

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 -ブロック上の流速変化に着目して-

九州大学工学部 学生員 ○堤 大二郎 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 フェロー 小松 利光 松永 信博

1. 目的

水質悪化が顕在化している内湾や河川、湖沼の水質を改善するために、様々な改善手法が提案されている。本研究グループは生態系の物質循環システムを有効に利用する水質改善手法として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) を提案しており、静止流体中ならびに流水中において EBB の有機物分解能力および硝化能力が確認されている^{1), 2)}。EBB は水中に投入されるとブロックに封入された有用微生物群(以下, EBB 菌)を放出する。この菌は水中で増殖し続けるため、ブロック近傍だけではなく比較的広範囲に渡り水質の浄化が期待できる。

本研究では、河川に EBB を設置する場合を想定し、EBB 上を通過した水がその後も EBB の効果を維持したまま流下するのか調べることを目的として実験を行った。

2. 実験概要

実験は図-1 に示す循環水路を用いて行った。本実験では河川に一定区間 EBB を敷設した場合を想定し、EBB と流水の接触回数を固定した。具体的には水路に EBB を投入して水路内の水が 1 回循環する時間経過した後、ブロックを取り出した。今回はブロック上を通過する流速を 3 ケース変化させ、ブロック接触後の水質変化を調べた。実験条件を表-1 に示す。なお、水路内の水は常時曝気され水温は 25℃に保たれていた。試料水は表-2 に示す組成の人工排水 (T-N : 4.5mg/L, BOD₅:20mg/L, COD:12mg/L) を使用した。採水は、実験開始直後とその後 1 日毎に行い、採水と同時に試料水の水温, pH 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、生物学的酸素要求量 (BOD₅) の値および栄養塩濃度 (T-N, T-P, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₂⁻+NO₃⁻) を測定した。BOD₅ の測定は工業用水試験方法に従った。各種栄養塩濃度の分析には TN・TP Auto Analyzer (BLTEC 社製: swAAI) を使用した。

3. 実験結果および考察

3.1 BOD の変化

図-2 に各流速に対する BOD の経時変化を示す。BOD

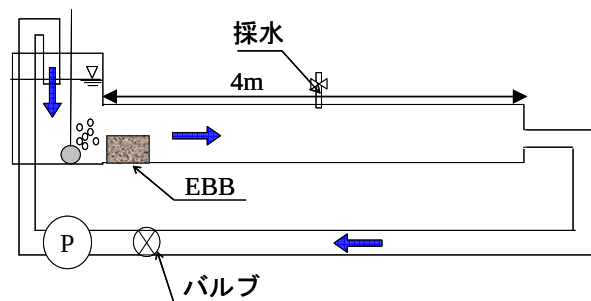


図-1 循環水路

表-1 実験条件

case	流速 (cm/s)	EBB 投入時間 (s)	ブロック・水質量比
1	0.83	780	0.010
2	3.33	195	0.010
3	6.67	97.5	0.010

表-2 人工排水の組成

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

は全ての case で実験開始 7 日後までに初期濃度の 8 割程度まで減少した。次に流速の違いに着目すると、流速が最も大きい case3 では実験開始 4 日後までは BOD の低減は見られず、その後ようやく低減を開始した。一方、流速が最も小さい case1 と中間の流速である case2 では BOD は実験開始 2 日後までに減少し、その後は case1, case2 とともに実験最終日までほぼ一定の値をとった。

次に、各 case の BOD の減少率を比較するために、BOD が初期濃度の半分になるまでにかかる時間、BOD 半減時間 $T_{1/2}$ を求めた。その結果を表-3 に示す。流速

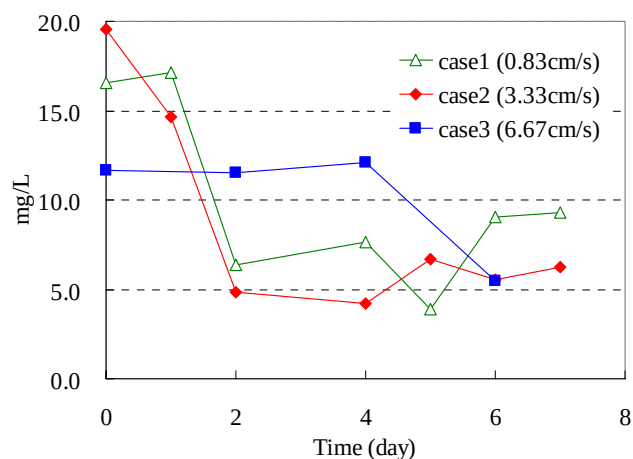


図-2 BOD の経時変化

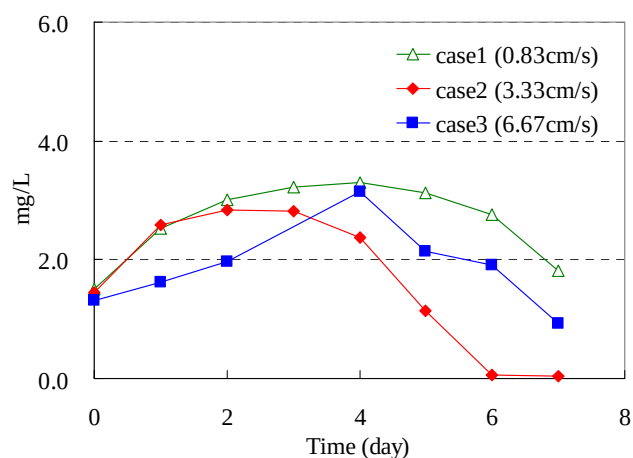
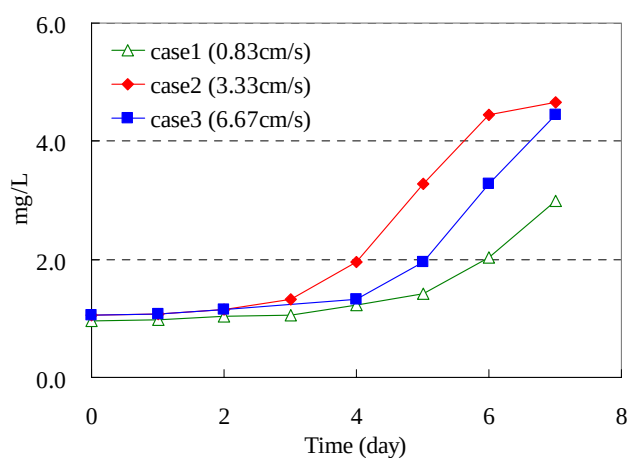
(a) $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (b) $\text{NO}_2^-\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$

図-3 栄養塩濃度の経時変化

が最も大きい case3 では、 $T_{1/2}$ は約 6 日であるが、case1, case2 では 2 日以下であり、接触回数が 1 回であっても流速がある程度小さい場合にはブロックから放出された EBB 菌による BOD の低減効果が期待できる。

以上の結果より、流速が最も大きい case3 を除いて BOD の低減効果が確認された。流速が大きいことは水とブロックの接触時間が短いことを意味しており、実験結果は EBB が能力を発揮するにはある程度の接触時間が必要であることを示唆するものと考えられる。

3.2 栄養塩の変化

図-3 に各流速に対する各栄養塩濃度の経時変化を示す。全ての case において、まず試料中の有機物が分解されて $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が増加し、その後硝化により $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は減少し、 $\text{NO}_2^-\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$ が増加している。3つの case を比較すると、有機物分解過程では BOD の変化と同様に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の増加率は case1 と case2 がほぼ同程度であり、case3 では小さくなっている。一方硝化過程を見ると、case2 で $\text{NO}_2^-\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$ の生成が最も大きく、次いで case3, case1 の順となっており、流速との相関は見られなかった。

表-3 BOD の半減時間 $T_{1/2}$

case	流速(cm/s)	半減時間 $T_{1/2}$ (day)
1	0.83	1.83
2	3.33	1.50
3	6.67	5.90

4. 結論

本研究では、河川に EBB を設置した場合を想定し、EBB 上を通過した水がその後も EBB の効果を維持したまま流下するのか調べた。その結果、流水中で EBB が水質浄化能力を発揮するには、ある程度の接触時間が必要であることが示唆された。また、本実験の流速の範囲(0.83cm/s～6.67cm/s)では、硝化能力と流速との間に相関は見られなかった。しかしながら、今回の実験では流速の変化に伴ってブロックとの接触時間も変化しているため、上記の結果には水中に存在する EBB 菌の量の影響および流速が EBB 菌の活動に及ぼす影響の両者が混在している。今後、接触時間を固定した実験を行う必要がある。

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.
- 2) 山本真義：納豆菌群を封入したポーラスブロックの水質浄化力に及ぼす水質の影響, 九州大学卒業論文, 2008.