

## 都内搬入米におけるカドミウム, 銅, ヒ素の含有量について (第3報\*) - 1999年から2002年までの試験成績の概要 -

小野塚 春吉\*\*, 雨宮 敬\*\*, 水石 和子\*\*, 小野 恭司\*\*,  
伊藤 弘一\*\*, 眞木 俊夫\*\*

### The Contents of Cadmium, Copper and Arsenic in Rice Carried into Tokyo ( \* ) - An Analysis of Examination Results from 1999 to 2002 -

Harukichi ONOZUKA \*\*, Takashi AMEMIYA \*\*, Kazuko MIZUISHI \*\*, Yasushi ONO \*\*,  
Koichi ITO \*\* and Toshio MAKI \*\*

**Keywords** : 米 rice, 汚染 pollution, カドミウム cadmium, 銅 copper, ヒ素 arsenic, 許容基準 permissible value, 濃度分布 content distribution, 農用地汚染 agricultural soil pollution

#### はじめに

我が国における米中カドミウムの安全基準は, 1970年当時厚生省に設置された微量重金属調査研究会からの報告<sup>1)</sup> (1970.7.24)を根拠に, 食品衛生法により「玄米で1.0 ppm未満」との基準が設定されている<sup>2)</sup>。一方, 農林水産省では, 前述の微量重金属調査研究会の報告書が厚生省に提出された直後に「農林大臣談話」を発表し<sup>3)</sup>, これを受けて出された食糧庁長官通達<sup>4,5)</sup>により, 「米中のカドミウム濃度が0.4 ppm以上1.0 ppm未満のものは, 食品衛生上安全とみられるが, 米穀の需給事情及び消費者の感情を考慮して食用としては配給(売却)しない」との措置がとられ現在に至っている。

また, 東京都においては, 1970年当時, 多摩地域の一部でカドミウムによる土壌汚染問題が発生し, これを契機に都内における産米で「0.4 ppm以上」のものは, 東京都で買い上げるという措置が1970年10月29日の緊急公害対策会議において決定された<sup>6)</sup>。その後, 東京都では「カドミウム等汚染のおそれのある米穀の都内における流通を防止すること」を目的として, 1973年度から都内搬入米中に含まれるカドミウムの検査を実施している。その検査の一部を当健康安全研究センターが担当している。

食品からのカドミウム摂取に関するリスク評価は, FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会 (JECFA) で行われており, 1972年の第16回会合において暫定耐容週間摂取量 (PTWI) を0.4-0.5 mg/人 (0.0067-0.0083 mg/kg bw) と評価<sup>7)</sup>している。その後, 1989年の第33回会合及び2003年の第61回会合においても再評価<sup>8)</sup>が行われたが, いずれの会合においても「修正すべき十分な証拠は見当たらない」として, 暫定耐容週間摂取量 (PTWI) 7 µg/kg bw が維持されている。食品中カドミウムの国際基準について

は, FAO/WHO 合同食品規格委員会 (コーデックス委員会) の下部機関である食品添加物・汚染物質部会 (CCFAC) に対して, 1998年にデンマークがディスカッションペーパーを提出して以後本格的な審議が行われはじめ, 2003年3月の第35回 CCFAC における米の最大基準値案は「精米 0.2 mg/kg」となっている<sup>9)</sup>。

我が国においても, これら食品中カドミウムに関する国際基準設定の動向に対応し, 農林水産省が中心になり, 農作物等に含まれるカドミウムの実態調査を実施し, 2002年11月に JECFA にデータを提出している<sup>10)</sup>。

1973年度から98年度まで当研究センターで実施した検査成績の概要については, 既に伊藤ら<sup>11)</sup>及び筆者ら<sup>12)</sup>により報告されている。本報では, 前報以後の1999年度から2002年度までの4年間の概要について報告する。

#### 試料及び方法

##### 1. 試料

1999年4月から2003年3月までに各産地から都内米穀倉庫に搬入された玄米を, 厚生省の通知<sup>13)</sup>にしたがって毎月サンプリングしたものを分析検体とし, そのうちの一定量を試験に供した。

##### 2. 試薬及び装置

試薬は, 関東化学又は和光純薬製の有害金属測定用又は原子吸光分析用及び特級試薬を用いた。原子吸光用金属標準溶液は, 関東化学製の市販 100 mg/L 濃度のものを希釈して用いた。

原子吸光装置はバリアン SpectrAA-800, 連続ヒ化水素発生装置はバリアン VGA-77 を用いた。

##### 3. 試験方法

###### (1) 試料の分解

\* 第2報 東京衛研年報, **50**, 158-166, 1999

\*\* 東京都健康安全研究センター医薬品部微量分析研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

\*\* Tokyo Metropolitan Institute of Public Health

3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

玄米 12.5 g を正確に量取り，硝酸（計約 70 ml）・硫酸（4 ml）・過塩素酸（2 ml）を用いて加熱湿式分解した．分解が終了した段階で，過酸化水素水（計 6 ml）を加え加熱し，残っている硝酸を分解した．分解液を精製水を用いて 25 ml に定容し，20 ml をカドミウム及び銅分析用試験溶液（以下 Cd・Cu 用試験溶液），5 ml をヒ素分析用試験溶液（以下 As 用試験溶液）とした．

（2）カドミウム及び銅の定量

Cd・Cu 用試験溶液に 25% 酒石酸ナトリウムカリウム溶液 5 ml，飽和硫酸アンモニウム溶液 10 ml を加え，アンモニア水を用いて pH 8.0 ~ 8.5 の範囲に調整した．これに 1% ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム（DDTC）溶液 5 ml を加え，生成した錯体を 10 ml のメチルイソブチルケトン（MIBK）で抽出し，抽出液をフレイム原子吸光法により定量した．

（3）ヒ素の定量

As 用試験溶液にブロムチモールブルー（BTB）指示液を加え，アンモニア水を用いて pH を中性付近に調整した．これに塩酸 4.5 ml を加え，次いでアスコルビン酸約 0.5 g 及び 10%（WV）ヨウ化カリウム溶液 5 ml を加え，精製水により全量を 50 ml とした．次いで，試験溶液とテトラヒドロホウ酸ナトリウム溶液及び塩酸を連続水素化物発生装置を用いて混合し，発生した水素化ヒ素を加熱石英セルに導入し原子吸光法により定量した．

結果及び考察

1. カドミウム

試験成績を年度別に整理したものを表 1 に示した．

表 1 . 都内搬入米中のカドミウム濃度

		ppm (風乾重量当たり)			
統計量(項目)		1999年度	2000	2001	2002
算術平均		0.06	0.07	0.08	0.06
幾何平均		0.04	0.04	0.04	0.04
中央値		0.04	0.05	0.06	0.04
標準偏差		0.06	0.06	0.11	0.06
最小値		0.00	0.00	0.00	0.00
最大値		0.26	0.37	1.26	0.40
度 数 分 布	C ≤ 0.01	29	19	25	27
	0.01 < C ≤ 0.05	87	82	67	94
	0.05 < C ≤ 0.10	43	57	58	46
	0.10 < C ≤ 0.15	27	24	24	20
	0.15 < C ≤ 0.20	10	8	15	9
	0.20 < C ≤ 0.25	3	9	5	2
	0.25 < C ≤ 0.30	2	3	2	1
	0.30 < C ≤ 0.35	0	0	0	0
	0.35 < C ≤ 0.40	0	1	2	1
0.40 < C	0	0	2	0	
検体数 (n)		201	203	200	200
0.2 ppm 超過率 (%)		2.5	6.4	5.5	2.0
0.4 ppm 超過率 (%)		0.0	0.0	1.0	0.5
0.4 ppm 以上の検体濃度 (ppm)				0.61	0.40
				1.26	

（1）平均値及び最小・最大値

1999 年度から 2002 年度までの各年度の平均値を再平均した値は，算術平均値 0.07 ppm，幾何平均値 0.04 ppm，中央値 0.05 ppm であった．最小値は 0.01 ppm 未満，最大値は 1.26 ppm であった．

（2）濃度別度数分布

1999 年度から 02 年度までの 4 年間全体で，0.10 ppm 以上の割合は 21.1%（前報<sup>12)</sup>1981-98 年度 18 年間の成績 18.5%），0.20 ppm 以上の割合は 4.1%（同 4.3%），0.30 ppm 以上の割合は 0.7%（同 1.2%），0.40 ppm 以上の割合は 0.2%（同 0.4%）であった．

農林水産省が行った実態調査（玄米 37,330 検体）<sup>10)</sup>における濃度別度数分布は，0.10 ppm 以上が 16.9%，0.20 ppm 以上が 3.3%，0.30 ppm 以上が 0.8%，0.40 ppm 以上が 0.4% であった．また，最小値は 0.01 ppm 未満，最大値は 1.2 ppm であった．

東京都で行っている検査は，都内への搬入米で，産地は主に中部，関東，東北，北海道地方である．検査の目的は，東京都の安全基準（0.4 ppm 未満）を超える米の流通を防止するための監視業務である．一方，農林水産省の調査は，実態の把握を目的としており，全国の水田を対象に，作付け面積 50 ヘクタール当たり 1 点の比率でサンプリングしている（1997 年及び 98 年産米）．両者の間は産地及び調査の目的は同一ではないが，それぞれの米中カドミウムの濃度分布は，ほぼ同様の分布状態を示している．

（3）基準値を超えた検体及び超過率

東京都の基準値（0.4 ppm 未満）を超えた検体は，2001 年度に 2 検体（0.61, 1.26 ppm），2002 年度に 1 検体（0.40 ppm）であった．超過率は，1999 年度から 02 年度までの 804 検体中 3 検体で 0.37%（1981-98 年度の成績 0.37%）になる．

食品衛生法に基づく基準値（1.0 ppm 未満）を超えた検体は，2001 年度に 1 検体（1.26 ppm）であった．超過率は，0.12% になる．

（4）経年的変化

基準超過率の時系列的な傾向を見るため，前報<sup>12)</sup>の成績を含めて 5 年移動平均を求めた（図 1）．その傾向は，検査開始時における高い状態から 1982 年頃まで顕著に減少し，その後しばらく低い状態が続き，1990 年頃を境に微増し横這いの状態が続いている．

濃度別度数分布の経年的な傾向を見るため，前報<sup>12)</sup>において 1981 年度を基点に一定年数毎に区切り（3 年，5 年，5 年，5 年）その区分毎の度数分布率を求めた．これに 1999 年度から 02 年度までの 4 年間の度数分布率を求め，追加したものを図 2 に示した．

図 2 において，0.01 ppm 以下の濃度域では，区分が新しくなるにしたがい占める割合が減少している．一方 0.01 < C ≤ 0.05, 0.05 < C ≤ 0.10, 0.10 < C ≤ 0.15 の濃度域では逆に増加傾向が認められる．このことは，相対的に汚染の少ない地域（いわゆる「非汚染地域」「清浄地域」）におい

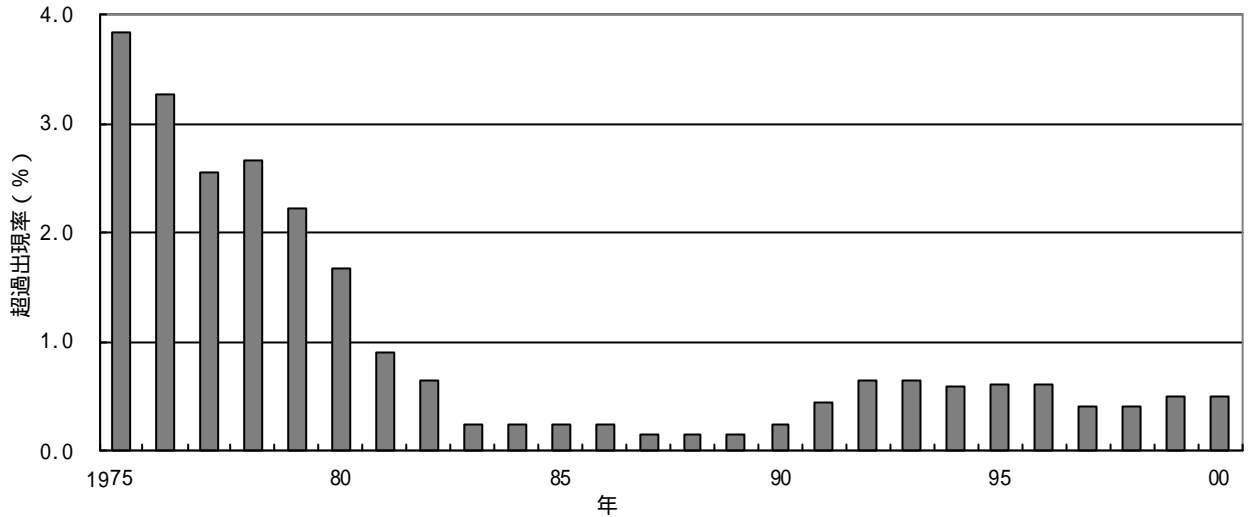


図1 . カドミウム基準値 (0.4 ppm) 超過出現率の推移 (5カ年移動平均)

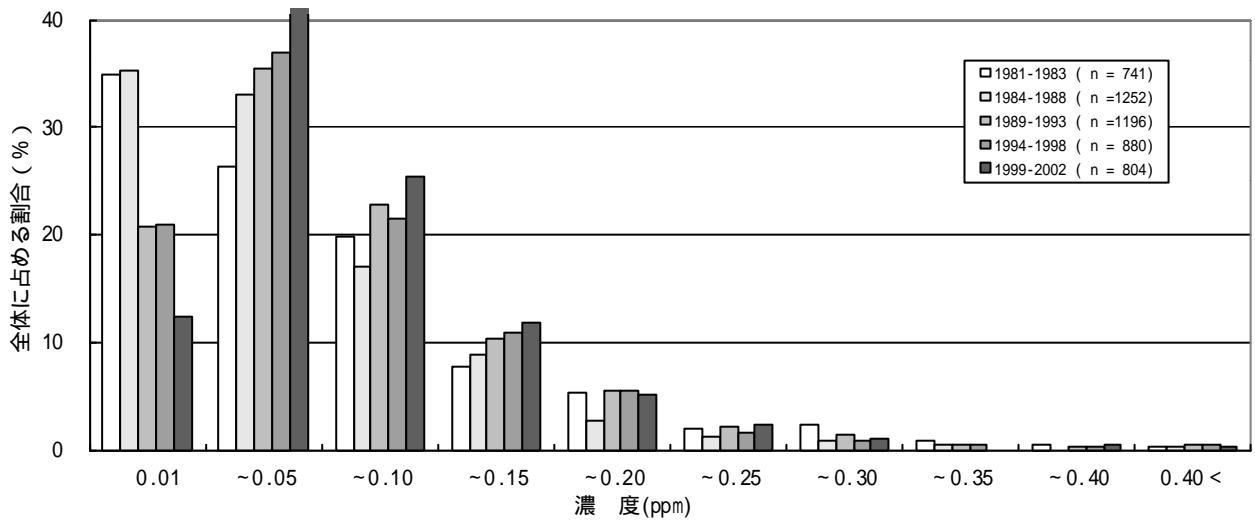


図2 . 都内搬入米中のカドミウム濃度度数分布 (国産玄米、1981-2002)

でも、大気降下物等によりカドミウムが徐々に土壤に蓄積し、汚染が進行している可能性を示唆するものと考えた。

2 . 銅

試験成績を年度別に整理したものを表2に示した。

米中に含有する銅の基準は、日本及び国際的にも定められていない。

(1) 平均値及び最小・最大値

1999年度から02年度までの各年度の平均値を再平均した値は、算術平均値 2.34 ppm，幾何平均値 2.24 ppm，中央値 2.37 ppm であった。最小値は 0.62 ppm，最大値は 4.30 ppm であった。

(2) 濃度別度数分布

1999年度から02年度までの4年間全体では、3.0 ppm以上の割合は 14.7% (前報<sup>12)</sup>1981-98年度18年間の成績 19.5%)，4.0 ppm以上の割合は 0.2% (同 2.0%)，5.0 ppm以上の割合は 0.0% (同 0.3%) であった。

表2 . 都内搬入米中の銅濃度

		ppm (風乾重量当たり)			
統計量(項目)		1999年度	2000	2001	2002
算術平均		2.30	2.30	2.35	2.41
幾何平均		2.19	2.21	2.25	2.33
中央値		2.30	2.36	2.36	2.46
標準偏差		0.67	0.63	0.64	0.62
最小値		0.62	0.86	0.68	0.84
最大値		4.30	3.91	3.93	4.13
度 分 布	C ≤ 1.00	4	4	3	2
	1.00 < C ≤ 1.50	21	22	17	10
	1.50 < C ≤ 2.00	43	36	36	46
	2.00 < C ≤ 2.50	61	58	58	48
	2.50 < C ≤ 3.00	42	60	52	63
	3.00 < C ≤ 3.50	23	17	30	24
	3.50 < C ≤ 4.00	6	6	4	6
	4.00 < C ≤ 4.50	1	0	0	1
	4.50 < C ≤ 5.00	0	0	0	0
5.00 < C	0	0	0	0	
検体数 (n)		201	203	200	200

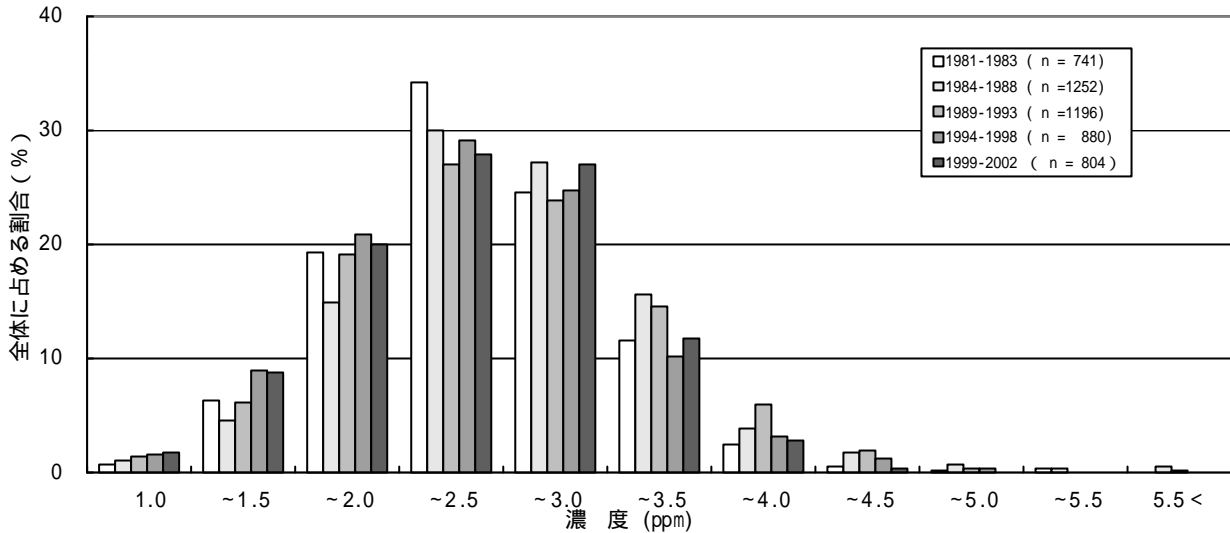


図3. 都内搬入米中の銅濃度度数分布 (国産玄米、1981-2002)

(3) 経年的変化

1981年度から02年度までの22年間を、カドミウムと同様に1981年度を起点に一定年度毎に区切り(3年、5年、5年、5年、4年)、その区分毎の度数分布率を求めたものを図3に示した。濃度区分により全体に占める割合が、上昇傾向にあるもの(1.0 ppm, 1.0 < C 1.5), 減少傾向にあるもの(2.0 < C 2.5)も見受けられるが、カドミウムほど明確な傾向は認められなかった。

3. ヒ素

試験成績を年度別に整理したものを表3に示した。

米中に含有するヒ素の基準は、日本及び国際的にも定められていない。

表3. 都内搬入米中のヒ素濃度

		ppm(風乾重量当たり)			
統計量(項目)		1999年度	2000	2001	2002
算術平均		0.17	0.18	0.16	0.15
幾何平均		0.16	0.17	0.15	0.13
中央値		0.16	0.17	0.15	0.13
標準偏差		0.09	0.08	0.07	0.06
最小値		0.05	0.06	0.02	0.04
最大値		0.62	0.51	0.55	0.44
度 数 分 布	C ≤ 0.05	1	0	2	4
	0.05 < C ≤ 0.10	29	22	35	35
	0.10 < C ≤ 0.15	67	60	57	88
	0.15 < C ≤ 0.20	50	52	58	40
	0.20 < C ≤ 0.25	26	37	23	18
	0.25 < C ≤ 0.30	8	15	13	12
	0.30 < C ≤ 0.35	10	7	8	2
	0.35 < C ≤ 0.40	5	7	1	0
0.40 < C ≤ 0.45	4	0	2	1	
0.45 < C	1	3	1	0	
検体数(n)		201	203	200	200

(1) 平均値及び最小・最大値

1999年度から02年度までの各年度の平均値を再平均した値は、算術平均値0.17 ppm, 幾何平均値0.15 ppm, 中央値0.15 ppmであった。最小値は0.02 ppm, 最大値は0.62 ppmであった。

(2) 濃度別度数分布

1999年度から02年度までの4年間全体では、0.20 ppm以上の割合は25.4%(前報<sup>12)</sup>1981-98年度18年間の成績20.7%), 0.30 ppm以上の割合は6.5%(同6.2%), 0.4 ppm以上の割合は1.5%(同2.0%)であった。

(3) 経年的変化

1981年度から02年度までの22年間を、カドミウムと同様に1981年度を起点に一定年度毎に区切り(3年、5年、5年、5年、4年)、その区分毎の度数分布率を求めたものを図4に示した。濃度区分により全体に占める割合が、上昇傾向にあるもの(0.15 < C 0.20), 減少傾向にあるもの(C 0.05 ppm, 0.05 < C 0.10)も見受けられるが、カドミウムほど明確な傾向は認められなかった。

ま と め

(1) カドミウム

1999年度から02年度までの各年度の平均値を再平均した値は、算術平均値0.07 ppm, 幾何平均値0.04 ppm, 中央値0.05 ppmであった。最小値は0.01 ppm未満, 最大値は1.26 ppmであった。

カドミウム濃度の度数分布率は、0.1 ppm以上が21.1%, 0.2 ppm以上が4.1%, 0.3 ppm以上が0.7%, 0.4 ppm以上が0.2%であった。

1999年度から02年度までの都内搬入米(804検体)で、東京都の米中カドミウムの基準(0.4 ppm未満)に適合しなかったものは3検体、食品衛生法に基づく基準(1.0 ppm未満)に適合しなかったものは1検体であった。

東京都の基準(0.4 ppm未満)に適合しない検体の出現率は、1970年代の検査開始時における高い状態から1982

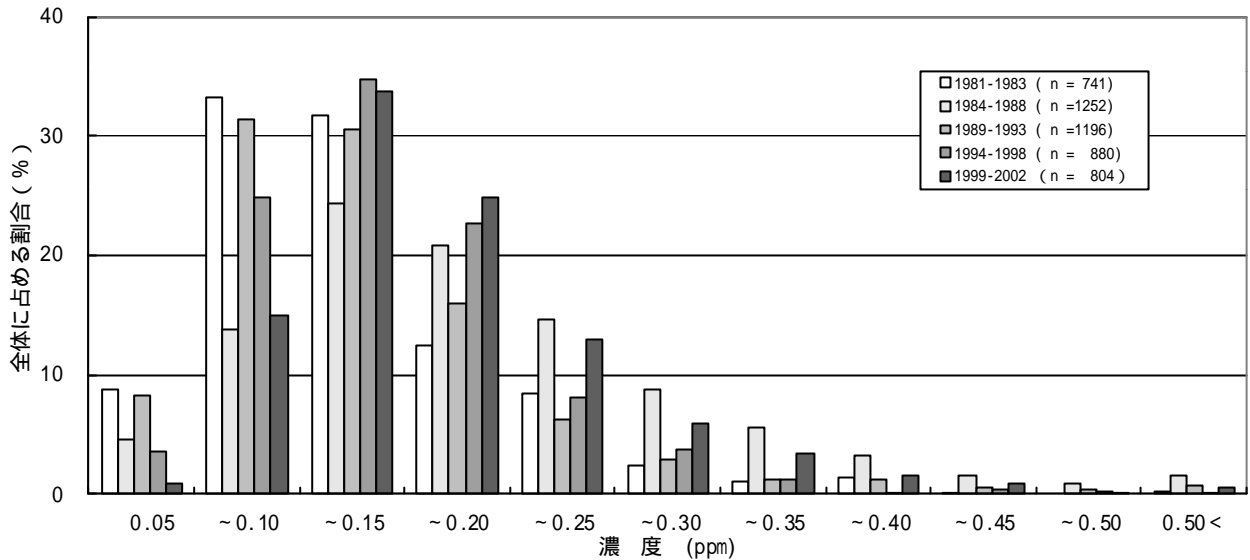


図4．都内搬入米中のヒ素濃度度数分布（国産玄米、1981-2002）

年頃まで顕著に減少し、その後しばらく低い状態が続き、1990年頃を境に微増し横這いの状態が続いている。

#### (2) 銅

1999年度から02年度までの各年度の平均値を再平均した値は、算術平均値 2.34 ppm，幾何平均値 2.24 ppm，中央値 2.37 ppm であった。最小値は 0.62 ppm，最大値は 4.30 ppm であった。

銅濃度の度数分布率は、3.0 ppm 以上の割合が 14.7%，4.0 ppm 以上の割合が 0.2%，5.0 ppm 以上の割合が 0.0% であった。

#### (3) ヒ素

1999年度から02年度までの各年度の平均値を再平均した値は、算術平均値 0.17 ppm，幾何平均値 0.15 ppm，中央値 0.15 ppm であった。最小値は 0.02 ppm，最大値は 0.62 ppm であった。

ヒ素濃度の度数分布は、0.20 ppm 以上の割合が 25.4%，0.30 ppm 以上の割合が 6.5%，0.4 ppm 以上の割合が 1.5% であった。

謝辞 本報告をまとめることについて、了承くださった生活文化局消費生活部生活安全課及び健康局食品医薬品安全部食品監視課に感謝します。

(本調査の概要は、日本環境学会第28回研究発表会2002年6月で発表した。)

#### 文 献

- 1) 厚生省・微量重金属調査研究会報告，1970年7月24日。

- 2) 昭和45年10月15日，厚生省告示第346号。
- 3) 昭和45年7月24日「農林大臣談話」。
- 4) 食糧庁長官通達，45食糧業第1500号(需給)昭和45年7月25日。
- 5) 食糧庁長官通達，58食糧業第223号(需給)昭和58年7月18日。
- 6) 朝日新聞，1970年10月30日。
- 7) Sixteenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead, and Cadmium, WHO TECHNICAL REPORT SERIES No.505, 1972。
- 8) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Sixty-First meeting Rome, 10-19 June 2003, SUMMARY AND CONCLUSIONS, 2003。
- 9) Codex Alimentarius Commission: REPORT OF THE 35th SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS, 2003。
- 10) 農林水産省：  
[http://www.maff.go.jp/www/rress/cont/20021202press\\_4.html](http://www.maff.go.jp/www/rress/cont/20021202press_4.html), 2002。
- 11) 伊藤弘一，原田裕文：東京衛研年報，33-1, 142-148, 1980。
- 12) 小野塚春吉，雨宮 敬，水石和子，他：東京衛研年報，50, 158-166, 1999。
- 13) 厚生省環境衛生局長通知：環食第473号昭和45年10月23日。