

# 水道における有機フッ素化合物について 厚労科研等による検討状況

令和 6 年 2 月水質基準逐次改正検討会資料

化学物質・農薬分科会  
国立保健医療科学院他



# 構成

1. 水道における検出とその対応
2. 粉末活性炭による除去と特性
3. 粒状活性炭による除去と特性
4. 分岐鎖の検出とその起源の関係

## 1. 水道における検出とその対応

# PFOS、PFOA濃度の目標値超過事例

採取年月	施設	原水の種類	浄水または 給水栓水中の PFOS + PFOA (ng/L)	対応
2020年6月	a県浄水場	地下水（浄水は県からの水道水を混合して配水）	70	一部の井戸を停止（濃度が高かった他浄水場でも）
2020年6月	b県浄水場	地下水	54	複数の井戸の取水比率を調整（希釈）
2020年8月	c県浄水施設	地下水	290	井戸を停止、他からの配水に切り替え
2020年9月	d県浄水場	地下水	58	一部の井戸を停止
2020年10月	e県浄水場	地下水	66	井戸を停止、他からの配水に切り替え
2020年11月	f県浄水場	地表水	800	水源の切り替え、 <b>粒状活性炭</b>
2020年11月	g県浄水場	地下水	99（原水）	<b>粒状活性炭処理導入</b>
2021年3月	h県浄水施設	地下水	150	配水を停止
2021年9月	a県施設	地下水（浄水は町からの水道水を混合して利用）	78	町の水道水に100%切り替え
2021年10月	i県浄水施設	地下水	70	井戸を停止、他からの受水を増加



# 有機フッ素化合物の低減方法

- 浄水処理以外の方法
  - 取水停止
  - 希釈（PFAS濃度が低い原水、浄水と混合）
- 浄水処理による方法
  - 活性炭処理
    - **粒状活性炭（GAC）** 処理
    - **粉末活性炭（PAC）** 処理
    - \* 生物活性炭（BAC）処理は、PFAS処理は期待できない
  - イオン交換処理
  - 高圧膜処理（逆浸透膜処理、ナノろ過膜処理）

# 1. 水道における検出とその対応



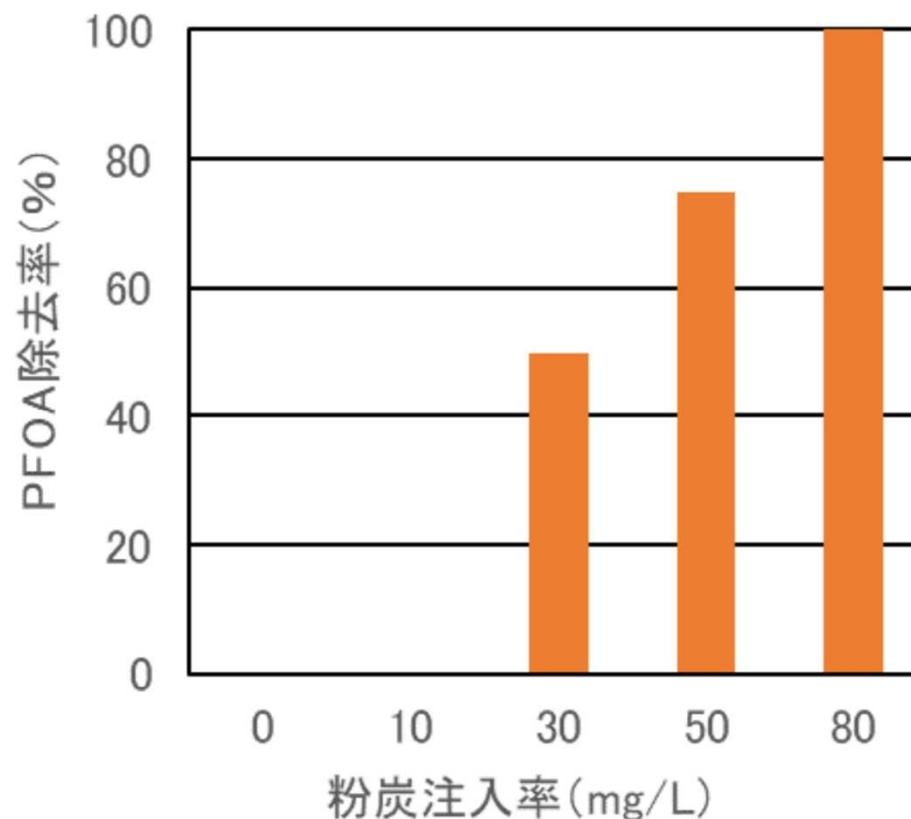
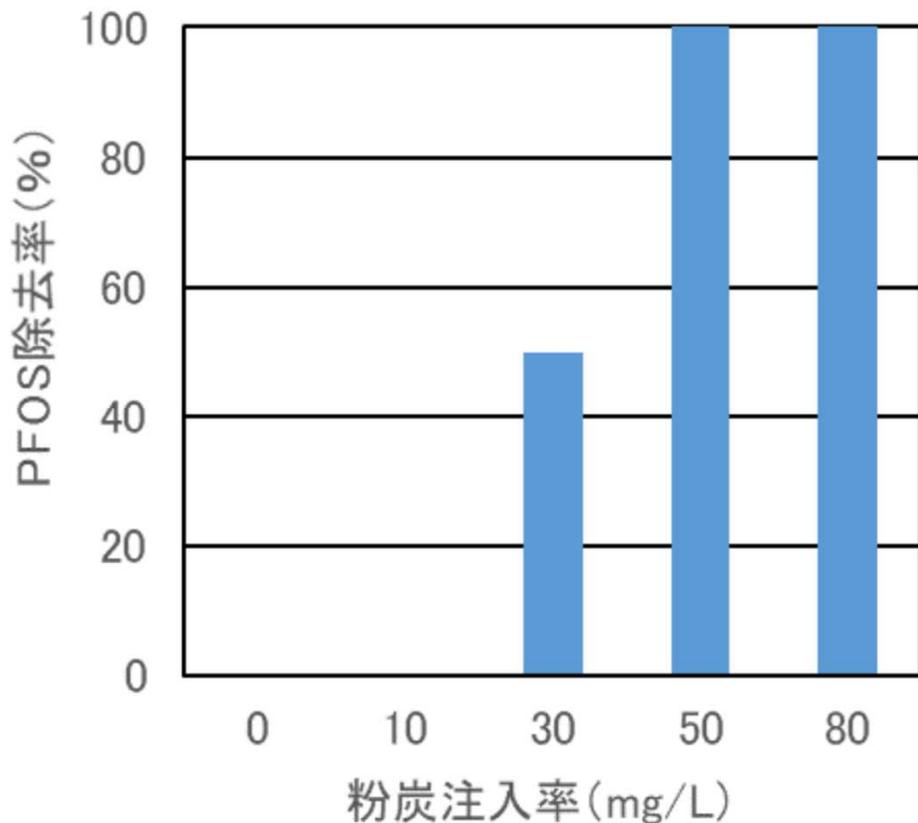
## PFASに関する浄水処理技術とそれぞれの特徴

処理技術	短鎖PFAS除去率	長鎖PFAS除去率	主な残渣等	相対コスト	備考
PAC処理	低	中～高	廃活性炭	中程度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 長鎖PFASを除去できる。</li> <li>● 断続的な使用に有効である。</li> <li>● 他の処理工程の前段に添加する。</li> </ul>
GAC処理	中	高	廃活性炭	中程度～高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 長鎖PFASを除去できる。</li> <li>● 頻繁に交換や再活性化する必要がある。</li> <li>● ろ過の後段が適している。</li> </ul>
イオン交換処理	中～高	高	廃樹脂	中程度～高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 短鎖及び長鎖PFASを除去できる。</li> <li>● PFAS除去目的でイオン交換樹脂が設計されている場合、効果的に除去できる。</li> <li>● ろ過の後段が適している。</li> </ul>
NF/RO膜処理	高	高	濃縮水	高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 短鎖及び長鎖PFASを除去できる。</li> <li>● 膜の寿命まで一貫した除去率を維持できる。</li> <li>● 高濃度のPFASを含む濃縮水を処理処分する必要がある。</li> </ul>

## 2. 粉末活性炭による除去と特性

# 粉末活性炭によるPFOSとPFOAの除去

(茨城県)

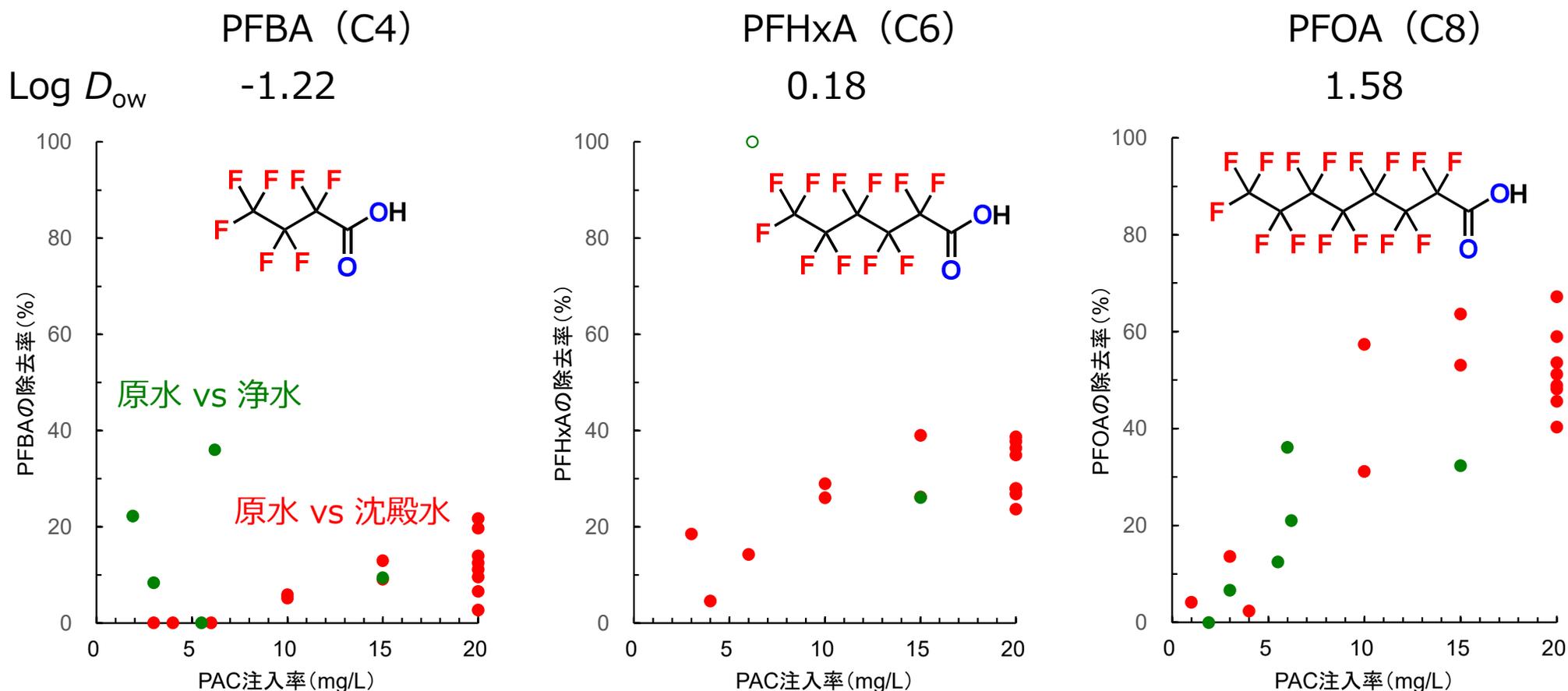


接触時間：30 min  
接触時間経過後、凝集沈殿処理

## 2. 粉末活性炭による除去と特性



# PAC注入率とPFAS除去率との関係



除去率が0～-10%の場合は0%としてプロット

PFHxAの除去率が100%：原水中の濃度が1.4 ng/Lと低かった

協力いただいた**23**箇所の浄水場の結果をまとめた。浄水場によって水質やPAC処理条件は異なるが、傾向としてはPAC注入率とPFOA除去率に関連性が認められた。

# 既存施設におけるPFAS低減技術例

●1池当たりの活性炭量

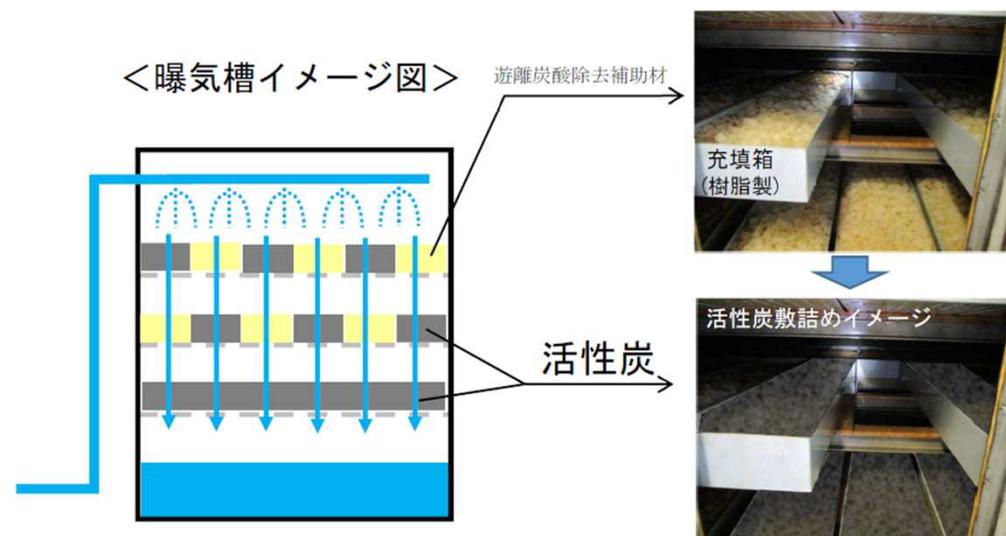
$$0.145 \times 84 = 12\text{m}^3$$

●1池・1時間当たりの最大処理量

$$1150\text{m}^3 \text{ (時間最大取水量)} \div 4\text{池} = 290\text{m}^3$$



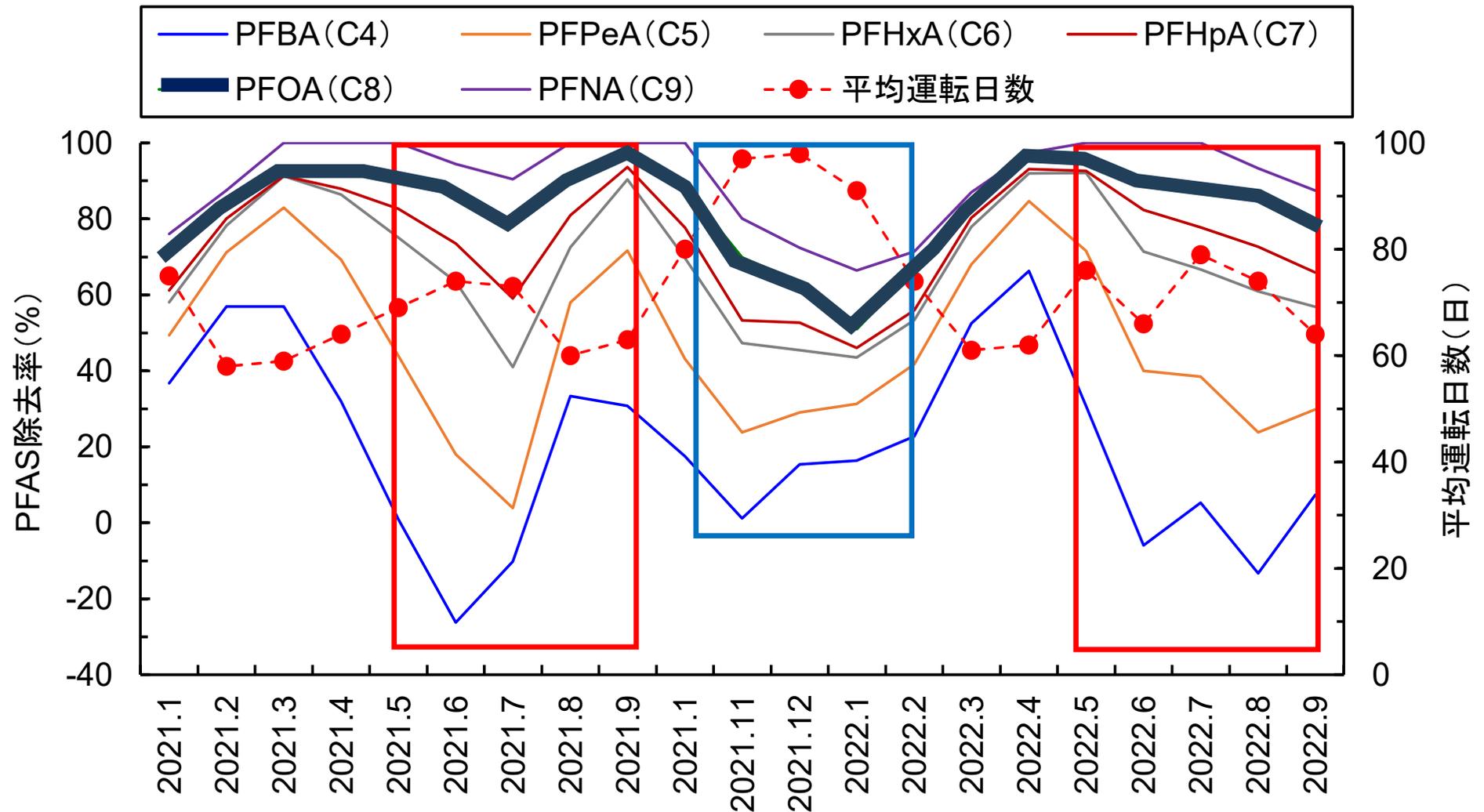
厚労省. 第8回水道の諸課題に係る有識者検討会 資料 (各務原市水道事業におけるPFOS及びPFOAの濃度低減化に向けた取組み. 岐阜県各務原市. 2023.12.25) より抜粋 (左) 及び各務原市ホームページ資料 (下)



### 3. 粒状活性炭による除去と特性



## GAC処理によるPFASの除去率（複数GAC池混合）

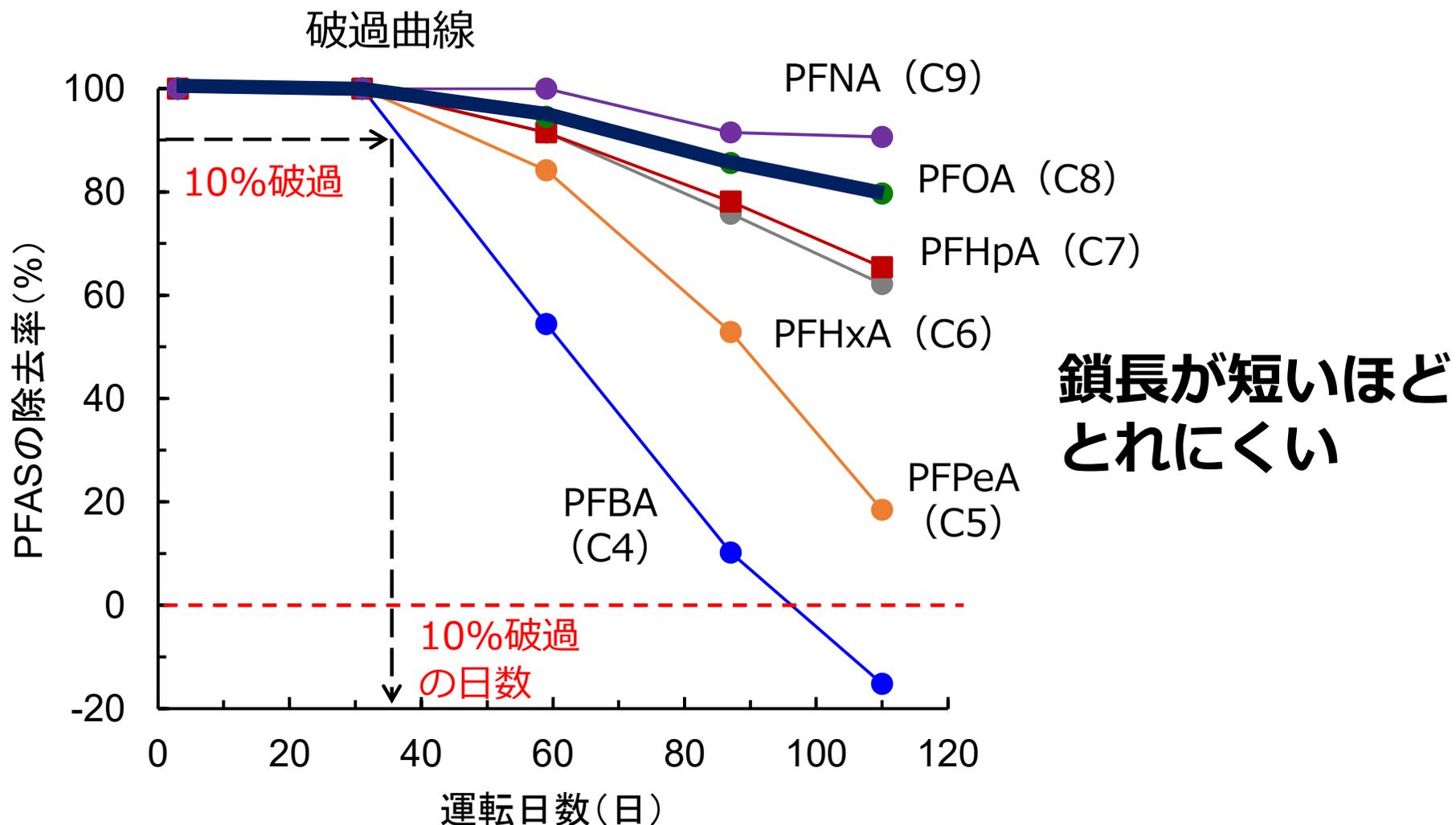


- 水温が高い時期に除去率低い
- 活性炭池の運転日数が長いと除去率低い

PFASの除去率はGAC処理前後で評価（処理後は8GAC池の集合水）、GACは5ヶ月以内に交換、SV 3.2~3.6 h<sup>-1</sup>



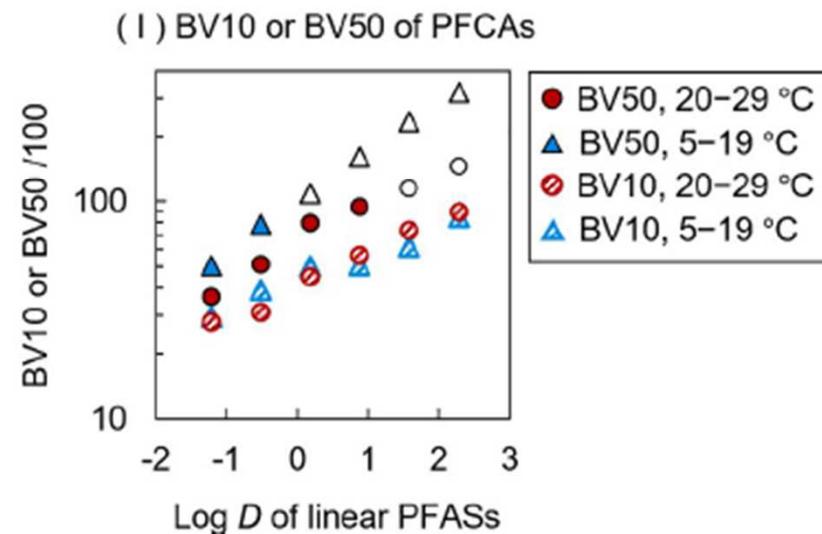
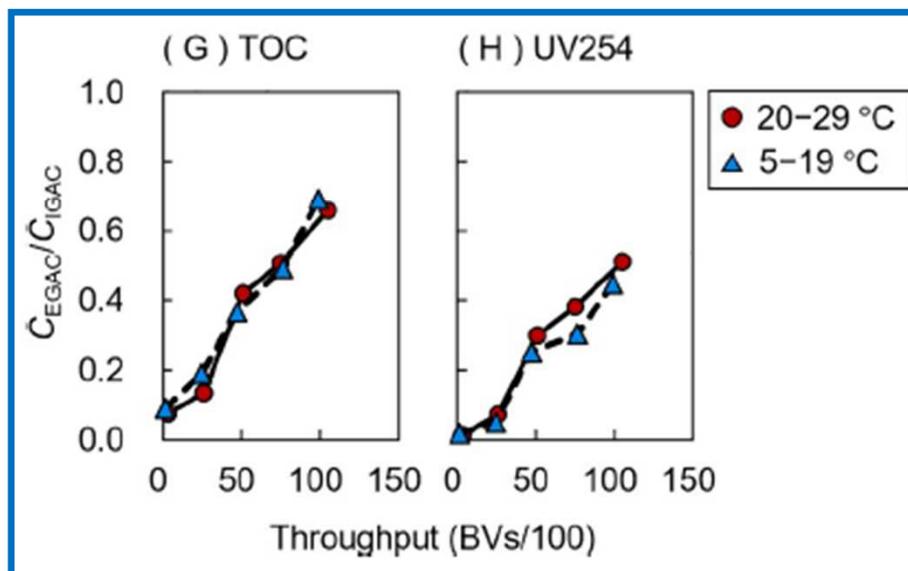
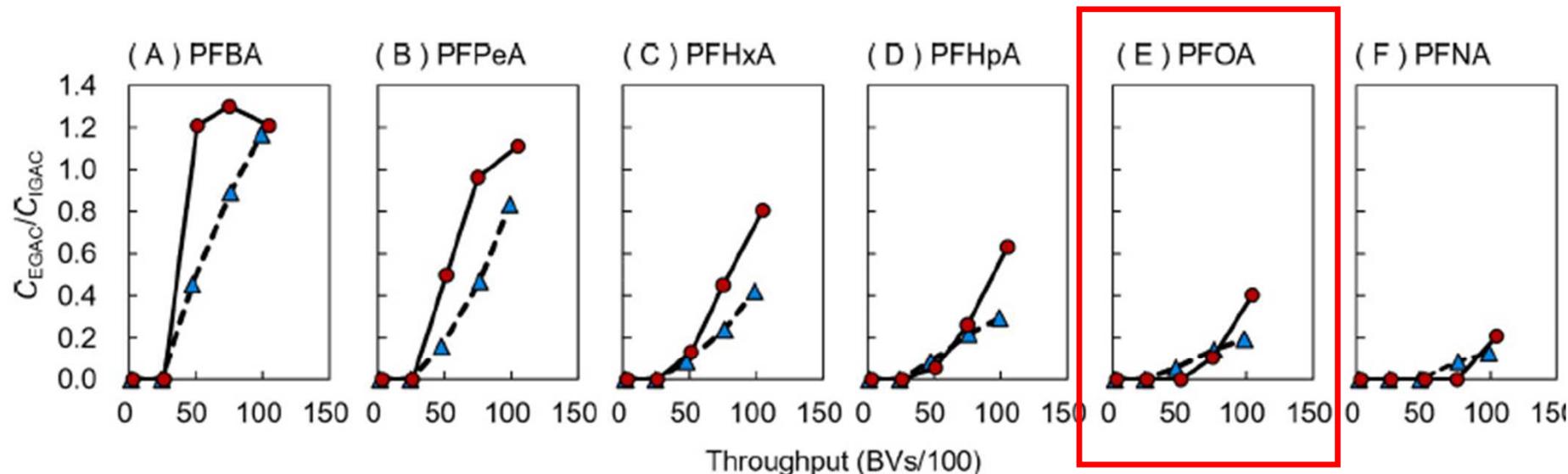
## GAC処理でのPFASの除去率の推移 (個別GAC池)



- 破過：GAC層に通水を続けるとGACへの吸着が飽和に達し、流出し始めること
- 破過点：破過曲線において、処理水の濃度が設定濃度に達した点



# PFASの物性による脱着の違い



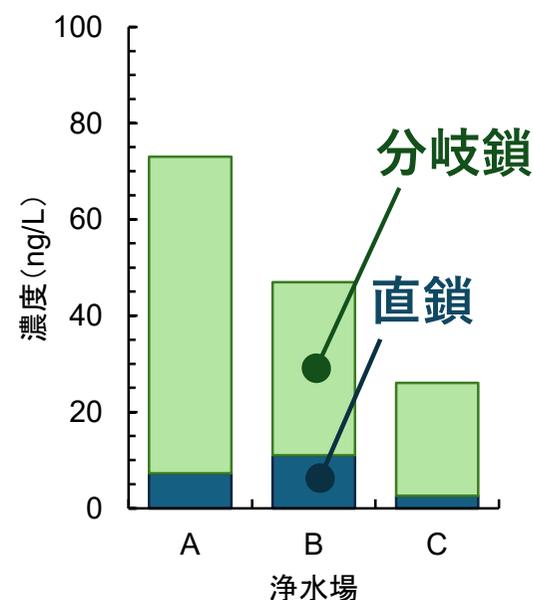
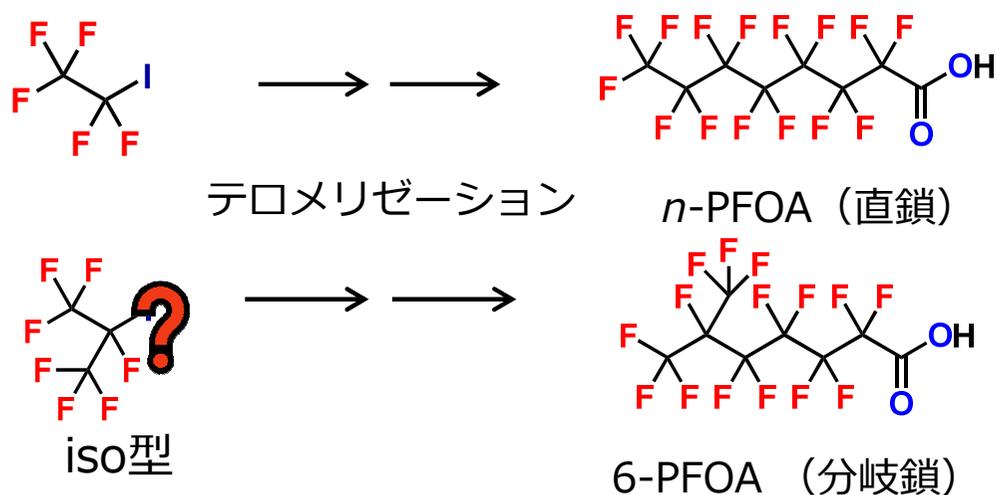
- 鎖長が短いほど破過が早く、高水温で脱着が起こりやすい
- TOC、UV254よりは、PFOAの方が溶出しにくい



## 異性体割合の地点による違いと発生源

- 有機フッ素化合物の製法としては、電解フッ素化法（PFOS、PFOA – 直鎖80%）、テロメリゼーション法（PFOA – ほぼ直鎖）が知られており、生成物は、直鎖の割合が高いとされている。 国立環境研究所特別研究報告SR-67-2006. 2006.
- 一方で、一部では分岐鎖（6-PFOA）の割合、濃度が高い地点（水道水源）が複数あった。
- 定量だけでなく、原料等が異なる発生源の特定等にも活用できる可能性がある。

⇒ 直鎖と分岐鎖を両方評価することが必要。

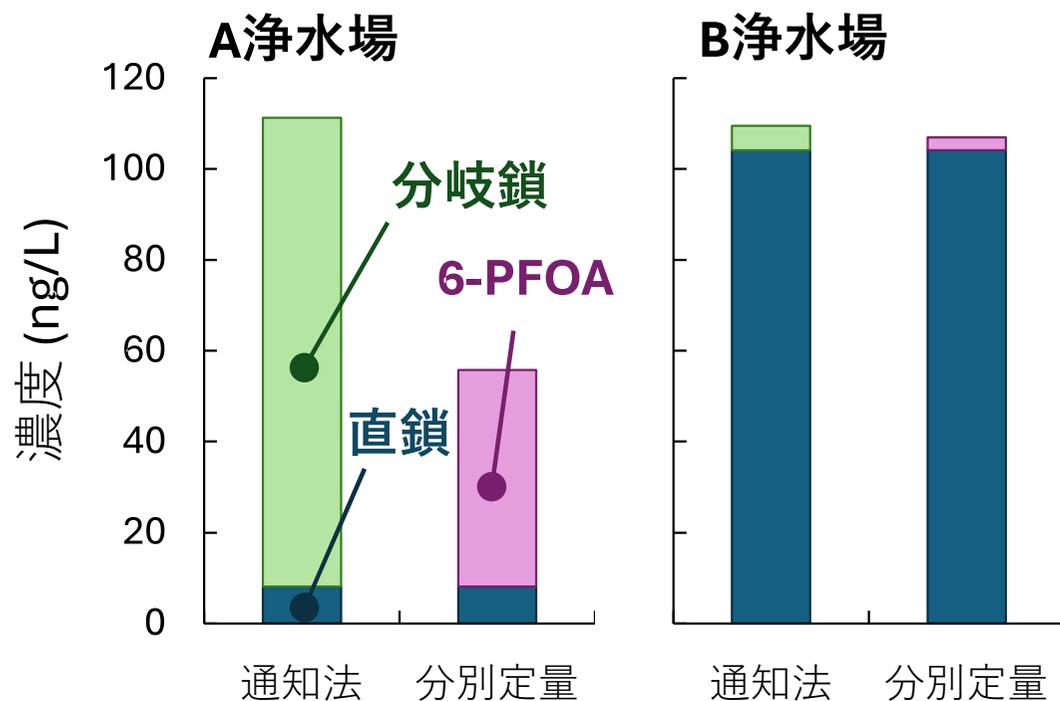


#### 4. 分岐鎖の検出とその起源の関係



# PFOAやPFOSの異性体割合の 地点による違い

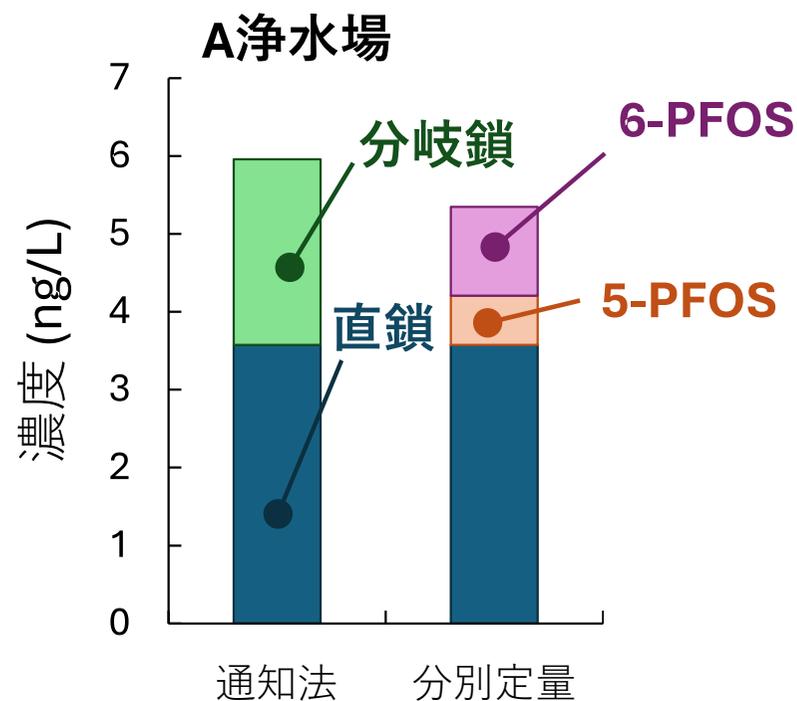
## PFOA



分岐鎖が多く、直鎖のみを測ると値が  
~1/5になる地点  
(特に6-PFOAが多い)

ほとんど影響が  
ない地点

## PFOS



直鎖のみを測ると値  
が約2/3になる地点  
(特に5-,6-PFOAが多い)



## まとめ

水道における検出とその対応についてまとめた。  
粉末活性炭・粒状活性炭による除去、分岐鎖の取り扱  
い等について今後も検討が必要である。

## 謝辞

本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金（22LA1007）において実施しました。資料の作成にあたり、国立保健医療科学院小坂浩司上席主任研究官、中沢禎文協力研究員、化学物質・農薬分科会、「水道におけるPFASの処理技術等に関する研究会」の皆様をはじめ、多くの方々にご協力いただきました。試料採取、関連情報提供にあたり、水道事業者の方々にご協力いただきました。厚く御礼申し上げます。