

II-477

流入下水の有機物／全窒素比が生物学的窒素除去に及ぼす影響

一硝化・内生脱窒法の場合一

建設省土木研究所 正員 森山克美

浜松市下水道部 三好郭仁 原田良誠

1. はじめに

生物学的窒素除去法として、現在実用化されているプロセスの多くは、脱窒反応に必要な有機炭素源を流入下水に求めている。このため、これらのプロセスでは、メタノール添加を前提とした窒素除去法におけるメタノール濃度／ $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度比等とは異なる視点から、有機物量を管理する必要がある。本研究では、流入下水の有機物／全窒素比（以下C／N比と記す。）をこの管理指標として考察した。流入下水中有機物の脱窒反応における利用形態、各種プロセスの推奨されるSRT値、MLSS濃度等により、プロセス毎に適切なC／N比は異なると考えられる。本研究は、硝化・内生脱窒法を対象とし、C／N比の違いが本法の窒素除去率および処理特性一般に及ぼす影響をパイロットプラント実験により検討したものである。

2. 実験概要

実験では、C／N比が最初沈殿池（以下、初沈）の沈殿効率あるいは初沈の有無により支配され则认为、代表的条件として、初沈がない処理系（初沈無系）と初沈を設けた処理系（初沈有系）を採用した。

2-1 実験装置 図-1に実験装置を示す。実験には同一の装置を2機用いた。初沈無系では初沈を使用せず生下水を生物反応槽への流入原水とし、初沈有系では初沈を設置し、その初沈流出水を流入原水とした。A～E槽は、各100ℓの容量である。

2-2 実験条件 実験に用いた下水は、生活排水を処理する下水処理場（初沈は無い。）の流量調整槽流出水である。実験は、1988年4月より5ヶ月間行われた。両系列とも硝化槽A、Bの曝気量は、硝化槽BのORP値が一定となるよう自動制御された。硝化効率が初沈の有無に関係なく同一でないと、初沈の有無が脱窒効率に及ぼす影響を適切に評価できない。このため、各系列で「B槽で $\text{NH}_4\text{-N}$ を0.5mg／ℓ程度残留するORP値」として、B槽 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の推移状況を観察しつつ、適宜ORP設定値を修正した。脱窒槽C、D槽は攪拌機により緩速攪拌した。初沈の水面積負荷は14 $\text{m}^3\text{/m}^2\text{日}$ 、滞留時間1.1時間であった。その他、生物反応槽滞留時間20時間、汚泥返送比100%、MLSS3000mg／ℓとした。

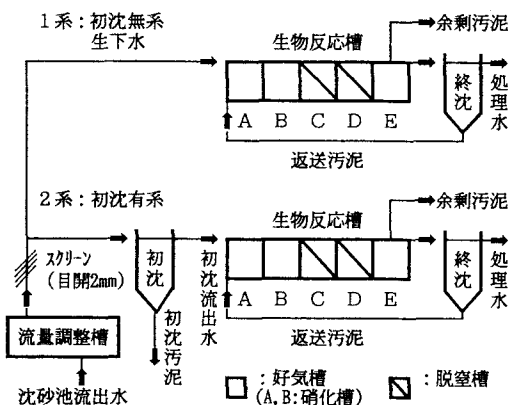


図-1 実験装置概要

表-1 維持管理結果（平均値）

項 目	1系 初沈無系	2系 初沈有系
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	0.170	0.096
T-N負荷 (kg/kgSS・日)	0.040	0.034
余剰汚泥発生量 (g／ℓ)	38.2	27.9
SRT (日)	32	45
SAT (日)	13	18
MLSS (mg／ℓ)	2,900	3,000
B槽ORP値 (mV)	140*	130*
*: 平均値 [最小～最大]	[125～150]	[125～150]
T-N除去率 (%)	89	73

表-2 処理結果（平均値、単位：mg／ℓ）

水質項目	生下水	初 沈 流出水	初沈無系 処理水	初沈有系 処理水
水 温 ℃	23	23	23	23
pH	7.0	7.1	7.0	6.7
アルカリ度	140	130	60	40
SS	270	96	15	12
COD	65	49	10	9.5
BOD	170	94	8.3	7.5
TOC	150	86	21	18
D-COD	32	31	7.8	7.0
D-BOD	46	42	2.6	2.9
D-TOC	49	46	11	7.9
T-N	40	32	4.2	8.6
D-T-N	25	25	3.7	8.0
$\text{NH}_4\text{-N}$	18	19	1.0	1.3
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.2	0.1	1.5	5.6
Orp	21	13	1.5	1.5
T-P	6.8	5.2	2.7	2.6
$\text{PO}_4\text{-P}$	2.0	1.9	2.3	2.5

3. 実験結果と考察

3-1 処理結果 表-1に維持管理結果、表-2に処理成績を示す。表-1によると初沈無系のBOD-SS負荷は初沈有系の約2倍弱であった。初沈無系のT-N負荷は、約1割高い程度であった。また、初沈で除去されるSS成分がBOD値の約50%を占め、窒素のほとんどは溶解性であることが分かる。

本実験では、両系列とも設定MLSS濃度を3000mg/lとした。この濃度を維持するには、同表に示されるように、初沈無系、有系でSRT、SAT、余剰汚泥発生量に差が生じた。これは流入原水中に含まれるSS濃度が表-2に示するように生下水、初沈流出水で異なるためである。両系列において硝化菌の増殖に必要なSRT、SATは確保されていた。

T-N除去率は、初沈無系の方が89%であり、端的には、有機物/全窒素比の高い条件が窒素除去に適していることが示された。

3-2 流入水水質 図-2に生下水と初沈流出水のBOD、TOC、図-3にT-Nの分析結果を示す。BOD、TOC濃度は、生下水と初沈流出水で約2倍の差となっている。一方、初沈流出水のT-N値は生下水の約8割であった。

3-3 窒素除去 両系列の処理水に残留する $\text{NH}_4\text{-N}$ は両系とも1mg/l程度であり硝化効率は同様であった。このため図-3の処理水T-Nのほとんどは $\text{NO}_3\text{-N}$ であり、初沈有系では脱窒反応が窒素除去を律速しているといえる。

図-4にBOD/T-N比と除去率の関係、図-5にTOC/T-N比と除去率の関係を示す。表-2にも示されたように、初沈を設けることによりT-N除去率が平均で約20%低下することが認められる。

両系のC槽（第1脱窒槽）、D槽（第2脱窒槽）汚泥を用いた回分実験により（内生）脱窒速度を求めた。結果を図-6に示す。初沈無系ではC、D槽で同程度の速度であるのに対し、初沈有系ではD槽の値がC槽の値より更に低下していることが分かる。

4. おわりに

流入下水の有機物/全窒素比が硝化・内生脱窒法の窒素除去率および処理特性に及ぼす影響について、パイロットプラント実験を実施した。その結果、有機物/全窒素比の高い条件、すなわち最初沈殿池を設けないほうが、本法に適していることが明らかとなった。本研究の結果は、生物学的窒素除去プロセスにおける初沈の有無、あるいは、初沈の沈殿効率、施設仕様諸元は、BOD除去を目的としたプロセスの初沈とは異なる視点から考慮する必要があることを示している。

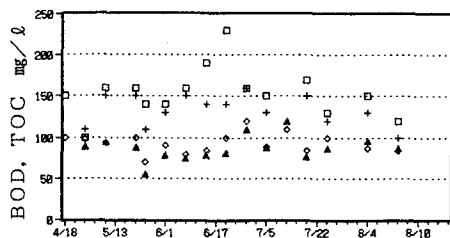


図-2 最初沈殿池の有無によるBOD、TOCの比較

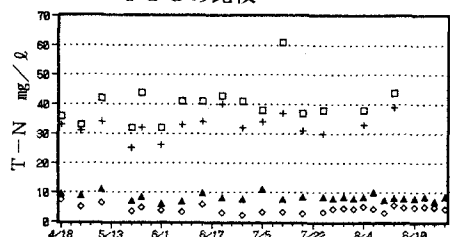


図-3 最初沈殿池の有無によるT-Nの比較

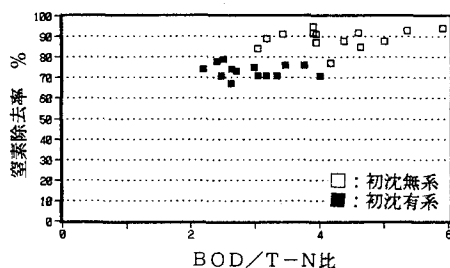


図-4 BOD/T-N比と窒素除去率の関係

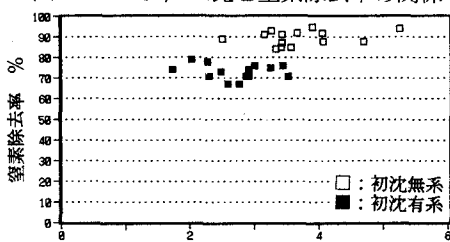


図-5 TOC/T-N比と窒素除去率の関係

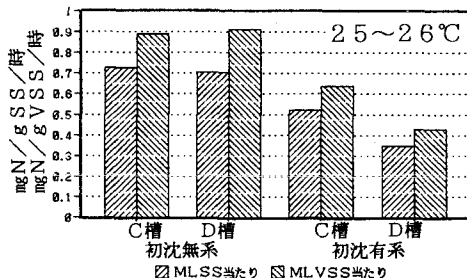


図-6 脱窒速度の比較