

青森・岩手県境地域における産廃不法投棄現場周辺で採取した水系及び土壌試料の ICP-MS 分析

村中 健*・大 嶋 倫 和**・鈴 木 達 也***
小比類巻 孝幸****・鮎 川 恵 理*****

Analysis of Water and Soil Samples Collected around an Illegal Dumping Site of Industrial Waste at the Boundary between Aomori and Iwate Prefecutures by ICP-MS

Takeshi MURANAKA*, Norikazu OSHIMA**, Tatuya SUZUKI***,
Takayuki KOHIRUIMAKI**** and Eri S. AYUKAWA*****

Abstract

We investigated the inorganic elements in water and soil samples collected around an illegal dumping site at the boundary between Aomori and Iwate prefectures. The selenium concentrations in the sample water collected from a stream used previously as a simplified water service were always higher than those collected from other streams, although the concentrations are below the environmental standard value of 10 $\mu\text{g/L}$. Then some elements such as Na and Mg etc. in the sample water and the trace and toxic elements in the rinsed water from soil samples collected from this site were studied and it was showed that this site is suspicious to be polluted by the leaching water from the illegal dumping site.

Key words : dumped waste, ICP-MS, water sample, soil sample

1. はじめに

青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場からの滲出水の性状と現場周辺水系に対する影響を誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS 法) によって 2004 年度から調査している。2006 年度までは微量有害金属元素 ^{75}As , ^{78}Se , ^{111}Cd , ^{202}Hg , ^{208}Pb に着目して調査を行ってきた。結果として対象 5 元素共不法投棄現場周辺の水系試料水については環境基準値未満であることを確認している¹⁾。

しかし、滲出水が旧水源の Se 濃度に影響を与えている傾向を見出したので²⁾、今年度はより調査を深めるため着目元素を増やした。さらに、試料水の前処理方法を比較した。本報告では水系試料の継続調査の結果と公定法に基づいた¹⁾ 土壌からの溶出水に関する測定結果を報告する。

2. 試料採取

Fig. 1 に試料採取地点を示す。各地点の詳細については分析化学第 56 巻 12 号 (2007) に示した²⁾。

水系試料については②～⑨ から 9 ケ所で採取、土壌試料については①, ④ (3 ケ所), ⑨ で採取した。

3. 分析方法

3.1 水系試料

昨年度までの採取試料水の前処理は、水質汚濁に係る元素濃度の環境基準値との比較を行うために、採取試料水中の溶存元素だけでなく、懸濁物中の元素を含む全量測定を行うこととしたので、採取試料水 1 L に対して、硝酸 10 mL を添加して pH を約 1 とし、その後、孔径 0.45 μm 、材質セルロースアセテートのメンブレンフィルターでろ過して測定を行った。しかし、降雨の影響で懸濁物が多量に含まれる河川水では、懸濁物中の元素が測定濃度に影響するので、一部の試料でろ過を先に行いその後硝酸添加して溶存元素のみの検液も調製した。定量には内部標準法を用いた¹⁾。

また、今年度から Na, Mg, Ca, Ba を測定に加えた。この測定に使用した試料の前処理はろ過を先に行った後硝酸を添加した。すなわち、懸濁物を除去し、試料水溶存元素濃度を測定した。定量には絶対検量線法を用いた。

平成 20 年 1 月 7 日受理

* 大学院工学研究科機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・教授・異分野融合科学研究所併任

** 循環型社会技術システム研究センター・任期付研究支援員

*** 生物環境化学工学科・4 年

**** 大学院工学研究科機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・准教授

***** 生物環境化学工学科・助教・異分野融合科学研究所併任

3.2 土壌試料

昨年の紀要に示した土壌試料からの検液作成方法¹⁾、2005年9月から2007年11月までの全ての試料について検液を作成し測定した。

測定元素はAs, Se, Cd, Pbであり、内部標準法を用い

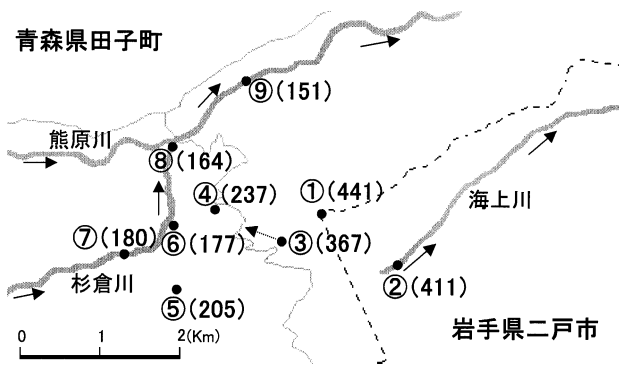


Fig.1 不法投棄現場付近試料採取地点²⁾

- ① 不法投棄現場内 ② 海上川上流 ③ 滲出水処理施設 (③-1 導入水, ③-2 処理水) ④ 旧水源 ⑤ 新水源 ⑥ 小坂沢 ⑦ 杉倉川の杉倉川橋付近 ⑧ 熊原川上流の落合橋付近 ⑨ 熊原川下流の平成橋付近

て定量した。

4. 結果

4.1 水系試料の測定結果

Table 1-1~Table 1-5 に2004年5月から2007年11月に採取した水系試料に関する測定結果を示す。

各元素の環境基準値はAs, Se, Cd, Pbでは10 µg/L, Hgでは0.5 µg/Lである。また、定量下限値はAsでは0.08 µg/L, Seでは0.17 µg/L, Cdでは0.03 µg/L, Pbでは0.16 µg/L, Hgでは0.24 µg/Lである¹⁾。

現場周辺環境試料水は2007年9月の⑧の落合橋付近のAsを除いて環境基準値未満であった。2007年9月の落合橋付近で採取した試料水は前日からの降雨のため懸濁物が多く、その影響でAs濃度が上昇したと推定される。

4.1.1 ヒ素と鉛の相関について

Fig. 2 に⑦の杉倉川橋付近で採取した河川水中のAsとPb濃度の相関を示す。

Asは降雨の影響で濃度が上昇した場合が2度(2005年7月, 2007年9月)あるが、それ以外ではバラツキは

Table 1-1 水系試料のAsに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小坂沢	⑦ 杉倉川橋付近	⑧ 落合橋付近	⑨ 平成橋付近	
2004	5	N.D.	—	—	1.68	1.74	0.48	0.98	1.35	—
	6	0.10	—	—	1.59	1.69	0.55	1.59	2.03	1.52
	7	0.14	—	—	1.61	1.78	0.49	2.46	2.85	1.38
	9	0.12	—	—	1.51	1.66	0.51	1.83	2.03	1.65
	10	0.12	—	—	1.43	1.66	0.51	1.49	1.83	1.19
	11	N.D.	—	—	1.64	1.63	0.57	1.55	2.06	1.30
2005	5	0.14	—	—	1.68	1.66	0.58	1.56	2.08	1.31
	6	0.18	—	—	1.57	1.62	0.50	2.46	3.41	2.35
	7	N.D.	—	—	1.48	1.55	0.58	7.55	3.29	1.77
	9	0.12	4.42	1.46	1.52	1.65	0.80	2.46	2.79	1.65
	10	N.D.	6.02	1.53	1.65	1.57	0.58	1.61	2.02	1.26
	11	0.11	7.27	1.63	1.68	1.62	0.60	1.60	1.82	1.10
2006	5	N.D.	3.61	1.62	1.70	1.58	0.54	1.60	1.97	1.47
	7	0.10	4.18	1.41	1.66	1.68	0.53	2.26	2.46	1.77
	9	0.13	4.14	1.29	1.62	1.71	0.42	2.17	2.45	1.87
	11	N.D.	3.69	1.26	1.91	1.67	0.51	1.61	2.04	1.34
	2007	5	0.14	3.45	1.14	1.54	1.71	0.66	1.50	1.76
7		0.16	3.51	1.18	1.45	1.77	0.49	1.90	2.45	1.73
9		0.61	1.74	1.21	0.95	1.39	0.38	8.56	14.76	9.59
11		0.15	2.80	0.53	1.34	1.69	0.28	1.41	1.60	1.09

(単位 µg/L)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小坂沢	⑦ 杉倉川橋付近	⑧ 落合橋付近	⑨ 平成橋付近	
2007	7	—	—	1.62	1.47	—	—	1.92	—	1.77
	9	—	—	1.42	0.91	—	—	1.54	—	1.19
	11	—	—	0.75	1.51	—	—	1.31	—	0.97

“N.D.”は測定値が定量下限値未満, “—”は試料未採取を示す。

(単位 µg/L)

Table 1-2 水系試料の Se に関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	0.25	—	—	0.58	N.D.	0.25	N.D.	0.23	—
	6	0.19	—	—	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	0.26	0.17
	7	0.23	—	—	0.52	N.D.	N.D.	N.D.	0.22	N.D.
	9	0.26	—	—	0.49	N.D.	N.D.	N.D.	0.35	0.19
	10	0.19	—	—	0.53	N.D.	N.D.	N.D.	0.25	N.D.
11	0.20	—	—	0.57	N.D.	N.D.	N.D.	0.30	0.24	
2005	5	N.D.	—	—	0.50	0.18	0.17	N.D.	0.35	0.26
	6	N.D.	—	—	0.59	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.20
	7	N.D.	—	—	0.56	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	0.21
	9	0.22	1.49	0.93	0.57	N.D.	0.23	N.D.	0.25	0.24
	10	N.D.	1.05	0.80	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
11	N.D.	2.39	1.27	0.55	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.17	
2006	5	N.D.	2.19	1.42	0.58	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	0.23
	7	N.D.	2.35	1.45	0.64	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	0.22
	9	N.D.	1.99	1.33	0.57	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	N.D.
	11	N.D.	1.94	1.26	0.50	0.22	N.D.	N.D.	0.18	0.25
2007	5	0.20	2.03	0.77	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	0.24	0.18
	7	0.21	1.33	0.79	0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.80	0.93	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.23
	11	0.37	1.62	0.39	0.56	0.30	0.22	0.27	0.26	0.28

(単位 $\mu\text{g/L}$)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	0.49	0.40	—	—	N.D.	—	N.D.
	9	—	—	0.94	N.D.	—	—	N.D.	—	0.20
	11	—	—	0.32	0.46	—	—	0.33	—	0.17

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。

(単位 $\mu\text{g/L}$)

Table 1-3 水系試料の Cd に関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	—
	6	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.03
	9	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	0.07	0.06	N.D.	N.D.
	10	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
11	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	
2005	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	6	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.
	9	N.D.	N.D.	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	10	N.D.	0.12	0.15	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
11	N.D.	0.38	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.	
2006	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	7	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.07	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.04
	11	N.D.	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
2007	5	N.D.	0.12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.03
	7	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.05	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	0.12	0.15	0.27
	11	N.D.	0.48	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(単位 $\mu\text{g/L}$)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.
	9	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	0.03
	11	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。

(単位 $\mu\text{g/L}$)

Table 1-4 水系試料のPbに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	1.45	N.D.	2.17	3.51	1.86	—
	6	N.D.	—	—	0.52	1.00	0.79	2.14	0.68	1.15
	7	0.58	—	—	1.57	2.20	3.14	1.31	1.19	0.91
	9	0.17	—	—	0.33	1.37	1.66	1.69	2.75	0.57
	10	0.34	—	—	0.54	2.03	0.40	0.66	0.40	1.39
	11	N.D.	—	—	0.12	0.72	1.06	2.59	N.D.	N.D.
2005	5	0.76	—	—	4.08	2.71	0.83	1.11	0.60	1.75
	6	N.D.	—	—	0.63	3.14	0.33	2.73	0.97	0.38
	7	0.68	—	—	1.80	2.57	2.07	3.33	0.42	0.41
	9	0.39	3.81	0.77	0.78	1.78	3.82	1.91	0.35	0.65
	10	N.D.	11.71	0.80	1.77	1.06	1.30	0.30	0.55	0.89
	11	0.52	14.15	0.44	0.85	0.84	0.71	0.93	0.99	1.67
2006	5	0.47	2.38	1.06	3.51	0.82	3.33	0.52	0.88	1.45
	7	0.67	9.27	0.85	2.16	1.19	2.61	0.90	1.20	0.71
	9	1.25	3.08	2.11	1.01	0.73	1.20	1.06	0.91	0.79
	11	1.20	1.12	0.20	1.58	0.86	0.49	1.30	1.44	0.86
2007	5	0.76	2.26	0.35	0.97	0.97	0.78	1.16	0.23	0.92
	7	0.38	0.80	0.75	N.D.	0.35	N.D.	0.50	0.81	1.10
	9	0.74	8.67	N.D.	N.D.	N.D.	0.57	3.35	7.10	9.26
	11	N.D.	*	N.D.	N.D.	1.06	0.28	1.09	0.85	1.14

(単位 $\mu\text{g/L}$)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	0.24	0.65	—	—	0.60	—	1.53
	9	—	—	N.D.	0.16	—	—	N.D.	—	N.D.
	11	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取，“*”は測定結果検討中を示す。(単位 $\mu\text{g/L}$)

Table 1-5 水系試料のHgに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	N.D.	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	—
	6	N.D.	—	—	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.27	—	—	0.25	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	10	0.25	—	—	0.29	0.25	0.25	N.D.	0.25	N.D.
	11	0.25	—	—	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	0.24	0.24
2005	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	6	N.D.	—	—	0.42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.34	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	11	N.D.	0.79	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2006	5	N.D.	0.50	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	0.85	0.29	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.24	1.11	0.48	0.45	0.44	N.D.	N.D.	N.D.	0.34
	11	0.43	0.71	0.42	0.43	0.38	0.35	0.35	0.34	0.36

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。(単位 $\mu\text{g/L}$)

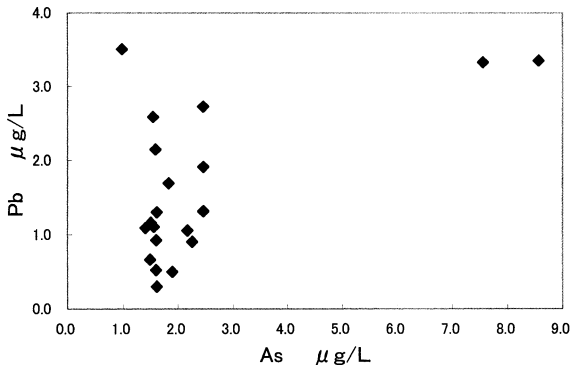


Fig. 2 杉倉川橋付近で採取した試料水のヒ素と鉛濃度の相関

少なかった。それに対して Pb は降雨により As 濃度が高かった場合は同様に高い濃度を示したが、それ以外でも濃度が高い場合もあり、降雨の影響がない場合でもバラツキが大きかった。

4.1.2 前処理方法の違いによる比較

前処理方法を変更したのは 2007 年 7 月、9 月、11 月に採取した ③-2 の処理水、④ の旧水源、⑦ の杉倉川橋付近、⑨ の平成橋付近の試料水である。このうち、降雨の影響で懸濁物が特に多かった試料は 2007 年 9 月に採取した ⑦ の杉倉川橋付近と ⑨ の平成橋付近の試料水である。

Table 1-1, Table 1-3 及び Table 1-4 の中で、2007 年 9 月に採取した、⑦ の杉倉川橋付近と ⑨ の平成橋付近の試料水の硝酸添加後ろ過とろ過後硝酸添加調製した場合の濃度を比較すると、As, Cd 及び Pb では懸濁物が多い場合には前処理方法の違いにより濃度が変化した。特に As と Pb ではその差が大きく、懸濁物中には As と Pb が含まれており、硝酸によって溶出したと判断できる。一方 Table 1-2 の Se では、前処理の方法に依らず同程度の濃度であった。したがって、Se は懸濁物中には少ないと推定される。

4.1.3 セレンについて

Fig. 3 に ④ の旧水源の Se 濃度と、⑦ の杉倉川橋付近、⑧ の落合橋付近及び ⑨ の平成橋付近の Se の濃度を比較した図を示す。なお、④ の旧水源の 2007 年 9 月、⑦ の杉倉川橋付近の 2004 年 5 月から 2007 年 9 月、⑧ の落合橋付近の 2005 年 10 月、2006 年 5 月、2007 年 7 月と 9 月、⑨ の平成橋付近の 2004 年 7 月と 10 月、2005 年 10 月、2006 年 9 月、2007 年 7 月の濃度は試料水を採取し、測定を行ったが、定量下限値未満であったので記載していない。また、⑨ の平成橋付近の 2004 年 5 月は試料未採取である。

④ の旧水源の濃度は落合橋付近や平成橋付近の河川水と比較して全測定期間を通してやや高い値を示した。

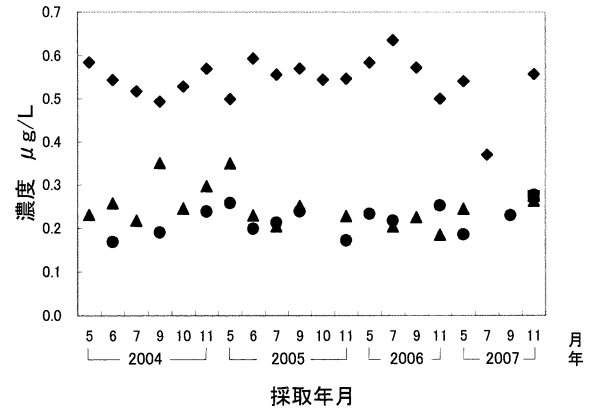


Fig. 3 採取水系水試料のセレン濃度

◆; ④ 旧水源, ■; ⑦ 杉倉川橋付近, ▲; ⑧ 落合橋付近, ●; ⑨ 平成橋付近
この図において、下記の試料水中のセレン濃度は定量下限値未満である。④ 旧水源 2007 年 9 月、⑦ 杉倉川橋付近 2004 年 5 月～2007 年 9 月、⑧ 落合橋付近 2005 年 10 月、2006 年 5 月、2007 年 7 月と 9 月、⑨ 平成橋付近 2004 年 7 月と 10 月、2005 年 10 月、2006 年 9 月、2007 年 7 月。⑨ 平成橋付近 2004 年 5 月は試料未採取。

Table 2 水系試料の Na, Mg, Ca, Ba に関する測定結果

元素	③-2 処理水	④ 旧水源	⑦ 杉倉川橋 付近	⑨ 平成橋 付近
Na	34.26	1.19	0.36	0.41
Mg	34.04	7.77	0.82	1.44
Ca	28.25	16.29	2.53	4.77
Ba	22.07	18.96	6.74	6.53

(単位 Na, Mg, Ca mg/L Ba μg/L)

4.2 追加元素に関する測定結果

4.1.3 で述べたように、Se 濃度は ④ の旧水源で他の水系試料水よりも高い濃度を示したことから、セレン以外でも同じような傾向を示す元素があるのではないかと考え調査を行った。試料の採取地点は Fig. 1 に示した ③-2 の水処理施設処理水、④ の旧水源、⑦ の杉倉川橋付近、⑨ の平成橋付近である。Na, Mg, Ca, Ba についての測定結果を Table 2 に示す。

測定した 4 元素共に ③-2 の滲出水処理施設の処理水で最も濃度が高く、④ の旧水源でも比較的高い濃度を示した。この結果から ④ の旧水源の水質が産廃現場内からの滲出水と関連があると推定できる。

4.3 土壌試料の測定結果

土壌の採取地点は Fig. 1 に示した ① の現場内、④ の旧水源、⑨ の平成橋付近の 3 地点である。① の現場内は汚染されている可能性が高い地点として、④ の旧水源付近は現場からの滲出水の影響が考えられる地点として、

⑨の平成橋付近は現場からの汚染がないと思われる地点として選択した。④の旧水源付近では、当初は水系試料採取地点近く(旧水源下と表記)の1ヶ所の採取であったが、より状況を詳しく観察するため、旧水源下よりも滲出水処理施設に近い地点(旧水源上と表記)と水系試料を採取した地点の沢底(旧水源底と表記)の2ヶ所を追加した。測定結果をTable 3に示す。環境基準値及び定量下限値は各元素について水系試料と同じ値である。

Asに着目すると、①の現場内、④の旧水源上及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、特に④の旧水源上と旧水源下では環境基準値を超える場合もあった。Seでは試料採取した全地点及び全時期で同程度の濃度で、環境基準値未満であった。Cdでは環境基準値よりもはるかに低く①の現場内、④の旧水源3試料よりも⑨の平成橋付近で高めの値を得る場合が多かった。したがって、産廃の影響は考える必要がない。Pbでは①の現場内、④の旧水源上及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、環境基準値を超える場合もあった。

AsとPbについて環境基準値を超えたのは、Asでは④の旧水源上で2007年5月及び11月、旧水源下で2005年11月、2006年5月と11月、2007年7月と9月に採取試料であり、2007年11月に旧水源下で採取した試料の16.80 µg/Lが最大で、環境基準値の約1.7倍であった。

Pbでは①の現場内で2006年5月、9月及び11月、2007年11月、④の旧水源上で2007年11月、旧水源下で2005年11月、2006年11月、2007年7月と9月に採取した試料であり、現場内では環境基準値の3倍程度の値が2006年11月に得られているが、周辺では2007年11月に旧水源上で採取した試料の13.75 µg/Lが最大で環境基準値の1.4倍弱であった。

As, Pb濃度共に現場では2006年に高く、2007年には減少傾向があるのに対し、旧水源ではむしろ2007年に高い傾向が観察された。したがって、今後どのように推移するのか、モニタリングの継続が必要である。

5. ま と め

- (1) 分析を行った2004年5月から2007年11月までに採取した現場周辺水系試料水中のヒ素、セレン、カドミウム、鉛、水銀の濃度は水質汚濁に係る環境基準値未満であった。なお、2007年9月に落合橋付近で採取した河川水中のヒ素濃度は降雨による懸濁物の影響による例外である。
- (2) 水処理施設に近い、旧水源のセレン濃度は他の地点で採取した水系試料水よりも高かった。
- (3) 新たに着目したナトリウム、マグネシウム、カルシウム、バリウムはいずれも産廃滲出水処理施設放流水及び旧水源で濃度が高く、旧水源には産廃滲出水の影響があると推定できる。

Table 3 不法投棄現場内及び周辺土壌の測定結果

元素	採取年月	① 現場内	上	④ 旧水源 下	底	⑨ 平成橋 付近	
As	2005	9	2.63	—	4.70	—	0.48
		10	2.15	—	9.29	—	N.D.
		11	1.86	—	12.56	—	N.D.
	2006	5	4.88	—	12.09	—	N.D.
		7	4.36	—	8.49	—	0.09
		9	9.10	8.45	8.41	—	8.39
		11	8.48	2.37	10.18	—	5.21
	2007	5	3.72	10.36	2.68	—	1.97
		7	4.09	3.71	16.80	2.26	1.96
9		1.03	1.90	12.21	2.01	3.38	
11		6.94	13.61	5.42	6.35	1.51	

元素	採取年月	① 現場内	上	④ 旧水源 下	底	⑨ 平成橋 付近	
Se	2005	9	0.45	—	0.44	—	0.51
		10	0.43	—	0.77	—	0.38
		11	0.83	—	0.61	—	0.63
	2006	5	0.49	—	0.86	—	0.40
		7	0.72	—	0.53	—	0.31
		9	0.88	0.57	0.75	—	0.73
		11	0.91	0.46	0.69	—	0.58
	2007	5	0.43	0.52	0.86	—	0.30
		7	0.30	0.37	0.37	0.49	1.08
9		0.26	0.42	0.63	0.26	0.44	
11		0.52	0.67	0.48	0.45	0.48	

元素	採取年月	① 現場内	上	④ 旧水源 下	底	⑨ 平成橋 付近	
Cd	2005	9	0.06	—	0.05	—	4.69
		10	0.05	—	0.08	—	1.48
		11	0.04	—	0.10	—	0.92
	2006	5	0.12	—	0.09	—	0.40
		7	0.10	—	0.04	—	0.44
		9	0.21	0.08	0.08	—	0.10
		11	0.22	0.06	0.10	—	0.18
	2007	5	0.10	0.09	0.06	—	0.05
		7	0.09	0.10	0.09	N.D.	0.30
9		0.04	0.09	0.10	0.04	0.09	
11		0.20	0.16	0.09	0.09	0.06	

元素	採取年月	① 現場内	上	④ 旧水源 下	底	⑨ 平成橋 付近	
Pb	2005	9	5.40	—	4.73	—	2.26
		10	4.11	—	8.78	—	0.92
		11	2.64	—	12.46	—	0.91
	2006	5	21.27	—	7.96	—	0.32
		7	8.28	—	6.06	—	0.78
		9	18.04	7.17	8.48	—	3.95
		11	29.38	3.34	11.21	—	4.95
	2007	5	7.48	8.41	2.43	—	4.53
		7	8.57	3.17	10.32	1.53	1.28
9		2.76	3.63	10.58	2.87	7.04	
11		13.54	13.75	5.59	7.26	3.42	

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。
(単位 µg/L)

- (4) 土壌溶出水中のヒ素、鉛の濃度は現場内及び旧水源付近で環境基準値を超える場合があり、この点からも産廃滲出水の影響が旧水源地域に及んでいると推測される。
- (5) (2)～(4)の結果から、今後も旧水源付近のモニタリングを継続することが重要である。

謝辞：本研究は「文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業（平成 15 年度～平成 19 年度）」による私学助成を得て行われました。試料採取の際に協力して頂いた青森県環境生活部県境再生対策室の方々に感謝致します。

文 献

- 1) 村中 健, 大嶋倫和, 小比類卷孝幸, 鮎川恵理: 2006 年に青森・岩手県境地域の不法投棄現場周辺で採取した水および土壌試料中の微量有害金属元素濃度に関する調査報告, 八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要 第 5 巻, pp. 11～15 (2007)
- 2) 村中 健, 大嶋倫和, 小比類卷孝幸, 鮎川恵理: 誘導結合プラズマ質量分析法による青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場周辺水系の無機元素分析, 分析化学 第 56 巻 12 号, pp. 1177～1781 (2007)