

八坂川のヒ素、鉄、アルミニウム及び溶存態ケイ素に着目した水質変動特性

九州大学工学部 学生会員 ○重松藍
九州大学大学院工学研究院 正会員 広城吉成
杵築市 非会員 森山 晃

1. 目的

上水道水質の安全性確保や浄水効率改善のためには水源の水質特性を理解することが欠かせない。そのため水道水源となる表流水及び地下水の水質特性を明らかにするにあたり、流域の地質学的特徴のほか、現在及び過去行われていた産業の影響も考慮する必要がある。

本研究で調査対象とした八坂川は大分県東部地域、国東半島の南側に位置する、幹川流路延長 29.8km、流域面積 147.4km²の二級河川である。杵築市山香町久木野尾を水源として杵築市と速見郡日出町を跨って流下し、守江湾に注ぐ。主として八坂川を水道水源とする杵築市浄水場より、原水の溶存態ケイ素(DSi)濃度が高いために浄水場におけるポリ塩化アルミニウム(PAC)凝集剤の注入量が多くなるという報告があった。杵築市の表層地質の調査や一部の鉱泉の成分分析は行われているが、地質学的特性と水質特性との関係や、八坂川の水質特性が浄水過程に与える影響については研究がなされていない。また、杵築市山香町下に江戸時代初期より 1949 年頃まで開発されたといわれる馬上金山跡がある¹⁾。馬上金山跡周辺から水道水質基準である 0.01mg/L 程度の As を含んだ水の流出があり、馬上金山鉱害防止事業が行われたが As 濃度は顕著に下がっていない。As については黄鉄鉱等に吸着する形で地圏に存在するが、還元的環境において Fe の溶出に伴い As も溶出することが報告されている²⁾。杵築市浄水場において、As は塩素酸化と凝集沈殿により浄水過程の早い段階で処理され、安全性は確保されている。

本研究では、水源水質と PAC 注入量との関係を明らかにすることを念頭に、金山跡周辺 4 か所を含む八坂川流域の 8 か所で表流水を 2015 年 9 月から 12 月まで毎月 1 回採水し、As, Fe, Al 及び DSi に着目した秋冬季の八坂川の水質変動特性を明らかにすることを目的とした。

2. 内容

2.1. ポリ塩化アルミニウム注入量の実態調査

2.1.1. 調査方法

杵築市浄水場、瑞梅寺浄水場(福岡市)、下北方浄水場(宮崎市)について、1 日の PAC 注入率、着水井における濁度、日降水量の関係を 2014 年度(平成 26 年度)1 年間の値で比較した。杵築市浄水場は八坂川表流水のほか、時折地下水も水道水源に加える。一方、瑞梅寺浄水場は瑞梅寺川、下北方浄水場は大淀川のみを水道水源としている。

2.1.2. 結果

3 か所の浄水場いずれにおいても降水のあった日から 2 日間程度は着水井の濁度が上昇し、それに連動して PAC 注入率も上昇した。杵築では 2014 年 7 月下旬や 9 月下旬など、2 週間降水がほとんどない状態が続いた際に河川水濁度の上昇がないにもかかわらず PAC 注入率が上昇していた(図 1)。これより、降水が少なく濁度が低い期間に八坂川表流水中で PAC の機能を阻害する成分が増加していることが考えられる。また、PAC 注入率の平均は杵築で 49.7ppm、瑞梅寺で 27.0mg/L、下北方で 31.4mg/L であった。

2.2. 八坂川の水質特性調査

2.2.1. 調査方法

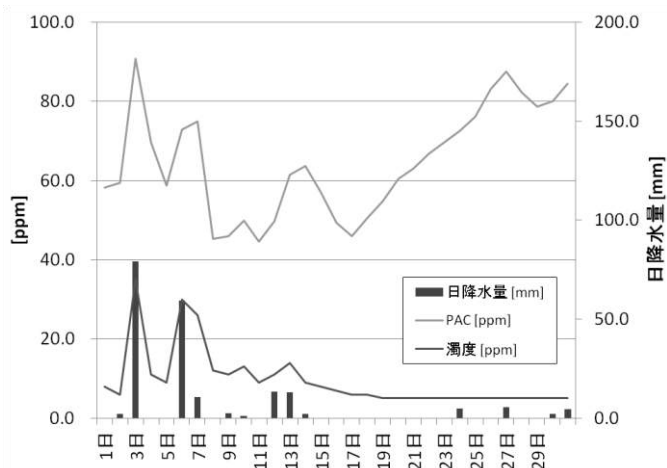


図 1 2014 年 7 月の日降水量、PAC 注入量及び濁度
(杵築市浄水場運転月報及び気象庁のデータをもとに作成)

八坂川流域の地質学的特徴及び支流との合流地点を考慮して杵築市内に7か所(12月17日は8か所)の採水地点(1)～(8)を決め、2015年(平成27年)9月から12月までの月に1回の頻度で採水を行った(図2)。

分析は現地でも pH、電気伝導度(EC)、酸化還元電位(ORP)、水温を測定し、採水後の水試料に含まれる As、Fe 及び Al の濃度を ICP-MS で、DSi 濃度を吸光度法でそれぞれ測定した。

2.2.2. 結果

As 濃度について、9月の調査で八坂川支流・立石川の中流域(1)で 0.0012mg/L、八坂川中流域の(5)で 0.001mg/L であったのに対し、金山跡の 40m 下流、(4)では 0.0092mg/L、八坂川と支流 2

の合流後、(6)では 0.0036mg/L を示した。10月・11月の調査でも同様の傾向が見られることから、As の流出は金山跡周辺からであると考えられる。また、10～12月には全採水地点において pH は 7.5～8.7 であり、ORP は 227～398mV であった。このことから、八坂川の表流水は酸化的環境と還元的環境の遷移域にあり、As は HAsO_4^{2-} で存在すると考えられる。Fe 濃度について、As 濃度との連動は特に見られなかったが、6か所で水道水質基準である 0.3mg/L を超える Fe 濃度が観測された。Al 濃度について、(1)で 0.002mg/L (9月)、0.019mg/L (10月)、0.227mg/L (11月)、0.164mg/L (12月)であったのに対し、(5)で 0.016mg/L (9月)、0.046mg/L (10月)、0.114mg/L (11月)、0.216mg/L (12月)を示した。(1)より(5)の方が Al 濃度が高い傾向を示した(表1)。この原因として流域の地質の違いが考えられる。また、11月は5か所で他の月よりも高い Al 濃度を示した。11月17日の調査の前30日間積算降水量は 64.0mm と少なかったことが水質特性の変化に影響していることが示唆された。DSi 濃度は地点ごとに大きな違いは見られないが、全サンプルの平均 DSi は 27mg/L であり、全国平均の 19mg/L よりも高い値を示した³⁾。

3. 結論

本研究では、3つの浄水場における PAC 注入率と原水濁度の変動関係の特徴を明らかにすると共に、八坂川の As、Fe、Al 及び DSi に着目した水質変動特性を明らかにした。浄水場における PAC 注入率について、どの浄水場においても降水があると表流水の濁度上昇により PAC 注入率が増加することが確認されたが、杵築市浄水場においてはしばらく降水がない場合に濁度と関係なく PAC 注入率を急激に増やすことがわかった。八坂川の水質については、主に馬上金山跡周辺から HAsO_4^{2-} の形で As の流出があること、Fe 濃度と As 濃度の相関は見られないこと、宇佐火山岩領域を流れる立石川よりも鹿鳴越火山域を流れる八坂川及び久木野尾川の方が Al 濃度が高いこと、降水量が少ない時期に Al 濃度が高くなること、DSi 濃度は平均 27mg/L と高い値を示すことが明らかになった。

今後は本研究結果をもとに、PAC の機能を阻害している物質が八坂川流域の表流水に含まれるものの地質成分であるのかを化学的に明らかにし、PAC 注入率と阻害物質との地球化学的関係を解明することが必要である。

【参考文献】1) 山香町誌編集委員会(1982), 山香町誌, 山香町誌刊行会; 2) 小田圭太(2008), 地下水学会誌 50(1), 25-32; 3) 半谷高久, 小倉紀雄共著(1985), 水質調査方法, 丸善

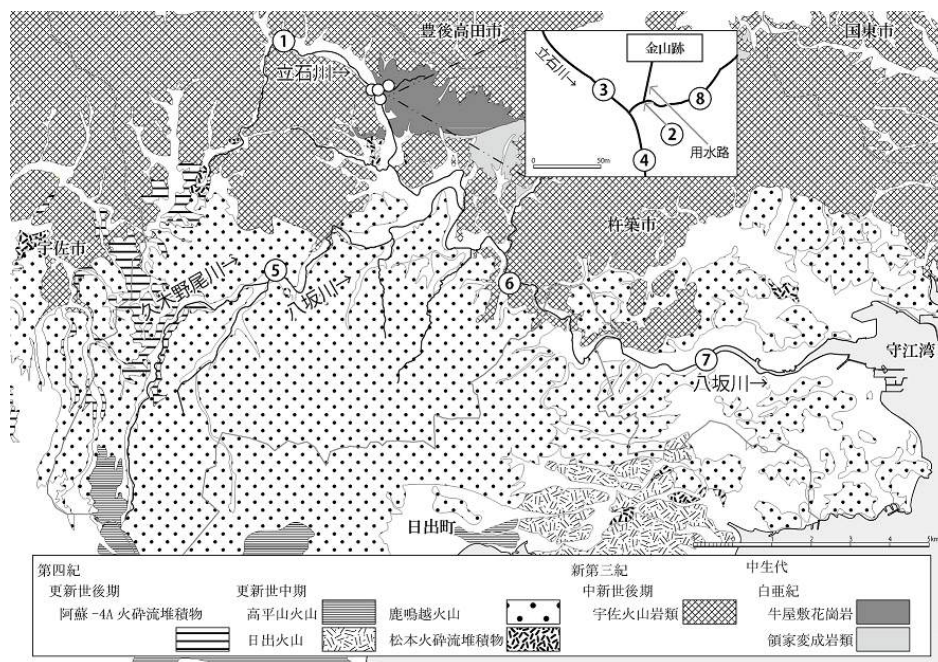


図2 八坂川流域の地質概略図と採水地点(1)～(8)

(地質調査総合センター, 5万分の1地質図幅「豊岡」(1993)及び「豊後杵築」(2005)をもとに作成)

表1 Al 濃度測定結果 (単位: mg/L)

採水地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
9月16日	0.002	0.026	0.009	0.012	0.016	0.004	0.011	未実施
10月20日	0.019	取水不可	0.015	0.017	0.046	0.014	0.006	未実施
11月17日	0.227	0.482	0.448	0.602	0.114	0.122	0.409	未実施
12月17日	0.164	取水不可	0.160	0.107	0.219	0.215	0.201	0.201