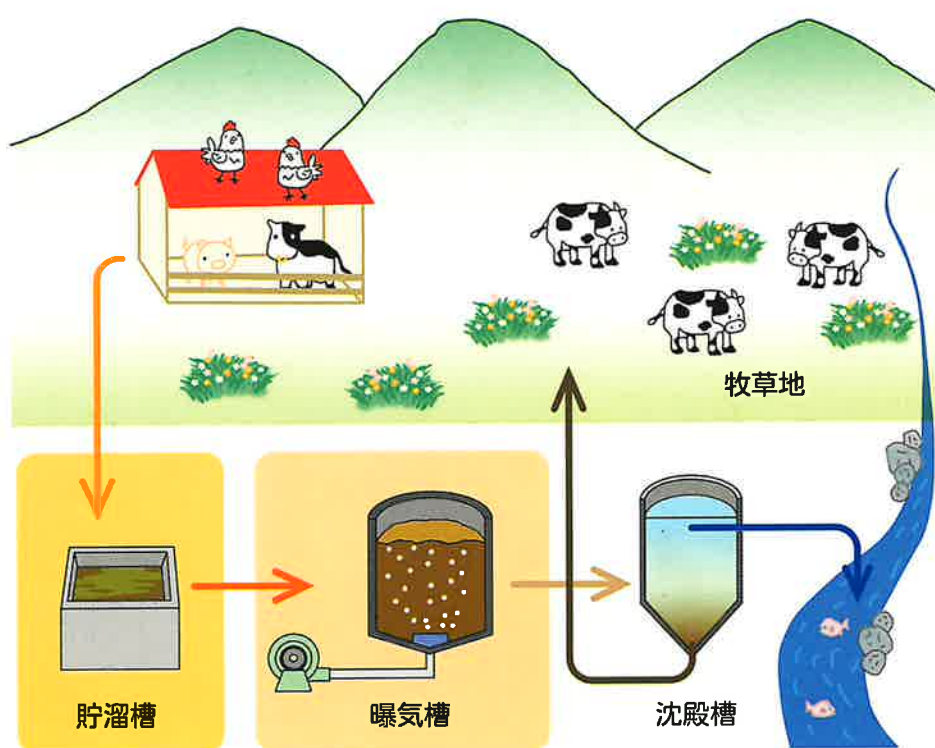


畜産農家のための 活性汚泥の観察マニュアル



平成 18 年 3 月

まえがき

わが国の、家畜排せつ物の処理については、平成11年11月から「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が施行され、家畜排せつ物の適正な管理と利用の推進を図るため、家畜ふん尿処理施設の整備が進められて来ました。

家畜ふん尿は、従来、堆肥や液肥などの貴重な資源として有効に使われてきましたが、畜産経営の大規模化等にともない、ふん尿に含まれる窒素やリン等による河川や湖沼、地下水などへの環境汚染が危惧されるようになっております。また、平成13年7月には、水質汚濁防止法において硝酸性窒素の排水基準値が設定されるなど、畜産経営における硝酸性窒素の排出規制がますます厳しくなっています。

このような状況において、家畜排せつ物法に合致した、堆肥化処理施設や污水浄化処理施設が多くの畜産農家で導入されています。しかし、これらの管理には一定の技術が必要とされるために、適切な処理ができていない状況が見られます。

本マニュアルは、污水処理に広く利用されている活性汚泥法による污水浄化処理施設の核となっているばっ気槽を中心に、管理する上で特に観察すべき点について解説したものです。

これらの観察方法は、当機構の研究所のホームページに公開していますが、今回小冊子として取りまとめたものです。污水の浄化処理が適切に行われるための一助となれば誠に幸甚であります。

平成 18 年 3 月

財団法人 畜産環境整備機構
理事長 今 藤 洋 海

目次

第1章 活性汚泥法の基礎	1
1. 活性汚泥法の種類	1
2. 活性汚泥法とは	2
3. 活性汚泥の日常管理	3
第2章 ばっ気槽の観察	5
1. ばっ気槽の観察で何がわかるの	5
2. ばっ気槽の観察に必要な道具	5
3. ばっ気槽はいつどこを観察するの	6
4. ばっ気槽にはどんな泡が立つの	6
第3章 ばっ気槽混合液の観察	8
1. ばっ気槽混合液の観察で何がわかるの	8
2. ばっ気槽混合液の観察に必要な道具	8
3. SV30はいつどこを観察するの	9
4. SV30の観察	9
5. いろいろなSVの観察	11
第4章 ばっ気槽混合液の顕微鏡観察	14
1. ばっ気槽混合液の顕微鏡観察で何がわかるの	14
2. 顕微鏡観察に必要な道具	14
3. 顕微鏡観察はいつどこを観察するの	16
4. 顕微鏡の各部の名称	17
5. 初めて顕微鏡を使う時の準備	18
6. 初めて顕微鏡を使う人は髪の毛を観察してみよう	19
7. ばっ気槽混合液の観察	20
8. なかなか微生物が見つけれない時は	23
9. 顕微鏡観察のちょっとした工夫	23
第5章 ばっ気槽の後の沈殿槽におけるスカムの観察	25
1. 沈殿槽の観察で何がわかるの	25
2. どんなスカムがあるの	25
第6章 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の観察	26
1. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の観察で何がわかるの	26
2. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の観察に必要な道具	26
3. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）はいつどこを観察するの	31
4. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の透視度の測定	32
5. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の色、濁り、においの観察	33
6. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の濁りのろ過	33
7. いろんな二次処理水（ばっ気沈殿処理水）のろ過	34
第7章 異常状態からの復旧	35

第1章 活性汚泥法の基礎

1. 活性汚泥法の種類

連続式活性汚泥法：ばっ気するところと汚泥と処理水を分離する部分が別になっている方法です。なお、ばっ気槽から中空糸膜等で処理水を分離するタイプは、ばっ気と処理水分離が同じ槽で行われているものもありますが、連続式と考えます（図1）。

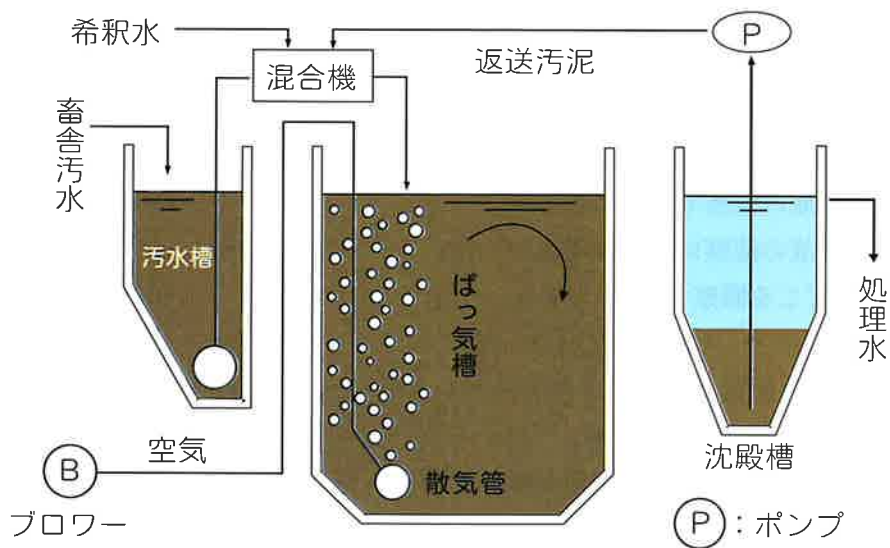


図1 連続式活性汚泥法のフロー

回分式活性汚泥法：ばっ気槽でばっ気を一時的に止めることで、処理水と汚泥を分離する方法です。神奈川式や複合ラグーンも回分式です（図2）。

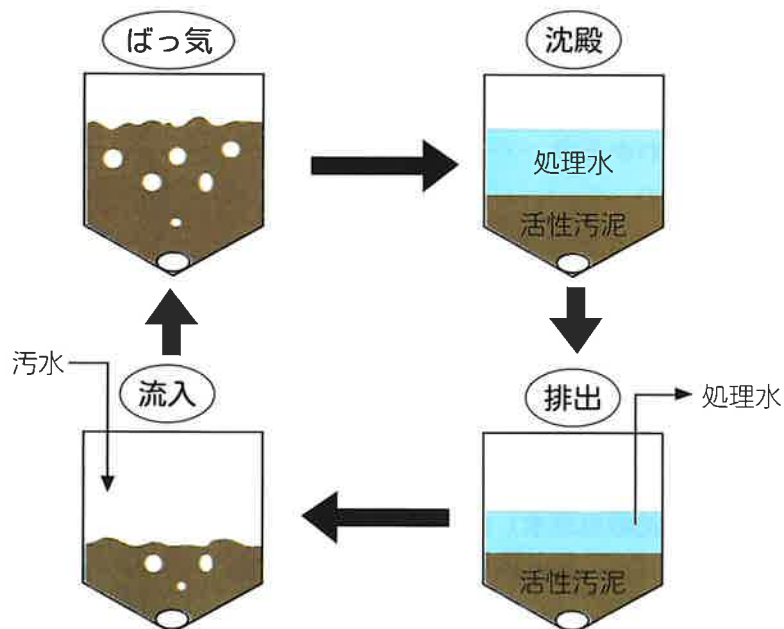


図2 回分式活性汚泥法のフロー

2. 活性汚泥法とは

汚水の有機物を微生物が食べて、微生物と処理水を分離することで浄化する方法です。微生物が食べられない粒子も、微生物が作るネバネバにからめ取られて、微生物と一緒に処理水から分離されます。微生物はどんどん増えるので、余剰分は排出しなくてはなりません。これが余剰汚泥です(図3、図4)。

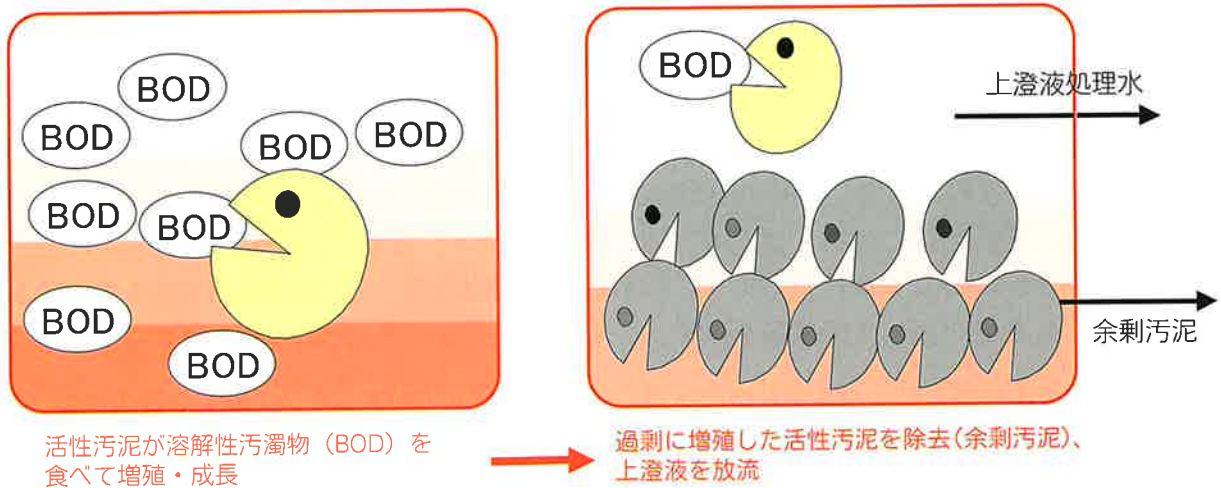


図3 活性汚泥法の原理



図4 活性汚泥法の顕微鏡観察

汚水の汚濁物質のうち、微生物が分解できる物質は、炭酸ガス、水、窒素ガス、微生物の体、処理水成分になります。分解できない物質は、汚泥の一部となります。ばっ気槽からの出口は、ガスとして大気中へ揮散、処理水として排出、余剰汚泥として排出の3つしかない点に注目してください。汚泥の微生物を増やさないような管理をしても、分解できない物質の分は余剰汚泥として排出しなくてはならないことが解ります。余剰汚泥を出さない状況が続くと、汚泥に分解できない物質(ゴミ)が増え、その分微生物が少なくなります。つまり、汚濁物質の分解活性が低くなります。

2. 活性汚泥法とは

活性汚泥施設は、見方を変えると微生物を飼育している施設です。汚水(餌)を微生物(家畜)に食べさせて処理水(肉、乳、卵といった製品)を出し、その際に余剰汚泥(ふん尿)が出ます。適切な量と質の餌を家畜に食べさせ、適切な環境で家畜を飼育し、畜舎からふん尿を排出しなくては、良い製品ができません。これと同じように、**活性汚泥の微生物も、適切な量と質の汚水を食べさせ、適切なばっ気をしてやり、余剰汚泥を排出してやらないと、良い処理水は得られません。**

適切な量の汚水：施設設計の設定よりも汚水量が多すぎても少なすぎてもダメです。畜舎に食べきれない量の餌を入れても、食べきれない餌は残ってしまうし、無理矢理食べさせるとお腹を壊してしまいます。

適切な濃度の汚水：汚水量が変わらなくても、含まれるふん尿量が、施設設計の設定よりも多くなったり少なくなったりしてもダメです。同じ量でも、栄養分の濃い餌や薄い餌に変えると、家畜が食べる量が変わるのと同じです。

適切な質の汚水：消毒薬、機械油、排水溝等に溜まった砂、長期間滞留して腐敗した汚水などが、多量に汚水に流れ込むと影響を受けます。家畜に毒物や砂まじりの餌や、腐ったりカビたりした餌を食べさせるようなものです。

適切な汚泥量：ばっ気槽の中の汚泥量は、多すぎても少なすぎてもダメです。汚水の濃度と量に合わせて、濃く多くあれば汚泥量を多く、その逆ならば少なくします。また、水温が低いと微生物の活性が低下しますから、その分、汚泥の量を多くします。飼育している家畜の頭数と気温で適切な餌の量が決まるのと同じようなものです。

適切なばっ気量：ばっ気は、ばっ気槽の中の微生物に酸素を与えるのが役割です。家畜に餌をやるのと同じような感覚で、微生物に酸素を与えてください。もちろん、多すぎても少なすぎてもダメです。

余剰汚泥はきちんと排出：ばっ気槽の汚泥量が過剰になると、微生物たちが餌の取り合いを始めます。餌にありつけなかった微生物たちが死に、溶け出た成分がばっ気槽の泡になったり、処理水の着色や濁りになったりします。

うまく管理すれば、1年くらいは排出なしで、そこそこの処理水を得ることができますが、これを続けると、いつかは破局を迎えます。微生物が分解できない粒子は、汚泥に蓄積していきますから、汚泥の微生物がゴミに置き換わって行きます。うまくやり繰りしようが、特殊な微生物や特殊な資材を使おうが、畜舎から一切ふん尿を出さない飼育はあり得ないのと同じです。

良い処理水が出ているか：良い製品が出荷できているかは、出荷するたびに気になるものです。処理水もできれば毎日、少なくとも2～3日に1回くらいは見てあげましょう。そのついでに、ばっ気槽の水面の様子、水温、SV30、それからポンプ等の機器が正常に作動しているのかも見るようにしてください。

季節の変わり目がポイント：夏と冬で微生物が変わると言われています。この入れ替わりの時期は、正常に稼働していても良い処理水が得られにくくなります。この時期は、通常よりも念入りに面倒を見てください。施設自体が調子悪い状態になっている時は、この時期に一気に症状が悪化することが多いです。家畜の管理も、夏と冬で違うのと同じだと考えてください。

記録を付ける：餌の量や家畜の健康状態などの記録を全く取らないで、家畜を飼育している人は、ほとんどいないと思います。施設を見回ったり、設定を変更したり、異常が発生した時は、ノート等に記録を付けるようにしてください。そうすることで、例えば、今年の夏の設定を見ながら春から夏にかけての設定の変更ができたり、以前と同じ異常に対して的確な処置ができるようになります。最近では、デジタルカメラが安くて高性能になりましたから、ばっ気槽の様子やSV30の様子等を撮影しておく、良い判断材料になります。

それでは、次章から施設の観察の具体的な方法について説明しましょう。

第2章 ばっ気槽の観察

1. ばっ気槽の観察で何がわかるの

1) ばっ気槽の泡

ばっ気槽が激しく泡立って、ばっ気槽からあふれ出たり、風で泡が飛んでいったりして、これ自体が問題になることがあります。また、それほどの激しさはないにしても、ばっ気槽の表面が泡に覆われてしまっていることもあります。このようなときは、泡の種類によって、その泡が発生している原因を推定することができるので、良い指標になります。

2) ばっ気槽の臭い

著しいばっ気不足の場合、ばっ気槽から硫化水素やアンモニアの臭いがするので、良い指標になります。特に、汚水の主な成分がふん尿である場合は、周辺住民から苦情が出るほど激しい臭気が出てしまうことがあります。

3) ばっ気槽混合液の水温

汚水の浄化をする微生物の活性は、温度に影響されます。例えば、20℃の活性に対して、30℃は約2倍の活性があり、逆に、10℃は半分ほど、4℃はさらにその半分ほどしかありません。このため、水温が20℃程度の頃に良好な浄化が進んでいる施設で、水温が10℃に下がった場合は、汚泥量を2倍にしたり、もしくは回分式ならばばっ気時間を2倍にするなどの対応が必要です。ただし、微生物の活性は37℃までが限界で、これを超えると急速に活性が低下するので注意が必要です。ばっ気槽混合液の水温は、このような判断をするための重要な情報です。

2. ばっ気槽の観察に必要な道具

1) 泡の識別に使う道具

泡の識別をする際には、水をかけると簡単に消えるか、ボトルにとって水を加えて5回ほど上下攪拌すると消えるかの2つの観察をします。このために、以下の道具が必要です。

・ばっ気槽に水をまく道具

ホースで水道の水をまけるならそれで十分です。これができないときは、ジョーロでかけるようにしてもいいですし、ペットボトルにいくつかの小さな穴をあけて、これでかけるようにしてもいいです。

・ふたのできるボトルと泡を採る道具

逆さにしても中の水が漏れないようにふたのできるボトルです。500mlから2Lほどの容量で、口が大きく、透明で中身が見えるものが使いやすいです。もし、このようなボトルがないときは、ふたのできる容器でも、手でふたをして上下攪拌したり、上下攪拌の代わりに棒などで強く攪拌できればよいので、そのような容器を探してください。

容器に泡を採って入れる際に、柄の長いひしゃくなどがあると作業がやりやすいです。また、この観察の際には、ボトルに泡と同量程度の水を入れるので、近くに水道がない場合は、バケツなどに水をくんでおく必要があります。

2) ばっ気槽混合液の水温を測定する道具

ふつうの温度計や、熱帯魚の水槽に付ける温度計などでいいです。これにしっかりとしたひもを結んで、ばっ気槽に投げ入れて使います。

3) 他にあると便利なもの

回分式の場合、夜間電力を使ってばっ気している場合が多いようです。このような場合、ばっ気槽の表面を照らすことのできる照明（工事現場で使っている数千円程度のもので使いやすい）があると作業がやりやすいです。

3. ばっ気槽はいつどこを観察するの

1) 泡の観察

ばっ気槽から泡があふれ出たり、ばっ気槽の表面が泡に覆われてしまっている状態の時は、この泡を観察します。回分式の施設では、ばっ気停止中は泡が治まっているときがあるので、ばっ気中、できればばっ気停止前数時間の時間帯に、ばっ気槽の水面を見るようにしてください。

2) 水温の測定

水温は1日の中で変化するので、適当な時間を決めて、測定します。回分式の場合は、ばっ気中の時間帯にします。測定場所はどこでもいいですが、水流で温度計が内壁などに当たって破損しないようなところに決めてください。また、継続して測定しないと水温の変化が分からないので、できれば毎日、少なくとも週に1回測定して、ノートなどに記録するようにします。

4. ばっ気槽にはどんな泡が立つの

1) シャボン玉のような泡



図5 ばっ気槽中のシャボン玉のような泡

汚水の有機物が十分に分解できないために、汚水由来の有機物によってできる泡です。畜舎汚水のように、ふん尿を含んだ真っ黒な汚水であっても、このような場合に立つ泡は、洗剤が立てるような透明で、水をかけるとすぐにはじけてしまう泡になります。

図5は、豚舎汚水を自作した6Lの回分式浄化装置で試験しているばっ気槽に、そのような泡が立っているところです。



図6 ばっ気槽中のシャボン玉のような泡が消えた様子

手に水を付けて、泡に向かって水滴を飛ばすと、簡単に泡が壊れて、図6のように水面が見えるようになります。

泡が簡単に壊れないときは、糸状性細菌による泡の可能性があるので、泡を顕微鏡で観察して糸状性細菌の有無を確認してください。

2) 褐色の泡

汚泥が分解したために、汚泥由来の成分によってできる泡です。水をかけても簡単には壊れませんが、泡をボトルに採り、同程度の水を加えて上下に5回ほどひっくり返すことで攪拌すると、泡のほとんどが消えてしまいます。

図7は、余剰汚泥の除去が少ないために汚泥が解体して、褐色の泡が出始めたばかりの頃です。このように、濁った大きな泡が出るのが特徴です。このときのSV30は95%でした。



図7 ばっ気槽中の褐色の泡

3) 淡い褐色のスポンジのような泡

放線菌が発生したためにできる泡です。淡い褐色のスポンジのように見えます。色は違いますが、見た目は次の「緑がかったスポンジのような泡」に似ています。この泡は丈夫で、泡をボトルに採り、同程度の水を加えて上下に5回ほどひっくり返すことで攪拌しても、ほとんど壊れません。

4) 灰-黒色のスポンジのような泡

嫌気性の糸状性細菌が発生したためにできる泡です。灰色や黒色のスポンジのように見えます。場合によっては、緑や青っぽい色を帯びることもあります。この泡は水をかけても簡単には壊れませんが、泡をボトルに採り、同程度の水を加えて上下に5回ほどひっくり返すことで攪拌すると、泡の多くが消えてしまいます。

図8および図9は、余剰汚泥の除去が少ないために汚泥が蓄積して著しい汚泥の解体が起きており、なおかつ極端なばっ気不足になっている状態です。このときのSV30は100%で、MLSSは17,000 mg/Lもありました。嫌気性の糸状性細菌のイオウ細菌によって緑色がかかっています。



図8 ばっ気槽中のスポンジのような泡



図9 ばっ気槽表面の緑色部分

第3章 ばっ気槽混合液の観察

1. ばっ気槽混合液の観察で何がわかるの

一般的な活性汚泥法は、ばっ気槽混合液を静置して汚泥を沈殿させて、その上澄みを処理水として出します。したがって、汚泥の沈降具合が、処理水のきれいさを決める大きな要因となっています。SV30では、汚泥の沈降しやすさの指標を得ることができます。また、このときに観察できる、沈殿の様子や色、上澄みの濁り具合、ばっ気槽混合液の臭いは、活性汚泥の状態を知るための良い指標になります。

2. ばっ気槽混合液の観察に必要な道具

1) SV30を測定する道具

SV30はばっ気槽混合液の汚泥が30分でどのくらい沈殿するかを測定したものです。このために必要な道具は以下のものです。

・1リットルのメスシリンダー

プラスチック製とガラス製があります。ガラス製は透明度が高いので汚泥や上澄みの観察がやりやすいですが、割れやすいのでプラスチック製がおすすめです。ただし、プラスチック製は、透明でないものや、野外においておくと紫外線で不透明になったりもろくなってしまうものがあるので、材質に気をつけてください。

価格は材質によって千円程度から数万円と幅があります。図12のものは、材質がTPXのもので、定価4,400円です。

・ばっ気槽混合液を採る道具

一般に、ばっ気槽の液面は低いところにあるので、柄の長いひしゃくなど、ばっ気槽混合液を採るための道具が必要です。そのようなものでは届かない場合は、バケツにひもを付けてすくうなどしてください。この場合は、ひもがほどけたり、バケツの取っ手がとれたりして、バケツをばっ気槽に落としてしまうことがないように十分気を付けてください。

2) 他にあると便利なもの

30分が計れるタイマーがあると便利です。時計やストップウォッチなどでも問題はないのですが、30分の間に他の作業をしていると忘れてしまいやすいので、タイマーを使った方がいいです。

3. SV30はいつどこを観察するの

SV30の測定には、ばっ気槽での処理が終わる直前のばっ気槽混合液を使います。

連続式の場合は、沈殿槽に流れていく直前のばっ気槽（ばっ気槽と沈殿槽の組み合わせがいくつがある場合は最後のばっ気槽）から採ります。もし、中空糸膜などで直接ばっ気槽から処理水を分離している場合は、中空糸膜のある槽から採ってください。取る場所はいつも同じ場所に決めてください。図10は、ばっ気槽と沈殿槽の組み合わせが2つあるタイプの汚水処理施設の例です。

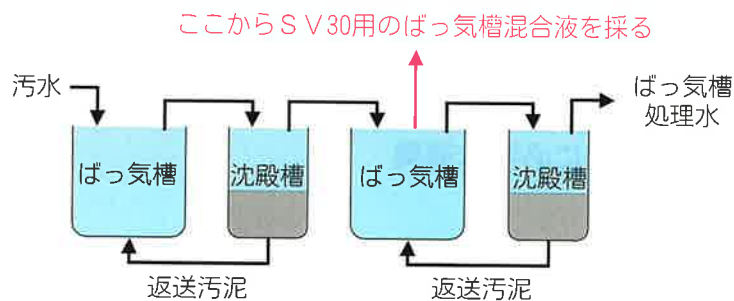


図10 二段式ばっ気法の連続式ばっ気槽

回分式や複合ラグーンの場合は、ばっ気停止の直前に採るのがもっとも良いです。もし、この時間帯が深夜であるなどの理由で、採ることができない場合は、ばっ気開始してから3時間以上経過したばっ気中のばっ気槽から採ってください。図11は、一般的な回分式のタイムスケジュールの例です。

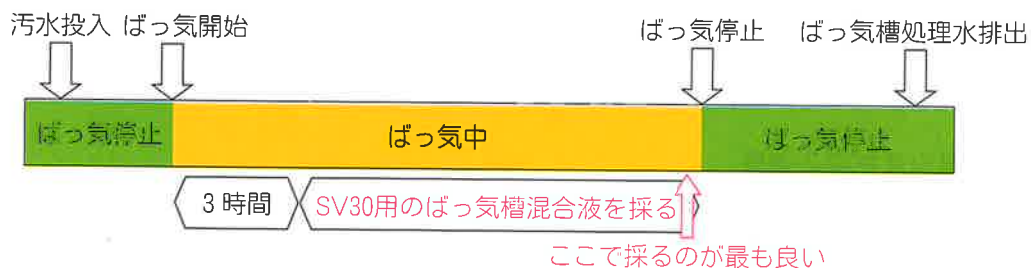


図11 回分式のタイムスケジュールの例

4. SV30の観察



図12 SV30の測定方法

1) SV30の測定方法

バケツなどに採ったばっ気槽混合液をよく攪拌しながら、ひしゃくなどを使って、1 L のメスシリンダーに1 Lのメモリまで入れ、30分そのまま置きます（図12）。

30分すると、汚泥が沈殿して上澄みと分かれるので、その境目のメモリを読みます。もし、分れない時は、1000mlとします。図13の例では、190mlです。

SV30を計算します。写真の例では、以下のように19%になります。

$$190\text{ml} \div 1,000\text{ml} (=1\text{L}) \times 100 = 19\%$$

2) 中空糸膜などによって汚泥を濃縮している施設の観察

このような施設のばっ気槽混合液は、通常のSV30では沈殿ができません。このような場合は、メスシリンダーにばっ気槽混合液を200ml入れて水を800ml加え、手やビニールなどでふたをして上下反転することでよく攪拌してから30分置いてSV30を測定します。

なお、このタイプの施設は、汚泥が沈殿しない状態であっても、二次処理水(ばっ気沈殿処理水)には影響しませんが、汚泥の量の目安になります。



図13 30分後の様子

3) 沈殿と上澄みに分かれられない時の観察

通常の施設で、SV30が100%になってしまう場合は、2、3時間程そのまま置くと分かれることがあるので、この状態で以下の観察を続けてください。なお、これで分離したとしてもSV30の値は100%です。

4) SV30測定時の沈殿と上澄みの観察

SV30の時に、沈殿した汚泥と、上澄みを観察します。

・沈殿と上澄みの境目を見る

汚泥の状態が良い時は、境目がはっきりしており、平坦になります。放線菌などの糸状性細菌が発生している時も、境目がはっきりしていますが、波打ったり傾斜したりすることがあります。過負荷だったり低負荷で汚泥が解体しているような状態の時は、境目がはっきりしません。写真の例では、低負荷で汚泥が解体しつつある状態ですが、糸状性細菌が発生しているため、境目がはっきりしていて、傾斜しています。

・沈殿を見る

汚泥の状態が良い時は、褐色をしており、境目から底の方まで状態が均一になります。放線菌などの糸状性細菌が発生している時は、色が淡くなることがあります。低負荷で汚泥の解体が進行すると、境目と底の方で汚泥の性状に変化が見られます。また、ばっ気不足で酸素が不足した状態になると、汚泥の色が黒くなります。さらに酸素不足が激しくなると、灰色や濃緑色になります。図14の例では、沈殿は褐色ですが、境目と底の方では凝集感が違います(写真では分かりませんが、上澄みに沈殿中の汚泥が残っていることから汚泥に沈殿しやすいものとそうでないものがあることが分かります)。

・上澄みを見る

汚泥の状態が良い時は、上澄みに浮遊物がなく、透明感があ



図14 沈殿の様子

ります。汚泥の更新（引抜き量）が遅い場合は、色が濃くなります。過負荷だったり低負荷で汚泥が解体していたりしているような状態の時は、濁りが見られます。写真の例では、低負荷で汚泥が解体しつつあるため、凝集性の悪い汚泥が浮遊しています。ただし、汚泥の解体はまだそれほど進行していないので、さらに数時間置くとこの汚泥も沈降しました。この時の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の透視度は30cm以上ありましたが、そのまま運転し続けたところ、1週間後には解体が進行して汚泥が流出するようになり、透視度は20cmに低下しました。

5) 臭いを嗅いでみる

ばっ気不足の場合、酸素不足がそれほど激しくない時は、ばっ気槽では硫化水素やアンモニアの臭いがしなくても、SV30を測定している最中にメスシリンダーを嗅いでみると、硫化水素やアンモニアの臭いがすることがあります。

5. いろいろなSVの観察

1) 汚泥が多すぎる時のSV30

図15は、10月末の昼過ぎに採取した豚舎汚水を処理している回分式の処理施設のばっ気槽混合液です。汚泥の引抜きが少なかったために汚泥が多くなっている状態で、SV30が98%です。しかし、回分式であるおかげでばっ気停止時間（汚泥の沈澱にかける時間）を長くとれることから、二次処理水（ばっ気沈殿処理水）に汚泥が流出するには至っていません。



図15 汚泥が多すぎる時のSV30

表1 ばっ気槽混合液の各測定値

測定対象	測定項目	測定値
ばっ気槽 混合液	SV30	98%
	MLSS	9950mg/L
	SVI	103
	DO	1.1mg/L
	pH	7.1
	水温	15.7°C
ばっ気槽 処理水	透視度	16.0cm
	pH	7.1
	COD	54mg/L
	BOD	13mg/L
	SS	17mg/L
	リン酸濃度	66mgPO ₄ /L
	アンモニア濃度	20mgNH ₄ /L以下
	亜硝酸濃度	0.5mgNO ₂ /L以下
硝酸濃度	265mgNO ₃ /L	
汚水の滞留時間		5/日
BOD容積負荷		0.47kgBOD/m ³ ・日
BOD-SS負荷		0.05kgBOD/kgMLSS・日



図16 汚泥が多くてばっ気も不足している時のSV30

図16は、6月中旬の昼前に採取した牛舎汚水を処理している複合ラグーンの処理施設のばっ気槽混合液です。汚泥の引抜きが少なかったために汚泥が多くなっており、ばっ気不足もあって汚泥が激しく崩壊している状態です。370ml付近のところに1つ目の汚泥の境界（拡大した方の写真）ができており、980ml付近に2つ目の境界ができています。

表2 複合ラグーンのばっ気槽混合液の各測定値

測定対象	測定項目	測定値
ばっ気槽 混合液	SV30	98%
	MLSS	8680mg/L
	SVI	113
	DO	0.1mg/L
	pH	7.8
	水温	24.3℃
ばっ気槽 処理水	透視度	1.2cm
	pH	8.0
	COD	120mg/L
	BOD	111mg/L
	SS	測定値なし
	リン酸濃度	72mgPO ₄ /L
	アンモニア濃度	155mgNH ₄ /L
	亜硝酸濃度	0.5mgNO ₂ /L
硝酸濃度	5mgNO ₃ /L以下	
汚水の滞留時間		14/日
BOD容積負荷		0.63kgBOD/m ³ ・日
BOD-SS負荷		0.07kgBOD/kgMLSS・日

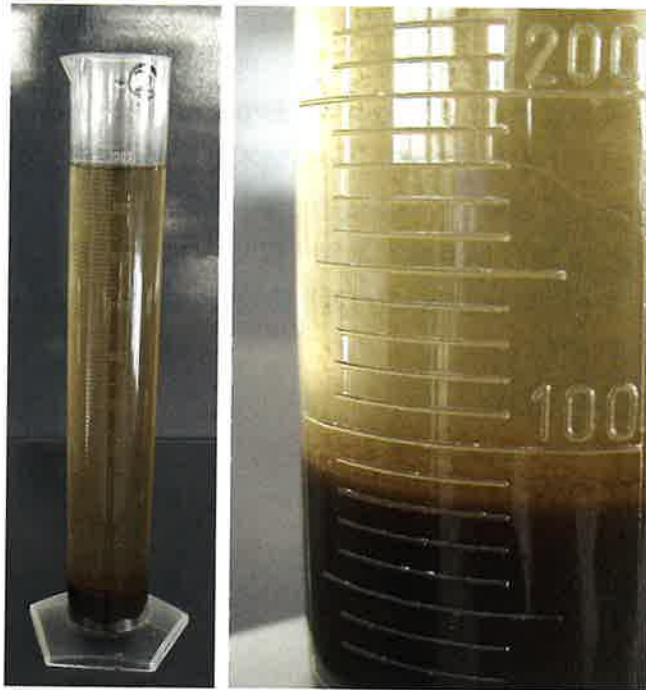


図17 豚舎汚水処理の回分式によるばっ気槽混合液

2) 低負荷時のSV30

図17は、豚舎汚水を自作した6Lの回分式浄化装置にて試験しているばっ気槽混合液です。良好な浄化をしている状態で、汚水を薄めて2週間程そのまま運転したものです。汚泥が解体して沈まない細かな汚泥が上澄みに浮遊しています。沈澱している汚泥は、さらさらして沈むのが速い汚泥が底に沈み、ふわふわして沈みにくい汚泥が界面に見られます。

尿を多く含む汚水を処理している場合、このような低負荷で過ばっ気の状態を続けると、pHが低下します。ここで示した例では、pH4.5に低下しています。フロックを形成する細菌は、活動できるpHが4.5から9.6の間（最適なのは7.0から7.5の間）

なので、汚濁物質の消化が遅くなっており、

結果としてDOが高く、ばっ気槽に汚水を投入してばっ気開始してから6時間は、「ばっ気槽にはどんな泡が立つのか？」（2ページ）の項目で説明した、シャボン玉のような泡が発生していました。

表3 豚舎汚水回分式浄化装置ばっ気槽混合液の各測定値

測定対象	測定項目	測定値
ばっ気槽 混合液	SV30	8%
	MLSS	980mg/L
	SVI	82
	DO	9.8mg/L
	pH	4.5
	水温	21.9℃
ばっ気槽 処理水	透視度	5.0cm
	pH	4.5
	COD	測定値無し
	BOD	測定値無し
	SS	測定値無し
	リン酸濃度	34mgPO ₄ /L
	アンモニア濃度	20mgNH ₄ /L以下
	亜硝酸濃度	0.5mgNO ₂ /L
硝酸濃度	300mgNO ₃ /L	
汚水の滞留時間		3/日
BOD容積負荷		0.20kgBOD/m ³ ・日
BOD-SS負荷		0.20kgBOD/kgMLSS・日

第4章 ばっ気槽混合液の顕微鏡観察

1. ばっ気槽混合液の顕微鏡観察で何がわかるの

1) フロックの状態

ばっ気槽混合液で言うフロックとは、汚水の有機物を分解して増殖した細菌の集まったものを指します。一般的な活性汚泥法は、汚泥を沈澱させることで処理水と汚泥を分けています。汚泥の沈澱しやすさ（沈降性）は、フロックに細菌がどのくらい多く集まっているか（凝集性）、どのくらい密に集まっているか（圧密性）によって決定されます。

凝集性のよいフロックは、 $500\mu\text{m}$ （ $=0.5\text{mm}$ ）ほどの大きさがあります。顕微鏡は視野の直径が、100倍の時に2mm程度なので、視野の4分の1くらいの大きさになります。凝集性の悪いフロックは $20\mu\text{m}$ ほどの大きさしかなく、ピンポイントフロックと呼ばれています。さらに凝集性が悪くなると、凝集していない細菌が多く見られるようになります。このような細菌を、分散状細菌と呼んでいます。圧密性のよいフロックは、褐色をしており、悪いフロックは色が薄く見えます。

2) 微生物相

1mm程度以下の、肉眼では観察が困難な生物を微生物と呼びます。汚泥には、細菌、原生動物、藻類、小動物など、多様な微生物が生きています。汚泥の状態によって、見られる微生物は変化します。この見られる微生物のパターンを微生物相と呼んでいます。

活性汚泥法で汚水を浄化しているのは主に細菌ですが、糸状性細菌や大形の細菌を除く細菌のほとんどが、100倍や400倍程度の顕微鏡では観察が困難です。しかし、この細菌を食べている原生動物や小動物は、細菌の状態によって変化するので、ここでは、100倍や400倍程度の顕微鏡でも観察ができる微生物を対象にします。例えるなら、川に鮎が住んでいるかどうかで川の清浄さを判断するようなものです。

2. 顕微鏡観察に必要な道具

1) どんな顕微鏡が必要なのか？

顕微鏡は、100倍と300倍（400倍）の倍率があればいいです。しかし、ホームセンターや玩具店にある3千円～1万円程度の顕微鏡はお勧めできません。倍率は十分なのですが、高倍率でピントを合わせにくく、画像も鮮明でないことが多いです。**理化学器機メーカーやカメラ店、メガネ店等にあるしっかりとしたものを選んでください。**もし可能ならば、購入の際に高倍率での観察をさせてもらった方が良いでしょう。

参考までに、当研究所で使用した顕微鏡を以下に紹介します。なお、価格、型番、仕様等は、2001年～2002年にかけて購入した当時のものなので、変更されている可能性があります。ご購入を検討される際には、メーカーにご確認ください。

・カートン光学株式会社 MICROSCOPE400

全体がプラスチック製で子供のおもちゃみたいな外観ですが、レンズとピント合わせの駆動部分はしっかりしていて十分実用に耐えます(図18)。

型番：M8073

倍率：40倍、100倍、400倍

光源：乾電池式電灯、外光鏡反射

定価：9,800円

カートン光学株式会社のホームページ

<http://www.carton-opt.co.jp/>

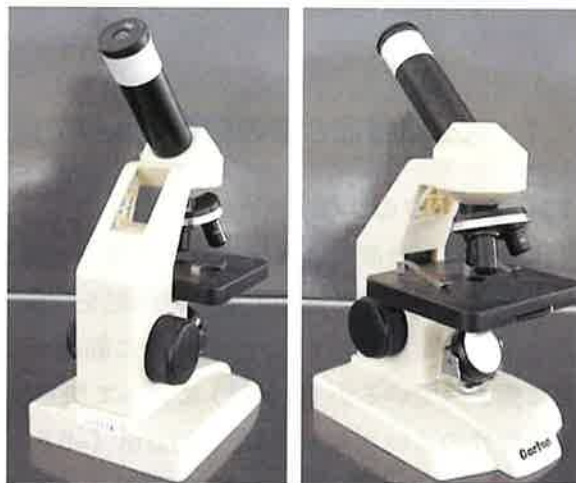


図18 カートン光学株式会社 MICROSCOPE400

・島津理化器械株式会社 小形生物顕微鏡 エコノスコープ

全体が金属製なので丈夫です。レンズはカートン光学株式会社製M8073と同程度の性能です(図19)。

型番：SS-400E

倍率：40倍、100倍、400倍

光源：乾電池式電灯、外光鏡反射

定価：17,800円

島津理化器械株式会社のホームページ

<http://www.shimadzu-rika.co.jp/>

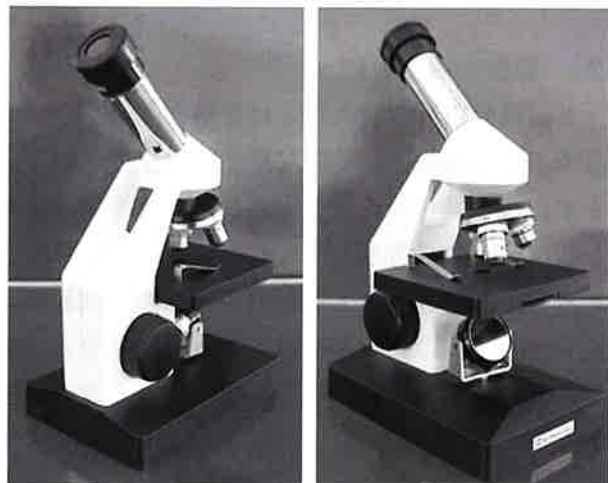


図19 島津理化器械株式会社 エコノスコープ

・ダイコーサイエンス株式会社 超小型携帯倒立型生物顕微鏡

全体が金属製なので丈夫です。非常に小型で携帯性に優れています。レンズの性能が良く、視野が広くて観察しやすいです(図20)。

型番：DMS-I-104S (オプションの明視野照明装置Hタイプと調光器が必要)

倍率：100倍、200倍、400倍

光源：乾電池式電灯、外光

定価：151,000円

ダイコーサイエンス株式会社のホームページ

<http://www.daikosci.co.jp/>

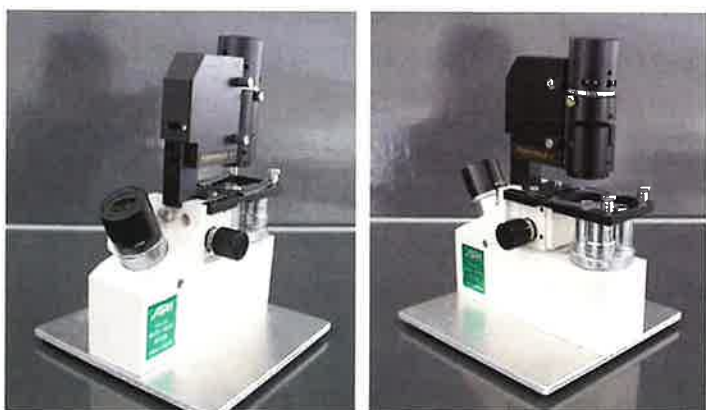


図20 ダイコーサイエンス株式会社 超小型携帯倒立型生物顕微鏡

2) ほかに必要なものは？

・スライドグラス

サンプルを乗せる板ガラスです（図21）。洗って再使用できますが、ゴミ等が残っていると、顕微鏡観察の障害になるので気をつけてください。使用後はすぐに洗うか水に浸けておくようにすると、洗うときに楽です。

価格は100枚入りで500円～2,000円程度です。

・カバーグラス

スライドグラスにサンプルを乗せ、その上に被せる薄い板ガラスです（図22）。顕微鏡のレンズにサンプルがついて汚してしまうのを防ぎます。また、サンプルの厚さを薄くすることで観察しやすくなります。洗って再使用できないこともないですが、割れやすいので基本的には使い捨てにします。落としたり、子供がさわったりすると危険なので、保管と廃棄には十分気をつけるようにしてください。

サイズの種類があり、写真のものは18mm×24mmです。大きい方が観察しやすくなりますが、18mm×18mmの大きさでも十分です。

価格は1,000枚入りで4,000円～10,000円程度です。



図21 スライドグラス



図22 カバーグラス

3) 他にがあると便利なもの

- ・ばっ気槽混合液を入れる透明な容器（汚泥が薄いときに沈殿させて汚泥が濃いところを観察するとき便利です）
- ・スライドグラスにサンプルを乗せるときに使うスポイト（きれいな棒をばっ気槽混合液に浸けて棒でスライドグラスに乗せても観察可能です）
- ・こぼしたり、観察した後のばっ気槽混合液をふき取るティッシュペーパー
- ・レンズの汚れを拭き取る専用の布か紙（普通のティッシュペーパーで拭くとレンズに傷が入ることがあります）
- ・光源に外光を使う時は太陽光よりも明るい懐中電灯を用いると観察がしやすくなります。

3. 顕微鏡観察はいつどこを観察するの

顕微鏡観察には、SV30と同様に、ばっ気槽での処理が終わる直前のばっ気槽混合液を使います。採取して、すぐに顕微鏡観察するのが理想的ですが、持ち運ぶ必要がある場合は、容器に少量入れて空気の部分が8割を占めるようにしてください。この状態であれば、30分ほどは室温で保管できます。

観察までに1時間以上かかるときは10℃に保温するようにしてください。5℃では死ぬ微小動物がいますので、冷やしすぎもよくありません。この状態であれば、24時間ほどは保管できます。

なお、保管の状態が悪かったり、時間が経ってしまったものは、微小動物が元の状態とはかなり変わっている可能性があると考えてください。

4. 顕微鏡の各部の名称

ここでは「カートン光学株式会社 MICROSCOPE400」を例に説明します（図23、表4）。

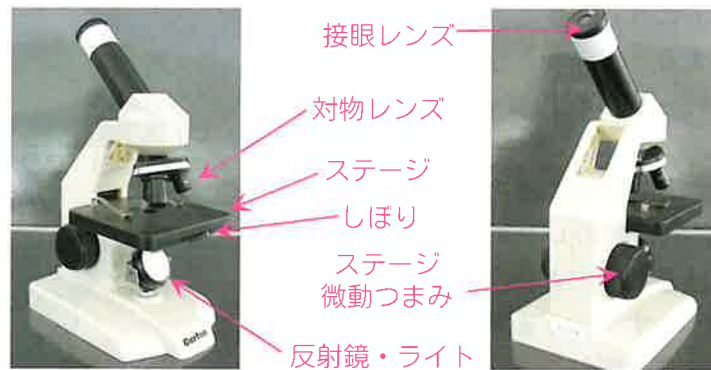


図23 顕微鏡の各部の名称

表4 顕微鏡の各部の名称と機能

名 称	機 能
接眼レンズ	観察する時に覗き込むところです。10倍の倍率があります。
対物レンズ	4倍、10倍、40倍の倍率があり、回転させることで切り替えることができます。
ステージ	スライドグラスを乗せるところです。ステージ微動つまみで上下に動くようになっています。
しぼり	回転する円盤に、大小の穴があいています。穴の大きさを変えることで、光の明るさを調節します。
ステージ微動つまみ	ステージを上下に動かすことで、ピントをあわせるのに使います。
反射鏡・ライト	光を鏡で反射させたり、ライトを点灯することで、光を送ります。

顕微鏡の倍率＝接眼レンズの倍率×対物レンズの倍率

5. 初めて顕微鏡を使う時の準備

ここでは「カートン光学株式会社 MICROSCOPE400」を例に説明します。

・接眼レンズを固定する

この顕微鏡は、接眼レンズが抜け落ちやすいので、ビニールテープなどを巻いて、固定しておくとい扱いやすくなります（図24）。



図24 接眼レンズ

・電池をセットする

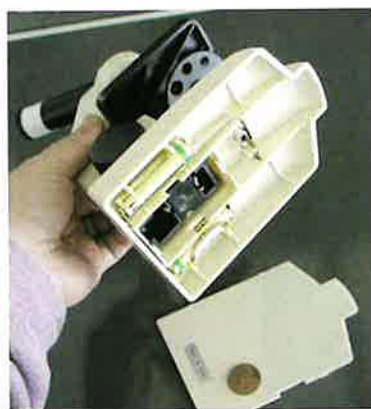


図25 電池のセット

10円玉で底板をはずすと、単三電池2本を入れるところがあるので、ここにセットします（図25）。

顕微鏡のライトを使うことを薦めますが、もし単三電池が手許にない場合は、鏡で光を反射させて使うこともできます。この場合は、太陽光では見づらいので、懐中電灯や電気スタンドの光を反射させるようにします。

・ライトを点灯してみる

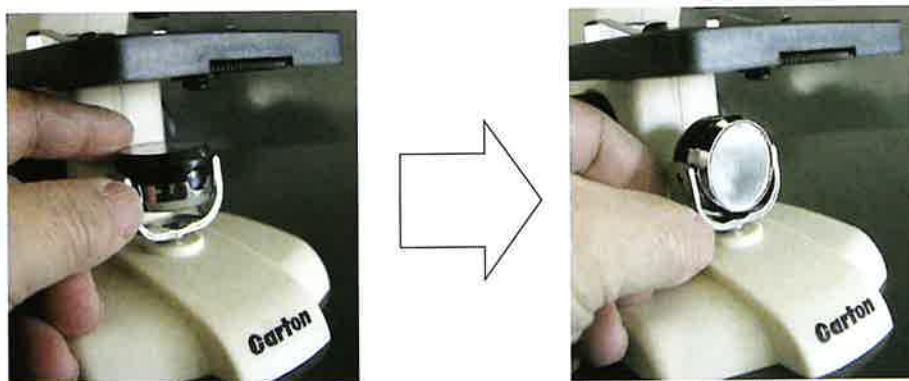


図26 ライトを点灯する

鏡の中に電球が入っています（図26左）。鏡を電球が上を向くように立てるとライトが点灯します（図26右）。点灯しない時は乾電池の向きなどを確認してください。

6. 初めて顕微鏡を使う人は髪の毛を観察してみよう

ここでは「カートン光学株式会社 MICROSCOPE400」を例に説明します。

1) 顕微鏡を準備する

- ①対物レンズを10倍（接眼レンズと合わせて100倍です）にします（図27）。



図27 対物レンズの設定

- ②ライトを点灯し、しぼりを最小（一番小さい穴）にします（図28）。
- ③ステージ微動つまみを回して、ステージを最も高い位置（対物レンズに最も近い位置）にします（図29）。



図28 しぼりの設定



図29 ステージ微動つまみの設定

2) 髪の毛を顕微鏡にセットする

- ①スライドグラスに髪の毛を乗せます（図30）。
- ②その上にカバーグラスをかけます（図31）。
- ③スライドグラスをステージに乗せ、髪の毛がライトの光があたっている位置にあるように、スライドグラスを動かします（図32）。



図30 髪の毛を乗せる



図31 カバーグラスをかける



図32 位置の調整

3) 髪の毛を顕微鏡観察する

接眼レンズから覗くと、ぼやとした髪の毛が見えます(図33左)。もし、何も見えないようならば、髪の毛の位置がずれているので、スライドガラスを両親指を使って動かし、髪の毛が見える位置にして下さい。また、明かりが暗い時は、絞りを回して大きな穴にします。逆に、明るすぎる時は、穴を少しだけずらして、光の一部を遮るようにします。

ステージ微動つまみをゆっくり回して、ステージを下げていくと、髪の毛がハッキリ見える位置があります。これが髪の毛にピントが合っている状態です(図33右)。

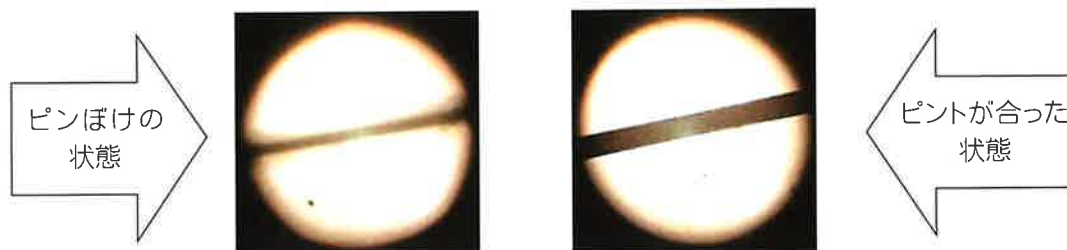


図33 ピントの調整

後は、スライドガラスを動かして、毛根を見たり、対物レンズを40倍にして観察してみてください。倍率を変えた場合は、ピントが少しずれるので、ステージ微動つまみを回してピントを合わせて下さい。また、明るさが足りないようならば、絞りを回して大きい穴にします。

7. ばっ気槽混合液の観察

ここでは「カートン光学株式会社 MICROSCOPE400」を例に説明します。

1) 顕微鏡を準備する

- ①対物レンズを10倍(接眼レンズと合わせて100倍です)にします(図34)。
- ②ライトを点灯し、しぼりを最小(一番小さい穴)にします(図35)。
- ③ステージ微動つまみを回して、ステージを最も高い位置(対物レンズに最も近い位置)にします(図36)。



図34 対物レンズの設定



図35 しぼりの設定



図36 ステージ微動つまみの設定

2) ばっ気槽混合液を顕微鏡にセットする

①ばっ気槽混合液を容器に採り、よく攪拌した状態で、スポイトなどで採ります。この時、強く吸い込むと、その衝撃で微生物が壊れることがあるので、そっと吸い込みます (図37)。

スポイトがない時は、きれいに洗ったガラス棒や割り箸などをばっ気槽混合液につけて、先についた滴をスライドグラスに付けるようにしてもいいです。ただし、金属製や防腐剤が付いた棒などは、微生物に影響を与える可能性があるため、使用しない方が無難です。



図37 スポイトによるばっ気槽混合液の採取

②もし、汚泥の濃度が薄い時は、沈澱させた汚泥から採ると観察しやすくなります。逆に、汚泥濃度が濃すぎて観察しにくい時は、沈澱させた上澄みを使って汚泥を希釈して観察します (図38)。



図38 沈澱させた汚泥からの採取

③スライドグラスにほんの少量、ばっ気槽混合液を乗せます (図39)。



図39 スライドグラスに乗せる

④カバーグラスをかけます。

スライドグラスとカバーグラスの間に気泡ができると、顕微鏡を見た時に丸い物体が見えて、小動物と間違えてしまいやすいので、注意してください。カバーグラスを一気に乗せるのではなく、カバーグラスを傾けて、先の一辺をスライドグラスに付け、それからパタンと蓋を閉めるような感じで乗せると、気泡ができにくいです (図40)。



図40 カバーグラスをかけます

⑤スライドグラスをステージに乗せます (図41)。



図41 スライドグラスをステージに乗せる

3) 顕微鏡を覗いてみる

顕微鏡観察は非常に疲れます。長時間、観察しつづけると、頭痛や吐き気などの症状（顕微鏡酔い）を起こしますので、慣れるまでは5分おきに休憩してください。



図42 顕微鏡で覗いた例

接眼レンズから覗くと、ぼやっと何か見えます。もし、何も見えない時は、視野の中に汚泥がないので、両親指を使ってスライドグラスをゆっくり動かしながら見て、視野に何か写っているようにします。

明かりが暗い時は、絞りを回して大きな穴にします。逆に、明るすぎる時は、穴を少しだけずらして、光の一部を遮るようにします。穴をずらして観察すると、透明に近い微生物の体に陰影が付いて、観察しやすくなることもあるので、ぜひ試してみてください（図42の例も穴を少しずらした状態で観察したものです）。

ステージ微動つまみを回してピントを合わせます。ピントが合うと、写真のようなフロックが見られます。この状態で、スライドグラスを動かして、どのようなフロックがあるのかを観察します。

次に、どのような微生物がいるのかを観察します。微生物は慣れないと見つけにくいですが、一度見つけられると、次からは簡単に見つけることができるようになりますので、根気よく取り組んで下さい。

ツリガネムシがいれば、100倍の倍率でも、このような感じで観察することができます。ツリガネムシは図43の右に示したように、フロックに枝のようなものでつながった先に虫体がある形をしています。

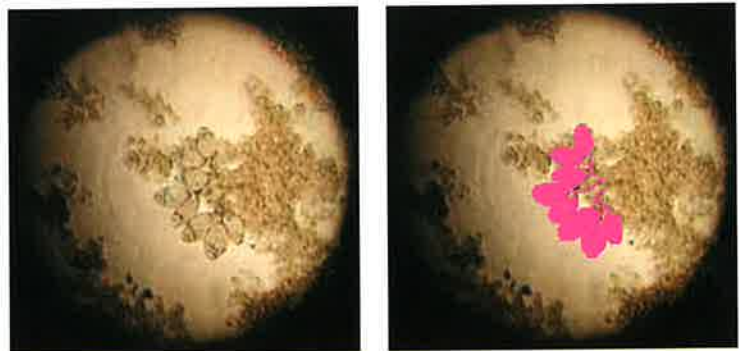


図43 ツリガネムシの例

ワムシは大きくて動きがあるので見つけやすい微生物の1つです。100倍の倍率でも、このような感じで観察することができます。爪（図44の右で示した虫体の左側にある）でフロックにつかまって、頭にある繊毛を動かします。

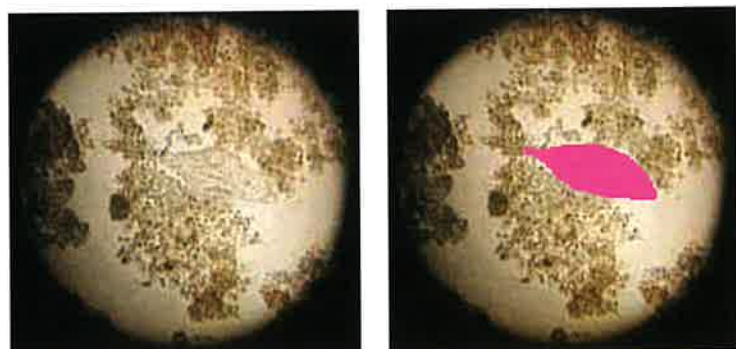


図44 ワムシの例

8. なかなか微生物が見つけれない時は

初めて微生物を顕微鏡観察する時は、誰でもなかなか微生物が見つけれないものです。以下に微生物を見つけるコツを紹介します。

1) どんな微生物がいるのかを知っておく

微生物には、100倍では視野からはみだす程の大きさのものから、400倍でようやく見えるくらい小さなものまでいます。形も千差万別です。動きも、すばやく泳ぎまわるもの、ゆらゆらとゆっくり泳ぐもの、漂うように泳ぐもの、ほとんど動かないもの、フロックの表面を動き回るもの、フロックの表面につかまっているものなど、様々です。畜舎污水处理施設に限れば、よく見られる微生物は限られているので、どのような微生物がいるのか、あらかじめ知っておくと見つけやすくなります。

これについての情報は、次のインターネットサイトで見ることができます。

<http://www.chikusan-kankyo.jp/osuiss/trouble/bisou/dou.htm>

2) とにかく最初は動くものをさがす

慣れないうちは、動いているものから探してみてください。ワムシなど、大きくて動きのあるものがいれば、すぐに見つけることができますが、小さいものしかない場合は、400倍で丹念に見ていくしかありません。微生物は水温が高いと動きが活発になるので、手のひらなどでスライドグラスを暖めてやるのもよいです。また、カバーグラスをしているので、10分程で酸素不足になり、微生物は活動を止めてしまいます。なるべく新鮮な汚泥を見て下さい。

3) 動かない微生物をさがす

汚泥によっては、ほとんど動かない微生物しかない場合もあります。畜舎污水处理施設でよく見られるそのような微生物はユーグリファです。ほおずき状の特徴的な殻を持っているので、動きませんが、見つけやすいです。ただし、顕微鏡の光源は、豆電球よりも、蛍光灯やハロゲンランプの方が、汚泥との区別が付きやすいです。

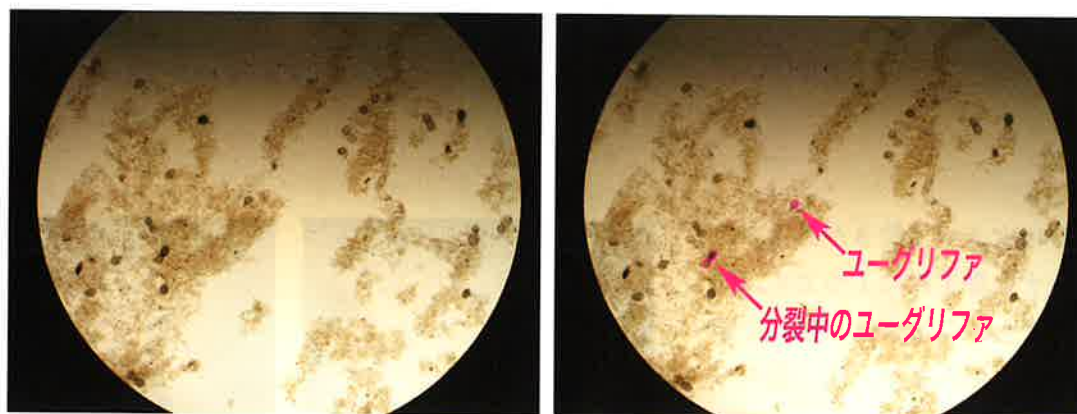


図45 ユーグリファが優占している活性汚泥
(倍率200倍、右図で示した以外にも多くのユーグリファが写っている)

4) ピントがずれていることもある

顕微鏡の扱いに慣れていないうちは、ピントがカバーガラスの上やスライドガラスの下などに合っていない場合があります。もし、顕微鏡で写真のような汚泥が見られないようならば、その可能性が考えられます。スライドガラスを肉眼で見て、汚泥の粒を確認して下さい。この粒が顕微鏡の視野に入るようにステージにセットして、これが見えるようにピントを合わせて下さい。もし、どうしても合わせられない時は、対物レンズをもっと低い倍率（例えば4倍）にしてピントを合わせてみて下さい。

5) 顕微鏡で見える程の大きさの微生物がない汚泥もある

汚泥によっては、フロックを作る細菌や、小さい分散状細菌しかいない場合があります。このような汚泥をいくら観察しても、微生物を見ることはできません。このような汚泥は、ばっ気が弱くて酸素が少ない状態で浄化を行っている施設に見られます。このようなことが疑われる場合は、他の施設、例えば自宅に生活排水用の浄化槽とか、市町村の下水浄化施設などの汚泥を、試しに観察してみるとよいです。

9. 顕微鏡のちょっとした工夫

ちょっとした工夫で、微生物の観察がやりやすくなります。あてはまるケースがある場合は、試してみてください。

1) 光源は大切

別のページでも書きましたが、**光源の違いは微生物の見え方を大きく変えます**。どの光源が良いと言うわけではなく、微生物の種類によって適した光源があるので、電球、蛍光灯、ハロゲンランプと試してみてください。

微生物の多くは半透明なので、一様な光よりも散乱した光の方が見えやすくなることがあります。光を散乱させる簡単な方法は、別のページでも紹介しましたが、絞りの穴（顕微鏡によってはない場合もある）を少しずらして、顕微鏡を覗いた時の視野の一部が少し影になるようにすることです。また、顕微鏡用の光源以外の光、**例えば野外で観察しているならば太陽光などが周りがあると、見えづらくなる**ことがあります。見えづらいつと感じた時は、影になっているところに行くとか、室内で観察しているのならば、室内灯や窓からの光に背を向けるなどすると、改善することがあります。

2) 動きが速すぎる微生物

動きが速すぎて、視野からすぐにいなくなってしまう微生物がいます。このような場合は、カバーガラスをして数分してから観察すると、酸素が欠乏して動きが鈍くなります。全く動かなくなると、見つけられなくなったり、殻（シスト）を作って卵状になってしまったりするので、タイミングを計って観察して下さい。

3) 微生物は立体的である

スライドガラスとカバーガラスの間隙は小さいものですが、微生物にとっては十分な高さがあります。一方、400倍などの高倍率の場合、顕微鏡は焦点が合う範囲が限られています。このため、

焦点が合っていないために微生物を見のがしてしまう可能性があります。観察はできるだけ、100倍で行い、必要に応じて400倍で見るといような観察が良いです。しかし、非常に小さな微生物の場合は、100倍では見つけにくいことがあります。このような場合は、400倍で、ステージ微動つまみを上下に動かして、焦点をスライドガラス側とカバーガラス側に動かしながら観察してみてください。

4) 冬の寒い日

微生物は水温が低いと活動が低下します。冬の寒い日は、スライドガラスが冷えているために、微生物の動きがとまってしまうことがあります。サンプルを乗せる前に、スライドガラスを人肌程度に暖めてやると、これが改善されます。

5) 放線菌

放線菌は、水中にいる時は見えづらいですが、乾燥すると、マスクメロンの模様が切れ切れになったような模様が出てきます。ごく少量のばっ気槽混合液やばっ気槽の泡をスライドガラスに付け、カバーガラスをしてしばらく置き、サンプルの周辺の乾いてきたところを観察してみてください。

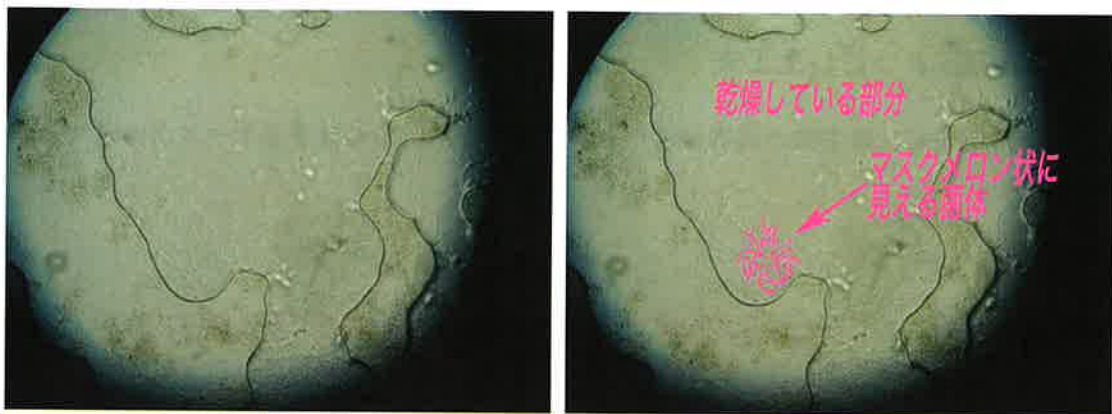


図46 放線菌は乾燥すると見えやすい
(倍率400倍、右図で示した一帯に多くの放線菌が写っている)

6) デリケートな微生物もいる

微生物によってはちょっとした環境の変化で破裂したり休眠状態になったりするものがあります。汚泥を水で希釈したり、勢い良くスポイトで吸ったり、汚泥にかぶせたカバーガラスを指でぐっと押しつぶしたり、高温や低温になったり、酸素がない状態になったりといったことで、いなくなってしまうことがあるので、気を付けて下さい。

第5章 ばっ気槽の後の沈殿槽におけるスカムの観察

1. 沈殿槽の観察で何がわかるの

一般的な連続式の場合は、沈殿槽でスカムが発生すると、処理水に混入して濁りの原因となりますので、これが発生していないかどうかを確認します。スカムが発生している場合には、これを観察することで、原因を推定することができるので、良い指標になります。

中空糸膜などで直接ばっ気槽から処理水を分離している場合は沈殿槽がないので、特にこの項目については観察する必要がありません。

また、回分式も沈殿槽がありませんので、特にこの項目については観察する必要がありません。しかし、3次処理として凝集剤を添加して沈殿分離している場合などは、沈殿槽があるので、スカムの観察をして下さい。

2. どんなスカムがあるの

1) 30cm以上ある固まりがあるスカム

どこかに堆積した汚泥が腐敗ガスによって浮上したために発生するもので、スカムの裏側や中を見ると灰黒色になっており、硫化水素の臭いがするのが特徴です。

2) 小さい粒によるスカム

沈殿槽で脱窒が起きているために、汚泥に窒素ガスが付着して浮上してできたスカムで、スカム自体は汚泥と同じで褐色です。畜舎汚水は尿が多く含まれているために窒素が多く、この脱窒によるスカムが起きやすいです。

3) さらに小さい粒による膜のようなスカム

ばっ気が過剰なために、汚泥に空気の泡がついた状態で沈殿槽に入ってしまうためにできるスカムです。

4) スポンジのような細かい泡によるスカム

放線菌によるスカムで、このような時には、ばっ気槽でも同じような泡が発生しているのが特徴です。

第6章 二次処理水(ばっ気沈殿処理水)の観察

1. 二次処理水(ばっ気沈殿処理水)の観察で何がわかるの

二次処理水(ばっ気沈殿処理水)は、まさに浄化された後の水ですから、浄化がうまくなされているかが一目瞭然です。二次処理水(ばっ気沈殿処理水)が濁っている場合は、その濁りの原因を観察によって特定できれば、浄化がうまくいっていない原因を推定するための良い指標になります。また、汚水に尿が多く含まれている場合は、ばっ気の状態がpHに影響しますので、ばっ気槽水のpHも良い指標になります。

2. 二次処理水(ばっ気沈殿処理水)の観察に必要な道具

1) 透視度計

透視度は、1mm幅の間隔を置いた2本の線が、水を通して何センチ先まで見えるかを測定したものです。これを測定するためには、透視度計が必要ですが、自作することも可能です。以下に市販の透視度計と自作した透視度計を紹介します。

・市販の透視度計

ガラス製の容器にcmの目盛りが刻んであり、底に1mm幅の間隔を置いた2本の線が十字に書いてあるプレートが入っています。底の横から排水できるようになっています。透視度は周りの明るさに影響されやすいので、左右からの光を遮る黒いスタンドに入っています。

図47の透視度計は30cmまで測定できるものですが、他に50cmや100cmまで測定できるものもあります。畜舎汚水処理水の場合、一般に20cm以上あれば、BODやSS等の放流基準を満たしている(地域によってはもっと厳しいところもあるので)、30cmまで測定できるものがあれば十分です。

価格は測定できる長さによって幅があり、6,000円～22,000円程度です。



図47 透視度計

・自作による透視度計

自作にはいくつかの方法がありますが、ここではパソコンで印刷したものをパウチして作ったものを紹介します。図48は、パソコンで1cm刻みの30cmの物差しと1mm幅の間隔を置いた2本の線を十字に書いたものを印刷し、切り取ってパウチしたものを切り出したところです。パウチはA3サイズが必要ですが、普通のプラスチック製の30cm物差しで代用することもできます。

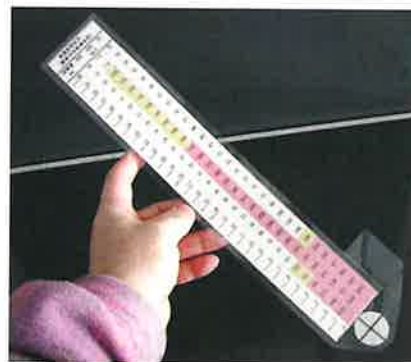


図48 自作透視度計の作成例

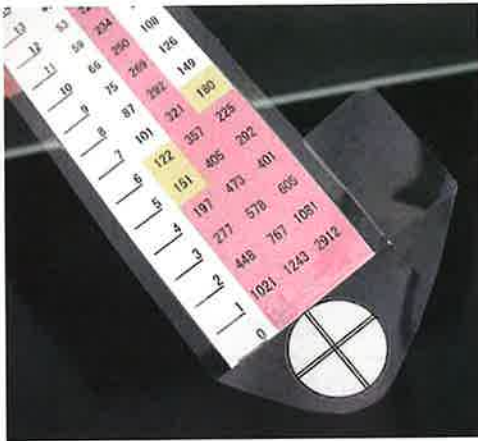


図49 自作透視度計の十字部分（切り取り）

図49は、2本の線を十字に書いた部分の拡大写真です。
 パウチをこのような形に切ります。

パウチを図50の様に折り曲げて、セロテープや接着剤で裏面
 にとめます。



図50 裏側でとめる



図51 自作透視度計の十字部分（完成）

物差しと2本の線を十字に書いた部分が直角になるように
 固定できれば出来上がりです（図51）。

この手作りの透視度計は、市販のものと違って、バケツな
 どに二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を入れて測定します。
 この容器は、透明度が高く、深さが30cm以上ある必要があり
 ます。

物差しには透視度から推定されるBOD、COD、SSの値も入れてみました。これは、「養豚場浄
 化槽用水質推定尺の開発と応用」（岩淵功ら、畜産の研究、51巻2号295-299、1997年）を参考にし
 ました。他に養豚以外の処理水を含めた一般用の論文「畜産用水質推定尺の考案とその利用の検討」
 （陰山潔ら、畜産の研究、47巻5号577-582、1993年）もあります。

推定式と推定値は以下の通りです。

① 透視度からのBOD、COD、SSの推定（一般用）

この推定式は、汚水、処理排水、河川水等、415件の分析データをもとに求められていますが、この推定値から実際の測定値が大きく離れていることもあるので、あくまでも参考値程度の利用にとどめて下さい。

推定式（一般用）

透視度（cm）を x としたとき、

$$\text{BOD} = 425.79e^{-0.1042x}$$

$$\text{COD} = 419.07e^{-0.0972x}$$

$$\text{SS} = 432.55e^{-0.0812x}$$

eは自然対数の底

（約 2.718）

表5 透視度とBOD、COD、SSの推定値（一般用）

透視度 (cm)	推定BOD (mg/L)	推定COD (mg/L)	推定SS (mg/L)
30	19	23	38
29	21	25	41
28	23	28	45
27	26	30	48
26	28	33	52
25	31	37	57
24	35	41	62
23	39	45	67
22	43	49	72
21	48	54	79
20	53	60	85
19	59	66	92
18	65	73	100
17	72	80	109
16	80	88	118
15	89	98	128
14	99	107	139
13	110	118	151
12	122	131	163
11	135	144	177
10	150	159	192
9	167	175	208
8	185	193	226
7	205	212	245
6	228	234	266
5	253	258	288
4	281	284	313
3	311	313	339
2	346	345	368
1	384	380	399

② 透視度からのBOD、COD、SSの推定（豚舎汚水処理水用）

この推定式は、千葉県内の豚舎汚水処理水201件の分析データをもとに求められていますが、この推定値から実際の測定値が大きく離れていることもあるので、あくまでも参考値程度の利用にとどめて下さい。

推定式（豚舎汚水処理水用）

透視度（cm）を x としたとき、

$$\text{BOD} = 1021e^{-1.187x}$$

$$\text{COD} = 1242.6e^{-0.696x}$$

$$\text{SS} = 2912e^{-1.43x}$$

e は自然対数の底
（約 2.718）

表5 透視度とBOD、COD、SSの推定値（一般用）

透視度 (cm)	推定BOD (mg/L)	推定COD (mg/L)	推定SS (mg/L)
30	18	116	22
29	19	119	24
28	20	122	25
27	20	125	26
26	21	129	28
25	22	132	29
24	23	136	31
23	25	140	33
22	26	145	35
21	28	149	37
20	29	154	40
19	31	160	43
18	33	166	47
17	35	173	51
16	38	180	55
15	41	189	61
14	45	198	67
13	49	208	74
12	53	220	83
11	59	234	94
10	66	250	108
9	75	269	126
8	87	292	149
7	101	321	180
6	122	357	225
5	151	405	292
4	197	473	401
3	277	578	605
2	448	767	1081
1	1021	1243	2912

2) ろ過試験用の道具

二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の濁り汚水由来のものか、汚泥由来のものかを判別するためにろ過試験をします。このために以下のような道具が必要です。

・ろ紙

No. 6 のろ紙です。大きさは直径10cm以上あれば十分です（図52）。写真のものは直径110mm、100枚入りで定価1,130円です。

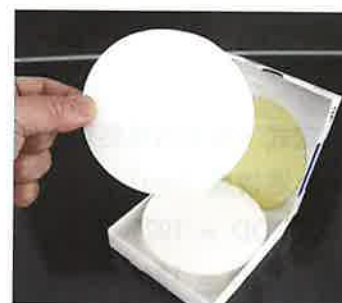


図52 ろ紙

・ロート、ろ液を回収する容器、ろ過前の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を入れる容器

ろ紙を乗せるロートと、ロートを乗せてろ液を回収する容器です（図53）。

ロートはペットボトルの口の部分を切り取るなどで自作できます。ろ液を回収する容器は、ロートを支えるのに適した大きさならば何でも良いですが、回収したろ液を観察しやすいように、ガラスのコップなど、透明度の高い容器が適しています。

ろ過前の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を入れる容器も、観察しやすいように、ガラスのコップなど、透明度の高い容器が適しています。ろ過前とろ過後を比較しやすいように、同じ容器にするとよいです。



図53 ロート

3) pHメーター

pHメーターは、精度の高いものでなくても良いので、6,000円から数万円程度のもので十分です。また、pH試験紙でもpH 4 から 8 までを測定できるものならば使用できます（2,000円前後）。pHメーターやpH試験紙は、理化学器機取り扱い店や熱帯魚を扱うペット店などで入手することができます。

図54のpHメーターは、ペーハーBOY PH2-12（27,000円）です。この種のpHメータとしては高価ですが、防水構造になっていて使いやすいです。



図54 pHメーター

pHメーターは、pH標準液で更正する必要があるため、標準液の購入も同時に必要です。標準液は、1,000円から3,000円程度です。写真のpHメーターは、標準液もセットになっています。

4) 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を採る道具

二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を貯留槽や排水口などから採るための柄の長いひしゃくなどが必要です。また、回分式の場合は、二次処理水（ばっ気沈殿処理水）が出る時間帯が限られているので、貯留槽や排水溝にひもなどでバケツをぶら下げて、自動的に二次処理水（ばっ気沈殿処理水）が溜まるようにしておくと便利です。この際、ひもやバケツの取っ手がはずれないように、十分気を付ける必要があります。

3. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）はいつどこを観察するの

1) 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の採取

一般的な連続式の場合は、沈殿槽（ばっ気槽と沈殿槽の組み合わせが複数ある時は最後の沈殿槽）から出てくる処理水を採ります。越流せきを超えたところから採取してもいいです。図55は、ばっ気槽と沈殿槽の組み合わせが2つあるタイプの污水处理施設の例です。

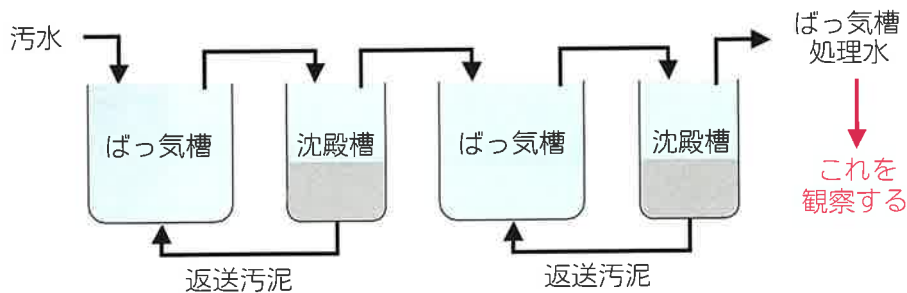


図55 二段ばっ気法の連続式污水处理装置の例

中空糸膜などで直接ばっ気槽から処理水を分離するタイプの場合は、中空糸膜を通った後のものを採取してください。

回分式の場合は、ばっ気が停止して汚泥を沈降させた後に、上澄みを排出するときに、その排出液を採取して下さい。排出された処理水が流れ出るところに、バケツ等を置いたり、ひもで下げておいたりすれば、自動的に採取できます。ただし、水流でバケツが壊れたり、ひもが切れたりしないように十分気を付けて下さい。図56は、一般的な回分式のタイムスケジュールの例です。



図56 回分式のタイムスケジュールの例

4. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の透視度の測定

1) 市販の透視度計を使った測定



図57 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を透視度計に入れる

透視度計のガラス管に二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を、ひしゃく等を使って入れます（図57）。

上から覗き込みながら底の2本線がはっきり分かれて見えるところまで排水します（図58）。この時、周りの明るさが測定値に影響するので、毎回同じ明るさのところで作業してください。

ガラス管に残った二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の深さが透視度（cm）です。



図58 透視度の測定

2) 手作りの透視度計を使った測定



図59 自作透視度計による透視度の測定

バケツ等に二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を入れ、これに透視度計を差し込みます。上から覗き込みながら上下させ、底の2本線がはっきり分かれて見え始めるところを探します。この時の水面にあるメモリが透視度（cm）です（図59）。

なお、測定する時は、周りの明るさや二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を入れた容器の種類が測定値に影響するので、毎回同じ明るさのところで、同じ容器を使って作業してください。

5. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の色、濁り、においの観察

二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の色が極端に濃い場合は、汚泥の解体が起きているのか、どこかで嫌気的な消化が起きていることを意味しています。濁りの原因としては、汚泥やスカムの混入、過負荷による分散状細菌の発生、汚濁物質の未分解が考えられます。これらを識別するためには、次のろ過試験をすると良く分かります。ばっ気不足で極端に嫌気的な消化が起きている場合は、硫化水素やアンモニアの臭いがします。また、汚濁物質の分解がほとんどなされていない状態の場合は、汚水の臭いが残っています。

6. 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の濁りのろ過

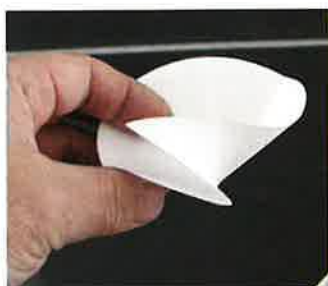


図60 ろ紙を折る

まず、ろ紙を図60のように折ります。

ロートを容器の上に置き、このろ紙をロートに入れます（図61）。

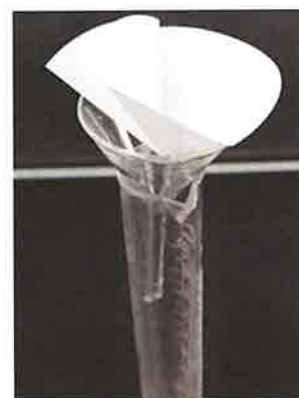


図61 ろ紙をセット



図62 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）をろ過する

ろ紙に二次処理水（ばっ気沈殿処理水）を流し込みます（図62）。

汚水由来のSSや分散状細菌が多い時は、ろ過に数時間から1日程度かかりますので、御注意ください。

もし、ろ液が濁っているようならば、①汚濁物質の未分解が濁りの原因です。ろ液の濁りがなくなるのならば、②汚泥やスカムの混入か③過負荷による分散状細菌の発生です。②と③の2つは二次処理水（ばっ気沈殿処理水）の濁りの成分が、肉眼的に粒子が見えるならば汚泥やスカムの混入、見えないならば過負荷による分散状細菌の発生です。

①～③は通常単独で起きますが、これら3つが同時に起こっていたり、これらのうちのどれか2つが同時に起こっていることもあるので、ろ液とろ過前の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）をガラス製のコップ等に入れて、濁りの違いをよく比較して下さい。

7. いろんな二次処理水（ばっ気沈殿処理水）のろ過

1) 低負荷・過ばっ気で汚泥が解体して流出している時の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）

豚舎汚水を自作した6 Lの回分式浄化装置にて試験しているばっ気槽混合液です（図63）。良好な浄化をしている状態で、汚水を薄めて2週間程そのまま運転したものです。汚泥が解体して沈まない細かな汚泥が二次処理水（ばっ気沈殿処理水）に混入しています。

図63の右がろ過前、図63の左がろ過後です。ろ過すると、透明感のある液体になるので、汚水由来の汚濁物質は含まれていないことがわかります。また、写真ではわかりにくいのですが、濁りの原因の多くが浮遊している粒子であるのが見えるので、濁りは汚泥由来だと判断できます。



図63 二次処理水（ばっ気沈殿処理水）のろ過前（右）とろ過後（左）との比較

2) 試しに豚舎汚水をろ過してみました

図64は、左から豚舎汚水、ろ過後の豚舎汚水、ろ過後の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）です。ろ過後の豚舎汚水には、着色だけでなく濁りがあるのがわかります。ほとんどの細菌はNo.6のろ紙を通り抜けることができないので、この濁りは汚水に含まれる細かい粒子や水溶性成分だと考えることができます。もし、ばっ気槽で十分に汚濁物質が分解できていないと、ろ過後の二次処理水（ばっ気沈殿処理水）に、このような濁りが見られます。



図64 豚舎汚水のろ過前（左）とろ過後（中）、その処理水のろ過後（右）との比較

第7章 異常状態からの復旧

処理水が濁っていたり、ばっ気槽から泡が溢れ出ていたりした場合、そのまま放置していても正常な状態になることはほとんどありません。しかし、どのような手だてを講じれば良いのかは、なかなか分からないものです。畜産環境技術研究所では、そのような場合に手助けするシステムをインターネットに公開しています。

畜産環境技術研究所のホームページ

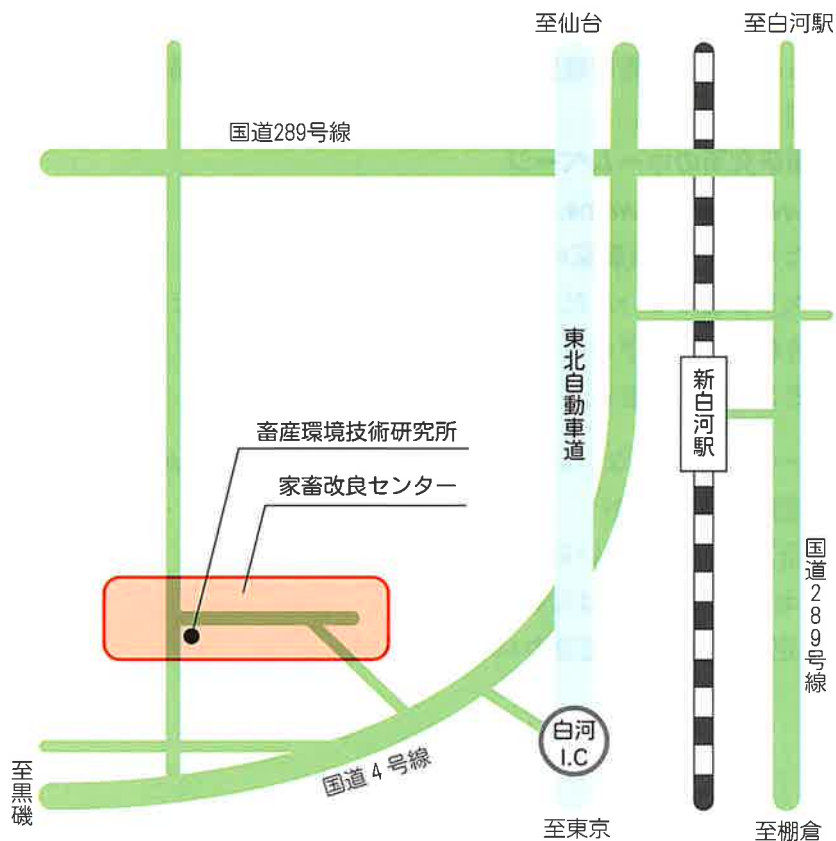
<http://www.shirakawa.ne.jp/~ilet/>

にアクセスしていただき、「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」→「活性汚泥処理のトラブル診断システム」を選んでいただければ、どなたでもご利用いただけます。

このシステムに合わせて、以下の点を確認していただければ、多くの場合で異常状態から復旧できますので、どうぞご利用ください。

- バッキレーターが壊れていないか、ばっ気が弱くなっていないか
- 配管に漏れや詰まりはないか
- 固液分離機は正常に稼働しているか
- 施設の構造におかしいところはないか
- タイマーの設定は正常か、設定通りに稼働するか

畜産環境技術研究所 所在地



畜産農家のための活性汚泥の観察マニュアル

平成 18 年 3 月 1 日 発行

発行：財団法人 畜産環境整備機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-19-13 (スピリットビル4階)

TEL 03-3459-6300/FAX 03-3459-6315

編集および連絡先：財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所

〒961-8061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字小田倉原1

TEL 0248-25-7777(代)/FAX 0248-25-7540

メールアドレス：ilet@shirakawa.ne.jp

ホームページ：http://group.lin.go.jp/leio/index.html

印刷所：有限会社 野中印刷所

〒961-0916 福島県白河市東前町1-86

TEL 0248-22-5221(代)/FAX 0248-22-5222