

(株)西原環境衛生研究所 ○大下 信子
千種 薫

1. はじめに

高濃度有機性排水を対象に、排水基質に対して資化性の高い酵母を用いた処理システムを確立した。酵母処理は流入BOD濃度1000mg/l以上でBOD容積負荷10kg/m³・dと高負荷運転が可能であるが、流入水濃度にかかわらず、酵母処理水のBOD値は100～200mg/l前後残存してしまう特徴をもつ。したがって河川放流には後処理が必須であり、従来は活性汚泥法を適用してきた。しかし、実際には後処理の流入水である酵母処理水は通常の活性汚泥法の流入水とは異なる特徴をもつ。酵母処理水中には、溶解成分とほぼ同等のSS成分が存在し、SS成分の多くは増殖した酵母や分解状の細菌である。そこで、酵母処理に最適な後処理方式を目指して好気性ろ床法を採用し、一年間パイロットプラント運転を行った。使用する材はSS成分の捕捉に優れ、溶解成分の酸化も効率的に行なう処理担体としてセラミック系粒状ろ材を選定した。その結果知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

2. 1 実験装置

(1) 好気性ろ床実験機

好気性ろ床実験機の構造を図1に示す。槽内には平均で6mmφ×7～10mmHのろ材が2m充填され、その下部にろ材を支持する砂利槽を設けた。曝気空気、洗浄空気、洗浄水は支持砂利槽の下部より供給され、洗浄時オーバーフローした洗浄排水は槽上部の洗浄排水樋より排出した。

(2) 実験フローシート

実験装置のフローシートを図2に示す。実験装置流入水（以下、酵母処理水）は実施設酵母沈殿池より連続で槽上部より流入し、下向流でろ材槽を通過する際にろ材表面に生息する固着生物によって処理される。処理水は槽下部より流出され、処理水槽に貯められた後一定量を越すと排出される。好気性ろ床は処理経過と共にろ材が閉塞するので、一定時間ごとにろ材の洗浄を行った。洗浄方法は空気洗浄と水洗浄を併用する方法を採用した。洗浄水には処理水槽内の処理水を使用した。洗浄排水は排水槽に排出した。

2. 2 運転条件

運転条件を表1に示す。通常運転は最高ろ過速度が78m/dまで可能であったが、データ取りはろ過速度67m/dが最高値である。この運転条件の範囲内でBODろ材容積負荷、ろ過速度等を変えて運転を行った。

3. 結果および考察

3. 1 処理性能

(1) 下水一次処理水との比較

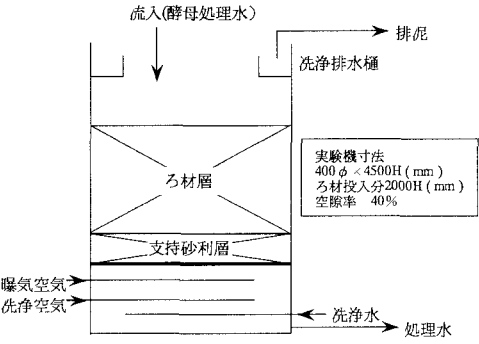


図1 実験装置図

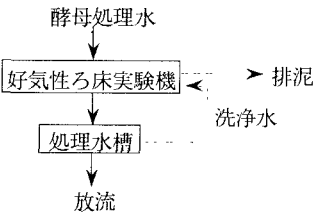


図2 実験フローシート

表1 運転条件

流入水量(l/d)	778～9760
ろ過速度(m/d)	7～78
曝気空気(l/min・m ²)	140～185

過去に下水の初沈後の流出水（以下、一次処理水）を流入水に採用し、好気性ろ床法で運転を行っている。酵母処理水の特徴を調べるため、下水の一次処理水の結果と本実験の結果を比較した。図3に酵母処理水と一次処理水および各々の好気性ろ床処理水の水質を示す。

酵母処理水はBOD濃度と比べてSS濃度が高く、溶解性の割合が一次処理水よりも低かった。また、位相差顕微鏡で観察すると酵母処理水のSS成分の多くは細かい酵母や細菌のフロックであり、SS成分の生物分解性はSS性BOD/SS=0.7で、酵母処理水中のSSには生物分解しにくい成分が3割含まれていた。一次処理水のSS性BOD/SS=1でありSSのほぼ100%が生物分解性であった。

次に処理水のSS除去率は酵母処理水の好気性ろ床処理水（以下、実験処理水）で90%、下水の一次処理水の好気性ろ床処理水（以下、下水処理水）は86%であり差はなかったが、SS捕捉量は本実験の方が多かった。残存するSS成分の性状は下水処理水でSS性BOD/SS=1になり流入水同様生物分解可能な有機物であった。実験処理水では0.42と低く、6割が生物分解しにくい成分であった。このSSの性状の違いはSS濃度と相関の高い透視度に反映しており、下水処理水はSS濃度4.5mg/lで透視度が71度、実験処理水はSS濃度10.4mg/lで透視度が28度で、比例計算すると実験処理水の方がSS濃度当たりの透視度は低くなった。生物分解しにくいSS成分はたとえば色成分などであり、色成分の多い実験処理水は高い透視度は得られにくいと推定された。

一方ろ過速度は一次処理水が最高で35m/dに対して、酵母処理水は約2倍の67m/dまで良好に運転でき、処理水TOC濃度で18mg/lを得た。最高ろ過速度が速い要因は、好気性ろ床法は溶解性BODが多いと閉塞しやすい傾向があり、酵母処理水の方が溶解性BODが少ないためと考えられる。また、使用担体は粒径が小さいために捕捉されるSSも粒径が小さい方が有利であり、酵母処理水は前段の酵母沈殿池で沈降しないSSが主成分であるためSS成分の粒径が小さいと予想される。確認のために下水の一次処理水と酵母処理水の粒径分布を測定し、表2に示した。その結果、平均粒径は一次処理水が85.3μm、酵母処理水は33.7μmであり、予想通り酵母処理水の方が径が小さく、しかも20μm以下の粒径が半数近く占めており、この特徴がろ過速度やSSの捕捉量の増加に結びついてい

(2) 平均水質

本実験の流入水（酵母処理水）、処理水および実施設備の酵母流入原水の水質分析値を表3に示す。

酵母処理水のCODcr濃度は197.9mg/lでBOD/CODcr比は約0.6であった。C:N:P比はBODで計算すると104:33:1となり窒素の多い排水である。また、溶解成分の割合はCODcr

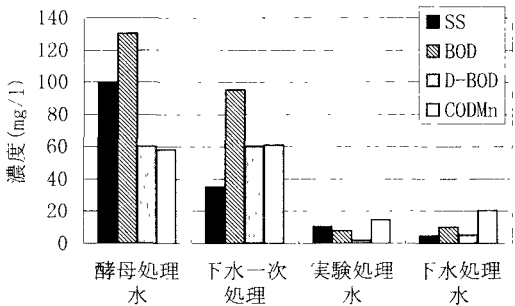


図3 好気性ろ床流入水比較

表2 粒径特性

	平均粒径	13μm>	20μm>
一次処理水	85.3μm	16.2%	27.7%
酵母処理水	33.7μm	31.3%	48.8%

表3 水質分析値

	流入原水		酵母処理水		処理水	
	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
TOC(mg/l)	167-5590	1350	49.1-102	69.0	7.8-18.0	11.5
D-TOC(mg/l)	115-2040	1080	24.7-51.1	34.6	6.2-15.8	9.7
SS(mg/l)	465-950	703	63-130	100	3-25	10.4
CODMn(mg/l)	198-366	276	36.7-76.0	58.3	10.4-20.3	14.8
CODcr(mg/l)	810-2750	1560	125-258	197.9	19.1-68.7	40.4
D-CODcr(mg/l)	248-432	340	50.7-104	76.8	16.1-40.0	24.4
BOD(mg/l)	464-815	633	86.0-178	130.4	2.6-20.0	8.1
D-BOD(mg/l)	-	174	46.8-96.3	70.9	0.8-3.7	1.9
K _J -N(mg/l)	45.7-143	88.2	25.9-53.5	41.0	1.5-29.3	9.1
D-K _J -N(mg/l)	41.5-49.7	45.6	21.3-43.8	32.2	1.4-27.3	7.6
NH ₄ -N(mg/l)	28.7-56.8	42.8	20.0-41.0	30.2	0-24.6	4.7
NO ₃ -N(mg/l)	0	0	0-0.1	0.1	2.3-18.7	7.6
NO ₂ -N(mg/l)	0	0	0-0.11	0.02	0-0.56	0.07
T-N(mg/l)	91.6-143	117	5.2-53.7	41.2	4.4-38.2	16.7
T-P(mg/l)	14.8	14.8	2.52-5.18	1.25	0.24-2.50	0.87

で約4割、TOCで5割であった。これらのことより、酵母処理水の特徴はSS成分が多く窒素の割合も多いが易分解性排水といえ、好気性ろ床法のろ材の選定にはSSの捕捉と生物分解の両者に優れた担体が適していることを再確認した。

一方実験処理水はBOD濃度8.1mg/l、D-BOD濃度が検出限界以下と、好気性ろ床でSSの捕捉と生物分解除去が行われていることがわかった。逆にTOCやCODcrでは溶解成分の方がSS成分より多いがこれは処理水に残っている色の成分であると思われる。好気性ろ床法で処理されずに通過する成分を調べるために成分分析を行い、結果を図4に示す。流入原水中に多く含まれているVFA、脂質、タンパク質は酵母処理水の段階で90%以上除去された。酵母処理水中には炭水化物、脂質、灰分が残存していたが、実験処理水には炭水化物も脂質も検出されず、好気性ろ床で分解処理されていた。しかし、灰分濃度は酵母処理水も実験処理水も濃度が変わっておらず、捕捉できないことがわかった。

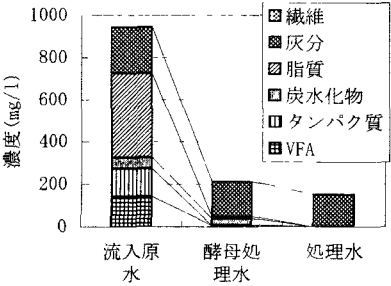


図4 成分分析値

3. 2 BODろ材容積負荷と処理水質

処理の安定性を調べるため、BODろ材容積負荷と処理水TOC濃度の関係を図5に示した。BODろ材容積負荷は最高で3.71kg/m³・dまで安定した処理が行われ、処理水TOC濃度は18mg/lであった。BODろ材容積負荷3.71kg/m³・dは従来の酵母処理の後段接触酸化法の負荷0.6kg/m³・dの約6倍と高くなり、使用ろ材は従来のろ材より酵母処理水に適しているといえる。

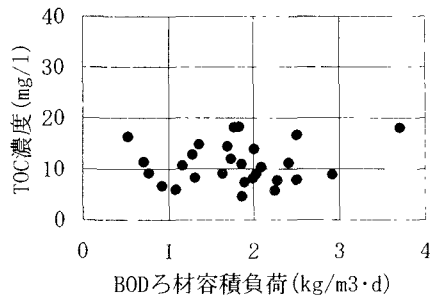


図5 BODろ材容積負荷と処理水質

3. 3 洗浄排泥の性状

ろ材洗浄時に洗浄排泥を一分毎に採取してTOC、TS、DS濃度を測定した。洗浄条件を表4に水質変化を図6に示す。洗浄排泥はTOCもTSも高い濃度の排水である。しかし、溶解成分濃度は低く、DSもD-TOCも洗浄開始から終了までほぼ一定の濃度を保ち、洗浄排泥中の最高TOC濃度は770mg/lあるがほとんどSS成分であった。また、洗浄排泥はいったん排泥槽に排出したが、排水中のSSはフロック状であり、沈降性が良くSSと上澄みが容易に分離できた。上澄みのTOC濃度は20mg/l程ではほぼ溶解性と等しく沈降分離後処理水と共にそのまま排出が可能であり、SSもそのまま汚泥処理に移行できる。好気性ろ床法で処理困難な洗浄排泥も酵母処理の後処理適用では問題にならないことがわかった。

表4 洗浄条件

空気洗浄(min)	2
空気＋水洗浄(min)	7
水洗浄(min)	2
洗浄空気量(l/min)	220
洗浄水量(m ³ /h)	5

4. まとめ

以上のことより、酵母処理水は一次処理水と比較すると溶解性BODが少なく、SS粒子径も小さいためにろ過速度を高く設定でき、好気性ろ床法は酵母処理の後処理に最適な方法のひとつといえた。また、選定したろ材は従来のろ材よりもSSの捕捉と溶解成分の酸化に優れ、酵母処理水に適したろ材であり、ろ材の径も適していたといえる

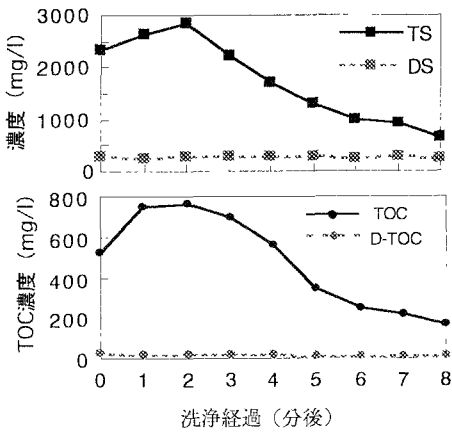


図6 洗浄排泥変化