

Bangladesh・内モンゴルの地下水ヒ素汚染のヒ素の存在形態と可能な溶解モデル

Arsenic in sediments in Bangladesh and Inner Mongolia and possible model for release of arsenic into groundwater

赤井 純治[1], 吉村 尚久[2], 益田 晴恵[3], 伊藤 浩子[4]

Junji Akai[1], Takahisa Yoshimura[2], Harue Masuda[3], Hiroko Itoh[3]

[1] 新潟大・理・地質, [2] 新潟大, [3] 阪市大・理・地, [4] 阪市大・理・地球

[1] Departm. Geol. Fac. Sci. Niigata Univ., [2] Niigata Univ., [3] Dept. Geosci., Osaka City Univ.

Bangladesh等における地下水のヒ素汚染にかかわり、ヒ素の存在形態とその溶出メカニズムを検討した。 Bangladesh試料では黄鉄鉱、とくにフランクイタル黄鉄鉱、鉄(水)酸化鉱物にEDS分析の検出限界以上にヒ素を含んでいることがわかり、これらが地層中に分布する。また両地域の試料について、面分析から鉄とヒ素の強い相関がみられた。主要なヒ素の含有形態を吸着態と炭酸塩態、酸化物態、有機物態、難溶態の4つに区分し、それぞれのヒ素含有量をしらべた。概略、有機物態と難溶態とにヒ素が多く、次いで酸化物態に多く、炭酸塩態・吸着態にはあまり含まれないというのが特徴であった。

Bangladesh、内モンゴルなどアジアにおける地下水のヒ素汚染は深刻である。この汚染は人為的原因というより、基本的には自然的な過程で発生しているところに特徴がある。個々の鉱物にはヒ素含有量は必ずしも多くないが、その鉱物自体が多量に存在するものが重要で、また有機物も重要な堆積物の構成要素で、これにもヒ素が含まれることが報告されている(新潟大地下水ヒ素汚染研究G, 2000)。黄鉄鉱及び関連鉱物は酸化過程で溶解し、鉄(水)酸化鉱物等は還元過程が係わるだろうと考えられる。今回、ヒ素の存在形態、EPMA面分析、微生物との係わり等について、新たなデータを加えるとともに、これまでのデータを総合・総括して、地下水ヒ素汚染機構の可能なモデルを検討する。

Bangladesh、及び内モンゴルの堆積物(高存栄氏から提供いただいた)につき、鉱物としてヒ素を含むか否かを主な鉱物について分析電顕のEDS分析で、またヒ素分布パターンをEPMA(WDS)面分析で調べた。その結果、 Bangladesh試料では黄鉄鉱、とくにフランクイタル黄鉄鉱、その前駆鉱物、鉄(水)酸化鉱物にEDS分析の検出限界以上にヒ素を含んでいることがわかり、これらが地層中にやや不均一に分布する。また両地域の試料について、面分析から鉄とヒ素の強い相関がみられた。

ヒ素を含む鉱物・物質は確認されたが、しかしこれらの量的な見積もりができていなかったため、主要なヒ素の含有形態を吸着態と炭酸塩態、酸化物態、有機物態、難溶態の4つに区分し、それぞれのヒ素含有量をしらべた。この内、吸着態と炭酸塩態は粘土鉱物等に吸着された形で存在するもの及び炭酸塩鉱物に含まれるヒ素であり、酸化物態は主に鉄酸化物等、難溶態は硫化鉱物と珪酸塩鉱物と硫化鉱物の一部であるがヒ素の地球化学的挙動からはふつうは硫化鉱物と理解できる。試料は1999年応用地質研究会(RGAG)とAANの Bangladesh、ジェソール県シャムタ村共同調査の際得られた上部粘土層の泥質試料である。以下のような結果がえられた。

試料	吸着態と炭酸塩態	酸化物態	有機物態	難溶態	Total	
B20-9	0.1		2.7	2.9	2.1	7.9
B4-23	0.2		2.0	4.7	4.4	11.2
B7-45A (木片除去)	0.03		0.8	0.7	0.2	1.7
B7-45B (全試料)	0.2		1.5	2.8	0.9	5.2

(濃度は ppm.)

以上から、概略、有機物態と難溶態とにヒ素が多く、次いで酸化物態に多く、炭酸塩態・吸着態にはあまり含まれないというのが特徴である。また同じ試料で木片の有機物を除去したのもも検討し、結果として木片等にヒ素が捕えられていることが明らかになった。木片とは、有機物態であるとともにそこに付着する硫化物態他であろう。

さらに堆積物へ、酸、アルカリ、過酸化水素、等との反応での溶出実験を行い、ヒ素溶出の結果をえている(赤井他, 1999a)。

またヒ素の泥層から地下水中への溶解に対する、微生物の役割についての実験結果はすでに一部報告(赤井他, 1999b)したが、さらに補充実験を行った。地下の還元状態を想定した窒素雰囲気中でまたさらに還元性を促進させるためにグルコースを主体とする桜井培地で1週間、30℃で培養すると、多量のバクテリアが増殖し、泥層から培養液中にヒ素が溶出するのが観察されている。

以上のことから、またRGAGで調査された、地質、水文地質等のデータ(RGAG, 2000)も参考に、現在次のような溶解モデルを考えている：堆積物が非平衡な状態にあって、酸化的环境が保持されているところがあるとともに局所的に還元状態が進んでいるところもある。天然の安定な状態での地下水の流動があり、地下水位・水量が自然的な変化過程であるならば、現状が維持されるだろう。ところが、ここで地下水量が急激に多くなり、急激な環境変動が起れば、氧化物態、有機物態、難溶態、いずれかのヒ素含有物質・鉛物が不安定になり、ヒ素はその物質・鉛物とともに分解し地下水に移行する。この溶解過程についてさらに詳述する。

文献 赤井他(1999a), 地惑学会年会; 赤井他(1999b), 鉛物学会年会; 新潟大地下水ヒ素研究G(2000), 地球科学(印刷中); RGAG(2000), 地球科学(印刷中)