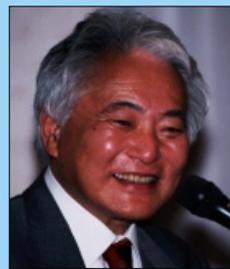


食肉摂取と健康・長寿

京都大学大学院人間・環境学研究科教授
島根医科大学名誉教授

家森 幸男



Summary

脳卒中ラットを用いて行ってきた高血圧などに関与する遺伝子の解析から、ストレス反応性の高血圧遺伝子領域が解明されてきました。寒冷ストレスによって血圧が上昇するようなストレス反応性の遺伝的素因を有する人は、将来における本態性高血圧の発症が予測されます。しかし、われわれの実験的研究からは、食肉たんぱく質に含まれるメチオニンやタウリンなどの含硫アミノ酸などの摂取により、ストレス反応性の高血圧やコレステロールの上昇を抑制しうること、さらに疫学研究により、これらの栄養が心筋梗塞の予防に有効である可能性が示されています。脳卒中ラットの研究からも、遺伝的素因の関与が推測される酸化ストレスによって発症する高血圧や脳卒中、あるいは痴呆の発症なども、食肉に含まれるたんぱく質や含硫アミノ酸を摂取し、抗酸化栄養素ビタミンEを運搬するLDLコレステロールを適切なレベルに保つことにより、予防が可能であることが示されました。

Key words

脳卒中易発症ラット 食肉たんぱく質 メチオニン タウリン 3-メチルヒスチジン 活性酸素 酸化ストレス 8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシン(8-OHdG) LDLコレステロール ビタミンE アポトーシス 脳血管性痴呆 アルツハイマー病

はじめに

現在、10年前には明らかでなかった生活習慣病の遺伝子レベルでの解明がなされつつあり、高血圧、脳卒中、あるいは心肥大の発

症に関与する遺伝子も実験動物の段階では明らかになってきています。一方では、遺伝的要因による疾病の発症を環境要因によって抑

制することが可能であり、遺伝の影響を環境が大きく左右することが証明されてきました。

1. 高血圧に關与するストレス反応性の遺伝子領域

われわれは脳卒中易発症ラット (stroke-prone spontaneous hypertensive rat ; SHRSP) を用いて、高血圧などに關与する遺伝子の分析を行っています(図1)。その結果、血圧の上昇に關与する遺伝子の性差や、脳卒中に關係する遺伝子の中には血圧への關与が全くない遺伝子が存在することなどが明らかとなっています。ただし、現在の遺伝子領域の解明からは、血圧への關与については約30%が解析されているに過ぎず、高血圧は遺

伝的因子の他に環境因子の影響を多く受けると考えられます。

脳卒中ラットの1番染色体上の雌雄共通の血圧に關する遺伝子領域は、いくつかの種類に共通する高血圧關連の遺伝子領域として注目されていますが、ラットの実験などから、ストレス負荷による交感神経の刺激によって血圧上昇を来すストレス反応性の昇圧遺伝子で、これが高血圧の発症に広く關与していることが明らかとなっています。

ヒトの高血圧においても交感神経が關与し、冷水に手を浸す寒冷ストレス負荷試験でアドレナリンの分泌が多く血圧が上昇するストレス反応性の高い人は、本態性高血圧を発症する前から将来の高血圧発症が予測されます¹⁾。また血圧上昇やアドレナリン分泌を促す環境因子の影響が反復継続するといずれは動脈硬化の発症を来し、最終的には心筋梗塞などの合併症を併発すると考えられます。

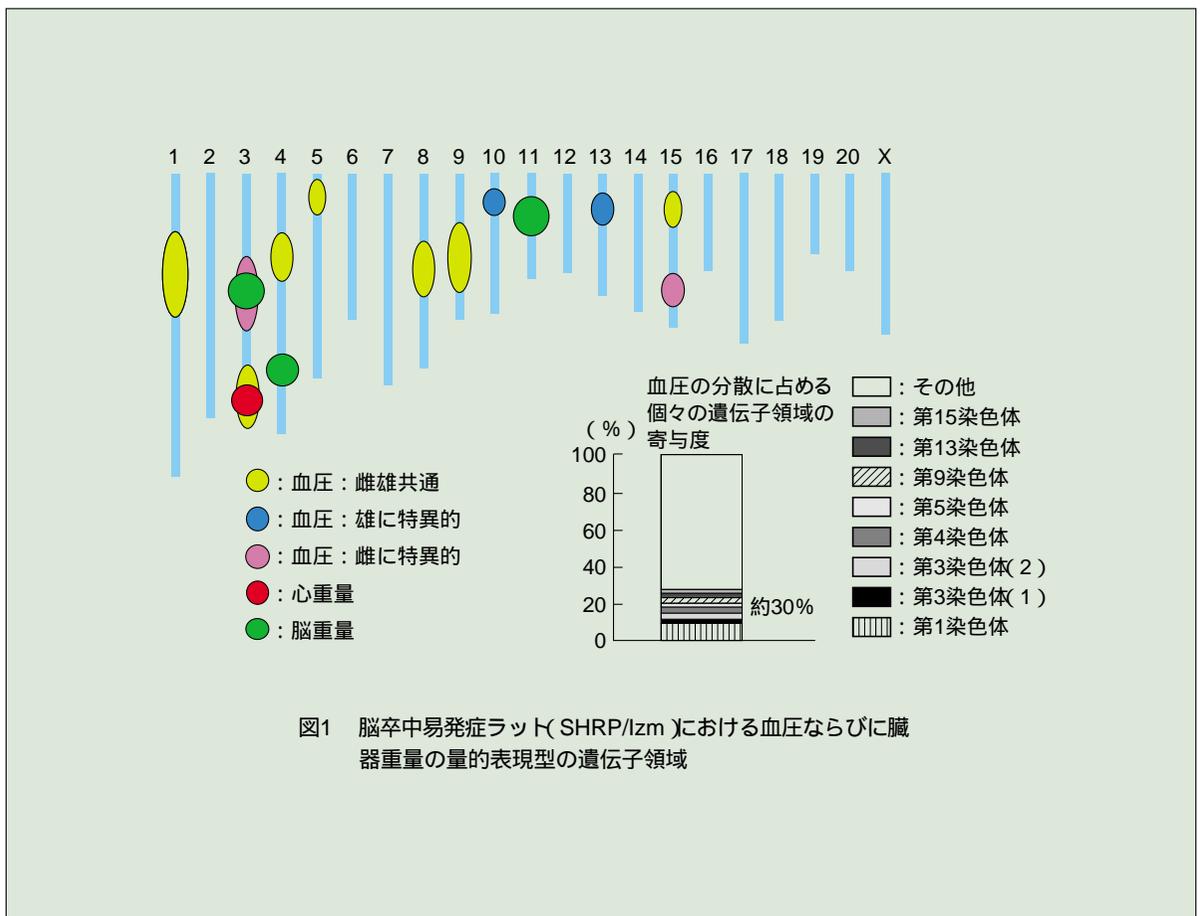


図1 脳卒中易発症ラット(SHRP/1zm)における血圧ならびに臓器重量の量的表現型の遺伝子領域

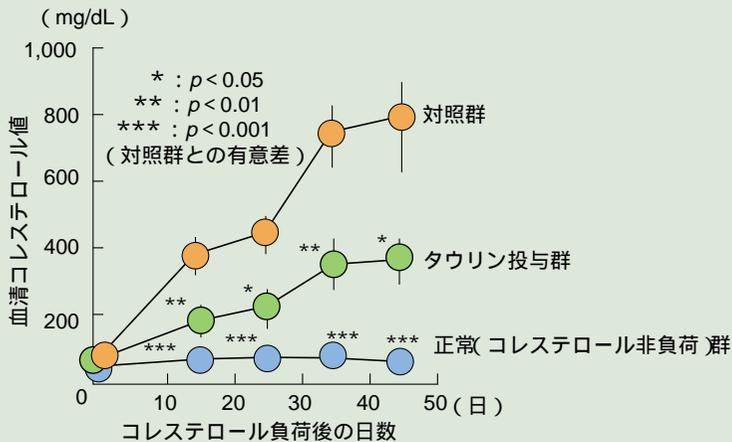
2. 動物性たんぱく質に含まれる含硫アミノ酸の高血圧に対する効果

最近、食肉に含まれる脂肪酸やアミノ酸の抗ストレス効果が注目されていますが、われわれはタウリンを多く含む動物性たんぱく質の摂取により、カテコールアミンの分泌を抑制し、ストレスに対する過剰な反応の抑制が可能で、これらの摂取によって過剰なストレ

ス反応性を抑制することができることを明らかにしてきました。

脳卒中ラットでは、動物性たんぱく質に多く含まれるメチオニン、タウリンなど含硫アミノ酸の摂取によってカテコールアミンの分泌が抑制され、血圧の低下効果が認められました。特にタウリン

は胆汁のコール酸と結合し、タウロコール酸としてコレステロールを排泄しやすくする作用があるため、血清コレステロール値上昇を抑制する効果があります(図2)²⁾。したがってタウリンが心筋梗塞の予防に有効である可能性も推測させます。



Pharmacology, 52:303-313, 1996.

図2 脳卒中易発症ラット(SHR-SP)のコレステロール食摂取下での血清コレステロール値に及ぼすタウリンの影響



3. WHO-CARDIAC Studyにおける調査

WHO-CARDIAC Studyは高血圧、心臓病など循環器疾患の疫学的研究として2年間の準備のあと1985年から世界的な調査を開始し、1997年からは過去10年近くの経過を追跡する再調査をするための研究(モナリザ研究)を実施しています。「モナリザ研究」とはラテン語のMONEO ALIMENTATIONIS SANAE(健康な食生活を心に留めよう)から命名されました。

ヒマラヤのナムチェ・バザール在住のチベットからの移住者は、タウリンの摂取量が少ないことで知られています。ここの軽症高血圧症例に対して彼等が常食とする

ツァンパに1日3gのタウリンを混ぜたものや、同じく3gのタウリンを溶かしたお茶を摂取してもらった結果、血圧の有意な低下が認められ、また世界各国の男性・女性を対象にした検討でも、タウリンの摂取が多いと判定される地域(24時間尿中の排泄量から推定)では虚血性心疾患による死亡率が低いことが確認されています(図3)。

日本人の場合は、もともと魚介類からのタウリン摂取量が多いため3gでは効果が認められず、学生を対象とした実験では6gでコレステロール値が低下するなどの効果が認められました。タウリンの摂取によって交感神経の抑制が起こ

り、血圧の低下やコレステロール値の低下傾向がみられ、心筋梗塞など虚血性心疾患の発症が抑制されると推測されます。

動物性たんぱく質摂取の指標として用いられた3-メチルヒスチジンが尿中に多いと血圧が低い傾向がみられ、この関係が最もはっきりみられたのは中国でした。中国の動物性たんぱく質の摂取は豚肉による場合が多いので、脳卒中ラットに豚肉食、牛肉食を与え50%生存日数について比較してみました。動物性たんぱく質を与えない対照食群では50%生存日数は約120日で、牛肉食群が140日、豚肉食群が155日で、動物性たんぱく

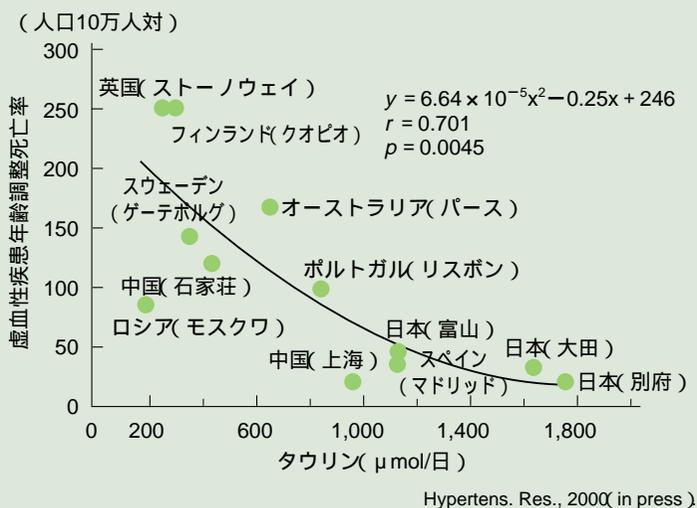


図3 タウリン尿中排泄量と虚血性心疾患(心筋梗塞)による年齢調整死亡率の関係(女性)

質の摂取により対照食群よりも約20～35日延命が図れましたが、これを人間に換算すると10年程度の延命効果があったこととなります。

脳卒中についてコレステロールはその発症に抑制的に作用し、血清コレステロール値が高値であるほど脳卒中死亡率は低値となります^{3,4)}。

栄養学的因子と脳卒中による死亡率との相関係数をみると、3-メチルヒスチジンやタウリンのほ

か、血清コレステロールは特に有意な抑制因子であることから^{4,5)}脳卒中の予防に重要で、食肉などの動物性たんぱく質あるいはコレステロールを含有する食物の摂取が血管壊死や高血圧による脳卒中の予防に有用と考えられます。血清総コレステロール値と脳卒中および心筋梗塞死亡率との関係を見ると、脳卒中及び心筋梗塞の発症を抑制可能な中庸の値が示唆され、

われわれのデータでは集団の平均値で180～200mg/dLであると考えられます(図4)。

またタウリン摂取の増加にともなう虚血性心疾患(心筋梗塞)による死亡率の低下が認められ、タウリン自体が動脈硬化や心筋梗塞を抑制する作用を有していることも推測されます。

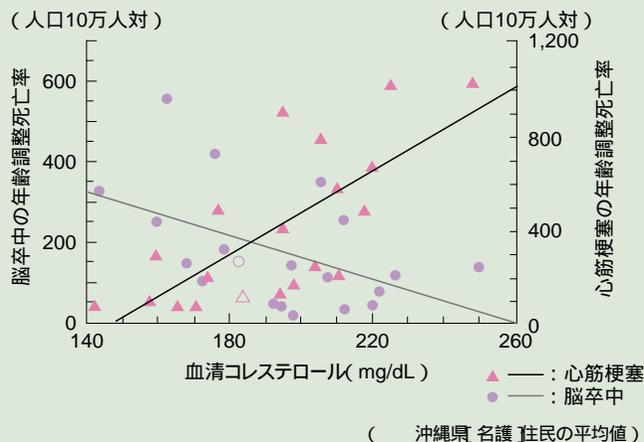


図4 血清総コレステロール値と脳卒中及び心筋梗塞の各年齢調整死亡率
(Deut. Med. Wochenschr. 日本語版) 15:1825-1841, 1994.)

4. 酸化ストレスによる血管の障害、痴呆の発症と高コレステロールによる抑制作用

活性酸素による血管壁の障害、粥腫形成の促進、血管拡張作用を有するNO(一酸化窒素)を抑制する作用などが酸化ストレスで、動脈硬化に関与する因子として注目されるようになりました。

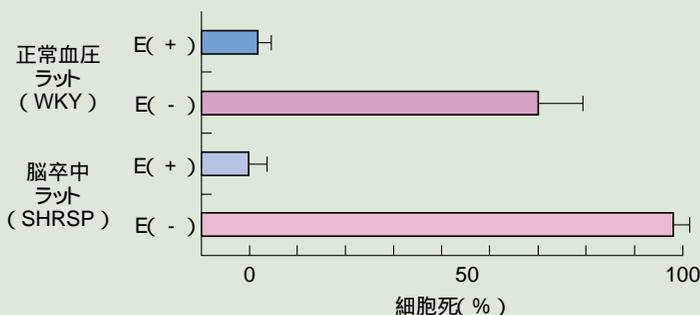
われわれは酸化ストレスの客観的な評価について、DNAが障害されて生じる8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシン(8-OHdG)を指標として、高血圧治療をまったく受けていないタンザニアの集団で検討しました。高血圧群と正常群との比較において、血清コレステロール値、HDLコレステロール値に差は認められず、8-OHdGのみが高血圧群で有意に高いことが認められました⁶⁾。ラットでの実験でも同様の結果が得られており、高血圧ラットに降圧剤を与えて血圧を下げて8-OHdG値は低下しないことから遺伝的な高血圧

の発症機構に酸化ストレスが密接に関与していることがうかがわれました。

脳卒中ラットでは高コレステロール食やビタミンE添加食を与えることにより血圧の上昇が抑制されます。コレステロール値が高いと、LDLによって末梢に運ばれたビタミンEの抗酸化作用によって降圧効果を示したものと推測されます。抗酸化栄養素はLDLコレステロールの酸化を防ぎ動脈硬化を抑制するのみならず、痴呆の予防にも効果が期待されます。ラットの大脳皮質の神経細胞を培養し虚血にして再灌流し、実験的に酸化ストレスを負荷することによって、神経細胞はアポトーシス(自滅死)に至ります。しかし、抗酸化物質ビタミンEで前処置することにより細胞死は抑制されます⁷⁾ (図5)。

ヒトでも、虚血と再灌流の繰り返しによる酸化ストレスで脳細胞が障害されると考えられます。症候が無くとも脳に微小の多発性梗塞巣が認められる症例が現在日本では増加していますが、これは高血圧の人に多いので、降圧薬による治療のみで抗酸化栄養素の摂取が不十分なのではないかと考えられます。

酸化ストレスと痴呆との関係についても、アルツハイマー症例の脳の過酸化脂質量とビタミンE濃度についてみると、アルツハイマーの症例でビタミンE濃度が低く、過酸化脂質が増加しているという報告もあり⁸⁾、最終段階では酸化ストレスによってアルツハイマー病も脳血管性痴呆も同様な状態が生じている可能性があります。



酸化ストレス：虚血(36時間)+再灌流(3時間)，抗酸化物質：ビタミンE(50~300μg/mL)

図5 大脳皮質神経細胞の酸化ストレスによるアポトーシスの発生とビタミンEによる予防

(Lab. Invest., 7:609-615, 1999.)

おわりに

近年、モデル動物を用いた遺伝子領域の検討により、高血圧や脳卒中、あるいは心臓疾患などの遺伝子レベルでの解明が進展しつつありますが、高血圧遺伝子もストレス反応性の遺伝子が解明され、遺伝的要因と環境的要因は相互に影響しうることが明らかとなって

います。したがって環境因子、特に食肉等からの動物性たんぱく質の適切な摂取、動物性たんぱく質に多い含硫アミノ酸の抗高血圧、抗動脈硬化作用、LDLコレステロールの抗酸化ビタミンEの運搬における重要性、さらに抗酸化物質の食物からの摂取が、動脈硬化

や痴呆の予防に重要で、たとえ高血圧や脳卒中、心臓病などの循環器疾患の発症に関する遺伝子を有していても栄養によってこれらの疾患を予防することが可能と考えられます。

文献

- 1) Buhler, F. R., Bollo, P., Hulthen, U. L., Amann, F. W., Kiowski, W.: Alpha-adrenoreceptors, adrenaline, and exaggerated vasoconstriction response to stress in essential hypertension, *Chest* 83:(suppl), 304-306, 1983.
- 2) Murakami, S., Yamagishi, I., Asami, Y., Ohta, Y., Toda, Y., Nara, Y., Yamori, Y.: Hypolipidemic effect of taurine in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Pharmacology* 52:303-313, 1996.
- 3) 家森幸男, 水嶋春朔, 澤村誠, 奈良安雄: 高血圧, 主要循環器疾患の栄養因子 食事による予防のための国際比較研究. *Deut. Med. Wochens*(日本語版)15:1825-1841, 1994.
- 4) Yamori, Y., Liu, L. J., Mizushima, S., Ikeda, K., Nara, Y., Simpson, F. O.: Male cardiovascular mortality mortality and dietary markers in 25 populations: Results from the WHO-Cardiovascular diseases and alimentary comparison study. *Hypertens*(under review process).
- 5) Yamori, Y., Ikeda, K., Tagami, M., Yamagata, K., Nara, Y.: Nutritional Pathogenesis and Prevention of Stroke.: Nutrition and Brain, Nestec Ltd., Vevey/Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia (in press).
- 6) Negishi, H., Njelekela, M., Ikeda, K., Sagara, M., Noguchi, T., Kuga, S., Kanda, T., Liu, L. J., Nara, Y., Tagami, M., Yamori, Y.: Assessment of in vivo oxidative stress in hypertensive rats and hypertensive subjects in Tanzania, Africa. *Hypertens. Res.*27:251-289, 2000.
- 7) Tagami, M., Ikeda, K., Yamagata, K., Nara, Y., Fujino, H., Kubota, A., Numano, F., Yamori, Y.: Vitamin E prevents apoptosis in cortical neurons during hypoxia and oxygen reperfusion. *Laboratory Investigation* 78:1415-1429, 1998.
- 8) 宮澤陽夫: 生体不飽和脂肪酸の過酸化とその防止、第15回国際学術フォーラム「脂質・コレステロール代謝」16-18, 2000.



骨の代謝と健康

東京都老人総合研究所栄養学部門研究室長

腰原 康子



Summary

体全体の骨量は、骨芽細胞による骨形成と破骨細胞による骨の吸収(破壊)が繰り返されて維持されていますが、この過程で何らかの障害が生じると骨粗鬆症の発症の原因となります。また加齢に伴う骨量の減少と、骨粗鬆症は避け難いのですが、骨形成や骨量維持に必要なカルシウム、エネルギー、たんぱく質、脂質などの栄養素、つまり肉や卵などの良質なたんぱく質や飽和脂肪酸を含む食品の摂取、ビタミンKやビタミンCの摂取によって骨量の低下を防止し、さらに転倒しにくい生活などライフスタイルの改善によって骨粗鬆症による骨折の予防も可能となります。

Key words

骨細胞 骨芽細胞 破骨細胞 骨の再生(リモデリング) 骨量 骨形成 骨塩(リン酸カルシウム/ヒドロキシアパタイト) コラーゲン 石灰化

はじめに

加齢とともに骨量が減少することは、骨粗鬆症や骨折の原因になるなど高齢者の健康な生活を考える上でも重要な問題となっています。ここでは高齢者の骨細胞に焦点を当て、われわれが得た知見をもとに報告します。

1. 骨の破壊とリモデリング

骨器官の主要な機能としては、体重を支える、カルシウムやミネラルの貯蔵、造血組織としての機能があげられます。骨のカルシウム量は細胞中のカルシウム量の約50万倍あり、成人の骨には約1kgのカルシウムが貯蔵されています。また骨髄(Bone Marrow)は造血の機能をもち、これらの役

割は生体において極めて重要であることが理解できます。

骨は破骨細胞による吸収(破壊)と骨芽細胞による再生(リモデリング)が繰り返され全体の骨量が維持されています。骨の破壊とリモデリングの過程についてみると、リモデリングは休止期、活性化期、骨吸収期、逆転期、骨形成期の5段階からなります(図1)。休止期とは骨表面を偏平な骨芽細胞

が1層おおっている状態です。活性化型ビタミンDなどの刺激を受けるとこの休止期骨芽細胞は活性化され(活性化期)、細胞間に空隙が生じるとそこに破骨細胞前駆細胞が接着し、破骨細胞への分化が生じて骨吸収が起こります(骨吸収期)。破骨細胞は骨塩を吸収して基質も破壊します。破骨細胞による骨吸収・破壊によって生じた分泌物を侵潤したマクロファージが

貪食して骨表面を清浄化します(逆転期)。そこに骨芽細胞が接着し、この骨芽細胞によって基質が産生され石灰化が生じて骨形成が行われます(骨形成期)。

成人では3~5%の骨が常時再構築(リモデリング)を起こしていますが、骨のリモデリングはヒトに特異的な現象で、ラットではほとんど認められていません。

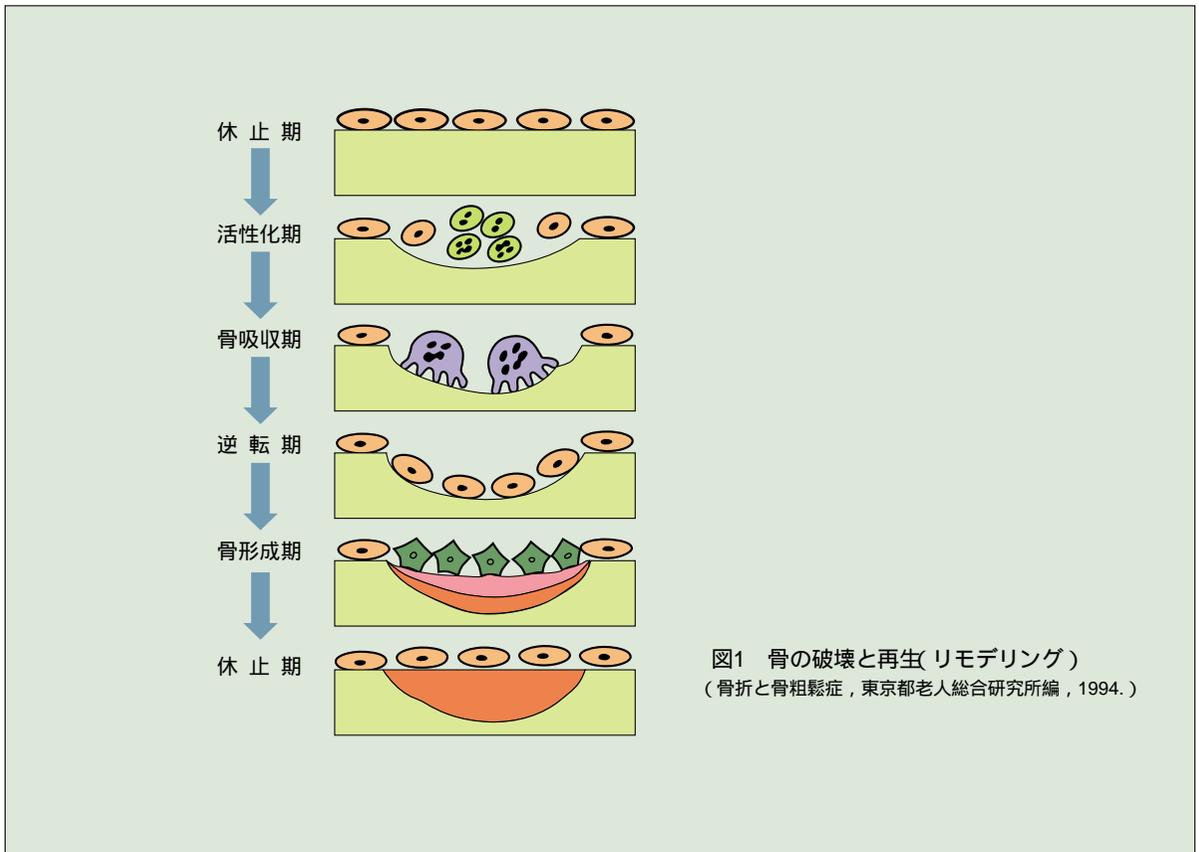


図1 骨の破壊と再生(リモデリング)
(骨折と骨粗鬆症, 東京都老人総合研究所編, 1994.)

2. 骨の代謝と調節因子

破骨細胞と骨芽細胞により骨代謝が担われていますが、骨代謝の調節因子の中でも緑黄色野菜や納

豆に多く含まれているビタミンK、成長ホルモン、活性化型ビタミンD₃は骨芽細胞の活性化を促進し

ます。インターロイキン-1(IL-1)や副甲状腺ホルモンは、骨芽細胞を介してIL-6やプロスタグランジン

(PG)の産生を促し破骨細胞の活性化を促進します。エストロゲンは骨芽細胞を介して破骨細胞の活性抑制作用を示します。

副甲状腺ホルモンから分泌され

るカルシトニン、破骨細胞の活性を抑制します。

骨形成を亢進させるには骨芽細胞の活性化と破骨細胞の活性化の抑制が必要になります。骨粗鬆症

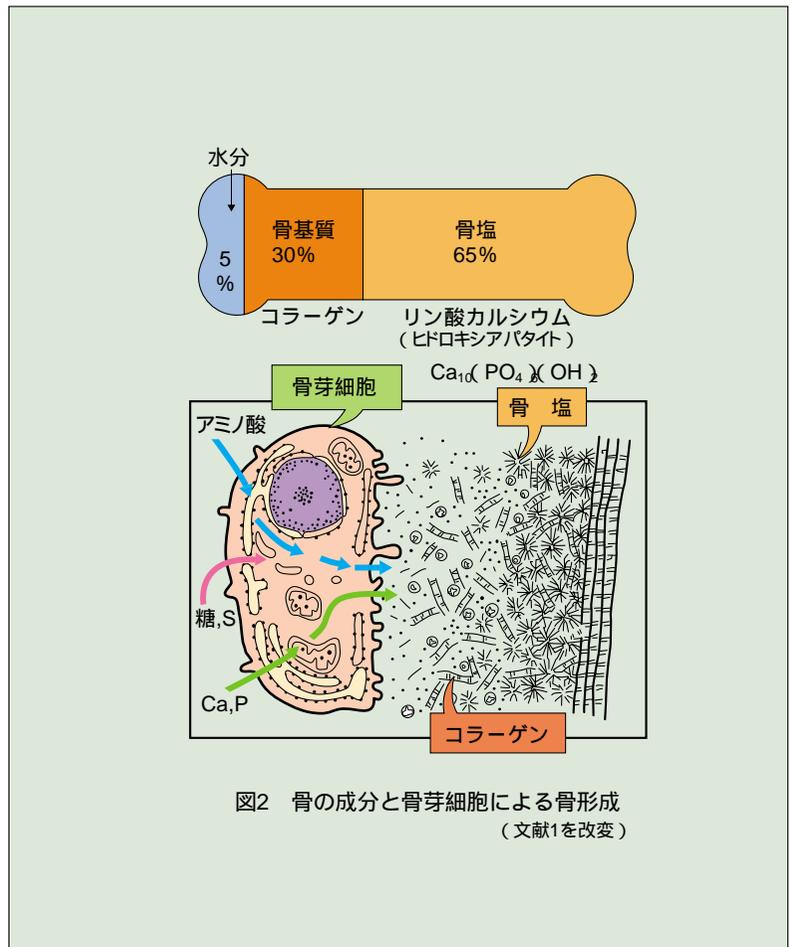
は何らかの機序によって破骨細胞の活性が亢進し、相対的に骨芽細胞に勝ることによって生じると推測されます。

3. 骨の成分と骨形成

骨の成分を図2上に示します。水分が5%、骨基質が30%、骨塩が65%で、骨基質のほとんどは型コラーゲンから成り、そのほかに非コラーゲンたんぱくをわずかに含みます。骨塩の成分はリン酸カルシウム(ヒドロキシアパタイト)です。

骨の形成は骨芽細胞のみが行える特異的な作用で、骨芽細胞はカルシウムやリンをミトコンドリアに取り込んだ後に細胞外に放出し、また糖たんぱくを生成するための糖や良質のアミノ酸を取り込んで、コラーゲンや非コラーゲンなどの骨基質を生成します¹⁾。

骨芽細胞から放出されたmatrix vehicleが核となり、ここにカルシウムやリンが沈着してコラーゲン層中に埋没して石灰化が生じ骨形成が行われます。したがって石灰化の材料としてカルシウムや良質なコラーゲンを作るアミノ酸の摂取が不可欠です。



4. 骨密度に対する栄養摂取量、食品摂取の影響

骨量の低下を防ぐにはどのような食事が必要か、骨量に対する各栄養素摂取量や各食品群の影響に

ついて検討した湯川らの報告を紹介します²⁾。65~79歳の高齢女性89名を対照に、エネルギー、たん

ぱく質、脂質、カルシウムの各栄養素の摂取量と腰骨の骨密度との関係についての調査で(図3上)

各栄養素の摂取量が厚生省の給与目標以上のグループと目標値以下のグループで比較した結果、エネルギー、たんぱく質、脂質で摂取量が目標以上のグループで骨密度が有意に高値を示しています。カルシウムの摂取量では骨密度に有意差は認められませんでした。これは高齢者のカルシウム摂取量は厚生労働省による規定量をほぼ満たしていることを表していると考えられます。むしろ20~40歳の年齢層のカルシウム摂取量が目標値以下であることが問題となっています。

同様の調査で各食品群の摂取量の

骨密度に対する影響を調べてみますと、卵、肉においてのみ摂取量が規定以上の群で骨密度が有意に高値を示しています(図3下)

次に骨形成に対する脂肪酸の効果について検討した成績について紹介します³⁾。大豆油(SBO)を飼料中に70g/kg混入した群(SBO群)およびバターとコーンオイルを3対1の割合で混入した群(Butter群)で、飼料を21日間与えた後の骨形成への影響について調べてみると、Butter群ではSBO群に比較して骨形成率が増加していました。その理由は次のように考えられま

す。大豆油は不飽和脂肪酸を多く含むところからアラキドン酸が多く合成され、その代謝産物であるPGE₂の産生の上昇がみられます。PGE₂が高濃度になることによって骨形成が抑制され、さらに、骨形成の促進因子であるインスリン様増殖因子(IGF)の産生が低下します。一方、バターは飽和脂肪酸を多く含み、アラキドン酸が合成されにくく、PGE₂の産生も少なくてすむのです。骨形成に対してPGE₂は二相性の作用を示し、低濃度では骨形成は促進されIGFの産生も上昇するとされています。

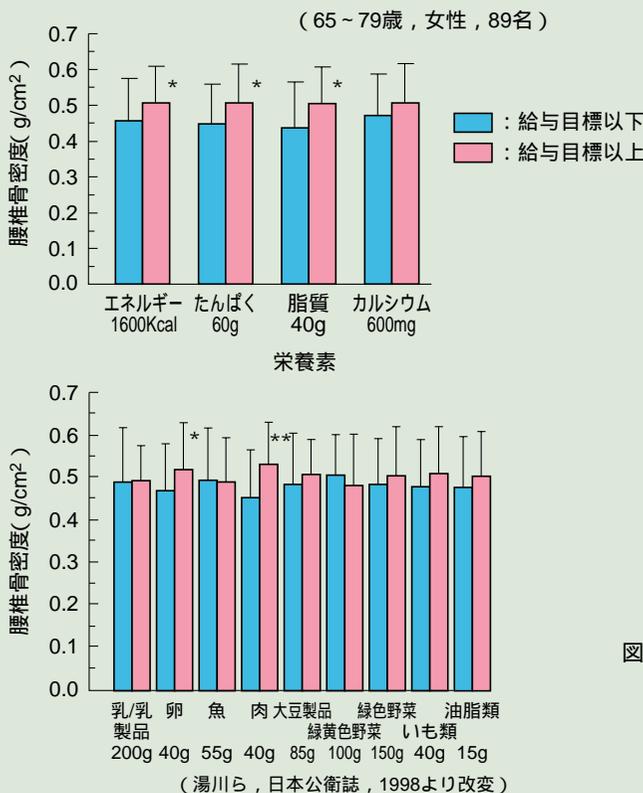


図3 各栄養摂取量と各食品群の骨密度に対する影響(文献2を改変)

5. 加齢による骨量の変動と骨粗鬆症

加齢にともなう骨量の減少に対して、東京都が骨粗鬆症の対策として指導している骨量について図4に示しました⁴⁾。

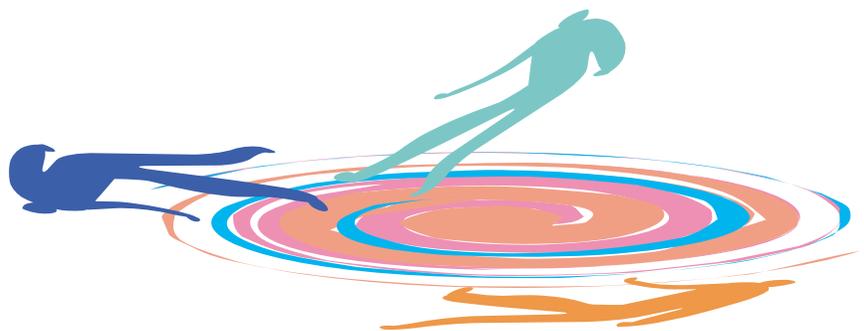
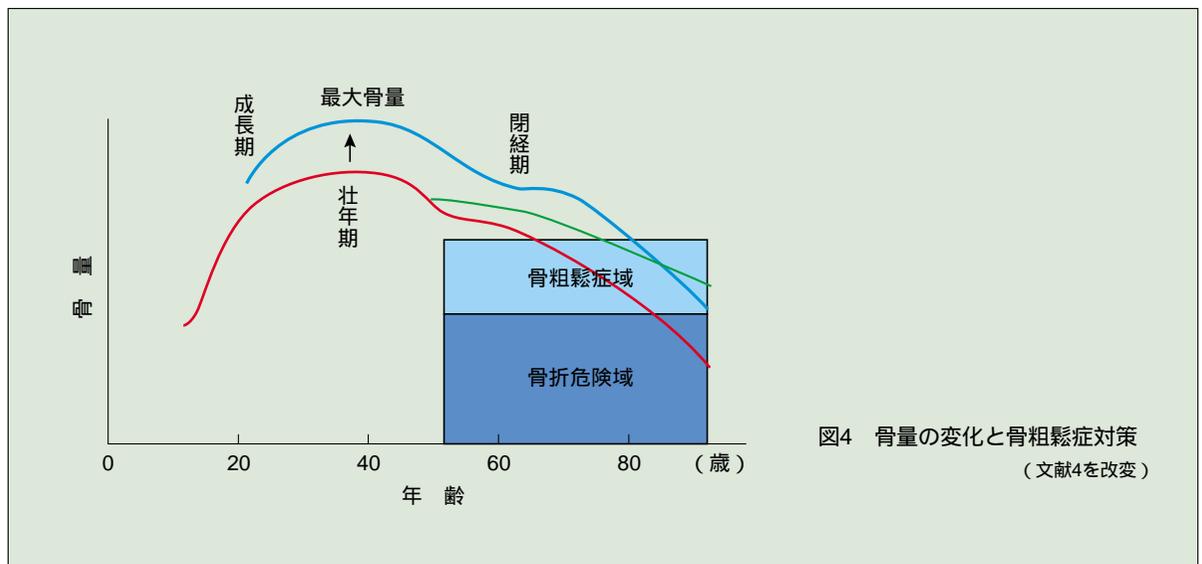
骨量は閉経後に急速に低下して加齢とともに低下の推移を辿りますが、東京都は最大骨量をさらに上昇させて、閉経期を境とした急

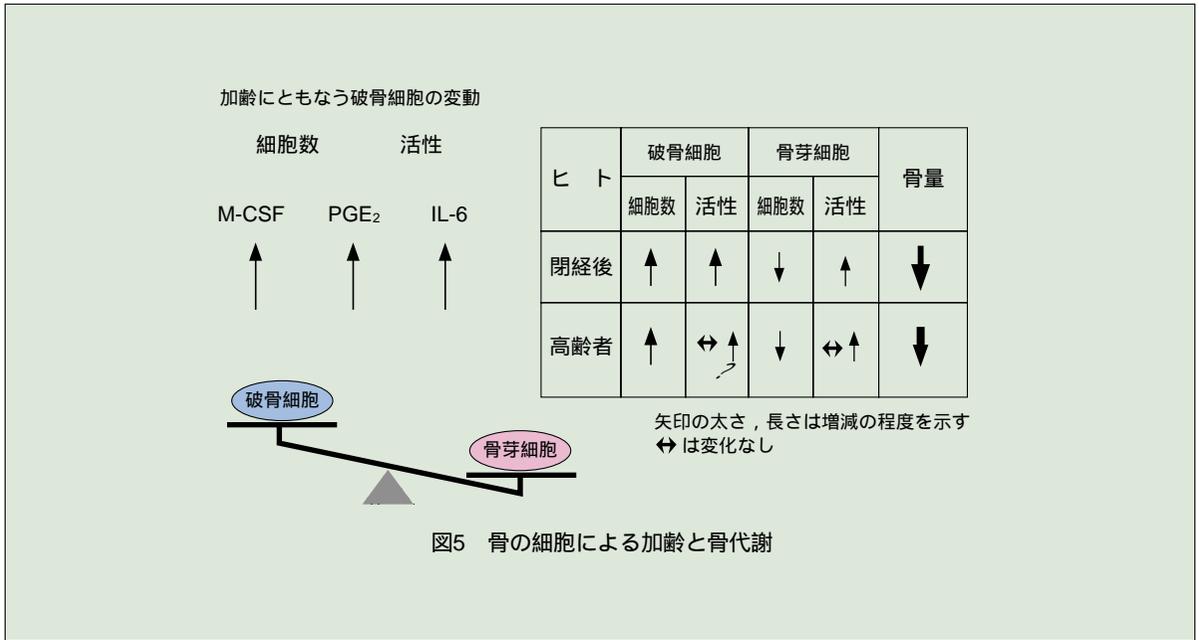
速な低下を抑制し、骨量が骨粗鬆症領域に入ったとしても骨折領域にまで低下しないように指導しています。

加齢による骨量の減少は不可避免で、骨量の減少には骨代謝を担っている骨芽細胞および破骨細胞が密接に関与していることから、わ

れわれはこれらの細胞に焦点を当てて研究を行っています⁵⁾。

加齢にともなう骨量の変化について、破骨細胞の数や活性とプロスタグランジンやIL-6などの調節因子との関係などから研究した結果、高齢者の骨量の低下には破骨細胞の数の上昇が密接に関連して





いることが推測されました。

加齢にともなって、骨髄にある破骨細胞前駆細胞から多核の破骨細胞を形成しやすくなります。その理由としては破骨細胞の形成に不可欠であるM-CSF(Macrophage colony stimulating factor/マクロ文献

ファージ・コロニー刺激因子)破骨細胞の活性および形成に関与するPGE₂の産生量の増加や活性に関与するIL-6の濃度の上昇が認められ、これらが破骨細胞数を増加させ活性を促進して骨量を減少させることが考えられます(図5)。

前述のような骨量の減少に関する因子が、どのような機序によって変動するのかということや、破骨細胞の活性の加齢に伴う動態についてはまだ不明であり、その解明は今後の課題と考えます。

- 1) 小沢英治: 骨の細胞. 骨の科学. 須田立雄, 小沢英治, 高橋栄明著, 医歯薬出版, 東京, 1987, p.44.
- 2) 湯川晴美, 鈴木隆雄, 柴田博, 天野秀紀, 芳賀博, 安村誠司: 都市近郊在住の高齢女性における骨密度と栄養摂取の関連. 日本公衆衛生誌 10: 968-977, 1998.
- 3) Watkins, B.A., Shen, C.L., McMurty, J.P., Xu, H., Bain, S.D., Allen, K.G.D. and Seifert, M.F. J. Nutrition 127: 1084-1091, 1977.
- 4) 林泰史: カルシウム・骨粗鬆症研究における今後の動向. カルシウムと骨代謝. 藤田拓男, 江澤郁子編, 雪印乳業, 健康生活研究所, 1998, p.276.

- 5) Koshihara, Y., Hirano, M., Kawamura, M., Oda, H. and Higaki, S.: Mineralization ability of cultured human osteoblast-like periosteal cells does not decline with aging. J. Gerontology 46: 201-206, 1991.



若年層の食生活の現状と問題点

桜美林大学教授 / 東京都老人総合研究所名誉所員

柴田 博



Summary

最近、Evidence Based Medicine(根拠に基づく医療)と呼ばれる考え方が重視されるようになっていますが、日本の健康ガイドラインは科学的なデータを根拠にしているとは言い難いのが実情です。BMI(Body Mass Index)の年次推移をみると、日本人は全体として肥満に傾いているわけではなく、20歳代の女性ではむしろ「やせ」が問題になっています。最近言われている脂肪エネルギー比の上昇も、脂肪摂取量の増加よりもエネルギー摂取量の減少が大きく影響していると考えます。日本人の小児のコレステロール値がアメリカ人の小児を上回っていることも、成長期がずれていることによるもので、総脂肪摂取量はアメリカの子供は日本の子供の2倍となっています。現在の日本の若年層の栄養状態は悪化してきており、発達途上国型の栄養状態になりつつあります。したがって、脂肪の過剰摂取を喧伝し、脂肪摂取を控えめにするように提唱している食生活指針には一考の余地があると考えます。

Key words

Evidence Based Medicine(根拠に基づく医療) 脂肪摂取量 肥満 やせ
BMI(体重指数)

1. 日本のガイドラインの問題点

寿命の延長には脂肪は60～70g/日の摂取が必要と考えられますが、日本人の平均摂取量は58～60g程度/日であり、米国の目標90g/日(現在の平均摂取量は140g/

日)の2/3程度に過ぎないにもかかわらず、食生活の欧米化の問題点が声高に叫ばれ、脂肪の過剰摂取の危険性が喧伝されています。また、日本において最も信頼できる

疫学調査である福岡県・久山研究の成績から、BMIと総死亡率の関係を男女別にみると、男性では23～25あるいは25～27が最も死亡率が低くなっていますが(図1)、こ

これは日本肥満学会の診断基準では肥満(BMI25以上)に該当します。Evidence Baced Medicine の立場か

らは、肥満の診断基準などもこれらの成績に基づいて作成すべきと考えられますが、現在の日本のガ

イドラインはそうした方法では作成されていません。

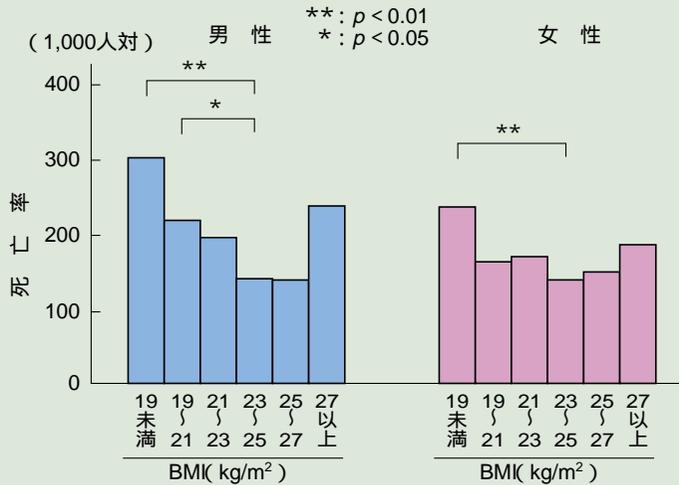


図1 肥満度(BMI)のレベル別にみた総死亡率
年齢調整、久山町男女2,014名、1974~1987年
(日老医誌, 34: 934-941, 1997.)

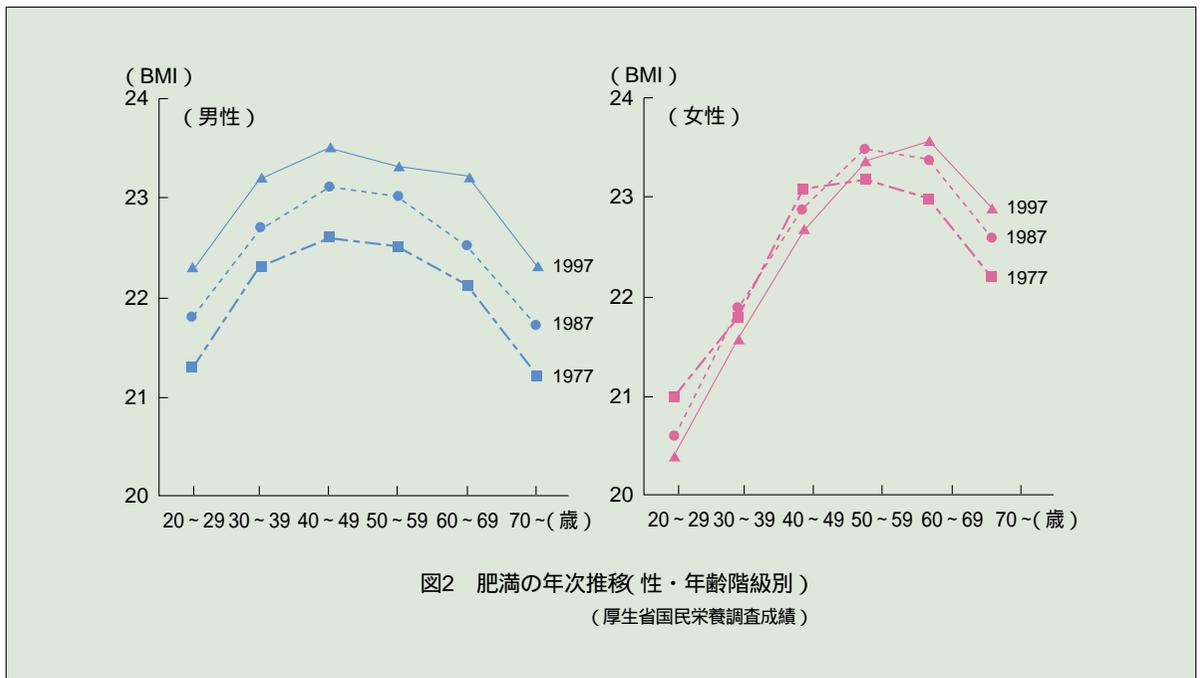
2. BMIとエネルギー摂取量の年次推移

国民栄養調査におけるBMIの性・年齢階層別の年次推移(1977~1997年)をみると、図2に示すように、1997年の40歳代男性のピーク値でも23~24程度であり、日本人は全体として肥満に傾いているわけではありません。一方、20歳代女性をみると、年々低下しており、1997年には20を僅かに超えるレベルとなり、やせの集団になっていることがわかります。実際に1997年には20歳代の女性の47.1

%、30歳代でも30.7%がやせ(BMI19.8未満)と判定されており、現代はこれらの女性が子供の食事管理を行うという恐るべき時代になっています。

一方、日本人のエネルギー摂取量の年次推移をみると、年々低下してきており、1998年には2,000kcalを割って1,979kcalになっています。これに対し、脂肪エネルギー比は増加しており、1998年には26.3%となっていますが、実際

に増加したのは僅か3gで、エネルギー量では27kcalしか増加していません。つまり、脂肪エネルギー比が増加したのは脂肪摂取量の増加よりもエネルギー摂取量の減少によるものであり、脂肪エネルギー比の増加のみに目を奪われ、脂肪の過剰摂取を喧伝するのはきわめて片手落ちであると考えられます。



3. 日本とアメリカの小児のコレステロール値 - 成長との関連から

日本の子供の血清コレステロール値がアメリカの子供のそれを上回ったことが報告され、小児の成人病(生活習慣病)なども指摘されています。しかし、このことから、日本の栄養状態がアメリカを超えたと考えるのは大きな間違いです。それは、日本人とアメリカ人では急速成長の時期が1~2年ずれているからで、アメリカの12歳は急速成長期がほぼ終了し、体内のコレステロールが使用された後ですが、日本人の急速成長期は12歳以降に到来することが多いからです。実際に、日本とアメリカの子供の栄養摂取状況を比較した成績をみると、総脂肪摂取量はアメリカのほうが多く、動物性脂肪の

摂取量は日本の2倍となっていました(表1)。つまり、食事の内容からみると明らかにアメリカの子供のほうがコレステロール値が上がるはずであり、それにもかかわらずアメリカの子供のほうがコレステロール値が低いのは、食事を反映したのではなく、発達過程の影響によるものであることが確認されたのです。

子供のコレステロール値には成長や性成熟度などが二重、三重に影響しており、決して栄養状態を示す尺度にはなりません。しかし、実際の食事指導の現場では、こうした発達学を無視し、日本の子供のコレステロール値がアメリカの子供よりも高値を示すことだ

けを強調して、誤った食事指導が行われていることが少なくありませんが、きわめて憂慮すべき事態といえるでしょう。



表1 日本とアメリカの子供の栄養摂取量の比較 (Bogalusaと嬌恋, 1979)

性別 人種 <i>n</i>	男			女		
	白人 64	黒人 32	日本人 74	白人 56	黒人 33	日本人 77
総カロリー	2,254	2,148	2,538	1,974	2,204	1,883
総脂肪(g)	97	94	65	86	96	58
動物性脂肪(g)	61	61	32	55	62	29
P/S	0.31	0.31	0.98	0.30	0.34	0.91
炭水化物(g)	274	254	405	243	275	281

アメリカ 11歳, 日本 14歳

(Matsuzaki, T., et al, 1982.)

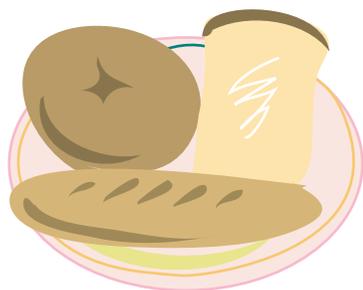
4. 若い女性、児童生徒の栄養摂取状況

平成8年の国民栄養調査から、女性の栄養所要量^{*}に対する充足率をみると、10歳代後半から20歳代の女性は総エネルギーが100%に達しておらず、いわゆる発展途上国型の栄養失調状態を呈していることがわかります。同様に鉄、カルシウムについても若い女性は100%に達していません(図3)。

また、平成9年度児童生徒の栄養摂取状況を調べた食事状況調査報告書によると、給食のある日(第1日目/金曜日)の充足率は所要量を満たしていましたが、給食のない日(第2日目/土曜日)になると充足率が低下し、特に中学生になるとエネルギー、カルシウム、鉄、ビタミンB₂などが不足するこ

とも認められています(図4)。給食は週に2日はなく、しかも夏休みや冬休みもあり、卒業後は給食はなくなることを考慮すると、本人や親の栄養管理の必要性が大きくクローズアップされた成績といえましょう。

* 栄養所要量；栄養所要量は、最低必要量に安全率(個人差、環境条件などを考慮し、補正したものを)かけたもので、例えばビタミンCの所要量が40mgというのは、これを切れば壊血病になるという数値です。



(単位：%)

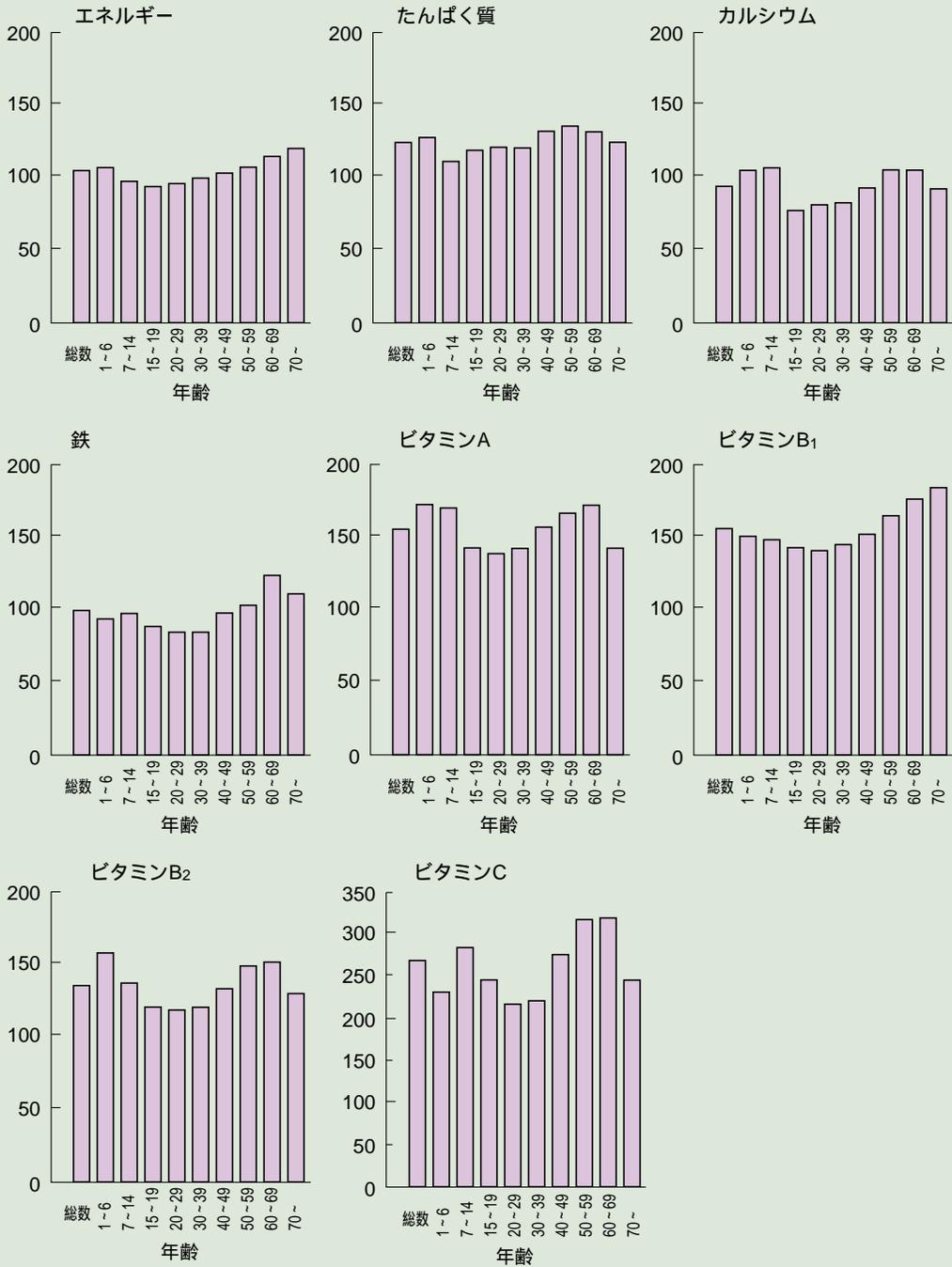
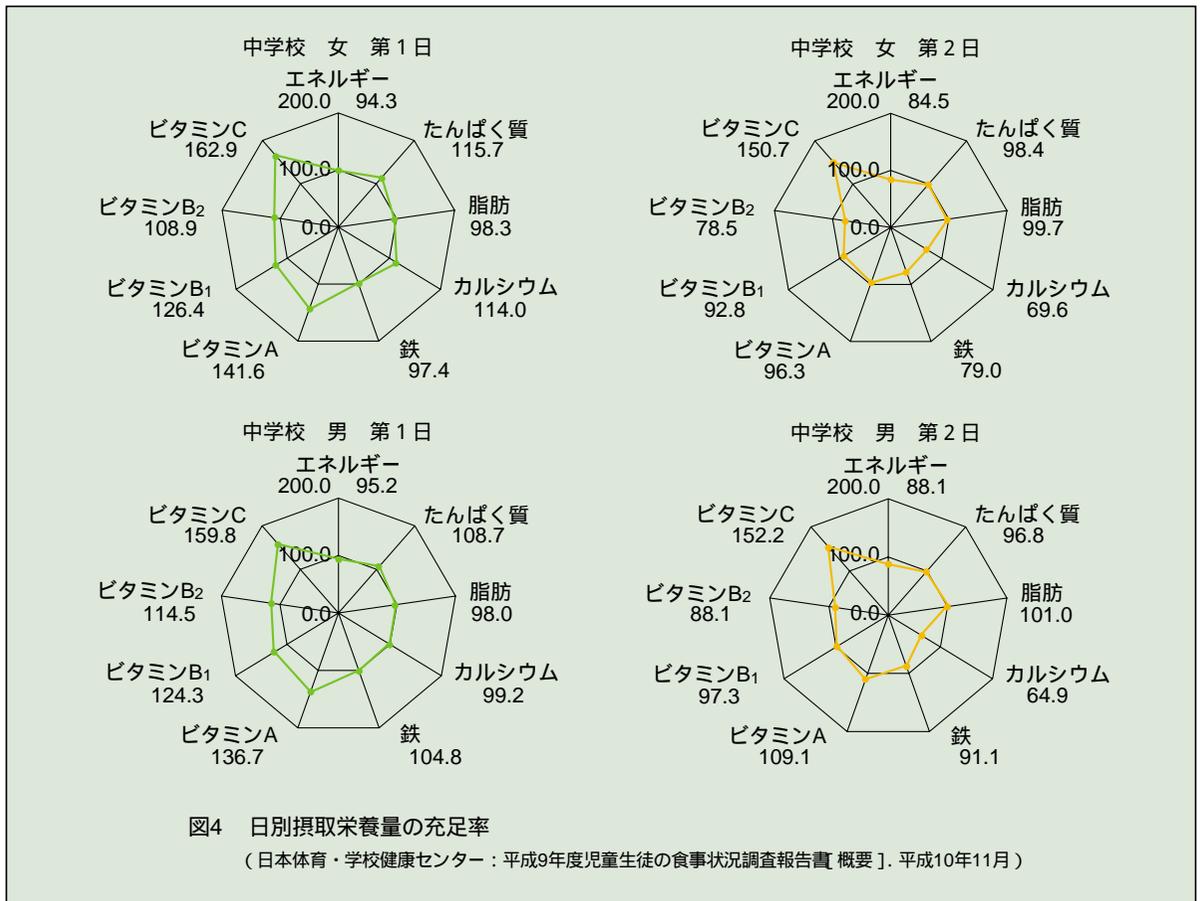


図3 栄養所要量に対する充足率(女性)
(平成8年厚生省国民栄養調査成績)



おわりに

最近のわが国における児童、生徒の栄養摂取状況の悪化は何によるのでしょうか。恐らく、母親が自らダイエットを行い、その結果、子供にも食肉などは食べさせないというダイエットを行う結果が表れているのではないかと思います。

現在の日本の若年層の栄養状態はきわめて悪化しており、飽食や食べ過ぎの問題を喧伝している間に、発展途上国型の栄養状態になってきていることに留意する必要があります。確かに虚血性心疾患や脳卒中等の動脈硬化性疾患

への対策は重要ですが、先頃発表された食生活指針においても脂肪の摂取は控えめにと提唱されていることは成長期の子供にとって大きな問題であると考えられます。

TOPICS

口蹄疫について

—世界の現状とわが国の実状—

農林水産省生産局畜産部衛生課長

松原 謙一



口蹄疫は、世界でもっとも恐れられている牛、豚、羊など偶蹄類の動物に感染する家畜伝染病で、口蹄疫ウイルスに感染した家畜は産業上の価値を失うことにより、社会に膨大な損害を与えます。

2000年3月にわが国においても口蹄疫が発生しましたが、国・都道府県、生産者及び畜産関係者が一体となった防疫措置が効を奏し、6月には終息をみることができました。感染経路や原因の詳細は未だに明らかではありませんが、発生農場で粗飼料として用いられた輸入の稲ワラの関与が強く推測されています。そこで侵入防止策として、口蹄疫の発生地域からの稲ワラなどの輸入検疫の強化や、食肉、家畜の輸入の禁止措置等が講じられましたが、口蹄疫には種々のウイルスのタイプがみられ、症状や感染の様式も様々であることから、飼料などを対象としたリスクアセスメント(危険度分析)を品目ごとに実施することが急がれます。

口蹄疫の発生

平成12年3月宮崎県で、わが国では1908年(明治41年)以来92年ぶりに口蹄疫の患畜(牛)が発生しました。口蹄疫の国内への侵入、まん延防止を図るためには国・都道府県、生産者等、関係

者が一体となった万全の対策で臨むことが必要であり、一般の市民の理解と協力も望まれます。

口蹄疫とは

口蹄疫は、牛、豚、羊等の偶蹄類の動物に発生する急性かつ伝染性のきわめて強いウイルス性伝染病です。口蹄疫は、ピコルナウイルス科の口蹄疫ウイルスの感染によって発症します。ピコルナウイルスとはpicov(=small)+RNAで小型RNAウイルスの意味ですが、極めて微小なウイルスで、種々の媒介物や空気伝搬によって遠隔地の家畜も感染します。ただし、台湾の発生例に認められるように、豚のみに感染して重篤な症状を引き起こすウイルス株から、病原性がマイルドなウイルス株まできわめて多様なウイルス株が存在しているとみられます。

口蹄疫に罹った家畜は、突然の発熱、元気消失に陥ると同時に多量の流涎(ヨダレ)がみら

れ、口、蹄、乳頭等に水疱を形成し、食欲不振、跛行(足をひきずる)、泌乳の停止等を認めます。そのため産業上の利用価値を失い畜産業に及ぼす被害は甚大です。しかし、人には感染せず、仮に口蹄疫に罹患した動物の肉を食べても人体には全く影響はありません。

口蹄疫の国内における最終発生は1908年(明治41年)で、わが国は長期間にわたって口蹄疫清浄国であり、2000年3月の発生は実に92年ぶりでした。海外では主にアジア、アフリカ、南米等を中心に、発生がみられます(図)。1997年に台湾で発生した例では、発生から4か月の間に18万頭の豚が死亡し、385万頭の豚が殺処分され、経済的損失は450億円にも上りました。また、わが国

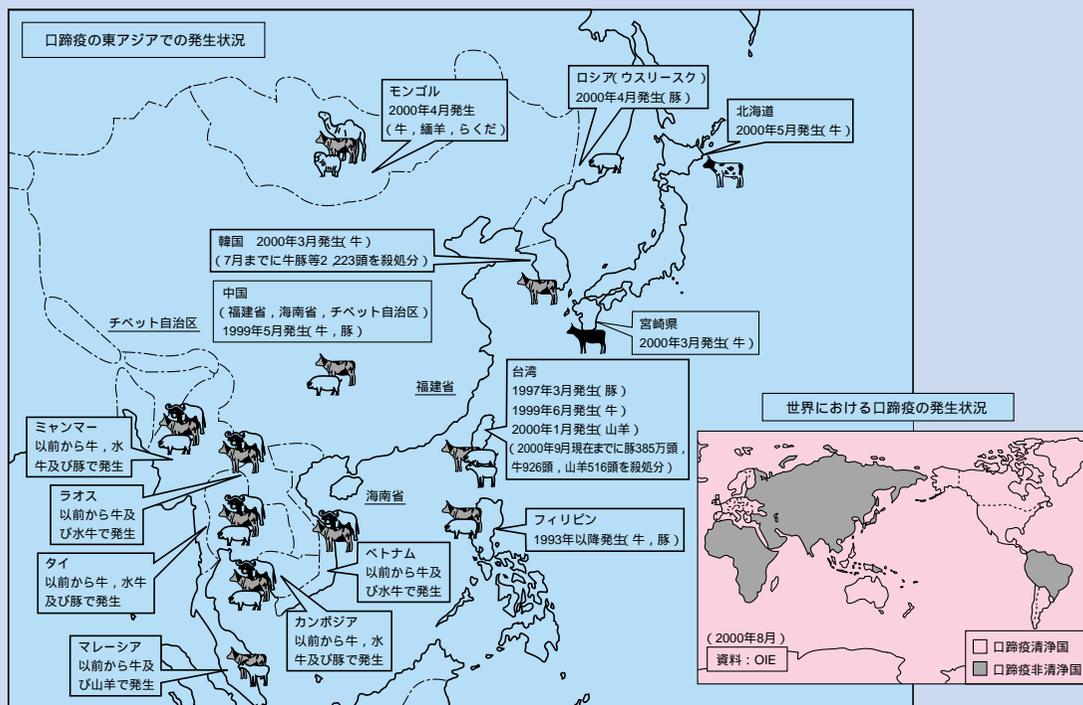


図 口蹄疫の世界の発生状況(東アジアを中心に)

とほとんど同時期にこれまで清浄国と言われていた韓国でも口蹄疫が発生しています。

口蹄疫の診断方法には、臨床的症狀に加え、血清学的検査により抗体の確認を行い、さらに水疱材料からウイルスの分離を行うことが必要です。また、口蹄疫の予防法として不活化ワクチンが用いられていますが、ワクチンの投与では症状の軽減や発症の抑制は可能でも、感染の防止は不可能に近いのが実状です。

わが国では口蹄疫が発生した場合は家畜伝染病予防法に基づき、家畜の所有者にまん延防止のための殺処分の義務が課せられています。

口蹄疫等家畜の悪性伝染病の撲滅を図るために、国際的連絡調整機関として国際獣疫事務局(OIE; Office International Des Epizooties)が設置されています。今回のわが国や韓国での口蹄疫発生を受けてOIEの緊急会議が東京で開催され、アジアにおける口蹄疫撲滅のための討議が行われ、その結論をもとに具体的な勧告が呈示されています。

わが国における口蹄疫の発生状況と感染経路および発生原因

今回の口蹄疫に対しては、昭和30年代に作成され、数次の改定を経た後、昭和50年に畜産局長通達として国・都道府県を通じ口蹄疫防疫のマニュアルとして活用されてきた『海外悪性伝染病防疫要領』に即して防疫対策が講じられました。口蹄疫の発生及び対応状況等について表1に示しました。3月25日宮崎市で92年ぶりに肉用牛に口蹄疫が発生、続いて4月9日宮崎県高岡町で、5月11日には北海道でも肉用牛に口蹄疫が発生しました。最終発生となった北海道で6月9日に発生農場を中心とした移動制限が解除され、一応の終息をみましたが、われわれは前述の要領を適宜運用することによってさらに広範囲な口蹄疫のまん延の防止を図ることができたと考えます。今回の口蹄疫の発生状況と経過措置を

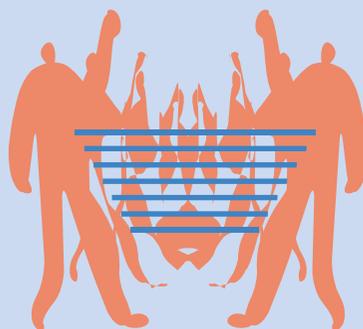


表 1 口蹄疫の発生及び対応状況等

3月25日	宮崎県宮崎市の肉用牛肥育農家(飼養頭数10頭)の飼養牛全頭を口蹄疫の「疑似患畜」と診断。(14時より)の農場を中心とした半径20km,半径50kmの地域をそれぞれ移動制限地域,搬出制限地域に設定.)		これと併せ,抗体検査の結果,清浄性を確認するために更なる検査が必要な農場については,農場隔離検査プログラムを開始.
3月27日	韓国において口蹄疫を否定できない水疱性疾病の発生の確認を受け,韓国から輸入される牛肉,豚肉等について輸入検疫証明書の発行を停止.台湾産稲ワラについて輸入時の消毒の実施を決定.	4月26日	午前0時をもって 移動制限地域を の農場を中心とした半径10kmの地域のみに変更. のウイルス遺伝子が と同じウイルス由来の遺伝子であることを公表.(O/JPN/2000)
3月29日	30日以降当分の間,口蹄疫の清浄国以外の地域からの輸入稲ワラ等に対する家畜防疫官の検査,ホルマリンガス消毒等の実施を決定.	4月27日	宮崎県における口蹄疫発生に伴う総合的な対策について公表.
3月30日	口蹄疫の清浄国以外の地域から既に輸入されている稲ワラ等について飼料及び敷料としての使用を控える旨都道府県に通知.	5月 2日	午前0時をもって の農場を中心とした半径10km以内の地域に係わる移動制限を解除.
4月 3日	宮崎県高岡町の肉用牛繁殖の農家(飼養頭数9頭)の飼養牛全頭を口蹄疫の「疑似患畜」と診断.	5月11日	北海道本別町の肉用牛肥育農家(飼養頭数705頭)の飼養牛全頭を口蹄疫の「疑似患畜」と診断.(18時より)の農場を中心とした半径10kmの地域を移動制限地域に設定.)農場隔離検査プログラムによる検査対象農場は,の農場以外は全て清浄であることが確認された.
4月 4日	においてPCRで得られたウイルス遺伝子の断片は,アジア地域で分離されている口蹄疫ウイルスと近縁の新たな口蹄疫ウイルス株(O/JPN/2000)であることが判明.この結果,で確認された「疑似患畜」全頭を「患畜」と診断.	5月13日	においてPCRで得られたウイルス遺伝子の断片の分析により,で分離されたウイルスと同一であることが判明.この結果,で確認された「疑似患畜」のうちウイルス遺伝子の断片が検出された2頭を「患畜」と診断.
4月 9日	宮崎県高岡町の肉用牛繁殖農家(飼養頭数16頭)の飼養牛全頭を口蹄疫の「疑似患畜」と診断.	5月14日	移動制限地域内139戸の立入り検査終了.異常なし.
4月10日	韓国における口蹄疫の発生が公式に確認されたことから,家畜伝染病予防法施行規則を改正し,韓国を偶蹄類の動物及びその肉等の輸入禁止地域として指定.	5月18日	発生農場の飼養牛の殺処分,汚染物品の処理完了.
4月14日	における採取材料から口蹄疫ウイルスを分離・確認.この結果,で確認された「疑似患畜」のうち抗体陽性が確認されている10頭を「患畜」と診断.	5月25日	血清検査の結果,移動制限地域内139戸,疫学関連農場85戸計224戸全戸の清浄性確認.
4月23日	午前0時をもって,3月25日に設定された移動制限地域を解除すると同時に移動制限地域を及びの各々1農場を中心とした半径10kmの地域に変更.	6月 9日	午前0時をもって,の農場を中心とした半径10km以内の地域に係る移動制限を解除.
		<p>「患畜」「疑似患畜」については家畜伝染病予防法第2条で以下のように定義されています。</p> <p>患畜:家畜伝染病(腐蛆病を除く)にかかっている家畜。</p> <p>疑似患畜:患畜である疑いがある家畜及び牛痘、牛肺疫、口蹄疫、狂犬病、鼻疽またはアフリカ豚コレラの病原体に触れたため、または触れた疑いがあるため、患畜となるおそれがある家畜。</p> <p>今回の口蹄疫においては、臨床症状、血清診断(抗体の確認)によって疑似患畜とされ、ウイルスの検出をもって患畜と診断されました。</p>	

表2、表3に示します。

今回検出されたウイルスは中国、あるいは韓国で3月27日に発生した口蹄疫ウイルスと比較的近縁の新たなウイルス株(O/JPN/2000)であることが判明しましたが、その結果を受けて宮崎県及び北海道で発生した口蹄疫の発生原因および感染経路を解明するため、家畜の導入元農場、近接地の農場、人や車の交流があった農場等について、重点的に臨床検査、血清学的検査を実施しました。これまでのところ、発生原因を特定するに至っていませんが、輸入粗飼料の稲ワラが原因である可能性を否定できない状況です。

これらの結果を踏まえて感染のおそれのあるワラなどの輸入検査の強化を行い、口蹄疫清浄

国以外の地域からの消毒処理のされていないワラや乾草などの輸入を禁止しました。

また3月27日、韓国での口蹄疫発生の通報を受け、韓国産の牛肉、豚肉等の輸入を停止し、4月10日輸入禁止の措置が講じられ、さらに中国での口蹄疫の発生状況が不明であることから、5月31日、中国からの牛・豚等の家畜の輸入が禁止されました。

また今回分離されたウイルスを用いた感染試験の結果、牛では病原性は弱く、特に乳用種の牛では同居感染も起こりにくいことが明らかとなり、豚では、ウイルス接種により典型的な口蹄疫の症状を示し、同居感染が成立することが判明しています。

表2 口蹄疫発生状況

発生日	発生場所	農場	畜種	飼養頭数
3月25日	宮崎県宮崎市	A農場	牛	10
4月 3日	宮崎県高岡町	B農場	牛	9
4月 9日	宮崎県高岡町	C農場	牛	16
5月11日	北海道本別町	D農場	牛	705

表3 口蹄疫発生に対する措置経過

農場	診断日	殺処分完了日	殺処分頭数	汚染物品処分完了日	
宮崎	A農場	3/25	3/26	10	3/26
	B農場	4/ 3	4/ 4	9	4/ 4
	C農場	4/ 9	4/10	16	4/10
北海道	D農場	5/11	5/15	705	5/18

おわりに

近年、国際的な流通機構の発達・整備の進展とともに人と物の国際的な動きが盛んとなり、畜産に関しては飼料や食肉の輸入が著しく増加しています。厳重な輸入検疫により海外からの口蹄疫侵入防止を図ることが重要ですが、東アジア諸国のいくつかの国では口蹄疫の発生源がワラ、乾草類のような飼料であることが否定できないことから、それら粗飼料を対象としたリスク管理法を含む危険度分析手法を出来る限り早期に開発することが急務と考えられます。

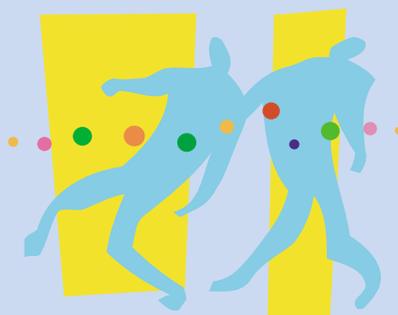
国としては家畜伝染病予防法の見直しをして、ワラなどを動物検疫の対象とするなど、検疫体制を強化拡充し、都道府県単位では種々のサーベイランスの徹底により口蹄疫の侵入、まん延・拡大の防止を図ることが重要です。生産者は口蹄疫の危険性が推測される飼料は使用しないことが求められ、また野生動物、ペット類の農場への侵入の阻止や、観光による海外の土

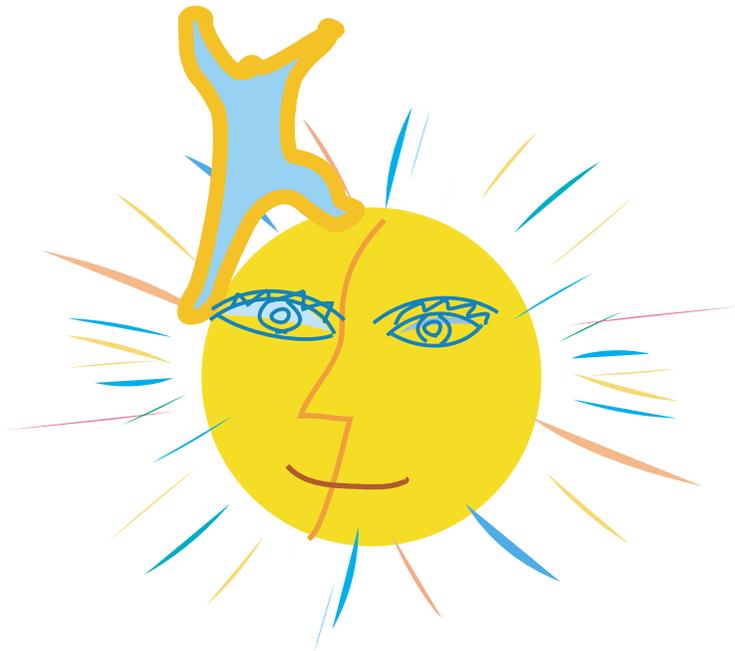
産物など、一般市民においても汚染された可能性のあるものはなるべく日本には持ち込まないなどそれぞれの義務を果たすことが不可欠と考えます。

なお、わが国は長期間にわたり口蹄疫清浄国でしたが、今回の発生によりその資格を失いました。しかし、北海道における最終発生以降3か月間の発生は全くないので、国内に口蹄疫ウイルスが存在しないことを証明するサーベイランスのデータをOIEに提出し、2000年9月26日にOIEは日本を口蹄疫清浄国に認定しました。

家畜伝染病予防法は2000年11月22日改正公布、12月2日より施行されています。

口蹄疫に感染したおそれのある家畜の移動制限期間を最大10日から21日に延長、輸入検疫対象をワラや乾草にまで拡大するなど、今回の一連の問題を踏まえた改正となっています。





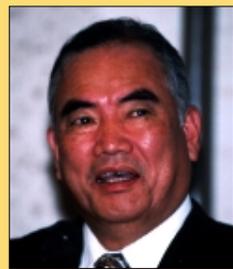
2

食肉成分の
生理活性作用

牛肉の抗ストレス効果

浜松医科大学医学部医学科生理学第二講座教授

高田 明和



Summary

うつ病の発症には脳内におけるセロトニンの動態が関与し、長期間ストレスに曝されるなど、何らかの理由によるセロトニン濃度の減少がうつ病発症を惹き起こすと考えられます。セロトニンは必須アミノ酸のトリプトファンの代謝産物であるところから、トリプトファンの摂取がうつ病の防止には不可欠です。トリプトファンは脳では産生されないので、食肉などの摂取によって外部から補充することが必要です。

食肉にはトリプトファンの他にも、生体の維持に不可欠なコレステロールをはじめ、不安あるいは痛みを解消する効果を持つドーパミンの原料のチロシンや、至福物質といわれ精神や情動の安定、さらには血管の収縮抑制にも関与することが明らかとなったアナンダマイドの原料であるアラキドン酸も含まれています。また脳機能の改善やうつ状態の予防、血栓や動脈硬化の予防効果を持つビタミンB₆、B₁₂、葉酸も含まれているところなどからも、食肉の摂取による精神や情動の安定など生体に対する種々の利点が期待されます。

Key words

うつ病 自殺 セロトニン トリプトファン 長鎖中性アミノ酸 ドーパミン チロシン アラキドン酸 アナンダマイド ビタミンB₆ ビタミンB₁₂ 葉酸

はじめに

最近、わが国ではうつ病の増加による自殺者の急増がみられますが、われわれは、このよううつ病の増加傾向には食物摂取の影響が強く

関与していると考えています。ここでは、食物摂取と精神や情動の関連を取り上げ、特にうつ状態に関与するストレスに対し食肉

の持つ抗ストレス効果など生体に対する種々のメリットについて述べることにします。

1. うつ病、自殺とセロトニン

日本における自殺者数は1998～99年に急増し、現在では1年に約33,000人が亡くなっています。

自殺者の年齢についてみても、ほかの国では60歳以上の高齢者がほとんどを占めているのに対し、日本人は40～50歳代の働き盛りの人々が約40%を占め、極めて異常な事態と考えられます。

自殺はうつ病の最大の症状といわれますが、うつ病の発症には脳内におけるセロトニンの動態が密接に関与するとされています。脳内のセロトニン神経の末端からセロトニンを含んだ顆粒がシナプス空隙に放出され、それがシナプス後線維の受容体と結合すると精神の安定が図られますが、何らかの

理由でセロトニンの濃度が低下すると、セロトニンの神経伝達が不良となり、その結果うつ病や自殺が増加することが明らかとなっています(図1)。

セロトニンは、たんぱく質に含まれる必須アミノ酸のトリプトファンが脳内で代謝されて産生されます。そのため、血中のトリプトファン濃度とうつ病指数との関連なども調べられていますが、血中トリプトファン濃度の低い人は、うつ病指数が高くなることがわかっています。トリプトファンは脳自体では産生されませんので、脳内のセロトニン濃度の上昇は外部からのトリプトファンの摂取なくしてはあり得ません。幾つ

かの食事たんぱく質ではトリプトファンは制限アミノ酸となっていますが、食肉のたんぱく質には多く含有されているので、食肉類の摂取はトリプトファンの効果的な摂取方法といえます。

脳には、生体がストレスに曝された時にセロトニンや、トリプトファン濃度を上昇させる、あるいは減少を防いで濃度を維持することなどによる、ストレスへの対応の機構が働いていることがラットの実験から明らかになっています^{1,2)}。このような機構が働くには、外部からの食肉などによるトリプトファンの摂取が不可欠なのです。

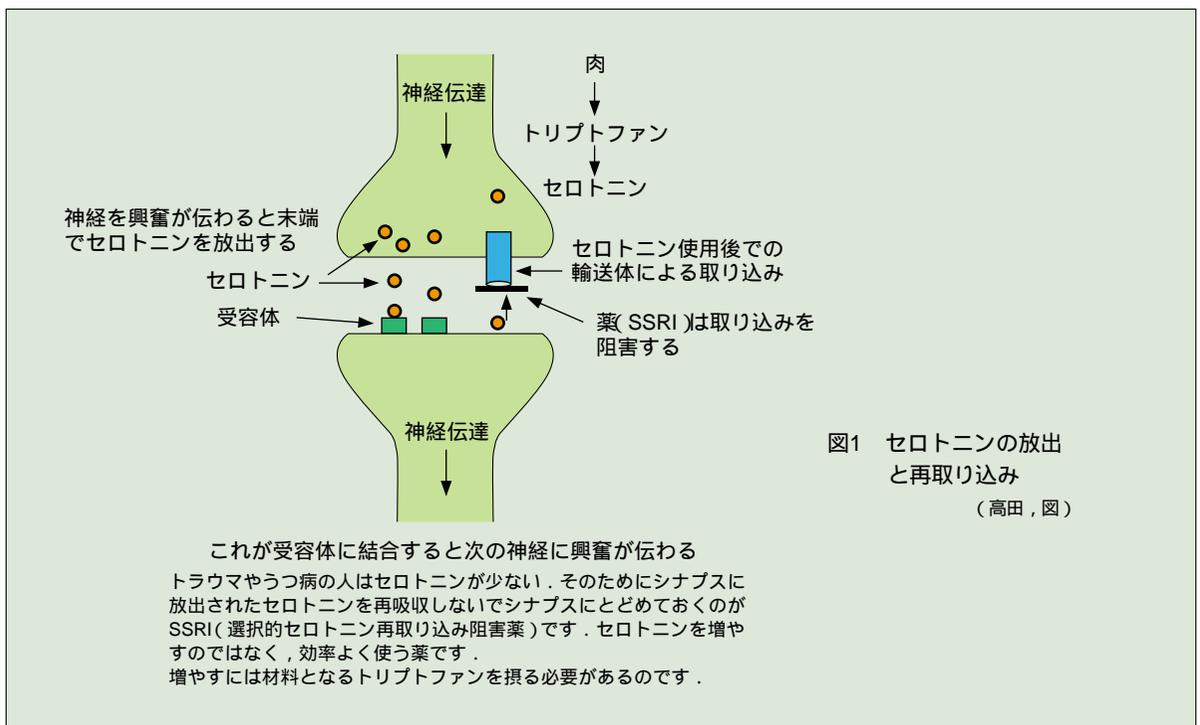


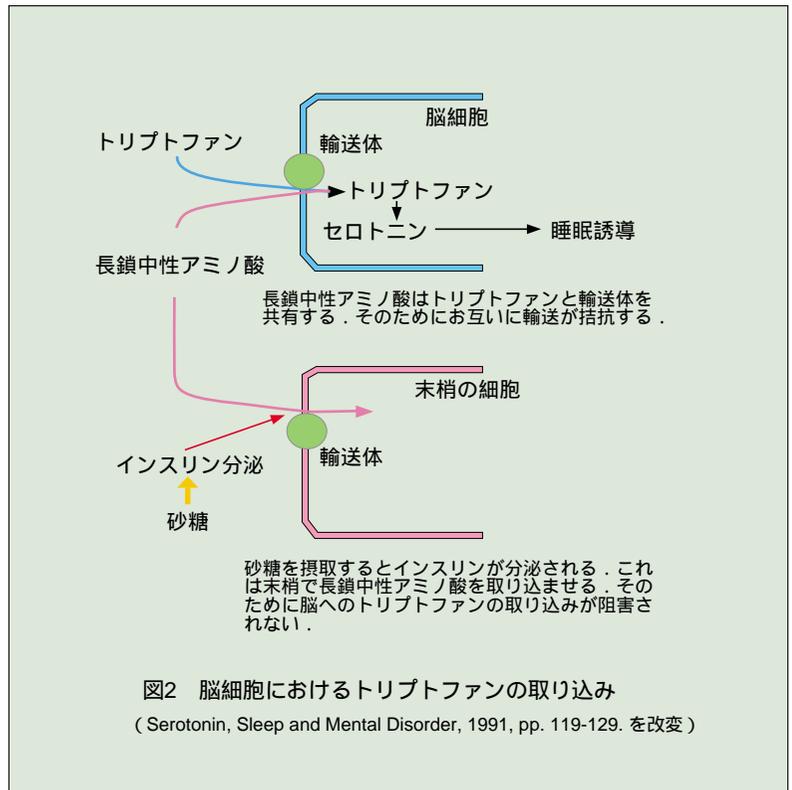
図1 セロトニンの放出と再取り込み (高田, 図)

2. トリプトファンの摂取と脳内への取り込み

食肉たんぱく質によってトリプトファンの摂取が行われ、血中のトリプトファン濃度が上昇しても、摂取したトリプトファンが脳内に取り込まれないかぎり、脳内でのトリプトファンの濃度は上昇せず、脳細胞内でのセロトニンへの代謝の亢進は認められないことが明らかとなっています。

トリプトファンは輸送体を通じて脳細胞内に取り込まれますが、フェニルアラニン、チロシン、バリンのような他の長鎖中性アミノ酸がトリプトファンと輸送体を共有することから、相互に輸送で拮抗を生じ長鎖中性アミノ酸はトリプトファンの脳細胞内への取り込みを阻害することになります。しかし、Wurtmanらは、長鎖中性アミノ酸はインスリンの併存によって筋肉や肝臓の脂肪細胞など、末梢の細胞に輸送体を通じて取り込まれるため、インスリン存在下では脳細胞内への取り込みは相対的にトリプトファンが優位となることを明らかにしています(図2)²⁾。

精神の安定、うつ状態の回避には食肉たんぱくなどによるトリプトファンの摂取は不可欠ですが、同時に炭水化物の摂取によってインスリンの分泌が図られることも必要です。



3. 快感領域におけるドーパミンの産生と疼痛の抑制

Oldsらは1950年代にラット脳内の様々な部位に電極を差し込み、電極を差した部位によっては、そこを刺激することにより食欲や性欲などよりも強い快感を感じることができ、快感領域と呼ばれる領域が存在することを明らかにしています。

快感領域は主にドーパミン神経が

連絡する中隔核、視床核、側坐核、前頭前野であり、その中でも重要なのは側坐核とみられています。快感領域の刺激は治療にも応用され、末期がん患者の疼痛に対して側坐核を刺激することにより、神経末端よりドーパミンが放出され、痛みが消失することが明らかとなっています。

ドーパミンはチロシンの代謝によって産生されます。チロシンは食肉など動物性たんぱく質に多く含まれており、ドーパミンの産生を介して精神の安定性、痛みの消失などが保証されると考えられます。

4. 血中コレステロール値とうつ状態

現在、コレステロール値の低値により、全死因による総死亡率やがんによる死亡率が上昇することが報告されています(図3)¹⁾、また血中のコレステロール値の低下によりうつ病を発症する例が多い

ことが明らかとなっています。

Suarezらは若い女性を対象に検討し、血清コレステロール値低値群(160mg/dL以下)では他人に会うことや付きあいを拒絶する、あるいは人前に出たくないというこ

となどを点数で表示した不安尺度や抑うつ尺度が上昇することを報告し(図4)²⁾、Morganらは、カリフォルニア州在住の70歳以上の白人男性における血清コレステロール値と抑うつ状態の頻度との関係

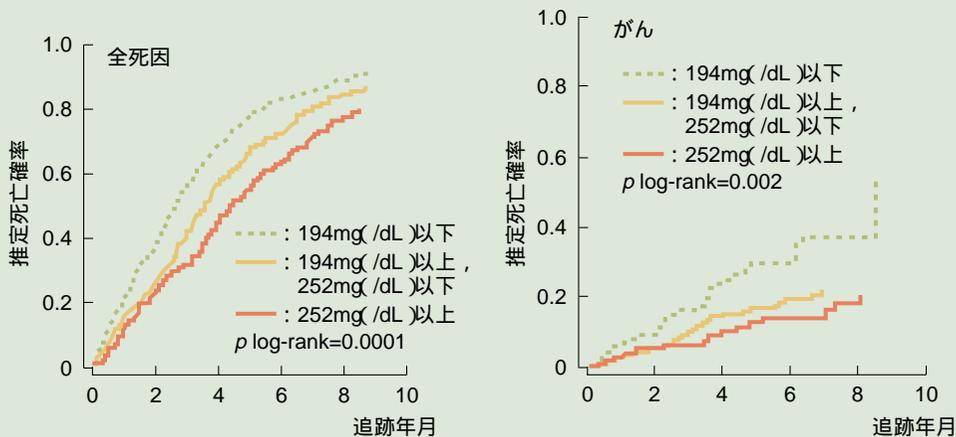
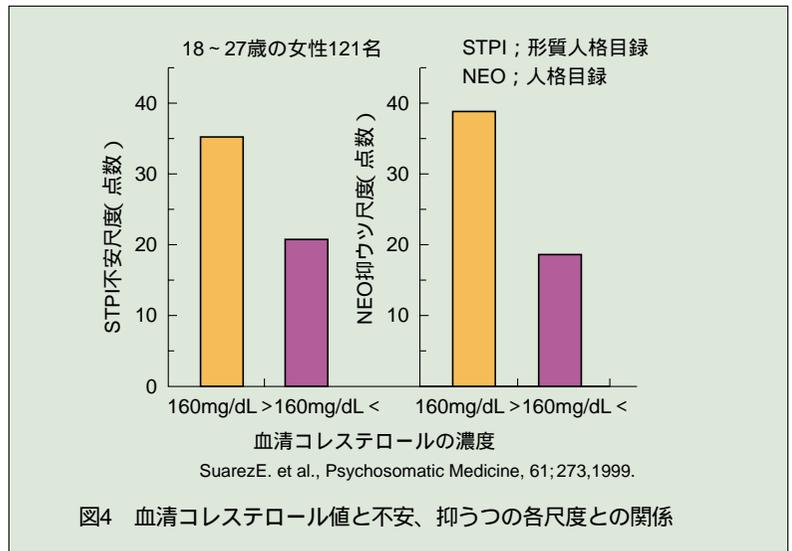


図3 血清コレステロール値と全死因およびがんによる死亡率との関係
(Brain Res. Bull., 51:83-88, 2000.)

について、コレステロール低値群の抑うつ状態の頻度が高値群と比較して著明に高値であることを報告しています⁶⁾。Morganらは、加齢とうつ病の間には有意な相関を認め、自覚的健康障害、自覚的身体機能障害とうつ病との間に有意な相関があることを報告していますが、さらに低コレステロールは年齢や自覚的健康障害、自覚的身体機能障害から独立した、うつ状態と相関する因子であることを示しています。



5. アラキドン酸およびアナンダマイドの作用

最近、食肉に含まれる脂肪酸の見直しが活発に行われています。内因性マリファナともいわれる物質であるアナンダマイドが存在し、食肉や内臓などの動物性食品

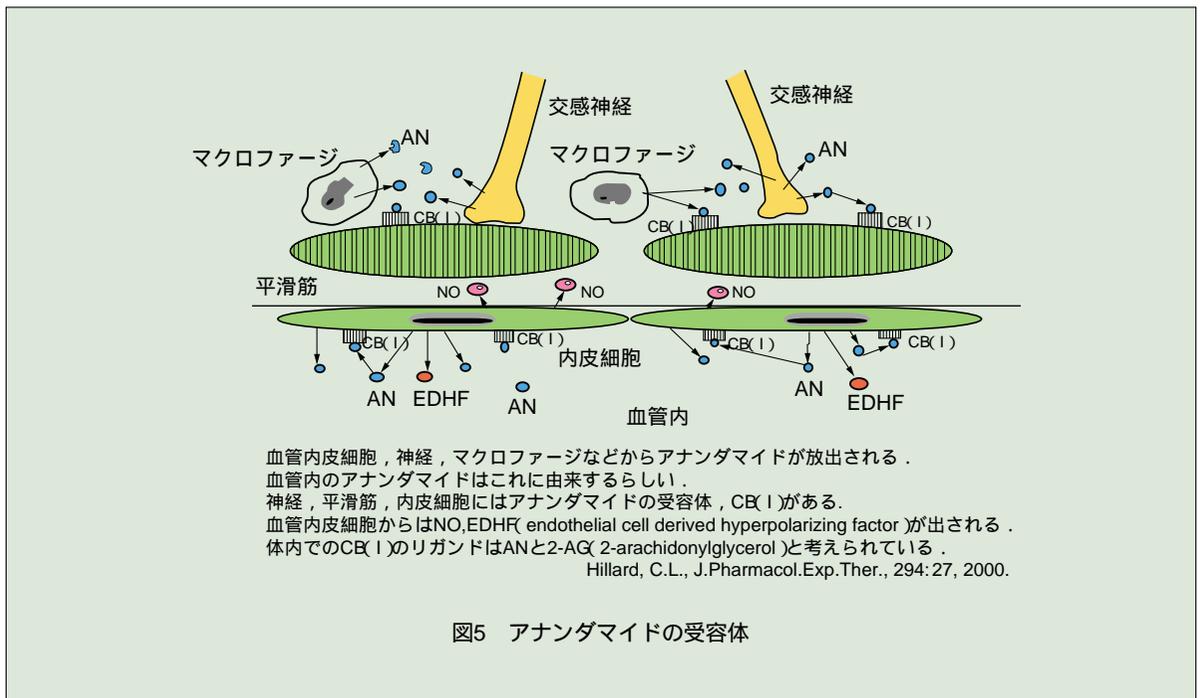


図5 アナンダマイドの受容体

に含まれるアラキドン酸から生成される、アナンダマイドの生体に対する新たな利点が注目されています。

アナンダマイドは、アラキドン酸からアミドヒドロラーゼという酵素の作用により、生成されることが解明されています。アラキドン酸の摂取により、いわゆる至福物質とされるアナンダマイドが生成され、満足感あるいは至福感を得られることが明らかにされています。

アナンダマイドの受容体CB₁は、ノルアドレナリンが分泌される交感神経末端に局在していますが、アナンダマイドの結合によってノルアドレナリンの分泌が阻害され、平滑筋の収縮が抑制されます。血管平滑筋表面自身や血管内皮細胞にもCB₁の発現がみられ、アナンダマイドの結合によって平滑筋弛緩因子の放出、また内

皮細胞からのNO(一酸化窒素)やEDHF(endothelial cell derived hyperpolarizing factor)の放出によって、血管平滑筋の収縮を抑制することも明らかとなっています(図5)⁸⁾。

従来、生体におけるアラキドン酸代謝の意義としては、TXA₂(トロンボキサンA₂)産生による血小板の凝集、血栓形成の作用が強調されていましたが、アナンダマイド産生による血管収縮の抑制作用が注目され、その作用のバランスにより血液の凝固や血栓の形成、あるいは血管収縮の抑制が生じると考えられています。

また食肉に含まれるビタミンB₆、B₁₂、葉酸による脳機能改善、亢進作用や抗血栓作用が明らかとなり、食肉成分の生体に及ぼす利点、特に食肉の持つ抗ストレス作用のさらなる解明が期待されます。

文献

- 1) Malyszko, J., Urano, T., Takada, Y. and Takada, A.: Amino acids, serotonin, and 5-hydroxy indoleacetic acid following foot shock in rats. Brain Res. Bull. 36:137-40, 1995.
- 2) Malyszko, J., Urano, T., Yan, D., Serizawa, K., Kozima, Y., Takada, Y. and Takada, A.: Water-immersion restraint stress and serotonergic measures in blood and different areas of rat brain. BioGenic Amines 10:111-118, 1994.
- 3) Fernstrom, J. D., and Wurtman, R. J. Brain serotonin content: physiological regulation by plasma neutral amino acids. Science 178: 414-6, 1972.
- 4) Weverling-Rijnsburger, A. W. E., Blauw, G. J., Lagaay, A. M., Knook, D. L. and Meinders, D. L.: Total cholesterol and risk of mortality in the oldest old. Lancet 350:1119-1123, 1997.
- 5) Suarez, E. C.: Relations of trait depression and anxiety to low lipid and Lipo protein concentrations in healthy young adult women. Psychosom Med. 61:273-9, 1999.
- 6) Morgan, R. E., Palinkas, L. A., Barrett-Connor, E. L. and Wingard, D. L.: Plasma cholesterol and depressive symptoms in older men. Lancet 341:75-9, 1993.
- 7) Felder, C. C. and Glass, M.: Cannabinoid receptors and the endogenous agonists. Annu Rev. Pharmacol. Toxicol. 38:179-200, 1998.
- 8) Hillard, C. J.: Endocannabinoids and vascular function. J. Pharmacol. Exp. Ther. 294 :27-32, 1994.



食事たんぱく質の栄養と運動・免疫・腎機能における効果

東京農工大学農学部教授
矢ヶ崎 一三



Summary

食事たんぱく質の運動（抗疲労効果）、免疫能および腎炎に及ぼす影響をマウスとラットを用いた実験で検討しました。食肉たんぱく質、特に牛肉の抗疲労効果は高く、運動能力を向上させることが認められました。また、牛肉たんぱく質を摂取したマウスでは軽い運動によって免疫能が上昇すること、さらに、他のたんぱく質を摂取した場合に比べ、安静時の免疫能が高く、過激な運動による免疫能の低下も抑制される傾向が認められました。一方、腎炎ラットに対する食肉たんぱく質の影響を検討したところ、低食肉たんぱく食摂取ラットでは、高コレステロール血症とたんぱく尿が重篤な栄養障害を伴うことなく改善されました。

Key words

食事たんぱく質 牛肉 運動 抗疲労効果 免疫能 腎炎ラット 低たんぱく食 低食肉たんぱく食 TNF- α の活性

はじめに

栄養は運動や免疫能に様々な影響を及ぼすと考えられています。そこで、食肉などの食事たんぱく

質の運動能力や免疫能に及ぼす影響、さらに、腎疾患に対する低たんぱく食療法における食肉たんぱ

く質の効果などについて調べた実験成績を紹介します。

1. 牛肉の抗疲労効果

牛肉の抗疲労効果について若松らによって次のような成績が報告されています¹⁾。すなわち、マウスにたんぱく質源(含量20%)をFreeze dried beef、脂質源をBeef tallowとした食餌(Beef + BT群)、たんぱく質源をCaseinに替えた食餌(Casein + BT群)、脂質源も大豆油(SO)に替えた食餌(Casein + SO群; 対照群)を与え、プールの中で重りをつけて泳がせ、疲労困憊状態になるまでの時間(水泳時間)を測定した実験では、Beef + BT群が最も長く、同じたんぱく質でも牛肉の抗疲労効果が最も強いことが認められています(図1)²⁾。

そこでわれわれは、牛肉のどの部分が抗疲労効果を示すのかを調べるため、マウスに4種類の食餌(たんぱく質源がCaseinの20C群、Freeze-dried beefのFD群、脂質を除去したLipid-extracted beefのLE群、純粋なたんぱく質だけのBeef protein-purifiedのPP群)を与え、プールで泳がせて水泳時間を比較しました。その結果、表1に示すように、対照である20C群に比べ、FD群では水泳時間が42%延長しており、食品としての牛肉が最も抗疲労効果が強かったのですが、牛肉のたんぱく質だけ(PP群)

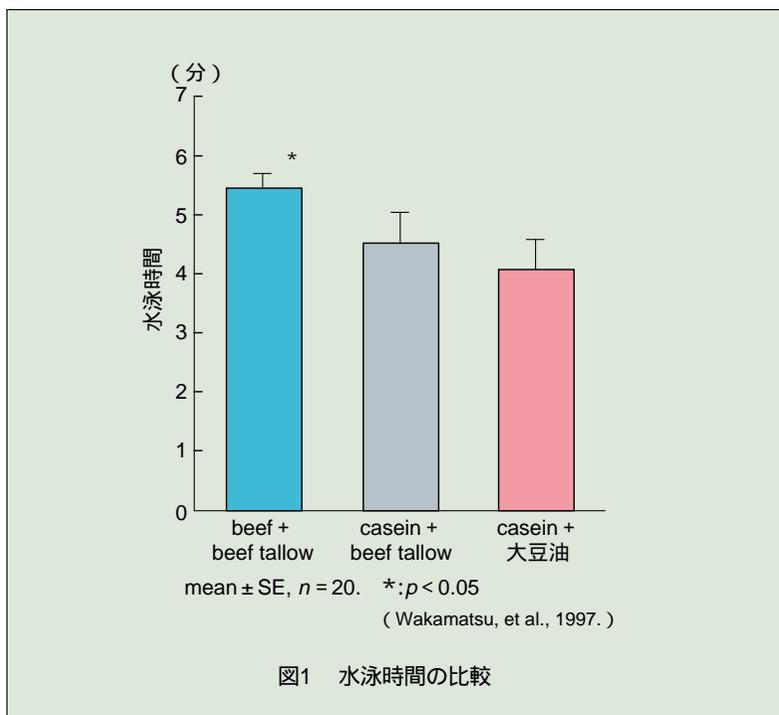


表1 FD群、LE群、PP群の3週間飼育後の水泳能力の比較

食餌	水泳時間	% (対照群と比較)
20C (対照)	313 ± 65	100
FD	446 ± 90	142
LE	343 ± 72	110
PP	405 ± 81	129

mean ± SE, 重り:体重の5%

でも運動に好影響を与えることが認められました。

2. 食肉たんぱく質の免疫能に及ぼす影響

次に、食事たんぱく質と免疫能の関係を検討しました²⁾。方法

は、マウスを20%Casein食(20C群)あるいは20%ミート食(Beef

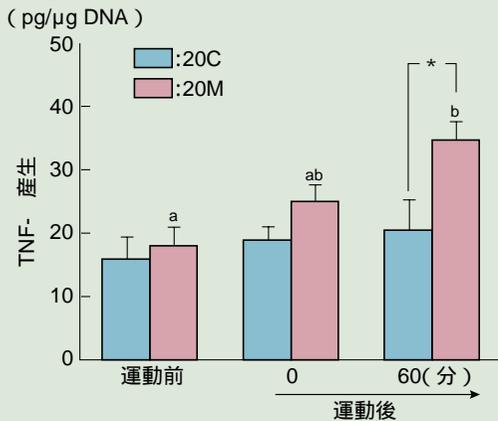
protein-purified:20M群)で3週間飼育し、安静時、運動(60分間の

水泳)直後、運動して60分間休息後に腹腔内常在マクロファージを採取し、リポ多糖(LPS)存在下で培養し、培養上清のTNF- α 産性を測定しました³⁾。その結果、TNF- α 産生は、20C群では運動前、運動直後、運動して60分間休息後もほぼ同程度でしたが、20M群では運動60分後にはTNF- α 産性が上昇しており、免疫能がマイルドに上昇するという結果が得られました

(図2)。

次に、過激な運動が免疫能に及ぼす影響を検討しました⁴⁾。方法は、マウスに体重の4%の重りをつけて疲労困憊の状態になるまで泳がせ、一定時間後に採血してTNF- α 濃度を測定しました。図3は安静時と過激な運動90分後の血中TNF- α 濃度を20C群と20M群で比較した成績です。運動を行わない場合のTNF- α 産生能は20M群の

ほうが約2倍程度高く、感染時などでもウイルスや微生物に対抗できると考えられるデータが得られました。また、過激な運動を行った場合は両群ともにTNF- α 産生能は低下しますが、やはり20M群のほうが20C群よりも高い傾向を示し、食肉でたんぱく質を摂取したほうが過激な運動によるTNF- α 産生能の低下を抑制できる可能性が認められました。



a, b : a, b のついた群間で異なるアルファベットのついたもの同士は $P < 0.05$ で有意差のあることを示す。

図2 食事たんぱく質の腹腔内常在マクロファージの安静時および運動後のTNF- α 産生能に及ぼす影響

(伊藤記念財団 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 17 : 364-368, 1999 .)

a, b : a, b のついた群間で異なるアルファベットのついたもの同士は $P < 0.05$ で有意差のあることを示す。
x, y : x, y のついた群間で異なるアルファベットのついたもの同士は $P < 0.05$ で有意差のあることを示す。

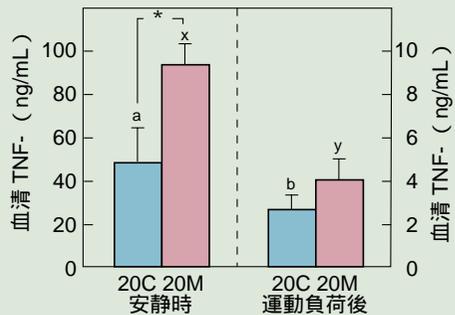
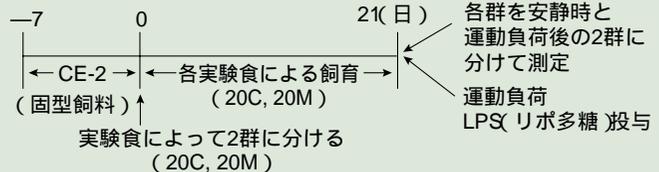


図3 TNF- α 産生能に及ぼす運動と食事たんぱく質の影響 (20C群と20M群の比較)

(伊藤記念財団 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 18 : 309-313, 2000 .)



3. 食肉たんぱく質の腎炎ラットに対する効果

現在、糸球体腎炎は血液透析の原疾患としては糖尿病性腎症に次いで第2位を占めています。症状は、たんぱく尿、低アルブミン血症、高脂血症などで⁵⁾、治療では低たんぱく食療法が行

われています。しかし、低たんぱく食では脂肪肝、成長遅延などの栄養障害が起こることが予測されます。そこで、われわれは、低たんぱく食でもたんぱく質源のアミノ酸組成を考慮し、不足したアミノ酸を補足し

た低たんぱく食であれば、栄養障害を伴うことなく、腎炎のたんぱく尿、低アルブミン血症、高脂血症などを防止できるのではないかと考え、糸球体腎炎モデルラットを用いて実験を行いました。

表2 腎炎ラットの体重、肝・腎重量，血清アルブミンに及ぼす低食肉たんぱく食の影響

(T. Nutr. Sci. Vitaminol., 40:583-591, 1994.)

測定項目	食餌		
	20M	8.5M	8.5MV
初期体重(g)	146 ± 2	146 ± 3	146 ± 4
食餌摂取量(g/12日)	226 ± 7	234 ± 5	222 ± 15
体重増加量(g/12日)	76 ± 2 ^a	53 ± 5 ^b	55 ± 9 ^b
肝重量(g/100g 体重)	5.4 ± 0.1 ^a	4.7 ± 0.2 ^b	4.7 ± 0.1 ^b
腎重量(g/100g 体重)	1.2 ± 0.1 ^a	0.9 ± 0.1 ^b	0.8 ± 0.1 ^b
血清アルブミン(g/100mL)	3.4 ± 0.2	3.7 ± 0.1	3.8 ± 0.2

a,b : a,bのついた群間で異なるアルファベット
のついたもの同志はP<0.05で有意差のあることを示す。

まず、肉類を除くCasein、全卵、大豆、グルテンをたんぱく質源とした食餌⁶⁾で検討すると、たんぱく質の含量を8.5%にした低たんぱく食(8.5%食)ではたんぱく質の含量が20%の通常の食餌(20%食)に比べ、たんぱく尿や高脂血症は改善していましたが、体重の増加が少なく(植物性たんぱく質ではむしろ実験

開始時より減少) 肝臓のトリグリセリド値は脂肪肝になる方向へ変化していました。

これに対し、肉類(豚肉)をたんぱく質源とした食餌⁷⁾、すなわち、食肉たんぱく質20%食(20M)、8.5%食(8.5M)および少量のバリンを補足した8.5%食(8.5MV)を12日間摂取させたところ、体重増加量は20%食に比べて8.5%食では有意に少なかったの

ですが、それほど大きな差ではなく、腎炎で低下する血清アルブミンも8.5%食では上昇する傾向がみられました(表2)。

また、8.5%食では尿たんぱく質排泄量の上昇はみられず、血清コレステロールも有意に低下していました。しかし、バリンの添加効果はみられませんでした。

まとめ

牛肉の抗疲労効果は高く、運動能力を向上させると考えられました。また、食肉たんぱく質

は免疫能を向上させることが認められました。さらに、腎炎に対する低食肉たんぱく質療法は、重篤な栄養

障害を伴うことなく、たんぱく尿や高脂血症を改善する可能性が示唆されました。

文献

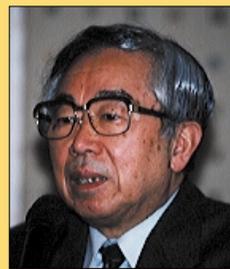
- 1) 若松純一, 長尾哲二, 沼田正寛, 中村豊郎, 藤巻正生: 牛肉の抗疲労効果について. 日本畜産学会報, 68: 579-586, 1997.
- 2) 矢ヶ崎一三: 急性運動後の免疫機能に対する食肉の作用. 伊藤記念財団食肉に関する助成研究調査成果報告書, 17: 364-368, 1999.
- 3) Komatsu, W., Yagasaki, K., Miura, Y. and Funabiki, R.: Modification of tumor necrosis factor and interleukin-1 productivity in macrophages from hepatoma-bearing rats by dietary proteins. *Nutr. Res.*, 16: 1699-1707, 1996.
- 4) 矢ヶ崎一三: 運動後の免疫機能に対する *in vivo* での食肉タンパク質の作用. 伊藤記念財団食肉に関する助成研究調査成果報告書, 18: 309-313, 2000.
- 5) 矢ヶ崎一三, 藤澤清人: アミノ酸補足タンパク質による腎炎時の高脂血症とタンパク尿の改善. 医学のあゆみ, 180 (2) : 114-115, 1997.
- 6) Fujisawa, K., Yagasaki, K., Adachi, I. and Funabiki, R.: Qualitative and quantitative effects of dietary proteins on hyperlipidemia and proteinuria in nephritic rats. *Nutr. Res.*, 14: 1055-1066, 1994.
- 7) Yagasaki, K., Ebara, K., Fujisawa, K., Miura, Y. and Funabiki, R.: Reduction of hypercholesterolemia and proteinuria in nephritic rats by low-meat-protein diets. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 40: 583-591, 1994.



カルノシンの生理作用

昭和女子大学大学院生活機構研究科教授
東北大学名誉教授

木村 修一



Summary

カルノシンはラットの小脳神経細胞に対する活性酸素による傷害作用、嗅覚細胞に対する亜鉛、銅による傷害作用に抑制的に作用することが認められ、神経細胞保護作用を持つことが明らかとなっています。さらに糖尿病で問題になっているたんぱく質のグリケーションのモデルであるメチル・グリオキサールによるオパルブミンのグリケーションに対する抑制効果や、ラット心臓の虚血・再灌流後の機能回復の促進効果が実験の結果、明らかとなっています。

またカルノシン添加食を与えたラットにおいて、肝臓中の過酸化脂質の生成が抑制され、筋肉中のカルノシン、アンセリンの蓄積が明らかとなり、さらにカルノシンを添加した、ニワトリの胚由来の心筋培養細胞の拍動日数が有意に延長し、その効果は用量依存性であることがわかってきました。

Key words

カルノシン ヒスチジン カイニン酸 活性酸素 酸化ストレス 神経細胞
心筋培養細胞

はじめに

カルノシンが筋肉や眼球の水晶体に多く含まれていることは既に明らかとなっていますが、最近、

感覚器官特に脳の海馬、嗅球など中枢神経系における局在が報告されています。

ここでは、神経細胞や心筋に関連したカルノシンの生理作用について紹介します。

1. 活性酸素によるラット小脳神経細胞の傷害とカルノシンによる抑制

カルノシン(図1)は L-アラニンとL-ヒスチジンが結合した形の化合物ですが、ヒスチジンは一重項酸素のスカベンジャーであることから、カルノシンも活性酸素に対するスカベンジャーの作用を有すると期待されますが、事実それが

確認されています。

ラット小脳神経細胞に対するカイン酸NMDA(N-メチルD-アスパラギン酸)による活性酸素の傷害作用と、それに対するカルノシン負荷の効果について検討された結果、NMDA投与のみで細胞は傷

害されますが、カルノシン存在下では傷害は抑制されることが示されています(図2)。

これらのことからカルノシンの神経細胞防護効果が確認されました。

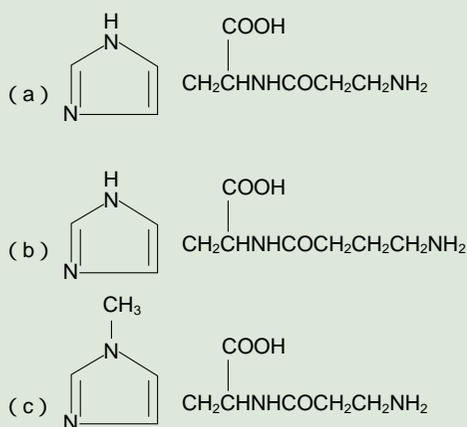


図1 カルノシン(a) ホモカルノシン(b) アンセリン(c)の化学構造

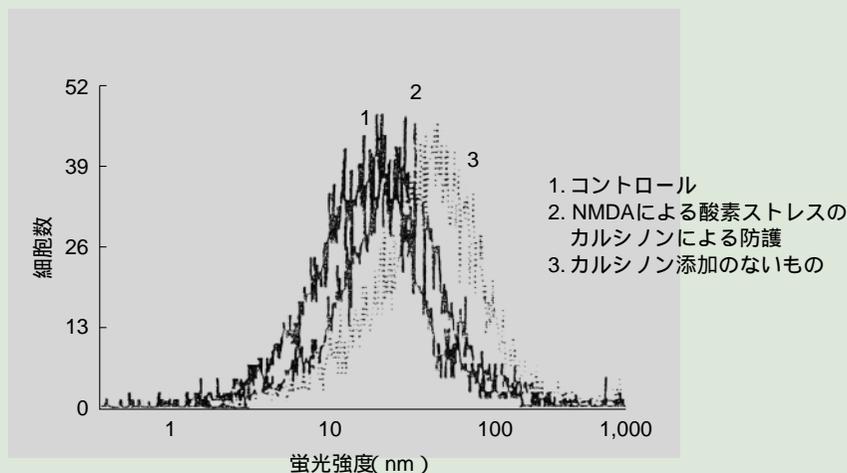


図2 ラット小脳神経細胞に対するNMDA誘発による活性酸素の傷害作用とカルノシンによる抑制

2. 亜鉛、銅によるラット嗅覚細胞の傷害とカルノシンによる抑制

カルシウム、亜鉛、銅は脳機能に大きな影響を与えることが知られています。

銅は細胞中ではフリーのイオンの状態、たんぱく質に結合した状態、伝達物質に移入された状態などの存在形態をとると考えられ、パーキンソン病、アルツハイマー病、メンケス症候群など脳の病理的变化にその蓄積や欠乏が深く関与していることが推測されています。また、銅の神経細胞内における増加によって細胞の生存率の低下が認められています。

ラット嗅覚細胞を採取し、亜鉛、銅の影響について検討した報告によれば、亜鉛、銅を $100\ \mu\text{M}$ の濃度で負荷した場合2時間でほとんどの細胞は死滅し、銅の濃度 $10\ \mu\text{M}$ 、 $30\ \mu\text{M}$ の負荷でも対照群と比較して生存率の低下が認められます。銅 $30\ \mu\text{M}$ の濃度に対し、 $10\ \mu\text{M}$ 、 $100\ \mu\text{M}$ 、 1mM 、 10mM のカルノシンを投与することにより、用量依存性に生存率の延長が認められ、カルノシンの神経細胞保護作用が認められています(図3)。銅の濃度 $10\ \mu\text{M}$ 、 $30\ \mu\text{M}$ はほぼ生理的な濃度なので、たとえ生理的な濃度であっても、神経細胞の状態いかによって銅は脳に対して傷害作用を及ぼすことが推測されます。

ラット嗅覚細胞の亜鉛投与による生存率の減少と、カルノシン投与の影響についての検討では、亜鉛 $10\ \mu\text{M}$ 、 $30\ \mu\text{M}$ 、 $100\ \mu\text{M}$ の各濃

度に対し 1mM カルノシンを投与したところ、亜鉛 $10\ \mu\text{M}$ にカルノシン 1mM 投与では対照とほぼ同様

な生存率の推移を示し、カルノシンの神経細胞保護作用が認められました。

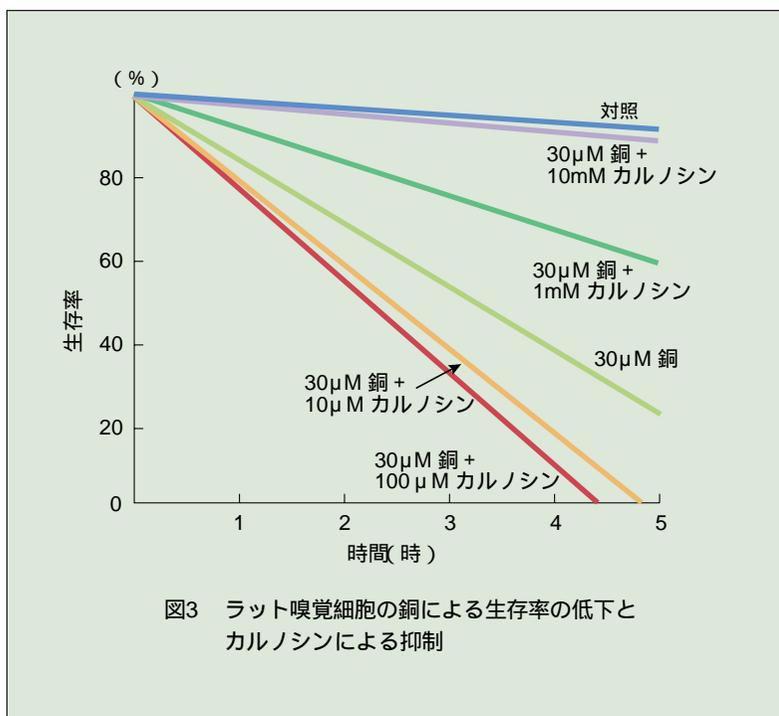
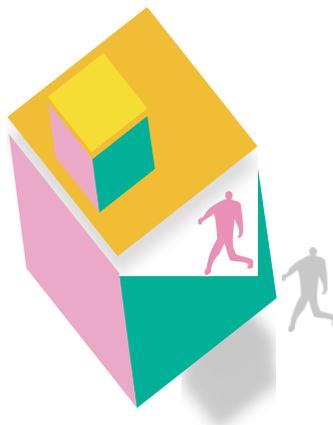


図3 ラット嗅覚細胞の銅による生存率の低下とカルノシンによる抑制



3. メチル・グリオキサールによるオバルブミンのグリケーションに対するカルノシンの抑制効果

糖尿病性の変化に対してもカルノシンは抑制効果を示すことが明らかとなっています。

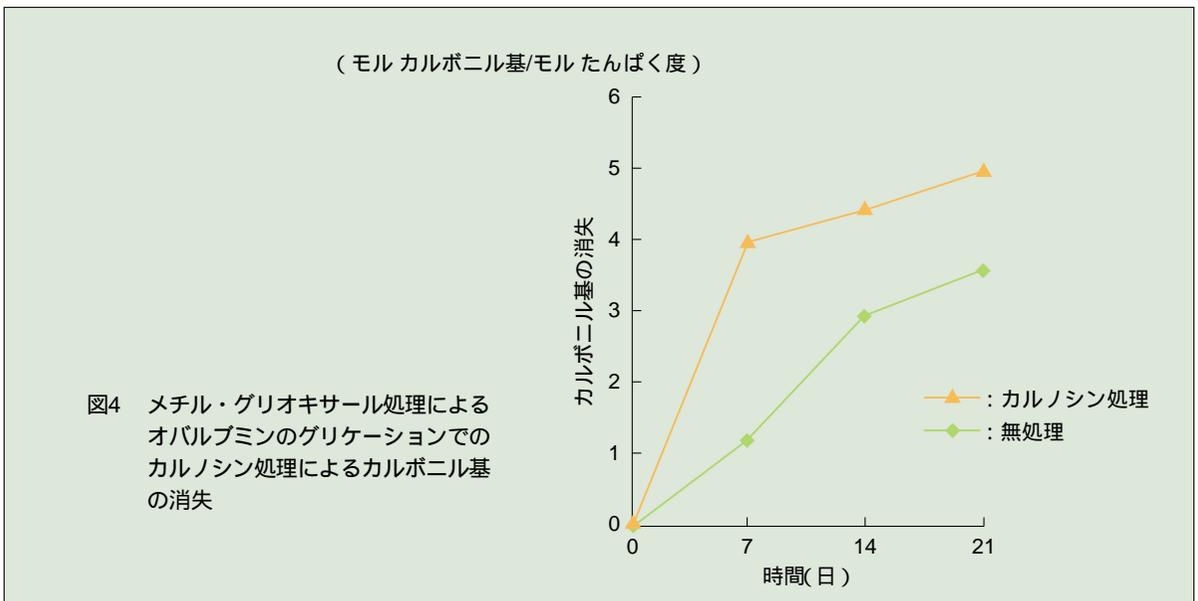
糖尿病では過剰に存在するグルコースがたんぱく質と結合してさまざまな悪影響を生じますが、このグルコースの種々の酵素たんぱくへの結合をグリケーションといいます。

グリケーションが起こると、たんぱく質中にカルボニル基が生じ、さらにそれが重合するような

形でアミロイドなどが生成され、生体にとって非常に重大な障害をもたらします。

メチル・グリオキサール処理によりオバルブミン(卵白アルブミン)にはグリケーションが生じますが、このモデル系でカルノシンの作用を検討した結果では、カルノシン処理によってカルボニル基の消失が大きいことが示されています(図4)。メチル・グリオキサールで処理しない場合ではオバ

ルブミンはグリケーションが行われず、カルノシンはたんぱく質に結合しません。グリケーションが起こったたんぱく質にのみカルノシンは結合し、カルボニル基の生成を抑制することから、カルノシンはグリケーションを阻害する作用を持つことが推測され、カルノシンによる糖尿病の抑制的効果が期待されます。



4. ラット心臓の虚血・再灌流後の機能回復に及ぼすカルノシン、ヒスチジンの作用

虚血ラット心臓の機能回復に対するヒスチジン、カルノシンの影響についてLVDP(左心室拡張期圧)を指標に検討したJ.W.Leeの報告では、ラット心臓の40分虚血、

再灌流30分後のLVDPの比較で、カルノシンは1mMの低用量で10mMのヒスチジンと同等のLVDPの回復効果を示すことが認められています。

虚血ラット心臓の機能回復に対するヒスチジンおよびカルノシンの影響について心拍数と冠動脈血流量を指標とした成績でみると、1mM濃度のカルノシンとヒスチ

ジンでは、心拍数の回復率はヒスチジンの方が高いが、冠動脈血流量はほぼ同等の回復率を示し、ヒスチジン、カルノシンともに虚血、再灌流後の心機能の回復促進

効果を示すことが明らかになりました。

これらの実験はラットの心臓を用いて虚血と再灌流を行ったもので完全な*in vivo*の実験ではありません

せんが、このような虚血性障害のモデルに対するカルノシンの抑制効果は虚血性心疾患の傷害緩和にも効果が期待されます。

5. その他のカルノシンが示す抗酸化作用

その他、筋肉におけるカルノシンの生理作用を明らかにする一環として、ラットにカルノシンを与えた実験結果をみると、カルノシン添加食を与えたラットにおいて、肝臓など組織中の過酸化脂質の生成が有意に抑制されています。また筋肉中にカルノシン、アンセリンが有意に蓄積されたことが明らかとなっています。

心臓におけるカルノシンの役割が重要であることはかねてから指摘されていますが、ニワトリの胚から抽出した心臓から取り出した心筋細胞を培養して、その拍動と細胞の性状に対するカルノシンの影響について検討を行った結果、カルノシンを添加した培地では、心筋細胞の拍動継続日数を有意に延ばし、その効果は用量依存性で

あることが認められました。また培養心筋細胞は酸化ストレスによって死滅すると考えられますが、カルノシンは酸化ストレスに対する抑制効果があることが明らかで、カルノシンの生理作用として種々の酸化ストレスに対する防御効果があることが示唆されます。

おわりに

カルノシンはアミノ酸であるヒスチジンのジペプチド(ペプチド結合による2つのアミノ酸からなる化合物)で、食肉に含まれていることは古くから知られていまし

たが、その働きについては不明な点が多くみられました。

最近のラットを用いた基礎的な実験によって、食肉に含まれるカルノシンの活性酸素による過酸

化・傷害作用の防御効果や神経組織の保護作用など、いろいろな注目される効果が証明されています。

TOPICS

肉の食文化—日本人の食味嗜好の成立に関する一考察—

聖徳大学教授・聖徳大学短期大学部教授 / 岐阜女子大学名誉教授

田名部 尚子



日本、中国、ヨーロッパ、東南アジアの4地域に分けて、ひき肉料理の多様性と調理効果について検討したところ、日本料理と中国料理との密接な関係が示唆されました。

ひき肉料理に用いられる主要な食材等についてみると、日本料理では魚肉や、鶏肉、豚肉を食材としたものなど種類が豊富で、微妙にテクスチャーを変えた特徴がみられます。さらに調味料、香味野菜、香辛料の食材による使い分けについて検討した結果からは、各地域の料理の特徴は、食材ではなく、調理文化によって分かれることが示唆されました。特に和食ではショウガやサンショウなどの風味付け植物性食材による、脂質に対する酸化抑制作用も明らかとなり、日本独自の食文化の優れた点も認められました。

ひき肉料理の多様性と調理効果

世界各地の食文化の特徴について、また日本固有の食文化について明らかにすることを目的として、ひき肉調理の処方と調理効果を主題として検討を行いました。

検討するための資料としては1960～1970年代に日本で出版された料理書(表1)を使用し、調査対象料理は肉だんご様料理(すり身、ひき肉料

理)で、磨碎 - 混捏 - 成形 - 加熱が行われる肉料理としました。調査項目は調理方法、料理様式、処方、調理操作などとしました。ここでは主成分分析法を用いて解析した結果について紹介します。

表1 資料として用いられた1960年代から1970年代に出版された料理書

1960	Doubleday & Company, Inc(NY)	365 ways to cook HAMBURGER
1962	柴田書店	中国料理(王馬熙純)
1964	Bobbs-Merrill Co. (Indiana)	Joy of cooking
1968	柴田書店	中国料理技術入門(陳・黄・原田)
1969	柴田書店	西洋料理入門(田中徳三郎)
1970	柴田書店	中国料理宴席料理(陳・黄・原田)
1971	文弘社	荒田西洋料理
1971	柴田書店	西洋料理 = 基礎と応用(井上幸作)
1971 ~ 1973	タイムライフ ボックス	世界の料理 1.フランス料理, 2.ロシア料理, 3.イギリス料理, 7.ドイツ料理, 太平洋/ 東南アジア料理, 10.スカンジナビア料理, 11.スペイン, ポルトガル料理, 12.アメリカ 料理
1973	柴田書店	中国名菜譜 南方編, 西方編, 北方編, 東方編
1976	柴田書店	フランス料理(ジネットマチオ)
1976	佼成出版	ドイツ料理(ケテル, エリーゼ)
1977	三友図書公司 總経鎖	培梅名菜 選(一), 培梅名菜 選(二) 台北
1978 ~ 1981	柴田書店	現代日本料理全集 1.魚料理(上), 2.魚料 理(下), 4.鶏・卵料理, 6.肉料理, 7.会席料 理, 8.婚礼料理, 10.饗宴料理, 11.五節句料 理, 12.精選創作料理



日本、中国、ヨーロッパ、東南アジアのひき肉料理に用いられる食材別の調理数を、資料とした料理書から集計したところ、合計456の調理が得られました。食材としては牛肉、豚肉、鶏肉、牛肉/豚肉を混ぜたもの、魚介類(エビなど甲殻類も含む)が用いられていますが、日本では魚介類が、中国では豚肉が、ヨーロッパでは牛肉が多く用いられています。

ひき肉料理の調理方法としては煮る、蒸す、焼く、蒸し焼き、炒める、揚げるがあり、これら6つの調理方法の出現頻度を変数として分散共分散行列による主成分分析を行いました。その結果より得られた第1主成分得点を横軸、第2主成分得点を縦軸に取り、日本、中国、ヨ

ロッパ、東南アジアのひき肉料理の特徴について検討したところ、日本料理はほぼ中央に位置し、ヨーロッパや東南アジアとは大きく異なることがわかりました。しかし中国は極めて近い位置にあり、中国料理との密接な関係が示唆されました(図1)。

ひき肉料理/肉だんご料理に用いられる主要な食材等についてみると、日本料理では、つみれ(鍋につまんで入れる)はんぺん、ちくわ、かまぼこ、あげかまぼこなど魚肉を食材としたものや、つみれ、しんじょ、つくねあげ、印籠煮など魚肉、鶏肉、豚肉を食材としたものなど種類が豊富で、しかも卵白・片栗粉、やまいも・卵白・かつお節、片栗粉・かつお節、卵白・か

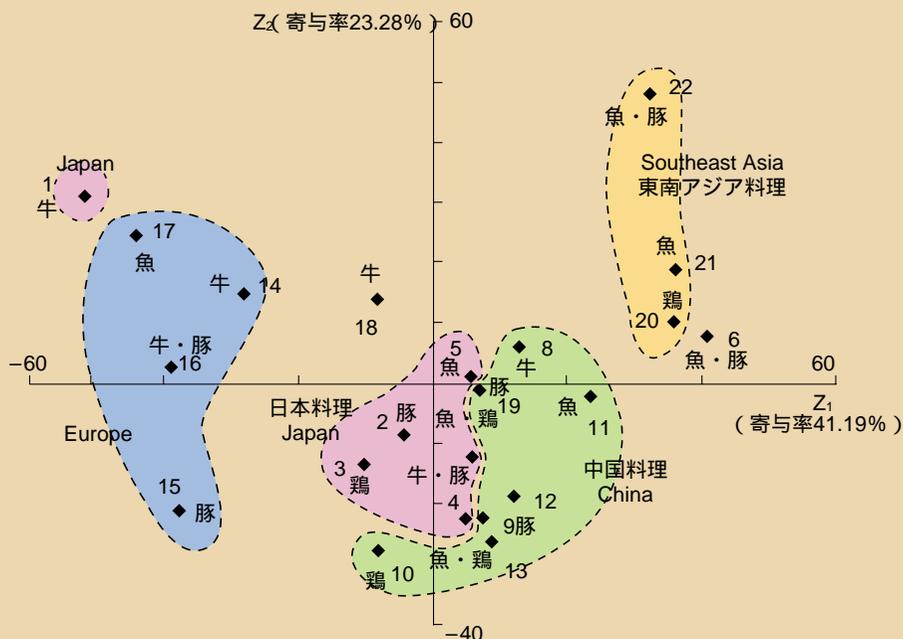


図1 料理様式別、肉素材別の肉だんご様料理の位置関係を加熱調理法の出現頻度の分析によって示した散布図。日本、中国、ヨーロッパ、東南アジアの各ひき肉料理/肉だんご料理における主材料別調理方法別頻度を変数とした分散共分散行列による主成分分析によって求めた主成分得点の数値を用いて描いた

(田名部, 吉田. 聖徳大学 研究紀要 短期大学部, 33号, 119-126 2000.)

つお節など、副次的に用いられる食材をみると微妙にテクスチャーを変えていることが明らかです(表2上)。

西洋料理では、主にミートローフで焼く、ハンバーガーのようにパテにして炒める、肉だん

ごで煮込むという3種類の調理方法により、香辛料が重視されています(表2下)。中国料理では、主要な食材、副次的な食材、味付けなどいずれも多彩で、調理機器、器具を多様に組み合わせて使用した複雑な料理となっています。

表2 肉だんご様料理の主要食材料と加熱調理法の比較。上は日本料理様式、下は西洋料理様式の料理
(田名部, 吉田, 聖徳大学 研究紀要 短期大学部, 33号, 119-126, 2000.)

料 理	材 料				調理方法
	動物性食品	調味料	香辛料, 香味野菜	その他の材量	
つみれ(摘入)	魚肉	食塩, みりん, うまみ調味料	昆布	卵白, 片栗粉	茹でる
はんぺん(半片)				やまいも, 卵白, かつお節	茹でる/ 蒸す
ちくわ(竹輪)				片栗粉, かつお節	
かまぼこ(蒲鉾)			ゴボウ, ショウガ	卵白, かつお節	揚げる
あげかまぼこ(薩摩揚げ)					
つみれ(摘入)	豚肉	食塩, しょうゆ, みりん	昆布	卵白, 片栗粉	茹でる/ 蒸す
しんじょ(真薯)	魚介肉, 鶏肉, 豚肉			やまいも, 卵白, かつお節	
松風焼き				片栗粉, かつお節	焼く
つくねあげ/焼き			ネギ	卵, 片栗粉	揚げる/ 焼く
いんろうに(印籠煮)				卵	煮る

料 理	材 料				調理方法
	動物性食品	調味料	香辛料, 香味野菜	その他の材量	
ミートローフ	牛肉	食塩	コショウ, ナツメグ	卵, パン粉	茹でる/ ロースト
ハンバーガー	牛肉, 豚肉		コショウ, ナツメグ, タマネギ, ケイパー, ピクルス	卵, パン粉 サワークリーム	炒める
肉だんご煮込み			コショウ, タマネギ, パセリ, トマト		炒める/ 煮込む

ひき肉料理の処方における調味料、香味野菜、香辛料の比較

ひき肉料理の処方の多様性と調理効果に関して、調味料、香味野菜、香辛料の出現頻度を比較し、食材による使い分けについて検討しました。

日本料理、中国料理、西洋料理、東南アジア料理のひき肉料理/肉だんご料理に用いられている食材別の調味料、香味野菜、香辛料は醤油、みそ、魚醤、砂糖、みりん、ワイン・酒、うま味調味料、タマネギ、ネギ、にんにく、しょうが、とうがらし、パセリ、コリアンダー、胡椒、クミン、ターメリックの17種がみられますが、これら

の出現頻度を変数として分散、共分散行列による主成分分析を行いました。

第1主成分得点を横軸、第2主成分得点を縦軸にとり、調味料、香味野菜、香辛料から日本料理、中国料理、西洋料理、東南アジア料理のひき肉料理の特徴について検討したところ、4つの調理文化集団はそれぞれ異なる場所に位置することが分かりました。この結果から、各料理の特徴は、食材によって分かれるのではなく、調理文化によって分かれていることが示唆されました(図2)。

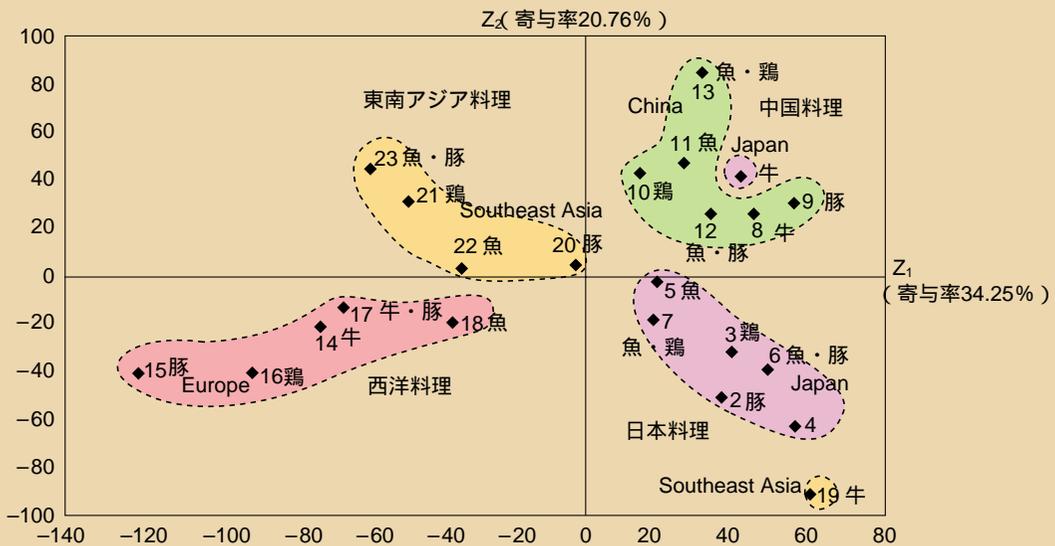


図2 料理様式別、肉素材別の肉だんご様料理の位置関係を調味料、香辛料、香味野菜の出現頻度の分析によって示した散布図。日本、中国、ヨーロッパ、東南アジアの各ひき肉料理/肉だんご様料理における主材料別調理方法別頻度を変数とした分散共分散行列による主成分分析によって求めた主成分得点の数値を用いて描いた

(田名部, 吉田・聖徳大学 研究紀要 短期大学部, 33号, 119-126 2000.)

風味付け植物性食材の嗜好と抗酸化性

調理文化の特徴について風味付け植物性食材であるショウガの嗜好と抗酸化性の面から検討を行いました。

中国料理、朝鮮料理、日本料理の各料理様式におけるショウガの使用形態の出現頻度を変数として分散、共分散行列による主成分分析を行い第1主成分得点を横軸、第2主成分得点を縦軸にとり、ショウガの使用形態の出現頻度から各国の料理の特徴について検討を行いました。その結果、3つの調理文化圏の料理はそれぞれ明確に区別されました。日本料理の特徴としては、ショウガの生をそのまま使用し、見た目、口ざわり、舌ざわり、香味を楽しむ調理であることが窺われます(図3)。

食事の経験は食物に対する視覚的経験、匂い、香りなどの嗅覚的な経験、呈味などの味覚

の経験、さらに生体へのさまざまな影響によって食嗜好が形成され、総体として成立すると考えられます。それに加え、ショウガやサンショウなどの風味付け植物性食材や香辛料の生体への作用、利点なども、食生活のバイオマーカーとして非常に意味があると考えられます。

豚肉の生肉試料と加熱肉試料をホモジネイトし、試料中の脂質の過酸化の指標であるTBA値に対するハーブ・スパイス抽出液(ショウガ、サンショウ、黒コショウ)の作用について検討を行ったところ、ショウガ、サンショウの抽出液0.02~0.05%の添加で生肉試料の場合80%、加熱肉では約50%の酸化抑制効果を示しました。他方、黒コショウは、生肉試料に対して0.05%の添加で約20%の酸化抑制効果を示すに留まっています(図4)。

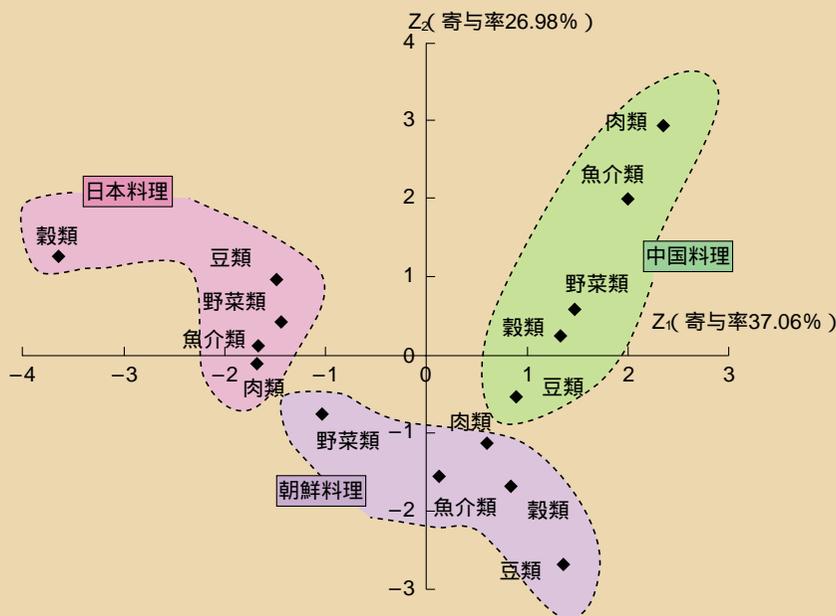


図3 日本、中国、朝鮮の料理様式別、主材料別料理の第1および第2主成分得点による散布図 (田名部・吉田、未発表)

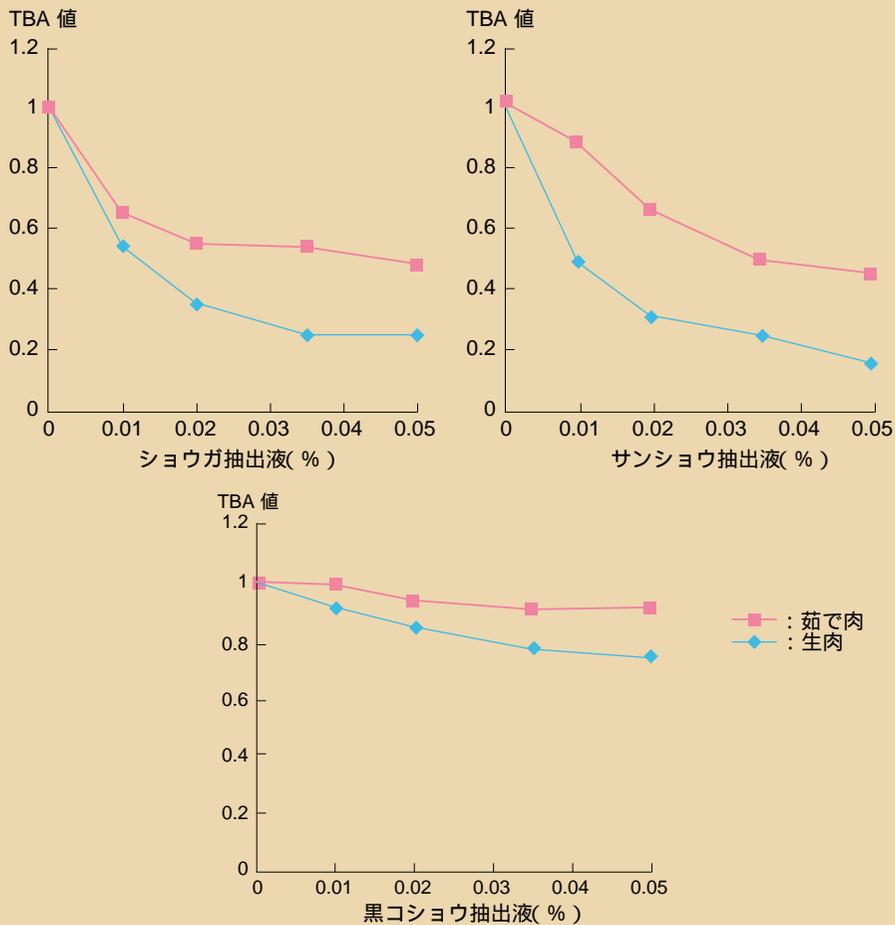


図4 ショウガ、サンショウ、黒コショウの豚肉脂質に対する抗酸化効果の比較
(田名部・吉田、未発表)

おわりに

和食は、古墳時代に朝鮮からカマド、コシキ、カマなどによる炊飯技術が、飛鳥時代に中国の調理文化が導入され、その後、奈良時代に汁物、あつもの、和えもの、茹でもの、漬物など和風調理の基本が成立したと考えられ、これらに季節の香りを重視する日本独自の味付けが行われ、発展し、現在に至ったと推測されます。

また、日本人が昔から好んで使用していたショウガやサンショウなどの風味付け植物性食

材は香味や味付けのみならず、脂質の酸化抑制作用という生体の老化の防止や健康維持に不可欠な役割を持つことも明らかにされており、和食はこのような面からも評価することができます。

豚カツなどの肉料理を食べることは食文化が洋風化したのではなく、和食独特の調理文化が肉料理においてもみられ、長年培われてきた日本人の嗜好が肉料理においても保持されていると考えます。

3

食肉・食生活を
めぐる話題

食肉消費の地域性と世代間相違

麻布大学獣医学部助教授
四方 康行



Summary

食肉の消費に関する地域的特徴や世代(年齢階層)間の相違、さらに加齢による食肉嗜好の変化などがどのような要因によるのかについて、1995年と1997年の2回にわたる関東と関西の合計4か所でのアンケート調査に基づいて検討しました。

食肉消費の地域性に関しては、食肉購入の際に重視する点、各種食肉を使用して作る料理、食肉に関する種々のイメージ等でまた、食肉消費の世代間相違および食肉の嗜好等に関しては、動物性食品(食肉、魚介)について好む人の割合、嗜好の変化のあった人の割合、嗜好の変化の内容、動物性食品において摂取回数・量の変化のあった人の割合、動物性食品摂取の増えた人及び減った人の変化の内容等を分析しました。食肉消費では関東と関西ではそれぞれ幾つの特徴や相違がみられ、食肉消費の地域性が示され、また加齢に従って動物性食品の好みの変化とそれに伴った摂取回数・量の変化がみられました。

Key words

和牛肉 輸入牛肉 動物性食品 加齢

1. 食肉消費に関するアンケート調査の目的

食肉消費量は、以前から関東では豚肉が多く、関西では牛肉が多いと言われてきましたが、このような食肉の嗜好に関する地域性は今後も残存するか否か。さらに、国民栄養調査によると年齢が高くなるにつれて食肉の摂取量が減

り、逆に魚介の摂取量が増えてきていますが、その変化は加齢そのものによるのか、それとも発育環境や成長した時代背景の関与が考えられるのか。これらを明らかにすることは、今後の少子・高齢化社会における食肉需給を検討する

上で重要であると考えます。そこで、麻布大学獣医学部動物資源経済学研究室では1995年と1997年にアンケート調査を実施しました。

2. 食肉消費に関するアンケート調査の方法

調査は、関東と関西各1か所ずつのスーパーマーケットの買い物客(1955年)及び関東と関西の高等学校各1校の生徒(1997年)に直接アンケート用紙を配布し、後日、郵送にて回収するという方法をとりました。スーパーマーケットでの調査の回収率は40~50%、高等

学校での調査の回収率は20~30%でした。

1995年の調査の集計数は、関東が138世帯、関西が130世帯であり、1997年の調査の集計数は、関東が269世帯、関西が272世帯でした。

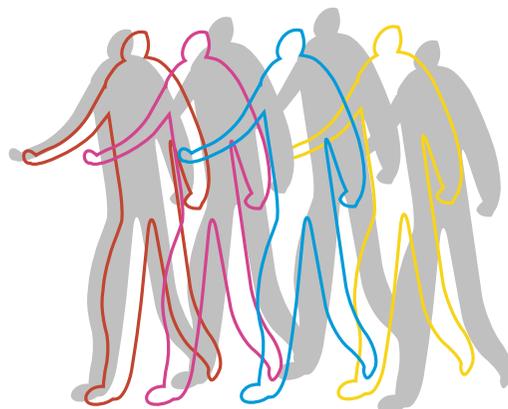
また、1997年の調査では、世帯

単位の回答だけではなく家族の12歳以上の構成員それぞれについても調査を行いました。集計の対象となった家族構成員は、合わせて関東では1,049名、関西では1,010名でした。年齢構成は表1のとおりです。

表1 回答者の年齢別構成(1997年)

区分	11歳以下	12歳以上の10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代	90代	無回答
関東 実数(人)	7	364	126	14	342	145	11	33	14	0	1
割合(%)	0.66	34.44	11.92	1.32	32.36	13.72	1.04	3.12	1.32	0.00	0.09
関西 実数(人)	14	386	67	44	335	91	26	43	17	1	1
割合(%)	1.37	37.66	6.54	4.29	32.68	8.88	2.54	4.20	1.66	0.10	0.10

(1997年11月：麻布大学獣医学部動物資源経済学研究室調査)



3. 食肉消費に関するアンケートの調査結果

食肉消費の地域性に関しては、食肉購入の際に重視する点、各種食肉を使用して作る料理、食肉に関するイメージ(味、安全性)等を関東と関西で比較検討しました。食肉消費の世代間相違に関しては、動物性食品(食肉、魚介)について好む人の割合、嗜好の変化のあった人の割合、嗜好の変化の内容、動物性食品の摂取回数・量の変化のあった人の割合、動物性食品摂取の増えた人及び減った人の変化内容、食肉の種類間において嗜好の変化のあった人の割合、食肉の種類間で嗜好が変化した人の内容等を分析しました。

調査結果は以下のようにまとめられます。

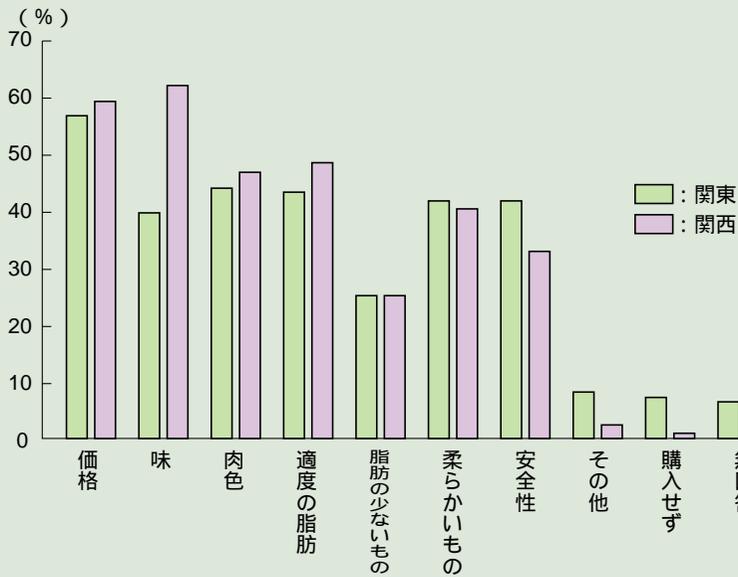
購入する際に重視する点については、和牛肉購入の際には価格や味を重視するという回答が多く、和牛は霜降りが好まれるからか、「適度の脂肪」は関東、関西ともに重視するという回答が多数得られました。東西を比較すると、関東では安全性、関西では味をより重視しています(図1)。

輸入牛肉については、関西では購入しないと回答が約40%近くみられ、輸入牛肉に対する拒否傾向が示されました。安全性については関東、関西ともに重視する

という傾向でした。また、関東では関西よりも価格が重要視され、輸入牛肉の安さが購入に際して「味」などよりも大きな魅力となっていました(図2)。

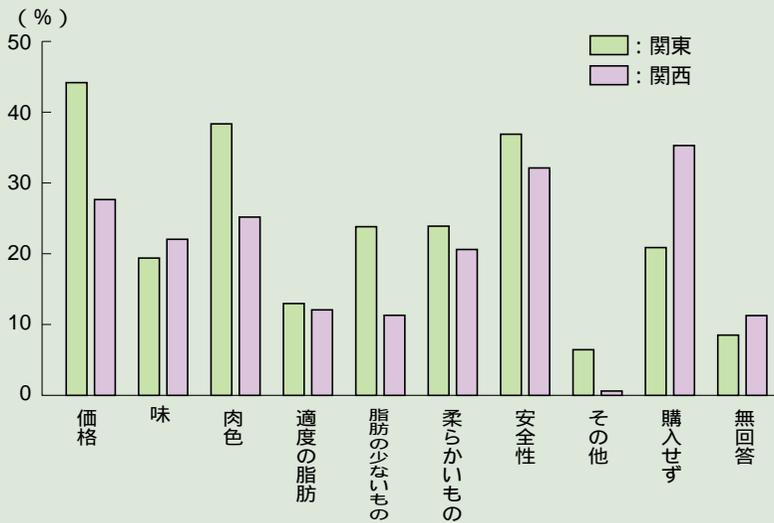
和牛肉を使用して作る主な料理については、関東、関西ともにすき焼き、しゃぶしゃぶ、ステーキ、焼き肉など、一般にご馳走とされる料理に使用されることが多いという回答が得られました。輸入牛肉については、図2でも示したように関西では「購入せず」が多く、輸入牛肉を使用する割合が低いことが際立った特徴として挙げられます。関西では牛肉は国産





(1995年12月：麻布大学獣医学部動物資源経済学研究室調査)

図1 和牛肉購入の際に重視する点



(1995年12月：麻布大学獣医学部動物資源経済学研究室)

図2 輸入牛肉購入の際に重視する点

のものを料理に使用するという意識が強いことが十分に窺われる結果でした。

食肉の味のイメージに関しては、和牛肉は関東、関西ともに「おいしい」という回答が約80%に達しました。輸入牛肉の味については、関西では「まあおいしい」という回答は10数%あったものの、「おいしい」という回答はありませんでした(図3)。

食肉の安全性のイメージについての調査結果では、牛肉では和牛肉がもっとも安全性の評価が高く、次に乳用種牛肉、輸入牛肉の

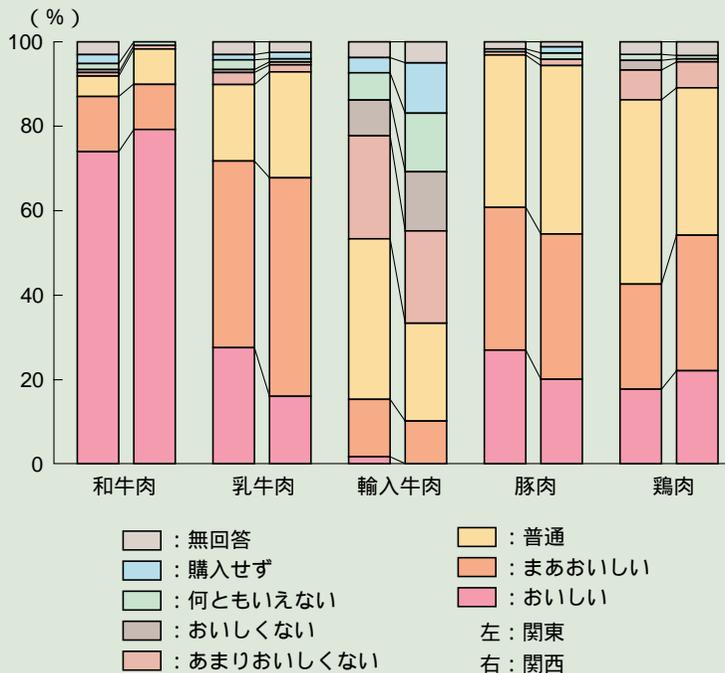
順で評価は低下するという結果でした。

食肉が好きな人の割合は、関東、関西ともに年齢が高くなるにつれて減少し、60歳代で最低を示しましたが、関東と関西の比較では、20歳代~50歳代では関西の方が食肉を好む人の割合が高い傾向がみられました。

動物性食品において、嗜好の変化のあった人の変化の内容について年齢層別で目立った傾向としては、関西の60歳以上では食肉より魚介が好きになった人の割合が極めて高いことが挙げられます。関

東では逆に魚介より食肉が好きになった人の割合が高いという結果でした。これはもともと関東では魚を好んで食べるという背景があることから、嗜好の変化自体が食肉を好むということに繋がったと考えられます。一方、関西では従来より食肉摂取量が多いという背景があり、嗜好が変化した人の場合は必然的に食肉から魚介への変化が多いということになります。

動物性食品において嗜好の変化があった人の割合は全体の平均で関東が約31%、関西が約28%であり、30~59歳でその割合がもっと



(1995年12月：麻布大学獣医学部動物資源経済学研究室調査)

図3 食肉の味のイメージ

も高くなっています(図4)。

動物性食品の増えた人の変化の内容については、40歳～59歳、60歳以上の階層では食肉摂取の増加

よりも魚介摂取が増える傾向が認められました(図5)。動物性食品の減った人の変化の内容についてみると各階層すべて魚介と比較し

て、食肉の摂取量の減少がみられ、この傾向は年齢が上がるにつれて顕著となりました(図6)。

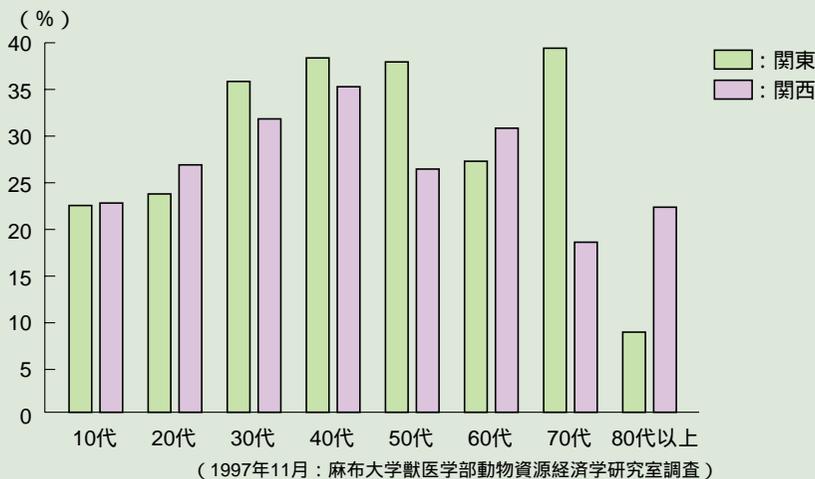


図4 動物性食品において嗜好の変化のあった人の割合

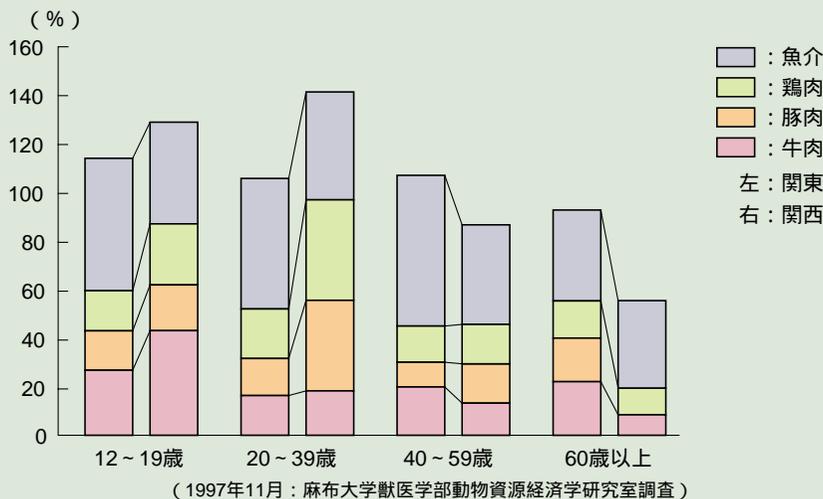
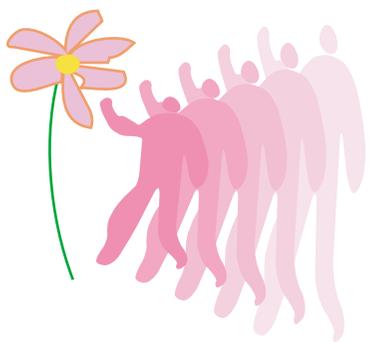
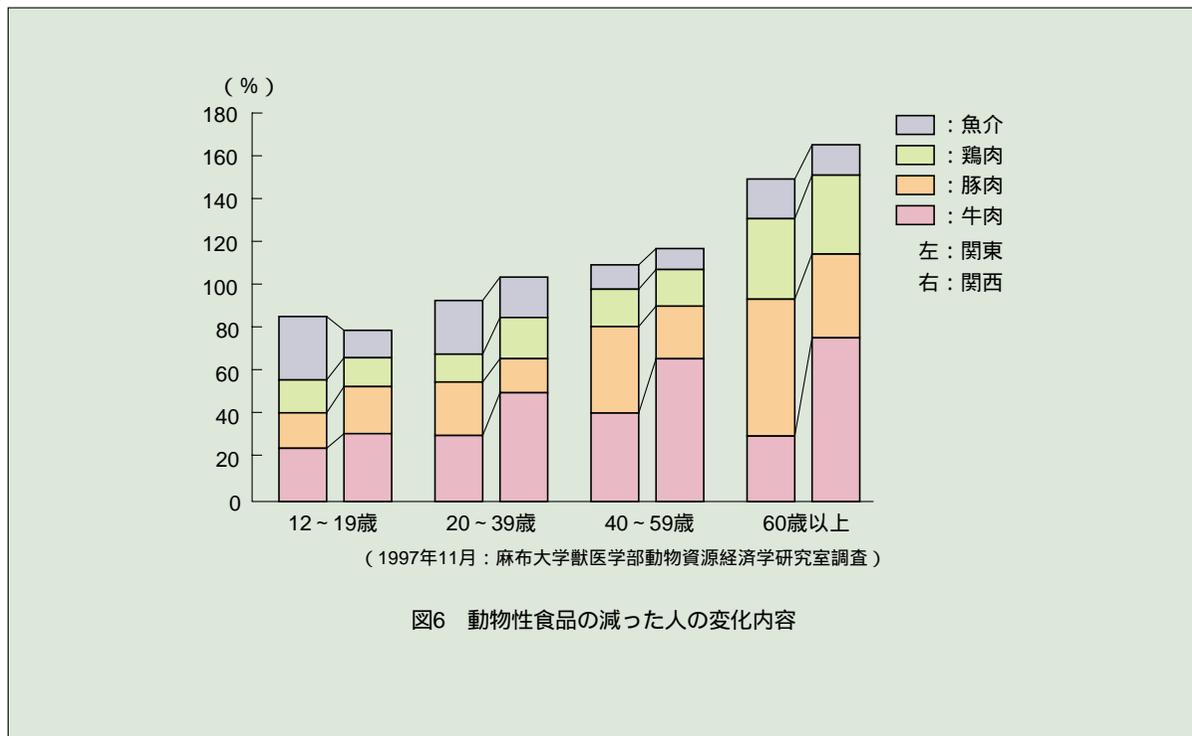


図5 動物性食品の増えた人の変化内容

嗜好の変化を検討した理由は、厚生省による「平成10年国民栄養調査結果」の1日1人当たり食品摂取量(図7)によると、30～39歳の

時点で食肉摂取量と魚介類の摂取量が逆転しますが、それは加齢そのものによる嗜好の変化なのか、それとも発育環境や成長した時代

背景の関与が考えられるのか、ということをはっきりとしたいと考えたからです。



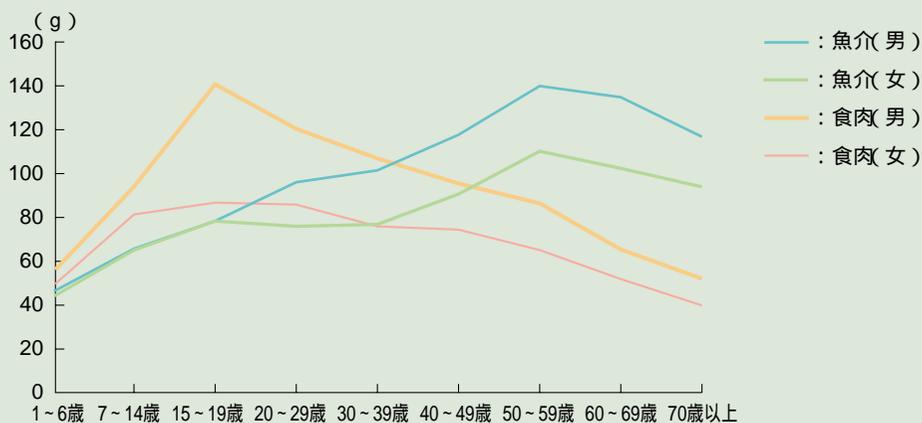
おわりに

家計調査年報などの統計資料からも見られるように、関東では豚肉、関西では牛肉が多く消費されてきました。食肉消費の地域性は現在でも存在し、この較差が完全には解消されない理由は、料理に用いる食材としての食肉の使われ方にあるといえます。特に焼き肉、カレーライス、肉じゃがなど、どの食肉でも料理が可能なものにおいて、関東では食肉の使用が多様化していますが、関西では豚肉を用いずに牛肉のみを用いる

という固定的なところがあります。従って、関東では輸入牛肉の増加とともに牛肉の消費が増え、その分、東西の食肉消費の較差が狭まっていますが、豚肉料理のバラエティーが関西で少ない分、それ以上には東西の較差は縮まりません。

食肉消費の世代間相違では、食肉と魚介の嗜好は年齢が高くなるにつれて魚介の方を好む人の割合が増え、回数・量の変化では、年齢が高くなるほど変化のあった人

の割合が高くなり、その変化内容において魚介が増え、食肉が減少していくことが明らかになりました。従って、「国民栄養調査」で示される30～39歳での食肉と魚介の摂取量の逆転とその後50～59歳までの魚介の増加、食肉の減少は、主として加齢による嗜好の変化とそれに伴って食肉・魚介の摂取回数・量が変化したことによるものと考えられますが、今後サンプル数を増加させるなどさらなる検討を重ねたいと思います。



(資料：厚生省「平成10年国民栄養調査結果」)

図7 1日1人当たり食品摂取量(平成10年)

動物性食品の呈味成分 — Bone Marrow を中心に —

東京学芸大学教育学部教授

福家 真也



Summary

食品をおいしくする方法としては濃縮、加熱、酵素の利用や熟成、ナトリウムや脂質の添加などが挙げられます。それらの方法によって食品中のアミノ酸、ペプチド、ヌクレオチドなどの増加を図り、おいしさを増強することが可能です。

最近、豚骨スープなど骨やBone Marrow(骨髄)成分のおいしさへの関与が注目されているので、鶏、豚、牛の各骨のエキスの呈味成分について検討したところ、鶏骨のエキスはそのままで非常においしく、豚骨エキスにはこくがあり、牛骨エキスは強度のフレーバーを有し、コンビーフのような味が認められました。それらおいしさの成分としては、鶏骨エキスはアミノ酸の含有量が非常に多く、豚骨、牛骨の各エキスではペプチドが比較的多く発現しており、このことが味の違いに関係していると考えられます。

Key words

Bone Marrow(骨髄) 遊離アミノ酸 ペプチド ヌクレオチド ヌクレオシド
イオンバランス 呈味成分 オートクレーブ ADP(アデノシン-5'-2リン酸)
AMP(アデノシン1リン酸) 1MP(イノシン酸)

はじめに

食品のおいしさにはテクスチャー、匂いやその他の環境的な要因も関与しますが、呈味成分(おいしさに関係する成分)については大きく低分子成分と高分子成

分に分けられます。

低分子成分には遊離アミノ酸、ヌクレオチド、クレアチン、クレアチニン、トリメチルアミンオキシド(TMAO)、糖、有機酸、無機

イオン(Na/Kバランス)、ペプチド、脂質などが挙げられ、高分子成分としてはゼラチン、トロポミオシン、グリコゲンなどが挙げられます。

1. おいしさの増強の要因と方法

食物をおいしくするためにはどのようなものがあり、どのような方法をとればよいかを表に示します。

遊離アミノ酸量を増加させるためには、氷温での濃縮方法が用いられています。またペプチドの増加は、主に酵素の利用や熟成によって行われます。食肉は熟成により柔らかさ、保水性、風味とともに呈味が増加します。

ヌクレオチド(IMP、GMP、AMP)は、ATP(アデノシン3リン酸)の分解によって生じ、風味の向上に寄与していますが、これはATPからADP(アデノシン-5'-2リン酸)、AMP(アデノシン1リン酸)を経てIMP(イノシン酸)が生成されます。特にイノシン酸が蓄積された食肉はおいしいと考えられています。また加熱によってATPは急速にイノシン酸に変化することが明らかで、加熱によりおいしさが増すことが明らかとなっています。IMPはさらに分解されてヒポキサンチン(HxR)となりますが、ヒポキサンチンは苦味成分として知られており、多少増加させることによっておいしさが増します。

イオンバランスについては、ヒトではナトリウムの増加によっておいしく感じるので、食品への食塩添加がよく行われます。各種の食品は、脂質やたんぱく質が増加することにより塩味の呈味効率が低下するので、食塩の添加は重要です。

pHは主に保水性や柔軟性、発色性、酸度に関係し、食品の味を左右する因子として働きます。

このような種々の要因が関与して、おいしさは形成されていくことが明らかとなっています。

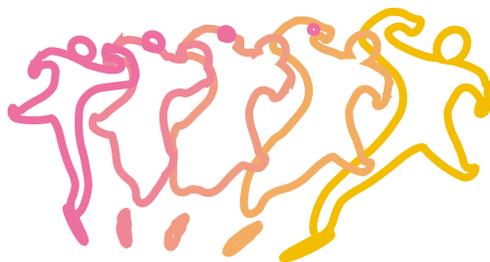
表 呈味効果を増強する要因と方法

食品の味を良くするには

- 1) 遊離アミノ酸量の増加(Glu/IMPバランス)
- 2) ペプチドの増加
- 3) ヌクレオチド(IMP GMP AMP)の増加
- 4) ヌクレオチド・塩基(HxR)の増加?
- 5) イオンバランス(Naの増加) 天然の食品はKが多い
- 6) 脂質(ラーメン)・炭水化物(デンプン・グリコーゲンなど)
- 7) ゼラチン, トロポミオシンの増加? /水溶性タンパク質
呈味効率との関連
- 8) pH
- 9) 糖・糖アルコール類・有機酸類

方法

- 1) 濃縮(干物 ; 鮮度と関連, 氷温, 高塩分への馴化)
- 2) 加熱(ATP IMP, AMP, あくの除去) 加圧(100 ~ 300MPa)
/水蒸気 ゼラチン化, タンパク質の遊離化
- 3) 酵素の利用: 熟成(ペプチドの増加, チーズ, 納豆, 塩辛)
内因性, 外因性酵素
- 4) Naの増加
- 5) 脂質の添加
- 6) 諸成分の添加



2. 鶏骨、豚骨、牛骨の各エキスの呈味成分

最近、豚骨スープなど骨やBone Marrow(骨髄)成分のおいしさへの関与が注目されています。そこで鶏、豚、牛の各骨のエキスの呈味成分について検討しました。鶏、豚、牛の骨を約6時間煮込んだところ、鶏骨のエキスはそのまま非常に美味しく、エキス単独で十分な呈味の発現がみられました。

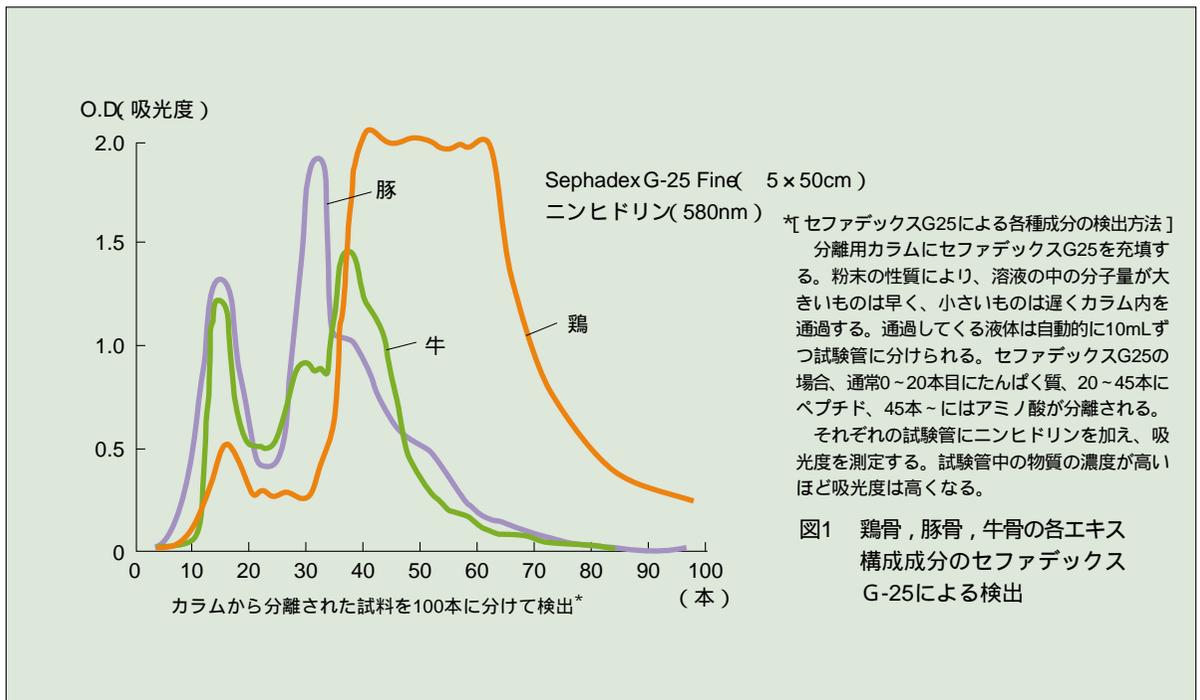
豚骨エキスにはこくはあるので

すが臭みもあります。臭みの原因は骨髄中の血管や血球成分の残存によるものと推測されるので、血管を洗い出すことによって匂いは除去され、おいしさが増すと思われます。

牛骨エキスは強度のフレーバーを有し、コンビーフの食味が認められます。鶏、豚の各骨のエキスも脂質を多く含みますが、牛骨エキスはとりわけ脂質含量に富んで

います。

各骨のエキス量を測定した結果、乾燥重量では豚骨が意外に多く、牛骨が比較的少ないようです。さらに各骨のエキスの構成成分についてセファデックスG-25で検討したところ、鶏骨エキスはアミノ酸の含有量が非常に多く、豚骨、牛骨の各エキスではペプチドが比較的多く発現していることが認められました(図1)。



鶏骨、豚骨、牛骨の各エキスに含有されるアミノ酸について検討を行ったところ、鶏骨エキスのアミノ酸量は3者中最も多いことがわかりましたが、それぞれアミノ酸の含有に特徴がみられ、それぞれのエキスの特徴ある味と関係し

ているものと考えられます(図2)。

鶏骨、豚骨、牛骨の各エキスに含有されるヌクレオチド量とヌクレオチドを構成するヌクレオシドおよび塩基の含有についてみると、鶏骨エキスと豚骨エキスのヌクレオチド量に差はみられません

でした。鶏骨エキス、豚骨エキスともにADP、AMPの含量が多く、特に鶏骨エキスはIMP含量が豊富であることが認められました(図3)。

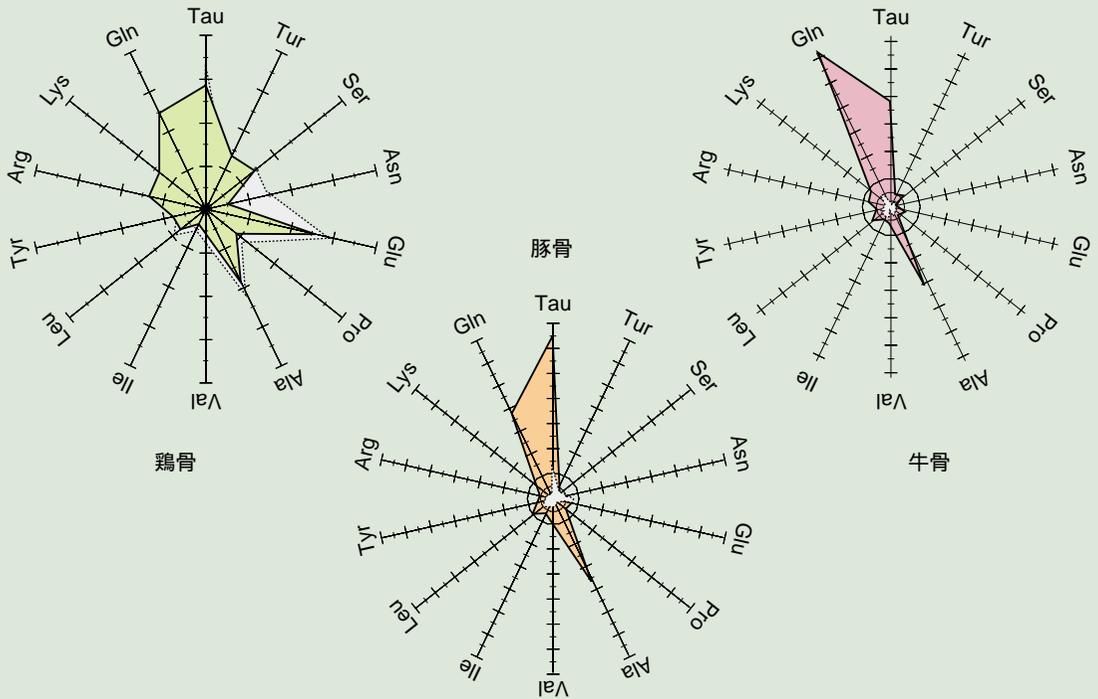


図2 鶏骨，豚骨，牛骨の各エキスのアミノ酸構成

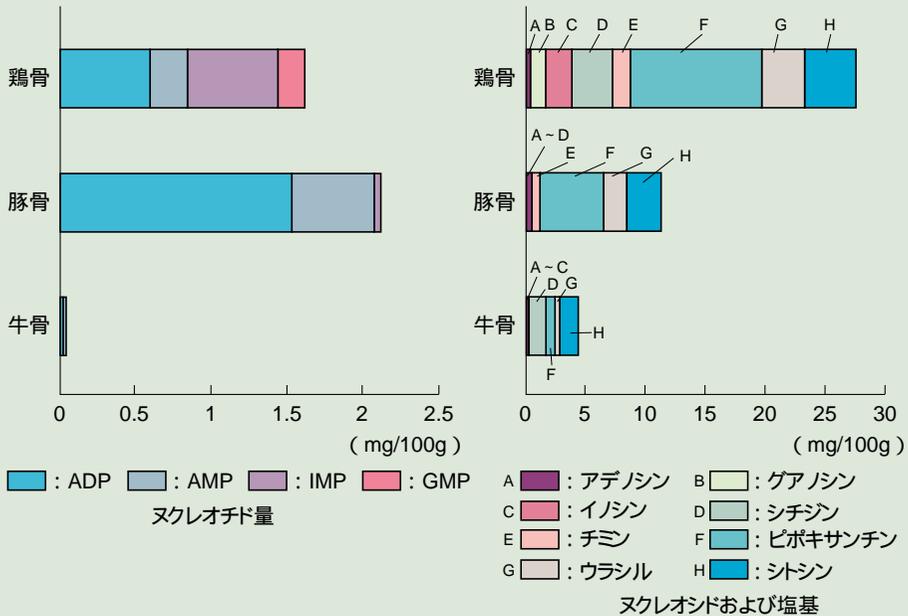


図3 鶏骨，豚骨，牛骨の各エキスのコレオチド量とコレオチドおよび塩基

3. 白豚と黒豚の呈味の検討

白豚と黒豚の味について官能検査の結果から比較してみると、抽出時間によるエキスの味の変化についてはほとんど差は認められませんでした。抽出時間によってお

いしさが増し、2時間の抽出と比較して4時間の抽出で塩カドがとれ、味がまるやかになり、8時間の抽出ではよりおいしく、こくが出るという結果が得られました。

白豚、黒豚エキスの抽出時間によるアミノ酸量の変化について検討したところ、4～36時間までは変化はみられず、また両者間に差は認められませんでした(図4)。

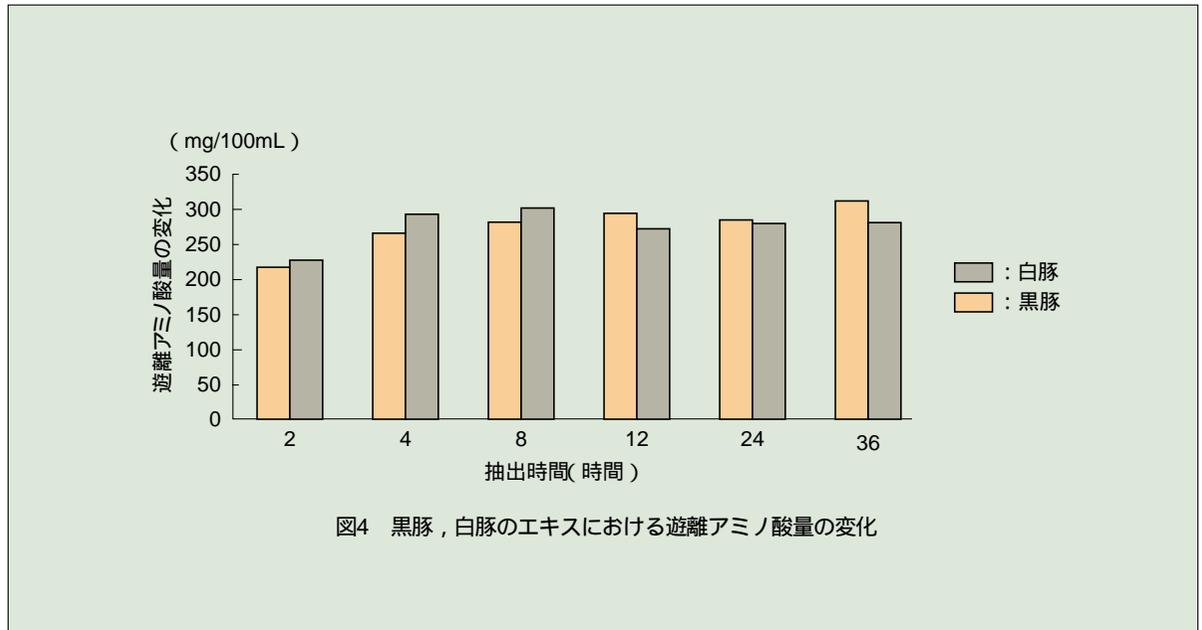


図4 黒豚, 白豚のエキスにおける遊離アミノ酸量の変化

また抽出時間によるゼラチン量の変化についても白豚、黒豚間に差は認められませんでした。ゼラチンは40g/1kg程度の含有量で呈味増強に関与すると考えられ、過剰な増加ではかえって呈味効率が悪化して不味くなることがわかっています。

白豚、黒豚の豚骨エキスのSDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis; ポリアクリルアミドゲル電気泳動法)では、長時間の抽出では抽出物質は低分子化する傾向

が認められました。4～8時間の抽出で呈味効率が上昇したと考えられることから、さらにバンドの発現と呈味効率との関係について検討する必要があると考えられます。

豚骨エキスの硫安画分のSDS-PAGEを行い、それぞれの呈味効果を調べたところ、40%飽和硫安で沈殿した硫安画分のたんぱく質は塩味の減少、味が薄くなるという特徴があり、60%の硫安画分はこくの増加、80%の硫安画分はとろみを与える作用が認められまし

た。ただし40%および60%の画分のたんぱく質を同時にエキスに添加すると呈味効率は減少して、味はぼけたものになることが認められました。

これらの検討結果から、豚骨エキスではたんぱく質が呈味の向上に関与していると考えられますが、今のところたんぱく質のどのような成分が関与しているかは明らかではありません。

4. オートクレーブによる骨エキスのおいしさの増強

鶏肉ガラをオートクレーブで100 以上に加熱し、水蒸気加圧して抽出したエキスでは、熱水による抽出と比較して呈味の増強が

認められました。

鶏骨エキスの超高压処理による呈味への影響についても検討しましたが、熱水抽出のみではやや血

なまぐさかったのですが、100～300MPaの加圧で、鶏骨エキスにおいても呈味の増強効果が得られることが明らかとなっています。

おわりに

動物性食品の呈味成分を検索するために、熱水抽出やオートクレーブによる抽出などエキスの抽出方法、抽出時間、またエタノー

ルの添加や硫酸画分の関与等について検討を行った結果、呈味効果に及ぼす影響に違いがみられることが明らかになりましたが、さら

に呈味効果を増強する因子について検索を行い、呈味成分におけるアミノ酸やペプチドなどの関与について詳細な分析が必要と考えます。

