

Role of Evaluation Judging from the Function of Microanimal commonly existing in Asian Wastewater Treatment Facilities, by Keiya YOSHIDA, Shigeru SAITO, Kazuyuki AHIKO (Miyagi Prefectural Authority for Living Environment)

## 1. はじめに

アジア地域における急速な経済発展により、近年においては、し尿を含めた生活排水処理の問題が深刻化している。また、国際連合は2030年までの目標達成を目指し、持続可能な開発目標 (SDGs) を策定している。この中で衛生分野の目標は「すべての人に対し持続可能な水源と水と衛生を確保する」とされており、「すべての人が適切な衛生施設へのアクセスを実現し」、「未処理汚水の比率を半減する」ことが掲げられている<sup>1)</sup>。

この問題に対して、日本の優れた分散型汚水処理システムである浄化槽をアジア地域に普及促進させることが、公衆衛生の向上と水環境の保全に貢献できると期待されており、日本からの支援が行われてきている<sup>2)</sup>。2017年12月末までにアジア地域に設置された浄化槽の国別基数は表1に示すとおりである。

浄化槽において生物処理が重要な役割を担っている。浄化槽の処理機能を十分に発揮させるためには、生物処理の状態を把握し適切に維持管理を行うことが必要である。これまで既往の研究結果<sup>3,4)</sup>等から汚水処理施設における微生物の役割や機能が明らかとなっている。

当事業協会では、処理水質が悪化している浄化槽等の原因を把握し改善案を提示するため、これらの知見を活用し、二次処理反応槽の生物膜の顕微鏡観察を行い、処理水質等の他の情報と併せて総合的に評価を行っている。ここでは、アジア地域展開において共通の生物相から見た評価方策と事例紹介とその役割を明示することとする。

## 2. 生物膜法の微小動物等からの評価方策

### (1) 生物膜のサンプリング法

接触ばっ気法は、多段式では最後段の接触ばっ気槽の生物膜を採取し、単一式は流入口から最遠部の沈殿槽付近で、旋回流が潜り込むところの生物膜をスポイトを用いて2~3箇所から採取するようにした。担体流動法は、流動担体を取り出せる場合は、担体から生物膜を剥離して採取するようにした。担体が容易に取り出せない場合は、担体押さえ面に付着している生物膜をスポイトを用いて2~3箇所から採取するようにした。

これらのサンプル採取時に生物膜の付着状況を併せて観察確認し、ミジンコ等の微小動物の有無を確認するようにした。

### (2) 生物膜の検鏡評価法

表1 アジア地域に設置された浄化槽の国別基数

国名	浄化槽の規模	
	小型(基)	中大型(基)
中国	8,180	10
ベトナム	668	468
ミャンマー	197	127
スリランカ	101	3
インドネシア	14	172
フィリピン	6	2
パラオ	6	0
ラオス	1	2
台湾	1	1
マレーシア	1	0
タイ	0	3
シンガポール	0	3
韓国	0	1
小計	9,175	792
合計	9,967	

※情報提供：(一社)浄化槽システム協会

生物試験を主とする顕微鏡観察においては、微生物の種類及び個体数を定性かつ定量的に評価する試験により行っている。微生物の評価方法は3段階法により評価し、多量に出現している場合を+++とし、優占種を分類するようにし、また、普通に出現を++、わずかに出現を+とし、これらを伴生種として分類した。併せて、生物膜の状態を観察し圧密性や形状等を考慮して評価した。

## 3. 微小動物等の出現する浄化槽の評価事例

宮城県の浄化槽における当事業協会が実施した法定検査結果から、微生物の顕微鏡観察結果及び処理水質との関係を以下に解析評価した。

### (1) *Rotaria* sp.の優占種事例からの評価

戸建住宅に設置された浄化槽で、処理方式は性能評価型の沈殿分離・嫌気ろ床・好気循環方式である。処理対象人員7人に対し、実使用人員3人(人員比0.43)、計画流入汚水量1.4m<sup>3</sup>/日に対し、実流入汚水量は日平均0.67m<sup>3</sup>/日(計画値の約48%)であった。循環水量は2.4m<sup>3</sup>/日となっており、計画流入汚水量の約2倍であった。

顕微鏡観察の結果を表2に示す。輪虫類の*Rotaria* sp.、膜口類の*Cinetochilum* sp.が優占して観察された。また、その他伴生種に有殻アメーバの*Centropyxis* sp.等が出現していた。

処理水質の状況は、二次処理反応槽 pH7.2、水温

16.3℃でやや低い値（冬季に検査実施）であった。DOは処理水槽底部4.8mg/L、処理水BODは7.3mg/L、透視度は31度であった。

総合的な結果として、良好期及び低負荷時に出現する指標生物が優占して観察された。伴生種には滞留時間が長く、硝化が十分に進行した場合に多く出現する<sup>3)</sup>*Centropyxis* sp.が観察された。上記結果及び処理水質の状況から、良好に処理が進行していると考えられた。加えて、*Amoeba* sp.が出現していることから、今後は生物膜剥離及び解体に留意することの望まれることが分かった。

## (2) *Notodromas* sp. の優占種事例からの評価

戸建住宅に設置された浄化槽で、処理方式は構造例示型の嫌気ろ床接触ばっ気方式の10人槽である。実使用人員は6人（人員比0.6）、実流入汚水量は日平均1.9m<sup>3</sup>/日（計画値の約95%）であった。また、汚泥移送装置は停止させていた。なお、接触材に生物膜の生成はほとんど認められず、内液には微細なSSが認められた。

顕微鏡観察の結果を表3に示す。カイミジンコ科の*Notodromas* sp.、鞭毛虫類の*Monas* sp.が優占して観察された。伴生種に、縁毛類の*Vorticella* sp.及び分散状細菌が出現していた。

処理水質の状況は、流入BODは150 mg/L、二次処理反応槽のpHは6.8、水温は26.5℃、DOは接触ばっ気槽上部で2.1mg/L、沈殿槽で1.1mg/Lであった。処理水のBODは41.0mg/Lと性能基準値を超過し、懸濁性BOD（S-BOD）は32.7mg/L、SSは26.0 mg/Lとやや高い値であった。また、透視度については17度と浄化槽法定検査判定ガイドラインの望ましい範囲内であった。

総合的な結果として、生物膜の生成状況が悪く、内液には微細なSSが認められた。また、低負荷時及び解体時の指標生物が優占して観察された。伴生種として、処理水が良好なときに出現する指標生物等が認められた。上記結果及び処理水質の状況から、*Notodromas* sp.の発生により生物膜の付着及び生長が阻害され、付着汚泥の剥離・解体に伴い処理水BODが悪化したものと考えられた。

なお、ミジンコ等の対策として、次亜塩素酸による駆除の実施、または間欠ばっ気運転により増殖を抑制させ、処理水質が改善した事例もあるが、このような対策法を踏まえた対応が重要である。

表2 *Rotaria* sp.の優占種の生物相の事例

分類		微生物名
原生動物等	優占種	<i>Rotaria</i> sp.
		<i>Cinetochilum</i> sp.
	その他	<i>Centropyxis</i> sp.
		<i>Amoeba</i> sp.
		<i>Petalomonas</i> sp.
フロック・生物膜の状態	細菌等	<i>Beggiatoa</i> sp.
		分散状細菌
	凝集付着等	生物膜の形成が認められた。また、生物膜の圧密性は良好であった。

表3 *Notodromas* sp.の優占種の生物相の事例

分類		微生物名
原生動物等	優占種	<i>Notodromas</i> sp.
		<i>Monas</i> sp.
	その他	<i>Vorticella</i> sp.
		<i>Pleuromonas</i> sp.
フロック・生物膜の状態	細菌等	分散状細菌
	凝集付着等	接触材に生物膜の生成はほとんど認められない。

## 4. 生物相としての微小動物からの評価の重要性

生物処理においては、細菌、菌類、原生動物、微小後生動物などからなる混合生態系であり、捕食・被食の食う食われる関係が存在していることに留意した維持管理の適正化が極めて重要である。アジア地域に共通する生物処理における食物連鎖からなる混合微生物生態系を構成する物質循環・エネルギーフロー・浄化機能の中核となる生物指標としての原生動物などの微小動物を管理指標とした評価を位置づけることで生物処理機能を最大限に高め環境再生保全に大きく貢献できることを明らかにできたといえる。

## 5. 総括及び課題・展望

生物膜法を活用している污水处理施設（浄化槽）において、微小動物の役割と機能は既往の研究結果<sup>3,4)</sup>からも処理水質を良好に保つために重要であることが明らかにされている。一方で、ミジンコ及びサカマキガイ等の微小動物が優占化した場合は、正常な生態系ピラミッドを再生するために増殖を抑制させる運転調整を行うことにより、接触材または担体に生物膜の付着を促進させる必要がある。ここで数多い事例の中で污水处理施設の評価事例を2例紹介したが、施設の処理水質の状況と二次処理反応槽（接触ばっ気槽等）生物膜の付着状況の観察と同時に、生物膜検鏡評価は、処理状況を判断する上で重要なファクターとなることが分かった。今後、アジア地域をはじめとした海外の污水处理施設における評価方策として、維持管理に取り入れることが肝要である。

### 参考文献

- 1) 国際連合広報センターHP: 持続可能な開発目標 水と衛生
- 2) 月刊浄化槽No.471: 特集アジアにおける分散型污水处理の現状と取り組み(2015)
- 3) 須藤隆一, 稲森悠平著: 生物相から見た処理機能の診断, 産業用水調査会(1983)
- 4) 千種 薫著: 微生物による水質管理, 産業用水調査会(1996)