厚生労働科学研究費補助金
分担研究報告書

初乳・移行乳・成乳における母乳中ヨウ素濃度の変動と乳児ヨウ素摂取量の推定

研究分担者　岩井美幸　国立研究開発法人 国立環境研究所・主任研究員
安里　要　東都大学 管理栄養学部・助手

研究要旨
日本では昆布や昆布だしなどヨウ素を多く含む食品を日常的に摂取する食文化があり、授乳婦の母乳中ヨウ素濃度（breast milk iodine concentration: BMIC）および乳児のヨウ素摂取量に影響を及ぼしている可能性がある。しかしながら、日本人授乳婦を対象として乳期別にBMICを評価した報告は限られている。そこで本研究では、日本人授乳婦を対象として、初乳、移行乳および成乳中のBMICを測定し、乳児のヨウ素摂取量を推定した。BMICの中央値は、初乳434.3 ng/g、移行乳175.9 ng/g、成乳286.3 ng/gであった。推定ヨウ素摂取量の中央値は、初乳185.3 μg/日、移行乳118.4 μg/日、成乳208.9 μg/日であり、多くの乳児は日本人の食事摂取基準（2025年版）の目安量を満たしていた。一方で、耐容上限量や既報の最低健康障害発現量（LOAEL）を超過する乳児も一定割合認められた。これらの結果から、本研究集団においてヨウ素不足の懸念は比較的小さい一方、過剰摂取については慎重な検討が必要である可能性が示唆された。特に、日本特有の海藻摂取習慣がBMICおよび乳児のヨウ素摂取量に影響を及ぼしている可能性が考えられた。

研究分担者
朝倉敬子（東邦大学）
杉本　南（東邦大学）

A.　研究目的

ヨウ素は甲状腺ホルモンの主要な構成成分として機能する必須微量元素であり、正常な成長、代謝、および神経発達に重要な役割を果たしている。特に乳幼児期は、甲状腺ホルモンが脳神経系の発達に不可欠であることから、適切なヨウ素摂取が重要とされている。一方で、ヨウ素の不足だけでなく過剰摂取も甲状腺機能異常を引き起こすことが知られており、乳児期はその影響を受けやすい時期である。そのため、世界保健機関（WHO）をはじめとする国際機関では、妊娠期および授乳期における適切なヨウ素栄養状態の維持の重要性が指摘されている。

母乳栄養児にとって、母乳はヨウ素の主要な供給源であり、母乳中ヨウ素濃度（breast milk iodine concentration: BMIC）は乳児のヨウ素栄養状態を評価する重要な指標とされている。日本では、昆布や昆布だしなどヨウ素を豊富に含む食品を日常的に摂取する食文化が存在し、日本人のヨウ素摂取量は世界的にみても高いことが知られている（Katagiri et al., 2015）。しかしながら、近年では食生活の多様化や食習慣の変化に伴い、昆布の消費量は減少していることが報告されている。一方で、海藻類全体の摂取量には大きな変化がなく、わかめや海苔など他の海藻類の摂取割合は増加している（Nagataki et al., 2008）。このような食習慣の変化は、日本人のヨウ素摂取量やその個人差に影響を及ぼしている可能性がある。

特に授乳期においては、母親のヨウ素摂取状況が母乳中ヨウ素濃度に直接反映されるため、母体

の食事内容の変化は乳児のヨウ素摂取量にも影響を与える可能性がある。しかしながら、日本人授乳婦を対象としたBMICに関する報告は限られており、初乳、移行乳、成乳といった乳期ごとの差異についても十分な知見は得られていない。また、日本ではヨウ素添加塩や乳児用調製粉乳へのヨウ素添加が義務化されていないことから、乳児のヨウ素摂取は母乳中ヨウ素濃度に大きく依存していると考えられる。

そこで本研究では、日本人授乳婦を対象として、初乳、移行乳および成乳中のヨウ素濃度を測定するとともに、各乳期における乳児のヨウ素摂取量を推定し、日本人の食事摂取基準との比較を行うことを目的とした。

B.　研究方法

1）対象者

宮城県内の出産後の女性300名を対象とした。対象者は、妊娠24週以降の妊婦健診時に募集した。調査期間は2020年12月から2022年1月であった。本研究への適格基準は、出産時の母親の年齢が20から40歳であること、日本語を母語とすること（自記式調査票に回答ができること）、自身で研究計画書や説明書を読み、同意書に記載できること、自力で母乳を飲める出生児であることとした。除外基準として、母親の遺伝病、ウイルス性肝炎、HIV感染、甲状腺機能亢進症・低下症、白血病、糖尿病、高血圧症、腎臓病、その他の重大な疾患があること、児の先天奇形、代謝疾患、重度の疾患があること、早産（在胎期間が37週未満）、低体重（出生体重が2,500g未満）であること、医学的な理由から母親が食事制限を受けていること、菜食主義であることとした。応募者に対して研究内容を対面で説明し、全員から文書によるインフォームド・コンセントを取得した。本研究の実施計画は、東北大学大学院医学系研究科倫理委員会（承認番号：2020-1-205［2020年6月22日承認］、2021-1-108［2021年5月19日承認］）および国立環境研究所倫理審査委員会（NIES, IRB No. 2020-018［2021年4月12日承認］、2025-004 [2025年8月21日承認]）の承認を受けた。

研究参加は自由意志に基づくものであり、参加者はいつでも不利益なく参加を撤回できることを説明した。また、栄養状態や子どもの発育に関する相談があった場合には、宮城県内の医療機関や自治体と連携し、必要に応じて紹介できる体制を整えた。

2）採取方法

対象者には、初乳（産後0-4日）・移行乳（産後5-14日）・成乳（産後15-30日）を採取してもらった。初乳と移行乳については、採取負担を考慮し、採取時間帯および採取量は規定しなかった。また採取量も採取できる量を収集した。成乳については、朝（08:00-10:00）採取を実施した。また、前乳（授乳開始直後に分泌される乳汁）と後乳（授乳後半に分泌される乳汁）をそれぞれ採取した。研究1において、前乳と後乳のBMICは高い一致性を示したことから、本研究では両者の平均値を解析に用いた採用した。母乳採取前に乳頭を専用の清浄綿で清拭し、搾乳機を使用せず、Eppendorf製コニカルチューブ（メタルフリー、25mL、スクリューキャップ）に直接搾取してもらい、母乳試料とした。採取した母乳は速やかに家庭用冷凍庫で保管し、冷凍便にて研究室に郵送後、超低温冷凍庫で保管した。なお、初乳を病院に入院中に採取した場合には、病院内の超低温冷凍庫で保管した。

3）分析方法

BMIC は研究 1 と同様の方法により測定した。詳細な分析手順については、研究 1 の分析方法に記載方法に準じた。

4）哺乳量の設定

日本人の食事摂取基準（2025 年版）では、0-5 ヶ月の哺乳量は 780mL/日とされている。しかしながら、本研究では乳期ごとの差異を評価することを目的としたため、各時期に対応した哺乳量を用いる必要があると判断した。そこで、廣瀬ら（2008）の報告に基づき、生後 4 日目（424 ± 156 mL）を初乳期、生後 15 日目（673 ± 256 mL）を移行乳期、生後 1 ヶ月（745 ± 171 mL）を成乳期の哺乳量として適用した。

5）質問票調査

質問票を用いて、主要な交絡因子に関する情報を収集した。具体的には、母親の年齢、妊娠前の Body Mass Index（BMI）、分娩様式、受動喫煙、世帯年収、母親の学歴、経産回数、ならびに乳児の性別、調査時の月齢、出生体重、および調査時体重を収集した。

C.　研究結果

解析対象者の基本属性を表 1 および図 1 に示す。母親の出産時年齢の平均は 31.7 ± 4.8 歳、妊娠前 BMI は 21.9 ± 3.4 kg/m²であった。妊娠中に喫煙をしている対象者は認められなかった。

BMIC の中央値は、初乳 434.3 ng/g (95%tile 100.9-15211.5)、移行乳 175.9 ng/g (12.4-1291.1)、成乳 286.3 ng/g (90.7-1124.1) であった（表 2）。初乳の最大値は 90,864.0ng/g であり、検量線範囲を超過していた。初乳は採取量が限られていたため再測定が不可能であり、本値は参考値として扱い、解析からは除外した。

BMIC に各乳期の哺乳量を乗じることで、1 日あたりのヨウ素摂取量を推定した。ヨウ素摂取量の中央値は、初乳 185.3 μg/日、移行乳 118.4 μg/日、成乳 208.9 μg/日であった（表 3 および図 2）。移行乳および成乳と比較して、初乳では摂取量のばらつきが大きかった。日本人の食事摂取基準（2025 年版）における 0-5 ヶ月児の目安量（100μg/日）を下回った割合は、初乳 28.7%、移行乳 46.2%、成乳 18.6%であった。一方、耐容上限量（250μg/日）を超過した割合は、初乳 37.9%、移行乳 26.3%、成乳 42.9%であった。

さらに、体重あたりのヨウ素摂取量を算出したところ、中央値は初乳 62.7 μg/kg 体重/日、移行乳は 35.9 μg/kg 体重/日、成乳は 59.5 μg/kg 体重/日であった（表 4）。先行研究で報告されている Lowest Observed Adverse Effect Level（LOAEL：120.0 μg/kg 体重/日）を超過した割合は初乳 31.7%、移行乳 18.1%、成乳 19.1%であった。

D.　考察

本研究では、日本人授乳婦を対象として、初乳、移行乳および成乳における母乳中ヨウ素濃度（BMIC）を測定し、乳児のヨウ素摂取量を評価した。その結果、多くの乳児で日本人の食事摂取基準（2025 年版）における目安量（100 μg/日）を上回っており、本研究集団においてはヨウ素不足の懸念は比較的小さいことが示唆された。一方で、耐容上限量を超過する乳児も一定割合認められ、過剰摂取の可能性も示された。これらの結果から、日本の乳児におけるヨウ素摂取は、不足よりもむしろ個人差の大きさや過剰摂取リスクに注意を要する可能性が考えられた。

日本人の食事摂取基準（2025 年版）における乳児のヨウ素目安量は、アメリカ・カナダの基準値（0–6 か月児：110 μg/日）を基に、体格差を考慮して設定されている。しかしながら、日本では昆布や昆布だしなどヨウ素を多く含む食品を日常的に摂取する食文化が存在しており、欧米諸国とはヨウ素摂取状況が大きく異なると考えられる。実際に、本研究で推定された乳児のヨウ素摂取量は、韓国で報告されている摂取量と比較すると低値であったものの、欧米諸国の報告と比較すると高値である可能性が考えられた。これらの結果は、日本人授乳婦の食習慣、特に昆布だしや海藻類の摂取が、BMIC および乳児のヨウ素摂取量に強く影響している可能性を示唆している。

また、本研究では、初乳、移行乳、成乳のいずれにおいても、耐容上限量（250 μg/日）を超過する乳児が一定割合認められた。特に成乳期では 42.9%が耐容上限量を超過しており、授乳期間を通じて高いヨウ素曝露を受けている乳児が存在する可能性が示唆された。ヨウ素は甲状腺ホルモン合成に必須である一方で、過剰摂取は甲状腺機能異常を引き起こすことが知られている。成人では過剰ヨウ素摂取に対する適応機構が存在するが、乳児では甲状腺機能の調節機構が未熟であるため、過剰曝露の影響を受けやすい可能性がある。

韓国においても海藻類の摂取量が多いことが知られており、母乳を介したヨウ素過剰摂取と乳児の甲状腺機能低下症との関連が報告されている。先行研究では、潜在性甲状腺機能低下症群の乳児におけるヨウ素摂取量は、生後 3 週で 149.0 μg/kg 体重/日、生後 6 週で 92.1 μg/kg 体重/日であり、これらの結果から最低健康障害発現量（Lowest Observed Adverse Effect Level: LOAEL）として 120.0 μg/kg 体重/日が提案されている。本研究においても、この LOAEL を超過する乳児が初乳 31.7%、移行乳 18.1%、成乳 19.1%認められた。したがって、日本においても、母乳を介したヨウ素過剰摂取については慎重な検討が必要であり、乳児の甲状腺機能との関連について今後さらに検討する必要があると考えられる。

一方で、本研究では目安量を下回る乳児も一定割合認められた。とくに移行乳期では 46.2%が目安量未満であり、乳期によってヨウ素摂取量に差異が存在する可能性が示唆された。BMIC は母親の短期的な食事摂取の影響を受けやすいことが報告されており、母親の食習慣や食事内容の変化が乳児のヨウ素摂取量に直接影響している可能性がある。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、乳児の哺乳量は個別測定ではなく既報値を用いて推定した点である。そのため、実際の摂取量とは乖離が存在する可能性がある。第二に、本研究では母親の詳細な食事調査を実施していなかったため、昆布だしや海藻類など特定食品の寄与を定量的に評価することができなかった。第三に、本研究では乳児の甲状腺機能指標（TSH など）を測定していないため、実際の健康影響との関連については評価できなかった。今後は、母親の食事調査、乳児の甲状腺機能評価、および縦断的な追跡調査を組み合わせることで、日本における乳児期の適切なヨウ素摂取量についてさらに検討する必要がある。

E.　結論

以上の結果から、日本人授乳婦の母乳中ヨウ素濃度は乳期によって変動し、それに伴い乳児のヨウ素摂取量にも差が認められることが示された。多くの乳児では、日本人の食事摂取基準における目安量を満たしており、全体としてヨウ素不足の

可能性は低いと考えられた。一方で、耐容上限量や既報の最低健康障害発現量（LOAEL）を超過する乳児も一定割合認められ、過剰摂取の可能性が示唆された。特に、日本特有の昆布や昆布だしを中心とした食文化が、母乳中ヨウ素濃度および乳児のヨウ素摂取量に影響を及ぼしている可能性が考えられた。したがって、日本における授乳期のヨウ素栄養評価では、不足予防のみならず過剰摂取の観点も含めた評価が重要であり、今後は母親の食事内容や乳児の甲状腺機能指標を含めたさらなる検討が必要である。

F.　健康危険情報

G.　研究発表

龍田希，岩井美幸，安里要，杉本南，鈴木一平，朝倉敬子．母乳を介した乳児のヨウ素の摂取実態．第 96 回日本衛生学会学術総会．2026 年 3 月．栃木県宇都宮市．（口述）

H.　知的財産権の出願・登録状況

該当なし

表 1 母乳調査対象者の基本属性

		n	%	Mean	SD
出産時年齢		299		31.7	4.8
	～24 歳	23	7.7		
	25-29 歳	81	27.1		
	30-34 歳	105	35.1		
	35-39 歳	79	26.4		
	40 歳～	11	3.7		
妊娠前 BMI		298		21.9	3.4
	18.5 未満	32	10.7		
	18.5 以上 25 未満	218	73.2		
	25 以上	48	16.1		
出産回数	今回が初めて	141	47.2		
	初めてではない	158	52.8		
最終学歴	9 年	15	5.0		
	12 年	71	23.7		
	それ以上	213	71.2		
家庭の年収	～300 万円	31	11.2		
	301-700 万円	146	52.9		
	701 万円～	99	35.9		
妊娠中の喫煙	喫煙していない	238	79.6		
	過去に喫煙していた	61	20.4		
出産形態	自然分娩	190	63.8		
	その他	29	9.7		
	帝王切開	79	26.5		
子どもの性別	男児	147	49.2		
	女児	152	50.8		
出生季節	12-2 月（冬）	68	22.7		
	3-5 月（春）	65	21.7		
	6-8 月（夏）	111	37.1		
	9-11 月（秋）	55	18.4		

BMI: body mass index

表 2 母乳中ヨウ素濃度（ng/g）

	初乳 (n=283)	移行乳 (n=262)	成乳 (n=247)
最小値	35.1	6.1	63.0
5%tile	100.9	12.4	90.8
中央値	434.3	175.9	280.4
95%tile	15211.5	1291.1	1121.7
最大値	90864	6106.6	2280.6

表３ ヨウ素の摂取量（μg/日）

	初乳 (n=282)	移行乳 (n=262)	成乳 (n=247)
5%tile	42.8	8.3	67.6
median	185.3	118.4	208.9
95%tile	6031.7	868.9	835.7

表 4 授乳期別の体重当たり推定ヨウ素摂取量（μg/kg 体重/日）

	初乳 (n=281)	移行乳 (n=248)	成乳 (n=241)
5%tile	13.2	2.6	16.4
median	62.7	35.9	59.5
95%tile	2183.8	277.7	248.4

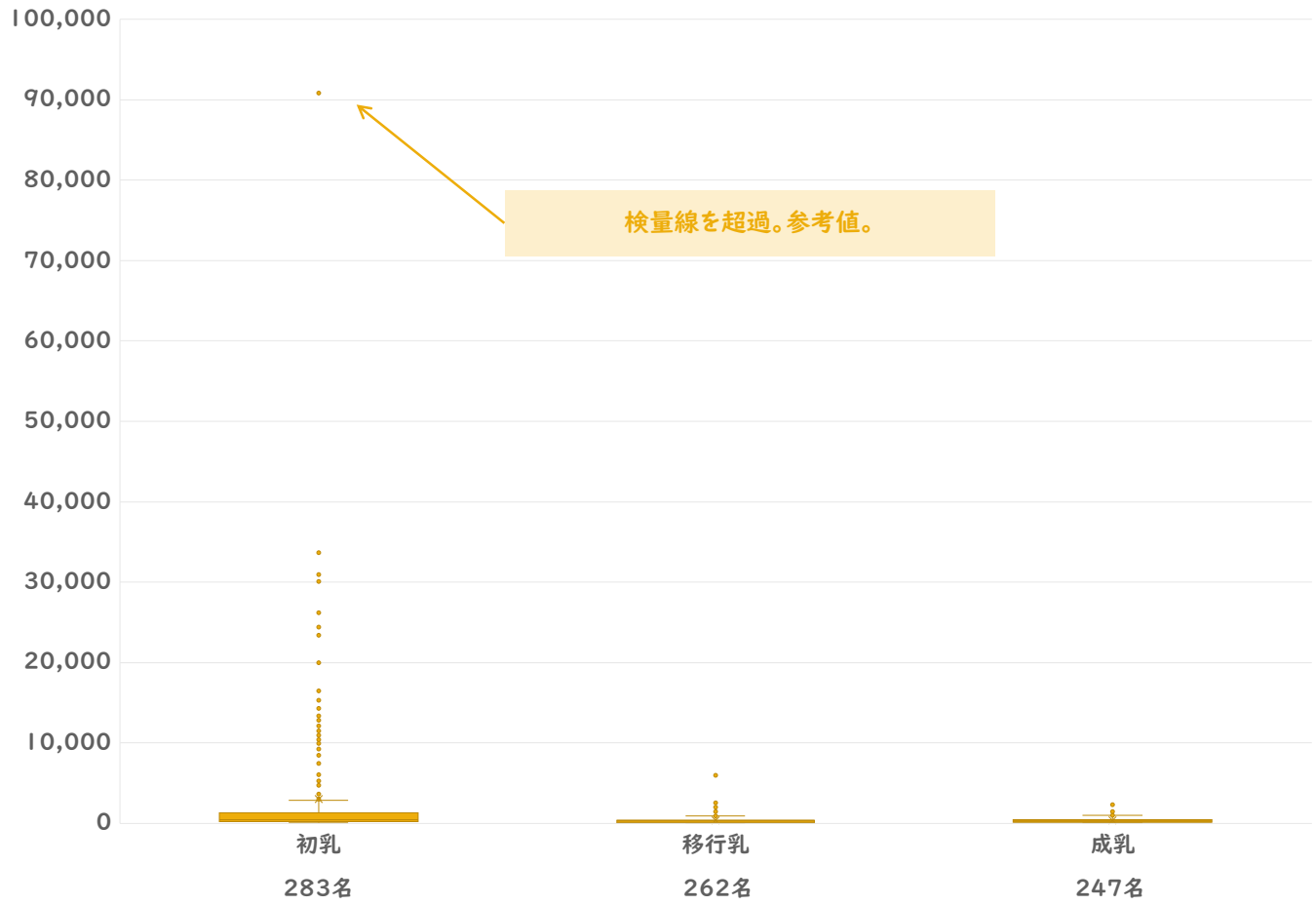


図 1 授乳期別にみたヨウ素濃度（ng/g）

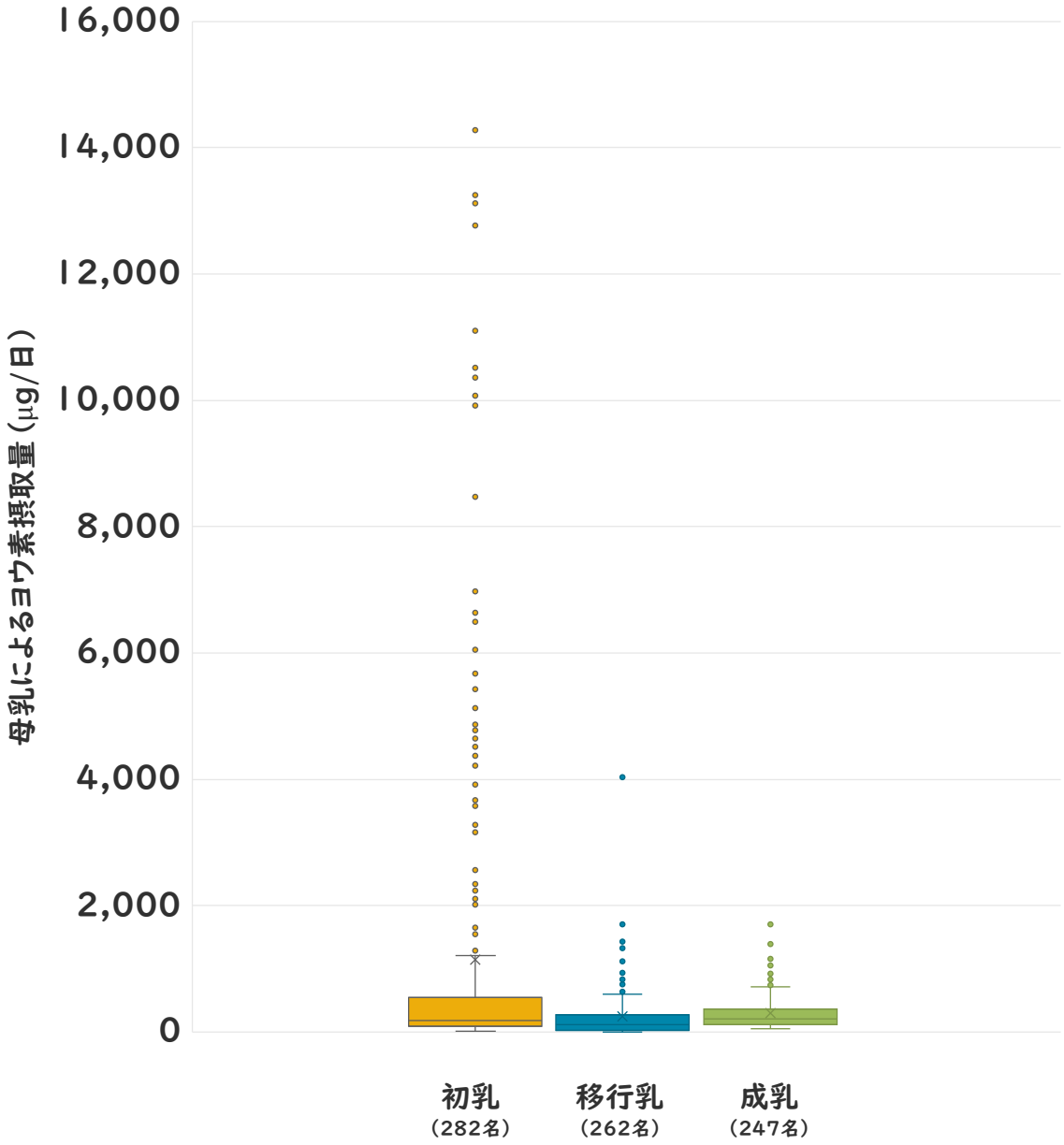


図２ 乳児期別にみたヨウ素摂取量（μg/日）