

博 士（ 栄 養 学 ） 学 位 論 文

論文題目

高齢者福祉施設給食におけるセレンの提供量と摂取量

Dietary Supply and Intake of Selenium in Elderly Care Facilities

2013 年

指 導 教 員 石 田 裕 美 教 授

氏 名 金 光 秀 子

KANAMITSU, Hideko

女 子 栄 養 大 学

目 次

	頁
序論	1
1. 研究動機	1
1) 高齢者にとってのセレンとは	1
2) 高齢者施設給食における主要栄養素以外であるセレンの取り扱い	2
3) セレンの化学形態	3
4) 吸収、排泄と体内動態	4
5) 重金属との拮抗	5
6) ヒトのセレン欠乏症とセレン中毒	5
7) セレンと疾病	7
8) セレンの栄養状態の指標	8
9) セレンの食事摂取基準	9
10) 日本人のセレン摂取量	10
11) 高齢者施設の栄養管理および給食管理における食事摂取基準の 活用の現状	10
2. 研究目的	13
3. 研究計画	13
4. 研究方法	14
1) 調査施設および試料の収集	14
2) セレン含有量の分析方法	14
3) 摂取量調査	15
4) データ解析	16
5) 倫理的配慮	17

表序-1 調査施設の概要	18
 第Ⅰ章 高齢者施設給食で提供された食事中のセレン実測値	
.....	19
1. はじめに	20
2. 方法	20
3. 結果	21
1) 給食で提供された食品のセレン含有量	21
2) 給食の給与目標量と提供量	21
3) 料理別セレン含量の実測値と計算値	22
4) 給食の食品構成	22
4. 考察	23
5. 第Ⅰ章のまとめ	25
表Ⅰ-1 給食で提供した食品における日本食品標準成分表 2010 および「食品の微量元素含有表」のセレン含量	26
表Ⅰ-2 施設毎のエネルギーおよび栄養素提供量	27
表Ⅰ-3 高齢者施設で提供された料理別セレン含有量	28
表Ⅰ-4 高齢者福祉施設の食品群別提供量	29
図Ⅰ-1 料理別セレン提供量の計算値と実測値との関係	30
 第Ⅱ章 高齢者施設入所者のセレン摂取量	
.....	31
1. はじめに	32
2. 方法	32
3. 結果	33
1) 調査対象者の特性	33

2) エネルギーおよび栄養素量の摂取量	33
3) セレン摂取量	34
4) セレン摂取量とエネルギーおよび栄養素摂取量との関係	35
5) エネルギー、たんぱく質およびセレンの施設別提供量と摂取量	35
6) エネルギー、たんぱく質およびセレン摂取量の分布	36
4. 考察	36
1) 高齢者施設入所者における食事摂取の特徴	37
2) 高齢者福祉施入居者のセレン摂取量の特徴	38
3) 食事摂取基準との比較によるセレン摂取量の評価	38
4) 特定給食施設における給与栄養量の設定の考え方	39
5. 第Ⅱ章のまとめ	39
表Ⅱ-1 調査対象者の特性	41
表Ⅱ-2 エネルギーおよび栄養素摂取量	42
表Ⅱ-3 栄養素等提供量および摂取量の個人別3日間の変動係数	43
表Ⅱ-4 セレン摂取量(実測値)とエネルギーおよび栄養素摂取量との関係	44
図Ⅱ-1 摂取エネルギー1,000kcal 当たりおよび体重 1kg 当たりの 実測セレン摂取量	45
図Ⅱ-2 各施設のエネルギー目標量・提供量と摂取量	46
図Ⅱ-3 各施設のたんぱく質提供量と調査対象者の摂取量	47
図Ⅱ-4 各施設のセレン提供量と調査対象者の摂取量	48
図Ⅱ-5 エネルギー摂取量における調査対象者の分布	49
図Ⅱ-6 たんぱく質摂取量における調査対象者の分布	49

図Ⅱ-7 セレン摂取量における調査対象者の分布	49
第Ⅲ章 高齢者施設入所者の血清セレン濃度とセレン摂取量との関係	
.....	50
1. はじめに	51
2. 方法	51
3. 結果	52
1) 対象者特性および血清セレン濃度について	52
2) エネルギーおよび栄養素摂取量	52
3) セレン摂取量	53
4) 血清セレン濃度とセレン摂取量の関係	53
5) 血清セレン濃度と食品群別摂取量との関係	54
4. 考察	54
1) 血清セレン濃度からみる高齢者のセレン栄養状態	54
2) 高齢者施設利用者のセレン摂取源となる食事の特徴	58
3) 高齢者施設におけるセレン摂取量に着目した給食管理の課題	60
5. 第Ⅲ章のまとめ	62
表Ⅲ-1 対象者の栄養状態	63
表Ⅲ-2 エネルギーおよび栄養素摂取量	64
表Ⅲ-3 料理別セレン含有量と調査対象者の摂取率	65
表Ⅲ-4 血清セレン濃度と摂取食品群との関係	66
図Ⅲ-1 血清アルブミン濃度と血清セレン濃度との関係	67
図Ⅲ-2 セレン提供量とセレン摂取量との関係	68
図Ⅲ-3 血清セレン濃度とセレン摂取量との関係	69
図Ⅲ-4 セレン摂取量の料理別寄与率	70

結論	71
1. 本研究のまとめ	71
2. 本研究の限界と今後の課題	73
要約	75
謝辞	78
文献	79

序論

1. 研究動機

微量元素であるセレン(Se)は、過酸化水素や遊離過酸化物を還元するグルタチオンペルオキシダーゼの活性中心を構成している重要な抗酸化物質であり、ビタミン C、ビタミン E、カロテン、亜鉛、銅等と同様に老化を予防するとされている¹⁾。

1) 高齢者にとってのセレンとは

超高齢社会に直面している日本では、65 歳以上の高齢者の 16%が要介護(要支援)認定を受けており、介護サービスの利用者は、介護保険施行後の 6 年間で約 150 万人から約 350 万人とほぼ倍増している²⁾。こうした状況によって、2006 年の介護保険制度改正では「介護予防」が重視され、高齢者の要介護状態を予防するための施策が打ち出された。その予防活動の一つに栄養改善があげられ³⁾、高齢者の栄養管理はますます重要視されている。

高齢者の栄養問題では、たんぱく質・エネルギー低栄養状態(Protein Energy Malnutrition, PEM)が重要であるが、そのみならず⁴⁾、高齢者の食物摂取量の低下や吸収率の低下に伴う微量栄養素の不足も予想される。近年では、予防医学的な見地から微量元素の欠乏と老化との因果関係が注目されており、たとえば、高齢者における栄養問題として微量元素の亜鉛欠乏状態について報告されている⁵⁻⁶⁾。

Se は、抗酸化物質の構成因子であり、免疫機能や抗酸化機能に影響を及ぼすことから、高齢者の免疫機能を保持するためにその摂取量が注目されている⁷⁾。饗場らは、日本人高齢者は免疫機能を含む生体機能保持に重要なたんぱく質を十分に摂取できているが、Se な

どの抗酸化酵素関連微量元素は摂取不足の傾向にあることを指摘している⁷⁾。したがって、高齢者の抗酸化活性および免疫機能の低下の回避につながるよう、Seの栄養状態を確認することは、超高齢社会の我が国においては重要な課題である。

2) 高齢者施設給食における主要栄養素以外であるセレンの取り扱い

日本においてSeは、第六次改定日本人の栄養所要量で国際的な見地から初めて策定され⁸⁾、2005年の日本人の食事摂取基準で数値の改定がされた⁹⁾。しかし、わが国におけるSe摂取の実態は十分に明らかになっていない。その理由は、食品中の標準的なSe含有量が把握できるような整備が十分でないからである。食品成分表にSe含有量が初めて収載されたのは2010年11月公表の日本食品標準成分表2010からであり、収載されているSeは、1878食品中498食品に限られている¹⁰⁾。従って、食事調査から食品成分表を活用してSe摂取量を計算しても、摂取量の一部しか推定できない。現在、Se摂取量の推定は、食品成分表2010と鈴木らが作成した「食品の微量元素含量表」¹¹⁾を使用して計算するか、食品あるいは料理の化学分析値からその摂取量を推定する方法しかない¹²⁾。

このような背景から食事計画時にSe量を考慮することや摂取量を評価することはできていない。日本人の食事摂取基準2010年版で示された活用の基礎理論において、食事摂取基準に示された数値の信頼度や活用における優先順位は栄養素間で必ずしも同じではないという基本的な考え方が示されている¹³⁾。この考え方によれば、日本食品標準成分表に収載されていない栄養素は最も優先順位が低い。Seは日本食品標準成分表2010に収載されているものの、一部の食品に限られるため、食事計画の折に優先順位は低い栄養素である。しかし、この優先順位は「対象とする集団の特性や食事摂取基準を用いる目的に応じて変えるものであり、大切なこととし

てエネルギーに加えて、必要かつ十分な種類の栄養素を理論的かつ実践的に選択して用いること、そして限界も含めてその理由が説明できること」¹³⁾と示されている。高齢者施設に入居する日本人の高齢者集団にとって Se がどの程度優先されるべきかは明らかでなく、また他の栄養素との関係も含め Se が一部しか把握できない現状において、食事計画上どのように考えるか説明する科学的根拠は十分ではない。

3) セレンの化学形態

通常レベルの Se を含む食品中では Se のほとんどはたんぱく質に結合している。小麦、大豆、Se 酵母中の Se の大半はセレノメチオニン(SeMet)の形態でたんぱく質のペプチド鎖に結合している¹⁴⁻¹⁶⁾。従って、植物性食品中の Se の形態として SeMet は最も重要である。一方、動物組織からは Se をセレノシステイン(SeCys)の形態で特異的に取り込んだ含 Se たんぱく質が同定されている。SeCys は好氣的環境下ではセレノシスチン(SeCys-SeCys)に酸化されるので、肉類の Se の摂取はたんぱく質に結合した SeCys または SeCys-SeCys の摂取と考えられる。魚介類は高 Se 含量であるが、Se の形態を具体的に同定した報告はない¹⁷⁾。Se を意図的に蓄積させたニンニク、タマネギ、ブロッコリーにおいては、遊離の Se-メチルセレノシステイン、あるいはγ-グルタミル-Se-メチルセレノシステインが主要な Se 化合物として報告されている¹⁶⁾¹⁸⁾。このような特殊なセレノアミノ酸は高 Se 土壌地域に産する Se 蓄積植物にも認められる¹⁷⁾。

亜 Se 酸などの無機 Se 化合物が一般の食品に存在する可能性は低い、セレノアミノ酸は化学的に不安定なので、食品の加工・調理時に分解し、摂取する段階では一部が O 価 Se やメチル亜 Se 酸など

の無機態に変化しているかもしれない¹⁷⁾。

4) 吸収、排泄と体内動態

食品中 **Se** の多くが含セレノアミノ酸の形態で存在し、同位体を用いた研究では、遊離の含セレノアミノ酸の 90%以上が吸収されることが示されている¹⁹⁾。北米の男性を対象にした研究では、牛肉と米を基本にした食事中的 **Se** の見かけの吸収率は、**Se** 摂取量が約 15μg/day のとき 12～45%、約 50μg/day のとき 48～70%、約 300μg/day のとき 75～88%であると報告している²⁰⁾。従って、おそらく食事中 **Se** は遊離の含セレノアミノ酸と同程度に吸収され则认为られている¹³⁾。

ヒトを対象とした研究において、尿中 **Se** 濃度は **Se** 摂取量と強く相関していることが観察されており²¹⁾、**Se** の恒常性は吸収ではなく、尿中排泄によって維持され则认为られている¹³⁾。また、血漿（血清）**Se** 濃度も食事からの **Se** 摂取量と強く相関するといわれている。世界 13 地域の **Se** 摂取量と血清 **Se** 濃度の一覧から、**Se** 摂取量（μg/day : Y）と血清 **Se** 濃度（μg/L : X）との間には、回帰式 { $Y=0.672X+2$ （相関係数=0.91）} が得られ²²⁾、個人、あるいは集団の平均的な **Se** 摂取量を血漿（血清）**Se** 濃度から推定することができる¹³⁾。

しかし、このような **Se** 摂取量と尿中 **Se** 濃度の相関についての研究と **Se** 摂取量と血清 **Se** 濃度の相関についての研究の矛盾の原因としては、体内 **Se** のコンパートメントが考えられる。体内 **Se** の主要なコンパートメントには、制御されていないセレノメチオニンのコンパートメントと、よく制御されているセレノシステインのコンパートメントの2つがあり、これらのコンパートメントは基本的には

Se の代謝と貯蔵量を反映するものであり、ヒト組織の Se 含量に強く影響を及ぼす¹⁹⁾とされる。この2つのコンパートメントの本質的な違いは、セレノシステインコンパートメントが Se 摂取量によらず一定範囲内に維持されているのに対して、セレノメチオニンコンパートメントは大きく変化する¹⁹⁾とされる。従って、地域等によりヒトの潜在的な Se 貯蔵量がある程度決まっており、その恒常性を維持するための尿中排泄との関係、および Se 摂取量で影響を受ける組織中 Se 濃度の関係が考えられる。

5) 重金属との拮抗

含 Se たんぱく質に依存しない Se の生理機能に、重金属の毒性軽減作用がある。イルカやアザラシなどの海産哺乳類やマグロなどの大形回遊魚は組織中に高濃度の水銀を蓄積しているが、中毒症状が発現しない²³⁻²⁴⁾。これらの動物では水銀と Se が等モル比で蓄積しており、Se が水銀の毒性を抑制している。実験動物を用いた多くの研究でも、Se は水銀やカドミウムなど多くの重金属類と体内で拮抗し、その毒性を中和することが明らかにされている¹⁷⁾。なお、実験動物に Se と拮抗する重金属（たとえば銀）を投与すると、低 Se 状態が引き起こされるとされている¹⁷⁾。

6) ヒトのセレン欠乏症とセレン中毒

かつての完全静脈栄養療法（TPN）では輸液製剤に Se などの微量元素が含まれていなかったため、微量元素の欠乏症と推定される症例が頻発した¹⁷⁾。TPN 施行時の症状で Se 欠乏と考えられたのは、下肢痛、筋無力感、心電図変化、心筋障害である²⁵⁾。しかし、血中 Se 濃度から低 Se 状態であると判断されても、これらの症状が認められないことも多く、臨床症状が発現した症例には他の要因が加わ

っていた可能性があるとする¹⁷⁾。

心筋障害を主徴とする克山病(Keshan disease)は中国東北部に古くから知られていた風土病であり、Se 欠乏が原因となって発症するといわれている^{26~27)}。克山病が Se 欠乏症と理解されたのは、克山病発生地域が中国の低 Se 地域と重なり、病理所見が TPN 施行時に発症した Se 欠乏性心筋障害に類似していた、疫学介入試験において亜 Se 酸投与が克山病発症率を低下させた等による²⁷⁾。しかし、現在では Se 欠乏は克山病の必要条件ではあるが十分条件ではないという理解が有力である。その理由に疫学介入試験がおこなわれた時期は克山病発生地域において全般的な栄養状態が改善された時期に一致する。発症率に季節変化が認められ何らかの感染が関与することが否定できない等があげられている¹⁷⁾。地方病性変形性骨軟骨関節症であるカシン・ベック病(Kashin-Beck disease)は中国東北部やシベリアの一部で認められる骨関節症であり、克山病同様に発症地域が低 Se 地域に重なるため、Se 欠乏の関与が推定されている¹⁷⁾。しかし、カシン・ベック病の発症には、ある種のカビ毒や飲料水のマンガン汚染なども関与している可能性が強いとされている²⁸⁾。

Se 欠乏時にはチトクロームなどのヘムたんぱく質の濃度が低下することがある²⁹⁾。これは、Se 欠乏時にヘムオキシゲナーゼの活性が増大し、ヘムの分解が亢進するためであるが、その機構は不明である³⁰⁾。Se 欠乏動物では肝臓に鉄が蓄積する。これはグルタチオンペルオキシダーゼの低下により蓄積した過酸化物が、鉄の輸送たんぱく質であるトランスフェリンと特異的に反応するためと理解されている³¹⁾。Se 欠乏のラットを絶食させると、尿中へのケトン体排泄量が増加する現象が知られている³²⁾。しかし、その機構については不明である¹⁷⁾。

一方、かつて北米大陸中央部の高 Se 地域では、Se 蓄積植物を摂取した家畜に脱毛、蹄の変形、歩行困難などの症状を呈するアルカリ病とよばれる Se 中毒が多発した³³⁾。症状が重い場合はよろよろと歩き回るため回旋病とよばれ、13 世紀に高 Se 地帯である中国甘肅省を旅行したマルコポーロの東方見聞録の中には、アルカリ病と推定される記述があり、最古の Se 中毒の記録とされている¹⁷⁾。

ヒトの Se 中毒はアルカリ病と同様に、脱毛、爪の変形、う歯の増加などがおもな症状である¹⁷⁾。ヒトの中毒は、かつては高 Se 地域に居住、あるいは職業性 Se 暴露の場合に限定されていたが、最近では Se のサプリメントの過剰摂取による事例も報告されている³⁴⁾。

7) セレンと疾病

がん患者の血清 Se 濃度が健常者より低いことや、低 Se 地域ではがん死亡率が高いことから、Se とがんの関連について多くの疫学研究が展開されてきた³⁵⁾。低 Se 状態ががん発生の危険因子であること、摂取基準を超す Se 摂取の効果は不明であるが、皮膚がん既往者に 1 日 200 μ g の Se を Se 酵母として 4.5 年間投与したとき、がん全体の発生率と死亡率が約 50%低下したと報告もある³⁶⁾。

動物実験でも Se の抗がん作用が示されている。その機構は不明の点が多いが、Se-メチルセレノシステインのような特殊なセレノアミノ酸の抗がん作用が大きいことから、グルタチオンペルオキシダーゼなどの含 Se たんぱく質の関与は小さく、メチルセレノールのような特定の官能基をもつ Se 化合物による細胞増殖抑制がかかわると推定されている³⁷⁾。

また、Se 欠乏下では酸化ストレスの増大が免疫能低下を起こすため、感染に対する感受性が高まる。ヒト免疫不全ウイルス（HIV）感

染者では健常者に比較して血清 Se 濃度が低下している³⁸⁾。そして血清 Se 濃度の低下が著しいほど HIV 関連死の死亡率が高まるため、血清 Se 濃度が HIV 感染者の予後を判定する有効な指標と考えられている³⁹⁾。

Se 欠乏とコクサッキーウイルス B 型 (CVB) の関連が注目されている⁴⁰⁾。Se 欠乏マウスに心筋障害を起こす CVB 毒性株を接種すると、心筋障害が対照より重症化する。また、Se 欠乏マウスに無毒株を接種すると、無毒株が毒性株に変異して心筋障害が起こる。つまり Se 欠乏による酸化ストレス増大は、宿主免疫能の低下だけではなく、ウイルス自体に突然変異をおこす。克山病の患者組織から CVB が高濃度で検出されるため、克山病発症に CVB がかかわる可能性は高いとされる¹⁷⁾。

冠動脈疾患やアテローム性動脈硬化の発症が低 Se 状態によって促進されるとする研究は多いが、疫学研究の結果はさまざまであり、明確な結論は得られていない。また、アルコール性肝障害の患者において血清 Se 濃度の低下が観察されているが、Se 摂取が少ないことを反映しているにすぎない可能性もあり、生理的意味があるかは不明である¹⁷⁾。

日本における近年の研究では、透析患者の血清 Se 濃度が低いことが心血管系合併症や感染症の死亡リスクの要因になると報告されている^{41~42)}。

8) セレンの栄養状態の指標

Se の栄養状態の指標として一般的なのは血中濃度であり、毛髪や爪の Se 濃度も有効である¹⁷⁾。多くの報告を総合すると、日本人の血漿(清) Se 濃度は 100~150ng/ml、赤血球 Se 濃度は 200~350ng/ml

であるとされる⁴³⁾。また、中国の克山病発生地域では 20ng/ml 未満の全血 Se 濃度、低 Se 地域のフィンランドとニュージーランドではそれぞれ 66ng/ml と 48 ng/ml の血清 Se 濃度、高 Se 地域の米国サウスダコタ州では 199ng/ml の血清 Se 濃度が報告されている¹⁷⁾。

Se の栄養状態の指標に血中グルタチオンペルオキシダーゼ活性を用いることもあるが、活性測定法が未統一であり、低 Se 地域以外では活性が飽和状態にあるなどの問題があるといわれている⁴³⁾。

9) セレンの食事摂取基準

日本人の食事摂取基準 2010 年版において Se は、克山病のような欠乏症の予防という観点から、推定平均必要量及び推奨量が策定されている¹³⁾。体内の含 Se たんぱく質の生成量は Se 摂取量と強く関連するが、摂取量が一定量を超えると平衡状態となる¹⁸⁾。血漿のグルタチオンペルオキシダーゼは活性測定が容易であるため、Se 摂取量との関係がもっともよく研究されている。中国の Se 欠乏地域での介入研究では、平均体重 60kg の男性において、血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値は Se 摂取量 41μg/day でほぼ飽和に達している⁴⁴⁾。アメリカ・カナダの食事摂取基準は、ニュージーランドの介入研究⁴⁵⁾ のデータを再解析した場合は 38μg/day が血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値を飽和させる最小の Se 摂取量となることから、中国のデータ（体重 76kg に換算すると 52μg/day）との平均値である 45μg/day を成人の Se の推定平均必要量としている⁴⁶⁾。

しかし、WHO は、血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値が飽和していなくても、Se 欠乏症が出現しないことから、血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値の飽和値の 2/3 となるとき Se 摂取量を必要量としている⁴⁷⁾。平均的な Se 摂取量が少なく、血漿や赤血球のグルタチオン

ペルオキシダーゼ活性が飽和していない地域はいくつか存在するが^{48~50)}、それらの地域において Se 欠乏症は出現していない。従って、Se 欠乏症を予防するという観点に立てば、日本人における必要量は、WHO が指摘するように、血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値が飽和値の 2/3 となる Se 摂取量で十分と考えられた¹³⁾。

10) 日本人のセレン摂取量

Se の栄養状態および摂取の実態は十分に明らかになっていない。特に Se 摂取量は、土壌中の Se 濃度に影響をうけた農産物の摂取量や魚介類、肉類の摂取量に大きく影響するといわれており、各国の Se 摂取量にはかなりのばらつき(7 ~ 326 $\mu\text{g/day}$)がみられる⁵¹⁾。

日本人の Se 摂取量は、1985 年の国民栄養調査から、1 人 1 日あたり 104 $\mu\text{g/day}$ (摂取エネルギーは約 2000kcal) と推定されている。これは、調理損失を考慮しない食材料、料理の実測値を用いて推定されたものである¹²⁾。96 名を対象者とした鳥取県民栄養調査では、「食品の微量元素含量表」¹¹⁾を用いた算出を行っており、Se 摂取量は 154.7 $\pm$ 81.7 $\mu\text{g/day}$ (17.0 ~ 696.3 $\mu\text{g/day}$) (摂取エネルギーは約 2000kcal)⁵²⁾となっている。24 時間思い出し法により、「食品の微量元素含量表」を用いた計算結果では、Se 摂取量は男性 199.1 $\mu\text{g/day}$ 、女性 137.3 $\mu\text{g/day}$ (摂取エネルギー量は不明) と推定されている⁵³⁾。また、簡易食物摂取調査と食品群ごとの化学分析値から求めた Se 摂取量は、山間部 82.7 $\mu\text{g/day}$ 、沿岸部 118.0 $\mu\text{g/day}$ という推測値が報告されている⁵⁴⁾。従って、これらの調査から日本人の Se 摂取量は 100 $\mu\text{g/day}$ 前後と推測されているが、細部にわたっての研究はほとんどされていない。

11) 高齢者福祉施設の栄養管理および給食管理における食事摂取

基準の活用の現状

高齢者福祉施設は、利用者の身体の状態や経済状態に応じて様々な施設がある。居宅での生活が困難の場合には、施設に入居し、そこでは 3 食食事が提供されている。すなわち、特定多数の人々に継続的に食事提供を行う給食施設にあたる。従って、健康増進法にしたがって給食管理上、適切な栄養管理の実施が求められる。対象者が特定される集団であっても、栄養状態や摂食機能の個人差が大きい高齢者福祉施設では、食事提供については様々な個別対応が実施されている。その一方で、類似の対象者を同一の食事に集約し、効率的に食事提供が実施されている。同一の食事の適否は、対象者の栄養アセスメントの結果によって評価・判定されることになる。高齢者福祉施設を対象とした食事摂取基準の活用の実態調査の結果では、エネルギーと主要栄養素については身体計測の実施、すなわち体重により摂取量の評価が可能であるが、微量栄養素は身体側の指標として施設で活用できるものは明らかでないために、摂取量調査の結果を食事摂取基準の指標との比較において評価せざるを得ない現状が報告されている⁵⁵⁾⁵⁶⁾。

施設で摂取量を評価する方法として一般的なのは、提供量と食べ残した量を把握し、提供量から食べ残し量を差し引いて摂取量を求めている。さらにこの方法では、介護職員等の目視によって提供量を 10 割とし、食べ残した量の割合から摂取量割合に換算する方法が用いられている。提供量を確認した職員と食べ残した量を確認する職員が異なる場合もあり、摂取量の把握の妥当性の研究の必要性が指摘されている⁵⁶⁾。摂取量の把握以前に提供量の把握において、給食運営のプロセス上把握しきれない食品量の変化(誤差)が多数存在し、微量栄養素に関して摂取量から栄養状態を評価することが難しい状況であることが明らかになっている⁵⁶⁾。

その一方で、給食の給与目標量は食事摂取基準の推奨量、目安量に基づく計画がなされており、アセスメントの結果が栄養計画にフィードバックしていない現状も認められている⁵⁷⁾。さらに給与エネルギー量が少ない中で、微量栄養素の推奨量等が給食の提供量上確保できない場合には、強化食品などを用いて提供量を調整している施設も認められた⁵⁷⁾。強化食品を添加することの必要性が、身体側の評価によって検討されるのではなく、食事摂取基準と献立の計画上の数値との比較で判断されている。

日本人の食事摂取基準 2010 年版では活用の基礎理論が示され、その中に給食管理における活用の理論も示された¹³⁾。エネルギー摂取量の適否は体重の変化や BMI で行い、栄養素に関しては推奨量 (RDA) 等の指標を用いて摂取量を評価することの必要性が示されている。同時に、集団として推定平均必要量 (EAR) 未満の者の割合を少なくするような食事計画の必要性が示されている。栄養素量の計算上の値を用いて、強化食品などを使用しても提供量を高めることの必要性の是非を検討していく研究が不足している。

Se は食品中の含量が不明であることもあり、食事計画上考慮できないことを背景に、実践的な研究は十分に取り組まれてこなかった。それゆえ、Se と食事計画上優先順位が高い栄養素などとの関係を明らかにして、過不足の問題が無いことを確認できるような研究を行うことは意義あるものと考ええる。

以上の検討を行うに当たり、高齢者福祉施設の給食とその利用者を対象とした。その理由は、施設入居者は摂食機能をはじめとして、様々な機能低下があり、低栄養状態のリスクも高いことから、たんぱく質摂取量の低下に合わせて、Se 摂取量の低下も予想される。従って、他のライフステージではなく高齢者を対象とする給食の食事計画で検討する意義は高いと

考えたからである。あわせて、1 日のうちの一部の食事を給食とする対象者ではなく、1 日の食事管理が給食によって行われている施設で検討することとした。

2. 研究目的

高齢者福祉施設入居者における Se 提供量と摂取量の実態を明らかにし、日本食品標準成分表 2010 から提供量や摂取量の把握が困難な Se に関して高齢者の栄養管理を適切に行うための給食管理上の課題とその対策を検討することを目的とする。

3. 研究計画

研究は次の 3 つの調査で構成した。従って論文の構成も 3 つの章からなる。

1) 高齢者福祉施設給食で提供された食事中的セレン実測値(第 I 章)

高齢者福祉給食施設における Se 提供量と摂取量の把握の課題を明らかにすることを目的とし、高齢者福祉施設の給食の Se 含有量を実測し、活用できる食品成分表から計算した値と比較する。

2) 高齢者福祉施設入居者のセレン摂取量(第 II 章)

第 I 章で実測した給食の Se 含有量に基づき、施設入居者の Se 摂取量を推定することを目的として、食事調査を実施し、Se 摂取量を把握する。

3) 高齢者福祉施設入居者のセレンの栄養状態とセレン摂取量(第 III 章)

高齢者福祉施設入居者の血清 Se 濃度の測定によって Se 栄養状態を

生体側から評価し、摂取量との関係を検討する。

最後に、第Ⅰ章からⅢ章を通じて、高齢者福祉施設入居者における給食の計画や評価におけるSeについての適切な栄養管理に資する給食管理についてまとめる。

4. 研究方法

1) 調査施設および試料の収集

岡山県内のケアハウス 1 施設 (A 施設)、養護老人ホーム 3 施設 (B～D 施設) および特別養護老人ホーム 1 施設 (E 施設) の合計 5 施設を対象施設とした。食事摂取基準を活用するにあたっては、常食者が多い給食施設が適切であると考えた。従って、5 施設の調査施設については、常食を摂取している高齢者が多数入居しているケアハウス、養護老人ホームにおいて、食事調査への協力を依頼した。また、栄養状態を含めた食事調査については特別養護老人ホームに協力を依頼し実施した。施設の概要を表序-1に示す。5 施設全てに管理栄養士または栄養士が配置され、献立は施設で作成していた。

調査は平成 13 年 8 月から平成 18 年 9 月にかけて、施設ごとに実施した。各施設 3 日間の調査期間を設定し、調査期間中に提供された常食献立について陰膳法により採取した。具体的には、施設が提供する朝・昼・夕食の常食 1 食分を、料理毎に採取し、提供量を調査した。

2) セレン含有量の分析方法

Se の測定は蛍光光度法⁵⁸⁾で実施した。

食事サンプルは料理別に全量をホモジナイザーで均一化し、その一部を有害金属測定用硝酸と過塩素酸 2ml をケルダールフラスコにとり、12～16 時間予備分解した。過塩素酸 2ml を加え、硝酸適量を加えながら加熱分

解した。その後超純水 5ml、有害金属測定用硫酸 4ml 加え白煙が出るまで加熱した。放置後、過酸化水素水 1mlを加え加熱し、これを2度繰り返し、水を加え白煙がでるまで加熱した。コニカルビーカーに移し、超純水で 25ml にし、グリシンバッファー溶液 10ml、0.02M EDTA 4ml を加えた。アンモニア水で pH を 2.4 に調整した。2,3-ジアミノナフタレン溶液を 2ml 加え、60℃、60 分間加熱し、冷却した。分液ロートに入れ、シクロヘキサン 5ml を加え、60 秒間振盪した。濾過し、蛍光光度法により分析した (HITACHI F-2000 形分光蛍光光度計を使用)。分析の精度を確認するために添加回収試験を実施し、回収率は $96.5 \pm 3.4\%$ であった。

3) 摂取量調査

各施設ともに 65 歳以上でかつ常食を摂取している者で、軽度の介助を要するが、ほぼ自立した日常生活を送ることができる者を調査対象者とした。すべての施設をあわせて、男性 16 人、女性 46 人、計 62 人から協力を得た。

対象者は各施設においては食事に関する制約はほとんどなく、食べたいものを自由に摂取することが可能であった。食事は各々の対象者の主菜と副菜はほとんど同じ内容であるが、主食のご飯は本人の希望で粥食やパン食に変更できた。特に朝食ではパンおよびジャムやマーガリンの種類が数種類準備しており、本人の嗜好に合わせての選択メニューとして提供している施設もあった。対象者の年齢、身長および体重は、施設が定期的に実施しているアセスメントの最新値を用いた。

摂取量は食事時間毎に、食事前の重量を料理の皿毎に秤量し、さらに食事終了後は個別にその残食量を料理の皿毎に、可能なかぎり食品別に秤量し記録した。これを差し引いて食事摂取量とした。個別の食事摂取量

と Se 摂取量の整合性を高めるため、料理毎の分析用サンプルは可能な限り細分化して採取した。施設で提供する食事以外に個人で自由摂取した間食等については同一食品を購入してサンプルとした。食事サンプルは分析に供するまで冷凍保存した。

4) データ解析

エネルギーおよび Se 以外の栄養素摂取量は日本食品標準成分表 2010(以下、食品成分表 2010)を用いて計算した¹⁰⁾。また、Se 摂取量は化学分析による実測と同時に、食品成分表 2010 および「食品の微量元素含量表」¹¹⁾(以下、微量元素含量表)を用いて計算した。この際、食品成分表 2010 と微量元素含量表の両方に収載されている食品の整合性の確認を行うため 100g 当たりの含量の比を求めた。また、両方に収載されていない食品のうち、鶏卵・ゆでは鶏卵・生に代替えて算出した。エネルギーおよび Se 以外の栄養素量の計算は食品成分表 2010 を用いた。計算にあたり、施設間の調理条件による誤差を勘案し、調理による成分の変化を考慮できる食品に関してはすべて生の重量とその成分値を用いて計算した。

1 日当たりのエネルギーおよび栄養素摂取量は 3 日間の平均値を調査対象者の代表値として用いた。個人ごとの食物摂取の水準を評価するために、推定エネルギー必要量は Body Mass Index (BMI)²² の標準体重と、身体活動レベル(PAL)^{1.3} を用いて算出した。PAL^{1.3} は、調査対象者の生活状況より日本人の食事摂取基準(2010 年版)の実践・運用⁵⁹⁾に示されている入院患者で「ベッド外活動」ができる対象者の値に従って算出した。栄養素は日本人の食事摂取基準(2010 年版)(以下食事摂取基準)の推奨量(RDA)、推定平均必要量(EAR)および目標量(DG)等を参考にした¹³⁾。データは平均値と標準偏差で示し、括弧内は最小値から最大値を示した。平均値の差の検定には t 検定(計算値と実測値の差の検定は対応の

ある t 検定)を用い、施設間の違いについては分散分析(一元配置)を行った。2 変数の関係については、スピアマンによる相関分析を行った。有意水準はいずれも 5%未満とした。

5) 倫理的配慮

調査を実施するにあたり、施設長および対象者には目的、方法を書面と口頭で説明し協力を依頼した。本人がその説明を理解でき、同意ができた対象者について本調査を実施した。本研究は香川栄養学園実験研究に関する倫理審査委員会の承認を得て実施した。

表序-1 調査施設の概要

施設の種類	入所者数(人)	常食摂取者割合(%)	常食の給与目標量	
			エネルギー(kcal)	たんぱく質(g)
A ケアハウス	50	42	1500	55.0
B 養護老人ホーム	50	14	1600	65.0
C 養護老人ホーム	80	18	1500	60.0
D 養護老人ホーム	80	19	1700	70.0
E 特別養護老人ホーム	50	10	1400	55.0

第 I 章
高齢者福祉施設給食で
提供された食事中のセレン実測値

1. はじめに

セレン（Se）はヒトにとって必須の栄養素であり、わが国では 2000 年の第六次改定日本人の栄養所要量において初めて策定されている⁸⁾。しかし日本食品標準成分表に Se 含有量が初めて収載されたのは 2010 年 11 月公表の食品成分表 2010¹⁰⁾からであり、それまで食事計画時に Se 量を考慮することや摂取量を評価することはできなかった。

これまでの日本人における Se 摂取量に関する研究は、食事調査に出現する食材料を分析して計算から摂取量を求める、あるいは鈴木が作成した「微量元素含量表」¹¹⁾を用いて計算する方法がとられている¹¹⁾。食品中の Se 含有量の標準化が十分でないこともあり、摂取量については十分な検討が行われていないのが現状である。

一方、食品成分表 2010 に収載されている Se は、1878 食品中 498 食品に限られている。従って、食事調査から食品成分表 2010 を活用して Se 摂取量を計算しても、摂取量の一部しか推定できない。こうしたことから、給食管理の栄養計画において、Se 提供量は考慮していないのが現状である。そこで、高齢者福祉施設で提供された給食の Se 含有量の実測値と食品成分表等からの計算値を比較し、食事計画における Se 提供量の計画とその評価における Se 摂取量把握に関する課題を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

高齢者福祉施設 5 施設で提供された 3 日間の給食内容を調査した。Se 実測値は、料理毎に序章に示した分析方法に従って測定した。Se 計算値は食品成分表 2010 と、当該食品成分表に収載されていない食品は微量元素含量表から追加して算出した。また、両方に掲載されていない食

品のうち、鶏卵・ゆでは鶏卵・生に代替えて算出した。

3. 結果

1) 給食で提供された食品のセレン含有量

5施設、各3日間の食事調査時の給食として提供された食品種類数は164種であった。このうち食品成分表2010¹⁰⁾にSe含有量が収載されているのは94種、微量元素含量表¹¹⁾に収載されているのは136種、両方に重なる食品は66種で、両方ない食品は3種であった。表I-1に出現した食品のリストを示す。この表には微量元素含量表の数値を1とした時の食品成分表2010の数値との比も示す。食品成分表2010には練り製品が収載されておらず、またSe含有量が魚介類の次に高い肉類についてもその収載食品数が限られていた。

食品成分表2010収載食品の多くが、微量元素含量表の値よりも低値であり、比が1より小さい食品が56%、1より大きい食品が26%であった。もっとも比が小さいのはあずきおよびいんげん豆の0.1倍であった。逆に最も比が大きいのは8倍の糸引き納豆であった。

2) 給食の給与目標量と提供量

表I-2に各施設におけるエネルギーおよび栄養素の給与目標量と調査対象日の1日あたりの平均提供量を示す。給与エネルギー目標量は施設によって違いがあり、介護度の最も高いE施設が最も低い目標量であった。エネルギー提供量は有意な施設間差($p<0.05$)がみられた。また、たんぱく質、カルシウム、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC、食物繊維の提供量も施設間で有意な差が認められた。Se提供量の実測値は $66.9\pm15.3\mu\text{g}$ 、計算値は $126.5\pm16.7\mu\text{g}$ であり、いずれも施設間に有意な差はみられなかった。

3) 料理別セレン含量の実測値と計算値

対象施設で提供された3日間の料理は全部で231種類であった。この料理別Se提供量について、計算値と実測値の関係を図I-1に示す。両者には有意な正の相関が認められ($r=0.79$, $p<0.001$)、提供料理の実測値は、ほとんどが計算値より低い傾向であった。

表I-3に出現料理を料理区分ごとにまとめ、そのSe含有量を示す。主食のご飯は平均160g(最小124g 最大261g)が提供されており、Se実測値で約 $0.9\pm0.24\mu\text{g}$ であった。主食のうち肉や魚を組み合わせた変わりご飯の場合やパン類はSe含有量が高くなっていた。主菜の魚料理は60g程度が提供されており、Se実測値で約 $20\mu\text{g}$ であった。肉料理は肉のみの料理より八宝菜のような野菜等を組み合わせた料理が多く、1食あたりの料理重量としては約100gであり、Se実測値で約 $10\mu\text{g}$ であった。副菜や汁物についてはその主材料が野菜の場合、Se実測値で約 $0.4\sim1.2\mu\text{g}$ とSe含有量は少ない。しかし、和え物に油あげや豆腐等の豆類が組み合わせられることで、Se含有量が高くなっていた。これらの料理重量は約70gであり、Se実測値で約 $2\mu\text{g}$ であった。また、たらこのような魚介類や肉類を組み合わせるとさらにSe含有量は高くなり、副菜の料理重量としては約90g、Se実測値で約 $14\mu\text{g}$ であった。高齢者施設では牛乳の出現率が高く、重量としては1回あたり約170g、Se実測値で約 $5\mu\text{g}$ であった。

菓子類のうちのドーナツ類を除き、いずれも実測値は計算値よりも低かった。

4) 給食の食品構成

表I-4に各施設で提供された1日あたりの給食の食品群別重量を示す。動物性たんぱく質源となる食品のうち魚介類は76gと多かった。

4. 考察

高齢者福祉施設で提供された給食の Se 含有量を実測し、提供の実態を把握した。その結果、5 施設における延べ 15 日間の給食の Se 提供量は 1 日当たり平均 $66.9 \pm 15.3 \mu\text{g}$ であった。食事摂取基準における Se の推奨量は 70 歳以上の男性 $30 \mu\text{g}$ 、女性 $25 \mu\text{g}$ に対して¹³⁾、不足しない量が提供されていることが確認された。しかし、今回は Se の提供量のみの検討であり、実際の摂取量を考えた場合には、実測値 $66.9 \mu\text{g}$ よりも低値となる可能性がある。

今回、給食施設の食事計画の際に活用できる食品の Se 含有量データとして食品成分表 2010 および微量元素含量表を使用した。しかし、同一食品名でも食品成分表 2010 の値は微量元素含量表の値より小さい傾向にあった。

今回 Se の測定は、蛍光光度法⁵⁸⁾⁶⁰⁾を用いた。その理由は、古くから Se の研究において用いられてきていること、および日本における Se 栄養に関する研究の中心を担ってきた鈴木¹²⁾や吉田らの研究^{43)61)~63)}においても多く用いられていることである。

一方、食品成分表 2010 および微量元素含量表では、誘導結合高周波プラズマ発光分光分析法 (ICP 法)⁶⁴⁾が用いられている。食品成分表 2010 では、1998 年頃からその有用性が認識されている ICP-MS 法が用いられている⁶⁴⁾。ICP 法は多元素を同時に測定でき、蛍光光度法のような前処理後に厳密な分離操作を必要しないため、測定の精度および作業効率が高い方法である。とりわけ ICP-MS は、他の元素の干渉が少ないとされるため、今後の Se 研究は ICP-MS 法が中心になるものと考えられるが、本研究では、先行研究との比較も行える蛍光光度法を用いた。測定方法による違いを同一の試料で確認し、測定法の違い

を補正できうる研究が今後は必要である。

今回、調査で出現した食品 164 種のうち、食品成分表 2010 からの値を用いたのは 94 種、微量元素含量表を用いたのは 70 種である。実測値に比べ、既存のデータを活用して計算した値の方が高く見積もられる傾向にあった。この原因の一つとして、測定方法の違いは否定できない。

鈴木らは、蛍光光度法を用いて食品および料理中の Se を実測し、食品の実測値と文献値の比較および食品の実測値とその食品を材料として作った料理の実測値の比較の2つを検討している¹²⁾。食品の実測値と文献値の比較では、生鮮食品で両者の食い違いを多く認めている。また、食品の実測値とその仕込み重量から計算した料理の Se 量と料理の実測値との比較では、今回と同様に計算値に比べ実測値が低値であり、調理による損失の可能性を卵料理、魚介料理、野菜料理に認めている¹²⁾。食品の Se 量の実測値と文献値の比較では、食品の Se 含有量の変動が大きいことと、測定法の問題を指摘している。また料理の計算値と実測値の比較からは、調理損失の可能性を指摘している。今回用いた2つの成分表の Se 含有量の違いも、食品中の Se 含有量の変動が大きいことと、測定法上の問題の両方が存在し、また、計算値と実測値の違いには、これらの2つに合わせて、調理損失が関係していると考えられる。しかし、いずれの影響が最も大きいかは本研究では確認できていない。

従って、食品成分表 2010 の値および微量元素含量表を使用して Se 提供量または摂取量の評価をする場合、食品の Se 含有量の変動が大きいことと調理損失の影響があることを考慮することが重要である。

Se 摂取量に寄与する食品は魚介類であることが知られている⁴³⁾。今回の結果でも、料理別の Se 含有量は魚介類を含む料理で多かった。高齢者福祉施設においては、Se 含有量が多い魚介および練り製品が頻回に提供

されていた。食品構成をみても、魚介類はいずれの施設においても肉類より多く提供されていた。高齢者福祉施設では食品構成として魚介類を1日当たり75g程度設定していれば、食事摂取基準におけるSeの推奨量は確保されるものと考えられる。魚介類を除くと、料理別に肉料理の主菜、大豆製品を含むあえ物や動物性食品を含む汁もの、牛乳などがSe提供量への寄与率が高い。高齢者施設給食において、魚介類75g、肉類50g、卵類30g程度、乳類170g程度が献立作成時に計画されていれば、食事摂取基準における推奨量以上の提供量となることが期待できると考えられる。

本研究の限界は、Se含有量の測定に際して、添加回収試験による測定精度の確認のみであり、標準物質の測定による測定値の妥当性が確認できていないことである。今後は、Se含有量が既知である標準物質の測定を実施し、測定精度を確認した研究間で比較検討できるようにしていくことが必要である。

5. 第I章のまとめ

高齢者福祉施設で提供された給食のSe含有量を実測し、計算値と比較した結果、以下のことが明らかとなった。

1) Seの実測値は、計算値と比較し低値となる傾向が認められた。食品成分表2010および微量元素含量表を使用してSe提供量の計画または摂取量を評価する場合、食品のSe含有量の変動が大きいこと調理損失の影響があることを考慮することが必要である。

2) 高齢者福祉施設給食の献立作成時に魚介類、肉類、卵類、乳類の適量を計画することで、Seは推奨量以上の提供が期待できる。

表 I-1 使用食品における日本食品標準成分表2010および「食品の微量元素含量表」のセレン含量

食品群	食品名	食品2010 微量元素 μg/100g	比 ^{※)}
穀類	こめ・精白米(同一名称)	2	4 0.5
	そうめん・ひやむぎ・乾(同一名称)	16	8 2.0
	そば・生(同一名称)	24	18 1.3
	食パン(食パン・市販)	24	6 4.0
	おおむぎ・押し麦(おおむぎ・七分つき押し麦)	1	3 0.3
	白玉粉(同一名称)	3	2 1.5
	小麦粉・薄力粉・1等(同一名称)	4	2 2.0
	うどん・ゆで(同一名称)	2	
	コッペパン(コッペパン・市販)		8
	ふ類・焼きふ・観世ふ(同一名称)		12
いも類	さといも・球芋・生(さといも・里芋・生)	1	1 1.0
	板こんにやく・精粉こんにやく(板こんにやく)		2
	さつまいも・塊根・生(同一名称)		4
	じゃがいも・塊芋・生(同一名称)		1
	はるさめ・普通(はるさめ・乾(はるさめ・普通))		2
でん粉製品	でん粉・さつまいもでん粉(でん粉・さつまいも)		2
豆類	あずき・全粒・乾(同一名称)	1	11 0.1
	いんげんまめ・全粒・乾(同一名称)	1	9 0.1
	糸引き納豆(糸引納豆)	16	2 8.0
	だいず・全粒・国産・乾(だいず・国産・全粒・乾)	3	6 0.5
	木綿豆腐(豆腐・木綿)	4	3 1.3
	がんもどき(同一名称)	4	5 0.8
	油揚げ(同一名称)		7
	きな粉・全粒大豆・きな粉)		13
	絹ごし豆腐(豆腐・絹ごし)		2
	焼き豆腐(同一名称)		4
種実類	生揚げ(同一名称)		5
	ごま・乾(同一名称)	10	42 0.2
	まつ・いり(松の実・いり)		11
	西洋かぼちゃ・果実・生(西洋かぼちゃ・生)	1	2 0.5
	きゅうり・果実・生(同一名称)	1	1 1.0
	切干しだいこん(切干し大根)	2	9 0.2
	グリーンピース・生(えんどう・グリーンピース・生)	1	2 0.5
	ごぼう・根・生(同一名称)	1	1 1.0
	ごまっぴん・葉・生(同一名称)	1	2 0.5
	しそ・葉・生(しそ・葉)	1	2 0.5
野菜類	しょうが・根茎・生(しょうが・塊茎・生)	1	1 1.0
	だいこん・根・皮むき・生(だいこん・根・生)	1	1 1.0
	たけのこ・若茎・生(たけのこ・水煮缶詰)	1	1 1.0
	チンゲンサイ・葉・生(チンゲンサイ・葉・生)	1	2 0.5
	トマト・果実・生(トマト・果実)	1	1 1.0
	パセリ・葉・生(パセリ・葉)	3	4 0.8
	みょうが・花種・生(みょうが・花らゐ)	1	1 1.0
	切りみつば・葉・生(切りみつば・生)	1	2 0.5
	葉ねぎ・葉・生(葉ねぎ)	1	2 0.5
	グリーンピース・冷凍(収載無)		1
果実類	しゅんぎく・葉・生(同一名称)		2
	だいこん・漬物・たくあん漬(だいこん・たくあん漬)		1
	だいこん・漬物・福神漬(だいこん・福神漬)		3
	たまねぎ・りん茎・生(同一名称)		1
	にら・葉・生(同一名称)		1
	ほうれんそう・葉・生(同一名称)		3
	れんこん・根茎・生(はす・れんこん・生)		1
	にんじん・根・皮むき・生(にんじん・根・生)		1
	アスパラガス・若茎・生(アスパラガス・生)		1
	オクラ・果実・生(同一名称)		2
果実類	日本かぼちゃ・果実・生(日本かぼちゃ・生)		1
	キャベツ・結球葉・生(同一名称)		1
	しょうが・漬物・酢漬(しょうが・塊茎・酢漬)		3
	なす・果実・生(同一名称)		1
	のさわな・漬物・塩漬(のさわな・葉・塩漬)		4
	はくさい・漬物・キムチ(はくさい・結球葉・キムチ)		3
	はくさい・結球葉・生(同一名称)		3
	ブラックマツペもやし・生(同一名称)		1
	りくとうもやし・生(緑豆もやし・生)		1
	レタス・結球葉・生(ちしや・玉ちしや)		1
きのこ類	根深ねぎ・葉・軟白・生(根深ねぎ)		2
	バナナ・生(バナナ・生果)	1	1 1.0
	キウイフルーツ・生(キウイフルーツ・生果)	1	
	メロン・温室メロン・生(メロン・生果・温室メロン)	2	
	すだち・果皮・生(すだち・生果・果皮)		4
	ハインアプル・缶詰(同一名称)		1
	ぶどう・生(ぶどう・生果)		1
	もも・缶詰・果肉(同一名称)		1
	りんしゅうみかん・缶詰・果肉(同一名称)		1
	りんしゅうみかん・缶詰・果肉(同一名称)		1
きのこ類	うめ・梅びしお(同一名称)		10
	うめ・梅干し・塩漬(うめ・梅干し)		5
	えのきたけ・生(同一名称)		1
	なめこ・生(同一名称)		2
	ぶなしめじ・生(収載無)		3
	まいたけ・生(同一名称)		2
	乾しいたけ・乾(干しいたけ・乾)		4
	生しいたけ・生(同一名称)		4
	ほしめじ・生(れめじ・ほしめじ)		1
食品群	食品名	食品2010 微量元素 μg/100g	比 ^{※)}
藻類	あまのり・焼きのり(同一名称)	9	25 0.4
	こんぶ・つくた煮(同一名称)	3	8 0.4
	ひじき・ほしひじき(同一名称)	5	3 1.7
	わかめ・カットわかめ(収載無)		8
	りしり昆布・素干し(同一名称)		25
	乾燥わかめ・素干し(同一名称)		49
	わかめ・湯通し塩蔵わかめ・塩抜き(湯通し塩蔵わかめ)		4
	あざり・生(同一名称)	38	86 0.4
	するめいか・生(いか・するめ)	42	38 1.1
	かつお・秋獲り・生(かつお・生)	100	130 0.8
魚介類	かつお・加工品・かつお節(かつお・かつお節)	320	250 1.3
	まぐろ類・きはだ・生(きはだまぐろ・生)	74	81 0.9
	くろまえば・養殖・生(くろまえば・生)	35	58 0.6
	くろまぐろ・赤身・生(はんまぐろ・赤身)	110	88 1.3
	さば・まざさ・生(さば・生)	64	19 3.4
	さんま・生(同一名称)	12	47 0.3
	しろさけ・生(さけ・生)	31	47 0.7
	おけらうだ・たらこ・生(たらこ・生)	130	170 0.8
	まあい・生(あい・生)	47	76 0.6
	まだら・生(まだら・生)	38	66 0.6
魚介類・練り製品	まだら・生(たらこ・生)	31	38 0.8
	まだら・生(収載無)		28
	かつお・加工品・削り節つくど煮(かつお・削り節つくど煮)		680
	しほえび・生(同一名称)		47
	しらす干し・半乾燥品(しらす干し)		210
	しろさけ・すじこ(さけ・すじこ)		290
	ずわいかに・水煮缶詰(水煮缶詰・ずわいかに)		120
	缶詰・味付け・フレーク(缶詰・フレーク味付け)		160
	まだら・生(同一名称)		34
	めざし・焼きめざし・生)		580
肉類	メルルーサ・生(同一名称)		60
	貝柱・水煮缶詰(貝柱・缶詰・水煮)		27
	さつま揚げ(同一名称)		55
	なると(同一名称)		51
	焼き竹輪(同一名称)		68
	蒸しかまぼこ(同一名称)		84
	若鶏肉・もも・皮つき・生(にわとり・もも・皮つき・若鶏)	14	35 0.4
	若鶏肉・さき身・生(にわとり・さき身・若鶏)	22	17 1.3
	若鶏肉・もも・皮なし・生(にわとり・もも・皮なし・若鶏)	16	25 0.6
	ぶた・大型種・ロース・脂身つき・生(ぶた・ロース・脂身つき・大型種)	21	37 0.6
肉類・加工品	和牛・もも・皮下脂肪なし・生(うし・もも・脂身なし・和牛)		26
	にわとり・ひき肉・生(にわとり・ひき肉)		41
	成鶏肉・むね・皮つき・生(にわとり・むね・皮つき・成鶏)		30
	ぶた・ひき肉・生(ぶた・ひき肉)		20
	ぶた・大型種・ロース・脂身つき・生(ぶた・ロース・脂身つき・大型種)		23
	ぶた・大型種・バラ・脂身つき・生(ぶた・バラ・脂身つき・大型種)		28
	ぶた・大型種・もも・皮下脂肪なし・生(ぶた・もも・脂身なし・大型種)		40
	和牛・かた・脂身つき・生(うし・かた・脂身つき・和牛)		28
	ハム類・プレス(ハム・プレス)		28
	ソーセージ類・セミドライ(ソーセージ・セミドライ)		130
乳類	普通牛乳(同一名称)	3	4 0.8
	ヨーグルト・脱脂加糖(同一名称)	3	3 1.0
	加工乳・低脂肪(同一名称)		4
	たまご豆腐(卵豆腐)		15
	鶏卵・全卵・生(同一名称)		57
菓子類	油脂類 ごま油(収載無)		1
	カスタードプディング(同一名称)	12	3 4.0
	ドーナッツ・ケーキドーナッツ(同一名称)		2
	収載無(チョコレート・スイート)		10
	ドーナッツ・アイスドーナッツ(同一名称)		4
	ウスターソース(ソース・ウスター)	1	2 0.5
	とうがらし・粉(辛子・粉)	5	26 0.2
	こしよ・白・粉(こしよ・白)	2	9 0.2
	米みそ・淡色辛みそ(同一名称)	9	6 1.5
	ひしおみそ(同一名称)	2	6 0.3
調味料	マヨネーズ・卵黄型(同一名称)	9	2 4.5
	マヨネーズ・全卵型(同一名称)	4	1 4.0
	こいくちしょうゆ(しょうゆ・こいくち)	11	5 2.2
	うすくちしょうゆ(しょうゆ・うすくち)	6	6 1.0
	米みそ・甘みそ(同一名称)	2	4 0.5
	かつおだし(収載無)		7
	固形コンソメ(コンソメ・乾燥)		2
	トマト加工品類・ケチャップ(トマト加工品・ケチャップ)		7
	食塩(同一名称)		1
	麦みそ(同一名称)		2
調味料	米みそ・赤色辛みそ(同一名称)		8
	顆粒風味調味料(収載無)		74
	からし・練り(辛子・練り)		8
	合成清酒(同一名称)		1

食品名 : 日本食品標準成分表2010(食品の微量元素含量表)
食品2010 : 日本食品標準成分表2010
微量元素 : 食品の微量元素含量表
※) : 食品の微量元素含量表を1としたときの日本食品標準成分表2010の値

表 I-2 施設毎のエネルギーおよび栄養素提供量

		施設A		施設B		施設C		施設D		施設E		
		目標量	提供量	目標量	提供量	目標量	提供量	目標量	提供量	目標量	提供量	
食事重量	g		1552 ± 129		1804 ± 286		1452 ± 92		1723 ± 175		1494 ± 52	
エネルギー	kcal	1500	1574 ± 54	1600	1658 ± 62	1500	1747 ± 223	1700	1869 ± 142	1400	1468 ± 51	a
たんぱく質	g	55.0	60.1 ± 1.0	65.0	80.7 ± 19.0	65.0	64.4 ± 8.8	70.0	79.2 ± 2.9	55.0	59.1 ± 4.8	a
脂質	g	40.0	32.3 ± 8.4	40.0	37.7 ± 4.6	45.0	50.4 ± 18.0	45.0	56.7 ± 12.0	35.0	34.0 ± 7.6	
炭水化物	g	240.0	251.9 ± 11.2	240.0	241.9 ± 20.2	250.0	252.6 ± 9.8	250.0	252.3 ± 34.4	210.0	213.1 ± 12.4	
P	%	14.7	15.3 ± 0.4	16.3	19.5 ± 5.0	17.3	14.7 ± 0.4	16.5	17.0 ± 2.0	15.7	16.1 ± 1.7	
F	%	24.0	18.5 ± 4.3	22.5	20.5 ± 1.7	27.0	25.9 ± 6.6	23.8	27.3 ± 5.0	22.5	20.8 ± 3.9	
C	%	64.0	64.0 ± 3.4	60.0	58.4 ± 4.0	66.7	57.8 ± 6.9	58.8	54.0 ± 4.9	60.0	58.1 ± 4.3	
カルシウム	mg	600	419 ± 41	600	715 ± 3	600	603 ± 199	600	726 ± 75	600	639 ± 48	a
鉄	mg	10.0	8.3 ± 0.7	10.0	10.0 ± 0.2	10.0	10.1 ± 3.3	10.0	11.4 ± 1.7	10.0	10.0 ± 3.7	
ビタミンA	μgRE	557	485 ± 85	560	850 ± 208	553	398 ± 81	570	672 ± 89	540	410 ± 113	b
ビタミンB ₁	mg	0.89	0.81 ± 0.14	0.90	1.05 ± 0.27	0.86	2.06 ± 0.21	0.95	1.04 ± 0.14	0.80	0.85 ± 0.27	c
	mg/1000kcal	0.59	0.51 ± 0.10	0.56	0.64 ± 0.17	0.58	1.18 ± 0.26	0.56	0.56 ± 0.07	0.57	0.58 ± 0.20	
ビタミンB ₂	mg	1.06	1.07 ± 0.09	1.07	1.10 ± 0.12	1.04	1.14 ± 0.10	1.10	1.36 ± 0.05	1.00	1.01 ± 0.09	b
	mg/1000kcal	0.70	0.68 ± 0.06	0.67	0.67 ± 0.05	0.70	0.65 ± 0.03	0.65	0.73 ± 0.06	0.71	0.69 ± 0.04	
ビタミンC	mg	100	104 ± 25	100	100 ± 34	100	69 ± 21	100	114 ± 9	100	51 ± 7	a
食物繊維	g		10.5 ± 1.0		15.1 ± 0.6		15.7 ± 4.9		18.1 ± 2.9		10.4 ± 1.4	a
食塩相当量	g	10.0	10.8 ± 1.5	10.0	10.4 ± 0.1	10.0	10.1 ± 0.7	10.0	10.2 ± 1.2	10.0	8.0 ± 1.5	
セレン(計算値)	μg		118.9 ± 56.2		147.7 ± 13.5		123.1 ± 14.5		137.9 ± 30.1		105.0 ± 33.1	
セレン(実測値)	μg		73.8 ± 16.2		88.9 ± 30.9		54.9 ± 0.7		66.1 ± 21.3		50.9 ± 11.1	

平均値±標準偏差

施設A : ケアハウス

施設B～D : 養護老人ホーム

施設E : 特別養護老人ホーム

施設間に有意差有り a;p<0.05, b;p<0.01, c;p<0.001 (一元配置分析)

栄養価計算は「日本食品標準成分表2010」から算出し、Se(計算)値は「日本食品標準成分表2010」と「食品の微量元素含量表」から算出した。

表 I -3 高齢者施設で提供された料理別セレン含有量

	料理名	n	提供重量(g)	Se実測値(μ g)	Se計算値(μ g)
主食	ご飯	32	162.2 $\pm$ 22.4	0.9 $\pm$ 0.2	1.4 $\pm$ 0.2
	具入りご飯(和風)	7	159.0 $\pm$ 65.2	1.1 $\pm$ 0.4	1.4 $\pm$ 0.3
	雑炊	2	221.5 $\pm$ 10.6	2.0 $\pm$ 1.3	14.9 $\pm$ 3.5
	具入りご飯(洋風)	1	305.0	5.2	11.6
	サンドウィッチ	1	159.0	31.0	48.1
	うどん	1	332	7.1	10.3
	魚介類入り丼物	1	205	26.5	50.6
主菜	魚料理	15	59.5 $\pm$ 32.5	21.3 $\pm$ 13.3	43.3 $\pm$ 27.8
	肉料理	15	112.1 $\pm$ 46.8	10.6 $\pm$ 6.6	16.7 $\pm$ 9.7
副菜	野菜の和え物等	18	54.8 $\pm$ 27.7	0.4 $\pm$ 0.2	1.7 $\pm$ 1.2
	大豆製品を含む和え物	24	68.3 $\pm$ 36.6	2.3 $\pm$ 1.2	8.0 $\pm$ 7.0
	魚介類等入り和え物	10	90.9 $\pm$ 50.2	14.0 $\pm$ 7.6	17.5 $\pm$ 10.9
汁物	味噌汁等(主に野菜類)	25	150.2 $\pm$ 41.5	1.2 $\pm$ 0.7	4.5 $\pm$ 4.4
	動物性食品を含む汁物	10	174.8 $\pm$ 35.7	5.2 $\pm$ 1.8	11.2 $\pm$ 5.1
菓子類	ドーナツ類	3	36.0 $\pm$ 10.4	3.9 $\pm$ 4.6	2.9 $\pm$ 2.4
	プリン	1	83	2.2	9.6
	わらび餅	1	106	0.7	0.7
その他	果物	13	72.0 $\pm$ 36.5	0.2 $\pm$ 0.3	0.6 $\pm$ 0.5
	牛乳	15	167.8 $\pm$ 34.8	4.6 $\pm$ 1.3	5.8 $\pm$ 1.5
	漬物	18	11.1 $\pm$ 4.5	0.0 $\pm$ 0.0	0.3 $\pm$ 0.3

平均値 $\pm$ 標準偏差

表 I -4 高齢者福祉施設の食品群別提供量

食品群	施設A	施設B	施設C	施設D	施設E	平均(n=5)
	g	g	g	g	g	g
穀類	241	223	225	249	167	221 ± 45.9
種実類	1	5	3	4	3	3 ± 3.0
いも類	36	56	50	83	44	54 ± 34.0
砂糖類	4	12	14	10	7	9 ± 6.0
菓子類	0	16	7	0	43	13 ± 34.8
油脂類	4	1	14	5	10	7 ± 6.3
豆類	57	96	39	95	81	73 ± 32.9
果実類	62	48	90	87	27	63 ± 49.0
緑黄色野菜	67	210	53	149	70	110 ± 73.6
その他の野菜	231	187	202	263	105	198 ± 74.0
きのこ類	20	28	7	26	7	18 ± 16.6
海草類	6	0	6	3	2	3 ± 5.2
調味料類・嗜好飲料	62	50	65	72	43	58 ± 16.1
魚介類	89	112	79	65	33	76 ± 40.2
肉類	37	64	42	62	52	51 ± 19.1
卵類	18	0	48	43	37	29 ± 27.8
乳類	120	200	203	205	210	188 ± 39.0
その他の食品(調理加工・調味)	2	8	0	0	4	3 ± 5.0

平均値±標準偏差

施設A : ケアハウス

施設B～D : 養護老人ホーム

施設E : 特別養護老人ホーム

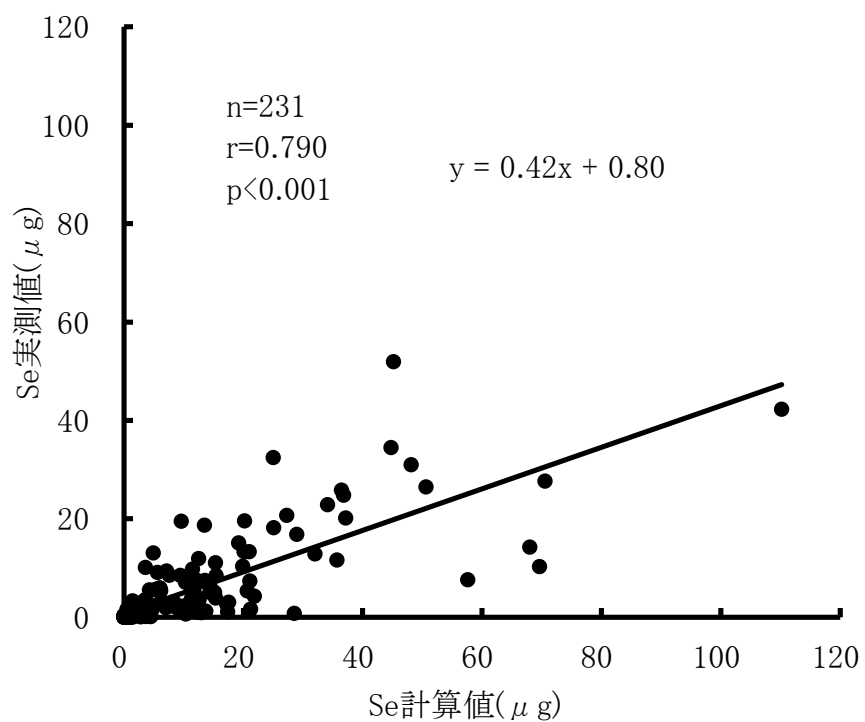


図 I -1. 料理別セレン提供量の計算値と実測値との関係

Se計算値： 日本食品標準成分表2010と当該成分表に掲載されていない食品は、食品の微量元素含量表から追加して算出したSe計算値

第Ⅱ章

高齢者福祉施設入居者のセレン摂取量

1. はじめに

I 章で示したとおり、高齢者福祉施設で提供されている給食の Se 実測値は、計算値より少なく見積もられる傾向があり、食品成分表 2010 および微量元素含量表を使用して Se 提供量の計画または摂取量の評価する場合、過大評価の可能性が確認された。しかし、70 歳以上の Se 推奨量男性 30 μ g、女性 25 μ g に対して¹³⁾、不足しない量が提供されていることが同時に確認された。しかし、提供量が推奨量以上であっても、対象者が提供量を全量摂取しているとは限らないこと、また給食以外に自由に摂取している食品があることも考えられ、摂取量を評価しなければ Se の栄養状態を評価することはできない。

さらに、高齢者福祉施設の給食は、対象者一人ひとりの栄養状態をアセスメントし、栄養ケア計画に基づいて給食の内容や提供量を個別に調整していると考えられる。類似の対象者を集約して給食管理上、給与栄養目標量の代表値を設定しても、提供量に個人差が生じている可能性もある。

そこで、高齢者福祉施設入居者の食事調査を実施し、食品の化学分析による実測値から Se 摂取量を推定することを目的とした。

2. 方法

I 章で調査した施設 5 施設の入居者のうち、常食の対象であり食事調査協力への同意が得られた男性 16 名、女性 46 名、合計 62 名が調査対象者である。各施設の内訳は、ケアハウスである A 施設は男性 6 名、女性 15 名、養護老人ホームである B 施設は男性 2 名、女性 4 名、C 施設は男性 3 名、女性 11 名、D 施設は男性 5 名、女性 5 名、特別養護老人ホームである E 施設は女性のための 11 名であった。

食事調査および食品の化学分析の方法は序章に示した通りである。エネルギー及 Se 以外の栄養素の給食の提供量および給食以外の摂取量については食品成分表 2010 を使用し、Se 摂取量は給食の実測および自由に食べた食品の実測によって把握した。給食の摂取量は、提供量を計算ないしは実測し、食べ残し内容とその重量を測定し、提供量から差し引きして摂取量を求めた。

施設による提供量の違いによる摂取量の違いを確認することは給食管理上必要と考え、施設間の比較も解析した。

3. 結果

1) 調査対象者の特性

表 II-1 に各施設の対象者の特性を示す。身長、体重の平均値では、男女ともに食事摂取基準(70 歳以上)に示された体位基準値とほぼ同レベルであった。BMI の平均値は標準範囲内であるが、BMI18.5 未満の人数は男性 9.2%、女性 19.1%で、BMI25 以上は男性 14.2%、女性 12.1%であり、施設の種類による偏りもみられた。さらに、性差を見ると、年齢は女性が有意($p<0.001$)に高く、身長および体重では男性が有意($p<0.001$)に大きかった。一方、男性の年齢差は 23 歳(範囲: 66~89 歳)、身長差は 29cm(144~173 cm)、体重差は 29kg(42~71 kg)であり、女性も年齢差は 26 歳(69~95 歳)、身長差は 31cm(129~160 cm)、体重差は 38kg (28~66 kg)であり、体格の個人差が大きい集団であった。

2) エネルギーおよび栄養素量の摂取量

表 II-2 に対象者の食事摂取量、エネルギーおよび栄養素摂取量を示し、同時に Se 摂取量も示す。また、個人間変動をみるために変動係数を示した。お茶および水を除いた1日当たりの食事摂取重量は、男

性 $1,638 \pm 281\text{g}$ ($1,193 \sim 2,062\text{g}$)、女性 $1,480 \pm 280\text{g}$ ($867 \sim 2,261\text{g}$) であった。エネルギーおよび栄養素量の平均摂取量は食事摂取基準の RDA および DG を概ね満たしていたが、ビタミン B₂ 平均摂取量はやや低値であった。エネルギーおよび栄養素摂取量の性差は、エネルギー、炭水化物、ビタミン B₂ で、男性が有意 ($p < 0.05 \sim p < 0.001$) に高い値であった。また、ミネラルやビタミン摂取量の個人間変動が大きかった。

表 II-3 に個人の 3 日間の提供量および摂取量の変動係数を求め、その平均値を栄養素ごとに示す。エネルギー、炭水化物、たんぱく質の提供量の変動は小さく、反対に脂質、ビタミン C の摂取量の変動が大きい。

3) セレン摂取量

1 日あたりの男性 Se 摂取量は $55.8 \pm 13.4\mu\text{g/day}$ ($31.6 \sim 75.9\mu\text{g/day}$) であり、女性では $53.7 \pm 12.7\mu\text{g/day}$ ($29.3 \sim 89.0\mu\text{g/day}$) であった (表 II-2)。男女間の摂取量に有意な差はみられなかった。食事摂取基準 (70 歳以上) の Se の RDA (男性 $30\mu\text{g/day}$ 、女性 $25\mu\text{g/day}$) に対して高値を示した。RDA 未満の者は認められなかった。

また、Se は提供量の日間変動より、摂取量の個人内変動の方が大きかった (表 II-3)。また、個人間変動より個人内変動の方が大きかった。

摂取エネルギー $1,000\text{kcal}$ 当たりおよび体重 1kg 当たりの実測 Se 摂取量を図 II-1 に示す。 $1,000\text{kcal}$ 当たりの Se 摂取量は、男性 $32.1 \pm 7.5\mu\text{g}/1,000\text{kcal}$ ($21.5 \sim 49.6\mu\text{g}/1,000\text{kcal}$)、女性 $36.7 \pm 8.5\mu\text{g}/1,000\text{kcal}$ ($24.2 \sim 64.8\mu\text{g}/1,000\text{kcal}$) であり、男女間に有意な差はみられなかった。70 歳以上の Se の RDA をエネルギー $1,000\text{kcal}$ あたりの換算値 (算出には食事摂取基準収載の 70 歳代の Se

の RDA、推定エネルギー必要量(PAL: I)を用いた)と比較すると、全対象者がこの水準以上であった。

また、体格による差を捨象するために、体重 1kg 当たりの Se 摂取量を求めた。男性 $1.02 \pm 0.21 \mu\text{g/kgBW}$ ($0.66 \sim 1.35 \mu\text{g/kgBW}$)、女性 $1.25 \pm 0.39 \mu\text{g/kgBW}$ ($0.62 \sim 2.87 \mu\text{g/kgBW}$)であり、男性に比べて女性の方が有意に高値であった($p < 0.01$)。Se の RDA 体重 1kg あたりの換算値(算出には食事摂取基準収載の 70 歳代の Se の RDA、基準体位を用いた)と比較すると、全対象者がこの水準以上であった。

4) セレン摂取量とエネルギーおよび栄養素摂取量との関係

Se 摂取量とエネルギーおよび栄養素摂取量の間を表 II -4 に示す。ビタミン B₁ および食物繊維総量以外のいずれとも有意な正の相関が認められた。相関係数が 0.6 以上と相関が高い栄養素は、ビタミン B₂ ($r=0.692$)、葉酸 ($r=0.685$)、ビタミン C ($r=0.653$)、たんぱく質 ($r=0.644$)、マグネシウム ($r=0.626$) であり、また食塩相当量 ($r=0.670$) とも高い相関が認められた。

5) エネルギー、たんぱく質およびセレンの施設別提供量と摂取量

エネルギー、たんぱく質および Se の提供量と摂取量を施設別に図 II -2~4 に示す。エネルギーは給与栄養目標量も同時に示す。各々の施設においてエネルギー提供量は目標量以上が提供されていたが、食事を残す対象者もあり、平均値では提供したエネルギー量の約 8 割しか摂取されていなかった。間食を含めても、エネルギー摂取量の平均値は提供量より少ない値であったが、エネルギーの給与目標量は上回っていた。

たんぱく質の提供量は有意な施設間の差($p < 0.05$)が認められたが

(表 I - 2)、各施設の目標量および RDA を上回る量が提供されていた。B 施設は給与目標量 65g に対して 80g が提供されており、また D 施設は給与目標量 70g に対して 79g が提供されていたが、摂取量は他の施設との違いが認められなかった。しかし、間食も含めたたんぱく質摂取量の平均値は 70 歳代男性の EAR と RDA の間にあった。

一方、全施設の Se 提供量および摂取量の平均値は食事摂取基準の RDA よりも高値であった。

6) エネルギー、たんぱく質およびセレン摂取量の分布

エネルギー、たんぱく質および Se 摂取量の分布を男女別に図 II - 5、6、7 に示す。

女性のエネルギー摂取量分布は、70 歳以上、身体活動レベル I の推定エネルギー必要量 (EER) の値 (1,450kcal) がほぼ中央値となっていた。男性のエネルギー摂取量は、対象人数が少ないこともあり、分布にばらつきがみられ 70 歳以上、身体活動レベル I の推定エネルギー必要量 (EER) の値 (1,850kcal) より摂取量が少ない者が 62.5%であった。

女性のたんぱく質摂取量は、その RDA (50g) の値がほぼ中央値となっていた。男性のたんぱく質摂取量は、エネルギー摂取量と同様に分布にばらつきがみられるもの、その RDA (60g) の値がほぼ中央値となっていた。摂取量が EAR 未満の者も認められた。

Se 摂取量は RDA 未満の者は認められず、RDA (男性 30 μ g、女性 25 μ g) と、対象者における Se 摂取量の中央値 (男性 56 μ g、女性 54 μ g) との差が著しかった。

4. 考察

1) 高齢者福祉施設入居者における食事摂取の特徴

高齢者福祉施設に入居する対象者の個人別の食事摂取状況は様々であった。主食はご飯、粥、パン食など数種類が選択できることもあり、その影響が大きいと判断された。また、エネルギー必要量の個人差に対応するための方法として、提供する主食の量によって調整し、副食での量調整は行われていなかった。エネルギー摂取量および炭水化物摂取量は男女差が認められたが、微量栄養素摂取量には男女差が認められなかったのは、このような給食の提供方法の特徴によるものと思われる。すなわち、エネルギー必要量の個人差に対する個別対応のみであり、その他の栄養素は代表の給与目標量に集約され、それに応じた献立で提供量が決まる状況であり、これに関しては **Se** も同様であると考えられる。

副食は、量調整がされていないためか食べ残しの個人差は大きかった。また、量が適切でない（多い）ことに加え、食べ残しの状況から個々人の嗜好や体調に影響する場合も多いと考えられた。特定の食品のみの食べ残しがある等摂取量の個人差は大きかった。

施設の常食は個々人のエネルギー目標量に対してそれに見合った量を提供しているが、入居者の給食における摂取割合は約 8 割に留まり、間食からのエネルギー補給でその目標量に達しているという特徴がみられた。一方、たんぱく質は、施設の提供量に対して摂取量が少ない傾向がみられるものの、集団でみれば間食からの補給により **RDA** と **EAR** 値の間の摂取水準にあるが、個人別にみると不足の可能性が高い者も存在していた。

Se については、施設の提供量も対象者の摂取量もその **RDA** を上回っており、食事摂取基準の比較において不足の可能性は無いと判

断される。

2) 高齢者福祉施入居者のセレン摂取量の特徴

Se 摂取量の個人別の 3 日間の変動係数は Se が最も大きかった (表 II-3)。その理由として考えられるのは、Se の主要な供給源である魚類の料理の提供の影響を受けると共に、その摂取量が関係していると思われる。また、間食における Se 摂取量の施設間の差および個人差も大きく、これは小麦粉を主原料とした菓子類の影響を受けていると考えられる。

一方、Se 摂取量は、摂取した食事量(重量)およびエネルギー摂取量と有意な正の相関が認められた。このことから、食事量の一定の確保が適切な Se 摂取量につながるとと思われる。また食品成分表 2010 にも収載され、RDA が策定されている栄養素であり、食事計画上優先順位が高いたんぱく質、ビタミン B₂、ビタミン C とともに高い相関が認められた。たんぱく質は成人の基準値とは異なり高齢者独自の基準が策定されている¹³⁾。これらのことから、食事計画上優先順位が高いエネルギーおよびたんぱく質等に配慮しながら食事全体を計画し、また摂取量をモニタリングすることで Se に関しても不足からの回避ができると考える。

3) 食事摂取基準との比較によるセレン摂取量の評価

今回の高齢者を対象者とした調査では、実測 Se 摂取量の平均値は男女とも 55µg/day 前後であり、食事摂取基準の Se の RDA を上回っており、不足の確率は極めて低いと思われた。Se の RDA および EAR は、Se 欠乏症を予防するという観点に立った必要量という考え方から策定されており、WHO が中国のデータに基づいて算出した血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性値 (Y) と Se 摂取量 (X) の回帰式

($Y=2.19X+13.8$)を用い、活性値が飽和値の 2/3 となるときの Se 摂取量 24.2 μ g/day（体重 60kg）より、性及び年齢階級別の基準体重に基づき外挿された値となっている¹³⁾。実際の日本人の摂取量との関係は取り上げられていない。摂取量の把握が困難な状況において、食品構成と生体側からみた Se の栄養状態の関係を明らかにできれば、食事計画および摂取量の評価が可能となると考えられる。

4) 特定給食施設における給与栄養量の設定の考え方

介護を必要としない入居者が多いケアハウスや養護老人ホームでの給与栄養目標量は、特別養護老人ホームと比べるとエネルギーで最高 300kcal、たんぱく質では 15g 高い値となっており、その施設の種類により違いが認められた。また、たんぱく質の提供量は全ての施設において各々の施設の目標量より多く、RDA の水準の施設（A,C,E 施設）と RDA 以上の施設とに分かれていた（B,D 施設）。摂取量は提供量より少なく、RDA の水準を目標として食事提供がなされていた施設では、摂取量の平均値は EAR 程度になっていた。

Se の提供量はいずれの施設でも RDA を大きく上回る水準であり、それゆえ摂取量が EAR を下回ることがなかったと考えられる。これらのことから、特定集団の食事計画において、RDA を目標とした提供量では、推定平均必要量を下回る人の割合をできるだけ少なくすることは難しい可能性もあると考えられる。施設ごとの摂取量の分析から、摂取量の分布をアセスメントして、給与目標量を決定していくことの重要性が確認できたと考える。

5. 第Ⅱ章のまとめ

高齢者福祉施設 5 施設の入居者のうち、常食の対象であり食事調査協

力への同意が得られた男性 16 名、女性 46 名 合計 62 名を対象者とし、食事調査と食品の化学分析により、実測値から Se 摂取量を推定した。その結果 Se 摂取量の平均値は男女とも 55µg/day 前後であり、給食による Se 提供量も対象者の Se 摂取量も RDA を十分満たしていた。このことから、食事摂取基準との比較において高齢者福祉施設入居者は Se 不足の可能性は極めて低いと考えられる。エネルギーおよびたんぱく質摂取量や食事計画上優先順位の高い栄養素が適切に摂取されるようにすることで、Se に関する適切な栄養管理につながる可能性が示唆された。

表Ⅱ-1 調査対象者の特性

男性							
施設	n	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	BMI18.5未満(%)	BMI25以上(%)
A	6	78.0 ± 7.5	159.7 ± 10.4	54.6 ± 8.4	21.5 ± 3.0	16.7	16.7
B	2	69.5 ± 4.9	167.2 ± 9.2	58.0 ± 2.7	20.8 ± 1.3	0.0	0.0
C	3	73.7 ± 7.5	153.6 ± 11.8	50.3 ± 7.8	21.3 ± 1.5	0.0	0.0
D	5	72.2 ± 5.4	160.7 ± 4.2	59.1 ± 10.1	22.9 ± 3.8	20.0	40.0
E	0	—	—	—	—	—	—
平均	16	74.3 ± 6.8 ^c	159.8 ± 9.0 ^c	55.6 ± 8.4 ^c	21.8 ± 2.8	9.2	14.2
女性							
施設	n	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	BMI18.5未満(%)	BMI25以上(%)
A	15	81.9 ± 6.3	146.9 ± 4.6	51.1 ± 9.2	23.8 ± 4.6	6.7	33.3
B	4	75.3 ± 2.2	146.2 ± 9.0	41.9 ± 13.7	19.3 ± 4.1	25.0	0.0
C	11	82.2 ± 7.5	143.7 ± 6.2	43.6 ± 9.5	21.0 ± 3.8	18.2	27.3
D	5	84.2 ± 5.6	139.8 ± 8.6	44.7 ± 7.6	22.7 ± 2.3	0.0	0.0
E	11	89.0 ± 5.5	143.1 ± 9.8	40.6 ± 8.9	19.6 ± 2.4	45.5	0.0
平均	46	83.3 ± 7.0 ^c	144.4 ± 7.3 ^c	45.3 ± 10.0 ^c	21.6 ± 4.0	19.1	12.1
平均値±標準偏差							

各項目平均値の男女間の比較

c;p<0.001 (t検定)

A施設 : ケアハウス

B～D施設 : 養護老人ホーム

E施設 : 特別養護老人ホーム

表Ⅱ-2 エネルギーおよび栄養素摂取量

		男性 (n=16)			女性 (n=46)			男女差
		平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	
食事摂取量	g	1638	± 281	17.2	1480	± 280	18.9	
エネルギー	kcal	1801	± 425	23.6	1498	± 254	17.0	p<0.05
たんぱく質	g/kgBW	1.09	± 0.25	22.9	1.26	± 0.35	27.8	
脂質	g	37.0	± 13.1	35.4	36.3	± 9.6	26.4	
炭水化物	g	289.0	± 61.9	21.4	236.0	± 45.5	19.3	p<0.001
カルシウム	mg	503	± 191	38.0	511	± 135	26.4	
鉄	mg	8.0	± 2.0	25.0	8.2	± 1.5	18.3	
ビタミンA	μ gRE	453	± 151	33.3	453	± 132	29.1	
ビタミンB ₁	mg/1000kcal	0.69	± 0.43	62.3	0.68	± 0.31	45.6	
ビタミンB ₂	mg/1000kcal	0.54	± 0.10	18.5	0.66	± 0.14	21.2	p<0.01
ビタミンC	mg	79	± 27	34.2	77	± 34	44.2	
食物繊維	g	12.5	± 4.2	33.8	11.7	± 3.2	27.3	
食塩相当量	g	9.2	± 1.8	19.6	8.3	± 1.5	18.1	
セレン(計算値)	μ g	105.6	± 31.9	30.3	96.7	± 18.1	18.7	
セレン(実測値)	μ g	55.8	± 13.4	24.0	53.7	± 12.7	23.6	
平均値±標準偏差								

栄養価計算は「日本食品標準成分表2010」から算出し、Se(計算)値は「日本食品標準成分表2010」と「食品の微量元素含量表」から算出した。

表Ⅱ-3 栄養素等提供量および摂取量の個人別3日間の変動係数

(%)

	提供量						摂取量	
	施設A	施設B	施設C	施設D	施設E	施設平均		
食事量	2.8	12.4	9.9	4.3	2.6	6.4 ± 4.0	11.9	± 8.1
エネルギー	3.4	3.7	12.8	7.6	3.5	6.2 ± 3.8	11.9	± 7.9
たんぱく質	1.6	23.6	13.7	3.7	8.1	10.1 ± 7.5	12.3	± 8.9
脂質	26.0	12.1	35.7	21.2	22.3	23.5 ± 8.4	27.0	± 13.7
炭水化物	4.5	8.4	3.9	13.6	5.8	7.2 ± 3.7	12.8	± 8.4
カルシウム	9.8	0.4	33.1	10.4	7.5	12.2 ± 12.2	20.6	± 14.5
鉄	7.9	2.3	32.3	14.5	37.1	18.8 ± 14.0	21.1	± 15.9
ビタミンA	17.5	24.4	20.4	13.2	27.5	20.6 ± 5.3	23.4	± 9.9
ビタミンB ₁	17.9	25.6	10.4	13.6	31.8	19.8 ± 8.7	20.2	± 11.0
ビタミンB ₂	8.8	10.5	8.8	3.4	8.7	8.0 ± 2.7	15.3	± 8.9
ビタミンC	23.9	33.8	30.0	7.8	13.4	21.8 ± 10.9	26.2	± 12.4
食物繊維	9.1	4.2	31.1	15.8	13.7	14.8 ± 9.7	17.2	± 10.3
食塩相当量	13.8	0.5	7.0	11.7	18.5	10.3 ± 6.6	14.9	± 9.7
セレン(計算値)	47.3	9.2	11.8	21.8	31.5	24.3 ± 15.6	31.6	± 17.4
セレン(実測値)	22.0	34.7	1.3	32.2	21.9	22.4 ± 13.2	30.5	± 18.5

平均値±標準偏差

表Ⅱ-4 セレン摂取量(実測値)とエネルギーおよび栄養素摂取量との関係

	r	p値
食事量	0.368	**
エネルギー	0.450	***
たんぱく質	0.644	***
脂質	0.254	*
炭水化物	0.417	***
カルシウム	0.538	***
マグネシウム	0.626	***
鉄	0.433	***
亜鉛	0.456	***
銅	0.496	***
ビタミンA	0.509	***
ビタミンB1	0.020	n.s
ビタミンB2	0.692	***
葉酸	0.685	***
ビタミンC	0.653	***
食物繊維総量	0.239	n.s
食塩	0.670	***

有意差あり

*: $p < 0.05$

**: $p < 0.01$

***: $p < 0.001$

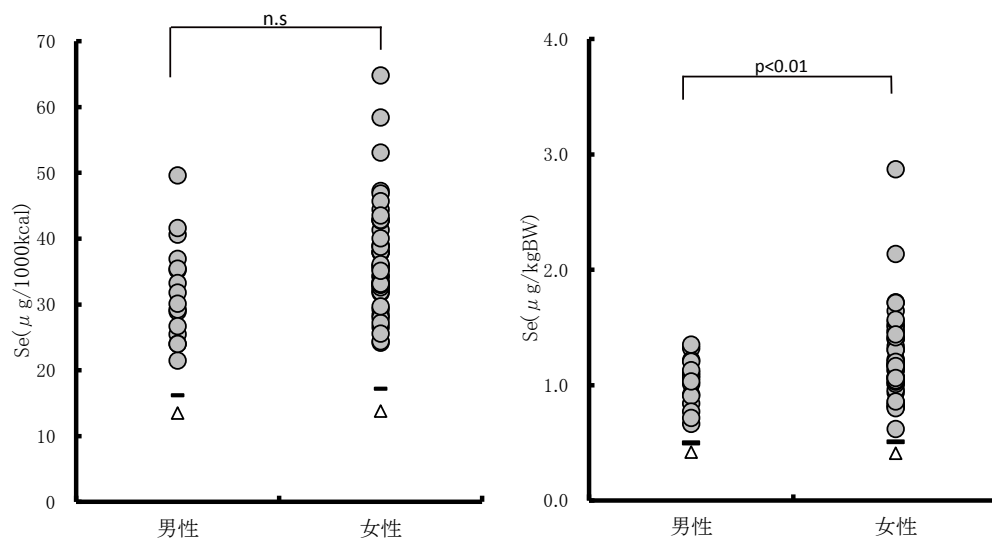
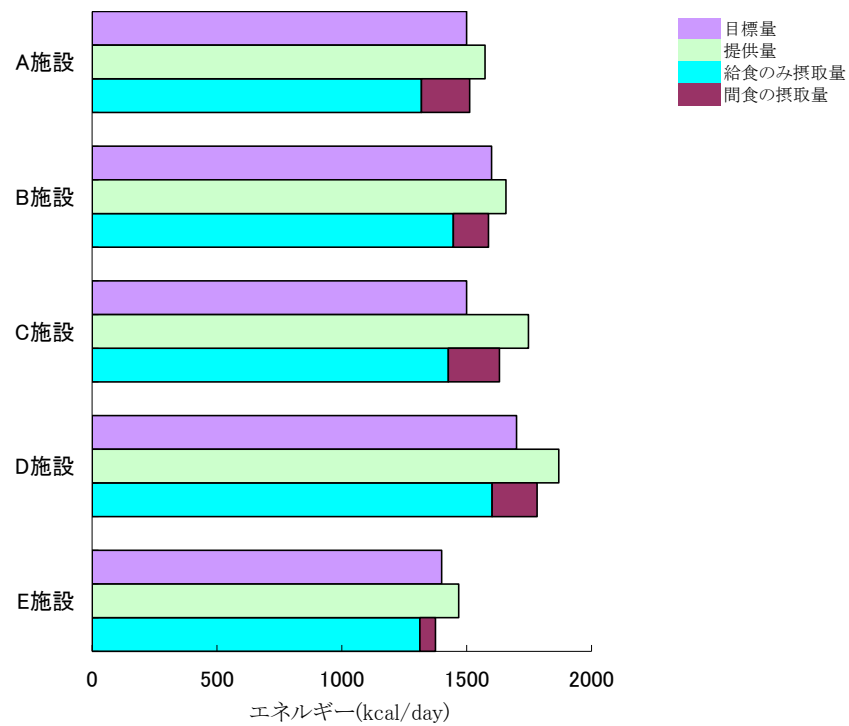


図 II-1. 摂取エネルギー1,000kcal当たりおよび体重1kg当たりの実測セレン摂取量

△:推定平均必要量 — :推奨量

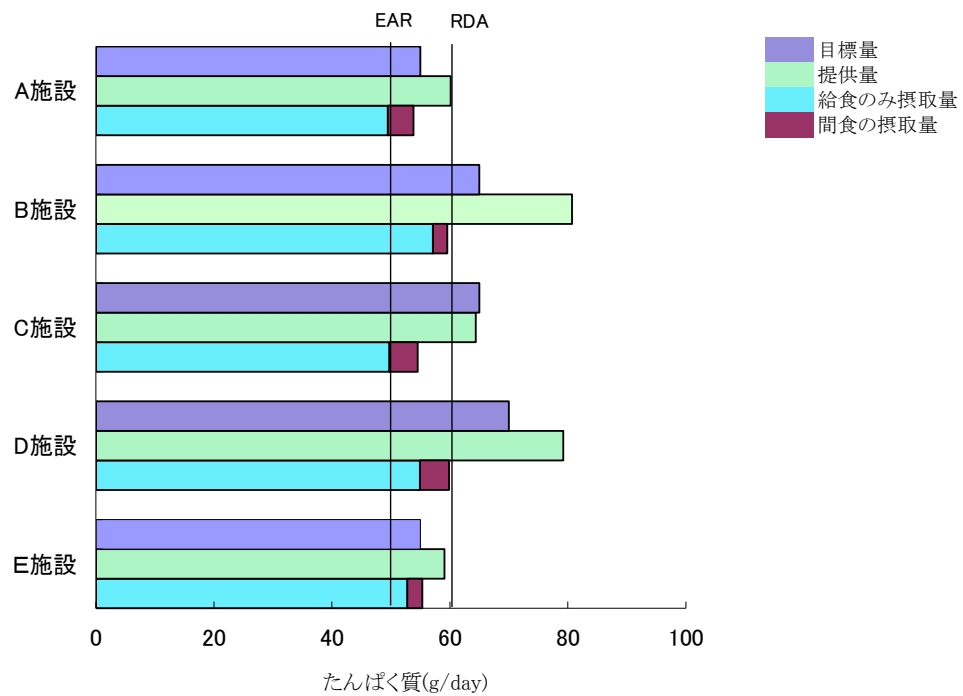
推奨量 : 70歳以上の体位基準体重、男性59.7kg、女性49.0kgをもとに計算した

男女間の比較 : $p<0.01$ (t検定)



図Ⅱ-2. 各施設のエネルギー目標量・提供量と調査対象者の摂取量

A施設 : ケアハウス
 B～D施設 : 養護老人ホーム
 E施設 : 特別養護老人ホーム



図Ⅱ-3. 各施設のたんぱく質目標量・提供量と調査対象者の摂取量

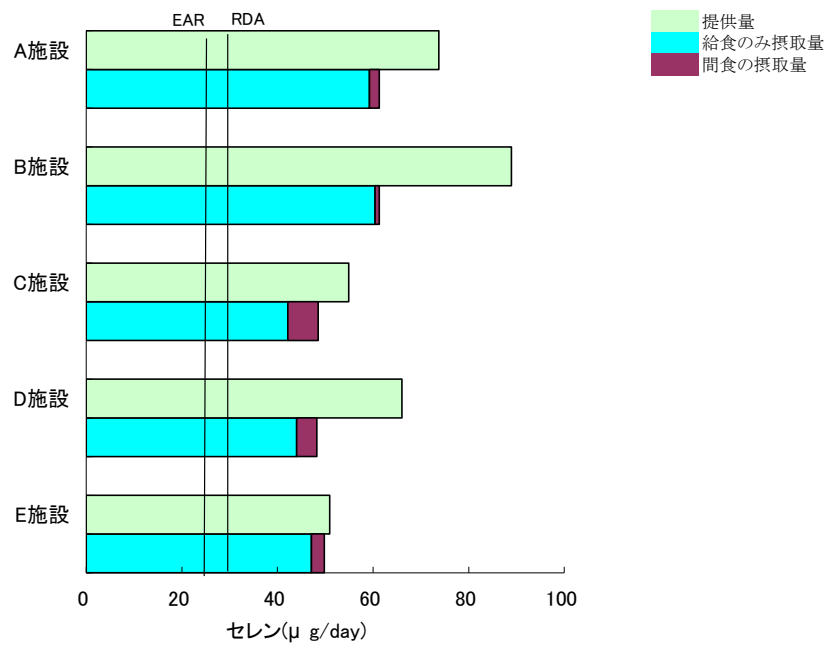
A施設 : ケアハウス

B～D施設 : 養護老人ホーム

E施設 : 特別養護老人ホーム

RDA : 70歳以上の男性における推奨量

EAR : 70歳以上の男性における推定平均必要量



図Ⅱ-4. 各施設のセレン提供量と調査対象者の摂取量

A施設 : ケアハウス

B～D施設 : 養護老人ホーム

E施設 : 特別養護老人ホーム

RDA : 70歳以上の男性における推奨量

EAR : 70歳以上の男性における推定平均必要量

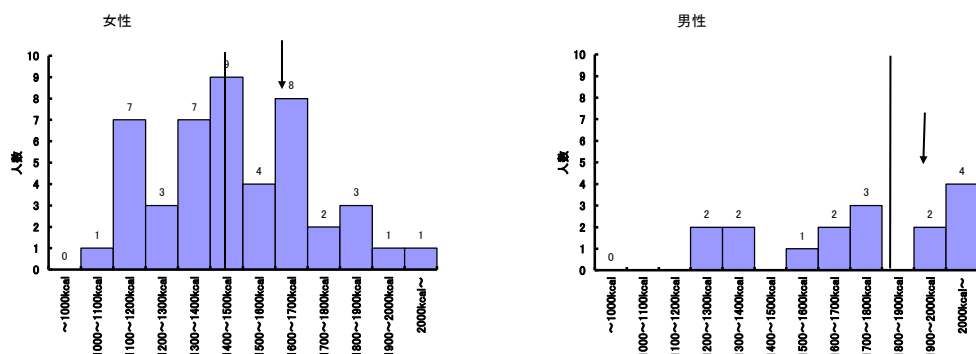


図 II-5. エネルギー摂取量における調査対象者の分布

- : EER (70歳以上、身体活動レベル I)
 → : 施設の提供量 (荷重平均)

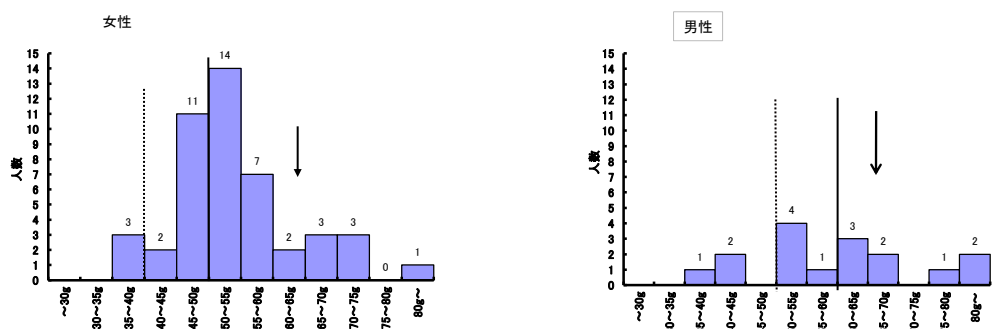


図 II-6. たんぱく質摂取量における調査対象者の分布

- : RDA (70歳以上)
 ... : EAR (70歳以上)
 → : 施設の提供量 (荷重平均)

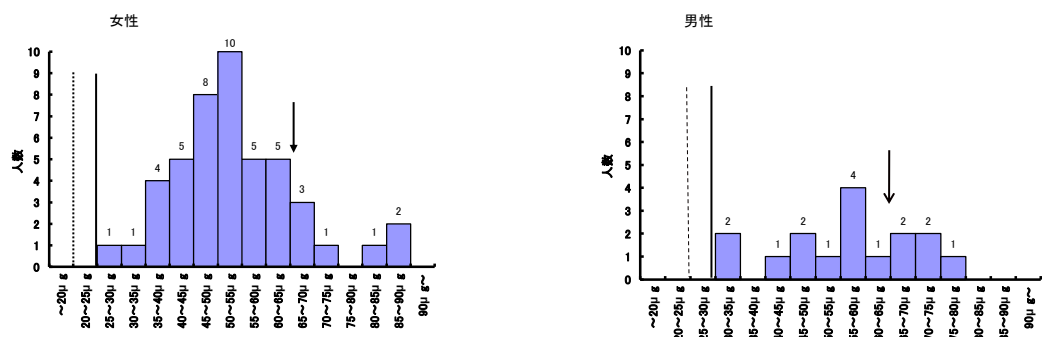


図 II-7. セレン摂取量における調査対象者の分布

- : RDA (70歳以上)
 ... : EAR (70歳以上)
 → : 施設の提供量 (荷重平均)

第Ⅲ章

高齢者施設入居者の 血清セレン濃度とセレン摂取量との関係

1. はじめに

第Ⅱ章およびⅢ章で示したように、高齢者施設の給食のうち常食における Se 提供量は RDA を上回っており、また常食利用者の Se 摂取量も RDA を上回っていた。食事摂取基準 2010 の活用の基礎理論に適用して考えれば、今回の調査対象施設の常食利用者は Se 摂取不足の確率が極めて低いと推定された。しかし 70 歳以上の Se の食事摂取基準は成人 (18 歳以上) と同じで、高齢者独自の基準は算定されていない。それゆえ日本人の高齢者の実際の栄養状態を踏まえた研究が必要である。

一方、高齢者福祉施設の給食における Se の供給源としては魚が最も多い割合を示していた。食品ごとに含有される Se の有効性は異なり、動物実験では魚肉中の Se は有効性が低いことが報告されている⁴³⁾。人を対象として魚の Se の有効性について明確な報告は認められていないが、高齢者であることも踏まえると、生体側からの栄養状態の評価による確認を行うことは必要であると考えらる。

本章では、高齢者施設入所者の血清 Se 濃度と Se 摂取量の関係を調べ、高齢者の栄養管理を適切に行うための給食管理上の課題を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

対象者は、特別養護老人ホームである E 施設の入所者のうち、軽度の介助を要するがほぼ自立した日常生活を送ることができ、食事に関する制約はほとんどなく、食べたいものを自由に摂取することが可能である者とした。調査を実施するにあたり、施設長および対象者には目的、方法を説明し協力を依頼した。本人がその説明を理解でき、同意ができた女性 9 名について

て調査を実施した。

食事調査最終日に肘静脈より血液を採取した。血液は遠心分離し、血清とした。血清サンプルは分析に供するまで冷凍保存した。血液は採取後、12 時間以内にアルブミンをブロムクレゾールグリーン(BCG)法により測定した。血清は有害金属測定用硝酸で湿式分解後、食事サンプルと同様の方法で Se 濃度を測定した。調査時期は平成 18 年 9 月である。

3. 結果

1)対象者特性および血清セレン濃度について

対象者の年齢、身長、体重、BMI、血清アルブミン濃度および血清 Se 濃度を表Ⅲ－1 に示す。

BMI の平均値は $19.5 \pm 2.5 \text{ kg/m}^2$ であり、BMI18.5 kg/m^2 未満の低体重と判定される対象が 4 名いた。血清アルブミン濃度の平均値は、 $3.8 \pm 0.6 \text{ g/dl}$ (3.1～4.9g/dl)であり、低たんぱく質栄養状態のカットオフポイントである 3.5g/dl 以下で低たんぱく質栄養状態と判定される者⁶⁵⁾が 3 名であった。血清アルブミン値 3.5g/dl 以下の者は、全員が BMI18.5 kg/m^2 未満であった。

血清 Se 濃度は $76 \pm 12 \mu\text{g/L}$ (60～95 $\mu\text{g/L}$)であった。全対象者がその参照値とされる 100～150 $\mu\text{g/L}$ ⁴³⁾を下回っていた。

血清アルブミン濃度と血清 Se 濃度との関係を図Ⅲ－1 に示す。両者の間には相関係数 0.66 と正の相関が認められたが、有意水準は $p=0.06$ であった。BMI と血清 Se 濃度の間にも正の相関がみられたが有意ではなかった (相関係数 0.64、 $p=0.06$)。

2)エネルギーおよび栄養素摂取量

対象者のエネルギーおよび栄養素摂取量を表Ⅲ－2 に示す。体重

1kg あたりのエネルギー摂取量は $36.7 \pm 10.5 \text{ kcal}$ ($24.4 \sim 57.7 \text{ kcal}$) であり、この値は同じ年齢階級の女性の基礎代謝基準値の約 1.8 倍に相当した。体重 1kg あたりのたんぱく質摂取量は RDA を下回る者はいなかった。

ビタミン A、ビタミン C の摂取量は、対象者全員がその EAR を下回っていた。ビタミン B₂ の摂取量は、対象者の半数がその EAR を下回っていた。カルシウムの摂取量も、対象者の半数がその EAR を下回っていたが、鉄の摂取量は対象者全員が RDA を上回っていた。

3) セレン摂取量

Se 摂取量は $51 \pm 7.8 \mu\text{g}$ (計算値 $94.1 \pm 8.1 \mu\text{g}$) であり、全員が RDA 以上の摂取量であった。

料理別 Se 含有量(実測値)と本対象者の摂取率を表Ⅲ－3に示す。対象者の摂取率は概ね良好であったが、料理によっては標準偏差が高くその個人差は大きかった。

施設給食における Se 提供量と本対象者の Se 摂取量の関係を図Ⅲ－2に示した。3 日間のうち 2 日間 の Se 提供量は、 $57.4 \mu\text{g/day}$ であったが、残りの 1 日は $38.1 \mu\text{g/day}$ であった。2 水準の Se 提供量の差に伴い Se 摂取量には有意(t 検定 $p < 0.001$)な差がみられ、提供量が多いほうが摂取量も多くなっていた。

4) 血清セレン濃度とセレン摂取量の関係

血清 Se 濃度および Se 摂取量との関係を図Ⅲ－3に示す。両者の間には、有意な正の相関が認められた($r = 0.70$, $p < 0.05$)。また、食事摂取基準に引用されている Se 摂取量(Y)と血清 Se 濃度(X)の関係式 $Y = 0.672X + 2$ に血清 Se 濃度の平均値をあてはめると、Se 摂取量は $53 \mu\text{g}$ となり、本調査で得られた実測した Se 摂取量の平均値 $51 \mu\text{g}$

と近似した。

5) 血清セレン濃度と食品群別摂取量との関係

食品群別摂取量を表Ⅲ-4に示す。食品群別の摂取量の変動係数をみると、最も変動係数が大きいのは菓子類であった。また、血清 Se 濃度と摂取食品群との関係を検討したところ、菓子類（28～77g）との間のみ、有意な正の相関がみられ($r=0.86$, $p<0.01$)、それ以外の食品群は血清 Se 濃度との間に有意な相関がみられなかった。

Se 摂取量の料理別の寄与率を図Ⅲ-4に示す。Se 摂取量のうち穀類由来は 9.0%、菓子類 10.7%であった。Se 摂取量に最も寄与する食品群は魚料理であり、その寄与率は 37.9%であった。

4. 考察

1) 血清セレン濃度からみる高齢者のセレン栄養状態

Se の栄養状態を把握する方法として、食事摂取による Se 摂取量からの評価と生体指標を用いた評価とが考えられる。

今回の対象者の Se 摂取量は給食で提供した食事の中の Se 含有量を実測し、食べ残した量を差し引いて摂取量を把握した。また給食以外に自由に摂取したものについては同じ食品を購入して実測した。このような方法で 3 日間の Se 摂取量を把握した結果、1 日あたり $51.1 \pm 7.8 \mu\text{g}$ (43.7~67.9 μg) であった。食事摂取基準での 70 歳以上の女性の Se の RDA は 25 μg であり、全員が RDA 以上の摂取量であった。このことから本対象者において Se の栄養状態に問題はなく、不足の可能性は極めて低い状態と判断される。

一方、生体側から栄養状態を判定するために、今回は血清 Se 濃度を指標とした。食事摂取基準において成人の Se の推定平均

必要量の策定は血漿グルタチオンペルオキシダーゼ活性（GSHPx 活性）を指標としている。しかしこれは、日本人のデータではなく、GSHPx 活性が Se 摂取量 $41\mu\text{g/day}$ で平衡になったとされる中国の研究⁴⁴⁾に基づいている。血漿の GSHPx は活性測定が容易であることから多く研究されているが、Se と疾病の関連を検討した疫学研究のほとんどが Se 状態の指標として血中 Se 濃度を用いている。また、吉田は GSHPx の測定法が統一されていないことから研究者間の比較が困難であることおよび低 Se 地域以外では酵素活性が飽和状態にあるので、わが国のように Se が充足している地域では用いにくいことを指摘している⁴³⁾。そこで、今回は血清 Se 濃度の測定を行い、生体側の指標とした。

健康な成人を対象とした血中 Se 濃度を測定した研究報告から^{66~67)}、日本人の血清 Se 濃度は $100\sim 150\mu\text{g/L}$ の範囲にあると考えられている。これらの研究の対象者の平均年齢は 25 歳～60 歳までの範囲にある。このうち女性の対象者で最も年齢が高い集団（107 名、 60 ± 11 歳）の研究結果の血清 Se 濃度は $107\mu\text{g/L}$ であり、報告値の中では最も低値である。血清 Se 濃度の変動要因として、Se 摂取量以外に年齢、疾患の有無、飲酒、喫煙等の因子があげられている。このうち年齢は、血清 Se 濃度の負の変動要因であることが報告されている⁴³⁾。本調査における高齢者は平均年齢 88.8 ± 6.1 歳であり、血清 Se 濃度 $76\pm 12\mu\text{g/L}$ と $100\mu\text{g/L}$ より低値を示した。これは年齢の影響があると考えられる。このように、年齢の影響を受けて低値を示した可能性のある本対象者の Se 栄養状態をどのように判定すべきかその基準は明らかではない。

健康な人を対象として、30 歳から 79 歳の 94 名（男性 36 名、女性 58 名）の全血中 Se 濃度を測定した結果では、60 歳代以上は $0.14\mu\text{g/mL}$

で、ヒト血液中の正常範囲といわれている $0.16 \sim 0.27 \mu\text{g} / \text{mL}$ の下限値より低値であったと報告している⁷⁾⁶⁸⁾。この結果を受けて、高齢者では抗酸化酵素である **GSHPx** 活性の低下につながる可能性があり、**Se** の摂取不足が指摘されている⁷⁾。この結果は全血中の濃度での評価であり、血清中の濃度の結果と比較できないが、先に示した通り高齢である本対象者の血清 **Se** 濃度が 60 歳までの対象者の研究結果より低値であったことは、摂取量が十分であると判定できない可能性も考えられる。

血中 **Se** 濃度は **Se** 摂取量を反映するという報告が数多くなされている^{69~73)}。今回の調査でも対象者が 9 名と少なかったが、血清 **Se** 濃度と **Se** 摂取量の間には有意な正の相関が認められた。また、食事摂取基準に引用されている **Se** 摂取量(Y)と血清 **Se** 濃度(X)の関係式 $Y=0.672X+2$ に対象者の血清 **Se** 濃度の平均値をあてはめると $53 \mu\text{g}$ となり、9 名の実測 **Se** 摂取量の平均値 $51 \mu\text{g}/\text{day}$ ときわめて近似した。このことからすると、高齢者の血清 **Se** 濃度が低値であることは摂取量の低下によるものと推察できる。

しかし、この関係式を求めた研究は **Se** 摂取量が個々の食品の **Se** 分析値から計算した値であり、陰膳法で実測したものではない。そこで、今回の対象者の **Se** 摂取量を食品成分表 2010 および微量元素成分表から計算して求めたところ $94.1 \pm 8.1 \mu\text{g}$ となり、実測値の約 2 倍であった。この値はこれまでの日本人の **Se** 摂取量を食品の分析値より計算した値に近似する。この計算値による摂取量の値を用いて先の計算式に当てはめると血清 **Se** 濃度は $146 \mu\text{g} / \text{L}$ となる。この値に比べると今回の対象者の血清 **Se** 濃度 $76 \mu\text{g} / \text{L}$ は低いことになる。

土壌中の Se が低い地域であるフィンランドで、血清 Se 濃度によって 49 μ g /L 未満、49～57 μ g /L、58～66 μ g /L、67～77 μ g /L、78 μ g /L 以上の 5 つの群に分け、がんの発生率を検討した研究では、血清 Se 濃度の低い群ほど様々な部位のがんの発生率が上昇することを報告している⁷⁴⁾。同様に、日本人を対象とした肺がんと胃がんの発生を検討した研究では、血清 Se 濃度を四分位で分け検討している。最も低い群の血清 Se 濃度は 99 μ g /L 未満であったが、この研究ではがん発生と血清 Se 濃度の間に有意な関連はないとしている⁷⁵⁾。本対象者の血清 Se 濃度は 76 μ g /L で、フィンランドの研究では血清濃度が最も高い群に位置し、日本の研究では最も低い群に位置するが、これらの研究と合わせて考えると、本対象の血清 Se 濃度はがんの発生率が高くなる水準とは考えにくい。

一方、Se 欠乏が原因とされる克山病発生地域の場合、全血の Se 濃度は 20ng/ml 未満である。全血中の血球部分の容積が約 45%および血漿部分が約 55%であること⁷⁶⁾、また赤血球には血漿の約 2 倍の Se が含まれていることから⁴³⁾、この全血 Se20ng/ml を血清に換算すると約 14 μ g /L となる。このことから、本対象の血清 Se 濃度からは欠乏状態とは判定されないと考えられる。

血清 Se 濃度は血清アルブミン値を指標とした栄養状態を反映していることが報告されている⁴³⁾。本調査でも、対象者の血清 Se 濃度は血清アルブミン濃度と正の相関を示した。血清アルブミン値 3.5g/dl 以下の者は、全員が BMI18.5 kg/m² 未満であり、この者の血清 Se 濃度は 65～71 μ g /L であり、平均 68 μ g /L であった。加齢による血清 Se 濃度の低下はたんぱく質の栄養状態の影響も考えられる。

高齢者は慢性萎縮性胃炎等によってたんぱく質の分解能が著しく低下するという報告⁷⁷⁾がある。食品中 Se のほとんどはたんぱく質

と結合していることから、たんぱく質の分解能の低下が Se の吸収率の低下に関係すると考えられる。高齢者である本対象者の血清 Se 濃度が若い世代と比較して低値であったことは、年齢による吸収能の低下と摂取量が低いことの 2 点があげられる。摂取量が確保されたとしても、体内での有効利用が低下している可能性も考えられるが、推奨量以上が摂取されている本対象者においては Se の栄養状態として欠乏状態にはないと判断できる。

また、これらの者が潜在的な欠乏状態にある可能性もあるが、今後他の指標を加え、高齢者の血清 Se 濃度による栄養状態の判定基準についても検討することが課題である。

2) 高齢者福祉施設入居者のセレン摂取源となる食事の特徴

今回の調査において Se 摂取量は高齢者施設で提供されている食事を料理単位で解析した。Se 含量の多い食品の摂取率は Se 摂取量に反映され易く、摂取率の高い魚料理が Se 摂取量に最も大きく寄与していた。これまでの研究では、我が国の Se 供給源は小麦製品（おもにパン）、魚介類、畜産物（肉類と卵）と報告されている。今回の高齢者施設では、主食はいずれも飯（米）であり、パンを主食としていなかった。朝食の主食を飯ないしはパンで選択できるようにしている施設もあるが、本調査施設ではパンを主食とする献立はなかった。

日本の成人女性を対象にした出納試験では食事構成によっては 80 μ g/day の摂取でも負の出納になるという報告もあるが⁷⁸⁾、Se 摂取源とした食品の有効性が関与しているとも考えられる。

本対象者の Se 摂取量に最も寄与する食品群は魚料理であり、その寄与率は 37.9%であった。しかし、魚介類と血清 Se 濃度との間には有意な相関が見られなかった。その一方で、菓子類は 10.7%と魚

料理に比較して低いものの、菓子類の摂取量（計算値）は血清 **Se** 濃度と有意な正の相関を示した。対象者が摂取していた菓子類は菓子パンのような小麦主体の食品であった。穀類に含まれる **Se** の生物学的利用率は高いといわれている⁷⁹⁾。一方、今回、摂取量は給食の提供量に影響を受けており、自由に食事を摂取している場合に比べて、摂取量の個人差は小さいと考えられる。独居高齢者の 7 名の食事調査結果⁸⁰⁾と比較すると、本対象者の摂取量の個人間の変動係数は小さい。菓子類は給食以外に自由に摂取している量を反映しているため、その他の食品群に比較して変動係数が最も大きかった。このことが、食品群別の摂取量と血清 **Se** 濃度の関係に影響していると考えられる。

Se の食事摂取基準は、血漿 GSHPx 活性値が **Se** 摂取量 41μg/day で平衡になったとされる中国の研究⁴⁴⁾によって策定されている。**Se** 摂取源として、生物学的利用率の高い穀類の摂取比率は重要であるが、中国では 70%⁷⁹⁾、日本の場合は約 30%¹²⁾であり、また、著者らの高齢者を対象とした調査では約 6%と、さらに少ない結果であった⁸¹⁾。WHO/FAO は、主な **Se** 摂取源が生物学的利用率の高い穀類以外の食品である集団の場合は適正な補正が必要であるとしている⁷⁹⁾。また、著者らの調査では魚由来の **Se** 摂取割合が約 40%を占めており、魚由来の **Se** は生体内での有効性が低いという報告⁶¹⁻⁶³⁾を考慮すると、**Se** 摂取源としての魚類の栄養有効性は期待できない可能性も考えられるが、先に示したように、給食を食べている対象者での結果であることと、対象者数が少ないことが結果に影響している可能性もあり、今後は対象者を増やしての調査が必要である。

ミネラルの多くが摂取量と吸収率が反比例するといわれている。

また、カルシウムについては加齢に伴い吸収率が低下する傾向がある¹³⁾。しかし、**Se** が含セレノアミノ酸形態で存在している場合には、摂取量が増えると吸収率も上昇するという報告もある⁸²⁾。**Se** 摂取量のみならず **Se** の形態も生体利用には影響することから、単に食品含量の多い魚に偏らず、様々な食品で食事を構成することが必要である。

3) 高齢者施設におけるセレン摂取量に着目した給食管理の課題

高齢者福祉施設で提供する食事は、エネルギーおよび栄養素が過不足なく摂取できるよう食品構成を考慮した献立により給食管理をしなければならない。高齢者施設の給食では、主食の米類や小麦粉を使用した食品の摂取、魚・肉類を使用した主菜の摂取が重要になる。今回は常食摂取をしている人を対象者としたが、主食の形態が軟飯、粥などになれば、穀物由来の **Se** 量は低くなることが予想される。食事摂取量が少ない高齢者や食事の形状から水分量の多い食事となる高齢者においては、エネルギーやたんぱく質の摂取量と共に **Se** 摂取量の低下が予想されるため、個人別の栄養管理が重要になってくる。しかし今回の結果より、1 日あたりエネルギー1400kcal、魚介類 40g、肉類 40g、卵類 35g 程度の摂取がなされていれば、高齢者の **Se** 栄養状態には問題がないと考えられる。このことは、給食の栄養計画、食事計画においてエネルギー、たんぱく質を最優先させておくことで、**Se** の不足は回避できることにつながると考えられる。また体重や血清アルブミン濃度などから低栄養状態にないことを同時にモニタリングすることも必要である。

また、今回個人対応の方法として、主食を調整する方法が取られ、副食は共通で提供されていた。この方法での管理は **Se** に着目した場

合には問題ない方法と判断される。栄養素ごとにこうした方法の適否が検討されなければならない。また、給食施設が生活の場となっている場合には、給食以外にも自由に摂取できる食物の存在も無視できない。給食の摂取量の把握とともに、自由に摂取している食物の内容や量を確認していくことは重要である。今回、菓子類の摂取が血清 Se 濃度と有意な正の相関を示した。小麦主体の菓子が影響していると考えられた。このように、食品の特徴やそこに含有される形態等で利用の有効性が異なることから、着目すべき栄養素に関して、給食以外からの摂取の栄養状態への寄与などを考慮した評価が必要である。

また、給食における栄養計画、食事計画の留意点として、予定献立における食品の量とその発注量や検収量、廃棄量、調理中のロス、調理による重量変化など、栄養量の計算に用いる量と実際の提供量の間には給食管理上、避けられない誤差が存在し、計算どおりのものを提供することが困難である⁵⁶⁾。今回、Se は計算値より実測値の方が低値であることが確認された。これには、成分表による誤差、調理損失による誤差の上に、大量調理や配膳作業の過程でおこる重量変化も含まれていると考えられる。Se のみならず、他の栄養素についても同様のことが起こっていると考えられる。給食施設において、栄養状態の評価や食事計画の際にこれらのことを考慮することが大切である。

今回の調査は、1 施設に入所する女性 9 名と非常に限られた対象者での結果であることが研究の限界である。さらには、今後、高齢者の血清 Se 濃度レベルが GSHPx 活性の低下につながっているか否かを確認していく必要がある。

5. 第Ⅲ章のまとめ

特別養護老人ホームに入居し常食摂取の女性 9 名を対象に、血清 Se 濃度および Se 摂取量を調査した。生体側からみた栄養状態および摂取量からみた栄養状態いずれからも、Se の不足の可能性は極めて低いと判定された。給食の栄養計画、食事計画において食事摂取基準の活用の基礎理論で示されたように、エネルギー、たんぱく質を最優先する考え方によって Se の不足を回避できることにつながると考えられた。

表Ⅲ-1 対象者の栄養状態

		平均値±標準偏差 (n=9)	min	max
年齢	歳	88.7 ± 6.1	81	95
身長	cm	142.1 ± 8.7	129	158
体重	kg	39.6 ± 7.7	29.7	49.4
BMI	kg/m ²	19.5 ± 2.5	17.2	23.5
alb [*]	g/dl	3.8 ± 0.6	3.08	4.89
Se ^{**}	μg/L	76 ± 12	60	95

* alb ; 血清アルブミン濃度

** Se ; 血清セレン濃度

表Ⅲ-2 エネルギーおよび栄養素摂取量

		摂取量	min	max	EER	EAR	RDA	AI	DG
食事重量	g	1123 ± 150.1	987	1372					
エネルギー	kcal	1388 ± 140	1103	1609	1200 a				
たんぱく質	g/kgBW	1.47 ± 0.36	1.18	2.13		0.85	1.06	b	
脂質	g	41.1 ± 14.5	31.7	77.7					27～33
炭水化物	g	206.8 ± 26.2	150	243					150～210
カルシウム	mg	499 ± 64	401	565		500	600		
鉄	mg	8.9 ± 0.6	8.0	9.8		5.0	6.0		
ビタミンA	μ gRE	383 ± 32	332	437		450	650		
ビタミンB ₁	mg/1000kcal	0.52 ± 0.05	0.45	0.58		0.45	0.54	c	
ビタミンB ₂	mg/1000kcal	0.63 ± 0.09	0.43	0.71		0.50	0.60	c	
ビタミンC	mg	45 ± 5	37	50		85	100		
食物繊維	g	9.4 ± 0.7	8.4	10.5					18以上
食塩相当量	g	7.2 ± 0.9	5.7	8.4					7.5未満
セレン(計算値)	μ g	94.1 ± 8.1	84.6	106.2		20	25		
セレン(実測値)	μ g	51.1 ± 7.8	43.7	67.9					

平均値±標準偏差

栄養価計算は「日本食品標準成分表2010」から算出し、Se(計算)値は「日本食品標準成分表2010」と「食品の微量元素含量表」から算出した。

- a : BMIを22としたときの推定エネルギー必要量を算出した。
 b : 70歳以上女性の基準体重49.0kgから算出した。
 c : 70歳以上女性の推定平均必要量および推奨量から算出した。

表Ⅲ-3 料理別セレン含有量と調査対象者の摂取率

		料理名	Se(μ g)	摂取率(%)	
1日目	朝食	雑炊	1.1	100.0	$\pm$ 0.0
		五目豆	0.1	100.0	$\pm$ 0.0
		アイソカルプリン	18.2	100.0	$\pm$ 0.0
		牛乳	2.3	100.0	$\pm$ 0.0
	昼食	カレーライス(ご飯)	0.9	91.7	$\pm$ 16.5
		カレーライス(カレー)	5.4	88.3	$\pm$ 21.0
		オクラのおろし和え	2.3	80.3	$\pm$ 27.5
		卵豆腐	0.8	82.2	$\pm$ 35.5
		わらび餅	0.7	93.3	$\pm$ 15.3
	夕食	ご飯	0.4	87.2	$\pm$ 25.8
		秋刀魚のかつおぶし煮	13.3	80.8	$\pm$ 34.2
		南瓜のいとし煮	0.7	91.8	$\pm$ 14.9
		いり卵	9.8	100.0	$\pm$ 0.0
		味噌汁(豆腐、油あげ)	1.3	84.5	$\pm$ 35.0
2日目	朝食	ご飯	0.6	96.4	$\pm$ 7.2
		べったら漬	0.0	79.6	$\pm$ 40.6
		マグロフレーク	12.9	77.6	$\pm$ 42.5
		味噌汁(南瓜)	0.9	66.7	$\pm$ 50.0
		牛乳	2.8	89.6	$\pm$ 24.5
	昼食	ご飯	0.6	91.6	$\pm$ 16.8
		魚のあんかけ	24.8	91.8	$\pm$ 12.7
		冷やっこ	0.1	94.1	$\pm$ 17.8
		和そばすまし	5.1	93.3	$\pm$ 10.5
		パイン缶	0.4	86.0	$\pm$ 33.4
	夕食	ご飯	0.6	93.3	$\pm$ 20.2
		ポークロール	7.8	93.0	$\pm$ 10.6
		白和え	0.6	82.3	$\pm$ 33.9
		味噌汁(大根)	0.1	77.4	$\pm$ 26.8
		浅漬け(白菜のごま和え)	0.1	77.0	$\pm$ 48.4
3日目	朝食	雑炊	2.9	100.0	$\pm$ 0.0
		梅干し	0.0	77.8	$\pm$ 44.1
		プリン	2.2	100.0	$\pm$ 0.0
		牛乳	2.8	88.9	$\pm$ 33.3
	昼食	ひじきご飯	2.1	93.2	$\pm$ 13.4
		豆腐の肉味噌かけ	3.8	88.2	$\pm$ 15.9
		ごま和え(ほうれん草)	0.3	93.2	$\pm$ 16.3
		味噌汁(さつまいも)	0.3	72.6	$\pm$ 38.7
		バナナ	0.0	97.4	$\pm$ 7.8
	間食	あんどーナツ	0.3	100.0	$\pm$ 0.0
	夕食	ご飯	0.6	91.2	$\pm$ 18.7
		鶏ささみピカタ	18.7	98.7	$\pm$ 3.8
		ナムル	0.6	95.1	$\pm$ 11.2
		そうめん汁	3.3	83.4	$\pm$ 23.9
		漬物(白菜)	0.0	86.7	$\pm$ 20.5

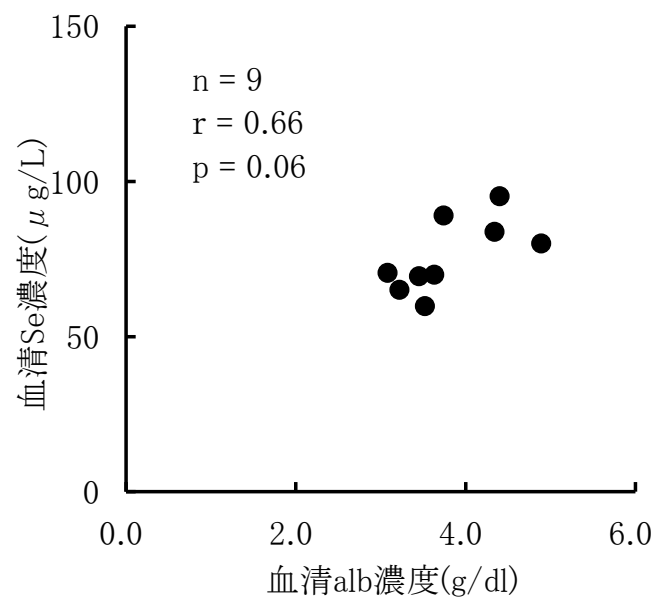
平均値 $\pm$ 標準偏差

表Ⅲ-4 血清セレン濃度と摂取食品群との関係

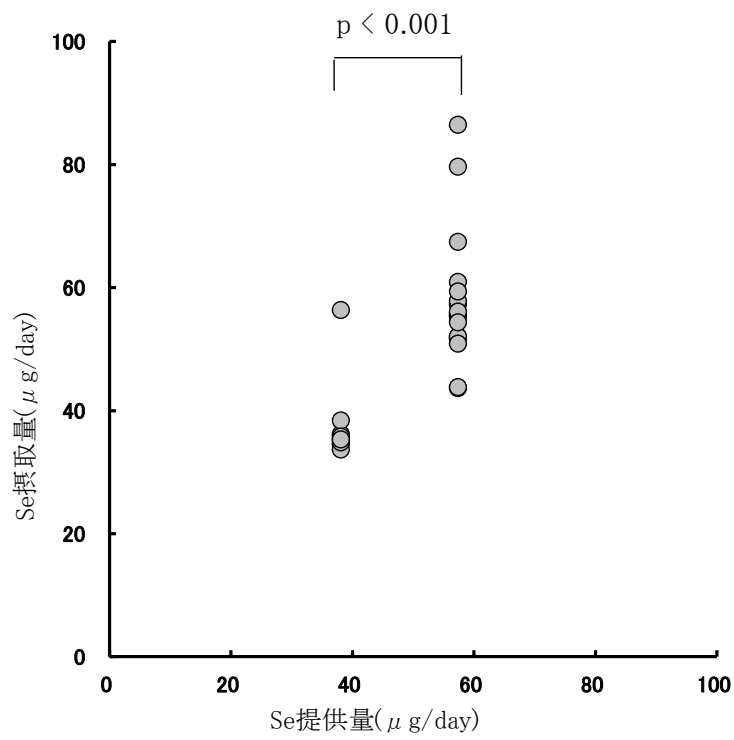
食品群	摂取量(g)			文献参考値	
	調査対象者 (n=9)	変動係数	R	高齢独居者 (n=7)	変動係数
穀類	132.7 ± 29.0	21.8	0.299	311.5 ± 143.7	46.1
種実類	2.5 ± 0.3	10.8	0.120	1.4 ± 3.8	271.4
いも類	39.0 ± 6.3	16.2	0.170	43.6 ± 61.0	139.9
砂糖類	8.4 ± 1.3	15.0	0.638	67.6 ± 112.5	166.4
菓子類	53.9 ± 16.7	31.1	0.858	15.0 ± 25.2	168.0
油脂類	8.2 ± 1.1	14.0	0.034	21.2 ± 13.2	62.3
豆類	72.9 ± 10.7	14.6	0.021	143.6 ± 161.1	112.2
果実類	30.7 ± 12.1	39.5	0.452	188.4 ± 138.1	73.3
緑黄色野菜	63.3 ± 6.6	10.4	0.398	170.0 ± 105.9	62.3
その他の野菜	86.1 ± 8.5	9.9	0.282	266.1 ± 89.3	33.6
きのこ類	6.8 ± 0.5	7.6	0.296	3.6 ± 9.4	261.1
海草類	1.9 ± 0.4	22.6	0.459	28.1 ± 34.9	124.2
調味料類・嗜好飲料	175.9 ± 49.3	28.0	0.173	531.5 ± 325.8	61.3
魚介類	40.5 ± 5.0	12.4	0.355	130.0 ± 68.3	52.5
肉類	43.6 ± 6.3	14.4	0.093	59.3 ± 53.3	89.9
卵類	35.9 ± 3.0	8.2	0.507	30.7 ± 25.7	83.7
乳類	112.9 ± 51.3	45.5	0.246	139.4 ± 112.2	80.5

平均値±標準偏差

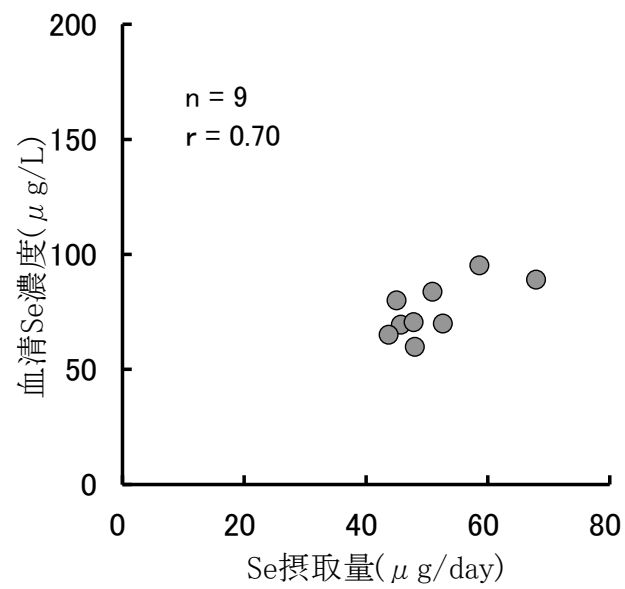
**：P<0.01



図Ⅲ-1. 血清アルブミン濃度と血清セレン濃度との関係



図Ⅲ-2. セレン提供量とセレン摂取量との関係
 摂取量の差: $p < 0.001$ (t検定)

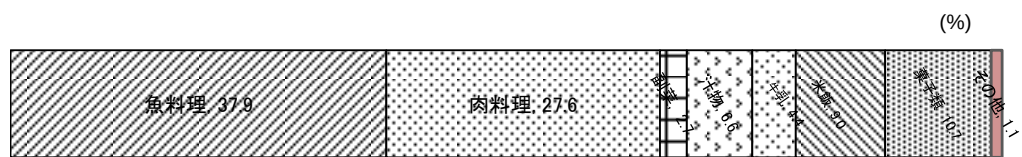


図Ⅲ－3. 血清セレン濃度とセレン摂取量の関係

セレン摂取量の推奨量: 25 μg/day

血清セレン濃度の参照値: 100-150 μg/L

セレン摂取量: 実測値



図Ⅲ－4セレン摂取量の料理別寄与率

☐ 魚料理
 ☐ 肉料理
 ☐ 副菜(主に野菜)
 ☐ 汁物
 ☐ 牛乳・乳製品
 ☐ 米飯
 ☐ 菓子類
 ☐ その他

結論

1. 本研究のまとめ

本研究は、高齢者福祉施設入居者における **Se** 摂取量の実態を明らかにし、高齢者の栄養管理を適切に行うための給食管理上の課題とその対策を検討することを目的とした。

ケアハウス 1 施設、養護老人ホーム 3 施設および特別養護老人ホーム 1 施設の給食での **Se** 提供量の調査および施設に入居する 65 歳以上の男性 16 人、女性 46 人、合計 62 人を対象に、連続 3 日間の食事調査を行った。施設で提供された給食の **Se** の化学分析を行い、その結果に基づき摂取量(計算値および実測値)を推定した。また、血液検査が可能であった 9 名の血中 **Se** の化学分析を行い、**Se** 栄養状態を推定した。

1) 第 I 章では、高齢者施設で提供された給食の **Se** 実測し、現在活用できる食品成分表 2010 を中心とした食品中の **Se** 含有量の値からの計算値と比較した。その結果、食品中の **Se** 含有量の変動と調理損失の可能性が示唆され、食品成分表 2010 および微量元素含量表を使用して **Se** 提供量の計画または摂取量の評価する場合、これらを考慮して評価することが重要であることが明らかとなった。

2) 第 II 章では、エネルギー、たんぱく質および実測 **Se** 値の各施設提供量と調査対象者摂取量の関係を調べた。エネルギーおよびたんぱく質の給与目標量は施設により異なり、提供量についても施設間で有意な差が認められたが **Se** 提供量には施設間差が認められなかった。**Se** 摂取量の平均値は男女とも 55 μ g/day 前後であり、食事摂取基準の **Se** の RDA を上回っていた。また、摂取エネルギー 1,000kcal あたりおよび基準体重 1kg あたりの **Se** 摂取量はその RDA を満たしており、

不足の確率は低いと判断された。これには、エネルギー量の個人差を主食の種類や量の調整によって行い、副食に関しては常食としては一律の料理が提供されるという、高齢者施設における栄養管理上の給食管理の特徴が影響していると考えられる。

また、食品成分表 2010 に Se 含有量が収載されている食品に限られる中で、給食の食事計画時に Se は考慮できないが、エネルギーやたんぱく質の計画を優先して適切に行うことで、Se の食事管理にもつながる可能性が示唆された。

3) 第 I 章および II 章の結果から、高齢者施設の給食の Se 提供量および常食摂取の入所者の Se 摂取量は、食事摂取基準の RDA を上回っており、食物レベルの評価では栄養状態には問題ないと判断された。しかし、Se は日本人高齢者の研究の不足から高齢者独自の基準を策定するにいたっておらず、また海外の研究結果に基づき策定された成人の基準に基づくものであること。さらに、今回の結果では、Se 摂取量に最も寄与率が高かった料理は魚を主材料とする料理であった。魚は Se 含有量が多い食品であるが、その利用の有効性が低いことが報告されている。これらのことから第 III 章では、血清 Se 濃度を測定し摂取量との関係を確認した。

血清 Se 濃度の平均値は $76\mu\text{g/L}$ であり、全対象者がその参照値とされる $100\sim 150\mu\text{g/L}$ を下回っていた。しかし、Se 栄養状態として生体側から血清 Se 濃度で評価の結果として、欠乏状態ではないと判断された。

一方、血清 Se 濃度と摂取食品群との関係では、調査対象者が少ないということと、提供量がほとんど同じである給食の特徴により今回の調査では菓子類以外に相関関係は認められなかった。

4) 第 I 章から III 章をまとめると、Se 摂取量は計算値より低く評価されるが、高齢者福祉施設給食の Se 提供量においては、献立作成時にエネルギー 1400kcal で穀類 300g、魚介類 40g、肉類 40g、卵類 35g 程度が摂取できるように提供量を計画することで、RDA 以上の摂取が期待できると予測された。しかし、食事摂取量の個人差が大きい高齢者は、個人別の栄養管理が重要であり、そのためには、エネルギーおよびたんぱく質を優先した食事計画と摂取量のモニタリングが重要であると考ええる。

2. 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界は、Se 含量の測定に際して、添加回収試験による測定精度の確認のみであり、標準物質の測定による測定値の妥当性が確認できていないことである。さらに、Se の分析方法について、食品成分表 2010 および微量元素含量表が誘導結合高周波プラズマ発光分光分析法（ICP 法、ICP-MS 法）に対し、今回は蛍光光度法であり分析方法の違いによる Se 含量の違いは検討できていないことである。

また、栄養状態の確認として血清 Se 濃度測定が実施できた対象者が女性 9 名と少ない点である。

いずれも大規模に調査することが困難である。限られた調査結果であるが、今後の高齢者福祉施設の栄養管理を適切に行うため、給食管理上の課題を検討していくためには貴重な示唆を得ることができたと考える。

日本においては 2010 年に改訂された食品成分表 2010 によってようやく Se 摂取量を計算によって把握できるようになったばかりである。しかし、この値を用いて計算した Se 摂取量が実測値の約 2 倍になるということにおいては、EAR や RDA との比較においてそ

の過不足を判断することは困難と思われる。さらには、EAR や RDA が我が国で確認された摂取量と生体指標との関係で策定されなければ、食事摂取基準の基礎理論に沿った評価は難しいと考えられる。こうした課題を解決していくためには、給食管理の実践の間からも、提供量、摂取量、栄養状態を観察したデータを積み上げることが重要であり、今後も食事摂取基準の適切な活用に関する研究につながられるように取り組みたい。

また今回、Se という栄養素を通じて栄養管理に資する給食管理に関する今後の研究課題を明らかにすることができた。人、物、金、設備など限られた資源の中で、特定多数の対象者に食事を提供しつつ、個々人に応じた栄養管理を実施することは難しく、その方法について理論的に構築されているとはいえない。今回の調査では、常食摂取者を集団の中のサブグループとして集約し代表値である給与栄養目標量によって給食管理が実施されていた。その上で、個人対応として主食の種類や量の調整が実施され、副食は同一種類、量が提供されていた。おそらくこれは最も一般的な方法と思われる。こうした方法でどの程度個々人への適切な栄養管理が実施できているかを明らかにしていくことも課題である。

また、本研究は高齢者を対象とし、給食の提供量や摂取量を推定できない栄養素について、食事摂取基準の活用の基礎理論の検証につながるものとなった。実践的研究として意義があるものとする。

要約

セレン(Se)は、過酸化水素や遊離過酸化物を還元するグルタチオンペルオキシダーゼの活性中心を構成している重要な抗酸化物質であり、ヒトにとって必須の栄養素であると考えられているが、Se 栄養状態および摂取の実態は十分に明らかになっていない。

一方、日本は超高齢社会に直面し、高齢者の要介護状態を予防することは重要な社会的課題になっている。高齢者の栄養問題としてたんぱく質・エネルギー低栄養状態の回避が重要であるが、食事摂取量が低下する中で微量栄養素に関する栄養管理も重要である。Se の不足は生体内抗酸化活性の低下に関係するため、高齢者の低 Se 栄養状態に関しても危惧されているがその実態は不明である。

Se は日本人の摂取基準(2010 年版)において推定平均必要量、推奨量、耐容上限量が設定されている。しかし、食品中の Se 含有量に関するデータの不足から、食事計画上考慮されない状況にある。

そこで、高齢者施設入所者における Se 摂取量の実態を明らかにし、高齢者の栄養管理を適切に行うための給食管理上の課題とその対策を検討した。

そこで、高齢者施設 5 施設の給食(常食)の提供量および、それを摂取している入所者の摂取量について調査を行った。提供された給食を陰膳法によってサンプリングし、Se 含有量を測定した。

第 I 章では、料理毎の Se 実測値を現在活用できる食品成分表(2 種類)からの計算値と比較した。実測値に比べ、計算値の方が約 2 倍高く見積もられる傾向があり、食品成分表 2010 および微量元素含量表を使用して Se 提供量の計画または摂取量の評価する場合、過大評価の可能性が

あることが示唆された。また、献立作成時に魚介類、肉類、卵類、乳類の適量を計画することで、RDA 以上の提供が期待できると予想された。提供量が推奨量を以上の量であっても、それがどの程度摂取されているかが、栄養管理上重要となるため、次に摂取量の把握を行った。

第Ⅱ章では、高齢者施設 5 施設の入所者のうち、常食の対象であり食事調査協力への同意が得られた男性 16 名、女性 46 名合計 62 名を調査対象者とした。食事調査と食品の化学分析により、実測値から Se 摂取量を推定した。実測 Se 摂取量の平均値は男女とも $55\mu\text{g/day}$ 前後であり、施設の Se 提供量も対象者の Se 摂取量もその RDA を十分満たしていた。食事摂取基準と比較して評価した場合に、Se の不足の可能性は極めて低いと判定された。しかし、施設間における食事の提供量には差があること、また主食によるエネルギー必要量の調整が行われていること、間食摂取量に個人差があること、個人ごとの嗜好や食欲による給食の摂取量に差があることなどから、Se 摂取量は個人間差、個人内変動は大きいと予想された。

第Ⅲ章は、高齢者施設入所者の 9 名の対象者について、血清 Se 濃度の測定を実施し、栄養状態を生体側から評価すると共に、Se 摂取量の関係を調べた。日本人の血清 Se 濃度は $100\sim 150\mu\text{g/L}$ の範囲にあると考えられているが、本調査における高齢者は、平均年齢 88.8 ± 6.1 歳であり、血清 Se 濃度 $76\pm 12\mu\text{g/L}$ と $100\mu\text{g/L}$ より低値を示した。しかし、Se 栄養状態として生体側から血清 Se 濃度で評価の結果として、欠乏から回避するという点では問題ない状態であると判断された。

今回の調査対象者は、エネルギー 1400kcal 、魚介類 40g 、肉類 40g 、卵類 35g 程度の摂取により、Se 摂取量が実測値 $51\mu\text{g}$ となり、RDA を下回る摂取量の者はいなかった。

血清 Se 濃度は血清アルブミン濃度と有意な正の相関関係を示し、血清アルブミン値 3.5g/dl 以下の者は、全員が BMI18.5 kg/m² 未満であり、この者の血清 Se 濃度は 65~71μg /L であった。

高齢者福祉施設での食事提供においては、魚介類、肉類、卵類を主要な食品群と位置づけた食品構成表にそって献立作成をすることと、その摂取については個人別の栄養管理が重要と思われた。

高齢者施設の給食の栄養計画、食事計画においては、食事摂取基準の活用の基礎理論で示されたように、エネルギー、たんぱく質を最優先する考え方によって Se の不足を回避できることにつながると考えられた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、女子栄養大学大学院給食・栄養管理研究室の石田裕美教授からご指導を賜り、多くの視点を学びました。ここに感謝の意を表します。また、本研究を実施する機会及び多くのご助言をいただきました、くらしき作陽大学食文化学部栄養学科の佐藤郁雄教授に感謝いたします。また、論文を作成するにあたり、多くの示唆をいただいた女子栄養大学給食・栄養管理研究室の皆様には感謝いたします。

本研究の調査にあたり、ご協力いただきました高齢者福祉施設入居者の方々および職員の方々に心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) 香川靖雄: 香川靖雄教授のやさしい栄養学、(2007) 女子栄養大学出版部、東京
- 2) 厚生労働省, 平成 18 年度介護保険事業状況報告, 2008, 東京
- 3) 池野多美子, 岸玲子: 今後の介護予防政策のあり方と地域における活動, 笹谷春美, 岸玲子, 太田貞司: 介護予防－日本と北欧の戦略－, pp.127-137(2009) 光生館, 東京
- 4) 杉山みち子, 斎藤正身, 加藤隆正, 加藤泰功, 木下毅, 石川誠, 田中正樹, 小山秀夫: 高齢者のエネルギー代謝ならびに低栄養状態の評価, 栄養－評価と治療, 13(4), 389-395 (1996)
- 5) 和田攻: 老化における微量元素の役割－微量元素の欠乏は老化の原因となり、また老化を促進させるか－, 木村修一, 小林修平: 高齢化と栄養, pp.68-72(1996), 建帛社, 東京
- 6) 糸川嘉則: 最新ミネラル栄養学, pp.46-112 (2000) 健康産業新聞社, 東京
- 7) 饗場直美、近藤雅雄: 高齢者の QOL 向上のための免疫能の健全性を保持する日本型食生活の解析, 日本栄養・食糧学会誌, 58, 99-102(2005)
- 8) 健康・栄養情報研究会: 第六次改定日本人の栄養所要量－食事摂取基準－、(1999) 第一出版、東京
- 9) 厚生労働省: 日本人の食事摂取基準(2005 年版)、(2005) 第一出版、東京
- 10) 文部科学省 科学技術・学術審議会分科会編; 日本食品標準成分表 2010、医歯薬出版(2011)
- 11) 鈴木泰夫: 食品の微量元素含量表、(1993) 第一出版、東京

- 12) 鈴木継美、今井秀樹、小林香苗、本郷哲郎、柏崎浩、大塚柳太郎、鈴木久乃、石田裕美：日本人のセレン摂取量－食材料・料理の実測値および文献値による推定－，日本栄養・食糧学会誌，41,91-102(1988)
- 13) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会；日本人の食事摂取基準(2010年版)、(2009)第一出版、東京
- 14) Olson OE, Novacek EJ, Whitehead EI and Palmer IS: Investigation on Selenium in Wheat, Phytochemistry, 9, 1181-1188(1970)
- 15) Yasumoto K, Suzuki T and Yoshida M: Identification of Selenomethionine in Soybean Protein. J. Agric. Food. Chem., 36, 463-467(1988)
- 16) Clement Ip, Marc Birringer, Eric Block, Mihaly Kotrebai, Julian F. Tyson, Peter C. Uden, and Donald J. Lisk: Chemical Speciation Influences Comparative Activity of Selenium-Enriched Garlic and Yeast in Mammary Cancer Prevention, J. Agric. Food Chem., 48, 2062-2070(2000)
- 17) 糸川嘉則：セレン、ミネラルの事典、297-310(2003)朝倉書店、東京
- 18) Cai X-J, Block E, Uden PC, Zhang X, Quimby BD and Sullivan JJ: Identification of Selenoamino Acids in Ordinary and Selenium-Enriched Garlic, Onion, and Broccoli Using Gas Chromatography with Atomic Emission Detection, J. Agric. Food Chem., 43, 1754-1757(1995)
- 19) Sunde RA (吉田宗弘、訳)：セレン、最新栄養学第9版(Bowman

- BA, Russel RM, eds. (木村修一、小林修平、翻訳監修))、
478-496(2007) 建帛社, 東京
- 20) Hawkes WC, Alkan FZ, Oehler L, : Absorption, distribution and excretion of selenium from beef and rice in healthy North American men, J. Nutr. 133, 3434-3442(2003)
- 21) Sanz Alaejos M, Diaz Romero C: Urinary selenium concentrations, Clin. Chem., 39,2040-2052(1993)
- 22) Navarro M, Lopez H, Ruiz ML, Gonzalez S, Perez V, Lopez MC: Determination of selenium in serum by hydride generation atomic absorption spectrometry for calculation of daily dietary intake, The Science of the Total Environment,175,245-252(1995)
- 23) 永沼章：セレンと水銀の生体内相互作用、衛生化学、29,173-187(1983)
- 24) Whanger PD: Metabolic interactions of selenium with cadmium, mercury, and silver, Adv. Nutr. Res., 7, 221-250(1985)
- 25) Andre M. Van Rij, Christine D. Thomson, Joan M. McKenzie, Marion F. Robinson: Selenium deficiency in total parenteral nutrition, Am. J. Clin. Nutr., 32, 2076-2085(1979)
- 26) Yang, G.Q., Zhu, L.Z., Liu, S.J., Gu, L.Z., Qian, P.C.: Human selenium requirements in China. In: Combs GF Jr., Levander OA, Spallholz JE, Oldfield, eds. : Selenium in biology and medicine. Van Nostrand Reinhold Company, 589-607(1987) , New York
- 27) Reilly, C: Selenium in Food and Health, pp.118-127, Blackie

- Academic & Professional, (1996)
- 28) Peng A, Yang C, Rui H and Li H: Study on the pathogenic factors of Kashin-Beck disease, *J. Toxicol. Environ. Health*, 35, 79-90(1992)
 - 29) Reiter R and Wendel A: Selenium and drug metabolism—I. Multiple modulations of mouse liver enzymes, *Biochem. Pharmacol.*, 32, 3063-3067(1983)
 - 30) Reiter R, Otter R, Haney HM and Wendel A: Selenium in Biology and Medicine (Wendel A, ed.), pp.85-89, Springer-Verlag(1989)
 - 31) Chareonpong-Kawamoto N, yasumoto K: Selenium deficiency as a cause of overload of iron and undalanced distribution of other minerals, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 59, 302-306(1995)
 - 32) Yoshida M: Increase of urinary ketone body excretion in selenium-deficient rats is a ketone-specific change, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 37, 425-434(1991)
 - 33) Reilly, C: Selenium in Food and Health, pp.86-91, Blackie Academic & Professional, (1996)
 - 34) News from CDC: Selenium Intoxication – New York, *Morbidity and Mortality Weekly Rep.*, 33, 157-158(1984)
 - 35) Combs GF Jr and Clark LC: Selenium and Cancer, *Nutritional Oncology* (Heber D, Blackburn GI and Go VLW eds.), pp.215-221, Academic Press(1999)
 - 36) Clark, L.C., Combs, G.F., Turnbull, B.W., Slate, E.H., Chalker, D.K., Chow, J., Davis, L.S., Glover, R.A., Graham, G.F., Cross,

- E.G., Krongrad, A., Lesher, J.L., Park, H.K., Sanders, B.B., Jr., Smith, C.L. and Taylor, J.R. : Effect of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin, J.A.M.A., 276, 1957-1963(1996)
- 37) Fineley JW, Davis CD and Feng Y: Selenium from high Selenium broccoli protects rats from colon cancer, J. Nutr., 130, 2384-2389(2000)
- 38) Johane P. Allard, Elaheh Aghdassi, Jenny Chau, Irving Salit, and Sharon Walmsley: Oxidative stress and plasma antioxidant micronutrients in humans with HIV infection, Am. J. Clin. Nutr., 67, 143-147(1998)
- 39) Baum MK, Posner GS: Micronutrient status in relationship to mortality in HIV-1 disease, Nutr. Rev., 56, S135-S139(1998)
- 40) Beck MA: Increased virulence of coxsackievirus B3 in mice due to vitamin E or selenium deficiency, J. Nutr., 127, 966S-970S(1997)
- 41)大澤正樹：成人血液透析患者の血清微量元素濃度と循環器疾患罹患率・死亡率との関連、上原記念生命科学財団研究報告集、23,1-4(2009)
- 42)鈴木徹、加藤香廉、旻福文彦、近田龍一郎、藤岡知昭、板井一好、岡山明、後藤康樹、後藤康文、秋澤忠男：血液透析患者における血清セレン濃度の検討，透析会誌,37,1487-1492(2004)
- 43) 吉田宗弘：日本人のセレン摂取と血中セレン濃度，日本栄養・食糧学会誌，45,485-494(1992)

- 44) Yang, G.Q., Ge, K., Chen, J., Xiaoshu, Chen.: Selenium-related endemic diseases and the daily selenium requirement of humans, *World Rev. Nutr. Diet.*, 55, 98-152(1988)
- 45) Anna J. Duffield, Christine D. Thomson, Kristina E. Hill, Sheila Williams: An estimation of selenium requirements for New Zealanders, *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 896-903(1999)
- 46) Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Selenium. In: Institute of Medicine, ed. *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids*, National Academy Press, 284-324(2000) Washington D.C.
- 47) WHO/FAO/IAEA, Selenium In: *Trace elements in human nutrition and health*. WHO, 105-122(1996) Geneva
- 48) McKenzie RL., Rea HM., Thomson CD., et al. Selenium concentration and glutathioneperoxidase activity in blood of New Zealand infants and children, *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 1413-1418(1978)
- 49) Pyykko K., Tuimala R., Kroneld R., et al: Effect of selenium supplementation to fertilizers on the selenium status of the population in different parts of Finland, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 42, 571-579(1988)
- 50) Klaper T., Mandii ML., Grgii J. et al: Daily Dietary intake of selenium in eastern Croatia, *Sci. Total Environ*, 217, 127-136(1998)
- 51) Gerald F. Combs, Jr., Stephanie B. Combs: *The Role of*

Selenium in Nutrition, pp.102-103, Academic Press(1986)

- 52)大塚 譲、磯本幸子、野田 洋：栄養調査データによる一般住民の微量元素摂取量の推定と所要量、許容上限摂取量との比較、日本公衆衛生雑誌, 47, 809-819(2000)
- 53)小山洋、笠沼勇一、中塚晴夫、渡辺知保、佐藤洋、渡辺孝男：陰膳方式による食品群別 Se 摂取量の測定および簡易調査表作成の試み, 日本衛生学雑誌, 51,397(1996)
- 54)Miyazaki, Y., Koyama, H., Sasada, Y., Satoh, H., Nojiri, M., Suzuki, S. : Dietary habits and selenium intake of residents in mountain and coastal communities in Japan, J. Nutr. Sci. Vitaminol., 50(5), 309-19 (2004)
- 55) 小林奈緒、村山伸子、稲村雪子、久保田恵、神田知子、高橋孝子、石田裕美：給食施設における「日本人の食事摂取基準」の活用の現状（第 1 報）－病院および介護老人保健施設を対象とした質問紙調査－、栄養学雑誌, 70, S39-45(2013)
- 56) 小林奈緒、村山伸子、稲村雪子、久保田恵、神田知子、高橋孝子、金光秀子、辻ひろみ、石田裕美：給食施設における「日本人の食事摂取基準」の活用の現状（第 2 報）－高齢者施設を対象としたインタビュー調査－、栄養学雑誌, 70, S46-55(2013)
- 57)徳留信寛、石田裕美、小林奈緒、村山伸子、神田知子、高橋孝子、久保田恵、金光秀子、伊藤早苗、辻ひろみ：高齢者施設における摂取量の実態、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、平成 23 年度総括・分担研究報告書,114-129(2012)

- 58) Michie, N.D., Dixon, E.J., Bunton, N.G. : Critical review of AOAC fluorometric method for determining selenium in foods, J.A.O.A.C., 61, 48-51 (1978)
- 59) 松崎政三、池本真二、井上浩一：日本人の食事摂取基準(2010 年版)の実践・運用－特定給食施設等における栄養・食事管理－、(2011)第一出版、東京
- 60) Watkinson JH: Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3-diaminonaphthalene. Anal Chem, 38, 92-96(1966)
- 61) 吉田宗弘、岩見公和、安本教傳、岩井和夫：ミルクカゼイン、大豆タンパク質およびカツオ節に含まれる Se の有効性，日本農芸化学会誌，55, 689-693 (1981)
- 62) Yoshida, M., Iwami, K. and Yasumoto, K. : Determination of Nutrition Efficiency of Selenium Contained in Processed Skipjack Meat by Comparison with Selenite, J. Nutr. Sci. Vitaminol., 30, 395 -400(1984)
- 63) 吉田宗弘：コメに含まれる Se の栄養有効性，日衛誌，42, 989 -993(1987)
- 64) Chan S, Gercon B, Reitz RE, Sadjadi SA: Technical and clinical aspects of spectrometric analysis of trace elements in clinical samples., Clin Lab Med, 18, 615-629(1998)
- 65) 細谷憲政、松田朗、小山秀夫、杉山みち子：高齢者の栄養スクリーニングと栄養アセスメント、これからの高齢者の栄養管理サービス、44-59(1998)第一出版、東京
- 66) 関久人：健康人における血中セレンの動態と健康に及ぼす影響

第2報血中セレン濃度と生体機能との関連性, 日本衛生学雑誌,43,6,1149-1158(1989)

- 67) 小切間美保、小嶋ゆかり、樋口寿、井奥加奈、伏木沙織、奥田豊子：菜食者における抗酸化能に関連する因子の検討—亜鉛・セレンについて—, Trace Nutrients Research,25,108-113(2008)
- 68) Kondo M, Aiba N, Higashi E, Oka J, Kajimoto M: Changes due to aging in the concentrations of trace elements in the peripheral blood that assist with the action of antioxidation., Biomed Res Trace Elements, 15, 342-344,(2004)
- 69) Westermarck,T., Raunu,P., Kirjarinta,M. and Lappalainen,L.: Selenium Content of Whole Blood and Serum in Adults and Children of Different Ages from Different Parts of Finland, Acta Pharmacol. Toxicol., 40, 465-475 (1977)
- 70) Rea,H.M., Thomson,C.D., Campbell,D.R. and Robinson,M.F.: Relation between erythrocyte selenium and glutathione peroxidase activities of New Zealand residents and visitors to New Zealand, Br. J. Nutr., 42, 201-208 (1979)
- 71) Varo,P., Alfthan,G., Ekholm,P., Aro,A. and Koivistoinen,P.: Selenium intake and serum selenium in Finland: effects of soil fertilization with selenium, Am. J. Clin. Nutr., 48, 324- 329 (1988)
- 72) Swanson,C.A., Longnecker,M.P., Veillon,C., Howe,M., Levander,O.A., Taylor,P.R., McAdam,P.A., Brown,C.C., Stampfer,M.J. and Willett,W.C.: Selenium intake, age, gender, and smoking in relation to indices of selenium status of adults residing in a seleniferous area, Am. J. Clin. Nutr., 52, 858-862

(1990)

- 73) 武政睦子、市川和子：血液透析患者における血清セレン濃度とセレン摂取量， 栄養学雑誌,70,325-330(2012)
- 74) Knekt P, Aromaa A, Maatela J, Alfthan G, Aaran RK, Hakama M, Hakulinen T, Peto R, Teppo L: Serum Selenium and subsequent risk of cancer among Finnish men and women., J Natl Cancer Inst, 82, 864-868, (1990)
- 75) Kabuto M, Imai H, Yonezawa C, Akiba S, Kato H, Suzuki T, Land CE, Blot WJ: Prediagnostic serum selenium and zinc levels and subsequent risk of lung and stomach cancer in Japan. Cancer Epidemiol, Biomarkers Prev ,3, 465-469 (1994)
- 76) 糸川嘉則、岩崎良文：栄養・健康科学シリーズ臨床栄養学、p145 (1999)南江堂、東京
- 77) 香川靖雄、景山光代：高齢者の蛋白質と葉酸の栄養改善、財団法人日本食肉消費総合センター「食肉に関する機能成分等の調査研究事業委託研究報告書」,83-93(2009)
- 78) 佐藤郁雄、新関嗣郎、細川優、東条仁美、内藤紀子、山口賢次：日常食における亜鉛・銅・セレンの出納について， 微量栄養素研究, 3, 161-168(1986)
- 79) World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations: Selenium. In Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed., pp.194-216(2004)
- 80) 中村美知子、旻持知恵子、西田頼子、佐藤一美：高齢独居者の食生活の実態-高齢同居者ならびに青年との比較， Yamanashi

Nursing Journal, 5, 43-48(2006)

81) 金光秀子, 佐藤郁雄, 石田裕美 :高齢者福祉施設入居者のセレン
摂取量について, 日本食生活学会誌, 19,148-154(2008)

82) Wayne Chris Hawkes, Fulya Zeynep Alkan, Lynn Oehler:
Absorption, Distribution and Excretion of Selenium from Beef and
Rice in Healthy North American Men, The Journal of Nutrition,
133,3434-3442(2003)