

## Bangladeshにおける飲料水ヒ素汚染に関する社会環境調査

萩原 良巳・萩原 清子\*・酒井 彰\*\*・山村 尊房\*\*\*  
畑山 満則・神谷 大介\*\*\*\*・坂本麻衣子\*\*\*\*\*・福島 陽介\*\*\*\*\*

\*東京都立大学都市科学研究科

\*\*流通科学大学商学部

\*\*\*アジア太平洋地球変動研究ネットワークセンター

\*\*\*\*琉球大学工学部環境建設工学科

\*\*\*\*\*京都大学大学院工学研究科

### 要 旨

近年、Bangladeshでは、飲料水のヒ素汚染が深刻な問題となっている。しかし、Bangladeshでは、ヒ素汚染問題だけではなく、洪水、渇水、塩害など多様な大災害を有しており、さらに経済的な貧しさもともなって、ヒ素汚染に対して非常に脆弱であると言える。本研究では、ヒ素汚染問題を考えるにあたって、現地の社会環境を十分考慮する必要があるという観点から、ヒ素汚染問題と社会環境を明確化し現地で受容可能な代替案を総合的に考察することを目的とする。そこで、まず調査票を作成し、実際に現地でインタビュー調査を行った。本稿ではそれらのデータに基づいた分析を行なう。

キーワード: Bangladesh, 飲料水ヒ素汚染, 社会環境調査,  
水の満足度判別関数, 不幸せ関数, 不信感構造モデル

### 1. はじめに

現在、世界各地で地下水のヒ素汚染が発見されている(D. G. Kinniburgh et al., 2000)。なかでも、Bangladeshは、経済的な貧しさ、多様な大災害(洪水、渇水、塩害など)、識字率(50%未満)を考えると、地下水ヒ素汚染に対して最も脆弱な地域の1つとして挙げることができるだろう。Photo1 に雨季の終わりころである9月初旬のダッカ近郊の洪水の様子を示す。

Bangladeshでは、飲料水のほとんどを井戸から得ており、現在、地下水のヒ素汚染が全国的な問題となっている。地下帯水層におけるヒ素の流出過程は未だ不確定な部分が多いが、ヒ素に汚染された水を飲みつづけると、皮膚病やガンなどの多様な症状をきたすことが分かっている(N. Singh et al., 2002)。しかし、Bangladeshでは、大災害による被害や経済的な貧しさにより、自力で有効な対策はほとんどなされておらず、他国や様々な機関からの技術的・経済的支援に頼っているのが現状である。

さらに、実際に現地を観てみると、こういった支援も効果を果たしていないものが多いことが分かる。こういった支援の多くは、単にヒ素を除去できる装置を現地に置いてくるというもので、現地では、使い勝手が悪い、メンテナンスが難しく費用も高い、本当にヒ素を除去できるのかわからないなどといった理由で実際には受け入れられていないのである。ヒ素汚染問題を考えるには、まず、現地の状況を把握し、その受容性を十分考慮する必要があるといえるだろう。



Photo 1 Flood of Bangladesh

そこで、本研究では、

- 1) 現地のヒ素汚染問題を考えるには、現地の社会環境を把握しなければならない、
- 2) ヒ素汚染問題は現地住民が抱える多くの問題の1つである、

といった観点から、ヒ素汚染問題と社会環境を明確化し、現地で受容可能な代替案を総合的に考察することを目的とする。このため、まず調査票を作成し、実際に現地でもインタビュー調査を行った。そして本稿では、現地のヒ素汚染問題を考えるため、以下の3つのモデル化を試みる。

- 1) 現地住民の水の満足度に着目し、数量化理論第Ⅱ類を用いてモデル化を行う。
- 2) 現地住民の不幸せさに着目し、数量化理論第Ⅲ類を用いてモデル化を行う。
- 3) そして、これらの結果を踏まえた上で、共分散構造分析によって住民の技術援助に対する不信感に関するモデル化を行なう。

これらをもとに現地における直接的なヒ素汚染対策の抱える問題の明確化と地域比較及び住民の技術援助に対する受容性の明確化を行い、問題解決の方向性を見出すこととする。

## 2. 地球規模の地下水ヒ素汚染の実態

### 2.1 飲料水ヒ素汚染

ヒ素は大気、土壌、岩石、水、有機体など、どこにでもある元素の一つである。ヒ素は気象、生物の活動、火山の噴火といった自然作用や、人間の活動にともなってその分布は変化する。ヒ素汚染問題の多くは自然作用が原因となったものであるが、人間の活動、つまり地域・都市開発、農業開発をはじめ、採掘活動、化石燃料の燃焼、ヒ素を用いた農薬、除草剤、乾燥剤の使用や、動物の餌の添加物への使用などによるものも原因となっている。近年、ヒ素を

用いた除草剤や木の防腐剤などの使用は減ってきているが、これらの影響は局所的であるにせよ数年間残る。

ヒ素汚染に関して、人間にとって最も直接的に脅威となるのは、飲料水のヒ素汚染であろう。現在ある限られた地域において、地下水の高濃度ヒ素汚染が発見されている。ヒ素に汚染された水を飲み続けるとガンなど多様な症状をきたし、死に至ることが分かっているが、地下水へのヒ素の流出過程は未だに不明な部分が多い。

### 2.2 世界における地下水ヒ素汚染の状況

ヒ素に対する分析技術の向上により、1993年、WHOは飲料水中のヒ素濃度基準を50 μg/l(0.05mg/l)から10 μg/lに下げた。多くの国々もWHO基準に合わせ、国の基準を10 μg/lに下げているが、その一方で、発展途上国では未だに50 μg/lを基準としているところも多い。というのも適切な測定設備がなく、より低濃度まで測定することが不可能なためである。

ヒ素濃度が50 μg/lを超える地下水の汚染が世界中で発見されている。なかでも深刻なのがインドのウエストベンガル、バングラデシュ、台湾、中国北部、ハンガリー、メキシコ、チリ、アルゼンチン、アメリカ合衆国各地(特に南西部)である。またタイ、ガーナ、ギリシャ、オーストリアでもヒ素汚染に関する問題が記録されている。さらに、アメリカ合衆国、日本、チリ、アルゼンチン、フランス、ドミニカ、カムチャッカではヒ素が温泉などの地熱水に混じって発見されたという記録もある(D. G. Kinniburgh et al., 2000)。現在、地下水ヒ素汚染の問題は多くの国で発見されつつある(Fig.1)。

以下、主要な国・地域ごとにヒ素汚染の現状を示す。

#### (1) ベンガル地域

爆発的な人口増加に伴う水利用の拡大により、バングラ



Fig. 1 Area of arsenic contamination (see D.G.Kinniburgh et al., 2000)

デシュとウエストベンガル<sup>3)</sup>で地下水ヒ素汚染問題が発見された。世界的にも最も深刻な地域である。地下水のヒ素濃度は幅広く、 $0.5 \mu\text{g/l}$  から  $3200 \mu\text{g/l}$  に及んでいる。この汚染は1980年代後半にウエストベンガルで、1993年にバングラデシュで初めて発見された。ウエストベンガルでは約5000人がヒ素に関連する疾患(皮膚の色素沈着も含む)であると診断され、バングラデシュでは最低でも6000~7000人が同様の疾患にかかっているとされている。

これらの地域では汚染された帯水層は一般的に浅く、100~150m以下である。ウエストベンガルのヒ素濃度が高い地下水の化学的な特徴は、鉄( $>0.2\text{mg/l}$ )、マンガン( $>0.5\text{mg/l}$ )、重炭酸塩( $>0.5\text{mg/l}$ )が高濃度であり、塩化物( $<60\text{mg/l}$ )、硫酸塩( $<1\text{mg/l}$ )、硝酸塩やフッ化物( $<1\text{mg/l}$ )が低濃度である。しかしこれらの要素とヒ素との相関関係は完全とは言いがたく、ふつう局所的にのみ適用される。例えば局所的にヒ素と鉄の相関を発見したとしても、概して他の領域には当てはまらない場合が多い。

## (2) 台湾

台湾の南西沿岸地方一帯はおそらく、ヒ素汚染による健康への害が発見された最初の場所である。1960年代に被害が発見されて以来、研究者たちによって詳細に記録されている。台湾では黒足病(当時は風土病と考えられていた)はもちろんのこと、内臓がんも確認されている。南西沿岸部ではヒ素濃度が $10 \mu\text{g/l}$  から  $1800 \mu\text{g/l}$  におよんでおり、 $50 \mu\text{g/l}$  以上の汚染が119の町で、また、 $350 \mu\text{g/l}$  以上の汚染が58の町で確認されている。

高濃度のヒ素は特に深い井戸で確認されており、浅い井戸では濃度は低いことが分かっている。

## (3) ベトナム

メコン川と紅河の大きなデルタ地帯は広く飲料水として利用されている。ベトナムにおける掘り抜き井戸の数は不明であるが、おそらく100万個に及ぶとされており、そのうち紅河のデルタ地帯だけで約15万個ある。これらのほとんどは私用の井戸である。

首都ハノイでは公共用水供給のため、広く地下水に頼っているが、地下水ヒ素汚染については最近まで知られていなかった。現在、UNICEF (United Nations Children's Fund), EAWAG (Swiss Federal Institute for Environment Science and Technology), CEC (Commission for Environmental Cooperation) がその汚染の範囲を調べている。ハノイでの予備調査結果として、市内の浅井戸、特に南部に重大な汚染があるという。地下水のヒ素濃度は季節と関係しており、特に雨季には高い。これは局所的水文学と関連づけることができる。

ヒ素汚染の調査は行われているものの、ベトナムではまだ汚染に対する意識は低いようである。

## (4) ハンガリー、ルーマニア

Great Hungarian Plain 南部およびルーマニア近隣においてヒ素濃度が $50 \mu\text{g/l}$  を超える地下水汚染が発見され、また $150 \mu\text{g/l}$  を超える汚染も確認されている。

80~560mの深い所の地下水は、鉄、アンモニア、さらには有機酸によってヒ素濃度が低減されている。しかし、堆積物が細かい粒状で、浅い所の地下水は最もヒ素濃度が高いと報告されている。

## (5) メキシコ

北メキシコのLagunera Region でヒ素による疾患が詳細に記録されている。乾燥した地域なので飲料水を得るにあたり地下水は非常に重要な供給源である。ヒ素濃度は $8 \mu\text{g/l}$  から  $624 \mu\text{g/l}$  であり、 $50 \mu\text{g/l}$  を超えるものもかなり多い。Lagunera Region において濃度が $50 \mu\text{g/l}$  以上の飲料水を摂取している人は40万人と見積もられている。この地域の地下水はフッ化物の濃度も高いことが知られている。

メキシコ北西部のSonora州でもまたヒ素汚染が発見されており、とくにHermosillo, Etchojoa, Magdalena, Caborca では高濃度である。これらの地域でもフッ化物の濃度が高く、ヒ素とフッ化物に関連があると考えられている。

## (6) チリ

1962年に北部でヒ素による疾患が確認された。典型的な症状として、皮膚色素沈着、皮膚角化症、皮膚がん、心臓血管及び呼吸疾患であるが、最近では肺がんや膀胱がんの原因にもなることが分かっており、また、ウイルス感染や口唇ヘルペスも引き起こすということも報告されている。Antofagasta では1989年から1993年に死亡した人の7%はヒ素に汚染された飲料水を飲み続けたことによることが分かっているが、これは汚染された水を飲み続けると死に至るということを示している。

チリ北部のAdministrative Region IIでは表流水と地下水の高い汚染が確認されている。乾燥した地域なので水資源は限られているが、濃度が $100 \mu\text{g/l}$  以下の汚染はまれであり、 $21,000 \mu\text{g/l}$  を超えるものも発見されている。

今日、主要都市ではアンデス山脈から流れるRiver Toconce やRiver Loa から取水し、浄化した後に使用しているため安全であるが、地方ではいまだに汚染された水をそのまま用いているところもある。

## (7) アルゼンチン

中央アルゼンチンのChaco-Pampean Plain は最も広範囲がヒ素に汚染された地域のひとつであり、その汚染面積は100万km<sup>2</sup>にも及び、ここでも皮膚疾患や内臓がんが報告

されている。この他にも、Cordoba で  $6\sim 11500\ \mu\text{g/l}$ 、Carcarana River Basin で  $10\sim 720\ \mu\text{g/l}$ 、La Pampa Province で  $4\sim 5280\ \mu\text{g/l}$  の汚染が発見されている。

#### (8) アメリカ合衆国

アメリカ合衆国では様々な地域でヒ素汚染が報告されているが、なかでも南西部(Nevada 州, California 州, Arizona 州)で深刻で、また詳細に記録されている。Nevada 州では少なくとも 1000 の私用の井戸があり、Nevada 州の Fallon(人口 8000 人)では濃度が  $100\ \mu\text{g/l}$  ほどの汚染があり、長年何の処理もなしに用いられてきた。住民は将来の健康への影響に関して非常に関心を抱いている。

このほかにも様々な地域で採掘活動にともなった汚染もあり、アラスカの Fairbanks 金山, アイダホの Coeur d'Alene Pb-Zn-Ag mining area, カリフォルニアの Leviathan Mine, ネバダの Kelly Creek Valley, モンタナの Clark Fork river, 南ダコタの Lake Oahe などで確認されている。

さらに地熱水に伴った汚染もあり、カリフォルニアの Honey Lake Basin, Imperial Valley, Coso Hot Spring, ネバダの Steamboat Spring, また Yellowstone National Park でも確認されている。

#### (9) タイ

タイ南部の Ron Phibun で採掘活動にともなってヒ素が発生したというケースが記録されている。1987 年に初めてヒ素に関する疾患として、約 1000 人ものが皮膚病と診断された。地下の浅いところではヒ素濃度が  $5000\ \mu\text{g/l}$  にも及ぶ場所があるが深いところでは比較的汚染が少ないようである。

#### (10) ガーナ

ガーナは金が採掘でき、19 世紀から採掘活動は行われている。その採掘量は今日世界の 3 分の 1 を占めており、最も主要な地域はガーナ中央の Ashanti Region である。採掘活動にともない鉱山周辺の土、川や地下水では高濃度の汚染が確認された。だが鉱山付近でも浅い井戸がほとんど汚染されていないものもあり、これはヒ素の酸化鉄の吸着作用であると考えられている。

#### (11) その他

この他の地域として、九州において地熱水で  $500\sim 4600\ \mu\text{g/l}$  のヒ素が確認されており、また、ニュージーランドでも Wairakei で  $3800\ \mu\text{g/l}$  の濃度が確認されていて、この地熱水が近くの川に混じって、川がヒ素に汚染されている。しかし下流に行くほど汚染は減少しているようである。

### 3. バングラデシュにおける多様な大災害

バングラデシュは 1999 年の推定人口は 1.28 億人で、国土は  $14.8\ \text{万}\text{km}^2$ 、人口密度は  $860\ \text{人}/\text{km}^2$ 、都市人口は 20%で、そのうち首都ダッカが 53%(約 1,356 万人)を占めている。また、河川などの水面面積 6.7%、耕作面積 59%、森林面積 16%という典型的な農業国である。1971 年にパキスタンから独立して以来 30 年が経つが、国情が安定してから 10 年ほどしか経っておらず、開発途上国共通の人口爆発を起こし世界の最貧国の 1 つ(1 人あたりの GNP は 350US ドル、世界で 140 番目)になっている。また識字率は 50%未満(農村では 20%以下の地域も多い)である(Fig.2)。主な自然災害として洪水、渇水、海岸の浸食及び地下水の海水化が挙げられる(萩原ら, 2003)。自然災害は火山災害を除けば、わが国でみられる災害を全て有している。

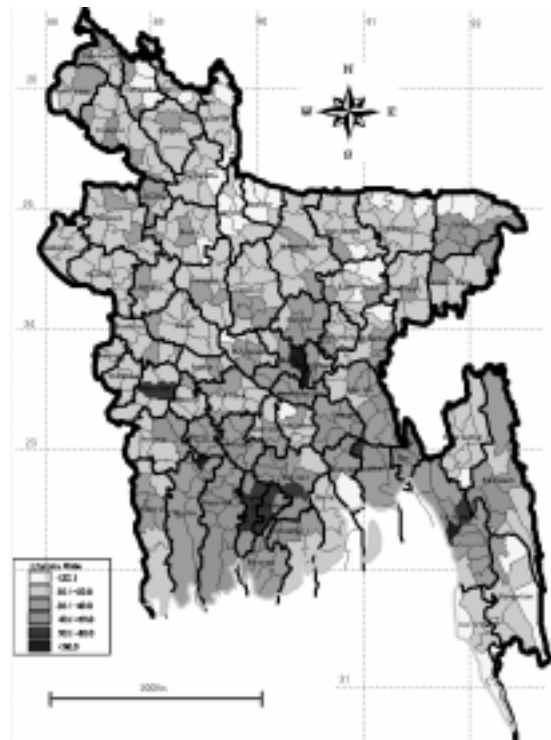


Fig. 2 Literacy data (see Hagihara et al., 2003)

#### 3.1 洪水災害

バングラデシュでは国土の約 7%が河川によって占められ、頻繁に洪水に見舞われる。洪水氾濫地域は国土の 80%にも及び、これは大規模なサイクロンによる降水や潮流、またヒマラヤ山脈の雪解け水の流入によるフラッシュに起因している。最近では 1987 年、1988 年、1998 年に大水害に見舞われた。

1987 年、バングラデシュ北西部を襲った大洪水はその被害の大きさから「60 年ぶり」と言われた。国土の 4 分の 1 以上が洪水の被害を受け、700 人以上が死亡、被災者は 1,800 万人にも達した。

1988 年の洪水では、国土の 4 分の 3 が冠水し、死者は

2,000人、被災者は3,500万人、72万個の家屋と1,300の橋が流失し、10万頭の家畜が溺死したと推定されている。首都ダッカも冠水し、空港も閉鎖され、バングラデシュの経済活動は麻痺状態となった。この年の洪水は「100年に一度の大洪水」、「史上最悪の大洪水」と呼ばれる。

これらの経験をもとにバングラデシュ政府は洪水対策を講じ、特に首都ダッカを堤防(現在未完成)で囲むことによって、さながら一大輪中地帯を形成し被害軽減を図った。

そして1998年、今世紀最大といわれる規模の洪水がバングラデシュを襲った。国土の4分の3強が浸水し、死者1,000人、一時避難者1,000万人以上、総被災者数は3,000万人にものぼったと推定されている。堤防を越えるほどの洪水であったが、それでも政府の対策が功を奏し、洪水による直接的な被害は大幅に軽減された。しかし、今度は堤防で囲まれていたため、都市部での水の引きが悪くなり、およそ1ヶ月も市内に水が留まっていた。このような点から、1987年、1988年の洪水とは質の異なる被害をもたらしたといえる。

### 3.2 渇水災害

ガンジス河の全長は約2,476kmで、うちバングラデシュにおける河長は約305kmである。渇水は3、4、5月に発生し、バングラデシュ北西部において渇水被害が大きい。また、国境付近にインドがファラカ堰を建設したため、ガンジス河は河道や流量が安定していない。このため、米作は不確実性が高かった。しかし、この地域にはBarendra Multiple Development Authority(不毛地多目的開発機関)がおかれており、最近では地下水を主とした政府による渇水プロジェクトが成功を収め、1987年には砂漠で人も住んでいなかったこの地に現在ではマスタード畑が広がっている。しかしながら、地下水量も実際はガンジス河の表流量と関連があるので、不確実性に対する将来的な不安は未だ残っている。

### 3.3 海岸の侵食及び地下水の塩害

南部の海岸では年々海水位が上昇し、灌漑や飲料水の確保に影響を及ぼすようになってきている。これは最近10年ほどで見られるようになった現象で、気候の変動との関連が調査されている。

### 3.4 飲料水ヒ素汚染災害

上記の自然災害に加えて、近年バングラデシュでは井戸水のヒ素汚染が非常に深刻な問題となっている。ヒ素に汚染された水を30年間におよんで摂取しつづけると肝臓ガンとして発病することなどが分かっているが、ヒ素汚染の被害者に対する有効な薬といったものはなく、特別なヒ素治療というものも存在しない。Cittagong Hill Tractsを除いたバングラデシュの3,354個の井戸水調査によると、対

象とした井戸の27%が150mよりも浅い井戸で、バングラデシュ国内における飲料水の標準ヒ素含有量許容基準50 $\mu\text{g/l}$ (以下B基準とする)を超えるヒ素が検出された。また対象とした井戸の46%からは、WHOのガイドラインであるヒ素含有量許容基準10 $\mu\text{g/l}$ (以下W基準とする)を超えるヒ素が検出された。ところでバングラデシュ国内には6,000万~1億本の井戸があると考えられており、そのほとんどが10~50mの深さのものである。このことと上記調査結果から、B基準を超える汚染状況の井戸は1,500万~2,500万本にも及び、またヒ素汚染を被っている人数について、ヒ素に曝されているのはB基準以上で3,500万人、W基準以上で5,700万人であると見積もられている。ヒ素汚染には明確な地域差が存在し、南部・南東部で汚染が最も激しく、北西部・北部中央の高地が最も汚染が少ない(Fig.3)。しかし1つの村のなかでも、井戸と井戸との関係は複雑であり、新しく設ける井戸の汚染状態を近くの井戸から予測するのは難しい。

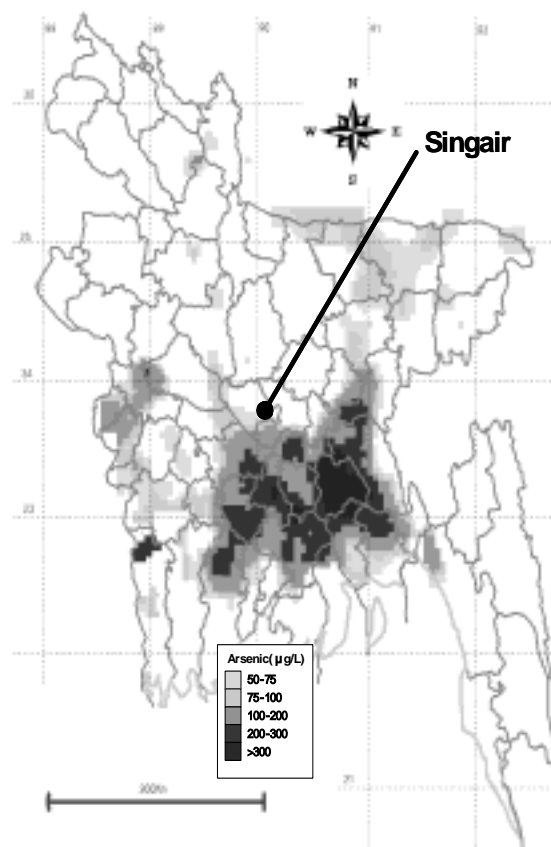


Fig. 3 Areas affected by arsenic and area of Singair (see Hagihara et al., 2003)

ヒ素は天然に存在する物質であり、その流出メカニズムは完全には明らかにはされていないが、鉄とヒ素の分布には関連があり、土中の酸化鉄の還元作用によりヒ素(V)が毒性のあるヒ素(III)へと還元され流出する(酸化鉄還元仮説)と広く考えられている。現在、バングラデシュ北西部と北東部ではヒ素汚染はあまり観測されていないが、鉄は多く観測されており、またバングラデシュはガンジス河、ブ

ラマプトラ川、メグナ川によって形成されるデルタ地帯に位置し、河床が非常に変動しやすい場所にあることを考えれば、これらの地域もまた、潜在的な汚染に曝されていると言えるだろう。

Fig.2 及び Fig.3 によればヒ素汚染の激しい南部において識字率は比較的高めになっている事がわかる。ヒ素汚染の激しい南部において、このことは楽観的な要素と言えるだろう。なぜなら識字率が高いということは、相対的に裕福な人々(精神的 and/or 金銭的)が居住している地域であり、教育を受けている者が多いということに結びつく。このような人々の間では、ヒ素汚染に対する認識と警戒が十分に行き渡り、ヒ素除去装置の設置等、自衛策を進んで行うようになると考えられる。

こういった南部よりも迅速な対応が望まれる地域は、ブラマプトラ川沿岸やバングラデシュ北東部及び北西部であると考えられる。というのは、これらの地域では現在でもヒ素汚染被害が見られるが、上記のように鉄が多く潜在的な汚染の危険性にさらされている上、識字率が低い。つまりこれらの地域では情報伝達の効率の悪さから、ヒ素汚染の認識と警戒が希薄であり、また、たとえ対策しようにも資金不足で不可能である場合が多いと考えられる。

## 4. 現地社会調査

### 4.1 調査地域の選定

調査地域の選定にあたっては、現地 NPO(Non-Profit Organization)との打ち合わせの結果、基本的にヒ素による人的被害が少ない地域を選ぶことにした。人的被害が多い地域では、我々日本人が行くことにより過剰な期待を与え、またその期待に応えられない時、人々の心をひどく傷つけ、逆なでする恐れがある。その上、我々自身が救援活動などにまわらねばならない可能性もあり、これらのことを考えると現実的に調査やインタビューをすることは現地 NPO の意見を参考にして不可能であると判断したからである。また、現地 NPO によるインタビューの実施期間は 2003 年 9 月から 11 月にかけてであり、雨季の場合は洪水で行けなくなる地域もあるため洪水被害のない地域を選ぶ。さらに費用のことを考えると、首都ダッカ近郊であることが望ましい。

以上の条件をふまえた上で、村の経済状態及びヒ素の汚染状況が全く異なる 2 つの村 Azimpur(アゼンプル)及び Ghora(グローラ)を現地 NPO と議論をして選んだ。これらの村は Manikganj 地方の Singair(ダッカから西へ約 27km, Fig.3 に示す)にあり、互いに約 4km 離れている。UNO (The Upazilla Administrative(Nirbahi) office)<sup>注1)</sup> と DPHE (Department of Public health Engineering)によれば、Singair においてアゼンプルは最もヒ素に汚染された地域の 1 つで、経済的にも貧しく、またグローラは最もヒ素に

汚染されていない地域の 1 つで、経済的にも豊かであるということが分かっている。なお UNO によると、おおよそ、アゼンプルの人口は 4000 人、識字率は 25%、tube well(地下水をくみ上げるポンプ)の数は 400 であり、グローラでは人口 1500 人、識字率は 53%、tube well の数は 300 である。

## 4.2 調査票の作成

以下の 5 つの段階を通じて、質問紙を作成した。

### (1) 質問項目素案の作成

ヒ素汚染とでの対策についての調査結果をもとに、生活者のヒ素汚染に対する認知、汚染飲料水に対する意識の構造を明らかにするための質問項目を、研究グループで検討した。対象地域における社会的な脆弱性と受容性を計量化するために必要と思われる質問をブレインストーミングにより作成し、それらを集めたものを素案とした。この段階では質問は約 100 項目であった。

### (2) 質問項目の分類と項目の絞込み

(1)での素案を KJ 法(川喜多, 1966)により経験、現在の飲料水、ヒ素の知識、水汲み、ヒ素に関する意識、飲料水に対する安全意識、利用意思、協力意思の 9 つのグループに分類し、重複した項目や、調査の目的から外れた項目を取り除くことで、項目を絞った。

社会調査は、バングラデシュの現地協力者を調査員(インタビュアー)とする、訪問面接形式で行う。このことを考慮し、調査員の違いによる質問項目への認識の相違を押し、短期間の調査で、多くの調査結果を得られることを目的として、以下の点に考慮し、質問項目の絞込みと修正を行った。1)質問文を簡潔にする、2)専門用語をなくし、誰もが理解できる言葉で表現する、3)意味や範囲が不明確な言葉は使わない(使う場合は説明をつける)、4)誘導的な質問をしない、5)1 つの質問で複数のことを聞かない、5)必要以上にプライバシーにふれない、6)質問相手を明確にする、7)自由回答方式をなくし、選択形式をとる。

これにより質問項目は約 50 項目に絞られた。

### (3) 質問順序の検討

9 つのグループに分類した上記の質問項目を ISM 法(飯田ら, 1992; 森野, 2003)により構造化した。この結果、これまでの「経験」が「現在の行動」・「ヒ素に関する知識と意識」を決定しており、これにより「飲料水に対する意識」の中にリスクという考え方が追加される。この意識が、飲料水に対する不安感を募らせ、オプションの必要性を認識させることによって「オプションに対する考え」が変化し、利用意思やそのための活動への参加意思が生まれるという構造になった。この構造化にもとづき質問項目の順序

を決定した。

#### (4) 質問紙の翻訳

調査対象地域はバングラデシュであり、調査員は現地住民であるため、質問紙の翻訳が必要となる。まず(3)の結果を英訳し、研究グループでのチェックを行った。これより明らかになった、質問項目の不明確な部分を修正し、さらにベンガル語訳を現地協力者に行ってもらった。

#### (5) プレテストの実施と最終調整

研究グループが現地調査のため対象地域を訪れた際に、本調査実施前に限られた数の人々に対して行う準備調査であるプレテストを調査員に2回行ってもらい、そのたびに質問項目や回答選択肢に関する疑問点を挙げてもらった。日本との文化の違いや、翻訳段階での翻訳者の誤認識によりいくつかの修正が必要となったため、質問項目を修正した。2回目の修正版をもって、完成とした。質問票は5つの大項目【個人情報】、【水に関する行動】、【水に関する知識】、【オプションの使用】、【生活状況】からなり、項目数は50である。

### 4.3 調査の実施

現地でインタビューを行ったのは、現地NPOである、EPRC(ENVIRONMENT AND POPULATION RESEARCH CENTER)のRajib氏、Azad氏、Tofayel氏、であり、現地調査はEPRCの3人と、Bilqis 京都大学防災研究所客員教授(8月19日出発、9月10日帰国)、酒井彰(8月28日出発、9月10日帰国)、山村尊房(9月2日出発、10日帰国)、畑山満則、福島陽介(9月2日出発、9日帰国)の8人で行った。なお、インタビューに日本人の我々が関わると、回答者に対して何らかのバイアスを与えてしまう恐れがあるため、インタビューの様子を視察するために酒井が少し同行した他は、日本人はインタビューに関わらないようにした。

現地調査後、現地NPOによりインタビューが行われた。進捗状況を管理するため、50サンプルごとに日本に送付する形をとり、全200サンプルがそろったのは10月末だった。幸い紛失はなかったものの、現地の郵便事情を考えると郵便物の紛失の恐れがあるため、現地でコピーを取り、EPRCでコピーを保管、原版を日本に送ることとした。

現地調査で観た限りでは、アゼンプルの1つの集落だけで、10数個のヒ素除去フィルターがあった。しかし、使用されているものは、2つで、住民たちだけでメンテナンスを行え、安全性にも信頼できるとされているものは1つだけだった。このフィルターは付近住民で共有しているとのことである。

また、ヒ素に汚染されていない(現地ではヒ素に汚染された井戸は赤、汚染されていない井戸は緑に塗って区別して

いる)、水質的にも信頼できる井戸は1つで、これは7年前に造られた個人所有の井戸であった。この井戸は付近住民で共有されており、なかには15分以上かけて汲みにくる人もいるとのことである。この井戸の所有者は飲料用に汲みに来られる分には問題ないとのことであった。Photo2は付近住民で共有されているフィルターである。9ヶ月前に導入され、今まで1度もメンテナンスが行われておらず、安全性は不明であるが、使用されていた。



Photo 2 Arsenic removal device

## 5. 調査結果と関連分析

### 5.1 調査結果のデータベース化

調査票の修正前にとられた全13サンプルはold typeとして、修正後のサンプルとは区別して入力した。現地調査後、50サンプル送られてくるたびにエクセルシートに入力した。

質問ごとに通し番号があるとはいえ、調査票はベンガル語であるので、英語版の調査票と見比べ、対応させながら入力しなければならず、かなり骨の折れる作業だった。ベンガル語の数字はすぐに覚えることができたが、現地スタッフのくずれた数字を読むのは日本人の著者にとっては容易ではなく、そのたびにBilqisに尋ねた。また質問『{21}ヒ素汚染に関する情報源』と『{51}現在悩んでいる事』に関しては、others(what?)という回答が多く(すなわち、想定していた選択肢以外の回答が比較的多かった)、(what?)に関してもベンガル語で記述してあるため、同様にBilqisに尋ねることとなった。さらに、noteとしてベンガル語で記述してあるものなど、Bilqisに尋ねても分からないことは、Bilqisにメールで現地スタッフに聞いていただいた。

質問項目に関して、{21}はothers(what?)としてtesterといった回答がかなり多かったので、testerという欄を加えて入力した。testerとは政府が行う井戸のヒ素汚染検査者のことである。{51}でもothers(what?)としてfamily, housework, psychologicalを新たに欄を加えて入力した。familyとは子供、子供の教育、子供の結婚式の総称、

housework は家事，調理の総称，psychological は，様々なこと，つまり多すぎてしぼれず、心理的にまいつているという意味で用いている。

## 5.2 単純集計とその考察

### (1) 単純集計結果

アゼンブル 110 サンプル，グローラ 103 サンプルに関して，アゼンブル(A)，グローラ(G)，アゼンブルとグローラの合計(A+G)としてその集計結果をまとめた。

### (2) 単純集計結果の考察

アゼンブルとグローラにおいて，比較的大きな違いがあったのは，識字，職業，井戸の色，水に関する行動や心理，薬が手に入りやすいか否か，である。これはアゼンブルが貧しくて，ヒ素汚染が激しく，比較的商店などが近くにある，にぎやかな地域であること，またグローラが豊かで，ヒ素汚染が少なく，商店などがほとんどない地域であるということを考えれば，ほぼ当然な結果といえるだろう。また知識や関心に関することは，2つの村で似たような結果であった。すなわち汚染程度にかかわらず，ほとんどの住民はヒ素汚染に関する知識や関心をもっているようで，安全性の改善のためにはコスト(金銭的 and/or 肉体的)をかけるといっている人も多く，ヒ素汚染に対する意識の高さがうかがえる。ただ，ヒ素が技術的に除去できることを知らない人も多い。また，現在悩んでいることに関しては，ほぼ半数の人が仕事や収入に悩みを持っており，次にヒ素問題を悩んでいる人が多いが，悩みが多すぎてしぼれないという人が3分の1を占めている。現地住民は経済的な貧しさやヒ素汚染問題だけではなく，多様な問題を抱えているといえるだろう。また[21]の情報の入手手段(複数回答可)であるが，コミュニティー関連(近所の人，コミュニティー，家族)，メディア関連(テレビ，ラジオ)，キャンペーン関連(キャンペーン，テスター)と大きく3種に分けて考えると，アゼンブルでは，それぞれ54人，71人，69人であり，グローラでは，54人，71人，49人である。どれも重要な情報源であるといえるが，アゼンブルでは特に，コミュニティーとメディアが，グローラではメディアが大きな役割を担っている事がわかる。

## 5.3 調査項目の関連分析

集計結果をもとに，ここでは回答の類似傾向や以降の分析のための重要な項目を見出すため，調査項目(アイテム)の関連分析を行う。すなわち，全50もの質問項目を重要な項目により，ある程度集約することとする。ここでは， $\chi^2$ 値をもとに2つの項目の関連度合いを測ることができる，クラメールの $\Phi$ 一般化関連係数(篠原，1989)(以下クラメールの関連係数)を用いる。クラメールの関連係数は，0

から1の値をとり，数値が1に近いほど関連が強く，0に近いほど関連が弱い。一般的に0.1以上であれば関連があるとされている。

$$\text{クラメールの関連係数} = \left[ \chi^2 / \{N(k-1)\} \right]^{1/2} \quad (1)$$

ただし $\chi^2$ はカイ2乗値， $N$ はサンプル数， $k$ は2項目のカテゴリー数(選択肢の数)の少ない方の数である。ただしここでは，項目間の一般的な関連をみるため，2つの村の合計213サンプルを用いた。

この係数を，5つの大項目ごとに出し，関連の強さを明確化するため，便宜上，0.3以上ならば●，0.2以上0.3未満ならば◎，0.1以上0.2未満ならば○，0.1未満ならば空白としてTable1に表した。すなわち●は非常に強い関連，◎は強い関連，○は関連がある，ということの意味している。ただし，クラメールの関連係数は複数回答には適用できないので，基本的に複数回答の項目は外した。なお，Table1をもとにした関連の構造図をFig.4からFig.8に示す。

1 personal data	
(1)sex (2)age (3)literacy (4)living year (5)occupation (7')children (7) family	(1) (2) (3) (4) (5) (7') (7)
2 current action	
(8)private well (9)removal option (10)quantity (11)quality (12)safety (15)satisfied water? (17)physical burden (18)how much time? (19)accessible	(8) (9) (10) (11) (12) (15) (17) (18) (19)
3 current awareness	
(20)knowledge (22)color marked? (23)color meaning (24)well colored? (25)what color? (26)harmfulness (27)affection (28)health (29)technical measure (30)additional option	(20) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30)
4 consideration of using option	
(31)use well? (32)drinking purpose (33)concern contamination (34)mitigation option (36)use safewell (39)public or individual (41)willing to pay (42)how to bear(safety) (43)how to bear(quality) (44)how to bear(quantity)	(31) (32) (33) (34) (36) (39) (41) (42) (43) (44)
5 your daily life	
(51a)worry arsenic (52)take medicine (53)available (54)doctor (55)living environment (56)social issues (57)satisfied your life?	(51a) (52) (53) (54) (55) (56) (57)

Table 1 Relation of items



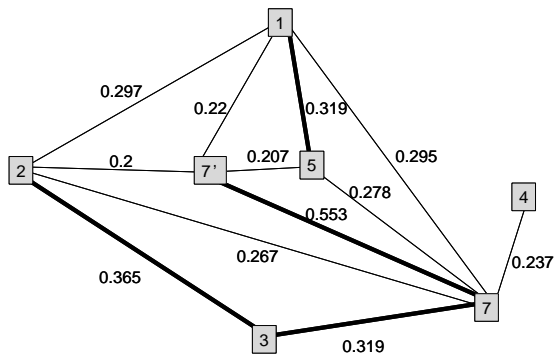


Fig. 4 Personal data

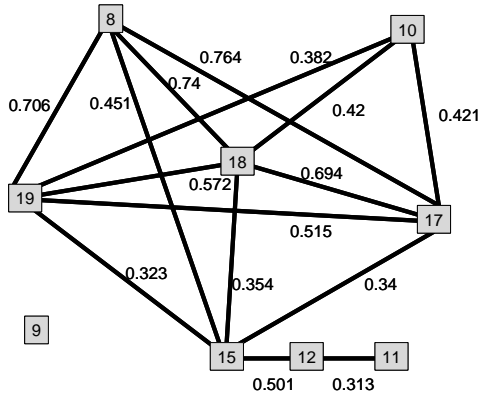


Fig. 5 Current action

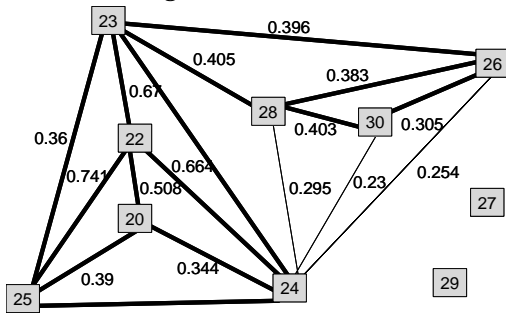


Fig. 6 Current awareness

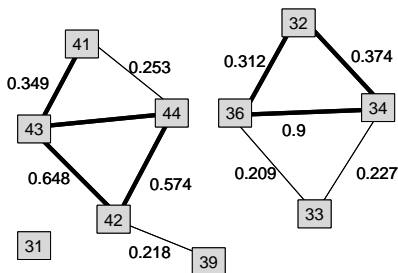


Fig. 7 Consideration of using option

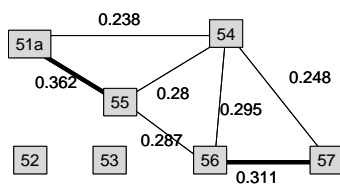


Fig. 8 Your daily life

Table1 から、大項目 1【個人情報】に関しては、『{7}家族数』が全てと強い関連を示しており、大項目 2【水に関する行動】に関しては、多くの項目が互いに強く関連しあっていることが分かる。また大項目 3【水に関する知識】に関しては、特に{20}~{25}の項目が互いに強く関連しており、大項目 4【オプションの使用】及び大項目 5【生活状況】に関しては項目内においては、強い関連はあまりない事が分かる。

さらに、Table1 をもとに各大項目ごとにおける、各項目(アイテム)の重要性が評価できる。すなわち●や◎が多い項目が特に重要、つまり代表項目であると考えた。●や◎が多いと、その項目 1 つで、より多くの項目を説明できるためである。

## 6. 数量化理論による分析

### 6.1 概要

ここでは、社会調査データをもとに、村及び家長の職業による違いを明確化するため、数量化理論(安田ら、1976)を用いて分析を行う。6.2 で数量化理論第Ⅱ類を用いて、水の満足度に関する要因を明らかにし、また 6.3 では数量化理論第Ⅲ類を用いて、不幸せさに関する要因を明らかにする。そして各々に関して、村及び職業による違いを考察する。

### 6.2 住民の飲料水の満足度に関する分析と考察

#### (1) 分析の前提

ここでは、2 つの村の住民の飲料水への満足度に起因するものを明確化するため、村別に数量化理論第Ⅱ類を用いて分析を行う。すなわち、『{15}現在の飲料水に満足している』という項目を外的基準とし、判別関数を作成する。

説明変数に関しては、以下のような基準で選択を行った。

- 1) 他項目との強い関連が多い項目
- 2) 水の満足度を考える上で関わると思われる項目
- 3) 単純集計において大きな片寄りがない項目
- 4) 似たような内容の項目がある場合には、概念的に広い項目

ただし、1)に関しては、前章において、各大項目内で、他項目との強い関連が多い項目を選ぶ。これは各大項目内において説明力が大きい項目を選ぶことを意味する。なぜなら、他項目との強い関連が多ければ、その項目 1 つで、より多くの項目を説明できると考えられるからである。

このようにして選んだ項目を集め、さらに、選んだ項目内でクラメールの関連係数を出し、『{15}現在の飲料水に満足しているか』と関連が強すぎる項目を外す。関連が強すぎるとは、質問に対して、ほとんど同じ反応を示していると考えられるためである。

以上より、説明変数として選んだ項目は以下の7項目で『{3}識字可能』、『{7}家族数』、『{17}水運びは肉体的に苦痛である』、『{32}自分の家の井戸は飲料用 and/or 料理用である』、『{34}ヒ素被害緩和のために工夫している』、『{41}安全な水を得るために何らかの負担をしても良い』、『{51a}ヒ素に悩んでいる』である。

### (3) アゼンプル・グローラにおける分析結果

分析結果を Table2 に示す。

#### (a) アゼンプル

水の満足感に影響する大きさは、{51a}, {7}, {17}, {32}, {34}, {41}, {3}の順であることが分かる。読み書きは可能、家族数は少ない、水運びは肉体的には苦痛ではない、自分の家の井戸が飲料用である、ヒ素害緩和のために何かしている、安全な水をえるのにコストをかけても良い、ヒ素に関しては悩んではいない、という方向性が水に満足しているという方向に作用していることが分かる。この結果を定式化すると、以下ようになる。ただし  $\delta_i(jk)$  とは、数量化理論における記号で、

$$\delta_i(jk) = \begin{cases} 1 & (i\text{番目のサンプルが}j\text{項目の}k\text{カテゴリーに反応}) \\ 0 & (i\text{番目のサンプルが}j\text{項目の}k\text{カテゴリー以外に反応}) \end{cases} \quad (2)$$

を意味する。判別結果は

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk)x_{jk} \begin{cases} \geq 0.2492 & (\text{水に満足している}) \\ < 0.2492 & (\text{水に満足していない}) \end{cases} \quad (3)$$

(判別的中率 78.5%)

である。なお判別の中率とは上記の式で、どの程度正確に判別できるかを示す。

#### (b) グローラ

水の満足感に影響する大きさは、{34}, {51a}, {7}, {3}, {32}, {41}, {17}の順であることが分かる。また読み書きできない、家族数は多い、水運びは肉体的に苦痛ではない、自分の家の井戸は飲料用である、ヒ素害緩和のために何か工夫している、安全な水を得るためにコストをかけない、ヒ素に関して悩んでいない、という方向性が、水に満足しているという方向に作用していることがわかる。この結果を定式化すると、

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk)x_{jk} \begin{cases} \geq -0.1990 & (\text{水に満足している}) \\ < -0.1990 & (\text{水に満足していない}) \end{cases} \quad (4)$$

(判別の中率 83.2%)

である。

この対応によれば、順位、及び相対的なレンジの大きさが全く異なる項目は、{3}, {17}, {34}である。また影響の方

			Azimpur			Glora		
<i>j</i>	number	Category ( <i>k</i> )	score ( $x_{jk}$ )	range	order	score ( $x_{jk}$ )	range	order
1	{3}	1 Yes	0.2034	0.3688	7	-0.0819	0.3758	4
		2 No	-0.1655			0.2939		
2	{7}	1 ~ 4	0.5026	0.8967	2	-0.1640	0.3887	3
		2 5, 6	-0.0599			-0.0261		
		3 7~	-0.3941			0.2247		
3	{17}	1 Yes	-0.2661	0.8629	3	-0.0469	0.0564	7
		2 No	0.5968			0.0095		
4	{32}	1 Yes	0.3269	0.8327	4	0.0248	0.3131	5
		2 No	-0.5059			-0.2883		
5	{34}	1 Yes	0.2868	0.6976	5	0.5765	1.2131	1
		2 No	-0.4107			-0.6366		
6	{41}	1 Yes	0.0087	0.5272	6	-0.0436	0.2000	6
		2 No	-0.4385			0.1565		
7	{51a}	1 Yes	-0.5861	0.9647	1	-0.6688	1.1074	2
		2 No	0.3787			0.4386		

Table 2 Satisfaction for water (village)

向性の異なる項目は{7}, {41}である。すなわち、アゼンブルでは家族数が少ない、安全な水をえるのにコストをかけても良い、という方向性が、水に満足しているという方向に影響するが、グローラでは全く逆である。さらにレンジに注目すれば、アゼンブルでは順位が下がることにならかに減少しているが、グローラでは1位と2位が突出しており、また7位も圧倒的に低い。

以上より、水の満足度を向上させるためには、アゼンブルでは、ヒ素に対する悩みを解消し、家族数を減らし、水運びの苦痛を和らげ、自分の家の井戸を飲めるようにすることが特に重要であり、一方グローラでは安全な水を得るために何らかの工夫をし、またヒ素に対する悩みを解消することが特に重要であるといえる。

#### (4) 職業別による分析

家長の職業による違いを見るため、農業、サービス業、ビジネスの3種にわけ、上と同じ項目を用いて分析を行った。ただし、ここではある程度のサンプル数を保持するため、アゼンブルとグローラを合わせた総サンプルで分析を行った。サンプル数は、農業76人、サービス業96人、ビジネス75人である。なおビジネスに関しては、質問票では収入によって2つに分けていたが、ここでは同様にサンプル数を保持するため、これらを合わせて集計した。分析の結果をTable3に示す。

また式で表すと以下ようになる。

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk)x_{jk} \begin{cases} \geq 0.3058 & \text{(水に満足している)} \\ < 0.3058 & \text{(水に満足していない)} \end{cases} \quad (5)$$

(判別的中率 78.9%)

サービス業

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk)x_{jk} \begin{cases} \geq -0.0100 & \text{(水に満足している)} \\ < -0.0100 & \text{(水に満足していない)} \end{cases} \quad (6)$$

(判別的中率 82.3%)

ビジネス

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk)x_{jk} \begin{cases} \geq -0.0889 & \text{(水に満足している)} \\ < -0.0889 & \text{(水に満足していない)} \end{cases} \quad (7)$$

(判別的中率 85.3%)

#### (5) 住民の飲料水への満足度の考察

以上の結果を考えると、アゼンブルでは{51a}, {7}, {17}, {32}の改善が、グローラでは{34}, {51a}の改善が水の満足

			farmer			service holder			business		
j	number	Category (k)	score (x <sub>jk</sub> )	range	order	score (x <sub>jk</sub> )	range	order	score (x <sub>jk</sub> )	range	order
1	{3}	1 Yes	-0.2311	0.4746	6	0.0248	0.1035	7	0.2316	0.6204	3
		2 No	0.2435			-0.0787			-0.3888		
2	{7}	1 ~4	0.1422	0.5718	5	0.2037	0.4479	5	-0.1337	0.3427	6
		2 5, 6	0.1534			-0.2442			-0.0866		
		3 7~	-0.4183			0.1028			0.2090		
3	{17}	1 Yes	-0.2168	0.4019	7	-0.3799	0.5979	4	-0.4731	0.9589	1
		2 No	0.1851			0.2180			0.4858		
4	{32}	1 Yes	0.3010	1.0399	1	0.1444	0.7297	3	0.0963	0.4514	5
		2 No	-0.7388			-0.5853			-0.3551		
5	{34}	1 Yes	0.4004	0.8950	2	0.5942	1.2676	1	0.3468	0.8390	2
		2 No	-0.4946			-0.6734			-0.4922		
6	{41}	1 Yes	-0.1169	0.5921	4	-0.0142	0.1135	6	-0.0461	0.2657	7
		2 No	0.4753			0.0993			0.2197		
7	{51a}	1 Yes	-0.4519	0.7155	3	-0.4599	0.9579	2	-0.3947	0.6168	4
		2 No	0.2636			0.4999			0.2220		

Table 3 Satisfaction for water (job)

農業

度に大きな影響を与える事がわかる。また家長が農業従事者では{32}, {34}, {51a}の改善が、サービス業従事者では

{34}, {51a}, {32}の改善が、ビジネス従事者では{17}, {34}, {3}, {51a}の改善が同じく重要であることが分かる。またアゼンブル/サービス業、グローラ/サービス業、グローラ/ビジネスでは、似たような傾向を示しており、該当者に関しては同じような対応をとっても、水の満足度は向上すると思われる。だが一方で、これら以外の属性では、各々異なった傾向を示しており、きめ細かい対応が必要であるといえる。

### 6.3 不幸せさの分析と考察

#### (1) 分析の前提

両村における住民の不幸せさを表すため、数量化理論第Ⅲ類を用いて分析を行う。ここでは6章1節の結果を参考にし、住民の不幸せさに強く関係すると思われる項目を抽出した。変数として選んだ項目は以下の8項目で、『{3}識字可能』、『{7}家族数が少ない』、『{15}現在の飲料水に満足している』、『{17}水運びは肉体的に苦痛でない』、『{51a}ヒ素に悩んでいる』、『{51b}仕事/収入に悩んでいる』、『{51c} psychological』、『{53}薬が手に入る』である。ただし、水に関する項目は、『{15}現在の飲料水に満足している』で代表することとする。なお、『{51c} psychological』とは、“様々な悩みを抱えて心理的にまいっている状態である”という意味で用いている。

#### (2) アゼンブル・グローラにおける分析

##### (a) アゼンブル

アゼンブルに関して、1軸から3軸までのスコアと2軸までのスコアグラフをTable4及びFig.9に示す。

これにより1軸を水への満足度に関する軸、2軸を悩みに関する軸、3軸を生活の豊かさに関する軸として認識することが可能であろう。これをもとに各々の指標を以下に示す。なお、 $l_i$ とは*i*番目の人が対象とした項目において、反応した項目の数を表し、 $\delta_i(j)$ とは、数量化理論第Ⅲ類における記号で、

$$\delta_i(j) = \begin{cases} 1 & (i\text{番目の回答者が}j\text{番目の項目に反応}) \\ 0 & (i\text{番目の回答者が}j\text{番目の項目に反応しない}) \end{cases} \quad (8)$$

を表す。また以下で用いる  $x_{jk}$  に関しては  $k$  軸における  $j$  項目のスコアを表し、対応表をTable5に示す。

##### 1軸に関して

$$\text{水に関する満足度指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{1j} \quad (9)$$

(寄与率 25.2%)

ただし寄与率とは、その1つの軸で説明できる情報量のことである。

これが正で大きければ、ヒ素に関して悩みを抱えていると言え、一方負でその絶対値が大きければ水には満足していることが言える。

Table 4 Score (Azimpur)

	1		2		3
{51a}	-0.083	{51a}	-0.064	{17}	-0.083
{51c}	-0.051	{51b}	-0.026	{3}	-0.065
{53}	-0.030	{53}	-0.011	{15}	-0.042
{3}	-0.017	{3}	-0.007	{53}	-0.010
{7}	0.003	{7}	-0.001	{51a}	-0.008
{51b}	0.053	{17}	-0.001	{51c}	0.018
{17}	0.078	{15}	0.022	{7}	0.044
{15}	0.089	{51c}	0.166	{51b}	0.083

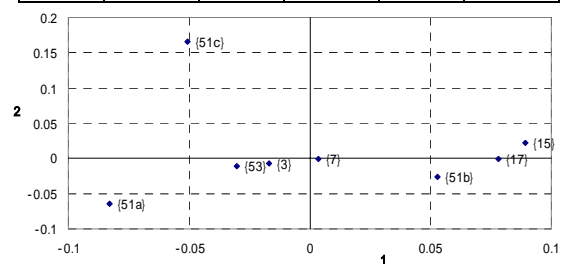


Fig. 9 Score graph (Azimpur)

##### 2軸に関して

$$\text{悩み指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{2j} \quad (10)$$

(寄与率 20.8%)

これが正で大きければ様々な悩みを抱えており、一方負でその絶対値が大きければヒ素や、仕事及び収入といった特定の悩みを抱えていると言える。

##### 3軸に関して

$$\text{生活の豊かさ指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{3j} \quad (11)$$

(寄与率 15.0%)

これが正で大きければ仕事及び収入に悩みを抱えており家族数が少ない者を表すが、一方負でその絶対値が大きければ、識字は可能で水には満足していることを表す。

以上の結果から水に関する満足度、悩み、生活の豊かさの順に、不幸せさに寄与していることが分かる。

j		score		
		1	2	3
1	(3)literacy	$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{31}$
2	(7)family	$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$
3	(15)satisfied water?	$X_{13}$	$X_{23}$	$X_{33}$
4	(17)physical burden	$X_{14}$	$X_{24}$	$X_{34}$
5	(51)arsenic	$X_{15}$	$X_{25}$	$X_{35}$
6	(51)job/income	$X_{16}$	$X_{26}$	$X_{36}$
7	(51)psychological	$X_{17}$	$X_{27}$	$X_{37}$
8	(53)available	$X_{18}$	$X_{28}$	$X_{38}$

Table 5 Score for formula

(b) グローラ

グローラに関して、同様に分析結果を Table6 及び Fig.10 に示す。これによれば、1 軸を悩みと水の満足度に関する軸、2 軸を悩みの種類と家庭環境に関する軸、3 軸は豊かさに関する軸と解釈することが可能であろう。これらを同様に指標にして表す。

Table 6 Score (Glora)

1		2		3	
{51c}	-0.073	{51b}	-0.095	{51c}	-0.075
{15}	-0.058	{7}	-0.061	{51a}	-0.072
{51b}	-0.016	{17}	-0.003	{51b}	-0.019
{17}	-0.012	{15}	0.009	{17}	-0.007
{3}	0.011	{3}	0.017	{3}	-0.005
{7}	0.023	{51}	0.025	{7}	0.021
{53}	0.038	{53}	0.049	{15}	0.033
{51a}	0.106	{51c}	0.070	{53}	0.097

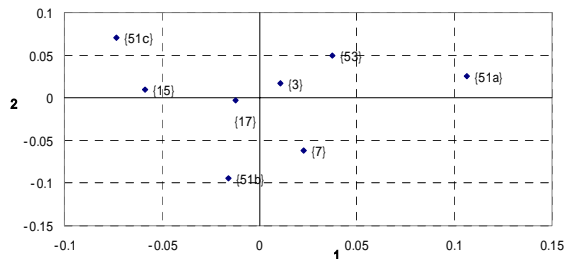


Fig. 10 Score graph (Glora)

1 軸に関して

$$\text{悩みと水の満足度指数} = -\frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} \quad (12)$$

(寄与率 28.1)

これが正で大きければ、様々な悩みを抱えているが飲料水には満足していることを表し、一方負でその絶対値が大きければヒ素に悩んでいることを表す。

2 軸に関して

$$\text{悩みと生活状況} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} \quad (13)$$

(寄与率 19.4%)

これが正で大きければ、薬は手に入るが、様々な悩みを抱えており、一方負でその絶対値が大きければ家族数は少ないが、仕事や収入に悩みを抱えているということが言える。

3 軸に関して

$$\text{生活の豊かさ指数} = -\frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (14)$$

(寄与率 15.9%)

この値が正で大きければヒ素など様々な悩みを抱えていることを表し、一方負でその絶対値が大きければ、薬が手に入って、水にも満足していることがいえる。

以上の結果から、グローラでは悩みが不幸せさに大きく寄与している事がわかる。水の満足度も不幸せさに比較的大きく寄与しているといえるが、アゼンプルほどではないことが分かる。

(3) 職業別における分析

家長の職業に関して、農業をやっている家庭、サービス業をやっている家庭、ビジネスをやっている家庭の 3 つに分けて分析を行った。これも 6.2 同様に、サンプル数保持のため、アゼンプルとグローラを合わせて分析を行った。サンプル数は農業 76 人、サービス業 99 人、ビジネス 77 人であった。

(a) 農業

まず家長が農業に従事している家庭について、分析結果を Table7 及び Fig.11 に示す。これによれば 1 軸を水に関する満足度を表す軸、2 軸を悩みに関する軸、3 軸を生活状況に関する軸として解釈する。これをもとに各々の指標を以下に示す。

1 軸に関して

$$\text{水に関する満足度指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} \quad (15)$$

(寄与率 25.5%)

この値が正で大きければヒ素に悩んでいると言え、一方負でその絶対値が大きければ水に満足していると言える。

2 軸に関して

$$\text{悩み指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} \quad (16)$$

(寄与率 19.3%)

この値が正で大きければ様々な悩みを抱えており、一方負でその絶対値が大きければ仕事と収入に悩みを抱えていることが分かる。

3軸に関して

$$\text{生活状況指数} = -\frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{3j} \quad (17)$$

(寄与率 16.0%)

これが正で大きければ、家族数が少ないことを表し、負でその絶対値が大きければ読み書き可能を表す。

これらの結果によると、水の満足度、悩み、生活状況といった順に、不幸せさに寄与していることがわかる。

Table 7 Score (farmer)

1		2		3	
{15}	-0.095	{51b}	-0.060	{7}	-0.068
{17}	-0.048	{17}	-0.040	{15}	-0.044
{51c}	-0.046	{15}	-0.023	{51a}	-0.042
{7}	-0.010	{51c}	-0.006	{51b}	-0.027
{51b}	-0.010	{7}	-0.005	{51c}	-0.022
{3}	0.014	{53}	0.011	{53}	0.012
{53}	0.059	{3}	0.017	{17}	0.066
{51a}	0.123	{51c}	0.185	{3}	0.107

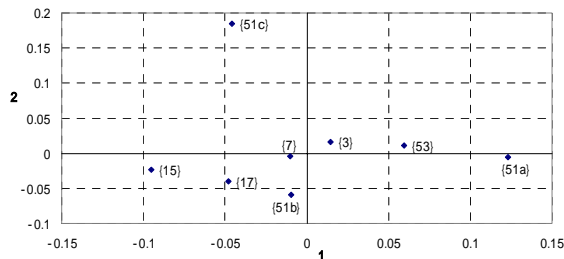


Fig. 11 Score graph (farmer)

### (b) サービス業

サービス業に従事している家庭に関して、分析結果をTable8及びFig.12示す。これによれば1軸を悩みと生活に関する軸、2軸を悩みの種類に関する軸、3軸を生活環境に関する軸と解釈することができる。これらを表す指数を以下に示す。

1軸に関して

$$\text{悩みと生活状況指数} = -\frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{1j} \quad (18)$$

(寄与率 30.1%)

これが正で大きければ、様々な悩みを抱えているが水には満足していることを表し、負でその絶対値が大きければヒ素に悩んでいるが薬は手に入りやすいことを表す。

2軸に関して

$$\text{悩み指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{2j} \quad (19)$$

(寄与率 20.1%)

これが正で大きければ様々な悩みを抱えていることを表し、負でその絶対値が大きければ仕事と収入に関する悩みを抱えていることを表す。

3軸に関して

$$\text{生活環境指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{3j} \quad (20)$$

(寄与率 14.7%)

これが正で大きければ家族数が少ないことを表し、負でその絶対値が大きければ水運びが苦痛でなく、読み書きは可能であることを示す。

この結果によると、悩みと生活に関することが、不幸せさに強く影響することが分かる。

Table 8 Score (service holder)

1		2		3	
{51c}	-0.081	{51b}	-0.107	{17}	-0.045
{15}	-0.064	{7}	-0.031	{3}	-0.043
{17}	-0.027	{17}	-0.002	{51a}	-0.029
{51b}	-0.026	{3}	0.002	{51b}	-0.022
{3}	-0.006	{53}	0.003	{53}	0.013
{7}	0.022	{15}	0.011	{15}	0.025
{53}	0.059	{51a}	0.047	{51c}	0.038
{51a}	0.081	{51c}	0.102	{7}	0.110

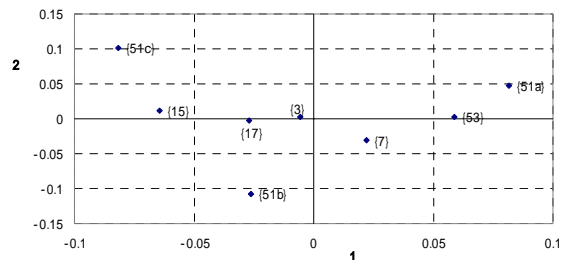


Fig. 12 Score graph (service holder)

### (c) ビジネス

ビジネスに従事している家庭に関して、その分析結果をTable9及びFig.13に示す。これによれば1軸は水に関する満足度軸、2軸は悩みに関する軸、3軸は生活環境に関する軸と解釈できる。以下にこれらを表す指数を示す。

1軸に関して

$$\text{水に関する満足度指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j) x_{1j} \quad (21)$$

(寄与率 31.5%)

これが正で大きければヒ素に悩みを抱えていることを表し、一方負でその絶対値が大きければ水に満足していることを示す。

2軸に関して

$$\text{悩み指数} = -\frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} \quad (22)$$

(寄与率 20.5%)

これが正で大きければ様々なことに悩みを抱えていることを示し、一方負でその絶対値が大きければ仕事や収入に悩みを抱えていることを示す。

3軸に関して

$$\text{生活状況に関する指数} = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (23)$$

(寄与率 13.0%)

これが正で大きければ読み書き可能で、薬が手に入りやすく、様々なことに悩みを抱えていることを示し、負でその絶対値が大きければ水運びが苦痛でなく、家族数が少ないことを示す。

Table 9 Score (business)

1		2		3	
{15}	-0.081	{51c}	-0.089	{17}	-0.092
{17}	-0.058	{53}	-0.047	{7}	-0.066
{51c}	-0.051	{51}	-0.036	{15}	-0.021
{3}	-0.027	{3}	0.002	{51a}	-0.016
{51b}	0.014	{7}	0.007	{51c}	0.001
{53}	0.034	{15}	0.012	{51b}	0.032
{7}	0.072	{17}	0.012	{53}	0.049
{51a}	0.096	{51b}	0.125	{3}	0.083

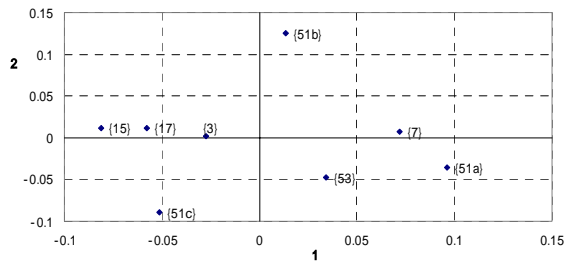


Fig. 13 Score graph (business)

### (3) 不幸せさの総合指標化

以上で求めた指数と寄与率で不幸せさの総合指標化を行う。ここでは、寄与率を軸の説明力、すなわち、指数のウェイトとして扱う(萩原ら, 1979)。また、不幸せさの正負を扱うさいには、基本的に『{51c}psychological』が最も不幸せを示すこととしたが、スコアとの対応に応じて、その正負を変動させる。また累計寄与率とは、これらの式で説明できる、説明力を表す。

・ アゼンブル

$$D_i = -\frac{25.2}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} + \frac{20.8}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} + \frac{15.0}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (24)$$

(累計寄与率 60.9%)

・ グローラ

$$D_i = -\frac{28.1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} + \frac{19.4}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} - \frac{15.9}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (25)$$

(累計寄与率 63.4%)

・ 農業

$$D_i = \frac{25.5}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} + \frac{19.3}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} - \frac{16.0}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (26)$$

(累計寄与率 60.8%)

・ サービス業

$$D_i = -\frac{30.1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} + \frac{20.1}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} + \frac{14.7}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (27)$$

(累計寄与率 65.0%)

・ ビジネス

$$D_i = \frac{31.5}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{1j} - \frac{20.5}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{2j} + \frac{13.0}{l_i} \sum_{j=1}^8 \delta_i(j)x_{3j} \quad (28)$$

(累計寄与率 65.0%)

ある1つのサンプル*i*を、村や家長の職業といった属性に関して上記の式を当てはめることができる。これらの数値は正で、大きければより不幸せであることを表し、負でその絶対値が大きいかほど不幸せでないことを表す。しかし、これらは累計寄与率からも分かるように、使用した変数の60%程度を説明しているものである。また、ここでは便宜的に正負を決定したが、個人の価値観などにより正負は逆転することがある。

## 6.4 シナリオ分析

ここで、両村において、水運びの肉体的な苦痛の解消及びヒ素による悩みの解消ができたというシナリオを仮定したとき、水の満足度と不幸せさに関するサンプルの変化を考察する。なお不幸せさに関しては、その平均値を基準にし、平均以上を不幸せ、平均以下を不幸せでないとした。両村にこのシナリオを適用した結果を Table10 に示す。なお①とは、水に満足かつ不幸せでないサンプルの数を表し、②とは、水に不満かつ不幸せであるサンプル数を表す。また、ここでは、シナリオ適用前後で水に満足/不満の判別中点及び不幸せさの平均値は固定している。

Table 10 Applying scenario

	Azimpur		Glora	
	before	after	before	after
①	29	93	21	23
②	43	4	13	11
other	35	10	66	66

これによれば、アゼンプルでは、〔②水に不満/不幸せ〕から〔①水に満足/不幸せでない〕という方向に大きく移動したが、グローラではほとんど変化がなかった。これは、アゼンプルにおいては、水の満足度を考えるとき、『{17}水運びは肉体的に苦痛である』、『{51a}ヒ素に悩んでいる』の2項目のレンジは非常に大きく(3位と1位)、さらに不幸せさを考えるとき、『{15}現在の飲料水に満足している』、『{17}水運びは肉体的に苦痛でない』の得点が負でその絶対値が大きい(不幸せでない方向性を持つ)ことに起因する。一方、グローラでは、これらの操作によってはあまり変化が観られない。というのも、この2項目は水の満足度に対するレンジは7位と2位であり、『{17}水運びは肉体的に苦痛である』に関しては、レンジが圧倒的に小さくほとんど水の満足度に影響を与えない。さらに不幸せさに関しては、『{15}現在の飲料水に満足している』、『{17}水運びは肉体的に苦痛でない』が不幸せな方向に働いてしまっているためである。

これらの結果より、アゼンプルに関しては、肉体的な苦痛の緩和、及びヒ素の悩みの解消が水の満足度の向上、さらには不幸せさの減少に対して非常に有効であるが、グローラに関してはほとんど有効ではないといえる。すなわち、汚染のひどいアゼンプルでは、とにかく安全な飲料水を手軽に得ることが人々にとって重要であると考えられるが、汚染の少ないグローラでは飲料水の問題はそれほど重要ではないといえる。

以上の結果から、飲料水ヒ素汚染問題の解決には、画的でなく、地域にあった方法論を作成する必要がある。

## 7. 技術援助に対する認識構造分析

### (1) 分析の前提と潜在変数の設定

ここでは、特に汚染のひどく、しかも経済的にも貧しい地域であるアゼンプルにのみ着目し、技術援助の受容性に関するモデル化を行う。経済的にも貧しく、しかも安全な水が手に入りにくいアゼンプルの住民にとっては、何らかの有効な技術援助が必要であると考えられる。しかしながら、実際に現地調査によれば、アゼンプルでは、様々な機関からの技術援助として多くのヒ素除去装置が導入されていたが、我々が見た限りでは、実際に使用されていたのは2つだけであった。

本章では、住民の技術援助に対する不信感に着目し、どういった認識構造によって不信感が高まり、技術援助が受け入れられないのか、それらの因果関係を共分散構造分析(豊田, 1998; 田部井, 2001)を用いて定量的に明らかにする。共分散構造分析とは、直接観測されない潜在変数(構成概念)を導入し、その潜在変数と観測変数との間に因果関係を同定することにより、社会現象や自然現象を理解するための統計的手法である。本章では、複数の原因となる変数が、複数の結果となる変数に対して潜在変数を介して因果関係を構成する構造となっている MIMIC モデル(Multiple Indicator Multiple Cause)(清水, 2000; 森野, 2003)を用いることとする。

ここで潜在変数として《不安感》、《不満感》、《不信感》3つの変数を設定する。これらの潜在変数は以下のように定義する。

まず、《不安感》とは、『{24}自分の井戸に色が付いている』、『{26}ヒ素の有毒性を知っている』といった知識に由来するものと、『不幸せさ』といった生活環境に由来するものから発生し、《不安感》を介して、『{28}将来の家族や自分の健康が不安である』といった結果を生むものと定義する。ここで、『不幸せさ』とは、前章でモデル化した、不幸せさの総合指標を用いている。

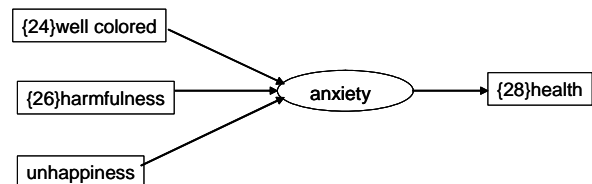


Fig. 14 Definition of anxiety

《不満感》とは、『{18}水運びに時間がかかる』、『{19}水汲み場にアクセスしにくい』といった、水運びに関する負担感から発生し、《不満感》を介して、『{10}水の量に不満』といった結果を生むものと定義する。ここで、『{17}水運びが肉体的に苦痛である』は、《不安感》で用いた、『不幸せさ』に含まれているため、除外した。





Fig. 15 Definition of dissatisfaction

《不信任》とは、『{29}ヒ素が技術的に除去可能であると知っている』といった知識から発生し、《不信任》を介して『{9}ヒ素除去装置使用』、『{30}技術を紹介してほしい』、『{41}安全な水を得るために何らかの負担をしてもよい』といった結果を生むものと定義する。

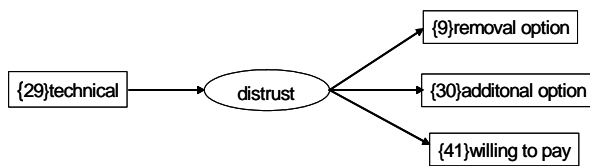


Fig. 16 Definition of distrust

## (2) 多重指標の作成

これらの変数を用いて、《不信任》を最終到達地点とした、多重指標を作成した。Fig. 17 では、《不安感》と《不満感》によって、《不信任》が構成されている。短方向矢印上に示される係数は因果関係を示す係数であり、通常 0 から 1 の値をとる。一方、双方方向矢印は、相関係数を表している。特に、{18}、{19} 及び『不幸せさ』において相関を仮定しているが、これは、『不幸せさ』を定義する上で、{18}、{19} と非常に関連の強い、『{17}水運びの肉体的苦痛』を含んでいるためである。

Fig. 18 では、さらに、《不安感》から《不満感》への影響を設定した。これによれば、《不安感》は《不信任》への直接的な影響と、《不満感》を介した間接的な影響を及ぼしていることとなる。

ただし、ここではモデルの検定方法として、P 値、GFI、AGFI、RMSEA(清水, 2000 ; 森野, 2003)を採用した。これらは、一般に広く用いられている検定方法であり、その評価基準は以下のとおりであり、本稿でもその基準に従うものとする。

- P 値…モデルが正しいという帰無仮説の採択確率を表しており、**0.05** 以上でモデルを採択する。
- GFI/AGFI…**GFI** は設定したモデルが観測されたデータをどの程度説明しているかを表す適合度指標であり、**AGFI** は自由度修正済みの適合度指標である。経験的に **GFI** は **0.9** 以上、**AGFI** は **GFI-0.1** 以上が望ましいとされている。
- RMSEA…モデルの分布とデータの分布との乖離度を **1** 自由度あたりの量として表現した指標である。経験的に **0.05** 以下であることが望ましく、**0.1** 以上だと望ま

しくないとされている。

## (3) 考察

Fig. 17 によれば、《不満感》には、水汲み場へのアクセスのしにくさ、水汲みにかかる時間が正の大きな影響を及ぼしており。すなわち、水汲み場にアクセスしにくいほど、また水汲みの時間がかかるほど不満感が高まり、水の量に不満感を抱くようになることが分かる。水汲みに苦勞しても、十分な量が得られないと解釈できるであろう。

《不安感》には、井戸に色が付いている、ヒ素の有害性を知っているといったことが正の大きな影響を及ぼしており、また不幸せさも正の影響を及ぼしていることが分かる。すなわち、自分の井戸に色が付いている、ヒ素の有害性を知っているといった知識、さらに不幸せであるといった現実が不安感を生み出し、結果的に将来の自分や家族の健康が不安になる、ということが分かる。

《不信任》には、技術的にヒ素が除去できることを知っているといったことが、少なからず《不信任》に負の影響を与えている。すなわち、技術的にヒ素が除去できないと思っているから不信任が高まることが分かる。また、不信任が高まるにつれて、除去装置を使用しなくなり、安全な水を得るために何らかの負担をしようと思わなくなり、ヒ素の除去技術も紹介してほしいとほしくないというようになり、「もうどうでも良い・何もしたくない」といった心理状況になっていることが分かる。

モデル全体を見ると、《不満感》が高まれば、《不信任》は高まるという正の影響を、逆に《不安感》が高まれば、《不信任》が減少するといった非常に大きい負の影響を及ぼしていることが分かる。これらを見ると、《不安感》が高まると、何らかの対策意識が生まれ、《不信任》が下がる、とにかくより安全な水を欲するということが分かる。一方、《不満感》が高まれば高まるほど、《不信任》が高まり、何も対策をする気がなくなるものと考えられる。

Fig. 18 によれば、《不安感》が高まれば、《不満感》も高まることが分かる。《不安感》とは知識や現在の生活状況から生じているものであり、知識を持ち、また不幸せであるほど、《不満感》が高まるものと考えられるだろう。ここで《不安感》が高まると、《不満感》が高まり、結果的に《不信任》が高まるといった矛盾が生じている。《不信任》に対する直接的影響と間接的な影響の係数の大きさを比較すれば、結果的には《不安感》は《不信任》に対して負の影響を与えていることとなるが、住民の認識構造は非常に複雑であるといえるであろう。

## 8. おわりに

本稿では、現地のヒ素汚染問題を考えるには、現地の社会状況を十分に理解し、総合的に考察することが必要であ

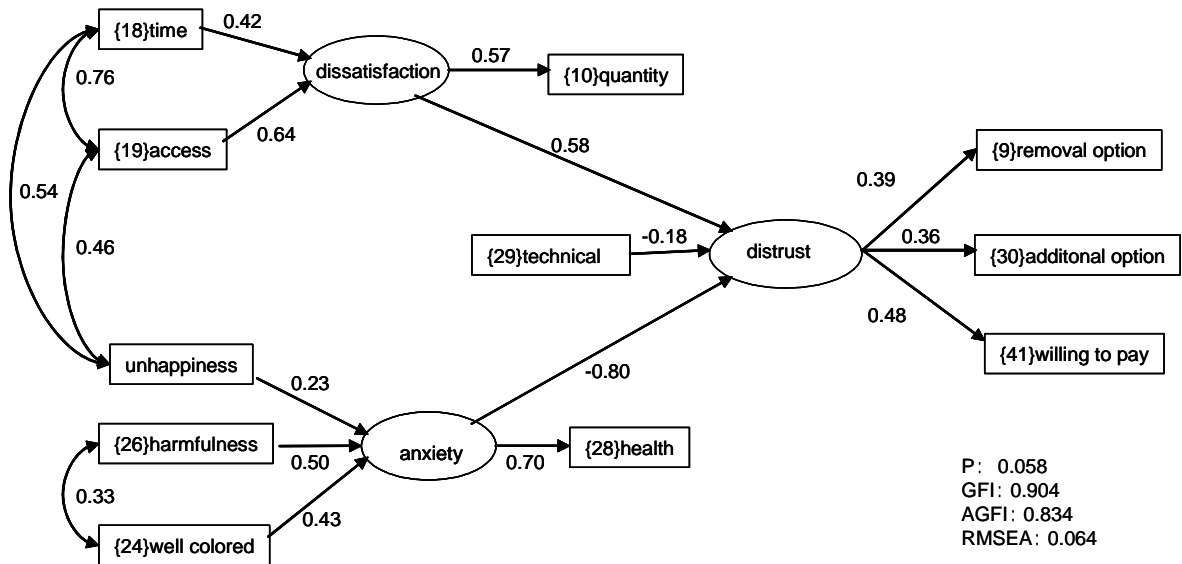


Fig. 17 Multiple model for distrust 1

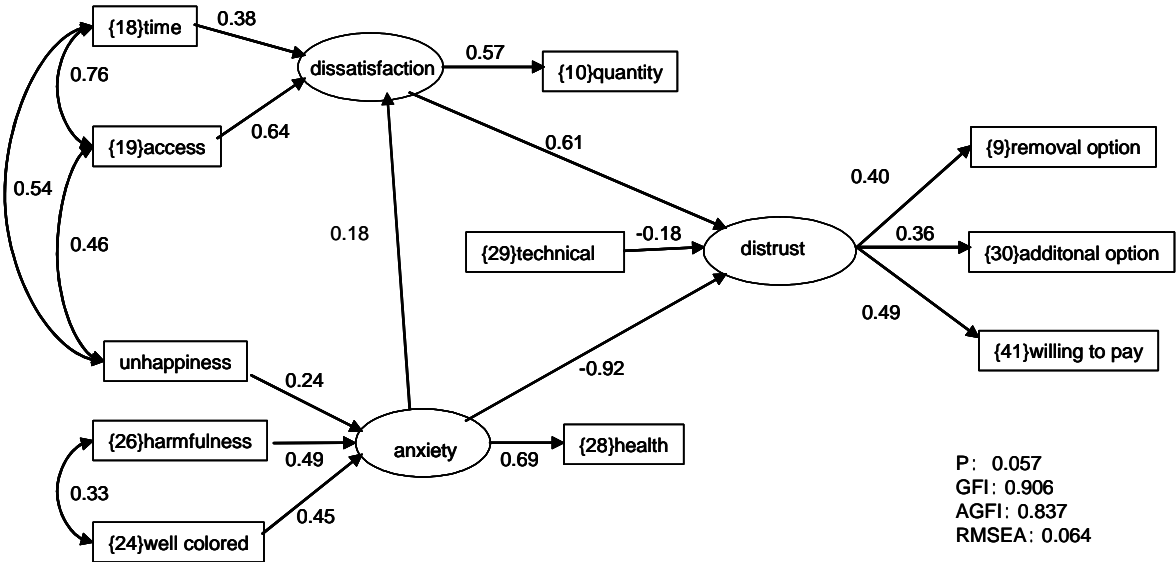


Fig. 18 Multiple model for distrust 2

るといった観点から、実際に現地でのインタビュー調査をもとに、分析を行った。

そこでまず、水の満足度と不幸せさに着目し、数量化理論を用いてモデル化を行い、現地住民の抱える問題の明確化と地域比較及び職業比較を行った。この結果、地域及び職業によって水の満足度、不幸せさに起因する項目は異なることが分かった。すなわち、ヒ素の汚染状況や社会・経済状況の違いによって現地住民の求めているものは異なり、地域の特性に合致したきめ細かい対応が必要であるといえるであろう。また、『{51c}psychological』、すなわち、住民が様々な悩みを抱えており心理的にまいっているといったことが不幸せ関数に大きく寄与しており、これらの村の住民が抱えている問題は、飲料水のヒ素汚染の問題だけではなく、様々な要因が複雑に絡み合っているといえるだろう。

次に、特にヒ素汚染が深刻で経済的にも貧しいアゼンブルにのみ着目し、技術援助への不信感に関して、共分散構造分析を用いてモデル化を行った。この結果、不信感が高まれば、技術を受け入れようとしなくなることが分かった。また、知識を持ち、不幸せであることにより、健康に対するヒ素汚染への不安感は増大し、これによって不信感が減少して、何らかの対策を行おうとする。一方、現状の水に関する不満感が高まれば、不信感も高まり、結果的に技術を受け入れようとしなくなることが分かる。すなわち、何らかの技術が現地に受け入れられるには、現地調査で見たとおり、使いやすさや費用、信頼性などはもちろんのこと、ヒ素に対する適切な知識等によって、技術援助に対する不信感を減少することが重要であるといえるだろう。

以上のように、本研究の目的である、現地で受容可能な代替案を総合的に考察するには、現地に対する幅広い認識

が必要であり、今後インタビュー調査で得たデータに基づいた、更なる分析が必要であるといえる。

注 1) バングラデシュでは、District→Upazila→Union→Wards→Village と階層化されている。ここでは District が Manikganji, Upazila が Singair, Union が Azimpur, Glora ということになる。District は全国で 64 あり、Upazila は 495 ある。

### 謝辞

本研究を進めるにあたって、ご指導、ご協力いただいた方々にこの場をかりて感謝いたします。京都大学防災研究所 Bilqis Amin Hoque 客員教授(2003年4月1日~12月31日)には、現地調査やゼミを通して有益なコメントをいただき、また調査結果のデータベース化にあたり、全面的に協力していただいたことに感謝いたします。また、Tofayel 氏、Rajib 氏、Azad 氏をはじめとする、現地 NPO 団体である、EPRC の皆様方には、調査票の翻訳、現地調査の協力、及び現地インタビューを遂行していただき感謝いたします。そして彼らの協力がなければ本論文をなしえなかったことを重ねて銘記いたします。また、データ入力及び現地での調査にご協力下さった梶原歩実氏(茨城大学 4 回生)に感謝いたします。

### 参考文献

安田三郎・海野道郎 (1976) : 社会統計学(改訂 2 版), 丸善, 340pp.

飯田恭敬・岡田憲夫 (1992) : 土木計画システム分析(現象分析編), 森北出版, 271pp.

川喜多二郎 (1966) : 発想法, 中公新書

篠原弘章 (1989) : 行動科学の BASIC 第 5 巻, ノンパラメトリック法, ナカニシヤ出版, 269pp.

清水丞 (2000) : 都市域における水辺の環境評価に関する方法論的研究, pp.64-83, 2000.

田部井明美 (2001) : SPSS 完全活用法, 共分散構造分析 (AMOS)によるアンケート処理, 215pp.

豊田秀樹 (1998) : 共分散構造分析[入門編]—構造方程式モデリング—, 朝倉書店, 325pp.

萩原良巳・小泉明・西澤常彦・今田俊彦 (1979) : アンケート調査をもとにした水需要構造ならびに節水意識分析, 土木学会第 15 回衛生工学研究討論会講演論文集, pp.188-193.

萩原良巳・萩原清子・Bilqis Amin Hoque・山村尊房・畑山満則・坂本麻衣子・宮城島一彦 (2003) : バングラデシュにおける災害問題の実態と自然・社会特性との関連分析, 京都大学防災研究所年報第 46 号 B, pp.15-30.

森野真理 (2003) : 生物多様性保全のための生息地管理に関するシステム論的研究, 京都大学博士学位論文.

D.G.Kinniburgh and P.L.Smedly (2000) : Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh Vol2:Final report, pp.3-16.

Hossian M. (1996) : British Geological Survey Technical Report, Graphosman World Atlas, Graphosman, 68pp.

N.Singh, P. Bhattacharga and G. Jacks (2002) : Women and Water: The relevance of gender perspective in integrated water resources management in rural India, ICWRRER 2002 Dresden, ポスターセッション.

### 付録

本稿の分析で用いた項目の単純集計を以下に示す。

item	category	Azimpur	Glora
{3} literacy	Yes	49	80
	No	60	22
{7} family	~ 4	32	31
	5, 6	44	44
	7~	34	28
{9} removal option	Yes	49	34
	No	59	69
{10} quantity	Yes	65	91
	Between	21	9
	No	24	1
{15} satisfied water	Yes	27	60
	No	83	43
{17} physical burden	Yes	77	18
	No	33	83
{18} how much time	Lot	42	2
	A little	38	22
	Not at all	30	78
{19} accessible	Easy	59	94
	Between	11	6
	Difficult	40	3
{24} well colored	Yes	83	68
	No	20	32
	I don't know	5	2
{26} harmfulness	Yes	89	93
	A little	17	4
	No	3	5
{29} technical	Yes	29	36
	A little	18	22
	No	62	42
{30} additional option	Yes	35	55
	If I can	66	37
	No	9	11
{32} drinking/cooking	Yes	67	94
	No	42	8
{34} mitigation option	Yes	64	53
	No	54	50
{41} willing to pay	Yes	90	80
	No	19	22
{51a} arsenic	Yes	42	41
	No	68	62
{51b} job/income	Yes	51	51
	No	59	59
{51c} psychological	Yes	28	38
	No	82	65
{53} medicine	Yes	73	49
	No	37	52

Social Environmental Research on  
Arsenic Contaminated Drinking Water in Bangladesh

Yoshimi HAGIHARA, Kiyoko HAGIHARA<sup>1</sup>, Akira SAKAI<sup>2</sup>,  
Sonbo YAMAMURA<sup>3</sup>, Michinori HATAYAMA, Daisuke KAMIYA<sup>4</sup>, Yosuke FUKUSHIMA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Center for Urban Science, Tokyo Metropolitan University

<sup>2</sup>University of Marketing and Distribution Sciences

<sup>3</sup>Asia-Pacific Network for Global Change Research

<sup>4</sup>University of the Ryukyus

<sup>5</sup>Graduate School of Engineering, Kyoto University

Synops is

In recent years, arsenic contamination of drinking water becomes serious problem in Bangladesh. Many institutions from foreign countries support Bangladesh people by means of making wells, giving arsenic removal devices and so on. But, in fact, many of them are not acceptable by the people, because they can not understand how to keep them or their effectiveness for arsenic. And some devices are too inconvenience to use in their daily lives. With corporation of NPO in Bangladesh, we carried out interview to Bangladesh people in order to clear the relationship between arsenic problems and their social environment, and to consider acceptable alternatives adapted for their purpose.

Keywords: Bangladesh, arsenic contamination, social environmental research, satisfaction deterministic function, unhappiness function, multiple models for distrust