

「国産食肉」に決めた!

おいしさの魅力には勝てません



食肉情報等普及・啓発事業企画委員会

座長

- ・ 上野川修一 東京大学名誉教授

委員

- ・ 板倉弘重 茨城キリスト教大学名誉教授
- ・ 喜田 宏 日本学士院会員／北海道大学ユニバーシティプロフェッサー
- ・ 清水 誠 東京農業大学教授／東京大学名誉教授
- ・ 柴田 博 桜美林大学名誉教授・特任教授
- ・ 西村敏英 日本獣医生命科学大学教授／広島大学名誉教授
- ・ 松川 正 元農林水産省畜産試験場長
- ・ 宮崎 昭 京都大学名誉教授
- ・ 吉川泰弘 千葉科学大学教授／東京大学名誉教授

(五十音順／敬称略)

.....

はじめに

.....

公益財団法人日本食肉消費総合センターは、食肉に関する総合的な情報センターとして、消費者の皆様へ「食肉の栄養と機能に関する情報」を提供しています。

私たちが日常食べている牛肉は大きく3種類に分けられます。①黒毛和牛等の国産肉用種牛肉、②ホルスタイン等の国産乳用種牛肉、そして、③外国産の輸入牛肉です。

食肉についても国際貿易の自由化が進んでいけば、③の外国産牛肉の価格が安くなって、国産牛肉と競合するようになり、とりわけ②の国産乳用牛の肉の需要が落ち込んでしまうのではないかと心配する声も聞かれます。しかし、実際には、これらの3種類の牛肉にはそれぞれの特徴があることが科学的に証明されているのです。

日本人は長い歴史の中で牛肉を食材として取り入れてきました。そして、和食のみならず洋食や中華料理も普通に食べられています。日本人は、その多様な食生活の中でも、「すき焼き」や「しゃぶしゃぶ」では和牛の肉に、「カレー」や「中華」には国産乳用牛の肉に馴染んできたところです。

3種類の牛肉にはそれぞれのおいしさがあります。本誌をお読みになって、その「違い」を知っていただければ、食べる場面や和・洋、中などのTPOにあわせてこれらの牛肉を使い分けて料理を楽しむことができるでしょう。

2020年には東京でオリンピック、パラリンピックの開催が決定し、国民の健康とスポーツへの関心が高まっていることから、本誌では、栄養と運動による強い身体づくりにスポットを当てた記事を掲載しました。是非、読者の皆様にも実践していただければと思います。

最後になりましたが、「食肉情報等普及・啓発事業企画委員会」にご参画いただいた諸先生方、ご指導ご後援いただいた農林水産省生産局、および本誌の編集・出版に助成いただいた公益社団法人日本食肉協議会の関係各位に厚く御礼申し上げます。

2017年3月

公益財団法人 日本食肉消費総合センター
理事長 田家邦明

はじめに 公益財団法人 日本食肉消費総合センター理事長 田家邦明	1
Prologue プロローグ	4

Section. 1 国産食肉の魅力

1 和牛肉のおいしさと「コク」

日本獣医生命科学大学教授／広島大学名誉教授 西村敏英

6

熟成によって「うま味物質」が増え「脂質」が香りを長く留めて「コク」につながる複雑なおいしさが口中に広がるのです

2 国産牛肉、特に乳用種牛肉と輸入牛肉の違い

農研機構 畜産研究部門 食肉品質ユニット長 佐々木啓介

16

乳用種牛肉は輸入牛肉と和牛肉の中間的な特性を持ち
輸入牛肉との間に「食べてわかる違い」があることが判明しました

3 国産食肉の優位性 — 「食肉に関する意識調査」より

亜細亜大学教授 茂木信太郎

24

消費者のイメージ、購買行動には
国産牛肉に対して明らかに積極的な支持があります

Section. 2 日本人と食肉

日本人の食肉消費の歴史 <食肉を食材に育て上げた162年の歩み>

京都大学名誉教授 宮崎 昭 34

牛肉に対する日本人の特別な思い出は
4度の戦争とBSE騒動によって培われてきました

Section. 3 高齢者の健康と栄養・運動

1 「インターバル速歩+牛乳」で暑さに強い体をつくろう

信州大学教授 能勢 博 44

5カ月間のインターバル速歩で体力は20%向上
生活習慣病が20%改善し医療費は20%削減できます

2 高齢者の栄養と活動

徳島大学名誉教授/徳島健祥会福祉専門学校校長 武田英二 54

必要量のたんぱく質をとることが老化を先送りする近道です

Prologue. プロローグ

口に入れて噛みしめた途端、思わず「おいしい!」と言わずにはられない肉のおいしさ。肉を食べないと近代化ができないと、福沢諭吉が「肉食のススメ」を著してから、140余年を経て、肉が日本人の食材となった幸せを宮崎昭先生は説かれています。

これまで和牛肉のおいしさは、軟らかくジューシーなのでうま味を感じるからだとされてきましたが、西村敏英先生の最新の研究で、熟成させてから市場に出る、この熟成こそがうま味物質を増やして風味を増し、さらに脂肪交雑があることで香りを持続させるなど、「コク」につながる味の複雑さや広がりをもたらしていることがわかりました。

佐々木啓介先生による国産の乳用種牛肉と輸入牛肉の違いを明確にした研究によると、品質や成分、味や香りなど科学的な検証でも、消費者の好みを見る官能評価でも、国産の乳用種牛肉は和牛肉と輸入牛肉の間に位置付けられ、輸入牛肉よりはるかに好まれているという結果でした。

もう1つ、茂木信太郎先生の「食肉に関する意識調査」でも、国産牛肉の優位性が改めて証明されています。アメリカ産、オーストラリア産ともに、イメージも購入理由も「価格が手頃」が圧倒的に多く、「軟らかい」「信頼がおける」などの項目にはほとんど回答がありません。日本の消費者は購入する際、まず価格を重視し、次に国産であるかどうかで判断することもわかりました。

もちろん、国産食肉は「おいしさ」や「コク」ばかりではなく、良質なたんぱく質の供給源。特に加齢に伴って筋肉量が低下し、サルコペニアなどに陥る危険性が高い高齢者にとっては、十分なたんぱく質の摂取が老化を先送りする近道です。そして同時に運動をとり入れる重要性を能勢博先生、武田英二先生のお2人は強調されています。

少しぜいたくをしたい時には和牛、胃袋をお肉で満たしたい時は国産牛肉と賢く使い分けて、健康長寿につながる丈夫な体をつくりましょう!

Section.

1

⋮

国産食肉の魅力

1

和牛肉のおいしさと「コク」

熟成によって「うま味物質」が増え
「脂質」が香りを長く留めて
「コク」につながる複雑なおいしさが
口中に広がるのです

日本獣医生命科学大学教授／広島大学名誉教授

西村敏英



● 食べ物の深い味わいを表す「コク」ですが、いまだ定義がされていません。日本が誇る和牛肉に「コク」があるのか、あるとすれば、「コク」を付与するものは何か。西村敏英先生は、熟成によってもたらされる「うま味物質」や「脂肪交雑」が、和牛肉に「コク」につながる味わいの複雑さや広がりを与えていると、実験結果を交えて解説してくださいました。

おいしさを連想させる「コク」とは何かを定義する

食べ物のおいしさを表す「コク」という言い方があります。食べた時、味が濃くて、その刺激が長く残る感覚を「コクがあって、おいしい」と表現します。しかし、それが強すぎると「くどい」、「しつこい」と言い、「おいしい」とは言いません。

このように、「コク」はおいしさを連想する言葉としてよく使われますが、いまだ定義されていません。そこで、2011年に日本栄養・食糧学会のシンポジウムで初めて「コク」をテーマとして取り上げ、2016年6月の国際シンポジウムでは「コク」の定義づけを提案し、国際化を目指して活動しています。

日本人にとって本当においしいと感じる霜降りの和牛肉には「コク」があるのか、「コク」という概念で説明できるのかを考えて、研究を行ってきましたが、それがまとまりつつあるので、ご報告します。

「おいしさ」と「コク」は同義語ではありません

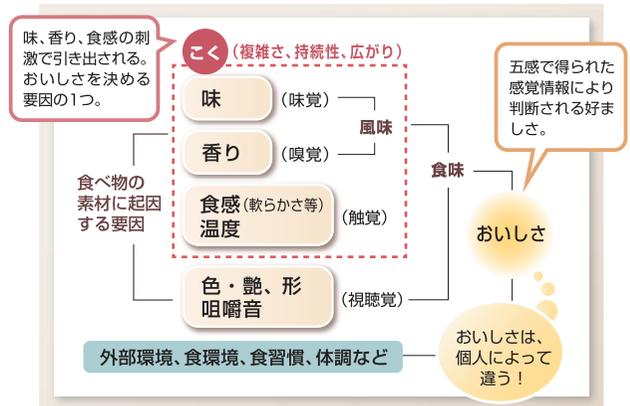
「コク」とは何でしょうか。食べ物のおいしさには、素材の持つ「味」、「香り」、「食感」、「色」など決め手になる要因がたくさんありますが、「味」、「香り」、「食感」という刺激をトータルすると「コク」という感覚が出来上がるのではないかと考えて、このグループに入れました(図表1)。

ただし、「おいしさ」と「コク」は同義語ではありません。同じカレーを5人全員で食べると、その5人の体には同じ刺激がきますが、それをおいしいと思う人も、おいしくないと思う人もいます。

その判断は、その場の雰囲気や体調、食習慣など食べる側の要因によって、個人個人違いがあります。「コク」というのは、あくまでも食べ物の刺激によって私たちが感じる感覚であると考えられます。

もう1つ例を挙げると、私がおいしいと思う食べ物には、カレー、シチュー、ラーメン、ゴーダチーズ、レモンスカッシュ、スイカ、梨、梅干しなどがあります。一般的に「コク」がある食品としてはカレー、シチュー、ラーメン、ゴーダチーズが同じグループになると思います。スイカや梨に「コク」があるとは

図表1 食べ物のおいしさを決めている要因



言わないでしょう。

その違いは何かというと、果物は味わいが非常に単純です。刺激に持続性や広がりほとんどありません。そうしたものは「コク」について語らないはずで。それに対して、カレーやシチュー、ラーメンもゴーダチーズも、複雑感、濃厚感、持続性、広がりがあります。そのような食べ物については、「コクがある」と言うのだと思います。

こうしたことから、「おいしさ」と「コク」は必ずしも同義語ではないことがわかります。「コク」を理解するには、おいしさと切り離して考えることが非常に重要になってくると思います。

「コク」に必要なのが「複雑さ」「広がり」「持続性」

先ほど触れたように、食べ物のおいしさは個人によって違うので、主観的です。しかし、「コク」というのは、今の例のように、

複雑さがあるかないか、持続性があるかないか、広がりがあるかないかという、私たちが感じる刺激によって客観的な評価が可能であ

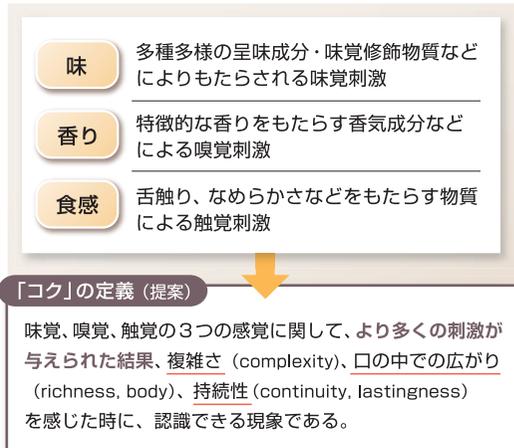
ると考えました。それが定義のスタートです。

「コク」の定義として、図表2のような形が考えられます。「コク」には、味覚で感じる味、嗅覚で感じる香り、なめらかさなど触覚で感じる食感。この3つの感覚に関してできるだけ多くの刺激があることが大事です。それが複雑さを生み、口の中でふわっと広がる、あるいは口に味わいの感覚が残る時に「コク」を感じるのだと思います。

図表3はそれを図示したものです。単純なものについてはコクとは言わないので、「コク」があるかないかという時、絶対的に必要なのは「複雑さ」です。それは食べ物全体の特徴を表しています。赤の矢印が味の刺激、黄色が香りの刺激、青が食感の刺激だとすると、矢印がたくさんあることが、「コク」の基本的な条件と考えられます。

では、それらはどのようにして生まれるかですが、チーズや肉のように、長時間「熟成」させることによって、味の成分も、香りの成分も増えます。

図表2 食べ物のおいしさを引き出す「コク」とは！

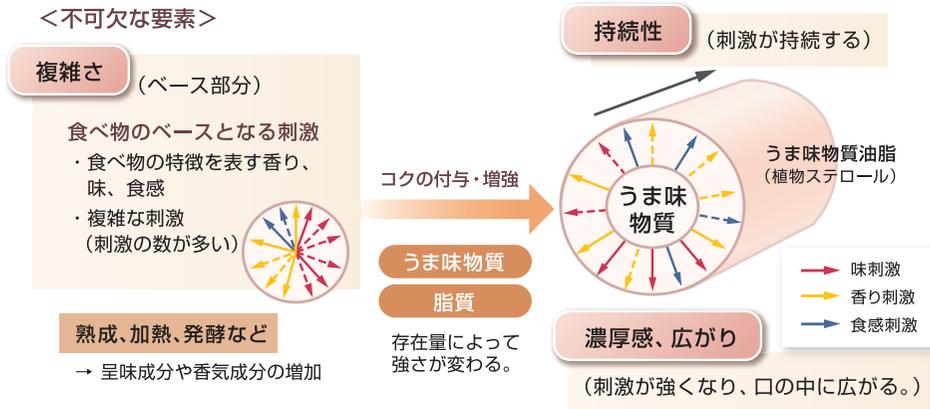


「加熱」も関係します。西洋料理のソースの素になるブイヨン、5～6時間もの長時間、野菜と肉を煮込んでつくられますが、それによって素材から出た味の成分が反応し合って多くの香り成分が生まれます。肉も生ではなく、焼くことでメイラード反応が起き、たくさんの香り成分が出てきます。

味噌や醤油は微生物による「発酵」によって、味成分や香り成分が増えることで、味も香りも深くなります。

図表3 食べ物の「コク」の形成

<不可欠な要素>



「コク」の付与・増強に果たす「うま味物質」と「脂質」の役割

このように熟成、加熱、発酵などを経て、味や香りの刺激物質が増えることが、「コク」をつくり出すベースになり、同時にその食べ物の特徴を表すものになります。ただし、これだけでは「コク」として非常に弱い、ほとんど感じられないと思います。

そこに必要なのが、「うま味物質」と「脂質」です。これらが加わることによって、刺激が広がり、持続します。まさしく霜降りの牛肉がそうで、肉の中にある「うま味物質」と「脂質」の相乗効果で、“コクを非常に高めている食べ物”と言えると思います。

一般的に「コク」は、あるかないか、0か100と考えがちで、それがおいしいか、おいし

くないかにつながってくるので、「おいしさ」と「コク」が混同されていたのです。しかし、砂糖が多くなれば甘みが強くなり、塩が多くなれば塩辛くなるのと同じように、「コク」も「うま味物質」や「脂質」の量が増えることによってだんだん強い「コク」になります。

ただし、ほかの要因と同様、食べ物によって適切な強さがあります。特に和食では、「コク」が強くなり過ぎると素材の特徴的な味わいを消してしまう可能性があるのも、あまり強い「コク」は逆効果でしょう。食べ物によって強い「コク」が適している場合もあるし、弱い「コク」のほうが合っている場合もあるわけです。

「うま味」には味わいを広げる「持続性」があります

「コク」を付与・増強する「うま味物質」について考えてみました。食品の味を表す基本5味(甘味、酸味、塩味、苦味、うま味)というのがあります。このうち「うま味」は、2002年に認知された比較的新しい基本味で、グルタミン酸ナトリウム(MSG)、イノシン酸、グアニル酸などがあります。それ以前は、旨いからくる「旨み」と、この「うま味」は混同して使われていました。私たちが肉を食べた時のおいしさは「旨み」です。

肉は熟成することによって「うま味物質」であるMSGとイノシン酸など味の成分が増加し、さらに焼くことで香りの成分が増えて、

その味わいが広がるのです。

台所にMSG(=味の素)があったら、舐めてみてください。後残りを感じませんか。それが持続性に関係していると考えられます。実際に肉などを調理する時に入れることによって、ベースになっている味わいを広げる役割があると思われます。

ただし、単独で舐める「うま味物質」の味は、食べ物の中ではほとんど感じられないでしょう。ごく薄い濃度で入っているからであって、味の素をたくさん入れると、味わい全体の感じ方が非常に下がってきます。塩をたくさん入れるとしょっぱさだけが増してき

て、それ以外の感覚が抑えられるのと同じことが起こっているからです。

ですから、調理に「うま味物質」を入れる際

も、最初は少なめにし、おいしいと思うところでやめるのが正しい「うま味調味料の使い方」になります。

「コク」の表現には「持続性」や「広がり」を謳うと理解されやすい

「コク」には「複雑さ」が必須条件ですが、「コクがある」「コクがない」と言うと、「おいしさ」と混同してしまう可能性があるので、言葉の表現としては「持続性の強いコクのある食品」、「広がり特徴のコクのある食品」、「持続性は弱い広がり強いコクのある食品」とすれば、「コク」の本質を理解しやすいと思います。

「コク」を付与したり増強する物質は、今後、別の物質が出てくる可能性はありますが、今のところは「うま味」と「脂質」です。先ほども触れたように、「コク」というのは嗜好性が高い刺激の総量です。私たちがおいしいと思う刺激の総量を増やしているわけですから、「コク」には体が求める栄養素をできるだけ多く吸収させる働きがあると考えられます。

10

和牛肉のおいしさは脂肪交雑と熟成により増えた「うま味物質」が関与

実際に和牛肉には「コク」があるのか、ないのかを考えてみました。

和牛肉を含む食肉の「おいしさ」には、「味」、「香り」、「食感」が重要だと言われています。中でも和牛肉は、加熱することによって「和牛香」という特徴的な香りが出てきます。ただし、それだけでは「コク」はありません。赤身部分の「うま味物質」や「脂肪」があることによって「コク」を引き出して、われわれに「おいしい」という感覚を与えてくれるのだと解釈できます(図表4)。

和牛肉の特徴として、熟成によって「うま味物質」が増える、あるいは肉そのものに脂肪交雑があり、それが「おいしさ」をもたらします。普通の赤身の牛肉は10日から2週間か

図表4 和牛肉のおいしさ

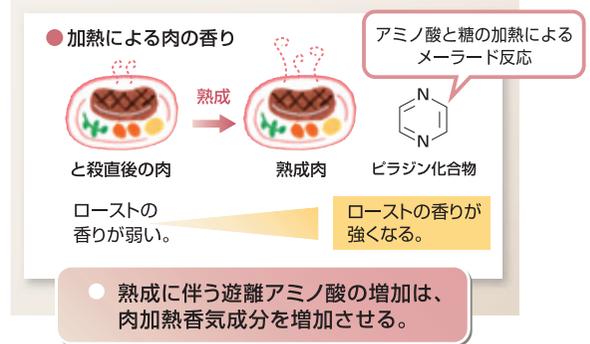


けて熟成します。黒毛和牛ではドライエージングで1~2カ月間置くとおいしくなります。

本来、「熟成」とは肉を軟らかくすることですが、熟成によって「香り」の成分や「うま味物質」が増えるため、風味の広がりが付与さ

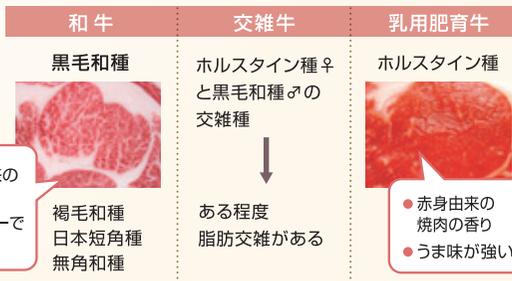
れます。それが「熟成」の役割であると考えられます。繰り返しになりますが、熟成中にアミノ酸が増えてくるので、糖との加熱によってメイラード反応が起こり、ロースト臭が強くなります。熟成によって香りの刺激が増えると考えてください。熟成しないとアミノ酸が少ないため、加熱香気の生成量が少なくなります(図表5)。

図表5 肉の熟成に伴う加熱香気の改善



日本における牛肉の分類と特徴

● 国産牛肉 (日本で肥育した期間が最も長い牛肉のすべて)



- 脂肪由来の甘い香り
- ジューシーで軟らかい

● 輸入牛肉

米国产牛(アパディーン・アンガス種)
 豪州産牛(ヘレフォード種)

赤身が多い

日本では、和牛、乳用肥育牛およびこれらを交配して作出された交雑牛の筋肉が、国産牛肉として食されています。

和牛には、主に4つの品種、黒毛和種、褐毛和種、日本短角種、無角和種があり、最も多く消費されているのが黒毛和種の肉です。脂肪交雑度の高い黒毛和種の牛肉は、脂肪含量が非常に高く、50%を超えるものもあります。

「うま味物質」が口の中の「香り」を強く感じさせます

「うま味」成分の1つであるグルタミン酸ですが、鶏肉のデータでは2日間熟成すると1.5倍ほど増えることがわかっています。牛肉は長期間熟成しますから、当然グルタミン酸が増えます。イノシン酸も実は熟成によって増えてきます。イノシン酸とグルタミン酸の相乗効果で「うま味」が非常に強く感じら

れるのは、よく知られていることです。

「うま味物質」を食品の中に入れると、なぜ味の広がりが起こるのか、おいしくなるのか、どんな役割をしているのかを実験しました。

先人の研究で、リジン、グルタミン酸、グリシンなど28の呈味構成成分が揃うと、鶏だしエキスの再構成ができます。それに肉用

の Meaty flavor という香料を 210ppm 入れると、ほとんど天然のチキンエキスに似たものが出来上がります。

この「鶏だしエキス再構成液」に Meaty flavor を添加したモデルチキンエキスを用いて、呈味成分が口中香（口の中に入れてエキスから感じる香り）の強度に与える影響を調べました。

まずオミSSIONテストしました。モデルチキンエキスに含まれる 28 の呈味成分のうち 1 つの成分を抜いて香りの溶液に添加し、官能評価します。28 の呈味成分を 1 個 1 個抜いて調べたところ、グルタミン酸とイノシン酸をそれぞれ抜いた時に、口中香の感じ方が非常に下がりました。

逆に、Meaty flavor を水に加えた香り溶液に、28 の呈味成分を 1 つひとつ添加していくアディシオンテストによる官能評価も行っています。この場合には、グルタミン酸とイノシン酸を入れると、口中香の感じ方がかなり

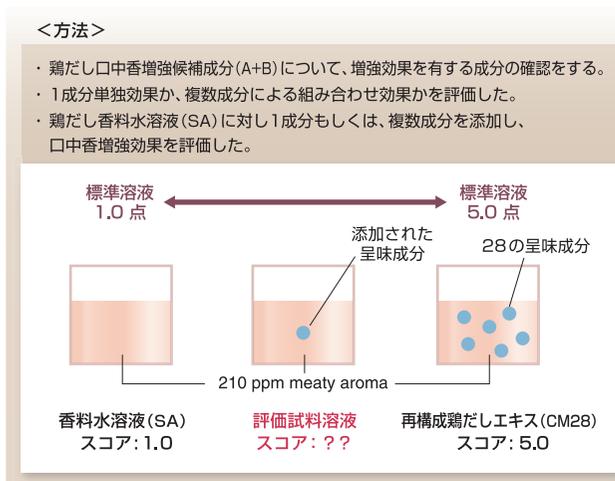
強くなりました。グルタミン酸単独、イノシン酸単独でも少しは上がりますが、この 2 つが同時に存在することで圧倒的に香りの感じ方が強くなったのです。「うま味物質」が口中香の感覚強度を高める効果を持っていることがわかりました（図表 6）。

「うま味物質」がどれくらい口中香の感覚強度を強めるのかも追加実験しています。鶏のだしを連想させる 4 つの成分の濃度を変えて、香り水をつくります。「うま味物質」を添加しない香り溶液 1.0 点に対し、濃度を 2 倍にしたものが 2.0 点、4 倍で 4.0 点とした標準溶液を作ります。次に、1.0 点の香り溶液に、「うま味物質」を薄い濃度で添加していくと、口中香の感じ方がどんどん強くなっていて、2.5 倍くらいまでは口の中に入れて時の香り（口中香）の感じ方を強めることがわかりました（図表 7）。

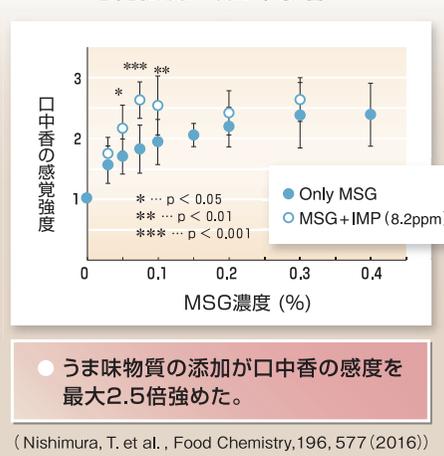
これらの実験は『Food Chemistry』誌に論文投稿しています。

12

図表 6 アディシオンテストによる官能評価



図表 7 うま味物質の添加が口中香の感覚強度に及ぼす影響



肉はしっかり噛むことで「おいしさ」と「コク」が味わえます

私は肉を食べる時は必ず10回以上噛んでくださいと言っています。噛むことで肉汁が出てきます。肉汁の中に「うま味物質」が入っているので、噛まなければ味わえません。「うま味物質」を出さずに肉を食べると、口の中に食べ物を入れた時に感じる口中香の感じ方が非常に弱いので、ほとんどタレの味わいしかなかったと思います。非常にもったい

ない食べ方です。特にステーキは、しっかり噛むと肉の味わいが強くなってきます。

肉は熟成によって「うま味物質」が増え、焼くことで複雑な刺激が増えるわけですが、口に入れると「うま味物質」が口中香を増強させ、風味に広がりを与えます。つまり、「うま味物質」が熟成した肉の「コク」を形成するのに非常に重要であるということです。

「脂質」があることでおいしい「におい」が保持されます

和牛肉の大きな特徴が「脂肪」です。本来、「脂肪」は無味無臭ですが、すき焼きのように最初に脂をひく調理をした時の「脂肪」が、おいしさを引き出すのに非常に重要であることがわかってきました。

和牛肉は脂肪交雑があり、軟らかくてジューシーです。特に5等級の良い肉は熟成しなくても軟らかで、60日間熟成したものとほとんど差がありません。では熟成しなくていいのかというと、そうではなく、「うま味物質」が増える、「香り」の成分が出るのが熟成の意義だと思います。特に和牛肉は、「和牛香」と呼ばれるココナツ様の特有の甘い香りがあり、これは輸入肉ではほとんど認められないというデータもあります。

肉の脂肪は融点が低く、口の中で水と同じように、肉汁が広がっていくのでジューシーだと感じるのです。特に和牛肉は脂肪の融点が非常に低く、20℃を切っているため、より

ジューシーです。

「脂肪」があるとなぜおいしいのか——。例えば豚骨ラーメンのスープに浮いている「脂」が「香り」をもたらしているのではないかと、「脂肪」は「におい」を付ける役割を果たしているのではないかと考えて、タマネギの固形分に含まれる植物ステロール(脂質)で実験を行いました。

タマネギのメインのにおい成分であるスルフィド、フルフラール、ジメチルピラジン、あるいはヘキサナールをステロールに添加した後、90℃の熱湯で4～5時間、徹底的に加熱します。「におい」成分が「脂質」にくっついていないと全部飛んでしまいますが、「脂質」に結合していれば検出できるはずですが、ヘッドスペースGCという方法で、加熱後の溶液に含まれている「におい」の成分を観察しました。

結果は、植物ステロールと呼ばれる脂質を

入っていないものは「におい」を検出できませんでしたが、 β -シトステロール、ステイグマステロールという植物ステロールを添加した水の中の「におい」は残っていました。「脂質」には「におい」の保持効果があることがわかりました。ただ、「におい」成分の特性によって、脂にくっつくものとくっつかないものがあることがわかりました。その理由の解明は、今後の課題です。

植物ステロールの食品への応用の可能性を探る実験も行っています。市販の中華スープに試薬のステロールを添加して、95℃で2時間加熱し、スープの官能評価をしたところ、風味の良さに加え、「スパイシーな香り」がす

る、「香りが持続する」という、ステロールが香りを結合していると思われる有意な官能結果が得られました(図表8)。

口の中に脂質が入った状態で食べ物を食べると、「脂質」が「におい」を保持しているため、「におい」を感じるのだと思われます。



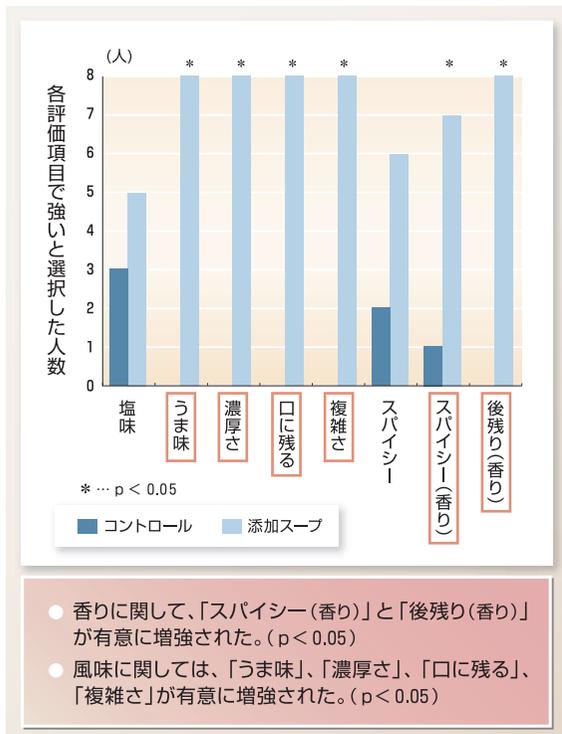
まとめです。和牛肉に「脂肪」があると、なぜ「おいしい」と感じるのでしょうか——。これまでは、軟らかくてジューシーであり、「うま味」の感じ方を強めるからとされてきましたが、それだけでなく、香気成分を保持して「香り」の持続性を付与しているためだと考えられます。

和牛肉に脂肪交雑があることで、加熱した時に香気成分が結合して、食べるとその香りが徐々に放出され、持続性を感じるのだと考えられます。「脂肪」も「コク」の付与物質として重要だと言えます。

和牛肉に「コク」があるのか——。これに対する答えは、熟成することによって「味」や「香り」の成分が増え、かつ「うま味物質」も増えることで、持続性や広がりが増えるからです。

さらには脂肪交雑がある和牛肉は、「脂肪」が「におい」成分を保持しているので、食べた時にそれらがリリースされて、“非常に強い「コク」のある食べ物”になっています。それが和牛肉の本当のおいしさではないかと考えています。

図表8 0.05% β -シトステロール添加による風味への影響



< 討議の抜粋 >

(敬称略)

- 吉川** 「コク」という言葉は、食べ物よりも日本酒やワイン、ウイスキーなど飲み物に使われるほうが多いですね。「コク」のある飲み物というのは、熟成なのか、複雑さかもしれないけれども、脳が時間の経ったものをおいしいと感じている気がします。
- 西村** ワインは熟成するといろいろなにおい成分が生成されます。味の成分も出てくる。それらが「コク」の複雑さの部分だと思います。では、持続性の部分って何だろうと考えると、独特の渋みがかかっている可能性があります。渋みにも「コク」の要素があると言われています。恐らく三叉神経系などの刺激で持続感を与えることによって、熟成で生成された味あるいは香りの成分の刺激を持続させる効果をもたらしているのではないかと考えます。
- 松川** 「コク」という言葉はいつごろから食品の世界に入ってきたのですか。私は子どものころ「コク」という言葉を聞いた記憶がありません。話を聞いてかなりわかりましたが、料理人の世界はともかく、一般家庭では使われなかったような気がします。
- 西村** おっしゃるとおり、あまり食べ物には使っていなかったと思います。深みがある人に「コクがある」と使われますが、食品業界に出てきたのは1990年ごろだと思います。
- 板倉** ほかの肉にはあまり含まれていませんが、牛肉にはトランス酸が含まれていて、トランス酸を食品に添加すると風味が増しておいしいと言われています。お菓子などもトランス酸が添加されていますが、トランス酸にはどんな特徴があるのでしょうか。
- 西村** 牛肉に含まれるバクセン酸がトランス酸脂肪酸ですが、おいしさにかかわっている可能性が指摘されています。しかし、これは非常に微量しか含まれておらず、私自身まだ調べておりません。オレイン酸が多いとおいしいといわれている理由が、トランス酸脂肪酸の含量と相関しているかもしれないので、今後も研究をしたいと思います。
- 宮崎** 昭和40年代の初め、輸入牛肉が手に入ったので研究室で食べようという時、私が指導を受けた和牛の権威である上坂先生が、「肉屋へ行って牛脂をもらってこい」と言われました。当時牛脂はただでもらえましたが、これで焼くと輸入牛肉もはるかにおいしくなったことを思い出しました。
- 西村** 私も同じようなことをやっていて、カレーをつくる時は輸入牛肉を使いますが、和牛の脂肪を入手して少し入れるだけで、味わいが格段に変わります。香りはほんの少量で効きますから、牛脂から生成される和牛香の効果によると考えられます。ぜひお試しください。

● にしむら・としひで

東京大学農学部農芸科学科卒業。同大学院修了。農学博士。東京大学農学部助手。米国州立アリゾナ大学留学。広島大学助教授、教授、同大学院教授を経て、平成20年日本獣医生命科学大学応用生命科学部教授に就任。広島大学名誉教授。日本家禽学会技術賞、日本農芸化学会英文誌優秀論文賞などを受賞。『最新畜産物利用学』『タンパク質・アミノ酸の科学』『ゼロから理解する食肉の基本』『食品の保健機能と生理学』など著書多数。研究分野は食品、特に食肉のおいしさや健康にかかわる研究。

2

国産牛肉、特に乳用種牛肉と輸入牛肉の違い

乳用種牛肉は輸入牛肉と和牛肉の 中間的な特性を持ち 輸入牛肉との間に「食べてわかる違い」 があることが判明しました

農研機構 畜産研究部門 食肉品質ユニット長
佐々木啓介



● 国産牛肉の生産は、TPP による影響を受けるのでしょうか。国産牛肉というと和牛肉を思い浮かべますが、国内の牛肉生産量のうち半分以上が交雑種を含む乳用種牛の肉です。外観が赤身でよく似ているがゆえに代替が案じられる、国産乳用種牛肉と輸入牛肉の違いを追究することで、国産乳用種牛肉の優位性を証明した佐々木啓介先生にその成果をうかがいました。

見た目がよく似ている 乳用種牛肉と輸入牛肉

国産牛肉と輸入牛肉の違いについてお話しします。とはいえ国産牛肉にも輸入牛肉にもいろいろあり、そのすべてを比べるわけにはいかないのです、その一部に絞り説明したいと思います。初めに、何と何を具体的に比べたのかということからお話ししましょう。

国産牛肉は、大まかに和牛肉と和牛肉以外のものに分類することができます。和牛肉と呼んでいいものは黒毛和種、褐色和種、日本短角種、無角和種の4種類に限られますが、和牛肉以外のものにはさまざまな種類があります。中でも私たちが口にすることの多いのがホルスタインの去勢牛です。酪農家で後継牛を生産する時に必ず一定の割合で雄が産まれますが、それを肥育して食肉にしたものがホルスタインの去勢牛です。ほかにも、ホ

ルスタインの雌に主に黒毛和種の精液を交配させた交雑種（F1）や、泌乳を終えた廃用牛なども和牛肉以外の国産牛肉として店頭に出回っています。ホルスタインを泌乳させる際には子どもを産ませる必要がありますが、この場合のF1とは子牛の価値を高める目的で生産された交雑種のことです。

一方の輸入牛肉には赤身型と和牛系の2通りがあります。これまで輸入牛肉のほとんどがアンガスやヘレフォード、その他いろいろな品種の赤身型で占められていました。私たちがふだん輸入牛肉と呼んでいるものは、大体これら赤身型のものを指しています。しかし最近では、和牛系の輸入牛肉が少しずつ出

回るようになりました。横文字で「WAGYU」と呼ばれるものや、和牛との交雑種です。これらを日本で「和牛」として売ることはできませんが、和牛の遺伝子が一部入り、和牛のおいしさを引き継ぐものとして、例えば一部の外食産業で実際に提供されています。

ここでは「国産牛肉、特に乳用種牛肉と輸入牛肉の違い」について、国産牛肉では和牛肉以外のホルスタイン去勢牛、輸入牛肉ではメジャーな赤身型、この2種類を比較した結果についてお話ししたいと思います。この2種類を選んだ理由は、乳用種牛肉と輸入牛肉は外観がよく似ており、相互に代替性がある商品と理解されているからです。

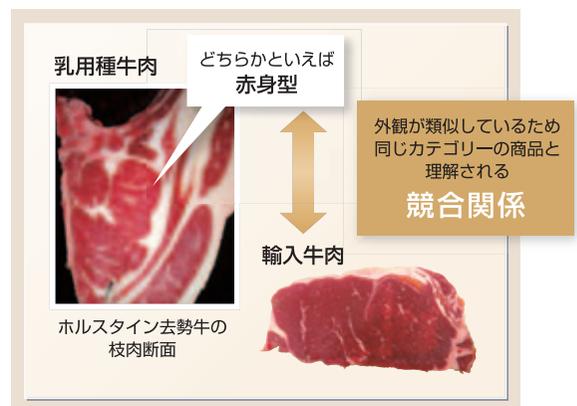
懸念されるTPPがもたらす乳用種牛肉への影響

図表1は、ホルスタイン去勢牛の枝肉断面と輸入牛の部分肉をスライスした画像です。ホルスタイン去勢肉は乳雄としてはこれでも随分脂肪交雑が入っているほうですが、和牛と比べるとどちらかといえば赤身型に属するものです。輸入牛肉はサーロインの部分肉で、これも多少脂肪交雑が入っていますが赤身型です。乳用種牛肉と輸入牛肉は外観が類似しているため、同じカテゴリーの商品で競合関係にあると考えられています。従って、乳用種牛肉は貿易自由化の影響を非常に受けやすいと考えられています。

TPP（環太平洋経済連携協定）が引き起こす北海道産品への影響を品目別に試算した北海道庁は、「乳用種牛肉は価格差が大きいことか

ら生産が壊滅」と分析しています。貿易自由化により関税が下がると、乳用種牛肉と同じような赤身肉が海外から今よりもっと安く入ってくることになり、国産の乳用種牛肉と輸入牛肉の価格差がより大きくなるので、乳

図表1 なぜ、この組み合わせか



用種牛肉の生産が壊滅してしまうのではないかと懸念が、すでに生じています。また、農水省の試算でも長期的な価格下落の懸念が示されているようです。

しかし、国産の乳用種牛肉はたいへん重要な商品です。現在、国内の牛肉生産量のうち実態としては半分以上が交雑種を含む乳用種です。また、ホルスタインの雄の子牛は肥育用に売られており、酪農における重要な収入

源の1つになっています。

これらは国民にとって手ごろな国産牛肉としての位置づけもあるので、貿易自由化による乳用種牛肉の価格下落や生産の壊滅が起こった場合、国内の牛肉生産全体に多大な影響を及ぼすことはもちろん、酪農経営にも深刻な影響をもたらすことは明らかです。また、国民生活のさまざまなセクターにも影響を及ぼすことが考えられます。

乳用種牛肉と輸入牛肉の食べた時にわかる違いを検証

以上のような懸念があることから、乳用種牛肉が本当に輸入牛肉と代替性のある、すなわち同じようなものであるかを、きちんと検証しなければなりません。乳用種牛肉と輸入牛肉は「見た目は同じ赤身型」ですが、では、食べても本当に区別がつかないのでしょうか。そこで今回、国産の乳用種牛肉と輸入牛肉の違いについて、食べた時にわかる違いに着目し、その違いを科学的に検証するためにさまざまな実験を行いました。

具体的には、客観的な違いとして、理化学的な品質・成分の違い、あるいは味・香り・食感の違いを比較しました。主観的な違いとして、好みの違いを調べ、比較を行いました。ホルスタインの去勢牛肉と輸入牛肉の間に品質の違いがあるとすれば、何を測定すればわかるのか。消費者がその違いを好むかどうか。ホルスタイン去勢牛肉を好む消費者群は、どのような要因を好んでいるのか……など、「おいしさ」の面で両者にどのような違い

があるのかを、さまざまな側面から調べてみたわけです。

主観的・客観的といいましたが、「おいしさ」の違いを調べる時に考慮しなければならないことを、ここで概念的に整理しておきたいと思います。普通、おいしさを感じるプロセスでは、食べ物を口に入れた直後にすぐにおいしいかどうかを判断することはないようです。実際には、まず味、香り、食感を五感で感じ、その後においしいかまずいかについて価値判断するという、2つのステップを踏むことになります。

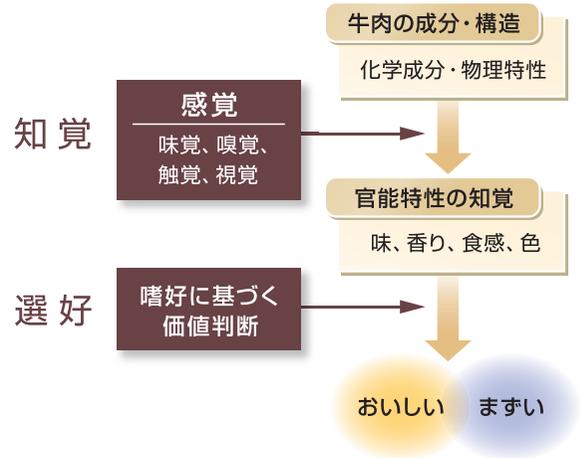
この2つのステップは、おいしさを感じるためにはとても重要なプロセスです。食肉の例だとわかりにくいところも多いので、別の例を挙げてお話ししましょう。例えばここに赤いシャツがあったとします。誰が見ても色は赤いのですが、それがいいか悪いかについての評価は見た人により異なります。赤が好き人は「ああ、いい色だね」と思いますが、

赤が嫌いな人は「嫌だね」となるわけです。シャツが赤いことと、それがいい色か悪い色かは、まるで別のお話というわけです。

翻って、牛肉のおいしさにこれを当てはめて考えるとどうなるでしょうか。図表2のとおり、まず牛肉の成分や構造のような特性を、食べた人が味・香り・食感・色の4つで感じます。そして、感じたものがどんな味、どんな香り、どんな食感、どんな色であるかをそれぞれの嗜好に基づいて価値判断し、初めておいしいかまずいかを決めることになります。

感覚(味覚・嗅覚・触覚・視覚)の部分が「知覚」で、嗜好に基づく価値判断が「選好」で

図表2 おいしさの判断



す。牛肉のおいしさも、これらの「知覚」と「選好」にきちんと分けて調べなければなりません。

3つのステップを用いておいしさを判断する

「おいしさの判断」では、以下のようにいくつかの方法を用いて調べました。初めに、味の成分を調べたり、肉の軟らかさを評価したり、脂肪の性質と状態(性状)を測定したり、よくある方法で肉の成分分析と物性測定を行いました。

次に、2種類の官能評価を行いました。官能評価の1つ目は分析型官能評価です。味・香り・食感・色などの官能特性を識別する評価方法です。分析型官能評価は機械で分析する方法もあります。サンプルを機械にかけるとセンサーとのトランスデューサ(変換)から、電気信号を介して客観的で数値化された品質データが出てきます。ここで行う分析型官能評価は機械を人間に置き換えた分析方法

です。機械ではわからない特性を、代わりに人間を使って測定するのです。ですから、パネリストには味や香りの識別に優れた専門家を使わなければなりません。

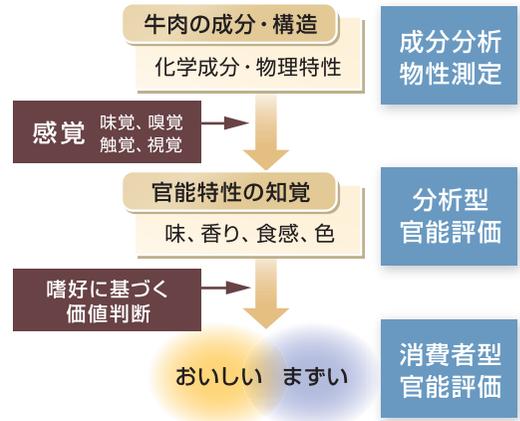
よくある官能評価ではパネリストに「良い」「悪い」の判断や総合評価もさせますが、今回の場合は機器分析の延長ですから、パネリストが「良い」「悪い」の判断や総合評価をすることはありません。今回パネリストには、この食肉はどんな味で、どんな香りで、どんな食感か、それだけを判断してもらいました。そういう客観的なポイントだけを出力させるのが、分析型官能評価です。つまり、あくまでも機器分析の延長ということになります。

もう1つの好き嫌いの判定は、消費者型官能評価（＝嗜好型官能評価）で行いました。こちらの実験は、食肉を人間に食べさせて何らかの出力を得るという点では分析型官能評価と見た目は同じ実験です。しかし、実態としてはパネリストの独断と偏見による出力を行います。ですから、この場合の被験者は好きか嫌いか、買うか買わないか、誰が好むか、誰が買うかという主観的な判断しかしません。

これはどちらかというアンケート調査の延長ということになります。今回のプロジェクトでは、一般消費者300人に2回の消費者型官能評価を行いました。一般に海外の学術雑誌に論文を載せる場合、消費者型官能評価で最低限必要な被験者の人数は100人以上といわれているので、今回の実験では人数や回数的にも十分なデータが得られたと思います。

何度も申し上げますが、分析型官能評価と

図表3 おいしさを調べる方法・全体



消費者型官能評価はよく似ていますが、内容的には全く異なる実験をしていると理解していただければと思います。このように、成分分析と物性測定で牛肉の成分と構造を調べ、分析型官能評価で味・香り・食感・色などの官能特性を知覚し、消費者型官能評価でおいしいかまずいかの違いを判断する。この3つのステップを図式化したのが図表3です。

6種類のサンプル肉を用いて成分と物性を測定

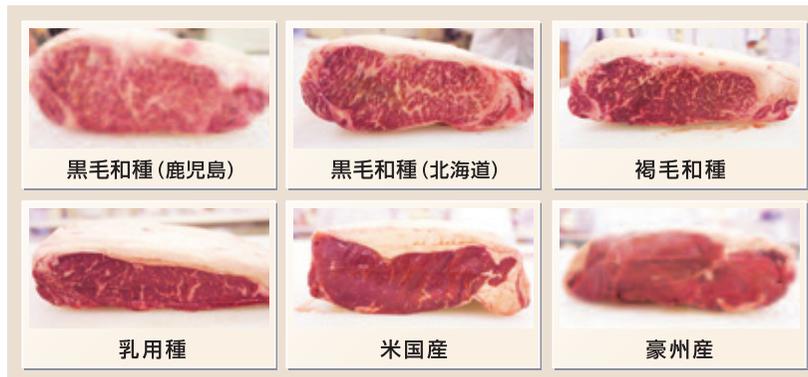
このプロジェクトではこれら3つのステップを用いて何パターンかの分析を行いました。ここでは、そのうちの1つである6種類のサンプルを用いた実験例についてご紹介しましょう。

分析したサンプルは2種類の黒毛和種、褐毛和種、乳用種、豪州産と米国産の2種類のストリップロイン、以上6種類の肉です。今回のメイン・ターゲットは乳用種なので、それに対応するものとして豪州産と米国産のス

トリップロインを使用しました。

図表4は、それぞれのサンプルの断面の写真です。上段に並んだ3種類の和牛は脂肪交雑が普通に入っていますが、下段左の乳用種は和牛に比べ脂肪交雑はあまり入っていない感じです。米国産と豪州産も同様でしょう。見た感じは上半分と下半分に分類される印象で、乳用種は赤身型に属するといっていでしょう。まず、6種類のサンプルをさまざまな側面から測定しました。

図表4 分析したサンプル



乳用種牛肉は和牛肉と輸入牛肉のほぼ中間の位置づけ

こうして測定した乳用種牛肉の成分と物性をまとめた結果、脂肪含量は輸入牛と和牛の中間ぐらいということがわかりました。剪断力価は和牛よりも高く、輸入牛肉と同じくらいでした。加熱損失や脂肪融点は輸入牛と和牛の中間ぐらい。

こうして見ていくと、乳用種牛肉は全体的

に、輸入牛肉と和牛肉のおおよそ中間ぐらいに位置しており、一部輸入牛肉と同じ部分や和牛肉と同じ部分もありますが、理化学的には中間的な性質であるということがわかってきました。すなわち、輸入牛肉と同じではないということが明らかになったというわけです。

分析型官能評価で知覚の違いを分析する

以上のように、理化学的な性質が輸入牛肉とはどうも違うことがわかったので、次に食べてわかる違いがあるかどうか知覚の分析に進むことにし、分析型官能評価を行いました。

分析型官能評価は、実験なのでかなり細かく条件設定をします。赤色灯下で評価環境を22℃に設定し、選抜と訓練を受けたパネリストを用いて行います。評価用紙の事例も、きちんと定義をつけた用語を用い、定量

的な評価ができるようにしています。反復も3回行い、できるだけ反復の数を多くして統計的に細かくデータ解析ができるような工夫もしました。

その結果、国産乳用種牛肉の味は輸入牛肉と和牛肉の中間的な特性であることが判明しました。また鼻先香と口中香は、良いイメージの特性は輸入牛肉と和牛肉の中間ぐらいで、悪いイメージの特性は和牛肉に近く輸入牛肉とは違うだろうという結論に至りました。

食感は輸入牛肉に近い特性を持ちますが、脂肪感とジューシーさは輸入牛肉と和牛肉の中間的な特性で、食感以外はおおむね輸入牛肉と和牛肉の中間的な特性を示しているということがわかりました。

結論からいえば、乳用種牛肉と輸入牛肉は見た目が同じで競合関係にあり、代替性がある商品という扱いを受けていますが、実際には「食べてわかる違い」が客観的に存在していることを示すことができました。

消費者型官能評価で嗜好の違いを分析する

では、実際にこの違いが消費者の好みの違いに結びつくのでしょうか。まず北海道大学を会場にして、学生と職員 55 人を対象に予備実験をしました。豪州産輸入牛、乳用種、交雑種、短角種、黒毛和牛の 5 種類のサンプルを、焼いて皿に盛り室温になったものを提供し、味を聞いたのです。

その結果、乳用種あるいは短角種などの国産の赤身系は、輸入牛肉よりも優位に好まれることがわかりました。また、この 55 人のデータを分類したところ、国産の赤身が特に好きだという人たちがいることがわかり、私たちとしては非常に意を強くしました。

本実験は、合計 300 人以上の一般消費者を対象に、札幌、帯広、つくばの 3 地区で実施しました。予備実験と違い、サンプルは直前まで保温して温かいままで提供しています。

被験者の構成は、年齢層では 20 代から 60 代以上まで広く集めました。男性より女性のほうが少し多く、それぞれの地域ごとに約 100 名ずつで合計 309 人になりました。使ったデータは 307 人分です。

結果は、結論からいうと乳用種牛肉は豪州産や米国産よりも優位に好まれていて、和牛

肉と輸入牛肉のちょうど間くらいの好みであることがわかりました。乳用種牛肉と輸入牛肉で、一般消費者の好みにも違いがあることがわかり、私たちは喜ばしく思うと同時にたいそう安心しました。

今回の実験では、国産乳用種牛肉と輸入牛肉を比較すると、理化学特性も、味や香りも、消費者嗜好も違うことがわかりました。また、国産乳用種牛肉は輸入牛肉と和牛肉の中間的な特性を持つことが明らかになりました。これらのデータをさらに詳細に解析したところ、消費者嗜好の実験で乳用種牛肉を特に好ましく感じる消費者群が存在することも明らかにできました。さらに、このような消費者群が乳用種牛肉を好む理由についても、データ解析により推定できました。

今後の展開としては、この研究成果を輸入牛肉との差別化に向けて活用し、例えば品質の違いを表示したり、「乳用種嗜好群」にアプローチする方法を開発したり、あるいは輸入牛肉との品質の違いをいかに維持するかも考えていかなければならないでしょう。

また、今回は特定の地域で生産された乳用種牛肉を使用しましたが、今後はこの結論が全

国の乳用種牛肉全体に当てはまるかどうかも調べていかなければなりません。輸入牛肉との差異が常に現れるのかどうかを確認することや、輸入牛肉の特性を引き出す飼養条件などを解明するなどの品質モニタリングも必要になるでしょう。

さらに、国産牛肉の赤身型にはほかにも種類があるので、例えば黒毛和種でも放牧だけで飼育し、ある程度の赤身型をつくる、褐毛

や日本短角種の放牧をうまく使うことで和牛も赤身型につくるなど、ほかの赤身型の国産牛肉へも展開していく方向もあろうかと思っています。

なお、本研究は農林水産省 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「国産赤身型牛肉である乳用種牛肉の輸入牛肉に対する差別化技術の開発（課題番号 25064c）」において行われました。

< 討議の抜粋 >

(敬称略)

- 西村** 嗜好性調査の結果を見ると、やはり最も脂肪含量の多い和牛が一番好まれて、脂肪含量に相関して順位が決まっているような気がしたのですが。
- 佐々木** 全体的にはそうですね。ただ個別に見ると、赤身のほうがむしろ脂肪含量が多いものより好きという消費者もいるので、人による違いというのも無視できないと思います。
- 松川** 本日のデータは、和牛、乳用種牛、輸入牛の品種の差による分析ですが、と畜時の月齢も含めた飼養方法の差は影響しないでしょうか。
- 佐々木** 個人的には品種の差が大きいと思います。乳用種は平均 18カ月齢です。黒毛和牛は 22カ月齢以降のほうが肉色がよく出るというデータはよく目にしますので、そのような点にも配慮しようと考えています。
- 松川** ホルスタイン種は、脂肪沈着のパターンが意外にも和牛型なのです。乳用種牛の肥育期間を長くするとメリットがあると前から言っていましたが、なかなか実現されません。
- 佐々木** ホルスタイン種は肉用には改良されておらず、体高を高くする方向で改良されているので、ロース芯がどんどん小さくなり肉量が取れない状態とうかがっています。
- 上野川** 日本人が好きなすき焼きなど、調理方法によって随分と評価が違ってくると思われるのですが、いかがですか。
- 佐々木** 副材料があると実験系として成り立ちづらいので、今、しゃぶしゃぶで官能評価をする実験系を考えているところです。

● ささき・けいすけ

平成 6 年東京農工大学農学部卒業。平成 8 年茨城大学大学院修了後、農林水産省入省。畜産試験場を経て、平成 16 年に畜産草地研究所主任研究官に就任。博士(農学)。現在、国立研究開発法人 農林水産省 食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門 畜産物研究領域 食肉品質ユニット長。

消費者のイメージ、購買行動には 国産牛肉に対して明らかに 積極的な支持があります

亜細亜大学教授

茂木信太郎



●「国産食肉の優位性」分析というかなり大仰に聞こえますが、内容は、日本食肉消費総合センターが毎年実施している「食肉に関する意識調査」の平成27年度結果を分析し、情報を共有しようとするものです。具体的には主に「国産の和牛」と「和牛以外の国産牛肉」、それに「アメリカ産」、「オーストラリア産」の4つのカテゴリーについて消費者の意識や購買行動を尋ね、これらの相互比較によって国産食肉のポジションを明らかにしようというものです。

牛肉の価格や産地別の意識・イメージなどをネットで調査

「食肉に関する意識調査」は、帯広畜産大学教授の澤田学先生、流通経済研究所の山崎泰弘理事に私を含めた「食肉意識調査検討委員会」が調査項目から分析手法の読み込み、報告書の作成までを行って実施されています。調査対象者は「20歳以上で、本調査時点までの間で食肉（牛肉・豚肉・鶏肉）を自身で購入した方」1800人を対象にしたネット調査です。

サンプル構成は、地域は首都圏（埼玉、千葉、東京、神奈川）900人、京阪神地区（滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山）900人で、各年代別は、20代から10歳刻みで150人ずつという割り振りになっています。また、男女別にはほぼ半々でした（図表1）。

調査対象者の世帯人員別構成は、1人世帯16.6%、2人世帯36.5%、3人世帯22.7%、4人世帯17.1%、5人世帯4.7%、6人以上世帯2.4%です。2人世帯が3分の1強で最大となっています。これを年代別に見てみると、20歳代は1人世帯の割合が30.7%と多く、70歳以上は2人世帯が61.3%と多く、

日本全体の世帯人員別構成とかなり相似のサンプル構成かと思われます(図表2)。

この調査結果からここで報告するのは、「牛肉のイメージと購入したい理由」、「国産牛肉の価格許容度」、「産地別牛肉の購入意向」、豚や鶏を含め種別の「食肉に対するイメージと主な購入先」、そして食肉だけではなくいろいろな「食品に対する不安の有無」の5項目です。この調査ではかなり興味深い結果が出ていて、いろいろなことがわかりますが、時系列的な見立てが叶いませんので、最後に

図表2 世帯人員構成

都府県別	首都圏					京阪神圏						
	計	埼玉	千葉	東京	神奈川	計	滋賀	京都	大阪	兵庫	奈良	和歌山
1800(人)	900	149	139	373	239	900	42	101	399	254	72	32
100.0	50.0	8.3	7.7	20.7	13.3	50.0	2.3	5.6	22.2	14.1	4.0	1.8
(%)	100.0	16.6	15.4	41.4	26.6	100.0	4.7	11.2	44.3	28.2	8.0	3.6

世帯人員別構成		計	1人	2人	3人	4人	5人	6人以上
計	(%)	100.0	16.6	36.5	22.7	17.1	4.7	2.4
地域	首都圏	100.0	18.1	38.1	22.1	15.3	4.6	1.8
	京阪神圏	100.0	15.0	34.9	23.3	18.8	4.9	3.1
年齢階級	20歳代	100.0	30.7	16.7	23.0	17.3	7.0	5.3
	30歳代	100.0	17.3	24.7	29.7	19.3	7.3	1.7
	40歳代	100.0	16.3	29.0	19.0	29.0	5.3	1.3
	50歳代	100.0	11.7	34.3	25.3	21.0	5.3	2.3
	60歳代	100.0	10.3	53.0	23.0	10.3	2.3	1.0
	70歳以上	100.0	13.0	61.3	16.3	5.3	1.0	3.0

国産和牛のイメージと購入理由は「大人向き」で「和食に合う」から

第1項目は、「牛肉のイメージと購入したい理由」です。まず、「国産和牛」のイメージですが、当てはまるイメージがあると答えられた方は9割を超えます。それに対して「アメリカ

図表1 食肉に関する意識調査

	計(人)	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代	70歳以上
首都圏	900	150	150	150	150	150	150
京阪神圏	900	150	150	150	150	150	150
合計	1800	300	300	300	300	300	300

平成27年度 国産畜産物安心確保等支援事業

後援：農林水産省生産局、独立行政法人 農畜産業振興機構

調査実施期：2015年10月末

調査対象者：「20歳以上で本調査時点までの間で食肉(牛肉・豚肉・鶏肉)を自身で購入した方」計1800人 男912人(50.7%)、女888人(49.3%)

「家計調査」結果を用いて過去四半世紀くらいの推移を見て、食肉の消費動向を確認したいと思っています。

「国産和牛」は、10人のうち9人がイメージがあると答えていて、その9人がそれぞれ7項目くらいのいろいろなイメージを挙げています。これに対して「アメリカ産」、「オーストラリア産」ではせいぜい3つか4つくらいのイメージしか挙げていません。そして、「価格が手頃」というイメージに特化しています。

面白い項目も設けてあって、男性向きか女性向きかというイメージや、料理別に、和食向きか中華向きかなども聞いていますので、そのデータの結果だけご紹介します。数値的にはあまり迫力はありませんが、一応「国産和牛」の場合には「大人向き」で、比較項目の「若者向き」や「子ども向き」に比べると相対的に強いイメージ力を持っています。「アメリカ産」、「オーストラリア産」では、そこそこ「男性向き」ではありますが、「アメリカ産」は圧倒的に「若者向き」です。「オーストラリア産」も「若者向き」で、イメージに明らかに差が出ています。

「購入したい理由」では、「国産和牛」は「年配向き」「大人向き」で、若い人たちは敬遠するということになっているのに対して、「アメリカ産」、「オーストラリア産」は、「若者向き」というイメージが確定しています。

次は、どんな料理に合うかというイメージの問いに対しては、「国産和牛」は圧倒的に「和食」です。「和牛以外の国産牛肉」も「和食に合う」イメージです。そして「洋食」もかなり強い支持を受けています。「アメリカ産」、「オーストラリア産」はともに「洋食に合う」です。残念ながら、「中華」と牛肉はあまりイメージの結びつきが強くありません。

「牛肉を購入したい理由」を、和・洋・中の同じ項目で聞くと、「国産和牛」「和牛以外の国産牛肉」は「和食向き」だからという回答になります。そして、「アメリカ産」では、「洋食向き」だからという回答になります。要するに「国産和牛」では「和食に合う」が、アメリカ産では「洋食に合う」が消費者意識だとされます。

米国産・豪州産の特徴は「価格が手頃」で「入手しやすい」「赤身が多い」

次に、それぞれの牛肉に該当するイメージとして30項目を掲げて自由に○印をつけてもらい、その○印が回答割合で5割を超える項目を見てみましょう。「国産和牛」では「高級品」、「和牛以外の国産牛肉」では該当項目なし。4割以上が○をつけた項目では「国産和牛」が「軟らかい」と「安心」。そして興味深いのは、「和牛以外の国産牛肉」では「価格が手頃」の項目が入ってきます(図表3)。

3割台、2割台の回答割合まで下げて「国産和牛」を見てみると、項目数が非常に多くなります。特に「信頼がおける」とか「おいしい」、「産地や生産者がわかる」、「霜降り」、「安全」、「贅沢感がある」、「旨みがある」などの項目は、「アメリカ産」、「オーストラリア産」では極めて少ない回答割合のもので、これは注目すべき特徴といえましょう。したがって、「国産和牛」と「和牛以外の国産牛肉」、それから

「アメリカ産」、「オーストラリア産」とは、消費者の頭の中ではほぼ別モノとして認識されているのではないかと考えられます。

さらに、「購入したい理由」を聞きますと、「アメリカ産」は「価格が手頃」が約7割、「オーストラリア産」に至っては7割を超えるという、本当に大きな特徴があります。「アメリカ産」、「オーストラリア産」に対する消費者のイメージも「価格が手頃」が50%台で、実際に購入する段になるとより一層「価格が手頃」という項目に特化しています。あとは「入手しやすい」と「赤身が多い」、この3つが「アメリカ産」、「オーストラリア産」の代表的なイメージであり、かつ購入理由だと結論していると思います。

「国産和牛」と「和牛以外の国産牛肉」、そ

れから「アメリカ産」と「オーストラリア産」で、それぞれ特徴のある項目を書き出しただけのデータですが、面白いのは、「和牛以外の国産牛肉」の3割台以上で「価格が手頃」「入手しやすい」という項目が海外産と共通に出てくるということを除くと、海外産には国産牛肉で特徴的に出てきた項目がほとんど出てこないことです。

以上のところは、「国産和牛」には強いブランド力があり確立したものがありますが、「和牛以外の国産牛肉」の場合は、消費者は、「国産和牛」との相对比较の中でイメージをつくり、購買行動をとっているのではないかと考えられます。「アメリカ産」、「オーストラリア産」については、とにかくまずは「価格」が第一ということになります。

図表3 牛肉のイメージと購入したい理由の項目

イメージ		50%台	40%台	30%台	20%台
国産牛肉	和牛	高級品	軟らかい、安心	高品質、信頼がおける、霜降り、安全、贅沢感がある	おいしい、産地や生産者がわかる、旨みがある、スタミナ源、新鮮
	和牛以外		価格が手頃	入手しやすい	軟らかい、安心、信頼がおける、安全、スタミナ源、赤身が多い
アメリカ産		価格が手頃		入手しやすい	赤身が多い
オーストラリア産		価格が手頃		入手しやすい	赤身が多い

購入したい理由		50%台	40%台	30%台	20%台
国産牛肉	和牛		高級品、安心	軟らかい、信頼がおける、安全、おいしい	高品質、霜降り、贅沢感がある、旨みがある
	和牛以外		価格が手頃	安心	軟らかい、信頼がおける、安全、おいしい、入手しやすい
アメリカ産		価格が手頃 (68.5%)		入手しやすい	赤身が多い
オーストラリア産		価格が手頃 (71.1%)		入手しやすい	赤身が多い、特売

国産牛肉の価格許容度は年代が上がれば上がるほど高くなる

図表4は、牛肉のイメージ全30項目で、「国産和牛」を基準にして回答割合の高い順に並べてみました。「国産和牛」では、「高級品」、「柔らかい」、「安心」が4割以上です。「高品質」、「信頼がおける」、「霜降り」、「安全」、「贅沢感がある」が3割台。それに対して、「アメリカ産」、「オーストラリア産」は、「国産和牛」あるいは「和牛以外の国産牛肉」に消費者が○印をつけている項目には回答割合がとても小さいのです。

「おいしい」、「産地や生産者がわかる」、「旨みがある」、「スタミナ源」、「新鮮」と続く項目は圧倒的に「国産和牛」に分があります。「スタミナ源」は「和牛以外の国産牛肉」や「アメリカ産」、「オーストラリア産」でもそれなりの回答割合ですが、ただ「国産牛肉」の回答割合のほうが大きいという状況です。

続く「脂身がおいしい」、「和食に合う」、「筋肉や骨をつくる」も、「アメリカ産」や「オーストラリア産」と比較しても「国産和牛」のいわば圧勝です。「入手しやすい」では、「和牛以外の国産牛肉」の回答割合が非常に大きく、「アメリカ産」、「オーストラリア産」よりも高い回答割合です。

そして「価格が手頃」は、「アメリカ産」と「オーストラリア産」では5割を超えています。これは「特売」というイメージにつながります。「肉々しい」という項目では、「アメリカ産」、「オーストラリア産」はそういうイメージがあり、「若者向き」というイメージも「アメリカ産」に

図表4 牛肉のイメージ

牛肉のイメージ (%)	国産牛肉		アメリカ産	オーストラリア産
	和牛	和牛以外		
●高級品	52.5	13.7	0.8	0.9
●柔らかい	41.0	24.0	5.9	6.4
●安心	40.2	28.2	3.6	8.8
●高品質	39.4	9.4	1.3	1.1
●信頼がおける	38.1	23.1	2.1	5.9
●霜降り	35.1	11.0	1.8	1.6
●安全	34.1	22.9	3.7	7.7
●贅沢感がある	32.4	10.2	1.2	1.4
●おいしい	25.6	16.3	5.4	7.6
●産地や生産者がわかる	23.8	15.3	3.9	5.2
●旨みがある	22.7	11.9	1.9	3.5
●スタミナ源	20.6	21.2	15.9	15.1
●新鮮	20.3	15.0	2.3	2.7
●脂身がおいしい	19.6	7.1	3.2	2.3
●和食に合う	17.8	10.4	1.7	2.7
●筋肉や骨をつくる	16.2	15.9	9.9	11.2
●入手しやすい	15.8	36.2	32.3	30.8
●赤身がおいしい	13.7	13.6	7.9	9.9
●食べやすい・食べ疲れしない	12.7	12.9	6.4	8.9
●衛生的	12.4	9.0	1.4	1.7
●健康に良い	11.4	9.3	3.1	4.4
●価格が手頃	9.6	40.8	54.7	57.7
●赤身が多い	9.9	22.4	22.1	22.1
●特売	3.6	11.9	20.6	17.9
●肉々しい	6.0	7.3	15.8	12.8
●若者向き	2.1	5.6	11.8	10.8
●脂身が多い	7.2	5.7	8.1	4.2
●栄養価が高い	7.4	5.4	2.1	2.4
●飼育環境が良い	9.2	4.4	1.5	3.6
●少量で満足	6.7	5.2	1.9	1.3

はそれなりにあるようです。なお、「美容に良い」は、あまり期待はされていないと思います。

次に、牛肉の種類別に「価格許容度」、値段が高くて買いますかという質問をしました。「国産和牛」では、価格が4倍を超えても買いますという人までいて、「2割増し(2割内)」くらいまでは買いたいが6割います。「値段が同程度(同等)だったら買う」までを累計していくと8割です。「和牛以外の国産牛肉」では、6割くらいの方が高くて選ぶと回答しています。「国産牛肉」、あるいは「和牛以外の国産牛肉」を買う時には懐具合を覚悟して買っていることがわかります。

この国産牛肉の「価格許容度」を20代、30代、40代、50代、60代、70代と年代別に見ると、「価格が高くて選ぶ」割合は、年代が上がれば上がるほど高くなります。70歳以上では4分の3の方が「国産和牛」へのこだわりが強い。重要なマーケットです。

「和牛以外の国産牛肉」でも「価格が高くて選ぶ」割合は、20代46.4%、30代45.8%、40代53.0%、50代58.9%、60代63.6%、70歳以上65.9%で、グラフにすると急傾斜

ではありませんが、中年層以上になると半分以上の方が、そして70歳以上になると3人に2人くらいまでは「高くて」実際に買うというのですから、ブランド力は非常に強いといえます。

これまでの調査結果から、国産牛肉に相当な優位性が見られました。消費者のイメージ、購買行動の中には、明らかに国産牛肉に対して積極的な支持があることがわかりました。

次の項目は産地別牛肉の購入意向です。東北大震災の被災3県プラス栃木県と、「地元」、「国内」、それから「アメリカ」、「オーストラリア」、さらに「ニュージーランド」、「メキシコ」という具体的な国名を挙げて聞いています。「割高でも」購入意向があるかという、外国産ではほとんどスコアがつかない状況で、「同価格なら」と「安ければ」に圧倒的に軍配が上がっています。「購入不可」と「わからない」と回答した人も多くいます。

ところで「福島」は16.0%の方が購入しないと述べています。この割合は首都圏と京阪神であり差がありませんでした。この状況は課題だと思います。

食肉の購入で重視する点は「価格が手頃」で次に「国産」であること

次は牛・豚・鶏、それぞれに「イメージ」と「主な購入先」、「購入の際に重視する点」という3点について聞いています(図表5)。

まずイメージですが、「牛肉」では「たんぱく質が豊富」、「スタミナ源栄養がある」、「筋肉や骨をつくる」という数値が高く、「豚肉」

は「料理メニューの種類が多い」、「調理しやすい」、「健康に良い」が高い数値を出して、「価格が手頃」が非常に大きくなっています。「鶏肉」については、「健康に良い」が豚肉と同じように非常に高く、「調理しやすい」、「料理メニューの種類が多い」もいい数値が出てい

て、「カロリーが低い」がダントツで点数を稼いでいます。

そして「美容に良い」が、「豚肉」・「鶏肉」では7～8人に1人くらいは挙げている中で、「牛肉」はちょっと分が悪いです。この辺が「牛肉」の、価格問題は言わずもがなですが、課題だろうと思います。

食肉を主にどこで買うかという問いに対しては、スーパーマーケットが基本ですが、「牛肉」の場合には相対的に食肉専門店と百貨店の比率が大きくなっています。

「食肉の購入の際に重視する点」は何かですが、「価格が手頃であること」が高くなっています。次に「国産であること」です。続いて「鮮度（色つや）が良いこと」、「産地・銘柄等がしっかり表示されていること」にも高い数値が出ています。なお「外国産であること」はほぼスコアが付きません。

この調査の最後に、米、野菜、果物、魚介、牛肉、豚肉、鶏肉、卵、牛乳、食肉加工品、乳製品、冷凍食品、ファストフード、菓子類について、「不安の有無」を聞いていま

図表5 食肉（牛・豚・鶏）のイメージ

イメージ	(%)	牛肉	豚肉	鶏肉
●たんぱく質が豊富		41.2	31.6	30.4
●スタミナ源栄養がある		40.3	26.5	11.9
●筋肉や骨をつくる		24.6	14.8	14.7
●料理メニューの種類が多い		18.2	33.2	28.6
●調理しやすい		18.2	36.4	31.2
●健康に良い		14.4	31.3	30.2
●鉄分が豊富		14.1	6.1	2.3
●カロリーが低い		6.1	10.9	44.3
●安全性に信頼がおける		5.4	5.1	4.6
●美容に良い		3.6	12.1	13.3
●価格が手頃		3.1	49.4	59.6
●その他		16.3	5.7	6.1

す。「不安を感じる」と「感じない」の回答割合を見ますと、「米」は優等生で「不安を感じない」の数値が高く出ています。「牛乳」もそうです。それに対して、「食肉加工品」がなぜかかなり分が悪い数字です。「ファストフード」もそうなのですが、消費者がこんなにも不安を感じているというのは、想像を超えておりましてびっくりする数字です。

肉類の家計支出金額の最近データでは牛肉3割、豚肉4割、鶏肉2割の構成

総務省の「家計調査年報」で、データをとってみました。肉類の中で生鮮肉は、牛肉・豚肉・鶏肉・合い挽き肉・その他の生鮮肉という5つの項目で、それぞれにいくら支出したかという、2015年のデータでは、生鮮肉全体年間7万1000円を100とすると、ほぼ3割が牛肉、4割が豚肉、2割が鶏肉と

いう構成でした。ただ、単価が違うので、購入数量で見ると、生鮮肉を100として、豚肉と鶏肉が4割と3割強で非常に高い。牛肉は13.6%です。

これを年間収入階級別に世帯人員1人当たりで見ると、実は世帯収入の違いではあまり左右されないことがわかりました。肉類はあ

まり大きな差が出ないという意外な結果でした。ただ、豚肉だけが、そんなに大きな差ではありませんが、収入階級が上がると購入数量が増えるという傾向になっています。鶏肉での傾向はそれほど大きくありません。

同じ購入実績を世帯主の年齢階級別で見ると、こちらはかなり大きな特徴が出てきます。60歳代、70歳以上で牛肉の支出金額がぐんと増えます。豚肉は50歳代以上で、鶏肉になると40歳代以上で増えてきます。

1世帯当たり年間の肉類の支出金額、購入数量を、ここ四半世紀(1990～2015年)を5年ごとにピックアップして見ると、生鮮肉全体では、支出金額で一時減りますが、最近は回復しています。購入数量でいうと、1990年比で、生鮮肉は全体で増えていますが、牛肉は減っています。1991年4月に牛肉の輸入

が自由化されて、1990年代は伸びるのですが、2015年は、残念ながら1990年比で7割弱の状況です。豚肉と鶏肉は、一時減らしてはいましたが、2000年以降は豚肉、鶏肉の時代という感じになっています(図表6)。

「家計調査」は、食生活でいうと家庭内食を念頭にした結果になります。昨今は、コンビニなどの弁当やファストフードなど外食でももちろん肉は消費されています。牛肉でいえば、マクドナルドのハンバーガーや吉野家の牛丼など、ビッグチェーンが目白押しです。ですから、この「家計調査」結果の数値はある程度限定的なものだということを確認しておきたいと思います。

ちなみに、外食ないしフードサービスでは、肉はどこで使っているかというところ、これはもうあらゆるところで使っているという

図表6 1世帯当たり年間の肉類の支出金額、購入数量

	年	世帯 人員	肉類	生鮮肉					合い 挽き肉	その他の 生鮮肉	加工肉
				牛肉	豚肉	鶏肉					
支出 金額 (円)	1990	3.56	96,119	77,198	35,570	24,421	12,221	2,077	2,909	18,921	
	1995	3.42	88,274	69,471	32,385	21,175	11,020	1,976	2,916	18,803	
	2000	3.24	80,775	62,892	26,140	21,546	10,605	1,873	2,728	17,883	
	2005	3.17	75,369	59,347	21,324	23,191	10,749	1,761	2,322	16,002	
	2010	3.09	76,296	59,543	18,964	23,957	12,386	1,933	2,303	16,754	
	2015	3.02	89,367	71,000	21,125	29,713	15,307	2,430	2,425	18,367	
購入 数量 (kg)	1990	3.56	—	44,403	10,816	17,287	12,971	1,653	1,675	18,921	
	1995	3.42	—	44,192	12,335	15,987	12,165	1,851	1,853	18,803	
	2000	3.24	—	41,367	10,099	16,040	11,591	1,846	1,792	17,883	
	2005	3.17	—	39,916	7,195	17,407	11,647	1,662	1,711	16,022	
	2010	3.09	—	42,893	6,922	18,498	13,753	1,854	1,712	16,754	
	2015	3.02	—	45,459	6,200	19,865	15,694	1,871	1,534	—	

いいでしょう。ファミリーレストランやハンバーグ専門のチェーン店、食べ放題の焼き肉チェーン、ステーキチェーンもたくさんあります。しゃぶしゃぶ、とんかつや焼き鳥など

など、料理名で挙げていくと、肉素材のメニューを中心にした外食産業は食肉の一大消費現場になりますが、これはまた別の考察になるでしょう。

< 討議の抜粋 >

(敬称略)

- 西村** 「食肉(牛・豚・鶏)のイメージ」調査で、「たんぱく質が豊富」に対する回答が牛肉で最も高くなっていて、牛肉はたんぱく質が非常に多いというイメージがありますが、実際には、牛肉は脂肪が多く、たんぱく質はむしろ豚や鶏のほうが多いです。そういう意味では、今後正しい知識を消費者に伝えていく必要もあるのかと、このデータを見て思いました。
- 吉川** 年齢別のデータを最初見た時に、お年寄りがこんなに肉ばかり食べているのかなという印象を受けました。最後の話を聞いて、これはあくまで家庭内の食についての調査だとすると、多分若い人たちは自宅で食べるよりも外で肉を食べているのでしょうか。
- 茂木** はい。おっしゃるとおりだと思います。家庭の中では食べていなくて、外で食べているということが反映されているということはある得ますね。
- 品川** 牛肉のイメージの中で、「安全」や「安心」、「信頼がおける」などの項目がありますが、外国産に関しては、肉だけではなくほかの食品に関しても、どのようになっているのか、情報が見えない分だけ、これらの項目は当てはまらないのではないのでしょうか。
- 茂木** 情報がないところについて信頼度がどれくらい寄せられるか、一般的にはよくわかりません。そういう意味では、アメリカ、ニュージーランド、オーストラリアは、日本で積極的にキャンペーンを行っています。それに関して、それなりの成果を上げているという見方ができないわけではないと思っています。
- 宮崎** 「食品に対する不安の有無」という質問事項で、食肉加工品あるいはファストフードに対して、不安を感じるという回答が非常に高いですね。若い世代はファストフードなどがものすごく好きなわけですから、これは、お年寄りが非常に不安がっているのではないかと考えられます。
- 茂木** 今回の調査報告書の中に年齢別、男女別のクロスがなくて、全体でしかお見せすることができませんでしたが、そういう推測もできます。また女性の割合が高いのではないかと考えられます。

● もぎ・しんたろう

亜細亜大学経営学部ホスピタリティ・マネジメント学科教授。博士(観光学)。(社)食品需給研究センター、(財)外食産業総合調査研究センター、フードシステム総合研究所を経て、信州大学経済学部(経営学、マーケティング)、同大学院イノベーション・マネジメント専攻(フードマーケティング、地域マネジメント)、同イノベーション・研究支援センター研究主幹。この間、長野県食と農業農村振興計画審議会会長、松本市地産地消推進会議会長などを歴任し、2009年4月より現職。法政大学大学院政策創造研究科非常勤講師、川村学園女子大学白観光文化研究所研究主幹。(公財)日本食肉消費総合センター「食肉に関する意識調査委員会」委員。

Section.

2

⋮

日本人と食肉

牛肉に対する日本人の特別な思い入れは 4度の戦争とBSE騒動によって 培われてきました

京都大学名誉教授

宮崎 昭



● 今では毎日の食卓に欠かすことができず、日本人の大好物の食肉ですが、わずか160年前の日本では手に入れることさえ難しく、忌み嫌われることもあった食材でした。食肉が食べ物として受け入れられるには、生産や流通の整備はもちろんのこと、幕末期の人びとの肉に対する誤解や偏見を取り除くことから始めなければなりません。食肉が現在のような人気食材になるにはどんな変遷や苦難があったのでしょうか。日本人の食肉消費の歴史について、宮崎昭先生にうかがいました。

「食肉」という言葉も「と場」も 幕末に本格的に登場

昭和28年に制定された「と殺場法」によると、食肉という言葉が使えるのは定義上、と畜場で処理された牛・馬・豚・羊・山羊の5つの家畜の肉に限られています。昭和28年ころの日本には、全国に羊や山羊や馬がたくさんおりました。しかし現在では、これらの家畜を食肉といわれても違和感を覚える方がおられるかもしれません。では、食肉という言葉はいつごろから使われだしたのでしょうか。

昭和31年に福原康雄さんが著した『日本食肉史』（食肉文化社刊）の中に「と場は食肉の生産所である」という一説があります。では、と場ができる以前に食肉という言葉は使われていなかったのでしょうか。さらに調べてみますと、小学館の『日本国語大辞典』には、1603年につくられた『日葡辞書』の中にXocunicu（ショクニク）というポルトガル語の綴りがあり、訳として「食べる肉」と書いてあります。ですからそのころには既に食肉という言葉があったということでしょう。ちょうど、宣教師をはじめたくさんのポルトガル



人が日本にやって来た時代です。しかし、それから後は書物を調べても食肉という言葉が使われていた形跡はありません。

食肉という言葉が本格的に使われ始めたのは、幕末になり外国人が日本に大勢来るようになったころです。肉を食べたいと希望する外国人に対して、汚い環境で肉を生産していることを知られたら困るという心配が起きました。近代国家であることを見せるために衛生的な施設をつくろうという動きになり、と場がところどころにでき始めました。

とはいえ、実際にと場をつくるとなると問題も生じました。1頭だけならいいけれど、

2頭も3頭もと畜するとなると、周囲の人のびとによる反対運動が方々で起きたのです。お上は苦心の末、「と場は民家から離れたところに設置すべし」という通達を出し、と場を鑑札制にしました。

1853年、ペリーが率いる黒船4隻が浦賀に来航し、開国を迫る米国大統領の国書を幕府に渡します。翌1854年に日米和親条約が締結され、時代が大きく変わり始めました。それまで肉は薬だと信じてきた日本人は、肉は食べ物なのだということを知ります。日米和親条約の締結から今日までが、162年というわけです。

福沢諭吉は塾生にも牛肉を食べさせ積極的に肉食を勧める

1858年に日米修好通商条約が結ばれ、その2年後の1860年にアメリカの軍艦ポーハタン号が条約批准のため幕府の遣米使節団を乗せて横浜を出港し、アメリカに向かいます。その船に幕府の軍艦咸臨丸が勝海舟を艦長に、護衛としてついていくことになりました。咸臨丸には福沢諭吉も乗っていました。

諭吉はアメリカに到着すると、市民が日常どんな食べ物を食べているのかを調べるため

に、積極的に家庭料理を食べ歩きます。初めて「子豚の丸焼き」が出てきた時には、これはまるで「安達ヶ原」だと驚いたそうです。能の「安達ヶ原」には、人の生肝を食べないことには生きていられない黒塚の鬼女が出てきて、旅人を泊めては殺して食べていました。鬼女の家には開けてはいけない部屋があり、ある旅人がそこを開けたら骨だらけだったという恐ろしいお話です。

とはいえ、後に諭吉は『福翁自伝』の「肉食之節」で「肉食のスズメ」を書いています。彼は、肉を食べないことには近代化はできないと感じており、帰国後は非常に積極的に肉食を勧めていったのです。

咸臨丸から数年後の1864年、各国の領事が集まり幕府にと場をつくってほしいと申し入れ、横浜の山の手にて初めてのと場ができました。翌年にはスネルというオランダ人が民間のと場をつくりました。

江戸では1867年、高輪東禅寺にあった英国公使館に出入りする肉取り扱い商人中川屋嘉兵衛は、今里村(現港区白金)の名主堀越藤吉の庭先にと場を開設し肉を生産するようになりましたが、その後しばらくして諭吉に相談を持ちかけます。文明開化に従いみんなが牛肉を食べるようになると思ったら、ホテル、



英国公使館があった高輪東禅寺



肉食普及の恩人福沢諭吉と
慶応義塾大学三田キャンパス

外国人、外国船に納める肉以外は誰も買ってくれない。残りを放っておいたらすぐに腐ってしまうので佃煮をつくって売ったが、なかなか売れない。そこで諭吉に頼んで慶應義塾の学生に食べてもらおうと学生寮に持っていったのです。

ところが、肉を持ってきたというと、まず門衛が石でカンカンとお清めをする。奥へ入ったところで賄いまでは入れてもらえず、窓から肉と交換にお金を渡される。そんな苦勞をしたようです。あまりの苦勞に、中川さんはその翌年に権利を堀越さんに全部渡してしまいます。堀越さんは「中川」という名前を残して牛鍋屋を開き、売れ残った肉を牛鍋として高い始めます。

と畜制度が整備されたのは明治の末期

と場については、明治の初年ごろに宮川清吉が薩摩藩の兵士に向けて小さな施設をつくったという記録や、明治3年には民部省が官営の施設を築地につくった記録が残っています。築地にいいと場ができたことが噂になりたくさんの牛が運び込まれましたが、お役人が偉そうにしているのだから行かなくな

り、やがて築地のと場は潰れてしまいます。官制のと場は次の年に麻布本村、現在の南麻布^{ほんむら}3丁目あたりに移りました。

明治政府になり肉をたくさん食べなければならぬという風潮にはなりましたが、初めのころは血抜きもしなかったのとても臭い肉でした。諭吉が大阪で緒方洪庵の適塾生

のころ、牛鍋を食べさせる場所に実際に集まってきたのは、塾生以外はみんなゴロツキのような人ばかりだったそうです。落語では、「熊も八も牛肉を食べたけど、まだ2人も生きている」と笑い話になった時代です。それから後は民間人によってもと場が各地につくられ、とにかく相当苦労しながらも、と場の数は明治37年の日露戦争前には全国で約1500カ所にまで増えたのでした。

しかしその2年後の明治39年に炭疽が発生します。まん延防止のためと場の取り締まりをしなければならないという動きが出てきて、日本のと畜制度は徐々に整備されていきました。同年屠場法ができると同時に大崎に帝国中央と場が完成し、そこから本格的なと畜業務が進んでいきます。

ともあれ食肉業界では、肉食普及の一番の

恩人は福沢諭吉であると固く信じられているところでは、福沢先生が肉食を勧められたおかげでわれわれの業界は成り立ったのだと、長いこと語り継がれておりまして、昭和10年に2代目市川左團次と2代目市川猿之助の一座が歌舞伎「福沢諭吉」を帝国劇場で上演した時には、8代目東京売肉同業組合長の徳増英三郎さんが花輪を出して感謝の意を表しました。

この徳増さんは銀座の宮内庁御用達「松喜屋」の店主でして、随分誇り高い人だったので、寄付をするのがものすごく好きで、帝国劇場に花輪を出す3年前には、飛行機を1機寄付しています。それに「食肉号」と名づけ、贈呈式後の試験飛行では、空から「健康はまず肉食から」と食肉の宣伝をしたりと、当時としては珍しいアイデアマンでもあったようです。

食肉の普及を推進した明治天皇のご英断

食肉の普及に最も大きな影響を及ぼしたのは福沢諭吉とすれば、次の功労者は恐れ多くも明治天皇でしょう。明治天皇は14歳で即位されますが、皇位継承されるまではお魚料理がものすごくお好きで、肉はもちろん召し上がりませんでした。しかし時代が時代ですから、外交上の儀礼は正式なフランス料理で行われなければなりません。また、世間では、日本人の体格が小さくて体力がないのを改めるためにも、肉を食べなければならないという風潮になっていきました。

明治4年12月17日、明治天皇は羊の肉な

どで肉にお慣れになり、いよいよ牛の肉を所望されます。翌明治5年1月24日にそれが『新聞雑誌』で広く紹介され、その翌月に「御岳行者事件」が起こります。天皇が肉を食べるのはとんでもないと10人が皇居に侵入し、そのうちの4人が射殺、1人が大けがをして、あとの5人とともに逮捕されたという事件です。

そのころの『新聞雑誌』では、例えば新潟県長岡の士族の家で父親が「肉を食べねばならない」と言うので食べるようになったが、おばあちゃんが仏壇に目張りをしてご先祖様に

申しわけないと挿んだという話や、仏教に熱心な敦賀県（今の石川県と福井県と滋賀県）で、肉を食べない人が非常に多いのは地元の町役人の怠慢によるものだと批判されたなど、食

肉に関する記事が続々と掲載されました。

さまざまな困難はあったものの、日本人は長い年月をかけて食肉を食材と捉え、料理の材料として育て上げてきたのでした。

食肉の消費量は昭和30年代以降に急上昇

全国的に見て、国民1人当たりどれだけの肉を食べているかという過去の統計上の数字は、なかなか表に出てきません。一番古い数字として残っているのは、昭和9年から13年の平均です。当時の国民1人当たり1日に食べる牛肉の量は2.2g、豚肉は1.9gでした。鶏は統計上、除外されていました。2.2g食べていた牛肉が、敗戦の年の昭和20年には0.8g、豚肉は0.08gと、とんでもなく低い数字になってしまいました。

日本人が平均して肉をよく食べるようになったのは、第二次世界大戦後のことです。それまで、地域によっては肉をたくさん食べる人びとがいましたが、全体的に見て食肉の消費が伸びたのは昭和30年代ではないかと思えます。

昭和35年の統計に、牛肉は1日当たり3.1g、豚肉も同じく3.1g、鶏肉は0.8gという数字が残っています。この年こそ、今まで

一番値段が高かった豚肉と、その次に高かった鶏肉と、はるかに安かった牛肉の100g当たりの価格が同列に並んだ年でした。

それから後は、豚は改良が進み大型品種がよい環境の豚舎で飼われるようになり、鶏はブロイラーになり、生産性が目に見えて向上しました。しかし、牛は飼育環境の向上がゆっくりだったせいか、平成11年に20.7g食べられたのが今までの中のピークです。

翌年、BSEの発生で消費が落ち込み、ほとんど回復できないまま現在に至っています。平成16年の消費量を見ると、牛肉が5.4gも減っています。

すなわちピーク時の4分の3になってしまったわけです。豚肉はどうかというと、3.8g増え、豚肉が牛肉の代わりをしていることが明らかです。鶏肉はマイナス1.1gで、鶏肉はまだその時にはそれほど消費されておりませんでした。

戦争体験と結び付いた日本人の牛肉に対する特別な思い

それが、平成26年になると牛肉の消費が1日16.1g、豚肉が32.5g、鶏肉が33.4gと、豚肉が飽和状態になっていることがわか

ります。一方、鶏肉は16年ころから急に伸びてきて、現在の状況に至っております。

鶏肉と豚肉は、日本人の胃袋の中ではもう

これだけあれば十分というくらい食べられていると思われま。一方の牛肉はといえば、もっと食べたいと思っている日本人がたくさんいるという現状です。

日本人がどうしてそんなに牛肉を食べたがるのか考えてみると、過去の4度にわたる戦争とBSEが原因として挙げられます。日本人にとっては、牛肉を家庭で焼き焼きとして食べることが、戦争が終わり復興を実感する最も幸福な瞬間でした。

明治27年の日清戦争の時には、牛肉の缶詰を大量に生産したので、このころからと畜頭数がグッと増えました。今までほとんど牛肉を食べたことのなかった地方の兵士たちが、戦地で牛肉のおいしさを知り、無事に復員したら家族で食べたいと願いました。しかし国内の家庭でそれを食べることは困難でした。あんなに美味しいものが全く手に入らないということで、牛肉は特別の食べ物になります。

日露戦争の時には6万人の捕虜がいました。明治32年(1899年)、オランダのハーグ



現在も販売されている牛肉大和煮缶詰

で開かれた第1回万国平和会議においてハーグ陸戦条約が採択され、捕虜の虐待はいかんとということが決められました。日本はそれを多分世界で一番しっかり守り、捕虜を厚遇して肉をたくさん食べさせました。それで、家庭内の消費がとても少なくなったようです。しかし、豚肉がそうした状況を少し補ってくれました。

第一次世界大戦の時も同じような状況でした。4700人のドイツ人捕虜を中国の青島(チンタオ)から日本に連れてきて12の収容所で生活させたのですが、何とかして肉を優先的に食べさせたという記録が残っています。ドイツ人捕虜の食事係が外の肉屋へ行き、肉を優先的にもらってくるという生活だったようですが、その時にマヨネーズやハムやソーセージの作り方を肉屋に教えたという話も残っています。その時には豚肉事情がだいぶ良くなっていたので、ある程度まで牛肉不足の代わりにしています。

その後、昭和14年からの大東亜戦争になると、それこそ国民自体の命をつなぐのがやっとの食生活になります。豚肉は開戦の14年に豚コレラが発生して壊滅状態になり、日本人は全く肉が食べられなくなりました。戦争が終わって数年して、やっと牛肉が食べられるようになりました。しかしそうした戦



争体験の繰り返し、「最高のごちそうはすき焼き」という思いとなって、日本人の心に染みついてしまったように思います。

BSEが発生した時は、豚肉が非常におい

しくなっていたので、牛肉の不足をカバーしてくれました。とはいえ、身に染みだ牛肉不足の経験が、今の日本の食生活の特徴の1つになっていると思います。

牛肉のおいしさは見た目、香り、うま味が決め手

牛肉は珍しい食品です。例えば、「このごろ大根が高いね」と大の大人が言ったら「なんだ、あいつはぬかみそ臭いな」と思われますが、「このごろ牛肉が高いね」というセリフは紳士の会話の中に登場してもおかしいとは思われません。

また、お父さんが総菜をつくっても様になりませんが、ステーキを焼くとかっこいいといわれ、いいお父さんだと評価されます。牛肉は特殊な食品として今も存在しているように思います。

牛肉はどのようにして人気があるのかというと、食べたら元気になり、スタミナがついたような気にさせてくれるからです。何ともいえないおいしいにおいが、特にすき焼きをつくっている時など漂ってくることも外せません。ほかの肉よりも高くてなかなか食べられない部位などは、目の前で料理されるだけで満足感を得ることができます。

日本人はどんな肉か目で見て判断します。ひと目見て肉の良し悪しやおいしさが判断できるくらい目が肥えているわけです。そのせいか、レストランや焼肉店の中にはお肉を見せて焼く店がたくさんあります。

和牛は筋繊維が細く、口の中に入れた時に

軟らかく味がまろやかなことも特徴です。日本人の味覚にはうま味を感じる能力があります。これは平安時代あるいは奈良時代のはるか昔から、日本人は昆布や鰹をだしとして使ってきたからです。それに慣れてしまったせいか、味に対する微妙な感覚は欧米人と少し違うかもしれません。

実際、日本人100人と欧米人100人に同じものを食べてもらった場合、日本人の71%がうま味を感じたのに対し、外国人は34%だったという報告があります。うま味を感じる味覚が和牛の肉とうまくリンクし、牛肉を特別な食品にしてきたのかもしれません。



最後に、日本人は給食で三角食べを学びます。濃い味のおかずを口に入れ、汁を少し飲み、それが口の中に残っているうちに淡白なご飯を食べて噛みながら味わいなさいと教えられます。三角食べするとえもいわれぬ

おいさがジワッと感じられるというわけです。反対に、同じものばかり食べ続けるのは「重ね箸」といって下品な食べ方だと躰けられました。日本人は口内調味、すなわち口内での味付けが上手にできる人間なのでしょう。

TPPの国産牛肉に対する影響をいかに軽減するか

最後に TPP（環太平洋経済連携協定）について少し申し上げたいと思います。現在、アメリカは自国のスタンダードを貿易相手国に押し付けようとしています。例えば食品添加剤の問題です。アメリカが認可している添加物は約3000種類で、その3000種類が生産された商品の中に残存している可能性があります。アメリカでは、そういうものを食べているわけです。

ところが日本では規制がかなり厳しくなってきた。指定添加剤は413種類、既存添加剤は419種類と、合計でも832種類にすぎません。残りの2000種類以上のものが、TPPによって日本が丸裸にされたたとたん、大量に入ってくる可能性がある。そういうことも考えておかなければならないと思います。

『農業研究』第28号（2015年12月発行）に掲載された公益財団法人日本農業研究所・田家邦明理事長の論文によると、TPPの合意内容は16年かけて大幅に関税を削減するものであり、国内の供給者は関税引き下げに対応し、供給量を縮小し価格を低下させることが最適な行動となる、としています。いわゆる零細という表現はまずいかもかもしれませんが、

経営状態があまり良くないところから徐々に淘汰されていくことによって供給量は減るのではないかと思います。

また、生産費を安くするには、まだ使われていないさまざまな資源を有効に使うという方法も考えられます。例えば土地資源やエコフィードなども考えられます。そうした方法を使うことによって一味違う銘柄牛を生産し、消費者との間に上手に流通させ、それを固定するような作業を行うことにより、TPPの影響はある程度避けられるのではないかと思います。

乳雄は9割が輸入肉に置き換わるというようなことも言われています。けれども、乳雄を5割までは残すような生産の仕方へシフトしていくようにすることがいいのではないかと考えています。

食料の安全保障は、国連の経済的・社会的・文化的な権利として基本的に認められています。安全を放り出して輸入に身を任すということには、後戻りできない日本をつくってしまうかもしれないという懸念があります。農水省の方も、そのあたりについてはしっかり頑張ってもらいたいと願っております。

< 討議の抜粋 >

(敬称略)

松川 表題の162年の意味が、お話をうかがってわかりました。1853年ペリーが軍艦を率いてやってきて開国を迫り、翌1854年に回答をもらいに再度やってきましたが、たしか江戸幕府は牛肉だけは提供するのを断っていますね。

宮崎 日米和親条約を締結してすぐに軍艦に食料を積めと要求されました。日本はお米を積むつもりで了解したのに、先方は牛肉を積めと要求するので、断っています。

松川 統計を見ますと、日露戦争時に牛の頭数がガタッと減っています。兵食としての牛肉の缶詰の生産に応じるためでした。全国から徴兵された兵隊が缶詰を食べて牛肉の味を覚えて、牛肉を食べることに拒否感の強かった故郷の農村に復員後牛肉のおいしさを話し、普及したという話も残っていますね。

宮崎 事実です。まさに生まれてから肉を食べたことがない兵隊が、戦地で初めて牛肉の大和煮を食べた。無事に帰ったら、こんなにおいしいものはないと家族にも勧めますね。牛缶をつくるためには大量の牛肉が必要ですから、とてもたくさんの牛をと畜する必要があります。だから、一般市民は牛肉がほとんど食べられないような状況になる。日本人の牛肉に対する特別なこだわりは、その飢餓感が体にしみ込んで生まれたのではないかと思っております。

柴田 欧米では羊(子羊の肉・ラム)がかなりのウエートを占めていると思います。私は北海道出身ですから羊にはなじみがあるのですが、日本ではあまり消費が伸びてこない。山羊も、母乳が出ない時にミルクがいいと北海道でも時々家庭で飼っている人がいましたが、沖縄以外ではあまり山羊の普及がないですね。この辺は、どんなところに要因があるのでしょうか。

宮崎 昭和20年に戦争が終わって、農林省(当時)は日本の農村復興のために、牛が飼えるだけの飼料資源を持っている人はできる限り牛を、牛が飼えない人は山羊、羊を飼いましょうと奨励しました。山羊はミルクを出すから、家庭で味噌汁に山羊の乳を入れて、それで子どもたちをきちんと育てましょうと。

羊も昭和27年ころには100万頭ほどおりましたが、その後化学繊維の登場でガタッと落ちます。山羊も約70万頭までは伸びましたが、急激に減少し本土ではすっかり見られなくなっています。沖縄は山羊料理が非常に発達していましたので、しかも小さな山羊がたくさんおりますので、今まで残っているのだらうと思います。

それから間もなく、オーストラリアから毛用羊の肉(マトン)が輸入されるようになりますが、ちょっと嫌な臭いがするというので、あまり普及しませんでした。宮内庁は御料牧場でたくさんの肉用羊を飼っていて、外国から国賓など賓客が来られた時には原則として羊料理を出します。羊の肉には宗教上の禁忌がないので、どなたにでも安心して喜ばれるのです。しかし日本の一般人は、これほど上質の羊肉になかなかありつけませんね。

● みやざき・あきら

昭和36年京都大学農学部卒業。京都大学教授、学生部長、同大学院農学研究科長、農学部長、副学長を歴任し、退官後名誉教授。その間、朝日農業賞中央審査委員、農政審議会専門委員、文部省農学視学委員、畜産振興事業団評議員、農畜産業振興事業団運営審議会会長。その後、畜産大賞中央全体審査委員長などを経て、現在、公益社団法人中央畜産会理事、公益財団法人日本食肉消費総合センター理事など。専門分野は畜産資源学、国際畜産論で、昭和51年畜産学会賞受賞。

Section.

3

⋮

高齢者の健康と
栄養・運動

1

「インターバル速歩+牛乳」で暑さに強い体をつくろう

5カ月間のインターバル速歩で体力は20%向上、生活習慣病が20%改善し医療費は20%削減できます

信州大学教授

能勢 博



● インターバル速歩とは、速歩とゆっくり歩きを3分ごとに繰り返すトレーニング法。その直後30分以内に牛乳や乳製品を摂取することで、体温調節能を決める血液の量を増やし熱中症を予防できます。熱中症になりやすい高齢者には、新たな熱中症対策として期待されていますが、効果はそれだけではありません。「インターバル速歩+牛乳」がいかに高齢者の体力向上に寄与し、医療費削減に貢献しているか、能勢博先生にうかがいました。

はじめに

暑さに負けない体をつくるために、運動の後に牛乳を飲むというのは、東北の大震災の時に、節電熱中症が話題になって以来、注目されるようになりました。ポイントは、ややきつい運動をして、30分以内にコップ1杯から2杯分の乳製品をとることです。大体10日間くらいで効果が出ます。まず、そのメカニズムを話す前に、私の研究の背景をお話しましょう。



私の研究の原点は スポーツドリンクの開発

私は若いころからスポーツドリンクの研究をしていました。その研究を本格的に始めたのはイェール大学に博士研究員として留学してからです。その時、研究テーマについて指導教授であった故 Ethan R.Nadel 教授に2つのことを言われました。1つ目は「ヒトは二足歩行をし、大量の汗で体温を調節する点に

において動物とは生理機能が異なる」、2つ目は「いつ役に立つかわからない基礎研究は他の研究者に任せておいて、直面する社会問題を解決するための研究をしよう」ということです。

そして、決まったのが、「暑熱環境下でも運動パフォーマンスを維持できるスポーツドリンクの開発」でした。成果は上々でしたが、同教授はこれでは終わらず、次のステップとして、その成果を世間にアピールするために「人力飛行機でギリシャのクレタ島からサントリーニ島まで110kmの地中海を横断するプロジェクト」を立ち上げ、そして成功させました。すなわち「科学的根拠に基づくスポーツドリンクの効果」を世界に知らしめたのです。その業績が契機となって、米国ゲータレード社がスポーツ科学研究所を立ち上げ、その後10年間に同社のスポーツドリンクが世界シェアの90%を握ることになります。

では、ヒトと動物は、一体何が違うのでしょうか。犬が立位姿勢でいる場合、血液量

の70%が心臓より上にあります。ですから犬の場合は、血液は静水圧(重力)に従って自然に心臓に還ってきます。ところがヒトは、心臓の位置が高いところにあり、血液量の70%が心臓より下に位置するので、血液が心臓に戻ってくること自体不思議なのです。

では、なぜか……、正解は筋肉ポンプです。筋肉の律動的収縮によって血液が押し戻されるのです。ですから、ちょっと油断していると失神して倒れてしまいます。ヒトにとって、血液を心臓に戻すことが心臓からの血液の拍出量を維持するのに必要なのです。そのためにたくさんの血液量があれば有利になります。

次に、今解決すべき社会問題は何かというと、地球の温暖化です。今から30年前、東京で、ひと夏で30℃の気温を超える時間は200時間くらいでしたが、16年前には400時間を突破して、今はもっと長くなっています。その結果、熱中症が頻発しています(図表1)。東京では、1日の最高気温が33℃以

図表1 熱中症で病院に救急搬送された人数



上になると熱中症が起こります。

熱中症はお年寄りだけでなく、若い人も油断していればなります。炎天下で歩いていると、下半身の筋肉で熱が発生します。この熱は血流に乗って心臓に集まり、次の拍動で脳に送られます。ですから、この血液の温度が、脳の温度に反映します。全く熱の放散が起こらなければ、ヒトの脳が40.3℃以上になると神経がうまく働かなくなって、足などに麻痺の症状が起こります。

そうならないように、ヒトには体温調節機

能が発達しています。皮膚の血流量は最大3ℓ/分と、安静時に心臓から拍出される量に匹敵しますし、発汗に関しては1時間当たり最大2～3ℓになります。その汗が皮膚の表面から蒸発する気化熱で体温調節を行っています。ですからヒトは気温が体温より高い砂漠でも生きられるのです。このように、ヒトは他の動物に比べ、生来暑さに強い生物種なのですが、そのためには血液量の維持が大切なのです。そのためにスポーツドリンクが有効なのです。

ヒトの体温調節能は、実は血液量が決めていたのです

46

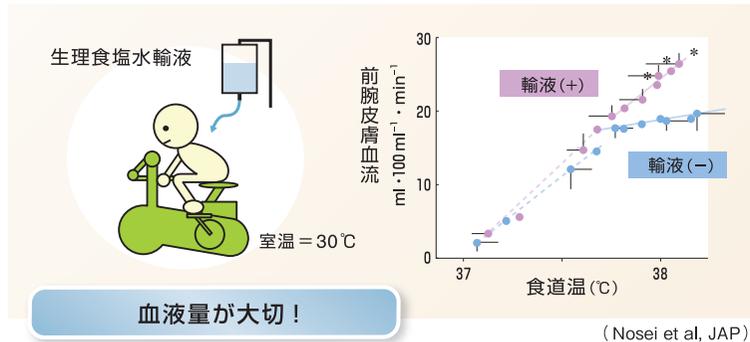
一言で体温調節といっても、それにはいろいろなレベルがあります。ヒトは暑さに慣れる前は、例えば、運動して脳の温度が37.5℃になってはじめて発汗が起こります。平熱が36.8℃くらいですから、0.7度くらいどうってことないじゃないか、と思われるかもしれませんが、この温度変化は風邪などで発熱した時のそれですから、結構暑い、と感じます。ですから、この状態では「暑い、暑い」と思いながら汗をかいているのです。これはまだ暑さに慣れない時の汗のかき方です。

ところが、暑い環境に10日くらいさらされると暑さに慣れてきて、0.1℃体温が上がるだけで汗がかけるようになります。汗が出ていても本人は暑く感じていない状態です。皮膚の血流も同じで、少し体温が上がるだけで皮膚血管が拡張するようになります。これが暑熱順化というプロセスです。

このメカニズムは、一昔前までは脳が「賢く」なったからといわれていました。汗を分泌する腺(汗腺)や皮膚血管は、脳の体温調節中枢を起点とする神経によって調節されていますから、その神経の活動が活発になるから汗が出るといわれていました。これは、実は動物実験から出てきた話です。

一方、私が留学中に行った実験では、運動中の体温調節反応は、輸液によって改善することがわかりました(図表2)。暑い部屋で自転車を漕ぐと、脳の温度が上がって皮膚の血管に開けという命令が出て血流が増えますが、37.6℃になるとヘタッてきます。しかし、これは点滴で輸液しない場合で、点滴をして血液量を増加させると、皮膚血流が体温の上昇に比例して増加し続けます。これがスポーツドリンクの効果です。スポーツドリンクを飲んで血液量を回復させることによ

図表2 運動中の体温調節反応は輸液によって改善した！



て、体温調節能が維持されるのです。

すなわち、血液量が増加すれば、体の熱を効率よく外に出すことができるようになります。ヒトの体温調節能は、実は血液量が決めていたのです。

ところで、血液量を増やせばいいのなら、

一番いいのは、自分の血液を血液銀行に預けておいて、競技の3日くらい前に点滴する血液ドーピングです。これによって体温調節能が著しく向上します。でも、それは不健康です。と、ということで、今回のテーマ、牛乳の話が出てくるのです。

運動直後の糖質・たんぱく質摂取は体温調節能を改善

ここからは牛乳が血液量増加に有効である、という根拠を示す実験結果をお示しします。まず、非常にきつい運動をします。サッカー部がやるようなダッシュ・アンド・スローを8セット繰り返す72分間のインターバル・トレーニングです。その後、本人にはどちらを飲んでいるかわからないように、牛乳とプラセボ（偽物）を飲んでもらいます。

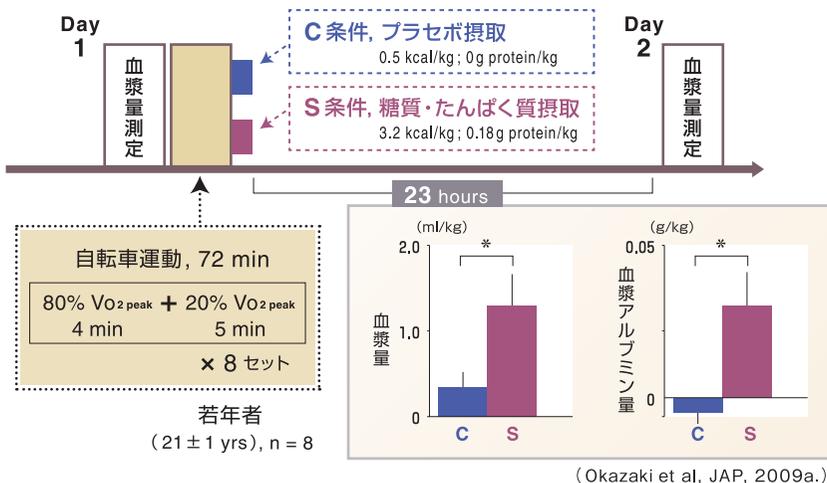
23時間後に血漿量を測ってみると、プラセボではほとんど血漿量は上がりませんが、牛乳で乳たんぱく質と糖質をとってもらうと、血漿アルブミン量が増加し、それに伴って血漿量が60～100cc増加しました（図表3）。アルブミン量が上がって膠質浸透圧が上が

り、間質から水を引き寄せたのです。この結果に基づき、本当に血漿量の増加が体温調節能を改善するか、という仮説を検証することにしました。

23～24歳の運動部員18人に協力を依頼し、5日間運動トレーニングをしてもらいました。運動強度も、本人がややきついと感じる強度の運動を30分間続け、終わったら牛乳かプラセボを飲んでもらうという手順です。5日間の食事によるカロリーやたんぱく質摂取量には差はありません。

プラセボにはちょっと甘みがついていて、多少カロリーがプラスされます。一方牛乳のほうは、それを飲むとカロリーは11%、たん

図表 3 運動直後の糖質・たんぱく質摂取は血漿量を増加させた！

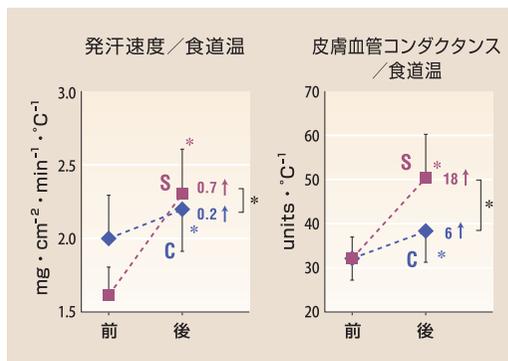


ばく質は25%プラスになります。食事の摂取量に比べたら10~20%増ですから、大事なことは多く摂取するのではなく、運動の終了後30分以内に摂取するということがポイントです。

その結果は、若い人が5日間頑張ると、牛乳を摂取してもしなくても血漿アルブミン量、血漿量が増加します。しかし、その増加量は牛乳を摂取する群はしない群に比べ2倍です。一方、体温調節能を調べると、運動中の食道温上昇に比例し、発汗が活発に起こり、皮膚の血管も拡張してきます。これは両群で変わりません。ところが、注目すべきは

その感度です。牛乳を飲んだ群では汗のかき方、それから皮膚血管の拡張の仕方が3倍も高進しています(図表4)。ものすごくお得なトレーニング方法というわけです。

図表 4 発汗速度および皮膚血管拡張の比較



熱中症にかかりやすい高齢者にも牛乳が効果的

次に、年代別の熱中症の統計を見ると、70歳以上のお年寄りに熱中症が多いことがわかります。体温調節能が非常に劣化しているからです。よく運動していて元気なお年寄り

いわれている人たちでも、若い人に比べると3分の1くらいしか発汗能力がありません。皮膚血管の開き方も同じです。このように高齢者ではラジエーター機能が衰えています。

ほとんど運動しない人なら、なおさらです。放熱機能がほとんどない。放熱されない状態を放っておくと1、2時間で熱中症になってしまう。これが屋内熱中症の正体です。

そこで、運動+乳製品摂取が体温調節反応に及ぼす効果を検証するために、67～68歳の元気な高齢者14名を対象に、先に述べた20代の14人が行ったものと同じ実験を行いました。急激な運動負荷をかけるのは怖かったので、週に3回、8週間運動トレーニングをしてもらいました。

トレーニング後、若い人では、牛乳を飲まなくても血漿量が増加したのですが、高齢者では増加しませんでした。ところが、牛乳を

飲むと、若い人に比べて反応はちょっと鈍いのですが、血漿アルブミン量、血漿量がちゃんと増加しました。その結果、皮膚の血管の拡張度が2倍になって、発汗が20%くらい改善しました。

これらの実験は実験室でマシンを使って実施しましたが、熱中症予防に牛乳が効くという考えを広めるためには、ややきつい運動を手軽にやってもらわないといけません。そこで私たちは「インターバル速歩」を推奨しています。これは、熱中症の話が出てくる以前から高血圧、糖尿病、肥満など生活習慣病予防を目的として研究をしていたテーマですが、それを紹介したいと思います。

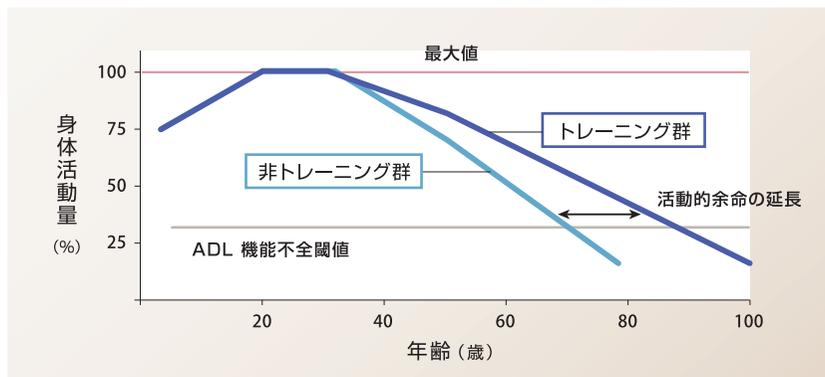
運動で高齢者の体力低下を抑え健康数値を改善

この研究・事業を始めた背景には、日本の高齢化があります。2015年の高齢化率は全国平均で27%ですが、あと10年余りすると30%を突破します。一番問題になるのは、高齢者の医療費です。どうしたらいいのか、

答えは「運動しなさい」ということです。

図表5は、ハーバード大学の研究者がずいぶん前に出した年齢による体力の衰えを平均値化して表したグラフです。最も元気なのは20代で、30歳を超えるあたりから、10歳加

図表5 加齢に伴う体力低下の推移



(Kickbusch, 1997より)

齢するごとに5～10%ずつ体力は落ちていきます。これは運動不足によるものではなく、髪の毛が白くなったり、肌にシワがよったりするのと同じメカニズムで、筋肉の萎縮によるものです。

これを老人性筋萎縮症（サルコペニア）と呼びます。そして、20代の30%のラインを切ると要介護状態になります。面白いことに、この体力の低下のグラフに自治体の医療費を重ねると、きれいに相関します。

従って、以前から生活習慣病の根本原因は、この老人性筋萎縮症にあるのではないかとわれてきましたが、最近の分子生物学の進歩によって、それが本当らしいとわかってきました。

私たちは20年前から運動によって体力低下を抑えれば、生活習慣病の症状が改善し、医療費も削減できるのではないかと、という仮説のもと研究とその事業化を進めてきました。その研究のシステムと結果を説明します。

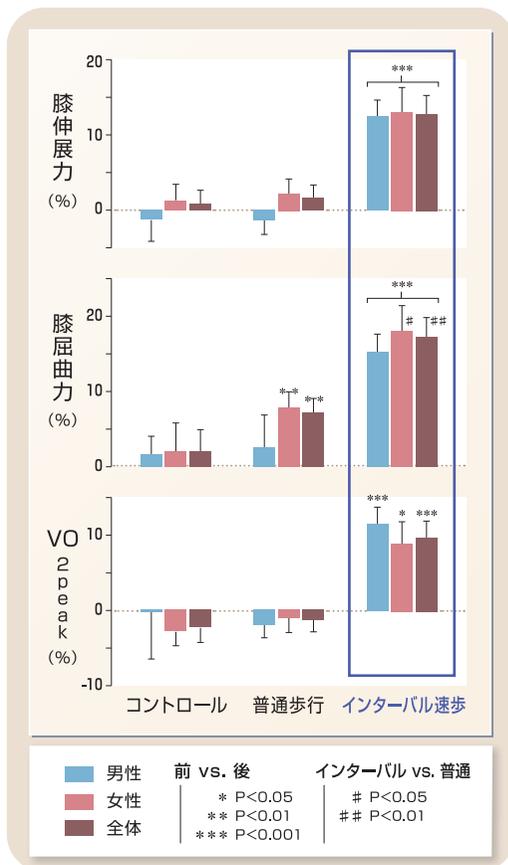
インターバル速歩で体力は向上し生活習慣病を防止

特徴は3つ、1つ目は「インターバル速歩トレーニング」、2つ目は「携帯型カロリー計」、3つ目は、データ収集のための「ITネットワークシステム」です。これによって5カ月間のインターバル速歩のトレーニング効果について、これまでに6200人以上のデータベースを構築しています。さらに、トレーニング効果の個人差を解明するために、2200人以上のDNAも蓄積しています。

インターバル速歩とは、ゆっくり歩きと速歩を3分間ごと交互に繰り返す運動トレーニングです。最大体力の70%、本人が歩いていてややきつと感じる速度で歩きます。どうして3分間ごと繰り返すかというと、3分間以上では乳酸が筋肉から出て筋肉痛が起こるし、息切れが起こってほとんどの人が歩けないからです。

5カ月間の介入の研究結果では、普通歩行1日1万歩をひたすら歩く群と、インターバル

図表6 筋力および最高酸素摂取量の向上比較



(Nemoto et al., 2007)

速歩をする群とを比べると、ひたすら1日1万歩歩くだけの群ではほとんど体力が上がらなかった一方で、インターバル速歩をする群では、膝の伸展筋力13%、屈曲筋力17%、最高酸素摂取量10%アップします。これは10歳若返る体力が得られたこととなります(図表6)。さらに、体力が上がると、血圧が最高血圧で10mmHg、最低血圧で5mmHgくらい劇的に低下しました。

そこで、現在では対象を広げて、大学生、企業従業員、中高年者、要介護者、生活習慣病予備軍など6200名の人を対象にして実施しています。ここでは中高年者について、その結果を示します。効果の評価はメタボ指標で行いました(図表7)。まず、トレーニング前について、持久力の指標である最高酸素摂取量別に高、中、低の3つの群に分けて、生活習慣病指標を見てみると、低体力者では4点満点で平均2点取ります(図表8)。

高体力者ではその半分の1点です。これは容易に予測できたことですが、5カ月間のイ

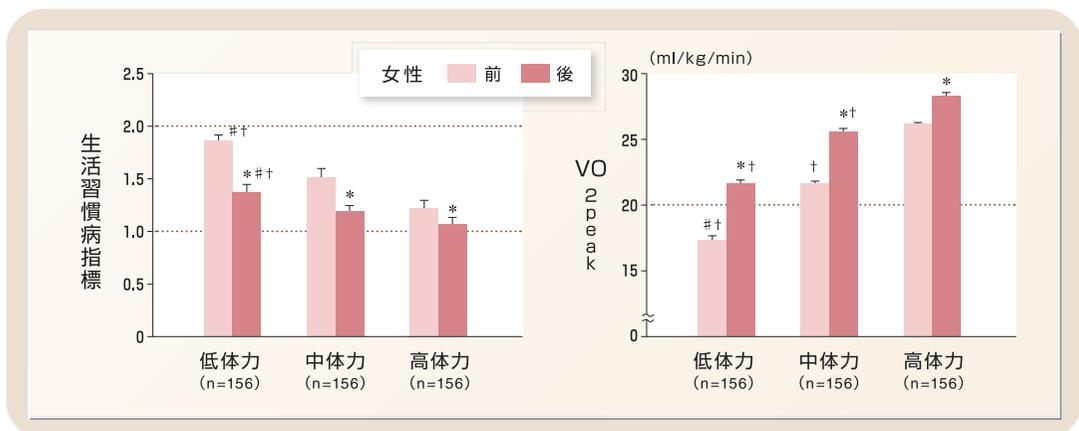
図表7 生活習慣病指標 1

- | | |
|--------------|---|
| 1 | 最高血圧 ≥ 130 mmHg
または 最低血圧 ≥ 85 mmHg |
| 2 | 空腹時血糖値 ≥ 100 mg/dl |
| 3 | BMI ≥ 25 kg/m ² |
| 4 | 中性脂肪 ≥ 150 mg/dl
または HDLコレステロール ≤ 40 mg/dl |
| 満点は 4点 | |

ンターバル速歩トレーニング後に、それらの測定値を見てみると、低体力者で20%体力がアップ、20歳くらい若返った体力が得られます。一方、高体力者では5%です。

ここで、注目すべきことは、体力が上がった分だけ生活習慣病の指標が下がったことです。さらにこのインターバル速歩は、がんや炎症を引き起こす遺伝子の活性を抑制することも明らかになりました。

図表8 生活習慣病指標 2



体力20%向上で医療費が20%削減する「20%の法則」

この研究結果は、実は国の内外で非常に注目されています。私たちの体力は、30歳以降、10歳年を取るごとに5～10%ずつ体力が低下し、それと医療費が相関することを先に述べました。

今回の私たちの研究結果から、逆に、運動をして体力が20%向上したら、生活習慣病の症状が改善し、医療費が削減できることを示しています。実際、1年間の医療費を調べたところ、20%医療費が削減できることが明らかになりました。以上の5カ月間のインターバル速歩の効果を「20%の法則」として覚えてください。

インターバル速歩を5カ月間行くと体力が最大で20%向上し、血圧、高血糖、肥満が20%改善し、その結果、医療費が20%削減できます。1日1万歩、もしダラダラ歩いていたらその効果は保証されません。個人の最大体力の70%以上の運動をしなければいけないのです。

食品との併用効果はどうかというと、先に述べたように、まず暑さに強くなります。次に、5カ月間のトレーニング中、運動直後にコップ1杯の牛乳を飲み続けると筋体積、筋

力向上を促進する効果があることも明らかになりました。筋肉が増えるということは、老人性筋萎縮症、サルコペニアに効果があるということを含意し、その生活習慣病予防効果についても、現在研究を進めています。

さらに、最近、いろいろな団体がこの「インターバル速歩と牛乳」について興味を持ってくれています。例えば、歯周病は炎症反応ですが、インターバル速歩はそれを抑制するのではないかと。インターバル速歩の熱中症予防、ミトコンドリアの活性化に効果的という話は、新聞やテレビでも広く取り上げられました。

海外でも評価されはじめています。中でもコペンハーゲン大学は糖尿病の治療の一手段として注目しています。彼らはインシュリンの筋肉細胞内の情報伝達系に着目し、「インターバル速歩」のほうが普通歩きよりも圧倒的に効果的というデータを出しています。この成果が逆輸入されて、国内の糖尿病学会でも注目されつつあります。興味のある方は、熟年体育大学リサーチセンターのホームページ (<http://www.jtrc.or.jp>) をご覧いただきたいと思います。

< 討議の抜粋 >

(敬称略)

- 西村** 筋肉量が多くなると熱中症が少なくなるのではないかと、素朴な疑問を持っていたのですが、筋肉量は熱中症の改善と関係あるのでしょうか。
- 能勢** あります。ヒトは心臓より下に70%の血液が溜まりますから、ボーッとしていると熱失神で倒れます。なぜ倒れないかという、足を動かして筋肉ポンプを動かしているからです。静脈は一方性の弁しか持っていないので心臓のほうにしか血液を戻さない。だから足に筋肉を持っていれば持っているほど下肢に血液が溜まらなくて、熱中症になりにくくなります。もう1つは、筋肉の中に、貯水池のように水を溜めるのです。これが、結局熱中症を防ぐ1つの大きいファクターになると思います。
- 西村** では、筋トレで上腕とか上肢を鍛えるより、ランニングで下肢を鍛えたほうが良いということですか。
- 能勢** そうです。熱中症予防ということからは下肢を鍛えるほうが効果があります。
- 西村** もう1つ教えてください。インターバルをやるのは、高齢者としてやりづらから間に入れるということですが、私は50分間くらい、時速8kmでベルトの上を走っているのですが、それは逆にデメリットになりますか。
- 能勢** そういうことではなくて、3分くらい走ったらいやになるくらいの速度でトレッドミルのスピードを決められたほうが良い。もっとランニングの時間を短縮してもいいので、そこに高強度運動を挟んでいく。そのほうが体にとってはトレーニング効果があります。
- 柴田** 先生のお話をうかがっていると、アルブミン値に日内変動がかなりあるということですが、どのようにモニターしているのでしょうか。
- 能勢** 運動後牛乳摂取から大体2時間後から血液中のアルブミン量(血漿量とアルブミン濃度の積)が5~10%上昇し、その後ずっと23時間くらいそのレベルを維持します。
- 板倉** 一般的に1日1万歩、ゆっくりでもいいからウォーキングすると脂肪が燃焼して減るから健康にいいといいますが、今日のお話ではあまり効果がない感じがしました。
- 能勢** 1日1万歩とインターバル速歩の違いは、そもそも1日1万歩には運動の強さ、単位時間当たりのエネルギー消費量という概念が入っていません。ややきつと感じる運動をすると筋肉内のグリコーゲンの燃焼が盛んになりますが、それが刺激となって体力向上をはじめとする運動に対するさまざまな適応反応が局所性、全身性に起こります。それが安静時運動時を問わず糖代謝、脂肪代謝を促進し生活習慣病の症状を改善します。

● のせ・ひろし

1979年京都府立医科大学医学部医学科卒業後、同大学助手を務め、その間イェール大学医学部に留学。帰国後、京都府立医科大学助教授を経て、信州大学医学部附属加齢適応研究センター・スポーツ医学分野教授に就任。現在、信州大学大学院医学系研究科・疾患予防医科学系専攻・スポーツ医科学講座教授。NPO法人熟年体育大学リサーチセンター副理事長を兼任する。厚生労働省「運動所必要量・運動指針の策定検討会」委員。

必要量のたんぱく質をとることが 老化を先送りする近道です

徳島大学名誉教授／
徳島健祥会福祉専門学校校長

武田英二



●サルコペニアという病態をご存じでしょうか。加齢に伴って筋肉量が低下し、筋力や身体機能が衰えることをいいますが、骨折や転倒などにつながり、生活の質に大きくかかわってきます。食事で十分なたんぱく質をとり、同時に運動をすることで、高齢者でも筋肉を増強し、元気な体をつくると武田英二先生は強調されています。

老化を遅らせる食事、運動、 睡眠など有益な情報を発信

栄養学の立場から、たんぱく栄養についてお話しします。子どもから成人を経て高齢者に至るプロセスは正常な老化ですが、加齢に伴って促進する病態——糖尿病合併症や動脈硬化性の血管病変、アルツハイマー病などは病的な老化と考えられます。できるだけ老化を遅らせる方法は何か。食事だけでなく、運動、睡眠、休憩などトータルのバランスを社会に情報発信する必要があると考えています。

図表1に、高齢者に見られる機能の低下についてまとめました。消化吸收や代謝、排泄機能など身体的な機能の低下。おいしさなど味覚や嗅覚など感覚機能の低下。そして、歯の減少や唾液量減少などによる咀嚼や嚥下の機能障害があります。これらは、体の中の代謝機能が非常に関連しています。

これ以外にも、一人暮らしや寝たきりなどによる社会的孤立、心配、睡眠障害、無気力感。さらに体力の低下、骨粗しょう症、視力

低下による活動低下が起こります。こうしたことが、それぞれ少しずつ影響して、栄養摂取が不十分になったり、栄養代謝が障害されて、何らかの栄養不良に陥るのがプロセスだと考えています。

同じものを食べても、ある人は健康でいられ、ある人は疾患になるということがあります。その解消に向けては、遺伝子情報や栄養代謝の機能で、ほとんどが説明できるのではないかと考えています。

図表 1 高齢者に見られる機能低下

身体機能低下	感覚機能低下	咀嚼・嚥下障害
<ul style="list-style-type: none"> ● 臓器機能低下 (消化吸収、代謝、排泄機能) ● 体力低下 ● 生活活動量の減少 ● 風邪や発熱 ● 便秘 ● 骨粗しょう症 	<ul style="list-style-type: none"> ● 視覚障害(白内障) ● 味覚や嗅覚障害 ● 歯磨き不良 ● 口腔内不潔 	<ul style="list-style-type: none"> ● 歯の喪失 ● 義歯の適合不良 ● 咀嚼筋力低下 ● 唾液量減少 ● 胃腸への負担増大

高齢者では体のたんぱく量が減って脂肪が増えてくる

図表2は、代謝を反映した体の組成です。成人と高齢者に注目してください。体重が同じ60kgの人で比較すると、ヒトの体の組成では水分が約6割で36ℓ、残りの4割がたんぱく質、脂肪その他の固形成分で24kg。成人ではたんぱく質が10kg、脂肪が10kgになります。

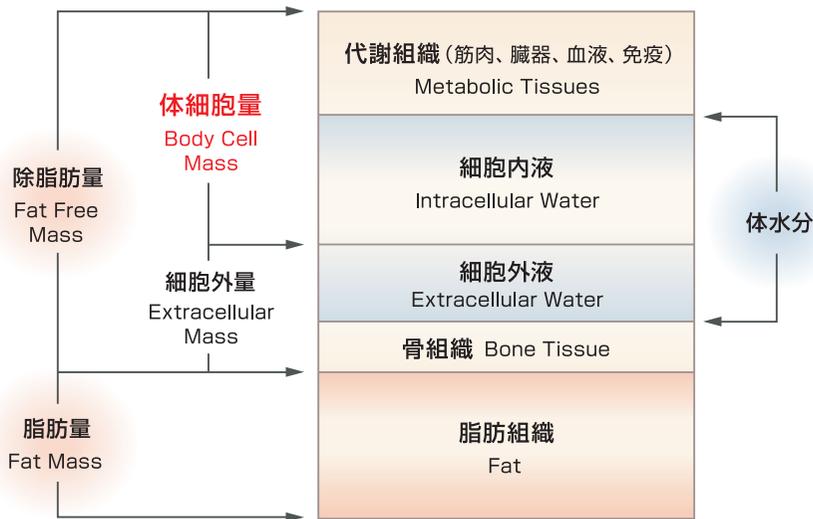
ところが、高齢者になると、たんぱく質が6kgと減り、脂肪が18kgと増えてきます。幼児から成人まではたんぱく質の絶対量が増え、高齢者ではどんどん減っていくとすれば、QOL(生活の質)やADL(日常生活動作)などに非常に関係してきます。そこで、ある人を見る時、この人の体組成はどうなっているかにいつも注目しているわけです。

体組成について少し詳しく説明します。体

図表 2 体組成の変化

	幼児	成人	高齢者	肥満
体重 (kg)	20	60	60	100
水 (ℓ)	12.4	36	33	47
たんぱく質 (kg)	2.8	10	6	13
脂肪 (kg)	4	10	18	35
その他 (kg)	0.8	4	3	5
除脂肪体重 (kg)	16	50	44	65
水 (%)	76	72	75	73
たんぱく質 (%)	18	21	14	21
Na (mmol/kg)	81	80		82
K (mmol/kg)	60	66		64
Ca (g/kg)	14.5	22.4		20
Mg (g/kg)	3.5	0.5		0.5
P (g/kg)	9.0	12.0		12.0

図表3 体組成



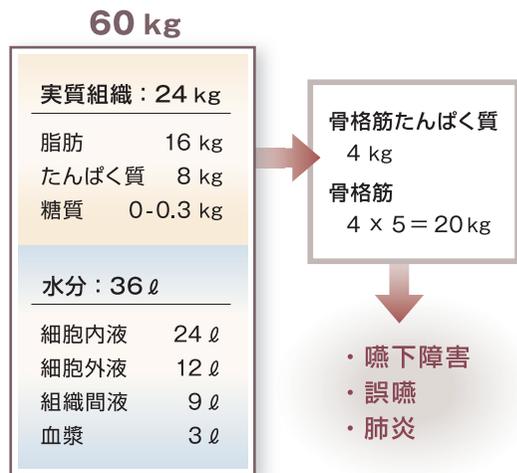
組成とは、人体を構成している成分のことで、大きく脂肪と、脂肪を除いた除脂肪に分類されます。除脂肪は、骨格筋などを構成する筋肉とたんぱく質、骨格を構成する無機質、体水分に分けられ、体水分は細胞の体積を構成する細胞内液と、血液やリンパなどの細胞外液に分けられます(図表3)。

私たちの体の質を決めるのが、筋肉と細胞内液で、大まかにいえば、筋肉100g中にたんぱく質が20gに細胞内液が80gあります。そのような形で筋肉ができていると考えられます。ヒトは30歳を過ぎると10年ごとに約5%の割合で筋肉量が減っていきます。60歳からは、その減少率はさらに加速します。これについてはコンセンサスが得られており、論文として発表されています。

高齢になり、脂肪が16kgに増え、たんぱく質が8kgに減った場合、その人の骨格筋はどのくらいになるのでしょうか。たんぱく質8kg

のうち半分の4kgが骨格筋に含まれ、あとは平滑筋などに含まれています。先ほどお話ししたように、たんぱく質は約20%ですから、この約5倍の20kgが筋肉量です。この人の場合はたんぱく質が8kgですから、約20kgの筋肉が体全体にあるということです(図表4)。

図表4 高齢健常者



筋肉量の減少でサルコペニア、フレイルティに

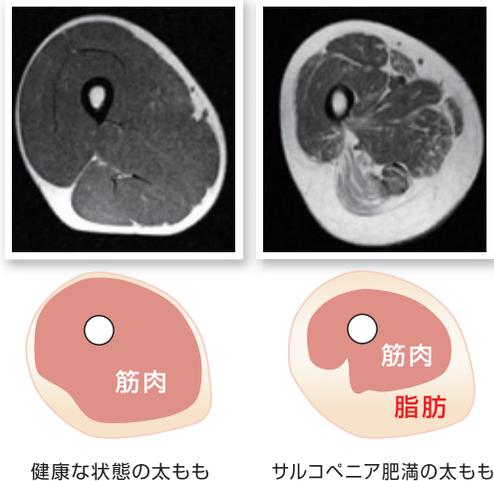
最近、サルコペニアという専門用語がマスコミなどで取り上げられています。加齢や老化、さまざまな疾患、あるいは薬物、エネルギーの摂取不足、運動の低下などが複雑に影響して、筋肉量の減少と筋力の低下、身体機能の低下が起こる症候群のことです。

これよりさらに進んでヨボヨボになり、日常生活動作ができない要介護の状態が、「虚弱」を意味するフレイルティです。こうなると、誤嚥による肺炎を引き起こし、咀嚼や嚥下障害など機能低下、QOLの低下、死亡率の増加につながります。これらを一步一步いかに予防していくかが、私たちに課せられた役割だと考えています。

図表5のように、同じ大腿骨のCTでも、若い人では左のようにぎっしり筋肉が詰まっていますが、サルコペニアの高齢者では、筋肉ではなく脂肪に覆われています。

骨格筋が萎縮する原因としては、加齢をはじめ、ベッドレスト(ベッドで寝たまま動かさず過ごすこと)やギプス固定による不活動なライフスタイルの結果生じるもの、また無重力の宇宙空間では、トレーニングを受けた宇宙飛

図表5 健康な状態とサルコペニア肥満の太ももの比較



行士でも数週間、数カ月の滞在後には歩けなくなるのはご存じのとおりです。さらに神経の障害や、いろいろな疾患、低栄養などからも起こります。筋たんぱく質の合成と分解がアンバランスになる、つまり合成が少なくなるために、筋の萎縮が起こることがわかっています。

加齢のために起こるサルコペニアを原発性、さまざまな疾患やそのほかの原因で起こるものは二次性のサルコペニアとして区別しています。

若い人と高齢者では違う必要なたんぱく質量

若い人と高齢者で適切なたんぱく質摂取量はどのくらいかが、世界中で議論されています。日本人の一般的な食事では、体重60kgの人であれば1日にたんぱく質は60g、脂肪

は60g、炭水化物は300gとっています。水分は約2.5ℓで、これらがわれわれの体の中で出たり入ったりしているのです。

たんぱく質の摂取を1回の食事でも20～40

g、1日3回で60～120gとると、若い人では1回20gでたんぱく合成量は飽和に達しますが、高齢者の場合は1食当たり30g以上必要で、20gでは足りないことが実験的にわかっています。

ホエイ*1たんぱくの量を0g、10g、20g、40gと段階的に増やして高齢者に与えます。その結果、筋たんぱく質の合成は10g<20g<40gと、たんぱく量が多いほうが増えたのです。これに対し、若い人では10gより20gのほうが筋たんぱく質合成は多かったのですが、20gと40gではほぼ同じでした。

1日のうちに、ご飯を食べてお腹がすく、またご飯を食べてお腹がすくのは、たんぱく

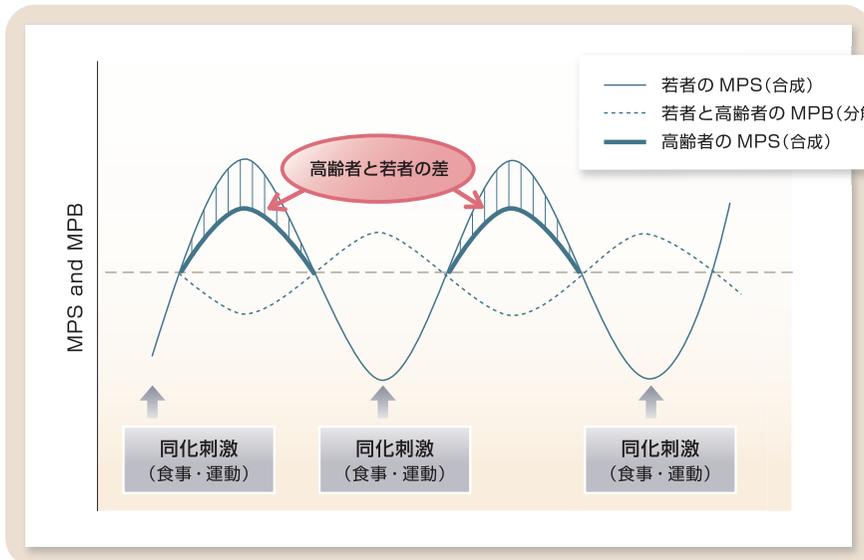
質の合成(MPS)、分解(MPB)、合成、分解が繰り返されているからです。このうち、分解は高齢者と若年者で差はありません。ところが合成は高齢者と若年者で差があり、高齢者のたんぱく合成が少なくなっていることがわかります(図表6)。

さらに、たんぱく質の摂取量と合成量を用量依存的なカーブで示した実験があります(図表7)。グラフの実線が若い人、点線が高齢者です。若い人はたんぱく質が比較的少量でもたんぱく合成にかなり優先的に使えますが、高齢者では、少ないとなかなか合成に回らないことがわかります。ここでも高齢者は若者より多くのたんぱく質が必要であることが示唆されています。

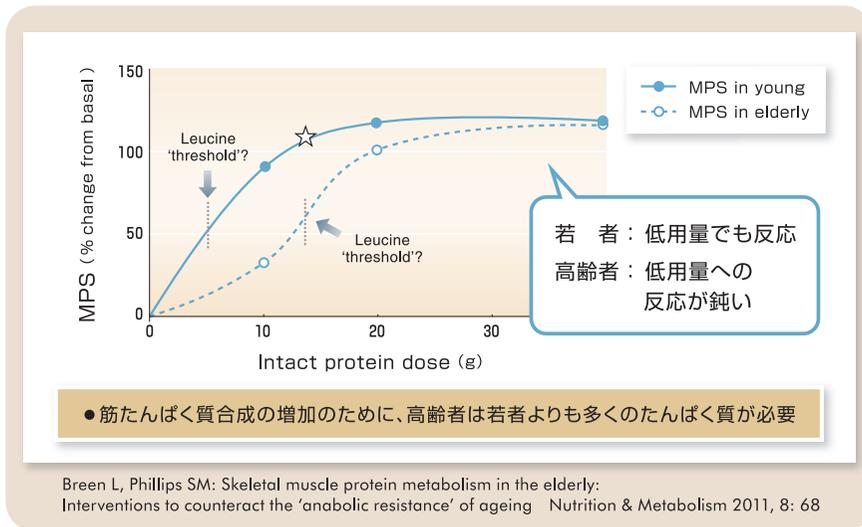
58

*1 ホエイ：牛乳から乳脂肪分やカゼインなどを除いた水溶液。乳清(にゅうせい)、乳漿(にゅうしょう)ともいう。

図表6 同化刺激に対する筋たんぱく質代謝



図表7 高齢者は若者より多くのたんぱく質が必要



サルコペニアの予防には高たんぱく食が欠かせません

2012年の『The American Journal of CLINICAL NUTRITION』という影響力のある雑誌が行った、高たんぱく必要量に関する24研究のメタ解析では、1日のたんぱく質量を体重kg当たり1.07～1.60g摂取した場合、高たんぱく質群では体重がむしろ減り、体脂肪も減って、除脂肪体重が維持できたと報告されています。高たんぱく食のほうが体組成のいい状態をキープできることが示唆されていると思います。

さらに、高たんぱく食では食欲がある程度抑制され、食べ物に対する満足度も大きいとする論文もあります。サルコペニアを予防するたんぱく質必要量ですが、日本の高齢者のたんぱく質摂取は最低量が1日当たり0.8g／体重kgですが、サルコペニアの改善には

1.2～1.6g／体重kgは必要で、エネルギーの20～30%はとりたいところです。

ただし、たんぱく質を多く摂取する場合には1つ条件があります。腎臓の機能が落ちていないことが非常に重要です。腎機能が悪くなると、たんぱく質やリンが腎機能を障害するため、たんぱく質あるいはリンの摂取制限を考慮していただきたいと思います。

食品中のたんぱく質含有量を知らないと、食の管理ができません。図表8に示しました。納豆、鶏卵、牛肉、豚肉、鶏肉、さば、ぶり・はまちなどが主なたんぱく源です。例えば、肉を100g食べると、たんぱく質は20g摂取したことになります。残りの80gは水分です。これを知っておくことは非常に重要です。

図表 8 食品のたんぱく質含有量

食品 (100g)	エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物
	(kcal)	(g)	(g)	(g)
納豆	200	16.5	10.0	12.1
鶏卵	151	12.3	10.3	0.3
牛肉	286	17.7	22.3	0.3
豚肉	216	18.5	14.6	0.2
鶏肉	244	19.5	17.2	0.0
さば	318	25.2	22.4	0.4
ぶり・はまち	203	21.0	12.0	0.3
牛乳	67	3.3	3.8	4.8
ごはん	168	2.5	0.5	37.1

たんぱく質の補給がなければ1カ月で2kgも筋肉量が減ってしまう

60

臨床栄養学の基礎に「窒素出納」という考え方があります。生体の窒素化合物はほとんどがたんぱく質ですから、窒素量からたんぱく質の摂取量と排出量の差を推定できるのです。

たんぱく質の窒素含有割合は平均16%なので、100分の16、つまりたんぱく質を6.25で割ると窒素量になります。24時間の尿中に窒素がどのくらい出ていったかは、尿を調べればわかります。この窒素出納は、筋肉を維持しているかどうかを知るために注目しておくべき視点と考えています。

しかし、たんぱく質をたくさんとりましょう、あるいは制限してくださいといっても、エネルギーが不足すると、脂肪も分解しますが、たんぱく質も分解していつて、やつれてくるのです。すべての栄養素のバランスを考えなければいけないということになります。

それは頭に入れておいてください。

尿中の総窒素1gはたんぱく質6.25gに相当します。尿中窒素が10g排泄されると、たんぱく質は62.5g消費したことになります。すべてのたんぱく質を肉だけでとったと仮定すると、310gの肉をとることになります。尿中総窒素が5g排泄されると、筋肉は77.5g消費します。この状態が13日続くと1kgの筋肉が減り、26日で2kgの筋肉が減ってしまいます。

先ほど説明した筋肉が20kgの高齢者では、例えば脳卒中や寝たきりになると、たんぱく質あるいは窒素が補給されなければ、約1カ月でおおよそ筋肉が2kg減って18kgになってしまいます。2kg減ったら、今まで歩いていた人が歩けなくなることも考えられるので、入ってきた窒素の排泄には注意が必要です。

たんぱく質摂取に運動をプラスすると相乗効果が生まれる

私たちは、食事にだけ気を配っても、運動をしていなければ筋肉はつかないと考えています。たんぱく質摂取に運動が組み合わさってはじめて相乗効果が得られるのです。その相乗効果を引き出すたんぱく質の摂取量や、摂取のタイミングはどうかを調べてみました。

筋のたんぱく質代謝を見た論文では、アミノ酸を摂取しなかった時と摂取した場合、運動後に摂取しなかった場合と摂取した時の合成量、分解量、バランスを見ると、もちろん運動した後に摂取した群が一番バランスはいいのですが、安静時にアミノ酸をとった群でも十分プラスになっています。最近、運動後にすぐたんぱく質をとるといいと言われます

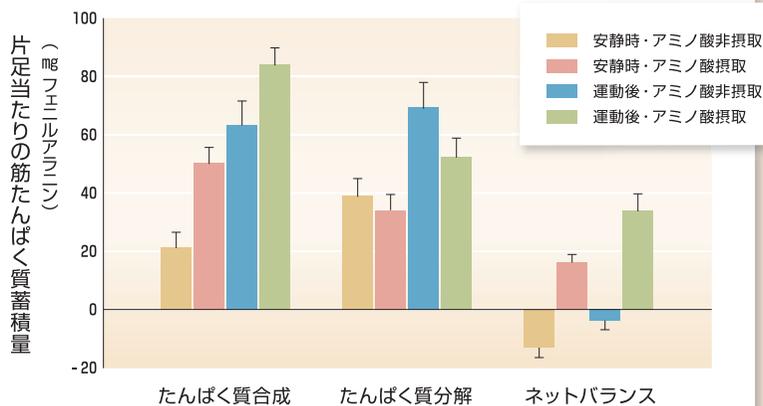
が、そういうことでもないのかもしれないと思っています(図表9)。

運動直後と運動の2時間後にたんぱく質を摂取した場合を比べると、たんぱく質の合成の度合いは、運動直後のほうが高いという論文の報告があります。ところが一方では、若い人の場合ですが、運動の24時間後でも筋肉のたんぱく量はまだ合成機能を持っているというデータもあります。

たんぱく質をどれくらいとるか、いつ食べるかについて、ベストな量、タイミングはまだはっきりしていません。

基本的には運動後でも、運動前でも、休んでいる時でもいいというのが現状の認識ではないでしょうか。

図表9 筋たんぱく質代謝



Biolo G, et al: An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. Am J Physiol 1997, 273: E122-129.

たんぱく質プラス脂質で高齢者の筋たんぱく質合成能がアップする

たんぱく質だけでなく、脂質の質が非常に大切であることも知っていただきたいと思えます。ω-3（オメガ3）という多価不飽和脂肪酸があります。

えごまに含まれるαリノレン酸や、青魚に含まれるDHA、EPAですが、動物実験では、同化シグナル伝達たんぱく質のリン酸化反応や全身たんぱく質の合成を促進することがわかっています。また、火傷した動物の筋肉喪失を、ω-3を加えることによって抑制できたという報告もあります。

ω-3系の脂肪酸を8週間補給すると、高齢者で見られていたたんぱく質合成の抵抗性が弱まったというデータもあり、たんぱく合

成としては、たんぱく質とω-3の脂肪酸をコンビネーションでとることは非常に有用なのではないかと考えられます。

まとめますと、高齢者の場合、同化の抵抗*²がありますが、食事でたんぱく質、特に必須アミノ酸のロイシンをとることは、強い筋肉たんぱく質同化作用があることから好ましいとされています。ロイシンは食肉に豊富に含まれます。

そして運動です。食事+運動で同化反応が促進されます。いま触れた多価不飽和脂肪酸なども食後の筋肉たんぱく質の合成に資するなど、栄養と運動の併用が効果的だと思われれます。

* 2 同化の抵抗：代謝にはエネルギーを使って物質を合成する同化と、物質を分解することによってエネルギーを得る異化がある。高齢者では骨格筋におけるたんぱく質合成の反応性が低下しているため、同化抵抗性があるとされる。

転倒・骨折リスクを大きく下げるビタミンD+カルシウムの力

骨格筋に対するビタミンDの効果も報告されています。ビタミンDは、筋肉の収縮や筋肉機能の活性化、骨格筋の機能改善、さらにII型の筋線維萎縮症を予防し、筋たんぱく質の合成を促進する働きがあります。また筋肉の炎症を抑制する、筋肉中のビタミンD受容体を増加させるなど、数多くの論文が出ています。

高齢者の転倒リスクを調査した3年間にわたるアメリカの大規模研究があります（65歳

以上の活動できる男女445人対象）。ビタミンDとカルシウムを投与した場合に、活動の多い人・少ない人、それからプラセボ（偽薬）を投与した場合に、活動の多い人・少ない人に分けると、転倒した134人中59人がビタミンDとカルシウムのグループで、75人がプラセボグループでした。

女性では、全体的には46%、活動が少ない人たちの場合は65%も転倒リスクが減少しました。高齢女性、特に活動量の少ない女性で

は、転倒予防にビタミンDとカルシウムの投与が非常に大切であることがわかりました。

そのほかにも、65歳以上の高齢者を対象にしたビタミンDとさまざまな骨折、あるいは転倒による骨折についてのさまざまな研究が報告されています。その中のビタミンDの量を、非脊椎骨折の場合に400IU（国際単位）/日以下と以上、腰椎骨折の場合に400IU/日以下と以上に分けて研究したメタアナリシスでは、400IU以上投与すると、非脊椎の骨折を20%、腰椎の骨折を18%下げました。ここでは、カルシウムを併用しなくても、十分なビタミンDを投与すれば骨折を制御できると指摘されています（図表10）。

いずれにしても、ビタミンD、カルシウムを十分に投与することは高齢者にとって有効であるということです。厚生労働省の摂取基準は1日200IUですが、最近の論文では高

齢者の場合には800～1000IU投与されています。中には2000IUとる人もいます。ビタミンDが足りない人が非常に多いからです。しかし、私は、800～1000IUとるのは危険だと考えています。ビタミンDは脂溶性ですから、逆に過剰症が起こる可能性があります。必ずビタミンDの濃度を測り、もちろん不足していれば摂取したほうがよいと思います。



どうしたら筋肉を増加できるか、筋肉の萎縮を防ぐかという戦略を立てることが生活科学としては非常に大切です。空腹や運動不足、その他のファクターにより起きる筋肉の低下を、運動にプラスして栄養素としてのアミノ酸を供給することで筋肉を増加してバランスをとる。これが、加齢によるサルコペニアを予防する近道だと考えています。

図表10 ビタミンDと骨折予防

- ビタミンD高投与（400IU/日以上）は非脊椎骨折を **約20%**、腰椎骨折を **約18%** 減少させる効果がある
- 十分なビタミンD投与がされていれば、カルシウムを併用する必要はない

問題点

- ・ 被験者の89%が女性であるため、男性に対する効果は不明瞭である
- ・ 投与するビタミンDの種類が統一されていない（ほとんどはビタミンD₃）
- ・ ビタミンD低投与にカルシウムを併用する場合としない場合の骨折予防効果の違いは分からない

< 討議の抜粋 >

(敬称略)

清水 ビタミンDの主な作用は専ら腸管でのカルシウム吸収の促進で、それによって骨が強化されると、私たちはまず最初に教えますが、今日は筋肉のビタミンD受容体の話が出てまいりました。

武田 私は基本的にビタミンD受容体が筋肉にあると考えています。なぜかと申しますと、私は最初は小児科医で、ビタミンD受容体欠損症の3歳くらいの患者さんを診ておりましたが、筋力が非常に弱く始終転倒していたのが、治癒すると転倒しなくなりました。ビタミンDは筋肉に効くと思っています。

柴田 ビタミンDの材料はステロール核、コレステロールです。ホルモンや細胞膜の構成成分でもあります。ところがメタボ健診ではコレステロール値を下げることをだけを目標に、例えばコレステロール値が125mg/dlでも平気で薬を出しています。要するに、低コレステロール値による弊害を、今の医局では全く教えていません。このままだと、中年期までにビタミンDやホルモンの材料であるコレステロールが枯渇してしまいます。先生のお話をうかがいながら、日本の風潮を変えていかなければダメだと痛感いたしました。

武田 ビタミンDの受容体欠損症は、実は徳島に何人かいたのですが、日本全国ほかでは見つかっていませんでした。ですから10年くらい信じてもらえなかったのですが、その後遺伝子解析などで証明され、やっと信用されるようになりました。そのエビデンスを今度は高齢者に適用しますと、ビタミンDの25水酸化ビタミンDがものすごく低いことがわかりました。ところが、25の血中濃度は今まで保険では測れず、1,25だけ測っていたのです。それでは栄養状態がわからない。2016年の7月から測れるようになったので、もう少しポピュラーになるかと思いますが、全般的にビタミンDは非常に不足しています。

福岡 私は産婦人科医として、妊婦さんの血中のビタミンD(25水酸化ビタミンD)を測っていますが、ビタミンD欠乏症(VDD)の方が半分近くいます。糖代謝、中枢、免疫系などに対するビタミンDの作用を考えますと、大変な状態が起こっていると危惧しています。

武田 欠乏症は10ナノg/ml以下ですね。高齢者でも相当なものです。

福岡 妊娠中にお母さんが著しいビタミンD欠乏症だった場合、胎児中枢の発育が障害されるとの説が出始めています。今、発達障害児が増えています。こういう視点から発達障害を見ていくべきであるとも思います。これらを含めてビタミンDは特に妊娠中は重要であると考えています。

武田 確かにステロイドホルモンですから、エピジェネティクスに影響する可能性は十分あると思いますので、妊娠する前からビタミンDの栄養状態を良好に保つことは非常に興味ある研究ではないかと思っています。

● たけだ・えいじ

徳島大学医学部医学科卒業、同医学部付属病院医員(小児科)。米国インディアナ大学医学部研究員を経て、徳島大学医学部助手、講師。平成4年同大学教授(病態栄養学)、平成11年栄養学科長、平成15年徳島大学病院拠点リーダー、平成24年徳島大学教育研究評議員。徳島大学病院「食と健康増進プロジェクト」特命教授、同大学院ヘルスバイオサイエンス研究部教授(臨床栄養学)。日本ビタミン学会学会賞、日本栄養・食糧学会学会賞、日本病態栄養学会・アグリイア賞など受賞。著書多数。

公益財団法人 日本食肉消費総合センター

〒107-0052 東京都港区赤坂 6-13-16 アジミックビル5F
ホームページ <http://www.jmi.or.jp>

ご相談・お問い合わせ

e-mail : consumer@jmi.or.jp

FAX : 03-3584-6865

資料請求 : info@jmi.or.jp



畜産情報ネットワーク <http://www.lin.gr.jp>

平成28年度 食肉情報等普及・啓発事業

後援／公益社団法人 日本食肉協議会

制作／株式会社 エディターハウス