

浄化槽処理水質の統計解析と現場調査からの現状把握

公益社団法人 宮城県生活環境事業協会 ○高橋 直樹
財団法人 日本環境整備教育センター 濱中 俊輔
東北大学大学院工学研究科 西村 修

1. はじめに

環境省¹⁾によると平成 21 年度末の汚水処理人口普及率は 85.7%に達している。しかしながら、未汚水処理人口は 5 万人以下の市町村を中心におよそ 2,000 万人程度存在し、未汚水処理地域の解消が急務と考えられる。近年、汚水処理施設整備は、都市部から人口密度の低い地域へと移行してきているが、人口の減少や地方財政の悪化に伴い、生活排水対策の手法を根本から見直す動きが強まっている。この状況下、公共下水道や農業集落排水施設と同等の処理性能を持つ合併処理浄化槽は多くの利点を有しており今後更なる普及が見込まれることから、個々の浄化槽の処理水質を把握することが重要と考える。

現在、稼動している浄化槽においては、本来の処理能力を十分に発揮していない浄化槽も存在している。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では長年様々な角度から調査を重ね、水質悪化の要因について検証している。要因としては、浄化槽構造上の問題や機能の故障および破損、管理者の使用状況（実使用人員、流入負荷など）、保守点検、清掃、施工の問題など種々存在する。中でも、人槽に対する実使用人員の比である人員比は、処理水質に大きな影響を及ぼすと考えられる。

1960 年（最終改正 2000 年）に制定された浄化槽の人槽を決定する方法として、JIS 規格（JIS A3302-2000「建築物の用途別による尿尿浄化槽の処理対象人員算定基準」）により建築物の用途や床面積毎の人槽の算定方法が定められている。また用途毎の床面積あたりの水量や流入 BOD 濃度も示されている²⁾。一般的な戸建住宅の場合、浄化槽の大きさは通常 5-10 人槽と言われ、居住用面積 130 m²以下については 5 人槽、130 m²を超えるものについては 7 人槽、台所および浴室が 2 箇所以上のいわゆる 2 世帯住宅については 10 人槽と算定されている。しかし、1 人あたり居室畳数はここ 40 年で倍増³⁾し、また核家族化等の影響を受けて生活様式にも大きな変化が生じ、人員比も多様化しているものと思われる。

本研究では、戸建住宅で使用される 5-10 人槽を対象に、当センターにおける水質データを活用した。処理方式と人員比から処理水質を解析し、またこれに関連する現場調査の二方向から、既設浄化槽における処理性能の特徴と、水質悪化の改善策として維持管理の重要性を示唆する実例を示した。

2. 解析方法

2009 年度に実施された宮城県内の法定検査から、小型合併処理浄化槽処理水質の解析を行った。既設浄化槽のうち、構造例示型 12,530 基、性能評価型 18,314 基を対象とした。BOD 除去を目的とした構造例示型から、分離接触ばっ気方式・嫌気ろ床接触ばっ気方式を抽出し、性能評価型から、流量調整槽有り・流量調整槽無しで区分し、4 類で比較検討を試みた。

- 1 類：構造例示型－分離接触ばっ気方式
- 2 類：構造例示型－嫌気ろ床接触ばっ気方式
- 3 類：性能評価型－流量調整槽有り
- 4 類：性能評価型－流量調整槽無し

しかし、分離接触ばっ気方式は全体の 0.5 %と基数が極端に少ないため、本解析から外し、2 類以降から解析を行った。

3. 結果および考察

(1) 処理水質に及ぼす処理方式の影響

図-1 に各 BOD 範囲 ($BOD \leq x \text{ mg/L}$) における処理方式別の処理水質の累積百分率 ($x \text{ mg/L}$ の処理水質を達成している浄化槽基数の全体基数に対する割合) を示す。なお、この解析においては人員比 1 を超える浄化槽のデータは含めていない。

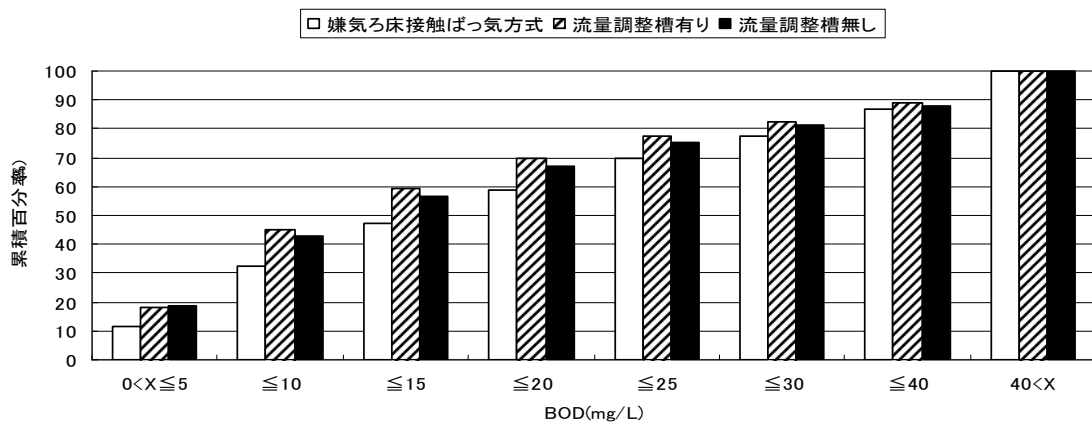


図-1 処理方式別の処理水質

図-1 から ($BOD \leq 10 \text{ mg/L}$) を示す割合は、嫌気ろ床接触ばっ気方式では 30 %以上、性能評価型では 40%以上の浄化槽が該当した。また、($BOD \leq 20 \text{ mg/L}$) を示す割合は、嫌気ろ床接触ばっ気方式で 60 %を若干下回るものの、性能評価型では 60 %台であり、処理方式にかかわらず全体の約 2/3 の浄化槽は、良好な水質を維持していることがわかった。しかし、比較対象間において、差が生じていたかどうか明らかにするため、分散分析を行った。3 方式における BOD の分布状況は $P < 0.05$ と算出されたため、有意な差が生じていたと結

論付けられる。さらに、3方式の処理性能を分類するために、多重比較を行ったところ、構造例示型の嫌気ろ床接触ばっ気方式と性能評価型の処理水質は異なる性質であると解析できた。

(2) 処理水質に及ぼす人員比の影響

次に、処理方式毎の人員比と処理水平均 BOD 濃度を図-2 に、適合率の関係を図-3 に示す。すべての処理方式で人員比が低いほど良好な処理水質が得られること、適合率が高くなることが分かった。

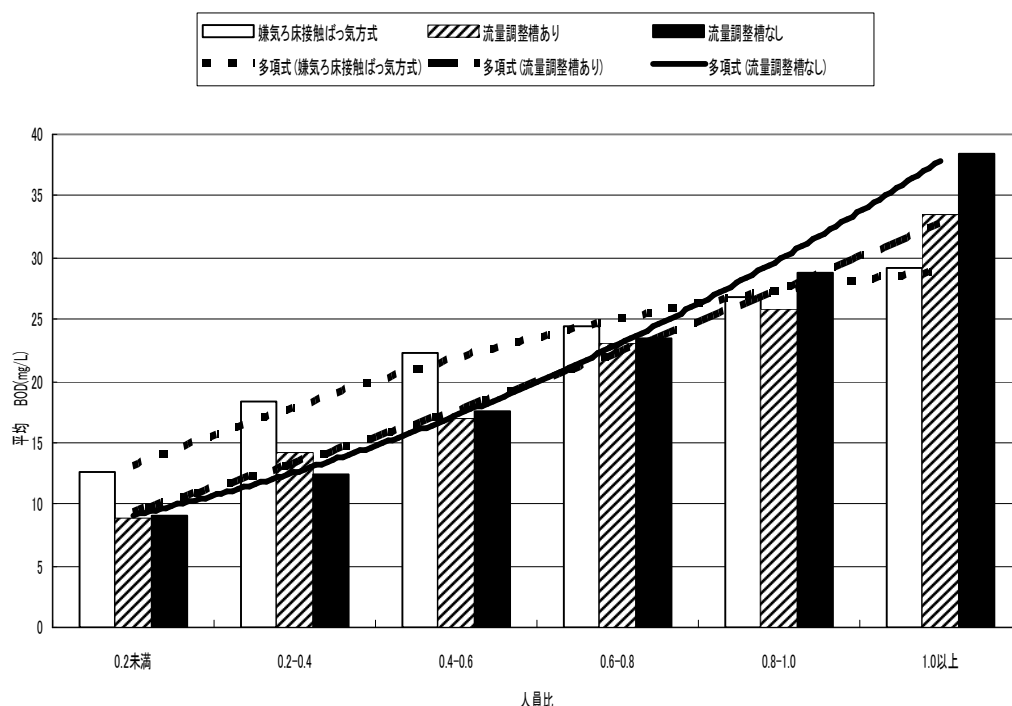


図-2 処理方式毎の人員比と処理水平均 BOD 濃度

図-2 から人員比 0.8 以下では性能評価型の平均 BOD 濃度が嫌気ろ床接触ばっ気方式より低い、人員比が 1.0 を超えた際には、水質が維持されにくい傾向が認められた。構造例示型は二次処理槽の BOD 容積負荷が低いので、ある程度高い人員比にも処理水質は悪化しにくい傾向があると考えられる。構造例示型の場合、BOD 容積負荷は一律 $0.2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{日}$ に対し、性能評価型の場合、メーカーや型式によって異なるが $0.2-0.8 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{日}$ と計画されている。なお、人員比 0.6 以下の場合、相対的に構造例示型の平均 BOD が高くなるが、これは、高負荷の場合に推察される容積負荷の効果が低負荷の場合には逆に現れているのか、あるいは接触材と担体の生物膜の付着しやすさの影響が反映されているのかもしれない。また曲線を用いた相対的なグラフで比較すると、嫌気ろ床接触ばっ気方式では勾配がなだらかで、上に膨らんだ曲線を描いて BOD 値は上昇した。性能評価型では人員比 0.6 を超えた

あたりから勾配がきつくなり、1.0以上で急激に下に膨らんだ。なお人員比1.0以上で顕著に水質悪化がみられたのは、性能評価型の流量調整槽無しの浄化槽であった。

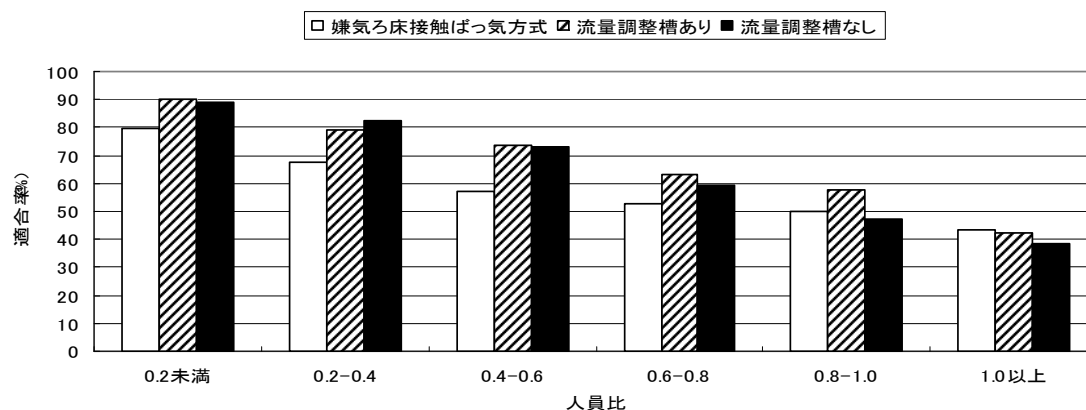


図-3 処理方式毎の人員比と適合率の関係

図-3 から人員比 0.2 未満であっても、全ての処理方式で適合率は 100 %に達せず、人員比 1.0 を超えると、適合率は低下した。また、人員比 1.0 以下では性能評価型の適合率は構造例示型より高い傾向を示しているが、水量調整や風量調整などの運転方法や調整機能が有効に働いていたためと考えられる。

以上のことから、人員比が上がるにつれて水質の維持は困難な傾向にあるが、流量調整槽を有する場合は、一定の効果が認められるなど、調整機能を活用して良好な処理水質を維持することが可能であると考えられる。

4. 現場調査からの現状把握

当センターでは、二次検査から水質悪化の主要因を把握している⁴⁾。法定検査において3年連続して(3年連続の理由は、処理水質が恒常的に悪化していると判断したため)、放流水透視度とBODが共に、浄化槽法定検査判定ガイドライン(平成8年衛浄第17号別表)不可の施設を対象に、水質の改善方法を検討している。検査内容は大きく分けて、処理状況・維持管理の状況・管理者の使用状況の3点からなる精密な原因調査である。

表-1に、2006年2月から2007年3月まで実施した二次検査による水質悪化の主要因を示した。「サカマキガイの駆除が必要な施設」までの90%に該当する施設は、適切な維持管理を実施することで処理水質は改善することが判明した。

表-1 二次検査による水質悪化の要因

分類		基数(基)	割合(%)	
調整で改善が見込まれる施設	好気性処理が不十分 ・ DO不足	38	27	65
	SSの流出 (過ばっ気を含む)	22	16	
	循環過多	16	11	
	清掃時期	16	11	
定期検査の比較して放流水質が回復した施設		14	10	
清掃直後のため判断が困難な施設		11	8	
サカマキガイの駆除が必要な施設		10	7	
ハード面を修繕することで改善が見込まれる施設		8	6	
抜本的な対策が必要な施設(高負荷)		5	4	
合計		140	100	

「ハード面を修繕することで改善が見込まれる施設」の中には、散気管の目詰まりの解消や送風機が規定未満であることから、ブロワの増設または付替えなどの対応が求められる。「抜本的な対策が必要な施設」には、高負荷による処理水質悪化の影響が大きく係わると考えられる。しかし、高負荷にも係わらず適切な維持管理により処理水質が良好に維持されている事例もある。

そこで水量由来の高負荷施設を1週間に亘って、デジタルカメラのインターバル撮影機能を活用した手法で、水道メーターを30分おきに記録し、調査した。調査期間は6日間で、水量が1日の計画値の上限を超えている施設の事例を2つ以下に示す。

事例1として、処理状況と維持管理の詳細は表-2に示し、1週間の流入パターンを図-4に示した。

表-2 事例1：高負荷施設の処理状況

処理方式	性能評価型 流量調整槽無し
人槽	8
人員比	0.75
平均流入水量	1.8 m ³ /日 (上限の113%)
調査前BOD	37.0 mg/L
調整方法	・ 高負荷モード運転 (送風機40 L→80 Lに変更) ・ 常時、逆洗運転
点検回数	1ヶ月に1回

当施設は毎月 1 回の保守点検を実施し、運転方法は表-2 に示したとおりであるが、水量
 負荷増、ひいては流入 BOD 負荷増に対処するため常時逆洗運転を行っている。

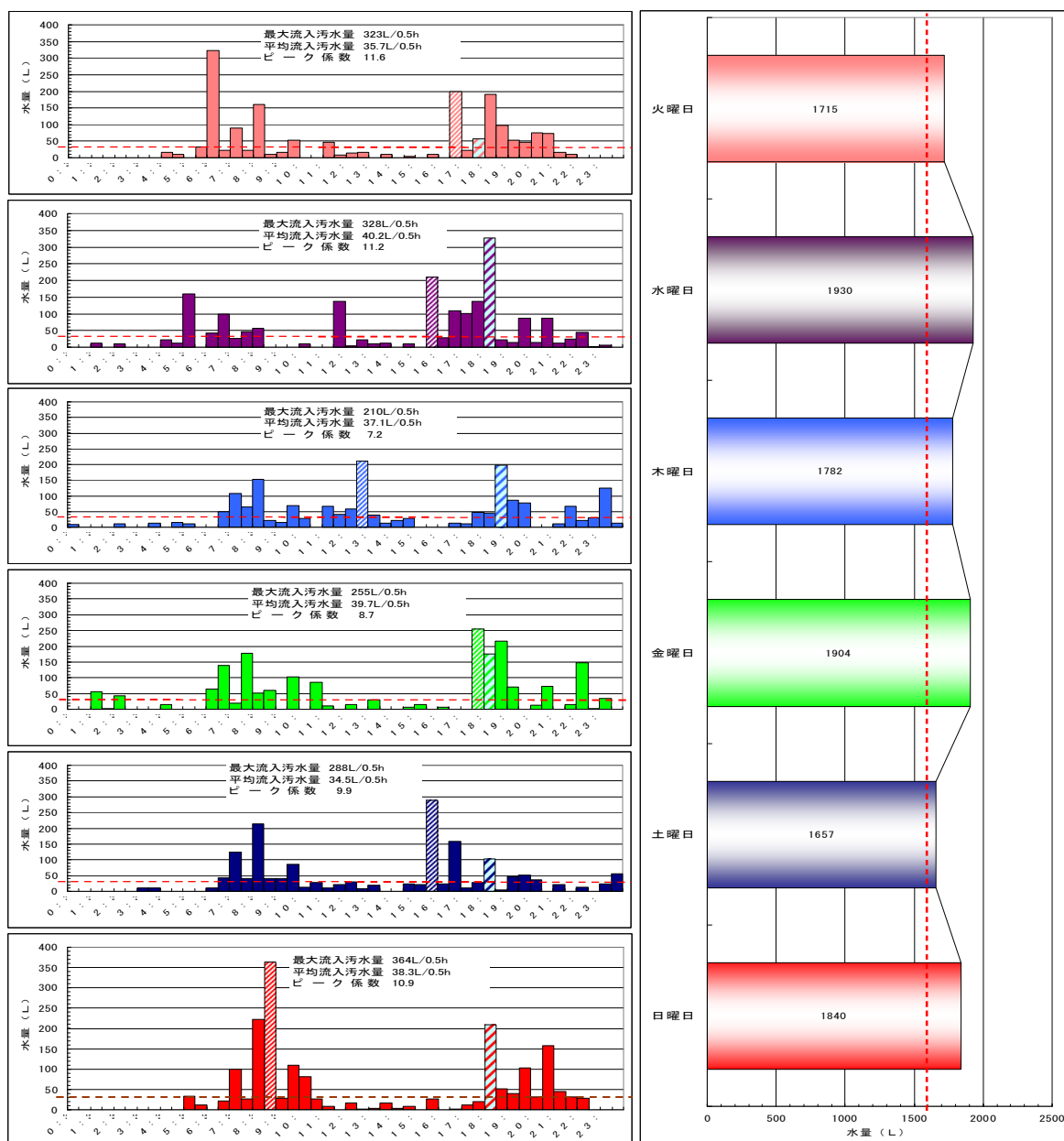


図-4 事例 1：1 週間の流入パターン

8 人槽の計画水量 1.6 m³/日に対し、6 日間の平均水量が 1.8 m³/日で 113 %と上回っており、調査期間全てで計画値の上限を越えている。平均 BOD は 44.0 mg/L と望ましい範囲を上回る結果となった。このような事例は、流入負荷が高い場合の一般的なケースであると思われる。

次に、事例 2 として、通常の保守点検以上に手を加えた調整によって、良好な処理水質を維持している事例を以下に示す。処理状況と維持管理の詳細は表-3 に示し、1 週間の流入パターンを図-5 に示した。

表-3 事例 2：高負荷施設の処理状況

処理方式	性能評価型 流量調整槽無し
人槽	7
人員比	1.0
平均流入水量	1.8 m ³ /日 (上限の128%)
調査前BOD	29.0 mg/L
調整方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時、逆洗運転 ・ 処理水槽のスカムを一次処理槽へ返送 ・ 自給式ポンプを使って、処理水槽底部の堆積汚泥を一次処理槽へ返送
点検回数	1ヶ月に1-2回程度

運転方法は表-3 に示したとおりであるが、事例 1 と同様に常時逆洗運転を行っている。これにより、ろ過機能が失われ、二次処理反応槽での SS が増加するため、汚泥調整などを行っている。そのため、原則、毎月 1 回の保守点検を実施しているが、汚泥調整などその他必要に応じて、保守点検を 2 回程度実施している月もある。

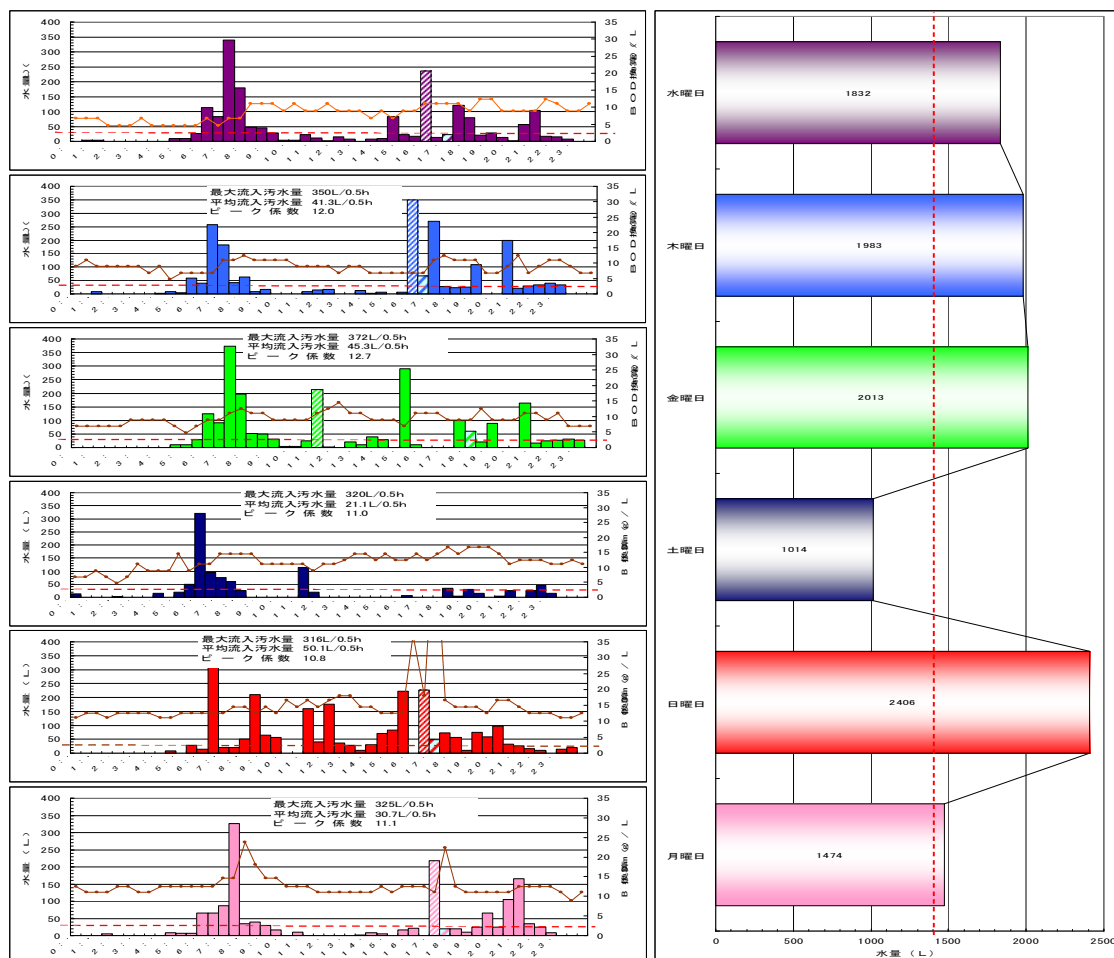


図-5 事例 2：1 週間の流入パターン

7人槽の計画水量 1.4 m³/日に対して、6日間の平均水量が 1.8 m³/日で 128%と上回っており、土曜日を除く 5日間で計画値を越えている。しかしながら、放流水 BOD（濁度センサー「オプテックス(株)製 TC-500」を用いて BOD 値に換算）は平均 10 mg/L 前後で、日曜日の夕方時間帯において一時的に BOD の急激な上昇はあったものの、処理水質に大きな変動はみられなかった。

先に示した図-2, 図-3 から、水質悪化との関連が強いものとして、人員比 1.0 以上や BOD 容積負荷、流量調整槽の有無、調整機能について述べたが、適切な維持管理を実施することで、事例 2 のように良好な処理水質を維持することが可能な例もある。

5. まとめ

本研究は、浄化槽処理水質の統計解析として、浄化槽法定検査のデータから良好な処理水質を維持する浄化槽の特徴を把握した。また、現場調査からの現状把握として、処理水質の悪化の要因を、過去の調査した事例から究明した。

結果から諸々の要因は確認されたが、良好な処理水質を維持するためには、個々の浄化槽の人員比および運転や管理状況、水量負荷などを把握した上で、適切に維持管理を実施することが重要である。

今回は、流量調整槽の有るか無しかで分類し解析を行ったが、水量による処理水質の影響を把握するには、細分化し、さらに詳細に解析を行う必要があると考える。

6. 謝辞

本研究の一部は、平成 22 年度循環型社会形成推進科学研究費補助金 (K22032) によって行われた。ここに記して感謝の意を表す。また、本稿の執筆にあたり様々な面でご助力いただいた当センターの職員の皆様にこの場を借りて心より感謝申し上げます

参考文献

- 1) 環境省 HP : <http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/data/index.html> (2010.9月現在)
- 2) 財団法人建設センター編：尿尿浄化槽の構造基準・同解説 (2006)
- 3) 総務省 HP : <http://www.stat.go.jp/index.htm> (2010.7月現在)
- 4) <http://www.m-seikatsukankyo.or.jp/nijikensa.pdf#search=> 浄化槽 二次検査' (2010.11月現在)