

間欠曝気方式による有機物、窒素、リンの同時除去に関する研究

佐賀大学理工学部 ○学 山崎 績 学 野原昭雄
 正 荒木宏之 正 古賀憲一

1. はじめに

単一曝気槽で間欠曝気運転を行なうことは、有機物、窒素、リンの同時除去が可能、施設が簡単、運転操作が容易、などの理由により小規模下水処理法として有効な処理方式と考えられる。著者らは、これまで単一曝気槽での有機物、窒素、リンの同時除去に及ぼす間欠曝気条件の影響について種々の検討を加えてきた。本研究では、BOD-SS負荷を変えて、単一曝気槽での間欠曝気運転による有機物、窒素、リンの同時除去特性に及ぼすBOD-SS負荷の影響について検討を加えた。

2. 実験装置と実験方法

実験プラントは生下水受水槽、曝気槽、沈殿槽、制御装置で構成されている。曝気槽は高さ2.0m×幅1.0m×奥行き1.0m（有効容量1.5m³）の鋼製の矩形タンクである。沈殿槽は直径0.7m、高さ1.4m（有効容量0.29m³）の上向流式円形沈殿槽である。曝気装置は攪拌（インペラーによる機械攪拌）と酸素供給（ブローヤーによる供給）を独立して行えるものを用いた。流入下水には佐賀市公共下水道の汚水を用いた。水質分析用の試料として、流入下水については曝気槽流入口で、処理水については沈殿槽出口で、1時間に1回サンプリングをした24時間分のコンポジットサンプルを使用した。分析項目はBOD、T-N、T-P、NO₃⁻-N、NH₄⁺-N、PO₄³⁻-Pである。表-1に実験条件を示す。図-1にBOD-SS負荷と水温の経日変化を示す。BOD-SS負荷は0.05、0.1、0.15(kg/kg・day)とし、流量を変えることにより設定した。水温は制御していないので21℃～11℃の範囲で変化した。

表-1 実験条件

実験	サイクル時間 (min)	好気時間比	流量 (l/min)	BOD-SS負荷 (kg-BOD/kg-SS・day)	汚泥返送率 (%)	水温 (℃)	MLSS (mg/l)
RUN1	40.0	0.3~0.6	0.98	0.04~0.06	100	21~13	3500
RUN2	40.0	0.4~0.6	1.60	0.08~0.12	100	15~13	3500
RUN3	40.0	0.5~0.6	2.13	0.12~0.20	100	13~11	3500

3. 実験結果と考察

(1)SS除去 図示はしていないがSS除去率は全実験期間を通して80%~95%の良好な値が得られた。処理水の平均SS濃度は10mg/l程度であった。

(2) 有機物除去 図-2に、流入下水及び処理水のBODの経日変化を示す。RUN1、RUN2において有機物除去は安定しており、処理水BODは平均10mg/l、除去率は90%以上の良好な結果が得られた。RUN3ではBOD-SS負荷を高くしたこと、水温が12℃前後と低かったことから、処理水BODは45mg/l、除去率は80%程度と悪くなっている。また後述するように全窒素除去率も低下することから、脱窒に必要な有機炭素源として利用される有機物量が減少したことも、最終的な有機物除去率の低下に影響を及ぼしている。以上のことから間欠曝気を行

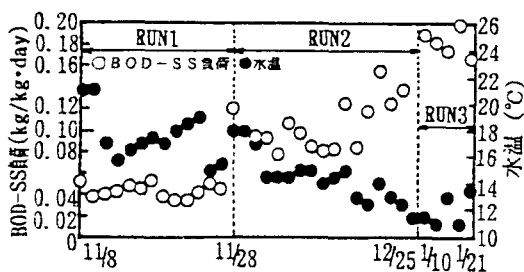


図-1 BOD-SS 負荷と水温の経日変化

なう場合には冬季の水温低下も考慮すると、BOD-SS負荷を $0.15(\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{day})$ 以下になるように運転すれば安定した高い有機物除去率が得られることが明らかになった。

(3)窒素除去 図-3にBOD-SS負荷と全窒素除去率の関係を示す。全窒素除去率は有機物負荷が高くなるとともに低下している。BOD-SS負荷を 0.05 としたRUN1では除去率が $70\sim 80\%$ となっている。除去率が 70% を下回る場合もあることやオキシデーションディッチの間欠曝気で得られている窒素除去率よりも平均的に低い除去率となっているのは、曝気量(DO)が不足し硝化が不十分であったためである。BOD-SS負荷が $0.15\sim 0.2$ の範囲において除去率は $30\sim 40\%$ とかなり低くなっている。これは水温が低かったことにより硝化速度が小さくなったことと、負荷を高くしたためSRTが短くなり硝化菌の流出が生じたためと考えられる。今回の実験では、全てのRUNにおいてDO不足で硝化が不十分となり、処理水中のT-Nの殆どはアンモニア態であった。同一の好気時間比でも空気量を増しDOを高めることにより、硝化を促進させることは可能であり、今回得られた結果よりも窒素除去率は平均的に高くなると期待される。いずれにしても窒素除去率は低水温と負荷の増大により低下しており、安全を見込めば、窒素除去に関してはBOD-SS負荷を $0.05(\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{day})$ 程度で運転するのがよいと考えられる。

(4)リン除去 図-4にBOD-SS負荷と全リン除去率の関係を示す。全実験を通して 70% 以上の除去率が得られており、本実験の場合、リン除去については負荷及び水温の影響は現われていないと考えられる。RUN2の初期では、運転条件を変更したため、好気時間比が安定せず、汚泥の自己分解や沈殿槽でのリン放出により除去率は 70% を下回ることがあった。これらのデータを除けば、リン除去率は負荷によらずほぼ安定しているといえる。

余剰汚泥引抜量から求めたリン除去量と流出入水の水質分析の結果から得られるリン除去量はほぼ一致しており、除去されたリンは全て余剰汚泥として系外へ排除されている。従ってリン除去からみれば有機物除去、窒素除去が十分に達成できる負荷範囲で運転すればよいといえる。沈殿槽内のDOは $0.1\sim 0.3\text{mg}/\text{l}$ であったが、曝気槽汚泥と沈殿槽汚泥のリン含有率には殆ど差はなく、沈殿槽でのリンの放出は認められなかった。

4. まとめ

単一曝気槽における間欠曝気運転による有機物、窒素、リンを同時に除去するための最適なBOD-SS負荷は、 $0.04\sim 0.06$ であることが明らかとなった。この条件において 90% 以上のBOD除去率、 70% 以上の窒素除去率、 70% 以上のリン除去率が得られた。本実験の示す範囲において、有機物、リンに対する負荷の影響は現われていない。窒素除去に関しては、SRTの減少から硝化菌の流出を生じ、除去率は低下した。

参考文献 1) 野原昭雄、荒木宏之、古賀憲一、堅山順二：間欠曝気方式による有機物、窒素、リンの同時除去、土木学会第45回年次学術講演会、平成2年

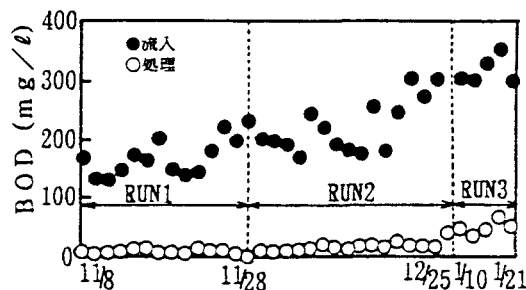


図-2 BODの経日変化

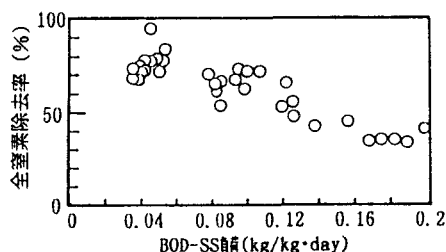


図-3 BOD-SS負荷と全窒素除去率の関係

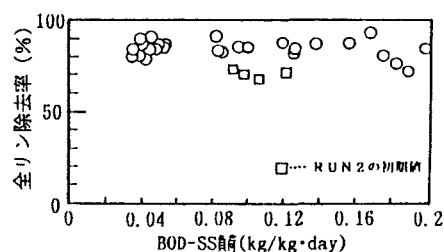


図-4 BOD-SS負荷と全リン除去率の関係