

福岡市における化審法関連物質の環境実態調査

高村範亮・山下紗矢香・田辺智子

福岡市保健環境研究所環境科学課

Survey of Chemicals under Chemical Substances Control Law, in Fukuoka City

Noriaki TAKAMURA, Sayaka YAMASHITA and Tomoko TANABE

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律で規制されている物質の環境中での実態を把握するため、平成25～27年度にかけて福岡市内の河川や博多湾、排水などの水質及び底質の調査を行った。調査対象物質は、ペルフルオロオクタンスルホン酸を含む有機フッ素化合物（以下、「PFCs」という。）、ヘキサブロモシクロドデカン（以下、「HBCD」という。）、2,4-ジ-tert-ブチル-6-(5-クロロ-2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール及びその類縁体であるベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤（以下、「UV327等」という。）とした。調査の結果、PFCsは河川の環境基準点よりも補助地点の水質試料で高濃度になる傾向が認められた。HBCDは一部の河川でγ-HBCDがわずかに検出されたが、その他の異性体は河川及び最終処分場のいずれの水質試料においても不検出であった。UV327等は調査した全ての底質試料でいずれかの類縁体が検出された。

Key Words : 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 Chemical Substances Control Law, 有機フッ素化合物 perfluorinated organic compounds, ヘキサブロモシクロドデカン hexabromocyclododecane, 紫外線吸収剤 UV stabilizer

1 はじめに

化学物質による環境汚染を防止するため、日本国内における化学物質の製造等は、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」という。）によって規制されている。化審法では難分解性、高蓄積性の化学物質のうち、人又は高次捕食動物への長期毒性が明らかかなものを第一種特定化学物質、毒性が不明なものを監視化学物質に指定している。第一種特定化学物質は環境中への放出を回避するために原則使用禁止となっているが、監視化学物質には使用についての制限は無い。一方で、監視化学物質が第一種特定化学物質に指定されることもあるため、あらかじめ環境中での実態を把握し、環境や生態系への影響を評価することは重要である。

化審法に関連する物質の中で、今回は第一種特定化学物質に指定されているペルフルオロオクタンスルホン酸（以下、「PFOS」という。）及びヘキサブロモシクロドデカン（以下、「HBCD」という。）なお、HBCDは調査開始時には監視化学物質であったが、調査中に第一種特定化学物質に指定された。）並びに監視化学物質に指定

されている2,4-ジ-tert-ブチル-6-(5-クロロ-2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール（以下、「UV327」という。）に注目した。PFOSは主に半導体工業や写真工業、泡消火剤に使用されている¹⁾。第一種特定化学物質ではあるが、代替が困難等の理由によりエッチング剤や半導体用レジスト、業務用写真フィルムの製造での使用が法令上認められており、福岡市ではこれまでもPFOSを含む有機フッ素化合物（以下、「PFCs」という。）の環境実態調査を行ってきた^{2,3,4)}。HBCDは主に難燃剤として断熱材やカーテン等に使用されている⁵⁾。UV327は主にプラスチック等の紫外線による劣化防止のための紫外線吸収剤として使用されており⁶⁾、構造が類似した2-(2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4,6-ジ-tert-ブチルフェノールが第一種特定化学物質に指定されている。HBCDとUV327は環境や生態系に影響を及ぼす恐れがある物質という報告⁷⁾もあり、環境中での実態を把握する必要があると考えられた。

そこで今回はこの3物質を調査対象とし、PFOSはPFCsとして、UV327はその類縁体であるベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤も加えて（以下、「UV327等」と

いう。)環境実態調査を行った。

なお、本調査は国立環境研究所と複数の地方環境研究所が参加して共同研究を実施するⅡ型共同研究「国内における化審法関連物質の排出源及び動態の解明」(平成25～27年度)の一環として行った。

2 調査方法

2.1 調査時期及び調査地点

PFCsの調査は平成27年度に行った。福岡市内での分布を把握するため、調査地点は市内の博多湾及び河川的环境基準点等34地点(図1)とし、季節ごと(平成27年4月,7月,10月及び平成28年1月)に水質試料を調査した。河川におけるサンプリングは海水の影響を低減するため、干潮時に行った。

HBCDの調査は平成25～26年度に行った。初期調査として、気象状況や海洋状況が比較的安定している秋(平成25年11月)に、下水処理水の影響を受ける名島橋及び千鳥橋並びに上流地点における河川の浚渫工事の影響を受ける恐れのある那の津大橋及び旧今川橋の環境基準

点4地点の水質試料を調査した。サンプリングは海水の影響を低減するため、干潮時に行った。また、HBCDが廃棄物から流出する可能性を調査するため、平成27年1月に福岡市内の最終処分場(東部埋立場,西部埋立場)の水質試料でも調査を行った。

UV327等の調査は平成26年度、福岡市の底質の常時監視に合わせて8月に行った。UV327等は道路粉じんが排出源である可能性が示されている⁸⁾ことから、粉じんが堆積している可能性がある底質を調査試料とした。調査地点については、道路粉じん中の濃度と車両通行量に相関が認められるとの報告がある⁸⁾ことから、河川においては、幹線道路である国道3号線及び福岡都市高速のジャンクションが近くにあり、車両通行量が比較的多いと思われる千鳥橋とした。博多湾における調査地点は東部海域(湾奥)のE-2及び中部海域(湾央)のC-4とした。

2.2 調査対象物質

PFCsの調査対象物質は、炭素鎖の末端にスルホン酸基を有するもの4物質とカルボキシル基を有するもの5物質の計9物質とした(表1)。



図1 調査地点図

表1 PFCsの調査対象物質

物質	略記	MRM	ISTD
Perfluorobutanesulfonate	(C4) PFBS	299>80	
Perfluorohexanesulfonate	(C6) PFHxS	399>80	¹³ C ₃ -PFHxS
Perfluoroheptanesulfonate	(C7) PFHpS	449>80	
Perfluorooctanesulfonate	(C8) PFOS	499>80	¹³ C ₈ -PFOS
Perfluoropentanoic acid	(C5) PFPeA	263>219	¹³ C ₅ -PFPeA
Perfluorohexanoic acid	(C6) PFHxA	313>269	¹³ C ₅ -PFHxA
Perfluoroheptanoic acid	(C7) PFHpA	363>319	¹³ C ₄ -PFHpA
Perfluorooctanoic acid	(C8) PFOA	413>369	¹³ C ₈ -PFOA
Perfluorononanoic acid	(C9) PFNA	463>419	¹³ C ₉ -PFNA

HBCDの調査対象物質は、HBCDの立体異性体のうち、 α -HBCD、 β -HBCD及び γ -HBCDとした。

UV327等の調査対象物質は、2-(tert-ブチル)-4-メチル-6-(5-クロロ-2H-1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール(以下、「UV326」という。), UV327及び2-(3,5-ジ-tert-アミル-2-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール(以下、「UV328」という。)とした。

2.3 分析方法

PFCsの分析方法は前報⁴⁾に従った。

HBCDの分析は当研究所で試料を採取した後、一部前処理を行い、II型共同研究の共同研究者である福岡県保健環境研究所に測定を依頼した。

UV327等の分析は当研究所で試料を採取した後、II型共同研究の共同研究者である(公財)東京都環境公社東京都環境科学研究所に測定を依頼した。

3 実験結果及び考察

3.1 水質中有機フッ素化合物

博多湾及び河川の環境基準点における調査地点ごとの年間平均濃度を図2に、河川の補助地点における調査地点ごとの年間平均濃度を図3に示す。環境基準点において博多湾よりも河川が高濃度であること、博多湾及び河川の濃度範囲については、前報⁴⁾と同様な結果である。一方、前報⁴⁾では河川の環境基準点について、市内の西部よりも東部でPFCsの濃度が高い傾向にあることを報告したが、今回の調査では、西部の河川でも金屑川(飛石橋)では比較的高濃度になっていた。また、河川の環境基準点と補助地点を比較すると、補助地点で高濃度になる傾向が認められた。諸岡川(諸岡橋)が合流する御笠川では、合流前後の環境基準点(板付橋, 金島橋)でPFCsの濃度の増減が小さく諸岡川の影響はほとんど認められなかったが、若久川(天代橋)が合流する那珂川では、合流後の環境基準点(住吉橋)で合流前の環境基準点(塩原橋)よりも濃度が高くなっていった。また、有田橋(金屑川)及び舟底橋(油山川)の下流に位置する飛石橋では前報⁴⁾よりもPFCsの濃度が高くなっており、両地点の影響を強く受けたのではないかと考えられる。補助地点の中でPFCsが高濃度であった諸岡橋, 天代橋, 有田橋及び舟底橋ではPFCsの中でPFOSの割合が最も多く、御島橋ではPFNAの割合が最も多かった。今回の調査では、これらの補助地点でPFCsが環境基準点よりも比較的高濃度に検出された理由は明らかにできなかったが、排出源に関する情報として有用な情報であると考え

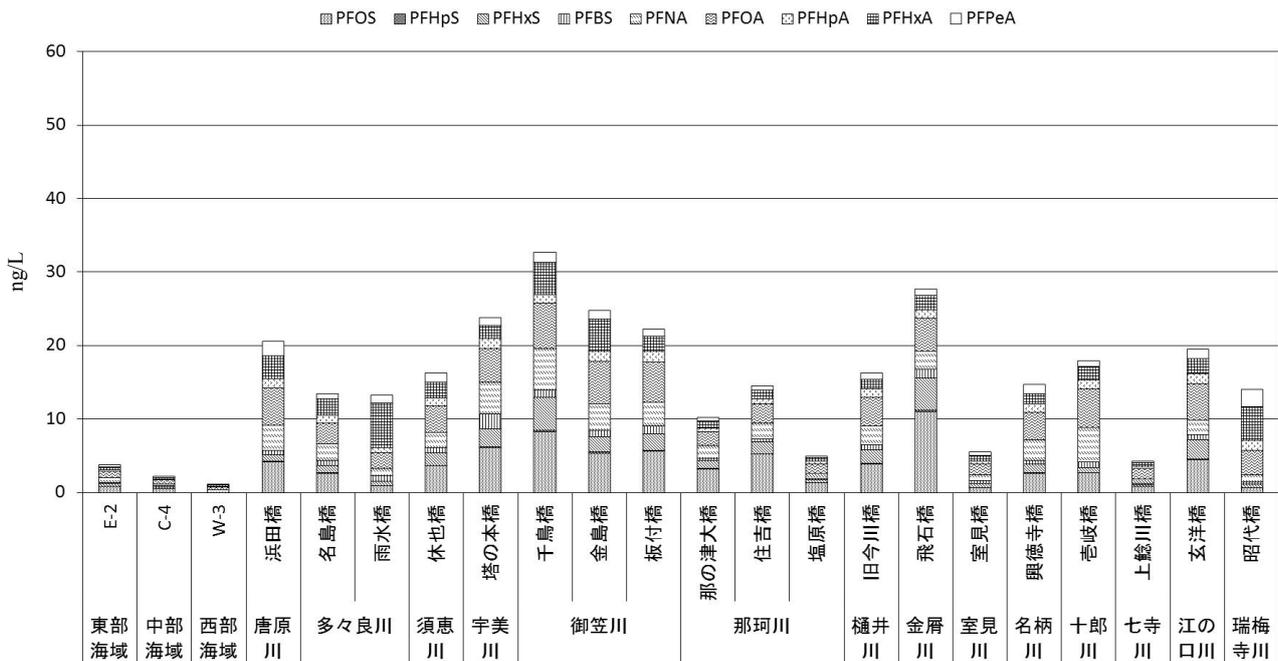


図2 博多湾及び河川の環境基準点におけるPFCsの年間平均濃度

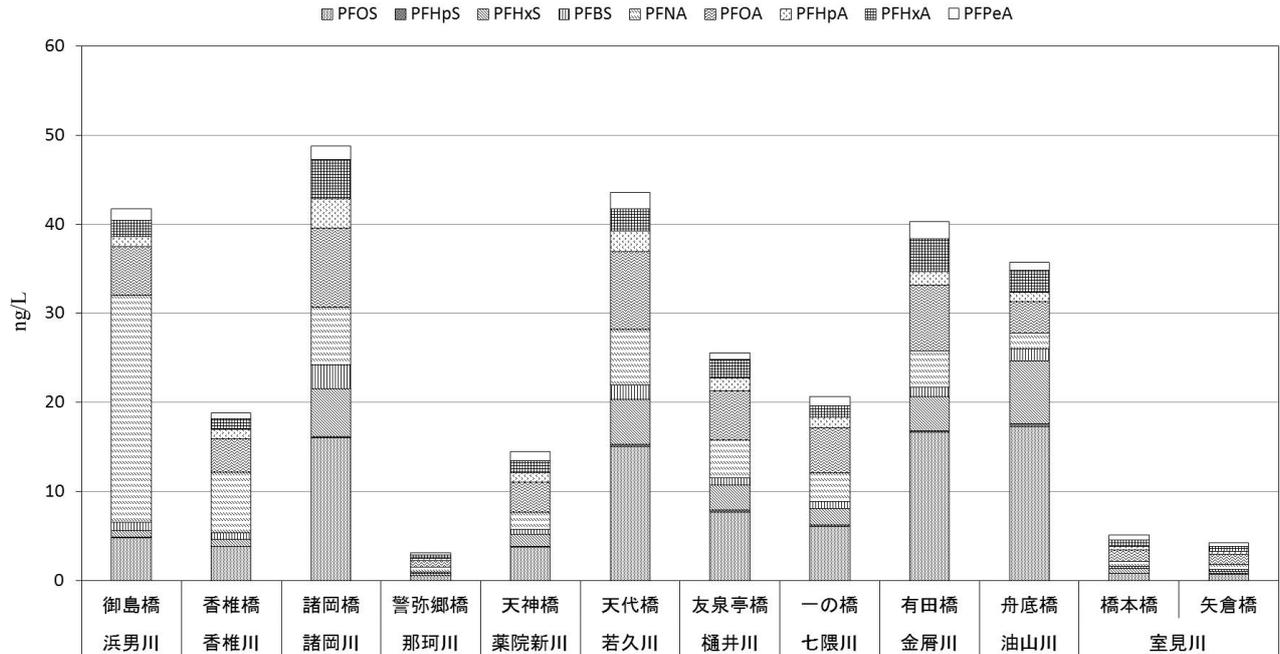


図3 河川の補助地点等における PFCs の年間平均濃度

えられる。なお、環境省が実施した化学物質環境実態調査（以下「エコ調査」という。）では、PFCsのうちPFOS及びPFOAを平成21～26年にかけて、国内の48～49地点の水質試料で調査している。その結果、PFOSは中央値が0.36～0.58 ng/L、最大値が7.5～230 ng/Lであり、PFOAは中央値が1.1～2.4 ng/L、最大値が23～50 ng/Lであった⁹⁾。また、環境省が公表している化学物質の環境リスク評価^{1,10)}によれば、PFOSの予測無影響濃度は23,000 ng/L、PFOAは310,000 ng/Lである。今回の調査におけるPFOS、PFOAの検出範囲はそれぞれ<0.2～41.4 ng/L、0.2～13.6 ng/Lであり、いずれの物質も検出範囲がエコ調査の中央値よりは高いが、最大値は超えていなかった。また、今回の調査で得られた最大値を予測無影響濃度と比較すると、PFOS、PFOAはそれぞれ約550分の1、約22000分の1であり、十分に低い値であると考えられた。PFNAについては、御島橋で比較的高濃度に検出されているが、物質の毒性等に関する情報が不足しているため、今後の研究の進展が望まれる。

3.2 水質中ヘキサブロモシクロドデカン

河川の環境基準点4地点における調査地点ごとの結果を表2に、最終処分場ごとの結果を表3に示す。河川では千鳥橋及び名島橋でγ-HBCDが検出されたが、その他の2地点ではいずれのHBCDも検出されなかった。西野の報告¹¹⁾によれば、全国の公共用水域の水質試料におけるHBCDの濃度の最大値はα-HBCDが0.8 ng/L、β-HBCDが0.08 ng/L、γ-HBCDが4.6 ng/Lであり、今回の福岡市の河川における結果は、最大値を示した名島橋

のγ-HBCDが全国の最大値の約8分の1であり、高い値ではなかった。最終処分場では埋立場ごとの浸出水、污水处理施設の処理水や放流水などを調査した。水質試料はSSが<1～35 mg/L、CODが5.4～24 mg/L、TOCが4.0～18 mg/Lと、試料によって懸濁物質や有機汚濁の指標に差があったが、いずれの試料からもHBCDは検出されなかった。西野らの報告¹²⁾によれば、全国の排水試料におけるHBCDの濃度の最大値はα-HBCDが23 ng/L、β-HBCDが0.95 ng/L、γ-HBCDが154 ng/Lであり、今回の結果はこれらと比較して十分に低い値である。

表2 河川の水質試料におけるHBCD濃度

採水地点	α-HBCD	β-HBCD	γ-HBCD
名島橋	N.D.	N.D.	0.55
千鳥橋	N.D.	N.D.	0.29
那の津大橋	N.D.	N.D.	N.D.
旧今川橋	N.D.	N.D.	N.D.
検出下限値	0.11	0.24	0.20

単位: ng/L, N.D.は検出下限値未満を示す

表3 最終処分場の水質試料におけるHBCD濃度

採水地点	α-HBCD	β-HBCD	γ-HBCD
東部埋立場	浸出水①	N.D.	N.D.
	浸出水②	N.D.	N.D.
	処理水	N.D.	N.D.
西部埋立場	浸出水①	N.D.	N.D.
	浸出水②	N.D.	N.D.
	放流水	N.D.	N.D.
検出下限値	0.62	0.48	0.74

単位: ng/L, N.D.は検出下限値未満を示す

3.3 底質中ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤

博多湾2地点及び河川1地点における調査地点ごとの結果を表4に示す。いずれの地点においてもUV327等のいずれかが検出された。また、UV327やUV328は河川よりも博多湾の底質で濃度が高い傾向がある一方で、UV326は河川では検出されたが、博多湾では検出されなかった。UV327については、平成18年度に環境省が実施したエコ調査^{1,3)}において、底質試料から0.18~41 ng/g-dryの範囲で検出されており、特に都市部の河川や海からは18~41 ng/g-dryの範囲で検出されている。今回の調査でUV327の最大値を示したE-2の0.82 ng/g-dryをエコ調査の都市部での結果と比較すると、約20~40分の1であり、十分に低い値であると考えられた。一方、UV326やUV328については全国の環境中における存在量の情報が確認できず比較ができなかった。しかし、中田らの報告⁸⁾によれば、道路粉じん中のUV326やUV328の濃度は平均値と比較するとUV327の濃度の3~4倍程度であり、底質のUV327等が道路粉じんに由来するならば、今回のUV326やUV328の結果はUV327の約1.3~1.8倍であり、妥当な結果であると考えられた。

表4 博多湾及び河川の底質試料
におけるUV327等濃度

採泥地点	UV326	UV327	UV328
E-2	N.D.	0.82	1.1
C-4	N.D.	0.40	0.58
千鳥橋	0.49	0.28	0.51
検出下限値	0.14	0.13	0.07

単位: ng/g-dry, N.D.は検出下限値未満を示す

4 まとめ

平成25~27年度にかけて福岡市内の河川や博多湾、排水などの水質及び底質に含まれるPFCs, HBCD及びUV327等の環境実態調査を行った。調査の結果、PFCsは河川の補助地点で環境基準点よりも高濃度になる傾向が認められ、その下流にある環境基準点では影響を受けて濃度が高くなっていると考えられる地点もあった。補助地点でPFCsが高濃度になる原因は明らかにできなかったが、PFOSやPFOAについては予測無影響濃度を十分に下回っており、環境への影響はすぐには出ないと考えられた。HBCDについては一部の河川で γ -HBCDがわずかに検出されたが、検出されたHBCDの濃度は全国調査と比較して高い値ではなかった。また、HBCDが廃棄物から流出する可能性を調査するために最終処分場の水質試料を分析したが、いずれの試料からもHBCDは検出されなかった。UV327等については、調査した全ての底質試料

でいずれかの類縁体が検出されたが、福岡市が都市部であることや、周辺の道路状況を考慮すると、十分に低い濃度であったと考えられる。今回調査した物質は、いずれも予測無影響濃度や他都市での検出濃度等と比較して低い値となっており、現時点では対策が必要な状況ではないと考えられる。

文献

- 1)環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価 第6巻, 2008
- 2)小原浩史他：福岡市内河川水及び博多湾の有機フッ素化合物に関する汚染実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 35, 41~45, 2010
- 3)宗かよこ他：福岡市内水環境中における有機フッ素化合物の実態調査および排出調査, 福岡市保健環境研究所報, 36, 41~46, 2011
- 4)山下紗矢香他：福岡市の公共用水域における水質・底質中有機フッ素化合物調査, 福岡市保健環境研究所報, 40, 74~79, 2015
- 5)独立行政法人製品評価技術基盤機構他：製品含有化学物質のリスク評価 ヘキサブロモシクロドデカン, 2013
- 6)経済産業省：第一種監視化学物質について, 化学物質審議会安全対策部会安全対策小委員会(第8回)配布資料, 2009
- 7)独立行政法人港湾空港技術研究所：わが国の沿岸域環境で今後問題になるおそれのある残留性化学物質のスクリーニング：その方法論の整備, 港湾空港技術研究所資料, No.1203, 2009
- 8)中田晴彦他：道路粉塵におけるベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の分布特性と路上負荷量の推定, 環境化学, 23, 37~42, 2013
- 9)環境省環境保健部環境安全課：平成27年度版化学物質と環境, 2016
- 10)環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価 第9巻, 2011
- 11)西野貴裕：国立環境研究所II型共同研究「国内における化審法関連物質の排出源及び動態の解明」の進捗状況について, 第41回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集, 92~93, 2014
- 12)西野貴裕他：国立環境研究所II型共同研究「国内における化審法関連物質の排出源及び動態の解明」の活動成果報告, 第43回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集, 90~91, 2016
- 13)環境省環境保健部環境安全課：平成19年度版化学物質と環境, 2008