

金沢大. 工. 正員 高瀬信忠, O正員 寺島 泰, 長田 裕

有機性廃水の処理法としては活性汚泥法, 散水ろ床などの生物処理方式が一般的には最も有効かつ経済的であり BOD₅ 100 ppm 以上の有機性廃水に対して 97% までの高率処理の実績をあげている。ただし生物処理の特徴として微生物生育環境条件の保持が必須条件となり, 酸素温度条件や, BOD で代表される有機物負荷, BOD と N, P などの組成条件が満足されねばならず, また微生物作用に対する阻害物を含むと機能が影響をうける。一方 BOD₅ 数 10 ppm といった低有機性廃水を対象とする場合には, 処理限界との関連において生物処理法が有効とは必ずしもいえず, 下水道におけるような三次処理的な方式との比較が必要となろう。ところで本学においては環境汚染対策の一環として附属病院廃水処理の計画が進められているが, 生し尿を含まない低有機性の廃水であるうえに, 3 の阻害物を含むため, 生物処理法を中心として機能維持の可能性や他法との比較検討を行なった。その概要と問題点について報告する。

廃水性状の問題点

処理計画の対象となる排水は2系統に分かれている。A系統においては厨房, 洗濯場排水を含むため有機物濃度も比較的高いが, B系統では8時間平均 BOD は 40 ppm に満たず, 汚素消費量から推定して浄化槽排水が汚染の源と考えられる。B系統単独処理の場合はもちろん, A, B 合併処理としても8時間実質平均 BOD は 45 ppm 程度となり, 浄化槽排水を含むことから BOD : N : P 比は満足されとしても, 低有機性廃水としての性状は避け難い。さらに両系統においてはフェノール類, アニオン活性剤が検出されておりA系統においてはそれぞれ最高39, 33 ppm に達する。さらに消毒剤使用統計からエタノール, フレゾール, ハイアミンイ, その他20数種に及ぶ阻害物の存在が予測され, また洗濯場排水には漂白剤使用によって 164 ppm の残留塩素が, また最高濃度 2000 ppm の粉状石けんが含まれる結果, 対象廃水の性状は処理方式選定を複雑なものにしている。

表-1 廃水性状

項目	単位	A系統	B系統	最大	平均
BOD	ppm	82.5	37.0	142.4	45.2*
COD	ppm	44.8	19.8	69.4	24.1*
大腸菌群	100ml中	22×10 ⁴	19×10 ⁴	49×10 ⁴ B	21×10 ⁴
浮遊物質	ppm	56.0	33.6	124 A	44.8
溶解性物質	ppm	287	251	375 A	269
汚素消費量	mg/l	5.8	27.9	80.5 B	16.9
フェノール類	ppm	8.1	7.8	39.0 A	8.0
アニオン活性剤	ppm	9.0	0.7	32.5 A	4.9

BOD, COD : 工. 土木, 大腸菌 : 薬. 衛生化学,
他 : 理. 分析化学測定, ※ : 負荷 / 流量

活性汚泥の馴化

生物処理を対象とすると, 活性汚泥に対する薬剤の影響としては限界濃度としてフェノール 500 ppm, メタノール 300 ppm, エタノール 1000 ppm, オルトフレゾール 120 ppm などの報告があり, ホルムアルデヒドについては 300 ppm を実測している。これら限界濃度は比較的高く, 活性汚泥生物の毒物

に対する馴化を示しているが、濃度変動が大きい場合は生物相の変化によって適応能力が低下すると考えられる。上記の他に洗剤、特にABSの影響は比較的大きく、20ppmで汚泥生物は大部分死滅、50ppmでは処理不可能と報告されている。いつれにせよ、処理対象廃水には上述のような生物作用阻害物が含まれるとみられ、生物処理を行なうとすれば低有機性という条件のもとでのそれらの総合的害作用に対する馴化能力の如何が問題となる。

そこで、都市下水処理場（高岡市）活性汚泥に対し、洗剤（成分は後述）およびフェノールを添加したA系統排水をfill and drawによって日1回、16日間接触せしめ、汚泥生物の馴化を企った。添加物濃度は接触の後期にはそれぞれおよその値として100ppm、40ppmであった。活性汚泥の沈降分離性状は約10で正状に回復し、適応性の比較的大きいことを示したが、BOD負荷が少ないためか汚泥の減少が認められた。

活性汚泥による処理

馴化汚泥によるA系統排水およびさらに洗剤を含有せしめたものの処理結果を図-1に示す。A排水については、CODが約40ppmと比較的低有機性の廃水であるため、初期吸着除去の割合が大きく、約1時間の曝気によって18ppmに低下するが、以後の減少率はきわめて小さく、COD値15ppm程度が4～6時間曝気の処理限界となる。洗剤を200ppmとして含有せしめた場合も初期吸着率が大きく、4時間以内は一樣速度の分解除去が進行するが、以後はA廃水のみの場合と同様になる。洗剤成分のうち、生物学的にはhardな成分が残留するとも考えられるが、

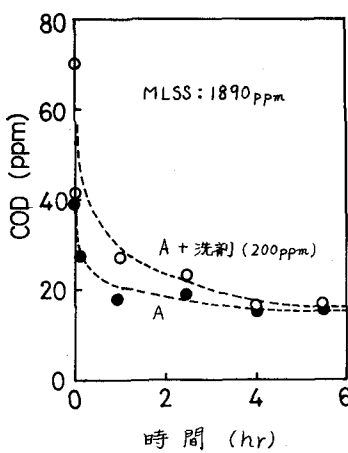
いずれにしても、A廃水に対して最終除去率62%という効率は、80～97%の効率を示しうる活性汚泥法の機能を十分に生かし得ていないといえる。表-2にはMLSSを低下せしめた場合の結果を示すが、MLSS 840ppmでも4時間曝気ではほぼ最終CODまで低下せしめうる。

表-2 A廃水の活性汚泥処理（COD変化）

MLSS hr	1870ppm	840ppm
0	39.3ppm	45.3ppm
2.30	20.4	20.5
4.00	16.3	15.6

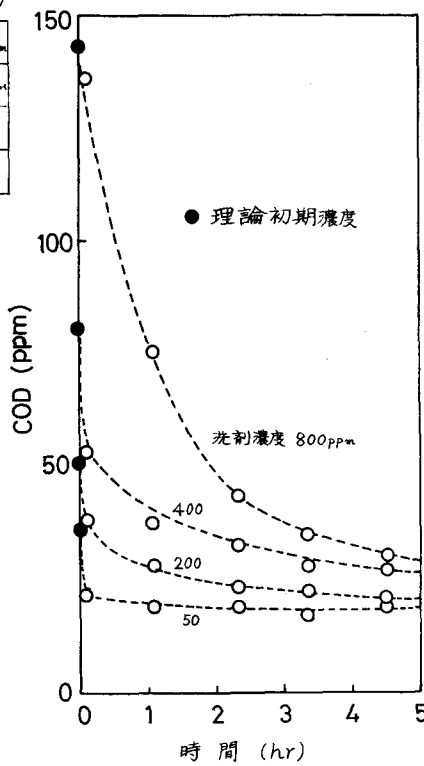
原廃水 COD：104ppm

図-1 A排水の活性汚泥処理



A系統排水についてはその主要汚染源の一つが洗濯場廃水であるが、廃水分析結果によれば洗剤自体がCOD、BOD源となっている。使用洗剤の成分は水分20%以下、遊離アルカリ0.2%以上、中性脂肪0.5%、アルコール不溶性物35%以下、純石けん分64%以上

図-2 洗剤の活性汚泥処理



つまり、石けん分中の脂肪酸を始めとして酸素消費物質は多い。ABS系中性洗剤は厨房その他で使用されているが、その量比は前者が格段に大きい。洗剤のCODは、重量濃度100ppmがCOD16ppmに相当したが、高級脂肪酸を含むため生物学的にはhardな成分も含む可能性がある。図-2には馴化汚泥による洗剤の処理結果を示す。洗濯場廃水平均洗剤濃度400ppmの2倍濃度であるとしても十分処理可能であり400ppm以下では初期除去の割合も相当大きい。ただし50~800ppmのいずれの場合においても、最終的には約20ppmのCODが残留しており、BOD値が一般にCODを上まわることからすると、生物学的にはhardな成分が残留している可能性がある。なを、洗剤使用最高濃度2000ppmでは、発泡、汚泥溶解が生じて処理不可能となる。

凝集沈殿処理

平均BOD 83ppmといった低有機性廃水に対しては活性汚泥法のもつ機能を十分に生かし得ない可能性があるが、B系統排水についてはなをこの事情が強調される。昨今水の高度利用の観点から下水の三次処理の必要性がうたわれているが、環境対策からの必要性も高ま。ており、凝集沈殿、ろ過、吸着、酸化池などについての検討が行なわれている。そこでA、B排水について凝集沈殿の効果を測定した。図-3によれば、A系統排水のCOD除去率は硫酸アルミニウム20~200ppmの範囲で28~55%程度であり、最適注入条件下でも20ppm近くのCODが残留する。濁度、色度を生物処理に比べて大巾に低下せしめうることが利点ではあるが、硫酸アルミニウム100ppmの注入条件では経済性に問題が残る。

A排水の凝集沈殿過程において洗剤がどのように挙動しているかを調べた結果が表-3である。洗濯場における洗剤洗工程排水を5倍(全工程平均化)希釈したものを対象としたが、COD145ppm、推定洗剤濃度約1000ppmのものである。バンド注入量200、800ppmで86%の除去率を示すが、残留CODは20ppmあり薬剤注入量の増加によっても残留CODは低下しない。しかし濁度、色度は大巾に低下し、200ppmでは濁度数度となる。この結果によれば、洗剤成分のうち溶解部分も含めて相当程度のCOD分を除去することが可能である。なを、洗剤濃度が高い場合には遊離アルカリの存在により、バンド注入に伴うアルカリ調整剤の注入量は少なくてすむ。

B排水はA排水よりもさらに汚染度が低く、浄化槽排水、外来及び職員食堂排水がその他の雑排水によって希釈された状態にあるので濁度、色度も低い。これを凝集沈殿処理した結果を表-4に示すが、COD除去率はバンド200ppmの条件下(アルカリ調整は水酸化ナトリウムによる。バンドの1/2量)でも40%強である。残留CODはバンド注入量の増加によって減少し、50ppm注入では14ppmであ。てA排水との質的相異を示している。特定の金属イオンを対象とするような化学沈殿処

図-3 A系統排水凝集沈殿処理

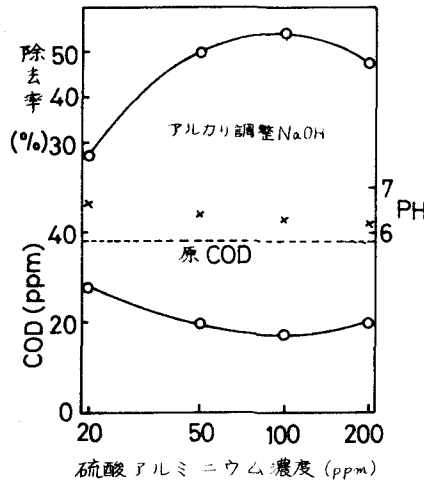


表-3 洗剤を含む廃水の凝集沈殿
原水COD 145ppm

硫酸アルミニウム(ppm)	残留COD(ppm)	除去率(%)	pH
100	106.6	26.4	7.58
200	20.0	86.3	6.42
800	21.0	85.5	4.22

理は別として、通常の金属水酸化物を利用する凝集沈殿は上水処理におけるように濁質除去に対しては高性能を示しうるが、溶解性の有機汚染物の除去性が低いことが難点である。処理の計画においては、溶解性有機物の質に対する配慮が必要であろう。

塩素酸化処理

溶解性有機物の占める割合は大きいが濃度としては低いB排水のようなものについては溶解物の化学的酸化の方法が考えられる。オゾンや塩素による酸化がそれぞれであるが、排出基準との関連において低除去性が認められる場合には経済的な方法ともなりうる。表-5には次亜塩素酸ソーダの過剰注入により、3時間後の残留CODを調べた結果を示すが、注入量に伴って除去性は向上するものの残留塩素の濃度も増大するため、経済的な問題とは別に過剰注入には制限がかけられる。注入濃度40 ppmでは残留塩素3.4 ppm、6%の除去率である。除去性有機物の質に存在することは言うまでもないが、B排水については浄化槽における分解過程を経てしかも残留するような有機物、いわばhardな有機物の占める割合が大きいものと推定される。

以上、低有機性であり一部阻害物を含むことを特徴とする廃水の処理法につき、本学における実際の計画を例として処理上の問題点について検討した。具体的処理計画はさらに排出基準、用地的問題などを含めた経済性をも考慮したうえで決まることであり、ここではふれない。

表-4 B排水の凝集沈殿処理
原水COD 21.2ppm

硫酸アルミニウム (ppm)	残留COD (ppm)	除去率 (%)	pH
20	17.8	16.1	7.25
50	14.3	32.8	7.00
200	12.0	43.4	7.38

5分急速 (120rpm), 20分低速 (20rpm)

表-5 B排水の塩素酸化処理
原水COD 24.7ppm

塩素注入濃度 (ppm)	残留COD (ppm)	除去率 (%)	残留塩素 (ppm)	塩素消費率 (%)
41	23.2	6.0	3.4	91.7
104	18.9	23.5	10.1	90.3
209	9.4	62.0	98.8	52.7

図-4 排水BOD時間変化

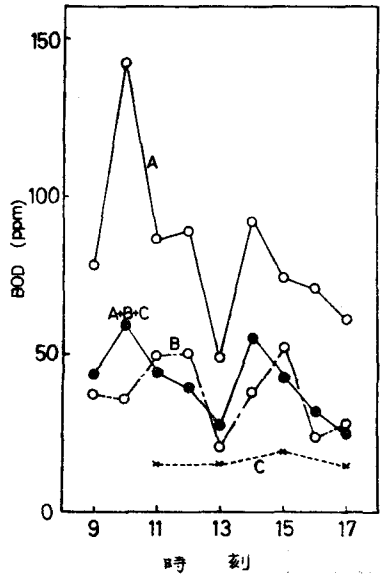


図-5 排水COD時間変化

