

## 千葉市の水域における有機フッ素化合物調査 (第 12 報)

都築 康平、松本 将直、設楽 夕莉菜、武蔵 沙織

(環境保健研究所 環境科学課)

**要 旨** 本研究所では有機フッ素化合物 (PFCs) の調査を 2008 年度より行っており、2020 年度は比較的高濃度の PFOS および PFOA が検出されている動物公園において、7 月 10 日 (金) から 7 月 16 日 (木) にかけて 7 日間連続した試料採取を行った。その結果、PFOS については、7 日間全てが近年の調査結果と比べ低濃度で推移しており、汚染は常態化したものではなく一過性の発生源が影響しているものと推察された。PFOA については、7 日間全てにおいて近年の調査と同様に、比較的高い濃度が検出されたことから、常時、河川水中に存在していると推察された。冬季は市内の継続調査地点 5 地点において実態調査を行った。PFOS は、源町 407 番地先 (以下「動物公園」で表記する) で最大値 (25ng/L) を示し、PFOA は、六方で最大値 (62ng/L) を示した。また、国の方法と千葉県の方法の両方で添加回収試験を比較して検出下限値や定量下限値を求めた結果、その違いを確認することができた。

**Key Words : PFCs, 実態調査**

### 1. はじめに

ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) およびペルフルオロオクタン酸 (PFOA) をはじめとする有機フッ素化合物 (PFCs) は、フッ素樹脂製造時の補助剤、撥水・撥油剤、泡消火剤として広く利用されているが、難分解性による環境への残留性と生物への蓄積性<sup>1)</sup>が問題となっている。PFOS については、2010 年 4 月、その塩並びにペルフルオロオクタンスルホン酸フルオリド (PFOSF) とともに「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 (化審法) の第一種特定化学物質に指定され、製造、輸入が原則禁止されたほか、2018 年 2 月にはエッチング剤など第一種特定化学物質を使用することのできる用途も削除されている。PFOA については、2019 年 5 月に、PFOA とその塩および PFOA 関連物質が残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs 条約) の附属書 A (廃絶) に追加され、今後は、製造および使用等を禁止するなど、国際的に廃絶に向けた取り組みが進められることを踏まえ、現在、第一種特定化学物質へ指定する検討が進められている。

加えて、2020 年 5 月に開催された中央環境審議会水環境部会 (第 49 回) において、「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて (第 5 次答申)」が取りまとめられた。この答申を踏まえ、PFOS

および PFOA は環境基準における人の健康の保護に関する要監視項目に位置づけられ、その指針値 (暫定) は「0.00005 mg/L (50ng/L) 以下」とされている。

また、PFOS の代替物質では、ストックホルム条約による規制対象物質について検討を行う残留有機汚染物質検討委員会 (POPRC) において、ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) とその塩および関連物質が POPs 条約上の廃絶対象物質への追加を締約国会議に勧告する決定が行われている。

当所では、2008 年度より PFCs の調査を継続して行っており、2020 年度は PFOS が高い値を示した 1 地点について、数値変化を確認すべく 2020 年 7 月 10 日 (金) から 7 月 16 日 (木) にかけて 7 日間連続で (以下「夏季」で表記する) 測定し、2021 年 2 月 18 日 (以下「冬季」で表記する) は市内の定点 5 地点での継続調査を行ったのでその結果を報告する。

また、令和 2 年 5 月 28 付通知「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について」の付表に示された PFOS および PFOA の測定方法 (以下「国の方法」で表記する)<sup>2)</sup>および千葉県の方法<sup>3),4)</sup>で添加回収試験を行い、分析法のパリテーションを取るために、検出下限値や定量下限値を求めた。

## 2. 方法

### 2.1 対象物質

対象物質は、Wellington Laboratories 社製混合標準溶液 PFAC-MXB に含まれる PFOA を含むペルフルオロカルボン酸類 (PFCA) 13 物質、PFOS を含むペルフルオロアルキルスルホン酸類 (PFAS) 4 物質の計 17 物質のうち、一定程度感度が得られた物質を対象とし、夏季に採取した動物公園の試料については PFDA を除いた 10 物質、冬季については 11 物質とした (表 1)。

表 1 対象物質

| 化合物名  | 分子式                                            |
|-------|------------------------------------------------|
| PFBA  | :Perfluorobutanoic acid $CF_3(CF_2)_2COOH$     |
| PFPeA | :Perfluoropentanoic acid $CF_3(CF_2)_3COOH$    |
| PFHxA | :Perfluorohexanoic acid $CF_3(CF_2)_4COOH$     |
| PFHpA | :Perfluoroheptanoic acid $CF_3(CF_2)_5COOH$    |
| PFOA  | :Perfluorooctanoic acid $CF_3(CF_2)_6COOH$     |
| PFNA  | :Perfluorononanoic acid $CF_3(CF_2)_7COOH$     |
| PFDA  | :Perfluorodecanoic acid $CF_3(CF_2)_8COOH$     |
| PFUdA | :Perfluoroundecanoic acid $CF_3(CF_2)_9COOH$   |
| PFBS  | :Perfluorobutane sulfonate $CF_3(CF_2)_3SO_3H$ |
| PFHxS | :Perfluorohexane sulfonate $CF_3(CF_2)_5SO_3H$ |
| PFOS  | :Perfluorooctane sulfonate $CF_3(CF_2)_7SO_3H$ |

### 2.2 測定地点

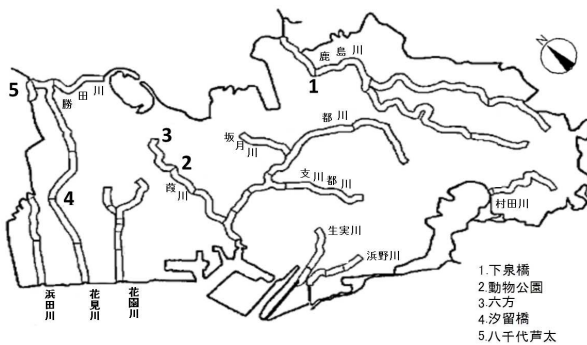


図 1 測定地点

測定地点を図 1 に示す。夏季は、市内において比較的高濃度の PFOS が検出されている動物公園に調査地点をしぼり、午前 10 時頃に試料採取を行った。

また、冬季は本市の主要河川である鹿島川から下泉橋、葭川から動物公園と六方、花見川から汐留橋と八千代芦太の 5 地点を測定地点として選び試料採取を行った。

### 2.3 試薬および器具

リン酸、酢酸アンモニウムは特級 (和光純薬製)、メタノール、アセトニトリルは LC/MS 用 (和光純薬製) を用いた。純水はミリポア社製超純水製造装置により精製した水を使用した。前処理は、日本ウォーターズ社製固相抽出装置を使用し、固相カートリッジについては、夏季はジーエルサイエンス社製 InertSep mini

MA-2 280mg を用い、冬季は Waters 社製 Oasis Wax Plus (225mg) を用いた。

### 2.4 標準液

夏季および冬季については、標準原液は混合標準溶液 PFAC-MXB 17 種 (各  $2\mu\text{g/mL}$  メタノール溶液) に内標準物質としてラベル化体混合液 MPFAC-MXA 9 種 ( $2\mu\text{g/mL}$  メタノール溶液) を混合し、内標準物質が  $2\mu\text{g/L}$  となるように 70%メタノール/水混液で希釈定容し、0.02 から  $100\mu\text{g/L}$  までの検量線用標準液を作成した。

また、夏季については内標準物質が  $1\mu\text{g/L}$  となるように 50%メタノール/水混液で希釈定容し、0.2 から  $50\mu\text{g/L}$  までの検量線用標準液を作成した。

### 2.5 試料の前処理

夏季については国の方法を基に、以下のとおり前処理を行った。

採取した試料 1000mL に内標準物質を添加し、固相カートリッジに 10mL/min で通液した。全量通液後、試料容器を純水で 10mL 洗浄し、それぞれこの洗浄液を固相カートリッジに通液した。この固相カートリッジを 1500rpm で 10 分間遠心分離した後、10 分間窒素吹付けを行い、乾燥させた。その後、0.1%アンモニア/メタノール溶液 4mL を通して溶出させ、これを窒素吹付けにより 0.1mL まで濃縮した後、50%メタノール水溶液を加え 1mL とし、試験溶液とした。

また、冬季については千葉県の方法を参考にし、以下のとおり前処理を行った。

採取した試料 1000mL をリン酸 (1+4) で pH3 に調整後、内標準物質を添加し、固相カートリッジに 10mL/min で通液した。全量通液後、試料容器を純水および 70%メタノール水溶液で洗浄し、それぞれこの洗浄液を固相カートリッジに通液した。この固相カートリッジを 1500rpm で 10 分間遠心分離した後、10 分間窒素吹付けを行い、乾燥させた。その後、1%アンモニア/メタノール溶液 5mL を通して溶出させ、これを窒素吹付けにより 0.2mL まで濃縮した後、90%メタノール水溶液を加え 1mL とし、試験溶液とした。

### 2.6 測定装置および測定条件

夏季については、国の方法を基に検出イオンを設定し、分析を行った。

冬季については、測定装置は Waters Quattro Micro API を、分離カラムは Waters 社製 Atlantis T3 ( $3\mu\text{m}$ ,  $2.1\times 150\text{mm}$ ) を使用し、10mmol/L 酢酸アンモニウム水溶液とアセトニトリルでグラジエント分析を行った。測定条件は第 5 報に準じた。

PFCs の添加回収試験について、検量線作成は国の方法<sup>2)</sup>では 0.5ppb~100ppb で標準液を調整することとな

っているが、従来の千葉県の方法に合わせ 0.02ppb～100ppb で標準液を調整し検量線を作成した。最終濃度が 50ppb 程度になるように標準液を超純水に添加し、それぞれの方法で前処理を行った。装置の検出下限値 (IDL) 及び定量下限値 (IQL) は、分析において多くの物質で一定程度の感度が得られた検量点のうち最も低い濃度 (0.4ng/L) で 7 回測定を行い、得られた分析値から標準偏差を求め、検出下限値および定量下限値を算出した。方法の検出下限値 (MDL) および定量下限値 (MQL) は、標準液を超純水に添加したもの (0.4ng/L) を 7 検体分用意し、前処理を行い分析した。得られた分析値から標準偏差を求め、検出下限値及び定量下限値を算出した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 実態調査結果

本市における夏季および冬季の PFCs の測定結果を表 2 に、また、PFOS および PFOA の地点別経年変化を表 3 および図 2 に示す。

夏季の動物公園における 7 日間連続調査の測定結果では、PFOS 濃度が 2.4～6.8 ng/L であり、近年の調査の中では低い値となった。PFOA 濃度については、7.9～19ng/L であり、例年と概ね同じ値となった。

冬季の調査において、鹿島川では、例年同様、他の調査地点と比較して、すべての物質で低濃度の傾向があった。

葭川では他の調査地点と比較して高濃度の PFOS および PFOA が検出された。動物公園における PFOS 濃度については過去 3 番目の高濃度となった (25ng/L)。また、市内で最も高濃度の PFOA が検出される六方の PFOA 濃度については、例年同様に高濃度となった (62ng/L)。

花見川では PFH x A が市内で最も高濃度 (41ng/L) であった。PFOS および PFOA 濃度については概ね横ばいであった。

なお、PFOS および PFOA の合算値については、六方において最も高濃度である 64ng/L が検出され、新たに設定された指針値 (暫定) を超過した。

国の通知に基づく方法と千葉県の方法による添加回収試験から、検出下限値および定量下限値を求めた結果を表 4 に示す。装置の下限値は県の方が低い一方で、方法の下限値は国の方が低い傾向がみられた。

#### 3.2 考察

PFOS および PFOA が要監視項目に位置付けられたことを踏まえ、市内 5 地点の継続調査に加え、これまでの調査で比較的高濃度の PFOS および PFOA が検出され

ている動物公園について、同時間帯に 7 日間連続して試料採取を行い、調査を行った。

動物公園では、これまでの調査において他調査地点と比較し高濃度の PFOS が継続して確認されていることから、汚染が常態化しているものと思われた。しかしながら、今回の 7 日間連続調査では、期間中いずれも近年の調査に比べ低い濃度を示した。調査期間中の天候は曇りがちで時折小雨が降る状況であったが、水位に変化も見られず増水など天候の影響を受けなかった。このことから、動物公園においても他の河川水と同様、低濃度を維持している期間が存在することが判明した。これは、PFOS を含む汚染源が河川水に供給される時と供給されない時が存在することを示しており、何らかの影響を受けていると考えられ、その頻度が一定程度存在していることが、過去の調査に反映されたものと推察された。一方、PFOA は 7 日間全てで近年の調査と同様に比較的高い濃度が検出され、1 週間程度は常時河川水中に存在することが明らかになったが、現在の濃度での汚染が常態化しているかも含め、定期的な調査を重ね判断していく必要がある。

PFH x S は 7 日間すべてで近年の調査と同様の濃度が検出され、1 週間程度は常時河川水中に存在することが明らかになった。

PFOS、PFOA など有機フッ素化合物については、今後も国際的に廃絶に向けた取組が進められていくこととなるが、その代替物質も含め、引き続き市域における実態把握に努めていく。

### 文 献

- 1) J. P. Giesy, K. Kannan: Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in wildlife, *Environ. Sci. Technol.*, 35 : 2001, 1339-1342.
- 2) 環境省水・大気環境局長「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について (通知)」令和 2 年 5 月 28 日 付表 1 PFOS 及び PFOA の測定方法
- 3) 栗原正憲ら「海水中 PFCs の前処理、測定条件の検討」: 千葉県環境研究センター年報、8 号 : 2010, 185-192
- 4) 清水明ら「千葉県港湾部における有機フッ素化合物の実態」: 千葉県環境研究センター年報、8 号 : 2010, 193-198

表 2 調査結果

採水日：2020.7.10～2020.7.16 (ng/L)

| 河川名 | 地点名  | 化合物名  | PFBA | PFPeA | PFHxA | PFHpA | PFOA | PFNA | PFUdA | PFBS | PFHxS | PFOS | 合算値 (PFOS, PFOA) | 合計値 |
|-----|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------------------|-----|
| 葭川  | 動物公園 | 7月10日 | 5.7  | 1.8   | 2.0   | 1.9   | 15   | 4.6  | 1.8   | 0.30 | 1.1   | 2.8  | 18               | 37  |
|     |      | 7月11日 | 4.6  | 2.1   | 2.2   | 1.5   | 13   | 3.6  | 6.5   | 0.40 | 2.1   | 4.7  | 18               | 41  |
|     |      | 7月12日 | 5.9  | 1.6   | 1.8   | 1.0   | 11   | 4.0  | 1.1   | 0.60 | 3.1   | 4.8  | 16               | 35  |
|     |      | 7月13日 | 4.5  | 1.4   | 1.6   | 1.1   | 9.9  | 3.2  | <0.5  | 0.70 | 3.6   | 2.4  | 12               | 28  |
|     |      | 7月14日 | 5.3  | 1.6   | 2.0   | 0.60  | 7.9  | 7.5  | 2.4   | 0.40 | 2.0   | 4.2  | 12               | 34  |
|     |      | 7月15日 | 4.7  | 1.5   | 1.9   | 1.9   | 15   | 4.3  | 0.80  | 0.90 | 5.9   | 6.8  | 21               | 43  |
|     |      | 7月16日 | 7.4  | 1.6   | 2.0   | 3.7   | 19   | 6.9  | <0.5  | 0.70 | 4.2   | 5.9  | 25               | 51  |

採水日：2021.2.18 (ng/L)

| 河川名 | 地点名   | PFBA | PFPeA | PFHxA | PFHpA | PFOA | PFNA | PFDA   | PFUdA  | PFBS | PFHxS | PFOS   | 合算値 (PFOS, PFOA) | 合計値 |
|-----|-------|------|-------|-------|-------|------|------|--------|--------|------|-------|--------|------------------|-----|
| 鹿島川 | 下泉    | 1.6  | 3.6   | 25    | 1.9   | 7.5  | 0.94 | <(1.0) | <(1.0) | 1.1  | 0.64  | <(0.4) | 7.5              | 42  |
| 葭川  | 動物公園  | 1.2  | 1.8   | 14    | 2.3   | 11   | 4.0  | <(1.0) | <(1.0) | 1.2  | 8.2   | 25     | 36               | 69  |
|     | 六方    | 1.2  | 3.9   | 33    | 4.7   | 62   | 8.7  | <(1.0) | <(1.0) | 2.3  | 2.8   | 1.4    | 64               | 120 |
| 花見川 | 汐留    | 1.2  | 4.9   | 41    | 5.9   | 7.4  | 2.8  | <(1.0) | <(1.0) | 1.5  | 1.0   | 1.1    | 8.5              | 67  |
|     | 八千代芦太 | 0.74 | 2.8   | 19    | 3.2   | 8.6  | 2.1  | <(1.0) | <(1.0) | 2.0  | 0.54  | 1.6    | 10               | 40  |

表 3 経年変化

(ng/L)

| PFOS  | 2013夏 | 2013冬 | 2014夏 | 2014冬 | 2015夏 | 2015冬 | 2016夏 | 2016冬 | 2017夏 | 2017冬 | 2018夏 | 2018冬 | 2019夏 | 2019冬 | 2020冬 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 下泉    | 0.90  | 0.60  | 1.4   | 9.0   | 0.60  | 0.60  | 0.80  | 8.9   | 0.20  | 0.30  | 0.90  | 0.80  | 0.10  | 0.50  | <0.4  |
| 動物公園  | 4.2   | 4.4   | 12    | 11    | 23    | 8.9   | 27    | 5.0   | 7.9   | 11    | 22    | 16.6  | 34    | 16    | 25    |
| 六方    | 0.60  | 1.4   | 1.1   | 1.2   | 1.1   | 0.90  | 1.3   | <0.4  | 0.90  | 0.5   | 1.2   | 1.0   | 1.4   | 0.60  | 1.4   |
| 汐留    | 2.5   | 2.7   | 3.5   | 3.0   | 4.1   | 4.3   | 4.8   | 2.9   | 0.70  | 3.3   | 2.6   | 1.9   | 2.8   | 2.9   | 1.1   |
| 八千代芦太 | 2.6   | 2.0   | 1.9   | 2.5   | 4.2   | 3.0   | 2.0   | 2.1   | 3.3   | 2.0   | 3.4   | 1.8   | 3.8   | 1.6   | 1.6   |

| PFOA  | 2013夏 | 2013冬 | 2014夏 | 2014冬 | 2015夏 | 2015冬 | 2016夏 | 2016冬 | 2017夏 | 2017冬 | 2018夏 | 2018冬 | 2019夏 | 2019冬 | 2020冬 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 下泉    | 7.2   | 6.4   | 8.4   | 6.6   | 6.9   | 6.3   | 7.4   | 15    | 6.7   | 7.3   | 9.0   | 7.8   | 5.3   | 7.7   | 7.5   |
| 動物公園  | 14    | 16    | 18    | 19    | 25    | 14    | 26    | 23    | 16    | 15    | 18    | 19    | 14    | 14    | 11    |
| 六方    | 19    | 27    | 38    | 33    | 30    | 39    | 50    | 50    | 59    | 40    | 77    | 65    | 23    | 30    | 62    |
| 汐留    | 8.0   | 8.1   | 8.4   | 8.3   | 7.4   | 7.2   | 8.0   | 8.5   | 2.2   | 11    | 5.4   | 5.9   | 5.0   | 7.5   | 7.4   |
| 八千代芦太 | 4.6   | 9.7   | 4.0   | 14    | 11    | 7.8   | 3.9   | 9.3   | 5.2   | 5.9   | 10    | 6.7   | 7.3   | 7.8   | 8.6   |

| PFHxS | 2013夏 | 2013冬 | 2014夏 | 2014冬 | 2015夏 | 2015冬 | 2016夏 | 2016冬 | 2017夏 | 2017冬 | 2018夏 | 2018冬 | 2019夏 | 2019冬 | 2020冬 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 下泉    | 0.50  | 0.50  | 0.60  | 0.90  | 0.70  | 0.60  | 0.50  | 1.3   | 0.50  | 0.60  | 0.63  | 0.45  | 0.50  | 0.50  | 0.64  |
| 動物公園  | 11    | 10    | 24    | 12    | 16    | 8.4   | 12    | 9.4   | 10    | 5.7   | 11    | 7.9   | 7.4   | 5.3   | 8.2   |
| 六方    | 0.50  | 1.1   | 0.90  | 1.3   | 1.2   | 1.2   | 1.0   | 1.8   | 2.2   | 1.4   | 2.3   | 1.8   | 1.2   | 1.3   | 2.8   |
| 汐留    | 0.40  | 0.50  | 0.90  | 0.80  | 0.80  | 1.2   | 1.5   | 0.60  | 0.20  | 0.40  | 1.0   | 0.90  | 0.90  | 0.90  | 1.0   |
| 八千代芦太 | 0.40  | 0.40  | 0.30  | 0.60  | 0.60  | 0.20  | 0.40  | 1.0   | 1.0   | 0.90  | 0.63  | 0.43  | 0.50  | 0.40  | 0.54  |

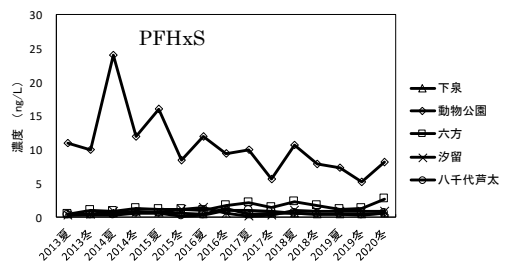
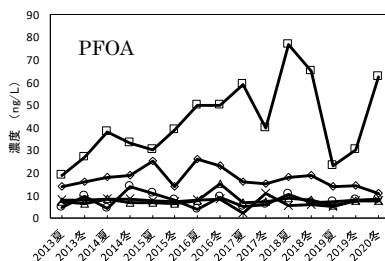
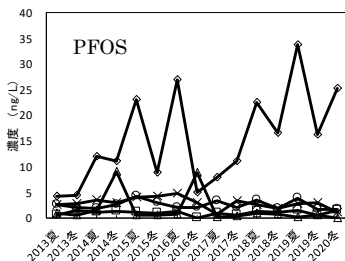


図 2 経年変化

表4 添加回収試験による検出下限値および定量下限値の比較（国の通知に基づく方法および千葉県の方法）

○IDL,IQL(SV = 0.4 ng/L 7回測定) (装置検出下限値、装置定量下限値)

(単位:ng/L)

|         | 標準偏差    |         | 平均   |      | 変動係数(%) |       | 3σ (IDL) |          | 10σ (IQL) |          |
|---------|---------|---------|------|------|---------|-------|----------|----------|-----------|----------|
|         | 千葉県     | 国       | 千葉県  | 国    | 千葉県     | 国     | 千葉県      | 国        | 千葉県       | 国        |
| PFBA    | 0.01671 | 0.03462 | 0.53 | 1.51 | 3.13    | 2.29  | 0.05014  | 0.10386  | 0.16712   | 0.34621  |
| PFPeA   | 0.01757 | 0.03068 | 0.16 | 1.18 | 10.70   | 2.60  | 0.05270  | 0.09204  | 0.17568   | 0.30682  |
| PFHxA   | 0.02687 | 0.03639 | 0.31 | 1.25 | 8.74    | 2.92  | 0.08060  | 0.10918  | 0.26866   | 0.36394  |
| PFHpA   | 0.01388 | 0.02702 | 1.64 | 1.94 | 0.85    | 1.40  | 0.04165  | 0.08105  | 0.13882   | 0.27018  |
| PFOA    | 0.03923 | 0.05319 | 1.16 | 1.51 | 3.39    | 3.53  | 0.11768  | 0.15958  | 0.39228   | 0.53193  |
| PFNA    | 0.02708 | 0.07171 | 0.99 | 2.34 | 2.73    | 3.06  | 0.08123  | 0.21512  | 0.27076   | 0.71705  |
| PFDA    | 0.03938 | 0.16077 | 2.72 | 2.09 | 1.45    | 7.69  | 0.11814  | 0.48231  | 0.39382   | 1.60772  |
| PFuDA   | 0.06677 | 0.10790 | 1.19 | 1.73 | 5.62    | 6.22  | 0.20032  | 0.32369  | 0.66772   | 1.07898  |
| PFDoA   |         | 0.26295 |      | 2.30 |         | 11.45 |          | 0.78886  |           | 2.62952  |
| PFTrDA  |         | 0.37447 |      | 2.10 |         | 17.86 |          | 1.12341  |           | 3.74469  |
| PFTeDA  |         | 0.18911 |      | 1.94 |         | 9.75  |          | 0.56734  |           | 1.89115  |
| PFHxDA  |         | 0.16223 |      | 3.73 |         | 4.35  |          | 0.48669  |           | 1.62231  |
| PFODA   |         | 3.75625 |      | 6.19 |         | 60.71 |          | 11.26876 |           | 37.56254 |
| L-PFBS  | 0.13654 | 0.04253 | 1.25 | 1.94 | 10.95   | 2.19  | 0.40961  | 0.12759  | 1.36537   | 0.42531  |
| L-PFHxS | 0.04619 | 0.06982 | 0.64 | 2.08 | 7.17    | 3.36  | 0.13856  | 0.20947  | 0.46186   | 0.69823  |
| L-PFOS  | 0.05985 | 0.10746 | 1.34 | 1.47 | 4.48    | 7.32  | 0.17954  | 0.32238  | 0.59848   | 1.07460  |
| L-PFDS  | 0.04121 | 0.09072 | 1.24 | 1.41 | 3.33    | 6.43  | 0.12364  | 0.27217  | 0.41212   | 0.90722  |

OMDL,MQL (SV = 0.4 ng/L 7回測定)(方法の検出下限値、方法の定量下限値)

(単位:ng/L)

|         | 標準偏差    |         | 平均   |      | 変動係数(%) |         | 3σ (MDL) |          | 10σ (MQL) |          |
|---------|---------|---------|------|------|---------|---------|----------|----------|-----------|----------|
|         | 千葉県     | 国       | 千葉県  | 国    | 千葉県     | 国       | 千葉県      | 国        | 千葉県       | 国        |
| PFBA    | 0.16081 | 0.01671 | 0.44 | 0.31 | 36.74   | 5.33    | 0.48244  | 0.05013  | 1.60813   | 0.16711  |
| PFPeA   | 0.10402 | 0.02349 | 0.66 | 0.38 | 15.82   | 6.21    | 0.31207  | 0.07047  | 1.04023   | 0.23491  |
| PFHxA   | 0.05904 | 0.02451 | 0.43 | 0.38 | 13.89   | 6.43    | 0.17711  | 0.07352  | 0.59038   | 0.24506  |
| PFHpA   | 0.04905 | 0.02629 | 0.34 | 0.23 | 14.52   | 11.41   | 0.14716  | 0.07887  | 0.49055   | 0.26290  |
| PFOA    | 0.05565 | 0.03067 | 0.28 | 0.34 | 19.98   | 8.97    | 0.16696  | 0.09202  | 0.55652   | 0.30672  |
| PFNA    | 0.03816 | 0.07035 | 0.49 | 0.28 | 7.85    | 24.78   | 0.11448  | 0.21104  | 0.38160   | 0.70348  |
| PFDA    | 0.09323 | 0.09490 | 0.37 | 0.29 | 25.49   | 32.46   | 0.27968  | 0.28469  | 0.93227   | 0.94895  |
| PFUdA   | 0.12547 | 0.10395 | 0.41 | 0.32 | 30.63   | 32.04   | 0.37640  | 0.31184  | 1.25468   | 1.03946  |
| PFDoA   |         | 0.07709 |      | 0.02 |         | 406.01  |          | 0.23128  |           | 0.77095  |
| PFTrDA  |         | 0.10114 |      | 0.24 |         | 41.81   |          | 0.30342  |           | 1.01142  |
| PFTeDA  |         | 0.35908 |      | 0.42 |         | 86.37   |          | 1.07725  |           | 3.59082  |
| PFHxDA  |         | 0.33790 |      | 0.09 |         | 389.77  |          | 1.01369  |           | 3.37896  |
| PFODA   |         | 4.03402 |      | 0.32 |         | 1277.79 |          | 12.10206 |           | 40.34020 |
| L-PFBS  | 0.13402 | 0.04528 | 0.42 | 0.31 | 32.15   | 14.40   | 0.40207  | 0.13583  | 1.34025   | 0.45275  |
| L-PFHxS | 0.04767 | 0.01765 | 0.48 | 0.27 | 9.86    | 6.64    | 0.14302  | 0.05296  | 0.47675   | 0.17654  |
| L-PFOS  | 0.03946 | 0.05833 | 0.46 | 0.36 | 8.67    | 16.03   | 0.11838  | 0.17500  | 0.39461   | 0.58334  |
| L-PFDS  | 0.06097 | 0.06523 | 0.38 | 0.19 | 16.03   | 34.67   | 0.18290  | 0.19569  | 0.60968   | 0.65231  |

※MDL,MQLは操作BLを差引いたデータを使用