

尿中元素濃度の経年推移について —生活環境の変化との関連性—

1 はじめに¹⁾

ヒトの体は元素で構成されており、ほとんどすべての元素が体内に存在している。体内の存在量により、多量元素（酸素、炭素、水素、窒素等）、少量元素（硫黄、カリウム、ナトリウム等）、微量元素（鉄、フッ素、ケイ素、亜鉛等）及び超微量元素（アルミニウム、カドミウム、スズ、水銀、セレン等）に分類される。多量元素及び少量元素は生命、健康の維持に必須とされているが、微量元素及び超微量元素の中には、鉄、亜鉛、セレンなどのように必須性が認められたものだけでなく、スズのように必須性が示唆されているが未だに証明されていないもの、あるいは、カドミウムや水銀のように有害性が認められているものも存在する。

このように生体内には様々な元素が存在し、健康な状態においてはほぼ一定の濃度を保っているといわれている。そのため、どのような元素であっても体内の濃度バランスが欠けると欠乏症や過剰症が生じる可能性がある。特に、有害とされているカドミウム、水銀については、これまでに汚染食品の過剰摂取が原因で健康被害が発生している。これらの健康被害を未然に防ぐために、厚生労働省や環境省により汚染された食品が市場に出回ることのないよう、残留基準や指針値が設定されており、また、大気、水、土壌など環境中に排出されないよう対策が講じられている。

本県では、昭和 51 年度から平成 30 年度まで、環境汚染の健康影響を評価するための基礎

資料を得ることを目的として、県内に居住する一般住民の尿中元素濃度の調査を実施した。今回、この約 40 年分のうち誘導結合プラズマ質量分析法で測定された平成 15 年度から平成 30 年度までの調査結果をまとめ、経年推移や常在値を把握するとともに、生活環境の変化との関連性について考察した。

2 各元素の概要¹⁾

(1) スズ^{2) ~8)}

スズは古くから人類が利用してきた金属の一つである。無機スズはブリキ、電線、はんだなど様々なものに使用されており、有機スズはポリ塩化ビニル製造の際に安定剤としてかなりの量が使われてきた。ヒトが体内にスズを取り込む要因として最も可能性が高いのが食物であり、なかでもスズをメッキした缶詰の影響が大きいといわれている。缶詰の多くはブリキ缶（スチール缶にスズメッキを施したもの）であり、溶出した微量のスズが缶詰内の果実や野菜の色、香りなどの品質の変化を防止することが知られている。なお、缶詰から溶出したスズを摂取したとしても消化管からの吸収率が低く、ほとんどが速やかに排出され、人体に蓄積することはないため、健康影響はほとんどないといわれている。ただし、缶詰食品中のスズ濃度は、貯蔵時間及び気温とともに増え、さらに、開封して酸素に触れることで溶出が早まるため、速やかに別の容器に移すなど注意が必要である。近年では、技術の向上により、スズを全

く使用しない「ティンフリースチール」と呼ばれるスチール缶も開発されている。それに加えて、缶詰の消費量も年々減少しており、それに伴って缶詰からのスズ摂取量も減少しているものと考えられている。

(2) カドミウム^{9), 10)}

カドミウムは土壌や水など自然界に広く存在するため、米、野菜、魚など多くの食品に微量に含まれている。日本においては米から摂取する割合が最も多く、カドミウムの1日摂取量の約4割は米の摂取によるものと推定されている。米については昭和45年以降、食品衛生法により規制され、カドミウム濃度の高い米は市場流通しないよう管理されている。また、米だけでなく、大豆、野菜等においても生産段階での汚染低減対策が推進されている。さらに、食生活の変化によって1人当たりの米消費量が減少しており、偏食などに注意すれば、一般的な日本人においては、米も含めて食品からのカドミウム摂取が健康に悪影響を及ぼす可能性は低いといわれている。なお、カドミウムの過剰摂取による重篤な事例としてイタイイタイ病が知られているが、これは高濃度のカドミウムを長期間摂取したことに加えて、妊娠、老化など様々な要因が誘因となって生じたものと考えられている。

(3) 水銀^{11) ~17)}

水銀には金属水銀、無機水銀及び有機水銀があり、地殻を構成する成分であるため、土壌、大気、水などに微量に含まれており、自然界に広く分布している。その有機水銀のひとつであるメチル水銀は、水俣病の原因物質としてよく知られている。水俣病はメチル水銀を含んだ工場排水が海や河川を汚染し、生息する魚介類にメチル水銀が蓄積され、その魚介類を多量に摂取することにより発生した。メチル水銀は、ほとんど100%腸管から吸収され、肝臓や腎臓、脳などに蓄積し、その後、尿、糞便、毛髪など

から排泄される。日本人が平均的に摂取するメチル水銀の約8割が魚介類によるものといわれている。なお、厚生労働省から、その摂取量は健康への影響が懸念されるようなレベルではないとの報告がなされ、水銀含有量の高い魚介類を偏って多量に食べることを避け、魚食のメリットを活かすことが推奨されている。

3 調査方法

(1) 調査対象者

愛知県に居住する一般健康者（総数500名）

(2) 試料の採取

予め配布したポリ容器に早朝のスポット尿を採取した。

(3) 調査項目

対象元素は、スズ、カドミウム及び水銀の3元素とした。

(4) 測定方法

対象元素の測定は、尿を硝酸で湿式灰化後、誘導結合プラズマ質量分析法により行った。

(5) 統計解析方法

現在の常在値として採用できる期間を決定するため、統計処理を行った。統計解析にはEZRを使用した。なお、測定値が定量下限値未満であったものについては、定量下限値の1/2の濃度として統計処理を行った。

4 結果及び考察

(1) 経年推移

(ア) スズ

尿中スズ濃度の経年推移を図1に示した。尿中スズ濃度は平成15年度から平成22年度までは減少していたが、平成22年度以降は横ばい傾向であった。上述のとおり、缶詰からスズを摂取する可能性が高いことから、図1に示すようにスチール缶の年間消費重量（総販売重量）を確認したところ、年々減少していることが分かった。近年、スズを使用しない缶詰やコーティング缶も増加しており、また、缶詰の注意書きに従った適切な保存が行

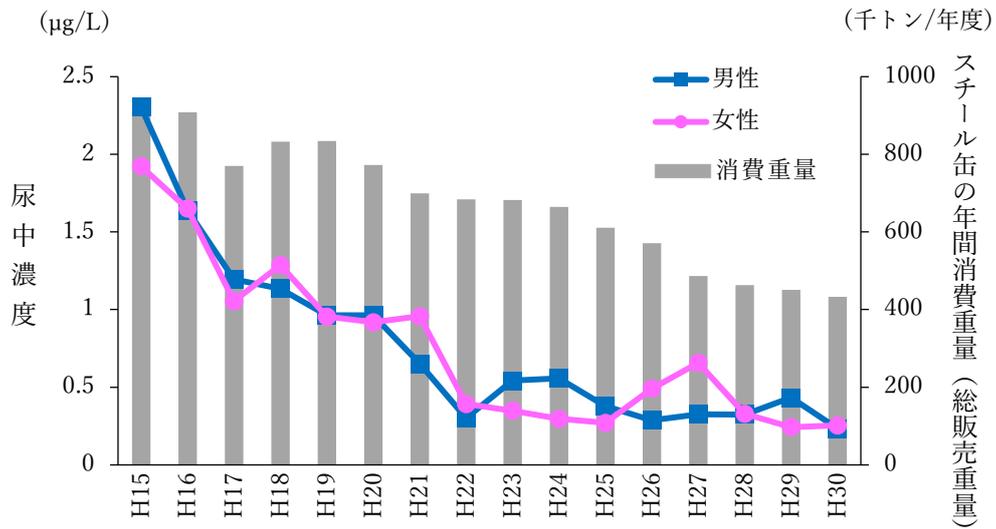


図1 尿中スズ濃度及びスチール缶の年間消費重量（総販売重量）

年間消費重量：国産スチール缶の出荷重量、缶詰輸出及び輸入に使用されたスチール缶の重量、空缶として輸入されたスチール缶の重量を、経済産業省統計、財務省「日本貿易月表」、スチール缶重量の実測値などを基に算出

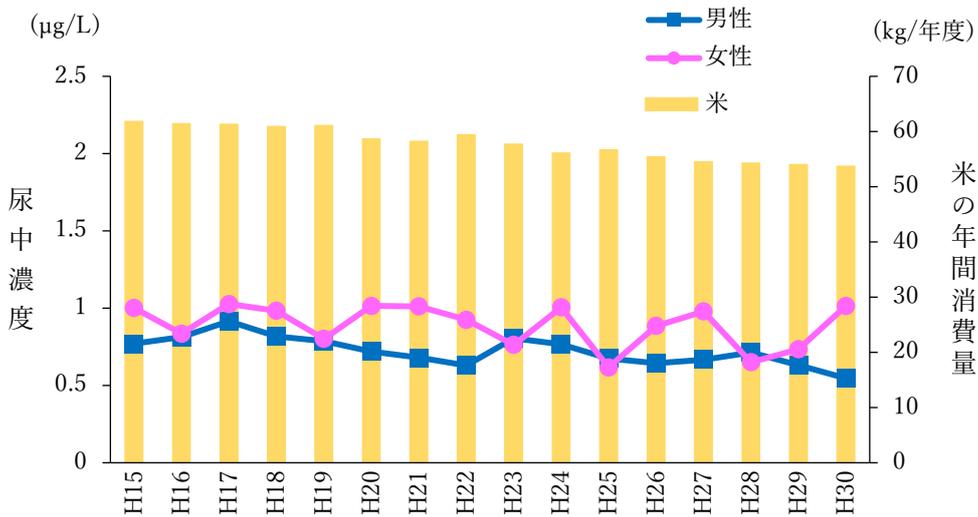


図2 尿中カドミウム濃度及び米の年間消費量

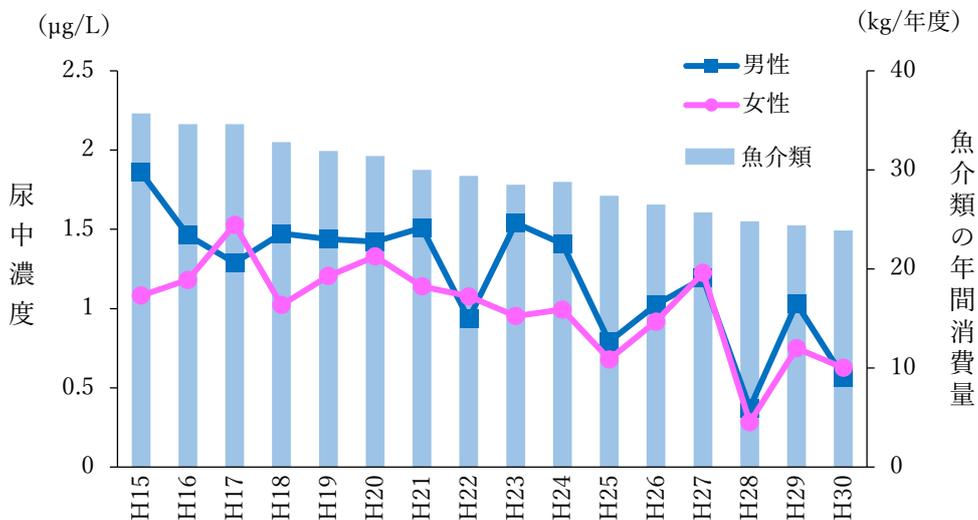


図3 尿中水銀濃度及び魚介類の年間消費量

われたことにより、スズの摂取量が減少し、尿中スズ濃度に反映されたものと考えられた。

(イ) カドミウム

尿中カドミウム濃度の経年推移を図2に示した。上述のとおり、カドミウムの1日摂取量の約4割は米の摂取によるものと推定されている。そこで、図2に示すように各年度における米の1人当たりの年間消費量を確認したところ、米の消費量は年々減少傾向にあることが分かった。一方、尿中カドミウム濃度については平成15年度以降では横ばい傾向であった。このことから、法規制等、汚染低減対策が推進されたことにより、米に含有されるカドミウム量が尿中濃度に影響を与えないレベルまで減少していることが示唆された。

(ウ) 水銀

尿中水銀濃度の経年推移を図3に示した。平成15年度から減少傾向が認められ、男性においては魚介類の摂取頻度が高いほど尿中水銀濃度が有意に高かった。そこで、図3に示すように各年度における魚介類の1人当たりの年間消費量を確認したところ、尿中水銀濃度と同じく減少傾向にあることが分かった。このことから、魚介類の摂取量の減少が尿中水銀濃度に影響を及ぼしていることが示唆された。

(2) 常在値

スズ、カドミウム及び水銀の尿中濃度について、年度間のKruskal-Wallis検定を実施したところ、全ての元素において年度間で有意な差が認められた。そこで、平成30年度を対照とし、Steel-Dwassの多重比較を実施した。その結果、平成24年度以降はどの元素においても有意差が認められなかった。このことから、平成24年度から平成30年度の測定結果をまとめ、現在の常在値として表1に示した。なお、生活様式や環境の変化によって、尿中濃度が変化する可能性は十分に考えられるため、今後も継続した調査が必要であると考えられた。

5 おわりに

尿は、被験者に痛みを与えることなく容易に採取でき、また、生活環境中に存在する元素量の変化を早期に反映するため、生活環境からの健康影響の評価においては有益な情報が多く得られる優れた検体といえる。

当所においては、平成15年から平成30年までに、愛知県民の早朝尿合計500検体の提供を受け、尿中の元素濃度を測定した。その結果、尿中元素濃度には環境中の汚染物質の減少や食習慣の変化などが反映されていることが推察された。また、今後も定期的に調査を実施し、

表1 平成24年度から平成30年度の測定結果(平均値、中央値、最小値及び最大値)

		男性		女性	
スズ ($\mu\text{g/L}$)	平均値	0.36		0.36	
	中央値	0.20		0.23	
	最小値～最大値	N.D.	～ 3.7	N.D.	～ 3.1
カドミウム ($\mu\text{g/L}$)	平均値	0.66		0.84	
	中央値	0.55		0.63	
	最小値～最大値	0.11	～ 1.8	0.12	～ 3.8
水銀 ($\mu\text{g/L}$)	平均値	0.91		0.78	
	中央値	0.69		0.53	
	最小値～最大値	N.D.	～ 6.2	N.D.	～ 4.5

N.D. : Sn 0.2 $\mu\text{g/L}$ 未満(平成24年度～平成27年度)、0.1 $\mu\text{g/L}$ 未満(平成28年度～平成30年度)

Hg 0.09 $\mu\text{g/L}$ 未満(平成24年度～平成27年度)、0.25 $\mu\text{g/L}$ 未満(平成28年度～平成30年度)

引き続きデータを蓄積していくことにより、これまで捉えられなかった変化についても把握できる可能性が示唆された。

最後に、これまでの調査により蓄積されたデータ及び解析結果は、元素の過剰摂取の関与が疑われる健康危機事例が発生した際には、迅速な原因究明に寄与し、健康影響調査における有用な基礎資料になるものと考えられた。

6 参考文献

- 1) 桜井 弘編：生命元素辞典 第1版
- 2) 糸川嘉則編：ミネラルの事典 第1版
- 3) 環境省：「化学物質と環境」 <https://www.env.go.jp/chemi/kurohon/index.html>
- 4) 国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部：IPCS UNEP/ILO/WHO 国際化学物質簡潔評価文書 スズおよび無機スズ化合物(2008)
- 5) 公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会 <http://steelcan.jp/>
- 6) 環境省 環境統計集 <https://www.env.go.jp/doc/toukei/tokeisyu.html>
- 7) スチール缶消費量とリサイクル率の推移 <https://www.env.go.jp/doc/toukei/data/1lex334.xls>
- 8) スチール缶リサイクル協会 リサイクル率 <http://www.steelcan.jp/recycle/>
- 9) 厚生労働省：「食品に含まれるカドミウム」に関するQ&A（平成22年7月改訂）
<https://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/12/h1209-1c.html>
- 10) 農林水産省：我が国における農産物中のカドミウム濃度の実態 日常食からのカドミウム1日摂取量の年次推移 https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/jitai_sesyu/attach/pdf/01_inv-10.pdf
- 11) 食品安全委員会：食品から摂取する水銀とその人体への影響とは？ https://www.fsc.go.jp/sonota/kikansi/4gou/4gou_6.pdf
- 12) 食品安全委員会：魚介類等に含まれるメチル水銀について <https://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-hyouka-methylmercury.pdf>
- 13) 厚生労働省：厚生労働科学特別研究事業 魚類等のメチル及び総水銀濃度に関する調査研究 <https://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/08/dl/s0817-2n.pdf>
- 14) 厚生労働省：魚介類に含まれる水銀について <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/>
- 15) 農林水産省：平成30年度 食糧需給表 <https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/>
- 16) 水銀に関する水俣条約の国内対応検討委員会：水銀に関する国内外の状況等について <https://www.env.go.jp/council/05hoken/y0512-01b/ref03.pdf>
- 17) 環境省：水銀に関する水俣条約の概要 <http://www.env.go.jp/chemi/tmms/convention.html>

(文責：衛生化学部 青木梨絵)

愛知衛研技術情報 第44巻第2号 令和3年(2021)年 1 月 13 日

照会・連絡先 愛知県衛生研究所

〒462-8576 名古屋市北区辻町字流7番6号

愛知県衛生研究所のホームページ【 <https://www.pref.aichi.jp/eiseiken/> 】

総務課 :	052-910-5618	生物学部	052-910-5654
企画情報部		ウイルス研究室 :	052-910-5674
健康科学情報室 :	052-910-5619	細菌研究室 :	052-910-5669
		医動物研究室 :	052-910-5654
		衛生化学部	052-910-5638
		医薬食品研究室 :	052-910-5639
		生活科学研究室 :	052-910-5643

代表電話 : 052-910-5618

代表 FAX : 052-913-3641
