

硫黄山噴火に伴う長江川ヒ素汚染の実態把握

熊本大学自然科学教育部 ○学生会員 小村 智香
 京都大学 正会員 濱 武英
 熊本大学 正会員 藤見 俊夫

1. はじめに

2018年4月29日、宮崎県の霧島火山群の1つである硫黄山が約250年ぶりに噴火活動を再開した。そして、火山から排出された多量の重金属によって近隣を流れる長江川（一級河川である川内川の支流）の水質が著しく悪化した。特に、ヒ素に関しては環境基準値（10 $\mu\text{g/L}$ ）を大きく超過し、上流部の宮崎県から下流部の鹿児島県の広範囲にわたって生態系および農業活動に深刻な影響がみられた。その後、硫黄山の火山活動は低調となったものの、依然としてヒ素等の重金属の排出は継続している。火山活動の長期化に備え、水質のモニタリングに基づく安全な農業用水の取水体制の確立が課題である。

ヒ素について現地観測用のセンサーは開発されていないため、pH や EC（電気伝導度）の既存センサーを利用して農業用水としての安全性を判断する必要がある。しかし、ヒ素は河川の流下過程において酸化鉄やアルミニウムに吸収され、河床に沈殿する。降雨時には、河床堆積物の巻き上げによってヒ素が再び移動する可能性があるため¹⁾、主に溶存態の物質に反応する pH や EC センサーの観測値では降雨時にヒ素の汚染状況を過小評価することが懸念される。そこで、本研究では、1) 河川流下過程におけるヒ素の濃度変化、2) 河川の pH、EC とヒ素濃度の関係、3) 降雨時の河川のヒ素濃度のピークに注目して、長江川のヒ素汚染の特徴を明らかにした。

2. 研究方法

予備調査から、汚染源から十数 km 以内の短い区間で pH や重金属濃度が変化することが示唆されたため、2 地点（上流部：Point 1、下流部：Point 2）に自動採水器を設置し、24 時間間隔で 1 年間採水を行った（図-1）。また、支川の水質を計測するために、2 地点間に存在する主要な支川 3 地点（I-S-1、I-S-2、I-S-3）の水を手動により採水した（図-1）。採水試料は実験室にて ICP-MS

機器によりヒ素、鉄、アルミニウム等の濃度を計測した。さらに、同じ地点に pH、EC センサーを設置し、10 分間隔で観測した。

3. 結果

(1) 河川流下過程におけるヒ素の濃度変化

長江川の Point 1 と Point 2 で計測したヒ素濃度の経日変化を図-2 に示す。上流側の Point 1 では、4 月まで高濃度を示し、環境基準値を上回る状況が続いた。一方、下流側の Point 2 ではほとんどの計測日において環境基準値を下回った。これは、河川の流下過程でいくつかの支川の合流があり、比較的ヒ素濃度が低い支川によって長江川のヒ素濃度が希釈されるためである。しかし、7 月以降は長江川でヒ素がほとんど計測されない状況になっており、このような場合には、支川はむしろヒ素の供給として働く。そのため、7 月以降は下流側のヒ素濃度が上流側を上回る状況が続いている。

(2) 河川の pH、EC とヒ素濃度の関係

上流地点における河川の pH とヒ素濃度の関係を図-3 に示す。晴天時では、酸性領域にある pH とヒ素濃度に強い負の相関が確認された。一方、降雨時には両者の関係に大きなばらつきが見られた。

(3) 降雨時の河川のヒ素濃度のピーク

ヒ素濃度のピークは主に降雨時に観測された。一般的にヒ素は鉄やアルミニウムの酸化物と結合しやすいため、それらを多く含む河床堆積物の表面に吸着されたり、あるいは河川水中で鉄やアルミニウムと反応し

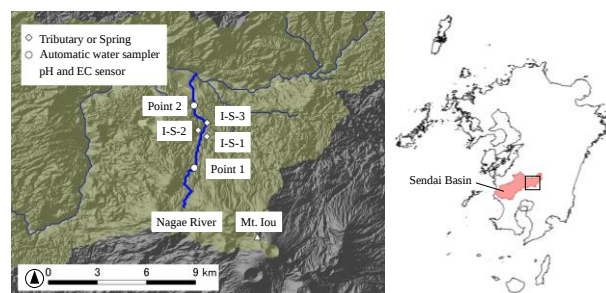


図-1 採水地点

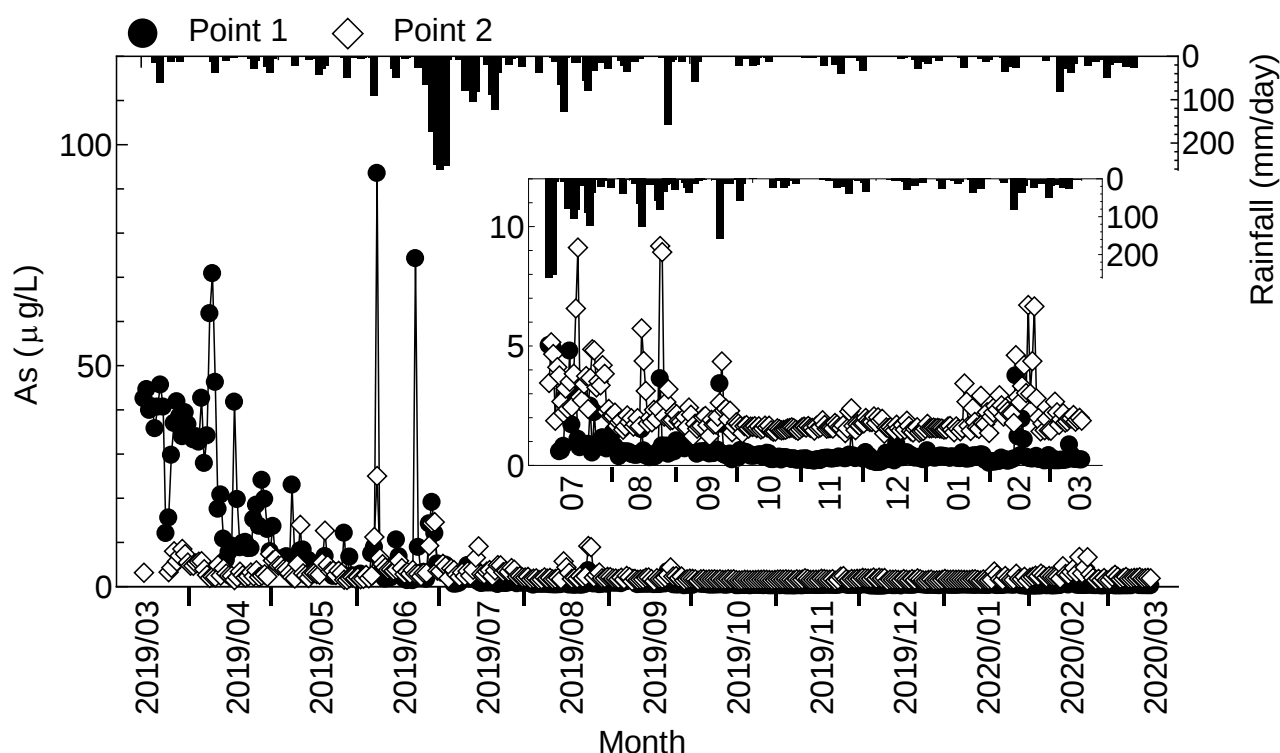


図-2 ヒ素の経日変化(Point1, Point2)

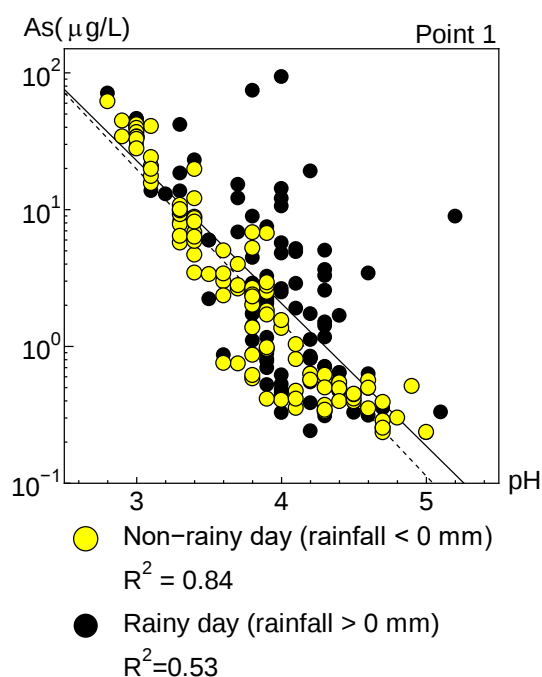


図-3 ヒ素濃度と pH の関係 (Point 1)

て沈殿する²⁾ 3)。2020年1月に実施した長江川の溪流調査では、複数の地点において河床に鉄酸化物が付着した岩が確認された。このように、鉄やアルミニウム酸化物と結合したヒ素は、晴天時には河川水中に溶存しておらずに河床にあるが、降雨時には、河川流量の増加が河床堆積物を巻き上げるために懸濁態として河川水中に再び流出する可能性がある⁴⁾。

4. おわりに

今回の調査により、河川のヒ素等重金属による汚染状態を把握する上で pH は降雨時に必ずしも適切な指標とならないことが示された。より安全なかんがい用水の取水体制をつくるために、長江川の河床堆積物に含まれるヒ素を把握し、降雨時のヒ素流出過程を明らかにする必要がある。また、ヒ素の河床堆積物への吸着特性や河川水中における鉄酸化物との共沈過程を明らかにし、ヒ素の移動性を評価することが重要である。

謝辞：本研究に関して、多くの方々にご支援いただきました。本研究のために調査に御協力いただいたみなさまに心から感謝いたします。

参考文献：

- 1) 辰巳健一ら：豊平川におけるヒ素の降雨時流出特性，環境工学研究論文集 39 巻，2002 年。
- 2) 辰巳健一ら：豊平川における河川流況とヒ素の動態解析，水環境学会誌 25 巻，2005 年。
- 3) 辰巳健一ら：豊平川における砒素化合物の動態，水環境学会誌 25 巻，2002 年。
- 4) 橋治国：洪水時における水質と水質成分の流出特性—石狩川 1975 年 8 月洪水について—，水文・水資源学会誌 6 巻，1975 年。