

# 納豆菌群を封入したコンクリートブロックの水質浄化能力に及ぼす流速の影響

九州大学工学部 学生員 ○山本 真義 九州大学大学院 正員 橋本 彰博  
九州大学大学院 正員 藤田 和夫 押川 英夫 矢野 真一郎 フェロー 小松 利光 松永 信博

## 1. 目的

産業の発達に伴い、内湾や河川、湖沼では水質悪化が顕在化している。そのため、様々な水質改善手法が提案されているが、その中でも特に生態系の物質循環システムを有効に利用した水質改善技術の開発には大きな期待が寄せられている。この様な背景の下、アルカリ性に強い耐性をもつ有用微生物群を封入したコンクリートブロック (Eco Bio Block, 以下 EBB と呼ぶ) が開発された。既往の研究から、EBB は閉鎖系の静止流体中において高い有機物分解能力および硝化能力を有していることが明らかとなっている<sup>1)</sup>。

本研究では、河川や水路等の流れ場における EBB の水質浄化能力を定量評価することを目的として室内実験を実施した。今回は特に流れが EBB 菌の活動に及ぼす影響を検討した。

## 2. 実験概要

実験装置の概略図を図-1 に示す。HDPE 製の円筒容器に試料水を入れ、攪拌機により容器内に流速を与えた。実験では攪拌開始後にブロックを投入し、試料水と 30 秒間接触させた後取り出して、その後の水質変化を調べた。ブロックは EBB および菌体無しの多孔質ブロック (以下 PB) の 2 種類を使用した。実験は暗条件の下で実施され、エアポンプにより常に曝気がなされた。攪拌速度は 0, 15, 48, 70 (rpm) に設定した。実験条件をまとめて表-1 に示す。なお、今回の実験では水温の制御は行っていない。試料水は表-2 に示す組成の人工排水 (T-N:4.5mg/L, BOD<sub>5</sub>:20mg/L, COD:12mg/L) を使用した。採水は実験開始直後と 6, 12 時間後、その後は 1 日毎に実施した。採水と同時に試料水の BOD、水温を測定した。

流水中における EBB の有機物分解能力および硝化能力を評価するために、採取した試料水の生物化学的酸素要求量 (BOD<sub>5</sub>)、化学的酸素要求量 (COD) の値および栄養塩濃度 (T-N, T-P, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) を測定した。BOD<sub>5</sub>, COD の測定は工業用水試験法に従った。各種栄養塩濃度の分析には TN・TP Auto Analyzer (BLTEC 社製: swAAt) を使用した。

表-1 実験条件

| case | ブロック      | 攪拌速度<br>ω (rpm) | V<br>(L) | ブロック質量<br>(g) | 接触時間<br>(sec) |
|------|-----------|-----------------|----------|---------------|---------------|
| 1-1  | EBB       | 0               | 20       | 440           | 30            |
| 1-2  | PB        | 0               | 20       | 440           | 30            |
| 1-3  | reference | 0               | 20       | 440           | 30            |
| 2-1  | EBB       | 15              | 20       | 440           | 30            |
| 2-2  | PB        | 15              | 20       | 440           | 30            |
| 2-3  | reference | 15              | 20       | 440           | 30            |
| 3-1  | EBB       | 48              | 20       | 440           | 30            |
| 3-2  | PB        | 48              | 20       | 440           | 30            |
| 3-3  | reference | 48              | 20       | 440           | 30            |
| 4-1  | EBB       | 70              | 20       | 440           | 30            |
| 4-2  | PB        | 70              | 20       | 440           | 30            |
| 4-3  | reference | 70              | 20       | 440           | 30            |

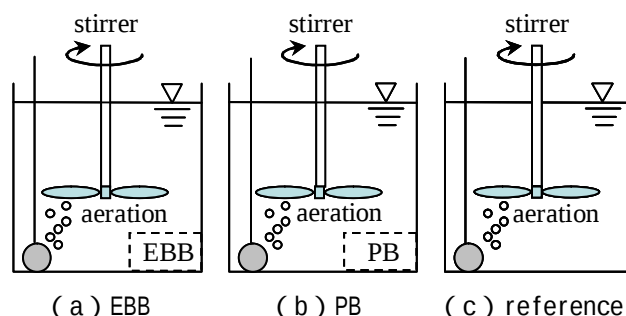


図-1 実験装置

表-2 人工排水の組成

| 組成                                                   | (mg/L) |
|------------------------------------------------------|--------|
| CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                | 5.0    |
| MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                | 23.6   |
| NaCl                                                 | 10.0   |
| NaHCO <sub>3</sub>                                   | 15.0   |
| NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O | 3.2    |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      | 7.0    |
| グルコース                                                | 5.0    |
| ペプトン                                                 | 21.0   |

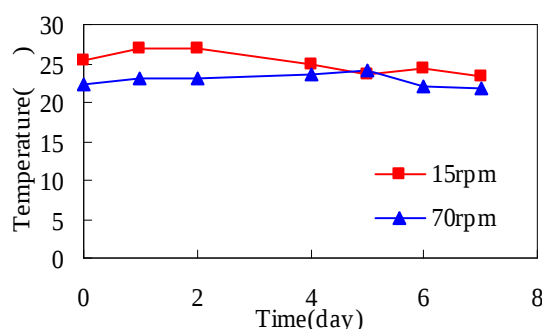


図-2 水温の経時変化

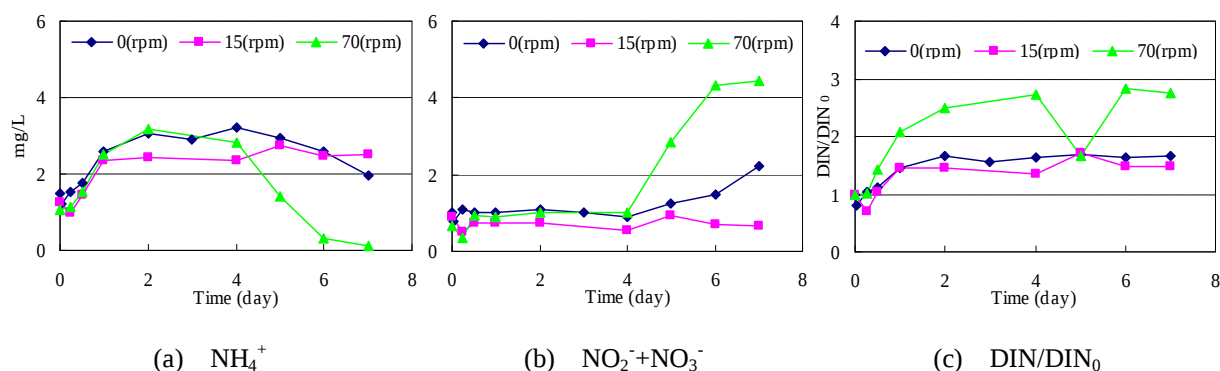


図-3 栄養塩の経時変化(EBB)

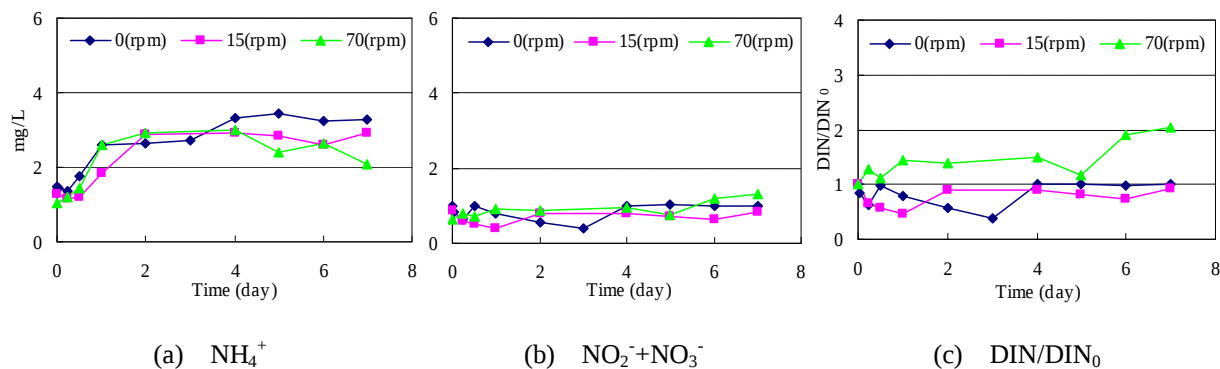


図-4 栄養塩の経時変化(PB)

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 水温，D0 の変化

図-2 に case2，case4 の水温の経時変化を示す．実験期間中の水温は 20 以上であり，菌体の活性には十分な水温を保っていた．ここで case2 は，夏季に行ったため水温が全般的に高く 27 程度まで上昇した日もあった．一方 DO 濃度は，常に曝気されているため高い値が保たれていた．

#### 3.2 栄養塩の経時変化

EBB および PB を 30 秒間接触させた後の栄養塩濃度の経時変化をそれぞれ図-3，図-4 に示す．まず EBB の栄養塩濃度の変化を見ると（図-3），4 日目から  $\text{NH}_4^+$  が減少を始めると同時に  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$  が増加を始め， $\omega=70\text{rpm}$  のケースでは 6 日目に全ての  $\text{NH}_4^+$  が  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$  に硝化されていることがわかる．また，硝化速度は  $\omega$  が大きい場合に速くなっている．一方，PB の場合には  $\text{NH}_4^+$  の増加は確認できるものの  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$  には変化が見られない．

次に無機の溶存態窒素濃度 DIN を初期濃度  $\text{DIN}_0$  で除した  $\text{DIN}/\text{DIN}_0$  の変化を見ると，PB の場合には DIN 生成に対する  $\omega$  の依存性は見られない．一方，EBB の場合には攪拌速度  $\omega$  が速い程 DIN 生成速度が大きいたことがわかる．これは DIN の生成速度に流速が影響を及ぼし

ていることを示唆する．

以上の結果から，EBB を 30 秒間接触させた場合においても高い硝化能力があること，EBB 菌の活動に流速が影響を及ぼし，流速が速い程 DIN 生成速度および硝化速度が大きくなることが明らかとなった．

### 4. 結論

本研究では室内実験により流れが EBB 菌の活動に及ぼす影響を検討した．本研究により，EBB と 30 秒間接触させた場合においても高い硝化能力があること，流速が EBB 菌の活動に影響を及ぼし，流速が速い程 DIN 生成速度および硝化速度が大きくなることが明らかになった．

謝辞：本研究は平成 17 年度建設技術研究開発助成制度の助成（代表者：松永信博）を受けて行われた．また，分析を行うにあたり，九州大学大学院総合理工学研究科の中牟田氏および李氏に多大な協力を受けた．記して謝意を示す．

#### 参考文献

- 1) 松永ら：エコバイオ・ブロック (EBB) の水質浄化能力に関する基礎的研究，水工学論文集，第 50 巻，pp.1081-1086，2006