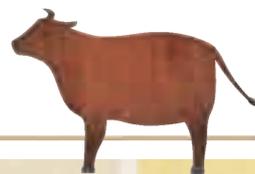


食肉の栄養と 保健機能

江草(雑賀)愛先生 講演録



本書では食肉の栄養と保健機能について、以下の面から見てきました。

- ・おいしさの付与 → うま味、特有の香り
- ・栄養素の供給 → 良質たんぱく質、ミネラル
- ・病気の予防 → 生体機能調節作用成分



食肉は貧血予防、太りにくい体づくりに貢献し、脂肪燃焼促進作用や抗酸化作用、血圧上昇抑制作用、さらにカルシウム吸収促進作用があることもわかっています。食肉を適量とっていただくことにより、健康の維持や増進につなげていただけますと幸いです。

* 本冊子は、2021年10月22日(金)に開催された「国産食肉の安全性や栄養に関するセミナー」(長野県長野市)における江草(雑賀)愛先生(日本獣医生命科学大学准教授)による講演「食肉の栄養と保健機能」をもとに作成しました。



えぐさ(さいが)・あい

2003年 広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程後期修了(博士(農学))。専門分野は畜産学、食品化学。2003年 食肉科学技術研究所研究員。2004年 日本ハム株式会社中央研究所研究員。2009年 日本獣医生命科学大学応用生命科学部助教。2015年 同講師。2021年 現職。食肉由来の機能性ペプチドを用いて、抗酸化作用や血圧上昇抑制作用に関する研究に従事。

はじめに

公益財団法人日本食肉消費総合センターは、昭和57年度に設立されて以来、食肉に関する総合的な情報センターとして、科学的な根拠に基づき消費者の皆様方に食肉に関するさまざまな情報を提供することにより、食肉消費の増進、国民の食生活の向上に努めてまいりました。

その一環として、国産食肉の学校給食における利用を促進するため、毎年度、全国各地で栄養教諭や学校栄養職員等の皆様を対象に、

- ①食肉の栄養・機能や処理加工段階での衛生・安全管理等をテーマとしたセミナー
- ②地元のレストランのシェフ等による国産食肉を用いた調理講習会

を開催するとともに、学校給食の献立づくりの参考となるよう、「国産食肉を用いた学校給食料理集」を作成してまいりました。

このうちセミナーにつきましては、大学の食肉研究者等から最新の食肉に関する科学的な知見を得られる場として好評を博していますが、特に、日本獣医生命科学大学准教授の江草(雑賀)愛先生には、平成28年から毎年講師をお願いしており、食肉に関する該博な知識と旺盛な研究・教育活動に基づいた、わかりやすい語り口でのご講演は、毎回、受講者から高い評価を受けています。

今般、当センターといたしましては、こうした先生のご講演の内容を全国の学校給食関係者に知っていただくため、長野市地区の栄養教諭・学校栄養職員の皆様を対象として令和3年10月にオンライン形式で行われたご講演をもとに、冊子「食肉の栄養と保健機能」を作成いたしました。

ぜひとも本冊子にお目を通され、「どの年代の方々にとっても健康を維持する上で食肉の適切な摂取が欠かせない」ことを改めてご認識いただくとともに、小中学校における食育活動等にもご活用くだされば幸いです。

最後になりましたが、ご講演いただいた江草(雑賀)愛先生、セミナーの場をご準備いただいた公益財団法人長野県学校給食会、長野県学校保健会長野市地区栄養教諭・学校栄養職員部会の皆様、ご後援をいただいた独立行政法人農畜産業振興機構の関係各位に厚く御礼を申し上げます。

2022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

Contents. 食肉の栄養と保健機能

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
----------------------------------	---

プロローグ

食肉に対するイメージは？	3
食肉の持つ働き	6

Section 1 おいしさの付与

食肉のおいしさ	7
食肉の食感の好みを決めているのは？	8
食べ物のおいしさを決める要因	9
化学的要因 9 物理的要因 10 環境的要因 10	
生理的要因 10 心理的要因 11	
脳による食品の認知	11
どちらがおいしそう？ 11 食品由来の刺激と脳の活動 11	
食肉のおいしさと健康とのかかわり	13

Section 2 栄養素の供給

食肉に含まれる栄養素	14
たんぱく質摂取の重要性 14 たんぱく質源は何か最適か 14	
たんぱく質不足の問題点 15 若い女性の「やせ」が問題になる理由 17	

Section 3 病気の予防

高齢者の低栄養問題	19
BMIと血清アルブミン値が低い場合の死亡リスク 20	
高齢者の栄養摂取状況 21 低たんぱく質栄養状態の改善 22	
自発運動を向上させる食肉は？ 24	
食肉の保健機能	25
アミノ酸のさまざまな生体調節機能 25 ロイシン 26 トリプトファン 27	
ビタミンB ₁ 27 カルニチン 29 ミオグロビン 29	
カルノシン アンセリン 30 生理活性ペプチド 30 カルシウム 32	
エピローグ	33

プ
ロ
ロ
ー
グ

食肉に対するイメージは？

まず、皆さんの食肉に対するイメージをおたずねしたいと思います。次の質問にお答えください。

- 1) 「食肉」が好きですか？
- 2) 好きな「食肉」の種類は何ですか？
- 3) どのような調理方法で食べるのが好きですか？

1) の問いについては、食肉が好きだとありがたいのですが、「あまり好きではない」、あるいは「嫌い」という人は、この冊子を読んでいる間だけでも「お肉が好き」と思っていたら幸いです。

2) については、私たちがよく口にしている食肉は牛肉・豚肉・鶏肉が中心ですが、鴨肉やラム肉を食べることもあるでしょう。最近、ジビエがはやっていますので、猪肉や鹿肉を食べた経験のある人もいないのでしょうか。

3) については、好きな調理方法として、牛肉が好きな人には「ステーキが一番！」の人もいるかもしれませんし、しゃぶしゃぶ、すき焼きを思い浮かべる人もいるでしょう。豚肉が好きな人はとんかつ、鶏肉が好きな人はたたきや焼き鳥でしょうか。



図1 小学生・中学生の好きな料理

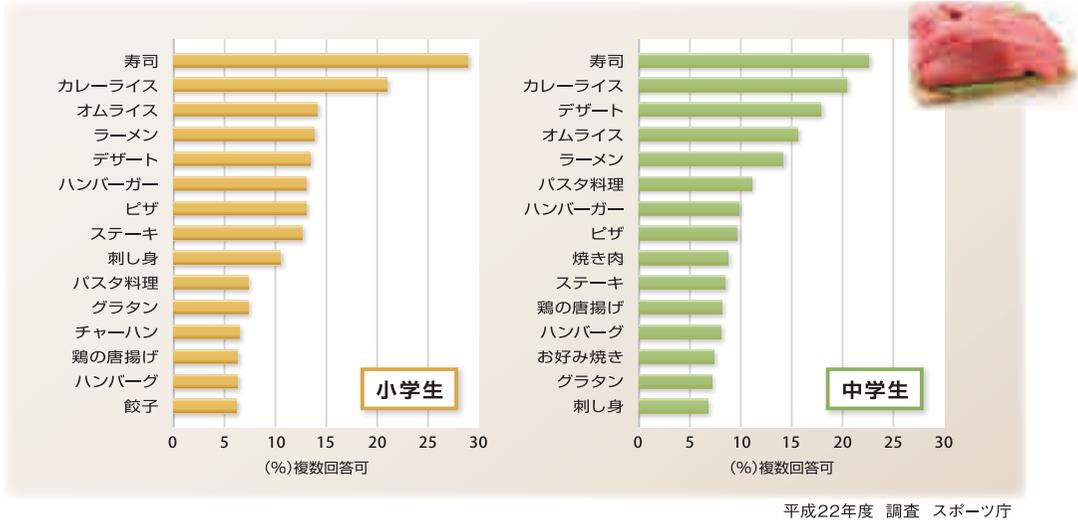


図1は、小学生・中学生の好きな料理を示したグラフです。

小学生の1番人気はお寿司で、以下、順にカレーライス、オムライス、ラーメン、デザートと続きます。

これは中学生になっても、あまり変わりません。1番から順にお寿司、カレーライス、デザート、オムライス、ラーメンとなっており、デザートの順位が小学生の時より上がっているものの、基本的には変わらない形になっています。

また、上位にお寿司、カレーライス、オムライスといった、炭水化物とたんぱく質が組み合わされた料理が並んでいます。そしてデザート、ラーメンといった、どちらかという炭水化物のほうに重きが置かれているものも上位にきています。

この中で、食肉が食材として使われているものを見ていきますと、多岐にわたってさまざまな料理に使われていることがわかります。

現在は、お寿司も回転寿司などでは牛のたたきなど肉が載ったものを食べることができますが、魚はどちらかという、それ一品で煮つけ、焼き魚、刺し身と、メインを張れる食材です。これに対して食肉はいろいろな料理に少しずつ加えることでおいしくいただける、とても使い勝手のよい食材であることが特徴の1つと考えられます。

表1は、大学生に「食べたいものは何か」と好きな料理のアンケート調査をした結果です。

小・中学生と大学生では、好きな料理が大きく変わっていました。

小・中学生の時は、お寿司やカレーなどの、誰もがイメージしやすい料理が並びますが、大学生になってくると食経験が増えてきますので、聞いたことがないような各国の珍しい料理も含まれてきます。そこで、表1では、原材料の50%以上を特定の食材が占めるものを「○料理」と分類して表記しました。

その結果、好きな料理として最も高い割合を示したのは「肉料理」でした。次に多いのが「ご飯もの」で、天丼、かつ丼といったお米が主体になっているものでした。

大学生の場合は焼き肉、シュラスコ(ブラジル風バーベキュー)のように、たんぱく質がメインのものを好む人がとても多くなります。

大学生が、すぐにエネルギーに変わる炭水化物ではなくて、たんぱく質のほうを好むという結果になりましたが、これは、摂取後すぐにエネルギーに変換される栄養素を必要としていないことを示すのでしょうか。

厚生労働省が出している日本人の食事摂取基準のデータ(図2)が、この疑問に答えてくれます。

表1 大学生の好きな料理

カテゴリー別	人数	割合(%)
肉料理	37	25.2
ご飯もの	34	23.1
麺類	18	12.2
煮物	8	5.4
味噌汁	5	3.4
鍋料理	5	3.4
その他(分類不能)	5	3.4
寿司	4	2.7
魚料理	4	2.7
餃子・春巻	4	2.7
菓子類	4	2.7
野菜炒め類	3	2.0
パスタ	3	2.0
豆腐料理	3	2.0
粉もの	3	2.0
手料理	2	1.4
卵料理	2	1.4
サラダ	2	1.4

分類の仕方：
原材料の50%以上を占めるものを「○○料理」とした。



平成28年度日本獣医生命科学大学 在籍者90名

図2 日本人の食事摂取基準

炭水化物の食事摂取基準 (g)			たんぱく質の食事摂取基準 (g)				
性別 年齢等	女性		性別 年齢等	男性			
	目標量 ^{1,2}	目標量 ^{1,2}		推定平均必要量	推奨量	目安量	目標量 ¹
0-5 (月)	—	—	0-5 (月)	—	—	10	—
6-11 (月)	—	—	6-8 (月)	—	—	15	—
1-2 (歳)	50~65	50~65	9-11 (月)	—	—	25	—
3-5 (歳)	50~65	50~65	1-2 (歳)	15	20	—	13~20
6-7 (歳)	50~65	50~65	3-5 (歳)	20	25	—	13~20
8-9 (歳)	50~65	50~65	6-7 (歳)	25	30	—	13~20
10-11 (歳)	50~65	50~65	8-9 (歳)	30	40	—	13~20
12-14 (歳)	50~65	50~65	10-11 (歳)	40	45	—	13~20
15-17 (歳)	50~65	50~65	12-14 (歳)	50	60	—	13~20
18-29 (歳)	50~65	50~65	15-17 (歳)	50	65	—	13~20
30-49 (歳)	50~65	50~65	18-29 (歳)	50	65	—	13~20
50-64 (歳)	50~65	50~65	30-49 (歳)	50	65	—	13~20
65-74 (歳)	50~65	50~65	50-64 (歳)	50	65	—	14~20
75以上 (歳)	50~65	50~65	65-74 (歳) ²	50	60	—	15~20
妊婦	—	50~65	75以上 (歳) ²	50	60	—	15~20
授乳婦	—	50~65					

炭水化物は必要エネルギーの57.5%

たんぱく質は必要エネルギーの16.5%

日本人の食事摂取基準(2020年版)厚生労働省

● 小学生も大学生(大人)も炭水化物とたんぱく質の必要量(摂取エネルギーに対する割合)は変わらない

左側の炭水化物の食事摂取基準を見ると、小・中学生では、男女ともに必要エネルギーの約60%になります。大学生は18～29歳の年齢に入りますが、こちらも炭水化物は必要エネルギーの約60%です。小学生から大学生となり、年齢が上がって体が成長しても、炭水化物の必要量は変わりません。

同様に、右側のたんぱく質の食事摂取基準も、小学生の時は必要エネルギーの約17%、

大学生の場合も約17%、高齢になっても約17%と、年齢が上がっても変わりません。

高齢者の場合は基準範囲の下の数値が上がってきますが、平均すると約17%です。

従って炭水化物もたんぱく質も、各年代をとおしてエネルギー摂取において推奨される量はほぼ変わらないということになります。やはり、どの年代においてもバランスよく食べる必要があることがわかります。

食肉の持つ働き

食肉に限らず、もう少し大きく食品というところえ方をしますと、食品には次の3つの機能があるといわれています。

- ・ 栄養素の供給 …… 一次機能
- ・ おいしさの付与 … 二次機能
- ・ 病気の予防 ……… 三次機能

この3つの機能を食肉に当てはめてみます。

一次機能である栄養素の供給について見てみますと、食肉は炭水化物を除くたんぱく質、脂質、ビタミン、ミネラルを豊富に含むことを特徴としています。食肉中にはグリコーゲンが含まれていますが、1kgの筋肉に15g程度の存在量なので、ここでは炭水化物については考えないことにします。

二次機能であるおいしさの付与については自明のとおりで、「食肉が好き」と言う人の多くは

栄養素の多さよりも、「おいしさ」を理由に好んでいる方が多いと思います。食肉は、うま味が非常に強く、食欲を誘う特有の香りを持っています。

また、三次機能である病気の予防効果もあります。食肉はたんぱく質が主になっているため、たんぱく質を構成しているアミノ酸が豊富に含まれています。アミノ酸が2個以上連なったものをペプチドと呼びますが、ペプチドには生体調節機能、例えば血圧を下げる働きといった、体に対してある特定の生理作用を示すことがあります。このような働きをとおして病気の予防効果を発揮します。また、食肉の中に含まれている鉄はヘム鉄という体内で吸収されやすい形態であるため、食肉は貧血予防に非常に優れています。

この冊子では、この3つの面から食肉の栄養と保健機能を解説していきます。

Section 1

・ おいしさの 付与

食肉のおいしさ

食肉のおいしさは、味・香り・食感が代表的なものになります。

もちろん、色や音もおいしさに寄与します。サラダにピンク色のハムが映えていると大いに食欲をそそられますし、鉄板の上で食肉がジュワッと焼ける音を聞くと「おいしそう!」と感じます。

味については、うま味が強いという特徴を持っています。このうま味に寄与しているのがグルタミン酸ナトリウムやイノシン酸ナトリウムです。

香りは、おいしさを決める重要な要因です。実は、鼻をつまんで(嗅覚が働かないようにして)牛肉、あるいは豚肉の赤身部分だけを食べて、どちらの畜種かわからないことがあります。これは、脂の部分が香気成分の前駆体となって、牛肉らしく、あるいは豚肉らしくさせているからです。脂の部分と肉の部分が反応することで種特異的な香りが形成されることになります。

もう1つ、おいしさに寄与する重要な要因が食感です。テレビ番組で食べ物レポートを見ることがあると思いますが、レポーターの第一声の多くは食感表現です。例えば牛肉であれば「とろけるような食感」、「歯ごたえがある」といった表現をよく耳にするのではないのでしょうか。

想像していただきたいのですが、皆さんの前にふわふわのショートケーキが用意されているとします。「お召し上がりください」と言われ

て、一口目を噛むと草加せんべいのようにとても硬かったら、どうでしょうか。この後、味の感覚と香りの感覚は一切入ってこないと思います。

食感というのは口腔内に入った食べ物を認知するにあたって、最初に特徴づけられる感覚であるため重要であると考えられます。例えば牛肉や豚肉はより軟らかく、鶏肉の場合は逆に歯ごたえがあるほうがおいしいと判断されます。

●食肉の食感の好みを決めているのは？

牛肉、豚肉ではサシ(筋肉内の脂)が入った軟らかい肉が好まれます。これは日本人の文化的背景に起因していると考えられています。

日本人は霜降り肉への嗜好性が高く、この理由の1つには「農耕文化による糖質の十分な供給に対し、狩猟で得られる脂質の不足」が挙げられています。脂質は脳内の報酬系を刺激し、「やみつき」を生じさせます。糖質が不足する狩猟では、食肉から得られるたんぱく質源を効率よく糖質に変換させる必要があるため、脂質が少ないものを好みますが、十分な糖質が取れる日本人においては、糖質の代替としてのたんぱく質摂取より、報酬系としての脂を好むと説明されています。

一方、鶏肉は歯ごたえがあるほうが好ましいといわれています。その理由として次のようなことが考えられます。

私たちがよく口にするのはブロイラー(若鶏)です。スーパーの特売では100gが100円ほどで売られていると思います。家庭内でも外食でも、このブロイラーの肉を子どもの頃から

ずっと食べ慣れて育ってきています。ところが、大人になって高級な焼き鳥屋さんなどに行き、地鶏などを食べると、その硬さや歯ごたえに驚かれる方が多いと思います。若鶏と地鶏では破断(噛み切り)に必要な力が2倍近く異なります。若鶏は47日くらいで出荷します。人間の年齢でいうと小学校に入る前のイメージでしょうか。非常に幼い状態の鶏の肉であるため、とても軟らかく感じられます。しかし地鶏が出荷されるのは、人間でいうと中・高校生くらいですので、筋肉もしっかりできて、食した時に硬い、歯ごたえのあるものになります。

高級な焼き鳥屋で硬い地鶏を食べると、それが「おいしい鶏肉」として私たちの脳の中で学習されていきます。「地鶏のほうがうま味が強い」と言う人が多いのですが、うま味成分であるグルタミン酸やイノシン酸の量を比較すると、実はブロイラーのほうが多く含まれています。

また、硬いと咀嚼をしなければならないので唾液がたくさん出ます。唾液中にはナトリウムが含まれているのですが、このナトリウムが食肉のグルタミン酸と反応してグルタミン酸ナトリウムが形成され、これによってうま味を呈するようになります。

すなわち、ブロイラー肉には地鶏と比べて多くのうま味成分が含まれていますが、軟らかいため多くの咀嚼を必要とせずに飲み込んでしまいます。一方で地鶏の場合は、ブロイラーに比べてうま味成分の量は少ないものの、咀嚼回数が多いので、口中の唾液のナトリウムと反応してグルタミン酸がグルタミン酸ナトリウムに変わり、強いうま味を呈するとも考えられます。

食べ物のおいしさを決める要因

食べ物のおいしさを決める要因は、大きくは2つに分けられます。食品の状態に起因するものと、食べる人の状態に起因するものです(図3)。

さらに、食品の状態に起因する要因は化学的要因と物理的要因の2つに分けられ、食べる人の状態に起因する要因も、環境的要因、生理的要因、心理的要因の3つに分けられます。

食べ物のおいしさを決める要因は、このようにたくさんあるのですが、数値化できるのは、図中に赤字で示したわずかな項目だけです。

●化学的要因

化学的要因に分類されるものとしては、味や香りが挙げられます。

味は、基本5味と呼ばれている、酸味・甘味・塩味・苦味・うま味から成り立っています。

図中で「その他」となっているのは、辛味や渋味は味ではなく感覚刺激であるためです。

例えば唐辛子の場合、摂取すると体が熱くなり汗が出ます。英語ではこの状態をHotと表現します。これは、体内の温度受容体がカプサイシンに反応し、高い温度の時に感じる「熱い」という感覚を引き起こすために生じるものです。

一方、同じ辛味であっても、ワサビのような辛味であればツンとする、あるいはひんやりするような感覚になります。これは逆に冷たい時に感じる温度受容体が反応するためです。

図3 食べ物のおいしさを決める要因①



香りとしては鼻先香や口中香があります。これは読んで字のごとく、鼻先で嗅ぐ食品の香りと、口の中で感じる食品の香りを指します。この香気の違いは食品に含まれる香りが気化する温度が異なるために生じます。

例えば鼻先香は、味噌汁の場合は約60℃で揮発してくる香り成分を鼻で感じています。逆に、冷やしたワインだと約10℃で揮発してくる香り成分を鼻で感じて、「このような質感の香り」という仕分けを脳の中で行っています。

それに対して口中香の場合は、熱いお味噌汁を飲んでも口の中である程度冷まされます。その時に出てくる香気成分は60℃の時に出てくる香気成分とは異なっていますので、鼻先で感じた香りと違った感覚になります。

ワインの場合も、10℃くらいに冷やされていても、口の中に入れば30℃くらいに温められます。従って、その時に出てくる揮発性の香気成分が異なってきますので、違う成分を検知して、「このワインは、こういう香りから成り立っている」と脳で判断します。

●物理的要因

食品における、テクスチャー(食感)の影響はとても重要になります。よく喉ごしという言葉を使いますが、ビールやお蕎麦は喉ごしがおいしさにかかわってくるといわれています。

また外観もおいしさに大きく寄与します。特に日本人は美しく盛りつけされたものは、「おいしそう」と感じる傾向が強いように感じます。

例えば、日本人における特徴的なものに、キャラ弁があります。海外にはない文化で、お

にぎりに海苔で目と口を描くだけで一気に食欲が増すのは皆さまも理解できるのではないのでしょうか。

ほかにも、調理時の「トントントン」という音や、咀嚼している時の音もおいしさに寄与します。咀嚼音は欧米人には嫌われますが、日本人はお漬け物を噛む「バリバリ」音を「おいしそうだ」と感じたりします。

●環境的要因

食べる人の状態に起因する要因も、おいしさでは重要になってきます。

中でも最も重要と考えられるのが「教育」です。前述のように、牛肉や豚肉は軟らかいほうが好まれるのに対し、鶏肉は「硬いほうがおいしい」と食経験に基づいて判断される場合があります。これは学校で教えられたわけではなく、それまでに私たちが何を食べてきたかという経験値が、おいしさの大きな要因を占めます。

また多くの場合、食べ慣れているものをおいしいと判断します。「おふくろの味の味噌汁がおいしい」、「おばあちゃんがつくってくれたお漬け物がおいしい」といった食経験を経て、おいしさが形成されます。

●生理的要因

身近な例としては、炎天下に運動して喉がカラカラの時に水を飲むと、その水自体は味に特徴があるものではないにもかかわらず、水分を摂取して体が満たされ、その水をおいしいと感じます。すなわち、不足している栄養素が充足

された時においしさを感じるのです。

逆にアレルギーのように食べられないものがあつた場合、それを食べてしまうと全身が痒くなつてしまふ、熱が出てしまふ、お腹が痛くなつてしまふといった経験をした場合には、「その食品を見るだけで嫌だ」、「想像するだけで嫌だ」ということになり、おいしさとは逆の反応が出てしまふこととなります。

脳による食品の認知

●どちらがおいしそう？

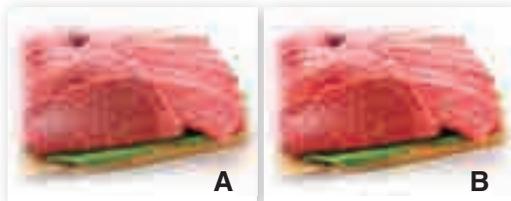
私たちは食べ物を見ると、まず「おいしいか、おいしくないか」という判断をしたがります。

簡単なテストをしてみましょう。

図4で、AとBの写真はどちらが「おいしそう」に見えるでしょうか？ 5秒ほど見てお答えください。

図4 食べ物のおいしさを決める要因②

質問 下のAとBの写真は、どちらが「おいしそう」に見えるでしょうか？



いかがですか。

ではここに、「Aは三重県松阪産の黒毛和牛で、100gが1800円です」、「Bはアルゼンチン産の経産牛で、100gが380円です」という

●心理的要因

学生に「テスト期間のお昼ご飯はおいしくないでしょう」という話をすると、納得してくれます。社会人の場合は、「パートナーと喧嘩しながら食べるご飯はおいしくないのでは…」と思いますし、「上司に怒られながら食べるランチはおいしくない」ということも、よく理解されることでしょう。

情報が加わると、いかがでしょうか。

さらに「おいしく見えるほうをお持ち帰りください」と伝えますと、多くの人々が「Aのほうがおいしそうです」と判断するのではないのでしょうか。

お気づきかもしれませんが、実はAもBも同じ写真です。何となく色の見え具合で違う肉のように感じる人もいますが、全体を俯瞰的に見てみると、AもBも同じ肉とわかります。ところが、前述のように、値段の情報がついてきたり、産地の情報がついてくると、私たちは「Aのほうがおいしそうである」という判断をしがちです。

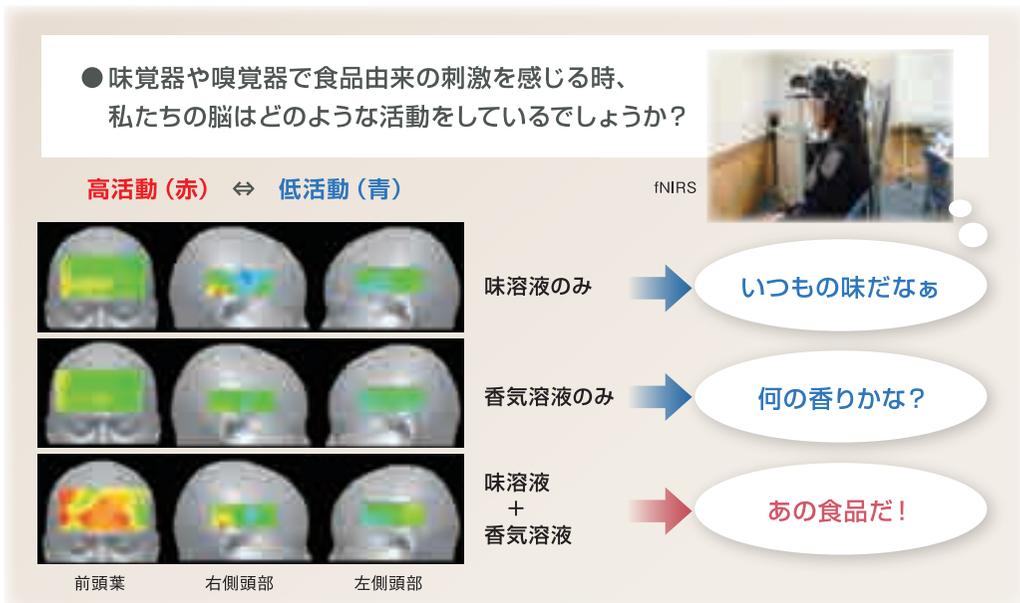
食べ物のおいしさを決める要因というのは、非常に主観的であることがわかります。

従つて、おいしさを数値的に扱うのが難しくなります。

●食品由来の刺激と脳の活動

食べ物のおいしさは、「脳が判断している」と

図5 脳による食品の認知



考えられます。そこで「味覚器や嗅覚器で食品由来の刺激を感じる時、脳はどのような活動をしているのだろうか?」という研究を紹介したいと思います。

この装置はfNIRS(近赤外分光分析法)と呼ばれるもので、血液の中に入っている酸素の量を測定することができます(図5上部の写真)。例えば、脳が一生懸命に何か考えている時は酸素を必要としますので、脳の中の血流量が増えて酸素量が増えます。その状態ですと、赤くなります。逆にほとんど活動していない、沈静化している時は、青くなります。

図5下部の左端の画像は左から前頭葉、右側頭部、左側頭部を計測した結果が並んでいます。この実験では被験者の口にチューブを通して味溶液や香り溶液を提供しました。まず、味溶液を口中に流し込みます。その結果を見ますと、前頭葉は緑色でほとんど活動していません。

私の研究室では、被験者にこの味溶液を飲んでもらう機会が多いので、「また飲まされているな」というようなことを感じています。

次に、チューブで香り溶液を提示します。味はしません。ある食品の香りだけを調合し、それを水に溶かしたものを被験者の口中に入れます。

視覚からの情報を閉ざし、味の刺激がない中で、鼻だけで食品の香りを嗅ぐと、意外に何の香りが気づかないことがあります。この状況では被験者は、「何の香りかな」とぼんやりと考えています。

最後の試験では、先ほどの味溶液とある食品の香気を一緒に混ぜたものを、チューブを介して被験者の口中に入れました。この場合は、被験者の前頭葉が真っ赤になっています。今まで全く活動していなかった部分が、味と香りが一緒になった溶液を口に入れることで、「この食

品だったのか」と統合され活発に活動します。

被験者に「何を考えていましたか」と質問したところ、「おいしくない溶液だなと思いました」という回答でした。それは当然です。味溶液と特定の香りだけで構成されているため、複雑な味刺激が全然足りず、非常に希釈された食品を食べている状態です。「お母さんがつくってくれる料理のほうがおいしい」ということを考えていたようで、つまり口に入ったものが今まで食べたものと比べて「おいしいのか」、「おい

くないのか」という判断をしています。すなわち、過去の経験に基づいて認知し、判断しているわけで、そのために物を考える領域である前頭葉が赤く応答したというわけなのです。

このことから、私たちは食べ物のおいしさを、味や香りで分解して考えることもできますが、それを統合する脳による認知、すなわち脳がどれだけ喜んでいるのか、活動しているのかという観点から判断する必要もあると考えられます。

食肉のおいしさ与健康とのかわり

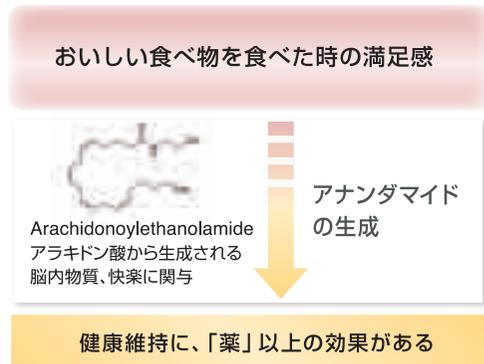
肉を食べると満足感や幸福感を感じる人が多いと思います。

食肉には、脂肪酸の1つであるアラキドン酸がたくさん入っており、これによって生成されるアナンダマイドという化合物が脳の中で快楽を感じる物質となることで、肉を食べることによって幸福感をもたらしているといわれています(図6)。

とはいえ、このことはまだ人間で証明されていません。人間の脳からこの物質を取り出すのは難しいと考えられます。今後、脳中のオキシヘモグロビン量の変化による脳の活動を調べて、どの脳の領域が肉を食べた時に喜んでいるのかを判断することで、食べ物のおいしさが解明されてくるように思います。

食べ物をおいしいと感じることには、健康維持のために「薬」以上の効果がありますので、おいしい思いながら肉を食べるといいでしょ

図6 アラキドン酸から生成されるアナンダマイド



その他、肉を焼いた時に生じる香気成分による生理作用も研究されています。

食べ過ぎると生活習慣病の原因となるので要注意!

う。近年は、肉を焼いた時に感じる香気成分による生理作用への影響について調べられています。

ただし、食肉は脂が多く含まれていますので、食べ過ぎると生活習慣病の原因にもなりますので、注意が必要です。

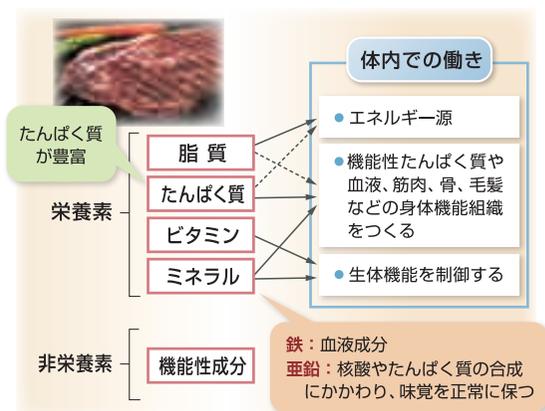
Section 2

● 栄養素の供給

食肉に含まれる栄養素

食肉は、たんぱく質が豊富であるという特徴を持っています。また、体の調子を整えてくれるビタミンや、貧血を予防してくれるミネラルが含まれています(図7)。

図7 食肉に含まれる栄養素



● たんぱく質摂取の重要性

私たちがたんぱく質を摂取すると、消化器官で消化吸収され、食事由来のアミノ酸まで分解されます。また、不要となった体を構成するたんぱく質も分解され、アミノ酸を産生します。この体たんぱく質由来のアミノ酸と食事由来のアミノ酸とを使って、新しいたんぱく質をつくっていることとなります。

従って、食事由来のたんぱく質が不足すると、新しいたんぱく質の合成が十分になされないため、機能が低下することとなります。

● たんぱく質源は何が最適か

では、何をたんぱく質源にすればいいのでしょうか。

一番いいのは、牛肉です。

1日のたんぱく質の摂取推奨量は、男性60g、女性50gといわれています。牛肉は100g中にたんぱく質が28g程度入っていますので、だいたい1日約200g食べれば充足できることになります。

一方で、「畑の肉」といわれている大豆は、たんぱく質が多いとはいえ、牛肉の半分くらいしか入っていません。効率よくたんぱく質を摂取するには、食肉がとてもしつよいということになります。

図8は、食肉と食パンのアミノ酸スコアを示しています。食肉は、体内でつくられない必須アミノ酸9種類をすべて充足しています。

その一方、小麦由来のたんぱく質はリジンが足りませんので、ここが律速（全体の反応速度を規定）となってアミノ酸スコアが42になっています。このため、例えば小麦たんぱく質に他の必須アミノ酸が十分量入っていたとしても、利用されません。

従って、小麦たんぱく質に比べても、食肉のたんぱく質はアミノ酸スコアが非常によく、バ

ランスよく必須アミノ酸が入っており、効率的に体内で利用できることがわかります。

●たんぱく質不足の問題点

ヒトは3000gくらいで生まれ、2歳になると体重が12kgくらいになり、9歳になると30kgくらいになります。

この爆発的な成長を支えているのは、やはりたんぱく質です。私たちの体は、水分を除くと組成の8割がたんぱく質ですので、急激な成長にたんぱく質の摂取は不可欠となります。

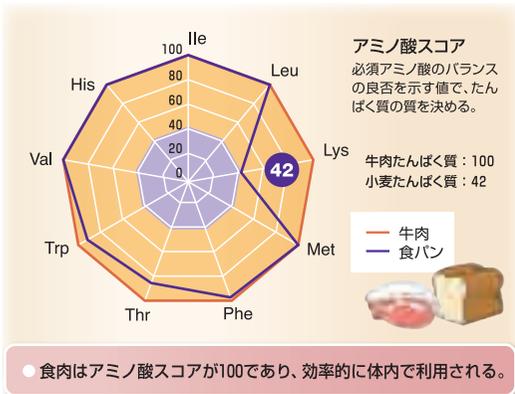
20～30代の場合は、「やせ」願望によるエネルギーの絶対的不足が、現在、問題になっています。女性ですと「モデルのような体型になりたい」とか、男性も「細マッチョがいい」と、よくいわれます。

高齢者の場合は、たんぱく質不足は低アルブミン血症やロコモティブシンドロームなどの罹患率の増加につながります。特に現在、新型コロナウイルスによる感染症が問題になっていますが、たんぱく質が不足して血中のアルブミン量が少なくなると、感染症の罹患率が上昇します。その意味でも高齢者のたんぱく質不足は大きな問題になります。

図9（16ページ）は、食品を学ぶ大学生を対象に行った、健康にかかわる現状についてのアンケート調査をまとめたものです。食品を学ぶ学生ですから食べることにに関して意識が高い学生が多いはずなのですが、「健康です」と言い切れるのは10%強しかいません。約90%は問題があると考えています。

アンケート結果を見ると、「食べ過ぎている」

図8 食肉のアミノ酸スコア



という学生が大変多くいます。ところが、実際にBMIを測ると肥満の人は1%程度で、逆にやせ過ぎが約9%います。自分で思っている体重と、実際の体の状態は少し乖離している気がします。

そのほか、「栄養のバランス」では外食が多いことや、お昼ご飯は「コンビニ」のお弁当と「偏食(甘い物)」が10%を超えていました。アルバイトをしていて「食事のタイミング」が遅く、「午後11時、12時になります」という回答もありました。

次に、「食べ過ぎ」と「やせ」というところに着目し、図10を見てみましょう。男女別のBMIと「やせ」の割合を示したものです。男女とも15歳以上の場合、BMI 22を基準としています。

上部に判定基準が書かれていますが、BMIが18.5を切ると「やせ」、「普通」が18.5～25、25を超えると「肥満」となります。

グラフは、この基準で男性と女性を年代別に分けて示しています。

男性はよく「中年太り」になると聞きますが、「肥満」側を見てみると、40代あたりが一番多くなり、約35%が「肥満」に分類されます。

女性のほうを見ますと、40代での「肥満」率は約15%で、それほど高くありません。しかし恐ろしいことに、70代以上に至るまで、年代を超えてずっと太っていく結果になっています。40代で太り過ぎを心配している人は、この後も太り続ける可能性があります。今から運動習慣をつけるとか、食べる量を見直してみるといった対策が必要になります。

また、20代女性の約20%が「やせ」に分類

図9 食品を学ぶ大学生の健康にかかわる現状

分類	項目	人数	比率(%)
健康	家族の手料理	8	8.9
	自分で栄養を考えている	3	3.3
	病気ではない	1	1.1
	小計	12	13.3
体重増加	食べ過ぎ	9	10.0
	運動不足	4	4.4
	小計	14	15.6
BMI/体質	やせ	8	8.9
	肥満	1	1.1
	小計	9	10.0
栄養バランス	欠食	12	13.3
	ダイエット	1	1.1
	ビタミン・野菜不足	3	3.3
	食物繊維不足	2	2.2
	外食	13	14.4
	コンビニ	9	10.0
	偏食(甘い物)	9	10.0
	偏食(甘い物以外)	5	5.6
	塩分とり過ぎ	4	4.4
	サプリとり過ぎ	1	1.1
	小計	59	65.6
食事のタイミング	遅い夕食	10	11.1
病気	家族が糖尿病	3	3.3
	血圧	1	1.1
	便秘	1	1.1
	その他	3	3.3
	小計	8	8.9

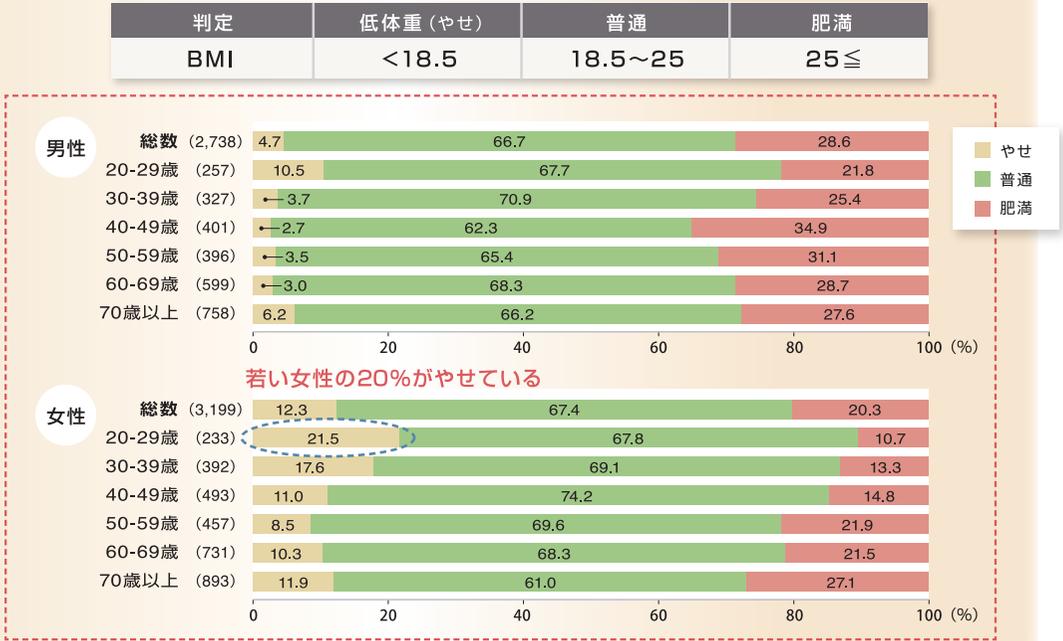


されています。学生を含めて、現在の若者はエネルギー、特にカロリーベースでの摂取量がとても少なく、戦時中並みではないかといわれています。それを反映し、20代の女性の2割が「やせ」の状態になっています。

図 10 男女別のBMIと「やせ」の割合

男女とも15歳以上 BMI=22 を標準とする。

(「日本肥満学会(2000年)による肥満の判定基準」より)



●若い女性の「やせ」が問題になる理由

どうして、若い女性の「やせ」が問題なのでしょう。

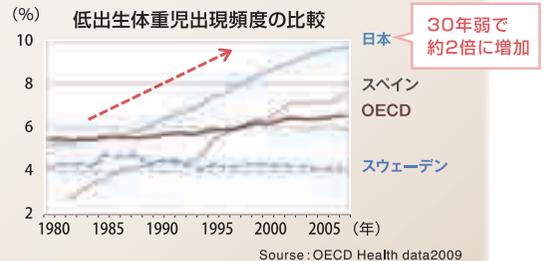
理由は、大きく2つあります。1つは、骨粗鬆症の発症リスクが増加するためです。もう1つ、近年問題になってきているのが、次世代への影響です。

骨粗鬆症の発症は、本人がリスクを承知したうえでダイエットし、結果として骨がもろくなってしまいうるものです。ところが、子どもがお腹にいる時にお母さんがダイエットしてしまったがために、子どもに悪影響が出る場合があります。

図 11は日本における低出生体重児の出現頻度を示しています。

図 11 日本における低出生体重児の出現頻度

●日本では出生体重が減少し、低出生体重児頻度が高くなっている(10人に約1人:10年間で約100万人)
*低出生体重児:2,500g未満



日本は、2500g未満の低出生体重児の数が大きく伸びています。日本の病院では長く、「小さく生んで大きく育てよ」といわれていました。おそらく、いまだに「あまりお腹の中で大きくしないでおきましょう」という流れになっているのではないのでしょうか。ほかの先進国に比

べても、日本での低出生体重児の出現頻度は、際立って多くなっています。低出生体重児は、小児時に肥満傾向がとて高く、かつ心筋梗塞の発症リスクも高くなっています。

また、低出生体重児が成長し妊娠した場合、すなわちダイエットをしたお母さんから見ると孫の誕生時に、妊婦が妊娠性の2型糖尿病を発症するリスクが高くなります。妊娠性の糖尿病を発症してしまった場合は流産リスクもありますので、場合によっては孫にまで影響が及ぶことが心配されます。

さらに、経済面での影響もあります。少し古いデータですが、カーリーによる低出生体重児に関する英国での調査結果を紹介します。

それによりますと、テストにおける英語(日本

でいえば国語)と数学の合計点が、低出生体重児は平均点よりも約25%低く、知的発達スコアと社会的発達スコアが低くなりました。知的発達スコアが低いとは、あまり成績が振るわないということです。社会的発達スコアが低いとは、うまくコミュニケーションがとれないことを指します。

人とのコミュニケーションがとれないと、成人期での低賃金につながりやすくなります。場合によっては、社会的には独立して子どもがいてもおかしくない30代になっても非就労の可能性が高くなります。

妊娠中にお母さんがダイエットをしてしまい、必要な栄養素を子どもに供給できなかった場合は、健康への影響だけではなく、このように経済面での影響があるということがわかってきました。

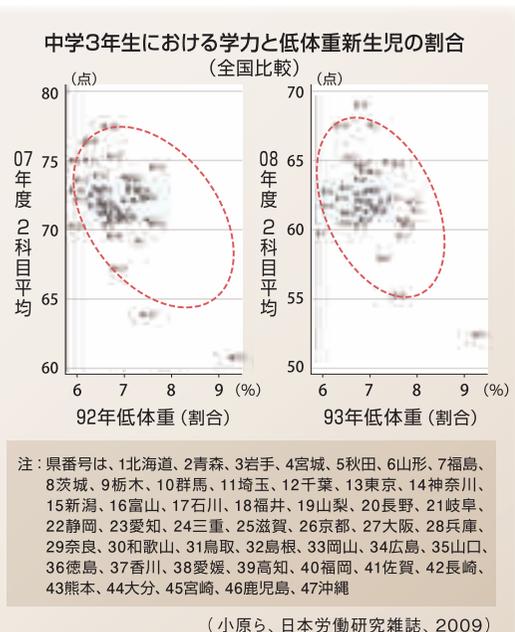
日本においても低体重新生児と学力とのかかわりについて調査が行われています。

図12は、全国47都道府県について、低体重で生まれた子どもの割合と、国語と数学の2科目の平均点を2年度にわたって調査したグラフです。

右肩下がりになっていることから、低体重で生まれた子どもの割合が高いほど成績が振るわないことがわかります。これは次年度も同様です。日本においても小さく生まれた子どもは学力があまり振るわないことが明らかになったといえるでしょう。

お母さんの過度の「やせ」が次世代に非常に大きな負担をかけますので、注意を喚起していただければと、ありがたいです。

図 12 低体重新生児と学力とのかかわり



低体重新生児の割合が高いほど、学力が低い
過度のやせは次世代に大きな負担をかける

Section 3

・ 病気の予防

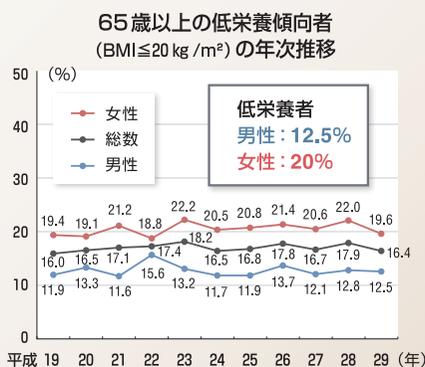
高齢者の低栄養問題

図13の左側は、65歳以上の低栄養傾向者について調べたグラフです。男性の12.5%、女性の20%が低栄養の状態になっています。

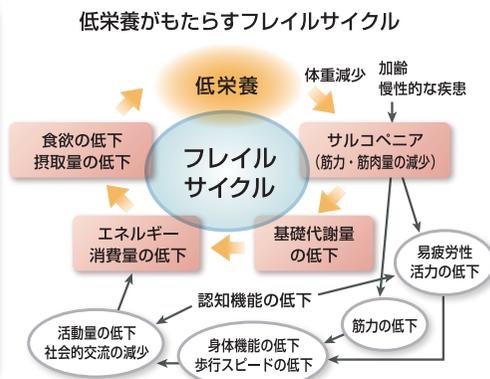
低栄養の場合、図13の右側に示すようにフレイルの問題が出てきます。

低栄養で体重が減少するとサルコペニアになり、筋力や筋肉量が減少します。これにより基礎代謝量が低下します。私たちの体内でエネルギーをたくさん使うのは脳と筋肉と肝臓で、それぞれで全体のエネルギーの20%ずつを使っています。その筋肉の部分が減ってしまうと、基礎代謝も減ってきます。基礎代謝の減少はエネルギーの消費量の低下を招きますので、食欲が低下して摂食量が減り、さらに低栄養になるといったサイクルが回ることになります。

図 13 高齢者と低栄養問題①



(出典：平成29年度国民健康・栄養調査(厚生労働省))



(出典：(財)長寿科学振興財団)

● フレイルの進行：ロコモティブシンドローム・感染症の罹患率UP → 「要介護」

高齢化率27%!!

「低栄養」の改善は喫緊の課題

フレイルが進行すると、ちょっと活動するだけで疲れてしまいます。さらに、外出しなくなることによって認知機能が低下したり、社会的交流が減少してうつになったりと、さまざまな問題が派生します。

フレイルがさらに進行すると、ロコモティブシンドロームや感染症の罹患率が増加しますので、要介護認定になる割合が非常に高くなります。日本は、現在、高齢化率27%で世界一であるため、高齢者の低栄養の改善は喫緊の課題です。

● BMIと血清アルブミン値が低い場合の死亡リスク

図14は、BMIと死亡のリスクについての調査結果を示しています。

BMIが高い、すなわち「太っている」ほど「不健康で死亡のリスクが高いのではないか」と考えている人は非常に多いと思いますが、実際にはそうではありません。左側のグラフのようにBMIが30を超えたかなりぽっちゃり体型でも、

女性は死亡のリスクが少し高くなってしましますが、男性においてはむしろ標準よりも死亡リスクが低いという状態です。

これに対して「やせ」の状態でもBMIが低い、特に16を切ってしまうような状態ですと、BMIの標準の22を1とした相対評価で比較した場合には、死亡のリスクが2.5倍にまで高まってきます。すなわち、太っているより、やせているほうが問題になります。

右側のグラフは、血清中のアルブミン値と介護認定および死亡のリスクについて調べたものです。アルブミンは血漿たんぱく質の約6割を占める重要なたんぱく質で、栄養状態の指標となります。

血中のアルブミン値の平均は100ml中4.2～4.3gですが、血中のアルブミンが多過ぎてても特に問題はありません。ところが、3.8g/100mlを切るほど低下すると、介護認定などのリスクが2倍以上になる結果が示されています。

すなわち、やせていることは問題があり、特にたんぱく質が足りていない場合は介護認定の

図14 高齢者と低栄養問題②

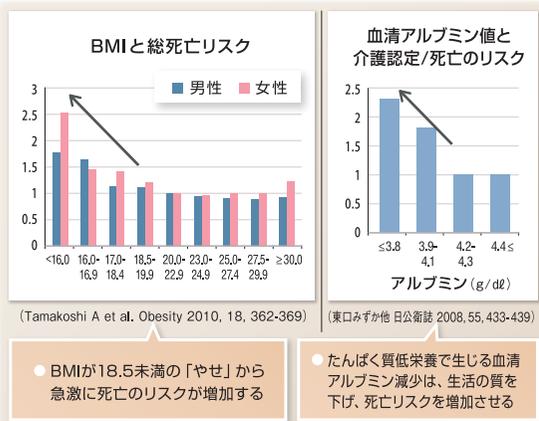
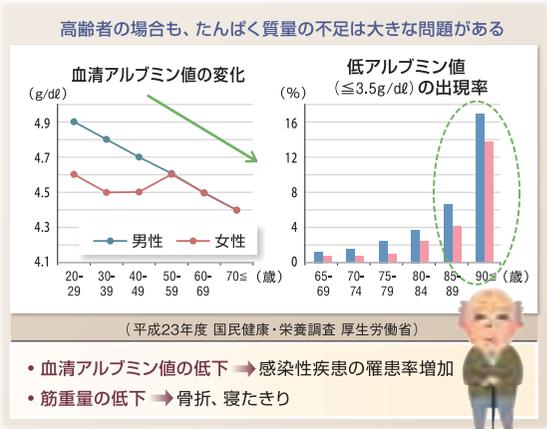


図15 高齢者と低栄養問題③



リスクが高まりますので、生活の質を非常に下げたてしまい、場合によっては死亡リスクを増加させることにつながっていきます。

●高齢者の栄養摂取状況

高齢者のたんぱく質不足は大変大きな問題です。

図15の左側のグラフは、加齢による血清アルブミン値の変化を示しています。年齢とともに血清アルブミン値が下がり、男性の場合は特にその低下が顕著に表れます。

右側のグラフは、低アルブミン値の出現率を示しています。90歳以上になると男性で約17%、女性では約14%が低アルブミン状態です。血清アルブミン値の低下は感染性疾患の罹患率の増加につながり、筋重量の低下が骨折や寝たきりの原因となります。

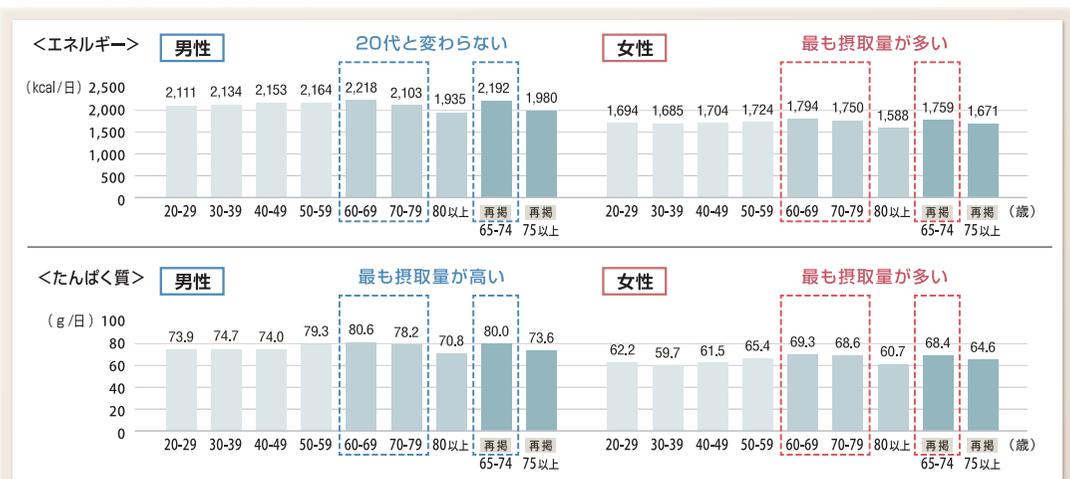
図16は、高齢者の栄養摂取状況についての調査結果を示しています。上のグラフはエネルギー（摂取カロリー）、下のグラフはたんぱく質の摂取量を示したものです。左側が男性、右側が女性です。

20代と60～69歳、70～79歳の男性のカロリー摂取量を比較してみると、ほぼ変わりません。女性も20代の摂取量と65～74歳での摂取量を比較すると、むしろ若い人よりもたくさんとっています。

たんぱく質を見てみますと、男性の場合では高齢者は20代よりも少し多く、女性も20代や、各年代に比べても摂取量が多くなっています。

従って、高齢者は十分なエネルギーとたんぱく質を摂取しているにもかかわらず、低栄養者の割合が高いということになります。これは栄養素の利用効率が悪いことが原因と推察されます。

図16 高齢者の栄養摂取状況



● 高齢者は十分なエネルギーとたんぱく質を摂取している

出典：平成29年度
国民健康・栄養調査
(厚生労働省)

…それでも、低栄養者の割合は高い

栄養素の利用効率の悪さ

何をたんぱく質源とすればいいの??

●低たんぱく質栄養状態の改善

そこで私たちは、高齢マウスを用いて低たんぱく質栄養状態の改善について研究しています。

日本は、高齢化率が世界一です。すでに75歳以上が今の日本の医療費の40%、金額にすると16兆円を使っていることから、今後も財政的な逼迫も予想されます(図17上部)。ヒトは年をとってくると約2割が低栄養になってしまいますので、この状態を何とか改善して、感染性疾患の罹患率を低下させたり、骨折や寝たきりになるのを避けることにつなげたいと考えています。

下のグラフは、たんぱく質摂取量とその供給源を示しています。

たんぱく質摂取量は、20代と65~74歳であまり違いがなく、むしろ高齢者のほうが少し

多いと報告されています。

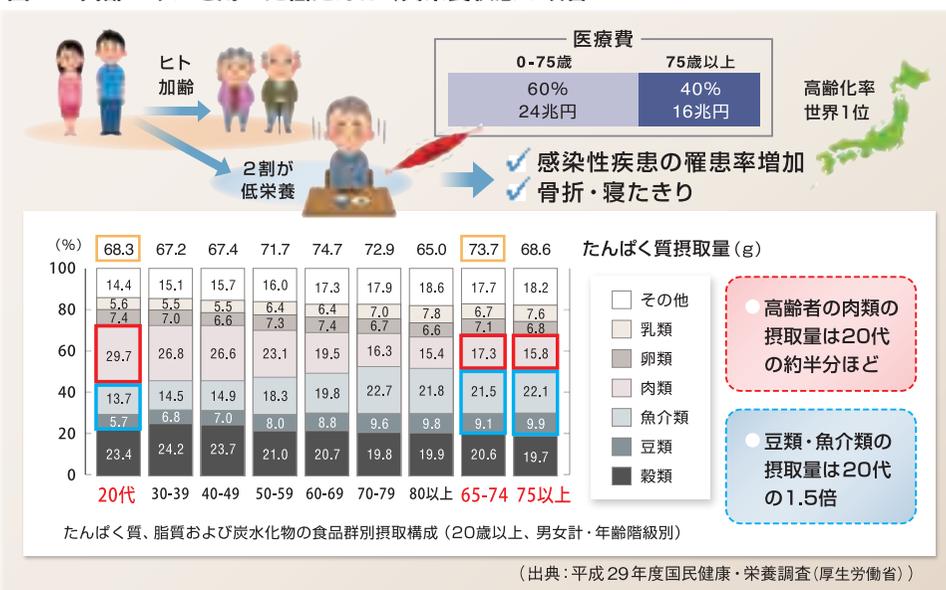
では、何をたんぱく質源としているのか、その内容を見てみましょう。赤で示しているのが肉類、青で示しているのが豆や魚類です。若い人は肉類の摂取量が多いのに対して、高齢者は肉類の摂取量が20代の約半分、豆類、魚介類の摂取量が20代の1.5倍となっています。

日本における高齢者の低栄養がたんぱく質の量ではなく、供給源の違いに起因するのではないかと考え、食肉摂取が加齢に伴う運動機能や行動を改善するのかを調べる実験を行いました(図18)。

実験には、週齢がヒトの年齢とほぼ重なり、かつ情動異常を起こさない系統のマウスを高齢者のモデルとして使用しました。

マウスを低たんぱく質状態にする中で、食肉や魚などのたんぱく質源を与えた場合に、身体

図17 高齢マウスを用いた低たんぱく質栄養状態の改善



機能の低下をどのように予防するのかについて調べました。

下の棒グラフはマウスの週齢別の体重変化を示しています。青が雄、赤が雌です。

このグラフは、ヒトの体重変化を調査した図10 (17ページ)とよく似ています。ヒトの場合、男性は40代くらいで中年太りし、その後やせてきます。マウスのオスも、40週齢で中年太りをした後、100週齢で低下します。メスは、40週齢で中年太りとなり、その後、100週までずっと太った状態を維持しており、非常にいい比較モデルといえるでしょう。

このマウスを、各週齢で運動させました。そうしますと、意外にも瞬発力は年齢が経っても低下しないのに対し、持久力は急激に低下しました。長く走れない、あるいは長く歩けません。この原因は、筋肉が著しく減少しているこ

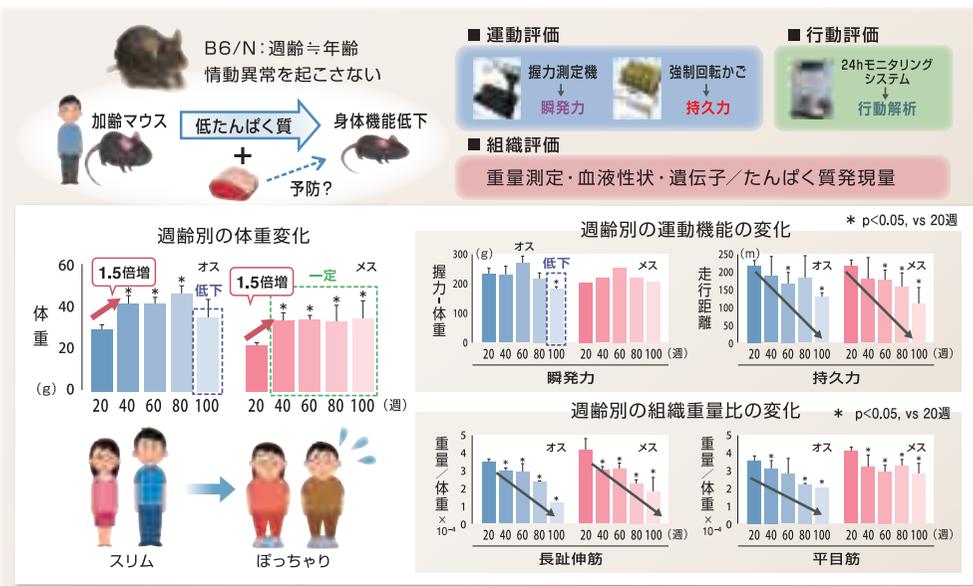
とにありました。

そこで、筋肉の減少を抑えるためには、どういったたんぱく質源を食べた方がいいのかという実験をしたのが図19 (24ページ)です。

一番上の左のグラフは、縦軸を体重、横軸を試験開始後の日数とし、青い線は対照となるマウスの変化を示しています。この実験では、対照のマウスには特に栄養の制限をしていません。普段どおり約16%のたんぱく質が含まれた餌を与えています。何も処置していませんので、体重の変化はありません。

それに対して、カゼインという牛乳由来のたんぱく質、豚肉由来のたんぱく質、牛肉由来のたんぱく質、あるいは大豆由来のたんぱく質をそれぞれ摂取させた群については、たんぱく質の給餌を3%まで制限をしました。通常、マウスはたんぱく質を14%程度必要とするので、

図18 食肉摂取が加齢に伴う運動機能や行動を改善する効果



これらの群のマウスは体重が著しく低下しました。この体重が減っている状態のマウスを使って瞬発力と持久力を測りました。

瞬発力は各群で変化がありませんが、持久力については、驚いたことに、対照に比べて、牛肉や豚肉を食べた群では、体重が低下しているにもかかわらず、伸びていました。

これを実現させたのが、筋肉量と考えられます。筋重量は、対照の青いグラフよりも、牛肉や豚肉を食べたマウスの赤いグラフで高くなっていました。

どうして筋肉が増加したのでしょうか。

筋分解に関与する遺伝子の発現量を見てみましょう。たんぱく質の代謝は合成と分解によって成り立っています。合成にかかわる遺伝子は、たんぱく質の量を制限しているため変動

しませんが、分解にかかわる遺伝子の発現量は、対照に比べて牛や豚では著しく抑えられていました。

このため、摂取するたんぱく質の量が減ったとしても、牛肉や豚肉の摂取によって筋肉の分解を抑制するように働くため、持久力が伸びて筋重量も大きくなったと考えられました。

●自発運動を向上させる食肉は？

若者も高齢者も、気持ちが上がっていないと活動量が増えず、生活の質が上がりません。そこで、食肉摂取が自発運動をどれくらい向上させるのかについて調べる実験を行いました。マウスが走ると回転する装置を用意し、どれだけ自分で積極的に回転輪を動かしたかでモチベーションを評価しました。

図 19 摂取するたんぱく質源と筋肉の減少抑制のかかり

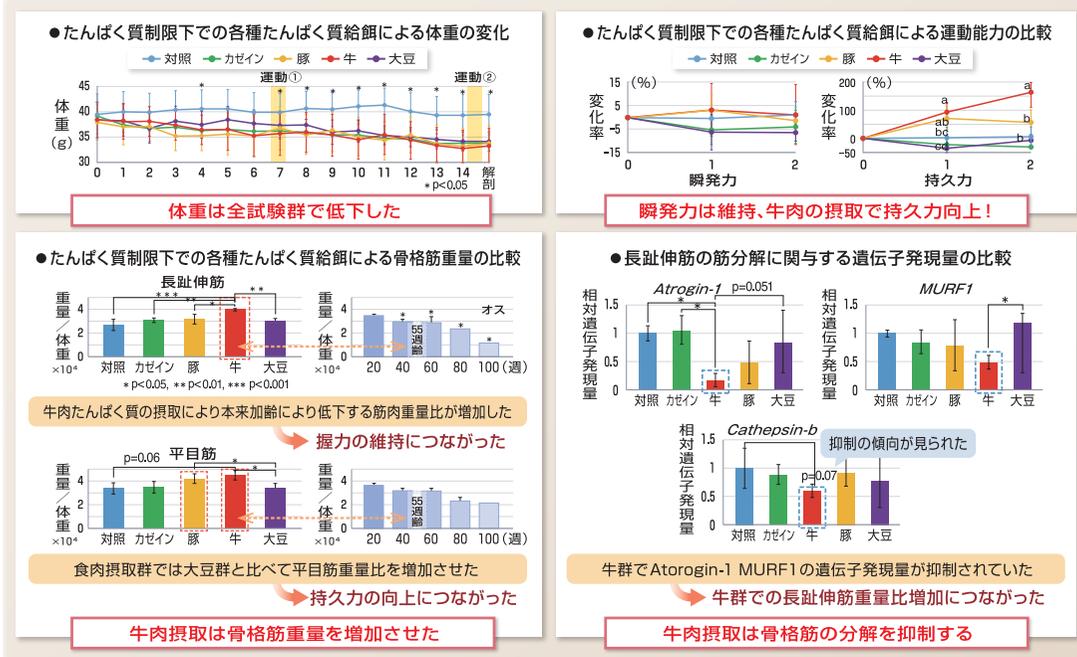


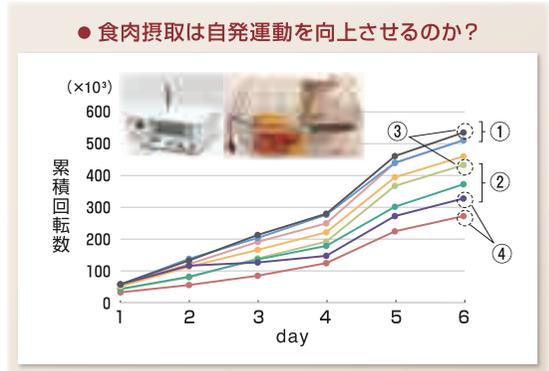
図20は、給餌内容を変えて実験した結果を示しています。対照群には通常のマウス用の餌を与え、他の試験群には豚たんぱく質に豚脂を加えたもの、牛たんぱく質に牛脂を加えたもの、大豆たんぱくに豚脂を加えたものというように、たんぱく質源と脂質源の組み合わせを変えた餌を与えて、比較しました。

縦軸が累積回転数、横軸が摂取開始後の日数です。豚脂(③)あるいは豚たんぱく質(①)を摂取すると回転輪をよく回します。次に、大豆油(②)摂取が続きます。これに対し、牛脂(④)を摂取させるとあまり動かない結果となりました。これは、意外でした。

朝からステーキを食べているおじいさんは元気なイメージがあることから、この実験を始めたのですが、なぜ図20の④のような結果になったのでしょうか。

半分冗談ですが、ある学生が「先生は勝負の前に何を食べますか」と聞いてきました。「トン

図20 食肉の栄養に関する今後の展開



カツかな」(私)、「じゃあ、その勝負に勝ったご褒美に何を食べますか」(学生)、「う〜ん、焼き肉だね」(私)、「この結果は、人間と同じですね」(学生)と言って笑っていました。私たちは慣習的に勝負の時は豚を食べて、ご褒美には牛肉を食べています。もしかすると、これは科学的に正しい行動なのかもしれません。

食肉摂取とモチベーションの向上とのかかわりを明らかにして、高齢者を含めて活動性の向上に貢献したいと思っています。

食肉の保健機能

次に、食肉の保健機能について見ていきましょう。

すべての食肉に共通してアミノ酸が豊富に含まれており、各アミノ酸が保健機能に関与しています。例えば、脳の機能維持にはトリプトファンがかかわっていますし、太りにくい体づくりにはロイシンがかかわっています。

畜種特異的には、牛肉にはカルニチンやヘム鉄が含まれています。豚肉にはビタミンB1が

豊富に含まれている特徴があります。さらに鶏肉には、最近注目されているカルノシン、アンセリンという抗酸化作用のある物質が多く含まれています。

● アミノ酸のさまざまな生体調節機能

私たちの体は20種類のアミノ酸から構成されています。その主要なものを表2(26ページ)にまとめました。

このうちのロイシン (Leu) はたんぱく質の合成を促進してくれます。トリプトファン (Trp) は脳機能の向上やうつ症状の改善作用があります。

●ロイシン

図 21は、ロイシンによるたんぱく質合成の誘導の仕組みを示しています。

必須アミノ酸の1つであるロイシンを摂取すると、遺伝子の転写調節因子に働きかけて、たんぱく質の合成が開始されます。

その一方で、たんぱく質分解にかかわるオートファゴソームの形成を阻害します。オートファゴソームというのは聞きなれない名称かもしれませんが、大隅良典先生のノーベル生理学・医学賞の受賞は、この部分の働きを解明したことによるものでした。

ロイシンは合成を促進させ、分解をブロックさせます。これにより骨格筋が大きくなります。さらにエネルギー代謝が大きくなって太り

表 2 アミノ酸の多様な生体調節機能

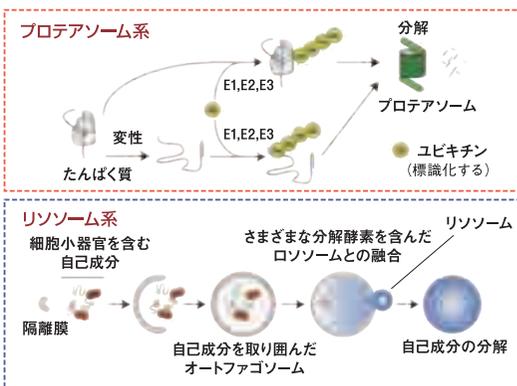
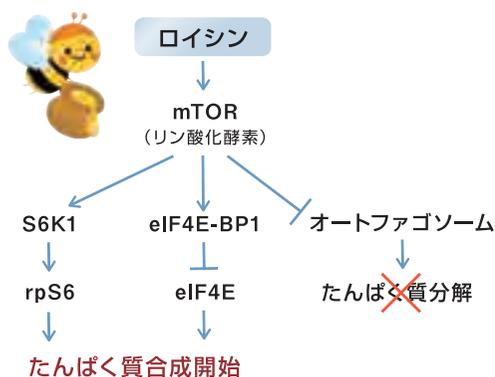
●たんぱく質を構成するアミノ酸にもさまざまな機能がある

アミノ酸	生体調節機能
Leu ロイシン	たんぱく質の合成促進。
Val バリン	運動時のエネルギー源。
Ile イソロイシン	分解抑制。肝機能の向上。
Lys リジン	成長促進。集中力を高める。肝機能の向上。
Met メチオニン	脂質代謝の改善。血中ヒスタミン濃度の低下。
Phe フェニルアラニン	脳機能の向上。うつ症状の改善。
Thr スレオニン	脂肪肝の予防。
Trp トリプトファン	脳機能の向上。うつ症状の改善。不眠症の改善。
His ヒスチジン	酸化ストレスの軽減。
Arg アルギニン	成長ホルモン分泌。血管拡張。高アンモニア血症治療。
Asp アスパラギン酸	肝機能改善。
Gln グルタミン	免疫能改善。肝障害抑制。アルコール代謝促進。
Gly グリシン	睡眠改善。

(食品機能性の科学, pp.415, 産業技術サービスセンター(2008))

にくくなり、ロコモティブシンドロームの予防が期待されます。

図 21 ロイシンによるたんぱく質合成の誘導



- 骨格筋を大きくすることにより、エネルギー代謝が大きくなり(太りにくく)、ロコモティブシンドロームの予防も期待できる。

●トリプトファン

トリプトファンとうつの関係を見る前に、まず国内における気分障害（うつ病、双極性障害など）の患者数を見ていただきたいと思います（図22）。

若いうちは発症するケースが非常に少ないですが、年を取るにつれて増加します。「やる気が起きない」、「気分が沈む」などで外に出るのが億劫になってしまい、ますます気分障害が悪化することが報告されています。

トリプトファンは、セロトニンという物質の前駆体になっています。

このセロトニンの不足が、うつ病を引き起こす要因の1つといわれています。

トリプトファンは食肉の中に多く含まれています。鶏のむね肉、牛のサーロイン、豚ロースは、それぞれ100gに250～280mg含まれています。従って、ほかの食材を食べるよりも、食肉を食べたほうが効率的にトリプトファンが摂取できます。これにより、セロトニンが不足している場合は合成され、うつ病の予防につながるようになります。

●ビタミンB1

このほか、食肉の特徴としてビタミンB1が多いことが挙げられます。このビタミンを特に多く含むのが豚肉です。ビタミンB1は、糖からエネルギーをつくるのに必要です（図23）。

私たちが食事から糖を摂取すると、糖はピルビン酸になった後にTCA回路（エネルギーを生み出す経路）の中に入りますが、その過程でビタミンB1が必要になります。糖がTCA回路

図22 国内における気分障害の患者数

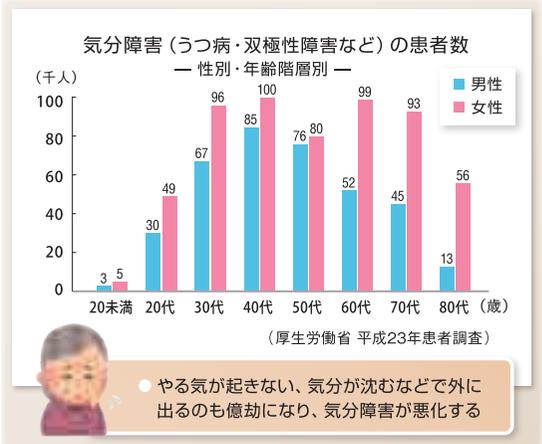
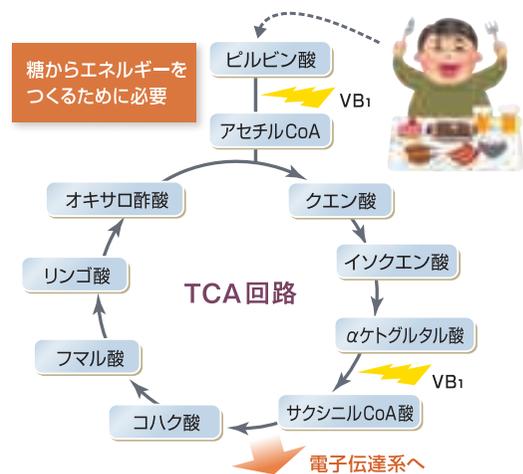


図23 ビタミンB1の重要性①



から電子伝達系にかけて形を変える中で、エネルギー通貨といわれるATPを多く産生します。

ビタミンB1が不足するとどうなるのでしょうか。私が若いころは、ビタミンB1が不足すると「脚気になる」、「膝反射がなくなる」といわれていましたが、現在はむしろ、ビタミンB1は神経系に関与するので、脳への影響が大きいことがよく知られるようになってきました。図24（28ページ）は、60歳前後の男性の脳のMRI画像です。

左側が脳を縦に切った場合、真ん中が断面図、右側は前からスライスしていった結果です。

a は正常な63歳男性の脳ですが、組織がしっかり詰まっているのが見てとれます。

b は、アルコール依存症の59歳男性の脳です。アルコール依存症も精神的な障害を与えるもので、正常な人と比較して真ん中の脳側室部分が大きく黒い影になっていて、頭蓋骨の周りにも黒い影が出ています。つまり、脳が萎縮しています。

c は、ビタミンB1欠乏症の63歳男性の脳です。アルコール依存症の人よりもひどい状態で脳が萎縮しているのが見てとれます。

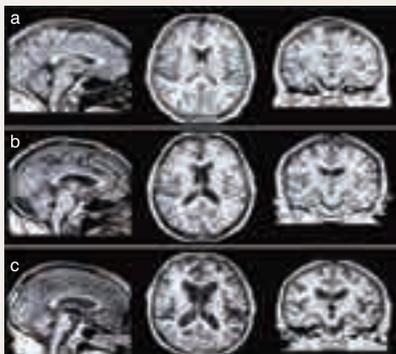
こういった状態になるのは、糖を代謝するのに必要なチアミンピロリン酸（活性型ビタミンB1）が不足することにより、ピルビン酸と乳酸が蓄積し、血液アシドーシス*1を引き起こすた

めだと考えられています。脳は、エネルギー源として糖だけを利用できます。しかし、過剰な糖質摂取によりビタミンB1が欠乏し、脳での糖代謝（エネルギー産生）が正常に行われなため、脳がエネルギー不足を生じて萎縮することが大きな問題になっています。

これは特に赤ちゃんで問題になります。高齢者は加齢により認知症が発症してくるので、脳の萎縮は、ある程度仕方ない面もあります。しかし、あまり知識がないお母さんが赤ちゃんにポカリスエットなどのアイソトニック*2飲料を水分補給のためにあげてしまうという例があります。アイソトニック飲料は糖分がたくさん入っているので、赤ちゃんは過剰量の糖をとってしまいます。発達が遅いので病院でMRIをとってもらったら、脳が萎縮していたという症例が10年ほど前に大変問題になっていました。

図 24 ビタミンB1の重要性②

もはや脚気だけではない…。
アルコール摂取とVB1欠乏による脳への影響



Zahr, Kaufman et al. 2011

- a. 正常な63歳男性の脳
- b. アルコール依存症の59歳男性の脳
- c. VB1欠乏症の63歳男性の脳

Thiamine (VB₁)
Thiamine diphosphate
(TPP; VB₁)

食品	含量 (100g 当たり)
豚ヒレ肉	0.96 mg
豚ロース	0.90 mg
鰻 (蒲焼)	0.70 mg
きなこ	0.76 mg
枝豆	0.24 mg
大根めか漬け	0.33 mg
牛ヒレ肉	0.11 mg
鶏もも肉	0.08 mg

補酵素であるチアミンピロリン酸が不足するとピルビン酸と乳酸が蓄積し、血液アシドーシスを引き起こす(疲労感の発生)。脳では、糖が利用できず、組織の変異が認められる。

* 1 アシドーシス：血液が酸性に傾くこと。正常な血液 pH の範囲を下回った場合に、吐き気、嘔吐などを引き起こす。

* 2 アイソトニック：ヒトの体液と同じ浸透圧の物質。

このように過剰な糖質摂取によるビタミンB1欠乏は脳の機能に重篤な影響を与えます。

そこで、効率的にビタミンB1がとれる食材を図24の右の表にまとめました。豚肉に入っている量が圧倒的に多いのがわかります。豚のヒレ肉を100g食べていただければ、女性は1日に必要な量が充足できます。

●カルニチン

カルニチンは牛肉にたくさん含まれている物質で、脂肪が燃焼してエネルギーをつくり出す時に重要な物質です。

私たちは、細胞中のミトコンドリア(ほとんどすべての真核生物の細胞中に存在する細胞小器官の1つ)でATPを産生してエネルギーにしています。例えば運動して、お腹にたまった脂肪からリパーゼを働かせて脂肪酸にしたところで、この脂肪酸がミトコンドリア中に入らないとATPは産生できません。脂肪酸がミトコンドリアを通る時に必要なのが、カルニチンという物質になります(図25)。

●ミオグロビン

お肉の鮮やかな赤い色は、ミオグロビンたんぱく質です(図26)。

豚ロースはミオグロビンが少なくて淡い色ですが、牛肉のロースだと濃い色になります。

このミオグロビンは中にヘム鉄を持っていますので、ミオグロビン含量が高いものほどヘム鉄が多いことになります。

図27は、遊離鉄とヘム鉄の吸収性の違いについて表したグラフです。

図25 カルニチンによる脂肪燃焼作用

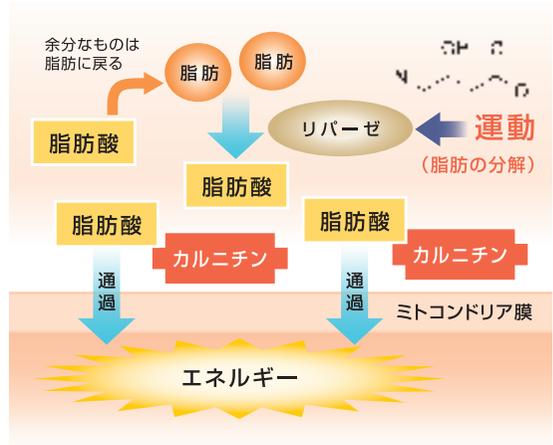


図26 食肉に含まれる鉄・ミオグロビン

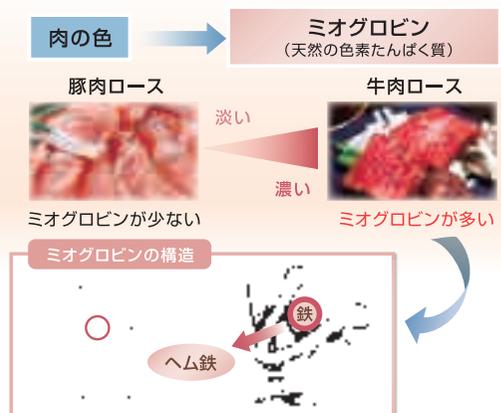
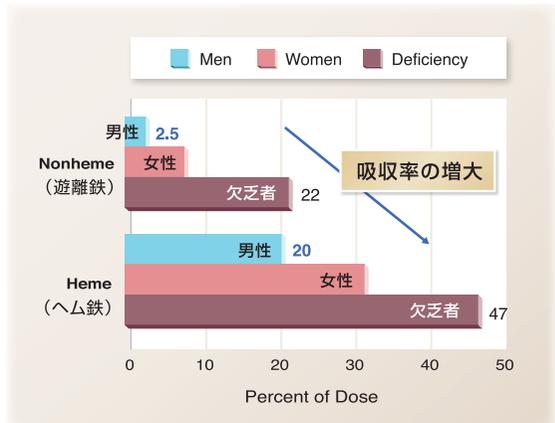


図27 遊離鉄とヘム鉄の吸収性の違い



(Cook, J.D., Am. J. Clin. Nutr. 51, 301 (1990))

例えば男性の場合、遊離鉄を摂取しても2.5%しか吸収されません。それに対してヘム鉄の場合は約10倍の20%くらいが吸収されます。特に欠乏者について見ますと、遊離鉄では22%しか吸収されませんが、ヘム鉄では摂取した鉄の約半分、約50%が吸収されます。

●カルノシン アンセリン

最近話題になっている機能性ペプチド(イミダゾールジペプチド)のカルノシン、アンセリンは、2015年、機能性表示食品として届け出がなされ、認知機能の改善作用が担保された製品として販売もされています。

このカルノシン、アンセリンを一番多く含むのが鶏肉です。鶏のむね肉はカルノシン、アンセリンの宝庫です(図28)。

では、カルノシン、アンセリンにはどんな機能があるのでしょうか。

1つが抗酸化作用で、他に運動機能を向上させる効果もあるといわれています。

図29は、カルノシンの摂取前と摂取後にお

ける運動の持続時間を比較したグラフです。

カルノシンを摂取した青い表示の群においては、800m走に相当するかなり激しい運動の持続時間が伸びました。このようにカルノシン、アンセリンを含む食材を摂取すると運動能力が向上することが明らかになりました。

●生理活性ペプチド

食肉から調製される生理活性ペプチドも、体の調子を整える作用を持っているものとして、20~30年前から研究されるようになってきました。食肉はたんぱく質が豊富ですが、それが分解されるとポリペプチドやペプチドになり、これが生理活性ホルモンのような働きを示します。

食肉から調製される生理活性ペプチドとしては、抗酸化ペプチドという体の中の酸化を抑えるペプチドや、血圧を下げるペプチド、またカルシウム吸収を促進させるペプチドなどがあります(図30)。

例えば抗酸化ペプチドには、ストレス性の胃潰瘍を抑制するペプチドがあります。ストレス

図28 各食材中のカルノシン・アンセリンの含量

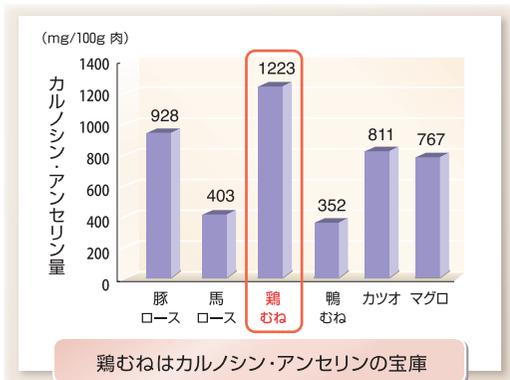
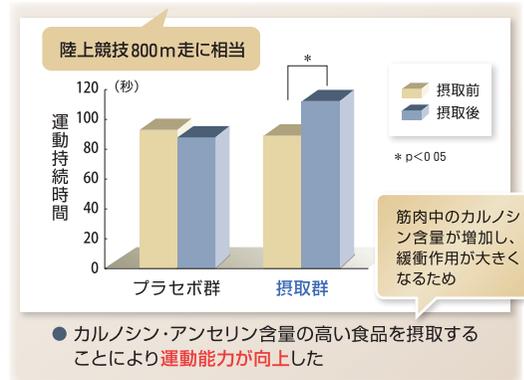


図29 カルノシン・アンセリン含量食品の摂取による高強度運動の持続性の向上



●カルノシン・アンセリン含量の高い食品を摂取することにより運動能力が向上した

(Maemuraらの文献より引用)

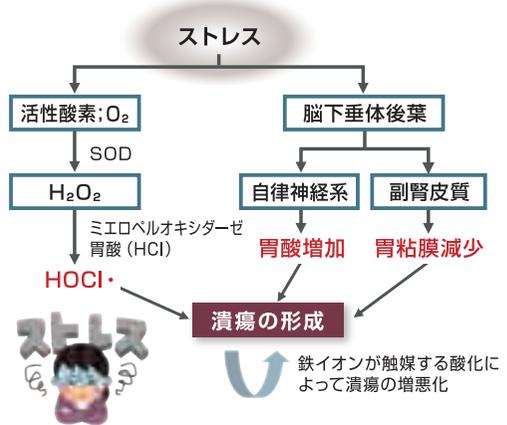
図 30 食肉から調整される生理活性ペプチド



- 抗酸化ペプチド
- 血圧上昇抑制ペプチド
- カルシウム吸収促進ペプチド
- 中性脂肪上昇抑制ペプチド
- 血中コレステロール低下ペプチド

食品用酵素製剤を用いて、食肉たんぱく質を加水分解し、生理活性ペプチドを調製する。

図 31 ストレス性胃潰瘍の発生機序



性の胃潰瘍は、図 31 に示すように、酸化が関与しています。

図 32 は、マウスに水浸拘束のストレスを与えて、胃の中の胃潰瘍の具合を調べた結果を示しています。

健康な胃の状態が図の左側の写真で、潰瘍が形成され出血しているのが右側の写真になります。食肉由来のペプチドを摂取しておくことで、出血の程度が (0) と (1) の間まで抑えられます。(2) のひどい状態になるストレスであっても、ペプチドを食べていると (0) と (1) の間くらい

になるという結果が示されています。

図 33 (32 ページ) は、鶏のエキスからとったペプチドを、血圧が自然に上がるラットに経口投与した実験結果を示しています。

△で示した無投与群に対し、●や□で示したエキス投与群では血圧の上昇が抑えられていることが見てとれます。

これにより、鶏エキスからとったペプチドから調製したペプチドには血圧を下げる効果があることがわかります。このペプチドは、コラーゲン由来であることが明らかにされています。

図 32 胃潰瘍を抑制する抗酸化ペプチド

● 7 週齢 (雄 SD ラット)
● 豚筋原線維たんぱく質加水分解物 (パパイン処理) 100 mg / rat

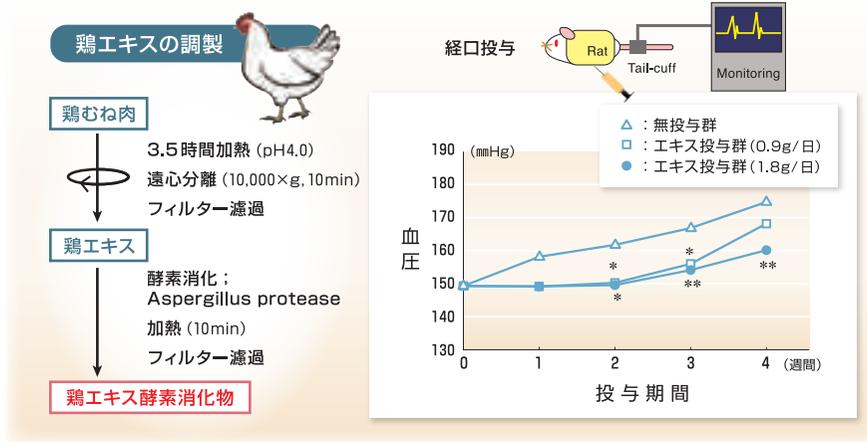
1 回目投与 → 1.5 時間 → 2 回目投与 → 1 時間 → 開腹・評価

水槽に浸漬 (ストレス負荷)



	生理的食塩水	ペプチド	
潰瘍形成度	1.889	0.667	p<0.01
出血斑長 (mm)	4.833	2.833	p<0.05 (n=9)

図33 鶏肉由来血圧上昇抑制ペプチド



●カルシウム

私たちの骨格筋細胞は、運動時にカルシウムが必要です。心臓は、常に動いていなければならない器官です。

そのためカルシウムを保持する能力の高いカルセケストリン (CSQ) というたんぱく質を多く含んでいます (図34)。

図のようにカルシウムとカルセケストリンが

イオン結合する状態になると、小腸からの吸収がよくなります。

図35のグラフは、豚の心筋から調製したペプチドを骨粗鬆症モデルのマウスに投与した結果を示しています。大腿骨の骨重量が有意に上がったことがわかります。

なお、この図は女子栄養大学の西村敏英先生からご提供いただきました。

図34 カルシウム吸収促進作用

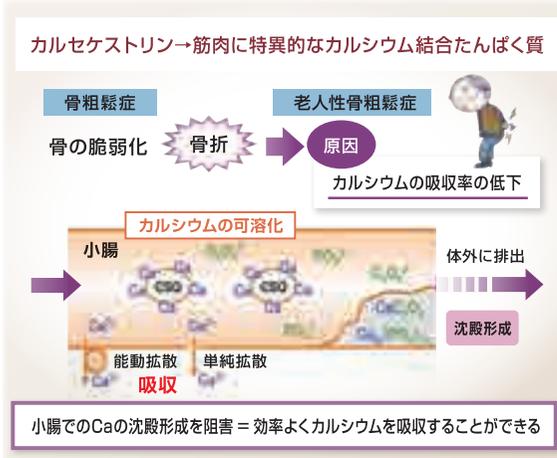
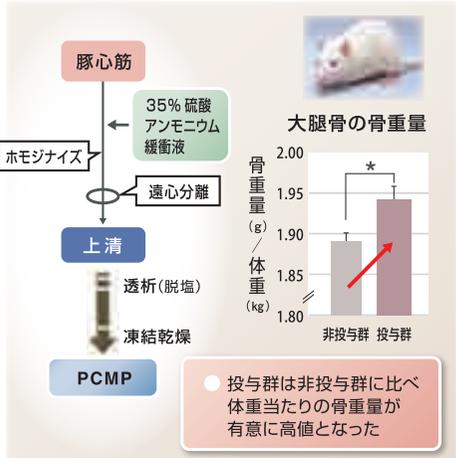


図35 カルシウム吸収促進作用 (骨粗鬆症予防)



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>
令和3年度 国産食肉等新需要創出緊急対策事業
後援／alic 独立行政法人 農畜産業振興機構
制作／株式会社 エディターハウス