

終了課題成果報告書

研究テーマ名	埋立地における水銀ガス調査						
研究担当者(共同研究者含む)	○長森 正尚、長谷 隆仁、渡辺 洋一						
実施期間	平成28年度 ～ 平成30年度 (3か年)						
研究区分	自主研究事業						
研究費(千円)	28年度	29年度	30年度	年度	年度	研究費合計	備考
自主研究費	455	250	38			743	
関連外部資金							
環境基本計画上の位置付	(目標) 環境負荷の少ない安心・安全な循環型社会づくり (施策) 資源の有効利用と廃棄物の適正処理の推進						
背景と目的(目標設定)	<p>2013年10月に熊本県でUNEP(国連環境計画)の外交会議において「水銀に関する水俣条約」が採択・署名されたことから、水銀の供給、貿易、使用、排出、廃棄は地球規模で規制されることになる。日本国内では、水銀を使用した製品であるマンガン・アルカリ乾電池は水銀ゼロ化が完了し、ボタン電池や蛍光管の水銀含有量も減少しているなど、規制をクリアしているか代替品がある状況である。これら水銀含有製品は不要物となれば、市町村や企業等により回収されているが、一般廃棄物として焼却処理、不燃物として埋め立てた場合は問題になる。日本の水銀大気排出インベントリによれば、セメント製造、鉄鋼製造、一般廃棄物焼却が上位を占めているが、埋立地からの水銀放出は推定されておらず、東京都が1995～2000年に調査したデータしか報告されていない。この他、自動車シュレッダーダスト由来の水銀排出も考えられる。</p> <p>本研究では、埋立地ガス中の水銀を調査し、その排出レベルの知見を集約し、環境影響評価に役立てることを目的とした。</p>						
研究内容(緊急性・必要性、新規性・独創性)	<p>水銀に関する水俣条約が2017年8月に発効したことから、グローバルな水銀管理が始まった。廃棄物埋立地に関しては水銀大気排出インベントリで考慮されていないが、水銀の最終処分量は年間7.3トン(2014ベース)と少なくない。これらを背景に、国内における埋立ガス中の水銀について、放出量や濃度分布の把握が急務となっている。本研究では、主に以下の3つを実施した。</p> <p>埋立廃棄物中の総水銀の含有量測定：稼働中の埋立地への水銀の最終処分量は年間7.3トン(2014年ベース)と推定されているが、埼玉県内に近年埋め立てられている廃棄物中の総水銀含有量を調べたところ、推定量と比較して低濃度であることが分かった。</p> <p>層内ガス濃度：県内10埋立地におけるガス抜き管及び観測井内の水銀ガス濃度を調査し、層内ガス中の水銀濃度の範囲を明らかにした。測定にあたり、金アマルガム捕集管には水銀以外のガス状妨害物質が同時に吸着されることから、埋立ガス中に多く含まれる水蒸気及び二酸化炭素の影響を受けないソーダライムの前処理・充填方法を確立した。</p> <p>埋立地表面からの水銀ガスフラックス：埋立廃棄物の質及び割合の異なる模擬埋立地表面において、水銀ガスフラックスの変動の要因について解析した。</p>						
成果の概要(目標達成度)	<p>埋立廃棄物中の総水銀の含有量測定：</p> <p>近年埋め立てられている廃棄物中の総水銀含有量を固体水銀分析装置で測定した(2回測定、標準誤差が15%以上の場合3回測定)ところ、焼却灰1～128 $\mu\text{g}/\text{kg}$、溶融スラグ18 $\mu\text{g}/\text{kg}$に対して、焼却飛灰5700 $\mu\text{g}/\text{kg}$、不燃物86～6080 $\mu\text{g}/\text{kg}$が高濃度であったが、推定量からみると濃度が低かった。さらに、乾電池に関しては、定量下限値未満～230 $\mu\text{g}/\text{kg}$であった。</p> <p>層内ガス濃度：</p>						

水銀ガスサンプリングにはマスフロー制御の定流量ポンプと金アマルガム捕集管を用いるが、埋立ガス中に含まれる水蒸気と二酸化炭素ガスが妨害する可能性が考えられた。検討の結果、ソーダライム(試薬特級)を300℃、24時間で加熱処理した後に管に充填し、水銀フリーの窒素を約1L/分で通気させながら300℃、4時間再加熱したソーダライム管を用いると、水蒸気と二酸化炭素ガスの影響を受けず、さらにばらつきが小さくなったことから、これを本調査で利用することとした。

埋立地層内の水銀ガス濃度を10埋立地のガス抜き管及び観測井を対象として調査したところ、ガス抜き管で1.5~39.0ng/m³、観測井で0.8~59.2ng/m³と濃度範囲が比較的狭かった。さらに、管内温度が高いと水銀ガス濃度が高くなる傾向を示していた。追加調査として、管内の深度方向の水銀ガス濃度分布について、金薄膜をコーティングした石英ろ紙を装填した小川式パッシブサンプラーを用いて2埋立地のガス抜き管で調査したところ、両埋立地において、温度が高いほど水銀ガス濃度が高い傾向があり、水銀ガス濃度に偏りがあることが分かった。

埋立地表面からの水銀ガスフラックス:

前述の埋立廃棄物中の総水銀の含有量測定において焼却灰と不燃物では水銀含有量に違いがあることが分かったため、廃棄物の埋立割合の異なる3つのセルを対象とし、各地表面からの水銀ガスフラックスを調査した。埋立地表面から大気へ放出する水銀ガス量は、フラックスチャンバー法を用いて測定した。埋立地表面からの水銀ガスフラックスは、冬季で-0.6~2.6ng/m²/時、夏季で10.6~27.9ng/m²/時であり、気化しやすい水銀は高温なほど大気へと放出される傾向がみられ、埋立廃棄物の組成の違いによる影響はみられなかった。

成果の公表(発表・投稿, 講演会の開催, 報道機関の活用, 特許取得等)

論文(1件): 長森ら(2019)全国環境研会誌, 廃棄物埋立地における水銀ガス調査, 提出済み
学会発表(3件): 清水ら, 第36回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, 最終処分場における乾電池の取り扱い見直しのための水銀含有量調査, 90-91(2015.1.22, 沼津)、長森ら, 第32回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集, 廃棄物埋立地における水銀モニタリング, 29-30(2017.2.17, つくば)、長森ら, 第44回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集, 廃棄物埋立地における水銀ガスフラックス調査, 46-47(2017.11.14, 長崎)

成果の発展性(埼玉県(行政・地域)への貢献, 技術発展・実用化, 課題等)

埋立地における水銀ガスの測定法を確立し、調査したところ、県内における水銀ガス濃度レベルを初めて明らかにした。得られた濃度は非常に低濃度であり、埋立地表面からの水銀ガスフラックスも一般環境と同程度であったことから、水銀は廃棄物層内に蓄積されることが判明した。

発展性は乏しいと考えるが、県民への安全安心を与えることができた。今後、国立環境研究所Ⅱ型共同研究「最終処分場ならびに不法投棄地における迅速対応調査手法の構築に関する研究」(H29-31)において、問題のある最終処分場や不法投棄現場での未規制化学物質として排出量推定と周辺環境への影響評価が課題であり、今後取り組んでいく予定である。