

サカマキガイが発生した浄化槽に関する統計解析と間欠ばっ気による対策例

公益社団法人宮城県生活環境事業協会

浄化槽法定検査センター ○桃澤 健、古川 昇平、清川 敦

1. はじめに

浄化槽が機能障害を引き起こす原因は、浄化槽に流入する原水の質や量によるものが多いが、原水の状態に関係なく機能障害を起こす事例として、後生動物の異常増殖による機能障害が挙げられる。

浄化槽の機能障害を引き起こす後生動物は、甲殻類、貧毛類、巻貝類が主に挙げられるが、近年特に注目されているのが、サカマキガイ (*Physa acuta*) を代表とする巻貝類であろう。

巻貝類が発生している浄化槽の生物処理は、適切な生物相互作用からなる食物連鎖のピラミッドがくずれ、処理機能が低下してしまう¹⁾。また、巻貝類は主に浸漬ろ床の好気性生物膜法に発生するとされてきたが、近年、担体流動床にも発生例が見られるようになった。そこで、当検査センターでは2012年度の法定検査で検査対象となった合併処理浄化槽について巻貝類の発生状況を調査し、その全体像を把握するとともに、巻貝類の発生が浄化槽処理水 BOD に与える影響について解析を行なった。

また、現在巻貝類の対策として主流となっている硫酸銅や硫安を使用した駆除方法²⁾について、放流先への影響を危惧する意見や巻貝類の再発生問題が管理現場から指摘されている。この問題を解消するため、薬剤を使用しない方法として、ばっ気の方法を間欠ばっ気にし、運転を試みたところ水質が改善したので報告する。

なお、浄化槽に発生する巻貝類は、サカマキガイ、ヒメモノアライガイ、ヒラマキミズマイマイがいるが、浄化槽に発生している巻貝類のほとんどがサカマキガイである²⁾ため、以降、巻貝類はサカマキガイとして扱う。

2. サカマキガイが発生した浄化槽に関する解析

(1) 調査対象および方法

調査対象は、2012年度に浄化槽法第7条検査および第11条検査（以下、7条検査、11条検査という。）を実施した合併処理浄化槽 36,006 基とした。調査方法は、浄化槽の外観検査時に目視でサカマキガイの発生を確認し、発生数、発生場所に関わらず、サカマキガイが認められた場合を発生ありとした。以降、サカマキガイが確認された施設を「発生あり」、サカマキガイが確認されなかった施設を「発生なし」とする。

(2) 調査結果と考察

1) サカマキガイの発生状況

調査の結果、サカマキガイの発生状況を表1に示す。7条検査と11条検査を比較すると、7条検査の浄化槽にサカマキガイが発生している割合が低く、構造例示型と性能評価型の発生率を比較すると、性能評価型の割合が少ない。

表1 サカマキガイの発生状況

種別	発生なし (基)	発生あり (基)	発生 割合
全 体	33,731	2,275	6.3%
7 条 検 査	1,839	28	1.5%
11 条 検 査	31,892	2,247	6.6%
構造例示型	10,932	1,197	9.9%
性能評価型	22,799	1,078	4.5%

7 条検査の割合が低いのは、現在新規に設置されている浄化槽のほとんどが性能評価型で、その性能評価型のサカマキガイ発生率が低いと考えられ、性能評価型の割合が低いのは、二次処理槽の構造が影響していると考えられる。

2) BOD の評価方法と事前検定

BOD の評価を行う前に、ばっ気停止を始めとする外観に異常があるものはデータから除き、さらに異常値の棄却検定で外れ値を除いた。50 人槽を超える合併処理浄化槽にサカマキガイが発生していたのは 8 件とデータ数が少ないため、解析対象は 50 人槽以下の小型合併処理浄化槽とした。

以上の結果、発生なし浄化槽は 29,792 基（構造例示型 9,010 基、性能評価型 20,780 基）、発生あり浄化槽は 2,080 基（構造例示型 1,062 基、性能評価型 1,018 基）となり、これらの浄化槽の放流 BOD について対数変換し^{3) 4)} 評価を行った。以降、平均 BOD は対数平均 BOD とする。

3) 人員比区間別平均 BOD の比較

図 1 に人員比（使用人員/人槽）区間別平均 BOD を示す。なお、使用人員不明の場合はデータから除いた。

サカマキガイ発生なしの平均 BOD は人員比と正の相関が強く現れており、人員比が増加するに従い、直線的に平均 BOD が増加している。また、サカマキガイ発生ありの場合は、発生なしに比べ人員比が 0.8 以下の場合、平均 BOD は約 5.3~7.5mg/L 高く、本来良好な処理水質を得られるはずの施設であっても、サカマキガイが発生している場合に、処理性能が不安定になる傾向が認められた。逆に、人員比が 0.8 を超えると、平均 BOD の差は約 1.1mg/L となり、サカマキガイの影響は少なくなる傾向にあった。

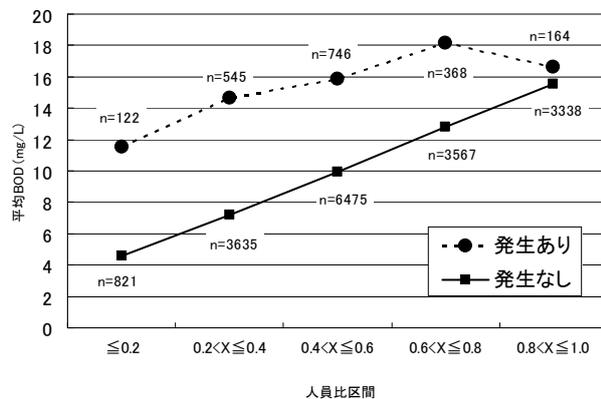


図 1 人員比区間別平均 BOD

4) 型式・処理方式別平均 BOD の比較

浄化槽の型式別に、平均 BOD について t 検定を行った結果を表 2 に示す。表 2 に示した性能評価型の型式は、発生ありのサンプル数が多い順に上位 10 位のを抽出した。また、構造例示型は沈殿分離接触ばっ気方式と嫌気ろ床接触ばっ気方式の 2 種類である。

検定の結果、平均 BOD に有意差が認められた型式と、有意差が認められない型式に別れ、サカマキガイが発生しても、浄化槽の構造によって平均 BOD に影響を受ける場合と、影響を受けにくい場合があることが分かった。サカマキガイは主に二次処理槽の生物膜を摂食し水質を悪化させることから、二次処理槽の構造によって、サカマキガイの影響が異なると考えられた。

そこで、二次処理槽の構造を、ばっ気攪拌により担体が常に流動している構造（以下、流動型という）と、固定された接触材や接触ろ床を使用した構造（以下、固定型という）、または担体を使用しているが、通常時担体は静止している構造（以下、静止型という）に分け、両方の構造が含まれるものは「流動型+固定型」または「流動型+静止型」とした。さらに、有意差が認められたグループと、有意差が認められなかったグループに区分した。結果を表 3 に示す。

この結果、固定型は有意差ありのグループに区分され、固定型にサカマキガイが発生すると浄化槽処理水の平均 BOD が悪化することが分かった。

表2 浄化槽の型式・処理方式別平均BODと基数

型式又は処理方式	平均BOD(mg/L)		有意差 (P<0.05)	基数(基)		発生割合
	発生あり	発生なし		発生あり	発生なし	
構造例示型	19.0	10.7	○	1,062	9,010	11%
NSR	13.7	9.1	○	178	1,959	8%
CE	29.2	12.6	○	148	2,738	5%
CS	11.9	10.7	×	85	3,217	3%
CRN	10.4	9.2	×	76	318	19%
NSR II	10.7	10.2	×	66	698	9%
KGF2	7.0	8.4	×	65	2,420	3%
KGR2	8.0	8.0	×	61	1,986	3%
HY	19.2	14.3	○	45	604	7%
KBR1	3.5	3.0	×	35	164	18%
CRX	4.5	3.8	×	27	179	13%

表3 二次処理槽の構造 (有意差グループ別)

	型式又は処理方式	二次処理槽の構造
有意差あり	構造例示型	固定型
	NSR	静止型
	CE	固定型
	HY	流動型+固定型
有意差なし	CS	流動型+静止型
	CRN	流動型+静止型
	NSR II	静止型
	KGF2	流動型+静止型
	KGR2	流動型+静止型
	KBR1	流動型+静止型
	CRX	流動型+静止型

また、二次処理槽が「流動型+静止型」の構造は、すべて有意差なしのグループに区分された。このため、「流動型+静止型」の構造にサカマキガイが発生しても、浄化槽処理水 BOD に与える影響は少ないことが分かった。

固定型にサカマキガイの影響があり、「流動型+静止型」の構造にサカマキガイの影響が少ない理由として、稲村は「二次処理槽の構造が接触材などでは、生物膜がなくなってしまうため処理機能が低下するが、流動担体を利用したばっ気槽では、ぶつかり合う担体の表面にサカマキガイが生息できないため、処理機能に影響はないと考えられる」と報告²⁾としており、この結果と一致する。

また、「流動型+静止型」の静止型の部分は、SS の捕捉を主な目的としており、直接ばっ気水流を受けておらず DO が低い場合が多い、このためサカマキガイは静止型の部分では活動できず、処理機能に与える影響が少ないと考えられる。

5) DO 値分布の比較

サカマキガイが水中で活動する場合、ある程度の溶存酸素が必要であると考えられる。そこで、構造例示型を対象に、サカマキガイ発生あり・なしの別に DO 値の分布を図2に示した。

この結果から、サカマキガイ発生分布は DO 値 5 mg/L 超~8mg/L 以下の範囲で約 62%を占め、発生なしと比較して、DO 値が 8mg/L 超または 5mg/L 以下の範囲であると割合が少なかった。サカマキガイが出現するのは二次処理槽の DO 値が 5 mg/L 超~8mg/L 以下の範囲の施設が多いことが確認された。

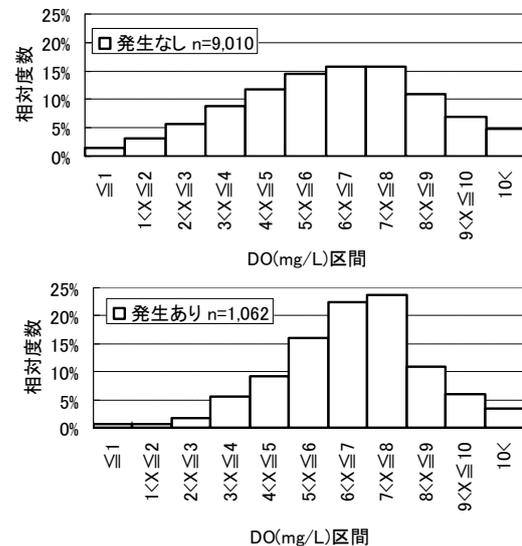


図2 二次処理槽のDO値の分布

3. 間欠ばっ気による対策例

前述したように、サカマキガイは二次処理槽の DO が 5 mg/L 超~8mg/L 以下の範囲で多く発生する。また、同じ障害後生動物であるミジンコ類の抑制対策として、間欠ばっ気が効果的であり、夜間にばっ気を約4~5時間停止させる操作を継続すると、水質が回復するケースが多いという報告がある³⁾。

このため、間欠ばっ気によって DO 値を制御する方法で、サカマキガイの抑制にも効果がある可能性が高いと考え、薬品を使用しないサカマキガイ対策として間欠ばっ気の効果を検証した。

なお、この間欠ばっ気の効果検証は、2012 年度に宮城県栗原市と連携のもと実施した、「市設置型浄化槽保守点検指導業務」の中で調査したものである。

(1) 施設の選定

サカマキガイが発生し、保守点検記録から水質が不安定になっていると考えられる施設であること、また、二次処理槽の構造が固定型の型式であることを条件に施設を選定した。詳細情報を表 4 に示す。

表 4 施設の詳細情報

施設名	型式名	処理対象人員 (人槽)	実使用人員 (人)	流入水量比率 (実流入量/計画流入量)	11条検査BOD
A宅	CE	7	3	64%	39mg/L
B宅	CE	7	2	38%	38mg/L

(2) 間欠ばっ気の設定

間欠ばっ気の設定について、一日最大停止時間はミジンコの駆除に効果のあった約 4~5 時間停止を参考にした。また、当センターが実施した他の間欠ばっ気調査で、一日総ばっ気時間を 8 時間/日程度にしても水質を維持できた実績があるため、間欠ばっ気の設定は、ばっ気停止時間一日最大 5.5 時間、総ばっ気時間 8.5 時間とした。設定時間の詳細を図 3 に示す。

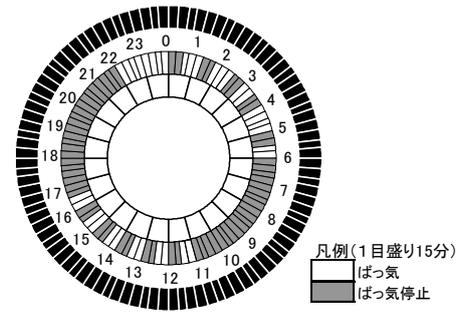


図 3 間欠ばっ気の設定

(3) 間欠ばっ気時 DO の変化

水質が改善した状態の DO 変化を把握するため、HACH 社製蛍光式溶存酸素計 (HQ40d) を使用し、DO を 15 分ごとに測定した。測定結果を図 4 に示す。A 宅の最大 DO は約 6.5mg/L、B 宅の最大 DO は約 7.2mg/L であった。図 4 から、ばっ気時間帯の DO が全体的に B 宅のほうが高く、ばっ気を長時間止めている時間帯でも DO が検出された。これは B 宅の流入水量比率が低く負荷が低いためであると考えられる。

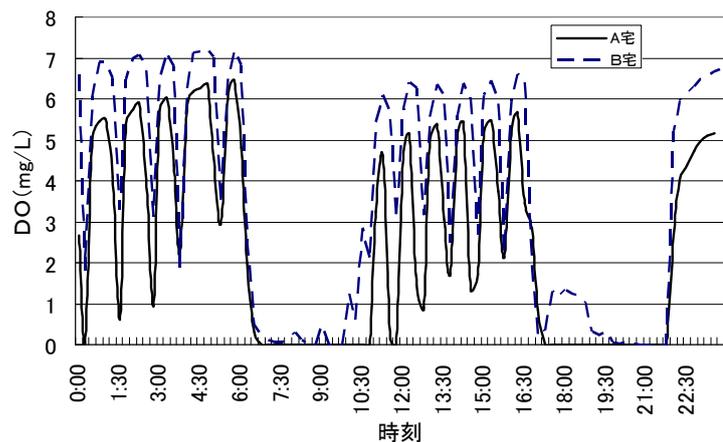


図 4 DO の経時変化

(4) 水質結果

サカマキガイの対策として、ばっ気の方法を間欠運転とし、定期的に水質を測定した結果を図 5 および図 6 に示す。A 宅、B 宅どちらの施設も間欠ばっ気開始から生物膜が明らかに形成し、間欠ばっ気開始前は BOD15mg/L を上回っていたものが、間欠ばっ気開始から約 1 ヶ月後は BOD が 15mg/L を安定して下回り、透視度も 20 度以下に悪化することはなかった。このことから、間欠ばっ気がサカマキガイの対策に有効で、水質の改善が期待できるといえる。また、A 宅のサカマキガイは間欠ばっ気開始から徐々に減少し、9 月 19 日の時点で目視では確認できなくなった。B 宅のサカマキガイは間欠ばっ気開始後やや減少したようにみえたが、完全に消滅することはなかった。これは、図 4 に示したとおり、二次処理槽の DO が関係していると考えられ、間欠ばっ気でサカマキガイを駆除する場合、二次処理槽ばっ気時 DO の最大値をおおむね 6.0 以下に調整し、かつ、DO が 0mg/L となる時間帯を 5 時間程度確保することが必要と考えられる。

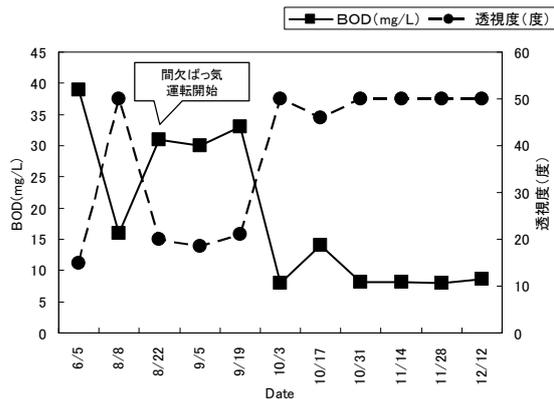


図5 施設Aの水質変化

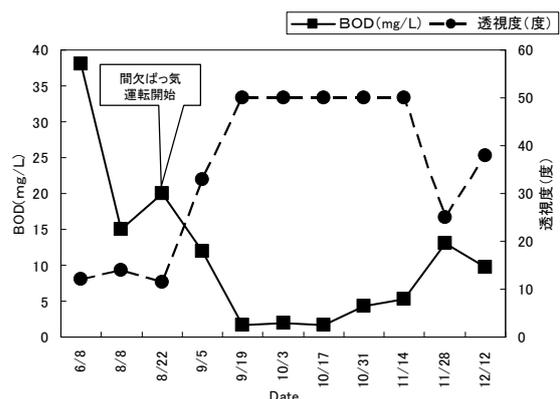


図6 施設Bの水質変化

4. まとめ

本研究で、サカマキガイが発生した浄化槽に関して解析をおこない、サカマキガイの対策として、ばっ気の方法を間欠ばっ気としたところ、以下の知見を得た。

(1) サカマキガイが発生した浄化槽に関する解析

- 1) サカマキガイが発生している施設は、発生していない施設と比較し人員比が 0.8 以下の場合、全体的に平均 BOD が約 5.3~7.5mg/L 高くなり、人員比が 0.8 を超えると、サカマキガイの影響は少なくなる傾向にあった。
- 2) 二次処理槽の構造が固定型であると、サカマキガイが発生した場合に処理水 BOD が悪化しやすい。
- 3) 二次処理槽が流動型と静止型を組み合わせている構造は、サカマキガイが発生しても BOD に影響は少ない。
- 4) サカマキガイが発生している二次処理槽は、DO 値 5 mg/L 超~8mg/L 以下の範囲で約 62%を占めた。

(2) 間欠ばっ気による対策例

- 1) サカマキガイが発生した施設のばっ気の方法を間欠運転とした結果、水質の改善が認められ、間欠ばっ気がサカマキガイの対策に有効であった。
- 2) サカマキガイを抑制する間欠ばっ気の設定は、DO の最大値をおおむね 6.0 以下に調整し、かつ、DO が 0mg/L となる時間帯を 5 時間程度確保する必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 稲森悠平、丁国際：合併処理浄化槽の高度化のための障害生物対策、月刊浄化槽、290、56~63 (2000)
- 2) 稲村成昭：サカマキガイの浄化槽への影響と対策、月刊浄化槽、295、15~23 (2000)
- 3) 中島淳：浄化槽技術者のための統計解析入門、月刊浄化槽、255、21~29 (1997)
- 4) 稲村成昭：BOD による小型合併処理浄化槽（型式別）の評価について、第 18 回全国浄化槽技術研究集會要旨集、37~42 (2004)
- 5) 稲森悠平、菊池寿一、松重一夫、菅谷芳雄、須藤隆一：合併処理浄化槽におけるミジンコの異常発生防止に関する研究、浄化槽研究、1 (1)、3~18、(1989)