

[自主研究]

埋立地における水銀ガス調査

長森正尚 長谷隆仁 渡辺洋一

1 目的

水銀に関する水俣条約が昨年8月16日に発効し、グローバルな水銀の管理が始まる一方で、国内でも大気排出抑制や水銀廃棄物管理が厳しくなった。他方、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)と推定されており¹⁾、決して少ないとは言えない。しかし、埋立地における調査事例は少なく、水銀大気排出インベントリで埋立地は考慮されていない。東京都²⁾の調査(1990~2002年)では、ガス抜き管の平均濃度が50~19000ng/m³で大幅な変動に加えて漸減傾向がなく、最近では約100~10000ng/m³(3埋立地)という事例³⁾しかない。埋立地の安全安心を確保するには、最近の水銀ガス濃度を多く調査する必要がある、さらに排出量推定には実埋立地でのガス放出量の測定も重要である。

本研究では、埼玉県内の埋立地における水銀ガスの実態を把握すべく、埋立地ガス中の水銀濃度及び埋立地表面からの水銀放出量に関して、埋立廃棄物の種類、埋立終了後の年数などの異なる条件での調査を実施した。

2 方法

2.1 埋立地層内の水銀ガス濃度の測定

対象9埋立地のガス抜き管7本及び場内観測井14本を調査した。水蒸気及び二酸化炭素ガスを捕集するためのソーダライム管を前段に装着した金アマルガムの水銀捕集管(日本インスツルメンツ社;NIC製、M-160)に対象ガスを0.5L/分で導入し、水銀ガスを大気中水銀測定装置(NIC製、マーキュリーWA-5A)で計測した。なお、測定開始から簡易ガス測定器(Geotechnical Instruments社製、GA5000)で埋立地ガスの組成をモニターし、変動し始めた時点で外気が侵入したと判断して捕集を終了することとした。

2.2 埋立地表面からの水銀ガス放出量の測定

廃棄物の埋立割合の異なる3セル(C4~C6)を対象に、静置式チャンバー法を用いて水銀ガス放出量(フラックス)を測定した。使用したチャンバーは無色透明のアクリル製(縦400×幅250×高さ100mm;内容量10L)であり、3.0L/分の定流量で大気を流しながら、チャンバーの大気流入口と流出口における水銀ガスを流量0.5L/分で水銀捕集管に導入し、大気中水銀測定装置で計測した。なお、捕集時間は56分とし、得られた水銀ガス量と吸引流量から算出した水銀ガス濃度を1時間の平均濃度(流入口 C_i 、流出口 C_o ; ng/m³)とし、水銀ガスフラックス F (ng/m²/時)を次式から算出した。

$$F = (C_o - C_i) / A \times Q - F_{BL}$$

ここで、 A は対象とする土壌の表面積、 Q は大気流量

(m³/時)である。 F_{BL} は本方法によるブランク値であり、チャンバーと土壌表面との間にテフロン製の板を敷いた状態で測定した。ブランク値の平均値及び標準偏差は 0.26 ± 0.13 ng/m²/時 (n=9) であった。水銀ガスフラックスの測定と同時に、土壌表面からの高さ10cmにおける気温(以下、地表温度)、相対湿度、日射量、地中熱流量、大気圧、風量等も併せて観測した。

3 結果

3.1 埋立地層内の水銀ガス濃度

得られた水銀ガス濃度は、ガス抜き管で3.0~39.0ng/m³、場内観測井で0.9~17.7ng/m³で、文献値と比較して低い結果となった。また、埋立終了からの年数が短いほど水銀ガス濃度が高く、年数が増えるほど濃度低下する傾向が見られた。

3.2 埋立地表面からの水銀ガス放出量

水銀ガス放出量と地表温度の関係を図1に示す。水銀ガスフラックスは、夏期で 19.7 ± 5.1 ng/m²/時 (n=12)、冬期で 1.1 ± 1.2 ng/m²/時 (n=9) で温度影響がみられ、気化しやすい水銀は高温な季節や時間帯ほど大気放出される傾向があった。他方、各セル内の水銀ガス濃度が約7ng/m³で差がないこともあり、埋立廃棄物の組成の違いによる影響はみられなかった。

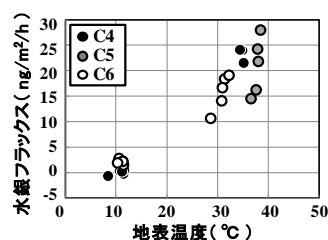


図1 水銀ガス放出量と地表温度の関係

4 今後の研究方向

現段階では、埋立廃棄物の質と水銀ガス濃度の関係はなかったが、濃度変動を考慮した再調査及び他埋立地の調査を行う。地表面からの水銀ガス放出量調査は、埋立廃棄物の質が異なる埋立地で実施する。なお、現段階の調査結果での概算から、埼玉県内埋立地からの水銀ガス放出量は、水銀ガスの大気への総排出量に比して極めて少ないと推察された。

文献

- 1) 環境省 (2012) 我が国の水銀に関するマテリアルフロー。
<http://www.env.go.jp/chemi/tmms/materialflow.html>
- 2) 高橋昌史、中浦久雄、溝入茂、庄司匡範 (2004) 中防外側処分場における水銀の挙動、東京都環境科学研究所年報、165-171。
- 3) 高岡昌輝(2017)水銀のライフサイクル管理について、日本環境化学会講演会予稿集、59、57-77。