

表1 砒素汚泥の溶出試験結果

ID	採取日	質量 (g)	砒素溶出濃度 (mg/l)	砒素溶出量 (mg/kg)	pH	Eh (V)
①-1	2003/6/26	10.00~10.11	0.10~0.13	0.98~1.26	7.3~7.8	0.35~0.39
①-2	2003/7/26	10.02~10.52	0.05~0.06	0.46~0.62	7.5~7.9	0.35~0.38
①-3	2004/1/31	10.01~10.22	0.60~0.68	6.01~6.81	7.8~8.1	0.34~0.37
①-4	2004/3/27	10.04~10.20	0.06~0.20	0.56~1.94	8.0~8.2	0.32~0.35
①-5	2004/4/30	10.01~10.39	0.30~0.46	3.04~4.61	8.0~8.1	0.34~0.36
①-6	2004/5/29	9.98~10.10	0.37~0.53	3.71~5.30	7.8~8.1	0.32~0.35

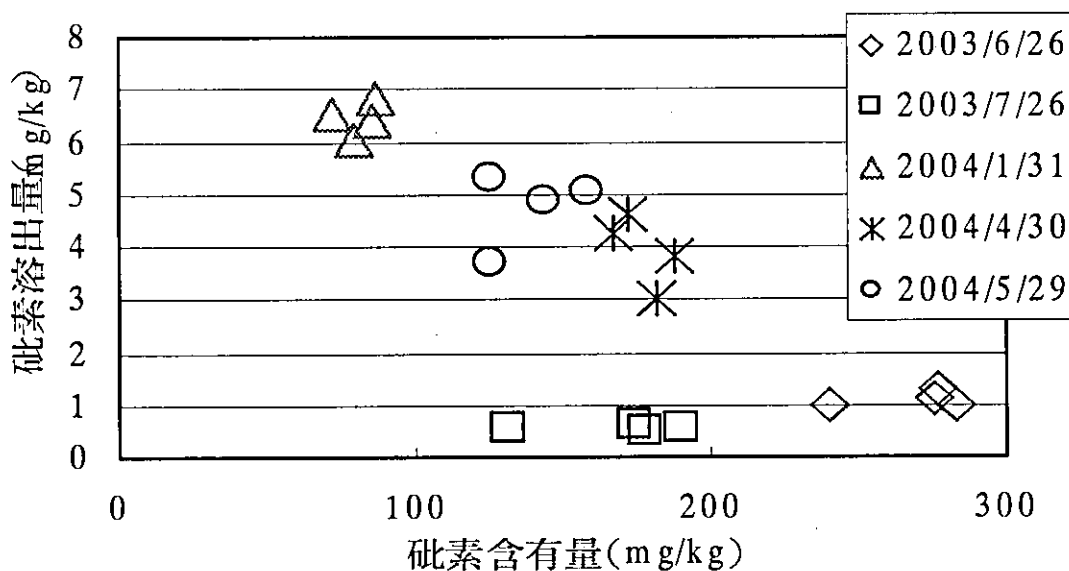


Fig.5 砒素汚泥中の砒素含有量と溶出量

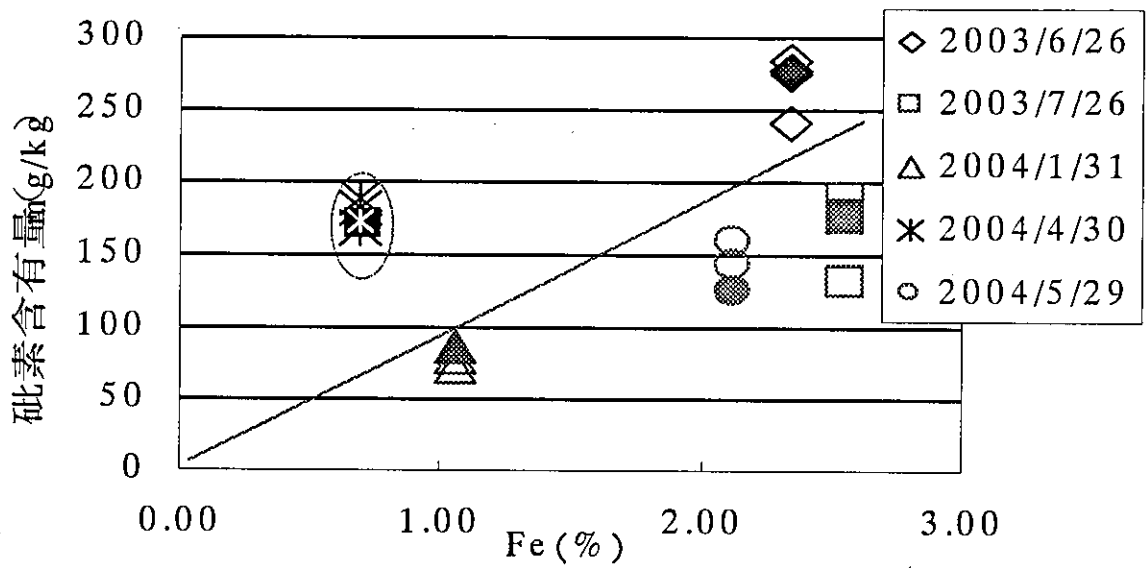


Fig6 砒素汚泥中の砒素含有量と鉄含有量との

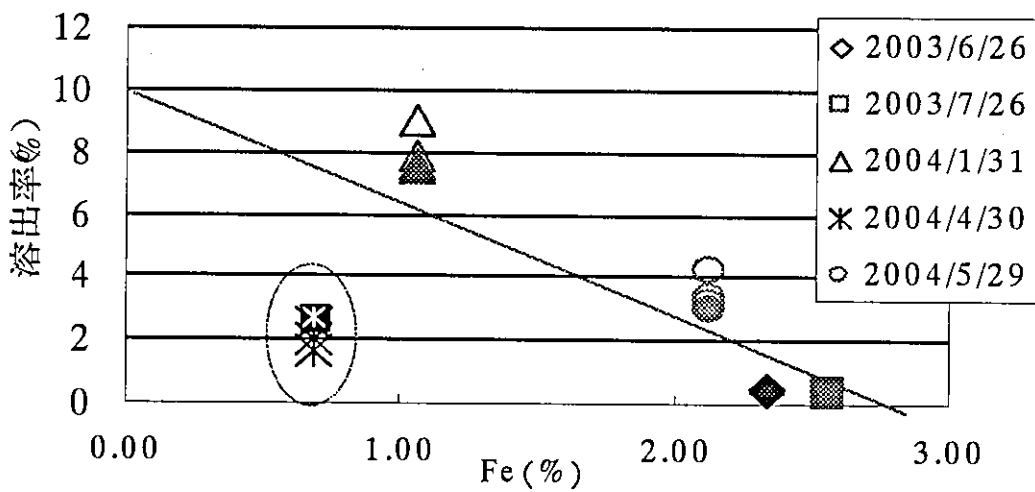


Fig7 砒素汚泥の溶出率と鉄含有量との関係

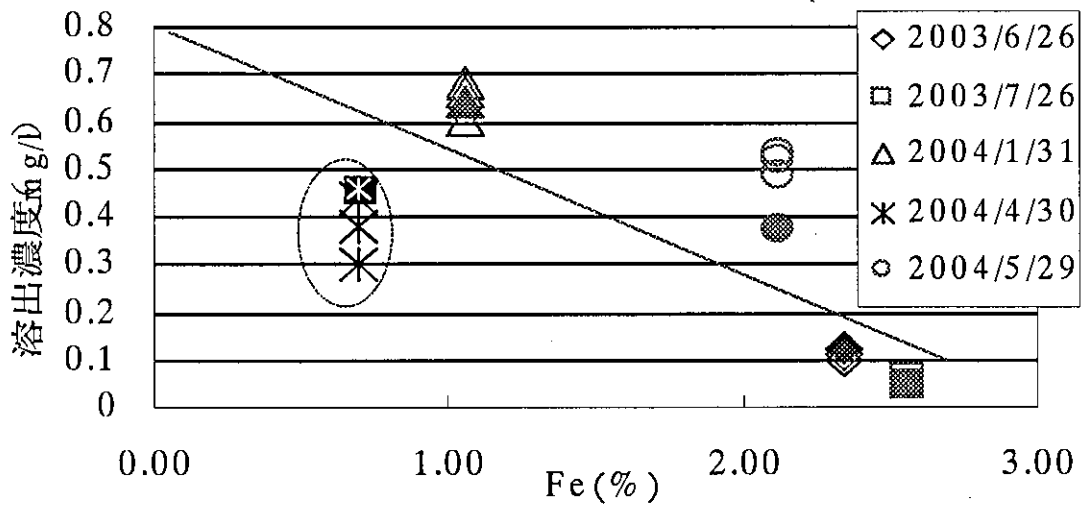


Fig8 砒素溶出濃度と鉄含有量の関係

## 厚生労働科学研究費（健康総合研究事業）

### 分担研究報告書

井戸水からの高濃度ヒ素暴露者における尿中ヒ素と DNA 損傷に関する研究：親子間の比較

分担研究者 山内 博 聖マリアンナ医科大学 助教授

ヒ素汚染された井戸水を長期間摂取していた農民を対象にヒ素の代謝・排泄、そして、ヒ素暴露による DNA 損傷の動態について、ヒ素暴露が近似した親子間を中心に調査研究を行った。調査対象者の村は 500 世帯、約 2000 名の村民で、0.16 mg/L の無機ヒ素汚染された井戸水をパイプ管方式で給水を受け約 7 年間使用していた。過去に、井戸水中ヒ素濃度が正しく検査されたことはなかった。現在、この村の住民に慢性ヒ素中毒の主要症状である皮膚障害は認められないが、経験則から発症の時期はまじかと判断され継続調査の重要性を強く感じた。ヒ素暴露を受けていた村民の平均尿中ヒ素濃度は  $199 \pm 110 \mu\text{g As/L}$  で、対照群に比較して約 23 倍の高値であった。村民は同一の井戸水を使用していることから井戸水の摂取量に依存的にヒ素暴露量は決定されていた。家族単位で親子間の尿中ヒ素と尿中 8-OHdG 濃度の関係を検討した。尿中ヒ素と尿中 8-OHdG 濃度は子供と親の間に差のない実態が示され、このことは小児への無機ヒ素暴露からの生体影響のリスクは成人に比較して高くなることが推測され、小児への無機ヒ素暴露の軽減対策の必要性が望まれる。

#### A. 研究目的

現在、中国内には慢性ヒ素中毒患者と潜在的な患者を含めて約 300 万人の高濃度ヒ素暴露者が存在し、その 90% は無機ヒ素汚染の井戸水を使用している。井戸水の無機ヒ素汚染は全て自然由来のヒ素であり、多くはヒ素を多く含む岩盤を流れた地下水が原因している。ヒ素汚染された井戸水の使用開始は文化大革命以後、すなわち、1980 年前後からであり、これまでの平均した暴露期間は約 25 年で、なかには 30-50 年間の暴露を受けた者も存在し、皮膚癌を発症した患者も認める。国際癌研究機関によるヒ素の発がんまでの潜伏期間は 30 年以上であり、このことから、今後、中国では潜伏期間を満した慢性ヒ素中毒患者の中には皮膚癌が特異的に増加する懸念が深刻に議論されている。このような背景から、最近中国政府は、ヒ素汚染井戸水の使用を抑制し、新たにヒ素の飲料水基準 (0.05 ppm) を満たした井戸水の給水活動の展開を開始した。従来、慢性ヒ素中毒患者が使用していた井戸はポンプ式で、地下 15-20m から水をくみ上げて使用し、この様式の井戸は各家庭に共通している。中国衛生部による、慢性ヒ素中毒改善を目的とした井戸水の改善方法は、ヒ素濃度が 0.05 ppm 以下の井戸水をパイプ方式で各家庭

に給水するものであるが、井戸水は何らの化学的処理がなされず、そして、正確なヒ素検査システムの構築は今後の問題となっている。

慢性ヒ素中毒発生地域やその近隣の村落に存在する井戸水のヒ素検査は極めて乏しく、一般的な方法は簡易的な比色法による検査で、高感度な検査できるヒ素の分析機器の設置は未だ行政機関にないのが現実である。そのために、ヒ素汚染された井戸水を知らずに長期間に亘り使用を続けている人々は多く存在する。

本研究は、ヒ素汚染された井戸水を長期間摂取していた住民を対象にヒ素の代謝・排泄、そして、ヒ素暴露による DNA 損傷の動態について検討を試みた。対象者は同一の井戸水を使用していた背景があり、ヒ素暴露が近似した状態でのヒ素代謝と DNA 損傷との関係を主に親子間で比較を行った。

#### B. 研究方法

##### B-1. 研究対象

研究対象者は非ヒ素暴露者群（対照群）と高濃度ヒ素暴露者群の 2 群とした。両群の被験者は中国内蒙古自治区フルホト市の住民で農業と牧畜で生計を立てている農民である。対照群は 39 名、年齢は 5-44 歳、男性 14 名、女性 25 名、このうち小児

21名、成人18名である。ヒ素暴露者群の住民が暮らす村は約500世帯で人口約2000名である。この村民の中からボランティアの被験者を選別した。ヒ素暴露者群は54名、年齢は2-34歳、男性18名、女性36名、このうち小児28名、成人26名である。対照群および高濃度ヒ素暴露者群の住民はそれぞれの村において共通した井戸から水をくみ上げ、各家庭にパイプ方式による給水を受けていた。すなわち、対象群の全員が同じ井戸水を使用していた。対照群は中国のヒ素飲料水基準(0.05 ppm)を満たす井戸水を使用し、39名は同じ井戸水を飲水していた。

尿中8-OHdG濃度によるDNA損傷の調査において、対照群は瀋陽市在住の中国人成人80名から求めた。

本研究は中国医科大学の倫理委員会の承認を得て中国医科大学の医師、大学院生らが中心となり調査を遂行した。検体の採取に際しては、被験者から書面によりインフォームドコンセントを得た。

#### B-2. 井戸水ヒ素と尿中ヒ素の化学形態分析

井戸水中ヒ素の測定において、検水は無処理で測定に供した。尿中ヒ素の化学形態別の測定には試料を1ml使用した。試料は10-mlの耐熱製ポリプロピレン試験管に取り、これに4N-NaOH溶液を2ml加え、加熱器にて100°Cで3時間加熱して測定試料とした。無機ヒ素(iAs)、メチル化ヒ素(MMA)、ジメチル化ヒ素(DMA)、トリメチル化ヒ素(TMA)は超低温捕集-還元気化-原子吸光光度計で測定した。

#### B-3. 尿中8-OHdG濃度

尿中8-ヒドロキシグアノシン(8-OHdG)濃度の測定では、試料を1500rpm 10分間遠心分離し、上清を測定に使用した。尿中8-OHdGは日本老化制御研究所製のELISA kitで測定した。尿中8-OHdGの測定値は尿中クレアチニン濃度で補正した。

### C. 結果と考察

#### C-1. 井戸水中ヒ素濃度

対照群とヒ素暴露者群が使用していた井戸水からは無機ヒ素のみが検出された。対照群とヒ素暴

露者群の井戸水中無機ヒ素濃度はそれぞれ0.04 mg/L、0.16 mg/Lであった。

#### C-2. 臨床所見

対照群に皮膚症状は認められなかった。0.16 mg/Lの無機ヒ素を含み井戸水を生活水としていた54名の高濃度ヒ素暴露者群に、慢性ヒ素中毒の主要症状である色素沈着、色素脱失、角化症は認められなかった。54名の村民が利用した井戸水の年数は成人と小児共通して7年間であった。筆者の<sup>13</sup>これまでの中国における慢性ヒ素中毒患者に関する疫学調査において、慢性ヒ素中毒の発症時間は井戸水の無機ヒ素濃度に依存的であることを明らかにしている。井戸水中無機ヒ素濃度が平均0.15 mg/Lの場合、5-8年間で色素沈着と色素脱失が混在した症状が認められ、このうち多くの患者にさらに掌と足の裏に角化症が発症していた。次いで、1-3 mg/Lと高濃度の無機ヒ素汚染した井戸水を利用した場合、3ヶ月から1年以内に色素沈着、色素脱失、角化症がほぼ同時に発症するケースも認められている。

本調査対象者が利用している井戸水中無機ヒ素濃度はこれまでに多くのケースで経験したヒ素濃度であり、また、暴露期間も約7年間を経過しており、経験則の上では発症が認められるものである。このことから、これらの調査対象者は注意深く継続観察することが、慢性ヒ素中毒発症の機序解明に貢献するものと考えている。

#### C-3. 尿中ヒ素濃度

0.04 mg/Lの無機ヒ素を含む井戸水を飲んでいる対照群の尿中ヒ素濃度は表1と図1に示したごとく低値であった。この値は一般的な日本人健常者の値(尿中IMD濃度:46 µg As/L)と比較しても低い傾向にあった<sup>3)</sup>。これに対して、0.16 mg/Lの無機ヒ素を含む井戸水を飲んでいるヒ素暴露者群の尿中ヒ素濃度は表1と図1に示したごとく対照群と比較して約23倍(IMD)の高値であった。

この調査対象地域は内蒙古で内陸部にあることから、海洋性魚介類中ヒ素の主体であるトリメチル化ヒ素(アルセノベタイン)は全員から検出されなかった。このヒ素暴露者群の尿中IMD濃度は、これまで経験してきた慢性ヒ素中毒患者の値に類

似していた。

表1 対照群39名と高濃度ヒ素暴露者54名における化学形態別の尿中ヒ素濃度

	尿中ヒ素濃度 $\mu\text{g As/L}$			
	iAs	MMA	DMA	IMD
対照群	0.34 $\pm$	1.10 $\pm$	7.52 $\pm$	8.51 $\pm$
	0.29	0.67	5.99	6.71
ヒ素暴露者群	29.5 $\pm$	29.9 $\pm$	139 $\pm$	199 $\pm$
	21.1	21.7	74.4	110

IMD: iAs+MMA+DMA、尿中からTMAは不検出であった。平均値 $\pm$ SD

高濃度ヒ素暴露者群から16組の親子を選択し両群を比較したが、表2と図2に示したごとく、成人(親)は小児(子供)に比較してやや高値の傾向はあるが、統計学的な有意差は認められなかった。この調査は16組の親子間で比較を行ったが、図3に示したごとく両群には統計学的に有意な相関関係が成り立っていた( $r=0.835$ ,  $p<0.001$ )。

表2 16組の高濃度ヒ素暴露者群の親子間における化学形態別の尿中ヒ素濃度

	尿中ヒ素濃度 $\mu\text{g As/L}$			
	iAs	MMA	DMA	IMD
小児(子供)	22.9 $\pm$	24.9 $\pm$	126 $\pm$	173 $\pm$
	19.5	25.1	85.1	127
成人(親)	36.7 $\pm$	35.2 $\pm$	154 $\pm$	226 $\pm$
	20.3*	15.8	58.4	81.8

尿中からTMAは不検出であった。

平均値 $\pm$ SD\*,  $<0.05$

本来、彼らの生活様式は農業で生計を立てており、家族単位での生活が基本であり、井戸水や食事内容は同じである。この結果から、小児への無機ヒ素暴露のリスクは成人に比較して高い実態が明らかになった。

#### C-4. 尿中8-OH dG濃度

筆者のこれまでの研究から、急性・慢性ヒ素中毒患者において無機ヒ素暴露によりDNA損傷の発症が明らかになっている<sup>3)</sup>。このDNA損傷は尿中8-OH dG濃度の測定により評価が有効であることも明らかにした。

本結果では、表3と図3に示したごとく、高濃

度ヒ素暴露者群の小児と成人は共通して対照群と比較して尿中8-OH dG濃度の上昇傾向が認められた。小児と成人の値に相違は認められなかった。この対象群において、最高値を示した同一家族の親子における尿中8-OH dG濃度は子供が230 ng/mg クアチン、母親が265 ng/mg クアチンと極めて高く、一方、子供と母親の尿中ヒ素(IMD)濃度はそれぞれ2191  $\mu\text{g/L}$ 、6857  $\mu\text{g/L}$ で、これらの値は中国人対照群に比較して250倍と800倍の高値であった。

表3 中国人対照群80名、高濃度ヒ素暴露群の小児16名と成人16名における尿中8-OH dG濃度

	尿中8-OHdG濃度 ng/mg クアチン
中国人対照群	14.2 $\pm$ 9.00
小児(子供)	33.5 $\pm$ 55.2
成人(親)	29.7 $\pm$ 63.3

平均値 $\pm$ SD

図5には、16組の親子間における尿中IMD濃度と尿中8-OH dG濃度の相関関係を示した。両群の間には統計学的に有意な相関関係が認められた( $r=0.878$ ,  $p<0.001$ )。この結果は、これまでのヒ素暴露とDNA損傷の評価に関して矛盾しないものであった。

#### E. 参考文献

- 1) Loffredo CA., Aposhian HV., et al., Variability in human metabolism of arsenic. Environ Res. 92, 85-91, 2003.
- 2) Yoshida T., Yamauchi H., et al., Chronic health effects in people exposed to arsenic via the drinking water: dose-response relationships in review. Toxicol Appl Pharmacol. 198, 243-252, 2004.
- 3) Yamauchi H., Aminaka Y., et al., Evaluation of DNA damage in patients with arsenic poisoning: urinary 8-hydroxydeoxyguanine. Toxicol Appl Pharmacol. 198, 291-296, 2004.

#### F. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

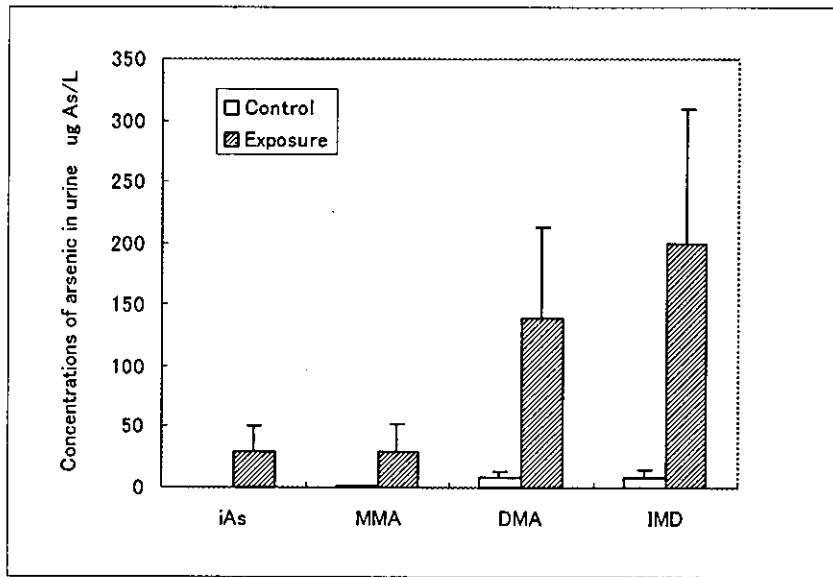


図1 高濃度ヒ素暴露者と対照群における化学形態別の尿中ヒ素濃度の比較

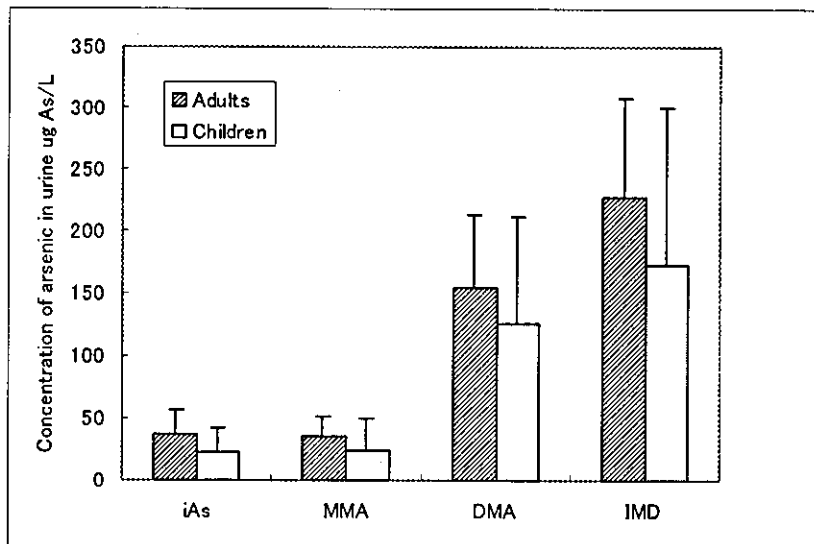


図2 16組の親子間における化学形態別の尿中ヒ素濃度の比較

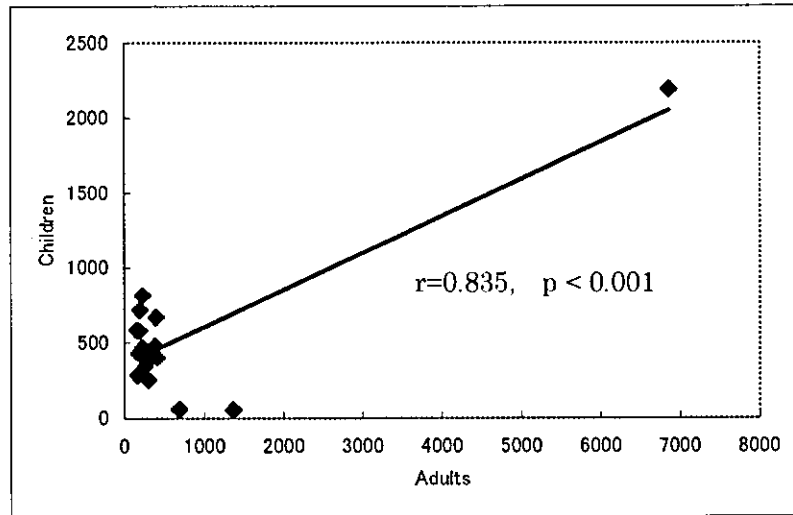


図3 16組の親子間における尿中IMD（無機ヒ素と2種代謝物の総和）濃度の相関関係

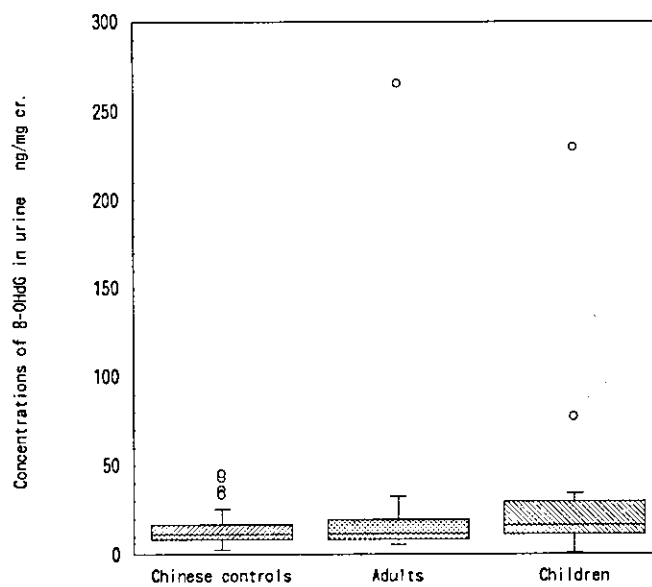


図4 中国人対照群、高濃度ヒ素暴露群の小児と成人における尿中8-OHdG濃度の比較



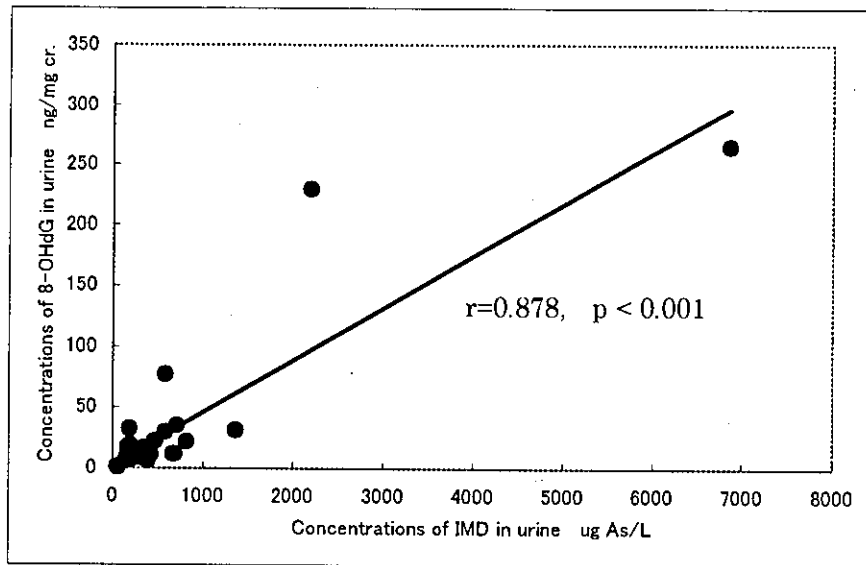


図5 16組の親子間における尿中IMDと尿中8-OHdG濃度の相関関係

バングラデシュ及び中国を中心とする地下水のヒ素汚染地域において地下水を（安全な）  
水道水源とする実現可能性評価に関する研究  
—— 給水システムの実現可能性評価（炊飯用水が総ヒ素摂取量に与える影響）——

分担研究者 大野浩一 北海道大学大学院工学研究科 助手

研究要旨

十分量の安全な水が確保できない場合、供給する水の用途を制限する必要がある。安全な水を供給目的を「ヒ素の総摂取量削減」とすると、水量が限られた場合の給水手法としては、飲料水のみを給水するか、飲料水に加えて調理用水を含めた経口摂取に関する水まで供給するべきかという問題がある。そこで、調理用水の中でも炊飯用水に着目し、炊飯用水中のヒ素濃度が炊飯前後のコメ中ヒ素濃度に与える影響に関する調査を行い、安全な水を供給した場合のヒ素摂取量削減に与える効果について検討を行った。バングラデシュ人民共和国のナワブガンジ市において18家庭を調査対象とし、それぞれの家庭から生コメ・実際に炊いたコメ・炊飯用水を採取し、それぞれのヒ素濃度を分析した。その結果、「炊飯前後のコメ中ヒ素濃度の差」と「炊飯用水のヒ素濃度」の間に強い相関が見られた。つまり、炊飯用水もヒ素摂取量に影響を与えていることが示された。また、ヒ素濃度0.1mg/Lの井戸水しか水源がない地区に、ヒ素濃度の低い(0.01mg/L)代替水源を供給することを想定し、1人1日ヒ素摂取削減量を推定した。結果として、飲料水のみを代替水源にした場合のヒ素摂取削減率は35%だったのに対し、飲料水に加え炊飯用水にも安全な水を供給する場合は削減率は58%となった。これらのことより飲料水だけではなく、炊飯用水も供給することがより効果的であることが示された。なお、本研究においては、調理用水のうち炊飯用水のみに着目したが、他の調理用水がヒ素摂取量に与える影響について今後検討する必要がある。

A. 研究目的

本分担研究は、バングラデシュの地下水ヒ素汚染地域において、ヒ素濃度の低い安全な給水手段を導入することの実現可能性について評価を行う。本研究における実現可能性とは、安全な水の給水方法に関するコスト面からの評価ではなく、安全な水の供給を行った場合の曝露量減少と言った便益面からの評価を中心に行う。

安全な水の供給方法として、十分量の安全な水源が無い場合は、供給する水の用途を制限する必要がある。安全な水を供給する目的を「ヒ素の総摂取量削減」とすると、水量が限られた場合の給水手法の可能性としては、飲料水のみを給水するか、飲料水に加えて調理用水を含めた経口摂取に関する水まで供給するべきかという問題が考えられる。

そこで、今年度は調理用水の中でも炊飯

用水に着目した。さまざまなヒ素濃度の炊飯用水が炊飯前後のコメ中ヒ素濃度に与える影響に関する調査を行い、安全な水を供給した場合のヒトのヒ素摂取量削減に与える効果について検討を行った。

## B. 研究方法

### 1. 試料の採取と保存について

2004(H16)年 11 月にバングラデシュ人民共和国のナワブガンジ地区ナワブガンジ市において試料の採取を行った。18 家庭を調査対象とし、それぞれの家庭から生コメ・実際に炊いたコメ・炊飯用水を採取した。なお、炊いたコメについては室温まで冷ました後ポリエチレン製の袋で採取し、重量を測定してからドライヤーで乾燥した。その後、コメについては凍結乾燥を行い保存した。

### 2. 分析方法について

炊飯用水については、分析を行う前に濃硝酸を pH1 以下となるように添加し、一晩以上静置後、分析を行った。コメについては、凍結乾燥後の試料をすり鉢にて粉碎したものをマイクロウェーブ分解装置 (Ethos TC, マイルストーン・ゼネラル社製) を用いて分解した。分解の際には、試料 0.5g に硝酸 4mL 及び過酸化水素 1mL (いずれも Ultrapur grade, 関東科学社製) を添加し、分解抽出を行った。

これら前処理を行ったサンプルのヒ素濃度を誘導結合プラズマ質量分析装置 (以下 ICP/MS, HP-4500, Agilent 社製) にて分析を行った。

なお、コメの試料の分析値の精度については、コメの粉の標準試料 (Rice Flour: NIST-SRM1568a) を用いて検証した。前処理

及び分析を上記と同様の方法で、3 回測定を行った。結果として、標準試料の認証値  $0.29 \pm 0.03$  mg/kg に対し、3 回測定の平均値と標準偏差は  $0.292 \pm 0.01$  mg/kg であった。回収率はほぼ 100% であり、また変動も小さく測定値は安定していた。よって、測定精度に問題はないと考えられる。

## C. 研究結果

調査した 18 家庭における生のコメ・炊いたコメの平均ヒ素濃度と標準偏差はそれぞれ  $0.25 \pm 0.13$ ,  $0.32 \pm 0.16$  (mg/kg-dry) であった。バングラデシュの同様な調査の文献値では生のコメ及び炊いたコメ中ヒ素濃度はそれぞれ 0.17, 0.21~0.31 (mg/kg-dry) であり、比較的似たような結果が得られた。本研究で調査した家庭において、生のコメと炊いたコメのヒ素濃度を比較すると、約 6 割の家庭で炊飯後にコメのヒ素濃度が増えた。

なお、炊飯用水中のヒ素濃度は  $0.037 \pm 0.067$  (mg/L) であり、約 4 割の家庭においてバングラデシュの水質基準値 (0.05mg/L) 以上のヒ素を含む水を炊飯用水として使用していた。

## D. 考察

### 1. 炊飯前後のコメ中ヒ素濃度差と炊飯用水のヒ素濃度の関係

生のコメと炊いたコメのヒ素濃度について直線関係を仮定して相関を調べたところ、決定係数 ( $R^2$  値) は 0.18 となり、炊飯前後のコメ中ヒ素濃度の間に相関は見られなかった。この理由として、炊飯用水のヒ素濃度が炊いたコメのヒ素濃度に影響を与えている可能性が考えられた。

そこで、炊飯前後におけるコメ中ヒ素濃

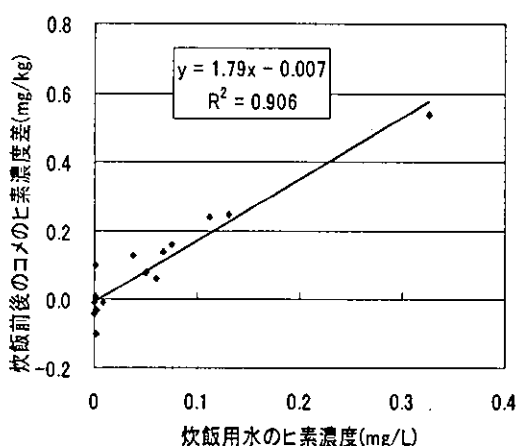


図1 炊飯前後のヒ素濃度の差と炊飯用水のヒ素濃度の関係

度の差と炊飯用水のヒ素濃度の関係について関係を調べた。その結果を図1に示す。このとき、回帰直線は  $y = 1.79x - 0.007$  ( $x$ : 炊飯用水のヒ素濃度(mg/L),  $y$ : コメの炊飯前後のヒ素濃度の差 (mg/kg-dry))となり、 $R^2$ 値は0.91となった。バングラデシュにおける代表的なコメの炊き方は日本におけるそれと異なり、炊飯途中で煮汁を捨てるという特徴がある。ただし今回の調査では煮汁中のヒ素濃度は調べていない。今回の調査により、バングラデシュにおいては日本の炊飯方法と水の使い方が異なり全ての水がコメに吸収されるわけではないものの、炊飯用水のヒ素濃度が炊飯前後のコメ中ヒ素濃度の差に大きな影響を与えていることが示された。

また、炊飯用水のヒ素濃度が比較的低い(0.001~0.01mg/L)場合、炊飯前後のコメ中ヒ素濃度の差に大きなばらつきがあり、かつ濃度差が負の場合が多い。このことについては、生のコメを研いだとき、あるいは炊飯途中の捨てる水、もしくは炊飯中にヒ素がアルシン等の揮発状態になり蒸発することに原因がある可能性がある。しかしこ

の原因については、さらなる詳細な調査が必要である。

## 2. コメと水からのヒ素摂取量について

図1で示された回帰式を利用して、ヒ素で汚染された井戸からヒ素に汚染されていない水源に移行したときのヒ素摂取量の低減効果について考察を行う。

1日コメ摂取量として713g-dry(文献値)、1日飲料水量として2Lと仮定する。また、今回は調理用水及びコメ以外の食料からのヒ素摂取については考えないこととする。ここで、ヒ素濃度0.1mg/Lの井戸水を飲料水+炊飯用水として使用した場合、水とコメからのヒ素摂取量は0.51 mg/(人・day)となる。次にヒ素濃度0.01mg/Lと低い代替水源を供給したときのことを考える。飲料水のみで代替水源を用いるとヒ素摂取量は0.33 mg/(人・day)で35%削減となる。それに対し、飲料水に加え炊飯用水にも代替水源を用いる場合、ヒ素摂取量は0.21 mg/(人・day)となり、最初の状態と比べて58%の摂取量削減ができる。従って、ヒ素濃度が低い代替水源を使用する場合は、飲料水のみならず炊飯用水も安全な水を供給することが、より効果的と考えられる。

## E. 結論

炊飯前後のコメ中ヒ素濃度の差と炊飯用水のヒ素濃度には強い正の相関が見られた。また、ヒ素濃度の低い代替水源を仮定した場合の1人1日ヒ素摂取削減量の推定結果から、安全な水を供給する場合には飲料水だけではなく、炊飯用水も供給することがより効果的であることが示された。今後は、炊飯用水だけではなく、他の調理用水がヒ素摂取量に与える影響についても検討を行

う必要がある。また、炊飯用水や調理用水を含めた水からの摂取量と食料からの摂取量について総合的な曝露量調査を行う必要がある。さらに、食料からのヒ素摂取量については、無機ヒ素と有機ヒ素では毒性の大きさが異なるため、形態別ヒ素濃度の分析についても検討を行う必要がある。

そして最終的には、安全な水供給に関して、その限られた供給水量をヒト健康リスクを効率的に削減するという観点で、どのような水供給手段が適切かということに関する評価を行う予定である。

## F. 健康危険情報

(なし)

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

大野浩一、古川明彦、林健司、亀井翼、眞柄泰基(2004) バングラデシュにおける地下水ヒ素濃度と他の金属・イオン類濃度との関連、環境工学研究論文集, 41, 591-600

### 2. 学会発表

中添真弥、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基(2004) 鉄系凝集剤 PSI によるヒ素除去に関する研究、第55回全国水道研究発表会講演集、pp. 140-141

江端克明、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基(2004) PSI を用いた凝集処理における攪拌条件とフロック粒径との関係、第55回全国水道研究発表会講演集、pp. 142-143

K. Ohno, A. Furukawa, K. Hayashi, T. Kamei and Y. Magara (2004) Arsenic Contamination of Groundwater in Nawabganj, Bangladesh, Focusing on the

Relationship with Other Metals and Ions, The Proceedings of 4th IWA World Water Congress, in CD-ROM (paper ID: 134280), Marrakech, Morocco

大野浩一(2004) ヒ素とアンチモンの NF 膜による処理、ニューメンブレンテクノロジーシンポジウム 2004、pp. 2-1-1~2-1-11

草野真一、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基(2004) 鉄系凝集剤 PSI を用いた有害金属類の凝集効果と E260 による迅速な処理性評価、第12回衛生工学シンポジウム論文集、pp. 117-120

梁瀬達也、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基(2004) バングラデシュ井戸水ヒ素汚染地域における食物中ヒ素の分析、第41回環境工学研究フォーラム講演集、140-142

H. 知的財産権の出願・登録状況  
特になし

### III. 研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル名	発表雑誌	巻号	ページ	出版年
Hiroshi Tokunaga, Tarit Roychowdhury, Tadashi Uchino, Masanori Ando	Urinary arsenic species in an arsenic-affected area of West Bengal, India(part III)	Appl. Organometal. Chem.	19	246-253	2005
Tarit Roychowdhury, Hiroshi Tokunaga, Tadashi Uchino, Masanori Ando	Effect of arsenic - contaminated irrigation water on agricultural land soil and plants in West Bengal, India	Chemosphere	58	799-810	2005
横田 漢	平成13～15年度科学研究費 補助金（基盤研究）B(2)研 究成果報告書	バングラデシュにお ける地下水砒素汚染 の循環モデルの検証 と砒素除去装置の開			平成13～ 15年
Yoshida T., Yamauchi H., et al.	Chronic health effects in people exposed to arsenic via the drinking water: dose-response relationships in review	Toxicol. Appl. Pharmacol.,	198	243-252	2004
Yamauchi H., Aminaka Y., et al	Evaluation of DNA damage in patients with arsenic poisoning: urinary 8- hydroxydeoxyguanine.	Toxicol. Appl. Pharmacol.,	198	291-296	2004
大野浩一、古川明 彦、林健司、亀井 翼、眞柄泰基	バングラデシュにおける地 下水ヒ素濃度と他の金属・ イオン類濃度との関連	環境工学研究論文集	41	591-600	2004