

酸性化河川の長期および短期間における水質変動について

国立大学法人 山形大学 工学部
国立大学法人 山形大学 工学部
国立大学法人 山形大学大学院 理工学研究科
国立大学法人 山形大学大学院 理工学研究科
国立大学法人 山形大学大学院 理工学研究科

正会員 ○佐々木貴史
原 瑛
玉木優作
吉川栄史
正会員 遠藤昌敏

1. 緒言

最上川の源流部に位置しており山形県米沢市を流下する松川は旧鉱山からの鉱廃水を受容する酸性河川である。本研究では、1988 年以降継続している年 2 回の水質調査に加えて、2010 年の春季から夏季の融雪期の 1 ヶ月間における集中的なモニタリング調査を行った。調査データの解析より、酸性化河川の流下に伴う水質変動、水質の経年変化および季節変動の現状を把握し、鉱山廃水が河川環境に与える影響について検討を行った。

2. 調査・研究方法

松川の採水地点を図-1 に示す。松川では、鉱廃水は愛ノ沢と合流し浸透櫓に集められ、浸透櫓直下の地点において 80m×80 本のボーリング坑により地下に浸透させる中和浸透処理が行われており、地下浸透後の浸出水は明道沢および矢沢に浸出している。本研究では 1977 年以降、松川において夏季と秋季の年 2 回の河川水サンプリングを現在まで継続している。¹⁾ また、2010 年 5 月～6 月の期間地点 10 において、日毎の集中的なモニタリング調査を行った。調査項目は河川水中の pH, EC, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Al, Fe, Na, Mg, K, Ca, Cr, Mn, Cu, Zn, Cd および Pb とした。

3. 結果および考察

3-1 松川の水質調査について

結果から 1977～1998 年の鉱山廃水集積地点の浸透櫓における pH は経年的に上昇し、かつ硫酸イオンと水素イオン濃度は経年的に減少していることが確認された。1998 年以降では硫酸イオンと水素イオン濃度はそれぞれ 400mg/l および 0.005mol/l 程度で安定して推移しており、今後も現在の水質を維持すると考えられる。

図-2 に 1998～2010 年の各調査地点における pH および金属濃度の平均値を示す。地点 3 から地点 4 の間に中和浸透処理により硫酸イオン濃度は 500mg/l 程度から 100mg/l 程度まで減少し、Fe 濃度が 50mg/l から 1mg/l 程度まで減少するに伴い pH は 4～5 程度まで上昇した。塩化物イオンと硝酸イオンは地点 10 以降、大きく上昇する傾向を示した。地点 10 以降は市街地に位置しており、生活排水の流入が塩化物イオンおよび硝酸イオン上昇の主な原因と考えられる。また、地点 9 と 10 の間で Al 濃度が 1.5mg/l 程度から 0.3mg/l 程度まで減少し、地点 11 では pH が中性である 7 付近まで上昇した。この pH の上昇は支流の流入による希釈効果とアンモニア等のアルカリ源の供給、溶存 Fe と溶存 Al の加水分解および有機酸との反応により Fe 濃度と Al 濃度が減少することに起因すると考えられる。²⁾ また、岩手県八幡平市に位置する酸性河川の赤川においても同様に、加水分解によって Al 濃度が減少することにより pH が上昇することが報告されている。³⁾



図-1 松川採水地点

キーワード 酸性化河川 水質モニタリング 有害金属

連絡先 992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学 工学部 機器分析技術室

電話番号 0238-26-3383 E-mail : atsushi@yz.yamagata-u.ac.jp

3-2 地点 10 における集中的モニタリング調査について

前述の調査結果から地点 10 では Al 濃度が大きく減少することで Al の緩衝能が低下し pH が上昇し始めることが明らかになった。したがって地点 10 において 2010 年 5 月 7 日から 6 月 7 日の期間に日毎に集中的な水質モニタリング調査を実施し、詳細な水質変動の把握を行った。図-3 に本調査における pH、導電率および降水量の推移を示す。、降雨による河川水量の増加に伴い pH は上昇し、導電率は低下する傾向が見られた。導電率は酸性河川の主要な陽イオン(Mg,Ca,Mn および Fe)および陰イオン(硫酸イオン)と高い正の相関関係にあることが確認されており(相関係数>0.8)、導電率の変動は降雨に伴う酸性河川水の希釈による陽イオンおよび陰イオン濃度変化に起因することが示唆された。また図-4 より、降雨時において Al は硫酸イオンや導電率と比較して減少率が大きく、Al 濃度の減少が河川水の希釈に加えて、Al の加水分解作用にも起因していることが示唆された。

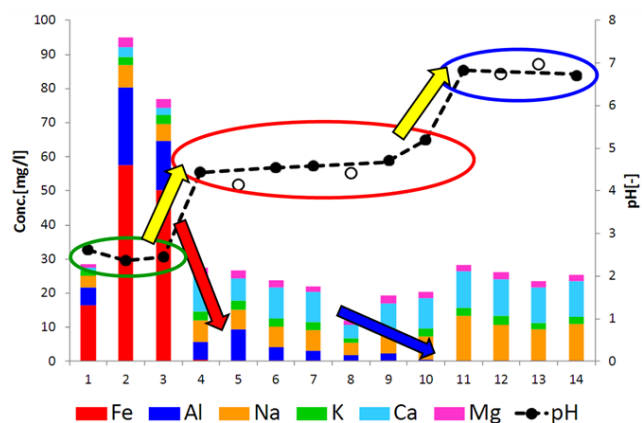


図-2 各調査地点における主な pH および金属濃度 (1998 年～2010 年度における平均値、夏)

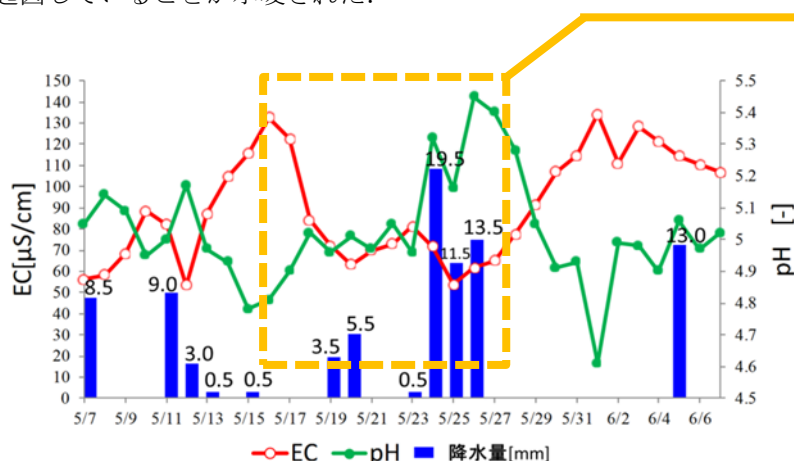


図-3 地点 10 における pH、導電率および降水量の推移 (2010 年 5 月 7 日～6 月 7 日)

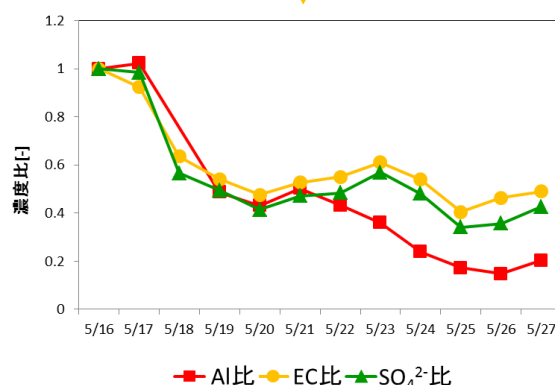


図-4 降雨に伴う各イオンおよび導電率の減少率 (2010 年 5 月 16 日～5 月 27 日)

4. まとめ

- ・ 1998 年以降流出する硫酸イオン濃度が横ばいであることから今後鉱山廃水は現在の酸度および水質を維持していくと考えられる。
- ・ 松川では Fe および Al が pH の上昇を阻害する緩衝物質として機能しており、支流の流入による希釈効果とアンモニア等のアルカリ源の供給により Fe および Al の溶解度が低下することにより pH が上昇すると考えられる。
- ・ 集中的モニタリングの結果より、導電率は陽イオン(Mg,Ca,Mn および Fe)および陰イオン(硫酸イオン)と高い相関関係にあり(相関係数>0.8)、降雨に伴う酸性河川水の希釈により陽イオンおよび陰イオン濃度変化に伴い変動することが確認された。
- ・ 降雨時において Al 濃度は硫酸イオンや導電率などと比較して減少率が大きく、Al は降雨に伴う河川水の希釈に加えて Al の加水分解によって濃度が大きく低下するものと考えられる。

参考文献

- 1) 吉川栄史, 安齋聡彦, 佐々木貴史, 水口仁志, 遠藤昌敏: 酸性水域の水質変動に影響をおよぼす環境因子, H20 土木学会東北支部技術研究発表会要旨 VII-40
- 2) Jinsuo Zhang, Marc Klasky and Bruce C. Letellier, : The aluminum chemistry and corrosion in alkaline solutions, Journal of Nuclear Materials 384 (2009) 175～189.
- 3) 佐々木貴史, 遠藤昌敏, 水口仁志, 伊藤歩, 海田輝之: 酸性水域における環境因子の変化が水生昆虫の群集構造に与える影響について, H19 土木学会東北支部技術研究発表会要旨 VII-56