

食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価と  
その手法開発のための研究

分担研究報告書

食品の塩素化ダイオキシン類、PCB、難燃剤等の摂取量推定及び汚染実態の把握に関する研究

3-1. 魚介類を主菜とする一食分試料(弁当類)からのポリ塩化ビフェニルの摂取量調査

研究代表者 穂山 浩 国立医薬品食品衛生研究所食品部  
研究分担者 堤 智昭 国立医薬品食品衛生研究所食品部

**研究要旨**

国内で市販されている一食分試料(弁当類)からのポリ塩化ビフェニル(PCBs)摂取量の調査を目的とした。今年度は、一食分試料として生食用魚介類を含むにぎり寿司17種類、巻き寿司1種類、ちらし寿司4種類、海鮮丼3種類の計25試料を対象に調査した。弁当の内容物を、魚介類部分とその他の部分(米飯等)に分け、各々を均一化して分析試料とした。

弁当一食あたりの総PCBs摂取量は、平均値が931 ng/食、中央値が343 ng/食、範囲が37~9,320 ng/食であった。全ての弁当試料において魚介類部分に由来する総PCBs摂取量が多く、弁当全体に占める割合は85~99%であった。日本の暫定耐容一日摂取量(TDI)と比較すると、総PCBs摂取量の平均値は暫定TDIの0.4%、中央値は暫定TDIの0.1%、最大値は暫定TDIの3.7%であった。参考としてより厳しいWHOのTDIと比較すると、平均値はWHO TDIの93%、中央値はWHO TDIの34%であった。個々の弁当試料についてみた場合は、6試料の総PCBs摂取量がWHO TDIを超過していた。また、リスク評価のための情報が不足している非ダイオキシン様PCBsの摂取量は、平均値が861 ng/食、中央値が317 ng/食、範囲が35~8,592 ng/食であった。

**研究協力者**

国立医薬品食品衛生研究所  
岡本悠佑、前田朋美、高附 巧  
福岡県保健環境研究所  
飛石和大、佐藤 環、堀 就英

**A. 研究目的**

人が暴露するポリ塩化ビフェニル(PCBs)の主要な経路は食品摂取である。日本では特に魚介類からの摂取量が多いことが、マーケットバスケット方式のトータルダイエツト(TD)試料による推定

により明らかになっている。しかし、TD 試料による調査では国民健康・栄養調査の食品消費量の平均に基づいた摂取量推定となっていることから、個人の嗜好を反映した摂取量は把握できない。近年、弁当などの調理済みの食品を食する「中食」と呼ばれる食事形態が増加している。しかし、これらの弁当からの PCBs 摂取量に関する情報は見当たらない。本研究では、魚介類を主食材とした市販の弁当からの PCBs 摂取量の調査を目的とした。昨年度は、ウナギ、サケ、サバ、サンマ、及び白身魚フライを各々主菜とする弁当

(以下、ウナギ弁当、サケ弁当、サバ弁当、サンマ弁当、及び自身魚フライ弁当とする)を対象に調査した。本年度は生食用魚介類を含むにぎり寿司 17 種類、巻き寿司 1 種類、ちらし寿司 4 種類、海鮮丼 3 種類の計 25 試料を対象に調査した。

なお、本研究では全ての PCBs 異性体 (209 異性体) の合計となる総 PCBs の他、JECFA 等でリスク評価のための情報を収集することが推奨されている非ダイオキシン様 PCBs (NDL-PCBs)、及び NDL-PCBs の指標異性体として欧州等<sup>1)</sup>で使用されている 6 種の PCBs (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) (以下、6PCBs) の合計値についてもあわせて摂取量を調査した。

## B. 研究方法

### 1. 一食分試料

2020 年 6-9 月に国内のスーパーマーケット及び商業施設で生食用魚介類を使用した弁当類 (にぎり寿司 17 種類、巻き寿司 1 種類、ちらし寿司 4 種類、海鮮丼 3 種類の計 25 試料) を購入して調査試料とした。各弁当について 3~4 個を購入し、弁当の内容物を魚介類部分とその他の部分 (米飯等) に分け、各々をフードプロセッサーやハンドミキサーを使用して均一化した。魚介類を使った食品の均一化では、あらかじめ骨などを除去して可食部のみを対象とした。試料の詳細を表 1 に示した。試料は-20℃の冷凍庫で保管し、分析時に解凍して使用した。

## 2. PCBs 分析

### 2-1. 試薬、試液及び器具

クリーンアップスパイク標準溶液は、(株)ウェリントンラボラトリージャパンより TPCB-LCS-A500 を購入した。シリンジスパイク標準溶液は、(株)ウェリントンラボラトリージャパンより TPCB-IS-A-STK を購入した。検量線用 PCBs 標準溶液は、(株)ウェリントンラボラトリージャパンより TPCB-CVS-A を購入した。209 異性体確認用標準溶液

は、M-1668A-1-0.01X、M-1668A-2-0.01X、M-1668A-3-0.01X、M-1668A-4-0.01X、M-1668A-5-0.01X (旧和光純薬工業株式会社、現富士フイルム和光純薬(株)) を等容量混合したものを使用した。

アセトン(ダイオキシン類分析用)、エタノール(ダイオキシン類分析用)、ジクロロメタン(ダイオキシン類分析用)、水酸化カリウム(特級)、ヘキサン(ダイオキシン類分析用)、無水硫酸ナトリウム(PCB 分析用)、アルミナは関東化学(株)より購入した。ジメチルスルホキシド(ダイオキシン類分析用)、ノナン(ダイオキシン類分析用)、塩化ナトリウム(特級)は富士フイルム和光純薬(株)より購入した。水は、ミリポア Milli-Q Integral 10 環境分析タイプから採取した超純水をヘキサンの洗浄し使用した。

多層シリカゲルカラム(内径 15 mm、長さ 9.5 cm のカラムに無水硫酸ナトリウム 2 g、シリカゲル 0.9 g、44%硫酸シリカゲル 3.0 g、シリカゲル 0.9 g、及び無水硫酸ナトリウム 2 g 順次充填)は、ジーエルサイエンス(株)より購入した。アルミナカラムは、内径 15 mm、長さ 30 cm のカラムに無水硫酸ナトリウム 2 g、アルミナ 15 g、無水硫酸ナトリウム 2 g を順次充填し作製した。

GC キャピラリーカラムは、トレイジャンサイエンティフィック社製の HT8-PCB を使用した。

### 2-2. 機器

GC: 7890B GC System (Agilent Technologies)

MS: MStation JMS-800D UltraFOCUS (日本電子(株)社製)

### 2-3. 試験溶液の調製

#### 2-3-1. 魚介類部分

均一化した試料 20 g をビーカーに量りとり、クリーンアップスパイク 40 µL を加えた後、1 mol/L 水酸化カリウムエタノール溶液を 100 mL 加え室温で 16 時間、スターラーで攪拌した。このアルカリ分解液を分液ロートに移した後、水 100 mL、ヘキサン 100 mL を加え 10 分間振とう抽出した。静

置後、ヘキサン層を分取し、水層にヘキサン 70 mL を加え同様の操作を 2 回行った。ヘキサン抽出液を合わせ、2%塩化ナトリウム溶液 100 mL を加えて緩やかに揺り動かし、静置後、水層を除き同様の操作を繰り返した。ヘキサン層の入った分液漏斗に濃硫酸を適量加え、緩やかに振とうし、静置後、硫酸層を除去した。この操作を硫酸層の着色が薄くなるまで繰り返した。ヘキサン層をヘキサン洗浄水 10 mL で 2 回洗浄し、無水硫酸ナトリウムで脱水後、溶媒を留去し約 2 mL のヘキサンに溶解した。多層シリカゲルをヘキサン 100 mL で洗浄した後、試験溶液を注入し、ヘキサン 50 mL で溶出した。溶出液は溶媒を留去し、約 2 mL のヘキサンに溶解した。ヘキサンで湿式充填したアルミナカラムに試験溶液を注入し、ヘキサン 100 mL で洗浄後、20% (v/v) ジクロロメタン含有ヘキサン 100 mL で溶出した。溶媒を留去し、シリンジスパイク 100  $\mu$ L を加え、GC/MS 試験溶液とした。

### 2-3-2. その他の部分(魚介類部分以外)

均一化した試料 20 g を 500 mL ナス型フラスコに量りとり、クリーンアップスパイク 40  $\mu$ L を加えた後、アセトン 100 mL、ヘキサン 100 mL を加え、栓をして 1 時間振とうした。この溶液をガラスフィルター(予めヘキサン洗浄水及びアセトンで洗浄)をつけた桐山ロートをを用い減圧濾過をした。残渣にアセトン 30 mL、ヘキサン 30 mL を加え、再度、15 分間振とうした。この溶液を同様に桐山ロートで減圧濾過をして、先の濾過液と合わせた。濾過液を分液ロートに移した後、2%塩化ナトリウム溶液 100 mL を加えて緩やかに揺り動かし、静置後、水層を除き同様の操作を繰り返した。有機層を無水硫酸ナトリウムで脱水後、ナス型フラスコに移した。溶媒を留去した後、1 mol/L 水酸化カリウムエタノール溶液を 100 mL 加え栓をして室温で 16 時間、スターラーで攪拌した。このアルカリ分解液を分液漏斗に移した後、水 100 mL、ヘキサン 100 mL を加え 10 分間振とう抽出した。静置後、ヘキサン層を分取し、水層にヘキサン 70

mL を加え同様の操作を 2 回行った。ヘキサン抽出液を合わせ、2%塩化ナトリウム溶液 100 mL を加えて緩やかに揺り動かし、静置後、水層を除き同様の操作を繰り返した。ヘキサン層の入った分液漏斗に濃硫酸を適量加え、緩やかに振とうし、静置後、硫酸層を除去した。この操作を硫酸層の着色が薄くなるまで繰り返した。ヘキサン層をヘキサン洗浄水 10 mL で 2 回洗浄し、無水硫酸ナトリウムで脱水後、溶媒を留去し約 2 mL のヘキサンに溶解した。このヘキサン溶液を分液ロートに移し、ヘキサンで容器を数度洗い分液ロートに合わせ 15 mL とし、ヘキサン飽和ジメチルスルホキシド(DMSO) 40 mL を加え 10 分間振とう抽出した。静置後、DMSO 層を分取し、ヘキサン層に DMSO 40 mL を加え同様の操作を 2 回行った。DMSO 抽出液を合わせ水 120 mL、ヘキサン 60 mL を加え、10 分間振とう抽出した。静置後、ヘキサン層を分取し、水層にヘキサン 60 mL を加え同様の操作を 2 回行った。ヘキサン抽出液を合わせ、水 50 mL を加えて緩やかに揺り動かし、静置後、水層を除き同様の操作を繰り返した。ヘキサン層を無水硫酸ナトリウムで脱水後、溶媒を留去し約 2 mL のヘキサンに溶解した。多層シリカゲルをヘキサン 100 mL で洗浄した後、試験溶液を注入し、ヘキサン 50 mL で溶出した。溶出液は溶媒を留去し、約 2 mL のヘキサンに溶解した。ヘキサンで湿式充填したアルミナカラムに試験溶液を注入し、ヘキサン 100 mL で洗浄後、20% (v/v) ジクロロメタン含有ヘキサン 100 mL で溶出した。溶媒を留去し、シリンジスパイク 100  $\mu$ L を加え、GC/MS 試験溶液とした。

### 2-4. 高分解能 GC/MS 測定条件

GC カラム: HT8-PCB (トレイジャンサイエンティフィック) 内径 0.25 mm  $\times$  60 m

注入方式: スプリットレス

注入口温度: 280 $^{\circ}$ C

注入量: 2.0  $\mu$ L

昇温条件: 100 $^{\circ}$ C (1 分保持) - 20 $^{\circ}$ C/分 - 180 $^{\circ}$ C -

2°C/分-260°C-5°C/分- 300°C(22 分保持)  
キャリアーガス:ヘリウム (流速: 1.0 mL/分)  
MS 導入部温度:300°C  
イオン源温度:300°C  
イオン化法:EI ポジティブ  
イオン化電圧:38 eV  
イオン化電流:600 μA  
加速電圧:~10.0 kV  
分解能:10,000 以上  
モニターイオン:  
一塩化ビフェニル モノクロロビフェニル(MoCBs)  
定量用イオン:  $m/z$  188.0393, 確認イオン: $m/z$  190.0364  
二塩化ビフェニル ジクロロビフェニル(DiCBs)  
定量用イオン: $m/z$  222.0003, 確認イオン: $m/z$ -223.9974  
三塩化ビフェニル トリクロロビフェニル(TrCBs)  
定量用イオン: $m/z$  255.9613, 確認イオン: $m/z$  257.9587  
四塩化ビフェニル テトラクロロビフェニル(TeCBs)  
定量用イオン: $m/z$  289.9224, 確認イオン: $m/z$  291.9195  
五塩化ビフェニル ペンタクロロビフェニル(PeCBs)  
定量用イオン: $m/z$  323.8834, 確認イオン: $m/z$  325.8805  
六塩化ビフェニル ヘキサクロロビフェニル(HxCBs)  
定量用イオン: $m/z$  359.8415, 確認イオン: $m/z$  361.8386  
七塩化ビフェニル ヘプタクロロビフェニル(HpCBs)  
定量用イオン: $m/z$  393.8025, 確認イオン: $m/z$  395.7996  
八塩化ビフェニル オクタクロロビフェニル(OcCBs)  
定量用イオン: $m/z$  427.7636, 確認イオン: $m/z$  429.7606  
九塩化ビフェニル ノナクロロビフェニル(NoCBs)  
定量用イオン: $m/z$  461.7246, 確認イオン: $m/z$  463.7216  
十塩化ビフェニル デカクロロビフェニル(DeCB)  
定量用イオン: $m/z$  497.6826, 確認イオン: $m/z$  499.6797  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 MoCBs  
定量用イオン: $m/z$  200.0795, 確認イオン: $m/z$  202.0766  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 DiCBs  
定量用イオン: $m/z$  234.0406, 確認イオン: $m/z$  236.0376  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 TrCBs  
定量用イオン: $m/z$  268.0016, 確認イオン: $m/z$  269.9986  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 TeCBs  
定量用イオン: $m/z$  301.9626, 確認イオン: $m/z$  303.9597  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 PeCBs  
定量用イオン: $m/z$  335.9237, 確認イオン: $m/z$  337.9207

<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 HxCBs  
定量用イオン: $m/z$  371.8817, 確認イオン: $m/z$  373.8788  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 HpCBs  
定量用イオン: $m/z$  405.8428, 確認イオン: $m/z$  407.8398  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 OcCBs  
定量用イオン: $m/z$  439.8038, 確認イオン: $m/z$  441.8008  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 NoCBs  
定量用イオン: $m/z$  473.7648, 確認イオン: $m/z$  475.7619  
<sup>13</sup>C<sub>12</sub> 標識 DeCB  
定量用イオン: $m/z$  509.7229, 確認イオン: $m/z$  511.7199

## 2-5. 検量線の作成

相対感度係数法により検量線を作成した。検量線作成用標準液(6点)に対して3回測定を実施し、計18点の測定データを得た。各測定データについて、各分析対象物質とそれに対応するクリーンアップスパイクとの相対感度係数(RRF)、及びクリーンアップスパイクとそれに対応するシリジンスパイクの相対感度係数(RRF<sub>ss</sub>)を算出した。検量線作成用標準液に含まれる分析対象物質の内、同一の化学構造のクリーンアップスパイクがない分析対象物質については、同一塩素数に含まれるクリーンアップスパイクの平均の面積値を使用して RRF を算出した。検量線作成時の測定データにおける RRF 及び RRF<sub>ss</sub> の変動係数は15%以内を目標とした。

## 2-6. 検出下限値及び定量下限値

最低濃度の検量線作成用標準液を5倍に希釈した標準溶液をGC/MSにより分析し、S/N=3に相当する濃度を検出下限値(LOD)、S/N=10に相当する濃度を定量下限値(LOQ)として求めた。標準溶液に含まれていないPCBs異性体については、同一塩素数に含まれるPCBs異性体の平均のS/Nを使用してLOD及びLOQを求めた。また、操作ブランク試験を5回行い、ブランクが認められる分析対象物については、ブランクの標準偏差の3倍をLOD、10倍をLOQとして求めた。S/Nから算出した値と比較し、大きい方をLOD、又はLOQとした。本分析法の各PCBs

異性体の LOD と LOQ を表 2 に示した。

### 3. PCBs 摂取量

試料における分析対象物の濃度に、一食分の食品重量を乗じて PCBs 摂取量を算出した。試料中の濃度が LOD 未満の異性体はゼロ (ND=0) として計算した。総 PCBs は、全 PCBs 異性体 (209 異性体) の合計値とした。NDL-PCBs はコブラーナー PCBs である 12 異性体以外の PCBs 異性体 (197 異性体) の合計値とした。6PCBs は PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 の合計値とした。なお、PCB 52 は PCB 69 と GC カラムでのピーク分離が不十分であった。PCB 69 はカネクロール中での存在量が極めて微量であるため、実質上はゼロとみなせると考えられたため、本研究では PCB 52 のピークとして取り扱った。

### C. 研究結果及び考察

#### 1) 弁当試料からの総 PCBs 摂取量

各弁当一食あたりの総 PCBs 摂取量を図 1 に示した。なお、各弁当試料の魚介類部分、その他の部分、及び全体からの PCBs 摂取量の詳細については付表 1、付表 2、及び付表 3 に示した。各弁当試料とも魚介類部分からの総 PCBs 摂取量が多く、弁当全体に占める割合は 85～95% であった。多くの試料では一食当たりの総 PCBs 摂取量は 2,000 ng/食以下であったが、摂取量が突出して高い試料 (No.14) が見られた。該当試料で使用されている魚介類の種類を確認したが、他の試料と比較して特徴的な魚介類は認められず、使用された一般的な魚介類に偶発的に PCBs が高濃度に含まれた可能性が考えられた。

弁当一食あたりの PCBs 摂取量の統計量を表 3 に示した。弁当全体からの総 PCBs 摂取量は、平均値が 931 ng/食、中央値が 343 ng/食、範囲が 37～9,320 ng/食であった。現在、日本では PCBs に暫定耐容一日摂取量 (TDI) (5 µg/kg bw/day) が示されている<sup>2)</sup>。体重 50 kg と仮定した

場合、総 PCBs 摂取量の平均値は暫定 TDI の 0.4%、中央値は暫定 TDI の 0.1%、最大値は暫定 TDI の 3.7% であった。暫定 TDI を指標にした場合は、総 PCBs 摂取量によるヒトの健康リスクは小さいと判断出来る。しかし、暫定 TDI は 1972 年に示されたものであり、その導出の根拠となった長期毒性研究は非常に古い時代のものである。より新しい毒性の知見を踏まえた TDI と比較することも必要と考えられる。2003 年に WHO で PCBs に関する国際簡潔評価文書 No.55 (CICAD: Concise International Chemical Assessment Document)<sup>3)</sup> が作成された。この中で PCBs の混合物について TDI として 0.02 µg/kg bw/day が提案されている。この WHO TDI と比較すると、総 PCBs 摂取量の平均値は WHO TDI の 93%、中央値は WHO TDI の 34% であった。個々の弁当についてみた場合は、6 試料 (No. 11、No.14、No.15、No.17、No.20、No.25) の一食当たりの総 PCBs 摂取量が WHO TDI を超過していた。最も総 PCBs 摂取量が高かった試料 (No.14) は WHO TDI の約 9 倍であった。WHO TDI については過度の安全を見込んだ TDI となっている可能性に留意が必要であるが、PCBs 摂取量をより低減する観点からも、特定の種類や製造会社の食品を過度に摂取するのではなく、多様な食品を含むバランスの良い食生活を送ることが重要であると考えられる。

各弁当試料からの総 PCBs 摂取量における同族体の割合を図 2 及び図 3 に示した。魚介類部分については、いずれの試料も 4 塩素～7 塩素の PCBs が主要であり、これらの合計で全体の 83%～97% を占めていた (図 2)。過去に使用されたカネクロール (KC) の中でも、KC-400、KC-500、KC-600 の同族体割合は 4 塩素～7 塩素化 PCBs が主体であり、概してこれらによる汚染が主体となっているものと考えられた。一方、その他の部分については、魚介類部分と同族体の割合が大きく異なった (図 3)。低塩素化 PCBs (1～3 塩素化物) の割合が魚介類部分では全体の 10% を超えるものは殆ど無かったが、その他の部分で

は 10%を大きく超えるものが殆どであった。低塩素化 PCBs は KC300 や排ガスなどで割合が高い PCBs であり、その他の部分ではこれらの汚染が主体となっている可能性が示唆された。

## 2) 弁当試料からの NDL-PCBs 摂取量

弁当一食(全体)あたりの NDL-PCBs 摂取量は、平均値が 861 ng/食、中央値が 317 ng/食、範囲が 35~8,592 ng/食であった(表 3)。弁当一食(全体)あたりの 6PCBs 摂取量は、平均値が 301 ng/食、中央値が 111 ng/食、範囲が 9.6~2,947 ng/食であった(表 3)。弁当試料(全体)における NDL-PCBs 摂取量の総 PCBs 摂取量に対する割合は、平均が 93%、範囲が 91~97%であった。NDL-PCBs は総 PCBs 摂取量の殆どを占めていた。また、NDL-PCBs の指標異性体である 6PCBs 摂取量の NDL-PCBs 摂取量に占める割合は、平均が 34%(範囲:12~39%)であった。この結果は TD 試料の結果<sup>4)</sup>とよく一致していた。現在、NDL-PCBs についてはリスク評価のための毒性試験データなどの情報が不足しており、TDI は設定されていない。そのため、今回得られた NDL-PCBs 摂取量と TDI の比較はできなかった。

## D. 結論

生食用魚介類を含む弁当(にぎり寿司、巻き寿司、ちらし寿司、海鮮丼、計 25 試料)を対象に、PCBs 摂取量を調査した。弁当一食(全体)あたりの総 PCBs 摂取量は、平均値が 931 ng/食、中央値が 343 ng/食、範囲が 37~9,320 ng/食であった。日本の暫定 TDI に占める割合は小さく、最大値でも暫定 TDI の 3.7%であった。一方、参考としてより厳しい WHO TDI と比較すると、平均値は WHO TDI の 93%、中央値は WHO TDI の 34%であった。個々の弁当についてみた場合は、6 試料の総 PCBs 摂取量が WHO TDI を超過していた。また、リスク評価のための情報が不足している NDL-PCBs の摂取量は、平均値が 861

ng/食、中央値が 317 ng/食、範囲が 35~8,592 ng/食であった。

## E. 参考文献

- 1) European Food Safety Authority (EFSA), Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed, EFSA J, 8, 1701-1736 (2010).
- 2) 厚生省環境衛生局長通知“食品中に残留する PCB の規制について”昭和 47 年 8 月 24 日,環食第 442 号(1972)
- 3) WHO, 2003. Concise International Chemical Assessment Document 55. Polychlorinated biphenyls: human health aspects.
- 4) 令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助金「食品の安全確保推進研究事業「食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究」分担研究報告書(食品の塩素化ダイオキシン類、PCB、難燃剤等の摂取量推定及び汚染実態の把握に関する研究)

## F. 研究業績

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

表 1 購入した一食分試料(弁当類)の概要

No.	弁当の種類	購入店	主な内容物		一食分重量 (g) <sup>1)</sup>	
			魚介類部分	その他の部分	魚介類部分	その他の部分
1	にぎり寿司	A	えび、いか、つぶ貝、あじ、サーモン、たこ、かんばち、たい、まぐろ	酢飯、玉子焼、生姜、のり、ねぎ	66	218
2	ちらし寿司	A	サーモン、かんばち、たい、まぐろ、とびこ、ちりめん、えび	酢飯、玉子焼、生姜、のり、人参、大根	101	226
3	にぎり寿司	B	えび、サーモン、ひらす、まぐろ、いくら、あなご、いか、まだい、えび	酢飯、玉子焼、のり	64	225
4	にぎり寿司	B	えび、サーモン、ひらす、ぶり、まぐろ、まだい、とびこ、いくら	酢飯、のり、大葉	82	199
5	ちらし寿司	C	サーモン、かんばち、まぐろ、いくら、たら(そぼろ)	酢飯、たまご、きゅうり、たけのこ、人参、れんこん	99	260
6	にぎり寿司	C	サーモン、まぐろ、いくら、えび、いか、かれい	酢飯、ネギ、のり、玉子焼	59	183
7	にぎり寿司	D	まぐろ、サーモン、あじ、ぶり、えび、うに、ほたて、ひらめ、いか	酢飯、ネギ、のり、生姜	96	176
8	にぎり寿司	D	サーモントラウト、まぐろ、いたや貝(小柱)、いか、ほたて貝、きす、えび	酢飯、玉子焼、しょうが、のり、ネギ、大葉	66	283
9	巻き寿司	E	サーモン、はまち、まぐろ、とびこ	酢飯、玉子焼、きゅうり、のり	95	127
10	にぎり寿司	E	サーモン、はまち、まぐろ、えび、いか、たい	酢飯、大葉、ねぎ	74	215
11	にぎり寿司	F	あなご、かんばち、サーモン、まぐろ(赤身、中トロ)、えび、いくら、うに、いか	酢飯、きゅうり、のり、ねぎ、ごま	86	201
12	にぎり寿司	G	まぐろ、いか、サーモン、白身魚、かずのこ、えび、うに、いくら、あなご	酢飯、のり、ねぎ、大葉、ごま	89	174
13	にぎり寿司	G	まぐろ、いか、サーモン、かれい、えび、かに風味かまぼこ(いとより、たら)、かに、たこ、あなご	酢飯、玉子焼、のり、ねぎ、大葉、ごま	59	202
14	ちらし寿司	H	サーモン、たい、まぐろ、とびこ、いくら	酢飯、玉子焼、大葉、ねぎ、ごま、生姜	147	253
15	にぎり寿司	H	まぐろ、えび、かに、うに、いくら、あなご、いか、たい、はまち	酢飯、のり、生姜	87	182
16	海鮮丼	I	まぐろ、サーモン、えび、いくら、たい	酢飯、玉子焼、大葉	98	269
17	にぎり寿司	I	いか、つぶ貝、まぐろ(赤身、中トロ)、サーモン、たこ、あじ、えび、いくら	酢飯、玉子焼、ねぎ、大葉、のり、生姜	72	204
18	にぎり寿司	J	いか、えび、あなご、サーモン、かんばち、まぐろ、つぶ貝	酢飯、のり	80	225
19	にぎり寿司	J	ほたて貝(貝柱)、いか、きす、かに風味かまぼこ(いとより、たら)、たこ、こはだ、えび、サーモン、まぐろ	酢飯、玉子焼、のり	68	220
20	海鮮丼	J	白身魚、サーモン、とびこ	酢飯、大葉、のり	143	211
21	海鮮丼	K	まぐろ、いくら、うに、とびこ、たい、いか	酢飯、大葉	134	214
22	にぎり寿司	K	まぐろ(赤身、ビントロ)、えび、いか、サーモン、あなご	酢飯、玉子焼、牛肉、生姜	63	198
23	にぎり寿司	L	まぐろ、さんま、えび、ほたて貝(貝柱)、いか、サーモン、かれい、いくら	酢飯、玉子焼、のり、ねぎ	69	189
24	ちらし寿司	L	まぐろ、はまち、サーモン、あなご、えび、いか、たこ、いくら、ほたて貝(貝柱)、魚肉でんぶ	酢飯、玉子焼、のり、きゅうり	82	177
25	にぎり寿司	M	まぐろ、いか、えび、かれい、ほっき貝、サーモン、あなご	酢飯、玉子焼、生姜	82	200

1) 3~4個の平均値

表 2 本分析法の検出下限値及び定量下限値

PCBs			PCBs		
	LOD, ng/g	LOQ, ng/g		LOD, ng/g	LOQ, ng/g
MoCBs #1	0.00015	0.00050	HxCBs #128	0.00002	0.00008
#2	0.00010	0.00034	#129	0.00002	0.00008
#3	0.00011	0.00038	#130	0.00002	0.00008
DiCBs #4	0.00044	0.00146	#131	0.00002	0.00008
#6	0.00006	0.00020	#133	0.00002	0.00008
#7	0.00002	0.00006	#134	0.00002	0.00008
#8/#5	0.00048	0.00160	#135	0.00002	0.00008
#9	0.00002	0.00006	#136	0.00002	0.00008
#10	0.00002	0.00005	#137	0.00002	0.00008
#11	0.00103	0.00342	#138	0.00011	0.00038
#13/#12	0.00002	0.00006	#140	0.00002	0.00008
#14	0.00002	0.00006	#141	0.00002	0.00008
#15	0.00014	0.00048	#142	0.00002	0.00008
TriCBs #16	0.00010	0.00034	#143	0.00002	0.00008
#17	0.00016	0.00052	#144	0.00002	0.00008
#18	0.00052	0.00175	#145	0.00002	0.00008
#19	0.00003	0.00011	#146/#132	0.00002	0.00008
#20/#33	0.00033	0.00111	#147	0.00002	0.00008
#21	0.00003	0.00011	#148	0.00002	0.00008
#22	0.00015	0.00050	#149/#139	0.00002	0.00008
#23	0.00003	0.00011	#150	0.00002	0.00008
#24	0.00003	0.00011	#151	0.00002	0.00008
#25	0.00003	0.00011	#152	0.00002	0.00008
#26	0.00007	0.00024	#153	0.00007	0.00025
#27	0.00003	0.00011	#154	0.00002	0.00008
#28	0.00039	0.00128	#155	0.00001	0.00005
#29	0.00003	0.00011	#156	0.00002	0.00007
#30	0.00003	0.00011	#157	0.00002	0.00008
#31	0.00031	0.00105	#158	0.00002	0.00008
#32	0.00014	0.00047	#159	0.00002	0.00008
#34	0.00003	0.00011	#160	0.00002	0.00008
#35	0.00004	0.00012	#161	0.00002	0.00008
#36	0.00003	0.00011	#162	0.00002	0.00008
#37	0.00015	0.00051	#164/#163	0.00002	0.00008
#38	0.00004	0.00013	#165	0.00002	0.00008
#39	0.00003	0.00011	#166	0.00002	0.00008
TeCBs #40	0.00002	0.00006	#167	0.00002	0.00007
#41	0.00002	0.00006	#168	0.00002	0.00008
#42	0.00002	0.00006	#169	0.00003	0.00010
#43/#49	0.00012	0.00040	HpCBs #170	0.00006	0.00019
#44	0.00011	0.00038	#171	0.00005	0.00016
#45	0.00002	0.00006	#172	0.00005	0.00016
#46	0.00002	0.00006	#173	0.00005	0.00016
#50	0.00002	0.00006	#174	0.00005	0.00016
#51	0.00002	0.00006	#175	0.00005	0.00016
#52/#69	0.00026	0.00086	#176	0.00005	0.00016
#53	0.00002	0.00006	#177	0.00005	0.00016
#54	0.00001	0.00004	#178	0.00005	0.00016
#55	0.00002	0.00006	#179	0.00005	0.00016
#56	0.00007	0.00024	#180	0.00005	0.00018
#57	0.00001	0.00004	#181	0.00005	0.00016
#59	0.00002	0.00006	#182/#187	0.00005	0.00017
#60	0.00005	0.00015	#183	0.00005	0.00016
#61	0.00002	0.00006	#184	0.00005	0.00016
#62	0.00002	0.00006	#185	0.00005	0.00016
#63/#58	0.00002	0.00006	#186	0.00005	0.00016
#64	0.00006	0.00021	#188	0.00004	0.00012
#65/#75/#48/#	0.00027	0.00090	#189	0.00004	0.00015
#67	0.00002	0.00006	#190	0.00005	0.00016
#68	0.00002	0.00006	#191	0.00005	0.00016
#70	0.00009	0.00030	#192	0.00005	0.00016
#72/#71	0.00002	0.00006	#193	0.00005	0.00016
#73	0.00002	0.00006	OcCBs #194	0.00004	0.00012
#74	0.00007	0.00023	#195	0.00002	0.00008
#76	0.00002	0.00006	#196	0.00002	0.00005
#77	0.00004	0.00013	#197	0.00002	0.00005
#78	0.00002	0.00006	#198	0.00002	0.00005
#79	0.00002	0.00007	#199	0.00002	0.00005
#80/#66	0.00018	0.00059	#200	0.00002	0.00005
#81	0.00002	0.00007	#201	0.00002	0.00005
#82	0.00002	0.00006	#202	0.00001	0.00003
#83	0.00002	0.00006	#203	0.00001	0.00005
PeCBs #84/#92	0.00002	0.00006	#204	0.00002	0.00005
#85	0.00002	0.00006	#205	0.00001	0.00005
#86/#117/#97	0.00002	0.00006	NoCBs #206	0.00002	0.00008
#87/#115	0.00004	0.00012	#207	0.00002	0.00007
#88	0.00002	0.00006	#208	0.00002	0.00007
#89	0.00002	0.00006	DeCB #209	0.00005	0.00016
#90	0.00002	0.00006			
#91	0.00002	0.00006			
#94	0.00002	0.00006			
#96	0.00002	0.00006			
#98/#95	0.00004	0.00013			
#99	0.00004	0.00014			
#100	0.00002	0.00006			
#101	0.00003	0.00010			
#102/#93	0.00002	0.00006			
#103	0.00002	0.00006			
#104	0.00002	0.00008			
#105	0.00008	0.00028			
#106	0.00002	0.00006			
#108	0.00002	0.00006			
#109/#107	0.00002	0.00006			
#110/#120	0.00010	0.00034			
#111	0.00002	0.00006			
#112/#119	0.00002	0.00006			
#113	0.00002	0.00006			
#114	0.00004	0.00014			
#118	0.00013	0.00044			
#121	0.00002	0.00006			
#122	0.00002	0.00006			
#123	0.00004	0.00012			
#124	0.00002	0.00006			
#125/#116	0.00002	0.00006			
#126	0.00004	0.00015			
#127	0.00002	0.00006			

表 3 弁当試料からの PCBs 摂取量の統計量

試料	調査数	PCBs摂取量 (ng/食)				
		平均値	最小値	中央値	最大値	
魚介類部分	総PCBs	25	914	33	337	9,197
	NDL-PCBs	25	845	31	310	8,479
	6PCBs	25	296	8.5	110	2,911
その他の部分	総PCBs	25	17	2.9	11	123
	NDL-PCBs	25	16	2.8	10	113
	6PCBs	25	4.7	0.47	2.6	36
全体	総PCBs	25	931	37	343	9,320
	NDL-PCBs	25	861	35	317	8,592
	6PCBs	25	301	9.6	111	2,947

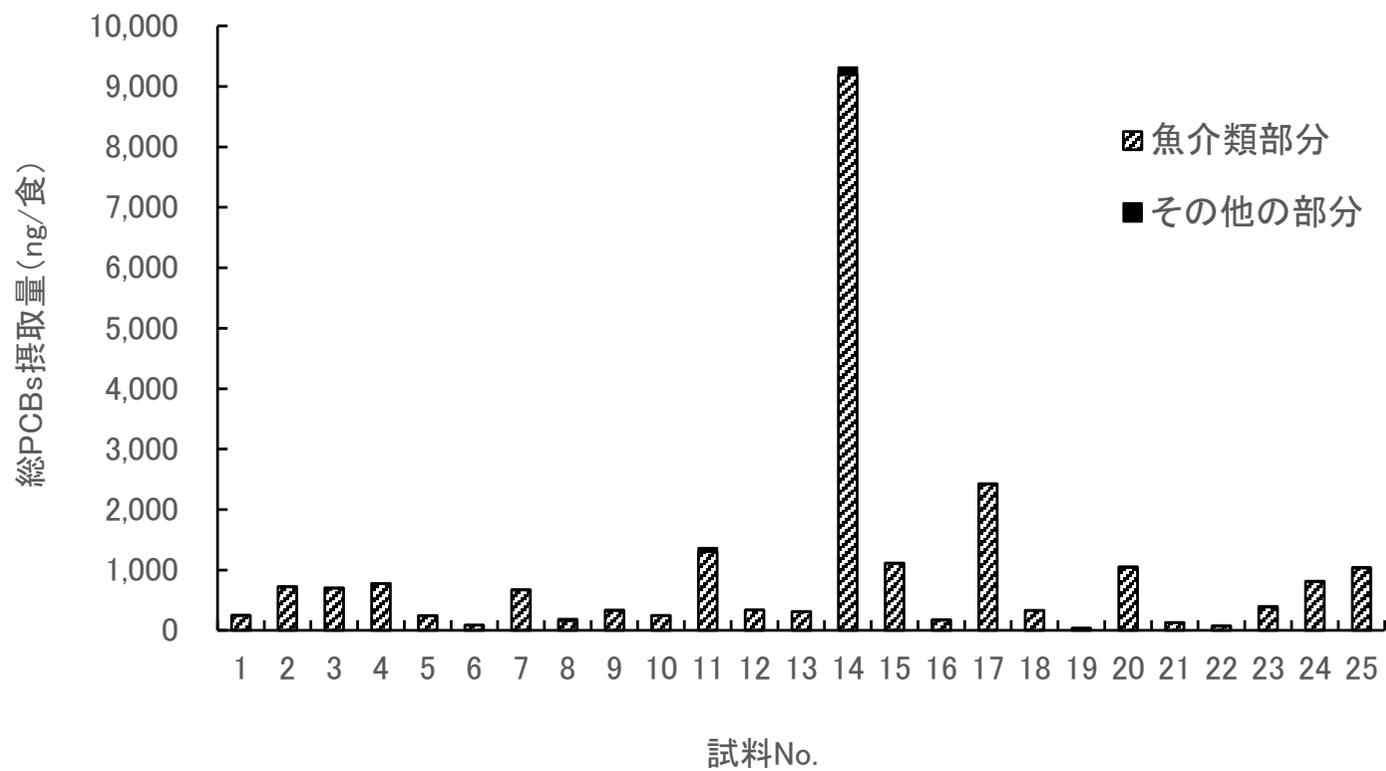


図 1 弁当一食あたりの総 PCBs 摂取量

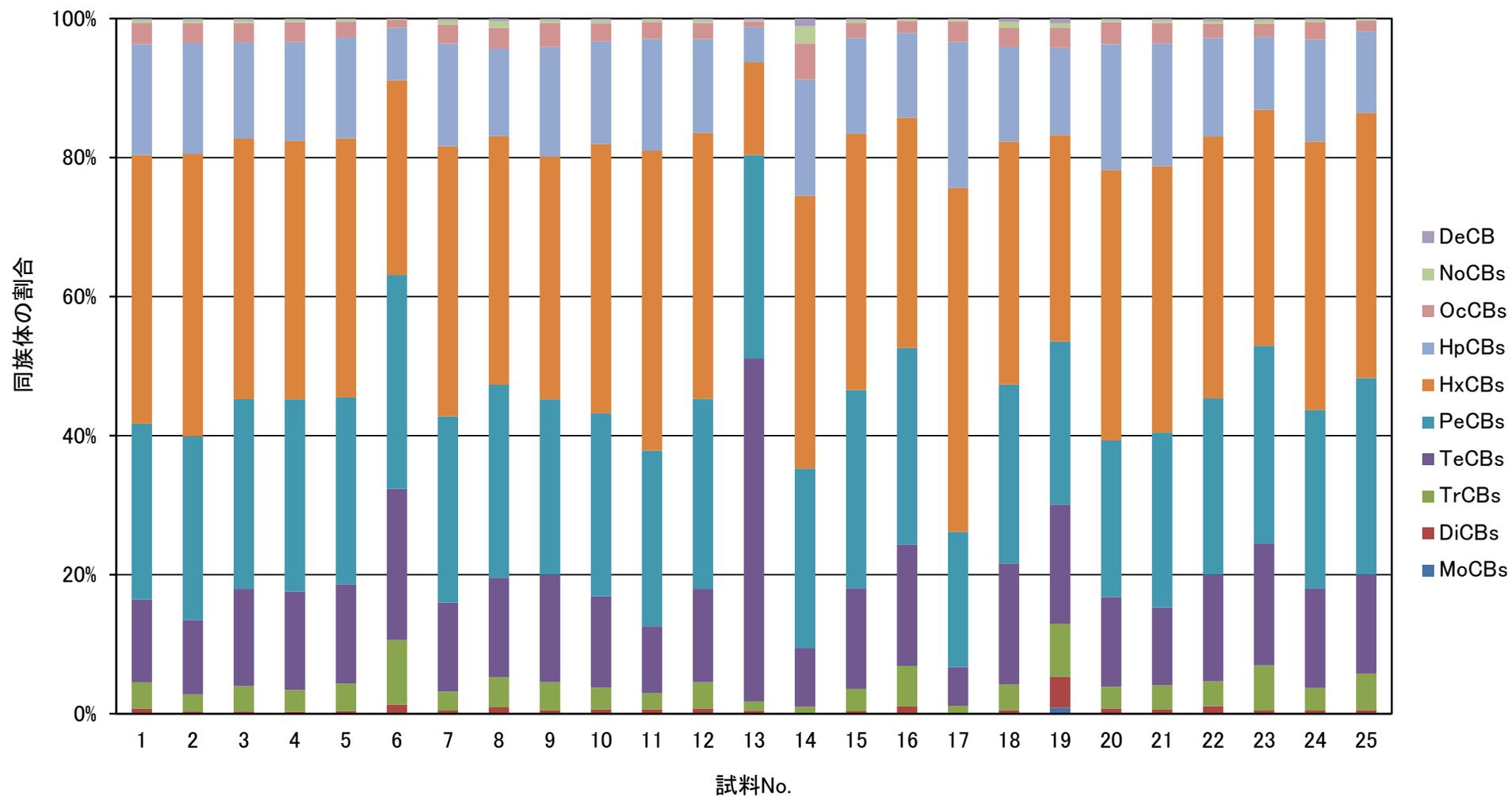


図 2 弁当試料(魚介類部分)からの総 PCBs 摂取量における PCBs 同族体の割合

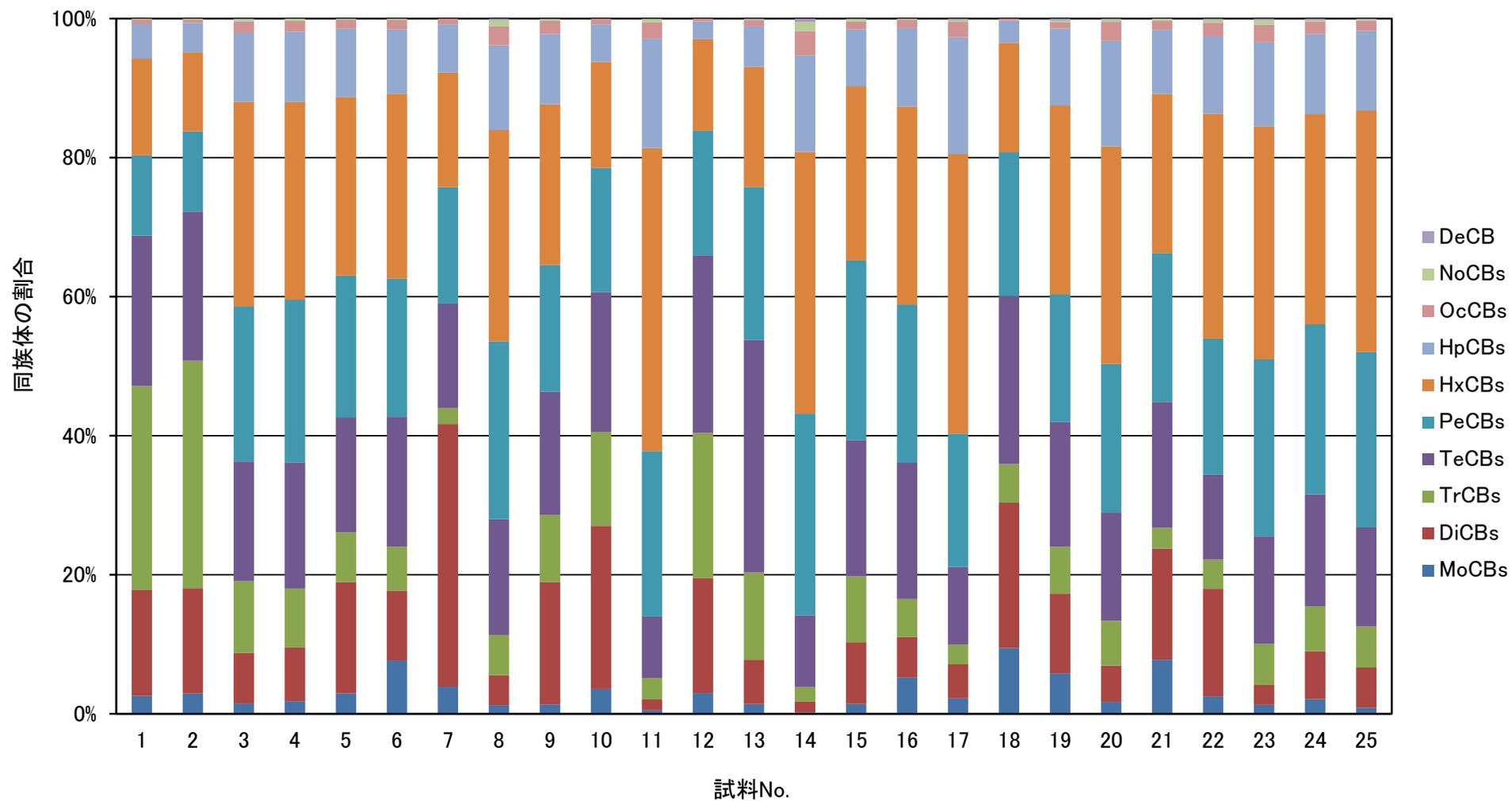


図 3 弁当試料(その他の部分)からの総 PCBs 摂取量における PCBs 同族体の割合

付表 1 弁当試料(魚介類部分)からの PCBs 摂取量

													(ng/食)	
No.	弁当の種類	MoCBs	DiCBs	TrCBs	TeCBs	PeCBs	HxCBs	HpCBs	OcCBs	NoCBs	DeCB	総PCBs	6PCBs <sup>1)</sup>	NDL-PCBs
1	にぎり寿司	0.12	1.7	9.3	30	63	96	39	7.7	0.97	0.52	248	80	230
2	ちらし寿司	0.25	2.2	18	77	191	293	115	21	3.0	1.8	721	238	660
3	にぎり寿司	0.13	2.1	25	98	190	261	96	19	2.9	1.5	696	226	641
4	にぎり寿司	0.14	2.2	24	110	214	287	110	22	2.8	1.2	773	246	715
5	ちらし寿司	0.11	0.86	10	34	65	90	35	5.5	0.75	0.32	241	80	222
6	にぎり寿司	0.11	1.0	7.6	18	25	23	6.2	0.94	0.12	0.045	83	26	77
7	にぎり寿司	0.16	2.9	18	86	180	260	99	18	3.9	2.0	669	217	619
8	にぎり寿司	0.12	1.4	7.0	23	45	58	20	4.9	1.6	0.54	162	51	151
9	巻き寿司	0.14	1.4	13	51	83	114	52	11	1.4	0.79	328	99	304
10	にぎり寿司	0.15	1.4	7.7	32	65	95	36	6.4	1.04	0.68	246	80	228
11	にぎり寿司	1.1	7.3	31	125	330	564	210	32	5.0	1.5	1307	453	1204
12	にぎり寿司	0.22	2.4	13	45	92	129	46	7.6	1.4	0.84	337	110	310
13	にぎり寿司	0.19	1.2	4.0	152	90	41	16	2.4	0.62	0.81	308	35	300
14	ちらし寿司	0.75	7.0	85	771	2379	3608	1539	480	227	99	9197	2911	8479
15	にぎり寿司	0.38	3.8	36	160	317	409	153	25	3.9	2.5	1110	355	1014
16	海鮮丼	0.18	1.6	9.9	30	48	56	21	2.9	0.44	0.19	170	54	157
17	にぎり寿司	0.30	2.8	25	134	471	1198	508	71	7.4	3.3	2421	892	2259
18	にぎり寿司	0.16	1.5	12	58	85	116	45	9.1	3.0	1.5	332	101	309
19	にぎり寿司	0.28	1.5	2.5	5.6	7.7	10	4.1	0.93	0.23	0.22	33	8.5	31
20	海鮮丼	0.25	7.6	33	134	234	405	188	33	3.8	1.51	1041	344	975
21	海鮮丼	0.065	0.74	4.6	15	33	51	23	3.9	0.62	0.23	132	44	122
22	にぎり寿司	0.068	0.66	2.4	10	17	25	9.4	1.4	0.27	0.23	67	20	61
23	にぎり寿司	0.12	1.7	25	67	109	130	40	7.4	2.0	0.73	383	122	357
24	ちらし寿司	0.21	3.7	26	116	208	313	118	20	3.1	1.4	809	272	746
25	にぎり寿司	0.093	5.5	54	146	291	393	121	16	2.2	1.0	1031	348	944

1) PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180の合計値

付表2 弁当試料(その他の部分)からの PCBs 摂取量

													(ng/食)		
No.	弁当の種類	MoCBs	DiCBs	TrCBs	TeCBs	PeCBs	HxCBs	HpCBs	OcCBs	NoCBs	DeCB	総PCBs	6PCBs <sup>1)</sup>	NDL-PCBs	
1	にぎり寿司	0.28	1.7	3.2	2.4	1.3	1.5	0.54	0.072	0.013	— <sup>2)</sup>	11	2.1	11	
2	ちらし寿司	0.27	1.4	3.0	2.0	1.1	1.0	0.38	0.041	0.016	—	9.2	1.5	8.9	
3	にぎり寿司	0.22	1.1	1.5	2.6	3.3	4.4	1.5	0.24	0.050	0.015	15	3.7	14	
4	にぎり寿司	0.17	0.73	0.81	1.7	2.2	2.7	0.96	0.15	0.031	—	9.5	2.3	9.0	
5	ちらし寿司	0.37	2.0	0.91	2.1	2.6	3.2	1.2	0.17	0.018	—	13	3.2	12	
6	にぎり寿司	0.28	0.37	0.23	0.68	0.73	0.97	0.34	0.049	0.0068	—	3.6	1.0	3.4	
7	にぎり寿司	0.16	1.5	0.10	0.61	0.68	0.68	0.28	0.034	—	—	4.1	0.59	3.9	
8	にぎり寿司	0.35	1.2	1.6	4.6	7.1	8.5	3.4	0.75	0.25	0.067	28	7.4	26	
9	巻き寿司	0.18	2.3	1.3	2.3	2.4	3.0	1.3	0.25	0.034	0.0095	13	2.9	12	
10	にぎり寿司	0.21	1.4	0.78	1.2	1.0	0.88	0.31	0.048	—	—	5.8	1.0	5.6	
11	にぎり寿司	0.29	0.95	1.8	5.2	14	26	9.3	1.4	0.25	0.055	59	20	55	
12	にぎり寿司	0.18	1.0	1.3	1.5	1.1	0.79	0.15	0.023	—	—	6.0	1.1	5.9	
13	にぎり寿司	0.18	0.80	1.6	4.2	2.8	2.2	0.73	0.11	0.015	0.015	13	2.3	12	
14	ちらし寿司	0.24	1.9	2.6	13	36	46	17	4.3	1.7	0.54	123	36	113	
15	にぎり寿司	0.14	0.90	0.96	2.0	2.6	2.5	0.83	0.11	0.032	0.011	10	2.6	9.5	
16	海鮮丼	0.43	0.49	0.45	1.6	1.9	2.4	0.94	0.099	0.014	—	8.3	2.2	7.7	
17	にぎり寿司	0.31	0.67	0.39	1.5	2.6	5.5	2.3	0.30	0.043	0.021	14	4.2	13	
18	にぎり寿司	0.28	0.61	0.16	0.71	0.61	0.46	0.094	0.0084	—	—	2.9	0.47	2.8	
19	にぎり寿司	0.26	0.51	0.30	0.79	0.81	1.2	0.49	0.038	0.011	0.013	4.4	1.1	4.2	
20	海鮮丼	0.28	0.86	1.1	2.6	3.5	5.2	2.5	0.45	0.053	0.024	17	4.4	15	
21	海鮮丼	0.23	0.48	0.089	0.54	0.64	0.69	0.28	0.040	0.0094	—	3.0	0.62	2.9	
22	にぎり寿司	0.27	1.7	0.45	1.3	2.1	3.5	1.2	0.21	0.047	0.016	11	3.1	9.9	
23	にぎり寿司	0.25	0.54	1.1	2.9	4.8	6.4	2.3	0.48	0.12	0.048	19	5.4	18	
24	ちらし寿司	0.21	0.70	0.65	1.6	2.5	3.1	1.2	0.18	0.023	0.018	10	2.6	9.4	
25	にぎり寿司	0.17	1.1	1.1	2.7	4.8	6.7	2.2	0.28	0.038	0.015	19	5.9	18	

1) PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180の合計値

2) 分析対象のPCBs異性体が全てLOD未満

付表 3 弁当試料(全体)からの PCBs 摂取量

													(ng/食)		
No.	弁当の種類	MoCBs	DiCBs	TrCBs	TeCBs	PeCBs	HxCBs	HpCBs	OcCBs	NoCBs	DeCB	総PCBs	6PCBs <sup>1)</sup>	NDL-PCBs	
1	にぎり寿司	0.40	3.4	13	32	64	97	40	7.7	0.98	0.52	259	82	241	
2	ちらし寿司	0.52	3.6	21	79	192	294	115	21	3.0	1.8	731	239	669	
3	にぎり寿司	0.35	3.2	27	100	193	265	98	20	3.0	1.5	710	229	655	
4	にぎり寿司	0.31	2.9	25	111	216	290	111	22	2.9	1.2	783	248	724	
5	ちらし寿司	0.48	2.9	10	36	67	93	36	5.7	0.76	0.32	253	84	234	
6	にぎり寿司	0.39	1.4	7.9	19	26	24	6.5	1.0	0.12	0.045	86	27	80	
7	にぎり寿司	0.32	4.4	18	86	180	261	99	18	3.9	2.0	673	218	623	
8	にぎり寿司	0.47	2.6	8.6	28	52	67	24	5.6	1.9	0.60	190	58	177	
9	巻き寿司	0.32	3.7	15	53	85	117	53	11	1.5	0.80	341	102	317	
10	にぎり寿司	0.35	2.8	8.5	33	66	96	37	6.4	1.0	0.68	252	81	234	
11	にぎり寿司	1.4	8.3	32	131	344	589	219	33	5.3	1.5	1366	472	1259	
12	にぎり寿司	0.40	3.4	14	47	93	130	46	7.7	1.4	0.84	343	111	316	
13	にぎり寿司	0.37	2.0	5.6	156	93	43	16	2.5	0.64	0.83	321	37	312	
14	ちらし寿司	0.99	8.9	88	784	2415	3654	1556	484	229	100	9320	2947	8592	
15	にぎり寿司	0.52	4.7	37	162	320	412	154	25	3.9	2.5	1120	357	1024	
16	海鮮丼	0.62	2.1	10	31	50	59	22	3.0	0.45	0.19	178	56	165	
17	にぎり寿司	0.60	3.5	26	135	473	1204	511	71	7.4	3.3	2435	896	2271	
18	にぎり寿司	0.43	2.1	13	58	86	117	45	9.1	3.0	1.5	335	101	312	
19	にぎり寿司	0.54	2.0	2.8	6.4	8.5	11	4.6	1.0	0.24	0.23	37	10	35	
20	海鮮丼	0.53	8.5	34	137	238	410	191	34	3.9	1.5	1057	348	991	
21	海鮮丼	0.30	1.2	4.7	15	34	51	24	3.9	0.63	0.23	135	45	125	
22	にぎり寿司	0.34	2.3	2.8	12	19	29	11	1.6	0.31	0.24	77	24	71	
23	にぎり寿司	0.36	2.3	26	70	114	137	42	7.8	2.1	0.78	402	128	374	
24	ちらし寿司	0.42	4.3	27	117	210	316	120	20	3.1	1.4	819	274	755	
25	にぎり寿司	0.27	6.6	55	149	296	400	123	16	2.2	1.0	1050	354	962	

1) PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180の合計値