

東京湾及びその流域河川におけるヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)実態調査

加藤みか・西野貴裕・木村匠汰*・下間志正

(*元・東京医薬専門学校)

【要約】近年の規制により製造・使用等が原則禁止となった臭素系難燃剤のヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)の都内水環境における実態調査を行った。水質及び底質中 HBCD 濃度は、いずれも全国と同等の濃度レベルであったが、含有製品の使用・廃棄過程での継続的な流出が懸念されることから、今後は排出源調査を行う予定である。

【目的】

住宅用断熱材や繊維製品等の臭素系難燃剤として幅広く利用されてきた HBCD は、2013 年に POPs 条約の廃絶・制限の対象物質に追加、2014 年に化審法の第一種特定化学物質に指定され、製造・使用等が原則禁止となった。しかし、難分解性・高蓄積性・長期毒性を有することから、過去に排出されたものが長期間にわたり堆積物中に残留して、生物・生態系に悪影響を与えることが懸念されている。また、HBCD は材料と化学結合を持たない添加型難燃剤として使用されてきたことから、規制後も含有製品の洗浄や廃棄の過程で、比較的容易に溶出して環境汚染を招く可能性が考えられる。そこで、都内水環境の HBCD 汚染実態を把握するために、東京湾及びその流域河川の水質・底質調査を実施した。

【方法】

図 1 及び表 1 に示した東京湾 9 地点、都内の 8 河川 19 地点で 2014 年に調査を行った。水質試料はステンレス製バケツ、底質試料はエクマンバージ型採泥器により採取し、図 2 に示した方法で前処理及び分析を行った。測定対象は α , β , γ , δ , ϵ -HBCD の 5 種類の異性体とし、各異性体濃度の合計を HBCDs 濃度と表記した。

【結果の概要】

(1) 東京湾及び流域河川の水質中 HBCDs 濃度 東京湾・河川の水質中 HBCDs 濃度の調査結果を図 3 に示す。

東京湾海水では、全ての地点で検出下限値未満(N.D.)または定量下限値未満(Trace <0.2ng/L)となった。河川水の水質 HBCDs 濃度は N.D. ~2.0ng/L となり、隅田川・神田川水系の上流 2 地点(清柳橋、落合橋)を除く全ての地点で検出され、図 4 に示した全国の調査結果¹⁾(N.D. ~4.8ng/L)と概ね同等の濃度レベルであった。

HBCD の異性体組成は、全地点で β , δ , ϵ -HBCD が N.D. で、 γ -HBCD が約 7 割以上と多くを占めた。工業用 HBCD(γ :70~90%, β :<20%, α :5~15%)²⁾と同様な組成であることから、HBCD 含有製品由来の汚染源の影響を反映していると考えられた。

(2) 東京湾及び流域河川の底質中 HBCDs 濃度 東京湾・河川の底質中 HBCDs 濃度の調査結果を図 5 に示す。

東京湾底質で 1.0~5.5ng/g-dry、河川底質で Trace(<0.06)~27ng/g-dry となり、本調査結果は図 4 に示した 2012 年度全国環境実態調査³⁾の濃度範囲内で、とくに関東地域とほぼ同等であった。HBCDs 濃度は、隅田川下流部の両国橋で最も高濃度となり、上流から下流の河口・沿岸域に向けて高濃度となる傾向が見られ、排出源からの影響を受けている可能性が示唆された。河口付近は流速が遅くなり、有機物を多く含む粒径の細かい粒子が堆積しやすいため、疎水性が高く、粒子吸着性の高い HBCD が蓄積したと推察された。強熱減量と HBCDs 濃度との相関を調べたところ、図 6 に示すように、目視で粒径の細かい泥を多く含み、強熱減量が 10%を超えるような有機物含有量の多い河川の底質試料では、HBCDs 濃度が比較的高くなる傾向が見られた。

HBCD の異性体組成は、東京湾底質で γ 体 30~85%, β 体 3~10%, α 体 12~60%、河川底質で γ 体 30~95%, β 体 0~10%, α 体 5~60%となり、既存の調査報告等²⁾と同様であった。なお、 δ , ϵ -HBCD は全地点で N.D. であった。本調査地点における河川水は γ 体が主であったが、底質では α 体の割合が増加し、濃度が高い地点ほどその傾向が強かった。これは、 α 体が他の異性体に比べて分解性が低いことから、底質への残留がより高くなったものと考えられた。

HBCD は近年の規制を受けて、水域への負荷量は減少傾向にあると考えられるが、含有製品の使用・廃棄過程での継続的な流出が懸念されることから、今後は排出源調査や水生生物の汚染実態調査を行う予定である。

【参考文献】

1) 西野：第 41 回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集(2014)、2)経済産業省「化審法」関連資料、3)環境省：化学物質と環境(2013)

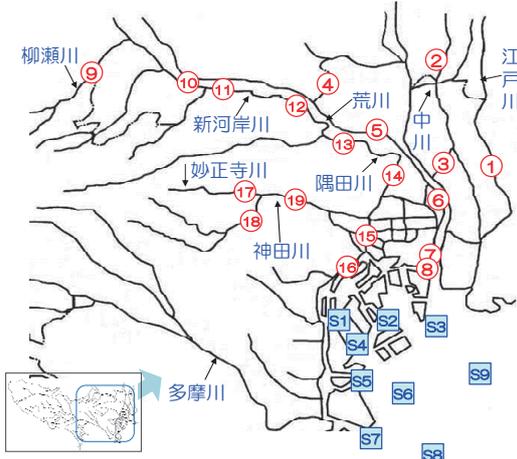


図1 東京湾及び流域河川の調査地点

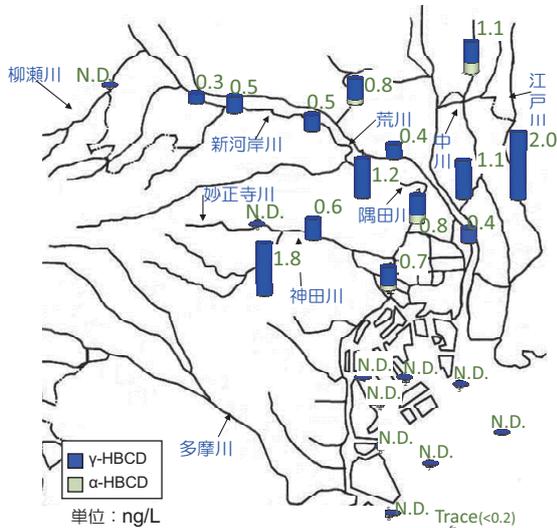


図3 東京湾・河川の水質中 HBCD 濃度

東京湾海水中 HBCDs 濃度は全ての地点で検出下限値未満(N.D.)または定量下限値未満(Trace <0.2ng/L)、河川水は N.D.~2.0ng/L となった。

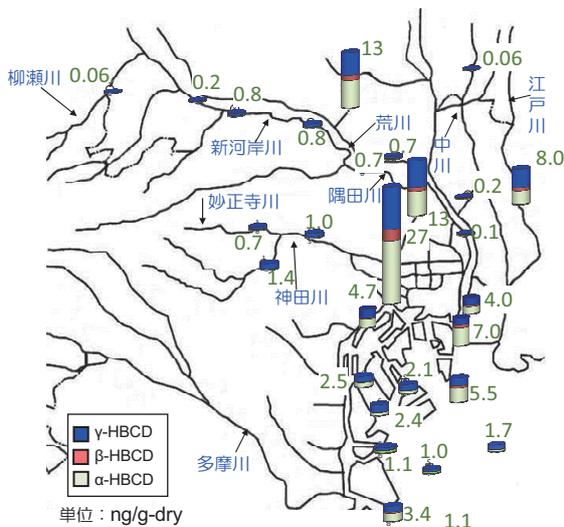


図5 東京湾・河川の底質中 HBCD 濃度

東京湾底質中 HBCDs 濃度は 1.0~5.5ng/g-dry、河川底質は Trace(<0.06)~27ng/g-dry となった。上流から下流の河口・沿岸域に向けて高濃度となる傾向が見られ、排出源から流出した HBCD が下流に蓄積していると推察された。

表1 河川の調査地点

河川	地点
江戸川	①江戸川水門上
中川	②潮止橋、③平和橋
荒川	④江北橋、⑤堀切橋、⑥平井大橋、⑦荒川河口 A、⑧荒川河口 B
柳瀬川	⑨清柳橋
新河岸川	⑩芝宮橋、⑪徳丸橋、⑫志茂橋
隅田川	⑬小台橋、⑭白髭橋、⑮両国橋、⑯隅田川河口
妙正寺川	⑰落合橋
神田川	⑱和田見橋、⑲一休橋

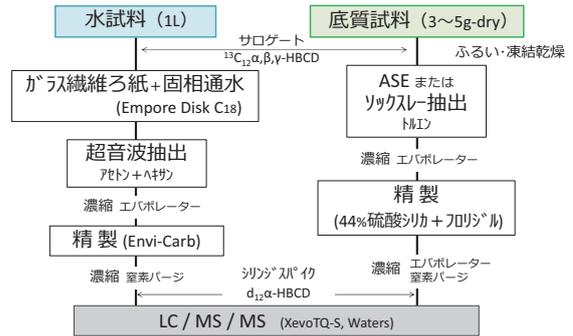


図2 HBCD の分析方法

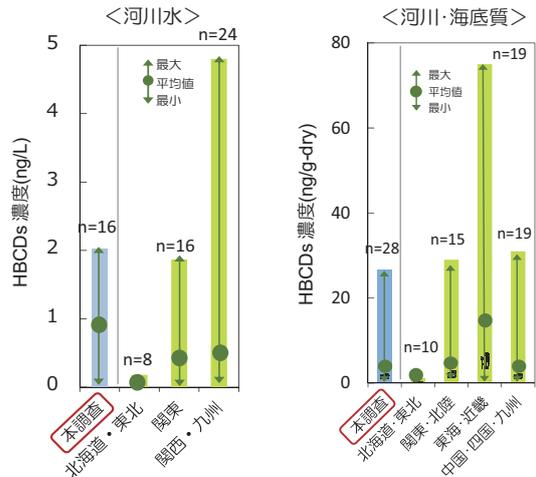


図4 全国の水質・底質中 HBCDs 濃度^{1),3)}

東京湾及びその流域 8 河川の水質・底質中 HBCDs 濃度は、全国の調査結果と概ね同等の濃度レベルであった。

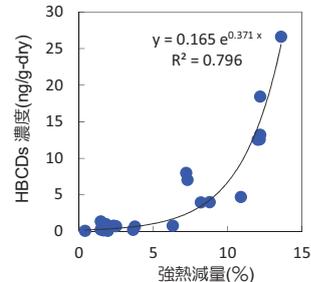


図6 河川底質の強熱減量と HBCD 濃度との相関

有機物含量の指標となる強熱減量が 10%を超えるような河川底質試料では、HBCDs 濃度が比較的高くなる傾向が見られた。有機物を多く含む粒径の細かい粒子に、疎水性が高く、粒子吸着性の高い HBCD が蓄積していると推察された。