

日本分析化学会関東支部編

編集委員長 荒木 峻

編集委員 金沢 純・柳沢三郎

山縣 登・山下太郎・山手 昇

公害分析指針

6



水・土壌編 3

a

残留農薬

ポリ塩化ビフェニール
—アルカリ分解法—

b

放射能

c

水の一般試験項目

日本分析化学会関東支部編

公害分析指針

6

水・土壌編 3-a

残留農薬

金沢 純

ポリ塩化ビフェニール

—アルカリ分解法—

立川 涼・脇本忠明

3K568/02



共済出版株式会社

化学物質による環境汚染の問題が深刻になるにしたがい、分析技術者の責任はますます重大になってきた。このときあたり、日本分析化学会関東支部は、大気、水・土壌、食品中のおもな汚染物質の成分別の分析法について、各種公定法はもちろん、最新の技術を盛り込んだ現場の分析技術者のための指導書の刊行を企画した。本シリーズが公害分析に携わる方々の座右の書としての役割を果たすことができれば望外のしあわせである。

編集委員

委員長	荒 木	峻	東京都立大学工学部教授・工博
	金 沢	純	農業技術研究所農薬残留研究室長・農博
	柳 沢 三	郎	慶応義塾大学工学部教授・理博
	山 縣	登	国立公衆衛生院放射線衛生学部長・理博
	山 下 太	郎	(財)日本食品分析センター常務理事・農博
	山 手	昇	国立衛生試験所環境衛生第1室長・工博

水・土 壌 編 の 序

水質汚濁のもっとも大きな原因は、工場排水、鉱山排水、都市排水、食品工業排水、農業排水などのように、利用された水が元の状態に戻されずに放出されたり、大気や土壌の汚染を経由してくることにある。また、土壌や河川、海域の底質の汚染は、水が運んできた汚染物質が蓄積したり、あるいは大気中の汚染物質が降下したりして起こる。

水は、生活用水や産業用水として重要なばかりでなく、底質とともにさまざまな生物の生活環境をつくっており、また土壌は農耕地や牧草地として、その上に生育する植物や家畜にとって大切なものである。いわゆる公害に関連して水や土壌を分析する目的は、人や家畜に及ぶかもしれない害作用や環境の利用価値の低下を評価すること、あるいはある地域が人の活動によって汚染されたかどうかの判断などさまざまであろう。

このような評価や判断をおこなうために、試料のサンプリングが目的に適うように正しくなされていなければ、分析がどんなに正確におこなわれようとも、得られたデータは無意味なものとなる。このような見地から、サンプリングの方法について、できるだけ詳しく記載することにした。

また、分析の対象となる物質や現象も、すでに制定されている環境基準や排出基準にとられず、各種有害性物質をはじめ一般試験項目を含め、広い立場から選び、分析方法については、もっとも広く使用されている信頼のおける方法を中心とし、それぞれの分野で第一線に立って仕事をしている人びとに執筆していただいた。

本シリーズが環境汚染防止の目標を達成するのに少しでも世の中のお役に立てば幸いである。

—著者紹介—

かたざわ じゆん
金沢 純 農業技術研究所農業残留研究室長・農学博士

たつかわ りよう
立川 涼 愛媛大学農学部助教授・農学博士

わきもとただあき
脇本忠明 愛媛大学農学部助手

目 次

残留農薬.....(金沢 純)… 1

有機塩素殺虫剤— 8 有機リン農薬—15 カーバメート殺虫剤—21 ペン
タクロルニトロベンゼン (PCNB) —26 ダイホルタン, キャプタン, ホルペ
ット—27 2,4-D, 2,4,5-T—29 MCP—31 ペンタクロルフェノール
(PCP)—33 2,6-ジクロルベンゾニトリル (DBN) —34 トリアジン系除草
剤—36 ジフェニルエーテル系除草剤—37 土壌くん蒸剤—40

ポリ塩化ビフェニール——アルカリ分解法——

.....(立川 涼, 脇本忠明)…45

2/568/0201

残 留 農 薬

1. 概

要

散布された農薬のうち、大気中に揮散するものや作物体に付着するものを除き、その大部分は耕地土壌に落下する。気化したものや作物体に付着したものやがて降雨や風により土壌中に達する。湛水状態の水田では散布農薬はまず水面に落下するが、やがて溶解あるいは沈降して土壌中にはいる。水に溶け、しかも安定な化合物は表流水により河川から海にはいり、食物連鎖により水系の生物に影響を与える。土壌中にはいった農薬は水の蒸発に伴われて再び気化したり、土壌粒子に吸着固定されたり、土壌微生物により分解無機化されたり、浸透水により地下層に達する。また除草剤や土壌殺菌剤、くん蒸剤などは直接土壌に施用される。したがって土壌や水中の農薬の動態や消長を究明することは農薬の使用法の確立、跡作の作物への影響、野生生物への影響、環境汚染などの立場からきわめて重要な研究課題である。

有機塩素殺虫剤や重金属系農薬などのような持続性農薬は環境中で安定なため、その毒性が長く残り、跡作物に影響を与えたり、水産動植物に損害を与えるおそれがある。そこで昭和46年12月に改正された農薬取締法によってこのような農薬を土壌残留性農薬および水質汚濁性農薬に指定し、その使用を厳しく規制することになった。これに伴い、DDT、BHCは環境汚染および魚類、畜産食品の汚染がかなり進んでいることが判明し、全面的に使用禁止になった。

現在、土壌残留性農薬に指定されている農薬はアルドリノおよびディルドリンであり、食用作物への使用は禁止され、その使用は林業害虫の防除に限定さ

2 残留農薬

れている。水質汚濁性農薬には PCP 除草剤（ペンタクロルフェノールおよびそのナトリウム塩、カリウム塩）、テロドリン、エンドリン、ベンゾエピン（チオダン）およびロテノンが指定され、いずれも魚毒性の高い農薬である。そしてこれら農薬を安全かつ適正に使用するための安全使用基準が決められている。

土壤、水中の残留農薬の分析法については、恒常的に環境中にその痕跡が検出される有機塩素殺虫剤が最もよく検討されており、ついで土壤施用の除草剤、土壤くん蒸剤などに検討例が多い。しかしこれらに比べて有機リン農薬、カーバメート殺虫剤、殺菌剤、殺ダニ剤などについてはまだ残留分析法の検討は十分でない。分析法は 1950 年代には主として吸光光度法によっていたが、1960 年代にはいり、各種の高感度検出器をつけたガスクロマトグラフ（GC）が開発されてからは、この分野でも GC 法が主流を占めるにいたった。GC 法のための抽出精製法は本質的には農産物の場合とちがいはないが、農薬の土壤粒子や腐植への吸着、元素状イオウの電子捕獲検出器（ECD）に対する妨害など生体試料と異なる注意が必要となる。

筆者は本指針だけで土壤および水中に残留する主要な農薬の分析法について一通りの指針がえられるようにつとめたが、食品の場合とかなり重複することも多いので、とくに有機塩素殺虫剤、有機リン農薬、カーバメート殺虫剤については食品編 1 および 2 を参照されたい。

2. 試料採取法

土壤、水中の残留農薬の調査における試料採取法は、当然のことながら、それぞれの調査目的を十分考慮して、それに合うような方法を採用すべきである。採取法が適切でない、その後の分析をいかに正確に行なっても結果は不満足なものにおわる。

2.1 土壤採取法¹⁾

A. 用具

ショベル、移植ごて、検土杖、ポリエチレン袋、ビニール布 (150×150 cm) 物差 (100 cm)、マジックインキ、記録ノート。

B. 平均試料採取

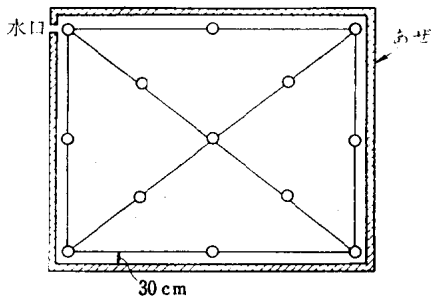
一面の圃場やある地域の土壌の平均的な残留農薬量を知る必要がある場合には、その地積内の対角線上の 20～30 地点の表層 (0～10 cm) の土壌をほぼ同一量採取する。これをビニール布上で碎いて十分混合したのち、四分法により必要量 (約 1 kg) をポリエチレン袋に採る。そしてつぎの諸事項をノートに記録しておく。

採取地名、採取年月日、過去の農薬散布歴、栽培作物名、施肥量、耕耘方法、土壌型、土性、母岩の種類。

C. 個別試料採取

一面の圃場内の残留農薬の変動を調査しようとする場合には、アトランダムにできるだけ多数の地点から採取すべきであるが、これにもおのずと限度があるので、一案として図 1 に示した 13 地点の表層土壌の必要量 (500 g 程度) をポリエチレン袋に採る。

この微細地点調査は散布農薬の落下のバラツキを知ろうとするときや傾斜地における掛け流し水田などで水田水による農薬の流亡などを知ろうとするときに必要となるが、跡作への影響、環境汚染の調査には平均的試料の結果だけで十分である。



○土壌採取地点
図 1 個別試料採取法

D. 断面試料採取

農薬の土壌粒子による吸着、浸透水による地下層への移動などを知る上に必要となる。調査地点は土壌の浸蝕状態や排水状態を考慮して選ぶ。あらかじめ検土杖によって大体の土層の配列を調べたのち、ショベルで本坑 (直径約 50 cm) を深さ 60～70 cm ぐらいまで掘り、断面に物差をあて表層から 10 cm ごと*に

* 表層土壌中の残留農薬は気化により消失する機会が多いので、このような事実をつかもうとする場合には、さらに細かく、2 cm 間隔ぐらいに断面土壌を採る必要がある。

4 残留農薬

50 cm まで各 500 g ずつ採取する。残留農薬の垂直分布の調査には作土層が問題になるので、深根性の作物を考慮しても 50 cm ぐらいまでで十分である。

2.2 水採取法

水は土壌とは異なり、常に流動しており、農薬の散布地点からの距離や経過時間により変動が大きい。農薬散布後の水田水や地下水中の消長をみようとする場合と、恒常的な環境水中のいろいろな農薬の残留量を調査する場合とがある。

A. 用具

ホウロウビーカー (1～2 l)、ひしゃく、ポリエチレンびん (2～5 l)、マジックインキ、記録ノート。

B. 水田水、地下水

水田で散布された農薬の水田水中の消長を調査するには、散布前に灌漑水と水田水を一定量 (2～5 l) 採取しておき、農薬散布直後から経時的に数個所においてほぼ同一量を採取し、これらを混合して供試水とする。そして採取時に水深、灌漑水の流量、水稲以外の雑草、水苔などの植生の状況を記録しておく。地下水の採取には水位と土層の概略および土性を記録しておく。

C. 河川水

少なくとも上流、中流、下流 (河口付近) の 3 地点を選び、川岸で表流水をビーカーで 2～5 l 採取し、ポリエチレンびんに入れ、持ち帰る。そして河川名、採取地点名、採取年月日、天候、流速などを記録しておく。また最寄りの農協や農業普及所などに問合せて、その川の流域の農業地帯で使用される農薬の実態を調べておくといふ。年間の変動をみるには少なくとも毎月 1 回以上採取する必要がある、年度間の変動をみるには農薬使用の影響と濃度が安定しているなどの観点から毎年 9 月の採水がよいといわれている²⁾。雨水による畑から流出する残留農薬の調査には当然ではあるが、雨が降る前と後で採取しなければならない。

D. 雨水

大気中に気化した農薬は雨水によって再び地上に落下する。したがって残留

農薬による大気汚染の程度を知る上に雨水は格好な材料となる。ハウロウ引きの広口の容器やバットで採取する。地面に容器をいきなり置いて採るのは、降雨時のしぶきではいる土壌粒子の影響があるので好ましくない。このような心配のないコンクリートの上か、ビルの屋上などで採取するとよい。降りはじめの雨と末期の雨では残留農薬の濃度が変わることがあるので、この点の配慮も必要である。採取年月日だけでなく、なるべく雨量、雷の有無なども記録する。

E. 湖水、海水

湖水の採水地点は流入河川の口および湖からの水の流出口を考慮して定める。そして採水は湖畔だけでなく、船を出して湖心においても採取し、この際できれば深度別に採水し、さらに採泥器を用いて底質土も採取することが望ましい。海水の採水地点は河川水や排水が流入する湾内や沿岸海域と外洋とに分けられる。沿岸海域では湾内および外海域について、河口からの距離、海流などを考慮して定め、表層水を 5 l 以上採取する。河口では残留農薬が蓄積することがあるので、水だけでなく底質土も同時に採取することが望ましい。外洋では表層水だけでなく、できるだけ深度別に採水する。なお、採水器、採泥器による採取法については本指針の水・土壌編 1 を参照されたい。

3. 試 料 の 調 製 法

3.1 土 壌

A. 用具

磁製乳鉢、乳棒、ビニール布 (100×100 cm)、篩 (孔径 2 mm、または 8 メッシュ)、広口びん (500~1000 ml)。

B. 操作

採土をビニール布上に薄くひろげ、室温で陰干しし、ときどき指で土塊をほぐしながら十分風乾する*。この際、植物根、礫をできるだけ除く。十分に風乾すれば、乳鉢に入れ、乳棒でかるく砕き、篩別する。篩上の土塊を乳鉢にもど

* 蒸気圧の高い農薬では風乾時にかなりの損失があるので、礫や植物根をできるだけ除いたのち、水分含量を測定し、風乾せず広口びんに入れ、分析まで保存する。

6 残留農薬

し、再び碎き、篩別をくりかえし、残った礫と植物根は捨てる。この一部を採って水分量を測定し、記録しておく。これを広口びんに入れ、密栓し、分析まで 0~5°C の冷蔵庫中に保存する。

3.2 水

A. 用具

漏斗 (径 12 cm), ガラスウール (細い石英ウール), 細口びん (2~5 l)。

B. 操作

採水中にはプランクトン、藻類、ミジンコ、土壌粒子などが含まれているので、採水をよくふりまぜたのち、ガラスウールを脚部につめた漏斗で汙過し、細口びんに入れ、分析まで 0~5°C で保存する。

4. 装置と器具

ここには共通的に使われるものだけをあげる。

電気ミキサー (ブレンダー)

ソックスレー抽出器

クデルナダニシュ濃縮器またはロータリーエバポレーター

ガスクロマトグラフ

(1) カラム: ガラス製, 内径 2~4 mm, 長さ 1~2 m。

(2) カラム充てん剤: 2% EGA, 2% DEGS, 2% NGS, 10% DC-200, 5% OV-17, 5% QF-1, 2% XE-60 などの液相を用いることが多い。担体は Chromosorb W (HP) あるいは Gas Chrom Q 60~100 メッシュが望ましい。

(3) キャリヤーガス: N₂, He, PR ガス。

(4) マイクロシリンジ: 全量 10 μ l。

(5) 検出器: 電子捕獲型 (ECD), アルカリ熱イオン化型 (AFTD), 炎光度型 (FPD) など。

ガラスフィルター 17 G 2, 17 G 3。

クロマトグラフ管 内径 1.5 cm, 長さ 30 cm, コックつき。

目盛つき試験管 全量 10 mL, すり合せガラスせんつき, クデルナダニシユ濃縮器に接続可能なもの。

5. 試

薬

ここには共通的に使われるものだけをあげる。

アセトン* 試薬 1 級品を全ガラスすり合せの蒸留器を用いて蒸留し, 56~57°C の留分をとり, この 100 倍濃縮液を 5 μ l とり, 測定条件のガスクロマトグラフに注入し, ガスクロマトグラム上に定量しようとする農薬の保持時間の位置に妨害ピークが出現しないことを確かめてから使用する。

n-ヘキサン* 試薬 1 級品を全ガラスすり合せの蒸留器を用いて蒸留し, 68~70°C の留分をとり, アセトンに準じてこの濃縮液をチェックしてから用いる。

塩化メチレン* 試薬 1 級品を全ガラスすり合せ蒸留器を用いて蒸留し, 38~40°C の留分をとる。

アセトニトリル* 試薬 1 級品 4 l に正リン酸 (H_3PO_4) 1 mL, 無水リン酸 (P_2O_5) 30 g, ふっ石を加え, 全ガラスすり合せの蒸留器で蒸留し, 81~82°C の留分をとり, アセトンに準じてこの濃縮液をチェックしてから用いる。

エチルエーテル* 市販特級品, 残留農薬試験用。

ベンゼン* 市販特級品を全ガラスすり合せ蒸留器を用いて蒸留し, 80~81°C の留分をとり, アセトンに準じてこの濃縮液をチェックしてから用いる。

無水硫酸ナトリウム 市販特級品。

蒸留水 水道水を全ガラスすり合せの蒸留器で蒸留し, その 1 l を精製ヘキサン 100 mL でふりまぜ抽出し, これを 2 mL に濃縮し, その 5 μ l を測定条件のガスクロマトグラフに注入し, ガスクロマトグラム上に定量しようとする農薬の保持時間の位置に妨害ピークが出現しないことを確かめてから使用する。

* 残留農薬試験用の溶媒が市販されている。

8 残留農薬

る*。

活性炭 多くの銘柄があるが、Nachar 活性炭・Attapalgasclay 粘土 (1:9) 混合物, Darco G-60 活性炭・Avicel (微結晶セルロース) (1:9) 混合物がよく用いられる。

フロリジル 吸着剤 (合成ケイ酸マグネシウム, Floridin 社製, 60~80 メッシュ) を使用前に 130°C で 4 時間以上活性化し, デンケーターに入れ保存して用いる。

アルミナ 市販の吸着クロマトグラフィー用の活性アルミナ (約 300 メッシュ) を 130°C で 2 時間以上加熱活性化したのち, 所定量 (5~10%) の蒸留水を加え, 容器を密栓してかたまりがなくなるまでよくふりまぜて用いる。

シリカゲル** 蒸留水に懸濁して傾斜をくりかえしたり, あるいは篩別して 100 メッシュ程度にそろえたものを 100°C で 2 時間以上加熱乾燥し, 密栓して用いる。

農薬標準溶液 各農薬の標品をアセトンまたは *n*-ヘキサンに溶解し, 100 ppm 溶液を調製し, これを保存液として密栓し, 冷暗所に保存する。使用に当り, これを希釈して 5, 1, 0.1 ppm 溶液を作る。

6. 有機塩素殺虫剤

6.1 原理

土壌, 水中に残留する有機塩素殺虫剤を有機溶媒を用いて抽出し, 液・液分配法, フロリジルクロマトグラフ法, 銅粉末処理によって妨害物を除去したのち, 濃縮して ECD つきのクロマトグラフにより定量する。

6.2 適用範囲

土壌, 底質, 河川水, 湖水, 海水, 水田水, 雨水, 地下水, 飲料水中の

* 蒸留水製造器に使われているビニール管, プラスチック容器, ゴム栓類などから電子吸引性可塑剤, PCB などが溶出し, ECD・GC に大きな妨害を示すことがある。イオン交換樹脂による純水も一般に ECD に感ずる物質が溶出しやすく, そのままでは使用できない。

** 活性はロットによりかなりちがうので, 同一ロットの製品を一度に多量購入しておく。

α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, p, p' -DDT, p, p' -DDD, p, p' -DDE, o, p' -DDT, アルドリン, ディルドリン, エンドリン, ヘプタクロール, ヘプタクロールエポキシドなど。

6.3 抽出法

A. 土壌

風乾土 10 g を秤量し、ミキサーまたはブレンダーに入れ、蒸留水 10 ml を加えてスラリー状としたのち、アセトン 100 ml を加えて 5 分間ブレンドする。上澄液を No. 5 C 定量濾紙（径 12.5 cm）で濾過する。残留物にアセトン 50 ml を加えてさらに 5 分間ブレンドする。抽出液および残留物を前の濾紙で濾過し、濾紙上の残留物をアセトン 20 ml で 2 回洗い、洗液と濾液を合わせ、50°C 以下で減圧濃縮し、約 50 ml とする。

B. 水

水はその汚染度に応じて 1～5 l を供試する。約 2 % になるように無水硫酸ナトリウムを溶解したのち、その 700～800 ml ずつを 1 l の分液漏斗に入れ、 n -ヘキサン 150 ml で毎回約 1 分間よくふりまぜ抽出する。下層の水層を分液除去したのち、残りの供試水についても同様に抽出する。このヘキサン抽出液に適量の無水硫酸ナトリウムを加えて脱水したのち、50°C 以下で減圧濃縮し、約 5～10 ml とする。

6.4 精製法

A. 土壌

濃縮したアセトン抽出液約 50 ml を 1 l の分液漏斗に入れ、2 % 硫酸ナトリウム溶液 500 ml を加えて混合したのち、 n -ヘキサン 100 ml を加えてふりまぜ抽出する。水層を分液したのち、さらに n -ヘキサン 50 ml でふりまぜ抽出する。これらヘキサン抽出液を合わせる。これに適量の無水硫酸ナトリウムを加えて脱水したのち、50°C 以下で減圧濃縮し、残留物を少量のヘキサンで 100 ml の丸底フラスコに移し、10 ml のヘキサン溶液とする。これに蒸留水 2 ml、銅粉末 0.5 g を加え、還流冷却器をつけて湯浴中で 3～4 時間還流し、冷却したのち、濾紙 No. 5 C で濾過し、残留物（銅粉末）を少量のヘキサン

で洗浄する。これを 50°C 以下で減圧濃縮し、約 10 ml にする。このヘキサン抽出液をつぎのフロリジルクロマトグラフィーにかける。クロマトグラフ管の下部に少量のガラスウールをつめ、コックをとじてヘキサンを約 10 cm の高さに入れ、これにフロリジル 5 g を落しながら気泡ができないようにつめ、その上に無水硫酸ナトリウムを約 1 cm の高さにつめる。このカラムにヘキサン抽出液を通し、*n*-ヘキサン・エチルエーテル混液 (94+6) 200 ml を展開溶媒として溶出させ (展開速度約 5 ml/分)、これをクデルナダニシュ型濃縮器またはすり合せ丸底フラスコに受けとる。これを 50°C 以下で減圧濃縮し、ヘキサンの大部分を留去し、2~5 ml の定容とする*。このヘキサン溶液の 1~5 μ l をマイクロシリンジでとり、つぎの条件の ECD つきのガスクロマトグラフに注入して定量する。

B. 水

ヘキサン抽出液について土壤に準じて銅粉末による脱イオウ処理およびフロリジルクロマトグラフィーを行なって精製する。しかし供試水によっては銅による処理はとくに必要でないものもある。

6.5 ガスクロマトグラフ法の主な操作条件

カラム充てん剤：5 % OV-17, 10 % DC-200+15 % QF-1 (1 : 1), 2 % EGA, 2 % DEGS+0.5 % H_3PO_4 。担体：Chromosorb W, 酸処理品あるいは HP, 60~100 メッシュ, Gas Chrom Q 60~100 メッシュ。

カラム温度：140~200°C。

キャリアーガス流速： N_2 30~120 ml/分。

検出器：ECD, 微量電量滴定型 (MCD)。

6.6 保持時間と感度

3 % OV-17 および 10 % DC-200+15 % QF-1 カラムによるアルドリンに対する主な有機塩素殺虫剤の相対保持時間と ECD に対する感度を表 1 に示す。

6.7 解 説

A. 抽出法

* 目盛つき試験管により定容とする。

表 1 有機塩素殺虫剤の保持時間と感度 (Burke, 1966³⁾; Leoni, 1969⁴⁾)

農 薬	10%DC-200 : 15%QF-1(1 : 1), 200°C, N ₂ 120 ml/min	ECD ^{c)} 感 度	3%OV-17/Gas Chrom Q, 198°C, N ₂ 70 ml/min	ECD ^{d)} 感 度
	$R \cdot R_t$ Aldrin=1.00		$R \cdot R_t$ Aldrin=1.00	
α -BHC	0.45	0.3	0.45	0.6
γ -BHC(Lindane)	0.57	0.3	0.61	0.7
β -BHC	0.58	1.7	0.74	3.2
Kelthane(Dicofol)	0.60, <u>1.90</u> , 2.32	5	1.57	
δ -BHC	0.66	0.5	0.89	1.1
Chlordane	0.77, 0.82, 1.08, <u>1.57</u>	2	1.79 (γ)	2.1
Heptachlor	0.81	0.5	0.79	0.8
Aldrin	1.00 ^{a)}	0.6	1.00 ^{b)}	1.0
Heptachlor epoxide	1.47	1	1.52	1.7
Chlorobenzilate	1.55, 1.97, <u>2.95</u>	100—200		
Thiodan(Endosulfan)	1.89, 2.96	2—3	1.98, 3.87	
p, p' -DDE	1.96	1.5	2.53	3.4
Dieldrin	2.23	1.5	2.46	3.0
o, p' -DDT	2.48	3	3.77	7.1
Endrin	2.58	3	3.10, 4.85, 8.15	
p, p' -TDE	2.83	1.5	4.06	9—10
Toxaphene	3.10, <u>3.80</u>	25—30		
p, p' -DDT	0.50	3	4.95	9.2
Tedion(Tetradifon)	9.30	8—10		

a) : $R_t=3.5$ 分, b) : $R_t=7.8$ 分, c) : フルスケール 5 mV のレコーダーが約半分ふれるに要する ng, d) : フルスケール 3.1×10^{-8} A のレコーダーが約半分ふれるに要する ng. $R \cdot R_t$ の下のアンダーラインは主要ピークを示す。

土壌からの有機塩素殺虫剤の抽出法については Chiba の詳細な総説³⁾ がある。これまで検討されている抽出法には浸漬法、ブレンド法、ソックスレー法、超音波処理法などがあるが、これらの優劣は化合物と溶媒との組合せ、土性などによって一概には決められないが、一般的にいうと抽出効率、所要時間などの点からブレンド法が最も実用性が高いと考えられている。しかしソックスレー抽出法のほうがよいという意見もある。

溶媒としては、有機塩素殺虫剤の溶解度が高く、かつ土壌からの共抽出物が少ないものがよい。単独溶媒としてアセトニトリル、アセトン、ベンゼンなどがよく使用されているが、一般的には極性溶媒と非極性溶媒の混合系がむしろ多い。たとえば、 n -ヘキサン・アセトン(4:1), (1:1), n -ヘキサン・イソブ