85 ~ 95	1,526 ~ 1,767	378 ~ 485	0.2 ~ 0.3
<i>Salmonella</i>	800,000 ~ 4,000,000	800 ~ 4,000	0.7 ~ 3.6	87 ~ 96	696,000 ~ 3,840,000	696 ~ 3,840	0.6 ~ 3.5
<i>Staph. aureus</i>	8,900,000	7,120	6.8	17	1,503,000	1,210	1.2
合計	12.2mil ~ 15.4mil	8,865 ~ 12,960	9.3 ~ 12.9	N/A	3.6mil ~ 7.13mil	2,654 ~ 6,546	2.0 ~ 6.7

しています。

アメリカにおける病原菌による疾病の患者数についてみると(表4)、*Campylobacter jejuni coli*が約250万人、大腸菌、O157:H7が1~2万人、サルモネラが80~400万人、*Staphylococcus*が890万人であることが示されています。このうち食物由来の患者数は *Staphylococcus* の場合1,513,000人とされています。また野菜、果物による食中毒の発生も問題とされてきてい

ます(表5)。

HACCP規制の実施による効果として、1) 家畜・食鳥のと畜場のサルモネラ汚染が減少しています。鶏肉のサルモネラ汚染頻度は当初20%が基準でしたが、HACCP規制実施1年後には14%にまで減少しました。2) またFood Net(後述)による食中毒発生数の統計で、実際に*Campylobacter*、*Salmonella*の発生数が減少している、という結果が得られています。

表5 生鮮野菜、果物による食中毒の発生例

発生年	病原因子	原因食品	患者数	発生した州の数
1990	<i>Salmonella</i> Chester	カンタローブ	245	30
1990	<i>S. Javiana</i>	トマト	174	4
1990	A型肝炎	イチゴ	18	2
1991	<i>S. Pomona</i>	カンタローブ	> 400	23
1993	<i>E. coli</i> O157:H7	リンゴジュース	23	1
1993	<i>S. Montebideo</i>	トマト	84	3
1994	<i>Shigella</i> <i>flexneri</i>	葉ネギ	72	2
1995	<i>S. Stanley</i>	アルファルファ もやし	242	17
1995	<i>S. Hartford</i>	オレンジジュース	63	21
1995	<i>E. coli</i> O157:H7	葉レタス	70	1
1996	同上	同上	49	2
1996	<i>Cyclospora</i>	ラズベリー	978	20
1996	<i>E. coli</i> O157:H7	リンゴジュース	71	3



4. リステリア汚染の事例

近年、アメリカにおいてリステリアによる食中毒の頻発がみられますが、1998年秋から1999年初めまでにホットドッグを主な原因として100名余りのリステリア患者が発生し、20人が死亡しています。

リステリアによるホットドッグの汚染は加熱調理以後、包装前に

生じたと推測されています。リステリアは低温で増殖(最低増殖温度0℃)するので、このような危険性が懸念される食肉製品についてはさらに厳しいコントロールが必要と考えます。日本ではリステリアはほとんど問題にされていませんが、事実は異るとみられます。リステリアの主症状は、腹痛、下

痢ではなく悪寒、発熱、頭痛、嘔吐感などで、一般的に風邪として処理される恐れが多いのが現状です。リステリア汚染を検出する目的をもって調査しないかぎり、これらの症状の原因へのリステリア関与はほとんど明らかになりません。

5. アメリカにおける疫学データ

アメリカの場合、疫学データはFood Net という積極的調査を実施して得られています。この調査は病原菌を10種類ほど設定し、それらの病原菌に対する綿密調査を行うものです。実際に現在、人口の8%が対象とされ、将来的には人口の12%の綿密調査が計画されています。また対象地域も現在の8地域から将来は10の地域に拡大されることが決められ、その地域の

医療施設と検査室の綿密調査の他、住民に対する直接インタビューによって食中毒症状発現の有無を調査します。

そのような疫学調査により得られたデータを表6に示します。集団発生による患者数は必ず報告されますが、日本では食中毒の報告によって明らかになる患者数は1年間に2~3万人程度とみられています。アメリカにおいても、Food

Net開始前は、食中毒の報告数は年間4~5万人であり、人口比を考慮するとほぼ日本と同じ報告数ということができました。しかし報告された数は、実際に発生した数の1%にも満たないというのが、欧米では常識になってきていますが、日本ではその常識はまだ通用しません。

表6 アメリカにおける疫学データ(Food Net : 積極的調査 : 人口の8%を綿密調査)

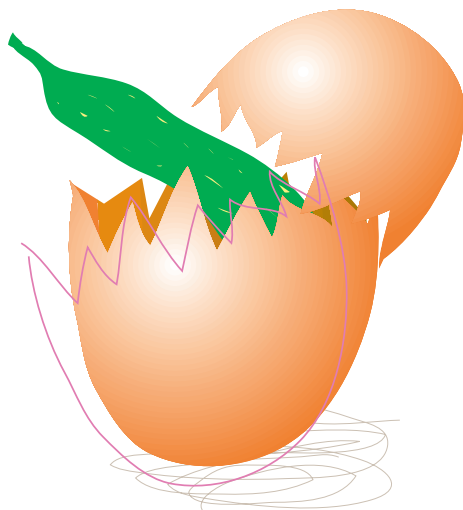
<i>Campylobacter</i> : 確認21.7/100,000
・トータルで2,453,926名と推定(報告は37,496名)
- 集団発生からは148名
<i>Salmonella</i> : 確認12.4/100,000
・トータルで1,412,498名と推定(報告は37,842名)
- 集団発生からは3,640名
<i>Listeria monocytogenes</i> :
・トータルで2,528名, 死者約500名と推定

おわりに

食中毒発生時の疫学の問題を考えると、食中毒の原因の確認、その調査方法は残念ながら日本ではアメリカと比較してまだ明確では

ありません。今後の食肉の安全性、あるいは食物全体の安全性を考慮した場合、疫学の調査の段階から統計に至るまで、相当な物理

的労力、あるいは資金の投入が不可欠と考えます。



わが国における食肉の安全性確保の とりくみ

厚生省生活衛生局乳肉衛生課長

森田 邦雄



Summary

動物性食品(食肉など)の安全性に関する危害は、大きく生物学的危害、化学的危険、物理的危険に分類されます。食品を原因とするヒトの健康被害の発生防止対策としては、生産者から消費者まで、関係する人々全員が参加することが重要です。例えば、食肉については、生産者、と畜場、製造加工、販売、消費者の各段階でどのような貢献をしなければならないのかを明確化することが重要です。また、生産者から消費者まで情報を共有するrisk communicationも不可欠となります。

Key words

動物性食品 安全性 生物学的危険 化学的危険 物理的危険 risk analysis
risk assessment risk management risk communication

1. 動物性食品の安全性に係る危害の分類

動物性食品(食肉など)の安全性に関する危害は、大きく生物学的危険、化学的危険、物理的危険に分類されます(表1)。

生物学的危険のうち、動物の病気は、ヒトに感染する病気、ヒトに感染する可能性のある病気、ヒトに感染しない病気に分類できま

す。一方、動物に病原性はなく、ヒトに病原性のある微生物としては、腸管出血性大腸菌、カンピロバクターなどがあります。

化学的危険には、抗生物質、合成抗菌剤、ホルモン剤などの動物用医薬品があります。また、ダイオキシン、PCB、農薬などの環境

汚染物質は、最近では内分泌攪乱化学物質、環境ホルモンなどとも呼ばれ、社会的にも注目されるようになってきています。

物理的危険には、注射針、散弾、毛髪などがありますが、これらは依然として消費者レベルで見られることがあります。

表1 動物性食品(例,食肉)の安全性に関わる危害の分類

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1. 生物学的危害 | |
| (1) 動物の病気 | |
| ア 人に感染する病気 | 炭疽, 結核, ブルセラ, トリヒナ等 |
| イ 人に感染する可能性のある病気 | 牛伝達性海綿状脳症等 |
| ウ 人に感染しない病気 | 口蹄疫, 白血病等 |
| (2) 動物に病原性がなく, 人に病原性のある微生物 | 腸管出血性大腸菌, カンピロバクター等 |
| 2. 化学的危険 | |
| (1) 動物用医薬品 | 抗生物質, 合成抗菌剤, ホルモン剤等 |
| (2) 環境汚染物質 | ダイオキシン, PCB, 農薬等 |
| 3. 物理的危険 | 注射針, 散弾等(毛髪) |



2. 食品を原因とするヒトの健康被害の発生防止対策

食品を原因とするヒトの健康被害の発生防止対策の基本的な考え方は、生産者から消費者まで、関係する人々が全員参加しなければ、安全性確保やヒトの健康被害の防止は困難であるということです(図1)。

対策の進め方としては、やはり risk analysis が重要で、risk を assessment し、自分のなすべきことを明らかにする risk management を行い、生産者から消費者まで情報を共有する risk communication が大切になります。対策の手法には、GMP(Good Manufacturing Practice/ 適正製造基準)、HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point/ 危害分析に基づく重要管理点監視方式)などがありますが、生産振興行政(農林水産、食品流通、食品機械担当など)との連携も重要となります。

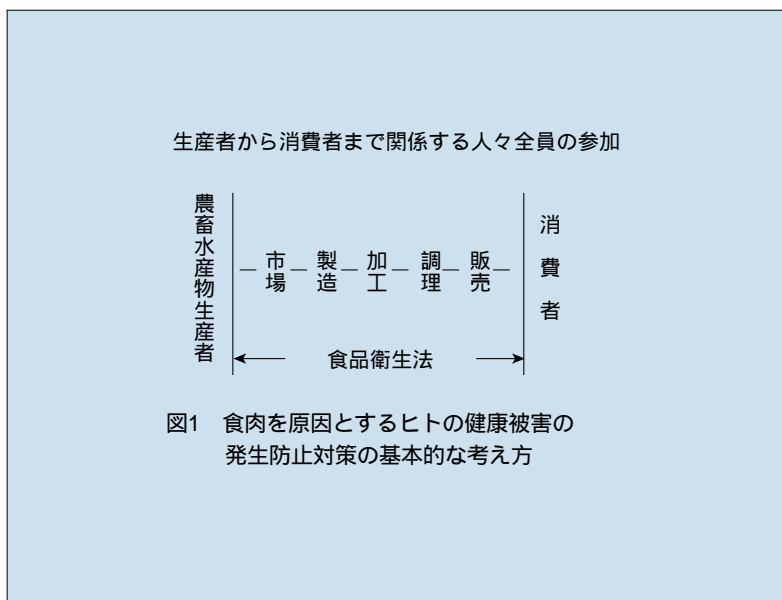


図1 食肉を原因とするヒトの健康被害の発生防止対策の基本的な考え方

3. 食肉生産における risk management の実際

動物の病気は動物性食品の古典的なリスクですが、その risk management の目標は病気にかかった動物または部位の排除です(図2)。この risk management はと畜場で完結します、最も重要なのは生産対策として健康な動物を生産することです。具体的には、周囲環境の整備やワクチン接種などの方法があります。また、と畜場では、と畜場法に基づいて獣医師

による1頭毎の病気の検査、排除が行われており、現在、日本では2,500名近くの獣医師が全国のと畜場に配置されています。

腸管出血性大腸菌O157などの動物には病原性がなく、ヒトに病原性のある微生物の risk management の目標は、患者をゼロにすることであり、許容摂取菌量は50g中0個が目標となります。生産者は体表を清潔にして、糞のついて

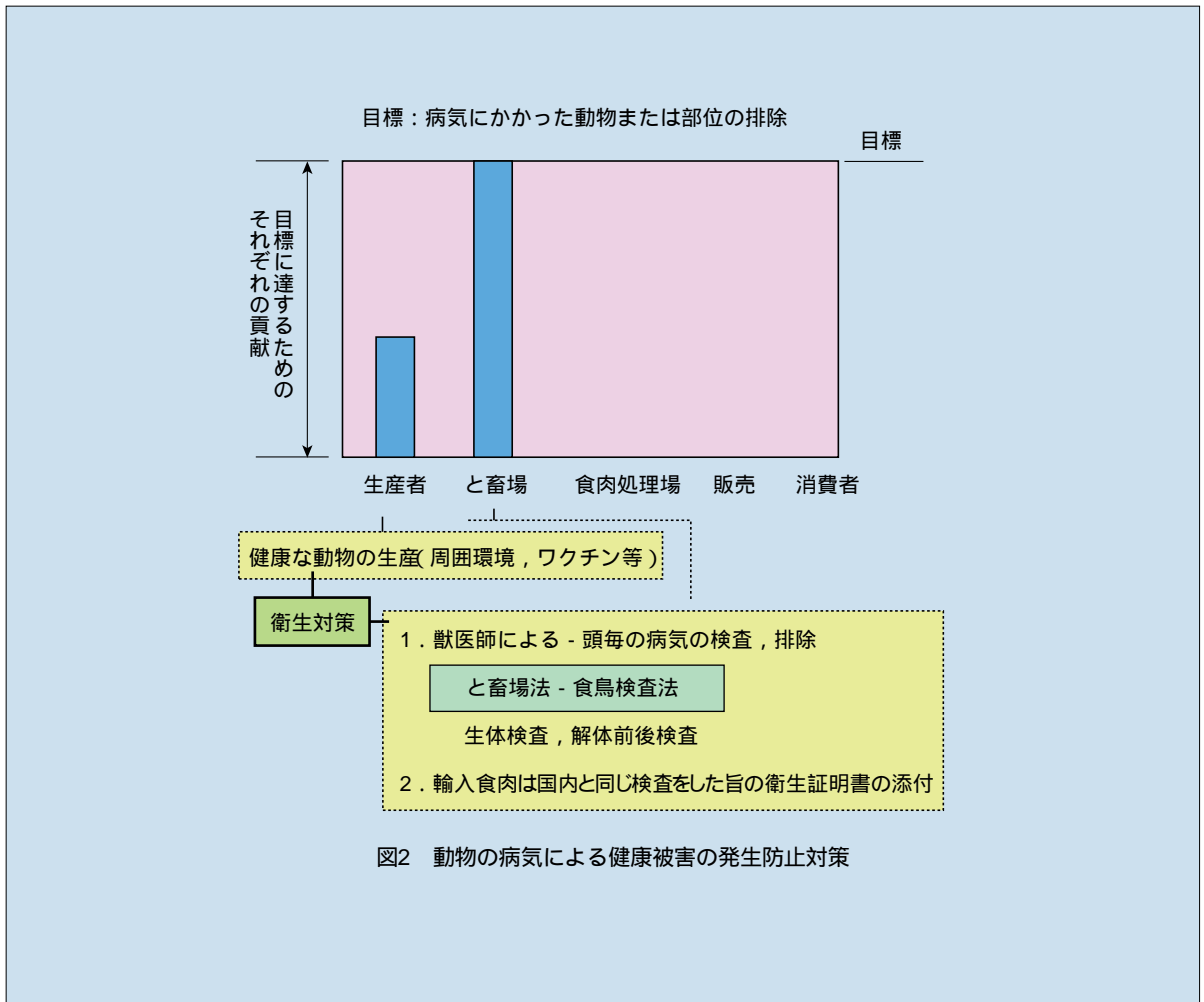
いない牛をと畜場へ運ぶことが重要ですし、と畜場では、解体すると同時に食道と直腸を結紮して、糞などの内容物が外に出ないようにする必要があります。一方、消費者は食肉には汚染のリスクがあることを前提として、確実な加熱(75℃、1分以上)をしたり、小児や免疫不全者などのリスクのある人々はレバーなどを生では食べないことが重要です。

動物用医薬品のriskには急性・慢性毒性、発がん性、腸内細菌に与える影響などがありますが、現在、ADI(Acceptable Daily Intake)が設定され、それに基づいて残留許容量が設定されており、例えばオキシテトラサイクリンについては牛肉では0.1ppmに設定されていません。動物用医薬品のrisk managementは生産者が行う以外にはあり得ず、用法・用量を守り、休業期

間を厳守することが重要です。ダイオキシンは、急性・慢性毒性、発がん性、内分泌攪乱作用などのリスクを示しますが、現在、厚生省と環境庁はTDI(Tolerable Daily Intake)は体重1kg当たり4pg(1pgは1gの1兆分の1)と設定しています。残留許容量については、1998年の人体への取込量調査の結果が平均2pg/体重1kgでTDIの半分であったことから、現時点では

食品個別基準の設定は必要ないと考えています。

物理的危害には注射針、散弾などがありますが、risk managementの目標はもちろん食肉からの排除です。生産者は注射針が豚などの体内に残った場合、当該部位をマーキングし、と畜検の獣医師に通報することが重要です。



4 . Risk Communication の重要性

1998年から卵によるサルモネラ症の抑制対策が講じられています。この中で生産者、流通業者に冷蔵の義務がなく、消費者に冷蔵をなささいという情報提供は制度的におかしいという議論がありま

したが、インフラが整っていないところに冷蔵義務を課しても仕方がない、できるところから対策を講じようというのが、この制度の考え方です。同様に生食のリスク、放射線による殺菌の問題な

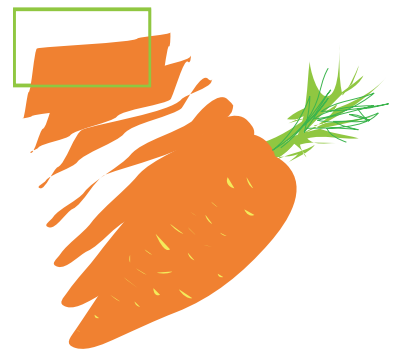
ど、リスクとその対策に関するコミュニケーションはまだ不足している状態です。消費者一人一人が正しい判断ができるような情報提供と、理解の促進が最重要課題であると考えています。

おわりに

人類は感染症を克服できると考えられていましたが、結核の再興などにもみられるように、それは人類の驕りであり、決して自然には勝てないのではないかと考えら

れます。「人は必ず誤る可能性のあるところは、誰かが必ず誤る」というマーフィーの法則に従うならば、食品の安全性は今後も追求し続ける必要があります、そのために

は生産者から消費者まで一貫した対策を打ち出していくことが重要と考えています。



食肉の安全性に関するトピックス - 生食及び加熱不完全調理食による食中毒 -

財団法人日本食品分析センター学術顧問 / 東京農工大学名誉教授

小川 益男



Summary

わが国の食中毒の年間発生数は、概ね事件数で1,000~2,000件、患者数で30,000~40,000人程度でした。原因菌は、数年前から腸炎ピブリオとサルモネラが圧倒的に多く、この2つで事件数、患者数とも大半を占めています。原因食品として日本で特徴的なことは、生食や加熱を抑えた調理食が多いことです。

平成9年を例にとると、原因食品(判明率は41%、803/1960件)のうち、生食や加熱不完全調理食に該当するものは概数で、魚介類111件、卵及び卵を含む食品58件、食肉26件、野菜等8件でした。食肉による食中毒は原因食品が判明した803件のうち30件(3.7%)にすぎませんでしたが、その86.7%(26/30)は生食または加熱不完全調理食によるものでした。しかも、それらの多くは厚生省の「生食用食肉の衛生基準」で生食の対象としては認められていない鶏肉で、原因菌としてはカンピロバクターが多くみられました。

Key words

食中毒 食肉の生食 カンピロバクター サルモネラ 腸管出血性大腸菌(O157)

はじめに

わが国では、魚介類、卵、馬肉(刺身)などについて長い生食文化の歴史を持っており、さらに最近はその洋式化や調理時間の節約等のニーズもあってカット野菜や ready to eat 食品の消費が急増していま

す。空いた時間を個人の休息、趣味、教養、自己研鑽等に使いたいという希望の高まりを考えると、今後このような食品の消費はますます増加していくものと考えられます。最近、米国等でも生食や最

小限の加工を施した食品に対する人気が高まって来ています。それは、食品の持つ栄養や機能を加熱で破壊しないで、できるだけ自然のまま摂取したいという健康志向の高まりによるものと説明されて

います。一方で、生食等による微生物危害のリスクが高まっています。ここでは食肉の生食を中心として、食中毒の発生状況や対策について考えてみたいと思います。

1. わが国における食中毒の発生状況

食中毒統計がとられるようになった昭和27年以来、わが国の食中毒の年間発生数は、概ね事件数1,000～2,000件、患者数30,000～40,000人程度で推移しています(図1)¹⁾。しかし、この統計は、医師

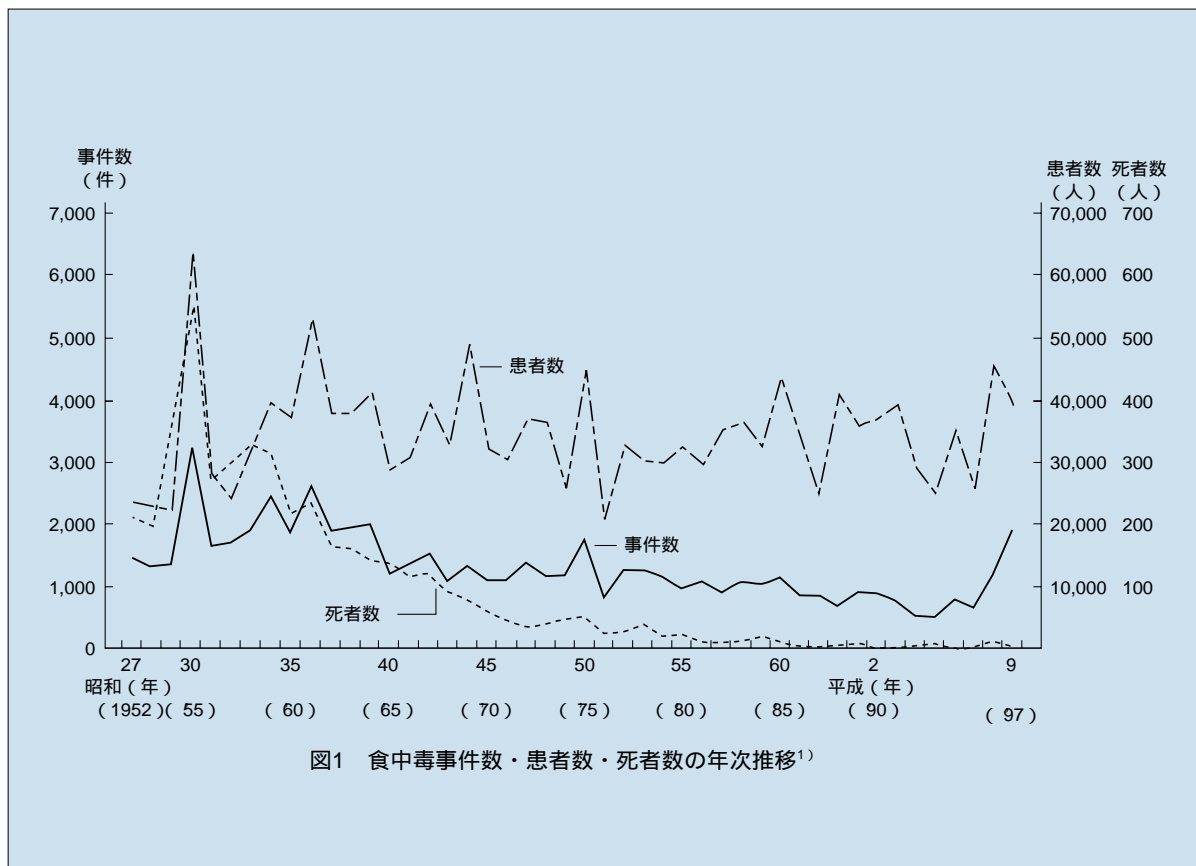


図1 食中毒事件数・患者数・死者数の年次推移¹⁾

から食中毒患者として届出のあった数字であって、実際の発生数は少なくともこの10倍ぐらいに達するであろうとする専門家もいます。食中毒の原因菌としては、平成8年における腸管出血性大腸菌(O157)を除けば、5~6年前から腸炎ピブリオとサルモネラが圧倒的に多く、事件数(図2A)²⁾、患者数(図2B)²⁾とも大半を占めています。これらの食中毒の原因食品は

様々ですが、日本の特徴は生食や加熱不完全調理食(以下生食等とする)によるものが多いことにあります。腸炎ピブリオは海水、汽水がいわばreservoir(自然界でその病原菌を宿している場所)で、水温が17~20を越えると海水中で増殖し、魚に付着するために食中毒につながります。食中毒発生の姿は、その年の気温にもよりますが、一般に夏に多くみられます。

特に本食中毒は7~9月に集中して(96.8%)発生しています。これに対し、動物由来の細菌であるサルモネラやカンピロバクターによる食中毒の発生は、7~9月ではそれぞれ59.7%と32.3%にすぎず、他の月にも幅広く発生しています(いずれも平成9年の食中毒統計による)。



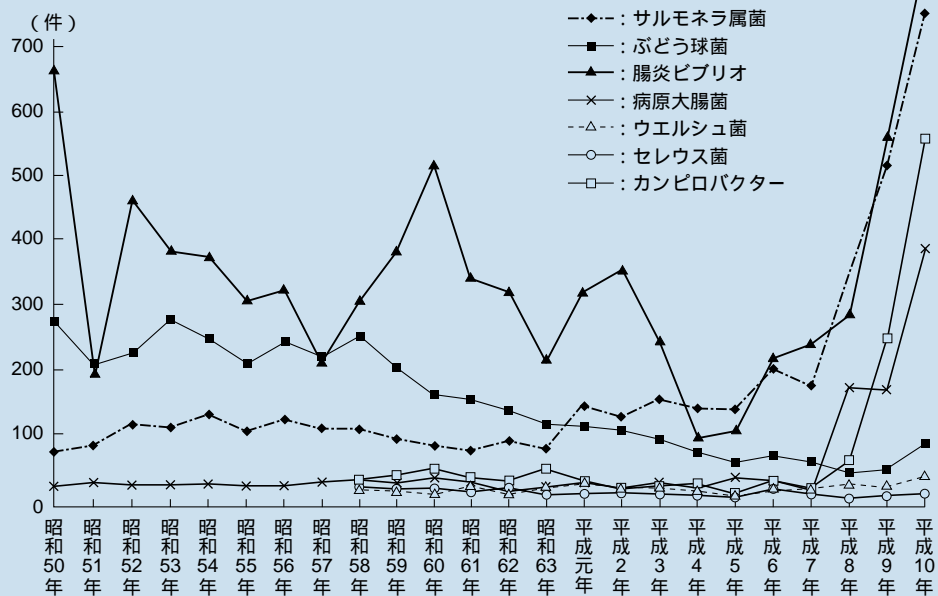


図2-A 病因物質（主な細菌）別に見た事件数の年次推移²⁾

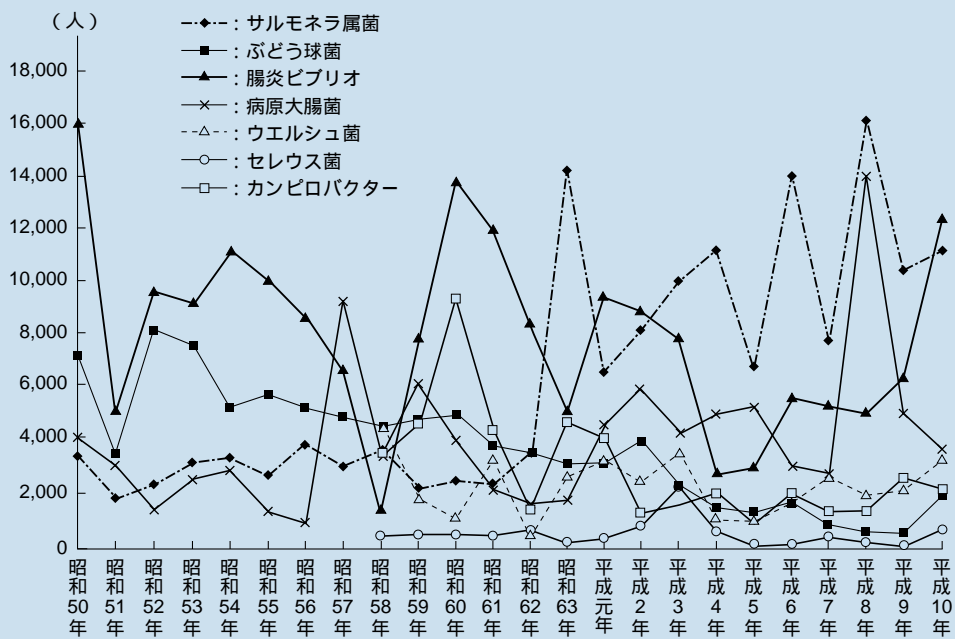


図2-B 病因物質（主な細菌）別に見た事件数の年次推移²⁾

2. 生食等によって起こる食中毒 - 魚介類、卵類、食肉類の順に多い

サルモネラやカンピロバクターに感染した家畜に由来する乳・肉・卵類は、家畜の体内に存在していた病原体によって汚染(このような汚染を一次汚染と呼ぶ)される可能性があります。海水中の腸炎ビブリオに汚染された魚介類や、畑等での栽培中に家畜の排泄

物や灌漑水などによって汚染された野菜・果物類は、病原菌に感染しているわけではありませんが、生育環境からの汚染を宿命的に避けられない状況なので、実質的には一次汚染と同じような性格を有しています。このような可能性をもつ病原体を食品別に表1に示し

ました。また、生野菜やready to eat 食品等が台所等で、魚介類や食肉等を扱った調理器具や手指を通じて交叉汚染を受けた場合(このような汚染を二次汚染と呼ぶ)も、そのまま加熱しないで食べるため食中毒につながる可能性があります。最近このような事例が

表1 食品の一次汚染に由来する微生物危害

食品名	病原体名	備 考
食肉	カンピロバクター、サルモネラ、腸管出血性大腸菌(O157など)、エルシニア菌、ブルセラ菌、リステリア菌、結核菌、炭疽菌、豚丹毒菌、トキソプラズマ、トリヒナ、無鉤糸虫、有鉤糸虫、犬回虫(食鳥肉)、肝蛭など	日本：生食、加熱不完全食 生食用食肉の成分規格目標：糞便系大腸菌群およびサルモネラ属菌陰性 外国：加熱不完全(国によっては生食)
乳及び乳製品(生チーズ等)	カンピロバクター、リステリア菌、サルモネラ、Q熱リケッチャ、ブルセラ菌、結核菌、コリネバクテリウム、ぶどう球菌など	日本：特別牛乳の成分規格並びに製造の基準 生菌数30,000以下、大腸菌群陰性、非殺菌でも可 外国：生チーズ、生乳
卵	サルモネラ	日本：全卵の生食、加熱を抑えた卵調理・加工食品 ：生食用殻付き卵・消費期限等の表示の義務、液卵の成分規格、製造の基準、表示など 外国：加熱を抑えた卵調理・加工食品
魚介類等*	腸炎ビブリオ、その他のビブリオ、サルモネラ(クジラのサルモネラ感染)、ボツリヌス、豚丹毒菌、小型球型ウイルス、アニサキスなど	日本：魚介類の生食 生食用かきの成分規格 細菌数5万以下/g、E.coli、最確認数230以下/100g 外国：かきの生食
野菜・果実	腸炎ビブリオ、腸管出血性大腸菌、サルモネラ、カンピロバクター、リステリア菌、セレウス菌、クリプトスポリジウム、サイクロスポラ	生産地における動物の排泄物等による汚染 生食肉・生魚介類との直接的、間接的接触による汚染
水	カンピロバクター、エルシニア・エンテロコリチカO8、仮性結核菌、腸管出血性大腸菌、クリプトスポリジウム、ジアルジア、サイクロスポラ、エキノコッカスなど	動物による源水の汚染

* 淡水産食品に由来する寄生虫：広節裂頭条虫(第1中間宿主：ケンミジンコ、第2中間宿主：マス等淡水産22類、以下同様の順で示す)、肺吸虫(カワニナ、淡水産カニ類)、肺吸虫(マメタニシ、コイ科)、横川吸虫(カワニナ、アユ・シラウオ・ウグイなど)、有棘顎口虫(ケンミジンコ、ライギョ・ドジョウなど)

増えています。表2は、平成9年度の食中毒事例録³⁾から、生食等によって実際に起こった食中毒事例を集計したものです。

食中毒の総発件数1,960件のうち、原因食品が判明したのは803件(41%)で、そのうち、生食等によるもの(概数)は、魚介類が最も多く111件、次いで卵及び卵を含む食品によるもの58件、食肉によるもの26件、野菜等8件の順となっています。なお、殻付卵を割卵後すぐ摂取して食中毒に思ったケースは皆無に近いのが現状です。

食肉による食中毒は原因食品が判明した803件のうち30件(3.7%)にすぎませんでしたが、その86.7%(26/30)は生食または加熱不完全食によるものでした。これらの



表2 食品別にみた生食・加熱不完全食による食中毒発生状況(1997年)

食中毒名	食品名				
	魚介類	食肉類	卵及び卵を使用した食品	乳類	野菜等
腸炎ピブリオ食中毒	94	0	0	0	6
サルモネラ食中毒(E)*	0	3	57	0	0
サルモネラ食中毒(他)*	1	3	1	1	0
カンピロバクター食中毒	0	16	0	0	0
腸管出血性大腸菌食中毒O157	1	4	0	0	2
小型球型ウイルス	15	0	0	0	0
計(a)	111	26	58	1	8
(a/b×100)	(63.8)	(86.7)	(156.8)**	(50.0)	(10.3)
原因食品判明事件数(b)***	174	30	37	2	78

* E : *Salmonella*, Enteritidis

他 : E以外の *Salmonella*

** : 卵成分を含んでいるが、食中毒統計では卵類として分類していない食品も計上したため100%以上となった

*** : 総事件数1960のうち原因食品が判明したものは803件(41%)

原因食は、大半が鶏肉によるもので原因菌はカンピロバクターでした。

厚生省は、かつて、レバーの生食による腸管出血性大腸菌O157による食中毒が発生した経緯などをふまえて、「生食用食肉の衛生基準」を作成しています³⁾。この基準の対象とされている生肉は安全性を科学的に検討するために必要なデータを得ることができた牛又は馬の肝臓又は肉に限られており、しかも、糞便系大腸菌及びサルモネラが陰性であること、生食用である旨を表示して販売すること等

が義務付けられています。わが国の食中毒の原因食として多い鶏肉の刺身などは、厚生省の衛生基準では生食用食肉の対象外であることを是非とも銘記して頂きたいと思います。また、牛や馬を生食したい場合は、必ず「生食用の表示」を確認してから召し上がるようにしていただきたいと思います。しかし、最近、健康に見える豚や牛の肝臓が高率にカンピロバクターを保菌している事例が報告されていますので、レバーの生食はリスクが高まっていると考えられます。また、一般に病原菌に対する

抵抗性が弱いとされている児童や高齢者、基礎疾患を持っておられる方は、表示の有無にかかわらず、生食を避けるべきです。

食中毒予防の大原則は、食中毒菌を付けない(清潔)、付いても増やさない(冷蔵する、すぐ食べる)、殺菌するの3つですが、最近では守っても、カンピロバクターのように少数菌汚染、つまり食品中で増殖しなくても、食中毒を起こすことのできる菌による事例が増えて来ており、新鮮というだけでは安心できなくなっています。

おわりに

近年、食をめぐる状況の質的・量的変化と複雑化に伴って、食に伴う危害は、わが国のみならず、国際的にも増大傾向にあります。米国では大統領自ら陣頭にたっ

て、食品の安全性確保に向けて指揮しています。わが国でも食品の生産から消費に至る過程で、生産者、加工・製造・流通業者、行政や研究等の関係者そして消費者

も、それぞれの持ち場で役割を担い、一体となって食品の安全性確保に向けて協力することが求められています。

文献

- 1) 厚生省生活衛生局食品保健課編：平成9年食中毒統計，(財)厚生統計協会，1999。
- 2) 厚生省生活衛生局食品保健課監視係：平成10年食中毒発生状況，食品衛生研究，49(10)90-175,1999。
- 3) 厚生省：平成9年全国食中毒事例録，83-272，(社)日本食品衛生協会，1997。
- 4) 加地祥文：生食用食肉等の安全性確保について，食品衛生研究，48(11)：7-35，1998。

