

氏名

Chinagarn Kunacheva

(論文内容の要旨)

本研究は、新規 POPs (残留性有機汚染物) である PFCs (ペルフルオロ化合物) のタイ国内での汚染実態を解明とその将来の対策の情報提供をするものであり、8章からなっている。

第1章は序論であり、本研究の背景となる新規 POPs (残留性有機汚染物) である PFCs (ペルフルオロ化合物) 汚染問題の国際的動向を述べ、本研究で注目する途上国タイ国での研究の重要性を示している。あわせて研究の目的、方法さらに論文構成を提示している。

第2章は、文献考察であり、PFCs (ペルフルオロ化合物) 問題の歴史的経緯、その分析法、世界各地での分布状況さらにその除去方法について詳細な文献調査を実施し、次章以降の研究推進とデータ解析のための情報をまとめている。

第3章は、バンコク湾への流入河川・および同沿岸等中部タイ地域における広範な PFCs 調査 (49 地点、87 試料) の結果を報告している。バンコク湾への主要河川であるチャオプラヤ川、バンパコン川、タチン川の全 PFCs 濃度は、それぞれ 15.1、18.3 および 7.4 ng/L であり、いずれも PFOS、PFOA が主要な PFCs 成分であった。本調査により、3 河川合計によるバンコク湾への負荷量は、PFOS で 119 g/d、PFOA で 324 g/d と推定している。また、その他の小河川、貯水池、沿岸水においても時として高濃度の PFCs 濃度が測定され、工業団地のような汚染源の強い影響があることが示唆されている。小河川、貯水池、沿岸水の全 PFCs 濃度範囲は、各々 2.3~107、2.2~212、0.8~41 ng/L としている。

第4章では、タイ国内の 10 カ所の工業団地で、個別工場排水、団地廃水終末処理場のプロセス水 (流入、生物反応槽、流出) および同地域の水道水の合計 118 試料の分析測定を実施している。各種工場排水中、電子部品、繊維、化学製品、ガラス製造業でとりわけ高い PFCs 濃度を排出する工場があることを明らかにしている。10 ヶ所の工業団地廃水終末処理場の流入水 PFCs 濃度は 40~3300 ng/L と工業団地によって大きく異なること、また環境水での高いレベルからその 2 桁高いレベルまでの範囲にあることを明らかにしている。これらの流入水は、同処理場内ではほとんど除去されずに処理水に残留していることも明らかにされている。なお、2 箇所の工業団地で複数回の調査が実施されたが、その調査結果は再現性が高く、採水地点による変動は時間的なものより、その地点特有のものであると判断されている。本調査を通じて、工場排水等の分析は回収率が低く、より精度のいい結果を得るためには、前処理法等の検討が必要なことを明らかにしている。

第5章では、上記の工場排水分析における低回収率改善のため、様々な分析手順を検討している。結果として、PresepC-Agri と Oasis® HLB との両カートリッジを連結し、5 mL/min で固相吸着させ、それをメタノール 2mL + アセトニトリル 5mL で溶脱させる方法がもっとも効率的に多成分 PFCs を分析できることを見出している。また、PFCs の回収率低下の原因となっている共存マトリックス成分の除去法として、EnviCarb および限外ろ過を用いる方法を検討して、この前処理で回収率を向上させることができることを明らかとしている。

氏名	Chinagarn Kunacheva
----	---------------------

第6章では、環境水の調査と並行して水道関連の試料についても調査を実施している。調査対象は、2取水源、4浄水場、17水道水、10ボトル水であり、バンコク首都圏をほぼ網羅している。浄水場では、流入原水、流出する浄水に加えて凝集沈殿後水、ろ過後水の4カ所でそれぞれ採水測定をしている。結果として、すべての水道水、ボトル水でPFCsが検出され、浄水場原水のPFOA、PFOS濃度の平均は、それぞれ、16.5、4.3 ng/Lであり、一方、水道水は、3.6、0.2 ng/Lであることを明らかにしている。これらの結果は、浄水場でPFCsが完全に除去できないことを示している。ただし、浮遊態のPFCsは浄水場で効率的に除去されていることが明らかにされている。なお、PFOA、PFOSに次いでPFPA（ペルフルオロペンタン酸）の濃度が高いことを明らかにしている。

第7章では、2カ所の工業団地終末処理場において、物質収支把握調査を実施している。一つの処理場では、溶存態PFOAの負荷量が、活性汚泥処理後に5%増大していた。また、その最大の流入負荷量となっているPFCs種はPFOSであり、溶存態、浮遊態それぞれ2.4 g/日L、1.5 g/日となっていた。これらは、活性汚泥処理で36%、仕上池で36%の除去があった。一方、もう一つの処理場でも主成分はPFOSであったがその挙動は大きく異なっており、溶存態、浮遊態でそれぞれ45、47%PFOSは増加していた。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

氏名

Chinagarn Kunacheva

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、開発途上国ながら工業化が進み、新規 POPs (残留性有機汚染物) である PFCs (ペルフルオロ化合物) 汚染の進行が懸念されるタイ国で、環境水、水道水、産業廃水および同処理水など一連の調査の実施により、PFCs 汚染の実態を明かとし、将来の対応のための情報を提供するものである。得られた主な成果は次のとおりである。

(1) バンコク周辺の河川、沿岸海水の広範な PFCs 調査により、PFOS (ペルフルオロオクタンスルホン酸)、PFOA (ペルフルオロオクタン酸) を中心とする PFCs で環境水が汚染されていること、および工業団地のような点汚染源が強く影響することを明らかとした。

(2) タイ国内の 10 カ所の工業団地で、個別工場廃水、同終末処理場流入・流出水および同地域の水道水分析測定を実施し、工業団地廃水終末処理場流入水から、環境水より 2 桁も高い PFCs 濃度が検出されるなど、工業団地は大きな汚染源となっていることを明らかとした。また、工場廃水によっては PFCs 分析上の回収率が低く、新たな分析法が必要であることも示した。

(3) PresepC-Agri と Oasis® HLB との両カートリッジを連結し、5 mL/min で固相吸着させ、それをメタノール 2mL + アセトニトリル 5mL で溶脱させる手順により、工場廃水を効率的に高精度で測定する方法を開発した。さらに PFCs の回収率低下の原因である共存マトリックス成分を EnviCarb および限外ろ過で除去する方法も開発・提案した。

(4) 環境水、浄水場、水道水、ボトル水の水質調査を実施し、広範な範囲での PFCs 汚染を明らかとした。浄水場調査により浮遊態以外の PFCs は浄水場で効率的に除去されないこと、水道は PFOA、PFOS に次いで PFPA (ペルフルオロペンタン酸) に汚染されていることを示した。

(5) 2 カ所の工業団地終末処理場において、PFCs の物質収支把握調査を実施し、現状のシステムでは活性汚泥に多く吸着されるが分解せず、廃水処理場がほとんど、PFCs の除去に働いていないことを明らかとした。

以上要するに、本論文は、PFCs の分析方法を開発して、それをういタイ国で広範囲の環境水、処理場、工業団地等で実態調査を実施し、その調査結果からその発生源対策がもっとも重要であることを示したものであり、その成果は、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また平成 21 年 8 月 6 日、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。