食品中の重金属の含有量について (第2報)

植物性食品の食品群における重金属の平均含有量

田 中 之 雄*   池 辺 克 彦*
田 中 凉 一*   国 田 信 治*

Contents of Heavy Metals in Foods (II)

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

環境汚染が進行している現在、食品中にバックグラウンドとして重金属類がどのくらい含有されているかを知る必要がある。そこで、前報¹⁾に引き続き植物性食品中の重金属量の概略を知る目的でさらに多種類の検体について分析を行い、また前報の植物性食品と本報の検体を食品群に分類し各重金属の平均含有量を求め若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 装 置

低温灰化装置: International Plasma Corporation
社製 I101 B 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: Perkin-Elmer Coleman 社製 MAS-
50 型

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。なお前報¹⁾において同一種類の検体が3検体となるように、また新たに種類を増やし同じく3検体となるように試料を採取した。

3. 分析方法

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。

実験結果

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。乾燥物含量は実測値であるが、新鮮物含量は便宜上

日本食品成分表²⁾の水分量より計算して求めた。新鮮物含量を計算で求めたのは、野菜などでは試料の採取時と分析時において水分含量が大きく変動し正確な分析値が得られにくいと考えたからである。ただし、新鮮物含量のみを表示したものはそのまま分析した実測値である。また、こんにゃく、かんぴょう、ごま、豆類、そば、紅茶、および海草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⁾とほぼ同様の分析値を示したが、セロリの1検体に 0.22 ppm と若干高い値を示すものがあり、タマネギ、ニンニク、ニンジン、ユリ根などの根菜類に 0.1 ppm を越すものがあった。また、豆類では大豆(黒豆)が 0.08~0.48 ppm と高い値を示した。ヒジキも前報の海草類同様 1 ppm 前後を示した。なお、こんにゃく粉、かんぴょうに 0.1 ppm を越すものがあるが、これは乾燥重量に近い状態の試料を新鮮物含量として分析したためと思われる。

亜鉛については、野菜類は約 1~10 ppm 程度であり、豆類は約 30~60 ppm と多く、そのほかについても前報とほぼ同じ傾向を示した。ただし、ごまは 70 ppm 前後と高い値を示し、寒天も他の海草類に比べて高い数値を示した。

マンガンについては、野菜類は前報と同じく約 1~5 ppm であったが、ミツバ、セロリの一部に 10 ppm 前後以上のものがあった。また、根菜類のニンジン、レンコンは高い値を示し、ショウガも前報同様に 64.6 ppm, 21.1 ppm と高い値を示した。紅茶は前報の茶と同様に 290~650 ppm と非常に高い含量を示した。

銅については、野菜類は前報と同程度の含量を示したが、ごま、豆類、および茶に多く、特にいんげん豆(金時豆)において 100 ppm 以上のものを検出した。

鉛については、こんにゃく粉、かんぴょう、豆類、紅

* 大阪府立公衆衛生研究所: 大阪市東成区中道 1-3-69

Table 1. Contents of Heavy Metals in 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		
Chinese cabbage (Hakusai)	Osaka	0.42	0.02	105.6	5.6	40.5	2.1	6.82	0.36	3.94	0.21	ND* ³	0.01
Potherb mustard (Mizuna)	Osaka	0.32	0.03	70.1	5.6	50.2	4.0	10.09	0.81	3.91	0.31	ND	0.02
Cabbage	Osaka	0.02	ND* ⁴¹	33.7	2.6	26.8	2.1	7.74	0.60	0.69	0.05	ND	0.01
Head lettuce	Wakayama	0.49	0.02	55.2	2.5	33.0	1.5	10.14	0.47	1.36	0.06	0.05	0.01
"	"	0.48	0.02	56.7	2.6	55.4	2.5	7.11	0.33	1.23	0.06	ND	0.01
Japanese honeywort (Mitsuba)	Osaka	0.42	0.03	35.8	2.3	82.2	5.3	3.80	0.25	0.73	0.05	0.20	ND**
"	Kyoto	0.55	0.04	54.8	3.6	167.5	10.9	11.15	0.72	1.93	0.13	ND	—
"	Aichi	0.36	0.02	53.7	3.5	325.2	21.1	12.41	0.81	0.56	ND* ²	ND	0.02
Asparagus	Nagano	0.06	0.01	118.0	12.2	19.4	2.0	52.58	5.42	ND	ND	ND	0.01
"	Kochi	0.15	0.02	80.0	8.2	29.0	3.0	25.13	2.59	1.01	0.10	ND	0.02
"	Saga	0.34	0.04	70.7	7.3	18.4	1.9	17.85	1.84	0.44	0.05	ND	0.02
Celery	Shizuoka	0.52	0.04	39.7	2.8	39.4	2.8	6.28	0.44	1.46	0.10	ND	0.01
"	Osaka	3.18	0.22	152.8	10.7	128.8	9.0	6.41	0.45	0.60	ND	0.50	0.01
"	Hyogo	0.44	0.03	36.5	2.6	26.3	1.8	4.58	0.32	1.31	0.09	ND	0.02
Japanese butterbur (Fuki)	Osaka	0.49	0.02	40.2	1.4	27.6	1.0	3.56	0.13	1.58	0.06	0.05	ND
"	"	0.59	0.02	51.2	1.8	28.9	1.0	7.79	0.28	2.19	0.08	ND	ND
"	"	0.26	0.01	20.3	0.7	8.6	0.3	4.97	0.18	1.45	0.05	ND	0.01
Cauliflower	Tokushima	0.10	0.01	86.1	10.3	31.5	3.8	12.27	1.47	ND	ND	ND	ND
"	Hyogo	0.12	0.01	60.6	7.3	21.1	2.5	6.50	0.78	0.43	0.05	ND	ND
Cucumber	Tokushima	0.08	ND	65.4	2.2	24.8	0.8	13.05	0.43	1.41	0.05	ND	0.01
"	Miyazaki	0.01	ND	67.9	2.2	21.3	0.7	15.48	0.51	1.16	ND	ND	ND
Tomato	Kumamoto	0.37	0.04	28.0	2.7	19.1	1.8	9.76	0.93	0.09	ND	ND	ND
"	Hyogo	0.19	0.02	21.0	2.0	12.1	1.1	8.52	0.81	0.70	0.07	ND	ND

	Kagoshima	0.09	0.01	29.4	4.2	11.1	1.6	8.66	1.24	ND	ND	ND	0.01
Peas with pod (Sayaendo)	Wakayama	0.06	0.01	32.6	4.7	40.7	5.8	7.29	1.04	1.10	0.16	0.10	0.01
"	Kagoshima	0.02	ND	21.0	3.1	11.1	1.6	6.99	1.03	0.70	0.10	0.05	ND
Pumpkin	Miyazaki	0.05	0.01	17.8	2.6	6.8	1.0	7.43	1.09	0.79	0.12	ND	0.01
Sweet pepper	Miyazaki	0.35	0.03	25.0	2.0	15.0	1.2	9.94	0.81	1.29	0.10	0.10	ND
"	Kochi	0.60	0.05	29.3	2.4	17.7	1.4	11.84	0.96	1.71	0.14	ND	0.01
Eggplant (Nasu)	Kochi	0.59	0.04	32.8	2.0	28.7	1.8	9.62	0.60	0.47	ND	ND	0.01
"	Tokushima	0.30	0.02	26.5	1.6	22.6	1.4	9.76	0.61	1.71	0.11	ND	0.01
"	Miyazaki	0.58	0.04	22.1	1.4	27.7	1.7	5.85	0.36	0.84	0.05	ND	0.02
Onion	Osaka	1.31	0.14	36.0	3.9	28.3	3.1	7.56	0.82	1.07	0.12	0.05	ND
"	Hyogo	0.27	0.03	27.1	3.0	13.3	1.4	4.40	0.48	ND	ND	ND	ND
Chinese garlic	Kagawa	0.71	0.16	49.6	11.4	8.3	1.9	3.60	0.83	0.48	0.11	ND	ND
"	Hokkaido	0.09	0.02	36.9	8.5	5.7	1.3	4.58	1.05	0.80	0.18	ND	ND
Carrot	Osaka	0.67	0.10	57.8	8.2	92.7	13.2	6.00	0.85	ND	ND	0.05	ND
Ginger root	Kochi	0.33	0.04	34.0	4.6	481.9	64.6	15.14	2.03	0.58	0.08	ND	ND
"	"	0.10	0.01	25.4	3.4	157.5	21.1	9.63	1.29	0.73	0.10	ND	0.01
East Indian lotus (Renkon)	Tokushima	0.14	0.02	18.0	3.2	116.3	20.5	13.36	2.40	1.14	0.20	ND	0.01
Japanese radish root	Tokushima	0.09	0.01	45.6	3.3	27.2	2.0	3.19	0.23	1.71	0.12	0.05	ND
Lily root	Hokkaido	0.77	0.26	20.2	6.9	6.8	2.3	6.64	2.26	ND	ND	0.70	ND
"	"	0.16	0.05	20.3	6.9	8.2	2.8	7.21	2.45	0.37	0.13	ND	ND
"	"	0.18	0.06	17.8	6.1	7.6	2.6	2.46	0.84	0.22	0.07	ND	ND
Turnip (Kabu)	Kyoto	0.99	0.08	33.7	2.7	42.2	3.3	4.99	0.39	0.17	ND	ND	0.01
"	Hyogo	0.09	0.01	29.3	2.3	8.5	0.7	4.61	0.36	1.10	0.09	ND	0.03
"	Nara	0.40	0.03	24.1	1.9	55.1	4.4	2.21	0.17	0.73	0.06	ND	0.01
Young taros (Koimo)	Osaka	0.55	0.13	60.6	14.5	28.6	6.9	12.89	3.09	1.49	0.36	ND	0.01
"	Mie	0.16	0.04	11.9	2.9	6.3	1.5	7.76	1.86	0.29	0.07	ND	0.01
Yam (Yamaimo)	Ibaragi	0.16	0.05	17.9	5.7	1.6	0.5	6.41	2.05	0.94	0.30	ND	ND
"	Hyogo	0.14	0.04	26.5	8.5	4.5	1.4	11.15	3.57	1.13	0.36	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 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	Wet	Wet
Sweet potato	Osaka	0.04	0.01	9.9	3.0	29.8	9.1	7.56	2.32	ND	ND	ND	ND
"	Shizuoka	0.07	0.02	6.2	1.9	18.9	5.8	6.96	2.14	ND	ND	ND	ND
Potato	Okayama	0.12	0.02	22.3	4.6	23.7	4.9	11.18	2.29	ND	ND	0.10	ND
"	Hokkaido	0.15	0.03	13.5	2.8	6.4	1.3	4.12	0.84	0.44	0.09	0.10	ND
Konnyaku (powder)	Gunma		0.11		24.4		8.8		4.65		0.57	ND	0.01
"	"		0.17		21.4		7.7		4.97		1.14	ND	0.02
"	"		0.07		24.3		8.2		4.33		0.11	ND	0.01
Bean sprouts (Moyashi)	Osaka	0.07	ND	58.9	3.7	299.7	18.6	17.60	1.09	0.95	0.06	0.05	0.01
White gourd shavings (dried)	Tochigi	0.23	0.16	22.1	15.4	19.2	13.4	5.00	3.48	1.35	0.94	0.50	0.01
"	"	0.10	0.07	24.3	16.9	19.4	13.5	7.55	5.26	0.66	0.46	ND	0.01
"	"	0.19	0.13	32.0	22.3	16.4	11.4	5.85	4.07	1.83	1.27	ND	0.01
Bamboo shoot	Kagoshima	0.18	0.01	87.1	6.5	91.5	6.9	7.51	0.56	1.45	0.11	ND	0.02
"	Kagawa	0.15	0.01	47.4	3.6	47.4	3.6	3.73	0.28	0.26	ND	ND	0.03
"	Tokushima	0.12	0.01	82.6	6.2	158.0	11.9	5.17	0.39	1.05	0.08	0.30	0.03
<i>Flammulina velutipes</i> (Enokitake)	Nagano	0.09	0.01	54.9	5.9	6.6	0.7	7.72	0.83	0.44	0.05	ND	0.01
"	"	0.10	0.01	58.5	6.3	5.5	0.6	10.03	1.08	ND	ND	0.05	0.01
"	"	0.38	0.04	53.5	5.8	6.0	0.6	5.63	0.61	0.64	0.07	0.10	0.02
Citrus unshiu (Mikan)	Osaka	0.02	ND	9.4	1.0	5.3	0.6	3.80	0.42	1.01	0.01	ND	ND
"	Kumamoto	0.02	ND	5.7	0.6	5.5	0.6	3.68	0.41	1.01	0.01	0.30	ND
Hassaku (Mikan)	Wakayama	0.02	ND	11.1	1.2	2.2	0.2	7.03	0.77	ND	ND	ND	ND
"	Kumamoto	0.05	0.01	7.3	0.8	3.5	0.4	4.53	0.49	1.14	0.12	ND	ND
Apple	Aomori	ND	ND	3.2	0.4	2.9	0.4	5.36	0.65	0.60	0.07	ND	ND
"	Akita	ND	ND	2.5	0.3	2.4	0.3	2.79	0.34	1.23	0.15	0.05	0.01

Banana	Philippine	0.06	0.01	8.5	2.1	9.3	2.3	9.45	2.32	ND	ND	ND
"	"	0.01	ND	6.3	1.5	5.7	1.4	5.00	1.23	1.17	ND	0.01
"	Ecuador	0.06	0.01	7.3	1.8	6.7	1.6	3.96	0.97	0.92	ND	ND
Strawberry	Osaka	0.14	0.02	13.8	1.5	15.0	1.6	5.39	0.59	0.44	ND	0.01
"	Kagawa	0.18	0.02	22.5	2.5	22.6	2.5	3.68	0.40	0.62	0.40	ND
"	Yamaguchi	0.61	0.07	17.6	1.9	88.9	9.7	5.05	0.55	0.40	0.20	0.01
Sesame seeds	Ethiopia		0.03		85.3		20.3		64.45	ND	ND	0.01
"	Thailand		ND		66.8		37.3		58.58	ND	ND	0.01
Kidney beans (Toramame)	Hokkaido		0.07		31.2		14.3		10.10	0.44	ND	0.01
"	"		0.02		28.2		15.9		5.82	0.40	ND	0.01
"	"		0.02		29.3		15.9		5.45	0.79	ND	0.01
Kidney beans (Kintoki)	Hokkaido		0.04		55.1		16.0		75.05	0.73	1.10	0.02
"	"		0.04		64.2		13.3		103.83	0.13	0.20	0.02
"	"		ND		31.1		15.6		5.40	0.85	ND	ND
Soybeans (Kuromame)	Aomori		0.18		48.6		28.8		11.02	0.44	0.50	0.02
"	Hokkaido		0.48		36.0		31.4		7.63	0.84	ND	ND
"	"		0.08		41.1		32.1		11.51	1.46	ND	ND
Buckwheat (Soba)	Okayama		0.09		32.6		17.1		5.08	0.56	0.20	0.01
"	Miyazaki		0.06		25.1		14.5		6.64	0.08	ND	0.01
"	Hokkaido		0.14		28.6		19.5		6.46	0.44	ND	0.01
Black tea	Ceylon		0.04		34.4		648.0		34.68	0.40	1.70	0.01
"	"		0.01		50.6		349.9		38.24	1.28	ND	ND
"	"		0.02		43.3		291.6		24.25	1.46	ND	ND
<i>Hijikia fusiformis</i> (Hijiki)	Mie		1.47		12.8		10.4		10.94	0.26	18.0	0.01
"	"		1.09		28.8		21.0		55.76	1.21	24.0	ND
"	"		0.87		23.9		20.5		19.46	1.75	12.0	ND
Agar-agar	Nagano		0.12		64.1		17.2		0.49	1.76	ND	0.01
"	"		0.21		195.7		15.2		4.59	1.52	0.05	0.01
"	"		0.17		72.2		5.0		0.64	0.85	0.10	0.01

Fig. 1. Average contents of heavy metals in food groups (wet basis)

茶、および海草類において 1 ppm 前後を示すものがあったが、いずれも乾燥重量に近い状態の試料を新鮮物含量として分析したため若干高い値を示したものと思われる。

ヒ素および水銀については、いずれも問題となるようなものは見当たらなかったが、ヒジキにおいて 12~24 ppm のヒ素を検出した。

以上農産物を中心に 103 検体、前報の 80 検体と合わせて計 183 検体につきそれぞれ 7 元素を分析したが、植物性食品の各食品群について重金属含量を考察した。すなわち、前報の植物性食品と本報の検体を一応、葉菜類、果菜類、根菜類、いも類、果実類、豆類、穀類、茶、海草類に分類し、各食品群について分析例数の少ないものもあるが一応の傾向を知る意味で各重金属の平均含有量(新鮮物含量)を求めたものを Fig. 1 に示す。ただし、上記分類に入らないモヤシ、生シイタケ、ごま、かんぴょう、タケノコ、およびエノキダケは除外した。根菜類において、ショウガのマンガン含量が特異的な数値を示したためショウガの 3 検体についてはマンガンだけ除外し、また、いも類からこんにゃく粉、海草類より寒天を

除外した。

Fig. 1 より各重金属別にみると、カドミウムでは、野菜の葉菜類および根菜類が果菜類に比べて 2.5~3 倍多く、果実類は最も少なく 0.01 ppm 程度、いも類、豆類、穀類、および茶が 0.04~0.07 ppm と同程度であり、海草類はとび抜けて多かった。亜鉛では、野菜類といも類が 5 ppm 前後であり、果実類が最も少なく、豆類、穀類、茶、および海草類が 20 ppm 以上と多かった。マンガンでは、カドミウムと同様に野菜の葉菜類および根菜類が果菜類に比べて約 2.5~3 倍多く、果実類は最も少なく 1.5 ppm 程度であった。また、豆類は比較的多く 20 ppm 以上あり、特に茶では平均 775.4 ppm と特異的に高い値を示した。銅では、野菜類および果実類は 1 ppm 以下と少なく、豆類、茶、および海草類は平均 18.24~27.77 ppm といも類および穀類に比べて比較的高い値を示した。鉛では、野菜類、いも類、果実類、および穀類が 0.2 ppm 以下であり、豆類が若干多く 0.32 ppm であった。また茶および海草類は 1 ppm 前後と比較的高い値を示した。ヒ素では、茶および海草類以外は 0.1 ppm 以下と少なく、茶は平均 0.72 ppm

と比較的多く、海草類は 35.56 ppm と特異的に高い値を示した。水銀では、海草類が比較的高い0.097 ppmを示したがすべて平均 0.1 ppm 以下であった。

次に Fig. 1 を各食品群別にみると、野菜類では葉菜類および根菜類が果菜類に比べて多くの重金属を含有し、銅および水銀を除いた重金属類においてこの傾向がみられた。果実類は各重金属の含有量が他の食品群に比べて少なく、鉛およびヒ素が他の食品群と同程度であった。豆類、穀類、茶、および海草類は野菜類、いも類、および果実類に比して全体的に多くの重金属を含有しているが、これらは後者に比して水分含量が少なく比較的乾燥状態に近い試料を新鮮物含量として分析したためと思われる。しかし、これを考慮しても、特に茶および海草類は多くの重金属を含有しており、茶のマンガンおよび海草類のヒ素はとび抜けて高い値であり注目に値する。

ま と め

今回も前報¹⁾に引き続き植物性食品の 103 検体について重金属の含有量調査を行ったが、ほぼ前報と同程度の

含有量および傾向を示した。

そこで、前報の植物性食品80検体と今回の 103 検体についてそれぞれ各食品群に分類し各重金属の平均含有量を求め考察した。その結果、野菜類では、葉菜類および根菜類が果菜類に比べて多くの重金属を含有しており、果実類は他の食品群より全般的に低い重金属含量を示した。豆類、穀類、茶、および海草類はそれぞれ乾燥状態に近い試料であるが全般的に多くの重金属を含有しており、特に茶のマンガンおよび海草類のヒ素は顕著であった。

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、児山健策主幹、中村順技師、食品衛生課の諸氏に深謝致します。

文 献

- 1) 田中之雄, 池辺克彦, 田中凉一, 国田信治: 食衛誌, 14, 196 (1973).
- 2) 科学技術庁資源調査会編: “日本食品成分表”(1969), 医歯薬出版.