

II-402 自己固定化微生物を用いたバイオリアクターの開発に関する研究

京都大学 学生員 栗山 朗

京都大学 正会員 宗宮 功

京都大学 正会員 小野芳朗

1. はじめに

本研究では、活性汚泥法に変わる有機物回収が可能な都市下水処理方法を開発するため、固定化微生物の利用を考え、真菌を膜状に固定した劣化しない自己固定化リアクターの開発を試みた。

一般に包括固定化法は担体上で増殖した菌体が余剰汚泥となり、沈殿池の設置を免れえない、担体を補給しなければならない、といった欠点がある。そこで本研究では真菌をアルギン酸カルシウムを用いて膜状に固定し、これが菌糸を張り巡らして自己固定するバイオリアクターの開発を試みた。また、増殖した菌体は魚餌として利用可能な輪虫を共生させて捕食させた。

2. 実験装置及び条件

菌体はポリエチレン製の網目状のメッシュに固定し、これを図1に示すようなリアクターに充填した。これを20℃の恒温室内に設置し、滅菌処理をした人工下水を定量ポンプで連続的に与えた。なお、人工下水の組成及び濃度は、表1、2の通りである。負荷上昇の際にも成分の組成比は一定である。CODの値は特に断わらない限りすべて米国テクニコン社のオートアナライザーを使って測定したCOD_{cr}である。

実験は表3の実験条件に従ってRUN1、RUN2を行った。表中の前培養期間は初期固定化膜中に、真菌の基底を十分伸長させた期間をいう。

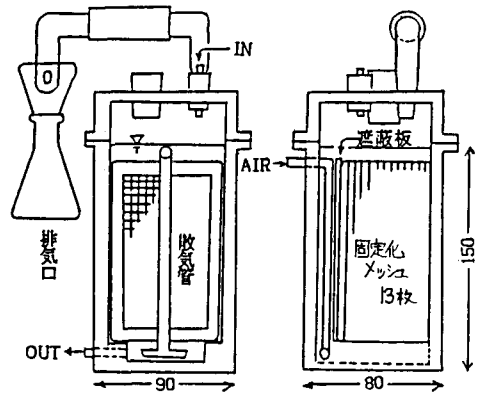


図1 リアクター (単位はmm)

表1 人工下水組成

成分	[mg/ℓ]
グルコース	42
ポリペプトン	42
(NH ₄) ₂ SO ₄	16
NaCl	4
CaCl ₂	12
FeSO ₄ 7H ₂ O	1
KH ₂ PO ₄	11
NaHCO ₃	24

表2 人工下水濃度

測定項目	濃度
COD _{cr} (オートアナライザ法)	70 [mg/ℓ]
COD _{cr} (下水試験方法)	120 [mg/ℓ]
ATU-BOD ₅	75 [mg/ℓ]
NO ₃ -N (オートアナライザ法)	0.02 [mg/ℓ]
NO ₂ -N (オートアナライザ法)	0.06 [mg/ℓ]

表3 実験条件

	共通実験条件
リアクター容積	380 [cm ³]
容積負荷	0.37 [kgBOD/m ³ 日]
流量	1.3 [cm ³ /min]
滞留時間	4.9 [hr]
固定化メッシュ	2mm*2mm格子 面積100cm ² /枚
微生物	真菌+輪虫
担体	5%アルギン酸カルシウム

	RUN1	RUN2
運転日数	継続中(178*)	継続中(148*)
初期固定化微生物濃度	3.5 [mg/ℓ]	5.9 [mg/ℓ]
前培養期間	3日間	10日間

* は4月8日現在の値

3. 実験結果

2回の実験は確実に微生物がメッシュ上に固定されておりアルギン酸カルシウムが初期固定化担体として適切であることを確認した。

まずRUN 1についての流入流出COD値の経日変化を図2に示す。初期に剥離がみられるが、15日目ごろからは安定し、流入負荷 $0.34[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ で、流出水のT-CODの除去率が平均75%、S-CODが86%となった。さらに輪虫を植種した36日目からはそれぞれ85%、90%になった。流入負荷を上昇させ $0.59[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ にしたところ6日後から輪虫が大量に発生して流出し、それぞれ80%、90%となった。更に上昇させ $0.77[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ にしたところそれぞれ82%、93%となり、更に $1.09[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ にしたところそれぞれ87%、93%となった。

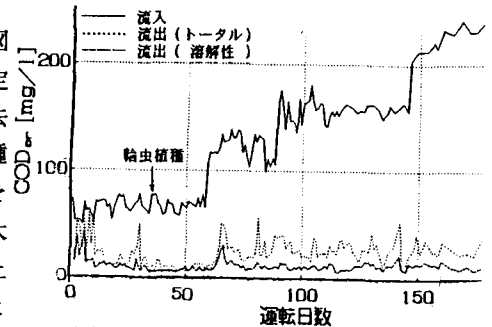


図2 RUN 1 CODの経日変化

次にRUN 2の経日変化を図3に示す。曝気法および前培養の方法を改良したため、菌糸はあまり剥離せずメッシュ全体にわたって自己固定した。馴致後は負荷 $0.36[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ でT-CODが87%、S-CODが90%となった。流入負荷を $0.60[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ にしても流出水の濃度はほとんど変化せず除去率はそれぞれ95%、96%となった。更に上昇させ $1.09[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ にしたところそれぞれ95%、96%となった。126日に輪虫を植種したところそれぞれ94%、97%となった。

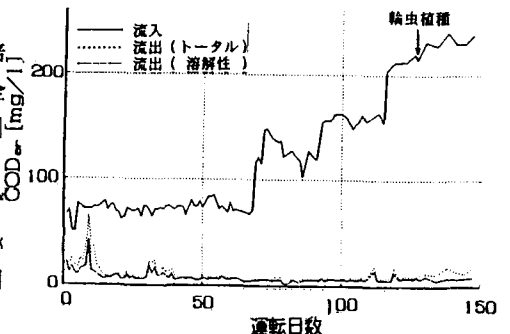


図3 RUN 2 CODの経日変化

最後に輪虫を入れた場合の処理能力

の変化について表4に示す。輪虫は菌糸や細菌を捕食するため、負荷が $0.4[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ 以下と低い場合には、RUN 1ではP-COD、SSとも処理効果が改善されるが、RUN 1で負荷を上昇後、輪虫の流出で流出水のSSが増加していること、RUN 2が輪虫なしでもP-COD、SSの値が良いことから、負荷が $0.6[\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{日}]$ 以上と高い場合輪虫は有機物を沈降速度の速い生物体に変えて回収する手段として、あるいは真菌の異常増殖によるリアクターの目づまりを抑える手段として有効であることがわかった。

表4 輪虫、負荷による処理能力の変化

	輪虫	なし					あり				
	COD-容積負荷 $[\text{kg}/\text{m}^3\text{日}]$	0.34					0.59				
RUN 1	P-COD除去率[%]	89.7	95.6	88.0	89.6	93.9	89.7	95.6	88.0	89.6	93.9
	SS $[\text{mg}/\ell]$	18.3	4.4	18.3	28.7	20.5	18.3	4.4	18.3	28.7	20.5
	S-COD除去率[%]	85.5	89.8	91.1	92.9	93.4	85.5	89.8	91.1	92.9	93.4
	輪虫	なし				あり					
	COD-容積負荷 $[\text{kg}/\text{m}^3\text{日}]$	0.36				0.60		0.77			
RUN 2	P-COD除去率[%]	97.3	99.1	99.1	99.0	97.7	97.3	99.1	99.1	99.0	97.7
	SS $[\text{mg}/\ell]$	3.4	2.8	3.0	5.3	8.8	3.4	2.8	3.0	5.3	8.8
	S-COD除去率[%]	89.9	96.3	95.8	96.4	96.6	89.9	96.3	95.8	96.4	96.6

4. おわりに

本研究では自己固定化微生物を用いて担体が160日以上劣化せず、輪虫という形での有機物回収が可能なバイオリアクターの開発を試みた。そして以下の結果を得た。

- ①アルギン酸カルシウムが初期固定化担体として有効であることを確認した。
- ②真菌が網目に自己固定し、COD除去率90%以上の処理成果を得た。
- ③輪虫が真菌を捕食することで、リアクター内での真菌の異常増殖を抑制し、かつ輪虫のボディとして流入有機物の一部を回収できた。