食品中の重金属の含有量について (第5報)

植物性食品の重金属含量範囲と平均含有量

(昭和 51 年 9 月 16 日受理)

田 中 之 雄* 池 辺 克 彦*
田 中 凉 一* 国 田 信 治*

Contents of Heavy Metals in Foods (V)

Extents and Average Contents of Heavy Metals in Vegetable Foods

Yukio TANAKA, Katsuhiko IKEBE, Ryoichi TANAKA
and Nobuharu KUNITA

(Osaka Prefectural Institute of Public Health: 3-69,
Nakamichi 1-chome, Higashinari-ku, Osaka)

まえがき

食品中にバックグラウンドとして重金属類がどのぐらい含有されているかを知る目的で既報^{1)~4)}に引き続き調査を行っているが、第1¹⁾、2報²⁾では主として植物性食品について分析を行い、第2報ではさらにこれらを各食品群に分類し重金属含量を考察した。今回は個々の植物性食品中の各重金属含量のまとめとしてさらに検体の種類を増やし、また比較的含有量の大きいものについては分析例数を加えて分析を行い、第1、2報および今回の結果を集計して植物性食品中の各重金属含量の範囲と平均値を求めたので報告する。

実験方法

1. 装 置

低温灰化装置: International Plasma Corporation 社製1101B型

原子吸光分析装置: Varian-Techtron 社製 AA-5 型
光源: Varian-Techtron 社製 ホローカソードランプ (Cd, Zn, Mn, Cu, Pb)

水銀分析装置: 日本ジャーレル・アッシュ (株) 製微量水銀分析装置の AMD-A1, AMD-B1, AMD-F1 の各ユニット

2. 試料の採取

大阪府下の中央市場に全国から入荷したものおよび大阪府下の食料品店で入手したもので産地の明確なものを試料とした。なお小麦粉および寒天の産地は加工した場所を指す。

* 大阪府立公衆衛生研究所: 大阪市東成区中道 1-3-69

3. 分析方法

重金属類、ヒ素の分析における試料の前処理、検液の調製および定量操作は前報¹⁾に準じて行ったが、水銀の分析は石英管燃焼分解—還元気化法⁵⁾を準用して行った。すなわち野菜類を汚染をさけて室温で乾燥させ、蒸発した水分含量を求めておく。この乾燥した試料 0.5 g を石英ボートに精秤し石英管燃焼分解—還元気化法を準用した。

実験結果および考察

7 元素の分析結果を Table 1 に示す。

Table 1 には乾燥物と新鮮物に対する含量を表示した。ただし切干ダイコン、コンニャク、シイタケ、ギンナン、豆類、小麦粉および海藻類の新鮮物とは市販品の状態を指す。

カドミウムについては、野菜類は前報^{1), 2)} とほぼ同様の分析値を示したが、オクラの2検体は 0.1 ppm と若干高い値を示し、ユリ根も 0.5 ppm と高い値を示した。イモ類では、コイモの2検体が 0.14~0.30 ppm と高い値を示した。なお、乾燥状態の試料を新鮮物含量として表示した切干ダイコンは 0.11~0.16 ppm、シイタケは約 1~2 ppm、ヒジキは約 1 ppm 前後を示した。

亜鉛については、野菜類は前報^{1), 2)} と同じく約 1~10 ppm 程度であり、豆類は約 20~30 ppm と比較的多く含まれており、海藻類の寒天およびアサクサノリに 100 ppm を越えるものがあった。

マンガンについては、野菜類は前報^{1), 2)} と同じく約 1~5 ppm 程度であり、ショウガは前報^{1), 2)} 同様に 63.7 ppm

Table 1. Contents of Heavy Metals in Vegetable Foods

Sample	Producing region	Cd (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)		Cu (ppm)		Pb (ppm)		As (ppm)	Total Hg (ppm)
		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Garland chrysanthemum (Kikuna)	Osaka	0.48	0.04	52.0	4.1	92.0	7.2	13.80	1.08	0.24	ND*2	ND*3	ND*4
"	"	0.18	0.01	41.0	3.2	24.0	1.9	15.00	1.17	ND	ND	ND	ND
Potherb mustard (Mizuna)	Osaka	0.62	0.05	144.0	11.5	24.0	1.9	7.24	0.58	1.40	0.11	ND	ND
"	"	0.38	0.03	84.0	6.7	25.5	2.0	7.28	0.58	2.08	0.17	ND	ND
Japanese honeywort (Mitsuba)	Aichi	0.12	0.01	20.8	1.4	37.6	2.4	6.04	0.39	0.24	ND	ND	0.01
"	Wakayama	0.16	0.01	24.0	1.6	52.0	3.4	5.00	0.32	0.24	ND	ND	ND
Brassica pekinensis (Shirona)	Osaka	0.58	0.05	117.5	9.4	37.5	3.0	7.00	0.56	1.28	0.10	0.04	ND
"	"	0.28	0.02	57.5	4.6	37.5	3.0	8.56	0.68	2.68	0.21	ND	ND
Celery	Shizuoka	0.20	0.01	25.0	1.8	18.5	1.3	3.00	0.21	ND	ND	ND	ND
"	"	0.30	0.02	22.0	1.5	14.0	1.0	3.48	0.24	ND	ND	ND	ND
Shallot (wakegi)	Hiroshima	ND*1	ND	28.0	2.5	15.6	1.4	0.80	0.07	0.56	0.05	0.05	ND
"	"	0.20	0.02	23.2	2.0	15.2	1.3	3.36	0.30	0.64	0.06	ND	ND
"	"	0.26	0.02	56.0	4.9	45.6	4.0	3.36	0.30	1.12	0.10	ND	ND
"	"	0.18	0.02	59.2	5.2	22.0	1.9	4.00	0.35	ND	ND	0.07	ND
"	—	0.10	0.01	32.8	2.9	19.2	1.7	3.80	0.33	0.70	0.06	ND	ND
Okura	Kochi	0.94	0.10	66.0	6.7	31.2	3.2	7.44	0.76	ND	ND	0.03	ND
"	"	0.64	0.07	50.0	5.1	31.6	3.2	11.50	1.17	ND	ND	0.01	ND
"	"	0.40	0.04	34.4	3.5	12.0	1.2	6.80	0.69	ND	ND	0.07	ND
"	"	1.12	0.11	64.0	6.5	24.0	2.5	12.80	1.31	ND	ND	ND	ND
Broccoli	Mie	0.12	0.01	102.0	12.6	30.0	3.7	7.18	0.88	ND	ND	0.07	ND
"	"	0.07	0.01	68.0	8.4	25.5	3.1	4.00	0.49	0.28	ND	0.02	ND
"	"	0.08	0.01	98.4	12.1	24.0	3.0	6.56	0.81	0.32	ND	0.03	ND
"	"	0.08	0.01	75.0	9.2	24.0	3.0	7.36	0.91	ND	ND	ND	ND
"	Osaka	0.06	0.01	80.4	9.9	32.4	4.0	6.00	0.74	1.04	0.13	0.02	ND
Kidney beans with pod (Sayaingen)	Kochi	0.08	0.01	50.0	5.7	22.4	2.5	9.40	1.06	0.56	0.06	0.04	ND
"	"	0.02	ND	50.0	5.7	28.4	3.2	7.36	0.83	0.64	0.07	ND	ND
"	"	0.04	ND	25.5	2.9	14.4	1.6	5.50	0.62	ND	ND	ND	ND

Table 1. continued

Sample	Producing region	Cd (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)		Cu (ppm)		Pb (ppm)		As (ppm)	Total Hg (ppm)
		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Kidney beans with pod (Soyaingen)	Wakayama	0.08	0.01	52.0	5.9	41.6	4.7	10.50	1.19	0.32	0.04	ND	ND
"	—	0.02	ND	46.4	5.2	47.2	5.3	7.42	0.84	1.96	0.22	0.02	ND
Tomato puree	Aichi		0.03		4.0		1.6		3.10		0.13	0.03	ND
Chinese garlic	Hokkaido	0.11	0.03	27.2	6.3	3.7	0.9	3.56	0.82	0.32	0.07	0.08	ND
"	Oita	0.18	0.04	36.0	8.3	3.9	0.9	4.60	1.06	0.40	0.09	ND	ND
Ginger root	Kochi	0.04	0.01	20.0	2.7	58.5	7.8	4.52	0.61	ND	ND	0.02	ND
"	Tokushima	0.24	0.03	18.8	2.5	475.0	63.7	5.25	0.70	0.75	0.10	ND	ND
Lily root	Hokkaido	1.58	0.54	26.0	8.8	5.3	1.8	4.52	1.54	0.40	0.14	ND	ND
"	"	1.48	0.50	25.0	8.5	5.2	1.8	4.00	1.36	ND	ND	ND	0.01
Turnip (Kabu)	Tokushima	0.30	0.02	37.5	3.0	17.5	1.4	7.16	0.57	ND	ND	ND	ND
"	Hyogo	0.20	0.02	17.0	1.3	3.7	0.3	3.40	0.27	ND	ND	ND	ND
Great edible burdock (Gobo)	Ibaragi	0.16	0.03	22.0	4.7	5.9	1.3	20.00	4.24	0.40	0.08	ND	ND
"	Tokushima	0.56	0.12	28.0	5.9	14.0	3.0	31.00	6.57	ND	ND	ND	ND
Japanese radish root (chopped, dried)	Osaka		0.11		21.0		8.8		1.62		0.12	0.06	ND
"	"		0.16		29.4		21.2		1.64		0.31	0.06	0.02
"	Hyogo		0.12		24.0		8.4		1.72		0.12	0.10	0.02
Young taros (Koimo)	Osaka	0.58	0.14	13.6	3.3	5.5	1.3	3.63	0.87	0.45	0.11	ND	ND
"	Tokushima	1.24	0.30	18.0	4.3	8.2	2.0	16.60	3.98	0.40	0.10	0.05	0.01
Yam (Yamaimo)	Ibaragi	0.08	0.03	15.2	4.9	1.4	0.5	5.84	1.87	ND	ND	ND	ND
"	Aichi	0.17	0.05	20.0	6.4	4.6	1.5	3.80	1.22	0.44	0.14	ND	ND
Sweet potato	Shizuoka	0.04	0.01	6.0	1.8	4.8	1.5	3.60	1.11	ND	ND	ND	ND
"	"	0.04	0.01	6.0	1.8	8.9	2.7	3.60	1.11	0.48	0.15	ND	ND
Konnyaku (powder)	Gunma		0.04		17.0		6.6		2.12		ND	ND	0.01
"	Indonesia		0.08		27.0		5.8		5.00		ND	ND	0.01
Beans sprouts (Moyashi)	Osaka	0.07	ND	72.0	4.5	45.0	2.8	10.80	0.67	ND	ND	0.01	ND
"	"	0.04	ND	57.5	3.6	25.0	1.6	10.00	0.62	ND	ND	ND	ND

Table 1. continued

Sample	Producing region	Cd (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)		Cu (ppm)		Pb (ppm)		As (ppm)	Total Hg (ppm)
		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
<i>Lentinus edodes</i> (Namashiitake)	Nara	0.98	0.08	37.5	3.1	25.0	2.1	8.37	0.69	0.30	ND	ND	0.01
"	"	0.38	0.03	50.0	4.1	25.0	2.1	7.82	0.64	0.48	ND	ND	0.01
<i>Lentinus edodes</i> (Shiitake)	Oita		1.98		11.6		16.5		12.80		0.70	0.32	0.03
"	Hyogo		0.96		48.8		20.0		7.76		0.32	0.12	0.03
"	Miyazaki		1.28		60.8		16.5		14.60		1.26	0.20	0.04
Washington navel orange	Hiroshima	ND	ND	7.2	0.9	1.7	0.2	1.84	0.22	0.66	0.08	0.02	ND
"	"	ND	ND	6.4	0.8	1.5	0.2	2.00	0.24	ND	ND	0.05	ND
"	"	0.32	0.04	6.3	0.8	3.4	0.4	1.50	0.18	ND	ND	ND	ND
"	Wakayama	ND	ND	3.8	0.5	1.8	0.2	2.08	0.25	0.48	0.06	0.07	0.02
"	"	0.20	0.02	5.6	0.7	4.2	0.5	4.32	0.51	0.20	ND	ND	ND
Grape fruit	U.S.A.	ND	ND	9.2	1.1	2.0	0.2	3.44	0.39	0.28	ND	0.15	0.01
"	"	ND	ND	5.7	0.7	1.4	0.2	4.10	0.47	ND	ND	0.05	ND
"	"	ND	ND	8.4	1.0	2.9	0.3	4.92	0.56	ND	ND	0.02	ND
Strawberry	Nara	0.16	0.02	15.0	1.6	38.0	4.1	3.76	0.41	0.40	ND	ND	ND
"	Tokushima	0.16	0.02	20.0	2.2	55.0	6.0	3.72	0.41	ND	ND	ND	ND
Lemon	U.S.A.	ND	ND	8.8	1.0	3.1	0.3	4.00	0.44	1.06	0.12	0.02	0.01
"	"	ND	ND	9.6	1.1	1.1	0.1	3.34	0.37	0.30	ND	0.05	0.02
"	"	0.08	0.01	1.1	0.1	0.9	0.1	0.16	0.02	0.24	ND	ND	ND
"	"	0.32	0.04	8.4	0.9	3.4	0.4	4.08	0.45	0.10	ND	ND	ND
"	"	0.08	0.01	7.8	0.9	4.0	0.4	3.92	0.44	ND	ND	ND	ND
Ginkgo beans (Ginnan)	Osaka		ND		5.8		1.9		5.00		0.08	0.05	0.01
"	"		ND		7.4		2.1		6.60		ND	0.05	0.01
"	—		ND		7.0		2.5		4.47		0.07	0.02	0.02
Kidney beans (Kintokimame)	Osaka		0.08		18.1		20.2		3.02		0.67	ND	0.04
"	—		ND		21.2		12.4		4.54		ND	ND	0.05

Table 1. continued

Sample	Producing region	Cd (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)		Cu (ppm)		Pb (ppm)		As (ppm)	Total Hg (ppm)
		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet		
Soybeans (Kuromame)	Osaka		0.05		29.0		22.4		7.57		ND	0.10	0.06
"	Hokkaido		0.07		26.9		24.6		8.36		0.21	ND	0.04
Wheat flour (hard)	Aichi		ND		7.8		3.7		1.70		ND	0.02	0.01
"	Tokyo		ND		7.6		4.5		1.80		ND	0.03	0.02
"	"		ND		7.0		4.0		1.90		ND	0.11	0.02
Wheat flour (medium)	Tokyo		ND		9.3		9.4		2.00		ND	0.17	0.02
"	"		ND		7.2		7.5		1.70		ND	0.07	0.02
Wheat flour (soft)	Tokyo		ND		4.5		4.1		1.40		0.24	0.02	0.02
"	"		ND		4.8		3.4		1.30		ND	0.12	0.02
"	"		ND		4.9		4.9		1.40		ND	0.07	0.02
<i>Hijikia fusiformis</i> (Hijiki)	Mie		1.28		13.0		12.0		2.12		0.60	25.0	0.01
"	Oita		0.84		33.0		20.0		2.60		0.88	40.0	0.02
Green laver (Aonori)	Kumamoto		ND		31.2		51.2		6.56		1.12	1.10	0.01
"	Osaka		0.16		25.6		51.2		6.44		1.04	1.70	0.04
"	Miyazaki		0.36		28.0		78.4		6.80		1.12	0.60	0.04
Purple laver (Asakusanori)	Osaka		0.36		47.3		55.3		8.13		ND	8.50	0.02
"	"		0.40		102.6		50.0		7.16		0.66	9.00	0.03
"	Hyogo		ND		94.6		34.6		8.93		ND	22.5	0.04
"	"		0.04		12.5		8.5		1.04		0.40	20.0	0.02
"	Aichi		0.04		16.0		32.4		1.68		0.60	25.0	ND
Agar-agar	Nagano		ND		110.0		25.0		1.80		ND	0.08	0.01
"	"		0.18		53.2		41.0		2.25		1.80	ND	0.01

*1 Cd, ND....below 0.01 ppm *2 Pb, ND....below 0.05 ppm

*3 As, ND....below 0.01 ppm *4 Hg, ND....below 0.01 ppm

Table 2. Average Contents of Heavy Metals in Vegetable Foods Including 1st¹⁾ and 2nd Report²⁾

Sample	Number of samples	Cd	Zn	Mn	Cu	Pb	As	Hg
		Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)
Rape (Aburana)	4	0.07-0.03 (0.05)	25.3-8.6 (14.3)	8.4-3.5 (5.0)	0.89-0.44 (0.65)	0.39-0.20 (0.28)	0.05-<0.01 (0.02)	0.02-<0.01 (0.01)
Chinese cabbage (Hakusai)	3	0.02-0.01 (0.02)	5.6-2.1 (3.7)	2.1-1.2 (1.7)	0.36-0.21 (0.29)	0.21-<0.05 (0.07)	0.06-<0.01 (0.04)	0.02-<0.01 (0.01)
Garland chrysanthemum (Kikuna)	5	0.29-0.01 (0.11)	6.7-1.7 (4.5)	52.2-1.9 (19.7)	1.62-0.88 (1.14)	0.34-<0.05 (0.13)	0.10-<0.01 (0.03)	0.02-<0.01 (<0.01)
<i>Brassica pekinensis</i> (Shirona)	5	0.07-0.01 (0.03)	10.8-2.6 (7.2)	15.9-2.7 (6.7)	0.68-0.34 (0.51)	0.42-0.10 (0.28)	0.08-<0.01 (0.04)	0.02-<0.01 (<0.01)
Spinach	4	0.31-0.03 (0.11)	24.0-5.6 (11.7)	4.8-3.4 (4.0)	3.27-0.84 (1.69)	0.26-0.06 (0.15)	0.10-0.01 (0.06)	0.03-<0.01 (0.02)
Potherb mustard (Mizuna)	5	0.05-0.03 (0.04)	11.5-5.5 (7.4)	14.6-1.9 (5.6)	0.81-0.40 (0.58)	0.31-0.11 (0.19)	0.08-<0.01 (0.02)	0.03-<0.01 (0.01)
Cabbage	3	<0.01 (<0.01)	2.6-1.8 (2.2)	3.9-1.7 (2.6)	0.60-0.15 (0.31)	0.05-<0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	0.01 (0.01)
Head lettuce	3	0.05-0.02 (0.03)	2.6-2.4 (2.5)	3.1-1.5 (2.4)	0.47-0.30 (0.37)	0.06-<0.01 (<0.01)	0.05-<0.01 (0.02)	0.02-0.01 (0.01)
Japanese honeywort (Mitsuba)	5	0.04-0.01 (0.02)	3.6-1.4 (2.5)	21.1-2.4 (8.6)	0.81-0.25 (0.50)	0.13-<0.05 (<0.05)	0.20-<0.01 (0.04)	0.02-<0.01 (<0.01)
Asparagus	3	0.04-0.01 (0.02)	12.2-7.3 (9.2)	3.0-1.9 (2.3)	5.42-1.84 (3.28)	0.10-<0.05 (0.05)	<0.01 (<0.01)	0.02-0.01 (0.02)
Celery	5	0.22-0.01 (0.06)	10.7-1.5 (3.9)	9.0-1.0 (3.2)	0.45-0.21 (0.33)	0.10-<0.05 (<0.05)	0.50-<0.01 (0.10)	0.02-<0.01 (<0.01)
Shallot (Wakegi)	5	0.02-<0.01 (0.01)	5.2-2.0 (3.5)	4.0-1.3 (2.1)	0.35-0.07 (0.27)	0.10-<0.05 (0.05)	0.07-<0.01 (0.02)	<0.01 (<0.01)
Japanese butterbur (Fuki)	3	0.02-0.01 (0.02)	1.8-0.7 (1.3)	1.0-0.3 (0.8)	0.28-0.13 (0.20)	0.08-0.05 (0.06)	0.05-<0.01 (0.02)	0.01-<0.01 (<0.01)
Welsh onion (Negi)	3	0.06-0.02 (0.03)	4.8-3.8 (4.1)	3.9-1.2 (2.3)	0.47-0.28 (0.39)	0.27-0.10 (0.16)	0.03-<0.01 (0.02)	0.02-<0.01 (0.01)
Cauliflower	3	0.01 (0.01)	10.3-6.4 (8.0)	3.8-2.5 (3.0)	1.47-0.54 (0.93)	0.10-<0.05 (0.05)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)

Table 2. continued

Sample	Number of samples	Cd	Zn	Mn	Cu	Pb	As	Hg
		Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)
Sweet pepper	3	0.05-0.03 (0.04)	2.4-2.0 (2.3)	1.6-1.2 (1.4)	0.96-0.53 (0.77)	1.14-0.06 (0.10)	0.10-<0.01 (0.04)	0.02-<0.01 (0.01)
Cucumber	3	<0.01 (<0.01)	2.2-2.0 (2.1)	0.8-0.7 (0.8)	0.51-0.21 (0.38)	0.05-<0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	0.01-<0.01 (<0.01)
Pumpkin	3	0.01-<0.01 (<0.01)	3.1-2.5 (2.7)	1.6-1.0 (1.4)	1.20-1.03 (1.11)	0.12-0.10 (0.11)	0.05-<0.01 (0.02)	0.02-<0.01 (0.01)
Eggplant	3	0.04-0.02 (0.03)	2.0-1.4 (1.7)	1.8-1.4 (1.6)	0.61-0.36 (0.52)	0.11-<0.05 (0.05)	<0.01 (<0.01)	0.02-0.01 (0.01)
Okura	4	0.11-0.04 (0.08)	6.7-3.5 (5.5)	3.2-1.2 (2.5)	1.31-0.69 (0.98)	<0.05 (<0.05)	0.07-<0.01 (0.03)	<0.01 (<0.01)
Broccoli	5	0.01 (0.01)	12.6-8.4 (10.4)	4.0-3.0 (3.4)	0.91-0.49 (0.77)	0.13-<0.05 (<0.05)	0.07-<0.01 (0.03)	<0.01 (<0.01)
Tomato	3	0.04-0.02 (0.03)	2.7-1.6 (2.1)	1.8-1.1 (1.5)	0.93-0.57 (0.77)	0.07-<0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Tomato puree	1	0.03	4.0	1.6	3.10	0.13	0.03	<0.01
Peas with pod (Sayaendo)	3	0.01 (0.01)	5.3-4.2 (4.7)	5.8-1.6 (3.8)	1.24-0.59 (0.96)	0.16-<0.05 (0.07)	0.10-<0.01 (0.03)	0.02-0.01 (0.01)
Kidney beans with pod (Sayaingen)	5	0.01-<0.01 (<0.01)	5.9-2.9 (5.1)	5.3-1.6 (3.5)	1.19-0.62 (0.91)	0.22-<0.05 (0.08)	0.04-<0.01 (0.01)	<0.01 (<0.01)
Onion	3	0.14-0.03 (0.07)	3.9-3.0 (3.4)	3.1-1.4 (2.2)	0.82-0.45 (0.58)	0.12-<0.05 (<0.05)	0.05-<0.01 (0.02)	<0.01 (<0.01)
Chinese garlic	3	0.16-0.02 (0.07)	11.4-5.9 (8.6)	1.9-1.2 (1.5)	1.05-0.83 (0.91)	0.68-0.11 (0.32)	0.02-<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Carrot	3	0.10-0.03 (0.07)	8.2-3.9 (6.2)	13.2-6.1 (9.5)	0.85-0.30 (0.58)	<0.05 (<0.05)	0.05-<0.01 (0.03)	0.02-<0.01 (<0.01)
Ginger root	3	0.06-0.01 (0.04)	6.0-3.4 (4.7)	203.6-21.1 (96.4)	2.36-1.29 (1.89)	0.19-0.08 (0.12)	<0.01 (<0.01)	0.01-<0.01 (<0.01)
East Indian lotus (Renkon)	3	0.02-<0.01 (0.01)	3.6-2.6 (3.1)	20.5-10.0 (14.5)	2.94-2.40 (2.67)	0.20-0.07 (0.14)	<0.01 (<0.01)	0.02-<0.01 (0.01)

Table 2. continued

Sample	Number of samples	Cd	Zn	Mn	Cu	Pb	As	Hg
Lily root	5	0.54-0.05 (0.28)	8.8-6.1 (7.4)	2.8-1.8 (2.3)	2.45-0.84 (1.68)	0.14- <0.05 (0.07)	0.70- <0.01 (0.14)	0.01- <0.01 (<0.01)
Turnip (Kabu)	5	0.08-0.01 (0.03)	3.0-1.3 (2.2)	4.4-0.7 (2.0)	0.57-0.17 (0.35)	0.09- <0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	0.03- <0.01 (0.01)
Great edible Burdock (Gobo)	5	0.20-0.03 (0.09)	8.6-3.6 (5.8)	4.3-1.3 (3.2)	6.57-4.24 (5.12)	0.17- <0.05 (0.10)	<0.01 (<0.01)	0.02- <0.01 (<0.01)
Japanese radish root	3	0.01- <0.01 (<0.01)	4.0-3.3 (3.7)	4.2-2.0 (3.0)	0.23-0.18 (0.20)	0.12- <0.05 (0.06)	0.05- <0.01 (0.03)	0.02- <0.01 (<0.01)
Japanese radish root (chopped, dried)	3	0.16-0.11 (0.13)	29.4-21.0 (24.8)	21.2-8.4 (12.8)	1.72-1.62 (1.66)	0.31-0.12 (0.18)	0.10-0.06 (0.07)	0.02- <0.01 (0.01)
Young taros (Koimo)	5	0.30-0.04 (0.13)	14.5-2.9 (5.7)	6.9-1.3 (3.6)	3.98-0.87 (2.17)	0.36- <0.05 (0.13)	0.05- <0.01 (0.01)	0.01- <0.01 (<0.01)
Yam (Yamaimo)	5	0.05-0.03 (0.04)	8.5-4.9 (6.8)	1.5-0.3 (0.8)	3.57-0.35 (1.81)	0.36- <0.05 (0.16)	<0.01 (<0.01)	0.01- <0.01 (<0.01)
Sweet potato	5	0.02- <0.01 (0.01)	3.0-1.8 (2.1)	9.1-1.5 (5.3)	2.32-1.04 (1.54)	0.22- <0.05 (0.07)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Potato	3	0.03-0.01 (0.02)	4.6-2.8 (3.4)	4.9-1.3 (2.9)	2.29-0.76 (1.30)	0.09- <0.05 (0.05)	0.10-0.05 (0.08)	<0.01 (<0.01)
Konnyaku (powder)	5	0.17-0.04 (0.09)	27.0-17.0 (22.8)	8.8-5.8 (7.4)	5.00-2.12 (4.21)	1.14- <0.05 (0.36)	<0.01 (<0.01)	0.02-0.01 (0.01)
Beans sprouts (Moyashi)	5	<0.01 (<0.01)	4.5-3.2 (3.8)	18.6-1.2 (5.3)	1.09-0.62 (0.82)	0.24- <0.05 (0.07)	0.05- <0.01 (0.01)	0.01- <0.01 (<0.01)
White gourd shavings (dried)	3	0.16-0.07 (0.12)	22.3-15.4 (18.2)	13.5-11.4 (12.8)	5.26-3.43 (4.27)	1.27-0.46 (0.89)	0.50- <0.01 (0.20)	0.01 (0.01)
Bamboo shoot	3	0.01 (0.01)	6.5-3.6 (5.4)	11.9-3.6 (7.5)	0.56-0.28 (0.41)	0.11- <0.05 (0.06)	0.30- <0.01 (0.10)	0.03-0.02 (0.03)
<i>Lentinus edodes</i> (Namashiitake)	5	0.13-0.02 (0.06)	5.3-2.0 (3.7)	7.4-1.8 (3.1)	1.33-0.64 (1.05)	1.03- <0.05 (0.26)	<0.01 (<0.01)	0.02-0.01 (0.01)
<i>Lentinus edodes</i> (Shiitake)	3	1.98-0.96 (1.41)	60.8-11.6 (40.4)	20.0-16.5 (17.7)	14.60-7.76 (11.72)	1.26-0.32 (0.21)	0.32-0.18 (0.21)	0.04-0.03 (0.03)

Table 2. continued

Sample	Number of samples	Cd	Zn	Mn	Cu	Pb	As	Hg
		Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)
<i>Flammulina velutipes</i> (Enokitake)	3	0.04-0.01 (0.02)	6.3-5.8 (6.0)	0.7-0.6 (0.6)	1.08-0.61 (0.84)	0.07-<0.05 (<0.05)	0.10-<0.01 (0.05)	0.02-0.01 (0.01)
<i>Citrus unshiu</i> (Mikan)	3	<0.01 (<0.01)	1.1-0.6 (0.9)	0.6-0.2 (0.5)	0.42-0.25 (0.36)	<0.05 (<0.05)	0.30-<0.01 (0.11)	<0.01 (<0.01)
Hassaku (Mikan)	3	0.01-<0.01 (<0.01)	1.2-0.7 (0.5)	0.4-0.2 (0.3)	0.77-0.22 (0.49)	0.12-<0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Washington navel orange	5	0.04-<0.01 (0.01)	0.9-0.5 (0.7)	0.5-0.2 (0.3)	0.51-0.18 (0.28)	0.08-<0.05 (<0.05)	0.07-<0.01 (0.03)	0.02-<0.01 (<0.01)
Grape fruit	3	<0.01 (<0.01)	1.1-0.7 (0.9)	0.3-0.2 (0.2)	0.56-0.39 (0.47)	<0.05 (<0.05)	0.15-0.02 (0.07)	<0.01 (<0.01)
Apple	3	<0.01 (<0.01)	0.5-0.3 (0.4)	0.4-0.3 (0.3)	0.76-0.34 (0.58)	0.15-0.05 (0.09)	0.05-<0.01 (0.02)	0.01-<0.01 (<0.01)
Banana	3	0.01-<0.01 (<0.01)	2.1-1.5 (1.8)	2.3-1.4 (1.8)	2.32-0.97 (1.51)	0.29-<0.05 (0.17)	<0.01 (<0.01)	0.01-<0.01 (<0.01)
Strawberry	5	0.07-0.02 (0.03)	2.5-1.5 (1.9)	9.7-1.6 (4.8)	0.59-0.40 (0.47)	0.07-<0.05 (<0.05)	0.40-<0.01 (0.12)	0.01-<0.01 (<0.01)
Lemon	5	0.04-<0.01 (0.01)	1.1-0.1 (0.8)	0.4-0.1 (0.3)	0.45-0.02 (0.34)	0.12-<0.05 (<0.05)	0.05-0.02 (0.01)	0.02-<0.01 (<0.01)
Sesame seeds	3	0.03-<0.01 (0.01)	85.3-66.8 (74.5)	37.3-16.1 (24.6)	64.45-18.64 (47.22)	<0.05 (<0.05)	0.20-<0.01 (0.07)	0.10-0.01 (0.04)
Ginkgo seeds (Ginnan)	3	<0.01 (<0.01)	7.4-5.8 (6.7)	2.5-1.9 (2.2)	6.60-4.47 (5.36)	0.08-<0.05 (0.05)	0.05-0.02 (0.04)	0.02-0.01 (0.01)
Azuki beans	3	0.03-0.01 (0.02)	29.9-27.0 (28.3)	15.3-12.1 (13.7)	12.08-8.70 (10.03)	<0.05 (<0.05)	0.30-<0.01 (0.10)	0.08-0.06 (0.07)
Soybeans	3	0.12-0.04 (0.08)	46.3-40.4 (43.3)	22.0-18.5 (20.2)	20.49-12.23 (15.53)	<0.05 (<0.05)	0.20-<0.01 (0.07)	0.11-0.05 (0.07)
Soybeans (Kuromame)	5	0.43-0.05 (0.17)	48.6-26.9 (36.3)	32.1-22.4 (27.9)	11.51-7.57 (9.22)	1.46-<0.05 (0.59)	0.50-<0.05 (0.12)	0.06-<0.01 (0.02)
Kidney beans (Toramame)	3	0.07-0.02 (0.04)	31.2-28.2 (29.6)	15.9-14.3 (15.3)	10.10-5.45 (7.12)	0.79-0.40 (0.54)	<0.01 (<0.01)	0.01 (0.01)

Table 2. continued

Sample	Number of samples	Cd	Zn	Mn	Cu	Pb	As	Hg
		Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)	Range (Mean)
Kidney beans (Kintokimame)	5	0.08-0.01 (0.03)	64.2-18.1 (37.9)	20.2-12.4 (13.5)	103.83-3.02 (38.4)	0.85-0.05 (0.48)	1.10-0.01 (0.26)	0.05-0.01 (0.03)
Peanuts (fresh)	3	0.11-0.04 (0.08)	28.5-24.0 (26.2)	22.4-14.9 (17.6)	8.43-4.68 (6.50)	0.14-0.05 (0.07)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Coffee beans (fresh)	3	0.04-0.02 (0.03)	12.9-9.2 (10.4)	32.7-15.1 (23.5)	18.78-15.30 (16.99)	0.21-0.05 (0.12)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Barley (pressed)	1	0.01	15.4	11.9	2.19	<0.05	0.10	0.08
Wheat	3	0.06-0.02 (0.04)	33.0-24.4 (30.1)	2.5-1.8 (1.8)	4.72-4.22 (4.52)	0.07-0.05 (<0.05)	<0.01 (<0.01)	<0.01 (<0.01)
Wheat flour (hard)	3	<0.01 (<0.01)	7.8-7.0 (7.5)	4.5-3.7 (4.1)	1.90-1.70 (1.8)	<0.05 (<0.05)	0.11-0.02 (0.05)	0.02-0.01 (0.02)
Wheat flour (medium)	2	<0.01 (<0.01)	9.3-7.2 (8.3)	9.4-7.5 (8.5)	2.00-1.70 (1.85)	<0.05 (<0.05)	0.17-0.07 (0.12)	0.02 (0.02)
Wheat flour (soft)	3	<0.01 (<0.01)	4.9-4.5 (4.7)	4.9-3.4 (4.1)	1.40-1.30 (1.37)	0.24-0.05 (0.08)	0.12-0.07 (0.07)	0.02 (0.02)
Buckwheat (Soba)	3	0.14-0.06 (0.10)	32.6-25.1 (28.8)	19.5-14.5 (17.0)	6.64-5.08 (6.06)	0.56-0.08 (0.36)	0.20-0.01 (0.07)	0.01 (0.01)
Tangle (Konbu)	3	0.99-0.30 (0.59)	27.7-18.9 (22.2)	3.9-1.5 (2.6)	23.54-7.46 (15.63)	0.98-0.82 (0.92)	60.0-50.0 (56.7)	0.05-0.01 (0.02)
<i>Undaria pinnatifida</i> (Wakame)	3	0.97-0.33 (0.57)	27.7-22.7 (26.0)	11.0-6.1 (8.2)	18.51-10.43 (14.10)	1.46-0.43 (0.92)	40.0-26.0 (32.0)	0.27-0.26 (0.26)
<i>Hijikia fusiformis</i> (Hijiki)	5	1.47-0.84 (1.11)	33.0-12.8 (22.3)	21.0-10.4 (16.8)	55.76-2.12 (18.18)	1.75-0.26 (0.94)	40.0-12.0 (23.8)	0.02-0.01 (<0.01)
Green laver (Aonori)	3	0.36-0.01 (0.17)	31.2-25.6 (28.3)	78.4-51.2 (60.3)	6.80-6.44 (6.60)	1.12-1.04 (1.09)	1.70-0.60 (1.13)	0.04-0.01 (0.03)
Purple laver (Asakusanori)	5	0.40-0.01 (0.17)	102.6-12.5 (54.6)	55.3-8.5 (36.2)	8.93-1.04 (5.39)	0.66-0.05 (0.33)	25.0-8.5 (17.0)	0.04-0.01 (0.02)
Agar-agar	5	0.21-0.01 (0.14)	195.7-53.2 (99.0)	41.0-5.0 (20.7)	4.59-0.49 (1.95)	1.80-0.05 (1.19)	0.10-0.01 (0.05)	0.01 (0.01)

と高い値を示したが、1検体は7.8 ppmと低い値を示した。海草類ではアオノリ、アサクサノリが前報¹⁾のコンブ、ワカメに比べて高い含量を示した。

銅については、野菜類は前報^{1), 2)}と同程度の含量を示したが、ゴボウがやや高い含量を示し、ギンナンも5 ppm前後の値を示した。海草類ではヒジキが前報³⁾と比較すると極端に低い値を示し、アオノリ、アサクサノリは前報¹⁾のコンブ、ワカメに比べて低い傾向を示した。

鉛については、1 ppm前後を示したのは海草類のみで、他の食品ではシイタケの1検体を除いてすべて1 ppm以下であった。

ヒ素および水銀については、いずれ問題となるようなものは見当たらなかったが、海草類のヒジキは前報³⁾同様に25~40 ppmのヒ素を検出し、またアサクサノリも8.5~25 ppmと高い含量を示したが、アオノリは0.6~1.7 ppmと海草としては低い含量を示した。

以上農産物を中心に植物性食品を100検体、第1報¹⁾の80検体、第2報²⁾の103検体と合わせて計283検体につきそれぞれ7元素を分析した。この283検体はそれぞれ同一種類を3~5検体(トマトビューレと押し麦は1検体)ずつ分析したが、これらの含量範囲とその平均値を求めた結果をTable 2に示す。

食品中の重金属含量のバックグラウンドを正確に知るには3~5検体のサンプリングでは不十分で、多数の検体のサンプリングを行い、さらに統計処理が必要である。しかし、著者らはバックグラウンド値の概略を知る意味で含量範囲とその平均値を求めたが、3検体ずつの

サンプルでは比較的含量範囲は小さく、5検体ずつのもの大きく、時には異常値と思えるような高い値を示すものもあった。一般に植物性食品中の重金属類を分析する際に考慮せねばならないことは、他の食品に比較して分析値を左右するファクターが多いことである。まず土壌、水、大気などの環境因子が挙げられるが、これらは今日までの汚染事件の事例を見ても明白である。この他にサンプリングの難しさ、特にサンプル採取後水分含量が変動しやすいこと、また品種や生育状態の違いによっても分析値が変動することが考えられる。以上のことを考慮に入れて含量範囲と平均値を求めたが、これらの調査結果は食品中の重金属含量のバックグラウンドとしての一指針あるいは1日の重金属類摂取量を算出する際の基礎的資料となるものと思われる。

終わりに本調査に当たり検体の入手について御協力いただいた大阪府衛生部食品衛生課諸氏に深謝致します。

文 献

- 1) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: 食衛誌. 14, 196 (1973).
- 2) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: 同上. 15, 313 (1974).
- 3) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: 同上. 15, 390 (1974).
- 4) 池辺克彦, 田中之雄, 田中涼一, 国田信治: 同上. 18, 62 (1977).
- 5) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: 同上. 15, 386 (1974).