

濃尾平野南西部の G1 地下水圏における無機態ヒ素，有機態ヒ素の吸着挙動

岐阜大学 学生会員 ○河合祐輔
 岐阜大学 正会員 加藤雅彦
 岐阜大学 正会員 佐藤 健

1. はじめに

ヒ素汚染の原因には人為的起源と自然由来の2通りが考えられる。自然由来のヒ素汚染としては沖積層から地下水へヒ素が流出するケースが多い。ヒ素の起源とされる硫ヒ鉄鉱や火山活動からもたらされたヒ素が沖積層内で水に溶け、あるいは鉱物粒子に吸着することで堆積物に集積し地下水ヒ素汚染の原因になるものと考えられている¹⁾。近年、自然由来のヒ素汚染は世界的に大きな問題となっており、飲料水を地下水に依存する地域では多くの人々に慢性ヒ素中毒の症状が確認されている。特に、バングラデシュおよびインドの西ベンガル州では大規模なヒ素汚染が確認されており、約1500万人以上の人々がヒ素に汚染された地下水を飲用していると推計されている。

濃尾平野南西部においても G1 地下水層からヒ素が検出されている²⁾。G1 地下水層中のヒ素も自然由来であると考えられるが、地下水質維持管理のためには、ヒ素溶出に関する詳細な知見を獲得し、地下水中のヒ素流動を知ることが重要である。しかし、濃尾平野における地下水中のヒ素動態に関する詳細な知見は、他の沖積平野に比べて乏しいのが現状であった。そのため、これまでに濃尾平野南西部の G1 地下水層へのヒ素溶出メカニズムの解明を目的に一連の研究を行ってきた。濃尾平野南西部において、G1 地下水層上位の濃尾層最下部に位置する海成粘土に含まれるヒ素が G1 地下水層へ溶出していると考えられている³⁾。また海成粘土層から溶出したヒ素を透析膜により分子量 1000 以上と 1000 以下に分別したところ、無機態ヒ素以外に分子量 1000 以上のヒ素（以下、有機態ヒ素）も含まれ、その存在割合も数 10%を占めることが明らかとなった⁴⁾。無機態ヒ素・有機態ヒ素の理化学特性は大きく異なるため、地下水中のヒ素の物質移動を解明していくためには、堆積物と両形態ヒ素との吸脱着特性を知る必要がある。そこで本研究では濃尾層最下部に位置する海成粘土層から溶出した無機態ヒ素と有機態ヒ素を用いて、G1 層堆積物による吸着試験を行い、形態ごとのヒ素吸着挙動を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 供試材料

濃尾平野南西部（海津市付近）の海成粘土層試料(深度 58~61m)、G1 地下水層試料(深度 65~66m)のボーリングサンプルを用いた。G1 地下水層試料の水洗浄を五回行い、堆積物から水溶性のヒ素を除去したサンプルを準備し、吸着媒として用いた。また、海成粘土層試料を水抽出し、抽出液中に含まれる無機態ヒ素と有機態ヒ素を吸着質として用いた。

2.2 ヒ素吸着試験

吸着媒試料を 2.0g 秤量、吸着溶液を 20mL 加えて設定時間(2, 10, 30, 90, 180, 360, 720min)振とうした。0.45 μ m メンブレンフィルターでろ過し、ろ液の pH を pH メーターで測定した。ろ液を半量ずつに分け(ろ液 A, ろ液 B)、ろ液 B は透析チューブにて透析を行った。ここで、ろ液 A 内に含まれるヒ素は、全ヒ素(無機態ヒ素+有機態ヒ素)であり、透析後のろ液 B 内に含まれるヒ素は有機態ヒ素と定義した。ろ液 A, ろ液 B のヒ素濃度を ICP-MS で計測した。ろ液 A とろ液 B 中のヒ素濃度の差し引きから無機態ヒ素濃度を算出した。時間経過に対する無機態ヒ素・有機態ヒ素の吸着量を算出した。形態ごとのヒ素量と添加したヒ素量から吸着率を求めた。

3. 結果と考察

吸着試験後の pH は 6.91~7.41 であり (図-1), 吸着試験前の吸着溶液の pH (7.23 : データ省略) と同程度であった. そのため, ヒ素吸着によって pH 変化は生じないことが確認された. 表-1 に吸着試験に

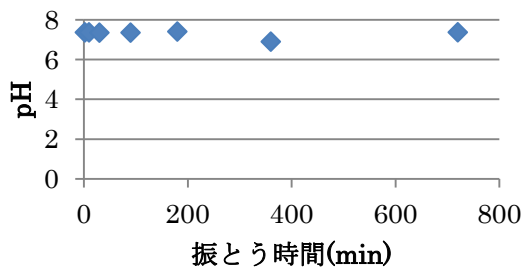


図-1 各振とう時間における吸着試験後の pH

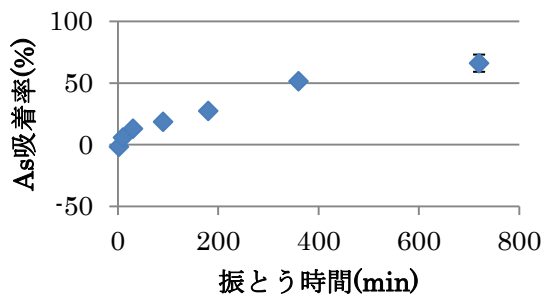


図-2 無機態ヒ素吸着率の推移

表-1 抽出液中における形態別ヒ素濃度(mg/L)

無機態ヒ素	有機態ヒ素
0.33	0.07

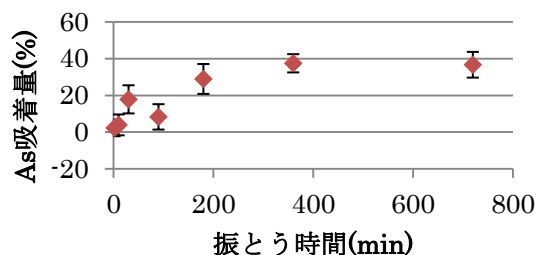


図-3 有機態ヒ素吸着率の推移

における吸着質添加量を示した. 地下水へ溶出するヒ素の割合は無機態ヒ素が約 8 割, 有機態ヒ素が約 2 割であった. 図-2, 図-3 にそれぞれ無機態ヒ素, 有機態ヒ素の吸着率の推移を示した. 無機態ヒ素の吸着率は振とう時間の経過に伴い, 一定の増加傾向を示し, 振とう 720 分後の吸着率は 66%を示した. 他方, 有機態ヒ素の吸着率は, 一定の増加傾向は見られなかったが, 振とう 360 分以降一定値を示し, 最大吸着率は 37%であった. このことは, 地下水へ溶出してくる無機態ヒ素・有機態ヒ素が G1 地下水層で吸着を受けることにより, 地下水中における有機態ヒ素の存在比率が相対的に高くなる事を示唆している. そのため, 地下水中をヒ素が流動する過程において有機態ヒ素の比率が高まっている可能性が示唆された.

4. まとめ

本研究では岐阜県西濃地域南部における G1 地下水圏での形態別のヒ素の吸着挙動調査を行った. 海成粘土層から地下水へ溶出する無機態・有機態ヒ素が, G1 地下水層堆積物へ吸着される過程において地下水中での有機態ヒ素の存在割合が高まっている可能性が示唆された.

参考文献

- 1) 吉村尚久・赤井純治 (2003) : 土壌および堆積物のヒ素の挙動と地下水汚染 - 総説 -, 地球科学 57 巻, pp137-154
- 2) 岐阜県 (2011) : 平成23年度地下水の水質調査結果
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kankyo/mizu/chikasui-kekka/H23.html>
- 3) 西澤貴樹, 加藤雅彦, 北澤 遥, 佐藤 健 (2011) : 濃尾平野西濃地域におけるヒ素の存在形態と地下水への溶出, 土木学会論文集 C, vol.68, No.4, pp670-679
- 4) 西澤貴樹, 加藤雅彦, 堀 晶子, 佐藤 健 (2012) : 濃尾平野西濃地域における地下水中へのヒ素の溶出メカニズム, 土木学会論文集 G, vol.68, No.7, III_507-III_515,