

不織布を活用するパラニトロフェノールの活性汚泥処理に関する研究

熊本大学大学院 学生会員 ○戸田治子
 熊本大学工学部 Z.I.Bhatti
 熊本大学工学部 正員 古川憲治

1. はじめに

ニトロ芳香族化合物は化学産業や加工業で幅広く使われてが、ニトロ芳香族の物質は高い突然変異原性と発癌性を持つため、人体や動植物にとって有害である。現在、微生物による生物学的処理が、最も経済的かつ効果的な除去法であると考えられている。ここでは、本研究室で活性汚泥微生物の付着担体としての有用性を認めている不織布を、パラニトロフェノール(以下、PNP と略す)分解活性汚泥の付着担体とした PNP 分解リアクタを構築し、その PNP 処理特性を連続処理試験によって検討した。

2. 実験材料および方法

1) 担持微生物：種汚泥は、研究室で肉エキス、ペプトンを主体とする合成下水を用いて、fill and draw 法にて長期間全酸化処理方式で培養している汚泥を用いた。これを 5、6 ヶ月の間、回分試験によりに PNP に馴養させ、供試汚泥とした。

2) 付着担体：本研究では、付着担体として、厚さ 0.7cm の繊維接着ポリエステル不織布を使用した。不織布は、安価で丈夫で軽いという利点をもっているため、廃水処理施設で使うには適している。

3) 連続除去システム：図-1 に示す容量 5L のリアクタの片側に、28×8×0.7cm の形状の不織布 5 枚を直径 5mm のガラス棒をスペーサーとして用い、充填した。PNP 馴養汚泥をリアクタ内に投入した後、図-1 に示すように不織布を入れていない側から、リアクタ内に旋回流が生じるように空気曝気をかけ、この状態を数時間継続させることで投入した汚泥を不織布に付着固定化した。ついで、PNP を 50~700mg/L の濃度で含む合成培地 ((NH₄)₂SO₄:0.1g/L、CaCl₂·2H₂O:0.062g/L、FeCl₃·6H₂O:0.016g/L、MgSO₄·7H₂O:0.205g/L、K₂HPO₄:0.8g/L、KH₂PO₄:0.2g/L) を供給した。

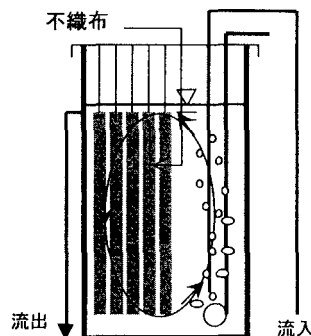


図-1 リアクタ

3. 実験結果および考察

1) 共代謝基質の決定-連続試験を始める前に、約 3 ヶ月間 PNP を唯一の炭素源として 5L のリアクタで回分試験を行ったが、汚泥濃度が 1.8g/L 以上に増えないため、共代謝基質を入れることとした。共代謝基質の選定に関する実験を回分試験により行った。その結果を表-1 と図-2,3 にまとめている。尿素と Aniline は最大比分解速度で高い値を示した。しかし、尿素はアンモニアを放出し、Aniline は高濃度になると PNP の分解を阻害した。Glucose と酵母エキスでは、最大比分解速度、コストの面で Glucose の方が優れていた。そこで、Glucose を共代謝基質として採用し、汚泥量を 1 ヶ月で 5g/L まで上げた。

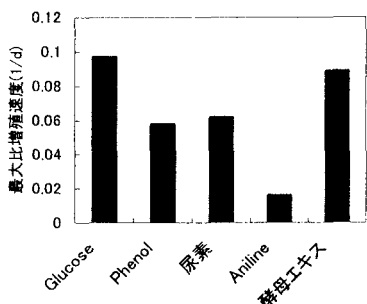


図-2 共代謝基質が最大比増殖速度に及ぼす影響

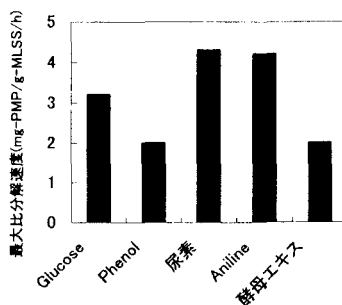


図-3 共代謝基質が最大比分解速度に及ぼす影響

2) PNP を唯一の炭素源とした際の PNP 除去

最初 54 日間は Glucose を加えていたが、その後不織布から微生物を剥がし、その内 23g を再び不織布に担持させ、PNP を唯一の炭素とする実験を行った。最初、PNP25mg/L、HRT=11h で運転を開始し、その後、PNP 濃度や流入量を変えて VLR を上げていった(図-4)。53 日目に PNP 300mg/L にすると PNP が分解されなかったため、HRT を 4 から 11h に下げて運転を再開した。PNP 500mg/L までは完全に分解されたが、700mg/L に濃度を上げると PNP の分解は起こらなかった。500mg/L という高濃度の PNP が、不織布を微生物附着担体としたバイオリアクタで処理することが出来たが、これには、長期間の馴養で活性汚泥中での PNP 分解微生物の割合が増加したことを示している。VLR と除去速度の関係をみると、1.6g-PNP/L/d が限界と分かった。この値は Glucose がある時よりも 3.5 倍高かった。また、この時の PNP 分解可能な最高 PNP-SS 負荷量と、4 ヶ月馴養して 18 日間 PNP を唯一の炭素源として実験を行った時の最高 PNP-SS 負荷量を比較すると、215mg-PNP/g-MLSS/d と 512mg-PNP/g-MLSS/d で、後者の方が 2 倍以上高い結果となった。

3) PNP 分解汚泥の特徴

Glucose 共存下での PNP を唯一の炭素源とする実験での汚泥、PNP を唯一の炭素源とする実験での汚泥、それに約 4 ヶ月 PNP を唯一の炭素源として馴養した後の 18 日間 PNP を唯一の炭素源とし、行った実験での汚泥について、その特性を検討し、表-2 に示す結果を得た。PNP を唯一の炭素源とする PNP 分解汚泥中の PNP 分解菌の菌数は、Glucose 共存下での PNP 分解汚泥中の PNP 分解菌数よりも 3 オーダー高まっている。Glucose を加えた時よりも PNP のみを炭素源とした方が PNP の VLR を高く出来るのは、PNP 分解菌数が高まるためだと考えられる。しかし、Glucose が分解容易な基質であるため、増殖速度と収率係数は Glucose を加えたものの方が高かった。また、PNP だけの時を比較しても、4 ヶ月馴養後の方が、比増殖速度が小さいために収率係数も低くなった。

4. まとめ

PNP 分解汚泥を増殖させるために Glucose の共存が必要となるが、一度増えたと Glucose なしで PNP を 550mg/L まで分解できた。また、流出水中の SS が低く抑えられることから、PNP の微生物分解に、不織布を担体として適用することの有効性が証明された。

表-1 共代謝基質の比較

共代謝基質	PNP 濃度	PNP 分解能	共代謝基質分解能	コスト
Glucose	50	+++	+++	1.0
	100	+++	+++	
	500	+++	+++	
	1000	+++	+++	
Phenol	50	++	+++	1.2
	100	++	+++	
	500	+	++	
	1000	-	-	
尿素	50	+++	+++	1.2
	100	+++	+	
	500	+++	+	
	1000	+++	-	
Aniline	50	+++	+++	0.88
	100	++	+	
	500	++	-	
	1000	-	-	
酵母エキス	50	-	+	9.0
	100	++	++	
	500	+++	++	
	1000	+++	++	
Glucose	1000	+++	+++	
酵母エキス	1000	100	+++	+++
尿素	1000	+++	-	
Glucose	1000	+++	+++	
酵母エキス	1000	200	++	++
尿素	1000	-	-	

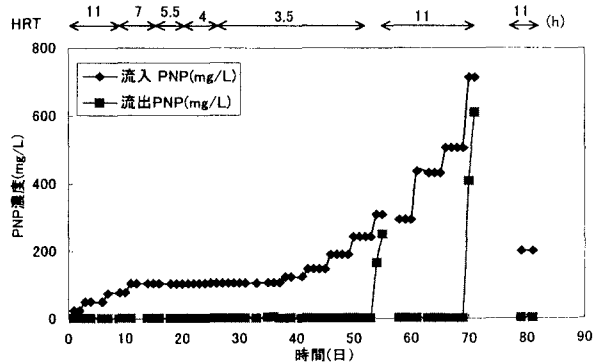


図-4 PNP を唯一の炭素源とした際の汚泥

表-2 PNP 分解汚泥の特徴

	μ (d^{-1})	$Y_{X/2S}$	$Y_{X/S}$	MPN*
PNP+Glucose	0.015	0.55	0.21	6.22×10^7
PNP	0.012	-	0.19	3.67×10^{10}
PNP (4 ヶ月培養後)	0.0061	-	0.043	-

$Y_{X/2S}$; g-MLSS/g-PNP+Glucose, $Y_{X/S}$; g-MLSS/g-PNP

* ; cells/g-MLSS