

令和5年度化学物質規制対策
(規制化学物質に関する国際的な動向調査)

報告書

令和6年3月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

目 次

1	業務の目的.....	1
2	調査内容及び実施方法.....	1
2.1	ストックホルム条約（POPs 条約）及びロッテルダム条約（PIC 条約）の規制対象物質及び規制候補物質に関する国際的な動向調査.....	1
2.1.1	POPs 候補物質に関する調査.....	1
2.1.2	POPs 候補物質に係る国内企業に対する調査及び検討.....	2
2.1.3	今後提案される可能性のある化学物質に関する調査.....	2
2.2	POPs 条約及び PIC 条約の関連会議における対応.....	2
2.2.1	第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11）.....	3
2.2.2	第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC19）.....	3
2.2.3	第 19 回 PIC 条約化学物質検討委員会（CRC19）.....	3
2.2.4	国内検討会議の開催.....	3
2.3	OECD における化学物質規制動向に関する調査.....	3
2.3.1	OECD/Chemicals and Biotechnology Committee(OECD 化学・バイオ技術委員会) の公式・非公式会合.....	3
3	業務の結果.....	4
3.1	POPs 条約及び PIC 条約の規制対象物質及び規制候補物質に関する国際的な動向調査 ...	4
3.1.1	POPs 候補物質に関する調査.....	4
3.1.2	POPs 候補物質に係る国内企業に対する調査及び検討.....	25
3.1.3	今後提案される可能性のある化学物質に関する調査.....	29
3.2	POPs 条約及び PIC 条約の関連会議における対応.....	31
3.2.1	第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11）.....	31
3.2.2	第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC19）.....	31
3.2.3	第 19 回 PIC 条約化学物質検討委員会（CRC19）.....	34
3.2.4	国内検討会議の開催.....	38
3.3	OECD における化学物質規制動向に関する調査.....	39
3.3.1	OECD/Chemicals and Biotechnology Committee(OECD 化学バイオ委員会) の公式・非公式会合.....	39

<資料>

資料1 クロルピリホスの発生源等の概要

資料2 クロルピリホスの残留性等の概要

資料3 クロルピリホスの生物蓄積性等の概要

1 業務の目的

経済産業省では、化学物質管理に関連する国連の多国間条約である、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」（以下、「**POPs 条約**」という。）¹、「国際貿易の対象となる特定の有害な化学物質及び駆除剤についての事前のかつ情報に基づく同意の手続に関するロッテルダム条約」（以下、「**PIC 条約**」という。）²に対応すべく、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（以下、「**化審法**」という。）等の施行を通じて、化学物質の製造・使用・貿易等に係る規制措置を実施している。各条約に新たな物質が追加された場合には、国内の法制度等に適切に反映する必要があるため、これら条約の動向を迅速かつ適切にフォローすることが重要である。

また、国内における化学物質管理が、国際的な議論・動向との整合性を有するものとなるよう、OECD における化学物質規制動向や、主に経済産業省で担当する化学物質の製造・使用・貿易等に関する規制の国際動向に注目した情報収集をすることが重要である。

本事業では、POPs 条約及び PIC 条約に係る国際会議における検討状況を調査するとともに、これらの条約の着実な国内実施のために必要な基礎情報を収集・整理した。また、POPs 候補物質に関する国際会議における検討状況の詳細を踏まえつつ、必要に応じて、POPs 及び POPs と類似の性状を有する高懸念化学物質等に関する国際機関及び諸外国での規制等に関する情報を収集した。さらに、OECD における化学物質管理についての検討状況を調査するとともに、規制化学物質に関する海外情報の収集と整理を行った。

2 調査内容及び実施方法

2.1 スtockホルム条約（POPs 条約）及びロッテルダム条約（PIC 条約）の規制対象物質及び規制候補物質に関する国際的な動向調査

2.1.1 POPs 候補物質に関する調査

(1) POPs 条約の規制候補物質等に関する調査

規制候補物質（POPs 候補物質）の検討を行う POPs 条約締約国会議（COP11）及び POPs 検討委員会（POPRC19）に向けて、以下の POPs 候補物質の性状や管理方法等について記載された会議文書案が準備された。また、会期間作業において、会議文書案の他にも追加情報が提供された。会議文書案や追加情報、これらで引用されている文献等を調査し、整理、分析を行った。事業期間中は化学物質管理課の指示に従って進捗状況を適宜報告し、その上で更なる具体的な検討を要する項目等を定めて調査した。

¹ 環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性、長距離移動性が懸念される有機化学物質（残留性有機汚染物質）の製造及び使用の廃絶・制限、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等を規定している。我が国は 2002 年に締結。（<http://chm.pops.int/>）

² 特定の有害な化学物質の輸出入に関する手続を規定し、その決定を締約国に周知することにより、環境の悪化と人の健康に悪影響を及ぼすことを防ぐ。我が国は 2004 年に締結。（<http://www.pic.int/>）

1) メトキシクロル、デクロランプラス、UV-328

メトキシクロル、デクロランプラス、UV-328 について、POPs 条約 COP11 に向けて、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を整理した。

2) 中鎖塩素化パラフィン、長鎖ペルフルオロカルボン酸とその塩及び関連物質

中鎖塩素化パラフィン、長鎖ペルフルオロカルボン酸とその塩及び関連物質について、将来規制されることが決定した場合の社会経済的影響、及び適用除外の必要性について検討するため、当該物質の国内での使用状況及びその代替可能性等に関する情報を収集し整理した。

3) クロルピリホス

作成されたリスクプロファイルに関して発生源情報等に関する情報を調査するとともに、分解性、生物蓄積性等の情報の懸念点や問題点を抽出した。また、将来規制されることが決定した場合の社会経済的影響、及び適用除外の必要性について検討するため、当該物質の国内での使用状況及びその代替可能性等に関する情報を収集し整理した。

4) 新規提案物質

POPRC19 において、新規に POPs 候補物質は提案されなかった。

5) ペルフルオロオクタン酸（PFOA）とその塩及び関連物質の例示的リスト、ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）とその塩及び関連物質の例示的リスト

POPRC19 において例示的リストの改訂案が提供されたため、追加または削除された物質に関する根拠資料等を収集し整理した。

6) 化学物質の長距離移動性に関する考察

POPs 条約内で議論される長距離移動性に関する内容について、必要に応じて情報を収集し、分析・整理した。

2.1.2 POPs 候補物質に係る国内企業に対する調査及び検討

経済産業省が国内企業等に対し製品中の POPs の表示に係る情報等に関して実施した調査結果に基づき、POPs 条約事務局への情報提供資料案を作成した。

2.1.3 今後提案される可能性のある化学物質に関する調査

今後提案される可能性の高い化学物質として環状シロキサン（オクタメチルシクロテトラシロキサン（D4）、デカメチルシクロペンタシロキサン（D5）、ドデカメチルシクロヘキサシロキサン（D6））について、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を収集し整理した。

2.2 POPs 条約及び PIC 条約の関連会議における対応

2.2.1 第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11）

2023 年 5 月にジュネーブ（スイス）にて対面形式で 3 条約合同締約国会議（第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）、第 16 回バーゼル条約締約国会議（COP16）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11））が開催された。POPs 条約 COP11 及び PIC 条約 COP11 に関して、2023 年 5 月 1 日～5 月 5 日に静岡大学の金原和秀教授に国内有識者として参加いただき、参加に伴う事務的な作業、検討状況などの最新情報の入手、資料作成、専門家への説明等を行った。

2.2.2 第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC19）

2023 年 10 月 9 日～13 日にローマ（イタリア）にて開催された第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会（以下、「POPRC19」という。）に出席するとともに、静岡大学の金原和秀教授を専門家として参加させ、会議における検討状況を整理するほか、参加に係る事務的な作業、検討状況等の最新情報の入手、資料作成、派遣専門家の支援等を行った。また、会期間作業における議論についても状況を把握し、情報収集・分析等の必要な支援を行うとともに、必要に応じて関連資料の翻訳、概要作成を行った。

2.2.3 第 19 回 PIC 条約化学物質検討委員会（CRC19）

2023 年 10 月 3 日～6 日にローマ（イタリア）にて開催された第 19 回化学物質検討委員会（以下、「CRC19」という。）に出席した。また、会議における検討状況を整理したほか、参加に係る事務的な作業、検討状況等の最新情報の入手、資料作成等の必要な支援を行うとともに、必要に応じて関連資料の翻訳、概要作成を行った。

2.2.4 国内検討会議の開催

大学教授や研究機関などの専門家ら有識者による非公開の検討会議を POPRC19 の前と後に 1 回ずつ開催し、POPRC19 に向けて行われている会期間作業の動向・議論を踏まえ、POPRC19 における対応について有識者の意見を聴取し、取りまとめた。

2.3 OECD における化学物質規制動向に関する調査

2.3.1 OECD/Chemicals and Biotechnology Committee(OECD 化学・バイオ技術委員会)の公式・非公式会合

2023 年 7 月 5 日～7 日に開催された第 4 回 OECD 化学品・バイオ技術委員会（以下、「CBC」という。）及び 2024 年 2 月 6 日～8 日に開催された第 5 回 CBC に出席した。また、会議における検討状況を整理したほか、参加に係る事務的な作業、検討状況等の最新情報の入手、資料作成等の必要な支援を行うとともに、必要に応じて関連資料の翻訳、概要作成を行った。

3 業務の結果

3.1 POPs 条約及び PIC 条約の規制対象物質及び規制候補物質に関する国際的な動向調査

3.1.1 POPs 候補物質に関する調査

(1) POPs 条約の規制候補物質に関する調査

1) メトキシクロル

メトキシクロルについて、POPs 条約 COP11 に向けて、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を整理した。

ア. 国内での規制措置

メトキシクロルは、化審法における新規化学物質に該当し、農薬取締法での登録も 1960 年に失効していることから、現在使用されていない。

イ. 海外での規制措置

リスク管理評価³によると、メトキシクロル及びその製品は欧州における以下の規則により認可が取り消され、又は見送られている。

- 植物防護製品 (PPP) 規則 (EC) No 1107/2009 (活性物質、含有製品)
- 人用および動物用薬品の認可手続きと監視、ならびに医薬品庁の設立に関する規則 (EC) No 726/2004 (獣医学的な使用)
- 殺生物剤製品規則 (EU) No 528/2012
- 欧州委員会規則 (EC) No 2032/2003 (殺生物性製品規則に基づく既存活性物質の審査等に関して規定)

さらに、リスク管理評価の段階で条約事務局に提出された情報によると、メトキシクロルに対して欧米の先進国から以下のような規制措置に関する情報が寄せられている。

- 英国では 1970 年代半ばに、ハンガリーでは 1974 年に、スウェーデンでは 1990 年にメトキシクロルの使用を禁止。
- カナダでは 2002 年に、メトキシクロルの農薬登録が自主的に取り下げられ、その後 2005 年に全廃。

ウ. 代替可能性等に関する情報

メトキシクロルは、化審法における新規化学物質に該当し、農薬取締法上での農薬登録も 1960 年 6 月 14 日に失効していることから、現在は農業用途としても使用されていない。従って、本物質が将来 POPs 条約附属書に掲載されることが決定されても、国内においては

³ UNEP/POPS/POPRC.17/13/Add.1

代替の検討の必要な用途はないものと考えられる。

2) デクロランプラス

デクロランプラスについて、POPs 条約 COP11 に向けて、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を整理した。

ア．国内での規制措置

デクロランプラス(化審法官報公示整理番号 4-296)は、化審法における一般化学物質で、製造輸入数量の届出対象物質となっている。

イ．海外での規制措置

リスク管理評価⁴によると、オーストラリア、カナダ、中国、エジプト、シンガポール、EU、欧州自由貿易連合 (EFTA) 3 カ国 (アイスランド、リヒテンシュタイン、ノルウェー) を含む複数の国で、デクロランプラスを制限または禁止する規制プロセスが開始または実施されている。

また、デクロランプラスを含むハロゲン化難燃剤については、米国消費者製品安全委員会(U.S. Consumer Product Safety Commission)が、消費者と子供を保護するために、子供用製品、布張りの家具、マットレスとマットレスパッド、電子機器を囲むプラスチック包装材を含む消費者製品における「使用を廃絶」するよう、製造業者と小売業者に注意を促している。同じく、EU では 2021 年に電子ディスプレイにおけるすべてのハロゲン化難燃剤の使用が禁止されている。この禁止は欧州エコデザイン規則の一部として導入されたもので、テレビ、モニター、電子看板ディスプレイを含む、サイズが 100cm² 以上または 15.5in² 以上のすべての電子ディスプレイに適用されている。

ウ．代替可能性等に関する情報

デクロランプラスの代替に関する情報については、欧州 REACH 規則に基づく本物質の制限のためのレポート⁵において、代替技術について次のように整理されていた。

技術的解決策又は製品の設計や構造の変更の検討により、デクロランプラスの使用から脱却することができる。しかし、多くの分野で難燃剤としてのデクロランプラスの代替技術の使用が検討されたが、特定の用途ではデクロランプラスを使用するための技術要件の詳細な情報が不足しているため、これらの代替技術を十分に評価又は結論付けることができなかった。また、グリース／潤滑油中の極圧添加剤としてのデクロランプラスの技術的な代替を検討するには、デクロランプラスが果たしている機能を十分に理解する必要がある中で、この種の情報は営業秘密情報とみなされ、業界から情報が提供されなかった。

⁴ UNEP/POPs/POPRC.18/11/Add.1

⁵ RAC & SEAC (draft) Background document Annex to the Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on 1,6,7,8,9,14,15,16,17,17,18,18-Dodecachloropentacyclo[12.2.1.1.6,9.02,13.05,10]octadeca-7,15-diene (Dechlorane Plus) [covering any of its individual anti- and synisomers or any combination thereof] - Revision 1 of 21/01/2022. <https://echa.europa.eu/documents/10162/cfbcfefcd-c6ba-923a-72ff-b70b2786ff70>.

3) UV-328

UV-328 について、POPs 条約 COP11 に向けて、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を整理した。

ア．国内での規制措置

UV-328 は 2- [2-ヒドロキシ-3, 5-ジアルキル (C=4, 5) フェニル] ベンゾトリアゾール (化審法官報公示整理番号 5-3604) として、化審法における一般化学物質で、製造輸入数量の届出対象物質となっている。

イ．海外での規制措置

リスク管理評価⁶によると、UV-328 に対して欧米の先進国では以下のような規制措置が行われている。

- EU では、UV-328 を高懸念物質 (SVHC) として特定 (REACH 規則(EC) No 1907/2006)。
中間体としての使用や試験研究以外の用途で UV-328 を使用するには許可を申請する必要あり。UV-328 の濃度が 0.1 重量%を超える製品は SCIP に情報を登録することが義務付けられている。
- スイスでは、2024 年 8 月 2 日より、適用除外されている用途を除き、UV-328 の使用を禁止。
- ノルウェーでは、2017 年に UV-328 が優先物質リスト (Norway's List of Priority Substances) に追加。
- カナダでは、UV-328 が国内物質リスト (Domestic Substances List) に追加され、輸入、使用及び排出を監視。

ウ．代替可能性等に関する情報

リスク管理評価には、UV-328 の代替物質が多数あり、例えば UV-328 以外のフェノール系ベンゾトリアゾール、ベンゾフェノン、ヒンダードアミン系光安定剤 (以下、「HALS」という。)、オキサラニリド、シアノアクリレートなどがある旨記載されている。以下にそれぞれの代替可能性等に関する情報の概略を取りまとめた。

UV-328 以外のフェノール系ベンゾトリアゾールとして、以下の代替物質が列挙されている。

- UV-P (CAS No. 2240-22-4)
- UV-234 (CAS No. 70321-86-7)
- UV-326 (CAS No. 3896-11-5) (注：2024 年 1 月に SVHC として特定)
- UV-329 (CAS No. 3147-75-9) (注：2024 年 1 月に SVHC として特定)
- UV-360 (CAS No. 103597-45-1)
- UV-571 (CAS No. 125304-04-3)

⁶ UNEP/POPS/POPRC.18/11/Add.2

➤ UV-928 (CAS No. 73936-91-1)

ベンゾフェノン類は、UV-328 の代替となりうる紫外線吸収能について、ベンゾトリアゾールよりも吸収範囲が狭く、例えばベンゾフェノンの場合は、370nm 以降に弱い吸収を示すのみである。

HALS は、プラスチックの紫外線保護剤として使用でき、プラスチックを化学的に安定させ、劣化を抑制することができる。ただし、HALS だけでは技術的に紫外線吸収剤の代わりにはならない。

オキサラニリドは初期に紫外線吸収剤として使用されていたが、様々な用途でベンゾトリアゾールに置き換わっている。

シアノアクリレートは、紫外線吸収剤を代替する可能性があるものの、目や皮膚への刺激性があり、臓器に損傷を与え、水生生物に有毒である。

なお、欧州 REACH 規則に基づく SVHC の候補物質となった際のパブリックコンサルテーションでは、川下ユーザーから、代替品が利用可能とされているいくつかの用途において、川下ユーザーとしては代替できないものがあるとのコメントがなされている⁷。

4) 中鎖塩素化パラフィン

中鎖塩素化パラフィン (MCCP) について、将来規制されることが決定した場合の社会経済的影響、及び適用除外の必要性について検討するため、当該物質の国内での使用状況及びその代替可能性等に関する情報を収集し整理した。

ア. 国内での使用状況

MCCP に該当するものとしては、モノ（又はポリ）クロロアルカン（C = 14～17、直鎖型）（化審法官報公示整理番号 2-68）が、化審法に基づく製造輸入数量の届出対象物質となっていることから、下表に過去 5 年間ににおける届出数量の状況を整理した。

年度	年度計 製造・輸入数量(t)
2017	306
2018	2,907
2019	2,855
2020	2,507
2021	3,186

出典：J-CHECK（2023 年 3 月 14 日確認）より

イ. 代替可能性等に関する情報

MCCP の代替可能性等に関する情報について、リスク管理評価では、ほとんどの用途に

⁷ Comments from a downstream user of UV-328 (EC 247-384-8). Submitted by a Downstream User (Date: 15-10-2014)

において、実用的な代替物質が特定され、かつ、商業的にも入手可能であるが、一部の用途（例えば、ポリ塩化ビニル(PVC)、接着剤・シーラント材、超高温や超高压で使用される金属加工油(MWF))では、MCCP が可塑剤としての役割と難燃剤としての役割の二つの機能を持つことに関連して、同じ性能を再現し、同等の品質の最終製品を製造することが技術的に困難であると考えられていることも述べられている。

リスク管理評価における各用途での代替物質及び代替技術に関する情報については、それぞれ表 3.1-1、表 3.1-2 に整理した。

表 3.1-1 MCCP のリスク管理評価に記載された各用途での代替物質等に関する情報

用途	代替物質に関連する主な情報の概要
PVC 及びその他のポリマー	● 塩素化メチルエステル(CMEs)が可塑剤と難燃剤としての PVC 用途に一定の可能性あり (<i>in vitro</i> で甲状腺活性を有する可能性) ● フタル酸エステル類のフタル酸ジイソデシル(DIDP)とフタル酸ジisoniyl(DINP)は、PVC の可塑剤として、MCCP に比べて技術的な利点を有しているが、MCCP のような難燃性なし ● リン酸塩、水酸化アルミニウム、ポリリン酸アルミニウム、その他の塩素化合物や臭素化合物などは難燃剤の代替となるが、可塑剤の代替物質との併用が必要 ● 銅クラッドアルミ(CCA)タイプのケーブルに要求される EN 50399 試験 (CE マーキングの基礎となる延焼、発電、発煙、燃焼飛沫などのケーブル火災特性試験) に準拠しなければならない特定タイプのケーブルでは、代替は困難 ● 長鎖塩素化パラフィン (LCCP) は、例えば輸送部門など、耐火性と安全性の面で厳しい使用条件を満たさなければならない他のゴム製品の代替品として提案あり ● ゴム製コンベヤベルトの代替品として、リン酸塩系難燃剤であるフェノール：イソプロピル化リン酸塩 (3 : 1) (EC No.273-066-3) とリン酸トリクレジル (TCP) (EC No.215-548-8) が技術的に実現可能と想定 (前者は難分解性、生物蓄積性、有害性があり代替に不適) ● 他の種類のゴム製品には、代替難燃剤も利用可能と見られる
金属加工油 (MWF)	● 米国の Institute for Research and Technical Assistance (安全な代替品を特定、開発、試験、実証する NPO) の作成した 2004 年報告書には、MWF について、植物エステル、石油、ポリマーベースの潤滑油など、MCCP の適切な代替品が存在するとの記載 ● 2012 年に、ドーバー・ケミカル社が発表した、MCCP を含む極圧潤滑剤の代替品には、硫黄化炭化水素、リン酸エステル、塩素化脂肪エステル・塩素化脂肪酸、リン含有混合物・窒素含有化合物が含まれる (多くは現在も購入可)

	● 窒素、リン、硫黄ベースの添加剤は、金属表面が特定の温度に達することによる添加剤の活性化と、放出された塩の潤滑作用による金属表面の溶着の防止により、MCCP と同様に働く ● カルシウムやナトリウムのスルホン酸塩と硫黄化エステルとの組み合わせにより、MCCP に匹敵する性能を発揮 ● 固体としての硫化物は、融点まで粘度が一定であるため有望だが、溶解性が低く高温用途には限界あり ● 一部の硫黄キャリアは EU の航空宇宙企業にとって適切な配合成分 ● IRMCO Fluids 社の製造するオイルフリーの低粘度金属成形用潤滑剤は、変形熱で増粘して金属表面に付着し、摩擦を低減するバリアを形成する高固体ポリマーを含んでおり、軟鋼や高張力鋼、アルミニウムやチタンのスタンピングや打ち抜きなどの用途にも使用 ● 深海での石油・ガス採掘、原子力産業、航空宇宙エンジンや水素燃料電池のような精密なニッケル合金を必要とする分野などの用途での部品では、代替品は未特定 ● 現段階では、極めて過酷な条件下などすべての MWF の用途で、技術的に MCCP の置き換えが可能かどうかは未定
接着剤、シーラント材	● EU で入手可能な情報によると、複層ガラス (IG) 用多硫化物シーラントの分野では代替品への取り組みが行われており、潜在的な代替品が市場で入手可能 ● ポリサルファイドシーラントについては、安息香酸エステル類 (例えば、オキシジプロピルジベンゾエート(DPGDB))、フタル酸エステル類 (例えば、DINP) が主な代替品の可能性あり ● トリス(2-クロロ-1-メチルエチル)フォスフェート(TCPP)を含むいくつかの代替物質が、硬質ポリウレタンフォーム中の MCCP を含む物質の代替に適す (EU では、2025 年までに代替が完了予定) ● 航空宇宙用途での粘着テープの使用については、明確な代替物質は未特定だが、5～6 年はこれらの用途での代替物質の試験と実施に必要
繊維製品・皮革製品	● 繊維製品には主に難燃剤として使用され、臭素系難燃剤 (アリル 2,4,6-トリブロモフェニル、ジブロモスチレン、テトラブロモフタル酸無水物) やリン系難燃剤など、多くの適切な代替化合物を確認済み ● 皮革製品のファトリカーの MCCP は用途の性能に不可欠なものではなく (EU では段階的廃止、英国などでは使用を完全に廃止)、代替品として硫黄化された動植物油などを提案済み ● 「パラフィンワックス及び炭化水素ワックス、クロロ、スルホ塩素化、ケン化 (CAS No.1469983-39-8)」は、EU でファトリカーに使用され、0.1%未満から最大約 10%の間で MCCP を含む可能性があり、既に MCCP を 0.1%未満含有するアルカン/アルケン原料の使用も確認され

	ていることから、今後は MCCP を 0.1%未満含む原料に移行すると予想
塗料・塗装製品	● アクリル系上塗り塗装では、ポリブテンが MCCP の代替となることが示唆されている ● 塗料の粘度調整剤や接着促進剤として使用される MCCP の適切な代替品として、ポリアクリル酸エステル類、ジイソ酪酸エステル類、リン酸エステル類を提案済み ● 難燃性のため、塗料や塗装に使用される MCCP は、ハロゲン化合物やメラミン誘導体など、他の難燃剤で代替されてきている ● LCCP が難燃性塗料や溶剤系発泡性塗料に難燃剤や可塑剤として広く使用されているが、LCCP は MCCP を含有する可能性あり

表 3.1-2 MCCP のリスク管理評価に記載された各用途での代替技術等に関する情報 ^注

用途	代替技術に関連する主な情報の概要
PVC	● PVC が使用される一部の用途では、代わりに代替ポリマー系を使用可能 ● アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(ABS)系などの低発煙性ハロゲンフリー(LSFOH)ポリマー化合物や、同様の可塑性を持つポリマーに含まれる非ハロゲン系難燃剤を、ケーブル試験仕様を考慮して使用可能 ● 電気ケーブル用途では、多くのポリマー/難燃剤系が PVC/MCCP 系の効果的な代替品 ● 注目すべき代替のポリマー/難燃剤系には、リン系化合物（ジエチルホスフィン酸アルミニウム又はリン酸エステル類）と組み合わせた無機難燃剤（ホウ酸亜鉛、スタンナート亜鉛・ヒドロキシスズ酸塩、金属水酸化物）や、天然ゴム、ポリスチレンブタジエンゴム、熱可塑性エラストマーのシリコンゴムなどのエラストマーがあり、様々な電圧の電気ケーブルに採用済み ● 床材や壁材などの用途では、MCCP を使用した PVC の代わりに、非ビニル製壁紙、紙製の壁紙、リノリウムや石タイルの床材など、他の代替材料を提案済みで、寿命や難燃特性に関して性能が劣るかもしれないが、「許容可能な」代替品と見なしている
金属加工油（MWF）	● 従来の MCCP 含有添加剤に代わる水性技術が提案されているが、従来の単一処理工程よりも 3～4 工程多い処理工程は、商業的用途として受け入れ可能か未証明 ● 他の代替技術としては、超臨界 CO₂ を単独で、あるいは大豆などの油と一緒に使用して、極圧下での潤滑を実現する方法あり ● ドライ加工も選択肢の一つで、潤滑液の代わりに液化ガスや極低温加工を用いる

	● 塩素化パラフィン非含有のホーニング[※]剤を含む潤滑油を非石油ベースの代替品に切り替え、洗浄工程が容易になり、環境影響が少なく、コストが大幅に削減
塗料・塗装製品	● アクリル系やエポキシ系の下塗り剤は、腐食防止用の水中塗料用途に適した代替品として提案済み ● 塩素化パラフィンを含む道路標示用塗料について、熱可塑性製品への転換の可能性が示唆（短鎖塩素化パラフィン（SCCP）での代替技術をMCCPにも適用）
接着剤、シーラント材	● MCCP 含有の従来のポリサルファイド系シーラントは、用途によってはポリウレタンベースやシリコンベースのシーラントで代用可能 ● ポリウレタンフォームの代替技術としては、ロックウールや事前圧縮テープが考えられるが、前者は手作業で何時間もかかり、後者は施工不良の場合に絶縁機能は完全に機能しなくなる可能性あり
繊維製品	● 本質的に燃えにくい繊維（ウール、モダクリル^{※※}）、皮革、特別に設計されたポリマー骨格などの代替品を推奨

注：MCCP の使用を避けるために使用できるこれらの技術は、すべて化学的な代替技術であるが、MCCP の運搬物質（たとえば、MWF の潤滑油ベースや他の用途のポリマーの種類）の根本的な変更を反映したり、運用プロセスを変更が必要な場合がある。

※ 多量の工作油を注ぎながら工作物と砥石を表面接触状態に保ちつつ、工作物の寸法・形状・表面粗さの修正を行う高精度の研磨加工法。

※※ 家庭用品品質表示法に基づき定められた指定用語の改正で「アクリル系」が「モダクリル」に変更となったもの。ポリアクリロニトリル系合成繊維のうち、アクリロニトリルを質量比で 35～85% 含むもの。

5) 長鎖ペルフルオロカルボン酸とその塩及び関連物質

長鎖ペルフルオロカルボン酸（長鎖 PFCA）について、将来規制されることが決定した場合の社会経済的影響、及び適用除外の必要性について検討するため、当該物質の国内での使用状況及びその代替可能性等に関する情報を収集し整理した。

ア. 国内での使用状況

長鎖 PFCA に該当するものとしては、パーフルオロアルキルカンボン酸（C＝7～13）（化審法官報公示整理番号 2-2659）が、化審法に基づく製造輸入数量の届出対象物質となっていることから、下表に過去 5 年間ににおける届出数量の状況を整理した。なお、炭素鎖長 C14～C20 のペルフルオロカルボン酸に該当するフルオロアルキル（C＝11～20）カルボン酸（化審法官報公示整理番号 2-2658）は届出されるべき製造輸入数量に達していない。

年度	年度計 製造・輸入数量(t)
2017	—
2018	X
2019	—
2020	X

2021	X
------	---

X：届出がなされている物質ではあるが、届出事業者数が2社以下の場合

－：届出なし

出典：https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/information/volume_general.html（2022年3月15日確認）より

イ．代替可能性等に関する情報

長鎖 PFCA の代替可能性等に関する情報について、リスク管理評価では、ほとんどの既知の用途で代替品が利用可能との情報があり、代替物質はフッ素化合物と非フッ素化合物があり、非化学的な代替の技術的対応策もあるとしている。また、適切な代替品の特定と移行のための十分な時間の確保のためや、残念な代替(regrettable alternative)を避けるために、特定の用途については適用除外が考慮され得るとしている。

リスク管理評価で取りまとめている各用途での代替物質及び代替技術に関する情報について、表 3.1-3 に整理した。なお、リスク管理評価では、長鎖 PFCA の代替となる短鎖 PFAS については、以下の点で代替物質としての使用に対する懸念が述べられている。

- ✓ フッ素化代替物質には、短鎖 PFAA やパーフルオロポリエーテル、特に環境安定性と移動性が高いパーフルオロエーテルカルボン酸やポリフルオロエーテルカルボン酸が含まれること。
- ✓ これらの代替物質の中には、実験動物に悪影響を及ぼすものも報告されていること。
- ✓ PFOA の代替に関するガイダンス案では、移動性の向上、作物への取り込み、タンパク質への結合、曝露レベルの上昇、環境中に放出された後の捕捉や浄化の困難性など、潜在的な健康・環境上の懸念が重要な証拠によって示されていること。
- ✓ 一部の短鎖 PFAS が、北極、ヒト、野生生物などの環境中でも検出され、生物相における濃度の増加傾向が報告されていること。

表 3.1-3 長鎖 PFCA のリスク管理評価に記載された各用途での代替関連情報

用途	代替関連情報の概要
工業用途	● フッ素樹脂加工助剤での代替のフッ素化合物として、特定のモノ又はポリフルオロエーテルカルボン酸もしくは他の短鎖フッ素化合物を特定 ● n:2FTOH (n≥8) をベースとするフルオロテトラマーベースの界面活性剤やポリマーなどの代替品として、より短鎖の 6:2FTOH (CAS: 647-42-7) を使用 ● ポリマー加工での、熔融粘度の低下あるいは、ポリマーの金属表面への付着防止のために、代替の潤滑剤（金属石鹸、炭化水素ワックス、ポリエチレン、アミドワックス、脂肪酸、脂肪アルコール、エステル、シリコーン、窒化ホウ素など）を使用可能
電子機器、医療用・実	● PFOA 代替ガイダンス案⁸では、半導体の製造における PFOA の使用

⁸ UNEP/POPS/COP.10/INF/25

験用機器	に代わる可能性のある非フッ素系代替物質のリスト（以下に例）が示され、代替物質として適している可能性あり ➤ ニトロベンゼンスルホン酸（NBS） ➤ ベンゾ[b]チオフェン-2-スルホン酸, 4(または 7)-ニトロ-, イオン(1-) (TBNO) または 2-チオフェンスルホン酸, 5-クロロ-4-ニトロ-, イオン(1-) (TN) などのアクセプター置換チオスルホン酸アニオン ➤ 芳香族アニオン、例えばペンタシアノシクロペンチアジエニド (CN5) またはメトキシカルボニル-テトラシアノシクロペンチアジエニド (CN4-C1) ➤ トリフェニルスルホニウム (TPS) ● PFAS に関する EU の REACH 規制提案で特定されている、半導体産業での代替物質で、長鎖 PFCA の代替物質としても適切な非フッ素系物質の例： ➤ フォトリソグラフィ（光酸発生装置）向け：芳香族 PAG およびヘテロ芳香族 PAG（PAG トリフェニルスルホニウムベンゾ[b]チオフェン-2-スルホン酸, 4(または 7)-ニトロ-, イオン(1-) (TPS TBNO)) ➤ 例えばチップ製造向け：ポリエーテルエーテルケトン（PEEK） ➤ フォトリソグラフィ（硬くて全用途には使えない）向け：炭化水素ベースのグリース、二硫化モリブデンおよびグラファイト ➤ 半導体素子の液浸冷却向け：鉱油、合成油、天然油および炭化水素流体 ● 反射防止塗料用途の代替となる短鎖 PFAS（以下に例）も市販済み ➤ C4 以下の短いフルオロアルキル側鎖を持つフルオロポリマー ➤ PFBS ➤ 官能基を有するフルオロエタンスルホネート ● 半導体 PFAS コンソーシアムフォトリソグラフィワーキンググループ作成の技術文書によると、ほとんどすべてのフッ素を含まない代替物質で、PFAS にある必須特性をもたらす可能性は低い ● シリコンオイルは、電子機器における高温用途（例：ソーラーシステムの加熱媒体）に適していると宣伝されており、代替品として検討の可能性あり ● PFAS に関する EU の REACH 規制提案で特定されている、エレクトロニクス産業での非フッ素系代替物質で、長鎖 PFCA の代替物質としても適している可能性のある物質の例： ➤ シーリングにおけるフルオロエラストマーの代替:エチレンプロピレンジエンモノマー（EPDM） 、シリコンゴム
-------------	--

	➤ 電線絶縁材の代替：シリコーン材、PEEK、マイカ、EPDM、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、セラミックベースの機密性ポリマー ➤ 浸漬冷却用の熱伝導流体の代替：鉱物油、合成油、天然油、炭化水素流体 ➤ 液晶ディスプレイ（LCD）の CF3 の代替：シアン基 ● 伝熱流体について特定された非フッ素系の代替品 ➤ 炭化水素系、エステル系、ポリジメチルシロキサン系の製品、およびその他の非フッ素系製品 ● 蛍光検出による分析機器用の屈折率溶液について、分析カラムへのレーザー注入効率を同等に保つことができる代替品を未特定 ● 電気部品や電気・電子機器の品質評価試験用の不活性・不活性フッ素液についても、高沸点の代替品が未特定
フォトイメージング	● スウェーデン化学物質庁が挙げている写真産業での PFAS の代替となる非フッ素化学物質は、表面活性炭化水素類とシリコーン化合物 ● PFOA 代替ガイダンス案で特定された写真産業での代替物質（短鎖フルオロテロマーベースの製品、C3 及び C4 パーフルオロ化合物、シリコーン製品）は、長鎖 PFCA その塩及び関連化合物の代替物質となる可能性あり ● 欧州の業界団体によると、上手くいっている PFOA 関連物質の代替物質は、非パーフルオロ化合物、短いパーフルオロ鎖（C3～C4）の化合物、テロマー、そして少数例だが静電気の蓄積に影響を受けにくい性質がある改質剤など
インク	● EU は、インクジェットマーキングの代替技術として、紫外線（UV）レーザーによる電線やコンデンサへのマーキングなどが容易に利用可能と指摘 ● インターネット検索により、電線絶縁材料及び/又は様々な非金属、プラスチック、セラミック材料へのマーキングに適すとされる UV レーザーマーカークーや CO₂ レーザーの例あり ● PFOS やその他の PFAS をインク産業で湿潤剤として使用する場合は非フッ素の代替物質として、シロキサンおよびシリコーンポリマーを特定 ● PFOA と PFOS の代替物質に関するガイダンス案で、印刷用インクでの非フッ素代替物質として、スルホコハク酸塩、プロピル化ナフタレン、プロピル化ビフェニル、脂肪アルコールポリグリコールエーテル硫酸塩（スルホコハク酸塩と並行使用）も挙げられており、長鎖 PFCA、その塩、関連化合物の代替物質となる可能性あり ● これら代替物質のいくつかで、潜在的な健康影響（皮膚感作性や皮膚

	炎、慢性影響など）や環境影響（生物蓄積性や水生生物への毒性の可能性など）の報告あり
食品接触材料	● 紙又は板紙製の食品（又はペットフード）の包装のコーティング剤として使用される長鎖 PFCA 及び／又はその関連化合物の代替物としては、紙の構造自体が浸透を妨げる物理的又は化学的バリアを想定 ● ポリスチレン、プラスチックまたはポリ乳酸（「コーンプラスチック」と呼ばれることもある）も、多くの用途で紙や板紙の食品包装の代用品として使用可能だが、持続可能でないことから、OECD 諸国では、持ち帰り食品用のポリスチレン、プラスチック、ポリ乳酸の使用を削減または廃止しようとする傾向あり ● OECD (2020)により、材料の使用はまだ開発中だが、将来的な代替の可能性ありと報告している紙と板紙に物理的バリア性を持たせるための代替： ➤ 硫酸を使用して作られるベジタブルパーチメント ➤ セルロースベースの物理的代替：天然脂取り紙（NGP）、マイクロフィブリルセルロース（MFC）、セルロースナノフィブリル（CNF）、セルロースナノクリスタル（CNC） ● 撥水性／バリア性能を付与する化学バリアとして、紙の製造時にパルプに化学物質を添加するか、紙の表面処理として行う方法あり ➤ 紙及び板紙の耐油性のために使用されるその他の非フッ素系コーティング剤の例： ☆ 共重合体（スチレン及びブタジエン）の水性分散体、ワックスの水性分散体、デンプン、粘土、石（炭酸カルシウムを樹脂と混合したもの）、キトサン、及び水溶性ヒドロキシエチルセルロース ➤ その他のコーティング剤： ☆ シロキサン系ポリマー、非フッ素化アルキルケテン二量体及びアルキルコハク酸無水物、スチレン-アクリル共重合体、タルク充填水性ポリアクリレート、顔料充填疎水性モノマー分散体、ポリビニルアルコール及びモンモリロナイト／ポリエチレンコーティング、変性小麦タンパク質 ● 短鎖 PFAS は現在食品包装に使用されており、長鎖フルオロエステロマー誘導体をベースとした製品に代わるものとして、6:2 フルオロエステロマーをベースとした代替品を多数特定済み ● 紙及び板紙食品包装製品における PFAS より安全で（食品安全性の観点から）持続可能な非フッ素系代替物質は、すべての意図的な機能用途及び食品タイプで利用可能で、代替品は小売業者にとってコスト中立（より高価な NGP を除く）

塗料、塗装、ワニス (建築用建設用資材を含む)	● ワニス用途での代替品： ➤ ポリッシュとカーワックスに含有の非フッ素代替物質：シロキサン、シリコーンポリマー ➤ 床磨き剤の非フッ素系代替品：洗浄剤とポリッシュの混合物であるソフトワックス ➤ 特定されたワニスでの PFAS 使用の代替物質：スルホコハク酸塩 ➤ ワニスの界面活性剤としての使用を確認済み：短鎖 PFAS（例：パーフルオロブタンスルホン酸、PFHxA、メチルノナフルオロブチルエーテル、メチルノナフルオロイソブチルエーテル）と、シリカ系物質や他の非 PFAS 成分との組み合わせ ● ガラス、天然石、金属、木材、セルロース、セラミックの表面処理剤としての販売：PFHxA の誘導体 ● 自動車用塗料における PFAS の使用に代わる非フッ素系代替品： ➤ 金属、プラスチック、塗装済み表面への使用：ポリシラザン、二酸化ケイ素をベースとする製剤 ➤ 高い色強度、輝き効果、深みのために使用：酸化アルミニウムを二酸化チタン、酸化スズ、助剤でコーティングした粉体 ➤ 耐候性、光沢保持性、耐水性、耐油性、耐薬品性（塩分など）の付与、耐腐食性や耐スクラッチ性も向上：脂肪族ジイソシアネートを主成分とするポリウレタン塗料 ➤ 環境条件からの保護：エポキシ系塗料のような自動車用塗料の E コート ● 建築用や化学工業用の塗料のバインダー用途の非フッ素系代替品： ➤ アクリル、ポリエステルベースの製剤 ➤ ポリウレタン樹脂、アルキド樹脂、フェノール樹脂又はシリコンアルキド樹脂 ➤ フェノール塗料、ビニル塗料、エポキシ塗料 ● 家庭用塗料でレベリング剤や湿潤剤として機能する非フッ素系代替物質： ➤ シリカベースの塗料（例：シランやシロキサンからなるシリコーンポリマー） ➤ スルホコハク酸塩 ● 非フッ素のレベリング剤および湿潤剤： ➤ 脂肪アルコールポリグリコールエーテルスルホン酸塩、シロキサン、シリコーンポリマー ➤ ポリプロピレングリコールエーテルアミン、硫酸塩 ● 橋梁に使用される建築用塗料のケーススタディでは、PFAS 系製品は非フッ素系代替品よりも初期コストが著しく高いが、30 年後には再
------------------------------------	--

	塗装の頻度とコスト高により後者の方が高価となることが判明
泡消火剤	● 販売されている非フッ素発泡剤のほとんどで、クラス B の炭化水素燃料火災（石油、ディーゼル、航空燃料など）やクラス A の火災（木材、紙、繊維製品など）用途として宣伝 ● 非フッ素系発泡剤濃縮物の代替物質（群）として、炭化水素、洗剤、シロキサン、タンパク質を特定 ● 非フッ素系代替物質の適切な性能がまだ十分に実証されていないと考えられる分野／用途： ➢ 有害物質を含む工業プロセス施設での使用 ➢ 石油・ガス産業に属する海洋施設 ● 非フッ素系代替物質の幾つかのシロキサンについて、PBT 及び/又は vPvB 特性及び潜在的な暴露に関連する懸念が確認されていることに留意
繊維製品、衣料品	● カリフォルニア州有害物質規制局、デンマーク環境保護庁により、織物や皮革の処理及び製造過程での代替となり得る多数の非フッ素化合物を特定 ● 織物と追加的なテスチャーの両方についてサイズ、間隔、表面化学の適切な制御がなされる場合、所定の織り方の各繊維に二次的であり小さい長さのテスチャーの追加により、強固な撥油性が達成され得ることを立証済み ● 繊維製品の処理での長鎖 PFCA と長鎖 PFSA のフッ素系表面処理の代替物質の例： ➢ C4 側鎖フッ素ポリマーを含む製品 ➢ 6:2 フルオロテロマーやオルガノシロキサンから誘導されたコポリマーを含む製品 ● スウェーデンの POPFREE プロジェクト⁹の一環で実施された調査によると、特定の撥油／防汚要件を満たす必要がある作業着（医療用衣服など）の代替となる非フッ素系代替品や技術は、現在のところ利用できない可能性を示唆 ● 以下のような理由で、より安全な代替物質について注意深く評価し、選択することが重要 ➢ パラフィン系撥水剤を使用した製品の中には、人体に有害な可能性のある追加成分があること ➢ シリコン系撥水剤では、一部の製品に含まれる特定のシロキサンなどの成分で、人の健康や環境への潜在的危険性を特定したこと

⁹ 環境フットプリントの低い競争力のある代替品を開発し、マーケット・プルを創出することで、市場性のある非 PFAS 製品の促進に貢献することを目的とした共同プロジェクト。いくつかの用途を対象に実施され、繊維製品、衣料品もその中の 1 つ。

	➤ ポリウレタン系撥水剤とデンドリマー系撥水剤を使用した製品で、代替製品の評価のための健康・環境情報が不十分であること
パーソナルケア製品	● 化粧品における PFAS の代替となる可能性のある非フッ素系代替品を特定（既に上市済み）： ➤ プレストパウダー：合成ワックス（ステアリン酸マグネシウムやミリスチン酸ナトリウムなど） ➤ リップペンシル：シリコーンや油脂 ● PFAS を含む既存製品を非フッ素化するには、製品の全く新しい処方が必要になる可能性もあり
洗剤	● 洗剤の PFAS の非フッ素系代替品として、シロキサンとシリコーンポリマーを特定
スキー用ワックス	● ワックスの殆どの非フッ素系製品で、混合物を使用しており、代替物質は主に炭化水素とパラフィンから成り、パラフィンワックスとして使用されるが、シロキサンも使用
自動車産業	● ケーブルや配線における PFAS の代替物質（コーティング材に難燃剤の添加が必要）： ➤ エポキシ系塗料、ポリウレタン、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、シリコーン、クロロスルホン化ポリエチレン、ポリエチレン、架橋ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、熱可塑性エラストマー、ネオプレン、エチレンプロピレンゴム、ナイロン ● フッ素樹脂は、火災安全性を含む幅広いパラメーターで高い性能が要求される場合に選択すべき材料で、その他の用途では代替材料で十分

6) クロルピリホス

クロルピリホスに関して、更新されたリスクプロファイルにおける発生源情報等に関する情報を調査するとともに、分解性、生物蓄積性等の情報の懸念点や問題点を抽出した。また、将来規制されることが決定した場合の社会経済的影響、及び適用除外の必要性について検討するため、当該物質の国内での使用状況及びその代替可能性等に関する情報を収集し整理した。なお、POPRC18 でのリスクプロファイルから追加・変更された主な点については赤字で示した。

ア. 国内での使用状況

クロルピリホスの国内の使用状況については、下表に過去 5 年間における全国出荷量を整理した。

農薬	全国出荷量
----	-------

年度	(t 又は kL)
2017	69.44
2018	68.21
2019	59.48
2020	77.41
2021	60.31

農薬年度：例えば 2000 農薬年度の出荷量とは 1999 年 10 月～2000 年 9 月に出荷された農薬の量となる。

全国出荷量：小数点第 4 位を四捨五入。

出典：国立環境研究所「化学物質データベース Webkis-Plus」（2022 年 3 月 15 日確認）より

イ．用途に関する情報

リスクプロファイルには、クロルピリホスが塩素化有機リン酸系殺虫剤として、芝生や観賞植物だけでなく、様々な作物の害虫駆除に使用されているとの記載がある。

国内では、1971 年に農薬取締法に基づいて登録がなされ、果樹、根菜、雑穀、花き、樹木などの一部の特定作物に適用されている。

ウ．代替可能性等に関する情報

クロルピリホスの代替物質に関する情報について、提案文書及びリスクプロファイルの記載内容のなかには見つからなかった。

エ．リスクプロファイル案におけるクロルピリホスの発生源等に関する情報

リスクプロファイルの記載内容に基づき、発生源等に関する主な情報を整理した（表 3.1-4）。なお、リスクプロファイルに記載された発生源等に関する情報については、**資料 1** に取りまとめた。

表 3.1-4 リスクプロファイルに記載された発生源等に関する主な情報

	発生源等に関する主な情報
製造、流通	■ 2007 年以前は世界で年間約 1 万トン使用、その後世界の推定生産量・使用量は年間約 5 万トンに増加。 ■ クロルピリホスの世界的な生産量は、中国とインドが二大生産国であるとみなされている。（インド：2021 年の総生産量は 24,000 トン）。
用途、規制	■ クロルピリホスは広く用いられている塩素化有機リン酸系殺虫剤。 ■ 国際的な合意の下でリスト化されていない物質である。 ■ 欧州では、2020 年に有効成分としてクロルピリホスを含む植物保護製品の認可をすべて取り消している。 ■ 米国では、2021 年に US EPA が国内の全食品へのクロルピリホス製品の使用を停止している。また、クロルピリホスのシロアリ防除剤としての使用も 2000 年に段階的に廃止されている。
環境への排出	■ 農薬として使用された場合、環境に直接放出され、土壌粒子や堆積物に付着し、

	発生源等に関する主な情報
	土壌から地下水に浸出し、流出した灌漑水を通じて水生環境に到達し、拡散や揮発によって空气中を移動する。 ■ 製造時の大気への放出量は世界で最大 25 トンと推定されている。 ■ 2007 年~2017 年の間に欧州では、クロルピリホスの水域への年間総排出量は 8.2~28 kg を記録している。

オ. リスクプロファイルにおけるクロルピリホスの分解性等に関する情報の懸念点や問題点

リスクプロファイルの記載内容に基づき、分解性等に関する主な情報を整理した（表 3.1-5）。なお、リスクプロファイルに記載された分解性等に関する情報については、**資料 2** に取りまとめた。

表 3.1-5 リスクプロファイルにおけるクロルピリホスの分解性等に関する情報の懸念点等

	分解性等に関する主な情報	懸念点等
半減期	・クロルピリホスの環境中での分解半減期は数日から数年 ・水中半減期の範囲：<2~75 日 ・土壌中半減期の範囲： - ー室内実験：6~224 日 ・底質中半減期： - ー嫌氣的条件：最大 171 日 - ー水-底質試験：22~58 日	附属書 D の残留性のスクリーニング基準の適合性 ・水中半減期 60 日超には適合 ・土壌中半減期 6 カ月超には適合 ・底質中半減期 6 カ月超には不適合 ・以上より、残留性のスクリーニング基準には適合しており、本物質の難分解性が示されていると考えられる。
モニタリングデータ	・地下水、降雨後の河川水（懸濁態）、海域の底質表層から検出。 ・北極圏では様々な媒体でクロルピリホスが高頻度で検出。 ・北極域の湖底堆積物コアからも数十年前の層から低濃度で検出。	クロルピリホスが環境中で粒子吸着態として挙動し、遠隔地に移動して数十年にわたって残留し続けていることを示唆しており、本物質の難分解性を支持する内容であると考えられる。

カ. リスクプロファイルにおけるクロルピリホスの生物蓄積性等に関する情報の懸念点や問題点

リスクプロファイルの記載内容に基づき、生物蓄積性等に関する主な情報を整理した（表 3.1-6）。なお、リスクプロファイルに記載された生物蓄積性等に関する情報については、**資料 3** に取りまとめた。

表 3.1-6 リスクプロファイルにおけるクロルピリホスの生物蓄積性等に関する情報の懸念点等

	生物蓄積性等に関する主な情報	懸念点等
BCF/BAF (logK _{ow})	・魚類に対する BCF が 5,000 を超えるとは結論づけられないが、一部の種や発達段階において BCF が 5,000 を超える報告もある ・毒性効果を示す濃度での BCF は 1,000~2,000 の範囲であり、中程度の生物濃縮を示す ・logK_{ow} : 約 5 ・log K_{oa} : 8.3~8.9	実測の BCF が附属書 D のスクリーニング基準（5000 L/kg ww）に適合しておらず、log K_{ow} が約 5 だが、BCF のデータがあるので、スクリーニング基準(c) i)は満たしていないと考えられる。
その他の情報	・水生生物や空気呼吸生物への高い毒性が組み合わさることで、中程度の生物濃縮でも有害な影響を引き起こす体内濃度になる可能性がある	魚類で中程度の生物蓄積性示す蓄積性試験で毒性が示されていることから、高い生態毒性を示す根拠があり、スクリーニング基準(c) ii)は満たしていると考えて差し支えない。
モニタリングデータ	・カナダ北極圏の植物、草食動物、肉食動物より検出	生物蓄積性の可能性を示すような生物相でのモニタリングデータは、生物蓄積性の根拠としては示されていない。(曝露や長距離移動性の項目で示されている。)

7) 新規提案物質

POPRC19 においては、新規の POPs 候補物質が提案されなかった。

8) ペルフルオロオクタン酸（PFOA）とその塩及び関連物質の例示的リスト

ペルフルオロオクタン酸とその塩及び関連物質の例示的リストの改訂案¹⁰が POPRC19 で提供されたため、例示的リストに追加または削除された物質について表 3.1-7、表 3.1-8 及び表 3.1-9 に整理した。なお、PFOA とその塩及び関連物質ではないとされた理由は不明である。

表 3.1-7 PORRC19 の例示的リストで追加された物質

CAS 番号	物質名	追加理由			出典	RC
		(a)	(b)	(c)		
PFOA のエステル、アルデヒドと無水物（PFOA esters, aldehydes and anhydrides）						
335-60-4	Pentadecafluorooctanal			○	1	
ペルフルオロアルキルホスフィン酸（Perfluoroalkyl phosphinic acids, PFPIAs）						
68412-68-0 [※]	Phosphonic acid, perfluoro-C6-12-alkyl derivs.			○		○

¹⁰ UNEP/POPS/POPRC.19/INF/16

CAS 番号	物質名	追加理由			出典	RC
		(a)	(b)	(c)		
ペルフルオロアルキルハライド（Perfluoroalkyl halides、直鎖体と分岐異性体を含む）						
335-64-8	Perfluorooctanoyl chloride			○	1	
222037-87-8	Perfluorooctanoyl bromide			○	1	
その他のフッ素テロマー系の非ポリマー（Other fluorotelomer-based non-polymers）						
26650-10-2	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-Heptadecafluorodecyl thiocyanate	○			1	○
27619-90-5	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecane-1-sulfonyl chloride	○			1	○
142010-50-2	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-Heptadecafluorodecyl isocyanate	○			2	○
42977-21-9	Bis(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecyl) disulfide	○			1	○
89373-67-1	4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,11-Heptadecafluoroundecanoyl chloride	○			1	○
94159-88-3	4-(2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9-Heptadecafluorononyl)-2,2-dimethyl-1,3-dioxolane	○			1	○
852527-61-8	4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,11-Heptadecafluoroundecyl azide	○			1	○
36390-05-3	(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-Heptadecafluorodecyl)propanedioic acid	○			1	○
167289-73-8	9-Octadecenoic acid (9Z)-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecyl ester	○			2	○
253683-00-0	Butanedioic acid, monopolyisobutylene derivs., 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecyl ester	○			3	○
254889-67-3	1-Decanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluoro-, reaction products with [(trimethylsilyl)oxy]-modified silica	○			3	○
125768-41-4	(Z)-(Perfluorodecyl)ethyl 9-octadecenoate		○		2	○

(a) 8:2 fluorotelomer compounds

(b) 10:2 fluorotelomer compounds

(c) PFOAに分解する構造を持つ物質

RC: ロッテルダム条約でのPFOAとその塩及び関連物質関連物質のリストにあり

1. Pub chem

2. Wang Z, Cousins IT, Scheringer M, Buck RC, Hungerbühler K (2014): Global emission inventories for C₄–C₁₄ perfluoroalkyl carboxylic acid (PFCA) homologues from 1951 to 2030, part II: The remaining pieces of the puzzle. Environment International, 69, 166–176, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.04.006>.

3. Young CJ, Mabury SA (2010): Atmospheric Perfluorinated Acid Precursors: Chemistry, Occurrence, and Impacts. In: De Voogt P. (eds) Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 208. Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6880-7_1.

※ POPRC17で提供された例示的リストではPFOAとその塩及び関連物質ではないとされていたが、POPRC19での例示的リストでは、PFOAとその塩及び関連物質であるとして掲載されている。

表 3.1-8 POPRC17 で提供された例示的リスト¹¹に掲載されていたが、POPRC19 の例示的リストでは PFOA とその塩及び関連物質ではないとされた物質

CAS 番号	物質名
フッ素テロマーアルコール (Fluorotelomer alcohols)	
1545-59-1	11:2 FTOH 1-Tridecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,13-tricosafuoro-
39239-77-5	12:2 FTOH 1-Tetradecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,14-pentacosafuoro-
176676-70-3	13:2 FTOH 1-Pentadecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,15-heptacosafuoro-
60699-51-6	14:2 FTOH 1-Hexadecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,16,16-nonacosafuoro

¹¹ UNEP/POPS/POPRC.17/INF/14/Rev.1

CAS 番号	物質名
フッ素テロマーリン酸エステル (Fluorotelomer phosphate esters, PAPs)	
94200-47-2	1,2-Pentadecanediol, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,15-pentacosafuoro-, 1-(dihydrogen phosphate), diammonium salt
94200-48-3	1,2-Heptadecanediol, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,16,17,17,17-nonacosafuoro-, 1-(dihydrogen phosphate), diammonium salt
94200-50-7	1,2-Tridecanediol, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,13,13,13-eicosafuoro-12-(trifluoromethyl)-, 1-(dihydrogen phosphate), diammonium salt
94200-51-8	1,2-Pentadecanediol, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,15,15-tetracosafuoro-14-(trifluoromethyl)-, 1-(dihydrogen phosphate), diammonium salt
94200-52-9	1,2-Heptadecanediol, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,17,17,17-octacosafuoro-16-(trifluoromethyl)-, 1-(dihydrogen phosphate), diammonium salt
ペルフルオロアルキルハライド (Perfluoroalkyl halides、直鎖体と分岐異性体を含む)	
307-50-6	Undecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11-tricosafuoro-11-iodo-
307-60-8	Dodecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12-pentacosafuoro-12-iodo-
307-63-1	Tetradecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14-nonacosafuoro-14-iodo-
335-79-5	Pentadecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15-hentriacontafuoro-15-iodo-
376-04-5	Tridecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13-heptacosafuoro-13-iodo-
423-62-1	Decane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10-heneicosafuoro-10-iodo-
558-97-4	Nonane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9-nonadecafuoro-9-iodo-
677-93-0	Decane, 1,1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10-eicosafuoro-10-iodo-2-(trifluoromethyl)-
3248-61-1	Dodecane, 1,1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12-tetracosafuoro-12-iodo-2-(trifluoromethyl)-
3248-63-3	Tetradecane, 1,1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9, 10,10,11,11,12,12,13,13,14,14-octacosafuoro-14-iodo-2-(trifluoromethyl)-
フルオロテロマーアイオダイド (Fluorotelomer iodides, FTIs)	
30046-31-2	Tetradecane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9, 9,10,10,11,11,12,12- pentacosafuoro-14-iodo-
65510-55-6	1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14-nonacosafuoro-16-iodo-,
フルオロテロマーのアクリレートとメタクリレート (Fluorotelomer acrylates and methacrylates, FTACs and FTMACs)	
16083-78-6	2-Propenoic acid, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,17,17,17-octacosafuoro-2-hydroxy-16-(trifluoromethyl)heptadecyl ester
4980-53-4	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,16,16-nonacosafuorohexadecyl ester
6014-75-1	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,14-pentacosafuorotetradecyl ester
16083-87-7	2-Propenoic acid, 4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,15,15-tetracosafuoro-2-hydroxy-14-(trifluoromethyl)pentadecyl ester
52956-82-8	2-Propenoic acid, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,14,14,14-tetracosafuoro-13-(trifluoromethyl)tetradecyl ester
74256-14-7	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,12,12,12-eicosafuoro-11-(trifluoromethyl)dodecyl ester
74256-15-8	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7, 8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,14,14,14-tetra cosafuoro-13-(trifluoromethyl)tetradecyl ester
91615-22-4	2-Propenoic acid, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,16,16,16-octacosafuoro-15-(trifluoromethyl)hexadecyl ester
94158-63-1	2-Propenoic acid, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,16,17,18,18,18-dotriacontafuoro-17-(trifluoromethyl)octadecyl ester
94158-64-2	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,16,16,16-octacosafuoro-15-(trifluoromethyl)hexadecyl ester
94158-65-3	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,16,16,17,18,18,18-dotriacontafuoro-17-(trifluoromethyl)octadecyl ester
その他のフッ素テロマー系の非ポリマー (Other fluorotelomer-based non-polymers)	

CAS 番号	物質名
93776-12-6	1-Propanaminium, N-(2-carboxyethyl)-N,N-dimethyl-3-[(4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,15-pentacosafuoro-2-hydroxypentadecyl) amino]-, inner salt
93776-15-9	1-Propanaminium, N-(2-carboxyethyl)-N,N-dimethyl-3-[[4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,15,15-tetracosafuoro-2-hydroxy-14-(trifluoromethyl)pentadecyl]amino]-, inner salt
94159-83-8	2-Tridecanol, 1-[[3-(dimethylamino)propyl]amino]-4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,13,13,13-eicosafuoro-12-(trifluoromethyl)-
94159-79-2	2-Pentadecanol, 1-[[3-(dimethylamino)propyl]amino]-4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,15-pentacosafuoro-
94159-82-7	2-Pentadecanol, 1-[[3-(dimethylamino)propyl]amino]-4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,15,15-tetracosafuoro-14-(trifluoromethyl)-
93776-00-2	2-Pentadecanol, 1,1'-[oxybis[(1-methyl-2,1-ethanediyl)oxy]]bis[4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,15,15,15-pentacosafuoro-

表 3.1-9 PORRC19 の例示的リストで初めて PFOA とその塩及び関連物質ではないとされた物質

CAS 番号	物質名
ペルフルオロアルキルエーテルカルボン酸とその塩 (Per- and polyfluoroalkyl ether carboxylic acids and their salts)	
62037-80-3	Ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoate (GenX)
フルオロポリマー (Fluoropolymers) ※	
31175-20-9	Sulfonated tetrafluoroethylene (PSEPVE)
9002-83-9	Polychlorotrifluoroethylene (PCTFE)
24937-79-9	Polyvinylidenedifluoride (PVDF)
1330-20-7	Fluoroethylene vinyl ether (FEVE)
25101-45-5	Ethylene (E) copolymer of CTFE (ECTFE)
65324-12-1	Ethylene copolymer of TFE (ETFE)

※ C₈F₁₇-X, X= F, Cl, Br

9) ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) とその塩及び関連物質の例示的リスト

ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) とその塩及び関連物質の例示的リストの改訂案¹²が POPRC19 で提供されたため、追加または削除された物質について表 3.1-10 及び表 3.1-11 で示した。なお、追加または削除された理由は不明である。

表 3.1-10 POPRC15 で提供された例示的リスト¹³から削除された物質

CAS 番号	物質名
1645852-09-0	Sulfonamides, C7-8-alkane, perfluoro, N-ethyl-N-(hydroxyethyl), reaction products with 1,3-bis(isocyanatomethyl)benzene
680187-85-3	Hexane, 1-(ethenylsulfinyl)-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-
86525-30-6	1-Hexanesulfinic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, zinc salt (2:1)

表 3.1-11 PORRC19 で提供された例示的リストで新たに追加された物質 ^注

CAS 番号	物質名
PFHxS の塩 (PFHxS salts、直鎖体と分岐異性体を含む)	
1000597-52-3	Phosphonium, triphenyl(phenylmethyl)-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
108427-54-9	1-Butanaminium, N,N,N-tributyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
108427-55-0	Ethanaminium, N,N,N-triethyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
1187817-57-7	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, compd. with pyrrolidine (1:1)

¹² UNEP/POPS/POPRC.19/INF/17/Rev.1

¹³ UNEP/POPS/POPRC.15/INF/9

CAS 番号	物質名
1310480-24-0	Ethanaminium, N-[4-[[4-(diethylamino)phenyl][4-(ethylamino)-1-naphthalenyl]methylene]-2,5-cyclohexadien-1-ylidene]-N-ethyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
1310480-27-3	Methanaminium, N-[4-[[4-(dimethylamino)phenyl][4-(ethylamino)-1-naphthalenyl]methylene]-2,5-cyclohexadien-1-ylidene]-N-methyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
1310480-28-4	Methanaminium, N-[4-[[4-(dimethylamino)phenyl][4-(phenylamino)-1-naphthalenyl]methylene]-2,5-cyclohexadien-1-ylidene]-N-methyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
144116-10-9	Sulfonium, triphenyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
1462414-59-0	Quinolinium, 1-(carboxymethyl)-4-[2-[4-[4-(2,2-diphenylethenyl)phenyl]-1,2,3,3a,4,8b-hexahydrocyclopent[b]indol-7-yl]ethenyl]-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
153443-35-7	Iodonium, diphenyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
189274-31-5	Methanaminium, N,N,N-trimethyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
202189-84-2	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, compd. with 2-methyl-2-propanamine (1:1)
213740-81-9	Iodonium, bis[4-(1,1-dimethylethyl)phenyl]-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
2267980-92-5	N-(2-Hydroxyethyl)-N,N-dimethyl-3-[(3-sulfohexyl)sulfonyl]amino]-1-propanaminium
341035-71-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, gallium salt
341548-85-4	Sulfonium, bis(4-methylphenyl)phenyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
350836-93-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, scandium(3+) salt (3:1)
38850-51-0	1-Propanaminium, N,N,N-trimethyl-3-[(1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoroethyl)sulfonyl]amino]-, inner salt
41184-65-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, neodymium(3+) salt (3:1)
41242-12-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, yttrium(3+) salt (3:1)
41242-12-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, yttrium(3+) salt (3:1)
421555-73-9	Sulfonium, (thiodi-4,1-phenylene)bis[diphenyl]-, salt with 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonic acid (1:2)
421555-74-0	Iodonium, bis[4-(1,1-dimethylpropyl)phenyl]-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
425670-70-8	Sulfonium, tris[4-(1,1-dimethylethyl)phenyl]-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
70136-72-0	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, zinc salt (2:1)
72033-41-1	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, compd. with N,N-diethylethanamine (1:1)
910606-39-2	Sulfonium, (4-methylphenyl)diphenyl-, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonate (1:1)
92011-17-1	1-Hexanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-, cesium salt (1:1)
スルホンアミド (Sulfonamides) ※	
85520-91-8	1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-Tridecafluoro-N-[3-(methylamino)propyl]-1-hexanesulfonamide
87988-56-5	N-Ethyl-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonamide

※ C₆F₁₃SO₂-の構造を持ち、PFHxSに分解する可能性がある物質

注) 出典情報として、オーストラリアにより例示的リストに追加された物質(13 February 2023)との記載あり。

3.1.2 POPs 候補物質に係る国内企業に対する調査及び検討

国内業界団体等に対して経済産業省が実施した在庫、使用中の製品・成形品、廃棄物に含まれる POPs を特定するための適切な戦略の策定及び実施の経験や遭遇した課題に関する情報の調査の結果に基づいて、POPs 条約事務局への情報提供資料案を作成した。

以下に作成した情報提供資料案（日本語及び英訳の併記したもの）の該当箇所のみ抜粋して示す。

在庫、使用中の製品・成形品、廃棄物に含まれる POPs を特定するための適切な戦略の策定及び実施の経験や遭遇した課題に関する情報提供資料案（抜粋）

A. Products and articles in use	Responses
1. Are you aware of any methods, strategies or approaches for identifying POPs in products and articles in use?	はい。 Yes.
2. Please provide a description of the methods, strategies or approaches.	(回答案) 日本の産業界では一般的に以下の手法等が主に用いられている。 ・ 製品中の含有化学物質の情報伝達ツール (chemSHERPA、IMDS など) ・ SDS ・ 企業独自の含有化学物質に関する調査票、グリーン調達基準書 Generally, the following methods are mainly used in Japanese industry: • Tools for transferring information on chemical substances in products and articles (e.g. chemSHERPA, IMDS); • SDS; and • Company-specific survey sheets on chemical substances in products and articles, and statements of Green Procurement Standards.
3. Please describe your experience in using those methods, strategies or approaches. Was it a one-time exercise, or was it performed periodically?	(回答案) 日本の産業界では一般的に取引ごとに又は定期的に製品中の含有化学物質に関する情報伝達を実施されている。 Japanese industry generally transfers information on chemical substances in products and articles with each deal or on a regular basis.
4. Have you identified POPs occurring as constituents of articles in use as per note (ii) of Annex A or B to the Convention? Please describe your experience.	(回答案) 日本では、POPs 条約の対象物質を国内法の規制対象とする際に、実態調査等や指導により、その在庫及び廃棄物の特定を行い、適切に管理されるように措置している。 In Japan, when the chemicals designated under the Stockholm Convention were brought within the purview of the domestic Law, their stockpile and waste were specified by survey of actual conditions and guidance, and they were managed appropriately.
B. Stockpiles and waste	Responses

1. Are you aware of any methods, strategies or approaches for identifying POPs in stockpiles and waste?	はい。 Yes.
2. Please provide a description of the methods, strategies or approaches.	(回答案) 日本の産業界では一般的に以下の手法等が主に用いられている。 ・製品中の含有化学物質の情報伝達ツール (chemSHERPA、IMDS など) ・ SDS、廃棄物データシート (WDS) ・ 企業独自の含有化学物質に関する調査票、グリーン調達基準書、廃棄マニュアル Generally, the following methods are mainly used in Japanese industry: • Tools for transferring information on chemical substances in products and articles (e.g. chemSHERPA, IMDS); • SDS and Waste data sheet (WDS) • Company-specific survey sheets on chemical substances in products and articles, statements of Green Procurement Standards, and the disposal manual.
3. Please describe your experience in using those methods, strategies or approaches. Was it a one-time exercise, or was it performed periodically?	(回答案) 日本の産業界では一般的に取引ごと又は定期的に製品中の含有化学物質に関する情報伝達が実施されている。 Japanese industry generally transfers information on chemical substances in products and articles with each deal or on a regular basis.
C. Labelling or marking	Responses
1. Do you have any experience in labelling or marking POPs in products and articles? (For example, for hexabromocyclododecane and pentachlorophenol). Please describe.	(回答案) PFOS や PFOA を含有する泡消火薬剤等について、厳格な管理の下で取り扱われるように、取扱い上の基準と譲渡提供時に表示すべき事項を定めている。 As for fire-fighting foams containing PFOS and PFOA, the technical standards and labeling matters at the time of transfer were prepared based on the relevant legislation to enable stringent control. PCB について、PCB 使用製品及び PCB 廃棄物を対象に保管時や収集・運搬時に PCB を使用・含有していることを表示するよう定めている。 As for PCBs, when storing, collecting or transporting PCB-

	containing products and PCB waste, it is stipulated to label that they are using or containing PCBs in accordance with the relevant legislation.
2. What are your views about a requirement to assist identification of POPs in products and articles in use by labelling or other means? Do you think it is feasible to implement such a requirement? How do you think it could be implemented in your country?	(回答案) POPs を含有する製品には、部品等の物理的に小さいものもあるため、すべての製品にラベリング等を求めることは現実的ではない。また、仮に製品内部の構成部品等にラベリングしても一般の消費者はラベルを見ることができないため、POPs 含有の情報伝達の手段とはならない。 As some products containing POPs, such as parts, are small in size, it is not realistic to require labelling, etc. on all products. Even if labels were to be placed on the internal components of a product, the general consumer would not be able to see them, and this would not be a mean of transferring information on POPs content. サプライチェーンを通じた含有化学物質情報の適切な情報伝達や、製品の廃棄時に当該製品が含有する POPs 等の情報が入手可能となるよう情報伝達が行われていれば、物理的なラベリングを行わなくても POPs による環境汚染防止対策は十分に実施可能であると考ええる。 If an appropriate information sharing and exchange through the supply chain on chemical substances in products and articles, and/or an information transfer on POPs in products and articles at the time of disposal are to be done, measures to prevent environmental pollution by POPs can be fully implemented without physical labelling.
D. Any other information	Responses
1. Please provide any additional information regarding experiences with, and challenges encountered in developing and implementing methods, strategies or approaches for identifying POPs in products and articles in use, as well as in stockpiles and wastes. Where applicable, provide information on the capacities and means of implementation in the relevant situations.	少量多品種やカスタム品などの複雑な成形品を扱うことが多い電気電子機器等の分野では、サプライチェーンが複数国にまたがり長くなる傾向がある。 In sector such as electrical and electronic equipment, where complex articles such as a wide variety of products in small quantities and customized products are often handled, supply chains tend to be long and span across several countries. こうした場合には、川上企業から川中・川下企業への情報伝達の流れや手段が長く複雑になるため、新たな化学物質について最終製品への含有情報を把握するためには、ある程度の時間を要することとなる。 In such cases, the flow and means of information transfer from

	upstream companies to midstream and downstream companies become longer and/or more complex. Thus, it takes some time to ascertain information on the content of newly regulated chemical substances in the final products.
--	--

3.1.3 今後提案される可能性のある化学物質に関する調査

今後の POPRC で新規に POPs 候補物質として提案される可能性のある化学物質については、これまでの新規提案国が EU 又は EU 加盟国が多かったことを踏まえると、欧州において、難分解性、生物蓄積性、有害性について評価された化学物質になる可能性が高いと考えられる。

そこで、POPs 条約の附属書掲載を検討されている物質のリストとそれらの検討状況を示す欧州化学品庁（ECHA）のホームページ¹⁴に「提案－準備中」として掲載されているオクタメチルシクロテトラシロキサン（D4）、デカメチルシクロペンタシロキサン（D5）、ドデカメチルシクロヘキサシロキサン（D6）の3つの環状シロキサンについて、国内外の規制措置や代替方法等に関する情報を収集し整理した。

(1) 国内の規制措置

D4、D5 及び D6 は、環状ポリアルキル（C 1 ～ 2 0）シロキサン（化審法官報公示整理番号 7-475）として、化審法における監視化学物質又は一般化学物質で、製造輸入数量の届出対象物質となっている。

D4 及び D6 は、化審法の監視化学物質（「長期毒性」の有無は不明だが「難分解性」及び「高蓄積性」を有している化学物質）に指定されている。監視化学物質の製造・輸入事業者には製造輸入数量や用途の届出義務があり、製造、輸入、使用等の状況からみて環境汚染が生ずるおそれがあると認められる場合には、製造・輸入事業者に対して長期毒性に関する調査を行うよう指示が出されることとなる。

(2) 海外の規制措置

ECHA のホームページに掲載された文書「POPs 条約に対する D4、D5 及び D6 の EU 提案」¹⁵（以下、「EU 提案文書」という。）によると、以下の欧州における規制が実施又は検討されている。

- D4、D5 及び D6 は、REACH 規則により SVHC に特定され、2018 年 6 月に認可候補リストに挙げられている。
- D4 及び D5 の洗い流すタイプの化粧品での使用は、2020 年 1 月 31 日から REACH 規則により制限されている。
- 消費者用及び業務用の製品中の D4、D5、D6 への REACH 規則による制限が欧州委員会

¹⁴ <https://echa.europa.eu/list-of-substances-proposed-as-pops>

¹⁵ European Union proposal to list Octamethylcyclotetrasiloxane (D4), Decamethylcyclopentasiloxane (D5) and Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6) in Annex B to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (<https://echa.europa.eu/documents/10162/96f7a576-20b1-a79b-2eac-3b772ae8e1d4>)

により審議中である。

(3) 代替方法等に関する情報

EU 提案文書には、D4、D5 及び D6 の代替に関する情報は記載されていなかったため、SVHC として制限候補物質に特定された際のパブリックコンサルテーションにおける業界団体等からの代替に関連する主な情報を収集、整理した。

英国の航空宇宙防衛産業界(UK Aerospace & Defence sector)からのコメントでは、D4 及び D5 は軍用および非軍用の接着剤室温加硫 (RTV) シーラント、接着剤、シリコーンゴム樹脂、埋込樹脂、封止剤に使用されており、航空宇宙／軍事用途で禁止または制限されて、適切な代替がすぐに入手できない場合には、英国の国家安全保障上の利益や他の同盟国の利益に悪影響を及ぼす可能性を指摘している。また、D4 と D5 を含む混合物が、航空宇宙／防衛産業でよく見られるように、認証または認定された用途に使用されるだけでなく、多様な製品ポートフォリオや関連する修理、保守、点検(MRO)作業で、より幅広い航空宇宙・防衛用途に使用されていると述べている。

欧州半導体産業協会 (ESIA : European Semiconductor Industry Association) からのコメントでは、以下の 2 つの用途で D4 が必要不可欠であるとして、POPs 条約への提案を決定する前に、すべての科学的評価、証拠、仮定を検討するために必要な時間を取るよう要請している。

- 先端半導体技術におけるトランジスタの誘電体層形成のための前駆体材料としての使用
- 半導体製造のクリーンルームでの重要な用途でのシリコーンポリマーの半導体産業における間接的使用

MedTech Europe (医療技術業界のための欧州の業界団体) からのコメントでは、以下のような医療機器に使用されるシリコーン混合物中に D4、D5 の残留可能性に言及し、環状シロキサンを完全に排除した製品の開発には時間がかかり、医療機器の設計変更により製品の再検証と市場承認申請書の更新が必要となる点を指摘している。

- カテーテル、注射器、注射針、シリコーン系接着剤を使用した創傷被覆材などのシリコーンコーティング
- 体外診断 (IVD) 医療機器 (例えばガスケット、エポキシ、コーキング、プリント回路基板のコーティング) に使用されるシリコーン

さらに、MedTech Europe は、D4 と D5 が、以下の医療製品に含まれる可能性についても言及している。

- 感染症、血液スクリーニング、がん、心臓、代謝、臨床化学の検査のための幅広い体外診断検査品又は混合物
- 体外診断会社が体外診断薬検査の準備のために購入する消泡液

医療製品の研究と製造を行うドイツ企業の G. Pohl-Boskamp GmbH & Company KG からの

コメントでは、アタマジラミ駆除剤の製造材料として使用するシリコン油の製造工程で D4、D5 又は D6 が不純物として混入しており、技術的に避けられないものであるため、D4、D5 又は D6 が混入していないシリコン油の入手が困難としている。

3.2 POPs 条約及び PIC 条約の関連会議における対応

3.2.1 第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11）

2023 年 5 月にジュネーブ（スイス）で開催された 3 条約合同締約国会議の会期間のうち、第 11 回 POPs 条約締約国会議（COP11）及び第 11 回 PIC 条約締約国会議（COP11）に関して、2023 年 5 月 1 日～5 月 5 日に静岡大学の金原和秀教授に国内有識者として参加いただいた。

参加いただいた金原和秀教授からの報告（以下、「金原報告」という。）に基づく締約国会議での検討状況などから、特に今後の POPs 条約への附属書掲載候補物質の検討に資する情報を抽出し、考察した。

金原報告によると、附属書への掲載に関連した議論の中で IPEN（International Pollutants Elimination Network）から製品への含有化学物質の表示（Labelling）が提案された。COP11 では、製品供給側である主に先進国では、実質的には全ての製品に表示することは難しいとする意見と、輸入側である主に発展途上国としては、環境保全等の観点から表示してほしいとする意見があり、結果としては COP11 では結論に至ることはできず、POPRC19（2023 年 10 月開催）において検討が行われることとなった。一方で、表示に関して前向きな方向性が示されたことが支持されて、本会議で検討対象となった物質の附属書への掲載について合意が得られている。

今回の表示に係る論点については、COP11 で検討が行われた物質のみに関係するものではなく、全ての POPs、ひいては全ての製品含有化学物質に関連するトピックである。含有化学物質の情報伝達については重要な課題であり、SAICM や 2023 年 9 月に採択された Global Framework on Chemicals – For a Planet Free of Harm from Chemicals and Waste でも、バリューチェーンを通じた製品含有化学物質の情報伝達等がターゲットとして掲げられていることから、COP11 において提案が行われたこと自体は必然的な流れである。

一方で、表示に関する議論が前進したことが附属書への掲載の合意につながっていることから、今後も附属書掲載の交換条件として様々な要請が提案される可能性がある。提案される内容によっては日本を含む製造側である少数の先進国と大多数の国という対立構造も想定される。今後もこのよう交換条件になりうる提案がなされる可能性があることを踏まえると、国際的な化学物質管理分野において、日本の発言が受け入れられるような取組みを提案していくことも一つの選択肢として考えられる。

3.2.2 第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会（POPRC19）

POPs 条約対象物質への追加を提案された候補物質を検討するために設置された第 19 回残留性有機汚染物質検討委員会(POPRC19)が、2023 年 10 月 9 日～13 日にローマ（イタリア）で対面形式で開催された。また、POPRC19 に先立ち pre-meeting が同年 9 月 18 日にオンラインで開催された。以下に POPRC19 の結果概要を報告する。

(1) 議事次第

POPRC19 の議事次第及び検討内容を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 POPRC18 の議事次第及び検討内容

議題		検討内容の概要	会議資料*
1	開会	2023 年 10 月 9 日（月）に開会した。	—
2	組織事項		
	(a) 議題の採択	事務局より提示された議題案を採択した。	1
	(b) 作業の構成	会合の暫定スケジュール等について確認。 必要に応じて Contact Group、Drafting Group 及び Friends of the Chair Group を設置し、検 討を進めることを確認した。	INF/1 INF/2
3	メンバー交代	2024 年 5 月からの新メンバー等に関する説 明があった。	INF/3
4	本委員会の作業に関連 する第 11 回締約国会 議の結果	2023 年 5 月 1 日～12 日に開催された COP11 の結果のうち、POPRC の作業に関する内容 について紹介があった。	INF/4
5	技術的課題		
	(a) リスク管理評価書案の検討		
	(i) 塩素化パラフィン （炭素数 14～17 で 塩素化率 45 重量% 以上のもの）	会期間作業グループが作成した塩素化パラ フィン（炭素数 14～17 で塩素化率 45 重 量%以上のもの）のリスク管理評価書案を 検討した。	2、INF/5、 INF/6、INF/7
	(ii) 長鎖ペルフルオロ カルボン酸 (PFCA)、その塩及 び関連物質	会期間作業グループが作成した長鎖ペルフ ルオロカルボン酸(PFCA)、その塩及び関連 物質のリスク管理評価書案を検討。	3、INF/8、 INF/9、INF/10
	(b) クロルピリホスの リスクプロファイル 案の検討	会期間作業グループが作成したクロルピリ ホスのリスクプロファイル案を検討した。	4、INF/11、 INF/12
	(c) 在庫、使用中の製 品及び成形品並びに 廃棄物に含まれる残 留性有機汚染物質	在庫、使用中の製品及び成形品並びに廃棄 物に含まれる残留性有機汚染物質に関する 作業方針等を検討した。	5、INF/13
	(d) 長距離移動性	長距離移動性に関する文書を検討した。	6、INF/14、 INF/15
	(e) PFOA、その塩及び PFOA 関連物質並 びに PFHxS、その 塩及び PFHxS 関連 物質に該当する物 質の例示的リスト	締約国等からの追加情報を踏まえて事務局 が修正した PFOA、その塩及び PFOA 関連物 質並びに PFHxS、その塩及び PFHxS 関連物 質に該当する物質の例示的リストを検討し た。	7、INF/16、 INF/17
6	会期間（POPRC19～	POPRC19 と POPRC20 の間に行われる会期	8

議題		検討内容の概要	会議資料*
	POPRC20) の作業計画	間の作業計画案を検討し、採択した。	
7	POPRC20 の開催日程及び開催場所	POPRC20 の開催日程及び開催場所を検討し、決定した。	-
8	その他の事項	POPRC メンバーによる提案はなかった。	-
9	報告書の採択	POPRC19 の報告書案を検討し、採択した。	-
10	閉会	2023 年 10 月 13 日（金）に閉会した。	-

* 会議資料は UNEP/POPS/POPRC.19/ の後の番号を記載

(2) 主な議題の検討結果の概要

以下に、POPRC19 の主な議題の検討結果を示す。

議題 5(a)(i) 塩素化パラフィン（炭素数 14～17 で塩素化率 45 重量%以上のもの）のリスク管理評価書案の検討

会期間作業グループが作成した塩素化パラフィン（炭素数 14～17 で塩素化率 45 重量%以上のもの）のリスク管理評価書案について、その内容を検討し、適用除外ありで附属書 A に掲載することを締約国会議に勧告することの是非が議論された。締約国会議への勧告に反対する意見はなかったことから、リスク管理評価書案を修正した上で、個別の適用除外ありで附属書 A に掲載すること締約国会議に勧告することが採択された。ただし、対象物質の範囲及び個別の適用除外の範囲に関する発言があり、POPRC20 までの間に対象物質の範囲や用途等に関する追加の情報収集が行われることとなった。

議題 5(a)(ii) 長鎖ペルフルオロカルボン酸(長鎖 PFCA)、その塩及び関連物質のリスク管理評価書案の検討

会期間作業グループが作成した長鎖 PFCA、その塩及び関連物質のリスク管理評価書案について、その内容を検討し、適用除外ありで附属書 A に掲載することを締約国会議に勧告することの是非が議論された。締約国会議への勧告に反対する意見はなかったことから、リスク管理評価書案を修正した上で、個別の適用除外ありで附属書 A に掲載すること締約国会議に勧告することが採択された。ただし、個別の適用除外の年限や範囲に関する発言があり、POPRC20 までの間に一部の用途等に関する追加の情報収集が行われることとなった。

その他、泡消火薬剤について、全ての分野において非フッ素泡消火薬剤による代替が技術的に可能であることが報告されていること、短鎖 PFAS 泡消火薬剤について、環境や社会経済的な悪影響が生じ得ることを踏まえて泡消火薬剤の交換を進めるよう締約国に対し求めること等の発言があり、リスク管理評価書に反映された。

議題 5(b) クロルピリホス

会期間作業グループが作成したクロルピリホスのリスクプロファイル案について、その内容を検討し、長距離にわたる自然の作用による移動の結果として、世界的規模の行動を正当化するような人の健康又は環境に対する重大な悪影響をもたらすかどうか議論された。

POPRC18 において争点となったクロルピリホスの長距離移動性及び残留性については、一部地域では残留性の基準を満たさないこと、環境中の濃度は低いため生物に悪影響を示すものではないこと等から、附属書 F に進むことを反対する意見が最後まであったが、最終的には附属書 E の結論について合意が得られ、附属書 F の段階に進むこととなった。

議題 5(c) 在庫、使用中の製品及び成形品並びに廃棄物中の POPs

COP11 において検討することが決定した在庫、使用中の製品及び成形品並びに廃棄物に含まれる残留性有機汚染物質に関して、情報収集を行う事項とその作業方針等について議論された。POPRC 後に修正された情報収集フォーマットの回覧が行われることとなり、それを踏まえた作業計画等が採択された。

議題 5(d) 長距離移動性

会期間作業グループが作成した長距離移動性のガイダンス案について、その内容を検討した。多くの参加者が会期間作業グループの作業に謝意を示すとともに、当該文書の重要性について発言があった。Living document として今後必要に応じて見直しを行うこととした上で、作成された文書が採択された。

議題 5(e) PFOA、その塩及び PFOA 関連物質並びに PFHxS、その塩及び PFHxS 関連物質に該当する物質の例示的リスト

締約国等からの追加情報を踏まえて事務局が修正した PFOA、その塩及び PFOA 関連物質並びに PFHxS、その塩及び PFHxS 関連物質に該当する物質の例示的リストを検討した。参加者の発言等を踏まえてリストを修正した上で、例示的リストを条約ウェブサイト公開することとなった。

3.2.3 第 19 回 PIC 条約化学物質検討委員会 (CRC19)

PIC 条約対象物質への追加を提案された候補物質を検討するために設置された第 19 回化学物質検討委員会(CRC19)が、2023 年 10 月 3 日～6 日にローマ（イタリア）で対面形式で開催された。なお、CRC19 の開催に先立ち、pre-meeting が 2023 年 10 月 2 日に同所にて開催された。以下に CRC19 の概要を報告する。

(1) 議事次第

CRC19 の議事次第及び検討内容を表 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 CRC19 の議事次第及び検討内容の概要

議題		検討内容の概要	会議資料*
1	開会	2023 年 10 月 3 日（火）に開会した。	—
2	組織事項		
	(a) 議題の採択	事務局より提示された議題案を採択された。	1/Rev.1
	(b) 作業の構成	会合のシナリオメモ、暫定スケジュールについて確	1/Rev.1/Add.

議題		検討内容の概要	会議資料*
		認。必要に応じて、Contact Group 及び Drafting Group を設置し検討を進めることについて説明があった。	1 INF/1 INF/2
3	ロッテルダム条約 COP11 における成果の報告	2023 年 5 月 1 日～12 日に開催された COP11 の結果のうち、CRC の作業に関する内容について紹介があった。	INF/28
4	メンバー交代	2024 年 5 月からの新メンバー等に関する説明があった。	INF/3
5	技術的課題		
	(a) 決定指針文書案の検討		
	(i) 臭化メチル	会期間作業グループにおいて作成された決定指針文書案について検討した。	3 INF/4
	(ii) パラコート	会期間作業グループにおいて作成された決定指針文書案について検討した。	4 INF/5
	(b) 最終規制措置通報の事前審査に関する事務局からの報告	最終規制措置 (Final Regulation Action, FRA) 通報の事前審査の実施状況について説明があった。	2
	(c) 最終規制措置の評価		INF/6 INF/7
	(i) ブロマシル	トルコ及びコスタリカからの通報について検討した。	5 INF/8 INF/9
	(ii) カルバリル	CRC18 に続きモザンビークからの通報について検討した。	6 INF/10 17/INF/8
	(iii) クロフェンビンホス	CRC18 に続きモザンビークからの通報について検討した。	7 INF/11 INF/12
	(iv) クロルピリホス	マレーシア、スリランカ、EU 及びトルコからの通報について検討した。	8 INF/13 INF/14 INF/15 INF/16
	(v) 五酸化二ヒ素	韓国及び EU からの通報について検討した。	9 INF/17 INF/18
	(vi) エチオン	モザンビーク及びトルコからの通報について検討した。	10 INF/19 INF/20
	(vii) 水銀	インドネシア、EU、トルコ及びコロンビアからの通報について検討した。	11 INF/21 INF/22 INF/23 INF/24
	(viii) メチダチオン	CRC18 に続きモザンビークからの通報について検討した。	12

議題		検討内容の概要	会議資料*
		討した。	INF/25
	(ix) チオジカルブ	CRC18 に続きモザンビークからの通報について検討した。	13 INF/26 INF/27
6	CRC20 の開催日程及び開催場所	CRC20 の開催日程及び開催場所について説明があった。	
7	その他の議題	PFOA の例示的リストについて改定案が提示された。	INF/29
8	報告書の採択	CRC19 の報告書案を確認し、採択した。	
9	閉会	10 月 6 日（金）に閉会した。	

* 会議資料は UNEP/FAO/RC/CRC.19/ の後の番号を記載

(2) 主な議題の検討結果の概要

ロッテルダム条約附属書 III 追加候補物質の検討に関して、以下に主な議題の検討結果の概要を示した。

決定指針文書案（DGD）

議題 5(a)(i) 臭化メチル

提案された DGD について検討を行い、修正された DGD が採択され、COP11 に送付されることとなった。

議題 5(a)(ii) テルブホス

提案された DGD について検討を行い、修正された DGD が採択され、COP11 に送付されることとなった。

最終規制措置

議題 5(b)(i) ブロマシル

トルコ及びコスタリカの通報について検討を行い、コスタリカについては附属書 II のクライテリアを全て満たすことが合意された一方で、トルコの通報については附属書 II のクライテリアを満たすとの合意に至らなかった。附属書 II のクライテリアを満たすことが合意されたのはコスタリカからの通報のみであるため、新たな通報があるまで本物質に関して検討しないことが決定した。

議題 5(b)(ii) カルバリル

CRC18 に続き、モザンビークの通報に係る検討を行い、附属書 II のクライテリアを全て満たすとの合意に至らなかった。この結果を踏まえて、次回 CRC20 にてモザンビークの通報について引き続き検討を行うこととなった。

議題 5(b)(iii) クロフェンビンホス

CRC18 に続き、モザンビークの通報に係る検討を行い、附属書 II のクライテリアを全て満たすとの合意に至らなかった。この結果を踏まえて、次回 CRC20 にてモザンビークの通報について引き続き検討を行うこととなった。

議題 5(b)(iv) クロルピリホス

マレーシア、スリランカ、EU 及びトルコの通報について検討を行い、マレーシア、スリランカ、EU については附属書 II のクライテリアを全て満たすことが合意された一方で、トルコの通報については附属書 II のクライテリアを満たすとの合意に至らなかった。この結果から、次回 CRC20 までに DGD を作成することとなり、DGD に関する会期間 DG (Drafting Group) が設置されることが決定した。

議題 5(b)(v) 五酸化二ヒ素

韓国及び EU の通報について検討を行い、EU については附属書 II のクライテリアを全て満たすことが合意された一方で、韓国の通報については附属書 II のクライテリアを満たすとの合意に至らなかった。附属書 II のクライテリアを満たすことが合意されたのは EU からの通報のみであるため、新たな通報があるまで本物質に関して検討しないことが決定した。

議題 5(b)(vi) エチオン

モザンビーク及びトルコの通報について検討を行い、トルコについては附属書 II のクライテリアを全ては満たさないことが合意された。モザンビークについては結論が出なかったため、次回 CRC20 にてモザンビークの通報について引き続き検討を行うこととなった。

議題 5(b)(vii) 水銀

インドネシア、EU、トルコ及びコロンビアの通報について検討を行い、EU 及びコロンビアについては附属書 II のクライテリアを全て満たすことが合意された一方で、インドネシア及びトルコの通報については附属書 II のクライテリアを満たすとの合意に至らなかった。この結果から、次回 CRC20 までに DGD を作成することとなり、DGD に関する会期間 DG が設置されることが決定した。

議題 5(b)(viii) メチダチオン

CRC18 に続き、モザンビークの通報に係る検討を行い、附属書 II のクライテリアを全て満たすとの合意に至らなかった。この結果を踏まえて、次回 CRC20 にてモザンビークの通報について引き続き検討を行うこととなった。

議題 5(b)(ix) チオジカルブ

CRC18 に続き、モザンビークの通報に係る検討を行い、附属書 II のクライテリアを全て満たすとの合意に至らなかった。この結果を踏まえて、次回 CRC20 にてモザンビークの通

報について引き続き検討を行うこととなった。

3.2.4 国内検討会議の開催

有識者による非公開の検討会議を2023年9月8日及び同年11月16日の2回開催し、POPRC19に向けて行われている会期間作業の動向・議論を踏まえ、POPRC19における対応について有識者の意見を聴取し、取りまとめるとともに、POPRC19の結果等を報告した。

(1) 第1回検討会議

2023年9月8日に開催した第1回検討会議においては、リスクプロファイル案の段階にあるクロルピリホスが「長距離にわたる自然の作用による移動の結果として、世界的規模の行動を正当化するような人の健康又は環境に対する重大な悪影響をもたらすかどうか」の議論、リスク管理評価書案の段階にある塩素化パラフィン（炭素数14～17で塩素化率45重量%以上のもの）並びに長鎖PFCA、その塩及び関連物質に関する議論とともに、プラスチック経由での移動を含めた長距離移動性に関する考察案に関する議論が主に行われた。

クロルピリホスのリスクプロファイル案のうち、発生源等の概要、残留性及び生物蓄積性について説明し、本物質が残留性及び生物蓄積性を有することについて合意が得られた。

塩素化パラフィン（炭素数14～17で塩素化率45重量%以上のもの）のリスク管理評価書案のうち、適用除外については日本からもいくつかの用途を対象とするよう要請していることを説明した。委員から提供された論文情報（製品に含有される本物質に関する調査結果等）を必要に応じてPOPRCに提供できるよう準備した上で、日本として、附属書Aの適用除外ありとして要望することとなった。

長鎖PFCA、その塩及び関連物質のリスク管理評価書案のうち、適用除外については日本からもいくつかの用途を対象とするよう要請していることを説明した。日本として、附属書Aの適用除外ありとして要望することとなった。

長距離移動性に関する考察案については、本考察案の作成ための会期間WGの共同議長である静岡大学の金原和秀教授から補足説明がなされた。本考察案の修正を必要とするような意見は出なかった。

(2) 第2回検討会議

2023年11月16日に開催した第2回検討会議においては、2023年10月に開催されたPOPRC19の結果概要に関する議論とともに、EUにおいてPOPs条約に新たに提案することを検討している環状シロキサンに関する議論が行われた。

POPRC19の結果概要のうち、附属書Aへの掲載を勧告することになった塩素化パラフィン（炭素数14～17で塩素化率45重量%以上のもの）については、POPRC19において議論になった定義の拡大（塩素化率42重量%の物質等も含めるか）について意見があった。同じく附属書Aへの掲載を勧告することになった長鎖PFCA、その塩及び関連物質については、適用除外として情報が不足していると判断された用途について意見があった。

EUにおいて検討されている環状シロキサン（D4、D5、D6）については、残留性及び生物蓄積性に関する情報について説明したが、特設委員からの指摘はなかった。

3.3 OECDにおける化学物質規制動向に関する調査

3.3.1 OECD/Chemicals and Biotechnology Committee(OECD 化学バイオ委員会)の公式・非公式会合

OECDにおける「化学物質管理に関する特別プログラム」等を監督し、ナノ材料、農薬、バイオサイドを含む様々な化学物質管理の改善・調和に向けた課題に取り組むために設置されたOECD化学品・バイオ技術委員会（CBC）の第4回委員会が2023年7月5～7日に、第5回委員会が2024年2月6～8日にハイブリッド形式で開催された。各会合の結果の概要を取りまとめた。

資料 1

クロルピリホスの発生源等の概要

クロルピリホスの発生源等の概要

1. エグゼクティブサマリー

- クロルピリホスは、1965 年に Dow Chemical 社によって初めて商業生産された。~~クロルピリホスの商業的な製造方法は多数報告されているが、一般的な方法は炭酸ナトリウムが存在下で 3,5,6-トリクロロ-2-ピリジノールとホスホロクロリドチオ酸ジエチルの反応である (ATSDR, 1997)。米国農務省の調査によると、クロルピリホスは 1995 年に米国で最も使用された殺虫剤であり、630 万ポンドが畑作に使用された (USA, 1996)。五大湖流域の 4 州（ウィスコンシン、イリノイ、インディアナ、ミシガン）では、1996 年のクロルピリホスの使用量は 145 万 6 千ポンドだった (USA, 1997)。~~
- 世界の総生産量に関するデータはないが、中国作物保護工業会 (CCPIA) のデータによると、2007 年以前の世界の使用量は年間約 1 万トンであった。
- ~~中国では毒性の強い 5 種類の有機リン系農薬の禁止後、クロルピリホスが主に使用されるようになり (Chen et al., 2012)、現在の世界の使用量は年間 5 万トンと推定 (CCPIA, 2022)。~~
- ~~Corteva (旧 Dow Chemical) が 2021 年末までにクロルピリホスの生産を終了すると発表してから、中国とインドがクロルピリホスの二大生産国であるとみなされている。~~
- クロルピリホスは有機リン系の殺虫剤として農業及び殺生物剤として非農業害虫の駆除に使用されている。ピーク時の 2008 年には、88 か国以上でクロルピリホス製品の使用が許可されていた。禁止や制限等の規制措置から欧州や北米等の一部の地域でクロルピリホスの製造量及び使用量は減少したが、住宅用のシロアリの防除を含め、世界の多くの国で依然として幅広い用途に使用されている。

2. 製造、流通、ストックパイル

- クロルピリホスは、1965 年に米国の Dow Chemical 社によって初めて商業生産された。クロルピリホスの商業的製造方法は多数報告されているが、一般的な方法は炭酸ナトリウムが存在下かつ塩基性条件下で 3,5,6-トリクロロ-2-ピリジノールをホスホロクロリドチオ酸ジエチルと反応させる方法である (ATSDR, 1997^b)。
- 世界の総生産量に関するデータはないが、2007 年以前は世界で年間約 1 万トン使用され、その後世界の推定生産量・使用量は年間約 5 万トンに増加 (CCPIA, 2022)。
- 中国では毒性の強い 5 種類の有機リン系農薬が禁止された後、クロルピリホスが殺虫剤の主流となった (Chen et al., 2012)。中国では 2016 年に野菜へのクロルピリホスの使用が禁止されたが、中国殺虫剤情報ネットワークによれば、**現在も 2020 年時点で中国における使用期限内のクロルピリホス単剤及び混合剤は 1,127 個登録されており、そのうち単剤は 556 個、混合剤は 502 個であり、これはアベルメクチン（1,651 個）、イミダクロプリド（1,362 品目）に次いで多い (AgNews, 2020)。**
- 現在、クロルピリホスの世界的な生産量から、中国とインドが二大生産国であるとみなされ

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

ている。

- インドにおける 2021 年のクロルピリホスの総生産量は 24,000 トンと報告されており、そのうち国内使用量は 11,000 トン、輸出量は 12,000 トン、備蓄量は 1,000 トンであった (PMFAI, 2022)。
- 中国におけるクロルピリホスの生産量と使用量に関するデータは提供されていない。しかし、2019 年には、合計 32,500 トンのクロルピリホスが中国から輸出されたと推定されている。主な輸出先は、ブラジル、ベトナム、インドネシア、タイであった。ただし、その後、ベトナム、インドネシア、タイでの使用は段階的に廃止されているか、またはその途上である。輸出額が多い製品は、クロルピリホス 97%TC (technical concentration)、クロルピリホス 40%EC (emulsifiable concentration)、クロルピリホス 95%TC であった。
- 米国におけるクロルピリホスの生産量は明らかにされていないが、米国での生産量は過去 25 年間で大幅に減少。1987~1998 年の米国におけるクロルピリホスの年間使用量は約 9,500 トン (US EPA, 2006)、2014~2018 年の年間使用量は約 2,300 トン (US EPA, 2020a) であると報告。
 - 住宅用処理剤として登録されていたクロルピリホス製品の大半は、1997 年から 2001 年の間に登録者によって自主的に撤廃又は段階的に廃止 (US EPA, 2006)。
 - ✧ カリフォルニア州などの州レベルでの規制、減産、代替製品の開発等により、使用申請が減少していると報告。
 - ✧ 近年、複数の製造業者が米国での生産を自主的に停止
- カナダでは生産量は報告されていない。全てのクロルピリホスの有効成分及び大半のクロルピリホスの最終使用製品は、2021 年に中止される前にカナダに輸入された。
 - カナダにおける 2020 年のクロルピリホスの年間販売量は、有効成分で算出すると 133 トン。
- オーストラリアは 2020~2021 年にクロルピリホス（製品／活性剤）2,131 トンを輸入したと報告 (Australia, 2022)。
- 2020 年に欧州連合でクロルピリホスの認可が更新されなかったことにより、欧州各国でのクロルピリホスの使用・~~生産~~・輸入が中止されたと予想。
 - 英国での使用量は近年顕著な減少を示しており、2016 年に報告された 17 トンを超えた使用量は 2020 年には 0.1 トン未満に減少していることが指摘。**これは、クロルピリホスの使用許可が 2020 年に撤回された結果である。**
 - **EU から各国へのクロルピリホスの輸出は依然として行われている(2022 年に 38 万 L 以上が輸出)**
- FAO によると、クロルピリホスは 2008~2015 年の間に、ヨーロッパ（セルビア、トルコ）、近東（レバノン）、アフリカ（ブルンジ、マラウイ、マダガスカル、セネガル）、ラテンアメリカとカリブ海（エクアドル）、アジア（タイ、バングラデシュ、ミャンマー、マレーシア）な

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

どの 12 の途上国や経済移行国が輸入した。2015 年のこれらの市場への輸入総量は、7,000 トン未満と推定 (European Commission, 2017)。2008~2015 年にかけて、これらの国への輸入総量は、一般的な傾向として輸入量が増加 (European Commission, 2017)。

- トルコの輸入量は、2008~2015 年の期間に明確な増加傾向。
- マレーシアとミャンマーの輸入量は、いくつかの年に若干の減少があったものの、この期間にわたって増加傾向。
- ブラジルでは、2009 年からピーク時である 2014 年の国内生産量は 1,467 トンから 12,989 トンへ増加し、その後生産量は減少したが、再度増加し始めた。
 - ◇ 2019 年に 9,679 トン、2020 年に 5,491 トン。
 - ◇ 2009~2020 年に輸入量は 8~6,441 トン、国内使用量は 2,449~16,452 トン。

3. 用途

- クロルピリホスは広く用いられている塩素化有機リン酸系殺虫剤で、芝生や観賞植物だけでなく、様々な作物の害虫駆除に使用 (John and Shaik, 2015~~EM & Shaik, 2015~~)。クロルピリホスを含む農薬製品は、トウモロコシ、大豆、アルファルファ、オレンジ、リンゴ、バナナ、小麦、クルミなど多くの農作物に使用登録されている (US EPA, 2020a; Foong et al, 2020)。さらに、クロルピリホス製品は、託児所の観賞用植物、ゴルフ場の芝生、木材処理剤、牛の耳標など、非食用部位での使用も登録されている。また、空中及び地上での蚊の成虫に対する殺虫剤の噴霧、ヒアリ駆除、ライム病などの病気を媒介する可能性のある一部のダニの種に対する使用など、公衆衛生としての用途もある (US EPA, 2020a)。
- 米国では 1987~1998 年の間に、年間約 9,500 トンのクロルピリホスが使用され、そのうち約 25%がトウモロコシに、25%がシロアリ防除に、12.5%が芝生に使用されたと推定 (US EPA, 2006)。米国 EPA の農薬プログラムの推計によると、2007 年時点でも米国内で最も使用された殺虫剤であった (US EPA, 2011~~Alavanja, 2013~~)。米国におけるクロルピリホスの住宅用途の廃止とシロアリ用途の段階的廃止を実施した結果、約 4,500 トンのクロルピリホスが市場から排除されたと推定される。2014~2018 年の間に、クロルピリホスの使用量は 2,300 トンまで減少し、主に大豆、アルファルファ、トウモロコシに使用され、総使用量の約 50%を占めていた。この推定値の中で、大豆は全散布量の約 25%を占めていた (US EPA, 2020a)。2021 年 8 月、米国 EPA は国内の全食品へのクロルピリホス製品の使用を停止した。米国 EPA は非食品用途について登録審査を進める予定である。
- 欧州委員会は 2020 年 1 月に施行規則 EU 2020/18 を採択し、EU 加盟国は有効成分としてクロルピリホスを含む植物保護製品の認可をすべて取り消した。欧州のいくつかの国では、以前よりクロルピリホスの使用を制限又は禁止していた。
 - オーストリアは 2020 年にすべての農薬使用を中止した (Austria, 2022)。
 - オランダでは 1971 年から広く使用されていたが、EU レベルでの使用禁止を受けて使用を中止し、代替殺虫剤の開発が進められている。

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

- スウェーデンとノルウェーでは、クロルピリホスは植物防護製品として認可されていない (Sweden, 2022, Norway, 2022)。
- ベラルーシでは、穀物、トウモロコシ、菜種、果物、野菜の処理に農業で使用されており、2018 年の総使用量は 64.6 トンであった (Belarus, 2022)。
- インドで 2021 年に生産されたクロルピリホス 24,000 トンのうち、11,000 トンが国内で使用 (PMFAI, 2022)。インドではクロルピリホスが多くの特定農業用途に承認されているとの報告あり。
- インドでは非農業用途として、建築前後におけるシロアリ被害からの建物保全、蚊の成虫とその媒介虫の防除においてクロルピリホス製品が使用されている。
- 米国ではクロルピリホスのシロアリ防除剤としての使用が 2000 年に段階的に廃止された。
- オーストラリアでは 2020 年に家庭菜園及び農業の組合せを含む製品のラベルの許可及び現存する製品の登録が抹消 (APVMA, 2020)。クロルピリホスの農業用途に関する再検討は現在進行中である。
- 他のいくつかの国でもシロアリ防除のためのクロルピリホスの使用は段階的に廃止されているが、インド、~~オーストラリアや、ザンビアやジンバブエなど~~アフリカの多くの国ではシロアリ防除剤として現在も使用されている (India, 2020; Rother, 2020)。
- ~~アフリカの数か国では、~~クロルピリホスは建物殺虫剤 (street pesticides) としての使用が報告されている (Rother, 2010; Rother, 2016)。
- 中国では 2017 年にいくつかの作物 (~~主に米、野菜、果物、綿~~) に適用された本物質の国内総消費量は 18,000 トン未満。一方で、中国では 2016 年 12 月からクロルピリホスの野菜への使用が禁止 (CCPIA, 2022)。
- ~~オーストラリアでは、毒性学、労働安全衛生、化学、残留、環境に関する懸念に基づいて、現在見直しが進められている (Australia, 2019)。~~

4. 環境への放出

- 農薬として使用された場合、クロルピリホスは環境に直接放出され、いくつかの経路を経てさらに分布する可能性がある。土壌粒子や堆積物に付着し、土壌から地下水に浸出し、流出した灌漑水を通じて水生環境に到達し、拡散や揮発によって空気中を移動 (Nandhini et al., 2021; Das et al., 2020; ~~Gebremariam et al., 2012; Otieno et al., 2012~~)。
- 製造時の環境への潜在的な排出を把握するためのデータは限られている。米国では、1,980 カ所の製造施設からのデータから、クロルピリホスの製造量 1 トンあたり 0.5 kg が大気中に放出されると推定され、世界の製造量が年間 5 万トンであることから、製造時の大気への放出量は最大 25 トンと推定されている (ATSDR, 1997b)。
- 2007~2017 年の間に欧州では、欧州汚染物質排出移動登録 (E-PRTR) に関する規則に基づいて報告されたクロルピリホスの水域への排出は、5 カ国で 24 回記録され、年間総排出量は ~~8.2~28~82~~ kg が記録。排出量の前年比は変動しているが、全体として減少傾向にあり、主な

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

排出源は都市部の下水処理場であることが示唆。2016 年、水枠組み指令（[Directive 2013/39/EC](#)）のデータセットレビューによると、クロルピリホスの排出値がゼロを超えたのは 9 カ国であった。しかし、農業活動による汚染物質の排出を報告したのは 1 カ国だけで、3 カ国は河川負荷による汚染物質の排出を報告した。

- クロルピリホスは、散布時の飛散や土壌との接触により、散布から数ヶ月後までの流出水として地表水を汚染する可能性がある。入手可能なデータでは、クロルピリホスの流出は一般に、流出水への溶出ではなく、侵食された土壌への吸着を介したものがほとんどである。

5. 結論情報の統合（発生源等に関連する部分のみ抜粋）

- 禁止や制限などの規制措置により欧州や北米等の一部の地域でクロルピリホスの生産量及び使用量は減少したが、住宅用途（residential applications）を含め、世界の多数の国で依然として幅広い用途に使用されている。
- ~~クロルピリホスは、1965 年に Dow Chemical 社によって初めて商業生産された。クロルピリホスの商業的製造方法は多数報告されているが、一般的な方法は炭酸ナトリウムが存在下などの塩基性条件下で 3,5,6-トリクロロ-2-ピリジノールとホスホロクロリドチオ酸ジエチルを反応させる方法である（ATSDR, 1997）。~~
- ~~世界の総生産量に関するデータはないが、GCPIA（2022）のデータによると、2007 年以前の世界の使用量は年間約 10,000 トンであった。~~
 - ~~中国では毒性の強い 5 種類の有機リン系農薬の禁止後、クロルピリホスが殺虫剤の主流となり（Chen et al., 2012）、現在の世界使用量は年間 5 万トンと推定されている（GCPIA, 2022）。~~
 - ~~現在、中国とインドが世界的にクロルピリホスの二大生産国であるとみなされている。~~
- ~~有機リン系殺虫剤に属するクロルピリホスは、農業用殺虫剤及び非農業害虫の防除剤として広く使用されている。2008 年には、88 カ国以上で使用が許可されていた。~~
 - ~~欧州連合では、欧州委員会決議（2007/565/EC）により、殺生物剤としての使用は 2008 年までに段階的に廃止された（European Union, 2007）。~~
 - ~~米国環境保護庁は 2000 年に非農業用途の大半を段階的に廃止することを決定した（US EPA, 2006）。~~
 - ~~他の国もクロルピリホスを禁止している。しかし、殺生物剤（建物でのシロアリ駆除等）として、一部の国でまだ使用されている。~~

6. 引用文献

APVMA (2020). Gazette No. 15, Tuesday, 28 July 2020. A. a. V. Chemicals, Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority.

ATSDR (1997b). Toxicological Profile for Chlorpyrifos, U.S. Department of Health and Human Services.

AgNews (2020). With Corteva Agriscience ending its production of chlorpyrifos, how many market

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

opportunities will manufacturers still have? AgNews.

~~Alavanja, M.G.R., Ross, M.K., Bonner, M.R. (2013). Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure', Cancer Journal for Clinicians vol 63, pp 120-142.~~

~~Australia. (2019). Reconsideration Work Plan Chlorpyrifos. Australian Government Retrieved from <https://apvma.gov.au/node/50241>.~~

Chen, C., Y. Qian, X. Liu, C. Tao, Y. Liang and Y. Li (2012). "Risk assessment of chlorpyrifos on rice and cabbage in China." Regulatory Toxicology and Pharmacology 62(1): 125-130.

Das, S., K. J. Hageman, M. Taylor, S. Michelsen-Heath and I. Stewart (2020). "Fate of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, in leaves, soil, and air following application." Chemosphere 243: 125194.

European Commission, E. Directorate-General for, R. Whiting, J. Kreißig, Y. Beltran Mondragon, O. Power, A. Joas and T. Sun (2017). A study on the effect of listing of chemicals in Annex III to the Rotterdam Convention : final report, Publications Office.

~~European Union. (2007). 2007/565/EC: Commission Decision of 14 August 2007 concerning the non-inclusion in Annex I, IA or IB to Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market of certain substances to be examined under the 10-year work programme referred to in Article 16(2) thereof (notified under document number C(2007) 3846). Official Journal of the European Union, L 216, 21.08.2007, p. 17-21.~~

Foong, S. Y., N. L. Ma, S. S. Lam, W. Peng, F. Low, B. H. K. Lee, A. K. O. Alstrup and C. Sonne (2020). "A recent global review of hazardous chlorpyrifos pesticide in fruit and vegetables: Prevalence, remediation and actions needed." Journal of Hazardous Materials 400: 123006.

~~Gebremariam, S. Y., Beutel, M. W., Yonge, D. R., Flury, M., Harsh, J. B. (2012). Adsorption and desorption of chlorpyrifos to soils and sediments. Reviews of environmental contamination and toxicology, 215, 123-175. doi:10.1007/978-1-4614-1463-6_3.~~

India (2020). Major Use of Pesticides (Registered under the Insecticides Act, 1968): (UPTO - 31/01/2020), Ministry of Agriculture & Farmers Welfare Department of Agriculture, Cooperation & Farmers Welfare Directorate of Plant Protection, Quarantine & Storage.

John, E. M. and J. M. Shaik (2015). "Chlorpyrifos: pollution and remediation." Environmental Chemistry Letters 13(3): 269-291.

Nandhini, A. R., M. Harshini and S. N. Gummadi (2021). "Chlorpyrifos in environment and food: a critical review of detection methods and degradation pathways." Environmental Science: Processes & Impacts 23(9): 1255-1277.

~~Otieno P.O., Schramm, K.W., Pfister, G., Lalah, J.O., Ojwach, S.O. (2012). Spatial distribution and temporal trend in concentration of carbofuran, diazinon and chlorpyrifos ethyl residues in sediment and water in Lake Naivasha, Kenya. Bull. Environ. Contam. Toxicol. (DOI 10.1007/s00128-012-0529-7).~~

Rother, H.-A. (2020). Termicide application of chlorpyrifos in African States.

US EPA (2006). Reregistration Eligibility Decision (RED) for Chlorpyrifos: Office of Pesticide Programs: 260.

US EPA (2020a). Chlorpyrifos Proposed Interim Registration Review Decision Case Number 0100, Docket Number EPA-HQ-OPP-2008-0850.

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

資料 2

クロルピリホスの残留性等の概要

クロルピリホスの残留性等の概要

1. エグゼクティブ・サマリー（残留性に関連する部分のみ抜粋）

- クロルピリホスの環境中での分解半減期は、散布量、生態系の種類、土壌または堆積物の特性、及び温度などの環境要因によって、数日から数年（シロアリ防除の場合）の範囲である。
- 北極及び南極のモニタリングデータから、クロルピリホスは遠隔地まで長距離移動する。クロルピリホスの分解は温度に依存するため、~~これらの比較的寒い~~地域では長期間にわたり残留することが予想される。北極圏では、あらゆる媒体からクロルピリホスが頻繁に検出されることもクロルピリホスの残留性を裏付けている。さらに、北極及び亜北極の湖の年代測定された堆積物コアからクロルピリホスが検出されている (Landers, 2008)。
- クロルピリホスは~~ストックホルム条約の基準から、~~一部の環境下では難分解性であると考えられる。

2. 残留性

- ~~クロルピリホスは好気的条件及び嫌気的条件において土壌中で徐々に分解。水溶性は低く、土壌への結合力は高い。浸出及び吸脱着に関する情報から、土壌又は堆積物中のクロルピリホスはほとんど移動しない (Spain 2017a, 2017b, US EPA, 2006)。~~
- クロルピリホスの環境中での分解半減期は数日から数年であり、散布量、生態系の種類、土壌または堆積物の特性、温度などの環境要因など、幅広い要因に依存する。
 - ~~➤ 水溶性は低く、土壌結合能は高く、 K_{oc} 値は2,785~31,000であり、クロルピリホスは土壌中で不動又はわずかに移動すると思われる (PRMA, 2019)。~~
 - ~~➤ クロルピリホスは、散布時にスプレードリフト（散布時に起こる漂流飛散）を介して、または土壌に吸着して、散布後数ヶ月で流出水となって地表水を汚染する可能性がある。~~
 - ~~➤ 利用可能なデータは、ほとんどのクロルピリホスの流出が、一般に流出水への溶解ではなく、浸食土壌への吸着を経由していることを示している。~~

2.1. 環境分布及び非生物的な分解

- 蒸気圧及びヘンリー定数から、クロルピリホスは準揮発性（semi-volatile）があり、揮発が環境での拡散プロセスに関与していると判断される。
- 米国では、2011年からカリフォルニア州農業規制局の大気モニタリングネットワークが構築されている。特定の郡における各季節での大気モニタリングと、カリフォルニア州の主要な農業地域に位置する地点で年間を通じて週1回の無作為な大気サンプリングの両方が実施され、クロルピリホスは様々な地点で定期的に検出 (California Department of

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

Pesticide Regulation, 2018)

- クロルピリホスの光分解は主要な分解経路ではない。加水分解はアルカリ性条件下では pH に依存し、酸性条件下では pH に依存しない (Mackay et al., 2014)
 - pH<5 で加水分解による半減期は 16~210 日
 - pH>9 で加水分解による半減期は 0.1~10 日
- 複数の研究での報告から揮発による損失が大きい (e.g. Schimmel et al., 1983)
- 土壌からの溶出挙動に関する報告例において、2.5 cm 以下の土壌層や浸出水中から放射性物質を用いたクロルピリホスが 1% 以上検出された研究報告はなかったことから、クロルピリホスが土壌に強く結合していることが示唆 (Spain 2017)
- クロルピリホスは、K_{oc} が 2,785~31,000 の範囲であるため、土壌中では非移動性からわずかに移動性があると予想 (PMRA, 2019)

2.2. 生分解

2.2.1. 水

- 評価した全ての研究において、揮発による散逸が大きく寄与しているため、信頼性のある水中での分解半減期のデータは収集できなかった。
- クロルピリホスの水からの主な散逸経路は揮発と底質への分配 (10-52%) (NRA, 2000; Australia, 2022)
- 分解性試験で残存したクロルピリホスの推定半減期が 75 日 (8°C) であったことが認められれば、これは附属書 D の水中半減期 2 ヶ月以上という基準を超えており、クロルピリホスは 8°C の外洋水中で難分解性であると推定 (Swales, 2003)
- ~~クロルピリホスの水中での分解に関する報告 (Spain, 2017b)。~~
 - ~~表流水での半減期: 21 日、46 日 (OECD TG 309、推定値、好気性、22°C) (Gassen, 2015)~~
 - ~~未変化体の最大 28.5% が培養期間中に水層からの蒸発により試験系から徐々に失われた~~
 - ~~50% の損失は分解のみを意味するのではなく、分解だけでなく揮発による損失も含む散逸を意味している~~
 - ~~フォローアップ試験では、40 日目に揮発性有機炭素トラップに 95.7% までの放射性物質 (同位体標識したものかと思われる) が検出され、100% の未変化のクロルピリホスであった~~
- ~~クロルピリホスの散逸は主に表層水からの揮発による (Gaviezel, 2015)。~~
 - ~~61 日間の培養後、標識された放射性物質 (AR) の 58.6% 及び 64.4% に相当~~
 - ~~試験終了時には、1.7% 未満が CO₂ に無機化~~
- ~~3 つの海水を用いた止水式試験系での半減期は 45 日 (河口域、15°C)、35 日 (沿岸、~~

無印: POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献: 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

~~12°C)、75 日（外洋、8°C）と推定 (Swales, 2003)~~

~~➤ ¹⁴C は急速に減少し、水中での生物分解ではなく、実質的に揮散することが指摘された。トラップは使用されなかった。~~

~~➤ 20°Cにおけるヘンリー定数を 1.1 Pa・m³/mol とすると、これらの観測結果は妥当。~~

- ~~● 蒸留水を入れた開放ビーカーでの実験室での半減期：8~24 時間 (Schimmel et al., 1983)~~

~~➤ 加水分解としては短すぎることから、揮発を反映していると考えられる。~~

~~➤ 50 ppb の溶液 10 L を 80 mL/min で通気すると、24 時間後には適用量の 15%未満しか残らなかった。~~

- ~~● 通気した海水溶液を入れた瓶に取り付けた樹脂トラップから標識されたクロルピリホスの 63%が回収されたことが有力な証拠になる (Schimmel et al., 1983, Racke 1993, Australia, 2000a)。~~

- ~~● 環境条件下での自然水における散逸半減期は約 4~10 日（幾何平均 5 日） (Mackay et al., 2014)~~

~~➤ 屋外試験や開放試験系では、上記に詳述したように揮発が全体の散逸にかなり寄与するため、屋外系での試験結果は分解による半減期と関連性がないと推測。~~

参考）化審法におけるクロルピリホスの分解度点検結果を下表に示す。難分解性であると判定されているが、詳細な試験条件については確認できなかった（J-CHECK）。

表 化審法の分解度試験結果（J-CHECK より）

被験物質名称	チオりん酸 O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)（別名クロルピリホス）
CAS 番号	2921-88-2
官報公示整理番号	5-3724
判定	難分解性
分解度（BOD）	0.2%
分解度（GC）	9.3%
試験法/試験条件	試験法：告示に基づく※ 試験条件：未記載

※告示とは、「微生物等による化学物質の分解度試験」（環保業第 5 号、薬発第 615 号、49 基局第 392 号）をいう。

2.2.2. 土壌

- クロルピリホスの分解経路と分解速度の評価については、公表された論文や登録のために実施された独自の研究など数多くの研究がある。
- 物質収支、回収率、損失、有効性基準に関する情報は Spain（2017）及び PMFAI（2022）に記載。
- クロルピリホスは土壌中で好気性及び嫌気性条件下で緩やかに分解されるが、半減期は

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

実験室及び環境の条件によって異なる (Spain, 2017; US EPA, 2006)。

- ~~研究の多くは OECD TG 307 に従って実施 (OECD, 2002)~~
- ~~米国のガイドラインや Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) ガイドラインのような古いガイドラインにも準拠~~
- ~~マスバランス、回収率、損失、有効性基準に関するその他の情報の詳細を含む独自の研究の要約は、European Union RAR 等に記載 (Spain, 2017b)~~

2.2.3. 実験室での試験 ~~—分解速度~~

- 様々な温度における温帯から熱帯地域の土壌中の分解半減期は 6~224 日。
- 土壌中の主要代謝物である 3,5,6-トリクロロ-2-ピリジノール (TCP、最大平均濃度は 14.8~59.7%) は土壌への吸着が弱く、移動性が高く (Koc : 27~389)、pH が高くなるにつれて移動性は高くなる。
- 水分含量の少ない土壌や低温での実験では分解が減少。主土壌中のクロルピリホスの主な分解生成物は TCP ~~(試験物質の最大 40%)~~。
- ~~4 つの主土壌で分解経路と分解速度の研究を実施 (De Vette and Schoonmade, 2001, B. Glark, 2013)~~
 - ~~分解速度論は Abu (2015) が FOCUS 分解速度論 (FOCUS, 2006) に従って再評価。~~
 - ~~分解半減期 : 5.96~110.3 日 (20°C)~~
- ~~他の研究でも主土壌における分解半減期 : 11-141 日 (Bidlack, 1979)~~
 - ~~比較可能なように、より温和な地域で予想される分解を反映するために、分解半減期を 12°C で標準化した列が盛り込まれている。~~
- ~~主土壌における分解は温度依存性 (Getzin, 1981)~~
 - ~~空気乾燥した主土壌 (シルトローム) の分解半減期 : 42 日 (35°C)、91 日 (25°C)、175 日 (15°C)~~
 - ~~これらはストックホルム条約附属書 D の基準値よりわずかに低い値~~
 - ~~研究著者らは、「殺虫剤を添加する前に主土壌を空気乾燥させることで、殺虫剤を分解する能力を持つ生物種 (微生物群) の活動が乱れ、16 週間の培養期間の初期に殺虫剤を代謝することができなくなった可能性がある。(Getzin 1981)」としている。~~
 - ~~微生物活性の高い主土壌での分解半減期 : 4 週間 (粘土ローム)、12 週間 (シルトローム主土壌)~~
 - ~~滅菌主土壌での分解半減期 : 25 週間 (粘土ローム及びシルトローム主土壌)。~~
 - ~~北極環境の気温である 5°C では主土壌での分解半減期は 50 週間程度と予想され、温度を 10°C 下がるごとに分解半減期は約 2 倍になる (Getzin, 1981)~~
 - ~~Racke ら (1994) も 10°C 下がるごとに分解半減期が 2 倍になると報告。~~
- ~~マレーシアの湿潤熱帯主土壌 3 種におけるクロルピリホスの分解を検討 (Chai et al., 2013)~~

無印 : POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献 : 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~分解半減期: 49.5~120 日 (乾燥土壌)、63.0~124 日 (湿潤土壌、重量水分率 61~68%)~~
- ~~湿った土壌で最も速く分解。~~
- ~~分解は温度が高いほど顕著に進行し、クロルピリホスの投与量が多いほど分解は進行しなかった。~~
- ~~クロルピリホスは土壌に強く結合し、土壌中で K_{oc} 値は 2,785~31,000 (Canadian Proposed Re-Evaluation Decision (PRVD2019-05))~~
- ~~分解過程はアルカリ性土壌では加水分解の影響を受け、酸性土壌では加水分解と生分解の影響をうけると予想。~~

2.2.4. シロアリ防除に用いられる使用量におけるクロルピリホスの分解

- 1,000 mg/kg の散布量における土壌中での分解半減期は 175~1,576 日 (25°C、米国の 5 つの土壌) (Racke et al., 1994)
- 散布量は、農耕地への散布が 0.28~2.24 kg/ha であるのに対し、シロアリ用の土壌トレンチ散布では 392 kg/ha とされている。
- 高い散布量でクロルピリホスの分解性が低下するのは、生分解性をもつ微生物に対してクロルピリホスの毒性が影響している可能性があるため。
- ~~クロルピリホスの土壌分解に関する多数の研究が整理され、評価された (Giesy et al., 2014)。~~
 - ~~これは主に Racke (1993) によるレビューに依拠している。~~
 - ~~すべての経路を介した土壌からの散逸の半減期: 1.1~1,576 日~~
 - ~~最大の半減期は、最も高い適用率 (シロアリの防除に用いられる適用率を再現するための試験で 1,000 mg/kg まで) で報告。~~
 - ✧ ~~これらの結果は、1,000、100、10 mg/kg の散布量に対して 385 日、155 日、41 日の半減期であった他の研究でも確認 (Murray et al., 2001)。~~

2.2.5. フィールドスタディ

- クロルピリホスの散布後、土壌表面 (24~48 時間以内に最大 25%) 及び植物表面 (24~48 時間以内に 80%) から損失することについて、揮発が大きく寄与すると予想 (NRA, 2000; Australia, 2022)
- ジャガイモ作物の圃場実験における気象条件の特徴を利用した揮散性の調査 (Leistra et al., 2006)
 - クロルピリホスの累積揮散量は散布量の約 65% と推定。
- ~~一般に、野外試験における半減期は、実験室での試験よりも低い。しかし、フィールドスタディでは、試験は閉鎖系で行われず、揮発などによる損失は考慮されない。そのため、半減期は分解ではなく散逸を指すことに留意する必要がある (Mackay et al., 2014)。~~

無印: POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献: 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~野外試験での分解半減期：2～56 日 (PRMA, 2019)~~
- ~~3つの土壌及び4つの土壌での散逸半減期：0.3～89 日 (Old, 2002a, 2002b, 2002c)~~
- ~~インドでは、独自研究、公表研究など様々な現地調査が行われ、散逸半減期は0.44～16 日 (Menon et al., 2004; Vijyalakshmi et al., 1996; Balasubriam et al., 1995 and 1996; Sardar et al., 2005; Upendra Kumar et al., 2017)。~~
 - ~~気象条件を考慮したジャガイモの圃場実験でも確認 (Leistra et al., 2006)~~
 - ~~米国での生物学的評価で引用された DOW の独自研究では、標識されたクロルピリホスの約 28%が最初の 24 時間以内に揮発することが観察。~~

2.2.6. 好気性及び嫌気性分解

- 実験室での好気性水-底質分解試験で報告されたクロルピリホスの半減期は、水-底質系全体で 22～58 日である。多くの場合、底質のみの半減期を推定することはできない。
- ~~嫌気性条件下では半減期はより長く、最長 171 日 (Bidlack, 1979)~~
- ~~実験室において、嫌気性条件下 (湛水) と好気性条件下 (30 日間)、好気性条件後に嫌気性条件下で稲作に使用する 2 つの土壌でクロルピリホス分解を比較 (未発表、Bidlack, 1979)。~~
 - ~~粘土質の土壌での分解半減期：107 日 (好気性)、51 日 (嫌気性)、58 日 (好気性/嫌気性)~~
 - ~~ローム質土壌での分解半減期：11 日 (好気性)、39 日 (嫌気性)、15 日 (好気性/嫌気性)~~

2.2.7. 堆積物・底質

- クロルピリホスは、使用地域及び遠隔地において数十年前の堆積物コアから検出 (Landers et al., 2008; Sun et al., 2018)
- クロルピリホスは底質や懸濁物質に強く吸着 (Readman et al., 1992; Dabrowski et al., 2002; Gebremariam et al., 2012)
 - 堆積物の特性により、吸着と脱着の程度は異なる可能性がある。
 - 吸着により微生物による吸着物質の利用可能性を低下させることから、分解プロセスに大きな影響を与える可能性あり。
 - クロルピリホスの吸着は、土壌や底質中の有機炭素含有量と強い相関がある。
 - ◇ 有機炭素量に基づいて標準化したクロルピリホスの分配係数(K_{oc})の平均値(中央値)は、土壌で 8,163 L/kg (7,227 L/kg)、底質で 13,439 L/kg (15,500 L/kg) (Gebremariam et al., 2012)
 - ◇ Mackay (2014) は K_{oc} を平均 8,500 と記載
 - ◇ カナダ保健省ペスト管理規制局の再評価決定書案 (PMRA 2019)は K_{oc} 2,785～

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

31,000 と記載

- ATSDR (1997) により「表流水から揮発可能なクロルピリホスの量は、沈殿物の吸着によって減少する。クロルピリホスは、有機炭素-土壌収着係数 (K_{oc}) の範囲が 973~31,000 であり、土壌コロイドに対して強い親和性を持っている」と報告
 - このプロセスは残留性に寄与し、多量のクロルピリホスが水から懸濁物等の粒子状物質へ移行する可能性があることを示唆。
 - このようなメカニズムにより、地下水や地表水中でのクロルピリホスに関する多くの知見が説明可能。
- ~~OECD TG 308 の採用前に使用されていた BBA Part IV Section 5-1 に従って、水-底質の試験を実施 (Reeves and Mackie, 1993, Spain, 2017b)。~~
 - ~~Brown Carrick Sediment の砂質ロームと Auchingilsie Sediment の粘土質ロームを使用。~~
 - ~~回収率が低いためこの研究は完全に有効とは言えないが、一つの指標にはなる。~~
 - ~~クロルピリホスは好気的な水条件下で分解し、半減期：22 日 (砂質ローム)、51 日 (粘土ローム)。~~
 - ~~90% 分解値：72 日 (砂質ローム)、168 日 (粘土ローム)。~~
 - ~~水層での散逸はより速く、半減期：3 日 (砂質ローム)、6 日 (粘土ローム)。~~
 - ~~これは底質への吸着、揮発、分解のいずれかだと推測。~~
 - ✧ ~~相当量の放射性標識された物質が試験系から消失。~~
 - ✧ ~~放射性標識された物質は、接続された PVC チューブで一部保持されただけであつた。この放射性標識された物質は揮発性クロルピリホスと同一。~~
 - ✧ ~~試験中、低濃度の $^{14}\text{CO}_2$ (全体の 1% 未満) が生成。~~
 - ✧ ~~主な分解生成物は TCP であり、砂壌土 Total system では 0 時間で最大 16.86%、粘土壌土 Total system では 100 日で 9.89% AR を占めた。~~
 - ~~その他の研究で、クロルピリホスが水ではなく底質 (シルト質粘土ローム) に適用され、同様にかなりの量の放射性物質が損失 (Kennard, 1996)。~~
 - ✧ ~~試験系 (底質及び水) における半減期：30.5 日~~
 - ✧ ~~$^{14}\text{CO}_2$ への無機化はごくわずかしか観察されなかった~~
 - ✧ ~~主な分解生成物は TCP であり、培養期間終了時 (36 日) の試験系における標識された放射性物質は最大で 44% を占めた。~~
 - ~~2 つの底質/水の試験系でも試験された (Kang, 2015)。~~
 - ✧ ~~英国の Galwich Abbey 湖、Swiss 湖から採取された底質~~
 - ✧ ~~好気性条件下で最大 150 日間、堆積物/水の比率が 1:3 で、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の暗所で培養され、設定濃度 0.50 mg/L の ^{14}C で標識されたクロルピリホスが投与。~~
 - ✧ ~~この研究の生データは Abu (2015) により再評価され、系全体の半減期：30.7~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

~~日、58.3日と推定。~~

- ~~米国カリフォルニア州南部の 2 つの小川から採取した都市部の底質での分解試験 (Bondarenko and Gan, 2004)~~
 - ~~好氣的条件下での半減期：20.3 日、23.7 日~~
 - ~~嫌氣的条件下での半減期：223 日、57.6 日~~
 - ~~半減期は 1 次分解反応速度論に基づき、複数の時点の濃度測定値から算出~~
 - ~~本研究は天然の底質を原水ではなく脱イオン水で補給し、マスバランスは報告されず、揮発による潜在的損失は考慮されなかった。~~
- ~~海水/底質の比較分解試験において、半減期は 24 日と報告 (Schimmel et al., 1983)。~~
 - ~~10 g の底質、100 mL の海水溶液を使用~~
 - ~~ホルマリン処理 (無菌処理) した主砂を用いた対照試料では、28 日後にクロルピリホスの顕著な損失は観察されなかった。このことから著者らは微生物による分解であると結論づけた。~~
- ~~クロルピリホスの半減期は、屋外の海水溶液の曝露では屋内実験よりも短かった (太陽光に曝された系で半減期 4.6 日)。海水からのクロルピリホスの揮発率は高いが (最大 63%)、試験系内に主砂が存在する場合には、その損失は無視できる程度。~~

2.3. 残留性に関するその他の根拠

- クロルピリホスの環境分解半減期は、生態系の種類、土壌や堆積物の特性、温度等の環境要因によって、数日~200 日以上の幅 (Gebremariam et al., 2012)
- 北極圏のモニタリングデータから遠隔地への長距離移動性が示唆 (資料 5-4 参照)。
 - クロルピリホスの分解は温度依存性があり、北極域では長期間にわたり残留すると想定。
 - 北極圏では様々な媒体でクロルピリホスが高頻度で検出され、残留性が裏付けられる。
- 米国の下記の地域における年代測定済みの堆積物コアから総クロルピリホス (異性体を含む) が測定 (Landers et al., 2008)
 - ~~米国西海岸の 3 つの公園 (ワシントン州及びカリフォルニア州)~~
 - ~~60 度線以北のアラスカの 3 つの公園~~
 - ~~ロッキー山脈の 2 つの公園 (コロラド州とモンタナ州)~~
- クロルピリホスは一部の環境において残留性があると推定
- ~~EU 承認に向けた評価報告書案 (Spain, 2017b)は、主壤浸出の挙動 (カラム浸出研究) に関する研究が挙げられている (Reeves & O' Connor, 1994a, 1994b; Pike and Getzin, 1981; Racke, 1993; Fenoll et al. 2011; Rani et al., 2014)。~~
 - ~~クロルピリホスは主壤中で移動せず、地下水への溶出が起こりにくいことを示唆。~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~一方で近年の研究では、クロルピリホスが高い吸着能を有するにもかかわらず、地下水で検出。~~
- ✧ ~~トルコの地中海沿岸で採取された地下水及び表流水サンプルの大半から検出 (Tuncel et al., 2008)。~~
- ✧ ~~ブラジルのリオグランデ・ド・スル州の飲料水用井戸水試料では、クロルピリホスの検出頻度が地表水試料の検出頻度を上回った (Bortoluzzi et al., 2007)。~~
- ✧ ~~オーストラリアの井戸水からも多くのクロルピリホスが検出 (Wightwick & Allinson, 2007)。~~
- ✧ ~~土壌や堆積物からのクロルピリホスの脱着は少ないが、重要であることを明らかにした (Gebremariam et al., 2012)。モデル予測によると、土壌や堆積物が水にさらされる脱着現象が継続的に起こると、固相のクロルピリホスは最終的に水相に分配される。~~
- ✧ ~~クロルピリホスは吸着能が高いため溶出可能性は低いが、汚染された土壌や堆積物が二次的な長期的な汚染源となる可能性。~~
- ~~南アフリカのルーレンス川において、降雨後にクロルピリホスの濃度が非検出から 0.19 µg/L まで上昇することを確認 (Dabrowski et al., 2002)。~~
 - ~~クロルピリホスは水試料の 1 つからしか検出されなかったが、懸濁物試料の大部分から検出され、最大濃度は 152 µg/kg~~
- ~~土壌や水よりも堆積物に吸着した方がクロルピリホスは難分解性であるため、浮遊物質との強い結合は水環境に特有の移動経路の可能性を示し、井戸や海底の底質でのクロルピリホスの検出報告の説明となる可能性もある (Gebremariam et al., 2012; Readman et al., 1992; Tuncel et al., 2008)。~~
- ~~西太平洋熱帯域の 3 地点の表層堆積物から検出 (Ge et al., 2021)。~~
 - ~~サンプルは深さ 0~2 cm、深度 2,169 m~566 m で採取~~
 - ~~検出濃度は 362.6 pg/g dw~1,700 pg/g dw~~

3. 結論

- ~~クロルピリホスは海水、一部の土壌及びより深い堆積物中に残留する可能性がある。~~
- ~~北極及び南極のモニタリングデータから、クロルピリホスが長距離移動し遠隔地まで到達する可能性があることを示唆。~~
- ~~分解は温度に依存するため、北極圏では長期間残留すると予想。~~
- ~~北極及び亜北極の湖の堆積物コアから検出。~~
- ~~本文書で評価した水中での分解試験では、揮発が散逸に大きく寄与しているため、信頼性のある水中での分解半減期を収集できなかった。クロルピリホスの 8℃条件下での半減期の推定が 75 日であると認められると、附属書 D の水中半減期 2 ヶ月の基準を超え~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

~~ており、クロルピリホスは8℃の外洋水中で残留性があると見なされる。~~

- ~~土壌のクロルピリホスの分解半減期は、散布量が多い時（シロアリ防除に用いられる散布量を再現するために選定されたラボ試験で100~1,000 mg/kg 使用し、最大 392 kg/ha）に最大の半減期（385 日）を確認（Racke, 1993）。
➤ これらの高い散布量はシロアリ防除に使用され、現在でも複数の国で使用が認められている。
➤ 散布量が多い時にクロルピリホスの分解性が低下するのは、分解性のある微生物に対してクロルピリホスの毒性が影響している可能性がある。
➤ 農業用途の散布量（0.28~2.24 kg/ha）での半減期：6 日（20℃）~224 日（15℃）~~
- ~~EU の REACH 規則で定められたガイダンスが示唆するように、比較のため、または温帯地域で予想される分解を反映するために 12℃で標準化すると、土壌での半減期は 12.7~483 日となり、北極の条件である 5℃で標準化した半減期はより大きくなると予想。
➤ 「情報要件と化学物質安全性評価に関するガイダンス（Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment）」（ECHA, 2017）の R.7b 章及び R.11 章に記載。
✦ 欧州の機関（authorities）において 12℃は欧州における表流水の平均温度であると現在考えられており、ECHA の加盟国委員会において新規の分解性試験のシミュレーションとして使用することが求められている。
➤ ここでの評価した多数の土壌研究のうち、15~35℃の温度で実験した 21 の土壌において、実験温度 15℃での半減期が 6 ヶ月以上という土壌中の残留性基準を超えたものは 1 つだけであった。
➤ 土壌中のエンドポイントの約半数で、12℃で標準化した後に難分解性の基準を超えていた。クロルピリホスは、環境によっては土壌中半減期が 6 カ月を超え、残留性の基準を満たす。~~
- ~~実験室での好氣的な底質分解試験での分解半減期は、ストックホルム条約の基準である 180 日（6 ヶ月）を下回る。
➤ 嫌氣的条件下では半減期の値はより長く、いくつかの研究では上記の閾値を超えた。
➤ 沈殿物に強く収着し、長期間残留する可能性あり。
➤ 流出水に頻繁に検出され、沈殿物と関連あり（Dabrowski et al., 2002; Readman et al., 1992）。
➤ 井戸水や海底堆積物からクロルピリホスが検出されることが報告されているが、クロルピリホスは特に堆積物に強く吸着し、その吸着画分は微生物に利用されない可能性があるためと思われる。検出頻度が高いのは、広く使用されていることもあるが、堆積物と吸着し、温度が低い場所で残留性が高いためと思われる。~~
- ~~環境中での分解半減期は、散布量、生態系の種類、土壌や堆積物の特性、温度などの環~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

~~境要因によって、数日から数年（シロアリ防除の場合）（Gebremariam et al., 2012）。—~~

~~→ 北極圏であらゆる媒体で頻繁に検出~~

~~● クロルピリホスはストックホルム条約の定義上、一部の環境下では残留性がある。~~

4. 引用文献

Australia (2022). "Annex E submission regarding chlorpyrifos."

~~Australia. (2000a). The Chlorpyrifos interim review report: Environmental assessment. retrieved from Chlorpyrifos interim review report: Environmental assessment | Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (apvma.gov.au).~~

Bidlack, H. D. (1979). Degradation of chlorpyrifos in soil under aerobic, aerobic/anaerobic and anaerobic conditions. Dow Chemical, Midland, MI. Unpublished Report.

~~Bondarenko, S., Gan, J. (2004). Degradation and sorption of selected organophosphate and carbamate insecticides in urban stream sediments. Environmental Toxicology and Chemistry, 23(8), 1809–1814. doi:10.1897/03-344.~~

~~Bortoluzzi, E. C., Rheinheimer, D. S., Gonçalves, C. S., Pellegrini, J. B., Maroneze, A. M., Kurz, M. H., Bacar, N. M., Zanella, R. (2007). Investigation of the occurrence of pesticide residues in rural wells and surface water following application to tobacco. Química Nova, 30(8), 1872–1876.~~

California Department of Pesticide Regulation (2018). Air Monitoring Network Report: A Comprehensive Evaluation of Results (2011-2016).

~~Caviezel, A. (2015). [14C]Chlorpyrifos Aerobic Mineralisation in Surface Water Simulation Biodegradation Test. Innovative Environmental Services (IES) Ltd, Switzerland.~~

~~Chai, L. K., Wong, M. H., Bruun Hansen, H. C. (2013). Degradation of chlorpyrifos in humid tropical soils. Journal of environmental management, 125, 28–32. doi:10.1016/j.jenvman.2013.04.005.~~

~~Clark, B. (2013). The environmental fate of the 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP) metabolite as generated in the aerobic degradation of chlorpyrifos in four soils: ab Study No. 68425; DAS Study No. 120571. ABC Laboratories Inc.~~

Dabrowski, J. M., Peall, S. K. C., Reinecke, A. J., Liess, M., Schulz, R. (2002). Runoff-Related Pesticide Input into the Lourens River, South Africa: Basic Data for Exposure Assessment and Risk Mitigation at the Catchment Scale. Water, Air, & Soil Pollution, 135(1), 265–283. doi:10.1023/a:1014705931212.

~~De Vette, H. Q. M., Schoonmade, J. A. (2001). A study on the route and rate of aerobic degradation of [14C]-chlorpyrifos in four European soils. DAS. TNO Nutrition and Food Research Department of Environmental Toxicology.~~

~~EGHA. (2017). Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R. 11: PBT/vPvB assessment. (978-92-9495-839-6) and Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment Chapter R.7b: Endpoint specific guidance. European Chemicals Agency Retrieved from https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_r11_en.pdf/a8cce23f-a65a-46d2-ac68-92fee1f9e54f?t=1498475968629; https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_r7b_en.pdf/1a551efc-bd6a-4d1f-b719-16e0d3a01919?t=1498476047712.~~

~~FOCUS. (2006). Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration (EC Document Reference Sance/10058/2005 version 2.0, 434 pp).~~

~~Felset, A., Dahm, P. A. (1979). Sorption of organophosphorus and carbamate insecticides by soil.~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- Journal of agricultural and food chemistry, 27(3), 557–563.
- Fenoll, J., Ruiz, E., Flores, P., Hellín, P., Navarro, S. (2011). Reduction of the movement and persistence of pesticides in soil through common agronomic practices. *Chemosphere*, 85(8), 1375–1382.
- Gassen, M. (2015). Aerobic mineralisation of [¹⁴C]chlorpyrifos in surface water simulation biodegradation test. Harlan Laboratories Ltd.
- Gebremariam, S. Y., Beutel, M. W., Yonge, D. R., Flury, M., Harsh, J. B. (2012). Adsorption and desorption of chlorpyrifos to soils and sediments. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 215, 123–175. doi:10.1007/978-1-4614-1463-6_3.
- Getzin, L. W. (1981). Degradation of Chlorpyrifos in Soil: Influence of Autoclaving, Soil Moisture, and Temperature¹. *Journal of Economic Entomology*, 74(2), 158–162. doi:10.1093/jee/74.2.158.
- Giesy, J. P., Solomon, K. R., Mackay, D., Anderson, J. (2014). Evaluation of evidence that the organophosphorus insecticide chlorpyrifos is a potential persistent organic pollutant (POP) or persistent, bioaccumulative, and toxic (PBT). *Environmental Sciences Europe*, 26(1), 359. doi:10.1186/s12302-014-0029-y.
- Kang, S. (2015). Aerobic aquatic metabolism of [¹⁴C]chlorpyrifos. Smithers Viscient.
- Kenaga, E. E. (1980). Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 4(1), 26–38. doi:10.1016/0147-6513(80)90005-6
- Kennard, L. M. (1996). The aerobic degradation of [¹⁴C]-chlorpyrifos in natural waters and associated sediments, Aerobic aquatic degradation of chlorpyrifos in a flow through system.
- Landers, D. H., S. L. Simonich, D. A. Jaffe, L. H. Geiser, D. H. Campbell, A. R. Schwindt, C. B. Schreck, M. L. Kent, W. D. Hafner and H. E. Taylor (2008). The fate, transport, and ecological impacts of airborne contaminants in western national parks (USA). Western Airborne Contaminants Assessment Project Final Report. Corvallis.
- Leistra, M., J. H. Smelt, J. H. Weststrate, F. van den Berg and R. Aalderink (2006). "Volatilization of the Pesticides Chlorpyrifos and Fenpropimorph from a Potato Crop." *Environmental Science & Technology* 40(1): 96-102.
- Mackay, D., J. P. Giesy and K. R. Solomon (2014). Fate in the Environment and Long-Range Atmospheric Transport of the Organophosphorus Insecticide, Chlorpyrifos and Its Oxon. Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial and Aquatic Systems in the United States. J. P. Giesy and K. R. Solomon. Cham, Springer International Publishing: 35-76.
- McCall, P. J., Swann, R. L., Laskowski, D. A., Unger, S. M., Vrona, S. A., Dishburger, H. J. (1980). Estimation of chemical mobility in soil from liquid chromatographic retention times. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 24(2), 190–195. doi:10.1007/bf01608096.
- Murray, R. T., Stein, C. v., Kennedy, I. R., Sanchez-Bayo, F. (2001). Stability of chlorpyrifos for termiticidal control in six Australian soils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(6), 2844–2847. doi:10.1021/jf010031t.
- NRA (2000). Chlorpyrifos interim review report: Environmental assessment, National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals, Australia.
- OECD. (2002). Guidelines for the Testing of Chemicals. No 307. Aerobic and Anaerobic Transformation in Soil. In: OECD, Paris.
- Old, J. (2002a). The dissipation of chlorpyrifos and its major metabolite (3,5,6 trichloro-2-pyridinol) in soil following a single application of Dursban 4 (EF 1042). Spain, Inveresk Research.
- Old, J. (2002b). The dissipation of chlorpyrifos and its major metabolite (3,5,6 trichloro-2-pyridinol) in soil following a single autumn application of Dursban 4 (EF 1042). Greece, Inveresk

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

~~Research.~~

- ~~Old, J. (2002c). The dissipation of chlorpyrifos and its major metabolite (3,5,6-trichloro-2-pyridinol) in soil following a single spring application of Dursban 4 (EF-1042). UK, Inveresk Research.~~
- PMRA (2019). Canadian Pest Management Regulatory Agency, Proposed Re-evaluation Decision PRVD2019-05, Chlorpyrifos and Its Associated End-use Products: Updated Environmental Risk Assessment.
- ~~Pike, K., Getzin, L. (1981). Persistence and movement of chlorpyrifos in sprinkler-irrigated soil. Journal of Economic Entomology, 74(4), 385-388.~~
- ~~Racke, K. D. (1993). Environmental fate of chlorpyrifos. Reviews of environmental contamination and toxicology, 131, 1-150. doi:10.1007/978-1-4612-4362-5_1.~~
- Racke, K. D., D. D. Fontaine, R. N. Yoder and J. R. Miller (1994). "Chlorpyrifos degradation in soil at termiticidal application rates." Pesticide Science 42(1): 43-51.
- ~~Rani, M., Saini, S., Kumari, B. (2014). Leaching behaviour of chlorpyrifos and cypermethrin in sandy loam soil. Environmental monitoring and assessment, 186(1), 175-182.~~
- Readman, J. W., L. Liong Wee Kwong, L. D. Mee, J. Bartocci, G. Nilve, J. A. Rodriguez-Solano and F. Gonzalez-Farias (1992). "Persistent organophosphorus pesticides in tropical marine environments." Marine Pollution Bulletin 24(8): 398-402.
- ~~Reeves, G. L., Mackie, J. A. (1993). The aerobic degradation of [14C]-chlorpyrifos in natural waters and associated sediments.~~
- ~~Reeves, G. L., O'Connor, J. F. (1994a). Determination of the seepage behaviour of chlorpyrifos by soil column studies. DOW.~~
- ~~Reeves, G. L., O'Connor, J. F. (1994b). The leaching characteristics of aged [14C]-chlorpyrifos soil residues. DOW.~~
- ~~Sardar, D., Kole, R. K. (2005). Metabolism of chlorpyrifos in relation to its effect on the availability of some plant nutrients in soil. Chemosphere, 61(9), 1273-1280. doi:10.1016/j.chemosphere.2005.03.078.~~
- Schimmel, S. C., R. L. Garnas, J. M. Patrick Jr and J. C. Moore (1983). "Acute toxicity, bioconcentration, and persistence of AC 222,705, benthocarb, chlorpyrifos, fenvalerate, methyl parathion, and permethrin in the estuarine environment." Journal of agricultural and food chemistry 31(1): 104-113.
- Spain (2017). Renewal Assessment Report (RAR) on the active substance chlorpyrifos prepared by the rapporteur Member State Spain in the framework of Commission Implementing Regulation (EU) No 844/2012.
- ~~Spain. (2017a). Renewal Assessment Report (RAR) on the active substance chlorpyrifos-methyl prepared by the rapporteur Member State Spain in the framework of Commission Implementing Regulation (EU) No 844/2012. Retrieved from www.efsa.europa.eu.~~
- Sun, Y., G.-L. Yuan, J. Li, J. Tang and G.-H. Wang (2018). "High-resolution sedimentary records of some organochlorine pesticides in Yamzho Yumco Lake of the Tibetan Plateau: Concentration and composition." Science of The Total Environment 615: 469-475.
- Swales, S. (2003). 14C-Chlorpyrifos: Degradation in Marine Waters: Lab Study No. 295/158; DAS Study No. GHE-P-10442.
- ~~Tuncel, S. G., Öztas, N. B., Erduran, M. S. (2008). Air and groundwater pollution in an agricultural region of the Turkish Mediterranean coast. Journal of the Air & Waste Management Association, 58(9), 1240-1249.~~
- US EPA (2006). Reregistration Eligibility Decision (RED) for Chlorpyrifos: Office of Pesticide Programs: 260.

無印: POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された文献

赤字: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された文献

赤字取消線: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された文献

下線の文献: 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~Upendra Kumar; Berliner, J.; Totan Adak ; Rath, P. C. ; Avro Dey ; Pokhare, S. S. ; Jambhulkar, N. N. ; Panneerselvam, P. ; Anjani Kumar ; Mohapatra, S. D., 2017, Non-target effect of continuous application of chlorpyrifos on soil microbes, nematodes and its persistence under sub-humid tropical rice-rice cropping system. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol.135 pp.225-235.~~
- ~~Vijyalakshmi A. and Ramesh A. (1996); Studies on the Persistence of Chlorpyrifos 48% EC in Black soil (field). Gharda Chemicals Limited unpublished report B.CF4.024~~
- ~~Wightwick, A., Allinson, G. (2007). Pesticide residues in Victorian waterways: a review. Australasian Journal of Ecotoxicology, 13(3), 91.~~

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された文献

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された文献

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された文献

下線の文献：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

資料 3

クロルピリホスの生物蓄積性等の概要

クロルピリホスの生物蓄積性の概要

1. エグゼクティブ・サマリー（生物蓄積性に関連する部分のみ抜粋）

- クロルピリホスの log K_{ow} が ~~4.7~5.2~~ 約 5 であり、~~log K_{oa} が 8.3~8.9 であることがと~~報告されており、水生生物~~及び陸上生物~~における生物濃縮の可能性を示唆。
- ~~様々な種やライフステージにおいて生物濃縮係数（BCF）が 5,000 を超える報告もあるが、入手可能な実験データに基づくと、魚類に対する BCF が 5,000 を超えるとは結論づけられない。~~
 - 魚類の研究において、毒性の見られる濃度において BCF は 1,000~2,000 の範囲であり、中程度の生物蓄積性を示唆。
 - 魚類の BCF > ~~2,000~~ 5,000 が初期発達段階で確認。
- ~~中程度の生物蓄積性であっても強い毒性が組み合わさることにより、有害な影響を引き起こす体内濃度になる可能性がある。~~
- ~~遠隔地域の様々な栄養段階の生物相から、世界的には最上位捕食者から、子供にとって問題となるレベルで母乳から検出されている。~~
- ~~魚類および他の生物種（無脊椎動物、両生類、鳥類、ヒトを含む哺乳類など）への高い毒性と、中程度の BCF や土壌生物への 6 超となる生物相・底質蓄積係数（BSAF）との組み合わせにより、クロルピリホスは、他の種における生物蓄積性、高い毒性および生態毒性に関する附属書 D の基準 2 (ii) を満たす。~~

2. 生物蓄積性

(1) 実験室での試験における魚類の生物蓄積性

- log K_{ow}（オクタノール/水分配係数）：4.7~5.2
 - 5.11 (KowWIN v1.68 推定)
 - 4.7 (20°C、中性の pH) (EC 2005)
 - 5.0 (24.5°C、純度 98%) (WHO 2009)
 - 4.96~5.11 (20°C) (Gebremariam et al., 2012)
 - 5.2~5.267 (25°C) (Gebremariam et al., 2012)
- ~~log K_{oa}（オクタノール/大気分配係数）：8.3~8.9~~
- 水生生物~~及び陸上生物~~における潜在的な生物濃縮性を示唆。
- 魚類における生物濃縮は、多くの種、発達段階、曝露シナリオで研究。
 - 利用可能な生物濃縮係数（BCF）は幅広い範囲で報告されているが、多くの研究において低用量で毒性が発現しているため、~~十分に有効であるとは言えない。~~
- 米国、カナダ、オーストラリア、EU における規制時の評価では、魚類におけるクロルピリホスの BCF は 5,000 未満の中程度と判定。

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された情報

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された情報

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された情報

下線：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- 大多数の魚類の研究において BCF は 2,000 未満だと結論づけられているが、これらの実験では非常に低い用量で毒性作用が発生。
- EU RAR で検討された重要ないくつかの魚類の生物濃縮試験が掲載されているが、ガイドラインに沿って実施されたものは一つだけ(Spain, 2017b)。
 - ニジマス (*Onchorhynchus mykiss*) の BCF : 1,374±321
 - ✧ ~~流水式条件下で 0.3 µg/L で 30 日間曝露後、16 日間浄化した水で成育し、定常状態に達した。~~
 - ✧ 本試験は EPA Guideline No. 72-6 及び 165-4 に従って実施。
 - ✧ 数値は脂質含量及び成長による希釈について標準化されていない。
 - ✧ ~~本試験は稚魚のニジマスで実施されたため、成長による希釈により BCF が過小評価されている可能性あり。~~
 - グッピー(*Poecilia reticulata*)の試験(Deneer, 1993)
 - ✧ BCF : 1,580 (Giesy et al., 2014 で算出)
 - これらの試験では、非常に低い用量で毒性作用が生じており、試験結果の科学的妥当性は低い。
- イトヨ(*Gasterosteus aculeatus*) (Deneer, 1994)
 - 屋外メソコズムでのクロルピリホスの魚類中濃度予測の実施可能性の調査のため、実験室で決定した摂取と排泄の速度定数を用いて、実験室とメソコズムの BCF を比較。
 - 実験室での BCF : 21,000 (脂質ベース)、1,057 (脂質 5%補正)
 - ✧ 曝露濃度が高くなるにつれて消去率が低下し、曝露濃度が高くなるにつれて BCF が上昇。
 - 予測値はすべて、屋外メソコズムの魚類から実際に検出された濃度よりも低い。
- ~~高い生物濃縮が魚類のエレウテロ胚において確認~~
 - 初期発達段階のゼブラフィッシュ(*Danio rerio*) (El-Amrani et al., 2012)
 - ✧ エレウテロ胚の動的生物濃縮係数 (kinetic BCF) : 3,548、10 µg/L で 6,918
 - ~~メダカ(*Oryzias latipes*)の (Alharbi et al., 2017)~~
 - ✧ ~~kinetic BCF : 2,187~~
 - ~~曝露濃度は 1 µg/L と 10 µg/L~~
 - ~~曝露時間は 48 時間 (半止水式)、静置時間は 24 時間~~
 - ~~各濃度で 20 個体を入れた 4 つのプール試料と対照試料を準備~~
 - ~~曝露時間が 0, 2, 6, 21, 29, 45, 48 時間及び静置時間 2, 4, 24 時間において試料を採取。~~
 - ~~クロルピリホスは高速液体クロマトグラフィーを用いて分析。~~
 - ~~水試料中のクロルピリホスの検出限界値 : 0.5 µg/L、魚類胚の検出限界値 : 3 ng/g~~

無印 : POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された情報

赤字 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された情報

赤字取消線 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された情報

下線 : 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~— 定常状態に達しなかったため、動的 BCF を算出。—~~
- ~~— BCF はいずれの実験でも脂質含量で標準化していない。—~~
- ~~— 魚類胚の脂質含量は平均 11-20% (El-Amrani et al., 2012)。—~~
- 大規模な生物蓄積性のレビューで、魚類の BCF は 0.6~6760 (Giesy et al., 2014)
 - 著者らの評価で魚類で最も信頼性が高いのは Hansen et al., (1986)の研究
 - ◇ ガマアンコウ亜科魚類(*Opsanus beta*)の胚の BCF : 5100
 - ◇ 曝露 : 1.2~150 µg/L で流水式
 - ◇ Hansen et al., (1986)の報告している BCF : 100~5100
 - ◇ 3.7 µg/L 以上の全濃度区で毒性影響があり、低い科学的妥当性
 - 影響 : 死亡、成長低下、発達遅延、過活動や過呼吸のような行動影響
 - 死亡は 150 µg/L で有意に増加し、肺や稚魚の生存率は 42%
 - 150 µg/L 区で BCF が 5100
- ~~— 様々な研究において、非常に低濃度で魚類に対する毒性が示唆 (Eaton et al., 1985 等を参照)~~
 - ~~— ニジマスに対する 96 時間の 50%致死濃度 (LC₅₀) : 8 µg/L (Spain 2017b)~~
 - ~~— 河口魚のトウゴロイワシ (*Leuresthes tenuis*) に対する無影響濃度 (NOEC) : 0.14 µg/L (胚重量)、0.3 µg/L (致死) (Goodman, Hansen, Cripe, et al., 1985b)。—~~
 - ~~— クロルピリホスの種感受性分布 (SSD) : 0.812 µg/L (Giesy et al., 2014)~~

(2) 実験室での試験における魚類以外の水生生物の生物蓄積性

- ~~— 中等度の生物濃縮では、毒性の強さにより、毒性効果が生じる体内濃度に達する可能性があると懸念がある。クロルピリホスの高い毒性は、中程度の生物濃縮においても、毒性の低い化学物質で高い生物濃縮があることと同様の影響を与える可能性があることを意味し、附属書 D の基準 (c) (ii) を満たしている。—~~
- ~~— 魚類以外の水生生物においてもクロルピリホスに対して高い感受性が示唆。—~~
 - ~~— オオミジンコ (*Daphnia magna*) の EC₅₀ : 0.1 µg/L (Spain, 2017a)~~
 - ~~— アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) の LC₅₀ (96 時間) : 0.564 mg/L (Richards and Kendall, 2002)~~
- ~~— 底生生物における生物濃縮は水生ワーム種 (*Lumbriculus variegatus*) で測定 (Jantunen et al., 2008)~~
 - ~~— 4 種類の堆積物を用いて、0.06~1.1 µmol/kg dw で 10 日間曝露 (止水式) —~~
 - ~~— 定常状態に達せず、生物濃縮性を過小評価した可能性~~
 - ~~— 生物濃縮は生物相・底質蓄積係数 (BSAF) として測定~~
 - ~~— BSAF : 6~99 (土壌及びクロルピリホス濃度に依存) —~~

無印 : POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された情報

赤字 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された情報

赤字取消線 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された情報

下線 : 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

(3) 陸上生物の生物蓄積性及び毒性

- ~~ミミズ種 (*Eisenia Andrei*) において OECD 317 に従って定常状態での BAF を測定 (Svobodová et al., 2018)~~
 - ~~土壌はガンマ線で滅菌され、設定濃度 : 5 mg/kg dw に設定~~
 - ~~2つの異なる土壌における定常状態での BAF : 6.34 ± 1.30 、 4.51 ± 0.76~~
- ~~陸上生物における毒性も実証~~
 - ~~ミツバチへの接触毒性 (LD_{50}) : 0.068 μ g (Bell, 1994)~~
 - ~~ボブホワイトウズラの LD_{50} : 39.24 mg/kg-bw (Spain 2017b)。~~
 - ~~マウスの急性経口投与による LD_{50} : 64~71 mg a.s./kg-bw~~
 - ~~ラットの急性経口投与による LD_{50} : 66~192 mg a.s./kg-bw (European Commission, 2005)~~

(4) 野外研究による生物蓄積性

- カナダのバサースト地域 (ヌナブト準州) において植物-カリブー-オオカミの食物連鎖におけるクロルピリホスの生体内濃縮を調査 (Morris et al., 2014)
 - ~~生物相からのクロルピリホスの分析回収率 : $52 \pm 17\%$~~
 - ~~最小検出限界 (MDL) : 0.18 ng/g lw (植物)、0.13 ng/g lw (カリブー)、0.054 ng/g lw (オオカミ)~~
 - ~~植物での MDL を超えた検出頻度 : 地衣類と緑色植物で約 50%、キノコ類で 80%~~
 - ~~全濃度についてブランクで補正し、脂質換算して幾何平均値 $\pm$ 標準誤差 (ng/g lw) で算出~~
 - ✧ ~~地衣類 : 0.25 ± 0.21 ng/g lw~~
 - ✧ ~~ヤナギ、コケ、イネ科植物 : 0.24 ± 0.088 ng/g lw~~
 - ✧ ~~キノコ類 : 0.85 ± 0.52 ng/g lw $\rightarrow$ いずれも高い濃度で検出~~
 - ~~カリブー (n=5) : 0.40 ± 0.16 ng/g lw、筋肉で検出されたが肝臓では検出されず~~
 - ~~オオカミ 1 頭の肝臓から MDL 以下で検出~~
 - 地衣類-カリブー-オオカミの食物連鎖は、筋肉、肝臓及び全身への負荷に対する栄養学的拡大係数 (TMF) が 1 未満であることを意味。
 - 著者らは、カナダ北極圏全域で採取した 3 つの食物連鎖のデータに基づいて、ホッキョクグマ-ワモンアザラシの食物連鎖におけるクロルピリホスの栄養学的な希釈についても述べている。

(5) 結論

- クロルピリホスは、水生生物や空気呼吸生物において中程度の生物蓄積性を示す。
- 高い毒性との組み合わせで、中程度の生物蓄積性であっても有害影響(adverse effect)を

無印 : POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された情報

赤字 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された情報

赤字取消線 : POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された情報

下線 : 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

引き起こすような体内濃度となり得る。

参考) 化審法の濃縮度試験結果 (J-CHECK より)

判定: 濃縮性が中程度と判断される物質

試験魚種: コイ、試験法: 流水式、曝露期間: 8 週間、脂質補正: 不明

設定 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	実測 濃度 ($\mu\text{g/L}$)	分散剤 (CHO 40) ($\mu\text{g/L}$)	濃縮倍率					供試物質重量比(%)			
			1 週後	2 週後	4 週後	6 週後	8 週後	外皮	頭部	内臓	可食部
10	6.55	50	864 957	1,700 2,210	1,820 1,780	1,650 2,880	1,490 853	6.92	60.4	5.98	26.6
1	0.655	5	177 49	313 493	120 285	94.1 73.6	206 67.1	5.42	65.1	3.09	26.8

※10 $\mu\text{g/L}$ 区で25尾中5尾が斃死、残り20尾に全て異常あり。背骨湾曲が認められた。⇒2週間の追加試験の5 $\mu\text{g/L}$ 区でも全個体に異常あり。

※BCF が試験濃度依存性の傾向あり。⇒5 $\mu\text{g/L}$ と 0.2 $\mu\text{g/L}$ で2週間の追加試験を実施して確認

3. 情報の統合及び結論 (生物蓄積性に関する記述の抜粋)

- クロルピリホスは、水生生物や空気呼吸生物にとって中程度の生物蓄積性を示す。
- 高い毒性との組み合わせで、中程度の生物蓄積性であっても、有害影響を引き起こすような体内負荷量になり得る。
- ~~クロルピリホスの $\log K_{OW}$ が5を超える値もあり、生物濃縮の可能性を示唆。~~
- ~~クロルピリホスは、遠隔地での様々な栄養レベルでの生物相、世界中での食物連鎖の頂点にあたる捕食者で検出。~~
- ~~魚類の研究では、毒性効果を示す濃度での BCF は 1,000~2,000 の範囲であり、中程度の生物濃縮を示唆。2,000 を超える BCF は、初期の発達段階で観察。~~
- クロルピリホスは中程度の生物濃縮性を示し、高い毒性との組み合わせで、中程度の生物濃縮でも有害な影響を引き起こす体内濃度になる可能性があるため、懸念される。
- ~~クロルピリホスは、遠隔地での様々な栄養段階の生物相や、最上位捕食者、母乳から検出されており、子孫への影響が懸念される。~~

4. 参考文献

~~Alharbi, H. A., Alcorn, J., Al-Mousa, A., Giesy, J. P., Wiseman, S. B. (2017). Toxicokinetics and toxicodynamics of chlorpyrifos is altered in embryos of Japanese medaka exposed to oil sands process-affected water: evidence for inhibition of P-glycoprotein. Journal of applied toxicology, 37(5), 591–601. doi:10.1002/jat.3397.~~

~~Bell, G. (1994). DURSBAN F. Acute toxicity to honey bees Dow AgroSciences. Huntingdon Research Centre Ltd, Huntingdon, UK.~~

~~Deneer, J. W. (1993). "Uptake and elimination of chlorpyrifos in the guppy at sublethal and lethal aqueous concentrations." Chemosphere 26(9): 1607–1616.~~

~~Deneer, J. W. (1994). "Bioconcentration of chlorpyrifos by the three-spined stickleback under laboratory and field conditions." Chemosphere 29(7): 1561–1575.~~

~~EC. (2005). Review report for the active substance chlorpyrifos. SANCO/3059/99 - rev. 1.5.~~

無印: POPRC18 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1) に記載された情報

赤字: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) で追加された情報

赤字取消線: POPRC19 のリスクプロファイル案 (UNEP/POPS/POPRC.19/4) では削除された情報

下線: 日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報

- ~~Eaton, J., Arthur, J., Hermanutz, R., Kiefer, R., Mueller, L., Anderson, R., Erickson, R., Northling, B., Pritchard, H. (1985). Biological Effects of Continuous and Intermittent Dosing of Outdoor Experimental Streams with Chlorpyrifos. In R. C. Bahner (Ed.), Aquatic toxicology and hazard assessment (pp. 85-85-34). Philadelphia, Pa.: American Soc. for Testing and Materials.~~
- El-Amrani, S., Pena-Abaurrea, M., Sanz-Landaluze, J., Ramos, L., Guinea, J., Cámara, C. (2012). Bioconcentration of pesticides in zebrafish eleutheroembryos (*Danio rerio*). The Science of the total environment, 425, 184–190. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.02.065.
- European Commission. (2005). European Review Report for the active substance chlorpyrifos Finalised in the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health at its meeting on 3 June 2005 in view of the inclusion of chlorpyrifos in Annex I of Directive 91/414/EEC (2005) SANCO/3059/99 - rev. 1.5.
- Gebremariam, S. Y., Beutel, M. W., Yonge, D. R., Flury, M., & Harsh, J. B. (2012). Adsorption and desorption of chlorpyrifos to soils and sediments. Reviews of environmental contamination and toxicology, 215, 123–175. doi:10.1007/978-1-4614-1463-6_3.
- Giesy, J. P., Solomon, K. R., Mackay, D., Anderson, J. (2014). Evaluation of evidence that the organophosphorus insecticide chlorpyrifos is a potential persistent organic pollutant (POP) or persistent, bioaccumulative, and toxic (PBT). Environmental Sciences Europe, 26(1), 359. doi:10.1186/s12302-014-0029-y.
- ~~Goodman, L. R., Hansen, D. J., Cripe, G. M., Middaugh, D. P., Moore, J. C. (1985b). A new early life-stage toxicity test using the California grunion (*Leuresthes tenuis*) and results with chlorpyrifos. Ecotoxicology and Environmental Safety, 10(1), 12–21. doi:10.1016/0147-6513(85)90003-x.~~
- Hansen, D. J., L. R. Goodman, G. M. Cripe and S. F. Macauley (1986). "Early life-stage toxicity test methods for gulf toadfish (*Opsanus beta*) and results using chlorpyrifos." Ecotoxicology and Environmental Safety 11(1): 15–22.
- ~~Jantunen, A., Tuikka, A., Akkanen, J., Kukkonen, J. (2008). Bioaccumulation of atrazine and chlorpyrifos to *Lumbriculus variegatus* from lake sediments. Ecotoxicology and Environmental Safety, 71(3), 860–868.~~
- Morris, A. D., Muir, D. C. G., Solomon, K. R., Teixeira, C., Duric, M., Wang, X. (2014). Trophodynamics of current use pesticides and ecological relationships in the Bathurst region vegetation-caribou-wolf food chain of the Canadian Arctic. Environmental Toxicology and Chemistry, 33(9), 1956–1966. doi:10.1002/etc.2634.
- ~~Richards, S. M., Kendall, R. J. (2002). Biochemical effects of chlorpyrifos on two developmental stages of *Xenopus laevis*. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 21(9), 1826–1835.~~
- ~~Spain. (2017a). Renewal Assessment Report (RAR) on the active substance chlorpyrifos methyl prepared by the rapporteur Member State Spain in the framework of Commission Implementing Regulation (EU) No 844/2012. Retrieved from www.efsa.europa.eu.~~
- Spain. (2017b). Renewal Assessment Report (RAR) on the active substance chlorpyrifos prepared by the rapporteur Member State Spain in the framework of Commission Implementing Regulation (EU) No 844/2012. Retrieved from www.efsa.europa.eu.
- ~~Svobodová, M., Šmídová, K., Hvězdová, M., Hofman, J. (2018). Uptake kinetics of pesticides chlorpyrifos and tebuconazole in the earthworm *Eisenia andrei* in two different soils. Environmental Pollution, 236, 257–264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.082>.~~
- WHO. (2009). Specification and Evaluations for Public Health Pesticides, Chlorpyrifos, O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate.

無印：POPRC18 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.18/4/Add.1）に記載された情報

赤字：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）で追加された情報

赤字取消線：POPRC19 のリスクプロファイル案（UNEP/POPS/POPRC.19/4）では削除された情報

下線：日本エヌ・ユー・エス株式会社による修正又は追加情報