

ベトナムのe-waste・ELV解体処理場における代替ハロゲン系難燃剤汚染

○ 狩生 凌吾¹, 後藤 哲智¹, Nguyen Minh Tue¹, Hoang Quoc Anh², 高橋 真², 鈴木 剛³, Pham Hung Viet⁴, 田辺 信介¹, 国末 達也¹

¹ 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター (CMES), ² 愛媛大学 附属環境先端技術センター (CATE), ³ 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター, ⁴ VNU University of Science, Hanoi, Vietnam

研究の背景と目的

電気・電子機器廃棄物 (e-waste)・使用済み自動車 (ELV)



図1. e-waste・ELVの越境移動および不適切なリサイクル処理

- ▶ 中古の電気・電子機器や自動車が進んだ国からベトナム等の途上国へ輸出¹⁾
- ▶ e-waste解体処理場の周辺環境からハロゲン系難燃剤 (HFRs) が検出^{2,3)}
- ▶ 不適切なe-waste・ELV処理にともなうHFRs汚染の進行が懸念^{4,5)}
- ▶ 代替HFRsによる汚染実態は不明

ベトナムのe-waste・ELV解体処理場から採取したダストに残留するHFRsのスクリーニング分析を実施し、代替HFRsの汚染実態を解明

結論

● e-waste・ELV解体処理場のダスト中HFRs

- ▶ PBDEsに加え多様な代替HFRsが検出
- 中古の電気・電子機器や自動車とともに越境移動
- 不適切なリサイクル処理によるHFRsの環境排出

● e-waste解体処理場ダストの汚染実態

- ▶ HFRsの総濃度はELV解体処理場に比べ2桁高値
- ▶ PBDEsおよび代替HFRsによる複合汚染が深刻
- 作業従事者に対する曝露影響が危惧

e-wasteおよびELV解体処理施設の近代化そして有害物質を含有する廃棄物の適切な管理・処理に関する法規制の整備が急務

結果と考察

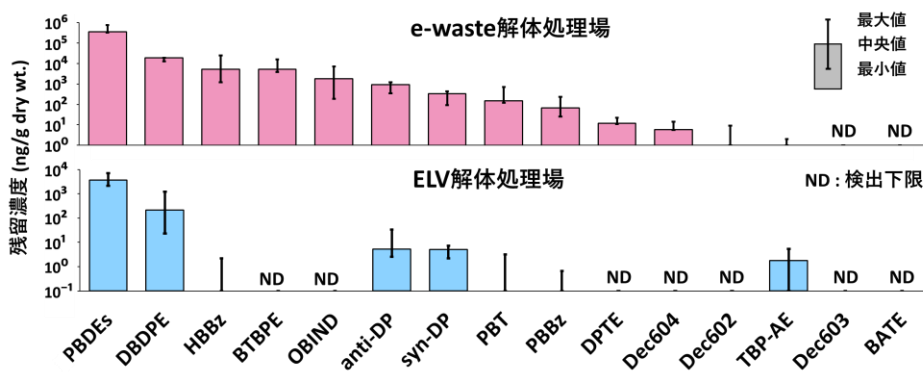


図2. ベトナムのe-wasteとELV解体処理場で採取されたダストのHFRs濃度プロファイル



図3. e-waste・ELV解体処理場の作業環境

● ダストから検出されたHFRsの残留濃度

- ▶ PBDEsとその代替物質であるDBDPEの汚染レベルが卓越
- ▶ 一般環境では検出例の乏しい代替HFRsが高濃度で残留
- ▶ ダストから検出された総HFRs濃度は、ELV解体処理場 (2,200-8,300 ng/g dw) に比べe-waste解体処理場 (370,000-800,000 ng/g dw) で高値
- e-wasteおよびELVの解体にともない代替HFRsが作業環境中に放出 (特にe-waste解体処理場で顕著)

● ダスト中HFRs濃度の残留プロファイル

- ▶ 電線・ケーブルの絶縁被膜に使用されるデクロラン化合物 (DPs) に比べ、電子基板の樹脂等に添加されるPBDEsや代替HFRsが高濃度で検出
- 不適切なリサイクル処理で排出された特定の難燃プラスチック粒子が作業環境中のHFRs汚染に寄与

試料と方法

● サンプル採取

- ▶ 2019年にベトナムのe-waste 解体処理場 (n = 3) およびELV解体処理場 (n = 4) からダストを採取

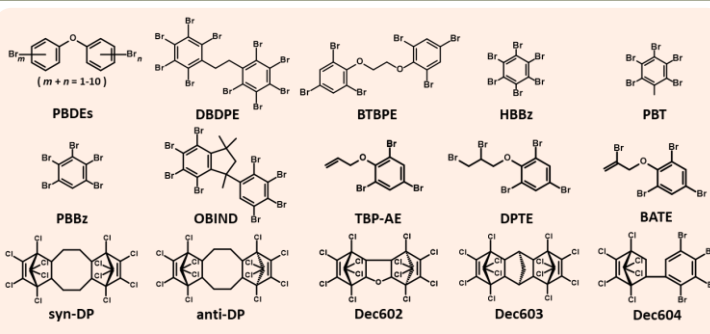


図5. 本研究で測定対象としたハロゲン系難燃剤 (HFRs)

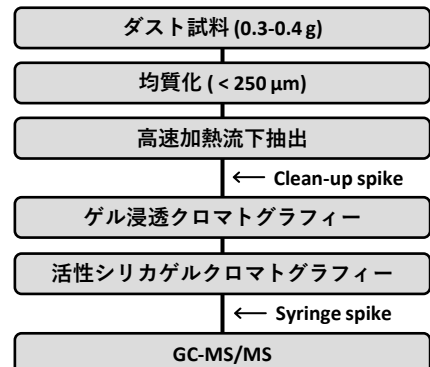


図4. 前処理・化学分析のフロー



図6. ダスト試料と測定機器 (GC-MS/MS)

● GC-MS/MSの測定条件

- ▶ 測定モード: 多重反応モニタリング (MRM)
- ▶ イオン化法: 電子イオン化 (EI) 法
- ▶ 分析カラム: DB-5HT (15 m × 0.25 mm × 0.1 μm)

参考文献

- 1) International Labour Organization, 2012 The global impact of e-waste Addressing the challenge SafeWork; 2) Someya et al. (2016), Emerging Contaminants, 2(2), 58-65; 3) Matsukami et al. (2017), Chemosphere, 167, 291-299; 4) Long Li et al. (2017), Environmental science & technology, 51(19), 11126-11135; 5) Tue et al. (2019), Environmental science & technology, 53(6), 3010-3017.

謝辞

本研究は以下の研究費より実施した。
日本学術振興会: 国際共同研究加速基金
国際共同研究強化 (B) 18KK0300
文部科学省 : 共同利用・共同研究拠点 (LaMer)