論文賞受賞

有機リン酸エステル類に関する研究——環境調査、
汚染源調査および水処理過程における挙動——*

石川 精 一**

このたびは、栄誉ある学会賞（廣瀬賞）をいただき、誠に光栄と深く感謝しております。受賞させていただきました論文は、「Water Research」誌に掲載された標記論文で、環境試料中の有機リン酸エステル類（OPEs）の分析方法の開発と環境調査に関するものであるが、同じく後日「水質汚濁研究」誌に掲載されたOPEsの汚染源調査¹⁾並びに水処理過程における挙動に関する研究²⁾についても関連があるので、あわせてその概要を述べる。

有機物による水質汚濁や栄養塩類による富栄養化とともに、重金属や有害化学物質による生物への影響や人の健康阻害の問題は、水質汚濁問題の大きなテーマである。ことに最近では、ガンや奇形の問題がクローズアップされるようになり、ますます化学物質についての調査研究が必要とされている。それでわが国においても、環境庁、厚生省、通産省がプロジェクトを組み、有害化学物質約8500種のうち、生産量や用途をも考慮して約2000種を選び、分析方法の開発、環境調査、環境中における挙動調査、分解性テスト、生物濃縮性テスト、毒性テストを10年計画で実施している。OPEsもそれまでに50、52、53年度の調査対象品目になっており、全国の河川水や海水、底質、魚介類から数種のOPEsが検出されている。北九州市内の海域底質からもトリクレジルホスフェート（TCP）が検出された。ただしこの時は、操作方法や検出限界の点で検出されなかったOPEsも考えられる。

OPEsはプラスチックの可塑剤や繊維製品の難燃加工剤として私達の身の回りの工業製品に、また工場では抽出溶剤や重合触媒、潤滑油添加剤として使用されている。こうした開放系で広く使用されている化学物質の代表としてOPEsを選び、北九州市という1つの都市をモデルとして、総合的な評価を試みる目的で今

回の調査研究を実施した。北九州市は明治以来の重化学工業を中心としたわが国の代表的な工業都市で、狭い平野部に工場と商業地域や住宅地域が接近して存在しており、化学物質汚染にさらされやすい都市構造をしているので、調査対象としてふさわしい都市と思われる。

環境中の化学物質の極微量存在量を正確に把握するには、高感度で再現性の良い分析方法が要求される。今回の分析方法では、ガスクロマトグラフカラムの液相と抽出溶媒の選択およびクリーンアップ方法について検討の必要があった。カラム液相は、通常環境分析に使用されているOV-17だけではトリス（クロロプロピル）ホスフェート（TCPP）とトリス（クロロエチル）ホスフェート（TCEP）の分離が悪く、テーリングも見られたが、ポリフェニルエーテルスルホン系のPZ-179を混合することにより、これらの欠点は解消され、熱安定性も増した。抽出溶媒は、水試料の場合ジクロロメタンを、底質試料の場合アセトンで抽出後、水—アセトン—ジクロロメタン抽出系を用いることにより高い抽出率が得られ、操作上も好都合であった。クリーンアップは、フロリジルカラムを用いて、初めに10%ジクロロメタン含有ペンタンで洗浄し、次に1%エチルアルコール含有ジクロロメタンでOPEsを流出させることにより妨害物の影響を取り除くことができた。またOPEsはプラスチックに添加されているので、クランプや分液ロート台からの混入に注意を払った。

調査結果は、河川水からトリブチルホスフェート、TCPP、TCEP、トリス（ジクロロプロピル）ホスフェート（CRP）、トリフェニルホスフェート（TPP）、TCPが、海水および底質からTCEP、CRPが検出されたが、その濃度は水試料で最高でもTCEPの347ng/l、底質試料で同じくTCEPの28ng/gと低濃度であった。しかし、ng/lの濃度レベルでも生物に影響を与える化学物質もあり、微量であってもこのようなデータの蓄積が重要と思われる。

汚染源調査では、工場排水、下水処理場および尿

* Studies of organic phosphate esters—Environmental survey, investigation of pollution sources and behaviour in water treatment processes—, 昭和61年4月16日受理

** Seiichi Ishikawa, 北九州市環境衛生研究所

処理施設排水，家庭厨房排水等について実施し，これらの排水から前述の OPEs が検出されたが，大半が環境水中の濃度レベルと比べて極端に高いものではなく，多数の低濃度汚染源が総合的に環境の OPEs 汚染に寄与していると推定される。

水処理過程における挙動については，既存の用・廃水処理で OPEs 等の化学物質がどの程度削減され，どういう形態に変化していくかを把握しておく必要があると考え実験を行った。人体に直接影響があるのは飲用水で，浄水処理過程における挙動については注目される。活性炭処理では，どの OPE の除去率も高かったが，凝集沈殿処理では，トリオクチルホスフォート，TCP 以外はあまり除去効果が見られず，塩素処理では，TPP と TCP の塩素化物が検出された。市域の約 2/3 は水道原水として遠賀川の水を利用している。遠賀川の上中流域には中間，直方，飯塚，田川などの筑豊の都市があり，これらの都市から出る排水が流入しているので，浄水処理で行われる凝集沈殿処理や塩素処理における挙動調査結果については気になることである。また外国では，高濃度 OPEs 排水に対し，活性炭処理を検討しているという報告もあり，今回の結果は OPEs の処理を目的とする場合の処理方法開発の目安にもなると思われる。

この他に当研究所で，大気中³⁾や家庭用品中^{4),5)}の OPEs の定量も行っているので，より総合的な評価ができると思われるが，残念ながら生物への影響については検討していない。

今回の調査研究における試料の採取および持ち込みは，ほとんどが本市公害対策局によるものであり，また公害対策局をはじめ，水道局，下水道局，環境事業局から情報を提供していただいた。このように現場に直接たずさわっており，試料の入取も容易で，種々の専門分野や職場経験を持つ人が集まるといって，地方自治体公害研究所の特色ある研究ができると思われる。

最後に少し話は変わるが，水質や土壌に関する研究は種々の副産物をもたらす可能性があると思われる。

その 1 つは，伝染病やガン，成人病をはじめとする病気や栄養の概念や，医療，健康管理，農業等における考え方の変革である。例えば，環境水中の汚濁性有機物や栄養塩類，重金属，化学物質に対する細菌や微生物等の増殖能，方向性，それぞれの役割等を明らかにすることは，その場を環境から人体に移行して考えた時に病気に対する新たな視野を与える可能性がある。環境の場合は人体と違って，直接人体に症状が出るわけではなく，恐怖感からも逃れ，客観的にある時間を持って見ることができる。また諸現象を内部から拡大して観察することもできる。環境と人体とは一致しない部分もあるかもしれないが，諸現象としては共通点が多いと思われる。不慣れな分野も多いと思うが。私の今後の研究もそうした方面に役立つことができれば幸いである。

今回の受賞に際し，共同研究者をはじめ，本市関連機関並びに本研究を始めるに当たり，適切な助言をいただいた産業医科大学秋山高教授，古賀実講師，また昭和 57 年度水処理に関する研修をしていただいた国立公衆衛生院衛生工学の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 石川精一，重住研一，安田和彦，重森伸康 (1985) 工場排水および生活排水中の有機リン酸エステル類の定量，水質汚濁研究，8(8)，529—535。
- 2) 石川精一，重住研一，安田和彦，重森伸康 (1985) 有機リン酸エステル類の各種水処理過程における挙動，水質汚濁研究，8(12)，799—807。
- 3) 原口公子，山下俊郎，重森伸康 (1985) 大気中のリン酸トリエステル類の測定，大気汚染学会誌，20(6)，407—415。
- 4) 城戸浩三，作間忠道，真鍋静子 (1984) 防炎加工剤トリス (2，3—ジブロムプロピル) ホスフェイトのキャピラリーカラムによる分析，第 21 回全国衛生化学技術協議会年会講演集，128—129。
- 5) 作間忠道，城戸浩三，真鍋静子，中村晃忠 (1984) 防炎加工剤ビス (2，3—ジブロムプロピル) ホスフェイト分析法の二，三の問題点について，第 21 回全国衛生化学技術協議会年会講演集，130—131。