

平成 29 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
その手法開発に関する研究**

研究分担報告書

**食品の有害元素、ハロゲン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**

研究分担者

国立医薬品食品衛生研究所食品部 渡邊敬浩

研究要旨

有害物質の摂取量推定値は、健康リスクの管理を目的とする規格値策定等の行政施策の検討及び、効果検証のための科学的根拠となる。また、自らがどのような有害物質のどのくらいの量を摂取しているかという、国民の関心への答えでもある。

本研究では、日常的な食事を通じて国民が平均的に摂取する鉛、カドミウム、ヒ素(総ヒ素並びに無機ヒ素)、水銀(総水銀並びにメチル水銀)を含む元素類及び、塩素系難燃剤(デクロラン類)の量を推定した。

研究協力者

国立医薬品食品衛生研究所食品部	片岡洋平、林恭子
北海道立衛生研究所	平間祐志、青柳直樹
新潟県保健環境科学研究所	五井千尋
横浜市衛生研究所	高橋京子、内藤えりか
名古屋市衛生研究所	中島正博、加藤陽康、高木恭子
滋賀県衛生科学センター	岡田万喜子、小林博美
香川県環境保健研究センター	氏家あけみ、上田淳司、安永恵
沖縄県衛生環境研究所	高嶺朝典、佐久川さつき、大城聡子、泉水由美子、仲眞弘樹
福岡県保健環境研究所	安武大輔、佐藤 環、堀 就英

有害物質の摂取量推定値は、健康リスクの管理を目的とする規格値策定等の行政施策の検討及び、効果検証のための科学的根拠となる。また、自らがどのような有害物質のどのくらいの量を摂取しているかという、国民の関心への答えでもある。従って、健康リスクの大きさや懸念の蓋然性を指標に選定した有害物質の信頼できる摂取量を適時かつ継続的に推定し蓄積すること並びに、必要に応じてより健康な生活のために様々な活用することが肝要である。

本研究では、有害物質として鉛、カドミウム、ヒ素(総ヒ素並びに無機ヒ素)、水銀(総水銀並びにメチル水銀)を

含む元素類及び、ハロゲン系難燃剤(塩素系難燃剤：デクロラン類)を選定し、マーケットバスケット(MB)方式によるトータルダイエツトスタディー(TDS)を方法として、日常的な食事を通じた国民平均の一日摂取量を推定した。

本 TDS に用いた試料(TD 試料)は、全国 10 地域の地方衛生研究所等により調製された。TD 試料中の各種元素類の分析は国立医薬品食品衛生研究所においてまた、デクロラン類の分析は福岡県保健環境研究所において実施した。本研究により得られた結果を、元素類の摂取量推定とデクロラン類の摂取量推定とに区分し、以下報告する。

**食品の有害元素、ハロゲン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分担報告書
元素類摂取量推定の部**

研究要旨

本研究では、2017年にマーケットバスケット(MB)方式により調製したトータルダイエツト(TD)試料の分析を通じ、鉛、カドミウム、ヒ素(総ヒ素並びに無機ヒ素)、水銀(総水銀並びにメチル水銀)を含む17種の元素類の全国・全年齢層平均摂取量(全国摂取量_{ave.})を推定した。その結果、各元素類の全国摂取量_{ave.}はホウ素: 1432 µg/man/day、アルミニウム:2735 µg/man/day、ニッケル:150 µg/man/day、セレン:92.0 µg/man/day、カドミウム:17.8 µg/man/day、アンチモン:0.78 µg/man/day、バリウム:430 µg/man/day、ウラン:1.17 µg/man/day、鉛:10.0 µg/man/day、スズ:179 µg/man/day、クロム:62.5 µg/man/day、コバルト:9.4 µg/man/day、モリブデン:218 µg/man/dayと推定された。総ヒ素と無機ヒ素の全国摂取量_{ave.}は、それぞれ 232 µg/man/day、21.9 µg/man/dayと推定された。総水銀とメチル水銀の全国摂取量_{ave.}は、それぞれ 7.2 µg/man/day、6.1 µg/man/dayと推定された。

各元素類の摂取量及び、各元素類の摂取に寄与する食品群の変化について、2013年から蓄積したデータをもとに解析した。耐用摂取量が設定されている元素類については、必要に応じて便宜的に耐用一日摂取量(TDI)を算出した後、全国摂取量_{ave.}が占める割合(対TDI比)を求めた。その結果、対TDI比はNiの75%を筆頭に、セレン、バリウム、メチル水銀が40%以上、ホウ素とカドミウムが30%以上、アルミニウムとウランが10%以上となった。さらに、鉛、カドミウム、総ヒ素、総水銀については、1977年以後に推定された摂取量の経年変化の情報を更新した。

研究協力者 (元素類の分析)

国立医薬品食品衛生研究所食品部 片岡洋平、林恭子

な鉛、カドミウム、ヒ素、水銀等の重

A. 研究目的

本研究では、マーケットバスケット(MB)方式によるトータルダイエツトスタディー(TDS)の一環として、有害

金属類を含む17種の元素類の摂取量を継続して推定している。本TDSには、地方自治体所管の衛生研究所等に

毎年ご協力をいただいている。

本報告書では、上記元素類の全国・全年齢層における平均摂取量(全国摂取量_{ave.})の推定を目的に、2017年に実施したTDSの成果を報告する。また、2013年～2017年に推定した各元素類摂取量の変動や、各元素類の摂取に寄与する食品群の変動の解析結果を報告する。さらに、1977年以後に継続して推定している鉛、カドミウム、総ヒ素、総水銀の摂取量については、情報を更新し報告する。

B. 研究方法

1. TD 試料の調製

日本人の日常的な食事(日常食)からの各元素類摂取量を推定するため、日常食のモデルとなるTD試料をMB方式により調製した。試料に含める食品数を多くすることと、地域による食品摂取パターンの違いを考慮し、TD試料の調製は、全国10地域の地方衛生研究所等で行った。TD試料は2017年5月から10月までの間に調製された。統計法に基づく申請手続きを経て入手した、平成23年度～25年度の3年間分の国民健康・栄養調査の結果を地域別に集計し、該当する地域における個々の食品の平均消費量を求めた。この集計では、年齢や性別を要素としていないため、該当地域における各食品の全年齢層平均消費量が集計結果である。各地

域の協力研究者は、小売店から食品を購入し、茹でる、焼く等の一般的な調理を行ってから、該当地域における1日当たりの消費量に従って秤量し、混合・均質化することで試料を調製した。分析に必要な均質性を確保する目的から、調製時に試料に加水される場合があるが、その量は、摂取量を算出する過程において考慮されている。

TD試料は、混合・均質化の際に組み合わせる食品の種類に応じて、下記14群に分割して調製した。1群:米及びその加工品、2群:雑穀・芋、3群:砂糖・菓子類、4群:油脂類、5群:豆・豆加工品、6:果実類、7群:有色野菜、8群:その他の野菜・海草類、9群:嗜好飲料、10群:魚介類、11群:肉・卵、12群:乳・乳製品、13群:調味料、14群:飲料水。

各地域で調製されたTD試料は、変質等による分析結果への影響に配慮し、不活性容器に入れ冷凍状態を保ちつつ、国立医薬品食品衛生研究所に収集された。全ての分析は、国立医薬品食品衛生研究所で実施した。

2. 分析

元素類の一斉分析、総水銀(total Hg)の分析、メチル水銀(MeHg)の分析及び、無機ヒ素(iAs)の分析には、昨年度までに報告した各種方法をその実施の適正を確認した後に使用した。元素類一斉分析法の対象元素は、以下の14元素で

ある。ホウ素(B)、アルミニウム(Al)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、総ヒ素(total As)、セレン(Se)、モリブデン(Mo)、カドミウム(Cd)、スズ(Sn)、アンチモン(Sb)、バリウム(Ba)、鉛(Pb)、ウラン(U)。

3. 摂取量の推定及び解析

TD 試料における各種有害物質の濃度に、食品消費量(正確には、食品消費量に応じて調製した TD 試料の量)を乗じて有害物質摂取量を推定した。

2013年～2017年の5年間に蓄積されたデータをまとめて解析し、各種元素類摂取量推定値や摂取量に寄与する食品群の変動を明らかにし、原因等について考察した。

C.D. 結果及び考察

C.D.-1 各元素類の全国・全年齢層平均摂取量の推定

MB方式により全国10地域でTD試料を調製し、その分析により得られた値、すなわちTD試料における各元素類の濃度と、各地域における食品消費量に基づき、各元素類の地域別全年齢層平均摂取量(地域別摂取量)を推定した。地域別摂取量の平均値を全国・全年齢層平均摂取量(全国摂取量_{ave.})とした。

本研究では、検出下限(LOD)となる濃度が十分に低いこと性能評価により実証した分析法を採用し、1機関内で全て

の分析を実施している。そのため、分析による元素類の見逃しが起こる可能性は低く、健康リスク上意味のある大きさで、摂取量を過小に推定することはないと考える。逆に、合理性を欠いたまま保守的な推定を意図して、1/2LODの値を推定に使用することが、健康リスク上は意味のない摂取量推定値を生み出し、誤った懸念にもつながりかねない。本研究においては、同様に分析値の品質を保証したこれまでの研究に引き続き、検出下限を下回った分析結果をNDとし、ND=0として摂取量を推定した。

1)-1. 各元素類の摂取量推定値

2017年に調製した全14群のTD試料の分析を通じ、各元素類の摂取量を推定した。一斉分析法の対象となる14元素(B、Al、Ni、Se、Cd、Sb、Ba、Pb、U、total As、Sn、Cr、Co、Mo)、HPLC-ICP-MS法の対象となる無機ヒ素(inorganic As; iAs)、水銀計を用いた分析法の対象となる総水銀(total Hg)の地域・食品群別摂取量推定値を表1-1～表1-16に示す。推定された総摂取量(食品群別摂取量推定値の総和)すなわち、地域別摂取量の値は、全10地域を通じて元素ごとに以下の範囲にあった。B:1248～1648 µg/man/day、Al:1302～6199 µg/man/day、Ni:82.9～292 µg/man/day、Se:81.6～105 µg/man/day、Cd:10.6～28.9 µg/man/day、Sb:0.4～1.4 µg/man/day、Ba:345～542

μg/man/day、Pb:2.7～48.7 μg/man/day、U:0.39～2.4 μg/man/day、total As:134～473 μg/man/day、total iAs:13.3～52.9 μg/man/day、Sn:0.3～1021 μg/man/day、Cr:10.0～357 μg/man/day、Co:5.6～19 μg/man/day、Mo:190～261 μg/man/day、Hg:4.4～11.4 μg/man/day。

上記16種の元素類について、地域・食品群別摂取量推定値を集計し、食品群別摂取量の全国平均値とその総和となる全国摂取量_{ave.}を推定し、表2に示した。表2は、耐用摂取量(耐用週間摂取量もしくはその値から便宜的に計算した耐用一日摂取量)が設定されている元素(B、Al、Ni、Se、Cd、Sb、Ba、U)とそれ以外の元素(total As、iAs、total Hg、Pb、Sn、Cr、Co、Mo)に2分割して示した。表には0.00の数値が含まれているが、これは摂取量推定値を小数点以下2桁で表記することを基本としたためであって、必ずしも摂取量は0ではない。しかし、健康リスク上意味のある摂取量の表記としては、十分であるとも考える。各元素類の全国摂取量_{ave.}は、以下の通り推定された。B:1432 μg/man/day、Al:2735 μg/man/day、Ni:150 μg/man/day、Se:92.0 μg/man/day、Cd:17.8 μg/man/day、Sb: 0.78 μg/man/day、Ba:430 μg/man/day、U: 1.17 μg/man/day、total As:232 μg/man/day、iAs:21.9 μg/man/day、total Hg:7.2 μg/man/day、Pb:10.0 μg/man/day、Sn:179 μg/man/day、Cr:62.5 μg/man/day、

Co: 9.4 μg/man/day、Mo:218 μg/man/day。

総水銀の分析結果を踏まえ、含有の可能性が高いと判断した10群、11群のTD試料の分析を通じ、メチル水銀の摂取量を推定した。2017年に推定したメチル水銀の地域別摂取量は、全10地域を通じ、3.0～9.2 μg/man/dayの範囲にあった。また、全国摂取量_{ave.}は、6.1 μg/man/dayと推定された(表3)。

1)-2. 各元素類摂取量の変動

これまでの研究において、2013年～2015年の3年間に推定した各元素の地域別摂取量(TDS実施年ごとにn=10ないし11)をTDSの実施年ごとに解析し、その変動を明らかにした。その結果、TDSの実施年に依らず、ホウ素、ニッケル、セレン、バリウム、クロム、コバルト、モリブデン、カドミウムの地域別摂取量の最大値は最小値の5倍未満の値となり、比較的変動が小さかった。一方で、アルミニウム、アンチモン、スズ、鉛、ウランの地域別摂取量の最大値は最小値の5倍以上となる場合があり、比較的変動が大きかった。

2017年の研究においてもこれまでと同様に、ホウ素、ニッケル、セレン、バリウム、コバルト、モリブデン、カドミウムの摂取量の地域間変動は小さく、過去の結果によく一致した(図1-1)。特に、ホウ素、セレン、バリウム、モリブデンの4つの元素については、

2013年以降に推定された地域別摂取量の最大値と最小値の比が2を超えることはまれであり、これら4元素を日本人は毎日安定して摂取していると言えるだろう。2017年に推定されたクロムの地域別摂取量については、最大値が最小値の約36倍の値となり、これまでに推定値に比べ変動が大きかった。クロムはニッケル・クロム鋼として、フードプロセッサー等の刃の原料として用いられることのある元素である。そのため、TD試料調製時に混合のために使用した機器からの汚染がなかったか等も含め精査が必要と考える。

アルミニウム、アンチモン、スズ、鉛、ウランのうち、特にスズと鉛の地域別摂取量の変動は大きく、過去の結果に一致した。(図1-2)。スズと鉛それぞれの摂取量の最大値は、対応する最小値の約3000倍と18倍である。2017年の推定において最大の鉛摂取量を与えることになった地域Fにおける2群のTD試料における鉛濃度は、約0.1 mg/kgであった。2群は「穀類」に分類される食品により構成される群であり、TD試料には多種類の食品が含まれている。正確にいうと、TD試料は、穀類そのものではなく、パンやパスタ、ポップコーンやコーンフレークといった各種の穀類を原材料とする加工食品を主として構成されている。これら多種類の加工食品の集合であるため、2群のTD試料

の鉛濃度を与えた食品について、特定を含む考察はできない。しかし、摂取量や健康リスクとは若干異なる考察となりまた、分類の仕方が異なるため直接比較することはできないが、Codex規格ではCereal grainに0.2 mg/kgの上限値が設定されていることを考慮すると注意すべき鉛濃度の食品が本年度のTD試料には含まれていた可能性がある。スズについては、これまでも、その濃度が他に比較して突出して高い食品が、偶発的にTD試料の調製に含められることがあり、その場合に摂取量が高くなる可能性を示唆している。スズ摂取量への寄与が高い食品群は、これまでと同様に8群であった(図2-5)。スズの摂取量が高くなる要因は、食品の原料となる農産品における濃度が高いことではなく、調理・保存・輸送の過程で使用される容器からの移行である可能性が高いことをこれまでに考察している。8群に分類される水煮の野菜等と、2017年の摂取量への寄与はほとんど見られなかったが6群に分類される缶詰くだもの類は、上記の容器から移行が考えられる食品である。総ヒ素摂取量と無機ヒ素摂取量、総水銀摂取量とメチル水銀摂取量の解析結果は一組にして、図1-3に示した。なお、総ヒ素の摂取量の最大値は2013年から漸次的に増加しているように見えるが、特定の地域に限定して摂取量が増加しているのでは

なくまた、全国摂取量_{ave.}にはその傾向が認められないことを補足しておく。

これまでに推定されたどの元素類の摂取量からも、特定の地域と元素との組合せにおいて安定して大きくなるといった明確な特徴は認められていない。摂取量の地域間変動が特に小さい、ホウ素、セレン、バリウム、モリブデンの4つの元素の全国摂取量_{ave.}の5年間(2013-2017年)の平均値は以下の通りである。B:1424 µg/man/day、Se:91 µg/man/day、Ba:455 µg/man/day、Mo:214 µg/man/day。

そのほかの元素類の摂取量については、5年間分の全国摂取量_{ave.}平均値と標準偏差(括弧内は相対標準偏差%)を以下に示す。

Al:3203±3552 µg/man/day(111%)、Ni:147±40 µg/man/day (27%)、Cd:18±5 µg/man/day (29%)、Sb:1±2 µg/man/day (139%)、Pb:10±9 µg/man/day (90%)、U:1.1±0.5 µg/man/day (46%)、total As:224±76 µg/man/day (34%)、iAs:18±7 µg/man/day (37%)、Sn:157±328 µg/man/day (208%)、Cr:34±48 µg/man/day (143%)、Co:9±3 µg/man/day (30%)、total Hg:8±3 µg/man/day (39%)、MeHg:6±3 µg/man/day (47%)。

元素摂取量の大きな変動の要因の1つには、ある一日の消費のためにどのような食品を選択するかのも偶発性が挙げられるものと考察する。極端な例で

はあるが、特定メーカーが販売する原材料や製造方法に変更のない同一の食品を必ず選択する消費者がおり、その製品にある元素が比較的高濃度に含まれていた場合に、その食品の消費者におけるある元素の摂取量は高くなる。後述する耐容摂取量との比較からは、仮にそのような選択の固定と消費が毎日繰り返された場合であっても、対象としている元素類に関しては、健康リスクの懸念につながるような推定値は得られていない。ただし、実際の摂取量を精確に推定できているのかについては謙虚に考えなければならない。また、全国・全年齢層平均摂取量であることも忘れてはならない。

不要に健康リスクを大きくしないために消費者が一般にとるべき行動は、より多種類の食品を偏ることなく選択することだと言えるだろう。また、国民による平均的な摂取量の推定を目的とするTDSにおいては、個人によって異なる食品選択と消費の実際をよりよく反映させるために、可能な範囲でTD試料作製のレシピを見直し多様な商品を買上げ、食品として取り扱うことが大事であろうと考える。

1)-3. 各種元素類の摂取量に寄与する食品群

図2-1～図2-8には、総摂取量に対する各食品群別摂取量の寄与率(食品群別寄

与率)を元素ごとに示した。寄与率の変動を考察するために、2013年～2015年の3年間分の摂取量推定値に基づく平均的な食品群別寄与率と、2016年と2017年の摂取量推定値に基づく食品群別寄与率とをあわせて示した。

これまでに明らかにしているとおり、総摂取量に対する食品群別摂取量の寄与のパターン及び寄与率は、元素により大きく異なる。ホウ素、ニッケル、セレン、カドミウム、バリウム、ウラン、総ヒ素、無機ヒ素、総水銀、コバルト、モリブデンの総摂取量に対する各食品群の寄与のパターン並びに寄与率は、3年間の平均と2016年及び2017年各年度の解析結果がよく一致し、安定している。一方、アルミニウム、アンチモン、クロム、鉛、スズに関しては、3年間分の摂取量推定値に基づく平均的な寄与のパターン、2016年あるいは2017年の摂取量の推定値に基づく寄与のパターンが少なからず変化している。特にクロムにおける寄与のパターンは、先述の通りTD試料調製時の汚染が原因の1つとして疑われることもあり、大きく変化している。スズ摂取量に対する寄与のパターンからは、2016年と2017年のTDSで調製されたTD試料にはスズの濃度が高い缶詰フルーツが含まれなかったことが考えられる。2017年の鉛摂取量においては、2群の寄与率が高くなっている。これは先に考察したと

おり、ある1地域で調製された2群のTD試料に含められた食品に、注意すべき鉛濃度の食品が含まれていた可能性に関連する結果である。このことが一過性の偶発的な事象なのかあるいは、ある頻度を持って起こりうる事象なのかを判断するためには、2群のTD試料に含まれる可能性のある個々の食品における鉛濃度の実態調査が有効である。

1)-4. 元素類の全国・全年齢層平均摂取量の対TDI比

耐用摂取量の設定されている有害元素(ホウ素、アルミニウム、ニッケルセレン、カドミウム、アンチモン、バリウム、ウラン、メチル水銀)について、必要に応じ便宜的に耐受一日摂取量(TDI)を計算し、それに対して2017年に推定した全国摂取量_{ave.}が占める割合(対TDI比)を求め、表4に示した。ニッケルの全国摂取量_{ave.}の対TDI比が75%と計算され、推定した摂取量中最も高い。ただし、ニッケルの毒性は経皮感作によるアレルギー症状を指標としているため、経口摂取量としては特に懸念する必要がないことに再度言及しておく。ニッケルの対TDI比に続いて、セレン、バリウム、メチル水銀の摂取量の対TDI比は40%を超え、ホウ素とカドミウムの摂取量の対TDI比は30%を超えている。アルミニウム摂取量の対TDI比は19%であり、2016年の解析結果(18%)と同水

準となった。しかし、アルミニウム摂取量は変動が大きいいため、対TDI比の解釈にも注意が必要である。ウラン摂取量の対TDI比は約10%であり、2013年からの4年間を通じて計算された値がほぼ一致している。2010年にJECFAによる耐用週間摂取量が取り下げられていることを踏まえ計算を取りやめているが、鉛摂取量も同じ水準で推移している。アンチモン摂取量の対TDI比は、2013年からの4年間を通じて、一致して0.5%を下回っている。

1)-5. 鉛、カドミウム、総ヒ素、総水銀の全国・全年齢層平均摂取量の経年変化

これまで30年以上にわたり推定してきた鉛、カドミウム、総ヒ素、総水銀について、2017年の結果を加えた全国摂取量_{ave.}の経年変化を図3～図6に示した。総ヒ素、総水銀、カドミウムの摂取量は、ほぼ一定の値で30年間推移している。カドミウムは、経年的にわずかに減少しているように見えるが、これは食品のカドミウム濃度の減少ではなく、カドミウム摂取量に大きく寄与する1群(米・米加工品)の消費量の減少に伴うものである。鉛は1990年代までに大きく減少して以降ほぼ下げ止まり、以後、安定して推移している。

E. 研究発表

1. 論文発表

渡邊敬浩, 林 智子, 松田りえ子, 穂山 浩, 手島玲子; 食品として流通する魚の総水銀及びメチル水銀濃度の実態調査, J. Hood Hyg. Soc. Japan, 58, 80-85 (2017)

上田淳司; 香川県における日常食中の有害元素摂取量の動向について(平成25～27年), 香川県環境保健研究センター所報, 56-73 (2017)

戸渡寛法, 宮崎悦子, 中牟田啓子, 赤木浩一, 片岡洋平, 渡邊敬浩; 海産物中の有機ヒ素分析法開発, 福岡市保健環境研究所報, 42, 112-116 (2017)

2. 学会発表

1) 柿本幸子, 吉光真人, 阿久津和彦, 渡邊敬浩, 服部努, 梶村計志; ベニズワイガニ中の総水銀およびメチル水銀分析法の妥当性確認と実態調査. 第26回環境化学討論会 (2017.6)

TD試料(群)	地域										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	129	82.1	44.9	61.5	45.4	46.3	72.6	63.4	60.1	82.0	
2	86.8	106	81.7	116	76.4	79.8	104	112	93.9	96.7	
3	26.4	21.3	26.1	17.0	32.4	47.7	32.6	41.6	44.5	28.4	
4	0.37	0.33	0.29	0.64	0.20	0.13	0.32	0.33	0.15	0.13	
5	221	222	244	220	195	130	158	160	145	204	
6	266	230	193	145	259	184	167	224	153	167	
7	127	136	200	159	129	126	127	132	100	90.0	
8	252	298	244	210	219	237	274	480	281	293	
9	136	289	148	194	113	127	137	135	137	38.8	
10	38.5	39.8	47.0	26.9	38.1	22.8	75.0	60.0	31.3	66.9	
11	8.6	5.9	16.6	11.1	10.4	10.7	16.3	14.2	14.1	10.7	
12	29.0	26.9	31.3	26.2	18.8	25.8	26.3	28.1	27.4	27.9	
13	137	179	258	220	191	260	211	141	152	177	
14	89.3	10.9	4.4	3.4	1.9	2.2	6.5	6.2	6.2	2.7	
総和	1548	1648	1539	1411	1332	1299	1408	1600	1248	1286	

μg/man/day

表 1-1 ホウ素の地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	0.0	19.2	17.7	12.7	14.4	54.6	8.5	31.2	25.9	17.8	
2	101	186	94.2	248	91.9	282	305	94.8	292	107	
3	233	228	24.0	15.8	16.0	48.7	331	40.1	53.9	363	
4	0.9	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	91.8	49.3	43.4	44.4	33.6	31.8	33.0	55.4	73.9	100	
6	12.3	19.9	21.7	3.3	23.9	24.9	13.3	53.2	20.7	13.0	
7	38.9	83.9	64.5	39.4	79.5	196	101	72.5	26.5	59.4	
8	36.9	106	118	311	112	365	261	46.3	218	364	
9	336	2360	623	479	550	2655	639	780	484	276	
10	6.1	1400	56.4	129	79.0	62.3	110	286	409	4840	
11	163	42.0	103	121	67.1	92.5	139	84.1	5.3	0.0	
12	0.0	0.0	39.7	13.1	0.0	21.9	7.3	0.0	0.0	4.2	
13	282	153	442	709	231	337	536	63.2	174	39.2	
14	0.0	0.0	0.0	10.9	7.3	26.7	0.0	18.7	12.8	16.4	
総和	1302	4648	1651	2137	1306	4197	2485	1625	1795	6199	

μg/man/day

表 1-2 アルミニウムの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	22.8	19.7	17.1	182	26.1	27.0	20.8	19.0	8.9	29.0
2	12.8	22.1	8.3	10.7	7.9	18.5	25.0	6.5	7.8	8.3
3	1.3	4.3	6.0	1.8	4.2	8.3	8.4	7.5	5.2	9.2
4	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.03
5	40.2	32.6	37.3	26.9	35.0	29.3	33.5	26.4	23.9	17.5
6	5.5	2.4	5.1	2.0	6.8	2.3	2.2	13.3	2.6	2.4
7	35.6	2.0	4.4	15.1	8.4	2.7	4.9	3.0	1.9	6.6
8	10.2	3.6	12.7	9.8	6.6	6.0	8.0	7.4	9.8	19.1
9	9.9	85.6	8.7	17.1	11.8	7.2	13.3	15.7	7.4	8.7
10	1.1	3.2	2.8	2.4	1.6	2.2	3.3	1.8	1.3	3.5
11	1.9	0.92	0.63	0.58	1.1	0.94	0.86	1.1	0.52	0.39
12	0.23	0.35	0.21	0.51	0.00	0.36	0.17	0.23	0.12	0.19
13	13.9	22.6	21.6	23.7	23.8	24.6	18.7	11.2	13.4	19.3
14	0.00	0.66	0.21	0.22	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.52
総和	155	200	125	292	133	130	139	113	82.9	125

μg/man/day

表 1-3 ニッケルの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	5.4	5.7	3.0	3.4	3.6	3.6	3.8	2.5	5.2	3.9
2	15.9	12.7	17.2	11.4	8.8	18.9	15.5	11.9	12.7	13.4
3	1.4	1.8	1.9	1.0	1.1	1.4	1.6	1.3	1.7	1.1
4	0.06	0.06	0.06	0.08	0.04	0.07	0.05	0.03	0.02	0.00
5	0.82	1.7	0.42	2.5	1.7	0.83	1.5	1.6	1.6	3.2
6	0.18	0.00	0.00	0.11	0.21	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
7	0.16	0.00	0.24	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00
8	0.42	1.2	0.97	0.79	0.89	0.77	0.87	0.43	0.78	0.87
9	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00	0.00
10	26.7	29.2	31.8	32.7	27.8	29.4	35.3	34.7	31.5	36.9
11	32.7	25.3	38.2	27.8	29.0	29.0	25.9	26.9	34.9	27.2
12	4.0	3.5	3.9	3.3	3.2	3.7	3.3	3.3	2.0	3.4
13	2.6	3.3	7.7	10.5	5.1	6.5	4.9	3.4	4.7	4.0
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
総和	90.3	85.0	105	93.8	81.6	94.1	92.7	87.0	95.3	94.2

μg/man/day

表 1-4 セレンの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2.5	9.9	8.4	8.6	4.8	9.4	4.7	6.5	5.8	2.2
2	2.7	2.7	2.9	1.9	2.8	2.7	2.3	1.8	1.7	2.3
3	0.14	0.40	0.68	0.14	0.48	0.89	0.55	0.32	0.86	0.40
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.4	0.78	1.3	0.70	0.71	0.54	0.67	0.76	1.4	0.42
6	0.05	0.06	0.21	0.11	0.11	0.16	0.02	0.16	0.08	0.12
7	0.85	0.67	2.0	1.0	1.0	0.83	0.52	1.0	0.56	0.35
8	1.6	2.6	2.9	5.0	3.7	3.0	3.8	2.5	2.6	3.3
9	0.03	1.1	0.04	0.03	0.07	0.03	0.05	0.18	0.02	0.01
10	0.73	9.1	1.1	2.4	1.2	3.0	1.0	0.69	5.6	1.9
11	0.03	0.04	0.13	0.07	0.04	0.07	0.12	0.09	0.02	0.01
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
13	0.46	1.6	0.85	1.0	0.79	1.4	0.54	0.79	0.50	0.36
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00
総和	10.6	28.9	20.5	21.0	15.7	22.1	14.3	14.7	19.1	11.4

μg/man/day

表 1-5 カドミウムの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.000	0.000	0.000	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107
2	0.082	0.075	0.048	0.050	0.000	0.148	0.054	0.081	0.041	0.000
3	0.054	0.051	0.062	0.039	0.068	0.036	0.050	0.035	0.064	0.016
4	0.005	0.002	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.007	0.003
5	0.070	0.023	0.055	0.048	0.046	0.080	0.063	0.059	0.042	0.031
6	0.000	0.000	0.000	0.051	0.028	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.040	0.042	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.066	0.050	0.102	0.109	0.073	0.095	0.059	0.068	0.056	0.059
9	0.091	0.466	0.124	0.352	0.000	0.730	0.158	0.239	0.000	0.115
10	0.046	0.100	0.043	0.045	0.038	0.055	0.060	0.064	0.049	0.150
11	0.026	0.090	0.027	0.138	0.028	0.045	0.026	0.178	0.019	0.112
12	0.000	0.029	0.032	0.050	0.000	0.026	0.037	0.024	0.030	0.036
13	0.131	0.089	0.113	0.085	0.119	0.115	0.080	0.101	0.074	0.082
14	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.074
総和	0.6	1.0	0.7	1.1	0.4	1.4	0.6	0.9	0.4	0.8

μg/man/day

表 1-6 アンチモンの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	3.1	11.5	13.2	12.9	7.7	8.4	5.5	15.5	10.5	8.4
2	72.4	71.2	91.4	71.5	88.2	149	80.7	132	156	71.1
3	9.4	13.3	15.8	7.6	14.3	15.4	18.4	16.2	11.5	16.0
4	1.4	0.18	0.42	0.77	0.02	0.00	0.54	0.14	0.02	0.04
5	52.7	49.6	36.7	44.1	90.3	34.6	52.7	49.7	52.1	60.1
6	29.7	27.1	15.3	12.8	10.6	33.0	37.2	24.3	22.5	37.6
7	29.0	11.6	74.0	23.5	41.8	25.3	48.0	9.3	15.7	58.2
8	76.4	85.2	58.0	81.6	37.1	60.9	69.0	46.4	97.5	80.9
9	13.1	124	20.9	13.7	7.9	28.9	11.8	23.4	8.4	4.2
10	3.8	18.9	4.3	7.2	7.3	8.0	6.4	6.4	9.2	41.3
11	11.2	17.6	9.7	11.8	18.1	16.6	17.5	24.8	103	12.0
12	10.9	10.2	12.7	14.2	7.6	11.3	9.2	9.3	6.7	8.4
13	29.9	49.6	77.5	66.0	65.5	45.7	85.3	23.3	46.2	50.7
14	2.3	2.1	1.7	0.66	1.7	2.4	2.8	2.9	2.0	1.4
総和	345	493	432	368	398	439	445	384	542	450

μg/man/day

表 1-7 バリウムの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1.2	0.33	0.15	0.39	0.30	8.4	0.15	0.24	0.31	0.27
2	0.54	0.46	0.27	0.60	0.17	32.6	0.31	0.31	0.37	0.27
3	0.30	0.22	0.05	0.05	0.06	1.3	0.08	0.08	0.07	0.09
4	0.03	0.00	0.01	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.45	0.31	0.13	0.37	0.13	0.49	0.28	0.21	0.20	3.9
6	0.63	0.14	0.05	1.0	0.10	0.13	0.00	0.07	0.04	0.06
7	0.15	0.12	0.40	0.34	0.09	0.79	0.43	0.16	0.08	0.16
8	1.0	0.61	1.0	6.1	0.35	0.95	0.45	0.52	1.0	1.3
9	0.68	2.5	0.84	1.1	0.43	1.2	0.73	0.57	0.00	0.25
10	0.34	0.64	0.29	0.60	0.41	0.48	0.37	0.67	0.23	2.6
11	0.32	0.17	0.23	0.17	0.27	0.88	0.20	0.24	0.29	0.07
12	0.34	0.07	0.12	0.26	0.00	0.12	0.08	0.04	0.00	0.08
13	0.42	0.38	0.56	0.90	0.37	0.69	0.51	0.33	0.20	0.11
14	0.00	0.00	0.16	0.11	0.00	0.67	0.00	0.21	0.11	0.28
総和	6.4	5.9	4.3	12.1	2.7	48.7	3.6	3.6	2.9	9.4

μg/man/day

表 1-8 鉛の地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.020	0.041	0.050	0.017	0.020	0.097	0.048	0.040	0.030	0.067
3	0.006	0.016	0.005	0.010	0.003	0.004	0.006	0.009	0.018	0.005
4	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
5	0.021	0.011	0.017	0.022	0.022	0.035	0.027	0.044	0.085	0.050
6	0.003	0.002	0.002	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
7	0.009	0.004	0.005	0.007	0.005	0.007	0.003	0.006	0.002	0.003
8	0.183	0.053	2.021	1.001	0.381	0.680	0.893	0.583	0.841	0.620
9	0.017	0.110	0.033	0.015	0.020	0.019	0.037	0.020	0.077	0.000
10	0.105	0.228	0.179	0.158	0.134	0.246	0.338	0.233	0.110	0.532
11	0.006	0.033	0.063	0.032	0.012	0.027	0.080	0.103	0.045	0.026
12	0.004	0.008	0.007	0.006	0.003	0.031	0.059	0.025	0.044	0.010
13	0.014	0.038	0.033	0.039	0.035	0.041	0.032	0.019	0.013	0.009
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
総和	0.39	0.54	2.42	1.31	0.64	1.19	1.52	1.08	1.27	1.32

μg/man/day

表 1-9 ウランの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	12.8	18.3	16.9	19.2	12.0	19.6	19.3	14.1	15.5	17.3
2	0.39	1.5	1.6	0.56	0.41	1.1	0.73	1.2	0.45	2.5
3	0.06	0.44	0.07	0.33	0.27	0.57	0.07	0.11	0.14	0.11
4	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
5	0.11	0.15	0.10	0.70	0.08	0.75	0.45	0.08	0.09	0.09
6	0.05	0.16	0.02	0.19	0.27	0.02	0.25	0.13	0.01	0.03
7	0.15	0.08	0.21	0.17	0.06	0.10	0.06	0.04	0.07	0.04
8	15.6	1.4	184	102	55.7	31.3	97.8	92.4	16.5	120
9	0.53	0.92	0.31	0.42	0.47	0.19	0.37	0.21	0.39	0.14
10	165	104	263	82.0	86.0	104	147	88.7	148	153
11	0.35	0.60	0.94	0.26	0.32	1.5	0.78	0.39	0.65	0.24
12	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.08	0.02
13	2.3	6.5	6.5	6.7	2.5	25.3	3.7	6.2	2.3	2.4
14	0.54	0.04	0.11	0.06	0.09	0.08	0.07	0.07	0.15	0.09
総和	198	134	473	213	158	185	270	204	184	296

μg/man/day

表 1-10 総ヒ素の地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	10.4	16.2	15.5	16.7	10.5	17.5	18.9	13.9	14.6	16.7
2	0.43	0.38	0.37	0.53	0.35	0.51	0.39	0.27	0.39	0.33
3	0.05	0.34	0.05	0.32	0.15	0.38	0.06	0.04	0.11	0.07
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	0.09	0.12	0.10	0.18	0.05	0.04	0.10	0.03	0.07	0.08
6	0.07	0.14	0.07	0.07	0.29	0.00	0.18	0.10	0.05	0.06
7	0.18	0.12	0.22	0.20	0.12	0.11	0.13	0.10	0.12	0.13
8	0.26	0.61	2.3	4.2	0.46	0.75	2.3	1.0	0.77	29.6
9	0.25	0.72	0.00	0.18	0.19	0.00	0.26	0.21	0.27	0.24
10	0.18	0.30	0.24	0.40	0.42	0.31	0.21	0.33	0.19	5.3
11	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04	0.07	0.04	0.04
12	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.09	0.00
13	0.65	0.50	0.52	0.34	0.76	0.76	0.28	0.48	0.32	0.26
14	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
総和	13.4	19.5	19.4	23.3	13.3	20.5	22.9	16.6	17.1	52.9

μg/man/day

表 1-11 無機ヒ素の地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0	0.00	0.59	0.00	0.41
3	0.10	0.00	0.00	0.00	50.8	0.14	0.06	0.00	0.09	0.00
4	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.09	0.00	0.16	0.00	0.00	27.3	4.4	0.00	0.00	0.00
6	0.22	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.33	690	0.00	990	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.55	0.17	0.25	0.50	0.16	0.74	0.21	1.1
11	0.00	0.00	0.00	0.64	6.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.19	0.18	8.8	0.00	0.39	0.90	0.91	0.00	0.24
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
総和	0.4	2.5	1.3	700	57.3	1021	5.6	3.1	0.3	1.8

μg/man/day

表 1-12 スズの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	36.2	0.38	0.16	342	0.80	1.3	0.57	1.0	0.30	0.84	
2	55.2	1.6	0.93	2.2	3.4	2.5	2.6	2.1	1.1	3.8	
3	0.27	0.76	1.5	1.0	0.99	1.9	1.6	1.8	1.5	4.3	
4	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	
5	2.3	0.91	0.87	2.0	0.56	0.36	0.66	1.5	0.96	1.4	
6	0.51	2.0	0.11	0.83	0.49	0.32	0.24	0.34	0.05	0.20	
7	0.43	0.21	0.24	0.64	0.43	0.63	0.28	0.89	0.11	0.26	
8	0.94	0.40	0.86	2.3	1.6	1.5	0.62	2.5	2.9	1.1	
9	0.64	46.4	0.00	1.0	0.67	0.36	2.6	4.3	0.63	0.00	
10	0.57	3.9	0.62	0.62	1.1	0.75	1.1	1.9	0.84	5.0	
11	1.5	0.54	2.8	1.6	1.6	2.8	2.1	2.5	0.27	0.54	
12	0.31	0.21	0.22	0.09	0.07	0.18	0.00	0.20	0.00	0.24	
13	1.2	2.2	2.8	2.9	2.8	3.3	3.4	1.9	1.3	1.6	
14	0.00	0.13	0.00	0.14	0.00	0.16	0.16	0.00	0.13	0.13	
総和	100	59.5	11.1	357	14.5	15.9	16.1	21.1	10.0	19.4	

μg/man/day

表 1-13 クロムの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	0.62	0.46	0.26	3.2	0.50	0.49	0.37	0.51	0.54	0.88	
2	1.0	1.1	0.69	1.2	1.2	0.95	2.2	1.9	1.9	1.9	
3	0.17	0.31	0.44	0.16	0.35	0.69	0.80	0.63	0.54	0.73	
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	0.72	0.79	0.89	0.91	1.2	0.54	0.67	0.55	0.53	0.45	
6	0.25	0.30	0.40	0.62	0.37	0.23	0.34	0.42	0.43	0.55	
7	0.75	0.46	0.62	0.77	1.0	0.38	0.61	0.36	0.60	0.25	
8	0.44	0.62	0.87	0.87	0.69	0.93	1.3	0.79	0.83	1.2	
9	0.38	11.1	0.75	0.70	1.5	0.88	1.4	1.8	0.36	0.56	
10	0.34	2.5	0.80	0.72	0.45	0.71	0.67	0.49	0.53	1.2	
11	0.14	0.11	0.13	0.10	0.13	0.18	0.13	0.24	0.07	0.14	
12	0.11	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.07	
13	0.60	0.97	1.6	1.2	1.2	1.8	1.7	1.4	0.59	0.75	
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
総和	5.6	18.7	7.5	10.5	8.7	7.8	10.3	9.1	7.0	8.7	

μg/man/day

表 1-14 コバルトの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	90.1	123	83.1	91.1	88.7	93.9	157	123	127	128
2	10.0	11.8	11.6	27.9	13.0	14.8	12.4	9.3	12.9	9.5
3	3.8	5.2	3.8	4.7	4.0	5.0	3.3	3.4	2.8	2.4
4	0.07	0.03	0.01	0.03	0.04	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01
5	38.3	25.0	60.3	43.0	33.2	34.0	29.4	33.1	36.4	30.7
6	1.0	0.99	1.3	1.1	1.6	2.9	2.2	1.8	1.4	0.53
7	3.0	3.6	5.1	3.3	2.3	2.8	2.0	3.2	2.2	2.9
8	10.2	9.2	13.3	8.7	11.7	8.8	13.0	7.3	11.0	10.3
9	1.1	3.4	1.1	1.1	0.42	0.70	0.83	1.5	0.81	0.47
10	0.43	0.88	0.78	6.2	0.48	0.58	0.74	0.65	0.78	28.3
11	2.5	3.4	5.0	5.3	3.8	3.8	5.5	5.0	3.5	1.9
12	6.5	4.5	5.5	4.5	4.0	4.8	5.0	4.1	4.1	4.5
13	24.5	20.1	29.6	32.0	26.3	23.8	28.9	15.9	27.1	21.7
14	0.00	0.13	0.14	0.20	0.00	0.18	0.23	0.17	0.14	0.00
総和	191	211	221	229	190	196	261	209	230	242

μg/man/day

表 1-15 モリブデンの地域・食品群別摂取量

TD試料(群)	地域									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.47	0.35	0.29	0.23	0.39	0.72	0.27	0.55	0.66	0.35
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
6	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
7	0.01	0.02	0.03	0.01	0.05	0.02	0.04	0.02	0.02	0.04
8	0.03	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.06
9	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
10	5.4	6.5	10.6	6.9	9.0	4.5	6.0	5.2	3.5	6.9
11	0.16	0.20	0.42	0.04	0.10	0.19	0.05	0.17	0.13	0.03
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
13	0.01	0.01	0.02	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
総和	6.2	7.2	11.4	7.5	9.7	5.5	6.4	6.0	4.4	7.5

μg/man/day

表 1-16 総水銀の地域・食品群別摂取量

ND=0															摂取量 (µg/man/day)														
有害元素	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群	14群	総和														
B	68.8	95.4	31.8	0.29	190	199	133	279	146	44.6	11.9	26.8	193	13.3	1432														
Al	20.2	180	135	0.35	55.6	20.6	76.1	194	918	738	81.7	8.6	297	9.3	2735														
Ni	37.2	12.8	5.6	0.02	30.3	4.4	8.4	9.3	18.5	2.3	0.90	0.24	19.3	0.19	150														
Se	4.0	13.8	1.4	0.05	1.6	0.06	0.07	0.80	0.15	31.6	29.7	3.4	5.3	0.00	92.0														
Cd	6.3	2.4	0.48	0.00	0.86	0.11	0.88	3.1	0.16	2.7	0.06	0.00	0.83	0.00	17.8														
Sb	0.02	0.06	0.05	0.00	0.05	0.01	0.01	0.07	0.23	0.06	0.07	0.03	0.10	0.02	0.78														
Ba	9.7	98.3	13.8	0.35	52.3	25.0	33.7	69.3	25.7	11.3	24.3	10.0	54.0	2.0	430														
U	0.0000	0.0431	0.0082	0.0005	0.0333	0.0013	0.0052	0.7256	0.0348	0.2263	0.0428	0.0197	0.0273	0.0000	1.168														

ND=0															摂取量 (µg/man/day)														
元素	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群	14群	総和														
total As	16.5	1.0	0.22	0.01	0.26	0.11	0.10	71.7	0.39	134	0.60	0.04	6.4	0.13	232														
iAs	15.1	0.40	0.16	0.00	0.09	0.10	0.14	4.2	0.23	0.79	0.05	0.05	0.49	0.08	21.9														
total Hg	0.43	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.01	6.5	0.15	0.00	0.03	0.00	7.2														
Pb	1.2	3.6	0.23	0.01	0.65	0.22	0.27	1.3	0.83	0.66	0.29	0.11	0.45	0.15	10.0														
Sn	0.09	0.30	5.1	0.02	3.2	0.05	0.02	168	0.15	0.37	0.68	0.08	1.2	0.00	179														
Cr	38.4	7.5	1.6	0.02	1.1	0.51	0.41	1.5	5.7	1.6	1.6	0.15	2.3	0.08	62.5														
Co	0.78	1.4	0.48	0.00	0.72	0.39	0.58	0.86	1.9	0.83	0.14	0.06	1.2	0.00	9.4														
Mo	111	13.3	3.8	0.03	36.3	1.5	3.0	10.4	1.1	4.0	4.0	4.7	25.0	0.12	218														

表2 元素類(メチル水銀を除く)の全国・全年齢層平均摂取量 (食品群別摂取量の平均及びそれらの総和；全国摂取量_{ave.})

TD試料(群)	地域										平均値
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
10	5.2	5.9	8.9	6.7	9.2	4.7	5.5	5.4	2.9	5.5	6.0
11	0.12	0.21	0.37	0.02	0.08	0.14	0.03	0.10	0.11	0.01	0.1
総和	5.4	6.1	9.2	6.7	9.2	4.8	5.5	5.5	3.0	5.5	6.1

µg/man/day

表3 10群及び、11群試料の分析値に基づくメチルの全国・全年齢層平均摂取量(地域別摂取量及びその平均；全国摂取量_{ave.})

	TDI (μg/man/day)	摂取量 (μg/man/day)	対TDI比(%)
B	4800	1432	30
Al	14286	2735	19
Ni	200	150	75
Se	200	92	46
Cd	50	18	36
Sb	300	0.8	0.3
Ba	1000	430	43
U	10	1.2	12
MeHg	11.43	6.1	53
Pb	-	10.0	-
total As	-	232	-
iAs	-	22	-
total Hg	-	7.2	-
Sn	-	179	-
Cr	-	63	-
Co	-	9.4	-
Mo	-	218	-

表4 全国摂取量_{ave.}の対TDI比(2016年)

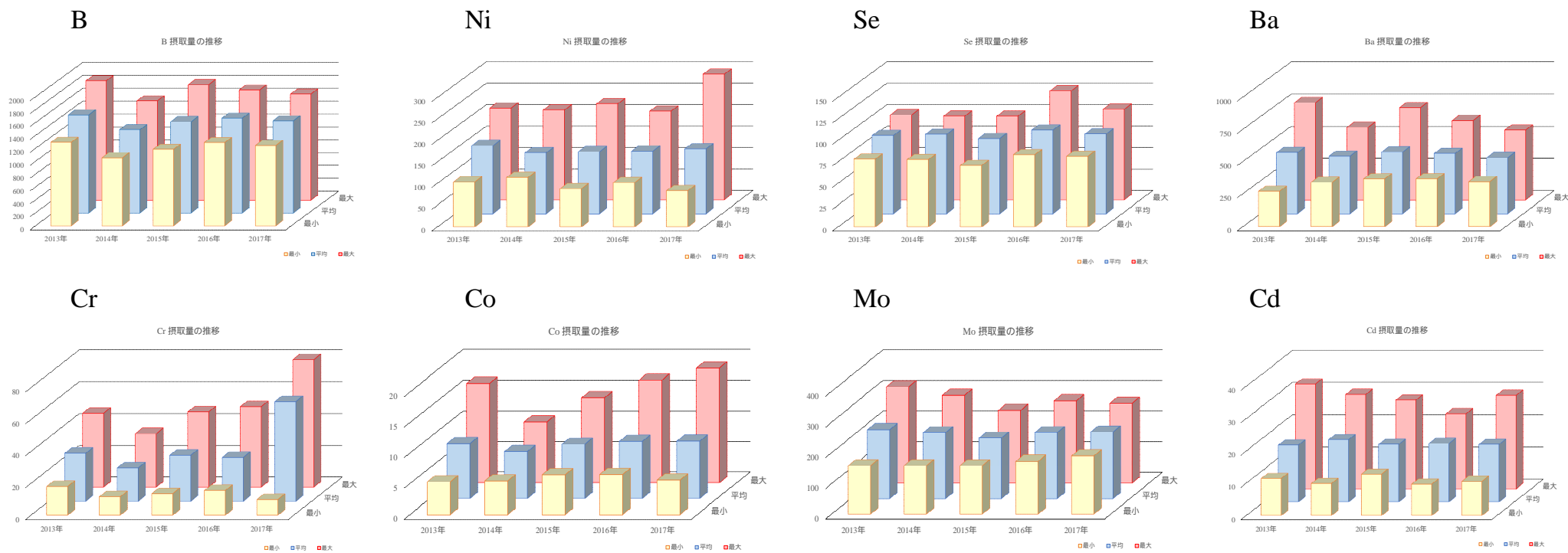


図 1-1 元素類摂取量の推移(2013-2016) - 摂取量変動の小さな元素； ホウ素、ニッケル、セレン、バリウム、クロム、コバルト、モリブデン、カドミウム

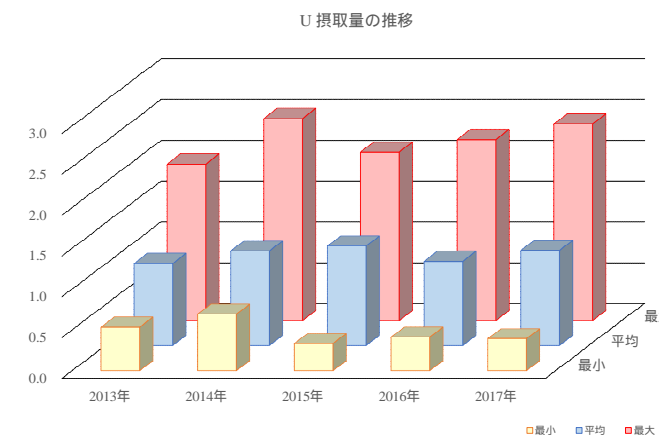
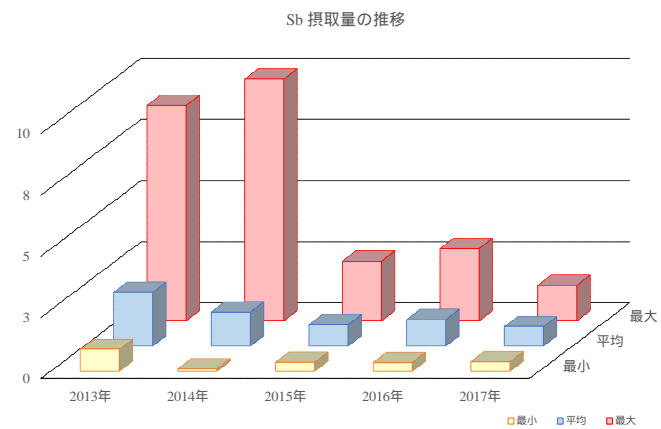
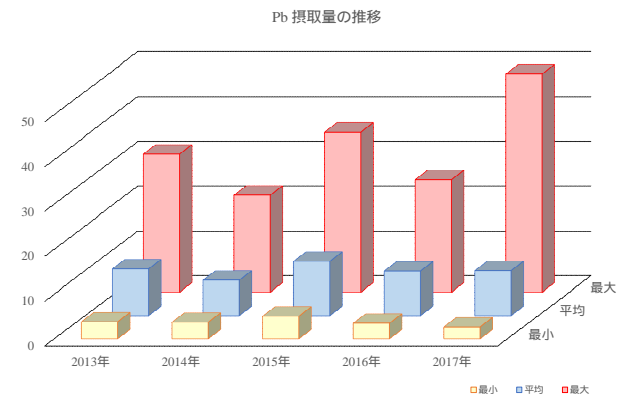
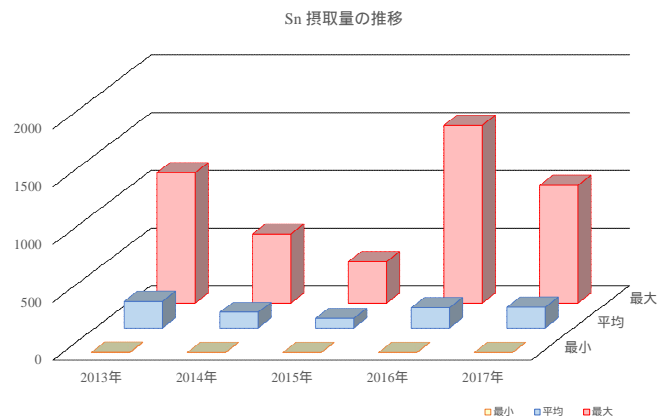
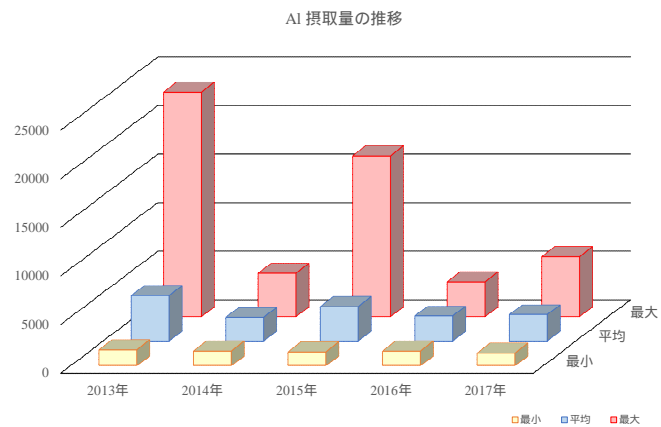


図 1-2 元素類摂取量の推移(2013-2017)摂取量変動の大きな元素； アルミニウム、スズ、鉛、アンチモン、ウラン

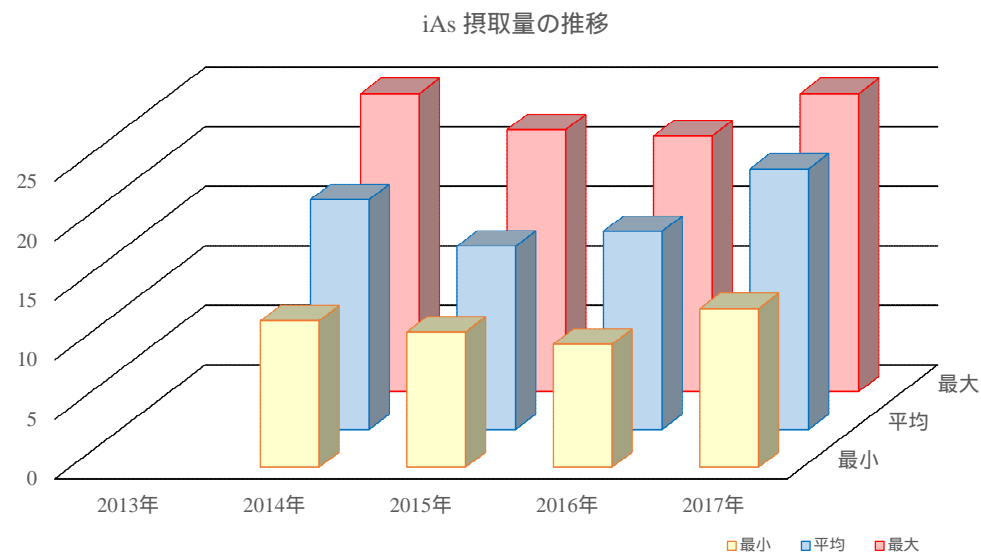
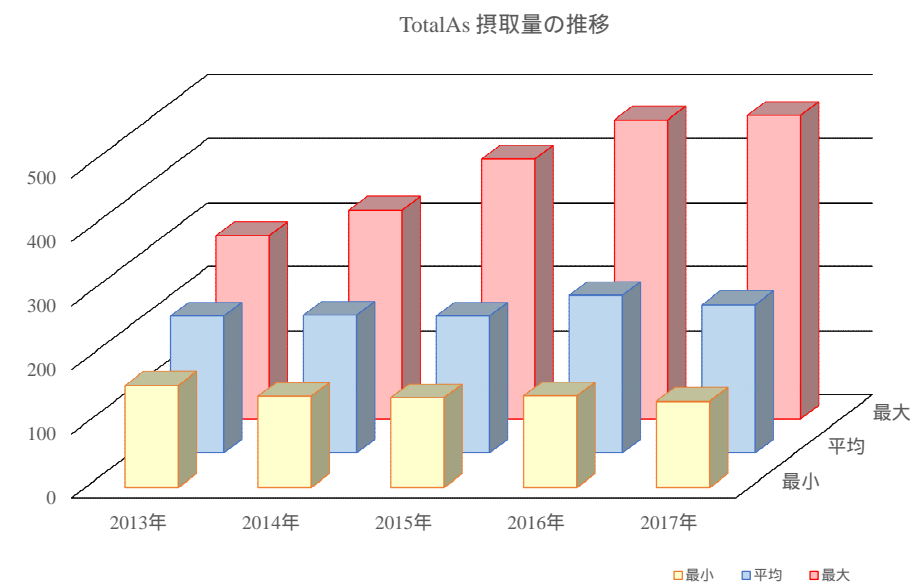
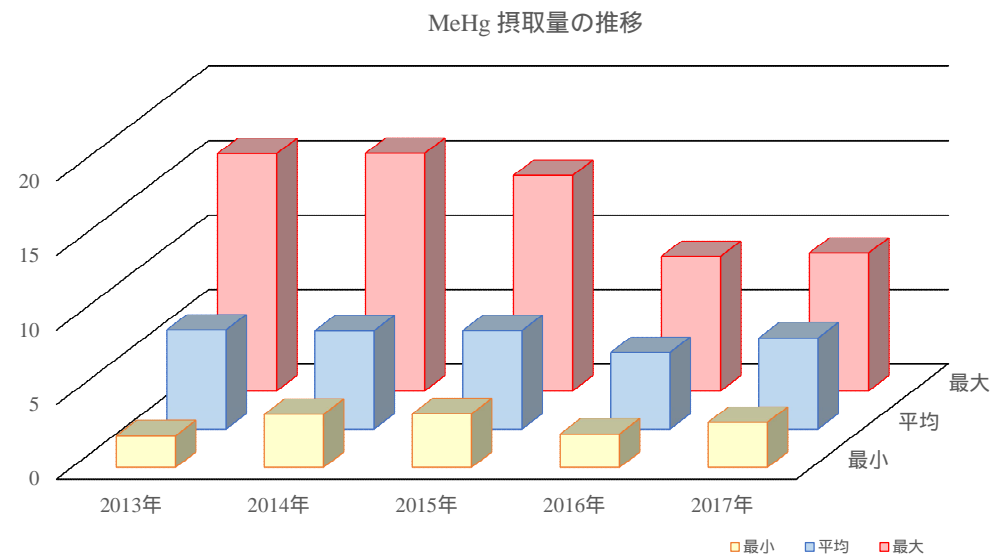
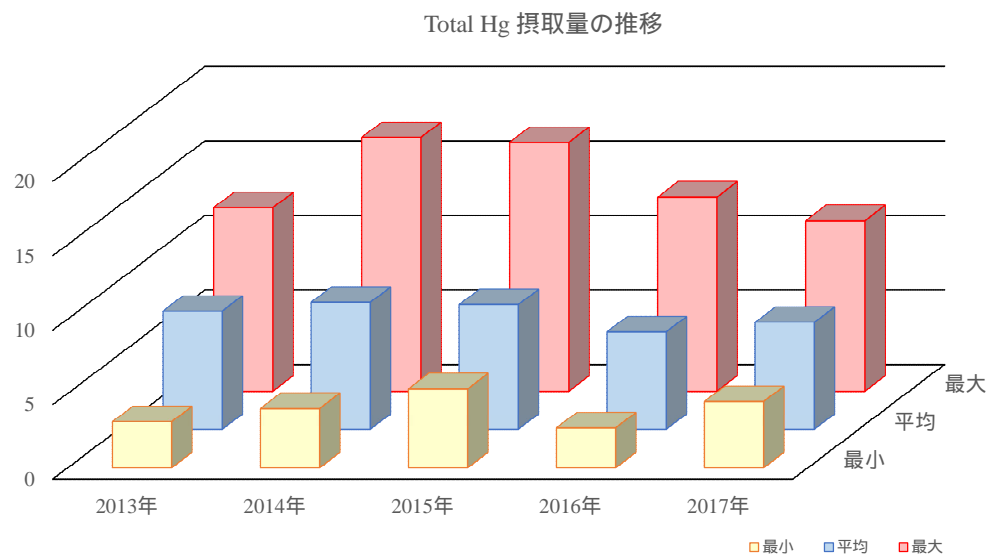
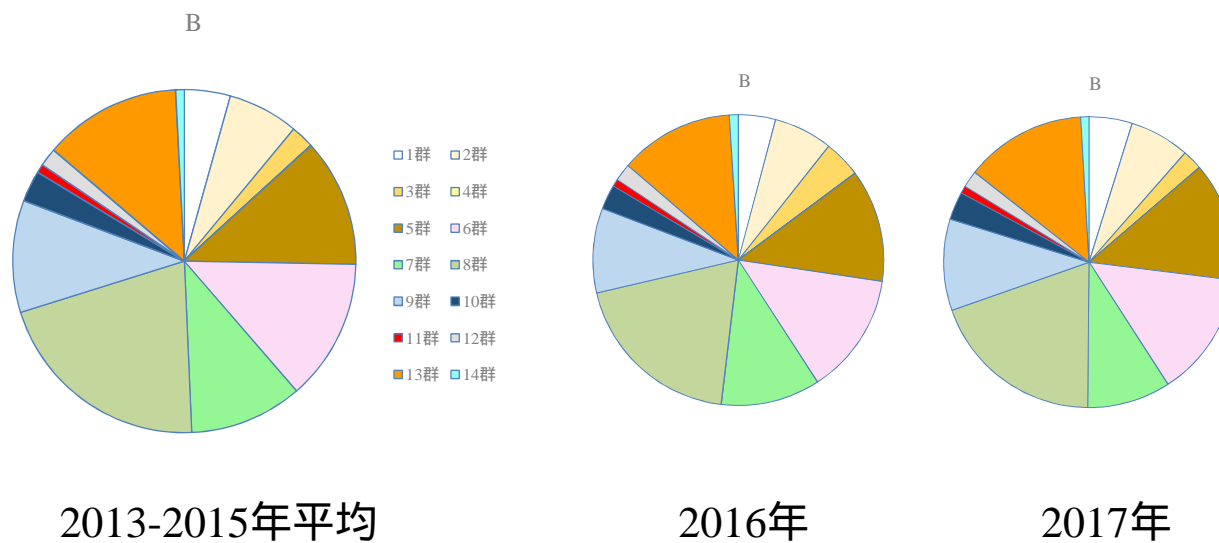


図 1-3 元素類摂取量の推移(2013-2016) - 総水銀、メチル水銀、総ヒ素、無機ヒ素

B



Al

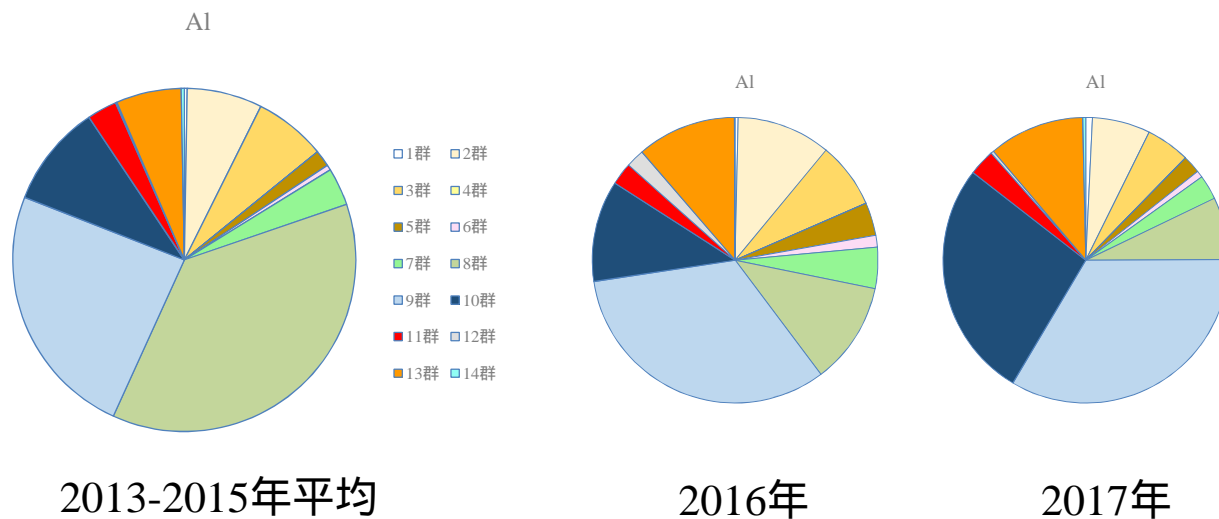
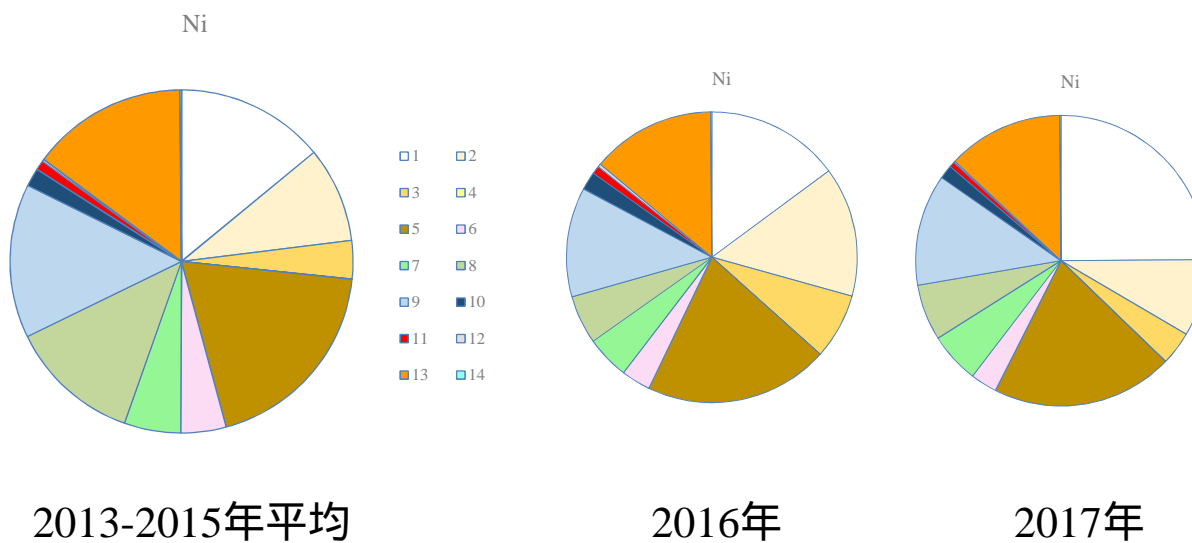


図 2-1 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (ホウ素とアルミニウム)

Ni



Se

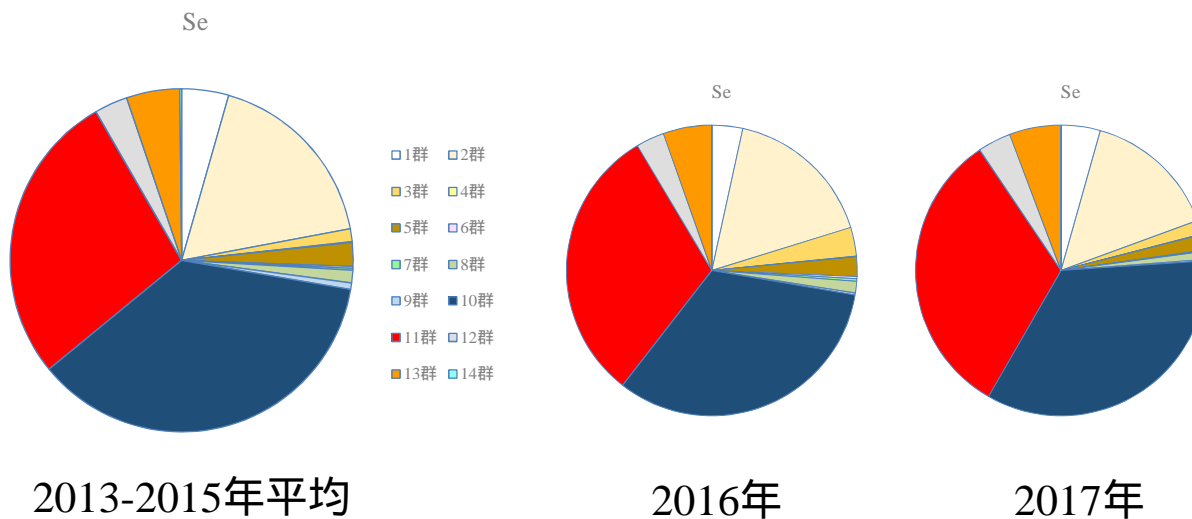
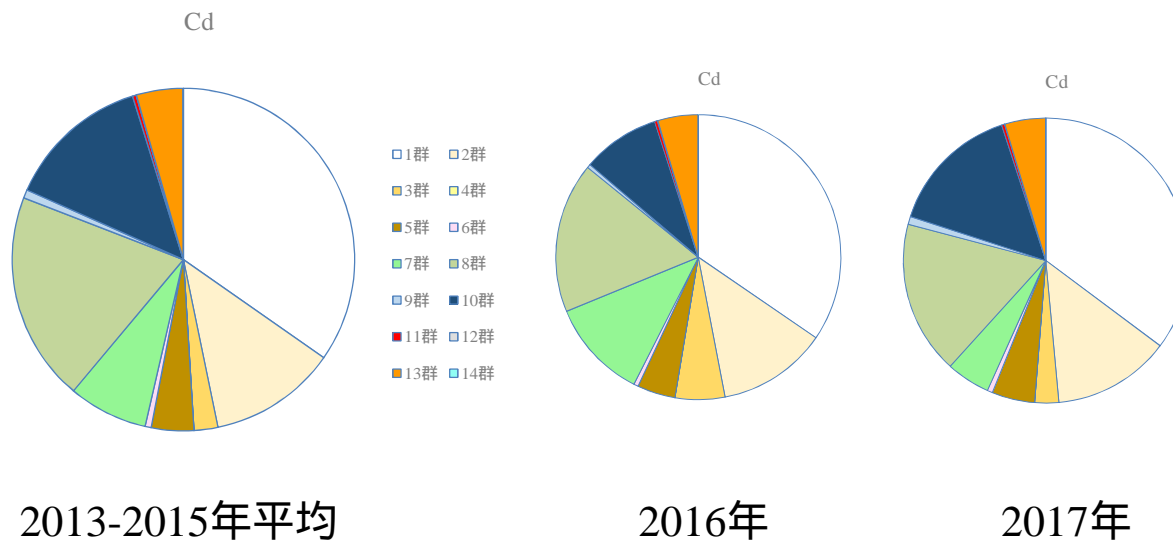


図 2-2 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (ニッケルとセレン)

Cd



Sb

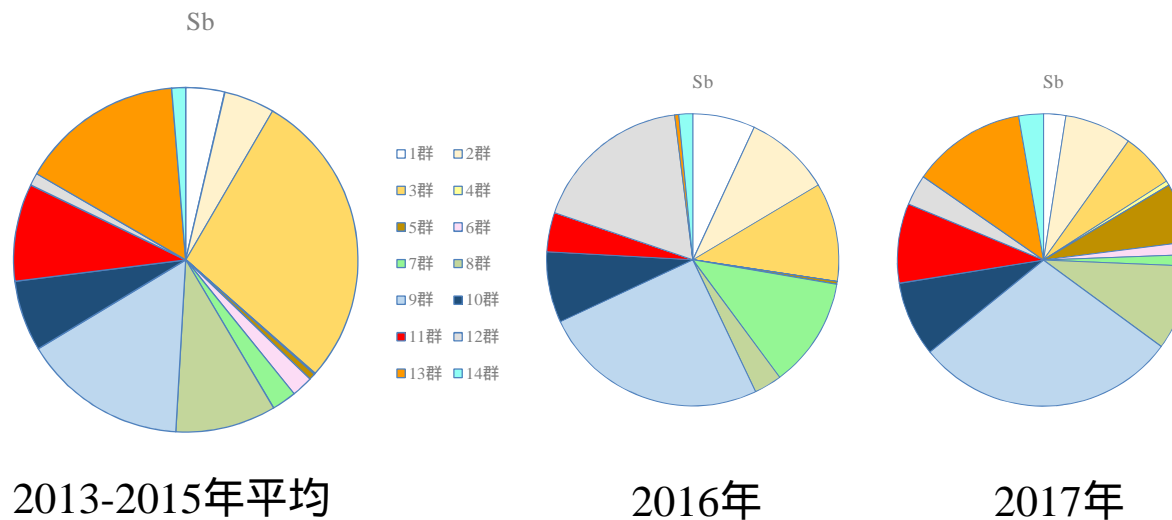
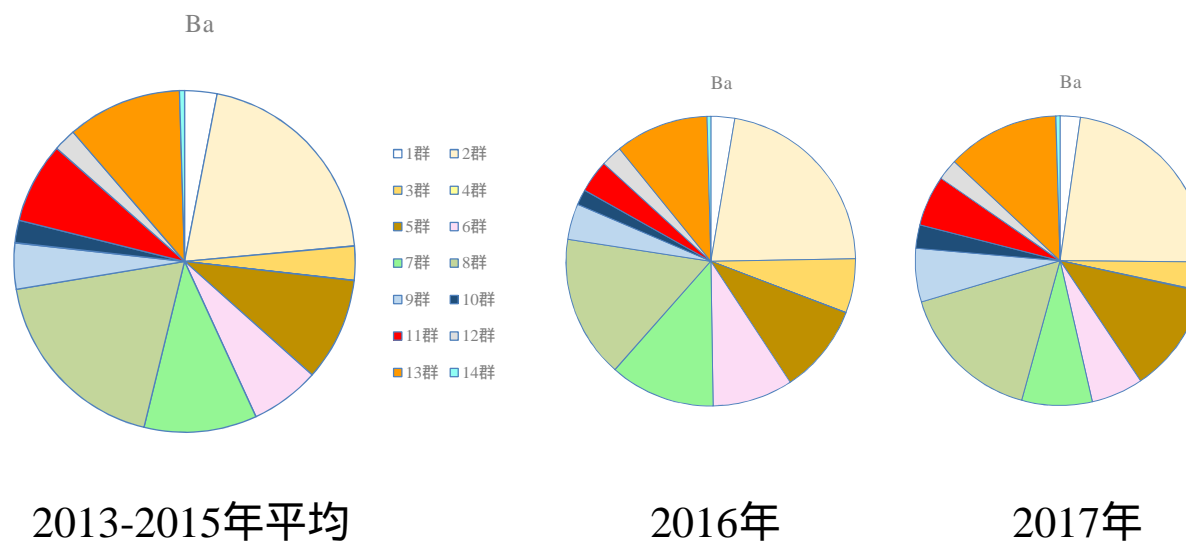


図 2-3 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (カドミウムとアンチモン)

Ba



Pb

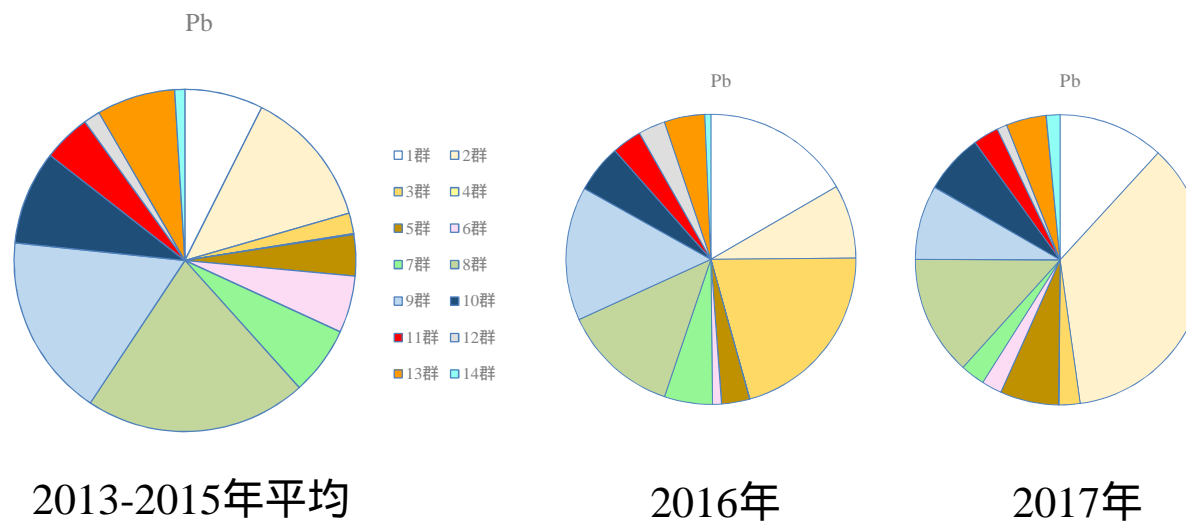
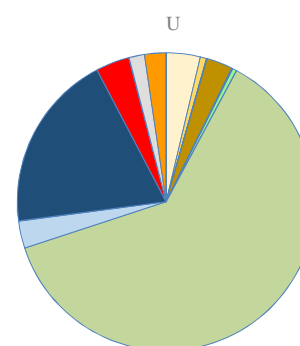
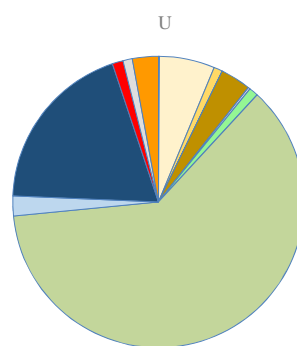
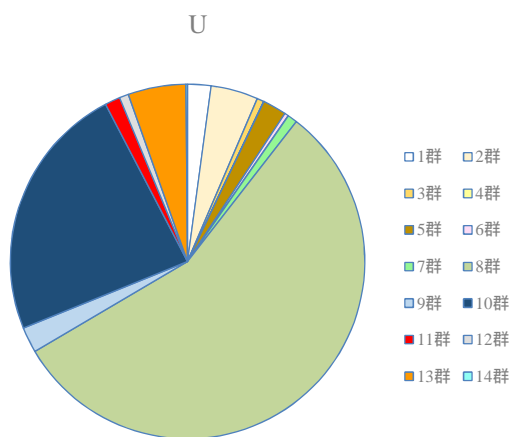
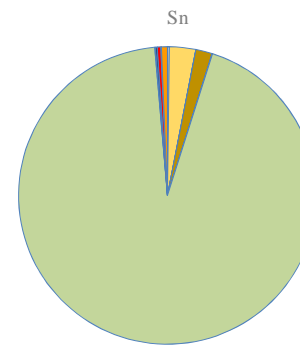
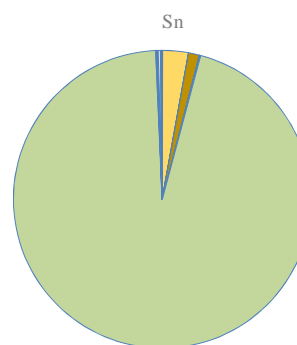
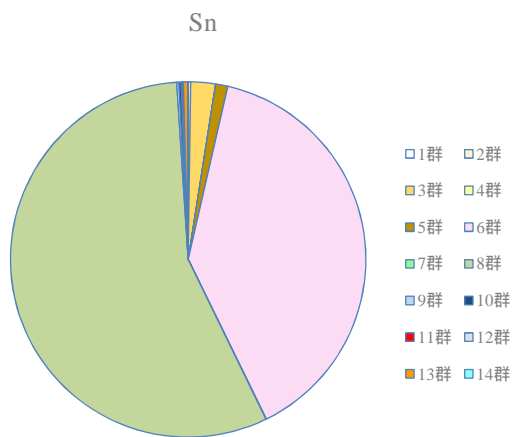


図 2-4 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (バリウムと鉛)

U



Sn

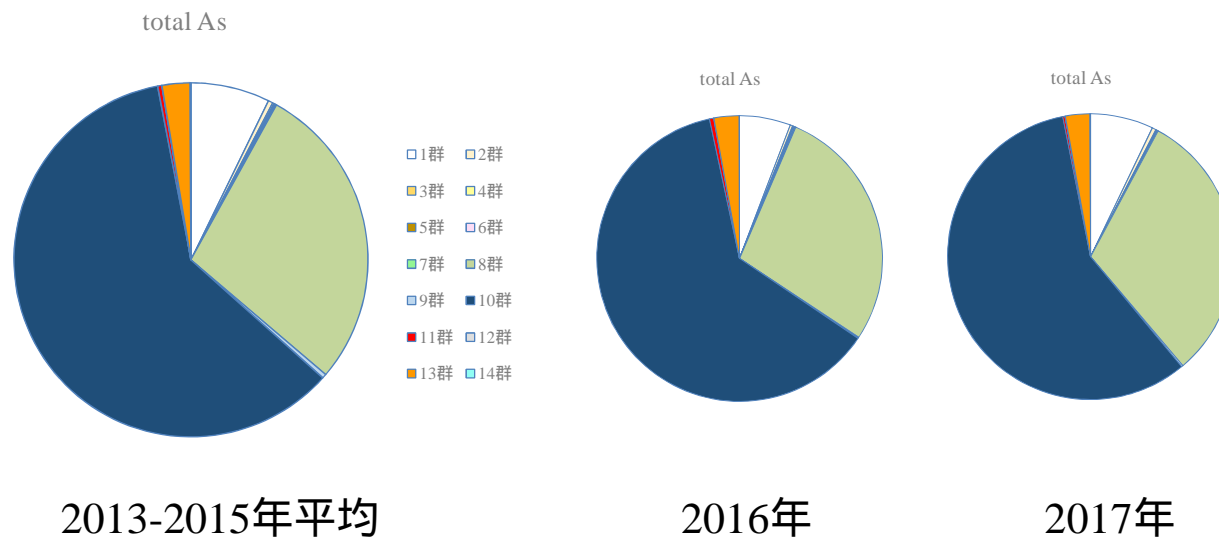


- 1群 □ 2群
- 3群 □ 4群
- 5群 □ 6群
- 7群 ■ 8群
- 9群 ■ 10群
- 11群 □ 12群
- 13群 □ 14群

- 1群 □ 2群
- 3群 □ 4群
- 5群 □ 6群
- 7群 ■ 8群
- 9群 ■ 10群
- 11群 □ 12群
- 13群 □ 14群

図 2-5 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (ウランとスズ)

TotalAs



iAs

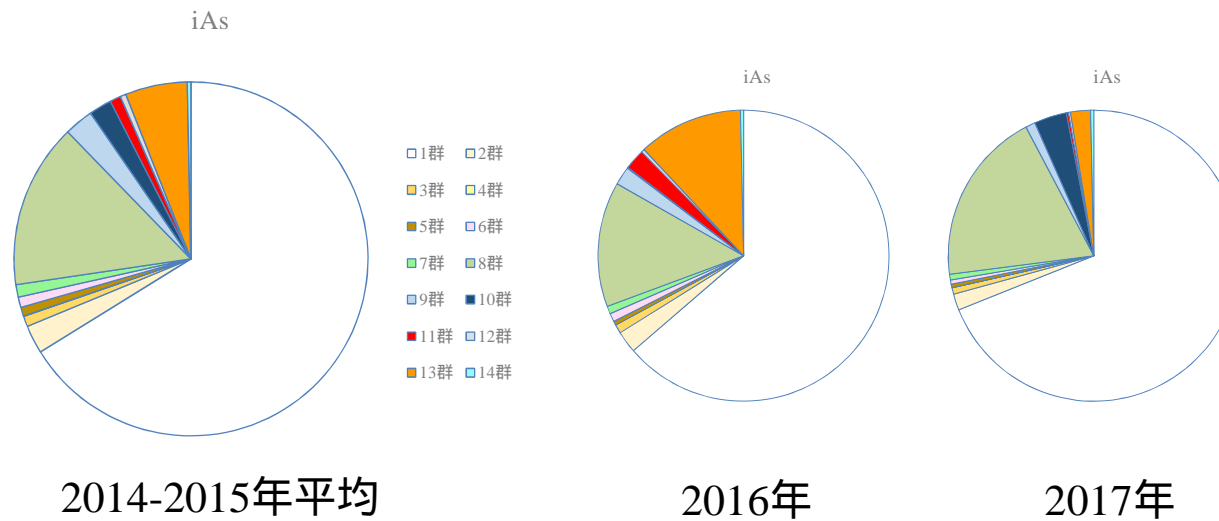
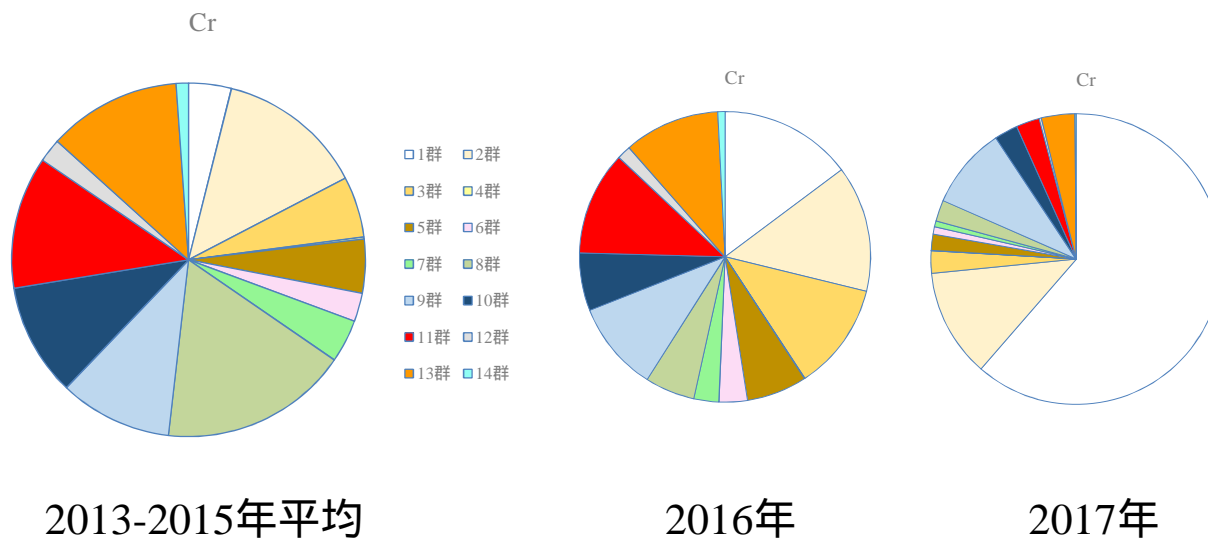


図 2-6 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (総ヒ素と無機ヒ素)

Cr



Co

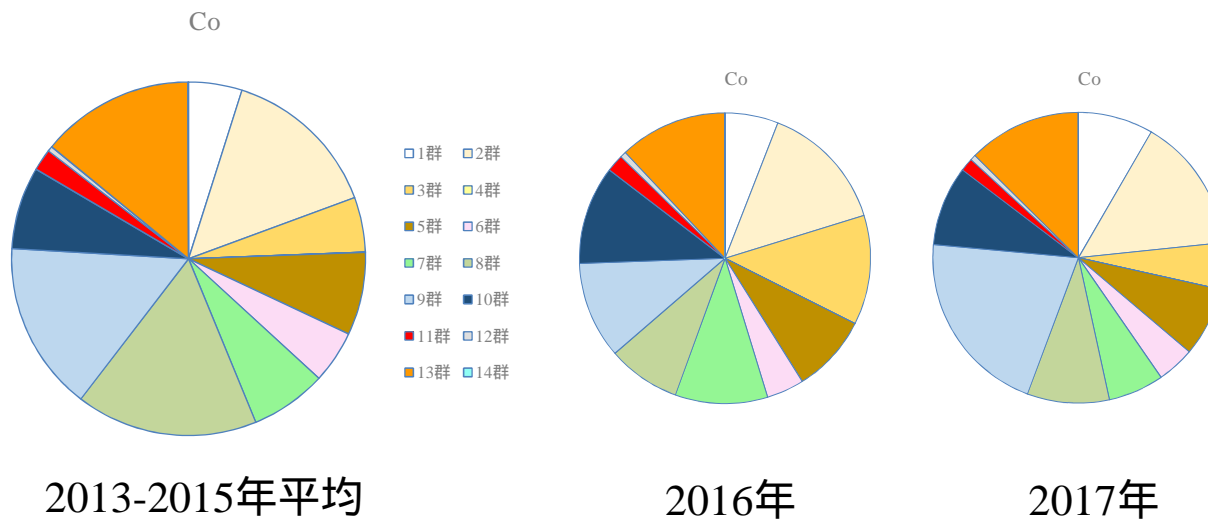
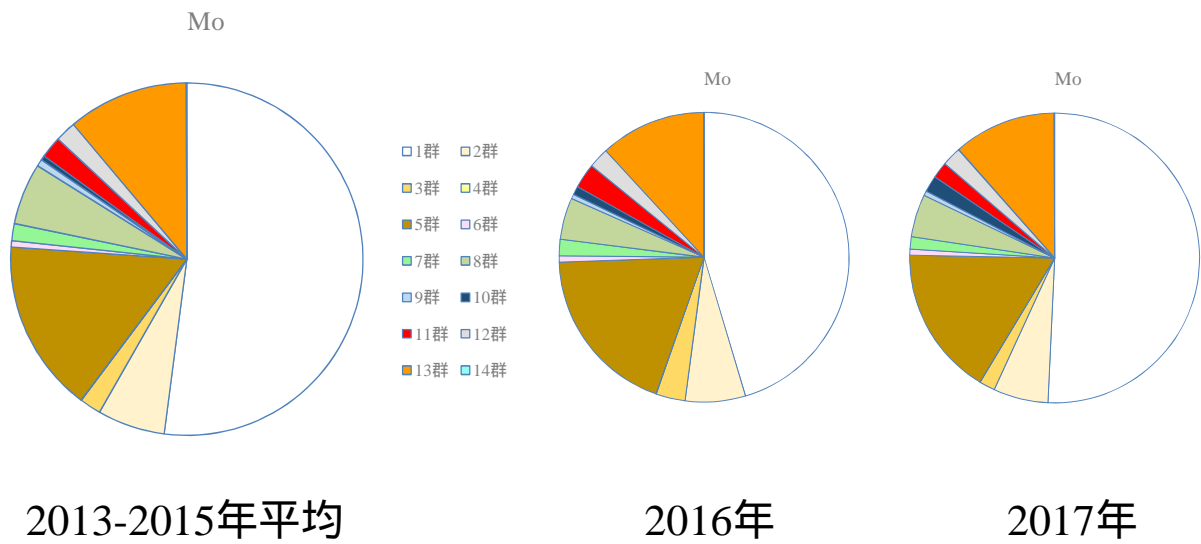


図 2-7 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (クロムとコバルト)

Mo



TotalHg

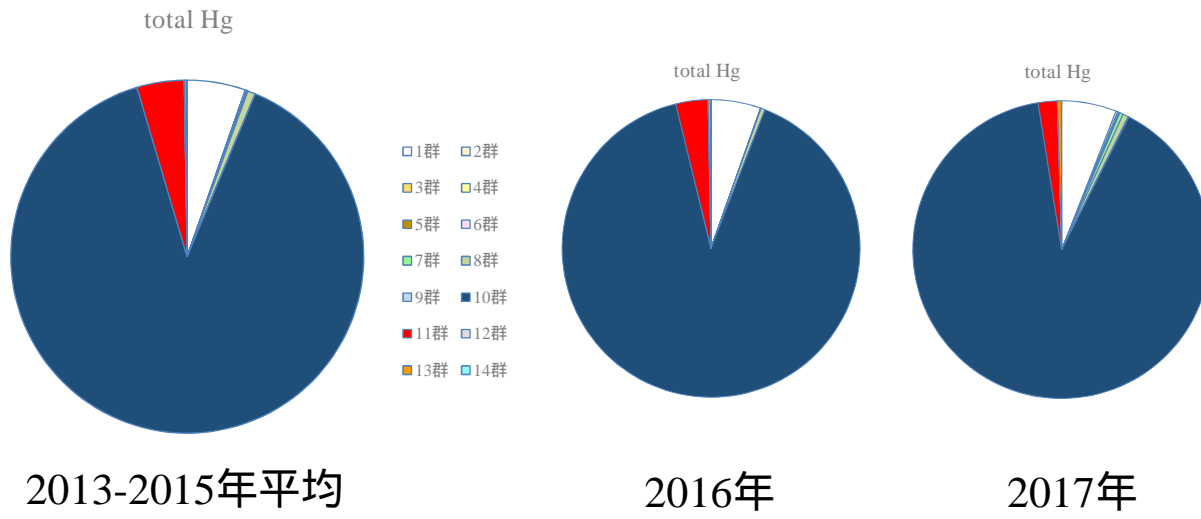


図 2-8 各元素の総摂取量に対する各群摂取量の寄与率 (モリブデンと総ヒ素)

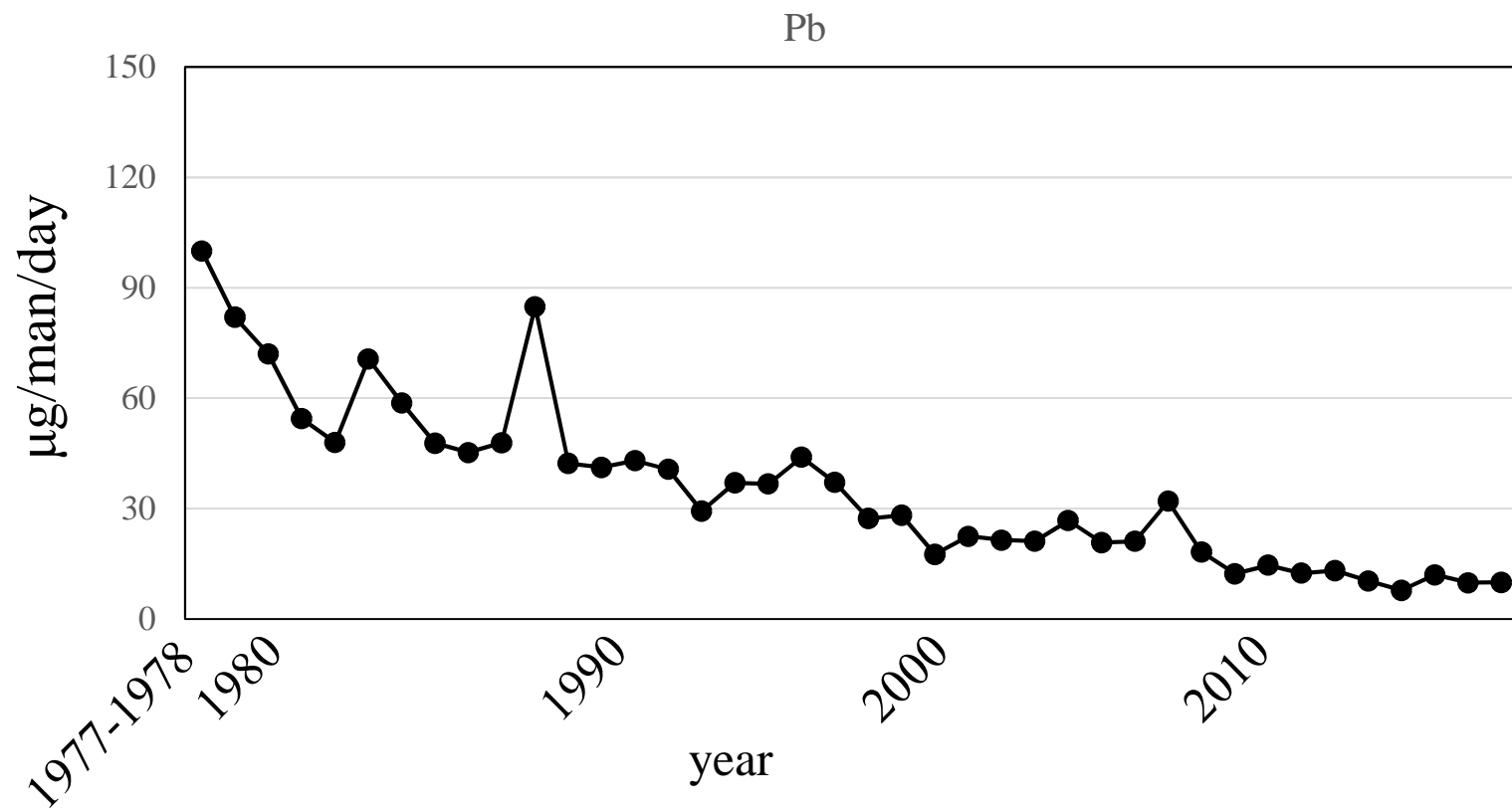


図3 鉛摂取量の経年変化 (1977-2016)

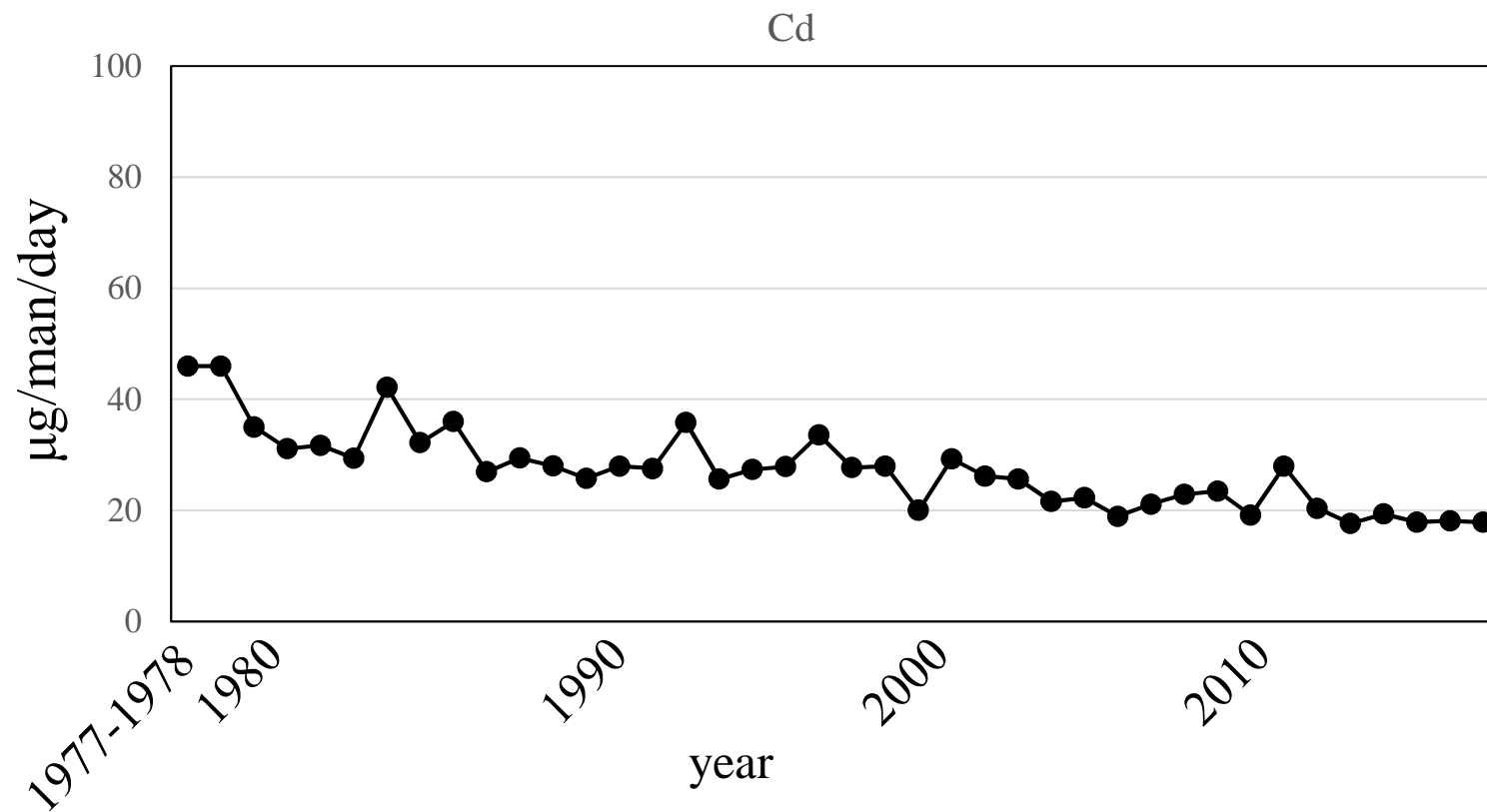


図4 カドミウム摂取量の経年変化 (1977-2016)

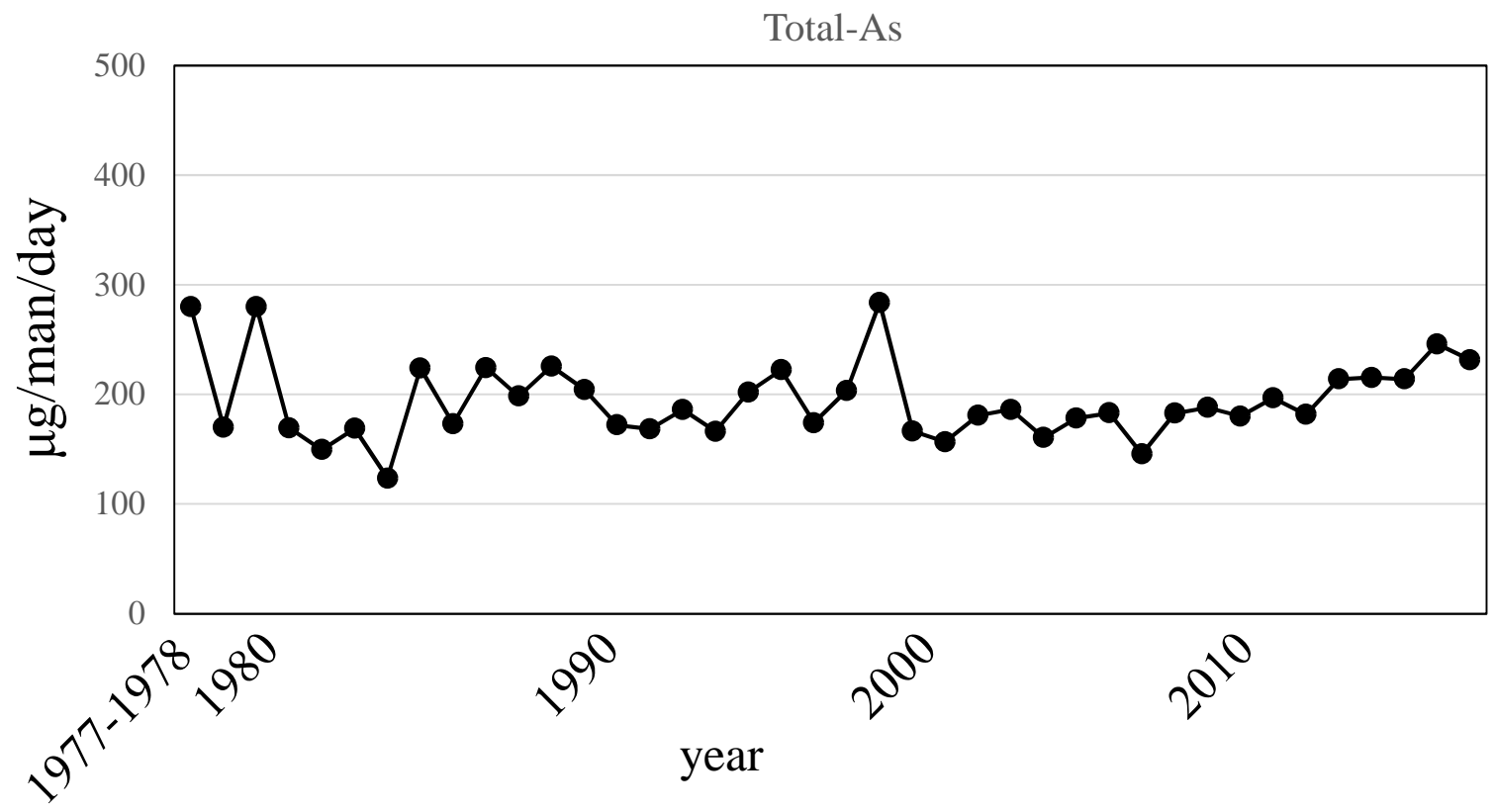


図5 総ヒ素摂取量の経年変化 (1977-2016)

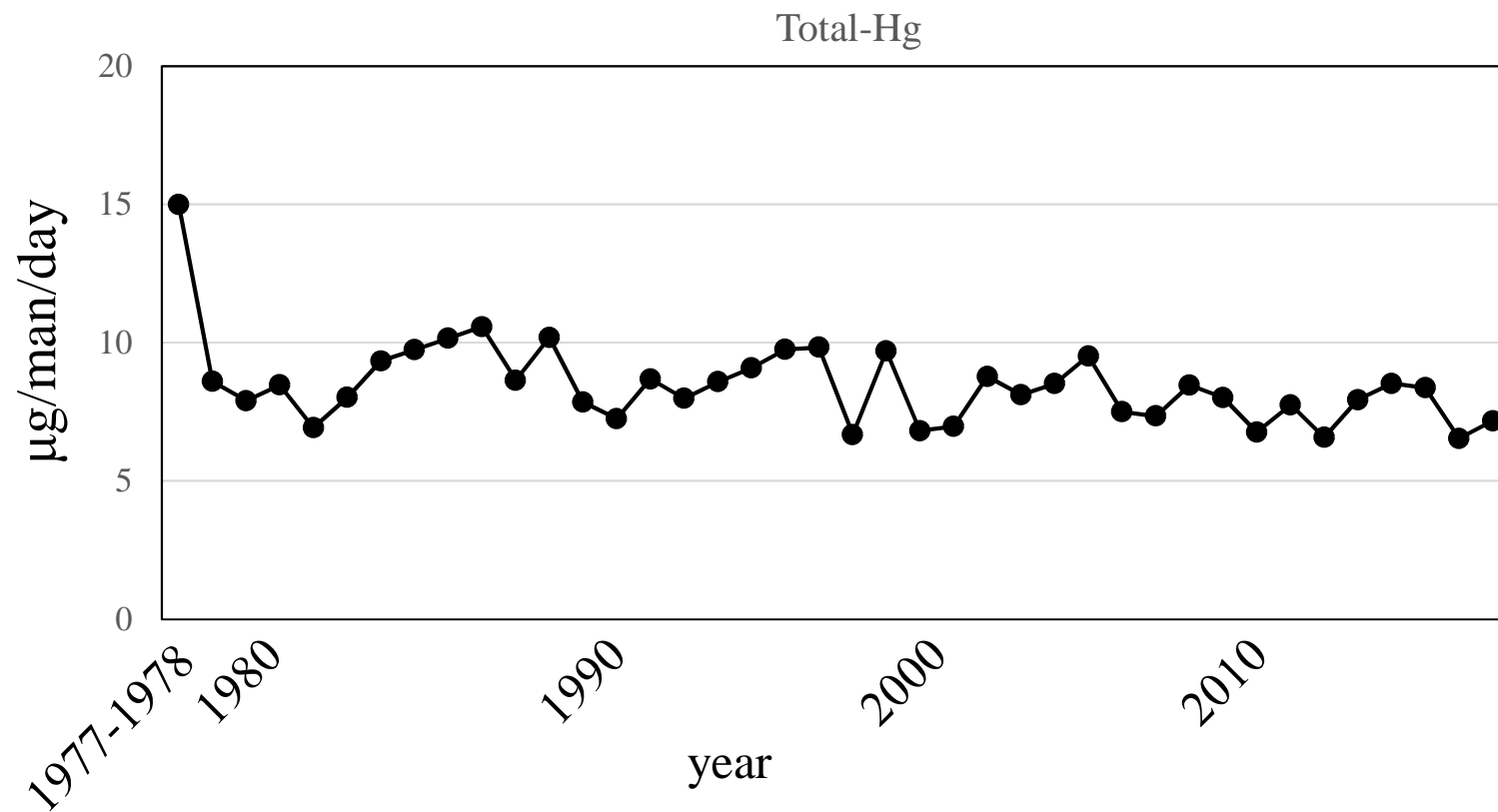


図 6 総水銀摂取量の経年変化 (1977-2016)

**食品の有害元素、ハロゲン系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分担報告書
デクロラン類摂取量推定の部**

研究要旨

本研究では、マーケットバスケット(MB)方式により、2016年に全国10地域及び特定1地域の4半期ごとに調製したトータルダイエツト(TD)試料の分析を通じ、塩素系難燃剤であるデクロラン類の全国規模の汚染実態把握と摂取量推定を3年間で実施する。デクロラン類に含まれる対象化合物は、Dechlorane 602(Dec 602)、Dechlorane 603(Dec 603)、Dechlorane 604(Dec 604)、Dechlorane Plus(DP、*syn*体と*anti*体の2種異性体)、Chlordene Plus(CP)及びDechloraneの計7種類である。昨年度の研究では全国10地域のうち4地域で調製されたTD試料を分析し、デクロラン類の汚染実態の把握と摂取量推定を行った。今年度の研究では全国10地域のうち残りの6地域で調製されたTD試料を分析し、デクロラン類の汚染実態の把握と摂取量推定を行った。全国10地域分のTD試料の分析結果から、対象化合物ごとの全国摂取量_{ave.}は、それぞれDec 602:3,600 pg/man/day、Dec 603:150 pg/man/day、Dec 604:21 pg/man/day、*syn*-DP: 990 pg/man/day、*anti*-DP: 2,300 pg/man/day、CP: 61 pg/man/day及びDechlorane: 410 pg/man/dayと推定され、これら7種類の化合物の平均摂取量の総和として、デクロラン類の全国摂取量_{ave.}は7,600 pg/man/dayと推定された。

研究協力者(デクロラン類の分析)

福岡県保健環境研究所 安武大輔、佐藤 環、堀 就英

A. 研究目的

難燃剤は、プラスチック、ゴム、繊維等の高分子有機材料に添加され広く使用されている。難燃剤には、ハロゲン系やリン系などの有機系難燃剤及び金属水酸化物やアンチモン系などの無機系難燃剤があり、このうちハロゲン系難燃剤は低コスト、堅牢性及び難燃効果の高さから、プラスチック製品の難燃剤として幅広く使用されている。一方で、ハロゲン系難燃剤の一部は、残留性の高い有機化合物であり、環境汚染物質として規制されている。ハロゲン系難燃剤の中でも臭素系難燃剤に属する六臭素化ビ

フェニル(HxBBs)、ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)の一部及びヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)は、環境中での残留性、生物濃縮性、ヒトを含む生物への毒性が高く、長距離移動性にも懸念がある。これらの化合物は、国内では「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(化審法)の第一種特定化学物質に指定され、国際的には「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」(POPs条約)の附属書Aによる規制対象として、製造、使用、輸出入が原則禁止されている。これら臭素系難燃剤が規制される一方で、現在は規制されて

いない塩素系難燃剤が知られ、様々に使用されてもいる。

Mirex(別名 Dechlorane であり、以下 Dechlorane とする)は、国内での使用実績はないが、国外では農薬やプラスチックの難燃剤として使用されており、すでに化審法及び POPs 条約により規制されている。アメリカでは 1978 年に製造が禁止され、Dechlorane の代替品として Dechlorane Plus、Dechlorane 602 (Dec 602)、Dechlorane 603 (Dec 603) 及び Dechlorane 604 (Dec 604) や、Dechlorane の類縁化合物として Chlordene Plus (CP)が存在し、デクロラン類として知られる(図 1)。なお、Dechlorane Plus には、*syn* 体と *anti* 体の 2 種異性体が存在し、本研究では異性体別に分析をしている。そのため、本研究では、*syn*-DP、*anti*-DP またその両方を意図して DPs として表記する。その他の場合には、一般として DP と表記する。

DP は 40 年以上前から市場に流通している塩素系難燃剤であり、電気機器の配線、電力ケーブルやワイヤーの被覆、コンピューターコネクタ類、樹脂製の屋根材料等の用途に使用されている¹⁾²⁾。DP はアメリカの OxyChem 社と中国の Anpon 社によって生産されており、DP の生産量は 4,500 t 以上と推定されているが³⁾⁴⁾、DP の生産量や使用量に関する最近の情報はない。

Dec 602 は、DP の副生成物であり⁵⁾、グラスファイバーの補強ナイロンとして使用されている⁶⁾。Dec 603 は Aldrin 及び Dieldrin の不純物として検出されている⁷⁾。Dec 604

は Dechlorane の不純物であり、製品としては高電圧ワイヤーの絶縁被覆⁸⁾や電気機器用のシリコングリース⁹⁾にも使用されている。CP は Chlordene や Chlordane の不純物として検出されている⁷⁾。Dec 602、Dec 603、Dec 604 及び CP の生産量や使用状況は不明であるが、国内外において様々な環境媒体からこれらのデクロラン類が検出されている¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。

表 1 にデクロラン類(CP は情報が無いため未記載)の物理化学的性質を示す²⁾。なお、比較対象として 2,4,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TeCDD)を併せて示す¹³⁾。表 1 のように、Dechlorane を除くデクロラン類は TeCDD と同様に蒸気圧や水溶解度が低く、オクタノール-水分配が高いため、環境中での残留性や生物濃縮性が示唆される、注視が必要な化合物の 1 つである。しかし、食品の汚染実態や経口摂取量の報告は少ない。DP に関しては少ない事例ではあるが、Kakimoto 等により、国内の魚介類の汚染実態調査や日本人の摂取量推定の結果が報告されている¹⁴⁾¹⁵⁾。この報告を除くと、国内における魚介類の塩素系難燃剤による汚染状況について、特にデクロラン類を網羅的に調査した結果はほとんど報告されていない。

このような背景から、2013 年の分担研究では、九州地域を中心とする西日本で購入した魚介類試料中の DPs 分析を行った¹⁶⁾¹⁷⁾。2014 年から 2015 年は対象化合物を拡大し、北部九州地域で調製した TD 試料中のデクロラン類の分析を行い、一日摂取量の推定

を試行した^{18) 19) 20)}。

上記の現況及び研究の進展を踏まえ、本研究では、3年間にわたり、全国で調製されたTD試料の分析を通じ、デクロラン類による汚染実態の把握を試みるとともに平均摂取量を推定することとした。具体的には、2016年に調製された全国10地域分のTD試料及び特定1地域における4半期ごとのTD試料を3年計画で分析し、濃度レベルの高い食品群を明らかにすると共に平均摂取量を推定する。本年度の研究では、全国6地域分のTD試料を分析し、昨年度の研究により得た4地域分の摂取量推定結果と併せて、全国10地域のデクロラン類の摂取量を推定した。

B. 研究方法

1. 試料・試薬等

1)-1. 試料

日本人が日常的な食事から摂取するデクロラン類の量を推定するため、2016年に全国10地域でMB方式により調製されたTD試料を用いた。TD試料の詳細な情報は本報告書における「元素類摂取量推定の部」に示した。

1)-2. 標準物質

Dechlorane(ネイティブ体と¹³C-ラベル体)及びDec 602(¹³C-ラベル体)の各標準溶液はCambridge Isotope製を、CP及びDPsの各種標準溶液はWellington Laboratories製を、Dec 602、Dec 603及びDec 604の各標準物質はSanta Cruz製を使用した。これら

をノナンで適宜希釈・混合し分析に用いた。シリンジスパイクにはWellington Laboratories製の¹³C₁₂-2,2',3,4,4',5,5'-heptabromo-diphenylether (¹³C-PBDE180)を使用した。

1)-3. 試薬及び器材

アセトン、ヘキサン、ジクロロメタン、ノナン、無水硫酸ナトリウム及び塩化ナトリウムは関東化学製のダイオキシン類分析用又は残留農薬・PCB試験用を用いた。硫酸は和光純薬工業製の有害金属測定用を使用した。フロリジルカートリッジカラムはWaters製のSep-pak Vac RC (500 mg)を使用した。スルホキシドカラムはSupelco製のSupelclean Sulfoxide(3 g)を用いた。ガラスビーズは、0.991~1.397 mmの粒度のソーダガラス製を使用した。

2. 機器及び使用条件

2)-1. 高分解能ガスクロマトグラフ・質量分析計(HRGC/HRMS)

HRGC/HRMSのGCはAgilent A 7890をMSはWaters AutoSpec Premierを使用した。表2に示した条件でデクロラン類を測定した。SIM測定におけるフラグメントイオンは、各化合物の親イオンに相当する m/z ではなく、各化合物から生成するフラグメントイオンの m/z を選択した。

2)-2. 高速溶媒抽出装置

高速溶媒抽出(ASE)にはThermoFisher Scientific製の大容量型装置ASE-350を使

用した。抽出条件は下記の通りとした。

セル温度：100、セル圧力：1500 psi、
加熱時間：7分、静置時間：10分、抽出サイ
クル数：2、抽出溶媒：ヘキサン

2)-3. 実験操作

図2に示すフローに従い、デクロラン類
を分析した。分析に使用するガラス器具類
は予めアセトン、ヘキサンで洗浄し、ダイ
オキシフリーオープンで450、4時間
加熱処理した。TD試料(4群(油脂類)を除く)
約10gをピーカーに精秤し、凍結乾燥後、
ガラスビーズを加えて混合し、クリーンア
ップスパイク(¹³C₁₀-Dechlorane、¹³C₁₀-Dec
602、¹³C₁₀-*anti*-DP、¹³C₁₀-*syn*-DPを各250pg
相当)を添加し、ヘキサンで高速溶媒抽出を
行った。抽出液を濃縮し、硫酸処理、フロ
リジルカラムで精製し、精製液を2mLに
定容した。DPs測定用試料として1mLを
分取、濃縮し、測定バイアルに移し、シリ
ンジスパイク(¹³C-PBDE180を125pg相当)
を添加した。ノナンで全量を約25μLとし
たものを最終検液とし、このうち1μLを
HRGC/HRMSに注入して測定した。

DPs以外のデクロラン類測定用試料とし
て残りの1mLの精製液をスルホキシドカ
ラムで精製した。スルホキシドカラム精製
は、岩村らの方法²¹⁾を参考に行った。あら
かじめアセトン、ヘキサンの順でコンディ
ショニングしたカラムに試料液を負荷し、
ヘキサン溶出により不純物を除去した。次
に50%アセトン/ヘキサンでデクロラン類
を溶出した。溶出液を濃縮し、測定バイア

ルに移し、シリンジスパイク(¹³C-PBDE180
を125pg相当)を添加した。ノナンで全量
を約25μLとしたものを最終検液とし、こ
のうち1μLをHRGC/HRMSに注入して測
定した。4群のTD試料は約5gを精秤し、
ヘキサンで希釈後、硫酸処理以降は他の食
品群と同様な精製を行った。

C.D. 研究結果及び考察

1. デクロラン類の分析における操作ブ ランク実験の結果

2015年に実施した研究では、デクロラン
類の装置の検出下限値はDec 602で0.05pg、
Dec 603で0.06pg、Dec 604で0.8pg、*syn*-DP
で0.2pg、*anti*-DPで0.2pg、CPで0.03pg、
Dechloraneで0.03pgであった²⁰⁾。

今年度の操作ブランク実験ではDec 602、
syn-DP及び*anti*-DPのみが検出され、分析
結果からそれぞれの平均値は0.094pg/g、
0.96pg/g及び3.7pg/g、それぞれの検出下
限は0.18pg/g、1.0pg/g及び2.6pg/gであ
った。Dec 603、Dec 604、CP及びDechlorane
は検出されず、2016年の分析時と同様な結
果であった。2016年に実施した分析におけ
るDec 602のブランク値は0.035pg/gであ
り、今年度実施した分析におけるブランク
値は低い水準にあった。

昨年度の研究では、*syn*-DPと*anti*-DPの
ブランク値がそれぞれ13pg/g、56pg/gと
非常に高いことが明らかとなり、DPsを対
象化合物とすることができなかった。今年
度の研究では、DPsを改めて対象化合物と
するために、ブランク値が高くなる原因に

ついて、まず検証した。分析に含まれる ASE 抽出、硫酸処理、フロリジル精製及びスルホキシド精製の工程ごとにブランク実験を行った結果、スルホキシドカラムから DP_s が溶出していることが明らかとなった。しかし、スルホキシドカラム精製は一般に、食品中の脂質等の除去に有効であり、デクロラン類の分析においても可能な限り工程とすべきである。脂質等は、GC/MS による溶出の早い時点で妨害となる。しかし、スルホキシドカラムからも溶出する DP_s は、GC/MS による溶出が遅く、脂肪等による妨害の影響を受けない。そのため、DP_s を分析する工程からのみスルホキシドカラム精製を除くことを考えた。具体的には、本研究で採用したデクロラン類の分析では、フロリジルカラム精製後の試料を二分割し、一方をそのまま濃縮し DP_s 測定用、他方をスルホキシドカラム精製し DP_s 以外のデクロラン類測定用とした。この分析手順の変更により、今年度実施した分析では、DP_s のブランク値を大幅に低減することができた。

2. TD 試料におけるデクロラン類濃度

2016 年に 10 地域で調製された TD 試料を分析して得られたデクロラン類の濃度を、10 地域の平均値として、化合物と食品群の組み合わせごとに示す (表 3)。また、各化合物の TD 試料からの検出状況(検出された試料の数/全分析試料数)を食品群ごとに表 4 に示す。分析した TD 試料のすべてを通じて、各化合物の濃度は以下の範囲であっ

た。Dec 602 : ND ~ 63 pg/g、Dec 603 : ND ~ 1.3 pg/g、Dec 604 : ND ~ 1.4 pg/g、*syn*-DP : ND ~ 10 pg/g、*anti*-DP : 0 ~ 36 pg/g、CP : ND ~ 0.83 pg/g、Dechlorane : ND ~ 7.4 pg/g。

Dec 602、*syn*-DP、*anti*-DP 及び Dechlorane の検出頻度は非常に高く、ほぼ全ての TD 試料から検出された。Dec 602 の濃度は、他の群に比べ 6 群、10 群及び 11 群で高く、特に、10 群で高値であった。なお、6 群については、ある地域で調製された特定の試料における濃度が高く、Dec 602 の平均濃度を押し上げた(平均値 : 2.9 pg/g、中央値 : 0.82 pg/g、最小値 : 0.047 pg/g 及び最大値 : 19 pg/g)。本研究で対象としたデクロラン類のうち、*syn*-DP 及び *anti*-DP は、6 群、10 群及び 11 群を除く食品群からも比較的高い濃度で検出された。Dechlorane の検出頻度は全食品群を通じて比較的高かったが、1 群及び 2 群からの検出頻度は低かった。Dec 603 の検出頻度は、脂肪量の少ない 6 群、7 群、8 群及び 9 群で特に低くなった。Dec 604 及び CP の検出頻度は総じて低かった。しかし、食品からの検出事例そのものがほとんど報告されておらず、非常に興味深い。

3. デクロラン類の摂取量推定

全国 10 地域において調製された TD 試料の分析から推定されたデクロラン類各化合物の摂取量を表 5-1 ~ 表 5-7 に、その総和として求めた総デクロラン類摂取量を表 5-8 に示す。なお、本研究では、各化合物の分析結果が ND の場合、ND = 0 として摂取量

を推定した。全 10 地域を通じて、デクロラン類各化合物の摂取量は以下の範囲であった。Dec 602 : 2,700 ~ 4,900 pg/man/day、Dec 603 : 45 ~ 400 pg/man/day、Dec 604 : 0 ~ 180 pg/man/day、*syn*-DP : 300 ~ 2,000 pg/man/day、*anti*-DP : 1,100 ~ 3,700 pg/man/day、CP : 0 ~ 340 pg/man/day 及び Dechlorane : 260 ~ 900 pg/man/day。上記 7 種類の化合物について、地域・食品群別摂取量推定値をもとに、食品群別摂取量の全国平均値とその総和となる全国摂取量_{ave.}を推定し、表 6 に示した。各化合物の全国摂取量_{ave.}は、以下の通り推定された。Dec 602 : 3,600 pg/man/day、Dec 603 : 150 pg/man/day、Dec 604 : 21 pg/man/day、*syn*-DP : 990 pg/man/day、*anti*-DP : 2,300 pg/man/day、CP : 61 pg/man/day 及び Dechlorane : 410 pg/man/day。また、総デクロラン類の全国摂取量_{ave.}は 7,600 pg/man/day であった。

国外での DP の摂取量として、推定時期や方法に違いがあるもの下記の報告がある。韓国 : 11,200 pg/man/day、ベルギー : 4,800 pg/man/day、スペイン : 5,370 pg/man/day。本研究において推定された DP 摂取量は、*syn*-DP と *anti*-DP の摂取量の和として 3,290 pg/man/day であり、韓国における DP 摂取量と比較すると 1/3 未満と低くなったが、ベルギーやスペインにおける摂取量と同水準にあると言えるだろう。

これまで私たちは、様々な臭素系難燃剤の摂取量を推定してきた。TD 試料の調製や分析の年が異なるが、各臭素系難燃剤の摂

取量は以下のように推定されている。HBCD : 120,000 pg/man/day、PBDEs : 110,000 pg/man/day、デカブロモジフェニルエタン (DBDPE) : 560 pg/man/day、ヘキサブロモビフェニル(HxBBs) : 240 pg/man/day。本研究におけるデクロラン類の全国摂取量_{ave.}は、HBCD や PBDEs の摂取量よりも低く、HxBBs や DBDPE の摂取量よりも高かった。上記は異なる TD 試料から得られた結果であり、難燃剤の種類による摂取量の違いを直接的に明らかにするためには、十分多数の TD 試料を同一の分析用試料とし、各難燃剤を分析した結果に基づく摂取量を比較する必要がある。

4. 各化合物の摂取量に寄与する食品群

図4-1 ~ 図4-6には、デクロラン類各化合物あるいは総デクロラン類に分けて、総摂取量に対する各食品群摂取量の寄与率(食品群別寄与率)を示した。なお、Dec 604及びCPは検出頻度が低くかつ濃度も低かったため、解析から除外した。デクロラン類に含まれる化合物の物理化学的な性質は類似していると言えるが、どの食品群が総摂取量に寄与するかには差異が認められた。

Dec 602は、全ての食品群から摂取されているが、10群の寄与率が72 %を占め、主であった。他の化合物と比較しても、Dec 602 摂取量に対する10群の寄与率は最も大きい。このことは、Dec 602が生物濃縮により魚介類に蓄積していることを示唆している。Dec 603、*syn*-DP及び*anti*-DPも全ての食品群から摂取されているが、各食品群の寄与のパタ

ーンが異なっている。Dec 603の摂取量には、1群(21%)、10群(23%)及び11群(20%)からの寄与が大きかった。*syn-DP*と*anti-DP*の摂取量には様々な食品群が寄与しておりかつ、寄与のパターンが高い類似性を示すことが明らかとなった(図4-3及び図4-4)。このことは、Dec 602の摂取について示唆された魚介類における蓄積の他に、経路や機構は不明であるがDPsが様々な食品を汚染しており、食事を介して日常的に摂取されていることを示唆している。Dechloraneも全ての食品群から摂取されているが、10群(49%)の寄与率が高く、Dec 602と同様に生物濃縮による魚介類における蓄積が示唆された。様々な食品に由来するデクロラン類各化合物の摂取を反映する結果として、総デクロラン類摂取量には全ての食品群が寄与し、特に10群(41%)、9群(10%)及び11群(10%)の寄与率が高くなった。

デクロラン類の多くについて生産量や輸入量また使用量が明らかではなく、食品を汚染する経路も不明である。しかし、複数の地域で調製された様々な食品を含む TD 試料からデクロラン類が検出されたことにより、食事を介して日常的に摂取されていることが強く示唆された。大気環境調査でもデクロラン類の検出が報告されており、特に都市部で高濃度となる傾向にあることから、デクロラン類の発生源は身の回りにあることが示唆されている^{23) 24)}。

E. 参考文献

1) Betts K.S., A new flame retardant in the air.

- Environ. Sci. Technol. (2006) 40, 1090-1091.
- 2) Feo M. L., Baron E., Eljarrat E., Barcelo D., Dechlorane Plus and related compounds in aquatic and terrestrial biota: a review. *Bioanal. Chem.* (2012) 404, 2525-2737.
- 3) Yu Z., Lu S., Gao S., Wang J., Li H., Zeng X., Dheng G. and Fu J., Levels and isomer profiles of Dechlorane Plus in the surface soils from e-waste recycling areas and industrial areas in South China. *Environ. Pollut.* (2010) 158, 2920-2925.
- 4) Ren N., Sverko E.D., Li Y.F., Zhang Z., Harner T., Wang D., Wan X. and MacCarty B.E., Levels and isomer profiles of Dechlorane Plus in Chinese air. *Environ. Sci. Technol.* (2008) 42, 6476-6480.
- 5) Wang D. G., Yang M., Qi H., Sverko E., Ma W.-L., Li Y.-F., Alae M., Reiner E.J., Shen L., An Asia-specific source of Dechlorane Plus: concentration, isomer profiles, and other related compounds. *Environ. Sci. Technol.* (2010) 44, 6608-6613.
- 6) Canada M., Roy S.K., *Plastics Technology Handbook*, 4th, ed., CRC Press: Boca Raton, FL, 2007.
- 7) Shen L., Reiner E.J., MacPherson K.A., Kolic T.M., Helm P.A., Richman L.A., Marvin C.H., Burniston D.A., Hill B., Brindle ID., McCrindle R., Chittim B.G., Dechloranes 602, 603, 604, Dechlorane Plus and Chlordene Plus, a newly detected analogue, in tributary sediments of the Laurentian Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* (2011) 45,

- 693-699.
- 8) Krackeler J.P., Biddell W.G. Insulated high voltage wire coated with a flame retardant composition U.S. Patent No. 3,900,533, 1976.
- 9) Material Safety Data Sheet: Molykote[®]. AS-810, Dow Corning Corporation: Midland MI, 2009.
- 10) Hoh E., Zhu L. and Hites R.A., Dechlorane Plus, a Chlorinated flame retardant in the Great Lakes. Environ. Sci. Technol. (2006) 40, 1184-1189.
- 11) Sverko E., Tomy G.T., Reiner E.J., Li Y.-f., MacCarty B.E., Arnot J.A., Law R.J. and Hites R.A., Dechlorane Plus and related compounds in the environment: A review. Environ. Sci. Technol. (2011) 45, 5088-5098.
- 12) 先山孝則、中野武 高分解能 GC/MS 法を用いる環境中の塩素系難燃剤 Dechlorane Plus の分析. 分析化学 (2012) 60, 745-754.
- 13) U.S. national Library of Medicine., Toxicology Data Network, <https://toxnet.nlm.nih.gov/> (2017/3/2 Access)
- 14) Kakimoto K., Nagayashi H., Yoshida J., Akutsu Y., Konishi Y., Toriba A., Hayakawa K., Detection of Dechlorane Plus and brominated flame retardants in marketed fish in Japan., Chemosphere (2012) 89, 416-419.
- 15) Kakimoto K., Nagayashi H., Takagi S., Akutsu Y., Konishi Y., Kajimura K., Hayakawa K., Toriba A., Inhalation and dietary exposure to Dechlorane Plus and polybrominated diphenyl ethers in Osaka, Japan., Ecotoxicology and Environmental Safety (2014) 99, 69-73.
- 16) Hori T., Miyawaki T., Takahashi K., Yasutake D., Yamamoto T., Kajiwara J., Watanabe T., Concentration of Dechlorane Plus in fish samples collected in Kyushu district, western Japan., Organohalogen Compounds (2014) 76, 900-903.
- 17) 平成 25 年度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に関する研究 ハロゲン系難燃剤の食品汚染度実態調査」研究分担報告書.
- 18) Takahashi K., Yasutake D., Hori T., Kogiso, T., Watanabe T., Investigation of dietary exposure to Dechlorane Plus and related compounds in Kyushu district, Japan. Organohalogen Compounds (2016) 78, 1191-1195.
- 19) 平成 26 年度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に関する研究 食品における有機臭素系化合物の汚染調査」研究分担報告書.
- 20) 平成 27 年度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に関する研究 食品における有機臭素系化合物の汚染調査」研究分担報告書.
- 21) 岩村幸美、陣矢大助、門上希和夫 ス

ルホキシドカラムクリーンアップを用いた底質及び魚肉試料中ポリ臭素化ジフェニルエーテル類の分析 環境化学 (2009) 19, 527-535.

22) Kim J., Son M.H., Kim J., Suh J., Kang Y., Chang Y.S., Assessment of Dechlorane compounds in foodstuffs obtained from retail markets and estimates of dietary intake in Korean population. Journal of Hazardous Materials (2014) 275, 19-25.

23) Kakimoto K., Nagayoshi H., Takagi S., Akutsu K., Konishi Y., Kajimura K., Hayakawa K. and Toriba A., Dechlorane Plus and decabromodiphenyl ether in atmospheric particles of northeast Asian cities. Environ. Sci. Technol. (2010) 44, 760-766.

24) 蓑毛康太郎、野尻喜好、茂木守、大塚宣寿、堀井勇一 埼玉県の大気中 Dechlorane Plus 及び類縁化合物. 環境化学 (2016) 26, 53-59.

Estimation of Dietary Intake of Dechlorane Flame Retardants in Japan, FY 2016. 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (2017.8).

2) 安武大輔、佐藤 環、堀 就英、渡邊敬浩 食事を通じた塩素系難燃剤摂取量の全国調査(2016) 第 113 回日本食品衛生学会学術講演会 (2017. 11).

F. 研究発表

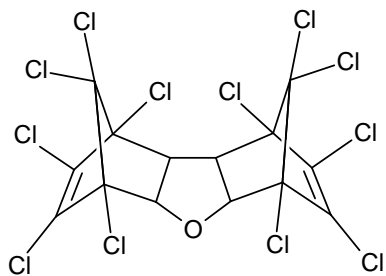
1. 論文発表

1) Yasutake D., Hori T., Sato T., Watanabe T., Estimation of Dietary Intake of Dechlorane Flame Retardants in Japan, FY 2016. Organohalogen Compounds (2017) 79.

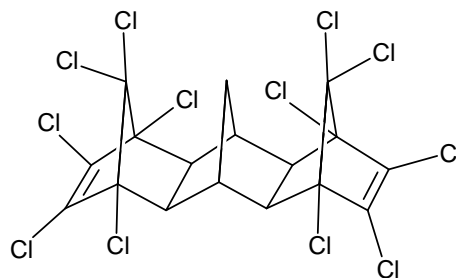
2) 安武大輔、食品中のハロゲン系難燃剤の分析法と摂取量について 食品衛生学雑誌 (2017) 58, J147-J152.

2. 学会発表

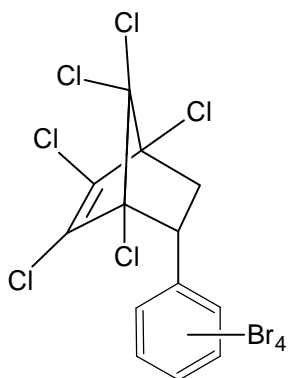
1) Yasutake D., Hori T., Sato T., Watanabe T.,



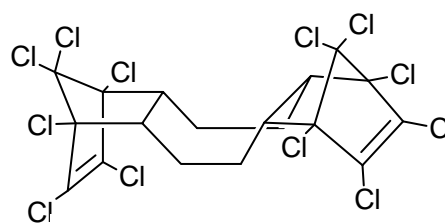
Dechlorane 602



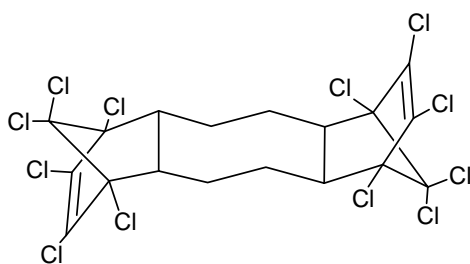
Dechlorane 603



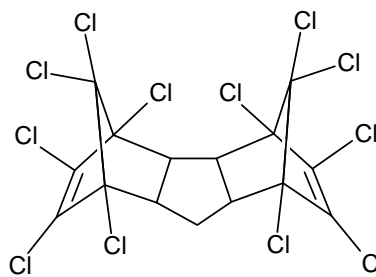
Dechlorane 604



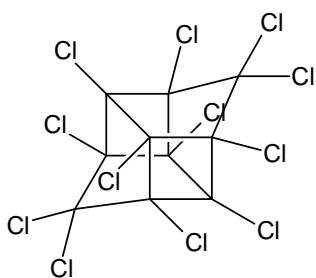
syn-Dechlorane Plus



anti-Dechlorane Plus



Chlordene Plus



Dechlorane (Mirex)

図1 デクロラン類の化学構造

表 1 デクロラン類の物理化学的性質

	DP	Dec602	Dec603	Dec604	Dechlorane	TeCDD(参考)
組成式	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₁₂	C ₁₄ H ₄ Cl ₁₂ O	C ₁₇ H ₈ Cl ₁₂	C ₁₃ H ₄ Br ₄ Cl ₆	C ₁₀ Cl ₁₂	C ₁₂ H ₄ Cl ₄ O ₂
分子量	653.7	613.6	637.7	692.5	545.55	321.97
融点 ()	206	325	198	203	485	305
蒸気圧 (Pa)	4.71×10 ⁻⁷	5.53×10 ⁻⁷	1.59×10 ⁻⁷	8.47×10 ⁻⁸	1.07×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁷
水溶解度 (ng/L)	2.21	0.04	8.49	0.3	85000	200
Log Pow*	9	7.1	8.5	8.5	6.89	6.8

* Pow : オクタノール/水分配比

表 2 HRGC/HRMS によるデクロラン類の分析条件

GC条件	
GCシステム	Agilent A7890
キャピラリーカラム	DB5 (Agilent, 0.25mm×15m, 0.1 μm)
インジェクションモード	スプリットレス
注入量	1 μL
インジェクター温度	280
キャリアーガス(流量)	ヘリウム (1.0 mL/min)
オープン温度	120 (1min保持) - 30 /min - 240 - 5 /min - 275 - 40 /min - 320 (2.88min保持)
MS条件	
MSシステム	Waters AutoSpec premier
イオン化法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン源温度	280
分解能	10000以上
モニターイオン	
Dec 602, DP	
Dechlorane	271.8102(定量用)、273.8072(確認用)
Dec 603	262.8570(定量用)、264.8540(確認用)
Dec 604	419.7006(定量用)、417.7026(確認用)
¹³ C ₁₀ -Dechlorane、	
¹³ C ₁₀ -Dec602、 ¹³ C ₁₀ -DP	276.8269
¹³ C ₁₂ -2,2',3,4,4',5,5'-HeptaBDE	415.9096(定量用)、413.8116(確認用)

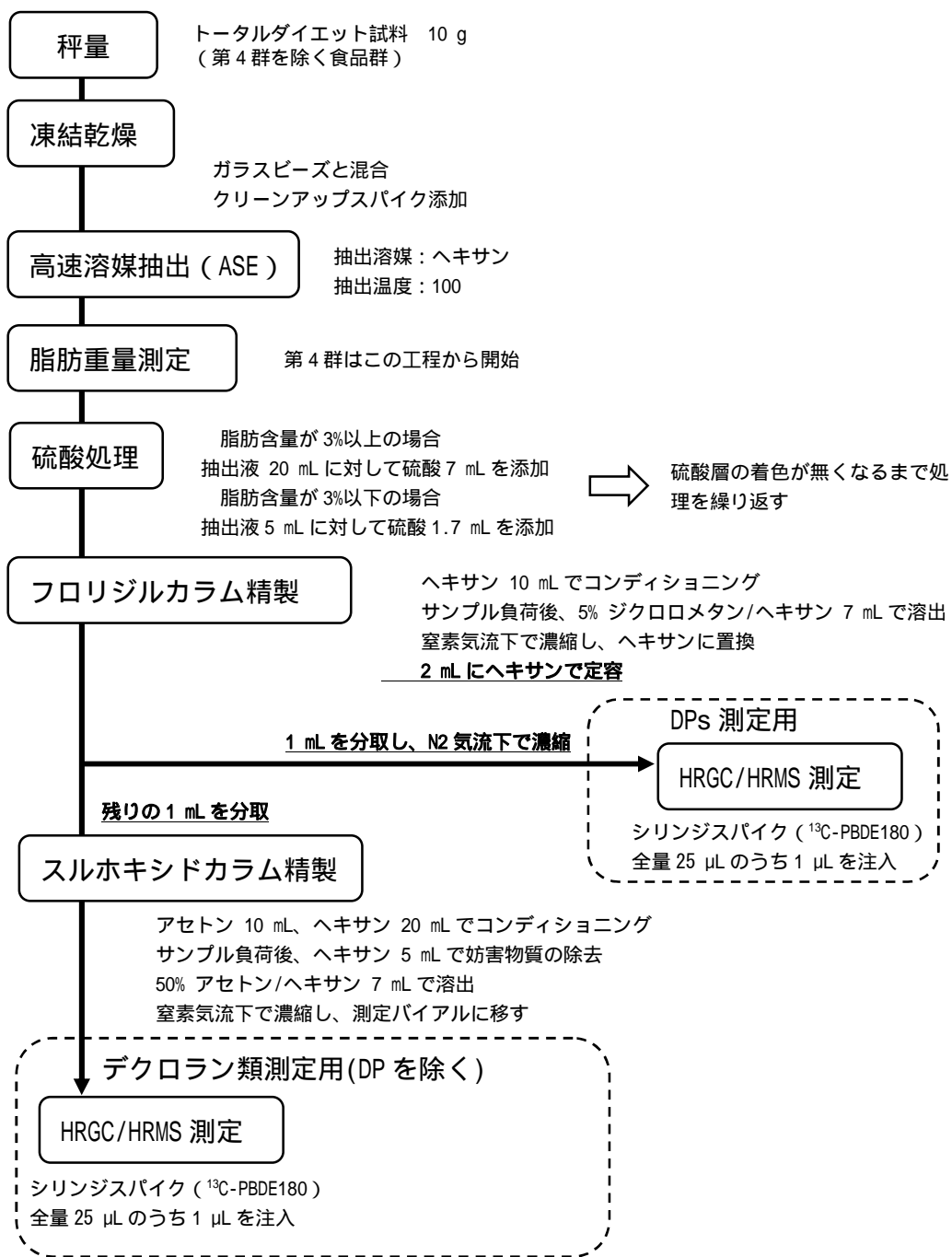


図2 デクロラン類の分析フロー

表3 TD 試料中のデクロラン類濃度 (10 地域の平均値)

化合物	濃度 (pg/g)													平均	最小	最大
	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群			
Dec602	0.23	0.22	0.31	0.50	0.33	2.9	0.19	0.12	0.17	35	2.6	0.38	0.28	3.3	ND	63
Dec603	0.068	0.057	0.10	0.26	0.052	0.014	0.025	0.0025	0.013	0.46	0.28	0.056	0.14	0.12	ND	1.3
Dec604	ND	ND	ND	ND	ND	0.15	ND	ND	ND	ND	0.022	ND	ND	0.014	ND	1.4
syn-DP	0.27	0.47	0.76	4.5	0.75	0.33	0.25	0.26	0.28	0.94	0.84	0.36	1.2	0.86	ND	10
anti-DP	0.78	0.97	1.9	14	1.5	0.76	0.56	0.85	0.72	1.7	2.5	0.76	1.6	2.2	ND	36
CP	0.0010	0.0049	0.0073	0.020	ND	0.0050	0.023	0.00087	0.048	0.21	0.042	ND	0.011	0.029	ND	0.83
Dechlorane	0.011	0.012	0.056	0.20	0.028	0.019	0.78	0.20	0.012	2.6	0.42	0.065	0.16	0.35	ND	7.4
Total	1.4	1.7	3.1	20	2.7	4.2	1.8	1.4	1.2	41	6.6	1.6	3.4	6.9	0.024	69

表4 TD 試料におけるデクロラン類の検出状況

化合物	検出状況													合計	
	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群		
Dec602	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10	128/130
Dec603	6/10	6/10	10/10	6/10	7/10	4/10	5/10	1/10	4/10	10/10	10/10	7/10	8/10	84/130	
Dec604	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	2/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	0/10	0/10	3/130	
syn-DP	6/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9/10	7/10	7/10	7/10	10/10	10/10	10/10	10/10	116/130	
anti-DP	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9/10	7/10	9/10	9/10	10/10	10/10	9/10	10/10	123/130	
CP	1/10	1/10	2/10	1/10	0/10	2/10	3/10	2/10	2/10	6/10	4/10	0/10	2/10	26/130	
Dechlorane	6/10	5/10	9/10	8/10	8/10	8/10	9/10	9/10	7/10	10/10	10/10	9/10	10/10	108/130	

表 5-1 Dechlorane 602 の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	330	110	63	43	100	120	32	19	21	170	100
2群	38	220	42	55	44	73	36	8.5	17	41	57
3群	19	16	22	18	9.7	8.8	9.2	3.9	11	8.1	12
4群	4.2	5.6	3.5	5.4	5.3	4.0	5.5	6.2	6.2	4.7	5.1
5群	13	32	43	5.5	27	13	6.0	5.7	5.8	45	20
6群	12	1800	14	17	200	6.0	170	160	450	13	290
7群	17	19	54	10	19	14	15	0	18	17	18
8群	23	32	36	20	19	52	9.6	6.6	11	20	23
9群	44	41	120	35	480	22	260	0	40	42	110
10群	1800	1000	2300	3300	3600	3000	2000	3600	1700	4300	2600
11群	390	170	220	140	320	210	720	89	520	92	290
12群	44	50	43	51	100	19	26	25	39	70	47
13群	11	10	28	4.7	100	13	22	20	23	12	25
総和	2700	3500	3000	3700	5000	3500	3300	3900	2800	4900	3600

(pg/man/day)

表 5-2 Dechlorane 603 の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	220	30	0	23	0	22	19	0	0	4.3	31
2群	9.5	11	16	90	0	0	20	15	0	0	16
3群	9.2	5.5	1.7	7.4	2.8	6.2	3.8	1.4	1.7	0.76	4.1
4群	0	7.4	0	0	2.0	2.0	1.7	6.4	0	7.5	2.7
5群	6.7	7.5	2.6	9.2	0	1.7	3.3	2.3	0	0	3.3
6群	6.1	3.5	0	0	0	2.8	0	0	20	0	1.4
7群	0	5.2	6.0	0	3.3	3.8	4.9	0	0	0	2.3
8群	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0.40
9群	33	0	37	0	0	0	0	0	10	7.2	8.7
10群	27	14	48	79	86	14	27	10	31	11	35
11群	34	16	74	75	25	23	10	6.2	28	4.7	30
12群	9.2	9.7	12	7.5	9.4	0	13	0	0	6.2	6.7
13群	47	0	8.7	17	19	11	9.8	8.9	0	2.6	12
総和	400	110	210	310	150	87	110	50	73	45	150

(pg/man/day)

表 5-3 Dechlorane 604 の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6群	0	0	0	0	0	180	0	0	19	0	19
7群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11群	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	1.8
12群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総和	0	0	0	18	0	180	0	0	19	0	21

(pg/man/day)

表 5-4 *syn*-Dechlorane Plus の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	160	220	640	180	0	0	100	0	0	130	140
2群	120	150	230	190	54	130	110	39	42	120	120
3群	23	81	64	35	14	31	18	8.2	21	21	32
4群	60	25	54	100	37	19	82	26	24	18	44
5群	29	34	59	180	21	19	14	16	17	64	45
6群	34	33	60	63	28	51	23	44	23	0	36
7群	37	47	32	52	20	0	17	0	29	0	23
8群	100	56	57	84	0	0	44	0	44	83	47
9群	420	170	350	280	190	0	0	0	140	240	180
10群	76	77	130	100	57	67	64	29	72	73	74
11群	80	150	140	91	47	150	54	33	110	100	95
12群	55	45	27	110	43	31	26	35	31	33	43
13群	58	32	140	51	92	510	36	73	54	34	110
総和	1200	1100	2000	1500	610	1000	590	300	610	920	990

(pg/man/day)

表 5-5 anti-Dechlorane Plus の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	330	600	740	330	280	270	340	180	180	320	360
2群	270	320	390	400	150	180	230	110	110	240	240
3群	46	100	150	88	48	100	67	28	53	68	76
4群	190	47	220	350	97	47	240	58	73	53	140
5群	71	120	110	170	54	48	49	48	39	210	91
6群	64	91	100	130	84	94	86	85	0	90	82
7群	68	94	80	98	73	0	49	0	0	49	51
8群	140	230	260	210	120	120	130	96	0	270	160
9群	440	540	880	630	540	310	450	360	0	370	450
10群	86	120	230	190	110	120	160	67	98	160	130
11群	210	370	290	260	180	570	210	130	290	200	270
12群	74	140	80	180	81	0	100	88	91	97	93
13群	90	74	130	120	180	310	120	170	160	77	140
総和	2100	2900	3700	3200	2000	2200	2200	1400	1100	2200	2300

(pg/man/day)

表 5-6 Chlordene Plus の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.50
2群	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.92
3群	0	0	0	0	0	0	1.6	0	0	0.97	0.26
4群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0.17
5群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6群	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	0.50
7群	0	0	6.0	7.6	0	0	7.1	0	0	0	2.1
8群	0	0	0	0	0	0	0	0.87	0	0.75	0.16
9群	310	0	0	0	0	0	0	8.2	0	0	32
10群	14	0	62	70	0	0	20	11	0	4.9	18
11群	0	0	26	13	0	5.1	0	0	0	2.1	4.6
12群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13群	0	0	0	0	0	0	4.2	7.9	0	0	1.2
総和	340	0	94	90	0	5.1	33	28	0	17	61

(pg/man/day)

表 5-7 Dechlorane の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	18	13	13	3.9	3.4	4.0	0	0	0	0	5.5
2群	6.3	2.1	8.9	0	0	4.0	0	0	0	8.2	3.0
3群	3.1	3.2	1.9	4.7	1.7	2.7	3.3	1.1	0	1.1	2.3
4群	3.1	0	2.3	2.0	2.7	0	1.9	2.1	2.9	2.9	2.0
5群	1.6	1.9	0.80	4.9	2.4	1.2	0	1.3	0	3.0	1.8
6群	1.9	2.1	3.9	0	5.4	0.91	0	2.9	1.8	1.3	2.0
7群	5.3	730	3.4	3.2	4.2	4.9	6.1	2.3	0	2.2	76
8群	5.0	6.6	4.9	7.4	3.7	0.28	4.2	9.2	0	340	38
9群	12	0	9.6	17	15	0	7.9	0	8.9	8.3	7.9
10群	160	74	240	290	300	220	150	180	93	280	200
11群	42	42	29	25	35	32	59	45	140	19	47
12群	5.3	26	9.3	9.0	8.0	0	6.9	4.8	2.9	7.7	7.9
13群	54	0.88	8.2	7.0	20	2.6	20	21	11	2.4	15
総和	310	900	340	370	410	270	260	270	260	680	410

(pg/man/day)

表 5-8 デクロラン類(7種類の合計)の地域・食品群別摂取量

TD試料	地域										平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1群	1100	980	1500	590	390	420	490	200	200	630	640
2群	450	710	680	730	250	390	400	170	170	410	440
3群	99	210	240	150	76	150	100	43	86	100	130
4群	250	85	280	460	140	72	330	99	110	88	190
5群	120	200	210	370	100	83	72	73	62	320	160
6群	120	1900	180	210	320	330	280	290	500	110	430
7群	130	890	180	170	120	23	100	2.3	47	68	170
8群	270	330	360	320	150	170	190	110	55	710	270
9群	1300	750	1400	960	1200	330	720	370	200	660	790
10群	2200	1300	3000	4000	4100	3400	2500	3900	2000	4800	3100
11群	750	740	770	630	610	990	1100	310	1100	420	740
12群	190	270	170	360	240	50	170	150	160	210	200
13群	260	120	310	200	420	850	210	300	250	130	300
総和	7100	8500	9200	9100	8200	7200	6600	6000	4900	8700	7600

(pg/man/day)

表6 デクロラン類の全国平均摂取量 (食品群別摂取量の平均及びそれらの総和；全国摂取量 ave.)

化合物	摂取量 (pg/man/day)													総和
	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群	
Dec602	100	57	12	5.1	20	290	18	23	110	2600	290	47	25	3600
Dec603	31	16	4.1	2.7	3.3	1.4	2.3	0.40	8.7	35	30	6.7	12	150
Dec604	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	1.8	0	0	21
syn-DP	140	120	32	44	45	36	23	47	180	74	95	43	110	990
anti- DP	360	240	76	140	91	82	51	160	450	130	270	93	140	2300
CP	0.50	0.92	0.26	0.17	0	0.50	2.1	0.16	32	18	4.6	0	1.2	61
Dechlorane	5.5	3.0	2.3	2.0	1.8	2.0	76	38	7.9	200	47	7.9	15	410
Total	640	440	130	190	160	430	170	270	790	3100	740	200	300	7600

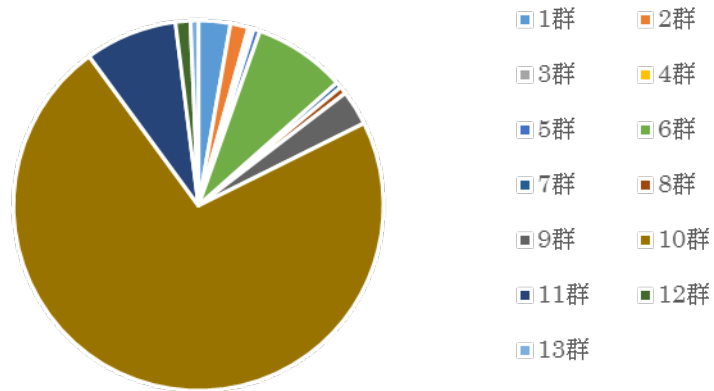


図 4-1 Dechlorane 602 の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率

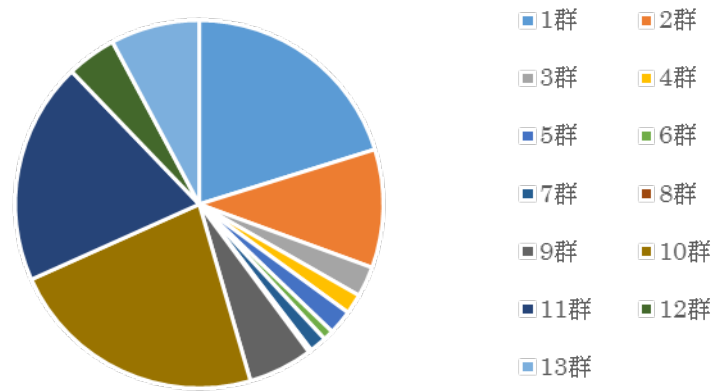


図 4-2 Dechlorane 603 の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率

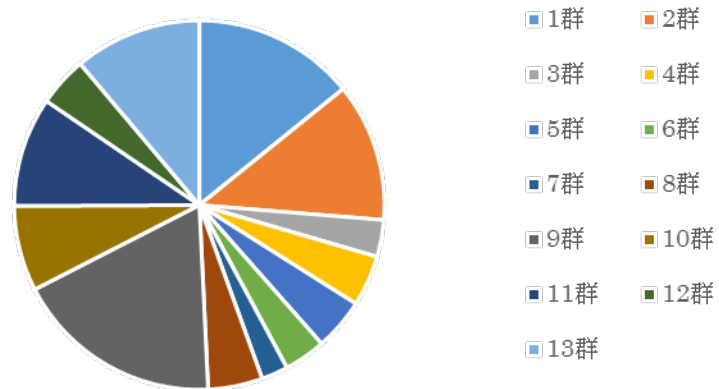


図 4-3 *syn*-Dechlorane Plus の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率

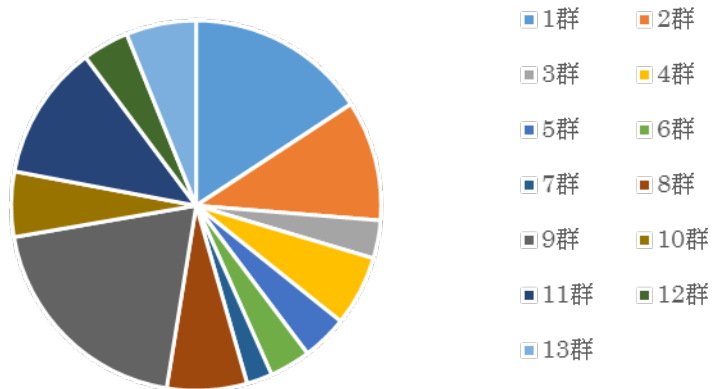


図 4-4 anti-Dechlorane Plus の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率

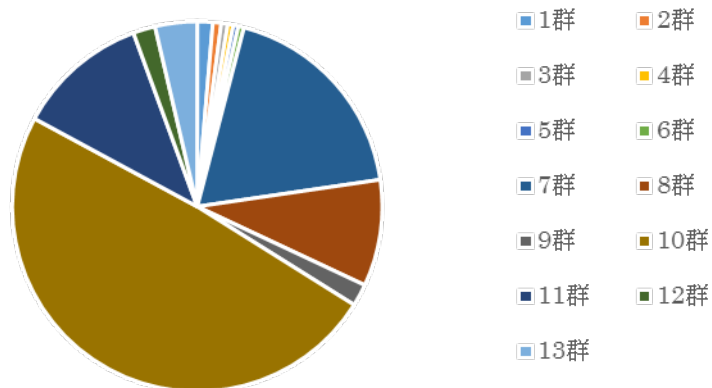


図 4-5 Dechlorane (Mirex)の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率

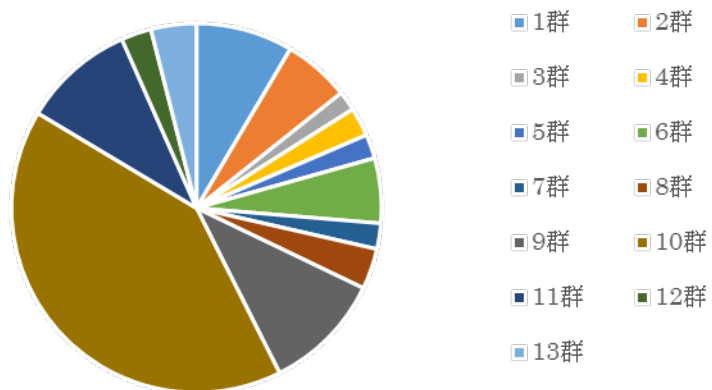


図 4-6 デクロラン類(7種類の合計)の総摂取量に対する各群の摂取量寄与率