

II-488 活性汚泥の性状決定支配因子に関する研究(その1 SRT制御の意義について)

日本大学大学院 学生員○莊司 周夫
日本大学理工学部 正会員 松島 睦

1. はじめに

活性汚泥法の運転上の基本操作因子としてSRTがある。本研究は、SRT制御による活性汚泥の炭素と窒素の代謝特性と汚泥性状に関するものである。ここでは基質の比摂取速度に基づいて、SRT制御の意義について検討する。その結果、SRT制御とは、窒素に対する活性汚泥の摂取速度を制御する意味があると考えられる。以下にその内容を試験結果と合わせて報告する。

2. 試験方法

試験装置は曝気槽容積9ℓの完全混合連続型装置である。運転上の初期条件は表-1に示した。窒素負荷の影響については、基質中への尿素の投入量を増減調節して2段階とし、H-N系基質とL-N系基質の2つについて検討した。

3. 考察及び試験結果

本研究では、細胞内での生化学反応における重要な基本成分としてC、Nの二元素について検討した。これらの成分の代謝については、物質収支の概念に基づく物質摂取(利用)速度の面から考察し、SRTとの関係について、試験結果ともあわせて検討した。エネルギー源となる炭素は全有機炭素(TOC)を算定ベースとした。また窒素は全窒素(TN)で表示した。

完全混合型活性汚泥法における微生物の全有機炭素と全窒素の摂取速度の内容と物質収支式について以下のように仮定する。⁽¹⁾

$$U(TOC)_T = U(TOC)_{SLD} + U(TOC)_{ENG} \quad (1)$$

$$U(TN)_T = U(TN)_{SLD} + U(TN)_{DN} \quad (2)$$

ここに、 $U(TOC)_T$: TOCの全比摂取速度、 $U(TOC)_{SLD}$: 活性汚泥の組成用TOC比摂取速度、 $U(TOC)_{ENG}$: エネルギー生成用TOC比摂取速度、 $U(TN)_T$: TNの全比摂取速度、 $U(TN)_{SLD}$: 活性汚泥の組成用TN比摂取速度、 $U(TN)_{DN}$: 比脱窒素速度、を意味する。

式(2)において、嫌気工程を含まない好気的生物処理工程においては、脱窒素現象は起こらない [$U(TN)_{DN}=0$]、そして摂取された窒素のすべてが同化されたとして、次式のように変形される。式中の添字SLDは揮発性固形分、SUBは基質を意味する。

$$U(TN)_T = \left(\frac{N}{C}\right)_{SLD} \cdot \{U(TOC)_T - U(TOC)_{ENG}\} \quad (3)$$

式(3)を変形して、エネルギー生成用に利用されるTOCの酸化量の関係式を導き、さらにエネルギー生成用に利用されるTOCの酸化率(E_{TOC})として整理すると、

$$(E)_{TOC} = 1 - \left(\frac{C}{N}\right)_{SLD} \cdot \frac{U(TN)_T}{U(TOC)_T} \quad (4)$$

$$= 1 - \left(\frac{C}{N}\right)_{SLD} \cdot \frac{1}{(TOC/TN)_{SUB}} \quad (5)$$

式(5)より、L-N系基質はH-N系基質に比べて $(TOC/TN)_{SUB}$ の値が大きくなるので、酸化率(E_{TOC})が高くなる。つまり基質の (C/N) 比が大きい(窒素の負荷が小さい)ような場合は酸化率が高くなる。このことは、図-1からも確かめられ、TOCの酸化率は基質 (C/N) 比の影響を強く受けると考えられる。又、式(4)より、

$$U(TOC)_T = \left\{ \frac{1}{1 - (E)_{TOC}} \right\} \cdot \left(\frac{C}{N}\right)_{SLD} \cdot U(TN)_T \quad (6)$$

ここで、(TOC)を基質成分とする場合の基質比摂取（利用）速度をSRTの基本式に用いると次のように示される。

$$\frac{1}{(SRT)} = Y_{TOC} \cdot U(TOC)_T - k_d \quad (7)$$

ここに、 k_d は自己酸化分解速度係数であり、 Y_{TOC} は(TOC)で換算される収率係数である。式(6)と式(7)を組合せた関係式を次に示す。

$$\frac{1}{(SRT)} = Y_{TOC} \cdot \left\{ \frac{1}{1 - (E)_{TOC}} \cdot \left(\frac{C}{N} \right)_{BLD} \cdot U(TN)_T \right\} - k_d \quad (8)$$

式(7)よりSRT制御とは、反応槽内での基質比摂取速度を一定にすることであるといえる。定常状態において、基質(C/N)比が一定であるとすれば(E)_{TOC}には大きな変動が生じないと仮定でき、式(8)より、SRTが活性汚泥の窒素摂取速度の関数となることが考えられる。つまり、設定SRTが大きい場合 $U(TN)_T$ は小さく、逆に設定SRTが小さくなる場合 $U(TN)_T$ は大きくなる。このことは図-2、図-3の結果からも理解される。図中のデータは、試験期間1～2週間での経日データを平均したものである。(E)_{TOC}の値は式(4)によって求めた。

窒素の負荷が小さく、従って基質(C/N)比が相対的に大きくなり、酸化率(E)_{TOC}が高くなる場合、SRTに及ぼす $\{1 / 1 - (E)_{TOC}\}$ の項の影響が大きく、一方、基質(C/N)比が小さい場合には、(E)_{TOC}が比較的小さく、SRTに対して $U(TN)_T$ の影響が大きいと考えられる。このことは図-2に示されている傾向であり、H-N系基質においてはSRTの大小による $U(TN)_T$ の相違がL-N系基質に比較してより明確な傾向になっている。

4. むすび

SRT制御が活性汚泥の窒素の比摂取速度を制御する操作因子であると考えられる。又、活性汚泥の酸化率を決定する重要なパラメーターである基質(C/N)比は、活性汚泥の窒素の摂取速度にも大きく影響を及ぼす結果となった。従って、基質(C/N)比は活性汚泥の性状決定支配因子として極めて重要であると考えられる。

文献

(1) 松島：リン摂取に及ぼす窒素の影響、土木学会第42回年講Ⅱ-800, 1987, 9

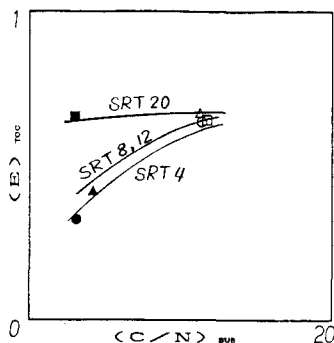


図-1

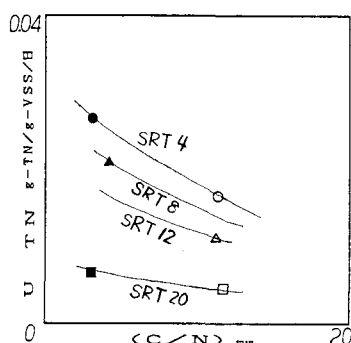


図-2

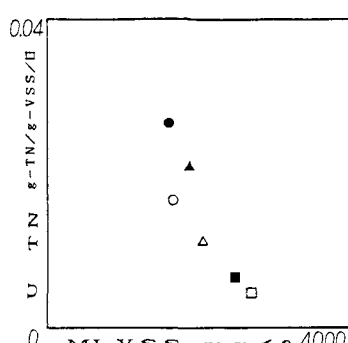


図-3

表-1

人工下水の成分及び運転上の初期条件

人工下水	TOC (mg/l)	T-N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	設定 SRT (days)	滞留時間 (V/Q) (hours)	返送比 (%)	水温 (℃)
H-N系	120	27 ~ 31	23 ~ 31	4 ~ 7	4 8 20	8	30	20
L-N系	130 ~ 150	9 ~ 11	6 ~ 9	5 ~ 7	4 12 20	8	30	20

凡 例

●	H-N系基質	SRT 4日
▲	H-N系基質	SRT 8日
■	H-N系基質	SRT 20日
○	L-N系基質	SRT 4日
△	L-N系基質	SRT 12日
□	L-N系基質	SRT 20日