

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ブロック投入時間の影響 —適切なブロック敷設距離・間隔の検討—

九州大学大学院 学生員 ○堤 大二郎 正員 橋本 彰博 藤田 和夫
九州大学大学院 正員 押川 英夫 フェロー 小松 利光 松永 信博

1. 目的

産業の発展に伴って内湾や河川、湖沼における水質悪化が近年顕在化している。現在、様々な水質改善手法が提案されており、特に生態系の物質循環システムを利用した手法には大きな期待が寄せられている。本研究グループは、アルカリ性に強い耐性をもつ有用微生物群(以下、EBB 菌と呼ぶ)を封入したコンクリートブロック (Eco Bio Block, 以下 EBB と呼ぶ) を提案している。既存の研究により、流水中であってもブロックから放出された EBB 菌のみで高い有機物分解能力及び硝化能力を発揮することが確認されている^{1),2),3)}。この研究結果は、水路や小河川に EBB を設置した場合において、EBB による高い水質浄化能力が期待できることを示す。水路や小河川に EBB を設置する場合、経済的観点から、複数個所に間隔をおいてブロックを設置することが好ましいが、適切なブロックの敷設距離や間隔については検討されていない。

本研究では、ブロックの投入時間を変化させることで設置距離を表現し、設置距離とブロックから放出された EBB 菌の持つ有機物分解能力との関係を調べることを目的とした。

2. 実験概要

実験は、図-1 に示す循環水路を用いて行った。試料水は肉エキス、ペプトンおよび無機塩類を含んだ人工排水 (COD:25mg/L) を使用した。水路や小河川にブロックを様々な長さで設置した場合を考えるため、ケース毎に定めたブロック量(B/W)を設定した投入時間だけ水路に投入した後、ブロックを取り出した。そして、人工排水の濃縮液を加えて水路内の基質濃度を全ケース一定の値にした。この時を実験開始時刻として、その後の基質濃度の変化を調べた。基質濃度が初期濃度の半になるまでの時間(これを半減時間とする)を各ケースで算出し、比較を行った。実験条件を表-1 に示す。これらの実験ケースとは別に、水路にブロックを設置したままのケースの実験も行った。実験は、同じ形状の循環水路を 3 本用いて同時に行い、そのうち 1 本はリファレンスとして試料水の水質データを取得した。

採水は実験開始直後と、その後 8 時間毎に行った。採水と同時に試料水の水温、pH の測定を行った。また、流水中における EBB 菌による有機物分解能力の評価は、化学的酸素要求量(COD)により検討した。COD の測定は工業用水試験方法に従って行った。

3. 実験結果及び考察

まず、COD の経時変化を図-2 に示す。全ケースとも実験開始とともに COD の大きな低下が見られ、実験最終日には初期濃度の 2 割程度まで低減していることが分かる。

静水中に EBB を設置した場合、EBB による COD 低減効果は次式により示されることが確認されている⁴⁾。

$$\frac{|COD|}{|COD_0|} = \exp(-C_{COD} t^{1/3}) \quad (1)$$

ここで C_{COD} は各ケースにおける COD 減少率を表し、 $t^{1/3}$ と COD/COD_0 の関係から算出できる。図-3 に C_{COD} の値を用いて値をプロットしたものを示す。ほとんどの点がこの近似曲線上に表せていることから、流水中において静水中の場合と同様に、COD の経時変化は式(1)を用いて普遍的に表せることが分かる。

ブロック投入時間と C_{COD} の関係を図-4 に示す。いずれの B/W の場合においても投入時間の増加に伴って一旦 C_{COD} は大きくなり、その後は投入時間 ∞ の直線に漸近していく傾向がみられた。これより、水路や小河川に設置されたブロックの敷設距離を長くすることで C_{COD} は一旦大きくなるが、ある程度敷設距離が長くなると敷設距離によらず C_{COD} は一定の値となることが分かった。

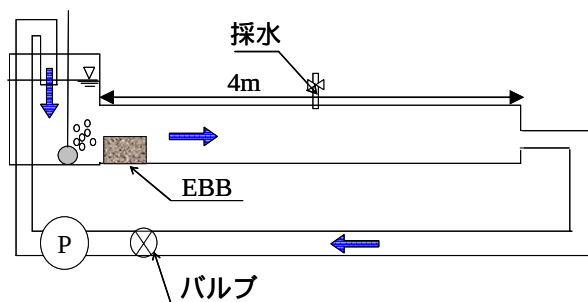


図-1 循環水路

表-1 実験条件

case	ブロック投入時間(h)	B/W	流速(cm/s)
1-1	6	0.01	6.67
1-2		0.03	
2-1	12	0.01	
2-2		0.03	
3-1	24	0.01	
3-2		0.03	
4-1	48	0.01	
4-2		0.03	

B/W: ブロックの重量 / 試料水の重量

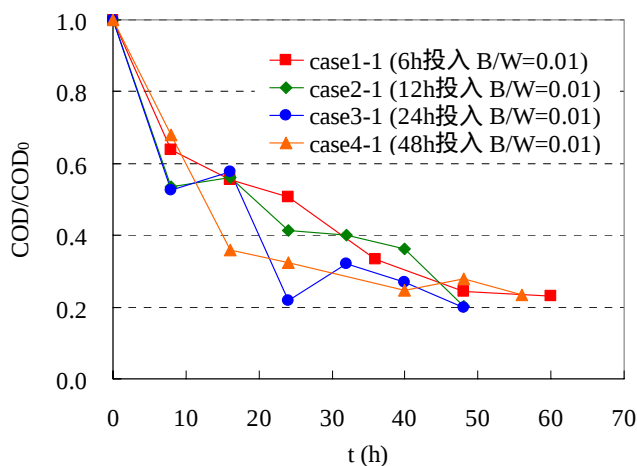


図-2 CODの経時変化

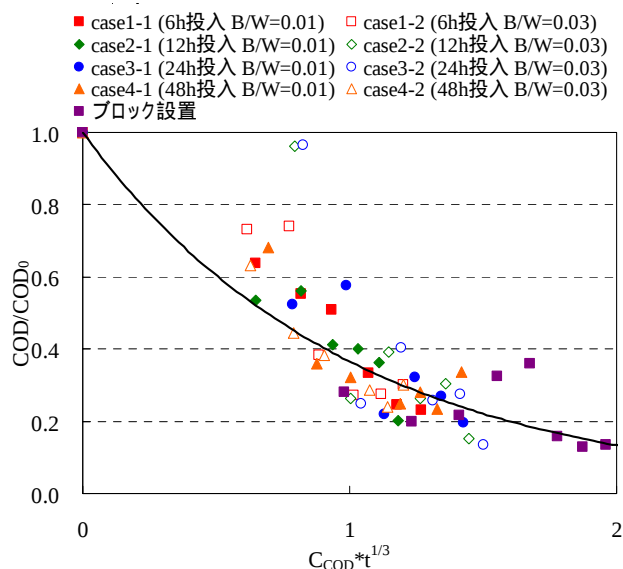


図-3 CODの経時変化の普遍表示

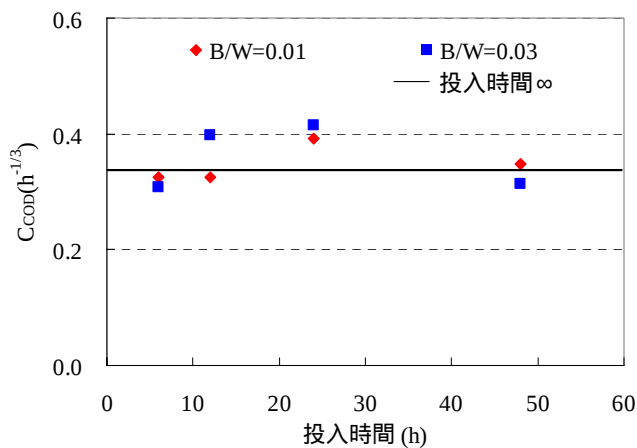
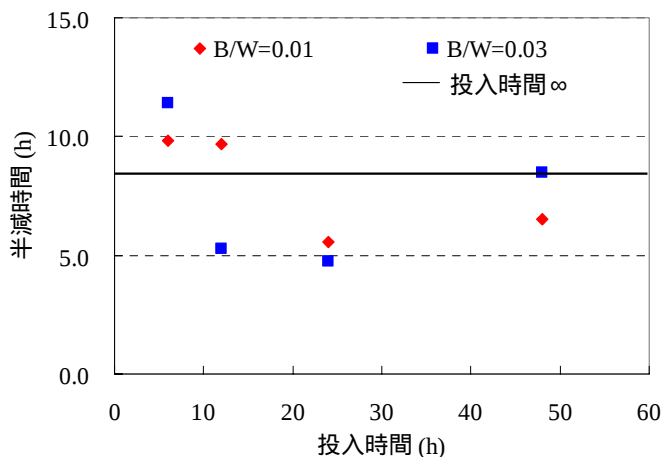
図-4 ブロック投入時間とCOD低減率 C_{COD} の関係

図-5 ブロック投入時間と半減時間の関係

次に、ブロック投入時間と半減時間の関係を図-5 に示す。この半減時間は各ケースの近似曲線から $COD/COD_0=0.5$ となる時の $t^{1/3}$ を求め、その値を3乗して算出した。図-4の結果を反映し、いずれの B/W においてもブロック投入時間が24hの時に半減時間は最も短くなり、それ以降ブロック投入時間が長くなると、投入時間 ∞ の直線に漸近していく傾向がみられた。図-5は、投入時間(敷設距離)に対して基質濃度が初期の半分になるまでの時間(敷設間隔)を表している。今回は敷設間隔の指標として初期濃度の半分となるまでの距離を考えたが、当然、任意の濃度になるまでの距離も算出可能である。流速が分かれば、この図を用いることで適切な敷設距離と敷設間隔を求めることが可能となる。

4. 結論

本研究では、水路や小河川に設置したEBBの敷設距離とブロックから放出されたEBB菌の持つ有機物分解能力との関係を調べた。実験では、水路にブロックを投入する時間を変動させて、投入時間とCOD低減率及び基質濃度が初期の半分になるまでの時間(半減時間)との関係を調べた。その結果、ブロックを任意の距離敷設した時、ブロック上を通過した水がEBB菌によってある濃度になるまで浄化されるのに必要な距離を算出できるようになった。これにより、適切なブロック敷設距離と敷設間隔が求められる。

参考文献

- 1) 堤ら：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、平成20年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、2009、pp.979-980
- 2) 堤ら：納豆菌群を封入したコンクリートブロックによる水質浄化能力の評価-ブロックから放出された菌の活動に及ぼす流速の影響、平成21年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、2010、pp.915-916
- 3) 橋本ら：有用微生物群を封入した多孔質コンクリートブロックの流水中での水質浄化能力の検討、水工学論文集、第54巻、pp.1051-1056、2010
- 4) 松永ら：納豆菌群を封入した多孔型コンクリートブロックによる水質浄化能力、水工学論文集、第51巻、pp.1415-1420、2007