

京都大学	博士 ( 地球環境学 )	氏名	袖野 玲子
論文題目	有害廃棄物の長期管理に向けた社会システムに関する研究 －水俣条約後の水銀廃棄物を例として－		
(論文内容の要旨)			
<p>水銀及び水銀化合物の人為的排出から人の健康及び環境を保護することを目的に、「水銀に関する水俣条約」は2017年8月に発効した。今後、条約による世界的な水銀需要の低下により、日本の水銀のマテリアルフローは大きく影響を受ける可能性がある。特に、これまで有価物として取り扱われてきた回収水銀のうち、余剰となったものが廃棄物化し、国内で処分される事態が将来想定されている。本論文は、水銀廃棄物の環境リスクを踏まえ、その長期管理に向けた社会システムを検討したものであり、6章からなる。</p> <p>第1章は研究の背景、目的、構成が簡潔に記されている。現行の廃棄物処理制度において有害廃棄物の長期管理は脆弱な体制にあることを指摘した上で、水銀廃棄物を題材に、当該環境リスク及び社会的受容性の観点から水銀廃棄物の長期管理に向けた社会システムを明らかにすることを研究の目的とすることが記されている。</p> <p>第2章は文献調査と関係者インタビューから、水俣条約の策定の背景と規制内容、条約を受けた日本政府の対応、我が国における有害廃棄物の最終処分制度、欧米における対応をレビューし、条約が我が国に与える影響を分析するとともに、水銀廃棄物の最終処分体制における問題を特定している。</p> <p>第3章は、処分体制の検討に当たり、余剰水銀の発生量の見通しを把握することは喫緊の課題であることから、水俣条約による日本の水銀フローへの影響と将来推計を行っている。主要排出源である工業過程と水銀使用廃製品からの水銀排出量を推計し、水銀バランスを考慮して、大気、廃棄物(埋立)及び水銀回収への排出量を算出した。この結果、2010年度から2050年度までの水銀の排出変化として、大気排出量は約31トンから約13トンに、埋立処分量は約12トンから約6トンにと半減する一方、水銀回収量は約42トンから約52トンに増加することを示した。水銀使用製品由来の水銀排出はこの数年で急減しており、製品への水銀使用抑制策による入口規制の効果が示されるとともに、特に蛍光灯及び血圧計からの水銀回収に注力すべきことを示した。改正大気汚染防止法による大気排出抑制効果は約8%と試算され、条約の趣旨どおり、環境中への水銀排出が削減されることを示した。一方で水銀回収量は年間約44～59トンと増加することを明らかにした。</p> <p>第4章では、条約の影響を踏まえた国際的な水銀需給バランスを予測し、これに基づいた水銀輸出シナリオを設定して、我が国において廃棄物として処分しなければならぬ余剰水銀量の発生量の将来推計を行った。欧米を除く世界の水銀需給バランスは、今後、需要・供給ともに縮小していき、一次鉱出がなければ、2020年は需要が供給を上回り、2030年以降は供給が需要を上回る見通しを示した。中国における水銀需給の不確実性が大きいものの、我が国においては、主な製品用途の水銀需要がなくなる2020年頃より余剰水銀が発生すると推計した。また、2050年における余剰水銀のストック量は世界で約24,000～25,000トン、日本国内で約600～1,400トンと推計され、中間処理による容積増加を考慮すれば、我が国では2050年までに少なくとも1000 m<sup>3</sup>規模の処理容量の最終処分場の整備が必要なことを明らかにした。</p> <p>第5章では、有害廃棄物の最終処分制度の課題として、処分場における埋立終了後の</p>			

維持管理のあり方を検討するため、埋立終了から廃止までの期間（維持管理年数）及び費用に関連があると考えられる要素について自治体及び処分場設置事業者にアンケート調査を行い、重回帰分析により、維持管理年数を規定する要因を検討した。この結果、埋立終了後の年間維持管理費用は、平均58,000千円/年、埋立容量当たりで350 円/m<sup>3</sup>年であった。また、事業者の有害物質含有廃棄物の受入れ許容度として、半数の事業者が有害物質含有廃棄物の受け入れに消極的な実態があることを明らかにした。重回帰分析の結果からは、汚泥割合と維持管理年数との関連性を新たに見出した。埋立終了処分場における回帰式を稼働中の処分場に適用すると、処分場の45%において、維持管理年数が計算値よりも短く見積もられていることを示し、将来に渡って適正な維持管理のが確保が重要であると指摘している。

第6章は結論であり、各章で示された主要な成果を要約するとともに、研究の課題及び有害廃棄物の長期管理に向けた方向性を提示している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、2017年8月に発効した水銀に関する水俣条約を踏まえた新規施策と現行制度を分析し、これまで有価で取り扱われてきた水銀が廃棄物化した際に、現行の有害廃棄物の最終処分制度が抱える課題を特定し、水銀廃棄物の長期的な管理に向けた対応策を検討したものである。

本研究の持つ学術的に重要な意義としては、一定の前提に基づく推計ではあるものの、2050年までの我が国の水銀マテリアルフローの将来見通しを概観したことである。それぞれのカテゴリにおいて、適切な推計方法を選択し、水俣条約の影響により大気や埋立、回収への分配がどのように変化していくのかを試算し、数値を示している。条約を受けた国内施策の水銀排出削減の効果が見積もられ、水銀使用製品への入口規制が最も削減効果が大きいことが試算により明らかになっている。さらに、我が国における余剰水銀の発生時期とそのストック量を推計し、必要処分量・整備規模を示している。現在の水銀管理政策の評価と今後の対策の立案に貢献可能であるとともに、水銀処理・管理技術などにも波及する基礎的かつ重要な知見を提示しており、学術的価値がある。

本研究の持つ地球環境学における意義としては、一定の前提に基づく推計ではあるものの、2050年までの世界の水銀需給バランスの将来見通しを概観したことである。全世界における水銀の供給及び需要はともに減少する見通しであり、2030年以降は供給が需要を上回り、全世界の余剰水銀のストック量は2050年に約24,000~25,000トンとなることを推計している。各地域における水銀需給を試算し、将来の主要な供給源や各地域の動向を経時的明らかにしている点は大変興味深い。水銀は地球環境汚染物質であり、石炭火力発電所やごみ焼却施設といった燃焼発生源からの人為的排出が問題となっているが、本研究で示しているのは人為的な移動によるものであり、地球環境汚染を防ぐためには両方が適切に制御されねばならず、地球環境学の発展に大いに貢献している。

本研究は、水俣条約に対応したものであり、推計された様々な数値は今後の政策立案に活かされると考えられ、社会的意義及びインパクトがあると考えられる。特に、本研究では、水銀廃棄物の問題だけでなく、有害廃棄物の最終処分制度を考えるうえで、最終処分場における埋立終了後の維持管理のあり方を検討している。これまで知見の少ない課題に対して、自治体及び事業者に関するアンケート調査を行って実態を把握し、維持管理年数を規定する要因を分析し、実用上有益な各種統計値を得ている。処分場の45%において、維持管理年数が計算値よりも短く見積もられている問題点を明らかにしたことは、今後の適正な維持管理制度へつながるものであり意義深い。

以上の成果により、本研究は、地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士(地球環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年2月6日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。