

濃尾平野南西部における溶存有機態炭素による地下水へのヒ素溶出の促進

岐阜大学 正会員 ○西澤 貴樹
岐阜大学 正会員 加藤 雅彦
岐阜大学 非会員 堀 晶子
岐阜大学 正会員 佐藤 健

1. 目的

濃尾平野南西部の第1礫層（G1、深度 50～80m）の一部の地下水からは、ヒ素が環境基準を超えて検出される。G1 は地表からの水の混入のほとんどない被圧帯水層となっていること、涵養域である平野北西部ではヒ素の検出は見られず平野南西部一帯の広範囲でヒ素の検出がみられることから、地層と地下水との相互反応により地層中に含まれるヒ素が溶出することが原因であると考えられる。

環境基準を超えるヒ素が検出される同様の事例は、大阪平野、熊本平野、仙台平野等で報告され、ベンガル平野では、WHO の指標値 0.01mg/L の数十倍と高濃度のヒ素に汚染された地下水の飲用により深刻な被害が発生している。ヒ素溶出のメカニズムの解明は、それぞれの地域において進んでいるが、ヒ素溶出の原因となる地層や溶出要因は、地域によって異なっており、濃尾平野におけるヒ素溶出メカニズムの報告例はない。

そこで本研究では、濃尾平野のヒ素が検出される地点のボーリングサンプルを用いて、溶出試験を行い、ヒ素の溶出メカニズムを考察した。

2. 実験方法

1) 堆積物のサンプリング

地下水にヒ素が検出される平野南西部の海津市 G₁ の上位には、濃尾層と呼ばれる砂・シルトからなる層が堆積し、濃尾層の上位には、南陽層と呼ばれる粘土層が 30m 程の厚さで堆積している（図-1）。このため、地表水の G₁ への混入はほとんどなく、G₁ 地下水へ影響を与えるのは G₁ 及びこれに接する濃尾層最下部の堆積物に限られると考えられる。

そこで、溶出試験には、平野南西部（海津市）において、中部地方整備局が掘削した G₁（深度 65～66m）及び濃尾層（深度 59m）の堆積物を用いた。比較のため、ヒ素の検出のない平野北西部（養老町）で中部地方整備局が掘削した G₁（深度 26～28m）及び南陽層（深度 22～23m）の堆積物を用いた。

各堆積物のヒ素及び有機物の溶出量及び含有量は表-1 のとおりであり、海津市濃尾層でヒ素溶出量、溶存有機態炭素(DOC)が高くなっている。

堆積物サンプルは、それぞれ風乾し、2mm で篩別し試験に用いた。

2) 水抽出及びフミン酸溶液抽出

ヒ素が検出される海津市の濃尾層の DOC が

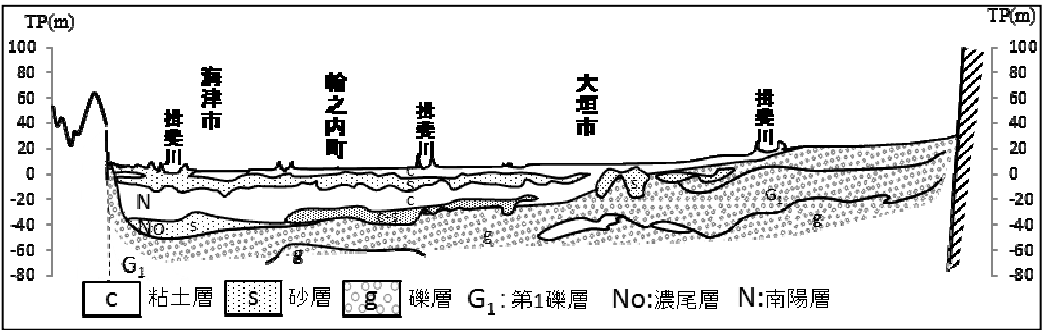


図-1 濃尾平野の地盤構造

表-1 堆積物サンプルからのヒ素等の溶出量と含有量

		ヒ素溶出量 (mg/kg)	DOC (mg/kg)	ヒ素含有量 (mg/kg)	全炭素量 (mg/kg)
養老町	南陽層	0.03	175	67.2	825
	G1	0.10	64.2	34.4	1600
海津市	濃尾層	0.57	822	81.9	22000
	G1	0.10	85.3	12.7	800

キーワード 濃尾平野，地下水，ヒ素，DOC

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 T E L 058-293-2402 岐阜大学 e-mail: o3812107@edu.gifu-u.ac.jp

高いこと（表-1）、また、DOCによりヒ素溶出が促進されることが報告されていることから¹⁾、以下の方法により、濃尾層からのヒ素溶出に関するDOCの影響を調査した。

水抽出（固液比 1:10）により水溶性ヒ素を除去した濃尾層及び南陽層の堆積物 1 g にフミン酸溶液（800mgC/L）あるいは純水を 10mL 添加し、24 時間振とう後ろ過し、溶出液のヒ素濃度を測定した。

3) フミン酸溶液による連続抽出

2)のフミン酸溶液抽出では、ヒ素含有量に比べて低い値であり、流動する地下水では、さらにヒ素が溶出する可能性があるため、濃尾層及び南陽層の堆積物について、フミン酸溶液での抽出を 5 回繰り返し行い、各溶出液のヒ素濃度を測定した。

3. 実験結果及び考察

1) 水抽出及びフミン酸溶液抽出によるヒ素溶出量

水溶性ヒ素を除去した海津市濃尾層及び養老町南陽層の堆積物について、フミン酸溶液で抽出を行なった結果、濃尾層で 0.28 mg/kg のヒ素が溶出した（表-2）。同様の堆積物について、水で抽出を行なったところ、ヒ素の溶出はみられなかったことから、地下水中の溶存有機物は、堆積物に含まれるヒ素の溶出を促進する効果があると考えられた。

養老町南陽層では、0.04mg/kg と溶出量は少なかったことから、濃尾層ではDOCを含む溶液で溶出しやすい形態のヒ素を多く含むことが示唆された。

2) フミン酸溶液による連続抽出

海津市濃尾層及び養老町南陽層の堆積物について、フミン酸溶液で 5 回抽出を繰り返した結果、濃尾層から 0.12～0.35mg/kg のヒ素が溶出した。1 回目の抽出では、0.35 mg/kg と比較的多くのヒ素が溶出し、2～5 回目までは、0.12～0.22mg/kg と概ね一定量を溶出し続ける傾向がみられた。（図-2）。

南陽層でも同様な傾向を示したが、溶出量は 0.02～0.04mg/kg と低かった。

これらのことから、海津市の濃尾層では、溶存有機物の作用により、流動する地下水中へ定常的にヒ素を溶出し続けることが示唆された。

表-2 フミン酸溶液での抽出によるヒ素溶出量(mg/kg)

	フミン酸溶液抽出	水抽出
海津市濃尾層	0.28	0
養老町南陽層	0.04	0

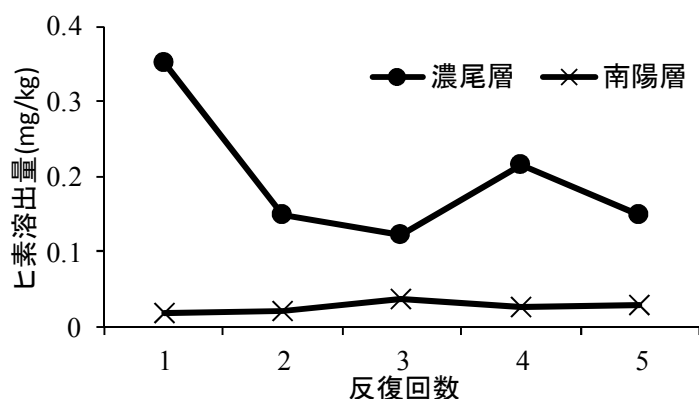


図-2 フミン酸溶液による繰り返し抽出によるヒ素溶出量

4. 結論

濃尾平野南西部（海津市）の G₁ 地下水で検出されるヒ素について、溶出要因の一つである溶存有機物の溶出促進効果を地層堆積物を用いた抽出試験により検証した結果、以下の知見を得た。

- 1) フミン酸溶液は、堆積物に含まれるヒ素を溶出する効果が高かったことから、平野南西部の海津市濃尾層に多く含まれる溶存有機物によって、地下水へのヒ素溶出が促進されることが考えられた。
- 2) フミン酸溶液による 5 回の連続抽出において、濃尾層で比較的高い濃度のヒ素を溶出し続けたことから、溶存有機物を含む地下水の流動に対して、濃尾層では定常的にヒ素を溶出し続けることが考えられた。
- 3) 以上のことから、濃尾層に比較的溶出しやすい形態で存在するヒ素が、濃尾層の溶存有機物によって溶出が促進され、これが定常化していることが、平野南西部の地下水からのヒ素検出の原因であると考えられた。

参考文献

- 1) Bauer, M. and Blodau, C. : Mobilization of arsenic by dissolved organic matter from iron oxides, soils and sediments, Sci. Total Environ., 354, pp.179- 190, 2006.