

CS-68

ガンジスデルタ地域における地下水ヒ素汚染の実態とその考察

宮崎大学大学院 学生員 田中 里歩
 宮崎大学工学部 正 員 横田 漢
 宮崎大学機器分析センター 田辺 公子
 宮崎大学農学部 秋吉 康弘

1. はじめに

インド西ベンガル州とバングラデシュにまたがるガンジスデルタ地域において、現在深刻なヒ素汚染が報告されている。史上最大規模ともいわれるヒ素汚染は西ベンガル州 18 県のうち 8 県で 38,000 km²にも及んでおり、患者数は 22 万人と推定されている。まだ調査中のため十分に特定されていないが、バングラデシュでも国土の半分は汚染され、患者も 100 万人を下らないといわれている。そこで我々は、バングラデシュ・ジェソール県にあるシャムタ村をモデル村として、1997 年 3 月（乾季）と 10 月（雨季）に現地調査を行った。

渡ってこのように分布する事実はヒ素汚染メカニズムの解明に役立つと考えられる。そこで、同年 10 月 8 日から 10 月 15 日まで我々は再び現地調査を行い、これらヒ素分布の原因を調べるため、37 個の井戸を対象に水位を測定し、そこで求めた地下水位等高線から地下水の流れを得た。またヒ素濃度も測定し、乾季時との比較を行うことで雨季時の特徴を求めた。本論文は、汚染実態を報告すると同時に、これら調査結果よりガンジスデルタ地域におけるヒ素汚染メカニズムを考察するものである。

2. 調査結果

2-1 雨季におけるヒ素濃度

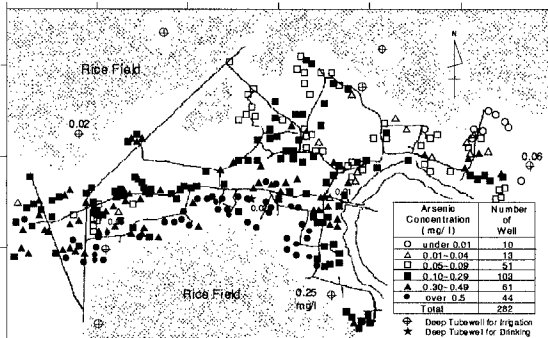


Fig.1 Distribution of Arsenic Contamination in Ground Water (Dry Season)

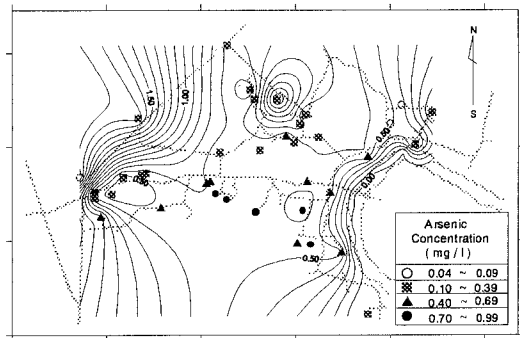


Fig.2 Distribution of Arsenic Contamination in Ground Water (Rainy Season)

3 月（乾季）に行った調査では、前報で示したように¹⁾、Fig-1 に示すヒ素汚染マップを得た。シャムタ村における全井戸 282 個の 95%が日本の環境基準で WHO の勧告基準である 0.01mg/l を超えており、ガンジスデルタのヒ素汚染地域の中でも極めて深刻な状況であるという結果であった。また北部から南部に向けて連続的にヒ素濃度が分布しており南部地域に高濃度のヒ素が東西方向へ帯状に分布していた。わずか 3.5 km²というガンジスデルタからみれば点にすぎない領域で、ヒ素濃度が 0.01mg/l から 0.05mg/l 以上に

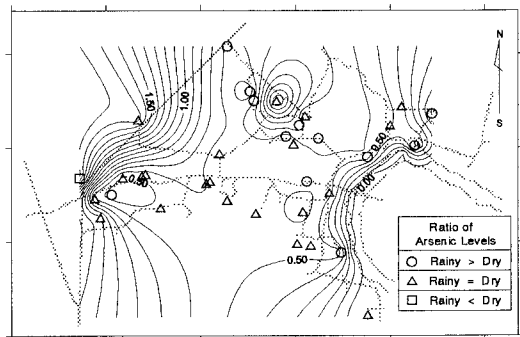


Fig.3 Ratio of Arsenic Levels in the Rainy Season to those in the Dry Season

キーワード : 地下水 ヒ素汚染 現地調査 ガンジスデルタ 地質

連絡先 : 宮崎大学工学部 宮崎市学園木花台西 1-1 Tel (0985) 58-2811 Fax (0985) 58-1673

雨季におけるヒ素汚染マップを Fig-2 に示す。図中の等高線は後述する地下水位のものである。これを見ても明らかなように、雨季におけるヒ素濃度分布も乾季時と同じように、村の北部から南に向かうほど高濃度になっており、また高濃度のヒ素が南部地域に東西方向へ帯状に分布している。

Fig-3 は乾季と雨季のヒ素濃度を比較したものであるが、雨季のヒ素濃度が低下した井戸は 1 個だけで、12 個の井戸では乾季に行った調査よりも雨季の濃度の方が 1.5 倍以上高く、残りの井戸はやや高くなっているかほぼ同じであった。すなわち乾季に比べ雨季のヒ素濃度が全体的に高くなっているといえる。

2-2 地下水位等高線

同一帯水層に属していると考えられる、37 個の井戸を調査対象として水位を測定し、その等高線図を求めた結果を Fig-4 に示す。同図は 10 月 10 日から 10 月 15 日までの 6 日間に渡って測定した水位を、一つの連続観測井戸で較正したものである。これを見ると、地下水は西から東へと流れており、また中央部分は低水位の広場となって滞留し、その後、南西部から川へと流出すると考えられる。北方では東と西の間が谷間となり、中央の地下水滞留部分と同じ水位で連続している。これより地下水は北から南の方にも流れていることが推察される。これら地下水の流れは、Fig-4 に矢印で示している。

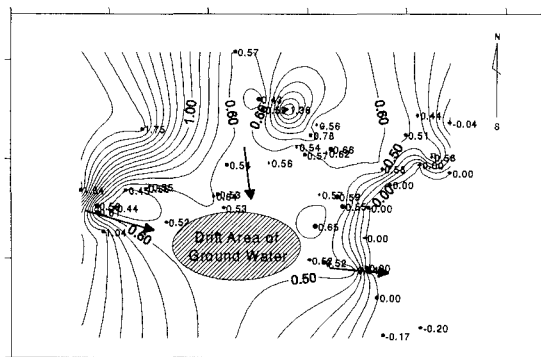


Fig.4 Contour Line of Ground Water Table

2-3 地下水の流れとヒ素汚染濃度分布

地下水位等高線より求めた地下水の流れとヒ素汚染濃度分布を比較してみると、高濃度のヒ素汚染地域は中央の地下水滞留部分とほぼ一致しており、これから地下水の滞留とヒ素濃度の関係が示唆される。また、東西方向への帯状の高濃度分布は東から西への地下水

の流れと概ね一致している。北から南への緩やかな流れは、シャムタ村の北部に分布している湿地帯流れてきているものと考えられ、南北方向の連続的なヒ素汚染濃度分布に対応している。（Fig-1, Fig-4 参照）

3. 考察

シャムタ村はガンジスデルタ氾濫原内に位置しており、そこには多数の旧河道が存在している。旧河道における地下水中には、ヒ素が多く含まれるというインド西ベンガル州での知見²⁾があり、前述の高濃度汚染地域に相当する東西方向への地下水の流路は、この旧河道である可能性が高い。

また北から南への地下水の流れは、北部地域のヒ素濃度が低いことや現在の河川も含めて湿地帯にヒ素は含有していないことから、湿地帯とつながっており、そこから流れてきている比較的新しい地下水であると考えられる。したがってヒ素は北へ向かうほど低くなっているものと考えられる。

乾季に比べて雨季におけるヒ素濃度が上昇していた原因として、以下のことが考えられる。(1) ヒ素を含んだ集積層に、雨季になり上昇した地下水が達したためヒ素が多く溶け出した。(2) ガンジスデルタに数多く存在している Minor-Aquifer（粘土層中の部分的な帯水層）には高濃度のヒ素が含まれているといわれており²⁾、これが地下水位の上昇によって全体的な帯水層に溶け出したため雨季のヒ素濃度が上昇した。

また、地下水位等高線の幅が狭くなっているところでヒ素濃度が大きく上昇している傾向がみられることから、地下水の流れが大きく変化するところでは、流れに乱れが生じ、ヒ素の流出が促進されていることが考えられる。

4. おわりに

本年の 4～5 月に現地でボーリング調査を行う。コアサンプルや地下水サンプルの分析等により、前述の考察を検証する。この結果については今後報告の予定である。また現地調査においてはアジアヒ素ネットワーク（AAN）の協力で行われた。ここに謝意を表する。

< 参考文献 >

- 1) 第 2 回 環境地盤工学シンポジウム
- 2) S.P.Shinha Ray : Arsenic in Ground Water in West Bengal