

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 花岡成行

1997年4月29日の化学兵器禁止条約(CWC)の発効に伴い、日本政府は旧日本軍が製造し、中国に遺棄された68万発といわれる化学兵器を処理、廃棄しなければならない。加えて、近年、旧日本軍により製造、遺棄・投棄された化学剤、化学兵器が国内外で新たに発見され、社会的問題になっている。遺棄化学兵器の処理事業において、現在の化学砲弾等内容物の科学的調査は不可欠であり、また、これらの化学剤を廃棄処理するための技術開発、現在も埋設されている化学砲弾を発掘・回収する際の作業環境等の安全確保、今後建設が進む処理施設における無毒化管理のためのモニタリング、或いは施設からの排水、排ガスの測定、周辺環境の保全において化学剤による漏洩、汚染がないことをモニタリング等において化学剤関連化合物の分析が重要であり、適切な化学分析が求められている。

本論文は、遺棄化学兵器の内容物分析法の確立と環境へ漏洩した化学剤のモニタリング公定法の確立を目的とし行われた研究に関するもので、序論と4章から構成されている。

序論では、本研究の背景、目的と意義について詳述している。

第1章では、化学剤関連化合物のガスクロマトグラフィー(GC)分析のための詳細な条件検討を行っている。旧日本軍が製造した6種類の化学剤うち、処理、環境汚染の観点から問題となる、びらん剤のマスタードガス(硫黄マスタード:HD)、ルイサイト(L)、くしゃみ剤(嘔吐剤)のジフェニルシアノアルシン(DC)、ジフェニルクロロアルシン(DA)、催涙剤の2-クロロアセトフェノン(CN)について、分解生成物、製造時の副生成物、反応生成物、重合体など様々な形態を想定し、これらの分析法について検討を加えている。一般に有機ヒ素化学剤のGC分析において用いられるチオール誘導体化においては、くしゃみ剤のDA、DCならびにその分解生成物であるジフェニルアルシン酸(DPAA)やビス(ジフェニルアルシン)オキシド(BDPAO)は同じ誘導体を与えるため、個別化合物の分析ができないことや、GC/MSにおける再配列イオンの生成等、克服すべき問題点を洗い出し、誘導体化することなくGC/MSとGC/FIDなど複数の検出法を併用して分析することの必要性を示すとともに、関連化合物の有機溶媒中、分析操作での安定性を評価、検討し、個別分析法の基盤を示している。

第2章では、第1章で示した個々の化合物の分析方法を実際に遺棄された化学兵器の成分分析に適用して、その内容物を明らかにするとともに、第1章で確立した方法が有効であることを示すとともに、1999年に南京市の保管庫で採取されたくしゃみ剤兵器の内容物の成分分析を行い、酸性条件下でジフェニルアルシン酸への分解が進行していることを明らかにした。また、同じ有機ヒ素化学剤のびらん剤ルイサイトについても保存状況により異なる状態の個々のサンプルを分析するための最適化を検討するとともに、化学剤が比較的高濃度に残存していることやマスタードが劣化して形成されるヒールはマスタードの重合体であり、マスタードやルイサイトを抱合し、分解を遅延させていることを示した。また、適切な廃棄処理、無毒化の確認を保證するためのデータを示している。

第3章においては、環境に漏洩した化学剤関連化合物の分析法について検討している。環境に漏洩した化学剤は、土壤に吸着されるとともに土壤中の水分による分解をうけるが、化学剤由来の化合物22種を対象として抽出方法、誘導体化などによる分析法を検討し、有機溶媒に抽出される成分をプロパンチオール誘導体としてGC/MS分析すること、また、水溶性成分についてはLC/MSによる分析を行うことにより、モニタリングが可能であることを示した。また、地下水試料では回収率等において良好な分析が可能であるのに対し、土壤溶出液、土壤抽出液、海水、生体試料等ではマトリックスの影響を受けやすく、GC/MSならびにLC/MSの分析を行う必要のあることを示した。

第4章では、化学剤が環境に漏洩した場合を想定して、HD、DA、DC、ルイサイトを対象として、水中での分解、経時変化について調べている。DA、HDは水に添加後30分で分解し、分解物ビスジフェニルアルシンオキシドやクロロビニル亜アルソン酸、チオジグリコールなどとして検出されるのに対し、DCは30日後でも12%の回収が認められた。また、ルイサイトも速やかに加水分化されることを示し、化学剤はそのままの形態で検出される可能性は汚染直後を除いて低いことを示した。

これらの成果は今後作業が本格的に着手される遺棄化学兵器処理事業における発掘回収時の安全性の判断や処理技術の開発、処理施設における環境モニタリングなど一連の事業に係る試験研究、施策に貴重な情報を提供するものである。

以上要するに、本研究は、環境汚染源の一つとして国際的かつ社会的な問題となっている旧日本軍によって生産され、遺棄された化学兵器の安全な処理、環境モニタリングのための公定法となる分析法を確立したもので、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。