

地下水ヒ素汚染問題に関わるサイクルでの微生物-鉄鉱物-有機物相互作用

Interactions among microbes, iron minerals and organic matters in arsenic contamination of groundwater

赤井 純治[1], Shamim Uddin[2]

Junji Akai[1], Uddin Shamim[2]

[1] 新潟大・理・地質, [2] A A N

[1] Departm. Geol. Fac. Sci. Niigata Univ., [2] AAN

バングラデシュ等での地下水ヒ素汚染は極めて深刻な環境問題である。環境鉱物学的視点からヒ素の集積と汚染原因の解明にむけ検討した。濃集、溶出、汚染水浄化の3つの中でそれぞれに異なった形で、微生物-鉄鉱物-有機物相互作用が重要な役割を果たし働いている事が明らかとなった。

1 井戸水：高いヒ素濃度とともにアンモニア、リン酸に富み、高いCOD値等、その水質が異常である。鉄バクテリア、とさらにこれとは異なるバクテリアがTEMで確認された。鉄酸化バクテリアは汲みだしと同時に大増殖し、ふつう数時間で井戸水は茶褐色に変色する。このバクテリアとそのバイオミネラリゼーション産物を確認した。これは鉄水酸化物というより、リンも多量に含み、非晶質であることが新たにわかった。リンはバクテリアのポリリン酸グラニュールに関係しているようである。

2 有機物へのヒ素濃集：これを検討する実験を行った。結果として、ある分解程度の有機物にヒ素の濃集がみられた。つまり、ヒ素が腐植（固体有機物、Humins）に吸収されている結果が得られた。地下水（As 0.8ppm）の中に浸したもので、数時間放置後、溶液中のヒ素濃度が激減することが観察された。

このことは、堆積物中ヒ素の4区分のstep by step分析（Leaching experiment）の結果で、有機物に結合したヒ素の存在に対応していると推定される。このような濃集がバングラの地層中でのヒ素濃集過程に働いていると考えられる。つまり従来からも、有機物に富む層にヒ素が多いことが、このような吸着による可能性を示している。さらに、続成過程でヒ素のreleaseにつながるかもしれない。このように吸着されたヒ素は固体有機物の形態が変化するなかで直接的吸着が変化していくと考えられる。また、この機構は新潟県佐渡等現在の潟・湖での底質へのヒ素の高濃度での濃集もうまく説明できる。

3 溶解実験：現地ですべての限り汚染しないようボーリング採取試料について、直ちにいくつかの栄養分を与えて、ヒ素が溶出するパターンを見ることができた。ここで特徴的なことは、ORP、ECの変化で、グルコース+ポリペプトンを栄養源として与えた場合と、異なる栄養源をあたえた場合の違いが明瞭にみられた。つまり、現在、ヒ素汚染の要因として農業用肥料、生活排水の影響を筆者らは強く疑っている。そこでこれらを用いての溶解実験も行った。その結果ORP値の変化はグルコース+ポリペプトンの場合と異なり急激には低下しないが、かなり時間的に遅れてヒ素溶出がみられた。現在、これらのバクテリアの遺伝子解析を進めている。

4 ヒ素汚染の地下水の浄化：これには多くの方法が提案されているが、安価で普及しうる方法としてサンドフィルター（AAN）法がある。この浄化のメカニズムについては不明のままであったが、サンドの表層には皮膜状物質が生成し、表層からすこし内部に入ると還元的状況になることがわかった。またこの部分にはヒ素はほとんど含まれない。バクテリアの生成産物が表層膜をつくり、浄化しているおり、これはバイオレメディエーションのひとつとも言えることがわかった。電顕下でそれを行っているバクテリアが、みいだされた。

以上、ヒ素の濃集と溶出、また汚染水浄化に異なった形ではあるが、微生物-鉄水酸化鉱物-有機物相互作用が働いていることが明らかとなった。