

「回分式活性汚泥浄化処理施設について」

宮崎県畜産試験場 川南支場 環境衛生科 岡田 直子

1. はじめに

養豚経営における汚水浄化処理施設は、建設費や維持管理の農家負担が大きく、また、適切な運転管理を行うためには、専門的な技術や経験を必要とするなどの理由から整備が遅れていました。そこで宮崎県畜産試験場川南支場では、中小規模の養豚農家を対象とした簡易な浄化処理施設を開発し、実証展示を行いました。

2. 開発のねらい

開発に際しては、機器類は操作が単純で故障し難いこと、故障しても修理が容易であることなどを重視しました。また、建設費を抑えるため、一つの処理槽で流入・曝気・沈殿・放流を行う回分式を採用し、さら

に、運転管理を容易にするため、低負荷運転となるよう設計しました。

3. 実証施設

母豚80頭の一貫経営（肥育豚換算800頭）で、豚舎はスノコ式、スクレイパーによる糞尿分離を行っています。豚舎から出てくる尿は、自然勾配により最下流豚舎脇の尿ピットに一時貯留され、毎日または1日おきに原水槽へポンプアップしています。その後は、毎日1回、振動篩、流量調整槽を経て回分槽へ1日分の汚水が投入され、回分式活性汚泥法による処理の後、最終沈殿槽、放流槽（消毒槽）を経て放流します。活性汚泥法のため、余剰汚泥が発生しますが、これは定期的に水中ポンプで汲み上げ、砂ろ床で処理します。

設計諸元

処理対象頭数	母豚80頭の一貫経営
肥育豚換算頭数	肥育豚換算係数を繁殖母豚の×10とする。 80頭×10=800頭
畜舎構造・除ふん方法	スノコ豚舎、スクレイパーによる自動除ふん
処理対象汚水量	肥育豚1頭1日当たりの排出汚水量を15Lと設定する。 $800頭 \times 15L \div 1,000 = 12m^3 / 日$
処理対象BOD BOD量 BOD濃度	肥育豚1頭1日当たりの排出BOD量を50gと設定する。 $800頭 \times 50g \div 1,000 = 40kg / 日$ $40kg \div 12m^3 \times 1,000 = 3,334mg /$
処理対象SS SS量 SS濃度	肥育豚1頭1日当たりの排出SS量を80gと設定する。 $800頭 \times 80g \div 1,000 = 64kg / 日$ $64kg \div 12m^3 \times 1,000 = 5,334mg /$
処理目標水質	BOD濃度 120mg / 以下 SS濃度 150mg / 以下

参考:(財)畜産環境整備機構「家畜ふん尿処理施設の設計・審査技術」

設計計算

原水槽	$12\text{m}^3 / \text{日} \times 3\text{日分} = 36\text{m}^3$
振動篩	BOD除去率10%、SS除去率20%、篩別固形水分80%とする 篩別固形物量 = $\text{SS } 64\text{kg} / \text{日} \times 20\% \times 100 / (100-80) = 64\text{kg} / \text{日}$ 分離液量 = $12\text{m}^3 / \text{日} - \text{篩別固形物量} 64\text{kg} / \text{日} \div 1,000 = 12\text{m}^3$ 分離液BOD量 = $\text{BOD } 40\text{kg} / \text{日} \times (100-10) / 100 = 36\text{kg} / \text{日}$ 分離液BOD濃度 = $36\text{kg} / \text{日} \div 12\text{m}^3 \times 1,000 = 3,016\text{mg} / \text{l}$ 分離液SS量 = $\text{SS } 64\text{kg} / \text{日} \times (100-20) / 100 = 51.2\text{kg} / \text{日}$ 分離液SS濃度 = $51.2\text{kg} / \text{日} \div 12\text{m}^3 \times 1,000 = 4,290\text{mg} / \text{l}$
流量調整槽	$12\text{m}^3 / \text{日} \times 3\text{日分} = 36\text{m}^3$
希釈水	汚水の投入目標BOD濃度 $1,200\text{mg} / \text{l}$ とすると 希釈倍率 = $\text{分離液BOD } 3,016\text{mg} / \text{l} \div 1,200\text{mg} / \text{l} = 2.51\text{倍}$ 希釈水量 = $12\text{m}^3 \times (2.51-1) = 18\text{m}^3$ 回分槽流入水量 = $12\text{m}^3 + 18\text{m}^3 = 30\text{m}^3$ 流入水BOD濃度 = $1,200\text{mg} / \text{l}$ 流入水SS濃度 = $51.2\text{kg} / \text{日} \div 30\text{m}^3 \times 1,000 = 1,707\text{mg} / \text{l}$
微生物反応槽 (回分槽)	BOD容積負荷を $0.15\text{m}^3 / \text{日}$ 、BOD除去率90%、SS除去率92%とすると 回分槽容積 = $\text{分離液BOD量 } 36\text{kg} / \text{日} \div \text{BOD容積負荷} 0.15\text{m}^3 / \text{日} = 240\text{m}^3$ 除去BOD量 = $36\text{kg} / \text{日} \times 0.90 = 32.4\text{kg} / \text{日}$ 処理水BOD濃度 = $1,200\text{mg} / \text{l} \times (100-90) / 100 = 120\text{mg} / \text{l}$ 除去SS量 = $51.2\text{kg} / \text{日} \times 0.92 = 47.1\text{kg} / \text{日}$ 処理水SS濃度 = $1,707\text{mg} / \text{l} \times (100-92) / 100 = 136.6\text{mg} / \text{l}$
必要酸素量	BOD酸化酸素係数を1、呼吸酸素係数を0.03、回分槽での除去率を95%(目標)、MLSS濃度 $5,000\text{mg} / \text{l}$ とすると 必要酸素量 = $1 \times \text{除去BOD量} (=36\text{kg} / \text{日} \times 0.95) + 0.03 \times \text{回分槽} 240\text{m}^3 \times 5,000\text{mg} / \text{l} = 70.2\text{kg} / \text{日}$
砂ろ床	沈殿汚泥($12,000\text{mg} / \text{l}$)を容積の1/6を目安に引き抜く $240\text{m}^3 \times 1 / 6 = 40\text{m}^3$ 42m^3 引き抜き後の静置により水分97%に濃縮された汚泥を $200\text{l} / \text{m}^2$ の条件で14日間の重力脱水と乾燥により水分50%の乾燥汚泥にする 面積 = $42\text{m}^3 \times (100-98.8) / (100-97) \div 0.2 = 84\text{m}^2$ ろ床壁高 = $42\text{m}^3 \div 84\text{m}^2 = 0.5\text{m} < \text{施工壁高} 0.8\text{m}$ 乾燥汚泥量 = $42\text{m}^3 \times (100-98.8) / (100-50) = 1.01\text{m}^3 / 14\text{日}$
最終沈殿槽	= 回分槽流入水量 30m^3
消毒槽	接触時間10分とする = $30\text{m}^3 \times 10 / (24\text{Hr} \times 60\text{min}) = 0.2\text{m}^3$

建設費及び処理経費

建設費	12,265千円 (税別)
エアレーター (0.75kW)	2,250千円
振動篩 (50W)	630千円
操作盤	499千円
その他	8,886千円

処理経費	1,412千円 / 年	118千円 / 月
施設等の年間償却費	782千円 / 年	65千円 / 月
ランニングコスト	630千円 / 年	53千円 / 月
・電気使用料	560千円 / 年	47千円 / 月
・その他消耗品費	70千円 / 年	6千円 / 月
母豚 1 頭当たりの処理経費	17,650円 / 年	
肥育豚換算頭数 1 頭当たりの処理経費	1,765円 / 年	
汚水 1 m ³ あたりの処理経費	553円 / 日	
BOD 1 kgあたりの処理経費	97円 / 日	

4. 運転管理

施設の立ち上げから本格的な稼働まで、3段階に分

けて運転を行います。

〔別添「宮崎県方式低コスト浄化処理施設の運転方法（以下、「運転管理マニュアル」という。）」を参照〕

表 - 1 BODの推移

BOD	2003年9月	10	11	12	2004年1月	2	3	4	5	6月
原水(mg/l)	1,825.6	2,186.3	4,406.7	4,835.7	6,416.7	8,871.7	6,370.0	5071.7	2,990.0	3,018.4
処理水(mg/l)	10.8	33.1	77.0	292.6	133.9	197.7	354.0	229.2	121.9	22.5
除去率(%)	99.4	98.5	98.3	93.9	97.9	97.8	94.4	95.5	95.9	99.3

表 - 2 SSの推移

SS	2003年9月	10	11	12	2004年1月	2	3	4	5	6月
原水(mg/l)	173.06	1653.3	650.6	381.2	2868.9	4845.0	640.0	1601.7	1517.5	1837.5
処理水(mg/l)	30.7	81.7	141.7	242.9	237.8	114.4	227.5	257.0	344.3	42.9
除去率(%)	98.2	95.1	78.2	36.3	91.7	97.6	64.5	84.0	77.3	97.7

表 - 3 全窒素の推移

T-N	2003年9月	10	11	12	2004年1月	2	3	4	5	6月
原水(mg/l)	991.9	1701.0	2182.9	2326.8	3957.3	5148.5	1393.0	1762.3	1444.3	1398.3
処理水(mg/l)	65.4	196.5	226.8	261.2	829.8	1535.3	759.5	797.4	325.0	32.3
除去率(%)	93.4	88.4	89.6	88.8	79.0	70.2	45.5	54.8	77.5	97.7

表 - 4 アンモニア態窒素の推移

NH ₄ -N	2003年9月	10	11	12	2004年1月	2	3	4	5	6月
原水(mg/l)	891.1	1441.7	1851.5	2307.7	3557.2	4504.5	2730.0	2429.0	1218.9	1426.8
処理水(mg/l)	5.0	52.2	6.1	107.6	741.1	1373.8	1285.7	971.9	127.5	5.7
除去率(%)	99.4	96.4	99.7	95.3	79.2	69.5	52.9	60.0	89.5	99.6

表 - 5 MLSSとSV₃₀

	2003年9月	10	11	12	2004年1月	2	3	4	5	6F
MLSS(mg/l)	5815	5628	4433	5507	3773	4415	3770	6325	4950	3440
SV ₃₀ (%)	90	87	70	60	53	42	23	33	47	38

表 - 1 から表 - 5 は、2003年 9 月から2004年 6 月までの分析結果です。

当初、曝気装置にはドラフトチューブを設置しておらず、2003年11月以降、徐々に処理水のアンモニア態窒素濃度が上昇し、全窒素の除去率も悪くなりました。MLSSも高く、曝気量不足も考えられましたが、DOメーターの値は2.0～6.0mg/ を示し、酸素量は十分と思われました。

そこで、曝気中に簡易型のMLSS計を回分槽へ投入し、エアレーター下の最深部を測定したところ、値は10,000mg/ を超え、攪拌が十分でないことが考えられました。

改善策として、エアレーターにドラフトチューブを設置して活性汚泥の滞留防止を行い、窒素除去率の向上を図るため、短時間の曝気を繰り返す間欠曝気方式(「畜産研究成果情報」No.3)を参照)に運転管理を変更し、硝化促進を図りました。(別添「運転マニユ

アル」:「微生物活性低下時の運転時間」参照)さらに、これまで無希釈であった投入汚水濃度を適正にするため、希釈水の投入を行いました。4月にこれらの改善策を実施し、その結果、アンモニア態窒素除去率が99%になり、処理能力の回復が見られました。

5. 終わりに 導入に当たっての留意点

- ・水上曝気方式のため、寒冷地では曝気槽の水温低下により処理能力への影響が考えられるので、運転管理には注意が必要です。
- ・投入汚水濃度を一定に保ち、安定的な運転を行うためには、希釈水の確保が必要です。
- ・砂ろ床の汚泥除去は人力で行うため、壁面の高さをもう少し低くした方が作業性が良くなります。また、より省力的な除去方法については工夫が必要と思われます。



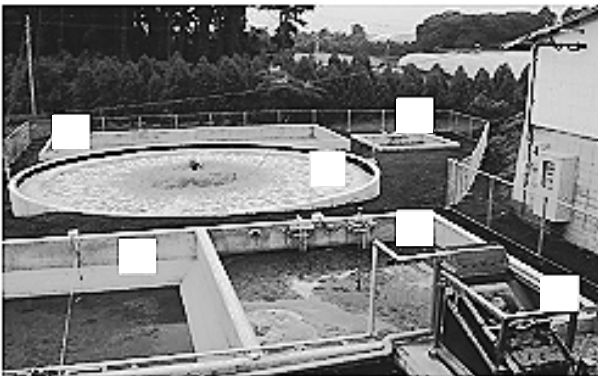
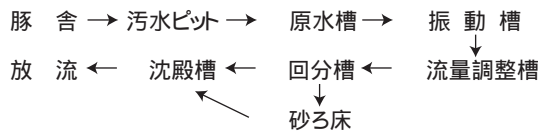


宮崎県方式コスト浄化処理施設 (低負荷・回分式活性汚泥法+砂ろ床)

開発のねらい

1. 中小規模経営を対象とした簡易構造浄化処理施設
2. 運転管理の容易な低負荷・回分式活性汚泥法
3. 砂ろ床方式による余剰汚泥対策

フローシート



設計基礎

処 理 量 肥育豚換算800頭(母豚80頭一貫経営)
汚 水 量 15L/・日×800頭=12.0m³/日
BOD総負荷量 50g/頭・日×800頭=40kg/日 処理水水質 BOD 12.0mg/ 以下
SS総負荷量 80g/頭・日×800頭=64kg/日 SS 150mg/ 以下

6. 宮崎県方式低コスト 浄化処理施設の運転方法

1 施設の立ち上げ

- 1) エアレーターの取り付け：回分槽に水を入れた状態でエアレーターを設置する。

水位が低いとエアレーターのドラフトチューブが遮水シートを破損する恐れがある。

- 2) 回分槽のアク抜き：pH7.5以下になるまで回分

槽の水を入れ替える。(通常1~2回)

水の入れ替えが難しい場合は塩酸を用いて調整を行う。塩酸の使用量は槽の大きさ等により異なるが、pHを1.0下げのにおよそ5.0Lを要する。

- 3) 種汚泥の導入：ヒトのし尿処理場等から種汚泥として濃縮汚泥を導入する。

導入量は、現時点での回分槽のMLSS濃度2,500mg/lを目安とする。

(一般的な濃縮汚泥濃度：5,000~10,000mg/l)

(表1)

- 2 移行期 ~ 回分槽への種汚泥導入から汚水の全量投入まで~

種汚泥の馴致：種汚泥を導入したら、MLSS濃度2,500~3,000mg/lを目標に馴致期間を設ける。移行期間は種汚泥の濃度や施設立ち上げの時期により異なる。

移行期間中は普及センターが定期的な現状確認及び採水を実施し、試験場が分析を実施する。

- 1) 種汚泥導入初日：汚水を投入せずに空運転を行い、汚泥を十分に攪拌する。

翌日MLSSとSV30を測定する。(図1)

MLSSが4,000mg/l以上...さらに1~3日程度空運転を続け、再度測定する。

MLSSが4,000mg/l以下...汚水投入を開始する。(表2、図2 -)

なお、移行期の放流は、水位が回分槽の有効容積に達したら実施する。

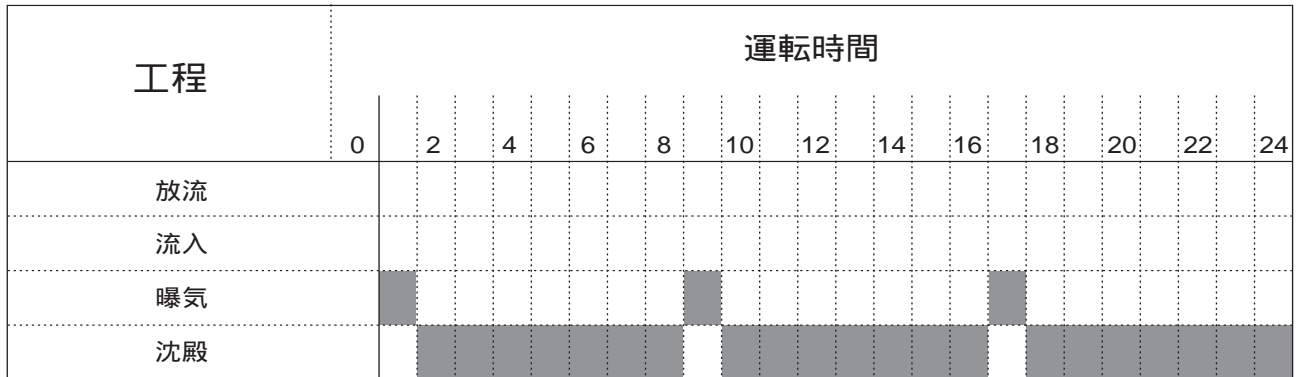
- 2) 最初の汚水投入から4週間くらいかけて汚泥を馴致し、MLSSが2,500~3,000mg/lとなったら全量投入する。

*途中でMLSSが6,000mg/lを超えたら、余剰汚泥の引抜を実施する。(表3)

表1 種汚泥導入量のめやす

種汚泥濃度 (mg/l)	目標MLSS(mg/l)	1,500	2,000	2,500	3,000
	回分槽容積(m ³)	種汚泥導入量(m ³)			
5,000	240	72	96	120	144
	260	78	104	130	156
	280	84	112	140	168
	300	90	120	150	180
10,000	240	36	48	60	72
	260	39	52	65	78
	280	42	56	70	84
	300	45	60	75	90

図1 空運転時間のめやす

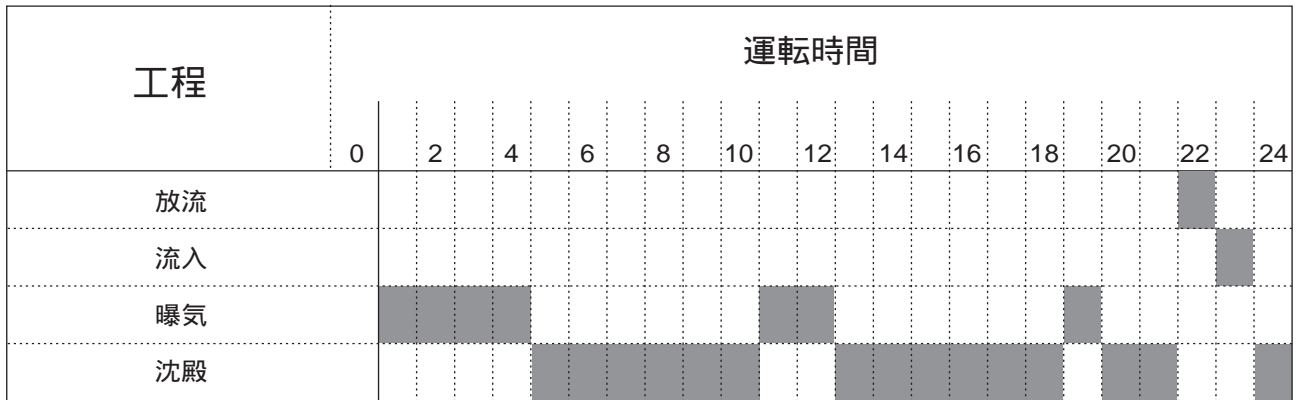


* 黒く塗りつぶしているところが作業中の行程

表2 汚水投入量のめやす (汚水日量5m³のとき、希釈水と合わせて下記の量を投入する)

目標BOD(mg/l)	1,500	2,000	2,500	3,000
原水BOD(mg/l)	回分槽への投入量(m ³)			
5,000	17	13	10	9
6,000	20	15	12	10
7,000	24	18	14	12
8,000	27	20	16	14

図2 - 運転時間のめやす (移行期)



3 通常期

- 1) 通常期の曝気時間は、汚水投入後の曝気をもっとも長く設定し、スカムの流出を防止するため、集水2時間前くらいに30分～1時間程度の曝気を設定する。(図2 -)
- 2) 曝気時間は現場の状態、DO測定値、分析結果を元に変更していく。
- 3) 夏期の沈殿時間はスカムの浮上を防ぐため、4～6時間とする。(図2 -)
- 4) 通常期はMLSS 3,000～5,000mg/lで運転し、5,000mg/l以上になったら余剰汚泥を引き抜く。引き抜き後は等量の水を回分槽に投入する。

- 5) DO、pHを30分毎に測定する(自動集積)データは普及センターで回収し、必要に応じて試験場に報告する。
- 6) SV30及び透視度を毎日農家に記録してもらう。

4 微生物活性低下時

- 1) 秋から冬にかけて、急激な温度変化により微生物活性が低下し、回分槽のpH上昇(アンモニア態窒素の増)と処理水透視度の低下(SS増)及び濃い茶褐色化が認められることがある。この場合、30分間隔または1時間間隔の間欠曝気を実施する。(図2 -)

表3 余剰汚泥引き抜き量のめやす(有効容積240m³、沈殿汚泥12,000mg/lの場合)

目標MLSS量(mg/l)	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000
MLSS量(mg/l)	回分槽での引き抜き量(cm)				
5,000	52	44	35	26	18
6,000		61	52	44	35
7,000				61	52
8,000					70

図2 - 運転時間のめやす(通常期)

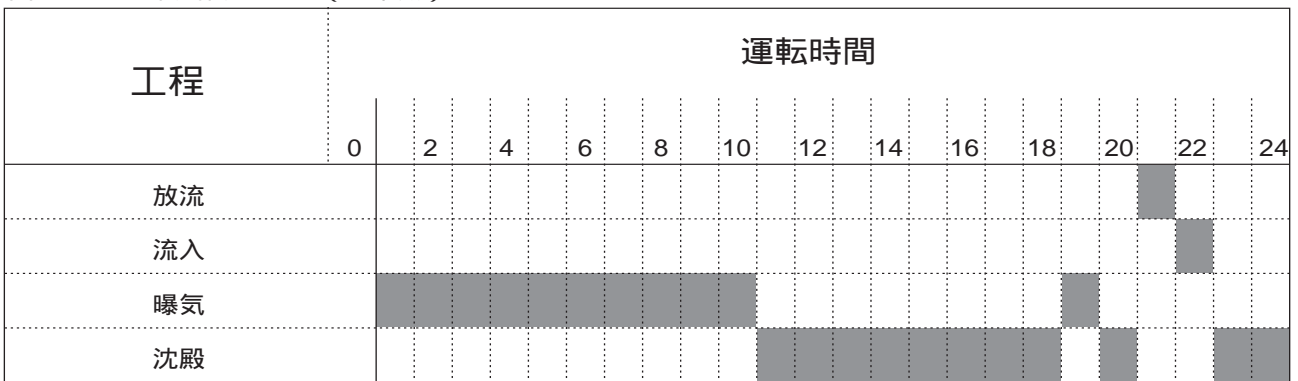


図2 - 運転時間のめやす(夏期)

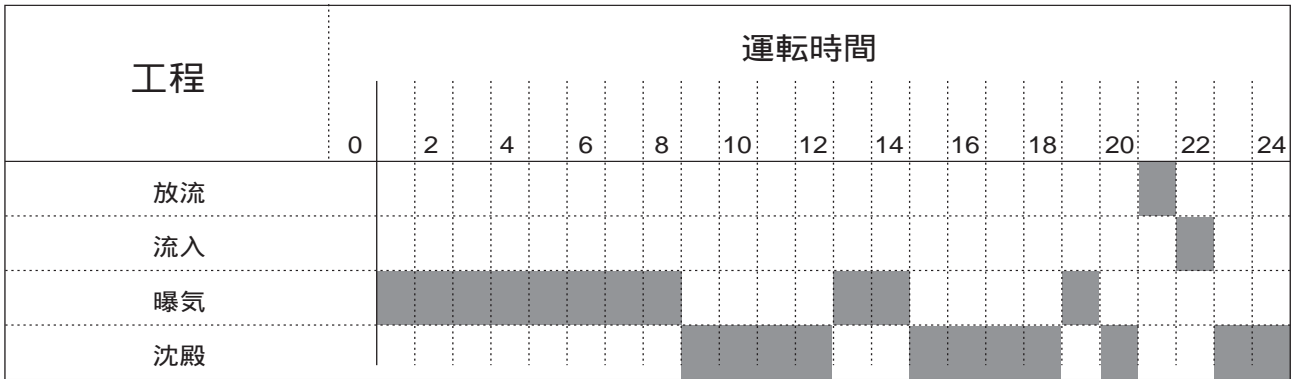
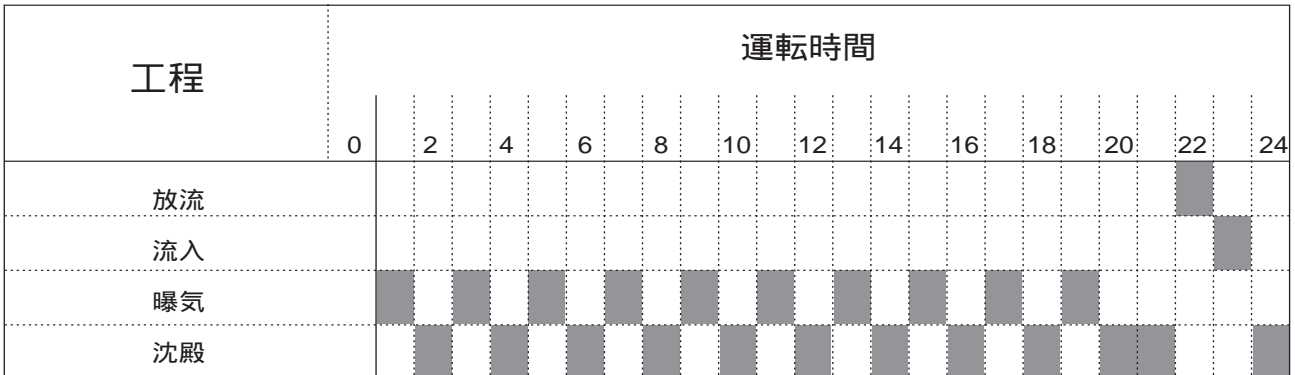


図2 - 運転時間のめやす(微生物活性低下時)



2) 処理水質が急変し、早急な対応が必要となった場合に備え、放流水の希釈も考えておく。

*** サンプルングと分析について**

- ・ サンプルの送付及び持込は事前に試験場と打ち合わせの上、日程を決定し、依頼書を添付する。(下記参照)
- ・ サンプルングは普及センターが原則として火・水・木曜日に実施し、分析は翌日となる。
- ・ サンプルは分析日の午前11時までには試験場川南支場必着とする。

*** サンプルング方法について**

1) サンプルングは毎回同じ場所から、同じ採取方法で、プラスチックの採水ピンを用いて実施する。

2) サンプルは排水口から出てくるものを採取する。

原水...流量調整槽から回分槽への流入口

処理水...回分槽から最終沈殿槽への流入口

放流水...最終沈殿槽から放流マスへの排出口

3) サンプルングの際、濃度等にバラツキがないよう、排水開始直後ではなく、排水時間の中間のものを3～5回に分けて採取する。

4) サンプル採取量：原水...500ml×1本、処理水・放流水...1L×2本ずつとする。

5) サンプルの保存は0～10℃の冷暗所とし、クーラーボックスまたはクール宅急便を利用して試験場へ搬入する。夏場には氷や保冷材を使用する。

分 析 依 頼 書				
分析依頼者 (普及センター名)				
農場名				
サンプルング日時	月	日	AM()	PM()
サンプル(種類) (本数)	原水	処理水	放流水	その他()
連絡事項 (現場の状態、注意点等)				

8. 施設的设计図面

