

農業集落排水処理施設の維持管理基礎講座 (第3回 流入負荷とMLSSの関係)

1. はじめに

JARUS 型処理施設は、微生物の能力を活用し一般家庭から排出される生活排水を処理する生物学的処理を中心とした排水処理施設です。生物処理の主役は微生物ですがその中でも細菌類の働きが最も重要であり、維持管理では細菌類を意識した運転管理を行うことがとても大事になります。

細菌類を意識した運転管理とは、細菌類を効果的に働かすことであり、そのためには流入負荷と微生物量の関係を理解することが必要になります。流入負荷とは処理施設で1日に処理する有機物の量のことであり、有機物負荷ともいいます。流入污水に含まれる有機物は、細菌類が生きていくために必要な大事なエサであり、その量は細菌類の働きに大きく影響します。一方、微生物量とは、ばっ気槽や回分槽等の生物反応槽に棲んでいる微生物の量のことです。実はその量を正確に計量することはとても難しく、浮遊生物法(活性汚泥法)では大凡の量としてMLSS(より正確な数値は、MLVSSです)という指標を使っています。

2. 流入負荷の求め方

流入負荷は1日に処理する有機物量で、流入污水の有機物濃度(mg/L)と流入污水量(m³/日)から求めます。有機物濃度はBODやCOD、TOCで表しますが、生活排水を処理する農業集落排水処理施設では、流入污水や処理水等の有機物濃度をBOD

で表すのが一般的です。

例えば、ある処理施設の流入污水のBODが150mg/L、流入污水量が230 m³/日だとしたら、その施設の流入負荷は次式から計算できます。

$$\begin{aligned} & \text{流入污水 BOD} \times \text{流入污水量} \\ &= 150 \text{ (mg/L)} \times 230 \text{ (m}^3\text{/日)} / 1,000 \\ &= 34.5 \text{ (kg-BOD/日)} \cdots \cdots \cdots (1) \end{aligned}$$

(1)式では、単位(mg/L = g/m³)が揃っていないので、1/1,000 を掛けて単位を合わせています。計算をするときは、答えの単位(kg-BOD/日)を意識し、それぞれの単位の違いに注意して下さい。なお、答えの単位を kg-BOD/日としているのは、kg/日のkgが有機物(BOD)のkgなのか、微生物(MLSS)のkgなのか、ハッキリさせるためにBODを追加しています。

農業集落排水処理施設の計画水質は、流入污水BODが200mg/Lです。計画水質と計画污水量で流入負荷(計画流入負荷)を計算すると、計画の流入負荷(計画流入負荷)になります。上記計算例の処理施設の処理対象人員を1,000人とする、計画污水量は270 m³/日になり、流入負荷を計算すると、計画流入負荷は54.0 kg-BOD/日になります。

計画流入負荷に対して、実際の流入負荷(実流入負荷)がどの程度なのかを計算すると、ばっ気時間やMLSS等の運転条件の設定に役立ちます。実流入負荷は維持管理する上で、最も基本的な情報といえます。計算例では、実流入負荷が34.5 kg-BOD/日なので、計画流入負荷に対して63.9%(34.5/54.0 × 100)の負荷率(供用率)であることが判ります。

供用率からばっ気時間は標準の 60～65%ということが判り、これを基準にばっ気時間を微調整し運転条件を詰めていくことが出来ます。ばっ気時間の設定に当たっては、MLSS やばっ気風量、活性汚泥の状態を考慮し、これらの条件を加味しながら繰り返し微調整することが必要になります。

なお、分析用試料の採取は、1日の水質の平均値を示すと推定される時刻に行ってください。流入汚水は、ばっ気沈砂槽または汚水計量槽で採取した試料を分析します。汚水計量槽で採取した試料は、生物反応槽にそのまま入る汚水であり、流量調整槽の流量調整機能によって平均化されているので、ばっ気沈砂槽より生物反応槽で実際に処理する流入汚水の水質を把握するのに適しています。

3．微生物量の求め方

浮遊生物法の維持管理では、MLSS を微生物濃度の管理指標として使用します。MLSS は活性汚泥浮遊物質といい、生物反応槽（ばっ気槽や回分槽等）内の混合液の浮遊物質濃度を mg/L で表したものです。ただし、MLSS の分析または測定では、活性汚泥内に混入した糸くず等の繊維や髪の毛、野菜くず等、目で確認できるゴミも一緒に分析するため、MLSS を微生物濃度とした場合、濃度を過大に評価することになるので注意が必要です。

一方、普段あまり使わない MLVSS は活性汚泥有機性浮遊物質といい、MLSS 中の有機物量（強熱減量といい、600 で燃える物質）を mg/L で表したものです。MLSS より正確に微生物濃度を表すこと

が出来ますが、流入汚水中の有機性浮遊物質等の非生物性有機物も含まれるため、MLVSS も全てが微生物とはいえません。

活性汚泥の MLVSS を分析すると、余剰汚泥引抜量が適切であるかどうかの判断材料に使える MLVSS/MLSS 比を求めることができます。例えば、MLVSS/MLSS 比が小さい、あるいは小さくなる傾向にあるときは、余剰汚泥引抜量が少ないことが疑われます。ただし、活性汚泥に凝集剤（鉄溶液等）を添加している場合も、MLVSS/MLSS 比は小さくなるので、注意が必要です。

JARUS 型の MLVSS/MLSS 比は、通常 0.80 以上になります。凝集剤を添加していない状態で、MLVSS/MLSS 比が 0.75 以下と小さい場合は、活性汚泥の無機化が進行し増殖力（処理能力）が低下している可能性があるので注意が必要です。効果的な対策は、余剰汚泥引抜量を多くすることです。

分析手法上 MLSS を分析しなければ MLVSS は分析できない、あるいは汚泥濃度計は MLSS を対象にしている、等の理由で MLSS は分析しても MLVSS は分析しないことが多いようですが、MLVSS/MLSS 比を把握するためにも、定期的に MLVSS を分析することを勧めます。

4．流入負荷と MLSS の関係

有機物の除去では、流入する有機物量と微生物量のバランスをある範囲内に維持することがとても重要であり、その判断に F/M 比（Food/Microorganisms ratio）を用います。F/M

比が大きくなればなるほど微生物量に対する有機物量が多くなることを意味し、微生物はエサを食べ残すようになります。分解・除去できない有機物量が多くなるので、処理水の BOD も高くなります。逆に、F/M 比が小さくなると微生物のエサが足りなくなるので、エサを食べられない微生物が多くなり、競争力が弱い微生物は増殖できず死滅することもあります。こうなると活性汚泥は、フロック内に凝集していた微生物を維持することができなくなり、浮遊する微生物が増え凝集性の悪い活性汚泥になります。浮遊する微生物をピンポイントフロックといい、処理水には細かい SS が混入し水質を悪化させます。実は、JARUS 型処理施設は、比較的 F/M 比の小さい施設が多いため、このピンポイントフロックが発生しやすい傾向にあります。

浮遊生物法（活性汚泥法）の維持管理で用いる F/M 比は、BOD-SS 負荷が一般的で、その計算方法は(2)式のとおりです。

$$\begin{aligned} & \text{BOD-SS 負荷 (kg-BOD/ (kg-SS} \cdot \text{日))} \\ &= \text{流入 BOD (mg/L)} \times \text{流入汚水量 (m}^3\text{/日)} \\ & \quad / (\text{MLSS (mg/L)} \times \text{生物反応槽容量 (m}^3\text{)}) \\ & \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

処理施設では処理施設に流入する汚水の量や水質を調整することが出来ないため、BOD-SS 負荷は、微生物量つまり MLSS を上下させることで調整します。BOD-SS 負荷が高すぎる時は MLSS を高くし、逆に低すぎる時は MLSS を低くします。ただし、MLSS は、1,500～5,000mg/L の範囲で調

整するのが一般的です。

BOD-SS 負荷は、有機物量（微生物のエサ）と微生物量の比を表したものです。表 - 1 に JARUS 型を含む各種活性汚泥法の BOD-SS 負荷を示します。

JARUS 型施設の計画 BOD-SS 負荷は 0.06～0.10 kg-BOD/ (kg-SS・日) の範囲にあり、固液分離性が比較的良好な F/M 比となっています。これは、他の処理方式でも同様であり、標準活性汚泥法の F/M 比はさらに固液分離性が良い範囲になっています。

なお、流入負荷が低いと BOD-SS 負荷は低くなり、JARUS 型では 0.04～0.08 kg-BOD/ (kg-SS・日) あるいはさらに低い BOD-SS 負荷になる処理施設もあります。

表 - 1 代表的な活性汚泥法の BOD-SS 負荷

各種活性汚泥法		BOD-SS 負荷 (kg-BOD/ (kg-SS・日))
JARUS 型 (MLSS= 3,000mg/L)	96、 96 シリーズ	0.059～0.073
	シリーズ、 96	0.059～0.070
	G、 R GP、	0.089～0.100
	OD シリーズ	0.070～0.084
標準活性汚泥法		0.2～0.4
長時間曝気法		0.03～0.05
サテンションデイツ法（OD 法）		0.03～0.05

維持管理において、今の F/M 比が高いのかあるいは低いのかを理解したうえで維持管理を行うことは基本中の基本です。処理施設の BOD-SS 負荷を定期的に計算し、F/M 比を意識した運転管理をぜひ行って下さい。