

都市下水の最初沈澱池における水質変化について

金沢大学工学部土木建設工学科

○山本（池本）良子・小森友明

京都大学環境微量汚染制御実験施設

松井三郎

1. はじめに

都市下水処理場において、最初沈澱池を縮小したりバイパスしたりした場合に糸状性バルキングが抑制されることが知られている。下水処理場の最初沈澱池では、浮遊物の除去だけでなく、嫌気性分解によって質的な変化が起こっていることが考えられる。本研究では、実処理場の水質を調査することによって、最初沈澱池での水質の変化を調べるとともに、糸状性細菌の増殖との関係を検討した。

2. 調査施設の概要と調査方法

調査を行ったのは、2カ所の都市下水処理場SとAである。調査期間は1988年から1990年10月まで、不定期に行った。A処理場は一部合流式の処理場であり、調査した系列ではバルキングの発生はまれであった。S処理場は比較的新しい施設であり、処理区域はすべて分流式を採用している。Type021Nを原因とするバルキングがしばしば発生し、その対策として1989年から1系列の最初沈澱池を1/4に縮小して運転を行っている。1989年度は、最初沈澱池を縮小した系列（試験系列）と対象系列を同時に調査した。調査方法としては、初沈越流水および曝気槽汚泥を採取し、水質および曝気槽汚泥性状の測定を行った。水質測定項目は、COD、SS（下水試験方法）、炭水化物（アンスロン法）、蛋白質（ローリー法）、有機酸（ガスクロマトグラフ）、りん酸塩・硝酸塩・硫酸塩（イオンクロマトグラフ）、硫化物（検知管法）である。汚泥については、MLSS、SVI、糸状体長および硫酸塩還元菌数(MPN法)の測定を行った。

3. 調査結果

図1はS処理場における1989年度調査期間中の沈降性および糸状体長の変化を示したものである。9、10月は初沈越流水を縮小した試験系列は対象系列に比べて沈降性は良好であったが、11月以降は逆に試験系列の方が沈降性が悪化した。最初沈澱池の縮小のバルキング抑制効果は絶対的なものではないことがわかる。図2は主な水質の変化を示している。試験系列は対象系列に比べ初沈の滞留時間が短いため、SS濃度が高いことがわかる。また、対象系列の方が試験系列よりも全CODは少なく溶解性CODが多い傾向にあった。これは、対象系列の最初沈澱池では滞留時間が長いために浮遊性有機物の沈澱除去のみならず、有機物の可溶化が起こっていることを示唆するものである。また、試験系列の沈降性の悪化した12月はその溶解性COD濃度が高い傾向にある。蛋白質についても同様に、全蛋白質濃度は対象系列の方が低いが、溶解性蛋白質の濃度は、試験系列の沈降性が悪化した時期は試験系列の濃度の方が高くなっている。一方、有機酸濃度については、対象系列で酢酸が多く検出されているが、沈降性の悪い9月10月はプロピオン酸や乳酸、酪酸、吉草酸が多く検出された。試験系列では、有機酸濃度は低く沈降性が悪化した11月以降

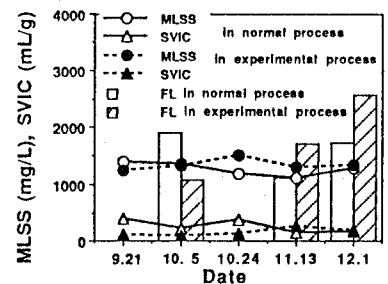
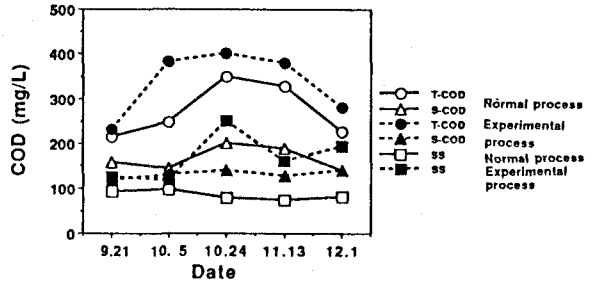


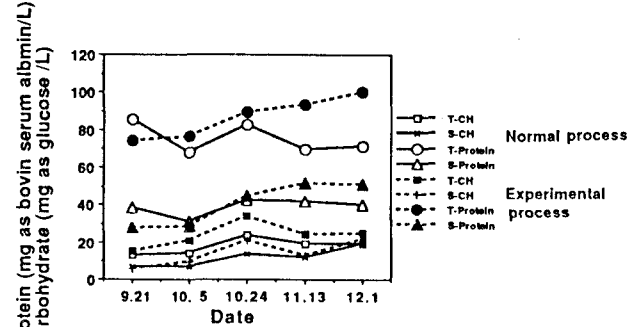
図1 S処理場における1989年度調査期間中の沈降性および糸状体長の変化

に酢酸が検出されている。これらのことから、最初沈澱池で有機物特に蛋白質の可溶化が起こり、曝気槽に流入する有機物の質的な変化がその污泥の生物相に影響を与えているものと考えられる。また、その質的变化は最初沈澱池の容積を縮小した場合にある程度防ぐことができるが、その他の要因も大きいと考えられる。

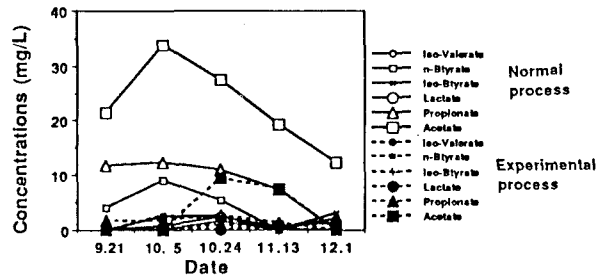
図3はS、A両処理場における全測定期間中の初沈越流水のSS濃度と曝気槽污泥の沈降性の関係を示したのものであるが、SS濃度が直接沈降性と関係していないことがわかる。図4は初沈越流水中の溶解性CODおよび蛋白質濃度と污泥の沈降性の関係を示している。A処理場はS処理場と比較して有機物濃度が非常に低いことがわかる。また、溶解性有機物濃度とその大部分を占める溶解性蛋白質が多い場合に沈降性が悪化する傾向が認められる。図5は初沈越流水中に多く検出された有機酸の酢酸、プロピオン酸および乳酸濃度と沈降性の関係を示したものである。これらの有機酸が多く含まれる場合に、污泥の沈降性が悪化する傾向にあった。以上のことより、溶解性蛋白質および有機酸が多く流入する場合に糸状性細菌が多く増殖するものと考えられる。



(a) SS, 全COD(T-COD)および溶解性COD(S-COD)



(b) 全蛋白質(T-Protein), 溶解性蛋白質(S-Protein) および全炭水化物(T-CH), 溶解性炭水化物(S-CH)



(c) 吉草酸, 酪酸, 乳酸, プロピオン酸, 酢酸

図2 S処理場における1989年度調査期間中の初沈越流水の主な水質の変化

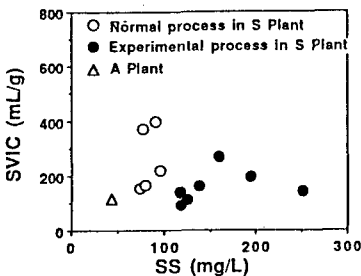


図3 初沈越流水のSS濃度と活性污泥の沈降性の関係

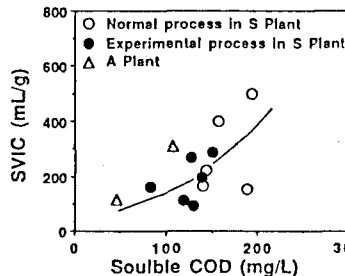
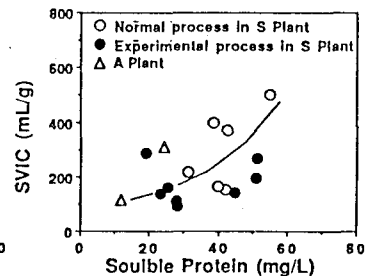


図4 初沈越流水の溶解性COD 溶解性蛋白質濃度と活性污泥の沈降性の関係



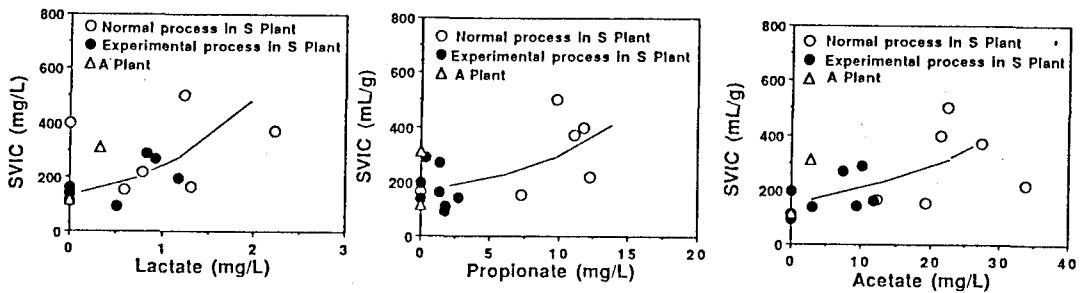


図5 初沈越流水の酢酸，プロピオン酸，乳酸濃度と活性汚泥の沈降性の関係

有機酸は糸状性細菌にとってもその他の活性汚泥微生物にとっても利用しやすい基質である。これらの物質の流入が直接糸状性細菌の増殖の引き金となったとは考えにくい。そこで、糸状性硫黄細菌の増殖の引

表1 初沈越流水，曝気槽混合液，曝気槽壁面付着汚泥中の硫酸塩還元菌数，硫化物含有量および硫酸塩濃度

			硫酸塩還元菌数 (* MPM/L, **MPN/g)	硫化物含有量 (* mg/L, **mg/g)	硫酸塩濃度 (mg/L)
S 処理場	対象	初沈越流水	3.3 ~ 16 × 10 ⁶ *	0.007~0.075 *	20.8~27.1
		曝気槽混合液	1.1 ~ 6.5 × 10 ⁶ **	0.012~0.093 **	19.4~31.4
		壁面付着汚泥	1.0 ~ 3.2 × 10 ⁶ **	0.003~0.012 **	—
A 処理場	試験	初沈越流水	3.3 ~ 49 × 10 ⁶ *	0.001~0.012 *	21.1~29.1
		曝気槽混合液	1.6 ~ 25 × 10 ⁶ **	0.001~0.015 **	17.9~27.0
		壁面付着汚泥	1.0 ~ 9.0 × 10 ⁶ **	0.017~0.237 **	—
A 処理場	試験	初沈越流水	16 × 10 ⁶ *	0.0031 *	18.2
		曝気槽混合液	17.9 × 10 ⁶ **	0.0051 **	21.6
		壁面付着汚泥	10 ~ 64 × 10 ⁶ **	0.119 **	—

き金となると考えられる硫酸塩還元菌の活動について検討を行った。表1は初沈越流水と活性汚泥混合液および曝気槽壁面付着汚泥中の硫酸塩濃度と硫化物含有量および硫酸塩還元菌数の測定結果を示したものである。初沈越流水中の硫化物濃度は非常に低いことから、最初沈澱池では硫酸塩還元はあまり起こっておらず、曝気槽に流入する硫化物が糸状性硫黄細菌の増殖に影響していることはないと考えられる。硫酸塩濃度の変化は殆どなく、汚泥中の硫化物濃度も非常に低いが、仮に硫酸塩還元がフロックや壁面付着汚泥の内部で起こっても、液相に放出された硫化物はすばやく酸化されるため、硫酸塩濃度や硫化物含有量に大きな変化は認められないと考えられる。一方、初沈越流水中にも活性汚泥中にも10⁶ ~ 10⁷ MPN/L程度の硫酸塩還元菌が存在していた。硫酸塩還元菌数と沈降性の間には明確な関係は認められなかったが、活性汚泥中に硫酸塩還元菌が多く存在していることは、その活動が糸状性細菌の増殖に影響を与える可能性を示唆するものである。筆者らは、室内実験において、活性汚泥中の硫酸塩還元菌は蛋白質の分解産物を主に利用していることを報告している。溶解性蛋白質やその分解産物である有機酸の流入がフロック内部での硫酸塩還元を促進することは十分に考えられる。

4. まとめ

最初沈澱池での水質変化が活性汚泥の沈降性に与える影響を検討した結果、最初沈澱池で水質変化が起こり、溶解性蛋白質や有機酸が曝気槽に流入した場合にバルキングが生じやすいことがわかった。最初沈澱池での水質変化は、下水の滞留時間のみならず、汚泥の滞留時間や最終沈澱池汚泥の一時貯留の有無、汚泥処理水の返送等、様々な要因に左右されるものと考えられるが、水質変化を最小限に止めることが、バルキングの抑制に効果的であると考えられる。