処理水の性状に着目した水質悪化施設の原因究明フローの 構築と早期改善への取り組みについて

公益財団法人鹿児島県環境保全協会 〇中島 進 大町 盛一郎

1. はじめに

本県では、平成32年度の基本検査の本格運用に向けて準備を進めており、基本検査の目的である早期改善を達成していくためには、水質悪化施設の原因究明と保守点検業者に的確な改善策を助言していくことが重要となる。送風機の故障や担体流出、接触材破損等明らかな外観上の不具合による水質悪化の原因の特定は比較的容易であるが、外観上の異常が一見しただけでは確認されない場合、水質悪化の主原因を見落とし改善に至らない場合もある。そこで、当協会では水質悪化施設の改善率の向上を図るため、昨年度から統一した原因究明の手法及び的確な改善策を助言できる仕組み作りに取り組んできた。

水質悪化の要因を特定する重要な考え方は、BOD 検体である処理水の性状を詳しく調べることである。処理水には、透視度、pH の他に、亜硝酸性窒素の GR 法(以下、「GR」という。)、臭気、色相、発泡、ORP等、現場で簡易に知ることができる指標が多く含まれており、処理水から流入側へこれらの指標値の違いを比較していくことで、処理水の BOD 値を高めている主原因を特定することが可能である。

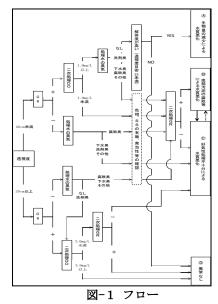
当協会では、この考え方をフロー化した原因究明調査票を作成し、検査員が検査時にこの調査 票を使用することで、高い精度で水質悪化の原因を特定し、保守点検業者等へ的確な改善策の助 言ができる体制を構築中である。

今回は、処理水の性状に着目した原因究明フローの考え方と、原因究明フローの精度の検証、 及び改善率の把握、並びに改善された事例等について報告する。

2. 処理水の性状に着目した原因究明フローについて

原因究明フロー(以下、「フロー」という。)の基本的な考えは、透視度が高くても腐敗臭や下水臭が残存している場合は、BOD値が高く、透視度が低くても無臭であればBOD値は低いという経験則に基づいている。図-1にフロー図を示す。フローの流れは次のとおりである。

- (1) BOD と相関が高い指標から順次分岐していく。BOD と相関が高い指標として透視度¹⁾、臭気²⁾、DO 等があり、中でも透視度が最も相関が高く、次いで臭気の有無・種類、そして DO と考えらえる。臭気の有無・種類の判断は個人差が大きいため、臭気と合わせて好気処理が十分に進行しているか否かを判断する重要な指標として GR を用いている。
- (2)フローに従い、処理水と二次処理槽内水の各指標値を比較 することで、水質悪化の要因を、<a>②生物量の減少による水質



悪化、®底部汚泥の腐敗等による水質悪化、©好気処理不十分による水質悪化、®異常なしに

大きく分類することが可能となる。

- ④は、サカマキガイの生息や過ばっ気等による水質悪化で低負荷の施設で発生しやすい。
- ®は、二次処理槽の好気処理に異常がないが、底部汚泥の腐敗等による水質悪化で底部汚泥の 移送不良等の施設で発生しやすい。
- ©は、二次処理槽の好気処理不十分による水質悪化で散気管の目詰まりや風量不足、流入負荷 表-1 処理水・二次処理槽内水の指標値の目安 過多等の施設で発生しやすい。

フローの最大の利点は、透視度、GR、 臭気、DOの4つの指標から、水質悪化 の要因を大きく3つに分類し、主原因 を特定できることである。表-1に水質 悪化の分類毎の処理水と二次処理槽内 水のそれぞれの指標値の目安を示す。

なお本フローは、水質悪化施設の発

水質悪化の分類	指標	処理水	二次処理槽内水
	臭気	ほぼ無臭	ほぼ無臭
A生物量の減少	GR	+	+
の生物里の似ツ	DO	検出される場合が多い	高い
	ORP*	酸化側	酸化側
	臭気	腐敗臭、下水臭等	ほぼ無臭
B底部汚泥の腐敗等	GR		+
世 風神行化り	DO	0	高い
	ORP*	還元側	酸化側
	臭気	腐敗臭、下水臭等	腐敗臭、下水臭等
©好気処理不十分	GR		
ON XIGHT I	DO	0	低い
	ORP*	還元側~酸化側	還元側~酸化側

※ORP 計は Ag/AgCl 電極を使用 生を未然に防ぐために、保守点検業者が日常の保守点検において現場 で容易に活用できるものとすることも重要な要件としており、通常の保守点検作業の中で改善が 可能な施設を対象としている。また、処理水と二次処理理槽内水の ORP 値を比較することで底部 汚泥等の腐敗の程度が推測できるので、ORP を合わせて測定することも有効である。

3. フローの精度検証について

フローを確立するために調査した801件の施設について、フローの精度検証を行った結果を表-2 に示す。処理水 BOD が 20 mg/L を超過した 427 件のうち、95.1 [(406 (151+54+201) /427)]は、A、 B、Cに分類されるため高い精度といえる。分類別 の BOD20mg/L の超過率はそれぞれ、 A85%、 B 93%、©98%であり、Bと©は非常に高い精度であ

表-2 フローの精度の検証

水質悪化の分類	処理水 BC	合計	
	20 超過	20 以下	
A)生物量の減少	151 (85%)	26 (15%)	177 (100%)
(B)底部汚泥の腐敗等	54 (93%)	4 (7%)	58 (100%)
C好気処理不十分	201 (98%)	4 (2%)	205 (100%)
🛈 異常なし	21 (6%)	340 (94%)	361 (100%)
合計	427 件	374 件	801 件

った。 ②の BOD20mg/L 以下の 26 件を検証すると、いずれも流入負荷が低く、透視度が 15cm 未 満でもBOD値が低い施設であった。@のBOD20 mg/L以下の割合は94%と高い精度であったが、 BOD20 mg/L を超過したものが 21 件あり、それらを検証すると、処理水の臭気はほぼ無臭で、GR は十、透視度は 15 cm以上であることからフローでは®に分類されたが、実際は@に属すると思わ るものがほとんどであった。

4. 二次処理機能診断チェックによる主原因の特定

フローに従いA、B、Cに該当した場 🖳 合は、表-3に示す二次処理機能診断チェ ックを行い、主原因を特定する。例えば ®に該当した場合は、底部汚泥の腐敗等 による水質悪化の可能性が高いため、沈 殿槽や二次処理槽底部の堆積汚泥厚、汚 泥の性状確認、ろ過機能付型式であれば 逆洗時の汚泥の性状等を確認する。なお、 BとCは関連性が強いため、同時にチェ ックすることで主原因の見落としを防止

表-3 二次処理機能診断チェック表

		サカマキガイの生見状況		3		蘇除の実施、エアー量の調整、二次処理槽内浮遊衛生物量の地加
会 生物量の減水質悪い	サカマキガイの発生				逆洗刺後の透視度の変化がほとんどない	
	とジンコの発生	とジンコの生息状況		3	逆流前後の透視度の変化がほとんどない	蘇除の実施、エアー量の調整、二次処理槽内浮遊物生物量の増加
		処理水へのSSの混入状況		3	多量のSSdf処理水に混入している	福理水量の調整、汚泥移送量の調整
	好気性消化の進行	通ばっ気の状況		3	逆沈前後の透視度の変化がほとんどない	エアー量の調整、シーディングの実施
化波	滞留時間不足	韓理水量进多		4	個理比100以上、もしくは7レ分以上	韓環水量を20~40か1~21/分に調整、韓環の停止
による	生物膜の生成不十分	語書物質等の流入状況		3-8	遊洗前後の透視度の変化がほとんどない 生物膜が確認されない	使用の専則の遵守を徹底、シーディングの実施、信理の停止
۰	ろ通機能の低下	逆洗污泥量、臭気、色相		6	連携汚泥が少ない	逆沈時間を短くする、逆沈間間を長くする、汚泥移送量の間整
8	異常内容	確認項目	診断結果	調査フロー	判断基準	改善策
		スカムの発生		5	沈毅(処理水)様に多量のスカムが発生している	スカムの移送、原館汚泥の移送、循環水量の調整
定展	沈毅(処理水) 棚の汚泥の堆積	意能汚泥の堆積量		5	10cm以上堆積している	思報汚泥の移迹、循環水量の調整
名西		是低、外觀		5	奏気が残存している、処理水へのSS混入が確認される	思報汚泥の移送、二次処理機能のアップ
質の元の		意能汚泥の堆積量		5	10cm以上境積している	恩郁汚泥の移迹、旋回流の模型
8 2	二次処理標の意能汚泥の堆積	長気、外観		- 5	異気が残存している。処理水へのSS混入が確認される	思報汚泥の移送、二次処理機能のアップ
による水質悪化底部汚泥の腐敗等	ろ通郵の開塞	进沈污泥量、吴気、色相		6	臭気が残存している。処理水へのSS混入が確認される	遊沈時間を長くする、遊沈間間を短くする、汚泥移送量の調整、 エアホースなどによるろ遊館の強制遊洗
化聚	ろ連載の開塞	逆洗污泥量、具乳、色相		6	美質が獲得している。処理水へのOSS混入が確認される	
	う送影の関係 東宋内容	进沈芳志量、吴军、色相 確認項目	診断極限	6 調査フロー	異気が検容している。処理水へのSSE入が確認される ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	
	異常内容		診断極限			エアホースなどによる5週鮮の強制達改
↓ ↑		確認項目	診断極星	調査フロー	判断基準	エアホースなどによる5週間の強制定法 な音振
↓ ^	異常内容	確認項目 批出風量	お祈柚菓	調査フロー 1	利斯基準 実格圧力時の展量が30%以上核下	エアホースなどによる改善の当報迎後 改善毎 連進機の修理、交換
↓^ ©	異常内容 送風機の展置他下 数気管の開発まり	確認項目 社出業量 フィルケーの目詰まり	20 新 46 至	調査フロー 1 1	判版基準 定相圧力時の展開が30%は上旬で フパルラー、後気口の日前まりて展開が低下	エアホースなどによる予測部の強制逆攻 の番組 連風側の参唱、交換 フィルケーの効果、交換
↓^ ©	資常內容 送風機の風量低下	確認項目 社出展量 フィルケーの目標まり 教賞者の状況	診断極限	原蓋70- 1 1 1	神原基準 定格圧力時の展更が20%以上移下 フィルラー、最低口の開発がく発展が相下 有負荷時の展更が20%以上移下	エアホースなどによる子通報の連報逆換 は要素 の事業 の事業 の事業 の事業 の事業 の事業 の事業 の事
↓ <u>↑</u>	異常内容 送風機の展置他下 数気管の開発まり	建設項目 並出風量 フィルケーの目跡を引 教賞者の改記 教賞者やマンプ	診断極限	調査70	利用基準 定用圧力所の減差が30%以上核下 フォルター。個圧の回路をVで高度が低下 有皮料の高度が20%以上核下 ラープンが内れている。	エアカースなどにより発酵の強制変換 意識の音楽、京都 スルカーの出売、京都 カーナップの歴史 オーナップの歴史 エアバウスの問題
▲ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	異常内容 逆風機の風量低下 数気管の目除まり 数回波の編り	建設成長 セ出成長 フィルケーの目標まり 教気管のは反 教気管やヤップ エアーパランス	診断地展	関亜フロー 1 1 1 2 2	将販品を ではこか体の高度が20mは上名で フィルター、個式口の回路サリマスを 者表現的心を見びつない上名で サープジがれている。 のごうかないない、上記を記れる のごうかないない、上記を記れる	エアカースなどによりる機能の強制変更 企業を必要します。 企業を受ける。 では、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、この
→ 水質悪化 水質悪化	漢章内容 透風像の高温等下 を実施の高速手り 数型の回路手り 変配成の面目 生物版の定席を 生物版の定成を干分	被認項目 地面展置 フルルターの目録すり 数質の収息 数気管キャップ エデーバランス 生物図の作者状況	診断結果	調査70- 1 1 1 1 2 2	物価者 適能工所の発生のMALE で フィルター、発見の自然を発酵が下 等表別的心臓上は至 サープがあれたが。 のの特別が必須しは主要 サープがあれたが。 は、日本語が必須します サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語がより、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語がある。 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語が必須します。 サープがあれたが、 は、日本語がある。 は、日本語が、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は	276-70℃によう場面の前線変数 登事を 地域の中華、文章 では、一次年 では、大学
▲ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	異常的容 送馬機の風景を下 数集官の目跡まり 変形派の解り 生物膜の起席化	適盟項目 セ出業量 アルターの目標すり 砂質的改立 改成電キャップ エアー・ゲランス 生物膜の付着状況 暗音物質等の消入状況	診断熱薬	調査フロー 1 1 1 1 2 2 2 3	・	27年-702 により連絡の協議会 の意義 ある場合の研究、発 「日本では、大学・102 により、 「日本では、日本では、日本では、日本では、日本では、 フィン・フィン・ロボース。 「日本では、日本では、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本では、日本の情報をフィン おのまめるのでは、日本では、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、 この意味が、日本では、日本では、日本では、日本では、日本では、日本では、日本では、日本では
→ 水質悪化 水質悪化	漢章内容 透風像の高温等下 を実施の高速手り 数型の回路手り 変配成の面目 生物版の定席を 生物版の定成を干分	被認項目 地温風量 フェルターの日数まり 表写管の収定 放気管キャップ エデーバランス 生物図の行着状況 総言物質等の洗人状況 総言物質等の洗人状況	診断熱薬	製養70- 1 1 1 2 2 3 3-4	構造者 20年ご用の発達が99年12年7 2049年、後日の日本記録が下 毎月前の長期が99年12年7 4日前の長期が99年12年7 4日前の長期が99年12年7 4日前の日本記録が1年2日7 4日前の日本記録が1年3日7 4日前の日本記録が1日前述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述述	

している(表中の矢印)。診断結果から該当する異常をチェックし、表中の改善策を保守点検業者 に情報提供する。図-1のフローと表-3のチェック表は互いに連結しており検査員が現場で簡単 に使用できるように A4サイズ1枚の原因究明調査票となっている。

5. 改善率について

基本検査では、検査後改善が確認されたものについては検査結果に反映していくことにしてい る。表-4は、処理水 BOD が 30 mg/L を超過した水質悪化施設について、本フローに基づき水質

悪化の主原因を特定し、改善作業を実施後 の改善率をまとめたもので、改善作業後約 2週間までの改善率(表中のア)と、それ を含めたそれ以後の改善率(表中のイ)を 示す。 (A)アの改善率は 58.1%であり、 (B)、 ©と比べて最も高かった。中でもサカマキ ガイの生息、循環水量過多の改善率が高か った。Aはもともと低負荷の施設で起こり やすい水質悪化であり、的確な改善策(サ カマキガイの駆除、循環水量の調整等)を

	表-4 主原因別の改善率					
分類	主原因	7	7	イ		総件数
類		件数	割合(%)	件数	割合(%)	1-11/21
	サカマキガイの生息	55	57.9	85	89. 5	95
	循環水量過多	12	63. 2	12	63. 2	19
(A)	生物膜の生成不十分	6	46. 2	7	53.8	13
	過ばっ気	2	100	2	100	2
	小計	75	58. 1	106	82. 2	129
	底部汚泥の堆積	11	36. 7	18	60	30
B	生物ろ過部の閉塞	3	33. 3	6	66.6	9
	小計	14	35. 9	24	61.5	39
	散気管の目詰まり	43	64. 2	62	92. 5	67
	循環水量過多	19	47.5	27	67. 5	40
(C)	流入負荷過多	5	21.7	14	60.9	23
0	生物膜の生成不十分	3	23. 1	8	61.5	13
	生物膜の肥厚化	5	100	5	100	5
	小計	75	50.7	116	78. 4	148
	総計	164	51.9	246	77.8	316

助言することで早期に改善が可能であることが分かった。 ※7:約2週間後の改善率 (検査結果へ反映可能期間) BODで判断 イ:ア以降の改善率(検査結果へは反映不可)透視度で判断 また、©アの改善率は50.7%であり、中でも散気管の目詰

まり、循環水量過多の改善率が高く、的確な改善策(目詰まり通し、循環水量の調整等)の実施 で早期改善が可能であった。なお、流入負荷過多等、使用状況による水質悪化は低い改善率であ った。®アは35.9%で最も低い改善率であり、その原因として底部汚泥が堆積しやすいことや汚 泥移送がされ難い、またはろ過部の閉塞の解消がしにくい構造が原因であったこと等が考えられ る。また、イの改善率は、BOD 値ではなく、保守点検業者からの透視度データで判断したもので

6. 改善事例について

A、B、Cに分類された水質悪化 施設における改善前後の各指標値、改 善策、及び改善までの期間の一例を表 -5に示す。改善前後で、臭気、GR、 ORP ともに変化していることが分か る。フローを活用すれば、BとCが分 類可能になるため、今まで見落とされ ていたと思われる底部汚泥の腐敗等 による水質悪化の改善が期待される。 表-6に、底部汚泥の腐敗による水質 悪化施設の二次処理槽内水と処理水

表-5 改善事例の一例

		A生物量の減少	B底部汚泥の腐敗等		©好気処理不十分
主原	因 (型式)	過ばっ気 (HS)	底部汚泥(XE)	ろ過部閉塞 (CS)	散気管目詰まり(CE)
	BOD(mg/L)	42	31	37	34
改	透視度(cm)	2. 5	12	30	13
244	GR(処理水)	+	l	_	_
善	GR(二次処理)	+	+	+	_
24	臭気(処理水)	ほぼ無臭	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭
前	ORP(処理水)	190	-220	-250	-230
改	善策	タイマーに よる間欠運 転	簡易汚泥移送 装置により底 部汚泥を移送 (写真1参照)	ろ過部をス テンレスパ イプでエア ブロー	真空式パイプ クリーーに よる通し (写真2参照)
	BOD(mg/L)	14	10	2. 9	14
改	透視度(cm)	20	30<	30<	30<
244	GR(処理水)	+	+	+	+
善	GR(二次処理)	+	+	+	+
44	臭気(処理水)	ほぼ無臭	ほぼ無臭	ほぼ無臭	ほぼ無臭
後	ORP(処理水)	170	-150	-100	50
改善	期間(日)	13	12	19	7

の各指標値の差異を示す。(社) 山形県水質保全協会から、エアリ 表-6 ®の典型的な指標値の差異 フトポンプ型底部汚泥移送装置を使用し、水質が改善された事例 3) の発表がなされたが、当協会においても同様に簡易汚泥移送装置 (写真-1)を作成し、検査時に検査員が汚泥移送を実施、または

-		• • • • • •
	二次処理槽内水	処理水
臭気	無臭	腐敗臭
GR	+	_
ORP (mV)	50	-280
DO (mg/L)	4. 7	0
BOD (mg/L)	9.5**	31

※30 分静置後の上澄み液

保守点検業者に当該装置を紹介す ることで水質悪化の未然防止を助 言している。また、©の主原因で は散気管の目詰りが多いため、真 空式パイプクリーナー(写真-2) による改善方法を保守点検業者に





写真-1 簡易汚泥移送装置

写真-2 真空式パイプクリーナー

紹介し散気管目詰まりの未然防止を助言している。

7. GR、透視度、BOD、ORPの関連における一考察

今回の調査データを GR が+と-の集団 に分けて、透視度とBODの関係を図-2と 図-3に示す。GR+の場合、BOD が 30mg/L を超過するときの透視度の目安は約 11cm、 GR-の場合の目安は18cmであり、当協会 では検査時における重要な判断基準として 図-2 透視度とBDOの関係 (GR+) いる。図-4にGR+の集団における処理水の 透視度範囲別の BOD、ORP の関係を示す。 BOD20 mg/L 以下では、ほとんどが透視度範 用 20 cm以上のグループであった。また ORP 値の多くが酸化域に属しているが、還元域の プロットも多く脱窒反応が起こっていると 図-4透視度・BOD・ORPの関係(GR+)

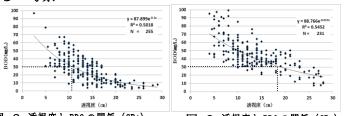


図-3 透視度とBDOの関係 (GR-)

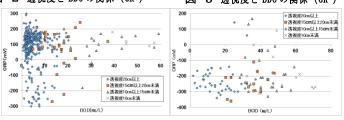


図-5 透視度・BOD・ORPの関係 (GR-)

推測される。BOD30 mg/L 超過を見ると、ORP 値は高いが透視度範囲が 15cm 未満のグループが 多く解体等で水質が悪化していると推測される。図-5にGR-の集団における処理水の透視度範 囲別の BOD と ORP の関係を示す。ORP 値のほとんどが還元域に属していることが分かるが、 BOD20 mg/L 以下では透視度 20 cm以上のグループが多いことが分かる。また、BOD30 mg/L 超過 を見ると、処理水の透視度範囲が 20 cm未満のグループが多く、透視度の低下に伴い BOD 値が大 きくなっていることが分かる。

8. まとめ

処理水の性状に着目したフローを活用することにより、高い精度で水質悪化の主原因を特定し 保守点検業者への的確な改善策の助言が可能となった。今後、さらにフローの精度を高めるため に、フローの分岐の細分化や新たな指標の導入を検討していきたい。また、新しい知見のもと二 次処理機能診断のチェック項目及び改善策を随時追加して改善率の向上を図りたいと考えている。

現在、九州地区浄化槽指定検査機関協議会において水質改善事例集の作成に取り組んでおり、 九州地区の検査機関から当該フロー等について助言を頂きました。ここに感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 日本環境整備教育センター: 浄化槽検査員講習会テキスト p226-229 (平成 15 年 7 月)
- 2) 辰市祐久・岩崎好陽・茅島正資:河川水における臭気の希釈倍数値とBODの相関について 大気汚染学会誌第 25 号第 6 号 p415-420 (1990 年)
- 3) 斎藤智和:搬送式エアリフトポンプを用いた水質改善について 第30回全国浄化槽技術研究集会 講演要旨集 p77-p81 (平成 28 年)