

小児のヨウ素摂取と甲状腺機能、発育・発達との関連についての研究 —ヨウ素摂取状況への学校給食の関与についての全国調査—

塚田 信

女子栄養大学栄養科学研究所

山口 真由

鎌倉女子大学家政学部管理栄養学科

浦川 由美子

元鎌倉女子大学家政学部管理栄養学科

伊藤 善也

日本赤十字北海道看護大学臨床医学領域

布施 養善

Iodine Global Network

I. 研究の背景

ヨウ素は甲状腺ホルモンの合成に必須の微量栄養素であり、生体機能の維持に不可欠である。小児においてもヨウ素欠乏は発育・発達に影響を与える¹⁾。われわれは日本人のヨウ素摂取量全国学童調査（以下、全国学童調査とする）において尿中ヨウ素濃度を測定し、6歳から11歳の児童のヨウ素摂取量は国際基準で適量であるが、地域差があることを明らかにした^{2),3)}。児童では、家庭での食事とともに学校給食がヨウ素も含め、栄養素の摂取に大きく寄与している。小学校の学校給食の実施状況は、平成31年5月の発表では学校総数の99.1%であり、そのうち98.5%が完全給食を実施している⁴⁾。給食摂取栄養量は厚生労働省の「日本人の食事摂取基準2020年版」⁵⁾（以下、食事摂取基準とする）に基づき、文部科学省の「学校給食摂取基準」⁶⁾に定められ、実施されている。また献立は栄養素量だけでは作成できないので、文部科学省の「学校給食標準食品構成表（幼児児童生徒1人1回当たり）」も定められており、児童の摂取重量は成長に合わせて6、7歳（低学年）、8、9歳（中学年）、10、11歳（高学年）と3種類に分けて示されている。2018年度以降は食育の推進により地域の特色を生かした献立作成も取り入れられ、教育の一環として子供たちの成長に大きな役割を果たしている。ヨウ素は必須栄養素であるが、学校給食摂取基準には設定されておらず、児童がどのくらいの量のヨウ素を学校給食から摂取しているかは明らかではない。

II. 研究目的

1. 全国47都道府県の教育委員会から提供された、小学校の学校給食献立表から各地域の給食1食分に含まれるヨウ素量を算出し、学校給食のヨウ素量が児童の1日のヨウ素摂取基準量に対してどの程度寄与しているか。
2. 各地域の給食ヨウ素量としてどのような種類の食品が使われているか、また海藻食品や昆布だしなど藻類の使用状況を分析し、給食が児童のヨウ素摂取量に及ぼす要因を明らかにする。

Ⅲ. 対象と方法

1. 調査対象と方法

1 都道府県で1か所を原則として全国47都道府県の県庁所在地およびそれに準ずる市の教育委員会および学校給食担当課に、2019年度の小学校の給食献立表および詳細献立表の提供を、2020年2月にWEBサイトを通して依頼した。献立表は2019年11月から2020年2月までの期間のうち、任意の1か月間のものとした。回答の得られなかった都道府県には同様の依頼書を2020年9月に文書で郵送した。この時に依頼した献立表の期間は2019年度1年間、あるいは11月のみの1カ月分とした。また全国学童調査において、尿中ヨウ素濃度測定を行った小学校から提供された献立表のうち分析対象期間のものも含めた。

2. 給食ヨウ素量の算出方法

「学校給食摂取基準」に定められた給食の摂取重量は年齢別に3種類あるが、代表として8、9歳(中学年)の詳細献立表を使用し、「食品成分表2020(八訂)」⁷⁾およびその付属栄養計算ソフト「日本食品標準成分表2021電子版」⁸⁾からヨウ素量を算出した。食品成分表に記載されていない食品のヨウ素含有値は、同表に記載されている類似の食品に置き換えて算出するか、文献や資料に報告されているヨウ素含有値⁹⁾¹⁰⁾などを使用した。乾燥(物)食品の乾重量から湿重量への換算倍率は我々が報告した論文¹¹⁾¹²⁾に準じ、また重量や調理の根拠は「調理のためのベーシックデータ(第4版)」¹³⁾を参考にした。

3. 集計および分析方法

- (1) 全国と各都道府県(島嶼部を含む)および地方区分毎に集計した。地方区分は国民健康・栄養調査など栄養調査で用いる12地方区分とした。
- (2) 季節間の変動を見るために、春は5月、夏は7月、秋は11月、冬は2月を代表月として給食ヨウ素量を算出し、季節間の有意差検定をKruskal Wallis-H-test(順位検定)で信頼限界95%以上をもって有意とした。
- (3) 給食ヨウ素量は正規分布しないため、平均値は中央値を用いた。統計学的有意差検定にはFriedman's X²-testを用いた。

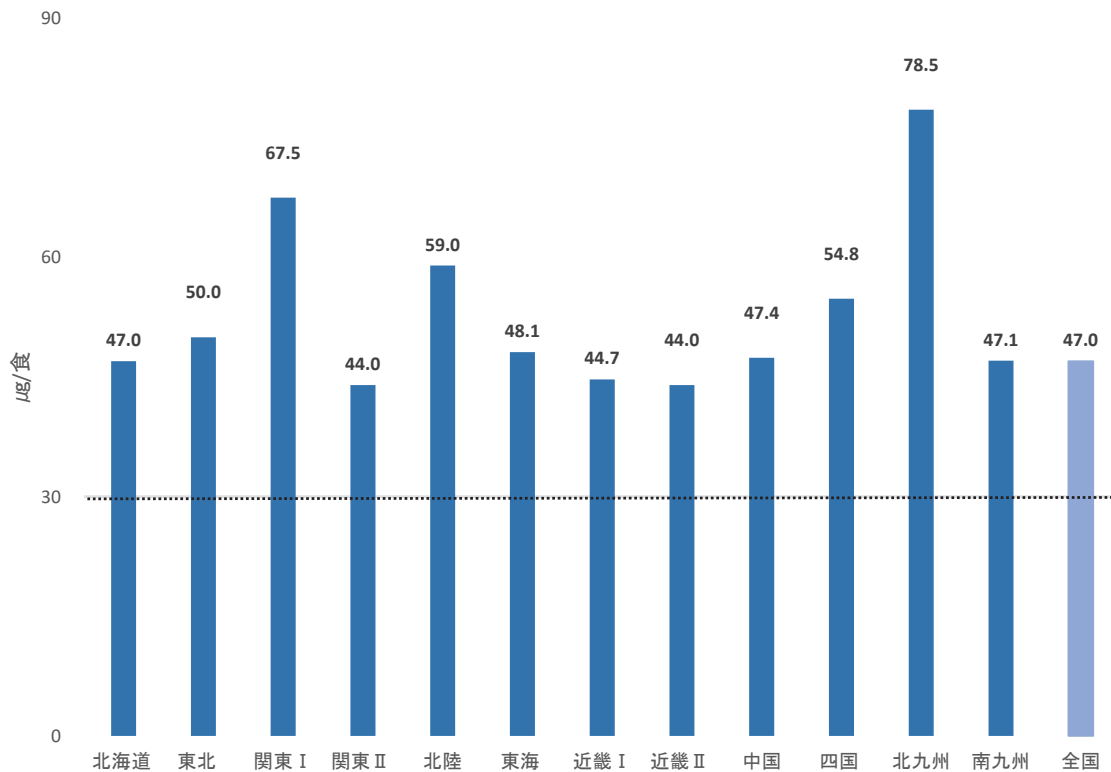
Ⅳ 結果

全国47都道府県に対して回答率は76.6%であり、41都道府県の46地域より給食献立を入手した。献立の期間は2018年2月から2020年2月までの3年間である。このうち分析対象とした期間は2019年度とし、40地域について1か月間の給食献立のヨウ素量を算出した。

1. 給食ヨウ素量の地域別および地方区分別分布と日間変動、季節間変動

- (1) 40地域の1か月間の給食日数を合計すると1,965日であり、給食1食のヨウ素量は日によって変動が大きく、1から12,434 μg に分布し、中央値は47.0 μg 、日間変動係数は28.4%(13.1%から40.6%)であった。
- (2) 12地方の給食ヨウ素量には差が認められた。給食1食の中央値は全国では47.0 μg 、北九州地方が最も高く(78.5 μg)、次いで関東Ⅰ地方(67.5 μg)、北陸地方(59 μg)で、最も低い地方は関東Ⅱ地方、近畿Ⅱ地方(44.0 μg)であった。(図1)

図1 地方区別の給食のヨウ素量（中央値）破線は給食ヨウ素量の目安



- (3) 1年間分の献立表が得られた24地域について、5月、7月、11月、2月の給食ヨウ素量の中央値はそれぞれ45.0、46.0、48.0、46.0 μg であり、季節間のヨウ素値に統計学的有意差はなかった。

2. 地域別の給食ヨウ素量とヨウ素摂取基準の推奨量への寄与率

食事摂取基準(8-9歳)の1日ヨウ素推奨量(97.5%にあたるほとんどの児童が足りている量)である90 μg に対して、給食1食からどの程度摂取しているかの割合(寄与率)を各都道府県別(島嶼部も含む)に表と図2に示す。給食の栄養量は1/3日量を摂取するように献立が作成されているので、ヨウ素も同様、食事摂取基準推奨量の33%を摂取していればよいことが目安であり、全国すべての都道府県において給食1食のみで推奨量を充足していた。最も少ない県でも41.7%であり、推奨量以上は3地域であった。

表 地域別の給食ヨウ素量とヨウ素摂取基準の推奨量 (90 μg / 日) への寄与率

地方	地域	調査延べ日数(日)	中央値 (μg)	寄与率 (%)
北海道	北海道	74	47.5	52.8
東北	岩手	13	51.0	56.7
	秋田	78	43.9	48.8
	宮城	71	44.5	49.4
	山形	73	52.2	58.1
	福島	71	57.4	63.7
関東 I	埼玉	18	45.0	50.0
	千葉	16	65.4	72.7
	東京	71	120.7	134.1
	神奈川	19	39.0	43.3
関東 II	栃木	19	40.0	44.4
	群馬	74	45.4	50.4
	山梨	69	46.6	51.8
北陸	新潟	20	63.0	70.0
	石川	71	45.0	50.0
	福井	15	67.0	74.4
東海	静岡	20	65.3	72.6
	岐阜	73	51.3	56.9
	愛知	20	37.5	41.7
	三重	20	38.5	42.8
近畿 I	兵庫	70	40.6	45.1
	大阪	71	48.8	54.2
近畿 II	奈良	69	47.3	52.5
	和歌山	20	43.5	48.3
	滋賀	69	41.3	45.8
中国	岡山	75	42.5	47.2
	鳥取	75	46.8	51.9
	島根	20	43.5	48.3
	山口	69	55.5	61.7
四国	香川	71	70.3	78.1
	高知	71	49.9	55.4
	愛媛	71	45.6	50.6
北九州	大分	20	42.0	46.7
	佐賀	71	59.1	65.7
	長崎	16	134.5	149.4
南九州	宮崎	20	43.5	48.3
	熊本	71	52.6	58.4
	鹿児島	25	43.0	47.8
	沖縄	71	50.6	56.2
39都道府県		1950	46.8	51.9
北海道	利尻島	15	97.0	107.8
40地域		1965	47.0	52.2

図2 都道府県別のヨウ素摂取推奨量に対する給食の寄与率

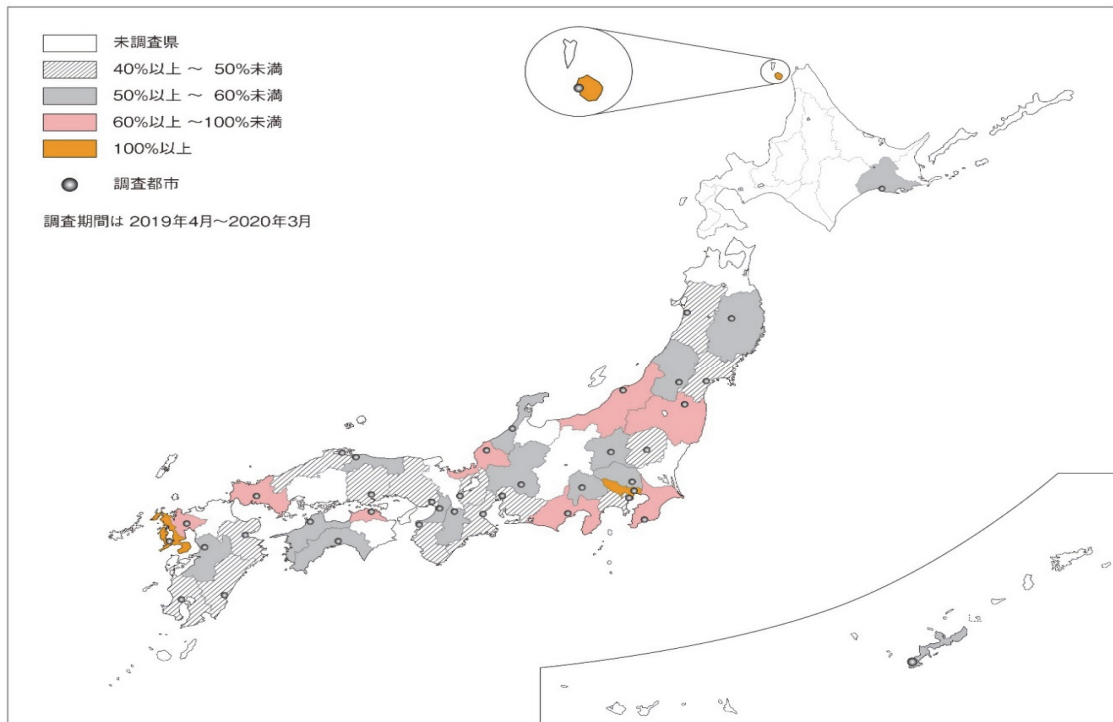
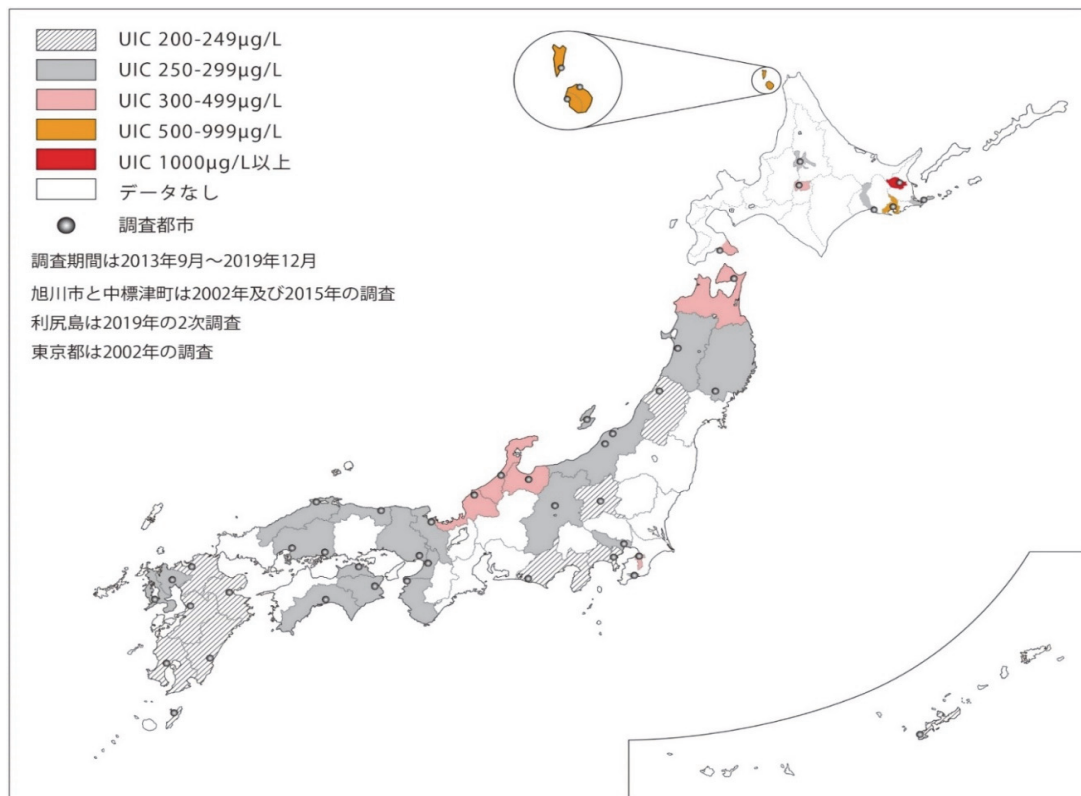


図3 都道府県別の尿中ヨウ素濃度の中央値



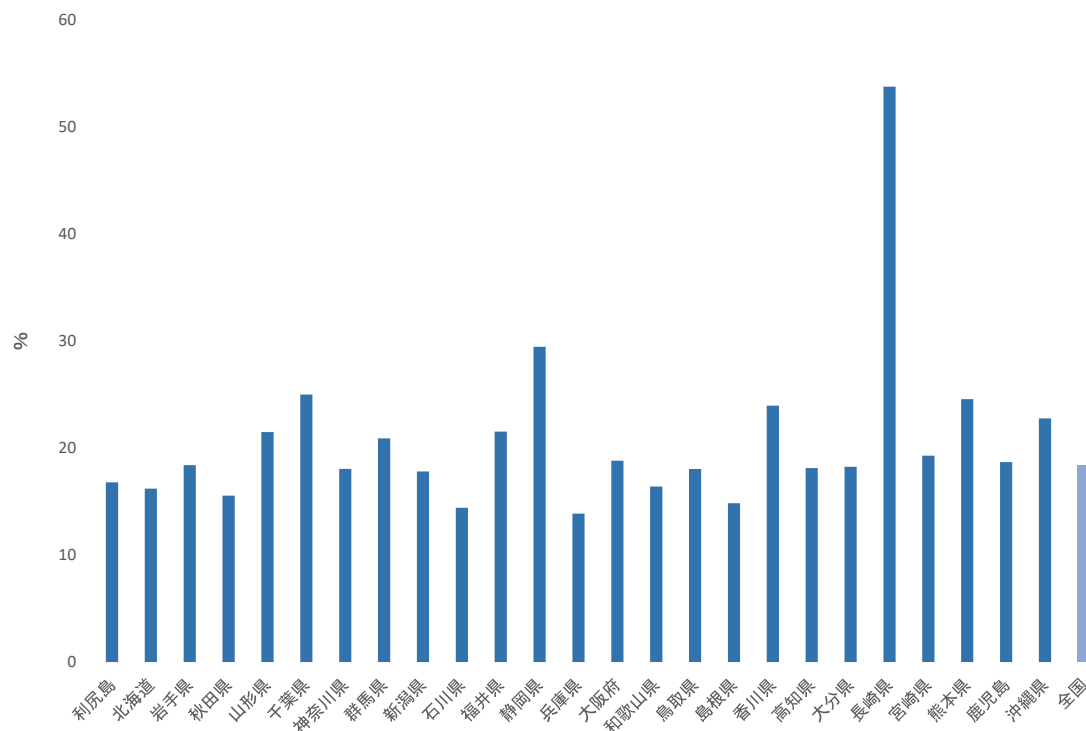
3. 都道府県別の尿中ヨウ素濃度

学童全国調査の尿中ヨウ素濃度中央値（ほぼヨウ素摂取量とみなすことができる）の分布を図3に示す。尿中ヨウ素濃度中央値が300 $\mu\text{g}/\text{L}$ の地域はヨウ素摂取過剰と見做される。両図の調査地域は完全には対応していないが、比較すると、地域の給食ヨウ素量とヨウ素摂取量は必ずしも一致しなかった。

4. 都道府県別のヨウ素摂取量に対する給食ヨウ素量の寄与率

25地域において、尿中ヨウ素濃度中央値に対する給食ヨウ素中央値の寄与率は全体で18.4%、その分布は13.9%から53.8%であり、地域差が認められた。静岡県、長崎県は高い比率であった。（図4）

図4 都道府県別のヨウ素摂取量に対する給食ヨウ素量の寄与率



5. ヨウ素耐容上限量を超える給食日数と季節別日数の割合

「食事摂取基準 2020年版」では、8、9歳の児童のヨウ素耐容上限量は700 $\mu\text{g}/\text{日}$ とされている。全国では全調査日数1,965日のうち耐容上限量を超える日数は280日（14.2%）、すなわち約7日に1日であった。また、季節ごとにみると、5月は24県13.4%（約7日に1日）、7月は24県で14.4%（約7日に1日）、11月33県16.2%（約6日に1日）、2月は31県で14.4%（約7日に1日）の割合で耐容上限量を超える日が出現した。耐容上限量を超えるヨウ素を継続的に摂取する場合には健康障害のリスクがあるが、1週間に2、3日の間欠的な過剰は健康的に問題がないとされている。

6. 学校給食の主食の種類別ヨウ素量

(1) 学校給食の主食は大別するとごはん、パン、麺（うどん・パスタ・中華麺）である。給食日数のうち 65.6% がごはん食、25.0% がパン食、4.1% が麺食、5.1% は混合食（パン、麺、ご飯の 2 つの主食を半々）でごはん食の比率が高かった。

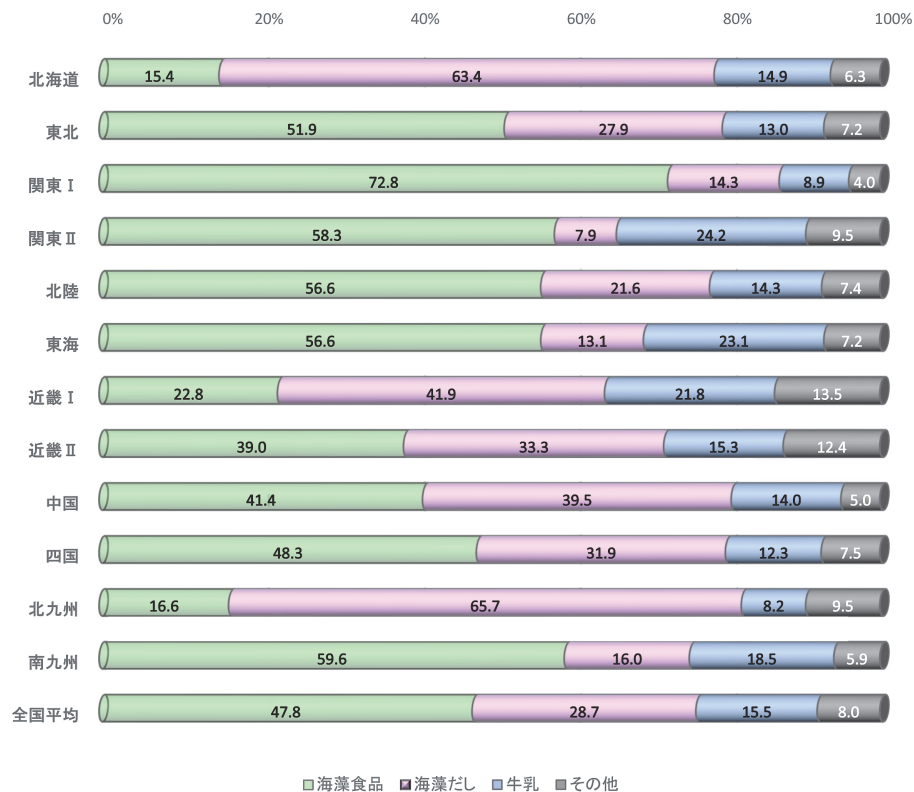
(2) 主食別 1 食の平均ヨウ素量はごはん食では 489 μg 、麺食では 331 μg 、パン食では 103 μg あり、ヨウ素はごはん食から最も多く摂取されている。

(1)、(2) より、1 か月間の全ヨウ素摂取量のうち、81% はごはん食から摂取されていた。

7. 地方区別の給食のヨウ素源となる食品のヨウ素割合

日本ではヨウ素の摂取源は主に藻類、魚介類、卵類、乳類である。学校給食での藻類の使用方法は大きく 2 つあり、わかめ、のりなどの「海藻食品」と昆布だしなどの「海藻だし」である。給食の全ヨウ素量に対する食品別の割合を図 5 に示す。

図 5 給食のヨウ素源となる食品の割合 (%)



給食のヨウ素源は、全国 12 地方の平均では海藻食品が 47.8%、海藻だしが 28.7% と藻類の割合が合計 76.5% であった。海藻類に次いで牛乳が 15.5% で多く、藻類と牛乳を合わせると、全ヨウ素量の 92% であった。

地方区分毎にヨウ素摂取源となる食品の割合が異なることが認められた。海藻食品の割合が 50% 以上は 6 地方あり、関東 I 地方 (72.8%)、南九州地方 (59.6%)、関東 II 地方 (58.3%)、海藻だしの

割合が最も多いのは北九州地方 (65.7%)、ついで北海道地方 (63.4%)、近畿地方 (41.9%) であった。

ヨウ素摂取源としての牛乳について、32 地域の 11 月集計結果でみると海藻食品 (だしを含む) を使用しなかった給食日のヨウ素量は平均 45 μg であった。そのうちの 33 μg は牛乳から摂取していた。

V. 考察

本研究は小学校学校給食の献立に含まれるヨウ素量について全国調査を行い、小児のヨウ素摂取に学校給食がどのくらい寄与しているかを初めて明らかにしたものである。学校給食制度は日本が世界に誇るシステムであり、小児の栄養、健康の維持に大きな役割を果たしている。最近の研究¹⁴⁾では、給食のない休日 (土、日や長期休暇) の栄養摂取が、給食のある平日と比べて多くの栄養素において低いことを示している。

学校給食は1日の食事の1/3食であるという前提で、給食のヨウ素量が1日の食事摂取基準のヨウ素推奨量に対してどの程度の割合を摂取しているか (寄与率) を見ると本調査結果では全国すべての都道府県で給食から摂るヨウ素量は満たしており、ヨウ素栄養において給食の重要な役割が明らかになった。一方、限られた地域 (24 地域) での検討であるが、尿中ヨウ素量から推定する1日のヨウ素摂取量に対して給食が寄与する割合は高くなかった。その理由は給食ヨウ素量の中央値が 48.8 μg / 食であるのに対し、学童の尿中ヨウ素量から推定する1日ヨウ素摂取量は中央値が 269 μg であり、摂取基準の推奨量 90 μg / 日を遙かに超えて多いためである。現行の食事摂取基準の推奨量と、実際に調査したヨウ素摂取量との間には3倍ほどの隔りがある。現行のヨウ素摂取基準については日本人のヨウ素栄養状態の特性と実態を考慮して策定することが必要である。現状では日本の小児のヨウ素摂取は家庭での食事に大部分を依存しているが、推奨量を維持するためには学校給食からのヨウ素摂取が必要である。また、どの地域においても食事摂取基準の耐容上限量を超える量のヨウ素が給食に含まれている日があるが、7日に1日程度であり、ヨウ素摂取過剰のリスクは低いものと考えられる。

給食のヨウ素摂取源は主に藻類 (海藻食品と昆布だし) と牛乳で 92% を占めており、海藻類を使用しない給食日のヨウ素量は平均 45 μg であり、海藻も牛乳もない日は平均 12 μg しかヨウ素を摂取していなかった。牛乳1本にはヨウ素が 33 μg 含まれ、8、9歳のヨウ素推奨量の1/3量を補うことが可能で、カルシウムのみならず、ヨウ素を補う食品として重要である。

給食のヨウ素量には尿中ヨウ素濃度によるヨウ素摂取量と同様に地域差が見られた。その要因は昆布および昆布だしや海藻食品の種類、使用頻度や摂取重量に地域差があることによる。北海道の一部、東北、北陸、北九州の地域の給食ヨウ素量が多いのは、明治維新まで北前船航路が昆布ロードとして日本海側の10か所に寄港しながら大阪に昆布を運んだ歴史が影響している可能性がある。これらの地域は、一般的に「だし」はかつお節だしを指すといわれている中で、昆布だしをよく使用し、海藻食品の摂取も多かった。食習慣や食文化が給食に影響を及ぼしているとは興味深い。

日本ではヨウ素摂取は充足しており、欠乏はないと考えられてきたため、ヨウ素栄養についての

関心が低く、最近までヨウ素摂取量の National Database も作成されていなかった。したがって食事摂取基準にヨウ素の基準が定められたのも 1996 年であり、食品中のヨウ素含有量のデータも「日本食品標準成分表 2010 年版」に初めて収載された。さらに厚生労働省が毎年実施する全国的な疫学調査である「国民健康・栄養調査」の調査項目にはヨウ素が含まれていない。給食に含まれるヨウ素の量が学校給食摂取基準には設定されていないのもこのような理由である。

今後、今回の調査をさらに発展させ、小児のヨウ素摂取について、学校給食のみでなく家庭でのヨウ素摂取の関わりについても研究を行う予定である。

謝辞

本調査は新型コロナウイルス(COVID-19)の感染が世界および日本でも拡大した 2020 年に行った。全国の小学校もその影響で一斉休校や不規則な授業を余儀なくさせられ、給食の運営にも困難な状況でした。その大変煩雑かつ多忙の折にも拘らず、我々の調査依頼に 80% 以上の都道府県の教育委員会ははじめ学校給食担当の先生方が回答の提供にご協力いただきましたことに深く感謝いたします。

文献

1. Zimmermann MB et al. : 2015 Iodine deficiency and thyroid disorders. Lancet Diabetes Endocrinol 3:286-295.
2. 布施養善,ほか. : 2019 ヨウ素摂取と甲状腺機能、成長発達との関連に関する研究－学童全国調査による日本人のヨウ素摂取状況に関する研究 総括. 成長科学協会平成 31 年度研究年報 43,53-63.
3. 伊藤善也,ほか. : 2019 ヨウ素摂取量の多い地域の小児および成人の甲状腺機能と身体発育との関連について. 成長科学協会平成 31 年度研究年報 43,93-100.
4. 文部科学省平成 30 年度学校給食実施状況等調査の結果について：初等中等教育局健康教育・食育課
5. 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020 年版）策定検討会報告書
6. 学校給食摂取基準の策定について（報告）：学校給食における児童生徒の食事摂取基準策定に関する調査研究協力者会議（2018 年 3 月）
7. 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会編：「日本食品標準成分表 2020（八訂）」
8. 「日本食品標準成分表 2021（八訂）」栄養計算ソフト電子版：医歯薬出版，東京.
9. 布施養善,ほか. : 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 (1):26-51.
10. 山口真由,ほか. : 2017 「藻類、藻類を含む食品および摂取頻度の高い食品中のヨウ素含有量の測定」鎌倉女子大学紀要 24:83-90.
11. 塚田信,ほか. : 2013 日本人学生のヨウ素摂取量調査－「日本食品標準成分表 2010」に基づいて－. 日臨栄会誌 35:30-38.

12. 塚田信, ほか. : 2018 日本人若年女性のヨウ素摂取量とその変動について—食事調査法と生体指標法による評価—. 日臨栄会誌 41:44-60.11.
13. 「調理のためのベーシックデータ第4版」: 女子栄養大学出版部
14. 厚生労働省: 日本の小中学生の食事状況調査: 厚生労働科学研究班 (平成 27 年度)