衛生化学
THE JOURNAL OF
HYGIENIC CHEMISTRY
23 (4) 185-190 (1977)

水中ポリ塩化ビフェニル (PCBs), ポリ塩化ターフェニル (PCT) およびジクロロジフェニル
ジクロロエチレン (DDE) の分離濃縮用ドデシルベンゼンスルホン酸-ポリアミド担体¹⁾

竹下隆三,^{2a)} 吉田 博^{2b)}

国立公衆衛生院, 衛生薬学部,^{2a)} 関東学院女子短大^{2b)}

Dodecylbenzenesulfonic Acid-Binding Polyamide for Separation and
Concentration of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Terphenyls (PCT),
and Dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) in Water¹⁾

RYUZO TAKESHITA^{2a)} and HIROSHI YOSHIDA^{2b)}

*The Institute of Public Health, Department of Public Health Pharmaceuticals^{2a)}
and Kanto-gakuin, Womens Junior College^{2b)}*

(Received November 26, 1976)

A column chromatographic method for separation and concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) and terphenyls (PCTs), and dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) in water was investigated using dodecylbenzenesulfonic acid-binding polyamide as an adsorbent.

One to three liters of tap water doped with PCBs or PCTs at the ppb level was passed through a column and compounds adsorbed were eluted with ethanol. After dilution of the eluate with water, they were extracted with hexane. When determined by the electron-capture gas chromatography, all the compounds tested were quantitatively recovered. This method will be applicable to the separation of other non-polar substances in water and waste water.

Keywords—polychlorinated biphenyls (PCBs); polychlorinated terphenyls (PCTs); DDE; water; concentration; modified polyamide; micro-determination; column chromatography

緒 言

化学物質の開発, 利用が進むにつれて, それによる新しい環境汚染が問題となってくる一方, 従来より難分解性あるいは蓄積性が知られている物質の環境汚染の推移が注目されている. この代表的なものとして PCB および DDE があげられるが, PCB および DDT はわが国では既に生産が中止され, 汚染の拡大は考えられないとされている.

しかしながら, PCB に関しては生産が中止されているものの閉鎖系での利用が引き続き行われており, また輸入されて利用される PCB については野放しの状態にあ

り, これらが環境汚染拡大の因となる.

公共水域の水質保全の上から, また食物連鎖系への影響を考えると, 今後もさらにこれらの物質による汚染の追跡が必要となっている.

水中 PCB および DDT (DDE を含む) 分析法としては PCB 統一分析法,³⁾ 衛生試験法,⁴⁾ JIS 試験法⁵⁾ などが繁用されているが, これらの方法では試料を直接ヘキサンにより抽出し, PCB などを分離するので, これら対象物質が低いレベルで水中に含まれている場合には測定可能とするために多量の試料を処理しなければならない. 加えて多数の試料を短時間に処理することに限界がある.

1) 本報告は日本薬学会第96年会, 名古屋, 昭和51年4月発表.

2) Location: a) Shirokanedai, Minato-ku, Tokyo (東京都港区白金台4丁目6番1号); b) Mutsuura-machi, Kanazawa-ku, Yokohama (神奈川県横浜市金沢区六浦町).

3) PCB 等汚染防止に対処するための分析法に関する特別研究報告書 (科学技術庁研究調整局) 1973.

4) 衛生化学, 19, 132 (1973); 22, 112 (1976).

5) 工場排水中のポリ塩化ビフェニルの試験方法, JIS K 0093-1974.

この抽出分離法に対して多量の水をカラムに導入し、効率よく濃縮分離しようとする試みが幾つか報告されている。その担体として早くから活性炭が利用され、⁶⁾ Standard Methods には水中微量有機物質の濃縮方法が活性炭吸着法として収載されている。⁷⁾しかしながら、これを PCB の濃縮に適用するとき、活性炭の PCB 吸着活性は強く、定量的な脱着が困難である。

水中 PCB および農薬の濃縮用担体としては逆相液-液分配効果を狙いとした通常のカラムクロマトグラフィー用担体を利用する試みがなされており、⁸⁾最近では PCB の濃縮に多孔性ウレタン樹脂⁹⁾がまた PCB および農薬の濃縮に一連の Amberlite XAD 樹脂を利用する報告¹⁰⁾がなされている。

これらの担体のうち、前二者の担体が PCB についてほぼ定量的な結果を与えているが、担体に液体をコーティングしたもの、および樹脂そのものをそれぞれ水中 PCB などの濃縮用担体として用いる場合に、つぎのような欠点があげられる。

前者の担体では試料水をカラムに導入するにあたり、流速保持のため吸引または加圧下で行わなければならない、また担体に捕捉された物質の溶出において微量ずつ液相が流出し、その後の過程においてその液体の除去が困難であり、分析の妨害となるかまたはガスクロマトグラフィー検出器の汚染を誘導する。一方、後者の担体では樹脂が分析用担体として調製されていないため、縮合不完全なモノマーなどの物質が樹脂について精製手段を駆使しても残存し、それがガスクロマトグラム上妨害ピークとして出現したり、検出器の汚染を起こす。また樹脂の持つ極性により水中有機物質の捕捉に難易が生じ、したがって PCB および農薬の両者を定量的に捕捉することが難しいなどがあげられる。

この報告ではカラム担体の利用における上記問題点を解決するために、ドデシルベンゼンスルホン酸をポリアミドに結合させた担体を調製し、水中 PCB、ポリ塩素化ターフェニルおよび DDE の濃縮用担体としての適用性を検討した。

実験方法

試薬 ①PCB: カネクロール (KC)-300, KC-400, KC-500 および KC-600.

②三塩化ビフェニル (TCB): Anarab 社.

③八塩化ビフェニル (OCB): 同上.

④ポリ塩素化ターフェニル (PCT): KC-C (和光純薬).

⑤*p,p'*-DDE: 農薬標準品 (和光純薬).

⑥ポリアミド (PA): ポリアミド C-200 カラムクロマトグラフィー用 (和光純薬) を 115 メッシュの篩で篩過されないもの.

⑦ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (DBS) 溶液: DBS (試薬 1 級, 東京化成) 1 g に対してメタノール 30 ml を加え、加熱して溶かしたのち遠心分離する。上澄液に同量の水を加え、活性炭少量を加えて加熱し脱色処理を行いつつ過す。ろ液を分液漏斗に移し、ヘキサン 50 ml ずつで 5 回振り混ぜて抽出し、DBS 中の油分を除去する。

⑧ヘキサン, アセトン, およびエタノール: 残留農薬分析用 (和光純薬).

⑨その他の溶媒: 特級試薬 (和光純薬).

⑩無水硫酸ナトリウム: 残留農薬分析用 (和光純薬) をヘキサンで洗浄したもの.

⑪炭酸水素ナトリウムおよび塩化ナトリウム: いずれも試薬特級 (和光純薬) をヘキサンで洗浄したもの.

⑫硫酸: 試薬特級 (和光純薬).

⑬水: 水道水をヘキサンで洗浄したもの.

⑭標準溶液——i) TCB 標準溶液: TCB をアセトンに溶かし、1 ml 中 TCB 100 μ g を含む溶液を調製し、ガスクロマトグラフィー用にはヘキサンを用い、カラムクロマトグラフィーの検討にはアセトンを用い、一定濃度に希釈して用いた。

ii) OCB 標準溶液: OCB を用い、TCB 標準溶液と同様に調製した。

iii) PCB 標準溶液: KC-300, KC-400, KC-500 および KC-600 をそれぞれ 25 mg ずつをはかり、アセトンに溶かして 1 ml 中 PCB 500 ng を含む溶液を調製し、ガスクロマトグラフィー用にはヘキサンを用い、カラムクロマトグラフィーの検討にはアセトンを用いて一定濃度に希釈して用いた。

iv) PCT 標準溶液: KC-C を用い TCB 標準溶液と同様に調製した。

6) A. A. Rosen, E. M. Middleton, *Anal. Chem.*, **31**, 1729 (1959).

7) "Standard Methods for Examination Water and Waste Water" 12 th Ed., p. 214, (1965); 13 th Ed., p. 219, (1971), APHA, AWWA, WPCF.

8) B. Ahling, S. Jensen, *Anal. Chem.*, **42**, 1483 (1970).

9) J. F. Uthe, J. Reinke, H. D. Gesser, A. Chow, F. C. Davies, *Anal. Lett.*, **4**, 883 (1971).

10) P. R. Musty, G. Nickless, *J. Chromatog.*, **89**, 185 (1974).

v) DDE 標準溶液: *p, p'*-DDE を用い, TCB 標準溶液と同様に調製した。

⑮カラムクロマトグラフィー用充填剤DBS-PA: メタノールを用いてポリアミド 100 g を湿式法によりカラム (内径約 5 cm) を作り, これに DBS 溶液一定量 (DBS として 2 g を含む量) を流し入れ 1 分間約 3 ml の流速で流下させる。ついで水洗を行い, 流出液の泡立ちがほとんど消失したのち, メタノール 500 ml, エタノール 200 ml およびヘキサン 300 ml で順次洗浄する。ついでこの担体を吸引ろ過し過量の溶媒を除き, 風乾したのち 60° で乾燥する。

装置および器具 ①標準カラム: 内径 2.2 cm, 高さ 30 cm のカラムで下部にコックを有し, 上部にはすり合わせジョイントを有するもの。

②基礎実験用カラム: 内径 1.0 cm, 高さ 20 cm のコック付カラム。

③ガスクロマトグラフ: 島津 5 A ガスクロマトグラフに ECD(⁶³Ni) を装着したもの。

ガスクロマトグラフィー条件 カラム充填剤として Chromosorb W AW-DMCS (100—120メッシュ) にシリコン OV-1 を 2% コーティングし, これをガラスカラム (内径 3 mm, 1.5 m) に充填する。PCB および DDE 測定にはカラム, 注入口および検出器温度をそれぞれ 175°, 230° および 250° に, また PCT 測定にはそれぞれ 250°, 270° および 280° に設定し, キャリヤーガス (窒素) 流量をそれぞれ 1 分間 60 ml とした。

標準操作法 標準カラムに水を入れ, 気泡が入らないように少量の脱脂綿を下部につめ, これに DBS-PA 約 8 g を水とともに流し入れ高さ 10 cm のカラムを調製する。カラム上部に水を高さ 5 cm 程度残存させ, カラム上端を連結管により試料瓶または分液漏斗に接続し, 試料一定量を流し入れる。流速は 1 分間 25—30 ml とした。

試料が流下し終わったのち, 水 50 ml でカラムを洗い, カラム上部より二連球を用いて加圧し過量の水を流出させる。コックを閉じこれにエタノール 40 ml を加え, カラム上部に栓をしたのち, カラムを数回転倒させカラム内の気泡を除去する。

水 300 ml を入れた分液漏斗を受器とし, カラム内のエタノールを受器に流下させ, カラム上部の過量の液が流下したのち, さらにエタノール 60 ml をカラム内壁を洗いながら加え流出させる。このエタノールによる溶出速度は 1 分間 2 ml とする。エタノールの流出後ヘキサン 100 ml を用いて同様に溶出を行う。

受器の分液漏斗を振り混ぜて抽出し, 水層はさらにヘ

キサン 50 ml を用いて再び抽出する。全抽出液を合わせ, 1 N 水酸化ナトリウム溶液 20 ml を用いて洗い, ついで水 30 ml で 3 回水洗する。ヘキサン抽出液を硫酸 5 ml ずつで 3 回振り混ぜて洗い, ヘキサン溶液を別の分液漏斗に移し, 先の分液漏斗内に少量のヘキサンを用いて洗い同様分液漏斗に合わせ, 水 100 ml で水洗する。これに炭酸水素ナトリウム約 1 g を加え, 振り混ぜ, さらに無水硫酸ナトリウム適量を加えて脱水する。ヘキサン溶液をクデルナ・ダニッシュ型濃縮器を用いて約 5 ml まで濃縮する。この溶液を一定量とし, 5.0 μ l をガスクロマトグラフィーに付し, PCB, PCT および DDE を測定する。

実験方法の検討

DBS-PA 担体中の DBS 量測定 DBS-PA 1 g を水に懸濁させ, カラム (内径 1×5 cm) につめ, カラム上部の過量の水を流したのち, エタノール-1 N アンモニア水 (1:1) 50 ml で溶出した。溶出液を減圧下で濃縮し, 残留物に水を加えて溶かし, 100 ml メスフラスコに移し水を加えて 100 ml とした。この溶液 0.5—1.0 ml について JIS 工場排水試験法 (JIS K-0102), 陰イオン界面活性剤の操作法にしたがい DBS 残存量を求めた。

DBS-PA 担体による PCB 捕捉 河川水および海水中の PCB の DBS-PA 担体への捕捉性を調べるために PCB 水溶液および PCB 3% 塩化ナトリウム溶液についてその捕捉性を調べた。

i) PCB 水溶液の場合——DBS-PA を水を用いてカラム (内径 1×5 cm) を調製し, カラム上部に水 10 ml を残す。これに TCB および OCB それぞれ 10 μ g (アセトン標準溶液各 1.0 ml) をのせ, 水 100 ml を用いて流出させる。流出液を 200 ml 分液漏斗に受けたのち, ヘキサン 20 ml を加えて振り混ぜ抽出する。ヘキサン抽出液を水 25 ml ずつで 3 回水洗し, 無水硫酸ナトリウムを加えて脱水し, 25 ml メスフラスコに移す。分液漏斗内に少量ずつヘキサンを用いて洗い, 洗液を同様メスフラスコに移し, 全量 25 ml とした。この溶液 5.0 μ l をガスクロマトグラフィーに付し, カラムに捕捉されない TCB および OCB 量を求めた。また TCB および OCB のそれぞれ 100 μ g のカラム負荷を行ない, 同様に操作して捕捉性を調べた。

ii) PCB 3% 塩化ナトリウム溶液の場合——TCB および OCB それぞれ 10 μ g (各アセトン標準溶液 1.0 ml) を 3% 塩化ナトリウム溶液 100 ml に加え, i) と同様にカラムにのせ, ついで 3% 塩化ナトリウム溶液 30 ml を流下させた。全流出液について i) と同様にヘキサンを用いて抽出し, ガスクロマトグラフィーにより流出し

た TCB および OCB 量を求めた。

DBS 含有 PCB 水溶液からの PCB 抽出率 500 ppm DBS 水溶液 200 ml を入れた分液漏斗に TCB および OCB それぞれ 20 μg (各アセトン溶液 2.0 ml) を加え、ヘキサン 50 ml ずつ 2 回抽出し、抽出液は遠心分離器により分離した。この抽出液を水 50 ml ずつで 3 回水洗し、無水硫酸ナトリウムで脱水したのち K. D. 濃縮器を用いて濃縮し、5.0 ml とした。この溶液についてガスクロマトグラフィーを行い TCB および OCB の抽出率を求めた。

DBS-PA カラムに捕捉された PCB の溶出 1. DBS-PA カラム (内径 1×5 cm) を用いた場合——カラムに TCB および OCB それぞれ 200 μg (各アセトン標準溶液) をのせ、水洗をしたのちカラム上部の過量の水を流したのちエタノールを用いて 1 分間約 1 ml の流速で溶出した。溶出液を 2 ml ずつ分画したのち、各分画液をそれぞれ水 50 ml を入れた分液漏斗に移し、ヘキサン 25 ml を用いて抽出した。抽出液は水洗後、無水硫酸ナトリウムを用いて脱水し、ガスクロマトグラフィーに付し TCB および OCB の含有量を求めた。なお測定領域外の濃度の抽出液については適宜濃縮またはヘキサンによる希釈を行ない測定した。

溶出溶媒としてエタノールの代わりに、アセトンおよびヘキサンのそれぞれについても同様に操作し、カラムからの PCB 溶出挙動を調べた。

2. DBS-PA カラム (内径 2.2×10 cm) を用いた場合——カラムベッド (内径 1×5 cm) は実用上から小さすぎることが予想され、カラムとして内径 2.2×10 cm を用い、エタノールによる PCB 溶出挙動を調べた。

カラム (内径 2.2×10 cm) 上部に水 50 ml を残し、これに TCB および OCB それぞれ 100 μg (各アセトン標準溶液 1.0 ml) をのせ、水を少量ずつ追加しながら流下させた。カラム上部の過量の水を流下させたのち、エタノールを用い、1 分間 2—2.5 ml の流速で溶出し、溶出液を 5 ml ずつ分画した。各分画液を 1. と同様に処理し、ガスクロマトグラフィーにより各分画液中の TCB および OCB の含有量を求めた。

標準操作法による PCB, PCT および DDE の回収率 PCB および PCT のそれぞれ 1.0 μg と DDE 0.1 μg (各アセトン標準溶液 1.0 ml) をそれぞれ別々に水 1 l を入れた分液漏斗に加え、DBS-PA カラム (内径 2.2×10 cm) 上部に接続し、カラムコックを全開して試料を流下させた。カラム流下流量は Table I に示す 1—3 l とし、以下標準操作法に従い操作し、回収率を求めた。

結果および考察

既に著者らはアルキルベンゼンスルホン酸類およびアルカンスルホン酸類を PA 薄層上で分離した際、これらスルホン酸類が PA に対して強い親和性を有することをまたアルキルベンゼンスルホン酸の定量に際して PA カラムによる捕捉を行い、中性溶媒による脱離がないことを利用し、クリーンアップを行うことが出来ることを見出した。

PA-DBS 担体において PA の有する $-\text{NH}-\text{CO}-$ に対し DBS の $\text{S}=\text{O}$ および $-\text{OH}$ がそれぞれ水素結合しているものと考えられ、DBS 結合 PA は PA 自体の極性が減弱し、加えて DBS のアルキル鎖が働き、非極性被膜で担体がコーティングされた状態にあると推定される。したがって水溶液中の非極性物質すなわち PCB, PCT, 農薬, フタル酸エステル類などの捕捉濃縮に有効であろうと考えた。この担体のこの面での利用における利点の 1 つは、捕捉された測定対象物質の溶出にあたり DBS が脱離したとしても対象物質が中性あるいは塩基性である場合にはその後の処理において DBS を分離することが極めて容易であることである。

PCB, PCT および DDE を測定対象とする場合の DBS-PA 担体の調製において、用いる DBS は出来るだけ精製をする必要があり、特に DBS に混在する油分の除去は必須の条件であり、これが存在するとき PCB などと挙動を同じくし測定に直接影響を与えないまでも検出器の汚染を起こす結果となる。調製法に従って得た担体は標準操作法の空試験においてガスクロマトグラム上 PCB, PCT, および *p,p'*-DDE の保持時間帯に妨害となるピークは観察されなかった。なお、この担体 g 当り DBS 約 16 mg が結合していることが知られた。

PCB, PCT および DDE の有機溶媒による分配抽出性および液体クロマトグラフィー挙動がよく類似していることが知られているので、これらの DBS-PA に対する捕捉性およびカラムからの溶出性を知る目的で PCB のなかで極性の異なる TCB および OCB を選び両挙動について検討を加えた。

TCB および OCB それぞれ 10 μg を含む水溶液をカラムに流下させたとき、流出液中の TCB および OCB 量は負荷量に対してそれぞれ 0.0002—0.0005 % および 0.0005—0.001 % であり、アンバーライト XAD 2 の PCB 捕捉率約 76%¹⁰⁾ に対し優れた捕捉性を有することが知られた。同水溶液について負荷を 10 回繰返えし、同様にして流出液中の両 PCB の量を求めたが、前記と同様の流出率を示した。また TCB および OCB 3 % 塩化ナトリウム溶液の同様の負荷を行ったところ、塩化ナ

トリウムの塩類効果により 僅かながら DBS の脱離が観察されたが、両 PCB の捕捉性は水溶液の場合と同様な結果を与えた。この事からこのカラムは海水中の PCB などの濃縮にも適用し得ることが示唆された。

PCB などのカラムからの溶出において、カラム担体に過剰に存在する DBS が同時に溶出されることが予想され、その存在が PCB の抽出分離操作に影響を与えるかを調べた。すなわち TCB および OCB それぞれ 20 μg を含む DBS 500 ppm 水溶液をヘキサンにより抽出するとき、分液漏斗内に著しい泡を生じ、そのまま二層分離は不可能であった。遠心分離操作を行い 2 回の抽出操作により抽出は良結果を与え、それらの回収率は 97—101 % であった。PCB などの溶出条件に塩類または酸塩基類を用いない限り、溶出液中に DBS がこのように高濃度に含有することは考えられず、一般に遠心分離操作を行なうことなく抽出液の分離は可能である。

TCB および OCB のカラムからの効果的な溶出条件を見出すためにカラム (内径 1×5 cm) に TCB および OCB それぞれ 200 μg を水溶液としてのせ、ついでエタノール、アセトンおよびヘキサンを溶出溶媒として両 PCB の溶出挙動を調べた。エタノールおよびアセトンを溶出溶媒とすると、カラム outer volume 後に溶出が始まり、溶出液 10 ml で溶出が完了することが見出された。エタ

ノールによる溶出を Fig. 1 に示す。一方ヘキサンによる溶出においては担体周囲に水が残存し、ヘキサンの担体表面への接触が不完全となり、ヘキサン 50 ml を用いても両 PCB の溶出は完了せず、溶出溶媒として不適当であることが知られた。したがってカラムからの PCB 溶出溶媒としてはエタノールあるいはアセトンが選択されるが、溶出液からの PCB 抽出分離においてヘキサンへの分配性を高めるためにはエタノールを溶出溶媒とする方が得策であると考えられる。

河川水中の PCB などの濃縮にこのカラム手法を用いる場合、カラム (内径 1×5 cm) は有機物質の捕捉容量が小さすぎるので、カラム (内径 2.2×10 cm) を用いることとし、TCB および OCB それぞれ 100 μg 負荷においてエタノールによる溶出を調べた。そのパターンを Fig. 2 に示す。

両 PCB は溶出液 30 ml より溶出し始め、その後 TCB の方が OCB よりやや早い溶出を示す傾向が観察された。このようなシャープな溶出は溶出を定量的に行い得ることを示しているが、溶出の過程においてカラム内が水からエタノールへと系の移行が起こる関係でカラム内部に気泡を生じ、溶出を不完全にすることが懸念された。そこでエタノールによる溶出にあたり、カラム上部より二連球を用いて加圧空気によりカラム内に存在する水を除き、エタノールをカラムに入れカラム上部に栓をしてカラムを転倒させ気泡を除去する操作を行なう必要がある。

Fig. 1. Elution Patterns of Tri- and Octachlorobiphenyls (TCB and OCB) from Dodecylbenzenesulfonic Acid-Binding Polyamide Column

Column bed : 5×1 cm i. d.
TCB and OCB loaded : 200 μg each.
Solvent : ethyl alcohol.
— : TCB.
..... : OCB.

Fig. 2. Elution Patterns of Tri- and Octachlorobiphenyls (TCB and OCB) from Dodecylbenzenesulfonic Acid-Binding Polyamide Column

Column bed : 10×2.2 cm i. d.
TCB and OCB loaded : 100 μg .
Solvent : ethyl alcohol.
— : TCB.
..... : OCB.

この溶出操作における回収率を見るため、カラム上部に過量の水を残し、これに PCB 混合物 10 μ g (アセトン標準溶液 1.0 ml) をのせ、以下標準操作法に従い操作し、回収率を求めた。充填剤の調製ロットの異なる 2 回の実験において 96.1 および 106.9% の回収率を得た。

PCB および PCT それぞれ 1 ppb 水溶液および *p,p'*-DDE 0.1 ppb 溶液の 1—3 l について標準操作法により回収率を求めた結果を Table I に示す。

TABLE I. Recovery Tests of PCB, PCT and *p,p'*-DDE

Compound	Concentration in tap water (ppb)	Volume loaded to the column (l)	Recovery (%)
PCB	1.0	1.0	98
	1.0	1.0	103
	1.0	1.0	109
	1.0	2.0	105
PCT	1.0	2.0	89
	1.0	3.0	96
	1.0	3.0	98
	1.0	3.0	95
<i>p,p'</i> -DDE	0.1	1.0	99
	0.1	1.0	100
	0.1	2.0	102

PCB 測定にあたり、ガスクロマトグラム上保持時間 1 分以内に DBS-PA 担体などに由来するピークが出現するので、この保持時間帯のピークは省略し算出した。PCB の回収率は PCT および *p,p'*-DDE の回収率より高い値が得られているが、これらは僅かなバックグラウンドの加算によるものと考えられる。

結 論

水中有機物質のカラム法による濃縮担体としてポリアミドにドデシルベンゼンスルホン酸を結合させた新しい担体を開発することが出来た。この担体を用いて水中における難分解で蓄積性の明らかな PCB, PCT および *p,p'*-DDE の濃縮における基礎研究を行った。

水中微量のこれら物質はカラム担体に極めて良好に捕捉され、エタノールにより容易に溶出された。溶出液を水で希釈後、ヘキサン抽出によりそれらを分離し、ガスクロマトグラフィーにより定量した。

PCB および PCT それぞれ 1 ppb 溶液および *p,p'*-DDE 0.1 ppb 溶液について回収率を求めたところ、それぞれほぼ定量的な結果を得た。

この方法は河川水あるいは海水中の PCB, PCT および DDE の測定に役立つ方法と考えられ、またその他の極性の小さい物質の分離濃縮にも適用できるものと考えられる。