

有機フッ素化合物（PFAS）浄化対策実証実験の効果検証について（中間報告）

水環境中の PFAS 濃度の指針値（50ng/L）を超過した北部承水路支流において実施している PFAS 浄化対策実証実験について、8 月時点での実験の検証結果を報告する。

1 実験概要

- ・目的 粒状活性炭による河川での PFAS 浄化効果及び破過までの時間の把握
- ・内容 北部承水路支流に、ろ過材として粒状活性炭を使用した浄化実験装置を設置し、浄化前と浄化後の PFAS 濃度の変動を測定する（図 1 参照）。
 - ＜浄化実験装置＞
 - i. ろ過材として、ヤシ殻で製造した粒状活性炭（8～32mesh）をメッシュ袋に詰めたもの（活性炭の量＝12.5kg/袋）を 80 袋使用（計 1,000kg）
※令和 6 年度の予備試験（以下「予備試験」）の結果から、ろ過材の量に対し 3 倍の水量を浄化すると想定して浄化実験装置を設置。
 - ii. ろ過材を詰めた金属製籠（W4000mm×D620mm×H500mm）を 3 段（26～27 袋/段）設置し、一つの流れに対して 3 回浄化することとした（図 2 及び写真 1 参照）。
 - iii. ろ過材は実験期間中、取替無しとした。
- ・期間 令和 7 年 5 月 28 日 ～ 令和 8 年 2 月 2 日
 - ※実験開始より 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 週目（6 月～8 月。今中間報告分）及び 16, 20, 24, 28, 32, 36 週目（9 月～2 月）に採水（計 14 回）。

2 実験結果

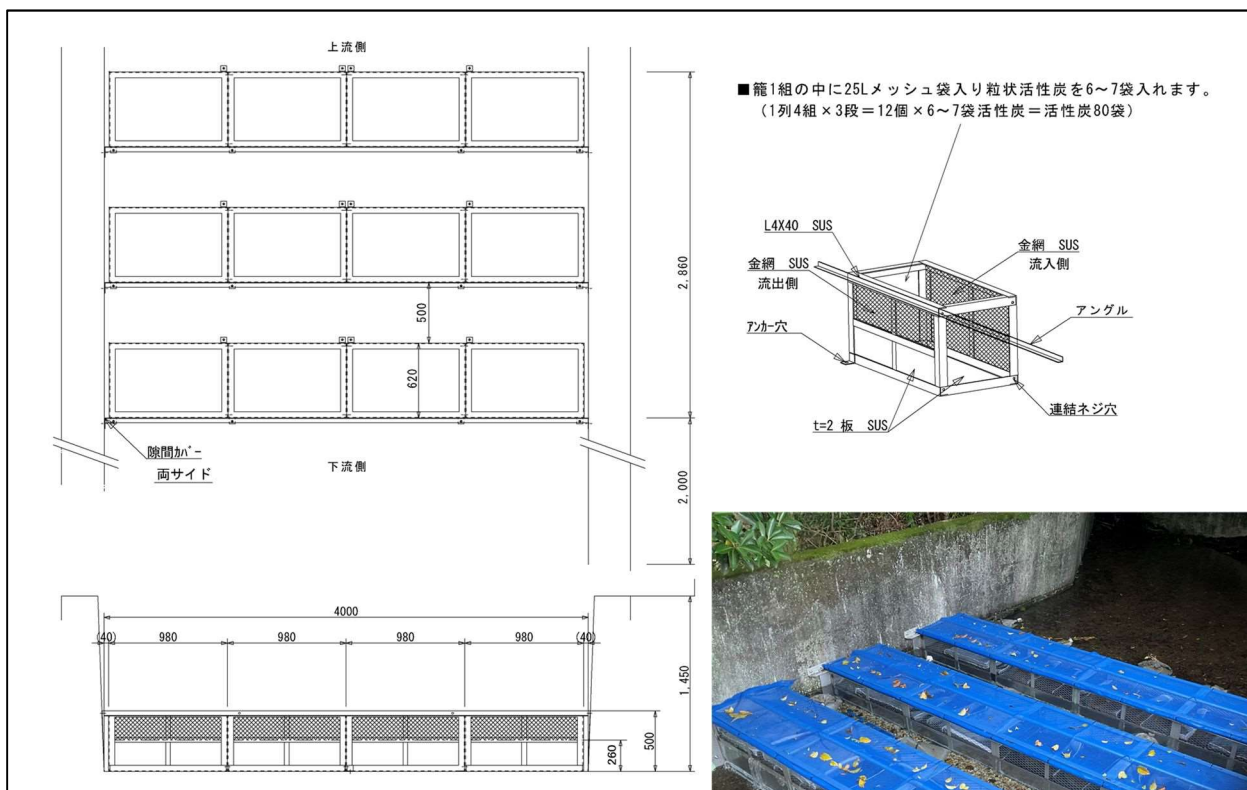
- ・PFAS 除去率 平均 40.6%（PFOS・PFOA 合算）
 - ※PFOA よりも PFOS の方が相対的に除去され易い傾向
- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ＜参考＞ PFAS 浄化前数値（図 1 地点①） | 平均濃度 507ng/L |
| PFAS 浄化後数値（図 1 地点②） | 平均濃度 299ng/L |
| PFAS 除去量 | 3.9～11.6 μ g/min |
| EBCT（空床接触時間） | 75～33min |

3 考察

- ・本実験では、実際の河川においても活性炭による PFAS 濃度の低減効果があることがわかった。
- ・予備試験では活性炭の浄化能力の寿命（1,443ng/L の PFAS 濃度が 50ng/L（除去率 96.5%）～200ng/L（除去率 86.1%）に低減される期間）半月～3 ヶ月程度との結果だった。本実験での実験開始後 12 週経過時点での除去率は 40.6%であり、予備試験よりも浄化能力の劣化スピードが速い。この要因として、①流量が一定でない、②河川の水中の濁質、有機物の影響等が考えられる。
- ・今後、本実験を 36 週目まで継続し、実験終了時点での活性炭の浄化能力がどの程度残っているかを量る。



〔図 1〕 実証実験位置図



〔図 2〕 実証実験装置



〔写真 1〕 実証実験の様子

令和7年9月

有機フッ素化合物（PFAS）浄化対策実証実験業務委託
中間報告書



大学産業株式会社

目次

1. 業務委託の名称	1
2. 業務の目的	1
3. 実施期間	1
4. 実施場所	1
5. 業務内容	1
5-1. 資材設置	1, 2
5-2. 試料採取	2
5-3. 試料検査	3
6. 実験結果	3
6-1. 検査結果、表 1, 図 1~3	3, 4
6-2. 流入水量と PFOS 及び PFOA 除去量について、表 2, 図 4~6	5, 6
7. 所見	7
7-1. 検査結果から	7
7-2. 処理設備について	7
8. 考察	7
8-1. 検査結果について	7, 8
8-2. 処理設置に関して（考えられる対策）	8, 9
9. まとめ	9
9-1. 河川の浄化効果	9
9-2. 効率的な活性炭設計条件等	9
10. 資料	
10-1. 写真帳	
10-2. 計量証明書	

1. 業務委託の名称

有機フッ素化合物（PFAS）浄化対策実証実験業務

2. 業務の目的

北部承水路支流（浜松市中央区湖東町 4184 地先）での活性炭による PFAS 浄化対策の実証実験として、北部承水路支流底部に金属製かご（粒状活性炭を詰めたメッシュ袋 6～7 袋入）を、河川流向に対して垂直方向に一行に 4 台×3 列（金属製かご計 12 台、メッシュ袋計 80 袋）設置し、河川の浄化効果及び破過時間等を把握するために調査を行った。

3. 実施期間

令和 7 年 4 月 1 日から令和 8 年 2 月 28 日

（中間報告書の実証実験期間：令和 7 年 5 月 30 日から令和 7 年 8 月 18 日）

4. 業務場所

北部承水路支流（浜松市中央区湖東町 4184 地先）、北部承水路、谷上橋

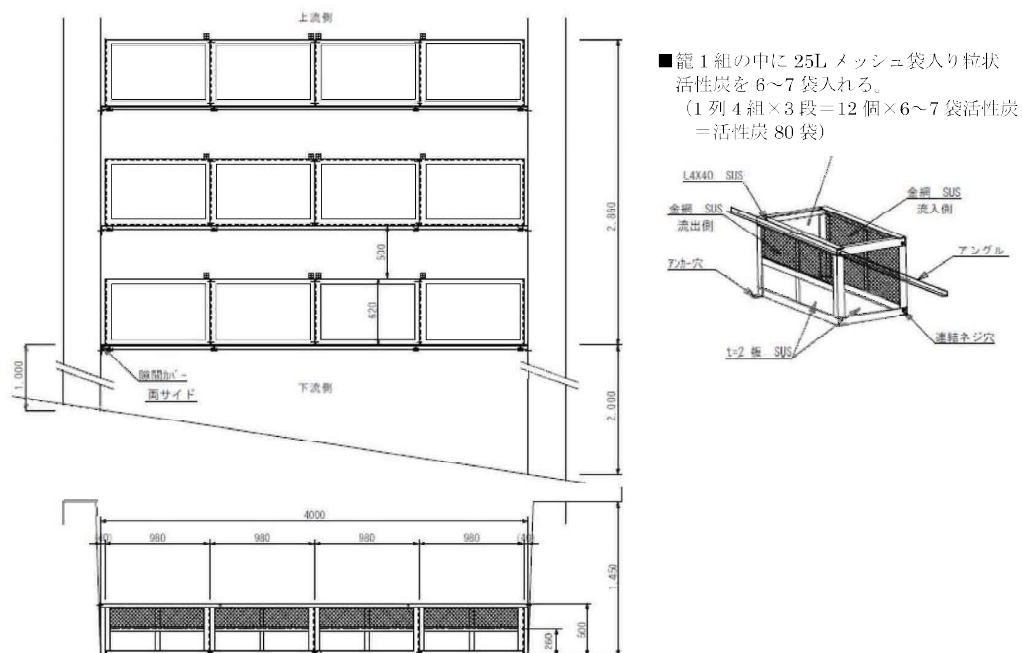
5. 業務内容

5-1. 資材設置

金属製かごを次頁図面のとおり北部承水路支流の底部に河川流向に対して、垂直方向に一行に 4 台×3 列を並べ、メッシュ袋入り粒状活性炭（ヤシ殻活性炭 8-32mesh 新炭）80 袋を金属製かご内に設置した。

（メッシュ袋：W530×H620×D50mm チェック式 PE 製、金属製かご：W980×D620×500mm

金属製かご 1 組あたり 6～7 袋、活性炭 12.5kg/袋×80 袋＝合計 1000kg＝2m³）
粒状活性炭については、予備試験の結果から 2m³の活性炭で 6m³の河川水を浄化する想定で設置した（河川流量 100L/min）。



5-2. 試料採取

下記の日程に河川水を試料として採取を行う。(9ヶ月間)

・採水時期

(大 学 産 業) : 実験開始から1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12週経過時 : 計8回

(浜松市環境保全課) : 実験開始から16, 20, 24, 28, 32, 36週経過時 : 計6回

※採水日は別添「PFAS 実証実験採水スケジュール」のとおり

・採水場所

①処理設備上流、②処理設備下流、③北部承水路、④谷上橋の計4地点



出典 : 国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>)

5-3. 試料検査

5-2 にて採取した試料について PFOS 及び PFOA の検査を行う。

(大 学 産 業) : 実験開始から 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 週経過時 : 計 8 回

(浜松市環境保全課) : 実験開始から 16, 20, 24, 28, 32, 36 週経過時 : 計 6 回

検査方法は、令和 2 年 5 月 28 日付け環境省通知環水大水発第 2005281 号、環水大土発第 2005282 号付表 1 に掲げる方法に準拠する。

6. 実験結果

6-1. 検査結果

				①			②			①-②		破過率	除去率	③			④		
採水	採水日時	週数	経過日・週	PFOS	PFOA	合算	PFOS	PFOA	合算	合算	合算			PFOS	PFOA	合算	PFOS	PFOA	合算
回	-	-	[日]	[週]	[ng/L]			[ng/L]			[ng/L]	[%]	[%]	[ng/L]			[ng/L]		
1	2025/6/2	1	3.9	0.6	405	50	455	166	26	192	263	42.2	57.8	291	55	346	134	30	164
2	2025/6/9	2	10.9	1.6	565	57	622	270	37	307	315	49.4	50.6	377	64	441	124	25	149
3	2025/6/16	3	17.9	2.6	442	57	499	314	39	353	146	70.7	29.3	352	55	407	134	25	159
4	2025/6/23	4	24.9	3.6	429	62	491	327	43	370	121	75.4	24.6	438	65	503	129	26	155
5	2025/7/8	6	39.9	5.7	599	64	663	314	42	356	307	53.7	46.3	181	28	209	122	27	149
6	2025/7/22	8	53.9	7.7	395	52	447	262	37	299	148	66.9	33.1	317	52	369	122	28	150
7	2025/8/4	10	66.9	9.6	426	45	471	261	35	296	175	62.8	37.2	219	36	255	102	23	125
8	2025/8/18	12	80.9	11.6	355	53	408	184	36	220	188	53.9	46.1	188	41	229	94	25	119
9		16	---				---			---	---	---	---			---			---
10		20	---				---			---	---	---	---			---			---
11		24	---				---			---	---	---	---			---			---
12		28	---				---			---	---	---	---			---			---
13		32	---				---			---	---	---	---			---			---
14		36	---				---			---	---	---	---			---			---

表 1 検査結果一覧

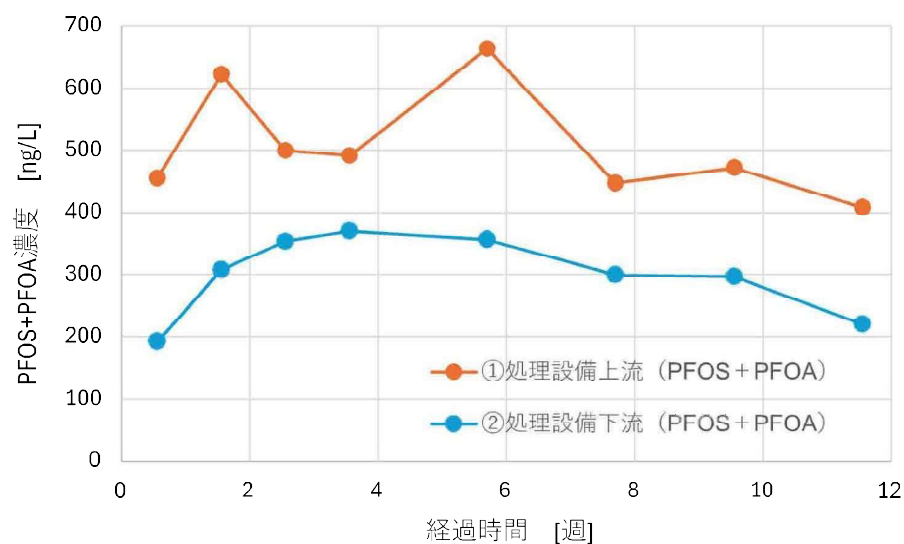


図1 ①処理設備上流および②処理設備下流におけるPFOS及びPFOA合算値濃度の推移

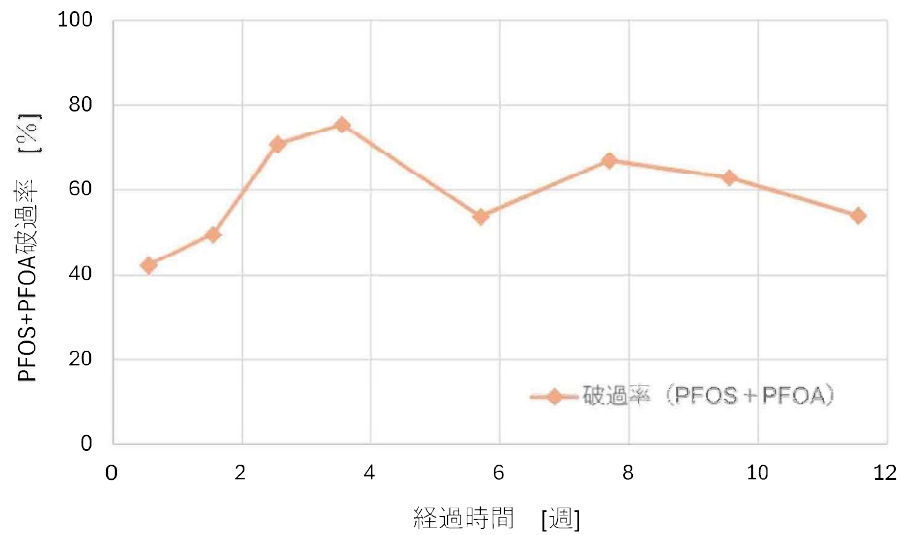


図2 ①処理設備上流および②処理設備下流における
PFOS及びPFOA合算値の破過率の推移

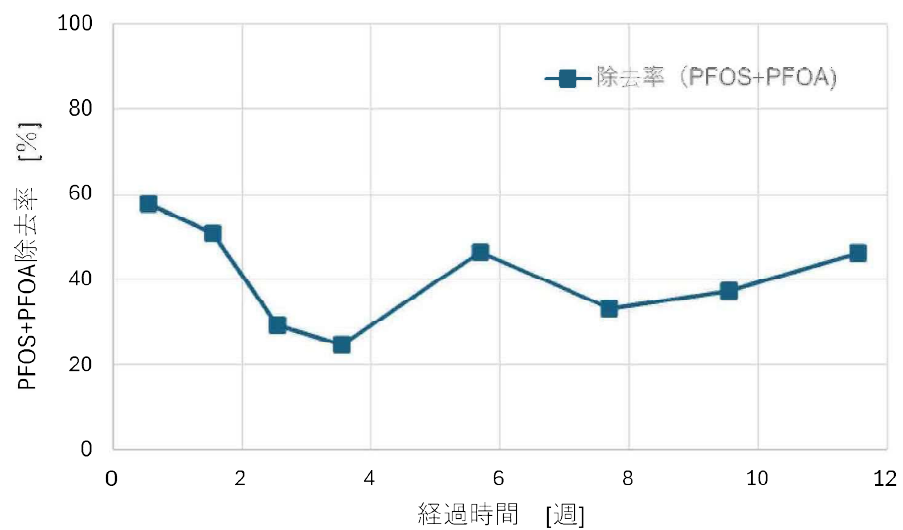


図3 ①処理設上流および②処理設備下流における
PFOSおよびPFOA合算値の除去率の推移

6-2. 流入水量と PFOS 及び PFOA 除去量について

採水時、流入水量を計測し 1 分間あたりの PFOS 及び PFOA 除去量を算出した。

採水 回	採水日時	週数	経過時間			①-② (表1より)	流入水量	除去量	SV
			[時間]	[日]	[週]	[ng/L]			
	-	-				[L/min]	[μg/min]	[h ⁻¹]	
1	2025/6/2 10:09	1	93	3.9	0.6	263			
2	2025/6/9 9:59	2	261	10.9	1.6	315			
3	2025/6/16 9:58	3	429	17.9	2.6	146			
4	2025/6/23 9:48	4	597	24.9	3.6	121			
5	2025/7/8 10:30	6	958	39.9	5.7	307	27.3	8.4	0.8
6	2025/7/22 10:09	8	1293	53.9	7.7	148	26.7	3.9	0.8
7	2025/8/4 9:48	10	1605	66.9	9.6	175	66.1	11.6	2.0
8	2025/8/18 10:13	12	1941	80.9	11.6	188	60.5	11.4	1.8
9	2025/9/16 0:00	16							
10	2025/10/14 0:00	20							
11	2025/11/10 0:00	24							
12	2025/12/8 0:00	28							
13	2026/1/5 0:00	32							
14	2026/2/2 0:00	36							

表 2 流入水量と 1 分間あたりの PFOA 及び PFOA 除去量 一覧

※SV とは：活性炭あたり、通水の許容量を表したもの
本実証実験では活性炭 2m³あたり 6m³の通水を想定している（河川流量 100L/min）。

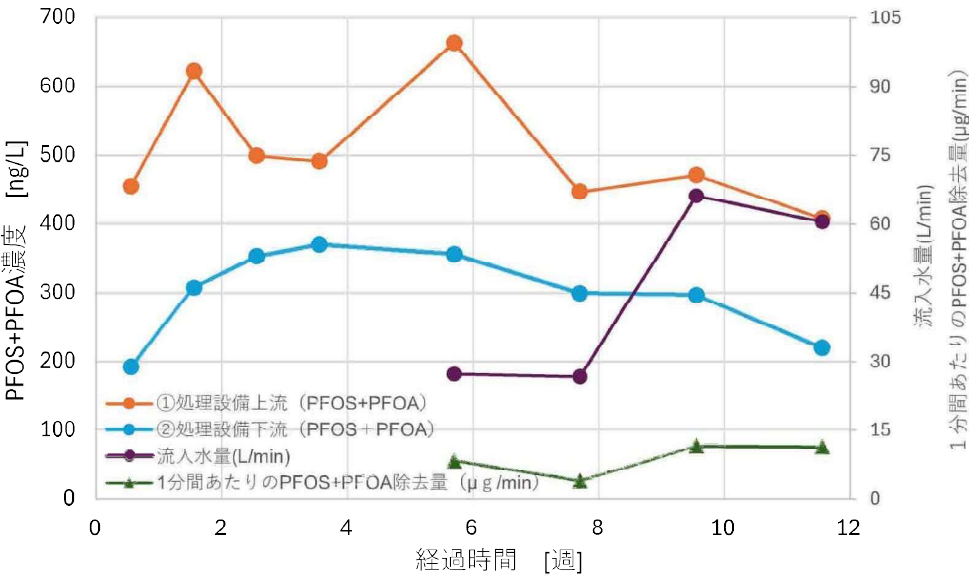


図4 ①処理設備上流および②処理設備下流におけるPFOS及びPFOA合算値濃度、流入水量、1分間あたりのPFOS+PFOA除去量の推移

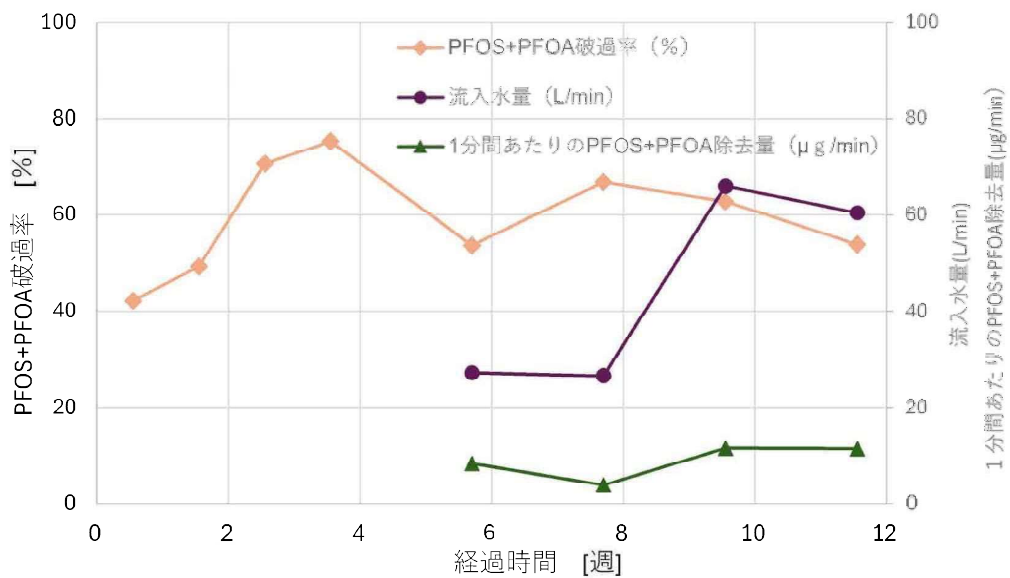


図5 ①処理設上流および②処理設備下流におけるPFOS及びPFOA合算値の破過率、流入水量、1分間あたりのPFOS+PFOA除去量の推移

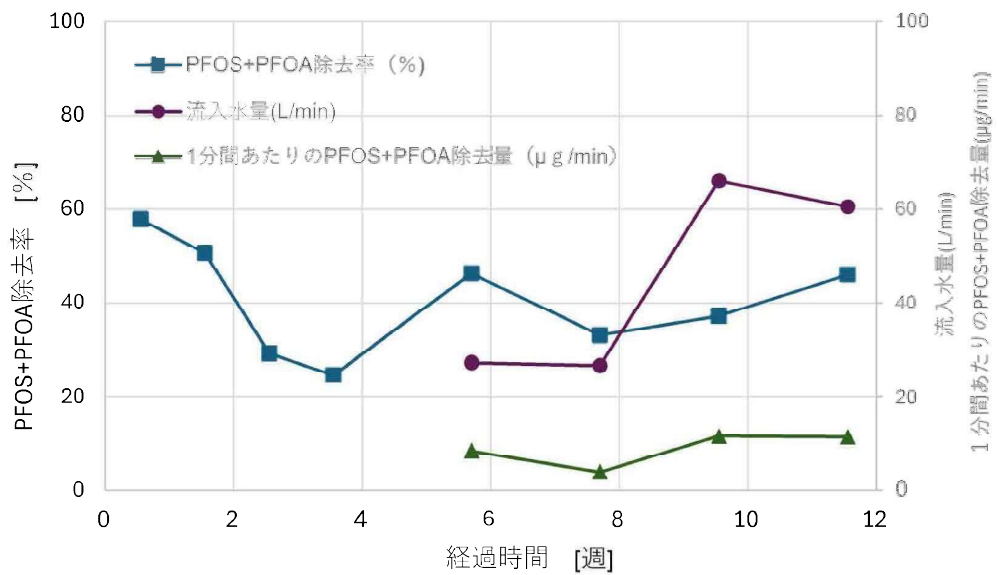


図6 ①処理設備上流および②処理設備下流におけるPFOA及びPFOS合算値の除去率、流入水量、1分間あたりのPFOS+PFOA除去量の推移

7. 所見

7-1. 検査結果から

- ・破過率 (PFOS+PFOA 合算) : 図 2 より平均 59.4% (n=8、1~12 週)。最小 42.2%、最大 75.4%で変動がやや大きい。初期は低い→3~4 週で上昇→6~12 週は中程度で推移。
- ・除去率 (PFOS+PFOA 合算) : 図 3 より平均 40.6% (n=8、1~12 週)。最小 24.6%、最大 57.8%で変動がやや大きい。初期は高め→3~4 週で低下→6~12 週は中程度で推移。
- ・除去量 (PFOS+PFOA 合算) は表 2 より $3.9 \sim 11.6 \mu\text{g}/\text{min}$ 、 $\text{SV}=0.8 \sim 2.0 \text{ h}^{-1}$ (※EBCT $\div 75 \sim 33\text{min}$)。
PFOS+PFOA 除去量 ($\mu\text{g}/\text{min}$) は流入水量 (L/min) に比例して増加する結果となった。
- ・①処理設備上流河川水の PFOS+PFOA 濃度は予備試験の想定よりも低い数値であった。
- ・物質別には PFOS の方が PFOA より除去率が高い例が多い。

※EBCT=空床接触時間のことで、水が粒状活性炭のような粒子を通過する際の接触時間を示し、この時間が長いほど活性炭による水質浄化性能(溶質除去)が高まることを意味し、SV(空間速度)の逆数に相当する。

7-2. 処理設備について

- ・金属製かご内に活性炭メッシュ袋を平面的に並べた構成のため、袋の間に空間が生じて水の抜け道が起こりやすくなっている。
- ・河川中の浮遊物、有機物、落葉等により活性炭メッシュ袋の表面に褐色の汚れが付着している。

8. 考察

8-1. 検査結果について

(1) 破過率の変動に関して

- ・図 2 より、運転開始から 3~4 週の段階で一時的に上昇が確認されたが、その後は持ち直している。これは流入水量や水質の条件変動に起因するものと考えられるが、「12 週時点でも吸着能力を一定程度保持していること」「除去率が 30~50%台で安定していること」より、現状の使用には大きな問題はないと考えられる。

(2) 除去量に関して (6~12 週) (図 4~6 より)

- ・6 週 : 流入水量=27.3 L/min、 $\text{SV}=0.8 \text{ h}^{-1}$ 、除去率 46.3%、除去量=8.4 $\mu\text{g}/\text{min}$
 - ・8 週 : 流入水量=26.7 L/min、 $\text{SV}=0.8 \text{ h}^{-1}$ 、除去率 33.1%、除去量=3.9 $\mu\text{g}/\text{min}$
 - ・12 週 : 流入水量=60.5 L/min、 $\text{SV}=1.8 \text{ h}^{-1}$ 、除去率 46.1%、除去量=11.4 $\mu\text{g}/\text{min}$
- 除去量と流入量および除去率の関係については、現状までの結果を見る限り、相関性があるとは言い切れないため今後の結果を注視したい。

(3) PFOS と PFOA の挙動差 (表 1 より)

- ・ 例 (10 週) : PFOS 設備上流 426ng/L→設備下流 261ng/L (除去率 38.7%)
PFOA 設備上流 45ng/L→設備下流 35ng/L (除去率 22.2%)
- ・ 例 (12 週) : PFOS 設備上流 355ng/L→設備下流 184ng/L (除去率 48.2%)
PFOA 設備上流 53ng/L→設備下流 36ng/L (除去率 32.1%)

→ PFOS の方が相対的に除去されやすい傾向にある (複数時点で一貫)。

(4) その他

- ・ ①処理設備上流 : 表 1 より PFOS+PFOA 合算値は当初の想定よりも低い値で推移している。
 - ・ ③北部承水路 : 表 1 より PFOS+PFOA 合算値は 346~503 ng/L から 229 ng/L (12 週) へ低くなっているが原因は不明。
 - ・ ④谷川橋 : 表 1 より PFOS+PFOA 合算値は 125~164 ng/L から 119 ng/L (12 週) へ やや低くなっているが原因は不明。
- 系外要因 (希釈・流況・発生源変動) も絡むため、処理の寄与率は単独では判断は困難と考えられる。
- 今後は濃度の上昇や変動も考えられるためモニタリングが必要である。

8-2. 処理設置に関して (考えられる対策)

(1) 活性炭メッシュ袋の表面洗浄

- ・ 袋の表層に河川水の SS (懸濁物) や有機物が付着し、外殻層が “ブラインド” 状態になって EBCT が短くなっている可能性がある。
- 表面の洗浄や袋の向きを変えることで、一時的に圧力損失減少・流水改善が期待できると考えられる。

(2) 活性炭配置の均一化

- ・ 運転中に上層の袋が沈下・偏位し、流れが特定経路に集中することが懸念される。上下ローテーションや段列変更 (1→2、2→3、3→1 など) で、流れのバイパスを緩和できると考えられる。

※限界と注意点

(1) 内部の吸着能力は回復しない可能性

- ・ PFOS+PFOA は強く吸着されるため、内部に保持された吸着容量は洗浄やローテーションで再生されない可能性がある。
- ・ 効果は、活性炭そのものの吸着性能を回復させるのではなく、流れの偏りや目詰まりを取り除くことで “見かけ上の浄化効率” を改善することにとどまり、吸着寿命そのものを延ばすことはできない可能性がある。

(2) 破過は遅らせられない可能性

- ・ 汚染物質がまだ除去されている領域と、既に吸着材が飽和して除去できなくなった領域の境界部分 (吸着帯 (MTZ)) が進行した部分は袋を逆さにしても効果は限定的ではないかと考えられる。

(3) 破損や強度低下のリスク

- ・洗浄や繰返しの入替でメッシュ袋が破れやすくなり、活性炭漏出のリスクに注意が必要となる。

→上記に示した表面洗浄・ローテーションは“応急措置”としては有効と考えられるが、長期的な性能改善・寿命延長には直結しないので、新炭への入れ替えが根本的な対策となる。

9. まとめ

9-1. 河川の浄化効果

- ・本実証実験は、前回実施した予備試験（カラム試験）の結果を踏まえ、処理設備（袋詰め粒状活性炭）を設置して水質調査を行っている。

現行設備では運転開始後 12 週の時点で原水 PFOS+PFOA 濃度を概ね 40～50%抑制できている。

短絡流や水質変動（有機物・SS による目詰まり）、流入 PFOS+PFOA 量の変動など外的要因が存在する中でも、一定の浄化効果が認められた。

9-2. 効率的な活性炭設置条件等

- ・現時点において、粒状活性炭による PFOS+PFOA 除去に関する SV（空間速度）や EBCT（空床接触時間）の標準的な基準は確立されていない。そこで文献を参考に予備試験を行い（ $SV=3\text{ h}^{-1}$ および 5 h^{-1} ）、その結果を踏まえて本実証条件を設定した。

条件は「流入水量 100 L/min、 $SV=3\text{ h}^{-1}$ 、EBCT=20 min、活性炭量 1,000 kg（約 2,000 L）」とし、実証を開始した。試験開始から 12 週の段階では、破過率 59.4%、除去率 40.6%であった。

一方、予備試験では処理水濃度が横ばい（破過進行）となった時点の破過率は 83.1%であったことから、現行設備は 12 週時点でも吸着能力をある程度保持していると推察される。

以上より、粒状活性炭量は想定値を満足しており、12 週以降に新炭と交換することで PFOS+PFOA 除去効果を継続できると考えられる。

- ・最適な活性炭量や交換頻度を把握するには、より多くのデータ蓄積が必要である。PFOS+PFOA 濃度の変動も考慮しつつ、原水濃度の継続的なモニタリング（定期検査）を行うことが重要である。