

大和設備工事（株）○荒井哲雄、新井忠男、李建華、湯沢恩
群馬大学工学部 黒田正和

1. はじめに

早期に処理機能を安定して維持するための生物膜の固定化方法の検討は、バイオエレクトロ法の実用化に向けた、重要課題の一つである。本研究は、ばっ気、通電、流入 BOD/NO₃-N 比などのパラメーターを変化して馴養した微生物膜電極による脱窒実験を行い、脱窒速度に与える上記各馴養条件の影響について検討した。ついで、ばっ気馴養条件下について、BOD 負荷、DO 濃度、流入 BOD/NO₃-N 比が脱窒速度に及ぼす影響についても検討を加えた。

2. 実験方法

2. 1 実験 1：ばっ気、通電および流入 BOD/NO₃-N 比の影響

(1) 実験装置

試験槽は、生活排水を嫌気・好気処理している実処理装置の放流先に図 1 に示す試験槽を 4 槽並列に設置した。試験槽の有効容量は 62 l、電極は炭素平板を用い、陰極の比表面積は 33 m²である。

(2) 供試排水

供試排水 A は実処理装置の嫌気槽流出水と好気処理水を混合したもの、供試排水 B は好気処理水とした。表 1 に本実験期間における供試排水の平均水質を示した。

(3) 馴養方法

1) BER1：供試排水 A を連続流入し、電流密度 1 A/m²で、ばっ気馴養した。

2) BER2：通電せずに、BER1 と同様に馴養した。

3) BER3：嫌気性消化汚泥を槽内濃度 3000mgTS/l に調整し、供試排水 A を用い、電流密度 1 A/m²で、静止・流入（同時流出）・嫌気攪拌の回分操作で馴養した。NaOH による pH 調整を行った。

4) BER4：供試排水 B を用いた以外は BER3 と同様に馴養した。

(4) 脱窒条件

実験開始から、BER1 および BER2 では 3 4 日目より、BER3 および BER4 では 6 7 日目より、供試排水

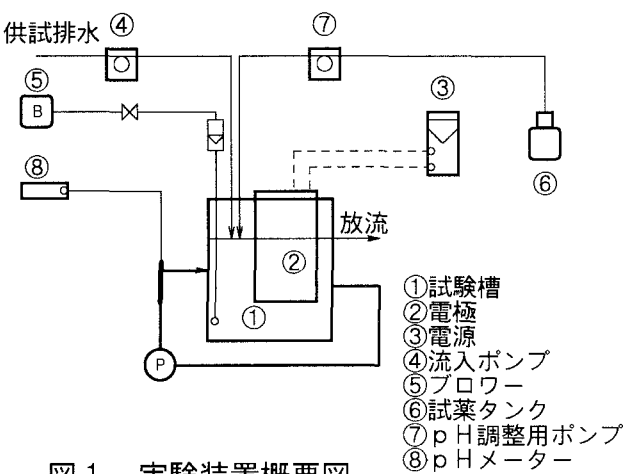


図 1 実験装置概要図

表 1 供試排水の平均水質

	供試排水 A	供試排水 B
pH (-)	6.8	6.7
BOD (mg/l)	45.2	6.2
TOC (mg/l)	27.7	12
IC (mg/l)	24.4	2.6
T-N (mg/l)	22.2	23.1
NH ₄ -N (mg/l)	13.4	2.8
NO ₃ -N (mg/l)	7.6	19.0
TS (mg/l)	410	420
VS (mg/l)	130	150
TS-VS (mg/l)	280	270
BOD/NO ₃ -N	6.0	0.3

Bを連続流入させ、電流密度を0.5および1.0 A/m²、NaOHによるpH調整下で実験した。

2. 2 実験2：ばっ気馴養でのBOD負荷、DO濃度および流入BOD/NO₃-N比の影響

比表面積、電極材質および形状などは実験1と同一で、有効容量が1.5 lの試験槽に合併処理浄化槽の固液分離槽上澄水（BOD濃度70～140mg/l）を、HRT 6および12時間で流入させ、無通電で馴養した。DO濃度を3 mg/l以下に抑制したBER8の実験では、供試排水にNO₃-N濃度が40mg/lになるように硝酸ナトリウムを加えた（BOD/NO₃-N比=2.2）。脱室実験では合併処理浄化槽の処理水（BOD=6.3mg/l、NO₃-N=21.1mg/l、BOD/NO₃-N比=0.3）を供試排水とし、電流密度は1 A/m²とした。

なお、微生物固着量および無機塩量については、あらかじめ槽内に設置した試験片から汚泥を剥離し、その強熱減量（VS）および強熱残留物（TS-VS）を測定し、前者を微生物固着量、後者を無機塩量とした。

3. 結果および考察

3・1 実験1

微生物固着量および無機塩量の経日変化を図2および図3に示す。初期微生物固着速度は、ばっ気を行ったBER1とBER2が、ばっ気を行っていないBER3とBER4に比べ大きく、また、通電の有無のみを変えて馴養したBER1とBER2を比較してみると、通電無しのBER2がBER1に比して大きい。無機塩量は、通電したBER1がBER2に比べ多くなっている。これらの結果から、微生物の固着速度を高め、無機塩量を抑制するための馴養方法としては、ばっ気馴養下で無通電で行うことが望ましいと判断される。

なお、BER2では、通電開始後微生物量が減少したが、この時期にSSの増加が見られたことから、通電を開始した際に剥離が生じたことも一因と考えられる。

図4に、実験開始34日経過以降の、電流密度1.0および0.5 A/m²における脱室速度の経日変化を示す。電流密度1 A/m²での実験期間

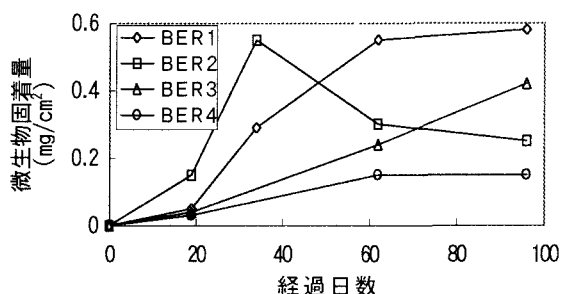


図2 微生物固着量の経日変化

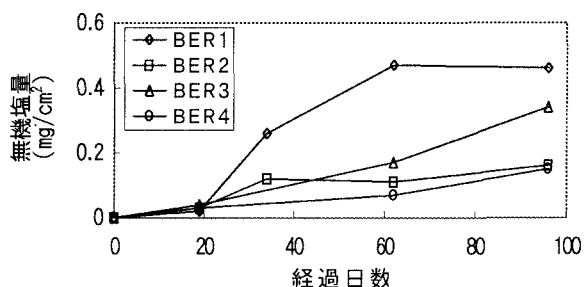


図3 無機塩量の経日変化

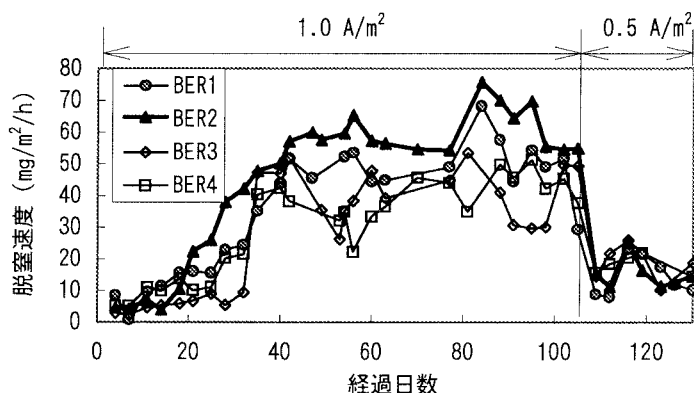


図4 脱室速度の経日変化

においては、通電せずにばっ気馴養した BER2 の脱窒速度は、通電馴養した他の 3 槽に比べ高く、約 60 mgN/m²/h の値が得られた。またばっ気を行わなかった BER3 と BER4 の脱窒速度は、ばっ気馴養したものに比べ低い。しかし、0.5 A/m² の実験後期においては、4 槽ともほぼ同一の脱窒速度に達している。また、いずれの実験槽においても、電流密度を 1.0 から 0.5 A/m² に減少すると脱窒速度は大きく減少した。

以上の結果から、早期に脱窒機能を立ち上げるためには、比較的多量の BOD 源を含む排水を用い、通電せずに、ばっ気を行って生物膜を馴養することが有効であることが示された。しかし、通電下で BOD 源が極めて少ない汚水を用いて、ばっ気せずに馴養した BER4 の場合でも、馴養に長期間を要するものの、最終的には他の条件で固定化した微生物膜電極とほぼ同等な脱窒速度に到達することが認められた。

3. 2 実験 2

表 2 に、各実験条件における微生物固着量を示した。微生物固着量は、BOD 面積負荷が高い BER5 と BER7 が、他の 2 槽よりも多く、ほぼ同一の BOD 面積負荷の BER6 と BER8 を比較すると、DO を低く制限した BER8 の方が小さい。

図 5 に脱窒速度の経日変化を示す。図から、脱窒速度の上昇は、微生物固着量が多い程早く、一方微生物固着量が同一の場合には、低負荷で長期間馴養した方が早い傾向が認められる。また、BER6 と BER8 とを比較して見る限り、馴養期間での DO 濃度は脱窒速度にほとんど影響を与えないことが伺える。

4. まとめ

- (1) 微生物固着速度は、ばっ気した場合がばっ気しない場合に比して速く、固着生物膜による BOD/NO₃-N 比=0.3 の汚水の電解水素利用脱窒速度も比較的早期から高い値に維持された。
- (2) 微生物固着速度は、通電した場合が通電しない場合に比して遅く、無機塩量は通電した場合が多い。
- (3) 微生物膜電極の脱窒速度は、微生物固着量が多い程、短期間で上昇する。一方、同一微生物固着量の場合、低 BOD 負荷で長期間馴養した方が脱窒速度の立ち上がりは早い。
- (4) 微生物固着量は、BOD 面積負荷が高いほど多く、また、DO 濃度を抑制すると固着速度は著しく小さくなる。

表 2 馴養条件および微生物固着量

	HRT	固着期間	平均流入 BOD 濃度	BOD * 面積負荷	槽内平均 DO 濃度	微生物 固着量
	(h)	(day)	(mg/l)	(g/m ²)	(mg/l)	(mg/cm ²)
BER5	6	10	104	48	7.8	0.25
BER6	12	10	104	24	7.8	0.11
BER7	12	20	87	40	7.7	0.25
BER8	12	10	88	20	1~3	0.04

* BOD 面積負荷は固着期間ごとの積分値。

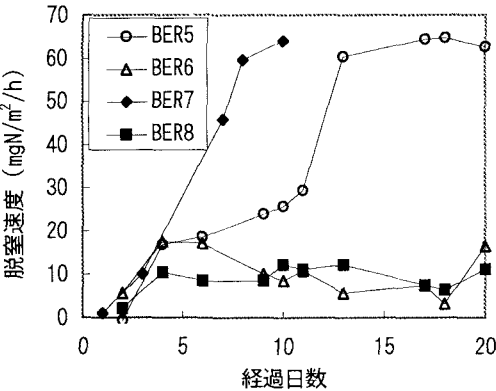


図 5 脱窒速度の経日変化