

# 小型合併処理浄化槽の嫌気ろ床槽内における pH 及び ORP の挙動

(公社)岩手県浄化槽協会 岩手県浄化槽検査センター ○柿木明紘、国生 紀、稲村成昭

## 1. はじめに

近年、小型合併処理浄化槽は、一次処理にも夾雑物除去槽、好気槽などが採用された型式が多くなってきている。しかしながら、現在設置されている多くの小型合併処理浄化槽は一次処理に嫌気ろ床槽をもつものが主流である。嫌気ろ床槽は、構造基準上では単位装置上の BOD 除去率は考慮されていないこととなっているが、ろ床内では固形物の分離、可溶化、ガス化などによって流入 BOD の相当部分が除去されていると言われている。実際に、浄化槽の検査業務で嫌気ろ床槽を観察していると、スカム・ガス・臭気などの発生状況や汚泥の性状に、施設による違いや同じ浄化槽でも一室と二室でも明らかな違いを感じる。このような状況や性状の変化には、有機酸発酵やメタン発酵などを伴っていることが想定されるが、これらとの関連が考えられる ORP や pH の槽内での挙動を調査することにより、嫌気ろ床内でどのようなことが起こっているかを明らかにできるのではと考えた。しかし、最も重要な嫌気ろ床槽のろ床内の状況については、上部からの観察や通常の採泥器では汚泥などのサンプリングが困難であり、調査が不可能である。そこで、今回の調査では、ろ床内の汚泥をサンプリングする専用の採泥器を開発し、ろ床内の各場所から汚泥や内液をサンプリングすることが可能となった。また、施設によっても状況が大きく異なることが想定されることから、平均的な状況を把握するためには、母数を多くする必要がありと考え、浄化槽法第 11 条検査と合わせて、用途が住宅関係にしばり調査を行った。

## 2. 調査方法

### (1) 対象施設

調査対象の合併処理浄化槽は住宅関係の 10 人槽以下で、一次処理には一室、二室とも嫌気ろ床を採用している構造例示型、小容量型とした。さらに、一次処理二室上部への二次処理のばっ気による影響の少ない、一次処理二室が下降流のものとした。調査件数は 84 基である。

### (2) 汚泥のサンプリング方法

嫌気ろ床内部はろ材によって複雑に入り組んでおり、従来の採泥器やスポイトなどではろ床内に入れることができず、汚泥などを直接採取するのは難しかった。また、スポイトではろ材内の汚泥だけではなく、周辺の内液などまで引いてしまう可能性があるため、ピンポイントのサンプリングできない問題もあった。そのため試料を微量だけ採取できるシリンジ式採泥器を作製した(図 1)。

シリンジ本体にはろ材内の間隙を抵抗なく通すことができるよう

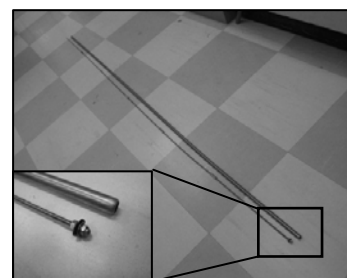


図 1 採泥器外観

に 9mm ステンレス管を用い、プランジャは M3 ナガネジを連結したものの先端にガスケットを装着した。ガスケットは柔軟性のある、ゴムチューブを使用した(図 2)。

サンプリング時の様子を図 3 に示す。嫌気ろ床槽の汚泥のサンプリングは、槽上部より採泥器を突刺して行う。

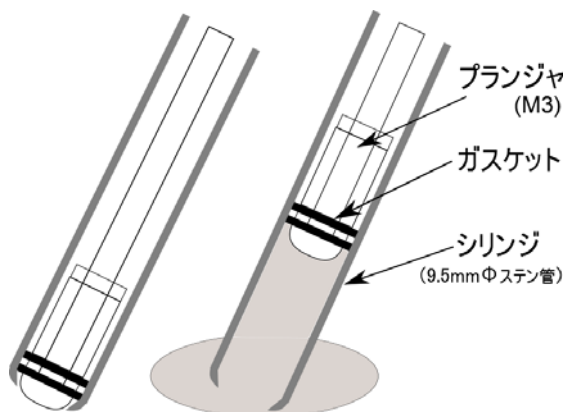


図 2 採泥器詳細



図 3 サンプリング方法

ろ床内は場所により状況が大きく異なることが想定されることから、ろ床内上部、下部各 5 箇所ずつ、計 10 箇所をサンプリングした。一室における具体的なサンプリング箇所を図 4 に示す(二室も同様)。また、そのほかのサンプリング箇所としては、循環水、ろ床上部槽内水、各移行部及び二次処理ばっ気部の内水のサンプリングも行った。

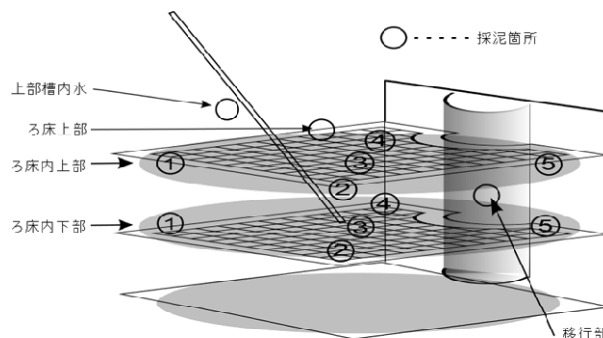


図 4 サンプリング箇所

### (3) 測定の方法

ろ床内の汚泥 30ml 程度を 50ml のビーカーにサンプリングし、pH、ORP の測定と汚泥性状を調べた。同様に他のサンプリング箇所も測定した。

pH 及び ORP の測定器は、検査業務中に簡便に測定できることに注目し、日常の検査業務にも使用している、携帯型 pH、ORP メーター TPX-999si(東興化学研究所)を使用した。電極は pH、ORP 複合電極である GRMT90W を用いた。

## 3. 測定結果

### (1) 槽内における pH と ORP の平均的な変化

槽内の全測定箇所でも測定した pH と ORP の平均的な変化を図 5 に示す。この図は測定箇所ごとの全データ(84 基)の平均値を流入側から放流側に向かって表している。なお、ろ床内上部と下部は、各 5 箇所を測定した値の最大値と最小値の全データの平均値である。

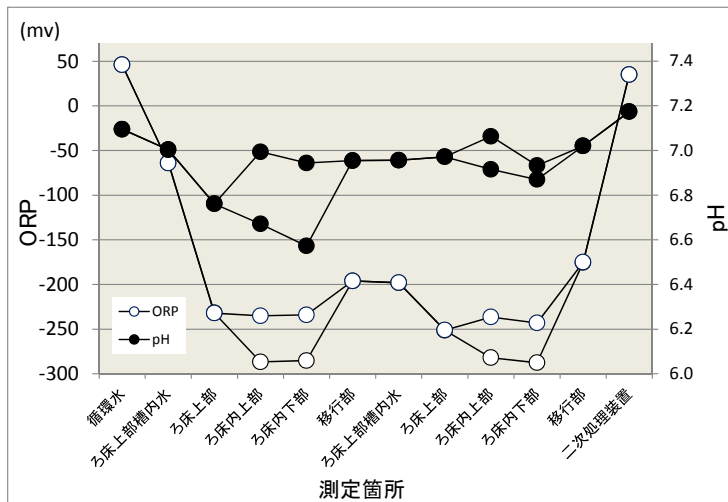


図5 全測定箇所における pH と ORP の変化

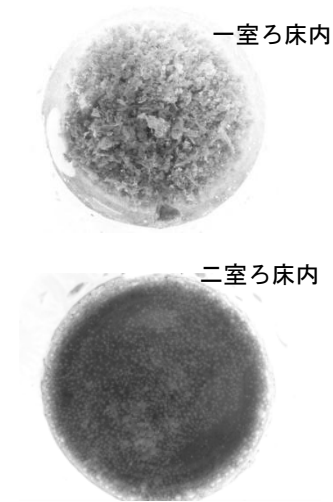


図6 一室と二室の汚泥の性状

図5の pH の全体的な変化をみると、二次処理ばつ気部と循環水の pH は 7.1~7.2 であるが、嫌気ろ床槽一室のろ床上部の 6.8 からろ床内上部、下部の最小値である 6.6 へと低下していく傾向がある。しかし、ろ床内の最大値やその他の測定部位は 7 前後と大きな変化はない。また、ろ床内一室では最大値と最小値に約 0.4 の明らかな差があったが、二室では 0.1 程度と僅かな差しかなかった。なお、嫌気ろ床槽の汚泥の平均的な性状は、一室のろ床上部の汚泥では、生汚泥のような色相(黄色)であるが、ろ床内となると粒状で茶褐色となり、酸敗臭がした。さらに、二室では汚泥の細分化が進み色相も濃い茶褐色になり、臭気もあまり感じられなかった(図6参照)。このようなことから、一室のろ床内の pH 低下と汚泥性状は関連があるものと考えられる。ただし、pH と試料の目視による汚泥濃度(ろ床内の汚泥が多い部分とその他の少ない部分)との関連はみられないことから、ろ材が存在することによる直接的な影響はないと思われる。

つぎに、図5の ORP の全体的な変化をみると、二次処理ばつ気部と循環水では+50mV 程度であるが、ろ床内に入ると急激に低下し、-200mV 以下となる。しかし、一室、二室ともに、最小値は-280mV 程度、最大値と最小値の差も 50mV 程度とほぼ同じとなっている。このように、一室と二室では汚泥の性状は明らかに異なっているにも関わらず、ORP はほぼ同じことから、汚泥の性状との関連はないようである。なお、ORP の最小値は試料の汚泥濃度が高い部分が多かったことから、ろ材内の汚泥が溜まっている部分での値と想定された。

## (2) 循環比によるろ床内の pH、ORP への影響

嫌気ろ床槽のろ床内では、pH と ORP の最小値と最大値に明らかな差があったが、循環比がこれらの値にどの程度影響を及ぼしているのかを調べてみた。図7には pH、図8には ORP のそれぞれの最小値と最大値の関係を示す。グラフ内の直線は最小値と最大値が同じである場合である。また、循環比はマーカーの大きさで表している。これらの図から、循環比が pH の最小値と最大値に影響を及ぼしている明確な傾向は見られなかった。ORP の場合も同様であったが、循環比が 15 を越える非常に大きい場合(図8の円内)は、その差が 200mV と大きくなる傾向が見られた。

このような平均的な違いは、ORP では最小値より最大値が影響を受けているようにみえることから、最大値はろ材の外側での流れに影響されているためと想定されるが、pH ではそのような傾向がみられないことから、pH の最小値と最大値はろ材の内外とは関連していないことが想定された。

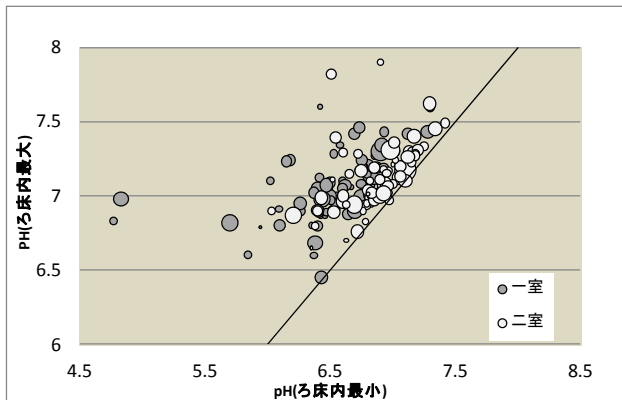


図7 循環比とろ床内 pH との関係

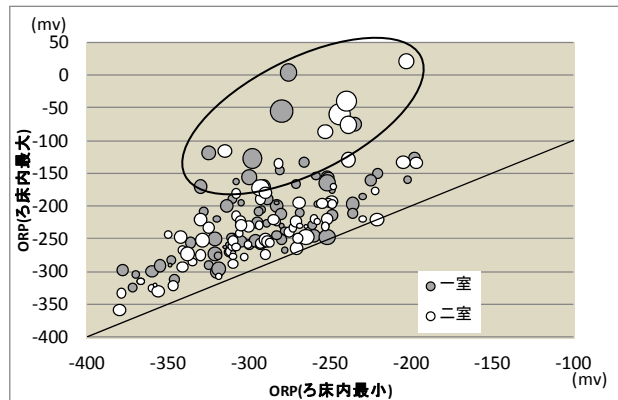


図8 循環比とろ床内 ORP との関係

### (3) 移行部(一室から二室)と一室ろ材内の pH、ORP の関係

図9-1、図9-2、図10-1、図10-2は pH と ORP の嫌気ろ床槽一室から二室への移行部と一室ろ材内の最小値、最大値を比較したものである。また、グラフ内の直線は移行部とろ床内の値が同じであるときを示している。これらの図から、明らかに ORP については移行部とろ材

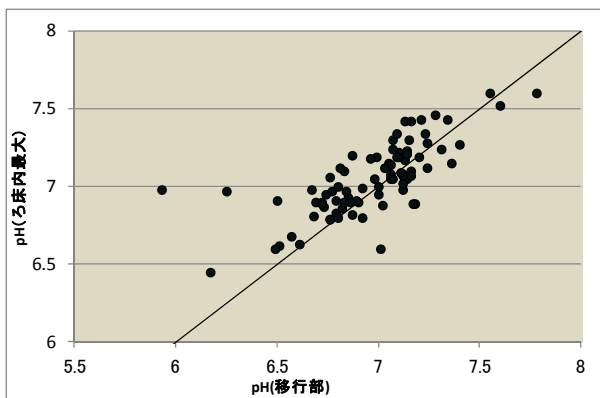


図9-1 pH の移流部とろ床内最大値の関係

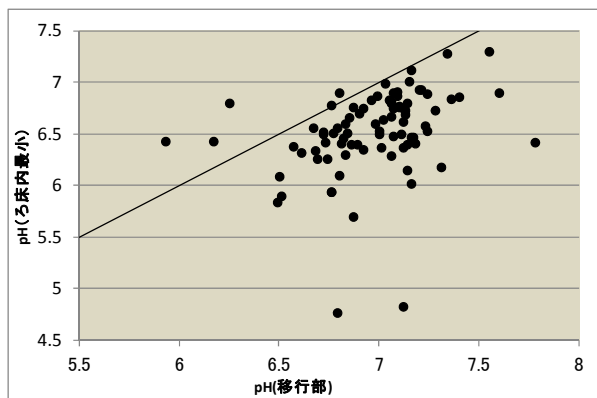


図9-2 pH の移流部とろ床内最小値の関係

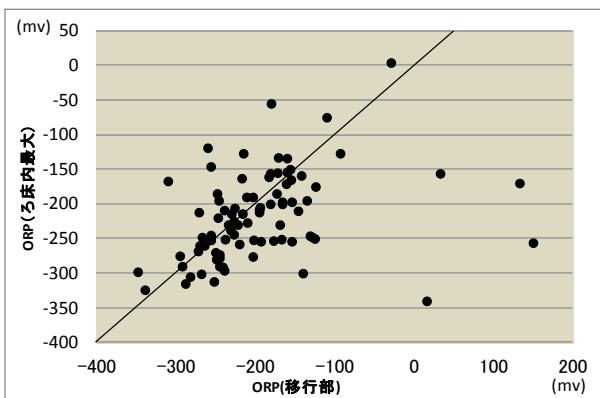


図10-1 ORP の移流部とろ床内最大値の関係

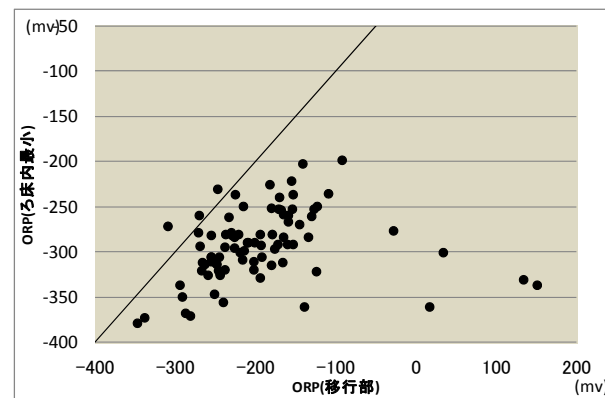


図10-2 ORP の移流部とろ床内最小値の関係

内最大値の分布は、同じ値である場合の直線付近に多く分布していることから、ろ床内最大値と移行部はほぼ同じものと考えられる(ORP は異常値が数点あるため、平均値とは一致しない)。つまり、ろ床内最大値とはろ床内を通過している水の部分で、移行部へと流れていると想定される。pH についても、ほぼ同じような傾向が感じられるが、直線の上下のプロットの数に違いがあることから、最大値にある程度の最小値が混じって、移行部へと流れている可能性がある。

なお、一室ろ床内において、複数箇所の汚泥を採取したものを図 11 に示す。サンプリング箇所によって汚泥濃度にばらつきがあることが多かったことから、ろ材の存在や循環水の流れなどにより汚泥濃度の差を生じている可能性がある。また、ろ床上部から見て短絡流が形成されているように見える状況でも実際のろ床内では汚泥濃度が高いなど、ろ床内での流れは複雑であることが考えられた。

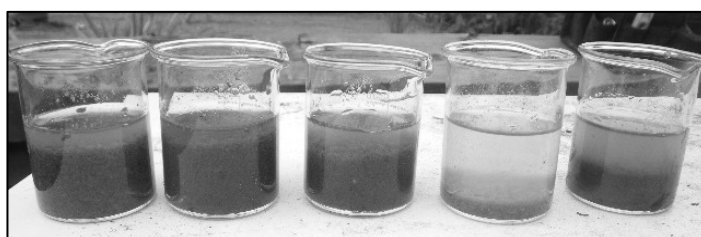


図 11 ろ床内の測定箇所による汚泥濃度の違い

#### 4. まとめ

今回の調査では、これまで調べることができなかったろ床内の汚泥の状況を、専用の採泥器を開発したことにより、検査業務中でも簡単にろ床内の汚泥をサンプリングし、測定することが可能になった。この採泥器を使用してサンプリングしたろ床内やその他の測定箇所の pH と ORP の変化や目視による汚泥の性状や濃度の違いから次のようなことが、平均的な傾向として分かった。

① 嫌気ろ床槽一室での pH の大きな低下や汚泥の性状から見てみると、有機酸発酵のほとんどが一室ろ床内で起こっているものと思われた。また、メタン発酵の指標となる ORP の値はろ床内の最小値(ろ材内の溜まっている汚泥と思われる)で-300mV に近い値を示していることも分かった。これらのことから、一室のろ床内では有機酸発酵の過程とメタン発酵の過程が同時並行で進行していることが想定された。

② 循環比によるろ床内の pH、ORP への影響や嫌気ろ床槽一室から二室への移行部と一室ろ床内の pH や ORP の関係から、一室のろ床内を流れる循環水や流入水の流れとろ材内など汚泥が溜まっている箇所とが、複雑に点在していることが分かった。このことが、有機酸発酵、メタン発酵が進行しやすい要因の可能性もある。そして、移行部の ORP はろ床内の最大値と同じと評価できることも分かった。

今回調査では 4~8 月までのデータであり、季節間の変化まで調査することが出来なかった。このことから、季節間でのデータ収集と調査精度の向上のため母数のさらなる増加が必要と思われるので、今後も継続して調査していきたいと思う。

さらに、嫌気ろ床槽での有機酸発酵、メタン発酵によって発生する有機酸やメタンを直接測定することで、嫌気ろ床槽のメカニズムを知ることができると考える。機会があれば調査してみたいと思う。