

香川県における日常食品中の 金属の一日摂取量について

毛利 孝明・西岡 千鶴・石川 英樹・黒田 弘之

I 緒 言

近年、人間の生活の進歩と複雑化に伴い、環境汚染等に関連して化学物質、重金属や微生物による食品の汚染という問題が生じてきた。人間はこれらを食品を通じて体内に取込んでいるので、日常食品中のこれら化合物含量を測定し、人体への摂取量の推移、地域差の実態調査のために「日常食品中の汚染物質調査」がマーケットバスケット方式により1977年より厚生省と国立衛生試験所を中心として実施されてきた。香川県でも1985年からのこの事業に参加し、各種汚染物質、必須元素等の摂取量を調査してきた。本事業は日本の8機関と連携し日本各地の食品汚染の実態が把握できる態勢になっている。今回我々はそのうち香川県における金属元素の摂取量について解析し、若干の知見を得たので報告する。

II 実験方法

1. 試薬及び装置

1) 試 薬

和光純薬製の有害金属分析用及び、原子吸光分析用試薬を用いた。

2) 装 置

フレイム原子吸光分析：島津AA 640-13型

フレイムレス原子吸光分析：島津GFA-2型

金-アマルガム水銀分析装置：島津MVU-2型

2. 試料採取法

昭和58年厚生省の国民栄養調査成績表の四国地方における食品群別摂取量調査に基づき高松市内のスーパーマーケット等で89食品を購入し、表1に示すように14群に分別し当所で調理後、ミキサーで混合したものを試料とした。

3. 分析方法

各種金属の分析方法を図1に示す。検体20gをとり硝酸、過塩素酸（W群鉛は硫酸、過酸化水素）で分解を行い0.5N塩酸で50mlに定容し次のように分析した。

1) Na, Kの分析

直接炎光光度法により分析

2) Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mnの分析

直接フレイム原子吸光分析（ただしCa, Mgは塩化ストロンチウム添加）

3) Cd, Niの分析

DDTC錯塩を酢酸n-ブチルで抽出し、フレイム原

表1 食品群別試料調製量

群	食 品 名	試料重量(g)	何日分	調理後重量(g)
I	米, 米加工品	440.2	2	1,122.3+水 600=1,722.3
II	米以外の穀類, いも類	1,484	10	1,484+水 1,650=3,134
III	砂糖類, 菓子類	960	30	960+水 400=1,360
IV	油 脂 類	745	50	745
V	豆 類	1,248	20	1,282
VI	果 実 類	1,632	10	1,632
VII	緑黄色野菜	1,356	20	1,270.6+水 400=1,670.6
VIII	その他の野菜, 海草類	1,648	10	1,159.3+水 400=1,559.3
IX	調味, し好飲料	1,347	10	1,824.4
X	魚 介 類	1,045	10	816.7+水 600=1,416.7
XI	肉類, 卵類	1,042	10	976.9+水 400=1,376.9
XII	乳 類	1,101	10	1,101
XIII	加工食品, その他の食品	1,380	100	1,376.1+水 50=1,426.1
XIV	飲 料 水	高松市上水道, 摂取量	600ml/日	

子吸光分析

4) Pb, Coの分析

DDTC 錯塩を酢酸n-ブチルで抽出し、フレイムレス原子吸光分析

5) Asの分析

濃塩酸、40%ヨウ化カリウムを加え、クロロホルムで抽出後、水で逆抽出し、フレイムレス原子吸光分析

6) 総水銀の分析

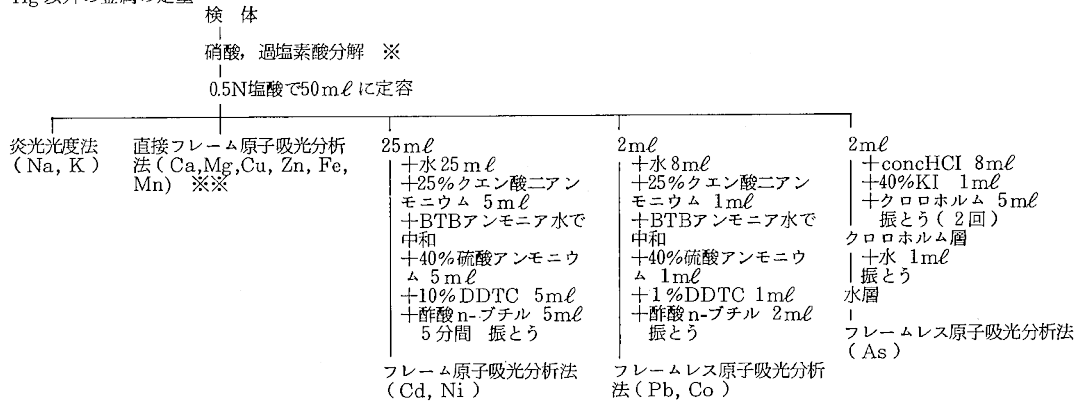
検体 1 g を水銀分析用石英ボートに採り、金一アマルガム水銀分析装置を用い測定。ただしⅣ群は 5 g をとり、

硫酸、硝酸で還硫冷却器をつけ加熱分解する。冷後過剰の過マンガン酸のカリウムを塩酸ヒドロキシルアミンで還元し、還元気化式水銀分析装置を用い測定

Ⅲ 結果及び考察

表 2、図 2 に全国の金属一日摂取量年次推移、表 3 に香川県における金属の食品群別一日摂取量、表 4、図 3 に全国の金属食品群別寄与率、表 5、図 4 に香川県の金属食品群別寄与率、表 6 に栄養素等摂取量年次推移を示す。

1) Hg 以外の金属の定量



※ Ⅳ群の鉛については、硫酸、過酸化水素分解
 ※※ Ca, Mg は、塩化ストロンチウム添加

島津原子吸光フレイム分光光度計 AA 640-13, GFA-2

2) Hgの定量

検体 1g を水銀分析用石英ボートに取る (Ⅰ~Ⅲ, Ⅴ~ⅩⅢ) ※※※
 金一アマルガム水銀分析計を用い測定
 島津原子吸光 AA-640-13型 MVU-2

※※※ (ⅣⅣ)
 検体 5 g を 500ml 容フラスコに取る
 ↓
 硝酸 30ml, 硫酸 10ml を加え、還流冷却器をつけ分解
 ↓
 冷却後、過マンガン酸カリウム 1g を加え再び加熱
 ↓
 過マンガン酸カリウムの紫色が消失すれば冷後、過マンガン酸カリウム 2g を加え加熱
 ↓
 過マンガン酸カリウムの紫色が消失しなくなるまで行う
 ↓
 20%ヒドロキシルアミン添加
 ↓
 蒸留水で 100 ml に定容
 ↓
 還元気化式水銀分析装置を用い測定

図 1 金属の分析法

表 2 全国の金属一日摂取量年次推移

金属名	1977~78	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	香川県
Pb	100	82	72	54	48	71	59	48	19
Cd	46	46	35	31	32	29	42	32	32
Hg	15	8.6	7.9	8.4	6.9	7.9	9.3	9.7	10.0
As	280	170	280	170	150	160	120	220	79
Cu		1,500	1,500	1,300	1,300	1,500	1,200	1,300	1,293
Mn		3,800	4,000	4,000	4,300	3,900	3,800	4,600	3,212
Zn		8,600	9,100	8,700	9,200	9,700	9,300	9,200	8,816

(単位: $\mu\text{g/day/man}$)

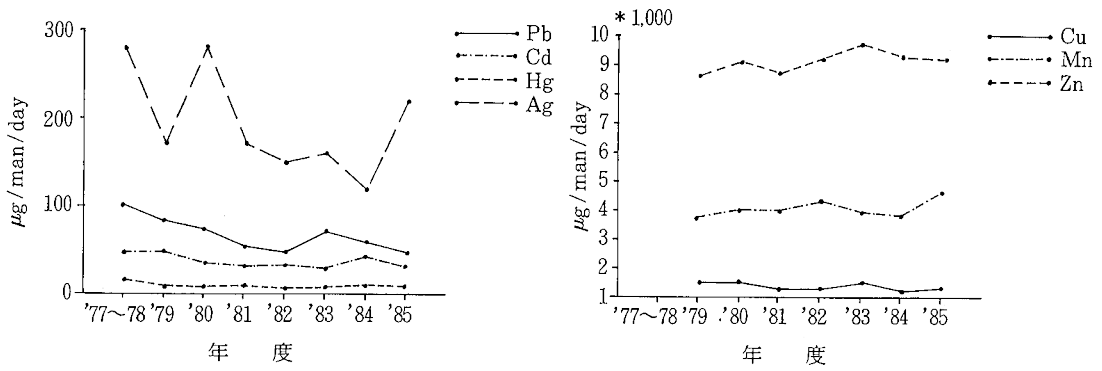


図 2. 全国の金属年次変化

表 3. 香川県における金属の分析値及び一日摂取量

上段 : ppm on whole basis 下段 : daily intake, µg (ND → 0)

FC No	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	Total	LQ
As	0058 47.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0035 77	0035 47	0135 188	ND	ND	0033 040	ND**	78.6	002 (**0002)
Hg	00030 243	00006 025	00013 07	00033 005	00021 016	00008 014	00013 008	00010 022	ND	00397 551	00023 030	00006 075	00015 002	ND**	998	00004 (**000004)
Pb	0018 14.6	ND	0025 14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0013 18	ND	ND	0056 068	ND**	18.5	001 (**0001)
Cd	0028 22.7	ND	ND	ND	0018 14	ND	0043 2.8	0014 3.1	ND	0012 1.7	ND	ND	0010 012	ND**	31.8	001 (**0001)
Fe	205 1,662	232 960	253 140	240 38	125 941	145 261	493 322	52 1,146	37 498	95 1,320	108 1,439	050 63	49 59	001** 6	8,855	005 (**0005)
Zn	385 3,121	17 703	14 77	093 15	733 552	058 105	313 204	195 439	20 269	828 1,150	12.63 1,705	3.55 446	3.23 39	ND**	8,816	002 (**0002)
Cu	073 592	045 186	030 16	025 4.0	203 153	045 81	048 31	038 84	008 11	048 67	040 53	005 6.3	063 7.6	00025** 1.5	1,293	002 (**0002)
Mn	144 1,167	085 352	040 22	006 1.0	435 328	038 69	263 172	183 403	435 585	055 76	010 13	004 50	16 19	ND**	3,212	001 (**0001)
Na*	783 6.3	962 398	213 11.8	2010 32.0	8900 670	775 14	126 82	1660 366	14600 1,964	3500 486	1010 135	474 595	2670 32.2	293** 1.8	4,172	1 (**0.1)
K*	195 158	1,050 434	305 16.8	609 1.0	2,000 151	1,850 334	2,175 142	1,750 386	1,810 243	1,775 247	1,700 226	1,487 187	1,162 14.0	049** 0.3	2,540	02 (**0002)
Ca*	266 21.6	70.9 29.3	176 9.7	54.5 0.87	6295 47.4	1365 21.6	488 31.8	237 52.2	81.5 11.0	6795 94.4	204 27.2	1,179.5 148	132 1.6	84.3** 5.1	5,048	01 (**001)
Mg*	31.8 25.8	75.9 31.4	50.6 2.6	6.8 0.11	345.0 26.0	90.0 16.2	204 13.3	115 25.3	205 27.6	241 33.5	108 14.4	92.0 11.6	89.5 1.1	1.1** 0.66	2,296	001 (**0001)
Ni	0078 63.2	ND	0080 4.4	ND	070 52.7	006 10.8	0085 5.5	0085 18.7	0335 45.1	ND	005 6.7	ND	010 1.2	ND**	208.3	004 (**0004)
Co	ND	ND	0003 0.17	ND	0008 0.60	ND	ND	ND	0006 0.81	0005 0.69	ND	0004 0.53	0004 0.05	ND**	285	0002 (**0002)

* : daily intake mg

表 4 全国の食品群別寄与率

金属名	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Pb	18.9	8.3	1.9	0.6	5.8	12.3	3.1	16.5	10.8	14.2	3.1	2.1	1.5	0.3
Cd	43.8	9.4	0.2	0.2	4.4	0.2	5.0	11.6	2.8	17.5	1.5	0.1	0.6	
Hg	21.6	2.0	0.2	0.6	0.2	1.2	0.8	1.1	0.6	62.9	7.2	1.6	0.2	
As	14.7	4.9	0.9	0.09	0.6	1.9	0.5	15.6	4.2	53.6	2.0	0.6	0.2	
Cu	34.6	13.8	3.8	0.2	12.3	5.5	3.1	7.5	3.3	8.5	4.8	1.2	0.8	0.3
Mn	34.8	8.9	1.6	0.08	9.8	2.4	4.8	8.5	23.9	4.3	0.5	0.2	0.7	0.02
Zn	32.6	7.6	1.7	0.2	7.5	1.3	2.3	5.7	3.5	10.9	21.7	4.7	0.5	0.2

(単位: %)

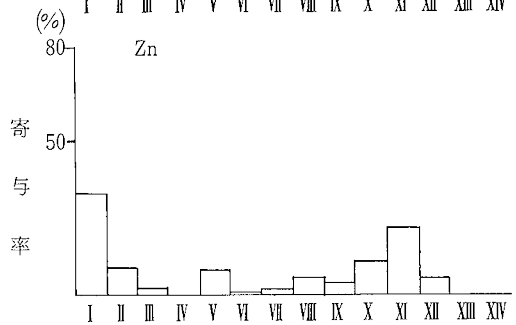
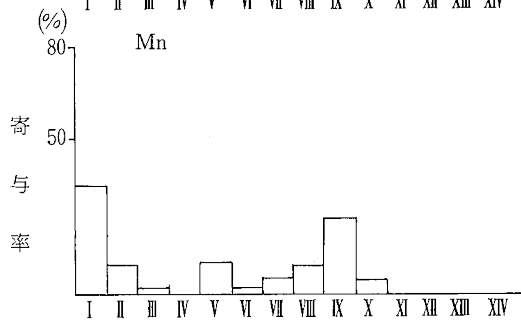
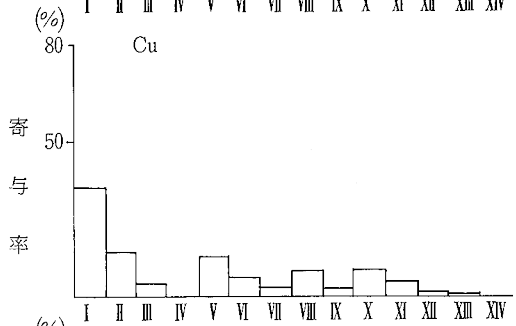
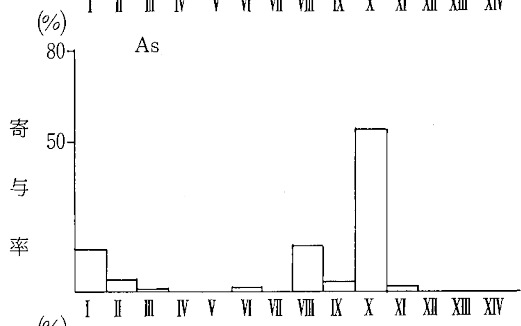
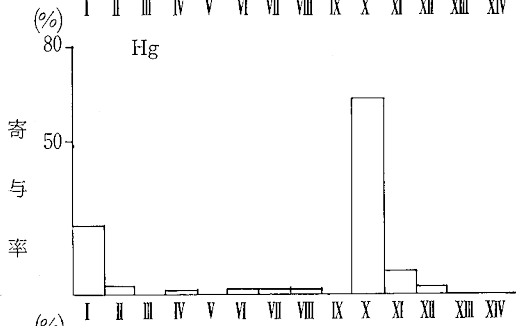
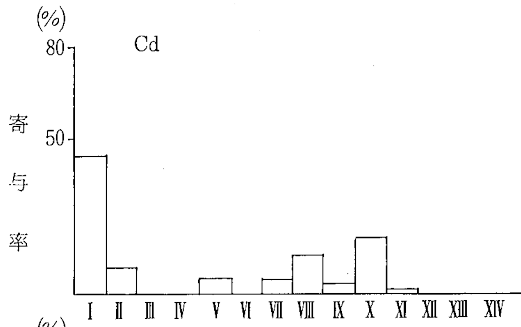
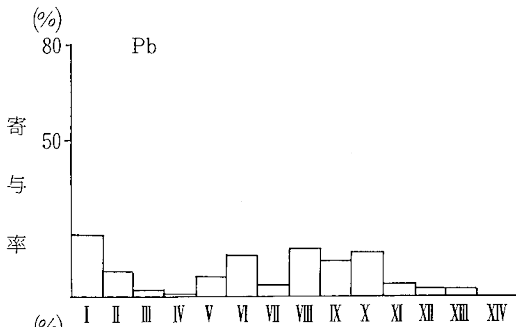


表5 香川県の食品群別寄与率(1985年)

金属名	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Pb	78.9		7.6							9.7			3.7	
Cd	71.4				4.4		8.8	9.7		5.3			0.4	
Hg	24.3	2.5	0.7	0.5	1.6	1.4	0.8	2.2		55.2	3.0	7.5	0.2	
As	59.8							9.8	6.0	23.9			0.5	
Cu	45.8	14.4	1.2	0.3	11.8	6.3	2.4	6.5	0.9	5.2	4.1	0.5	0.6	0.08
Mn	36.3	11.0	0.7	0.03	10.2	2.1	5.3	12.5	18.2	2.4	0.4	0.2	0.6	0.6
Zn	35.4	8.0	0.9	0.2	6.3	1.2	2.3	4.9	3.1	13.0	19.3	5.1	4	0.07
Fe	18.8	10.8	1.6	0.4	10.6	2.9	3.6	12.9	5.6	14.9	16.3	0.7	0.7	0.07
Na	0.2	9.5	0.3	0.8	16.1	0.03	0.2	9.6	47.1	11.6	3.2	1.4	0.8	0.04
K	6.2	17.1	0.7	0.04	5.9	13.1	5.6	15.2	9.6	9.7	8.9	7.4	0.6	0.01
Ca	4.3	5.8	1.9	0.2	9.4	4.9	6.3	10.3	2.2	18.7	5.4	29.3	0.3	1.0
Mg	11.2	13.7	1.1	0.05	11.3	7.1	5.8	11.0	12.0	14.6	6.3	5.1	0.5	0.3

(単位: %)

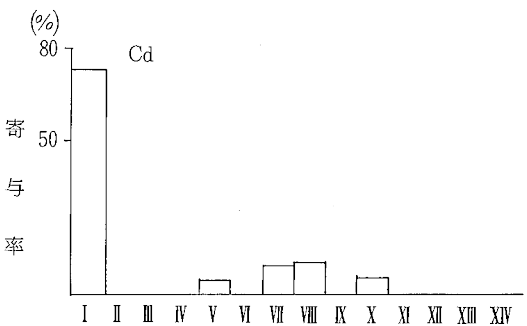
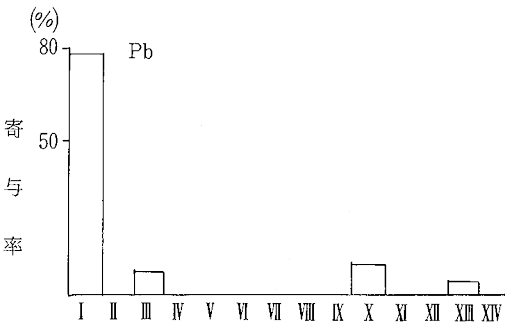
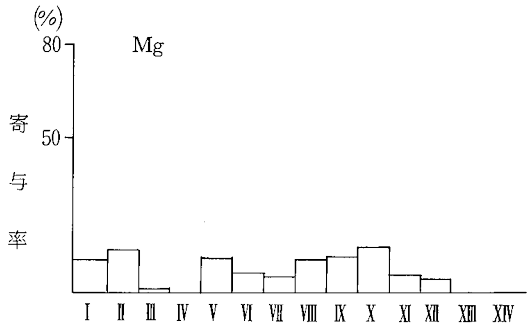
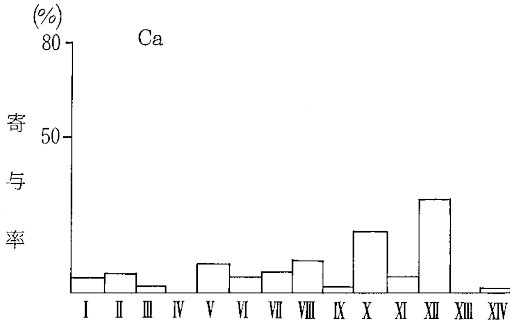
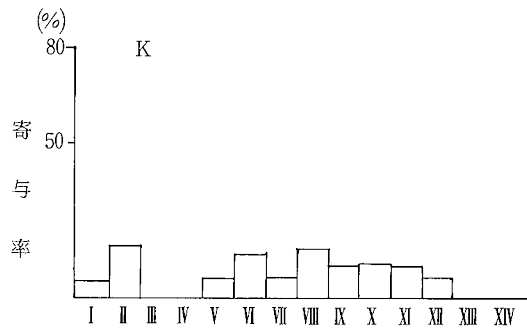
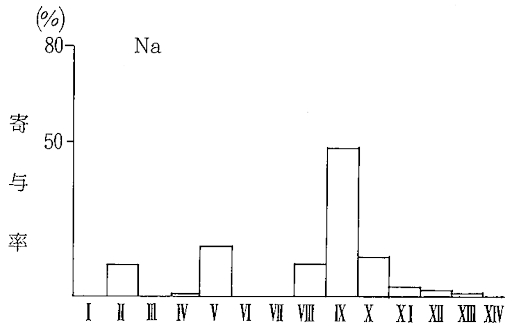


図4 香川県の各種金属食品群別寄与率

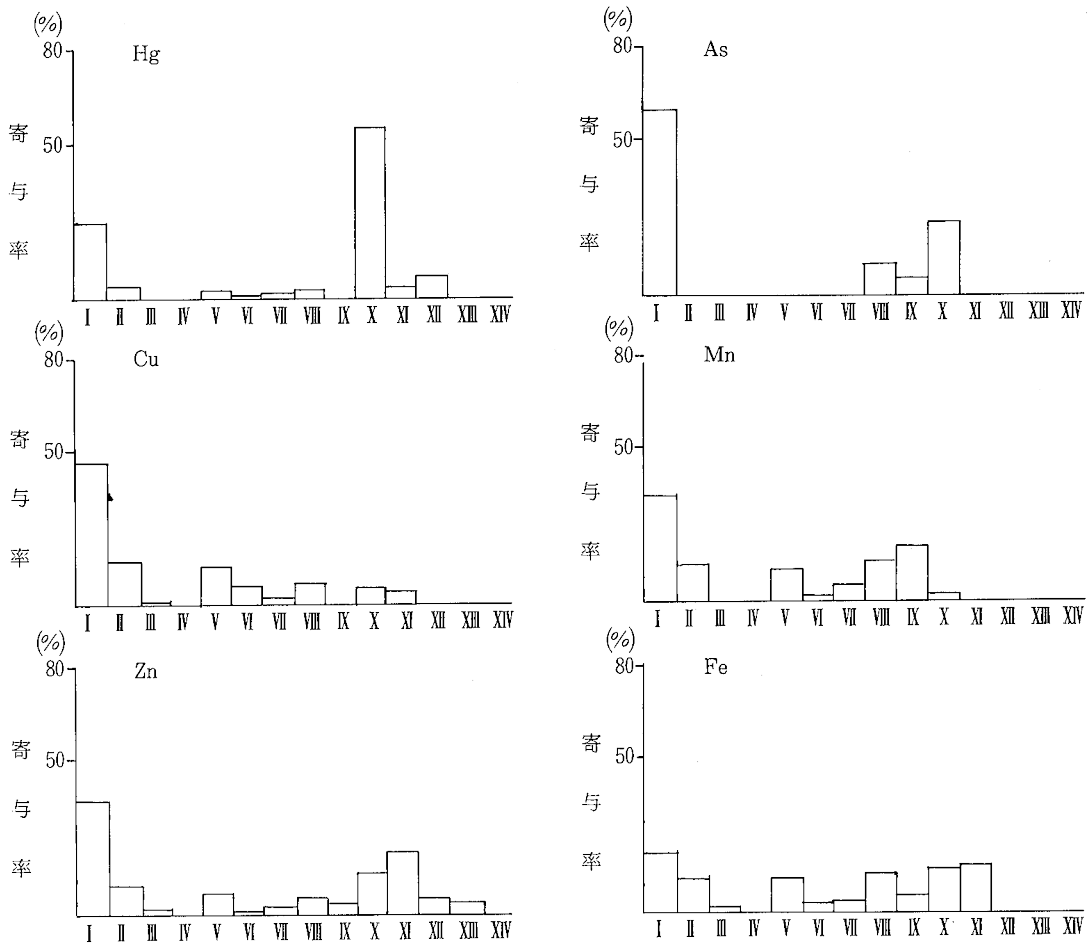


図 4 香川県の各種金属食品群別寄与率

表 6 栄養素等摂取量の年次推移

年 度		1975	1980	1981	1982	1983	1984
全国 平均	ナトリウム (NaClトシテ, g)	13.5	12.9	12.5	12.3	12.4	12.2
	カルシウム (mg)	552	539	—	—	580	562
	鉄 (mg)	10.8	10.4	—	—	10.9	10.7
香川 平均	ナトリウム (NaClトシテ, g)	—	—	—	—	—	11.7
	カルシウム (mg)	518	483	565	502	570	521
	鉄 (mg)	12.4	12.0	13.7	9.9	10.6	10.4

(国民栄養調査より 1人1日当たり)

図により全国の金属摂取量の経年変化はほとんどみられない。1985年の全国平均と香川県の一日摂取量を比較するとほとんどの金属は同程度であり若干ヒ素、鉛の摂取量は低い傾向にあった。

1. 有害性金属

本県のヒ素の摂取量は78 μ gであり全国平均の4割弱の値である。中毒量は亜ヒ酸として5~50mg/日/人¹⁾でありこの値と比べて摂取量は極少量である。またヒ素の毒性は同時に摂取するセレンやリン、蛋白結合などによって軽減されるので安全なレベルといえる。原因食品としてはI, VIII, X群が主として考えられる。全国平均ではX群の魚介類が5割を占めているが本県ではI群の米、米加工品が6割を占めていた。鉛、カドミウム、総水銀の一日摂取量はそれぞれ19 μ g, 32 μ g, 10 μ gであった。中毒量は鉛が2~20mg/日/人で種々の酵素活性低下²⁾がみられる。カドミウムの中毒量は15mg/日/人³⁾で、総水銀では0.5g/日/人⁴⁾でありこれらと比べて微量であった。鉛は全国的にはI, VI, VIII, X群で49.6%を占めているが、本県ではI群の米、米加工品のみで78.9%を占めている。カドミウムでも鉛と同様に本県ではI群のみで71.4%を摂取しているが、全国ではI, VIII, Xの3群で72.9%を摂取している。総水銀ではI群, VII群で約80%の寄与率であり、これは本県も全国も同じ摂取傾向であった。ヒ素、鉛、カドミウムともに全国平均ではVI群の果実類, VIII群のその他の野菜海藻類, I群の米、米加工品, X群の魚介類が高い寄与率をもっているが本県ではI群の影響が大きい。ヒ素や鉛の摂取量が低いのは食品群別摂取量の差異によるものと思われる。

2. その他の金属

銅の摂取量は1.3mgである。全国平均摂取量も1.3mgであり同じであった。銅の一日所要量は多くの説があり判然としにくい。寄与率の高い食品群はI群45.8%, II群14.4%, V群11.8%である。全国平均の寄与率もI群34.6%, II群13.8%, V群12.3%とほぼ同傾向であった。マンガンの一日摂取量は3.2mgであり、全国平均4.6mgよりも少し低い値であった。山県らによると成人の一日所要量は1~3mg⁵⁾といわれ本分析値で十分といえる。食品群別寄与率はI群が36%で圧倒的でありX群が占めてのとおり全国平均と同傾向であった。

亜鉛の一日摂取量は8.9mgで、全国平均9.2mgとほぼ同程度であった。亜鉛の一日必要量は多くの説があり判然としにくい。Engelらは4.9~9.3mg、山県らは6~27mg(平均14mg)と言っており、これらの数値と考えあわずとほぼ充足していると考えられる。

マグネシウムの一日摂取量は230mgであった。Jonesらは成人の一日当たり必要量が220~290mg⁶⁾であるとしているのでほぼ満足できる値と言える。食品群別の寄与率ではI, II, V, VIII, X群がそれぞれ11~15%の寄与をしている。

次に種々疾患と関係の深いナトリウムであるが、本県の実測値は食塩10.7g(ナトリウムとして4.2g)であった。表6に示すように国民栄養調査の全国平均では、1975年には13.5gであったが徐々に摂取量は減少し1984年には12.2gとなっている。今回の実測値10.7gは1984年の全国平均と比べても少し低い値であるが、厚生省が日本人の栄養所要量で示している食塩の目標摂取量は1日10g以下となっており、なお少なくする努力が必要であろう。また、今回の実測値10.7gは1984年の香川県の栄養調査の11.7gより低い値となっているが、国民栄養調査は聞き取り調査であり今回の測定値と若干相違したものと思われる。カルシウム及び鉄もナトリウムと同様低い値で今後検討していきたい。ナトリウムは血圧亢進、動脈硬化等の有力な一因となる元素なので摂取はより控えた方がよいであろう。ナトリウムの摂取原因食品はX群の嗜好飲料が47%と圧倒的に大きかった。

カリウムの本県の一日摂取量は2.5gである。第三次改定日本人の栄養所要量において成人一人一日当たりカリウム2~4g⁷⁾を目標摂取量とすることが定められており本県の摂取量ではほぼ充分である。

鉄の一日摂取量は8.9mgであった。厚生省の定める一日所要量は成人男子10mg/日/人、成人女子では青年期12mg/日/人、閉経後10mg/日/人⁶⁾であり、本県の摂取量は低い値である。表5に国民栄養調査の結果を示したが、本県の鉄の摂取量は1975年の12.4mgから1983年分の10.6mgと減少している。全国的には1975~1984年ではあまり変化がなかった。今回の調査では全国レベルよりも低いようなので、生体にも重要な元素でもあり今後摂取努力が必要と思われる。寄与率の高い食品はI, III, X, XII群で各々13~19%を占めていた。

カルシウムの一日摂取量は505mgであった。表6に示すように国民栄養調査では年により若干の変動があるが、厚生省の定める所要量の600mg/日/人⁶⁾より低い値であった。カルシウムは骨の成分や酵素の賦活剤等重要な生体元素であり一層の摂取努力が必要である。食品群別の寄与率ではXII群の乳類, X群の魚介類が主な供給源である。

IV 結 論

1985年にマーケットバスケット方式により香川県における日常食品中の金属一日摂取量及び金属の摂取食品群

の寄与率を調査し、次のことが判明した。

1. 香川県の金属一日摂取量はほぼ全国平均と同程度であった。しかし、ヒ素、鉛については全国平均を著しく下まわっていた。この原因は食品群の摂取量の相違によるものと推定された。
2. 有害性金属（ヒ素、鉛、カドミウム、水銀）の摂取量は慢性中毒量と比較して著しく低く問題はなかった。
3. 必須元素のナトリウムの一日摂取量は少し多く、摂取量を控える必要があるが、鉄やカルシウムの一日摂取量は少し不足しており摂取努力が必要である。その他のカリウム、銅、マンガン、亜鉛、マグネシウム等の元素はほぼ必要量が摂取されており問題はなかった。

本調査は測定回数、測定時期、個人の嗜好等の違いで若干の変動が考えられるので、今後これらを考慮して継

続的調査を実施していきたい。

Ⅴ 文 献

- 1) 木村修一他：環境汚染物質と毒性，無機物質編，137—146p，南江堂（1980）。
- 2) 三浦 創他：環境汚染物質と毒性，無機物質編，99—109p，南江堂（1980）。
- 3) 野見山一生他：環境汚染物質と毒性，無機物質編，83—97p，南江堂（1980）。
- 4) 池田良雄：薬物致死量集，101p，南山堂（1973）
- 5) E. J. Underwood, 日本化学会訳編：微量元素—栄養と毒性—，177—206p，丸善（1975）。
- 6) 地方衛生研究所全国協議会事務局編：健康と飲料水中の無機成分に関する研究，37—39p（1982）。
- 7) 厚生省：第三次改定，日本人の栄養所要量（1984）。