

PSII-16 ハニコム式生物処理槽内の流れと除去特性

東北大学工学部 ○正 後藤光亀、佐藤敦久、秋葉道宏
福島高専 正 原田正光

1 はじめに

ハニコムを用いた生物接触酸化法は $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化等のみならず藻類等の懸濁成分の除去に関しても優れた効果があり、かび臭生成糸状藻類が生物膜に付着分離され、原生動物等に摂食・分解されることによるかび臭除去等も期待し得る。浄水処理過程では、原水水質濃度が一般の下・廃水処理に比較して低いので原水中のSS成分が生物膜構成に及ぼす影響や槽内での生産、分解、付着、剝離、沈澱など槽内の流れの場での固形分の挙動は重要である。特に、夏期における剝離生物膜によるSS除去率の低下、沈澱汚泥からの再溶出による $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率低下防止のための汚泥排除など、検討すべき点も多い。本研究では、本法を浄水の前処理と位置づけ、主に固形物の挙動に関して基礎的実験を行うと共に、反応槽内での流れとSS成分の挙動について検討を加えた。

2. 懸濁物質の挙動に及ぼす槽内循環流と生物膜の影響

福島県のAダム湖水を用い、容積175 l、tfl径20mm、角型処理槽(50×50cm)で、フーパにより中央部トラフから水を循環させ、SSの挙動に及ぼす生物膜の役割を検討した。

図-1は、C系(新ハニコム+攪拌)とB系(生物膜+攪拌)のSS、Chl-a、藻類の除去特性である。C系はハニコム槽内の循環流存在下でも除去されるSS分、本実験ではその割合は5割と大きい。B系とC系との差は、生物膜の存在による除去で、特に藻類の除去は沈澱よりも生物膜への付着によるところが大きい。また、原水中の優先的な珪藻類 *Melosira* sp.、*Cyclotella* sp.、*Navicula* sp.の種ごとの除去量の差は認められなかった。

藻類が生物膜に付着するとき、生物膜近傍へのSSの輸送と生物膜の表面性状が影響する。しかし、生物膜や藻類の表面は、表-1に示すようにマイナスに荷電していることが多く、これらが荷電中和により付着するとは説明しにくい。ここで、純粋培養系の *Chlorella* sp. は下水余剰汚泥とほぼ同等のアニオン荷電量を示す。浄水処理で形成される生物膜は、有機汚泥の強熱減量の1/3~1/4程度の20%前後が多く、河床生物膜のように無機質を多く含む。ここで用いた河床生物膜も無機物が多く、固形物基準のアニオン荷電量は2オーダー程小さい値を示すが、これら中で微生物の代謝有機物(ポリマー)によるところも大きいと考えられる。微生物が産出する多糖類よりなるポリマーは凝集インヒビター障壁の突破をのり越え、付着面近傍のポリマーが水素結合やイオン結合などにより表面と結ばれると想定すると、このような結合は弱いが、結合箇所が多数集まれば微生物の不可逆的付着に充分なほど強くなると考えられる²⁾。また、藻類の表面荷電を十分中和しなくても付着(または凝集)は起こり得る³⁾。実際の生物処理槽内では、ポリマー効果単独ではなく、流れによる乱流拡散や表面性状等の複数の要因が働き、藻類の付着が行われると考えられ、今後さらに検討する必要がある。

図-2は、生物処理槽内の原水中のSSを十

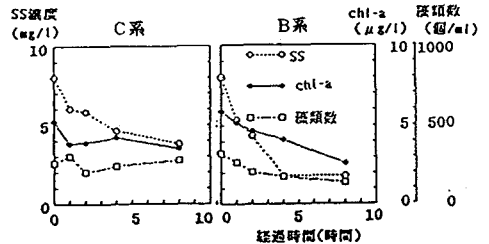


図-1 懸濁物質の除去特性 (回分実験)

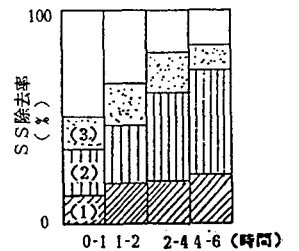


図-2 カオリン懸濁液の除去特性 (回分実験)
C系: (1) 新セル+攪はん
B、S系: (1)+(2) 膜のみ+静置
B系: (1)+(2)+(3) 膜+攪はん

表-1 藻類及び生物膜の液側、固体側の全アニオン荷電量

試料の種類	pH	C_a (g/l)	Q_{1a} (meq/g-DS $\times 10^4$)	Q_{2a} (meq/g-DS $\times 10^4$)	Q_{3a} (meq/g-DS $\times 10^4$)	Z.P. (mV)
<i>Chlorella</i> sp.	7.5	0.24	700	4130	4830	-23
河床生物膜	7.4	16.7	10	44	54	-30
下水余剰汚泥 ¹⁾	-	7.2	840	4580	5420	-

分除去した後、カリウムを約10mg/l添加した場合の除去特性である。B系とC系の差より、無機懸濁物でもその除去には生物膜の存在効果大きい。B・S(生物膜+静置)系とC系の差は本来、重力沈澱で除去し得るSS成分のうち、ハコム槽内の循環流によるSS成分の沈澱阻害分であり、その割合は30~50%に達する(厳密にはB・S系は生物膜があるので生物膜への付着も含まれる)。

3 反応槽内の流れと懸濁物質

の挙動 : 中央部ドラフトチューブ方式は、他の方式に比較し、槽内にハコムを80%以上の高い充填率を確保でき、浄水の前処理として既存施設を有効に活用する上で利点がある。しかし、本法では循環流が生じ、生物膜が異常生育するとこれが偏流を助長するため死水域が生じ反応槽全体が効率よく作用しなくなる。浸透ろ床内の流れの均一化は槽内を有効に使用する上で重要である。

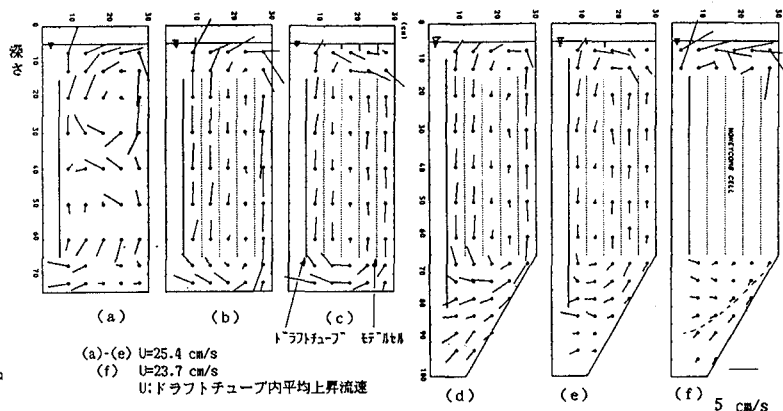


図-3 ハコム式処理槽の流れ特性(円形水槽)

図-3は直径60cm、高さ50cmの同心円状のドラフトチューブを円型水槽に設置した場合の流れを中立ポリスチレン粒子をトレーサとして可視化したハコム槽内循環流で、抵抗が極めて小さい場合の例である。ドラフトチューブ(φ10cm)内での上昇流はチューブ近傍の水を連行することにより、図-3(b)~(e)のように旋回流を生じ、上部にバツル板の設置及び下部のチューブを長くした場合連行量は減少するが、均一な下降流は生じない。一方、8mmのハコムチューブでは、通水抵抗が大きいので、槽内部はほぼ均一の下降流が生じた。ここで、図-3、(d)と(f)において、沈降速度が数cm/secと大きいポリスチレン粒子及び沈降速度の小さいガラス微粉を槽上部に瞬間的に懸濁させ、その除去特性を検討し、図-4に示した。ポリスチレン粒子では、旋回流の著しいドラフトチューブ(d)で沈澱阻害が認められ、ハコム槽では均一下降流による整流のため、粒子の沈澱効果は著しい。特に図中の点線以下の沈降ゾーンでは速やかに粒子が沈澱する。一方、ガラス微粉の中で沈降速度が極めて遅いものは、ハコム槽(f)の方がSS除去が速く、上述と異なる結果を得た。これは、図-5に示すように槽上部に局部的に添加したトレーサ(KCl)による混合実験から、ハコム槽(f)の場合、槽上部の完全混合と槽内の押し出し流れに近い移流拡散の流況より、槽内が均一に混合されるのに時間(20分)を要するためである。(d)ではドラフトチューブ内の流量と同等以上の連行量により、槽内の均一化は速やか(約2分)に行われる。

4 おわりに : 以上のようにNH₄-N等溶解性成分を除去するには、槽内流速(循環速度)を適度に大きくする必要があるが、原水中のSSや剥離生物膜等の懸濁成分を沈澱除去には不利となる。したがって、ハコム反応槽内では循環流による生物膜へのSS成分の輸送による付着除去と沈澱除去阻害という相反する作用を与える。また、現場でよく用いられる角型水槽の流れは、さらに複雑であり、本法のような反応槽中央部のドラフトチューブからの循環流方式で簡便な方法による水流の均一化は困難をとまなう。今後、槽内に活性の高い生物膜を効率よく保持する方法についてさらに検討を加える予定である。

参考文献: 1)佐藤ら: 日本化学協会第53年会研究発表講演要旨集、p.115、1988・4、2)服部ら: 「界面と微生物」学会出版センター、3)秋葉ら: 全国水道研究発表会講演集、1988・5、4)尾崎賢一: 東北大学卒論、1988

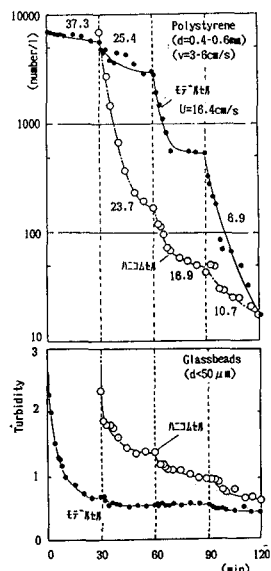


図-4 循環速度と懸濁物質の除去特性

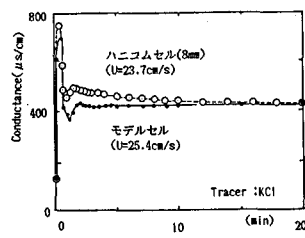


図-5 混合特性