

## 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 第1報

主任研究者 布施養善 (帝京大学医学部小児科遺伝代謝研究室)  
共同研究者 伊藤善也 (日本赤十字北海道看護大学臨床医学領域)  
長崎啓祐 (新潟大学医学部小児科学教室)  
南谷幹史 (帝京大学ちば総合医療センター小児科)  
鬼形和道 (島根大学医学部卒後臨床研修センター)  
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)  
塚田 信 (女子栄養大学研究所)  
中村 正、東出正人  
(株式会社江東微生物研究所微研中央研究所つくば)

### 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元素、微量栄養素で、その欠乏あるいは過剰のいずれもが甲状腺機能障害を主とする多彩な症状を示す。甲状腺腫は人類の歴史において紀元前から存在しているが、ヨウ素欠乏症が主たる原因であると認識されたのは約100年前のヨウ素の発見以後である。世界のヨウ素栄養状態は改善されてきているが、日本およびアジアの一部の国以外においては、ヨウ素欠乏症が現在においても公衆衛生の重大な問題である。さらに最近、ヨウ素添加塩の使用によってヨウ素欠乏症がなくなったとされる国において、再びヨウ素摂取量の減少が認められ、妊産婦、乳幼児などにおいてヨウ素欠乏のリスクが高まっていると指摘されている。日本においては、従来からヨウ素過剰摂取による甲状腺機能低下症が問題となるが、最近の我々の行った調査でも若年者、授乳婦人において食事からのヨウ素摂取量が他の年齢層より少ないことが認められている。

本研究は平成25年(2013年)に日本甲状腺学会が臨床重要課題として「ヨウ素」を採りあげ設置した委員会「日本人のヨウ素栄養状態の全国実態調査と甲状腺疾患との関係」と、公益財団法人成長科学協会ヨウ素関連調査研究委員会(いずれも委員長は布施養善、副委員長は紫芝良昌)と協力してすすめている。

### 研究目的

全国47都道府県において、地域のヨウ素栄養状態の国際的評価基準方法である児童の尿中ヨウ素濃度を測定し、同時に保護者への栄養調査によるヨウ素摂取量調査を行い、日本人のヨウ素栄養状態についてのナショナルデータを作成する。

## 研究方法

1. 調査地域：各県1地域、主に県庁所在地、政令指定都市とする。
2. 調査対象：小学校1学年から6学年までの男女児童約600名から900名とその保護者男女で調査への参加に同意したもの
3. 調査項目：
  - 1) 児童の随時尿中ヨウ素濃度とクレアチニン濃度の測定
  - 2) 保護者への食物摂取頻度調査法（FFQ）による栄養調査
  - 3) 採尿日前の学校給食の献立
4. 尿中ヨウ素濃度の測定は、サーモフィッシャーサイエンティフィック社のiCAP Q ICP-MS質量分析計を用いた。

## 研究結果

### 1. 調査の進捗状況

調査期間は2013年9月から2016年2月で、2016年5月現在、12都道府県、28小学校において調査が終了した。調査地域は原則として各都道府県1か所であるが、北海道では3か所であり、対象校は1か所で1から5校である。対象児童総数は16,233名で、その65.7%である10,663名と保護者男女13,569名より協力を得た（表1）。

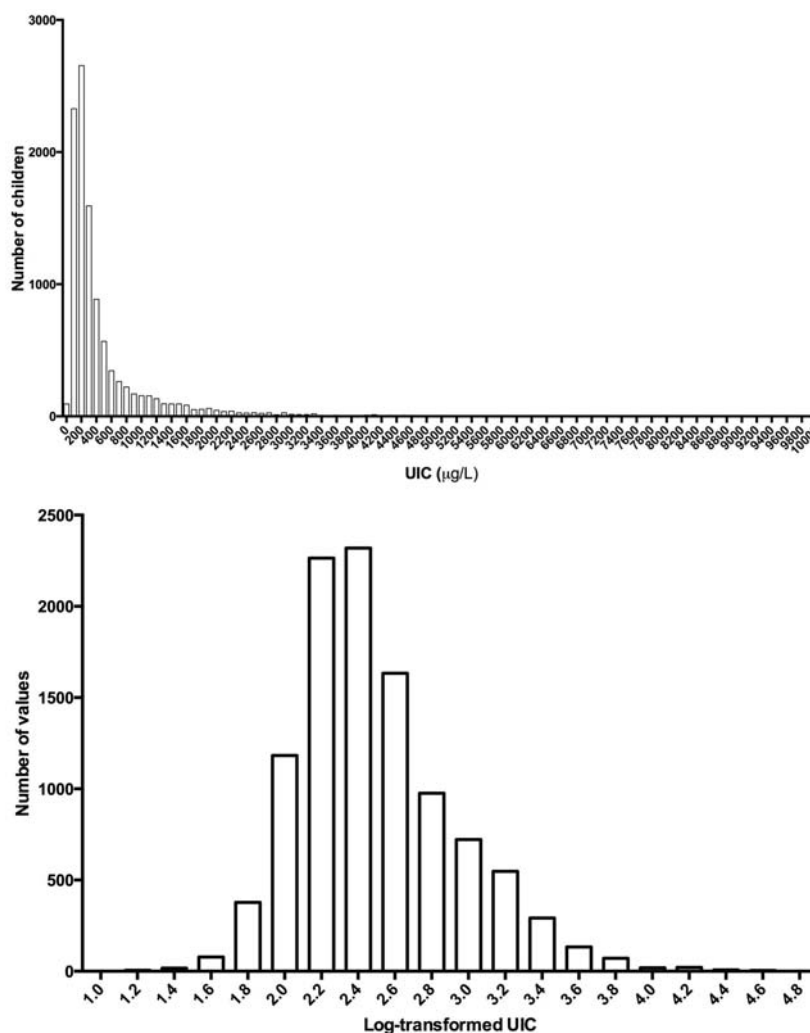
表1 調査地域と対象校・児童・保護者数

県	市/町	調査小学校数	対象児童数	調査への参加者数		児童の参加率(%)	調査年月
				児童数	保護者数		
北海道	旭川市	1	430	193	293	44.9	2015年11月
	中標津町	1	591	213	231	36.0	2014年9月
	厚岸町	5	475	242	341	50.9	2015年9月
山形県	鶴岡市	2	1104	610	791	55.3	2015年10月
群馬県	前橋市	2	1237	918	1274	74.2	2015年12月
長野県	松本市	2	1835	1658	2112	90.4	2014年12月
静岡県	浜松市	2	1943	1326	1492	68.2	2015年1月
千葉県	市原市	1	960	480	609	50.0	2015年7月
広島県	広島市	1	745	546	824	73.3	2013年9月
徳島県	徳島市	3	836	559	694	66.9	2015年12月
宮崎県	宮崎市	2	1698	1130	1495	66.5	2016年1月
長崎県	長崎市	3	1538	1110	1270	72.2	2015年1月
鹿児島県	鹿児島市	1	924	592	906	64.1	2014年2月
沖縄県	浦添市/西原町	2	1917	1086	1237	56.7	2016年/1-2月
合計		28	16233	10663	13569	65.7	

## 2. 尿中ヨウ素濃度値の分布

対象児童の年齢は6歳から12歳で平均年齢は9.5歳である。合計10,669本の尿検体のヨウ素濃度値は13から42,335  $\mu\text{g/L}$  に分布し、中央値は262.0  $\mu\text{g/L}$  (253.0  $\mu\text{g/gCre}$ ) であった。ヨウ素濃度値は左側に偏在した分布を示し、対数変換によって正規分布を示す(図1)。

図1



尿中ヨウ素濃度の25パーセンタイル値と75パーセンタイル値は、それぞれ157  $\mu\text{g/L}$  (151  $\mu\text{g/gCre}$ ) および525  $\mu\text{g/L}$  (521  $\mu\text{g/gCre}$ ) であった。また5パーセンタイル値と95パーセンタイル値は、それぞれ82  $\mu\text{g/L}$  (85  $\mu\text{g/gCre}$ ) および2033  $\mu\text{g/L}$  (1954  $\mu\text{g/gCre}$ ) であった。

## 3. ヨウ素栄養状態の評価

WHOのヨウ素栄養状態の評価基準によると、6歳から12歳の小児(学童)の尿中ヨウ素濃度中央値が100から199  $\mu\text{g/L}$ を適量(adequate)、200から299  $\mu\text{g/L}$ を適量以上(more than adequate)のヨウ素摂取量としている。最近は100から299  $\mu\text{g/L}$ までを適量とすることもある。本調査では中央値は262.0  $\mu\text{g/L}$ であるのでヨウ素摂取量は適量である。また、ヨウ素欠乏症の指標とされる尿中ヨウ素濃度が100  $\mu\text{g/L}$ 未満である割合は8.7%であり、集団としてヨウ素欠乏ではな

い。

#### 4. 地域別の尿中ヨウ素濃度値

14 地域の尿中ヨウ素濃度の中央値は 221.5 から 1350  $\mu\text{g/L}$  に分布し、地域差が認められた (図 2)。中央値が 200 から 300  $\mu\text{g/L}$  未満が 10 地域、400 から 1000  $\mu\text{g/L}$  未満が 2 地域、1000  $\mu\text{g/L}$  以上が 2 地域であった。

図 2

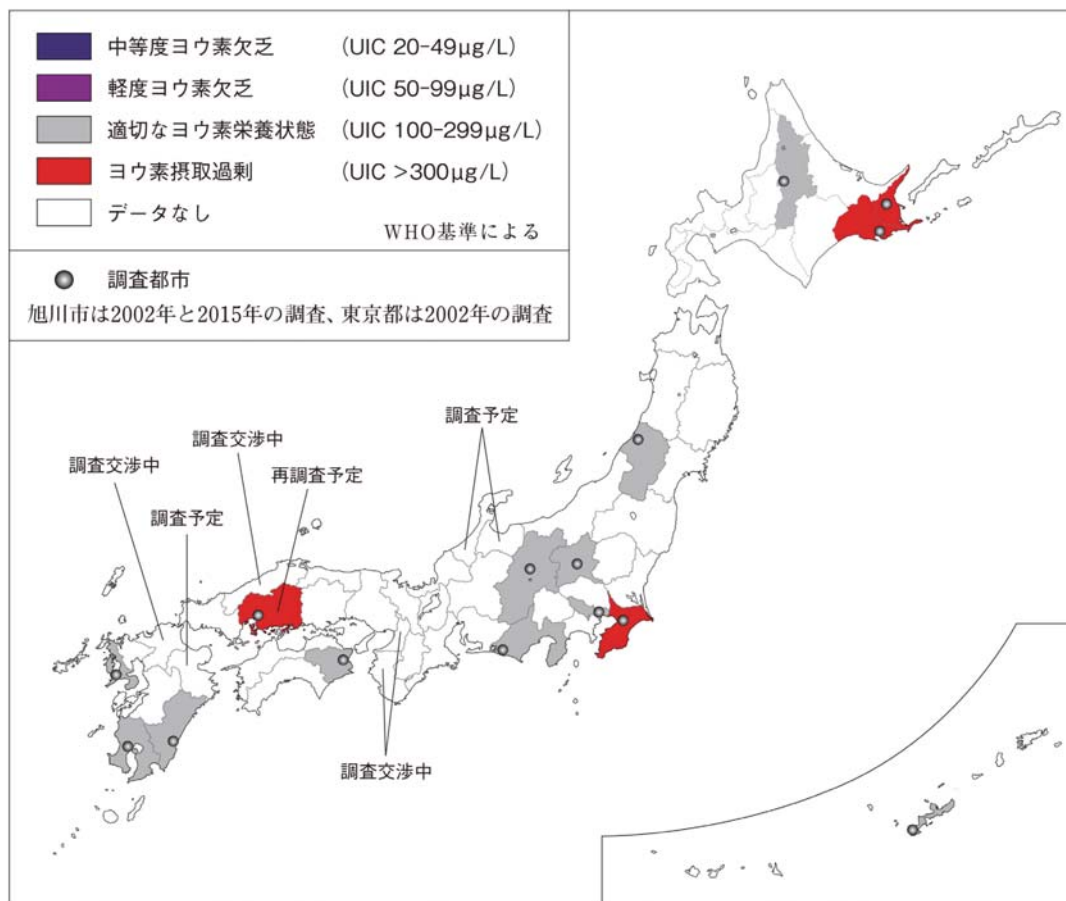


表 2 各地域の児童の尿中ヨウ素濃度値

県	市	児童数	各校の中央値 ( $\mu\text{g/L}$ )	全体の中央値 ( $\mu\text{g/L}$ )	UI が 100 $\mu\text{g/L}$ 未満の児童数		6から11歳		12歳			
					児童数	%	総数	$\geq 500 \mu\text{g/L}$ の児童数	%	総数	$\geq 1200 \mu\text{g/L}$ の児童数	%
北海道	旭川市	193	231.0	231.0	18	9.3	177	39	22.0	16	0	0.0
北海道	中標津町	213	1071.0	1071.0	19	8.9	196	130	66.3	17	17	100.0
北海道	厚岸町	242	544.5	544.5	4	1.7	212	119	56.1	30	2	6.7
山形県	鶴岡市	610	211.0	243.0	14	11.6	105	21	20.0	16	2	12.5
			246.0		56	11.5	430	96	22.3	59	4	6.8
群馬県	前橋市	918	207.0	217.0	71	15.9	426	60	14.1	21	1	4.8
			223.0		50	10.6	409	25	6.1	62	3	4.8
千葉県	市原市	480	489.5	489.5	20	4.2	456	223	48.9	24	5	20.8
			196.0		106	14.0	679	124	18.3	76	5	6.6
静岡県	浜松市	1326	245.0	221.5	24	4.2	513	91	17.7	58	2	3.4
			314.0		20	2.3	778	161	20.7	94	4	4.3
長野県	松本市	1657	208.0	262.0	95	12.1	682	125	18.3	103	5	4.9
			273.0		2	0.4	497	495	99.6	49	33	67.3
広島県	広島市	546	1350.0	1350.0	2	0.4	497	495	99.6	49	33	67.3
			303.0		31	8.2	331	105	31.7	48	12	25.0
徳島県	徳島市	559	196.0	274.0	19	16.7	105	23	21.9	9	1	11.1
			246.5		1	1.5	60	13	21.7	6	0	0.0
長崎県	長崎市	1109	196.0	250.0	84	13.8	527	90	17.1	80	6	7.5
			293.0		11	2.5	382	92	24.1	59	3	5.1
宮崎県	宮崎市	1130	273.0	225.5	1	1.7	53	10	18.9	6	1	16.7
			195.0		95	14.6	563	86	15.3	88	5	5.7
鹿児島県	鹿児島市	593	261.0	228.0	25	5.2	373	79	21.2	106	11	10.4
			228.0		55	9.3	427	83	19.4	165	15	9.1
沖縄県	浦添市	1085	223.0	222.0	69	10.0	597	110	18.4	93	8	8.6
			220.0		41	10.4	331	56	16.9	64	1	1.6
小計		10661			931.0	8.7	9309	2456	26.4	1349	146	10.8

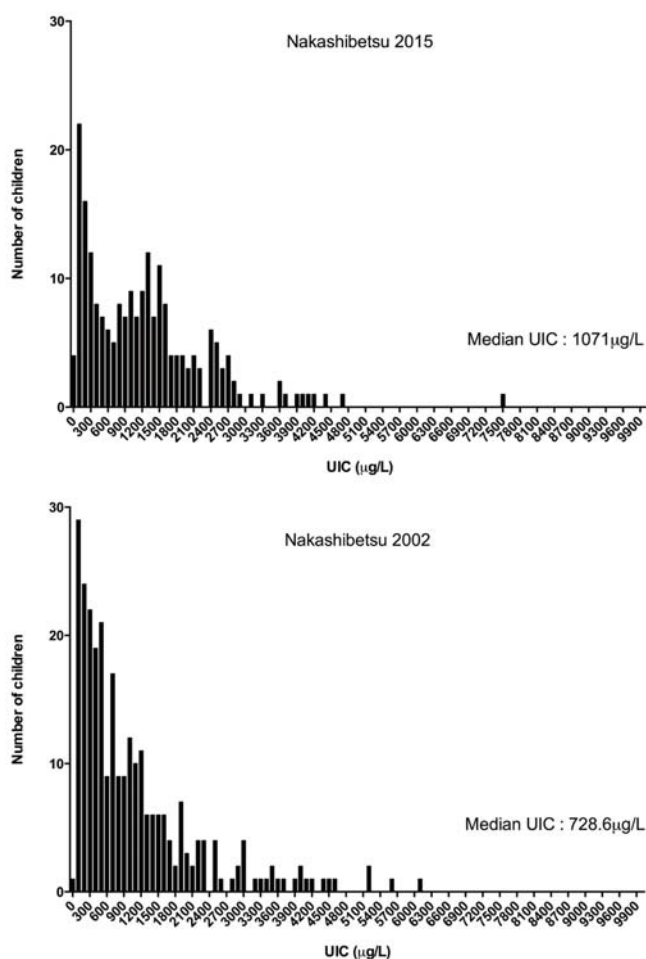
### 5. 日本人の食事摂取基準 2015 年版に基づくヨウ素摂取量の評価

栄養素の過剰摂取による健康障害の回避を目的として「耐容上限量」(tolerable upper intake level: UL) が年齢別に定められており、ヨウ素については6歳から11歳が1日500 $\mu$ g/L、12歳から14歳が1,200 $\mu$ g/Lである。今回の調査では耐容上限量を超える割合は全体として6歳から11歳が29.3%、12歳が12.4%であった。地域別では6歳から11歳において広島市が99.6%と最も高く、北海道の厚岸町、中標津町は50%を越えていた(表2)。

### 6. 同一地域における尿中ヨウ素濃度値の12年間の変化について

北海道の2地域では同じ小学校において、それぞれ2回、旭川市は2002年8月(308名)と2015年11月(193名)、中標津町は2002年11月(275名)と2014年9月(213名)に同様な調査を行った。尿中ヨウ素測定法は化学的定量法からICP-MSに変更されているが、両者の方法による測定値はほぼ100%相関することが確認されている。旭川市の尿中ヨウ素濃度の中央値は296.4 $\mu$ g/Lから231.0 $\mu$ g/Lに減少したのに対し、中標津町は728.6 $\mu$ g/Lから1071.0 $\mu$ g/Lに増加した。また尿中ヨウ素濃度が100 $\mu$ g/L未満である割合は旭川市では4.9%から9.3%に、中標津町では6.2%から8.9%に増加した。尿中ヨウ素濃度値の分布パターンは旭川市では2回とも同じであるが、中標津町では変化がみられ、ヨウ素濃度値が3つのピークを示した(図3)。

図3



## 考案

全国の約 1/4 の都道府県において調査が終了した。尿中ヨウ素濃度から評価した日本人のヨウ素摂取量は適量であり、6 歳から 12 歳の児童は平均的には 1 日 200 から 300  $\mu\text{g}$  程度を摂取していると推測され、従来の報告よりかなり少ない。ヨウ素摂取量は日常の食事の内容に大きく依存し、児童の場合は家庭内での食事の他に学校給食の影響もあると考えられる。現在、保護者の栄養調査と学校給食の献立の分析を行っているので、その結果により食事との関連が明らかになるとと思われる。

食物に含まれるヨウ素はほぼ全量が吸収され、その 9 割以上が尿中に排泄されることが考えられている。ヨウ素摂取量の評価において、尿中排泄量は生物学的指標として Golden Standard とされている。排泄量を正確に評価するには 24 時間蓄尿を行うが、随時尿においてもクレアチニン補正をした値が、1 日ヨウ素摂取量にほぼ等しいことが成人においては報告されている。本研究において、小学生の随時尿中ヨウ素濃度の中央値は 262.0  $\mu\text{g/L}$  に対し、クレアチニン補正した中央値は 253.0  $\mu\text{g/gCre}$  と非常に近似した値であった。小児においても同じ考え方が妥当かどうかの結論は出ていないが、集団において両者はヨウ素摂取量の評価に同じものとして用いることが出来ると考えられる。そこで、随時尿中ヨウ素濃度値を 1 日ヨウ素摂取量とほぼ等しいと見做して、厚労省が策定する日本人の食事摂取基準の耐容上限量を越える児童の数をみると、全体の 1/4 近くがこの値を超えている。ヨウ素は健康人の場合、耐容上限量を超える量を一時的に摂取しても健康に影響がないことが知られている。しかし妊婦、授乳婦、高齢者、乳幼児などにおいてはヨウ素過剰摂取による甲状腺機能異常のリスクが高いとされている。今回の調査で尿中ヨウ素濃度の中央値の高い地域においては、再調査、近隣地域での調査、甲状腺機能検査などが必要であると考えられる。本調査は継続して行う予定である。

## 謝辞

全国調査に協力して頂いた児童、保護者、小学校教職員、各地域の医師会、教育委員会に深謝致します。また本調査の企画、準備において、鶴岡市立荘内病院小児科前部長伊藤末志、群馬大学教授山田正信、群馬大学名誉教授森昌朋、松本市教育委員・花村医院院長花村潔、浜松医療センター院長小林隆夫、岡山大学教授宮本香代子、徳島大学教授武田英二、宮崎大学学長池ノ上克、長崎大学副学長山下俊一、鹿児島大学名誉教授松田恵明、豊見城中央病院理事長比嘉國郎、各先生のご尽力を頂きましたことに篤くお礼申し上げます。

また尿中ヨウ素の測定を担当した（株）江東微生物研究所微研中央研究所つくば検査部の高橋紀博、土方美智子両氏に感謝致します。

本研究の一部は第 58 回日本甲状腺学会学術集会（平成 27 年 11 月、福島市）において発表した。

## 参考文献

1. Zimmermann MB et al. 2015 Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol* 3:286-95.
2. 布施養善. 2013 ヨウ素をめぐる医学的諸問題－日本人のヨウ素栄養の特異性. *Biomed Res Trace Elements* 24:1-37.
3. Fuse Y et al. 2015 Japan's iodine status – too high or just right ? *IDD Newsletter* 43 (3) August : 9-11.
4. 塚田信, 他. 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.
5. 布施養善, 他. 2012 ヨウ素に特化した食物摂取頻度調査票による日本人のヨウ素摂取源と摂取量についての研究. *日臨栄会誌* 34:18-28.
6. 布施養善, 他. 2015 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 1. 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 第1報 2. 新生児のヨウ素摂取と甲状腺機能異常との関連に関する研究 (中間報告). *成長科学協会平成 26 年度研究年報* 38:35-39.
7. Fuse Y et al. 2013 Gestational changes of thyroid function and urinary iodine in thyroid antibody-negative Japanese women. *Endocr J* 60:1095-1106.
8. Fuse Y et al. 2011 Iodine status of pregnant and postpartum Japanese women: Effect of iodine intake on maternal and neonatal thyroid function in an iodine-sufficient area. *J Clin Endocrinol Metab* 96:3846-3854.
9. Zimmermann MB et al. 2005 High thyroid volume in children with excess dietary iodine intakes. *Am J Clin Nutr* 81:840-844.
10. Fuse Y et al. 2007 Smaller thyroid gland volume with high urinary iodine excretion in Japanese schoolchildren: Normative reference values in an iodine-sufficient area and comparison with the WHO/ICCIDD reference. *Thyroid* 17:145-155.
11. 伊藤善也, 他. 2003 学童の甲状腺容積と尿中ヨード排泄量に関する研究 (旭川・中標津における調査), ヨード摂取と甲状腺機能に関する研究. *成長科学協会平成 14 年度研究年報* 26:56-60.
12. 布施養善, 他. 2003 学童の甲状腺容積と尿中ヨード排泄量に関する研究 (東京都目黒区における調査). *成長科学協会平成 14 年度研究年報* 26:62-69.
13. 日本人の食事摂取基準 2015 年版. 2014 厚生労働省ホームページ.  
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-kijun.html>