

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：82405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00536

研究課題名(和文)水環境におけるフッ素テロマー化合物の汚染実態と生分解挙動の解明

研究課題名(英文) Contamination and biodegradation behavior of fluorotelomer compounds in aquatic environment

研究代表者

茂木 守 (Motegi, Mamoru)

埼玉県環境科学国際センター・研究推進室・副室長

研究者番号：10415391

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：埼玉県内の河川水のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)、ペルフルオロオクタン酸(PFOA)濃度は2015年と同程度で推移した。埼玉県内9カ所の下水処理場放流水のPFOS、PFOA合計濃度は4.9～49 ng/Lの範囲であった。河川水-底質を用いた252日間の好氣的生分解実験により、ペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノールリン酸エステル類(SAmPAP、diSAmPAP)から49～57%のPFOSが生成した。河川水-底質を用いた196日間の好氣的生分解実験では、8:8PFPI濃度は生物活性の有無に関わらず徐々に減少し、活性系と滅菌系における半減期は、それぞれ103日、136日であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

河川水、底質を用いた好氣的長期生分解実験を用いて、前駆物質からPFOSの生成割合、生成速度を明らかにすることで、当該前駆物質が水環境中に放出された時のリスクを予測することができる。これにより、PFOSの前駆物質の使用、排出規制につながる可能性がある。令和2年5月、PFOS及びPFOAが水質の要監視項目に追加され、PFOS及びPFOAの合計濃度が公共用水域及び地下水の指針値(暫定)「0.00005 mg/L (50 ng/L)以下」として設定された。本研究ではこれらの物質を河川水で継続的にモニタリングしており、指針値(暫定)を超過した河川の原因を速やかに解明し、環境行政へ貢献することができた。

研究成果の概要(英文)：Concentrations of both perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in river waters in Saitama Prefecture remained at the same level as 2015. Total concentrations of PFOS and PFOA in the effluents of 9 sewage treatment plants in Saitama Prefecture ranged from 4.9 to 49 ng/L. Perfluorooctane sulfonamido ethanol phosphate esters (SAmPAP and diSAmPAP) biotransformed to PFOS at the rate of 49-57% after 252 days in an aerobic water/sediment incubation by a shake flask batch test. 8:8 Perfluoroalkyl phosphinate (8:8PFPI) concentrations gradually decreased under both biotic and abiotic conditions during 196 days water/sediment incubation period. The half-life periods of 8:8PFPI were 103 days for the biotic incubation and 136 days for abiotic incubation, respectively.

研究分野：環境化学

キーワード：フッ素テロマー化合物 リン酸系有機フッ素化合物 PFOS PFOA 前駆物質 生分解 河川水 下水処理場

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

撥水・撥油剤、界面活性剤などに使用されていた有機フッ素化合物のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタン酸(PFOA)は、生物に対する発がん性、神経障害、生殖障害などの有害性が指摘されている。これらの物質は通常的环境中では分解しないため、生物への影響が懸念されている。そのため PFOS は残留性有機汚染物質として製造、輸入、使用が原則禁止されており、PFOA も世界の主要な製造企業が自主的な削減に取り組んでいるが、どちらの物質も未だに河川水や下水処理水等から検出されている。国内では PFOS、PFOA の環境基準は設定されていないが、2016 年 5 月には米国環境保護庁から PFOS、PFOA の飲用指針値(PFOS+PFOA: 70 ng/L)が提示された。これは以前示されていた暫定指針値(PFOS:200 ng/L、PFOA:400 ng/L)よりも厳しく、現在の水環境について再評価する必要がある。現状では、PFOS、PFOA 自体がそのまま環境に放出されることはほとんどないと考えられるが、環境中で生分解等によって PFOS、PFOA などの難分解性物質に転換する物質(「前駆物質」という)は現在も使用されている。国内では前駆物質に関する排出基準や環境基準は整備されていないため、今後環境保全上の問題に発展する可能性がある。海外では、前駆物質の一種であるフッ素テロマーリン酸エステル類(PAP、diPAP)が食品用耐油耐水紙のコーティングに使われているが、これらの物質はヒトの血清、下水処理場のスラッジ、ハウスダストなどから検出されている。この他にも、ペルフルオロスルホンアミドエタノールリン酸エステル類(SAmPAP、diSAmPAP)、フッ素テロマースルホネート類(FTS)、フッ素テロマーリン酸類(PFPi)が、食品用耐油耐水紙のコーティングやクロムメッキの助剤、泡消火剤などに使われている。PFPi が生分解されて生じるペルフルオロアルキルリン酸類(PFOPA、PFHxPA)は、カナダのハウスダストから検出されている。国内においても、これらの前駆物質が使用され、下水処理工程や河川環境中で難分解性物質に転換して残存すると予想されるが、国内の水環境中の存在実態はほとんどわかっていない。前駆物質のうちフッ素テロマーリン酸エステル類(6:2diPAP)やフッ素テロマースルホネート類(6:2FTS)については、下水スラッジなどを用いた約 90-110 日間の生分解実験が行われ、転換物質やその割合がある程度わかっている。しかし、ペルフルオロスルホンアミドエタノールリン酸エステル類やフッ素テロマーリン酸類について水環境中の生分解挙動は調べられていない。水生生物に対する前駆物質自体のリスクアセスメントは 6:2FTS で行われているが、その他の前駆物質については行われていない。また、前駆物質は水環境中で生分解され、難分解性の有機フッ素化合物に転換するため、最終的な転換物質の種類、割合を考慮し、それに換算したポテンシャルリスクの評価も重要である。

2. 研究の目的

本研究は、生物に対する有害性が指摘されている難分解性有機フッ素化合物のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)、ペルフルオロオクタン酸(PFOA)などや環境中で転換する前駆物質(これまで国内環境中の報告例がほとんどないペルフルオロスルホンアミドエタノールリン酸エステル類、フッ素テロマーリン酸エステル類、フッ素テロマースルホネート類、フッ素テロマーリン酸類)について、12 種類のリン酸系有機フッ素化合物(表 1)の分析法を確立すること、約 50 種類の有機フッ素化合物(表 1)について河川水、下水処理場放流水など水環境に関する存在実態を把握すること、河川水、底質を用いた実験室レベルでの好氣的長期生分解実験を行い、水環境における一部の前駆物質の生分解挙動を詳細に解明すること、実態調査、分解実験で得られた結果と有害性データなどから水環境におけるリスクを評価することを目的とする。

表 1 研究対象とした有機フッ素化合物

分析法を検討する12物質		すでに分析法を確立している37物質			
物質	示性式	物質	示性式	物質	示性式
SAmPAP	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OPO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	PFBS	C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> SO <sub>3</sub> H	PFOSi	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> H
diSAmPAP	(C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> H	PFHxS	C <sub>8</sub> F <sub>19</sub> SO <sub>3</sub> H	FOSA	C <sub>6</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
8:2PAP	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OPO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	PFHpS	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> SO <sub>3</sub> H	N-MeFOSA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH(CH <sub>3</sub> )
8:2diPAP	(C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> H	PFOS	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>3</sub> H	N-EtFOSA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )
6:2PAP	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OPO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	PFDS	C <sub>10</sub> F <sub>21</sub> SO <sub>3</sub> H	FOSAA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH(CH <sub>3</sub> COOH)
6:2diPAP	(C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> H	PFPeA	C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> COOH	8:2FTCA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> CH <sub>2</sub> COOH
6:2/8:2diPAP	(C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O)(C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O)PO <sub>2</sub> H	PFHxA	C <sub>6</sub> F <sub>11</sub> COOH	8:2FTUCA	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> CFCHCOOH
8:8PFPi	(C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> ) <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> H	PFHpA	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> COOH	10:2FTCA	C <sub>10</sub> F <sub>21</sub> CH <sub>2</sub> COOH
6:8PFPi	(C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> )(C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> )PO <sub>2</sub> H	PFOA	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> COOH	10:2FTUCA	C <sub>8</sub> F <sub>19</sub> CFCHCOOH
6:6PFPi	(C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> ) <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> H	PFNA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> COOH	4:2FTS	C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> H
PFOPA	C <sub>8</sub> F <sub>19</sub> PO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	PFDA	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> COOH	6:2FTS	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> H
PFHxPA	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> PO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	6:2FTCA	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> CH <sub>2</sub> COOH	8:2FTS	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> H
		6:2FTUCA	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> CFCHCOOH		
				N-MeFOSAA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH(CH <sub>3</sub> )(CH <sub>3</sub> COOH)
				N-EtFOSAA	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> NH(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )(CH <sub>3</sub> COOH)
				N-MeFOSE	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> N(CH <sub>3</sub> )(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OH)
				N-EtFOSE	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OH)
				3:3FTCA	C <sub>3</sub> F <sub>7</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> COOH
				5:3FTCA	C <sub>5</sub> F <sub>11</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> COOH
				7:3FTCA	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> COOH
				6:2FTOH	C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
				8:2FTOH	C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
				10:2FTOH	C <sub>10</sub> F <sub>21</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
				5:2sFTOH	C <sub>5</sub> F <sub>11</sub> CH(CH <sub>3</sub> )OH
				7:2sFTOH	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> CH(CH <sub>3</sub> )OH

3. 研究の方法

(1) リン酸系有機フッ素化合物の分析方法の検討、開発

これまでに河川水や下水処理放流水中の PFOS、PFOA 及びそれらの前駆物質など 37 種類の有機フッ素化合物について、LC/MS/MS 及び GC/MS で分析する方法を開発してきた。本研究では、新たに 10 種類の前駆物質(SAmPAP、diSAmPAP、8:2PAP、8:2diPAP、6:2PAP、6:2diPAP、6:2/8:2diPAP、8:8PFPi、6:8PFPi、6:6PFPi)及び 2 種類の最終転換物質(PFOPA、PFHxPA)について、LC/MS/MS を

用いた河川水等の分析方法を確立する。

(2) 前駆物質の好氣的長期生分解実験

本研究で実施する生分解実験は、ISO/DS14952「表層水または表層水/底質懸濁物のフラスコ振騰バッチテスト」に準じて開発した方法を用いる。本研究では、PFOS の前駆物質である diSAmPAP、PFOPA の前駆物質である 8:8PFPi について、河川水/底質を用いた 6 ヶ月以上の好氣的長期生分解実験を行い、転換物質の生成割合を把握する。

(3) 河川水の調査

埼玉県内で環境基準点を有する 35 河川 38 地点の河川水を採取し、前駆物質や PFOS、PFOA など約 50 物質の濃度を LC/MS/MS 及び GC/MS で測定し、存在実態を把握する。

(4) 下水処理場の調査

埼玉県内の 9 カ所の流域下水処理場について、流入水、放流水を採取し、前駆物質や PFOS、PFOA など約 50 物質の濃度を LC/MS/MS 及び GC/MS で測定し、下水処理による消長及び河川等への流出負荷を把握する。

(5) 負荷量算定、リスク評価

本研究で実施した河川水、下水処理場放流水等の実態調査結果、分解実験で得られた前駆物質から PFOS、PFOA への転換割合、さらに各物質の有害性データなどから前駆物質等による PFOS、PFOA の環境負荷量を算定し、水環境における PFOS、PFOA の指針値等と比較評価する。また、PFOS、PFOA 以外の最終転換物質や前駆物質のポテンシャルリスクも考慮した評価を行う。

4. 研究成果

(1) リン酸系有機フッ素化合物の分析方法の検討、開発

PFOS の前駆物質であるペルフルオロスルホンアミドエタノールリン酸エステル類 (SAmPAP、diSAmPAP)、PFOA や PFHxA の前駆物質であるフッ素テロマーリン酸エステル類 (8:2PAP、8:2diPAP、6:2/8:2diPAP、6:2PAP、6:2diPAP)、ペルフルオロリン酸類 (PFOPA、PFHxPA) とそれらの前駆物質であるフッ素テロマーリン酸類 (8:8PFPi、6:8PFPi、6:6PFPi) について、河川水、下水流入水・放流水、生分解試験に使用する河川水-底質混合液の LC/MS/MS 分析法を確立した。

(2) 前駆物質の好氣的長期生分解実験

PFOS の前駆物質であるペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノールリン酸エステル類 (SAmPAP、diSAmPAP) について、河川水-底質培養系を用いた好氣的長期生分解試験を実施した。

培養期間は 252 日で、28 日ごとに PFOS など有機フッ素化合物の生成量等を LC/MS/MS で測定した。100 ng の SAmPAP または diSAmPAP を実験系に添加したところ、252 日間で SAmPAP から 49%、diSAmPAP から 57% の PFOS が生成した (モルベース) (図 1)。滅菌系では、SAmPAP はほとんどが N-エチルペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノール (N-EtFOSE) に変化するが、diSAmPAP は 252 日目でも 84% がそのまま残っていた。このことから、SAmPAP のリン酸基は加水分解などにより、比較的に速やかに水酸基に変化することが示唆された。また、PFPeA や PFOA などフッ化アルキル基の末端がカルボン酸に変化した物質も生成した。これまで、N-EtFOSE の生分解過程でスルホンアミド基がカルボキシル基に置換することを確認してきたが、SAmPAP や diSAmPAP においても同様な現象が起こることがわかった。また、添加量に対して生成した物質の含量が少ないため、未知物質

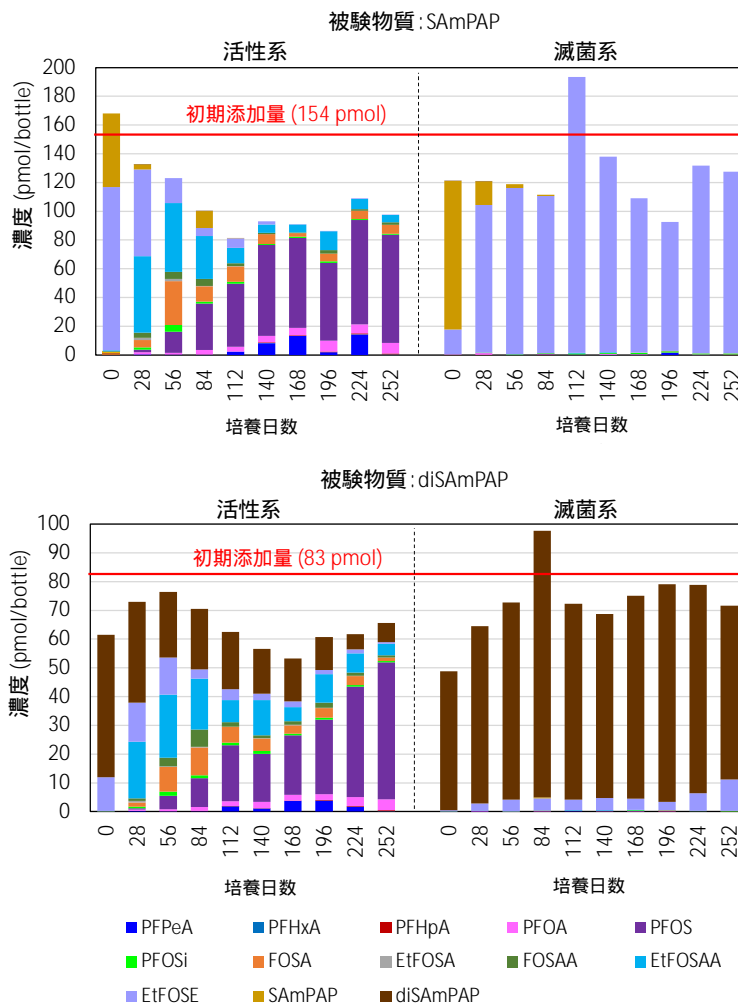


図 1 河川水-底質培養系中の SAmPAP と diSAmPAP の分解挙動

の存在も示唆された。

魚類に対する甲状腺ホルモンかく乱作用が報告されているフッ素テロマーリン酸類(8:8PFPI)について水環境中の生分解挙動を解明するため、河川水-底質培養系を用いた好氣的長期生分解試験を実施した。培養期間は196日で、28日ごとに被験物質を含む12種類のリン酸系有機フッ素化合物をLC-MS/MSで測定した。100 ngの8:8PFPIを実験系に添加したところ、活性系、滅菌系とも8:8PFPI濃度が徐々に減少し、196日目には初期添加量のそれぞれ25%、41%しか残存していなかった。8:8PFPIの濃度は、常に活性系よりも滅菌系で10~25%、平均で17%高かった。また、今回測定した他のリン酸系有機フッ素化合物は、ほとんど検出されなかった。活性系と滅菌系における8:8PFPIの半減期は、それぞれ103日、136日であった。これらのことから、8:8PFPIは生分解以外の要因による分解作用を受けるが、生物活性により分解は促進されることが示唆された。

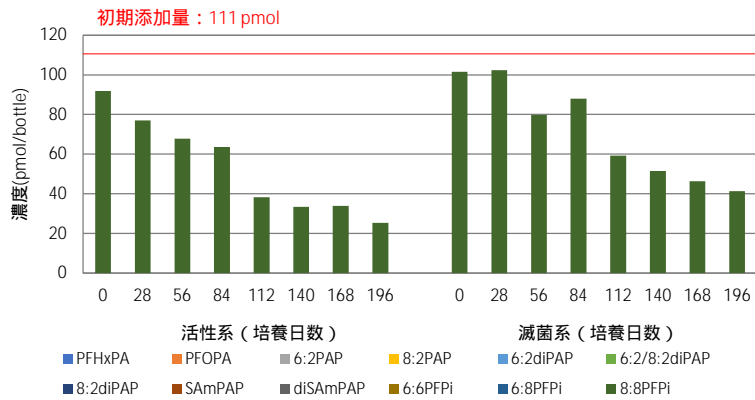


図2 河川水-底質培養系中の8:8PFPIの分解挙動

### (3) 河川水の調査

2017年4月と2019年4月に、埼玉県内で環境基準点を有する河川の河川水(2017年:35河川38地点、2019年:34河川37地点)について、PFOS、PFOA及びそれらの前駆物質やフッ化アルキル鎖長の異なる類縁物質(2017年:37物質、2019年:48物質)の濃度を測定した。これまでほぼ2年おきに同様な方法で行ってきた調査結果を含む各年の幾何平均濃度を図3、4に示した。PFOSの幾何平均濃度は2015年まで漸減したが、2017年、2019年はそれぞれ1.5、2.0 ng/Lと若干増加した(図3)。PFOSの類縁物質では、鎖長の短いPFBSとPFHxSの幾何平均濃度が検出下限値を超えており、特にPFBSは2015~2019年にかけて0.9、1.2、1.5 ng/Lと増加傾向にあった。これは、PFOSよりも毒性や生物蓄積性が低いフッ化アルキル基の鎖長の短い物質が代替物質として使用されたためと推察される。一方、PFOAの幾何平均濃度は2015~2019年にかけて3.6、4.2、3.6 ng/Lと推移しており、近年はこれらの濃度レベルに落ち着いてきている(図4)。PFOAの類縁物質では、PFPeA、PFHxA、PFHpA、PFNA、PFDAの幾何平均濃度が検出下限値を上回っている。特にPFHxAの2019年の幾何平均濃度は3.5 ng/Lで、PFOAと同等のレベルで検出されており、これも鎖長の短い物質への転換が図られていると推察された。また、環境中で主にPFHxAに変化すると考えられている6:2FOSも約4割の地点で検出されたが、その幾何平均濃度は0.5 ng/L程度と低かった。2019年には河川水中のリン酸系有機フッ素化合物濃度を初めて測定したが、37地点中8:2diPAPが9地点、PFHxPAが1地点で検出下限程度のレベルで検出されただけであった。

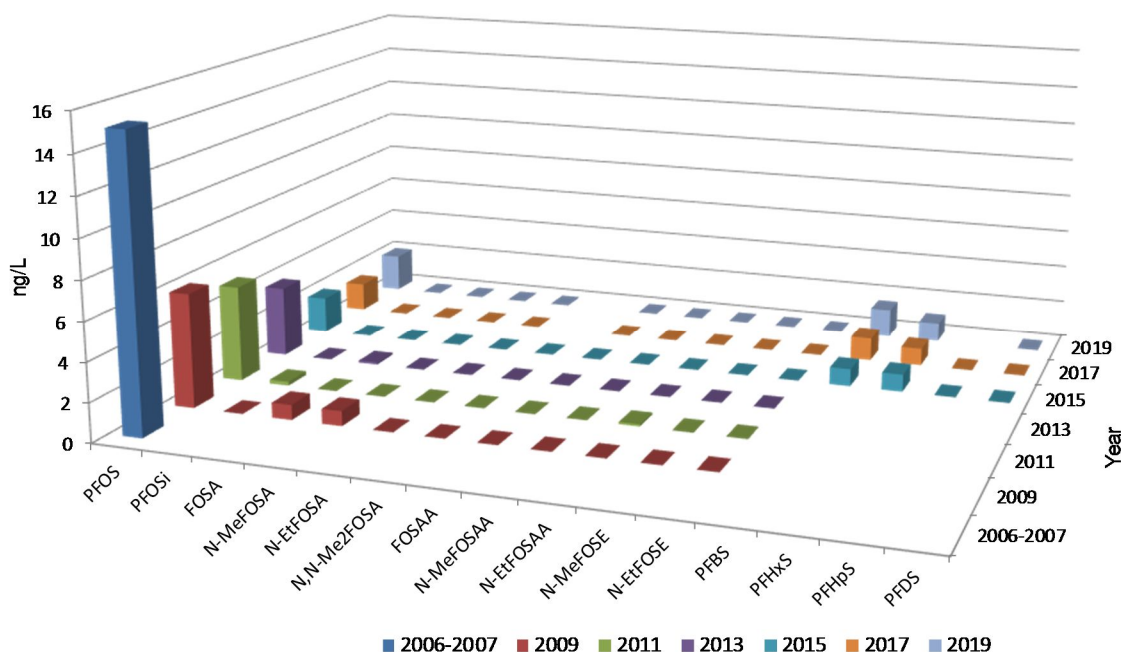


図3 河川水中のPFOS及び前駆物質、類縁物質の幾何平均濃度の推移



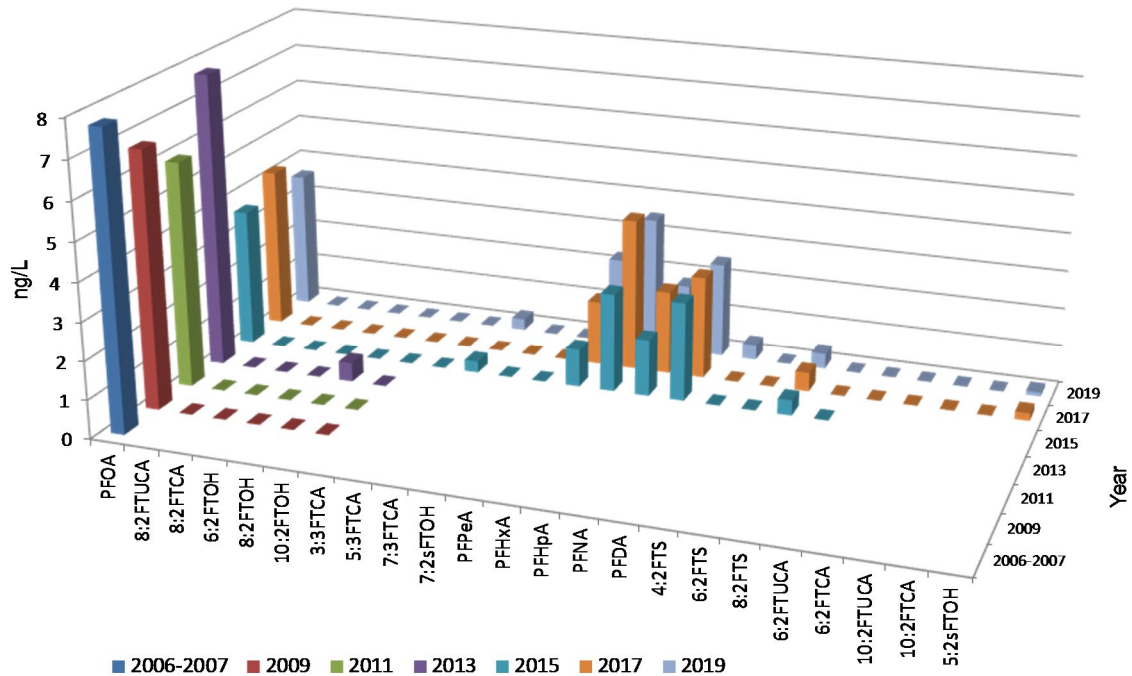


図4 河川水中のPFOA及び前駆物質、類縁物質の幾何平均濃度の推移

(4) 下水処理場の調査

埼玉県内の9か所の流域下水処理場について、流入水と放流水の有機フッ素化合物(計48物質)濃度を測定した(図5)。その結果、一部の下水処理場の流入水と放流水から比較的高い濃度のPFBS、PFPeA、PFHxA、PFHpA、PFOAが検出された。下水処理場の放流水からは、ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)、ペルフルオロオクタノ酸(PFOA)の前駆物質となるリン酸系有機フッ素化合物は検出されなかった。

(5) 負荷量算定、リスク評価

3ヶ所の下水処理場(C、G、I)の放流水について、PFOS、PFOAの排出負荷量を算定し、直下流の河川の環境基準点におけるそれらの流下量と比較したところ、PFOSは2~13%、PFOAは7~15%の範囲であった。

環境省は2020年5月にPFOS、PFOAを水質の要監視項目に追加し、PFOSとPFOAの合計濃度を指針値(暫定)(50 ng/L)に設定した。本研究では、2017年に1か所の河川水でこの指針値(暫定)を超える事例が見られた。その後、埼玉県の行政部門と協働で追跡調査、排出源の特定、対応を行い、現在は指針値(暫定)以下に改善されている。PFOS、PFOAの前駆物質は、河川水や下水処理場放流水からほとんど検出されず、検出されても濃度は低いことから、今回調査対象とした前駆物質による環境リスクは低いと考えられる。そのため、現状では河川水や下水処理場放流水中の有機フッ素化合物は河川環境に対して影響のあるレベルではないが、PFOS、PFOAを中心とした継続的な観測が必要である。

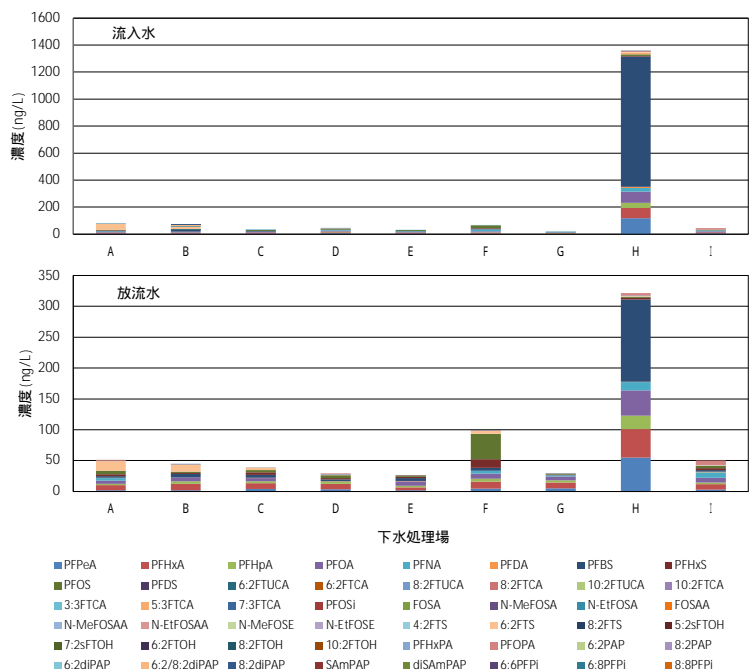


図5 下水処理場の流入水、放流水中の有機フッ素化合物濃度

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Mamoru Motegi, Shusuke Takemine, Yuichi Horii	4. 巻 81
2. 論文標題 Long term aerobic biotransformation of perfluorooctane sulfonamidothanol based phosphate esters using river water/sediment incubation system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 464-467
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 竹峰秀祐、茂木守、野尻喜好	4. 巻 67
2. 論文標題 ダンシルクロリド誘導体化LC/MS/MS法による大気中フッ素テロマーアルコール類の分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 341-348
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2116/bunseki.kagaku.67.341	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Mamoru Motegi, Shusuke Takemine, Yuichi Horii, Kotaro Minomo, Nobutoshi Ohtsuka, Kiyoshi Nojiri	4. 巻 80
2. 論文標題 Biennial survey of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in river water from Saitama Prefecture, Japan during 2009-2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 193-196
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 茂木守、竹峰秀祐、堀井勇一
2. 発表標題 埼玉県内9カ所の下水処理場における流入水、放流水中のリン酸系有機フッ素化合物
3. 学会等名 第29回環境化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 茂木守、竹峰秀祐、堀井勇一、野尻喜好
2. 発表標題 埼玉県内の下水処理場における流入水、放流水中の有機フッ素化合物の消長
3. 学会等名 第55回日本水環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mamoru Motegi, Shusuke Takemine, Yuichi Horii
2. 発表標題 Long term aerobic biotransformation of perfluorooctane sulfonamidoethanol based phosphate esters using river water/sediment incubation system
3. 学会等名 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 茂木守、竹峰秀祐、堀井勇一
2. 発表標題 河川水/底質培養系を用いたペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノールリン酸エステル類の長期好氣的生分解挙動
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mamoru Motegi, Shusuke Takemine, Yuichi Horii, Kotaro Minomo, Nobutoshi Ohtsuka, Kiyoshi Nojiri
2. 発表標題 Biennial survey of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in river water from Saitama Prefecture, Japan during 2009-2017
3. 学会等名 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 茂木守、竹峰秀祐、堀井勇一
2. 発表標題 水中のリン系有機フッ素化合物類分析法の検討
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹峰秀祐、茂木守、野尻喜好
2. 発表標題 ダンシルクロリド誘導体化LC/MS/MS法を用いた水試料中のフッ素テロマーアルコール類の分析
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 茂木守、野尻喜好、堀井勇一
2. 発表標題 河川水 / 底質培養系を用いたN-エチルペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノール(N-EtFOSE)の長期好氣的生分解挙動
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 茂木守、野尻喜好、堀井勇一、竹峰秀祐
2. 発表標題 河川水 / 底質培養系を用いた10:2フッ素テロマーアルコール(10:2FTOH)の好氣的生分解挙動
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 竹峰秀祐、茂木守、堀井勇一、野尻喜好、大塚宜寿、蓑毛康太郎
2. 発表標題 LC/MS/MSによるフッ素テロマーリン酸を含む有機フッ素化合物の一斉分析法の検討
3. 学会等名 第20回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2年度環境科学国際センター講演会 <a href="https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/34613/r2motegipgos_p1.pdf">https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/34613/r2motegipgos_p1.pdf</a></li> <li>・埼玉県環境科学国際センター、ニュースレター第50号 <a href="https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/27942/vo150.pdf">https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/27942/vo150.pdf</a></li> <li>・(一社)埼玉県環境検査研究協会、環境ニュース168号、p2-5、2020 有機フッ素化合物PFOS、PFOAの水環境中の実態について</li> <li>・埼玉県環境科学国際センター報、第20号、7.2 外部資金による研究の概要 <a href="https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/184418/r01_07_2_gaibushikinnyorukenyunogaiyo.pdf">https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/184418/r01_07_2_gaibushikinnyorukenyunogaiyo.pdf</a></li> <li>・埼玉県環境科学国際センター報、第19号、7.2 外部資金による研究の概要 <a href="https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/171172/h30-7-2-115-126_gaibukenkyuu.pdf">https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/171172/h30-7-2-115-126_gaibukenkyuu.pdf</a></li> <li>・埼玉県環境科学国際センター報、第18号、7.2 外部資金による研究の概要 <a href="https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/151029/h29-7-2_gaibushikenkenkyugaiyou.pdf">https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/151029/h29-7-2_gaibushikenkenkyugaiyou.pdf</a></li> </ul>
---

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	堀井 勇一  (Horii Yuichi)  (30509534)	埼玉県環境科学国際センター・化学物質・環境放射能担当・ 専門研究員   (82405)	
研究分担者	竹峰 秀祐  (Takemine Shusuke)  (40512380)	埼玉県環境科学国際センター・化学物質・環境放射能担当・ 主任   (82405)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------