

流域に閉鎖鉱山を持つ河川の水質

—宮田川および鮎川を例として—

北 脩*・市毛 彩花**・吉村 朋恵***

キーワード：水質汚染，閉鎖鉱山，重金属汚染

I. はじめに

河川水質は，火山の存在や地質などの自然的要因及び工場・事業所・住宅の立地などの人為的要因によって影響を受ける。人為的要因の一つとして鉱山開発によるものがあり，その影響は鉱山の閉鎖後も残るといわれている。

茨城県北部に位置する日立市には，1級河川である久慈川をはじめ多数の2級河川が存在し，その2級河川の一つである宮田川の上流域にはかつて大規模な銅鉛鉱山が立地していた。また，同じ2級河川である鮎川の上流域にも比較的小規模ではあるが硫化鉄鉛の採掘を目的とした諏訪鉛鉱山が立地していた。

日立鉛鉱山は1981年に，諏訪鉛鉱山は1965年にそれぞれ採掘を中止しすでに閉鎖しているが，その閉鎖後の水質への影響については十分には明らかにされてはいない。

筆者らは，宮田川および鮎川の水質を検討するために，断続的に調査を行いその結果については既に報告してきたが^{1)～5)}，ここでは洪水時を含む今回の調査結果をもとに改めてその水質について検討する。

II. 調査年月日，調査河川，調査地点及び調査・分析方法

今回の調査は2008年6月14日，8月1日，9月26日，10月24日，2009年5月2日，2010年8月16日に実施した。調査は平水時を中心に実施したが2008年10月24日の調査は洪水時のものであり，9月26日は少雨であった。なお，2009年5月2日は大型連休中であり工場・事業所は稼働していないものと考えられる。

ここで調査対象河川としたのは日立市内を流下する宮田川および鮎川であり両者とも2級河川である。

すでに述べたように，宮田川の上流域には，現在は閉鎖しているが，かつて我が国を代表的するような銅鉛鉱山が立地していた。また，鮎川上流域には硫化鉄鉛の鉛鉱山が立地していた。

調査地点は図ー1に示した。宮田川では上流から大牛橋，橋下橋，日立橋，渚橋の4カ

* 茨城キリスト教大学

** 日立市立中里小学校（非常勤講師）

*** 北茨城市立精華小学校（非常勤講師）

所、鮎川では同じく上諏訪橋、鮎川橋、鮎見橋の3か所である。ここで、宮田川の渚橋、鮎川の鮎見橋は河口部にかかる橋である。

調査では、各地点で試料水を採水し、現場で気温、水温、透視度、色、臭いを測定・観察した。また、試料水は実験室に持ち帰り分析に供した。ここでの分析項目は、pH、溶存酸素、導電率、懸濁物質、COD_{Mn}、塩素イオン、磷酸イオン、アンモニウムイオン、Zn、Cu、Pb、Cdである。分析方法としては、pHはガラス電極法（堀場F-8型）、導電率は交流2極法（堀場DS-7導電率計）、Cu等重金属は原子吸光光度法（日立原子吸光光度計ANA-182型）、その他の項目は工場排水試験法によった。なお、洪水時の重金属の分析では原水をろ過しその濾液を用いた。

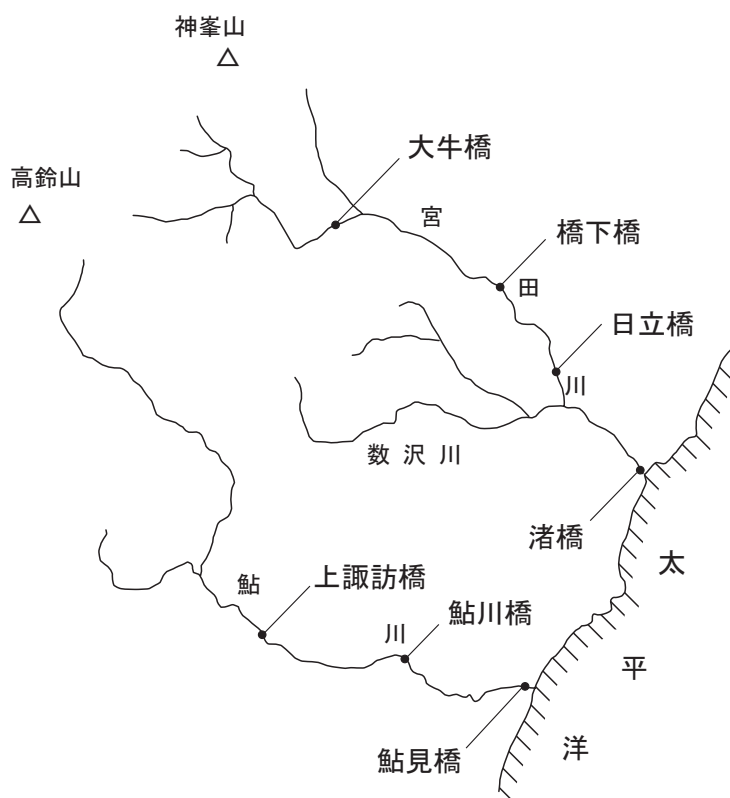


図-1 調査地点

Ⅲ. 調査対象河川の概要

宮田川および鮎川の上流域は、福島県から続く阿武隈山地の南端近くに位置し、平均の高度が約300m程度の比較的起伏の小さな山地である。

宮田川は、標高623.6mの高鈴山と標高598mの神峯山に源を発し、多賀山地を横断し、東斜面を東に流れ太平洋に至る2級河川であり、その平均流量は河口部で0.66m³/s、流路

延長は7.8km、流域面積は21.4km²である。流路についてみると標高およそ370mの源から標高150mの地点までは南東の方向に流れ、そこから大雄院近くの大牛橋付近までは北東に、さらにそこから河口までは再び南東に流れ常磐線日立駅北側で太平洋に注いでいる。

なお、日立鉱山は宮田川の源流近くに立地していた。また、鉱山閉山後は鉱山の中心地であった本山に日鉱記念館が建てられている。

地形からみると大牛橋の上流域は、谷幅も狭く、急流で下方浸食がすすみV字型の峡谷がみられる。大牛橋から下流では流れが急に緩やかになり下方浸食が停滞し曲流し、日鉱電鍍工場付近を扇端とする扇状地を形成している。日立橋から下流では、再び浸食が復活し、比較的軟弱な岩盤の海岸台地面を下方浸食しつつU字形の谷を形成する。また、主な支川についてみると上流から神峰沢、大沢川、三作沢、大作沢、白銀沢、数沢川である。

なお、流域の土地利用の実態を見ると大牛橋から上流域は照葉樹林や針葉樹林が卓越し、それより下流域では大規模な工場・事業所が立地し・商店・住宅も併存する。

一方、鮎川は、高鈴山に源を発し南東の方向に流路をとり、上諏訪橋付近までは多賀山地を流れ、それ以後は流れを東に変えて市街地を貫流し太平洋に注ぐ2級河川であり、その平均流量は河口部で0.39m³/s、流路の長さは11km、流域面積は16.8km²である。

一般的に河川は、上流域、中流域、下流域に区分され、その区分の方法としては、地形から区分する方法、河床形態から区分する方法の二方法がとられている。

河床形態から区分する方法には加児による方法があり広く採用されている。従って、ここでは加児の区分法により調査対象とした河川の区分を試みた。

宮田川では、大牛橋から上流が河床形態から判断すると上流域に区分され、それより下流は中流域に区分される。一方、鮎川では上諏訪橋より上が上流域に区分され、それより下流が中流域に区分される。宮田川および鮎川では河口付近においても一つの蛇行区間にみられる瀬が平瀬ではなく早瀬であり加児の河川区分に従うと中流域に属することになり下流域は存在しないことになる。これは両河川の河川勾配図を示した図-2からも理解できるところである。

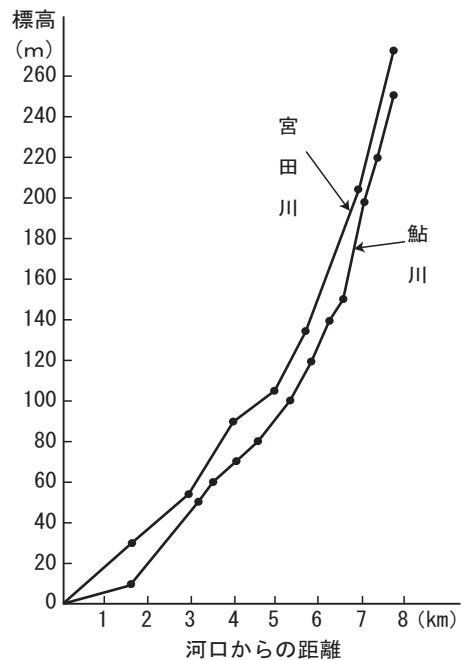


図-2 宮田川及び鮎川の河川勾配

IV. 結果と考察

2008年から2010年までの宮田川および鮎川の水質分析結果を表-1～4に示した。分析結果をもとに、以下、項目ごとに検討する。

表－1 水質分析結果（2010年8月16日）

河川名	採水地点	気温 (°C)	水温 (°C)	透視度 (cm)	pH	導電率 (μs/cm)	溶存酸素 (mg/l)	懸濁物質 (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₃ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)
宮田川	大牛橋	32.0	23.5	>30	6.8	265	9.4	<1	9.1	0.38	<0.01	1.0
	橋下橋	33.5	23.0	>30	7.0	2650	8.9	<1	114	1.62	0.05	1.3
	日立橋	36.5	23.8	>30	6.9	2780	9.3	<1	111	1.24	0.05	1.7
	渚橋	30.5	25.0	>30	7.1	2300	9.1	<1	92	0.70	0.04	1.4
鮎川	上諏訪橋	34.5	22.8	>30	7.2	285	8.9	<1	7.3	0.42	0.06	1.9
	鮎川橋	35.0	23.0	>30	7.1	286	8.7	<1	8.0	0.36	0.07	1.4
	鮎見橋	32.0	25.0	>30	6.9	295	8.9	<1	8.7	0.38	0.06	1.5

表－2 水質分析結果（2009年5月2日）

河川名	採水地点	気温 (°C)	水温 (°C)	透視度 (cm)	pH	導電率 (μs/cm)	溶存酸素 (mg/l)	懸濁物質 (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₃ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)
宮田川	大牛橋	18.0	14.0	>30	6.9	230	12.6	<1	6.9	—	<0.05	<1
	橋下橋	18.0	16.5	>30	7.0	1300	12.2	<1	99.4	—	<0.05	1.4
	日立橋	22.0	18.5	>30	7.1	1300	11.8	<1	97.9	—	<0.05	1.0
	渚橋	17.0	17.8	>30	7.1	1100	11.3	<1	78.6	—	<0.05	<1
鮎川	上諏訪橋	17.5	13.2	>30	6.9	250	11.1	<1	6.2	—	<0.05	1.3
	鮎川橋	19.0	14.0	>30	7.0	260	14.0	<1	7.7	—	<0.05	<1
	鮎見橋	18.0	14.0	>30	7.2	250	11.3	<1	7.7	—	<0.05	1.2

表－3 水質分析結果（2008年）

河川名	採水地点	採水 月日	気温 (°C)	水温 (°C)	透視度 (cm)	pH	導電率 (μs/cm)	溶存酸素 (mg/l)	懸濁物質 (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₃ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)
宮田川	大牛橋	6/14	22.0	16.0	>30	6.7	260	11.6	<1	11.0	0.62	0.19	1.2
		8/1	28.5	16.9	>30	6.9	350	10.2	<1	19.1	0.32	0.15	2.0
		9/26	20.8	16.3	>30	6.9	775	9.8	<1	10.0	0.20	<0.05	1.1
		10/24	19.9	19.0	2.0	7.0	170	10.1	380	6.2	1.66	0.60	19.9(4.9)
	橋下橋	6/14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		8/1	30.0	24.5	>30	6.8	2500	9.6	<1	188.0	1.66	0.05	2.7
		9/26	19.0	22.1	>30	6.9	2300	10.3	<1	169.6	1.30	<0.05	1.7
		10/24	19.2	20.1	1.5	6.9	310	11.6	265	14.6	0.20	0.59	19.3(3.5)
	日立橋	6/14	23.0	21.5	>30	7.3	1500	10.6	<1	104.4	0.67	0.13	<1
		8/1	30.2	24.0	>30	6.9	2400	9.8	<1	171.8	1.36	<0.05	2.3
		9/26	19.5	22.0	>30	6.9	1900	10.0	6	138.0	1.02	<0.05	1.3
		10/24	21.0	19.0	4.0	6.8	290	10.7	247	13.1	1.06	0.49	16.7(3.3)
	渚橋	6/14	22.5	20.0	>30	7.1	1300	11.0	<1	89.0	0.57	0.16	1.1
		8/1	26.0	24.0	>30	7.3	2100	9.6	<1	145.7	1.00	0.11	2.1
		9/26	19.9	21.0	>30	7.2	2900	9.9	9	171.8	0.56	0.35	1.6
		10/24	21.2	19.0	2.0	7.1	225	10.1	686	6.9	1.56	0.45	17.0(3.2)

※（ ）：ろ液の分析値

河川名	採水地点	採水月日	気温(°C)	水温(°C)	透視度(cm)	pH	導電率(μs/cm)	溶存酸素(mg/l)	懸濁物質(mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₃ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)
鮎川	上諏訪橋	6/14	20.0	19.0	>30	6.9	220	11.3	<1	7.3	0.43	<0.05	<1
		8/1	28.0	19.5	>30	6.8	280	10.2	<1	6.6	0.03	0.05	1.2
		9/26	20.3	16.9	>30	6.9	270	9.8	2	1.5	<0.01	0.08	<1
		10/24	21.3	16.9	1.5	7.0	140	10.8	806	0.2	1.64	0.46	20.1
	鮎川橋	6/14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		8/1	30.5	21.5	>30	7.1	300	10.2	<1	8.8	0.24	<0.05	1.5
		9/26	19.2	18.5	>30	6.9	305	10.4	2	7.7	<0.01	0.06	<1
		10/24	21.3	16.9	1.5	7.0	140	11.2	780	0.4	1.16	0.46	40.4
	鮎見橋	6/14	21.3	20.0	>30	7.1	220	11.3	<1	8.0	0.49	<0.05	<1
		8/1	23.5	21.5	>30	6.9	320	9.8	<1	9.6	0.12	<0.05	1.8
		9/26	19.0	19.2	>30	6.9	390	10.2	<1	7.7	0.14	0.05	1.3
		10/24	21.3	18.5	1.0	7.2	135	12.2	964	0.9	0.20	0.71	41.1

表－4 重金属分析結果

元素	調査年月日	宮 田 川				鮎 川		
		大牛橋	橋下橋	日立橋	渚橋	上諏訪橋	鮎川橋	鮎見橋
Cu	2008.06.14	0.033	—	0.137	0.100	0.008	—	0.002
	2008.08.01	0.013	0.089	0.085	0.018	0.003	<0.002	0.004
	2008.09.26	0.008	0.165	0.077	0.109	<0.002	0.002	<0.002
	2008.10.24	0.018	0.044	0.030	0.016	0.004	0.004	0.002
	2009.05.02	0.051	0.149	0.170	0.118	0.010	0.006	0.004
	2010.08.16	0.010	0.092	0.080	0.034	0.006	0.006	0.002
Zn	2008.06.14	0.054	—	0.171	0.140	0.005	—	0.015
	2008.08.01	0.031	0.135	0.128	0.054	0.014	0.012	0.006
	2008.09.26	0.020	0.182	0.150	0.157	0.004	0.018	0.014
	2008.10.24	0.020	0.135	0.110	0.020	0.025	0.050	0.015
	2009.05.02	0.094	0.153	0.161	0.133	0.005	0.010	0.005
	2010.08.16	0.055	0.165	0.140	0.075	0.010	0.010	0.010
Cd	2008.06.14	0.006	—	0.012	0.010	<0.005	—	<0.005
	2008.08.01	<0.005	0.006	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	2008.09.26	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	2008.10.24	<0.005	0.010	0.010	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	2009.05.02	<0.005	0.010	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	2010.08.16	0.007	0.016	0.011	0.010	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	2008.06.14	<0.05	—	<0.05	<0.05	<0.05	—	<0.05
	2008.08.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	2008.09.26	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	2008.10.24	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	2009.05.02	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	2010.08.16	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

(mg/l)

1. 透視度

透視度は透明度と同様に水の清澄度を示すものである。調査結果をみると、平水時では、両河川とも全ての地点で30cm以上であった。ただし、2008年10月24日の洪水時の調査では両河川ともすべての地点で30cm以下の値を示し、宮田川では大牛橋で2.0cm、橋下橋で1.5cm、日立橋で4.0cm、渚橋で2.0cm、鮎川では上諏訪橋で1.5cm、鮎川橋で1.5cm、鮎見橋で1.0cmであった。洪水時の透視度の低下は、懸濁物質量の値から明らかなように、溶解性物質によってではなく、水中の浮遊性物質量の著しい増加によっていると判断される。

2. 溶存酸素

溶存酸素は水中に溶けている酸素濃度を示すものである。水生動物は呼吸に必要な酸素を溶存酸素に依存しており、溶存酸素濃度が低下すると水生動物は大きな影響を受けることになる。

溶存酸素濃度は、水温などの物理的要因や溶質などの化学的要因さらには水中に存在する微生物などの生物的要因によって左右される。一般的には、水中に溶存して存在する有機物濃度が高いとそれを分解する微生物が溶存酸素を消費するために溶存酸素濃度は低下する。

分析結果から、溶存酸素濃度は8.7mg/l～14.0mg/lであった。これを飽和度で見ると全ての試料水で過飽和の状態にあり酸素は十二分に溶解していた。これは、水中の有機物濃度が低いこと及び河床形態からの河川区分が各調査地点で見ると中流域に相当し早瀬の部分の波立ちにより河川水中に大気が溶解しやすい状態にある事によると考えられる。

3. pH

pH（水素イオン濃度）は、火山などの自然的要因及び下水や工場排水の流入などの人為的要因に影響されるが、水質を示す最も基本的な指標の一つである。我が国の主要15河川の平均的なpH値は6.8～7.4である。宮田川、鮎川のpH値は2008年～2010年の調査では、洪水時を含め全ての地点で6.8～7.3であり、我が国の河川の平均的pH値に近いものであった。

4. 懸濁物質

懸濁物質は水中に浮遊して存在する非溶解性の粒子である。従って、懸濁物質の濃度が高ければ透視度や透明度は低下する。

懸濁物質量の測定値は、2008年9月26日、2008年10月24日以外の平水時の試料水では全て1mg/l以下であった。一方、2008年9月26日は小雨、2008年10月24日は大雨であり、降雨の影響を受け、2008年9月26日は最大で9mg/l、10月24日は247～964mg/lであった。

5. 導電率

導電率は、溶存している電解質、懸濁物質及び水温などの水質因子に影響されるが、導電率を主に左右するのは電解質濃度である。電解質は自然界に存在するばかりでなく下水

や工場排水に含まれており導電率は水質の指標として有効である。なお、我が国における清浄河川の上流部における導電率は30～50 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 程度といわれている。

平水時における導電率の測定値は、宮田川の大牛橋で230～350 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、橋下橋で1300～2650 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、日立橋で1300～2400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、渚橋で1100～2100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であり、橋下橋では1300 $\mu\text{s}/\text{cm}$ を超え、大牛橋から橋下橋に至るまでの間で大量の電解質物質の流入が有るものと考えられる。橋下橋から下流では導電率は流下に従い漸次低下する。

一方、洪水時に調査した2008年10月24日の測定値を見ると大牛橋で170 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、橋下橋で310 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、日立橋で290 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、渚橋で225 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と、橋下橋で最大値を示し流下に従い漸次低下するという傾向に変化はないが、その測定値は橋下橋以下、平水時に比べ著しく小さな値を示した。これは主に電解質物質が希釈されたためと判断される。

また、2008年9月26日は少雨時の調査であるがこのときの測定値は平水時の値と同程度であった。

次に、鮎川における平水時の分析結果を見ると220～390 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と清浄河川の上流部と比較すると高い測定値を示し、その値は流下に従い漸次増加傾向を示した。また、洪水時には135～140 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と平水時に比較し半減したが宮田川に比較し雨水による希釈効果は小さなものであった。

6. 塩素イオン

一般的に自然水は塩素イオンを含むが、下水、工場排水、し尿などの流入によっても増加する。従って塩素イオンは汚染の一つの指標となる。

全国の220河川の塩素イオンの平均値は5.8 mg/l であり20 mg/l を超える河川は4%以下である。

宮田川の晴天の平水時及び少雨時における塩素イオン濃度は大牛橋で6.9～19.1 mg/l 、橋下橋で99.4～188.0 mg/l 、日立橋で97.9～171.8 mg/l 、渚橋で78.6～145.7 mg/l であった。導電率と同様に塩素イオン濃度は橋下橋で急激に増加しそれ以後は流下に従い順次減少した。

洪水時には、大牛橋で6.2 mg/l 、橋下橋で14.6 mg/l 、日立橋で13.1 mg/l 、渚橋で6.9 mg/l とほぼ通常河川における値と同程度であった。

一方、鮎川における塩素イオン濃度は晴天の平水時と少雨時で1.5～9.6 mg/l であり、流下に従い順次増加した。ここでの測定値は清浄河川におけると同程度であった。また、洪水時における測定値は0.2～0.9 mg/l であった。

7. COD_{Mn}

COD_{Mn}は水系の有機物汚染を示す指標としてはBODと並び最も一般的なものである。なお、河川における有機性水質汚染をもたらす物質は工場・事業所排水、生活排水、畜産・農地排水などに含まれるが、都市河川においては生活排水や工場・事業所排水が有機性汚染の主な原因者となる。

分析結果から、平水時及び少雨時の宮田川でのCOD_{Mn}値はその最大値が2.7 mg/l 、最小値が1 mg/l 以下であり、清浄河川で示される値とほぼ同じであることから宮田川では有機

性物質による汚染の可能性は小さいものと考えられる。

洪水時の試料水については、原水及び濾液の両者について分析した。原水では、大牛橋が19.9mg/l、橋下橋が19.3mg/l、日立橋が16.7mg/l、渚橋が17.0mg/lであり、平水時に比較すると大きな値を示した。ただし、懸濁物質質量から推定されるCOD_{Mn}値に比較すると小さな値であった。このことは、懸濁物質が主に無機性物質からなることを示すものであり、これは濾液のCOD_{Mn}値からも明らかである。

一方、平水時及び少雨時の鮎川でのCOD_{Mn}値は< 1 mg/l~1.8mg/lであり有機性物質による汚染は認められなかった。

洪水時の試料水については、宮田川の試料水と同様に原水及び濾液について分析した。原水では上諏訪橋で20.1mg/l、鮎川橋で40.1mg/l、鮎見橋で41.1mg/l、濾液では上諏訪橋で4.1mg/l、鮎川橋で4.1mg/l、鮎見橋で3.6mg/lであった。懸濁物質量は宮田川に比較し1.5~2 倍を示すがCOD_{Mn}値は同程度であり、鮎川の懸濁物質はより無機性成分の占める割合が高いと考えられた。

8. 重金属

重金属のうち分析の対象としたのはCu, Zn, Cd, Pbである。

宮田川のCuの分析値は、平水時、少雨時及び洪水時の全ての条件下で、大牛橋で0.010~0.051mg/lであり、採水日による変動はあるが、Cuによる汚染が認められ、大牛橋上流部に立地する旧鉱山ないしその関連施設から何らかの影響を受けているものと考えられた。ただし、最大値を示すのは橋下橋であり、その値は0.044~0.165mg/lであった。従って、大牛橋から橋下橋の間でCuないしCuを含む物質の新たな流入が考えられた。なお、Cu濃度は橋下橋から下流では流下に従い順次低下し、渚橋では0.016~0.118mg/lであった。ここでも採水日による変動が大きかった。

Znについてみると、大牛橋では0.020~0.094mg/lであり、Cuと同様にZnによる汚染も認められた。採水日による変動幅はCuと同程度であった。

また、Znの最大値はCuの場合と同様に橋下橋での測定値で0.135~0.165mg/lの値を示し、その値は流下に従い順次低下した。このことから大牛橋から橋下橋の間でZnないしZnを含む物質についても新たな流入が考えられた。

Cdについてはその汚染の度合いは小さなものであった。また、Pbによる汚染は認められなかった。

次に、鮎川についてみると、Cuは3 地点で0.002~0.010mg/lとほぼ一般河川での測定値と同程度であり人為的汚染は無いものと考えられた。Zn, Cd, Pbについても汚染は認められなかった。

分析結果から、宮田川においてはCu, Znによる汚染が認められた。

以下、分析対象とした4 種類の重金属の中で最も高い測定値を示したCuの河川生態系に及ぼす影響について検討する。

CuはCd, Pbなどと異なりヒトでは慢性中毒の症状が見られないことから排水の規制も緩いものになっており、水道法ではその許容濃度を1 mg/lとしているが、水生生物はCuに對し高い感受性を有し大きな影響を受ける。

重金属が生物に与える影響は動物の種によって大きく異なり、ヒメダカ及びミジンコを用いた西川・田端の報告によれば、ヒメダカとミジンコに対する24時間TL_m値は、Cuではそれぞれ0.56mg/l, 0.010mg/l, Znでは15mg/l, 1.12mg/lとなっており、CuとZnの比較ではCuのほうが生物に対する影響がより大きいこと、また種によってTL_m値が10倍以上異なることが明らかになっている。また、ヒトとの比較ではヒメダカ、ミジンコはCuに対して感受性がより高いことが明らかにされている。

なお、河川水に重金属が含まれる場合に河川生物群集が受ける影響については多くの報告例がある。足尾鉱山廃水が流入する渡良瀬川でのCu濃度と底生動物の種類数を調べた御勢の調査結果によれば、Cu濃度0～5 µg/lでは水生昆虫を主とする種類数は12種以上、6～30 µg/lでは4～11種、31 µg/l以上では0～3種である。また、同じく御勢が我が国における10か所の鉱山廃水が流入する河川で水生動物の種類数とCu, Znの濃度との関係を調べた結果をみると水生動物に対する毒性はCuのほうがZnに比べはるかに強いことがわかる。

さらに、魚類についてみると致死濃度よりもはるかに低い濃度で忌避行動をとることが知られており、忌避行動をとる忌避濃度は致死濃度の1/10～1/100である。ここでCuの魚に対する致死濃度は0.1～0.2mg/lと言われておりここから忌避濃度を推定すると0.01～0.02mg/lと考えられる。

この忌避濃度と、今回の調査から得られたCu濃度を比較すると、鮎川では全ての試料水で忌避濃度以下の濃度を示したのに対して宮田川では河口部の渚橋以外の試料水でいずれも忌避濃度を超えていることがわかる。

V. まとめ

上流域に閉山した銅鉱山を有する宮田川及び同じく硫化鉄鉱の鉱山をもつ鮎川についてその水質を調査した。以下に主な項目の分析の結果を整理して示した。

1. 宮田川におけるCu及びZnの各濃度はそれぞれ0.008～0.165mg/l, 0.020～0.182mg/lの間にあった。また、各調査地点における測定値は、大牛橋でCuが0.008～0.051mg/l, Znが0.020～0.094mg/l, 橋下橋でCuが0.044～0.165mg/l, Znが0.135～0.182mg/l, 日立橋でCuが0.030～0.170mg/l, Znが0.110～0.171mg/l, 渚橋でCuが0.016～0.118mg/l, Znが0.020～0.157mg/lであった。
2. 鮎川においてはCu, Znとも低い濃度であった。
3. Cd及びPbは両河川とも低いレベルにあった。特にPbは全ての調査地点で検出限界以下であった。
4. 宮田川及び鮎川における導電率は、それぞれ230～2900 µs/cm, 135～390 µs/cmの間にあった。

VI. 謝辞

2010年の調査で協力をいただいた茨城キリスト教大学学生 池田紗都里君, 井上彩華君, 鯉渕葉月君, 大戸静君に厚く御礼申し上げます。

Ⅶ. 引用・参考文献

- 1) 北 脩 宮田川及び鮎川の水質 茨城キリスト教短期大学研究紀要 vol.23 (1983)
- 2) 北 脩 宮田川に関する調査 創造 vol.14 (1985)
- 3) 北 脩 久慈川の底生昆虫と水質 創造 vol.16 (1987)
- 4) 北 脩 久慈川、宮田川及び各河川の調査結果について 創造 vol.17 (1988)
- 5) 北 脩 桜川及び宮田川の水質調査報告 創造 vol.24 (1995)
- 6) 半谷高久 水質調査法 丸善 (1960)
- 7) 尾崎久雄 水生生物と重金属 (I) 銅 サイエнтиスト (1979)
- 8) 手塚泰彦 河川の汚染 築地書館 (1974)
- 9) 日本薬学会 衛生試験法・注解 金原出版 (1980)

Water Quality of Rivers with Closed Mines in Upper River Areas
—On the Miyata and Ayu Rivers—

Osamu Kita, Ayaka Ichige, Tomoe Yoshimura

This study investigates the water quality of the Miyata and Ayu rivers with closed mines in their upriver areas. The Hitachi mine was located in the upper Miyata river area and the Suwa mine in the upper Ayu river area.

The results are summarized as follows;

1. In the Miyata River, the Cu and Zn content are 0.008 to 0.165mg/l and 0.020 to 0.182mg/l. The highest values are found at the Hashishita Bridge. The values of the research points are 0.008 to 0.051mg/l and 0.020 to 0.094mg/l at the Oushi Bridge; 0.044 to 0.165mg/l and 0.135 to 0.182mg/l at the Hashisita Bridge; 0.030 to 0.170mg/l and 0.110 to 0.171mg/l at the Hitachi Bridge; and 0.016 to 0.118mg/l and 0.020 to 0.157mg/l at the Nagisa Bridge.
2. In the Ayu river, the Cu and Zn content show low values.
3. In the Miyata and Ayu rivers, the Cd and Pb contents show low values.
4. In the Miyata and Ayu rivers, the electric conductivity is between 230 to 2900 μ S/cm and 135 to 390 μ S/cm. The highest value is found at the Hashishita Bridge.