

宮崎大学工学部 〇学 間宮健正 正 石黒政儀
宮崎大学工学部 正 渡辺義公 正 増田純雄

表-1 回転円板実験装置諸元

円板枚数	20枚	槽内容積	4.0 l
円板直径	16cm	円板面積	0.82m ²
円板厚	0.5cm	回転数	14rpm
円板間隔	1cm	浸漬率	50%

表-2 実験条件

	添加有機物	C/N	Temp.	D.T. (h)
Run-A	CH ₃ OH	0-15	30°	4.3
Run-B	HOCH ₂ CH ₂ OH	0-17	30°	4.3
Run-C	CH ₃ COONa	0-17	30°	4.3
Run-D	HCOONa	0-36	30°	4.3

表-3 各種有機炭素源の拡散係数および生物分解速度

	拡散係数 (cm ² /s)	mgCOD/ghr
CH ₃ OH	1.931×10^{-5}	-
C ₆ H ₁₂ O ₆	7.536×10^{-6}	180.0
HCOOH	1.931×10^{-5}	-
CH ₃ COOH	1.457×10^{-5}	-
HOCH ₂ CH ₂ OH	1.357×10^{-5}	41.7

1 はじめに 筆者らは先に埋立地浸出汚水および尿脱離液を回転円板法により処理し、実廃水の場合でも硝化部脱窒現象が起ることを報告した¹⁾。しかしこれら実廃水はすでに生物分解過程を経ているので、有機炭素源が不足、あるいは残存有機物の大部分が生物難分解性であるために硝化部脱窒現象はあまり期待できない。筆者らは硝化部脱窒に有効な有機炭素源の研究を継続中である。本文では埋立地浸出汚水に数種の有機物を添加した場合の硝化・硝化部脱窒と S/N 比の関係および有機物の特性について考察を加えて報告する。

2 実験装置および実験条件 実験装置は表-1に示すような諸元の完全混合型の回転円板槽を用い、流入流量を一定(157ml/min)に固定した。原水は宮崎市萩の台埋立地浸出汚水を用い、表-2に示すような各種有機物を添加した実験を行った。なお S/N 比のコントロールは有機物濃度を変化させて行った。表-3に各種有機物の25℃における水中の拡散係数(Wilk and Changの式より計算)と生物分解速度を示す。但し、酢酸ナトリウム、ギ酸ナトリウムはそれぞれ酢酸、ギ酸の拡散係数である。

3、実験結果および考察 図-1, 2に S/N 比と硝化・硝化部脱窒率の関係を示す。図-1のメタノール添加の場合は S/N 比が7以下では硝化部脱窒は有機源律速であり、 S/N 比=7で最大脱窒率が得られる。 S/N 比が7よりさらに高くなると生物膜表面に他栄養性細菌が層状に厚く増殖し、硝化が酸素律速となるため硝化部脱窒率も硝化と伴に減少する。図-2のエチレングリコール添加の場合は図-1と異なり硝化部脱窒率は S/N 比が2付近で最大となりその後 S/N 比が高くなってもメタノールの場合に見られた/厚い他栄養性細菌層が形成されないため硝化は酸素律速とならず、硝化部脱窒率もほとんど減少しない。図-3にメタノールとエチレングリコールのBOD曲線を示す。図のようにメタノールの生物分解速度が大きいので他栄養性細菌が増殖する。このためメタノールは生物膜表面で酸化される割合が高く S/N 比が7とエチレングリコールに比べて高い領域で硝化部脱窒率が高くなる。エチレングリコールはメタノールに比べて難分解性であるために表面であまり酸化されず、低い S/N 比で有機源が嫌気性層まで拡散し、硝化部脱窒率が急激に増加する。このことから、エチレングリコールは好氣的には難分解性物質であるが嫌氣的には分解しやすい物質であることも推定される。BOD曲線はあくまで好氣的生物分解性を示したものの

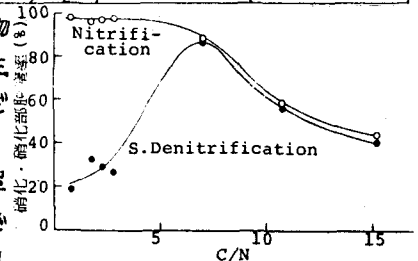
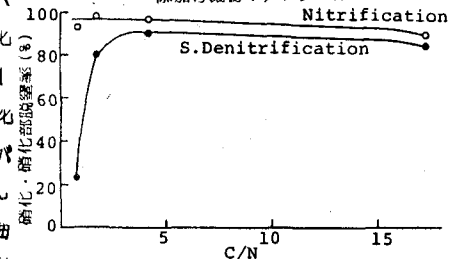
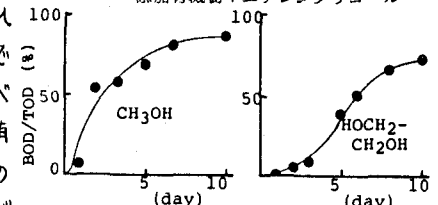
図-1 C/N比と硝化・硝化部脱窒率の関係
添加有機物: メタノール図-2 C/N比と硝化・硝化部脱窒率の関係
添加有機物: エチレングリコール

図-3 BOD-時間曲線

あり脱窒反応における有機物分解性の直接的な指標とはなり得ないと思われる。図-4, 5はそれぞれ酢酸ナトリウムとギ酸ナトリウムを添加しC/N比を連日変化させた非定常下でのC/N比と硝化・硝化部脱窒率の関係である。C/N比を増加させた場合(往路)とC/N比を減少させた場合(復路)で結果が違ふ。硝化率は復路で低率となるがこれは生物膜表面に他栄養性細菌が増殖したために硝化が酸素律速となるからである。図-4の酢酸ナトリウム添加の場合は表面に他栄養性細菌が厚く増殖しC/N比が高くなるにつれて糸状菌も大量発生した。よって酸素律速度も高く硝化率は往路の値へ回復しない。しかし図-5のギ酸ナトリウムの場合は他栄養性細菌が表面にあまり付着しないために復路での硝化の阻害は小さく往路の値への回復も早い。これは図-6の酢酸とギ酸のBOD曲線を比較すると理解できる。10日目のBOD/POD値はほとんど同じだが酢酸の方は初期の生物分解速度が大きいので生物膜表面でほとんど酸化されてしまう。一方硝化部脱窒率は往路で曲線が急激に立ち上るまでは有機源律速であり、復路では硝化の曲線と分離するまで硝化が律速となりその後は再び有機源律速となる。復路での硝化部脱窒率が往路に比べて高率である原因は、往路では生物膜が生育途上であったためと、復路では生物膜内にある程度の有機物の貯留があったためと考えられる。これは図-7からも推察できる。同図は図-1, 2でC/N比が最高の時に有機物添加を停止してその後の経日変化を示したものである。図のように硝化部脱窒率は急激に低下せず1日ないし2日間は貯留有機物による脱窒が生じる。図-5のギ酸ナトリウムは他の有機物と比べてC/N比の高い領域で硝化部脱窒が起こるが、これには2つの原因が考えられる。1つは“ギ酸のBOD曲線はエチレングリコールのものと類似しているように好氣的に難分解性であり、かつ脱窒菌にとっても難分解性である。”²⁾に“生物分解性が低いために他栄養性細菌と硝化菌が層状にならず混在して厚い好気性ゾーンを形成する。このため有機物の液本体濃度が高くなければ嫌気性層まで拡散しない。”この2つの原因に関しては現在検討中である。

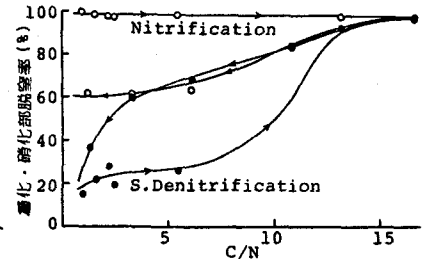


図-4 C/N比と硝化・硝化部脱窒率の関係
添加有機物：酢酸ナトリウム

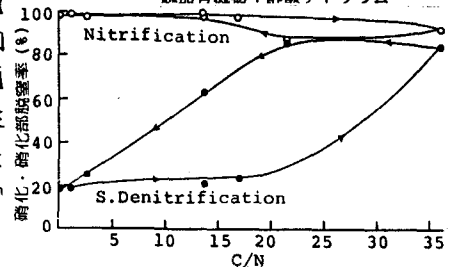


図-5 C/N比と硝化・硝化部脱窒率の関係
添加有機物：ギ酸ナトリウム

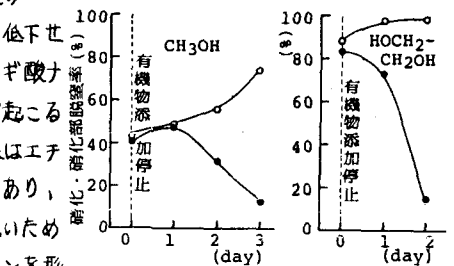
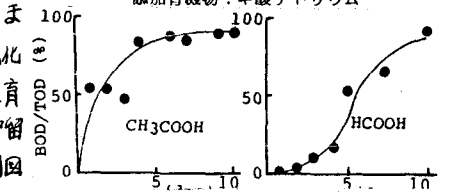


図-7 有機物添加停止後の経日変化

4 おわりに 本研究の結果を総合すると硝化部脱窒における有機源は、その拡散係数、好気性他栄養性細菌による分解性、嫌気性脱窒菌による分解性によって有効性を知らることができると考えられる。形成される生物膜の性状も上記の3つの因子によって次のように分類される。すなわち①表-3に示したグルコース⁵⁾や酢酸ナトリウムのように糸状菌が大量に発生するもの、②メタノールのように層状に他栄養性細菌が付着するもの、③エチレングリコールやギ酸ナトリウムのように好気性他栄養性細菌による分解性が低く生物膜表面にほとんど他栄養性細菌が付着せず硝化菌と混在するもの、の3性状である。本実験では好氣的、嫌氣的にも分解性がよいと推定されるエチレングリコールが有機炭素源として最も有効であった。

参考文献

- 1) 石黒政雄, 増田純雄, 岡宮健二, 廣和理, 池田清, 水本あはし, 尿脱窒率による硝化部脱窒に関する研究, 1981. 2. 15 土木学会西部支部発表講演集, pp. 193~194
- 2) P. Pitter, "Determination of Biological Degradability of Organic Substances" Water Reserch, Vol. 10, NO. 3, pp. 231~235, 1976
- 3) 佐倉正典, 山口博子, 工場廃水に含まれる有機炭素の生物硝化の可成性, 下水道協会誌, Vol. 2, NO. 11, 1965, pp. 20~33
- 4) 岡沢和彦, 各種有機物の生物分解性, 1966, 日本工業研究討議会議論文集, pp. 1~10