

納豆菌群を封入したポーラス・コンクリート・ブロックによる BOD 低減効果

九大大学院総理工 学生会員 中牟田大嗣 九大大学院総理工 正会員 松永信博
 九大大学院総理工 学生会員 増田壮佑 九大大学院総理工 学生会員 村島和幸

1. はじめに

近年、生態系が持つ物質循環システムを有効利用し、水域にかかる負荷を減少させる技術の開発が試みられている。著者らは、多孔型コンクリートブロック内に耐アルカリ性をもつ納豆菌群を封入することにより、有機汚濁の進行した水域の水質を高効率に浄化する技術開発に取り組んでいる。この納豆菌群を封入したブロックはエコバイオ・ブロック(EBB)と呼ばれている。本研究は EBB の実用化を目指しており、環境ブロックの基本性能の1つである BOD の低減効果を定量的に示すことを目的に研究を行った。また、EBB による BOD 低減効果を定量化するとともに、有機物分解能力と硝化能力について明らかにした。

2. 調査概要

試料水として、2006 年 7 月 27 日に九州大学筑紫キャンパス内の池で採取した水を用いた。20 リットル水槽を 5 個用意し、それらの中に EBB を 5g 以下の粒子状に粉碎したものをそれぞれ 62.5g, 125g, 250g, 500g, 750g 入れた。コンクリート粒子は水槽の床に様に敷き詰められた。リファレンスとして EBB を入れない水槽も用意し、合計 6 ケースの実験を同時に行った。これら 6 個の水槽に 15 リットルの試料水を注ぎ入れ、常にエアープンプで曝気し、水温約 20℃ 暗条件とした。実験開始直後と 1, 2, 5, 6, 7, 12, 17 日後に採水し、生物化学的酸素要求量(BOD)の値を測定した。今回は初期 DO 濃度と 5 日後の DO 濃度の差 BOD_5 によって

BOD が定義されている DO 濃度の測定はウインクラー法を用いた。また、これら試料水の栄養塩類濃度の測定には Auto Analyzer (BLTEC 社製: swAA1) が用いられた。

3. 透明度の経時変化

図-1 に各ケースにおける試料水の透明度の経時変化を示す。まず、実験開始日(上段)においては、すべて一様に濁っており、透明度に大きな違いは認められない。しかし、時間の経過と共に各ケースの透明度が変化し、10 日後(下段)では、ブロック量の多い順に透明度は高くなった。つまり、ブロック量が多いほど、試料水の透明度が大きくなる傾向が認められた。

4. BOD の経時変化

図-2 に BOD の経時変化を示す。初期に急激に減少し、その後一定に近づくことが分かる。また、BOD 値の減少速度は各ケースの中でも EBB を 750g 入れたものが最大であり、それに続いて、500g, 250g, 125g, 62.5g, リファレンスの順となっている。これは試料水中の有機物量がブロック量の多い順に減少していくことを意味しており、試料水の透明度がブロック量の増加に伴い大きくなる結果と一致している。

5. BOD の定量化

BOD の値をそれぞれ初期値 BOD_0 で割り、そのデータに以下の関数

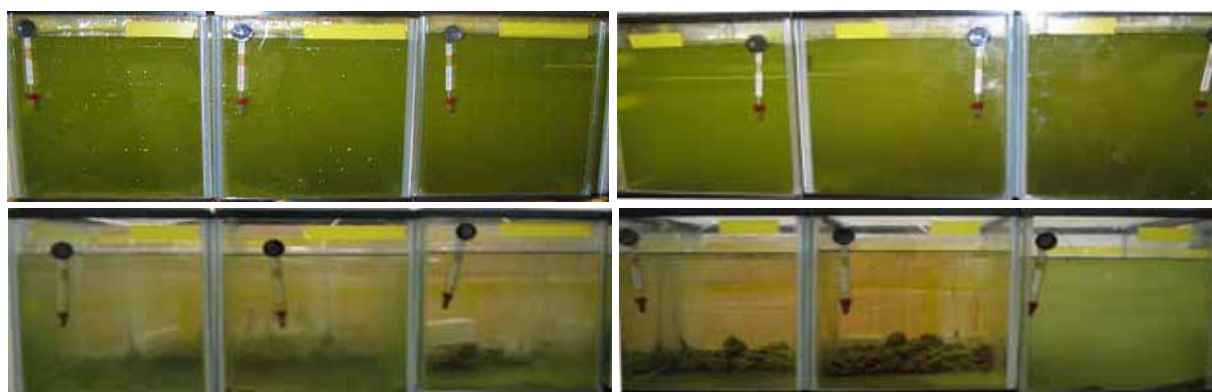


図-1 水槽内の試料水の経時変化

左から EBB:62.5g,125g,250g,500g,750g,試料水のみ(リファレンス)の順

上段: 初日, 下段: 10 日後

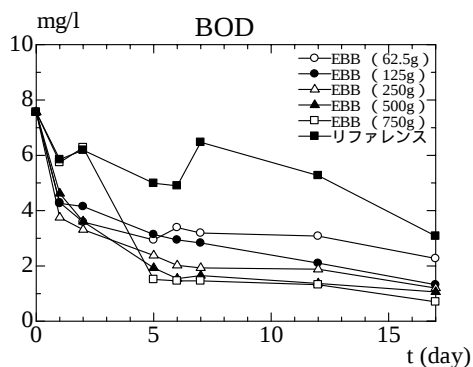


図-2 BOD の経時変化-1

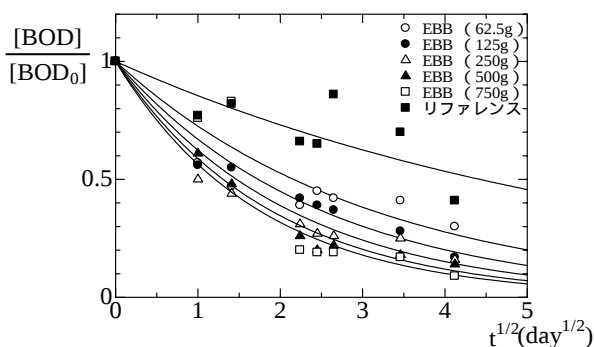


図-3 BOD の経時変化-2

$$\frac{[BOD]}{[BOD_0]} = \exp(-C_{BOD} t^n) \quad (1)$$

を適合させた結果，最もよく適合する定数 n の値は $n=1/2$ であることが分かった．つまり，BOD の分布は (2) 式で近似できることがわかる．

$$\frac{[BOD]}{[BOD_0]} = \exp(-C_{BOD} t^{1/2}) \quad (2)$$

図-3 のデータに (2) 式を適合させることにより，各ケースにおける減少率 C_{BOD} の値を求めることができる．図-4 に C_{BOD} の値と (ブロック/水) 質量比の関係を示す． C_{BOD} の値は，質量比が大きくなるにつれて増加している．つまり，質量比が大きくなるにつれ，EBB による BOD 低減効果も大きくなることを示している．

6. DIN の経時変化

図-5 に，溶存態無機窒素(DIN)の経時変化を示す．実験開始後 10 日までは試料水中に DIN がほとんど含まれていないことがわかる．しかし，図-2 で見られるように，BOD の値は実験開始後 10 日間で急激に低下している．BOD の減少が EBB の有機物分解能力によるものであるなら，DIN も増加するはずである．このことから，初期における BOD の急激な減少は，EBB による有機物の分解ではなく，付着・吸着の影響に拠るものと考えられる．

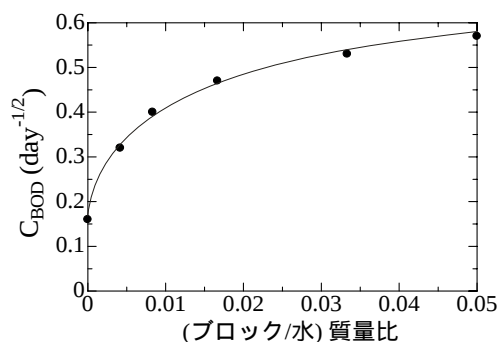
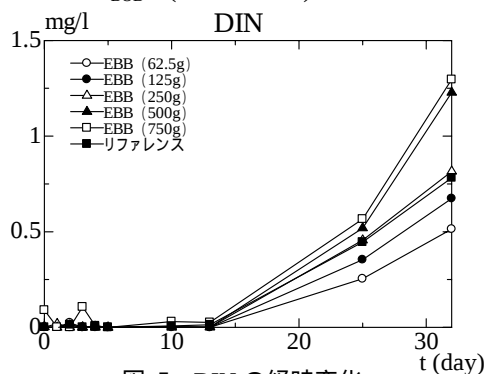
図-4 C_{BOD} と (ブロック/水) 質量比の関係

図-5 DIN の経時変化

実験開始後 10 日あたりから EBB に付着・吸着していた有機物の分解，硝化が促進され，DIN が著しく増加している．質量比が大きくなるにつれ，その増加量も大きくなっており，質量比の増加に伴い有機物分解能力，硝化能力も大きくなっていることがわかる．

7. おわりに

開放系において EBB による BOD 低減効果の定量的評価を行い，また，EBB の高い有機物分解能力と硝化能力も確認した．得られた結果は以下の通りである．

- 1) EBB による BOD 低減効果は初期においては有機物の付着・吸着による影響が大きいと考えられる．
- 2) (ブロック/水) 質量比が大きくなるにつれ BOD の減少率は増加する．
- 3) EBB に有機物が付着・吸着した後，10 日ぐらい経過して EBB の有機物分解能力と硝化能力は顕在化する．その活性は，(ブロック/水) 質量比とともに高くなる．

8. 謝辞

本研究は，平成 18 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，室内実験及び水質分析を行うにあたり高橋篤氏に多大なる協力を受けた．ここに記して感謝の意を表します．