

論文要旨

Abstract:

Hexabromocyclododecane (HBCD) is an important synthetic additive which is used to reduce the flammability of manufacturing polystyrene foam. Many researches have reported that there are no alternatives to HBCD. Accordingly the society would be much impacted by the usage restriction of HBCD based on its environment risk. In this study we estimated socio-economic impact of usage restriction of HBCD. The results of analysis indicated that decision-maker should consider HBCD reduction, CO₂ emission increase, cost increase and fire risk increase quantitatively.

Contents:

1. はじめに

臭素系難燃剤ヘキサブロモシクロドデカン (HBCD) は、主として建築用断熱材やカーテン等繊維製品の優れた難燃剤として使用されている。しかし現在、REACH SVHC, POPs 候補物質としてその難分解性、高蓄積性、毒性 (PBT)、そして長距離移動性が懸念されている。

HBCD には優れた代替物質が開発されていない一方で、国際規制を先取りした対応が各国で検討され始めている。よって、HBCD の使用規制に起因する社会的な影響の評価や適切な代替物質・技術の確立が急務である。

本研究は包括的な評価体系を組む事で使用規制という政策の多面的評価を行った (Fig.1)。HBCD の代替物質が未だ開発されていない建築用断熱材: 押出発泡ポリスチレン (XPS) を対象製品とし、代替に伴う社会経済影響の定量化を試みた。

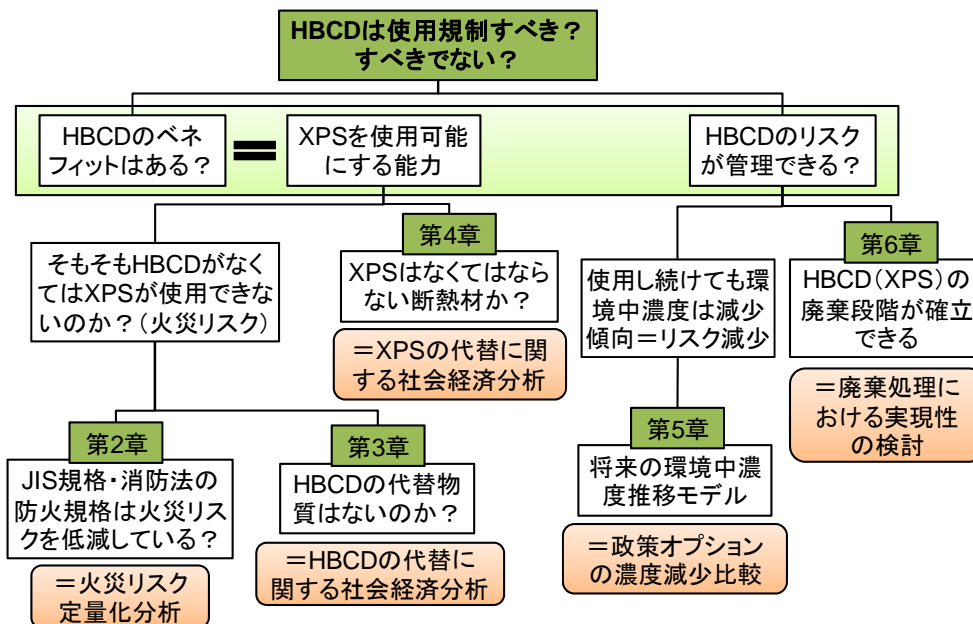


Fig.1 本研究の全体構成

2. 火災リスク定量化分析 (第2章)

《背景・目的》難燃剤の環境リスクを効果的に低減させるためには、厳し過ぎる火災規制の見直

しが有効とされている。無加工ポリスチレン樹脂は酸素指数 10 程度であり、これを 26 以上に引き上げるために HBCD が用いられている。本章では、この酸素指数上昇が、どの程度の火災リスク低減に寄与出来ているかを定量評価した。

《結果》ポリマーの熱容量，発散熱容量，酸素指数の関係から，HBCDを用いることで火災数を1/5～1/2倍に低減できることが示唆された。

3. HBCDの代替に関する社会経済分析 (第3章)

《背景・目的》XPS+HBCD以外の組み合わせは見つかっていない。その理由と代替可能性について文献調査を行い，代替実施により増加する材料コストの試算を行った。

《結果》樹脂の分解温度及び加工温度が難燃剤の選択に大きく寄与する。XPSはそのどちらとも他樹脂に比べてかなり低く，同様に分解温度の低いHBCDが選択されてきた。また，広範な文献調査を行い，Tetrabromocyclooctane (TBCO) への代替を仮想代替シナリオと仮定し試算を行った。その結果，原材料コストだけで年間15.6億円のコスト増加が示唆された。

4. XPSの代替に関する社会経済分析 (第4章)

《背景・目的》本章では，代替断熱材としてグラスウール (GW) と発泡ポリウレタン (PUR) を想定し，ライフサイクルのコストとCO₂排出量の観点で評価した。

《結果》XPSからPURへの代替政策はコスト，CO₂排出量共に増加させ，GWへの代替政策はコストを増大させるが，CO₂排出量を減少させることが示唆された。以下，GWへの代替のみを考える。GHG削減費用曲線を用いて本結果を解釈すると，代替コストを他技術に投入することで，本政策の500～1,100倍のCO₂削減が可能であることが示唆された。

5. 政策オプション間の濃度減少比較 (第5章)

《背景・目的》本章ではHBCD使用禁止政策による環境中濃度減少量を推定した。

《結果》2010年に使用禁止が行われた場合，2030年までの20年間で大気，土壌，水，底質中のHBCDの年間削減量を積み上げると，それぞれ3.1kg，63.4kg，9.5kg，0.4kgになることが示唆された。

6. 廃棄処理における実現性の検討 (第6章)

《背景・目的》HBCDの使用規制が行われる場合も行われない場合も，今後廃棄されるXPS中HBCDの環境への排出は最小限に留める必要がある。本章ではHBCD排出量，コスト，CO₂排出量の視点から，焼却処分，埋立処分を評価した。

《結果》コスト，CO₂排出量の点では焼却処分が，HBCDが排出量の点では埋立処分の優位性が示唆された。

7. まとめ

HBCDの使用規制に関する社会経済分析を行った結果，使用規制にあたり多基準に基づいた意思決定を行わなければならないことが示唆された (①と②の比較)。

- ① 「HBCD環境中濃度減少」
- ② 「CO₂排出量増加」+「コスト増加」+「火災リスク増加」