

# バングラデシュ国の砒素汚染対策への技術協力について I

## バングラデシュ産米の砒素濃度

廣中博見<sup>1</sup>・Sk.Akhtar Ahmad<sup>2</sup>

### Technical Cooperation on Arsenic mitigation programme in Bangladesh

#### 1) Arsenic Concentration of Rice in Bangladesh

Hiroimi HIRONAKA, Sk.Akhtar Ahmad

#### 要 旨

バングラデシュ国の砒素汚染対策については JICA を通じて本市に対し協力要請があつている。今回、バングラデシュ国の 1998 年冬～99 年春産の米の総砒素濃度を測定した。砒素汚染地区産の砒素濃度は非汚染地区の 2～3 倍であるが、その値は日本産の米とほぼ同程度 (0.1-0.3ppm) であり、米からの砒素摂取により慢性砒素中毒になる可能性は低いと考えられた。

**Key Words :** 砒素 Arsenic, 米 Rice, バングラデシュ Bangladesh, 福岡市 Fukuoka City

#### I はじめに

バングラデシュでは地下水を灌漑用水として使用する「緑の革命」が 20 年前から進行し飛躍的に米の生産量が増加したが、地下水層の酸化還元状況の変化により砒素が含まれるようになり、飲料水による慢性砒素中毒が国家的問題となっている。砒素汚染地域では農産物の砒素濃度が高いのではないかと懸念が浮上している。1999/11/15-11/30(16 日間)JICA の研修員として来所した Sk.Akhtar Ahmad 氏が持ち込んだバングラデシュの砒素汚染地域および非汚染地区産の米 67 検体、対照として日本産米 30 検体の砒素を分析実習研修として測定した。

#### II 方 法

##### 1. 検体採取方法

- 1) 砒素汚染地であるジェソルー県シヨムタ村の農家より集めた 1999 年春および 1998 年秋産米 21 検体 (精米)。
- 2) 砒素汚染地域を含むラシャヒ市周辺の生産者より収集した 24 検体 (籾)。
- 3) バングラデシュ・ダッカおよびラシャヒのホテルの台所や市場より収集した流通中の米 12 検体。

- 4) 福岡市内に流通する 1998 年産米 30 検体 (1)～(3)については Akhtar が、(4)については福岡市の農業等の日常監視用に保健所監視員が収去したもの。

##### 2. 分析方法

籾は家庭用精米機で 5 分搗き精米にした。籾の水分量が多くて精米できないものが 2 検体あったが 80℃で 3 時間乾燥後精米機にかけた。精米 1 g を 30ml 共栓付き試験管に入れ、濃硝酸 5ml、沸騰石 2 個を加え、アルミブロックヒーター 130℃で加熱し湿式分解する。当初は発泡するので硝酸 1ml 程度を加え、ブロックヒータからはずし適時冷却する。発泡しなくなったら 130℃で 8～16 時間湿式分解する。液が着色していたらさらに硝酸を少量ずつ加え、分解を続ける。液がほぼ透明になったら濃硫酸 1ml を加え、160℃で数時間～16 時間、必要に応じて濃硝酸を少量加えながら液が完全に透明になり白煙が生ずるまで加熱する。一旦冷却後蒸留水 2ml を加え完全に硝酸を除去するため再び白煙が生ずるまで加熱する。最終検液は蒸留水で 10ml にメスアップし、FIAS-AA の試料とする。

##### 1) 試薬

濃硝酸：有害金属分析用 60-62% (wako)  
濃硫酸：有害金属分析用 95+% (wako)

1. 福岡市中保健環境研究所 理化学課

2. National Institute Physics and Social Medicine, Bangladesh

砒素標準液：As 1000ppm (JCSS)  
 水素化砒素ナトリウム：試薬特級  
 塩酸：砒素分析用 35-37%

2) F I A S - A A分析条件

Instrument :Perkin Elmer AAnalyst-100  
 +FIAS-100  
 HCL: As 193.7 nm, 2nm Width  
 Carrier gas : Nitrogen  
 Expansion : x2  
 Recorder 500mv/ Fs  
 Carrier A: 10% (V/V) HCl  
 Carrier B: 0.5% NaBH<sub>4</sub> in 0.05% NaOH

Sample Rice 1.0g  
 |<--- 5ml HNO<sub>3</sub> conc.  
 Digestion 130 °C  
 |<--- 1ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> conc.  
 Digestion 160 °C  
 |<--- 2ml H<sub>2</sub>O  
 Digestion 160 °C  
 |

Fill up to 10ml (Sample for AA)

Scheme1. Flow Chart of As Analysis in Rice

III 結果及び考察

1 バングラデシュ産米の砒素濃度

Table1 に高濃度砒素汚染地区であるシヨムタ産の米 21 検体の総砒素濃度の分析結果を示した。

Table2a,Table2b にバングラデシュの対照地区としてラシャヒおよびダッカの市場等の米 41 検体の総砒素濃度の分析結果を示した。

Table3 に 1998 年, 1999 年の日本で生産された米 29 検体とカルフォルニア産米 1 検体の砒素分析の結果を示した。

Fig1-Fig3 にそれらのヒストグラムを示した。

砒素汚染地であるシヨムタ産の米 1 検体が 0.94ppm と比較的高かったが、汚染地の米の平均では日本産の米と有意な差は見られず、バングラデシュの他の地域平均値の 2~2.5 倍であった。

米中の砒素の形態を推測するために SM-16,SM-17 の 2 検体について、水で炊いた後 2N-塩酸で加水分解し、可溶性成分のみの砒素を測定し、残さを硝酸-硫酸分解して測定した。これは胃腸内で胃酸により分解され吸収される形態の可溶性砒素(無機砒素)と、糞便として排出される形態もしくは有機砒素とに分別を試みたものである。

総砒素の 40%~50%が可溶性の砒素であった。

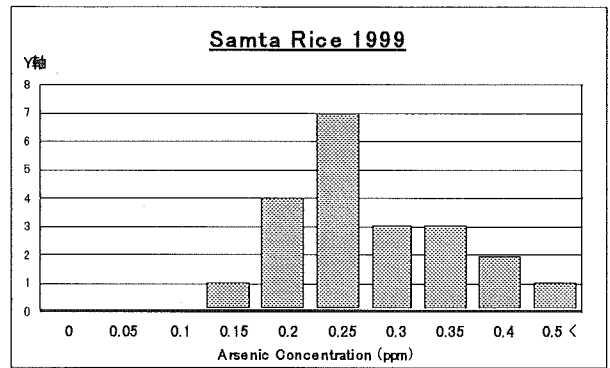


Fig 1 Histogram of As in Samta Rice(N=21)

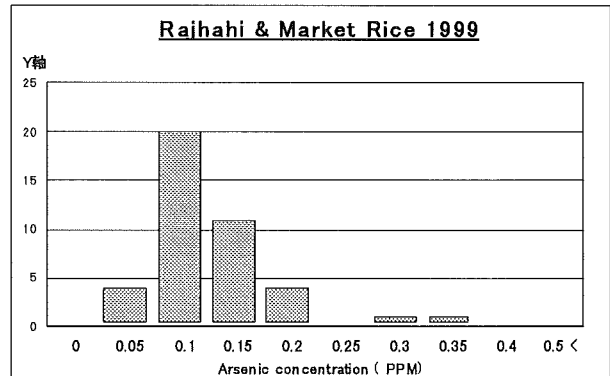


Fig2 Histogram of As in Rajhahi & Market Rice(N=41)

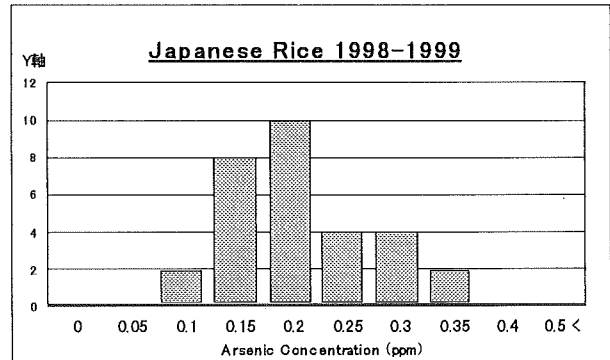


Fig3 Histogram of As in Japanese Rice(N=30)

IV ま と め

バングラデシュの砒素汚染地の米中の砒素濃度は非汚染地区の 2~3 倍の 0.3ppm 程度であり、日本産の米中の 0.25ppm と大きな差はなく、健康に影響がでる濃度とは思われない。

中には 1ppm に近いものも見られるが、これら汚染地区の米はブレンドして砒素濃度を下げるか、高濃度の生産者の米を識別し、流通から取り除く必要があると考えられる。

Table 1 . Arsenic concentration of Rice produced in Samta, Jessor, Bangladesh

Sample No	As(ppm)	Name of Producer	Type of Rice	Harvested in:	Area of Production		DTW Used
SM01	0.16	Faruk Hassan	Amon	10-11/1998	Northwest	Samta Jessor	N/A
SM02	0.34	Babur Ali	IRRI	April 1999	Northwest	Samta Jessor	E
SM03	0.11	Golam Mostofa	IRRI	April 1999	Northwest	Samta Jessor	Unknown
SM04	0.23	Sirajul Islam	IRRI	April 1999	Southwest	Samta Jessor	Unknown
SM05	0.22	Fazlul Karim	Amon	November 1998	Southwest	Samta Jessor	N/A
SM06	0.18	Fazlul Karim	IRRI	April 1999	Southwest	Samta Jessor	F
SM07	0.36	Bazrul Rahman	Amon	October 1998	South	Samta Jessor	N/A
SM08	0.27	Bazrul Rahman	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	G
SM09	0.27	Md. Azizul Huq	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	F
SM10	0.19	Md. Azizul Huq	Amon	October 1998	South	Samta Jessor	N/A
SM11	0.24	Md. Lutfur Rahman	Amon	October 1998	Southwest	Samta Jessor	N/A
SM12	0.21	Md. Lutfur Rahman	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	F
SM13	0.22	Akbar Ali	IRRI	April 1999	West	Samta Jessor	A
SM14	0.32	Md. Sar Ali	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	H
SM15	0.18	Md. Solaiman Bari	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	F
SM16	0.40	Faruk Hassan	IRRI	April-May 1999	Northwest	Samta Jessor	A
SM17	0.21	Tutul Mondol	IRRI	April 1999	North	Samta Jessor	C or D
SM18	0.31	Md. Ayubu Ali	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	Unknown
SM19	0.21	Md. Aynal Haque	IRRI	April 1999	South	Samta Jessor	F?
SM20	0.30	Daud Gazi	Amon	December 1998	Northwest	Samta Jessor	N/A
SM21	0.94	Wazed Ali	IRRI	April 1999	Bought at Samta bazar	Samta Jessor	N/A

**Table 2 a. Arsenic concentration of Rice produced in Rajshahi, Bangladesh(1999)**

No.	As (ppm)	Farmer	Rice	Village	Post office	Thana,Dist
RS01	0.13	Mr. Abdul jalil	BR11	Teherpur	P.O. Gopigram	Sadullapur,Gaibandha
RS02	0.08	Mr. Aminul Islan	BR11	Dashmowas	P.O. Jahingar	Pironj,Rangpur
RS03	0.10	Mr. Gurudas	BR11	Turakamal	P.O. Sandiapur	Sadullapur,Gaibandha
RS04	0.03	Mr. Md Shofikul Islam	Puraginih	Shaigarigobindopur	P.O. Dhaperhart	Sadullapur
RS05	0.12	Mr. Nilatan	Pajam	Dulamitipur	P.O. Panbazar	Pironj,Rangpur
RS06	0.11	Mr.Bablu Mija	BR11	Junidpur	P.O. Sandiapur	Sadullapur,Gaibandha
RS07	0.14	Mr. Ohab Miah	BR11	Baradaudpur	P.O. Gopigram	Sadullapur,Gaibandha
RS08	0.11	Mr. Ohab Miah	BR11	Baradaudpur	P.O. Gopigram	Sadullapur,Gaibandha
RS09	0.09	Mr. Gobinda Chandra Sarker	BR11	Rowshanpur	P.O. Gopigram	Pironj,Rangpur
RS10	0.07	Mr.Md.Harum Miah	BR11	Mohenshapur	P.O. Gagarbazar	Sadullapur,Gaibandha
RS11	0.10	Mr. Aauu Miah	BR11	Gobarkutubpur	P.O. Panbazar	Pironj,Rangpur
RS12	0.07	Mr. Shar Afroz Alam	BR11	Mokimpur	P.O. Fathapur-Laldhigi	Pironj,Rangpur
RS13	0.09	Mr. Rafiqul Alam	BR11	Monoharpur	P.O. Jamalpur	Sadullahpur,Gaibanda
RS14	0.10	Mr. Sunil Chandra	Pajam	Amodpur	P.O. Jahingirabad	Pirgonji,Rangpur
RS15	0.09	Mr. Matab Ali	Aman Dhan	Mojompur	P.O.Ghatail,Tangaik	Ghatail, Tangail
RS16	0.08	Mr.Md Nazrul Islam Kharn	Pajam	Jhakail	P.O. Chaithatta	Chatail,Tangail
RS17	0.08	Mr. Shobhan Sharkar	BR11	Dampara	P.O. Modhupur	Modhupur, Tangail
RS18	0.07	Mr. Hazi Sakwat Hossain	Binni	Chaithatta	P.O. Chaithatta	Chatail,Tangail
RS19	0.34	Mr. Tafsir Uddin	Chaina	Chaithatta	P.O. Chaithatta	Chatail,Tangail
RS20	0.06	Mr. Halimuzzaman Khan	Biroi	Junkail	P.O.Ghatail,Tangaik	Ghatail, Tangail
RS21	0.14	Mr. Hasan Ali Tororxxx	Pajam	Rassulpur	P.O. Chaithatta	Chatail,Tangail
RS22	0.10	Mr. Khalikur Rahman	BR11	Kharghata	P.O. Shonkhola	Ghatail, Tangail
RS23	0.06	Mr. Mohammad Ali	Chapali	Chaithatta	P.O. Chaithatta	Chatail,Tangail
RS24	0.05	Mr. Rafiqul Islam	Kalizira	Panzanal	P.O. Porabari Nagbari	Ghatail, Tangail

**Table 2 b. Arsenic concentration of Merket Rice in Rajshahi & Dhaka, Bangladesh(1999)**

No.	As ppm	Sample name	Rice	note	Market
HT01	0.09	HT:motel Rajatan Rajhahi	long grain	white	Rajhahi
HT02	0.03	HT:Hotel Abokasi z	long grain	1999/04/18	Dhaka
HT03	0.05	HT:No01 Hotel Abokashi's Kitchen	longl grain	small grain	Dhaka
HT04	0.16	HT:No01A Akhra's Kitchin	white middle	long grain	Dhaka
HT05	0.06	HT:No02A Akthar's	long grain	long grain	Dhaka
HT06	0.16	HT:No02B Akthar's Kitchin	small white	small white	Rajhahi
HT07	0.11	HT:No02 prof .Ralans Hamindar	long grain	Prof. Hamidur	Rajhahi
HT08	0.12	HT:No03 pavjam	long grain	Rajahi	Rajhahi
HT09	0.09	HT:No04 katari	china?	rashahi	Rajhahi
HT10	0.28	HT:No05 Market rice	long grain	Rajhahi long brwn	Rajhahi
HT11	0.13	HT:No06 pari	Middle grain	Rajhahi	Rajhahi
HT12	0.15	HT:No07 india	Middle grain	from india	Rajhahi
HT13	0.05	HT:No08 RARUNI	Small White	small white Rajhahi	Rajhahi
HT14	0.10	HT:No09 ratni	long grain	rashahi	Rajhahi
HT15	0.05	HT:No10 Kalo	Short white	Rajhaahi K	Rajhahi
HT16	0.12	HT:Pacc---kicin	long grain	Hotel in Rajhahi	Rajhahi
HT17	0.19	HT:'Dhinighura			Rajhahi
MO-1	0.08	RS01-.Abdull Jalil's Shell(momi)	SHELL		Rajhahi
MO-2	0.05	RS12 br11 Shell(momi)	SHELL		Rajhahi
MO-3	0.04	RS22-Khalikur Rahman's Shell(moi)	SHELL		Rajhahi

Table 3 . Arsenic concentration of Rice produced in JAPAN (1988-99 )

No.	As (ppm)	Sampling	Spices	pref.	province
J98-E1	0.12	H1107	hitomebore	akita	honsho-si
J98-E2	0.16	H1107	hitomebore	iwate	ichinoseki-si
J98-E3	0.17	H1107	hohoemi	fukuoka	yame hosino-mura
J98-E4	0.17	H1107	yumetukusi	fukuoka	asakura
J98-E5	0.10	H1107	akitakomachi	akita	yamamoto-gun
J98-H1	0.15	H1107	hohoemi	fukuoka	kuroki
J98-H2	0.18	H1107	hinohikari	kagosima	isa
J98-H3	0.27	H1107	hinohikari	yamaguchi	kikukawa
J98-H4	0.12	H1107	kirara397	hokkaido	kitaryuu
J98-H5	0.07	H1107	kosihikari	kumamoto	aso
J98-S1	0.14	H1107	hinohikari	fukuoka	fukuokacity motooka
J98-S2	0.13	H1107	Shonaimai-haenuki	yamagata	tsuruoka city
J98-T1	0.32	H1107	aigamo-genmai	kumamoto	kuma-gun
J99-E1	0.25	H1111	hitomebore	miyagi	tunoda-si
J99-E2	0.31	H1111	kosihikari	shimane	izumo
J99-E3	0.20	H1111	akitakomachi	akita	oogata-mura
J99-E4	0.16	H1111	yumetsukusi	fukuoka	tagawa
J99-E5	0.21	H1111	akitakomachi	akita	yamamoto-gun 81machi
J99-E6	0.15	H1111	hitomebore	miyagi	furukawa
J99-H1	0.26	H1111	akitakomachi-2nd	akita	senhoku-gun
J99-H2	0.20	H1111	kosihikari-2nd	niigata	kashiwazaki
J99-H3	0.21	H1111	koshihikari-1st	toyama	toyama-si
J99-H4	0.19	H1111	kosihikari-2nd	shimane	iishi gun kakeai-cho
J99-H5	0.23	H1111	yumetsukusi-1st	fukuoka	kaho
J99-J1	0.18	H1111	akitakomachi-genmai	akita	akita
J99-J2	0.26	H1111	yumetsukusi	fukuoka	buzen-si
J99-M1	0.08	H1111	akitakomachi	akita	akita
J99-M2	0.14	H1111	hitomebore	miyagi	N/A
J99-M3	0.11	H1111	california	USA	california
J99-M4	0.19	H1111	neo-genmai	chiba	nodashi