

[自主研究]

電気化学的手法による地下水中ヒ素のオンサイト 化学形態別分析法の開発

石山高 八戸昭一 佐坂公規 長森正尚 高橋基之

1 目的

埼玉県内には、環境基準(0.01mg/L)を超えるようなヒ素を含む地下水が数多く確認されている。本研究では、現在までにストリッピングボルタンメトリーを適用した地下水中ヒ素のオンサイト化学形態分析法を開発し、地下水中に含まれているヒ素の濃度レベルと存在形態を把握した。

今回は地質中からのヒ素溶出メカニズムを解析するため、地下水質特性とヒ素溶出量の関係について報告する。

2 方法

水には、イオン交換、逆浸透の順で精製した超純水を用いた。塩酸には、有害金属測定用を使用した。その他の試薬はすべて特級品とし、精製せずにそのまま使用した。

水素化物発生/原子吸光分析法により、地下水中全ヒ素濃度を測定した。地下水質特性を把握するため、ポータブル型の簡易計測機を用いてpH、電気伝導度、水温及び酸化還元電位(ORP)を現場で測定した。また、誘導結合プラズマ/発光分光分析法により、地下水中鉄濃度を分析した。

3 結果

埼玉県では、中西部、南東部及び北東部地域の井戸を中心に、環境基準を超えるヒ素が検出されている。調査地域周辺に汚染源となるような事業所は存在せず、比較的広範囲にわたって汚染が認められていることから、これらの事例は自然由来によるヒ素汚染と推察されている。

地下水質特性と全ヒ素濃度の関係を表1に示す。中西部地域の地下水は、ORPが-90~-140mVと低く、他の地域に比べ鉄濃度が高い傾向にあることが解った。これらの地下水は、採取直後の段階において無色透明であったことから、含まれている鉄は2価であると推察された。ヒ素汚染が深刻なインド西ベンガル州などでは、地質中における微生物活動により地下水が還元状態になると帯水層中の酸化鉄(III)が還元溶解し、それとともに酸化鉄表面に吸着していたヒ素が地下水中へと溶出すると報告されている(図1a)。埼玉県中西部地域では、このようなメカニズムにより、地質中に存在する自然由来のヒ素が溶出した可能性が考えられる。

南東部及び北東部地域の地下水はORPが低く、pHが7.0

~8.5と比較的高い傾向にあることが解った(表1)。これらの地下水の多くは鉄濃度が低いことから、中西部地域とは異なるメカニズムによりヒ素が溶出したものと思われる。酸化鉄表面に吸着したヒ素の脱着はpHに支配され、中性から弱アルカリ性の地下水に接するとヒ素脱着が促進されると報告されている(図1b)。これらの地域では、このようなメカニズムにより自然由来のヒ素が溶出したものと考えられる。

4 今後の研究方向

地下水中へのヒ素溶出メカニズムを明確にするため、汚染地域の周辺をボーリング調査し、地質中ヒ素の分布状況と存在形態を解析する。

表1 地下水質特性とヒ素濃度の関係

試料	場所	井戸情報(m)		全ヒ素(mg/L)	化学計測値					
		深さ	スローナー位置		pH	電気伝導度(mS/m)	水温(°C)	ORP(mV)	鉄濃度(mg/L)	
地下水A	中西部	15	不明	0.029	6.5	39	16	-110	31	
		20	不明	0.047	6.5	39	16	-100	18	
地下水B		15	不明	0.032	6.5	41	15	-92	25	
		20	不明	0.017	6.5	47	16	-140	31	
地下水C		16	不明	0.026	6.5	48	15	-140	31	
		30	不明	0.036	6.5	60	15	-90	28	
地下水D		南東部	30	不明	0.012	7.5	40	15	-3	<0.1
			25	不明	0.094	7.5	40	16	-140	1.8
地下水E			200	180	0.001	8.5	31	21	74	<0.1
	60		50	0.025	7.0	59	17	-150	10	
地下水F	60		不明	0.018	8.0	70	12	20	1.1	
	140		不明	0.010	7.5	44	18	-130	0.53	
地下水G	北東部		180	不明	0.033	8.1	21	17	-120	<0.1
			46	不明	0.012	8.1	35	18	-130	5.6
地下水H										

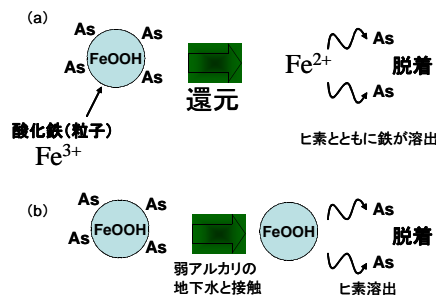


図1 地質中ヒ素の溶出メカニズム