

市販離乳食からのヨウ素とクロムの摂取量の推定

吉田 宗弘, 野崎 詩乃, 乾 由衣子

(関西大学化学生命工学部食品工学研究室*)

Estimation of Iodine and Chromium Intakes from Commercial Baby Foods

Munehiro YOSHIDA, Shino NOZAKI and Yuiko INUI

Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Faculty of Chemistry,
Materials and Bioengineering, Kansai University

Summary

To estimate iodine and chromium intake in Japanese infants dependent on commercial baby food and human milk, 53 commercial baby food samples (24 samples for ≥ 7 -month-old baby and 29 samples for ≥ 9 -month-old baby) were collected and their iodine and chromium concentrations were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. The iodine concentrations were markedly elevated by the use of *kombu* or *hijiki* and their medians (25–75 percentile) in baby food for a ≥ 7 -month-old baby and a ≥ 9 -month-old baby were 30 (21–103) and 42 (27–1045) ng/g wet weight, respectively. Mean iodine intake by 6 to 8-month-old babies and 9 to 11-month-babies was estimated to be 144 and 691 $\mu\text{g}/\text{d}$, respectively although their medians were estimated to be 89 and 84 $\mu\text{g}/\text{d}$, respectively. On the other hand, chromium concentrations (median (25–75 percentile)) in baby foods for a ≥ 7 -month-old baby and a ≥ 9 -month-old baby were 12 (7–12) and 10 (7–16) ng/g wet weight, respectively. Mean chromium intake by 6 to 8-month-old babies and 9 to 11-month-babies was estimated to be 8 and 10 $\mu\text{g}/\text{d}$, which were about 10 times higher than the value shown as the Adequate Intake in the Dietary Reference Intakes for Japanese. These results indicate that intermittent high-iodine baby food ensures sufficient iodine intake, and chromium intake is increased in Japanese infants after beginning to eat baby food.

わが国の食事摂取基準では、現在の日本の乳児において、栄養素の不足・過剰に起因する顕著な健康障害が認められないという事実をふまえ、各栄養素の母乳中濃度にもとづいて、生後6か月未満乳児の栄養素摂取の目安量を設定している。一方、生後5か月を経過すると、多くの乳児は母乳とともに離乳食を摂取し始める。したがって、生後6か月以降に関しては、母乳と離乳食からの栄養素摂取量にもとづいた目安量の策定、もしくは1歳以降と同様に、推定平均必要量にもとづいて摂取の推奨量を設定するのが妥当である。しかし、微量ミネラルの場合、2010年版食事摂取基準では、6か月以降乳児に対して、鉄が推定平均必要量と推奨量、銅とマンガンが離乳食摂取を考慮した目安量が設定され、その他に関しては生後6か月未満乳児に対する目安量を体重にもとづいて外挿した値を目安量としている¹⁾。これは、6か月以降乳児を対象とした、栄養素必要量に関する研究や栄養素摂取量調査が不十分であることに起因している。

われわれは、市販離乳食の利用頻度が増加していることから、市販離乳食を収集して、その鉄、亜鉛、銅、マンガ

ン、セレン、モリブデン濃度を測定し、市販離乳食と母乳に依存した場合の6か月以降乳児におけるこれらの摂取量を推定し、報告した²⁾。今回、同じ収集試料について、ヨウ素とクロム濃度を測定し、前報と同様に、市販離乳食と母乳に依存した場合の6か月以降乳児におけるこれらの摂取量を推定したので報告する。

実験方法

1. 試料の収集

2008年の6月から10月にかけて、5つの国内メーカーより、レトルト、もしくは瓶詰め状態で販売されていた離乳食53食を購入し、微量ミネラル測定用の試料とした。収集した離乳食は「7か月頃より」の表示のあるのが24食、「9か月頃より」の表示のあるのが29食であった。

2. 分析

収集した離乳食は、1食ごとにすべてを凍結乾燥後、ミル(Retsch GM200)で均一・細粉化した。細粉化した試料

*所在地：吹田市山手町3-3-35 (〒564-8680)

200 mg に 20 ng/mL 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溶液 40 mL を加え、室温で一晩放置した。さらに、60°C で 4 時間加熱後、遠心および濾過を行い、抽出液を得た。抽出液中のヨウ素を、テルルを内部標準として、誘導結合プラズマ質量分析器（島津 ICPM-8500）を用いて定量した。一方、これとは別に、細粉化試料 500 mg を磁製のつぼに入れ、550°C で 16 時間加熱した。灰化後の残渣を 20 ng/mL のロジウムを含む 0.1 M 硝酸に溶解し、含有されるクロムを、ロジウムを内部標準として、誘導結合プラズマ質量分析器を用いて定量した。分析に用いた質量数は以下のとおりである。クロム, 52; ロジウム, 103; ヨウ素, 127; テルル, 126, 128, 130。

3. 市販離乳食からのヨウ素とクロムの摂取量の推定

分析結果をもとに、各離乳食について、離乳食湿重量 (g) あたりとエネルギー (kcal) あたりのヨウ素とクロムの濃度を求めた。本研究で収集した離乳食は「7 か月頃より」、および「9 か月頃より」の表示があったことから、1 日の離乳食をすべて単一の製品に依存したと仮定し、6~8 か月児が前者、9~11 か月児が後者を摂取した場合のヨウ素とクロムの摂取量を以下の式にもとづいて算定した。

[ヨウ素またはクロム摂取量]

= [各離乳食のエネルギーあたりのヨウ素またはクロム濃度] × [6~8 か月児, または 9~11 か月児の離乳食からのエネルギー摂取量の報告値の平均値 (6~8 か月児 171 kcal/d, 9~11 か月児 452 kcal/d)³⁾]

さらに、この算定した市販離乳食からのヨウ素またはクロム摂取量に、日本人の食事摂取基準 2010 年版で採用されている母乳中ヨウ素またはクロム濃度 (ヨウ素, 133 ng/mL; クロム, 1.0 ng/mL)¹⁾ と乳児の母乳摂取量 (6~8 か月児, 600 mL/d; 9~11 か月児, 450 mL/d)^{4, 5)} から算定される母乳由来のヨウ素またはクロム摂取量を加え、市販離乳食と母乳を摂取した場合のヨウ素またはクロム摂取量をもとめた。

結果

離乳食のヨウ素濃度の測定結果を Fig. 1 と Table 1 にまとめた。離乳食のヨウ素濃度は試料ごとの変動が大きく、最小値と最大値との間に約 100 倍の差を認めた。すなわち、約半数は湿重量あたり 50 ng/g 未満であり、日本人の母乳中ヨウ素濃度 (133 ng/mL) よりも低かったが、湿重量あたり 1 μg/g を超える離乳食も 10 試料近くあった。7 か月以降用と 9 か月以降用を比較した場合、中央値には大きな差がなかったが、湿重量あたり 1 μg/g を超えるものがいずれも 9 か月以降用であったため、75 パーセンタイル値においては 9 か月以降用が大きく上回っていた。

今回収集した 53 種の市販離乳食中、15 の試料については、「昆布だし」、「昆布エキス」などのように、食材に昆布の使用が明記されていた。そこで、市販離乳食の湿重量あたりヨウ素濃度を、昆布使用表示の有無別に比較し、Table 2 にまとめた。両者のヨウ素濃度には極端な違いが

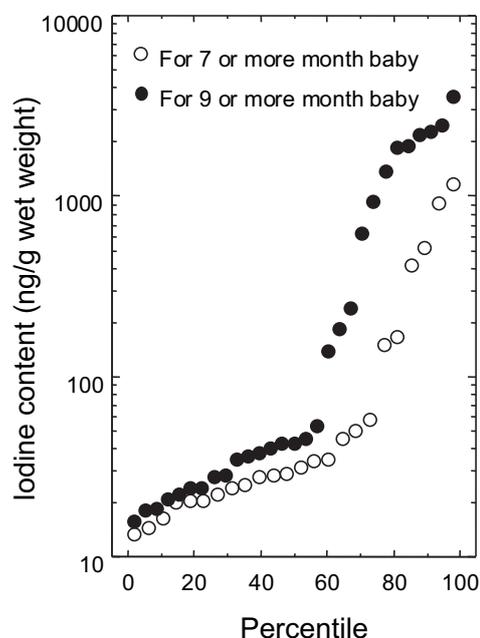


Fig. 1 Percentile curve of iodine content of commercial baby foods.

Table 1 Iodine concentrations in commercial baby foods

	For 7 or more month baby (n=24)		For 9 or more month baby (n=29)	
	ng/g wet weight	ng/kcal	ng/g wet weight	ng/kcal
Minimum	13	29	16	28
25 percentile	21	41	27	41
Median	30	51	42	54
75 percentile	103	174	1045	432
Maximum	1152	2818	3558	9489
Mean	159	378	629	1396
Geometrical mean	53	99	125	205

Table 2 Effect of use of kombu on iodine concentration of commercial baby foods

Use of kombu	Iodine concentration (ng/g wet weight)				
	Mean	Geometric mean	Median	Minimum	Maximum
+ (n=15)	1340	920	1151	149	3558
- (n=38)	51	33	37	13	614

The Mann-Whitney test showed that difference between “+” and “-” in iodine concentration was significant ($p < 0.05$).

認められ、昆布使用明記の離乳食はいずれも明らかに高いヨウ素濃度を示した。昆布使用が明記されていない離乳食の中で、一部の昆布使用離乳食よりも高いヨウ素濃度示したのが3試料あったが、これらは、「鰹とヒジキの煮つけ」、「とりヒジキごはん」などであり、相当量のヒジキが使用されたものだった。

離乳食のクロム濃度の測定結果を Fig. 2 と Table 3 にまとめた。離乳食のクロム濃度は試料ごとの変動が小さく、そのほとんどが湿重量あたり 20 ng/g 未満であり、100 ng/g を超えたのは 53 試料中 1 試料のみだった。また、7 か月以降用と 9 か月以降用との間に差は認められなかった。

1 日の離乳食をすべて単一の製品に依存すると仮定した上で、6~8 か月児または 9~11 か月児が、今回測定対象とした離乳食と母乳を摂取した場合のヨウ素またはクロムの摂取量を算定し、Table 3 と Fig. 3 にまとめた。ヨウ素摂取量の中央値は、6~8 か月児が 89 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、9~11 か月児が 84 $\mu\text{g}/\text{d}$ であり、母乳のみの摂取を想定して策定されている食事摂取基準 2010 年版における 6 か月以降乳児のヨウ素の目安量 (130 $\mu\text{g}/\text{d}$) を下回った。しかし、平均値は、高ヨウ素濃度の試料が散見されたことを反映し、

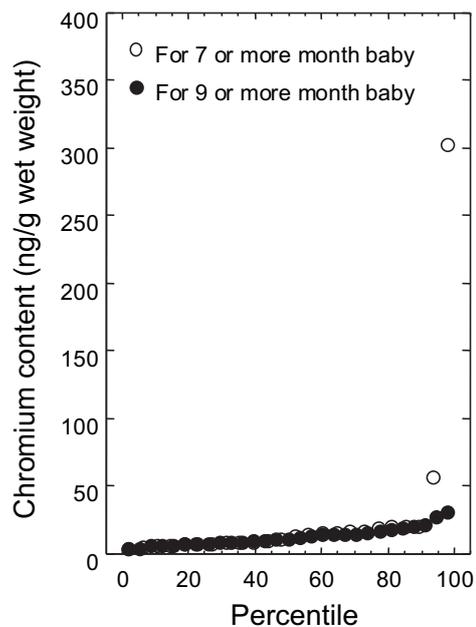


Fig. 2 Percentile curve of chromium content of commercial baby foods.

Table 3 Chromium concentrations in commercial baby foods

	For 7 or more month baby (n=24)		For 9 or more month baby (n=29)	
	ng/g wet weight	ng/kcal	ng/g wet weight	ng/kcal
Minimum	4	7	4	6
25 percentile	7	15	7	11
Median	12	20	10	18
75 percentile	18	29	16	25
Maximum	303	397	31	63
Mean	26	45	12	21
Geometrical mean	13	24	11	18

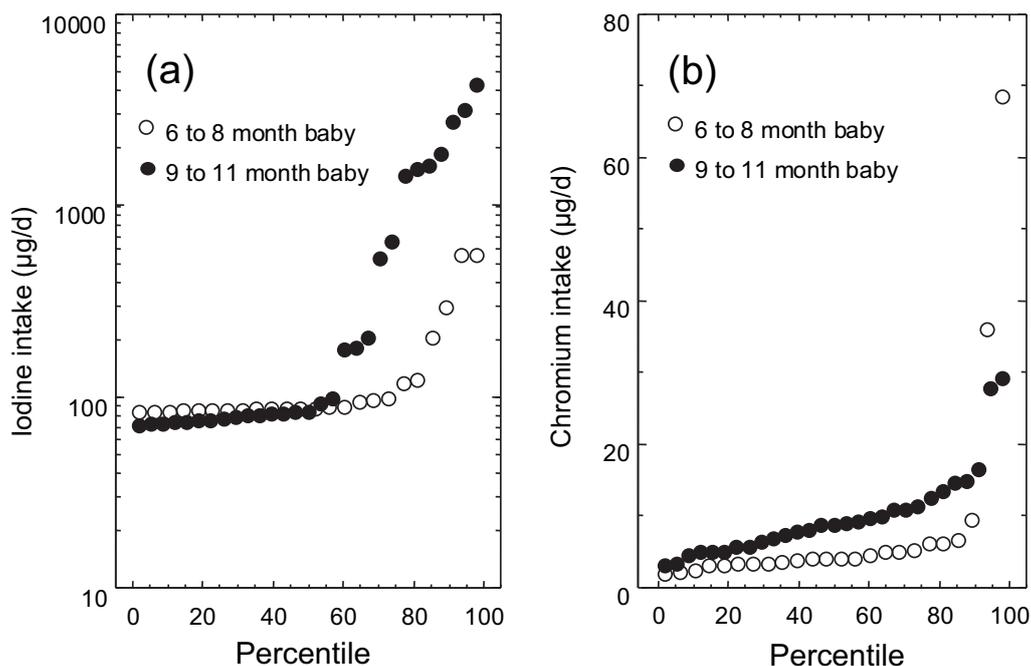


Fig. 3 Percentile curve of estimated iodine (a) or chromium (b) intake from breast milk and commercial baby foods.

6～8 か月児が144 µg/d, 9～11 か月児が691 µg/dであった。とくに9～11 か月児では, 9 か月児以降用離乳食のいくつかが湿重量あたり1 µg/g 以上であったことを反映し, 食事摂取基準2010年版の耐容上限量である250 µg/dを上回っていた。

一方, クロムの摂取量は, 試料間の変動の小ささを反映し, 6～8 か月児, 9～11 か月児にかかわらず, 平均値, 幾何平均値, 中央値のいずれもが4～10 µg/dの範囲であった。

考 察

Table 1に示したように, 9 か月以降用市販離乳食の湿重量あたりヨウ素濃度の75パーセントイル値は1 µg/gを超えていた。このことは9 か月以降用市販離乳食の約4分の1が高ヨウ素濃度であることを意味している。昆布をはじめとする海藻類, および昆布を原料とした調味料には高濃度のヨウ素が含まれることがよく知られている^{6,7)}。今回, Table 2に示したように, 高ヨウ素濃度の離乳食がいずれも昆布だしまたはヒジキを使用したものであったことは, 昆布だしやヒジキの摂取が多量のヨウ素摂取につながることを明確に示すものといえる。

今回測定した市販離乳食の中で, レトルトタイプのもは, ほとんどが1袋あたりの湿重量が80 g (エネルギー量が30～80 kcal), 瓶詰めタイプのもは, ほとんどが1瓶あたりの湿重量が130 g (エネルギー量が約100 kcal)だった。この量は1日の離乳食全体の数分の1未満に過ぎない。それでも湿重量当たりで1 µg/gを超える高ヨウ素濃度の製品の場合, 1袋または1瓶を食べきった場合のヨウ素摂取量は100～350 µgとなる。1日の離乳食をすべてこのような高ヨウ素濃度の製品に依存することは考えにくい, 1回利用すれば母乳や他の離乳食からの摂取分が加わることで容易に500 µg/d近い摂取量となる。したがって, 4分の1の確率で高ヨウ素の離乳食を利用することを考えれば, Table 3に示した離乳食と母乳を摂取した場合の9～

11 か月児のヨウ素摂取量の平均値691 µg/dは, 間欠的に生じる高ヨウ素摂取を含めた平均的な値に位置づけられるだろう。

このように市販離乳食を利用する乳児においては, 間欠的に高ヨウ素濃度の製品を摂取する機会があるため, 平均的に食事摂取基準におけるヨウ素の耐容上限量を超える摂取が生じている可能性が高い。乳児のヨウ素摂取量の耐容上限量は, 高ヨウ素摂取の母親から出生し, 甲状腺機能低下を示した母乳哺育児のヨウ素摂取量にもとづき策定されている¹⁾。したがって, 間欠的と考えられる離乳食からの高ヨウ素摂取が, 母乳からの連続的摂取と同様に, ただちに甲状腺機能低下を起こすとは考えにくい。しかし, 離乳食開始月齢が以前よりも相当早期となっていること, および以前の離乳食は重湯などのように味付けをほとんど行っていなかったことを考慮すると, このような高ヨウ素離乳食の1歳未満乳児への投与の歴史は新しいと考えられる。体質的にヨウ素の影響を受けやすい乳児が存在するという指摘もあることから⁸⁾, とくに昆布だしを使用した離乳食の摂取がもたらす高ヨウ素摂取の影響については注視することが必要だろう。

一方, ヨウ素摂取量推定値の中央値は, 6～8 か月児が89 µg/d, 9～11 か月児が84 µg/dであった。平均的なヨウ素濃度の母乳からのヨウ素摂取を6～8 か月児で約80 µg/d (133 ng/mL × 600 mL/d), 9～11 か月児で約60 µg/d (133 ng/mL × 450 mL/d) と見積もっていることから, この中央値は, 離乳食の半数以上が20 µg/d未満のヨウ素しか供給できないことを意味している。つまり, 母乳と合わせて目安量相当のヨウ素摂取を実現できる離乳食はきわめて少なく, 現実には間欠的に摂取する高ヨウ素濃度の離乳食によって必要なヨウ素量を確保しているともいえる。さらに, 乳幼児期に昆布だしを摂取させることは, 日本人としての健全な味覚の発達にとっては必要と思われる。したがって, 市販離乳食においては, 昆布だしの使用を控えるのではなく, 昆布だしやヒジキなど海藻類を使用している場合は, ヨウ素濃度を明記し, 適切な利用回数を示すな

Table 4 Estimation of iodine and chromium intake from commercial baby foods and breast milk in 6 to 8 or 9 to 11 month infants

	Iodine (µg/d)		Chromium (µg/d)	
	6 to 8 months (n=24)	9 to 11 months (n=29)	6 to 8 months (n=24)	9 to 11 months (n=29)
Minimum	85	72	2	3
25 percentile	87	77	3	6
Median	89	84	4	9
75 percentile	110	858	6	12
Maximum	562	4349	68	29
Mean	144	691	8	10
Geometrical mean	116	224	5	9
Criteria in DRI-J 2010*				
Adequate intake		130		1
Tolerable upper intake level		250		—

* Dietary Reference Intakes for Japanese, 2010.

どの対応を行うべきだと考える。同様に、家庭における離乳食に対しても、昆布だしの適切な使用頻度について一定の目安を示すことが必要であろう。

なお、繰り返しになるが、乳幼児も含めて日本人は昆布を利用することによって適切なヨウ素摂取を確保している。前段とはやや矛盾した表現にはなるが、現実にはヨウ素過剰障害の報告がほとんどない事実をふまえれば、おそらく現在の日本人の昆布の利用と摂取頻度に大きな問題はないものと判断できる。ただし、このような経験的事実を数値によって裏付け、そして高摂取にも関わらず過剰障害が生じない理由を解明することが研究者に課せられた使命であると思う。

他方、市販離乳食のクロム濃度は試料間の差が小さく、大半が湿重量あたり 20 ng/g 未満だった。唯一 100 ng/g を超えたのは「豆腐と野菜とひき肉のあんかけ」だったが、他の豆腐や肉類を使用した離乳食のクロム濃度が低値であることを考慮すると、この高クロム濃度は離乳食製造過程、もしくは分析中の汚染である可能性が高い。母乳と市販離乳食を摂取した場合のクロム摂取量推定値は、平均で約 10 µg/d であり、75 パーセントイル値もこれに近い値だった。病院普通食の分析結果⁹⁾ や一般家庭食事の分析例¹⁰⁾ からは、成人のクロム摂取量が 20~70 µg/d と考えられることから、今回の市販離乳食を利用する乳児のクロム摂取量の推定値 (約 10 µg/d) はほぼ妥当なものと判断できる。この値は、母乳のみの摂取を想定して策定されている食事摂取基準における 6 か月以降乳児に対するクロムの目安量 (1 µg/d) の約 10 倍である。したがって、マンガンやモリブデンと同様に²⁾、クロムは離乳食を開始することによってその摂取量が急激に増加するといえるだろう。ただしクロムに関しては、必須元素ではないという報告も提出されている¹¹⁾。したがって、離乳食からのクロム摂取量については、極端な高摂取が生じる可能性がないことを確認するだけで十分かもしれない。

本研究は、平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金 (循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業：日本人の食事摂取基準の改定と活用に関する総合的研究) により行われたものである。

参考文献

- 1) 厚生労働省 (2009) 日本人の食事摂取基準 [2010 年版], 第一出版, 東京, pp. 218-275.
- 2) 吉田宗弘, 乾 由衣子, 福永健治 (2009) 乳児における市販離乳食からの微量ミネラルの摂取. 微量栄養素研究 26 : 41-45.
- 3) 中埜 拓, 加藤 健, 小林直道, 島谷雅治, 石井恵子, 瀧本秀美, 戸谷誠之 (2003) 乳幼児の食生活に関する全国実態調査. 離乳食および乳汁からの栄養素等の摂取状況について, 小児保健研究 62 : 630-639.
- 4) 米山京子, 後藤いずみ, 永田久紀 (1995) 母乳の栄養成分の授乳月数に伴う変動, 日公衛誌 42 : 472-481.
- 5) 米山京子 (1998) 母乳栄養児の発育と母乳からの栄養素摂取量, 小児保健研究 57 : 49-57.
- 6) 菊池有利子, 武林 亨, 佐々木 敏 (2008) 日本で市販されている食品中のヨウ素含有量. 日衛誌 63 : 724-734.
- 7) 布施養善, 大橋俊則, 紫芝良昌, 入江 實 (2010) 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. 日臨栄会誌 32 : 26-51.
- 8) Nishiyama S, Makeda T, Okada T, Nakamura K, Kotani T, Hishinuma A (2004) Transient hypothyroidism or persistent hyperthyrotropinemia in neonates born to mothers with excessive iodine intake. Thyroid 14: 1077-1083.
- 9) 吉田宗弘, 児島未希奈, 三由亜耶, 森田明美 (2011) 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 28 : 27-31.
- 10) 池辺克彦, 田中之雄, 田中涼一 (1988) 陰膳方式による 15 金属元素の一日摂取量について. 食衛誌 29 : 52-57.
- 11) Di Bona KR, Love S, Rhodes NR, McAdory D, Sinha SH, Kern N, Kent J, Strickland J, Wilson A, Beaird J, Ramage J, Rasco JF, Vincent JB (2011) Chromium is not an essential trace element for mammals: effects of a "low-chromium" diet. J Biol Inorg Chem 16: 381-390.