

立命館大学工学部

正員 藤井滋穂

学員 ○奥村豪彦

立命館大学大学院理工学研究科 中西康裕

常岡信希

1.はじめに

ステップフィード嫌気好気活性汚泥法は現状の施設で窒素除去率の向上可能な点から注目を浴びているが、処理性能に及ぼす影響因子が数多く存在する。筆者らは本法の操作因子であるステップ率、返送率等を変化させる室内実験を行い、窒素除去率へ影響する因子を検討し、知見を得たので報告する。

2.実験方法

実験装置は図1に示すように、直列式の生物反応槽(有効容量 16.2L)と最終沈殿池(有効容量 3.0L)で構成される。反応槽は無酸素(DN1,DN2)好気(N1,N2)の4槽に区分され、無酸素槽はスターで、好気槽は曝気により攪拌した。槽内水温は約20℃、MLSSは2000mg/L程度に設定し、

N槽内のDOはDN槽への持ち込み影響を見るために8.0mg/L前後と高く設定した。流入水には表1に示す人工下水を用い、DN1,DN2槽に合計0.8L/hrの一定流量で流入させた。実験は流入濃度の違いでRUN1,2に大別され、各RUNでは返送率をパラメータとした。さらにRUN1ではステップ率(流入水がDN1槽に分流される割合を称す)を25,50,75%で実施した(RUN2では50%のみ)。運転はあらかじめ同一条件で前培養した汚泥を装置(同型3基使用)に適用し、一昼夜以上通水しほぼ定常となった状態で採水を行ない、各態窒素、有機物、アルカリ度等を測定した。

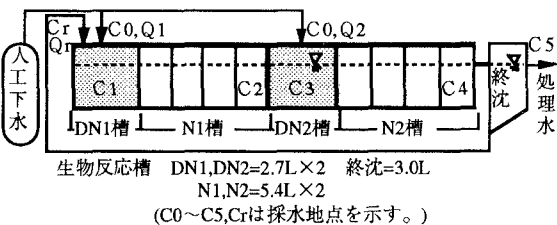


図1 実験装置

表1 人工下水水質(mg/L)

項目	RUN1	RUN2
T-N	16	43
NH4-N	11	27
BOD	86	198
アルカリ度	142	325

3.処理水質

図2に一連の実験で得られた処理水の成績を各ステップ率ごとに返送率との関連でグラフ化した。図のようにRUN2を除いてNO₃-Nが主成分であり、ほとんどのケースで90%以上を占めている。そのた

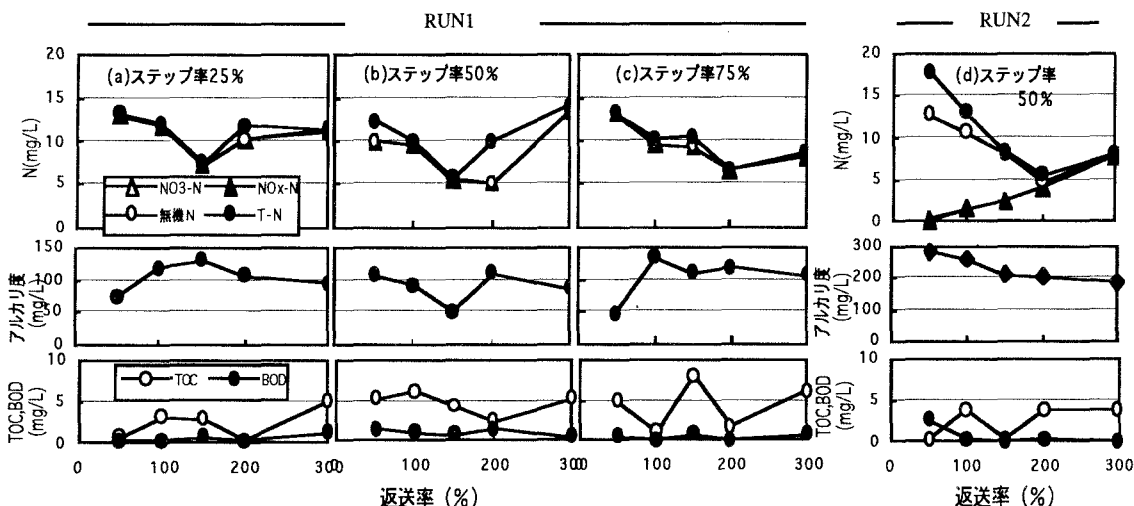


図2 処理水質濃度結果一覧

め T-N 除去率は処理水中の NO_3^- -N の濃度に大きく影響される。通常の AO 法の場合、循環率が高いほど脱窒槽へ返送される NO_3^- -N が増大するため、T-N 除去率が向上するといわれる。しかし本結果ではある返送率まではその傾向が認められるが、返送率約 150%~200% で NO_3^- -N の流出が最小となり、それ以降は逆に増大している。一方、流入濃度が高い場合(RUN2)には低返送率の時は NH_4^+ -N が主体であり、返送率を高めるに従い NO_x^- -N が増大している。また NO_x^- -N の増大に対応して T-N 自体も減少している。ただし 200% 以上の返送率で T-N は増加した。一方アルカリ度はこの NO_3^- -N、 NH_4^+ -N の変化と対応していることがよく分かる。すなわち NO_3^- -N が少ないほど、 NH_4^+ -N が残存するほど高くなっている。さらに TOC、BOD についても一応図示したが、これらはともに 5mg/L 以下と処理水ではほとんどみられず、有機物の除去は十分であったことが分かる。

4. 物質収支による脱窒量の算出

前記の考察でステップ率や流入水質に応じて T-N 除去のための最適な返送率があることが分かった。そこでその原因を検討するため T-N 除去の内、除去分物質収支より調べた。このため

NO_3^- -N に注目し、DN 槽での除去量を流出入負荷より算出し、その容量で割ることで脱窒速度を求めた。結果を図 3,4 に示す。

図より DN1 槽での脱窒速度はステップ率 25% の場合 1mg/L/hr 以下と少ないが、逆にステップ率 75% では、25% に比べ DN1 槽での脱窒量が明確に認められる。一方 DN2 槽での脱窒速度はこの逆の傾向がある。このことは下水の流入量を片方に偏らせると流入の少ない DN 槽で脱窒反応のための有機物が不足し、脱窒量が減少することを示し、その割り振り(ステップ比)が重要であることが分かる。ただしステップ率 25% の DN2 槽、75% の DN1 槽ともその速度は返送率に比例していない。

これら低濃度の場合に比べ高濃度流入の RUN2(ステップ率 50%)では明確な傾向が認められ、両 DN 槽ではほぼ均等に脱窒され、また返送率を上げることで脱窒量が増加している。これは図 3 の(b)と全く違う挙動を示し、同じ操作条件であっても流入濃度の違いによって特性が変化していることが分かった。

これら窒素の物質収支でも RUN1 では返送率増大による脱窒量増加の効果が認められなかった。これは一つには好気槽の DO の嫌気槽への持ち込みの影響が考えられる。ここでこの量を計算すると N1 槽の DO は約 8mg/L であるので DN2 槽への負荷は 50, 150, 300% でそれぞれ 2.5, 8mg/L/hr となる。DN2 槽への BOD 負荷速度は RUN1 では 13mgBOD/L/hr となり、DO の次槽への持ち込みが高返送率の場合無視できない。これよりこのことが高返送率で逆に T-N 除去率が減少した理由と考えられる。

5. まとめ

本研究ではステップフィード嫌気好気活性汚泥法においてステップ率、返送率を組合わせた操作条件で実験を行い、その処理特性を比較し、物質収支よりその要因を検討した。この結果以下の知見を得た。

- (1) 脱窒量は流入水の割り振りに大きく影響され、両 DN 槽で除去させるためには 50% 程度が望ましい。
- (2) 同じ操作条件であっても流入濃度の違いによって処理特性が変化する。
- (3) 返送率の増大は T-N 除去を向上させるが 150~200% 以上にした場合に減少する。その原因は好気槽の嫌気槽への持ち込みによる DO が高すぎることにある。

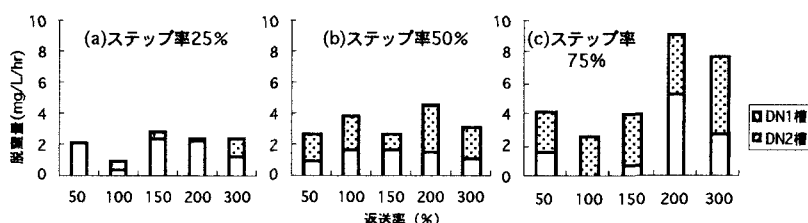


図3 返送率の各DN槽での脱窒量への影響

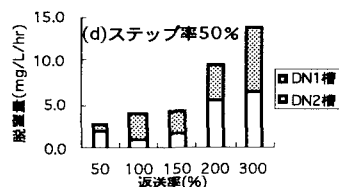


図4 返送率の各DN槽での脱窒量への影響 (RUN2)