

加工食品中の乳化剤の一日摂取量について

毛利孝明・西岡千鶴・黒田弘之

I 緒言

日本人が、一人一日摂取している食品添加物の種類と量を明らかにするため、昭和51年より国立衛生試験所を中心に「食品添加物一日摂取量実態調査班」が組織されて調査解析が行われている。

我々は昭和61年より本調査研究班に参加し、昭和62年度は加工食品中の乳化剤（プロピレングリコール脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル及びシヨ糖脂肪酸エステル）について調査を行ったので、その結果について報告する。

II 実験方法

1. 試料

昭和62年6月、マーケットバスケット方式により、全国12機関（札幌市衛研、仙台市衛研、国立衛試、東京都衛研、山梨県衛研、名古屋市衛研、国立衛試大阪支所、大阪市環研、香川県衛研、島根県衛研、北九州市環研）で180種の食品を購入し、表1に示した8食品群に分け、等量の水を加えて均質磨砕したものをポリ容器に冷凍保存し分析に供した。

表1 試料群及び食品の分類

群名	大分類	状態	主成分	総重量
1	調味し好飲料	液体	水, アルコール	341.9g
2	穀類	固体	澱粉	110.4g
3	いも類, 豆類 8.5g, 61.2g	固体	澱粉	69.7g
4	魚介類, 肉類 43.6g, 9.7g	固体	蛋白質	53.3g
5	油脂類, 乳類 19.8g, 37.0g	半固体	脂肪	56.8g
6	砂糖類, 菓子類 1.0g, 43.4g	固体	炭水化物	44.4g
7	果実類, 野菜類, 海藻類 7.1g, 24.9g, 1.1g	含水固体	繊維	33.1g
8	加工食品, その他 6.1g, 10.7g 推定食品, 少量食品 4.3g, 0.4g	固体	混合	21.5g

2. 分析法

「昭和59年度食品添加物の一日摂取量調査における分析方法」に準じ、カラムクロマトグラフィーの条件を変更した。

図1に示すように、試料10gを採り、酢酸エチル50mlを加えてブレンダーにより2回抽出を行い遠心分離した後上清を減圧乾固し、テトラヒドロフランで10mlとし抽出液とする。1群、2群、3群及び7群については、抽出液0.5mlを減圧乾固した後、ピリジン0.5ml, BSTFA 0.5ml及び過塩素酸ナトリウム10mgを加え135℃で20分間加熱しTMS化を行う。4群、5群、6群及び8群についてはシリカゲルカラムにより精製を行った。抽出液の1mlを採り減圧乾固し、クロロホルム2mlに溶解しシリカゲルカラム(1.5cm×10cm)に加える。エーテルクロロホルム混液(1:99)23~30mlを流しトリグリセライド等の妨害物を除去後、メタノールクロロホルム混液(5:95)30mlでプロピレングリコール脂肪酸エステル及びソルビタン脂肪酸エステルのイソソルバイドモノエステル部分を溶出させ、次にメタノールクロロホルム混液(50:50)30mlでソルビタン脂肪酸エステルのソルビタンモノエステル部分及びシヨ糖脂肪酸エステルを溶出させる。各溶出画分を減圧乾固後メタノール4mlに溶解し、そのうち2mlを採り減圧乾固しピリジン0.5ml, BSTFA 0.5mlを加える。メタノールクロロホルム混液(50:50)画分には、さらに過塩素酸ナトリウム10mgを加え135℃で20分間加熱しTMS化を行う。TMS化溶液3 μ lをFID-GCに注入し、各乳化剤のモノステアレート为标准として定量を行う。標準及び検体のクロマトグラムを図2に示す。

3. 添加回収実験並びに定量限界

香川1, 2, 3, 4, 5, 6, 7及び8群を用い、1,000 μ g/g(実質資料, モノステアレートとして)添加レベルで回収率を求め、その結果を表2に示す。プロピレングリコール脂肪酸エステルで88.5~98.9%, ソルビタン脂肪酸エステルで77.4~94.4%, シヨ糖脂肪酸エステルで47.1~84.2%の回収率が得られた。シリカゲルカラムで精製を行った4, 5, 6及び8群のシヨ糖脂肪酸エステルの回収

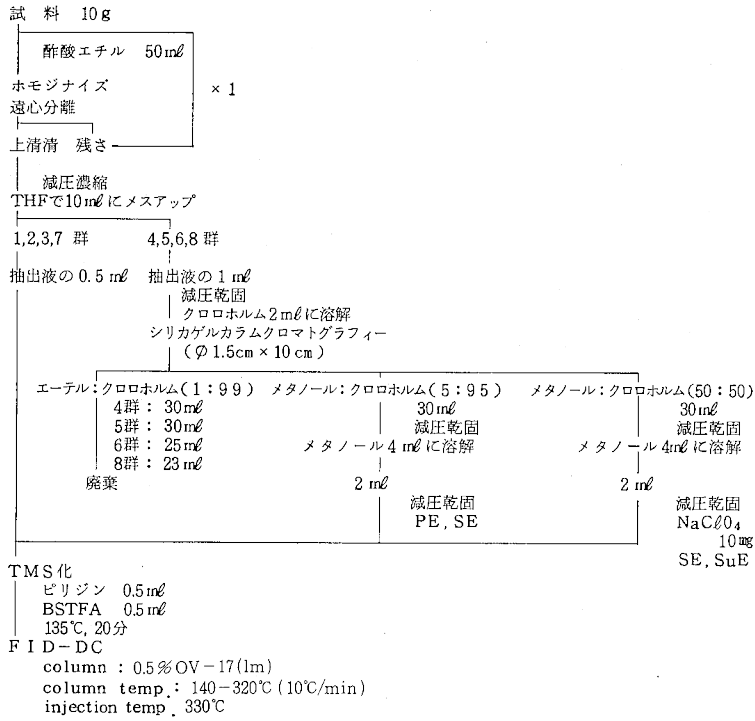


図1 乳化剤(プロピレングリコール脂肪酸エステル, ソルビタン脂肪酸
PE SE
エステル及びショ糖脂肪酸エステル)の分析法
SuE

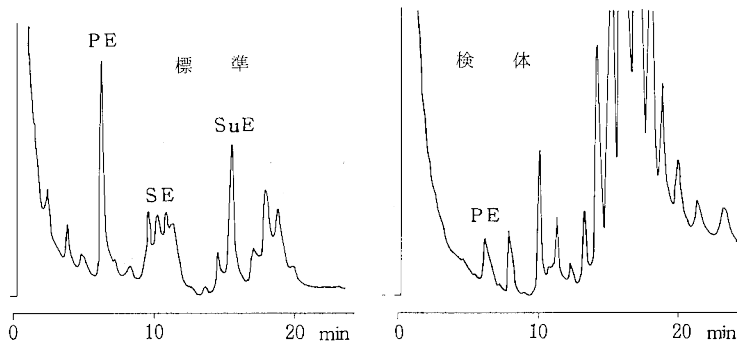


図2 乳化剤のガスクロマトグラム

表2 乳化剤の添加回収率(1,000µg/g添加)

食品群	回収率 (%)		
	プロピレングリコール脂肪酸エステル	ソルビタン脂肪酸エステル	ショ糖脂肪酸エステル
1	94.6	92.4	84.2
2	92.8	89.9	69.3
3	88.5	89.8	78.4
4	91.7	94.4	58.9
5	93.0	77.4	59.1
6	98.9	86.5	47.4
7	97.0	91.4	82.2
8	92.4	80.8	47.1

n = 3

率は47.1~59.1%と低かったが、これはシリカゲルによる吸着によるものではないかと推定される。本法による各乳化剤の定量限界は、プロピレングリコール脂肪酸エステルで20 $\mu\text{g/g}$ 、ソルビタン脂肪酸エステルで50 $\mu\text{g/g}$ 、ショ糖脂肪酸エステルで50 $\mu\text{g/g}$ であった。

III 結果及び考察

1. プロピレングリコール脂肪酸エステル(以下PEとする)

各分担研究機関の試料につき、乳化剤の分析法にしたがって操作し、試料中のPE含量を求めた結果は表3に示す通りである。その結果、試料中のPE含量はND~139.8 $\mu\text{g/g}$ であった。検出率は8.3%であった。

第1群については、すべての試料からPEが検出されなかった。

第2群については、すべての試料からPEが検出されなかった。

第3群については、すべての試料からPEが検出されなかった。

第4群については、すべての試料からPEが検出されなかった。

第5群については、すべての試料からPEが検出されなかった。

第6群については、ND~139.8 $\mu\text{g/g}$ のPEが検出された。

第7群については、すべての試料からPEが検出された。

第8群については、ND~59.9 $\mu\text{g/g}$ のPEが検出された。

以上の測定結果に基づき、各群試料の一日喫食重量からPEの一日総摂取量を算出すると表4の値が得られた。すなわち、第1群からのPEの摂取量は0 mg 、第2群は0 mg 、第3群は0 mg 、第4群は0 mg 、第5群は0 mg 、第6群は0~6.92 mg 、平均1.62 mg 、第7群は0 mg 、第8群は0~1.56 mg 、平均0.32 mg であった。

摂取量は各群の平均値でみると第6群(砂糖類、菓子類)が最も高く、ついで第8群(加工食品、その他、推定食品、少量食品)の順となる。

表3 プロピレングリコール脂肪酸エステルの機関食品群別含有量($\mu\text{g/g}$)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群
札幌	幌	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
仙台	台	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
国衛	試	ND	ND	ND	ND	ND	77.6	ND	25.2
東京		ND	ND	ND	ND	ND	46.9	ND	ND
山梨		ND	ND	ND	ND	ND	139.8	ND	26.8
長野		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
名古屋		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	35.0
大阪市		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大阪	国	ND	ND	ND	ND	ND	129.3	ND	ND
香川		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
島根		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
北九州		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	59.9
平均		ND	ND	ND	ND	ND	32.3	ND	12.2

ND < 20 $\mu\text{g/g}$

表4 プロピレングリコール脂肪酸エステルの機関食品群別摂取量(mg)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	摂取量
札幌	幌	0	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台	台	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国衛	試	0	0	0	0	0	3.84	0	0.66	4.50
東京		0	0	0	0	0	2.32	0	0	2.32
山梨		0	0	0	0	0	6.92	0	0.70	7.62
長野		0	0	0	0	0	0	0	0	0
名古屋		0	0	0	0	0	0	0	0.91	0.91
大阪市		0	0	0	0	0	0	0	0	0
大阪	国	0	0	0	0	0	6.40	0	0	6.40
香川		0	0	0	0	0	0	0	0	0
島根		0	0	0	0	0	0	0	0	0
北九州		0	0	0	0	0	0	0	1.56	1.56
平均		0	0	0	0	0	1.62	0	0.32	1.94
標準偏差		0	0	0	0	0	2.53	0	0.50	2.62

一日総摂取量については、山梨県が最も高い値を示した。

以上の結果を総括すると、各機関のPEの一日総摂取量の平均値は1.94mgで、第6群(砂糖類、菓子類)の寄

与率は約84%であった。

山梨6群及び大阪国6群についてGC-MSで分析した結果、いずれもPEと確認された。標準及び検体のマススペクトルを図3に示す。

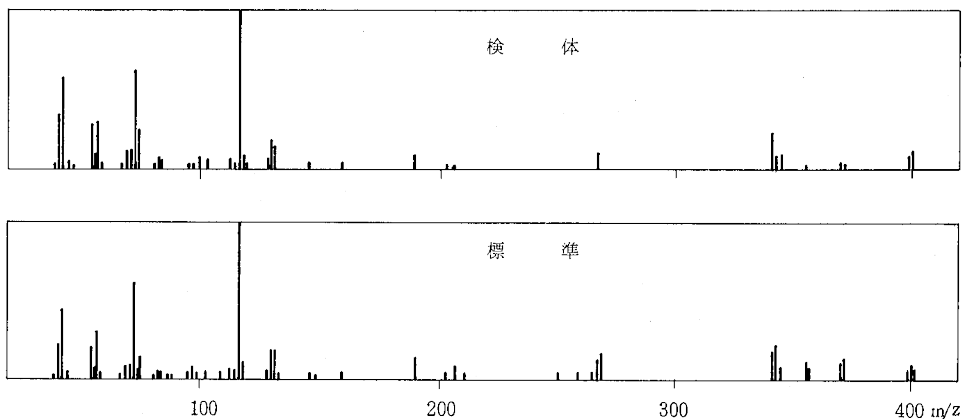


図3 プロピレングリコール脂肪酸エステルのマススペクトル

2. ソルビタン脂肪酸エステル(以下SEとする)

各分担研究機関の試料について、乳化剤の分析法に従

って操作し、試料中のSE含量を求めた結果は表5に示す通りである。その結果、SEは第1群～第8群すべて

表5 ソルビタン脂肪酸エステルの機関
食品群別摂取量(μg/g)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群
札幌	幌台	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
仙台	台試	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
国衛	試京	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
東京	京梨	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
山梨	梨野	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
長野	野古	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
名古屋	古屋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大阪	市国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大阪	国川	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
香川	川根	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
島根	根州	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
北九州	州	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
平均		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND<50μg/g

表6 ソルビタン脂肪酸エステルの機関
食品群別摂取量(mg)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	摂取量
札幌	幌台	0	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台	台試	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国衛	試京	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京	京梨	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山梨	梨野	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長野	野古	0	0	0	0	0	0	0	0	0
名古屋	古屋	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大阪	市国	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大阪	国川	0	0	0	0	0	0	0	0	0
香川	川根	0	0	0	0	0	0	0	0	0
島根	根州	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北九州	州	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均		0	0	0	0	0	0	0	0	0
標準偏差		0	0	0	0	0	0	0	0	0

の試料から検出されなかった。

以上の測定結果に基づき、SEの一日総摂取量は表6に示すように0mgであった。

3. ショ糖脂肪酸エステル(以下SuEとする)

各分担研究機関の試料について、乳化剤の分析法に従

って操作し、試料中のSuE含量を求めた結果は表7に示す通りである。その結果、SuEは第1群～第8群すべての試料から検出されなかった。

以上の測定結果に基づき、SuEの一日総摂取量は表8に示すように0mgであった。

表7 ショ糖脂肪酸エステルの機関、食品群別含有量(μg/g)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群
札幌	幌	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
仙台	台	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
国衛	試	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
東京	京	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
山梨	梨	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
長野	野	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
名古屋	屋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大阪	市	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大阪	国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
香川	川	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
島根	根	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
北九州	州	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
平均		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND<50μg/g

表8 ショ糖脂肪酸エステルの機関、食品群別摂取量(mg)

機関名	食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	摂取量
札幌	幌	0	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台	台	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国衛	試	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京	京	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山梨	梨	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長野	野	0	0	0	0	0	0	0	0	0
名古屋	屋	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大阪	市	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大阪	国	0	0	0	0	0	0	0	0	0
香川	川	0	0	0	0	0	0	0	0	0
島根	根	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北九州	州	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均		0	0	0	0	0	0	0	0	0
標準偏差		0	0	0	0	0	0	0	0	0

IV 結 論

食品添加物の一日摂取量に関する研究について、本年度は食品中に常在成分として含まれない添加物としてのプロピレングリコール脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル及びショ糖脂肪酸エステルにつき、加工食品を用いて調製した試料の調査を行った。調査に用いた試料は、12分担研究機関において調製した食品の混合物、第1～8群の計96試料である。PE、SE及びSuEの分析法はGC法によった。

試料中のPE含量はND～139.8μg/gで8.3%の試料からPEが検出された。PEの一日総摂取量は0～7.62mgで、平均1.94mgであった。試料中のSE含量はすべて

NDであった。SEの一日総摂取量は0mgであった。試料中のSuE含量はすべてNDであった。SuEの一日総摂取量は0mgであった。

今回の調査の一日総乳化剤摂取量は1.94mgで、昭和59年に国立衛生試験所大阪支所が行った1.0mgのほぼ2倍の摂取量であった。

乳化剤は、単独で使用者されるよりも他の乳化剤と組み合わせ使用される場合が多いと言われているが、今回PEだけが検出された。この理由はSE及びSuEの検出限界が高いため、含有されていても検出されないためと思われる。SE及びSuEの正確な摂取量調査のためには、より高感度な分析法の開発が必要と考えられる。

貴重な調査試料を提供していただいた大内格之(札幌

市衛生研究所), 加藤丈夫(仙台市衛生試験所), 神蔵美枝子(国立衛生試験所), 西島基弘(東京都立衛生研究所), 深沢喜延(山梨県衛生公害研究所), 林 弘道(長野県衛生公害研究所), 坂部美雄(名古屋市衛生研究所), 伊藤誉志男(国立衛生試験所大阪支所), 佐々木清司(大阪市立環境科学研究所), 後藤宗彦(島根県衛生公害研究所), 一色賢司(北九州市環境衛生研究所)の諸氏に感謝します。

文 献

- 1) 厚生省環境衛生局食品化学課編：食品添加物の一日摂取量調査に関する研究(昭和59年度)
- 2) 四方田千佳子, 豊田正武, 伊藤誉志男：食品中の各種乳化剤の分析法, 食品衛生学雑誌, 27, 37~43 (1986)