

# 千葉県内の地下水中の金属類 (Sb, U, Ni, Ag, Ba, Bi, Mo) の 検出状況

相川 建彦、長谷川康行

Detection situations of the metals (Sb,U,Ni,Ag,Ba,Bi,Mo,) in groundwater in Chiba prefecture

## 要 旨

水質管理目標設定項目および要検討項目に含まれる金属類について千葉県内の地下水を対象に調査を行った。その結果、Ag と Bi については不検出であったが、Sb、Ba、Mo、U、Niは検出される検体があり、U と Ni についてはやや高い濃度を示す検体があった。

キーワード：地下水：金属類：ICP-MS：水質管理目標設定項目：要検討項目

Key word：groundwater：metals：inductively coupled plasma mass：complementary items for water quality management：examination necessary item

## はじめに

水道を管理する上で毒性や水道水からの検出量などの観点から水質基準とするには及ばないが留意すべき項目として、水質管理目標設定項目が定められている。金属類としてはアンチモン (Sb)、ウラン (U)、ニッケル (Ni) が含まれている<sup>1)</sup>。また、毒性や水道水中の存在量などの情報が不十分なため情報提供を求められている項目として、要検討項目が定められており、金属類として銀 (Ag)、バリウム (Ba)、ビスマス (Bi)、モリブデン (Mo) が含まれている<sup>1)</sup>。千葉県民の環境保健衛生を目的として地下水の状況を把握するため、飲料水検査

を行った検体を用いて調査を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

## 試料及び条件

### 1. 試料および前処理

試料は当所にて平成18～19年度に受け付けられた飲料水水質検査の検体のうち、地下水を原水とする検体99件を対象とした。

試料は予め硝酸で洗浄したプラスチック容器に採水した。試料50mLを加熱用容器に採り、硝酸0.5mLを加え、デジプレップで95℃ 90分の加熱処理を行い、冷後、50 mLにメスアップした。

表1 水質管理目標設定項目の金属

	Sb	U	Ni	Ag	Ba	Bi	Mo
定量下限値(μg/L)	0.03	0.01	0.4	0.5	0.4	0.07	0.04
min (μg/L)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
max (μg/L)	1.2	1.9	107.8	0.0	118.0	0.0	1.6
mean (μg/L)	0.1	0.1	1.5	0.0	5.1	0.0	0.5
不検出(件)	62	55	73	99	13	99	5
検出(件)	37	44	26	0	86	0	94
n	99	99	99	99	99	99	99
検出率(%)	37.4	44.4	26.3	0.0	86.9	0.0	94.9

表2 各項目の指針値に対する検出割合 (%)

項目	Sb	U	Ni	Ba	Mo
指針値 (μg/L)	2	2	10	700※	70
10%以下	93.9	82.8	90.9	99.0	100.0
～20%	5.1	7.1	5.1	1.0	
～30%		5.1			
～40%		1.0	1.0		
～50%		1.0	1.0		
～60%	1.0	1.0			
～70%					
～80%					
～90%		1.0			
～100%		1.0			
100%超過			2.0		

※Baについては国の指針値が定められていないためWHOの水質基準値を採用した<sup>1)</sup>

## 2. 標準品

## 1) 標準原液

(1) Ba 標準液、Bi 標準液：関東化学(株)製 1,000mg/L 原子吸光分析用

(2) Ag 標準液：関東化学(株)製 1,000mg/L 化学分析用

(3) ICP 汎用混合液 XSTC-469：SPEX社製 Mo と Niは10  $\mu$ g/mL、Sb と Uは1  $\mu$ g/mL水質分析用標準溶液

## 2) 調製標準液

(1) Ba・Bi 混合中間標準液 (各10mg/L)

Ba、Bi 標準液 (1,000mg/L) を各 1 mLずつ正確に採り、硝酸を 1 mL加えた後、超純水で正確に100mLとした。

(2) Ag 中間標準液 (10mg/L)

Ag 標準液 (1000mg/L) を正確に 1 mL採り、硝酸を 1 mL加えた後、超純水で正確に100mLとした。

## (3) 混合中間標準液

ICP 汎用混合液 XSTC-469 (SPEX 社製) 1 mL、Ba・Bi 混合中間標準液0.1mL、Ag 中間標準液 1 mLを採り、硝酸 1 mLを加え、超純水で正確に100mLとした。この溶液の各金属濃度は、Sb 0.01mg/L、U 0.01mg/L、Ni 0.1 mg/L、Ag 0.1mg/L、Ba 0.01mg/L、Bi 0.01mg/L、Mo 0.1 mg/Lである。

## (4) 検量線用標準液

混合中間標準液を段階的に採り 5～2500倍に希釈して検量線用標準液とした。

## 2. 装置及び条件

1) 前処理加熱装置：DigiPREP Jr (デジプレップジュニア) ジーエルサイエンス社製

加熱用容器：デジチューブ 65mL ジーエルサイエンス社製

2) ICP-MS 装置：アジレント社 Agilent 7500ce

(1) プラズマ出力：1.6KW

(2) キャリアガス流量：0.9L/min

(3) メイクアップガス流量：0.15L/min

(4) 水素ガス流量 (水素モード時)：5.0mL/min

(5) ヘリウムガス流量(ヘリウムモード時)：5.2mL/min

(6) ネブライザポンプ：0.1rps

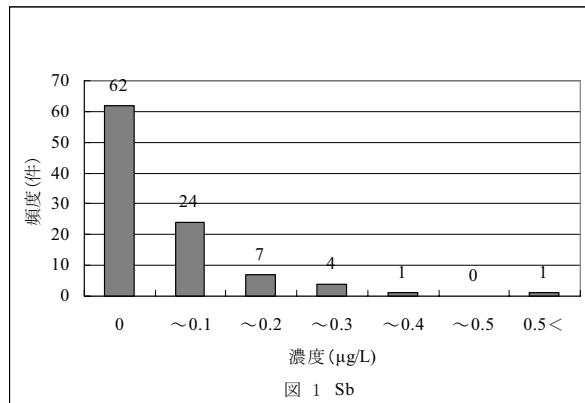
## 結果および考察

1. 各項目の結果を表-1に示し、表-2に厚生労働省(以後厚労省)が示している指針値<sup>1)</sup>に対する検出割合を示した。

## 2. アンチモン (Sb)

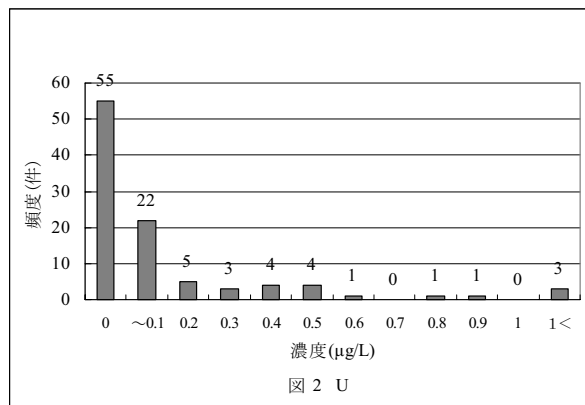
Sbは62件が不検出であり、検出された試料の濃度は0.1  $\mu$ g/L以下が24件と最も多かった(図-1)。最大値は1.2  $\mu$ g/Lであったが、指針値(2  $\mu$ g/L)の60%以下であり、問題は無かった。東京都が平成16年度に行った多摩地区の地下水30件の調査ではすべて検出されていないが<sup>2)</sup>、川崎市が平成16年度に100地点の地下水調査では最大1.3  $\mu$ g/L検出していた<sup>3)</sup>。厚労省が「水質基準の見直しにおける検討概要」で提供しているデータの地下水では、595件のうち指針値の80～90%以下の検出が2件

(0.3%)<sup>1)</sup>であり、千葉県も同様の結果であったと考えられた。Sbは自然水中にはほとんど存在せず、工場排水などにより混入するといわれており、通常の浄水処理では除去できない金属である<sup>4)</sup>ことから、定期的な調査が必要と考えられた。



## 3. ウラン (U)

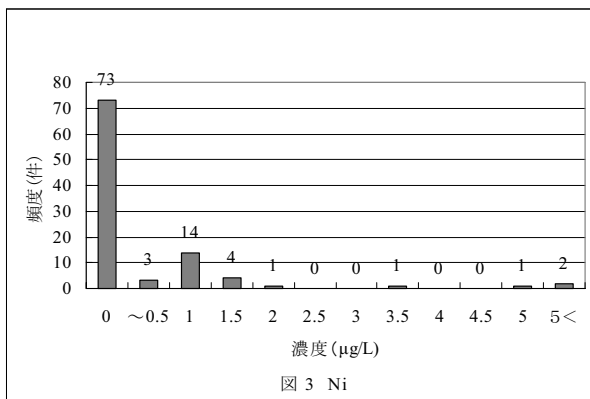
Uは55件が不検出であった。検出された試料の濃度は0.1  $\mu$ g/L以下が最多で、1  $\mu$ g/Lを越えた試料は3検体あり(図-2)、最大で1.9  $\mu$ g/Lであった。東京都のデータでは最大値は1.2  $\mu$ g/L<sup>2)</sup>、川崎市では1.0  $\mu$ g/L<sup>3)</sup>であり、千葉県においても指針値を越えた検体は無かった。しかし、最大値の1.9  $\mu$ g/Lは指針値の95%であるため、さらに継続した調査が必要と思われた。Uは岩石や土壌などに含まれると考えられており<sup>1),4),5)</sup>、検出された検体については、地質由来と考えられた。



## 4. ニッケル (Ni)

Niは73件が不検出であり、検出された試料の濃度は1  $\mu$ g/L以下が最も多く、14件であった(図-3)。指針値の10  $\mu$ g/Lを越えた試料は2件あり、それぞれ14.3  $\mu$ g/L、107.8  $\mu$ g/Lであった。Niは東京都のデータでは30件中すべてが不検出<sup>2)</sup>であったが、厚労省のデータでは指針値を超えたものがあつた<sup>1)</sup>。Niはメッキやステンレス鋼の材料としても使われている<sup>1)</sup>ため、これが施設由来である可能性は高いと考えられた。Niは経口摂取による毒

性に関する報告は無いが、暴露により皮膚炎を起こすとされている<sup>4)</sup>。今後も調査を集積する必要があると考えられた。

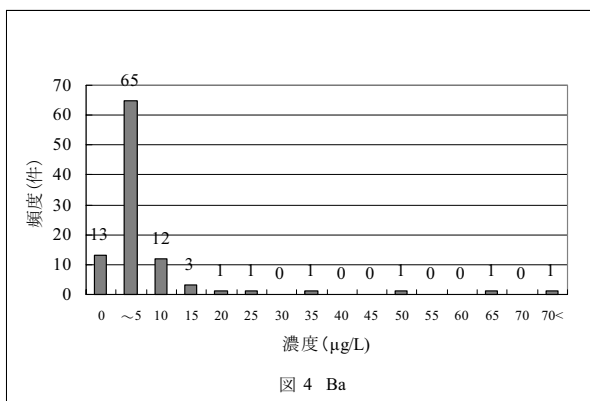


### 5. 銀 (Ag)

すべて不検出であった。厚労省のデータは無い<sup>1)</sup>ので、比較はできないが、Agは家庭用浄水器の活性炭の表面に使用されることがあり、ろ過後に検出されることがあるとされている<sup>4)</sup>ため、浄水器使用水についての調査が今後必要と考えられた。

### 6. バリウム (Ba)

Baは13件が不検出であり、検出された試料の濃度が5µg/L以下が最も多く65件であった(図-4)。最大値は118.0µg/Lであったが、東京都が平成17年度に行った多摩地区の地下水39件の調査では30件(77%)検出しており最大値は24µg/Lであった<sup>6)</sup>。Baは監視項目指針値が定められていないため、WHOの基準値の700µg/L<sup>1)</sup>で検出割合を見ると、20%以下であることから、問題は無いと考えられた。

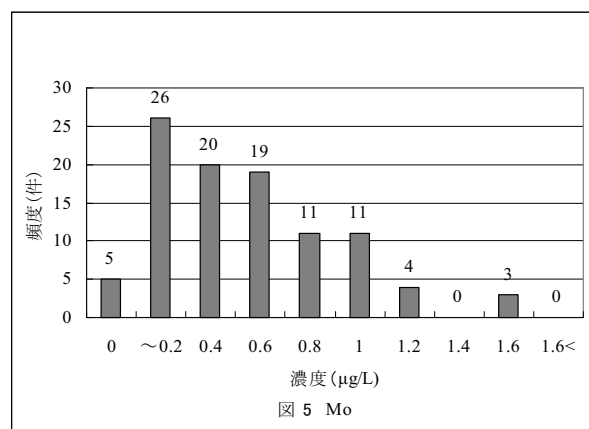


### 7. ビスマス (Bi)

すべて不検出であった。無機Biは不溶性であり、経口摂取による毒性発現はほとんど無いと考えられているが<sup>1)</sup>、厚労省データにもBiに関する水道水源、浄水の調査事例が無いことから、今後もデータの収集が必要であると考えられた。

### 8. モリブデン (Mo)

Moは5件が不検出であり、検出された試料の濃度は1.2µg/L以下が多く、91件であった(図-5)。最大値は1.6µg/Lであった。指針値に対する検出割合は10%以下にすべて含まれ、厚労省のデータでもすべて20%以下であった<sup>1)</sup>。Moは、人体の酵素反応に関係しており、恒常性を維持するための必須元素であり25µg/dayの摂取が推奨されている<sup>7)</sup>ことから、今回のように地下水に微量に含まれていることは好ましいことであると考えられた。



### 参考文献

- 1) 厚生労働省 厚生科学審議会 平成15年4月28日「水質基準の見直しにおける検討概要」
- 2) 鈴木俊也、岡本寛、稲葉美佐子、宇佐美美穂子、永山敏廣 (2005)：地下水を原水とする専用水道における管理目標設定項目の調査、東京都健康安全研究センター年報、56、299-303
- 3) 西村和彦、千田千代子 (2005)：川崎市の地下水及び公共用水域における全マンガン、ウラン及びアンチモンの実態調査、川崎市公害研究所年報 32、85-91
- 4) 日本水道協会 (2001)：上水試験方法解説編、393-445
- 5) 磯村公郎、杉山英男 (1999)：兵庫県内花崗岩地域を主とする河川水および飲料水中ウラン濃度、RADIOISOTOPES、48、626-634
- 6) 鈴木俊也、岡本寛、稲葉美佐子、宇佐美美穂子、永山敏廣 (2006)：地下水を原水とする専用水道における要検討項目の調査、東京都健康安全研究センター年報、57、345-348
- 7) 第一出版編集部 (2005)：日本人の食事摂取基準、152-155、第一出版