

POPs 廃農薬の処理に関する  
技術的留意事項

(平成 21 年 8 月改訂)

環境省廃棄物・リサイクル対策部  
適正処理・不法投棄対策室



## 目 次

1. 目 的 .....	1
2. 対 象 .....	3
3. P O P s 廃農薬への廃棄物処理法の適用 .....	4
4. 掘削後の保管 .....	5
5. 処理委託 .....	7
6. 収集運搬 .....	8
7. 分解処理 .....	10
7. 1 分解処理方法 .....	10
7. 2 分解処理時に達成すべき分解率と排出目標 .....	13
7. 3 分解処理時の遵守事項 .....	15
7. 4 処理設備の構造 .....	17
7. 5 処理設備の維持管理 .....	24
8. 残さの処理 .....	31
9. P O P s 廃農薬の処理への廃棄物処理法の適用 .....	32

### 参考資料

1. P O P s 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドライン（改訂） 概要 .....	33
2. 平成21年度P O P s 廃棄物処理技術等検討会委員名簿 .....	35
3. P O P s 農薬の有害性 .....	36
4. P O P s 廃農薬を規制の対象とする関係法令 .....	40
5. 排ガス及び排水中におけるP O P s 廃農薬の排出濃度の目安の算出方法 .....	41
6. P O P s 廃農薬処理技術の概要 .....	44

7. 国内の水銀に係る排出基準及び対策技術 .....	56
8. 分解率の算出方法.....	63
9. POPs 廃農薬の分析方法.....	66
10. POPs 農薬及びその混合製剤に使用されている他の成分の接触・混合反応性.....	87

## 1. 目的

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（以下「POP s 条約」という。）は、平成13年(2001年)5月22日に採択され、平成16年(2004年)5月17日に発効した。

POP s 条約では、残留性有機汚染物質（以下「POP s」という。）の製造・使用の原則禁止、ストックパイルの適正な管理、廃棄物の適正な処分等が規定されている。

POP s 条約対象物質21物質のうち、9物質（アルドリン、クロルデン、ディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル、DDT及びBHC<sup>\*</sup>。以下「POP s 廃農薬」という。）は、過去に我が国において農薬として使用実績のあった農薬であるが、昭和40年代半ば以降使用に関して規制強化が図られ、併せて農薬としての登録が失効していて、現在は農薬として使用されていない。その規制強化の際に農林水産省の支援により各地域で使用できなくなった農薬が回収され地中に埋設処分された。

本留意事項は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）上の取扱い及びPOP s 条約に関する議論等を踏まえ、POP s 廃農薬の適正な処理を確保するために必要な技術的留意事項を取りまとめたものである。

過去に埋設処分されたPOP s 廃農薬の処理については、平成16年度から農林水産省において埋設農薬の処理を推進するための「埋設農薬最終処理事業」（平成16年度より2年間。平成18年度からは交付金により都道府県等が行う埋設農薬の計画的な処理を支援。）が実施されることとなったことから、廃棄物処理法及びPOP s 条約に関する平成16年9月までの議論を踏まえ、「POP s 廃農薬の処理に関する技術的留意事項」（平成16年10月12日付け環産廃発第041012002号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課適正処理・不法投棄対策室。以下「技術的留意事項」という。）を発出した。

その後、有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約（以下「バーゼル条約」という。）の締約国会合において、「POP s 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドライン」（以下「POP s 廃棄物技術ガイドライン」という。概要を参考資料1に示す）が採択され、また、国内においては、「埋設農薬調査・掘削等マニュアル」（平成20年1月17日環境省水・大気局土壌環境課農薬環境管理室。以下「調査掘削等マニュアル」という。）が策定されるなど情勢の変化が生じてきている。

本技術的留意事項（改訂版）は、以上の情勢の変化や新たな知見の蓄積、実際の運用に際しての課題等を踏まえ「平成21年度POP s 廃棄物処理技術等検討会（座長：酒井伸一 京都大学環境保全センター教授、検討会委員名簿を参考資料2に示す）」における検討を経て取りまとめたものである。

なお、POP s 条約においては、POP s 廃棄物について、POP s の特性を示さなくなるように破壊又は不可逆的に変換されるような方法で処分されることを規定していることから、掘削されたPOP s 廃農薬は分解処理されるべきものであって、他の廃棄物で実施されているような脱水等の分解処理を行わない性状で埋立処分することは、POP s 条約に照らして不適切である。

※ P O P s 条約第 4 回締約国会議（平成 21 年 5 月）においてリンデン（ $\gamma$ -HCH  
又は  $\gamma$ -BHC）並びにリンデンの副生物である  $\alpha$ -ヘキサクロロヘキサン（又は  
 $\alpha$ -BHC）及び  $\beta$ -ヘキサクロロヘキサン（又は  $\beta$ -BHC）の 3 物質が、規制  
対象物質として附属書 A に追加された。ここでは、これらを総称して BHC という。

## 2. 対 象

### (1) 対象農薬

昭和40年代半ば以降農林水産省の支援により各地域で使用できなくなった農薬が回収され地中に埋設処分されたもの。

具体的には、POP s 条約対象物質のうち埋設処分実績のあるアルドリン、クロルデン、ディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル、DDT及びBHCの9物質（POP s 廃農薬）である。

### (2) 排出事業者

POP s 廃農薬を掘削し、廃棄物として排出する者をいう。

### (3) 処理業者

都道府県知事（廃棄物処理法第24条の2に基づく政令市にあつては市長。以下同じ。）から、廃棄物の収集運搬又は処分の業に関する許可を受けた者であつて、排出事業者から収集運搬又は処分の委託を受けて実施する業者をいう。

### (1)について

POP s 農薬の有害性を参考資料3に示す。POP s 廃農薬は、曝露により人体等に対して影響を与えることが懸念されるため、これらを取り扱う際は、十分な配慮が必要である。

農薬のほかに、POP s 廃農薬が付着した農薬容器、ビニールシート及びコンクリート槽等の埋設設備については、POP s 廃農薬に準じて取扱うものとする。

また、上記9物質以外の農薬が埋設されていた場合には、廃棄物処理法の各種基準に従って適切に処理する必要がある。

### 3. POPs 廃農薬への廃棄物処理法の適用

#### (1) 廃棄物処理法の適用

埋設されていた POPs 廃農薬が掘削により掘り上げられた時点から廃棄物処理法が適用される。

#### (2) 分類

水溶性の液体は産業廃棄物である廃酸又は廃アルカリ、油性の液体は産業廃棄物の廃油、泥状のものは産業廃棄物の汚泥、それ以外のものは一般廃棄物として分類される。

#### (1)について

掘削に係る作業は、調査掘削等マニュアルを参考とする。

#### 4. 掘削後の保管

- (1) 排出事業者は、掘り上げたPOP s 廃農薬が運搬されるまでの間、生活環境の保全上支障のないように保管する。
- (2) 保管容器  
次の要件を満たしている保管容器を用いる。
- ① 密閉できること。
  - ② 損傷しにくいこと。
- (3) 保管は、次に掲げる要件を満たす場所で行う。
- ① 周囲に囲いが設けられていること。
  - ② 見やすい箇所に掲示板が設けられていること。
  - ③ 保管の場所からPOP s 廃農薬が飛散・流出・地下浸透・悪臭発散しないよう適切な防止措置を講ずる。
  - ④ ねずみの生息、害虫の発生を防止する。
  - ⑤ 他の物が混入するおそれのないように仕切り等の措置を講ずる。

##### (1)について

POP s 廃農薬を掘削後、速やかに分解処理することが望ましいが、分解設備の都合等により保管することが必要になった場合には、その種類、数量、性状、状態等を確認し、当該POP s 廃農薬を適切に保管する必要がある。

保管に際しては、農薬原体の種類、濃度、溶剤の種類等によっては、中毒性ガスの発生、発熱、引火等のおそれが考えられるため、これらの防止対策が必要である。また、POP s 廃農薬を含む製品の成分には、対象とする農薬成分以外に有機リン、水銀、ヒ素等が含まれるものがあることから、これらの有害物質に対する配慮が必要である。

また、保管場所では、定期的に保管状況の目視による監視を行うとともに、必要に応じて周辺環境中でのPOP s 廃農薬のモニタリングを行うことが望ましい。

##### (2)について

容器の基準については、廃PCB等の基準を準用したものである。

POP s 廃農薬の性状（揮発性、腐食性等）、状態（製品容器の損傷、地下水の浸入等）、保管期間、移動時の取扱い、保管後の分解処理方法等に応じて適切な材質及び大きさの保管容器を選択する必要がある。

また、POP s 廃農薬の中には、毒物及び劇物取締法等の関係法令の規制対象となるものがあり、その場合、これら関係法令で規定された試験に合格した保管（運搬）容器の使用や当該容器への表示等の規定を遵守しなければならない（参考資料4参照）。

##### (3)について

ア 掲示板は特別管理産業廃棄物の基準を準用し、次のような仕様とする。

- ・縦及び横それぞれ 60cm 以上

- ・表示内容 POPs 廃農薬の保管の場所である旨  
保管する POPs 廃農薬の種類  
保管場所の管理者の氏名・名称及び連絡先

イ 液状の POPs 廃農薬を保管する場合には、公共水域及び地下水の汚染を防止するために底面を不浸透性の材料で覆う等の措置を講ずる。

ウ POPs 廃農薬には、溶剤が残存している可能性もあるため、揮発、引火等の防止のため、遮光等の措置を講ずる。

エ POPs 廃農薬を保管する施設では、紛失、盗難、事故の防止のため、施錠を行う、「関係者以外立ち入り禁止」の標示を行う等、関係者以外がみだりに立ち入らないような措置を講ずる。

#### その他

掘削後の保管に関しては、調査掘削等マニュアルにも留意事項が示されており、併せて参考とすること。

## 5. 処理委託

- (1) POPs 廃農薬の収集運搬又は処分を委託する場合には、処理業者であって、POPs 廃農薬の分類がその事業の範囲に含まれている者に対して行うこと。  
また、POPs 廃農薬の取扱いに関して十分な知識及び技術を有する者であることを確認する。
- (2) 排出事業者は、処理業者に対してあらかじめ次の事項を通知するものとする。
- ① POPs 廃農薬の種類
  - ② 数量
  - ③ 性状
  - ④ 荷姿
  - ⑤ POPs 廃農薬を取り扱う際に注意すべき事項
- (3) POPs 廃農薬を産業廃棄物として委託する際には、当該廃棄物と同時に産業廃棄物管理票（以下「マニフェスト」という。）を交付し、収集運搬、中間処理、最終処分等の各段階で終了後に返送されたマニフェストの内容を確認の上、5年間保存しなければならない。

### (1)について

委託契約については、POPs 廃農薬の種類に応じて、廃棄物処理法の関係する規定を確認の上、締結する必要がある。

（参照 廃棄物処理法施行令（以下「令」という。）第6条の2）

また、収集運搬、処分の委託に当たっては、POPs 農薬の混合製剤の中には、有機リン剤、水銀、砒素等の重金属を成分として含むものがあることから、これらの取扱いに関して十分な知識及び技術を有する者であることを確認する。

### (2)について

この項については、特別管理産業廃棄物の委託基準を準用して整理したものである。⑤に関しては、製品安全データシート（MSDS）等により取り扱う際の注意事項を把握した上で、廃棄物情報の提供に関するガイドライン（WDSガイドライン）<sup>※</sup>等を使用して処理業者に知らせる必要がある。

※ <http://www.env.go.jp/recycle/misc/wds/index.html>

## 6. 収集運搬

POP s 廃農薬の収集運搬に当たっては次の事項を遵守する。

- ① POP s 廃農薬が飛散、流出しないようにする。
- ② 人の健康又は生活環境に係る被害が生じないようにする。
- ③ 運搬容器に収納する。
- ④ 運搬車は飛散流出対策を講ずる。

これらは、収集運搬に関する一般的な規定について遵守すべき内容を記載したものである。

- ・収集運搬に際しては、農薬原体の種類、濃度、溶剤の種類等によっては、中毒性ガスの発生、発熱、引火等のおそれと考えられるため、これらの防止対策が必要である。また、POP s 農薬の混合製剤の中には、対象とする農薬成分以外に有機リン、水銀、ヒ素等が含まれるものがあることから、これらの有害物質に対する配慮が必要である。
- ・収集運搬の際にPOP s 廃農薬の移替えが行われると、その際に飛散・流出等のおそれがあるため、保管容器がそのまま運搬容器となることが望ましい。
- ・他の物と区別して収集運搬する。
- ・運搬途中での積替えは、極力行わないようにする。
- ・運搬車への積み込みの際は、運搬容器が落下、転倒、破損しないよう固定等の措置を講ずる。

(参照 令第3条第1号、第6条第1号)

また、暴露による急性毒性等を防止する観点から、POP s 廃農薬の性状等を踏まえ、以下の事項にも留意する必要がある。

- ・回収されたPOP s 廃農薬、農薬容器等は、それぞれの状態に応じて、可能な限り分別して保管（運搬）容器への収納作業を行う。
- ・積み込み、積卸しに当たっては、運搬容器を破損しないように、注意深く荷役を行う。
- ・POP s 廃農薬の車両への積載に当たっては、別の区画に隔離するなど他のものと接触しないよう、明確に区分する。
- ・積み込み及び積卸し時に、立会を行う者や作業従事者は、容器からの内容物の漏洩及び容器の損傷等の有無を目視により確認する。
- ・POP s 廃農薬の収集運搬車両等は、POP s 廃農薬が飛散・流出し、並びに悪臭が漏れないような措置を講じたものであり、かつ運行中の動揺、衝撃、排気等により、運搬されるPOP s 廃農薬の発熱、ガスの発生、爆発等の危険な反応を誘発するおそれのないものを用いる。また、風雨、直射日光及び高温等を防ぐために必要な措置を講じる。
- ・POP s 廃農薬の収集運搬車両等には、運搬時の事故に際して適切な措置を講じるために必要な物品を携行し、又は必要な設備を備え付ける。

その他、P O P s 廃農薬の収集・運搬に当たっては、毒劇物取締法等の関係法令において、収集運搬責任者の設置、収納容器の積み重ね高さや荷重の制限、収集運搬車両等への標札及び標識、収集運搬車両等の運転者による書類の携行等について遵守すべき事項が規定されている場合があるので、確認の上、遵守する必要がある（参考資料4参照）。

## 7. 分解処理

### 7. 1 分解処理方法

分解処理方法は、POP s 廃農薬が確実に分解され、かつ、POP s 廃農薬の分解処理後の残さ及びダイオキシン類の排出濃度が排出目標を超えない方法であること。

POP s 廃農薬は、以下(1)、(2)及び(3)の要件を満たすことができる能力が確認された方法により分解処理することとする（確認方法及び確認時期等については「7. 2 分解処理時に達成すべき分解率と排出目標」を参照）。

(1) POP s 廃農薬が確実に分解できる技術であること。

具体的な指標である分解率 $((1 - (\text{総排出量} \div \text{投入量})) \times 100)$ に関しては、POP s 廃棄物技術ガイドライン作成に当たって、99.999%（5ナイン）又は99.9999%（6ナイン）以上であることが議論されていたことから、99.999%を達成していること。

(2) 分解処理後の残さ中のPOP s 廃農薬濃度が、以下の数値を超えないこと。

POP s 廃農薬	残さ (mg/kg)
アルドリン※	4.1
クロルデン	20
ディルドリン※	4.1
エンドリン	8.3
ヘプタクロル	4.1
DDT	50
BHC	50

※アルドリン及びディルドリンは含量としての値を示す。

(3) ダイオキシン類の排出濃度が、廃棄物処理法及びダイオキシン類対策特別措置法における他の施設での基準値を超えないこと。

ア 排ガス	0.1ng-TEQ/m <sup>3</sup> N
イ 排水	10pg-TEQ/L
ウ 残さ	3ng-TEQ/g

分解処理後の残さ中のPOP s 廃農薬濃度の排出目標としては、POP s 廃棄物技術ガイドラインを参照の上、調査掘削等マニュアルに示す土壌濃度の環境管理指針値（含有量）を採用した（参考資料5参照）。

現時点では、以下の技術はこれらの要件に該当すると考えられるが、以下の技術を用いる

場合であっても、個々の分解処理施設において実際に処理するP O P s 廃農薬を用いた確認試験を実施し、事前に上述の(1)、(2)及び(3)の要件を満たすことを確認する必要がある（それぞれの処理技術の概要を参考資料6に示す）。

- ① 焼却(約 1000℃以上)
- ② B C D法（排水（凝縮水及びエジェクタ水）について凝集沈殿後活性炭処理等の再処理が必要である。）
- ③ 金属ナトリウム分散体法
- ④ 水熱分解法
- ⑤ 超臨界水酸化法
- ⑥ メカノケミカル法
- ⑦ ジオメルト法
- ⑧ 真空加熱法（排ガス処理設備においてコールドトラップを使用した場合には、排出された排水の適正処理が必要である。一方、コールドトラップを使用しない場合には、排ガスについて活性炭フィルタ等の追加が必要である。）

なお、上述の(1)、(2)及び(3)の要件を満たすことが確認されている技術であれば、上述の技術以外の技術を用いた分解処理を排除するものではない。

上述の技術の一部は、廃棄物処理法施行規則において廃PCB等の分解施設に用いられる方式として定められている。また、POPs廃棄物技術ガイドラインで触れられているものもある。以上の技術について、それぞれの名称を表にまとめると以下のとおりである。

各分解処理方式の名称の対比表

POPs廃農薬の実証試験済みの分解処理方式の名称	廃棄物処理法における廃PCB等の分解施設としての名称	POPs廃棄物技術ガイドラインでの相当技術名称
①焼却	(焼却施設) (温度条件として1100℃)	Hazardous-waste incineration
②BCD法	脱塩素化分解方式	Base-catalyzed decomposition
③金属ナトリウム分散体法	脱塩素化分解方式	Alkali metal reduction
④水熱分解法	水熱酸化分解方式	Supercritical water oxidation
⑤超臨界水酸化法	水熱酸化分解方式	Supercritical water oxidation
⑥メカノケミカル法	機械化学分解方式	—
⑦ジオメルト法	溶融分解方式	Plasma arc
⑧真空加熱法	—	—

水銀を含有するPOPs廃農薬（以下「水銀含有POPs廃農薬」という。）の処理について

水銀含有POPs廃農薬の分解処理技術の選定に当たっては、上述の(1)、(2)及び(3)に加え、処理施設における排ガス処理設備や排水処理設備等の構造上の問題から受け入れ可能な水銀含有量が異なったり、地域によっては、排ガス中の水銀に関する排出基準等が設定されている場合があることから、事前に処理業者と十分な協議を行う等により、水銀含有POPs農薬の分解処理に伴う生活環境の保全が実証されている技術であることを確認することが必要である。

なお、国内の水銀に係る排出基準及び対策技術を参考資料7に示す。

## 7. 2 分解処理時に達成すべき分解率と排出目標

(1) 分解処理に当たっては以下を目標とすること。

- ① 処理の対象となる P O P s 廃農薬毎に分解率が 99.999% 以上であること。
- ② 分解処理後の残さ中の P O P s 廃農薬濃度が、以下の数値を超えないこと。

P O P s 廃農薬	残さ (mg/kg)
アルドリン※	4.1
クロルデン	20
ディルドリン※	4.1
エンドリン	8.3
ヘプタクロル	4.1
DDT	50
BHC	50

※アルドリン及びディルドリンは含量としての値を示す。

- ③ ダイオキシン類の排出濃度が、廃棄物処理法及びダイオキシン類対策特別措置法における他の施設での基準値を超えないこと。

ア 排ガス 0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N

イ 排水 10pg-TEQ/L

ウ 残さ 3ng-TEQ/g

(2) 分解処理時の分解率及び排出目標の確認は、性状が一定とみなすことのできる P O P s 廃農薬に対して、本格的な分解処理を開始する前の確認試験時に行うこと。

(1)①について

具体的な分解率の算出方法を参考資料 8 に、P O P s 廃農薬の分析方法を参考資料 9 に示す。

分解率の算出において、P O P s 廃農薬の処理量（投入量）が少ない場合、計算上、分解率が 99.999% を達成できない場合が想定される。このため、分解率の確認に際しては、分析精度の向上により定量下限値を下げたり、P O P s 廃農薬の投入量を増加するなどの配慮が必要となる。参考までに、分解率算出に当たって必要な最小 P O P s 廃農薬処理量の算出方法の例を参考資料 8 に示す。

(1)②について

排ガス及び排水中における P O P s 廃農薬の排出濃度の目安を以下に示す（算出方法を参考資料 5 に示す）。P O P s 廃農薬の分解処理時における生活環境保全上の観点から、用いる分解処理技術に応じて、残さに加えて排ガス及び排水中の P O P s 廃農薬濃度を測定し、これらの目安を満たすことを確認することが望ましい。なお、確認に際しては、参考資料 9 に示す定量下限（排ガス：0.001 μg/m<sup>3</sup>N、排水：0.002 μg/L）を確保できる分析方法を選択することが望ましい。

POP s 廃農薬の排出濃度の目安

POP s 廃農薬	排ガス (mg/m <sup>3</sup> N)	排水 (mg/L)
アルドリン※	0.0175	0.0026
クロルデン	0.0085	0.013
ディルドリン※	0.0175	0.0026
エンドリン	0.0355	0.0053
ヘプタクロル	0.0175	0.0026
DDT	1.75	0.26
BHC	0.85	0.13

※ アルドリン及びディルドリンは含量としての値を示す。

(2)について

POP s 廃農薬の分解処理に当たっては、(2)に示した時期に、(1)に示す分解率及び排出目標を達成しているかどうかを確認する必要がある。なお、(2)に示す時期としては、個々の分解処理施設において初めてPOP s 廃農薬の分解処理を行う前の確認試験時や、農薬濃度、含水率等の性状が目標範囲を外れた等の理由により投入条件を再設定する必要が生じた場合が当てはまる。

なお、維持管理時におけるPOP s 廃農薬の排出濃度等の確認については、「7.5 処理設備の維持管理」を参照されたい。

また、これらの分解率及び排出目標の確認に用いたデータについては、記録の上、3年間保存すること。

(まとめ)

POP s 廃農薬の分解処理に当たっての分解率、排出目標の達成状況確認時期

時期	分解率	POP s 廃農薬濃度※	ダイオキシン類濃度
本格的分解処理開始前の確認試験時	○	○	○
投入条件の再設定時（性状変更等）	○	○	○
分解処理時（一定性状のPOP s 廃農薬を連続して分解処理する場合）			
6ヶ月未満→処理期間中1回以上		○	○
6ヶ月以上→6ヶ月に1回以上		○	○

※ 残さ中のPOP s 廃農薬濃度に加え、排ガス・排水中のPOP s 廃農薬の排出濃度についても確認することが望ましい。

### 7. 3 分解処理時の遵守事項

- (1) 分解処理は、次のように行うこと。
- ① POPs 廃農薬が飛散、流出しないようにすること。
  - ② 分解処理に伴う悪臭、騒音、振動によって生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないよう必要な措置を講ずること。
- (2) POPs 廃農薬の分解処理のための施設を設置する場合には、生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないよう必要な措置を講ずること。

廃棄物処理法では、中間処理時の遵守事項として上記のことを規定しているので、POPs 廃農薬の分解処理時も遵守する必要がある。

農薬原体の種類、濃度、溶剤の種類等によっては、他の化学物質等との反応により中毒性ガスの発生、発熱、引火、腐食性又は不安定な物質の形成等のおそれが考えられるため、他の廃棄物等との混合攪拌等の前処理を含めた分解処理時には、このような反応に留意する必要がある。なお、POPs 農薬及びその混合製剤に使用されている他の成分の接触・混合反応性を参考資料 10 に示す。

また、POPs 廃農薬を含む製品の成分には、対象とする農薬成分以外に有機リン、水銀、ヒ素等が含まれるものがある。これらの有害物質を含む農薬の分解処理においては、生活環境の保全上の観点から、排ガス、排水、残さ中の有害物質濃度を確認するなどの適正処理に関する配慮が必要である。

POPs 廃農薬を施設内で一時保管する場合は、盗難防止等のセキュリティ対策を講じるとともに、POPs 廃農薬を保管する設備では、施錠を行う、「関係者以外立ち入り禁止」の標示を行う等、関係者以外がみだりに立ち入らないような措置を講ずる。

#### (1)①について

容器からの取出し、濃度調整、溶媒抽出等の前処理、分解処理設備への投入等の工程において POPs 廃農薬が飛散・流出することのないよう、必要な部分に囲い、仕切り、流出防止堤等の措置を講ずる。

また、作業場所における周辺環境中の POPs 廃農薬の定期的なモニタリングを行うことが望ましい。

#### (1)②について

POPs 廃農薬自体や、反応工程、使用する試薬等が悪臭を発生するおそれのある場合には、吸着、分解等の脱臭処理を行い、悪臭防止法等の基準を遵守する。

騒音及び振動については、防止対策を講じて騒音規制法、振動規制法、条例等の基準を遵守する。

#### (2)について

分解処理に先立ち前処理が必要な場合等で、別の設備等を使用する場合には、その設備

等に関しても飛散、流出、悪臭、騒音、振動等の防止対策を講ずる。

(参照 令第3条第1号イ、ロ、同条第2号イ、令第6条第2号)

#### 7. 4 処理設備の構造

##### (1) 共通事項

- ① 自重、積載荷重その他の荷重、地震力及び温度応力に対して構造耐力上安全であること。
- ② POPs 廃農薬、POPs 廃農薬の分解処理に伴い生ずる排ガス及び排水、施設において使用する薬剤等による腐食を防止するために必要な措置が講じられていること。
- ③ POPs 廃農薬の飛散及び流出並びに悪臭の発散を防止するために必要な構造のものであり、又は必要な設備が設けられていること。
- ④ 騒音及び振動を発生し、周囲の生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないよう必要な措置が講じられていること。
- ⑤ 施設から排水を放流する場合は、その水質を生活環境保全上の支障が生じないものとするために必要な排水処理設備が設けられていること。
- ⑥ POPs 廃農薬の受入設備及び分解処理された POPs 廃農薬の貯留設備は、施設の処理能力に応じ、十分な容量を有するものであること。

これらの基準は、分解設備が廃棄物処理法の許可対象施設の場合に、遵守しなければならない事項であるが、その他の方式の場合であっても、生活環境上、遵守されるべき事項である。

(参照 廃棄物処理法施行規則 (以下「規則」という。 ) 第 4 条第 1 項、第 12 条第 1 項)

## (2) 焼却施設

- ① 外気と遮断された状態で、定量ずつ連続的にP O P s 廃農薬を燃焼室に投入することができる供給装置が設けられていること。ただし、環境大臣が定める焼却施設（ガス化燃焼方式又は処理能力が2トン/時未満）にあつては、この限りでない。
- ② 次の要件を備えた燃焼室が設けられていること。
  - ア 燃焼ガスの温度が1000℃以上の状態でP O P s 廃農薬を焼却することができるものであること。
  - イ 燃焼ガスが1000℃以上の温度を保ちつつ、2秒以上滞留できるものであること。
  - ウ 外気と遮断されたものであること。
  - エ 燃焼ガスの温度を速やかに ア に掲げる温度以上にし、及びこれを保つために必要な助燃装置が設けられていること。
  - オ 燃焼に必要な量の空気を供給できる設備（供給空気量を調節する機能を有するものに限る。）が設けられていること。
- ③ 燃焼室中の燃焼ガスの温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ④ 集じん器に流入する燃焼ガスの温度をおおむね200℃以下に冷却することができる冷却設備が設けられていること。ただし、集じん器内で燃焼ガスの温度を速やかにおおむね200℃以下に冷却することができる場合にあつては、この限りでない。
- ⑤ 集じん器に流入する燃焼ガスの温度（④のただし書の場合にあつては、集じん器内で冷却された燃焼ガスの温度）を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ⑥ 焼却施設の煙突から排出される排ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにすることができる排ガス処理設備（ばいじんを除去する高度の機能を有するものに限る。）が設けられていること。
- ⑦ 焼却施設の煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素の濃度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ⑧ ばいじんを焼却灰と分離して排出し、貯留することができる灰出し設備及び貯留設備が設けられていること。ただし、当該施設において生じたばいじん及び焼却灰を熔融設備を用いて熔融し、又は焼成設備を用いて焼成する方法により併せて処理する場合は、この限りでない。
- ⑨ 次の要件を備えた灰出し設備が設けられていること。
  - ア ばいじん又は焼却灰が飛散し、及び流出しない構造のものであること。
  - イ ばいじん又は焼却灰の熔融を行う場合にあつては、次の要件を備えていること。
    - (ア) ばいじん又は焼却灰の温度をその融点以上にすることができるものであること。
    - (イ) 熔融に伴い生ずる排ガスによる生活環境の保全上の支障が生じないようにすることができる排ガス処理設備等が設けられていること。
  - ウ ばいじん又は焼却灰の焼成を行う場合にあつては、次の要件を備えていること。

- (ア) 焼成炉中の温度が1000℃以上の状態であればじん又は焼却灰を焼成することができるものであること。
  - (イ) 焼成炉中の温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
  - (ウ) 焼成に伴い生ずる排ガスによる生活環境の保全上の支障が生じないようにすることができる排ガス処理設備等が設けられていること。
- エ ばいじん又は焼却灰のセメント固化処理又は薬剤処理を行う場合にあつては、ばいじん又は焼却灰、セメント又は薬剤及び水を均一に混合することができる混練装置が設けられていること。
- オ 事故時における受入設備からの廃油の流出を防止するために必要な流出防止堤その他の設備が設けられ、かつ、当該設備が設置される床又は地盤面は、廃油が浸透しない材料で築造され、又は被覆されていること。

一般廃棄物処理施設及び産業廃棄物処理施設の技術上の基準についてPOP s 廃農薬を対象として整理したものである。

POP s 廃農薬の焼却施設は、粉体、粒剤等の性状でも確実に熱分解される構造であることが必要である。実証試験においては、ロータリーキルン方式が用いられた。

POP s 廃農薬の実証試験においても所要の性能を発揮する燃焼室中の燃焼ガス温度には変動があり、最低温度が1000℃程度であったことから、原則として1000℃以上としているものであるが、本格的な分解処理に先立ち各施設において、排ガス、排水、残さ等の農薬濃度、ダイオキシン類濃度を確認した上で最終的に適切な設定温度を決定する必要がある。

POP s 廃農薬の適正処理に必要な燃焼温度は、対象物質、濃度、性状等により左右されるものであり、一律に定められるものではない。

(参照 規則第4条第1項第7号、第12条の2第5号)

### (3) 焼却施設以外の処理設備

#### ① 共通事項

- ア 事故時における受入設備、反応設備等からの廃油、廃酸及び廃アルカリの流出を防止するために必要な流出防止堤その他の設備が設けられ、かつ、当該設備が設置される床又は地盤面は、廃油、廃酸及び廃アルカリが浸透しない材料で築造され、又は被覆されていること。
- イ 処理しようとするPOP s 廃農薬及びこれらの処理により生じたPOP s 廃農薬の性状を分析することができる設備が設けられていること。

廃PCB等の処理施設に関しては、個別の規定が設けられており、POP s 廃農薬の処理の際にも準用することができるので、対象物をPOP s 廃農薬に置き換えて準用するもので

ある。

以下(3.1)～(3.5)の項においては、POP s 廃農薬の各処理方法について参照した廃PCB等の処理方式名称を( )で付記する。

また、実証試験に用いられた設備のすべてに排ガス処理設備が設置されていたことから、処理設備から大気中への排ガスがある場合には、生活環境保全上の支障が生じないようにすることができる排ガス処理設備が設けられていることが必要である。

(3.1) BCD法、金属ナトリウム分散体法（脱塩素化分解方式）

- ① 次の要件を備えた反応設備が設けられていること。
  - ア POP s 廃農薬及び薬剤等を混合する攪拌装置並びに当該混合物の温度を反応の進行に必要な温度に保つことができる温度制御装置が設けられていること。
  - イ 反応中の混合物の温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ② POP s 廃農薬及び薬剤等の供給量を調節する設備が設けられていること。

(3.2) 水熱分解法、超臨界水酸化法（水熱酸化分解方式）

- ① 次の要件を備えた反応設備が設けられていること。
  - ア 高温及び高圧に耐え、かつ、腐食を防止するために必要な措置が講じられた反応器を有すること。
  - イ 反応器内を水熱酸化分解に必要な温度及び圧力とし、かつ、これらを保つことができる温度制御装置及び圧力制御装置が設けられていること。
  - ウ 反応器内の混合物の温度及び圧力を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ② POP s 廃農薬及び酸化剤等の供給量を調節するための設備が設けられていること。
- ③ 反応終了後の混合物を冷却及び減圧して気液を分離する設備が設けられていること。

(3.3) メカノケミカル法（機械化学分解方式）

- ① 次の要件を備えた供給設備が設けられていること。
  - ア POPs 廃農薬を破砕することができるものであること。
  - イ POPs 廃農薬の供給量を調整することができるものであること。
- ② 次の要件を備えた反応設備が設けられていること。
  - ア 高温に耐え、かつ、腐食を防止するために必要な措置が講じられた反応器を有すること。
  - イ POPs 廃農薬の分解に必要な温度、圧力、反応器の回転数及び滞留時間を適正に保つことができるものであること。
  - ウ 外気と遮断されたものであること。
  - エ 爆発を防止するために必要な措置が講じられていること。
  - オ 反応器内の温度及び回転数を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ③ 反応器から排出された生成ガス中の粒子状の物質等及び塩化水素その他のガスを除去することができる除去設備が設けられていること。
- ④ 事故時における反応器からのガスの漏出を防止することができる設備が設けられていること。
- ⑤ 粒子状の物質等を排出し、貯留することができる取出設備及び貯留設備（粒子状の物質等の飛散及び流出を防止することができるものに限る。）が設けられていること。

(3.4) ジオメルト法（溶融分解方式）

- ① 次の要件を備えた供給設備が設けられていること。
  - ア POPs 廃農薬を破碎し、又は容器等へ充てんすることができるものであること。
  - イ POPs 廃農薬の供給量を調整することができるものであること。
- ② 次の要件を備えた反応設備が設けられていること。
  - ア 高温に耐え、かつ、腐食を防止するために必要な措置が講じられていること。
  - イ POPs 廃農薬の溶融及び分解に必要な温度、圧力及び滞留時間を適正に保つことができるものであること。
  - ウ 外気と遮断されたものであること。
  - エ 爆発を防止するために必要な措置が講じられていること。
  - オ 反応設備内の温度及び圧力を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ③ 次の要件を備えた除去設備が設けられていること。
  - ア 反応設備から排出された生成ガス中の粒子状の物質等及び塩化水素その他のガスを除去することができるものであること。
  - イ 除去設備内の生成ガスの温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
  - ウ 除去設備から排出された生成ガス中の主要な成分を測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ④ 事故時における反応器からのガスの漏出を防止することができる設備が設けられていること。
- ⑤ 粒子状の物質等を排出し、貯留することのできる取出設備及び貯留設備（粒子状の物質等の飛散及び流出を防止することができるものに限る。）が設けられていること。

(3.5) 真空加熱法（還元熱化学分解方式）

- ① 外気と遮断された状態で、POP s 廃農薬を反応設備に投入することができる供給設備が設けられていること。
- ② 次の要件を備えた反応設備が設けられていること。
  - ア 高温に耐え、かつ、腐食を防止するために必要な措置が講じられていること。
  - イ POP s 廃農薬の分解に必要な温度、圧力及び滞留時間を適正に保つことができるものであること。
  - ウ 外気と遮断されたものであること。
  - エ 爆発を防止するために必要な措置が講じられていること。
  - オ 反応設備内の温度、圧力を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ③ 次の要件を備えた除去設備が設けられていること。
  - ア 反応設備から排出された生成ガス中の粒子状の物質等及び塩化水素その他のガスを除去することができるものであること。
  - イ 除去設備から排出された生成ガス中の主要な成分を測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。
- ④ 事故時における反応設備からのガスの漏出を防止することができる設備が設けられていること。
- ⑤ 粒子状の物質等を排出し、貯留することができる取出設備及び貯留設備（粒子状の物質等の飛散及び流出を防止することができるものに限る。）が設けられていること。

真空加熱法については、今回準用している廃PCB等の処理基準に規定されていないが、廃PCB等処理基準のうち還元熱化学分解方式について、対象をPOP s 廃農薬に置き換えて準用するものとする。

## 7. 5 処理設備の維持管理

### (1) 共通事項

- ① 受け入れるPOP s 廃農薬の種類及び量が当該施設の処理能力に見合った適正なものとなるよう、受け入れる際に、必要なPOP s 廃農薬の性状の分析又は計量を行うこと。
- ② 施設へのPOP s 廃農薬の投入は、当該施設の処理能力を超えないように行うこと。
- ③ POP s 廃農薬が施設から流出する等の異常な事態が生じたときは、直ちに施設の運転を停止し、流出したPOP s 廃農薬の回収その他の生活環境の保全上必要な措置を講ずること。
- ④ 施設の正常な機能を維持するため、定期的に施設の点検及び機能検査を行うこと。
- ⑤ POP s 廃農薬の飛散及び流出並びに悪臭の発散を防止するために必要な措置を講ずること。
- ⑥ 蚊、はえ等の発生の防止に努め、構内の清潔を保持すること。
- ⑦ 著しい騒音及び振動の発生により周囲の生活環境を損なわないように必要な措置を講ずること。
- ⑧ 施設から排水を放流する場合は、その水質を生活環境保全上の支障が生じないものとするとともに、定期的に放流水の水質検査を行うこと。
- ⑨ 施設の維持管理に関する点検、検査その他の措置の記録を作成し、3年間保存すること。

「7. 4 処理設備の構造」と同様に、これらの基準は、分解設備が廃棄物処理法の許可対象施設の場合に、遵守しなければならない事項であるが、その他の方式の場合であっても、生活環境上、遵守されるべき事項である。

(参照 規則第12条の6)

以下の分解処理方式ごとの維持管理では、基本的に廃PCB等の維持管理基準を準用しているが、POP s 廃農薬の場合、同一性状のPOP s 廃農薬の分解処理が6ヶ月以上継続する場合は少ないと考えられることから、分解処理期間が6ヶ月以内の場合は分解処理期間中に1回以上、6ヶ月を超える場合は、6ヶ月に1回以上の頻度でPOP s 廃農薬及びダイオキシン類の排出目標の確認を行うことが望ましい。

## (2) 焼却施設

- ① ピット・クレーン方式によって燃焼室にP O P s 廃農薬を投入する場合には、常時、ごみを均一に混合すること。
- ② 燃焼室へのP O P s 廃農薬の投入は、外気と遮断した状態で、定量ずつ連続的に行うこと。ただし、7. 4 (2)の環境大臣が定める焼却施設（ガス化燃焼方式又は処理能力が2トン/時未満）にあつては、この限りでない。
- ③ 燃焼室中の燃焼ガスの温度を1000℃度以上に保つこと。
- ④ 焼却灰の熱しゃく減量が10パーセント以下になるように焼却すること。ただし、焼却灰を生活環境の保全上支障が生ずるおそれのないよう使用する場合にあつては、この限りでない。
- ⑤ 運転を開始する場合には、助燃装置を作動させる等により、炉温を速やかに上昇させること。
- ⑥ 運転を停止する場合には、助燃装置を作動させる等により、炉温を高温に保ち、P O P s 廃農薬を燃焼し尽くすこと。
- ⑦ 燃焼室中の燃焼ガスの温度を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑧ 集じん器に流入する燃焼ガスの温度をおおむね200℃以下に冷却すること。ただし、集じん器内で燃焼ガスの温度を速やかにおおむね200℃以下に冷却することができる場合にあつては、この限りでない。
- ⑨ 集じん器に流入する燃焼ガスの温度（⑧のただし書の場合にあつては、集じん器内で冷却された燃焼ガスの温度）を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑩ 冷却設備及び排ガス処理設備にたい積したばいじんを除去すること。
- ⑪ 煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素の濃度が100ppm以下となるようにP O P s 廃農薬を焼却すること。
- ⑫ 煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素の濃度を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑬ 煙突から排出される排ガス中のダイオキシン類の濃度が表の左欄に掲げる燃焼室の処理能力に応じて同表の右欄に定める濃度以下となるようにP O P s 廃農薬を焼却すること。
- ⑭ 煙突から排出される排ガス中のダイオキシン類の濃度を毎年1回以上、ばい煙量又はばい煙濃度（硫黄酸化物、ばいじん、塩化水素及び窒素酸化物に係るものに限る。）を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑮ 排ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにすること。
- ⑯ 煙突から排出される排ガスを水により洗浄し、又は冷却する場合は、当該水の飛散及び流出による生活環境保全上の支障が生じないようにすること。
- ⑰ ばいじんを焼却灰と分離して排出し、貯留すること。ただし、当該施設において生じたばいじん及び焼却灰を溶融設備を用いて溶融し、又は焼成設備を用いて焼成する方法により併せて処理する場合は、この限りでない。

- ⑱ ばいじん又は焼却灰の溶融を行う場合にあつては、灰出し設備に投入されたばいじん又は焼却灰の温度をその融点以上に保つこと。
- ⑲ ばいじん又は焼却灰の焼成を行う場合にあつては、焼成炉中の温度を1000℃以上に保つとともに、焼成炉中の温度を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑳ ばいじん又は焼却灰のセメント固化処理又は薬剤処理を行う場合にあつては、ばいじん又は焼却灰、セメント又は薬剤及び水を均一に混合すること。
- ㉑ 火災の発生を防止するために必要な措置を講ずるとともに、消火器その他の消火設備を備えること。
- ㉒ 廃油が地下に浸透しないように必要な措置を講ずるとともに、構造基準により設けられた流出防止堤その他の設備を定期的に点検し、異常を認めた場合には速やかに必要な措置を講ずること。

①について

POP s 廃農薬を混合する際は、POP s 廃農薬の飛散及び流出のおそれのないように対策を講ずる必要がある。

③について

燃焼室中の燃焼ガスの温度については、実証試験においては変動があり最低温度が1000℃程度であったことから、ここでは1000℃以上と記載するものであるが、農薬濃度、ダイオキシン類濃度を確認した上で最終的に管理する温度を決定する必要がある。

⑬について

廃棄物処理法では処理能力に応じて次のように規定されている。

廃棄物焼却施設の排ガス中ダイオキシン類排出濃度基準（単位 ng-TEQ/m<sup>3</sup>N）

設置時期 処理能力	平成9年11月30日以前の 既存施設	平成9年12月1日以降に 新設された焼却施設
4トン/時以上	1	0.1
2～4トン/時	5	1
2トン/時未満	10	5

ただし、焼却以外で準用する廃PCB等の処理方式での排出基準では、0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>が規定されていることから、処理目標基準として0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>Nを達成できるよう維持管理することが望ましい。

（参照 規則第12条の7）

### (3) 焼却施設以外の処理設備

#### ① 共通事項

廃油、廃酸及び廃アルカリが地下に浸透しないように必要な措置を講ずるとともに、構造基準により設けられた流出防止堤その他の設備を定期的に点検し、異常を認めた場合には速やかに必要な措置を講ずること。

「7.4 処理設備の構造」と同様に、廃PCB等の処理施設の維持管理に関しては、個別の規定が設けられており、POPs廃農薬の分解処理の際にも準用するものとする。

以下(3.1)～(3.5)の項においては、POPs廃農薬の各分解処理方法について参照した廃PCB等の処理方式名称を( )で付記する。

実証試験においては、各施設で次のような措置を講じていたので処理方法の内容に応じて適宜実施することとする。

ア 反応により排出された生成ガス中の主な成分を測定し、記録する。

イ 処理後、残さが飛散し、及び流出しないように当該物質を排出し、貯留する。

#### (3.1) BCD法、金属ナトリウム分散体法（脱塩素化分解方式）

① POPs廃農薬の数量及び性状に応じ、薬剤等の供給量を調節すること。

② POPs廃農薬と薬剤等との混合を十分に行うとともに、当該混合物の温度を反応の進行に必要な温度に保つこと。

③ 反応中の混合物の温度を連続的に測定し、かつ、記録すること。

④ POPs廃農薬の処理により生じた廃油中のPOPs廃農薬含有量並びに当該処理に伴い生ずる排水を放流する場合にあつては、放流水中のノルマルヘキサン抽出物質含有量及び水素イオン濃度を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。

#### BCD法について

実証試験においては、排水処理が行われていないため排ガス冷却水（コンデンサ冷却水及びエジェクタ水）のダイオキシン類の値が高くなっている。実際のPOPs廃農薬の分解処理に当たっては、排水処理の効果を確認の上、凝集沈殿後活性炭吸着等の処理が必要である。

(3.2) 水熱分解法、超臨界水酸化法（水熱酸化分解方式）

- ① POPs 廃農薬の数量及び性状に応じ、酸化剤等の供給量を調節すること。
- ② 反応中は、反応に必要な温度及び圧力を保つとともに、異常な高温又は高圧とならないようにすること。
- ③ 反応中の混合物の温度及び反応器中の圧力を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ④ 気液を分離した後の液体中に含まれる POPs 廃農薬の濃度が排出目標以下になるように処理すること。
- ⑤ 処理に伴い生じた排水を放流する場合にあつては、放流水中のノルマルヘキサン抽出物質含有量及び水素イオン濃度を 6 ヶ月に 1 回以上測定し、かつ、記録すること。

(3.3) メカノケミカル法（機械化学分解方式）

- ① 反応器に投入する POPs 廃農薬を必要に応じて破砕すること。
- ② POPs 廃農薬の数量及び性状に応じ、薬剤等の供給量を調整すること。
- ③ 反応中は、反応に必要な温度、圧力及び反応器の回転数を保つとともに、異常な高温又は高圧とならないようにすること。
- ④ 反応中の反応器内の温度及び反応器の回転数を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑤ 除去設備内に堆積した粒子状の物質等を除去すること。
- ⑥ 粒子状の物質等が飛散し、及び流出しないように当該物質を排出し、貯留すること。
- ⑦ 除去設備の出口における生成ガス中の粒子状の物質及び塩化水素の濃度を 6 ヶ月に 1 回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑧ 生成ガスによる生活環境上の支障が生じないようにすること。
- ⑨ 生成ガスを水により洗浄し、又は冷却する場合には、当該水の飛散及び流出により生活環境上の支障が生じないようにすること。
- ⑩ POPs 廃農薬の処理に伴い生じた排水を放流する場合には、放流水中のノルマルヘキサン抽出物質含有量及び水素イオン濃度を 6 ヶ月に 1 回以上測定し、かつ、記録すること。

(3.4) ジオメルト法（溶融分解方式）

- ① 反応設備に投入するPOP s 廃農薬を必要に応じて破砕すること。
- ② POP s 廃農薬の数量及び性状に応じ、溶融固化体を形成するために溶融補助剤として用いられる清浄土等の供給量を調整すること。
- ③ 反応中は、POP s 廃農薬の分解に必要な温度及び圧力を保つとともに、異常な高温又は高圧とならないようにすること。
- ④ 反応設備内の温度及び圧力を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑤ 除去設備内の生成ガス温度を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ⑥ 除去設備内にたい積した粒子状の物質等を除去すること。
- ⑦ 除去設備から排出された生成ガス中の主要な成分を測定し、かつ記録すること。
- ⑧ 粒子状の物質等が飛散し、及び流出しないように当該物質を排出し、貯留すること。
- ⑨ 除去設備の出口における生成ガス中のダイオキシン類の濃度が、 $0.1\text{ng-TEQ/m}^3\text{N}$ 以下となるように処理すること。
- ⑩ 除去設備の出口における生成ガス中のダイオキシン類の濃度を毎年1回以上、粒子状の物質及び塩化水素の濃度を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑪ 生成ガスによる生活環境上の支障が生じないようにすること。
- ⑫ 生成ガスを水により洗浄し、又は冷却する場合には、当該水の飛散及び流出による生活環境保全上の支障が生じないようにすること。
- ⑬ POP s 廃農薬の処理に伴い生じた排水を放流する場合は、放流水中のノルマルヘキサン抽出物質含有量及び水素イオン濃度を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑭ 火災の発生を防止するために必要な措置を講ずるとともに、消火器その他消火設備を備えること。

(3-5) 真空加熱法（還元熱化学分解方式）

- ① P O P s 廃農薬の数量及び性状に応じ、薬剤等の供給量を調節すること。
- ② 反応中は、反応に必要な温度、圧力を保つとともに、異常な高温又は圧力とならないようにすること。
- ③ 反応設備内の温度、圧力を連続的に測定し、かつ、記録すること。
- ④ 除去設備内に堆積した粒子状の物質等を除去すること。
- ⑤ 除去設備から排出された生成ガス中の主要な成分を測定し、かつ、記録すること。
- ⑥ 粒子状の物質等が飛散し、及び流出しないように当該物質を排出し、貯留すること。
- ⑦ 除去設備の出口における生成ガス中の環境大臣の定める方法により算出されたダイオキシン類の濃度が $0.1\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ 以下となるように処理すること。
- ⑧ 除去設備の出口における生成ガス中のダイオキシン類の濃度を毎年1回以上、粒子状の物質及び塩化水素の濃度を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑨ 生成ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにすること。
- ⑩ 生成ガスを水により洗浄し、又は冷却する場合は、当該水の飛散及び流出による生活環境保全上の支障が生じないようにすること。
- ⑪ P O P s 廃農薬の処理に伴い生じた排水を放流する場合は、放流水中のノルマルヘキサン抽出物質含有量及び水素イオン濃度を6ヶ月に1回以上測定し、かつ、記録すること。
- ⑫ 火災の発生を防止するために必要な措置を講ずるとともに、消火器その他の消火設備を備えること。

真空加熱法については、「7. 4 処理設備の構造」で記載したとおり、対象をP O P s 廃農薬に置き換えた上で、還元熱化学分解方式の廃P C B等の処理基準を準用する。

排ガス処理設備に液体窒素を用いたコールドトラップを使用する場合には、排水の処理が必要となる。一方、コールドトラップを使用しない場合には、活性炭フィルタ等により排ガスの処理が必要となる。

## 8. 残さの処理

処理によって生じた残さについては、性状に応じて適正に処理するものとする。

残さ中のPOPs廃農薬濃度が排出目標以下であるものは、さらに処理後の性状により廃棄物処理法の規定に従い適正に処分されなければならない。

主な処分方法は、次の表のとおり。

残さの性状	処理の例
汚泥	埋立処分の場合には、焼却（残さは、焼却灰・ばいじんの基準に従って処分）又は含水率85%以下にすること。
焼却灰、ばいじん	① ダイオキシン類が3ng-TEQ/g以下の場合 管理型最終処分場へ埋立処分 ② ダイオキシン類が3ng-TEQ/gを超えた場合 ア そのまま遮断型最終処分場へ埋立処分する。 イ 次のような再処理を実施後、管理型最終処分場へ埋立処分する。 (ア) 溶融 (イ) 焼成 (ウ) セメント固化 (エ) 薬剤処理 (オ) 酸処理

焼却灰、ばいじんについては、「7. 1 分解処理方法」により3ng-TEQ/g以下となるよう分解処理されているものであるが、やむを得ない理由によりこれを上回った場合には、焼却灰、ばいじんの欄の②の方法によるものとする。

また、重金属等が含まれる場合には、その物質により処分方法が異なるので、処分方法を確認の上、実施する。

(参照 令第6条、特別管理一般廃棄物又は特別管理産業廃棄物の処分又は再生の方法として環境大臣が定める方法)

## 9. POPs 廃農薬の処理への廃棄物処理法の適用

- (1) 分別、保管、収集運搬、分解処理、最終処分の各段階において、本技術的留意事項に即して実施するものとする。
- (2) 処理業及び施設の許可に関しては、現行の廃棄物処理法の規定に従うこと。  
ただし、施設に関しては、次のように整理されるので注意すること。
- ア POPs 廃農薬の処理施設は、その処理方式等によっては、廃棄物処理法の産業廃棄物処理施設又は一般廃棄物処理施設に該当する場合がある。これらに該当する場合には、その設置に際して、都道府県知事の許可を要する。
- イ 焼却設備は、処理能力により、廃棄物処理法第15条の産業廃棄物焼却施設又は同法第8条の許可対象施設である一般廃棄物焼却施設に該当する場合がある。
- ウ 7. 1 分解処理方法に掲げる分解処理技術のうち焼却以外の技術を用いた設備は、液体及び泥状の POPs 廃農薬の処理を行う場合には、処理能力に係わらず産業廃棄物の許可対象施設ではなく、それ以外の性状の POPs 廃農薬を処理し処理能力が5トン/日以上の場合には、一般廃棄物処理施設に該当する。

(2)について

施設に関する表にまとめると次のとおりとなる。

許可対象施設の整理表

	焼却施設	焼却以外の処理施設
産業廃棄物処理施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理能力が200kg/時以上（ただし廃プラスチックを焼却する場合には、100kg/日を超えるもの）</li> <li>又は</li> <li>・火格子面積が2㎡以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>－（POPs 廃農薬の処理に該当するものなし）</li> </ul>
一般廃棄物処理施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理能力が200kg/時以上</li> <li>又は</li> <li>・火格子面積が2㎡以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・5トン/日以上</li> </ul>

焼却施設に関しては、処理能力又は規模によっては許可が不要となるが、高度な分解技術が要求されることから、許可対象施設で行うことが望ましい。

なお、許可対象施設への該当の有無は、都道府県、政令市の廃棄物担当課へ確認すること。

## 參考資料



## 1. POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドライン（改訂） 概要 Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs)

POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインは、バーゼル条約第7回締約国会議（COP7）において採択され、第8回締約国会議（COP8）において改訂された。本ガイドラインでは、POPsの環境上適正な処分に関して次の事項が示されている。

### ①低POPs含有量

POPsの特性を示さなくなるPOPsの含有量（低POPs含有量）として、暫定的に以下を適用すべきとされている。

- (a) PCBs : 50 mg/kg
- (b) PCDDs 及び PCDFs : 15  $\mu$ g TEQ/kg (ストックホルム条約の附属書C第四部2において参照されるTEQであり、PCDDs 及びPCDFs を対象とする。)
- (c) アルドリン、クロルデン、ディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル、HCB、マイレックス、トキサフェン : 各 50 mg/kg

### ②破壊及び不可逆的変換の水準

破壊及び不可逆的変換の水準に関しては、暫定的に以下を適用すべきとされている。

- (a) 大気放出 :
  - ・ PCDDs 及び PCDFs : 0.1 ng TEQ/m<sup>3</sup>N (ストックホルム条約の附属書C第四部2において参照される毒性等量であり、PCDDs 及びPCDFs のみを対象とする。m<sup>3</sup>Nは、乾きガス、101.3 kPa、273.15 K、11% O<sub>2</sub>換算による。)
  - ・ その他のPOPs : 関連する国内法及び国際的規制、基準、ガイドライン等に基づき設定
- (b) 液状放出 : 関連する国内法及び国際的規制、基準、ガイドライン等に基づき設定
- (c) 固形残さ : POPs含有量は、上記の低POPs含有量以下とする

加えて、破壊及び不可逆的変換のための技術は、利用可能な最良の技術（BAT）及び環境のための最良の慣行（BEP）に従って運用されるべきである。

### ③環境上適切な破壊及び処分方法

POPsの環境上適正な破壊及び処分方法としては、暫定的に以下を適用すべきとされている。

1. 前処理

吸着及び吸収、脱水、機械的分離、混合、油・水分離、pH調整、サイズの縮小、溶剤洗浄、熱脱着

2. 破壊及び不可逆的変換方法

アルカリ金属還元法、アルカリ触媒化学分解法、触媒水素化脱塩素化法、セメントキルン炉混焼法、気相水素還元法、有害廃棄物焼却法、UV/触媒分解法（PCD/CD）、プラズマ分解法、有機アルカリ金属分解法（t-BuOK）、超臨界水酸化法（SCWO）及び亜臨界水酸化法、Thermal and metallurgical production of metals、Waste-to-gas conversion（以上2技術はCOP8にて追加された）

3. 破壊または不可逆的変換が環境上好ましくない場合の他の処分方法

特殊埋立地、岩塩坑永久保管

出典：<http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.pdf>

## 2. 平成21年度POPs廃棄物処理技術等検討会委員名簿

(敬称略、五十音順)

太田壮一	摂南大学薬学部薬学科環境保健学研究室	教授
(座長) 酒井伸一	京都大学環境保全センター	教授
野馬幸生	独立行政法人国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター	副センター長
細見正明	東京農工大学大学院共生科学技術研究院 システム化学工学科	教授

### 3. POPs 農薬の有害性

物質名	アルドリン	ディルドリン		
重要データ	<p><b>物理的状態：外観：</b> 無色の結晶</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 加熱すると分解し、有毒で腐食性のフェーム(塩化水素など)を生じる。酸、酸化剤と反応する。水の存在下で、多くの金属を侵す。</p> <p><b>許容濃度：</b> TLV：(吸引性画分および蒸気)0.05 mg/m<sup>3</sup> (TWA)；(皮膚)；A 3 (動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質) (ACGIH 2007)。 (訳注：詳細は ACGIH の TLVs and BEIs を参照)</p> <p>MAK：(吸引性画分) 0.25 mg/m<sup>3</sup>；皮膚吸収(H)；ピーク暴露限度カテゴリー：II(8) (DFG 2007)。 (訳注：詳細は DFG の List of MAK and BAT values を参照)</p>	<p><b>暴露の経路：</b> 体内への吸収経路：経皮、経口摂取。</p> <p><b>吸入の危険性：</b> 20℃ではほとんど気化しない。しかし噴霧すると、浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。</p> <p><b>短期暴露の影響：</b> 中枢神経系に影響を与え、痙攣を生じることがある。これらの影響は遅れて現われることがある。医学的な経過観察が必要である。</p> <p><b>長期または反復暴露の影響：</b> 人の体に蓄積する。影響が蓄積される可能性がある。「一次災害/急性症状」参照。</p>	<p><b>物理的状態：外観：</b> 無色の結晶</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 加熱すると分解し、有毒なフェーム(塩化水素など)を生じる。酸化剤、酸と反応する。保管中、塩化水素を徐々に生成し、金属を侵す。</p> <p><b>許容濃度：</b> TLV：0.25 mg/m<sup>3</sup> (TWA)；(皮膚)；A 4 (人における発がん性が分類できていない物質) (ACGIH 2007)。 (訳注：詳細は ACGIH の TLVs and BEIs を参照)</p> <p>MAK：(吸入性画分) 0.25 mg/m<sup>3</sup>；皮膚吸収(H)；ピーク暴露限度カテゴリー：II(8) (DFG 2007)。 (訳注：詳細は DFG の List of MAK and BAT values を参照)</p>	<p><b>暴露の経路：</b> 体内への吸収経路：経皮、経口摂取。</p> <p><b>吸入の危険性：</b> 20℃ではほとんど気化しない。しかし噴霧すると、浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。</p> <p><b>短期暴露の影響：</b> 中枢神経系に影響を与え、痙攣を生じることがある。医学的な経過観察が必要である。</p> <p><b>長期または反復暴露の影響：</b> 人の体に蓄積する。影響が蓄積される可能性がある。「一次災害/急性症状」参照。</p>
物理的性質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沸点：145℃(0.27 kPa)</li> <li>・融点：104～105℃</li> <li>・密度：1.6 g/cm<sup>3</sup></li> <li>・水への溶解性：溶けない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気圧：0.009 Pa(20℃)</li> <li>・log Pow (オクタノール/水分配係数)：7.4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・融点：175～176℃</li> <li>・密度：1.7 g/cm<sup>3</sup></li> <li>・水への溶解性：溶けない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気圧：0.0004 Pa(20℃)</li> <li>・log Pow (オクタノール/水分配係数)：6.2</li> </ul>
環境に関するデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・環境に有害な場合がある。鳥類、ミツバチへの影響に十分に注意すること。</li> <li>・人にとって重要な食物連鎖において、とくに水生生物で生物濃縮が起こることがある。</li> <li>・環境中に放出しないように強く勧告する。</li> <li>・水生環境中で長期にわたる影響を及ぼすことがある。</li> <li>・通常の使用方法でも環境中へ放出される。不適切な廃棄などによるさらなる放出を避けるよう十分注意すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・環境に有害な場合がある。ミツバチ、鳥類への影響に十分に注意すること。</li> <li>・人にとって重要な食物連鎖において、とくに水生生物で生物濃縮が起こることがある。</li> <li>・環境中に放出しないように強く勧告する。</li> <li>・水生環境中で長期にわたる影響を及ぼすことがある。</li> <li>・通常の使用方法でも環境中へ放出される。不適切な廃棄などによるさらなる放出を避けるよう十分注意すること。</li> </ul>		
注	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他の融点：49～60℃(工業用)。</li> <li>・暴露の程度によっては、定期検診を勧める。</li> <li>・製剤に溶剤が使用されている場合は、その溶剤のICSCも参照のこと。</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・作業衣を家に持ち帰ってはならない。</li> <li>・このカードに記載された勧告事項はディルドリン[ICSC番号 0787]にも適用される。</li> <li>・Aldrec、Aldrex、Aldrite、Aldron、Aldrosol、Algran、Alttox、Drinox、Octalene、Seedrin、Toxadrin はいずれも商品名である。</li> <li>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R)-61G41b</li> <li>N F P A(米国防火協会)コード：H(健康危険性)2；F(燃焼危険性)0；R(反応危険性)0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暴露の程度によっては、定期検診を勧める。</li> <li>・製剤に溶剤が使用されている場合は、その溶剤のICSCも参照のこと。</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・作業衣を家に持ち帰ってはならない。</li> <li>・Alvit、Dieldrex、Dieldrite、Illoxol、Octalox、Panoram、Quintox はいずれも商品名である。</li> <li>・アルドリン[ICSC番号 0774]も参照のこと。</li> <li>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R)-61G41b</li> </ul>		

物質名	エンドリン	クロルデン
重要データ	<p><b>物理的状态；外観：</b> 白色の結晶</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 245℃以上に加熱すると分解し、塩化水素、ホスゲンを生じる。</p> <p><b>許容濃度：</b> TLV：0.1 mg/m<sup>3</sup>(TWA) (皮膚) A4 (ACGIH 2001)</p>	<p><b>物理的状态；外観：</b> 工業用：淡黄色～琥珀色の粘稠液体</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 燃焼、塩基との接触により分解し、塩素、ホスゲン、塩化水素を含む有毒なフェーム生じる。鉄、亜鉛、プラスチック、ゴム、被膜剤を侵す。</p> <p><b>許容濃度：</b> TLV：0.5 mg/m<sup>3</sup>(TWA)； (皮膚)；A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質)(ACGIH 2004)。  MAK：(吸引性画分) 0.5 mg/m<sup>3</sup>；ピーク暴露限度カテゴリー：II(8)；皮膚吸収(H)；発がん性カテゴリー：3B(DFG 2004) (訳注：詳細はDFGのList of MAK and BAT valuesを参照)</p>
物理的性質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沸点以下245℃で分解する</li> <li>・融点：200℃</li> <li>・密度：1.7 g/cm<sup>3</sup></li> <li>・水への溶解度：0.2 g/100 ml (25℃)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気圧：ほとんどない(25℃)</li> <li>・log Pow (オクタノール/水分配係数)：5.34</li> </ul>
環境に関するデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・環境に有害な場合がある；ミツバチ、鳥類、哺乳類への影響に特に注意すること。</li> <li>・環境中に残存するので、環境中に放出しないように強く勧告する。</li> <li>・人にとって重要な食物連鎖において、とくに魚類、魚介類で生物濃縮が起こる。</li> <li>・通常の使用法と異なる状況での環境中への放出を避ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・環境に有害な場合がある。土壤生物、ミツバチへの影響にとくに注意すること。</li> <li>・環境中に放出しないように強く勧告する。</li> <li>・水生環境中で長期にわたる影響を及ぼすことがある。</li> </ul>
注	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製剤に溶剤が使用されている場合は、その溶剤のICSCも参照のこと。</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・作業衣を家に持ち帰ってはならない。</li> </ul> <p>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R) -61G41a</p> <p>NFPA(米国防火協会)コード：H(健康危険性)3；F(燃焼危険性)0；R(反応危険性)；0</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製剤に溶剤が使用されている場合は、その溶剤のICSCも参照のこと。</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・Belt、Chlor Kil、Chlortox、Corodan、Gold Crest、Intox、Kypchlor、Niran、Octachlor、Sydane、Synklor、Termi-Ded、Topiclor、Toxichlor はいずれも商品名である。</li> <li>・ヘプタクロル[ICSC0743]も参照のこと。</li> </ul> <p>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R) -61GT6-III</p>

物質名	ヘプタクロル	DDT
重要データ	<p><b>物理的状態；外観：</b> 特徴的な臭気のある、白色の結晶あるいは黄褐色のろう状の固体</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 160℃以上に加熱すると分解し、塩化水素を含む有毒なフェームを生じる。強力な酸化剤と反応する。金属を侵す。</p> <p><b>許容濃度：</b> TLV：0.05 mg/m<sup>3</sup>(TWA)；(皮膚)；A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質)(ACGIH 2004)</p> <p>MAK：(吸入性画分) 0.5 mg/m<sup>3</sup>；皮膚吸収(H)；ピーク暴露限度カテゴリー：II(2)；発がん性カテゴリー：3B；(DFG 2004) (訳注：詳細はDFGのList of MAK and BAT valuesを参照)</p> <p><b>暴露の経路：</b> 体内への吸収経路：粉末が凝集した粉塵の吸入、経皮、経口摂取</p> <p><b>吸入の危険性：</b> 20℃ではほとんど気化しないが、とくに粉末の場合、拡散すると浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。</p> <p><b>短期暴露の影響：</b> 中枢神経系に影響を与えることがある。</p> <p><b>長期または反復暴露の影響：</b> 肝臓に影響を与えることがある。人で発がん性を示す可能性はある。</p>	<p><b>物理的状態；外観：</b> 無色の結晶または白色の粉末。原体は蠟状の固体である。</p> <p><b>物理的危険性：</b></p> <p><b>化学的危険性：</b> 燃焼すると、有毒で腐食性のフェーム(塩化水素など)を生成する。アルミニウム、鉄と反応する。</p> <p><b>許容濃度：</b> TKV：1 mg/m<sup>3</sup>(TWA)；A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質)(ACGIH 2004)</p> <p>MAK：1 mg/m<sup>3</sup>(I)；皮膚吸収(H)；ピーク暴露限度カテゴリー：II(8) (DFG 2003)</p> <p><b>暴露の経路：</b> 体内への吸収経路：経口摂取</p> <p><b>吸入の危険性：</b> 20℃ではほとんど気化しない。しかし、とくに粉末の場合、浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。</p> <p><b>短期暴露の影響：</b> 機械的刺激を引き起こすことがある。中枢神経系に影響を与え、痙攣、呼吸抑制を生じることがある。高濃度の場合、死に至ることがある。医学的な経過観察が必要である。</p> <p><b>長期または反復暴露の影響：</b> 中枢神経系、肝臓に影響を与えることがある。人で発がん性を示す可能性はある。動物試験では人で生殖・発生毒性を引き起こす可能性があることが示されている。</p>
物理的性質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沸点以下160℃で分解する</li> <li>・融点：95～96℃</li> <li>・比重(水=1)：1.65～1.67</li> <li>・水への溶解性：溶けない</li> <li>・蒸気圧：0.053 Pa(25℃)</li> <li>・log Pow(オクタノール/水分配係数)：5.27～5.44</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沸点：260℃</li> <li>・融点：109℃</li> <li>・密度：1.6 g/cm<sup>3</sup></li> <li>・水への溶解性：溶けにくい</li> <li>・log Pow(オクタノール/水分配係数)：6.36</li> </ul>
環境に関するデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・食物連鎖において、たとえば魚類、乳汁で生物濃縮が起こることがある。</li> <li>・水生環境中で長期にわたる影響を及ぼすことがある。</li> <li>・通常の使用法でも環境中へ放出される。不適切な廃棄などによるさらなる放出を避けるよう十分注意すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水生生物に対して毒性が非常に強い。</li> <li>・環境に有害な場合がある；鳥類への影響にとくに注意すること。</li> <li>・たとえば乳汁や水生生物など、食物連鎖において生物濃縮が起こることがある。</li> <li>・通常の使用法でも環境中へ放出される。不適切な廃棄などによるさらなる放出を避けるよう十分注意すること。</li> </ul>
注	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他の融点：46～74℃(工業用)</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・暴露の程度によっては、定期検診を勧める。</li> <li>・作業衣を家に持ち帰ってはならない。</li> </ul> <p>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R)-61GT7-II</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暴露の程度によっては、定期検診が必要である。</li> <li>・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。</li> <li>・作業衣を家に持ち帰ってはならない。</li> <li>・国内法を調べること。</li> </ul> <p>・Agritan、Azotox、Anofex、Ixodex、Gesapon、Gesarex、Gesarol、Guesapon、Clofenotane、Zeidane、Dicophane、Neocid はいずれも商品名である。</p> <p>Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R)-[61GT7-III]</p>

物質名	γ-BHC	
重要データ	<b>物理的状態；外観：</b> 白色の結晶性粉末  <b>物理的危険性：</b>  <b>化学的危険性：</b> 高温面や炎に触れると分解し、有毒で腐食性のフェュームを生成する。塩基と接触すると分解し、トリクロロベンゼンを生成する。粉末金属と接触すると分解する。  <b>許容濃度：</b> TLV：0.5 mg/m <sup>3</sup> (TW A)；(皮膚)；A3 (動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質) (ACGIH 2007)。 (訳注：詳細はACGIHのTLVs and BEIsを参照) MAK：0.1 mg/m <sup>3</sup> (吸引性画分)；ピーク暴露限度カテゴリー：II(8)；皮膚吸収(H)；発がん性カテゴリー：4；妊娠中のリスクグループ：C；BAT(職業性暴露に対する生物学的耐容値)の記載あり(DFG 2006)。 (訳注：詳細はDFGのList of MAK and BAT valuesを参照)	<b>暴露の経路：</b> 体内への吸収経路：吸入、経皮、経口摂取。  <b>吸入の危険性：</b> 拡散すると浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。  <b>短期暴露の影響：</b> 中枢神経系に影響を与え、痙攣を生じることがある。死に至ることがある。医学的な経過観察が必要である。  <b>長期または反復暴露の影響：</b> 肝臓に影響を与えることがある。実験動物では腫瘍が見つけられているが、人では不明である。
	<b>物理的性質</b>	・沸点：323℃ ・比重(水=1)：1.87 ・水への溶解度：0.0007 g/100 ml (20℃)
環境に関するデータ	・水生生物に対して毒性が非常に強い。  ・魚類で生物濃縮が起こることがある。  ・通常の使用法でも環境中へ放出される。不適切な廃棄などによるさらなる放出を避けるよう十分注意すること。	
注	・暴露の程度によっては、定期検診を勧める。 ・市販の製剤に用いられている溶剤が、この物質の物性および毒性を変化させることがある。 ・作業衣を家に持ち帰ってはならない。  Transport Emergency Card(輸送時応急処理カード)：TEC(R) -61GT7-III	

- ・ACGIH：American Conference of Governmental Industrial Hygienists (米国産業衛生専門家会議)
- ・TLV：Threshold Limit Values(上限値)
- ・BEI：Biological Exposure Indices (生物学的ばく露指数)
- ・DFG：Deutsche Forschungsgemeinschaft (ドイツ学術振興会)
- ・"List of MAK and BAT Values"：ドイツ学術振興会による図書

出典：国際化学物質安全性計画 (IPCS)

#### 4. POPs 廃農薬を規制の対象とする関係法令

POPs 廃農薬を規制の対象とする主な関係法令は、以下のとおりである。

物質名	化審法	毒劇物取締法	船舶安全法	航空法	消防法
アルドリン	第1種特定化学物質	劇物(包装等級Ⅱ)	危険物	危険物	危険物第4類
クロルデン	第1種特定化学物質	劇物(包装等級Ⅲ)	危険物	危険物	危険物第4類
ディルドリン	第1種特定化学物質	劇物(包装等級Ⅱ)	危険物	危険物	危険物第4類
エンドリン	第1種特定化学物質	毒物(包装等級Ⅰ)	危険物	危険物	危険物第4類
ヘプタクロル	第1種特定化学物質	劇物(包装等級Ⅱ)	危険物	危険物	—
DDT	第1種特定化学物質	—	危険物	危険物	危険物第4類
BHC	—	劇物(包装等級Ⅲ)	毒物	毒物	—

**化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）**：難分解性の性状を有し、人の健康を損なうおそれのある化学物質による環境汚染を防止するため、製造、輸入、使用等の規制を行うことを目的とする法律。難分解性と高蓄積性を有し、かつ人の健康を損ねるおそれのある化学物質と判定された場合には、「第1種特定化学物質」に指定され、原則、製造・輸入が禁止される。

**毒物及び劇物取締法（毒劇物取締法）**：毒物及び劇物について、保健衛生上の見地から必要な取締を行うことを目的とする法律。急性毒性の程度に応じて特定毒物、毒物及び劇物に分けて指定している。

**船舶安全法**：船舶の堪航性及び人命の安全を保持することを目的とする法律。危険物を船舶により運送する場合、危険物運送の安全を確保するために当該危険物の容器、包装、標札、表示、積載方法、隔離方法等の運送基準を定め、これらの順守を荷送人又は船長それぞれに義務付けている。

**航空法**：航空機の航行の安全及び航空機の航行に起因する障害の防止を図るための方法を定め、並びに航空機を運航して営む事業の秩序を確立し、もって航空の発達を図ることを目的とする法律。航空機による爆発物等の運送基準を定める告示で、航空輸送上の危険物を定めている。

**消防法**：火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害に因る被害を軽減し、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的とする法律。消防法上の危険物となる物品は、性状により6種類に分類して、それぞれの類について危険物に該当するか否かの判定基準を設けている。POPs 廃農薬には引火性物質に該当するものがある。

## 5. 排ガス及び排水中におけるPOP s 廃農薬の排出濃度の目安の算出方法

POP s 廃農薬の分解処理時に達成すべき排出目標（以下「排出目標」という。）については、媒体毎に以下の方法で設定した。

### 1. 排ガスに関する排出目標

排出目標の設定に当たっては、POP s 廃農薬の分解処理施設から排出される排ガスによって周辺の人々の健康及び生活環境に影響を与えることのないよう、周辺環境大気中のPOP s 廃農薬の濃度が、健康リスクを考慮して調査掘削等マニュアルで設定されているPOP s 廃農薬に係る大気中濃度指針値（表4）以下となることを基本とする。

設定方法としては、ポリ塩化ビフェニル（PCB）に係る大気の暫定環境基準（ $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）から燃焼排ガスの暫定基準（ $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ ）を設定する際に用いられた希釈倍率（500）を準用し、具体的には大気中濃度指針値をPOP s 廃農薬に係る大気中の環境目標と見なし、これに500を乗じる方法を用いた。（表1）

PCBにおける排ガス基準の設定方法を準用した理由は以下のとおりである。

- (1) POP s 廃農薬はPCBと同様の有機塩素系化合物であり、排ガスの大気中への希釈効果（拡散傾向）と関連する物理的特性である蒸気圧について、POP s 廃農薬の蒸気圧が、PCBのそれに近いこと。（いずれも  $10^{-2}\text{Pa}$  以下）
- (2) PCBは、POP s 廃農薬と同じくPOP s 条約の規制対象物質であり、いずれも、同条約において利用可能な最良の技術（BAT）及び環境のための最良の慣行（BEP）の適用による分解処理が求められており、それぞれの分解処理に用いる技術はほぼ同じであることから、同程度の希釈倍率を適用することが適当と考えられること。

なお、今回排出目標の設定に用いた希釈倍率（500）は、他の大気汚染物質における希釈倍率と比較して小さく、結果として安全側に立った厳しい排出目標を与えるものである（表2）。

表1 排ガスに関する排出目標

POP s 廃農薬	①大気中濃度指針値 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	②排出目標 ( $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ )	算出方法
アルドリン	0.000035	0.0175	②=①×500
クロルデン	0.00017	0.0085	
ディルドリン	0.000035	0.0175	
エンドリン	0.000071	0.0355	
ヘプタクロル	0.000035	0.0175	
DDT	0.0035	1.75	
BHC	0.0017	0.85	

表2 大気汚染物質に関する希釈倍率 (B/A)

対象物質	蒸気圧	環境基準 (A) ※	排ガス基準もしくは 指定物質抑制基準 (B)	B/A
ダイオキシン類	<10 <sup>-4</sup> Pa	0.6 pg-TEQ/m <sup>3</sup>	100 pg-TEQ/m <sup>3</sup> N	167
P C B	<10 <sup>-2</sup> Pa	0.0005 mg/m <sup>3</sup>	0.25 mg/m <sup>3</sup>	500
水銀	0.26 Pa	0.00004 mg/m <sup>3</sup>	0.05 mg/m <sup>3</sup> N	1250
テトラクロロエチレン	1.9 kPa	0.2 mg/m <sup>3</sup>	150~500 mg/m <sup>3</sup> N	750~2,500
トリクロロエチレン	7.8 kPa	0.2 mg/m <sup>3</sup>	150~500 mg/m <sup>3</sup> N	750~2,500
ベンゼン	13.3 kPa	0.003 mg/m <sup>3</sup>	50~1,500 mg/m <sup>3</sup> N	16,667~500,000

※ ダイオキシン類、ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン は環境基準値  
 水銀は、有害大気汚染物質に係る指針値  
 P C Bは、暫定環境基準値

## 2. 排水に関する排出目標

排水については、P O P s 廃農薬に係る環境水中濃度指針値 (表4) に10倍の希釈倍率を乗じた値を排出目標とした (表3)。希釈倍率として10を用いたのは、水質汚濁防止法における排水基準算出の考え方を準用したことによる。

なお、これらの目安は、調査掘削等マニュアルにおける大気中及び環境水中の環境管理指針値に基づいて算出されたものであるが、環境管理指針値は、P O P s 廃農薬による汚染の有無等を確認する上での目安として設定したものであり、農用地や公共用水域の安全性の評価に用いることを想定したものではないとされている点に留意する必要がある。

また、P O P s 廃農薬が環境中に継続的にかつ一定以上排出される場合には、排水に係る排出目標としては、環境中での生物への濃縮の観点からより低いレベルとすることが望ましいと考えられるが、P O P s 廃農薬の分解処理は現在残存するもののみが対象であり、その量及び分解処理に要する期間は限られていること、また、P O P s 廃農薬の生物中濃度は長期的に減少しており、現在では残留農薬基準値に比べて低いこと等を考慮し、ここでは生物濃縮の観点からの濃度設定は行わない。

表3 排水に関する排出目標

P O P s 廃農薬	①環境水中濃度指針値 (mg/L)	②排出目標 mg/L	算出方法
アルドリン	0.00026	0.0026	②=①×10
クロルデン	0.0013	0.013	
ディルドリン	0.00026	0.0026	
エンドリン	0.00053	0.0053	
ヘプタクロル	0.00026	0.0026	
DDT	0.026	0.26	
BHC	0.013	0.13	

表4 調査掘削等マニュアル【別添7】 農薬等に関する環境管理指針値一覧

農薬名等(別名)	ADI(一日摂取許容量) mg/kg体重		分析法	大気中濃度 指針値 注2	環境水中濃度 指針値 注3	土壌濃度指針 値(溶出量) 注4	処理指針値 (溶出量) 注5	土壌濃度指 針値 (含有量) 注6	備考
	日本 注1	その他		mg/m <sup>3</sup>	mg/L	mg/L	mg/L	mg/kg	
<b>POPs農薬等</b>									
BHC	0.0125 1975	PTDI(JMPR) 注7 0.005 2002	A	0.0017	0.013	0.013	0.13	注8 50	各指針値は異性体との含量としての値
DDT	0.005 1975	PTDI(JMPR) 0.01 2000	A	0.0035	0.026	0.026	0.26	注8 50	各指針値は代謝物との含量としての値
アルドリ	0.0001 1973	PTDI(JMPR) 0.0001 1994	A	0.000035	0.00026	0.00026	0.0026	4.1	ディルドリンとの含量としての値
エンドリン	0.0002 1973	PTDI(JMPR) 0.0002 1994	A	0.000071	0.00053	0.00053	0.0053	8.3	
ディルドリン	0.0001 1973	PTDI(JMPR) 0.0001 1994	A	0.000035	0.00026	0.00026	0.0026	4.1	アルドリ
クロルデン		PTDI(JMPR) 0.0005 1994	A	0.00017	0.0013	0.0013	0.013	20	各指針値はtrans-クロルデン、cis-クロルデン、trans-ノナクロル、cis-ノナクロル、オキシクロルデンの含量としての値
ヘプタクロ		PTDI(JMPR) 0.0001 1994	A	0.000035	0.00026	0.00026	0.0026	4.1	各指針値は代謝物との含量としての値
<b>環境基準設定物質</b>									
水銀及びその化合物			B	0.00004 注9	0.0005 注10	0.0005 注11	0.005	15 注12	
チラム(チウラム)	0.0084 1999	ADI(JMPR) 0.01 1992	B	0.0029	0.006 注10	0.006 注11	0.06		
砒素及びその化合物		PTWI(JECFA) 0.015 1988	C	0.00076	0.01 注10	0.01 注11	0.1	150 注12	
有機リン(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメト、EPN)			C,D	0.0014	検出されないこと(旧水環境基準) 注13	検出されないこと(土壌環境基準) 注14	(排水基準) 注15		
パラチオン	0.005	ADI(JMPR) 0.004 1995		0.0014					
メチルパラチオン	0.015	ADI(JMPR) 0.003 1995		0.0010					
メチルジメト		ADI(JMPR) 0.0003 1989		0.00010					
EPN 注16	0.0014 2003			0.00049					

JMPR=FAO/WHO合同残留農薬専門家会議  
 JECFA=FAO/WHO合同食品添加物専門家会議  
 PTDI=暫定耐容1日摂取量  
 PTWI=暫定的耐容週間摂取量

Aは「農薬等の環境残留実態調査分析法」に分析法が定められている物質  
 Bは水質汚濁に係る環境基準について(昭46環告59)付表1又は4に分析法が定められている物質  
 CはJIS K 0102「工場排水試験方法」に分析法が定められている物質  
 Dは「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」(昭49環告64)付表に分析法が定められている物質

・指針値算定の考え方 (ADI等は最新の値を採用。有効数字2桁とし、端数は切り捨てとした。)

注1:中央環境審議会・食品衛生調査会・食品安全委員会・残留農薬安全性評価委員会にて設定された値。

注2:大気中濃度指針値  
 大気中濃度指針値=ADI×体重(53.3kg)×大気への経路配分(0.1)÷一日呼吸量(15m<sup>3</sup>)

注3:環境水中濃度指針値  
 環境水中濃度指針値=ADI×体重(53.3kg)×水への経路配分(0.1)÷一日水取水量(2L)

注4:本マニュアルでは、土壌濃度指針値(溶出量)は、別途既存の規定がない限り、環境水中濃度指針値を採用することとしている。

注5:土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の埋立処分に関する判定基準(第二溶出基準)(土壌汚染対策法施行規則第24条及び同規則別表4)は、土壌溶出基準(土壌汚染対策法施行規則第18条及び同規則別表2)の10~30倍に設定されている。これを参考にして本マニュアルの処理指針値は、土壌濃度指針値(溶出量)の10倍とすることとした。

注6:土壌濃度指針値(含有量)の設定方法

$$\text{土壌濃度指針値(含有量)} = \text{ADI} \times \text{体重}(53.3\text{kg}) \times \text{土壌への経路配分}(0.1) \div [\text{生涯平均一日土壌摂取量}(108.6\text{mg}) + \text{生涯平均一日土壌皮膚接触量}(463.8\text{mg}) \times \text{吸収率}(0.04)]$$

ここでは以下のように設定している。

- ・生涯平均一日土壌摂取量=(一日土壌摂取量(子供)(200 mg/日)×6(年)+一日土壌摂取量(大人)(100mg/日)×64(年))÷生涯年数(70年)
- ・生涯平均一日土壌皮膚接触量  
 = [皮膚面積(当り一日土壌接触量(0.5mg/m<sup>2</sup>/日)×皮膚面積(子供)(2800 cm<sup>2</sup>)×晴天率(0.6)×屋外で土に触れる率(子供毎日)(7/7)×6(年)+皮膚面積(当り一日土壌接触量(0.5mg/m<sup>2</sup>/日)×皮膚面積(大人)(5000 cm<sup>2</sup>)×晴天率(0.6)×屋外で土に触れる率(大人週末)(2/7)×64(年)]÷生涯年数(70年)
- ・吸収率:POPs農薬の吸収率が出ているものの内、最大の値を用いた。出典:U.S. EPA, RAGS, Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment, Interim Guidance, 2001.
- ・有害物質の摂取量の算定方法は「土壌の摂取等による有害物質の摂取量の算定方法」(平成13年 土壌の含有量リスク評価検討会報告書)を準用した。

注7:JMPRの作成したPTDIはγ-BHC(リンデン)であるが、本マニュアルではこの値を用いることとした。

注8:バーゼル条約のPOPs廃棄物の環境上適正な管理に関する一般技術ガイドラインにおいて、処理についての優先順位の低い「Low POPs Content」の区分を置き、その基準を50ppm以下としている。これを参考にBHC,DDTは、注6の計算式で算出される値より低い値の50ppmとした。

注9:今後の有害大気汚染物質対策のあり方について(第7次答申)(平15.7.31中央環境審議会)の別表の水銀の値。

注10:水質汚濁に係る環境基準について(昭46環告59)付表1「人の健康の保護に関する環境基準」の値(その表中では水銀及びその化合物は総水銀、砒素及びその化合物は砒素の値)。

注11:土壌の汚染に係る環境基準について(平3環告46)別表の値(その表中では水銀及びその化合物は総水銀、砒素及びその化合物は砒素の値)。

注12:土壌汚染対策法施行規則(平14環令29)第18条第2項別表3の値。

注13:旧水質汚濁に係る環境基準:有機リン(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメト、EPN)は検出されないこと(平成5年削除)。「検出されないこと」とは、4種の有機リン系農薬の合計が「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」(昭49環告64)により排出水の汚染状態を検定した場合において、その結果が表中C,Dの検定方法の定量限界を下回ることであり、Dにおいては、有機リン化合物の定量限界の値を0.1mg/lとしている。

注14:土壌の汚染に係る環境基準について(平3環告46)別表の値。「検出されないこと」とは、4種の有機リン系農薬の合計が「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」(昭49環告64)により排出水の汚染状態を検定した場合において、その結果が表中C,Dの検定方法の定量限界を下回ることであり、Dにおいては、有機リン化合物の定量限界の値を0.1mg/lとしている。

注15:排水基準を定める省令(昭46総令35)第1条別表1の値。

注16:EPNの環境水中濃度指針値は、平成16年3月31日に定められた水質汚濁に係る指針値では0.006mg/l(環境省水環境部長通知「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について」)となっており、それを10倍した処理濃度指針値は0.06mg/lとなる。しかし、有機リン系農薬の基準としては4種の合計として定められている(注13参照)ため、表中の表記とした。なお、平成19年10月26日の厚生科学審議会生活環境水道部会では、EPNの水質基準を0.006mg/lから0.004mg/lに変更する方向で検討しているところである。

出典:「埋設農薬調査・掘削等マニュアル」(平成20年1月17日環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室)

## 6. POPs 廃農薬処理技術の概要

POPs 廃農薬の処理に関しては、平成 13～14 年度において、①環境省廃棄物リサイクル対策部の委託による POPs 廃棄物処理基準等検討会、②環境省水環境部の委託による POPs 無害化処理技術検討会、③農林水産省生産局の委託による使用残農薬適正処理技術検討会で実証試験の検討が行われ、技術的留意事項では、焼却等 8 技術が示されている。

技術的留意事項における分解方式の名称	POPs 廃農薬の実証試験( )は実証実験実施当時の企業名	廃棄物処理法における廃 PCB 等の分解施設としての名称
焼却	直接熔融ロータリーキルン法 (月島機械(株))	(焼却施設) (温度条件として 1100℃)
	外熱式乾留炉+二次燃焼炉法 (三菱重工業(株))	
B C D 法	B C D 法 (株荏原製作所)	脱塩素化分解方式
金属ナトリウム分散体法	金属ナトリウム分散体法 (神鋼パンテック(株))	脱塩素化分解方式
水熱分解法	水熱分解法 (三菱重工業(株))	水熱酸化分解方式
超臨界水酸化法	超臨界水酸化法 (オルガノ(株))	水熱酸化分解方式
	超臨界水酸化法 (栗田工業(株)+株小松製作所)	
メカノケミカル法	メカノケミカル法 (住友金属工業(株))	機械化学分解方式
ジオメルト法	ジオメルト法 (宇部興産(株)、株鴻池組、株間組共同企業体)	熔融分解方式
真空加熱法	真空加熱法 (株豊栄商会)	—

以下は、実証試験が行われた各処理技術の概要及び試験結果の概要を整理した。なお、各実証試験における廃農薬 POPs の分解率の算出は以下の方法で行った。分解率の算出は、各処理方法において処理対象物ごとに求めた。

- ・ 総投入量は、廃農薬 POPs の種類ごとに、処理量に処理対象物中の濃度を乗じて求めた。
- ・ 総排出量は媒体（排ガス、排水、スラグ等）ごとに、媒体中の排出量に濃度を乗じて求めた。
- ・ 各処理工程における媒体中の廃農薬 POPs 濃度が定量下限以下の場合は、分解率の算出は定量下限値を用いた。
- ・ 分解率は、システム全体について算出した。
- ・ システム全体の分解率は、総排出量の合計を、総投入量で除して求めた。
- ・ 異性体が存在する、または代謝体についても考慮すべき POPs 農薬（BHC、DDT 類、クロルデン類、ヘプタクロル類）については、異性体の合計濃度、あるいは代謝物も合わせた合計濃度で分解率を算出した。

## [直接溶融ロータリーキルン法(焼却施設、温度条件として 1100°C)]

### (1) 概要

#### ① 燃焼設備

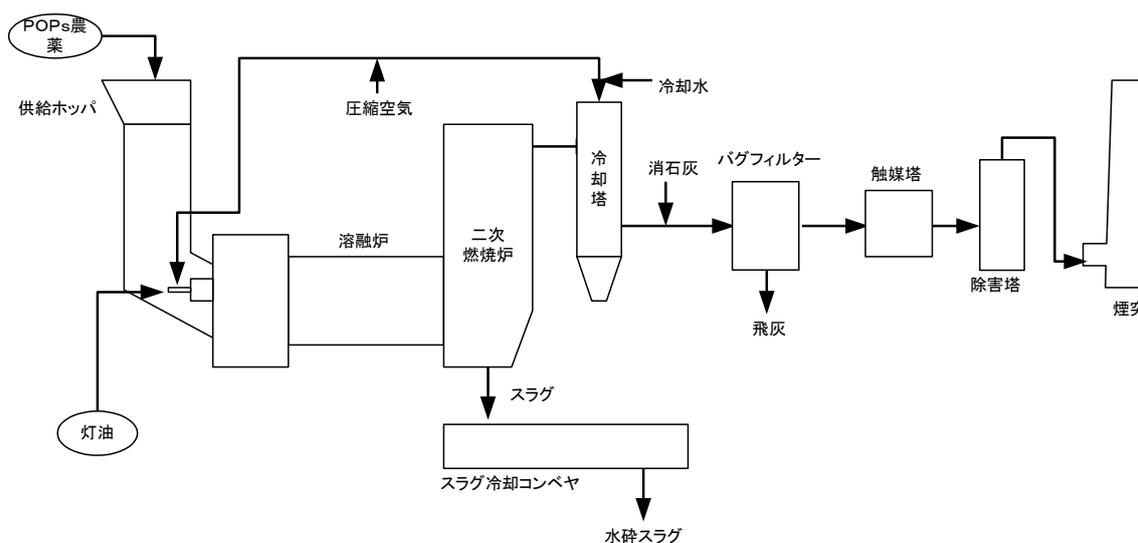
燃焼設備は、溶融キルン（φ1276×6400L）と二次燃焼炉（φ1688×2700H）から成り、溶融キルン内で 1,000～1,300°C で焼却、溶融され（キルン内滞留時間：1h）、発生ガスは二次燃焼炉にて 1,000～1,100°C で再燃焼される。溶融スラグは、冷却コンベア上に落下し、水にて急冷される。

#### ② 排ガス処理設備

塩化水素対策用の消石灰が噴霧され、バグフィルターで除じんされる。ダイオキシン類や窒素酸化物を高度処理するための触媒塔をへて、必要に応じて（水銀の有無）スクラバー、洗浄される。

#### ③ 排水処理設備

実証試験では、排水処理設備は不要であったため（スクラバー未使用）、設置していない。排水が生じる場合は、必要に応じて関係法令等を満足するよう処理を行う。



直接溶融ロータリーキルン法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 直接溶融ロータリーキルン法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬 POPs の種類	投入物に占める割合		実証試験結果（分解率）		5ナイン、6ナイン達成の可否	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
BHC類	93.16%	93.16%	99.999700	99.999967	○	◎
DDT類	4.41%	4.41%	99.999816	99.999915	○	◎
アルドリル	2.03%	2.03%	99.999980	99.999980	◎	◎
エンドリン	0.33%	0.33%	99.999245	99.999707	○	○

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [外熱式乾留炉+二次燃焼炉法(焼却施設、温度条件として 1100℃)]

### (1) 概要

#### ① 燃焼設備

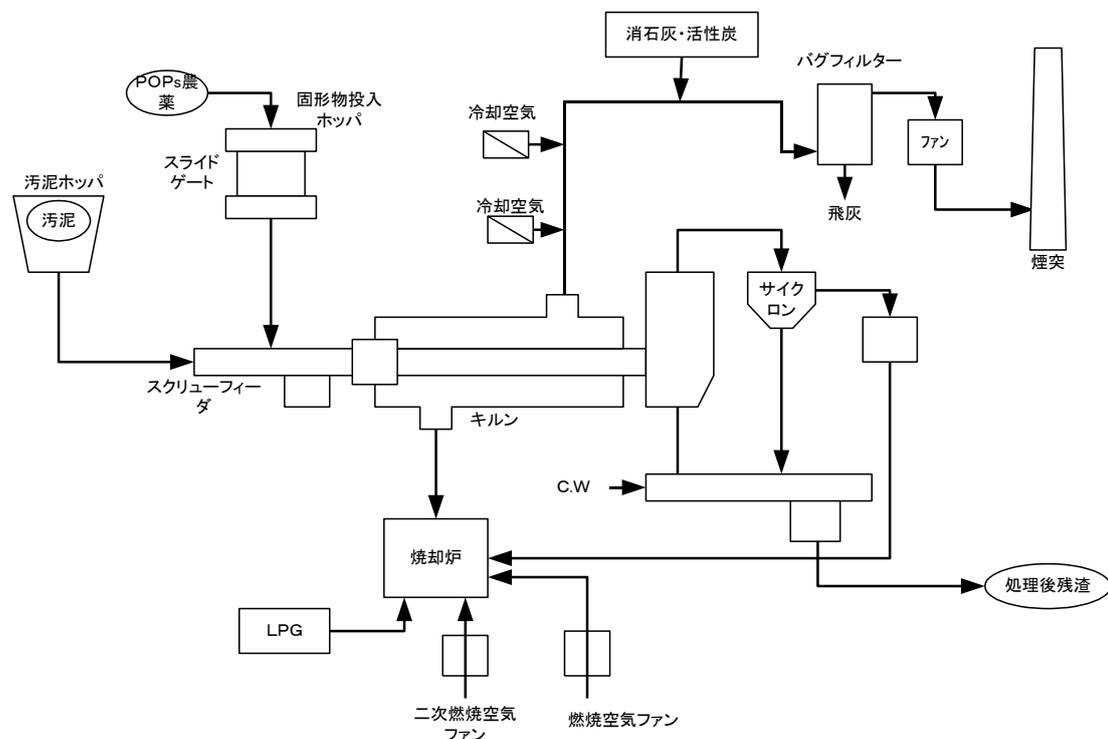
ロータリーキルン (φ500×5100L) に投入された廃農薬等を熱分解する (キルン炉内滞留時間: 45min)。熱分解後の熱分解ガスは、ロータリーキルン加熱後、排ガス処理設備へ導かれる。炭化物及び灰分等は、キルン下端から系外へ排出される。

#### ② 排ガス処理設備

ロータリーキルンで発生した熱分解ガスは、サイクロンで除じんされた後、2次燃焼炉で化石燃料とともに焼却 (850℃前後) され、その排ガスは、ロータリーキルンを加熱した後、空気により冷却 (160℃) され、消石灰+活性炭噴霧後バグフィルターで除じんされる。

#### ③ 排水処理設備

実証施設では排水がないため、排水処理設備はない。排水が生じる場合は、関係法令等を満足するよう処理を行う。



外熱式乾留炉+二次燃焼炉法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 外熱式乾留炉+二次燃焼炉法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬 POPs の種類	投入物に占める割合		実証試験結果 (分解率)		5ナイン、6ナイン達成の可否	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
BHC類	68%	68%	99.999887	99.999897	○	○
DDT類	11%	11%	99.999799	99.999849	○	○
エンドリン	20%	20%	99.999868	99.999911	○	◎

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎: 6ナイン達成、○: 5ナイン達成、空白: データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [BCD法(脱塩素化分解方式)]

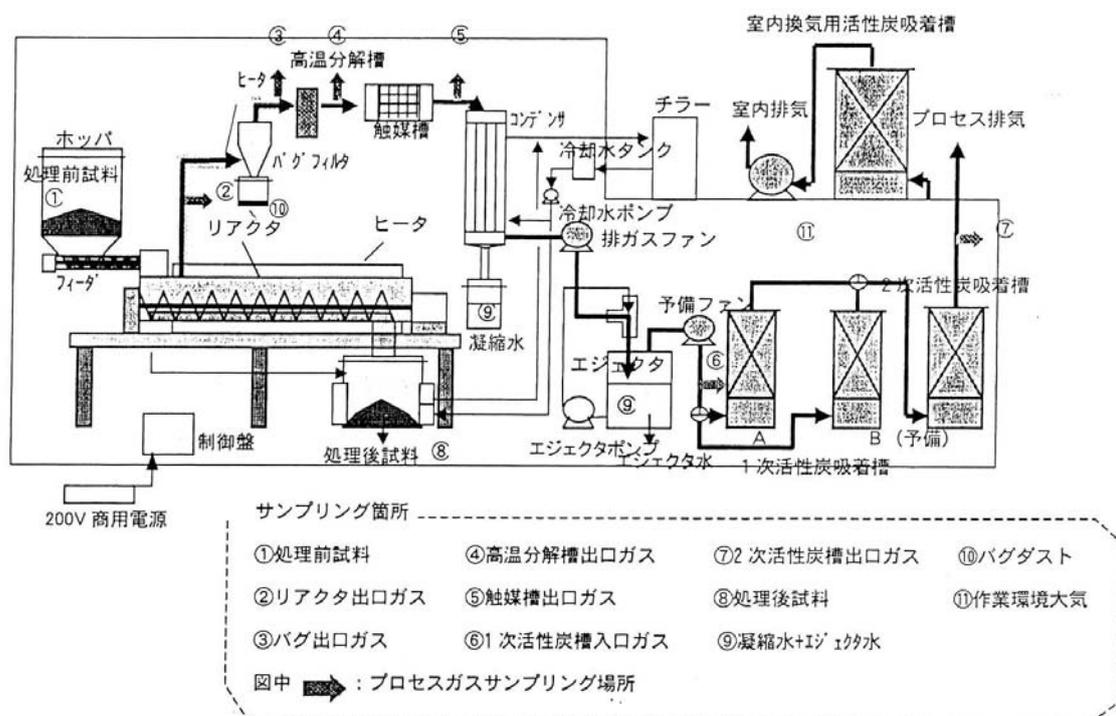
### (1) 概要

#### ① 原理

BCD法 (Based-Catalyzed Decomposition Process) は、有機塩素化合物に水素供与体、炭素系触媒 (不飽和系炭化水素) 及びアルカリを添加した後、窒素雰囲気下常圧下で 300~500℃ に加熱し、脱塩素を図る方法である。

#### ② 設備概要

間接的に加熱されたBCD法反応器に分解処理物を連続的に投入し、反応器中で分解対象物を分解する。反応器からの排ガスは高温分解槽及び触媒槽を通過中にさらに分解され、その後ガス冷却槽、エジェクタで冷却、洗浄される。さらに排ガスは2段階の活性炭吸着槽を通過した後大気中に排出される。ガス冷却槽、エジェクタから排水が回収される。



BCD法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### BCD法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量	実証試験結果 (分解率)	5ナイン、6ナイン達成の可否
	一回目	一回目	一回目
BHC類	濃度3,200,000 ng/g、 総量89,000 mg	99.99930	○
クロルデン	濃度5,300,000 ng/g、 総量120,000 mg	99.99955	○

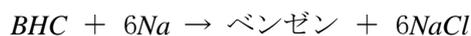
注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎: 6ナイン達成、○: 5ナイン達成、空白: データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [金属ナトリウム分散体法(脱塩素化分解方式)]

### (1) 概要

#### ① 原理

金属 Na 分散体法は、金属 Na 微粒子を油中に分散させた金属 Na 分散体で有機塩素系化合物を脱塩素化する方法である。取り出した塩素は NaCl として回収される。例として BHC 及びクロルデンの反応式を以下に示す：

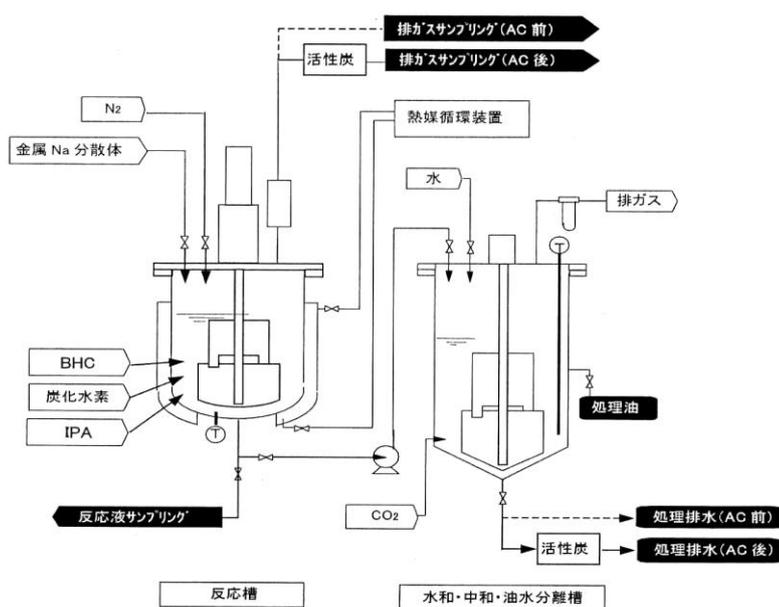


アルキルナフタレン類 etc.

金属 Na による還元反応であるため、処理物中に存在するダイオキシン類も同時に分解され、再合成されないのが特徴である。

#### ② 排ガス・排水処理設備

脱塩素化反応工程における排ガスは、排ガス吸収瓶により揮発成分を吸収除去し、活性炭フィルターを通過させ清浄ガスとして大気放出される。処理排水は水和・中和・油水分離槽を通過させ活性炭処理される。



金属ナトリウム分散体法のフロー（例：BHC）

### (2) 試験結果の概要

#### 金属ナトリウム分散体法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農業POPsの種類	投入量(総量)		実証試験結果(分解率)		5ナイン、6ナイン達成の可否	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
BHC類	411,350mg	411,350mg	99.999900	99.999890	◎	○
クロルデン	72,000mg	72,000mg	99.999790	99.999810	○	○

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [水熱分解法(水熱酸化分解方式)]

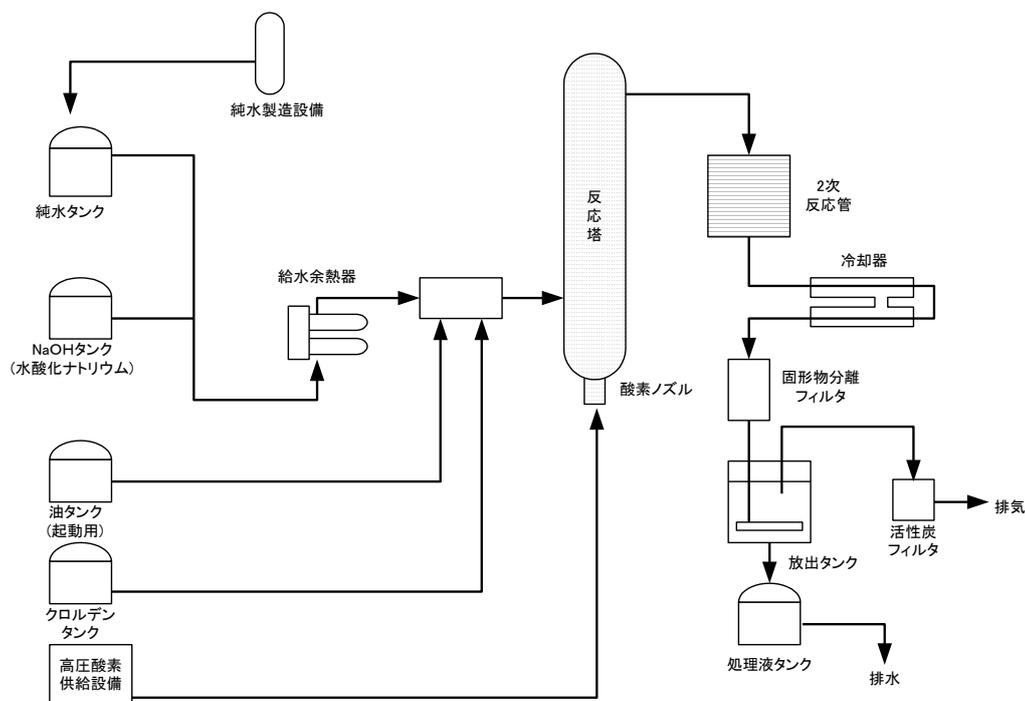
### (1) 概要

#### ① 原理

炭酸ナトリウムは高温では急激に溶解度が低下して 370℃以上では、0.1%以下の溶解度となるため、炭酸ナトリウムは熱水中では微細な結晶として存在する。水熱分解法はこの微細な炭酸ナトリウム結晶の活性を利用して難分解性の有機化合物を分解するものである。

#### ② 設備概要

水熱分解装置では、供試農薬を液状とした上で、水 (H<sub>2</sub>O) , 水酸化ナトリウム (NaOH) , 灯油 (昇温用) 及び酸素とともに高温・高压の反応器内に供給し、脱塩素及び酸化分解により発生する CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> で (以上主に排ガス) , H<sub>2</sub>O, NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (以上主に排水) が分解装置から排出される。水は NaOH (25 wt%水溶液として供給) と混合後、高压ポンプにより昇圧後 (常圧から 27 MPa) 、給水予熱器にて昇温 (常温から約 340~350℃) させ反応器内に供給する。また供試農薬は同じく高压ポンプにて昇圧し、混合器にて給水と混合させ反応器内に供給する。



水熱分解法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 水熱分解法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量 (総量)		実証試験結果 (分解率)		5ナイン、6ナイン達成の可否	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
クロルデン	135,000mg	135,000mg	99.99999995	-	◎	-
γ-BHC	729,900mg	729,900mg	-	99.99999870	-	◎

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [超臨界水酸化法(1)(水熱酸化分解方式)]

### (1) 概要

#### ① 原理

超臨界水酸化法は優れた反応溶媒特性を有する超臨界水中で酸化反応を起こすことによって、有機性の有害廃棄物を完全に分解する手法である。酸化剤としては空気、酸素、あるいは過酸化水素が用いられる。この反応に農薬中の炭素は二酸化炭素に、水素は水に分解され、塩素はイオン化して塩酸を生成する。濃度が高いときは、塩酸を中和して無機塩とする。

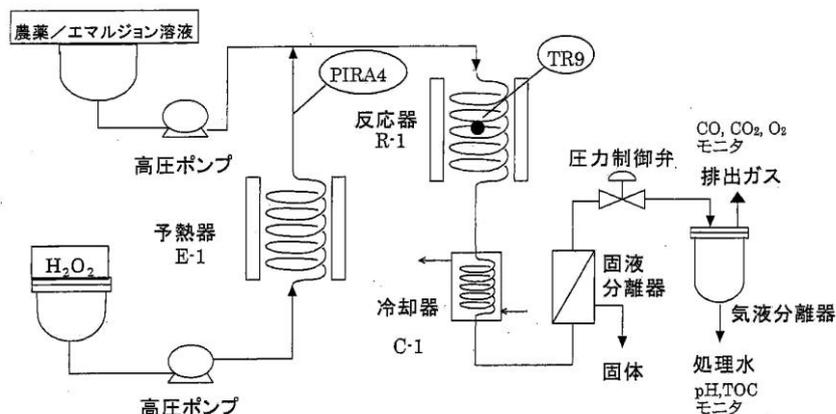


中和(NaOH)



#### ② 設備概要

連続式超臨界水酸化装置は、酸化剤と過酸化水素水溶液を使用し、反応器手前の予熱器で過酸化水素を酸素と水に分解して使用する。エマルジョンを圧入する廃液ポンプは、溶液が均一流体であることからプランジャーポンプを採用している。反応流体は冷却後、固形物がある場合にはフィルターで固形残さ物が分離され、減圧弁で減圧後、さらに気液分離器で処理水と廃棄ガスとに分離して排出する。



超臨界水酸化法(1)のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 超臨界水酸化法(1)における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量		実証試験結果(分解率)		5ナイン、6ナイン達成の可否	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
BHC類	58.18 μg/g、 684 μg/min	56.47 μg/g、 720 μg/min	99.99988	99.99988	○	○
クロルデン	6.42 μg/g、 81 μg/min	6.43 μg/g、 82 μg/min	99.99991	99.99991	◎	◎

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [超臨界水酸化法(2)(水熱酸化分解方式)]

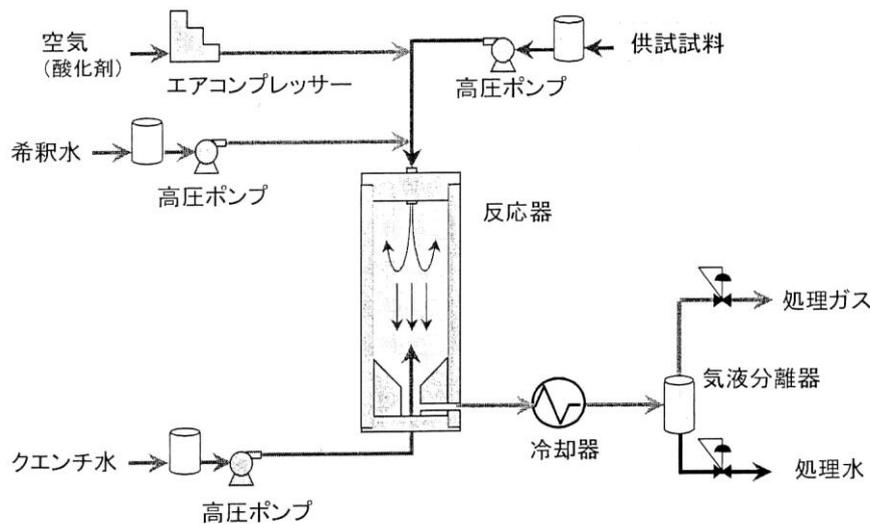
### (1) 概要

#### ① 原理

超臨界水酸化法は、超臨界水（臨界点（374℃、22MPa）以上の高温・高圧水）中で農薬等の有機塩素化合物を酸化分解処理する方法である。超臨界水中で有機塩素化合物が酸化分解し、有機塩素化合物中の炭素は二酸化炭素に、水素は水に、塩素は塩化水素に変換され、ほぼ完全分解される。なお、酸化剤として空気中の酸素を使用する。

#### ② 設備概要

超臨界水条件下になっている反応器に、供試試料、希釈水及び空気を常温・高圧にて連続的に供給する。反応器内にて供試試料中の有機物は瞬時に酸化分解を起こす。反応後の流体は、反応器底部から注入されるクエンチ水及び冷却水により常温近くまで冷却され、気液分離器にて処理ガスと処理水に分離する。本装置は、有機物の酸化熱を利用し反応温度（670℃）を維持する機構のため、反応温度が一定となるよう供試試料及び希釈水量を自動制御する。反応圧力は高圧ポンプ及びエアコンプレッサーの供給圧力にて制御する。



超臨界水酸化法(2)のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 超臨界水酸化法(2)における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量	実証試験結果(分解率)	5ナイン、6ナイン達成の可否
	一回目	一回目	一回目
BHC類	32,423mg/kg、総量1,556g	99.999999	◎
クロルデン	82,500mg/kg、総量289g	99.999999	◎

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [メカノケミカル法(機械化学分解方式)]

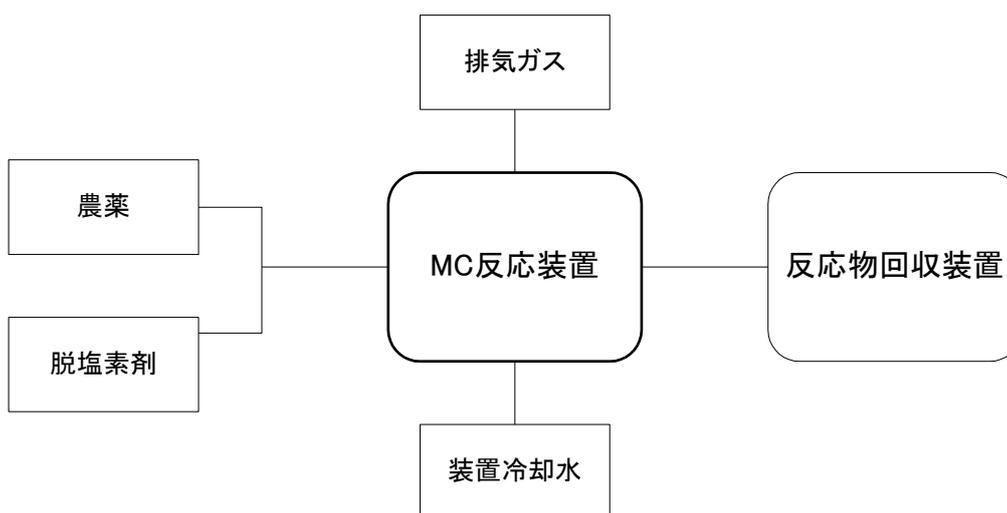
### (1) 概要

#### ① 原理

メカノケミカル法は非加熱の粉碎操作で反応物に機械的エネルギーを与え、固体の結合状態を切断し、構造を変化させ、活性化させることにより強制的に固相反応を促進させる。メカノケミカル反応は、マクロ的にみると固体を粉碎する操作であるが、ミクロ的には、固体を構成する原子や分子の結合を機械的エネルギーにより切断し、活性化させて反応を起こさせるものである。

#### ② 設備概要

メカノケミカル反応装置は、3基の反応容器とこれを自転・公転させる旋回部と動力（モーター）部から構成される。粉体回収装置は、メカノケミカル処理後の粉体を回収する部分と、回収時に発生する粉じんを集じんする部分から構成される。粉体回収部は、容器反転機、バルブ付き蓋、回収容器で構成され、集じん部はフィルター槽、活性炭槽、水槽及びバキュームクリーナーで構成される。



メカノケミカル法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### メカノケミカル法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量及び全体に占める割合			実証試験結果(分解率)			5ナイン、6ナイン達成の可否		
	一回目	二回目	三回目	一回目	二回目	三回目	一回目	二回目	三回目
BHC	0.682kg, 1%			99.999490	-	-	○	-	-
BHC		3.409kg, 5%		-	99.999891	-	-	○	-
クロルデン			3.052kg, 5%	-	-	99.999521	-	-	○

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [ジオメルト法(溶融分解方式)]

### (1) 概要

#### ① 原理

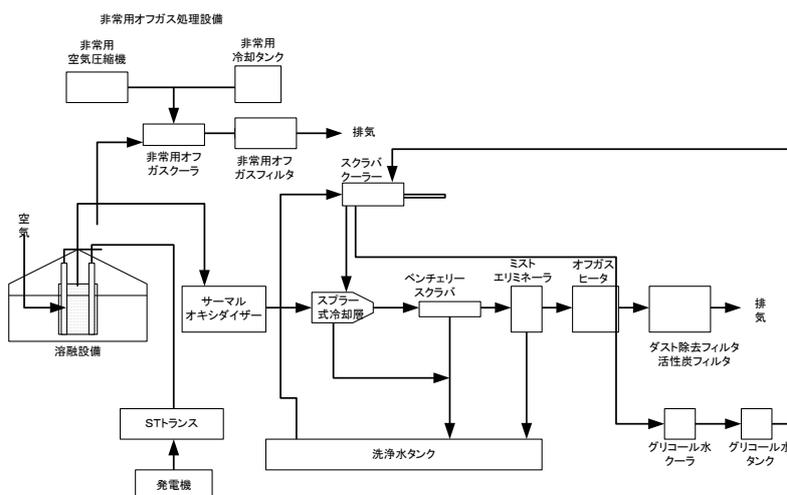
ジオメルト法は溶融領域が上部から下部へと緩速に拡大することを特長とする電気抵抗式のバッチ溶融技術である。本法では一般的に溶融媒体として天然鉱物を使用するが、アルミナ等の脱塩素反応剤を溶融媒体に添加することより、ヘキサクロロベンゼン等の難分解性有機塩素化合物を高濃度で含有する廃棄物の無害化処理に適用できることが海外において実証されている。

#### ② 溶融設備

溶融炉は架構に固定されている溶融炉蓋と着脱して移動可能な炉釜により構成される。溶融炉蓋には溶融電力を溶融対象領域に供給するための電極棒と電極棒フィード装置が設置され、炉釜は耐火断熱キャストブル炉材とシリカサンド層からなる複合炉体構造である。

#### ③ 排ガス・排水処理設備

溶融炉排出ガスはオフガス処理設備に導入され各種工程にて浄化された後大気に放出される。オフガス処理設備はサーマルオキシダイザー、湿式冷却除塵器、HEPAフィルター、活性炭フィルターよりなる。



ジオメルト法のフロー

### (2) 試験結果の概要

ジオメルト法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POPsの種類	投入量及び全体に占める割合			実証試験結果(分解率)			5ナイン、6ナイン達成の可否		
	一回目	二回目	三回目	一回目	二回目	三回目	一回目	二回目	三回目
BHC	31kg, 0.8%と3.2%		3%	99.999950	-	99.999783	◎	-	○
クロルデン		12kg, 0.4%		-	99.999875	-	-	○	-
DDT			5%			99.998242	-	-	-
エンドリン			2%	-	-	99.999063	-	-	○

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## [真空加熱法]

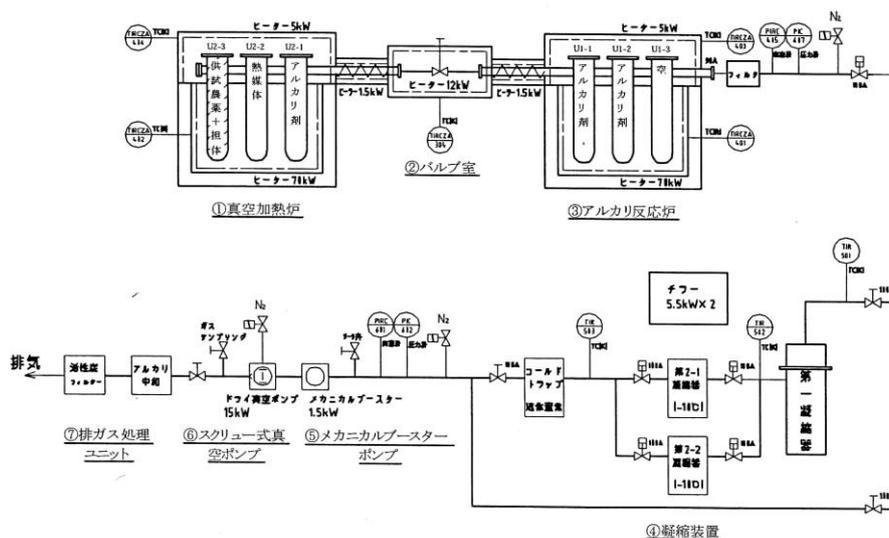
### (1) 概要

#### ① 原理

真空加熱法は、農薬等の処理対象物を減圧に保持しつつ加熱することによって有機塩素化合物等を脱塩素化または分解する方法である。基本構成は、(1) 処理対象物を減圧下で熱分解する、(2) 処理対象物の加熱により生じたガスは残さとは別に排気系内で処理する、(3) 残さを冷却するときにはできる限り有機ハロゲン化合物、及び有機ハロゲン化合物生成能を有する物質の濃度の低い雰囲気中で冷却する、ことが挙げられる。真空加熱法の特徴としては、減圧下で処理対象物を加熱することにより、分子の平均自由行程が長くなり、ダイオキシン類の再合成確率が小さくなるなどがある。

#### ② 設備概要

真空加熱法では、対象試料は真空加熱炉に導入され、炉内を減圧下間接加熱する。生成した排出ガスは常に約 400℃に保持されているバルブ室を通りアルカリ反応炉に導入される。反応炉は 850℃に加熱され、排出ガス物質の熱分解、脱塩素化が起き、生成した塩素はアルカリで固定される。その後排ガスは冷却凝縮装置を通り乾式ポンプ通過後排ガス処理ユニットに入り、処理後大気放出される。



真空加熱法のフロー

### (2) 試験結果の概要

#### 真空加熱法における5ナイン及び6ナイン達成状況

廃農薬POP s の種類	投入物に占める割合	実証試験結果 (分解率)	5ナイン、6ナイン達成の可否
	一回目	一回目	一回目
BHC類	1,502,255mg	99.99999	◎
クロルデン	111,240mg	99.99995	◎

注) 5ナイン及び6ナイン達成の可否については、◎：6ナイン達成、○：5ナイン達成、空白：データ不足あるいは定量下限以下、及び5ナイン未達成

## 参考資料

- 1) 「平成 14 年度 P O P s 廃棄物処理基準検討調査報告書」、環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部（平成 15 年 3 月）
- 2) 「平成 14 年度 P O P s 農薬無害化技術実証等検討調査報告書」、(社)土壤環境センター（平成 15 年 3 月）
- 3) 「平成 13 年度 P O P s 農薬無害化技術実証等検討調査報告書」、(社)土壤環境センター（平成 14 年 3 月）
- 4) 「平成 14 年度使用残農薬適正処理技術検討会資料」、農林水産省生産局（平成 15 年）
- 5) 「平成 13 年度使用残農薬適正処理技術検討会資料」、農林水産省生産局（平成 14 年）

## 7. 国内の水銀に係る排出基準及び対策技術

### (1) 排ガス

#### 1-1 排出基準について

廃棄物処理施設の排ガスに係る水銀排出基準には、法令によるものはないが、地方自治体における条例及び自主基準により設定されている例がある(表1)。条例では、 $0.2-1\text{ mg/m}^3\text{N}$ 、自主基準値は $0.05\text{ mg/m}^3\text{N}$ とする例がみられる。

表1 国内の廃棄物処理施設における排ガス中の水銀排出基準の例

規制値等	出典
ゴム、合成樹脂、廃油、硫黄、皮革又はピッチの焼却の用に供する焼却能力が1時間当たり100キログラム以上である廃棄物焼却炉： $0.2\text{ mg/m}^3\text{N}$	京都府環境を守り育てる条例施行規則(平成8年3月14日規則第5号) [ <a href="http://www.pref.kyoto.jp/reiki/reiki_honbun/aa30004851.html">http://www.pref.kyoto.jp/reiki/reiki_honbun/aa30004851.html</a> ]
廃棄物焼却炉(焼却能力が1時間当たり1,000キログラム以上であること。): $1\text{ mg/m}^3\text{N}$	福島県生活環境の保全等に関する条例施行規則(平成8年10月18日規則第75号) [ <a href="http://www.pref.fukushima.jp/reiki/reiki_honbun/ak40005141.html">http://www.pref.fukushima.jp/reiki/reiki_honbun/ak40005141.html</a> ]
自主的に水銀排出目標を持つ一般廃棄物焼却施設(灰溶融炉を含む)における例： $0.05\text{ mg/m}^3\text{N}$	地方自治体ホームページ等

## 1-2 水銀対策技術について

国内の廃棄物焼却施設における排ガス処理システムの代表例を図1に示す。これらの処理システムにおける水銀除去性能はつぎのとおりとされる。バグフィルターのみである場合は、炉出口の水銀発生濃度を  $1 \text{ mg/m}^3\text{N}$  であるとする、煙突出口濃度は  $0.2 \text{ mg/m}^3\text{N}$  以下とされる。乾式脱塩設備+バグフィルター及び排ガスの再循環により、同様の条件で、煙突出口濃度は  $0.2 \text{ mg/m}^3\text{N}$  以下とされる。無触媒脱硝設備+バグフィルター及び活性炭/消石灰+耐熱液体キレート注入を行うことにより、煙突出口濃度は  $0.05 \text{ mg/m}^3\text{N}$  以下とされる。バグフィルター+湿式脱塩設備(洗煙設備)+脱硝設備を用いることにより、炉出口の水銀発生濃度が  $2 \text{ mg/m}^3\text{N}$  であっても、煙突出口濃度は  $0.05 \text{ mg/m}^3\text{N}$  以下に低減できるとされる。

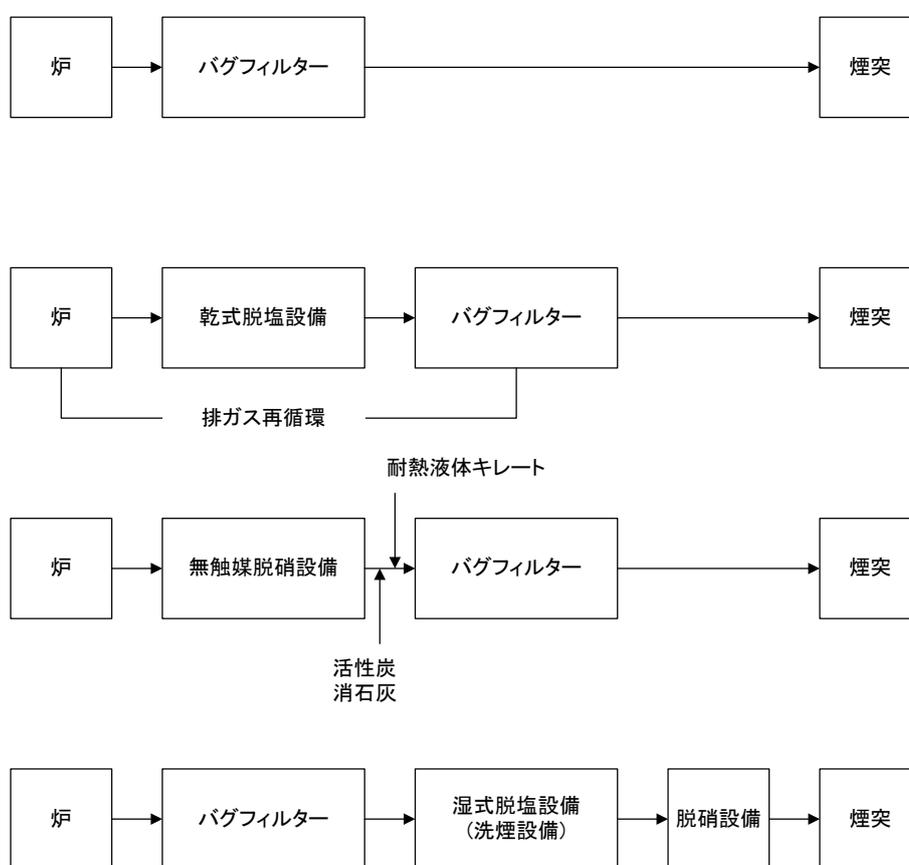


図1 排ガス処理システムの代表例

UNEP Chemicals, “Global Mercury Assessment”, December 2002 では、水銀の大気中への排出量を削減する管理オプションが示されている（表2）。これによると排ガス処理工程では、活性炭あるいはカルシウムを主成分とする吸収剤の注入、水銀の溶媒化、湿式スクラバー、湿式もしくは乾式排煙脱硫装置が示されている。また、都市ごみ焼却施設における一般的な排ガス処理装置の水銀除去率（表3）及び都市ごみまたは医療系廃棄物焼却炉における水銀制御対策とその効果（水銀除去率）が示されている（表4）。

表2 水銀の大気中への排出量を削減する管理オプション

工程	対策
前処理工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 投入物から水銀を分別</li> </ul>
燃焼工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃焼方法の変更</li> <li>・ 排ガス処理装置による水銀の捕捉を促進</li> <li>・ 排ガス中の炭素量を増加(炭素による水銀の捕捉)</li> </ul>
排ガス処理/出口工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM 除去装置</li> <li>・ 排ガス処理装置の前に、活性炭あるいはカルシウムを主成分とする吸収剤を注入</li> <li>・ 複数汚染物質（NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM と Hg）総合的除去装置</li> <li>・ 水銀の溶媒化(固体表面への吸着と湿式スクラバー)、水銀はフライアッシュ等に吸着させ、PM 除去装置で除去が可能</li> <li>・ 湿式スクラバー(HgCl<sub>2</sub> のような水溶性の高い水銀に有効)</li> <li>・ スペシエーション(Speciation)： 廃棄物の組成、燃焼状況および排ガス処理装置の種類により決まる。</li> <li>・ 湿式排煙脱硫装置(除去率 30%～50%)</li> <li>・ 乾式排煙脱硫装置(除去率 35%～85%)、後段にバグフィルターを備えたシステムでは高除去率</li> </ul>

表3 都市ごみ焼却施設における一般的な排ガス処理装置の水銀除去率

都市ごみ焼却施設における排ガス処理技術・装置	制御方式の組み合わせ、水銀除去制御効果、排ガス中の最終濃度等
(a) Mass burn/ waterwall (MB/WW)型燃焼炉	(a) 他の種類の焼却炉よりは水銀の排出量が高い
(b) 高効率電気集塵機 (ESP)	(b)+(c)により75%の削減、そのうち50～70%は(b)による
(c) 乾式排煙脱硫装置	一般的に35～85%の削減、(d)で補強された場合はそのうちの高い除去率
(d) 後段へのバグフィルター (FF)	

表4 都市ごみまたは医療系廃棄物焼却炉における水銀制御対策

制御対策	水銀除去率(%)
電気集塵機(E S P)のみ	10
バグフィルター(F F)のみ	29
E S P またはF F +活性炭フィルターベッド	99
活性炭吹き込み+E S P またはF F	50~90+
湿式スクラバー+E S P またはF F	85

また、都市ごみ焼却施設においては、排ガス処理工程として、バグフィルター→湿式洗浄塔→再加熱器→活性炭吸着塔→触媒脱硝塔を採用した事例もある(表5)。

表5 京都市東北部クリーンセンターにおける排ガス処理フロー

排ガス処理フロー	水銀除去率等
ストーカ炉(約900℃)→加熱器→エコノマイザ→急冷塔→消石灰吹き込み→バグフィルター→湿式洗浄塔(液体キレートを投入し水銀を除去、苛性ソーダを吹きかけ脱硫・塩化水素除去)→再加熱器→活性炭吸着塔→触媒脱硝塔(アンモニア吹き込み)→大気放出	水銀排ガス基準(自主基準): 0.05mg/ m <sup>3</sup> N 以下

資料:京都市環境局ホームページ

(<http://www.city.kyoto.jp/kankyo/shisetsubu/shisetsuseibi/13touhokubucc.html>)

### 参考資料

増補改訂 流動床式ごみ焼却炉設計の実務(平成6年 工業出版社)

平成17年度P O P s 廃農薬等無害化処理技術検証事業報告書(平成18年3月 社団法人 土壌環境センター)

## (2) 排水

### 2-1 排出基準について

排水中の水銀排出基準については、水質汚濁防止法に基づき同法の定める特定施設に対して排水基準を定める省令(昭和46年6月21日総理府令第35号、平成20年9月30日環境省令第11号改正現在)により、水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物として0.005mg/L(水銀として)以下が定められている。このほか、排水中の水銀排出基準には下水道法や地方自治体が定める条例等による規制もある。

### 2-2 排水処理に係る水銀対策技術について

排水中の水銀処理技術は、無機水銀に適用される方法と、有機水銀に適用される方法が知られている。無機水銀対策技術の例としては、硫化物生成-凝集沈殿法、吸着剤法があり、有機水銀対策技術としては、有機水銀化合物を塩素により酸化分解して完全に塩化物とした後、硫化物凝集沈殿法で処理する方法が知られている。

#### (1) 排水中の無機水銀処理技術の例

##### 1) 硫化物生成-凝集沈殿法

硫化物生成-凝集沈殿法は、難溶性塩生成-凝集沈殿法による水溶液中の重金属イオンの除去法の一つである。水銀イオンは硫化物イオンと反応して、極めて難溶性の塩を生成する。これを硫化ナトリウムと塩化鉄(III)で凝集沈殿処理することにより、水銀を微量まで除去することが可能である。

水銀処理剤として重金属捕集剤を用いたごみ焼却洗煙排水のフローの例(フッ素処理のため、アルミニウム塩が1000~2000mg/Lの多量添加)では、難溶化された水銀は、水酸化アルミニウムの吸着効果と凝集効果により分離される。また処理水は、ろ過器を経て、水銀キレート樹脂で高度処理が行われる。原水中の水銀3~10mg/Lは水銀キレート塔入口で0.003~0.007mg/L、出口では0.0003~0.0008mg/Lまで処理される(図2)。

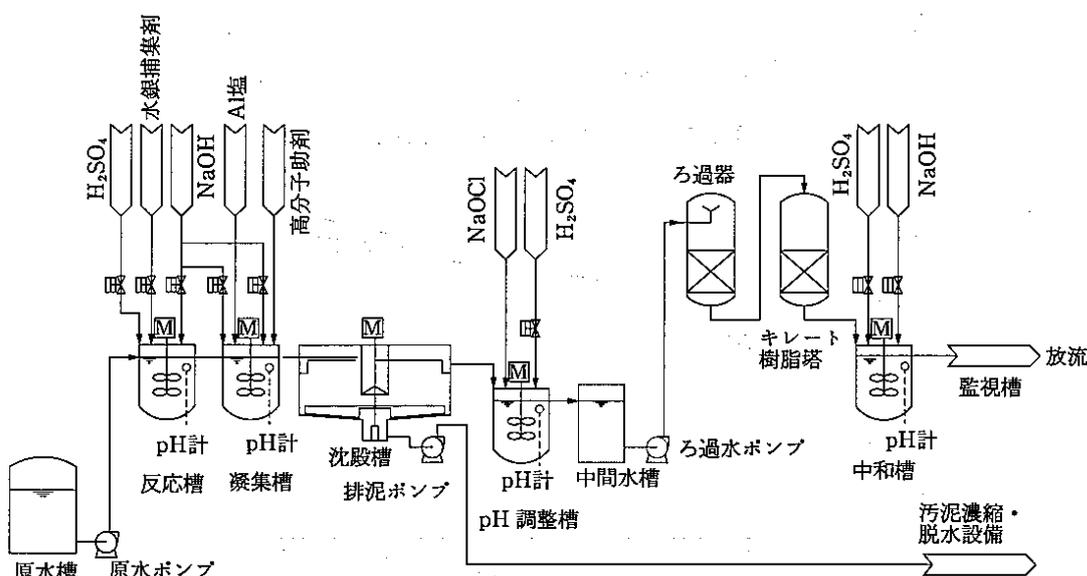


図2 ごみ焼却洗煙排水処理フローシート

## 2) 吸着剤法

吸着剤法は、硫化物生成-凝集沈殿法プロセスの後段プロセスに利用されることが多い。

吸着剤として最も一般的なものは活性炭で、水銀の吸着量が比較的大きいため、適用する排水の種類によっては有効な処理手段となりうる。吸着には pH は 1～6 の酸性条件で吸着能が増加し、共存塩類は吸着に若干好影響をもたらすことが知られている。EDTA が共存すると吸着特性が向上する報告があり、錯体を形成しても悪影響はみられない。活性炭は有機物も吸着するため、有機物共存系での使用は避けた方がよく、適用する場合は実排水での吸着量の確認が必要とされる(図3及び図4)。

水銀キレート樹脂は、一般的に硫黄系の官能基を有しており、水銀 0.0005mg/L 以下までの処理が可能である。これらの吸着剤による処理では、まずろ過により懸濁物や不溶性水銀化合物の粒子を除き、次に pH 2～6 に調整し、塩素添加による酸素雰囲気にして、コロイド状水銀をイオン化して吸着することが望ましい。硫黄系官能基は塩素に弱いため塩素の添加量を 5 mg/L 程度に抑えることが必要とされる。

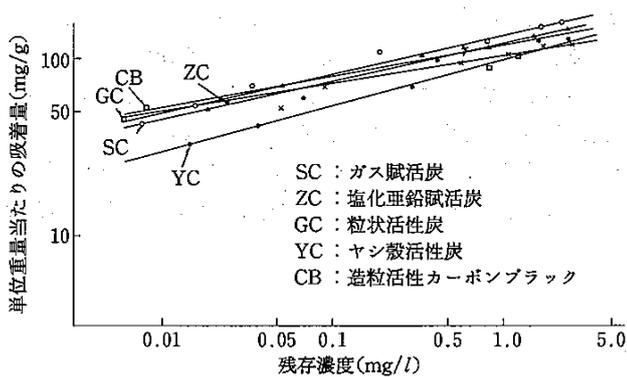


図3 塩化水銀(II)の吸着等温線

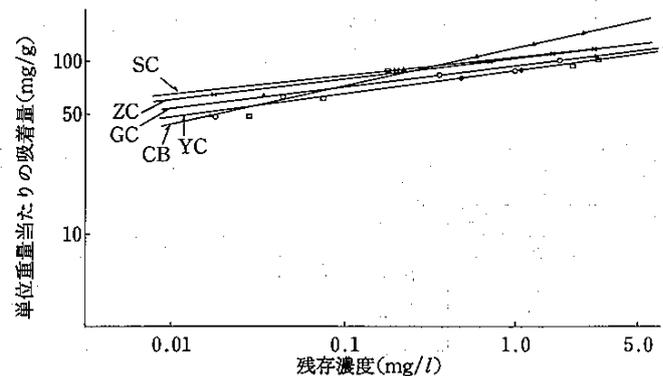


図4 塩化メチル水銀の吸着等温線

### (2) 排水中の有機水銀処理技術

排水中の有機水銀処理技術としては、有機水銀化合物を塩素により酸化分解して完全に塩化物とした後、硫化物凝集沈殿法で処理する方法が最も完全かつ有利な方法とされる。塩素吹き込み時の pH は分解に大きく影響し、pH 1 以下の強酸性溶液では  $\text{CH}_3\text{-Hg}$  結合が完全に破壊される。酸化分解後、硫化物法処理を行い、さらに後処理として水銀キレート樹脂などによる吸着処理を行えば、水銀を完全に除去できるとされる。

### 参考資料

五訂・公害防止の技術と法規[水質編](平成7年 社団法人 産業環境管理協会)

### (3) 残さ

#### 3-1 残さに係る基準について

残さに係る基準としては、「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令」(昭和48年2月17日総理府令第5号、平成18年12月15日環境省令第36号改正現在)により、産業廃棄物の埋立処分に係る判定基準が示されている。水銀については、アルキル水銀としては検出されないこと、水銀又はその化合物としては0.005mg/Lとされ(いずれも溶出基準)、これを超える残さは、中間処理を行うか、遮断型処分場への埋立処分を行う必要がある。

#### 3-2 残さにおける水銀対策技術について

一般廃棄物焼却施設から排出される集じん灰(特別管理一般廃棄物)に適用される技術として、以下が定められている(特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物の処分又は再生の方法として環境大臣が定める方法、平成4年7月3日厚生省告示第194号)。残さ中の水銀対策についてもこれらの技術が適用される。

- イ 溶融設備を用いて溶融したうえで固化するとともに、溶融に伴って生じる汚泥又はばいじんについてもハからホまでのいずれかの方法により処理する方法
- ロ 焼成設備を用いて焼成することにより重金属が溶出しないように化学的に安定した状態にするとともに、焼成に伴って生ずる汚泥又はばいじんについてもハからホまでのいずれかの方法により処理する方法
- ハ セメント固化設備を用いて重金属が溶出しないよう化学的に安定した状態にするために十分な量のセメントと均質に練り混ぜるとともに、適切に造粒し、又は成形したものを養生して固化する方法
- ニ 薬剤処理設備を用いて十分な量の薬剤と均質に練り混ぜ、重金属が溶出しないよう化学的に安定した状態にする方法
- ホ 酸その他の溶媒に重金属を溶出させた上で脱水処理を行うとともに、当該溶出液中の重金属を沈殿させ、当該沈殿物及び脱水処理に伴って生ずる汚泥について、重金属が溶出しない状態にし、又は製錬工程において重金属を回収する方法

## 8. 分解率の算出方法

分解処理時におけるPOP s 廃農薬の分解率は、次の式により算出する。

$$A = (1 - (E \div I)) \times 100$$

### A : POP s 廃農薬の分解率 (%)

分解率は、分解処理の対象とするPOP s 廃農薬毎に算出するものとする。

### E : POP s 廃農薬の総排出量

- ・総排出量は、分解処理に伴い発生する排ガス、排水、残さ等の媒体毎の容量（あるいは重量）に、POP s 廃農薬濃度を乗じた量の合計値とし、農薬濃度が定量下限値未満である場合は、定量下限値を用いる（定量下限値については、資料4参照）。
- ・下表の異性体又は代謝物が存在する考慮すべきPOP s 廃農薬については、それぞれ、異性体又は代謝物の排出量の合計値により総排出量を算出する。

POP s 農薬	分解率算出に考慮する異性体又は代謝物
BHC類	$\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC
DDT類	2,4'-DDT、4,4'-DDT、2,4'-DDE、4,4'-DDE、2,4'-DDD、4,4'-DDD
クロルデン類	Trans-クロルデン、cis-クロルデン、trans-ノナクロル、cis-ノナクロル、オキシクロルデン
ヘプタクロル	ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシサイドA、ヘプタクロルエポキシサイドB

### I : POP s 廃農薬の投入量

POP s 廃農薬の投入量とは、処理しようとするPOP s 廃農薬中に含まれる農薬成分の量とする。

#### 【分解率の算出例】

(前提条件)

- 処理方式：焼却（処理に伴い排ガス、飛灰、焼却残さが発生）
- 処理対象農薬：BHC廃農薬（BHC原体含有率20%（但し4つの異性体合計））
- 処理量：10 t（1 t（BHC廃農薬）＋9 t（他の廃棄物））
- 媒体の排出量：排ガス（40,000 m<sup>3</sup>N/t）、飛灰量（150 kg/t）、焼却残さ量（200 kg/t）
- 総量：BHC投入総量（1 t×20%=200kg）、排ガス量（40,000m<sup>3</sup>N/t×10t=400,000m<sup>3</sup>N）、飛灰（150kg/t×10t=1500kg）、焼却残さ（200kg/t×10t=2000kg）

○測定値

	排ガス ( $\mu$ g/m <sup>3</sup> N)	飛灰 (mg/kg)	焼却残さ (mg/kg)
$\alpha$ -BHC	定量下限値未満 (<0.001)	0.2	0.02
$\beta$ -BHC	定量下限値未満 (<0.001)	0.5	0.05
$\gamma$ -BHC	定量下限値未満 (<0.001)	0.1	0.01
$\delta$ -BHC	定量下限値未満 (<0.001)	0.1	0.01

○定量下限値：排ガス（ $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ）、飛灰及び焼却残さ（ $0.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ ）

（計算）

$$\begin{aligned} A &= (1 - \text{POPs 廃農薬の総排出量} \div \text{POPs 廃農薬の投入量}) \times 100 \\ &= (1 - ((\text{①各異性体毎の排ガス量} \times \text{排ガス中濃度の合計}) + (\text{②各異性体毎の飛灰量} \times \\ &\quad \text{飛灰中濃度の合計}) + (\text{③各異性体毎の焼却残さ量} \times \text{焼却残さ中濃度の合計})) \div (\text{④} \\ &\quad \text{BHC 廃農薬処理量} \times \text{BHC 原体含有率})) \times 100 \\ &= (1 - ((\text{①} = 400,000 \text{ m}^3\text{N} \times 0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} (\alpha\text{-BHC}) + 400,000 \text{ m}^3\text{N} \times 0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} (\beta \\ &\quad \text{-BHC}) + 400,000 \text{ m}^3\text{N} \times 0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} (\gamma\text{-BHC}) + 400,000 \text{ m}^3\text{N} \times 0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} (\delta \\ &\quad \text{-BHC})) + (\text{②} = 1,500 \text{ kg} \times 0.2 \text{ mg}/\text{kg} (\alpha\text{-BHC}) + 1,500 \text{ kg} \times 0.5 \text{ mg}/\text{kg} (\beta\text{-B} \\ &\quad \text{HC}) + 1,500 \text{ kg} \times 0.1 \text{ mg}/\text{kg} (\gamma\text{-BHC}) + 1,500 \text{ kg} \times 0.1 \text{ mg}/\text{kg} (\delta\text{-BHC})) + (\text{③} \\ &\quad 2,000 \text{ kg} \times 0.02 \text{ mg}/\text{kg} (\alpha\text{-BHC}) + 2,000 \text{ kg} \times 0.05 \text{ mg}/\text{kg} (\beta\text{-BHC}) + 2,000 \text{ kg} \\ &\quad \times 0.01 \text{ mg}/\text{kg} (\gamma\text{-BHC}) + 2,000 \text{ kg} \times 0.01 \text{ mg}/\text{kg} (\delta\text{-BHC}))) \div (\text{④} 1\text{t} \times 20\%)) \\ &\quad \times 100 \\ &= (1 - (\text{①} 1.6 \text{ mg} + \text{②} 1,350 \text{ mg} + \text{③} 180 \text{ mg}) \div (\text{④} 200 \text{ kg})) \times 100 \\ &= (1 - (1531.6 \text{ mg} \div 200,000,000 \text{ mg})) \times 100 \\ &= 99.9992342 > 99.999 \end{aligned}$$

以上から、分解率は99.9992342となり、99.999以上であることから分解率目標を達成したと評価される。

(参考) 分解率を算出するに当たって必要となる最少のPOP s 廃農薬処理量について

分解率の算出において、排ガス等の媒体毎のPOP s 廃農薬濃度が定量下限値未満である場合やPOP s 廃農薬の処理量(投入量)が少ない場合、計算上、分解率が99.999%以下となる場合があり、目標分解率を達成出来ない場合が想定される。

そのため、確認試験において目標分解率の達成を確認するためには、分析精度の向上により定量下限値を下げたり、農薬投入量を増加する等の工夫が必要である。

参考までに、目標の分解率(99.999%)の達成を確認するために必要な最小POP s 廃農薬の処理量(投入量)(以下「必要処理量」という。)の算出方法を以下に示す。

分解率の算出式を基に、必要処理量を算出するための計算式は以下のとおりである。

$$I = E \div (1 - (A \div 100))$$

**I : 必要となる最少の処理量**

**A : POP s 廃農薬の目標分解率 (99.999%)**

**E : POP s 廃農薬の必要総排出量**

【計算例】

(前提条件)

- 処理方式 : 焼却(処理に伴い排ガス、飛灰、焼却残さが発生)
- 処理対象農薬 : DDT廃農薬(DDT原体含有率2%(但しDDT6種類の合計))
- 処 理 量 : DDT廃農薬と他の廃棄物を混合し、併せて1tを処理する。
- 媒体の排出量 : 排ガス(67,500 m<sup>3</sup>N/t)、飛灰量(521 kg/t)  
焼却残さ量(775.7 kg/t)
- 定量下限値 : 排ガス(0.001 μg/m<sup>3</sup>N)、飛灰及び焼却残さ(0.1 μg/kg)

(計算)

$$\begin{aligned} I &= (\text{排ガスからの排出量} + \text{飛灰からの排出量} + \text{焼却残さからの排出量}) \div (1 - (\text{分解率} \div 100)) \\ &= ((\text{排ガス量} \times \text{排ガスの定量下限値} \times \text{異性体の数}) + (\text{飛灰量} \times \text{飛灰の定量下限値} \times \text{異性体の数}) + (\text{焼却残さ量} \times \text{焼却残さの定量下限値} \times \text{異性体の数}) \div (1 - (\text{分解率} \div 100)) \\ &= ((67,500 \text{ m}^3\text{N} \times 0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} \times 6) + (521 \text{ kg} \times 0.1 \mu\text{g}/\text{kg} \times 6) + (775.7 \text{ kg} \times 0.1 \mu\text{g}/\text{kg} \times 6)) \div (1 - (99.999 \div 100)) \\ &= (405 \mu\text{g} + 312.6 \mu\text{g} + 465.42 \mu\text{g}) \div 0.00001 \\ &\doteq 119\text{g} \end{aligned}$$

以上から、排ガス等のDDT測定結果が定量下限値未満であった場合でも、DDTの分解率99.999%を確認するためには、処理量1トン中にDDT原体の投入量として、119g以上を混合すればよいことになる。すなわち、処理量1トン中のDDT廃農薬濃度としては、119mg/kgとなる。

よって、総量1トンを対象として処理する場合のDDT廃農薬の必要処理量は、DDT廃農薬中のDDT原体含有率が2%である場合には、5,950g(119g x 100/2)となる。

## 9. POPs 廃農薬の分析方法

### 1. 測定対象物質 (22 物質)

#### (1) DDT 類

2,4'-DDT、4,4'-DDT、2,4'-DDE、4,4'-DDE、2,4'-DDD、4,4'-DDD

#### (2) アルドリン

#### (3) ディルドリン

#### (4) エンドリン

#### (5) クロルデン類

trans-クロルデン、cis-クロルデン、trans-ノナクロル、cis-ノナクロル、オキシクロルデン

#### (6) ヘプタクロル及びヘプタクロルエポキシサイド

ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシサイドA、ヘプタクロルエポキシサイドB

#### (7) BHC 類

$\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC

### 2. 定量下限

定量下限は排水試料で  $0.002 \mu\text{g/L}$ 、残さ及び廃棄物試料で  $0.1 \mu\text{g/kg}$ 、排ガス試料で  $0.001 \mu\text{g/m}^3\text{N}$  である。

### 3. 分析法概要

排水試料はヘキサンで抽出後、脱水、濃縮する。残さ及び廃棄物試料はアセトン及びトルエンによるソックスレー抽出後、脱水、濃縮する。排ガス試料は吸収液については水試料に準じ、XAD樹脂については残さ及び廃棄物試料に準じ、合わせて濃縮液とする。濃縮液をシリカゲルカラム及びフロリジルカラムクロマトグラフィーで分画した後、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計で測定する。

### 4. 試薬 (測定対象物質の分析に妨害を生じないものに限る)

#### (1) ヘキサン

#### (2) 塩化ナトリウム

#### (3) アセトン

#### (4) トルエン

#### (5) ジエチルエーテル

#### (6) 硫酸ナトリウム (無水)

#### (7) シリカゲル

カラムクロマト用シリカゲルを層の厚さが 10mm 以下になるようにビーカーに入れ、130℃で約 18 時間乾燥させた後、デシケーター内で放冷したもの

(8) フロリジル

カラムクロマト用フロリジルを層の厚さが10mm以下になるようにビーカーに入れ、200℃で約18時間乾燥させた後、デシケーター内で放冷したもの

(9) ペルフルオロケロセン

質量分析用高沸点成分であるもの

(10) 農薬標準物質

2,4'-DDT、4,4'-DDT、2,4'-DDE、4,4'-DDE、2,4'-DDD、4,4'-DDD、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、trans-クロルデン、cis-クロルデン、trans-ノナクロル、cis-ノナクロル、オキシクロルデン、ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシサイドA、ヘプタクロルエポキシサイドB、 $\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC

(11) 内標準物質

クリーンアップスパイクは農薬標準物質の<sup>13</sup>Cラベル化物

シリンジスパイクは<sup>13</sup>C<sub>12</sub>-2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (IUPAC No. 153)

(12) 農薬標準溶液

農薬標準物質及び農薬内標準物質をアセトンに溶かしたもので、下記例のように農薬内標準物質の濃度が一定であり、農薬標準物質の濃度が5段階となるよう設定したものの

(農薬標準溶液の例)

ア. 農薬標準物質

各農薬標準物質 0.001  $\mu$ g/mL 以上 1  $\mu$ g/mL 以下とする

イ. クリーンアップスパイク

各農薬標準物質の<sup>13</sup>Cラベル化物 1  $\mu$ g/mL 程度とする

ウ. シリンジスパイク

<sup>13</sup>C<sub>12</sub>-2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (IUPAC No. 153)は、1  $\mu$ g/mL 程度とする

5. 器具及び装置 (試薬とともに空試験を行い、測定対象物質の分析に影響を及ぼす妨害を含まないことが確認されたものに限る。)

ア 試験管

容量が1mL及び10mLのもの

イ ナス型フラスコ

容量が300mLのもの

ウ 分液漏斗

容量が2L及び300mLのもの

エ 漏斗

オ メスフラスコ

カ ソックスレー抽出装置

キ カラムクロマトグラフ用ガラス管 (以下「クロマト管」という。)

内径10mm及び長さ300mmのクロマト管のコック付きガラス管

ク マイクロピペット又はホールピペット

ケ 駒込ピペット

コ 濃縮器

クデルナダニッシュ濃縮器又はロータリーエバポレーター

サ 高分離能ガスクロマトグラフ

(ア) 試料導入部

スプリットレス方式で温度を 250℃以上 280℃以下にできるもの又はオンカラム方式で温度を 150℃以上 300℃以下にできるもので、インサートは不活性化したものをを用いる

(イ) カラム

長さ 25m 及び内径 0.32mm のキャピラリーカラムで、100%ジメチルポリシロキサンを被覆したもの又はこれと同等の分離性能を有するもの

(ウ) キャリアーガス

純度 99.999%以上のヘリウム

(エ) カラム温度

60℃以上 300℃以下の間で温度を一定に保つことができ、1 分間に 20℃以上の昇温ができるもので、対象物質の最適分離条件に設定できるもの

(例えば、60℃(1 min)→5℃/min→220℃→10℃/min→270℃)

シ 高分解能質量分析計

次の条件を満たしているもの

(ア) 二重収束型で、10,000 以上の分解能で測定できるものであって、ペルフルオロケロセンを用いたロックマス方式による選択イオン検出法（以下「SIM法」という。）で測定できるもの

(イ) イオン源温度を 250℃以上に保つことができ、衝撃イオン化方式が可能で、SIM 法における繰り返し時間を 1 ピークについて 7 点以上に設定できるもの

(ウ) デイルドリンの標準溶液を高分離能ガスクロマトグラフに注入し、1 pg のデイルドリンを検出できるもの

## 6. 測定手順

(1) 試料

水試料の場合は試料をそのまま秤量する。残さ及び廃棄物試料の場合はステンレス製の 2 mm の目のふるいを通過させたものとする。

(2) 抽出

[水試料]

水試料のサンプリングは JIS K 0312(2008)に準じて行う。試料水 1 L を 2 L 分液漏斗に入れ、塩化ナトリウム 30g 及びクリーンアップスパイクとして内標準物質を一定量添加する。添加量は、通常、100ng (1 µg/mL を 100 µL) とする。ヘキサン 100mL を加え 10 分間振とうする。この抽出を計 2 回行い、ヘキサン層を合わせ、無水硫酸ナトリウムで脱水後、濃縮器で約 5 mL まで濃縮する。別に操作ブランク試験用も同様に操作して抽出する。

[残さ及び廃棄物試料]

残さ及び廃棄物試料のサンプリングはダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル(2008)もしくはダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル(2008)に準じて行う。試料約 10g を円筒濾紙に秤量し、ソックスレー抽出管に入れ、クリーンアップスパイクとして内標準物質を一定量添加する。添加量は、通常、100ng (1  $\mu$ g/mL を 100  $\mu$ L) とする。150mL のアセトンで約 3 時間、トルエンで約 18 時間ソックスレー抽出を行う。アセトン抽出液をトルエン抽出液とあわせて約 5 mL まで濃縮し、これにヘキサンを約 50mL 加えて、再度約 5 mL まで濃縮し、さらにもう 1 度同じ作業を繰り返し、ヘキサンに転溶する。無水硫酸ナトリウムで脱水後、濃縮器で約 5 mL まで濃縮する。別に操作ブランク試験用も同様に操作して抽出する。

#### [排ガス試料]

排ガス試料のサンプリングは JIS K 0311(2008)に準じて行う。採取した試料は、吸収液等液体については水試料に準じ、XAD樹脂等固体については残さ及び廃棄物試料に準じて取り扱う。液体試料及び固体試料のそれぞれにクリーンアップスパイクとして内標準物質を一定量添加する。添加量は、通常、液体試料及び固体試料の各々に 50ng (1  $\mu$ g/mL を 50  $\mu$ L) とする。

### (3) 前処理

#### ア. シリカゲルカラムクリーンアップ

クロマト管の底部に石英ガラスウールを詰め、無水硫酸ナトリウム 1 g、シリカゲル 10g、無水硫酸ナトリウム 1 g をヘキサンで湿式充填する。クロマト管をヘキサンで洗浄した後、300mL のナス型フラスコをセットし、(1) の操作で得られた濃縮液をクロマト管に移し入れ、クロマト管の液面を無水硫酸ナトリウム層の上端まで下げてから、少量のヘキサンで数回濃縮容器及びカラム壁面を洗う。ヘキサン 60mL を流下させて溶出液を得る(画分 1)。ナス型フラスコを取替え、さらに 25%ジエチルエーテル含有ヘキサン 60mL を流下させて溶出液を得る(画分 2)。それぞれの溶出液を濃縮器で約 5 mL まで濃縮し、ヘキサンを加えて濃縮を繰り返してジエチルエーテルを除く。画分 1 はさらにヘキサンを用いて試験管に移し、シリンジスパイクを加えてから窒素気流により 1 mL まで濃縮する。この操作により、アルドリンは画分 1 に、残りは画分 2 に分配される。画分 2 は次項(2)イのフロリジルカラムクリーンアップを行う。

なお、これらの分配については、用いるシリカゲルの製品やロットによって分離条件が異なる場合があることに留意し、標準溶液を用いてあらかじめ確認試験を行っておくこと。

#### イ. フロリジルカラムクリーンアップ

クロマト管の底部に石英ガラスウールを詰め、無水硫酸ナトリウム 1 g、フロリジル 10g、無水硫酸ナトリウム 1 g を 5%ジエチルエーテル含有ヘキサンで湿式充填する。同溶液でカラムを洗浄した後、300mL のナス型フラスコをセットし、(3)アの操作で得られた画分 2 の濃縮液をクロマト管に移し入れ、クロマト管の液面を無水硫酸ナトリウム層の上端まで下げてから、少量の溶液で数回濃縮容器及びカラム壁面を洗う。5%ジエチルエーテル含有ヘキサン 100mL を流下させて溶出液を得る(画分 3)。ナス型フラスコを取り替え、さらに 20%ジエチルエーテル含有ヘキサン 100mL を流下させて溶出液を得る(画分 4)。画分 3, 4 をそれぞれ濃縮器で約 5 mL まで濃縮し、さらにヘキサンを用いて試験管に移し、シリンジスパイクを 100ng (1  $\mu$ g/mL を 100  $\mu$ L) 加えてから窒素気流により 1 mL まで濃縮する。この操作により、ディルド

リンとエンドリンは画分4に、残りのクロルデン類、ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシイド、DDT類は画分3に分配される。

なお、これらの分配については、用いるフロリジルの製品やロットによって分離条件が異なる場合があることに留意し、標準溶液を用いてあらかじめ確認試験を行っておくこと。

#### (4) 同定及び定量

##### ア. 相対感度係数の算出

(ア) 農薬標準溶液を1濃度に対して3回高分離能ガスクロマトグラフ/高分解能質量分析計に注入し、選択イオン検出法(SIM)で測定を行う。測定イオンを表1に示す。

(イ) 得られたクロマトグラムから、各標準物質の対応する二つの質量数のイオンのピーク面積の強度比を求め、塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比とほぼ一致することを確認する。

(ウ) 各標準物質及び内標準物質のピーク面積を求め、各標準物質の対応するクリーンアップスパイクに対するピーク面積の比と注入した標準溶液中の標準物質と内標準物質の濃度の比を用いて検量線を作成し、相対感度(RRF)を算出する。RRFは次に掲げる式によって各濃度ごとに求めたものを平均する。

$$RRF = (Q_{cs}/Q_s) \times (A_s/A_{cs})$$

この式においてRRF、 $Q_{cs}$ 、 $Q_s$ 、 $A_s$ 及び $A_{cs}$ はそれぞれ次の数値を示すものとする。

RRF : 測定対象物質のクリーンアップスパイク内標準物質との相対感度

$Q_{cs}$  : 農薬標準溶液中のクリーンアップスパイク内標準物質の量(pg)

$Q_s$  : 農薬標準溶液中の測定対象物質の量(pg)

$A_s$  : 農薬標準溶液中の測定対象物質のピーク面積

$A_{cs}$  : 農薬標準溶液中のクリーンアップスパイク内標準物質のピーク面積

表1 測定イオン

物質名	対象物質		クリーンアップ スパイクの定量イオン	シリンジ スパイクの 定量イオン
	定量イオン	確認イオン		
$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -BHC	218.9116	216.9145	224.9317 ( $^{13}\text{C}_6$ )	—
2,4'-, 4,4'- DDT	235.0081	237.0058	247.0484 ( $^{13}\text{C}_{12}$ )	—
2,4'-, 4,4'-DDD	235.0081	237.0058	247.0484 ( $^{13}\text{C}_{12}$ )	—
2,4'-, 4,4'-DDE	246.0003	247.9974	258.0406 ( $^{13}\text{C}_{12}$ )	—
ヘプタクロル	271.8102	273.8072	276.8269 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
ヘプタクロルエポキサイド A, B	352.8442	354.8413	362.8778 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
trans-, cis-クロルデン	372.8260	374.8230	382.8595 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
trans-, cis-ノナクロル	406.7870	408.7840	416.8205 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
ディルドリン	262.8570	264.8540	269.8804 ( $^{13}\text{C}_{12}$ )	—
エンドリン	262.8570	264.8540	269.8804 ( $^{13}\text{C}_{12}$ )	—
オキシンクロルデン	386.8052	388.8023	396.8388 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
アルドリン	262.8570	264.8540	269.8804 ( $^{13}\text{C}_{10}$ )	—
ロックマス	268.9824	—	—	—

イ. 試料の測定

6 (3) で得られた測定用試料について選択イオン検出法で測定を行う。検出したピークについて、モニターした二つ以上のイオンにおけるクロマトグラム上のピーク面積の比が標準物質のものとほぼ同じであり、塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比に対して±15%以内であることを確認する。

ウ. 濃度の算出

抽出液全量中の同定された各対象物質は、それに対応するクリーンアップスパイク内標準物質の添加量を基準にして内標準法で次式によって求める。

$$Q_i = (A_i / A_{\text{csi}}) \times (Q_{\text{csi}} / \text{RRF})$$

この式において  $Q_i$ 、 $Q_{\text{csi}}$ 、 $A_i$  及び  $A_{\text{csi}}$  はそれぞれ次の数値を示すものとする。

$Q_i$  : 抽出液全量中の各測定対象物質の量 (ng)

$A_i$  : クロマト上の各測定対象物質のピーク面積

$A_{\text{csi}}$  : 対応するクリーンアップスパイクスパイク内標準物質のピーク面積

$Q_{\text{csi}}$  : 対応するクリーンアップスパイクスパイク内標準物質の添加量 (ng)

RRF : 対応するクリーンアップスパイクスパイク内標準物質との相対感度

さらに各試料の分析量を基に以下の式で試料の濃度を求める。

[水試料]

$$C = \frac{(Q_i - Q_t)}{V \times 1000}$$

この式において C、 $Q_i$ 、 $Q_t$  及び V はそれぞれ次の数値を示すものとする。

C : 分析対象物質の濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )

$Q_i$  : 抽出液全量中の各測定対象物質の量 (ng)

$Q_t$  : 操作ブランク試験用試料液中の各測定対象物質の量 (ng)

V : 試料採取量 (L)

[残さ及び廃棄物試料]

$$C = \frac{(Q_i - Q_t)}{W}$$

この式において C、 $Q_i$ 、 $Q_t$  及び W はそれぞれ次の数値を示すものとする。

C : 分析対象物質の濃度 ( $\mu\text{g/kg}$ )

$Q_i$  : 抽出液全量中の各測定対象物質の量 (ng)

$Q_t$  : 操作ブランク試験用試料液中の各測定対象物質の量 (ng)

W : 試料採取量 (乾燥重量 : g)

[排ガス試料]

$$C = \frac{(Q_i - Q_t)}{V_{sd}}$$

この式において C、 $Q_i$ 、 $Q_t$  及び  $V_{sd}$  はそれぞれ次の数値を示すものとする。

C : 分析対象物質の濃度 ( $0^\circ\text{C}$ , 101.32kPa) ( $\text{ng/m}^3$ )

$Q_i$  : 抽出液全量中の各測定対象物質の量 (ng)

$Q_t$  : 操作ブランク試験用試料液中の各測定対象物質の量 (ng)

$V_{sd}$  :  $0^\circ\text{C}$ , 101.32kPa における試料排ガスの採取量 ( $\text{m}^3$ )

なお、酸素の濃度による補正等は JIS K 0311 (2008) に準じて行う。

備考 1

使用するガラス器具等は、使用直前にアセトン及びヘキサンで数回洗浄しておくこと。

備考 2

円筒濾紙等は、使用前に予めアセトンで 3 時間、トルエンで 18 時間ソックスレー抽出を、洗浄しておくこと。

備考 3

揮散しやすい項目があるので、濃縮はゆっくり行い、乾固させないようにすること。

測定条件の例を以下に示す。

## [HRGC]

注入口温度	270°C
注入方法	スプリットレス
試料注入量	1.0 $\mu$ L
恒温槽温度	60°C (1 min) $\rightarrow$ 5 °C/min $\rightarrow$ 220°C $\rightarrow$ 10°C/min $\rightarrow$ 270°C
分離カラム	100%メチルポリシロキサンを被覆したキャピラリーカラム 例：ULTRA 1 (J&W 社製) 25m $\times$ 0.32mm $\times$ 0.17 $\mu$ m
キャリアガス	He 1.8mL/min

## [HRMS]

測定方法	選択イオン検出法 (SIM)
インターフェース温度	270°C
イオン源温度	270°C
イオン化電流	600 $\mu$ A
分解能 (M/ $\Delta$ M)	10000 以上 (10% Valley)
加速電圧	10kV
電子加速電圧	38eV
質量数補正	ロックマス方式 (PFK使用)

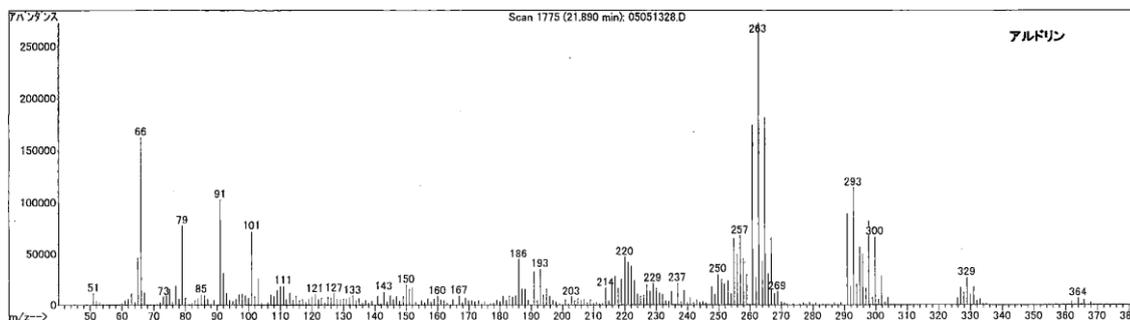
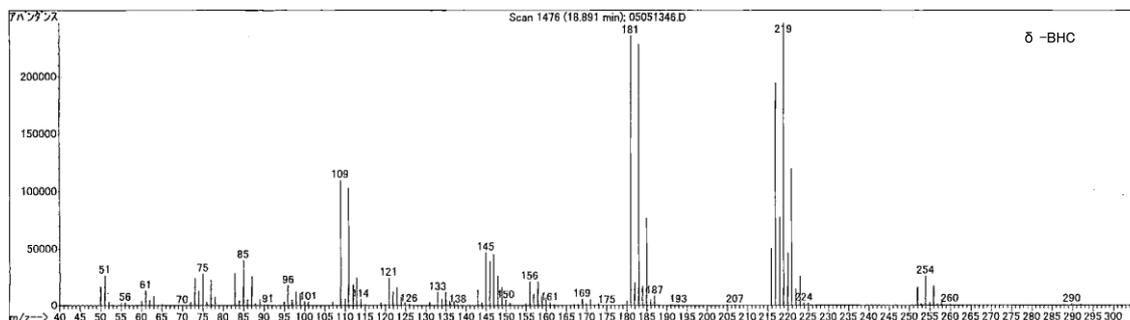
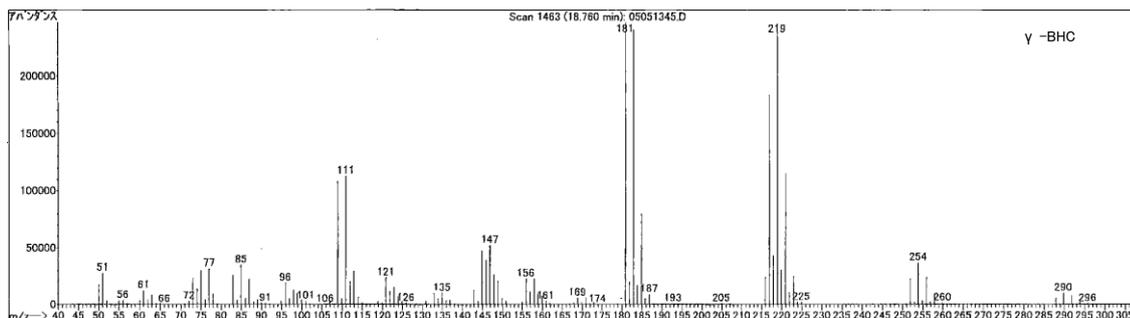
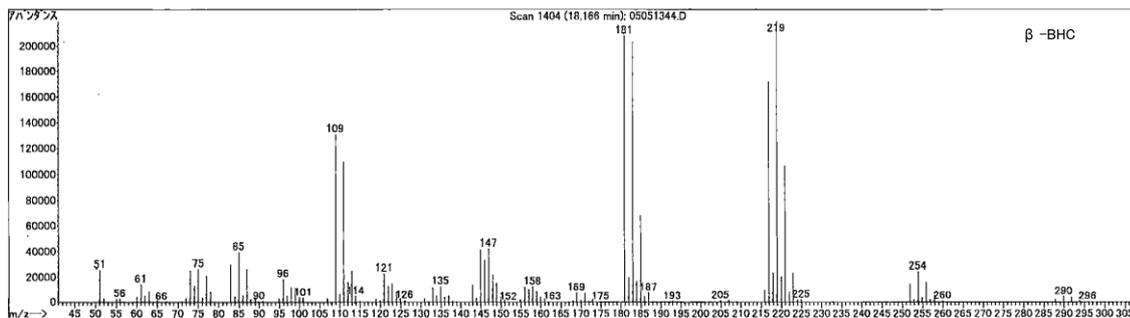
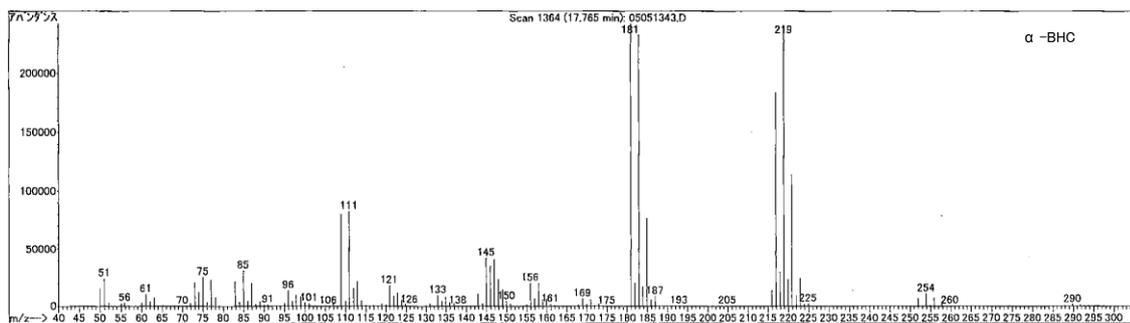
#### 参考文献

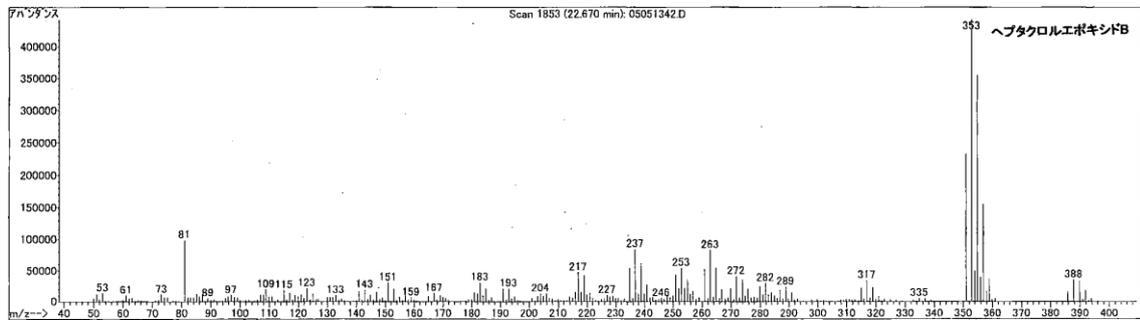
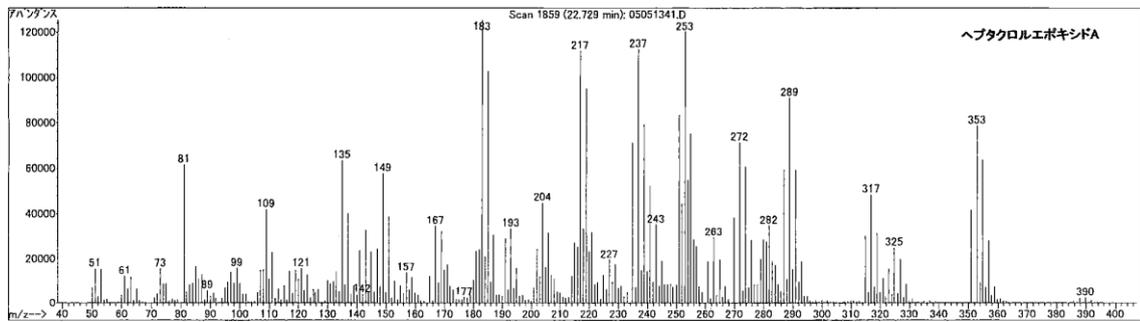
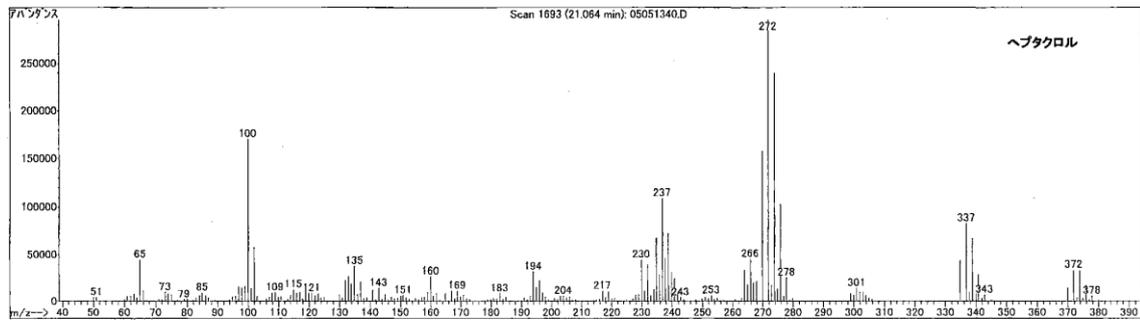
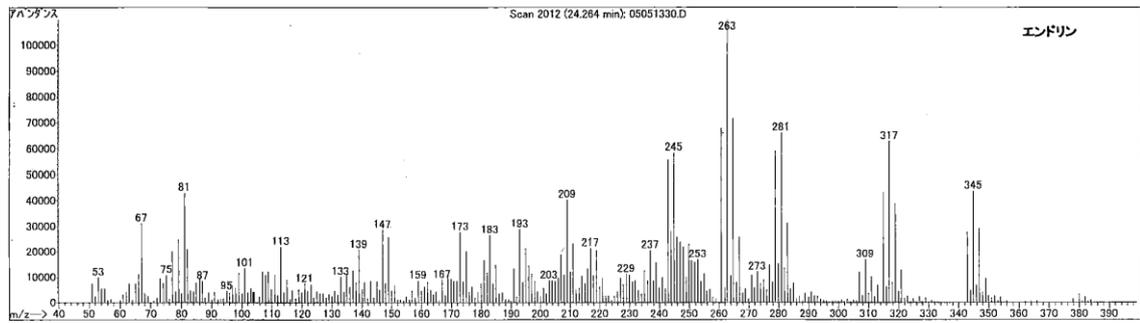
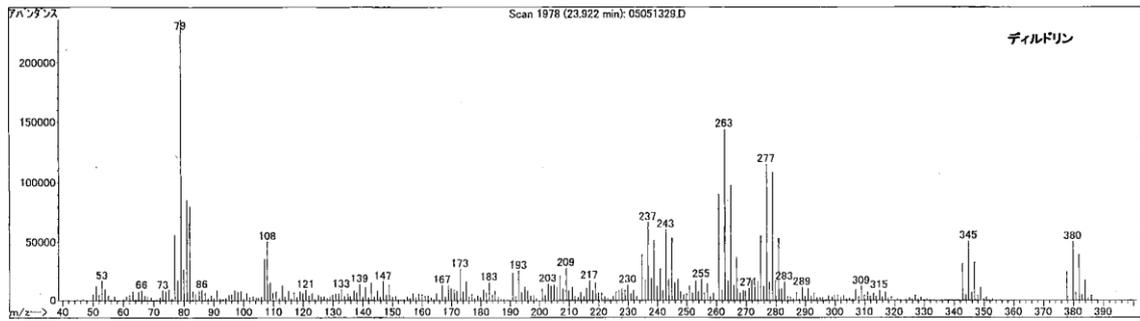
- 1) 環境省総合環境政策局環境保健部 (2003): 水底質中の POPs モニタリング調査マニュアル (改訂案), POPs モニタリング検討会資料 (2003 年度第 1 回)
- 2) 環境庁保健調査室 (1991): 水質、底質モニタリング調査マニュアル
- 3) 環境庁水質保全局水質管理課 (1998): 外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル
- 4) 環境庁水質保全局 (2000): 農薬等の環境残留実態調査分析法
- 5) JIS K 0312 (2008): 工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法
- 6) 環境省水・大気環境局水環境課 (2008): ダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル
- 7) 環境省水・大気環境局土壌環境課 (2008): ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル
- 8) JIS K 0311 (2008): 排ガス中のダイオキシン類の測定方法

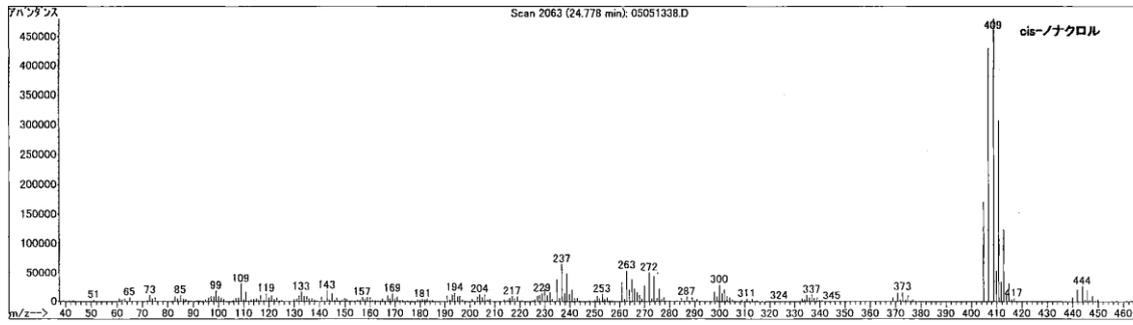
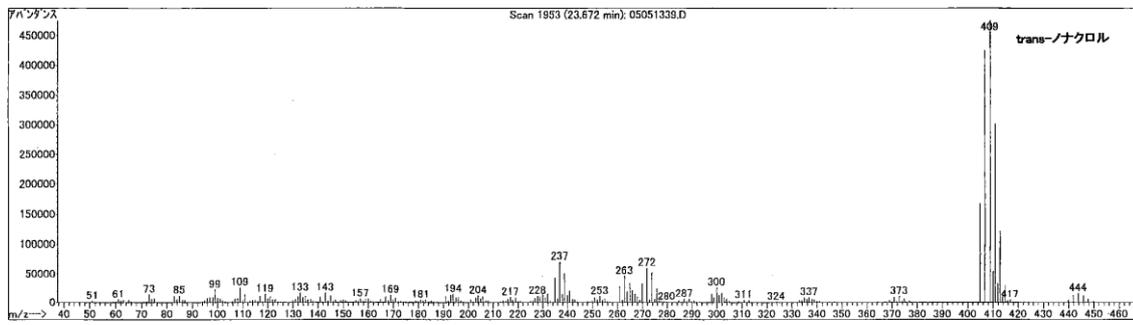
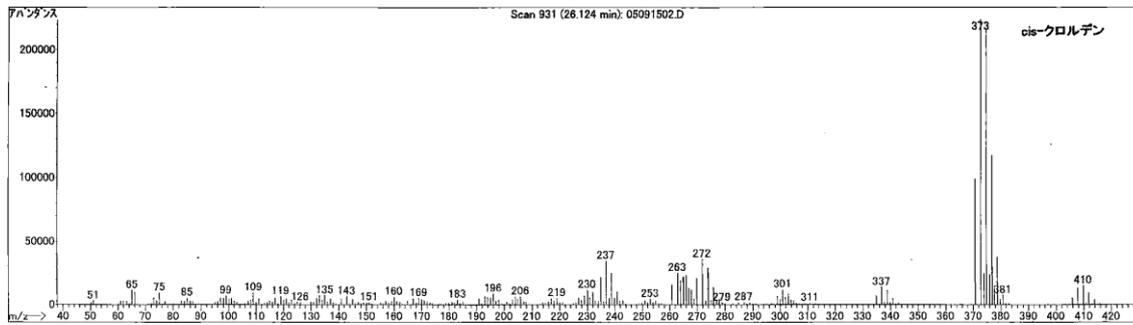
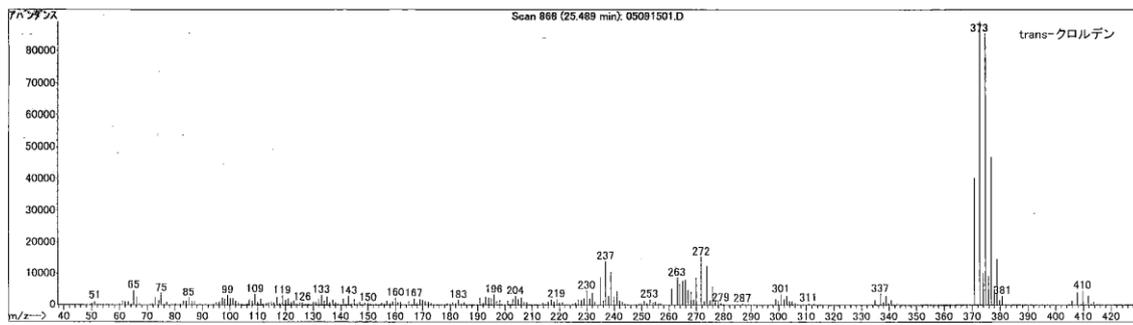
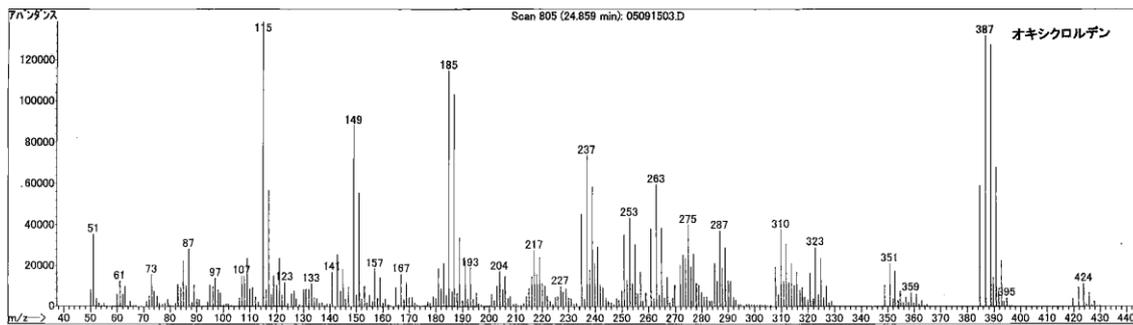
#### 参考資料

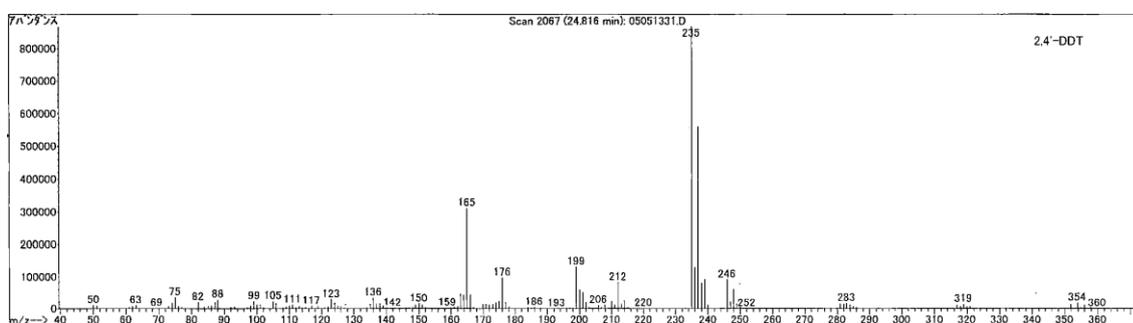
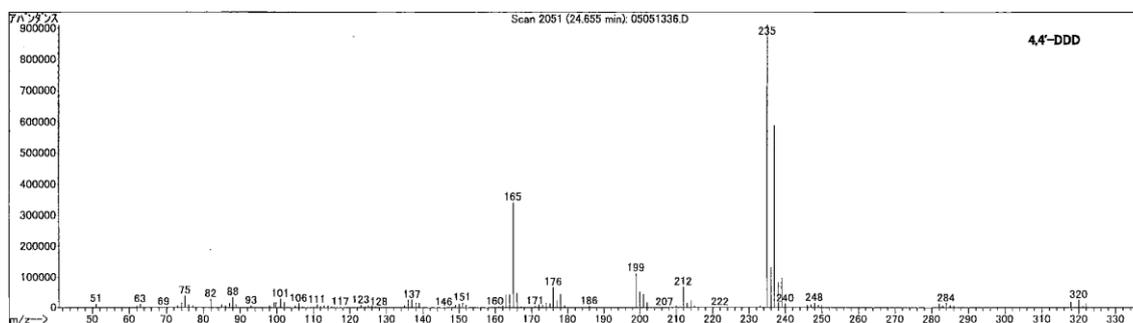
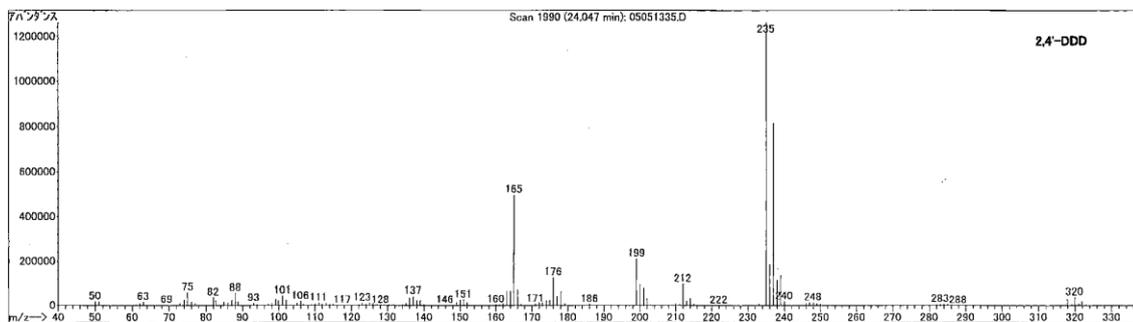
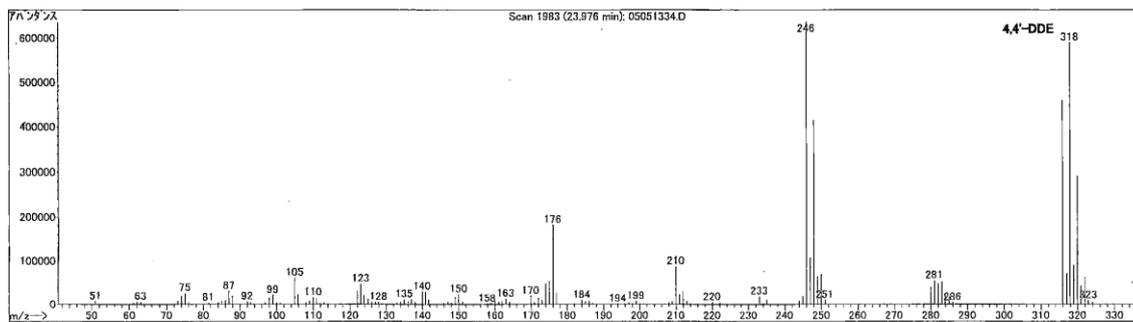
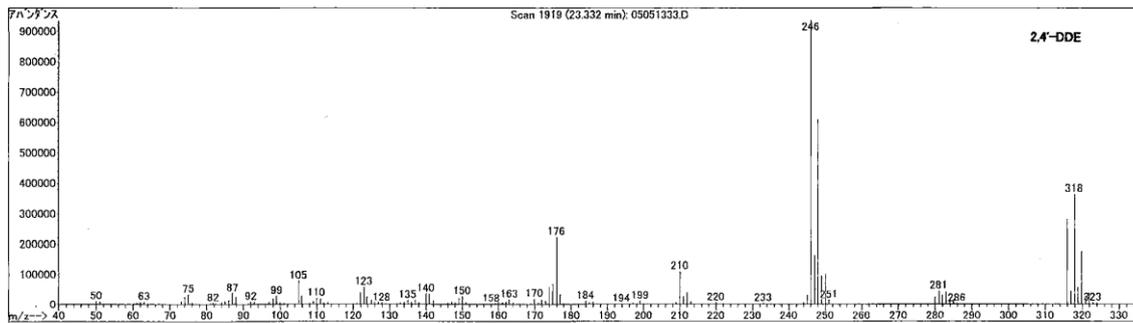
1. 標準物質のマススペクトル (Native)
2. 標準物質のマススペクトル ( $^{13}\text{C}$  標識体)
3. GC/HRMS による混合標準物質測定クロマトグラム

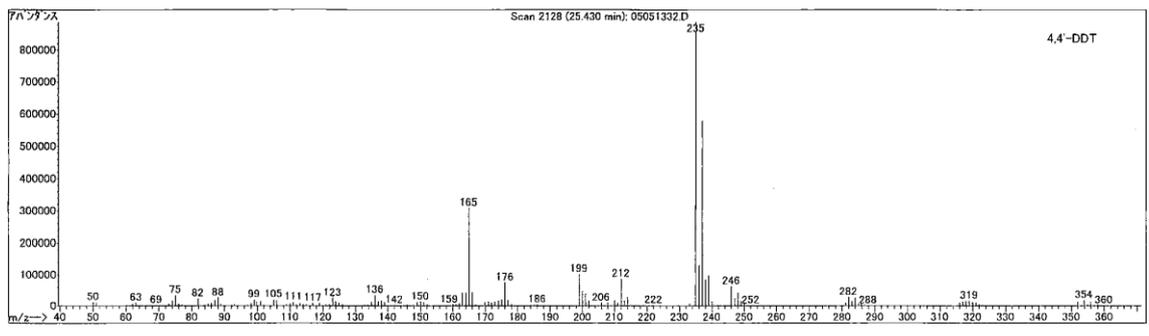
# 1. 標準物質のマススペクトル (Native)



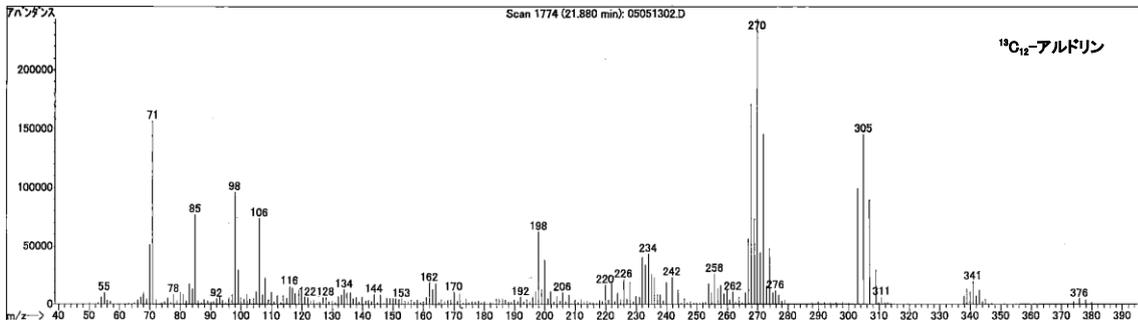
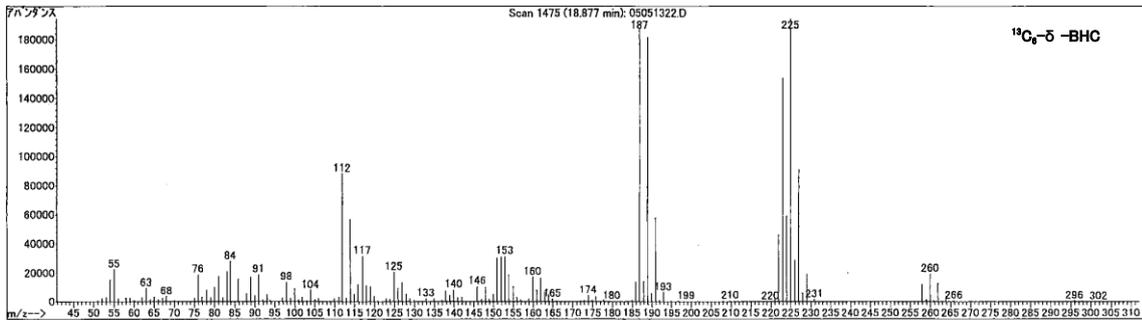
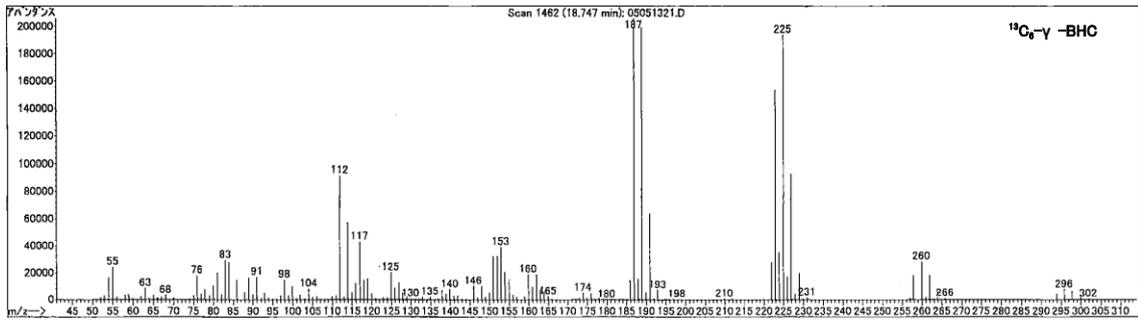
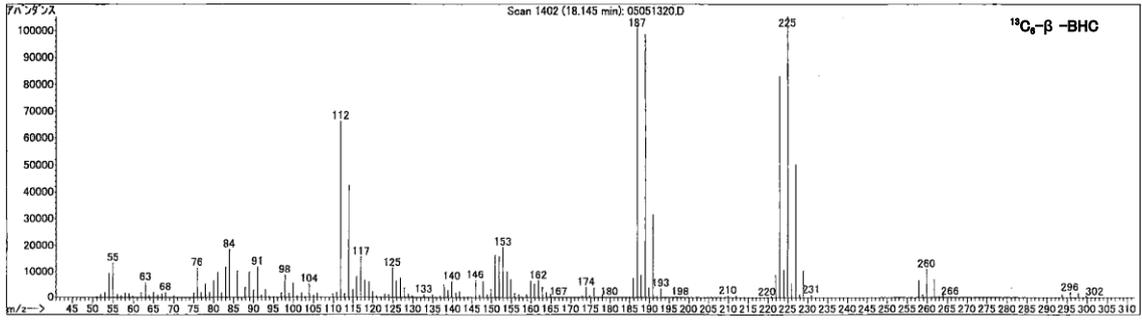
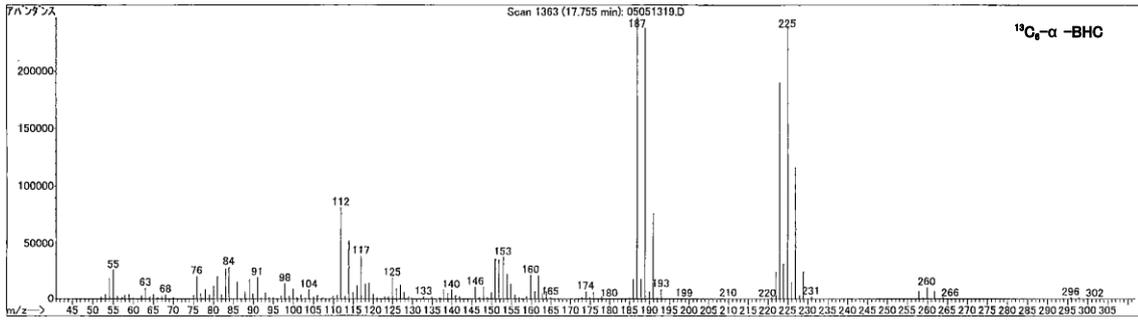


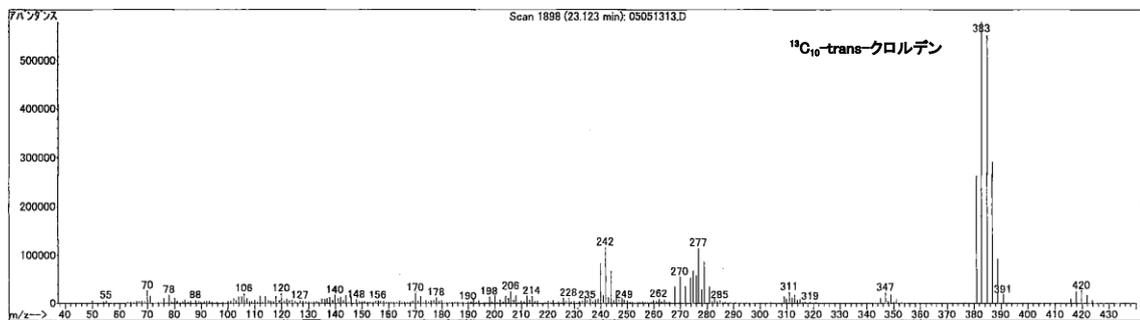
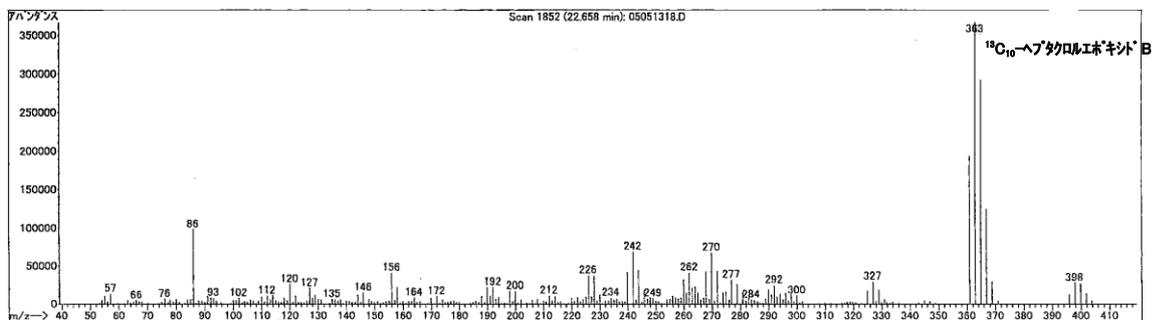
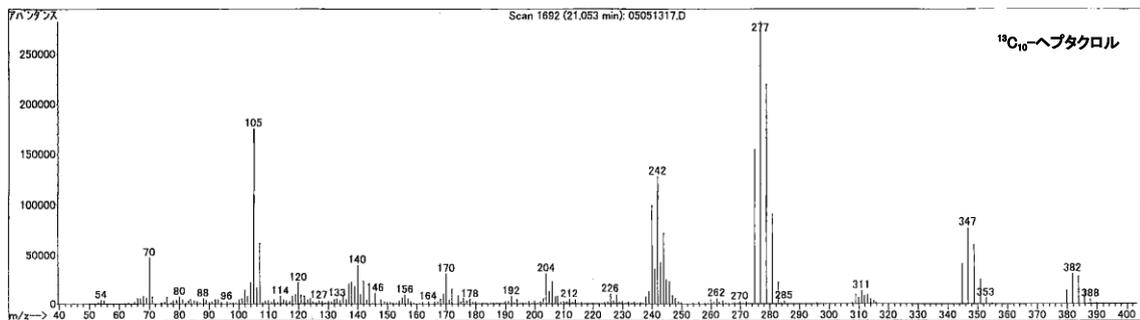
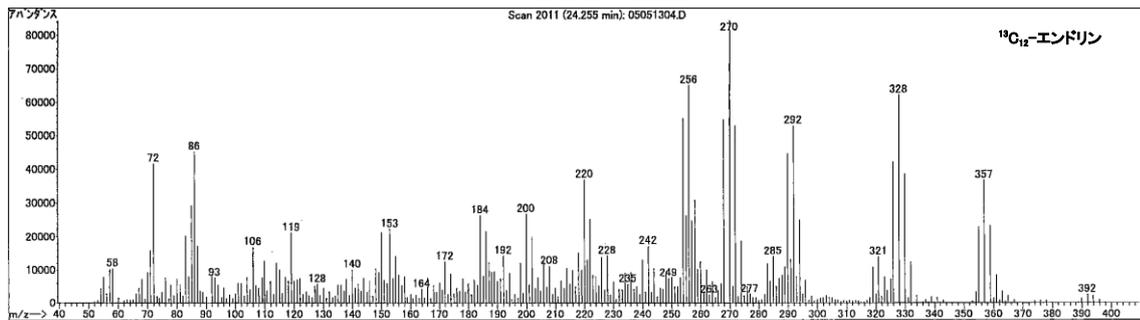
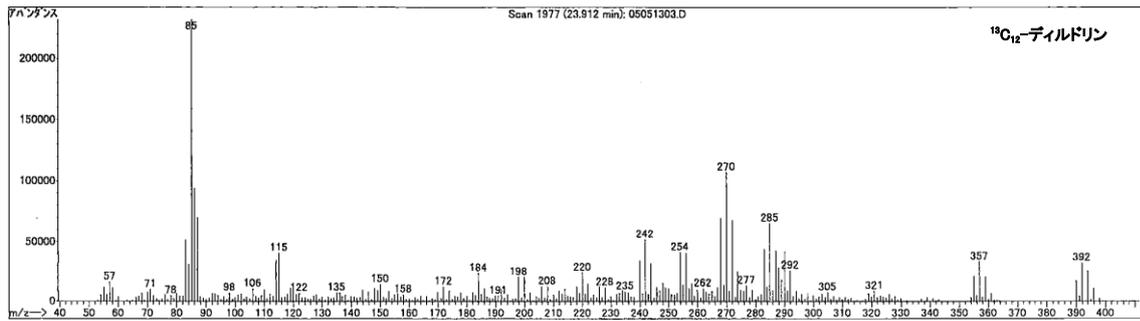


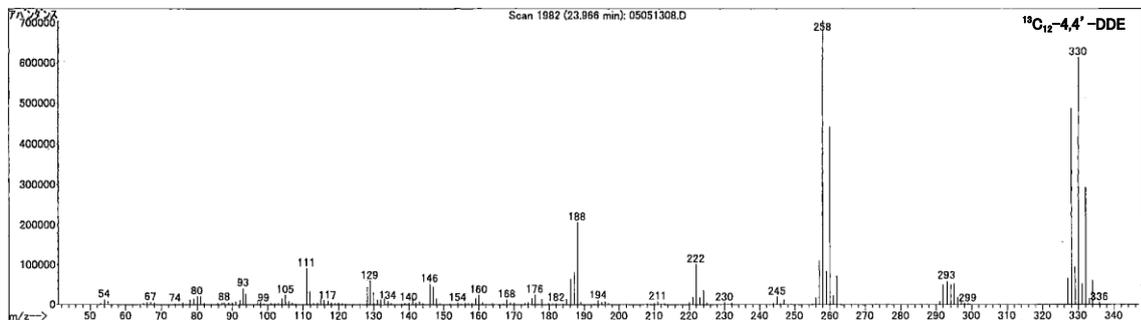
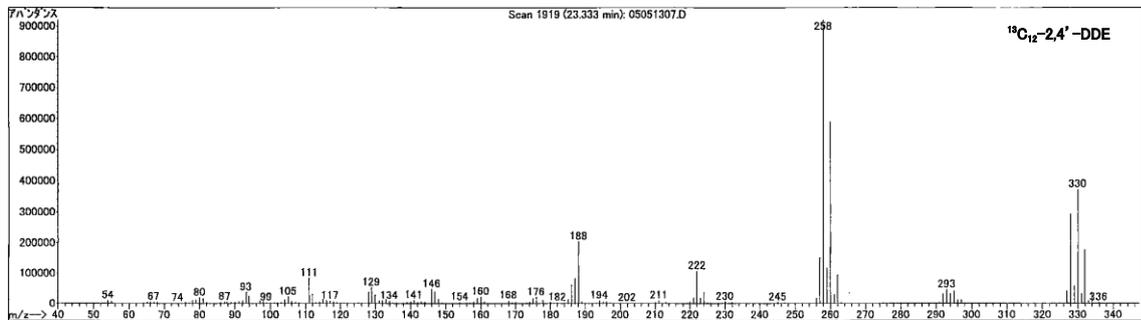
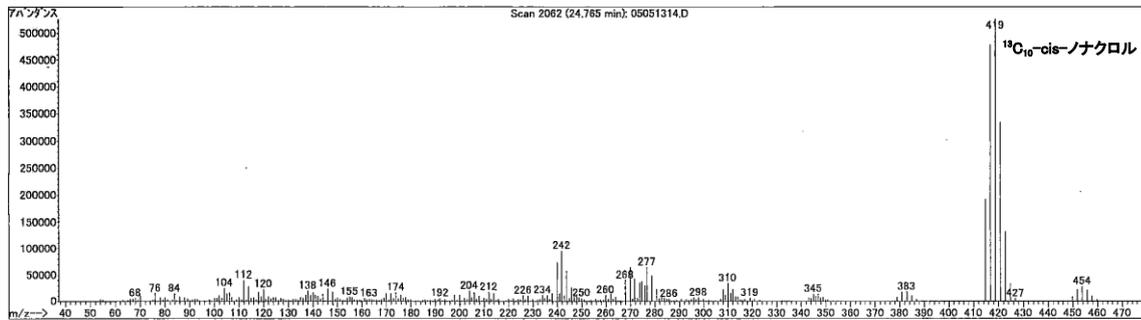
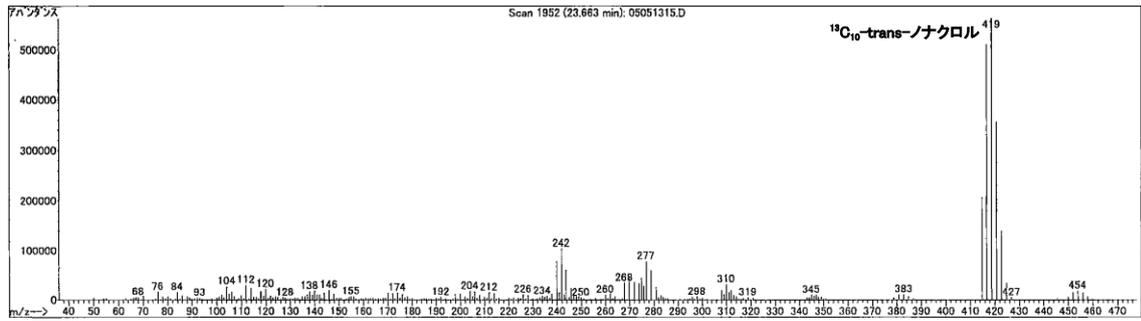
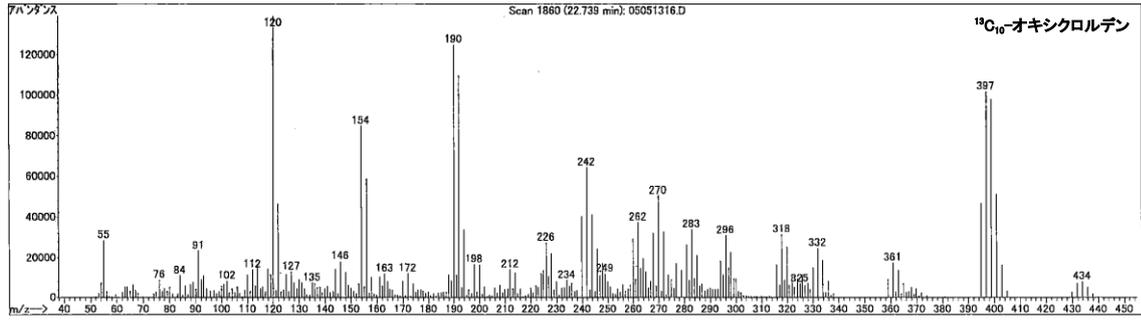


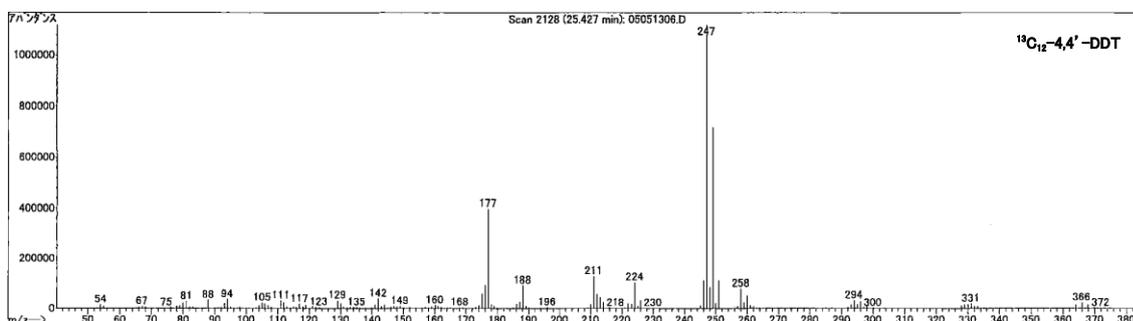
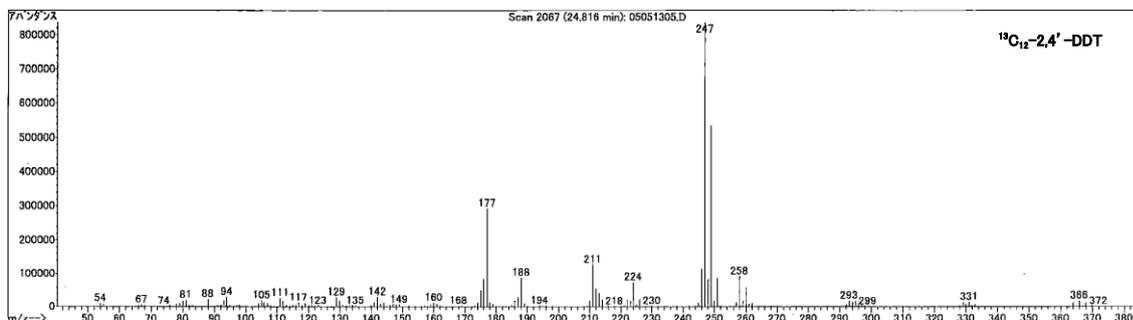
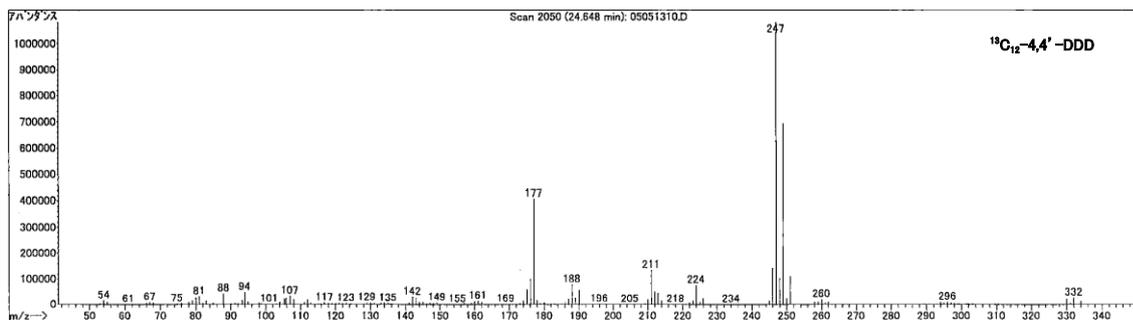
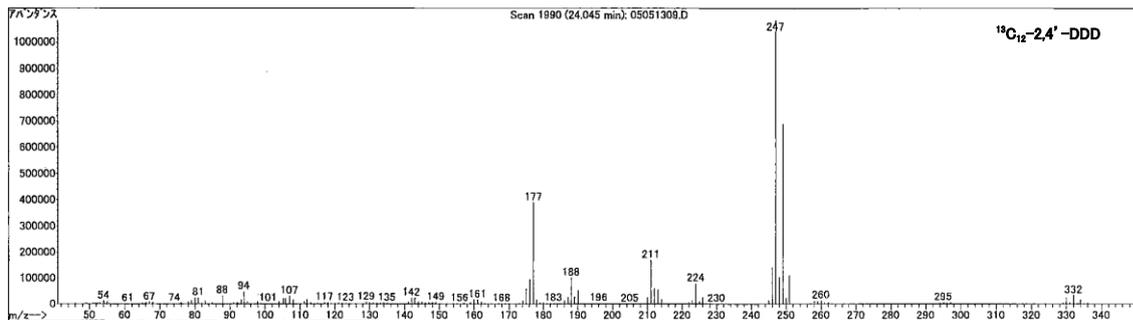


## 2. 標準物質のマススペクトル ( $^{13}\text{C}$ 標識体)

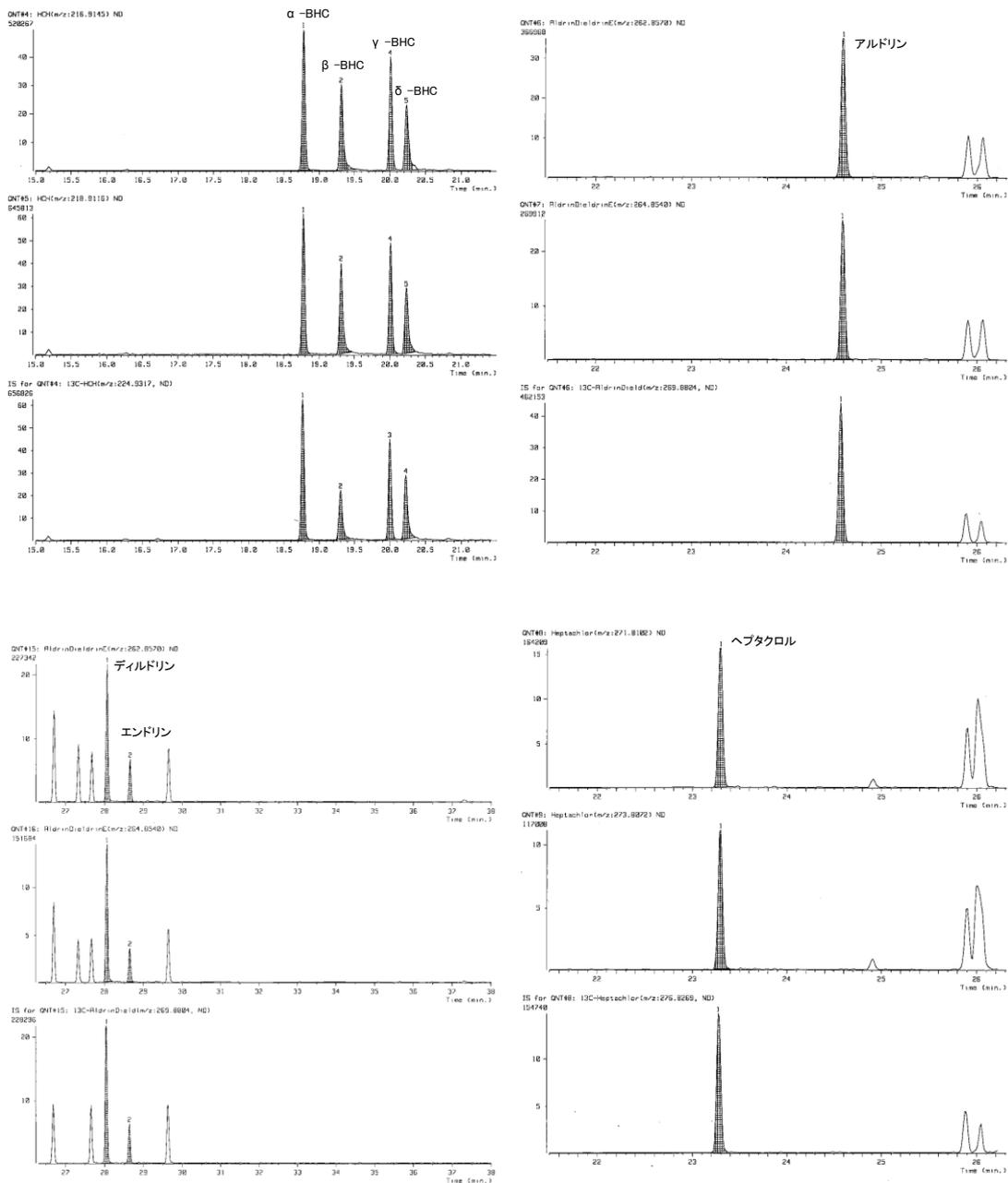


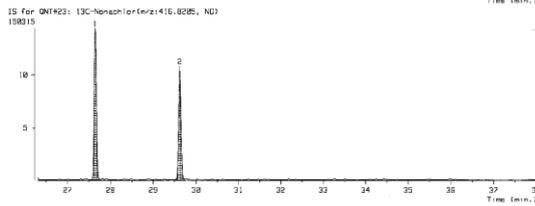
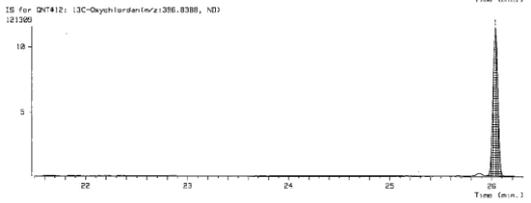
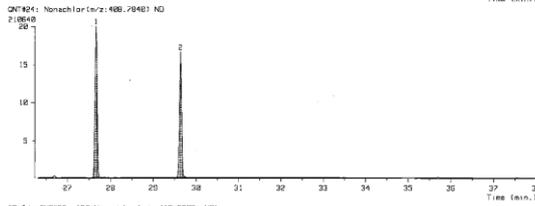
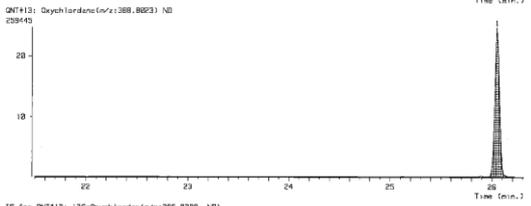
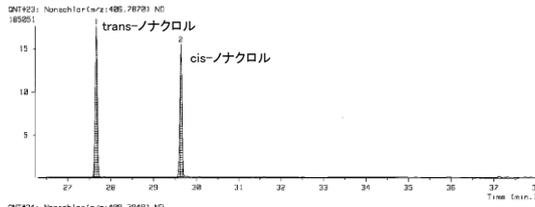
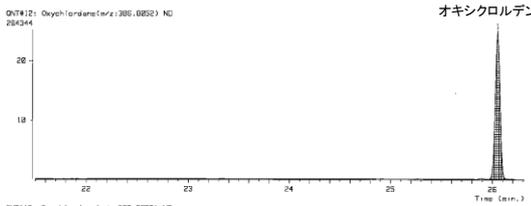
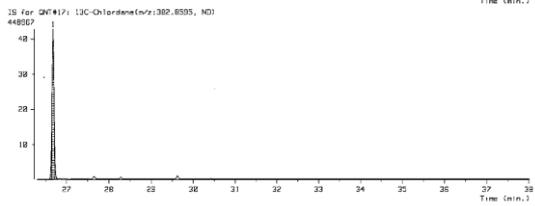
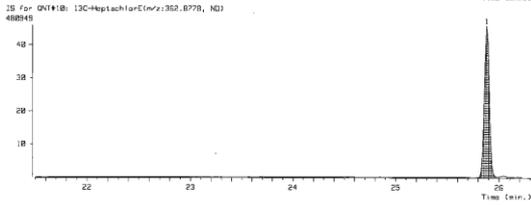
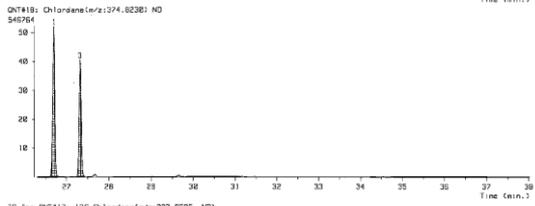
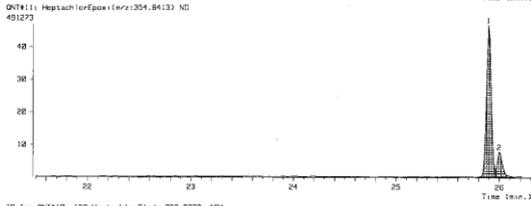
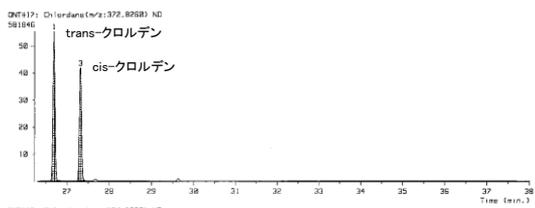
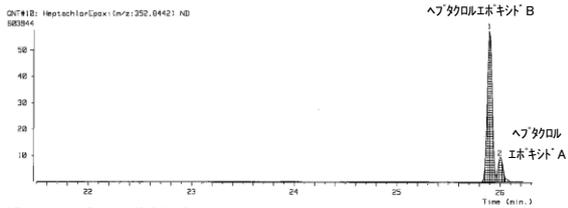


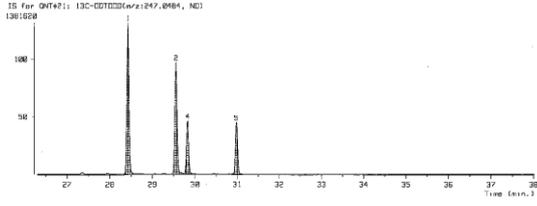
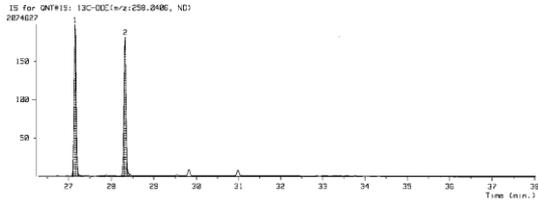
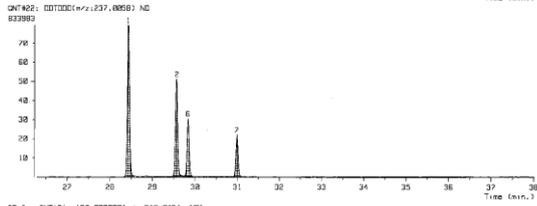
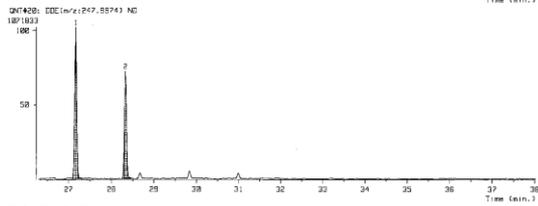
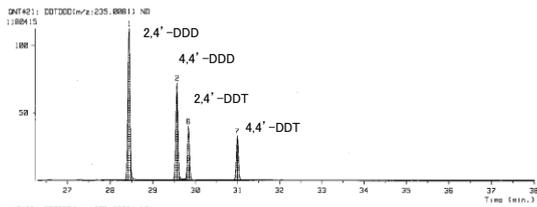
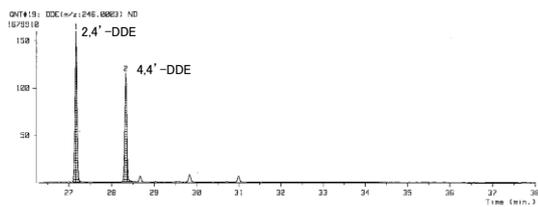




### 3. GC/HRMSによる混合標準物質測定クロマトグラム







## 10. POPs 農薬及びその混合製剤に使用されている他の成分の接触・混合反応性

区分	物質名	接触・混合反応性等
POPs 農薬	アルドリン	酸及び酸化剤と反応する 水の存在下で多くの金属を侵す
	ディルドリン	酸及び酸化剤と反応する 保管中に塩化水素の発生により金属を徐々に侵す
	エンドリン	強酸と反応する パラチオンとの混合物は、石油溶媒中で発熱し、爆発の原因となる
	クロルデン	強酸化剤及び塩基との接触を避ける 鉄、亜鉛、プラスチック、ゴム、コーティングを腐食する
	ヘプタクロル	強酸化剤、金属との接触を避ける
	DDT	強塩基、鉄、アルミニウム及びその塩との接触を避ける
	BHC	アルカリ類と接触すると分解する 塩基、鉄、アルミニウム、亜鉛との接触を避ける
混合製剤 中に含まれ る成分	酢酸フェニル水銀	強酸化剤との接触を避ける
	メタンアルソン酸鉄	還元剤、強塩基との接触を避ける
	チウラム	強酸化剤、酸、酸化性物質との接触を避ける
	マラソン	強酸化剤と激しく反応する 鉄及び一部の金属、プラスチック及びゴムを腐食する
	EPN	酸化剤との接触を避ける
	ジクロロボス (DDVP)	金属、プラスチック、ゴムを腐食する
	パラチオン	強酸化剤との接触を避ける 一部のプラスチック、ゴム、コーティングを腐食する
	メチルパラチオン	塩基存在下で急速に分解、酸存在下では分解は進むが遅い

出典：ICSC : <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/index.htm>

NTPリスト : [http://ntp-server.niehs.nih.gov/Main\\_Pages/Chem-HS.html](http://ntp-server.niehs.nih.gov/Main_Pages/Chem-HS.html)