

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

食品添加物の安全性確保のための研究

平成 28 年度分担研究報告書

マーケットバスケット方式による香料の摂取量調査の検討

研究分担者 久保田浩樹 国立医薬品食品衛生研究所食品添加物部主任研究官

研究要旨 我が国の流通食品における香料摂取量の実態を明らかにするため、マーケットバスケット（MB）方式による香料の一日摂取量調査について検討を行った。エステル系香料を対象に、MB 混合試料に含まれる各種エステル系香料の含有量を DHS-GC/MS を用いて分析し、20 歳以上の喫食量をもとに一日摂取量を推定した。

MB 方式による香料の一日摂取量は、酢酸エチルが最も高く、1.896 mg/人/日であり、その他の香料はプロピオン酸エチル 0.050 mg/人/日、酢酸プロピル 0.041 mg/人/日、酪酸エチル 0.125 mg/人/日、2-メチル酪酸エチル 0.025 mg/人/日、酢酸ブチル 0.047 mg/人/日、酢酸イソアミル 0.150 mg/人/日であった。

FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会（JECFA）において一日摂取許容量（ADI）が定められている香料について、ADI（mg/kg 体重/日）に対する体重あたりの一日摂取量（mg/kg 体重/日）の割合（対 ADI 比）を求めたところ、対 ADI 比が最も高かったのは酢酸エチルの 0.14%であった。その他の香料は酪酸エチル 0.01%、酢酸イソアミル 0.05%であり、いずれの香料も ADI を大きく下回ることが確かめられた。

研究協力者

寺見祥子 国立医薬品食品衛生研究所

佐野 誠 国立医薬品食品衛生研究所

A. 研究目的

食品添加物の安全性評価において一日摂取許容量（以下 ADI, mg/kg 体重/日）が設定された化合物については、当該食品添加物の一日摂取量が ADI 以下であれば健康への影響はないとみなされる。そのため、日常の食事を介して摂取される食品添加物の一日摂取量を推定し、ADI が設定されているものについてはその範囲内にあるかを確認することは、食の安全性を確保する上で重要なことで

ある。我が国では食品添加物の摂取量を把握するため、市販食品を 7 つの食品群に分けて混合し、この混合試料中に含まれる食品添加物を定量し、その結果に国民の平均的な各食品群の食品喫食量を乗じて摂取量を求める、マーケットバスケット（MB）方式による一日摂取量調査が実施されている<sup>1-2)</sup>。また、同時に厚生労働科学研究において、食品添加物の生産・流通統計量からの一日摂取量推計が行われている<sup>3)</sup>。

香料については、種々の香料化合物を微量ずつ混和した香料製剤を用いて食品に使用されており、食品香料の摂取量を正確に予測することが難しいことから、国際的に様々な摂

取量推計法より検討が進められている。JECFA では、MSDI (Maximized Survey-Derived Intake) 法や SPET (Single Portion Exposure Technique) 法を採用しており、EFSA (欧州食品安全機関) では、MSDI 法や APET (Added Portions Exposure Technique) 法を採用し、香料の評価が行われている。また、我が国では、食品安全委員会において MSDI 法により摂取量を推定し、香料の安全性評価が行われており、また、食品香料化合物の使用量による一日摂取量調査が行われている。

MSDI 法は、ある地域で 1 年間に使用された食品香料物質は、その地域の 10% の人口が均等に消費したと仮定し、香料の年間生産量を人口の 10% 及び補正係数で割ることによる推計される。SPET 法は、ある香料を含む食品を 1 品のみ毎日 1 食分食べると考えて想定される摂取量の推計法であり、コーデックス食品添加物一般基準 (GSFA) の食品分類のうち、ある香料を添加される可能性があるすべての食品分類を特定し、その各食品分類への香料の標準添加率をその食品分類の portion size (単一食品の標準的な 1 食分の喫食量) に掛け合わせ、その中で最も高い値を摂取量とする推計法である。APET 法は、SPET 法と同様に食品分類毎の食品喫食量と香料の添加率を用いるが、元の食品に含まれる香料の含有量も添加率に加えており、また、飲料とその他の食品の摂取量の最大値を合計する方法である。

これらの摂取量推計法は、香料の生産段階における使用量又は添加率と食品の喫食量から求める推計法であり、食品製造段階で使用される使用量を用いて想定される最大摂取量を推計する手法として有効な手法であるが、

実際に流通している食品中の香料の含有量から平均的な一日摂取量を推計した報告は見当たらない。

分析技術の発展にともない、固相マイクロ抽出法や、スターバー抽出法、ダイナミックヘッドスペース (DHS) 法を GC/MS と連携させることにより、食品に含まれる微量の揮発性成分を高感度かつ選択的に分析することが可能になっている。これらの分析法は、食品に含まれる香料成分の分析にも有効であり、多くの報告がある<sup>46)</sup>。

今回、流通する食品中からの香料化合物の摂取量を明らかにするため、MB 方式による香料の一日摂取量の推計を検討した。今年度はエステル系香料を対象に、DHS-GC/MS を用いて MB 方式による混合試料の分析を行い、20 歳以上の食品の喫食量から各種香料の一日摂取量の推計を行った。

また、MB 方式による香料の摂取量調査手法について、従来の生産・流通方式による一日摂取量調査結果と比較し、MB 方式の有用性について検証を行った。

## B. 研究方法

### 1) 調査食品

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<sup>7)</sup> (平成 23 年 1 月 28 日) (独立行政法人 国立健康・栄養研究所) の調査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に従い、7 食品群 189 食品を購入した。ただし、一日喫食量が多く、食品添加物の使用頻度の高い食品については、一つの食品に対し原則として異なる企業の 2~3 製品を購入することとし、実際には 286 製品を購入した。

## 2) MB方式調査用加工食品群試料 (MB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、20歳以上の一日喫食量をもとに採取し、1群はそのまま、2～7群は等量の水を加え、それぞれ均質磨砕した。これをMB方式調査用加工食品群試料(MB試料)とした。この試料はポリエチレン容器に分注し、-20℃以下の冷凍庫にて冷凍状態で保存した。分析前に室温状態にて解凍し、実験に使用した。

## 3) 試薬

酢酸エチル、酢酸ブチル、プロピオン酸エチル、酪酸エチルは和光純薬の試薬特級を用いた。酢酸イソアミル、酢酸プロピル、2-メチル酪酸エチルは東京化成の試薬特級を用いた。酢酸-d3エチル、酪酸-4,4,4-d3エチル、酪酸-d3 3-メチルブチル-d3は、CDN Isotopeの試薬を用いた。塩化ナトリウムは和光純薬工業(株)製の水質試験用、その他は、試薬特級を用いた。

## 4) 香料混合標準原液の調製

酢酸イソアミル、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸プロピル、プロピオン酸エチル、2-メチル酪酸エチル、酪酸エチル 各 0.10 g を少量のメタノールを入れた別々のメスフラスコ 100 mL に採取し、メタノールを加えて全量を 100 mL とし、香料標準原液とした(濃度 1 mg/mL)。酢酸エチル標準原液 20 mL 及びその他の香料標準原液の各 10 mL を少量のメタノールを入れたメスフラスコ 100 mL に採取し、メタノールを入れて全量 100 mL とし、香料混合標準原液とした(濃度 酢酸エチル 200 µg/mL, その他香料 100 µg/mL)。

これらの溶液は冷蔵庫にて保管した。

## 5) 内部標準原液の調製

酪酸-4,4,4-d3エチル及び酪酸-d3 3-メチルブチル-d3 0.05 g を少量のメタノールを入れた別々のメスフラスコ 50 mL に採取し、メタノールを加えて全量を 50 mL とした(濃度 1 mg/mL)。この溶液各 10 mL を少量のメタノールを入れたメスフラスコ 100 mL に採取し、メタノールを入れて全量 100 mL とし、内部標準原液とした(濃度 100 µg/mL)。これらの溶液は冷蔵庫にて保管した。

## 6) 検量線標準溶液の調製

7本の少量のメタノールを入れた 10 mL のメスフラスコに、内部標準原液 1 mL ずつを正確に採り、香料標準原液 0, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2.5 又は 5 mL を正確に加え、メタノールを加えて正確に 10 mL とし、検量線用標準原液とした。VOA バイアルに攪拌子、塩化ナトリウム 5 g 及び水 10 mL を採り、次いでマイクロシリンジを使用して検量線用標準原液を 10 µL 注入し、直ちにキャップで密封し、検量線用標準溶液とした。

## 7) 器具及び装置

DHS システムとして Teledyne Tekmar 製のページ&トラップ装置 AQUA PT5000J Plus 及びオートサンプラー SOLATek72 を用いた。SOLATek72 のサンプルニードルには、DHS 分析用に短く成型された長さ 4.8cm のニードル(ジーエルサイエンス製)を使用した。GC/MS は島津製作所製の GCMS-QP2010 を用いた。

試験液のバイアルは I-CHEM 製の EPA 規格に準拠した VOA バイアル(テフロンライナ

ー／シリコンセプタムを装着したキャップ付)を用いた。なお、バイアルは100℃で3時間加熱後、放冷し、バイアル内部及びセプタムを窒素パージ処理した後、分析に使用した。

#### 8) DHS-GC/MS 測定条件

DHS 側条件 サンプルカップ温度：80℃、サンプルニードル温度：80℃、バルブオープン及びトランスファーライン温度：125℃、パージ時間：8 min、パージ流量：40 mL/min、ドライパージ時間：5 min、デソープ時間：6 min、デソープ温度：220℃、ベーク時間：15 min、ベーク温度：230℃、スターラー攪拌：弱回転、クライオフォーカス：なし

GC/MS 側条件 カラム：Stabilwax 60 m × 0.32 mm I.D. 膜厚 0.5 μm、カラム温度：40℃ (1 min)→3℃/min→70℃(5 min)→20℃/min →250℃、注入口温度：200℃、インターフェース温度：230℃、イオン化法：EI、イオン化電圧：70 eV、測定モード：SIM、測定質量数：酢酸イソアミル  $m/z$  87, 酢酸エチル  $m/z$  88, 酢酸ブチル  $m/z$  73, 酢酸プロピル  $m/z$  61, プロピオン酸エチル  $m/z$  102, 2-メチル酪酸エチル  $m/z$  102, 酪酸エチル  $m/z$  116, 酢酸-d3 エチル  $m/z$  91, 酪酸-4,4,4-d3 エチル  $m/z$  119, 酪酸-d3-3-メチルブチル  $m/z$  90。

#### 9) DHS-GC/MS 用試験溶液の調製

MB 試料約 1.0 g を 40 mL の VOA バイアルに量り採り、攪拌子、塩化ナトリウム 5 g 及び水 10 mL を加え、次いでマイクロシリンジを使用して内部標準溶液を 10 μL 注入し、直ちにキャップで密封した後、マグネチックスターラーでバイアル中の試料を良く攪拌し、DHS-GC/MS 用試験溶液とした。

(倫理面への配慮)

本研究は、倫理面にかかわる事項はない。

### C. 研究結果及び考察

#### 10) 分析条件の検討

国内において使用量が多い 10 種のエステル系香料を対象に、DHS-GC/MS を用いた分析の検討を行った。検討対象とした香料化合物を表 1 に示した。各香料を混合した検量線標準溶液を DHS-GC/MS により分析した時の GC/MS クロマトグラムを図 1、スキャンモードにおける各香料のマススペクトルを図 2 に示した。カラムとして Stabilwax を用い DHS-GC/MS で分析したところ、酢酸エチル、プロピオン酸エチル、酢酸プロピル、酪酸エチル、2-メチル酪酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソアミル、酢酸ヘキシルが、この順序で 20 分までに溶出した。酪酸エチル及び酪酸イソアミルは、内部標準物質として同時に添加した、酪酸-4,4,4-d3 エチル及び酪酸-d3 3-メチルブチル (酢酸-d3 イソアミル) と分離せずに検出されたが、測定質量数を選択することで、それぞれ別々のピークとして検出できた。

検討対象とした化合物のうち、アントラニル酸メチル及びアセト酢酸エチルは、今回の分析条件では検出できなかった。これら化合物は、検出された香料化合物に比べて蒸気圧が低く、試料を含む液相から気相中へ十分に移行できず不検出なつたと考えられた。また、酢酸ヘキシルはピークが検出されたが、分析精度の変動が大きく、定量不能とした。本分析法は揮発性の高い香料分析には有効な分析法であるが、揮発性が低く、試料中に残存しやすい香料の分析については、試験法の改良が必要と考えられた。このため、本研究で

は最終的に酢酸エチル、プロピオン酸エチル、酢酸プロピル、酪酸エチル、2-メチル酪酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソアミル、計7種の化合物を対象とし試験を実施した。

測定対象とした7種の化合物について検量線の直線性の検討を行った。酢酸エチルは0.02~1 µg/g, その他の香料は0.01~0.5 µg/gの範囲で良好な直線性 ( $R^2=0.997\sim0.999$ ) を示し、定量限界は、酢酸エチル0.02 µg/g, その他の香料0.01 µg/gであった。また、MB1群試料に対して検量線標準原液を無添加あるいは試料中に50 ng/gとなるように添加し、試料調製した試験溶液のクロマトグラフを図3に示した。検量線標準溶液を添加したMB1群試料の試験溶液では、各香料の保持時間にピークが検出された。これらのピークはスキャンモードによるマスペクトル解析により、各香料のマスペクトルと一致することが確認できた。また、無添加試料の試験溶液において、酢酸エチル、プロピオン酸エチル、酢酸イソアミルが検出したが、これらも各香料のマスペクトルと一致しており、MB1群試料に対象香料が含まれていることが確認できた。本分析法を用いることで、対象香料を選択的に検出できるとともに、スキャンモードによるマスペクトル解析により容易に定性分析できることが確かめられた。

#### 11) 添加回収試験

酢酸エチルをMB試料に100 ng/g又は500 ng/g, その他の香料はMB試料に50 ng/g又は250 ng/gとなるように添加し、添加回収試験を実施した(表2-1及び表2-2)。なお、酢酸エチルは、無添加試料に酢酸エチルが多く含まれていたため、酢酸- $d_3$  エチルを用いて添加回収試験を実施した。

酢酸- $d_3$  エチルは500 ng/g添加において、2群及び3群の回収率が70%をやや下回ったが、1群、4~7群の回収率は75.8~114.0%の良い回収率を示した。プロピオン酸エチル及び酢酸プロピルも2群及び3群の回収率が70%以下となった。50 ng/g添加のプロピオン酸エチル及び酪酸エチルにおいて5群の回収率が200%以上であったが、これは5群試料にプロピオン酸エチル及び酪酸エチルが含まれていたためであり、250 µg/gを添加した5群試料では、プロピオン酸エチルと酪酸エチルの回収率はそれぞれ120.8%と103.1%に改善した。また、4群添加の酢酸ブチルの回収率が50%以下となった。これはマトリクスの影響により回収率が著しく低下したと考えられ、今回は参考値として求めた。今回測定対象とする香料は、一部回収率が70%以下となったが、FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会(JECFA)においてADIが設定されている、酪酸エチル、酢酸イソアミルについては、同位体を用いた内部標準法を採用することで、250 ng/g添加では、酪酸エチル93.6~113.0%, 酢酸イソアミル87.4~97.8%の良い回収率が得られた。

#### 12) MB方式による一日摂取量の推計

MB方式による香料の一日摂取量の調査結果を表3に示した。今回MB方式により調査したエステル系香料のうち、最も一日摂取量が多かったのは酢酸エチル1.896 mg/人/日であり、その他の香料はプロピオン酸エチル0.050 mg/人/日、酢酸プロピル0.041 mg/人/日、酪酸エチル0.125 mg/人/日、2-メチル酪酸エチル0.025 mg/人/日、酢酸ブチル0.047 mg/人/日、酢酸イソアミル0.150 mg/人/日であった。酢酸エチルは全ての食品群から検出

された。特に 1 群調味嗜好飲料, 5 群油脂類・乳類, 6 群砂糖類・菓子類, 7 群果実類・野菜類・海藻類に多く含まれていた。酢酸エチルは食品成分としてワイン等に含まるとの報告があり<sup>8)</sup>, 天然由来の食品成分と添加香料の合計量と考えられた。その他の香料の一日摂取量は, 主に 1 群, 5 群及び 6 群 試料に含まれていたが, 酢酸エチルに比べて少ない量であった。

平成 24 年度厚生労働科学研究における食品香料化合物の使用量及び摂取量に関わる調査研究<sup>9)</sup>では, 酢酸エチル 18.444 mg/人/日, プロピオン酸エチル 9.273 mg/人/日, 酢酸プロピル 2.006 mg/人/日, 酪酸エチル 1.299 mg/人/日, 2-メチル酪酸エチル 2.305 mg/人/日, 酢酸ブチル 4.176 mg/人/日, 酢酸イソアミル 1.102 mg/人/日と推計されており, 今回の調査結果は, 使用量による摂取量推計の結果より低い結果となった。一般に生産量或使用量に基づく推計では生産・流通や食品廃棄によるロスも含まれるため摂取量が多く推計される傾向があり, MB 方式による一日摂取量が低くなったと考えられた。

### 13) 一日摂取量の ADI との比較

FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会 (JECFA) で ADI (mg/kg 体重/日) が定められている食品添加物について, ADI (mg/kg 体重/日) に対する体重あたりの一日摂取量 (mg/kg 体重/日) の割合 (対 ADI 比) を求めた。体重あたりの一日摂取量 (mg/kg 体重/日) は, 一人あたりの一日摂取量 (mg/人/日) を国民全体の平均体重 (55.1 kg) で割って求めた (表 4)。なお, 酢酸ブチル, 酢酸プロピル, プロピオン酸エチル, 2-メチル酪酸エチルに関しては, JECFA において

「Acceptable」と評価しているため, 算定から除外した。

ADI が設定されている酢酸イソアミル (0-25 mg/kg 体重/日), 酢酸エチル (0-15 mg/kg 体重/日), 酪酸ブチル (0-3 mg/kg 体重/日) について対 ADI 比を求めたところ, 対 ADI 比が最も高かった香料は酢酸エチルの 0.14%であり, 酪酸ブチルは 0.01%, 酢酸イソアミル 0.05%であった。いずれも ADI を大きく下回っていた。

## D. 結論

流通食品における香料の摂取量の実態を明らかにするため, マーケットバスケット (MB) 方式による香料の一日摂取量調査について検討を行った。エステル系香料を対象に DHS-GC/MS を用いて分析したところ, 一部の揮発性の低い香料において測定不能となったが, 揮発性の高い酢酸エチル, 酪酸エチル, 酢酸イソアミルについては概ね良い分析精度が得られた。

MB 方式による香料の一日摂取量は, 酢酸エチルが最も高く, 1.896 mg/人/日であり, 酪酸エチル 0.047 mg/人/日, 酢酸イソアミル 0.086 mg/人/日であった。また, 対 ADI 比が最も高かったのは, 酢酸エチル 0.14%であり, その他の香料は酪酸エチル 0.01%, 酢酸イソアミル 0.05%であった。いずれの香料も ADI を大きく下回ることが確かめられた。

MB 方式による一日摂取量推計では, 流通する食品を食品喫食量リストに基づき購入し, 分析する必要があるため, 分析調査可能な香料の種類や数に制約があり, 現在流通する様々な香料をまとめて調査するのは難しい。しかしながら, 天然由来の食品成分に含む平均的な香料の一日摂取量調査結果が得られ,

従来の摂取量推計法では新しい知見を得ることができた。このため、従来の香料の一日摂取量評価手法を補完する役割を果し、今後の食品衛生の向上することが期待される。

#### E. 研究発表

なし

#### F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

#### G. 参考論文

- 1) 四方田千佳子, マーケットバスケット方式による甘味料及び保存料等の摂取量調査, JAFAN, 24(6), 299-310, (2005)
- 2) 河崎裕美他：食品化学学会誌, 2011, 18,

150-162

- 3) 平成 24 年度厚生労働科学研究報告書「食品添加物の規格の向上及び摂取量推定等に関する研究」
- 4) O., Pinho: J. Chromatography A, 2006, 1121, 145-153
- 5) Darren J. Caven-Quantrilla: J. Chromatography A, 2011, 1218, 875-881
- 6) C., Bicchi: J. Chromatography A, 2004, 1024, 217-226
- 7) 西 信雄：独立行政法人 国立健康・栄養研究摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書, 2012
- 8) J.J. Rodríguez-Bencomo: J. Chromatography A, 2002, 963, 213-223

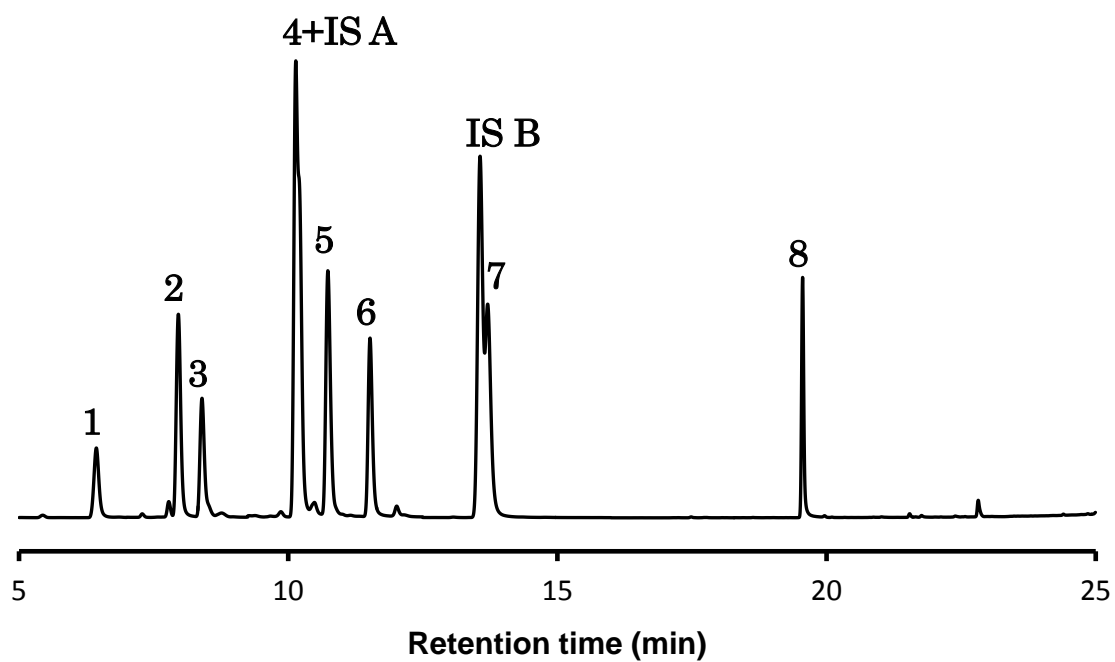


図 1. 検量線標準溶液 (5 ng/mL) の GC/MS クロマトグラム

1: 酢酸エチル, 2: プロピオン酸エチル, 3: 酢酸プロピル, 4: 酪酸エチル, 5: 2-メチル酪酸エチル, 6: 酢酸ブチル, 7: 酢酸イソアミル, 8: 酢酸ヘキシル, IS A: 酪酸エチル- $d_3$ , IS B: 酢酸- $d_3$  イソアミル



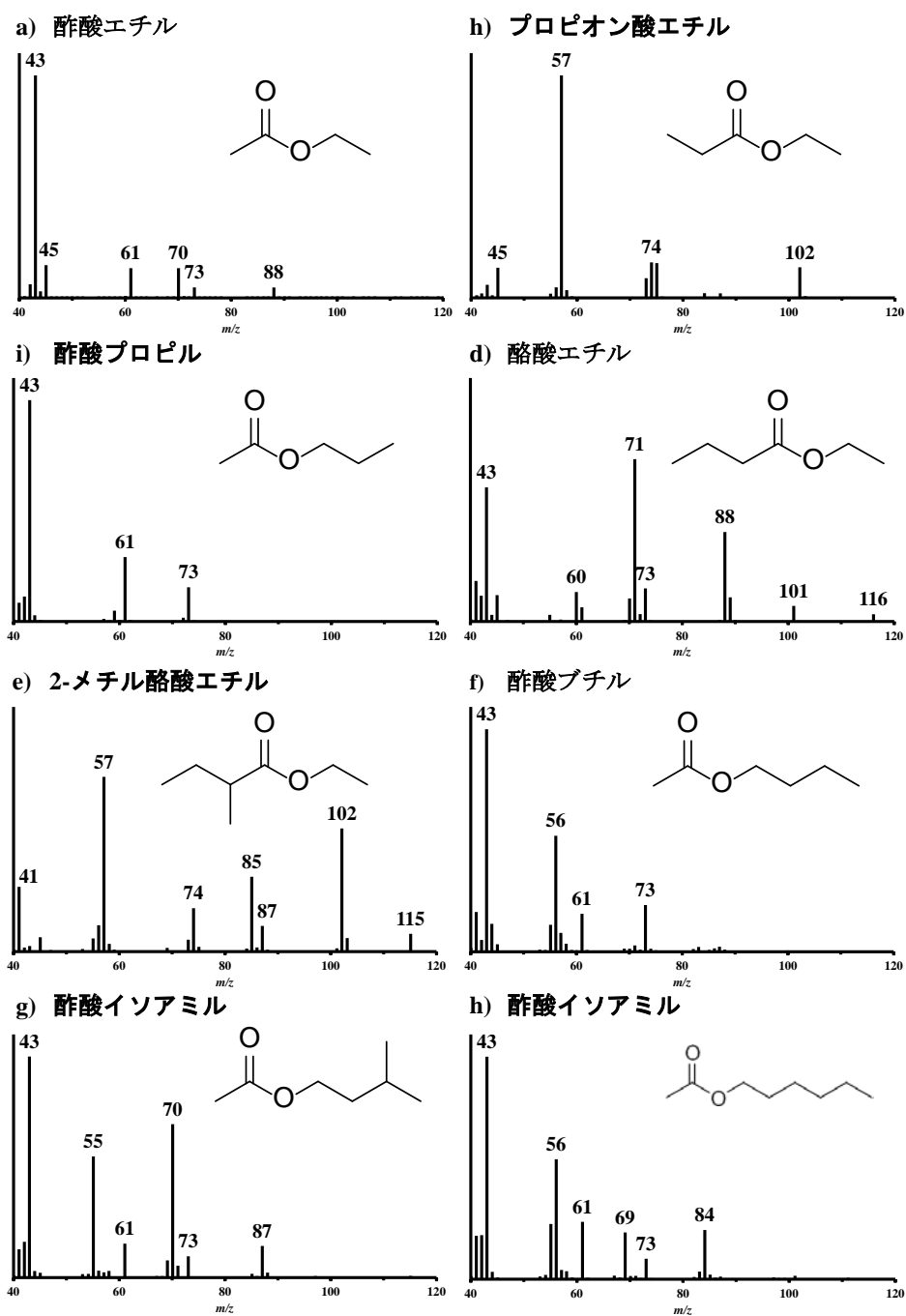


図 2. エステル系香料化合物のマススペクトル

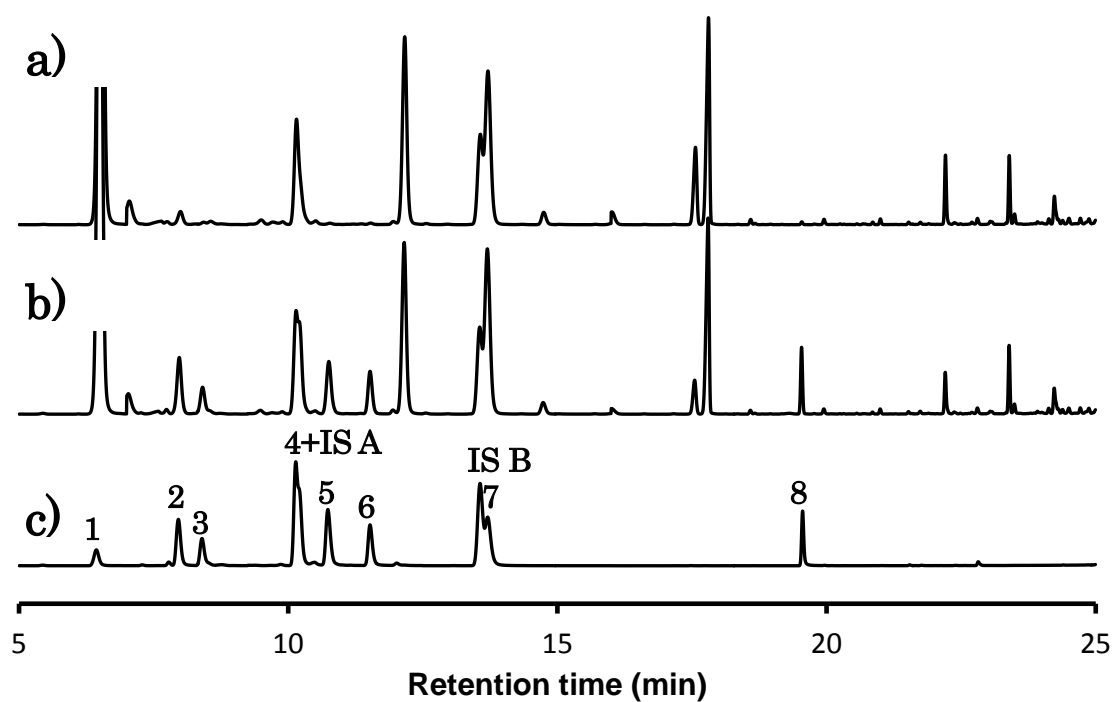


図 3. 5 ng/mL 検量線標準溶液及び MB 試験溶液の GC/MS クロマトグラム a) MB 1 群試料無添加試験溶液, b) MB 1 群試料 50 ng/g 添加試験溶液, c) 5 ng/mL 検量線標準溶液

1: 酢酸エチル, 2: プロピオン酸エチル, 3: 酢酸プロピル, 4: 酪酸エチル, 5: 2-メチル酪酸エチル, 6: 酢酸ブチル, 7: 酢酸イソアミル, 8: 酢酸ヘキシル, IS A: 酪酸エチル- $d_3$ , IS B: 酢酸- $d_3$ イソアミル

表1. 検討対象としたエステル系香料化合物

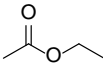
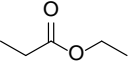
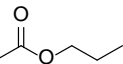
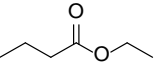
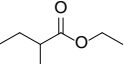
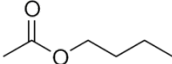
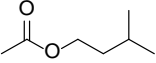
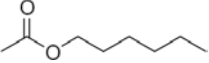

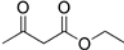
No.	品目名	CAS No	香料分類	構造式	JECFA評価 ADI (mg/kg体重)
1	酢酸エチル	141-78-6	個別指定品目		0-25 mg/kg bw
2	プロピオン酸エチル	105-37-3	個別指定品目		ACCEPTABLE
3	酢酸プロピル	109-60-4	エステル類		ACCEPTABLE
4	酪酸エチル	105-54-4	個別指定品目		0-15 mg/kg bw
5	2-メチル酪酸エチル	7452-79-1	エステル類		ACCEPTABLE
6	酢酸ブチル	123-86-4	個別指定品目		ACCEPTABLE
7	酢酸イソアミル	123-92-2	個別指定品目		0-3 mg/kg bw
8	酢酸ヘキシル	142-92-7	エステル類		ACCEPTABLE
9	アントラニル酸メチル	134-20-3	個別指定品目		ACCEPTABLE
10	アセト酢酸エチル	141-97-9	個別指定品目		ACCEPTABLE

表2-1. マーケットバスケット試料の食品群別 エステル系香料の添加回収率(酢酸エチル 100 ng/g, その他香料 50 ng/g添加)

No.	化合物名	Sample group													
		1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群	
		mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	酢酸-d3 エチル <sup>*2</sup>	70.1 ± 14.2		75.5 ± 3.5		73.6 ± 3.8		94.1 ± 14.9		105.4 ± 2.4		73.7 ± 1.5		77.4 ± 3.6	
2	プロピオン酸エチル <sup>*3</sup>	65.0 ± 15.7		53.8 ± 2.6		48.2 ± 3.3		86.4 ± 13.7		203.8 ± 5.8		69.8 ± 4.0		74.6 ± 3.6	
3	酢酸プロピル <sup>*3</sup>	66.7 ± 13.9		48.4 ± 1.7		48.1 ± 2.9		71.4 ± 10.0		98.5 ± 5.0		62.4 ± 1.2		74.4 ± 3.4	
4	酪酸エチル <sup>*3</sup>	94.4 ± 0.6		97.4 ± 1.5		97.1 ± 0.5		97.8 ± 0.9		210.6 ± 78.2		86.9 ± 3.3		93.4 ± 0.5	
5	2-メチル酪酸エチル <sup>*3</sup>	94.6 ± 3.1		84.6 ± 1.2		71.4 ± 2.2		93.8 ± 4.0		101.0 ± 13.6		86.7 ± 1.0		96.7 ± 1.6	
6	酢酸ブチル <sup>*3</sup>	84.7 ± 1.6		76.2 ± 9.1		94.8 ± 0.8		49.8 ± 3.7		96.0 ± 1.5		92.5 ± 1.0		92.9 ± 0.6	
7	酢酸イソアミル <sup>*3</sup>	81.5 ± 4.2		92.0 ± 0.6		92.4 ± 0.5		84.5 ± 4.3		93.3 ± 3.0		94.2 ± 1.9		91.1 ± 0.5	

\*1: The analyses were replicated five times

\*2: d3-Ethyl acetate was fortified to the sample at 100 ng/g.

\*3: Each flavor compounds was fortified to the sample at 50 ng/g.

表2-2. マーケットバスケット試料の食品群別 エステル系香料の添加回収率(酢酸エチル 500 ng/g, その他香料 250 ng/g添加)

No.	化合物名	Sample group													
		1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群	
		mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD	mean <sup>*1</sup>	SD
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	酢酸-d3 エチル <sup>*2</sup>	78.6 ±	4.9	68.8 ±	1.6	65.6 ±	3.8	88.5 ±	10.4	114.0 ±	9.0	75.8 ±	4.2	86.9 ±	4.3
2	プロピオン酸エチル <sup>*3</sup>	74.3 ±	5.3	63.4 ±	1.6	52.4 ±	3.3	78.2 ±	9.0	120.8 ±	11.8	68.9 ±	5.1	86.0 ±	4.3
3	酢酸プロピル <sup>*3</sup>	75.3 ±	5.4	51.5 ±	1.7	52.1 ±	2.9	60.7 ±	7.9	103.1 ±	6.7	65.2 ±	3.2	85.3 ±	4.5
4	酪酸エチル <sup>*3</sup>	100.0 ±	0.6	97.9 ±	0.8	99.0 ±	1.2	98.2 ±	0.9	113.0 ±	6.3	93.6 ±	1.0	94.6 ±	0.8
5	2-メチル酪酸エチル <sup>*3</sup>	92.4 ±	3.5	85.0 ±	1.7	71.3 ±	0.8	97.9 ±	3.4	71.1 ±	2.2	88.0 ±	2.2	95.5 ±	1.2
6	酢酸ブチル <sup>*3</sup>	80.4 ±	11.2	73.7 ±	2.6	93.8 ±	8.9	33.0 ±	2.3	95.8 ±	0.6	93.4 ±	0.8	93.8 ±	1.0
7	酢酸イソアミル <sup>*3</sup>	93.6 ±	2.4	97.6 ±	0.3	97.7 ±	0.6	87.4 ±	16.5	96.8 ±	0.3	97.8 ±	0.7	97.2 ±	0.2

\*1: The analyses were replicated five times

\*2: d3-Ethyl acetate was fortified to the sample at 500 ng/g.

\*3: Each flavor compounds was fortified to the sample at 250 ng/g.

表3. マーケットバスケット方式による推定一日摂取量

単位: mg/人/日

No.	香料名	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	
1	酢酸エチル	1.506	0.024	0.073	0.032	0.062	0.140	0.058	1.896
2	プロピオン酸エチル	0.005	-	-	0.0002	0.009	0.001	-	0.016
3	酢酸プロピル	-	-	-	-	0.001	0.001	-	0.002
4	酪酸エチル	0.013	0.002	-	-	0.029	0.004	0.0001	0.047
5	2-メチル酪酸エチル	-	-	0.0002	-	0.005	0.001	-	0.006
6	酢酸ブチル	0.005	-	0.0002	-	0.000	0.001	-	0.007
7	酢酸イソアミル	0.067	-	0.001	-	0.013	0.004	0.00005	0.086

-: 混合群試料中の含有量が定量限界未満であったため摂取量が0mgとなるもの

表4. 一日摂取許容量(ADI)との比較

	食品添加物名	一日摂取量 (mg/人/日)	ADI (mg/kg体重/日)	一人当たりの	対ADI比 <sup>*2</sup> (%)
				一日摂取許容量 <sup>*1</sup> (mg/人/日)	
1	酢酸エチル	1.896	0 - 25	1377.5	0.14
2	プロピオン酸エチル	0.016	acceptable	-	-
3	酢酸プロピル	0.002	acceptable	-	-
4	酪酸エチル	0.047	0 - 15	827	0.01
5	2-メチル酪酸エチル	0.006	acceptable	-	-
6	酢酸ブチル	0.007	acceptable	-	-
7	酢酸イソアミル	0.086	0 - 3	165	0.05

<sup>\*1</sup>: ADIの上限×55.1 (国民全体の平均体重, kg)<sup>\*2</sup>: 対ADI比(%)=一日摂取量(mg/人/日)/ADI(mg/人/日)×100

