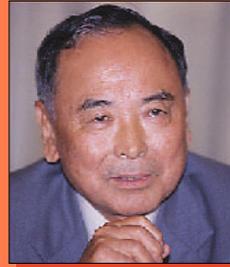


## 日本人の食文化と牛肉

京都橘女子大学文化政策学部教授  
吉田 忠



### ● Summary

わが国では生牛馬と畜禁止が江戸時代を通して定法としてあり、歴史的に仏教の殺生戒や神道のケガレ忌避の影響と相俟って肉食に対する禁忌意識は極めて高かったと考えられます。しかし、シカやイノシシの肉を中心に、労咳<sup>ろうがい</sup>などの治療や滋養・強壯を目的とした肉食が世間の目をはばかりながら「薬食い」として行われていました。さらに江戸時代の唯一の例外として彦根藩では、生牛のと畜と牛肉食が公認されていました。藩の監督下、牛肉の味噌漬<sup>みそづけ</sup>けや乾肉が生産され、将軍家や幕閣への進物として用いられた記録も遺されています。幕末から明治へと世の中が激変する過程で肉食が一般化し、牛肉食は「薬食い」から美味で栄養豊富な食物の賞味へと転換します。大正になると人生を謳歌礼讃する象徴として詩にうたわれるまでに至ります(高村光太郎「米久の晩餐」)。

さらに戦後の食の洋風化のなかで肉食は増加しますが、日本人はそこでも煮る調理、とくに鍋物料理へのこだわりを残しているようすがうかがわれます。

### ● Key words

薬食い 生牛馬と畜禁止 彦根牛肉 近江商人 安愚楽鍋<sup>あぐらなべ</sup> 米久の晩餐<sup>よねきゆうばんさん</sup>

### 1. 江戸時代における生牛馬と畜禁止と彦根牛肉

滋賀県は、わが国で最も古くから牛肉食の歴史を有する地域として知られています。江戸時代は「薬食い」のかたちで、一般にイノ

シシやシカが食用に供されていましたが、近江では江戸時代から彦根で牛肉が公然と摂取されるようになっていたことが文献的に明らか

にされており、わが国のとくに肉食をめぐる食文化において光彩を放っています。

彦根市立図書館所蔵の、手書き

資料『牛肉二百五十年史』(北村寿四郎著、昭和6年)には、古代近江の牛馬牧と肉食の検討をはじめ、彦根の味噌漬<sup>みそづけ</sup>け牛肉と乾牛肉など、江戸時代から幕末の近江牛の生産と消費を中心として、諸国各地の牛肉食用状況に至るまでの膨大な記述がみられます。

ここではこの文献をもとに著者の考えを交えて、日本人の食文化と牛肉食について述べたいと思います。

横浜の開港記念博物館所蔵のフェリックス・ベアト写真集に掲載された相模の厚木宿の風景には「薬種」および「江州彦根 生製牛肉漬」の看板が認められることから、この写真が撮影された幕末の

文久年間(1861～1864年)、明治維新の3～4年前にはすでに彦根産の牛肉味噌漬<sup>みそづけ</sup>けが、関東の一地方の薬屋で販売されていたことが明らかです。

わが国では豊臣秀吉によりキリシタン・バテレン追放令とともに生牛馬と畜禁止の布令が出されましたが、その後、生牛馬と畜禁止は江戸時代を通して幕府の定法となっています。このような法制のもとで、江戸庶民は仏教の殺生戒や神道のケガレ意識による影響と相俟って、肉食に対する強い禁忌意識をもっていたとみられます。したがって江戸時代では、少なくとも表向きは牛肉は生産されることも食べられることもなかったと

されています。ただし、野生のシカやイノシシの肉は「薬食い」<sup>\*1)</sup>用に販売されており、牛肉食も密かに行われていたと考えられます。幕藩体制に緩みが生じた幕末に至ると、江戸や京・大坂では後の牛鍋のような形での牛肉の食用が半ば公然と行われるようになったようです。

ただし近江の彦根においては、例外的に生牛馬のと殺が公認されており、彦根藩役人の指揮の下、牛肉の味噌漬<sup>みそづけ</sup>けや乾肉を特別に生産し、藩の正式記録に残るところだけでも江戸中期から長年にわたって将軍家、御三家、老中等の幕閣有力者に対する牛肉献上が行われていました。

\*1) 薬食い；飛鳥時代から平安時代まで、日本では「肉食禁止」「殺生禁断」の勅令がたびたび出されてきましたが、かならずしも庶民の間で常にこの禁令が守られたわけではありません。本来、シカやイノシシなどの獣肉や野鳥などの肉の食用は禁止の対象ではなく、また様々な資料から近江牛に代表されるように、江戸時代などでは大名、幕閣、豪商のみならず庶民も牛肉を食べていたことが明らかとなっています。ただし度重なる食肉禁令の発布のもとで通常の食品としては食べにくいことから、これらの肉を病気の回復や健康維持を目的とした薬であるとし、薬を口実に薬食いと称して肉類の摂取が行われていました。



## 2. 江戸時代における薬食いと彦根牛肉

江戸時代、シカ肉は「紅葉」、イノシシ肉は「牡丹」などと隠語で表現され、これらを売る店は「けだもの屋」「ももんじ屋」などと呼ばれました。けだもの屋としては安永年間(1772～1781年)頃から江戸平河町にあった山奥屋(一説では甲州屋)が有名で、そのほかにも大坂の「牡丹汁屋」やシカの部分肉を売る露店のようすが幕末の飲食店スケッチ集『花の下影』などに描かれています。

このような獣肉食は、病を治し身体を健やかにする滋養・強壯のため、すなわち「薬食い」を目的と

するものでした。しかし薬食いといっても、文字通りの薬として摂取していたのではなく、日本人の心の奥底に長年培われてきた肉食に対する禁忌意識と、一方では食肉の味と香りに対する魅力に抗しがたいという、本音と建前を何とか「薬食い」の言葉で曖昧にして、牛肉食が行われたと考えられます。

江戸中期の俳人と謝蕪村の句には、薬食いを季語とした俳句がみられ、そこには薬食いの名の下に牛肉を食す複雑な心情がある種滑稽な趣で表現されています。

## 3. 牛肉の食用法と牛肉食の普及

『牛肉二百五十年史』には、彦根牛肉の食用法が記されています。雪平鍋あるいは大きな帆立貝に酒を入れて点火し、沸騰させてアルコールを抜き、肉やネギを入れて醤油で味付けをするという調理法です。煮沸によって牛肉中に交雑した脂肪を一定程度除去し、牛肉を野菜と一緒に醤油で煮る食用法が一般的であったようです。滋賀県では琵琶湖の鴨を用いた鴨鍋が湖北名物として知られており、鴨肉にネギなどの野菜を加えて醤油で煮た料理が「じゅんじゅん」と呼ばれていました。滋賀県では現在

でもすき焼きのことを「じゅんじゅん」と呼んでいます。彦根牛肉のこの料理も「じゅんじゅん」と呼ばれたようです。いずれも肉を用いた鍋料理であることが注目されます。

19世紀に入ると、牛肉の薬食いは半ば公然化し、各地をわたり歩いた近江商人の中には、その幅広い見識から肉食禁忌意識の呪縛から抜け出るものも現れました。越前と近江の境の峠である新道野の豪商西村孫兵衛から長浜の回漕問屋大阪屋新次宛て天保3年(1832年)の書簡には、牛肉の購入を依

頼する旨が記されていますが、牛肉料理の公然たる準備や、牛肉の肉質への注文などの様子がリアルに伝わってきて、そこに肉食の禁忌意識を認めるのは困難です。閉ざされた感覚から抜け出た、近江商人の進取の気概、新しい時代感覚が躍如としていますが、このような変化の中で、幕末から明治初期にかけて家畜商が東都に進出していくことになります。それも牛肉の卸小売りから生牛と畜までの幅広い進出です。そしてこのような状況を背景に近江牛のブランドが全国に広まっていきました。

## 4. 明治・大正時代と牛肉食

仮名垣魯文の『安愚楽鍋』\*1)は明治4～5年に刊行された滑稽小説ですが、明治の新文化の有難みに対する半可通の賛美を、牛肉の鍋料理を素材として風刺的に描写を行っています。蕪村の俳句にみられる肉食への躊躇からわずか70～80年後には、明治維新という政治

的あるいは文化的な一大転換のなかで食文化も劇的な変化が生じており、その指標として牛肉食の普及・一般化をとらえることも可能でしょう。

このような食に仮託された意識の流れは、大正期には高村光太郎の詩「米久の晩餐」\*2)へと発展し、

人生の肯定的な表現の象徴として牛肉は取り上げられます。「米久の晩餐」では、牛肉讃美に仮託した人生礼讃が延々と謳いあげられておりますが、そこでは牛肉食はもはや薬食いなどではなく、人生礼讃が結びついた象徴的な食事として積極的に捉えられています。

\*1)『安愚楽鍋』；明治4～5年に刊行された仮名垣魯文(1829 - 1894)の代表作です。明治文明開化の有難みを、当時繁盛した牛肉を食わせる店を題材に、西洋かぶれや田舎者など半可通の目を通して風刺的に表現した作品です。当時トレンドとなりつつあった牛肉食の風俗を、滑稽巧みに描写した滑稽小説の筆頭ともいえる作品です。

\*2)「米久の晩餐」；高村光太郎(1883-1956)のすき焼きを題材とした人間讃歌ともいえる作品です。「八月の夜は今米久にもうもうと煮え立つ。鍵なりにあけひろげた二つの大部屋にべつたり座り込んだ生きものの海バットの黄塵と人間くさい流電とのうずまきのなか、右もひだりも前もうしろも、顔とシャッポと鉢巻と裸と怒号と喧噪と、麦酒瓶と徳利と箸とコップと猪口と、こげつく牛肉とぼろぼろな南京豆と(以下略)」と、延々とすき焼き賛美、牛肉讃美を繰り返し、これらの食事を通した人間の自由なバイタリティー溢れる生を肯定的に表現した作品です。



## おわりに

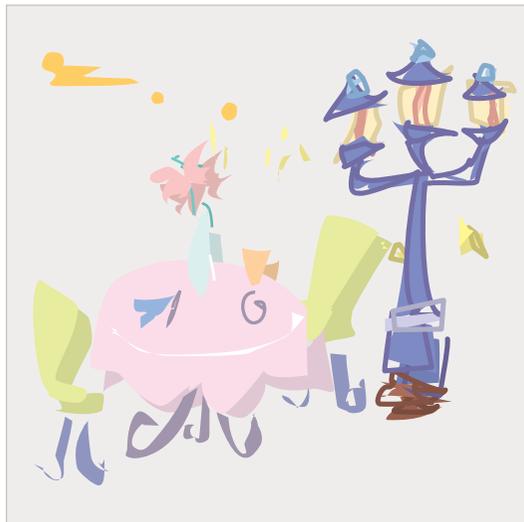
薬食いを通して日本人の牛肉との関わりについて見ますと、日本人の心の中には古くから肉食忌避の強い心情と牛肉の味覚・滋養に対する魅力との相克がありました。しかし明治維新以後、『安愚楽鍋』に見られるように時代のトレンド、ファッションとしての牛肉食もあらわれました。

日本人の場合、その食物に対する見方の中に明示的な宗教的影響を見て取ることは比較的困難ですが、仏教から一般的な影響

を受けてきたことは確かでありませぬ。仏教の生類憐れみの考えの底流には、生きとし生けるものをむやみに殺すなという教えがありますが、しかし具体的に食肉を禁じる指示が明確にされているわけではありませぬ。そこから日本人の極めて融通無碍な対応が出てきています。しかし一方で、その仏教の生類憐れみの教えから獣肉食禁忌を無理に読みとり、幕末に至るまでそれを墨守してきました。

日本人は、幕末から明治、大正

の牛肉食への意識や実際の対応をみても、極めて移ろいやすい性格であることが明らかである一方、容易に変化しない保守的な傾向も併せ持つようで、芭蕉の俳諧用語の「不易流行」に示されるような永続性と流転新風の体が共存して日本人独特の食文化を形成しているのではないのでしょうか。肉食、とくに牛肉食をその1つの指標として捉えることが可能であると考えます。



# 食肉エキスのコク味

味の素株式会社食品研究所食品事業モデル開発室  
島 圭吾



## ● Summary

食肉エキスのコク味の実体を明らかにするために、牛肉熱水抽出液の組成を分析したところ、「あつみのある酸味」がコク味であることがわかりました。また、「あつみのある酸味」の発現に寄与する物質は、新規化合物N-(4-methyl-5-oxo-1-imidazolin-2-yl)sarcosineであることが確認されました。この物質(A8)は牛肉エキス中に含まれるクレアチンと糖類の分解物であるメチルグリオキサールが反応して生成されます。また、A8単独水溶液は無味ですが、A8を添加されたコンソメスープは有意に無添加品と識別され、「持続性」「濃厚感」「後味の酸味」を付与する呈味改質物質であることが認められました。

## ● Key words

食肉エキス コク味 牛肉熱水抽出液 あつみのある酸味 二次元NMR解析  
X線解析 A8 N-(4-methyl-5-oxo-1-imidazolin-2-yl)sarcosine クレアチン  
メチルグリオキサール (MG)

## 1. コク味、あつみのある酸味とA8

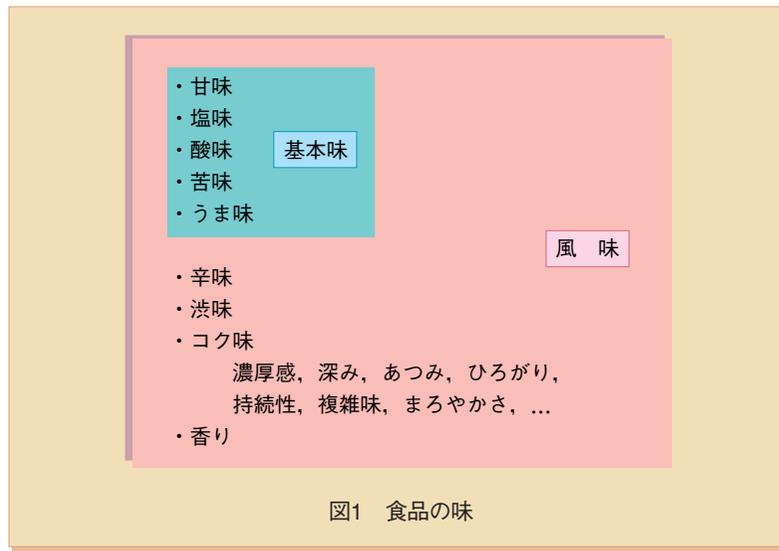
食品の味は、甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の5味が基本味と呼ばれ、これに辛味、渋味、コク味、香りを加えて構成されており、全体で風味を表しています(図1)。

食肉エキスは古来よりブイヨン、スープストックとしていろいろ

な食品の基礎的な味の部分に使用されていますが、その味の特徴はコク味といわれています。わが国にも加工食品がたくさん産生されるようになってから、いろいろな種類の調味料に食肉エキスが使用されるようになってきました。

ビーフエキスの問題点として

は、原材料の高騰などによる価格変動が非常に大きいことが指摘され、十分な供給ができないことなどから、酵母エキスが代替品として台頭してきています。しかし、パン酵母とビーフエキスとは基本的に成分が異なるため、食肉エキスの味の特徴であるコクを十分引

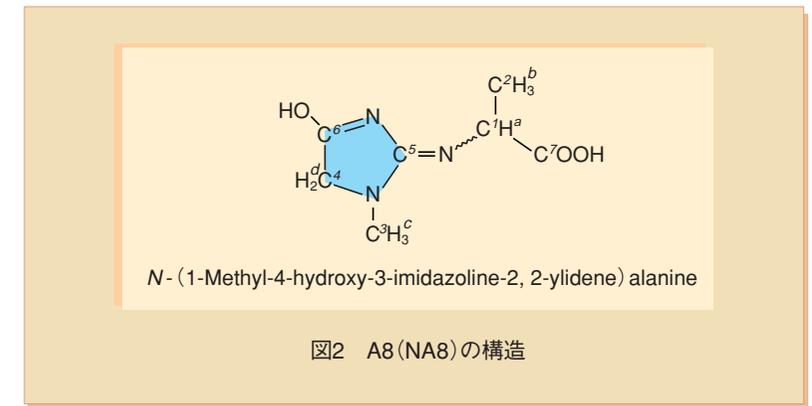


有機酸で感じるシャープな酸味とは異質なもので、pH中性域<sup>\*1)</sup>において感じるあつみや持続性をもった酸味ですが、次に、これを出すのに必要な成分の探索を実施しました。

方法は、水8Lを張った寸胴鍋に牛すね肉6kgを入れ、95度で7時間煮込んで、凍結乾燥等をした牛肉の熱水抽出物を分画していくのですが、各分画は、実際に飲んで評価する呈味評価で選定しました。その結果、呈味発現に寄与しているA5、A6、A8という3つの分画が認められました。

そこで、この3つの分画のうち、クロマトグラフィー<sup>\*2)</sup>のピークが最も高く、ほぼ単一成分であるA8について分析を行ったところ、アラニン(Ala)とサルコシン(Sar)の骨格を有しており、分子量185で、C<sub>7</sub>H<sub>11</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>という元素組成であることがわかりました。さらに、各種二次元NMR<sup>\*3)</sup>で解析を加えたところ、A8は図2に示す構造であることが明らかになりました。

次に、A8が本当に「あつみのある酸味」に効いているのかどうかを明らかにするため、牛肉熱水抽出液中の加熱時間によるA8含量の変化を観察すると、4時間くらいから急激にA8含量が増加しており、呈味的にも4時間を境に「あつみのある酸味」が強くなっていくことと相関する結果が得られました。また、各種コンソメ中のA8含量を調べると、非常に強い酸味があるシェフ調理コンソメが最も多いことが明らかとなりました。したがって、食品中のA8成分含量が



多いほど「あつみのある酸味」が強いことがわかり、A8は「あつみのある酸味」に関係していると推測されました(図3)。

きだすことは難しいのが実情です。食肉エキスのコクに効いている味は何か、コク味は、基本的には甘味とか塩味などでは表現できない、まだよく解明されていない成分の味であると考えられています。そこでわれわれは、食肉エキスのコク味の実体を明らかにするための研究を実施しました。

まず、牛肉を水の中で煮込んだ液である牛肉熱水抽出液の組成を分析すると、アミノ酸類、核酸

類、糖類、有機酸類、無機塩などが認められますが、それらの化合物を分析値どおりに配合して合成エキスを作成し、牛肉抽出液と飲み比べて、両者間の呈味差は何なのかについて検討しました。その結果、「あつみのある酸味」が呈味差であると考えられ、これがコク味の発現に大きく関与していると推測されました。「あつみのある酸味」とは、簡単にいうとコンソメスープで感じる酸味のことです。

\*1) pH 中性域；pH(“ピーエイチ”または“ペーハー”と読みます)値は、酸性やアルカリ性の程度を数値で表したもので、0から14までの数値で表されます。pH値は、7で中性、7から0に近づくほど酸性が強くなり、逆に7から14に近づくほど、アルカリ性が強くなります。pH中性域はだいたいpH 6.5- 8.0とされています。

\*2) クロマトグラフィー(chromatography)；様々な成分が混合した物質を分離して、そこに含まれる成分を分析する方法です。分離は固定相と移動相の2相間分配の分配比の差によります。物質を移動相の流れにのせて導入すると、物質は連続的に2相間分配を行ない、多段分配が行われて分配比の近い物質どうしても分離が可能となります。したがって混合した物質中の類似した成分などの分離・分析など詳細な解析ができます。移動相の種類、固定相の形状、分配機構によって分類され、移動相が液体の液体クロマトグラフィー、気体のガスクロマトグラフィー、固定相を細い管に充填して行うカラムクロマトグラフィー、平板状の薄い層にする薄層クロマトグラフィーなどがあります。



サンプル	A8濃度 (mg/dL)
シェフ調理コンソメ	3.1
市販コンソメキューブ	0.3
ホテルメイドコンソメ	1.7
市販缶コンソメA	0.1
市販缶コンソメB	0.7
市販缶コンソメC	0.3

図3 A8の定量

\*3) 二次元NMR；核磁気共鳴(NMR:nuclear magnetic resonance)は磁場を利用した計測技術で、有機合成品の構造確認・不明成分の構造解析などを行うことができます。医学分野では生体組織を非破壊で診断するための断層像撮影装置(MRI)や、微弱な脳磁気の測定などで活躍しています。二次元NMRでは、NMRによる一次元スペクトルで検出された部分的構造について、その空間位置や結合順序を二次元的に解明することができ、有機化合物の構造に関する非常に多くの情報を得ることができます。

## 2. NMRから推定したA8とX線解析で得られたA8

一般的に新規化合物は推定構造だけでは決定に至らず、最終的には同じ構造を持つものを有機的に合成し、化学的な分析スペクトルが単離物とまったく同じであるという判断をもって、新規化合物の発見ということになります。そのため、本化合物も合成による構造確認を実施しましたが、牛肉熱水抽出水への添加は「あつみのある酸味」を付与することがわかり、この化合物が単離物と同一である

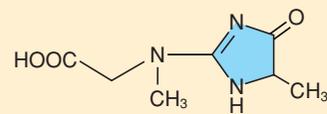
ことが確認されました。

また、A8の合成物はシロップ状であることから、水に溶解して室温暗所で静置したところ、白色板状結晶が析出されたため、X線解析を実施しました。その結果、NMRで決定した構造とは異なる構造が得られました(図4)。しかし、X線解析で得られたA8(XA8)と、NMRから推定したA8(NA8)の関係を検討すると、両者は非常に関係の深い構造を示しており、

カルボキシル基の結合部位が変わっているだけでその他はまったく同じ化合物であることが判明しました。

そこで、実際に味に効いているのはどちらなのかを明らかにするために、水溶液中の構造がどちらなのかという点について再度詳細に検討したところ、A8の化合物のスペクトルはXA8を指示したことから、A8はXA8であることが確認されました。

合成物を水に溶解し室温暗所で静置した結果、白色板状結晶が析出



N-(4-methyl-5-oxo-1-imidazolin-2-yl) sarcosine

図4 結晶のX線解析



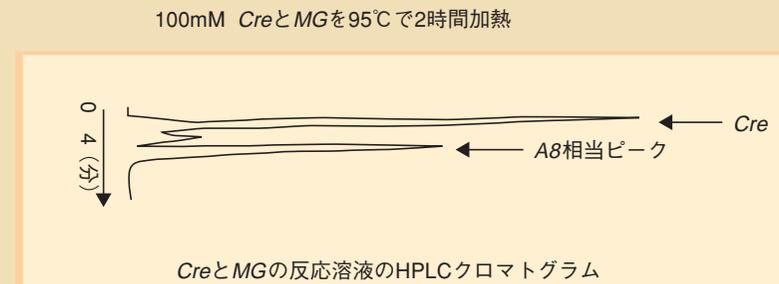
## 3. A8の生成機構——クレアチンとメチルグリオキサールによる生成

以上のように、これまでA8をNA8と考えていたために、Alaや乳酸を介した生成機構を推定していましたが、このモデル系ではA8生成を確認できませんでした。しかし、A8がXA8であることが推定されたため、再度、構造骨格から前駆物

質を推定する検討を行いました。

そこで注目されたのは、メチルグリオキサール(MG)\*<sup>1)</sup>という化合物であり、クレアチン\*<sup>2)</sup>とMGがアミノカルボニル反応\*<sup>3)</sup>により縮合することでA8が生成するとの仮説について検証しました。その

結果、クレアチンとMGを95℃で2時間反応したところ、A8と思われるピークが観察され、構造解析により本化合物はA8であることが確認されました(図5)。そのため、A8はクレアチンとMGにより生成することが明らかになりました。



A8のリテンションタイムと同じ位置に新たに生成したピークの構造解析を実施した結果、本化合物はA8であることが確認された

図5 仮説の証明図

\*1)メチルグリオキサール(MG:methylglyoxal)；糖の分断反応、解糖時のトリオース・ホスフェートの非酵素的分解、スレオニン・ケトン体アセトンの異化反応の中間体アセタールの代謝などにより生成することが知られている刺激臭をもった、空気中で重合しやすい黄色の液体です。メチルグリオキサールはグルタチオンを必要とする酵素グリオキサラーゼIとIIによって2段階の反応をへて乳酸に変わります。

\*2)クレアチン(creatine)；1835年に肉抽出液から単離されたチッ素を含む有機物の一種で、90%以上が筋肉に存在し、筋肉の収縮に重要な働きを示します。筋肉の収縮の直接のエネルギー源はアデノシン三リン酸(ATP)ですが、ATPは不安定な物質である上、その濃度が激しく増減すると、筋収縮を引き起こすアクチンとミオシンの相互作用の仕方が大きく変化してしまうので筋内のATP濃度は比較的low、しかもあまり変化しないように一定に保たれています。したがってATPの筋収縮作用は極めて短時間なのですが、クレアチンは筋収縮時にATPを産生してその働きを補う役割を果たします。

\*3)アミノカルボニル反応(amino-carbonyl reaction)；生化学反応の基本的形式の1つで、アミノ基とカルボニル基の反応を指します。たとえばグリシンとグルコースが反応すると窒素配糖体の1種であるグルコシルグリシンが生成し、さらに多段階の反応を経てメラノイジン色素(褐色色素)を形成しますが、この一連の反応をメイラード反応と呼び、食物の褐色化の原因反応と考えられています(14ページの「褐変反応」を参照)。

クレアチンは、動物の筋肉中のエネルギー源として存在している化合物です。筋肉中で約70%がリン酸との結合型(クレアチンリン酸)として貯蔵されていますが、クレアチンリン酸は運動の直接のエネルギー源であるATP\*1)のバックアップ物質として重要な役割を

もつため、スポーツサプリメントとして使用されています。食品中では食肉に豊富に含まれますが、野菜や果物にはほとんど含まれていません。

MGは動物の体内や酵母等に広く存在し、食品中でも発酵醸造でつくられるワイン、ビール、チー

ズ、ヨーグルトなどに含まれています。また褐変反応\*2)と深く関わっており、特にアルギニンとよく反応することによって、たんぱく質の褐変変性の原因の1つと考えられています。

## おわりに

クレアチンとMGからA8が生成されることがわかってきたことから、どのような条件がもっともA8の生成によいのかという検討も進められ、pHは反応性が上昇するの

で高いほうがよく、温度は低温度の方が収率が上がることがわかっています。クレアチンが必須であることがわかったわけですが、クレアチンは畜肉類に特有のものであり、おいしさにとって畜肉類が非常に重要なことを示しています。しかし、畜肉類には逆に糖やアミノ酸は比較的少なく、果物や野菜と一緒に入れると、糖とアミノ酸を補給することができるので、A8を生成す

る反応をよりスムーズに進ませるためには、野菜と畜肉の組み合わせは非常によいと考えられます。特にフラクトースはタマネギに多いことから、タマネギと畜肉類の組み合わせが非常によいと考えられます。

エキスのおいしさに関してはク

\*1)ATP(adenosine 5'-triphosphate)；アデノシン5'-3リン酸のことで、単にアデノシン3リン酸とも呼ばれ、筋肉をはじめ各種動植物の組織や酵母など広く生体中に存在しています。RNA合成の直接の前駆物質ですが、それとともに生体におけるエネルギー伝達体として数多くのエネルギー代謝に関与し、エネルギーの獲得および利用に重要な役割を果たしています。

\*2)褐変反応(browning reaction)；生体の物質が関係する褐色物質を生成する反応で、酵素的なものと同非酵素的なものがあります。酵素的褐変反応にはポリフェノールオキシダーゼが触媒する酸素添加反応に代表され、非酵素的褐変反応はカラメル化反応(糖分が加熱されて相互に反応して褐色し、還元性の高分子化合物となる反応)、アミノカルボニル反応(メイラード反応)に代表されます(13ページ「アミノカルボニル反応」を参照)。



# 牛肉の脂肪交雑量と食味

東京農業大学農学部栄養学科教授

山口 静子



## ● Summary

消費者に対する牛肉や脂肪交雑に関する意識調査の結果からは、わが国では牛肉の嗜好度が高い人は動物性脂肪嗜好が高く、霜降りビイキであることが明らかで、牛肉が大好きとする人は牛肉の嗜好面のみならず栄養面についても良好なイメージを持っているという結果が得られました。さらに牛肉の嗜好度と脂肪交雑について検討した結果、両者の間に正の相関が認められ、牛肉好きは霜降り好きであることが認められました。ステーキによる官能評価の結果も、牛肉の評価ではもっとも脂肪交雑割合が影響し、官能特性に微妙な違いはあるにしても、脂肪が牛肉の品質や等級に密接に関与していることを示唆する結果が得られています。

## ● Key words

脂肪交雑 霜降り BMSナンバー (beef marbling standard number) 牛肉嗜好度  
枝肉等級 肉質等級 官能評価

## 1. 牛肉および脂肪交雑に関する意識調査

わが国では脂肪交雑量の多い牛肉が競って開発され、高価格で販売されています。しかし牛肉本来のおいしさや、国民の健康、生産コストなどから交雑量にも限度があるはずですが、ここでは、脂肪交雑に対する消費者の意識調査と官

能評価により、この問題について検討を行いました。

牛肉や脂肪交雑に対する消費者の意識調査として、約400人を対象に、①牛肉に対する一般的なイメージ、②脂肪交雑に対するイメージと価値観、③食べる人の食

嗜好傾向、④健康意識について、質問紙を用いた調査を行いました<sup>1,2)</sup>。本調査では質問として、たとえば「牛肉はやはり霜降りがおいしい」「霜降りが多いほど高級感がある」などのようなステートメントを提示し、調査対象者の考え方や行動

にどの程度当てはまるかを、5：まったくそうだから、1：まったく違うまでの5段階で評価する方法をとりました。

脂肪交雑量については、(社)日

本食肉格付協会<sup>\*1)</sup>の牛脂肪交雑見本(BMS: beef marbling standard)<sup>\*2)</sup>による、好ましい脂肪交雑量の推定を行いました。BMSは、第6～第7肋骨間切開面の胸最長筋部位

での牛脂肪交雑基準ですが、見本のカラーコピーを用いて調査対象者が0～5(No.1～No.12)までの12段階のどれがおいしそうに思えるかを確認しました(図1)。

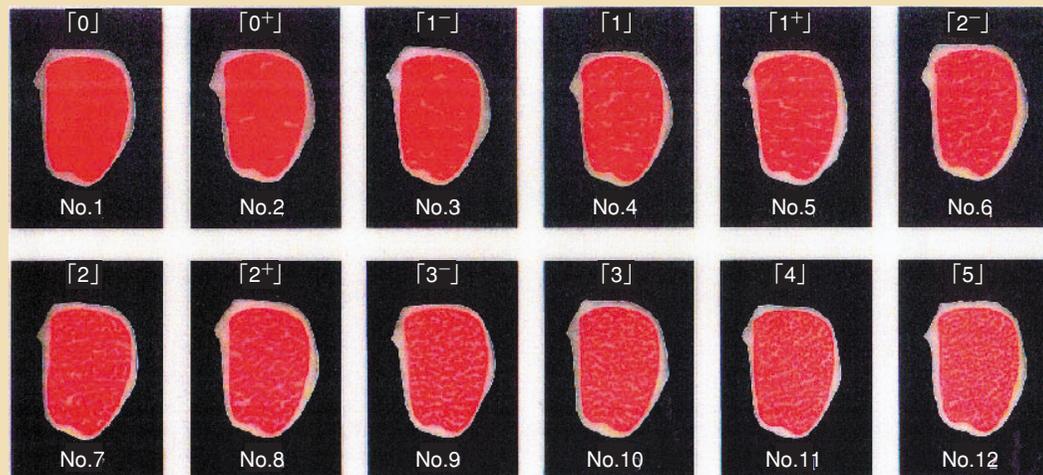


図1 牛脂肪交雑基準(BMS)

\*1) (社)日本食肉格付協会；日本の食肉規格格付事業は、昭和36年に公布された畜産物の価格安定等に関する法律の施行とともに、社団法人日本食肉協議会が実施していました。近年、食肉需給規模が拡大し、流通形態も大量かつ広域的なものへと進展し、経済性の高い肉畜生産及び流通の指標としての規格格付の重要性と、より一層の公共性が要求される状況に対応するため、食肉規格格付事業を専門的に行う機関として、昭和50年に当時の畜産振興事業団(現在、農畜産業振興事業団)、都道府県及び全国組織を会員として、日本食肉協議会の格付事業部門を分離継承して設立されました。

\*2) 牛脂肪交雑見本(BMS: beef marbling standard)；昭和63年の牛枝肉取引規格改正の際に、「国内肉用牛資源を背景にした脂肪交雑分布状況を踏まえ、最も分布の多いものを中心として概ね正規分布するよう新たな等級区分基準(社団法人日本食肉格付協会 枝肉取引規格解説書 牛枝肉取引規格編 より引用)」として12段階の脂肪交雑の入り具合をロース芯(胸最長筋)断面を模したシリコン樹脂製の見本に表現したもので、農林水産省畜産試験場(当時)で開発されました。

## 2. 意識調査の結果と牛肉嗜好

①から④の4つの角度からの調査結果と、牛肉嗜好がどのように関連しているか検討しました。牛肉に対する年齢別嗜好度について20歳代～50歳代の4世代に分けて調査した結果、いずれの世代も牛肉が「大好き」「好き」を合わせると70～80%に達し、「嫌い」は数%以下に留まりました。

①牛肉の一般的なイメージのプロファイルについて、牛肉の嗜好度別に分けて検討した結果、牛肉が大好きな人は、嗜好面、栄養面のいずれにおいても牛肉に対して良好なイメージであることが窺われました。一方、牛肉に対する嗜好度にかかわらず、牛肉は高くても安全なもの、安くても調理方法

でおいしく食べられるというイメージが高率であるという結果が得られています。

②脂肪交雑に対するイメージと価値観のプロファイルについて、牛肉嗜好度を「大好き」「好き」「普通以下」の3段階に分けて検討した結果、牛肉が大好きな人は牛肉は霜降りがおいしい、高級感がある、霜降りの食感が好きなど、霜降りの特性は全て好むという結果でした。この調査結果からも、わが国で牛肉が大好きとする人は、著明な霜降りビキであるという結果が得られました(図2)。

③食べる人の食嗜好傾向のプロファイルについて、牛肉の嗜好度別に検討した結果では、牛肉が大

好きな人は大トロが好き、豚骨ラーメン好きなどの動物性脂肪が、マヨネーズやドレッシングなどの植物性脂肪より好きというイメージが高率でした。

このようにわが国では、牛肉の嗜好度が高い人は動物性脂肪嗜好が高いという関係がみられます。ヨーロッパでは牛肉好きには赤身肉が好きという人が多く含まれますが、わが国では動物性の食物として魚肉を食べるという選択肢が歴史的にもみられることが大きな特徴で、これが、牛肉嗜好が動物性脂肪嗜好であるという独立した相関の1つの軸の形成に影響を及ぼしているものと推測されます。

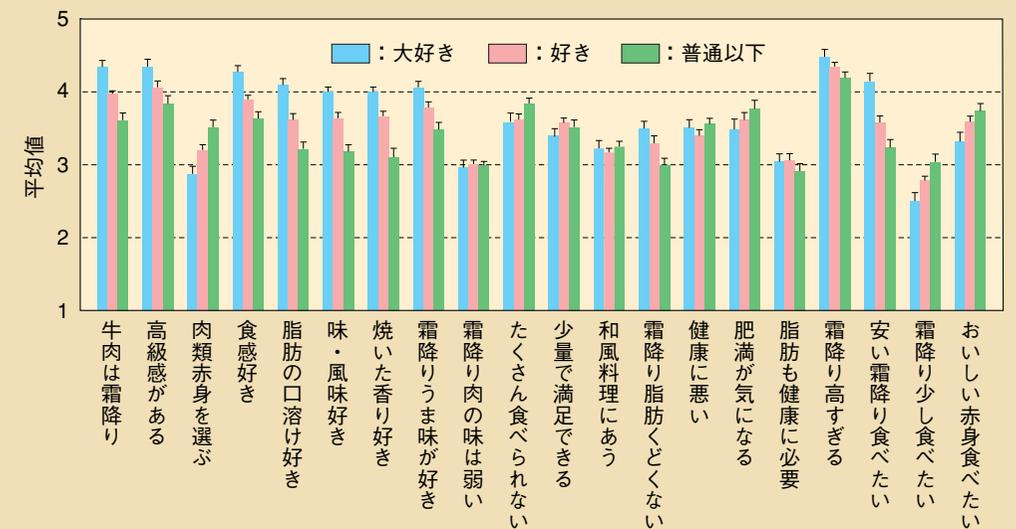


図2 霜降りに対するイメージと価値観のプロファイル<sup>2)</sup>

### 3. 牛肉の嗜好度と脂肪交雑

牛肉嗜好度を3段階に分け、各群のおいしい脂肪交雑と買いたい脂肪交雑をBMSナンバーの平均値によって料理の種類別に検討した結果、いずれも牛肉が大好きな人の好む脂肪交雑量は5段階ほど高く、また、ステーキとすき焼きにおけるおいしい脂肪交雑が、BMS8~10とほぼ同程度で、これらの料理は脂肪を多く含む牛肉が好ましいと思われていることが窺

われました(図3)。ただし、煮込みや炒め物では脂肪交雑がより低いものが好まれています。

牛肉における霜降り嗜好を3群に分け、各群におけるステーキのおいしいと思うBMSナンバーの出現頻度について検討した結果では、霜降りがおいしいと「まったくそう思う人」は当然、BMSナンバー10、11と脂肪交雑量が高いのBMSナンバーの出現頻度が高いの

ですが、「そう思う人」「どちらでもない以下の人」のいずれの人も牛肉は脂肪交雑量が高い方がおいしいと思っていることが窺われました。

牛肉嗜好度と脂肪交雑に関する調査結果から、牛肉嗜好度と霜降りあるいは脂肪嗜好は正の相関関係にあり、牛肉好きは霜降り好きであることが明らかとなりました。

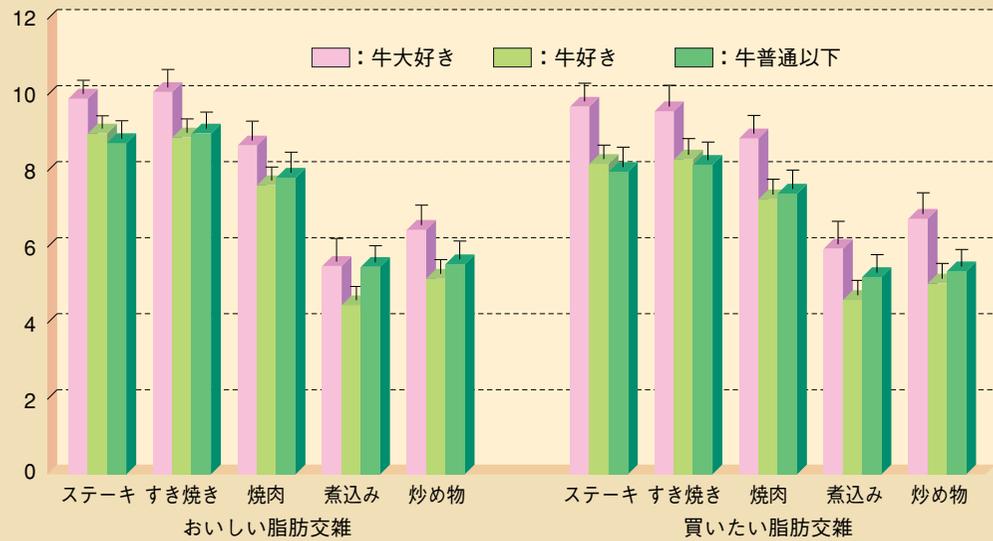


図3 各料理に対する好ましいBMSナンバーの平均値<sup>2)</sup>

### 4. ステーキによる牛肉の官能評価

調査の結果、わが国では牛肉の霜降り嗜好が著明であるという、牛肉嗜好の背景が明らかとなりましたが、さらに、実際の牛肉に対する官能評価はどのようなものか、社団法人畜産技術協会によるプロジェクト研究では、格付け等級の異なる黒毛和種(A5-A2)、国産ホルスタインB、輸入牛(オーストラリア産)の同一部位を用い、ステーキにした場合の官能評価を実施しました<sup>3)</sup>。

枝肉等級(牛肉の格付け)はA5を最高とするA(5~1)、B(5~1)、C(5~1)の15の等級があり、B3が標準の品質に相当します。肉質等級

は、①脂肪交雑の等級区分、②肉色および光沢の等級区分、③肉の締まりおよびきめの等級区分、④脂肪の色沢と質等の等級区分からなり、それぞれ5の等級に区分されています。

官能評価に用いた基準サンプル牛枝肉の格付け明細および成分分析表には品種、出荷者名、歩留・肉質等級、成分分析結果が明示されています。官能評価に用いたステーキサンプルは、サーロインを中心温度が70~75℃に焼き、最終的に2cm×1cm厚にスライスして供しました。

官能評価の項目は香り(香り全

体の強さ、牛肉らしい香り、獣臭、異臭、広がり)、風味(牛肉らしい風味、獣風味、広がり)、テクスチャー(やわらかさ[噛みきり、咀嚼]、弾力性、ジューシー感)、味(味全体の強さ、うま味、甘味、酸味、塩味、苦味、異味、脂っこさ、コク、まろやかさ、持続性)からなり、さらにそれぞれの項目の総合評価と全体の総合評価を行いました。成分分析値からは、脂肪含有率は最も高いサンプルで40%であり、BMSナンバーが高いサンプルは等級が高く、概して等級は脂質含量で決まるという印象が得られました(図4)。

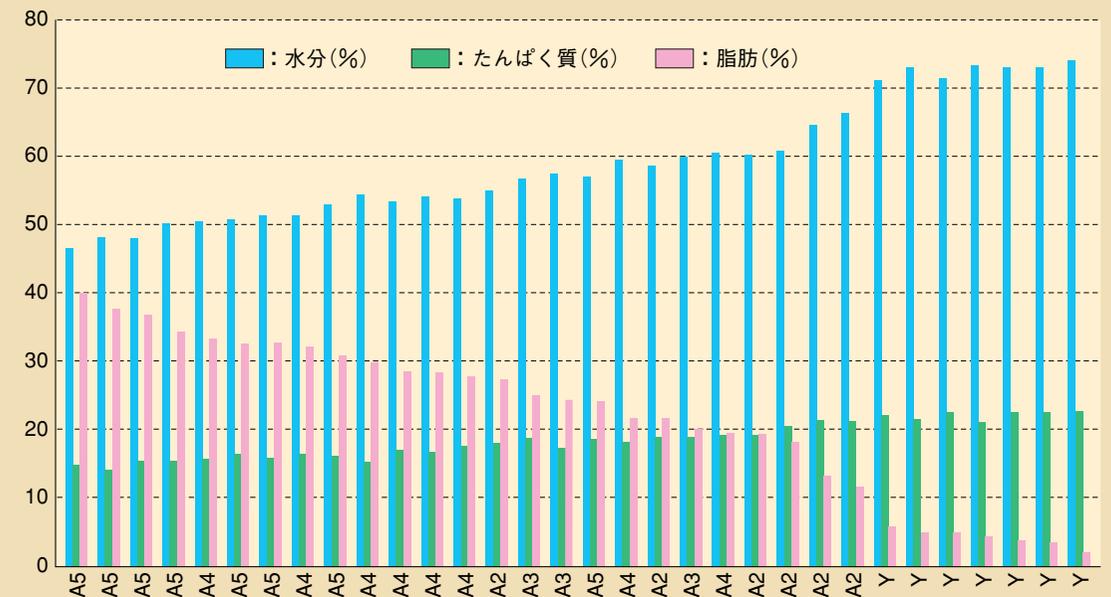


図4 サンプル牛肉の分析値<sup>3)</sup>

BMSナンバー順に脂質含量と各官能評価結果の対応をみると、風味の広がり(風味)、やわらかさ([咀嚼]テクスチャー)、テクス

チャー総合評価、ジューシー感(テクスチャー)、うまみの強さ(味)、脂っこさ(味)、コク(味)などの項目はいずれも脂質含量と関

係し、総合評価も同様な結果でした(図5)。

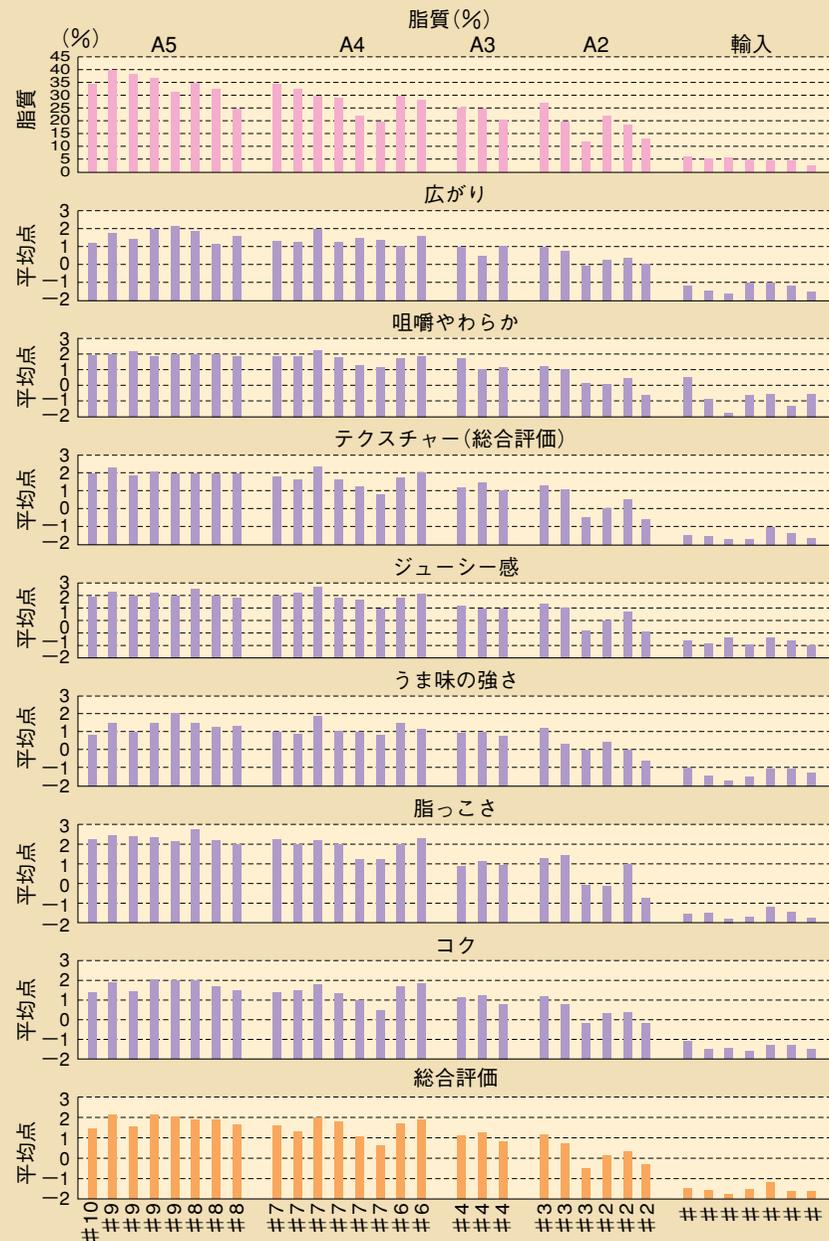


図5 BMSナンバーと脂質含量と官能評価結果との対応<sup>3)</sup>

牛肉の総合評価および脂質含量と感覚特性との相関係数をみると、変数のいずれも総合評価との相関係数は全て高値であり、とくにコクは総合評価と脂質含量との間に最も高い相関を示しました(表1)。

和牛黒毛種は、脂質含量の分析からほぼ全ての評価項目の内容も明らかになる、つまり脂肪交雑が高いものはほとんどの項目の評価

も高いという結果が得られました。官能特性についての主成分分析の結果からは、第1主成分では、香りの強さ以外は全ての項目で脂質含量との間に高い相関が得られ、第1主成分からなる1つの軸は、脂肪の交雑量に一致する構造であることが明らかとなりました。

脂肪含量と味全体の好ましさととの関係については、脂肪含量約40

%をほぼ上限としてR=0.977という高い相関が得られ、脂肪交雑割合が高値であるほど味の好ましさも増加するという結果でした。

このように脂肪交雑割合が牛肉の評価においてもっとも影響し、官能特性に微妙な違いは認められるにしても脂肪がいかに牛肉の品質や等級に密接に関連しているかが明らかとなりました。

表1 牛肉の総合評価および脂質含有量と感覚特性の間の相関係数<sup>3)</sup>

変数名	総合評価	脂質%
総合評価	1	0.957**
脂質(%)	0.957**	1
BMS番号	~	~
牛肉らしい香り	0.916**	0.869**
牛肉らしい風味	0.968**	0.918**
風味の広がり	0.967**	0.922**
噛み切りかたさ	0.925**	0.904**
咀嚼かたさ	0.944**	0.909**
弾力性	0.924**	0.886**
ジューシー感	0.985**	0.958**
うま味(肉の味)の強さ	0.976**	0.921**
コク	0.992**	0.960**
まろやかさ	0.990**	0.946**
持続性	0.973**	0.926**

\*\* :  $p < 0.01$

## おわりに

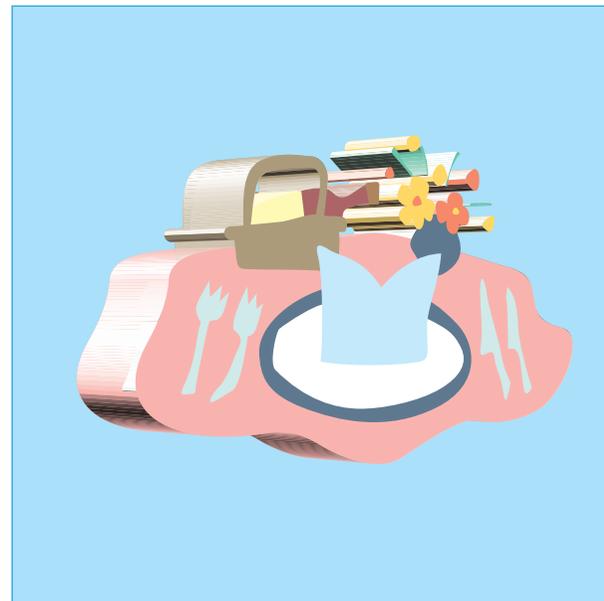
わが国の牛肉消費者の嗜好には霜降り嗜好が根強く定着しています。和牛は脂肪交雑に依存して、風味、味、テクスチャーすべての

点で優れた特徴をもっていますが、脂肪交雑量にも限度があり、交雑量が多過ぎるものは特別な外食などの食事では期待されても、

日常の家庭における食事では期待されるかどうかはまた別な問題と考えられます。

## 文献

- 1) 沖田三千代, 岩森大, 阿久澤さゆり, 澤山茂, 山口静子, 飯田文子, 第29回官能評価シンポジウム発表論文集, 日科技連, 1999, pp. 113-122.
- 2) 飯田文子, 沖田三千代, 阿久澤さゆり, 澤山茂, 山口静子, 第29回官能評価シンポジウム発表論文集, 日科技連, 1999, pp. 213-220.
- 3) (社)畜産技術協会, 肉用家畜育種新技術開発実用化事業(肉用家畜新育種評価指標開発事業)事業報告書, 2000, pp. 5-47.



DISCUSSION

## 牛肉のおいしさをめぐる話題

藤巻\* (座長) 本章の基本テーマである牛肉のおいしさをめぐって、牛肉エキス由来のコク味や、日本人の牛肉に対する嗜好、あるいは牛肉と日本人の食文化について、島先生、山口先生、吉田先生からそれぞれご専門の領域の研究成果についてご報告いただきました。

牛肉のおいしさとはどのような味なのか、また日本人の牛肉に対する嗜好とはどのようなものか、さらに日本人と牛肉食はどのような歴史的、文化的経緯をたどって今日に至ったのか、いろいろと興味深いお話があるかと思っておりますので、活発なご討議をお願いしたいと思います。



藤巻 正生氏

### 牛肉エキス由来のコク味の解析

藤巻 まず、島先生の牛肉エキスのコク味に関連したご討議をお願いします。

#### 「あつみのある酸味」とは？

高田\*\* 味というものが非常にわかりにくいと思うことの1つに、我々がよく口にする「うま味」をどのようにとらえるかということがあると思います。海外では「うま味」の受容体の存在は疑問視され、うま味ということ自体があまりよく理解されていないようです。日本ではうま味に関連して、グルタミン酸の受容体が存在するといわれていますが、味のパターンの解析によってうまいとか、まじいとかいうようになると、必ずしもそれぞれの味に対応する受容

体が機能するという事はあまり関係がないのではないかと考えられます。

島\*\*\* 私たちはコク味について「あつみのある酸味」と申しあげましたが、たとえば酸味 فقطとプロトンの影響が考えられると単純に1つの味覚の受容体に反応しているだけではなく、実は5つの味がいろいろなメカニズムに直接作用するというよりは、もっと脳のほうへ作用している可能性もあるような気がします。

柴田\*\*\*\* われわれが使う「うま味」というのはかなり日本的な概念による表現のような気もしますが、民族による味覚やその表現の差などについても徹底的に調べていかないと、生理学的な研究も進

\* 東京大学名誉教授  
お茶の水女子大学名誉教授  
藤巻 正生

\*\* 浜松医科大学名誉教授  
高田 明和

\*\*\* 味の素株式会社食品研究所  
食品事業モデル開発室  
島 圭吾

\*\*\*\* 桜美林大学大学院教授  
東京都老人総合研究所名誉所員  
柴田 博



清水 誠氏

まないとします。例えば、先生のおっしゃる「あつみのある酸味」という表現は、英語で論文を発表する場合にどのような言葉に訳しているのでしょうか。

島 英文誌に投稿した時は“brothy taste”という言葉を用いました。ただしpH中性付近で感じる酸味というような説明も加えています。

柴田 先生のおっしゃる「あつみのある酸味」とは、カツオの削り節などを食べると軽く酸味を感じますが、あの味のことですね。

島 そうです。カツオのだし汁にも共通する味です。鰹節も筋肉を固めたものですが、その中にもクレアチンが大量に入っていることを確認しています。

### コク味を呈する物質の分子量

島田\* コク味に関してはいろいろな研究結果が出されており、他にも様々な物質が報告されていますが、それらはいずれも分子量が100～1,000の中に入っていますね。これはほぼ確実なことと考えてよいでしょうか。

島 コクという言葉の定義の問題にもなりますが、今回の「あつみのある酸味」という呈味についてはその範囲にあります。しかし、それ以外の濃厚感などを含めたものをコクというならば、当然、分子量1,000以上のものも入ってくると思います。例えば、牛肉のなかにはオクタペプチドというペプ

チド類がありますが、その分子量は1000を超えています。

清水\*\* 先生がご検討された、牛肉の熱水抽出物の分画であるA8自体は、本来無味無臭ですね。パネル調査によるテストではどのような実験方法でそれを確認したのでしょうか。

島 分画すれば味がわからなくなってきましたので、今回は最初にお示ししました合成エキスに各分画を上乗せ添加して評価する方法を用いました。それで、「あつみのある酸味」が出てきたものを選定するという方法で選んでいます。

清水 A8の合成品を作ろうという研究も行われているようですが、実際に牛肉エキス由来のものと近いものをつくって、利用することを考えていらっしゃるのですか。

島 やはり我々はメーカーということがあるので、大量に製品化することを考えます。今回お話したような研究成果をうまく盛り込んだような商品を生産するために、効率のよい作り方の研究も行っています。たとえば褐変反応というのは非常に難しい面があり、クレアチンだけが糖と反応してくれれば何の問題もないのですが、ほかの物質にも影響してこげ臭が出てきたりするなど、いろいろな問題があります。そのような条件を検討しなければならないので、いろいろ工夫しているところです。

清水 ただ、いろいろなものがクレアチンと反応して出てくるといって、場合によっては、当初予想したよりもおいしいものがで

きる可能性もあるわけですね。

島 その通りです。A8という化合物は典型的なものとして見つかったと考えられるわけで、実はその類縁化合物の研究も進められており、呈味を改質する効果がある新しい化合物も明らかになりつつあります。

### 牛肉エキス由来の成分A8の安全性

上野川\* A8という物質の安全性についてはいかがでしょうか。

島 新規物質ですのでA8の安全性は調査をしています。今のところ、変異原性については、何の問題もないことが確認されています。

また、メチルグリオキサール(MG)は生体内でたんぱく質と反応して正常の機能を障害する物質としてとらえられていますが、経口摂取においてはこのレベルでは人体にほとんど影響はなく、逆に

クレアチンがMGをトラップしてくれることによって、無毒化しているのではないかと考えています。

上野川 MGの多いチーズと肉の両方を使った調味料は、呈味成分の力価は高いと考えられますか。また、両方混ぜることによってA8は非常にできやすくなるのでしょうか。

島 そういうことになると思いません。世界の3大ハムといわれる中国ハムはだしで使われ、チーズ様の強い香りがしておいしいのですが、その中にもA8という成分がかなり入っています。

藤巻 A8を作る意味はコク味を出すためだと思いますが、食肉以外に入れてコクが出たという食品はありますか。

島 コーヒーなどに入れてみまして、コクの変化などを調べています。

藤巻 牛肉由来のうま味に関して、非常に新しい情報について興味深くお聞きすることができました。

### 牛肉のうま味に密接に関与する牛肉の脂肪交雑量

藤巻 それでは山口先生のご発表の「牛肉の脂肪交雑量と食味」に関連したご討議をお願いしたいと思います。

### 牛肉が有する至福物質の効用

高田 外国人は霜降りのステーキはベーコンの味と同じようだとってあまり好みません。比較的

軟らかい赤身のところをウエルダんで食べるのを好んでいます。山口先生の調査結果をお聞きして、日本人の牛肉に対する霜降り嗜好がよくわかりました。

ところで、牛肉と健康に関連したコメントですが、1つはヒトの健康、特に脳の健康にとって非常に大事であるトリプトファン含量は牛肉に多いということです。牛肉を食べることによってトリプト



島 圭吾氏



\* 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 上野川 修一

\* 昭和女子大学大学院生活機構研究科教授  
お茶の水女子大学名誉教授  
島田 淳子

\*\* 東京大学大学院農学生命科学研究科教授  
清水 誠



の影響は当然あると考えられるので、コク味の本体がたんぱく質のみの由来であるとか、脂肪だけに由来するとかは結論しにくいと思います。

我々としてはまず解析のしやすいたんぱく質部分について研究したということで、当然、脂溶性の部分にもコクやうま味に関する興味深い知見が得られるものと期待しております。

**藤巻** その場合に脂肪というものをどう考えるかが問題だと思います。本当に化学的に純粋にした脂肪は無味無臭であるかもしれませんが、私は、一般に食肉で脂肪交雑が多いほうがおいしいというときの脂肪という概念においては脂肪にも味があると考えます。脂肪が多いから味がよくなるということは否定できないと思います。

**柴田** 脂肪というのは生体の中で最も重要な溶媒の働きをしており、脂肪中にはビタミンA、Bのほか、女性ホルモンも入っています。脂肪という化学物質は無味無臭であっても、脂肪に溶けているものは無限にあると考えられ、それを分析すると、結局はうま味成分ということになると考えられます。

## 日本人の霜降り嗜好と食文化

**柴田** 牛肉について日本人は霜降り嗜好度が高いという結果から、日本人が脂肪好きだと結論づけることはできないと思います。現在、日本人の脂肪摂取量は若年層

を入れても1日58gです。アメリカ人はだいたい140g、またフレンチパラドックスのデータを見てもおわかりのように、ヨーロッパ人もだいたい1日に140gの脂肪を摂っています。

イギリスでは、例えばヒツジを1頭食用にと畜するとまず脂肪を分離して生のまま取っておいて、肉の部分は食べてしまう。次に脂肪に塩、コショウでパンに挟んで食べるそうですが、その脂肪の厚さとパンの厚さがだいたい同じだということです。それがイギリスの平均的な工場労働者のランチだそうです。このように欧米人は非常に脂肪が好きだと考えられ、それは日本人とはケタ違いで端的に摂取量に表れています。

日本人の場合、脂肪摂取に関してとくに少ないのはバター摂取量で、おそらく1日の摂取量が1g程度です。牛乳の摂取量は1日130gですから、乳製品から摂取する脂肪の量もさほど多くありません。オリーブ油もあまり馴染みがなく使っていません。日本人の場合、牛肉を食べることを通して、ある意味では特別に動物性の脂肪を摂るということであり、脂肪摂取が日常生活化していませんから平均摂取量は少なくなります。日本人は、おいしいものを食べに行くということが一流店で霜降りのステーキを食べることであることに象徴されるように、まだ動物性脂肪の摂取は少ないのが現状です。

日本人の現在の食肉摂取量は欧

米人に比べて非常に少なく、平均1日78gです。消費量でいいますとアメリカ人は1日約330g、ヨーロッパでは150~200gの間に分布していてほぼ日本人の倍以上の量ですから、そういう意味で欧米人がステーキ、牛肉に求めているものと、日本人が求めているものは違うのではないかと。日本人は欧米人ほど動物性脂肪に親しんでいないにもかかわらず、牛肉に対してだけは霜降り〈脂肪〉への思い入れがあるというのは、やはり我が国の現在の1つの食文化を表しているのだらうと思います。

**山口\*** すき焼きの延長上でステーキを考えているということなので、ご馳走ということからか、食べる量もそう多くはなく50~100g程度でいいと満足してしまうような人が多いようです。食べる量が少ない人は脂肪交雑が高くても健康的に問題はないと思います。

**島田** 現在の健康志向には、動物性脂肪を過剰に摂取するのはいけないという風潮がみられます。一方では、逆に牛肉の場合は霜降りへの嗜好度が高い、したがって健康志向と霜降りの嗜好との間を調整するような形でおいしい霜降りを少量食べるということがあり、それが一般的に牛肉を初めとする食肉の摂取量が少ないことに繋がると考えられるのではないのでしょうか。やはり肉そのもののおいしさというものを食文化の中で、多くの人に理解してもらうことが大事ではないかと思っています。

**板倉\*\*** 牛肉の脂肪に対する嗜好

のことで、1つは肉の中に脂肪がきれいに交雑している霜降りを好む人が、同じ牛肉の脂肪だからといって、肉の周りにたくさんついた脂肪を望んでいるかどうかという、少し違うのではないかと思います。

**山口** 全く違うと思います。

**板倉** 日本人は牛肉の脂を好むということではなく、肉の中に入っていることによる味と、その感覚を好むということが霜降りの嗜好において非常に大きな意味をもつのではないかと思っています。全体の食事のバランスから考えて、日本人は脂肪の摂取量が欧米と比べて圧倒的に少ないことから、牛肉に交雑した脂肪で摂取しているという現状は、ある意味では非常に健康的な状況といえるのではないかと思っています。

**藤巻** これは調理の話になると思うのですが、ステーキでは肉に交雑している脂がおいしいといって何の心配も懸念もなく焼いて賞味しますが、肉の外側についている脂は今のお話のように普通はそのままでは食べず、むしろ不要なもののように扱われています。しかし、ステーキを焼くときに初めから周りの脂を除いて焼いたらどうなるか、調理の先生はすでにおわかりのように、これではおいしいステーキにはなりません。少なくとも食べる前の調理においては周りの脂肪も絶対に必要であろうと思います。



山口 静子氏

\* 東京農業大学農学部栄養学科教授  
山口 静子

\*\* 茨城キリスト教大学生生活科学部食物・健康科学科教授  
東京大学先端科学技術センター客員研究員  
国立健康・栄養研究所名誉所員  
板倉 弘重





島田 淳子氏

## 牛肉のおいしさと食文化

吉田\* オーストラリアのブリスベン大学の農業経済学教授のロングアースは自著で日本人は非常に顎が弱い、だから固い肉が非常に苦手であると記してあります。オーストラリアの人々にとって柔らかい牛肉はものたりなくまずい、奥歯で噛むような固いステーキの方がおいしい。日本のステーキは前歯で噛めるが、奥歯で噛んでこそ本当においしいステーキの味を味わえると言っていました。それはオーストラリアの固い肉の食感を美味しいとする食文化に由来する感覚の違いだろうと思いました。

島田 固いとか、柔らかいとかという触感（テクスチャー）に対する好みは、各地の食文化の影響が大きく、味のような世界共通の尺度がないのが特徴です。日本人は、魚をずっと食べてきましたので、牛肉を賞味する際にも、スライスされ適度な脂肪が含まれた柔らかい肉のテクスチャーが、好みに合ったのだと思います。牛鍋やすき焼きのように、醤油が用いられることにより、さらに日本人の嗜好に合った肉食の食文化として発展したといえるのではないのでしょうか。

吉田 特にオーストラリアの牛肉は日本の霜降りと対極をなすような固いものであり、我々からしてみればオーストラリアの学者の負け惜しみとも受け取れます。

深澤\*\* 最近考えるのは、マーブリング・ミートは我が国だからこそ成しえた総合芸術作品ともいえるのではないかとことです。それは外国人にわからない日本人の美的感覚が1つ関与していると思います。日本人は赤身だけのものを見ると、血液そのものを思い浮かべてしまうという感覚があります。我々は、ことに色が濃い赤身を受け入れることが難しいので、それを打開する1つの方法として薄切りにしてすき焼きにしたり、しゃぶしゃぶにして賞味したという経緯があります。日本人は、そのような感覚からまだ抜け切れていないと思います。

一方外国人では、脂肪交雑を見た目で美しいと感じるようになると、霜降りの評価も高くなるのではないかと思います。一般的に値段よりも見た目がきれいな肉は旨いということがいえます。きれいな肉とはどういうものかという、目がつんでいる、きめが細かい、そして脂肪の入り方が非常にきれいということがあげられると思います。



\* 京都橘女子大学文化政策学部教授  
吉田 忠

\*\* 九州大学名誉教授  
深澤 利行

## 日本人の食文化と薬食い・牛肉食

藤巻 牛肉のおいしさに関連して、牛肉と食文化のお話がでましたが、それでは最後に吉田先生の「日本人の食文化と牛肉」に関するご討議をお願いしたいと思います。

### 宗教と鳥獣食用の禁忌・禁制

柴田 仏教そのものが四つ足の食用を禁じたということではなく、道教によって禁じられ、それが日本に伝わったという説がありますがその点についてはいかがですか。

吉田 京都に遷都が行われ、仏教は天皇家とより密接に結びついて国家鎮護の役割を果たすようになり、その時に神道が介在して新しい神仏習合の体系がつくられました。それまでの我が国における信仰は原始的な土着信仰で、例えば豊作祈願の対象として巨木や巨石を神として拝むということが行われていました。新興の仏教に対抗するような形で神道の体系をつくるときに、道教からいろいろ学び、鳥居の形などにも道教の影響が遺されています。

ただ問題は、神道が穢れという概念を形成したことにあると考えられます。具体的には血や死が穢れであります。神道が道教の影響のもとで、仏教に対立する教義を体系化したときにつくられた延喜式では、宮中に参内する公家たちがその途中で犬の死骸を見た場合

には直ちに帰って何日間か斎戒沐浴し出直せなどという詳細な指示が記されています。

この禁忌は戦前まで維持され、月経時の女性による神社参詣禁止は守られていた。さらにお産も穢れとされ別棟の産室が準備されるようなこともあったのです。そういう意味で神道の穢れの思想では、実際に仏教における生類を憐れむ概念より強く動物の殺生を忌み嫌う、鳥獣の食用に対する禁忌に関係あるということはよく指摘されています。

深澤 長野県の諏訪神社で鹿食箸と鹿食免という御札を出していますが、全国に諏訪大社があるのは、その御札をもらえばシカを食べてもよろしいということから、その箸と御札をもらうために諏訪神社が増えたという話があるのですが。

吉田 一般庶民がシカ肉を食べたくても穢れが恐ろしくて食べられない、それをまぬがれるためご都合主義的な方便を考えるということはわかります。「牛肉を食ふに穢れない箸」がそれと似ていますが、それを神社自身が発行するというのは興味深いことで、薬食いが病人の薬から食物として健康食品にスライドしてきて、広く一般の健常人も食べるようになったときには、そのようなことが非常に必要になります。病人が食べる段階では高価なものを裕福な階層が買っていたけれども、健康食品に



吉田 忠氏



上野川 修一氏

まで広がった段階ではその御札、おまじないが必要になってくると見ていいと思います。

## 薬食いの位置づけ

**上野川** 先生のお話で牛肉についてはよくわかったのですが、幕末から明治維新当時のほかの獣肉はどのような事情にあったのでしょうか。

**吉田** 平河町の山奥屋で売っていたのはイノシシ、シカなどの野獣が多く売られ、大坂にも同様な店があって、イノシシを枝肉のような状態で転がして売っている店などの様子が資料にも記されています。

**上野川** たとえばそのような鳥獣の肉がアンダーグラウンドで出回り、動物性たんぱく質など栄養の供給源になったという考え方はできませんか。

**吉田** 薬食いは基本的には病人食であり、例えば川柳には平河町山奥屋の前を鼻をつまんで通るとか、大名は籠を特別に上げて店先を見えないようにして通るとか、障子には牡丹と紅葉が描いてあるので、こういう障子を見ないように大急ぎで通るとかの作品が多く残されており、このようなことから薬食い専門の店自体が忌み嫌われていたことは確かです。結局は病人のための薬・栄養としての薬食いという認識であったようです。

**上野川** 野生のイノシシやシカも、やはり牛肉と同じような薬食

いであったけれど、生牛馬のように禁忌でないから一般の庶民も食べたということですね。しかしその捕獲量もそれほど多くないとすると、やはりこれらの獣肉も大名くらいしか食べられなかったということですね。

**吉田** 大名や豪商に病人が出たときの食用であったと思います。そのほか解禁されていたのはウサギと鳥です。徳川家康が最初に駿河でウサギが料理に出されたということから、それ以来ウサギの食用は公認された。ただし四つ足で食べるのは憚られることから、ウサギは立つときは2本足なので1羽、2羽と数える。要するにご都合主義でウサギは公然と賄いに乗ったようです。

## 近江商人と近江牛の普及

**上野川** 幕藩体制下であり全国を自由に行き来できなかったにもかかわらず、近江商人のみ全国での商業活動が可能であり、しかも富を成した大きな背景だという話が近江商人の博物館の資料に記してありましたが、近江牛の扱いにみられるような非常に大きな特権が得られたのも、近江商人だからという背景があるのでしょうか。

**吉田** 交通に制約が多かった時代にも、近江商人は近江八幡あたりの麻でつくった蚊帳を関東で売り、帰りに関東や東海で物産を仕入れて京阪神で売るといった商行為を行っていました。さらに関東の造り酒屋は滋賀県出身者が多いの

ですが、江戸中期から関東に土着して拠点をつくるのが多くなり、それが彼らの東西の往来を容易にしたと考えられます。そして、厚木あたりの薬屋さんで彦根牛肉という看板が出るところをみると、京都や大坂から持ってくる品物が優れた品とされた幕末では、牛肉の味噌漬けも同様で、下るもの、つまり下らないものではない貴重な商品として扱われていたと考えられます。

## 豚・馬と薬食い

**島田** 豚や馬も生牛と同様にと畜が禁止されていたにもかかわらず薬食いはなかったのですか。

**吉田** 滋賀県では生牛馬のと畜は例外として公認されたわけです。最初の頃は馬肉も食べられていたようですが、しかし彦根藩が進物用に彦根牛を生産するようになってくると、牛が中心になり馬肉の食用は後退していったようです。

**島田** 動物性たんぱく質の摂取を法律で禁止された庶民が薬食いと称して牛を食用したと考えると、豚や馬も同様に扱われて不思議ではないのに、薬食いに用いられなかった理由はなぜでしょうか。

**吉田** 豚については当時の我が国では珍奇な動物として飼われていたようで、数も基本的にそう多くはなく、明治初期までは豚はあまり飼育されてなかったとみていいと思います。

馬の薬食いですが、一般に被差別部落で死牛馬を引き取って皮革

を生産し、骨などは肥料に使いました。しかし例えば転倒して脚を骨折した馬なども結構多くいるわけで、干肉に加工されて食用として流通していたようです。この馬肉の干肉は「さいぼし」と呼ばれ、今日でいう健康食品として消費されました。

## 医薬品に準じて扱われていた牛の乾肉

**板倉** 先生のお話から、幕末当時から生活の知恵として食肉を摂取することは健康にいいということがわかっていたと感心いたしました。将軍とか豪商とか富裕な階層の人たちは病気になったり、あるいは健康を保つために肉を要求したとすると、これらの人々には当時のトップレベルの医師が付いていたと想像されますが、医師側が肉の食用についてどう考えていたか、何か記録がありましたら教えてください。

**吉田** 『牛肉二百五十年史』の第3章の22項「幕府の医官楽真院の牛肉要求」に、幕府の医官は牛肉などが結核をはじめとする病気に対してある程度抵抗力をつけるという効果を十分認めていたとする記述があります。医薬品といえば朝鮮人参などしかなかった時代に、牛の乾肉というのは朝鮮人参に準ずるような薬であると思えます。





眞鍋 常秋氏

## 牛肉の流通のはじまり

**眞鍋\*** 大阪の食肉の市場が津守にあった頃、卸屋さんはなぜか兵庫や淡路在住の人々が多いのですが、買参の方は彦根とか三重在住の人々が多かったと聞いたことがあります。関西は農耕に牛を使い、関東は馬が使われていたこともあり、牛肉は関西から広まったことは間違いないのですが、近江や滋賀の人々が流通手段を持っていて、そこからずっと東京をはじめとして全国に牛肉が流通していったのではないかという気がするのですが。

**吉田** 幕末では、関東は牛があまり飼育されていないので、横浜の外国人居留地から船を仕立てて神戸へ赴き、神戸の後背地である近江から大阪平野、播州平野あたりの牛を買い集めた家畜商から買って船上でと畜しました。牛の積み出し港が神戸だったので神戸牛として非常に有名になりましたが、神戸では牛など飼育されていませんから神戸牛とはあくまで出荷地ブランドであったわけです。近江牛はその後明治10年代に四日市の港から出荷されたこともあります。

ただし陸路での搬送もみられました。まだ函館五稜郭で旧幕府軍の抵抗が続いていた明治2年には東京のと畜場で牛が不足しているということで、蒲生郡苗村（竜王町）の家畜商が西部劇のロングドライブさながら、牛を追って2週

間以上をかけて横浜へ行き、異人と直接取り引きを始めたことが竜王町史に誇らしげに記されています。

最初は船、それから一時期ですが徒歩での移送、明治20年代に入ると東海道線の貨物列車という形で生牛が関東に搬送されたわけです。明治20年代に牛の伝染病が発生したことで生牛移動禁止の布令が出され、東京のと場へ牛が搬送されなくなった時、滋賀県の近江八幡の博労たちが枝肉で出荷しました。枝肉ではあっても意外といい牛ではないか、出荷地は近江八幡だということで、従来、様々なルートで搬送されてきた牛の中で一番品質に優れているものはやはり近江牛かということで、要するに差別化に成功したとされています。近江商人のマーケティング能力はさすがというべきでしょうか。

**藤巻** 活発なご討議、どうもありがとうございます。特に牛肉のおいしさとはどのような味なのか、またおいしさと脂肪との関係とはどうか、さらに日本人の牛肉に親しむ様の変化、薬食いから現在の霜降り嗜好にいたるまで非常に興味深いテーマにつきご討論をいただくことができました。さらに我々日本人特有の牛肉に対する好みについて味や、食文化から理解する必要があると思います。

\* 社団法人日本食肉協議会専務理事  
眞鍋 常秋

## 高齢者の栄養改善のための介入研究について

桜美林大学大学院教授  
東京都老人総合研究所名誉所員  
柴田 博



### ● Summary

栄養の低下にともなって進む老化を遅らせるため、高齢者の栄養を改善することを目的として栄養学や医学に基づいたいろいろな研究や対策が講じられます。

経済的・生活的に自立した高齢者で、自分で料理したり、あるいは自由に食事をすることが可能な高齢者にみられる栄養状態の低下は、その原因として例えば肉や脂を高齢になってから食べることは体に良くない、歳をとってからは粗食が良いなどという誤った栄養知識によることが多くみられます。このような場合は、食生活や栄養に関する教育・学習による栄養と健康に関する知識を啓発することが最も効果的です。一方、生活機能の自立していない高齢者の栄養障害の改善は、完全な給食がなされていることが多いのでそれをきちんと食べて食べ残しを減らすことが効果的であり、さらに消化剤の服用により消化機能を高めることも効果があります。

### ● Key words

介入研究 栄養改善 生活機能 特別養護老人ホーム 血清アルブミン HDL-コレステロール

### 1. 高齢者の栄養改善のための介入研究の方法

栄養の低下にともなって老化が進むのを防ぐために、栄養学や医学の立場からいろいろな研究や対策が講じられ、介入研究<sup>\*1)</sup>もその1つの方法です。高齢者の栄養改善を目的とした介入研究の方法

は、経済的にも生活的にも自立した食事でも自分で作ることができる人々に対するものと、日常生活機能<sup>\*2)</sup>に障害があり、食事を自分で作ることが出来ない、介護などを必要とする人々に対するもの

とは大きく異なります。

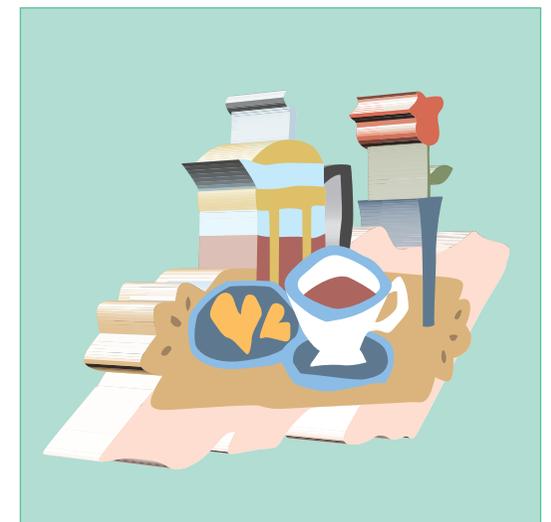
自立したグループに対する介入研究のポイントは栄養に対する知識の啓蒙です。これらの人々の栄養低下の原因は誤った栄養知識によることが多いので、正しい栄養

の知識を理解することにより栄養の改善が可能です。一方、特別養護老人ホーム<sup>\*3)</sup>のように自分で食事を作るのではなく、栄養学に基づいた食事が供給されている人々に対しては、食べ残しのないように食事の摂取の重要性を理解してもらうことや、実際の消化吸収能を改善するために消化剤を服用することなどを奨めるのが効果的です。

**\*1) 介入研究(intervention study)**；積極的に介入を入れて証明する実験的な研究のことです。たとえば食肉の摂取が老化を防止するという仮説があった場合に、身近な人に聞いたり、地域住民を調査してそれらの観察を通して関連を見いだすのが観察研究(observational study)です。それに対して、積極的に食肉を摂取させるグループとそうでないグループに分けて、前向きに追跡して老化(老化を示す様々な指標、たとえば血中のアルブミン濃度の変化やHDL-コレステロール濃度などの血液生化学的な指標、あるいは日常的な生活機能など)の推移を観察する研究が介入研究です。

**\*2) 日常的な生活機能**；主に日常生活動作(ADL:activity of daily life)のことで、1人の人間が独立して生活するために行う基本的なしかも各人ともに共通に毎日繰り返される一連の身体的動作(食事、排泄、更衣、整容、入浴、起居移動[寝返り、起き上がり、座位、立ち上がり、立位、歩行])のことをさします。さらに高次な機能である手段的日常生活動作(IADL)として、家事(炊事・洗濯・掃除など)、買物、金銭管理、趣味活動、公共交通機関の利用、車の運転等があり、これらが老化の指標として活用されています。

**\*3) 特別養護老人ホーム**；心身の障害が著しく、常時の介護を必要とする65歳以上の高齢者が対象の養護施設です。入所希望者は都道府県や市の福祉事務所に申請し、経費は各自の負担能力に応じて支払います。



## 2. 高齢者を対象とした健康と栄養に関する追跡調査の成績

われわれが実施した、小金井市在住の70歳の高齢者を対象とした健康に対する追跡研究の成績をみると、70歳の老人の血清総コレステロール値と10年間生存率の関係は、コレステロール濃度が最も低い人々(男~160mg/dL、女~194mg/dL)の10年後の生存率ももっとも低く、比較的高いコレステロール濃度の人々(男190~219mg/dL、女220~249mg/dL)が最も生存率が高いという結果でした。

老人が健康であるか否かもっとも信用のおける目安である血液中のアルブミン(血清アルブミン)\*1)というたんぱく質の濃度については、いちばん低い人々(男~4.1g/dL、女~4.2g/dL)の10年後の生存率ももっとも低く、濃度が高くなる順に生存率も高くなることが明らかでした(図1)。牛乳を飲む習慣も健康には重要なことで、牛乳を毎日飲む女性は最も生存率が高く、牛乳をときどき飲む、または

飲まない男性の生存率が最も低いという結果でした。

これらの調査の結果からは、85歳まで長命を得た人の食習慣はあまり変化がみられませんでした。が、体の機能は著しく変化し、70歳の高齢者の15年間の変化をみると、血清アルブミン濃度は著しい低下が認められ、血清コレステロール値、尿酸値、血色素も加齢に伴う低下が認められました。

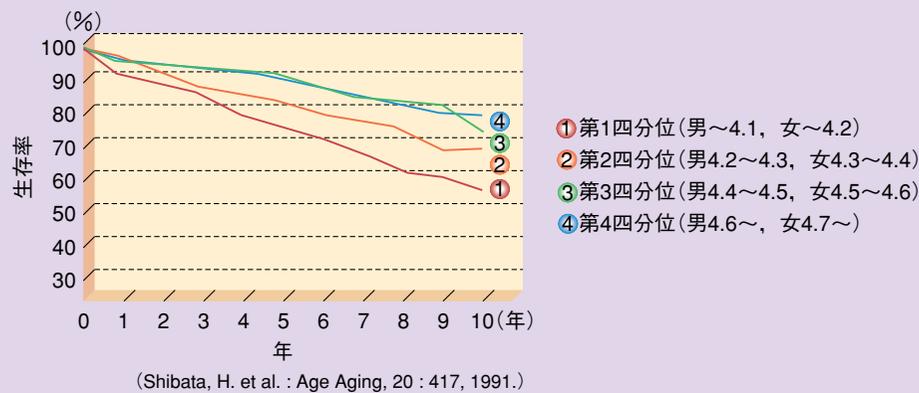


図1 小金井市70歳老人の血清総アルブミン値(g/dL)と10年間の四分位別生存率

\*1)血清アルブミン(serum albumin)；血漿に最も多量に含まれる成分である血漿たんぱく質中、60%を占める成分です。組織から血管内への水分や代謝産物の移動に大きく関与し、血清アルブミン濃度が減少すると浮腫が発生します。アルブミンは肝細胞で合成されること、体たんぱく質の消耗を補うために利用されること、腎疾患に際して尿中に漏出しやすいことなどから、低アルブミン血漿を招来する原因としては肝硬変、低栄養、ネフローゼなどがあげられます。血清アルブミン濃度は高いほど生存率が高いことから、生命の予知因子としても有用な代表的指標として用いられています。

また沖縄県の65~79歳を対象として、食物をかむ能力について「かめる」人々と「かめない」人々の2つのグループに分けて摂取する食品の構成について検討した結果、かむ能力(咀嚼力)が低下すると肉類などの基本的な栄養素を含

む食物を摂取する量の減少がみられ、さらにかむ能力とは関係ないと思われた油脂類、卵類、乳・乳製品や緑黄色野菜以外の野菜の摂取量も減少が認められました(図2)。栄養素の摂取についても、かめないグループでは、エネル

ギー、たんぱく質、脂質、カルシウム、鉄、ビタミンAの摂取量の低下が認められ、かめないことが低栄養の大きな原因になることがわかりました。

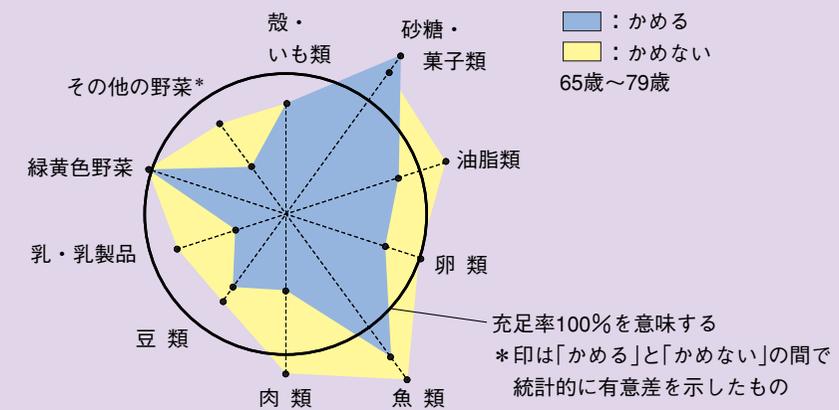


図2 咀嚼能力別の摂取食品の構成

## 3. 民間有料老人ホームにおける高齢者の栄養改善のための介入研究

われわれが行った民間の有料老人ホームの介入研究の対象者は自立した健康な人々で、各室に台所が設置されているので自分で調理することが可能ですが、ほとんどの居住者が夕食はホームのレストランで摂っていました。

レストランの調理内容について調査した結果、居住者に料理の選択の余地がなく、食肉の摂取は高齢者の健康には良くないということで、食肉の使用量が極めて少ないことが判明しました。

このようなグループは、われわれがかねてより「誤った栄養の観念をもつ」グループと指摘しているグループであり、居住者の血清アルブミン濃度の測定の結果、同じ年齢の都市部の地域住民より低値で栄養の低下状態が窺えました。そこで同ホームの居住者の栄養改善を行うために、医学、心理、体育、社会生活講座や高齢者の栄養と食生活に関する講義、食生活の自己評価のセミナーのほか、食生活グループ学習会、個人

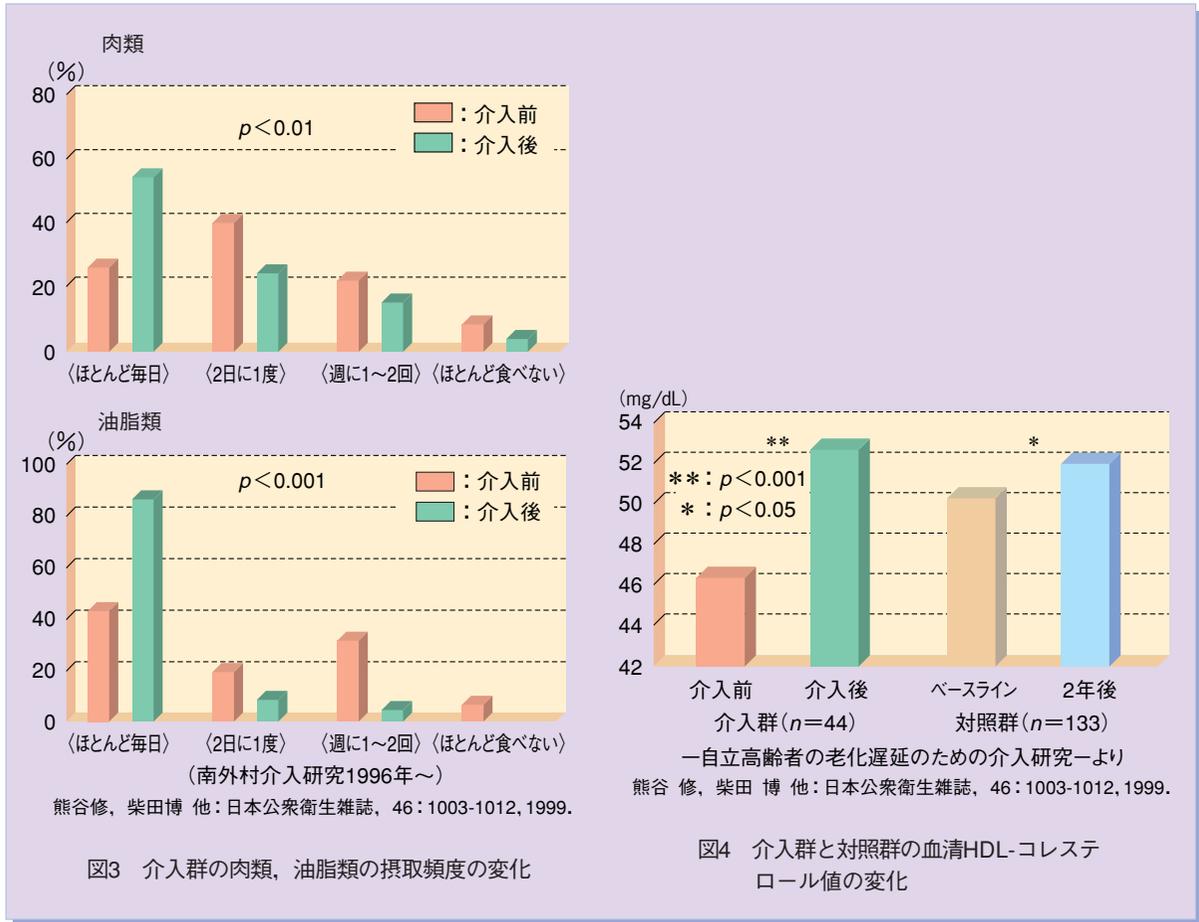
栄養相談、さらにレストランメニュー栄養管理として提供栄養量の適正化、メニューの工夫開発の促進を図る老化予防に対する総合戦略に基づいた様々な介入の方法をとり2年間の介入研究を実施しました。食事の1日の目安は各種栄養所要量を考慮し、1日に食肉50g、魚80g、卵1個、牛乳200mL、豆腐1/3個摂るよう指導しました。

介入前は食肉や油脂類の摂取を控えたほうが健康的という誤った

認識をもった人々が多かったことから、介入研究の実施によって、これらの摂取頻度は「ほとんど毎日食べる人」が著しく増加し、明らかな食生活の変化が認められました(図3)。体格指数<sup>\*1)</sup>(body

mass index; BMI, kg/m<sup>2</sup>)の増加や、運動・スポーツについても、「ほとんど毎日」運動する人の増加傾向が認められるという介入効果が得られました。また介入群では介入後のHDL-コ

レステロール<sup>\*2)</sup>値の有意な上昇が認められ、さらに介入研究の当初の目的である血清アルブミン濃度の明らかな上昇が得られました(図4)。



\*1) 体格指数 (BMI: body mass index) ; ヒトの肥満度を示す指数で、体格指数=体重(kg)÷{身長(m)}<sup>2</sup>によって得られます。日本肥満学会が2000年に設定した肥満症の診断基準では、BMIが低体重は18.5<、普通体重は18.5≤25、肥満(1度)は25≤~<30、肥満(2度)は30≤~<35、肥満(3度)は35≤~<40、肥満(4度)は40≤とされています。  
 \*2) HDL (high density lipoprotein) -コレステロール; 高密度リポたんぱく質のことです。コレステロールはリポたんぱく質という形で血中を移動しています。このリポたんぱく質のうちHDLコレステロールは体の各組織からコレステロールを肝臓に回収する働きをもっていることから、善玉コレステロールと呼ばれることが多いのですが、実はコレステロールに善玉も悪玉もありません。悪玉といわれるLDLコレステロールも生体にとってなくてはならないもので、生体が必要とするコレステロールを肝臓から各組織へ運搬する役割を果たしています。

#### 4. 秋田県N村における老化遅延をめざした介入研究

われわれは1991年から秋田県N村在住の高齢者を対象として、老化遅延をめざした4年間にわたる観察研究と、その後の5年間にわたる介入研究からなる介入プログラムを実施しました。観察期間では、肉類や油脂類を2日に1回以上食べる人の割合の減少がみられましたが、1996年から2000年の介入期間では上昇し介入効果が認められ(図5)、緑黄色野菜を2日に1回以上食べる人の割合については、

観察期間では横這いで減少は認められませんでした。介入により上昇に転じました。血清アルブミン濃度は観察期間の4年間では減少しましたが、介入によって有意な上昇が認められました(図6)。血色素については、男女ともに観察期間では有意な減少が認められましたが、介入によって男性では上昇の傾向が窺え、女性では上昇が認められました。

介入プログラムでは、われわれが開発した高齢者の高次生活機能、つまり日常の社会生活をおくるためのさまざまな能力の変化を調べるための指標である「老研式活動能力指標」を用いた検討でも、介入研究によって男女ともに幾つかの指標の得点の上昇が認められ、介入によって生活能力が向上したことが示唆されました。

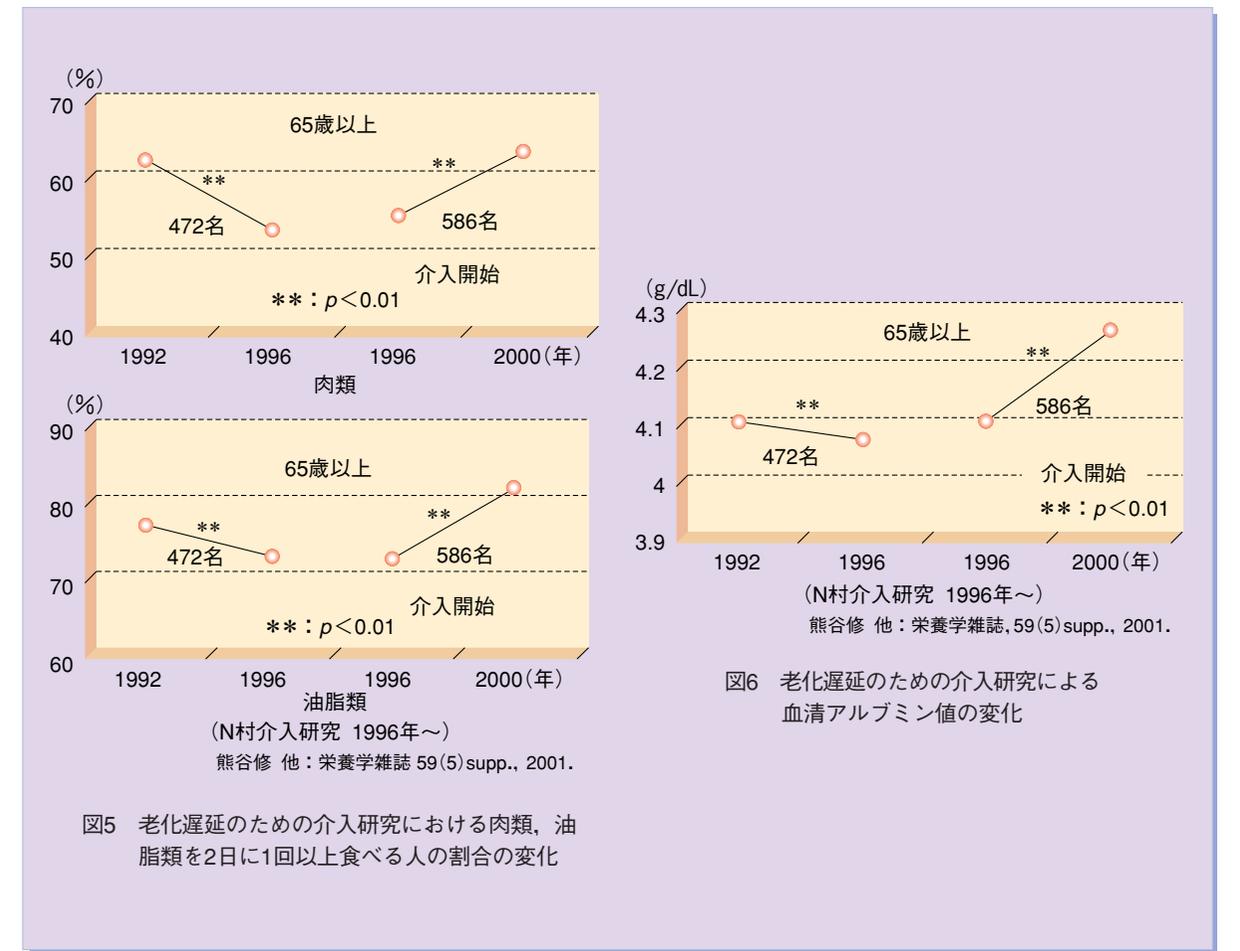


図5 老化遅延のための介入研究における肉類、油脂類を2日に1回以上食べる人の割合の変化

図6 老化遅延のための介入研究による血清アルブミン値の変化

## 5. 特別養護老人ホームに居住する高齢者の消化剤服用の効果

特別養護老人ホームでは、給食を残す居住者が多く、しかも高齢で消化機能が劣るため栄養状態の低下が懸念されます。われわれはこのような高齢者の栄養改善を目

的として、市販の消化剤の服用による研究デザインの介入プログラムを実施しました。

6カ月間の消化剤の服用によって血清アルブミンの濃度は約4g/

dLから4.2~4.3g/dLへと上昇が認められ、さらに消化剤を投与したグループではHDL-コレステロールの上昇が認められています。

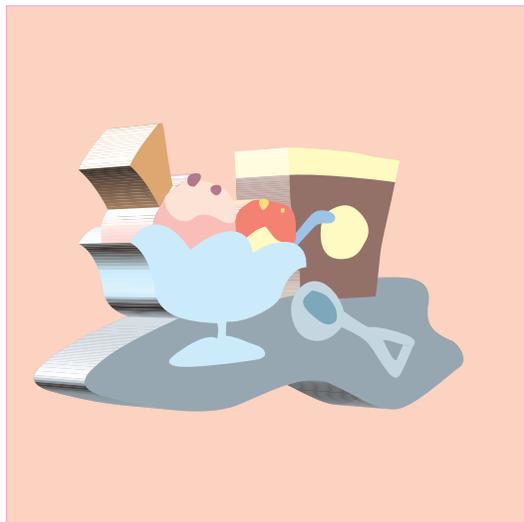
## おわりに

生活機能の自立した高齢者の栄養障害の改善は、食生活や栄養に関する教育・学習が最も効果的です。生活機能の自立していない高齢者の栄養障害の改善は、食べ残

しを減らすことが効果的であり、さらに消化剤を服用することは効果があります。

またかむ能力を改善することは、栄養状態の改善には必須であ

り、さらに病気がある場合はケースに応じた手だてが必要となります。



# 牛肉の抗酸化作用

茨城キリスト教大学生生活科学部食物・健康科学科教授／  
東京大学先端技術センター客員研究員／国立健康・栄養研究所名誉所員

板倉 弘重



## ● Summary

生体を取り巻く環境には活性酸素が非常に多く存在しており、動脈硬化性疾患や悪性腫瘍、脳神経疾患など、多くの疾患の発症や進展に活性酸素が関与していることがわかっています。生体には活性酸素の攻撃を防御するシステムが備わっていますが、そのなかでも最も重要なのは抗酸化物質の摂取です。抗酸化物質を含む食品としては、これまで野菜や果物ばかりが注目されてきましたが、実際には食肉にも多くの抗酸化物質が含まれています。食肉成分で抗酸化機能を有することが示されているのは、コエンザイムQ、カルノシン、タウリン、カルニチン、クレアチンなど多数に及びます。牛肉由来の抗酸化物質は活性酸素の障害から生体を防御する上で重要な役割を果たしていると思われる。

## ● Key words

活性酸素 動脈硬化 悪性腫瘍 脳神経疾患 防御システム 抗酸化物質 食肉成分 コエンザイムQ カルノシン タウリン カルニチン クレアチン

## 1. 活性酸素による障害と生体の防御システム

現在、活性酸素<sup>\*1)</sup>が多くの疾患の発症や進展に関与することが指摘されており、抗酸化作用を示す食品の健康に及ぼす影響が注目されています。抗酸化作用<sup>\*2)</sup>を示す食品としては赤ワインが有名ですが、食肉成分にも抗酸化作用を示すものが少なくありません。ここ

では、牛肉の抗酸化成分を紹介します。

生体を取り巻く環境には活性酸素が非常に多く存在しており、活性酸素による障害も多く認められています。活性酸素による障害で代表的なのは、糖尿病、高血圧、高脂血症、高ホモシステイン血症

などの動脈硬化性血管障害の危険因子であり、これらの病態の発症や進展に活性酸素が関与していることが明らかになっています。心筋梗塞、脳梗塞、大動脈瘤などの動脈硬化性疾患、悪性腫瘍、白内障や加齢黄斑変性症などの眼疾患、脳神経疾患(アルツハイマー

病、神経変性疾患)、消化器疾患、アレルギー疾患、呼吸器疾患、皮膚、腎臓、肝臓などの老化現象にも活性酸素が関与していることがわかっています。

生体を取り巻く環境には活性酸素の発生源が多く存在しますが(表1)、生体にはこれらの活性酸素の攻撃を防御するシステムが備わっています。最も重要なのは抗酸化物質の摂取で、抗酸化物質としてはビタミンE、C、カロテノイド、ポリフェノール、コエンザイムQ10(CoQ10)、カルノシン、グルタチオン、セレンウムなどが知られています。また、生体はアルブミンや尿酸などの抗酸化物質、

superoxide dismutase(SOD)、カタラーゼ、グルタチオンペルオキシダーゼなどの酸化物質を消去する酵素も生成しています。さらに、生体は、活性酸素によって障害し

た細胞を早く除去して望ましい細胞に置き換えるアポトーシス機構、活性酸素の発生に伴って生成された異常物質を体内から除去するシステムも有しています。

表1 活性酸素の発生源

- ・紫外線、放射線
- ・喫煙、排気ガス
- ・化学物質(ダイオキシン、PCB、殺虫剤他)
- ・ストレス
- ・虚血一再灌流
- ・炎症
- ・ミトコンドリア熱産生、エネルギー代謝

\*1)活性酸素(active oxygen)；不安定で化学反応を起しやすい酸素のことです。呼吸によって体内に入った酸素の約2%が活性酸素となり、体内での過酸化脂質の生成に関与したり、遺伝子に障害を与えたりして発がんの原因に関係し、さらに動脈硬化などの発症や老化促進などの要因としても働きます。これらの反応性の高い活性酸素を解毒・消去することが生命や健康の維持に不可欠で、生物は進化の過程で様々な抗酸化的に働く防御機構を獲得してきました。しかし、われわれ人間は健康な生活を志す以上、抗酸化作用を持つ成分を含む食品などを積極的に摂取に心がける必要があると考えます。

\*2)抗酸化作用(antioxidative activity)；酸化物質のもつ酸化活性を不活化する、あるいは除去することによって酸化物質の生体に対する様々な障害を防止する作用のことです。この抗酸化作用をもつ物質を抗酸化物質といい、天然の抗酸化物質としてはトコフェロール(ビタミンE)、ビタミンC、フラボノイド、ポリフェノール、アントシアニンなどがあります。近年、牛肉中にも多くの抗酸化物質の存在が報告されています。

\*3)ポリフェノール(polyphenol)；多価フェノールともいいます。芳香族炭化水素の2個以上の水素が水酸基OHで置換された有機化合物の総称です。ポリフェノールのうちフラボノイドは野菜や果物などに含まれ、抗酸化作用があるといわれ、ポリフェノールが活性酸素と結びつくことにより、動脈硬化が防げると考えられています。ポリフェノール類にはフラボノイドのほか、タンニン、カテキンなどが知られていますが、赤ワインには、緑茶の4倍程度のポリフェノールが含まれているといわれます。

\*4)アミノ酸(amino acid)；食物に含まれるたんぱく質は、体の中に摂り込まれていったんアミノ酸という物質に分解され、それから改めて体に必要なたんぱく質に合成し直されます。アミノ酸とは、同一分子内にカルボキシル基とアミノ基を有する化合物です。たんぱく質の構成成分であり、たんぱく質を加水分解することによって約20種類ほどのアミノ酸が得られます。これらのアミノ酸に対しては分子遺伝学的に対応する核酸の塩基配列があります。微生物や植物ではたんぱく質合成に必要なアミノ酸の全てを合成する系を持っていますが、動物では約半数を食餌によって摂取する必要があり、このようなアミノ酸を必須アミノ酸といいます。

## 2. 食肉成分と抗酸化機能

健康を守るためには、抗酸化物質を摂取し、体内に必要なたんぱく質や酵素群を生成し、生体の細胞機能、臓器機能を良好な状態に保つことが重要です。そのため、最近の食事指導ではポリフェノール<sup>\*3)</sup>、ビタミン類の摂取が推奨され、野菜や果物などを積極的に摂取するように指導されていますが、実際には食肉にも多くの抗酸化物質が含まれています。また、体内でアルブミンを生成したり、肝臓における解毒機能を維持するためには、食肉から十分なたんぱく質を摂取することが重要であり、抗酸化物質を消去する酵素の材料としてミネラル、アミノ酸<sup>\*4)</sup>等を食肉から摂取することも必要です。つまり、これまで抗酸化機能を有する食品という野菜、果物ばかり注目されてきましたが、

もっと食肉を見直すべきであると考えられるのです。

食肉成分で抗酸化機能を有することが示されているのは、アミノ酸、ペプチド<sup>\*5)</sup>、たんぱく質類です。この中にはタウリン、カルニチン、カルノシン、グルタチオン、ヒスチジン、ラクトフェリン、クレアチン、ラクトトリペ

チド、コラーゲンなどが含まれています。その他の抗酸化機能を有する食肉成分(非たんぱく質成分)としては、コエンザイムQ10、ビタミンE、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、カロテノイドなどの有機化合物やセレンウムなどのミネラル類が報告されています(表2)。

表2 抗酸化機能を有する食肉成分

- ・アミノ酸、ペプチド、たんぱく質(タウリン、カルニチン、カルノシン、グルタチオン、ヒスチジン、ラクトフェリン、クレアチン、ラクトトリペプチド、コラーゲン)
- ・その他の有機化合物(コエンザイムQ10、ビタミンE、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、カロテノイド)
- ・ミネラル(セレンウム)

\*5)ペプチド(peptide)；2個以上のアミノ酸分子がペプチド結合したものの総称です。 $\alpha$ -カルボキシル基と $\alpha$ -アミノ基が鎖状または環状に結合してできた化合物のことです(アミノ酸分子は、炭素原子にカルボキシル基とアミノ基がついている)。アミノ酸の結合個数により、ジペプチド、トリペプチド、テトラペプチド、オリゴペプチド(アミノ酸が2~10個結合したもの)、ポリペプチド(アミノ酸が10~50個結合したもの)などに分類されます。天然から分離され、構造の決定している生理活性ペプチドの数は1,000を超え、その活性は代謝調節(記憶、睡眠、血糖値、血圧、免疫)、抗菌・抗ウイルス、抗腫瘍、抗昆虫、毒、呈味、酵素活性阻害など広範囲に及びます。



### 3. コエンザイムQの抗酸化作用

コエンザイムQはミトコンドリア膜の呼吸電子伝達系でATP合成に貢献しているもので、ゴルジ膜、リソソーム膜、血漿中にも存在していますが、還元型のユビキノール(コエンザイムQ10)が強い抗酸化作用を示します。体内では95%近くがユビキノールとして存在しており、残りがユビキノンです。ミトコンドリア膜では、ミトコンドリアがエネルギーを産生する時に発生した活性酸素による障

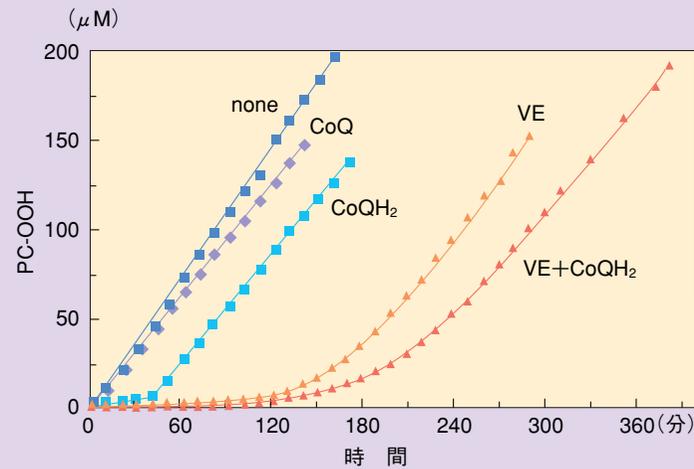
害を抑制し、細胞を保護していると考えられています。

コエンザイムQとビタミンEの抗酸化作用(活性酸素発生の抑制効果)を比較した成績をみると、コエンザイムQのままでは活性酸素が発生しますが、還元型になると活性酸素(PC-OOH)の発生が抑制されます。ビタミンEも活性酸素の発生を抑制しますが、ビタミンEとコエンザイムQ10が共存するとより強く活性酸素の発生を抑制し

ます(図1)。したがって、生体膜の中にビタミンEとコエンザイムQ10が共存している状態になっていることは、生体にとって大きな防御機構になっていると考えられます。

また、家族性の神経疾患である筋萎縮性側索硬化症<sup>\*1)</sup>の動物モデルを用いた実験では、コエンザイムQ10を投与すると寿命が有意に延長することが示されています。

**\*1)筋萎縮性側索硬化症(ALS: amyotrophic lateral sclerosis)**；中年以降に発症し、筋萎縮と線維束攣縮を主な症状とする原因不明の疾患で、男性に多発します。随意運動だけが進行性に出来なくなっていく疾患で、米国大リーグのルー・ゲーリックがこの病気になったために、ルー・ゲーリック病ともいわれます。筋萎縮とは、骨格筋を支配している脊髄前角細胞(下位運動ニューロン)に原因があって筋肉が萎縮してくること(神経原性筋萎縮)をさし、また側索硬化症とは、脊髄の側索(錐体路=上位運動ニューロンの神経繊維)が変性し、グリア細胞増殖による硬化を示します。つまり筋萎縮性側索硬化症は、症状の進行とともに全身の筋群が侵されて死の転帰をたどることが多い神経筋難病です。



大豆PCリボソームの酸化に対するユビキノール-10(CoQH<sub>2</sub>)およびα-トコフェロール(VE)の抗酸化効果と両者が共存したときの抗酸化剤の減少

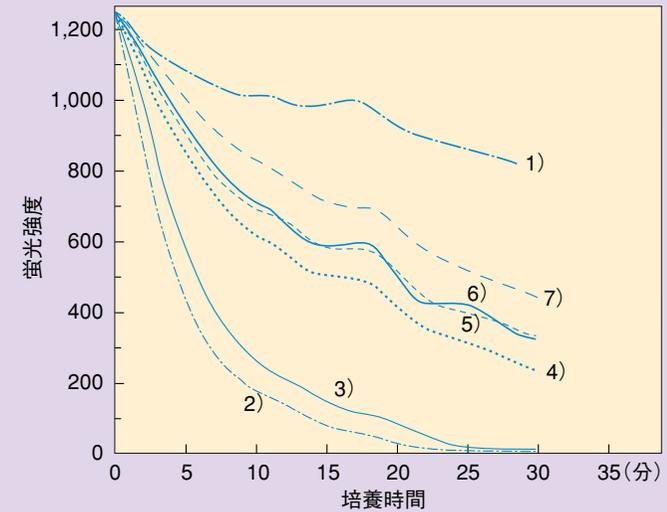
図1 大豆PCリボソームの酸化に対するユビキノール10(CoQH<sub>2</sub>)およびα-トコフェロールの抗酸化効果

### 4. カルノシン、タウリン、クレアチンの抗酸化作用

食肉中に認められるカルノシンも抗酸化作用を示すことが知られています。ラジカル開始剤である2,2-アゾビス(2-アミジノプロパン)二塩酸塩(AAPH)によって発生す

る活性酸素の抑制率を調べた実験では、β-アラニンが活性酸素の発生を抑制しませんでした。ヒスチジン、ホモカルノシン、カルノシン、ロイシル-ヒスチジンの順に

活性酸素の発生を抑制することが観察されており、カルノシン、ヒスチジンなどの食肉に含まれるたんぱく質成分が抗酸化作用を示すことが示唆されています(図2)。



- 1) β-フィコエリトリン
- 2) β-フィコエリトリン+AAPH
- 3) ヒスチジン+AAPH
- 4) ホモカルノシン+AAPH
- 5) カルノシン+AAPH
- 6) ロイシル-ヒスチジン+AAPH
- 7) すべてのたんぱく質, アミノ酸, ペプチド0.25mM

図2 カルノシン、ロイシル-ヒスチジン、ホモカルノシン、ヒスチジン、β-アラニンの活性酸素発生抑制作用



タウリンの抗酸化作用についても多くの研究成績があります。動脈硬化を起こしやすいWHHLウサギの低密度リポたんぱく(LDL)を用いた実験では、タウリンで処理するとLDLの酸化に対する抵抗力が強くなることが認められていま

す(図3)。ストレプトゾトシン誘発糖尿病ラットでの実験では、タウリン投与により大動脈の伸展度(拡張能)が改善しました。薬剤による肝障害の発生を肝酵素(ALT)値を指標として調べたラットの実験では、タウリン投与により肝障

害が抑制されることが観察されており、タウリンは化学物質による活性酸素の発生を抑制して肝保護効果を示すことが認められています。

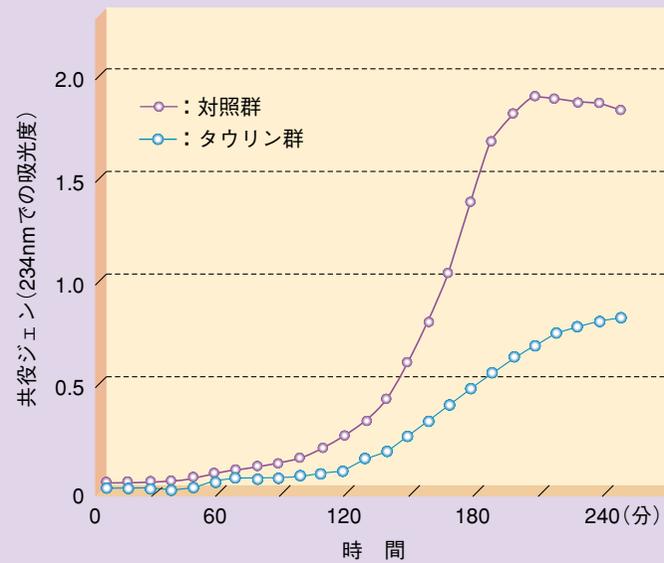


図3 タウリンのLDL酸化抑制作用

## おわりに

現在、抗酸化作用は植物性食品だけにあるかのようにいわれていますが、それは大きな間違いであり、コエンザイムQ10、カルノシン、タウリン、クレアチン、カル

ニチンなど、牛肉に含まれる様々な成分が抗酸化作用を示すことが明らかになっています。ヒトの筋肉あるいはエネルギーを産生するような場では、むしろこのような

牛肉成分由来の抗酸化物質が活性酸素の障害から生体を防御する上で非常に大きな役割を果たしているのではないかと考えられます。

# 牛肉中のカルニチンについて

伊藤ハム株式会社中央研究所ヘルスサイエンス事業部  
HBC グループ HBC 開発チーム

関口 健



## ● Summary

食肉、とくに牛肉に多く含まれるカルニチンは、生体における脂質代謝に不可欠な重要な物質で、体内で約25%は生合成されますが、残りの75%は食物によって摂取しなくてはなりません。カルニチンは、ラットの肝臓・血中中性脂質やウサギの血中VLDLコレステロールの低下効果、さらに運動との併用による腹腔内脂肪率減少など肥満の抑制効果が報告されています。われわれが行った、カルニチンを含有する牛肉抽出物や食肉製品による動物実験やヒトを対象とした臨床試験の結果からも、カルニチンの体重・体脂肪の減少効果や筋肉増加作用、抗疲労効果、運動機能の補強効果が示唆されました。

## ● Key words

カルニチン 脂質代謝 ミトコンドリア リジン メチオニン 牛肉抽出物  
VLDLコレステロール 体脂肪 筋肉 抗疲労 運動

## 1. 脂質代謝に不可欠なカルニチン

カルニチンは分子量162.21の小さな分子で、生物の脂質代謝に必要不可欠な物質として自然界に広く存在しています(図1)。脂質は栄養学的にエネルギー源として重

要な役割を果たしており、主に細胞内のミトコンドリア\*1)内において機能を発揮します。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内

膜を通過することができませんが、カルニチンと結合することによって初めてミトコンドリア内に取り込まれて代謝されます。

- ・アミノ酸に分類(厳密には異なる)
- ・ビタミンB<sub>7</sub>とも呼ばれる
- ・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)

カルニチンの構造

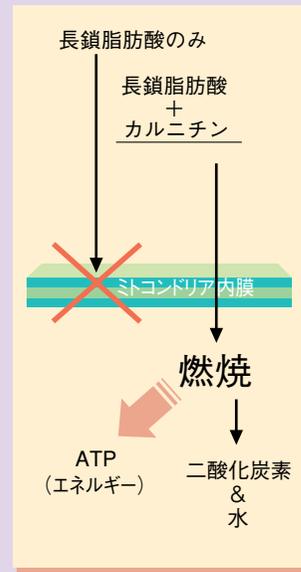
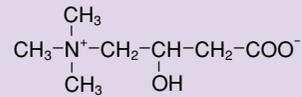


図1 カルニチンの化学構造式と特徴

\*1) ミトコンドリア(mitochondria)；真核細胞にみられる細胞の小器官で、物質の酸化によるエネルギーを用いてATPを合成する「酸化的リン酸化」の主要な役割を担っています。通常は1細胞当たり100~2000個程度含まれ、その大きさは1~2μmで、ミトコンドリア外膜が内膜を包んだ形で存在しています。ミトコンドリア内膜には、電子伝達系のエネルギーを利用した特殊な輸送系がみられます。

\*2) 必須アミノ酸(essential amino acid)；アミノ酸のうち、動物ではその必要量を自ら生成することができないために、食餌から摂取しなくてはならないアミノ酸があり、これを必須アミノ酸といいます。ヒトの場合ではバリン、イソロイシン、ロイシン、スレオニン、リジン、メチオニン、フェニルアラニン、トリプトファン、ヒスチジンの9種類です。



## 2. カルニチンの供給源

ヒトの体内におけるカルニチンの供給源としては、体内での生合成と食事による摂取の、2つの主要な経路が知られていますが、約75%程度が食事から直接摂取され、残り25%程度が生合成によって供給されると考えられています。カルニチンは体内に約100mM(約16gに相当)含有され、約95%が筋肉中に、約1.5%がカルニチンを合成する肝臓、腎臓にそれぞれ存在するといわれています。体内では2つのアミノ酸(リジン、メチオニン)を前駆物質として、主に

肝臓と腎臓で5つの酵素反応によって生合成されます。

一方、食事による供給は、主に食肉類の摂取によってなされます。米国人はカルニチンを食事から1日に平均100~300mg摂取していると推測され、牛肉に換算すると1日200g前後の摂取量となります。日本人のカルニチン摂取量は米国人と比較して低値なので、食肉からのカルニチン摂取量の増加が推奨されます。

各種食品中のカルニチンの含量<sup>1)</sup>は、牛肉が約130mg/100gと圧倒

的に多く、豚肉が約70mg/100g、鶏肉が約30mg/100gと食肉に多く含まれ、次いで魚介類にも含まれていますが、野菜にはほとんど含まれていません(図2)。カルニチンの生合成の原料であるリジン、メチオニンは必須アミノ酸<sup>\*2)</sup>であり、所定量を食事から摂取しなくてはならないが、いずれも食肉に多く含まれることから、カルニチンの供給を考えた場合、牛肉は特に摂取の必要性が高い重要な食品であることが指摘できます。

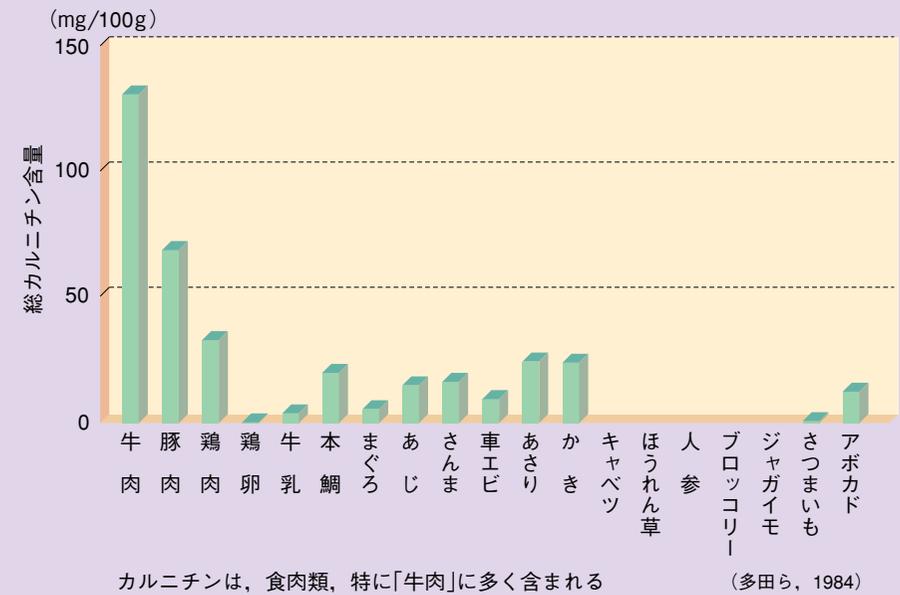


図2 各種食品中のカルニチン含量

### 3. カルニチンの生体への影響

カルニチン投与による生体への影響については、様々な効果が報告されています。特に脂質代謝関連の研究についてみると、志村ら<sup>2)</sup>は高脂肪食を与えたラットの肝臓・血中中性脂質に及ぼすカルニチンの効果について、対照区と比較してカルニチン投与区における有意な低下を報告しています。またSeccombeら<sup>3)</sup>は高コレステロール食で飼育したウサギの血中コレステロールに及ぼすカルニチンの効果について、対照区と比較して

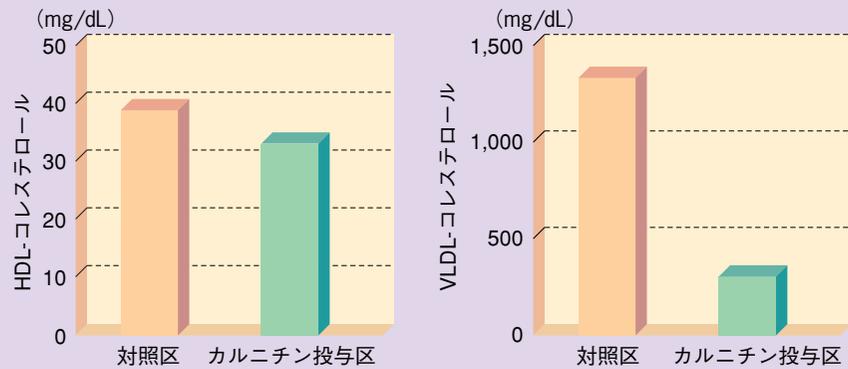
カルニチン投与区におけるVLDL-コレステロールの有意な低下を報告しています(図3)。

カルニチンの肥満に対する効果について、1997年に辻原ら<sup>4)</sup>は運動との併用効果について検討し、対照区と比較してカルニチン投与区における腹腔内脂肪率の有意な減少を報告しています。これをヒトに応用した場合はいわゆるダイエット効果、体脂肪<sup>\*1)</sup>の減少効果が得られると考えられます。実際に欧米では多くのダイエットサブ

リメントにカルニチンを配合しており、カルニチンの脂肪減少効果の認知度は高いといえましょう。

カルニチンは脂質代謝を亢進し、エネルギー変換を促進する物質なので、エネルギーを多量に必要とする状態では体内組織中のカルニチンは不足状態になります。したがって、カルニチンもビタミンと同様に毎日摂取する必要があります。

**\*1) 体脂肪 (body fat)** ; 体内に存在する脂肪はその役割によって循環脂質、構造脂質、貯蔵脂質に分類されますが、貯蔵脂質は主に中性脂肪からなり、体脂肪ともいいます。過剰に摂取された栄養素が中性脂肪の形で脂肪細胞に貯蔵されたものは、皮下や腸間膜、筋肉内にも多くみられますが、内臓器官にも蓄えられます。飢餓時にはこれが動員されてエネルギー源として使われますが、これが過度に蓄積されると肥満になります。



L-カルニチンは、善玉コレステロール(HDL-コレステロール)は下げないが、悪玉コレステロール(VLDL-コレステロール)を低下させる

(Seccombe, et al., 1987)

図3 ウサギ血中コレステロールに及ぼすL-カルニチンの効果

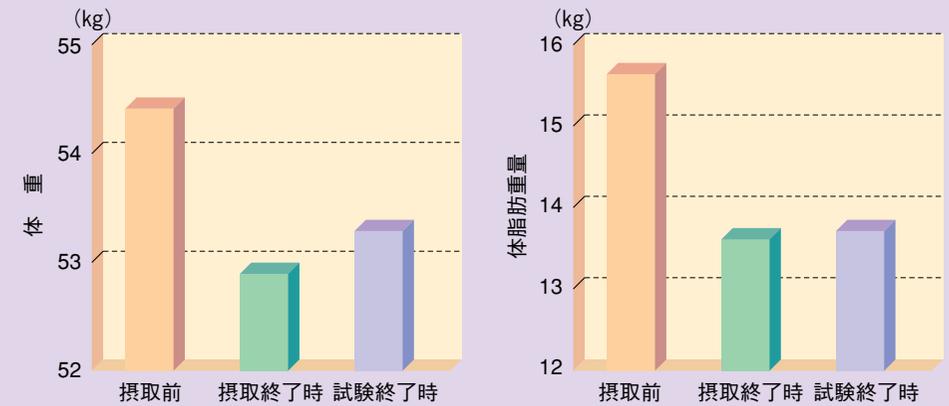
### 4. カルニチンの動物および臨床試験の成績

われわれが行ったカルニチンを含む牛肉抽出物摂取による臨床試験で、特に体重、体脂肪の変化を検討した結果についてみると、被験者に対して朝晩2回、牛肉抽出物(カルニチン含量は約5%)入りのカプセルを服用する方法を用いて8週間摂取した結果、牛肉抽出物摂取前と比較して摂取後は体重1.5kg、体脂肪2kgとそれぞれ有意な減少が認められました(図4)。体脂肪のより大きな減少

が認められたことから、除脂肪体重は0.5kg増加しており、この筋肉の増加によって基礎代謝エネルギーの増加が推測され、カルニチン摂取は非常に好ましいダイエットになると考えられます。

次に牛肉抽出物の筋肉への影響の解明を目的とした、牛肉抽出物摂取によるラット筋肉量の変化について検討した結果についてみると、7週齢のWistar系雄性ラット24匹を運動群と非運動群に分け、さ

らにそれぞれ牛肉抽出物摂取区(牛肉抽出物の配合率は6%)、対照区の計4群に分けて検討を行った結果、試験期間4週間で体重増加率は非運動群(対照区155.8±9.0%)、牛肉抽出物摂取区153.4±12.7%)に比較して運動群において対照区141.9±6.2%、牛肉抽出物摂取区143.1±5.0%と低下の傾向が認められました。



牛肉抽出物摂取により、体重減少に伴い体脂肪も減少する

	体重	体脂肪	除脂肪体重
摂取期間	-1.5kg/8週 (-0.19kg/週)	-2.0kg/8週 (-0.25kg/週)	0.5kg/8週 (0.06kg/週)
非摂取期間	0.4kg/2週 (0.20kg/週)	0.1kg/2週 (0.05kg/週)	0.3kg/2週 (0.15kg/週)

牛肉抽出物摂取により、体脂肪が減少し、筋肉の増加が示唆される (伊藤ハム, 1999.)

図4 牛肉抽出物摂取による体重・体脂肪の変化

肝臓脂肪重量は運動群は非運動群と比較してともに有意な減少が認められ、腹腔内脂肪重量も同様な傾向が認められました。腹腔内脂肪重量を正しく認識するために、腹腔内脂肪率(腹腔内脂肪重量/体重)に換算した結果も同様に運動群に有意な減少が認められて

います(表1)。長肢伸筋(白色筋<sup>\*1)</sup>)は解糖系<sup>\*2)</sup>のエネルギー代謝を行い、主に瞬発運動系の筋肉であり、ヒラメ筋(赤色筋<sup>\*3)</sup>)は脂質代謝等の有酸素運動系のエネルギー代謝を行う持久運動系の筋肉ですが、これらの筋肉の体重100gに対する重量の変

化についてみると、いずれの筋肉ともに非運動群と比較して運動群では有意な重量の増加が認められました。さらに非運動群では対象区と比較して牛肉抽出物摂取により赤色筋、白色筋ともに有意な増加が認められました(表2)。

**\*1)白色筋(white muscle)**；白筋ともいいます。脊椎動物骨格筋で比較的白い色をした筋肉のことをさし、赤色筋と対比されます。ミオグロビンの含有量が少なく、ミトコンドリアの大きさや数も赤色筋と比較して少ないのが特徴です。収縮速度が速く速筋とも呼ばれ、収縮器官の筋原線維が発達しています。収縮速度が速いために運動が敏速ですが、疲労しやすいといわれます。骨格筋の大部分は白色筋ですが、これに対して赤色筋は持続的な緩徐な運動を行い、心筋や横隔膜などに多くみられます。

表1 牛肉抽出物摂取による肝臓脂肪および腹腔内脂肪重量の変化

	肝臓脂肪(g)	腹腔内脂肪重量(g)	腹腔内脂肪率(%)
非運動群 対照区	8.84±1.89	11.55±4.08	2.75±0.69
牛肉抽出物摂取区	5.87±1.82	7.01±2.09	1.75±0.34
運動群 対照区	5.53±1.90	5.63±0.93	1.47±0.21
牛肉抽出物摂取区	3.53±1.54	4.57±1.68	1.23±0.35

肝臓脂肪、腹腔内脂肪共に運動群だけでなく、非運動群においても、牛肉抽出物摂取より有意に低下した (九州大学・伊藤ハム, 2001)

表2 牛肉抽出物摂取による脚部の各筋肉重量の変化  
mg/体重100g

	長肢伸筋(白色筋)	ヒラメ筋(赤色筋)
非運動群 対照区	44.21±2.95	40.04±3.60
牛肉抽出物摂取区	48.25±3.74	49.44±5.33
運動群 対照区	50.48±1.69	53.33±3.60
牛肉抽出物摂取区	52.61±3.57	50.24±2.08

非運動群において、牛肉抽出物摂取により赤色筋、白色筋共に増加する (九州大学・伊藤ハム, 2001)

脚部筋肉重量の検討の結果、牛肉抽出物摂取により特に赤色筋の有意な増加が認められたが、カルニチンは脂質代謝、有酸素系のエネルギー代謝に関与することが明らかかなことから、牛肉抽出物摂取による何らかの作用が介在すると

推測されました。再現性に関して検討した結果では白色筋も赤色筋同様有意に増加が認められ、牛肉抽出物摂取により運動なしでも赤色筋、白色筋にかかわらず筋肉の増加効果があると考えられました。これらの検討

結果から、カルニチンを含む牛肉抽出物はスポーツやダイエット関連のみならず、たとえば運動機能の低下した高齢者や手術後症例のリハビリテーションに応用が可能と考えられます。

**\*2)解糖系(glycolytic pathway)**；解糖(糖の分解)の代謝経路のことで、酸素を必要としないので嫌氣的解糖ともいいます。グルコースが嫌氣的に分解してピルビン酸、ATP、NADH各2分子を生成する経路で、主として細胞質で進行します。解糖系はほとんどの生物に存在する代謝経路で、解糖系代謝の第1の目的は、グルコースの分解によるATPの産生、第2の目的は核種の生合成反応への炭素骨格の供給。いわば根幹的なエネルギーを獲得する系といえます。

**\*3)赤色筋(red muscle)**；赤筋ともいいます。筋肉内でミオグロビン、ミトコンドリアの含有量が多く赤色を示す筋肉です。白色筋が速やかな運動を行うのに対し、赤色筋は持続的なゆっくりとした運動を行い、赤色筋は白色筋よりも疲労しにくいという特徴をもっています。その代表的な例は心筋、横隔膜、呼吸筋や体位の維持に関する筋肉などがあります。生化学的には白色筋が酸素供給を必要としない解糖系からエネルギーを主に得るのに対して、赤色筋は酸化的リン酸化反応を主要なエネルギー供給系としています。

## 5. 運動機能を補強する食肉製品

われわれはカルニチン等の有効成分を添加したウインナーを試作し、ヒトを用いたモニター試験によって運動機能への影響や抗疲労効果等について検討しました。被験食品のウインナーに配合し

た成分の有効成分分析値を表3に示します。被験者をA、Bの2群に分け、A群は1回目の試験では被験食品を、2回目の試験では対照品を摂取し、B群はその逆としました。被験食品を摂取後に各運動能

力を測定し、その後、約40分間の持久走による運動負荷を行った後に各種運動能力の変化について検討しました。

運動負荷によりタイムトライアルに要する時間は増加しますが、被験区は対照区に比較して有意に少なく、運動負荷前後の片足立ち、反復横跳びともに被験区において運動負荷による身体機能の低下が少ない傾向が認められ、牛肉抽出物摂取による効果が示唆されました(図5)。また筋力テストの変化について検討した結果からも、今回開発した被験食品はカルニチン、クレアチン、オクタコサノールが有効量以下の配合にもかかわらず、抗疲労効果や運動機能向上効果等を示すことが示唆されています。

表3 被験食品のウインナーに配合した有効成分分析値

	有効量(/日)	被験食品(/1袋)	対照品(/1袋)
カルニチン	0.5~3g	235mg	28mg
クレアチン	3g	1.9g	0.2g
オクタコサノール	0.2~4mg	検出限界以下	検出限界以下

ウインナータイプの被験食品で、135g/1袋で調整した (九州大学・伊藤ハム, 2001)

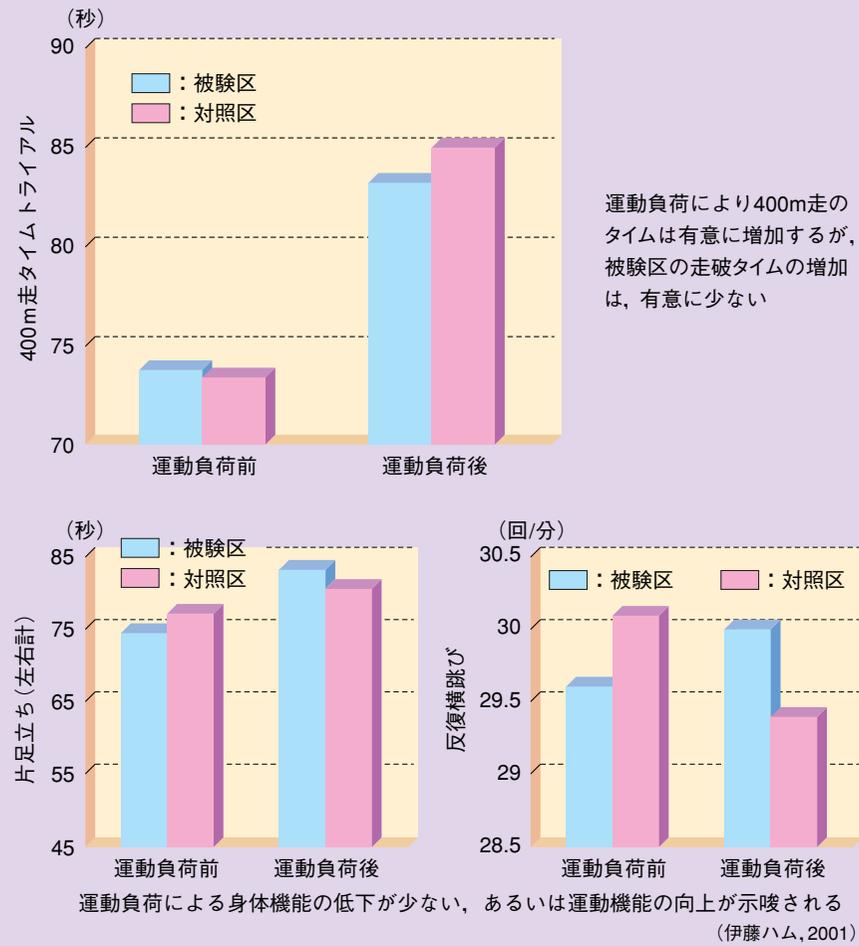


図5 カルニチン等の有効成分を添加したウインナー摂取による各種身体能力の変化

## おわりに

牛肉はカルニチンの供給源として非常に優れた食品です。カルニチンを多く含む牛肉抽出物による

食品の摂取により、脂質代謝関連を中心に筋肉増加作用、抗疲労効果、運動機能の補強効果などのカ

ルニチンのさまざまな効果が期待されます。

## 文献

- 1) 多田真咲子, 杉山理, 小澤高将: 食品中カルニチン含量の酵素法による検討, 日本栄養・食糧学会誌, 37 (1): 13-17, 1984.
- 2) Shimura, S., Hasegawa, T. :

- Changes of concentrations in liver and serum by administration of carnitine added diets in rats. *J. Vet. Med. Sci.*, 55 (5): 845-847. 1993.
- 3) Seccombe, W. D., Jams, L., Hahn, P. and Jones, E. : L-carnitine treatment in the hyperlipidemic.

- Metabolism*. 36 (12): 1192-1196. 1987.
- 4) 辻原明子, 谷由美子: 高脂肪食飼育ラットの脂質代謝におよぼすカルニチンおよび運動負荷の影響. 日本家族学会誌, 48 (1): 5-9, 1997.

# 牛肉中のビタミン、 ミネラルとその機能

茨城キリスト教大学生生活科学部食物・健康科学科主任・教授／  
お茶の水女子大学名誉教授

五十嵐 脩



## ● Summary

2001年の五訂日本食品成分表では、ビタミン、ミネラルがかなり幅広く収録されており、それぞれの所要量と許容上限摂取量が表示されています。和牛肉のビタミン含量は、内臓肉を除くと全般的にあまり高くありませんが、良質のたんぱく質を含んでいるため、高含量であることが特徴です。和牛肉のミネラル含量はカリウム(K)、マグネシウム(Mg)、リン(P)が比較的多く含まれており、鉄(Fe)や亜鉛(Zn)も高含量でよい供給源になっています。一方、内臓肉はビタミン、ミネラルが豊富であることが知られており、特に肝臓、腎臓はビタミンのよい供給源になっています。最近、ビタミンの各種疾病の予防・改善効果が注目されていますが、牛肉は一部のビタミンやミネラルのよい供給源となっており、ビタミン、ミネラルの不足を牛肉を食べることによって補うことが十分に可能であると考えられます。

## ● Key words

五訂日本食品成分表 ビタミン ミネラル 和牛肉 ビタミンB<sub>6</sub> ナイアシン  
ビタミンB<sub>12</sub> パントテン酸 カリウム マグネシウム リン 鉄 亜鉛 内臓肉  
顕在性ビタミン欠乏症 潜在性ビタミン欠乏症

## 1. 五訂日本食品成分表におけるビタミン、ミネラルの所要量、許容上限摂取量

2001年の五訂日本食品成分表<sup>\*1)</sup>では、ビタミン、ミネラルがかなり幅広く収録されています。表1、2に脂溶性ビタミン<sup>\*2)</sup>、水溶性ビタミン<sup>\*3)</sup>の所要量と許容上限摂取量(成人男子)を示しました。許容上限摂取量は国によってその根拠が異なっているため、若干の差が認められています。例えば、ビタミンEの許容上限摂取量は日本では600mgですが、アメリカでは1gです。また、アメリカではビタミンKの許容上限摂取量は決まっていませんが、日本では30mgという数値が示されています。

表1 脂溶性ビタミンの所要量と許容上限摂取量(成人男子)

	ビタミンA	ビタミンD	ビタミンE	ビタミンK
所要量	600 $\mu$ g(2,000 IU)	2.5 $\mu$ g(100 IU)	10mg	65 $\mu$ g
許容上限摂取量	1,500 $\mu$ g=5,000 IU	50 $\mu$ g=2,000 IU	600mg	30mg

表2 水溶性ビタミンの所要量と許容上限摂取量(成人男子)

	ビタミンB <sub>1</sub>	ビタミンB <sub>2</sub>	ナイアシン	葉酸
所要量	1.1mg	1.2mg	16.17mg	0.2mg
許容上限摂取量	決められていない	決められていない	30mg	1mg

	ビタミンB <sub>6</sub>	ビタミンB <sub>12</sub>	ビオチン	パントテン酸
所要量	1.6mg	2.4 $\mu$ g	30 $\mu$ g	5mg
許容上限摂取量	100mg	決められていない	決められていない	決められていない

\*1) 日本食品成分表；日本食品成分表は昭和25年に最初に発行され、その後4回改訂されました。最も新しいものは2000年(平成12年)11月に発表されたもので「五訂食品成分表」と呼ばれ、穀類、イモ及びでん粉類、砂糖及び甘味類、豆類、種実類、野菜類、果実類、きのこ類、藻類、魚介類、肉類、卵類、乳類、油脂類、菓子類、嗜好飲料類、調味及び香辛類、調理加工食品類など1882食品の成分が記載されています。科学技術庁が発表した食品成分表をもとに女子栄養大学出版部をはじめ幾つかの出版社が出版しています。

\*2) 脂溶性ビタミン(fat-soluble vitamin)；油脂に溶解するビタミンの総称で、ビタミンA、D、E、Kなどのほか、脂肪に含まれる必須脂肪酸(リノール酸、 $\alpha$ -リノレン酸、 $\gamma$ -リノレン酸、アラキドン酸などの多価不飽和脂肪酸)をとくにビタミンFとよび、このビタミンFもこれに含まれます。

\*3) 水溶性ビタミン(water-soluble vitamin)；水に溶けるビタミンの総称で、ビタミンB群(ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ニコチンアミド、葉酸、パントテン酸、ビタミンB<sub>6</sub>、ビタミンB<sub>12</sub>、ビオチン)とCとに別れます。ビタミンB群は胚芽、酵母、レバーに多く含まれ、ビタミンCは果物、野菜、芋類、緑茶などに多く含まれます。野菜などをゆでるとき、長く煮すぎると水溶性ビタミンが流失して調理損失を来すので注意が必要です。そのほか、抗消化性潰瘍因子として新鮮なキャベツより単離されたビタミンUも含まれます。

牛肉にはナイアシンの原料になるトリプトファン\*1)が豊富に含まれていますが、ナイアシンの所要量は男性16.17mg、女性17mgで、許容上限摂取量は30mgです。葉酸の所要量は0.2mgであり、許容上限摂取量は1mgとなっています。

ビタミンB<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、ビオチン、パントテン酸についても所要量が決められていますが、許容上限摂取量はビタミンB<sub>6</sub>が100mgとされている以外は決められていません。このうち、ビタミンB<sub>12</sub>については

欠乏すると悪性貧血が起こりますが、その治療には肝臓を調理して食べることによるビタミンB<sub>12</sub>の補給が有効であることが知られています。また、胃切除後にはビタミンB<sub>12</sub>の吸収が悪くなることから、治療目的でビタミンB<sub>12</sub>を投与することが行われています。

五訂日本食品成分表ではミネラルについても幅広く収録され、所要量、許容上限摂取量が示されています(表3)。カルシウム(Ca)の所要量は600mg、許容上限摂取量

は2.5gですが、諸外国に比べるとかなり低く、所要量を1g程度に置いている国もあります。鉄の所要量は10mgですが、閉経前女性や思春期の一部の年代では12mgとされ、許容上限摂取量は40mgとなりました。Feの摂取は吸収率の低い無機鉄ではなく、吸収率の高い有機鉄が望まれます。無機鉄の吸収率は約10%程度ですが、食肉に含まれるヘム鉄の吸収率は約30%と高く、食肉は鉄の供給源としてきわめて有用です。

\*1) トリプトファン(tryptophan)；必須アミノ酸の1つで、種々のたんぱく質に含まれていますがその含有量は少ないことが知られています。キヌレン酸、キヌレニンなどの生体色素、セロトニン、メラトニンなどのホルモンなどの前駆体として利用されます。現在、脳内のセロトニンが減少すると抑うつ状態やうつ病の原因となることが注目されています。とくにセロトニンの先駆体であるトリプトファンが必須アミノ酸であることから、トリプトファンを多く含む食肉などを食べることによってこれを摂取することが重要といわれています。

表3 ミネラルの所要量と許容上限摂取量(成人男子)

	カルシウム	鉄	リン	マグネシウム
所要量	600mg	10(12)mg	700mg	280ないし320mg
許容上限摂取量	2.5g	40mg	4g	650ないし700mg

	カリウム	銅	ヨウ素	マンガン
所要量	2g	1.8mg	150 $\mu$ g	4mg
許容上限摂取量	決められていない	9mg	3mg	10mg

	セレン	亜鉛	クロム	モリブデン
所要量	55, 60 $\mu$ g	11, 12mg	35 $\mu$ g	30 $\mu$ g
許容上限摂取量	250 $\mu$ g	30mg	250 $\mu$ g	250 $\mu$ g

## 2. 和牛肉のビタミン、ミネラル含量

和牛肉のビタミン含量は、内臓肉を除くと全般的にあまり高くありません。ただし、良質のたんぱく質を多量に含んでいるため、ビタミンB<sub>6</sub>とナイアシンを多く含み、ビタミンB<sub>12</sub>含量も多いのが特徴です。パントテン酸が高含量であることも注目されます。

表4に和牛ヒレとサーロインのビタミン含量(100g当たり、以下同)を示しました。脂溶性ビタミンはあまり多くは含まれていませんが、ビタミンB<sub>1</sub>はぬかや玄米などの特殊な食品にしか含まれておらず、ビタミンB<sub>2</sub>も一部の乳製品にしか含まれていないことを考慮

すると、たとえ少量とはいえ1日の所要量の数分の1を供給できる食肉(ヒレ)の意義は少なくないと思われま

す。ナイアシンはヒレ、サーロインともに約5mg含まれています。ナイアシンはトリプトファンが体内で代謝分解される時に産生されますが、良質のたんぱく質を含んでいるものはすべてナイアシン含量が多いことが知られています。

ビタミンB<sub>6</sub>は約0.4mg含有していますが、たんぱく質を構成するアミノ酸の代謝に必要なためと考えられています。同様にビタミンB<sub>12</sub>、葉酸、パントテン酸もかなり

多く含まれています。

表5は和牛肉のミネラル含量です。ナトリウムはそれほど多くはないですが、カリウムは細胞内に存在するため、ヒレ、サーロインともに高含量です。カルシウムは細胞内には非常に少ないため、ヒレ、サーロインでは低含量ですが、代謝という面ではこの量でも重要な役割を果たしています。マグネシウムやリンはATPなどの高エネルギー物質の成分であることから、比較的高含量です。鉄や亜鉛も高含量であり、和牛肉はよい供給源になっています。

表4 和牛ヒレとサーロインのビタミン含量

	ビタミンA(μg)	ビタミンD(μg)	ビタミンE(mg)	ビタミンK(μg)	ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	ビタミンB <sub>2</sub> (mg)
ヒレ	4	Tr	0.7	2	0.1	0.25
サーロイン	11	1	0.7	5	0.05	0.12
	ナイアシン	ビタミンB <sub>6</sub> (mg)	ビタミンB <sub>12</sub> (μg)	葉酸(μg)	パントテン酸	ビタミンC(mg)
ヒレ	4.7(mg)	0.39	2.0	5	1.26(mg)	1
サーロイン	4.9	0.42	0.6	5	0.52	1

表5 和牛肉のミネラル含量

	ナトリウム(mg)	カリウム(mg)	カルシウム(mg)	マグネシウム(mg)	リン(mg)
ヒレ	45	370	4	24	180
サーロイン	39	290	3	18	150
	鉄(mg)	亜鉛(mg)	銅(mg)	マンガン(mg)	
ヒレ	2.8	2.8	0.11	0.02	
サーロイン	1.4	3.1	0.06	0	

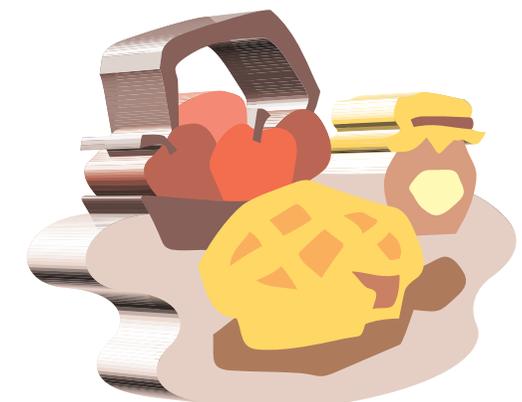
## 3. 内臓肉のビタミン、ミネラル含量

内臓肉はビタミン、ミネラルがきわめて豊富であることが知られています。肝臓は代謝の中心であることからすべてのビタミンに富んでおり、それに続くのが腎臓で

す。西洋料理には腎臓を使った料理も多く、ビタミンの供給源になっています。

ナイアシンはほとんどの内臓で高含量ですが、ビタミンB<sub>12</sub>は肝

臓、腎臓、小腸で高含量です。葉酸は肝臓で高含量であり、次いで腎臓もよい供給源になっています。



#### 4. ビタミンの各種疾病の予防・改善効果

ビタミンが不足するとビタミン欠乏症となりますが、現代では典型的な症状を示す顕在性ビタミン欠乏症はほとんどみられなくなっています。しかし、潜在性ビタミン欠乏症はかなり多く、その対策がきわめて重要な課題になっています。例えば、糖尿病の食事療法を行っている、カロリー制限のために食事由来のビタミン摂取が不足する患者が少なからずみられることが報告されています。また、最近の食生活の乱れは潜在性ビタミン欠乏症の温床になっています。そのため、食肉や内臓肉などを上手に利用して、潜在性ビ

タミン欠乏症を予防することが重要と考えられます。

現在、ビタミンの各種疾病の予防・改善効果が注目されており、最近では栄養所要量程度ではなく、より多くを摂取することの利点も強調されています(表6)。ビタミン大量投与の有用性についてはまだはっきりした結論は得られていませんが、中国では1万例以上を対象とした葉酸を用いた介入試験が行われており、葉酸の服用により新生児の神経管閉鎖障害の発症数が約80%低下したことが報告されています。また、数多くの研究でビタミンB<sub>6</sub>、D、C、Kが骨の健

康に関係することが明らかになっています。さらに最近では、 $\gamma$ -トコフェロールの投与により腎からのナトリウム排泄が増加することがヒトにおいても報告されています。

このような状況を反映して、日本でも平成12年に厚生省(現・厚生労働省)が、食品に加えて栄養補助食品から葉酸を摂取すれば神経管閉鎖障害の発症リスクの軽減が期待できるという医療関係者および地方公共団体向けの通知を行っています。今後、ますますビタミン、ミネラルの各種疾病の予防・治療への応用が広がると考えられます。

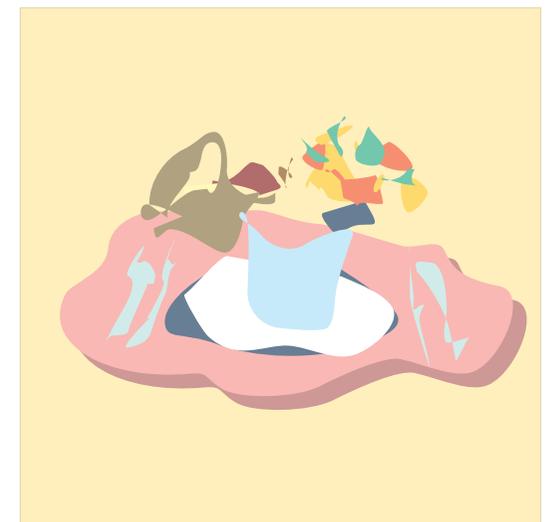
#### おわりに

ビタミンやミネラルの研究はまだ発展途上の面が少なくありませんが、健康に有益な作用を示すこ

とが明らかになってきています。牛肉は一部のビタミンや鉄、亜鉛などのよい供給源となっており、

ビタミン、ミネラルの不足を牛肉を食べることによって補うことが十分に可能であると思われます。

脂溶性	水溶性
ビタミンA	ビタミンB <sub>6</sub>
ビタミンD	ビタミンB <sub>12</sub>
ビタミンE	葉酸
ビタミンK	ビオチン
	ビタミンC



## DISCUSSION

## 牛肉中の生理活性物質と健康



柴田 博氏

藤巻\* (座長) 本章のテーマである牛肉中の生理活性物質と健康についてご討議をお願いしたいと思います。牛肉中には、われわれの体にとって有用な様々な生理活性を示す物質があることはだれもが知っていますが、最近の研究ではそれらの成分やその機能についてさらに詳細な事実が明らかにさ

れつつあります。

まずはじめに高齢者の栄養改善と食肉の摂取に関する柴田先生のご発表に対するご討議をいただき、続いて板倉先生、関口先生、五十嵐先生のご発表についてご質問、ご意見をいただきたいと思えます。

### 高齢者の栄養改善を目的とした介入による老化の予防

藤巻 それでは柴田先生のご報告についてご討議をお願いしたいと思います。

#### 高齢者の嗜好と食肉の摂取

関口\*\* 有料老人ホームの介入試験ではメニューを変えて食肉の提供量を増やしたということですが、世代的に肉を食べ慣れていないなどの理由で食肉を食べない、あるいは食べ残しが目立ったということはないのでしょうか。

柴田\*\*\* 国民栄養調査のデータでは、70歳以上の高齢者でも食肉を1日約40gくらい摂取していることが明らかです。有料老人ホームの介入研究で調査したデータでは、1日20～30gの食肉の摂取量

で、当時の小金井市などの長寿地域では約45g程度の摂取量でした。したがって、当時ではわれわれの食物や栄養摂取のガイドラインについて、特に食肉摂取を奨励することなどが特異的にみられていましたが、現在の実態はわれわれの考えている摂取量に近づいてきているという状況です。

高齢者の場合、肉を食べても和風味でなければならないとか、いろいろなことを言う人たちがいるのですが、いちばん問題なのは健康に対する考え方です。食肉を摂取することが健康に良いと思うか悪いと思うかが大事で、体に良いと思えば肉の調理は自分で食べやすいように工夫して食べるようになります。老人の好みの和風味に

しろとか、ことさらそういうことを強調するのではなく、調理は各自の好みにしたがってくださいということです。その結果、ソースにしてもイタリアンが好みの人もいたり、いろいろな工夫がみられるようになり、その結果食肉の摂取量が増え、当然、食べ残しも減っていきます。

#### 介入による健康への寄与

関口 介入前と介入後での疾病に対する抵抗性など、例えばかぜを引きやすかったのが改善したとか、そういう疾病に対する効果などに変化はみられたのでしょうか。

柴田 それはまだ分析していません。ただ、老年医学からみると、加齢に伴って増加するのは疾病の慢性状態 (chronic conditions) であり、かぜなどの急性の病気は加齢とともに急速に減少します。極端なことをいうと水虫とか胃腸炎など、要するにありとあらゆる急性期の症状は、加齢にともなう疾病の慢性状態の増加とともに逆比例して減少します。

ですから老化の予防効果について検討する場合には、かぜのような急性症状で評価するのは正しくなく、慢性状態が改善されているかどうか、つまり寝たきりの率がどうか、あるいは肺炎が減少しているかどうかなどが非常に重要な指標となります。高齢者の場合、肺炎が起きても熱などの急性症状が出なく、むしろ慢性化して肺炎が

進行し遷延化することが特徴です。

#### 高齢者の栄養改善の指標

五十嵐\* 高齢者の栄養改善を評価する指標についてですが、血清アルブミン濃度とともにほかの血中の指標もかなり改善したのでしょうか。

柴田 血清アルブミン値にもっとも並行した動態をみせるのはHDLコレステロール値です。HDLコレステロールは先ほどの有料老人ホームの集団でも、介入によって上昇が認められています。また秋田県N村の集団でも、特別養護老人ホームで消化剤を服用したグループでも同様に上昇が認められています。それから比較的弱い関連ですが血色素にも上昇がみられます。

五十嵐 消化剤を服用することによって、食べ残しも減ったのでしょうか。

柴田 食物の摂取量についての評価は、最初は研究計画の中に入っていたのですが、分析した範囲では有意差がまだ出ていません。また消化剤の服用によって血清アルブミン値の上昇は認められましたが、実際に消化能力が亢進したという直接的な証拠もありません。幾つかの血中の指標の改善が栄養状態が改善した根拠としています。

板倉\*\* 介入研究では、総合的な介入プログラムによく参加して、この取り組みに熱心な人ほどだいたい改善したというような結果で



\* 東京大学名誉教授  
お茶の水女子大学名誉教授  
藤巻 正生

\*\* 伊藤ハム株式会社中央研究所  
ヘルスサイエンス事業部  
関口 健

\*\*\* 桜美林大学大学院教授  
東京都老人総合研究所名誉所員  
柴田 博

\* 茨城キリスト教大学生生活科学部食物・健康科学科主任・教授  
お茶の水女子大学名誉教授  
五十嵐 脩

\*\* 茨城キリスト教大学生生活科学部食物・健康科学科教授  
東京大学先端科学技術センター客員研究員  
国立健康・栄養研究所名誉所員  
板倉 弘重

すが、具体的にたとえば食肉や油脂類の摂取量が増えた人ほどアルブミン値が上昇したというような解釈はできるのでしょうか。

**柴田** 実は、われわれは食物摂取の量的な把握について食品別の検討は、小金井市の集団でもまだなされてなく、摂取頻度で検討しているの、食肉を多く摂取するようになった人ほど血清アルブミン値が上昇したなど、各指標と食品別摂取量との関係について具体的な解析はできていません。ただ摂取頻度が増加した人ほど血清アルブミン値が上昇したという結果が得られています。

**藤巻** なぜ血清アルブミンが栄養改善のメルクマールとして有用なのか、また血清アルブミン値を上昇させるためにはどうしたらいいか。つまり簡単にいえばアルブミンを摂取すれば血清アルブミンが上昇するのかどうか、あるいはほかのたんぱく質などの摂取が有効なのか、そのへんについてお話いただければと思います。

**柴田** 頻度調査の範囲ですが、血清アルブミン値の上昇についてどの食品の摂取の変化がもっとも効果的であったかは、秋田県のN村において多変量解析で検討しています。その結果はやはり食肉で、かねてより食肉摂取量が少ない地域なので、食肉を摂取するようになったという変化が血清アルブミン値上昇に非常に大きく関係しています。

その場合に、自分で調理している人には栄養に対する観念を変え

ること、つまり肉を食べなければだめですよという教育がきわめて重要ですし、生活機能等に障害があって自分で食事が作れない場合では、とりあえずわれわれは消化剤を与えましたが、ほかにも有効な手だてがあるのかもしれませんが。

高齢者の栄養改善の指標になぜ血清アルブミン値を選んだかというと、われわれが最初に行った研究は、生存率の予知因子としてもっとも直線的に敏感である指標をみつけることでした。血清コレステロール値の場合は、上昇とともにU字型の生存率を描き、低値でも高値でも生存率が低くなる。しかし血清アルブミン値の場合では、高値であるほど生存率が高いということで、いちばん敏感な生物学的生存の予知因子になったということが上げられます。それから肺炎や寝たきり老人の予知因子、高齢者の痴呆の予知因子をいろいろ検討した結果、アルブミンがもっとも敏感な予知因子になるということで選びました。



## 牛肉中の抗酸化成分と抗酸化作用

**藤巻** それでは次に板倉先生のご発表に対するご意見、ご質問をお願いいたします。

### 活性酸素の発生と消去は反応の場によってかなり異なる

**柴田** 抗酸化作用を示すビタミンEがあっても、CoQがないと酸化が進むということですが、抗酸化物質の組み合わせによる抗酸化力の違いについてはどんなことがわかっているのでしょうか。

**板倉** 細胞あるいは膜における反応の場という問題があり、その成績は生体内の*in vivo*<sup>\*1)</sup>の状況におけるものとは若干異なるかもしれません。例えば、生体内ではこの他にカロテノイドやリコペン、その他のカロテノイドなどもあり、

ビタミンCを含めた脂溶性と水溶性のビタミンの存在も反応の場によって違ってきます。したがって、ラジカル<sup>\*2)</sup>の種類とその反応の場、この組み合わせによってラジカルが発生し、ビタミンEの場合にはビタミンE自身がさらにラジカルになって次から次へとラジカルを産生する恐れがあります。その時にCoQ10はビタミンEがラジカルになっても、ラジカルになったビタミンEを再びビタミンEに戻している可能性があるのではないかと思います。

そして、その反応の場にビタミンCがあることによって、酸化型、還元型が変化していきますので、その反応の場と抗酸化成分の組み合わせが活性酸素の発生と消去にいろいろな形で現れてくるのではないかと思います。



板倉 弘重氏

\*1) *in vivo*; 生体（条件）内という意味で、これに関連して *in vitro*（試験管内での）という用語があります。主として医学研究における実験の用語で、ヒトや動物を直接対象とした生体内の条件のことを *in vivo* といい、培地や種々の人工的な条件を *in vitro* といいます。

\*2) ラジカル (radical); 酸化還元反応で物質間の電子のやりとりのために、最外殻の軌道の電子が対 (ペア) をなさない不対電子を生じた反応性の強い物質のことで、その物質 (ラジカル) は自ら安定するために近くの物質の電子を引き抜こうとします。この不対電子をもったラジカルに活性酸素を加え、ラジカルをつくりやすい予備軍を含めて広くフリーラジカルとよびます。フリーラジカルは感染症やがん、老化など様々な障害の発現に関与していることが明らかとなっています。



五十嵐 脩氏

**五十嵐** 板倉先生のおっしゃるように、活性酸素の発生と消去は反応の場によってかなり違ってきますので、実験モデルでの成績をすぐに生体に演繹するわけにはいかない面があります。

1つ質問させていただきたいのですが、ユビキノンは体内で生合成されるわけですが、加齢によってどれくらい生合成が下がってきて、必要度が変わってくるのでしょうか。

### 高齢者ではスタチン投与によってコレステロールが低下するとユビキノン生合成も低下する

**板倉** 加齢に伴ってユビキノンの生合成がどの程度下がるかについてはまだ明らかな証拠はないと思いますが、大事な点は、ユビキノンの合成経路はコレステロールがつくられる経路の途中でできてきますので、加齢に伴ってコレステロールが下がってくると、ユビキノンが低下してきている可能性が非常に大きいことです。そういう

意味でコレステロールの生合成系が良好な方がユビキノンの生成も高まって、長生きにつながっている可能性は十分考えられるのではないかと思います。

ユビキノンが落ちる可能性としては、高コレステロール血症の治療薬であるスタチンを使ってコレステロール生合成系のHMG-CoA還元酵素<sup>\*1</sup>の働きを阻害すると、そこから先の代謝系も低下してきますので、ユビキノンの生成も抑制される可能性があります。したがって、スタチンを使うとコレステロールは低下するけれども、ユビキノンその他の成分も低下するため、高齢者ではうつ病などが起こりやすくなる可能性があります。そのため、スタチンを使用する際にユビキノンを投与することによって、それらをどの程度予防することができるという検討も試みられています。ただし、こうしたユビキノンが低下する影響は若い人でみられることはほとんどなく、高齢者では問題が出てくる可能性は十分にあるということだと思います。

\*1) HMG-CoA還元酵素 (hydroxymethylglutaryl coenzyme A reductase); コレステロール、テルペンの生合成に重要な役割を果す酵素です。この酵素だけを阻害することによってコレステロールの合成を阻害し、血液中のコレステロールを低下させる薬剤が日本で開発されたスタチンです。

## 牛肉中のカルニチンについて

**藤巻** ありがとうございます。それでは次に関口先生の牛肉中のカルニチンについて、ご討議をお願いしたいと思います。

### 牛肉抽出物摂取試験のこれからの課題

**柴田** L-カルニチンの抗疲労効果の増加については、どのようなメカニズムを考えていますか。

**関口** 脂質代謝の促進によるエネルギー産生の影響も考えられますが抗疲労効果や運動補強効果のメカニズムに関しては、現在まだ検討を行っているところです。

**柴田** 例えば、抗疲労効果などについては、疲労させてから泳がせて、スイミングタイムで評価するとか、評価方法を設定した動物実験でももう少しデータを詰めたほうがよいと思います。

それからヒト14名を対象とした臨床試験のデータですが、8週間で約1.5kgの体重の変化がみられたというのは、何かの介入を受けたという一種のプラセボ効果でも出る可能性が考えられますので、実験計画としてやはりコントロールを設定する必要があると思います。

**関口** 被験者には、食事制限や普段以上の運動はしないよう指示していたのですが、やはり無意識のうちに何かしら影響がでている可能性が考えられます。

**柴田** これはコントロールをきちんと設定しておけばもっと説得力のあるデータになると思います。

**関口** n数の問題もあり、コントロールまで設けられませんでしたので、今後その点を含めて考えています。

### 牛肉抽出成分の抗疲労効果

**板倉** ヒトを対象とした牛肉抽出物摂取試験の運動で400m走のタイムトライアルと片足立ち、反復横跳びがありましたが、あれも長期間の持続運動として考えてよろしいのですか。これらの運動は持久性運動ではなく、どちらかというと瞬発力を要する運動なので、エネルギーは脂肪分を燃やしているのではなく、解糖系も影響を及ぼしていると考えたほうがむしろよろしいのではないかと思います。いかがでしょうか。

**関口** この部分がばらつきが多くて、考察が難しいのが正直なところです。たしかに解糖系への影響も十分考えられます。

**板倉** そういう意味で牛肉の抗疲労効果が脂肪を燃焼させるためと考えていいかどうか、まだほかの要素を考えないといけないのではないかと思います。それから疲労という感覚は1つはグリコーゲンが残っているということもあり、さらに乳酸、プロトン、pHなどの関与を考えると、それぞれもう少し



関口 健氏

し別な面からの研究もする必要があると思います。

特に牛肉エキスの場合にはカルニチン以外にもいろいろな成分があるので、それらの成分の作用を考える必要があるし、カルニチンには抗酸化作用もあるので、抗酸化物質の作用がまた筋肉の疲労感覚に対しても改善効果、予防効果はかなり期待できるのではないかと思います。

**関口** 今回用いた牛肉抽出物にも、カルノシンやアンセリンなどの各種抗酸化性ペプチドが多く含まれていますので、それらの影響も十分あるかと思っています。

**五十嵐** 抗酸化作用についての今のお話は、たぶんカルニチンにポイントがあるということでしょうが、先ほどの抗疲労効果についてのお話は牛肉抽出成分全体の話なので、カルニチンの効果としては少しぼやけてきてしまうところがあると思います。抗疲労効果にしても抗酸化作用にしてもそのメカニズムは必ずどこかで出てきますから、それらのメカニズムを想定し研究デザインを組んでいくとき

は、またいろいろご意見が出るだろうと思います。

特にダイエット効果にポイントを置くのか、運動能の亢進にポイントを置くのかではかなりメカニズムも違うので、どちら側に焦点を置くのかははっきりしたほうが、結果としての解釈がしやすいと思います。

それからヒトの場合、4週間くらいまでだと何とか食事コントロールができるのですが、8週間の試験期間というのはかなり難しいと思います。牛肉抽出物の摂取をプラスするだけであればいいのですが、研究によっては基本になる食事を全部揃えなければならない場合もあります。そのようなことも考えに置きながら、研究デザインを組んでいくことが一番大事だと思います。

**藤巻** 抗疲労効果については、脂肪を落としたたんぱく質による抗疲労効果を想定した検討が必要と考えます。脂肪が加わると、抗疲労効果のメカニズムについても、先生方がご指摘した問題があると思います。

## 牛肉中のビタミン・ミネラルの特徴

**藤巻** それでは最後に、五十嵐先生のご発表に対するご質問、ご意見をお願いいたします。

### 脂溶性ビタミンの貯蔵部位について

**柴田** 脂溶性ビタミンが肉の中に

あるとすると、それは脂肪組織に入っているのでしょうか。

**五十嵐** ビタミンEなどはかなりの量を取りますと脂肪組織に入っている部分もかなりあります。ところが、ビタミンAは貯蔵細胞が決まっており、ほ乳類は肝臓にしかありません。サテライト・セル

とか伊東細胞と呼ばれる細胞で、必要に応じてそこから普通の実質細胞に来て、細胞から血液に出ていくというように動員されます。**柴田** 私も誤解していましたが、脂溶性ビタミンは脂肪組織の中に入っているのかと思っていたら、そうではないわけですね。

**五十嵐** ビタミンの種類によります。ビタミンEなどはどちらにも入っており、肝臓にも結合たんぱくがありますから入っていますが、脂肪と一緒に動きますので脂肪組織にも多いと思います。

**柴田** 最近、ビタミンDはビタミンではなくてむしろホルモンではないかという説がありますが、これについてはいかががお考えですか。

**五十嵐** ビタミンDは肝臓と腎臓で1-25-1が2つ水酸化されて活性化型になるのですが、もともとが7-デヒドロコレステロールから紫外線が当たってできるので、ある意味ではステロイドホルモンの仲間ではないかといわれています。しかも、受容体にも相同性がかなりありますので、そういう意味でステロイドホルモンだという方もおられます。しかし、紫外線の影響があるので厳密にはステロイドホ

ルモンだとはいえないという方もいらっしゃると思います。

### 牛肉のビタミン、ミネラル含量への飼料、土壌の影響

**板倉** 牛肉の場合も輸入肉とか国産肉とかいろいろありますが、飼育する飼料や土壌の種類によってビタミン、ミネラルの成分はだいぶ変わってくるのでしょうか。

**五十嵐** ビタミンについては、通常の飼料で飼育する限りはビタミンが欠乏するということはありません。ミネラルに関しては土壌の影響を受けることがあります。例えば、中国ではセレン\*1)が少ない土壌でできている地域があり、農産物にセレンが少なく、それに伴い、飼料中のセレンも不足するということがあります。これに対し、日本では土壌についてはそれほど心配しなくていいと思います。日本は中央構造線があり、北側と南側で土壌や岩石の成分が違います。そういう意味ではミネラルについて若干低めのところがあったとしても、総体的には関係がないと言っていいと思います。

\*1) セレン (selenium)；必須元素の1つで、元素記号はSeです。セレンの欠乏によって肝壊死や肝障害、筋ジストロフィーなどが生じます。グルタチオンペルオキシダーゼの構成元素であるほか、生体の組織や膜脂質において抗酸化作用を示すことが知られています。

## ビタミンとミネラルの摂取のバランス

**板倉** ビタミンとミネラルの摂取についてはよくバランスが問題になります。そういうバランスで特に注意しなければいけない点を教えていただきたいと思います。

**五十嵐** 例えば、血圧に関してはナトリウムとカリウムが影響しますし、それにマグネシウムも絡んできます。カルシウムとリンは昔からある範囲であれば特に問題がないといわれていますが、それにマグネシウムが絡んできますので、簡単にはこのバランスが一番いいとはいえないのが難しいとこ

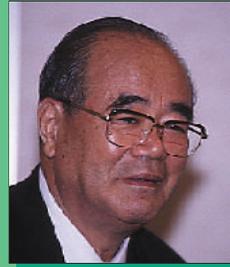
ろです。

また、抗酸化作用についてもビタミンEとCを一緒に取ったほうがプラスであることは確かだと思います。現在のところ、それぞれの所要量は別々に決められていますが、これらをミックスして考えた場合にはどうなのかという点については、今後の研究課題になるかと思います。

**藤巻** どうもありがとうございます。今回のご討議で、牛肉中に含まれる成分がいかに豊富で、それぞれが生体にとっていかに有用であるかということについて、その最新の研究成果を実感することができました。

## 食肉の衛生検査と安全性

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

食肉の衛生検査にはと畜検査、食鳥検査、収去検査などがあります。と畜場における枝肉処理の衛生管理状況を調べた厚生労働省の最近の報告によると、牛枝肉の一般細菌数( $\text{cm}^2$ のスワブ当たり)は、平成12年のHACCP方式の考え方の導入後改善されていることがうかがわれます。平成13年度の食中毒菌汚染実態調査では、食肉製品からO157は検出されなかったものの、鶏のミンチ肉などからサルモネラが検出されており、決して無視できない状況と考えられます。また、O157については最近大きな集団発生は減少傾向にあるようにみえますが、感染症発生動向調査の結果ではO157による人間の生活環境の汚染は減少していないことがうかがわれ、現に共通の食品による多地域にわたる流行もみられます。さらに新しい病原菌による発生例もみられるようになり、食肉の安全性に関する社会的関心は一層高まることが予測され、食肉の衛生検査の役割はさらに重要になってくると思われます。

### ● Key words

と畜場 と畜検査 と畜場の衛生管理 食肉の成分規格 食肉の食中毒菌汚染実態調査 腸管出血性大腸菌O157 サルモネラ 牛海綿状脳症(BSE)

### 1. と畜検査とと畜場の衛生管理

食肉の安全性を確認する検査には、まず、と畜場法<sup>\*1)</sup>に基づいて行われると畜検査があります(表1)。対象家畜は馬、牛、豚、めん羊、山羊で、生体検査、解体前検査、解体後検査、精密検査が行わ

れます。これらの検査に合格すると検印後出荷が認められますが、合格しない場合は、と畜禁止、解体禁止、全部廃棄、一部廃棄などの措置がとられます。

と畜場は食べ物をつくる工場

あるという認識のもとに、厚生労働省は平成12年4月から牛、馬、同14年4月から豚、めん羊、山羊のと畜解体処理に、食品の高度衛生管理手法であるHACCP方式の考え方を導入し、施設等もそれに合

うよう指導しています。また、どのくらいと畜場の衛生管理が適切に行われ、食肉が清潔に処理されているかどうかを知るために、平成12年度から全国のと畜場に依頼して、共通の方法(スワブ法による検体採取)を用いて、枝肉の微生物(一般細菌数と大腸菌群数)検査事業を実施しています。

その結果によると、細菌汚染の指標としてよく用いられる一般細菌数<sup>\*2)</sup>は、牛枝肉( $\text{cm}^2$ のスワブ当り)では、肛門周囲・胸部とも100~500未満のと畜場がほぼ60%(中央値は肛門周囲 $1.6 \times 10^2$ 、胸部 $4.2 \times 10^2$ )で最も多く、豚枝肉の姿ともよく類似していました(図1)。これらの結果(牛)は、12年、13年

の各春秋および14年春の姿とほぼ一致しており、同一方法を用いて2つのと畜場で牛枝肉の一般細菌数を調べた平成6年の品川の報告、すなわち、 $10^3 \sim 10^4$ の枝肉が、それぞれ66.7%と83.3%で最も多かったという結果に比べると、枝肉の衛生状態は改善していることがうかがわれます。

表1 と畜検査の概要

1	対象	馬・牛・豚・めん羊・山羊
2	検査員	と畜検査員(獣医師)
3	生体検査	望診、触診、視診により異常を認めたまは必要に応じてさらに精密検査を行う 合格→と殺、ただし疾病またはその疑いのある場合は病畜と室で行う 不合格→と殺禁止(隔離、消毒)
4	解体前検査	血液の性状を観察し、異常を認めたまは精密検査を行う 不合格→解体禁止
5	解体後検査	視診・触診、切開などにより、頭部、内臓、枝肉検査に分けて行う 頭部(頭、リンパ節、扁桃、舌咬筋など) 内臓(心・肺・肝・脾臓、胃、腸管、泌尿器、生殖器、横隔膜、リンパ節、骨など) 枝肉(体表部、胸、腹部、皮下織、リンパ節、腎臓、関節、骨など) 不合格(食用不適)→一部もしくは全部を廃棄
6	精密検査	1) 微生物検査：一般細菌数、大腸菌群数、病原菌の検査など 2) 病理検査：疾病の確定診断など 3) 理化学検査：①黄疸、水腫、尿毒症などの検査 ②代謝異常などの生化学的検査 ③残留化学物質検査(食品衛生法)
4)	BSEスクリーニング検査(エライザ法)	異常プリオンの確認
7	結果	合格：肉・内臓に検印 と畜禁止：と畜場法第10条1項、同施行規則別表第3 解体禁止：と畜場法第10条2項、同施行規則別表第3 全部廃棄・一部廃棄：と畜場法第12条3項、同施行規則別表第3,第4

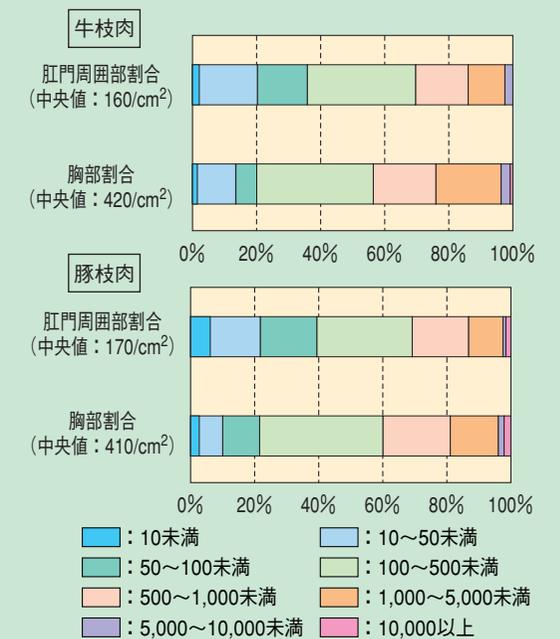


図1 牛枝肉と豚枝肉の一般細菌数(表面 $\text{cm}^2$ スワブ当たり)の階級別施設数の割合(平成14年秋、と畜場数145、枝肉数2384)<sup>1)</sup>

\*1)と畜場法(the slaughter house law)；と畜場の経営および食用に供するために行う獣畜の処理の適正を図り、もって公衆衛生の向上、増進に寄与する目的で昭和28年に制定された法律で、平成11年に一部改正が行われました。と畜場の開設には都道府県知事の認可が必要で、対象となる家畜は牛、馬、豚、めん羊、山羊で、これらの家畜について許可なくと畜場以外の場所とと畜・解体し食用とすることを禁じています。

\*2)一般細菌数；通常標準寒天培地を用いて35℃、24または48時間培養後に発育したコロニー数(1g、1mL、 $\text{cm}^2$ 当たり)から算定され、一般生菌数、ときに一般細菌数と呼ばれます。この方法で測定できるのは好気性中温細菌が主なもので、全ての微生物が測定できるものではありません。一般細菌数の多少は、食品の生産、製造、加工、流通時の取り扱い、保存温度の状況などを反映しており、食品の安全性、保存性、衛生的取り扱いの良否などを総合的に評価する際の極めて有力な指標になります。そのため、食品衛生法によって、多くの食品に一般生菌数の規格が定められています。

## 2. 食肉および食肉製品の成分規格と食中毒菌汚染実態調査

食肉の衛生検査には、と畜検査の他に、食鳥検査、収去検査などがあります。食鳥検査は、食鳥処理の事業の規制および食鳥検査に関する法律に基づいて行われるものです。収去検査では、食品もしくは添加物が、厚生労働大臣が公衆衛生の見地から定めた成分規格等に適合しているかどうかなどを検査しています。表2に各種食肉

製品に対する成分規格(微生物関係)を示しました。

厚生労働省では、成分規格がどの程度守られているかなどの調査の一環として、都道府県に依頼して各種食品の食中毒菌汚染実態調査を実施しています。表3は平成13年度の集計結果ですが、食肉製品から腸管出血性大腸菌\*1)O157は検出されなかったものの、鶏の

ミンチ肉などからサルモネラがかなり高率に検出されています。これらの食品は加熱して食べるので問題はないと思われがちですが、台所で処理される過程で手指や調理器具等を介して他の調理済み食品等を汚染し、それによって食中毒を起こす可能性もあり、決して無視できないと考えられます。

\*1)腸管出血性大腸菌(EHEC: enterohemorrhagic *Escherichia coli*) ; 病原大腸菌のうち、ベロ毒素(志賀毒素)を産生するタイプです。牛、めん羊、山羊が主要な保菌動物です。本菌による食中毒の潜伏期間は3~5日で、主症状は腹痛、水溶性下痢で嘔吐はまれです。若年者や高齢者ではベロ毒素のため急性腎不全等を来して死亡する例もみられます。わが国では平成8年にO157によって多数の患者を出しましたが、最近ではO26、O111など他の血清型による食中毒も増えています。原因食品は生肉、不完全加熱のハンバーグや焼き肉、生野菜などで、特定できない例も多いのが実情です。

\*2)牛海綿状脳症(BSE: bovine spongiform encephalopathy) ; 1986年に英国で最初に確認された牛の病気で、脳がスポンジ状に障害される特徴がみられます。発病すると行動異常、起立不能といった神経症状を示し最終的には死亡します。病原体は羊のスクレイビーの原因である異常プリオンたんぱくが肉骨粉に混入し、それがリサイクルによって牛の間で広がったものと推定されています。BSEの潜伏期間は3~8年と長く、英国の青年に発生した新しいタイプの変異型クロイツフェルト・ヤコブ病(vCJD)はBSE罹患牛の異常プリオンの摂取による可能性が高いとみられています。BSEは2000年にはEU諸国に発生が拡大し、さらに2001年には日本初のBSEが発生し大きな社会不安をおこしました。現在、わが国では、食肉に供する牛はBSEに罹患していないかどうか全て検査が実施されています。

表2 食肉製品成分規格(微生物関係)<sup>2)</sup>

検査対象菌 製品分類	糞便性大腸 菌群	黄色ブドウ 球菌	大腸菌群	クロストリ ジウム	サルモネラ
非加熱食肉製品	100/g以下	1,000/g以下			陰 性
特定加熱食肉製品	100/g以下	1,000/g以下		1,000/g以下	陰 性
加熱食肉製品			陰 性	1,000/g以下	
包装後加熱 殺菌後包装	陰 性	1,000/g以下			陰 性
乾燥食肉製品	陰 性				

表3 食品の食中毒菌汚染実態調査結果(平成13年度)

	検体名	検体数	検査結果(陽性数)			
			E.coli	サルモネラ	O157	
厚生労働省 指定品目	野菜					
	アルファルファ	27	6	0	0	
	カイワレ	171	23	0	0	
	カット野菜	187	8	0	0	
	キュウリ	206	12	0	0	
	みつば	149	45	0	0	
	もやし	213	78	0	0	
	レタス	204	12	0	0	
	食肉					
	ミンチ肉(牛)	305	175	6	0	
	ミンチ肉(豚)	138	81	7	0	
	ミンチ肉(牛豚混合)	94	51	0	0	
	ミンチ肉(鶏)	64	48	19	0	
	牛レバー	31	21	0	0	
サイコロステーキ	346	198	3	0		
牛結着肉	4	3	0	0		
牛たたき	126	26	1	0		
鶏たたき	22	12	1	0		
馬刺	34	8	0	0		
その他食用食肉	49	23	0	0		
ローストビーフ	8	1	0	0		
合計	2,378	831	37	0		

## 3. BSE問題の現状

現在、食肉の安全性について考える場合、誰もが無視できないのが牛海綿状脳症\*2) (BSE)の問題です。平成13年10月現在のBSEの国別および年次別発生頭数をみると、英国では1996年以前に約17万頭が発生し、2001年においても依然として318頭が発生しています。次いでアイルランド、フランスなどの順で発生頭数が多くなっています。

現在のところ、日本における確認頭数は7頭ですが、これらはと畜場に搬入、解体時に全頭検査により確認されたものであり、発生数ではないことに注意すべきです。

現在、と畜場に搬入される以外の死亡牛は年間15万6千頭程度と推定され、それらの死亡牛のうち3,300頭ほどはサーベイランスで検査されています。外国における死

亡牛のBSE感染頭数は120~130頭程度ともいわれています。正確な発生頭数を確認し、その感染ルートを明らかにすることは、感染防止対策を確立する上で必要不可欠なことです。そのため、わが国においても平成15年度から死亡牛に対するBSE検査を開始することになっています。

#### 4. 腸管出血性大腸菌とサルモネラ属菌などによる食中毒の状況

従来、日本では、食中毒はサルモネラ\*1)と腸炎ビブリオによるものが多かったのですが、平成12年頃から大きく変化し、この2つが揃って減少し、代わって小型球形ウイルス食中毒が増加しています。病原大腸菌食中毒は全体としては大きな変化はみられませんが、腸管出血性大腸菌食中毒は平成8年に小学校を中心に大流行し、翌9年にも5,000名を超える発生が認められましたが、その後はそれほど多くはないものの、厚生労働省の感染症発生動向調査では、本菌による感染症の患者、保菌者数はこの3年間、毎年3,000名程度でむしろ増加ぎみの傾向です。また、最近、原因菌のパルスフィールドゲル電気泳動法

(PFEG)による遺伝子型の解析法が普及するにつれて、一見集団発生には見えない本食中毒の散発的事例が、共通の食品によって多地域に広域的に発生(diffuse outbreak)していることがわかってきました(表4、No.2の牛タタキ、ローストビーフ、No.15の和風キムチなど)。また、原因食品も食肉から野菜など他の食品へ拡大し、多様化しており、人間の生活環境がO157によってかなり汚染されてきていることがうかがわれることから、今後も本菌の存在は軽視できないように思われます。一方、サルモネラについては、最近、動物性飼料を介した牛の感染が増えたともいわれています。乳用牛由来サルモネラの血清型別

は、どの動物にも認められるS.Typhimurium、S.Enteritidis、牛に特徴的なS.Dublinに加えて、最近鶏に特徴的なサルモネラが分離されるようになってきました。これについては、乳量を増やすために、鶏のクズ肉等を与えていることが影響しているのではないかと推測されています。このような家畜の生理を無視した飼育は食中毒の発生とも関連して、他にも強制換羽などの事例が指摘されており、経済的には効率的かもしれませんが、食肉の安全性にとってはマイナスとなる恐れもあり、今後、関係者の間で十分論議すべき問題と思われます。

\*1) サルモネラ(*Salmonella*)；腸内細菌科に属するグラム陰性通性嫌気性桿菌で、周毛性鞭毛によって運動性を示します。カウフマン・ホワイトの抗原構造表には2,500種以上の血清型がみられます。食中毒の原因菌としてはS.Enteritidis(ゲルトネル菌)、S.Typhimurium(ネズミチフス菌)などが、また原因食としては鶏卵などが重要です。1980年頃からヨーロッパおよび南・北アメリカでサルモネラ食中毒が急増し、1989年(平成元年)以降は日本でも急激に増加しています。



表4 腸管出血性大腸菌による集団発生事例\*(2001年)<sup>3)</sup>

No.	発生地	発生期間	報告された推定伝播経路	発生施設	血清型	毒素型	患者数	摂取者数	患者年齢	菌陽性者数/被検者数	二次感染	IASR参照記事
1	京都府	2.11-4.	不明	保育所	O26:HNT	VT1	5	不明	0-4歳	17/256		Vol.23, No.1
2	千葉県等 <sup>1)</sup>	3.12-4.9	食品媒介	家庭	O157:H7	VT1&2	195	454	1-81歳	257/不明	有	Vol.22, No.6
3	大阪府	4.7-4.18	不明	保育所	O157:H7	VT1&2	13	167	1-49歳	27/236	有	
4	石川県	5.22-	不明	宿舎・寮	O157:H7	VT2	18	261	大学生など	15/261		Vol.22, No.10
5	島根県	6.28-7.12	飲料水媒介	家庭	O26:H11	VT1	1	不明	2-56歳	11/125	無	Vol.22, No.12
6	大阪府	7.2-7.19	不明	保育所	O26:H11	VT1	17	157	1-28歳	30/231	有	
7	愛媛県	7.13-7.21	不明	病院	O157:HNT	VT1&2	6	不明	18-91歳	26/1,382		Vol.23, No.1
8	福島県	7.21-7.26	不明	不明	O157:H7	VT2	4	不明	7-46歳	15/92		
9	奈良県	7.27-8.4	不明	保育所	O157:H7	VT1&2	21	不明	5-39歳	21/244	有	
10	島根県	8.1-9.4	不明	保育所	O26:H-	VT1	6	不明	0-55歳	28/206	有	
11	秋田県	8.5-	食品媒介	福祉・養護施設	O157:H7	VT1&2	5	不明	73-90歳	16/220	無	
12	佐賀県	8.9-8.12	不明	保育所	O26:HNT	VT1	3	不明	0-75歳	33/142	有	Vol.23, No.1
13	福岡市	8.9-8.21	人→人	保育所	O26:H11	VT1	不明	...	0-56歳	44/830		
14	長野県	8.13-	食品媒介	飲食店	O157:H7	VT1&2	29	223	0-83歳	22/525	無	
15	埼玉県等 <sup>2)</sup>	8.18-8.30	食品媒介	福祉・養護施設	O157:H7	VT1&2	26	不明	11-66歳	67/260**		Vol.22, No.11

\*：菌陽性者(無症状者を含む)11人以上の事例を示す \*\*：埼玉県および長野県での被検者数  
 1) 千葉県、埼玉県、神奈川県など関東地方を中心とした1都6県、原因食品：栃木県内A社製牛タタキ、ローストビーフ  
 2) 埼玉県、東京都などの家庭でも同食品を喫食し患者が発生、原因食品：埼玉県内B社製和風キムチ  
 [地方衛生研究所からの「集団発生病原体票」速報(2002年4月26日現在)および厚生労働省食品保健部調べによる。]

#### おわりに

わが国における食肉の衛生検査システム、検査結果および最近の食肉の安全性を取り巻く状況を概観しましたが、BSE問題のみならず、細菌汚染や食中毒菌汚染の問題など、依然として多くの問題が残されています。今後、食肉の安全性の問題解決は、消費あるいは生産の一方的な立場からのみではなく、全ての関係者の理解と責任のもとに、総合的に進めてゆくことのできるシステムの確立が望まれます。また、このことに関連して食肉の衛生検査の役割はさらに重要になってくると思われます。

#### 文献

- 1) 厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課長通知, 食監発第 0726001号, 2002.
- 2) 品川: 獣医畜産新報, 47: 587-591, 1994.
- 3) 国立感染症研究所など: 病原微生物検出情報, 23: 137-144, 2002.

## リスク論をふまえた食品の 安全・安心・品質の確保

特定非営利活動法人食品保健科学情報交流協議会専務理事  
伊藤 蓮太郎



### ● Summary

日本における食品安全行政は、近年のエンテロトキシンや病原性大腸菌O157による食中毒の発生によってその見直しが迫られてきましたが、2001年8月、わが国で初めてBSE(牛海綿状脳症)が発生したことにより、消費者の健康の保護を最優先した、食品の安全確保のための早急な行政改革と体制作り、施策の充実強化を決定的なものとししました。

今日の食品安全行政の改革、具体的施策のためのシステム作りとして、最近の科学技術の進歩を背景として確立されたリスク分析手法の導入は不可欠であり、すでに先進諸国間にみられる趨勢として認められています。わが国の食品安全行政の改革の基点である、2002年6月の閣議決定「今後の食品安全行政のあり方」によって、リスク分析手法が取り入れられ、行政改革が行われ、食品衛生法も大改正されることが明示されています。

### ● Key words

食品安全行政 安全文化 食品安全委員会 リスク分析 リスク評価 リスク管理  
リスクコミュニケーション

## 1. 食品の安全確保と安全文化の醸成

食中毒はもちろんのこと、食品苦情の発生防止には施設設備(場所)の衛生管理、食品添加物・器具・容器包装(物)の衛生、食品等の衛生的取り扱い(人)の衛生、の

三要素が不可欠ですが、その中で最も難しいのが従事者による食品衛生的な取り扱いの確実な実践です。そこで、食品の安全確保の分野においても安全文化の醸成がき

わめて重要です。

「安全文化」という概念は、国際原子力機関(IAEA)<sup>\*1)</sup>の国際原子力安全諮問グループによってはじめに定義されましたが、そのポイン

トは、原子力の安全性確保は施設設備の堅牢さや多重構造のみに配慮されるのではなく、原子力事業に関与する全ての従事者が常時安全を志向する意識をもつような状

況を作り出すことが不可欠という点にあります。食品や医薬品の衛生管理、安全性の確保についても、全ての従事者が安全文化という表現ができるような、ごく自然

な行動として全ての衛生管理マニュアルを実践する、あるいは清潔さを保持するという意識を作り出すことが重要です。

## 2. 食品の安全確保に対する国際的動向

食品の安全性の確保は、先進諸国間に共通の重要課題であることは、2001年のジェノバ・サミット<sup>\*2)</sup>で食品の安全性についてのコンセンサスが言及されていることから明らかです。そこでは食品の安全性が国民にとり決定的に重要であることが強調され、食品の安全性に関する利益およびリスクについての国民の明確な理解を促進する行政の責任についても言及さ

れています。さらにリスク管理のための効果的な枠組みが、消費者の信頼を維持し、国民の受容を育成する上で鍵となる要素であるとして、消費者の信頼が得られる食品の安全確保は国際的にも共通の重要課題であり、リスク分析導入の必要性が強調されています。

わが国においても、食品の安全行政に関する施策について積極的に情報公開を進めるとともに、消

費者の参画をも視野に入れた体制作りが求められるようになってきました。消費者側も、従来の消費者としての権利の主張や、問題点の指摘だけでは今後の食品の安全確保には不十分であり、消費者側からの提言をはじめ、行政への参画が消費者自身にとって重要であるという認識への変化がみられます。

\*1) 国際原子力機関(IAEA: international atomic energy agency)；原子力の平和利用を目的として1957年に設立された国際機関で、本部はウィーンにあります。核不拡散条約の実施機関として、加盟国で原子力施設が核兵器製造に利用されていないかを監視する役割をもっています。

\*2) ジェノバ・サミット；ジェノバで2001年、7月20～22日に開催された主要先進国首脳会議で日本からは小泉総理が出席しました。ジェノバ・サミットにおいて世界経済、貿易、開発(特に途上国における保健問題)、地球環境、食品安全等を中心として議論が行われましたが、同サミットにおいて発出された文書は、世界経済、貿易等を内容とするG7宣言、開発、環境、食品安全等を内容とするG8コミュニケ、並びに地域に関する3つの文書(中東、アフリカ、地域情勢)があります。



### 3. 新たな食品安全行政の概要

わが国初のBSE発生を契機としてBSE問題に関する調査検討委員会が設置されましたが、同委員会は短期間に集中的に討議し、平成14年4月、食品の安全性の確保に関する基本原則の確立、リスク分析手法を導入した包括的な法律の制定と新たな行政組織の構築などを盛り込んだ提言が行われました。この提言を受け、6月4日の閣僚会議で「今後の食品安全行政のあり方」の決定が行われましたが、その骨子は食品安全委員会(仮称)の設置と、食品安全基本法(仮称)の制定の2つからなります。

前者については「消費者の健康

保護を最優先に、食品安全行政にリスク分析手法を導入し、食品の安全性に関するリスク評価を行う食品安全委員会(仮称)を新たに設置する」と明記し、後者については「消費者の保護を基本とした包括的な食品の安全性を確保するための法律として食品安全基本法(仮称)を制定する」と明記しています。準備室は6月11日に設置され、直ちに食品安全基本法案の作成予算・組織定員の要求等の事務が開始されました。食品安全委員会(仮称)においては、リスク評価の実施、透明性を確保した状況でのリスク評価の結果に基づく関係

行政機関への勧告、勧告の実施状況のチェック、内外の危害情報の一元的収集・整理が行われます。厚生労働省では食品衛生に関するリスク管理、リスク管理体制の見直しが図られ、同時に食品衛生法<sup>\*1)</sup>の抜本的改正が行われます。農林水産省では農産・畜産・水産に関するリスク管理、リスク管理体制の見直しが図られ、JAS法<sup>\*2)</sup>の改正も行われます。

リスクコミュニケーションについては委員会を中心にリスク管理機関、消費者、生産者等幅広い関係者を集めた意思疎通の仕組みが設けられます(図1)。

<sup>\*1)</sup>食品衛生法；同法の第1条にあるように、飲食に起因する衛生上の危害の発生を防止し、公衆衛生の向上及び増進に寄与することを目的として、昭和22年12月24日に制定され、最終改正が平成10年6月12日に行われています。第一章総則、第二章食品及び添加物、第三章器具及び容器包装、第四章表示及び広告、第四章の二食品添加物公定書、第五章検査、第五章の二指定検査機関、第六章営業、第七章食品衛生調査会、第八章雑則、第九章罰則によって構成されています。

<sup>\*2)</sup>JAS法；日本農林規格法のこと正式名は『農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律』といます。JASとはjapanese agricultural standardの略称です。『農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律』に基づき、JAS制度として加工食品や、木質建材等の品質と表示について定めています。このJAS制度には、大きく分けて、①個々の規格で定められた品質と表示に基づいた格付(検査)に合格した製品にマークを付けることができる、日本農林規格(JAS規格)制度、②一般消費者向けのすべての飲食物品についてすべての製造業者等に適正な表示を義務づける品質表示基準制度があります。

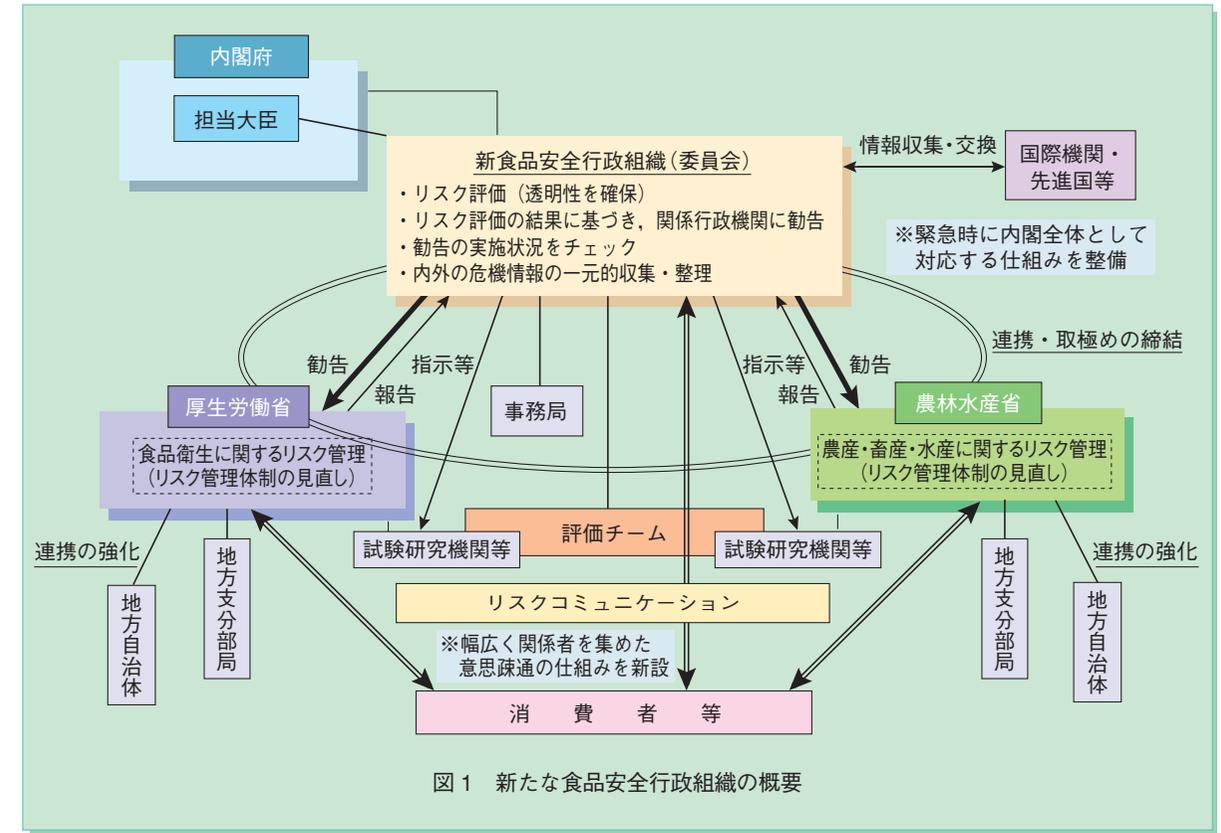
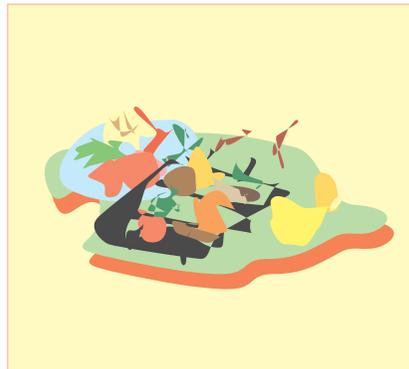


図1 新たな食品安全行政組織の概要

### 4. リスク分析法について

リスク分析(リスクアナリシス)とは、リスク評価(リスクアセスメント)とリスク管理(リスクマネジメント)、リスクコミュニケーションの3つの要素から構成され、消費者の健康保持を目的としたリスク(発生の確率)分析のプロセス全体のことを指します。人々が食中毒等の危害原因物質(ハザード)に曝される可能性がある場合、その危害原因物質に起因した食中毒等の発生を可能な範囲で未然に防止し、リスクを最小限にするためのシステム(管理手法)全体のことです。

リスク評価とは、人々が食品や添加物等に由来する食中毒などの原因物質に曝されることにより、健康に対して影響を与える既知のまたは潜在的な有害作用について科学的に評価することであり、①危害同定、②危害特定化、③暴露評価、④リスク特定化の4つのプロセスを経て行われます。リスク管理とは、最新の科学的根拠に基づきリスク評価された結果のリスクを、許容できる範囲内のものとして受け入れるか、もっと減少させるか、もっと緩和させるかなどの幾つかの選択肢を検討

した上で、最善の政策を選択して実施することです。主として行政機関が行いますが、食品企業が自主衛生管理のための管理基準を設定したり、管理マニュアルを作成して実施することもこの範ちゅうに入ります。リスクコミュニケーションとは、食品等に起因する衛生上の危害を防止するとともに、積極的に食品の安全・安心・高品質の確保を図るための建設的な方策を、消費者、企業、研究者、行政官、法律家等で協議し、理解することです。

リスク分析法の関係図を図2に示しますが、リスク評価は主として関連した様々な研究者が主に担当し、リスク管理は行政庁または

企業の衛生管理部門がその主体となります。リスクコミュニケーション業の衛生管理部門がその主体となります。リスクコミュニ

ケーションの実施主体は、課題により異なりますが、NPO法人<sup>\*1)</sup>等の公益法人、行政機関等が積極的に関与すべきです。リスク分析ではそれぞれの役割を果たしつつも、相互の連携を緊密にすることが重要といえるでしょう。

米国の環境保護庁の『化学物質のリスクコミュニケーション手法ガイド』に記された、行政・企業等のためのリスクコミュニケーション、および市民団体等のためのリスクコミュニケーションにおける各々7つの基本原則では、化学物質に関するリスクコミュニケーションの重要性が指摘され、行政や企業の取り組みの方法、また消費者のリスクコミュニケーションに参画する際の意識、ルールが提案されています。この提案は化学物質のみならず食品を初め多くのリスクコミュニケーションに共通すると考えられます(表1)。

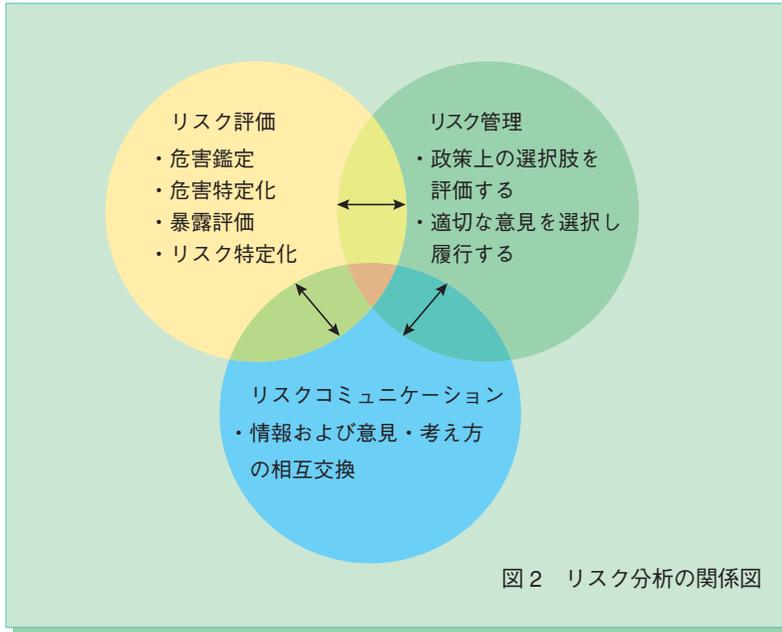


図2 リスク分析の関係図

<sup>\*1)</sup>NPO法人；営利を目的とせず福祉、環境保護、街づくり、災害救助などの公益活動を行う民間非営利団体(NPO: non-profit organization)で1998年に施行されたNPO法(特定非営利活動促進法)によって法人格を取得した団体のことです。

## おわりに

われわれのNPO法人食品保健科学情報交流協議会(略称；NPO法人食科協)は、リスクアセスメントの最善の活用を目指し、いろいろな場における課題ごとのリスクコミュニケーションを提唱し、食品の安全性および品質の確保、保健機能食品の訂正利用などについ

ての建設的な方策を消費者・企業・研究者・行政官等で協議する場を、機会あるごとに作っていくことも大きな活動の1つとしています。

たとえば、賞味期限切れの加工食品について、多くのマスコミは全て廃棄しなければならないかの

ように報道し、多くの消費者も同様な理解をしているのではないかと考えられます。そこで、消費期限切れの食品であれば廃棄は当然ですが、賞味期限切れの加工食品も同一の扱いでよいのかという観点からの調査研究を計画しています。製造直後と賞味期限切れの製

表1 米国環境保護庁(EPA)の示した行政・企業等、および市民団体等のためのリスクコミュニケーションにおける7つの基本原則

### EPAの示した行政・企業等のためのリスクコミュニケーションにおける7つの基本原則

1. 市民団体・地域住民等を正当なパートナーとして受け入れ、連携すること。
2. コミュニケーション方法を注意深く立案し、そのプロセスを評価すること。
3. 人々の声に耳を傾けること。
4. 正直、率直、オープンになること。
5. 他の信頼できる人々や機関と協調、協働すること。
6. メディア(マスコミ)の要望を理解して応えること。
7. 相手の気持ちを受けとめ、明瞭に話すこと。

### 市民団体等のためのリスクコミュニケーションにおける7つの基本原則

1. 相手の立場を理解し、対立者と思わず、話し合うこと。
2. 効果だけでなく、プロセスに注目し、常に整理、反省して改善すること。
3. 信頼できる情報の確保に努め、相手に応じた情報を発信すること。
4. 感情的にならず、要点を冷静に伝えること。
5. 相手の提案を批判するのみでなく、代替りの案を提案すること。
6. 他からの批判や提案を謙虚に聞くこと。
7. 他の市民団体、学者、弁護士等と協力関係を築くこと。

注：(社)日本化学会 リスクコミュニケーション手法検討会  
浦野紘平編著「化学物質のリスクコミュニケーション手法ガイド」  
p.18から引用。

Risk and Decision Making, U.S. Environmental Protection Agency,  
April, 1988, OPA-87-020

注：(社)日本化学会 リスクコミュニケーション手法検討会  
浦野紘平編著「化学物質のリスクコミュニケーション手法ガイド」  
p.17-18から引用。

品の細菌検査、理化学検査および五感検査(官能検査)によって基礎データを収集し、そのうえで消費者、製造者、行政担当官、研究者等で構成する評価検討委員会を開

催し、廃棄の方法しかないのか、  
廃棄以外の方法があるとするれば何か等を協議しようとする計画です。これもリスクコミュニケーションの1つと考えています。  
われわれのNPO法人食科協は、  
いろいろな課題について多種多様

な形態等によるリスクコミュニケーションの推進役としての活動も目指しているので各位のご協力、ご支援をお願いしたいと思います。

## 牛肉のトレーサビリティ導入について

京都大学大学院農学研究科教授  
新山 陽子



### ● Summary

近年、食品の生産・流通の流れにおける川上の農水産業、川中の食品製造業、食品卸売業、川下の食品小売業、外食産業、それに最終消費者が、それぞれ相互関係を持ちながら全体としてフードシステムを構成しているという新しい考え方が確立されつつあります。われわれはフードシステムの観点から牛肉について分析してきましたが、その過程で特にヨーロッパのBSE問題への対応としてトレーサビリティが重視されていることに注目し、現在、わが国への応用や導入の意義について検討を行っています。

トレーサビリティの導入を必要とする背景としては、食品由来の健康へのリスクの増大に対するリスク管理の必要性(迅速な製品回収、原因究明)、相次ぐ大規模な食品事件の頻発によって低下した消費者の信頼性回復の必要性などがあげられます。

### ● Key words

トレーサビリティ EU(ヨーロッパ連合) BSE(伝達性牛海綿状脳症) トラッキング  
トレースバック GMO(遺伝子操作農産物)

### 1. トレーサビリティとは何か

現在、トレーサビリティを最も重視しているのはEU\*1)であり、すでにBSE対策のために牛肉に対するトレーサビリティの導入が義務づけられています。

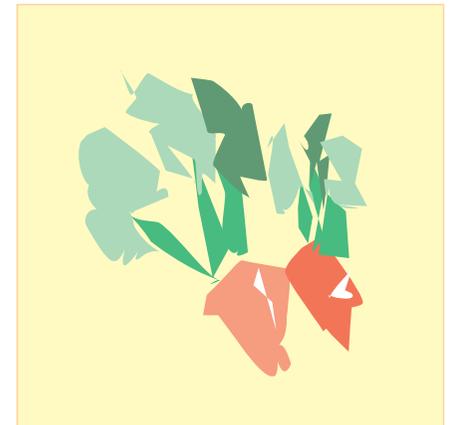
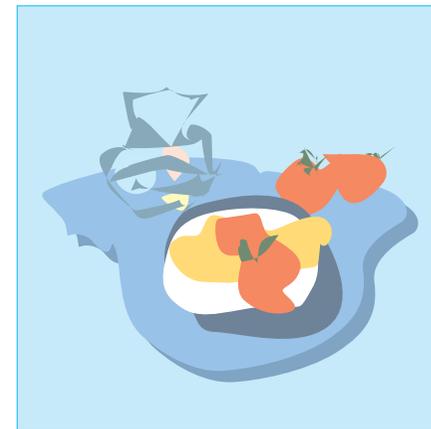
トレーサビリティの定義はISO(国際標準化機構)\*2)により「考慮の対象となっているものの履歴、適用または所在を追究できること」とされ、製品に関しては材料

および部品の源、処理の履歴、出荷後の配送および所在がそれぞれ追究できることとされています。

EUの食品法では「食品、飼料、畜産加工食品、およびそれらに使

用することが意図されたまたは普通のあらゆる段階を通して、それらと定義されています。想される物質の、生産、加工、流らを追跡し、遡って調べる能力」

\*1) EU(european union)；欧州連合、ヨーロッパ連合とも呼ばれます。マーストリヒト条約(欧州連合条約)の発効により、EC(ヨーロッパ経済共同体)の市場統合中心から通貨統合、共通の外交・安全保障政策なども含んだ共同体を目指しています。現在の加盟国は15カ国、今後の加盟予定国はバルト三国など10カ国が予定されています。近年のBSEの発生によって、EU内の食品安全問題は最重要課題の1つとなり、EU域内の食品安全政策の急速な対応・進展がみられます。  
\*2) 国際標準化機構(ISO; international for organization standardization)；ISOは、電気分野を除くあらゆる分野において、国際的に通用させる規格や標準類を制定するために1947年に発足した国際機関で、現在の参加国は138カ国です。全世界的な非政府間機構(国際連合および関連のある国連機関および国連専門機関での諮問的地位)として位置づけられ、各国ごとに代表的標準化機関1機関だけが参加可能で、日本(理事国)では日本工業規格(JIS)の調査・審議を行っている日本工業標準調査会(JISC)が1952年に加入しています。



### 3. トレーサビリティの意義・目的と導入上の課題

トレーサビリティの意義・目的を表1に示しました。まず経路の透明性の確保が挙げられますが、食品の生産から消費に至る流通経路が透明になることで、食品に対する消費者の信頼性を得ることができます。

また日本では、トレーサビリティについてもっばら消費者への情報提供のみが強調されていますが、同時に取引相手に対しての情報提供も極めて重要です。食品製造メーカーでは原料の入手などは他者へ依存するため、食品全般の衛生管理や安全性の確保を自助努力のみでカバーすることは困難で

す。たとえば原料にトレーサビリティが確保されることによって、製造メーカーは安全な原料の確保の上に立った、安全な製品の製造が可能となり、さらに自工場における製品をトレーサビリティで追跡することにより、出荷製品に対する責任の維持も期待できます。

表示に対する信頼性については、日本では表示と製品内容の対応関係をチェックするという、製品検査による信頼の機能を求める傾向がありますが、食肉の場合、たとえば原産地を表示されても、肉の検査によって表示された原産地を証明することは不可能です。

トレーサビリティは出生直後に付けられた個体番号により適正な個体の識別管理が行われることで原産地の立証が可能であり、表示の立証性を助ける機能においても期待されます。

トレーサビリティの機能を分類すると、健康に対するリスクの管理の手段となるもの(表1の②、③+④、⑤、⑦、⑧、⑩)、製品回収や原因究明(②、④)、情報の提供の機能(①、④、⑤、⑩)、そして広い意味での品質管理の機能(②、③、⑧、⑩)に大きく分類されます。

表1 トレーサビリティの意義・目的

- トレーサビリティの意義・目的 EU(2001), CEC(2001), Codex(2000), AFNOR(2001)
  - 製品の履歴、所在の把握、情報の検索が可能となることによって、
    - ①経路の透明性を確保する
    - ②目標を定めた正確な製品回収を可能にする
    - ③製品の素性に関する情報の保管を容易にする
    - ④消費者と取引相手、権限機関への迅速かつ積極的な情報提供を行うことができる
    - ⑤表示の立証性を助ける
    - ⑥正確な情報を消費者に提供することによって、公正な取引・貿易に寄与する
    - ⑦健康への予期しない影響や長期的な影響に関するデータの収集を容易にし、リスク管理手法の発展を助ける
    - ⑧製品の不適合の原因をプロセスを遡って探索し、是正できるようにする
    - ⑨品質管理の効率を改善する
    - ⑩生産、加工、流通に携わる関係者の責任を明確にする
      - \*健康に対するリスクの管理 ②、③+④、⑤、⑦、⑧、⑩
      - \*情報提供 ①、④、⑤、⑩
      - \*品質管理 ②、③、⑧、⑩
- cf. 薬品のトレーサビリティ：②(製品回収)  
④(ラベルの偽造を防ぐ)

トレーサビリティの機能が果たされるためには、適切な信頼性の高いトレーサビリティ・システムが確保されなければなりません。そのためにはトレーサビリティを導入する目的の明確化と、それに対応したトレーサビリティのレベル、手法の設定が必要となります。そのためには実施するトレーサビリティの定義、実施手段を明確にする必要があります(表2)。

トレーサビリティ・システムを構築する上では、ややもすると高度な情報媒体や情報システム導入の側面が強調されがちとなりますが、最も重要なことは物流の仕組みや製品の識別方法の適切な設定であり、これが適正でないかぎりとはたとえ高度な情報媒体を用いて

も、情報は信頼するに足りません。

BSE対策においてトレーサビリティ・システム導入の目的としては、①疫学\*<sup>1)</sup>対策の完成度を高める(全頭をコントロール下におく必要性)、②万が一の事故に備えた的確で迅速な製品回収、③経路

の透明性を高める、④表示の立証性を保持する、⑤消費者、業者、権限機関への情報提供等が挙げられ、①、②はリスク管理の手段として、③～⑤は主として情報提供となりますが、①、②の機能から義務的に実施すること、つまり法的根拠が必要と考えられています。

表2 トレーサビリティの定義項目と実施手段

○導入目的の明確化と、それに対応したトレーサビリティのレベル、手法の設定の必要

実施するトレーサビリティの定義項目、実施手段

- ①義務、自発
- ②識別の方法……製品、取り扱い者・場所
- ③照合精度(製品単位、ロット単位)
- ④つながり(リンク)の確保の方法
- ⑤記録と情報交換の方法
- ⑥収集する情報、提供する情報の内容
- ⑦システム検査の方法(自己検査、立ち入り検査)
- ⑧コントロール主体
- ⑨データベース管理主体、管理運用規定、セキュリティ
- ⑩情報媒体など実施手段

\*1) 疫学(epidemiology)；人間の集団を対象として、人間の健康およびその異常の原因を宿主、病因、環境などの面から包括的に研究し、疾病の予防や健康の増進を図る学問分野です。以前は伝染病など流行病が、ある特定の人口集団で流行した場合の感染経路やその原因などを研究する学問とされていました。現在では死亡の原因は癌や心疾患が中心であり、そのほか社会の高齢化に伴い老化や慢性疾患や栄養状態などが極めて重要視されるところから、疫学もこれらの疾患の原因を明らかにするための学問として考えられています。疫学研究は、特定の人口集団についての調査に基づくデータを、統計的に解析することが中心となります。

### 4. 義務的表示システムと自発的表示システム

日本でトレーサビリティ・システム導入が義務づけられる計画があるのは、現在のところ牛肉のみで、その他の食品については自発

的導入ということになっていきます。EU諸国では牛肉についても義務的に実施する部分と自発的に実施する部分との2つの層に分け

て、システム化が行われています(表3)。

義務的に実施するシステムは、最小限に必要な範囲の確保、つま

り家畜と枝肉と部分肉(ひき肉を含む)の照合システムの準備、および必要最小限の表示(照合番号、出生地、肥育地、と畜場の認可番号・国名、解体工場の認可番号・国名)、データベースの構築、権限機関によるシステム全体のコントロールです。

自発的システムは主に品質管

理、品質保証プログラムによって構成されます。ここでは、義務化された最小限の表示に加え、情報提供に対する消費者からの要望に対応し、さらに衛生、安全性、品質、素材の性質、生産方法などの、より多くの情報を公開する表示の促進が図られています。

しかし一方では、自発的システ

ムでは表示方法や実施方法などに当事者が持つ恣意性が少なからず関与することは否めません。表示内容の信頼性の確保が損なわれることを防止するために表示仕様書を作成し、権限機関から承認を得ること、すべての段階でコントロールすることが可能なシステムの構築などが課せられています。

表3 EUの牛肉トレーサビリティにおける義務的表示システムと自発的表示システム

義務的システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>○家畜一枝肉一部分肉の照合システム(生鮮肉とひき肉：食肉加工品は検討中)</li> <li>○必要最小限の表示(牛肉ラベル)             <ul style="list-style-type: none"> <li>I 照合番号</li> <li>II 出生地</li> <li>III 肥育地</li> <li>IV と畜場の認可番号、国名</li> <li>V 解体工場の認可番号、国名</li> </ul> </li> <li>*データベースの構築</li> <li>*コントロール</li> </ul>
自発的システム (品質管理・品質保証プログラム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○より多くの情報を公開する表示の促進 (衛生、安全性、品質、素材の性質、生産方法など)</li> <li>*表示仕様書←権限機関から承認</li> <li>*すべての段階でコントロールシステムを構築</li> <li>*家畜～部分肉まで確実にリンクさせる</li> <li>*国産牛肉マーク(ex「VF」フランス産牛肉)、その他の認証マーク</li> </ul>

## おわりに

日本には食肉製品を垂直的に管理する、フランスの全国家畜食肉業者連盟や、ドイツのQS有限会社などに相当する統轄機関がなく、現在のところ、日本ではこれらの国のトレーサビリティにみられる

自発的システムの構築は難しいのが実情です。しかし現在、消費者からの食肉および食肉製品の一贯したコントロールおよび情報、品質管理・品質保証を望む声は大きく、日本でも農場から食卓までの

安全性を確保するための、一貫したシステム確立へ向けて関係機関の密接な連携が必要であると考えます。

藤巻\* (座長) 本章のテーマは牛肉をはじめとする食肉の衛生管理、あるいは安全性確保です。2001年にわが国初めてのBSEが発生して以来、食肉の安全対策につきましては根本的な改革、あるい

は体制の枠組み作りが迫られてきましたが、ここでは食品の安全行政の改革や、EU諸国で推進されているトレーサビリティの話をふくめて活発な討議がいただけるものと期待しております。



家森 幸男氏

## 食中毒の原因微生物の変化

藤巻 それではまず初めに、小川先生のご発表に関するご質問をお願いします。

家森\*\* 大腸菌はわれわれもたくさん持っているわけですが、有害なものを簡単に見分けることはできるのでしょうか。

小川\*\*\* 腸管出血性大腸菌、特にO157については、免疫磁気ビーズと各種の分離培地、PCRの併用などによって、選択的に分離できるようになっています。

新山\*\*\*\* 食中毒の原因微生物が平成12年度を境にして姿を変えた

とご説明いただきましたが、その原因を教えてください。

小川 サルモネラと腸炎ビブリオが大きく減っていますが、これらについては厚生労働省が2～3年前から積極的に取り組み、強力な指導を実施していますので、その効果が出てきているのかもしれませんが。

小型球形ウイルスが増えてきているのは、海域で汚染されたカキの他に、調理の過程での各種食品を介したヒトからの汚染の増加が推測されています。

## 食品安全性をめぐって

藤巻 どうもありがとうございました。次に伊藤先生のご発表に関してのご討議をお願いいたします。

## ナチュラルチーズにみる食品の安全性と食文化

清水\*\*\*\*\* わが国ではナチュラルチーズの製造の際に、安全性を考

\* 東京大学名誉教授  
お茶の水女子大学名誉教授  
藤巻 正生

\*\* WHO循環器疾患予防国際共同研究センター長  
財団法人兵庫県健康財団会長  
京都大学大学院名誉教授  
島根医科大学名誉教授  
家森 幸男

\*\*\* 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

\*\*\*\* 京都大学大学院農学研究科教授  
新山 陽子

\*\*\*\*\* 東京大学大学院農学生命科学研究科教授  
清水 誠



伊藤 蓮太郎氏

慮して、殺菌乳を使うべきであるという考え方が多いと思います。ヨーロッパのナチュラルチーズは生乳から作られたもので、安全性も当然考慮されていると考えますが、その風味や独特な香り、食感などは伝統的な食文化として定着していると考えられます。これからの食品衛生の理念からいうと、ナチュラルチーズはわが国では消費者の安全を考えて殺菌乳で作る、きわめて管理された食品とすべきだという流れもあるように感じのですが、先生はどのようにお考えですか。

伊藤\* ナチュラルチーズというのは生乳が原料ですが、日本では必ず殺菌が行われており、殺菌してない生乳を使った製品はありません。将来、生乳の衛生管理を相当レベルアップすることによって、生乳でも細菌学的には殺菌乳と同じくらいに細菌汚染の少ない状態が得られるのではないかと思います。そうすれば、メーカー側と消費者、専門家、行政とがリスクコミュニケーションを行うことによって、未殺菌の生乳を原料と

したナチュラルチーズの製造もありうるのではないかと思います。

### 残食と料理の持ち帰り

高田\*\* 私の米国滞在の経験では、米国では食べ残しなどの無駄をなくすという意識が強く、ドギーバッグが非常に普及して例えばパーティーなどで出された料理を持ち帰るなどは日常的に行われていました。日本では食中毒になると困るということからか、仕出屋さんも弁当の持ち帰りなどは非常に嫌がるし、だれもそんなことはしません。時には膨大な量の料理がほとんど手をつけられないで捨てられてしまいます。私は加熱調理したものは持って帰ってもそれほど問題はないのではないかと思います。先生のご意見はいかがですか。

伊藤 わが国における現在の衛生管理の観点からは、パーティーなどの残食の持ち帰りはやらないほうがいいのではないかと思います。



### アレルギーや感染症と環境衛生の問題

高田 それから現在、日本をはじめ先進諸国でアトピー性皮膚炎\*1) などアレルギー疾患が非常に増加していると思います。これは社会が清潔になりすぎたから、本来は例えば蛔虫などの寄生虫を障害する役割を果たしたIgE抗体\*2)はその標的をなくして増加し、アトピー性皮膚炎の発症に関与するようになったと説明されています。アフリカの人などはそのIgE抗体が高いのですが、アトピーも喘息もみられません。その理由として細菌感染やウイルス感染あるいは住血吸虫のような寄生虫の感染があるからといわれています。このようなことを考えると、あまり清潔すぎてもまた問題はあるように感じるのですが、小川先生はどのように考えますか。

小川 清潔な環境で問題がなければ一番いいと思います。寿命こそ人間の生活環境を測る一番いい物差しだと教えられてきましたし、私もそのように考えています。わが国は男女ともに世界で最も長寿であり、環境も良好であるということが出来ます。

いろいろな物質による感作が減ることによって、別の感作に対する感受性が亢進しアトピー性皮膚炎のような新たな病態を生じることがあるかもしれません。しかし伝染病は寿命を短くする最たる要因であり、これを防ぐことは極めて重要なことであり、種々の疾病の発生と環境衛生の問題についてはまだ大きな議論の余地があると思います。

高田 私は基本的な環境の改善に配慮を怠り、必要以上に抗菌グッズなどを志向する現在の健康に対する考え方が少し間違っているのではないかと思います。



小川 益男氏

\* 1) アトピー性皮膚炎 (atopic dermatitis) ; アトピー素因を持つものに多く発症する、強い掻痒を伴う慢性的な湿疹病変のことで、その発症にはIgE抗体が関与するアレルギーの機序が働いているといわれています。アトピー性素因には血清IgE抗体の濃度が高値であることがあげられ、ダニなどのアレルゲンに対して特異的なIgE抗体が産生されて、アレルゲン-IgE抗体-IgE親和性の受容体-マスト細胞内の刺激の伝達-マスト細胞からのヒスタミンなどの化学伝達物質の放出など一連の過程を経て掻痒や湿疹の症状が現れると考えられています。

\* 2) IgE抗体 (immunoglobulin E antibody) ; 免疫グロブリンEのことで、特異的な免疫反応において抗体活性を示す糖たんぱく質です。気管支喘息、食物アレルギー、鼻アレルギー (花粉症)、アトピー性皮膚炎などの、いわゆる即時型 (反応が早い) アレルギー疾患の発症への関与が知られています。ダニやスギ花粉などのアレルゲンが生体に侵入すると、粘膜や、局所リンパ球などのアレルゲンの侵入部位でIgE抗体が産生され、再び同じアレルゲンが侵入して接触するとアレルギー症状が惹き起こされます。

\* 特定非営利活動法人食品保健科学  
情報交流協議会専務理事  
伊藤 蓮太郎

\*\* 浜松医科大学名誉教授  
高田 明和



新山 陽子氏

小川 抗菌グッズ程度ではあまり消毒や殺菌効果は期待できません。家庭での衛生管理もそのようなものを使用する以前に、たとえ

ば食器・調理器具等の洗浄や清潔な管理が必要で、それなくして抗菌グッズを使ってもほとんど意味はないと思います。

### トレーサビリティの考え方と導入の意義

藤巻 どうもありがとうございます。それでは続きまして新山先生のご発表に対するご討議をお願いしたいと思います。新山先生からは大変わかりやすくトレーサビリティの説明をいただきましたが、なにかご意見、ご質問はありませんでしょうか。

### 事故を予防するためのシステム

柴田\* トレーサビリティ、あるいはトラッキングに関しては非常によく理解できました。ただしトレーサビリティとは食中毒などの事故が発生して、大きな問題が生じた場合に的確に対処するためのシステムと考えられます。

しかし実際には、そのような事故の発生を防止することが重要で、たとえば東海村の核燃料加工施設での臨界事故も、その発生を抑止するシステムが脆弱であり、われわれが考えても極めて不適切と思われる作業から発生しています。また、われわれの医学の領域では、疾病の治療については盛んに研究されていますが、その予防に関する枠組みについては特に弱い点が指摘できます。

また農産物については、現在47

都道府県のうちの43県における農薬の不正使用が問題になっていますが、このことから生産者は、ごく身近な農薬についてもすでに有害で使用が禁じられているものがあることすら知らないということが分かります。農薬は比較的容易に入手が可能ということもあるので、その監視装置がないことが問題であると考えます。何か事件が起きてからいち早く解決するための事後処理のシステム化ばかりが強調されているようですが、むしろ事故を予防するダイナミックな枠組みづくりを世界的に考えることが重要と考えるのです。いかがでしょうか。

新山 トレーサビリティのシステムは、ご指摘のように事故の発生後に備えた仕組みであり、また情報提供の仕組みです。

トレーサビリティでは生産・加工・流通される物に対応した情報が提供されますが、各段階において衛生や安全性の情報が生み出される過程の信頼性をトレーサビリティにより保証することはできません。衛生検査や安全検査の実施はトレーサビリティのシステムの枠外であり、トレーサビリティはあくまで衛生検査、安全検査が実施された製品について、その情報

を提示し、これらの情報が間違いなく当該の製品に対応した情報であることを保証するというシステムです。

したがって、トレーサビリティでは原産地や取り扱い事業者の情報は保証可能ですが、さらに衛生管理や品質管理など多くの情報を提示する場合には、それらにかかわる管理システムを統轄機関による仕様書や認証制度等によって別途構築し、仕様書どおりの運営が実際に行われているかどうか統轄機関が検査する体制が不可欠です。そのような信頼性の高いシステムがあって初めてトレーサビリティにより提示される情報が有用なものとなります。

日本でも、自発的な表示に関するトレーサビリティの促進が喧伝されていますが、適切な検査を組み込んだ認証制度とセットされないと、かえって消費者に誤解を与えることになりかねません。まず食品の衛生管理や安全確保の仕組みを作ることが肝要で、それとセットになって初めてトレーサビリティの機能が果たせると思います。

### 輸入牛肉のトレーサビリティ

眞鍋\* 現在、日本の牛肉は7割近くが輸入され、国産は3割です。輸入牛肉のほとんどはオーストラリア産とアメリカ産です。アメリカとかオーストラリアでは、牛肉のトレーサビリティが確立されてい

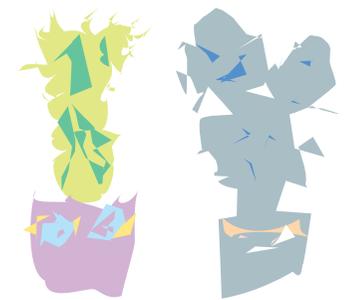
て、たとえば輸入牛肉が使用されているハンバーグや牛丼などで事故が生じた場合でも、原因究明のための追跡は可能なのではないでしょうか。

またトレーサビリティ・システムを作り上げる費用は膨大になると思いますが、この費用は生産者や加工業者などの自己負担になるのか、あるいは国の予算で行うのか、それらの構成をどのようにするのが非常に重要な問題ではないかと思われませんが、その点についてはいかがでしょうか。

それから現在、銘柄化や産地直送、あるいは顔の見える製品など自主的な製品の表示が行われていますが、第三者機関などの認証があれば、これらについてもトレーサビリティに近いシステムとして評価できるのでしょうか。

新山 輸入農産物や食品については、EUでも大きな問題になっていると思います。これは輸入先（輸出国）に同様な規定を課すことができないので、輸出国までさかのぼる追跡には対処しきれないのが実情です。EUの対応についてみると、第三国から輸入された牛肉で規定された表示内容の情報が入手できない場合には「Non-EU」と記すとされています。EUの場合には貿易障壁としないためにトレーサビリティのシステムが輸入相手国において作られている場合には同じ規則に基づいて同じように情報を記録し、同じように表示することとしています。

ただ相手国に同様なシステムができていない場合には「Non-EU」



\* 桜美林大学大学院教授  
東京都老人総合研究所名誉所員  
柴田 博

\* 社団法人日本食肉協議会専務理事  
眞鍋 常秋



と書いて、消費者に識別できるように配慮しているということで、日本もこれと同様な形態にならざるを得ないのではないかと思います。

### トレーサビリティ・システム構築に要するコストの問題

**新山** トレーサビリティ・システムのコストについては、トレーサビリティ実施諸国では基本的に価格へのコストの上乗せはできないとしています。したがって食品流通においては供給側での分担になると思います。トレーサビリティ・システムによって付加価値を付けるといった場合、日本では企業利益ととらえられがちで、消費者からの非常に強い拒絶反応がみられます。このようなことから、付加価値としてトレーサビリティに要するコストの価格への上乗せは適切とは考えられません。

ただし、一方では現在の農産物や食品の価格の見直しが必要と考えます。現在の価格は決して適正なものとはいえません。農産物や食品の生産、製造にあまりに低廉な価格が求められると、それは安全性確保に払う手間を犠牲にすることにつながります。リスクが高まり、消費者の望むところではないはずで、これからは消費者も、自らが購入する価格というのが農産物や食品そのものの生産や製造だけでなく、衛生管理や安全確保とどのように関連があるのかを認識しなくてはなりません。

ん。農産物の生産にどれほどの手間やコストがかかるのかを認識し、消費者は自らの身を守るためにも費用負担にも関与する必要があります。生産者、製造者側も別途、生産の状況やコストの実態を出来るかぎりオープンにして、消費者の理解を促す必要があると考えます。

それをつなぐ唯一の方法として認証制度があるのではないかと思います。あるマークが貼付されたものは生産に手間がかかっており、安全性が確保され、安心して食べられる食品であることが証明されていて、消費者がそれを識別できるようにすれば少し高めではあっても、手間に見合う価格を支払おうという合意を得ることが可能だと思います。

### 生産者の「顔が見える製品」について

**新山** トレーサビリティによって「生産者と顔の見える関係を作る」ということについても、トレーサビリティに対する誤解の典型的な1つであるといえます。顔の見える関係をつくること自体は大事なことです。それとトレーサビリティは別のもので、顔の見える関係がある場合にはトレーサビリティ・システムは必要ありません。実際に生産者たる農家の話を直接聞くことができるし、そこで生産される農産物が安全か否か、自ら確認して購入することが可能なのです。

トレーサビリティが必要なのは、それが出来ない大量生産、大量流通の匿名の製品であり、それらの製品の由来や経路を明確にするために必要なシステムなのです。だから生産者団体でも生協でも、トレーサビリティ・システムを作るといった場合、産直のルートに組み込もうと考えられがちですがこれは方向違いになります。

### トレーサビリティ・システムの確立へ向けて

**家森** トレーサビリティのようなシステムを運営する場合には、自己認証ではなかなか消費者の信頼が得られないので、やはりある程度第三者の組織の認証は必要ではないかと思います。兵庫県の取り組みとして、最近、食の安全と健康ネットワークというものを生産業者、消費者、関連の研究者が一緒になって立ち上げています。このようなローカルなシステムづくりについてはどのようにお考えですか。

**新山** 自己認証のみにならないためには、たとえば神戸牛の流通推進協議会のように県のローカルなシステムでも消費者から見たときに業界全体をカバーしている、あるいは特定の生産者とか、業者寄りでない第三者としての機能を果たしていると評定してもらえるような組織をつくり、トレーサビリティを実施していくことが必要だと思います。

**小川** トレーサビリティ・システ

ムは食品の生産から消費まで一貫していることが必要なので、関連組織が1つの目的に向って連携しないかぎり、システムの構築と稼働は難しいのではないかと考えます。またシステムの構築には、生産から消費に至る各段階でのそれぞれの役割を明らかにしておくことが必要と思うのですが、その役割を実際に果たすことについての適切な方法論と認証の制度も必要です。

事後の対応、とくに義務的システムへの対処は比較的明瞭ですが、自発的な品質保証を裏付けるための事故防止の安全システムの構築や整備は、国政レベルではなかなか実現が困難であると推測されます。したがってローカルなレベルでの、ある程度公的な性格を帯びた民間組織によるトレーサビリティ・システムが必要なのではないと思うのですが。

**新山** 国政のレベルの他に、民間の組織によるトレーサビリティ・システムの追究が必要と考えられます。現在、フランスでは生食用のジャガイモに対するトレーサビリティ・システムができていますが、これはジャガイモ協会が主体であり、完全な民間ベースで運営されており、データベースも非常に高いセキュリティを維持しているようです。ご指摘のように、各立場から相互の責任を自覚し努力をすることによって、日本でも民間ベースで種々のトレーサビリティ・システムを作ることができると思います。





深澤 利行氏

義務的な表示システムの場合も、行政レベルのみでは適正な運営は困難であり、民間の業界の合意、そして協力、努力がないとできません。フランスでは全国家畜食肉業者連盟という民間組織が中心になって民間の業界協定を結んでおり、外食産業についても同様に業界協定を結んでいます。この業界協定が法律に近いものとして機能し、それを政府が省令でバックアップしているという構造です。

さらに検査の必要性についても、全国家畜食肉業者連盟がフランス産牛肉の検査計画を策定し、実際にシステムが的確に機能しているかを、自己検査および第三者検査でチェックしていく計画書が作られています。このようにトレーサビリティ・システムを作り上げることは、様々な機関や関係者の尽力が不可欠であり、大変な労力を必要としますが、たとえ膨大な労力を要するとしてもシステムをきちんと整備して、しっかりした仕組みをつくっていかないと、トレーサビリティ・システムといっても形だけのものになりかねません。

### 冷凍や熟成等の食肉表示

深澤\* 食肉や食肉製品についての表示は、消費者に直接役立つ情報として活用される方向で実施されるのが適切と考えられます。たとえば食肉の場合、冷凍や熟成\*1)によって科学的、物理的な要因で品質に関与するような状態変化を生じます。食味の向上に大いに寄与している熟成に関する表示は現在実施されておりませんが、このような情報をもっとオープンにすることによって、消費者の食肉への食品科学的な理解も得られ、さらに消費者の食品購入の選択肢も増え、購入意欲の刺激にもなるように思うのですがいかがでしょうか。

新山 日本のトレーサビリティに関する表示はいま検討中なのですが、基本的には、照合番号は表示をしますが、その他の情報についてはあまり表示しない方向で考えられているようです。私見としては、EUのようにせめてと畜場・解体場の表示は必要だと思います。生産農家から最終消費市場に牛肉が届く間にと畜、解体という

\*1) 熟成 (aging) ; と畜直後の食肉は保水性が高く柔らかい一方、味や香りに乏しいのですが、しばらく放置することによって死後硬直のために肉は固くなり保水性は低下します。しかし、この後に低温で貯蔵すると再び柔らかくなり (解硬)、保水性も一部回復して味や香りが向上します。これを熟成といい、熟成に要する時間は2~4℃で牛肉は10日前後、豚肉は3~5日、鶏肉は半日~1日です。

非常に大きなプロセスがありますから、と畜場・解体場番号程度は義務的表示に加えてもよいと思います。

熟成の表示については、フランスのINTERBVのプログラムには、7日以上熟成の表示が自主的な表示システムに入っています。冷凍、あるいは熟成が行われている食肉というものを、民間の組織によって表示できたら、消費者の食肉に対する理解も深まると思います。

藤巻 どうもありがとうございます。とくにトレーサビリティ・システムにつきましては活発なご討議をいただき、今後、わが国におけるシステム構築を導く上で、大変貴重なご意見が得られたのではないかと思います。



\* 九州大学名誉教授  
深澤 利行