

VII-2

豊平川の流域環境と水質特性

北海道開発コンサルタント 正会員 辰巳健一*、中埜渡丈嘉*、成田隆広*
北海道大学大学院工学研究科 正会員 橘 治国**

1. 目的

河川の正常な機能と望ましい環境を維持するためには、水量、水質、環境条件などを総合的に勘察する必要がある。調査対象とした豊平川の水質の特徴は、鉱山活動、温泉水の利用、用・排水の状況などが大きく関与することにより、水環境の保全対策にはこれらを重視しなければならない。本研究は、この豊平川流域の水環境保全を念頭に、流域環境と水質特性の関連について調査を実施したものである。本研究では、豊平川の重金属の流出特性を流域環境との関連から調査し、特に砒素（As）と鉛（Pb）の動態に注目して解析した。

2. 調査対象地域の概況

豊平川は流域面積 904.8km²、流路延長 72.5km で源流は小漁岳(1235m)にある。本川は、豊平峡ダム、定山溪温泉街、簾舞、札幌市街地を経て、石狩川へと注ぐ(図1)。上流域は針広混交林及び広葉樹林で覆われ、地質はグリーンタフ地域の東側に相当し、新第三紀～第四紀の安山岩質からなる。定山溪温泉と二次支川である白井川の上流域には豊羽鉱山があり、また中流域には砂防、発電、上水を目的とした一の沢ダム、砥山ダム、藻岩ダムが存在するなど、水は多目的に利用されている。これらの水利用に対応して水質は複雑に変化する。

3. 調査方法

定期調査として、'96年6月～'97年10月にかけて月1回行った。採水の際には流量、気温、水温を測定した。分析項目は主要無機成分（Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, アルカリ度）、富栄養化関連成分(T-N, T-PTOC, BOD, COD)、重金属成分(Fe, Mn, As, Pb, Cd)等約30項目を対象とした。溶存成分については孔径 0.45 μm のメンブレンフィルターを用いてろ過後、分析を行なった(ろ過、未ろ過は項目名に添え字 F, T をつけて区別した)。流況は北海道開発局石狩川開発建設部藻岩観測所の自動測定による流量データを用いた。

キーワード：水質汚濁、流域環境、重金属、流出

連絡先：* 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1 Tel 011-801-1572

**北海道札幌市北区北13条西8丁目 Tel 011-706-6277

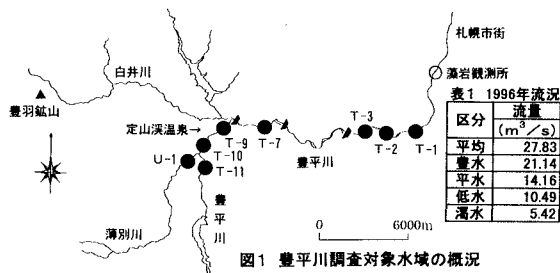


図1 豊平川調査対象水域の概況

表1 1996年流況

区分	流量 (m ³ /s)
平均	27.83
豊水	21.14
平水	14.16
低水	10.49
渇水	5.42

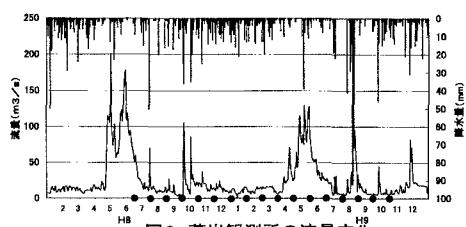


図2 藻岩観測所の流量変化

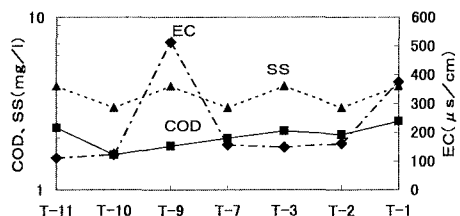


図3 COD, SS, EC濃度の地点変化

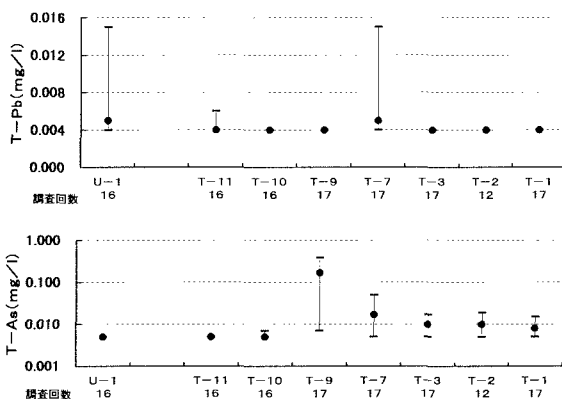


図4 T-Pb、T-As濃度の地点変化

4. 結果及び考察

4. 1 流量変化

藻岩観測所の流量変化を図2、'96年の流況を表1に示した。調査時期は、●で示す。流量は融雪期に最大となり、夏に減水後、秋期の降雨に対応して流量が増える典型的な積雪地域の流出パターンである。

4. 2 豊平川の流域環境と水質特性

図3にSS,COD,EC(電気伝導率)の地点別濃度変化を示した。豊平川の水質の特徴は、中流部以降のCOD,ECの増加にみられるように、温泉水や鉱山排水など地域特性に起因するものと考えられる。本川で特異的な重金属成分であるAsとPb濃度の地点変化を図4に示す。As濃度は、温泉水の流入したT-9(白井川合流前)で最大値を示し(平均値:0.169mg/l)、その後流下に伴い減少する。この地点のAsの形態は大半が溶存態でうち3~4割が三価とされている。¹⁾T-9より下流地点における流量との相関は表2、図5に示した。T-9,T-7(砥山ダム上流)では明確な負の相関が認められる。T-9,T-7のAs濃度は水量の多少に影響されるが、T-3より下流ではそれほど水量には左右されていないことがわかる。一方Pbは大半が定量下限値未満であるが、U-1(薄別川下流)、T-7では最大値で0.015mg/lを示している。流量との関係では、増水時や調査前日に降水があった場合に検出されたことから、Pbは地質由来物質であることが推察される。

4. 3 Asの流出特性

Asについて比流量(X:Q/A)と比成分流出量(Y:I/A)の関係を $Y=C \cdot X^n$ で整理(図6)し、そのC、n値を表3に示した。温泉水が流入した後のT-9、T-7では $n=0.18, 0.54$ と小さく、供給がポイント的であることを示している。また負荷量の変動が小さくまた相関係数が小さいことから、As流出量は、温泉からの排水量に強く支配されていることがわかる。下流の砥山ダム、藻岩ダムを経たT-3では $n=0.93$ で濃度一定型に近づき、相関係数は0.91と高い相関性を示している。これはダムにおける一時的な貯水による均一化や堆積したAsの洗掘の影響と考えられる。これらの結果は主成分分析(表4)によっても裏付けられる。Asは、T-9では第一主成分(ポイントソースの寄与)への、T-2では第二主成分への寄与が高くなっている。

5. 結論

豊平川流域において平水時の調査を行い一般的な重金属成分、特にAs,Pbの流出機構について解析した。その結果、Pbは地質に由来して増水時に流出し、Asは温泉から流出したのちダムの前後で流出機構が変化し、流域環境と流況に左右されることがわかった。従って今後の水環境の保全にあたっては流域環境、重金属の化学的特性、流況を考慮し、これらの調整を図ることが重要と考える。

本研究にあたり、必要な資料を提供していただいた北海道開発局に謝意を表します。

(参考文献)

1)青木、佐藤、眞柄ら：豊平川水系におけるヒ素の挙動とその環境リスク評価、第6回衛生工学シンポジウム論文集、pp55-60,1998

表2 T-As濃度と流量の相関

地点No.	相関係数(r)	試料数
T-9	-0.75 **	17
T-7	-0.56 *	15
T-3	-0.36	16
T-2	-0.46	12
T-1	-0.43	17

注) ** : 1%水準、* : 5%水準

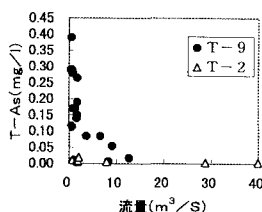


図5 T-As濃度と流量の関係

表3 比流量と比成分流出負荷量

項目	地点No.	定期調査		
		C	n	相関係数
T-As	T-9	0.00234	0.18	0.31
	T-7	0.00230	0.54	0.44
	T-3	0.00581	0.93	0.91
	T-2	0.00158	0.68	0.90
	T-1	0.00199	0.75	0.90

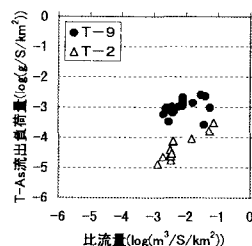


図6 比流量と比成分負荷量の関係

表4 主成分分析の結果(因子負荷量)

T-9				T-2			
第1主成分	第2主成分	第1主成分	第2主成分	第1主成分	第2主成分	第1主成分	第2主成分
Na ⁺	0.98	COD	0.77	T-N	0.96	K ⁺	0.82
Cl ⁻	0.98	T-Zn	0.69	HCO ₃ ⁻	0.88	Cl ⁻	0.80
K ⁺	0.97	TOC	0.55	TOC	0.85	Na ⁺	0.73
SO ₄ ²⁻	0.93	SS	0.46	T-P	0.73	T-As	0.71
Ca	0.92	F-P	0.38	Ca ²⁺	0.71	SO ₄ ²⁻	0.35
T-As	0.84	T-P	0.32	SO ₄ ²⁻	0.69	SS	-0.63
SS	-0.55	T-Fe	0.30	Mg ²⁺	0.67	T-Mn	-0.69
F-Fe	-0.59	F-Fe	0.29	T-Mn	0.58	T-Fe	-0.75
	(0.40)		(0.12)		(0.34)		(0.19)

※()内は寄与率