

表 10. 給与栄養量

項目	回答内容	回答数	%	
1食あたりのエネルギー配分	配分は決めていない(1日単位で決めている)	11	68.8	
	昼食のみ配分を決めている	1	6.3	
	配分は決めていないが昼食を多めにしている	1	6.3	
	配分を決めている	3	18.8	
エネルギー調整方法 (n=11) ※エネルギー区分が2パターン以上 (もしくは1パターンでも個別対応がある)施設のみ	主食で調整	7	63.6	
	主食と主菜で調整	1	9.1	
	主食と副菜で調整	1	9.1	
	主食とデザートで調整	1	9.1	
	主食とおやつで調整	1	9.1	
エネルギー区分別での給与栄養量の確認 (n=11) ※エネルギー区分が2パターン以上 (もしくは1パターンでも個別対応がある)施設のみ	全エネルギー区分で確認	4	36.4	
	1区分のみ確認	7	63.6	
給与栄養量のチェックの期間	1ヶ月	14	87.5	
	1週間	1	6.3	
	1日	1	6.3	
栄養計算	栄養計算の方法	栄養計算ソフト(施設独自の給食ソフトや健康管理ソフトも含む)を使用している	16	100.0
	調理工程のどの時点での栄養価を使っているか	全て生	14	87.5
		生とゆで	1	6.3
		生か冷凍	1	6.3
	どの食品成分表を使っているか	五訂増補成分表	11	68.8
五訂成分表		2	12.5	
不明(献立ソフトがどの成分表を使用しているか不明) 無回答		2 1	12.5 6.3	
栄養素調整のために特別食品は使用しているか	使用している (高カロリーゼリー、低カロリーゼリー、栄養バランスゼリー、たんぱく質強化食品、B1強化食品、食物繊維強化食品、鉄強化食品、亜鉛強化食品、カルシウム添加菓子、カルシウム添加ふりかけ、減塩食品、スキムミルク、など)	15	93.8	
	使用していない	1	6.3	

表 11. 実施量

項目	回答内容 (※ () 内の数字は項目内での回答数)	回答数	%	
発注における誤差	エネルギー区分別での重量を加味して発注しているか (n=11) ※エネルギー区分が2パターン以上 (もしくは1パターンでも個別対応がある) 施設のみ	加味している	5	45.5
		加味していない	5	45.5
		委託しているのでわからない	1	9.1
	純使用量に廃棄率は加味しているか	加味している	14	87.5
		加味していない	1	6.3
		委託しているのでわからない	1	6.3
	発注量 (使用量) と納品量との間に誤差が生じた場合はどう対応しているか	納品量が発注量より多くても決められた量しか使用しない	3	18.8
		納品された量をそのまま使う	5	31.3
		状況による (食品による: 取っておけるものは使わないが、取っておけないものは使用する (1)、誤差による: 発注量と納品量の差が小さい場合はそのまま使用するが、納品量がかかり多い場合は使用しない (2))	3	18.8
		納品重量は計測していない	1	6.3
		委託しているのでわからない (把握が難しい)	3	18.8
	発注食数と仕込み食数が違う場合はどのように対応しているか	無回答	1	6.3
不足のないように発注しており、余る場合は他 (職員食など) へまわすか、食材を再調整する		8	50.0	
そのまま使用する		3	18.8	
仕込み量と発注量に誤差が出ると発覚した時点で対応する (仕込み量が発注量より多い時は追加発注する、少ない時は減らしてもらえるよう依頼する、など)		4	25.0	
委託しているのでわからない		1	6.3	
調理工程における誤差	使用量から純使用量への誤差	下処理後の純使用量までは把握していない (純使用量は秤量していない)	10	62.5
		純使用量を計量して使用している	2	12.5
		廃棄率が正しいか材料出庫時に確認している	1	6.3
		器が決まっているので純使用量の重量が正しいか、おおよそ判断ができる	1	6.3
		委託しているのでよくわからない	1	6.3
		無回答	1	6.3
	検食や保存食はどのように発注しているか	必要量 (検食の人数分と保存食分) を発注している	10	62.5
		予備にすべて (検食と保存食も) 含まれる	2	12.5
		検食分を発注している	2	12.5
		余分な発注はしていない	1	6.3
		委託しているのでよくわからない	1	6.3
	保存食はどのように取っているか	おおよそ 50g (適した量) を取っている (乾物は取っていない (4)、乾物を取っているかは不明 (4))	8	50.0
すべて 50g 取っている (乾物は戻して 50g)		1	6.3	
調味料以外すべて 50g 取っている		2	12.5	
1 個単位で取っている		1	6.3	
乾物は取らない (その他の食材の取り方は不明)		1	6.3	
委託しているのでわからない		2	12.5	

表 12. 提供量

項目	回答内容	施設数	%
「主食」の盛り付け方	予め決まっている重量を計量する	9	56.3
	出来上がり量からおおよその分量を決めて盛り付ける	2	12.5
	ワーカーが盛り付ける（人によって計量する人とし不在の人がいる）	1	6.3
	利用者が個人で盛り付ける	1	6.3
	計量しない	1	6.3
	委託しているのでわからない	2	12.5
「主菜」および「副菜」の盛り付け方	出来上がり重量を人数で割って盛り付ける	4	25.0
	出来上がりのおおよその量を人数分に盛り分ける	8	50.0
	計量や算出はしない	1	6.3
	委託しているのでわからない	2	12.5
	回答無効	1	6.3
「汁物」の盛り付け方	出来上がり重量を人数で割って盛り付ける	1	6.3
	出来上がりのおおよその量を人数分に盛り分ける	4	25.0
	レードルや碗の量で決めている	4	25.0
	ワーカーが盛り付ける（人によって計量する人とし不在の人がいる）	1	6.3
	食缶に配膳する	1	6.3
	麺のみ汁を計量	1	6.3
	委託しているのでわからない	2	12.5
	回答無効	1	6.3
盛り残しが出た場合の対応	盛り残しは出ないが、出たら余らせておく	5	31.3
	盛り残しが出たら、盛り足す	6	37.5
	必要量がきちんと盛られているか、なぜ盛り残しが出たかを分析する	1	6.3
	状況による（保存ができないものは盛り足し保存ができるものは保存する（1）、時間があるときは盛り足す（1））	2	12.5
	委託側の判断に任せている	2	12.5

表 13. 摂取量の把握と反映方法

項目	回答内容 (※ () 内の数字は項目内での回答数)	施設数	%	
摂取量の把握	摂取量の把握はどのように行っているか	介護職員 (もしくは看護師) が目視している (料理別 (5)、主食・副食別 (4)、区分不明 (3))	12	75.0
		個人は介護職員が目視し、全体量は厨房で計量している	1	6.3
		残食量の全体を秤量し、料理ごとの摂取量を厨房で推定している	1	6.3
		食堂で摂取している入居者のみ、管理栄養士が (料理別で) 目視している	1	6.3
		回答無効	1	6.3
	目視の場合のスケールの取り方 ※回答施設数 15: 目視している施設のみ	割合を数字で書く (10 段階)	10	66.7
		割合を数字で書く (5 段階)	1	6.7
		0、1/4、2/4、3/4、全量	3	20.0
	摂取量把握の頻度	おおよその状態を書く (全部、半分など)	1	6.7
		毎日・毎食	11	68.8
毎日・昼食と夕食のみ		1	6.3	
リスクの程度によって頻度を変える		2	12.5	
1~3ヶ月に1回		1	6.3	
反映方法	摂取量を把握した場合の反映方法はどのようにしているか ※複数回答あり	決まっていない	1	6.3
		個人の栄養管理に反映させている	12	75.0
		ラウンドした様子で給食の栄養計画に反映させている	1	6.3
		次のメニューに反映させている	6	37.5
		個人のニーズを実現させるようにしている	1	6.3
	個人の栄養管理に反映させている場合、どのような対応をしているか	把握しきれないので、反映していない	1	6.3
		食べ方と健康状態を確認し、必要に応じて食形態を変えたり、食事量を調整したり、特別食品を付加したりしている	12	75.0
		料理の変更や特定の栄養素の調整を行う	1	6.3
		栄養ケアマネジメントに反映させる	1	6.3
		支援サービス計画書を (年に1回) 見直しする	1	6.3
給食の栄養計画に反映させている場合、どのような対応をしているか、また頻度は?	把握しきれない	1	6.3	
	集団の摂取量の分布を確認し、給与目標量を変更する (年に1回 (2)、年に2回 (2))	4	25.0	
	年に1回反映させている (やり方は不明)	2	12.5	
	基準エネルギーから外れる場合は個別対応している	1	6.3	
	個々に嗜好聴取し、対応している	2	12.5	
	反映させていない	6	37.5	
回答無効	1	6.3		

表 14. その他のコメント

- 基準は目安になるが活用することはできない（難しい）。
- 食事摂取基準の説明会に参加し、幅の考え方があり、対応がしやすいと思った。
- 高齢者は70歳以上で一括りなので、もっと区分を増やして欲しい。
- 高齢者のエネルギー（身体活動レベル）が高すぎる。
- 食事が多すぎて、食べられない場合や太ってしまうことがあるので、適切ではないと思う。
- 個人差がありすぎるので、老人施設には使えない。
- 個人の食歴を変えることは難しい、それよりも個々人の栄養ケアマネジメントが重要。
- 吸収不良や低栄養の人が中心なので、食事摂取基準は指標にはなるが、個別対応には向かない
- 老人はひとくくりにはできない人生の食の歴史から作られた幸せがあり、ニーズは多様である。福祉・養護の精神として給食を出す場合、食事摂取基準とは異なる到達点がある。食べたいものをどのように健康維持できる範囲で提供するか、個人対応の部分が多く、集団対応の給与栄養目標量の基準で監査することは無理がある。
- 行政の監査では、特に給与栄養目標量の食塩相当量の数字が食事摂取基準に即していないと指摘が入る。利用者の実態に即さないで、迷ってしまう。監査方法に疑問を感じる。
- 栄養士以外の職種は食事摂取基準があること自体知らない、もっと他の職種にも知ってもらいたい。

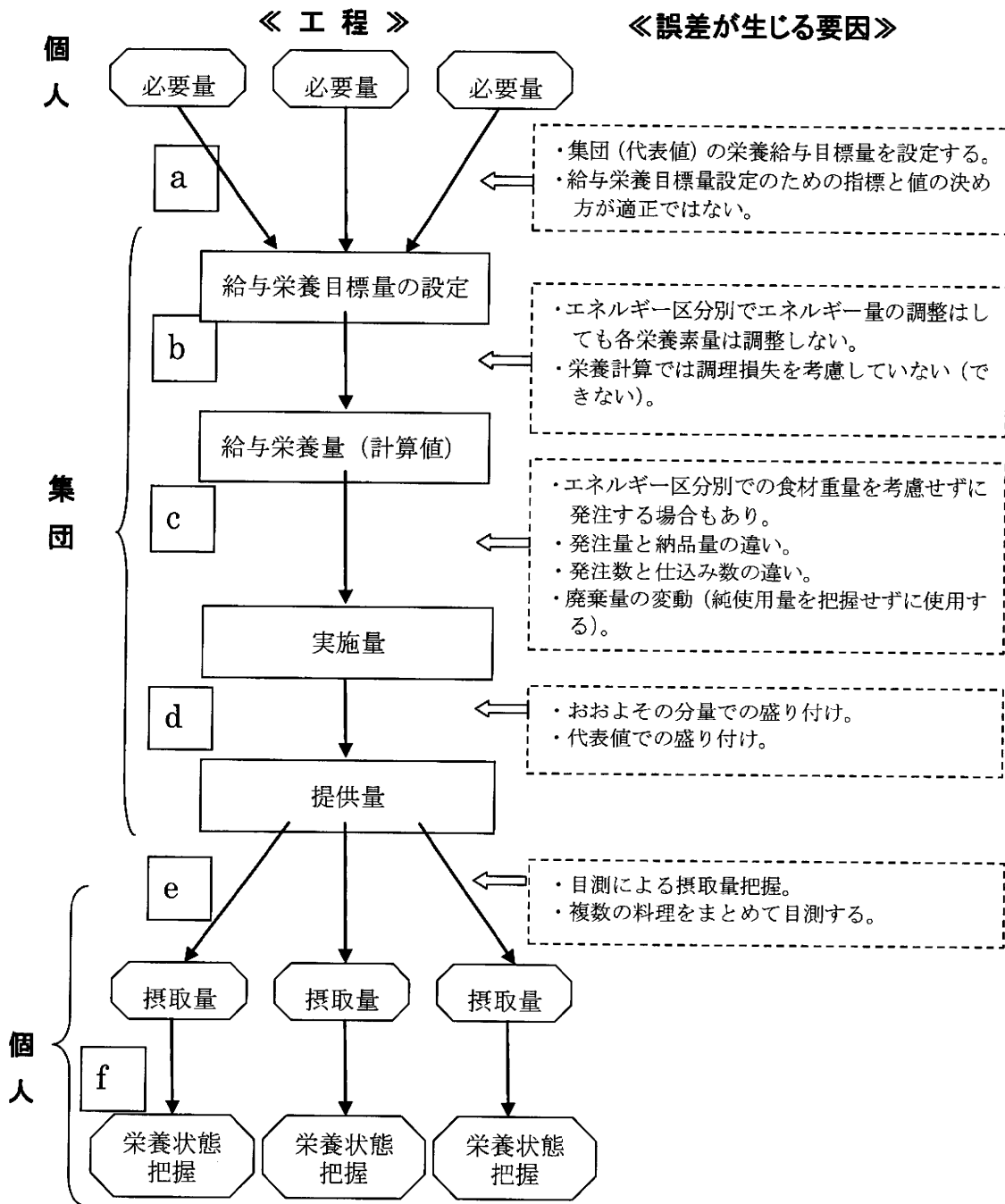


図1. 給与栄養目標量から摂取量把握に至るまでの給食運営上の問題点

Ⅲ. 研究協力者の報告書

平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）

日本人の食事摂取基準の改定と活用に資する総合的研究

主任研究者 徳留 信寛 国立健康・栄養研究所 理事長

Ⅲ. 研究協力者の報告書

1. 陰膳収集献立の分析にもとづく日本在住の厳格な菜食主義者のミネラル摂取量

研究協力者 吉田 宗弘 関西大学 教授

研究要旨

ビーガンと呼ばれる厳格な菜食主義者のミネラル摂取量を推定する目的で、長年にわたってビーガンの食生活を実践している健康な女性 11 名（年齢（平均値 ± 標準偏差）、48.3 ± 9.6 歳；菜食経験年数（平均値（範囲））、19.7（3.5～40））について、それぞれ 3 日分の献立を収集し、食事摂取基準が対象とする 13 種のミネラル（ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、セレン、クロム、モリブデン）含有量を測定した。測定結果から算定されたエネルギー、タンパク質、脂質エネルギー比率、および各ミネラルの摂取量（中央値と範囲）は以下のとおりであった。エネルギー、1849（1300～2497）kcal；タンパク質、58.5（24.4～77.9）g；脂質エネルギー比率、20.3（6.1～42.3）%；食塩、7.7（4.1～22.2）g；カリウム、3275（1457～9594）mg；カルシウム、363（109～699）mg；マグネシウム、473（200～785）mg；リン、1203（589～2171）mg；鉄、12.2（5.2～21.9）mg；亜鉛、8.7（4.6～13.8）mg；銅、1.74（0.99～2.58）mg；マンガン、7.3（3.0～12.8）mg；ヨウ素、710（108～9459）μg；セレン、73（21～239）μg；クロム、26（13～59）μg；モリブデン、514（192～1115）μg。国民健康・栄養調査における同年齢女性の摂取量、あるいは文献報告値と比較した結果、厳格な菜食者は炭水化物に依存した食生活であり、一般に比較してカリウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、モリブデンの摂取量が多いと判断された。とくに、カリウム、マグネシウム、マンガン、モリブデンの高摂取量は際立っており、菜食の特徴と考えられた。モリブデン摂取量は平均的にも食事摂取基準の耐容上限量を上回ったが、対象者が長期にわたって健康を維持していることから、現行のモリブデンの耐容上限量をより高い値に変更できるかもしれない。

A. 目的

一般にベジタリアンと呼ばれる菜食主義者は、「動物性食品を避け、穀物、豆類、種実類、野菜、果物などの植物性食品を中心に摂取する人々」と定義される。この考え方の発祥は古代ギリシアのピタゴラスの時代以来まで遡ることができる。今日では、とくに先進国において、健康維持や畜産に対する倫理観・穢れなどの理由で菜食主義を選択する人々が増加している。

菜食主義といってもその水準は一様ではない。動物性のもは乳製品や卵であってもいっさい口にしないビーガンと称される厳格なものから、乳製品・卵を許容するラクト・オボベジタリアン、さらに魚介類や低頻度の動物性食品の摂取をも許容するセミベジタリアンなどが存在する。このような寛容な菜食主義が存在するのは、社会生活において厳格な菜食主義が周囲の人々と摩擦を起こすことがあるのと、厳格な菜食主義においてはビタミン B₁₂ や n-3 系高度不飽和脂肪酸など、一部の微量栄養素の摂取が不足するという栄養学上の問題点が指摘されるためである。

ミネラル類に関しては、昨年度の厚生労働省科学研究費報告書において、厳格な菜食主義者ではカルシウムの摂取量が少なくなる危険性があることを指摘した¹⁾。しかし、昨年の報告書はわずか3名9食の分析にもとづくものであり、信頼性という点で疑問が残った。本研究では、新たに8名24食の厳格な菜食主義者の献立を収集し、昨年度収集の献立を加えた合計11名33食の献立を対象として、食事摂取基準が扱う13種のミネラル(ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ

素、セレン、クロム、モリブデン)の含有量を実測した。そして測定値にもとづき、日本に在住する厳格な菜食主義者のミネラル摂取量を算定した。また得られた結果より、一部の微量ミネラル摂取の耐容上限量改訂の可能性を検討した。

B. 方法

1) 対象者と献立の収集

複数の NPO 法人、菜食レストランをとおして、厳格な菜食主義を継続している健康な 36~70 歳(調査時点までの菜食継続年数 3.5~40 年)の女性 11 名から調査協力の了解を得た。11 名の女性の特性は表 1 にまとめたとおりである。

これらの対象者から平日の食事 3 日分(合計 33 試料)について、摂食したのとはほぼ等量を凍結した状態で収集した。食事試料は献立の内容を記録後、1 日分ずつ凍結乾燥し、細粉化して分析試料とした。

2) 分析

試料の前処理は、0.1M 塩酸を用いた希酸抽出法(ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム)²⁾、硝酸と過塩素酸(5:1)を用いた湿式灰化法(鉄、亜鉛、銅、マンガン、セレン、モリブデン)²⁾、550°Cでの乾式灰化法(クロム)²⁾、または 0.5%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド抽出法(ヨウ素)³⁾にて行った。各ミネラルの分析は、フレイム式原子吸光光度法(ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅、マンガン)、ICPMS 法(ヨウ素、セレン、クロム、モリブデン)、またはバナドモリブデン酸吸光光度法(リン)²⁾にて行った。ICPMS 法においては、内部標準としてテルル(ヨウ素、セレン)、またはロジウム(クロ

ム、モリブデン) を用いた。

凍結乾燥試料のタンパク質はケルダール窒素法、脂質は酸分解法、灰分は 550°C 燃焼法、水分は 105°C 恒量法で測定した。タンパク質、水分、灰分、脂質以外の成分は炭水化物とみなした。エネルギー量の計算においてはアトウォーター指数を用いた。

3) 解析

分析値をもとに各食事からのエネルギー、タンパク質、ミネラル類の摂取量と脂質エネルギー比率を求め、平成 19 年国民健康・栄養調査における 30~49 歳女性の摂取量平均値との比較を t 検定により行った。

C. 結果

1) エネルギーと主要栄養素

図 1 に収集 33 食におけるエネルギーとタンパク質の摂取量、および脂質エネルギー比率の分布を、食事摂取基準における各指標(推定エネルギー必要量(EER)、推定平均必要量(EAR)、推奨量(RDA)、目標量(DG))と国民健康・栄養調査における同年齢層女性の摂取量と比較して示した。

エネルギー摂取量は平均値で約 1800 kcal/d であり、同年齢層女性の平均値と大差がなかった。これに対して、タンパク質摂取量は、推奨量を上回る食事も多かったが、同年齢層女性と比較すると有意ではないが少なかった。また、脂質エネルギー比率は同年齢層女性と比較すると有意 ($p < 0.001$) に低く、平均値は 20.2% だった。この平均値は摂取基準における目標量の範囲にあるが、変動が著しいため、目標量の範囲からはずれる食事が多かった。

2) 多量ミネラル

図 2 に食塩とカリウム、図 3 にカルシウム、

マグネシウム、リンの摂取量の分布を食事摂取基準における各指標(EAR、RDA、目安量(AI)、DG)と国民健康・栄養調査における同年齢層女性の摂取量と比較して示した。

食塩摂取量は、目標量である 7.5 g/d 未滿を達成できている食事が半数近くあったが、12 g/d を超える高食塩の食事も含まれていたため、平均値では同年齢層の女性と大差がなかった。これに対してカリウム摂取量は同年齢層女性よりも明らかに ($p < 0.001$) 多く、5000 mg/d を超える食事も数例認められた。

カルシウム摂取量は約 3 分の 1 が 300 mg/d 未滿であり、平均値においても同年齢層女性よりも有意 ($p < 0.01$) に少ない摂取量だった。これに対してマグネシウムとリンの摂取量はいずれも同年齢層女性よりも有意 ($p < 0.001$) に多い摂取量であった。とくにマグネシウム摂取量の多さは際立っており、1 例を除いて同年齢層女性の 75 パーセンタイル値を上回り、全食事においてカルシウム摂取量を上回っていた。

3) 微量ミネラル

図 4 に鉄、亜鉛、銅、図 5 にマンガン、ヨウ素、図 6 にセレン、クロム、モリブデンの摂取量の分布を食事摂取基準における各指標(EAR、RDA、AI、耐容上限量(UL))と国民健康・栄養調査における同年齢層女性の摂取量と比較して示した。なお、マンガン以降の微量ミネラルは国民健康・栄養調査の対象となっていないので、摂取基準の各指標との比較のみを示した。また、ヨウ素の摂取量には著しい変動があったため、対数目盛りで表示し、平均値と中央値に加えて幾何平均値も示した。

鉄の摂取量は同年齢層女性に比較して明らかに多く ($p < 0.001$)、そのほとんどが摂

取基準の RDA を上回っていた。亜鉛の摂取量は、平均値が摂取基準の EAR と RDA の中間付近の値だったが、同年齢女性よりは有意 ($p < 0.05$) に多かった。銅の摂取量も同年齢層女性よりも明らかに ($p < 0.001$) 多かった。

マンガンの摂取量は、日本人の平均的摂取量にもとづいて設定されている食事摂取基準の AI に比較して相当高い食事が多く、UL である 11 mg/d を超える食事も 3 例存在した。変動の著しかったヨウ素の摂取量は平均値では約 2 mg/d であったが、幾何平均値と中央値は 1 mg/d を下回っていた。

セレンの摂取量は、RDA に届かない食事、UL を上回る食事がそれぞれ 1 例ずつ認められたが、多くは 50~100 $\mu\text{g}/\text{d}$ の範囲であった。クロムの摂取量は、EAR を下回る例が相当数あり、平均値と中央値のいずれもが EAR と RDA の中間であった。モリブデンの摂取量は、平均値と中央値のいずれもが UL (500 mg/d) を上回っており、1000 mg/d を超える例もあった。

D. 考察

厳格な菜食を継続している中高年女性 11 名 33 食では、一般女性に比較して、エネルギー摂取量は大きな差はないが、タンパク質摂取量がやや少なく、脂質エネルギー比率は相当低かった。このことは菜食が炭水化物に依存した食事形態であることをよく示している。

ミネラル摂取量を分析値より算定したところ、菜食女性においては、国民健康・栄養調査に示される一般女性に比較して、カリウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅の摂取量が有意に多かった。カリウムとマグネシウムは野菜類が主供給源であることから、こ

れらの高摂取量が際立つことは菜食者の特徴といえる。また、鉄、亜鉛、銅の摂取量が一般を有意に上回るとは、菜食者において全粒穀物や豆類の摂取が多いことを反映したものである。

食塩摂取量は、きわめて低い食事もあったが、その逆もあったため、平均的には一般女性と変わらない値だった。一方、菜食者のカルシウム摂取量は平均的には一般女性よりも 20~30% 少なかった。しかし、国民健康・栄養調査の結果は食材からの計算値であり、ミネラル類は種類に関わらず調理損耗が 25% 程度あるといわれていることから⁴⁾、現実には菜食者と一般女性のカルシウム摂取量に大きな違いはないと推定できる。

マンガン摂取量は AI 値を大きく上回る食事が多く、UL を超える例もあった。AI が日本人の平均的摂取量の報告値にもとづいて設定されていることから、菜食者のマンガン摂取量は一般よりも相当多いといえる。これはマンガンが植物性食品に偏在していることを反映しており、高マンガン摂取も菜食者の特徴といえる。UL を上回る食事もあったが、連日ではないので大きな問題はないと考えられる。

ヨウ素摂取量は平均が約 2 mg/d、中央値が 0.7 mg/d だった。日本人のヨウ素摂取量は平均的には 1.5 mg/d といわれていることから⁵⁾、菜食者と一般の間に大きな差異はないと考えられる。セレンに関しても、食材からの計算にもとづく摂取量推定値 (約 100 $\mu\text{g}/\text{d}$)⁶⁾ よりやや少なく、日本人の食事を実測した報告値⁷⁾ とほぼ同様の値だったことから、一般との間に大きな差はないといえる。クロム摂取量は EAR に届かない食事が相当数あった。一般日本人のクロム摂取に関して信頼でき

る報告は少ないが、40 µg/d 未満といわれていることから^{7,8)}、ヨウ素、セレンと同様に、菜食者と一般との間に大きな差はないと思われる。

一般日本人のモリブデン摂取量は 150～350 µg/d といわれており⁹⁾、今回示した菜食者の摂取量はこれを大幅に上回るものだった。モリブデンの供給源が穀物と豆類であることから、菜食ではモリブデンの摂取量が高くなると考えられる。したがって、高モリブデン摂取も菜食の特徴といえる。現在のモリブデンの UL は 500 µg/d であるが、米国では 2000 µg/d としている¹⁰⁾。今回の菜食者が長年にわたって 1000 µg/d 近いモリブデン摂取を継続していると推定され、かつ大きな健康上の問題を生じていないことを考慮すると、モリブデンの UL は現行よりも高い値に変更するのが妥当なのかもしれない。

E. 結論

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 発表論文

なし

2. 学会発表

吉田宗弘、岩下裕紀、大儀倫子：日本に在住する厳格な菜食主義者のミネラル摂取量、第 65 回日本栄養・食糧学会大会、東京 (2011) (予定)

Yoshida M, Iwashita Y, N Ogi; Estimation of mineral and trace element intakes of vegans living in Japan by chemical analysis of duplicate meals, 4th International IUPAC Symposium for Trace Elements in Food, Aberdeen (UK) (2011)

(予定)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用案登録

なし

3. その他

なし

I. 引用文献

1. 吉田宗弘. 実測にもとづく菜食主義者の微量ミネラル摂取量、平成 21 年度厚生労働省科学研究費補助金 (循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業「日本人の食事摂取基準を改定するためのエビデンスの構築に関する研究—微量栄養素と多量栄養素摂取量のバランスの解明— (主任研究者：柴田克己)」総括・分担研究報告書. (2010) 182-191.
2. 財団法人日本食品分析センター編：五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説. 中央法規、東京 (2001) 90-124.
3. Dawczynski C, Schäfer U, Leiterer M, Jahreis G Nutritional and toxicological importance of macro, trace, and ultra-trace elements in algae food products, *J Agric Food Chem* (2007) **55**, 10470-10471.
4. 木村美恵子、糸川嘉則. 食事中ミネラルの調理損耗の実態と基礎実験、*栄食誌* (1990) **43**, 31-42.
5. 白石久二雄. 微量元素の摂取量. *臨床栄養* (1994) **84**, 381-389.
6. 吉田宗弘. 日本人のセレン摂取と血中セレン濃度. *栄食誌* (1992) **45**, 485-494.
7. 池辺克彦、田中之雄、田中凉一. 陰膳

- 方式による 15 金属元素の一日摂取量について. *食衛誌* (1988) **29**, 52-57.
8. Aung NN, Yoshinaga J, Takahashi JI. Dietary intake of toxic and essential trace elements by the children and parents living in Tokyo Metropolitan Area, Japan. *Food Addit Contam* (2006) **23**, 883-894.
9. Hattori H, Ashida A, Itô C, Yoshida M. Determination of molybdenum in foods and human milk, and an estimate of average molybdenum intake in the Japanese population. *J Nutr Sci Vitaminol* (2004) **50**, 404-409.
10. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Molybdenum. In: Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. National Academies Press, Washington D. C., (2001) 420-441.

表 1. 対象者の特性

	平均値 ± 標準偏差	中央値	範囲
年齢 (年)	48.5 ± 9.6	46.5	36~70
菜食継続年数 (年)	19.7 ± 14.3	11.0	3.5~40
身長 (cm)	155.2 ± 7.9	155.5	139.1~166.9
体重 (kg)	47.3 ± 13.3	45.0	33.2~69.1
BMI (kg/m ²)	20.0 ± 2.7	18.9	16.4~26.0

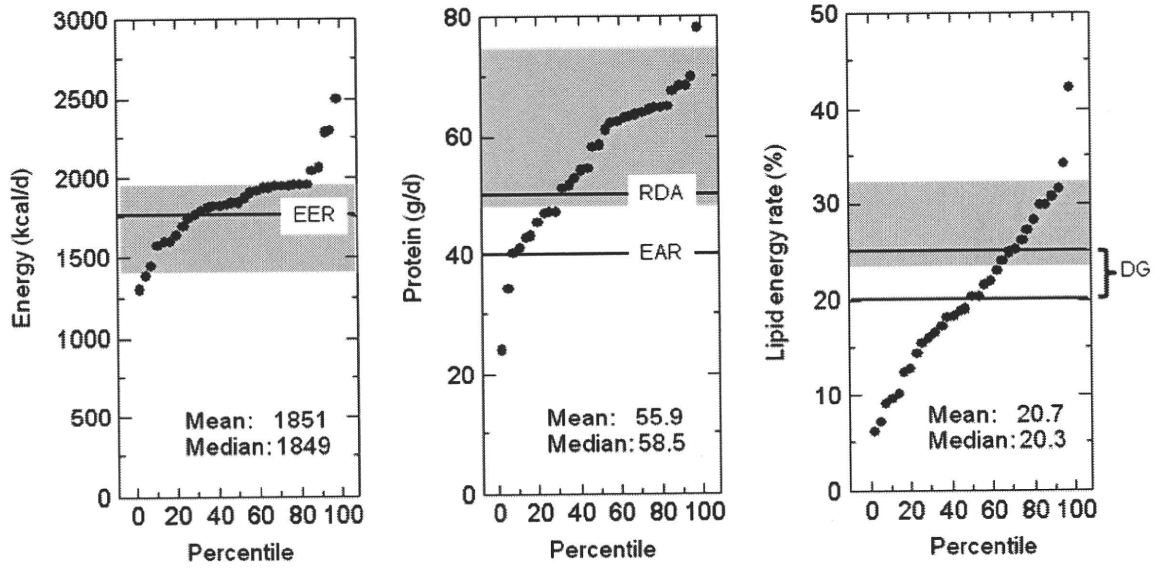


図1. 厳格な菜食主義者のエネルギーとタンパク質の摂取量および脂質エネルギー比率の分布
 灰色の網かけ部は平成19年国民健康・栄養調査における30～49歳女性の摂取量もしくは比率の25～75パーセンタイル値を示す

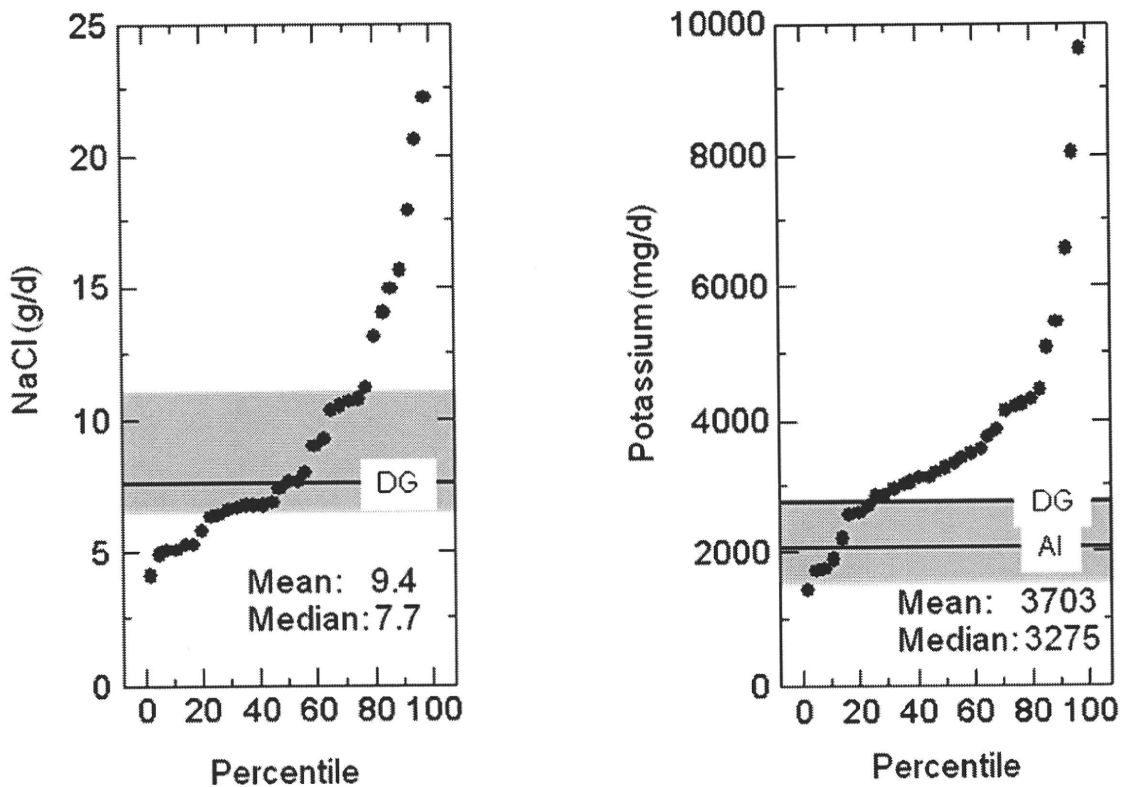


図2. 厳格な菜食主義者の食塩とカリウムの摂取量の分布
 灰色の網かけ部は平成19年国民健康・栄養調査における30～49歳女性の摂取量の25～75パーセンタイル値を示す。

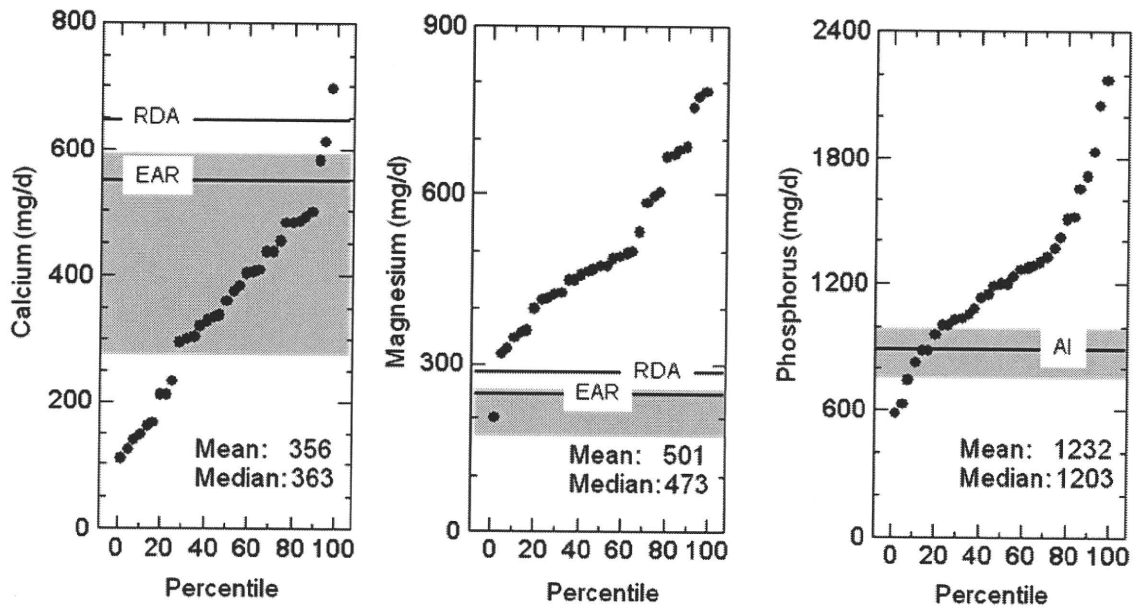


図3. 厳格な菜食主義者のカルシウム、マグネシウム、およびリンの摂取量の分布

灰色の網かけ部は平成19年国民健康・栄養調査における30～49歳女性の摂取量の25～75パーセンタイル値を示す。

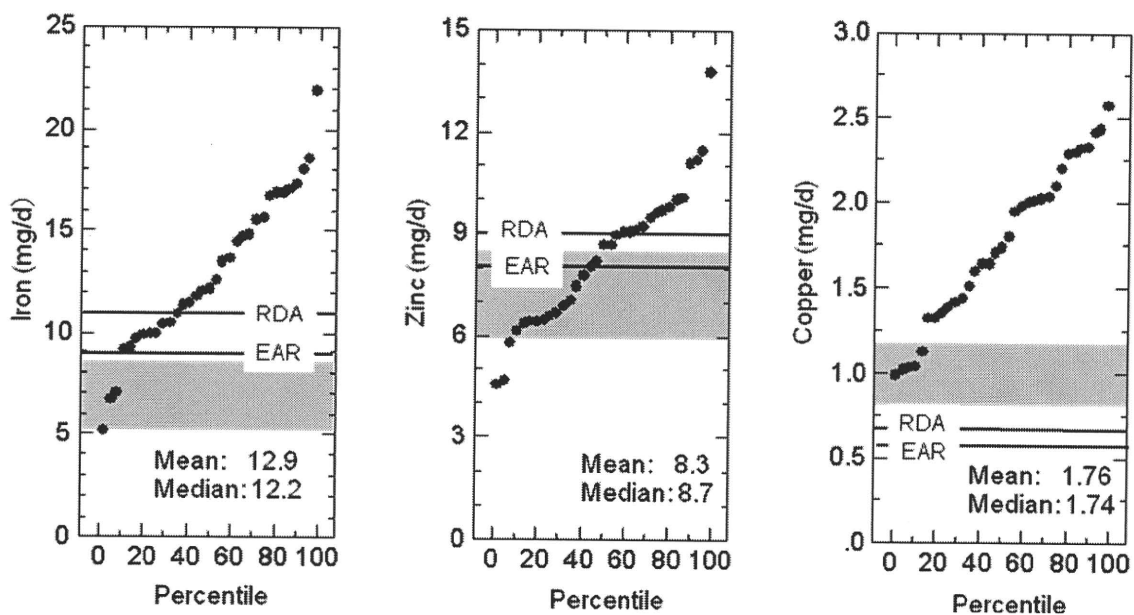


図4. 厳格な菜食主義者の鉄、亜鉛、および銅の摂取量の分布

灰色の網かけ部は平成19年国民健康・栄養調査における30～49歳女性の摂取量の25～75パーセンタイル値を示す。

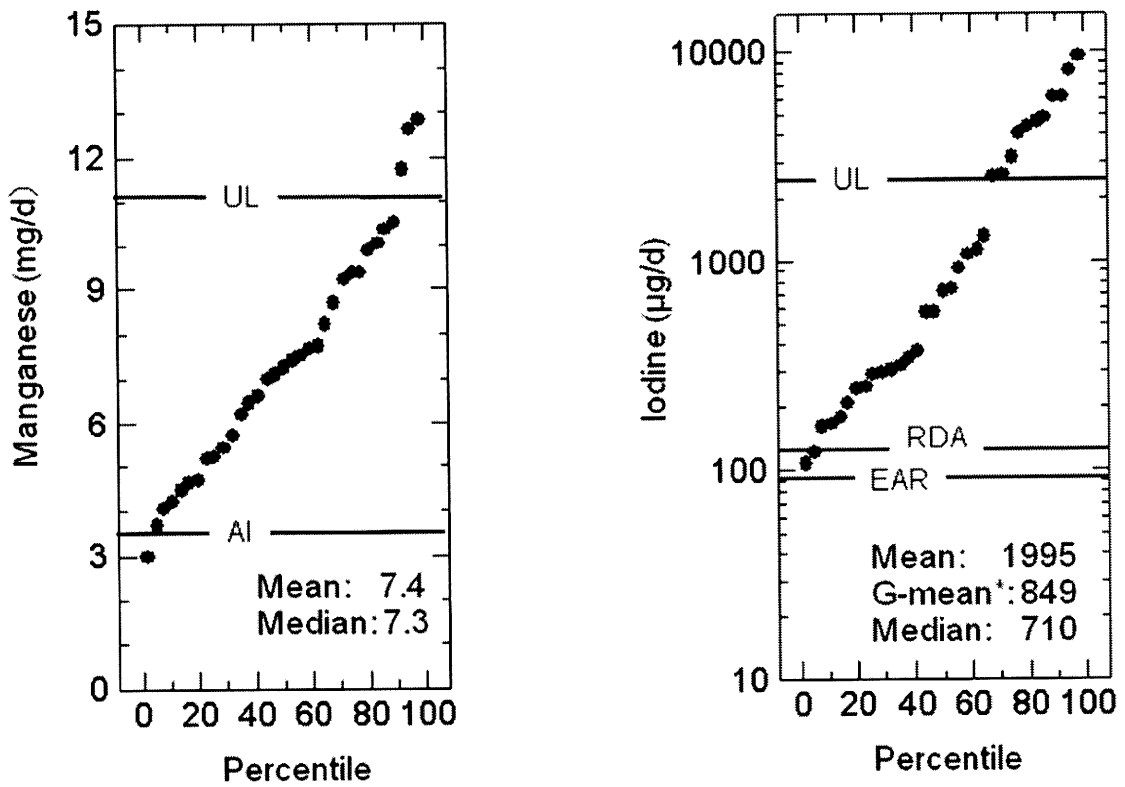


図5. 厳格な菜食主義者のマンガン、およびヨウ素の摂取量の分布

*G-mean: geometrical mean

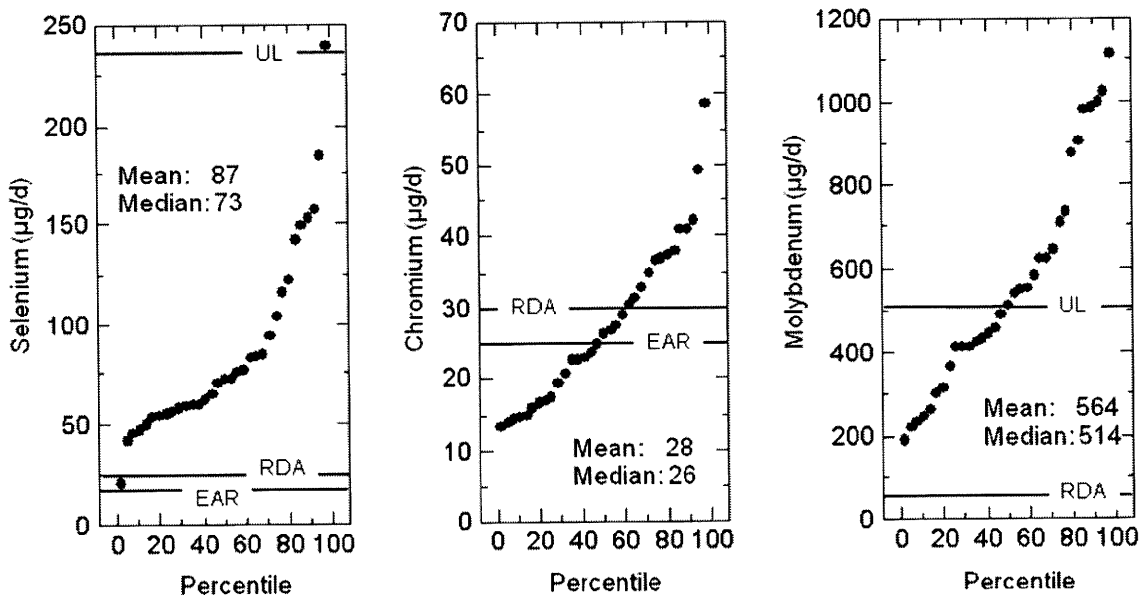


図6. 厳格な菜食主義者のセレン、クロム、およびモリブデンの摂取量の分布

平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）

日本人の食事摂取基準の改定と活用に資する総合的研究

主任研究者 徳留 信寛 国立健康・栄養研究所 理事長

Ⅲ. 研究協力者の報告書

2. ビタミン D・K 不足の臨床的意義、及びその必要量に関する研究

研究協力者 田中 清 京都女子大学 教授

研究要旨

施設入所高齢者を対象に、骨の健康維持に必要なビタミンである、ビタミン D・K に関して食事調査・血液検査を行った。肝臓におけるビタミン K 不足の指標である PIVKA-II、骨における不足の指標である ucOC の血中濃度を測定したところ、目安量を大幅に上回る摂取にも関わらず、特に ucOC に関して異常値の頻度が高く、骨は肝臓よりはるかにビタミン K 不足に陥りやすいことが示唆された。大腿骨近位部骨折患者、施設入所高齢者のいずれにおいても、血液中ビタミン D・K 濃度は低かったが、主成分分析の結果、これらは単なる低栄養の反映ではない可能性が示された。またビタミン D 介入による骨折予防効果は、新薬より効果は小さいが、費用は極めて安価で、安全でもあることから、費用対効果に優れ、一次予防に好適であることが示された。

A. 目的

全体としての、研究目的を述べる。ビタミンD欠乏によりクル病・骨軟化症が起こるが、近年それより軽度の不足であっても、負のカルシウムバランスにより、骨折リスクが増大することが知られている。日本人の栄養所要量の時代は、古典的欠乏症防止を目指したものであったが、最近の摂取基準においても、徐々に骨折予防を意識したものになりつつある。しかし現行の目安量（1日5.5 µg）は、健康人における摂取の中央値として定められたものであり¹⁾、アメリカ・カナダのDRIにおける値より、著しく低いものである。また2010年に発表されたアメリカ・カナダのDRIにおいては、ビタミン栄養状態の最もよい指標である血中25ヒドロキシビタミンD（25OHD）濃度を指標として、目安量ではなく、推定平均必要量・推奨量を示すという、大変革が行われた。

ビタミンKに関しては、従来は肝臓における血液凝固因子の活性化のみが、臨床的に重要な作用とされ、ビタミンK欠乏症による血液凝固因子を起こさないことを指標として、目安量が定められている。近年骨におけるビタミンK不足は、骨折の危険因子であることが示されてきたが、現時点では骨作用は、摂取基準策定には取り入れられていない。

ビタミンD・Kは、いずれも骨の健康維持、骨折抑制に役割を果たすビタミンであるが、上記のように、いずれも今後摂取基準における今後の策定方針に大きな問題をはらんでいる。そこで本研究では、ビタミンD・Kに関して、今後の策定に資することを目標として、以下の調査を行った。な

お倫理面への配慮に関しては、京都女子大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

B. C. 方法および結果

本研究は、いくつかの調査からなっているので、研究方法、研究結果については個別に示し、最後に総括して考察を述べることとする。

（1）ビタミンKの必要量に関する肝臓と骨の比較

1. 目的 従来血液中ビタミンK濃度測定法には、種々方法論上の問題点があったが、最近須原らによって、現時点での gold standard と言うべき方法が開発された。しかしこれは多大の費用・労力を要するものであり、研究目的にはよいが、多数例を対象とした疫学研究に容易に応用できるものではない。またビタミンKは、肝臓より骨などそれ以外の臓器において、より不足になりやすいことが知られているが、血液中濃度測定では、これらを区別できない。そこで、各臓器におけるビタミンK不足の指標を測定することが現実的である。肝臓においては、Gla化されていない異常プロトロンビンである PIVKA-II（protein induced by vitamin K absence）、骨においては、Gla化されていないオステオカルシンである ucOC（undercarboxylated osteocalcin）濃度が、各臓器におけるビタミンK不足の指標となる。そこでこれらの指標を用いて、施設入居高齢者における、肝臓・骨におけるビタミンK不足者の頻度を検討した。

2. 方法 37例の施設入居高齢者を対象に、血中PIVKA-II・ucOC濃度測定、食事調査を行った。

3. 結果 血清 PIVKA-II 濃度は、 20.2 ± 8.9

mAU/mL (基準値 28 mAU/mL 未満)、血清 ucOC 濃度は、 4.7 ± 3.0 ng/mL (基準値 4.5 ng/mL 未満) であり、基準値を超える例は、それぞれ 14%、43%であった。一方ビタミン K 摂取の中央値は約 200 μ g/day であり、現行の目安量の約 3 倍であった。

(2) 大腿骨近位部骨折患者における低ビタミン血症と全般的低栄養の関連

1. 目的 低ビタミン血症の意義に関して、問題となるのは、それが単に全般的低栄養の反映ではないかということである。コホート研究や介入研究とは異なり、横断調査においては、この点の補正は困難である。そこで今回我々は、多変量解析の一つである主成分分析により、この問題を解決することを試みた。主成分分析は、多くの項目を、少数のサマリーに要約する統計手法である。

2. 方法 大腿骨近位部骨折患者 99 名、及び近隣の老人ホーム入所の対照者から、受傷後 24 時間以内に採血を行い、血中 25OHD 濃度、ビタミン K (フィロキノン; PK、メナキノン-7; MK-7) 濃度を測定した。

3. 結果 女性の骨折患者における 25OHD 濃度は約 9 ng/mL と、著しく低値であった。PK・MK-7 濃度は、対照群に比べて、骨折群で有意に低かった。ロジスティック回帰分析の結果、25OHD・PK 濃度は、骨折の有意の危険因子であった。主成分分析の結果、全般的栄養状態・ビタミン D 栄養状態・ビタミン K 栄養状態を示す、3 つの独立な主成分が得られ、いずれも骨折群で低かった。

(3) 施設入居高齢者における低ビタミン血症と全般的低栄養の関連

1. 目的 上記大腿骨近位部骨折患者におけるのと同様の問題意識から、施設入居高齢

者に対しても、同様の研究を行った。

2. 方法 施設入居高齢者 50 例を対象に、血中 25OHD 濃度、ビタミン K (PK・MK-7) 濃度測定と、食事調査を行った。

3. 結果 ビタミン D 摂取の中央値は約 7 g/日と、目安量を大幅に上回っていたが、25OHD 濃度は 20 ng/mL 未満では確実に不足・欠乏であるが、平均 11.1 ng/mL にすぎなかった。ビタミン K 摂取の中央値も、現行の目安量の約 2.5 倍の値であったが、血中 PK・MK-7 濃度は、健康な 70 歳以上の日本人における既報値よりはるかに低かった。主成分分析の結果、全般的栄養状態・ビタミン D 栄養状態・ビタミン K₁ 状態・ビタミン K₂ 状態を表す 4 つの主成分が得られた。

(4) ビタミン D による骨折予防の社会的意義

近年多くの新しい骨粗鬆症治療薬が開発されており、単に骨代謝改善や骨密度増加だけではなく、実際に骨折を抑制することも示されている。このような画期的新薬が多数処方可能な時代にあって、ビタミン D による骨折予防効果は、どのような意味を持ち得るのか、文献的考察を行った。

ビタミン D による骨折予防効果は、新薬に比べて小さいが、かかる費用は極めて低く、また副作用の懸念もないことから、費用対効果に優れ、一次予防には非常に適しているものと考えられた。

従来わが国において、このような視点からの研究はないが、今後検討されるべきテーマと考えられた。

D. 考察

本研究の対象としたビタミン D・K は、