

豊川流域における水銀流出量の評価

豊橋技術科学大学 学生会員 ○伊東 克浩

豊橋技術科学大学 正会員 井上 隆信 横田 久里子

1. 目的

水銀は公害病の原因物質の一つとして知られている。日本は経済発展の最中にそれによって苦しめられた。日本には水銀に対して排出基準と環境基準が設けられておりそれぞれ 0.005mg/L, 0.0005mg/L となっている。そのため、日本の環境中に存在する水銀は、我々が生活するうえで影響がないといえる。ただし、胎児は水銀の影響を受けやすいため、厚生労働省は妊婦が魚介類を摂取することに対して注意事項を出している。

海水の交換の少ない閉鎖性水域では栄養塩などは滞留しやすい。しかし、水銀ではその動態は明らかではない。閉鎖性水域へ水銀が流入する原因は、降雨や河川流出などが考えられる。この中でも、海域に流入する河川からの水銀流出量は閉鎖性水域に対して大きな影響があるのではないかと考えた。典型的な閉鎖性水域として三河湾があり、三河湾に対して最も流量が多い豊川を調査対象とした。よって本研究の目的は豊川流域の水銀流出量の評価とする。

2. 方法

図-1 に示すように対象河川は愛知県新城市の宇連ダム放流部から当古橋を調査対象とした。採水地点は本川の3か所と支川32本の合計35か所である。現場では採水とともに流速と水深を測定した。本研究

究では溶存態と懸濁態を分けて分析した。

溶存態水銀の分析は、水銀分析マニュアルに基づき、還元気化冷原子吸光光度法により水試料 1L 中の水銀の分析を行った。懸濁態水銀の分析は酸加熱分解して試料とした。それぞれ検量線を作成し、水銀濃度を測定する。どの試験溶液も3回ずつ測定を行い、平均値をとって結果とした。本研究では、評価指標の一つとして負荷量を算出した。負荷量($\mu\text{g/s}$)は濃度(ng/L)に流量(m^3/s)を乗算し算出したものである。今回の実験で使用した試料は2013年8月12～13日と2013年10月13～14日に採水した。2013年8月12～13日の採水では、渇水時であったため28番の境川では採水せず、26番の杉川では水がせき止められていたため流速を測定していない。

3. 結果と考察

表-1 に河川ごとの水銀濃度、流量、負荷量、SS濃度、懸濁態水銀濃度/SS濃度の結果を示した。溶存態水銀濃度は8月、10月ともにすべて 2ng/L 以下と川や湖の水銀濃度の代表値に近い値だった。懸濁態水銀濃度はすべてにおいて溶存態水銀濃度よりも高い値となっており、河川水中の水銀は90%以上が懸濁態水銀として存在していた。臼子川、杉川では環境基準である 0.0005mg/L の1/10程度の濃度があった。特に五反田川では8月と10月ともに高い濃度が検出され、8月の濃度は全試料中最高のもので 82.2ng/L の水銀濃度が検出された。

しかし、高濃度の五反田川よりも本流 A や大島川の負荷量が高い値となった。負荷量として見る場合は濃度よりも流量が大きな要素である。河川調査時には流量の測定が重要である。

本流 A と大島川は上流にダムを持っているため、上流部の河川の中では SS 濃度が高く検出された。一方、上流部の SS 濃度が低い原因は、支川の周辺が森林となっているためだと考えられる。下流部の SS 濃度が高い原因は、人的要因によるためだと考えられる。また、SS 濃度と懸濁態水銀濃度では明確な相関は見られなかった。

SS 濃度中の懸濁態水銀濃度では、上流部が高く、

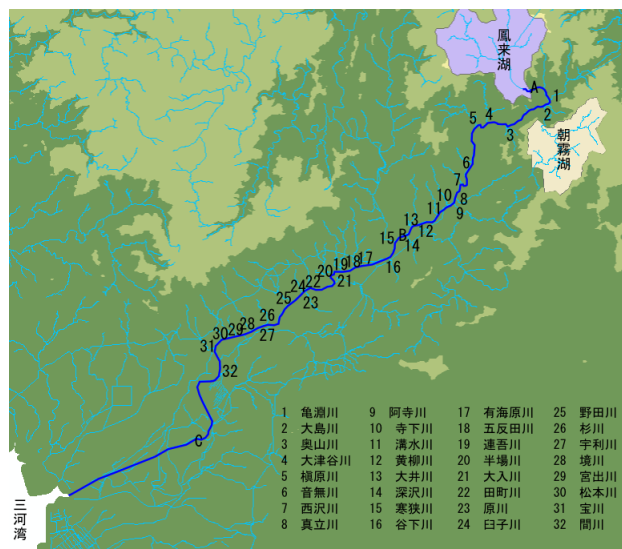


図-1 採水地点詳細図

下流部が低い値となった。このことより、上流部と下流部では SS の成分が違う可能性がある。この可能性の検証をするには田畑からの SS 濃度とその懸濁態水銀濃度の調査が必要である。

図-2 は支川全体から出る 8 月と 10 月の負荷量の各割合を表している。値が 1%以下の影響が小さいと思われるものはその他として表示している。その他は 8 月では 26 河川、10 月では 25 河川の合計である。8 月は本流 A と大島川の負荷量割合は、全体の約 6 割を占めていた。これは、上流にダムを持つことが原因と考えられ、ダムが下流に与える影響は大きいことが明らかとなった。

4. まとめ

宇連川流域内には環境基準を超える水銀濃度の河川は存在しない。河川水中の水銀はほとんどが懸濁態水銀として存在している。溶存態水銀濃度はすべて 2ng/L 以下と川や湖の水銀濃度の代表値に近い値だった。河川からの海域へ影響の見る場合は負荷量として考える必要があるため流量を測

定する必要がある。周囲を森林に囲まれている上流部では SS 中の懸濁態水銀濃度の割合が高く、周辺が田畑として利用されている下流部では SS 中の懸濁態水銀濃度の割合が低い傾向がある。ダムを持つことで水銀負荷量は高くなると考えられる。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 24710007 の助成を受けたものです。

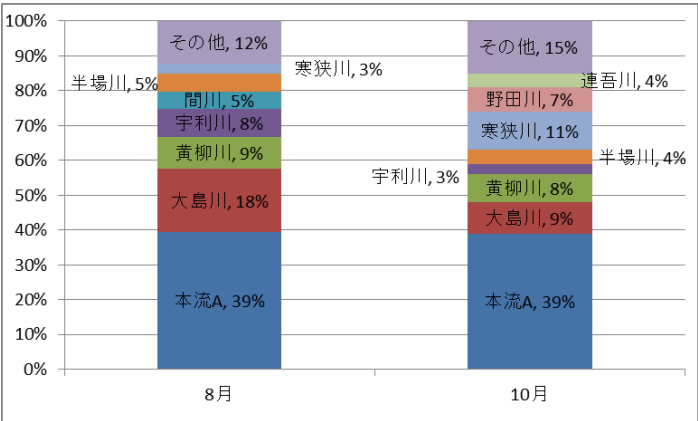


図-2 支川の負荷量割合

表-1 水銀濃度、流量、負荷量、SS 濃度、懸濁態水銀濃度/SS 濃度の結果

試料	採水月	溶存態水銀濃度 (ng/L)	懸濁態水銀濃度 (ng/L)	流量 (m³/s)	溶存態水銀負荷量 (μg/s)	懸濁態水銀負荷量 (μg/s)	ss濃度 (mg/L)	懸濁態水銀濃度/ss濃度 (μg/g)
本流A	8	0.34	9.55	3.52	1.20	33.6	0.60	15.9
	10	0.19	20.4	2.49	0.48	50.8	2.96	6.89
1 亀淵川	8	0.11	7.65	0.12	0.01	0.95	0.29	26.4
	10	0.02	7.56	0.19	0.004	1.41	0.39	19.4
2 大島川	8	0.06	16.3	1.00	0.06	16.3	2.68	6.10
	10	0.58	19.8	0.60	0.35	11.9	4.12	4.82
3 奥山川	8	0.19	4.94	0.01	0.001	0.02	0.34	14.5
	10	0.45	7.17	0.01	0.01	0.08	0.40	17.9
4 大津谷川	8	0.37	12.5	0.01	0.003	0.09	0.91	13.7
	10	0.02	18.8	0.03	0.000	0.50	2.90	6.47
5 横原川	8	0.07	29.6	0.02	0.001	0.55	1.01	29.3
	10	0.34	10.9	0.05	0.02	0.58	1.56	7.01
6 音無川	8	0.16	15.8	0.01	0.001	0.09	0.48	33.0
	10	0.27	15.2	0.02	0.005	0.26	0.29	52.3
7 西沢川	8	0.09	16.3	0.01	0.001	0.11	0.48	33.9
	10	0.07	9.51	0.01	0.001	0.09	0.43	22.1
8 真立川	8	0.14	18.6	0.05	0.01	0.85	0.73	25.4
	10	0.78	8.79	0.13	0.10	1.11	0.46	19.1
9 阿寺川	8	0.61	13.4	0.09	0.05	1.17	0.15	89.2
	10	1.60	4.04	0.27	0.43	1.09	0.24	16.8
10 寺下川	8	0.62	7.94	0.01	0.01	0.10	0.72	11.0
	10	0.36	20.7	0.05	0.02	0.97	1.30	15.9
11 溝水川	8	0.43	11.0	0.01	0.002	0.06	1.77	6.19
	10	0.91	8.21	0.01	0.01	0.11	1.15	7.14
12 黄柳川	8	1.37	29.0	0.26	0.35	7.45	1.45	20.0
	10	0.07	24.9	0.43	0.03	10.8	0.71	35.1
13 大井川	8	0.96	7.05	0.02	0.02	0.16	1.76	4.01
	10	0.58	11.9	0.07	0.04	0.88	1.12	10.6
14 深沢川	8	0.20	18.4	0.00	0.001	0.09	2.55	7.22
	10	0.65	5.54	0.06	0.04	0.32	0.47	11.8
本流B	8	0.11	22.1	2.59	0.28	57.2	0.96	23.0
	10	0.42	11.1	0.52	0.22	5.75	1.37	8.08
15 寒狭川	8	0.56	21.2	0.14	0.08	3.05	0.83	25.5
	10	0.47	9.31	1.47	0.70	13.7	1.30	7.17
16 谷下川	8	0.67	11.4	0.04	0.02	0.43	0.34	33.6
	10	0.89	16.0	0.06	0.05	0.93	2.54	6.28

試料	採水月	溶存態水銀濃度 (ng/L)	懸濁態水銀濃度 (ng/L)	流量 (m³/s)	溶存態水銀負荷量 (μg/s)	懸濁態水銀負荷量 (μg/s)	ss濃度 (mg/L)	懸濁態水銀濃度/ss濃度 (μg/g)
17 有海原川	8	0.09	18.5	0.01	0.001	0.11	1.45	12.7
	10	0.37	35.0	0.01	0.004	0.41	8.25	4.24
18 五反田川	8	0.43	81.8	0.00	0.001	0.26	3.79	21.6
	10	1.50	42.2	0.02	0.03	0.93	1.61	26.2
19 連吾川	8	0.07	9.92	0.13	0.01	1.31	4.39	2.26
	10	0.21	15.8	0.33	0.07	5.19	2.88	5.47
20 半場川	8	0.01	27.6	0.17	0.002	4.60	0.82	33.6
	10	0.01	21.8	0.25	0.003	5.46	7.48	2.92
21 大入川	8	0.32	22.4	0.04	0.01	0.84	1.64	13.7
	10	0.05	8.79	0.12	0.01	1.02	0.62	14.2
22 田町川	8	0.04	15.0	0.08	0.00	1.16	1.71	8.78
	10	0.69	8.27	0.10	0.07	0.84	2.38	3.48
23 原川	8	0.41	19.3	0.02	0.01	0.36	1.02	18.9
	10	0.11	9.84	0.03	0.003	0.27	1.44	6.83
24 臼子川	8	0.60	10.5	0.03	0.02	0.30	1.78	5.87
	10	1.01	55.4	0.02	0.02	1.06	12.7	4.37
25 野田川	8	0.04	2.34	0.19	0.01	0.44	1.85	1.26
	10	0.00	12.8	0.69	0.000	8.75	3.63	3.52
26 杉川	8	0.01	53.9	-	-	-	8.61	6.25
	10	0.10	20.2	0.04	0.004	0.75	1.94	10.4
27 宇利川	8	0.30	8.14	0.83	0.25	6.76	1.78	4.57
	10	0.44	17.3	0.21	0.09	3.57	3.64	4.76
28 境川	8	-	-	-	-	-	-	-
	10	0.31	10.7	0.02	0.01	0.20	3.09	3.48
29 宮出川	8	0.05	17.2	0.03	0.002	0.57	10.7	1.61
	10	0.00	23.0	0.02	0.000	0.56	4.69	4.90
30 松本川	8	0.26	23.8	0.02	0.004	0.39	1.88	12.6
	10	0.44	11.4	0.07	0.03	0.75	2.43	4.69
31 宝川	8	0.02	9.70	0.05	0.001	0.46	2.97	3.27
	10	0.50	15.1	0.15	0.07	2.20	2.80	5.38
32 間川	8	0.10	13.2	0.37	0.04	4.83	4.84	2.72
	10	1.15	21.6	0.08	0.09	1.67	5.74	3.76
本流C	8	0.11	9.65	10.2	1.12	98.3	3.19	3.03
	10	0.08	18.2	11.0	0.86	199.3	1.60	11.4