

日本食品標準成分表 2010 に新規収載された微量栄養素摂取量の検討 —ヨウ素・セレン—

松本 希美¹⁾, 吉田 宗弘²⁾, 澤村 弘美¹⁾, 渡邊 敏明¹⁾
(¹⁾ 兵庫県立大学院 環境人間学部*, ²⁾ 関西大学化学生命工学部食品工学研究室**)

Examination of the intake of micronutrients newly listed in Standard Tables of Food Composition in Japan 2010 —iodine and selenium—

Kimi MATSUMOTO¹⁾, Munehiro YOSHIDA²⁾, Hiromi SAWAMURA¹⁾ and Toshiaki WATANABE¹⁾

¹⁾ *Department of Dietary Environment Analysis, School of Human Science and Environment, Himeji Institute of Technology, University of Hyogo,*

²⁾ *Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering, Kansai University.*

Summary

“Standard Tables of Food Composition in Japan” is revised every 5 year. In the revision in 2010, the content of 5 micronutrients in foods such as iodine, selenium, chromium, molybdenum, and biotin were newly listed. The dietary reference intakes of these micronutrients have already set in Dietary Reference Allowance for Japanese, 6th revision published in 2000. However, to our knowledge, there are not many reports about the intake of these micronutrients in Japan. Therefore, we conducted to analyze the contents of these micronutrients, especially iodine and selenium in foods and estimate the daily intake of micronutrients in the hospital and the prison by two dietary surveys. The menu of meals served in these facilities were planned by the registered dietitian, in which the estimated daily intake of micronutrients on average was calculated from the master menu for 1 week by using the commercial soft “Excel Eiyokun” (menu value). Also common meals for adults and infant meals for a baby were collected in the hospital and in the prison for 7days on June to July in 2011. The content of iodine and selenium in these meals was analyzed by ICP-MS (analyzed value). The difference in the dietary intake of iodine and selenium in these facilities was compared between in the analyzed value and menu value. In the daily iodine intake, the menu value was high in both the hospital and prison. As iodine is contained in seaweed at the high concentration, the group mean of iodine was increased in the algae. However, dried laver seaweed “nori”, brown seaweed “wakame” with a low concentration contains was included in this group as well. So, it is suggested that the interviewing about the amount used and the kind of foods relevant to seaweed is needed to estimate the daily intake of iodine from the menu. As for the daily intake of selenium, the analytical value was as close as that the menu value. However there was a large variation within days which is in part due to using or not using fishes and eggs in the menu. These findings suggest that it is necessary to know the characteristic of each micronutrient in the cooking for calculating of the daily intake.

食は、生活を行う上で必要不可欠な存在であると同時に、私たちの健康の維持・増進とする上で、密接な関係を持っている。近年、海外からの輸入食品の増加や、サプリメント摂取の増加などに伴い、食事の内容が変化してきている。わが国における食に関する代表的な資料として、日本食品標準成分表（いわゆる食品成分表）¹⁾と日本人の食事摂取基準（2010年版）（以下、食事摂取基準）²⁾がある。食品

成分表は、国民の栄養・健康への関心の高まりとともに、日常生活面においても広く利用されており、日常摂取する食品の栄養成分に関する基礎データを幅広く提供している。食品成分表は、95か国が国別に公表³⁾し、それぞれの国で利用されている、わが国でも最も信頼される食品のデータベースとしてされている。一方、食事摂取基準は、健康な個人または集団を対象として、国民の健康の維持・増進、

*所在地：兵庫県姫路市新在家本町1-1-12（〒670-0092）

**所在地：大阪府吹田市山手町3-3-35（〒564-8680）

生活習慣病の予防を目的とし、エネルギーおよび各栄養素の摂取量の基準を示すものであり、各個人の習慣的な摂取量として「1日当たり」の基準を示している。食事摂取基準では、特に生活習慣病を予防することに重点が置かれており、エネルギーや栄養素の「摂取量の範囲」を定め、欠乏症だけではなく過剰摂取による健康障害の予防も目的としている。これらの資料は、食生活の変化や最新の研究成果に基づくものであり、どちらも繰り返し改訂あるいは改定され、現状に対応するよう作成されている。

2010年に「五訂増補食品標準成分表」が5年ぶりに改訂され、「食品成分表2010」として公表された。この成分表では、収載食品の3分の1にあたる約500品目について、新たに「ヨウ素」「セレン」「クロム」「モリブデン」の4つのミネラルとビタミンの「ビオチン」の含有量が記載された。これによって、これら4つの微量栄養素の献立からの摂取量が計算可能になった。しかし、これらの新規収載微量栄養素の摂取量についての報告は少ないのが現状である。これまでの報告では、ヨウ素などの一部のミネラルにおいては、食品成分表の値と分析値との間での一致性が低いことが指摘されている⁴⁾。このため、新規収載微量栄養素については、食事摂取基準における基準値を満たす献立を設計する際に、一定の配慮が必要であると考えられる。本研究では、これら4つの微量栄養素の中のヨウ素およびセレンに着目し、3食提供している施設においてその摂取量の献立値と分析値を比較検討した。そして、その結果にもとづき、セレンとヨウ素に対して現行の食品成分表を活用する場合の課題を提示した。

調査方法および実験方法

1. 調査方法及び期間

兵庫県下にある3食提供施設として、矯正施設および病院（それぞれ1施設）を対象とした。矯正施設では一般食、病院では常食・離乳食を朝昼夕3食7日分、計63食回収した。調査期間は2011年6-7月である。

2. 分析方法

回収した食事は1日ごとにホモジナイザーで均一化し、凍結乾燥した。凍結乾燥を行った試料は分析までの間、デシケータにて保存をした。

ヨウ素の定量は食品分析マニュアルに準拠して行った。試料200mgに20ppbのテルルを含む0.5%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)40mlを加え、一晩室温に放置した。翌日60℃で約5時間放置後、液量を純水で40mlにし、遠心分離(3000rpm)したのち、0.45μmのフィルターで濾過した得られた抽出液中のヨウ素はテルルを内部標準としてICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析装置(島津ICPMS8500))を用いて定量した。

セレンの定量も食品分析マニュアルに準拠して行った。試料1gを30mlケルダールフラスコに入れ、有害金属測

定用濃硝酸10mlと沸騰石3から4個を入れ、ドラフト中で一晩以上放置した。放置後、加熱を行い、不溶物がなくなったらいったん加熱を止め、冷却後、有害金属測定用過塩素酸2mlを加えた。加熱を再開し、発泡状態などをみながら徐々に加熱を強め、反応液が無色に近づいたら、強く加熱した。激しい発泡が生じ、過塩素酸の白煙が生じた時点で分解を終了した。分解液を10mlメスフラスコに移し、1ppmのテルル標準液を200μl加え、最後に純水で10mlにメスアップした。これを0.45μmのフィルターで濾過したものを試料とした。得られた希釈分解液中のセレンを内部標準としてテルルを用いてICP-MSで定量した。

3. 1日摂取量の算定

分析によって得られたヨウ素とセレンの含有量にもとづき、各食からのヨウ素とセレンの摂取量を算定し、各1日分合計して、1日摂取量を求めた。このようにして求めた値を「分析値」とした。

一方、食品成分表2010を用いた各献立からのヨウ素とセレンの1日摂取量の算定には、エクセル栄養君Ver6.0(建帛社)を用いた。また、献立に用いられていた食品成分表未収載の食品については、食品群の平均値をあてはめ算出した。このようにして食品成分表を用いて求めた値を「献立値」とした。

4. 統計解析法

分析値と献立値の関連性については、Pearson's correlation coefficient testおよびPaired t-testを用いて解析した。有意水準は $p < 0.05$ とした。解析には、統計解析プログラムである4 Steps エクセル統計第2版 STATCEL2 ((有)オーエムエス出版, 埼玉)を使用した。

結果

1. ヨウ素の摂取量

Table 1にヨウ素の1日摂取量に関して、分析値と献立値をまとめた。分析値の平均摂取量は、矯正施設食 $159 \pm 109 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院常食 $82 \pm 58 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院離乳食 $10 \pm 11 \mu\text{g}/\text{日}$ 、献立法による献立値の平均摂取量は、矯正施設食 $1691 \pm 2513 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院常食 $68 \pm 28 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院離乳食 $9 \pm 4 \mu\text{g}/\text{日}$ であった。両者とも日間変動でのバラつきが大きく、矯正施設では2, 4, 5日目の献立値において昆布食品が使用されていたため、非常に高い値となった。しかし、分析値は、これらの昆布製品が使用されている場合でも、値に反映されなかった(Table 1)。

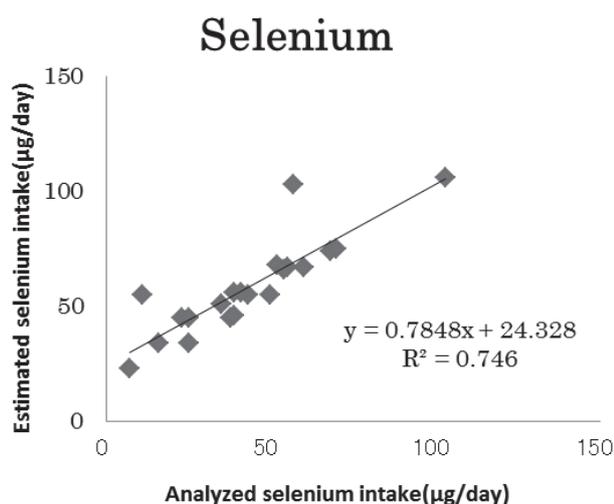
施設間の比較によると、矯正施設食では昆布の佃煮の使用や、味噌汁のカットわかめの使用により、とくに献立値において、高い数値が示されたため、日間のバラつきが見られた。一方、病院の常食では、分析値の方が高く、病院離乳食においては、食事摂取基準の目安量($100 \mu\text{g}/\text{d}$)と比較すると分析値、献立値ともに、低値を示した。

Table 1 Comparison of estimated values with analyzed values in intakes of iodine from diets in the prison the and hospital

Sampling days	Iodine (μg/d)								
	Daily food in correctional institution			Daily food in hospital			Baby food in hospital		
	Estimated	Analyzed	R2	Estimated	Analyzed	R2	Estimated	Analyzed	R2
1st	30	31		45	139		14	29	
2nd	6605	50		39	83		12	18	
3rd	85	202		53	152		10	14	
4th	1754	348	NS	89	16	NS	5	1	0.75
5th	3347	177		105	124		9	2	
6th	11	204		48	42		11	2	
7th	7	104		100	16		2	1	
Mean ± SD	1691 ± 2513	159 ± 109		68 ± 29	82 ± 58		9 ± 4	10 ± 11	

Table 2 Comparison of estimated values with analyzed values in intakes of selenium from diets in the prison and hospital

Sampling days	Selenium (μg/d)								
	Daily food in correctional institution			Daily food in hospital			Baby food in hospital		
	Estimated	Analyzed	R2	Estimated	Analyzed	R2	Estimated	Analyzed	R2
1st	52	68		50	55		60	67	
2nd	11	55		39	46		23	32	
3rd	68	74		43	55		25	34	
4th	103	106	0.9	39	56	0.78	16	25	0.96
5th	70	75		57	103		25	27	
6th	38	45		41	56		54	52	
7th	35	51		55	67		7	23	
Mean ± SD	54 ± 30	68 ± 20		46 ± 8	63 ± 19		30 ± 20	37 ± 16	

**Fig. 1** Relation between estimated and analyzed values in intakes of selenium.

2. セレンの摂取量

Table 2 にセレンの 1 日摂取量に関して、分析値と献立値をまとめた。分析値の平均摂取量は、矯正施設食 $68 \pm 20 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院常食 $63 \pm 19 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院離乳食 $37 \pm 16 \mu\text{g}/\text{日}$ 、献立法による平均摂取量は、矯正施設食 $54 \pm 3 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院常食 $46 \pm 8 \mu\text{g}/\text{日}$ 、病院離乳食 $30 \pm 20 \mu\text{g}/\text{日}$ であった。Fig. 1 には分析値と献立値の相関を示した。献立値と分析値では近い値が得られたことから、両者間には強い相関 ($r^2 = 0.74$) がみられた (Fig. 1)。

施設間の比較によると、矯正施設食では、玄米を中心とした穀物類が多く、平均摂取量でも病院常食よりわずかに高値であった。また、矯正施設食、病院常食、病院離乳食、すべて食事摂取基準の推奨量または目安量を満たしていた。

考 察

1. ヨウ素

ヨウ素は、海産物、とくに昆布に代表される海藻類に高濃度で含まれている。食品成分表に記載された 502 食品のヨウ素含量をみると、41% は「0」、10% は「Tr」であることから、ヨウ素は海産物に偏在しているといえる。日本人は海産物を多く摂取する食文化を持っており⁵⁾、世界でもまれな高ヨウ素摂取の民族である。たとえば、国民健康栄養調査の結果と食品成分表を用いて算定すると、日本人のヨウ素摂取量は $5,329 \mu\text{g}/\text{日}$ であり、耐容上限量 ($2,200 \mu\text{g}/\text{日}$) の 2 倍以上摂取していることになる。

このように日本人のヨウ素の主な給源は海産物であり、なかでも昆布製品のヨウ素摂取への寄与率が著しいことは明らかである⁶⁾。実際、昆布だしや昆布の佃煮など昆布製品の使用が多い矯正施設食での献立値においてヨウ素の値は著しく高値を示した。渡邊ら⁷⁾の報告によると、献立調製における 1 回使用量あたりのヨウ素量が多量なのは、100 g 当たりのヨウ素含有量が全食品中第 3 位の昆布だしである。つまり、昆布製品の中でも昆布だしが日本人のヨウ素摂取量に大きく寄与していると考えられる。しかし、分析値をみると、昆布だしや昆布佃煮の使用がある場合でも、献立値のような極端な高値は認められず、両者の間に乖離が認められた。この原因は不明であるが、昆布だしや昆布佃煮のヨウ素含有量にばらつきがあること、実際の使用量の把握が難しいことなどが関わっているのかもしれない。たとえば、食品成分表の昆布だしは、水に 3% の昆布を加え、60 分放置したものであるが、献立に使用

された昆布だしが同じように調製されたという保証はなく、ヨウ素含量がそれほど高くない昆布だしが使用されていた可能性が考えられる。

病院離乳食では、目安量と比較していずれの値も低値を示した。その一因として、ヨウ素を多く含む昆布製品の使用がみられなかったことが挙げられる。このことは、昆布に代表される海藻類を献立から意識的に除くとヨウ素摂取不足を起す危険性のあることを意味している。日本製の調製粉乳にヨウ素が添加されていないことを含めて、乳幼児のヨウ素摂取量については今後検討していく必要があるといえる。

わが国でのヨウ素過剰障害の報告がほとんどないことから⁸⁾、日本人はヨウ素に対する耐性があると考えられている。しかし、ヨウ素摂取量を把握するにあたっては供給源となる食材が偏在していることより、栄養価計算など行うにあたって十分注意が必要であると考えられる。

2. セレン

セレンは土壌や飼料からの影響が大きいと言われている微量元素である⁹⁾。3つの食事において献立値と分析値では近い値を示しており、両者の相関も大きい ($r^2 = 0.75$) ことから、献立値でほぼ摂取量の把握ができると考えられる。すなわち、セレン摂取量に関しては、食事記録と成分表を用いることで大まかな摂取量の把握は可能であると言える。

たとえば、高値を示した日には、セレン含量が高い魚、卵を使用しており、そのことは献立値だけでなく分析値にも反映されていた。ただし、献立値では、未記載の白魚などが拾いきれておらず、分析値よりわずかであるが、低値を示した。

国民健康栄養調査結果から成分表を用いて算定すると、セレン摂取量は 123 $\mu\text{g}/\text{日}$ となる。この値は成人の推奨量 (25 - 30 $\mu\text{g}/\text{日}$) の約 4 倍、耐容上限量 (220 - 280 $\mu\text{g}/\text{日}$) の 40 - 60% に相当する摂取量であり、一般的な日本人型の食生活であればセレンを十分に摂取できていると考えられた。

3. 日本食品標準成分表活用にあたって

今回の結果より、ヨウ素については、献立から摂取量の推定する際には、献立記入の際に昆布に関連した食材の使用量・種類に関しての聞き取りをすることが必要であるこ

とが示された。布施らが提案する特別な調査用紙を使用し、できる限り詳細に聞き取りを行うことにより、実際の摂取量に近いヨウ素摂取量の把握をすることができると考えられる。しかし、昆布製品、いわゆる「昆布だし」が献立に使用される場合は、定量的な把握は難しいと考える。

セレンについては、献立値と分析値の一致性が高く、食品成分表による摂取量の把握が可能である。セレンの供給源として、小麦粉や魚介類といった主要な食品が多いため、食事記録において定量的把握が容易であると考えられた。

今後は、それぞれの微量栄養素の特徴を理解し、献立作成に取り組むことで真の摂取量の値に近づけると考える。

参考文献

- 1) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：日本標準食品成分表 2010 全国官報販売協同組合，東京，2010
- 2) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準【2010年版】第一出版，東京，2009
- 3) FAO/INFOODS (International network of food data systems): http://www.fao.org/infoods/direvtory_en.stm
- 4) 吉田宗弘，児島未希奈，三由亜耶，森田明美：病院及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，28，27-31，2011
- 5) 村松康行：ヨウ素：栄養学および環境科学的視点から見たヨウ素，Vitamins(Japan) 86(10)，558-561，2012
- 6) 布施養善，大橋俊則，紫芝良昌，入江實：日本人のヨウ素摂取量推定のための加工食品類のヨウ素含有量についての研究，日本臨床栄養学会雑誌 32(1)，26-51，20106
- 7) 渡邊智子，鈴木亜夕帆，山下光雄：日本食品標準成分表 2010 の活用 食事から適切にヨウ素を摂取するために，日本食生活学会誌，22(2)，121-128，2011
- 8) Ishizuki Y, Yamauchi K, Miura Y: Transient thyrotoxicosis induced by Japanese kombu. Nippon Nainbunpi Gakkai Zasshi., 65, 91-98, 1989
- 9) 吉田宗弘：セレンとモリブデンの生理機能と適切な摂取量の範囲：Vitamins (Japan), 86(10), 548-557, 2012