

厚生労働科学研究費補助金  
循環器疾患等総合研究事業

生体指標を用いた日本人におけるミネラルの  
適正摂取量(AI)・許容上限摂取量(UL)の算定に関する  
栄養疫学的研究

平成 16 年度 総括・分担研究報告書

主任研究者:佐々木 敏

平成 17 年(2005 年) 3 月

## 目次

### 総括研究報告書

生体指標を用いた日本人におけるミネラルの適正摂取量(AI)・許容上限摂取量(UL)の算定に関する栄養疫学的研究 佐々木敏、他	3-11
--	------

### 分担研究報告書

若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究 佐々木敏、他	12-20
年齢と肥満度がエネルギー摂取量の見積もりに与える影響に関する研究:秤量式食事記録法を用いた検討 大久保公美、他	21-31
健康な成人におけるマンガン摂取量に関する研究:秤量式食事記録法を用いた検討 佐々木敏、他	31-38
習慣的な摂取量データを用いた栄養素摂取状況の評価に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討 佐々木敏、他	39-48
エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量分布に及ぼす影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討 佐々木敏、他	49-81
尿中ヨウ素測定方法の検討とヨウ素負荷時の尿中ヨウ素の測定 上西一弘、武林 亨、他	82-84
食事摂取基準参考文献データベースの開発に関する研究 佐々木敏、他	85-89

### 資料

- |    |        |
|----|--------|
| 資料 | 91-129 |
|----|--------|
- 1) Okubo H, Sasaki S. Underreporting of energy intake among Japanese women age 18-20 years and its association with reported nutrient and food group intakes. Public Health Nutr 2004; 7: 911-7.
  - 2) 佐々木敏. これからの栄養学研究に与える食事摂取基準(2005年版)の意味:栄養学雑誌の一読者として 栄養学雑誌 2004; 62(6): 373-5.
  - 3) 佐々木敏. 日本人の食事摂取基準(2005年版)-その考え方と解釈のポイント-. 栄養日本 2005; 48: 96-109.
  - 4) 佐々木敏. 「食事摂取基準(2005年版)」の基本的な考え方:新しい食事摂取基準をどのように理解したらよいのか. 糖尿病診療マスター 2005; 3: 439-42.
  - 5) 佐々木敏. 日本人の食事摂取基準、大幅改定の背景. 食生活 2005; 99: 14-7.

- 6) 佐々木敏. 「日本人の食事摂取基準(2005年版)」の概要について. 食生活 2005; 99: 18-33.

総括研究報告書

生体指標を用いた日本人におけるミネラルの適正摂取量(AI)・許容上限摂取量(UL)の  
算定に関する栄養疫学的研究

主任研究者 佐々木 敏

独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養所要量策定企画・運営担当

研究要旨

【目的】ミネラルの適正摂取量(目安量:AI)と許容上限摂取量(上限量:UL)の算定に関する研究を開始するに当たり、それ以前に検討し、解決しておかねばならない課題を整理し、実施することを本年度(初年度)の目的とした。これらはすべて、ミネラルの栄養疫学的研究を行うに当たり、不可欠の課題であった。

【研究内容】本年度に実施した各個研究は次のとおりである。(1)若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究。(2)年齢と肥満度がエネルギー摂取量の見積もりに与える影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(3)健康な成人におけるマンガン摂取量に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(4)習慣的な摂取量データを用いた栄養素摂取状況の評価に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(5)エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量分布に及ぼす影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(6)尿中ヨウ素測定方法の検討とヨウ素負荷時の尿中ヨウ素の測定。(7)食事摂取基準参考文献データベースの開発に関する研究。

【主な結果】研究(1)、(2)、(4)、(5)は、すべての栄養素に関連し、食事摂取基準の策定にも活用にも関係する課題である。エネルギー・栄養素の見積もり誤差や日間変動の影響をどのように把握し、理解し、対処すべきかの基礎となる資料が得られた。研究(3)ではマンガン摂取量が明らかになった。マンガンの目安量を算定するための不可欠の資料が得られた。研究(6)は、日本人が特異的に大量摂取しているミネラルであるヨウ素について疫学的研究を行うための基礎研究として重要な知見を得ることができた。研究(7)は、いままで散逸していた食事摂取基準や栄養所要量の参考文献を収集、統括管理するための基礎を作った。次回改定時の作業効率の向上と、質の向上への貢献は大きいものと考えられた。

【今後の課題】研究(1)、(2)、(4)、(5)で得られた結果に基づき、質の高いミネラルの栄養疫学的研究を行うべきであると考えられた。これは次年度以後の研究に反映される。研究(3)については、特性の異なる集団における調査研究も必要であると考えられた。研究(6)は本年度の知見に基づき、疫学研究を計画し、実施することを予定している。研究(7)については、ここで開発したデータベースを基礎として、諸外国の食事摂取基準策定時に参考にされた文献や、今回の策定で参考にされたが直接には引用されていないものなど、次回の改定や、この分野の研究の発展に寄与しうるデータベースにまで発展させていくべきではないかと考えられた。また、データベースの有効利用法に関しても開発・検討の余地があるものと考えられた。

## 【研究組織】

### 分担研究者

上西一弘（女子栄養大学栄養生理学研究室 助教授）

武林 亨（慶應義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室 講師）

### 研究協力者

高橋佳子（独立行政法人国立健康・栄養研究所 栄養所要量策定企画・運営担当 研究員）

大久保公美（独立行政法人国立健康・栄養研究所 栄養所要量策定企画・運営担当 研究補助）

伊達ちぐさ（武庫川女子大学生生活環境学部食物栄養学科公衆衛生学研究室 教授）

広田直子（長野県短期大学 生活科学科健康栄養専攻栄養管理学研究室 助教授）

野津あきこ（鳥取短期大学生生活学科食物栄養専攻助教授）

等々力英美（琉球大学医学部医学科地域環境医学科学講座 助教授）

福井 充（大阪市立大学医学部推計学研究室 助手）

村上健太郎（静岡県立大学大学院生活健康科学研究科食品栄養科学専攻 博士前期課程大学院生）

## A. 背景と研究目的

### A-1. 背景

欧米を中心として世界各国で、エネルギー・栄養素摂取量の基準に対する考え方は、従来の栄養所要量(recommended dietary allowance: RDA)から食事摂取基準(dietary reference intakes: DRIs)に変化している。わが国でも、2005年度から5年間用いるものとして、「日本人の食事摂取基準(2005年版)」が

厚生労働省から公表された。食事摂取基準の考え方は今までの栄養所要量と多数の点で大きく異なるが、算定の立場からみると、①確率論の考え方に基づくこと、②目安量(adequate intake: AI)では集団の摂取量を重要な算出根拠として用いること、の2点が特に大きく異なっているものと考えられる。また、「活用」の理論に初めて触れており、どのように用いるかについて、学術的な研究を行い、じゅうぶんに科学的根拠をもつ理論に基づいて考えることの重要性も強調されている。

しかしながら、食事摂取基準(2005年版)の基礎資料として用いられた研究の中で、日本人を対象としたものの多くは、実験栄養学的なアプローチによる推定平均必要量(estimated average requirement: EAR)に関するものと、目標量(tentative dietary goal for lifestyle-related diseases: DG)の根拠となりうる疫学研究のごく一部に限られていた。AIを決定するために必要となる生体指標と栄養素摂取量を同時に測定した疫学研究はわずかであった。また、上限量(tolerable upper intake level: UL)に関する知見もわが国におけるものは極めてわずかであった。そこで、日本人を対象とした生体指標を用いたAI・ULに関する研究の必要性が示唆され、本研究の実施に至った。

ところが、エネルギー・栄養素摂取量の調査における測定誤差の問題についてじゅうぶんな知見がないと、この種の研究に着手することはできない。特に、エネルギー・栄養素摂取量には無視できない過小申告が存在することや、短日間(たとえば1日間や3日間)の調査では摂取量の日間変動が習慣的摂取量の見積もりに無視できないほどの影響を及ぼすことが欧米を中心とした数多くの研究で指摘されている。

### A-2. 研究目的

研究の初年度である本年度は、ミネラルに限らず、広く、エネルギーと各種栄養素の測定誤差の問題を取り上げ、今後の研究ならびに活用理論の開発における基礎資料とすることを目的とした。また、習慣的な摂取量を調査したデータを用い、新たに公開された食事摂取基準(2005年版)との比較を行った。

ミネラルの中で、マンガンは、5訂食品成分表に食品成分が収載されているにもかかわらず、日本人における摂取量が詳細に報告されていない栄養素である。そこで、マンガンに注目し、その摂取量(分布)を明らかにする試みも行った。

ところで、日本人が特異的に多量に摂取している栄養素としてヨウ素がある。その上限量の推定は、他の民族では困難であり、日本人における知見が強く望まれるところである。そのため、疫学研究に利用可能なヨウ素の生体指標の開発に関する研究も実施した。また、食事摂取基準(2005年版)で引用された参考文献を収集・保管し、そのデータベースの開発も行った。

同時に、来年度における疫学調査研究のために、いくつかの候補地域を選定し、調査の実施可能性について検討した(本年度の報告書には含まない)。

## B. 研究方法

本年度に実施した研究は次の6つである。

(1) 若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究。

(2) 年齢と肥満度がエネルギー摂取量の見積もりを与える影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。

(3) 健康な成人におけるマンガン摂取量に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。

(4) 習慣的な摂取量データを用いた栄養素摂取状況の評価に関する研究:16日間秤量式食事記録法

を用いた検討。

(5) エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量分布に及ぼす影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。

(6) 尿中ヨウ素測定方法の検討とヨウ素負荷時の尿中ヨウ素の測定。

(7) 食事摂取基準参考文献データベースの開発に関する研究。

以上の研究のうち、(1)は主任研究者らが1997年に収集し、その後、研究解析用に構築したデータベースを用いたものである。(2)から(5)の4研究は、平成13年度から15年度の3か年度にわたって実施した厚生労働省研究補助金による研究(「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究:主任研究者田中平三、分担研究者佐々木敏)において、将来の類似研究分野で広く活用することを目的として収集した秤量式食事記録法によるエネルギー・栄養素摂取状況に関するデータベースを用いたものである。なお、本研究に用いるために、データの加工や栄養価計算、解析プログラムの構築を行った。(6)の研究は、ヨウ素の上限量算定を疫学的なアプローチで行うための基礎研究であり、この研究は完了しておらず、次年度でも継続して実施する予定である。(7)は、食事摂取基準(2005年版)で引用された文献のコピーを収集・保管し、容易に検索・閲覧ができるようなデータベースを開発することを目的とした研究である。いままで(第6次改定栄養所要量まで)は、引用された参考文献が散逸し、また、その別刷りやコピーが保存されていないため、改定作業のたびに収集し直すという無駄があった。効率的に参考文献を活用するためにこの種のデータベースは重要である。

(倫理面への配慮)

研究(1)、研究(2)~(5)、ならびに研究(6)は、ヘルシンキ宣言を遵守した。研究参加者には書面ならび

に口頭での説明を研究協力者が行い、じゅうぶんに理解し、同意が得られた者を研究対象者とした。対象者の自由意志により、研究実施中ならびに実施後における研究からの離脱が可能ないようにじゅうぶんに配慮した。また、収集したデータは、データ管理者のみが管理し、その他の共同研究者には個人が特定できない形式の情報(個人にはIDが与えられ、個人は特定できない形式)として配布し、各自、厳重に保管することとした。

## C. 結果

### (1) 若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究

1889人の女子大学生(1年生)を対象として食事調査を実施し、体重から推定した基礎代謝量(BMR)と食事調査から得られた申告エネルギー量(EI)との比(EI/BMR)を算出し、申告誤差について検討した。食事調査には、すでに妥当性が明らかにされている自記式食事歴法質問票(DHQ)を用いた。観察されたEI/BMR比が、いままでの研究からバランスが取れていると考えられる比(1.56)を下回っていた者は全対象者の68%、生存限界と考えられている比(1.27)を下回っていた者は全対象者の37%であった。一方、一般的な生活における最大比と考えられている2.4を上回った者はわずか2%であった。なお、肥満度(BMI)の平均値は20.8であり、このような肥満傾向のない集団においても、無視できないエネルギーの過小申告が存在することが明らかとなった。さらに、過小申告の程度は肥満度と有意な負の相関( $p<0.001$ )があることも明らかとなった。

過小申告の問題は、食事摂取基準で示された各値をアセスメント結果と比較して用いる場合に大きな問題になると考えられ、その程度と対策について更なる検討が必要であることが示唆された。

### (2) 年齢と肥満度がエネルギー摂取量の見積もりを与える影響に関する研究: 16日間秤量式食事記録法を用いた検討

30歳以上の健康な男女(183人)に対して、16日間(4日間×4季節)秤量食事記録調査を行い、エネルギー摂取量(EI)を調査し、同時にFAO/WHO/UNUによって提案されている簡易式を用いて基礎代謝量(BMR)を推定し、両者の関連を検討した。評価指標には、EIとBMRの比(EI/BMR)を用いた。高年齢群(60歳以上)の平均EI/BMRでは他の年齢群(60歳未満)のそれに比べて、高い傾向が男女とも認められた。同時に、肥満度(BMI)が高い者ほど、EI/BMRが低い傾向が見られた。多変量回帰分析の結果、年齢とBMIは独立してEI/BMRに関連していることが明らかとなった(偏回帰係数は、年齢で男性が0.012[ $p<0.001$ ]、女性で0.009[ $p<0.001$ ]、BMIで男性が-0.031[ $p<0.001$ ]、女性で-0.024[ $p<0.01$ ])。また、集団平均としては、通常の生活におけるEI/BMRを1.56と仮定すると、男女ともに、50歳以上かつBMIが24.0以下の群では若干の過大申告傾向があり、他の群では過小申告の傾向があった。特に、男性の50歳未満・BMI24.1以上群の過小申告([真のエネルギー摂取量-申告された摂取量]/真のエネルギー摂取量:%)は13%と、もともと顕著であった。全体としては、男性が1%、女性が5%であった。

全体としては、男性では過小申告はほとんど存在せず、女性で若干の過小申告傾向があることが明らかになった。しかし、年齢、肥満度別にみると、無視できないレベルの過大・過小申告(特に、過小申告)が存在することが明らかになり、食事摂取基準で示された各値をアセスメント結果と比較して用いる場合に大きな問題になると考えられ、その程度ならびに対策について更なる検討が必要であることが示唆された。ただし、今回用いた食事調査法は通常用いられてい

る食事記録法よりも精度が高いものであると推定されるため、今回の結果をそのまま、通常用いられている食事記録法に用いるのは困難と考えられた。

### (3) 健康な成人におけるマンガン摂取量に関する研究: 16日間秤量式食事記録法を用いた検討

30歳以上の健康な男女(184人)に対して、16日間(4日間×4季節)秤量食事記録調査を行い、エネルギーとマンガン摂取量を調査した。中央値は、男性4.30mg/日、女性3.53mg/日で、食事摂取基準(2005年版)の目安量とほぼ同程度であった。また、最大摂取量は、男性7.38mg/日、女性7.70mg/日であり、食事摂取基準(2005年版)の上限量よりも低い値であった。エネルギー調整済み摂取量を性・年齢階級別に比較すると、男性よりも女性で、低年齢層よりも高年齢層で多く摂取されていることが明らかになった。食品群別に摂取量をみると、3割から4割が穀類から、3割程度が嗜好飲料から、1割程度が野菜類から摂取されていた。

以上より、観察数の少ない調査研究のデータに基づいて策定された食事摂取基準(2005年版)のマンガンの目安量が、この集団においてもほぼ当てはまることが明らかになった。また、上限量を上回る量を習慣的に摂取している者が今回観察した集団内に存在しなかったことから、通常の食品を摂取している限り、マンガンの過剰摂取はほとんど生じないであろうことも明らかとなった。

### (4) 習慣的な摂取量データを用いた栄養素摂取状況の評価に関する研究: 16日間秤量式食事記録法を用いた検討

16日間にわたって個人の摂取量を調査したデータベース(30~69歳男女それぞれ92人)を用いて、食事摂取基準(2005年版)で示されている値との関係について、両者のデータが存在する27種類の栄

養素について検討した。

推定平均必要量(ナトリウムを除く11の栄養素)では、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC、マグネシウム、亜鉛(男性のみ)、鉄、ビタミンB<sub>6</sub>(女性のみ)で推定平均必要量を満たしていない者が男女ともに1割以上存在した。目安量(9つの栄養素)では、食物繊維、カルシウムで目安量を満たしていない者が男女ともに5割以上存在した。目標量の下限(6つの栄養素)では、男女ともに食物繊維で7割近く、カルシウムで5割近く、カリウムで男性6割、女性4割の者で下限を下回っていた。目標量の上限(6つの栄養素)では、男女ともにナトリウムで大半(男性で7割近く、女性で9割)の者で、また、女性では総脂質で7割、飽和脂肪酸で5割強の者が上限を上回っていた。上限量(12の栄養素)を上回って摂取している者がいた栄養素はビタミンAのみ(1人)であった。

調査における系統的な過小申告の可能性を考慮し、推定エネルギー必要量を摂取していると仮定した解析も行った。若干の系統的過小申告が認められ、それを調整にすることによって、不足に関する栄養素はやや少なくなり、過剰に関する栄養素でやや増加する傾向がみられたが、全体の傾向は変わらなかった。

以上より、推定平均必要量を下回る者が多く存在した栄養素について、それぞれの生体指標と習慣的な摂取量を測定する栄養疫学的な研究を行い、実験栄養学的なアプローチによって決定された値の妥当性を検討する必要があるものと考えられた。また、上限量については、問題になるほどの量を習慣的に摂取している者はほとんど存在しないことが確認された。しかし、通常以外の食品からの摂取は含めていないこと、生体指標に関する調査がなされていないことから、これを考慮した質の高い研究の必要性が示唆された。

### (5) エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量



分布に及ぼす影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討

エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量の分布に及ぼす影響について、16日間にわたって個人の摂取量を調査したデータベース(30~69歳:男性82人、女性92人)を用いて検討した。性・年齢階級(10歳階級)別に、エネルギー・栄養素摂取量について、調査初日のデータだけを用いた場合(1日間調査)、調査開始から始め3日間のデータを用いた場合(3日間調査)、全16日間のデータを用いた場合の3種類について、平均±標準偏差、変動係数(CV値)、中央値を算出した。それぞれの統計量について16日間調査の結果を比較基準として比較した。

16日間調査に比べると、CV値は、1日間調査と3日間調査はそれぞれ、エネルギーで男性155、113、女性142、117%、マクロ栄養素で男性188、131%、女性195、139%、水溶性ビタミン類で男性191、125%、女性166、126%、脂溶性ビタミン類で男性257、153%、女性205、133%、多量ミネラル類で男性155、116%、女性164、126%、微量ミネラル類で男性186、129%、女性157、124%であった。このように、1日間、3日間、16日間と調査日数が長くなるにつれて、CV値が小さくなる傾向がすべてのエネルギー・栄養素グループで観察された。また、CV値は男性に比べて女性のほうが小さい傾向が認められた。

短日間調査で得られるデータと食事摂取基準で示されている値とを比較して、集団の摂取状態を評価する場合には、今回の検討で算出したCV値などを参考にして、データを仮想的な習慣的な摂取量に変換した上で用いることが勧められるものと考えられた。

(6)尿中ヨウ素測定方法の検討とヨウ素負荷時の尿中ヨウ素の測定

尿中ヨウ素排泄量から、ヨウ素摂取量を推定するこ

との妥当性を検討することを目的としてパイロットスタディを行った。すなわち、成人男性4人に昆布で取った出し汁を含む高ヨウ素食を摂取させ、摂取前後の尿中ヨウ素排泄量を測定した。本年はまず、尿中ヨウ素排泄量の測定方法の検討を目的とした。尿中ヨウ素はアンモニア水で希釈し、テルルを内部標準とすることで、ICP-MS法で測定することが可能であった。2人分の尿を測定したところ、高ヨウ素摂取により尿中ヨウ素排泄量は高値となることが確認できた。

(7)食事摂取基準参考文献データベースの開発に関する研究

厚生労働省より2004年10月に公表された「食事摂取基準(2005年版)」で直接に引用された文献について、その別刷りまたはコピーを収集し、保管ならびに閲覧を容易にすることを目的としたデータベースを開発した。総論、エネルギー、各栄養素(34種類)における引用文献数はそれぞれ21、35、812であり、種類別には原著論文(英文)、原著論文(和文)、報告書・書籍などはそれぞれ599、127、136であった。現時点で収集されたものはそれぞれ586、125、67であった。収集率はそれぞれ98%、91%、49%であった。これは原著論文を優先して収集した結果であった。今後、未収集の文献の収集に努め、完全な文献データベースを完成させる予定である。なお、収集した文献とデータベースファイルは主任研究者の所属機関にて保管している。

D. 考察

D-1.エネルギー等の過小申告の問題

16日間秤量式食事記録法を用いた結果でも、自記式食事歴法質問票で収集されたデータを用いた結果でも、エネルギーの過小申告が存在することが明らかとなった。しかも、この過小申告は肥満度(BMI)

に大きく左右され、さらに、年齢階級によっても異なる可能性が示唆された。これは、栄養素摂取量でも、類似の過小申告が存在することを示唆する重要な知見であり、集団における栄養素摂取量の中央値や分布を評価指標として用いる目安量、目標量、上限量の算定に際して、注意しなければならないことを示している。

食事摂取基準(2005年版)と食事記録法によって得られた摂取量について、それをエネルギーの過小申告を考慮しない方法(従来の方法)と比較した場合と、エネルギーの過小申告を考慮した方法(推定エネルギー必要量を摂取している仮定する方法)で比較した場合とで、結果が異なることが示された。これは、食事摂取基準の活用、特に、評価(assessment)において大きな問題であり、エネルギーの過小申告の影響を考慮する具体的な評価技術について検討を加える必要があるものと考えられた。

#### D-2. 日間変動の影響が摂取量の評価に及ぼす影響

短日間の食事記録によって得られた摂取量について食事摂取基準(2005年版)を用いて評価する場合に、日間変動が分布幅に影響し、それが評価結果を左右することは従来から指摘されていた。しかし、日本人においては、この問題をていねいに観察した研究は乏しかった。16日間調査を基準として1日間および3日間調査の結果との比較を試みた検討では、1日間および3日間調査では、習慣的な摂取量分布に比べて分布幅が広く、それが推定平均必要量や上限量(特に推定平均必要量で問題は大きい)との比較の結果に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。また、この影響の度合いは栄養素によって大きく異なることも明らかになった。これらは、いままでの日本人を対象とした研究の結果とほぼ一致するものであった。また、この影響は女性よりも男性で大きい

傾向が認められた。一方、年齢階級によるちがいはあまり顕著ではなかった。

しかし、実際に実施できる食事調査は短日間の食事記録法がほとんどであるため、短日間の食事記録によって得られたデータを用いて、習慣的な(またはじゅうぶんな長期間の)調査をした場合の仮想分布を得るための推定式の開発に関する基礎研究が急務であると考えられた。これは、ミネラルに限らず、全栄養素に関して不可欠の研究であろう。

#### D-3. マンガン摂取量に関する検討

今回の検討で、マンガンの摂取量が性・年齢階級の異なる集団において推定できたことは、マンガンの目安量を算定する上で貴重な資料が得られたものと考えられる。しかし、今回の検討対象は30~69歳であり、他の年齢階級は検討していない。30歳未満の小児や若年成人、70歳以上の高齢者についても、この検討で用いたような精度の高い食事記録法を用いた調査を行い、データを得る必要がある。

#### D-4. 尿中ヨウ素の測定方法に関する検討

世界レベルで見れば、特異的にヨウ素を大量摂取している日本人では、ヨウ素の摂取基準に関する研究は不可欠である。しかし、それを疫学的に行うためには、大人数に対して比較的簡便かつ安価にある程度信頼度の高い方法での測定技術が確立していなければならない。今回の検討で、尿中ヨウ素の測定方法に関する基礎的な知見が得られた意義は大きいものと考えられる。

#### D-5. 食事摂取基準参考文献データベースの開発

食事摂取基準(2005年版)の策定面からの特徴は、系統的レビューの手法を用い、過去5年分ではなく、いままでに出版されたすべての文献や資料を参考にして策定された点であろう。その意味で、ここに引用

された文献は、次回の改定の際にも重要な文献であると考えられる。その別刷りやコピーをまとめて保管し、検索・閲覧できるようなデータベース化を行うことは、次回の改定時の作業効率を大きく向上させることが期待できる。また、栄養学の関連する分野の発達・発展のためにも有効利用できる可能性があるものと期待される。

## E. 結論

**【目的】**ミネラルの適正摂取量(目安量:AI)と許容上限摂取量(上限量:UL)の算定に関する研究を開始するに当たり、それ以前に検討し、解決しておかねばならない課題を整理し、実施することを本年度(初年度)の目的とした。これらはすべて、ミネラルの栄養疫学的研究を行うに当たり、不可欠の課題であった。

**【研究内容】**本年度に実施した各個研究は次のとおりである。(1)若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究。(2)年齢と肥満度がエネルギー摂取量の見積もりに与える影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(3)健康な成人におけるマンガン摂取量に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(4)習慣的な摂取量データを用いた栄養素摂取状況の評価に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(5)エネルギー・栄養素摂取量の日間変動が摂取量分布に及ぼす影響に関する研究:16日間秤量式食事記録法を用いた検討。(6)尿中ヨウ素測定方法の検討とヨウ素負荷時の尿中ヨウ素の測定。(7)食事摂取基準参考文献データベースの開発に関する研究。

**【主な結果】**研究(1)、(2)、(4)、(5)は、すべての栄養素に関連し、食事摂取基準の策定にも活用にも関係する課題である。エネルギー・栄養素の見積もり誤差や日間変動の影響をどのように把握し、理解し、対

処すべきかの基礎となる資料が得られた。研究(3)ではマンガン摂取量が明らかになった。マンガンの目安量を算定するための不可欠の資料が得られた。研究(6)は、日本人が特異的に大量摂取しているミネラルであるヨウ素について疫学的研究を行うための基礎研究として重要な知見を得ることができた。研究(7)は、いままで散逸していた食事摂取基準や栄養所要量の参考文献を収集、統括管理するための基礎を作った。次回改定時の作業効率の向上と、質の向上への貢献は大きいものと考えられた。

**【今後の課題】**研究(1)、(2)、(4)、(5)で得られた結果に基づき、質の高いミネラルの栄養疫学的研究を行うべきであると考えられた。これは次年度以後の研究に反映される。研究(3)については、特性の異なる集団における調査研究も必要であると考えられた。研究(6)は本年度の知見に基づき、疫学研究を計画し、実施することを予定している。研究(7)については、ここで開発したデータベースを基礎として、諸外国の食事摂取基準策定時に参考にされた文献や、今回の策定で参考にされたが直接には引用されていないものなど、次回の改定や、この分野の研究の発展に寄与しうるデータベースにまで発展させていくべきではないかと考えられた。また、データベースの有効利用法に関しても開発・検討の余地があるものと考えられた。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1.論文発表

- (1) Okubo H, Sasaki S. Underreporting of energy intake among Japanese women aged 18-20 years

and its association with reported nutrient and food group intakes. Public Health Nutr 2004; 7: 911-7.

- (2) 佐々木敏. これからの栄養学研究に与える食事摂取基準(2005年版)の意味: 栄養学雑誌の一読者として 栄養学雑誌 2004; 62(6): 373-5.

## 2. 学会発表

- (3) 大久保公美, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 広田直子, 福井充, 野津あきこ, 等々力英美, 三浦綾子. 摂取エネルギーの申告精度に及ぼす要因—3種類の食事調査法による比較— 栄養学雑誌 2004; 62(5): 188(第51回日本栄養改善学会学術総会, 2004年10月20~22日, 金沢).
- (4) 広田直子, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 福井充, 大久保公美, 野津あきこ, 等々力英美, 三浦綾子. 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)の妥当性の検討 栄養学雑誌 2004; 62(5): 144(第51回日本栄養改善学会学術総会, 2004年10月20~22日, 金沢).
- (5) 野津あきこ, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 福井充, 大久保公美, 広田直子, 等々力英美, 三浦綾子. 簡易型

自記式食事歴法質問票(BDHQ)の再現性の検討 栄養学雑誌 2004; 62(5): 185(第51回日本栄養改善学会学術総会, 2004年10月20~22日, 金沢).

- (6) 野津あきこ, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 福井充, 大久保公美, 広田直子, 等々力英美, 三浦綾子. 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ): 質問票構造と栄養価計算アルゴリズムの理論的考察 栄養学雑誌 2004; 62(5): 185(第51回日本栄養改善学会学術総会, 2004年10月20~22日, 金沢).

## H. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

若年女性におけるエネルギー・栄養素の見積もり誤差とその要因に関する研究

分担研究者 佐々木 敏、大久保公美\*

独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養所要量策定企画・運営担当

\*研究協力者

研究要旨

食事アセスメント(調査)において、無視できない過小申告が存在することが、欧米の研究で数多く報告されている。しかし、日本人などアジア人における報告はほとんど存在しない。また、肥満傾向のない集団では、欧米を含めてもあまり報告がない。

そこで、1889人の女子大学生(1年生)を対象として食事調査を実施し、体重から推定した基礎代謝量(BMR)と食事調査から得られた申告エネルギー量(EI)との比(EI/BMR)を算出し、申告誤差について検討した。食事調査には、すでに妥当性が明らかにされている自記式食事歴法質問票(DHQ)を用いた。観察されたEI/BMR比が、いままでの研究からバランスが取れていると考えられる比(1.56)を下回っていた者は全対象者の68%、生存限界と考えられている比(1.27)を下回っていた者は全対象者の37%であった。一方、一般的な生活における最大比と考えられている2.4を上回った者はわずか2%であった。なお、肥満度(BMI)の平均値は20.8であり、このような肥満傾向のない集団においても、無視できないエネルギーの過小申告が存在することが明らかとなった。さらに、過小申告の程度は肥満度と有意な負の相関( $p < 0.001$ )があることも明らかとなった。

過小申告の問題は、食事摂取基準で示された各値をアセスメント結果と比較して用いる場合に大きな問題になると考えられ、その程度と対策について更なる検討が必要であることが示唆された。

A. 研究の背景ならびに目的

食事アセスメント(調査)において、無視できない過小申告が存在することが、欧米の研究で数多く報告されている。しかし、日本人などアジア人における報告はほとんど存在しない。また、肥満傾向のない集団では、欧米を含めてもあまり報告がない。

エネルギーの過小申告は、エネルギー産生栄養素に留まらず、ミネラル類やビタミン類を含むあらゆる栄養素摂取量の過小申告の可能性を強く示唆するものである。そして、これは、食事摂取基準で示され

ている各値を、食事アセスメント(食事調査)の結果と比較することによって、食事摂取基準を活用する場合の大きな問題となる。そのため、過小申告の程度、過小申告(過大申告も含む)をしやすい人の特性を明らかにし、食事摂取基準を活用する際の科学的指針を得ることは非常に重要な課題である。

B. 方法

B-1. 調査方法

1997年春に全国22大学(専門学校を含む)の栄

養士養成課程に入学した学生(2069人)を対象として、食習慣、栄養素等摂取量に関する横断研究を実施した。回答者は2063人(回答率:99.75%)であった。すべての調査は、4月7日から21日の2週間内に実施され、その後、質問票への回答をチェックし、問題がある場合には再調査を実施した。再調査を含むすべての調査は5月末日までに終了した。

エネルギー・栄養素摂取量の調査には、妥当性がすでに確認されている自記式食事歴法質問票(diet history questionnaire)(参考文献: Sasaki S, et al. Jpn Circ J 1998; 62: 431-5; Sasaki S, et al. J Epidemiol 1998; 8: 203-15; Sasaki S, et al. J Nutr Sci Vitaminol 2000; 46: 285-96 など)を用い、過去1か月間の習慣的な食事について回答を求めた。

得られた回答は、DHQの専用入力ソフトを用いて入力し、当研究者らが開発した専用栄養価計算ソフトを用いて栄養価計算を行った。

基礎代謝量(BMR:kJ/日)は、FAO/WHO/UNUによって提案されている次の簡易式を用いて推定した。

$$\text{BMR(kJ/日)} = 0.0615 \times \text{体重(kg)} + 2.08$$

(倫理面への配慮)

ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。研究参加者には書面ならびに口頭での説明を研究協力者が行い、じゅうぶんに理解し、同意が得られた者を研究対象者とした。対象者の自由意志により、研究実施中ならびに実施後における研究からの離脱が可能ないようにじゅうぶんに配慮した。また、収集したデータは、データ管理者のみが管理し、その他の共同研究者には個人が特定できない形式の情報(個人にはIDが与えられ、個人は特定できない形式)として配布し、各自、厳重に保管することとした。

## B-2. 解析方法

DHQと身長、体重、運動習慣の質問に回答していた女性2017人を抽出し、さらに、年齢が18~20歳であり、運動クラブ活動歴と喫煙歴の質問に回答しており、申告エネルギー摂取量が異常に低値(最低生活活動強度の半分)か異常に高値(最高生活活動強度の1.5倍)の者を除いた1889人を解析対象とした。

## C. 結果

### C-1. 集団特性

今回の検討で解析した集団の特性を表1に示す。BMIは平均=20.8kg/m<sup>2</sup>、申告エネルギー摂取量(EI)は平均=1801kcal/日、推定基礎代謝量(BMR)は平均=1273kcal/日、であった。EI/BMRは平均=1.43であった。

### C-2. EI/BMRの分布

EI/BMRの分布を図1に示す。いままでの研究からバランスが取れていると考えられる比(1.56)を下回っていた者は全対象者の68%、生存限界と考えられている比(1.27)を下回っていた者は全対象者の37%であった。一方、一般的な生活における最大比と考えられている2.4を上回った者はわずか2%であった。

また、対象者のEI/BMRを1.56であると仮定すると、真のエネルギー摂取量の代表値は1986kcal/日となり、過小申告の程度は9.4%となる。

### C-3. EI/BMRに関連する要因

集団をEI/BMRで5分割し、群ごとの体重、身長、BMIなどの平均値を比較したところ、EI/BMRが高い群ほど体重とBMIが低い傾向があった(ANOVA: p<0.001)。

同様に、EI/BMRで5分割した群ごとに、栄養素摂取量の平均値を計算し、比較したところ、EI/BMRが

高い群ほど脂質、たんぱく質、カルシウム、鉄、ナトリウムの各摂取量が多く、炭水化物摂取量が少ない傾向があった(すべてANOVA: $p<0.001$ )。食品群で同じ検討をしたところ、EI/BMRが高い群ほど菓子類、油脂類、魚介類、肉類の各摂取量が多く、穀類摂取量が少ない傾向があった(すべてANOVA: $p<0.001$ )。

#### D. 考察

##### D-1. 主な知見

肥満傾向のない集団にもかかわらず、多くの者がエネルギーを過小に申告している可能性が示唆された。その割合は平均として9%程度と見積もられた。また、過小申告の程度は、体重と肥満度(BMI)と強い負の関連があり、過小申告の程度は体重の重い者、肥満傾向が強い者で強い傾向にあることが明らかとなった。さらに、過小申告の程度が強い者は、脂質など数多くの栄養素、食品群の摂取量を共通して過小に見積もっている一方、栄養素では炭水化物、食品群では穀類を過大に見積もる可能性があることが明らかとなった。

##### D-2. 結果解釈上の問題点

この研究では、質問票を用いてエネルギー・栄養素摂取量を調査した。食事記録や食事思い出しなど、摂取したものを直接に観察したものではない。質問票調査は直接に摂食したものを調査する方法ではないため、今回の調査で得られたエネルギー摂取量を普遍的な結果と認めることはできない。実際、欧米の研究など、数多くの質問票を用いた摂取量推定で無視できない過小申告が生じることが報告されている。しかし、今回観察されたエネルギー摂取量の平均値(1801kcal/日)は、食事記録法を用いて類似の年齢(女性)を観察した結果に近似している。また、中年

女性を用いたDHQの妥当性研究でも、エネルギー摂取量平均値は食事記録法によって得た値とほぼ同値(平均値の差=1%)であったと報告されている。したがって、今回の調査は、質問票を用いたものではあるが、観察された過小申告の程度は、食事記録法などによって観察されるであろうものに近いのではないかと考えられる。

##### D-3. 食事摂取基準活用への示唆

食事摂取基準の策定の中で、目安量(adequate intake: AI)は健康な集団の摂取量データに基づいて決めるのが基本である。その場合、もっとも頻繁に用いられるのが食事記録法または食事思い出し法によって得られるデータで、たとえば、食事摂取基準(2005年版)で定められている目安量の多くは、1日間食事記録法を用いた平成12年度国民栄養調査の結果を参考にしている。ところが、もしも、このデータが系統的に無視できない(たとえば、10%程度またはそれ以上)の過小申告があるとなれば、それが結果、すなわち、目安量の算定に及ぼす影響は大きい。その意味で、今回の知見は食事摂取基準の算定方法の根幹に影響しかねない重要な課題の存在を指摘するものであると考えられる。

これは、食事摂取基準の活用においても同様である。すなわち、食事摂取基準では、アセスメントの重要性が強調されており、アセスメントの結果に基づいて、栄養指導や給食業務を行うことが強調されている。ところが、食事アセスメントの結果、すなわち、得られる摂取量に系統的な過小申告が発生しているとすれば、実験的研究などによって得られた値に基づく推定平均必要量や推奨量と比較する場合に問題が生じる恐れがある。この意味において、今回観察されたエネルギー過小評価、更には、栄養素ごとに存在するかもしれない選択的な過小・過大評価の問題は、食事摂取基準の活用においても、解決すべき重要な

課題と考えられる。

#### D-4. 今後の課題

今回の検討は、エネルギーに限った。また、エネルギー産生栄養素を中心とする一部の栄養素に限った。さらに、エネルギーは、基礎代謝量を簡易式によって推定し、それを比較基準として用いた。栄養素については、比較基準は設定できなかった。そのため、結果の信頼度は低く、この研究だけからでは、結論を導くことは困難と考えられる。しかし、24時間蓄尿中へのカリウムや窒素の排泄量など、比較的信頼度の高い生体指標も存在するため、これを用いた研究が必須であると考えられる。

#### E. 結論

1889人の女子大学生(1年生)を対象として食事調査を実施し、体重から推定した基礎代謝量(BMR)と食事調査から得られた申告エネルギー量(EI)との比(EI/BMR)を算出し、申告誤差について検討した。食事調査には、すでに妥当性が明らかにされている自記式食事歴法質問票(DHQ)を用いた。観察されたEI/BMR比が、いままでの研究からバランスが取れていると考えられる比(1.56)を下回っていた者は全対象者の68%、生存限界と考えられている比(1.27)を下回っていた者は全対象者の37%であった。一方、一般的な生活における最大比と考えられている2.4を上回った者はわずか2%であった。なお、肥満度(BMI)の平均値は20.8であり、このような肥満傾向のない集団においても、無視できないエネルギーの過小申告が存在することが明らかとなった。さらに、過小申告の程度は肥満度と有意な負の相関( $p < 0.001$ )があることも明らかとなった。

過小申告の問題は、食事摂取基準で示された各値をアセスメント結果と比較して用いる場合に大きな

問題になると考えられ、その程度と対策について更なる検討が必要であることが示唆された。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- (1) Okubo H, Sasaki S. Underreporting of energy intake among Japanese women aged 18-20 years and its association with reported nutrient and food group intakes. *Public Health Nutr* 2004; 7: 911-7.
- (2) 佐々木敏. これからの栄養学研究に与える食事摂取基準(2005年版)の意味: 栄養学雑誌の一読者として *栄養学雑誌* 2004; 62(6): 373-5.

##### 2. 学会発表

- (3) 大久保公美, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 広田直子, 福井充, 野津あきこ, 等々力英美, 三浦綾子. 摂取エネルギーの申告精度に及ぼす要因—3種類の食事調査法による比較— *栄養学雑誌* 2004; 62(5): 188(第51回日本栄養改善学会学術総会. 2004年10月20~22日, 金沢).
- (4) 広田直子, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 福井充, 大久保公美, 野津あきこ, 等々力英美, 三浦綾子. 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)の妥当性の検討 *栄養学雑誌* 2004; 62(5): 144(第51回日本栄養改善学会学術総会. 2004年10月20~22日, 金沢).
- (5) 野津あきこ, 佐々木敏, 伊達ちぐさ, 福井充, 大久保公美, 広田直子, 等々力英美, 三浦綾子. 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)の再現性の検討 *栄養学雑誌* 2004; 62(5): 185(第51回日本栄養改善学会学術総会. 2004年10月20~22日, 金沢).



(6) 野津あきこ,佐々木敏,伊達ちぐさ,福井充,大久保公美,広田直子,等々力英美,三浦綾子. 簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ):質問票構造と栄養価計算アルゴリズムの理論的考察 栄養学

雑誌 2004; 62(5): 185(第51回日本栄養改善学会学術総会, 2004年10月20~22日、金沢).

表1 対象者の特性\* (n=1889)

	平均 ± 標準偏差
年齢 (歳)	18.1 ± 0.4
体重 (kg)	51.8 ± 7.3
身長 (cm)	157.9 ± 5.2
申告されたエネルギー摂取量 (EI) (kcal/day)	1790 ± 480
基礎代謝量 (BMR) (kcal/day)**	1267 ± 108
EI/BMR	1.43 ± 0.40
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.8 ± 2.6
< 18.5 (%)	16
18.5-25.0 (%)	79
>= 25.0 (%)	5
運動クラブへの参加 (日/月)	1.7 ± 4.1
非活動的 (%)***	88
活動的 (%)	12
喫煙習慣 (%)	
現在喫煙	3
過去喫煙	3
喫煙歴なし	94
飲酒習慣 (%)	
習慣なし	80
習慣あり	20

\*特記しない限り、値は平均±標準偏差。

\*\*BMRはFAO/WHO/UNU(1985)の簡易式から推定した。

\*\*\*運動クラブへの参加頻度が週に1回以上の者を「活動的」と定義した。

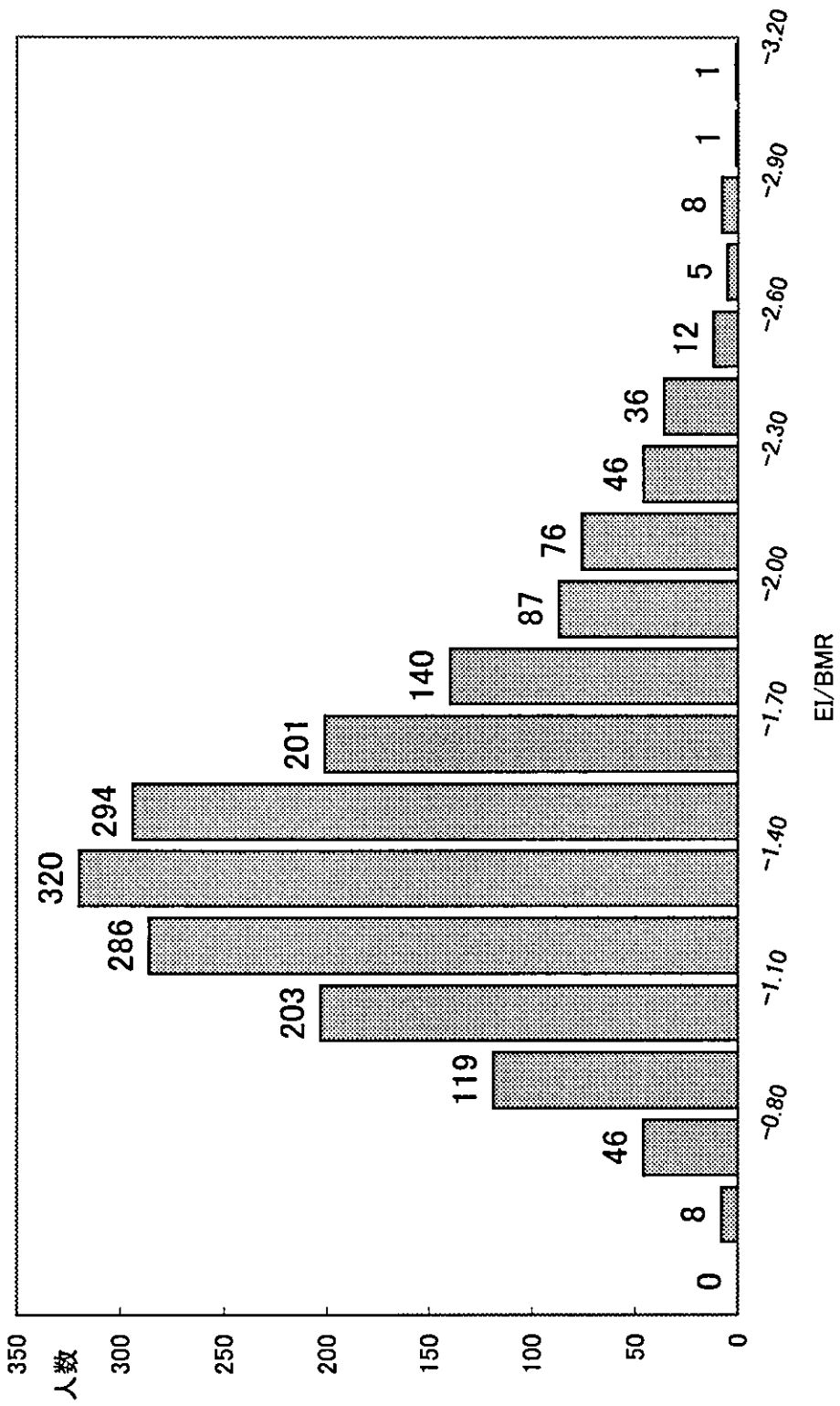


表2 EI/BMRで5分割した各群における身長、体重、基礎代謝量、エネルギー摂取量ならびに生活習慣の特徴：平均(±標準偏差)<sup>1</sup>  
EI/BMRによって5群に分類

	群1 (n=377)	群2 (n=378)	群3 (n=378)	群4 (n=378)	群5 (n=378)	P-値
EI/BMR	0.94 ± 0.12	1.20 ± 0.06	1.38 ± 0.05	1.59 ± 0.08	2.05 ± 0.26	<0.001
体重 (kg)	54.8 ± 9.2	52.5 ± 7.1***	51.7 ± 6.7***	50.6 ± 5.8***	49.5 ± 5.9***	<0.001
身長 (cm)	158.2 ± 5.3	158.0 ± 5.2	157.9 ± 5.2	157.9 ± 5.2	157.8 ± 5.1	0.896
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.9 ± 3.3	21.0 ± 2.6***	20.8 ± 2.4***	20.3 ± 2.1***	19.9 ± 2.0***	<0.001
基礎代謝量 (BMR) (kcal/day) <sup>2</sup>	1303 ± 134	1269 ± 96***	1257 ± 96***	1240 ± 96***	1224 ± 96***	<0.001
申告されたエネルギー摂取量 (EI) (kcal/day)	1221 ± 194	1522 ± 143***	1738 ± 143***	1972 ± 167***	2502 ± 406***	<0.001
運動クラブ参加頻度 (日/月)	1.46 ± 3.79	1.52 ± 3.58	1.54 ± 4.29	1.87 ± 4.18	1.92 ± 4.33	0.365
非活動的 (%) <sup>3</sup>	90	89	90	85	85	0.052
活動的 (%)	10	11	10	15	15	
喫煙習慣 (%)						
現在喫煙	4	3	3	2	3	0.221
過去喫煙	4	3	2	3	3	
喫煙歴なし	92	94	95	96	94	
飲酒習慣 (%)						
習慣なし	79	82	79	83	76	0.130
習慣あり	21	18	21	17	24	

<sup>1</sup> 群1に比べて平均値の差に関する有意差: \*\*\*P<0.001.

<sup>2</sup> BMR はFAO/WHO/UNU (1985)の簡易式から推定した。

<sup>3</sup> 運動クラブへの参加頻度が週に1回以上の者を「活動的」と定義した。

表3 EI/BMRで5分割した各群における栄養素摂取量：平均(±標準偏差)<sup>1</sup>

	EI/BMRによって5群に分類					P-値
	群1 (n=377)	群2 (n=378)	群3 (n=378)	群4 (n=378)	群5 (n=378)	
総脂質	26.5 ± 6.0	29.2 ± 6.0 ***	30.0 ± 6.0***	32.4 ± 5.9 ***	34.0 ± 5.9 ***	<0.001
飽和脂肪酸	8.2 ± 2.2	9.2 ± 2.2 ***	9.5 ± 2.2 ***	10.1 ± 2.1 ***	10.5 ± 2.1 ***	<0.001
一価不飽和脂肪酸	9.2 ± 2.5	10.3 ± 2.5 ***	10.6 ± 2.5 ***	11.5 ± 2.4 ***	12.2 ± 2.4 ***	<0.001
多価不飽和脂肪酸	6.4 ± 2.0	7.0 ± 2.0 ***	7.1 ± 2.0 ***	7.8 ± 2.0 ***	8.1 ± 2.0 ***	<0.001
たんぱく質	14.0 ± 2.7	14.5 ± 2.6 **	14.7 ± 2.7 ***	15.0 ± 2.6 ***	14.7 ± 2.6 ***	<0.001
炭水化物	58.0 ± 7.1	55.0 ± 7.1 ***	54.0 ± 7.1 ***	51.6 ± 6.9 ***	50.0 ± 6.9 ***	<0.001
アルコール	0.3 ± 1.1	0.2 ± 1.1 *	0.2 ± 1.1	0.2 ± 1.1 *	0.4 ± 1.1	0.013
カルシウム	292 ± 123	316 ± 122 **	322 ± 293 ***	337 ± 119 ***	325 ± 119 ***	<0.001
鉄	4.5 ± 1.2	4.7 ± 1.2 **	4.7 ± 1.2 ***	4.9 ± 1.1 ***	4.8 ± 1.1 ***	<0.001
ナトリウム	1858 ± 635	1983 ± 632 **	1970 ± 635 **	2050 ± 618 ***	2081 ± 618 ***	<0.001
ビタミンC	64.6 ± 33.5	62.2 ± 33.4	64.2 ± 33.5	66.8 ± 32.6	63.6 ± 32.6	0.153
食物繊維	6.9 ± 2.2	6.9 ± 2.2	6.9 ± 2.2	7.0 ± 2.2	6.6 ± 2.2 **	0.001

<sup>1</sup> 平均値は運動クラブ参加頻度で調整済み。

<sup>2</sup> 群1に比べて平均値の差に関する有意差： \* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001。