

## ノート 界面活性剤を分解する微生物群

岩崎誠二、山下 晃、加藤 進、高橋正昭

入浴用洗剤を分解する微生物群を下水路の汚泥、土壌及び河川の底質450件から検索した。その結果、57検体(13%)が3日間で培地中の洗剤が消泡し、うち6検体がTOCで48時間で70%以上分解した。分解能力が最大のものは、24時間で90%分解が可能であった。界面活性剤を分解する微生物群は自然界に幅広く存在し、これらを利用することにより生活排水の浄化が可能であることが示唆された。

### 1.はじめに

平成10年度版三重県環境白書<sup>1)</sup>によると、県内から伊勢湾に流入する水質汚濁の負荷量のうち約5割が生活系であるといわれている。生活排水のうち、BOD負荷量で20~40%は入浴、洗濯の排水である<sup>2)</sup>。家庭では入浴、洗濯その他でさまざまな種類の洗剤、すなわち界面活性剤を使用する。これらは全般的に易分解性の物質であり、活性汚泥処理法で比較的良く分解・除去される。<sup>3)</sup>

しかしながら、下水道あるいは合併処理浄化槽の未整備地域ではこれらの界面活性剤が自然水域に未処理のまま流されている。また、家庭用の界面活性剤であっても数mg/L以上で微小生物の生育に顕著な影響を及ぼすと言われている<sup>4)</sup>。

生活排水の中でも入浴時の排水は質・量とも比較的均一で、簡易な処理法でも汚濁負荷が除去できる可能性がある。筆者らはこれら家庭用の界面活性剤を含む排水の簡易処理を目的として、入浴用洗剤(いわゆるシャンプー・リンス)を分解する微生物群のスクリーニングを行った。その結果、下水路の汚泥から入浴用洗剤を、すみやかに分解することができる微生物群を検索したので報告する。

### 2.実験方法

#### 2-1.一次スクリーニング

生活排水が流入している下水路の底質汚泥から300点、山林等の腐食土壌から100点、河川の河床底質から50点を収集し、表1に示す選択培地によって集積培養を行った。これらを28℃で1週間の培養を行い、その培養液0.1mlを再度同培地で同条件の培養を行った。入浴用洗剤の分解性の確認として、培養後に試験管を激しく振とうし、発泡しないものを一次スクリーニング検体として以下の実験に供した(図1)。なお、シャンプーに含まれる界面活性剤の主成分はポリオキシエチレンラウリルエーテル硫酸塩、リンスはラウリルトリメチル

表1 集積培地の組成

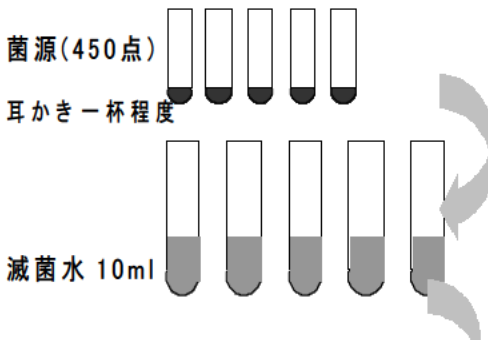
	1L中
リン酸二水素カリウム	50mg
リン酸水素二カリウム	50mg
塩化アンモニウム	50mg
塩化ナトリウム	5mg
メリットシャンプー液(花王(株)社製)	500mg
メリットリンス液(花王(株)社製)	500mg
	pH 7.0

アンモニウムである。

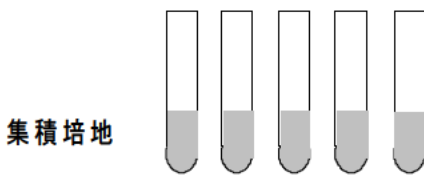
#### 2-2.二次スクリーニング

一次スクリーニング検体を2-1と同様に3日間の培養を行った後、培養液のTOCの濃度(島津TOC計TOC5000A)を測定した。TOCは培養液を0.45

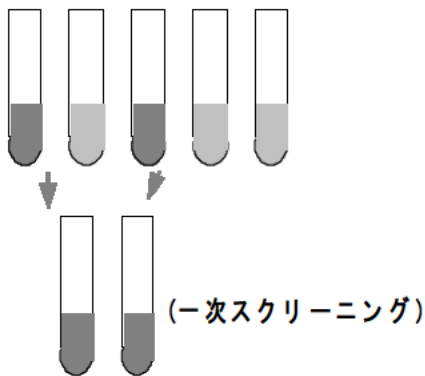
- ① 菌源(下水道汚泥等)を10ml  
滅菌水にけんだくする。



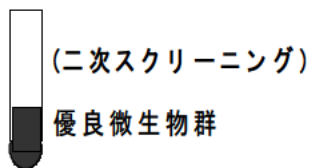
- ② ①を集積培地に0.1ml接種する。



- ③ 28℃で1週間振とう培養する。  
④ ③をもう一度、別の集積培地に接種し、  
28℃で1週間培養する。  
⑤ 試験管を振って泡立る  
消泡するものを再度集積培地に接種する。



- ⑥ 28℃で3日間培養したのちTOCを測定する。  
TOCで80%以上分解したものを優良  
微生物群として、さらに分解試験を行う。



- ⑦ 28℃で24または48時間培養したのち、  
TOCを測定する。

図1 培養方法の手順

$\mu\text{m}$ のフィルタでろ過して分析した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 洗剤分解微生物群のスクリーニング結果

入浴用洗剤を分解できる微生物群を検索するための菌源として、生活排水の下水道の汚泥の他、土壌及び河川の底質を計450検体収集し使用した。界面活性剤は疎水性部分が生分解を受けると発泡等の性質を失うことから、培養液が消泡することを指標にして界面活性剤の生分解性を確認した。これら 450の検体を集積培養して消泡試験を行った結果、57検体、13%のものが消泡した(表2)。

菌源別に見ると、消泡したものは、下水道汚泥の25%、土壌の7%、河川底質の10%であった。また、集積培養でも培地の濁りが確認されず、生育できなかったと考えられるものが全体で10%であった。下水道汚泥は常に周囲に洗剤を含んだ生活排水が存在するので、界面活性剤分解細菌群の菌源として有効であることはある程度予想されたところであった。これらの結果から、生活排水の下水道ではこれらの汚泥が入浴時の排水に含まれる洗剤成分をはじめ、生活排水の汚濁成分を分解し、自然浄化に寄与していることが改めて確認された。普段は洗剤等が存在しない土壌及び河川底質でも80~90%は生育していた。これらの結果から、合成洗剤の界面活性剤を分解する微生物は土壌及び河川底質等自然界に広く存在していることが示唆される。

#### 3-2. 洗剤分解微生物群の分解能力

3-1で検索した57検体の微生物群について、それらの入浴用洗剤に対する分解・除去力をTOCで評価したところ、表3のとおりとなった。なお、培地のTOC初濃度は80mg/Lであった。3-1でも述べたとおり、界面活性剤は疎水性部分が生分解を受けると発泡等界面活性剤特有の性質を失う。このことから、上記57件の培養液にも TOCで検出される成分が相当残留していることも予想されたが、57検体のうち半分以上がTOC分解率では50%以下であった。またデータとしては挙げなかったが、消泡しなかった検体の TOC分解率はほとんど10%未満であった。

表3で80%を越えるもの6検体を優良微生物群

表 2 菌源の採取場所及びスクリーニング結果

菌源の種類	地域	周辺の様子	採取した検体数	1次選択検体	2次選択検体	生育せず
下水路汚泥	津市内	人口密集地区	70	6	2	6
	松阪市内	人口密集地区	82	18	2	2
	四日市市内	人口密集地区	30	4	0	4
	度会郡玉城町	農村部	93	15	1	4
	度会郡南勢町	農村部	25	2	1	1
計			300	45	6	17
土壌	度会郡玉城町	山林	50	7	0	5
	四日市市内	公園	32	0	0	9
	松阪市内	公園	18	0	0	6
計			100	7	0	20
河川底質	外城田川	中流	12	3	0	1
		下流	8	0	0	1
	度会郡玉城町内	農業用水路	10	1	0	1
	鹿化川	下流	10	0	0	1
	鈴鹿川	下流	6	1	0	1
	員弁川	下流	4	0	0	0
計			50	5	0	5
合計			450	57	6	6

表 3 2次選択結果

	TOC分解率 (%)				
	50>	50~70	70~80	80~90	90<
下水路汚泥	25	10	4	5	1
土壌	4	2	1		
河川低質	3	1	1		
合計	32	13	6	5	1

として、さらに分解力等を検査したのが表 4 である。表 4 で、微生物群 a は 24 時間で TOC で 90% の分解性を示した。これに対し、微生物群 b ~ f は 24 時間培養では最大でも 75% であった。

本研究で検索したのは微生物群であり、それら構成する微生物の性質は不明である。界面活性剤のように複雑な有機化合物を分解する場合には単体の微生物よりも、微生物群として使用した方が効率がよいという報告がある。Jimenez<sup>5)</sup> は、洗濯洗剤の主成分であるアルキルベンゼンスルホン酸塩 (ABS) を完全分解する細菌群を活性汚泥から

集積した。それらは 4 種類の細菌で構成され、個々の細菌は ABS を完全分解することはできないが、4 種類をあわせると完全分解ができるという。また Sigoillot<sup>6)</sup> は、海水から ABS 分解細菌を数種類検索し、それらを混合培養する方がそれぞれの細菌を単独で培養するよりも分解性が良いことを報告している。さらに、入浴時の排水は、これ

表 4 2次選択検体の分解性

検体名	TOC分解率 (%)			
	24 h	48h	3日間	abs660
a	90	92	93	0.110
b	75	80	85	0.090
c	72	80	86	0.085
d	65	75	80	0.083
e	60	75	80	0.083
f	60	72	80	0.078

ら合成の界面活性剤の他、天然石けん成分として脂肪酸ナトリウム、垢等よごれの成分として、タンパク質、脂肪などが含まれることが予想される。

先に述べたとおり、生活雑排水の中では比較的単純な組成であり、特定の微生物が活動できる可能性はあるが、単一の微生物を使用するよりは微生物群の混合系の方が効率がよいと考えられる。これらの理由から考えて、本研究で検索された洗剤分解微生物群は、入浴時の排水の処理に有用であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 三重県環境白書,閉鎖性水域の水質汚濁防止対策の推進,129,三重県,1999
- 2) 武藤 暢夫,生活排水をめぐる諸問題, 用水と廃水,19,5,1977
- 3) 須藤隆一 編,環境浄化のための微生物学, 87~92,(株)講談社サイエンティフィック,1983
- 4) 稲森悠平,鈴木理恵,須藤隆一,微小動物に及ぼ

す合成洗剤及び石けんの影響,用水と廃水,25,9,31~37,1983

5) 矢木修身,合成洗剤と水棲生物,用水と廃水,22,4,43~51,1980

6) Luis Jimenez,Alec Breen,Nikki Thomas,thomas W.Federle and Gray S.Sayler,Mineralization of Linear Alkylbenzene Sulfonate by a Four-Member Aerobic Bacterial Consortium, Appl.Environ.Microbiol,5,1566-1569,1991

7) Jean-Claude Sigoiillot and Marie-Helene Nguyen,Complete Oxidation of Linear Alkylbenzene Sulfonate by Bacterial Communities from Coastal Seawater,Appl. Environ. Microbiol,4,1308-1312,1992

#### The Surfactants Degrading Bacterial Communities

Seiji Iwasaki,Akira Yamashita,Susumu Kato and Masaaki Takahashi

The surfactants degrading bacterial communities were selected from 450 samples (i.e. sludges, soils or river sedimentation). As the result, 57 samples were able to diminish the bubbles at 3 days and 6 were able to degraded over 70% of TOC at 48 hours. The maximum of those communities degraded 90% at 24 hours. The surfactants degrading bacterial communities were widely existence and suggested the ability of the treatment for domestic waste water.