

## XI 調査、研究、その他

1	令和4年度雨天時放流水質検査結果	XI- 1
2	環境ホルモン類調査結果	XI- 2
3	ダイオキシン類測定結果	XI- 3
4	クリプトスポリジウム調査結果	XI- 4
5	下水中の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS）の測定結果	XI- 5
6	皇后崎浄化センター及び日明浄化センター修景用水水質調査結果	XI- 6
7	有機フッ素化合物調査結果	XI- 7
8	令和4年度 浄化センター放流水中マイクロプラスチック調査結果	XI- 8
9	疑似嫌気好気活性汚泥法での低負荷条件における原生動物等の出現状況	XI-10
10	中央監視制御システム更新における取組み	XI-13
11	浄化センターの節電への取組と水処理への影響	XI-16
12	令和4年度見学者数	XI-19
13	下水道事業年鑑	XI-20

## 令和4年度雨天時放流水質検査結果

下水道法施行令第12条第3項に基づき、合流式下水道の雨天時放流水質検査を行った結果、全ての処理区において、雨天時放流水質は暫定基準（生物化学的酸素要求量（BOD）70mg/L以下）に適合していた。

表1. 令和3年度雨天時放流水検査結果

処理区	採水日	降雨量※ (mm)	BOD 平均水質 (mg/L)	水質基準 (mg/L)
新町	R5.2.10	23.0	30	70
日明	R5.2.10	23.5	40	70
北湊	R5.1.13~1.14	26.5	35	70
皇后崎	R5.1.13~1.14	30.0	50	70

※処理区内の総降雨量が10mm以上30mm以下の範囲の独立降雨（前後4時間が無降雨）

表2. BOD 経年変化

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
新町	20	31	62	39	22	38	29	24	27	35	30
日明	33	30	23	24	20	21	40	58	27	40	40
北湊	31	35	25	29	26	45	42	49	40	61	35
皇后崎	10	29	15	27	24	18	37	49	21	40	50

【参考】下水道法に規定する放流水の水質の技術上の基準

(1) 雨水の影響が大きい時の水質基準（下水道法施行令第6条第2項）

水質項目	水質基準
BOD	40mg/L以下（暫定基準70mg/L以下）

- ・各処理区の吐口からの平均放流水質について基準を適用
  - ・降雨量が10mm以上30mm以下の雨水の影響が大きい時の独立降雨に適用（下水の水質の検定方法等に関する省令第3条の3）。
  - ・経過措置として、合流式処理区面積1,500ha以上の場合、令和6年3月31日まで暫定基準BOD:70mg/L以下が適用される。
  - ・水質検査は年1回以上実施（下水道施行令第12条第3項）
- (2) 雨水の影響が少ない時の水質基準（下水道法施行令第6条第1項）
- ・本年報「II水質試験概要－6排水基準－別表第1」参照。
  - ・各浄化センターの放流水について基準を適用。

## 環境ホルモン類調査結果

- 1 試料採取年月日            令和4年10月21日
- 2 採取場所及び検体数        各浄化センターの放流水     計6本
- 3 項目及び分析方法           下水試験方法(追補暫定版)等に準じて実施
- 4 調査結果                    下表のとおり

対 象 物 質	新 町	日 明	曾 根	北 湊
ノニルフェノール	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ビスフェノールA	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4- <i>t</i> -オクチルフェノール	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

対 象 物 質	皇后崎第 一	皇后崎第 二	検出下限値	定量下限値
ノニルフェノール	<0.1	<0.1	0.1	0.3
ビスフェノールA	<0.01	<0.01	0.01	0.03
4- <i>t</i> -オクチルフェノール	<0.1	<0.1	0.1	0.3

(単位：μg/L)

## ダイオキシン類測定結果

### 1 目的

「ダイオキシン類対策特別措置法」(第二十八条)に基づき、ダイオキシン類を測定するもの。

### 2 試料採取月日

令和4年9月28日

### 3 採取場所

浄化センター放流水(「ダイオキシン類対策特別措置法」の特定施設からの排水を受け入れている浄化センター)

### 4 測定結果

すべて排水基準値(10pg-TEQ/L)以下であった。

単位：毒性等量 (pg-TEQ/L)

浄化センター	測定結果	基準値
日明	0.00043	10
北湊	0.00088	
皇后崎(第一処理施設)	0.0023	
皇后崎(第二処理施設)	0.00034	

## クリプトスポリジウム調査結果

- 1 目 的：クリプトスポリジウムの実態把握のため、各浄化センターの放流水について調査するもの。
- 2 採水場所：新町、日明、曾根、北湊、皇后崎（第一、第二処理施設）
- 3 測定方法：下水試験方法（追補暫定版）等に準じた方法により行った。
- 4 採水日：令和4年12月7日（水）
- 5 調査結果

（単位：個 /L）

新 町		0
日 明		0
曾 根		0
北 湊		0
皇后崎	第一処理施設	0
	第二処理施設	0

## 下水中の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS）の測定結果

1. 目的：各浄化センターの処理場流入水及び放流水の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS）について実態を把握するため測定を行った。
2. 試料採取月日：令和4年12月1日
3. 採取場所：各浄化センターの放流水
4. 測定方法：環境庁告示第59号（昭和46年12月28日）付表12に準拠し、液体クロマトグラフ質量分析法により測定を行った。
5. 測定結果

放流水

単位：mg/L

浄化センター	測定結果
新町	0.0004
日明	0.0008
曾根	0.0008
北湊	0.0021
皇后崎（第一処理施設）	0.0008
皇后崎（第二処理施設）	0.0009

## 皇后崎浄化センター及び日明浄化センター修景用水水質調査結果

### 1 目的

皇后崎浄化センター第一処理施設及び日明浄化センターでは、下水処理水の再生水利用を促進するため、処理水を消毒、砂ろ過した後、皇后崎は洞海バイオパーク（皇后崎第一）における修景用水、日明はビオトープ池の補給水として再利用している。

このため「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」に基づき、各修景用水の水質を調査するもの。

### 2 皇后崎浄化センター第一処理施設

下表のとおり。全て修景用水利用基準に適合している。

表 皇后崎浄化センター第一処理施設（洞海バイオパーク用水）の調査結果

測定項目	R4.6.15	R4.8.31	R4.11.16	R5.2.8	修景用水 利用基準	単位
水温	22.5	27.7	21.7	15.7	—	℃
大腸菌群数	26	110	140	1	1,000	CFU/100mL
濁度	0.5	0.3	1.0	0.8	2以下	度
pH	7.0	6.7	6.7	6.8	5.8～8.6	
外観	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	不快でないこと	
色度	7	6	6	8	40以下	度
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	不快でないこと	

### 3 日明浄化センター

下表のとおり。なお、日明浄化センターのビオトープ池は生物処理水を循環利用しており、ろ過水は補給水として使用している。

表 日明浄化センター（ビオトープ池補給水）の調査結果

測定項目	R4.6.15	R4.8.31	R4.11.16	R5.2.8	(参考) 修景用水 利用基準	単位
水温	23.4	28.2	22.6	16.7	—	℃
大腸菌群数	230	220	38	34	1,000	CFU/100mL
濁度	0.9	0.6	0.5	0.9	2以下	度
pH	6.7	7.1	6.9	6.9	5.8～8.6	
外観	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	不快でないこと	
色度	3	12	13	13	40以下	度
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	不快でないこと	

## 有機フッ素化合物調査結果

- 1 目的：有機フッ素化合物の実態把握のため、浄化センターの放流水について調査するもの。
- 2 採水場所：新町、日明、曾根、北湊、皇后崎（第一、第二処理施設）
- 3 測定方法：環水大水発第 2005281 号、環水大土第 2005282 号「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について（通知）」付表 1 等に準じた方法により行った。
- 4 採水日：令和 5 年 1 月 26 日（木）
- 5 調査結果  
(1) ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）

(単位：ng/L)

新町	2.7	
日明	12	
曾根	1.4	
北湊	45	
皇后崎	第一処理施設	4.6
	第二処理施設	1.7

- (2) ペルフルオロオクタン酸（PFOA）

(単位：ng/L)

新町	2.1	
日明	3.4	
曾根	2.2	
北湊	16	
皇后崎	第一処理施設	3.7
	第二処理施設	2.5

- (3) ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）

(単位：ng/L)

新町	0.8	
日明	7.4	
曾根	6.0	
北湊	25	
皇后崎	第一処理施設	1.7
	第二処理施設	0.6



## 令和4年度 浄化センター放流水中マイクロプラスチック調査結果

### 1 目的

近年、海洋、河川等のマイクロプラスチック(以下 MP)による生態系への影響が社会問題となっており、その発生源の1つとして浄化センターからの放流が指摘されている。そこで、浄化センターの放流水中に含まれるMPの実態を把握するため調査を実施した。

### 2 調査地点

#### (1) 日明浄化センター

標準槽及び深槽系統の消毒槽で採取した試料を合算

#### (2) 皇后崎浄化センター

皇后崎浄化センター第一処理施設消毒槽及び第二処理施設放流口

### 3 試料採取日

令和4年12月8日

### 4 試験方法

#### (1) 採水方法

目合 300 $\mu$ m プランクトンネットを使用

#### (2) 分析前処理

各試料を 0.1mm 目合の篩上に移し、30%過酸化水素水を加え、1週間酸化処理により夾雑物を除去した。その後、実体顕微鏡下での観察により、MPの可能性のある全粒子を拾い出した。

#### (3) 分析

拾い出したMPの可能性のある粒子について写真撮影を行い、画像解析ソフトを用いて粒子の大きさを測定した。その後、フーリエ変換赤外分光光度計を用いて粒子のプラスチック種類を同定した。

### 5 試験結果

MP密度及び種類別密度

試料名	MP密度 (個/m <sup>3</sup> )	種類別密度(個/m <sup>3</sup> )			
		PE	PET	PP	PS
日明浄化センター放流水	3.89	1.15	1.87	0.86	
皇后崎浄化センター (第一)放流水	55.7	10.82	0.33	44.59	
皇后崎浄化センター (第二)放流水	15.5	2.90	10.32	2.26	

PE:ポリエチレン、PET:ポリエチレンテレフタレート、PP:ポリプロピレン、PS:ポリスチレン

## 6 令和2年度調査との比較

令和2年度に同地点でMP調査を実施しているため、その調査結果と比較すると、今年度はMP密度が5~10倍程度増加している。また、今年度調査では、日明、皇后崎第二でPET（繊維状物（ポリエステル））の割合が高い。MP量は季節や時間による変動が考えられる。

### 令和4年度調査（令和4年12月8日採取）

試料名	MP密度 (個/m <sup>3</sup> )	種類別密度(個/m <sup>3</sup> )			
		PE	PET	PP	PS
日明浄化センター放流水	3.89	1.15	1.87	0.86	
皇后崎浄化センター (第一)放流水	55.7	10.82	0.33	44.59	
皇后崎浄化センター (第二)放流水	15.5	2.90	10.32	2.26	

### 令和2年度調査（令和2年12月10日採取）

試料名	MP密度 (個/m <sup>3</sup> )	種類別密度(個/m <sup>3</sup> )			
		PE	PET	PP	PS
日明浄化センター放流水	0.79			0.79	
皇后崎浄化センター (第一)放流水	5.07	1.57	0.58	2.53	0.19
皇后崎浄化センター (第二)放流水	1.67	0.67		1.00	

# 疑似嫌気好気活性汚泥法での低負荷条件における 原生動物等の出現状況

北九州市上下水道局 ○陣矢大助・伊藤聖恵・飯田義和・小川裕信・山口理香

## 1 はじめに

活性汚泥法においては、フロックの性状だけでなく、原生動物及び後生動物等からなる活性汚泥生物を継続的に観察し、その出現状況によって活性汚泥の状態を把握することが重要である。しかし活性汚泥中の原生動物等の出現状況を定常的に計測しているものの、長期的な視点での出現状況の整理・活用は行えていなかった。

そこで本研究では、疑似嫌気好気活性汚泥法で運用する5つの浄化センターについて、過去5年間の原生動物・後生動物の出現状況を整理し、施設間で比較することで若干の知見が得られたので報告する。

## 2 調査方法

### (1) 調査期間

本調査は、2017(H29)年1月から2021(R3)年12月までの5年間の調査期間とし、その間に行った水質・汚泥及び生物試験結果(248回/施設)を解析に用いた。

### (2) 施設概要

調査対象の浄化センターの施設概要を表-1に示す。SS等の水質項目は、流入汚水については施設間で大きく異なるが、反応タンク流入水の水質項目には施設間で大きな差はない。また各施設のBOD・SS負荷はいずれも平均0.2mg/kg未満であり、有機物負荷は低い。

### (3) 対象生物と係数方法

調査対象の原生動物・後生動物を表-2に示す。生物数は、100mlメスシリンダーに反応タンク混合液を100ml取り、汚泥を沈めて上澄水50mlを捨て、残った混合液から25 $\mu$ lをとって光学顕微鏡で計数し、生物数を算出した。

## 3 結果と考察

### (1) 各施設の生物数(内訳)比較

各施設について、MLSS当りの生物数の平均値を比較した(図-1)。施設B・C・Dは4,100~4,300個/mgと近い値となり、III~V各群の内訳も似た割合であった。一方で施設A・Eはそれぞれ3,000、3,700個/mgと低かった。生物数は流入水質・曝気風量・返送率等様々な変数の影響を

表-1 対象浄化センターの施設概要

		新町	日明	曾根	北湊	皇后崎
		A	B	C	D	E
処理能力(千m <sup>3</sup> /日)	分流(ha)	64	263	73	44	177
	合流(ha)	1,596	3,242	2,417	1,964	3,924
	合流割合(%)	38	1,731	0	170	1,483
下水道施設	合流割合(%)	2	35	0	8	27
	処理方式	標準活性汚泥法(疑似嫌気好気)				
SS (mg/L)	流入汚水	193	126	249	59	149
	AT流入水	48	32	37	42	23
	放流水	2	1	1	3	1
BOD (mg/L)	流入汚水	145	111	200	72	118
	AT流入水	75	57	71	69	50
	放流水	1.9	1.3	1.1	2.2	0.8
COD (mg/L)	流入汚水	98	74	125	54	85
	AT流入水	54	41	48	51	35
	放流水	8.8	7.6	8.1	11	6.5
全窒素 (mg/L)	流入汚水	33	27	37	23	30
	AT流入水	22	20	22	20	15
	放流水	7.6	12	11	11	9.6
全りん (mg/L)	流入汚水	3.8	2.8	4.5	2.2	3.2
	AT流入水	2.5	2.5	2.4	2.1	1.7
	放流水	0.25	1.3	0.22	0.36	0.28
MLSS (mg/L)		1,580	1,380	2,010	1,770	1,510
SRT (日)		9.0	13	10	9.3	13
BOD・SS 負荷 (mg/kg)	最大	0.28	0.26	0.21	0.26	0.17
	最小	0.06	0.08	0.03	0.06	0.04
	平均	0.13	0.14	0.10	0.12	0.08

※皇后崎は第1・第2処理場のうち、第1処理場を対象とした。施設諸元は令和3年度時点。水質・汚泥項目は調査期間の平均値。

表-2 対象とした原生動物・後生動物

群	活性汚泥の状態	代表生物	含まれる生物
III	中間状態	Trachelophyllum	
		Litonotus	
		その他	Chilodonella, Drepanomonas, Trochilia, Prorodon他
IV	良好な状態	Vorticella	
		Epistylis等	Opercularia, Zoothamnium他
		Aspidisca	
		Tokophrya等	Acineta, Podophrya, Sphaerophrya他
		その他	Vaginicola他
V	低負荷(長SRT)	Peranema	
		Entosiphon	
		Arcella	
		Pyxidicula	
		Euglypha等	Centropyxis, Diffugia他
		Amoeba等	A.Radiosa他
		Coleps等	Euplotes, Chaetospora, Spirostomum
		Rotaria等	Philodina他
		Lepadella等	Colurella, Lecane, Monostyla他
		Chaetonotus等	Macrobiotus他
その他	Monosiga, Nais, Pleuromonas		

※ Bodo等の鞭毛虫類は、概数計測であるため調査対象から除いた。

受けるが、これら2施設の生物数が少ない原因として、施設EについてはBOD・SS負荷が0.08mg/kgと低いこと、施設Aについては比較的SRT(表-1)が短く有機物負荷が高いためV群(低負荷・長SRTで増える)が他施設より極端に少なくなったこと、が挙げられる。

### (2) 原生動物等の月別出現状況と内訳

次に調査期間(5年間)の月別の各生物の平均出現数を図-2に示す。なお以下の議論では、生物数として反応タンク混合液当りの生物数を用いる。まずIII群をみると、いずれの施設も冬季に多く夏季に少ない。内訳は施設A・B(BOD・SS負荷が比較的高い)は、他施設より冬季にTrachelophyllumの出現数①が多かった。これは裸口目が夏季に少ないとした事例①と一致した。一方BOD・SS負荷が比較的低い施設Cでは、III群その他(Chilodonella、Drepanomonas)②が増えるなど、他施設とは出現状況が異なっている。

汚泥状態が良好なときに増えるIV群②は、いずれの施設も縁毛類のVorticella及びEpistylis等が1~3月に増加している。これも既報事例②と同様であった。一方施設Cは他施設と比べ、縁毛類の中でのEpistylis等③の割合が高かった。この理由として、同施設は流入汚水の分流割合が高いため、し尿混入率の高い施設で良好に向かうときに多く出現する②とされるOpercularia(Epistylis等に合算)の頻繁な出現の影響が考えられる。しかし同施設での同種の出現頻度が特に高いわけではなく、この理由は不明であった。また環境変化に特に敏感②とされるAspidiscaは、その出現数の年間変動に特定の傾向はみられなかった。

低負荷(長SRT)環境で増えるV群②は、MLSS(表-1)の差異を加味しても、施設間での出現数の差が顕著であった。Pyxidicula及びAmoeba等④は、施設Bでは1月~6月頃に多いが、施設C⑤では一年を通じて多かった。また有殻アメーバのArcella⑥も、比較的負荷の低い施設C~Eで多く出現している。同じく有殻アメーバであるEuglypha⑦は、施設Cでの出現が目立った。一方、後生動物のLepadella等⑧は、施設A・Dでは年間を通じて他施設より多く出現したが、施設B・Cでは3~7月という特定の時期⑨に多く出現した。

### (3) 原生動物等の出現数の推移

施設B・Cにおいて特徴的な増減を示した原生動物等の出現数、活性汚泥指標、糸状細菌量及び放流水濁度を、図-3に示す。まずAspidiscaであるが、施設Cで2018年10月頃から約8ヶ月間にわたり出現数が少ない時期①があった。ここで同種を捕食するLitonotusの出現数②をみると、直前の2018年8月頃から時期①の期間を通じて数が多い。Litonotusは汚泥環境が良好な状態から解体に向かうときにも増えるとされる②。実は2018年6~7月にEuglyphaの急増③により汚泥解体が進行しており、これが影響したためLitonotusが増殖し、これによりAspidiscaが捕食され数が減ったと推測される。またこの時期①はEpistylis等④の出現数も多くなっているが、これは活性汚泥細菌を捕食してフロックを微細化させるAmoeba等③が長期間多く出現していることと、放流水濁度⑤も上昇している状況から、Amoeba等が増えて縁毛類のエサとなる分散状細菌が増えたこともEpistylis等④が増えた一因であると推測できる。

なおAmoeba等⑥の出現数の増減の期間についてであるが、両施設とも約1年の長い周期で増減しており、Arcella

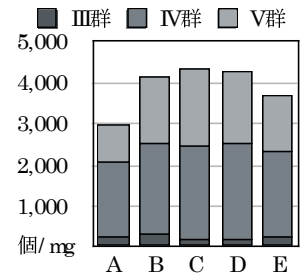


図-1 SS当りの生物数

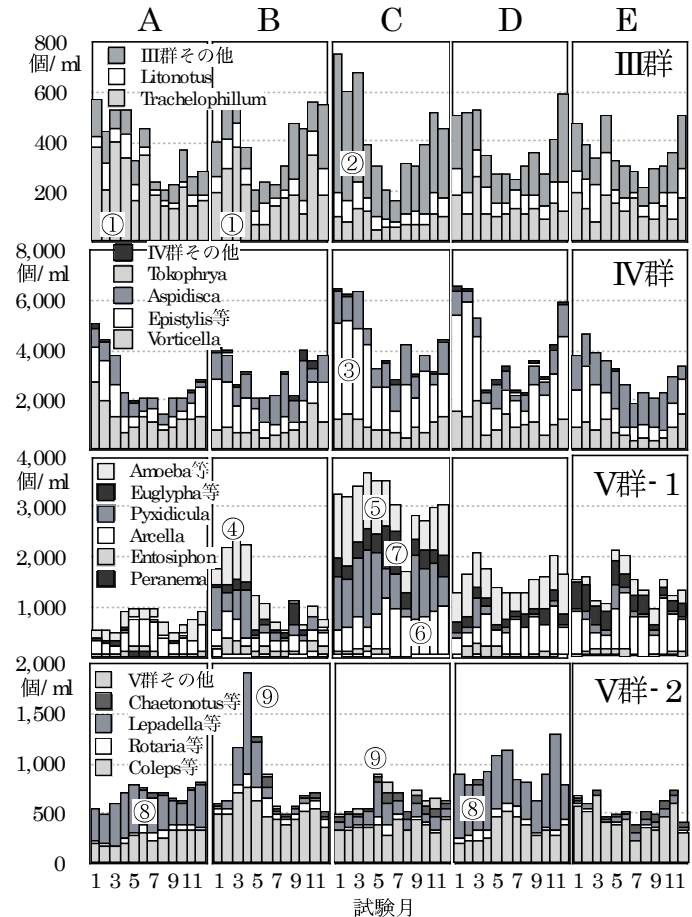
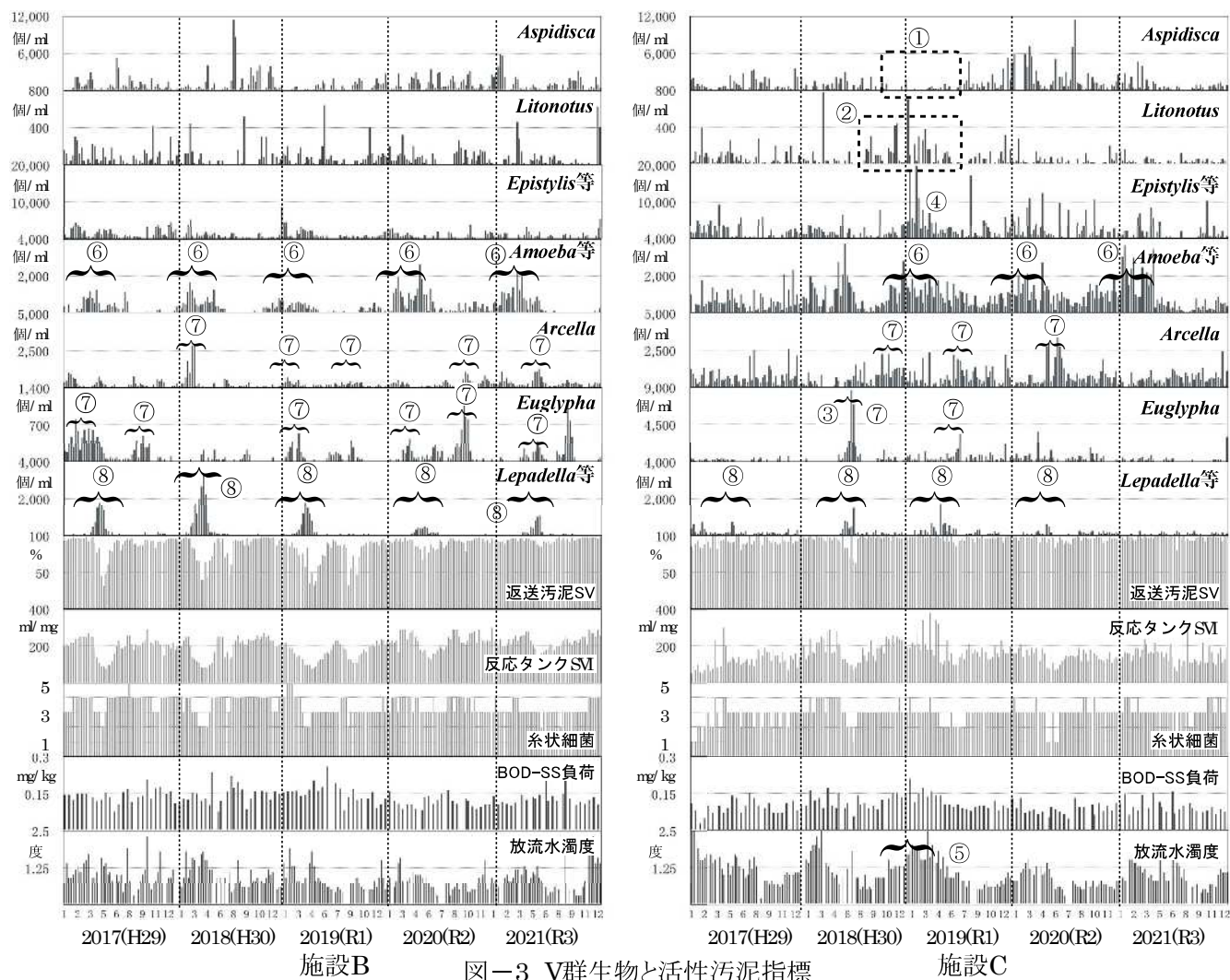


図-2 月別の平均出現数



及びEuglypha等⑦についても増減幅は1～数ヶ月にわたっている。以上から、活性汚泥状態をよりよく把握するためには、数日～1週間単位だけではなくより長期的に、また複数の生物種の出現数の推移から総合的に判断することが重要であることをあらためて確認することができた。

最後に後生動物Lepadella等であるが、増殖するとSVや糸状細菌を減少させ放流水濁度を上昇させる②ことが知られており、本市施設でもこの現象は頻繁に起こっている。しかし上図⑧に示すようにこの現象は施設Bでは3～5月頃、施設Cでは5～7月頃という特定の時期に発生している。現時点で理由が不明であり、今後調査を進めたい。

#### 4 まとめ

疑似嫌気好気活性汚泥法で運用する浄化センターにおける原生動物・後生動物の長期(5年間)の出現状況について整理した結果、施設毎・生物種毎の出現数の季節変動の特徴を基本情報として把握できた。また年単位の長期的な視野で複数の生物種の出現状況をもとに、汚泥状況を総合的に判断することが重要性であることを確認できた。今回得られた知見を浄化センターの水質管理に有効に活用したい。

#### 参考文献

- 1) 盛下 勇: 下水処理と原生動物、(株)山海堂、2004、p.55- 56
- 2) 千種 薫: 図説 微生物による水質管理、産業用水調査会、1996、p.11,82- 86,126,133,140

#### 問い合わせ先

北九州市上下水道局下水道部水質管理課 陣矢大助

TEL 093- 581- 5662 E-mail [daisuke\\_jinya01@city.kitakyushu.lg.jp](mailto:daisuke_jinya01@city.kitakyushu.lg.jp)