

II-610 化学凝集バイオリアクタ・接触曝気プロセスによる下水の高度処理

北海道大学工学部 清水達雄 丹保憲仁

○須賀雄一 工藤憲三

月島機械㈱ 濱口利男 中林 昭

1. はじめに

化学凝集嫌気性流動層バイオリアクタ（以下嫌気性流動層という）、接触曝気槽および砂ろ過プロセスから構成された下水処理システムがBOD成分だけでなく、窒素とリン化合物も同時に処理できるかどうかをパイロットプラント実験装置を用いて実験的に検討した。特に本研究では、各プロセスにおける種々の汚濁物質の除去機構とその除去に及ぼす水温の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験方法および実験装置

図1に示すパイロットプラント実験装置を札幌市創成川下水処理場に設置し、自動微細スクリーン（目開2.5mm）を通過した生下水を原水として用いて実験した。この処理システムは16.3ℓの混和槽、100ℓの嫌気性流動層、2段から成る接触曝気槽（50ℓ×2）および砂ろ過装置から構成されている。混和槽へ供給した生下水に無機凝集剤としてポリ塩化アルミニウム（PAC）を10mg/ℓとなるように連続的に注

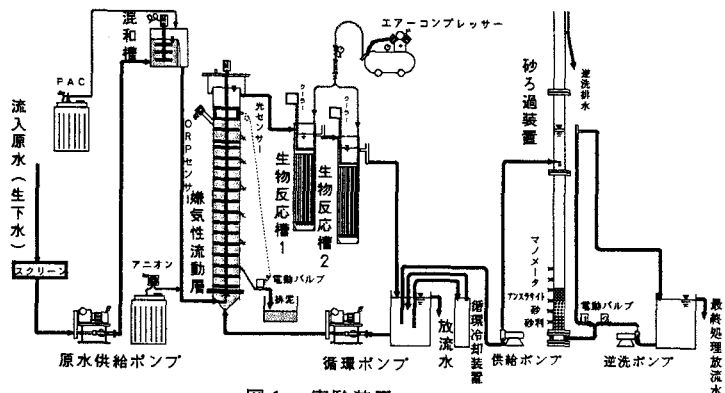


図1 実験装置

表1 流入下水の平均水質 (mg/ℓ)

TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	SS	TN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP	PO ₄ -P
250	60.3	135	35.2	194	33.7	21.4	0.01	3.76	0.96

入し、攪拌することによって微少フロックを形成させ、嫌気性流動層下部へ供給すると同時に弱アニオン性ポリマーを2mg/ℓとなるように添加し緩速攪拌を行い、流入下水中のSS、コロイドおよびリン成分などをフロック化させ、凝集汚泥として排泥口より引き抜いた。嫌気性流動層の高さは流動層上部の固液分離部に設置した光センサーを排泥ラインの電動バルブと連動させたON、OFF排泥制御によってほぼ一定に保持した。流動層最上部からSS濃度の極めて低い処理水がオーバーフローして接触曝気槽へ流入する。接触材としてハニカムチューブ（内径13mm）を充填した接触曝気槽プロセスを用いて、嫌気性流動層からの流出液を好氣的に処理し、主として溶解性BOD成分の酸化分解とアンモニアの硝化を行い、その硝化液を嫌気性流動層へ循環させて、硝化脱窒作用により窒素除去を行った。

本研究で好気性生物処理プロセスとして接触曝気法（生物膜法）を採用したのは①後段の好気性処理プロセスへのSS成分などの汚濁負荷が極めて小さいこと②本処理システムでは固液分離後の硝化液を嫌気性流動層へ循環させる必要があるため、活性汚泥法を採用すると、最終沈澱池の容量を大きくする必要があるが、接触曝気法ではその処理水をそのまま循環させることができるためである。

接触曝気プロセスからの処理水はアンスラサイト、砂、砂利で構成された砂ろ過装置でろ過を行い放流した。表1に本実験に用いた流入原水の主な汚濁成分の平均濃度を示す。

3. 実験結果

3-1 COD除去

図2は嫌気性流動層および接触曝気槽の滞留時間をそれぞれ2時間に設定して運転したときの水温と全COD_{cr}除去率との関係を示している。本実験で行った水温10℃以上では90%以上のCOD_{cr}除去率が得られた。すなわち流入原水的全COD_{cr}濃度は150~450mg/ℓと変動したが、最終的な放流水の

値は10～20mg/ℓの範囲にあり、極めて良好な処理水が得られた。図3は水温を20℃、15℃、10℃に設定して、懸濁性COD_{cr}および溶解性COD_{cr}がどのプロセスでどの程度除去されるかを示している。いずれの水温においても、嫌気性流動層プロセスにおいては、ほとんどのSS成分が除去されるので、懸濁性COD_{cr}濃度は極めて低い値であった。一方溶解性COD_{cr}も50～60%が除去されていることから、嫌気性流動層は物理化学的な凝集作用による汚濁物質の除去だけでなく、微生物分解作用も同時に行われていることが明らかになった。

3-2 窒素除去

図4に接触曝気プロセスにおける水温とアンモニア性窒素除去率との関係を示す。水温約18℃以上では概ね85%以上であり、NH₄-N濃度の平均値は約0.6mg/ℓであり、良好に硝化が行われた。しかし水温が15℃前後に低下すると、除去率は60～75%に減少し、10℃前後では25～50%となった。図5に嫌気性流動層における水温と脱窒率との関係を示す。水温18℃以上では残存するNO₃-NとNO₂-Nの合計濃度は0.1mg/ℓ以下となり、脱窒率は95%以上に達した。しかし、水温が15℃前後で60～70%、水温が10～12℃で30～60%に低下した。

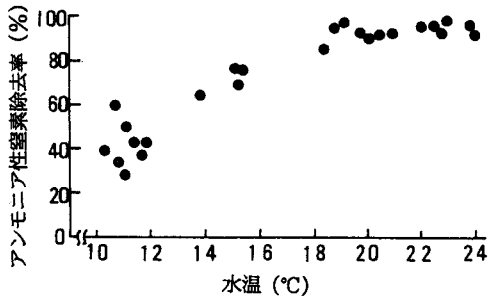


図4 水温とアンモニア性窒素除去率との関係

4. 考 察

本処理システムの窒素収支に基づいて、硝化脱窒により窒素除去が十分に行われ、全窒素除去率が80%以上の高水温時には、嫌気性流動層において排泥として約37%、脱窒によって約45%が窒素ガスとして大気中に放出されたものと考えられた。一方、水温が10℃前後に低下した場合には、排泥として35%が除去されるが、脱窒反応によって約20%としか除去されないことが考察された。

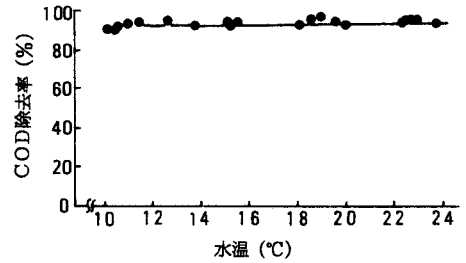


図2 水温とCOD除去率との関係

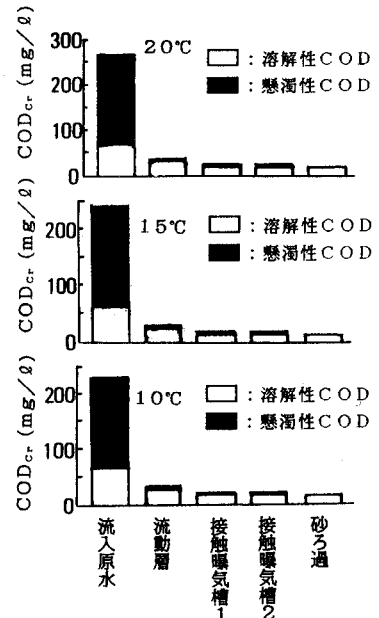


図3 各プロセスにおけるCOD濃度

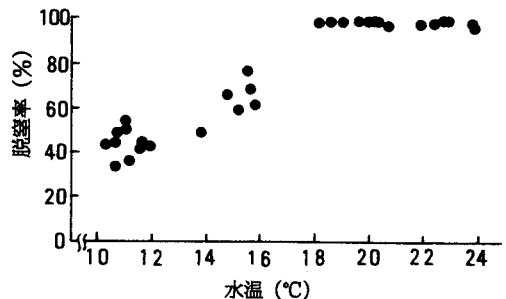


図5 水温と脱窒率との関係