

# 川崎港港湾域における化学物質環境実態調査結果（2015年度）

## Measurement Results of Chemical Substances in Kawasaki Port Area (2015)

千室 麻由子 Mayuko CHIMURO  
財原 宏一 Koichi SAIHARA

吉川 奈保子 Nahoko YOSHIKAWA  
原 美由紀 Miyuki HARA

### 要旨

本調査は、環境省受託事業「平成 27 年度化学物質環境実態調査」において詳細環境調査として実施した調査であり、調査結果は「平成 28 年度版 化学物質と環境」に掲載されている。川崎港の水質及び生物を採取し、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノールを対象に、「平成 15 年度化学物質分析法開発調査報告書」の分析方法に準拠してガスクロマトグラフ質量分析法により分析を行った。水質試料濃度は 2.7ng/L で、近隣都市と比較して低濃度であり、生態リスクにおいて現時点で作業の必要ないと判定される濃度であった。また、生物試料濃度は 1.2~2.5ng/g-wet で、過去の濃度と比較して低下する傾向にあった。

キーワード：化学物質と環境、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール(BHT)、ガスクロマトグラフ質量分析法  
Key words : Chemicals in environment, 2,6-di-tert-Buthyl-4-methylphenol (BHT), GC/MS

### 1 はじめに

本調査は、環境省受託事業「平成 27 年度化学物質環境実態調査」において詳細環境調査として実施した調査である<sup>1)</sup>。詳細環境調査の目的は、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（以下、化審法）の優先評価化学物質のリスク評価を行うため、一般環境中における全国的な暴露評価について検討するための資料とすることである。

2015 年度の調査対象物質は 1 物質で、川崎港港湾域で水質及び生物を対象に実態調査を実施したので結果を報告する。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査対象物質

調査対象物質の 2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール（別名：ブチルヒドロキシトルエン）（以下、BHT）について、構造式を図 1 に、物理化学的性状及び用途等を表 1 に示す<sup>2)</sup>。

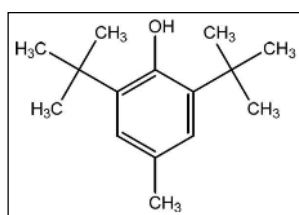


図 1 構造式

<sup>3)</sup>。

BHT は無色結晶または白色から淡黄色の結晶性粉末で、主に、ゴムの老化防止剤、食品用酸化防止剤、プラスチック、潤滑油や燃料油の酸化防止剤として使用されている。

化審法第三種監視化学物質であったが、2009 年度の法律改正により生態影響の観点から優先評価化学物質に指定された物質である。「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（以下、化管法）第一種指定化学物質であり、2014 年度化学物質排出移動量届出データにおける本市の排出量は 55.7kg/年で、

およそ 40%が公共用水域に排出されている<sup>4)</sup>。

#### 2.2 調査地点

調査地点を図 2 に示す。

川崎港港湾域は臨海工業地帯に位置し、周囲には石油精製、石油化学等の工場が多く存在している地域である。多摩川河口（A 地区）及び川崎港京浜運河（B 地区）は約 500m 四方の範囲である。それぞれの範囲内でできるだけ分散された状態となるように 3 地点を選び、その中から過去の調査との継続性を考慮して、各地区を代表する地点として A-3 及び B-1 を選択し、水質調査地点とした。川崎港扇島沖は生物調査地点である。

表 1 物理化学的性状及び用途等

BHT	
分子式	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O
分子量	220.36
CAS No.	128-37-0
化審法	優先評価(64)
化管法	第1種(207)
性状	無色結晶または白色～淡黄色結晶性粉末
沸点	265℃
融点	69.8℃
蒸気圧	1.1Pa
log Pow	5.1
水への溶解性	0.76mg/L
安定性	難分解性、中濃縮性
用途	老化防止剤(天然ゴム、合成ゴム)、 食品酸化防止剤、 酸化防止剤(インキ、プラスチック、潤滑油)

#### 2.3 試料採取

水質試料の概要を表 2 に示す。

2015 年 11 月 17 日に水質試料を採取した。ステンレス製バケツを使用して表層海水を採取し、保冷したまま試験室に持ち帰り、試験に供した。

生物試料の概要を表3に示す。

2015年10月11日～13日に生物試料であるスズキ（魚類）を採取した。氷冷したまま試験室に持ち帰り、「化学物質環境実態調査実施の手引き（平成27年度版）」<sup>5)</sup>に従って前処理を行い、試験に供した。また、水分含量及び脂質重量を測定した。

表2 水質試料の概要

調査地点	多摩川河口 A-3	川崎港京浜運河 B-1
水温(°C)	18.5	19.3
透明度(m)	3.1	7.5
色相	灰緑色	青緑色
pH	8.0	8.0
COD(mg/L)	2.7	2.3
DO(mg/L)	5.9	5.7
SS(mg/L)	6.4	3.5
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	15000	18000

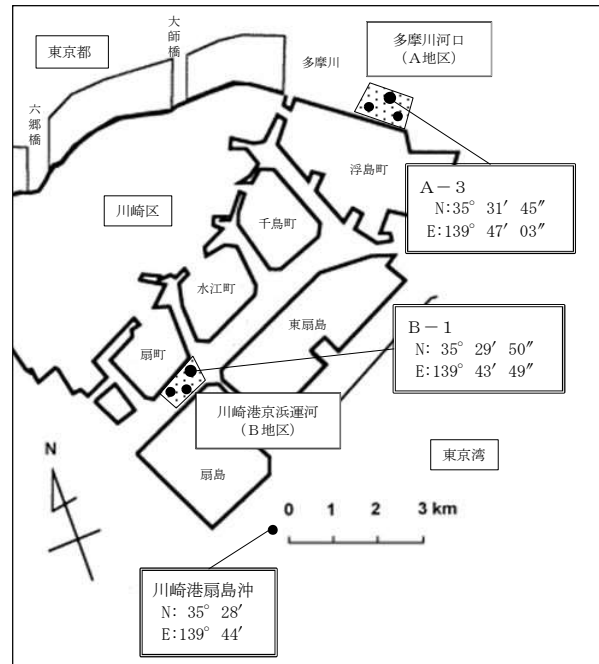


図2 調査地点

表3 生物試料の概要

検体番号	個体数	雌雄	体長(cm)		体重(g)		年齢	水分含量(%)	脂質重量(%)	採取法
			範囲	平均	範囲	平均				
スズキ1	15	雌	30.2 ~ 32.4	31.6	347 ~ 502	429	不明	67.9	1.8	投網
スズキ2	14	雄	27.2 ~ 37.4	31.9	300 ~ 671	449		67.6	1.2	
スズキ3	13	雌	32.6 ~ 34.1	33.3	228 ~ 528	466		70.2	1.4	

## 2.4 分析方法

「平成15年度化学物質分析法開発調査報告書」(以下、白本)に準拠して<sup>6)</sup>、水質試料については固相抽出-GC/MS法、生物試料については溶媒抽出-GC/MS法により分析を行なった。BHTが添加されている樹脂製品は使用せず、ガラス製器具類はすべてアセトンで洗浄した。

水質分析フローを図3に示す。

白本で使用している酸化防止剤ピロガロールからBHTが検出されたため、ピロガロールは使用せず、試料搬入後直ちに抽出を行った。固相抽出用の固相カートリッジには、ガラス製ハウジング及びテフロン製フリッツを使用しているSPELCLEAN ENVI-18 (Supelco社製)を使用した。水質試料を通水後の脱水・乾燥が不十分であると回収率が大きく低下したことから、窒素ガスを40分程度吹き付けながら吸引乾燥し、ガラス製カートリッジの外側から完全に乾燥していることを目視で確認した。また、超純水(以下、Milli-Q水)からBHTが検出下限値以上の濃度で検出されたため、Milli-Q水をヘキサンで洗浄後、エバポレータでヘキサンを除去した水を空白水として使用した。

生物分析フローを図4に示す。

ヘキサン転溶後の窒素ガス吹き付けによる濃縮工程でBHT回収率の低下がみられたため、白本では2回行うヘキサン転溶を100mLで1回とし、窒素ガス吹き付け時間を短縮した。クリーンアップ用の固相カートリッジには、ガラス製ハウジング及びテフロン製フリッツを使用しているSPELCLEAN LC-Florisil (Supelco社製)を使用した。固相カートリッジ上部に無水硫酸ナトリウムを1cm程度積層し、ヘキサン5mLで洗浄してから濃縮試料を負荷し、ヘキサン5mLで溶出した。空白水及び生物抽出液の希釈水には、水質試料の空白水と同様、ヘキサン洗浄したMilli-Q水を使用した。

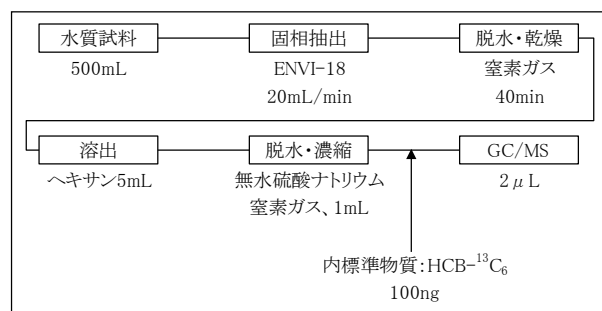


図3 水質分析フロー

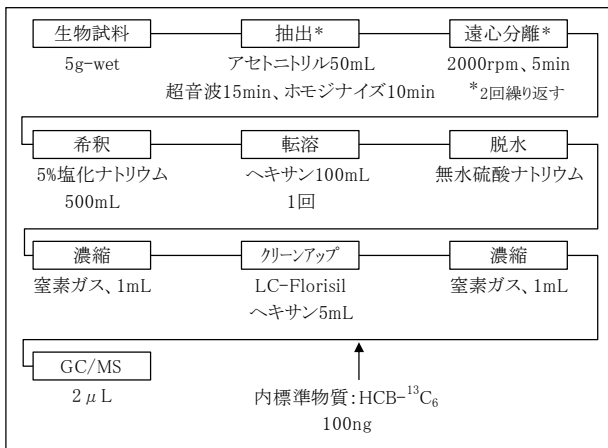


図4 生物分析フロー

分析条件を表4に示す。また、ブランク及び添加回収のクロマトグラムを図5及び図6に示す。上段がBHT、下段が内標準物質HCB-<sup>13</sup>C<sub>6</sub>のクロマトグラムである。

本分析方法による検出下限値（以下、MDL）は、水質2.0ng/L、生物0.38ng/g-wetであり、環境省の要求検出下限値である530ng/L及び680ng/g-wetを満たし、低濃度まで精度よく測定することが可能となった。回収率は、海水で70%、生物試料で88%であった。

表4 GC/MS分析条件

GC/MS装置 : Shimadzu GCMS-QP2010 Plus	
使用カラム: HP-5ms (30m×0.25mm φ, 0.25 μm) (Agilent製)	
カラム槽温度: 60°C(2min)-20°C/min-180°C(0min)-3°C/min-240°C(2min)	
注入口温度: 220°C	
キャリアガス: ヘリウム(1mL/min)	
注入法: スプリットレス(ページ:1.5分)	
注入量: 2 μL	
インターフェース温度: 250°C	
イオン化法: EI	
イオン源温度: 250°C	
イオン化電圧: 70 eV	
イオン化電流: 150 μA	
検出モード: SIM	
測定イオン(確認イオン):	BHT : 205 (220)
	HCB- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> : 290 (292)

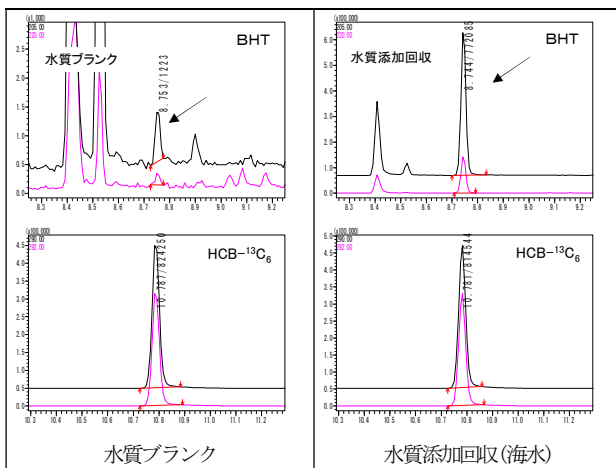


図5 水質試料のクロマトグラム

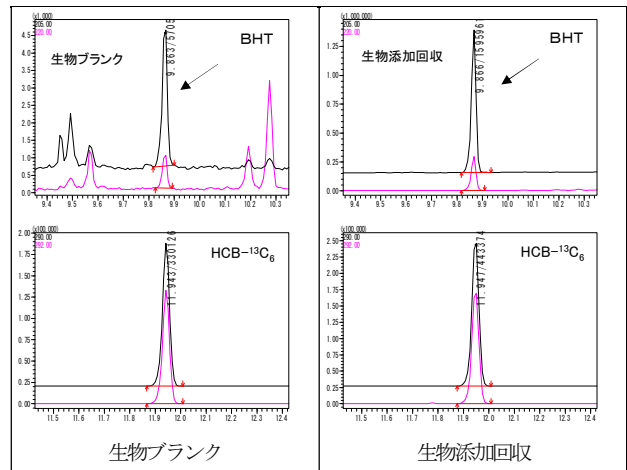


図6 生物試料のクロマトグラム

### 3 結果及び考察

水質調査結果を表5に、水質試料のクロマトグラムを図7に示す。

多摩川河口では不検出であったが、川崎港京浜運河で2.7ng/Lの濃度でBHTが検出された。全国の調査結果と比較すると、近隣都市である東京都及び横浜市におけるBHT濃度は10~43ng/Lであり<sup>7)</sup>、本市港湾域のBHTは近隣都市に比べて低濃度であった。

2008年度の環境省モニタリング調査で川崎港京浜運河の水質調査を行っているが、BHT濃度は1.3ng/Lであり、今回の調査結果とほぼ同程度であった。

環境省の環境リスク初期評価<sup>3)</sup>において、BHTの予測無影響濃度（以下、PNEC）は690ng/Lと算出されている。今回の検出濃度をECとしてEC/PNEC比を算出すると0.004となり、生態リスクに関しては「現時点では作業は必要ない」と判定される。

生物調査結果を表6に、生物試料のクロマトグラムを図8に示す。

京浜運河扇町のスズキから、1.2~2.5ng/Lの濃度でBHTが検出された。全国の調査結果と比較すると、兵庫県のスズキで96~120ng/g-wetで検出されているものの、その他の地域においては本市の濃度とほぼ同程度であった<sup>8)</sup>。

2008年度の環境省モニタリング調査で京浜運河扇町のスズキを調査しているが、BHT濃度は3.1~17ng/g-wetで今回の調査結果よりも高かったことから、BHT濃度は過去に比べて低下傾向にあることが示唆された。

### 4 まとめ

本調査により、以下のことが確認された。

- (1) 川崎港港湾域の水質におけるBHT濃度は近隣都市よりも低濃度であり、生態リスクに関しては現時点での作業は必要ないと判定される濃度であった。
- (2) 川崎港港湾域で採取したスズキ（魚類）におけるBHT濃度は、過去の調査と比較して低下傾向にあった。

本調査の結果は、「平成 28 年度版 化学物質と環境」に掲載されている<sup>2)</sup>。環境省の「化学物質環境実態調査」は、化学物質の残留状況を全国規模で比較することができ、また、新規分析技術に関する知見等が提供されるため、本市が独自に行う化学物質調査に非常に有益な調査となっていることから、今後も継続して調査を行っていく予定である。

表5 水質調査結果

		(単位:ng/L)	
調査地点		2015年度(EC)	過去調査 <sup>*1</sup> 2008年度
多摩川河口	A-3	<2.0	—
川崎港京浜運河	B-1	2.7	1.3
報告時MDL		2.0	1.1
全国調査結果 <sup>*2</sup>	検出範囲	<6.2~43 (18/21)	<1.1~7.8 (9/36)
	MDL	6.2	1.1
PNEC <sup>*3</sup>		690	

\*1: 2008年度はモニタリング調査として実施

\*2: ()内は検出頻度(検出数/検体数)  
検出下限値は全調査機関の報告時検出下限値の中で最も高い値

\*3: 予測無影響濃度  
(水生生物に影響を与えないとされる濃度)

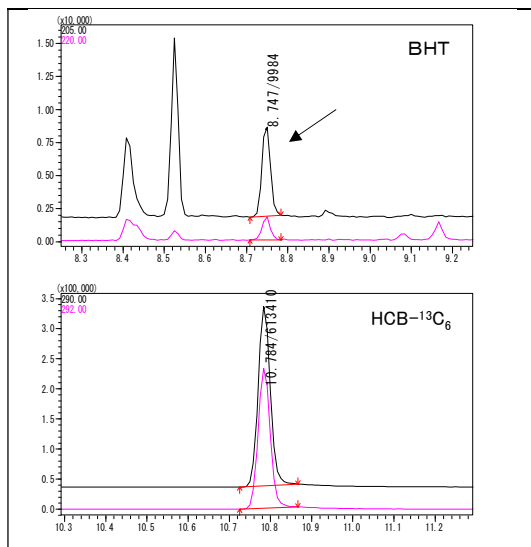


図7 水質試料(B-1)のクロマトグラム

表6 生物調査結果

		(単位:ng/g-wet)	
調査地点		2015年度	過去調査 <sup>*1</sup> 2008年度
京浜運河扇町	スズキ-1	1.2	7.2
	スズキ-2	2.5	8.4
	スズキ-3	2.5	3.1
	スズキ-4	—	17
	スズキ-5	—	14
報告時MDL		0.38	0.50
全国調査結果 <sup>*2</sup>	検出範囲	<0.29~120 (32/36)	<0.50~26 (48/85)
	MDL	0.29	0.50

2015年度は3検体のみ分析

\*1: 2008年度はモニタリング調査として実施

\*2: ()内は検出頻度(検出数/検体数)  
検出下限値は全調査機関の報告時検出下限値の中で最も高い値

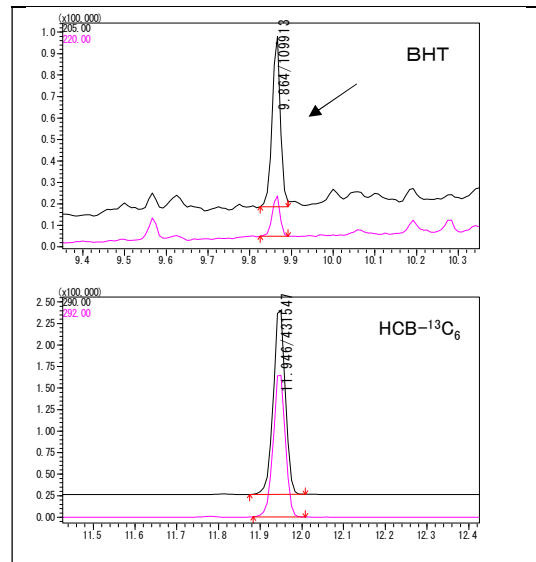


図8 生物試料のクロマトグラム

## 文献

- 1) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課：平成 27 年度化学物質環境実態調査委託業務詳細要領、(2015)
- 2) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課：平成 28 年度版 化学物質と環境、(2017)
- 3) 環境省：化学物質の環境リスク評価 第6巻 2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール  
<https://www.env.go.jp/chemi/report/h19-03/pdf/chpt1/1-2-2-11.pdf>
- 4) 神奈川県：環境科学センター かながわPRTR情報室 2015年データ  
<http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/prtr/H27data/hyoutji6.asp>
- 5) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き(平成 27 年度版)、(2016)
- 6) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課：化学物質と環境 平成 15 年度化学物質分析法開発調査報告書、96~112 (2004)
- 7) 環境省：平成 27 年度詳細環境調査分析機関報告データ 水質[6] 2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール  
[http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2016/sokutei/pdf/02\\_01\\_06.pdf](http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2016/sokutei/pdf/02_01_06.pdf)
- 8) 環境省：平成 27 年度詳細環境調査分析機関報告データ 生物[6] 2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール  
[http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2016/sokutei/pdf/02\\_03\\_06.pdf](http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2016/sokutei/pdf/02_03_06.pdf)