

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、難燃剤等の汚染実態の把握に関する研究
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、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(5種25試料)を対象に調査した。PCBsの主な摂取源は魚介類であることから、弁当の内容物の内、魚介類を使った食品を均一化して分析試料とし、総PCBs摂取量を算出した。弁当一食あたりの総PCBs摂取量は、ウナギを主菜とする弁当で中央値 234 ng/食(範囲110~708 ng/食)、サケを主菜とした弁当で中央値 67 ng/食(範囲 62~223 ng/食)、サバを主菜とする弁当で中央値 908 ng/食(範囲 403~1,814 ng/食)、サンマを主菜とした弁当で中央値 208 ng/食(範囲 78~231 ng/食)、白身魚フライを主菜とした弁当で中央値 12 ng/食(範囲 5.7~121 ng/食)であった。弁当一食あたりの総PCBs摂取量は、主菜である魚介類の種類により大きな差があり、サバを主菜とする弁当の中央値が最も高かった。日本の暫定耐容一日摂取量(TDI)と比較すると、弁当5種の総PCBs摂取量の中央値は暫定TDIの0.0049~0.36%、最大値は暫定TDIの0.049~0.73%であった。また、参考としてより厳しいWHOのTDIと比較すると、弁当5種の総PCBs摂取量の中央値はWHOのTDIの1.2~91%であった。個々の弁当についてみた場合は、サバを主菜とする弁当2試料からの総PCBs摂取量がWHOのTDIを超過(114%及び181%)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(中央値)は、ウナギを主菜とする弁当で216 ng/食、サケを主菜とした弁当で62 ng/食、サバを主菜とする弁当で838 ng/食、サンマを主菜とした弁当で196 ng/食、白身魚フライを主菜とした弁当で11 ng/食であった。

研究協力者

国立医薬品食品衛生研究所
高附 巧、前田朋美、足立利華
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ット(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。本年度は、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、及び白身魚フライ弁当とする）を対象に調査した。PCBs の主な摂取源は魚介類であることから、本年度は弁当の内容物の内、魚介類を使った食品からの摂取量を調査した。

なお、本研究では全ての PCBs 異性体(209 異性体)の合計値となる総 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

2019 年 9-10 月に国内のスーパーマーケット及び商業施設で魚介類を主菜とする弁当類(5 種 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を使った食品とそれ以外(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。今年度は、魚介類を使った食品を均一化した試料を分析した。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、現富士フィルム和光純薬(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)は富士フィルム和光純薬(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

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 μ L 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。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 μ 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 μ L

昇温条件:100 $^{\circ}$ C(1 分保持)-20 $^{\circ}$ C/分-180 $^{\circ}$ C-2 $^{\circ}$ C/分-260 $^{\circ}$ C-5 $^{\circ}$ C/分-300 $^{\circ}$ 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 $^{\circ}$ C

イオン源温度:300 $^{\circ}$ 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 μ A

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

13 C₁₂標識 MoCBs

定量用イオン: m/z 200.0795, 確認イオン: m/z 202.0766

¹³ C ₁₂ 標識 DiCBs
定量用イオン:m/z 234.0406, 確認イオン:m/z 236.0376
¹³ C ₁₂ 標識 TrCBs
定量用イオン:m/z 268.0016, 確認イオン:m/z 269.9986
¹³ C ₁₂ 標識 TeCBs
定量用イオン:m/z 301.9626, 確認イオン:m/z 303.9597
¹³ C ₁₂ 標識 PeCBs
定量用イオン:m/z 335.9237, 確認イオン:m/z 337.9207
¹³ C ₁₂ 標識 HxCBs
定量用イオン:m/z 371.8817, 確認イオン:m/z 373.8788
¹³ C ₁₂ 標識 HpCBs
定量用イオン:m/z 405.8428, 確認イオン:m/z 407.8398
¹³ C ₁₂ 標識 OcCBs
定量用イオン:m/z 439.8038, 確認イオン:m/z 441.8008
¹³ C ₁₂ 標識 NoCBs
定量用イオン:m/z 473.7648, 確認イオン:m/z 475.7619
¹³ C ₁₂ 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ススパイクの相対感度係数(RRF_{ss})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_{ss} 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(魚介類を使った食品のみ)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 はコプラナー 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

個々の弁当(5種25試料)からの総 PCBs 摂取量を表 3 に示した。弁当一食(魚介類を使った食品のみ)を食した場合の、各試料における同族体毎の摂取量と、それらの合計となる総 PCBs 摂取量を示した。また、参考として各試料の PCBs 濃度を付表 1 に示した。

弁当の種類毎の総 PCBs 摂取量の統計量を表 4 に、総 PCBs 摂取量の散布図を図 1 に示した。弁当の種類毎の調査数が 5 と少ないことに留意する必要があるが、白身魚フライ弁当などで大きく外れた値があったため、ここでは中央値を用

いて比較した。弁当一食あたりの総 PCBs 摂取量は、ウナギ弁当で中央値 234 ng/食(範囲 110~708 ng/食)、サケ弁当で中央値 67 ng/食(範囲 62~223 ng/食)、サバ弁当で中央値 908 ng/食(範囲 403~1,814 ng/食)、サンマ弁当で中央値 208 ng/食(範囲 78~231 ng/食)、白身魚フライ弁当で中央値 12 ng/食(範囲 5.7~121 ng/食)であった。弁当一食あたりの総 PCBs 摂取量は、主菜とする魚介類の種類により大きな違いが認められた。総 PCBs 摂取量の中央値が最大であったサバ弁当と、最小であった白身魚フライ弁当では 76 倍もの差があった。サバは PCBs 濃度が比較的高い魚介類であることから、それを主菜とする弁当からの PCBs 摂取量も高くなったと考えられる。一方、白身魚フライに使用されるタラやホキなどは、脂肪含量が低いことから一般に PCBs 濃度も低いため、それらを主菜とする弁当からの PCBs 摂取量も低くなったと考えられる。

また、本年度の TD 調査では、10 群(魚介類)からの総 PCBs 摂取量は、全国平均値で 394 ng/person/day¹⁾と推定されている。弁当一食あたりの総 PCBs 摂取量の中央値と比較すると、サバ弁当の中央値のみがこの値を上回った。なお、サバ弁当では調査した弁当 5 試料について、いずれも総 PCBs 摂取量が全国平均値を上回っていた。

各弁当試料からの総 PCBs 摂取量について、同族体毎の割合を図 2 に示した。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 67%~95%を占めていた。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。ただし、低塩素化 PCBs(3 塩素化体以下)の割合が多い試料もいくらか見られた。特に、白身魚フライ弁当の No.1 及び No.4 などでは低塩素化 PCBs の割合が高かった(25%以上)。低塩素化 PCBs は KC300 や排ガスなどで割合が高い PCBs であり、これらの汚染の関与も疑われた。

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²⁾。体重 50 kg と仮定した場合、弁当 5 種の総 PCBs 摂取量(中央値)の暫定 TDI に対する割合は、ウナギ弁当で 0.094%、サケ弁当で 0.027%、サバ弁当で 0.36%、サンマ弁当で 0.083%、白身魚フライ弁当で 0.0049%であった。さらに、個別の弁当試料の内、総 PCBs 摂取量が最も高かったサバ弁当(No.2)でも暫定 TDI の僅か 0.73%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十分に小さいと考えられた。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)³⁾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、弁当 5 種の総 PCBs 摂取量(中央値)の WHO TDI に対する割合は、ウナギ弁当で 23%、サケ弁当で 6.7%、サバ弁当で 91%、サンマ弁当で 21%、白身魚フライ弁当で 1.2%であった。中央値が最も高かったサバ弁当では WHO TDI の 91%に達した。さらに、個別の弁当試料の内、サバ弁当 2 試料(No.1 及び No.2)の総 PCBs 摂取量が WHO TDI を超過した(114%及び 181%)。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、特定の食品を過度に摂取するのではなく、バランスのとれた食生活を送ることが重要であると考えられる。また、魚介類を主食材に使用した弁当類は、今回調査した弁当の他にも様々なものが存在することから、対象を広げて調査することが必要と考えられる。

2) 弁当試料からの NDL-PCBs 摂取量

個々の弁当(5 種 25 試料)からの NDL-PCBs

摂取量、及びNDL-PCBsの指標異性体として使用されている6PCBsの摂取量を表5に示した。弁当試料における6PCBs摂取量のNDL-PCBs摂取量に対する割合は26～41%の範囲であった。EFSAでは、ヨーロッパにおける食品のモニタリング調査結果をもとに、6PCBsはNDL-PCBsの約50%を占めると報告⁴⁾している。しかし、本研究結果では、6PCBsの検出率が100%であるにもかかわらず、その割合は50%を下回っていた。この結果はTD試料の結果¹⁾とよく一致していた。

弁当の種類毎のNDL-PCBs摂取量の統計量を表6に示した。また、指標異性体である6PCBs摂取量の統計量を表7に示した。弁当一食あたりのNDL-PCBs摂取量は、ウナギ弁当で中央値216 ng/食(範囲102～640 ng/食)、サケ弁当で中央値62 ng/食(範囲58～206 ng/食)、サバ弁当で中央値838 ng/食(範囲374～1,686 ng/食)、サンマ弁当で中央値196 ng/食(範囲73～219 ng/食)、白身魚フライ弁当で中央値11 ng/食(範囲5.4～111 ng/食)であった。弁当一食あたりの6PCBs摂取量は、ウナギ弁当で中央値84 ng/食(範囲39～254 ng/食)、サケ弁当で中央値23 ng/食(範囲18～67 ng/食)、サバ弁当で中央値292 ng/食(範囲126～604 ng/食)、サンマ弁当で中央値58 ng/食(範囲22～63 ng/食)、白身魚フライ弁当で中央値3.4 ng/食(範囲1.4～38 ng/食)であった。NDL-PCBs及び6PCBs摂取量の中央値を比較すると、サバ弁当が最も高く、白身魚フライ弁当が最も低かった。この結果は総PCBs摂取量と同様であった。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

魚介類を主菜とした市販弁当5種の総PCBs摂取量(中央値)の範囲は、12～908 ng/食であった。主菜である魚介類の種類により大きな差が

あり、サバ弁当の中央値が最も高かった。弁当5種の中央値が日本の暫定TDIに占める割合は0.0049～0.36%であり、非常に小さかった。一方、これらの中央値をより厳しいWHO TDIと比較した場合は、WHO TDIの1.2～91%となり、サバ弁当の中央値はWHO TDIを僅かに下回る程度であった。また、弁当5種のNDL-PCBs摂取量(中央値)の範囲は11～838 ng/食、6PCBs摂取量(中央値)の範囲は3.4～292 ng/食であった。

E. 参考文献

- 1) 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)
- 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) European Food Safety Authority (EFSA), Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed, EFSA J, 8, 1701-1736 (2010).

F. 研究業績

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

表 1 購入した市販弁当の概要

弁当の種類 ¹⁾	No.	魚介類を使った食品	一食分重量 (g) ²⁾	
			魚介類を使った食品	その他
ウナギ弁当	1	ウナギ蒲焼き	62	229
	2	ウナギ蒲焼き	84	348
	3	ウナギ蒲焼き	124	277
	4	ウナギ蒲焼き	124	239
	5	ウナギ蒲焼き	83	267
サケ弁当	1	焼きサケ	63	247
	2	焼きサケ、おかか	83	241
	3	焼きサケ	34	267
	4	焼きサケ、エビフライ	71	384
	5	焼きサケ、ちくわ磯辺揚げ、明太子	81	319
サバ弁当	1	煮サバ	73	286
	2	焼きサバ	107	242
	3	焼きサバ、エビかき揚げ	53	335
	4	焼きサバ	48	186
	5	焼きサバ	99	320
サンマ弁当	1	サンマ蒲焼き	82	232
	2	味付サンマ	35	222
	3	サンマフライ、ちくわ天、明太子	142	282
	4	焼きサンマ	80	304
	5	焼きサンマ	71	390
白身魚フライ弁当	1	白身フライ、ちくわ磯辺揚げ、おかか	69	223
	2	白身フライ、ちくわ磯辺揚げ	62	306
	3	白身フライ(タラ)、ちくわ天、おかか	98	228
	4	白身フライ(タラ)	46	274
	5	白身フライ(ホキ)、おかか	54	393

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

2) 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
TrCBs #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 弁当試料からの総 PCBs 摂取量

弁当の種類 ¹⁾	No.	(ng/食)										総PCBs
		MoCBs	DiCBs	TrCBs	TeCBs	PeCBs	HxCBs	HpCBs	OcCBs	NoCBs	DeCB	
ウナギ弁当	1	0.71	15	12	29	53	79	27	3.9	0.46	0.47	221
	2	0.48	1.09	4.1	15	28	43	16	2.3	0.24	0.17	110
	3	0.45	1.1	6.5	30	64	88	34	4.4	0.66	4.8	234
	4	1.0	18	18	55	86	82	21	2.9	0.62	0.45	284
	5	1.4	2.1	29	111	214	256	81	11	1.5	0.75	708
サケ弁当	1	0.24	2.0	3.7	9.7	16	22	8.8	1.5	0.17	0.061	64
	2	0.51	2.2	21	56	74	56	12	1.2	0.17	0.078	223
	3	0.058	0.29	1.7	9.7	19	25	9.6	1.6	0.28	0.12	67
	4	6.43	2.4	3.2	7.3	14	20	7.7	1.1	0.13	0.041	62
	5	0.40	2.8	8.0	21	34	38	13	1.7	0.19	0.13	119
サバ弁当	1	0.52	3.1	29	104	283	531	169	22	2.2	1.1	1144
	2	0.85	4.1	48	213	475	749	290	32	2.2	0.59	1814
	3	0.15	2.7	22	70	172	268	88	9.7	1.1	0.51	634
	4	0.22	1.8	17	62	119	150	47	4.4	0.33	0.12	403
	5	0.36	4.2	41	144	274	343	92	8.9	1.1	0.38	908
サンマ弁当	1	0.39	4.3	27	51	54	38	7.9	0.79	0.11	0.064	184
	2	0.17	1.6	9.4	20	25	18	3.9	0.39	0.057	0.038	78
	3	0.27	3.6	28	55	67	51	13	1.6	0.25	0.16	220
	4	0.46	5.3	39	64	67	44	9.7	0.77	0.11	0.049	231
	5	8.2	5.9	36	51	56	41	8.9	0.80	0.13	0.067	208
白身魚フライ弁当	1	0.64	1.8	1.2	2.3	3.0	2.9	1.0	0.18	0.038	0.028	13
	2	0.25	1.2	1.1	2.5	3.1	3.0	0.78	0.13	0.028	0.010	12
	3	0.48	1.4	4.3	17	37	45	15	1.9	0.22	0.11	121
	4	0.077	1.1	0.73	1.2	1.4	0.96	0.18	0.025	0.0076	0.0047	5.7
	5	0.18	0.40	0.46	1.2	2.8	4.6	1.9	0.24	0.036	0.0080	12

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

表 4 弁当試料からの総 PCBs 摂取量の統計量

弁当の種類 ¹⁾	調査数	総PCBs摂取量 (ng/食)			
		平均値	最小値	中央値	最大値
ウナギ弁当	5	311	110	234	708
サケ弁当	5	107	62	67	223
サバ弁当	5	981	403	908	1814
サンマ弁当	5	184	78	208	231
白身魚フライ弁当	5	33	5.7	12	121

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

表 5 弁当試料からの 6PCBs 及び NDL-PCBs 摂取量

弁当の種類 ¹⁾	No.	(ng/食)	
		6PCBs ²⁾	NDL-PCBs
ウナギ弁当	1	75	202
	2	39	102
	3	84	216
	4	95	255
	5	254	640
サケ弁当	1	20	60
	2	67	206
	3	23	62
	4	18	58
	5	41	110
サバ弁当	1	436	1056
	2	604	1686
	3	216	584
	4	126	374
	5	292	838
サンマ弁当	1	50	173
	2	22	73
	3	63	206
	4	59	219
	5	58	196
白身魚フライ弁当	1	3.3	12
	2	3.4	11
	3	38	111
	4	1.4	5.4
	5	3.9	11

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

2) PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180の合計値

表 6 弁当試料からの NDL-PCBs 摂取量の統計量

弁当の種類 ¹⁾	調査数	NDL-PCBs摂取量 (ng/食)			
		平均値	最小値	中央値	最大値
ウナギ弁当	5	283	102	216	640
サケ弁当	5	99	58	62	206
サバ弁当	5	907	374	838	1686
サンマ弁当	5	173	73	196	219
白身魚フライ弁当	5	30	5.4	11	111

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

表 7 弁当試料からの 6PCBs 摂取量の統計量

弁当の種類 ¹⁾	調査数	6PCBs摂取量 (ng/食)			
		平均値	最小値	中央値	最大値
ウナギ弁当	5	109	39	84	254
サケ弁当	5	34	18	23	67
サバ弁当	5	335	126	292	604
サンマ弁当	5	50	22	58	63
白身魚フライ弁当	5	10	1.4	3.4	38

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

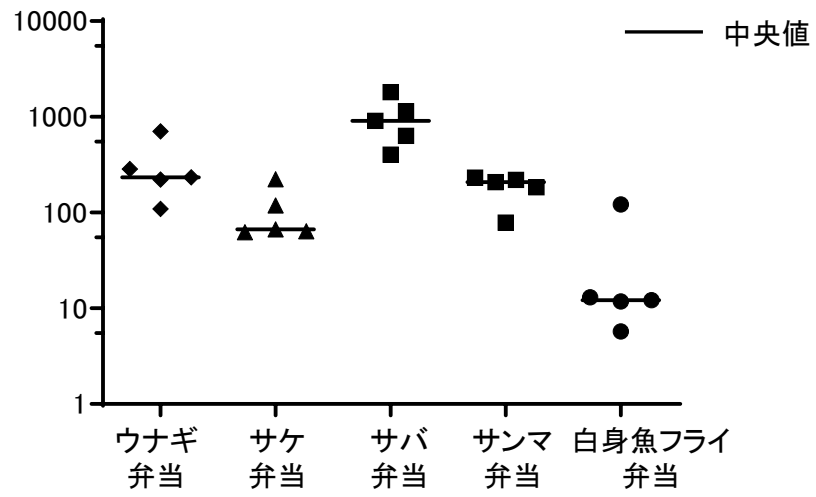


図 1 弁当の種類別にみた総 PCBs 摂取量

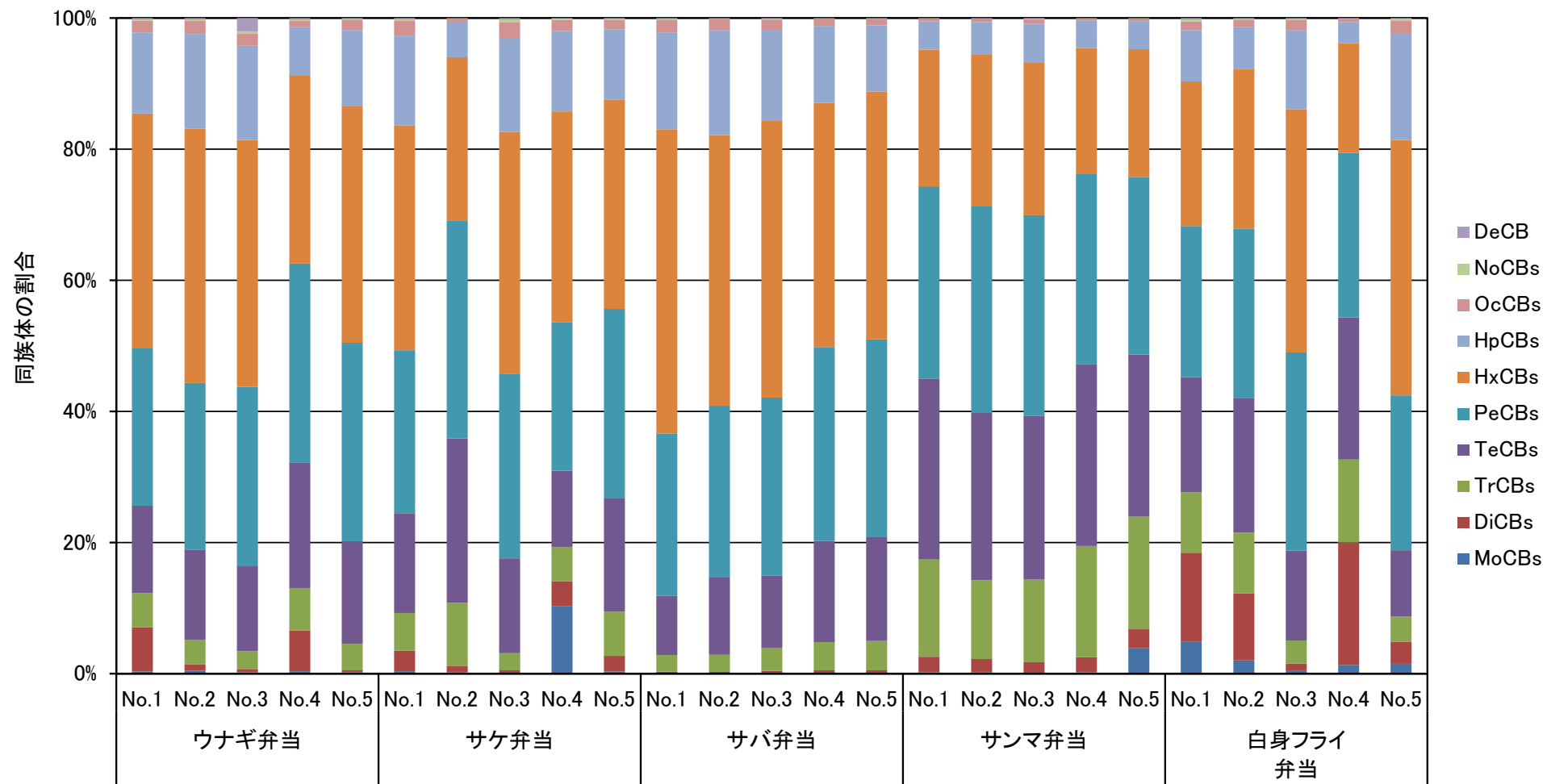


図2 弁当試料からの総 PCBs 摂取量における PCBs 同族体の割合

付表 1 弁当試料中の PCBs 濃度

													(ng/g)	
弁当の種類 ¹⁾	No.	MoCBs	DiCBs	TrCBs	TeCBs	PeCBs	HxCBs	HpCBs	OcCBs	NoCBs	DeCB	総PCBs	6PCBs ²⁾	NDL-PCBs
ウナギ弁当	1	0.011	0.24	0.18	0.47	0.85	1.3	0.44	0.062	0.0074	0.0075	3.5	1.2	3.2
	2	0.0056	0.013	0.049	0.18	0.33	0.50	0.19	0.027	0.0028	0.0020	1.3	0.46	1.2
	3	0.0037	0.0087	0.053	0.24	0.52	0.71	0.27	0.036	0.0054	0.038	1.9	0.68	1.7
	4	0.0082	0.14	0.15	0.44	0.70	0.66	0.17	0.023	0.0050	0.0036	2.3	0.77	2.1
	5	0.017	0.026	0.34	1.3	2.6	3.1	0.98	0.13	0.018	0.0091	8.5	3.1	7.7
サケ弁当	1	0.0039	0.032	0.059	0.16	0.25	0.35	0.14	0.023	0.0028	0.00098	1.0	0.32	1.0
	2	0.0061	0.026	0.26	0.67	0.89	0.67	0.14	0.015	0.0021	0.00094	2.7	0.80	2.5
	3	0.0017	0.0086	0.052	0.29	0.56	0.73	0.28	0.048	0.0083	0.0036	2.0	0.69	1.8
	4	0.091	0.033	0.046	0.10	0.20	0.28	0.11	0.015	0.0018	0.00058	0.88	0.26	0.82
	5	0.0050	0.035	0.099	0.26	0.42	0.47	0.16	0.021	0.0024	0.0015	1.5	0.50	1.4
サバ弁当	1	0.0070	0.042	0.39	1.4	3.9	7.2	2.3	0.30	0.030	0.015	16	5.9	14
	2	0.0080	0.038	0.44	2.0	4.4	7.0	2.7	0.30	0.021	0.0055	17	5.7	16
	3	0.0028	0.051	0.41	1.3	3.2	5.0	1.7	0.18	0.020	0.0097	12	4.1	11
	4	0.0047	0.037	0.37	1.3	2.5	3.2	0.99	0.092	0.0069	0.0025	8.5	2.6	7.9
	5	0.0036	0.043	0.41	1.5	2.8	3.5	0.92	0.089	0.011	0.0038	9.2	2.9	8.5
サンマ弁当	1	0.0047	0.052	0.33	0.61	0.66	0.47	0.096	0.0096	0.0014	0.00078	2.2	0.60	2.1
	2	0.0049	0.045	0.27	0.57	0.71	0.52	0.11	0.011	0.0016	0.0011	2.2	0.62	2.1
	3	0.0019	0.025	0.19	0.39	0.47	0.36	0.092	0.011	0.0017	0.0011	1.5	0.45	1.4
	4	0.0058	0.066	0.49	0.80	0.84	0.55	0.12	0.0095	0.0014	0.00060	2.9	0.73	2.7
	5	0.11	0.083	0.50	0.72	0.79	0.57	0.12	0.011	0.0018	0.00095	2.9	0.82	2.7
白身フライ弁当	1	0.0093	0.026	0.017	0.033	0.043	0.042	0.015	0.0026	0.00055	0.00040	0.19	0.047	0.18
	2	0.0040	0.020	0.018	0.040	0.051	0.048	0.013	0.0022	0.00045	0.00017	0.20	0.055	0.18
	3	0.0049	0.014	0.044	0.17	0.37	0.46	0.15	0.019	0.0022	0.0012	1.2	0.39	1.1
	4	0.0017	0.023	0.016	0.027	0.031	0.021	0.0039	0.00053	0.000165	0.00010	0.12	0.031	0.12
	5	0.0033	0.0074	0.0085	0.022	0.052	0.086	0.036	0.0045	0.00067	0.00015	0.22	0.073	0.20

1) 主菜となる魚介類に基づき分類

2) PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180の合計値