

イオン状シリカ共存下における PAC 効果の検証実験

九州大学工学部 学生会員 ○井辺弘貴
九州大学大学院工学研究院 正会員 広城吉成
杵築市役所 非会員 森山 晃

1. 背景と目的

飲料水は、生活をする上で必要不可欠なものである。清浄にして豊富低廉な水を供給するために浄水場では PAC(ポリ塩化アルミニウム)などの凝集剤が注入され、その注入率を決めるために定期的に原水を用いてジャーテストが実施されている。

本研究で調査対象としたのは、杵築市浄水場の地下水である。杵築市浄水場は大分県北東部、国東半島の南側に位置しており、原水として八坂川の河川水と地下水を利用している。八坂川は、大分県北西部の日出町の尼蔵嶽を水源とし、久木野尾川を合わせながら北東に流れ、立石川と合流してからは、南東に方向を転じて別府湾に注ぐ、流域面積 147.4km²、幹線流路面積 29.8km²の二級河川である。河川水は主に、農業用水、水道用水、工業用水として利用され、近年の渇水被害は無く安定した水利用がなされている。

杵築市浄水場より、無水降水期間に濁度が上がっていないのにも関わらず、PAC の注入率が増加すると報告があった。これは高濃度のイオン状シリカを含む地下水が浄水場原水である河川水に流れ込んできていること、また、地下水を浄水場原水に混ぜ、利用していることが原因だと推察された。

そこで、本研究ではまず杵築市浄水場で採水した地下水の水質を分析し、地下水の混合率と PAC 注入率との関係性を調べた。次に、実際にその地下水を利用してジャーテストを行い、ジャーテスト後の上澄水の濁度を基にイオン状シリカ濃度の変化に伴う PAC の最適注入率を求め、イオン状シリカと PAC との関係性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1. 地下水の水質特性と PAC 注入量の実態調査

2.1.1 調査方法

表 1 は、杵築市浄水場の地下水水質である。地下水は 2016 年 9 月 26 日に採水した。次に、図 1 は杵築市浄水場運転月報を基に 1 日の PAC 注入率、着水井における濁度、原水中の地下水の混合割合との関係をまとめたもので、どのような場合に PAC 注入率が高くなっているのか検討した。

2.1.2 結果

炭酸水素イオンとイオン状シリカ濃度が他の分析項目の濃度と比べ高いことがわかった(表 1)。杵築市浄水場が表流水の取水を行っている地点での河川水中のイオン状シリカ濃度の平均は 28mg/L であった¹⁾。地下水中イオン状シリカ濃度は 85mg/L であったので、河川水のそれと比べイオン状シリカが約 3 倍高いことがわかった。また、2016 年 7、8 月の期間に、濁度が上がっていないにもかかわらず杵築市浄水場での PAC 注入率が高かった(図 1)。また、原水中の地下水の混合割合が高い時に PAC 注入率が高くなっていたことが観察され

表 1 杵築市浄水場地下水分析結果

項目名	分析結果
炭酸水素イオン	99
塩化物イオン	5
硝酸態窒素	0.11
硫酸イオン	1未満
イオン状シリカ	85
ナトリウム	10
カリウム	3.3
カルシウム	12
マグネシウム	9.3

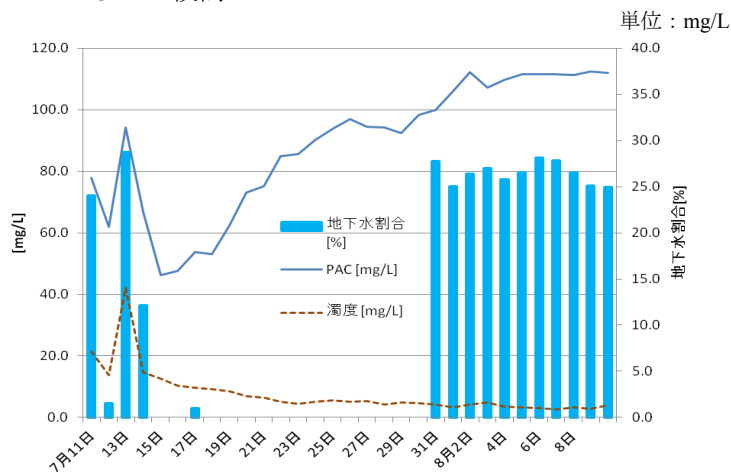


図 1 2016 年 7、8 月の地下水混合率と地下水注入率(杵築市浄水場)

た. これはイオン状シリカ濃度の高い地下水が多く混合されることで, 原水中のイオン状シリカ濃度が上がり, それが PAC の働きを妨げたと考えられる.

2.2. イオン状シリカ濃度の変化に対する PAC の最適注入率実験

2.2.1. 実験方法

図 2 に実験手順, 表 2 に実験条件を示した. 杵築市浄水場の地下水に純水を混ぜて希釈することでイオン状シリカの濃度を 3 つに調整し, これらを原水とした. 原水にカオリンを入れ, 濁度を 15 度に調整し, その後, 水道施設設計指針(2012)を参考に決定した攪拌速度, 攪拌時間, 静置時間に従いジャーテストを行った. 実験終了後は濁度, pH, アルカリ度を測定した.



図 2 実験手順

表 2 実験条件

イオン状シリカ濃度(mg/L)		0,20,30,60,85	
水温(℃)		20	
アルカリ度(mg/L)		20以上	
pH		6.0～8.0	
濁質	種類	カオリン	
	濁度(度)	15	
凝集剤	種類	PAC	
	注入率(mg/L)	10～120	
攪拌	急速	回転数(rpm)	150
		時間(min)	4
	緩速	回転数(rpm)	40
		時間(min)	15
静置時間(min)		15	

2.2.2. 結果

イオン状シリカ濃度が 30mg/L, 60mg/L の原水(図 3,4)では, どちらも PAC 注入率が 10mg/L で濁度が 1.0 以下になっており, PAC の注入率が低い場合でも正常に PAC が働くことが観察できた. 一方, イオン状シリカ濃度が 85mg/L の原水では PAC 注入率が 10, 20mg/L では濁度があまり下がらず, PAC の働きが妨げられていることが観察できた. 以上から, イオン状シリカ濃度が高濃度である場合のみ, イオン状シリカが PAC の働きを妨げていることがわかった.

3. 結論

本研究により, 杵築市浄水場の地下水はイオン状シリカ濃度が高いことがわかった. また, 杵築市浄水場では原水中の地下水の混合割合が高い時に PAC の注入率が高くなっていることがわかった. これは地下水混合により, イオン状シリカ濃度が高くなったことが原因だと考えられる. ジャーテストの結果からは, イオン状シリカ濃度が 85mg/L である場合の PAC 注入率が 10, 20mg/L の時にのみイオン状シリカが PAC の働きを妨げる現象が確認できた. 実際には八坂川のイオン状シリカ濃度は 28mg/L 程度であるにもかかわらず PAC の注入率は 60mg/L 以上となっている. 本実験ではイオン状シリカ濃度が 30mg/L で行った実験では 10mg/L の PAC 濃度で効果が認められた.

杵築市浄水場では濁度管理を 0.03 度以下になるよう PAC を注入している. 本研究で使用した濁度計は小数点第一位までしか計測できない濁度計であったので, 小数点第二位まで計測できる濁度計で濁度条件を厳しくして, 同様の実験を行えば PAC 注入率に差異が見られるかを今後確認したい.

■ PAC注入後のアルカリ度

● 濁度

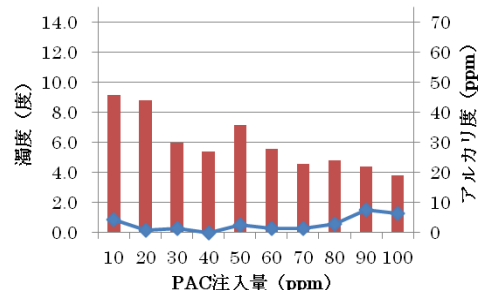


図 3 イオン状シリカ 30mg/L

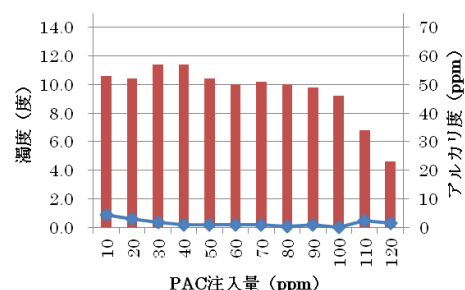


図 4 イオン状シリカ 60mg/L

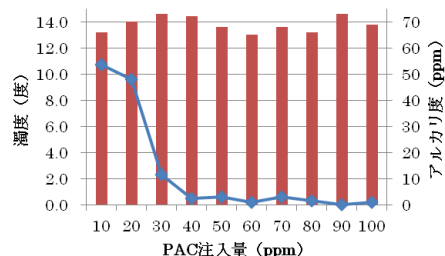


図 5 イオン状シリカ 85mg/L

[参考文献] 1) 重松藍, 広城吉成, 森山晃: 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, VII-028,平成 27 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集(2016.3).

謝辞: 本研究は一般社団法人九州地方計画協会研究支援によって行われた. ここに記して感謝申し上げます.