

建材表面からのヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)放散速度測定

Emission Rates of Hexabromocyclododecane (HBCD) from the Surface of Building Materials

○片岡敏行(会員)¹⁾²⁾、栗原勇(会員)¹⁾、片桐律子(会員)¹⁾、和田丈晴(会員)¹⁾、益永茂樹(非会員)²⁾

1) 一般財団法人化学物質評価研究機構、2) 横浜国立大学大学院環境情報学府・研究院

○Toshiyuki KATAOKA* **, Isamu KURIBARA*, Ritsuko KATAGIRI*, Takeharu WADA*,
Shigeki MASUNAGA **

* Chemicals Evaluation and Research Institute, Japan

** Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, Japan

Abstract: Hexabromocyclododecane (HBCD), an additive brominated flame retardant (BFR), is widely used in expandable polystyrene (EPS), extruded polystyrene (XPS), high impact polystyrene (HIPS), and polymer dispersion for textiles. The main use of HBCD (80~90%) in Japan is for polystyrene (EPS and XPS)¹⁾. For exposure assessment of HBCD, the emission rate of them from polystyrene form is needed. The emission rates of HBCD at ordinary temperature (28°C) from the surface of flame-retarded building materials were determined by using small chamber method.

キーワード：HBCD 放散速度 難燃発砲ポリスチレン 建材 量

1. 緒言

HBCD は残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs 条約)に基づき、残留性有機汚染物質検討委員会(POPRC)において審議対象とされており、今後、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)の第一種特定化学物質に指定される可能性がある臭素系難燃剤である。これまで主に建材に使用される発砲ポリスチレン(80~90%)や繊維製品(10~20%)の難燃剤として使用されてきた¹⁾。しかし、地球規模での拡散や難分解性で高い生物蓄積性が問題となり、製造に関しては全廃あるいは削減の方向で自主管理が進められている²⁾。しかし、既に使用されている HBCD 含有製品に関しては使用が継続され、その後廃棄されることとなる。そのため、HBCD 含有製品の用途から、特に室内環境におけるヒト健康や廃棄に関する環境へのリスク評価が必要となってくるが、有害性情報の調査・評価に比べ暴露評価はまだ十分には行われていない。ここでは、暴露評価のために重要な要因となると考えられる HBCD 含有断熱材及び建材量等の建材表面からの HBCD 放散速度を求め、室内における暴露量に関する推

定を行った結果を報告する。

2. 方法

測定対象物質は、 α 、 β 及び γ -HBCD とした。試料は、HBCD を含有するビーズ法発砲ポリスチレン(EPS)試料 3 製品(HBCD 含有量：0.49~0.93wt%)、押し出し発砲ポリスチレン(XPS)試料 3 製品(HBCD 含有量：1.2~3.7wt%)、建材量試料 4 製品(HBCD 含有量(発砲ポリスチレン中)：1.9~4.2wt%)を用いた。

試料を小型チャンバーの内径に合わせて成形した後、小型チャンバー容器内に挿入した。容器と試料の隙間をアルミテープで塞ぎ、試料露出面のみの評価が可能な方法とした。

試料を封入した小型チャンバーを恒温槽に導入した後、小型チャンバーの空間部分に高純度空気を 100 mL/min の流速で通気し、試料から放散した HBCD を捕集管(ABS Elut-NEXUS)に 24 時間採取した(Fig. 1)。恒温槽の温度は 28°C(建材量試料は、炬燵の使用を想定し 50°C)とした。採取終了後、捕集管にアセトン 5 mL を通液して HBCD を溶出し、溶出液に内標準物質(HBCD-¹³C₁₂)を加えて溶媒置換した後、LC-MS/MS を用いて測定した。ま

た、放散した HBCD がチャンバー(フラスコカバー)及びニードル部分へ再吸着するため、内面をアセトンで洗いこみ、同様に測定を行った。

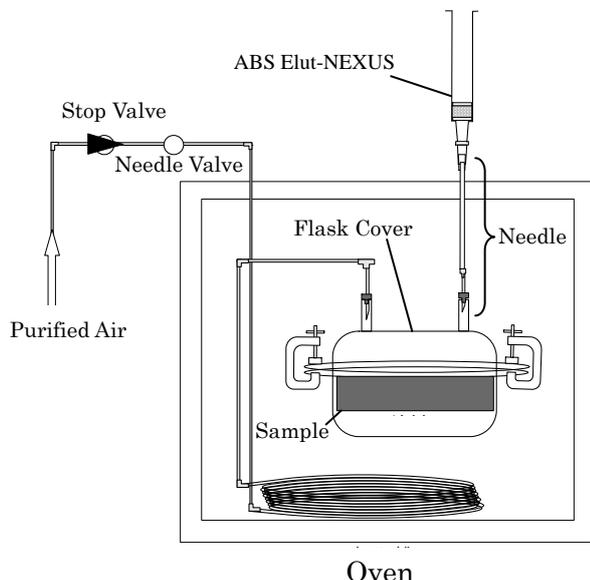


Fig. 1 Schematic view of the small chamber method for measurements of the emission rate of HBCD from flame-retarded building materials.

3. 結果

建材表面からの HBCD 放散速度測定結果を Fig. 2 及び Fig. 3 に示した。

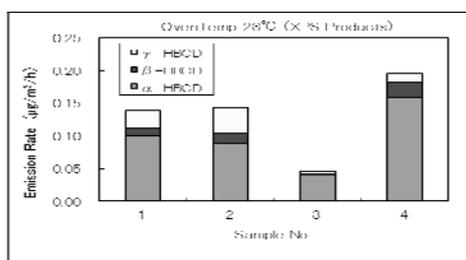


Fig. 2 Emission Rates of HBCD from XPS Samples.

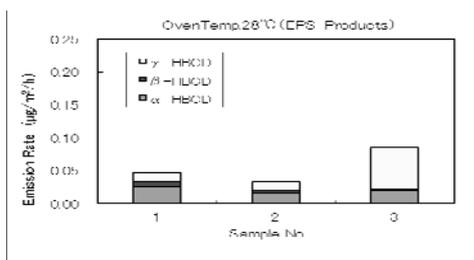


Fig. 3 Emission Rates of HBCD from EPS Samples.

建材量試料に関しては、HBCD の測定値が全て定量下限未満であったため、放散速度としては、 $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ 未満となった。

4. 考察

断熱材試料から空気中への HBCD の放散が認められた。建材量試料に関しては、畳表と断熱材の間に緩衝材及び軟質繊維板等が挟み込まれているため、HBCD がそれらを透過して放散することはないと考えられた。一般的な住宅において、断熱材は外壁内や床下で使用されており、ヒトが生活する室内には露出していないが、建物の換気方式等によっては断熱材に直接接触した空気が室内に流入する場合が想定される。ここでは参考として、パッシブ換気システム(自然対流式床下暖房換気システム)の換気量 $2,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ($83.3 \text{ m}^3/\text{h}$)³⁾ を用いて簡易的な暴露評価を実施した。断熱材から放散する HBCD の室内の消費者への暴露シナリオは「断熱材から放散した HBCD を含む空気が室内に流入し、それを消費者が吸入する」というものである。XPS 試料及び EPS 試料の放散速度の平均値である $0.096 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ を使用した場合、床面積を 64 m^2 とすると、断熱材からの推定放散速度は $0.0061 \text{ mg}/\text{h}$ となる(範囲は $0.0021 \sim 0.0128 \text{ mg}/\text{h}$)。換気量で除して、算出した室内空気中 HBCD 濃度は $7.4 \times 10^{-5} \text{ mg}/\text{m}^3$ となった。室内におけるヒトの呼吸率を $20 \text{ m}^3/\text{日}$ 、体重 50 kg と仮定すると室内空気の吸入による難燃性建材由来の推定暴露量(室内温度 28°C 、24 時間暴露)は $3.0 \times 10^{-5} \text{ mg}/\text{kg}/\text{日}$ (範囲は $1.0 \times 10^{-5} \sim 6.1 \times 10^{-5} \text{ mg}/\text{kg}/\text{日}$)と見積もられた。

5. 文献

- 1) 株式会社三菱化学テクノロジー「平成 23 年度経済産業省委託環境対応技術開発等(監視化学物質等市場状況調査事業)報告書」(平成 24 年 3 月)
- 2) 平成 22 年度化学物質審議会第 2 回安全対策部会 参考資料 17 (平成 22 年 9 月 3 日)
- 3) (財)北海道建築指導センター「パッシブ換気システム設計・施工マニュアル」(平成 17 年 2 月)

謝辞

本研究は、経済産業省の「平成 23 年度環境対応技術開発等(第一種特定化学物質含有製品等安全性調査)」のもとで実施されました。