

# The Mukogawa Journal of Nutrition Science Research

Mukogawa  
Women's University

Research Institute for Nutrition Sciences  
Mukogawa Women's University  
**The Mukogawa Journal of  
Nutrition Science Research**  
Vol.5 2016

栄養科学研究

Research Institute for  
Nutrition Sciences  
Vol.5 2016



武庫川女子大学栄養科学研究所

武庫川女子大学栄養科学研究所



# 目 次

## 【総論】

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| ナタマメを用いた健康寿命延伸を支援する食品開発における基盤的研究<br>..... | 有井 康弘 1 |
|-------------------------------------------|---------|

## 【原著】

|                                                   |         |
|---------------------------------------------------|---------|
| 地域在住女性高齢者における腎機能と内皮型一酸化窒素合成酵素遺伝子一塩基多型の関連<br>..... | 岡田 董 11 |
|---------------------------------------------------|---------|

## 第4回栄養科学研究所公開シンポジウム講演

### トピックス

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| 冷凍方法の違いによる冷凍アサリの品質について ..... | 橋本多美子 19 |
| 低アレルギー化ボーロを用いた経口免疫療法 .....   | 高橋 享子 27 |
| 超高齢化社会に向けてクリニック部門の取り組み ..... | 鞍田 三貴 35 |
| 咬合力アップ運動の継続効果について .....      | 前田佳予子 39 |

### 地域活動紹介

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| 「栄養科学研究所 栄養・運動体力測定会」報告 ..... | 大滝 直人 51 |
|------------------------------|----------|

## 投稿規定

## 総 説

# ナタマメを用いた健康寿命延伸を支援する食品開発における基盤的研究

有井 康博<sup>1), 2), 3)</sup> 西澤 果穂<sup>1)</sup>

Key Words：カナバリン、サルコペニア、植物性タンパク質、ナタマメ、ロイシン

## 要 旨

動物性タンパク質の過剰摂取が様々な疾患の原因になる可能性が示唆される一方で、植物性タンパク質の摂取が疾患の予防に役立つという科学的データが示され始めた。植物性タンパク質の主要な供給源は大豆および小麦であるが、これらのタンパク質もその消費に様々な問題を抱えており、植物性タンパク質の供給源には多様性が必要である。植物性タンパク質を豊富に含む食材は他にも多数あるが、加工特性に関する科学的情報が乏しい、あるいは生産性が低いものが多く、実用的ではない。そこで、著者らは生産性が高い植物由来のタンパク質の加工特性に関する科学的情報を蓄積したいと考え、研究を進めている。このような着眼点の取り組みはあまり実施されておらず、本総説では著者らのナタマメに関する最近の研究を中心に、ナタマメの特徴、ナタマメ主要タンパク質であるカナバリンの特徴、カナバリンがもつ健康寿命の延伸に関する可能性について紹介する。

## Abstract

It has been recently reported that the excess consumption of animal proteins causes various diseases. In contrast, it has been reported that the consumption of plant proteins is helpful to prevent the diseases. Plant protein is mainly supplied from soybean and wheat. However, soybean protein and wheat protein have various problems for the consumption. We therefore promote our studies to produce diversity in the supply source of plant proteins. The approach is very unique. In this review, we introduced the characteristics of sword bean, the structural and physicochemical properties of canavalin and the potential of canavalin to extend healthy life expectancy, which are mainly quoted from our recent research.

<sup>1)</sup> 武庫川女子大学生生活環境学部食物栄養学科

<sup>2)</sup> 武庫川女子大学栄養科学研究所食品栄養部門

<sup>3)</sup> 武庫川女子大学短期大学部食生活学科

責任著者：有井 康博

住所：〒663-8558 兵庫県西宮市池開町6-46

Tel.&Fax：+81-798-45-3713

E-mail：arii@mukogawa-u.ac.jp

## 1. 緒 言

動物性食品はタンパク質の主要な供給源とされるが、近年では動物性タンパク質の摂取が様々な疾患を引き起こす可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。一方で、植物性タンパク質の摂取が疾患の予防に役立つという科学的なデータが示され始め<sup>1-6)</sup>、疾患の予防や予後の回復に積極的に植物性タンパク質を摂取する試みが増えている。

現状、植物性タンパク質の供給源は、その加工特性や生産性が高い、大豆や小麦に頼っている。ところが、これらの植物性タンパク質が原因の疾患も見つかっており、近い将来には植物性タンパク質の供給源に多様性が必要となるだろう。植物性タンパク質を豊富に含む食材は大豆や小麦以外にも存在するが、加工特性に関する科学的情報が乏しく、生産性が低いものも多い。著者らは食品科学的観点から、植物性タンパク質の供給源を探るために、様々な植物性タンパク質の加工特性について科学的情報を蓄積したいと考えており、その導入として雑豆の一つであるナタマメについて解析し始めた<sup>7,8)</sup>。

上述のような観点から植物性タンパク質にアプローチする研究はあまり見られず、本総説では著者らの研究を中心に述べることとなる。著者らがナタマメを研究する過程で明らかとした、ナタマメタンパク質の特性、その中でも興味深いタンパク質としてクローズアップされたカナバリンの物理化学的特性<sup>7,8)</sup>を報告すると共に、研究過程において見えてきたカナバリンがもつ健康寿命の延伸に関する可能性<sup>7)</sup>を紹介する。

## 2. ナタマメ

ナタマメ (*Canavalia gladiata*) は *Canavalia* 属に分類される雑豆で英語名を sword bean という。 *Canavalia* 属は汎熱帯地域に見られる約60種からなる蔕性の豆属で広範囲の地域に分布する<sup>9)</sup>。亜種には *Canavalia*、*Catodonia*、*Maunaloa* および *Wenderothia* の4亜種が

ある<sup>9)</sup>。しかしながら、広範囲に及ぶ生息もあり、その分類分けは困難となっていた。最近、Snak *et al.* が ETS、ITS、*trnK/matK* を対象に分子系統解析を行い、遺伝的に系統が整理されつつあるが、いくつかの問題が残されている<sup>10)</sup>。例えば、ナタマメの近種で毒性が高いといわれるタチナタマメ (*Canavalia ensiformis*) という豆があり、英語名を jack bean という。イギリスの童話である「ジャックと豆の木」のモデルになった豆である。ナタマメとタチナタマメを見た目で見分けるのは専門家でも難しいほど似ている。学術的な分類に混乱を来していることから予想される様に食品業界においても sword bean を jack bean と表記して販売をしている業者が見られる。食品偽装ではないかもしれないが、販売において jack bean と表記し、消費意欲を湧かせることが目的であり、正しい表記をすることが望まれる。このように研究分野としても未成熟であり、食品素材としての観点からも様々な交通整理が必要なマメであることはご理解いただけたらう。

ナタマメには2種類の変種がある。赤みがかった種子をもつ赤ナタマメ (*C. gladiata* var. *gladiata*) と白い種子をもつ白ナタマメ (*C. gladiata* var. *alba*) である。著者らは赤ナタマメと白ナタマメの比較研究も行なっているが、今回の主役は白ナタマメである。研究に使用した白ナタマメは兵庫県産と奈良県産であるが、現在は安価な奈良県産に統一している(兵庫県産は奈良県産に比べて5倍の値段である)。

白ナタマメはその蔓が数mに伸び、約30 cmの鞘の中に乾燥豆にして長軸が約2.8 cm (図1A) の成熟豆が数個程度実る<sup>7)</sup>。そのタンパク質含量は乾燥豆100 g 当り27.5 g という報告があり<sup>11)</sup>、大豆(35.3 g /100 g 乾燥豆)<sup>12)</sup>に比べると劣るが、タンパク質供給源としては十分である。ナタマメはアフリカ、アジア、オーストラレーシア、カリブ海諸島、中央アメリカ、インド、インド洋諸島、北アメリカ、

表1 ナタマメとダイズの成分比較

|                         | Moisture (%) | Protein (%) | Lipid (%) | Carbohydrate (%) | Fiber (%) | Energy (kcal) |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------|------------------|-----------|---------------|
| Sword bean <sup>a</sup> | 7.6          | 27.5        | 5.6       | 61.2             | 2.1       | 405           |
| Jack bean <sup>a</sup>  | 6.8          | 30.6        | 5.8       | 53.9             | 5.1       | 390           |
| Soybean <sup>b</sup>    | 12.5         | 35.3        | 19.0      | 28.2             | 17.1      | 417           |

a 文献11から引用し、一部改変。

b 文献12から引用した。

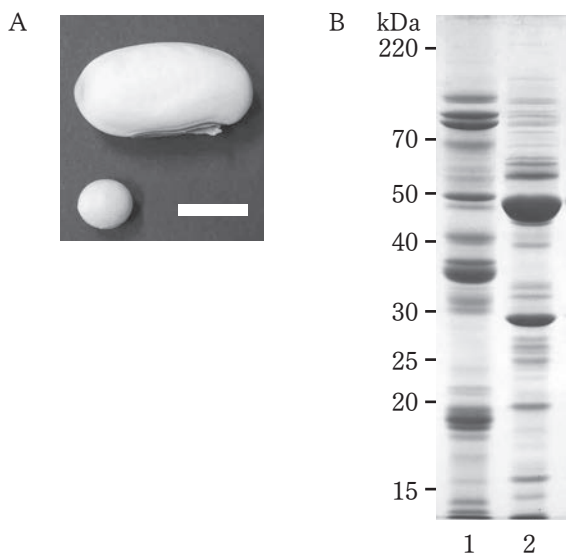


図1 白ナタマメと大豆の比較  
(A) 白ナタマメと大豆の外観を比較。白棒は1 cmを示す。(B) 大豆(レーン1)と白ナタマメ(レーン2)由来の抽出タンパク質のSDS-PAGEパターンを比較。文献7より引用し、一部改変。

太平洋諸島、南アメリカに植生し<sup>13)</sup>、アジア圏では伝統的に食され<sup>14,15)</sup>、南西アメリカ、メキシコおよび中央アメリカの国々でも古代より食されている<sup>16)</sup>。最近、日本ではお茶として飲用されているが、商品化されたものに関しては種子に加えて鞘も含まれている。農業生産の面においても、単位面積当りの収穫量は大豆に匹敵し<sup>14)</sup>、病害にも強い<sup>17)</sup>ため、食料供給源として十分な役割を果たす可能性を秘めている。著者らもタキイのタネで種を購入し家庭菜園で育ててみたが、発芽にコツが必要である以外は簡単に育てることができ、窓際に植生させることで夏の暑い日差しを避けることもできる。

### 3. ナタメタンパク質の加熱特性と塩添加による沈殿形成

ナタメタンパク質の物理化学的特性については、これまでにほとんど明らかになっていない。江戸時代にナタメは大豆よりも食されていたという記述が残っているが、大豆の高い加工特性に押されてしまい、成熟豆は現在ではほとんど食されなくなってしまった。大豆への注目度の高さは周知のことであるが、ナタメにおいては食品利用する試みがなく、そのために食品加工に必要な科学的データが不足し、食品素材として注目されなくなっている。

著者らは食品素材としてナタメを利用することを目的に、ナタメタンパク質の物理化学的特性を

明らかにすることを試みた<sup>7)</sup>。従来の生化学的な研究を実施するために用いられてきたナタメタンパク質の抽出方法は、有機溶媒による脱脂や大量の塩添加などの操作を含んでおり、従来の方法で調製されたタンパク質の食品への利用は好ましくない。そこで、著者らは水のみを用いた新規抽出法を確立した<sup>7)</sup>。本抽出法においては、乾燥豆を直接粉碎するのではなく、大量の水で浸漬豊潤させた後に磨砕し、ナタメタンパク質の抽出を試みた。大豆タンパク質の電気泳動パターンとは大きく異なるが、ナタメ主要タンパク質である、カナバリン(約49 kDa)とコンカナバリンA(約29 kDa)が抽出される<sup>7)</sup>のが分かる(図1B)。尚、カナバニンという名前の似た毒性を有する $\alpha$ -アミノ酸がナタメに含まれており<sup>18)</sup>、カナバリンと間違ふことがあるので記しておく。

ナタメタンパク質を食品に利用するために、抽出液中のタンパク質について加熱特性と塩添加による沈殿形成を明らかにした<sup>7)</sup>。この抽出液を90°C以上で加熱すると、ほとんどのタンパク質がカッテージチーズのような外観を示す沈殿物となることが分かった<sup>7)</sup>。この現象は、煮沸により体に有害な生理活性を有すタンパク質が失活する可能性を意味する。また、興味深いことに、ナタメ抽出液に塩化マグネシウムを添加すると、カナバリンのみが沈殿する<sup>7)</sup>(図2)。その他のタンパク質にはほとんど影

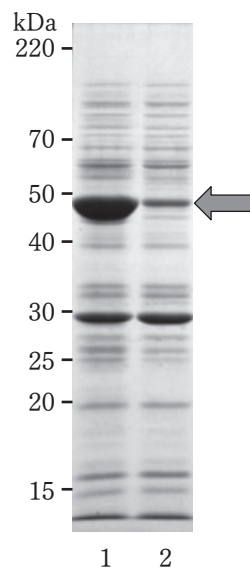


図2 塩化マグネシウム添加によるナタメ抽出タンパク質への影響  
ナタメ抽出液に水(レーン1)あるいは最終濃度20 mMで塩化マグネシウム(レーン2)を加えた。矢印はカナバリンを示す。文献7より引用し、一部改変。



|                                                                                     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| CG: M A F S A R F P L W L L L G V V L L A S V S A S F A H S G H S G G E A E D E S E | 10  | 20  | 30  | 40  |
| CE: M A F S A R F P L W L L L G V V L L A S V S A S F A H S G H S G G E A E D E S E |     |     |     |     |
| シグナル配列                                                                              |     |     |     |     |
| CG: E S R A Q N N P Y L F R S N K F L T L F K N Q H G S L R L L Q R F N E D T E K L | 50  | 60  | 70  | 80  |
| CE: E S R A Q N N P Y L F R S N K F L T L F K N Q H G S L R L L Q R F N E D T E K L |     |     |     |     |
| CG: E N L R D Y R V L E Y C S K P N T L L L P H H S D S D L L V L V L E G Q A I L V | 90  | 100 | 110 | 120 |
| CE: E N L R D Y R V L E Y C S K P N T L L L P H H S D S D L L V L V L E G Q A I L V |     |     |     |     |
| CG: L V N P D G R D T Y K L D Q G D A I K I Q A G T P F Y L I N P D N N Q N L R I L | 130 | 140 | 150 | 160 |
| CE: L V N P D G R D T Y K L D Q G D A I K I Q A G T P F Y L I N P D N N Q N L R I L |     |     |     |     |
| CG: K F A I T F R R P G T V E D F F L S S T K R L P S Y L S A F S K N F L E A S Y D | 170 | 180 | 190 | 200 |
| CE: K F A I T F R R P G T V E D F F L S S T K R L P S Y L S A F S K N F L E A S Y D |     |     |     |     |
| CG: S P Y D E I E Q T L L Q E E Q E G V I V K M P K D Q I Q E I S K H A Q S S S R K | 210 | 220 | 230 | 240 |
| CE: S P Y D E I E Q T L L Q E E Q E G V I V K M P K D Q I Q E I S K H A Q S S S R K |     |     |     |     |
| CG: T L S S Q D K P F N L R S R D P I Y S N N Y G K L Y E I T P E K N S Q L R D L D | 250 | 260 | 270 | 280 |
| CE: T L S S Q D K P F N L R S R D P I Y S N N Y G K L Y E I T P E K N S Q L R D L D |     |     |     |     |
| CG: I L L N C L Q M N E G A L F V P H Y N S R A T V I L V A N E G R A E V E L V G L | 290 | 300 | 310 | 320 |
| CE: I L L N C L Q M N E G A L F V P H Y N S R A T V I L V A N E G R A E V E L V G L |     |     |     |     |
| CG: E Q Q Q Q Q G L E S M Q L R R Y A A T L S E G D I L V I P S S F P V A L K A A S | 330 | 340 | 350 | 360 |
| CE: E Q Q Q Q Q G L E S M Q L R R Y A A T L S E G D I I V I P S S F P V A L K A A S |     |     |     |     |
| CG: D L N M V G I G V N A E N N E R N F L A G N K E N V I R Q I P R Q V S D L T F P | 370 | 380 | 390 | 400 |
| CE: D L N M V G I G V N A E N N E R N F L A G H K E N V I R Q I P R Q V S D L T F P |     |     |     |     |
| CG: G S G E E V E E L L E N Q K E S Y F V D G Q P R H I D A G G K A R R A H L P N L | 410 | 420 | 430 | 440 |
| CE: G S G E E V E E L L E N Q K E S Y F V D G Q P R H I D A G G K A R R A H L P N L |     |     |     |     |
| CG: F R T F Y                                                                       |     |     |     |     |
| CE: F R T F Y                                                                       |     |     |     |     |

図3 ナタマメとタチナタマメのカナバリンの一次構造比較

ナタマメ (CG) とタチナタマメ (CE) のカナバリンの一次構造は各々accession numberがCAA33172とCAA42075を元に比較した。黒塗りは異なるアミノ酸配列を示す。白四角はシグナル配列を示す。

響がなく、期待した豆腐の様な沈殿が生じることはなかったが、この特異性によって著者らのカナバリンへの注目度が高くなった。それが、カナバリンを用いた健康寿命の延伸という期待へと繋がるのだが、詳細は後ほど述べる。まずは、主役のカナバリンを紹介する。

#### 4. カナバリン

カナバリンは初期に生理機能が不明な貯蔵タンパク質と分類されたこともあり、早々に研究対象から

外れてしまい、その科学情報は非常に乏しい。ナタマメの近種であるタチナタマメで初めて単離された<sup>19)</sup>。タチナタマメ由来のカナバリンの一次構造はcDNA配列から決定された<sup>20,21)</sup>。同じ頃、ナタマメ由来のカナバリンの一次構造もcDNA配列から決定された<sup>22,23)</sup>。その一次構造からビシリン型あるいは7Sグロブリンに分類される<sup>24)</sup>。両カナバリンの配列からN-末端領域のシグナル配列を除いた419残基のうち2残基のみが異なる配列となる(図3)。その一次構造の非常に高い相同性から両タンパク質は

同様な機能、構造および性質を持つと考えられる。ナタマメのカナバリンの結晶構造は報告されていないが、タチナタマメのカナバリンの結晶構造はホモ三量体を形成し<sup>25-29)</sup>、大豆の $\beta$ -コングリシニンの結晶構造<sup>30)</sup>と非常に似た構造を示す(図4)。食品科学的には、大豆 $\beta$ -コングリシニンが二価金属塩の添加により豆腐沈殿を形成するという重要な役割を演じることが知られている。この性質に関しては上述の様に、カナバリンも同様な性質を示す<sup>7)</sup>。両タンパク質の高次構造が高い類似性を示すことから、二価金属塩の添加による沈殿形成と高次構造に関連性が推察されるが、高次構造の類似性が高い他のタンパク質において同様な現象が報告されておらず、現時点では推論の域を脱しない。また、次に述べるように、二価金属塩濃度によってカナバリンの可溶性が制御されることが分かっているが、 $\beta$ -コングリシニンには本性質は観られない。

## 5. 二価金属塩濃度によるカナバリンの可溶性の制御

大豆 $\beta$ -コングリシニンには観られない性質として、カナバリンの可溶性は塩化マグネシウム濃度によって制御される<sup>8)</sup>(図5A)。すなわち、15 mM以下では濃度依存的に沈殿が増加する傾向があり、15 mM以上においては濃度依存的に沈殿が減少する。一方、塩化ナトリウム存在下ではカナバリンは沈殿しない<sup>8)</sup>(図5B)。加えて、塩化カルシウム濃度は、塩化マグネシウム濃度と同様にカナバリンの可溶性を制御する<sup>8)</sup>(図6)。塩化カルシウムの場合、10 mMを境に濃度依存的な可溶性の傾向が変化する。次に、図6の結果をもとに、沈殿を引き起こす低濃度で二価金属塩を加えて沈殿を形成させた後に、水あるいは可溶化する高濃度の二価金属塩で懸濁したところ、水には溶解せず、高濃度な二価金属塩溶液には溶解した<sup>8)</sup>(図7)。また、高濃度な二価金属塩溶液で可溶化したカナバリン溶液を、沈殿

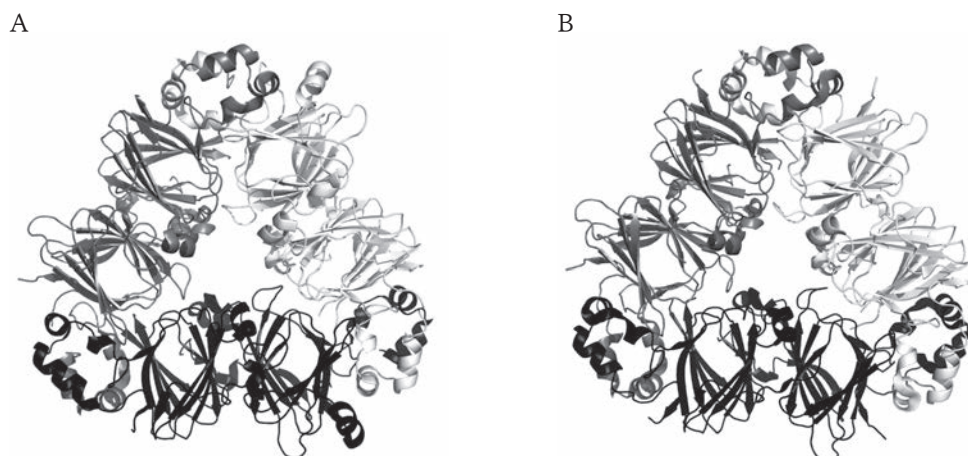


図4 カナバリンと $\beta$ -コングリシニンの結晶構造  
カナバリン(A)と $\beta$ -コングリシニン(B)の結晶構造は各々PDBIDが1ipjと2cavを使用し、pymolで描いた。白、灰色、黒色のリボン異なるサブユニットを示す。

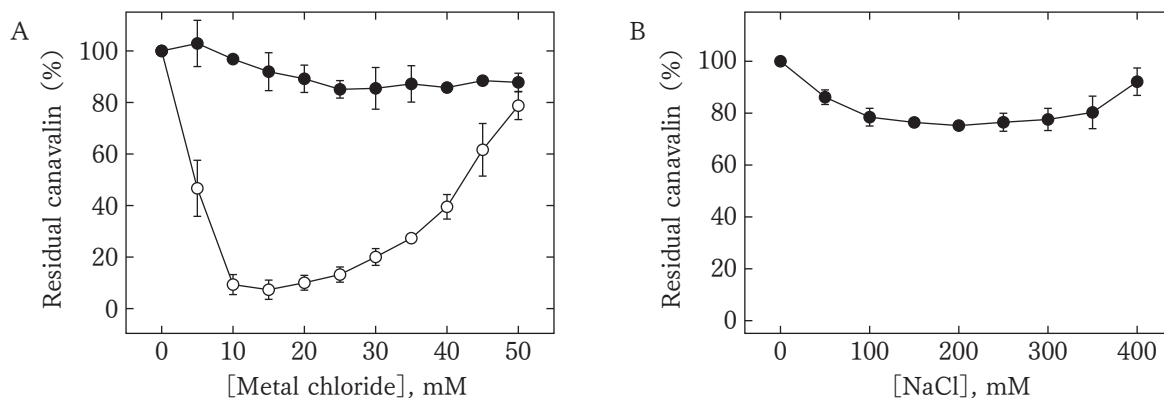


図5 金属塩濃度によるカナバリンの可溶性変化  
塩濃度が0-50 mM(A)および0-400 mM(B)になるように添加した。黒丸は塩化ナトリウム、白丸は塩化マグネシウムを示す。文献8より引用し、一部改変。

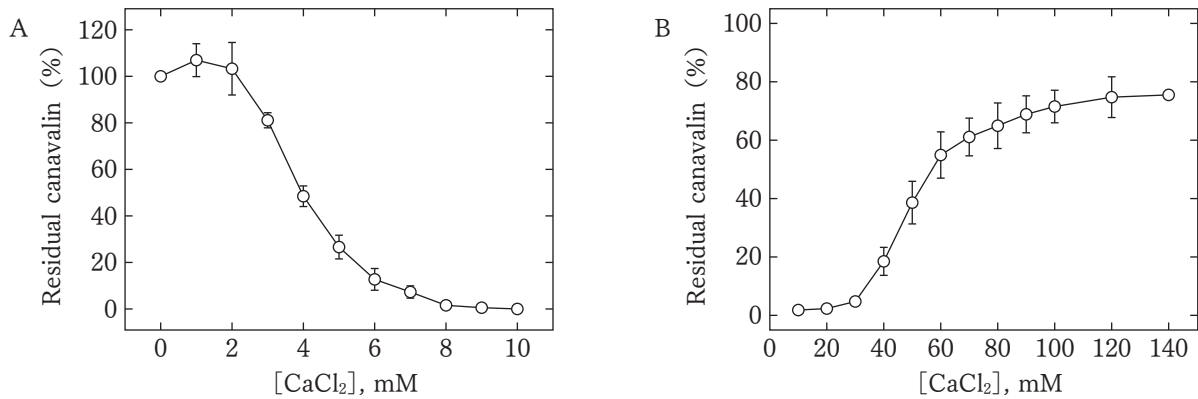


図6 塩化カルシウム濃度によるカナバリンの可溶性変化

塩化カルシウム濃度を0-10 mMまで1 mMごとに (A)、10-140 mMまで10 mMごと (B) に変化させた。文献8より引用し、一部改変。

を引き起こす濃度まで希釈すると、カナバリンの沈殿が生じる<sup>8)</sup>(図7)。これらの現象は、カナバリンの可溶性変化が二価金属塩濃度に依存して可逆的に起こる<sup>8)</sup>ことを示す。二価金属塩濃度によるカナバリンの可溶性制御をまとめると、図8の反応スキームとなる。このような二価金属塩濃度による可溶性制御はカナバリン以外で報告されておらず、その分子機構について、著者らは現在も解析中である。

図7に示された二価金属塩濃度による可溶性制御を利用して、著者らはカナバリンを簡易に大量に精製することを可能にした。このことから、カナバリンを用いた新規な機能性食品の開発の可能性を探り、興味深い利用法を見出したので、次に紹介する。

## 6. カナバリンを用いた健康寿命を延伸する食品開発への期待

サルコペニアの予防および改善にはロイシンの摂取と運動の組み合わせが効果的である<sup>31)</sup>。カナバリンは419残基のアミノ酸からなるが、そのうち93残基が分岐鎖アミノ酸で、52残基がロイシンである(図9)。これは、カナバリン100 g中に14.3 gのロイシンを含むことになる<sup>8)</sup>。ロイシン含量が多いタンパク質として、乳清タンパク質が注目されているが、その含量はタンパク質100 g中に約9.5 gである<sup>32,33)</sup>。これらのことから、カナバリンは乳清タンパク質の1.5倍のロイシンを含むことになる。加えて、乳清タンパク質のような動物性タンパク質の過剰な摂取が発がんリスクを上げることも分かっている

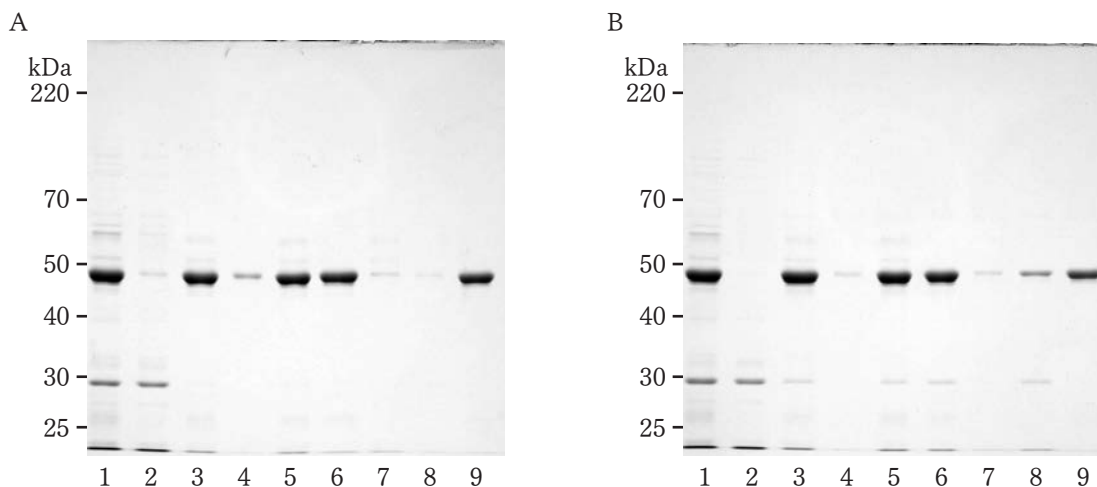


図7 不溶化したカナバリンの可溶性変化

塩化マグネシウム (A) あるいは塩化カルシウム (B) がナタマメ抽出液に15 mMあるいは10 mMで添加された。コントロールとして、塩の代わりに蒸留水を添加した (レーン1)。塩を添加後に遠心し、上清 (レーン2) と沈殿 (レーン3) に分けられた。沈殿が蒸留水に懸濁され、遠心で上清 (レーン4) と沈殿 (レーン5) に分けられた。また、沈殿が60 mM塩化マグネシウムあるいは200 mM塩化カルシウムに懸濁され、遠心で上清 (レーン6) と沈殿 (レーン7) に分けられた。上清 (レーン1) は4倍 (A) あるいは20倍 (B) に希釈され、遠心で上清 (レーン8) と沈殿 (レーン9) に分けられた。文献8より引用し、一部改変。



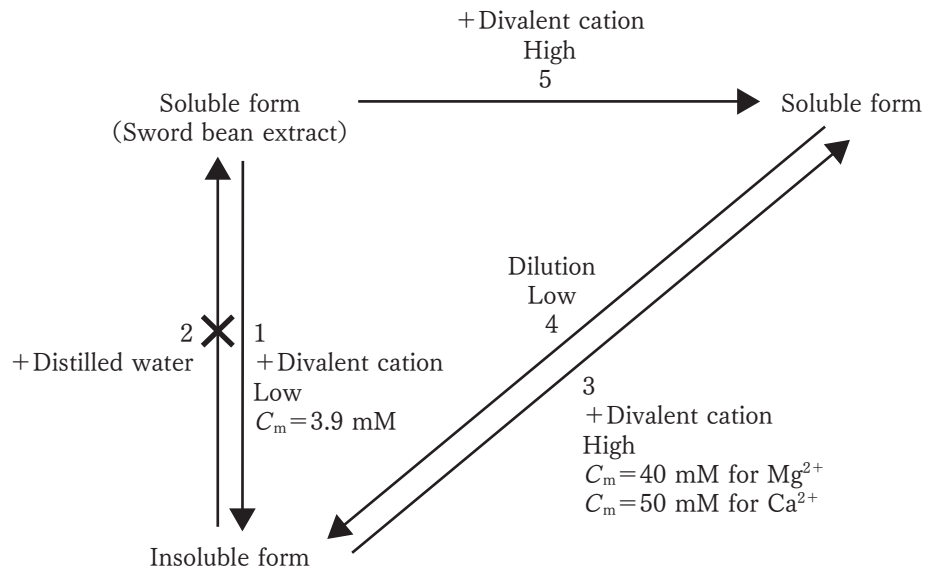


図8 カナバリンの可溶性の反応スキーム

矢印は二価陽イオン濃度の変化を示す。×印は反応が進まないことを意味する。“Low”は15 mMマグネシウムイオンあるいは10 mMカルシウムイオンを示す。“High”は60 mMマグネシウムイオンあるいは200 mMカルシウムイオンを示す。 $C_m$ は各反応の中点濃度を示す。文献8より引用。

る<sup>34)</sup>。また、動物性タンパク質の摂取を制限し、植物性タンパク質を積極的に摂取することで、発がんリスクの低下<sup>2-5)</sup>、脳卒中リスクの低下、および認知症の予防に効果がある<sup>6)</sup>と報告されている。これらのことから、著者らはナタマメ由来のカナバリンの積極的な摂取が、より安全で安心に高齢者の健康寿命を延伸する可能性がある食品の開発に有用であると期待している。カナバリンに関する研究は1900年ごろから実施されているが、消化性や吸収性に関する詳細な報告については皆無である。高齢者の健康寿命を延伸する目的でカナバリンを利用するためには、カナバリンの消化性や吸収性について詳細に調べる必要があるだろう。また、二価金属塩によってカナバリンの可溶性が変化することから二価金属塩による構造的な変化が予測され、その消化性にも変化が生じると推察しているが、こちらも今後の課題としたい。

#### 謝辞

著者らの研究内容については、公益財団法人飯島藤十郎記念食品科学振興財団平成26年度学術助成により支援を受けることで実施することができた。また、武庫川女子大学生生活環境学部食物栄養学科食品科学研究室に所属した学生であった酒井綾氏のご協力の上に成り立った。カナバリンの同定については、京都大学大学院農学研究科の谷史人教授ならびに榊田哲哉助教にお手伝いいただいた。研究を実施する上で、武庫川女子大学の升井洋至教授、神戸松蔭女子学院大学の竹中康之教授に重要なアドバイスをいただいた。ここにお礼申し上げる。

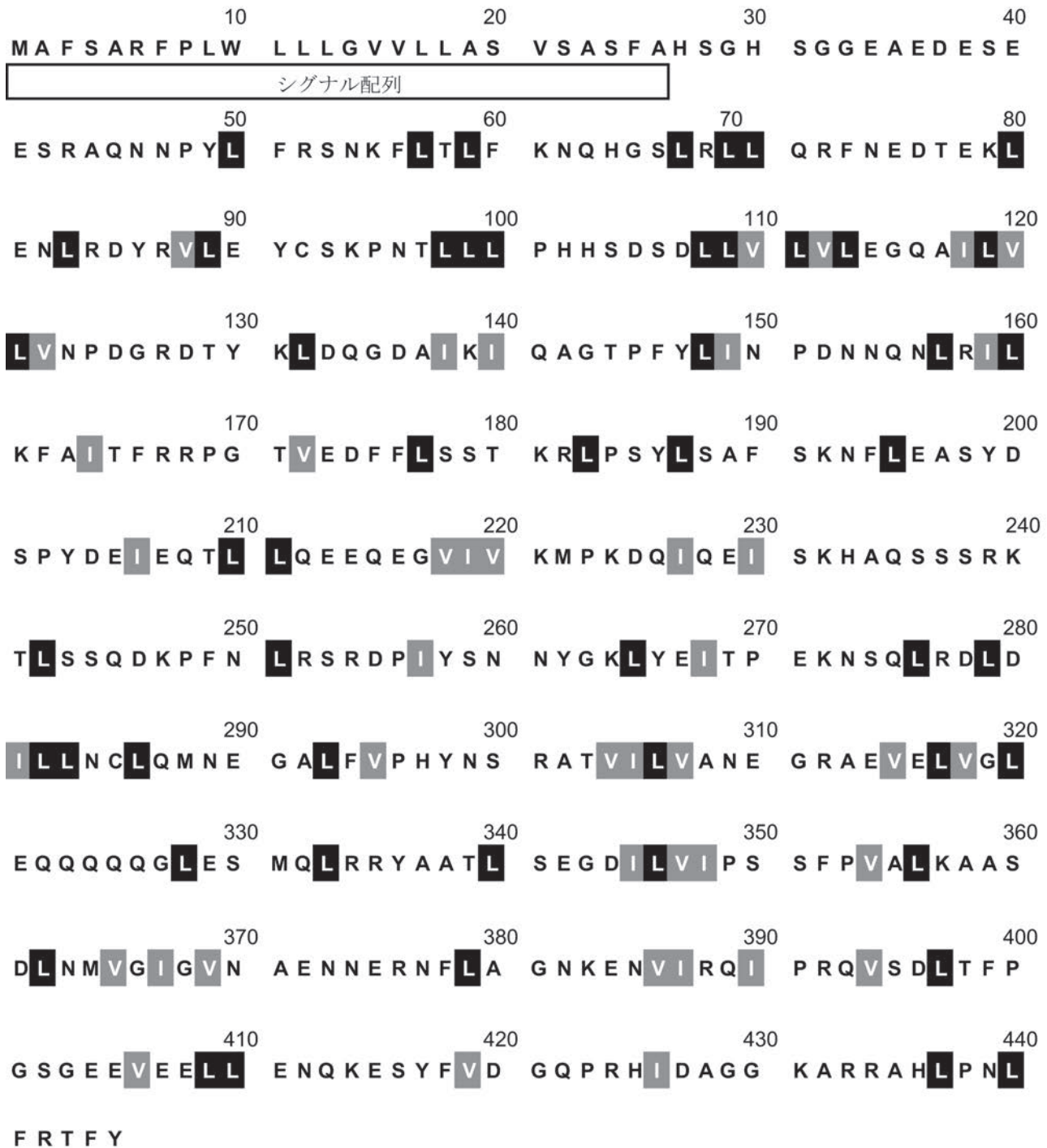


図9 カナバリンの分岐鎖アミノ酸

ナタマメのカナバリンの一次構造はaccession number がCAA33172を使用した。白抜き文字は分岐鎖アミノ酸を示す。黒塗りはロイシン、灰塗りはバリンとイソロイシンを示す。白四角はシグナル配列を示す。

参考文献

- 1) Cambell, TC and Cambell, TM: 松田麻美子訳: 葬られた「第二のマクガバン報告」上巻「動物性タンパク質神話」の崩壊とチャイナプロジェクト, グスコ出版, 2009年12月25日発刊
- 2) Hakkak, R, Korourian, S, Shelnutt, SR, et al.: Diets containing whey proteins or soy protein isolate protect against 7,12-dimethylbenz (a) anthracene-induced mammary tumors in female rats: Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev., 9, 113-117, 2000.
- 3) Hakkak, R, Korourian, S, Ronis, MJ et al.: Soy protein isolate consumption protects against azoxymethane-induced colon tumors in male rats: Cancer Lett., 166, 27-32, 2001.
- 4) Badger, TM, Ronis, MS, Simmen, RC, et al.: Soy protein isolate and protection against cancer: J. Am. Coll. Nutri., 24, 146S-149S, 2005.
- 5) Xiao, R, Badger, TM, and Simmen, FA: Dietary exposure to soy or whey proteins alters colonic global gene expression profiles during rat colon tumorigenesis: Mol. Cancer, 288, C747-C756, 2005.
- 6) 二宮利治: 食事と脳卒中および認知症の関係: 久山町研究: 日本農芸化学会創立100周年に向けたシンポジウム 第1回「食、腸内細菌、健康」講演要旨集, pp. 10-11, 2016.
- 7) Nishizawa, K, Masuda, T, Takenaka, Y, et al.: Precipitation of sword bean proteins by heating and addition of magnesium chloride in a crude extract: Biosci. Biotechnol. Biochem., 80, 1623-1631, 2016.
- 8) Nishizawa, K and Arai, Y: Reversible changes of canavalin solubility controlled by divalent cation concentration in crude sword bean extract: Biosci. Biotechnol. Biochem., 80, 2459-2466, 2016.
- 9) Sauer, J: Revision of *Canavalia*: Brittonia, 16, 106-181, 1964.
- 10) Snak, C, Vatanparast, M, Silva, C, et al.: A dated phylogeny of the papilionoid legume genus *Canavalia* reveals recent diversification by a pantropical liana lineage: Mol. Phylogenet. Evol., 98, 133-146, 2016.
- 11) Rajaram, N and Janardhanan, K: Nutritional and chemical evaluation of raw seeds of *Canavalia gladiata* (Jacq) DC. and *C. ensiformis* DC: The underutilized food and fodder crops in India: Plant Food. Hum. Nutr., 42, 329-336, 1992.
- 12) 文部科学省: 食品成分データベース, <http://fooddb.mext.go.jp> (2016年11月閲覧).
- 13) International Legume Database & Information Service: LegumeWeb ver. 10.01 (2016年11月閲覧).
- 14) Bressani, R, Brenes, RG, García, A, et al.: Chemical composition, amino acid content and protein quality of *Canavalia* spp. seeds: J. Sci. Food Agric., 40, 17-23, 1987.
- 15) Siddhuraju, P and Becker, K: Species/variety differences in biochemical composition and nutritional values of India tribal legumes of genus *Canavalia*: Nahrung, 45, 224-233, 2001.
- 16) Sauer, J, Kaplan, L: *Canavalia* Beans in American Prehistory: Am. Antiq., 34, 417-424, 1969.
- 17) Smartt, J.: Editor. *Canavalia gladiata* (Jacq.) D.C. (Sword bean): In: Tropical Pulses. London: Longman Group Ltd; 1976. p. 57-58.
- 18) Ekanayake, S, Skog, K, Asp, N-G: Canavanine content in sword beans (*Canavalia gladiata*): Analysis and effect of processing: Food Chem. Toxicol., 45, 797-803, 2007.
- 19) Sumner, JB: The globulins of the Jack bean, *Canavalia ensiformis*: J. Biol. Chem., 37, 137-142, 1919.
- 20) Ng, JD, Stinchcombe, T, Ko, TP, et al.: PCR cloning of the full-length cDNA for the seed protein canavalin from the jack bean plant, *Canavalia ensiformis*: Plant Mol. Biol., 18, 147-149, 1992.
- 21) Ng, JD, Ko, TP and McPherson, A: Cloning, expression, and crystallization of jack bean (*Canavalia ensiformis*) canavalin: Plant Physiol., 101, 713-728, 1993.
- 22) Yamauchi, D, Nakamura, K, Asahi, T, et al.: cDNAs for canavalin and concanavalin A from *Canavalia gladiata* seeds. Nucleotide sequence of cDNA for canavalin and RNA blot analysis canavalin and concanavalin A mRNAs in developing seeds: Eur. J. Biochem., 170, 515-520, 1988.
- 23) Takei, Y, Yamauchi, D, and Minamikawa, T: Nucleotide sequence of the canavalin gene from *Canavalia gladiata* seeds. Nucleic Acids Res., 17, 4381, 1989.
- 24) Gibbs, RE, Strongin, KB and McPherson, A: Evolution of legume seed storage proteins—a domain to common to legumins and vicilins is duplicated in vicilins: Mol. Biol. Evol., 6, 614-623, 1989.
- 25) McPherson, A: The three-dimensional structure of canavalin at 3.0 Å resolution by X-ray diffraction analysis: J. Biol. Chem., 255, 10472-10480, 1980.

- 26) Ko, T-P, Ng, JD, and MacPherson: The three-dimensional structure of canavalin from jack bean (*Canavalia ensiformis*) : Plant Physiol., 101, 729-744, 1993.
- 27) Ko, TP, Ng, JD, Day, J , et al.: Determination of three crystal structures of canavalin by molecular replacement: Acta Crystallogr. D Biol. Crystallogr., 49, 478-489, 1993.
- 28) Ko, TP, Day, J , McPherson, A: The refined structure of canavalin from jack bean in two crystal forms at 2.1 and 2.0 Å resolution: Acta Crystallogr. D Biol. Crystallogr., 56, 411-420, 2000.
- 29) Ko, TP, Kuznetsov, YG, Malkin, AJ, et al.: X-ray diffraction and atomic force microscopy analysis of twinned crystals: rhombohedral canavalin: Acta Crystallogr D Biol Crystallogr., 57, 829-839, 2001.
- 30) Maruyama N, Adachi M, Takahashi K, et al.: Crystal structures of recombinant and native soybean  $\beta$ -conglycinin  $\beta$  homotrimers: Eur. J. Biochem., 268, 3595-3604, 2001.
- 31) Katsanos, CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al.: A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential aminoacids in the elderly: Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab., 291, E381-E387, 2006.
- 32) Yang, Y, Breen, L, Burd, NA, et al.: Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men: Br. J. Nutr., 108, 1780-1788, 2012.
- 33) Kuwata, T, Pham, AM, MA, CY, et al.: Elimination of  $\beta$ -lactoglobulin from whey to simulate human milk protein: J. Food Sci., 50, 605-609, 1985.
- 34) Kurahashi N, Inoue M, Iwasaki M, et al.: Dairy product, saturated fatty acid, and calcium intake and prostate cancer in a prospective Cohort of Japanese men: Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev., 17, 930-937, 2008.



原著

# 地域在住女性高齢者における腎機能と内皮型一酸化窒素合成酵素遺伝子一塩基多型の関連

岡田 堇<sup>1)</sup> 横路三有紀<sup>2)</sup> 矢野めぐむ<sup>3)</sup> 今村友美<sup>2, 3)</sup>

大滝直人<sup>3, 4)</sup> 谷野永和<sup>2, 3)</sup> 福尾恵介<sup>1, 2, 3)</sup>

Key Words : 腎機能、遺伝子多型、環境因子

renal function, gene polymorphism, environmental factor

## 要 旨

高齢者では慢性腎臓病 (CKD) 患者は増加するが、内皮型一酸化窒素合成酵素 (eNOS) 遺伝子G894T多型と高齢者の腎機能との関連は明らかではない。本研究は、地域在住女性高齢者109名を対象に、G894T多型と腎機能との関連を検討した。eNOS遺伝子G894T多型 (rs1799983) はTaqMan PCR法で解析した。Tアレル群はGG群に比し、eGFRが有意に低値であり、CKD患者割合が有意に高かった。さらに、Tアレル群においてのみ、eGFRとHDL-Cとの間に有意な正の相関、炎症指標TNF- $\alpha$ との間に負の相関関係を認めた。Tアレル群において清涼飲料水を飲む習慣がある場合、HDL-Cは有意に低値を示したが、この関連はGG群では認められなかった。以上より、eNOS遺伝子G894T多型は、女性高齢者においてeGFRに関連すること、環境因子との相互作用によりeGFRに影響を与える可能性が示唆された。

## Abstract

Prevalence of chronic kidney diseases (CKD) is high in elderly. Although nitric oxide (NO) is an important regulator of renal function, relation between G894T polymorphic variant of endothelial NO synthase (eNOS) gene and renal function in the elderly is unclear. We investigated the association between G894T and renal function in 109 of community-dwelling elderly Japanese women. G894T polymorphic variants (rs1799983) are assessed by the TaqMan PCR method. T allele (GT and TT) group showed lower estimated glomerular filtration rate (eGFR) and a higher incidence of CKD (eGFR<60 ml/min/1.73m<sup>2</sup>) compared to those in GG genotype group. eGFR was associated with HDL-C and inversely associated with TNF- $\alpha$  only in the T allele group. Additionally HDL-C was positively correlated with sweetened soft drink consumption habit in the T allele group, but not in the GG group. In conclusion, G894T polymorphism might be associated with eGFR and might interact with environmental factors to influence eGFR in community-dwelling elderly Japanese women.

<sup>1)</sup>武庫川女子大学大学院生活環境学研究科食物栄養学専攻

<sup>2)</sup>武庫川女子大学生活環境学部食物栄養学科

<sup>3)</sup>武庫川女子大学栄養科学研究所

<sup>4)</sup>武庫川女子大学短期大学部食生活学科

連絡責任者：福尾恵介

住所：西宮市池開町 6-46 武庫川女子大学食物栄養学科

電話&Fax：0798-45-9922

E-mail：fukuo@mukogawa-u.ac.jp

## 緒 言

現在、我が国の65歳以上の高齢者人口割合は過去最高の26.7%（前年26.0%）に達し、4人に1人が高齢者となり、超高齢社会を迎えている<sup>1)</sup>。超高齢社会では、要介護者数の増加や医療費の増加が危惧されており、高齢者の健康寿命の延伸が社会的課題となっている。

健康寿命の延伸において、加齢による腎機能低下が問題となる。高齢者では加齢に伴う腎血流量の低下、糸球体硬化、間質の線維化などの進行によって腎機能が低下することに加え、腎機能の増悪因子である高血圧、糖尿病など生活習慣病を高率に発症するため慢性腎臓病（CKD）の発症割合が増加する<sup>2)</sup>。今井らの報告によると、我が国において65歳以上の男性の約3割、女性の約4割がCKD患者であることが示されており<sup>3)</sup>、今後も高齢化の進展により、CKD患者数は増加し続けると予測されている<sup>4)</sup>。CKDは透析導入による医療費増加につながるだけでなく、心筋梗塞など心血管イベントリスクを高めることから<sup>5)</sup>、健康寿命の延伸においてCKDの発症や進展を防ぐ対策が緊要である。

内皮型一酸化窒素合成酵素（eNOS）は、血管内皮細胞に発現し、L-アルギニンを基質として一酸化窒素（NO）を生成する。eNOSが産生するNOは血管拡張、抗血栓、抗炎症作用などを有し、血管機能や腎機能の恒常性維持に重要な役割を担う<sup>6)</sup>。NO産生量の低下は血管内皮障害を惹起し、心血管疾患などの動脈硬化性疾患のみならず、CKDの発症や進展に関与する<sup>7)</sup>。加齢はeNOS発現量の減少や活性低下を生じさせる<sup>8,9)</sup>。加齢に伴うNO産生量の減少は、高齢期における腎機能低下の重要な要因である<sup>10)</sup>。

eNOS遺伝子一塩基多型（SNP）の一つであるG894T多型はeNOS遺伝子のコーディング領域に存在し、アミノ酸置換（Glu298Asp）を伴うSNPである。このアスパラギン酸への置換によりeNOSタンパク質が分解を受けやすくなること<sup>11)</sup>、Tアリル保有者はGG保有者に比し、eNOS活性が低下すること<sup>12)</sup>が報告されている。また、糖尿病<sup>13)</sup>、心血管疾患<sup>14)</sup>、糖尿病性末期腎不全<sup>15)</sup>の患者においてTアリル頻度が高く、冠状動脈性心疾患<sup>16)</sup>や末期腎不全<sup>17)</sup>の発症と関連することが報告されている。

さらに、G894T多型は生活習慣や食習慣などの

環境因子との相互作用が報告されている。Tアリル群はGG群に比べ喫煙による内皮機能障害を受けやすいこと<sup>18)</sup>、高齢肥満女性を対象としたレジスタンス運動介入では、Tアリル群はGG群に比べ血中トリグリセリド及びVLDL低下効果が低いこと<sup>19)</sup>が示されている。また、野菜及び果物の低摂取群においてGG保有者に比し、Tアリル保有者は乳がん発症リスクが上昇したが、高摂取群ではジェノタイプによる違いは認められなかったことが報告されている<sup>20)</sup>。

しかし、地域在住女性高齢者における腎機能とG894T多型との関連については明らかになっていない。本研究は、地域在住女性高齢者を対象として、加齢に伴い低下する腎機能とeNOS遺伝子G894T多型との関連及びそれに影響する環境因子について検討した。

## 方 法

### 1. 対象者

武庫川女子大学研究倫理委員会で承認後実施された2014年度のN市N地区の身体測定会において、文書で同意が得られた地域在住女性高齢者111名を対象とした。そのうち、大部分の身体計測項目が欠損していた2名を除外し、109名を解析対象とした。

### 2. 調査内容

#### 1) 遺伝子多型解析

対象者の全血からQIAamp DNA Mini Kit（株式会社 キアゲン）を用いてDNAを抽出し、Real-time PCR 装置（Applied Biosystems 7500 Real PCR systems、ライフテクノロジージャパン株式会社）を用いて、TaqMan-PCR法によりeNOS遺伝子G894T多型（rs1799983）を解析した。

#### 2) 身体計測および体組成測定

身長、体重、血圧をそれぞれ測定した。InBody430（バイオスペース社）を用いて体組成を測定した。

#### 3) 血液生化学検査

採血は、午前10時から11時の間で朝食未摂取の空腹時に採血を行った。血液生化学検査は全て委託分析（株式会社LSIメディエンス）にて行った。

eGFRはシスタチンCを用いた以下の計算式<sup>21)</sup>より求め、CKDガイドライン2012に基づき、eGFR 60 ml/min/1.73m<sup>2</sup>未満をCKDと判断した<sup>21)</sup>。

$$\text{eGFR}_{\text{cysC}} (\text{mL}/\text{分}/1.73\text{m}^2) = (104 \times \text{CysC}^{-1.019} \times 0.996^{\text{年齢}} \times 0.929) - 8$$

#### 4) 生活習慣調査

喫煙歴、飲酒歴、運動習慣、清涼飲料水を飲む習慣は自記式質問票を用いて調査した。清涼飲料水は、食品衛生法に従い、乳酸菌飲料、乳及び乳製品を除くアルコール分1%未満を含有する飲料とし、本研究では緑茶及び茶系飲料も除いた。

### 3. 統計解析

統計解析はSPSS Statistics version 22.0を用いて行った。すべての解析においてTT型が全体の2%と少数であったことから、GT及びTTを合わせたTアリル群とGG群の二群の解析を行った。二群間比較については、t検定もしくは $X^2$ 検定を行い、相関関係についてはPearsonの相関係数とSpearmanの相関係数を用いて解析した。規定因子の解析にはステップワイズ重回帰分析により解析した。eGFRと臨床指標及び環境因子の関連は年齢を制御因子とした偏相関分析を行った。清涼飲料水を飲む習慣については週に1回以上飲む習慣を有する者を習慣有りとして解析を行った。生活習慣調査は4名が非回答であったため、105名で環境因子の解析（偏相関及びt検定）を行った。各検定における統計学的有意水準は5%未満とした。

## 結 果

### 1. 対象者の属性

対象者のeNOS遺伝子G894T多型のジェノタイプ頻度は、それぞれGG型85.3% (n=93)、GT型

12.6% (n=14)、TT型1.8% (n=2)であり、マイナーアリル頻度は0.083であった。遺伝子多型解析結果は、集団遺伝学のハーディ・ワインベルクの法則に従っていた。

対象者の属性を表1に示す。全体の平均年齢は79.9歳であった。ジェノタイプ別では、統計学的に有意ではないが、Tアリル群はGG群に比し、糖尿病罹患率が高く、体脂肪率が高値傾向、骨格筋率が低値傾向を示した。

### 2. G894T多型ジェノタイプと腎機能との関連

表2に示すように、血液検査値ではTアリル群はGG群に比し、ヘモグロビンやHDL-C、eGFRが有意に低値を示し、BUNが有意に高値を示した。また、CKDと判断される $\text{eGFR} < 60 \text{ mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ の割合は、GG群が19.4%、Tアリル群が56.3%で、GG群に比しTアリル群において有意にCKD罹患率が高値を示した ( $p=0.002$ ;  $X^2$ 検定)。さらに、ステップワイズ重回帰分析の結果、Tアリルが年齢、BMIと共に独立したeGFRの規定因子として抽出された (表3)。

### 3. G894T多型別のeGFRと臨床指標との相関関係の相違

次に、G894T多型別のeGFRと臨床指標との関連を表4に示した。GG及びTアリルの両群において、それぞれeGFRは体脂肪率と負の相関、骨格筋率とは正の相関が認められた。これに対して、Tアリル群においてのみ、eGFRはHDL-Cとの間に正の相関、慢性炎症指標であるTNF- $\alpha$ との間に負の相関

表1. ジェノタイプ別の対象者属性や身体計測値の相違

|                          | 全体<br>(n=109)    | GG群<br>(n=93)    | Tアリル群<br>(n=16)  | $p^*$ |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| 年齢 (歳)                   | 79.9 $\pm$ 6.4   | 79.8 $\pm$ 6.3   | 80.4 $\pm$ 7.1   | 0.736 |
| 現病歴                      |                  |                  |                  |       |
| 糖尿病                      | 13 (11.9)        | 9 (9.7)          | 4 (25.0)         | 0.081 |
| 高血圧                      | 58 (53.2)        | 50 (53.8)        | 8 (50.0)         | 0.780 |
| 脂質異常症                    | 20 (18.3)        | 18 (19.4)        | 2 (12.5)         | 0.513 |
| 身体測定値                    |                  |                  |                  |       |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 22.3 $\pm$ 3.0   | 22.1 $\pm$ 2.9   | 23.2 $\pm$ 3.5   | 0.171 |
| SMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 5.6 $\pm$ 0.7    | 5.6 $\pm$ 0.7    | 5.7 $\pm$ 1.0    | 0.640 |
| 体脂肪率 (%)                 | 32.0 $\pm$ 6.7   | 31.4 $\pm$ 6.8   | 35.0 $\pm$ 5.2   | 0.053 |
| 骨格筋率 (%)                 | 35.4 $\pm$ 3.5   | 35.7 $\pm$ 3.6   | 33.8 $\pm$ 2.7   | 0.051 |
| 収縮期血圧 (mmHg)             | 147.4 $\pm$ 23.5 | 146.7 $\pm$ 24.2 | 152.1 $\pm$ 18.7 | 0.306 |
| 拡張期血圧 (mmHg)             | 85.0 $\pm$ 12.1  | 84.6 $\pm$ 12.5  | 87.1 $\pm$ 9.8   | 0.474 |

値は、平均値 $\pm$ 標準偏差もしくはn (%)を示す。

\* $p$ 値はスチューデントのt検定もしくは $X^2$ 検定を用いて求めた (GG群vs.Tアリル群)。

BMI、体格指数; SMI、四肢骨格筋指数。

表 2. ジェノタイプ別の臨床指標の相違

|                                   | 全体<br>n=109 | GG群<br>n=93 | Tアリアル群<br>n=16 | <i>p</i> * |
|-----------------------------------|-------------|-------------|----------------|------------|
| ヘモグロビン (g/dL)                     | 13.0±1.1    | 13.0±1.1    | 12.4±1.2       | 0.029      |
| HDL-C (mg/dl)                     | 65.9±14.8   | 67.4±14.1   | 57.3±15.7      | 0.010      |
| LDL-C (mg/dl)                     | 126.7±31.4  | 125.0±27.9  | 136.4±46.9     | 0.361      |
| トリグリセリド (mg/dl)                   | 103.4±44.6  | 102.1±44.6  | 111.1±45.2     | 0.456      |
| BUN (mg/dl)                       | 16.0±4.3    | 15.6±4.0    | 18.0±5.7       | 0.044      |
| シスタチンC (mg/l)                     | 0.9±0.2     | 0.9±0.2     | 1.1±0.4        | 0.054      |
| eGFR (ml/min/1.73m <sup>2</sup> ) | 71.4±18.1   | 73.0±17.0   | 62.0±21.9      | 0.024      |
| グルコース (mg/dl)                     | 93.1±19.0   | 91.8±15.8   | 100.9±31.3     | 0.472      |
| HOMA-R                            | 1.5±3.4     | 1.2±0.9     | 3.5±8.7        | 0.382      |
| ヘモグロビンA1c (%)                     | 5.8±0.6     | 5.8±0.5     | 6.0±1.0        | 0.418      |
| TNF-a (pg/ml)                     | 0.9±0.9     | 0.8±0.8     | 1.3±1.3        | 0.173      |
| 高感度CRP (mg/dl)                    | 0.1±0.1     | 0.1±0.1     | 0.1±0.1        | 0.178      |

値は、平均値±標準偏差を示す。

\**p* 値はスチューデントの*t*検定で求めた (GG群vs. Tアリアル群)。

BUN、尿素窒素；CRP、C反応性タンパク質；eGFR、推定糸球体濾過量；HDL-C、高比重リポタンパクコレステロール；HOMA-R、インスリン抵抗性指数；LDL-C、低比重リポタンパクコレステロール；TNF、腫瘍壊死因子

表 3. eGFR規定因子の解析 (n=109)

|                   | $\beta$ | 95%信頼区間 |        | <i>p</i> |
|-------------------|---------|---------|--------|----------|
|                   |         | 下限      | 上限     |          |
| 年齢                | -0.600  | -2.126  | -1.259 | <0.001   |
| BMI               | -0.246  | -2.396  | -0.545 | 0.002    |
| eNOS G894T多型Tアリアル | -0.164  | -16.049 | -0.630 | 0.034    |

重回帰分析 (ステップワイズ法)、調整済みR<sup>2</sup>=0.384

従属変数：eGFR (ml/min/1.73m<sup>2</sup>)

独立変数：年齢、BMI、eNOS G894T多型Tアリアル、糖尿病、高血圧、脂質異常症  
BMI、体格指数；eGFR、推定糸球体濾過量

表 4. ジェノタイプ別のeGFRと関連する臨床指標の相違

|       | GG群<br>(n=93) |          | Tアリアル群<br>(n=16) |          |
|-------|---------------|----------|------------------|----------|
|       | <i>r</i>      | <i>p</i> | <i>r</i>         | <i>p</i> |
| 体脂肪率  | -0.270        | 0.009    | -0.648           | 0.009    |
| 骨格筋率  | 0.281         | 0.007    | 0.622            | 0.013    |
| HDL-C | 0.053         | 0.618    | 0.566            | 0.028    |
| TNF-a | -0.159        | 0.129    | -0.597           | 0.019    |

偏相関分析 (制御因子：年齢)

従属変数：eGFR (ml/min/1.73m<sup>2</sup>)

eGFR、推定糸球体濾過量；HDL-C、高比重リポタンパクコレステロール；  
TNF、腫瘍壊死因子

表 5. ジェノタイプ別のHDL-Cと環境因子との相関関係の相違

|              | GG群<br>(n=90) |          | Tアリアル群<br>(n=15) |          |
|--------------|---------------|----------|------------------|----------|
|              | <i>r</i>      | <i>p</i> | <i>r</i>         | <i>p</i> |
| 喫煙歴*         | 0.041         | 0.701    | —                | —        |
| 飲酒歴*         | 0.086         | 0.418    | -0.052           | 0.853    |
| 運動習慣*        | 0.120         | 0.260    | 0.136            | 0.628    |
| 清涼飲料水を飲む習慣** | -0.046        | 0.664    | -0.548           | 0.034    |

\*Spearmanの相関係数、\*\*Pearsonの相関係数

HDL-C、高比重リポタンパクコレステロール

関係が認められた。

#### 4. G894T多型別のHDL-Cと環境因子との相関関係の相違

次に、Tアリアル群においてeGFRと関連したHDL-Cと環境因子との関係について単回帰分析を行った (表 5)。血清HDL-C値は、両群ともに喫煙、飲酒歴、運動習慣との有意な関連は認められなかったが、Tアリアル群においてのみ、清涼飲料水を飲む習慣との間に有意な負の相関関係が認められた。また、清涼飲料水を飲む習慣の有無によるHDL-C値

の二群間比較において、GG群では二群間の相違は認められなかったが、Tアリアル群では清涼飲料水を飲む習慣無し群に比し、習慣有り群のHDL-C値が有意に低値を示した (習慣無し群；66.7±16.5 mg/dl、習慣有り群；49.6 ± 9.5 mg/dl、*p*<0.05、図 1)。一方、血清TNF- $\alpha$  値においては、GG群、Tアリアル群共にこれらの環境因子との間に有意な相関関係は認められなかった。



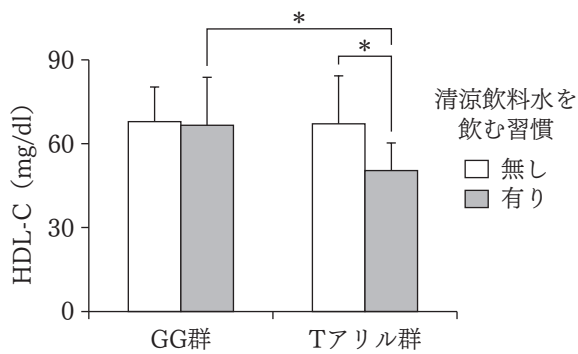


図1. 清涼飲料水を飲む習慣の有無によるHDL-C値の比較  
G894T多型ジェノタイプ別に清涼飲料水を飲む習慣の有無によるHDL-C値の比較を行った。棒グラフは平均±標準偏差を、白、黒のカラムはそれぞれ清涼飲料水を飲む習慣無し（GG群、n=55；Tアリル群、n=7）、有り（GG群、n=35；Tアリル群、n=8）を示す。二群間比較はスチューデントのt検定を用いて統計学的解析を行った。\* $p<0.05$

## 考 察

本研究は、地域在住女性高齢者においてeNOS遺伝子G894T多型がeGFRと関連すること、また、環境因子との相互作用によってeGFRに影響を与える可能性を示した。

腎臓においてeNOSが産生するNOは、①血管拡張因子として傍尿細管間質毛細血管の血流を保持すること、②血管内皮細胞の増殖、アポトーシスの抑制、内皮前駆細胞による内皮修復に関与し、腎微小血管網を維持すること、③ミトコンドリア呼吸鎖を調節し、過剰な酸素消費を抑制することなどの重要な作用を有する<sup>18)</sup>。体内NO産生量及び生物学的活性低下は、腎組織の慢性的虚血状態を引き起こし、腎間質障害の進展に関与するため<sup>18)</sup>、NO低下はCKD発症及び進展の危険因子として知られている。実際に、eNOS活性の低下を伴うeNOS遺伝子一塩基多型であるG894T多型のTアリル保有者は、糖尿病性腎症及び非糖尿病性腎疾患患者において高頻度に存在し<sup>15), 22)</sup>、末期腎不全の疾患感受性遺伝子であると報告されている<sup>17)</sup>。しかし、これらは腎不全患者を対象とした研究であり、本研究の地域在住女性高齢者においてeNOS遺伝子G894T多型がeGFRと関連するという知見は、我々が知る限り初めての報告である。

一般的に腎機能は血圧の影響を強く受けることが知られているが、本研究においてステップワイズ重回帰分析に収縮期血圧を独立変数として加えても、収縮期血圧はeGFRの規定因子として残らなかった。本研究における血圧値は計測会場における1回

の測定値であったため白衣高血圧が生じる可能性があること、降圧薬の服薬状況が不明確であったため、血圧と腎機能の関連が正しく評価できなかったと考える。今後は長期的な血圧状態を評価するため家庭血圧の調査や服薬している降圧薬の種類の聞き取りを行う必要がある。

本研究において、地域在住女性高齢者のeGFRを規定する因子として年齢と共にBMIが挙げられ、女性高齢者においてBMIが高いほどeGFRが低値となる関連が示された。肥満はCKDのリスク因子として知られている<sup>23)</sup>。一方、一般の高齢者におけるBMIと腎機能の関係について一致した見解は得られていない。Luらは高齢者における腎機能の低下はBMI非依存的に生じることを報告しているが<sup>24)</sup>、Kimらは健康な女性高齢者438名の4年間の追跡においてBMI25 kg/m<sup>2</sup>以上の者は25 kg/m<sup>2</sup>未満の者に比し、年間GFR低下が有意に大きかったこと<sup>25)</sup>、Königらは1,628名の地域在住高齢者において年齢、心血管疾患の有無などと独立してBMIがCKDの規定因子として挙げられたことを報告している<sup>26)</sup>。このような矛盾した結果の一因として体組成が関与している可能性が考えられる。一般的に加齢とともに体組成は筋肉量が減少し、体脂肪量が増加するが<sup>27)</sup>、本研究においてジェノタイプに関わらず、体脂肪率及び骨格筋率はeGFRとそれぞれ負の相関及び正の相関を示した（表4）。高齢者における体脂肪率と腎機能との関連は他の研究によっても明らかとされており<sup>23), 28)</sup>、CKD予防の観点からも高齢期における体重や体脂肪コントロールが重要であると考えられる。

肥満が誘導する脂質代謝異常、脂肪細胞が産生する炎症性サイトカインは腎機能に影響を及ぼすことが報告されている<sup>29-31)</sup>。注目すべきことに、本研究では、マイナーアリルであるTアリル保有者においてのみeGFRとHDL-C、脂肪細胞由来炎症性サイトカインの一つであり、慢性炎症状態を示すTNF- $\alpha$ との関連が認められ、メジャーアリル（G）ホモ接合体ではこの関連は認められなかった。このことは、腎機能とHDL-C及びTNF- $\alpha$ との関連をつなぐ因子としてeNOSが存在する可能性を示唆するものである。事実、健康人においてHDL-CはeNOSの活性の促進<sup>32)</sup>、TNF- $\alpha$ はeNOSプロモーター活性を低下させる要因であることが報告されてい



る<sup>33)</sup>。eNOS活性が低下する遺伝的背景を有するTアリル保有者は、HDL-C低下や慢性炎症によるeNOSのダウンレギュレーションを介した腎障害の感受性が高いことが推察される。

遺伝子と環境因子の相互作用を明らかにすることは様々な因子に関連する高齢者の病態の解明や遺伝子多型解析を基にしたテーラーメイド医療の確立において重要である。本研究において、eNOS遺伝子G894T多型のTアリル保有者では清涼飲料水を飲む習慣を有する場合、血清HDL-C値がこの習慣がない者に比し低値を示したが、GG群ではこの関係は認められなかった。現在、ジェノタイプの違いによって清涼飲料水とHDL-Cとの関係に違いが生じるメカニズムは明らかでない。そこで、清涼飲料水を飲む習慣によるHDL-Cの低下は肥満と関連している可能性を考え、BMIとHDL-Cの相関について検討したところ、GG群及びTアリル群共にBMIとHDL-Cの有意な負の相関関係を認めた（GG群:  $r = -0.330$ ,  $p = 0.001$ ; Tアリル群:  $r = -0.514$ ,  $p = 0.042$ ）。しかし、ジェノタイプ別の清涼飲料水を飲む習慣の有無によるBMIや体脂肪率の違いは、両群共に習慣有り群がそれぞれ高値傾向を示したが、統計学的に有意な差は認められなかった。このことから、Tアリルにおける清涼飲料水を飲む習慣とHDL-Cの関連は一部肥満を介していると考えられるが、それだけでは説明できない部分が存在することが示唆される。例えば、清涼飲料水に含まれている単純糖質や異性化糖の摂取量<sup>34)</sup>や清涼飲料水を飲む習慣を有する人の潜在的な生活習慣上のリスク、すなわち運動不足、高エネルギー食の摂取<sup>35)</sup>とHDL-C低値との関連にNO-eNOS系が関与する可能性が考えられる。この点について明らかにするためには今後、対象者の食事内容、食・生活習慣調査と合わせて検討する必要がある。

本研究の限界は、対象者人数が109名、特にTアリル保有者が16名と少数であったため、統計学的パワーが低いこと、また、横断研究であったため因果関係について言及できないことが挙げられる。そのため、十分な例数の確保及び加齢に伴う腎機能低下を追跡する縦断的な研究が必要である。また環境因子との関連をより明確にするためには介入研究が必要である。

以上、本研究は、地域在住女性高齢者において

eNOS遺伝子G894T多型がeGFRと関連するとともに、環境因子との相互作用によりeGFRに影響を与える可能性があることを明らかにした。今後、例数を増やすことや介入研究などの詳細な研究が必要であるが、本研究は高齢者においてCKD発症予防を目的としたジェノタイプの違いを考慮したテーラーメイド栄養教育法の開発に有用な知見をもたらすと推察される。

## 謝 辞

本研究にご協力頂きましたN市社会福祉協議会の皆様、N市民生委員・児童委員協議会の民生委員の皆様、N市N地区在住の高齢者の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 利益相反

本研究において、開示が必要とされる利益相反関係はない。

## 文 献

- 1) 内閣府: 高齢社会白書 平成28年度版, 日経印刷, 東京, 2016, pp.2
- 2) Bolognani D, Mattace-Raso F, Sijbrands EJ, et al. The aging kidney revisited: a systematic review. *Ageing Res Rev.* 14 : 65-80, 2014
- 3) Imai E, Horio M, Iseki K, et al. Prevalence of chronic kidney disease (CKD) in the Japanese general population predicted by the MDRD equation modified by a Japanese coefficient. *Clin Exp Nephrol.* 11 : 156-163, 2013
- 4) 財団法人ヒューマンサイエンス振興財団: 厚生労働科学研究費補助金(創薬基盤推進研究事業) 政策創薬マッチング研究事業 平成24年度将来動向調査報告書「慢性腎臓病(CKD)の将来動向」, 2012年, pp.7
- 5) Ninomiya T, Kiyohara Y, Tokuda Y, et al. Impact of kidney disease and blood pressure on the development of cardiovascular disease. *Circulation.* 118 : 2694-2701, 2008
- 6) Cannon RO 3<sup>rd</sup>. Role of nitric oxide in cardiovascular disease: focus on the endothelium. *Clin Chem.* 44 : 1809-1819, 1998
- 7) Ortiz PA, Garvin JL. Cardiovascular and renal control in NOS-deficient mouse models. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 284 : R628-R638, 2003

- 8) Hill C, Lateef AM, Engels K, et al. Basal and stimulated nitric oxide in control of kidney function in the aging rat. *Am J Physiol.* 272 : R1747-R1753, 1997
- 9) Xiong Y, Yuan LW, Deng HW, et al. Elevated serum endogenous inhibitor of nitric oxide synthase and endothelial dysfunction in aged rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 28 : 842-847, 2001
- 10) Thomas SE, Anderson S, Gordon KL, et al. Tubulointerstitial disease in aging: evidence for underlying peritubular capillary damage, a potential role for renal ischemia. *J Am Soc Nephrol.* 9: 231-242, 1998
- 11) Tesauro M, Thompson W, Rogliani P, et al. Intracellular processing of endothelial nitric oxide synthase isoforms associated with differences in severity of cardiopulmonary diseases: cleavage of proteins with aspartate vs. glutamate at position 298. *Proc Natl Acad Sci USA.* 97:2832-2835, 2000
- 12) Joshi MS, Mineo C, Shaul P, et al. Biochemical consequences of the NOS 3 Glu298Asp variation in human endothelium: altered caveolar localization and impaired response to shear. *FASEB J.* 21 : 2655-2663, 2007
- 13) Angeline T, Krithiga HR, Isabel W, et al Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphism (G894T) and diabetes mellitus (type II) among South Indians. *Oxid Med Cell Longev.* 2011 : 462607, 2011
- 14) Colombo MG, Andreassi MG, Paradossi U, et al. Evidence for association of a common variant of the endothelial nitric oxide synthase gene (Glu298-->Asp polymorphism) to the presence, extent, and severity of coronary artery disease. *Heart.* 87 : 525-528, 2002
- 15) Noiri E, Satoh H, Taguchi J, et al. Association of eNOS Glu298Asp polymorphism with end-stage renal disease. *Hypertension.* 40 : 535-540, 2002
- 16) Hingorani AD, Liang CF, Fatibene J, et al. A common variant of the endothelial nitric oxide synthase (Glu298->Asp) is a major risk factor for coronary artery disease in the UK. *Circulation.* 100 : 1515-1520, 1999
- 17) Yun Z, Yu-Ping Y, Zong-Wu T, et al. Association of endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms with end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis. *Ren Fail.* 36 ( 6 ) : 987-993, 2014
- 18) Leeson CP, Hingorani AD, Mullen MJ, et al. Glu298Asp endothelial nitric oxide synthase gene polymorphism interacts with environmental and dietary factors to influence endothelial function. *Circ Res.* 90 : 1153-1158, 2002
- 19) Teixeira TG, Tibana RA, Nascimento DD, et al. Endothelial nitric oxide synthase Glu298Asp gene polymorphism influences body composition and biochemical parameters but not the nitric oxide response to eccentric resistance exercise in elderly obese women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 36 : 482-489, 2016
- 20) Li Y, Ambrosone CB, McCullough MJ, et al. Oxidative stress-related genotypes, fruit and vegetable consumption and breast cancer risk. *Carcinogenesis.* 30 : 777-784, 2009
- 21) 日本腎臓学会：CKD診療ガイド2012，東京医学社，東京，2012，pp. viii
- 22) Kerkeni M, Letaief A, Achour A, et al. Endothelial nitric oxide synthetase, methylenetetrahydrofolate reductase polymorphisms, and cardiovascular complications in Tunisian patients with nondiabetic renal disease. *Clin Biochem.* 42 : 958-964, 2009
- 23) Garofalo C, Borrelli S, Minutolo R, et al. A systematic review and meta-analysis suggests obesity predicts onset of chronic kidney disease in the general population. *Kidney Int.* 91 : 1224-1235, 2017
- 24) Lu JL, Molnar MZ, Naseer A, et al. Association of age and BMI with kidney function and mortality: a cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 3 : 704-714, 2015
- 25) Kim JK, Song YR, Kwon JY, et al. Increased body fat rather than body weight has harmful effects on 4 -year changes of renal function in the general elderly population with a normal or mildly impaired renal function. *Clin Interv Aging.* 9 : 1277-1286, 2014
- 26) König M, Gollasch M, Demuth I, et al. Prevalence of impaired kidney function in the german elderly: Results from the Berlin Aging Study II (BASE-II) . *Gerontology.* 63 : 201-209, 2017
- 27) St-Onge MP, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition.* 14 : 152-155, 2010
- 28) Oh SW, Ahn SY, Jianwei X, et al. Relationship between changes in body fat and a decline of renal function in the elderly. *PLoS One.* 16 ; 9 : e84052,

- 2014
- 29) Schaeffner ES, Kurth T, Curhan GC, et al. Cholesterol and the risk of renal dysfunction in apparently healthy men. *J Am Soc Nephrol.* 14 : 2084-2091, 2003
- 30) Amdur RL, Feldman HI, Gupta J, et al. Inflammation and Progression of CKD: The CRIC Study. *Clin J Am Soc Nephrol.* 11 : 1546-1556, 2016
- 31) Hunley TE, Ma LJ, Kon V. Scope and mechanisms of obesity-related renal disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 19 : 227-234, 2010
- 32) Yuhanna IS, Zhu Y, Cox BE et al. High-density lipoprotein binding to scavenger receptor-BI activates endothelial nitric oxide synthase. *Nat Med.* 7 : 853-857, 2001
- 33) Neumann P, Gertzberg N, Johnson A. TNF-alpha induces a decrease in eNOS promoter activity. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 286 : L452-L459, 2004
- 34) Simopoulos AP. Dietary omega-3 fatty acid deficiency and high fructose intake in the development of metabolic syndrome, brain metabolic abnormalities, and non-alcoholic fatty liver disease. *Nutrients.* 5 : 2901-2923, 2013
- 35) Dhingra R, Sullivan L, Jacques PF, et al. Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation.* 116 : 480-488, 2007

## トピックス

# 冷凍方法の違いによる冷凍アサリの品質について

橋本多美子

武庫川女子大学栄養科学研究所 食品栄養部門

食品栄養部門の研究員の橋本と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

本日はタイトルにありますように、冷凍方法の異なる冷凍アサリの品質について、おいしさの面から検討した結果を中心に御紹介させていただきたいと思います。

貝類は昔から日本人の食生活には馴染み深く、タンパク質源の一つとして利用されてきましたが、行事食にも使われるなど、日本食においては欠かせない食材の一つになっています。また、貝類にはビタミンやミネラルといった栄養素が豊富に含まれており、日本人にとって不足しやすい栄養素であります鉄の含有量が多いため、食事にうまく取り入れていくことが大切だと思われます。しかし、近年、食生活の多様化によって魚介類の摂取量は減少傾向にあり、魚介類よりも肉類の方がたくさん食べられており、魚介類と肉類の摂取量において逆転の現象が示されています。

こちらの図ですけれども、2010年に本学の食物栄養学科の学生宅で、主に調理を担当している方を対象にした貝類の摂取頻度のアンケート調査を行った結果になります（図1）。調理担当者を大学生と30～70歳代に分けてまとめて比較しています。30～70歳代に該当する方のほとんどが40代、50歳代の母親世代でした。30～60歳代の方は、月に1～2回の摂取頻度で貝類を摂取する方が半数以上を占めているのですけれども、大学生に関しては月に1～2回、次いで3か月に1回程度や半年に1回以下という人が多くなっており、若い世代の貝類の摂取は減少していると考えられます。このように、年代により摂取頻度に差が見られたということの要因として、家族の構成人数による影響が考えられます。

実際に一緒に居住する家族の構成員の人数により、摂取頻度の違いがみられておりまして、家族構成人数が多い家庭で貝類の摂取頻度が高くなることが分かっています。

さらに、こちらの図は1978年～2007年までの貝類の生産量の推移を示しています（図2）。ホタテでは養殖も含めて増加傾向にあり、かきはほぼ横ばいで維持しているのですが、アサリ、シジミ、サザエ、ハマグリあるいはアワビといったような貝類は、近年、生産量が大幅に減少しています。

こちらは水産冷凍食品の生産量の推移を示しています（図3）。近年、家庭にいて冷凍食品はよく使用されてきていると思うのですが、水産冷凍食品の生産量は減少傾向を示しています。これらのデータからみて、貝類の摂取量は減少してきているのではないかと考えております。

次に、冷凍について少しお話をさせていただきます。冷凍する場合、凍結によって生じる氷が食品にどのように影響するかが問題になります。

魚介類では、70～90%ぐらい水分が占めているのですけれども、水が氷に変わるときに膨張し、組織の中で氷の結晶が大きくなり、大きな氷の結晶ができることで組織の破壊が起こり、解凍時に液体がたくさん溶出してきます。この液体をドリップと呼びますが、その中には貝類のうまみの成分も含まれておりまして、ドリップが多いと味の低下につながります。

食品中の水が氷に変わる温度帯を凍結点といいますが、食品によってこの温度帯は異なります。ほとんどの場合、黄色で示しています部分になりますが、 $-1 \sim -5^{\circ}\text{C}$ の範囲で、この温度帯を最大氷結晶生成帯と呼んでいます（図4）。この温度帯を30



分以内に通過させる冷凍方法が急速凍結、そして、この温度帯を350分くらいかけてゆっくりと通過させる冷凍方法が、緩慢凍結になります。この温度帯を通過する時間が長くなれば、当然、解凍したときの品質にも影響を与えることになります。

こちらのほうのスライドは、凍結法の違いによる氷結晶の生成状態を示したものです（図5）。①は冷凍前の正常な組織を示しています。急速凍結した場合の組織、ちょうど真ん中側②になりますが、こちらには白い小さな結晶が見えると思いますが、組織内に氷の結晶が発生しているのが分かります。③は緩慢凍結したときの組織の状態を示しています。緩慢凍結では、組織の形がないぐらいまで氷の結晶が大きくなり、このように組織が壊されます。冷凍する場合は、組織を壊さないように食品を保存することが大切です。

そこで、冷凍するときのポイントを示します（図6）。冷凍時はこの3つが大切だと言われています。1つは凍らせる、2つ目が保存する、それから3つ目が解凍するということで、この3つがセットされておいしさが保たれます。つまり、凍らせるとはできるだけ早く凍らせることで、保存するというのは保存期間中に乾燥させないようにするということです。そして、解凍するということは、食品に合わせた適切な解凍を行うことで、食品によって異なりますが、例えば、低温で冷蔵庫に入れて解凍させる、あるいはもう直接加熱しながら解凍させる方がよいものもあります。正しくそれぞれの食品に合った解凍をすることが重要になります。

では、ここから研究内容の紹介に入りたいと思います。

冷凍食品の品質の評価方法としては、こちらのスライドに幾つか挙げていますが、一般的にはこれらの項目を測定することで品質の評価が行われています（図7）。今回は、冷凍方法の違いが冷凍アサリの品質に与える影響について検討することを目的に、解凍時に溶出されるドロップ量、味に関わる成分分析、官能評価行により冷凍アサリの品質を評価しましたので、その結果についてお話をさせていただきます。

それでは、研究方法です。冷凍方法としては、磁場付き急速冷凍、以下「CAS冷凍」とします、磁場をかけずに急速冷凍した「急速冷凍」、それから

一般家庭用の冷凍庫に入れる「緩慢冷凍」の3種の方法を用いました（図9）。それぞれ12週間保存したものを試料としています。ドロップ量の測定としては、冷蔵庫内で低温解凍させて解凍時に溶出した液と、貝の表面に残っている液体を拭き取って、それを全て回収してドロップ量としました。また、味については貝類のうまみの成分の一つであります遊離アミノ酸の分析を行いました。

こちらのスライドは、研究に使っていますCAS機能付きの急速冷凍庫と保管庫の写真です（図10）。CASとは、Cells Alive Systemの頭文字を取っており、生きた状態の細胞維持システムのことを言います。CASは冷凍庫内に複数の磁場を発生させ、水分子を細かく振動させながら、温度が下がった時点で一気に凍らせていくという方法で凍らせます。それにより、組織の中にできる氷の結晶が微少になることで組織を壊さずに冷凍保存が可能であることが特徴とされています。冷凍方法および保存方法ですが、 $-40^{\circ}\text{C}$ で1時間ほど冷凍させてそのままCAS機能付きの冷凍庫で保存したもの、これを「CAS冷凍」とします（図11）。CAS機能を付けずに $-40^{\circ}\text{C}$ で1時間ほど急速に冷凍させ、 $-30^{\circ}\text{C}$ の冷凍庫で保存したものを「急速冷凍」、一般の冷凍庫に入れたままで保存したものを「緩慢冷凍」としました。それぞれの条件で12週間保存し、1,2,4,8,12週でアサリを取り出して試料としています。

では、結果です。こちらの図は、解凍時に溶出したドロップ量を示しています（図12）。貝の重量に対して6~11%ぐらいのドロップが溶出しています。ピンク色がCAS冷凍、ブルーが急速冷凍、緑が緩慢冷凍を示しています。ドロップ量については冷凍間で違いはあまりありませんでしたが、保存期間が長くなると、どの冷凍方法でもドロップ量が増加傾向を示しました。特に緩慢冷凍では、その傾向が大きかったです。

ドロップ中に溶出した遊離アミノ酸量は、ドロップ量に応じて増加する傾向がみられました（図13）。緩慢冷凍については、保存期間が長くなるほど、ドロップ中に溶出されるアミノ酸が多いということが分かります。

一方、こちらの図はアサリに含まれる遊離アミノ酸含有量を示しています（図14）。生のアサリに含有される遊離アミノ酸の主成分はタウリンで、次の

でグリシン、アラニン、アルギニン、グルタミン酸の順となっており、これらのアミノ酸で全体の87%程度を占めていました。貝に含まれる主要なアミノ酸であるタウリンは、直接味には関係はしないのですが、肝機能を高めるなど生活習慣病を予防するといったような健康効果が期待されている成分の一つです。遊離アミノ酸に関しては味を持つ成分があります。グリシンとアラニンは甘みを、グルタミン酸はうまみ、そしてアルギニン酸は苦味を持っており、このように味を持つアミノ酸の組成や含有量により、食品中の味が左右されると言われています。冷凍アサリでは、生のアサリに含まれる遊離アミノ酸量の1/2程度まで減少し、生のほうが多い結果になりました。ただ緩慢冷凍においては、保存期間が長くなるにつれて遊離アミノ酸量が増加する傾向がみられています。これは、冷凍や解凍過程において代謝が進んだ可能性が考えられます。

ドリップ量をみますと、冷凍保存1か月ぐらいた冷凍間での差が一番少ないということが分かりました。そこで、先ほどの方法と同様な方法で1ヶ月間冷凍保存したアサリを加熱調理し、調理後の貝殻の開閉具合や、呈味成分が貝にどの程度残存するか、さらに味については官能評価を用い、実験しました(図15)。ここで、官能評価についてですが、官能評価とは人の五感を使って食べ物のおいしさ、あるいは好みを評価する方法です。官能評価の方法としては、冷凍アサリおよび生アサリを共に凍結したまま調味液中に浸漬し、スチームコンベクションオーブンにて100℃で8分間加熱を行いました。調理済みの貝をお皿に盛りつけて提供しますが、そのときに出されたお皿の記号と、凍結の条件が分からないような形で調理品の提供ができるようにしています。官能評価を行う人、すなわちパネルは本学の学生34名としました。評価方法としては、5段階評点法と順位法と呼ばれる方法にて評価をしていただきました。

結果ですが、アサリの殻の開閉具合からです。加熱調理後に、殻が2 cm以上開いたものを含めて「完全に開いた」で集計しました。2 mm～2 cmまでのものを「半開き」、2 mm未満のものを「開かなかった」、殻が割れているものを「殻が割れている」という4つに区分をし、その割合を表示したものがこちらの図になります(図17)。生のアサリの場合、

やはり完全に殻が開いた割合が多いことが分かります。そして、冷凍品については、赤字にしていますように緩慢冷凍よりも急速冷凍の方が完全に開く割合は高い結果が示されました。しかし、殻が割れている割合も急速冷凍のほうが高くなりました。これは、急激な温度変化により、貝殻にひびが入ったと考えられます。

殻が完全に開いたアサリを官能評価の試料とし、官能評価を行った結果がこちらの図になります(図18)。評価平均値がこの数値に示されているのですが、プラス側に寄ると評価がよい、マイナス側に寄ると評価が悪いということを示しています。パネル間で評価に差がみられたのは、アスタリスクが付いている項目ですが、「食欲がわく」、「貝の味が濃厚」、「弾力がある」、「かんだときに汁が出る」、「味が好ましい」の5項目で、これらの項目において有意差が認められています。いずれの項目においても生の試料がおいしいということになります。また生臭さについては、こちらのように生のアサリと冷凍したアサリにおいて差は認められませんでした。

次に、順位法の結果になります。これはパネルに各項目について順位を付けていただき、それを集計し、数値として示したものです(図19)。すなわち、数値が小さい方が順位はよく、好みの評価が高いことを示します。これらの官能評価の結果からも、アサリは生で調理するのが一番好まれる結果となりました。

こちらの図は、加熱したアサリの遊離アミノ酸含有量の結果になります(図20)。アサリに含有される遊離アミノ酸とゆで汁に溶出した遊離アミノ酸の結果を示していますが、アサリでは生で遊離アミノ酸含量を最も多く含有しており、冷凍アサリの方が少なくなっています。急速冷凍では、若干、アミノ酸量が少ない傾向を示しています。ゆで汁では、CAS冷凍で遊離アミノ酸がわずかに多く溶出していますが、それ以外の試料ではほとんど差がみられませんでした。全体に対して60～70%ぐらいた遊離アミノ酸が煮汁のほうに溶出したことになり、加熱によって多くの遊離アミノ酸が溶出することが分かります。

こちらは、核酸成分の含有量になります(図21)。核酸量においても生で多く、冷凍品はわずかに少ないという結果になりました。アサリに含まれ

る核酸関連化合物の主成分は、アデノシン二リン酸とアデノシン三リン酸で、アデノシン一リン酸およびイノシン酸も少量ですが含まれていました。冷凍保存の状態によっては、もう少しアデノシン一リン酸やイノシン酸の割合が多くなることもあります。今回の結果では少なくなっています。また、ゆで汁への溶出ですが、急速冷凍よりも緩慢冷凍の方が組織の外に溶出してくる核酸量がわずかに多い傾向にありましたが、各種試料間で大きな差はみられませんでした。

以上をまとめますと、冷凍保存期間の影響については、解凍時に溶出されるドロップ量は保存期間が長くなると増加しており、その割合は緩慢冷凍で高い傾向にありました。ドロップ量より、4週間程度であれば家庭用の冷凍でも冷凍が可能であると考えられます。

次に加熱が冷凍アサリの品質に与える影響につい

てですが、緩慢冷凍よりも急速冷凍のほうが加熱後のアサリの殻は開きやすい一方で、急速冷凍することで殻が割れやすいことが分かりました。官能評価では、生アサリが最も好まれましたが、冷凍方法の違いによる差はほとんどみられませんでした。冷凍アサリの加熱による呈味成分量の含有量については、冷凍方法の違いによる差は少なく、煮汁への溶出量も同様な傾向を示しました。

アサリの場合、緩慢冷凍をしても正しく冷凍・解凍することで品質低下は少ないことが示唆されました。おいしさは、ただ単に味だけで評価はできませんので、今後はテクスチャーや組織構造上の違いを検討することで冷凍アサリの品質について評価していきたいと思っています。

以上で終わります。

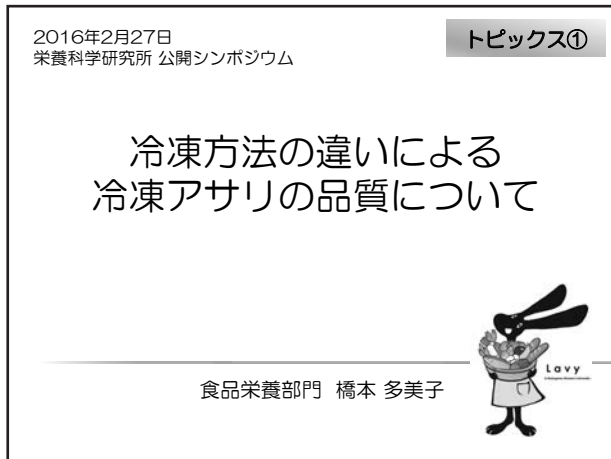


図 1

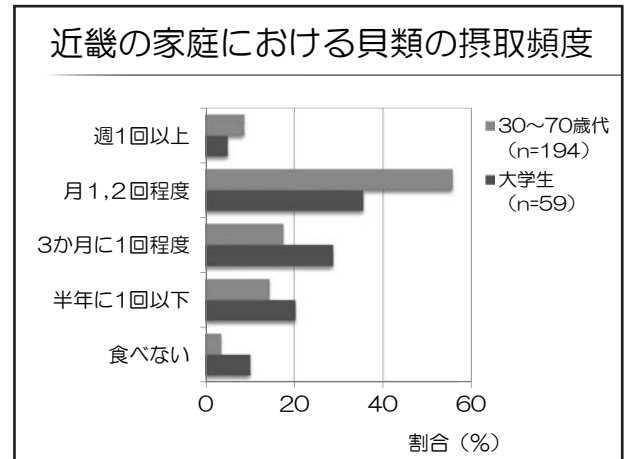


図 2

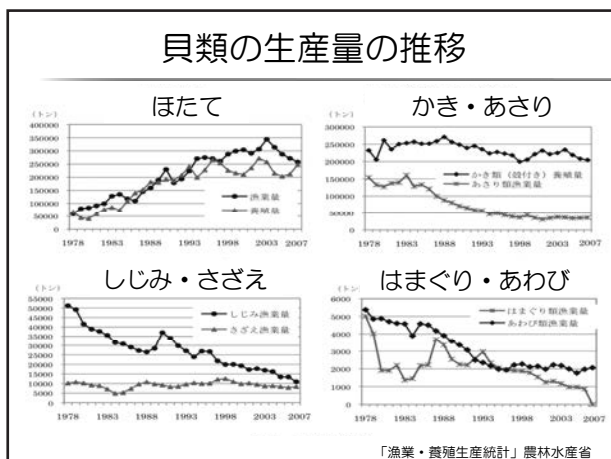


図 3

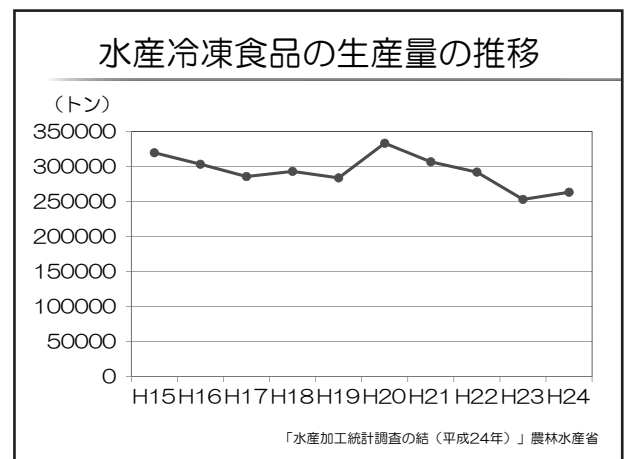


図 4

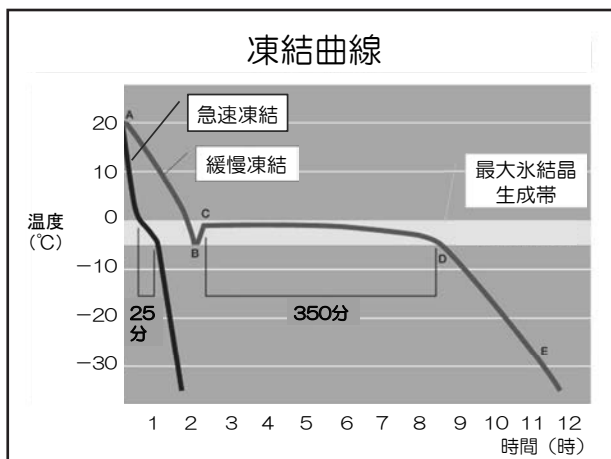


図 5

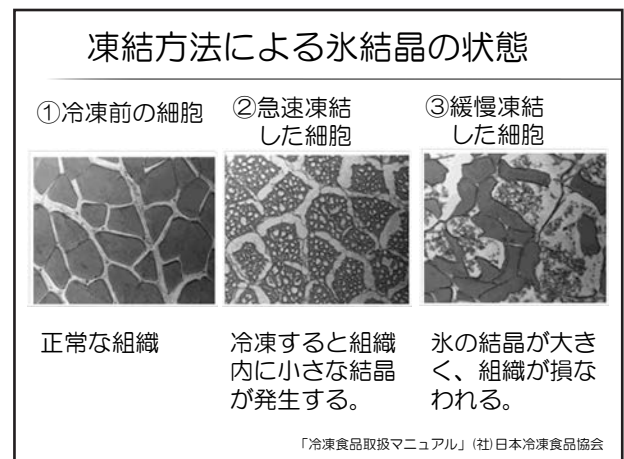


図 6



### おいしく冷凍するポイント

- ①冷凍  
②保存  
③解凍
- 
- 3つがあわさり、  
美味しさが保たれる

つまり、急速に凍らせ、冷凍保存中に乾燥しないようにし、そして食品に合わせて正しく解凍することが大切である。

図 7

### 冷凍食品の品質評価方法

- ドリップ量
- 味
- テクスチャー
- 栄養価
- 色
- 酵素活性
- 油焼け（酸化）

図 8

### 目的

冷凍方法の異なるアサリの呈味成分量の測定と官能評価により、冷凍法の違いが冷凍アサリの品質に与える影響について検討する。

図 9

### 実験方法①

1. 冷凍方法・保存期間
  - ①磁場付急速冷凍（CAS機能付急速冷凍）
  - ②急速冷凍      ③緩慢冷凍（通常の冷凍）
 各種冷凍条件で1, 2, 4, 8, 12週間保存
2. ドリップ量の測定
 

家庭用の冷蔵庫で解凍した後、溶出した液と貝表面に付着した液体を拭き取った液を回収し、総量をドリップ量とした。
3. 遊離アミノ酸の分析

図10

### 急速冷凍庫



CAS機能付急速冷凍庫

CAS調和振動保管庫

図11

### 冷凍方法および保存条件

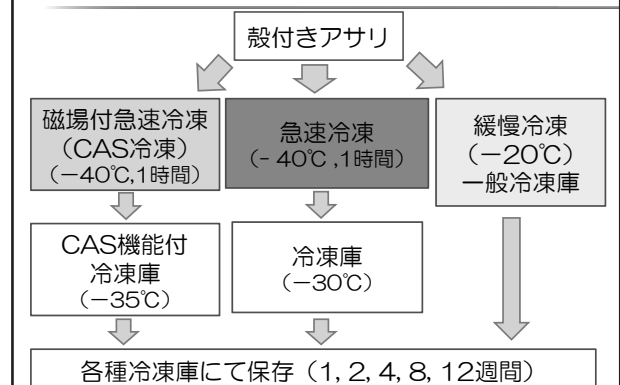


図12

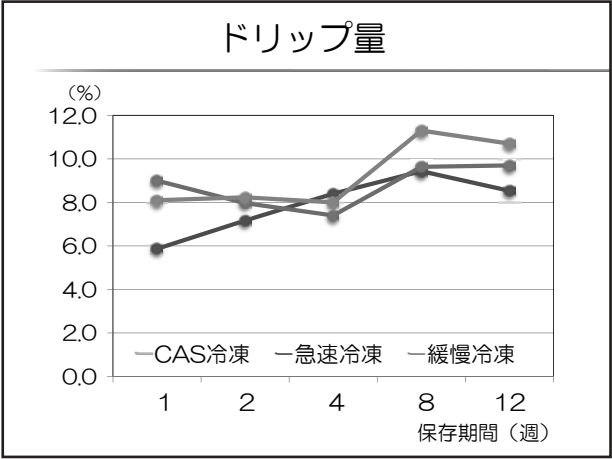


図13

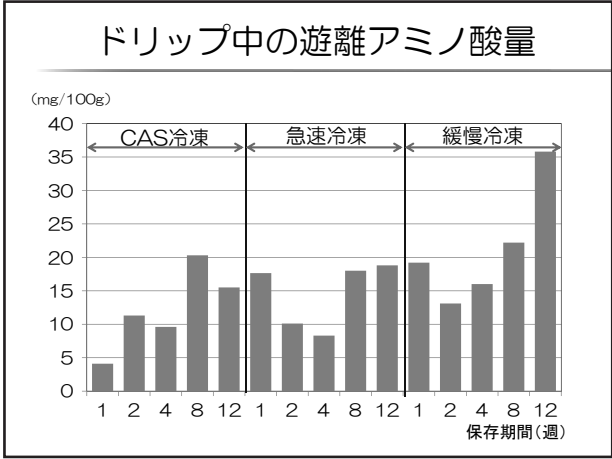


図14

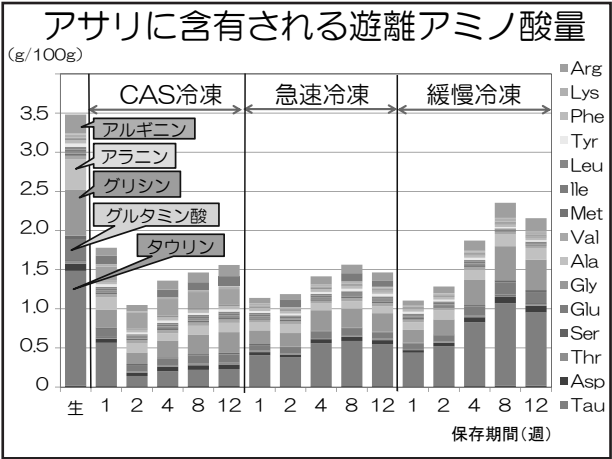


図15

実験方法②

1. 冷凍方法  
①磁場付急速冷凍 (CAS機能付急速冷凍)  
②急速冷凍 ③緩慢冷凍 (通常の冷凍)
2. 呈味成分の分析  
遊離アミノ酸, 核酸関連化合物
3. 加熱調理したアサリの官能評価  
①加熱によるアサリの殻の開閉具合  
②官能評価

図16

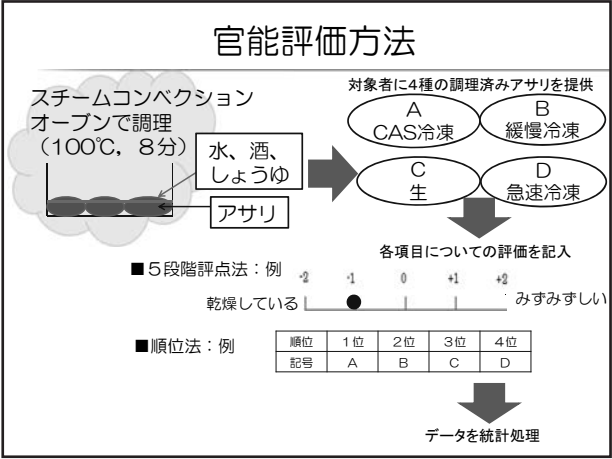


図17

加熱後のアサリの開き具合

| 状態    | 割合 (%)         |                 |                  |         |
|-------|----------------|-----------------|------------------|---------|
|       | 完全に開いた (2cm以上) | 半開き (2mm~2cm未満) | 開かなかった (0~2mm未満) | 殻が割れている |
| 生     | 98.5           | 0               | 1.5              | 0       |
| CAS冷凍 | 78.9           | 8.2             | 0.8              | 12.1    |
| 急速冷凍  | 73.7           | 6.0             | 4.3              | 16.0    |
| 緩慢冷凍  | 64.2           | 29.7            | 2.2              | 3.9     |

図18

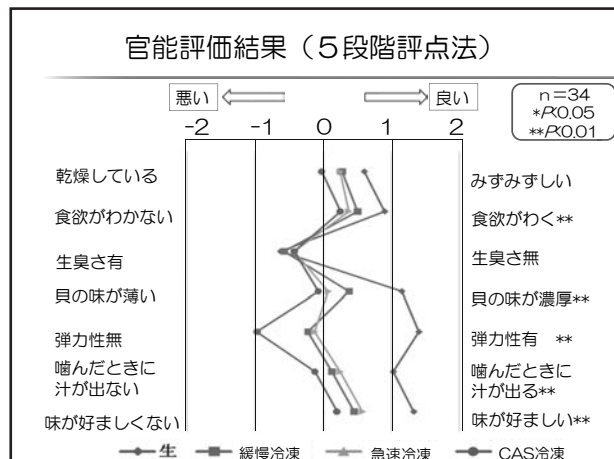


図19

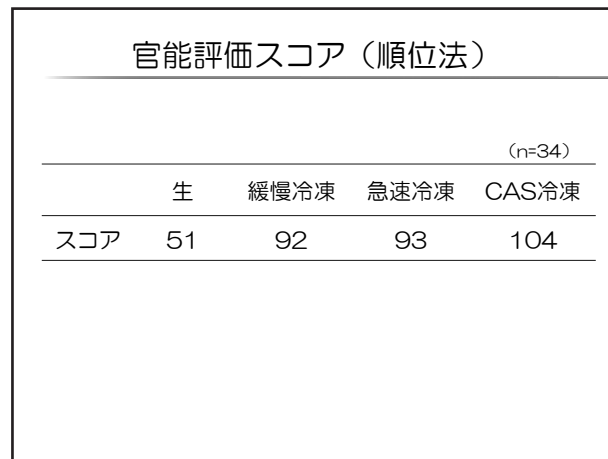


図20

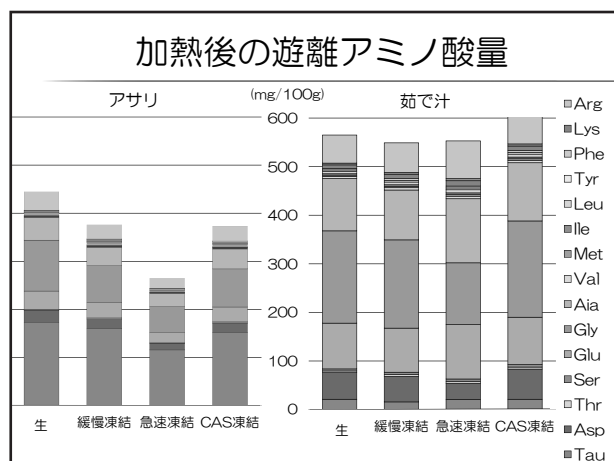


図21

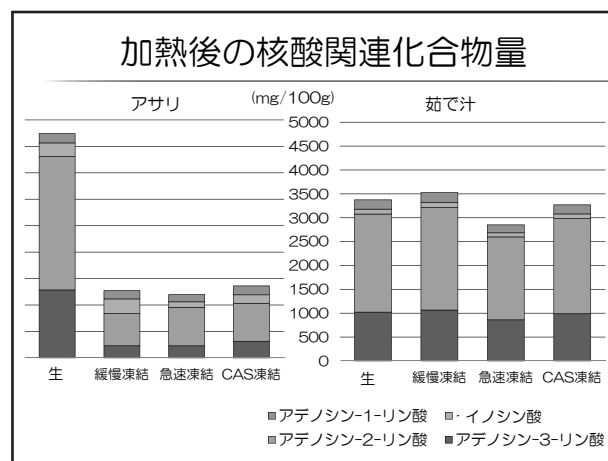


図22

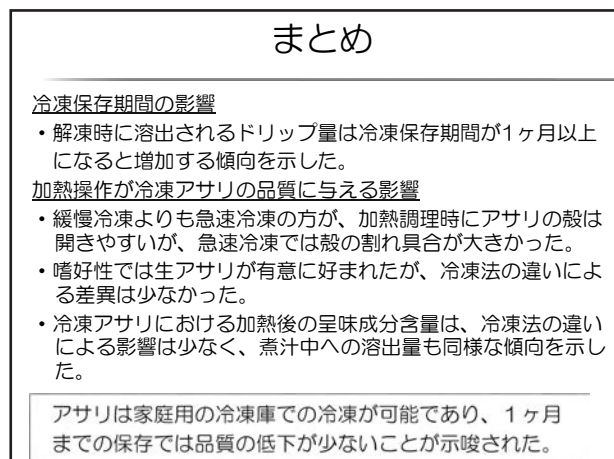


図23

## トピックス

### 低アレルギー化ボーロを用いた経口免疫療法

高橋 享子

武庫川女子大学栄養科学研究所 食育・人材育成研究部門

皆さん、こんにちは。食育・人材育成部門ということで、本日、発表させていただきます。

まず、食育・人材育成部門ですが、研究員は、こちらの私と岸本研究員で、自治体との共同で、小学校、中学校の食生活実態調査や、あるいは食育パートナーシップをやっております。また、私は、食物アレルギー専門管理栄養士というものの育成を目指して、食物アレルギーの治療等にも関わっております。内藤研究員は、自治体における食育推進活動の取組として大阪府内、西宮市との共同で多くの取り組みを行っております。また林研究員は、市町村における児童館の食育推進システムの実態と改善ということを行っております。岸本研究員、北村研究員には、本学の附属保育園、または附属幼稚園における園児に対する食育事業の取組、あるいは保護者のかたに対する食育の取組などを行ってきております。

本日は、私のほうから病院との共同研究で、免疫寛容治療と管理栄養士の育成ということをお話しさせていただきますと思います。

食物アレルギーの実態ではありますが、このグラフにありますように、2007年から2013年におきまして、小学校、中学校、高等学校で、症状、発症したかたがこの5年間で2パーセント増加しております。さらに増加傾向にますますなっていく傾向があります。

そして、原因食物の内訳ではありますが、卵、牛乳、小麦、並びにこのような食材をいわゆる特定原材料の指定になっています食材料が、約80パーセントで原因食材ということになってきております。

私が、今、関わっていますこの管理栄養士の育成並びに治療ではありますが、この食物アレルギーの治

療というのは、アレルゲンであります抗原を僅かに摂取することによって、耐性獲得療法という方法であります。これを経口免疫療法、OITと呼んでいますが、この療法が、現在、注目されています。全国病院の小児科で、この治療を行っている医師は、ホームページなどで記載されていまして、まだ多くありませんが、まあ進みつつあります。この治療において、さらにまだ問題点は、この治療に入れないぐらい重症な卵アレルギーやミルクアレルギー、あるいは小麦アレルギーのかたがいます。卵アレルギーの患者さんにおいてどのような抗原を食べているかって言いますと、固ゆでの卵白を抗原として耐性獲得を行っております。ところが、固ゆで卵白でさえも喫食ができないというお子さんがいらっしゃいます。そういうお子さんに対する治療法がまだ見つかっていないというか、方法がありません。さらには、こういう重篤なアレルギーの患者さんに対する食生活の指導ってということがまだ十分で行われていません。従って、患者さんや患者さんの保護者のかたの食生活のQOL、つまり食生活の質ですね、それが大変低下しておりまして、日常生活にも大きな問題があります。その辺りについて、我々は、今、一緒に研究を進めております。

それで、どのような方法を行っているかって言いますと、当研究室が開発しています低アレルギー化ボーロ、これ、LABと通常言っておりますが、この低減化した卵白を含んだボーロを作成しました。これは、市販ボーロと比較しまして、卵の含有量が少なく、小さな重篤なお子さんでも安心して食べられる、可能なボーロであります。このボーロを使いまして、重症な卵アレルギー患者さんの耐性獲得、つまり経口免疫療法の導入ステップとして、



LABを用いて免疫寛容効果というのが上げることができるかどうかということを検討しております。

さらには、この経口免疫療法と並行しまして、入院患者さんの保護者に対して食生活のアドバイスを管理栄養士として実施しておりますが、同時に将来、管理栄養士を目指しています学生たちも同席して、食生活をどのように指導すればいいかということを経験しております。

実験方法であります、ダブルブラインドプラセボ対照試験として、患者さんと医師ですね、どちらにもそのボーロが治療のボーロであるか、あるいはプラセボ、つまり治療ではないボーロですね、そのボーロであるかを完全に秘密にした状態で、試験研究をしております。対象の施設は、大阪府立のアレルギー専門の病院の小児科です。医師の説明で同意が得られたかたを対象として割り付けしておりますが、対照群が12名、治療群19名、トータル31名が現在進行して治療に入っております。このお子さんたちは、卵が全く、固ゆで卵白も全く喫食ができない、0.5グラムを食べると発症するという重症な卵アレルギーの患者さんで、そのかたがたにこの先ほど言いました研究室開発のLABを喫食していただいて耐性獲得を行っていく、長期間にわたって耐性獲得をして、その効果を検討しています。

お子さん、つまり患者さんたちのこの効果の指標は、ここに示していますように、まず卵白摂取の閾値、それから皮膚クリックテスト、血清中のオボムコイドというのは、卵白の中の最も主要なアレルゲンですが、省略しましてOMです。このオボムコイドに対する特異抗体IgE並びに特異抗体のIgG4という抗体価の変動で、OITの効果を実証、検討を行いました。

スケジュールであります、まず、同意が得られた患者さんに対して固ゆで卵白による負荷試験で閾値を検査いたします。同時に、血清中の抗体価やクリックテストを行って、その患者さんのグレードを見ていきます。そして、北大開発のソフトを使いまして、ダブルブラインドの割り付けを行います。割り付けて対照群並びに治療群と決めますと、対照群のかたにはプラセボボーロ、治療群のかたにはLABの低アレルゲン化ボーロを喫食していただきます。喫食に先立ちまして、チャレンジとして、幾つかからこのボーロを喫食することができるかってい

うことの個数の決定をまず行います。個数の決定をしてから2週間後からスタートし、まずはワンスパンとして4か月間でこのOITの治療効果を検討します。そして、4か月後には、ここに先ほど指標としてお示ししました検査項目を行って、耐性獲得が可能になったのかどうかということを検討してきました。

同じく、少し同じことの説明になりますが、今、申しましたように、同意の得られた対象者を治療群と対照群に分けて、ボーロの負荷試験を行った後に2週間後から開始をしていただいて、1か月ごとに外来にいられた患者さんに対して新鮮なボーロを提供していくという流れです。この間、病院では、負荷試験、それから同意の患者さんへの説明、並びに血液検査ですね、こういうことを行いまして、この情報で割り付けをしていきます。そして、チャレンジでボーロ数を検討していきます。

大学側では、この割り付けを完全に医師から託されて行きます。ボーロを作成して、1か月ごとに提供していきます。そして、患者さんの治療の度合いを医師と連携して見ながら、4か月という期間でまずは検討していきます。この間、患者さんが一泊入院をされますので、この一泊の間に、保護者との座談会、医師、看護師、管理栄養士による座談会が開催されますので、そこで食事の指導、食生活の指導ということを行っていきます。

どのようにして、LABを作成してるかって言いますと、ここに記載していますように、生卵白を高温高压処理をいたしました。その後、その卵白を使って、このような材料を合わせまして、ボーロとして焼き上げていきます。このボーロ中に含まれておりますアレルゲンのオボムコイド量を主として測定して病院に提供していきます。形は、約1センチ以下の小さなボーロとして、一つの大きさが0.5グラムということで焼き上げていきます。抗原のオボムコイド量ですが、プラセボボーロは全く含まれず測定不可です。ヒ低減化したボーロに対しまして、LABは、約5分の1のオボムコイド量ということで、このボーロを患者さんが食べても発症しないということをチャレンジで確認して提供していきます。

プラセボ群並びに治療群のこの4か月間でどれくらいお子さんが食べられるかって言いますと、表に示しています数を食べられます。できるだけ、一気

に渡さないで1か月ごとに手渡してできるだけ賞味期限の中で食べていただくということを行っております。

ボーロの摂取方法ですが、チャレンジで初日の個数を決めていきますが、1個で開始した場合には、2週間1個を継続して、毎日1個を継続して食べます。3週目、4週目で2個増量していきます。そして、2週間ごとにこのように1個ずつ増量して、耐性をゆっくりと獲得していくようにしております。最初のチャレンジで5つまで問題がないよというかたには、1週間、毎日5つを食べて、1週間ごとに1個ずつの増量を行い、10個までを限界というふうに決めております。それで、1回目から10個がもう問題なく食べれるっていうお子さんには、このように毎日10個ずつ喫食していただくということを決めています。このようにして、ゆっくりと緩慢に耐性獲得をしていただくことに決めております。

アレルギー症状のグレードですが、このように1から5までありまして、数値が高いほど症状が重いというふうに決めております。これは、アレルギー診療ガイドラインのところからそれに基づいてグレードを決めております。

負荷試験の方法ですが、20分ごとに0.2グラムから0.5グラム、1グラム、2グラムと増量して観察していきます。それで、症状が出たところを最終の閾値、負荷量を閾値量としております。2グラムで症状が出ない場合には、翌日ですね、5グラムからスタートして、また同じように10グラム、20グラムまで増量して症状を観察していきます。

ブリックテストであります。皮膚に軽く傷を付けて、抗原をその上に滴下します。20分後に観察して、周りの紅斑、中の膨疹という、腫れあがりますが、中の膨疹の直径を足して2で割る式で、ブリックテストのスコアとしております。

閾値の変化です。今回は、対照群、治療群、10名ずつをここに示しております。このように、年齢は2歳から9歳の対照群のお子さんで、期間は、4か月間の期間は、それぞれ個々に期間が違っております。介入前の閾値、介入後の4か月後の閾値を差し引いたものが右端の数値であります。

これが、治療群の閾値の変動ですが、同じく年齢は1歳から7歳ぐらいまでのお子さんで、期間は、

それぞれお子さんの診察で、介入に入られた期間から4か月というふうになっております。介入前の閾値、介入後の閾値、それで、閾値を差し引いたスコアってということです。これをグラフにいたしますと、このように対照群で、介入前、介入後、治療群の介入前、介入後というふうに閾値が変動しております。つまり、治療の効果が上がっていると、閾値が上がってまいります。この治療後、介入後から介入前を差し引いたデータがこちらに示しておりますが、対照群、治療群、いずれもこの群では有意差は認められませんでした。中央値ですが、ほとんど変わりはありませんが、若干、治療群で僅かに高い値を示しております。僅かに改善の傾向が見られるということに判断いたしました。まだ、10名で、最終的には12名まで入ってきます。

こちらは、ブリックテストです。ブリックテストの対照群、介入前、介入後です。治療群の介入前、介入後です。介入後から介入前を引いた数値の変化がこちらに示しております。これも、対照群と治療群の間には有意差は認められませんでした。中央値ですが、若干、対照群よりも治療群で上がっております。従ってこれは介入後のほうが小さくなっていくほうが、耐性獲得の方向に向かっていると判断されますが、このブリックテストの結果では、そのことに対しては、余り効果が認められませんでした。

こちらのほうは、血清のオボムコイド特異抗体IgEですね、アレルギー抗体です。この抗体値が治療が上がると小さくなるという傾向にありますが、対照群を見ていただきますと、介入前、介入後で大きく上がっている患者さんもあります。もちろん、プラセボ群ですので、全く普通の生活をされておられます。それから、治療群につきましては、こちらでも介入後、介入前よりも介入後に大きく増加している患者さんもいらっしゃいました。この介入後から介入前を差し引いたIgEの変化量ですが、こちらのほうも有意差が得られず、治療群でその抗体価が小さくなった、減少したという方向は大きくは見られませんでした。

このIgG4という抗体はIgEの遮断抗体と言われていまして、まだアレルギー治療の指標とまではいかないんですが、指標になるのではないと言われていた抗体価です。この治療が、寛容の治療が効果が上がってきますと、IgG4が上昇するとも言われて

いまして、これを、今回、測定いたしました。その結果、対照群のほうですが、介入前に対しまして介入後での変動ですね、それから、治療群の介入前に対して介入後の変動ですが、大きく上昇したかた、僅かに上昇したかた、ほぼ変わらなかったということで、その差し引きを介入後から介入前を差し引いて変化量を見ましたが、こちらのほうも有意差は認められませんでした。中央値が、治療群で、対照群に比較しますと、僅かに上がっている傾向がありました。僅かな治療効果があったのではないかというふうに考えられました。

その抗体価の比を求めますと、この比は、小さくなるほど治療効果が上がっていると判断されます。この比を見てみますと、対照群では、このような介入前、介入後ですね、治療群では、介入前、介入後で小さくなっているかたもあり、まだ余り変わらないというかたもおられました。この介入後から介入前を差し引きしましたその変化量ですが、対照群に対しまして治療群では、中央値が大きく低下しました。こちらのほうも有意差はありませんでしたが、改善傾向ですね、治療群で免疫寛容の改善傾向が示唆されたというふうに考えられました。

まとめです。今回、我々がやりました、まだ現在治療中の継続であります、この結果から、プリックテストと抗体価では、OIT、経口免疫寛容による治療効果は得られませんでした、卵白の摂取閾値は、LABを喫食することによって、4か月で僅かに治療効果があるのではないかと示唆されました。また、IgEとIgG4の比から、LABによるOITによる治療効果というのもうかがえるのではないかと考えました。まだ継続で、実はこの4か月後からは、全

患者さんに対して治療ボーロを食べていただいて、1年間、残り6か月間継続して、喫食していただいています。まだ4か月が終わったばかりのかたもありますので、まだ今年一杯は掛かるかと思っております。その間、人材育成ということで、昨年11月に、管理栄養士しかできない食物アレルギーの栄養指導ということで、医師と現場管理栄養士のかたに、学生、院生を対象に講演会を開催しております。

このような研究によりまして、LAB、低アレルゲン化ボーロは、卵白によるOIT治療できない患者さんに対して僅かな抗原で安心して食べれるLABボーロで、耐性獲得ができるのではないかと考えています。今後、このLABを重篤な患者さんに対してのサポートということで考えていきたいと思っております。このOITをすることによって、保護者や患者さんに対してのQOL向上ができていないかというふうに思っております。保護者との座談会で食事の指導ということで、いろんなサポートが、我々、管理栄養士の養成大学でもできるというふうに考えております。

今後の活動としましては、食物アレルギーの治療に関わる研究ということと、それから、食物アレルギー患者さんの食生活QOLの向上にサポートをしていきたい。さらには、管理栄養士を取得されたいかれる学生の皆さんに対して、食物アレルギーに対する知識を十分に持っていただいて、患者さんや保護者のかたの食生活のサポートを行っていただきたいということで、人材育成を目指していきたいと思っております。以上で発表を終わらせていただきます。御静聴ありがとうございました。

—食物アレルギー治療に関わる研究—  
食物アレルギー専門管理栄養士の育成

## 低アレルゲン化ボーロを用いた 経口免疫療法

食育・人材育成部門  
高橋享子

図 1

## 食育・人材部門

- ・ 高橋研究員・岸本研究員  
自治体との協働で「小中学校の食生活実態調査」  
自治体との協働で「食育パートナーシップ」  
食物アレルギー専門管理栄養士の育成
- ・ 内藤研究員  
自治体との協働で「自治体における食育推進活動」の取組み
- ・ 林研究員  
市町村児童館における「食育推進システム」の実態と改善
- ・ 岸本研究員・北村研究員  
保育園、幼稚園における園児に対する「食育」授業の取組み  
保育園、幼稚園における保護者に対する「食育」の取組み

図 2

## 食物アレルギー疫学

図1. 食物アレルギー罹患率推移

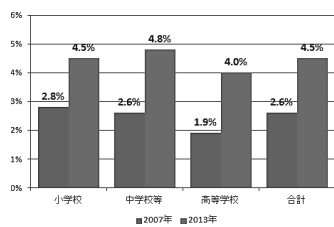


図2. 原因食物の内訳

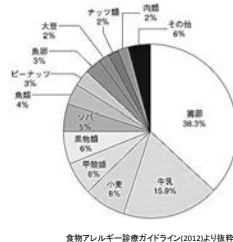


図 3

—食物アレルギー治療に関わる研究—  
食物アレルギー専門管理栄養士の育成

### 背景

近年、食物アレルギー治療として抗原摂取による耐性獲得療法である経口免疫療法(OIT)が注目されている。

しかし、重症なアレルギー患者においては、抗原である固ゆで卵白の喫食では症状が発症するため、固ゆで卵白によるOITは困難である。

さらに、重症な食物アレルギー患者に対する食生活指導が十分に行われていない。従って、患者、保護者の食生活QOLの低下が問題になっている。

図 4

## 低アレルゲン化ボーロを用いた 経口免疫療法

当研究室開発の低アレルゲン化ボーロ(LAB)は、低減化卵白を含んだボーロで、市販ボーロと比較して安心して喫食が可能なボーロである。

重症卵アレルギー患者の経口免疫療法の導入ステップとして、固ゆで卵白ではなくLABによる免疫寛容効果について検討した。

さらに、経口免疫療法の研究と同時に、入院患者の保護者に対する食生活アドバイスを管理栄養士と管理栄養士を目指している学生と伴に実施した。

図 5

研究方法: ダブルブラインドプラセボ対照試験

実施施設: 大阪府立アレルギー専門病院 小児科

対象者: 対照群: 12名、治療群: 19名  
保護者の同意が得られ、固ゆで卵白のOITが不可の1歳～12歳の卵アレルギー患者

OIT指標: ・卵白摂取閾値  
・皮膚プリックテスト  
・血清オボムコイド(OM)特異IgE  
・血清オボムコイド(OM)特異IgG4

図 6



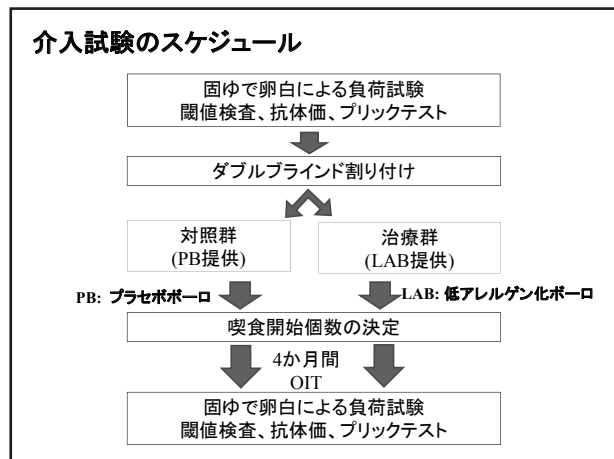


図 7

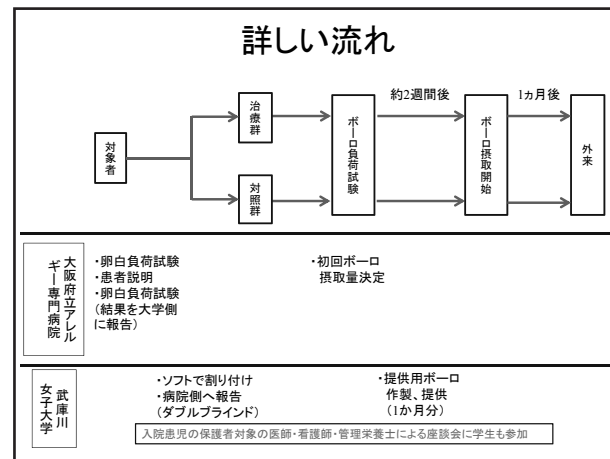


図 8

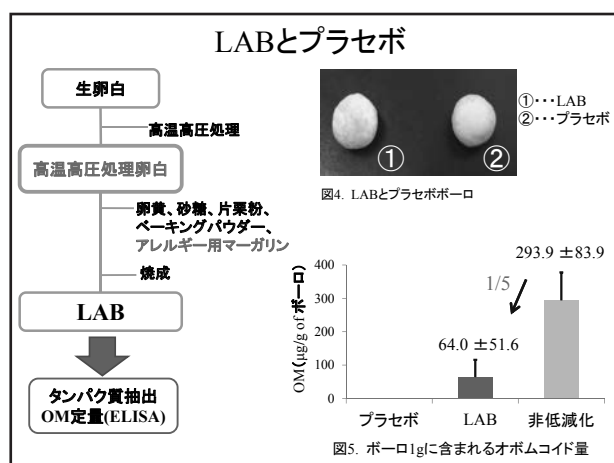


図 9

### 提供ポーロ数

| 対照群 |      | 治療群 |      |
|-----|------|-----|------|
| No  | 個数   | No  | 個数   |
| 2   | 1120 | 1   | 1120 |
| 5   | 1015 | 3   | 1120 |
| 9   | 1120 | 4   | 1120 |
| 12  | 1120 | 6   | 721  |
| 15  | 1120 | 7   | 1120 |
| 17  | 1120 | 8   | —    |
| 19  | 1120 | 10  | 1120 |
| 21  | 1120 | 11  | 1120 |
| 23  | 1120 | 13  | —    |
| 26  | 1120 | 14  | 721  |
| 31  | 1120 | 16  | 721  |
| 32  | 1120 | 18  | 1120 |
| 中央値 | 1120 | 20  | 1120 |
| SD  | 30   | 22  | 574  |
| N   | 12   | 24  | 1015 |
|     |      | 25  | 1120 |
|     |      | 27  | 721  |
|     |      | 28  | 1120 |
|     |      | 29  | 1015 |
|     |      | 30  | 1120 |
|     |      | 33  | 1120 |
|     |      | 中央値 | 1120 |
|     |      | SD  | 192  |
|     |      | N   | 19   |

図10

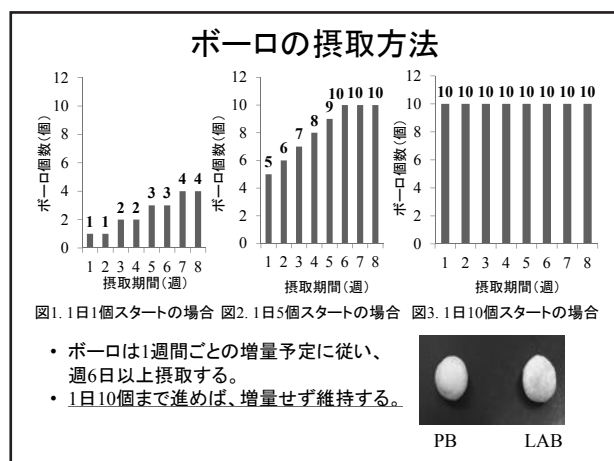


図11

### アレルギー症状grade

| grade | 皮膚                                | 消化器                           | 呼吸器                                                | 循環器                    | 神経          |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| 1     | (限局性)<br>掻痒感・発赤・<br>麻疹疹・血管<br>性浮腫 | 口腔の掻痒感・<br>違和感、口唇腫脹           | 咽頭の掻痒感・<br>違和感                                     | —                      | —           |
| 2     | (全身性)<br>掻痒感・発赤・<br>麻疹疹・血管<br>性浮腫 | 嘔気<br>1〜2回の嘔吐<br>下痢<br>一過性の腹痛 | 軽度の鼻閉、鼻汁<br>1〜2回のくしゃみ<br>単発的な咳                     | —                      | 活動性の低下      |
| 3     | 上記症状                              | 繰り返す嘔吐、下痢<br>持続する腹痛           | 著明な鼻閉、鼻汁<br>繰り返すくしゃみ<br>持続する咳<br>喉頭掻痒感             | 頻脈<br>(15回/分以上の<br>増加) | 不安感         |
| 4     | 上記症状                              | 上記症状                          | 喉頭締扼感<br>喘鳴<br>犬吠様咳<br>喘下困難<br>喘鳴<br>呼吸困難<br>テアノーゼ | 不整脈<br>血圧低下            | 不穏<br>充の恐怖感 |
| 5     | 上記症状                              | 上記症状                          | 呼吸停止                                               | 重篤な徐脈<br>血圧低下著明<br>心停止 | 意識消失        |

食物アレルギー診療ガイドライン2012より抜粋

図12

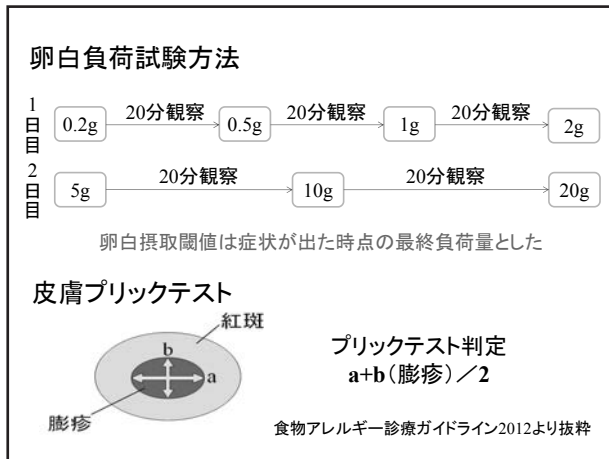


図13

**対照群 卵白摂取閾値**

| 患者番号 | 性別 | 年齢(才) | OIT<br>実施期間          | 介入前<br>卵白摂取閾値(g) | 介入後<br>卵白摂取閾値(g) | 閾値<br>変化量(g) |
|------|----|-------|----------------------|------------------|------------------|--------------|
| 1    | 男  | 6     | 2014/8/22~2014/12/22 | 0.5              | 0.5              | 0            |
| 2    | 男  | 9     | 2014/10/16~2015/2/9  | 2                | 1                | -1           |
| 3    | 男  | 2     | 2014/11/18~2015/3/17 | 1                | 1                | 0            |
| 4    | 男  | 3     | 2014/12/1~2015/3/30  | 1                | 5                | 4            |
| 5    | 男  | 4     | 2015/2/18~2015/6/17  | 1                | 0.5              | -0.5         |
| 6    | 女  | 6     | 2015/3/26~2015/7/18  | 0.2              | 0.5              | 0.3          |
| 7    | 男  | 7     | 2015/5/22~2015/9/6   | 0.5              | 2                | 1.5          |
| 8    | 男  | 6     | 2015/6/5~2015/10/11  | 0.5              | 2                | 1.5          |
| 9    | 男  | 6     | 2015/4/23~2015/8/6   | 1                | 2                | 1            |
| 10   | 男  | 8     | 2015/6/15~2015/10/9  | 0.5              | 0.2              | -0.3         |

図14

**治療群 卵白摂取閾値**

| 患者番号 | 性別 | 年齢(才) | OIT<br>実施期間          | 介入前<br>卵白摂取閾値(g) | 介入後<br>卵白摂取閾値(g) | 閾値<br>変化量(g) |
|------|----|-------|----------------------|------------------|------------------|--------------|
| 11   | 男  | 7     | 2014/8/7~2014/11/23  | 0.5              | 1                | 0.5          |
| 12   | 女  | 5     | 2014/9/10~2015/1/10  | 0.5              | 1                | 0.5          |
| 13   | 女  | 3     | 2014/9/17~2015/1/17  | 0.5              | 1                | 0.5          |
| 14   | 男  | 1     | 2014/11/17~2015/3/13 | 1                | 20               | 19           |
| 15   | 男  | 4     | 2014/12/2~2015/3/21  | 2                | 5                | 3            |
| 16   | 男  | 6     | 2015/2/9~2015/7/17   | 0.5              | 0.2              | -0.3         |
| 17   | 男  | 2     | 2015/3/26~2015/7/18  | 1                | 0.2              | -0.8         |
| 18   | 男  | 6     | 2015/4/15~2015/8/14  | 2                | 5                | 3            |
| 19   | 男  | 6     | 2015/5/1~2015/8/21   | 1                | 0.5              | -0.5         |
| 20   | 女  | 6     | 2015/6/15~2015/10/9  | 0.1              | 1                | 0.9          |

図15

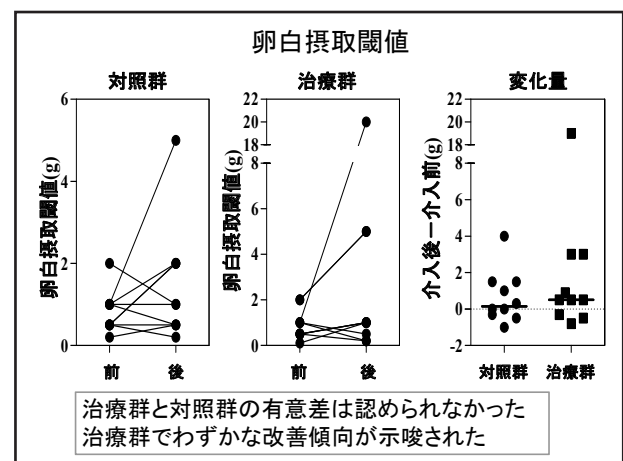


図16

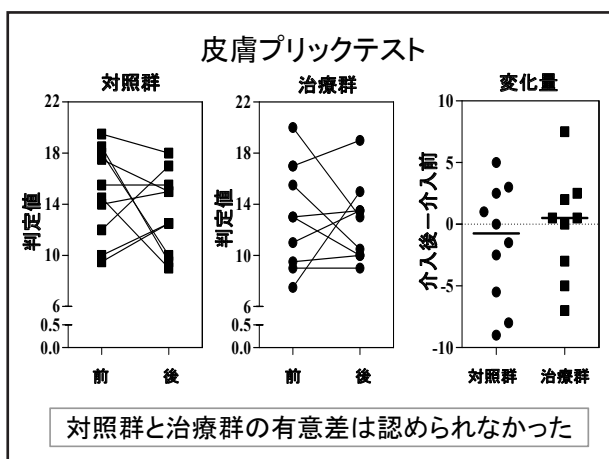


図17

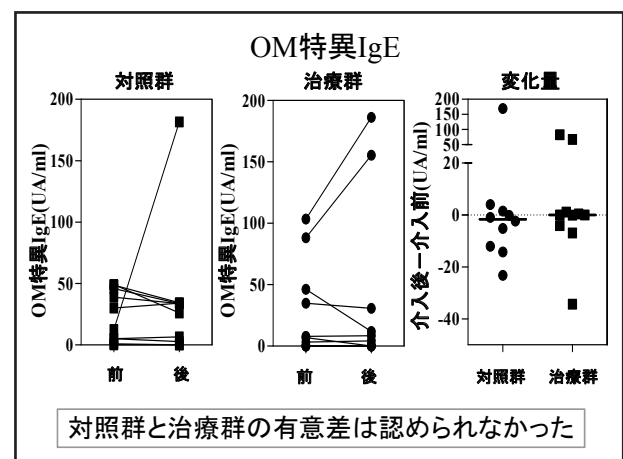


図18

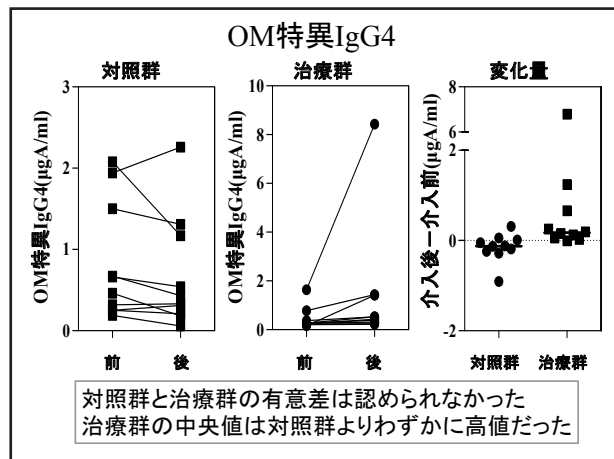


図19

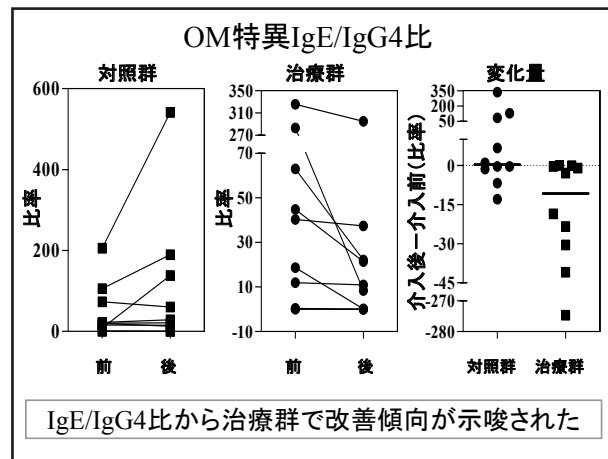


図20

**まとめ**

**【結果】**

- 皮膚プリックテストとOM特異IgEでは、OITによる治療効果が得られなかった。
- 介入後の卵白摂取閾値では改善傾向が認められ、OITによる治療効果が示唆された。
- 介入前後のOM特異IgE/IgG4比からOITによる治療効果が示唆された。
- 2015年11月14日(土)「管理栄養士しかできない食物アレルギーの栄養指導」講演会開催

**【考察】**

- LABは、卵白によるOIT治療が困難な患者にとって、わずかな抗原で耐性獲得が可能となり、安心して摂取できる食品である。LABを活用したOITは、保護者や患者のQOL向上に貢献できる。
- 保護者との座談会で、食物アレルギーに対応した食生活を指導した。

図21

**これからの活動**

- 食物アレルギー治療に関わる研究
- 食物アレルギー患者の食生活QOLの向上
- 食物アレルギー専門管理栄養士の育成

図22

## トピックス

### 超高齢化社会に向けてクリニック部門の取り組み

鞍田 三貴

武庫川女子大学栄養科学研究所 栄養クリニック部門

皆さん、おはようございます。クリニック部門の鞍田三貴と申します。

今日は、超高齢化社会に向けて、賢く食べて元気に過ごしましょうというお話と、それに対しての私どものクリニック部門の取組についてお話しさせていただきます。最近では、こういうちょっと御年配のかたがたの集まりでお話する機会が非常に多くなりまして、15年ぐらい前までは、メタボ予防のお話が多かったのですが、最近では、ちょっと小太りのほうがいいよというお話をしないとイケない。実は私、昨日まで博多のほうでちょっと大きな学会がありまして、そのほとんどのセッションで、高齢化に関する話ばかりでした。この日本のこの超高齢化は、世界的に注目されていて、私ももうとにかく何とか生き残りをかけて、皆さんと共に食べることに運動で元気に暮らしていきたいなと思っているところでございます。

これ、人口ピラミッドですけれども、皆さん御存じのとおり、2050年オリンピックが終わってからまだ先になりますと、この人口ピラミッドは、ほとんどがもう支える世代がもうなくなりまして、この高齢者世代ばかりになるというような恐ろしい驚異的な時代がやってきます。まあ本当にどうしたらいいものかということなんですが、実は政府は、入院期間を短くする、もうちょっと入院させといほしいのに、うちのばあちゃんと思っても、もう出ていってくださいと言われます。それから、回復期、リハビリテーション病院も期間が決まっています。つまりはおうちで過ごさないといけないということになり、特別養護老人ホームや老健施設というのも、今ある数よりは、増えるような気配はありません。ということは、家でいかに元気にお世話にならずに楽

しく暮らせるかということに掛かってくるわけですね。平均寿命と健康寿命、これも昨日の学会で、もうさんざんこれをお話しされておりました。つまりはですね、女性の平均寿命は現在86歳、男性は約80歳です。ですが、元気に自分の身の回りのことができて、楽しめてですね、暮らせている年齢というのは、実は女性は74歳、男性は70歳ということで、この差、女性が13年、男性が約9年ですね、ここが不健康寿命というそうです。このこのところの寿命をできるだけ短くするというのが一番理想です。ということは、平均寿命を短くするのではなく、健康寿命を延ばして、ここを短くすることになりますね。そのために日本はもう若い人からお年寄りまで、みんなで協力して頑張らないといけないわけです。

このスライドは、高齢者の生理学的変化とありますが、年を取りますと、人間は誰でも体型が変わります。それで、二十歳のときの体の組成と70歳、80歳になったときの体の組成と中身が随分減ってるわけですね。まず水分が減っていますね。赤ちゃんは80パーセントの水分ですからみずみずしいですね。70歳ぐらいになりますと、体の水分量は50パーセントぐらいになります。それから筋肉成分とか骨が減っていきます。このかたはちょっとぽよんと太っておられますので、脂肪が増えています、脂肪も減ってきますとやせているということになります。昨日の学会では、メタボの栄養相談を受けて、体型を維持する年齢と、そこからちょっとギアチェンジをして、ちょっと小太りのほうが元気という結果が出てますので、どこからメタボをちょっと無視するかというこの瀬戸際、この年齢が大体65歳から74歳ぐらいの間だそうです。ここぐらいでちょっと切り



替えていかないと、やせているかたは非常に寿命が短いという結果になっています。

ここ、脂肪を除いた体重を除脂肪体重と言います。御自分の体の体重の中から脂肪の部分を除いた部分ですね。この体脂肪というのは、今、タニタとか、ちょっとおうちでも測れる体重計があると思いますが、その脂肪のグラム数を引きますと、残りを除脂肪体重と言います。この除脂肪体重がとても大事で、高齢者になりますとだんだんと除脂肪体重が減ってしまうんですね。それから、骨が減っていく。それから、脂肪の分布ですね、付くところが変わってくるんですね。何かこの辺はやせてくるんですよ。こう下に全部付いていったりね。おなか周りですね。このような生理学的変化は、もうどなたでも起こることで、これは公平に起こってきます。格差はありますが、ちょっと差はありますけども起こってきます。

さあ、この除脂肪体重というところが非常に大事で、これを落とさないようにしたいんです。この除脂肪体重、つまり骨とか筋肉の部分ですが、今ある除脂肪体重の15パーセントぐらい減ってきますと、貧血が起きてきますし、30パーセントぐらい落ちてきますと、歩けなくなるんですね、筋肉が。それから、もっと減って、45パーセント減ってくると、床ずれが起きてくるんです。この床ずれというのは、もう死亡の一手手前の症状であって、早くから何とかして、この緩やかなこのカーブをさらに緩やかにしていきたいということです。それが、じゃあ、どうすればいいのかということになりますね。

除脂肪組織の減少は、高齢者の疾病、それから自立度と非常に関連していますよということが分かっています。さあここからは、栄養の話になります。人間は、食物を食べているということをまず知ってください。栄養素を食べているのではないですね。アメリカ人でよく朝、昼、晩と薬で過ごしてる人いますけど、やっぱり食事を食べることの意義が非常に大きいことがたくさんあって、しかもおいしく食べるということが大事です。それについてお話ししていきますね。

では、こういう根拠がありまして、よく最近ではちょっと減りましたけれども、御自分の主治医の先生のところに伺うと、もう年いったんやから、そんな食べんでええでって言われるかたがあると。特に

糖尿病とかだと、もう食べんでいい、食べんでいい、もうそんなもう卵なんか食べんでいいよ。肉もね、もうそんな年いったら、もう要らんからっていうふうな時代があったんですが、今は、やっぱり積極的に取ってもらったほうがいいと。それは、65歳ぐらいから少しずつ気には付いていないんですが、食べる量が減ってくるんですって、ちょびつとずつ。そして、75歳ぐらいになってくると、その今までの蓄積で筋肉が落ちてしまっていて、それで偉いことになってくるそうです。ですから、この高齢者というのは、カロリーの摂取が減少してきて、それに伴って少しずつ活動量も、若いときみたいに走り回ったりしなくなってくるので、体に持っているタンパク質が減っていくと。従って、たくさんタンパク質が必要なんですよという、こういう根拠があります。でも、先ほどのおっしゃっていた先生のように、もう年いったら食べんでいいよという、これは一つ腎臓の機能も、高齢と共に、加齢に伴って落ちていくんですね。腎臓というところは、あんまりたくさんタンパク質を取ると、ちょっと負担が掛かるからっていうこともあって、あんまりもう食べんでええよとおっしゃるかたもあるんですが、腎臓、問題ない人、まだまだ元気っていうかたにとって、そんなにむやみやたらに食事制限する必要はないということになります。ただここで一つ申し上げたいのは、日本人で一番、全ての年代のかたに制限しないといけないのは、食塩です。これです。腎臓にとっても大事ですよ。

このかたは、皆さん、御存じですね、知らないかたはおられません。最近ちょっとお見かけしなくなりましたが、でも現役ですよ。110歳でしたね、超えておられるんですか。このかたは、今、100歳超えておられるのに、60キロを維持しておられると、すごいことです。それで、一日1,300キロカロリーにしているっていうのは、何かすごい低カロリー、やっぱりカロリーを制限したほうがいいんやという印象を与えてしまいがちですが、実は100歳超えての1,300キロカロリーはすごい高カロリーです。十分です。朝は、アップルジュースに油を入れておられますよ、油。牛乳という乳タンパクにさらに大豆のタンパクを入れておられますよ。それから、バナナ1本ですね。これはカリウムが多く、糖質が多く、最高にエネルギー源になりますね。お昼は、牛

乳、またタンパク質ですよ、カルシウムと。それとビスケット、さあビスケットは何でできているか、牛乳と卵ですね、バターと。もういいものばかりです。お昼にステーキを週2回、あとはお魚、それと青い色の濃い野菜を必ず皿に一杯、それから、御飯かパンを召し上がってるという。110歳にしたら、もう完璧です。それは、なぜかと言いますと、年齢と共に、最低必要なカロリーは、みんな減ってきます。最低必要なカロリーというのは、呼吸をするためのエネルギーと血液を回すためのエネルギーと体温を維持するためのエネルギーですよ。そのエネルギーがどんどん、どんどん減ってきます。大体80歳ぐらいになりますと、男性でも1,200キロカロリーぐらいになります。この日野原先生は100歳ですから、もっとここら辺ですね。ですから、最低必要カロリーは、1,000キロカロリーより少ないんですね。それにさらにプラスして食べておられるということで、活動を考えておられるということです。

さあ、この基礎代謝は、あんまり低くなってしまうと、食べる御飯がなくなっちゃいます。食べたらずぐ太っちゃいます。ということは、この基礎代謝を高くするためにどうするか、このほとんど使われてる部分が筋肉です。ここをいかに維持するかということになります。さあ、筋肉を維持するためにどうしましょう。ライザップみたいなことは、あれはもう無視してもらったらいいいと思います。多少の筋肉を、御高齢になりますと、やっぱり足、太ももとふくらはぎですね、ここの筋肉を維持することですね。さあ、筋肉を作るためには何が必要か、もちろん筋肉ですから、肉です。お肉、お魚の肉、肉から生まれてくる卵、それから、食物性の肉である大豆ですね、お豆腐、それから、牛乳の乳タンパクです。これらのものがあつて必要です。

さあ、1日に必要なタンパク質は、成人男性60グラムとあります。おおよそ60グラムぐらい、病院に入院されますと、普通食60から70グラムのタンパク質です。でも、今、これ、病気、さらにそこに病気のストレスが加わりますと、ちょっとこれでも少ないと言われている。さあ、これはどういうことかと言うと、例えば、ステーキ肉100グラムですね、ステーキ肉100グラムに100グラムのタンパク質ではない。ステーキ肉のお肉100グラムには、約15グラムぐらいのタンパク質が含まれています。卵1個50

グラムですが、その中に約6グラム入っています。つまり、このタンパク質の多い食品を集めて60から70グラムということになりますね。100グラムのステーキを食べてもタンパク質100グラムではないということです。

はい、これ、主菜のない献立ですね。これは、御飯とみそ汁と漬物。これでは、やっぱり筋肉難しいです。さあ、これに何を付けましょう。これも主食のない、これから夏になりますと、こういうのが多いですね、さらさらとこれだけがいいの、これだけで十分っていうね、御高齢のかた、増えてくるんです。これも困るんですね。これは、もうほとんど塩分ですよ。食塩ですよ。はい、プラスこれを食べるとどうなるか。今の食事にこれを追加されると、皆さんの増えてくるものは何でしょう。脂肪ですね。さあ、筋肉と関係していることが分かりました。ちょっと話題になっていますサルコペニアというのは、筋肉が減少した状態のことを言います。それから、ロコモティブ症候群というのは、それに、サルコペニアから運動障害が起こる状態のことを言います。それと、筋肉と認知症も関係してると。それから糖尿病も関係してますよということがもう分かってきています。さあ、この筋肉をいかに維持するかですね。

サルコペニアの診断基準ですが、アジアとヨーロッパでは、若干、違いまして、歩行速度と握力というのが入ってきます。つまり歩くスピードが何か遅れてきた、横断歩道を渡りきれないと、これもサルコペニアということになります。

こういうわけで、私どもの栄養クリニックはどういうことをしているか、御高齢で糖尿病で、さらに認知症があったり何かする、もう全てそろっているかたがたくさんおられまして、こういうかたに対して一人一人に見合った個別サービスを始めております。

さあ、ここから紹介させていただきます。このようなほとんど女の子ばかりで強烈ですけども、こういうちょっとエステではないですよ、間違えんといってください。こういうステーションを作っております。専門医もちゃんといてやっております。こういうふうに栄養相談ですね、体操もしますよ。ゆっくりとゆったりとやっていただいております。病院ではですね、何か一人、1対1できーっと話ししま

すけど、ここはみんなで取り囲んでやります。それから、たまに実際に作って食べましょう会というのをやっております。

症例です。Bさんというかたです。このかたは独居のかたですね。サルコペニアがあって、それから認知症があって、糖尿病です。全て備わっておられるかたです。かつ一応、肥満もありまして、肥満のサルコペニア、分かりますか、体はぷよんとしてるけれども、サルコペニア、筋肉がないというやつです。

背景で、昔は、自営業を切り盛りされてましたし、すごいきはきはきと動かれてたんですけども、御主人がいつ亡くなったかもちょっと分からないと。少し認知機能がちょっと落ちておられました。そういう試験もしましたけれども、ちょっと軽度の認知症ということです。いろいろと調べ、握力を調べ、歩行速度を調べ、サルコペニアがあつての肥満ということが分かりました。買物も全てコンビニで、御飯も全部済ましておられました。

さあ、このかた、一生懸命ですね、頑張りました。赤は血糖値、ブルーは体重です。体重を落とせばいいっていうものじゃないんですよ、後で言いますけどね。でも、この人は明らかに肥満のサルコペニアですから、まず、体脂肪を落としたかたですね。一生懸命みんなで取り組みました。宅配弁当も紹介したり、お薬を次々と主治医同士で話し合っ変えていきました。それで、途中からですね、ちょっと写真がありますが、学生と私ども一緒に患者さんと散歩をして、体操をしてというのをやるようになりました。そこから急激によくなりました。まず、認知機能が落ちておられるということで、薬を忘れるんです、飲むのを。認知症じゃなくても忘れますでしょう、薬ややこしすぎて。本当にお薬というのは、もう一個にしたいんですよ、カプセルにどんと詰めてね。それがね、これは昼だけ、これは朝御飯前、はい、これは御飯後とかあるんですよ。ですから、もうそこも調整してですね、みんなでサポートしたということです。

はい、変化ですよ、このかたの変化ですね。一番大事なことは、まず、2年ぐらい、じゃあ、頑張つて、2年ぐらいしたんですが、体重、体脂肪は減りました。血糖値がこんなによくなりました。高齢者のかたでHbA1cが6台というのは、もう最高です。

それから、体脂肪率がこんな減りました。骨格筋量は維持しました。それから、握力が増えました。6メートルの歩行速度も維持しました。ということで、もし、私どもと巡り合わずですね、まあこんなこと言うたら、ちょっと恩着せがましいですけど、2年間、お一人暮らしされていたら、どうなったのかなと。このかた自身も頑張ったというのが一番だと思います。

ということで、こういう御高齢のかたですね、お一人暮らしのかたに接して分かったことがあります。例えば、コンビニまで買物に行けたり、場所が分からなくなっても、警察のお世話になるようなことがない人は、これは介護保険非該当になるんです。それから、介護施設は、要介護3以上じゃないと入れないんです。それから、もし、サービスを受けたとしても、負担せないかんお金は発生するんです。ですから、もう年金暮らしのかたで、本当にお家賃を払われている、さらにそのサービス料も厳しいっていうかたがたくさんおられます。それを、私どもは、何とか学生と共に、一人でもサポートできたらいいなというふうに今後も頑張っていきたいと思っています。本当に必要な人、サービスが必要な人に必要なサービスをしていきたい。自宅に訪問して分かることが多い。それから、丁寧な支援ですね。まず、私たちも一歩踏み出してやっていきたいと思っています。御静聴ありがとうございました。



## トピックス

### 咬合力アップ運動の継続効果について

前田 佳予子

武庫川女子大学栄養科学研究所 高齢者栄養科学部門

ただいま、御紹介にあずかりました前田でございます。

先ほどは、鞍田先生は、疾患を持ったかたの対応でございますが、私どもはそうではなく、地域で暮らしていच्छるかたたちの予防的な対応というところから、皆様がたに御報告したいなっているように思っております。よろしくお願いいたします。

まず、咬合力アップ運動のいわゆる継続的な効果でございますが、それを、なぜ、私どもがやったのかというところの背景から申していきたいと思えます。この図は、先ほど出たかどうか分かりませんが、平均寿命の上位5か国の地域のものでございます。見ていただきますと、男性、女性共に、日本、男性は4位、女性は世界一でございます。日本は、世界で類を見ない非常に長寿国であり、そして高齢化はトップランナーを走っております。そのような中で、このスライドでございますが、25日に総務省から発表がございましたが、日本人の総人口が1920年以来、減少、そして、人口は1億2711万人というふうに言われております。このスライドを見ていただきますとお分りのように、2005年、総人口1億2777万人、そして30年には、1億1522万人というふうに言われております。

今日、このスライドをお出しいたしましたのは、いわゆる高齢化が進んでいきますと、支えられる側が、支えてもらう側に移行していくということです。それが、日本が一番危惧しておりますいわゆる団塊の世代のかたたちが、いわゆる後期高齢者になられるということでございます。そうしますと、今まで支えてたかたが支える側に回ってということは、少子高齢化、やはりできるだけ自分の自力で、そして住み慣れた場所で生活をしてねってということ

になってまいります。

ちなみに2005年でございますが、この時代は、おみこし世代と言われております。そして、2030年、あるいは2055年になりますと、肩車世代、一人、二人、三人と若者がいわゆる支援をしていかなければならないという時代がやってくるわけでございます。国は、平均寿命よりも健康寿命を延ばそう、先ほど、鞍田先生が詳しく御説明をなさいましたので、あえてここでは申しませんが、やはり自分のことは自分でできる、何の制限もされることなく生活できる。それが女性が73歳、男性が70歳、男性で9年、女性で13年、この差をいかに縮めるかっていうのが大きな課題となっております。

もう一つ、このスライドに示しますように、この2005年、団塊の世代のかたたち、昭和21年から23年にお生まれになった第一次ベビーブームのかたたちが、2025年には後期高齢者に全ておなりになります。ところが、日本全国47都道府県、地方はもう既に高齢化、ある程度落ち着いております。ところが、2025年になりますと、大都市、その近郊、すなわち、東京都、神奈川県、大阪府、埼玉県、愛知県、千葉県、北海道、兵庫県、福岡県で、全体の60パーセントを占めると言われております。そこで、国は何を打ち出したのかって言いますと、地域包括ケアシステムというのを出したわけですね。自分のことは自分でやって、自分の住み慣れたところで暮らしてほしいということでございます。これが一つの2025年問題というふうに取り上げられております。

そして、このスライドを見てください。今、私は元気やけども、いずれ私は年取ったら、どこかの施設に行きたいわと言いましても、国の政策は2025



年を…ですね、いわゆる医療から介護へ、そして施設から地域へと、もう地域に帰りなさいというふうに、入院日数も短く、できる限り、いや、私はPEGを入れている、チューブを入れている、鼻に入れている、いやいや大丈夫、その支援はちゃんといたしますよ、おうちに帰りなさいっていうふうに言ってるんですね。そうなりますと、やはり、家族が面倒見てくれている人ばかりではないわけです。自分の自力で生活せねばならぬということになってきます。サービスはありますと言いましても、先ほどの鞍田先生ではございませんが、お金が付きまといまいます。やはりその中で、御自分たちで、今、できることは何なのかっていうことは、やはり今の状態を長く維持するっていうことになってくるかと思えます。その辺あたりを皆様がたと共に、今日、スライドがございますので、考えていきたいと思えます。

しかし、高齢になってまいりますと、皆様、どうでしょうか。食欲が低下する。唾液の分泌が半減する。あるいは口渴感が鈍る。あるいは消化のいわゆる分泌が減少する。あるいは何となく足ががくがくするんですね。あるいは咬む力が若い頃に比べると非常に弱くなった。学生たちに聞きます。年取ったなと思ったら、何が出てくるって言いましたら、もうかなんかと思えますが、はげてくるとか、眼鏡を掛けるとか言うんですけど、若い頃から眼鏡を掛けるでしょう、若くてもはげてる人はいるでしょうって言うんですけれども、まあそういうふうに学生たちは言うんですが、やはり目に見えて出てくるというのがございます。また75歳以上になりますと、やはり外来のいわゆる病院へ掛かる診療、あるいは入院日数などが、やはり長くなってくるというふうに言われております。そして、私どもの中でいきますと、国が申しておりますが、介護予防と栄養っていうことの中で、生活習慣病と関節疾患、いわゆる過剰栄養の対策、およびよでは駄目でございます。そして、衰弱、骨折、転倒、そして、低栄養の対策でございます。約7割の高齢者のかたが栄養問題があるというふうに言われております。

そして、過剰栄養と低栄養が混在している日本の高齢者の中には栄養障害の二重負荷っていうのがございます。

では、ここにごございます孤食を好む社会性の欠如とうつ傾向の関連というのがございます。これ、私

どもがやっておりますのに関わっておりまして、よく知っております東大の柏プロジェクトの中のチームリーダーであります飯島勝矢先生のデータではございますが、やはり一人で御飯を食べる、家族がいても、自分だけ部屋で食べる、これも孤食でございます。この孤食というのが、やはり社会性の欠如となってくる。それは、どういうことかと申しますと、社会性が低下する、やはり人とのつながり、あるいは生活の広がり、あるいは誰かといわゆる食事をする、これが落ちてきますと、社会性の低下っていうのがございます。そして、それに伴いまして、やはり口腔機能の低下、いわゆる残存歯数、歯も少なくなってくる。あるいはそしゃく力、私たちはガムでやっておりますけれども、その低下、あるいは、いわゆる滑舌、今、私は大丈夫でございますけれども、滑舌でございます。そして、いわゆる精神、心理状態の低下、うつになってまいりますね。そして、やはり身体活動の低下、そういうようなものがやはり重なり合い、栄養状態を低下し、そして、サルコペニア、筋肉量が低下していく。そして、それがいわゆる衰弱、フレイルというのに出てくるかと思えます。

じゃあ、そのフレイルにならないためには、ノンフレイルになっていただくためにはどうしたらいいのかと。まず第1段階、社会期ですね、心のフレイル期。孤食、うつ傾向、社会参加の欠如、ヘルスリテラシーの欠如、その中にオーラルリテラシーっていうのも入ってまいりますけれども、そういうことがなければ、いわゆる健康。しかし、その段階を見逃して、次の段階に進んだ場合、栄養面のフレイル期、いわゆる歯、あるいは食の機能が落ちる、あるいは社会参加、社会性、メンタル、あるいは運動ですね、身体活動が歩くのが遅くなってしまう。これが、前虚弱、いわゆるプレ・フレイルと言われております。私どもは、このところを前フレイルのところをやっぱりきちんとやっていきたいなというふうに思っております。この介入をしております。それ以上、いわゆる第3段階にいかないために、いかに第2段階までで止めるかっていうのが、私どものやっております関わりでございます。誰しも年は取ってまいります。一つずつ毎年、1歳ずつ加えていきます。しかし、そのいわゆる体力の落ち、あるいはそれを緩やかに持っていきたいっていうのが、

私どもの願いでございます。

これは、縦軸に能力、そして年齢っていうのがございますが、やはり生活習慣病を予防する、これはやっぱり太りすぎ、やはり歩く、しっかり歩く、そして適正なダイエット。やせすぎも駄目です。それから、介護予防、予防重視型の指導、歩く、しっかりかんで、しっかり食べる。そして閉じこもらないことですね。これは、社会貢献であり、参加することですね。そして、もしも虚弱になった場合、やはり虚弱型のケアシステムの確立というのが言われています。それは地域でやはり生活をその人の住み慣れた場所で生活していただきたいということで、そこに支援というのが来ます。しかし、今日、お見えの皆様がたっていうのは、栄養と健康に非常に興味があるかただと思います。その皆様は、どうぞ緩やかな、緩やかないわゆる体力の落ち方、そして、いつまでも自分のことを相手に伝えることができる、せめていわゆるフレイルになる前で、生きていただきたいなっていうふうに思っております。

私は、20年近く病院の栄養士をやっておりましたが、その中でいろんなかたも見てまいりました。いつも私は見て思ったんですね、最後、死ぬときは、ありがとうって、ぱっと死にたいなと。皆様もたもそうだと思います。よく言われます、ぴんぴんころりんということが言われておりますけれども、しかし、病院におりましたときに、古いカーテンレールじゃございませんが、なかなかしゃーしゃーしゃーしゃーしゃーと閉まれないっていうところがございます。その間に苦しんでいくと。まあ皆様も、どのかたも、ああ、あした、ありがとうって言って、目が覚めたらっていうところを願ってらっしゃると思うんですね。やはりそうなるために、やはり日頃の皆様もたの心掛けも必要かなっていうふうに思っております。

国が介護予防に力を入れている。2006年4月に介護保険制度改正は、予防重視型システムの変換が図られまして、具体的に運動器の機能向上、栄養改善、口腔機能の向上、閉じこもり予防・支援、認知症予防・支援、うつ予防の支援、6つが介護予防事業として実施されております。その中で、私どもは、介護保険を利用していない在宅高齢者の現状を知り、そしてしゃく力及び咬合力に着目した地域介

入を行うことによって、効果を検討していきたいなと思っております。

それを実施いたしまして、約、もう7年が経過しております。もう既にお分かりかと思えますけど、この兵庫県の地図でございまして、N市、もちろん、この西宮でございまして、それは、平成22年のデータでございまして、48万2640人の人口で、今、もうちょっと増えております。その中で、私どもがやっておりますのは、咬合力としゃく力をメインとしてやっておりますので、利用者様のいわゆる皆様はたの身長、体重、BMI、体脂肪率、骨格筋率、そして骨密度、握力ですね、そして、咬合力としゃく力をやっております。この咬合力としゃく力を最初やるときは、何でこんなのをせなあかんねんかって、偉い怒られたことがございましたけど、もうやはり7年も8年もやっておりますと、はいはいっていうふうにして、皆様もたかんでくださいますが、なぜ、私がそれをするのかでございまして。しっかりかんで、しっかり食べるっていうことです。そこに関わってくるわけでありまして。

この咬合力でございまして、4つのことを測ることができます。咬合の接触面積、平均圧力、最大咬合力、私どもはこの咬合力というところを見ているわけでございます。これは、何を見てるのかと言いますと、私どもは機械に測定いたしますと、赤いバーが見えますけれども、これは、一番いいのは、この立ってます棒がですね、黄緑色、緑色のところであれば、非常にバランスがいいんですが、これが赤いところに来ておりますと、アンバランスですね、バランスが悪いっていうことが分かってきます。そして、その中に、かみ切る力、咬合力を測定しております。

これ、サンプルデータでございましてけれども、やはり、点、点、点が少ないとか、そういうかたで、そしてバランスが悪いかたっていうのは、やっぱりかむ力も弱い。しかしバランスがよく取れてる、黄緑、黄色にあるかたっていうのは、やっぱり咬合力も強いっていうのがこの図からお見えになるかと思えます。

そして、もう一つ、ガムです。ガムはですね、よく拒否されるんです。総入れ歯やから嫌やとか言われるんです。どうぞ、皆様、かんでください。初恋の味ですって言うんですけど、初恋の味かとか言わ

れて、かんでいただいております。そのガムは、最初、緑色でございます。そして、2分間かみ続けることによって、真っピンクになってまいります。この色になってくると、何の問題もございません。しっかりよくかめてますねです。ところが、たまに、時折、まんだらがございます。あるいは全くかめないで、口の中でずっと、もう唾液も出てない、そしゃくもできないっていうかたもいらっしゃいます。この黄緑色は、私どもはよく注意いたしますが、一番問題なるのは、のど詰めの原因になるのはどこなのかと言うと、真ん中です。特に精神科領域の病院では、この真ん中、非常に多いです。のど詰めの原因になってまいります。でも、大半のかたが、やはりこの真っピンクのかたでいらっしゃいます。この色になりますと、非常によくかめてる。皆様がた、どうぞ、今日、一つお勉強してください。このいわゆるAとBっていうのがございますが、この差が大きいほどよくかめてるっていうことが言えるわけでございます。この差が少なければ、かめてないっていうことですね。それから、同じ値も余りよくかめてないっていうことでございます。

この私どもが咬合力の取り組んだ背景として、高齢者のアンケートを採ってみましても、70歳までのデータしかなかった。これはいかんということで、やはり教育機関でございますし、研究もせねばならぬということで、これを始めたのが一つのきっかけでございます。そして、どうせ運動をやるんだったら、この筋力だけで、咬筋だけでいいのかなっていうことを疑問に思いまして、全身運動をやることの意義はあるのかっていうことで、咬合力とそれから骨格筋面積を測りましたら、相関が見えたので、やはり全身運動は必要なんだということが分かりました。

そして、若いときの3分の1、2分の1の咬合力、本当かなって調べましたら、やっぱり若いときに比べて年齢が高くなってくると、やはり咬合力も半分あるいは3分の1ぐらいに落ちてくっていくのが、事実、出てきたわけでございます。ところが、最近の若い子ですね、柔らかいものばかり食べておりまして、咬合力、ちょっと落ちております。これが心配ではございますが。

これ、私どもの運動の介入期間でございます。2009年9月から実施しておりまして、今現在も実

行中でございます。いわゆる学生と健康運動士が半年ずつ交代で介入をやっております。このスライドでございますが、運動をやっております実践群と非実践群の身体的な背景でございますが、年齢的にはマッチングさせておりますけれども、何ら実践をやっているかたとやらないかたとの差はございませんっていうことで、体力的に差がないっていうことです。体力的に一緒なだけけれど、栄養状態は、運動をやるほうがやっぱり余りよろしくないねっていうのが、このピンクのところ。栄養状態良好、恐れあり、低栄養っていうのが、いわゆる実践、やってないかたです。やってるかたたちは、やはり栄養状態はいいっていうのが出ております。

また、先ほどのガムではございませんが、赤い色と、それから黄緑の色の差が大きければよくかめてるというふうに言いましたけれども、ちょっと2013年から比べますと、2014年がちょっと悪くはなっておりますけれども、私どもが介入したときと余り変わらない、横ばい状態でございます。ただ正直に言いますと、この2014年のとき、歯の状態が悪いかたがいらっしゃいました。誰かとは言いません。足を引っ張られました。でも、そのかたが歯の治療をされまして、今、また2012年ぐらいのデータが出ております。これですね、やはり継続してやるということが大事なんですね、本当に。これが、9名のデータで非常に足が引っ張られるわけですが、人数が多ければ、そうでもないと思うんですけども、こういうふうに出ております。

握力ですね、ふんばる力、これは、オレンジ色が運動をやっている群、緑色がやってない群でございます。まあ本当に年齢は重ねておりますけれども、握力は落ちてないっていうのは言えるかと思います。

咬合力に関しましては、このピンク色が運動をやっております。ブルーが運動をやってないんですけど、見ていただきますと、まあ両方とも同じぐらいじゃないかと思われるかも分かりませんが、この落ち方を見てください。ピンク色は緩やかでございますが、ブルーはがくんがくんと来てますでしょう。それは、やっぱり運動をやる、咬合力アップ運動をやる。あるいはしっかりかみましようっていうことを言い続けることの大切さ、ここに出てきております。

また、運動をやるのとやらないのいわゆる健康



関連QOLを見ていきますと、やはり身体的なところに差が出ております。学生たちは、ただ運動するだけじゃないです。やはり管理栄養士を目指します。その中で、いわゆる参加票を作ったり、お便りを作ったり、その中でやはり栄養問題っていうのを取り上げ、その中で学生たちが支援をしております。運動した後は、水分補給とコミュニケーション、世代間交流をしております。

私が一番好きな図でございます。天国に一番近いアイドル、小浜島のKBG84、しかし、私どもがしております西宮の運動組、87歳ですから、上っております。それでも、元気です。今日、皆様がたと一緒に咬合力、そしゃく力アップ運動をやりたいと思います。本当に高橋学科長がいらっしゃるのに、ごめんなさいでございますが、4年生を使うって言われるかも分かりませんが、まだちょっと3年生にうまく引継ぎができておりませんので、今日、お願いねっていうことで、彼女たちが咬合力アップ運動、皆様がた、若い方も、それなりの年のかたも御一緒に、私からは同じように見えますから、大丈夫でございます、皆様。一緒に運動をやりましょうっていうことでございます。では、お願いいたします。

では、まず、これはですね、神戸市の大学で700人ぐらい会場のほうでやって、一斉になりましたとき、本当にきれいな、わあーっていうほどでございました。今日は、ちょっと席が空いて、まばらではございますが、皆様がた、どうぞ一緒にやっていきたいなと思います。では、まず、深呼吸からお願いいたします。

○学生A… はい、では、まず、深呼吸からやっていきます。すみません、ちょっと座った状態でやらしていただきます。では、いきます。まずは、手をひざ上に開いて、息を大きく吸ってください。吸って、はい、吐いてください、ふー。はい、もう一度いきます。はい、もう一度いきます。吸って、はい、吐いてください、ふー。では、次に、口の周りの運動をしていきたいと思います。この写真のように、口を膨らました状態とへこました状態、これを繰り返すのをぶくぶくといいます。皆さんと御一緒に膨らましたりで、ぶくぶくしてってください。はい、ありがとうございます。唾液がもし出てきたかたは、飲み込むようにしてください。では、次に、口

の周りをこの写真のように舌を使ってしわを伸ばすようにアイロン掛けをしていきます。こちらの手の動きに合わせて、では、口の下の中を動かしてってください。では、いきます。はい、ありがとうございます。たまった唾は飲み込んでください。反対回りも、じゃあ、いきたいと思います。すみません、3周。すみません、ライト、次の者に交代します。○学生B… では、次に、楽しく皆さんで瀬戸の花嫁を歌っていただいて、その音楽に合わせて体操していきたいと思います。スライドにまた同じような写真が出てくるので、そちらを見ていただいて、私たちをまねしながら、楽しく踊ってください。お願いします。最初、かかと、とんとんからです。

(音楽に合わせて体操)

○前田先生 もう一度、いたしましょうか。

○学生B… はい、皆さん、1回目だったので、1回目、顔が硬かったので、今度は楽しく笑顔で皆さんやってください。はい、お願いします。

(音楽に合わせて体操)

○前田先生 ありがとうございます。

○学生… ありがとうございます。

○前田先生 最後に、どうぞ、皆様、しっかり歩いて、しっかり食べて、しっかりかんでください。これで、終わりたいと思います。ありがとうございました。



トピックス④

## 咬合力アップ運動の継続効果について

食物栄養学科 教授  
前田佳予子

栄養科学研究所 公開シンポジウム

図 1

## 平均寿命の上位5ヶ国の地域

(平成 24年)

| 男性        |       | 女性      |       |
|-----------|-------|---------|-------|
| 1位 香港     | 80.87 | 1位 日本   | 86.61 |
| 2位 アイスランド | 80.8  | 2位 香港   | 86.57 |
| 3位 スイス    | 80.5  | 3位 スペイン | 85.13 |
| 4位 日本     | 80.21 | 4位 フランス | 85.0  |
| 5位 シンガポール | 80.2  | 5位 スイス  | 84.7  |

※厚生労働省は毎年1回 各年齢の人々が平均してあと何年生きられるかを  
表示「平均余命」の見込みを計算している。そのうち0歳の平均余命が平均  
寿命となる。

図 2

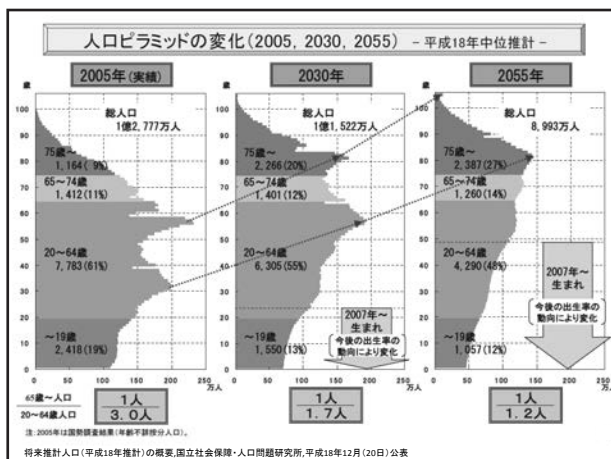


図 3

## 第2章 健康をめぐる状況と意識

### 第1節 健康を取り巻く社会状況の変化と健康意識

- 日本は世界最高水準の長寿国となっており、特に健康寿命は男女とも世界一を達成。
- 一方で、「健康寿命」という言葉の認知度は3割程度。
- 今後、高齢化の進展に伴う医療費等の負担増を避けるためにも、健康寿命の延伸は重要。
- 7割以上の人が自分が「健康」であると考えている一方で、健康に関して何らかの不安を抱く人も約6割。

#### 健康をめぐる現状

- 平均寿命と健康寿命(※)の差は男性で約9年、女性で約13年。(※)健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間
- 平均寿命と健康寿命の差が開くと、医療費・介護費の負担が大きくなる。高齢化に伴い今後更なる医療費等の増大が予想される中、個人の生活や幸せのためにも、健康寿命を延伸させるとともに平均寿命との差を縮めることが重要。

#### 健康意識

- 「健康」は幸福の判断要素として最も重要。
- 健康かどうか判断する際、主に身体的側面を重視。
- 健康に関して何らかの不安を抱く人のうち約5割が体力の衰えをあげたか、若者はストレス、高齢者は持病が不安要素。

#### 健康に関する不安

＜健康に関する不安＞

※資料: 平均寿命は、厚生労働省が国勢調査結果を基に推計している。健康寿命は、厚生労働省が国勢調査結果を基に推計している。健康寿命は、厚生労働省が国勢調査結果を基に推計している。

図 4

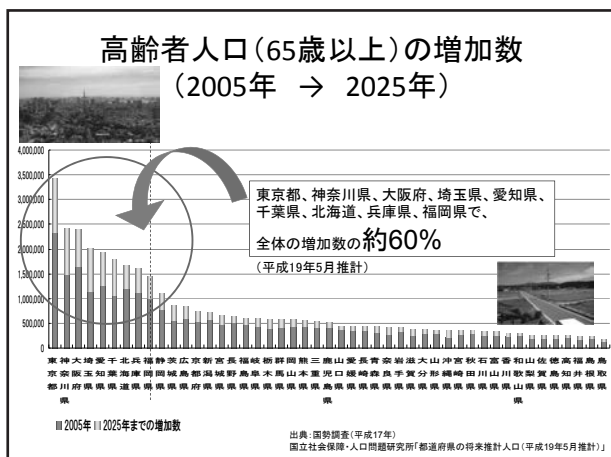


図 5

## 医療・介護機能の再編(将来像)

患者ニーズに応じた病院・病床機能の役割分担や、医療機関、医療と介護の連携強化を通じて、より効果的・効率的な医療・介護サービス提供体制を構築します。

【2012(H24)年】

- 一般病床 (100万床)
- 療養病床 (24万床)
- 介護療養病床 (18万床)
- 介護施設 (30万床)
- 居宅サービス (300万人)
- 在宅サービス (300万人)

【2025(H37)年】

- 【取組の方向性】
  - 入院医療の機能分化・強化と連携
    - ・急性期・慢性期医療の機能強化 等
  - 地域包括ケア体制の整備
    - ・在宅医療の充実
      - ・看取りを含めた在宅医療を担う診療所等
    - ・訪問看護等の計画の整備 等
    - ・在宅介護の充実
      - ・在宅・居宅サービスの強化・施設ユニット化、マンパワー増強 等
- 【患者・利用者の方々】
  - ・病気になる前から、職場や地域生活へ早期復帰
  - ・医療や介護が必要になっても、住み慣れた地域での暮らしを継続

医療・介護の基盤整備・再編のための集中的・計画的な投資

厚生労働省: 在宅医療・介護の推進について

図 6



図 7

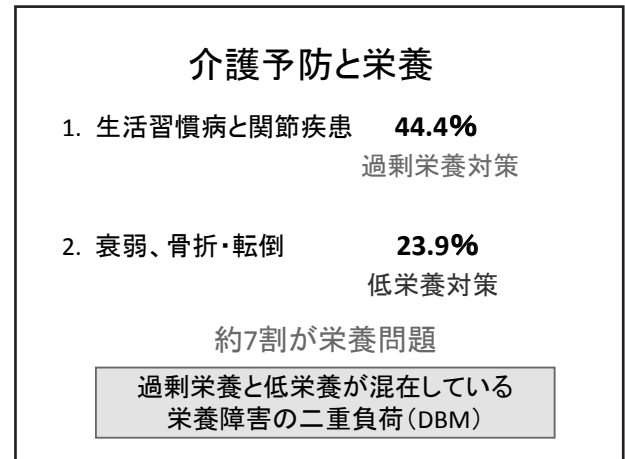


図 8

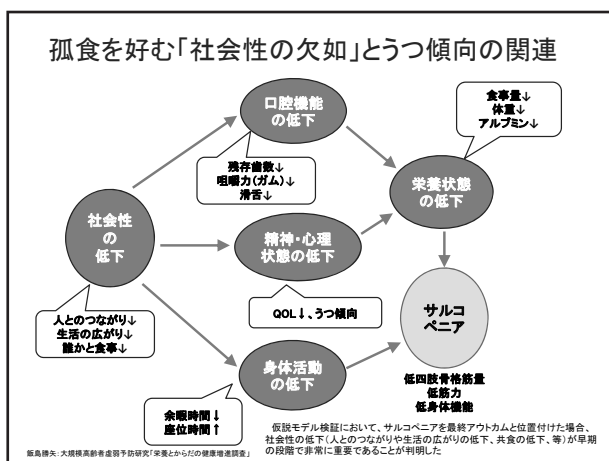


図 9

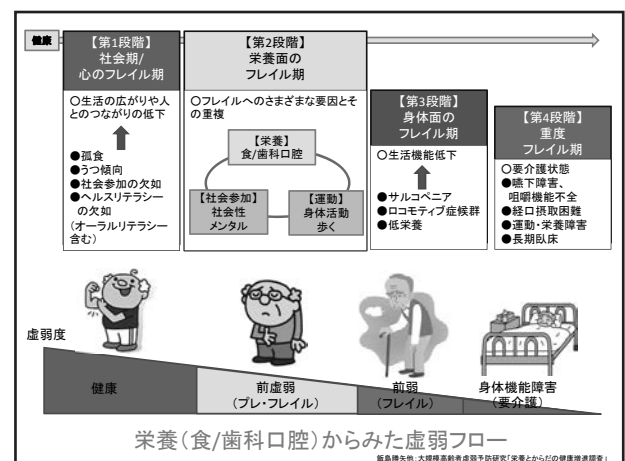


図10

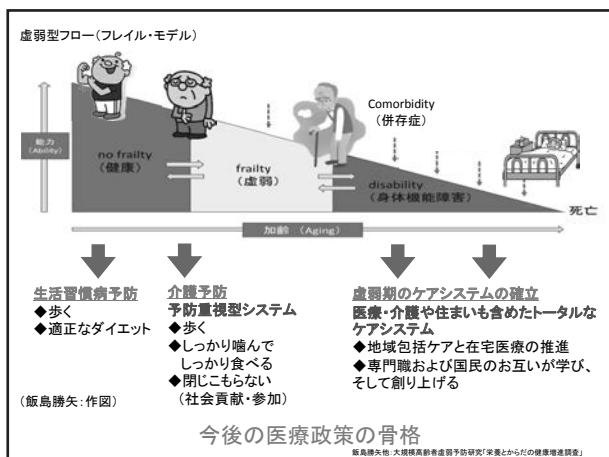


図 11

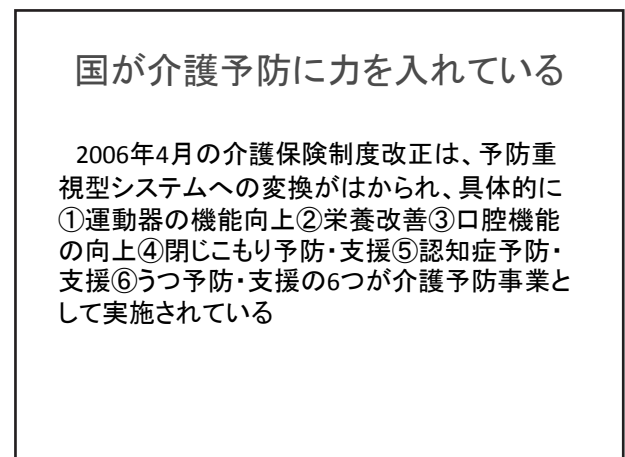


図12

## 目的

介護保険を利用していない在宅高齢者の現状を知り、咀嚼力および咬合力に着目した地域介入を行うことによる効果を検討する

図13

兵庫県

N市

総人口  
482,640人

出典：平成22年 国勢調査

図14

## 検査・測定項目

- ☐ 身長
- ☐ 体重 \*In Body430
- ☐ BMI \*In Body430
- ☐ 体脂肪率 \*In Body430
- ☐ 骨格筋率 \*In Body430
- ☐ 骨密度 \*超音波骨評価装置  
AOS-100(ALOKA)
- ☐ 握力 \*スمدレー式

### 咬合力



### 咀嚼力



図15

## 咬合力測定

- Area .....咬合接触面積(mm<sup>2</sup>)
- Ave ..... 平均圧力(Mpa)
- MAX..... 最大圧力(Mpa)
- Force.... 咬合力(N)

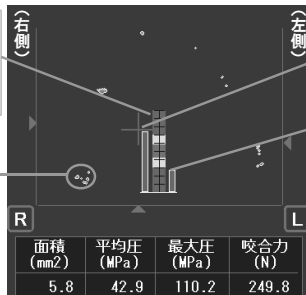
図16

## 咬合力バランス

咬合力バランスはとてもわかりやすいビジュアル的な画面になっており、左右のバランス・重心の位置などが一目で把握できます。

標準バー:  
咬合圧の左右の割合を見る棒グラフ  
(1目盛り10%)

赤い点:  
デンタルプレスケールの発色点(咬合接触点)



赤い十字マーク:  
咬合力の重心

バランスバー(左・右):  
咬合圧の左右の割合  
左右合計で100%

[緑色の範囲]:  
標準的な範囲

[黄色の範囲]:  
標準から少し外れた範囲

[赤色の範囲]:  
標準から大きく外れた範囲

図17

## サンプルデータ

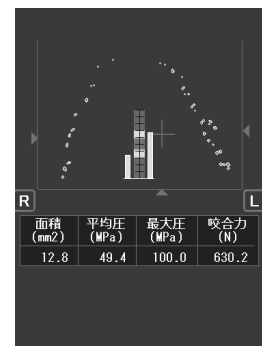


図18

### 咀嚼力ガムの色変わりの様子と a\*値、b\*値

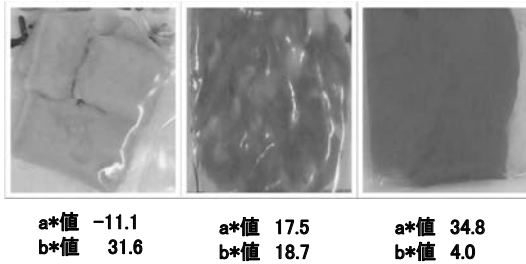


図19

### 研究の背景

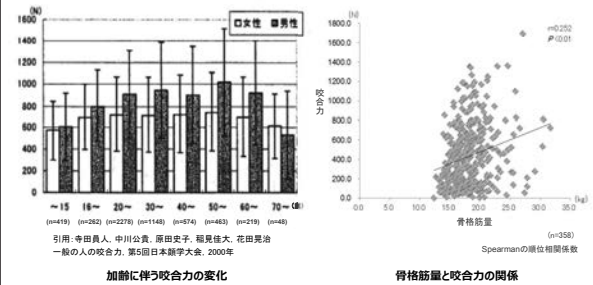


図20

### 若年者と高齢者の咬合力の比較

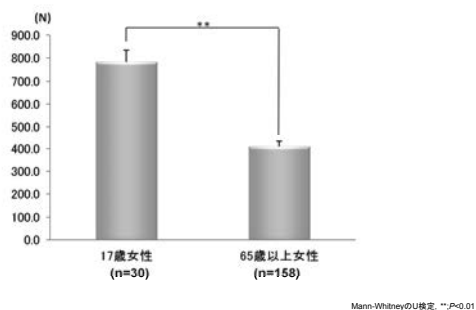


図21

### 運動介入期間



図22

### 実践群と非実践群の身体的背景

| 実践群<br>(n=9)            | 2009年     | 2010年     | 2011年     | 2012年     | 2013年     | 2014年     |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 身長(cm)                  | 153.6±9.5 | 152.7±8.5 | 152.1±8.3 | 152.7±8.2 | 151.8±8.4 | 151.4±8.1 |
| 体重(kg)                  | 52.1±8.4  | 51.7±7.4  | 51.8±7.3  | 50.1±7.1  | 50.7±6.5  | 50.0±7.1  |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 22.0±2.3  | 22.1±2.1  | 22.4±2.3  | 21.5±2.6  | 22.0±2.4  | 21.8±2.6  |
| 非実践群<br>(n=18)          | 2009年     | 2010年     | 2011年     | 2012年     | 2013年     | 2014年     |
| 身長(cm)                  | 151.2±6.2 | 150.7±6.4 | 150.6±6.5 | 150.5±6.4 | 150.4±6.4 | 150.0±6.1 |
| 体重(kg)                  | 49.6±7.6  | 49.1±7.1  | 49.1±6.8  | 49.5±7.5  | 49.4±7.8  | 48.6±7.6  |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 21.7±3.0  | 21.6±2.8  | 21.6±2.8  | 21.9±3.2  | 21.9±3.3  | 21.6±3.2  |

平均値±標準偏差  
マンホイットニーのU検定, t検定

図23

### 実践群と非実践群の栄養状態の比較

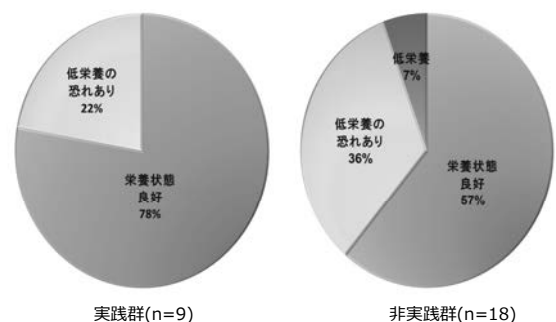


図24



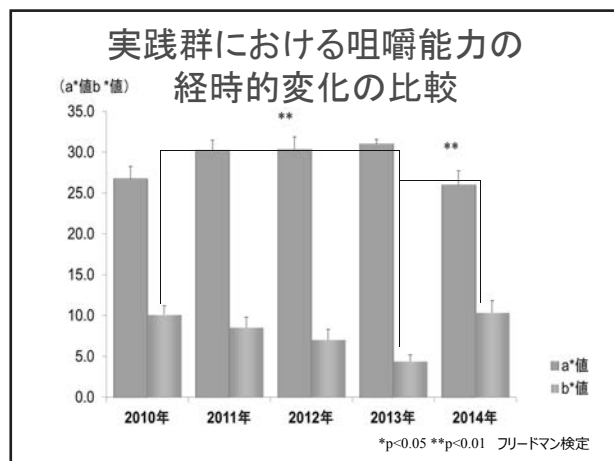


図25

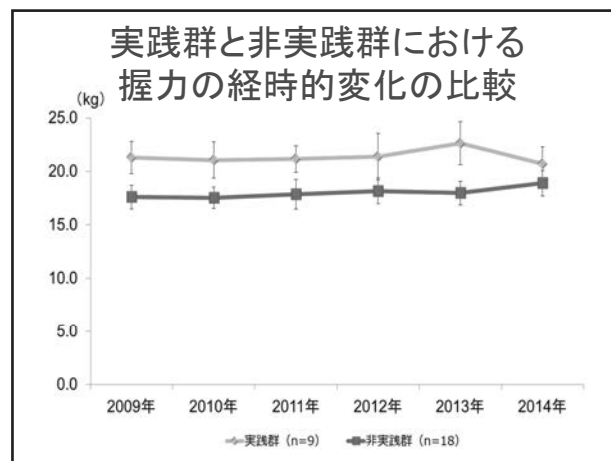


図26

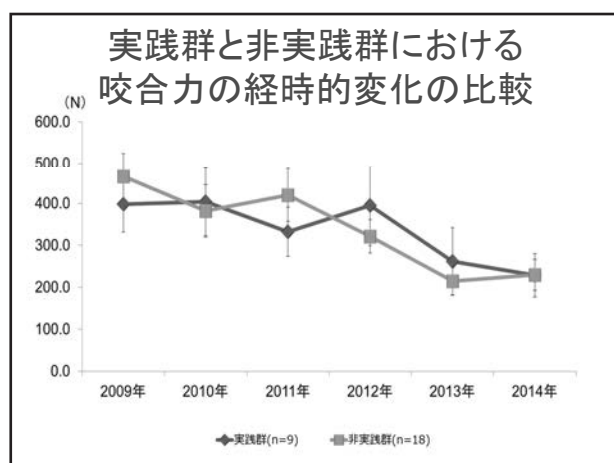


図27

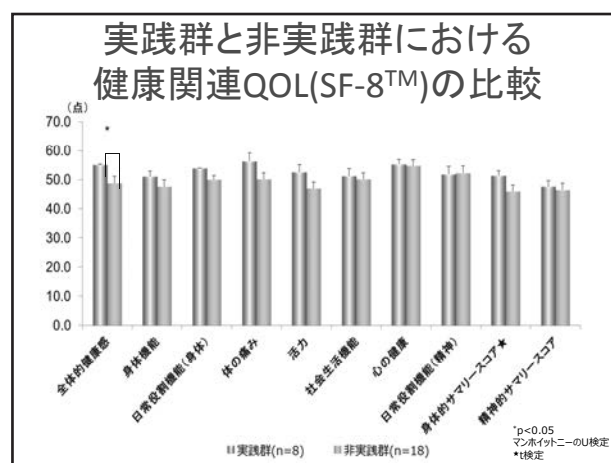


図28



図29



図30

会場の皆様と一緒に咬合カアップ  
運動をしましょう！

- 1.準備運動(咬合カアップ運動含む)
  - 2.瀬戸の花嫁の音楽に合わせて
  - 3.クールダウン
- お疲れ様でした。



図31

## 地域活動紹介

### 「栄養科学研究所 栄養・運動体力測定会」報告

大滝 直人

武庫川女子大学栄養科学研究所 高齢者栄養科学部門

栄養科学研究所、高齢者栄養科学部門の大滝です。

本日は、これまで本部門で行ってきました栄養・体力運動測定会の実践報告をさせていただきます。今回は本測定会の結果について御紹介をさせていただきたいと思います。

今日一日は、多くの先生方から現在の日本の超高齢化社会の現状、高齢者のかたの食生活、食事についてのお話等がたくさんございました。それでは、西宮市の現状はどうなのかということについて、もう少しお話をさせていただければと思います。それを踏まえて本調査の結果の一部の報告をさせていただきます。

まず、栄養・体力測定会の実施概要となります。毎年5月頃には御案内を2件させていただいております。一つは、春頃に御案内をお送りしている健康講座となっております。本講座は、1時間から90分程度の健康講座を開催させていただいております。それを踏まえて、6月から7月にかけて、測定会を実施しております。本取組は、私一人の力で行っているわけではなくて、朝、御挨拶がありましたけれども、研究所の所長の福尾先生、谷野先生、今村先生、横路先生、食物栄養学科の関連の教員ばかりではなくて、健康スポーツ学科からは北島先生、武岡先生、栄養科学研究所の矢野先生の合計9名の先生と共同した取組となっております。

それでは我が国の超高齢社会の現状について始めさせていただきます。ここに日本の将来平均寿命のこれまでの推移と、2060年にかけての将来推計が出てきております。男性も女性も平均寿命は80年を超えていますが、この平均寿命は、今後もちよっとず

つ伸びていって、2060年には女性で90年、男性でも85年という形で、今後もますます平均寿命が延びることが推計されております。

それでは、世界における日本の位置付けを示したものがこちらになります。左側のグラフは、日本を含めて先進諸国の高齢化率の現状を表しています。右側のグラフは、アジアにおける日本の現状を示しております。高齢化率という言葉はよく耳にしますが、高齢化率とは、人口に占める65歳以上の者の割合を高齢化率と定義しています。こちらは、日本の推移を示しておりますが、1980年ぐらいまでは、先進諸国と比べて下位、あるいは90年代にかけて中位ぐらいであり、一般的な先進諸国であったということです。しかし、2000年以降、高齢化率はますます高くなって、2005年には、最も高い水準になりました。あるいは将来推計を見てのとおりとなりますが、2060年には、高齢化率は40パーセント近くになることが推計されております。これは、他の先進諸国の中でも群を抜いて、高い値となっております。つまり、これからの日本の福祉政策というのは、世界に先駆けてリードしていくものであり、世界、欧米諸国も注目している福祉政策の一つであると考えられます。

では、このように高齢化率が年々高まるなかで、日本の世帯の現状について示しているのがこちらの図になります。こちらは、1953年から2013年までの推移を載せてきています。核家族化という言葉はよく耳にしております。やはりよく言われているとおり、日本の平均世帯の人員は、戦後50から60年の間に、おおよそ半分に減ってきているというのは図を見て明らかなおとりです。それとは反対に、世帯数は右肩上がりで増加しております。これらの

図を見ると日本の核家族化の現状がお分かり頂けます。

いわゆる核家族世帯というのは、この丸で示した2番（夫婦のみの世帯）と3番（夫婦と未婚の子のみの世帯）と4番（ひとり親と未婚の子のみの世帯）のことを指しています。この図は核家族世帯の割合を示しています。世帯数に対する核家族世帯の割合は、1970年代以降は、大きな変化がみられません。しかし、一方で、この1番（単独世帯）は1975年から2013年のおよそ30～40年ぐらいをかけて10パーセントぐらい増えております。このような背景がある中で、2016年4月から開始している食育推進基本計画では、このような課題が取り上げられました。一人親世帯や貧困の状況にある子供、1人暮らし高齢者などを含む様々な家族の状況や共働き世帯の増加を含む生活の多様化に対応した食育が求められる中であって、家庭や個人の努力のみでは健全な食生活の実践につなげていくことが困難な場合も見受けられるようになってきております。あるいはこうした状況を踏まえ、子供や高齢者を含む全ての国民が健全で充実した食生活を実現できるよう、地域や関係団体の連携協力を図りつつ、食経験や共食の機会の提供などを行う食育を推進することが明言されました。これは、家庭での食教育は非常に重要となっており、親の世代がいかに食教育をするのかということはもちろんですが、一方でその情報を誰とどうやって共有していくのか、あるいは次の世代にどのように伝えていくことを考えなくてはいけないかなどの子どもへの食育が困難な状況にある世帯が増えているといった社会背景を表現していると考えております。

こちらは、1980年から2013年までの65歳以上の者がいる世帯の割合を示しております。30年間の間で約20パーセントの割合で増えているのが分かります。

このような日本社会にある中で、西宮市の現状についてもお話をさせていただきたいと思います。赤の線は全国の高齢化率の推移となっております。緑は兵庫県全域の高齢化率の推移です。黄色は、西宮市の高齢化率の推移です。こちらは、平成2年から平成22年までのデータとなっております。日本の高齢化率は23パーセント、兵庫県は22.4パーセン

トで、西宮市は19.1パーセントとなっております。西宮市は、三宮、大阪、梅田というところにも近く、いわゆるベッドタウンの地域でもあって、人口の流入というのは大きい地域となっております。あるいはベッドタウンということで、若い世帯も多く居住しているところのようです。従いまして、全国と比較、あるいは兵庫県と比較しても、高齢化率は低い地域となっております。ただしこれは、西宮市全域というところですので、地域によっては高層マンションがあり、若い人が多いという地域もありますが、古くからの民家が多くあるような地域では、これと同じような結果にはなっていないと思います。従いまして、西宮の地域によっては、随分、高齢化率の現状も異なることが推察されます。

次は、西宮市の健康寿命と平均寿命の比較ということです。健康寿命という言葉も、朝からよく耳にされているところですが、健康寿命の定義は、健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間を健康寿命と呼んでいます。平均寿命は、ゼロ歳児の平均余命という定義がされています。いわゆる先ほどもたくさんのお話があったとおりですが、この平均寿命と健康寿命の差を短くするというのが国の大きな政策の目標にもなっております。こちらは、西宮市、全国、兵庫県のそれぞれ、女性・男性の結果を示しております。西宮市の平均寿命は、全国と比べても、男性も女性もどちらも長いことが分かると思います。また、健康寿命を比較しても同様の結果となっておりますが、もちろん平均寿命が長い分、健康寿命も長いということです。それだけではなくて、実はここの平均寿命と健康寿命のこの薄いピンクですね、あるいは薄い青の部分ですね、全国の平均や兵庫県の平均と比べて、この薄い色の部分が少ないというのも大きな特徴となっております。地域の高齢者のかたは、本日のひまわりエコーズのかたであつたりとか、音楽のかたであつたりとか、非常に元気よく長い期間、過ごしているというのがよくわかる現状かと思ひます。

次は西宮市の世帯状況となっております。西宮市の単独世帯というのは、全国と比べてちょっと高いということです。これは、恐らく先ほども言いましたけども、ベッドタウンというところで、若い単独世帯が多いことに由来していると考えております。それは、なぜかと言うと、こちらに示している



とおりですが、65歳以上のいる世帯は、西宮市内は、全国と比べても5パーセントほど低くなっております。これらの結果を踏まえましていろいろ住みやすい環境が比較的整っており、元気な地域の高齢者のかたも非常に多くおり、アクティブに生活しているかたが多いというのが、西宮市の特徴と捉えております。

このような西宮市の特徴がある中で、次は国民健康栄養調査から見る高齢者の食生活や食事の話をさせていただきますと思います。

こちらは各年代の肥満者の割合を示しております。青は男性、赤は女性を示しております。BMIは、体重を身長（メートル）で2回割ったものをBMIと定義しております。BMI25以上を、肥満と判定しております。また、BMI18.5未満は痩せと判定しております。男性も女性も肥満者の割合は年齢が高くなるほど、肥満者の割合は多くなってきているようです。女性は、20代、30代で痩せの割合が多くて、年齢が高くなるに連れて、その割合は減少しております。

それともうひとつ、最近、BMIには、新しい指標ができました。65歳以上のかたにおいてBMI20以下の判定を低栄養傾向と定義することになりました。このBMI20以下の人の割合は、80歳代ぐらいまでは、大体15パーセントですが、85歳を超えてくると、3人に1人は、いわゆる低栄養傾向の方がおります。肥満というのは大きな問題となっておりますが、今は肥満とは反対に体重が少ない、低体重あるいは低栄養といった新しい健康問題もでてきているところのようです。

一方で高齢者の方の食生活はどうでしょうか。こちらは平成25年度の国民健康栄養調査の結果となりますが、左の図は3食共にバランスよく食事をしている者の割合を示しております。20代、30代は食生活に多くの問題がありそうですが、60代、70代以上になると、そういった人たちは非常に少ない、バランスのいい食事を毎回しているということが示唆されています。右側のグラフには、野菜量摂取量の平均値を年代ごとに示しております。よく野菜は多く摂りましょう、あるいはアメリカの政策ではファイブ・ア・デイといわれますように、野菜摂取量の目標は、350グラムとなっております。しかし実際は、ここに示しておりますとおりに、全体の

平均として300グラムぐらいの摂取という状況です。若い世代は、それよりもはるかに少なく250グラムぐらいのところなんです。それに比べて、60歳代、70歳代のかたは、非常に野菜類を多く食べていて、70歳代の男性で300グラムを超えております。また、60歳代の女性も、この300グラムを超えており、若い世代に比べて、非常に野菜類を多く摂取しているのが分かります。

次は朝食の欠食となります。若い世代、青が男性、赤が女性になりますけれども、20代、30代の男性は特に欠食が高いことが話題となりますが、3人に1人は、朝御飯を食べない人がおります。しかし、60代、70代のかたにおいては、ほとんど欠食する人が見られません。先ほどのスライドで示したとおりに毎食の食事を野菜もしっかり食べて、しっかり食事のバランスに気を付けているかたが多いというのが高齢者の特徴になります。

これは、エネルギー（カロリー）の摂取状況と栄養素のバランスを示しております。先ほど、肥満だけではなくて、低栄養傾向の話題についてもふれました。つまり食事量が少なく体重が少ない人も多いことも問題になっております。若い世代は1,900キロカロリーぐらいですが、60代、70代のかたもおおよそ若い人と同じぐらいエネルギーをしっかり取れているようです。そればかりではなく、もう一ついい点はこの脂質のエネルギー比率となります。若い世代は30パーセントに近くとなっておりますが、60代、70代のかたは、25パーセントをやや上回るぐらいで、非常に炭水化物とお肉、魚介類をしっかり摂取しており、油の摂取は控えめであるというのがよく分かるところです。しかし一方で、日本人の食塩摂取量が高いことは、従来からの大きな問題として取り上げられますが、最近は減少傾向にあって、女性は10グラムを下回ってきており、よい結果が出てきております。ただ食塩摂取量は、日本人は全体的に高いものであり、60代、70代のかたも若い世代に対して大きな差はないことは、下のグラフを比較すると分かるところかと思います。

ここまでの話を簡単にまとめますと、西宮市は、兵庫県全域や全国と比較して健康水準は高いことがよく分かるところだと思います。あるいは住みやすい生活環境であるということかもしれません。もう一

つは、高齢者の60代、70代のかたは、20歳代とか30歳代の年代と比較して、質の高い食生活を送っているという現状になるかと思います。では、将来に向けては何を考えなくてはいけないかということになります。まずひとつめとして今後は西宮市においても世帯類型は、より複雑化することが予想され、将来に向けた地域作りが求められます。ふたつめには、健康や栄養、食生活、身体活動について、個人間の情報共有が可能であること。それと3つめには社会のシステムとして、地域を見守るだけではなくて、個人のニーズにあった情報提供、情報共有が可能な地域社会の構築が求められます。

それでは本栄養・運動体力測定会の概要を少しお話しさせてもらいたいと思います。本取組は、2014年度からスタートして、今年2年目が終わったところになります。2014年度の参加者は70名でした。2015年度は100名で、毎年、少しずつ参加者のかたが増えております。5月に、皆様には御案内はさせていただいて、5月下旬から6月上旬にかけて健康講座を開催させていただいております。その後、6月下旬から7月にかけて体力測定会を行っております。その後、ご自宅にて栄養調査、あるいは身体活動量調査を希望者のかたには御協力を頂いております。その栄養調査の結果は、8月から9月上旬ぐらいにかけて、順次、結果ができしだい、各個人に結果報告をさせていただいております。全体の報告会は、11月末に、栄養科学館の1階で、全体の結果報告会を行わせて頂いております。

こちら測定会の調査項目の一覧となります。運動体力としては歩行速度、筋肉量、握力などの測定です。それと日常生活の身体活動量を調査しております。食事・食生活調査は、栄養調査によって、エネルギー、タンパク質、炭水化物、ビタミン、ミネラルの摂取状況の把握。それと食行動および食環境について包括的な食事・栄養調査を行っております。それと、ひまわりエコーズさんのように、地域社会参加の状況、あるいは地域との交流についても調査を行っております。

これは、運動体力測定会の写真となっております。測定は、北島先生あるいは武岡先生の研究室に配属される健康スポーツ学科の学生の協力を得て実施しております。あと健康講座のほうは、今年度は武岡先生に講演をして頂きました。

このように大体2時間ぐらいかけて測定会を実施、測定結果の返却を行わせて頂いております。測定結果は、【栄養と運動スマイルライフ手帳】という1冊の冊子としてお返ししております。中身は、各測定項目を記入することによって、自分の体型とか身体能力がどのように変化しているのかを、確認できるような冊子になっております。これは、健康スポーツ学科の北島先生、今村先生に作成していただいております。

それと自己の体力を振り返るだけではなくて、体力を維持するために、自宅でできる運動の紹介をしております。運動する前のストレッチ、簡単エクササイズ、あるいは筋トレも椅子に座ってできるものなどを紹介させていただいております。

それと、この冊子の中では、栄養、食生活に関する情報提供も行っております。食事バランスガイドは、どこかで聞いたことがあるかもしれませんが、こまの形をしております。上から主食、副菜、主菜、果物、牛乳・乳製品となっております。このような食生活を振り返るためのツールを紹介させていただいております。

こちらは、2015年度の測定会の結果の一部になっております。男性は11名、女性は88名の参加されており、合計で99名の方に参加頂きました。平均年齢は、男性も女性もそれぞれ80歳ぐらいになっております。こちらの結果は、男性・女性のそれぞれ、65歳から69歳、70歳から74歳、75から79歳までの全国の平均値を載せております。この濃い色は、今回、測定いただいたかたの結果となっております。やや低めの結果になりました。全国平均は下の年代の平均値を参考の資料として使用させていただいております。対象者の平均年齢は80歳となっており、80歳を超えるかたも本測定会には多く参加されていらっしゃいます。開眼片足立ち、長座体前屈の結果になっております。

次は、握力の結果です。男性はちょっと30kgを下回っております。女性は約20kgとなりました。

次は歩行速度の結果を評価しております。歩行速度の測定は、10メートル歩行を行って頂きます。10メートルを12秒ぐらいで歩ききれんというようなのが基準となります。そのときのスピードが0.8メートル／秒というものですが、男性のかたは、そういったかたはおられませんでした。女性

は、やや歩行速度が遅いかたがおられるようです。

測定会とは別にご自宅で身体活動量の調査を行わせていただいております。身体活動量の調査は、いわゆる歩数計のようなものを3日間付けていただいて、1日のカロリー消費量を算出するものです。青は1日の活動量の消費量です。青で示しているのは、運動によって消費されるエネルギー量です。この身体活動量調査では、1日の総消費カロリーだけではなくて、時間別のエネルギー消費量というのも測定できるものになっております。1日の消費カロリー、青は男性のグラフで、赤は女性のグラフですね、時間別に見ると、こんな形で。午前中から男性のかたは多く体を動かすかたが多いようです。女性のかたはちょっと午前中よりも夕方に体を動かすことが比較的多いところのようです。

これは、1日の消費カロリーを比べたものです。男性は5名ですが、総消費カロリーは1848キロカロリーです。女性は、約1500キロカロリーとなっております。報告値は、日本人の食事摂取基準の値となっております。報告値は65歳の平均的なかたの消費カロリーを表していますので、結果を比較することは難しいですが、女性のかたは、やや消費カロリーが少ないという結果になっております。

あともうひとつは、栄養調査を本測定会では行っております。栄養調査は、こちらの図のとおりですが、カメラを併用した方法で食事調査を行わせていただいております。また、カメラだけではなくて、簡単にメニュー記録を付けていただいて、そこから栄養素の摂取量を推計しております。写真は、サンプルとなりますが、真上からと横からという形で2点の写真を撮っています。

このような方法で1日間の食事調査を行っていただいて、調査が終わりしだい、順次、栄養価の計算を行って、個人の栄養素摂取量の状況を報告させていただきます。

栄養調査を行ったかたが、男性と女性を合わせて42名のかたがおられます。調査、女性は37名で、男性は5名という形です。全国というのは、国民健康・栄養調査の結果になります。国民健康・栄養調査とは調査方法が異なりますので、比較することは難しいですが、参考になるように記載しております。女性のかたの摂取エネルギーは1850キロカロリー、男性は2200キロカロリーですね。脂肪のエ

ネルギー比率は、女性のかたで27.6パーセント、男性33.7パーセントです。低栄養は最近では社会的となりつつありますが、調査に参加されている方はしっかり食事を摂取しているかたが多いようです。

次の図は、カルシウム摂取量とビタミンC摂取量になっております。男性のかたも女性のかたも、国民健康・栄養調査の結果に比べて高く、乳製品、果物類はしっかり取れているのが現状として見て捉えられます。次は食物繊維と食塩摂取量の結果となっております。食物繊維の摂取量は、女性のかたは全国より多い、男性のかたはやや少ないですが、比較的しっかり取れていることが分かります。食塩摂取量は、男女ともに、全国と同じぐらいの水準という結果となりました。

このような栄養調査の結果、食事の写真を観察しまして、対象者・調査に参加されたかたには、調査対象者のニーズに合ったレシピを作成、紹介しております。2015年については、ショウガ焼き、肉じゃが、カボチャの煮物、モヤシと豚バラのポン酢掛けなどを紹介させて頂きました。こちらは食事メニューを見たときに、割と簡単に調理できそうなものというのが多く摂取されていたようでしたので、電子レンジでも簡単においしくできる料理を紹介させていただきました。これは、学生が実際に自分たちで作ってみた写真を載せてあります。また、作り方はもちろんですが、1食分のエネルギー、タンパク質、炭水化物、食物繊維、食塩摂取量のそれぞれを載付けております。このようなレシピ紹介では、全体的によい評価を頂いております。あるいは、是非、活用しようと思うかたも、およそ9割いまして非常に好評なものでした。

最後は本取り組みのまとめになります。本取組は、特に運動機能に関する自己の状況を把握することができる機会になっております。また、毎年参加することによって、運動機能の変化を知ることができます。あるいは栄養調査では、食生活と併せて自分の身体活動量のカロリー消費の収支バランス、そんなことも把握することができます。

最後になりますが、今後の課題とさせていただきます。本活動の報告は、参加者個人の結果の配布と参加者全体に対しての報告会として実施してきました。しかし、個人の健康、栄養、運動に対する意識が非常に高く、より個人の健康問題に密着した情報

提供の方法を検討することが必要であると思います。特に、報告会をさせていただくと、その終了後には、料理についてあるいは運動についてもっとよく知りたいといったのご意見を頂きます。今後は個人の生活状況に見合ったそれぞれの情報提供の仕方や内容ということを考えていかなくていけないところです。2016年度につきましては、結果報告やそのサポートの方法も変更していくことを考えております。それともうひとつ、年々、1人暮らしの高齢者は増加しており、このような集団に対する新しいフォローをしていくことも必要であると考えております。では、以上とさせていただきます。



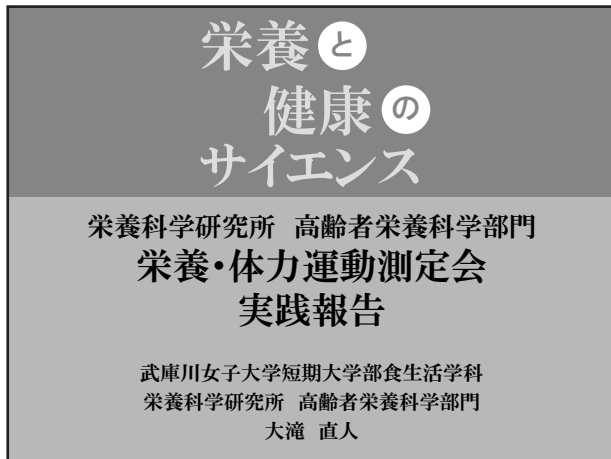


図 1

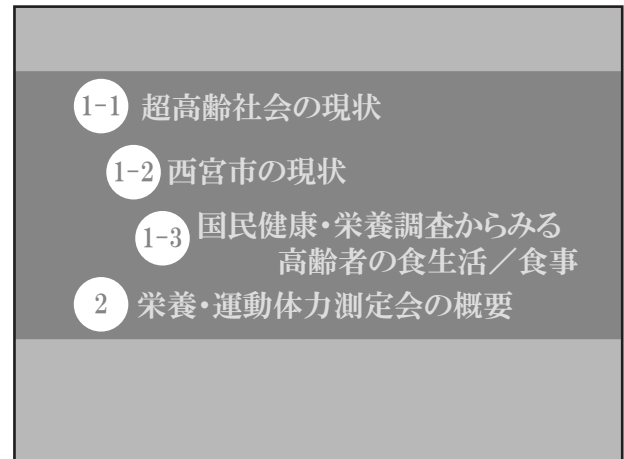


図 2

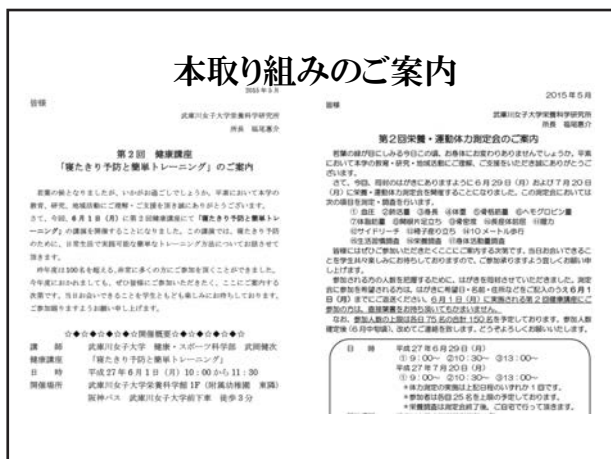


図 3

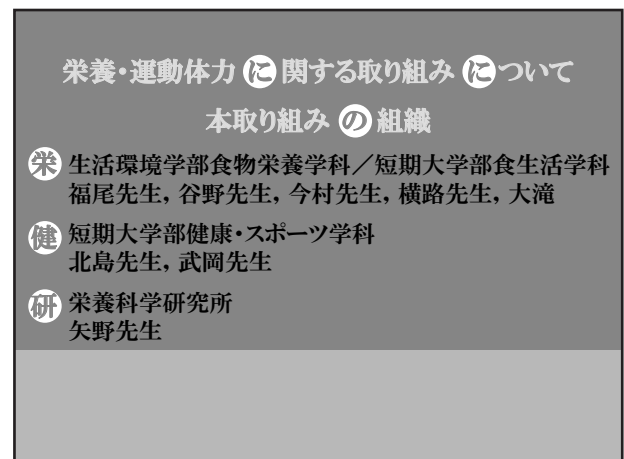


図 4

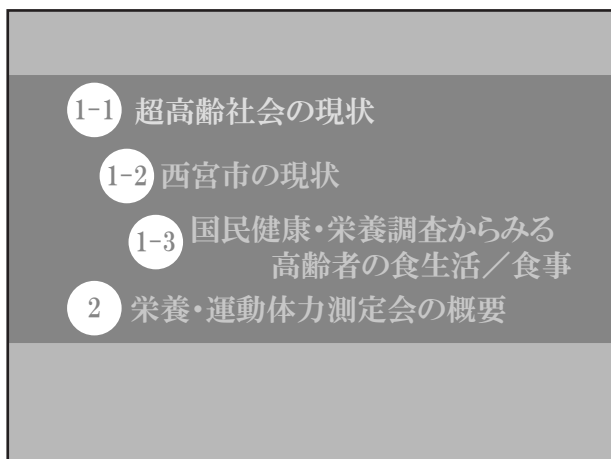


図 5

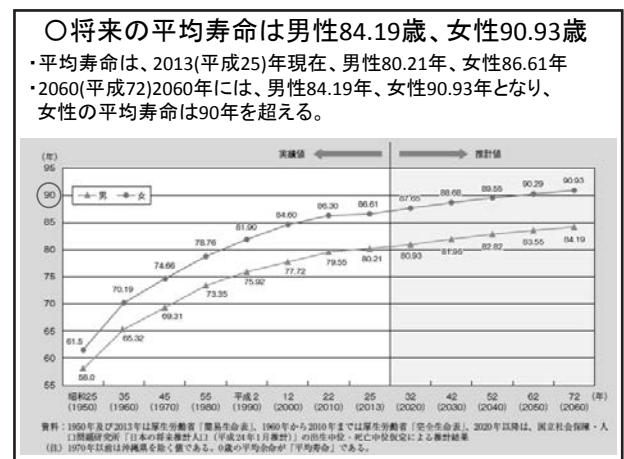


図 6

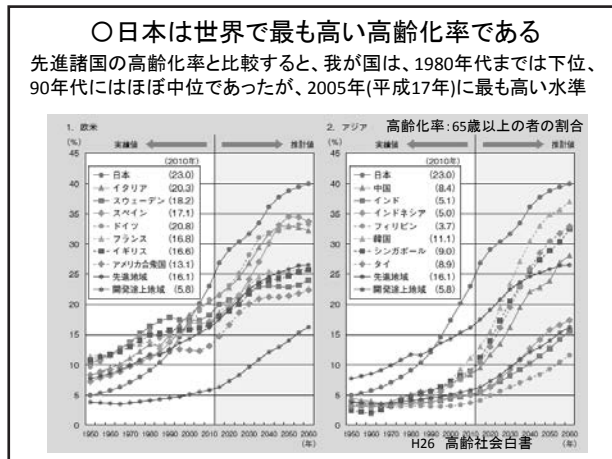


図 7

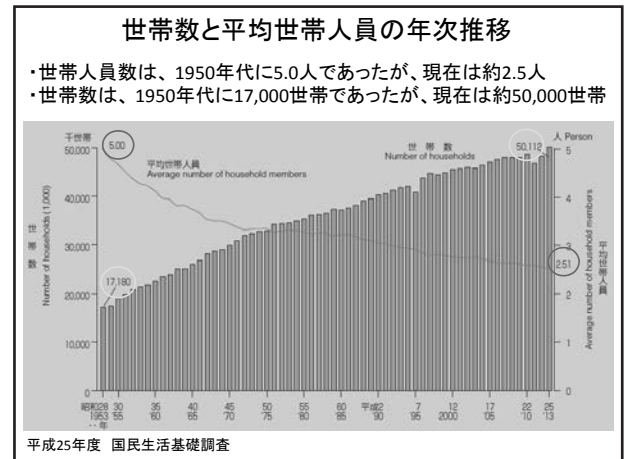


図 8

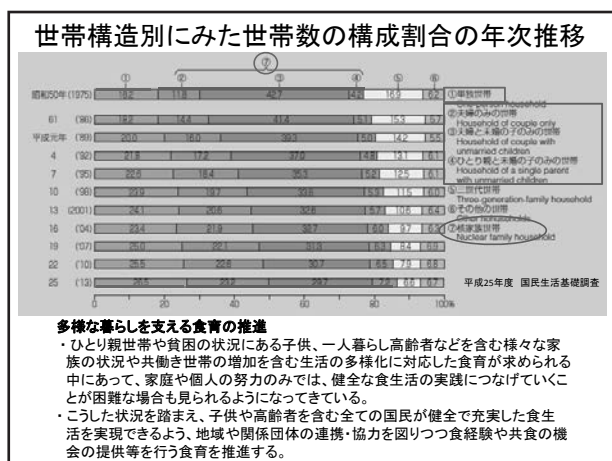


図 9

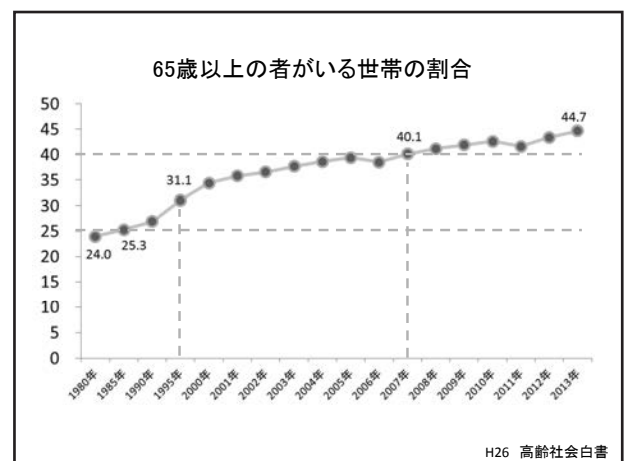


図10

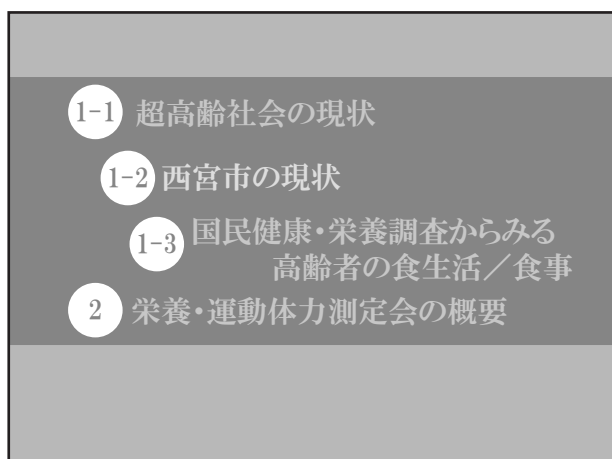


図11

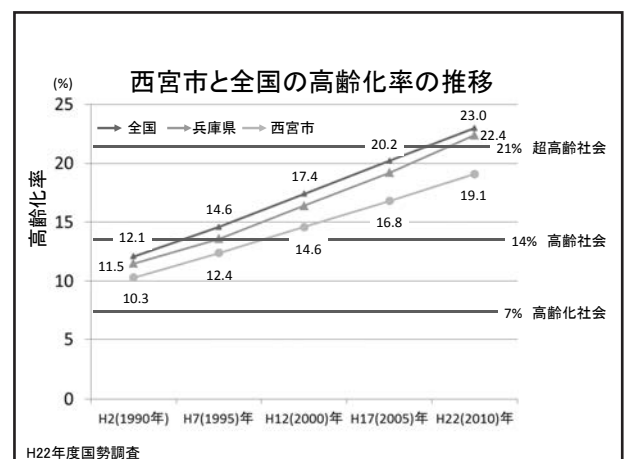


図12

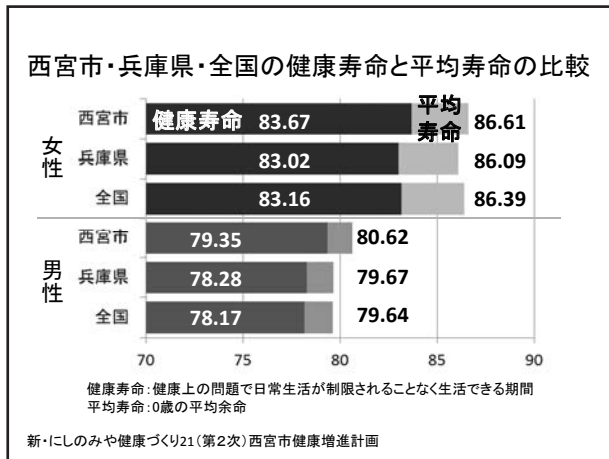


図13

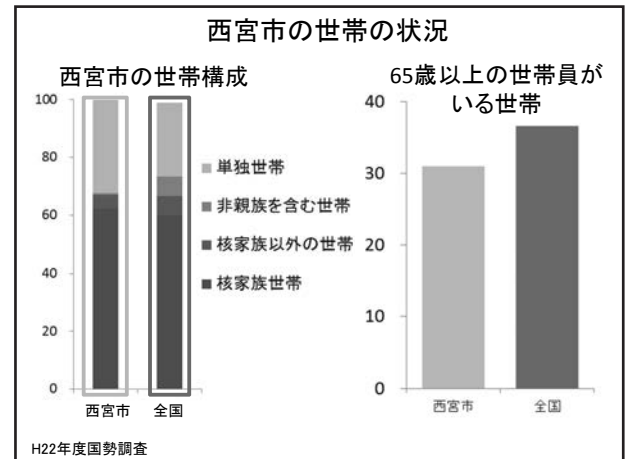


図14

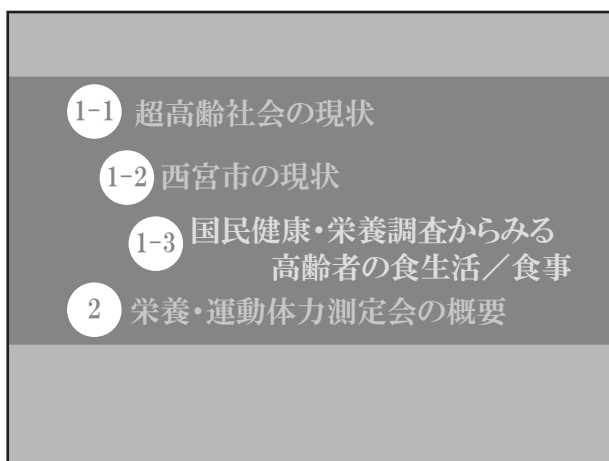


図15

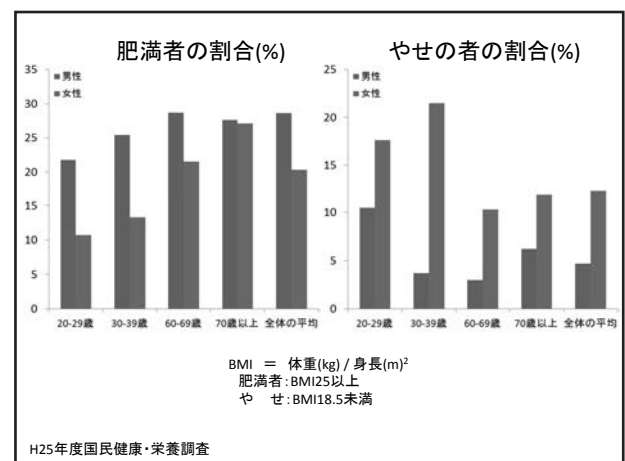


図16

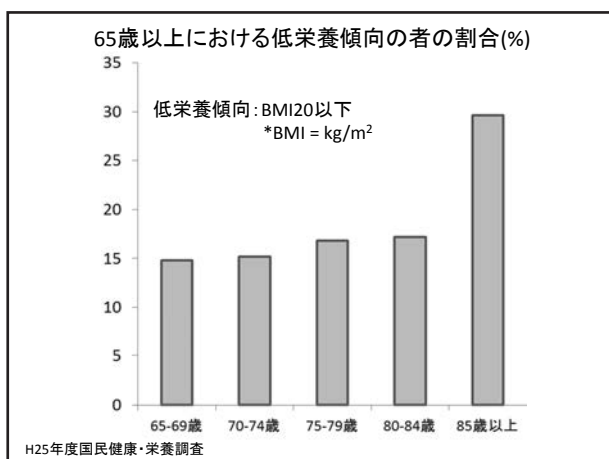


図17

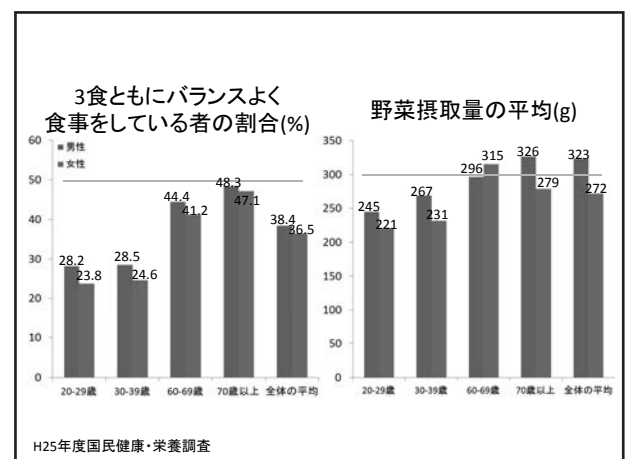


図18

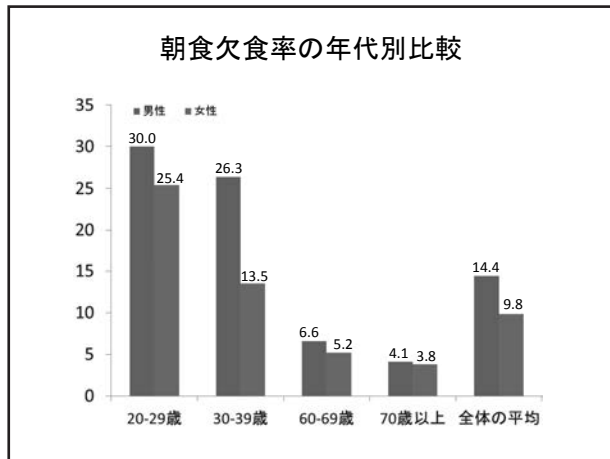


図19

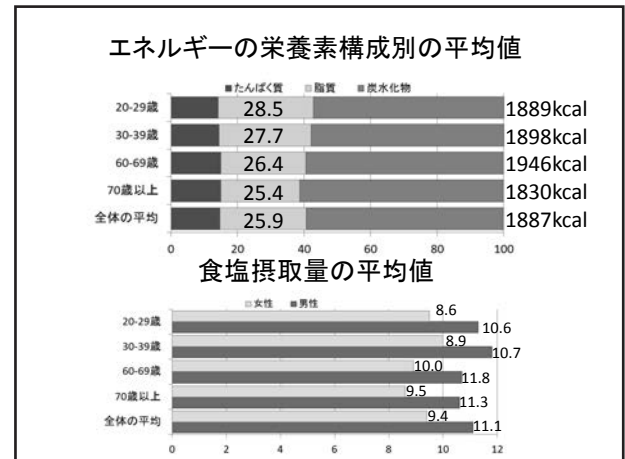


図20

**現在**

- ① 西宮市は兵庫県全域や全国と比較して、健康水準は高い
- ② 高齢者は、20・30歳代の年代と比較して、質の高い食生活を送っている。

**将来に向けて**

- ① 今後は西宮市においても、世帯類型はより複雑化することが予想され、将来に向けた地域づくりが求められる
- ② 健康や栄養・食生活／身体活動などについて、個人間の情報共有が可能であること
- ③ 健康問題は複雑化しており、個人や地域社会のニーズに即した情報提供が可能な地域社会の構築が求められる

図21

**1-1 超高齢社会の現状**

**1-2 西宮市の現状**

**1-3 国民健康・栄養調査からみる高齢者の食生活／食事**

**2 栄養・運動体力測定会の概要**

図22

栄養・運動体力に関する取り組みについて

本活動は、2014年度からスタート  
2014年度の参加者は約70名、2015年度は約100名

5月下旬～6月上旬 健康講座の開催  
6月下旬～7月中旬 運動体力測定会、  
栄養調査／身体活動量調査の実施  
8月～9月上旬 栄養調査／身体活動量調査の  
結果報告(個人別)  
12月上旬 運動体力測定会の結果報告(集団)

図23

栄養・運動体力に関する取り組みについて

| 健康指標 | 運動体力    |
|------|---------|
| ・年齢  | ・運動習慣   |
| ・性別  | ・歩行速度   |
| ・BMI | ・筋肉量    |
| ・喫煙  | ・握力     |
| ・飲酒  | ・下肢筋肉   |
| ・既往歴 | ・身体活動量  |
| ・服薬  | ・日常生活動作 |

| 食事／食生活 | その他       |
|--------|-----------|
| ・食事調査  | ・主観的健康感   |
| ・エネルギー | ・社会参加     |
| ・たんぱく質 | ・地域との交流   |
| ・脂質    | ・社会組織への認知 |
| ・炭水化物  | ・世帯収入     |
| ・ビタミン  | ・教育歴      |
| ・ミネラル  |           |
| ・食行動   |           |
| ・欠食・間食 |           |
| ・調理頻度  |           |
| ・食環境   |           |
| ・食品購入  |           |
| ・アクセス  |           |
| ・買い物頻度 |           |

図24



# 栄養・運動体力に関する取り組みについて

## 運動体力

- ・運動習慣
- ・歩行速度
- ・筋肉量
- ・握力
- ・下肢筋肉
- ・身体活動量
- ・日常生活動作



健康・スポーツ学科 学生

健康・スポーツ学科の  
武岡先生による  
健康講座の開催  
(6月上旬に実施)

図25

# 測定結果の返却と情報提供のツール

## 2015年度 栄養と運動 スマイル ライフ 手帳

～健康で楽しい生活を送るために～

健康・スポーツ学科 北島先生  
食物栄養学科 今村先生

図26

# 過年度との比較が可能

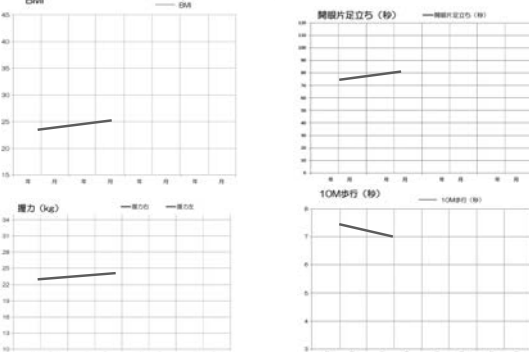
健康・スポーツ学科 北島先生  
食物栄養学科 今村先生

図27

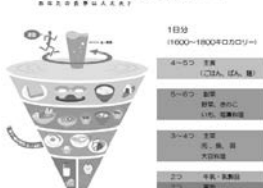
# 運動の紹介

健康・スポーツ学科 北島先生  
食物栄養学科 今村先生

図28

# 栄養・食生活に関する情報

## 食事 バランスガイド



食生活はコマに例えられます。あなたのコマはバランスよく回っていますか？  
食事バランスガイドは「何」を「どれだけ」食べたらよいが、目で見て簡単にわかるようにしてあります。  
主食、主菜、副菜を基本に、バランスのとれた食事では、コマは規則正しくまわり続けます。

## ② 食事のバランスを考える

- 肉 たんぱく質を多く含む食品。1日に70g(鶏肉の肉3枚)は食べないようにしましょう。
- 魚介 血圧を下げる働きがあります。1日に30g(さけ)は食べないようにしましょう。
- 海藻 ミネラルが豊富で胃腸を助える働きがあります。1日に1種類は食べないようにしましょう。
- 卵 良質なたんぱく質とビタミンを多く含む食品。1日に1個を目標にしましょう。
- 油脂 油分の多いエネルギー源。食を美味しくします。牛乳と合わせて200ml(コップ約1杯)飲みましょう。
- 牛乳・乳製品 たんぱく質、カルシウムが豊富。食を美味しくします。牛乳と合わせて200ml(コップ約1杯)飲みましょう。

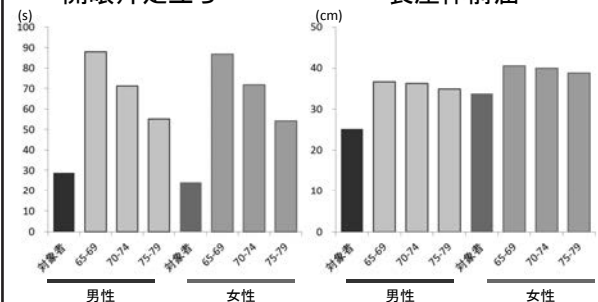
健康・スポーツ学科 北島先生  
食物栄養学科 今村先生

図29

# 測定会の結果

## 開眼片足立ち

## 長座体前屈



運動・体力調査結果より

男性11名:80.2歳  
女性88名:79.3歳

図30

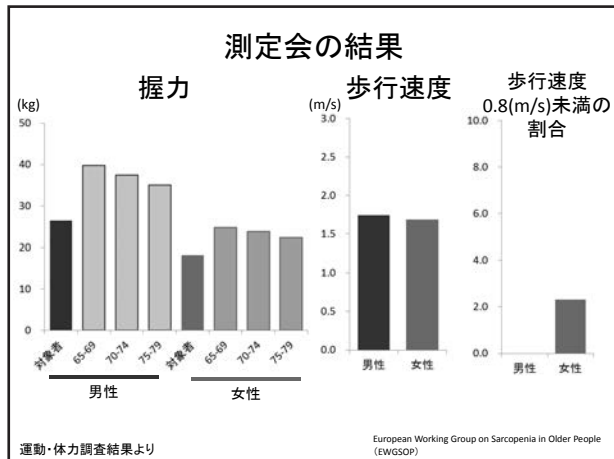


図31

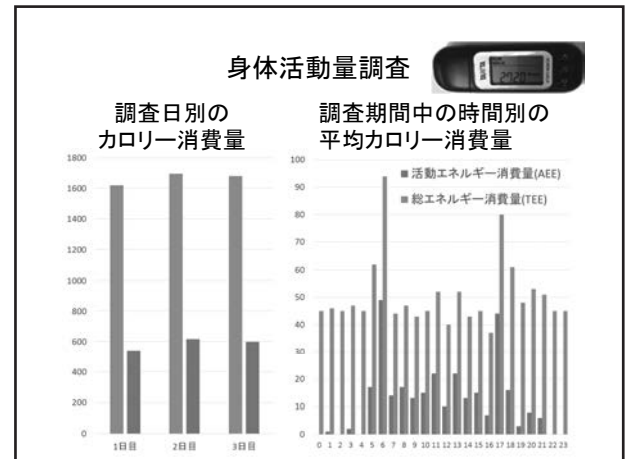


図32

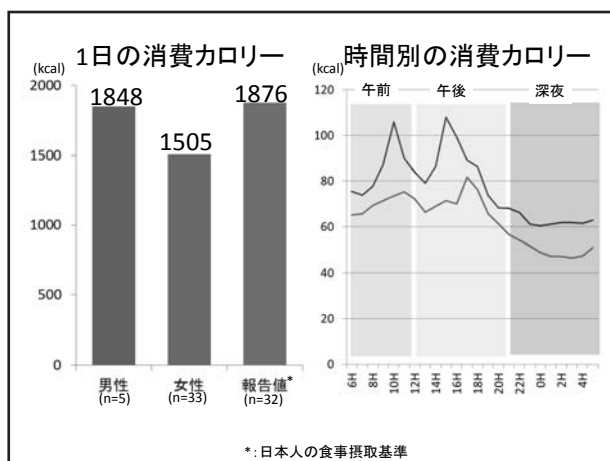


図33

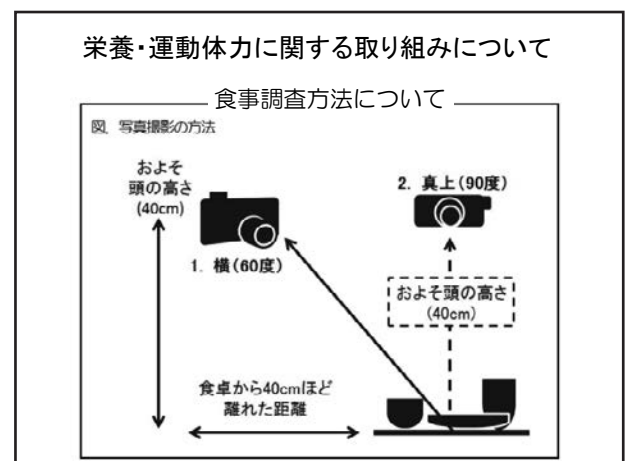


図34

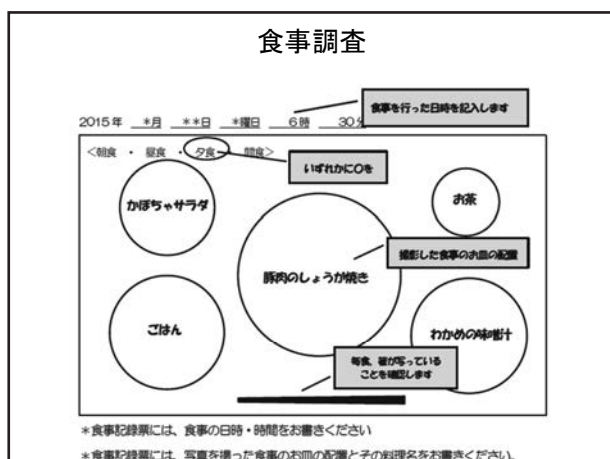


図35

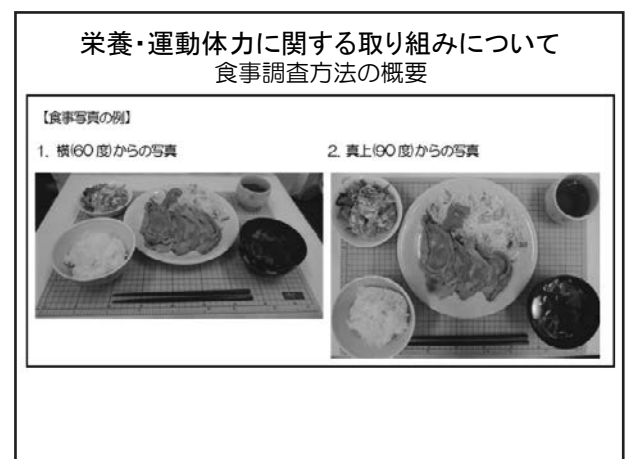


図36

### 栄養・運動体力に関する取り組みについて 食事調査結果の返却について

|       | あなたの<br>摂取量 | 平均値<br>(参考) | 70歳以上の基準値<br>(食事摂取基準) |           |    |  |
|-------|-------------|-------------|-----------------------|-----------|----|--|
|       |             |             | 男性                    |           | 女性 |  |
| エネルギー | 1650 kcal   | 集計中 kcal    | 2450 kcal             | 1900 kcal |    |  |
| たんぱく質 | 63.9 g      | 集計中 g       | 60 g                  | 50 g      |    |  |
|       | 15.5 %E     | 集計中 %E      | 16.5 %E               | 16.5 %E   |    |  |
| 脂 質   | 46.8 g      | 集計中 g       | - g                   | - g       |    |  |
|       | 25.5 %E     | 集計中 %E      | 20~30 %E              | 20~30 %E  |    |  |
| 炭水化物  | 243.4 g     | 集計中 g       | - g                   | - g       |    |  |
|       | 59.0 %E     | 集計中 %E      | 50~65 %E              | 50~65 %E  |    |  |
| 食物繊維  | 15 g        | 集計中 g       | 20以上 g                | 19以上 g    |    |  |
| 食 塩   | 10.5 g      | 集計中 g       | 8.0未満 g               | 7.0未満 g   |    |  |

★エネルギー摂取量と消費量のバランスの維持を示す指標は、体格(Body Mass Index:BMI)が最も適当です。適正BMIの範囲は、60~69歳の男  
女で20.0~24.9、70歳以上の男女は21.5~24.9です。食事の量は  
もちろんのこと、身体活動量(1日の活動量)と体重管理をしっかり  
行いましょう。  
★たんぱく質・脂質・炭水化物のバランスは、生活習慣病の予防や高齢  
者の身体機能の低下の予防に重要です。  
これらの3つの栄養素の適正バランスの維持に気をつけましょう。



図37

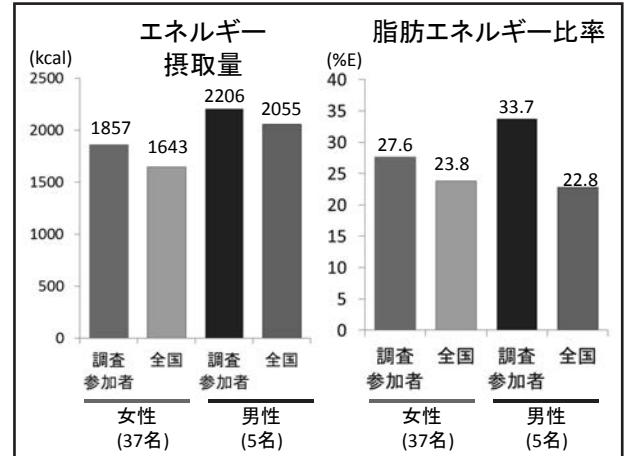


図38

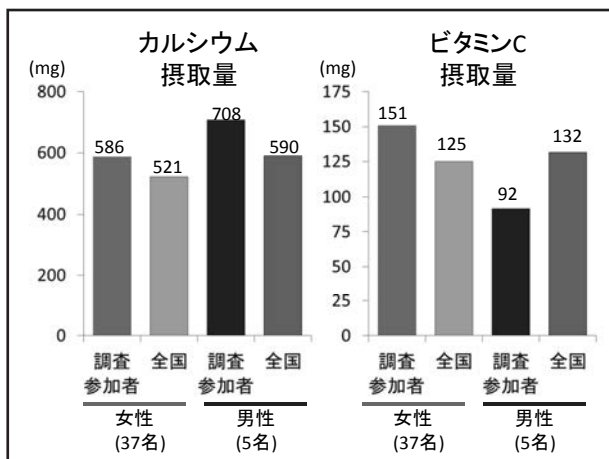


図39

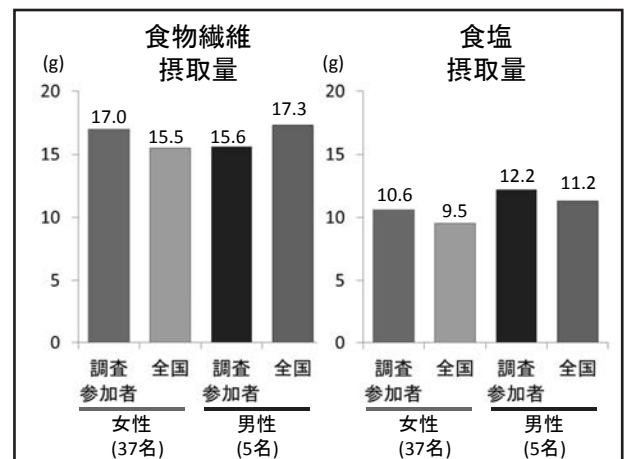


図40

### 食事記録からニーズにあったレシピを作成・紹介

#### 電子レンジで簡単レシピ

- ① 生春巻
- ② 肉じゃが
- ③ 肉じゃがオムレツ (アレンジ)
- ④ 肉じゃがカレー (アレンジ)
- ⑤ かぼちゃの煮物
- ⑥ かぼちゃチーズ焼き (アレンジ)
- ⑦ もやしと豚バラのポン酢かけ
- ⑧ 五穀バター蒸し焼き
- ⑨ 野菜ジュースでポタージュ

**④ ラタトゥイユ**

＜材料＞(4人分)  
ひよこ豆 150g  
五穀豆 150g  
パプリカ 1個 (130g)  
トマトホール 1個  
にんにく 大1かけ (15g)  
オリーブ油 大さじ2  
塩、こしょう 各少々  
レモン汁 大さじ1

(1) ひよこ豆を塩水で洗い、2cm幅の半月型にする。  
五穀豆は縦半分に切ってから1cm厚に切る。  
パプリカは2cm厚、セロリは縦半分に切って2cm幅に切る。  
トマトは皮を剥いてざく切りにし、にんにくは半分に切って芯を  
除く。

(2) 鍋にオリーブ油を熱し、にんにく、トマト以外の野菜をすべて  
入れて中火で炒め、油が回ったトマトと塩、こしょうを入れ、  
めねして中火〜弱火で15〜20分煮る。

(3) 塩で味をととのえ、レモン汁を加える。

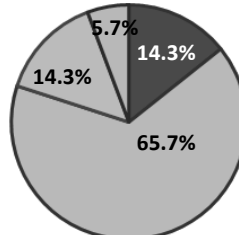
※栄養価※

|       |         |
|-------|---------|
| エネルギー | 151kcal |
| たんぱく質 | 2.6g    |
| 脂質    | 0.4g    |
| 炭水化物  | 15.5g   |
| 食物繊維  | 4.25g   |
| 食塩    | 0.82g   |

図41

#### 紹介したレシピは簡単な調理方法であったか？

- 非常にそう思う ■そう思う ■どちらでもない ■全く思わない



#### 紹介したレシピを活用しようと思いますか？

- 非常にそう思う ■そう思う ■どちらでもない ■全く思わない

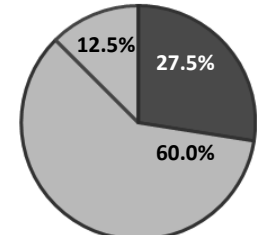


図42

栄養・運動体力 ② に関する取り組み ② について

- ① 運動機能に関する自己の状況を把握することができる
- ② 継続的に参加することによって、  
運動機能の変化を知ることができる
- ③ 食生活状況および身体活動量を把握することができる

今後 ① の課題

本活動の報告は、参加者個人の結果の配布と参加者全体に対しての報告会として実施してきました。しかし、個人の健康／栄養／運動に対する意識は非常に高く、より個人の健康問題に密着した情報提供の方法を検討する必要がある。

また、年々一人暮らしの高齢者は増加しており、このような集団をフォローすることが必要である。

図43



## 「栄養科学研究」投稿規定

### 1. 「栄養科学研究」について

「栄養科学研究 (The Mukogawa Journal of Nutrition Science Research; MJNSR)」(以下, 本誌)は, 栄養科学研究所が発刊する「研究所紀要」に該当する科学雑誌で, 他誌に未発表の栄養科学に関する総説, 原著, 症例報告, 短報・その他の投稿を受け付ける。

### 2. 投稿資格

依頼原稿を除き, 原稿の筆頭著者は, 原則として本学の教員や大学院生に限るが, 編集委員会が認めた場合は学外からの投稿も受け入れる。

### 3. 論文の査読

審査の結果, 編集方針に従って論文の採否や原稿の加筆, 修正, 削除などを決定し, 著者に通知する。

### 4. 原稿の形式

#### 1) 原稿記載の順序

- (1) 第1ページ目は表紙とし, 総説, 原著, 症例報告, 短報, その他の別を明記し, 表題25文字以内のランニングタイトル, Key Words (5個以内), 著者全員の氏名とその所属, 連絡責任者の住所, 氏名, 電話, FAX, E-mailアドレスを記載する。
- (2) 第2ページ目以降は, 下記の順に配列する。  
本文 (400字以内の要旨, 緒言, 方法, 結果, 考察, 謝辞等, 文献)  
表紙を第1ページとして, 最終ページまで通し番号を記入する。  
表 (説明図をふくむ), 図, 図の説明は別々に添付すること
- (3) 投稿にあたり, 共著者全員が自筆署名した投稿承諾書を同封すること

#### 2) 原稿作成上の注意

- (1) 原稿は原則として3部作成し, 次ページ以降の投稿要領に従いCD-Rも付けて投稿すること
- (2) 図・写真はそのまま製版できる鮮明なものとし, 片側コラムの幅 (77mm), または左右コラム幅 (165mm) に合わせた大きさにする。組み合わせの図は, 印刷領域 (222mm×165mm) を超えない範囲 (図説も考慮する) でまとめて, A4判の用紙で提出する。図中文字のサイズについては中ゴシック7.5ポイント (11級) とする。
- (3) 表については, 体裁を統一するため, ワード (エクセルも可) にて作成し, 電子媒体に原稿とは別ファイルにて添付すること。
- (4) 文献の記載は引用順とし, 末尾に一括して通り番号を付けること。
- (5) 文献番号1), 1) 2), 1) - 3) …を肩付とし, 本文中に番号で記載すること。著者が4名以上のときは, 3名を記載し, 残りを「～ほか」「～et al.」とすること。
- (6) 誌名を略記する場合には, 本邦のものは日本医学図書館協会編: 日本医学雑誌略名表, 外国のものはIndex Medicus 所載のものに従う。
- (7) 英文要旨が必要。
- (8) 度量衡の単位は本文, 図表ともにmm, cm, ml, dl, l, pg, ng,  $\mu$ g, mg, g, kgなどを用いる。

### 3) 文献記載例

- (1) 萩里早紀, 谷野永和, 山本遥菜ほか: 地域在宅高齢者のMini Nutritional Assessment (MNA) と血清アルブミン値の関係におけるBMIの影響. 日本病態栄養学会雑誌14: 317-324, 2011
- (2) Tanaka M, Yoshida T, Bin W, et al.: FTO, abdominal adiposity, fasting hyperglycemia associated with elevated HbA1c in Japanese middle-aged women. J Atheroscler Thromb. 19: 633-642, 2012.
- (3) 福尾恵介ほか: 予防とつきあい方シリーズ, 高血圧・糖尿病—生活習慣病—(荻原俊男, 監修, 池上博司, 楽木宏美, 編集) メディカルビュー社, 東京, 2009, pp. 36-39
- (4) Liberman, U. A., Marx, S. J.: Vitamin D-dependent rickets. In: Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism 4th ed (ed. by Favus, M. J.). Lippincott, Philadelphia, 1999, pp. 323-328

## 5. 掲載料

掲載料は原則無料とするが、刷り上り10頁以上の超過分については徴収する場合がある。カラー印刷等、特殊なものは、実費が必要である。

## 6. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、武庫川女子大学に帰属する。ただし、著作者本人は論文を許諾なしに利用することができる。また、論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し、インターネットを通じて公開されるものとする。

## 7. 投稿要領（原稿3部とデータを入れたCD-R等の記録媒体を添付すること）

### 1) 使用ソフトについて

#### (1) Macを使う方へ

ソフトはマックライト, MSワードを使用すること。

その他にソフトを使用する場合はテキスト形式で保存すること。

文字は細明朝11ポイントで統一すること。

#### (2) Windowsを使う方へ

保存は必ず, テキスト形式で保存すること。

文字はMSP明朝またはCentury11ポイントで統一すること。

記録媒体は, Mac, WindowsともCD-Rを使用すること。

### 2) 文字は節や段落などの改行部分のみにリターンを使用し, その他は, 続けて入力すること。

### 3) 和文の句読点は「,」「.」にする。

### 4) 英文, 数字は, スペースも含め全て半角入力（英文入力）すること。

カンマ（, ），ピリオド（. ），コロン（: ）も含みます。ただし, （, ），（. ），（: ）の前にスペースは入れない。

### 5) 日本文に英文が混ざる場合には, 日本文と英文との間に半角スペースを入れないこと。

### 6) 表と図の説明は, ファイルの最後にまとめて入力すること。

### 7) 入力内容の出力について

(1) 原稿は必ず完全な形に整え, A4判の用紙にワードプロセッサで印字する。

(2) 原稿1頁の体裁は, 1行40文字×40行で文字の大きさは11ポイントを使用, 上下左右のマージン（余白）

は30mm程度開ける。表紙を1頁とし、頁番号を印字する。

## 8. 原稿の送付先

〒663-8558 西宮市池開町6-46

武庫川女子大学栄養科学研究所 栄養科学研究雑誌編集委員会（代表 福尾恵介）

TEL/FAX：0798-45-9922

平成29年3月末日

# 投 稿 承 諾 書

栄養科学研究雑誌編集委員長殿

下記論文を「栄養科学研究」に投稿いたします。本論文は、他誌にすでに掲載あるいは投稿中ではないこと、執筆者全員は論文の内容について責任を有していること、および掲載された原稿の著作権は武庫川女子大学に帰属すること、さらに論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し、インターネットを通して公開することに同意いたします。

発表論文題目：

総説 / 原著 / 症例報告 / トピックス / 短報・その他

---

全著者の自筆署名を列記してください。捺印は不要です。なお、共著者の分が書ききれない場合は、別紙に欄を適宜追加し、全員の署名を受けてください。

筆頭著者署名 ( 年 月 日)

※ 責任著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

共著者署名 ( 年 月 日)

※筆頭著者が大学院生の場合、論文責任者の教員の署名を受けて下さい。



栄養科学研究  
(平成28年度)

編 集 武庫川女子大学栄養科学研究所

発行者 学校法人 武庫川学院

〒663-8558 兵庫県西宮市池開町 6 番46号

電 話 0798-47-1212 (代表)

発行日 平成29年 3 月

印 刷 大和出版印刷株式会社