

バングラデシュ・マルア村における地下水ヒ素汚染の特性

宮崎大学 大学院工学研究科 博士前期課程 学生会員 工藤 一人
 宮崎大学 工学部 土木環境工学科 正会員 横田 漢
 宮崎大学 機器分析センター 非会員 田辺 公子
 宮崎大学 大学院工学研究科 博士後期課程 学生会員 濱部 和宏

1.はじめに

バングラデシュでは飲用水の95%を地下水に依存している。しかし、その地下水がヒ素に汚染され、多くの健康被害が報告されている。そこで、バングラデシュにおいて安全な水供給システムが緊急に求められている現在、安全な水供給システム確立と地下水ヒ素汚染への効果的な対策を立案するために地下水ヒ素汚染の実態、ヒ素溶出メカニズムの解明が急務であり、宮崎大学地下水ヒ素汚染研究グループは、2002年1月にバングラデシュ南西部マルア村でアジア砒素ネットワーク(AAN)および応用地質研究会ヒ素汚染研究グループ(RGAG)と共同して、全飲料用井戸のヒ素濃度測定調査およびボーリング調査を行った。同年5月にはRGAGによって追加ボーリング調査が行われた。本研究ではマルア村の全飲料用井戸における地下水ヒ素濃度調査、水質分析、地質調査等を行い、地下水ヒ素汚染の特性に関する考察を行った。

2.マルア村における地下水ヒ素汚染の現状

2002年1月にマルア村の地下水ヒ素汚染状況把握のために村に存在する全飲料用井戸277本の地下水ヒ素濃度測定を行った。測定方法は、アメリカ食品衛生法に規定されているグツァイト法を福岡市保険環境研究所の広中博見氏が簡便に測定できるように改良したグツァイト廣中変法(廣中式またはフィールドキットと呼ばれる、以下FK)で行った。その結果をFig.1に示す。その結果、日本の環境基準およびWHOの推奨基準である0.01mg/l以下のものは村全体で23%、バングラデシュの環境基準である0.05mg/l以下のものは36%存在した。村の東側の居住区(東パラ)では0.05mg/l以下のものは74%、西側の居住区(西パラ)では18%存在し、西パラにおいてヒ素濃度が高い井戸が多いことが明らかとなった。特に西パラの中でも中央部から南部にかけての汚染が最も深刻(最大0.95mg/l)であることが確認された。また、ヒ素濃度測定の際に井戸深度の聞き取り調査を行い、東パラは深度約15mの浅い井戸が多く、西パラは深度約40mの深い井戸が多いことが明らかとなった。よって、深度約40m付近の地下水がヒ素に汚染されているのではないかと考えられる。



Fig.1 マルア村の地下水ヒ素濃度分布

2002年1月および同年5月(RGAG)の調査においてマルア村中央部を中心とし、南北および東西方向に14ヶ所の観測井を設置した。ボーリング試験には“上総堀”(パーカッションリバースサーキュレーション工法, PRC)を用い、コアを1mごとに採取した。観測井は深度別の水質・地下水位を調べるために各地点で深さの異なるものを設置した。観測井の地下水ヒ素濃度を測定し、南北および東西断面におけるヒ素濃度分布と井戸深度との関係を考察した。観測井のヒ素濃度測定の結果より西パラ中央部から南部にかけての深度30~50mの地下水において高濃度のヒ素の分布が確認された。これは、飲料用井戸における地下水ヒ素濃度分布傾向と一致する。この地域はボーリング調査によって粘土を多く挟んでいることが確認され、その粘土からのヒ素の溶出が考えられる。(Fig.3,4)。

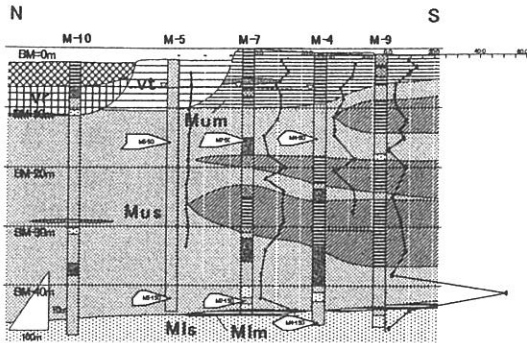


Fig.2 マルア村の南北断面図 (RGAG 2002)

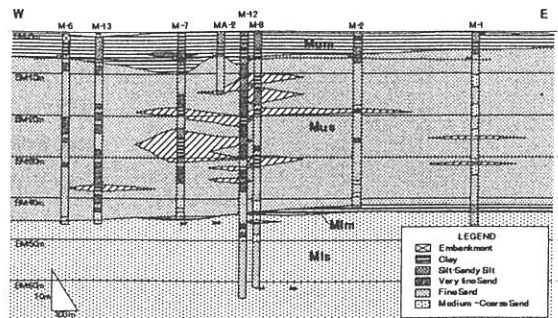


Fig.3 マルア村の東西断面図 (RGAG 2002)

3. 地下水の水質

2002年1月及び、2003年1月の調査において、マルア村の飲料用井戸および観測井（2002年1月のみ）の水質分析を行った。なお、イオンクロマトグラフィーによる測定は応用地質研究会によって行われたものである。

分析の結果、重炭酸、鉄、アンモニアの濃度が通常の地下水と比べてかなり高く、硝酸、亜硝酸の濃度が低かった。pHの平均値は7.5で弱アルカリ性を示し、ORP値は平均値が-123mVと地下水が還元状態であることを示した。

Fig.4はリン酸とヒ素の相関図であるが若干の相関が認められた。ヒ素とリン酸は競合イオンであり、リン酸による土壌中のヒ素の溶出促進が考えられる。その他にも鉄、アンモニアにおいて若干の相関が認められた。アンモニアやリン酸は人間活動における汚染の指標となる要素であり、肥料やし尿、生活排水等が地下にひきこまれ、微生物活動が活発になり還元状態になることで、ヒ素溶出が促進されているのではないかと考えられる。

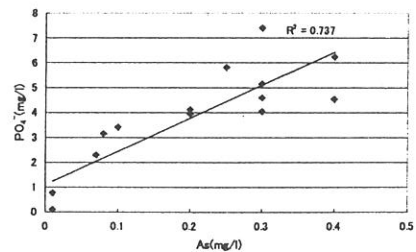


Fig.4 ヒ素とリン酸の相関図

4. まとめ

本研究の結論として以下のことが言える。

- ・ 西バラの中央部から南部にかけてヒ素濃度が高濃度である。
- ・ ヒ素濃度が低い井戸が多く分布する東バラの井戸深度は15m付近のものがほとんどであるのに対し、西バラの中央部から南部では、40m付近の井戸が多く存在した。
- ・ 西バラの中央部から南部にかけてのヒ素の高濃度地域の地層は粘土を多く挟んでおり、粘土からのヒ素の溶出が考えられる。
- ・ 生活排水、肥料の地下への流入により微生物活動が活発になり還元状態になることで、ヒ素溶出が促進される。

参考文献

- 1) 島村雅英・応用地質研究会ヒ素汚染研究グループ(2002) マルア村の地下水位と水質
- 2) 応用地質研究会ヒ素汚染研究グループ・宮崎大学地下水ヒ素汚染研究グループ、バングラデシュ西部シャムタ村における地下水ヒ素汚染と水門地質的背景、特集：アジア地下水ヒ素汚染の機構解明—とくにバングラデシュ調査について—、地球科学、2000