

図1. 各国栄養士の職域（日本は管理栄養士新卒の就職状況）

Ⅲ. 研究協力者の報告書

III. 研究協力者の報告書

1. 母親手作りの離乳食からのミネラル摂取量の推定と評価

研究協力者 吉田 宗弘 関西大学化学生命工学部

研究要旨

母親手作りの離乳食 1 日分を 25 試料収集し、含有される 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）を測定した。ついで、これらの離乳食をエネルギー摂取の目安量、または推定エネルギー必要量相当量摂取したときのミネラル摂取量を算定し、食事摂取基準の各指標と比較することにより評価した。

- 1) 今回収集した離乳食のミネラル含有量は、13 種類ともほぼ適切な範囲にあると考えられた。
- 2) マグネシウム、リン、マンガン、セレン、クロム、モリブデンは、鉄と同様に離乳の進行とともに摂取量が増加すると考えられた。
- 3) セレンの摂取は、1~2 歳児において、日常的に耐容上限量を超える可能性が高く、成人の値を体重比により外挿して設定している現行の幼児期のセレンの耐容上限量は再考する必要があると判断された。
- 4) 離乳食のヨウ素含有量は変動が大きく、幼児期においても耐容上限量を超えるような高ヨウ素含有量の献立を間欠的に摂取することによって必要量のヨウ素を確保していると考えられた。

A. 目的

わが国の食事摂取基準では、多くの栄養素に関して、6 か月以降乳児の目安量を、母乳からの摂取量にもとづいて設定している 6 か月未満乳児の目安量から体重を用いた外挿により設定している。つまり 6 か月以降乳児の目安量は生後 1 年間母乳のみを摂取する場合を想定したものといえる。

しかし、現実には多くの乳児が生後 6 か月以降に離乳食を摂取しており、現行の目安量がこの時期の乳児の栄養素摂取量を反

映しているかは不明である。たとえば、離乳食と母乳との間で含有量が大きく異なる栄養素では、離乳食の導入に伴ってその摂取状況が大きく変化するため、目安量と現実の摂取量との間に大きな差が生じることになる。目安量は栄養素不足のリスクを予防するのに十二分な摂取量と考えられるので、現実の摂取量が目安量を下回ったとしてもただちに問題になるわけではないが、目安量の数値がフォローアップミルクなどの調製に参照されていることから、この時

期の乳児の栄養素摂取量を調べることは必要といえよう。離乳食からの栄養素摂取量を調べた研究として大規模なものの中埜らの調査である¹⁾。しかしこの調査は五訂食品成分表を用いて算定しているため、ミネラルに関していえば、ヨウ素、セレン、クロム、モリブデンは対象とされていない。またその他のミネラル類についても調理に伴う損耗が指摘されていることから^{2,3)}、実測によって離乳食からのミネラル摂取量の推定を行うことが必要と考える。

本研究では、兵庫県尼崎市の子育て支援施設を通して母親手作りの離乳食を収集し、そのミネラル含有量を測定することにより、離乳食からのミネラル摂取量の推定と評価を行った。

B. 方法

離乳食の収集：兵庫県尼崎市にある子育て支援施設の協力のもと、同施設を利用し、調査の趣旨を十分理解した母親25名(年齢 30.4 ± 3.8 歳)から手作り離乳食1日分を収集した。対象とした乳幼児の月齢は8から16か月(平均 \pm 標準偏差： 10.9 ± 2.6 月)、男女の内訳は、男児14名、女児11名である。収集した離乳食は1日分すべてを凍結乾燥後、ミルで均一に粉砕した。

主要栄養素の分析：タンパク質濃度は、含有窒素をケルダール法で分析し、窒素係数6.25を用いて算出した。水分は 105°C 恒量法で測定した。灰分は 550°C での乾式灰化法で測定した。脂質はジエチルエーテルを用いたソックスレー抽出法により測定した。タンパク質、脂質、水分、灰分以外の成分は炭水化物とみなした。エネルギー量はアトウォーターのエネルギー換算係数を用

いて算定した。

ミネラル類の分析⁴⁾：乾燥試料約1gを硝酸10mlと過塩素酸2mlを用いて灰化し、蒸留水で10mlにメスアップした。調製した試料溶液中の鉄、亜鉛、銅、マンガン原子吸光光度計、セレンとモリブデンをICPMS、リンをバナドモリブデン酸吸光光度法で定量した。乾燥試料約500mgを電気炉中 550°C で一晩灰化し、得られた残渣を0.1M硝酸5mlに溶解した。この試料溶液中のクロムをICPMSで定量した。乾燥試料約400mgに0.1M塩酸50mlを加え、十分に振とうして含有されるナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムを抽出し、適宜希釈後、原子吸光光度計を用いて定量した。乾燥試料約200mgに0.5%テトラメチルアンモニウムヒドロキシドを40ml加え、室温で一晩放置した。さらに、 60°C に5時間放置後、遠心と濾過を行い得られた抽出液中のヨウ素をICPMSで定量した。

C. D. 結果および考察

表1に、収集した1日分の離乳食から摂取されるエネルギー、たんぱく質、および脂質量をまとめ、中埜らが行った全国調査¹⁾と比較して示した。エネルギー、たんぱく質ともに月齢の増加とともに離乳食からの摂取量は増加した。全国平均と比較した場合、12か月未満の対象者においてかなり低い値だった。このことは今回の対象乳児の離乳食が全国平均よりもやや遅れていることを示している。

脂質エネルギー比は全対象者において、全国平均よりかなり低かった。つまり、今回収集した離乳食は、そのほとんどがかなりの低脂質食だったといえる。このような

低脂質の離乳食が調製されているのは、世間一般に低脂質イコール健康にいい食事というイメージが浸透しているためと思われる。低脂質食は成人におけるメタボリックシンドローム対策において奨励されるものであり、成長期のように体重当たりのエネルギー必要量が高い場合に推奨すべきものではない。したがって、母親に対しては、乳幼児期には適度の脂質摂取が望ましいことを伝える必要があると思われる。

表2は、収集した離乳食に関して、エネルギー1000 kcalあたりのたんぱく質とミネラルの含有量を8~11か月児と12~16か月児に分けて示したものである。脂質エネルギー比は月齢の高い対象者が高い値だったが、たんぱく質とミネラル含有量に関しては、セレンを除いて月齢による差を認めなかった。

今回の調査では、離乳食以外の母乳や調製乳の摂取量を正確に調べていないため、栄養素等の1日総摂取量を算定できない。また対象とした乳幼児は、その月齢が8から16か月の範囲にあり、相当な幅がある。そこで、エネルギー当たりのミネラル含有量に月齢による差が認められなかったことから、これらの離乳食を一定量摂取した場合のミネラル摂取量を算定し、評価することにした。

収集した離乳食を9~11か月児のエネルギー摂取の目安量相当（男女平均で675 kcal/日）摂取した場合のたんぱく質と各ミネラルの摂取量を算定し、6~11か月児の食事摂取基準の目安量と比較して表3に示した。目安量は母乳からの摂取を前提としていることから、算定値が目安量よりも大きければ、離乳食導入後に摂取が増加する

ことを意味する。表に示したように、目安量よりも明らかに大きな数値を与えたのは、マグネシウム、リン、マンガン、セレン、クロム、モリブデンだった。つまり、これらのミネラルは、母乳中濃度がきわめて低いために目安量ではなく推定平均必要量・推奨量が示されている鉄と同様に、離乳を進めることにより摂取量が増加するといえる。なお、算定値が目安量よりも小さければ離乳食導入によって摂取が低下することを意味するが、そのようなミネラルは存在しなかった。

次に、収集した離乳食を1~2歳児の推定エネルギー必要量相当（男女平均で950 kcal/日）摂取した場合のたんぱく質と各ミネラルの摂取量を算定し、1~2歳児に対する食事摂取基準の各指標と比較して表4に示した。摂取量の平均値が推定平均必要量を下回るミネラルはなく、推奨量または目安量と比較した場合も、カルシウムと亜鉛の平均値が推奨量をやや下回る程度だった。さらに食塩の目標量である4 g/日未満もほぼすべての離乳食が達成できていた。つまり、ミネラルの含有量という点に限れば、今回収集した離乳食は1から2歳児の食事としてきわめてすぐれたものといえる。

一方、セレンとヨウ素では、摂取量の平均値が耐容上限量を上回っていた。ヨウ素に関しては別に考察するので、ここではセレンについて述べる。セレンに関しては、表2に示すように月齢による含有量の差を認めたので、12か月児以降の対象者が摂取していた離乳食を1歳児が推定エネルギー必要量相当摂取した場合のセレン摂取量をあらためて算定してみた。その結果、平均で約60 µg/日となり、耐容上限量である50

μg/日をやはり超えていた。しかし、この食事をかりに成人と同様に 2000 kcal 近く摂取した場合、セレン摂取量は日本人成人の平均的摂取量⁵⁾と同程度の約 120 μg/日となる。つまり、ここで収集された離乳食のセレン含有量は成人が日常的に食べる食事と同程度と考えられる。幼児に対するセレンの耐容上限量は成人の耐容上限量を体重比で外挿したものである⁶⁾。この方式で耐容上限量を設定した場合、成人の耐容上限量が 1 日摂取量に近接していると、体重当たりの食事摂取量が多い幼児では、日常の食事の摂取によって容易に耐容上限量を超えることになる。つまり、成人のセレン摂取量と耐容上限量との差が小さいため、普通の食事を摂取したにもかかわらず、1 歳児のセレン摂取量が耐容上限量を超えたといえる。したがって、今回の算定の結果は、幼児期のセレンの耐容上限量を再考する必要があることを意味すると思われる。

ヨウ素含有量は月齢やエネルギー含有量と無関係に大きな変動を示した。図 1 は、収集離乳食を 1~2 歳児の推定エネルギー必要量相当（男女平均で 950 kcal/日）摂取した場合のヨウ素の摂取量を算定し、個人ごとに表示したものである。25 食中、1~2 歳児のヨウ素の推定平均必要量である 35 μg/日を充足できないものが 13 食あり、うち 6 食ではヨウ素を検出できなかった。逆に、1~2 歳児のヨウ素の耐容上限量である 250 μg/日を超えるものも 9 食あった。つまり、ヨウ素では、推奨量と耐容上限量との間の摂取量を与えるものは 25 食中 3 食しかなかった。このことは、幼児においても、献立中のヨウ素含有量は大きく変動しており、耐容上限量を超える高ヨウ素含有量の

食事を間欠的に摂取することによって必要なヨウ素を確保できていることを意味している。乳幼児期の高ヨウ素摂取は間欠的であっても甲状腺機能低下を起こす可能性があるので注意すべきだという指摘⁷⁾もあるが、間欠的高摂取は幼児の適切なヨウ素摂取にとって必要なものと考えられる。

今回の検討はわずか 25 食を対象としたものである。今後、より多くの食事を分析することによって値の信頼性を高める必要があると考えられる。

E. 結論

母親手作りの離乳食 1 日分を 25 試料収集し、13 種のミネラルを測定した。ついで、これらの離乳食をエネルギー摂取の目安量、または推定エネルギー必要量相当量摂取したときのミネラル摂取量を算定し、食事摂取基準の各指標と比較し、評価した。

1) 今回収集した離乳食のミネラル含有量は、13 種類ともほぼ適切な範囲にあると考えられた。

2) マグネシウム、リン、マンガン、セレン、クロム、モリブデンは離乳の進行とともに摂取量が増加すると考えられた。

3) 1~2 歳児ではセレン摂取が日常的に耐容上限量を超える可能性が高く、現行の幼児期のセレンの耐容上限量を再考する必要があると判断された。

4) 離乳食のヨウ素含有量は変動が大きく、幼児期においても耐容上限量を超えるような高ヨウ素含有量の献立を間欠的に摂取することで必要量のヨウ素を確保していると考えられた。

F. 研究発表

1. 発表論文
なし（「微量栄養素研究」に投稿予定）
 2. 学会発表
 - 1) 吉田宗弘：日本人の食生活におけるヨウ素、セレン、クロム、モリブデン．第 89 回 日本栄養・食糧学会 関東支部大会シンポジウム、2012 年 3 月、東京（予定）．
 - 2) 吉田宗弘：離乳食からのヨウ素摂取量の推定．第 66 回日本栄養・食糧学会大会、2012 年 5 月、仙台（予定）．
 - 3) 吉田宗弘、増田卓也、高橋健哉：母親手作りの離乳食からのミネラル摂取量の推定と評価、2012 年 6 月、京都（予定）．
- G. 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. 実用新案登録
なし
 3. その他
なし
- H. 引用文献**
1. 中埜拓，加藤健，小林直道，他．乳幼児の食生活に関する全国実態調査．*小児保健研究*（2003）**62**, 630-639.
 2. 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．*栄養誌*（1990）**43**, 31-42.
 3. 吉田宗弘，児島未希奈，三由亜耶，森田明美．病院および介護施設の食事からの微量ミネラル摂取量の計算値と実測値との比較．*微量栄養素研究*（2011）**28**, 27-31.
 4. Yoshida M, Ôgi N, Iwashita Y. Estimation of mineral and trace element intake in vegans living in Japan by chemical analysis of duplicate diets. *Health*（2011）**3**, 672-676.
 5. Yoshida M, Yasumoto K. Selenium contents of rice grown at various sites in Japan. *J Food Com Anal*（1987）**1**, 71-75.
 6. 厚生労働省．6.2.6 セレン（Se）．日本人の食事摂取基準（2010 年版）．（2009）242-246.
 7. Nishiyama S, Mikeda T, Okada T, et al. Transient hypothyroidism or persistent hyperthyrotropinemia in neonates born to mothers with excessive iodine intake. *Thyroid*（2004）**14**, 1077-1083.

表1 離乳食（1日分）からのエネルギー、たんぱく質、脂質の摂取量

月齢	性	エネルギー (kcal)	たんぱく 質 (g)	脂質 (Energy%)	中絶による全国平均*		
					エネルギー (kcal)	たんぱく 質 (g)	脂質 (Energy%)
8	男 (n=6)	129±59	5.9±4.4	8.4±4.5	252	9.5	18.7
	女 (n=1)	93	4.6	13.2			
9~11	男 (n=4)	321±80	12.6±2.8	7.9±3.6	450	17.0	21.0
	女 (n=5)	231±85	7.4±4.0	8.0±5.7			
12~16	男 (n=4)	606±219	22.5±7.9	13.5±6.9	704	24.8	22.4
	女 (n=5)	623±168	21.2±5.0	14.2±3.1			

値は平均値±標準偏差。*各月齢層とも男女を合わせた平均値

表2 8~11 か月児と 12~16 か月児の離乳食の主要栄養素とミネラル組成の比較

栄養素など	8~11 か月児 (n=16)	12~16 か月児 (n=9)	
エネルギー (kcal)	206 ± 106	615 ± 179	$p < 0.001$
たんぱく質 (g/1000 kcal)	38.1 ± 12.5	35.9 ± 3.7	
脂質 (Energy%)	8.5 ± 4.5	13.9 ± 4.5	$p = 0.008$
ナトリウム (mg/1000 kcal)	1068 ± 598	1027 ± 256	
食塩 (g/1000 kcal)	2.7 ± 1.5	2.6 ± 0.7	
カリウム (mg/1000 kcal)	1274 ± 400	1195 ± 318	
カルシウム (mg/1000 kcal)	435 ± 227	329 ± 121	
マグネシウム (mg/1000 kcal)	189 ± 52	178 ± 53	
リン (mg/1000 kcal)	625 ± 221	595 ± 46	
鉄 (mg/1000 kcal)	4.9 ± 2.1	5.6 ± 1.9	
亜鉛 (mg/1000 kcal)	4.8 ± 0.8	4.8 ± 1.1	
銅 (mg/1000 kcal)	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	
マンガン (mg/1000 kcal)	2.1 ± 0.5	2.0 ± 0.6	
ヨウ素 (μg/1000 kcal)	436 ± 721	283 ± 418	
	18 (4 - 645) *	49 (<1 - 550) *	
セレン (μg/1000 kcal)	92 ± 31	68 ± 11	$p = 0.039$
クロム (μg/1000 kcal)	13 ± 6	14 ± 5	
モリブデン (μg/1000 kcal)	257 ± 132	194 ± 121	

値は平均値±標準偏差。*中央値（括弧内は25~75パーセンタイル値）

表3 離乳食を9~11か月児のエネルギー摂取の目安量相当(男女平均で675 kcal/日) 摂取した場合のたんぱく質とミネラルの摂取量

ミネラル等	推定摂取量	目安量 ¹⁾
たんぱく質	25.2±6.8	25
ナトリウム (mg)	710±335	600
食塩 (g)	1.8±0.9	1.5
カリウム (mg)	840±248	700
カルシウム (mg)	268±135	250
マグネシウム (mg)	128±35	60
リン (mg)	414±120	260
鉄 (mg)	3.5±1.4	3.5 ²⁾
亜鉛 (mg)	3.2±0.6	3
銅 (mg)	0.5±0.1	0.3
マンガン (mg)	1.4±0.4	0.5
ヨウ素 (μg)	257±421	130
	15 (1-403) ³⁾	250 ⁴⁾
セレン (μg)	56±19	15
クロム (μg)	9±4	1
モリブデン (μg)	158±87	3

¹⁾ ミネラルに関しては6~11か月児の目安量；²⁾ 推定平均必要量

³⁾ 中央値(括弧内は25~75パーセンタイル値)；⁴⁾ 耐容上限量.

表4 離乳食を1~2歳児の推定エネルギー必要量相当(男女平均で950 kcal/日) 摂取した場合のたんぱく質とミネラルの摂取量

ミネラル等	推定摂取量	1~2歳児の食事摂取基準(男女の平均値)		
		推定平均必要量	推奨量	耐容上限量
たんぱく質	35.4±9.6	15	20	-
ナトリウム (mg)	1000±471	-	-	-
食塩 (g)	2.5±1.2	-	-	4.0 ¹⁾
カリウム (mg)	1183±350	-	850 ²⁾	-
カルシウム (mg)	377±190	350	400	-
マグネシウム (mg)	176±49	60	70	-
リン (mg)	583±168	-	600 ²⁾	-
鉄 (mg)	4.9±1.9	3.0	4.25	-
亜鉛 (mg)	4.5±0.9	4	5	-
銅 (mg)	0.7±0.2	0.2	0.3	-
マンガン (mg)	2.0±0.5	-	1.5 ²⁾	-
ヨウ素 (μg)	361±592	35	50	250
	21 (1-567) ³⁾			
セレン (μg)	79±26	10	10	50
クロム (μg)	13±5	-	-	-
モリブデン (μg)	223±123	-	-	-

¹⁾ 目標量；²⁾ 目安量；³⁾ 中央値(括弧内は25~75パーセンタイル値)

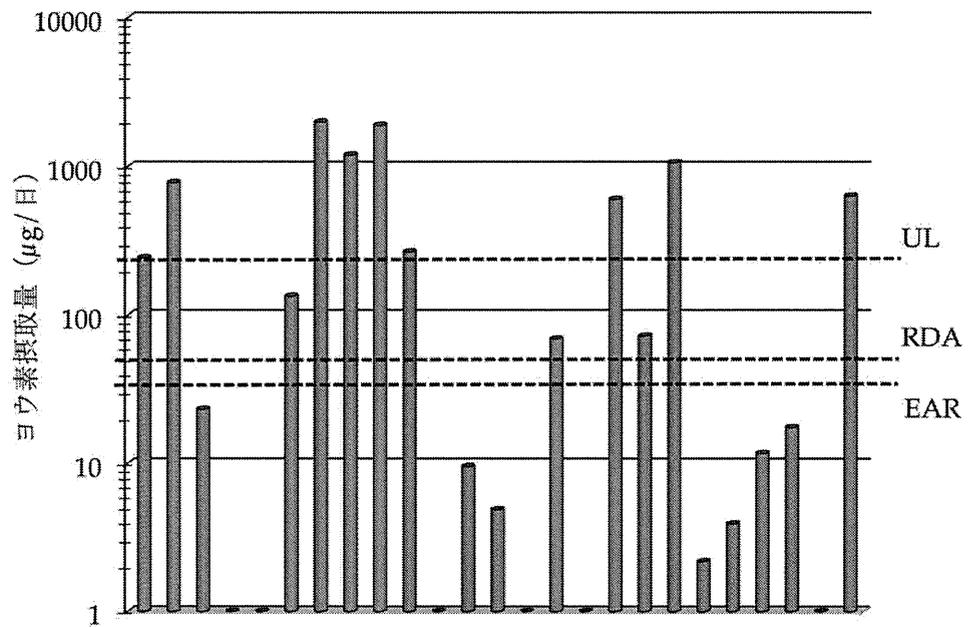


図1 離乳食を1~2歳児の推定エネルギー必要量相当（男女平均で950 kcal/日）摂取したときの推定ヨウ素摂取量

Ⅲ. 研究協力者の報告書

2. 脂溶性ビタミン（ビタミン D を中心に）

研究協力者 田中 清 京都女子大学家政学部食物栄養学科

研究要旨

ビタミン D に関して、(1) 何を指標として策定すべきか、(2) 紫外線によるビタミン D 体内産生をどう考えるか、(3) ビタミン不足を考慮した場合の目安量のあり方の 3 点を検討した。

近年重症の欠乏ではなく、より軽度の不足であっても、骨折リスクが増加することが重視されているが、さらに骨・カルシウム代謝以外の作用も注目されている。施設入居高齢者を対象としたコホート研究の結果、ビタミン D 欠乏は、上気道感染症・肺炎発症のリスクを増加させることが示された。次に厳密な遮光で日常生活を送る色素性乾皮症 (XP) 患者に対し、食事調査・ビタミン D 栄養状態に関する血液検査を行い、現在結果解析中である。これにより、紫外線による体内産生のない状態での、ビタミン D 摂取と血液中濃度の関連を明らかにすることができるものと期待される。またビタミン D の目安量は、欠乏/不足者のほとんど存在しない集団における摂取の中央値として定められているが、不足をも考慮すべき栄養素の場合、今後ともこの方法論で目安量を定めるべきかどうか、検討を要するものと考えられた。

A. 目的

本年度は、脂溶性ビタミンの中でも特に、ビタミン D に関する検討を行った。最初に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 μ g）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、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 (EAR) ・推奨量 (RDA) を示すという、大変革が行われた。

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、最近ではさらに、骨・カルシウム代謝以外に

も、全身的に影響を及ぼすという報告が増えつつある。

そこで本研究では、(1) 高齢者を対象としたコホート調査による、ビタミンD栄養状態が疾患発生に及ぼす影響、(2) 色素性乾皮症 (XP) 患者を対象とした、紫外線によるビタミンD産生が無視できる対象者におけるビタミンD摂取量と血中25OHDの関係、(3) ビタミン不足をも考慮した目安量 (AI) 策定理論、の3点につき調査を行った。

なお以下の研究成果はすべて、大阪樟蔭女子大学学芸学部健康栄養学科の、桑原晶子講師との共同研究によるものである。

B. C. D.方法および結果および考察

本研究は、いくつかの調査からなっているので、方法・結果・考察については個別に示し、最後に総括を述べることにする。

(1) 施設入居高齢者におけるビタミンD栄養状態と肺炎および死亡に関するコホート研究

1. 目的

本研究は、施設入居高齢者におけるビタミンD栄養状態と上気道感染および肺炎の罹患、死亡との関係を明確にするために実施した。

2. 方法

対象者は、採血が可能であった208名 (M/F; 38/170) であった。平均年齢は85.4歳であり、全対象者の74%が要介護3以上であったが、一般栄養状態は保たれていた。

3. 結果

血中25OHD濃度は平均が10.9 ng/mLと47%の対象者が10 ng/ml未満のビタミンD欠乏状態であった。一年間の上気道感染および

肺炎発症率を算出したところ、上気道感染症は43件/100人年、肺炎は、11件/100人年、両者を合わせた感染症総合で54件/100人年であった。観察期間中の死亡者は男性3名、女性11名であった。なお死亡例が少なかったため、本年度は解析を行っていない。

感染症総合に関係する因子を検討するために、感染症総合の有無で背景因子を比較した。その結果、既往歴については、無し群で認知症が高値傾向、有り群で糖尿病の罹患者の割合が有意に高値であった。平均血中25OHD濃度は、両群で有意差がなかったものの、ビタミンD欠乏状態とされる者の割合は、有り群で有意に高値を示した。また、血清PTH値は両群とも基準値内になるものが殆どであり、有意差も見られなかった。栄養素等摂取量においては、有り群でエネルギーおよび三大栄養素が有意に低値を示し、これに伴い、ビタミンDおよびカルシウム摂取量も有意に低値を示した。

次に、感染症総合の発症に関与する因子を検討するために、性別、年齢、認知症の有無、糖尿病の有無、喘息の有無、活性型ビタミンD製剤服用の有無、BMI、血清アルブミン値、血清PTH濃度、ビタミンD欠乏状態の有無を共変量因子としたCOX回帰分析を行った。その結果、性別 (男性を基準とする; HR, 0.54, 95%CI; 0.30-1.00)、年齢 (HR, 1.05, 95%CI; 1.02-1.08)、認知症あり (HR, 0.60, 95%CI; 0.36-0.98)、喘息あり (HR, 2.50, 95%CI; 1.05-5.96)、ビタミンD欠乏 (HR, 1.69, 95%CI; 1.02-2.80) となった。以上の結果より、ビタミンD欠乏状態が上気道感染および肺炎発症の一要因になることが示唆された。

(2) 色素性乾皮症 (XP) 患者におけるビタミン D 栄養状態とその必要量の検討

1. 目的

2010 年、カルシウム・ビタミン D に関して、アメリカ・カナダの食事摂取基準が全面改訂された。方法論からみると、目安量ではなく、推定平均必要量 (EAR)・推奨量 (RDA) に変わったのが大きな変化である。ビタミン D のような、紫外線の作用下に、体内でも合成できるビタミンに関しては、欠乏充足実験は困難であり、EAR・RDA ではなく、目安量 (AI) を定めざるを得ないというのが、従来の常識的な考え方だが、ここでは、血中 25OHD 濃度と摂取量の容量依存性試験の結果から EAR・RDA が定められ、その際、紫外線によるビタミン D 産生が無視できる対象者として、北極圏住民のデータが使われている。しかし日本において、このような対象者は殆ど存在しない。

XP 患者は、紫外線によって生じた DNA 損傷の修復機構に異常があるため、紫外線により、皮膚がんなどの健康障害リスクが非常に高く、日常的に、厳密な遮光を必要とする。すなわち、この対象者であれば、紫外線によるビタミン D 産生が無視できると考えた。従来、XP 患者のビタミン D 栄養状態についての報告はいくつか存在するが、ビタミン D 摂取量を併せて調査をしている報告は殆ど見られないため、本研究ではビタミン D 摂取量と血中 25OHD 濃度を併せて測定することとした。

2. 方法

XP 患者を対象とし、血中 25OHD および、ビタミン D 欠乏/不足の鋭敏な指標である血中副甲状腺ホルモン (intact-PTH) 濃度測定、

食事調査と遮光状況の調査を行うこととした。

食事調査については、食事記録法に併せてデジタルカメラによる撮影を行った。食事調査の期間は血中 25OHD 濃度の半減期を考慮して、外来診察日の前 1 ヶ月間以内の非連続 2 日間とした。

本調査は、大阪医科大学皮膚科および神戸大学皮膚科との共同研究であり、現在約半数の対象者より、血液検体・食事調査結果が得られ、その解析中である。

(3) 目安量策定法に関する検討

ビタミンの欠乏により、脚気・ペラグラ・壊血病などの古典的欠乏症が起こるが、近年古典的な欠乏症を起こすほどのビタミン欠乏 (deficiency) より軽度のビタミン不足 (insufficiency) であっても、疾患のリスクが増加することが注目されている。

ビタミン D の場合、欠乏による石灰化障害の結果、クル病・骨軟化症が起こり、より軽度の不足の場合、石灰化障害は起こらないが、骨粗鬆症・骨折のリスクが増加する。

わが国の食事摂取基準において、改訂の度に徐々にビタミン D 不足の意義が考慮されるようになってきたと思われる。第六次改訂日本人の栄養所要量においては、「20～46 歳の人で、1.7 μg (68 IU) / 日以下のビタミン D 摂取を数年間続けると骨軟化症が認められるようになり、2.5 μg (100 IU) / 日では発生はみられなかったとの報告があるので、2.5 μg (100 IU) / 日とした」と述べられており、この記述はクル病・骨軟化症防止を念頭においた、欠乏症対策と理解される。一方 2010 年版においては、「成人、とくに高齢者において、ビタミン D 欠乏とはいえないもののビタ

ミンD 不足の状態が長期にわたって続くと、血中副甲状腺ホルモン濃度が上昇し、骨密度が低下する。したがって、正常なカルシウム利用能が保持され、血中副甲状腺ホルモン濃度が上昇しない血中 25-ヒドロキシビタミンD (25OHD) 濃度 (ビタミンD 栄養状態の最もよい指標) を維持するのに必要な量のビタミンD を摂取することが、骨折や骨粗鬆症などの予防の観点から重要と考えられる。しかし、その血中濃度を与えるビタミンD 摂取量に関する根拠は乏しいため、その血中濃度を維持していると考えられる集団のビタミンD 摂取量の中央値を目安量とし」との記述がみられ、これは明らかに、ビタミンD 不足による骨折リスク増加対策をも意識したものである。

目安量の策定理論に関して「特定の集団において、生体指標等を用いた健康状態の確認と当該栄養素摂取量の調査を同時に行い、その結果から不足状態を示す者がほとんど存在しない摂取量を推測し、その値を用いる。対象集団で不足状態を示す者がほとんど存在しない場合には栄養素摂取量の中央値を用いる。」とされ、ビタミンD に関しては、「成人において血中副甲状腺ホルモン濃度の上昇を抑制し、骨密度の低下を予防するのに最低限必要な血中 25OHD 濃度は 50 nmol/L 前後であると考えられる」と書かれている。

食事摂取基準2010年版のビタミンD の項に示されている表を見ると、ここで引用されている論文において、50 ~ 69 歳の集団における平均 25OHD 濃度は 50 nmol/L (20 ng/mL) を越えているが、仮に 25OHD 濃度が正規分布するものとして、表に示されている平均±標準偏差に基づき、50 nmol/L を下

回る対象者の割合を概算すると、3.0%から49.7%に分布した (中央値 28.5%) 。

するとこれらの集団は、不足者がほとんどいない集団であるから、それに対応する性・年齢階級における摂取の中央値をもって目安量とするという方法そのものの妥当性を再検討する必要性が生じる。

一方で、カルシウム・ビタミンD に関するアメリカ・カナダの食事摂取基準において、骨の健康を維持するための血中 25OHD 濃度 (50 nmol/L) を基に、ビタミンD の摂取量が算定されており、RDA は、血中 25OHD 濃度と摂取量の容量依存性試験の結果から定められている。具体的な数字を日本に適用できるかどうかについては、多くの議論が必要だが、ビタミン不足をも考慮した場合、この策定の方法論は注目すべきものと思われる。

なお、2010 年版に定められた目安量の値が不適切であると述べているのではなく、従来が目安量の概念に従って策定するならば、現行の摂取基準のような定め方にならざるを得ないであろう。しかし、欠乏だけではなく、不足をも考慮した場合の摂取基準策定において、その摂取の中央値をもって目安量とすることができるような健康人はおそらく存在せず、不足のリスクの低い者から高い者まで連続的に分布するのが現実的であろう。

ビタミン不足をも考慮しなければならぬ時代においては、目安量の策定において、欠乏対策だけを考えていた時代にはなかった、新たな問題点を生じており、目安量策定の方法論に関して、再検討の時期が来ているのではないだろうか。

E. 結論

今後の食事摂取基準策定において、ビタミ

ンDに関しては、種々検討すべき点があると思われる。

まず高齢者を対象としたコホート調査結果より、骨折予防に限らず、感染症のリスクとビタミンD栄養状態の関連が示唆された。また、必要量の策定において、何を指標とするのかについて、まずは決める必要がある。

次に、データ解析中ではあるが、色素性乾皮症 (XP) 患者を対象とした調査より、紫外線によるビタミンD産生の影響を排除した上で、ビタミンD摂取量と血中25OHDの関係が明らかになると期待されるが、日照機会のある対象者に対する食事摂取基準策定に対して、その成果をどのように生かすのかを検討する必要がある。

さらにビタミン不足をも考慮した場合、目安量策定理論のあり方に、再考を要する可能性が考えられる。

F. 研究発表

1. 発表論文

1) 田中清、桑原晶子 日本人の食事摂取基準における目安量は健康人の摂取の中央値でよいのか? ビタミン (2011) **85**, 608-609.

2) Yoh K, Uzawa T, Orito T, Tanaka K. Improvement of quality of life (QOL) in osteoporotic patients by elcatonin treatment: a trial taking the participants' preference into account. *Japanese Clinical Medicine*, in press 2012.

2. 学会発表

1) 桑原晶子、津川尚子、岡野登志夫、田中清施設入居高齢者コホートにおけるビタミンD栄養状態と転倒・骨折との関連

性の検討. 第13回日本骨粗鬆症学会骨ドック・健診分科会 平成23年11月4日 神戸.

2) Tanaka K. Nutritional aspects of osteoporosis. 7th Asia Pacific Conference on Clinical Nutrition. June 2011 Bangkok, Thailand.

3) Tanaka K. Vitamin D deficiency, a world-wide epidemic. 7th Asia Pacific Conference on Clinical Nutrition. June 2011 Bangkok, Thailand.

4) Tanaka K. Medical nutrition therapy from the socio-economic perspectives. 7th Asia Pacific Conference on Clinical Nutrition. June 2011 Bangkok, Thailand.

5) Kuwabara A, Nagae A, Tsugawa N, Kitagawa M, Tozawa K, Kohno H, Miura M, Okano T, Kumode M, Tanaka K. The impact of vitamin K therapy on bone metabolic markers in severe motor and intellectual disabilities. Annual Meeting of American Society for Bone and Mineral Research. September 2011 San Diego, CA USA.

6) Tanaka K, Fujii A, Kuwabara A, Yoh K. Predictive Value of Height Loss and Height/Knee Height Ratio for Vertebral Fracture (s) . 2nd Scientific Meeting of the Asian.

7) Asian Federation of Osteoporosis Societies. November 2011 Kobe.

G. 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. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

平成 23 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

研究代表者 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

3. 給食施設における食事摂取量把握のための目測の妥当性について

研究協力者	小林 奈穂	新潟医療福祉大学
研究分担者	石田 裕美	女子栄養大学栄養学部
研究協力者	村山 伸子	新潟医療福祉大学
研究協力者	久保田 恵	岡山県立大学
研究協力者	神田 知子	同志社女子大学
研究協力者	高橋 孝子	神戸女子大学
研究協力者	金光 秀子	くらしき作陽大学
研究協力者	辻 ひろみ	女子栄養大学

研究要旨

病院や介護老人保健施設の多くが食事摂取状況の把握方法として看護師もしくは介護士による「目視」を用いている。その方法の妥当性について検討するために、京都市内の養護老人ホーム（施設 A）の対象者 9 名（男性 5 名、女性 4 名）および新潟県内の特別養護老人ホーム（施設 B）の対象者に 12 名（男性 5 名、女性 7 名）対し、施設で提供される給食について 4 日間の摂取量調査（秤量）および残菜量の目測（調査員によるその場での目測、介護士による思い出しによる目測）からの摂取量調査を行った。目測と実測の相関について解析したところ、「その場での目測」および「思い出しによる目測」についてのそれぞれの相関係数は、主食で $R=0.84$ 、 $R=0.93$ ($P<0.001$, $P<0.001$)、主菜で $R=0.96$ 、 $R=0.78$ ($P<0.001$, $P<0.001$)、副菜で $R=0.95$ 、 $R=0.73$ ($P<0.001$, $P<0.001$)、汁で $R=0.85$ 、 $R=0.71$ ($P<0.001$, $P<0.001$)、漬物で $R=0.55$ 、 $R=0.33$ ($P=n.s.$, $P<0.05$) であり、「その場での目測」では相関が非常に高く、また「思い出しによる目測」も散布図ではばらつきが大きいものの相関は比較的高かった。今後は、この目測値を活用して栄養摂取量を算出することで、個人の栄養摂取量を評価することが可能か、その妥当性を検討することが必要である。

A. 研究目的

病院や介護老人保健施設などの 1 日 3 食を

提供する施設の常食においては、90%以上の割合で、給食の栄養計画策定に食事摂取基準

を用いている¹⁾。しかし、食事摂取基準 2010 では給食の活用方法について考え方は示されているものの、現場で使用できるような具体的な方法に触れていない（示すことができない²⁾）ことから、施設においてはその活用方法が多様であり、各施設が試行錯誤している様子が伺える¹⁾。

一方、食事摂取基準における評価は、個人・集団および給食での活用のいずれにおいても、対象者の BMI および摂取量の把握が基本である²⁾。また、平成 17 年 10 月の介護保険制度改正により、介護予防に重点を置いた栄養ケアマネジメントの実施が求められるようになり、その指標の 1 つとして食事摂取量の把握が行われている。昨年度の研究結果から、病院や介護老人保健施設の 80% 以上の施設が、食事摂取状況の把握方法として看護師もしくは介護士による「目視」を用いていた¹⁾。しかしその方法の妥当性については明らかではない。

そこで本研究では、多くの現場（施設）で実際に行われている目測について、その妥当性を検討する。

B. 研究方法

1. 対象者

京都市内の養護老人ホーム（施設 A）および新潟県内の特別養護老人ホーム（施設 B）で、摂取量調査（秤量）および目測調査を行った。調査実施期間は、施設 A では 2011 年 8 月 30 日、31 日、9 月 2 日、3 日で、施設 B では 2011 年 11 月 29 日、30 日、12 月 1 日、4 日のそれぞれ平日 3 日、休日 1 日の計 4 日間であった。調査対象者は施設 A および B に入

所し、施設で提供する常食を毎食摂食している人を対象とし、施設 A：9 名（男性 5 名、女性 7 名、年齢 73～84 歳）、施設 B：12 名（男性 5 名、女性 7 名、年齢 74～102 歳）に対して調査を実施した。

2. 摂取量調査（秤量）の方法

調査期間 4 日間の施設で提供する食事（朝食、昼食、夕食）について、調査員が施設に出向き、個人ごとに提供前の料理別盛り付け量を秤量し、同様に摂食後に料理別残菜量を計量し記録した。

施設 A では、対象者全員が同じ食堂で食事をする方法を取っており、施設 B では各ユニットのリビングで食事を摂る形式を取っていたため、1 ユニットに 1～3 名の対象者がいた。そこで、施設 A では食堂に調査員を 5 名（管理栄養士養成施設校の学生 3 名および教員 2 名）配置し、施設 B では 1～2 ユニットに対し 1 名の計 6 名の調査員（管理栄養士養成施設校の学生 5 名および教員 1 名）を配置し、調査を実施した。

3. 目測調査の方法

摂取量調査（秤量）時の同一の食事に対して、目測調査を行った。

施設 A では日常的に摂取量の把握を行っていなかった。そのため、調査員による目測を実施した。提供前の盛り付け量を確認し、摂取後、下膳した実物（残菜）を観察しながら、残菜量を目測した。その後、摂取量を 10 段階（全部食べた = 10 ⇔ 全部残した = 0）で評価して記入した。

施設 B では、残菜を観察後、食事提供業務終了後に思い出して記録する方法で実施した。施設 B では、通常業務で介護士が思い出して

残菜量の目測を行い、摂取量を把握している。そのため、通常と同様の方法である、思い出しによる目視評価を行った。対象者の担当の介護士に依頼し、個人ごと料理ごとの供食前の盛り付け状況および摂食後の残菜状況を目視で確認した上で、食事提供業務終了後に料理別摂食割合を思い出してもらい、10段階（全部食べた = 10⇔全部残した = 0）で評価して記入してもらった。

4. 料理別摂取割合の算出

① 実測

摂取量調査（秤量）より得た各料理の重量より「供食前盛り付け量－残菜量」を算出して料理別摂取量とし、さらに「摂取量÷盛り付け量」を料理別摂取割合の実測（%）とした。

② 目測（その場）

施設 A で実施した目測による 10 段階評価結果の値を、観察（その場）による目測の値とした。

③ 観察（思い出し）

施設 B で実施した目測による 10 段階評価結果の値を、観察（思い出し）による目測の値とした。

5. 解析方法（目測の実測値との比較）

目測および実測で得たデータを料理区分ごとに分類し、目測値と実測値の関連を検討した。なお今回は、残菜を目測してその評価した値が妥当であるかを検討するため、実測値が 10（残菜なし）のものはデータから外した。

料理区分は、主食、主菜、副菜、汁、漬物、デザート の 6 区分とした。

目測および実測の関連性を見るため、ピアソンの相関係数を用いて解析した。解析には、

SPSS 17.0J for Windows を使用した。

6. 倫理的配慮

倫理的配慮として、参加者の自由意思が尊重されること、回答の可否による不利益が生じないこと、個別の情報が公開されないこと、本研究の目的以外には使用されないこと明記した説明書を配布した。施設 A では対象者に配布説明し、本人より同意を得た人を対象者とした。施設 B の対象者は認知能力が乏しいため、対象者の家族（もしくは身元引受人）に説明書を郵送し、その後、家族（もしくは身元引受人）より調査に関する同意を得た人のみを対象者とした。調査は香川栄養学園倫理委員会の承認を得て行った。

C. 結果

1. 残菜状況

表 1 に、施設別の全対象者の料理区分別料理総数と、残菜があった料理数（「全て食べた = 10」を除いた数）および残菜があった料理割合を示した。この「残菜があった料理」の実測データのうち、さらに目測が記入されていないデータを除き、目測と実測の比較のデータとした。なお、牛乳・乳製品については、施設 A のデータ数が足りなかったため解析できなかった。また、デザートについては両施設ともにデータ数が足りず、間食においては施設 A のデータがないため、解析に至らなかった。

2. 目測と実測と比較（主食）

主食における目測および実測の関連を図 1 に示す。主食の相関は、その場での評価、思い出しによる評価いずれにおいても優位に相関があり、それぞれの相関係数は順に $R =$

0.83、 $R = 0.93$ ($P < 0.001$, $P < 0.001$) であり、思い出しによる目測の方が相関係数の数値は高かった。

3. 目測と実測の比較 (主菜)

主菜における目測および実測の関連を図 2 に示す。主菜の相関は、その場での評価は相関が高く $R = 0.96$ ($P < 0.001$) で、思い出しによる評価においては散布図にばらつきがみられたものの、相関係数は $R = 0.78$ ($P < 0.001$) で、いずれ有意な相関がみられた。

4. 目測と実測の比較 (副菜)

副菜における目測および実測の関連を図 3 に示す。副菜の相関についても主菜と同様に、その場での評価は相関が高く $R = 0.95$ ($P < 0.001$) であるのに対し、思い出しによる評価においても散布図にばらつきがみられたものの、相関係数は $R = 0.73$ ($P < 0.001$) で優位な相関があった。

5. 目測と実測の比較 (汁)

汁における目測および実測の関連を図 4 に示す。汁の相関については、その場での評価は主菜・副菜に比べて相関が低かったものの $R = 0.85$ ($P < 0.001$) であり、思い出しによる評価においては主菜・副菜同様に散布図にばらつきがみられたものの、相関係数は $R = 0.71$ ($P < 0.001$) であり、いずれも有意な相関が認められた。

6. 目測と実測の比較 (漬物)

漬物における目測および実測の関連を図 5 に示す。漬物の相関については、その場での評価および思い出しによる評価いずれにおいても散布図にばらつきがみられ、相関係数も、その場での評価は $R = 0.55$ で有意ではなかった。思い出しによる評価 $R = 0.33$ と低かった

ものの有意な相関がみられた ($P < 0.05$)。

D. 考察

今回、食事摂取量把握の方法として、施設 (現場) で最もよく用いられている目測に着目して調査を実施した。

多くの施設は看護師または介護士が目測により食事摂取量の把握を行っていることから、今回の調査でも施設 B においては介護士に依頼し、通常業務と同じ方法 (食事提供業務が終了した後に思い出して記録する方法) で目測を実施してもらい、施設 A においてはそれと比較するために、その場で目測を行い記録した。

全体的には当然ながら、その場での目測の方が実測との相関が高かった。しかし、主食においては、両方法ともに相関が高いものの、思い出しによる目測の方が相関係数の数値が高かった。これは、施設 B の方が、完食に近い残菜 (ごはん粒の残りなど) が多いため、実測値が 10 に近い値で目測値では 10 というデータが多くなり、相関係数を高くしたものと考えられる。

主菜と副菜の目測については、いずれもその場での目測の相関が非常に高かった。思い出しによる目測は、主菜・副菜いずれにおいても散布図ではばらつきが見られたものの、相関係数はいずれも高い値であった。

その場での目測において、主食が主菜・副菜に比べて相関が低いことについては、対象者によってご飯の盛りの量が違うため、残食の量から摂取量が正確に読み取りにくいことに原因があると思われる。また、思い出しによる目測において、主菜と副菜が主食に比べ