

オンライン活性汚泥技術セミナー
「化学廃水の活性汚泥運転管理技術講座」

基礎編

2020年9月25日

(株)小川環境研究所
代表取締役 小川 尊夫

はじめに

- なぜ**化学排水**の活性汚泥なのか
…教科書(下水の活性汚泥がベース)に書いてある事項だけでは不十分
- オペレータ向け(基礎編)
…日常やっていることが、活性汚泥にどういう作用を及ぼしているか、という視点から解説
- 技術者向け(応用編)
…基礎編の項目をより定量的に解説し、管理・改善につなげる

化学排水の活性汚泥の特徴

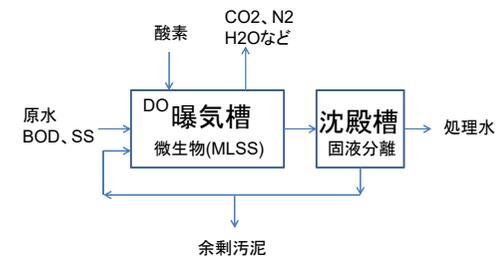
◎下水と比較し、

- (負荷変動+)基質変動が大きい
- 生物由来でない特殊な化学物質の廃水
- 栄養塩(N,P)の偏り、変動が大きい
- 生分解不可や生物阻害性の成分が混入

◎下水ではあまり問題にならない事象が多発

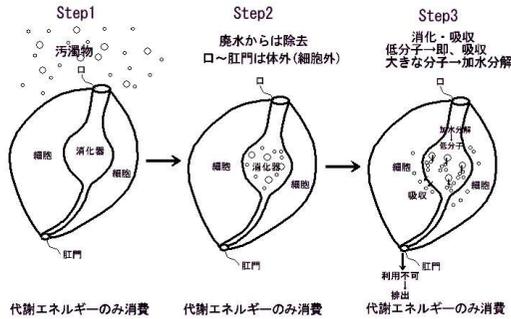
- なぜ、原水負荷が低いのに処理水が悪いのか、orその逆
- 定修などで極端で長い負荷変動があり、不安定になる
- 原因不明のトラブルが頻発する などなど

活性汚泥の基本フロー

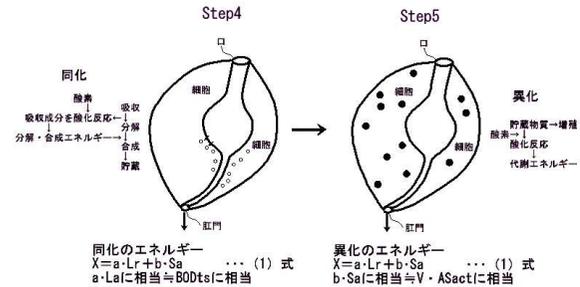


- BOD容積負荷 (0.6~4kg-BOD/m³/day)
- BOD汚泥負荷 (0.1~0.4kg-BOD/kg/day)
- HRT(曝気槽容量/原水処理量)は3hr~24hr

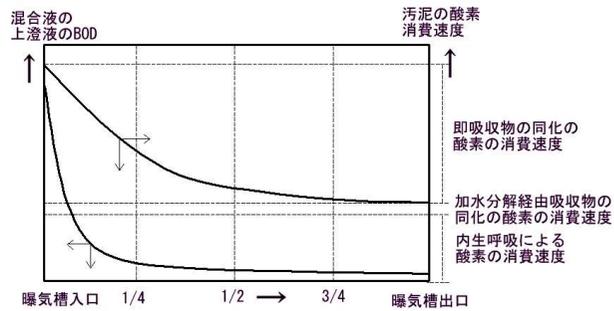
活性汚泥での処理とは(イメージ)



活性汚泥での処理とは(イメージ)

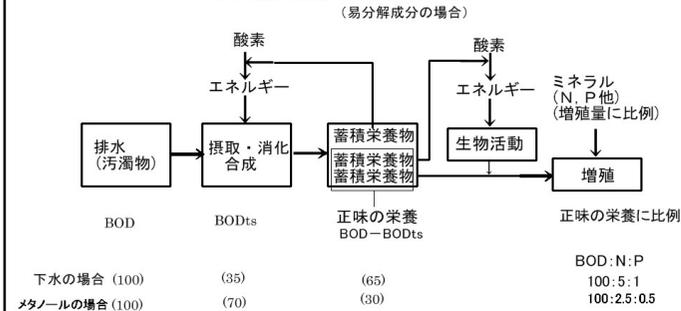


(標準活性汚泥の)曝気槽内BOD分布



先頭から1/4程度で排水から汚濁物を除去(Step1~3)
 先頭から1/2程度で、汚濁物を生体に取り込み(Step4)
 後半1/2で、摂取した汚濁物(栄養物)を消化(Step5)

活性汚泥のBOD処理

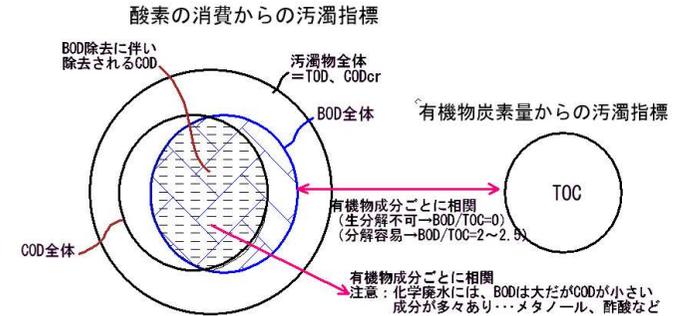


個々の活性汚泥固有の現象 (反応速度: 活性、BODtsなど) + 共通の現象で説明可能 (MLSS、酸素消費速度など)

流入水(原水)の管理

- 除去: 生物による摂取・分解がメイン
(他に、生物の取込み、付着・吸着、共沈など)
→ BOD負荷量: 処理量 × 濃度
→ BODの分解速度: 微生物の活性 & 成分
- (JIS法) BOD測定値とは
→ 微生物が排水中の有機物や窒素分を酸化するのに要する(5日間の)酸素消費量

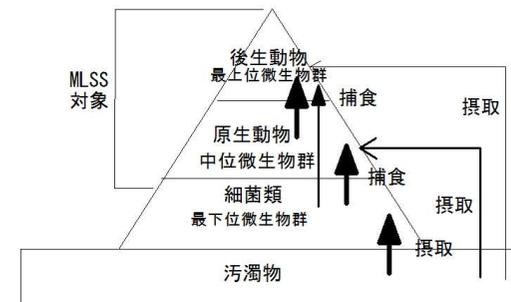
流入水の各種汚濁指標の関係



MLSS

- MLSS (MLVSS) → 微生物量 → BODの処理能力
(処理能力: BOD汚泥負荷 kg-BOD/kg-SS/day)
注意(化学排水の場合、特に)
BODの分解速度: 微生物の活性(量だけではない) & 成分
→ 正常な場合: $MLSS \approx BOD$ の処理能力
(正常な場合とは)
→ 異常なとき: $MLSS \neq BOD$ の処理能力
(異常な場合とは)

活性汚泥の微生物群



- 活性汚泥処理は最下位微生物群の寄与が非常に大
- 顕微鏡で観察する微生物: 中位微生物以上
- 最下位微生物群が正常なら中位以上は正常

◎曝気槽での酸素の収支

$$X = a \cdot Lr + b \cdot Sa \quad \dots (1) \text{式}$$

X: 必要酸素量[kg/d]

Lr: 除去BOD量[kg/d]

Sa: エアレーションタンク内汚泥量[kg]

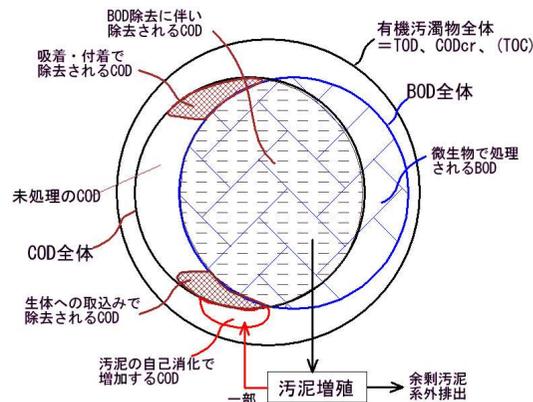
a: 除去BODのうちエネルギー獲得のため利用される割合 0.35~0.55

b: 汚泥の内生呼吸に利用される割合 0.05~0.24 [1/d]

曝気槽DO

視点	通常適用域	過剰域	微好気域
曝気槽DO	1~3 [mg/l]	4 [mg/l]以上	0~0.5 [mg/l]
食物連鎖ピラミッド構成イメージ	▲ 中・上位生物群 ▼ 最下位生物群	▲ 最下位微生物群が相対的減少	▲ 最下位微生物群が相対的増加
BOD処理能力(汚泥の活性)	◎ (比較対照)	△ 最下位微生物群の減少で低下	○ 最下位微生物群の増加効果とDO低下の兼合い
エネルギー効率	○ (飽和酸素濃度-曝気槽DO)に比例	× 酸素利用効率大幅低下	◎ 通常の30%減
負荷増で酸素不足への備え	○ 30%程度の余裕	短期対応なら○ 常時対応は酸素があっても活性低下で利用できない△	× 余裕わずか → 自動制御が必要
フロックの形成	○ (比較対照)	△ 解体方向	◎ 多くは良化方向
備考		長期→過曝気 微生物相が変化	BOD・脱窒同時処理

活性汚泥におけるCOD除去

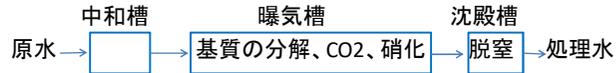


汚泥の増殖と栄養塩

- 汚泥の増殖量: 除去BOD量の45%程度
- 栄養塩: BOD:N:P=100:5:1... 下水の活性汚泥
- 化学排水の場合: 成分(基質)による
(メタノール基質の排水の場合、
増殖量: BOD量の25%程度 BOD:N:P=100:3:0.6)
適正量の見極め: 処理水、汚泥中のT-N、T-P
- その他のミネラル: N,P以外は99.7%以上を占める水から供給(だが)、脱塩水主体の原水や高BOD濃度の原水は注意が必要。

その他の管理指標

- pH・・・pHは変化する



註: 原水にNを多く含む場合は、硝化・脱窒に要注意

- 温度・・・汚泥の活性に影響大

上がりすぎ(37℃以上) 夏場の酸素曝気曝気槽など
下がりすぎ(15℃以下) 冬場の休止後の立ち上がり

- 塩濃度・・・大きな変化は有害

低塩濃度廃水に多量の塩は有害
高塩濃度廃水に水は有害

阻害について

- 原水に含まれる成分: いわゆる毒物。
化学排水の場合は通常含まれていない物質も注意
 - 反応して生成: 中間生成物、
(共通して)亜硝酸イオンNO₂-N
 - 阻害程度
濃度しだい・・・通常処理成分でも濃度急増で阻害
運転条件しだい・・・曝気槽内pHなど
- ◎どう検知するか、処理水では時間遅れあり手遅れ
DO変化、pH変化(複合作用なので)
活性変化、曝気槽での発泡: よりダイレクトな兆候

沈殿槽の役割

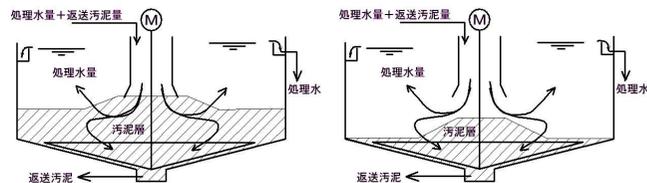
- ◎活性汚泥混合液の固液重力分離

汚泥掻き寄せ機(レーキ)の作用
スラッジブランケット層でのろ過効果

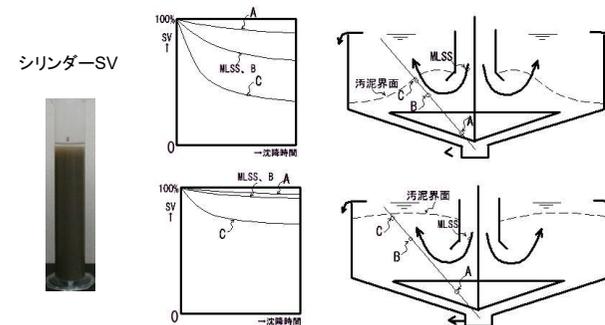
- ◎フロックの形成に重要な粹割

酸欠状態の時間を確保

→返送汚泥量と汚泥層の管理



SV値と沈殿槽内の沈降



沈降性の悪い汚泥・・・汚泥界面の管理が重要

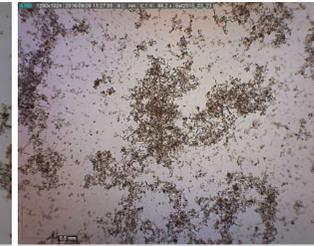
汚泥の沈降性

- 管理:汚泥容量指標SVI (SVとMLSSの比)
- 沈降不良トラブル
 - 糸状菌バルキング:糸状菌優勢によりフロックの比重が軽くなり沈降不良…原水の基質の影響大
 - 粘性バルキング:汚泥の粘性が強くなり微細な気泡が付着し沈降不良…阻害、栄養塩不足などが原因
 - 脱窒による沈降不良・汚泥浮上:沈殿槽で脱窒反応によるN₂ガスの発生による沈降不良…原水中のN、BOD処理不足などが原因

汚泥の顕微鏡観察

凝集状態良好

凝集状態悪い



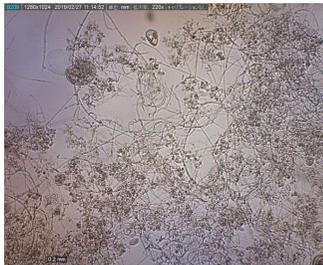
処理水濁度10NTU

濁度12NTU

汚泥の顕微鏡観察

糸状菌

教科書の汚泥



SV30=99%