

タブロイド地域紙「市民プレス」第81号（2018/7/5発行）の電子版として再編集しました。電子書籍専用のアプリケーション等でお読み下さい。またご利用の環境によっては、電子書籍の閲覧ができない場合がございます。

目次

| | | | | | |
|---------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------|---------|
| PAGE 2 | （ポップス）とは・・・ | 出典は、環境省ホームページ | 残留性有機汚染物質 | | |
| PAGE 3 | 「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）」 | | | | |
| PAGE 5 | （意図的生成物と非意図的生成物） | POPsは環境中でどのように移動するのでしょうか？ | | | |
| PAGE 12 | どんな物質がPOPsなの？ | PAGE 17 | ポリ塩化ビフェニル | | |
| PAGE 19 | ダイオキシン様PCB | PAGE 21 | コプラナーPCB | PAGE 23 | 非意図的な生成 |
| PAGE 24 | 廃棄物としてのPCB | | | | |
| PAGE 26 | DDTとマラリア・・・ | 環境問題の告発—環境と人間の深い関わり | | | |
| PAGE 28 | カーソンの作品、『沈黙の春』・・・ | PAGE 31 | マラリアが感染症として認知されるまで・・・ | | |

POPsについて知っていますか？

環境省は、『POPsパンフレット』（2016年改訂）を配布し、市民に対して、現在、環境問題の中でも重要な課題となっている「ポップス」への関心と理解を求め、声を大にして呼び掛けている。以下、同省のHPから、読み易い、新聞調の縦組で紹介しよう。出典は、環境省ホームページ（<https://www.env.go.jp/chemi/pops/pamph/pdf/all.pdf>）

（ポップス）とは・・・

化学物質の中には、環境中で分解

され難く、生物体内には蓄積し易

POPs

残留性有機汚染物質

く、地球上で長距離を移動して、遠い国の環境にも影響を及ぼす恐れがあり、一旦環境中に排出されると私達の体に有害な影響を及ぼしかねないものがあります。このような性質を持つ化学物質は通称POPsと呼ばれています。残留性有機汚染物質（Persistent Organic

Pollutants) の頭文字をつないだ略称(語尾のsは複数)、例えば、ダイオキシン類やPCB(ポリ塩化ビフェニル)、DDTといった化学物質が挙げられます。

我が国では、POPsの製造・使用を既に法律で原則として禁止していますが、POPsの中には、製造しなくても意図せず生成してしまうものがあります。また、海外では、現在もPOPsを使用している国や、POPsによる環境汚染について十分な対策を取っていない国があります。さらに、POPsが地球上で長距離を移動することから、POPsをこれまでに製造・使用したことがない地域でもPOPsによる汚染が見付かっています。例えば、PCBを製造したことも使用したこともないアラスカなどに住むイヌイットの人たちの血液からもPCBが検出されています。このように、国境を越えてPOPsが移動してしまうという問題が生じています。

そこで、1990年代から国連環境計画(UNEP)が主宰する場で、各国が協力してPOPs対策に取り組むための話し合いが始められ、2001年5月にスウェーデンのストックホルムで、環境中での残留性が高いPCBなど12物質の削減や廃絶などに向けた「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)」が採択されました。POPs条約は2004年2月17日に50ヶ国目締結したことにより、同年5月17日に発効しました。日本

は2002年8月にこの条約を締結しており、2012年2月現在で日本を含む176ヶ国が締約国になっています。

その後、条約の対象に追加すべきとして締約国から提案された物質について、専門家の検討委員会で審議がなされ、その結果を受け、2009年5月の第4回締約国会議において新たに9物質の追加が決議され、改正条約が2010年8月26日に発効しました。また、2011年4月の第5回締約国会議ではさらに1物質(エンドスルファン)の追加が決定されました(201年10月27日に発効予定)。

条約では、各国がとるべき対策として以下のことを定めています。

1 アルドリンなどの17物質(PCB、アルドリン、エンドリン、ディルドリン、クロルデン、ヘプタクロル、クロルデコン、トキサフェン、マイレックス、HCB、PeCB、β-HCH、α-HCH、リンデン、テトラBDE及びペンタBDE、ヘキサBDE及びヘプタBDE、HBB)、エンドスルファンを加えると18物質は、製造・使用・輸出入を原則禁止。

2 DDTなどの2物質(DDT、PFOSとその塩及びPFOSF)は、マラリア予防(DDT)、工業製品製造(PFOS等)など特定の目的・用途での製造・使用に制限。

3 意図せず生成してしまうダイオキシン類などの5物質(PCB、HCB、PeCB、PCDDs、

PCDFs) はできる限り廃絶することを目標として削減。

4 POPs を含むストックパイル (在庫) や廃棄物の適正管理及び処理。

5 上記項目の POPs 対策に関する国内実施計画の策定。

6 条約に記載されている21物質と同様の性質を持つ他の有機汚染物質の製造や使用を予防するための措置、POPs に関する調査研究・モニタリング・情報提供・教育、及び途上国に対する技術・資金援助の実施など。

(意図的生成物と非意図的生成物)

POPs の中でも DDT、アルドリンなどの化学物質は、農業、衛生害虫の駆除剤などの製品として使用する目的で製造されたものです (意図的生成物)。これに対し、例えば、ダイオキシン類は意図的に製造されるのではなく、炭素・酸素・塩素などを含むものが熱せられるような過程などで、副生成物として意図せず生成してしまいうものです (非意図的生成物)。

なお、PCB と HCB は、意図的生成物として製造される場合と非意図的生成物として生成してしまふ場合の両方があります。

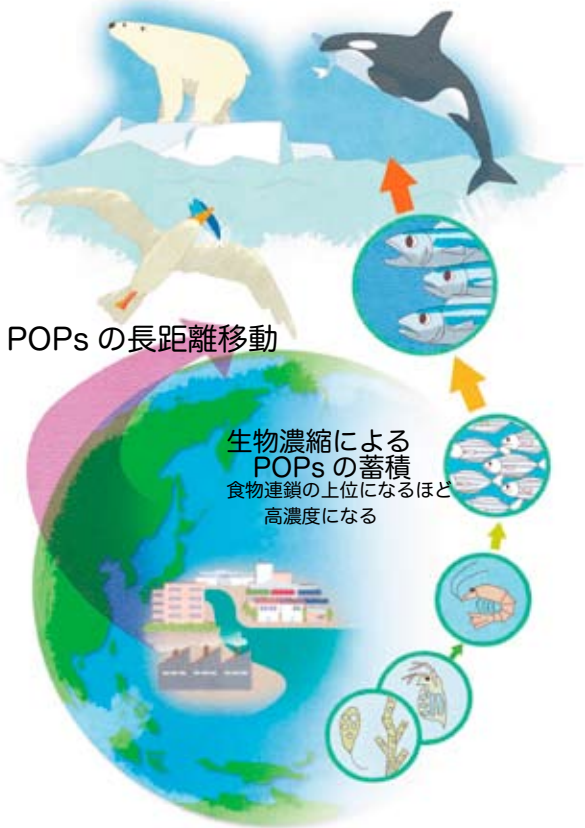
POPs は環境中でどのように移動するのでしょうか？

POPs は環境中で

分解されにくいいため、例えば、発生・使用時に飛散したり、揮発したりして空気中に拡散したものが、大気の流れに乗って移動し、冷たい空気に触れることで地上に降下することが考えられます。

これを繰り返し、

熱帯や亜熱帯、温暖な地域で環境中に排出された POPs が、



中緯度地方や極域へと長距離を移動して、地球全体に広範囲に移動・拡散するのです。

しかも、POPsは生物に蓄積しやすいため、環境中にある量が少なくても、食物連鎖による生物濃縮によってより高次の捕食者、例えば海産ほ乳類などの体内に高い濃度で蓄積してしまうので、悪い影響が起こるのではと心配されているのです。

実際に、ロシアのバイカル湖に棲むアザラシや、北太平洋に生息するイルカやクジラなどの体内からもPOPsが見つかっているのです。

POPsによる野生生物への影響はあるの？

POPsは環境中で分解しにくく、また、水に溶けにくく油に溶けやすい性質を持っています。そのため、POPsが野生生物の体の中に取り込まれると、体の中でも分解しにくいので、脂肪に蓄積していくことになり、野生生物の体内のPOPsの濃度は徐々に高くなっていくこととなります。

また、生物濃縮によって、植物プランクトンや動物プランクトンよりもそれを食べる小魚、さらにそれを食べる大型の魚と濃度が高くなっていきます。そして、捕食者の頂点にいるような野生生物、例えば肉食の哺乳類（陸上ではホッキョクグマ、海ではシャチやイルカなど）や鳥類（ワシやタカなど）などでは、その生態系のなかで最も体内の濃度が高くなるのです。

しかも、親獣から赤ちゃんに脂肪分の豊富な母乳を与えるような哺乳類では、小さい頃からPOPsにばく露されることになるわけです。

こうして長い間POPsにばく露されるため、野生生物の生殖器の異常や奇形の発生などをもたらす可能性があると指摘されていますが、どのようにして発生するのかなどまだ科学的に未解明の点がたくさん残っています。

今後、POPsの野生生物への影響について、さらに研究が進むことが期待されています。POPsによる日本国内の汚染状況は？

我が国では、POPsの環境中（大気・水・底質・生物）濃度は、1970年代～80年代半ばより定期的に測定されています。POPs対策の進展に伴い、全体的に環境濃度は、横ばい又は漸減傾向にあります。

国内ではどんな取組が行われているの？

日本国内では、環境省などの関係府省が連携して、POPs対策を進めています。具体的な対策としては、以下のような取組を行っています。

POPs条約で掲げる物質の製造、輸入及び使用の禁止については、非意図的に排出されるダイオキシン類を除く全ての物質について、化学物質の審査及び製造等の規制に関する

法律（昭和48年法律第二二七号）や農薬取締法（昭和23年法律第82号）などにより規制しています。

ごみ焼却などに伴って発生するダイオキシンなど非意図的生成物については、ダイオキシン類対策特別措置法（平成11年法律第205号）に基づき、排出規制を行うとともに、各発生源別のダイオキシン類の排出量の目録（排出インベントリ）を整備し、平成12年9月には我が国における事業活動に伴い排出されるダイオキシン類の量を削減するための計画を策定するなど、様々な対策を行っています。

また、ストックパイルや廃棄物の適正な管理及び処理については、次のような取組を行っています。

使用が停止されて回収・保管されているPCB廃棄物については、保管、処分等についての規制や処理体制の整備などを目的としてポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理に関する特別措置法（平成13年法律第65号）を制定するとともに、平成21年11月には最新のポリ塩化ビフェニル廃棄物処理基本計画を策定し、広域的な処理体制の整備を進めるなど、必要な対策を講じています。

過去に埋設された廃農薬については、環境汚染が生じないようにするため、平成20年1月に「埋設農薬調査・掘削等マニュアル」を策定し、適切な管理がなされるよう指導しているほか、無害化処理技術の検討を進めています。

さらに、廃農薬やPOPs含有廃棄物について環境上適正な処理を確保するために必要な技術的留意事項の取りまとめも進められています。

環境中のPOPsによる汚染状況の把握については、国内における大気、水、底質、野生生物などの濃度を定期的に測定することによりモニタリング（監視）を行っています。新たにPOPs条約の対象となった物質については、環境中濃度の測定方法の開発も行っています。

この他、POPsに関する情報整理、対応技術の整備などを積極的に行っています。

POPs問題に対する日本の国際的な協力体制は？

POPs対策は世界的に進められており、UNEP（United Nations Environment Programme：国連環境計画）を核として、各国関係省庁、政府間組織、非政府組織（NGO）、産業界などが協調して対策に取り組んでいます。

東アジア諸国においては化学物質管理が進んでいる国があまり多くなく、欧州と比べて取組が遅れています。環境省では、東アジア地域の各国に呼びかけ、同地域でのPOPs汚染実態の把握などの地域間協力を進めています。このような国際的な協力により、地球規模

のPOPs汚染実態の把握へ向けた監視体制の整備などが進むことが期待されています。

(なお、東アジア地域では、2012年2月現在、中国、北朝鮮、日本、モンゴル、韓国、ブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナムの各国が、POPs条約を締結しています。)

さらに、POPsなど有害物を含有した廃棄物などの不適正な輸出入を国際的に規制するためにつくられた「有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約」に我が国も加入していますので、その取り決めについて実行していくための国内法の整備など様々な取り組みを行っています。

POPsに汚染を防ぐために

以上のように、POPsは、残留性が高く、生物の体内に蓄積しやすく、使用した地域から遠く離れた地域に移動することで、そこに生息する野生生物にも影響を与えるおそれのある物質です。このようなPOPsによる汚染を防ぐためには、まず、その性質や影響を多くの方々にご理解いただくことが大切です。そして、一国だけで対応するのでは効果的な対策は難しいため、多くの国が国際的に協調しながら対策に取り組むことが重要なのです。また、条約の対象となっている21物質と同じような性質を持つ他の汚染物質を新たに

見つけ出し、これらが製造されたり、使用されたり、意図せずに生成したりすることによって新たな汚染が生じないような取組も必要です。

どんな物質がPOPsなの？

■ポリ塩化ビフェニル (PCB)

〔用途〕 過去にトランス（変圧器）などの絶縁油や熱交換器の熱媒体、感圧複写紙等に使用。

〔生産量〕 58,787t (1954-1972)

〔輸入量〕 1,158t (1953-1971)

〔使用量〕 54,001t (1954-1972)

■アルドリン (Aldrin)

〔用途〕 過去に農薬等として使用。

〔輸入量〕 3,300t (1958-1972)

■DDT dichlorodiphenyltrichloroethane (シクロジフェニルトリクロロエタン) の略称。

〔用途〕 農薬、シラミなどの伝染病を引き起こす衛生害虫の駆除剤等として第二次世界大戦後に広く使用。なお、一部の国ではマラリア対策の目的で殺虫剤として現在も使用中。

〔輸入量〕約8,000t(1950-1987)(但し、1974年以降は「DDT及びBHC」としての統計値を使用した。)

〔生産量〕 44,467t (1946-1970)

■ エンドリン (Endrin)

〔用途〕 過去に農薬等として使用。

〔輸入量〕 1,500t (1958-1972)

■ ディルドリン (Dieldrin)

〔用途〕 過去に農薬（家庭用）殺虫剤、シロアリ駆除剤等として使用。

〔輸入量〕 農薬用途では 683t (1958-1972)

■ クロルデン (Chlordane)

〔用途〕 過去にシロアリ駆除剤や農薬等として使用。

〔輸入量〕 260t (1958-1970)

※1980年代には、シロアリ駆除剤として毎年1,000-2,000tが輸入されていた。

■ ヘプタクロル (Heptachlor)

〔用途〕 過去に農薬やシロアリ駆除剤等として使用。その他、クロルデン中にも不純物として含有。

〔輸入量〕 1,500t (1958-1972)

■ ヘキサクロロベンゼン (HCB)

〔用途〕 過去に除草剤の原料等として使用。

輸入量、生産量、使用量については、確かな公表データはない

■ β ・ヘキサクロロシクロヘキサン (β -HCH)

〔用途〕 リンデン製造の際の副生成物。農薬のBHC製剤中に異性体の一つとして含まれる。

〔BHC原体の生産量〕 315,000t (1958-1970)

〔BHC原体の輸入量〕 330t (1960,1964)

■ α ・ヘキサクロロシクロヘキサン (α -HCH)

〔用途〕 リンデン製造の際の副生成物。農薬のBHC製剤中に異性体の一つとして含まれる。

〔BHC原体の生産量〕 315,000t (1958-1970)

〔BHC原体の輸入量〕 330t (1960,1964)

■ ポリブロモジフェニルエーテル類 (PBDES)

〔用途〕 プラスチック樹脂等の難燃剤として使用。本物質を含んだ様々な製品が輸入され国内で使用されている。

(POPs条約では、テトラBDE及びペンタBDE、ヘキサBDE及びヘプタBDEの組み合わせで2物質として

います。2つのベンゼン環と臭素、酸素からなる合わせて209種類の化合物の総称。臭素が4つのものをテトラプロモジフェニルエーテル類、5つのものをペンタプロモジフェニルエーテル類、6つのものをヘキサプロモジフェニルエーテル類、7つのものをヘプタプロモジフェニルエーテル類という。

■リンデン (Lindane)

〔用途〕ベンゼンヘキサクロライド (BHC) (≡ヘキサクロシクロヘキサン (HCH)) のγ-異性体を99%以上の純度で含有するものをリンデンということから、γ-HCHと同義。過去に農業等として使用。

〔生産量 (原体)〕 9,532t (1958-1970)

〔輸入量 (原体)〕 28t (1960)

●エンドスルファン (Endosulfan)

〔用途〕過去に農業等として使用。

〔輸入量 (原体)〕 約 2,885t (1961-2007)

■ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)

〔用途〕PFOSとその塩については、撥油性と撥水性を兼ね備えた界面活性剤として半導

体用反射防止剤・レジスト、金属メッキのミスト防止剤、泡消火薬剤等に使用。PFOSFは、

PFOS^{*} その塩^{*} 又はPFOS類縁物質の原料に使用。

PFOS及びその塩

〔製造量〕 20t (2006-2008)

〔輸入量〕 0.8t (2006-2008)

〔使用量〕 21.4t (2006-2008)

PFOSF

〔製造量〕 23.6t (2006-2008)

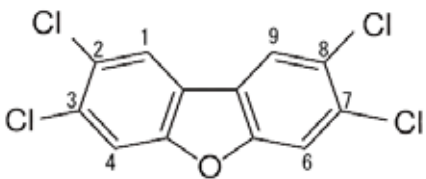
〔輸入量〕 0t (2006-2008)

〔使用量〕 0t (2006-2008)

以下は、国内における製造・使用の実績はないもの。但し、非意図的生
成生物 (例えば、ダイオキシン類) は、国内でも生成し排出されている。

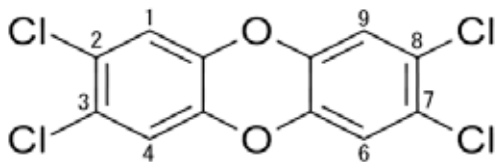
■マイレックス (Mirex)

■クロルデロン (Chlordane)



代表的な PCDF としての
テトラクロロジベンゾフラン
(TCDF) の構造式

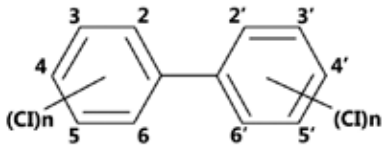
- トキサフェン (Toxaphene)
- ヘキサクロロベンゼン (HCB)
- ペンタクロロベンゼン (PeCB)
- ポリブロモジフェニルエーテル類 (PBDEs)
- テトラブロモジフェニルエーテル類 (テトラ BDE)
- ペンタブロモジフェニルエーテル類 (ペンタ BDE)
- ヘキサブロモジフェニルエーテル類 (ヘキサ BDE)
- ヘプタブロモジフェニルエーテル類 (ヘプタ BDE)
- ヘキサブromoジフェニル (HBB)
- ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)
- ダイオキシン類 (PCDDs、PCDFs、及びコプラナー PCBs) (POPs 条約では、PCDDs、PCDFs をこの物質と数えています。)



代表的な PCDD としての
テトラクロロジベンゾジオキシン (TCDD) の構造式

ポリ塩化ジフェニル PCB
polychlorinated biphenyl, (polychlorobiphenyl) は、ジフェニルの水素原子が塩素原子で置換さ

PCB



れた化合物の総称で、一般式 $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$ ($1 \leq n \leq 10$) で表わされる。置換された塩素の数によって、モノクロロビフェニルからデカクロロ体までの 10 種類の化学式があり、さらに、置換された塩素の位置の違いによって、理論的には、計 209 種類の異性体がある。略して PCB (ピーシービー)、また、「PCBs」とも呼ばれる。

溶け難く、沸点が高い、熱で分解しにくい、不燃性、電気絶縁性が高いなど、化学的にも安定で、耐薬品性に優れているので、加熱や冷却用の熱媒体、変圧器、コンデンサといった電気機器の絶縁油、可塑性、塗料、ノンカーボン紙の溶剤など、様々な用途があつて、幅広い分野で用いられた。

1881年にドイツで初めて合成され、1929年、米国で工業生産が開始される。日本でも、昭和二十九年(1954)に製造が始まった。

但し、同四十三年(1968)「カネミ油症事件」が発生し、PCBs のもつ毒性が、人命に拘る重大な課題として浮かび上がる。

PCBs の毒性が認識される

| 種類 | 化学物質 | TEF |
|-----------------------------|---------------------------|---------|
| PCDD | 2,3,7,8-TCDD | 1 |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 1 |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.1 |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.1 |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.1 |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.01 |
| | OCDD | 0.0003 |
| PCDF | 2,3,7,8-TCDF | 0.1 |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.03 |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.3 |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.1 |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.1 |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.1 |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.1 |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.01 |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.01 |
| | OCDF | 0.0003 |
| ノンオルト置換 (コプラナー) PCB | 3,3',4,4'-TCB (77) | 0.0001 |
| | 3,4,4',5'-TCB (81) | 0.0003 |
| | 3,3',4,4',5'-PeCB (126) | 0.1 |
| | 3,3',4,4',5,5'-HxCB (169) | 0.03 |
| モノオルト置換 PCB | 2,3,3',4,4'-PeCB (105) | 0.00003 |
| | 2,3,4,4',5'-PeCB (114) | 0.00003 |
| | 2,3',4,4',5'-PeCB (118) | 0.00003 |
| | 2',3,4,4',5'-PeCB (123) | 0.00003 |
| | 2,3,3',4,4',5'-HxCB (156) | 0.00003 |
| | 2,3,3',4,4',5'-HxCB (157) | 0.00003 |
| | 2,3,4,4',5,5'-HxCB (167) | 0.00003 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189) | 0.00003 | |

PCBの健康被害や環境汚染で問題となっているのは、大半がダイオキシン様 PCB である。非ダイオキシン様 PCB にも、甲状腺異常などの、PCB 特有の毒性を示すものもあるが、PCB の健康被害や環境汚染で問題となっているのは、大半がダイオキシン様 PCB である。

指定された（但し、毒性の大きさは、ダイオキシン類の TCDD、TCDF と較べると小さく、数桁の差がある）。

PCBs は、脂肪組織に蓄積され易く、発癌性があり、また皮膚障害、内臓障害、ホルモン異常を引き起こすこと、また、PCB の毒性のうち、発癌性、催奇性はダイオキシン類（ポリクロロジベンゾジオキシン、ポリクロロジベンゾフラン）に似ていることが分かった。そのため、これらの毒性を示す PCB はダイオキシン様 PCB（dioxin-like PCB、DL-PCB）と呼ばれ、ダイオキシン類に加えられる。世界保健機構（WHO）によつて、12種の異性体が DL-PCB として扱われる。

この事件は、米糠油（ライスオイル）の中に、脱臭工程の熱媒体として用いられた PCB 等が混入したことが原因で、西日本を中心に広域にわたつて、食中毒が発生し、患者数は約一万三千名にも上つた。

PCB による中毒症状として、目脂、爪や口腔粘膜の色素沈着などから始まり、ついで、座瘡様皮疹（塩素ニキビ）、爪の変形、腕や関節の腫れなどが報告され、この事件を切っ掛けとして、同四十七年、生産・使用の中止の行政指導が行われる。次いで、同五十年（1975）、製造・輸入が原則として禁止された。

なお、1979年、台湾油症が発生し、1999年には、ベルギーでダイオキシン汚染が起こつた（PCBs とダイオキシンについての問題には、類似事項が多い。詳しくは、次項を参照）。

ダイオキシン様 PCB

コプラナー PCB

ダイオキシン様毒性が特に強いのは、コプラナー PCB (coplanar-PCB, Co-PCB) である。ビフェニルの二つのベンゼン環は回転可能だが、PCBのビフェニル構造は、置換する塩素の位置によっては共平面構造 (コプラナリティ Coplanarity) をもつ。このような PCB がコプラナー PCBで、二つのフェニル基が、オルトに位置する高張ったグループのために回転できないと、非コプラナーとなる。コプラナーでない PCBはノンコプラナー CB (nonplanar PCB) である。

PCBは、オルト位 (2,2',6,6') の塩素の数で、ノンオルト置換 PCB (0個)、モノオルト置換 PCB (1個)、ジオルト置換 PCB (2個)、…と分類されるが、ノンオルト置換 PCBはコプラナーとなる。共平面構造を妨げるオルト位の塩素を持たないからである。但し、ノンオルト置換 PCBとともに、モノオルト置換 PCBも含まれることがある。

ダイオキシン類は、前ページの図のように、基本的には炭素で構成されるベンゼン環が二つ、酸素 (図の「O」) で結合し、それに塩素が付いた構造をもっている。

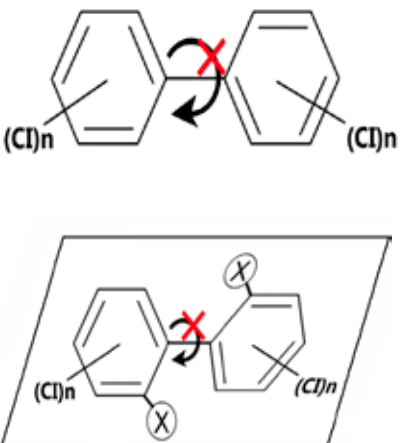
ジベンゾフランの PCDF はベンゼン環がフランと接合し、また、ベンゾジオキシンの PCDD はジオキシンとして接合されている。そこで、当然、両方のフェニル基の回転が

阻止された PCBs と同様に、コプラナーとなり、コプラナー PCBs と同類の化合物として取り扱われる。

図の「1」～「9」及び「2'」～「6'」の位置には塩素又は水素が付いているが、塩素の数や付く位置によっても形が変わるので、PCDDは75種類、PCDFは135種類、コプラナー PCBには十数種類の仲間が考えられる。なお、これらのうち毒性があるとみなされているのは29種類とされている。

ダイオキシン様 PCB・コプラナー PCBの毒性の大きさは、異性体によって大きな差異がある。

右に掲げた表示は、WHOによる毒性の評価 (2005改訂) で「TEF」toxic



ビフェニルの二つのベンゼン環は回転できる。共平面構造もなることがある。

二つのフェニル基の回転が阻止され、非コプラナーになる。

equivalency factors とは毒性等価係数といい、最も毒性が強いとされるダイオキシン類 PCDD (厳密には TCDD) を「1」とした場合の各異性体の相対的毒性評価である。

但し、ダイオキシンの毒性は、一般毒性、発癌性、生殖毒性、免疫毒性など多岐にわたるが、それぞれの毒性発現量には相違があることを注意せねばならぬ。

非意図的な生成

ダイオキシン類の主な発生源は、ごみ焼却などの燃焼によつて発生することが知られている。その他製鋼用電気炉、たばこの煙、自動車の排気ガスなど、様々な発生源があり、何れも非意図的に生成される。

一方、PCBs は、元来、合成によつて意図的に製造されたものであるが、ごみ焼却によつても発生する、という。また、コプラナー PCBs が環境中に存在する要因として、トランス、コンデンサ等の紛失・不明となった機器内に含有されていた PCBs の流出が挙げられている。

事故は相次いだが、対策は・・・

遺憾ながら、以前に作られたものへの積極的な対策が取られず、2000年頃から、世界で PCB を含む電機、電気製品、特に老朽化した蛍光灯安定器のコンデンサから PCB を含む絶縁油が漏れる事故が相次いで起る。

廃棄物としての PCB

日本では、上記したように、昭和四十七年、行政指導によつて、製造・輸入・使用を原則として中止、翌年、製造等の規制に関する法律を制定(発効は1975年)して法的に禁止、PCB を含む廃棄物は、国が具体的対策が決定するまで使用者が保管することが義務付けられた。

しかし、電気機器等については、耐用年数を迎えるまで使用が認められたため、PCB を含む機器の所在や廃棄物の絶対量の把握は曖昧なものとなる。1980年代以降になると、危険性に対する認識が風化し、保管されていた廃棄物が他の産業廃棄物と一緒に安易に処理され、或は、行方不明になる事例が報告されるようになる。

一方、処理体制の模索は続けられ、焼却処理施設の設置が模索されてきたが、PCB の危険性を危惧する住民運動によつて全て頓挫した。1990年代以降には、処理方法の多様化が認められ、2000年代に入ると一部の企業で、商業的な処理技術を視野に入れた実験



1930年代に製造された電柱上の変圧器
PCB使用機器であることを示すシールが
貼付されている(ウイキペディア掲載)

的処理が行われた。

また、2001年、国際的なPOPs条約（既述）が調印されたにも拘らず、依然として、PCBを使用した機器が溢れており、例えば、平成十一年（1999）に青森県の高校、東京都八王子の小学校で、相次いで照明器具内のPCBを使用したコンデンサが老朽化のため爆発、生徒や児童に直接PCBが降りかかるという事故が発生した。それらに続いて全国各地で同様の事故が発生した。にも関わらず、公共施設を含む多くの場所で使用され続けている。

現状はどうか・・・

平成十六年四月、政府が全額出資して、中間貯蔵・環境安全事業株式会社（Japan Environmental Storage & Safety Corporation: JESCO）が発足した。同社の設立目的に曰く、

「中間貯蔵の確実かつ適正な実施の確保を図り、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減することに資するため、中間貯蔵に係る事業を行うとともに、ポリ塩化ビフェニル廃棄物の確実かつ適正な処理その他環境の保全に資するため、ポリ塩化ビフェニル廃棄物の処理に係る事業並びに環境の保全に関する情報及び技術的知識の提供に係る事業を行うことを目的とする」

・
・
・

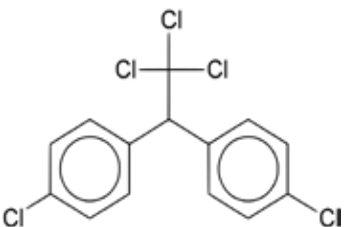
PCBの身近な危険性は、過去のものではない。PCBを含む機器の所在や廃棄物量の把握を曖昧なままにしておいてはならぬ。詳細な調査と、現状を、社会に広く知らしめることは急務なのだ。

DDTとトリア・・・

環境問題の告発―環境と人間の深い関わり

DDTという名称は、ジクロロジフェニルトリクロロエタンの文字列の頭文字を取ったものだったが、現在の命名規則では、1,1,1-トリクロロ-2,2-ビス(4-クロロフェニル)エタン、1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethaneとなる。

DDTは、1873年、オーストリアの化学者オトマール・ツァイラーによって初めて合成された。しかし、それから長きにわたって放置されていた。



DDT

1939年、スイス、ガイギー社の技師、パウル・ヘルマン・ミュラーによって、人間や農作物に有害な害虫を駆除する「殺虫効果」が発見され、生産量・使用量は急増する。

安価で合成でき、多くの昆虫に対して、少量で殺虫作用を示し、人間などの高等生物に対して無害と思われたので、DDTは、有力な薬剤として歓迎された。特に、第二次世界大戦後の占領地で、蚊やシラミ（黄熱病、チフス、マラリアなどの病原体を伝搬する）を駆除するために大量に使用される。

戦後の日本で、DDTの粉末を頭から浴びる子供の写真が残されているが、各国でも、蔓延は影を潜め、DDTの生産量は30年間で300万トンにも達したという。

発見者ミュラーは1948年のノーベル生理学・医学賞受賞の榮譽に輝く。なお、DDTの殺虫効果は、蚊の類いに対して有効で、有史以来、死の病いとして、もつとも恐れられていた、「マラリア」の感染を媒介する蚊、ハマダラカの駆除に対する役割の重要性は、筆舌に尽くし難い。

「マラリア」に罹ると、高熱や頭痛、吐き気などの症状を呈し、悪性の場合は、意識障害や腎不全などを起こして死亡する（「脳マラリア」、古典などに現れる瘧おどろとは、多くはこのマラリアを指す。「マラリア」については、後段の詳細な記事を参照）。

一方、DDTは、第二次大戦以後、稲の害虫、ニカメイチュウを防除する農薬として使用され、果樹・野菜の害虫防除にも使われた。しかし「DDT」の分解物が自然環境で壊れ難く、食物連鎖を通して生体濃縮されるのではないか、という疑いがかけられて、環境への被害が論議された。これに拍車を懸けたのは、

カーソンの作品、『沈黙の春』・・・

1962年に出版された、Rachel Louise Carson（レイチェル・カーソン）の著書『Silent Spring』である。DDTを始めとする農薬などの化学物質の危険性を、鳥達が鳴かなくなった春という出来事を通し訴えた作品で、発売されてから半年で50万部も売れるというベストセラーとなった。

翻訳されて、新潮社から出版された。原著が出て二年後の、1964年、題名は、『生と死の妙薬・自然均衡の破壊者（科学薬品）』、同社の文庫版では、書名が、『沈黙の春』となる。

この書は、世界的なブームを呼び、農薬、そして殺虫剤と自然環境、生物環境との関連は、極めて重要な課題として人々に受け止められた。



昭和四十三年（1968）、農業製造会社は、自主的に、農業として DDT の生産・販売を中止し、DDT は、昭和四十六年（1971）には、法的な販売が禁止される。2000 年までには、40ヶ国で DDT の使用が禁止、または制限されるに至っている。

昭和五十六年（1981）には、さらに、DDT が難分解性で、環境汚染を防止するため、指定されて、製造と輸入が禁止される。

平成十三年（2001）、に採択されたストックホルム条約で、DDT は、残留性有機汚染物質、ポップス（本紙の一ページ参照）に指定された。

但し、DDT の使用禁止に対して諸手を挙げて立ち上がったのは、恐ろしい「マラリア」感染の防止策についてだった。マラリアの猛威は止まることなく、罹患し、死亡する者は、一向に減少することがない。世界の環境を問題視する前に、アフリカなど、マラリアに苦しむ地域には、病原を伝搬する蚊を駆除する DDT の大量使用を継続すべきだ、という見

地に立つて、『沈黙の春』の著者、カーソンの主張を批判する声が大きくなった。

DDT 散布によって一旦は激減したマラリア患者が、禁止以後、再び激増したのである。例えばスリランカでは、1948 年から 1962 年まで DDT の定期散布を行ない、それまで年間 250 万を数えていたマラリア患者の数を 31 人にまで激減させることに成功したのであるが、DDT 禁止後、僅か五年足らずで、年間 250 万に逆戻りした。

そのため WHO は、2006 年から、発展途上国でマラリア発生のリスクが DDT 使用によるリスクを上回ると考えられる場合、マラリア予防のために、限定的に DDT の使用を認めた。WHO が主催するマラリア対策プロジェクトの責任者だった古知新こちあきらは、DDT の使用推進論者として活動したことが知られている。

DDT を禁止した結果、多数のマラリア被害者とともに、DDT よりも危険な農薬の散布によって、発展途上国では、多くの被害が発生し、アメリカ合衆国などでは、カーソンを非難する声は大きくなった。その声は止まらず、規模も大きくなり、現在も多くの国で続いている。



Rachel Louise Carson
(1907年5月27日 - 1964年4月14日)

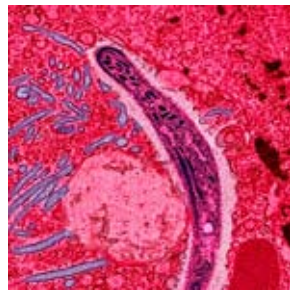
アメリカ合衆国ペンシルベニア州に生まれ、1960年代に環境問題を告発した生物学者。アメリカ内務省魚類野生生物局に、水産生物学者として勤めた。

マラリアが感染症として認知されるまで・・・

マラリアを発症すると、高い発熱に襲われるが、短時間で熱は下がる。しかし、繰り返して激しい高発熱に襲われる。マラリアの一般的な症状は、発熱が周期的なことで、三日熱マラリアの場合は48時間おきに、また四日熱マラリアの場合には72時間おきに、高い発熱に襲われることである（つまり発熱と発熱の間が二日あるいは三日間空くこと、これが、三日熱四日熱と呼ばれる所以である）。卵形マラリアは三日熱マラリアとほぼ同じく50時間おきに発熱する。但し、熱帯熱マラリアの場合には周期性が薄い。

熱帯熱マラリア以外で見られる周期性は、マラリア原虫（後段の記述を参照）が赤血球内で発育する時間が関係しており、三日熱マラリアでは、48時間ごとに原虫が血中に出る、そのとき赤血球を破壊するため、同時に発熱が起こる。熱帯熱マラリアに周期性が無いのは、赤血球内での発育の同調性が良くないためである。何れの場合も、一旦熱は下がることから油断し易いが、直ぐに治療を始めないとどんどん重篤な状態に陥ってしまう。

一般的に、3度目の高熱を発症した時には大変危険な状態



マラリア原虫の電子顕微鏡写真

出典ウィキペディア

にあるといわれている。放置した場合には、熱帯熱マラリア以外は慢性化し、慢性化する

と発熱の間隔が延び、血中の原虫は減少する。三日熱マラリアと卵形マラリアは一部の原虫が肝細胞内で休眠型となり、長期間潜伏することがある。この原虫は何らかの原因で分裂を再開して、再発の原因となる。四日熱マラリア原虫の成熟体は、血液中に数か月、数年間潜伏し、発症することがある。

合併症は、一般的に熱帯熱マラリアで起こる。一脳マラリア一は、原虫に寄生された赤血球の表面に形成された突起 (Knob) が、血管内皮に固着して血流を阻害するなどして発症する。脳や他の臓器の毛細血管が多発的に閉塞し、急性腎不全、意識低下、言語のもつれなどの神経症状が起こる。進行すると昏睡状態に陥って死亡する。一黒水熱一は、急速な溶血によって、ヘモグロビン尿、黄疸などが発症する。

その他の合併症として、脾臓肥大と低血糖、肺水腫などがあり、また、妊婦が感染すると、妊娠に影響を与え、また原虫が胎児に移行する可能性が出てくる。

マラリアの病原体として突き止められたのは
単細胞生物のマラリア原虫である



マラリア原虫を媒介する

ハマダラカ

出典ウィキペディア

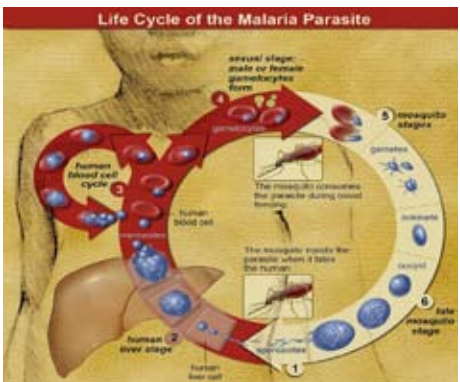
マラリア原虫 (Plasmodium spp.) は、アピコンプレクサ門胞子虫綱コクシジウム目に属し、微細構造および分子系統解析からアルベオラータという系統に属する。ここには他に渦鞭毛藻類が知られ、近年マラリア原虫からも葉緑体の痕跡が発見された。そのため、その全てが寄生生物であるアピコンプレクサ類も、祖先は渦鞭毛藻類と同じ、光合成生物であったと考えられている。

ヒトの病原体となるものは、ながらく熱帯熱マラリア原虫 (P. falciparum)、三日熱マラリア原虫 (P. vivax)、四日熱マラリア原虫 (P. malariae)、卵形マラリア原虫 (P. ovale) の4種類であったが、近年サルマラリア原虫 (P. knowlesi) が、5種目として注目を集めている。サルマラリアは顕微鏡検査では P. vivax と区別が難しいため、報告例がなかったが、近年の検査技術の発達によって、PCR法 (polymerase chain reaction, DNAを増幅する原理を用いる鑑定法) で確実な判断することが可能になり、多数の症例が報告されるようになった。

マレーシア・サラワク州では、今日のマラリア症例の70%はサルマラリアによることが分かり、また、タイでも報告例がある。熱帯熱マラリア原虫によるマラリアは症状が重いことで知られるが、サルマラリアは24時間以下の周期で急激に原虫が増加し、他のマラリアと異なって、ほぼ全ての赤血球に侵入するため、症状は重篤になることが多く、これらの発見から当該地域でのマラリアコントロールは新たな手法による対応が迫られている。

媒介するのはハマダラカ (Anopheles spp.) であることが確認された！

マラリア原虫は寄生した脊椎動物で無性生殖を、終宿主の昆虫(蚊)で有性生殖を行う。従って、ヒトは終宿主ではなく中間宿主である。ハマダラカで有性生殖を行なって増殖した原虫は、スポロゾイト(胞子が殻の中で分裂して外に出たもの)として、唾液腺に集まる性質をもつ。そのため、この蚊に吸血される際に蚊の唾液と一緒に大量の原虫が体内に送り込まれる。血液中に入ると45分程度で肝細胞に取り付く。肝細胞中で1〜3週間かけて成熟増殖し、分裂小体(メロソイト)が数千個になった段階で肝細胞を破壊し、赤血球内に侵入する。赤血球内で8〜32個に分裂すると、赤血球を破壊し



右図は、マラリアのライフサイクル

出典ウィキペディア

て血液中に出る。分裂小体は新たな赤血球に侵入し、このサイクルを繰り返す。

マラリア発症の原因が突き止められるまで、古いにしえから、人類は長い歴史を通して、ただ恐怖おのに戦たたかくばかりだった。

その端緒は開かれたが・・・

マラリア患者の血液を顕微鏡で観察すると、透明な袋に包まれた黒い粒が見出されていたが、1880年、フランスの軍医、シャルル・ルイ・アルフォンス・ラヴランは、同一のマラリア患者から連続的に採血し、この粒が原生動物であることを確認するため、血球内で成長する様子を記録した。

最終的にはこれが胞子を形成することを見出し、胞子が赤血球を破って血液中に放出される時期と、患者の体温が急速に上昇する時期が一致することを検証した。

しかし、当時は、細菌病原体説が幅広い支持を集めていたので、原虫によつて発症するという説明は人の目に止まらず、その後十年経つて、ようやく世に受け入れられる。

ラヴランは、1907年のノーベル生理学・医学賞の榮譽に輝く。

1885年、イタリア・ローマ大学のマルキアファーバらは、マラリア患者の赤血球中で増殖するアメーバ様の生き物を発見したが、熱帯熱マラリアの原虫で、わずかな三日熱マ

ラリア原虫が混じっていた、と考えられている。

この時期まで、研究者たちは、マラリアの病原体が複数種あることを想定していなかったが、1885年より1889年にかけて、イタリアの精神科医ゴルジは、発熱の周期性に、三日熱と四日熱があり、それがマラリアの原虫の「生活環」（生物の成長、生殖による変化が出現する周期の一つを指す）と関係していること、マラリアには多種の原虫が関係していることを報告した。

1891年、ロモノフスキー染色が開発されると、様々な動物のマラリア原虫が確認されるようになった。

原虫とは？

真核単細胞の微生物で、動物的なものを指す。もともと原生動物と同義だったが、現在では、寄生性で、特に病原性のあるものについていうことが多い。これは寄生虫学で、単細胞の寄生虫を原虫として区分していることによる。また病理学では、病原体の大部分は細菌類なので、そうでないものをこう呼んでいる。

「マラリア原虫」は脊椎動物の赤血球内に寄生してマラリアを発症する病原体で、吸血昆虫と脊椎動物を行き来する複雑な「生活環」をもつ。先進諸国では衛生状態が良いの

で、原虫による病気は過去のものとされているが、近年、日本国内でも水道水中からクリプトスポリジウムが発見されるなど、目に見えないだけで、実は汚染はかなり深刻であるという意見もあり、原虫による寄生中病、原虫による動物の病気が多数知られている。

原虫を媒介する昆虫は、蚊の類いであることを証明したのは、イギリスの医師、ロナルド・ロスである。比較的最近のことである(1897)。

ロスは、1902年のノーベル生理学・医学賞を受賞した。

ステフェンスハマダラカ

Anopheles stephensi ハマダラカ(羽斑蚊、翅斑蚊)は、カ科ハマダラカ亜科ハマダラカ属(学名:*Anopheles*)に属する昆虫の総称であるが、世界におよそ450種が知られている。そのうち凡そ100種がヒトにマラリアを媒介できるが、現実にマラリア原虫をヒトに媒介しているのは、そのうちの30〜40種である。

原虫の中でもっとも悪性の熱帯熱マラリア原虫(*Plasmodium falciparum*)を媒介するのは、ガンビエハマダラカ(*Anopheles gambiae*)で、マラリア蚊ともいわれる。

ハマダラカ属の学名となった、*Anopheles* は、ギリシア語の an(英語で not の意)と o、

phelos(「利益」の意)からきており、「無益な」を意味する。また、「ハマダラカ」という和名は、翅に白黒のまだら模様があることに由来している。

マラリアを伝搬する蚊との戦いには、古来、多様な戦術が登場し、世界各地の伝承を交えて、いくつもの医薬が登場した。

詳しくは次号で!

「市民フォーラム」は・・・

地域住民と行政に対して取材活動を行ない、報道によつて市民の公共参加を推進します。また市民間のコミュニケーションの増進に努めます。

地域情報紙「市民プレス」は市民フォーラムが編集・発行し、無料で配布しています。

読者の「オピニオン」(意見・感想)をお寄せ下さい。

TEL090 (3048) 5502

編集部 原宛にどうぞ

本紙「市民プレス」は年四回(一、四、七、十月、各五日)発行