

厚生労働科学研究費補助金

食品の安心・安全確保推進研究事業

食品中の有害物質等の摂取量の調査及び  
評価に関する研究

平成21年度 総括・分担研究報告書

研究代表者

国立医薬品食品衛生研究所 松田りえ子

研究分担者

国立医薬品食品衛生研究所 松田りえ子

国立医薬品食品衛生研究所 渡邊 敬浩

国立医薬品食品衛生研究所 堤 智昭

国立保健医療科学院 杉山 英男

## 目 次

### I. 総括研究報告

- 食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究 ..... 1  
松田りえ子

### II. 分担研究報告

1. 日常食の汚染物摂取量及び汚染物モニタリング調査研究 ..... 13  
渡邊 敬浩
2. 摂取量調査の信頼性向上に関する研究 ..... 33  
渡邊 敬浩
3. 多環芳香族炭化水素の摂取量に関する研究 ..... 45  
堤 智昭
4. 食品中の放射性核種の摂取量調査・評価研究 ..... 65  
杉山 英男

- III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ..... 95

# 総括研究報告

食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究

松田 りえ子

食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究

総括研究報告書

研究代表者 松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所食品部長

研究要旨

本研究では、食品の安全性評価を目的として、広範囲の食品中に存在する有害物質に関するデータを収集した。また、トータルダイエツト試料を用いて、有機塩素系農薬、PCB、有害金属および放射性核種の摂取量を推定するとともに、乳児における摂取量調査方法についての検討を行った。また、今後の摂取量推定を目指して種々の食品中の芳香族炭化水素(PAHs)の分析方法の文献調査を行った。

汚染物モニタリング調査研究においては、全国 46 カ所での食品中汚染物検査データ 64 万件を収集し、食品中の汚染物の検出率、複数の汚染物による汚染状況を明らかにした。日常食の汚染物質摂取量調査研究においては、全国 10 カ所でトータルダイエツト試料を調製し、試料中の有害金属、塩素系農薬、有機リン系農薬、PCB の濃度を測定して、1 日当たりの摂取量を推定した。多くの試料において有機塩素系農薬、PCB は検出されず摂取量は非常に少なかったが、鉛・カドミウム等の金属は TDI の数十%程度の摂取量であった。摂取量が上昇傾向にある汚染物は見られなかった。

トータルダイエツト試料作成は国民健康・栄養調査に基づいて調製され、平均的な一日摂取量が得られるが、ハイリスクグループとされる集団についての評価はこれだけでは不十分である。乳児はハイリスクグループと考えられ、国民健康・栄養調査においても乳児の食品摂取量は調査されていない。本研究では、乳児の有害物質摂取量評価手法の確立を目的として、乳児の平均的な食事試料の作成を試み、作成した試料を用いて鉛摂取量を評価した。

放射性核種の摂取量調査研究では、全国 4 箇所で調製したトータルダイエツト試料を分析し、 $\gamma$  線放出核種 (人工および天然) ならびに  $\alpha$  線放出核種のポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) との摂取量を調査した。その結果、 $^{40}\text{K}$  と  $^{210}\text{Po}$  が被ばく線量に大きな比率を占めていた。諸外国に比べて  $^{210}\text{Po}$  の寄与が大きいことが特徴であった。

PAHs 分析法調査研究では、毒性が懸念される PAHs を網羅的に分析できる分析法の文献調査を行った。68 報を選定し、分析対象としている PAHs、対象食品、および分析方法について調査した。GC/MS/MS と安定同位体を使用した内標準法を組み合わせることで、

PAHs を高感度かつ高精度に分析する報告があり、食品中の PAHs 実態を把握するための分析法として有望と考えられた。

#### 研究分担者

松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所食品部長  
渡邊 敬浩 国立医薬品食品衛生研究所食品部第三室長  
堤 智昭 国立医薬品食品衛生研究所食品部主任研究官  
杉山 英男 国立保健医療科学院生活環境部室長

#### 研究目的

近年、種々の食品から鉛あるいは農薬のような有害物質が検出されるなど、種々の化学物質による食品の汚染、さらにヒトに対する曝露や、それに伴う健康影響に関する不安が国民の間に広がり、社会的関心が高まっている。これら化学物質のヒトへの曝露はその90%以上が食事を介していると考えられており、食品に含まれる有害化学物質の量とその分布状態を明らかにして食品の安全性を確保することは、食品衛生における基本課題である。本研究では、食品からの有害化学物質の摂取量を正確に把握し、リスク評価に資することを目的として4課題の研究を行った。

「日常食の汚染物質摂取量調査研究及びモニタリング調査研究」では、平均的な日本人の食事を再現したトータルダイエツト(TD)試料を用いて、有機塩素系農薬、PCB、有害金属等の汚染物の摂取量を推定し、ADIあるいはTDIが設定されている場合には、それらの値との比較を行った。さらに、多数の食品の分析データを収集することにより食品全体の汚染状況を評価した。この「日常食の汚染物質摂取量調査研究及びモニタリング調査研究」は、1977年から長期間継続して実施されており、食品の安全性を全体的に評価すると

ともに経年的な変化を把握することを目的としている。

「摂取量調査の信頼性向上に関する研究」では、乳児における、有害物質摂取量の推定方法を検討した。乳児は一般に有害化学物質への感受性が高く、ハイリスクグループと考えられるが、国民健康・栄養調査において乳児の食品摂取量は調査されておらず、乳児を対象としたTD試料を調製して有害物質の摂取量の評価を行えない状況である。本研究では、乳児の有害物質摂取量評価手法の確立を目的として、乳児の平均的な食事試料の作成を試み、作成した試料中の鉛濃度を測定し、乳児における鉛摂取量を評価した。

多環芳香族炭化水素(PAHs)は芳香環を二つ以上持つ炭化水素化合物の総称であり、ベンゾ[a]ピレンをはじめ、発ガン性の疑いがある物質が多く含まれている。人におけるPAHsの主たる曝露経路は食品摂取であるため、PAHsの食品汚染濃度を明らかにすることは食品の安全性を確保するために重要である。PAHsは多くの化合物からなるため、選定する分析法により測定対象となるPAHsが異なる。リスク評価のためには毒性が懸念されるPAHs、例えば欧州食品科学委員会(SCF)や食品添

加物専門家会議(JECFA)でモニタリングすべきと提案されている数十種の PAHs を網羅的に分析する必要がある。しかし JECFA 及び SCF が提案している PAHs を対象にした食品汚染調査は国内では殆ど無く、早急な汚染状況の把握が必要とされている。そこで PAHs の摂取量推定のための分析法確率を目的として、「多環芳香族炭化水素の摂取量に関する研究」を実施し、毒性が懸念される PAHs を網羅的に分析できる分析法の文献調査を行った。

放射性核種の摂取量調査研究では、放射性核種の 1 日摂取量ならびに曝露量(実効線量)に関する評価を行う事を目的として、TDS 中の  $\gamma$  線放出核種(人工および天然)ならびに  $\alpha$  線放出核種のポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) を分析し、摂取量並びに曝露量を推定した。

## 日常食の汚染物摂取量調査及び汚染物モニタリング調査

### 方法

日常食からの汚染物質摂取量を推定するため、日常食のモデルとしてマーケットバスケット方式による TD 試料を調製した。地域による食品摂取パターンの違いについて考慮することを目的に、全国 10 カ所の衛生研究所及び大学で TD 試料調製を行った。各地域における個々の食品の摂取量は、平成 14 年度～16 年度に行われた国民健康・栄養調査の結果を地域別に集計した結果の平均値とした。試料中の重金属、農薬等の汚染物質濃度を測定し、その結果得られた汚染物質の濃度と食品の摂取量から、1 日あたりの食事からの汚染物質摂取量を推定した。

汚染物モニタリング調査では全国 46 カ所の地方衛生研究所等から食品中の汚染物検査データ 642,686 件を収集した。あらかじめ入

力用のフォームを配布し、これに各機関が入力後返送する形式でデータを収集した。入力用フォームには、誤入力をチェックするプログラム(Microsoft Excel VBA)を含めておき、機関ごとに入力者があらかじめ誤入力をチェックした後に送付するよう指示することにより、無効なデータが入らないようにした。

国立医薬品食品衛生研究所食品部に送付されたデータは再度エラーチェックを行い集計した後、サーバー上に構築したデータベースに追加した。

### 結果および考察

過去5年の総HCH類摂取量平均値は2006年の0.064  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ が最も高く、今年度の0.016  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ は5年間で最も低い結果であった。例年と同じく、 $\beta$ 異性体の摂取量が最も大きかった。各異性体の検出頻度は、 $\alpha$ -HCHを検出した機関数が2、 $\beta$ -HCHを検出した機関数が3であり、 $\gamma$ -HCH及び $\delta$ -HCHを検出した機関はなかった。検出頻度が低いため、HCH類摂取量の中央値の多くは0であった。

2005年から2009年の間の総DDT摂取量は0.3  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ 付近でほぼ一定していた。本年度の平均は0.364  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ で、過去5年中では最も高くなった。異性体中では、 $p,p'$ -DDEの摂取量が最も高く、DDT類摂取量全体の50%程度を占めており、全ての機関で検出されていた。他の異性体( $p,p'$ -DDT,  $p,p'$ -DDD,  $o,p'$ -DDT)の摂取量は $p,p'$ -DDE摂取量の半分程度であり、検出頻度もやや低い。DDT類はHCH類に比較して検出頻度が高いため、中央値も0ではない値が得られている。

ディルドリン摂取量は2004年から2007年

にかけて減少傾向にあり、2009年度にはさらに減少した。一方、HCEは2008年に非常に低い摂取量となったが、2009年は以前のレベルと同程度になった。HCB摂取量は2007年から低い値が継続している。これらの有機塩素系農薬の検出頻度も50%以下となることが多く、中央値には0が多く見られる。

PCB 摂取量の平均値は2005年に1  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  に近い値を示したが、2006年以降本年度まで、0.5  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  付近の値が継続している。PCBの検出頻度は高いため、平均値と中央値は同程度の値となった。

有機リン系農薬中、マラチオンは1機関で検出されたのみ、MEPとダイアジノンはいずれも全ての機関で検出されなかった。例年、有機リン系農薬の検出頻度は低く、摂取量の中央値は5年間を通じて0  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  である。

鉛摂取量は過去5年間で最も低い18.2  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  となった。カドミウム摂取量は、5年間ほぼ横這いの状態である。水銀及びヒ素摂取量も5年間を通して大きな変化は見られていない。

ADIあるいはTDIに対する摂取量平均値の比は、HCH類、DDT類、他の有機塩素系農薬、有機リン系農薬、PCBでは1%以下であった。鉛の摂取量平均値の対TDI比は7%、カドミウムでは47%であり、有機塩素系あるいは有機リン系農薬に比較して非常に高い。水銀は有機水銀と無機水銀で毒性に差があり、メチル水銀としてのTDIは0.292  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$  (=14.6  $\mu\text{g}/\text{day}$ ) である。本年度の水銀摂取量平均値は8.0  $\mu\text{g}/\text{day}$  であり、これが全てメチル水銀であるとすれば、TDI比はかなり高い。正しいリスク評価のためには、メチル水銀と無機水銀を個別に評価することが必要である。逆にヒ素では無機ヒ素に15  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{week}$ (107  $\mu\text{g}/\text{day}$ )の

PTWIが設定されている。食品からのヒ素摂取が全て無機ヒ素であれば摂取量はPTWIを上回っていることになり、ヒ素においても水銀と同様に、有機ヒ素と無機ヒ素の個別の評価が必要である。

HCH類は魚介類、肉類のみから摂取されていた。DDT類は魚介類、肉類、乳製品からの摂取が多く、野菜や油脂の群からも少量摂取されていた。ディルドリンは魚介類および肉類からの摂取が主であるが、他に豆類からも摂取されている。一方、HCEは大部分が野菜から摂取され、魚介および肉類からの摂取は僅かである。HCBは魚介類からのみ摂取されており、HCH類及びDDT類と似た傾向であった。HCH類、DDT類、ディルドリン、HCE、HCBは有機塩素系農薬であり、脂肪における蓄積性が高いことから魚介・肉における摂取量が多いが、HCEは土壌への残留性も高いことから、摂取パターンに差が現れたと考えられる。PCBは主として魚介類から摂取され、肉・卵類からも僅かに摂取されていた。PCBは塩素系農薬ではないが、脂溶性・難分解性という性質は有機塩素系農薬と類似しており、同じような摂取パターンを示した。

鉛は米からの摂取が最も多く、他に野菜、魚介類、肉・卵のような多種類の食品群から少しずつ摂取されている。カドミウムは米、雑穀、野菜、魚介類から摂取されているが、油脂及び肉類等からの摂取は少なく、鉛よりも摂取源となる食品の種類がやや偏っている。

一方、水銀の摂取は魚介類からが大部分であり、続いて米からの摂取が多いがその量は僅かであった。魚介・米以外の食品群からの摂取はほとんど見られなかった。ヒ

素は水銀と同じく魚介類及び米から摂取されている他に、野菜海草からの摂取が多かった。

本調査で対象としている有害物質中、HCHあるいはDDTのような農薬類の測定値はほとんどの試料でNDとなり、摂取量推定値もADIと比較して低いレベルにある。これは、これらの農薬が分析項目として設定された時点、つまり20年以上過去の汚染状況が、その後の施策施行の結果として改善されていることを示しているものと考えられる。今後、これらの分析項目を引き続き調査していくことの重要性に加え、現在の汚染状況や分析実施の実績等を勘案し新たな分析項目を追加することが必要と考えられる。

汚染物モニタリング調査では、642,686件のデータが報告され、これらの追加により、食品部サーバーには累計約570万件のデータが保存されることとなる。報告件数は過去4年間で毎年50,000件以上増加しており、本年度のデータ数は過去最高となった。

全データ中、何らかの汚染物が検出されたデータは4,886件、全検査数中の汚染物検出データの率(汚染物検出率)は0.8%であった。分析された試料の総数は9,633件であり、このうち何らかの汚染物が検出された試料の数は2,431であった。データ数が毎年10%程度増加しているのに比較して、試料数はあまり増加していない。試料数に基づく検出率(検出試料率)は25.2%であった。

残留農薬及び動物用医薬品(農薬等)に限った検査数は634,725件であり、全検査数の99%近くを占めた。検査対象とされた汚染物は817種類であり、そのうち740種類が農薬等であった。検査対象とされた農薬等の種類は年々増加しており、これは、ポジティブリスト制度施行及びそれに伴う分析法の普及を

反映した結果であると考えられる。農薬等に限定した検出率は0.4%、検出試料率は17.0%であった。

農薬等に限ると、2005年には1試料当たり平均47.7農薬が分析されていたが、2009年には87.3農薬に増加している。対象農薬の増加と共に、GC-MS(/MS)あるいはLC-MS(/MS)による一斉分析法が開発され、同時に分析できる農薬数が増加したため、試料当たりの対象農薬が増加したと考えられる。

検査数の多い食品は、卵・肉のような畜産製品で豚肉が308、卵281、牛肉265、鶏肉244件であった。加工食品は217試料が検査された。これは2008年1月に、冷凍餃子に農薬が混入された事件が起こり、各地で冷凍食品が多く検査された結果、加工食品中の農薬分析方法が開発されたためと考えられる。検査数の多い野菜は、きゅうり、ほうれんそう、ブロッコリー、なす、ねぎ、トマト、キャベツ、カボチャ、里芋、にんじん等、果実は、グレープフルーツ、バナナ、オレンジ、イチゴ等であった。

農薬等の検出試料率の高い食品は、桜桃(81.3%)、うめ(75.0%)、レモン(66.7%)、パプリカ(66.7%)、りんご(65.7%)、西洋なし(65.0%)、グレープフルーツ(57.3%)、日本なし(57.1%)、ぶどう(56.1%)、オレンジ(55.0%)、ピーマン(54.7%)、きゅうり(45.0%)、いちご(44.8%)、チンゲンサイ(44.0%)、もも(40.0%)、ニラ(39.3%)で、柑橘類をはじめ果実が主であった。複数の農薬が残留した試料が多く観察された作物は、桜桃、日本なし、いちご、りんごであった。これらの果実は農薬等の検出率も高いことから、多くの農薬が使用されていることが考えられる。



複数残留する農薬には、クレソキシムメチル、クロチアニジン、アゾキシストロビン、フェンプロパトリン、アセタミプリド、プロシミドン、ペルメトリン、メチダチオンが高頻度で含まれていた。

検査数の多い農薬はマラチオン、クロルピリホス、ダイアジノン等の有機リン系農薬、及びピレスロイド系農薬であった。一方、検出率の高い農薬は、フラゾリドン、マラカイトグリーン、イミダクロプリド、アゾキシストロビン、シアベンダゾール、クレソキシムメチル、アセタミプリド、プロシミドン、クロチアニジン等であった。これらの農薬は複数残留する農薬でもあり、使用頻度が高いと考えられる。一方、検査数の多い有機リン系農薬はクロルピリホスを除いて検出率はあまり高くなく、例えば最も検査数の多いマラチオンの検出率は1%以下の0.26%であった。

## 結 論

10 機関の協力の下に行われた日常食からの汚染物質摂取量調査研究（トータルダイエットスタディ）の結果、PCB、金属等の摂取量は、概ね例年通りであった。

汚染物モニタリング調査においては46機関からのデータを収集しデータベース化した。農薬等の意図的汚染物の検出率は、試料数を基準として17.0%であり、2008年よりやや低下した。全検査数に対する検出率は減少傾向にあり1%以下となったが、試料数を基準とした検出率は20%程度の高い値となっている。また、1試料当たりに検査される農薬数も増加しており、ポジティブリスト制に伴い公開された一斉試験法が検査に導入されるに伴い、広範囲の農薬等を一斉に検査する方法が一般的になってきたためと考えられる。

## 摂取量調査の信頼性向上に関する研究方法 試 料

平成7年12月4日に厚生省児童家庭局母子保健課長から通知された、改定「離乳の基本」中の付表「離乳食の進め方の目安」を基本として、家庭で調理する離乳食の平均的な試料に当たるモデル離乳食試料を作成した。モデル離乳食試料は、「離乳食の進め方の目安」に従い、1. 穀類、2. 卵・豆腐・乳製品・魚・肉類、3. 野菜・果実、4. 油脂・砂糖の4群に分けて作成し、離乳初期・中期・後期のそれぞれの時期毎の試料を作成した。モデル離乳食試料調製に用いる材料食品はそれぞれ産地等の異なる3銘柄を購入して、組み合わせの異なる試料3種類を作成した。離乳期、特に初期には母乳又は調製粉乳の摂取量が多いため、市販の乳児向け調製粉乳及び離乳後期のステップアップミルクをそれぞれ5製品購入し試料とした。

乳児期にはベビーフードの使用も多ことから、市販ベビーフード35種類を購入し試料とした。モデル離乳食と同様に、離乳期、中期、後期向けの製品を選択した。

## 分析対象

通常のTD試料による摂取量調査において、PTWI比として10~20%の摂取量となっている鉛を、分析対象とした。鉛のPTWIは、JECFAにより乳幼児で25 µg/kg bw/week (3.5 µg/kg bw/day)とされている(1986)。

## 分 析

鉛の分析は、硝酸・硫酸分解後、原子吸光法によって実施し、各試料について3回測定した。

## 分析法の妥当性確認

ベビーフード試料(炊き込みご飯)に鉛 0.01 µg/g を添加し、1日2併行で5日間分析をくり返し、分析の真度及び併行・室内精度を評価した。添加試料と同時に無添加試料を一日2回測定し、無添加試料の10測定値の平均値を、添加試料から差し引いた値を測定値とした。測定値を一元配置で解析した結果、真度は93.3%、併行精度及び室内精度はRSDとして1.1%および4.1%であった。食品中の金属に関する試験法の妥当性評価ガイドラインで定めた分析法が妥当とされる範囲は、0.01 µg/g における真度は80-120%、併行精度は15%以下、室内精度は20%以下であり、今回の結果はこの基準を満足していた。定量限界は0.01 µg/g とした。また、測定ブランクの標準偏差が0.00093 µg/g であったことから、その3倍の0.003 µg/g を検出限界とした。

## 結果

### 各試料の鉛濃度

調製粉乳試料からは定量限界を超える値が得られたが、モデル離乳食試料およびベビーフード試料の結果は、nd あるいは検出限界以上定量限界未満となった。各試料の濃度の平均値の計算は、nd であった測定値を0 µg/g とする方式及び検出限界の1/2である0.0015 µg/g とする2つの方式で行った。

nd である分析結果の割合は、市販のベビーフードでは88.6% (105測定値中93) あり、nd 以外の分析値は0.0030~0.0049 µg/g の範囲であった。試料毎の3測定結果の平均値は0(全ての測定値が nd)~0.0040 µg/g の範囲であった。モデル離乳食では測定結果の63.6% (99測定値中63) が nd であり、nd 以外の分析値は0.0035~0.0058 µg/g の範囲であった。

試料毎の3測定結果の平均値は0(全ての測定値が nd)~0.0045 µg/g の範囲であった。全体としてベビーフードの方が nd の割合が高く、鉛濃度が若干低いと考えられた。

調製粉乳中の鉛濃度は、0.0116~0.0147 µg/g の範囲であった。この濃度はベビーフードあるいはモデル離乳食試料よりも数倍以上高いが、乾燥物中の濃度であるためと考えられる。

### 摂取量の推定

試料中の鉛濃度及び食品の1日摂取量から、乳児における鉛の1日摂取量推定を試みた。鉛濃度として、作成した3試料の平均値を用いた。nd となった結果の扱いは、前項に示した2方式で行った。また、乳児の平均体重は平成12年度の厚生労働省調査結果を参照した。

nd を0 µg/g として推定した乳児の鉛1日摂取量は、離乳初期には0.220 µg/kg/day、中期は0.185 µg/kg/day、後期は0.177 µg/kg/day となった。前述のように調製粉乳中の鉛濃度は、モデル離乳食試料よりも高く、また離乳初期においては調製粉乳の全食事の割合が高いことから、このような減少傾向が見られている。一方、nd を0.0015 µg/g として推定した鉛摂取量は、初期から後期にかけて0.22~0.24 µg/kg/day となり、月齢による変化は認められなかった。

市販ベビーフードの1包装に含まれる鉛の量は、nd を0 µg/g とした場合は1包装当たり0~0.319 µg、nd を0.0015 µg/g とした場合は0.0015~0.319 µg であった。ベビーフードの平均的な1日当たり摂取量のデータが得られていないため、モデル離乳食と同じような摂取量推定は困難であるが、ベビーフード中の鉛濃度はモデル離乳食より

も低いことから、離乳食を全てベビーフードに置き換えたとしても、モデル離乳食よりも低い摂取量となると考えられる。

また、離乳開始前の4ヶ月児が1日135gの調製粉乳（調乳後は1000 mL）を飲むとすると、鉛の摂取量は1.7  $\mu\text{g}$ となる。4ヶ月児の平均体重は7.04 kgであるので、摂取量は0.25  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ と推定され、離乳期よりもやや高い摂取量となった。

## 考 察

鉛のPTWIは25  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{week}$ とされている。これは3.57  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ に相当する。今回モデル離乳食及び調製粉乳の分析から推定した、離乳期の乳児における鉛の1日摂取量は、最大に見積もって0.22~0.24  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ であった。これはPTWIの10%以下であった。本研究の分担研究課題である、汚染物摂取量調査では通常のTDS試料を用いて、鉛の摂取量が評価されている。21年度の分析結果から、鉛の摂取量は0.246  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ と推定されており、乳児と同程度であった。また、離乳前の乳児では、離乳期よりもやや高い摂取量となる傾向が認められた。

離乳初期から後期にわたり、鉛摂取への寄与が最も大きい食品は、調製粉乳であった。今回の推定では調製粉乳のみを考慮しており、母乳の摂取は摂取量推定に含まれていない。正確な鉛摂取量推定のためには、母乳中の鉛濃度のデータ及び母乳と調製粉乳の摂取割合が必要であり、乳児における有害物質の摂取量推定においては、これらのデータの整備が重要と考えられる。

乳幼児は鉛曝露により脳に影響を受けるとされている等、乳児における摂取量の推定はリスク評価に重要である。しかしながら、摂

取量推定に重要な食品の摂取量データが乳児において整備されておらず、標準的な推定方法が確立されていないのが現状である。本研究では、厚生労働省の離乳指導等を参考にして、離乳食のモデル献立を作成して試料を調製し、鉛摂取量を推定した。結果は、成人の鉛摂取量と同程度であり、PTWIに対する比は7%程度であった。一方、今回の推定方法では母乳及びベビーフードの寄与を十分に考慮することができなかった。今後は、これらの寄与の評価方法を検討し、乳児における正確な有害物摂取量の評価法を確立することが重要である。

## 結 論

乳児の有害物質摂取量評価手法の確立を目的として、乳児の平均的な食事試料の作成を試み、作成した試料の分析結果から鉛の摂取量を推定した。離乳期の鉛摂取量は0.18~0.24  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ と推定され、PTWIの10%以下であった。

乳児において主要な食品である母乳の評価が、乳児期の有害物質摂取量推定に不可欠であるが、試料入手の困難さもあり、濃度データが十分でないのが現状である。今後は、母乳の寄与を正しく見積もる方法を開発することが、乳児におけるリスク評価に重要と考えられる。

## 多環芳香族炭化水素の摂取量に関する研究

### 方法

米国国立生物工学情報センター(NCBI : National Center for Biotechnology Information)が一般公開している医学関係文献データベース(PubMed)により、PAHs 分析法に関する文献を検索した。食品中の PAHs 分析に主に関係し、年代が新しい 68 報を選定し精読した。これらの文献について、分析対象としている PAHs、食品種、及び分析法について精査した。

### 結果および考察

#### 分析対象 PAHs

1980 年頃に EPA が人に有害であろうと指定した汚染物質の中に 16 種の PAHs が含まれている。そのため、2000 年はじめまでの文献では、EPA が指定した 16 種の PAHs を対象にした報告が多い。しかし、SCF が毒性試験データに基づき、2002 年に提出した意見書で 15 種の PAHs をリスク評価に優先すべき PAHs とした。さらに、2005 年には JECFA が、PAHs 類縁化合物について毒性を議論し、そのうち 13 種の PAHs を遺伝毒性と発ガン性があるとして、モニタリングすべき PAHs としている。また JECFA では 13 種の PAHs の他、ベンゾ[c]フルオレン(BcL)についてもその存在量を把握するため、モニタリングすることが望ましいと推奨している。分析対象としては、少なくとも SCF と JECFA がモニタリングすべきとしている 15 種の PAHs (EU15 種)、を分析対象とすることが、リスク評価の観点から現時点で重要であると考えられる。文献調査の結果、2005 年以降はこれらの PAHs を対象にした報告が増加している。

#### 対象食品の種類

PAHs 汚染が懸念される油脂、燻製及び乾燥食品、魚介類を対象とした報告が殆どであった。EU では、ベンゾ[a]ピレン(BaP)について食用油脂、魚介類などに 1.0 µg/kg から 10 µg/kg の基準値を設定している。そのため、EU における食品中の PAHs 汚染調査、及び PAHs 分析法の開発に関する報告が多い。また、中国でもベンゾ[a]ピレンについて食用油脂に基準値を設定している。

#### PAHs 分析方法

調査した 68 文献の内、高速液体クロマトグラフ/蛍光検出器(HPLC/FL)が 38、ガスクロマトグラフィー/質量分析装置(GC/MS)が 28(そのうち GC/MS/MS が 3、GC/高分解能(HR)MS が 2、GC/飛行時間型(TOF)MS が 1)、GC/水素炎イオン化検出器(FID)が 1、バイオアッセイが 1 であった。PAHs の検出には HPLC-FL、又は GC/MS が主に用いられている。EU15 種を測定対象とした場合は、SCF により分析対象に追加されたシクロペンタ[cd]ピレン(CPP)が蛍光を持たないため、HPLC-FL で測定できない。そのため、CPP については紫外分光検出器(UV)により検出するため、HPLC を用いた場合は測定感度が高くなる欠点がある。

一方、GC/MS は選択性が高く、さらには安定同位体を使用した高精度な分析法の開発も可能であることから、PAHs の分析法として主流になると考えられる。食品中の EU15 種を対象にした GC/MS 分析については、近年になり報告が増えている。使用する GC キャピラリーカラムの種類によっては、対象となる PAHs が一部、分離しないことから注意が必要である。例えば、汎用される低極性の GC カラム(DB-5 など)を使用した場合は、一般には、ベンゾフ

ルオラテン類(BbF, BjF 及び BkF)の分離が困難である。これらの PAHs については合計した総量として測定される場合がある。最近では中極性のカラム(DB-17ms, VF-17ms 等)を使用して、これらの PAHs の良好な分離を達成している。

また、実試料を測定した際は、試料中に存在する類縁化合物による妨害についても考慮する必要がある。最近では GC/MS/MS を使用した分析法の例もあり、より選択性の高い検出法による PAHs の定量が可能になりつつある。魚、及び油に含まれる EU15 種を対象にした GC/MS/MS 分析では、S/N 比の向上、及び試料由来の夾雑物の影響を排除できている。また安定同位体 ( $^{13}\text{C}$  ラベル体) を使用した内標準法により PAHs を定量しており、高精度な測定を可能にしている。

PAHs の試料からの抽出法としては、アルカリケン化、溶媒抽出(浸とう、超音波など)が主に用いられている。アルカリケン化は抽出と同時に脂肪などの夾雑物も分解できるため、PAHs の抽出法としてよく利用されている。また、最近では高速溶媒抽出装置(ASE)等を用いた高速溶媒抽出も利用されており、抽出時間を短縮に寄与している。精製操作については、フロリジルカラムクロマトグラフィー、シリカゲルクロマトグラフィー、ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) 等を組み合わせて利用している。

EU15 種の PAHs に対する検出下限及び定量下限については、EU の BaP に対する基準値が  $1.0 \mu\text{g}/\text{kg}$  から  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  であることから、HPLC/FL、及び GC/MS 共に検出下限が  $1.0 \mu\text{g}/\text{kg}$  未満であることが多かった。但し、HPLC/UV による CPP の測定は前述したように感度が悪く、 $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  を超える場合もみられた。

## 結 論

食品由来の PAHs の摂取量を把握するための

適切な PAHs 分析法を調査した。EU15 種を分析対象に含む分析法としては GC/MS 法が有効であると考えられた。特に GC/MS/MS を使用し、安定同位体を使用した内標準法により PAHs を定量することで、信頼性の高い測定結果がえられると考えられた。

## 食品中の放射性核種の摂取量調査・評価研究

### 方 法

#### 試料調製

日本国内から 4 地域 (東京都、金沢市、広島市、高知市) を選択し、汚染物摂取量調査と同様の方法で試料を調製した。

$\gamma$  線放出核種用調製試料 (対象核種:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ , ウラン系列, トリウム系列) は凍結乾燥あるいは乾熱乾燥した後、 $450^\circ\text{C}$  で 24 時間灰化処理した。その後、全 13 食品群個別 (油脂類を除く) にプラスチック製容器 (容量  $100 \text{ mL}$ ) に灰試料を封入しシリコンのシーリング剤を充填させて密閉し 2 週間程度放置した。油脂類はその物性上、減容が困難なため調理調製試料の状態でもマリネリ容器 (容量  $1 \text{ L}$ ) に封入し測定用試料とした。飲料水は加熱濃縮、蒸発乾固し、残留物を食品試料と同様にプラスチック製容器に充填した。

$^{210}\text{Po}$  の分析試料としては、調理調製試料を生のままか、あるいは凍結乾燥品とした。分析対象核種

対象放射性核種は  $\gamma$  線放出核種 ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ , ウラン系列, トリウム系列)、天然放射性核種のポロニウム ( $^{210}\text{Po}$ ) とした。

## 結果および考察

### γ線放出核種の放射能濃度

4ブロックにおいて人工γ線放出核種として定量されたのは<sup>137</sup>Csのみで、その放射能濃度は0.1 Bq/kg以下であり、多くの食品群で検出下限値以下であった。全食品群中の<sup>137</sup>Cs濃度最大値は金沢市の魚介類（食品群□）の0.093 Bq/kgであった。魚類が全食品群の中でも高濃度を示す傾向は前年度も認められた。米・米加工品類、穀類・種実類・芋類、豆類、その他野菜・きのこ・海藻類、肉類・卵類、乳類などの一部から0.005～0.054 Bq/kgの<sup>137</sup>Csが定量された。前年度と同様に国内流通食品中の<sup>137</sup>Cs濃度レベルは低いことが認められた。さらに、チェルノブイリ原子力発電所事故により放出された人工放射性核種の<sup>134</sup>Csはいずれの都市、食品群からも検出されていない。

天然放射性核種の<sup>40</sup>Kは食品の必須元素であり、多量元素でもあるKの同位体の一つとして0.012%存在する。このことより、<sup>40</sup>Kは油脂類を除いて、すべての食品群から定量された。その濃度は0.25～104.9 Bq/kgで、その多くは10 Bq/kg以上のレベルであった。食品群別の濃度は緑黄色野菜、その他野菜・きのこ・海藻類、魚類、肉類・卵類、豆類で高く、嗜好飲料類や米・米加工品類で低い値であった。飲料水の<sup>40</sup>K濃度は低く、0.021～0.040 Bq/kgであった。いずれも前年度と同様な傾向であった。

天然γ線放射性核種の<sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi, <sup>228</sup>Ac, <sup>212</sup>Pb, <sup>208</sup>Tl濃度は4ブロック、各食品群ともに多くが検出下限値以下にあり検出された食品の濃度も低いことが認められた。

### α線放出核種（<sup>210</sup>Po）の放射能濃度

東京都の全14食品群の調製試料の<sup>210</sup>Po

分析を行った。<sup>210</sup>Poは果実類、飲料水を除く全ての食品群で検出された。食品群別では魚類が5.738 Bq/kgと突出して高く、次いで調味料・香辛料類（0.097 Bq/kg）、緑黄色野菜（0.089 Bq/kg）が高かった。

### 放射性核種の1日摂取量

8種類の対象核種（<sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi, <sup>228</sup>Ac, <sup>212</sup>Pb, <sup>208</sup>Tl）の1日摂取量を算出した。対象とする各放射性核種の放射能濃度が検出下限値を下回る、いわゆる“不検出”試料の摂取量をゼロとした場合を最小値、検出下限値を試料濃度として計算した場合を最大値とした。この考え方による摂取量評価では最大値は過大な評価を与える可能性がある。

<sup>137</sup>Csの1日摂取量は、最小値は13.6～28.7 mBq/d、最大値は<40.6～<58.4 mBq/dであった。前年度の結果と比較して、摂取量に大きな差はみられていない。食品群別には魚類、肉類・卵類、その他野菜・きのこ・海藻類からの摂取量が多い。チェルノブイリ原子力発電所事故に由来する人工放射性核種の<sup>134</sup>Csは4ブロックともに検出されなかった。

天然放射性核種<sup>40</sup>Kの1日摂取量の合計値は4ブロックにおいて71,760～84,811 (<81,813) mBq/dであった。食品群別にはその他野菜・きのこ・海藻類からの摂取量が一番高く、次いで穀類・種実類・芋類、緑黄色野菜類、魚類、肉類・卵類から多く摂取されていた。本年度の結果は、前年度と同程度であり、食品群別の摂取量順も同じ傾向であった。

14食品群の合計から求めた東京都の成人の<sup>210</sup>Poの1日摂取量は0.54 Bq/dで、前年度および前々年度の日本国内7市の結果

0.34-1.84 (平均値 $\pm\sigma$ : 0.66 $\pm$ 0.53) Bq/d の範囲内であった。食品群では魚介類の寄与が 85% と大きく、次いで嗜好飲料類 (4.5%) が大きかった。前年度も魚介類の寄与が極めて大きく、嗜好飲料類の寄与が比較的大きい傾向が認められた。

## 結論

測定、分析値と各市の食品消費量データならびに ICRP の線量換算係数を用いて日本人による  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{40}\text{K}$  と他の天然放射性核種および  $^{210}\text{Po}$  の 1 日摂取量と預託実効線量を算出した。 $^{210}\text{Po}$  と  $^{40}\text{K}$  の 1 日摂取量は 0.54 Bq/d 及び 72-85 Bq/d、預託実効線量は 0.24 mSv 及び 0.16-0.19 mSv と評価された。測定対象とした全核種中、両核種が被ばく線量に大きな比率を占めており、東京都における両核種の合計値 0.41 mSv は UNSCEAR 2000 の食品摂取に伴う年実線量 0.29 mSv を上回った。東京都の  $^{40}\text{K}$  による預託実効線量は世界年実効線量 0.17 mSv と同程度であることより、諸外国に比べて  $^{210}\text{Po}$  の寄与が大きいことが特徴である。個別の 13 食品群の分析値から算出した  $^{210}\text{Po}$  の 1 日摂取量は魚介類の寄与が約 85% ときわめて高いことから、 $^{210}\text{Po}$  摂取については魚介類を好んで食べる日本人特有の食生活が反映されていると推察された。

## 研究発表

### 1. 論文発表

1) Sugiyama H., Terada H., Isomura K., Iijima I., Kobayashi J., Kitamura K.: Internal exposure to  $^{210}\text{Po}$  and  $^{40}\text{K}$  from ingestion of cooked daily foodstuffs for adults in Japanese cities. *J. Toxicol. Sci.* 2009; 34:4: 417-425.

### 2. 学会発表

- 1) 杉山英男, 寺田宙, 小谷野道子, 飯島育代, 磯村公郎, 小林淳, 北村清司. 食品摂取に由来する日本成人の  $^{210}\text{Po}$  と  $^{40}\text{K}$  の曝露量評価. フォーラム 2009: 衛生薬学・環境トキシコロジー; 2009; 沖縄
- 2) 寺田宙, 杉山英男, 小谷野道子, 飯島育代, 三宅定明, 磯村公郎. 食品に由来する NORM の摂取量評価. 第 46 回全国衛生化学技術協議会; 2009; 盛岡.
- 3) H. Sugiyama, H. Terada, M. Koyano, I. Iijima, K. Isomura, J. Kobayashi, K. Kitamura: Intake of Po-210 and K-40 from the total daily diet for adults in Japanese cities. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 2009; Napa.

### 3. その他

- 1) 渡邊敬浩: トータルダイエットスタディーでわかること, 第 7 回食品安全フォーラム (平成 21 年 11 月 30 日) 講演
- 2) 寺田宙: 放射性核種の摂取量評価, 第 7 回食品安全フォーラム (平成 21 年 11 月 30 日) 講演

# 分 担 研 究 報 告

日常食の汚染物摂取量及び汚染物モニタリング調査研究

渡邊 敬浩



平成 21 年度厚生労働科学研究補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業

食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究  
研究分担報告書

日常食の汚染物質摂取量及び汚染物モニタリング調査研究

研究代表者 松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所食品部部長  
研究分担者 渡邊敬浩 国立医薬品食品衛生研究所食品部第三室長

研究要旨

国内に流通している食品に含まれる有害物質の濃度，及び食事を介した有害物質の摂取量を明らかにすることを目的として，全国の衛生研究所の協力を得て，汚染物モニタリング調査とトータルダイエツト試料の分析を通じた汚染物質摂取量調査を実施した。

汚染物モニタリング調査においては，全国46カ所で得られた食品中汚染物検査データ64万件を収集し，食品における汚染物の検出率，複数の農薬等の残留状況等を調査した。汚染物質摂取量調査では，全国10カ所の衛生研究所等において各地域の食品摂取量に基づくトータルダイエツト試料をマーケットバスケット方式により調製し，継続的に測定している汚染物質の濃度を測定することにより，1日当たりの当該汚染物質摂取量を推定した。

研究協力者 国立医薬品食品衛生研究所食品部 松田りえ子，五十嵐敦子

汚染物質摂取量調査研究協力機関

北海道衛生研究所，新潟県保健環境科学研究所，横浜市衛生研究所，名古屋市衛生研究所，滋賀県衛生科学センター，大阪府立公衆衛生研究所，香川県環境保健研究センター，宮崎県衛生環境研究所，沖縄県衛生環境研究所，別府大学

汚染物モニタリング調査研究協力機関

北海道立衛生研究所，札幌市衛生研究所，青森県環境保健センター，秋田県健康環境センター，岩手県環境保健研究センター，宮城県保健環境センター，仙台市衛生研究所，山形県衛生研究所，福島県衛生研究所，新潟県保健環境科学研究所，新潟市衛生環境研究所，茨城県衛生研究所，栃木県保健環境センター，埼玉県衛生研究所，東京都健康安全研究センター，神奈川県衛生研究所，横浜市衛生研究所，川崎市衛生研究所，横須賀市健康安全科学センター，山梨県衛生公害研究所，長野県環境保全研究所，静岡県環境衛生科学研究所，富山県衛生研究所，石川県保健環境センター，福井県衛生環境研究センター，愛知県衛生研究所，岐阜県保健環境研究所，三重県保健環境研究所，滋賀県衛

生科学センター，京都府保健環境研究所，京都市衛生公害研究所，大阪府立公衆衛生研究所，大阪市立環境科学研究所，堺市衛生研究所，兵庫県立健康生活科学研究所，神戸市環境保健研究所，姫路市環境衛生研究所，尼崎市立衛生研究所，奈良県保健環境研究センター，和歌山県環境衛生研究センター，和歌山市衛生研究所，鳥取県衛生環境研究所，岡山県環境保健センター，広島県立総合技術研究所保健環境センター，広島市衛生研究所，香川県環境保健研究センター，徳島県保健環境センター，高知県衛生研究所，福岡県保健環境研究所，福岡市保健環境研究所，佐賀県衛生薬業センター，長崎県環境保健研究センター，熊本県保健環境科学研究所，宮崎県衛生環境研究所，鹿児島県環境保健センター，沖縄県衛生環境研究所

## A. 研究目的

種々の化学物質のヒトに対する曝露及びそれに伴う健康へのリスクは，社会的に関心が高い事項の1つである．化学物質のヒトへの曝露量の90%以上は，食事を介していると考えられており，食品に含まれる有害化学物質の量及びその分布状態を明らかにすることは，食品の安全性を確保のみならず，健康へのリスク評価に重要であり，食品衛生における基本課題である．しかし，食品中の化学物質の存在分布を正確に知ることは非常に困難である．

全ての食品を1つの大きな集合と捉えたとき，化学物質はその中で均一に分布しているわけではなく，特定の食品に偏って存在することが多い．この偏在性が分布の把握の困難さの一つの原因である．一般に，偏在する分布の平均値等を推定するためには，サンプル数を多くすることによって，結果の信頼性を向上させなければならない．従って，食品中の化学物質濃度の分布を正確に把握には，多種多数の食品に含まれる化学物質の濃度データを全国的に収集し，解析することが必要である．

また，食品中の化学物質のヒトへの曝露状態を把握するためには，単に食品中の濃

度分布を知るだけではなく，その食品をどのくらい食べているか，つまり摂取量を考慮しなければならない．摂取量の推定では，食品を調理加工した場合の化学物質濃度の変化についても考慮する必要があるため，食品を日常的に摂取される状態とした上で分析し，得られた分析値に基づいた摂取量を推定する手順をとることが必要である．

本研究では，食品に含まれる化学物質の濃度分布の推定を目的に，汚染物モニタリング調査研究を行った．また，有害であることが知られ，継続的に測定している化学物質(汚染物)の摂取量を推定するために，マーケットバスケット方式により調製したトータルダイエット(TD)試料を用いた，汚染物質摂取量調査研究を行った．

## B. 研究方法

### 1) 汚染物質摂取量調査

日常食からの汚染物質摂取量を推定するため，日常食のモデルとしてマーケットバスケット方式によるTD試料を調製した．TD試料の調製は，地域による食品摂取パターンの違いについても考慮することを目的に，全国10カ所の衛生研究所及び大学で行った．各地域における個々の食品の摂取量

は、平成14年度～16年度に行われた国民健康・栄養調査の結果を地域別に集計した各年代の平均値とした。各地の小売店から食品を購入し、茹でる、焼く等の一般的な調理加工を行ってから、一日当たりの摂取量に従って秤量し、混合・均一化して試料とした。試料中の重金属、農薬等の濃度を測定し、得られた濃度と食品の摂取量を掛け合わせ、1日あたりの食事からの汚染物質摂取量を推定した。

摂取量調査の対象とした汚染物質は、ヘキサクロシクロヘキサン(HCH)類、DDT類、ディルドリン、ヘプタクロルエポキサイド(HCE)、ヘキサクロロベンゼン(HCB)、PCB、マラチオン、MEP、ダイアジノン、鉛、カドミウム、ヒ素、水銀、銅、マンガン、亜鉛である。

#### 2) 汚染物モニタリング調査

全国46カ所の地方衛生研究所等から食品中の汚染物検査データ642,686件を収集した。協力機関にはあらかじめ入力用のフォームを配布し、これに各機関がデータを入力した後に、国立医薬品食品衛生研究所の専用アドレスに電子メールで送付する形式でデータを収集した。入力用フォームには、誤入力をチェックするプログラム(Microsoft Excel VBA)を含めておき、機関ごとに入力者があらかじめ誤入力をチェックした後に送付するよう指示することにより、無効なデータが入らないようにした。

国立医薬品食品衛生研究所食品部に送付されたデータは再度エラーチェックを行い集計した後、食品部サーバー上に構築したデータベースに追加した。

### C. 研究結果および考察

#### 1) 汚染物質摂取量調査

Table 1 にヘキサクロシクロヘキサン(HCH)類、DDT類、ディルドリン、ヘプタクロルエポキサイド(HCE)、ヘキサクロロベンゼン(HCB)、PCB、有機リン系農薬類(マラチオン、MEP、ダイアジノン)、金属類(鉛、カドミウム、ヒ素、水銀、銅、マンガン、亜鉛)の摂取量の2005～2009年の年次推移を示す。各年の代表値として、全機関から得られた摂取量の平均値(mean)と中央値(median)を示した。平均値は、分析結果がそれぞれの機関が設定する定量限界以下(ND)の場合に濃度を0として計算した結果(ND=0)と、定量限界の1/2の濃度として計算した結果(ND=1/2LQ)に分けて示した。HCH～ダイアジノンはNDとなったデータの割合が高く、ND=1/2LQの値はND=0の値よりも遥かに大きくなる場合がある。

以下、ND=0のデータに基づいて、年次推移を評価する。過去5年間の総HCH類摂取量の平均値は、2006年の0.064  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ が最も高く、今年度の0.016  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ は最も低い結果であった。また、5年間を通じて、 $\beta$ 異性体の摂取量が最も大きかった。今年度の各異性体の検出頻度は、 $\alpha$ -HCHを検出した機関が2、 $\beta$ -HCHを検出した機関が3、 $\gamma$ -HCH及び $\delta$ -HCHを検出した機関はなかった。検出頻度が低いため、中央値は0となることが多い。

2005年から2009年までの期間、総DDT摂取量は0.3  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ 付近でほぼ一定している。本年度の平均は0.364  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ で、過去5年中では最も高くなった。異性体の中では、p,p'-DDEの摂取量が最も高く、DDT類摂取量全体の50%程度を占めていた。ま

たp,p'-DDEは全ての機関で検出された。他の異性体(p,p'-DDT, p,p'-DDD, o,p'-DDT)の摂取量はp,p'-DDE摂取量の半分程度であり、検出頻度もやや低い。HCH類に比べ、DDT類の検出頻度は高いため、中央値も0ではない値が得られている。

ディルドリンの摂取量は2004年から2007年にかけて減少傾向にあったが、今年度にはさらに減少した。一方、HCEの摂取量は2008年に非常に低い値となったが、今年度は以前と同程度の摂取量として推定された。HCBの摂取量は2007年から低い値が継続している。これら有機塩素系農薬の検出頻度も50%以下となることが多く、中央値には0が多く見られる。

PCB摂取量の平均値は2005年に1  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  に近い値を示したが、2006年以降本年度まで、0.5  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  付近の値が継続している。PCBの検出頻度は高いため、平均値と中央値は同程度の値となった。

有機リン系農薬では、マラチオンは1機関で検出されたのみで、MEPとダイアジノンでは全ての機関で検出されなかった。例年、有機リン系農薬の検出頻度は低く、摂取量の中央値は5年間を通じて0  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  である。

鉛の摂取量は過去5年間で最も低い12.3  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  となった。カドミウム摂取量は、5年間ほぼ一定の20  $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$  付近のレベルが継続している。水銀及びヒ素摂取量も5年間を通して大きな変化が見られていない。

ADIに対する摂取量平均値の比は、HCHでは0.003%であり、きわめて低いレベルにある。DDTでは0.15%でHCHよりはやや高いが、健康への影響を懸念するレベルにはない。他の有機塩素系農薬及びPCBも、そ

の摂取量はADIの1%以下であった。有機リン系農薬では、この比はさらに小さい結果となった。

鉛の摂取量平均値の対ADI比は7%、カドミウムでは47%であり、有機塩素系あるいは有機リン系農薬に比較して非常に高い。水銀は有機水銀と無機水銀で毒性に差があり、メチル水銀としてのTDIは0.292  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$  (=14.6  $\mu\text{g}/\text{day}$ ) である。本年度の水銀摂取量の平均値は8.0  $\mu\text{g}/\text{day}$  であり、これが全てメチル水銀であるとすれば、TDI比はかなり高い。しかし、分析法の制限から総水銀を分析対象としているため、あくまで可能性である。正しいリスク評価のためには、メチル水銀と無機水銀を個別に分析し、評価することが必要である。逆にヒ素では無機ヒ素に15  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{week}$  (107  $\mu\text{g}/\text{day}$ ) のPTWIが設定されている。食品からのヒ素摂取が全て無機ヒ素であれば摂取量はPTWIを上回っていることになり、ヒ素においても水銀と同様に、有機ヒ素と無機ヒ素の個別の評価が必要である。

**Table 2-1**及び**2-2**に、各汚染物質の食品群別摂取量を示した。また、**Figure 1**には汚染物質の摂取量を食品群別にグラフとして示した。HCH類は魚介類、肉類のみから摂取されており、他の食品群からは摂取されていない。DDT類もHCH類と同様に魚介類、肉類からの摂取が多い。さらに加えて乳製品からは肉類と同程度が摂取されている他、野菜や油脂の群からも少量が摂取されている。HCH類及びDDT類では、魚介類が最大の摂取源となっており、この傾向は以前から一定している。ディルドリンは魚介類及び肉類からの摂取が主であるが、他に豆類からも摂取されている。一方、HCEは大部