

II-572

活性炭流動床型嫌気性反応器によるペンタクロロフェノール（PCP）の処理

京都大学 正会員 河村正純
京都大学 正会員 津野 洋
京都大学 正会員 宗宮 功
京都大学 学生員 鈴木慎介

1. はじめに

生物分解阻害性有機物を高濃度を含む廃水の処理法の開発をめざし、粒状活性炭による物理吸着とそれに付着増殖した微生物による生物分解反応とを結合した生物活性炭嫌気性処理法を検討している。高濃度の生物阻害性有機物が粒状活性炭に吸着されて低濃度となり阻害性が緩和されれば生物処理の適用が可能となる。

本研究では粒状活性炭流動床型嫌気性反応器を用いて、農業に広く用いられ塩素化フェノールの代表的化合物であるペンタクロロフェノール（PCP）を含有する廃水を対象とした連続処理実験を行い、運転開始初期の反応器の挙動及び処理特性について考察した。

2. 実験方法

本実験で使用した粒状活性炭流動床型嫌気性反応器は既報¹⁾で示したような有効容積10Lの透明塩化ビニール製のカラム型反応器で、流動担体として平均粒径0.9-1.1mmの粒状活性炭を1.5kg充填した。反応器内の溶液を上部から一部引き抜き底部に循環させることで担体を流動化させた。循環流量は活性炭床の膨潤率が25%になるように設定した。本反応器はそれまでフェノール含有廃水の連続処理を行っていたもので有機基質成分をPCP含有廃水に切り替えて運転を続行した。運転日数とともに流入水のPCP濃度及び有機成分濃度を段階的に増大した。合成廃水の有機基質組成を表1に、栄養塩類組成を表2に示した。流量は2L/日（水理学的滞留時間（HRT）=5日）に設定した。生成ガスは湿式ガスメーターで測定し、ガス組成よりメタン生成量を計算した。反応器内の水温は30℃となるように制御した。週1回の頻度で流入水及び処理水を採取し、PCP、COD_{cr}、溶解性有機炭素（DOC）の各濃度を測定した。また反応器内の混合液を一部取り出しpH、ORPを測定した。なお本研究ではPCPとして一貫してペンタクロロフェノールナトリウム塩（以下PCP-Na）を使用した。

3. 結果及び考察

連続処理実験に先立ち、粒状活性炭へのPCP-Naの吸着特性を調べるため吸着実験を行った。吸着平衡時の溶液中のPCP-Na濃度C（mg/L）と単位活性炭当りの吸着量q（mg/g-GAC）の関係を図1に示した。この結果から次式が得られPCP-Naは活性炭への吸着性が高いことがわかった。

$$q=131 \times C^{0.28} \quad (1)$$

PCP-Na連続処理実験におけるメタン生成速度、流入水及び流

表1 流入水の有機基質組成

	RUN1	RUN2	RUN3
運転期間（日）	0~83	84~123	124~195
酢酸ナトリウム	500 mg	500 mg	2000 mg
PCP-Na	100 mg	400 mg	800 mg
水道水	1 L	1 L	1 L

表2 流入水の栄養塩類組成

K ₂ HPO ₄	0.348 g
KH ₂ PO ₄	0.227 g
NH ₄ Cl	0.5 g
MgCl ₂ ・6H ₂ O	0.41 g
CaCl ₂ ・2H ₂ O	0.25 g
Vitamins and minerals	
水道水	1 L

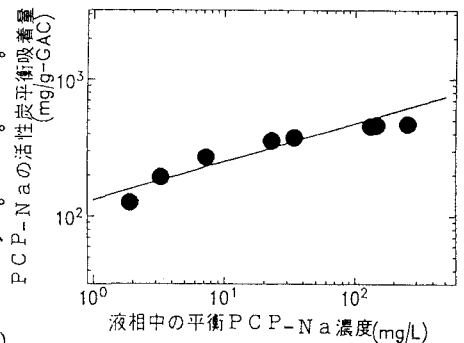


図1 PCPの活性炭への吸着等温線

表3 平均水質と除去率

	RUN1	RUN2	RUN3
運転日数（日）	0~83	84~123	124~195
PCP-Na (mg/L)			
流入水	102	397	832
流出水	0.9	0.4	1.0
除去率%	99.0	99.8	99.9
COD _{cr} (mg/L)			
流入水	526	762	1670
流出水	120	62.4	91.3
除去率%	77.1	91.8	94.5
DOC (mgC/L)			
流入水	198	320	799
流出水	11.9	5.0	7.2
除去率%	94.0	98.4	99.1

出水のPCP-Na、COD_{cr}、DOCの各濃度の経日変化を図2、図3、図4、図5に、また各平均水質及び除去率を表3に示した。メタン生成速度は84日目あたりまでは、切り替える前フェノール処理していたときの活性炭吸着フェノールも分解されたため流入有機基質相当量より高い値が示されていたが、徐々に低下し、活性炭の再生が行われたことが示されている。85～100日目までは供給した酢酸に相当するメタンが生成していたが、100日目からは供給した酢酸相当量以上のメタンが生成され始めた。このことから100日目からPCP-Naの生物分解が始まったと考えられる。流入水のPCP-Na濃度は実験期間中100, 400, 800 mg/Lと段階的に増大した。一方流出水のPCP-Na濃度は15日目に2mg/Lと高い値がみられたものの20日以降は1mg/L以下に落ち着きそれを維持した。処理水のCOD_{cr}はフェノール処理からPCP-Na処理に切り替えた後高い値を示し35日目に全COD_{cr}222 mg/L、溶解性COD_{cr}64mg/Lと最大値を示した。これはPCP-Naに適応しない活性炭付着生物が流出したためと考えられる。一方RUN2及びRUN3におけるPCP-Naの負荷の増加に対して流出水COD_{cr}への影響は見られなかった。これはPCP-Naが活性炭に吸着除去されたため生物阻害が軽減されたものと考えられる。DOCは溶解性COD_{cr}と同様の挙動を示し、運転開始後徐々に増大し35日目に25mg/Lと最大の値を示したが40日以降は低い値に落ち着いた。流入水PCP-Naの負荷の増大に対して処理水のDOC濃度には影響は見られなかった。表3に示したようにPCP-Naの除去率は実験期間を通じてほぼ99%以上であり、COD_{cr}及びDOCについても運転開始初期には低い除去率が見られたもののほぼ91%以上であった。

また195日目までに反応器に流入したPCP-Naの総量は169.2gであり流出水中に含まれて流出したPCP-Naは0.4gであることから168.8gが活性炭に吸着及び生物分解を受けたと考えられる。

4. まとめ

フェノール含有廃水処理を行っていた粒状活性炭流動床型嫌気性反応器をPCP-Na含有廃水処理に切り替えて連続処理実験を継続したが、運転開始100日目あたりからPCP-Naの生物分解が始まった。この間PCP-Naは粒状活性炭に吸着され流出水中には殆ど現れなかった。

参考文献

- 1) 津野他、環境工学研究論文集、第30巻、p. 27-38

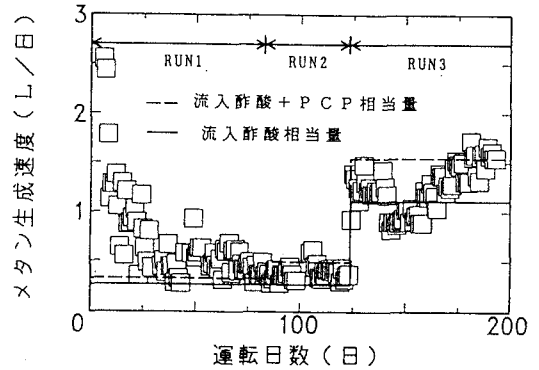


図2 メタン生成速度の経日変化

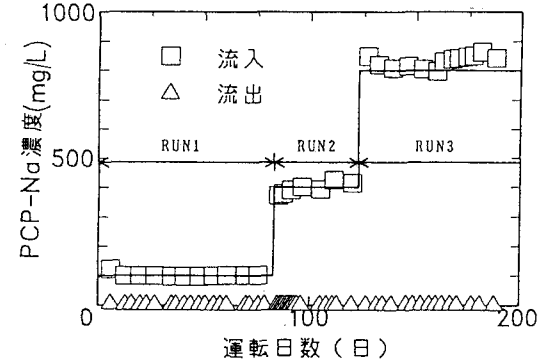


図3 PCP-Naの経日変化

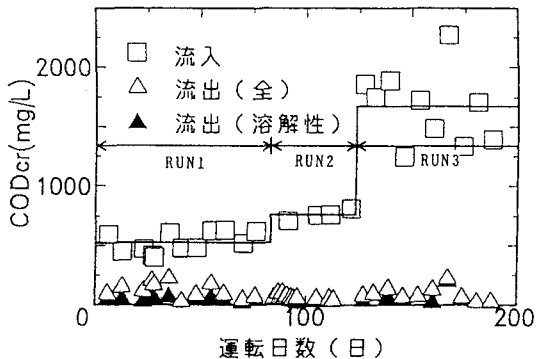


図4 COD_{cr}の経日変化

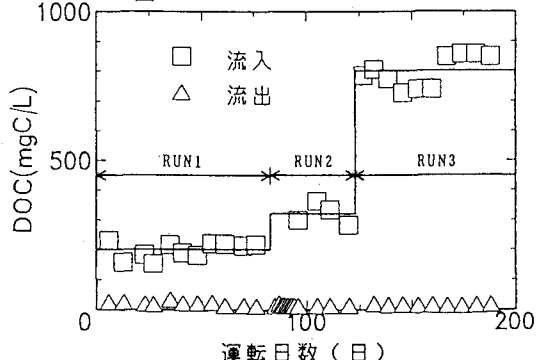


図5 DOCの経日変化