

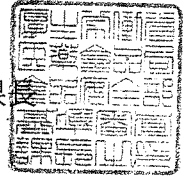


資料 1 - 1

食安基発0625第4号  
平成25年6月25日

内閣府食品安全委員会事務局評価第一課長 殿

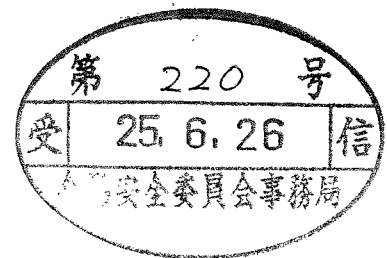
厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課



食品健康影響評価に係る補足資料の提出について

平成24年6月1日付け府食第543号により提出依頼のありましたアルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料2及び3につきまして、別紙のとおり提出いたします。なお、補足資料1については現在準備中であり、資料が整い次第速やかに提出いたします。

また、平成19年3月8日付け府食第233号により提出依頼のありましたアルミノケイ酸ナトリウム及びケイ酸カルシウムアルミニウムの食品健康影響評価に係る補足資料及び平成23年9月12日付け府食第729号により提出依頼のありましたカルミンの食品健康影響評価に係る補足資料7及び8につきましては、平成24年5月1日付け食安基第0501第1号により提出した酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料と同様の内容にて提出いたします（添付省略）。



(別紙)

アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料

厚生労働省  
平成25年6月

## 目次

アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料

- I 補足資料要求2について . . . . . 1
- II 補足資料要求3について . . . . . 1

[別添1] 食品健康影響評価に係る補足資料の提出依頼について  
(府食第543号, 平成24年6月1日)

[別添2] 平成23～24年度マーケットバスケット方式によるアルミニウムの摂取量調査の結果について (概要)

[別添3-1] 平成23年度 食品・添加物等規格基準に関する試験検査等調査研究 食品添加物等 (アルミニウム) の一日摂取量調査研究報告書

[別添3-2] 平成24年度 食品・添加物等規格基準に関する試験検査等調査研究 食品添加物等 (アルミニウム) の一日摂取量調査研究報告書

[別添4] アルミニウムを含有する添加物への対応について (平成25年6月21日薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会資料2-1)

・アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料

平成24年6月1日付け府食第543号により依頼のあった標記については、以下のとおりである。

#### I 補足資料要求2について

##### 【補足資料要求2】

「酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料」（厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課 平成24年5月）の3ページの4行目及び25ページの25行目から26行目までに記載された「平成23年度から平成24年度末までの調査」について、結果をとりまとめ、報告すること。

##### 【回答】

別添2及び別添3のとおり。

#### II 補足資料要求3について

##### 【補足資料要求3】

上記1～3に関連する資料や考察があれば、併せて提供すること。

##### 【回答】

補足資料要求2により回答した調査結果を踏まえ、平成25年6月21日に開催した薬事・食品衛生審議会において検討した結果、以下の対応を採ることとした（別添4）。

今般のマーケットバスケット調査の結果について、一日摂取量の平均値はいずれの年代においても、JECFAが設定したPTWIを下回り、バランスの取れた偏りのない食生活を送っている場合には問題ない数値である。

PTWIを超過するおそれのあるのは上記の一部の場合のみであるが、①汚染物質では、多量摂取者も安全が確保できるよう基準値設定等を行っていること、②コーデックス委員会や諸外国においてもアルミニウムを含有する添加物の基準値の策定や見直しが進められていることを踏まえ、小児（1-6歳）のアルミニウムの摂取量への寄与が大きいと考えられるパン、菓子類への「硫酸アルミニウムカリウム（カリウムミョウバン）及び硫酸アルミニウムアンモニウム（ア

ンモニウムミョウバン) の使用について、以下の対応を採ることとする。

- 1) 現状の使用実態を確認した上で、使用基準を検討する。なお、アルミニウムを含有する国際汎用添加物についても同様とする。
- 2) 関係業界においては、これまでも低減化に向けた取組みを行っているところであるが、使用基準の検討に先立ち、自主的な低減化の取組みを通知により依頼する。



(別添 1)

府 食 第 5 4 3 号

平成 2 4 年 6 月 1 日

厚生労働省医薬食品局食品安全部  
基準審査課長 殿

内閣府食品安全委員会事務局評価課長

食品健康影響評価に係る補足資料の提出依頼について

平成17年8月15日付け厚生労働省発食安第0815001号及び第0815003号並びに平成23年4月19日付け厚生労働省発食安0419第2号及び第4号をもって貴省から当委員会に意見を求められたアルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムに係る食品健康影響評価について、平成24年5月30日開催の食品安全委員会添加物専門調査会（第106回会合）における審議の結果、別紙のとおり補足資料が必要となりましたので、平成25年6月末までに提出をお願いいたします。

なお、平成25年6月末までに補足資料を提出できないことが明らかとなった場合は、速やかに提出できない理由及び今後の対応方針について提出をお願いいたします。

(別紙)

アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に必要な補足資料

	補足資料	要求の理由
1	2011年6月第74回JECFA会議におけるアルミニウムの評価結果であるPTWI 2 mg/kg 体重/日の設定の根拠となったNOAELに係る試験成績や重要な毒性所見が認められている試験成績について、引用されている原著論文等を提出すること。	アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸カルシウムアルミニウム、カルミン及び酸性リン酸アルミニウムナトリウムの安全性評価に必要であるため。
2	「酸性リン酸アルミニウムナトリウムの食品健康影響評価に係る補足資料」(厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課 平成24年5月)の3ページの4行目及び25ページの25行目から26行目までに記載された「平成23年度から平成24年度末までの調査」について、結果をとりまとめ、報告すること。	同上
3	上記1~3に関連する資料や考察があれば、併せて提供すること。	同上

## 平成 23～24 年度マーケットバスケット方式による アルミニウムの摂取量調査の結果について

### 【目的】

FAO/WHO合同食品添加物専門家会議(JECFA)は、平成元(1989)年に、アルミニウムの暫定耐用週間摂取量<sup>1</sup>(Provisional Tolerable Weekly Intake; PTWI)を7mg/kg 体重/週と設定したが、平成18(2006)年の第67回会合において、従来に比べて低い投与量で影響を及ぼす知見が得られたことから、PTWIが1mg/kg 体重/週に引き下げられた。その後、平成23(2011)年の第74回会合において、再度検討が行われ、PTWIが2mg/kg 体重/週に変更された。

また、我が国では、国際汎用添加物として、アルミニウムを含有する添加物<sup>2</sup>の指定に向けた検討を進めている。

このため、平成23～24年度にかけて、未加工食品及び加工食品中に含まれるアルミニウムを対象として、摂取量調査を実施した。

### 【方法】

#### (1)未加工食品

4つの食品群<sup>3</sup>からなるマーケットバスケット方式調査用未加工食品群(以下「未加工混合群」という。)試料を調製し、未加工混合群ごとに1点ずつアルミニウムの含有量を測定し、それぞれの喫食量を乗じ、一日摂取量を算出した。

なお、未加工混合群の調製は、平成12年度食品添加物一日摂取量点検調査報告書で使用された食品喫食量をもとに作成した未加工食品群別年齢階級別の食品喫食量リストを用いて、食品を購入し実施した。

また、未加工混合群試料の調製は、財団法人 食品薬品安全センターにおいて、アルミニウムの分析は、財団法人 日本冷凍食品検査協会において、結果の解析は、国立医薬品食品衛生研究所においてそれぞれ実施した。

#### (2)加工食品

7つの食品群<sup>4</sup>からなるマーケットバスケット方式調査用加工食品群(以下「加工混合群」という。)試料を調製し、加工混合群ごとに1点ずつアルミニウムの含有量を測定し、それぞれの喫食量を乗じ、一日摂取量を算出した。

なお、加工混合群の調製は、平成22年度委託事業「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書」(独立行政法人 国立健康・栄養研究所)の結果に基づいて作成した、加工食品群別年齢階級別の食品喫食量リスト<sup>5</sup>を用いて、食品を購入し実施した。

<sup>1</sup> 耐容週間摂取量(Tolerable Weekly Intake; TWI)の暫定的な値。TWIとは、人が一生涯摂取し続けても健康への悪影響がないと推定される一週間当たりの摂取量のことであり、この値を超える物質を摂取しても直ちに健康への悪影響があるものではないとされている。

<sup>2</sup> 酸性リン酸アルミニウムナトリウム(膨張剤等)、アルミノケイ酸ナトリウム(固結防止剤)、ケイ酸アルミニウムカルシウム(固結防止剤)、カルミン(着色料)

<sup>3</sup> 2群(穀類)、3群(いも類)、4群(魚介・肉類)、Ⅶ群(果実・野菜類)の4群

<sup>4</sup> 1群(調味嗜好飲料)、2群(穀類)、3群(いも類・豆類・種実類)、4群(魚介類・肉類・卵類)、Ⅴ群(油脂類・乳類)、Ⅵ群(砂糖類・菓子類)、Ⅶ群(果実類・野菜類・海藻類)の7群

<sup>5</sup> 食品群の各小分類ごとに総食品喫食量の50%以上をカバーするよう上位の食品を数種類選択し、選択した食品で総食品摂取量をカバーするための割合及び重量を計算したもの。



また、加工混合群試料の調製及び結果の解析は、国立医薬品食品衛生研究所において、アルミニウムの分析は、財団法人 日本冷凍食品検査協会においてそれぞれ実施した。

### (3)加工食品におけるアルミニウム高摂取者推計

上記(2)の結果を基に、個人の食品摂取量データの中から、加工食品群の調製に用いた食品を選択し、その摂取量を総食品摂取量のカバー割合で補正した後、食品群ごとに集計し、各食品群のアルミニウム含有量を乗じ、各個人のアルミニウムの日摂取量を算出した。この結果から、アルミニウム高摂取者の推計を行った。

## 【結果及び考察】

### (1)食品群別、年齢層別のアルミニウムの日摂取量

未加工食品群試料及び加工食品群試料からの食品群別、年齢層別のアルミニウムの日摂取量を表1に示した。

未加工食品からの日摂取量については、未加工食品群試料のアルミニウム含量はいずれの群も同様であった(0.3~0.5mg/kg)ものの、どの年齢層においても7群からの食品喫食量が多いため、7群からのアルミニウム摂取量が多くなるという結果が示された。また、各群の摂取量に占める未加工品からの摂取割合は、2群は10%以下、3群は13~20%、4群は77~79%、7群は67~88%と、群により違いが見られた。

加工食品からの日摂取量については、小児(1-6歳)では6群からの摂取量が多く、次いで、2群、1群の順であった。学童(7-14歳)及び青年(15-19歳)では2群からの摂取量が多く、6群、1群の順であり、成人(20歳以上)は1群からの摂取量が多く、2群、6群の順で摂取量が多かった。いずれの年齢層でも、1群、2群及び6群でアルミニウム総摂取量の90%近くを占めていた。

表1 食品群別、年齢層別のアルミニウムの日摂取量の推定(mg/人/日)

年齢層		食品群							総摂取量
		1群 調味嗜好飲料	2群 穀類	3群 いも類・豆類・種実類	4群 魚介類・肉類・卵類	5群 油脂類・乳類	6群 砂糖類菓子類	7群 果実類野菜類海藻類	
小児 (1-6歳)	未加工食品 <sup>*1</sup>	— <sup>*3</sup>	0.027	0.018	0.041	—	—	0.082	0.168
	加工食品 <sup>*2</sup>	0.226	0.557	0.075	0.012	0.090	0.830	0.013	1.801
	合計	0.226	0.583	0.093	0.053	0.090	0.830	0.094	1.969
学童 (7-14歳)	未加工食品	—	0.054	0.031	0.055	—	—	0.171	0.311
	加工食品	0.350	0.735	0.105	0.015	0.097	0.698	0.024	2.023
	合計	0.350	0.789	0.135	0.070	0.097	0.698	0.195	2.335
青年 (15-19歳)	未加工食品	—	0.065	0.023	0.091	—	—	0.171	0.350
	加工食品	0.491	0.998	0.103	0.027	0.095	0.749	0.031	2.494
	合計	0.491	1.062	0.127	0.118	0.095	0.749	0.202	2.844
成人 (20歳以上)	未加工食品	—	0.068	0.022	0.059	—	—	0.220	0.370
	加工食品	0.697	0.592	0.144	0.017	0.030	0.572	0.108	2.160
	合計	0.697	0.660	0.166	0.077	0.030	0.572	0.328	2.530

<sup>\*1</sup> 未加工食品群試料から推定されたアルミニウムの日摂取量

<sup>\*2</sup> 加工食品群試料から推定されたアルミニウムの日摂取量

<sup>\*3</sup> 今回の調査では、摂取量推計を実施していない。

次に、一日摂取量を個別体重(kg)で除し、7(日)を乗じて得られた週間摂取量(mg/kg 体重/週)の JECFA の PTWI(2 mg/kg 体重/週)に占める割合(以下「対 PTWI 比」という。)を表 2 に示した。小児(1-6 歳)、学童(7-14 歳)、青年(15-19 歳)、成人(20 歳以上)の順に、年齢が低い方が PTWI に占める割合が高いことが明らかとなった。

表 2 年齢層別のアルミニウムの一 日摂取量と PTWI との比較

年齢層	一日総摂取量 <sup>*</sup> (mg/人/日)	平均体重 (kg)	週間摂取量 <sup>*</sup> (mg/kg 体重/週)	PTWI (mg/kg 体重/週)	対 PTWI 比 <sup>*</sup> (%)
小児 (1-6 歳)	1.969 (1.801)	16.0	0.863 (0.788)	2	43.1 (39.5)
学童 (7-14 歳)	2.335 (2.023)	36.5	0.448 (0.388)	2	22.4 (19.4)
青年 (15-19 歳)	2.844 (2.494)	56.5	0.352 (0.309)	2	17.6 (15.4)
成人 (20 歳以上)	2.530 (2.160)	58.6	0.302 (0.258)	2	15.1 (12.9)

<sup>\*</sup> 上段の数値は未加工食品及び加工食品由来の値、下段の括弧内の数値は加工食品由来の値

## (2)加工食品におけるアルミニウム高摂取者推計

食品喫食量の個人差によるアルミニウム摂取への影響を推定するために食品喫食量の個別データを基に算出したパーセンタイル値<sup>6</sup>(90、95、97.5、99)及び対 PTWI 比を表 3 に示した。学童(7-14 歳)、青年(15-19 歳)及び成人(20 歳以上)の対 PTWI 比は、99 パーセンタイル値でも、100%を超えていなかったが、小児(1-6 歳)では 95%タイル値で 100%を超えていた。

今回求めた週間摂取量は、一日摂取量を 7 倍して得られた値であり、過剰な見積もりと考えられるが、2 群や 6 群の食品を偏って摂取する食生活の小児(1-6 歳)においてはアルミニウム摂取量が多くなる可能性があると考えられる。

言い換えると、アルミニウム含有量の高い食品を毎日食べ続けるのでなければ、PTWI を超えることはないと考えられる。しかしながら、アルミニウム摂取の低減化についての検討が必要と考えられた。

<sup>6</sup> 食品群ごとの食品中のアルミニウムの濃度に各人の食品群ごとの摂取量を乗じることにより、各人の食品由来のアルミニウムの総摂取量を算出する。これを各人の体重で割って各人の体重当たりのアルミニウムの摂取量を求めた。次に、各人の体重当たりのアルミニウム摂取量を年齢層ごとに小さいものから順番に並べ、X パーセント目のものを X パーセンタイル値とした(例:1-6 歳の 95 パーセンタイル値とは、1-6 歳の体重当たりのアルミニウム摂取量を小さいものから順番に並べ 95 パーセント目のものを言う)。

表3 年齢層別のアルミニウムの週間摂取量のパーセンタイル値及びそれぞれの対 PTWI 比

		パーセンタイル			
		99	97.5	95	90
小児 (1-6 歳)	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	3.025	2.454	2.027	1.614
	対 PTWI 比 (%)	151	123	101	81
学童 (7-14 歳)	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	1.396	1.167	0.975	0.782
	対 PTWI 比 (%)	70	58	49	39
青年 (15-19 歳)	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	1.192	0.946	0.802	0.632
	対 PTWI 比 (%)	60	47	40	32
成人 (20 歳以上)	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	0.892	0.732	0.612	0.498
	対 PTWI 比 (%)	45	37	31	25

(別添 3 - 1)

平成 23 年度 食品・添加物等規格基準に関する  
試験検査等調査研究

食品添加物等（アルミニウム）の一日摂取量調査  
研究報告書

国立医薬品食品衛生研究所  
食品添加物部

佐藤 恭子

久保田浩樹

建部 千絵

大槻 崇

穂山 浩

## 【要旨】

JECFA において暫定耐容週間摂取量 (PTWI) が改定されたアルミニウムについて、加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施した結果、小児 (1~6 歳)、学童 (7~14 歳)、青年 (15~19 歳)、成人 (20 歳以上) で、それぞれ、1.80、2.02、2.49、2.16mg/人/日であった。さらに、PTWI に占める割合は、それぞれ、39.5、19.4、15.4、12.9%と年齢が低い方が PTWI に占める割合が高いことが明らかとなった。また、海藻、野菜、肉・魚類、白米等の未加工食品にもアルミニウムは含まれているため、それらについての調査も必要であると考えられた。

## 【はじめに】

アルミニウムは地殻中に広く分布し、その存在量は酸素、ケイ素について3番目であり、環境中に広く存在している。また、食品用器具・容器包装としても使用されているが、医薬品や食品添加物の成分としても使用されており、日常的に摂取している。

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) は 1989 年に、アルミニウムの暫定耐容週間摂取量 (provisional Tolerable Weekly Intake, PTW) を 7 mg/kg-体重/週としたが、2006 年の JECFA 第 67 回会合において、アルミニウムについて、繁殖系及び発達神経系への影響が従来の暫定耐容週間摂取量 (PTWI) より低い投与量で生じる可能性が判明したため、PTWI を 7 mg/kg 体重/週から 1 mg/kg 体重/週に引き下げた。また、一部の人々、特にアルミニウムを含む食品添加物を含む食品を日常摂取している子供では、この PTWI を大きく超過する可能性があることを指摘し、大豆ベースの調整乳を摂取する乳児のアルミニウムの摂取量が非常に高くなることが考えられるとした<sup>1</sup>。さらに、2011 年、JECFA 第 74 回会合において、クエン酸アルミニウムの飲水投与試験で得られた NOAEL(30 mg/kg 体重/日)より、PTWI 2 mg/kg 体重/週が設定された<sup>2</sup>。アルミニウムの暫定耐容週間摂取量が変更されたことに加え、国際的に汎用されている添加物としてアルミニウム含有添加物の指定に向けた検討が進められている。

本調査では、アルミニウムの摂取量に関する情報を得るため、加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施した。

## 【調査方法】

### 1. 試料

#### 1) 調査対象食品

食品喫食量リスト (Appendix) に従い、189 食品 (286 製品) を関東 (東京都) のスーパーマーケットで購入した。

#### 2) マーケットバスケット方式調査用加工食品群試料

購入した食品を、食品喫食量リストに従い、1~7 群に分類し、小児、学童、青年、成人の一日喫食量 (Appendix に記載) を基に、必要に応じて細切等した後に採取し、1 群はそのまま、2~7 群は等量の水を加えながら群ごとに混合し、均質磨砕し、加工食品群試料とした。これらをポリエチレン容器に 100 g ずつ 2 本に分注し、-20℃以下の冷凍庫に一昼夜以上保存して完全な冷凍状態とした。

マーケットバスケット方式による一日摂取量調査加工食品試料 (第 1~7 群、それぞれ小児、学童、青年、成人の 4 種) を表 1 に示す。

---

<sup>1</sup> 食品安全委員会：アルミニウムに関する食品健康影響評価関連基礎資料

<sup>2</sup> Safety evaluation of certain food additives and contaminants (Seventy-fourth meeting of JECFA). WHO FOOD ADDITIVES SERIES: 65, p80, World Health Organization, Geneva, 2012

表 1 食品群別の試験対象試料（28 種類）

群番号	食品群	年代			
		1-6 歳 (小児)	7-14 歳 (学童)	15-19 歳 (青年)	20 歳以上 (成人)
第 1 群	調味嗜好飲料				
第 2 群	穀類				
第 3 群	いも類・豆類・種実類				
第 4 群	魚介類・肉類・卵類				
第 5 群	油脂類・乳類				
第 6 群	砂糖類・菓子類				
第 7 群	果実類・野菜類・海藻類				

## 2. アルミニウムの分析法

### 1) 試液、標準溶液の調製方法

#### (1) 試薬

- ①硝酸（精密分析用）（和光純薬工業株式会社製）
- ②塩酸（有害金属測定用）（和光純薬工業株式会社製）
- ③0.1 mol/L 硝酸（定量分析用）（和光純薬工業株式会社製）

#### (2) 試液の調製方法

硝酸/水混液（1 : 1） 超純水 250 mL に硝酸を加えて全量 500 mL とする。

#### (3) 標準品

アルミニウム標準原液（100 µg/mL、JCSS 証明書付き）（和光純薬工業株式会社）

#### (4) 標準液の調製方法

アルミニウム標準原液を 0.1 mol/L 硝酸で希釈し、0.012 µg/mL（定量下限値相当濃度）、0.06 µg/mL、0.3 µg/mL、1.5 µg/mL 及び 7.5 µg/mL の標準液を調製し、室温保存した。

### 2) 検液の調製方法

- ①試料 2 g を石英ビーカーに量り、ホットプレート（250℃）により乾燥し、さらに炭化した。
- ②電気炉に入れ、100℃/時間で 485℃まで昇温し、485℃で一晩保持した。
- ③放冷後、硝酸・水（1 : 1）5 mL を加えて潤し、乾固した後、再灰化した。
- ④灰分を水 3 mL で潤し塩酸 5 mL を加えてホットプレート上で乾固した後、0.1 mol/L 硝酸で Digi TUBES（SCP SCIENCE 社製）を用いて 50 mL に定容し検液とした。

### 3) 測定法及び一日摂取量調査加工食品試料中のアルミニウム含有量の算出

ICP を用いて測定した。測定条件を表 2 に示す。

表 2 ICP 測定条件

装置	Perkin Elmer Optima 5300DV
測定波長	396.153 nm
サンプル導入量	1.0 mL/min
プラズマガス流量	15 L/min
補助ガス流量	0.2 L/min
キャリアーガス流量	0.7 L/min
RF 出力	1300 W
観測方向	軸方向

ICP の測定結果は、試料中濃度 (mg/kg) で示した。すなわち、1 検液の分析において、3 回測定し、測定のと度得られた発光強度から試験ブランクの発光強度を差し引き濃度換算した値の平均値に検液量(50 mL)を乗じ、さらに試料採取量(2 g)で除し、得られた値を示した。

### 3. 一日摂取量調査加工食品試料によるアルミニウム一日摂取量の算出方法

1 群試料は、ほとんどが液体食品のため、試料調製には水を加えていないが、2~7 群試料については、試料調製の際に等量の水を加えていることから、以下の式により、アルミニウムの一日摂取量を求めた。

1 群の一日摂取量 (mg/人/日)

$$= \text{試料中の含有量 (mg/kg)} \times \text{各年齢層の 1 群の一日喫食量* (g/人/日)} / 1000$$

2~7 群の一日摂取量 (mg/人/日)

$$= \text{試料中の含有量 (mg/kg)} \times 2 \times \text{各年齢層の各食品群の一日喫食量* (g/人/日)} / 1000$$

\*Appendix に記載。

$$\text{一日総摂取量 (mg/人/日)} = \Sigma \text{1~7 食品群の一日摂取量 (mg/人/日)}$$

### 4. 暫定週間耐容摂取量 (PTWI) との比較

PTWI は体重 1kg、1 週間あたりの値であるため、国民健康・栄養調査のデータを基に、平均体重を求めた。すなわち、平成 17~19 年の国民健康・栄養調査報告書 第 3 部 身体状況調査の結果の身長、体重の平均値及び標準偏差 (性、年齢階級別) より、1~6 歳男女、7~14 歳男女、15~19 歳男女、20 歳以上男女の平均体重 ( $\Sigma$  (各年齢の平均体重  $\times$  人数) /  $\Sigma$  各年齢の人数) を求めた。

各年齢層の一日総摂取量に 7(日間)を乗じ、各年齢層の平均体重(kg)で除し、1 週間あたりの摂取量 (mg/kg 体重/週) とし、PTWI との比較を行った。



## 【結果及び考察】

### 1. 分析方法の検出下限値 (MDL : Method Detection Limit) 及び定量下限値 (MQL : Method Quantification Limit)

検出限界及び定量限界は、要調査項目等調査マニュアル (2003 年 3 月 環境省制定) 測定信頼性の評価に準拠して、予想される定量限界値 (0.3 mg/kg) 相当の濃度を添加した添加回収試料 (5 群成人試料) を繰り返し分析した時の標準偏差を用いて推定し、予想された検出限界及び定量限界と比較することにより確認した。すなわちアルミニウム 0.3 mg/kg 相当添加試料について 7 回繰り返し分析を行い、得られた測定値の標準偏差に 3.143 (Student の t 分布における t 値 (危険率 1%、片側、自由度 6)) を乗じた値が、検出限界 0.1 mg/kg より小さいこと、また標準偏差に 3.143 を乗じたものをさらに 3 倍したものが定量限界 0.3mg/kg より小さいことを確認した。検出限界及び定量限界を推定した算出データを表 3 に示した。

表 3 検出限界及び定量限界の推定結果

	測定値 (mg/kg)
1 回目	0.304
2 回目	0.292
3 回目	0.280
4 回目	0.295
5 回目	0.291
6 回目	0.312
7 回目	0.304
平均	0.297
標準偏差(s)	0.010
3.143×s	0.033
3×3.143×s	0.100

### 2. 検量線

6 濃度 (0 µg/mL、0.012 µg/mL、0.06 µg/mL、0.3 µg/mL、1.5 µg/mL 及び 7.5 µg/mL の標準液) の検量線用標準液を調製し、検量線を作成したところ、その相関係数は 0.999 以上を満たしていた。検量線を図 1 に示す。

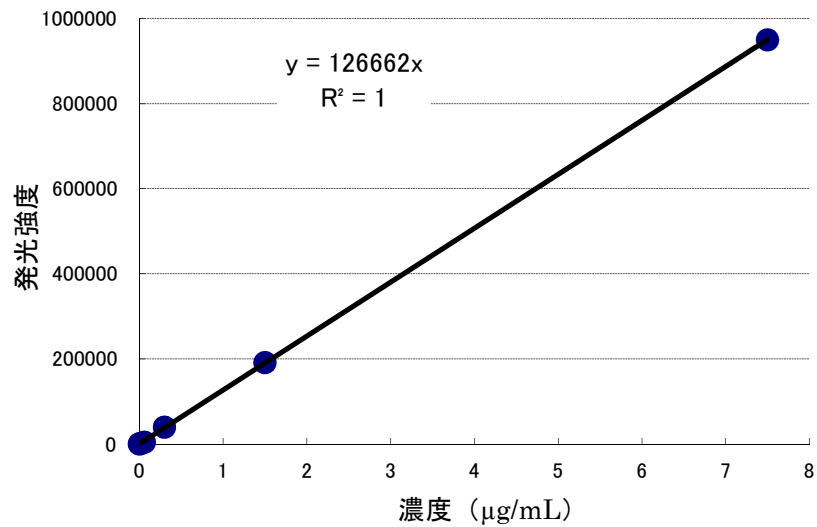


図 1 検量線

### 3. 添加回収試験

第 1～7 群の各成人用試料に対し、1 種類の添加濃度（各試料中の含有量程度）でそれぞれ 3 回実施した。回収率で 70～120%、変動係数で 10%以下となり、結果は良好であった。添加回収試験結果を表 4 に示す。

表 4 添加回収試験結果

食品群	添加濃度 (mg/kg)	回収率 (%)	相対標準 偏差(%)
第 1 群	2	113.2	1.8
第 2 群	3	83.0	1.6
第 3 群	0.5	101.8	2.9
第 4 群	0.5	106.9	6.6
第 5 群	0.5	84.5	7.8
第 6 群	10	101.1	3.5
第 7 群	3	92.8	3.7

### 4. 測定結果

各食品群、年齢層別試料のアルミニウムを 3 回ずつ分析し、平均を求めた。測定結果を表 5 に示す。

表 5 一日摂取量調査加工食品試料中のアルミニウム含有量(mg/kg)

年齢層	食品群						
	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群	7 群
	調味嗜好飲料	穀類*	いも類・豆類・種実類*	魚介類・肉類・卵類*	油脂類・乳類*	砂糖類・菓子類*	果実類・野菜類・海藻類*
小児	0.668	3.282	0.563	0.228	0.604	10.863	0.779
学童	0.758	2.743	0.533	0.205	0.542	8.515	0.839
青年	0.857	3.842	0.527	0.330	0.621	10.287	1.176
成人	0.987	2.462	0.567	0.200	0.243	9.558	2.225

\*: 試料調製時に等量の水を添加。

いずれの年齢層でも、6 群 砂糖類・菓子類中のアルミニウム含有量が最も高く、次いで、2 群 穀類、7 群 果実類・野菜類・海藻類の順で高かった。菓子類に使用されるアルミニウム含有の食品添加物として、ベーキングパウダーなどがある。6 群 (27 食品、55 製品) には、ベーキングパウダーと表示された食品 1 検体及び膨張剤と表示された食品 22 検体が含まれていた。2 群 (27 食品、40 製品) にも、膨張剤と表示された食品 4 検体が含まれていた。7 群 (26 食品、26 製品) では、ミョウバンと表示された食品は 1 検体のみであったが、アルミニウム含有量の高いとされている野菜類、海草類を含んでおり、その寄与が高いものと考えられた。

## 5. 一日摂取量

食品群別、年齢層別の食品添加物の推定摂取量を表 6 に、各食品群の寄与率を表 7 に示す。

表 6 加工食品群試料に基づくアルミニウムの一日内摂取量の推定(mg/人/日)

年齢層	食品群							総摂取量
	1 調味嗜好飲料	2 穀類	3 いも類・豆類・種実類	4 魚介類・肉類・卵類	5 油脂類・乳類	6 砂糖類・菓子類	7 果実類・野菜類・海藻類	
小児	0.226	0.557	0.075	0.012	0.090	0.830	0.013	1.801
学童	0.350	0.735	0.105	0.015	0.097	0.698	0.024	2.023
青年	0.491	0.998	0.103	0.027	0.095	0.749	0.031	2.494
成人	0.697	0.592	0.144	0.017	0.030	0.572	0.108	2.160

各食品群の年齢層別の摂取量を比較すると、1、3、7 群は成人、2、4 群は青年、5 群は学童、6 群は小児が最も多く、また、総摂取量は、青年が一番高く、2.5 mg/人/日であった。

表7 アルミニウム摂取に対する各食品群の寄与率(%)

年齢層	食品群							1,2,6群の 合計
	1群 調味嗜好 飲料*	2群 穀類**	3群 いも類・ 豆類・ 種実類**	4群 魚介類・ 肉類・ 卵類**	5群 油脂類・ 乳類**	6群 砂糖類 菓子類**	7群 果実類 野菜類 海藻類**	
小児	12.5	30.9	4.2	0.7	5.0	46.1	0.7	89.5
学童	17.3	36.3	5.2	0.7	4.8	34.5	1.2	88.1
青年	19.7	40.0	4.1	1.1	3.8	30.0	1.2	89.7
成人	32.3	27.4	6.7	0.8	1.4	26.5	5.0	86.2

小児では、6群からの摂取が最も多く、総摂取量の46.1%を占めていた。次いで2群(30.9%)、1群 調味嗜好飲料(12.5%)の順であった。学童及び青年は、2群からの摂取が最も多く、それぞれ、総摂取量の36.3%及び40.0%であり、次いで6群(34.5%、30.0%)、1群(17.3%、19.7%)の順で、成人は、1群(32.3%)、2群(27.4%)、6群(26.5%)の順で摂取量が多かった。いずれの年齢層でも、第1、2及び6群で総摂取量の90%近くを占めていた。

## 6. 他の報告との比較

表8に食品添加物一日摂取量総点検調査報告書(2000年)における年齢別食品群別摂取量を示す。2000年の調査は、生鮮食品と加工食品の混合試料を用いて、幼児(1~6歳)、学童(7~14歳)、青年(15~19歳)、成人(20~64歳)、高齢者(65歳以上)の年齢層別に調査が行われた。

表8 食品添加物一日摂取量総点検調査報告書(2000年)における年齢別食品群別摂取量 (mg/人/日)

年齢層	1 調味嗜好 飲料	2 穀類	3 いも類・ 豆類・ 種実類	4 魚介類・ 肉類・ 卵類	5 油脂類・ 乳類	6 砂糖類・ 菓子類	7 果実類・ 野菜類・ 海藻類	総摂取量
小児	1.372	0.626	0.225	0.455	0.043	1.056	1.390	5.165
学童	0.972	1.038	0.241	0.466	0.090	1.175	1.723	5.704
青年	1.612	0.885	0.236	0.709	0.055	1.244	2.052	6.793
成人	2.337	0.665	0.307	0.916	0.052	0.824	2.588	7.689
高齢者	1.620	0.541	0.256	0.807	0.053	0.716	3.988	7.981

2000年の調査では、いずれの年齢層でも7群からの摂取量が最も多く、4群も今回に比べると高かった。4群、7群については、今回の調査では対象としなかった未加工食品を含んでいるおり、未加工食品についての調査が必要であると考えられた。

## 7. 暫定耐容週間摂取量 (PTWI) との比較

アルミニウムについて、推定摂取量の PTWI に占める割合（対 PTWI 比）を表 9 に示した。小児（1～6 歳）、学童（7～14 歳）、青年（15～19 歳）、成人（20 歳以上）で、それぞれ、39.5、19.4、15.4、12.9%と年齢が低い方が PTWI に占める割合が高いことが明らかとなった。

表 9 加工食品群試料に基づくアルミニウムの推定一日摂取量と PTWI との比較

年齢層	一日総摂取量 (mg/人/日)	平均体重 (H17～19 年)	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	PTWI (mg/kg 体重/週)	対 PTWI 比 (%)
小児	1.801	15.969	0.789	2	39.5
学童	2.023	36.480	0.388	2	19.4
青年	2.494	56.539	0.309	2	15.4
成人	2.160	58.594	0.258	2	12.9

#### 【まとめ】

アルミニウムについて、加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施した。加工食品からの摂取量は、小児（1～6 歳）、学童（7～14 歳）、青年（15～19 歳）、成人（20 歳以上）で、それぞれ、1.80、2.02、2.49、2.16 mg/人/日であり、JECFA の PTWI（2 mg/kg 体重/週）に占める割合は、それぞれ、39.5、19.4、15.4、12.9%と年齢が低い方が高いことが明らかとなった。なお、海藻、野菜、肉・魚類、白米等の未加工食品にもアルミニウムは含まれているため、それらについての調査も必要であると考えられた。

(別添 3 - 2)

平成 24 年度 食品・添加物等規格基準に関する試験検査等調査研究

食品添加物等（アルミニウム）の一日摂取量調査

研究報告書

国立医薬品食品衛生研究所  
食品添加物部

佐藤 恭子

久保田浩樹

建部(佐々木) 千絵

大槻 崇

樋山 浩



## 【要旨】

JECFA において暫定耐容週間摂取量 (PTWI) が改定されたアルミニウムについて、未加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施した。未加工食品群試料のアルミニウム含有量は、加工食品群試料より低い傾向がみられ、いずれの群も 0.3~0.5mg/kg であった。未加工食品からのアルミニウム推定摂取量は、喫食量の多いⅦ群 (果実類・野菜類・海藻類) で多かった。全体のアルミニウム推定摂取量 (未加工食品群試料及び加工食品群試料 (平成 23 年度) からの推定摂取量の合計) に占める未加工食品の寄与率は、小児で 9%、学童で 13%、青年で 12%、成人で 15%であった。

さらに、加工食品からのアルミニウム摂取にどのような加工食品が寄与しているのかを明らかにするため、昨年度の 1 群、2 群及び 6 群の加工食品中のアルミニウム含有量を求めた。その結果、2 群及び 6 群の中にアルミニウム含有量の高いものがみられた (2 群 天ぷら粉:222mg/kg、菓子パン類②:156mg/kg、3 群 ケーキドーナツ②:258mg/kg、蒸しまんじゅう:172mg/kg、バターケーキ②:116mg/kg 等)。また、3 種類の製品を調査した食品で、アルミニウム含有量の差がみられたものもあった (蒸しまんじゅう:<0.3~172mg/kg、ショートケーキ:<0.3~59.2mg/kg、ケーキドーナツ:1.53~258mg/kg、バターケーキ:<0.3~116mg/kg)。また、個別食品からのアルミニウム摂取量を求めたところ、1 群では、小児は野菜ジュース (0.024mg/人/日)、学童はカレールー (0.040mg/人/日)、青年及び成人は煎茶 (浸出液) ② (0.067 mg/人/日及び 0.16mg/人/日) からの摂取量が多く、年齢層により異なっていたが、2 群及び 6 群では、いずれの年齢層でも菓子パン類②及びケーキドーナツ②からの摂取量が最も多かった。

食品の摂取量 (喫食量) の個人差のアルミニウム摂取への影響を推定するため、マーケットバスケット調査のための食品の喫食量算出に用いられた個別データの各食品喫食量をもとに、アルミニウムの食品群別摂取量及び一日摂取量 (mg/人/日) を求め、各年齢層別に、パーセンタイル値(90、95、97.5、99)を求めた。さらに、一日摂取量 (mg/人/日) を個別データの体重で除し、7 (日) を乗じ、週間摂取量 (mg/kg 体重/週) とし、対 PTWI 比 (%) 及びパーセンタイル値を求めた。その結果、小児の 6 群摂取量の 99 パーセンタイル値は 5.2mg/人/日と、体重差があるにも関わらず、学童の値 (4.5mg/人/日) よりも高く、一日摂取量のパーセンタイル値も、学童とほぼ同様であった。さらに、小児の対 PTWI 比は、95 パーセンタイル値で 100%を超えていた。今回求めた週間摂取量は、1 週間は 7 日であることから個別データを単に 7 倍して得られた値であり、過剰な見積りと考えられるが、6 群の食品を偏って摂取する食生活の小児においてはアルミニウム摂取量が多くなる可能性がある。そのため低減化に



についての検討が必要と考えられた。

## 【はじめに】

アルミニウムは地殻中に広く分布し、その存在量は酸素、ケイ素について 3 番目であり、環境中に広く存在している。また、食品用器具・容器包装としても使用されているが、医薬品や食品添加物の成分としても使用されており、日常的に摂取している。

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議（JECFA）は 1989 年に、アルミニウムの暫定耐容週間摂取量（provisional Tolerable Weekly Intake、PTWI）を 7 mg/kg-体重/週としたが、2006 年の JECFA 第 67 回会合において、アルミニウムについて、繁殖系及び発達神経系への影響が従来の PTWI より低い投与量で生じる可能性が判明したため、PTWI を 7 mg/kg 体重/週から 1 mg/kg 体重/週に引き下げた。また、一部の人々、特にアルミニウム含有食品添加物を含む食品を日常摂取している子供では、この PTWI を大きく超過する可能性があることを指摘し、大豆ベースの調整乳を摂取する乳児のアルミニウムの摂取量が非常に高くなることが考えられるとした<sup>1</sup>。さらに、2011 年、JECFA 第 74 回会合において、クエン酸アルミニウムの飲水投与試験で得られた NOAEL(30 mg/kg 体重/日)より、PTWI 2 mg/kg 体重/週が設定された<sup>2</sup>。アルミニウムの PTWI が変更されたことに加え、国際的に汎用されている添加物としてアルミニウム含有添加物の指定に向けた検討が進められている。

昨年度、加工食品からのアルミニウムの摂取量に関する情報を得るため、加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施したところ、いずれの年齢層でも、1 群（調味嗜好飲料）、2 群（穀類）及び 6 群（砂糖類・菓子類）で総摂取量の 90%近くを占めていた。小児では、6 群（0.830mg/人/日）、学童及び青年は、2 群（それぞれ、0.735mg/人/日及び 0.491mg/人/日）、成人は、1 群（0.697mg/人/日）が最も多かった。しかしながら、同様の食品群別の調査を行った平成 12 年の結果では、7 群（果実類・野菜類・海草類）や 4 群からの摂取も多く、これらの群には、昨年度の調査では対象としなかった未加工食品が含まれていたことから、今年度は、平成 12 年に対象とした未加工食品について、マーケットバスケット方式による摂取量調査を行った。

また、加工食品からのアルミニウム摂取にどのような加工食品が寄与しているのかを明らかにするため、昨年度の 1 群、2 群及び 6 群の加工食品中のアルミニウム含量を求めた。さらに、牛乳及び番茶やコーヒーの浸出液等、食品添加

---

<sup>1</sup> 食品安全委員会：アルミニウムに関する食品健康影響評価関連基礎資料

<sup>2</sup> Safety evaluation of certain food additives and contaminants (Seventy-fourth meeting of JECFA). WHO FOOD ADDITIVES SERIES: 65, p80, World Health Organization, Geneva, 2012

物のマーケットバスケット方式による摂取量調査では対象としていない食品についてもアルミニウム分析を行い、摂取量を推定した。なお、未加工食品群別試料の調製は、財団法人食品薬品安全センターにおいて、アルミニウムの分析は、財団法人日本冷凍食品検査協会において行われた。

## 【調査方法】

### 1. 試料

#### 1.1 マーケットバスケット方式調査用未加工食品群試料

食品添加物一日摂取量総点検調査報告書（平成 12 年 12 月、厚生省 生衛発第 121 号（平成 12 年 1 月 31 日）による平成 11 年度第 2 次補正予算による食品添加物一日摂取量総点検調査の実施に関する報告書）で使用された食品喫食量をもとに、作成した未加工食品群別年齢階級別の食品喫食量リスト（表 1）に基づき、33 食品（40 製品）を関東（神奈川県）の小売店で購入した。なお、食品添加物一日摂取量総点検調査報告書では、成人を 20～64 歳と 65 歳以上に分けていたが、昨年 of 加工食品のデータに合わせ、20～64 歳と 65 歳以上のそれぞれの（喫食量×データ数）の平均を成人（20 歳以上）の喫食量とした。また、うんしゅうみかん、かき（貝）、たらばがには、冷凍品を通信販売で購入した。

購入した食品は、可食部（表 2）を必要に応じて分取し、必要に応じて粉碎、均質化し、リスト（表 1）の組成となるよう均質混合し、4 食品群（Ⅱ群：穀類、Ⅲ群：いも類、Ⅳ群：魚介・肉類、Ⅶ群：果実・野菜類）の、各年齢層（小児（1～6 歳）、学童（7～14 歳）、青年（15～19 歳）、成人（20 歳以上））別に未加工食品群試料とした。

試料調製には超遠心粉碎機 ZM-200（株）レッチェ）、BLIXER-5Plus（株）エフ・エム・アイ）、フードプロセッサ MK-K58（パナソニック株）、グラインドミックス GM300（株）レッチェ）の各装置およびステンレス製、ガラス製、プラスチック製、シリコン製の器具を使用し、食品は素手で触れないよう、手袋を着用して取り扱った。

調製した試料は広口試薬瓶（125mL、高密度ポリエチレン製、NALGENE）に 100g ずつ 3 本に分注し、Ⅲ群、Ⅳ群、Ⅶ群試料については、速やかに冷凍保存し、Ⅱ群試料は、室温で保存した。

表1 未加工食品群別年齢階級別の食品喫食量リスト

	食品名	各食品の喫食量(g)				例:成人 採取量(g)	備考
		小児 (1-6歳)	学童 (7-14歳)	青年 (15-19歳)	成人 (20歳以上)		
II 群	米(精白米)	82.51	125.60	176.80	172.82	172.8	3製品
	トウモロコシ(玄穀)	0.70	0.93	1.06	0.65	0.7	
	群別一日喫食量	83.21	126.53	177.86	173.47		
III 群	じゃがいも	42.73	72.60	55.06	51.76	400.0	3製品
	群別一日喫食量	42.73	72.60	55.06	51.76		
IV 群	まぐろ(赤身)	5.01	8.27	7.80	11.07	66.4	2製品
	さば	5.01	8.27	7.80	11.07	66.4	
	あじ	5.01	8.27	7.80	11.07	66.4	
	さけ	5.01	8.27	7.80	11.07	66.4	
	えび(中型)	1.52	2.22	4.26	3.89	23.4	
	えび(小型)	0.43	0.63	1.22	1.11	6.7	
	えび(あまえび)	0.22	0.32	0.61	0.56	3.3	
	かに(たらばがに)	2.65	5.74	6.77	8.40	50.4	
	かき	1.99	1.41	2.13	2.84	17.0	
	あさり	1.99	1.41	2.13	2.84	17.0	
	鶏肉	20.47	38.06	50.64	33.77	202.6	
	牛肉	10.23	19.03	25.32	16.88	101.3	
	豚肉	10.23	19.03	25.32	16.88	101.3	
	鶏卵(全卵)	31.25	42.50	52.42	41.29	247.7	
群別一日喫食量	101.02	163.43	202.02	172.74			
VII 群	うんしゅうみかん	24.21	39.74	26.53	30.80	123.2	
	グレープフルーツ	0.81	1.32	0.88	1.02	4.1	
	オレンジ	0.81	1.32	0.88	1.02	4.1	
	りんご	44.96	57.43	52.01	78.25	313.0	
	バナナ	9.93	5.98	4.87	8.12	32.5	
	だいこん(根)	18.34	30.24	30.48	34.22	136.9	
	たまねぎ	18.34	30.24	30.48	34.22	136.9	
	にんじん	18.34	30.24	30.48	34.22	136.9	
	はくさい	17.80	32.18	35.81	39.53	158.1	
	キャベツ	17.80	32.18	35.81	39.53	158.1	
	ほうれん草	17.80	32.18	35.81	39.53	158.1	
	トマト	13.14	18.52	21.11	23.82	95.3	
	きゅうり	13.14	18.52	21.11	23.82	95.3	
	しいたけ	2.61	4.12	5.67	6.69	26.8	
	えのきたけ	2.61	4.12	5.67	6.69	26.8	
	わかめ	1.88	3.26	3.43	4.58	18.3	
	群別一日喫食量	222.52	341.59	341.03	406.06		

表2 日本食品標準成分表(2010)の可食部

	グループ名	日本食品標準成分表(2010)	
		群代表食品	可食部
Ⅱ群	米	米 1	全体
		米 2	全体
		米 3	全体
	その他の穀類	とうもろこし	全体
Ⅲ群	いも	じゃがいも 1	表層を除く
		じゃがいも 2	表層を除く
		じゃがいも 3	表層を除く
Ⅳ群	魚類生・冷凍品	まぐろ(赤身)	切り身
		さば	頭部、内臓、骨、ひれ等を除く
		あじ	頭部、内臓、骨、ひれ等を除く
		さけ	切り身
	えび生・冷凍品	えび(中型)	頭部、殻、内臓、尾部等を除く
		えび(小型)	頭部、殻、内臓、尾部等を除く
		えび(あまえび)	頭部、殻、内臓、尾部等を除く
	かになど	かに(たらばがに)	殻、内臓等を除く
	貝	かき	貝殻を除く
		あさり	貝殻を除く
	生肉	鶏肉 1	全体
		鶏肉 2	全体
		牛肉 1	全体
		牛肉 2	全体
豚肉 1		全体	
豚肉 2		全体	
卵	鶏卵(全卵)	卵殻を除く	
Ⅶ群	かんきつ類(生)	うんしゅうみかん	果皮を除く
		グレープフルーツ	果皮、じょうのう膜、種子を除く
		オレンジ	果皮、じょうのう膜、種子を除く
	その他の果実	りんご	果皮および果しん部を除く
	バナナ	バナナ	果皮および果柄を除く
	根菜類	だいこん(根)	根端および葉柄基部を除く
		たまねぎ	皮、底盤部および頭部を除く
		にんじん	根端および葉柄基部を除く
	葉菜類	はくさい	株元を除く
		キャベツ	しんを除く
		ほうれん草	株元を除く
	かぼちゃ・野菜成もの類	トマト	へたを除く
		きゅうり	両端を除く
	きのこ	しいたけ	柄全体を除く
えのきたけ		柄の基部を除く	
海藻	わかめ	茎を除く	

## 1.2. 加工食品群試料

食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書（平成 22 年度 受託事業（厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課）食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書（平成 23 年 1 月 28 日）（独立行政法人 国立健康・栄養研究所）の食品添加物のマーケットバスケット調査のための摂取量データのうち、加工食品のマーケットバスケット方式の摂取量調査において、対象としていない加工食品について、加工食品群年齢階級別の食品喫食量リスト（表 3）を作成し、リストに基づき、9 食品（17 製品）を関東（東京都）の小売店で購入した。購入した食品は、リスト（表 3）の組成となるよう均質混合し、各年齢層（小児、学童、青年、成人）別に加工食品群試料とした。なお、番茶（浸出液）の調製は、日本食品標準成分表 2010 の調製方法（浸出法：茶 15 g/90 °C 650 mL、0.5 分）に準じ、コーヒー（浸出液）の調製は、各ドリップバッグコーヒーの調製方法（浸出法：コーヒー7.5～10g/140～180ml）に従った。

調製した試料は広口試薬瓶に 100 g ずつ 2 本に分注し、冷凍保存した。

表3 加工食品群年齢階級別の食品喫食量リスト

	食品名	各食品の喫食量(g)				例：成人 採取量(g)	備考
		小児 (1-6歳)	学童 (7-14歳)	青年 (15-19歳)	成人 (20歳以上)		
1群	番茶(浸出液)	4.48	21.97	2.69	24.91	24.90	3製品
	ほうじ茶(浸出液)	10.53	15.45	19.40	23.78	23.79	3製品
	コーヒー(ドリップ式、浸出液)	1.08	2.73	6.46	57.98	57.99	3製品
2群	薄力粉	2.73	5.23	5.06	3.67	3.67	
	強力粉	0.49	1.49	0.90	0.57	0.57	
5群	普通牛乳	133.94	210.24	106.44	73.32	73.32	3製品
6群	上白糖	2.62	3.79	4.96	5.78	5.78	
	三温糖	0.32	0.56	0.35	0.34	0.34	
	グラニュー糖	0.24	0.26	0.32	0.33	0.33	
一日喫食量		156.42	261.72	146.57	190.69		

## 1.3. 個別食品試料

昨年度、アルミニウム摂取量への寄与率の高かった食品群(1 群、2 群、6 群)の個別食品（別紙 1～3）を関東（東京都）の小売店で購入した。

## 2. アルミニウムの分析法

### 2.1 試液、標準液の調製方法

### 2.1.1 試薬

- ①硝酸（精密分析用）（和光純薬工業株式会社製）
- ②塩酸（有害金属測定用）（和光純薬工業株式会社製）
- ③0.1 mol/L 硝酸（定量分析用）（和光純薬工業株式会社製）

### 2.1.2 試液の調製方法

硝酸/水混液（1：1） 超純水 250 mL に硝酸を加えて全量 500 mL とする。

### 2.1.3 標準品

アルミニウム標準原液（100 µg/mL、JCSS 証明書付き）（和光純薬工業株式会社）

### 2.1.4 標準液の調製方法

アルミニウム標準原液を 0.1 mol/L 硝酸で希釈し、定量下限値相当濃度である 0.012 µg/mL からその 5 倍相当濃度、さらにその 5 倍相当濃度と等倍間隔で標準液を調製し、室温保存した（0.012、0.06、0.3、1.5、7.5µg/mL）。

## 2.2 検液の調製方法

検液の調製は、各試料につき、3 点ずつ行った。

- ①試料 2 g を石英ビーカーに量り、ホットプレート（250°C）により乾燥し、さらに炭化した。
- ②電気炉に入れ、100°C/時間で 485°C まで昇温し、485°C で一晩保持した。
- ③放冷後、硝酸・水（1：1）5 mL を加えて潤し、乾固した後、再灰化した。
- ④灰化不十分のときは、水 1～3mL を加えて潤し、ホットプレート上で乾燥させた後、電気炉に入れ、100°C/h で 485°C まで昇温し、485°C で 2 時間灰化させた。更に灰化不十分であればもう一度、同じ操作を繰り返した。
- ⑤灰分を水 3mL で潤し、塩酸 5mL を加えてホットプレート上で乾固した後、0.1mol/L 硝酸で 50mL に定容し検液とした。検液は、アルミニウム濃度が検量線の濃度範囲になるように、必要であれば 0.1mol/L 硝酸を加えて希釈した。

操作フロー及び要点を図 1 に示す。

試料 2g（精密に秤量）

↓

炭化

↓

ホットプレート上 250°Cにて炭化する。

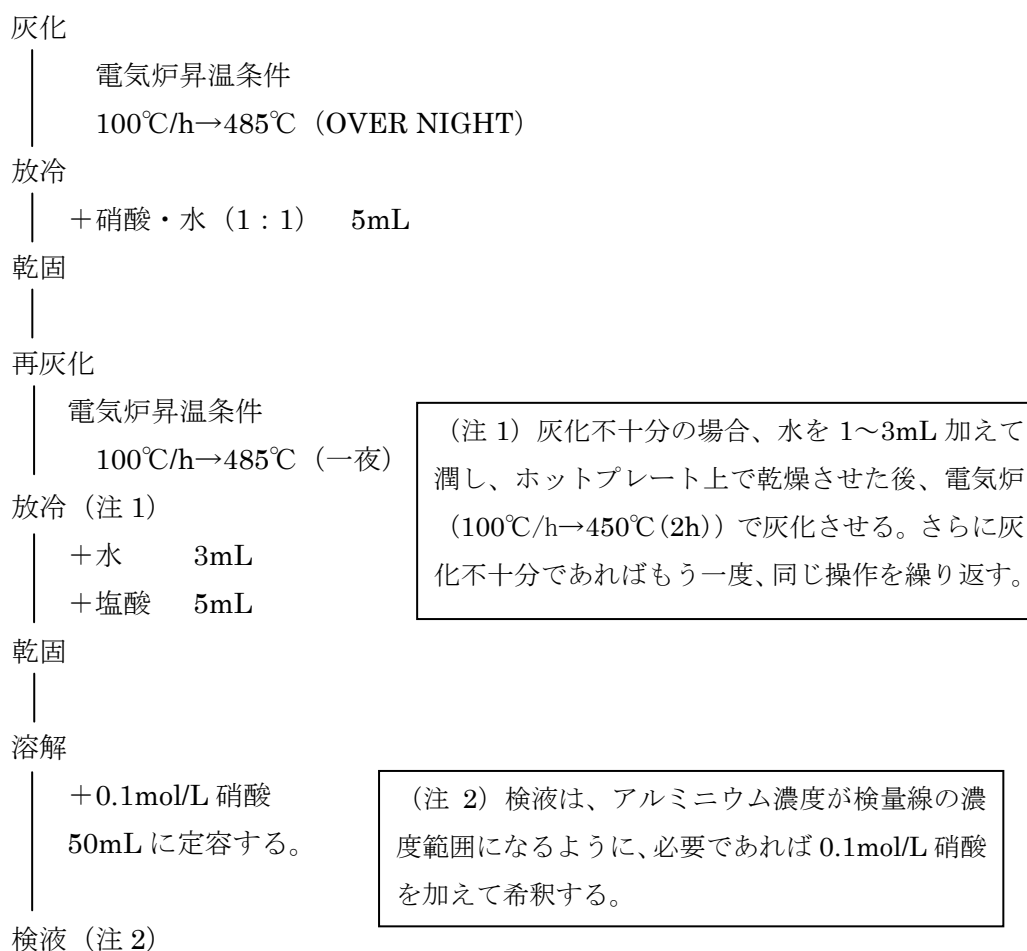


図 1 操作フロー及び要点

## 2.3 測定法

ICP を用いて測定した。測定条件を表 4 に示す。

表 4 ICP 測定条件

装置	Perkin Elmer Optima 5300DV
測定波長	396.153 nm
サンプル導入量	1.0 mL/min
プラズマガス流量	15 L/min
補助ガス流量	0.2 L/min
キャリアーガス流量	0.7 L/min
RF 出力	1300 W
観測方向	軸方向



## 2.4 検量線

6濃度の検量線用標準液(0を含む)を調製し、検量線を作成したところ、その相関係数は0.999以上を満たしていた。

未加工食品群試料の分析の際の検量線を図2、標準液及び試験ブランクのクロマトグラムを図3、4に、加工食品群試料の分析の際の検量線を図5、標準液及び試験ブランクのクロマトグラムを図6、7に示す。

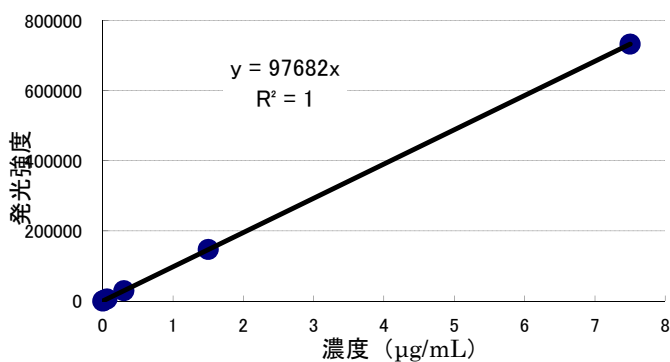


図2 検量線

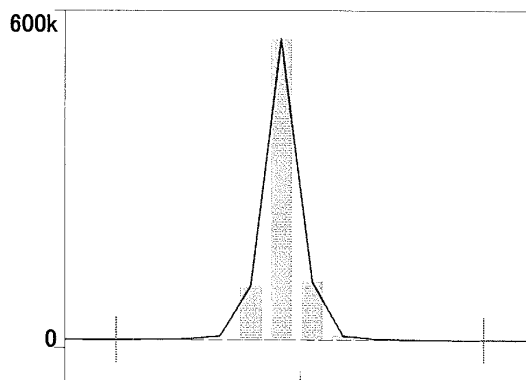


図3 標準液クロマトグラム (7.5µg/mL)

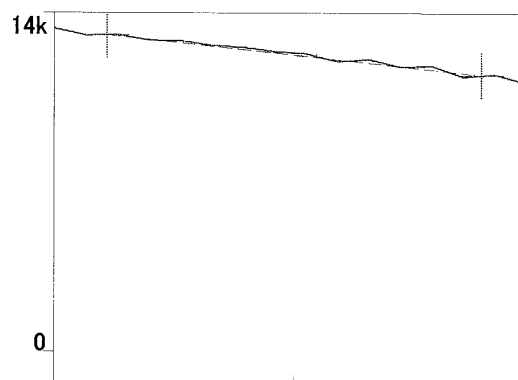


図4 試験ブランククロマトグラム

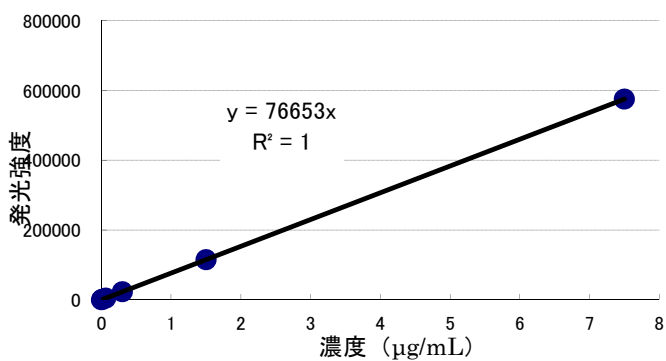


図5 検量線

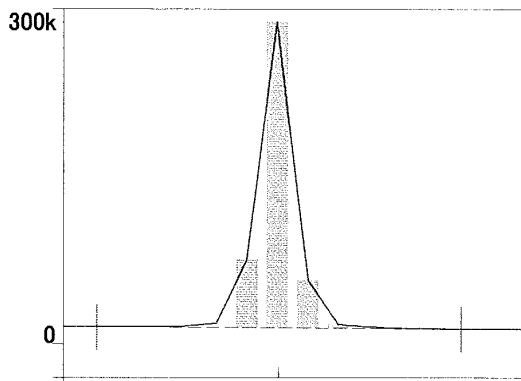


図6 標準液クロマトグラム (7.5µg/mL)

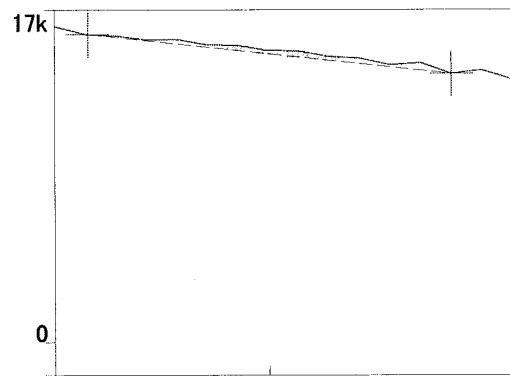


図7 試験ブランククロマトグラム

### 3. 分析法の妥当性確認及び精度管理

#### 3.1 検出限界及び定量限界

検出限界及び定量限界は、要調査項目等調査マニュアル（平成15年3月 環境省制定）測定信頼性の評価に準拠して、予想される定量限界値相当の濃度を添加した添加回収試料\*1を繰り返し分析した時の標準偏差を用いて推定し、検出限界及び定量限界と比較することにより確認した。すなわちアルミニウムにおいて、添加回収試料（0.3mg/kg相当添加）を7回繰り返し分析し、得られた測定値の標準偏差に3.143\*2を乗じた値が、目標とした検出限界0.1mg/kgより小さいこと、また標準偏差に3.143を乗じたものをさらに3倍したものが目標とした定量限界0.3mg/kgより小さいことを確認し、検出限界0.1mg/kg、定量限界0.3mg/kgが妥当かを確認した。検出限界及び定量限界を推定した算出データを、未加工食品については表5に、加工食品については表6に示した。

\*1 未加工食品はⅡ群（小児試料）、加工食品は昨年度の4群（学童試料）を使用

\*2 Studentのt分布におけるt値（危険率1%、片側、自由度6）

表 5 未加工食品分析における検出限界及び定量限界の推定結果

	測定値 (mg/kg)
1回目	0.294
2回目	0.301
3回目	0.304
4回目	0.257
5回目	0.308
6回目	0.261
7回目	0.303
平均	0.290
標準偏差 (s)	0.021430
3.143×s	0.067354
3×3.143×s	0.202062

表 6 加工食品分析における検出限界及び定量限界の推定結果

	測定値 (mg/kg)
1回目	0.265
2回目	0.277
3回目	0.242
4回目	0.257
5回目	0.259
6回目	0.264
7回目	0.287
平均	0.264
標準偏差 (s)	0.014467
3.143×s	0.045470
3×3.143×s	0.136410

未加工食品及び加工食品のいずれの場合も、検出限界は 0.1mg/kg、定量限界は 0.3mg/kg を満足する値であった。

## 3.2 添加回収試験

### 3.2.1 未加工食品

Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ群全ての試験対象試料に対し、定量限界相当の添加濃度でそれぞれ 3 回実施した。回収率で 70~120%、変動係数で 20%以下となり、結果は良好であったと判断する。添加回収試験結果を表 7、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ群の代表的なクロマトグラムを図 8~11 に示す。

表 7 添加回収試験結果

マトリクス種	添加濃度 (mg/kg)	添加前濃度* <sup>3</sup> (mg/kg)	分析値* <sup>4</sup> (mg/kg): 上段、 回収率(%): 下段					標準偏差	相対標準 偏差(%)
			1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差		
Ⅱ群 (1-6歳)	0.3	0.370	0.247	0.268	0.278	0.264	0.0158	6.0	
			82.3	89.3	92.6	88.1	—		
Ⅱ群 (7-14歳)	0.3	0.463	0.301	0.355	0.302	0.319	0.0309	9.7	
			100.3	118.3	100.6	106.4	—		
Ⅱ群 (15-19歳)	0.3	0.449	0.257	0.301	0.283	0.280	0.0221	7.9	
			85.6	100.3	94.3	93.4	—		
Ⅱ群 (20歳以上)	0.3	0.432	0.308	0.289	0.330	0.309	0.0205	6.6	
			102.6	96.3	110.0	103.0	—		
Ⅲ群 (年代共通)	0.3	0.368	0.292	0.278	0.242	0.271	0.0258	9.5	
			97.3	92.6	80.6	90.2	—		
Ⅳ群 (1-6歳)	0.3	0.418	0.308	0.323	0.281	0.304	0.0213	7.0	
			102.6	107.6	93.6	101.3	—		
Ⅳ群 (7-14歳)	0.3	0.329	0.235	0.242	0.255	0.244	0.0101	4.2	
			78.3	80.6	85.0	81.3	—		
Ⅳ群 (15-19歳)	0.3	0.407	0.221	0.284	0.267	0.257	0.0326	12.7	
			73.6	94.6	89.0	85.8	—		
Ⅳ群 (20歳以上)	0.3	0.494	0.329	0.230	0.261	0.273	0.0506	18.5	
			109.6	76.6	87.0	91.1	—		
Ⅶ群 (1-6歳)	0.3	0.402	0.216	0.266	0.252	0.245	0.0258	10.5	
			72.0	88.6	84.0	81.6	—		
Ⅶ群 (7-14歳)	0.3	0.383	0.257	0.288	0.243	0.263	0.0230	8.8	
			85.6	96.0	81.0	87.6	—		
Ⅶ群 (15-19歳)	0.3	0.532	0.269	0.235	0.259	0.254	0.0175	6.9	
			89.6	78.3	86.3	84.8	—		
Ⅶ群 (20歳以上)	0.3	0.368	0.265	0.320	0.308	0.298	0.0289	9.7	
			88.3	106.6	102.6	99.2	—		

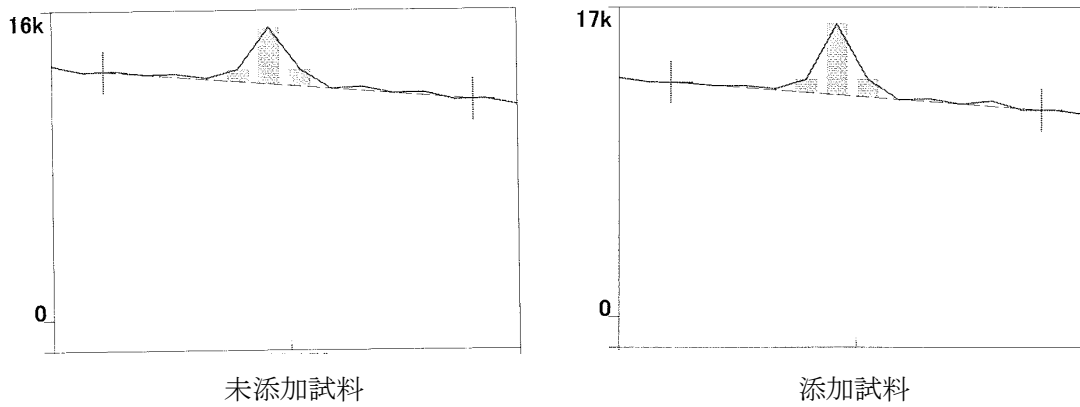


図 8 II群 (20歳以上) クロマトグラム (未添加試料、0.3mg/kg 相当添加試料)

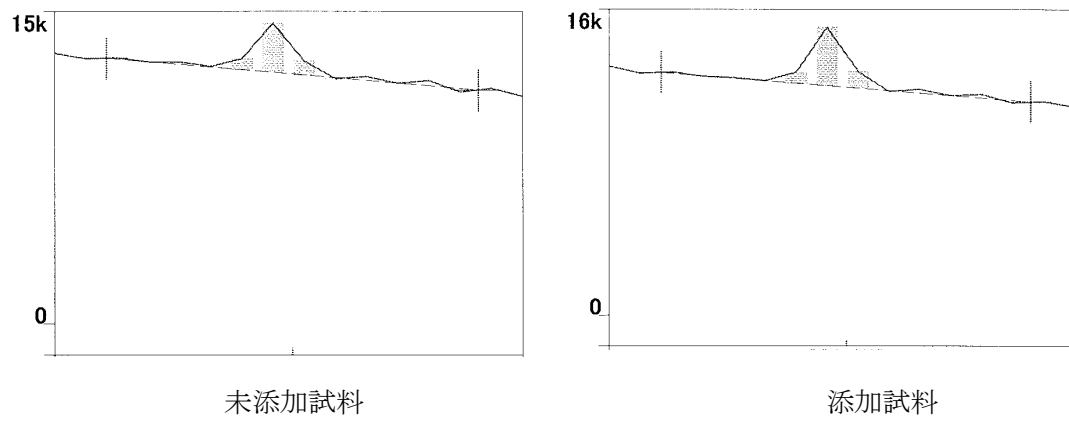


図 9 III群 (全年代共通) クロマトグラム (未添加試料、0.3mg/kg 相当添加試料)

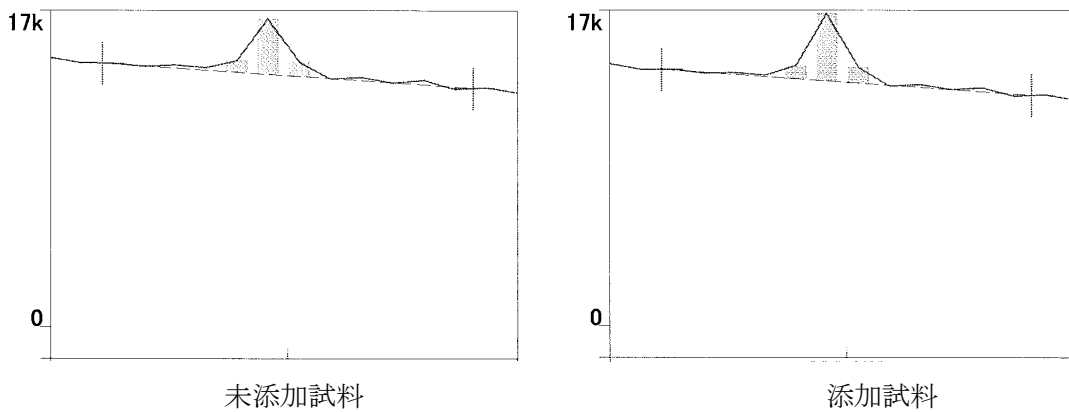


図 10 IV群 (20歳以上) クロマトグラム (未添加試料、0.3mg/kg 相当添加試料)

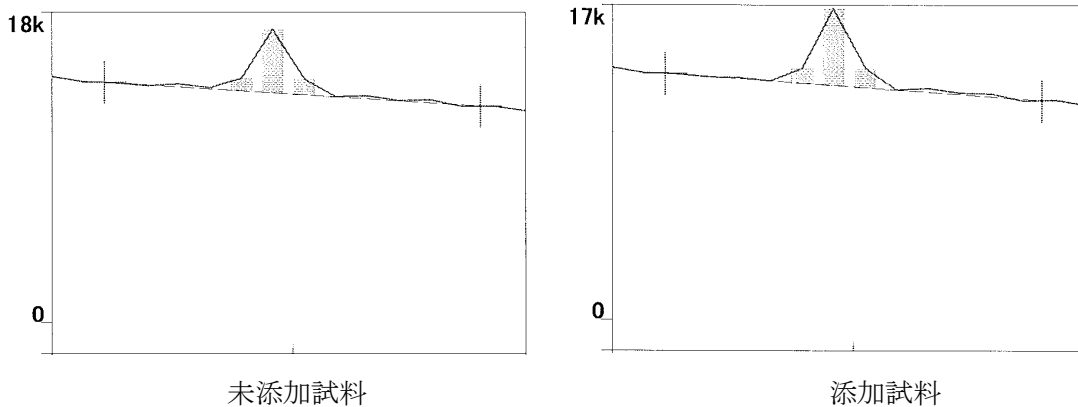


図 11 VII群（20 歳以上）クロマトグラム（未添加試料、0.3mg/kg 相当添加試料）

### 3.2.2 加工食品

平成 23 年度マーケットバスケット方式による一日摂取量調査未加工試料（1、2、6 群の各学童）に対し、1 種類の添加濃度（各試料中の含有量程度）でそれぞれ 3 回実施した。回収率で 80～110%、相対標準偏差で 15%以下となり、結果は良好であったと判断する。添加回収試験結果を表 8、1、2、6 群の代表的なクロマトグラムを図 12～14 に示す。

表 8 添加回収試験結果

群番号	添加濃度 (mg/kg)	添加前濃度* <sup>3</sup> (mg/kg)	分析値* <sup>4</sup> (mg/kg): 上段、 回収率(%): 下段					相対標準 偏差(%)
			1回目	2回目	3回目	平均	標準偏差	
第1群	1	0.751	0.860	0.959	0.900	0.906	0.0498	5.5
			86.0	95.9	90.0	90.6	—	
第2群	3	2.87	2.64	2.52	3.16	2.77	0.3402	12.3
			88.0	84.0	105.3	92.4	—	
第6群	10	8.74	9.96	9.67	9.68	9.77	0.1646	1.7
			99.6	96.7	96.8	97.7	—	

\*<sup>3</sup> これらの試料には既にアルミニウムが含まれており、標準液を添加する前の試料中濃度を測定し、「添加前濃度」とした

\*<sup>4</sup> 分析値とは分析結果（添加後濃度）から添加前濃度を差し引いた値である

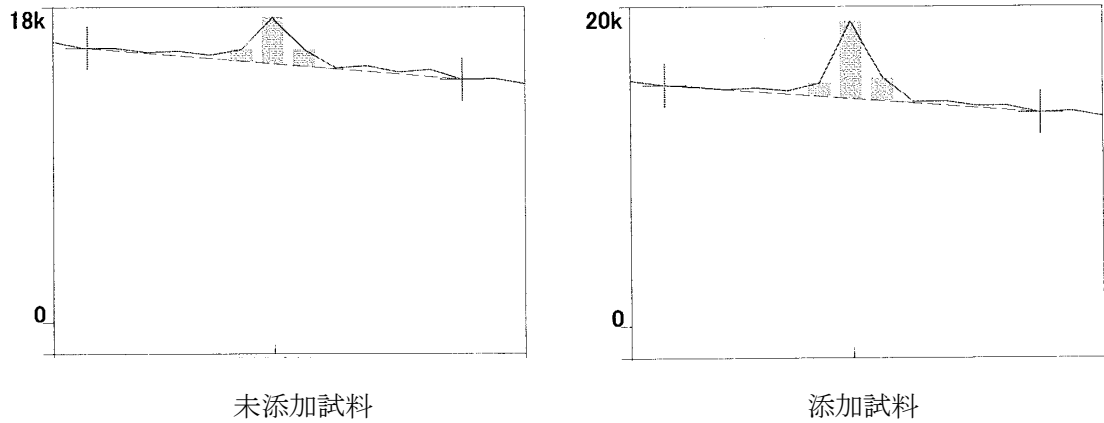


図 12 1群 (学童) クロマトグラム (未添加試料、1mg/kg 相当添加試料)

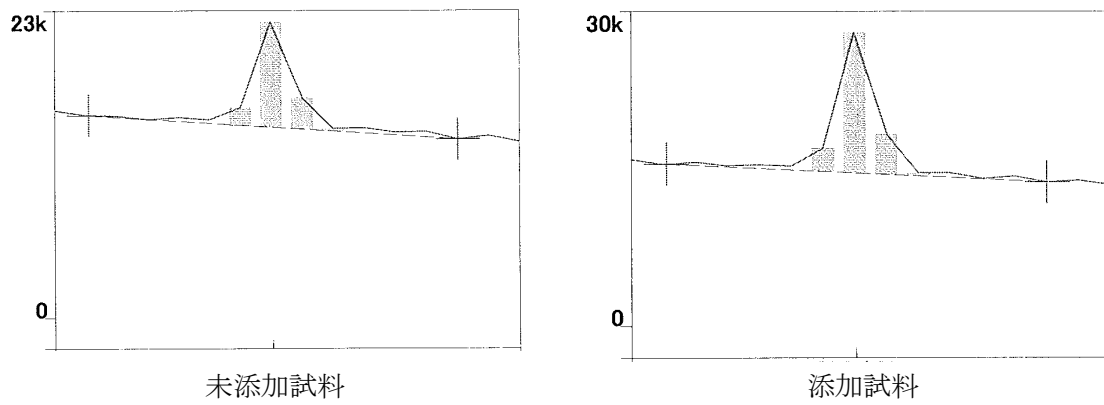


図 13 2群 (学童) クロマトグラム (未添加試料、3mg/kg 相当添加試料)

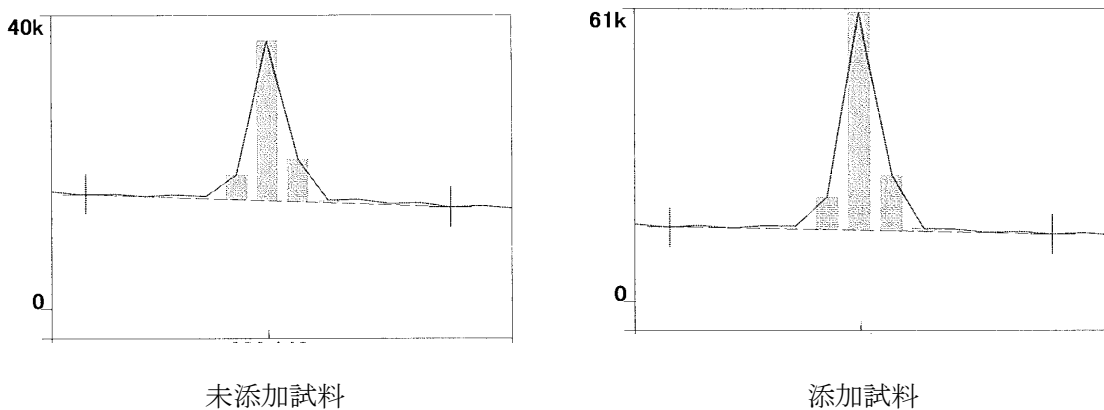


図 14 6群 (学童) クロマトグラム (未添加試料、10mg/kg 相当添加試料)

#### 4. 一日摂取量調査加工食品試料によるアルミニウム一日摂取量の算出方法

以下の式により、アルミニウムの一日摂取量を求めた。

未加工食品群、加工食品群からのアルミニウム一日摂取量 (mg/人/日)

= 試料中の含有量 (mg/kg) × 各年齢層の一日喫食量\* (g/人/日) /1000

\*表 1、3 に記載。

個別食品からのアルミニウム一日摂取量 (mg/人/日)

= 試料中の含有量 (mg/kg) × 各年齢層の食品の一日喫食量\*\* (g/人/日) /1000

\*\*別紙 1～3 に記載。

なお、喫食量が多く、該当する製品が多いと考えられる食品については、含有量の偏りを避けるため、2 又は 3 製品を購入し、喫食量の 1/3 量を採取して食品群別試料を調製していることから、個別食品からのアルミニウム一日摂取量の算出にあたっては、各年齢層の食品の一日喫食量を購入した食品数で除した値を試料中の含有量に乗じた。

## 5. 個別食品喫食量データに基づくパーセンタイル値(90、95、97.5、99)の試算

昨年の加工食品のマーケットバスケット方式による摂取量調査に使用した年齢階級別の食品リストは、平成 22 年度 受託事業（厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課）食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書（平成 23 年 1 月 28 日）（独立行政法人 国立健康・栄養研究所）の食品摂取量データに基づいていたことから、その個別データをもとに、アルミニウム高摂取の推定を行った。個別データは、小児（1～6 歳）227 人、学童（7～14 歳）381 人、青年（15～19 歳）288 人、成人（20 歳以上）3614 人の、最大 12 日（連続しない 3 日×4 季節）のもので、このうち、体重の記録のなかったデータ（青年 3 件、成人 27 件）を除く、小児 1619 件、学童 3419 件、青年 2539 件、成人 32787 件を使用した。

### 5.1 食品群ごとの食品喫食量に基づくパーセンタイル値(90、95、97.5、99)

平成 22 年の報告書において、食品添加物のマーケットバスケット調査のための食品喫食量データは、小分類毎に、1 人当たりの喫食量（非摂取者も含む 1 日平均値）の多い食品の順位付けを行い、各小分類の総食品喫食量の 50%以上をカバーする様に上位数食品を選択し、さらに、選択された食品の組み合わせによって、その食品群（小分類）の総喫食量をカバーするための割合（%）及び重量が計算されている。そこで、個別データの各食品喫食量について同様の計算を行い、群別に集計し、昨年求めた年齢層別の各食品群のアルミニウム含有量を乗じ、アルミニウムの食品群別摂取量 (mg/人/日) とした。次いで、1～7 群の摂取量を合計し、一日摂取量 (mg/人/日) とし、各年齢層別に、パーセン



タイル値(90、95、97.5、99)を求めた。さらに、一日摂取量 (mg/人/日) を個別データの体重で除し、7 (日) を乗じ、週間摂取量 (mg/kg 体重/週) を求め、アルミニウムの PTWI (2 mg/kg 体重/週) に対する比 (対 PTWI 比、%) を求めた。なお週間摂取量は1週間は7日であることから単に一日摂取量を7倍した。

## 【結果及び考察】

### 1. 未加工食品からのアルミニウムの一掃摂取量の推定

#### 1.1 未加工食品群試料のアルミニウム含有量

Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ群の各年齢層別未加工食品群試料のアルミニウム含量を表 9 に示す。未加工食品群試料のアルミニウム含量は、いずれの群も 0.3～0.5mg/kg とほぼ同様であり、アルミニウムは未加工食品に広く含まれていると推察された。昨年度の加工食品群試料中のアルミニウム含量(希釈前の含量、表 10) と比較すると、Ⅳ群を除き、加工食品群試料の方がアルミニウム含量が高い傾向がみられた。

表 9 摂取量調査未加工食品群試料中のアルミニウム含量(mg/kg)

年齢層	食品群			
	Ⅱ群 穀類	Ⅲ群 いも類・ 豆類・ 種実類	Ⅳ群 魚介類・ 肉類・ 卵類	Ⅶ群 果実類・ 野菜類・ 海藻類
小児	0.319	0.426	0.401	0.368
学童	0.426	0.426	0.334	0.501
青年	0.364	0.426	0.443	0.500
成人	0.393	0.426	0.333	0.543

表 10 摂取量調査加工食品試料中のアルミニウム含有量(mg/kg) (平成 23 年度)

年齢層	食品群						
	1群 調味嗜好 飲料	2群 穀類*	3群 いも類・ 豆類・ 種実類*	4群 魚介類・ 肉類・ 卵類*	5群 油脂類・ 乳類*	6群 砂糖類・ 菓子類*	7群 果実類・ 野菜類・ 海藻類*
小児	0.668	6.565	1.126	0.457	1.207	21.727	1.558
学童	0.758	5.487	1.065	0.411	1.085	17.029	1.677
青年	0.857	7.684	1.054	0.660	1.243	20.573	2.351
成人	0.987	4.925	1.134	0.400	0.486	19.117	4.451

#### 1.2 未加工食品からのアルミニウム一日摂取量の推定

未加工食品からの食品群別、年齢層別のアルミニウムの推定摂取量を表 11 に示す。Ⅶ群の食品喫食量が多いため、Ⅶ群からの摂取量が多くなっている。

表 11 未加工食品群試料に基づくアルミニウムの一日摂取量の推定(mg/人/日)

年齢層	食品群			
	Ⅱ群	Ⅲ群	Ⅳ群	Ⅶ群
	穀類*	いも類・ 豆類・ 種実類	魚介類・ 肉類・ 卵類	果実類・ 野菜類・ 海藻類
小児	0.027	0.018	0.041	0.082
学童	0.054	0.031	0.055	0.171
青年	0.065	0.023	0.091	0.171
成人	0.068	0.022	0.059	0.220

### 1.3 未加工食品及び加工食品からのアルミニウムの摂取量の推定

未加工食品群試料及び加工食品群試料（平成 23 年度）からのアルミニウムの推定摂取量の合計を表 12 に示す。各群の摂取量に占める未加工食品からの摂取量の割合は、2 群は 10%以下、3 群は 13~20%、4 群は 77~79%、7 群は 67~88%と、群により違いが見られた。次に、一日摂取量（mg/人/日）を年齢層の平均体重で除し、7（日）を乗じ、週間摂取量（mg/kg 体重/週）とし、対 PTWI 比（%）を求めたところ、小児は 43.1%、学童は 22.4%、青年は 17.6%、成人は 15.1%となった。

食品添加物一日摂取量総点検調査報告書（平成 12 年）における年齢別食品群別摂取量を表 13 に示す。今回の調査結果（未加工食品及び加工食品からのアルミニウムの摂取量）は、平成 12 年度の報告と比べると低い値であった。

表 12 未加工食品及び加工食品群試料に基づくアルミニウムの一日摂取量の推定(mg/人/日)

年齢層	食品群							総摂取量
	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群	7 群	
	調味嗜好飲料	穀類	いも類・ 豆類・ 種実類	魚介類・ 肉類・ 卵類	油脂類・ 乳類	砂糖類・ 菓子類	果実類・ 野菜類・ 海藻類	
小児 (16.0kg)	0.226 (0.226)	0.583 (0.557)	0.093 (0.075)	0.053 (0.012)	0.090 (0.090)	0.830 (0.830)	0.094 (0.013)	1.969 (1.801)
学童 (36.5kg)	0.350 (0.350)	0.789 (0.735)	0.135 (0.105)	0.070 (0.015)	0.097 (0.097)	0.698 (0.698)	0.195 (0.024)	2.335 (2.023)
青年 (56.5kg)	0.491 (0.491)	1.062 (0.998)	0.127 (0.103)	0.118 (0.027)	0.095 (0.095)	0.749 (0.749)	0.202 (0.031)	2.844 (2.494)
成人 (58.6kg)	0.697 (0.697)	0.660 (0.592)	0.166 (0.144)	0.077 (0.017)	0.030 (0.030)	0.572 (0.572)	0.328 (0.108)	2.530 (2.160)

※ 括弧内は加工食品由来の値

表 13 食品添加物一日摂取量総点検調査報告書（平成 12 年）の年齢別食品群別摂取量  
(mg/人/日)

年齢層	1 調味嗜好飲料	2 穀類	3 いも類・豆類・種実類	4 魚介類・肉類・卵類	5 油脂類・乳類	6 砂糖類・菓子類	7 果実類・野菜類・海藻類	総摂取量
小児	1.372	0.626	0.225	0.455	0.043	1.056	1.390	5.165
学童	0.972	1.038	0.241	0.466	0.090	1.175	1.723	5.704
青年	1.612	0.885	0.236	0.709	0.055	1.244	2.052	6.793
成人	2.337	0.665	0.307	0.916	0.052	0.824	2.588	7.689
高齢者	1.620	0.541	0.256	0.807	0.053	0.716	3.988	7.981

## 2. マーケットバスケット方式の摂取量調査に含まれていない加工食品からのアルミニウムの一掃摂取量の推定

### 2.1 加工食品群試料のアルミニウム含有量

各年齢層別のマーケットバスケット方式の摂取量調査に含まれていない加工食品群試料のアルミニウムの分析を行った。小児、学童及び青年試料のアルミニウム含有量は定量限界（0.3mg/kg）未満となった。また、成人は 0.416mg/kg と、未加工食品と同程度であった。

### 2.2 マーケットバスケット方式の摂取量調査に含まれていない加工食品からのアルミニウムの一掃摂取量

成人の喫食量が 190.7g であることから、摂取量は、0.079mg/人/日と算出された。これは、マーケットバスケット方式の摂取量調査の総摂取量の 3%程度であり、摂取量調査に含まれなかった影響は小さいと考えられた。

## 3. 加工食品中のアルミニウム含有量と摂取量への寄与

### 3.1 マーケットバスケット方式の摂取量調査対象加工食品

#### 3.1.1 個別食品中のアルミニウム含有量

昨年度、アルミニウム摂取量への寄与率の高かった食品群（1、2、6 群）の個別食品中のアルミニウム含有量を求めた。結果を表 14 に示す。1 群の中で含有量の最も高かったのは、カレールウ（10.70mg/kg）、次いでミルクココア（9.69mg/kg）、インスタントコーヒー(粉末)（6.12mg/kg）であった。2 群の中でアルミニウム含有量の高かったのは、天ぷら粉（222mg/kg）、菓子パン類②（156mg/kg）、あんまん（59.2mg/kg）、肉まん（57.5mg/kg）であった。なお、菓子パン類②については、小売店のパンのコーナーに陳列されていたため、菓子パンに分類したが、スポンジに生クリームを挟んだものであり、パン類品質表示基準（制定平成 12 年 12 月 19 日農林水産省告示第 1644 号、改正平成 16 年 10 月 7 日農林水産省告示第 1821 号）の菓子パンの定義には当てはまらない。

6 群の中でアルミニウム含有量の高かったのは、ケーキドーナツ② (258mg/kg)、蒸しまんじゅう② (172mg/kg)、バターケーキ② (116mg/kg) であった。また、製品によりアルミニウム含有量の差がみられたものもあった (蒸しまんじゅう (<0.3~172mg/kg)、ショートケーキ (<0.3~59.2mg/kg)、ケーキドーナツ (1.53~258mg/kg)、バターケーキ (<0.3~116mg/kg))。

表 14 摂取量調査加工食品試料中のアルミニウムの分析結果

食品群	食品名	定量値 (mg/kg)	摂取量(mg/人/日)			
			小児	学童	青年	成人
1	野菜ジュース	3.180 ± 0.180	0.024	0.017	0.021	0.014
2	トマトジュース	1.560 ± 0.083	0.001	0.000	0.002	0.002
3	トマトミックスジュース	2.000 ± 0.109	0.001	0.001	0.001	0.002
4	人参ジュース	—	—	—	—	—
5	オレンジストレートジュース	—	—	—	—	—
6	りんごストレートジュース	—	—	—	—	—
7	オレンジ濃縮還元ジュース	0.568 ± 0.010	0.003	0.003	0.004	0.001
8	りんご濃縮還元ジュース	0.633 ± 0.030	0.004	0.002	0.002	0.001
9	オレンジ30%果汁入り飲料	0.381 ± 0.054	0.002	0.002	0.001	0.000
10	乳酸菌飲料(乳製品)	—	—	—	—	—
11	乳酸菌飲料(殺菌乳製)	—	—	—	—	—
12	非乳製品乳酸菌飲料	—	—	—	—	—
13	清酒	—	—	—	—	—
14	淡色ビール①	—	—	—	—	—
15	淡色ビール②	—	—	—	—	—
16	淡色ビール③	—	—	—	—	—
17	発泡酒①	—	—	—	—	—
18	発泡酒②	—	—	—	—	—
19	発泡酒③	—	—	—	—	—
20	第1群 しょうちゅう①	—	—	—	—	—
21	しょうちゅう②	—	—	—	—	—
22	しょうちゅう③	—	—	—	—	—
23	赤ワイン	—	—	—	—	—
24	白ワイン	0.697 ± 0.056	0.000	0.000	0.000	0.001
25	ウイスキー	—	—	—	—	—
26	せん茶(浸出液)①	0.886 ± 0.074	0.009	0.015	0.034	0.080
27	せん茶(浸出液)②	1.74 ± 0.046	0.017	0.030	0.067	0.158
28	せん茶(浸出液)③	0.857 ± 0.075	0.009	0.015	0.033	0.078
29	ウーロン茶(浸出液)①	3.34 ± 0.037	0.013	0.025	0.061	0.047
30	ウーロン茶(浸出液)②	1.90 ± 0.180	0.008	0.014	0.035	0.027
31	ウーロン茶(浸出液)③	2.16 ± 0.023	0.009	0.016	0.039	0.030
32	紅茶(浸出液)①	2.19 ± 0.121	0.004	0.013	0.022	0.017
33	紅茶(浸出液)②	1.87 ± 0.084	0.003	0.011	0.019	0.014
34	紅茶(浸出液)③	1.63 ± 0.015	0.003	0.009	0.016	0.012
35	コーヒー飲料①	0.37 ± 0.039	0.000	0.000	0.001	0.002
36	コーヒー飲料②	0.367 ± 0.043	0.000	0.000	0.001	0.002
37	コーヒー飲料③	—	—	—	—	—
38	インスタントコーヒー(粉末)	6.12 ± 0.128	—	0.000	0.001	0.003
39	ミルクココア	9.69 ± 0.215	0.006	0.007	0.004	0.002

食品群	食品名	定量値 (mg/kg)	摂取量(mg/人/日)			
			小児	学童	青年	成人
40	麦茶(浸出液)①	—	—	—	—	—
41	麦茶(浸出液)②	—	—	—	—	—
42	麦茶(浸出液)③	—	—	—	—	—
43	スポーツ飲料①	0.336 ± 0.033	0.002	0.006	0.005	0.001
44	スポーツ飲料②	—	—	—	—	—
45	スポーツ飲料③	—	—	—	—	—
46	サイダー	—	—	—	—	—
47	コーラ	0.663 ± 0.033	0.001	0.005	0.007	0.002
48	炭酸飲料果実色	—	—	—	—	—
49	ソース	1.15 ± 0.109	0.001	0.003	0.003	0.002
50	しょうゆ①	0.862 ± 0.051	0.002	0.003	0.004	0.005
51	しょうゆ②	0.626 ± 0.020	0.001	0.002	0.003	0.004
52	しょうゆ③	2.90 ± 0.028	0.007	0.010	0.012	0.017
53	液体だし①	0.610 ± 0.013	0.007	0.007	0.009	0.010
54	液体だし②	—	—	—	—	—
55	液体だし③	1.50 ± 0.010	0.016	0.016	0.023	0.026
56	ストレートめんつゆ	—	—	—	—	—
57	穀物酢	—	—	—	—	—
58	本みりん	—	—	—	—	—
59	カレールウ	10.7 ± 0.306	0.021	0.040	0.029	0.023
60	トマトケチャップ	4.08 ± 0.313	0.010	0.014	0.014	0.007
61	三倍濃厚めんつゆ	—	—	—	—	—
62	ポン酢	0.488 ± 0.016	0.000	0.001	0.001	0.001
63	ソイル和風ドレッシング	—	—	—	—	—
64	もち	—	—	—	—	—
65	赤飯	—	—	—	—	—
66	おにぎり	—	—	—	—	—
67	ビーフン	1.81 ± 0.111	0.000	0.001	0.000	0.000
68	焼きおにぎり	—	—	—	—	—
69	ホットケーキミックス粉	0.99 ± 0.096	0.002	0.001	0.000	0.000
70	天ぷら粉	222 ± 2.344	0.042	0.033	0.080	0.083
71	食パン①	0.670 ± 0.019	0.003	0.005	0.006	0.005
72	食パン②	0.628 ± 0.053	0.003	0.005	0.005	0.005
73	食パン③	0.779 ± 0.023	0.004	0.006	0.006	0.006
74	その他のパン①	0.84 ± 0.045	0.002	0.004	0.003	0.001
75	その他のパン②	—	—	—	—	—
76	その他のパン③	1.02 ± 0.100	0.003	0.005	0.004	0.002
77	菓子パン類①	27.2 ± 0.329	0.061	0.073	0.109	0.053
78	菓子パン類②	156 ± 2.325	0.352	0.419	0.624	0.302
79	うどん①	—	—	—	—	—
80	うどん②	—	—	—	—	—
81	うどん③	—	—	—	—	—
82	中華めん①	1.12 ± 0.034	0.005	0.009	0.008	0.007
83	中華めん②	—	—	—	—	—
84	中華めん③	0.988 ± 0.130	0.004	0.008	0.007	0.007
85	インスタントラーメン	1.84 ± 0.160	0.002	0.004	0.005	0.004
86	中華カップめん	1.50 ± 0.049	0.001	0.001	0.002	0.001
87	和風カップめん	39.7 ± 2.651	0.008	0.013	0.022	0.014
88	焼きそばカップめん	2.20 ± 0.159	0.000	0.002	0.002	0.001
89	マカロニ・スパゲッティ①	0.493 ± 0.050	0.002	0.002	0.003	0.002
90	マカロニ・スパゲッティ②	—	—	—	—	—
91	マカロニ・スパゲッティ③	—	—	—	—	—

食品群	食品名	定量値 (mg/kg)		摂取量(mg/人/日)				
				小児	学童	青年	成人	
92	ギョウザ	1.44	± 0.097	0.003	0.007	0.005	0.004	
93	パン粉	0.421	± 0.048	0.000	0.001	0.001	0.000	
94	シュウマイ	—	—	—	—	—	—	
95	ピザ	0.568	± 0.011	0.000	0.001	0.000	0.000	
96	観世ふ、小町ふ	2.07	± 0.024	0.000	0.000	0.000	0.001	
97	第2群 そば①	4.26	± 0.057	0.006	0.006	0.007	0.014	
98		そば②	1.02	± 0.027	0.001	0.001	0.002	0.003
99		そば③	0.749	± 0.062	0.001	0.001	0.001	0.002
100	コーンフレーク	—	—	—	—	—	—	
101	その他の穀物	3.08	± 0.082	0.002	0.006	0.001	0.005	
102	肉まん	57.5	± 1.01	0.054	0.110	0.077	0.038	
103	あんまん	59.2	± 0.380	0.015	0.008	0.015	0.007	
206	第6群 はちみつ	0.385	± 0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	
207		イチゴジャム	0.394	± 0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
208		ブルーベリージャム	0.641	± 0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
209	マーマレード	—	—	—	—	—	—	
210	蒸しまんじゅう①	0.947	± 0.072	0.000	0.000	0.000	0.001	
211	蒸しまんじゅう②	172	± 5.30	0.016	0.048	0.038	0.151	
212	蒸しまんじゅう③	69.2	± 0.467	0.007	0.019	0.015	0.061	
213	塩せんべい①	—	—	—	—	—	—	
214	塩せんべい②	6.51	± 0.177	0.006	0.005	0.003	0.005	
215	塩せんべい③	—	—	—	—	—	—	
216	カステラ	—	—	—	—	—	—	
217	大福もち①	0.821	± 0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	
218	大福もち②	0.462	± 0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	
219	大福もち③	0.410	± 0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	
220	くし団子(しょうゆ)	—	—	—	—	—	—	
221	どら焼き①	0.828	± 0.084	0.000	0.001	0.000	0.001	
222	どら焼き②	0.952	± 0.057	0.001	0.001	0.000	0.001	
223	どら焼き③	1.25	± 0.028	0.001	0.001	0.001	0.001	
224	あられ①	—	—	—	—	—	—	
225	あられ②	—	—	—	—	—	—	
226	あられ③	1.97	± 0.215	0.000	0.001	0.000	0.001	
227	練りようかん	1.88	± 0.014	0.000	0.000	0.000	0.002	
228	ショートケーキ①	59.2	± 0.684	0.040	0.051	0.058	0.054	
229	ショートケーキ②	—	—	—	—	—	—	
230	ショートケーキ③	—	—	—	—	—	—	
231	シュークリーム①	—	—	—	—	—	—	
232	シュークリーム②	—	—	—	—	—	—	
233	シュークリーム③	—	—	—	—	—	—	
234	ケーキドーナツ①	66.1	± 0.519	0.077	0.056	0.059	0.028	
235	ケーキドーナツ②	258	± 4.788	0.301	0.219	0.232	0.111	
236	ケーキドーナツ③	1.53	± 0.132	0.002	0.001	0.001	0.001	
237	バターケーキ①	2.70	± 0.176	0.001	0.001	0.001	0.001	
238	バターケーキ②	116	± 0.351	0.044	0.059	0.058	0.051	
239	バターケーキ③	—	—	—	—	—	—	

食品群	食品名	定量値 (mg/kg)	摂取量(mg/人/日)			
			小児	学童	青年	成人
240	ビスケット類①	—	—	—	—	—
241	ビスケット類②	0.382 ± 0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
242	ビスケット類③	0.850 ± 0.041	0.001	0.001	0.001	0.000
243	パフパイ	—	—	—	—	—
244	オイルスプレークラッカー	—	—	—	—	—
245	プレッツェル	—	—	—	—	—
246	キャンデー類①	—	—	—	—	—
247	キャンデー類②	—	—	—	—	—
248	キャンデー類③	0.489 ± 0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
249	プリン①	—	—	—	—	—
250	第6群 プリン②	—	—	—	—	—
251	プリン③	—	—	—	—	—
252	オレンジゼリー①	—	—	—	—	—
253	オレンジゼリー②	—	—	—	—	—
254	オレンジゼリー③	—	—	—	—	—
255	ミルクチョコレート①	6.13 ± 0.187	0.003	0.005	0.005	0.028
256	ミルクチョコレート②	4.36 ± 0.251	0.002	0.004	0.003	0.020
257	ミルクチョコレート③	18.2 ± 0.191	0.010	0.016	0.014	0.082
258	ポテトチップス	—	—	—	—	—
259	カバーリングチョコレート	8.52 ± 0.640	0.007	0.014	0.012	0.003
260	コーヒーゼリー	—	—	—	—	—

荻本ら<sup>1)</sup>は、アルミニウム含有食品添加物を含む可能性のある食品のアルミニウム含有量を調査しており、菓子・パン類、小麦粉調製品では、半数近く試料からアルミニウムが検出されており(0.01~0.57 mg/g)、今回の結果は、荻本らの報告の範囲内であった。

### 3.1.2 アルミニウム摂取量に対する高アルミニウム含有個別食品の寄与

1、2及び6群のアルミニウム含有量に、それぞれの個別食品の喫食量(別紙1~3)を乗じて摂取量を求めた。結果を表14に示す。1群では、小児の野菜ジュース(0.024mg/人/日)、学童のカレールウ(0.040mg/人/日)、青年及び成人の煎茶(浸出液)②(0.067 mg/人/日及び0.16mg/人/日)からの摂取量が多く、年齢層により異なっていた。これらの総摂取量に対する寄与率は、小児で1%、学童及び青年で2%、成人で6%と低かった。2群及び6群では、いずれの年齢層でも菓子パン類②及びケーキドーナツ②からの摂取量が多かった。これは、これらの食品のアルミニウム含有量が顕著に高く、喫食量も多いことによる。菓子パン類②及びケーキドーナツ②の寄与率は、小児で18%及び15%、学童で18%及び9%、青年で22%及び8%、成人で12%及び4%であった。したがって、小児~青年では、2つの製品で、総喫食量の3割を占めていたことになる。

### 3.2 マーケットバスケット方式の摂取量調査対象外加工食品のアルミニウム



## 含有量と摂取量への寄与

2.の各年齢層別のマーケットバスケット方式の摂取量調査に含まれていない加工食品群試料の調製に用いた加工食品中のアルミニウム含有量及び食品の喫食量を乗じて求めた摂取量を表 15 に示す。

番茶（浸出液）3 製品及びほうじ茶（浸出液）1 製品からは、他の茶類（ペットボトル入り）と同程度の 2mg/kg のアルミニウムが検出された。また、薄力粉及び強力粉からは 1mg/kg 程度のアルミニウムが検出され、今回分析したホットケーキミックス粉と同程度であった。食品群試料では、成人の試料のみ、定量値が得られた。その理由として、定量限界（0.3mg/kg）未満でも、定量限界に近い濃度のアルミニウムを含む食品と、ほとんどアルミニウムを含まない食品があり、後者の喫食量が多い食品群試料では、アルミニウムが希釈されて、定量値が得られなかったことが考えられる。なお、各食品のアルミニウム含有量に喫食量を乗じて得られた摂取量はいずれも、0.010mg/人/日以下であり、摂取量調査に含まれなかった影響は小さいと考えられた。

表 15 摂取量調査対象外加工食品試料中のアルミニウムの分析結果

食品群	食品名	定量値 (mg/kg)	摂取量 (mg/人/日)			
			1-6歳	7-14歳	15-19歳	20歳以上
1	番茶(浸出液)①	2.27 ± 0.009	0.001	0.006	0.001	0.006
2	番茶(浸出液)②	2.03 ± 0.168	0.001	0.005	0.001	0.006
3	番茶(浸出液)③	2.74 ± 0.077	0.001	0.007	0.001	0.008
4	ほうじ茶(浸出液)①	0.942 ± 0.084	0.000	0.002	0.000	0.003
5	第1群 ほうじ茶(浸出液)②	2.03 ± 0.115	0.001	0.005	0.001	0.006
6	ほうじ茶(浸出液)③	—	—	—	—	—
7	コーヒー(浸出液)①	—	—	—	—	—
8	コーヒー(浸出液)②	—	—	—	—	—
9	コーヒー(浸出液)③	—	—	—	—	—
10	第2群 薄力粉	1.19 ± 0.126	0.002	0.009	0.001	0.010
11	強力粉	0.656 ± 0.021	0.001	0.005	0.001	0.005
12	普通牛乳①	—	—	—	—	—
13	第5群 普通牛乳②	—	—	—	—	—
14	普通牛乳③	—	—	—	—	—
15	上白糖	—	—	—	—	—
16	第6群 三温等	—	—	—	—	—
17	グラニュー糖	—	—	—	—	—

## 4. 個別食品喫食量データに基づくパーセンタイル値(90、95、97.5、99)の試算

食品喫食量の個人差のアルミニウム摂取への影響を推定するため、マーケットバスケット調査のための喫食量算出に用いられた個別データの各食品喫食量をもとに、群別摂取量及び一日総摂取量を求め、年齢層別に、パーセンタイル値(90、95、97.5、99)を求めた。結果を表 16～19 に示す。食品群別摂取量の 97.5 及び 99 パーセンタイル値をみると、小児では 6 群が、学童及び青年では 2

群及び6群が高く、成人では、他の年齢層に比べて全体に低い傾向がみられた。一日摂取量については、小児と学童で、体重差があるにも関わらず、同程度であった。

表 16 小児の摂取量及び対 PTWI 比のパーセンタイル値(90、95、97.5、99)

		食品群別摂取量 (mg/人/日)							一日摂取量 (mg/人/日)
		1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	
パーセン タイル	99	0.873	2.357	0.338	0.071	0.462	5.210	0.119	6.378
	97.5	0.693	1.990	0.271	0.056	0.385	4.216	0.088	5.380
	95	0.589	1.654	0.214	0.041	0.311	3.592	0.066	4.609
	90	0.484	1.332	0.170	0.032	0.247	2.474	0.039	3.730

表 17 学童の摂取量及び対 PTWI 比のパーセンタイル値(90、95、97.5、99)

		食品群別摂取量 (mg/人/日)							一日摂取量 (mg/人/日)
		1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	
パーセン タイル	99	1.577	3.031	0.378	0.081	0.554	4.535	0.198	6.675
	97.5	1.183	2.504	0.316	0.068	0.434	3.518	0.150	5.367
	95	0.980	2.101	0.272	0.053	0.337	2.747	0.114	4.510
	90	0.770	1.695	0.217	0.038	0.245	2.087	0.073	3.722

表 18 青年の摂取量及び対 PTWI 比のパーセンタイル値(90、95、97.5、99)

		食品群別摂取量 (mg/人/日)							一日摂取量 (mg/人/日)
		1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	
パーセン タイル	99	2.012	4.412	0.427	0.142	0.639	6.472	0.290	9.061
	97.5	1.530	3.592	0.338	0.114	0.441	5.121	0.230	7.488
	95	1.280	2.901	0.282	0.094	0.356	3.706	0.154	6.177
	90	0.978	2.327	0.225	0.072	0.267	2.625	0.090	4.929

表 19 成人の摂取量及び対 PTWI 比のパーセンタイル値(90、95、97.5、99)

		食品群別摂取量 (mg/人/日)							一日摂取量 (mg/人/日)
		1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	
パーセン タイル	99	2.413	2.627	0.529	0.100	0.187	4.993	0.880	7.107
	97.5	1.987	2.155	0.434	0.079	0.144	3.684	0.631	5.871
	95	1.675	1.801	0.364	0.064	0.111	2.887	0.464	4.969
	90	1.373	1.488	0.297	0.049	0.084	2.090	0.305	4.063

さらに、PTWI との比較のために、一日摂取量 (mg/人/日) を個別データの体重で除し、7 (日) を乗じた値を週間摂取量 (mg/kg 体重/週) とし、対 PTWI 比 (%) を求めた。結果を表 20 に示す。学童、青年及び成人の対 PTWI 比は、99 パーセンタイル値でも 100%は超えなかったが、小児では 95 パーセンタイル値で 100%を超えていた。今回求めた週間摂取量は、個別データを 1 週間が 7 日であることから 7 倍して得られた値であり、過剰な見積りと考えられるが、2 群や 6 群の食品を偏って摂取する食生活の小児においてはアルミニウム摂取量が多くなる可能性がある。そのため低減化についての検討が必要と考えられた。なお、2 群及び 6 群からのアルミニウム摂取の低減化のためには、個別食品中のアルミニウムの定量結果から、アルミニウムを含有する食品添加物の添加量を抑えることが有効と考えられた。

表 20 アルミニウムの週間摂取量及び対 PTWI 比のパーセンタイル値 (90、95、97.5、99)

		パーセンタイル			
		99	97.5	95	90
小児 1619 人	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	3.025	2.454	2.027	1.614
	対 PTWI 比 (%)	151	123	101	81
学童 3419 人	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	1.396	1.167	0.975	0.782
	対 PTWI 比 (%)	70	58	49	39
青年 2539 人	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	1.192	0.946	0.802	0.632
	対 PTWI 比 (%)	60	47	40	32
成人 32787 人	週間摂取量 (mg/kg 体重/週)	0.892	0.732	0.612	0.498
	対 PTWI 比 (%)	45	37	31	25

## 5. 容器・器具からのアルミニウム溶出等

アルミニウム製調理器具について食塩液、食酢液及びしょう油液を用いたアルミニウム溶出試験を行った報告では、0.5%食塩液ではアルミニウムの溶出は認められず、2%及び 5%液では、温度に関わらず、浸出直後からアルミニウムの溶出が認められたが放置 1 日後は減少傾向をしめした。一方、食酢液及びしょう油液の場合は、温度が影響し、放置時間が長いほど溶出量が多く、食酢液よりもしょう油液の方が溶出量が多くなったとしている<sup>2)</sup>。

また、別の報告では、アルマイト製とアルミ厚板製で調理した場合のアルミ

ニウム溶出量を比べた場合では、アルミ厚板製の方が、食酢浸出液で多い溶出量を示したが、他の調味料浸出液では、差がみられず、また、一人一日あたりのアルミニウム摂取量をもとに求めた、アルミニウム製調理器具由来の摂取量は、概量 0.18～3.17 mg の範囲であり、中間値 1.68 mg と推定された<sup>3)</sup>。

アルミホイルから食品へのアルミニウムの移行における食品成分の影響について検討した報告<sup>4)</sup>によると、アルミ箔片からのアルミニウムの移行は、酢類、アルカリ性食品（こんにやくやしらすの煮汁）で多く、食塩は溶出を高める傾向があったが、糖、タンパク質、アミノ酸及び脂肪には溶出抑制傾向があり、特にタンパク質やアミノ酸で顕著であった。また、アルミ箔成型容器からの食品への移行について検討した報告書<sup>5)</sup>では、食材等の添加により、アルミニウムの移行が大きく抑制され、食品疑似溶媒による溶出量より、はるかに低く、アルミ箔成型容器入り食品からのアルミニウムの摂取量は極めて少ないと考えられたとしている。

#### 【まとめ】

アルミニウムについて、未加工食品を対象としたマーケットバスケット方式による一日摂取量調査を実施した。未加工食品群は、Ⅱ群（穀類）、Ⅲ群（いも類・豆類・種実類）、Ⅳ群（魚介類・肉類・卵類）、Ⅶ群（果実類・野菜類・海藻類）であり、各群のアルミニウム含有量は、0.319～0.543mg/kg であり、いずれも加工食品群よりも、低い値となった。また、未加工食品からの摂取量は、全体の摂取量の 9（小児）～15%（成人）であった。また、マーケットバスケット方式の摂取量調査に含まれていない加工食品からのアルミニウムの一日摂取量は、摂取量調査の総摂取量の 3%程度であった。

一方、1、2 及び 6 群の個別加工食品中のアルミニウム含有量を求め、摂取量を算出したところ、1 群では、小児の野菜ジュース（0.024mg/人/日）、学童のカレールー（0.040mg/人/日）、青年及び成人の煎茶（浸出液）②（0.067 mg/人/日及び 0.16mg/人/日）からの摂取量が多く、年齢層により異なっていたが、2 群及び 6 群では、いずれの年齢層でもアルミニウム含有量が顕著に高く、かつ、喫食量も多い菓子パン類②及びケーキドーナツ②からの摂取量が多かった（菓子パン類②：0.302（成人）～0.624 mg/人/日（青年）、ケーキドーナツ② 0.111（成人）～0.301mg/人/日（小児））。

また、マーケットバスケット調査のための食品の喫食量算出に用いられた個別データの各食品喫食量をもとに、アルミニウムの対 PTWI 比を求め、各年齢層別に、パーセンタイル値(90、95、97.5、99)を求めたところ、学童、青年及び成人の対 PTWI 比は、99 パーセンタイル値でも 100%は超えなかったが、小児では 95 パーセンタイル値で対 PTWI 比は 100%を超えていた。これらのこと

から、小児のアルミニウム摂取量の低減化のための検討が必要と考えられた。

容器、器具からのアルミニウム摂取については、調理時間や調理後の放置時間に加え、調味料や食材も影響すると考えられた。

#### 【文献】

- 1) Ogimoto, M., Suzuki, K., Kabashima, J., Nakazato M., Uematsu, Y., Aluminium Content in Foods with Aluminium-Containing Food Additives. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **42**, 18–23 (2001).
- 2) Watanabe, Y., Kaneko, R., Matsui, K., Kazama, M., Dissolution of Aluminium from Aluminium Cooking Utensils. *Tokyo Eisei Kenkyu Nenpou*. 44, 175-179 (1993).
- 3) 山田隆、河村葉子、馬場二夫、器具・容器包装の健康影響に関する研究、平成8年度厚生科学研究費研究報告書、平成9年度厚生科学研究費研究報告書
- 4) Takeda, Y., Kawamura, Y., Yamada, T., Migration of Aluminium from Disposable Aluminium Foil Vessels into Foods. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*.40,172-177(1999).
- 5) Takeda, Y., Kawamura, Y., Yamada, T., Dissolution of Aluminium from Aluminium Foil into Foods and Effect of Food Components on the Dissolution. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*.39,266-271(1998).

## アルミニウムを含有する添加物への対応について

## 1. 経緯

第 67 回（平成 18 年）の JECFA<sup>1</sup>（FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives；FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議）において、従来の暫定耐容週間摂取量<sup>2</sup>（PTWI、7mg/kg 体重/週）以下の用量で生殖系及び神経発達に影響を与える可能性を示唆する知見があったことから、PTWI が 1mg/kg 体重/週に引き下げられた。

その後、第 74 回（平成 23 年）の JECFA において、再度議論を行い、PTWI が 2mg/kg 体重/週に変更された。

コーデックス委員会及び EU 等では、アルミニウムを含有する添加物由来のアルミニウムの摂取量を低減することを目的として、これらの添加物の基準の見直しを進めてきた。また、我が国においては、平成 23 年～24 年度に加工食品及び生鮮食品由来のアルミニウムの摂取量について、マーケットバスケット調査<sup>3</sup>を実施してきた。

今般、マーケットバスケット調査が報告されたことから、その結果及び国際的な基準値見直しの状況も踏まえ、今後のアルミニウムを含有する添加物の取扱いについて検討する。

## 2. アルミニウムを含有する添加物

現在、日本で使用が可能な食品添加物及び用途ごとの主な対象食品は表 1、表 2 のとおりである。また、現在は日本で使用できないものの、国際汎用添加物として指定の手続きを進めている添加物のうち、アルミニウムを含有するものが表 3 のとおり 4 品目ある。

表 1 日本で使用が可能なアルミニウムを含有する添加物

No.	名称	用途	使用基準
1	硫酸アルミニウムカリウム (カリウムミョウバン)	膨脹剤、色止め剤、 品質安定剤等	みそに使用してはならない。
2	硫酸アルミニウムアンモニウム (アンモニウムミョウバン)		

<sup>1</sup> FAO（世界食料機関）と WHO（世界保健機関）が合同で運営する専門家の会合。FAO、WHO、それらの加盟国及びコーデックス委員会に対する科学的な助言機関として、添加物、汚染物質、動物用医薬品などの安全性評価を行っている。

<sup>2</sup> FAO（TWI（耐容週間摂取量）の暫定的な値。TWI とは、人が一生涯摂取し続けても健康への悪影響がないと推定される一週間当たりの摂取量のことであり、この値を超える物質を摂取しても直ちに健康への悪影響があるものではないとされている。

<sup>3</sup> 広範囲の食品を小売店等で購入し、必要に応じて摂食する状態に加工・調理した後に分析し、食品群ごとの化学物質等の特定の物質の平均含有濃度を算出する。これに、特定の集団（例えばすべての日本人）におけるこの食品群の平均的な消費量を乗じることにより、食品群ごとに特定の物質の平均的な摂取量を推定する。この結果を全食品群について足し合わせることにより、この集団の特定の物質の平均的な摂取量を推定する。

3	食用タール色素のアルミニウム レーキ	着色料	カステラ, きなこ, 魚肉漬物, 鯨肉漬物, こんぶ類, しょう油, 食肉, 食肉漬物, ス ポンジケーキ, 鮮魚介類(鯨肉を含む。), 茶, のり類, マーマレード, 豆類, みそ, めん類(ワンタンを含む。), 野菜及 びわかめ類に使用してはならない。
4	アルミニウム末		こんぶ類, 食肉, 鮮魚介類(鯨肉を含む。), 茶, のり類, 豆類, 野菜及びわかめ類に使 用してはならない。
5	カオリン、活性白土、酸性白土、 ベントナイト、ゼオライト (主成分は含水ケイ酸アルミニ ウム)	製造用剤	食品の製造又は加工上必要不可欠な場合以 外は食品に使用してはならない。 食品の 0.50%(チューインガムにタルクの みを使用する場合には, 5.0%)以下でなけ ればならない。 ※他の不溶性鉱物と併用する場合はその合 計値

表2 用途ごとの主な対象食品

用途	主な対象食品
膨脹剤(ベーキングパウ ダー <sup>4</sup> 等)	一部の菓子パン <sup>5</sup> (メロンパン等)、焼菓子(スポンジケーキ等)、 揚げ菓子(ドーナツ等)、蒸し菓子(小麦饅頭等、蒸しパン)等
色止め剤	漬物(ナスの漬物、シソの実漬等)
形状安定剤(煮崩れ等の 防止)	魚介類(たこ、いか、くらげ、うに等の魚介類)等
品質安定剤	野菜等(栗、芋、豆、ごぼう、れんこん等)の煮物
着色料	食品全般

<sup>4</sup> 膨脹剤の一種で、重曹(炭酸水素ナトリウム)に酸剤であるミョウバン等を配合したもの。重曹は、水分がある状態で加熱されると炭酸ガスが発生し、生地を膨らませる作用を持つが、苦みのあるアルカリ性物質(炭酸ナトリウム)が生成する。これを改良するためにベーキングパウダーには酸剤が配合されており、ミョウバンは酸剤の一種である。業界によれば、ミョウバンとともに他の酸剤(炭酸水素ナトリウム)を配合したものをイーストパウダーと呼んでいる。

<sup>5</sup> 大部分のパンは、パン生地を膨脹させるためにパン酵母を使用している(パン酵母の発酵過程で発生する炭酸ガスにより、生地が膨脹する)。

表3 国際汎用添加物として指定の手続きを進めている添加物

No.	名称	用途
1	酸性リン酸アルミニウムナトリウム	膨脹剤、形状安定等
2	アルミノケイ酸ナトリウム	固結防止剤
3	ケイ酸アルミニウムカルシウム	
4	カルミン	着色料

### 3. マーケットバスケット調査の結果（平成23年度～平成24年度）【詳細は資料2-2】

加工食品及び未加工食品由来のアルミニウムの推定摂取量及び JECFA の評価結果 (2mg/kg 体重/週) を用いて算出した対 PTWI 比が最も大きかったのは、小児 (1-6 歳) で約 43% であった。食品群ごとに算出したアルミニウムの推定摂取量は、2 群「穀類」と 6 群「砂糖類、菓子類」の寄与が大きかった。

個人の喫食量データとマーケットバスケット調査の結果を用いて年齢層ごとのパーセンタイル値<sup>6</sup>を算出したところ、学童 (7-14 歳)、青年 (15-19 歳) 及び成人 (20 歳以上) では 99 パーセンタイル値でも対 PTWI 比は 100% を超えなかったが、小児 (1-6 歳) の 95 パーセンタイル値以上で PTWI 比は 100% を超えていた。

### 4. リスクプロファイル

資料 2-3 のとおり

### 5. 今後の対応 (案)

今般のマーケットバスケット調査の結果について、一日摂取量の平均値はいずれの年代においても、JECFA が設定した PTWI を下回ったが、アルミニウムを含有する食品を多量に摂取する小児 (1-6 歳児) の推計では、95 パーセンタイル値以上で PTWI を上回った。

PTWI を超過するおそれのあるのは上記の一部の場合のみであるが、①汚染物質では、多量摂取者も安全が確保できるよう基準値設定等を行っていること、②コーデックス委員会や諸外国においてもアルミニウムを含有する添加物の基準値の策定や見直しが進められていることを踏まえ、小児 (1-6 歳) のアルミニウムの摂取量への寄与が大きいと考えられるパン、菓子類への「硫酸アルミニウムカリウム (カリウムミョウバン) 及び硫酸アルミニウムアンモニウム (アンモニウムミョウバン) の使用について、以下の対応を採ることとする。

<sup>6</sup> 食品群ごとの食品中のアルミニウムの濃度に各人の食品群ごとの摂取量を乗じることにより、各人の食品由来のアルミニウムの総摂取量を算出する。これを各人の体重で割って各人の体重当たりのアルミニウムの摂取量を求めた。次に、各人の体重当たりのアルミニウム摂取量を年齢層ごとに小さいものから順番に並べ、X パーセント目のものを X パーセンタイル値とした (例: 1-6 歳の 95 パーセンタイル値とは、1-6 歳の体重当たりのアルミニウム摂取量を小さいものから順番に並べ 95 パーセント目のものを言う)。



- 1) 現状の使用実態を確認した上で、使用基準を検討する。なお、アルミニウムを含有する国際汎用添加物についても同様とする。
- 2) 関係業界においては、これまでも低減化に向けた取組みを行っているところであるが、使用基準の検討に先立ち、自主的な低減化の取組みを通知により依頼する。