

スラグ混入根固ブロックによる付着藻類の増殖効果

大分工業高等専門学校 学生会員 脇谷 渉 正会員 高見 徹 小嶋 浩
国土交通省九州地方整備局大分工事事務所 三浦錠二

1. 背景と目的

スラグ(鉱滓)は製鉄業からの最大の廃棄物であるが、コンクリートに混入させるとアルカリ成分の溶出抑制や珪酸溶出などの効果がある。したがって、スラグ混入コンクリートを河床の根固ブロックとして用いれば、廃棄物の有効利用になるだけでなく、ブロック上に河川生態系の重要な一次生産者である付着藻類(特に珪藻)を効果的に増殖させることができ、さらにそれを餌とする鮎等の生育環境の保全に貢献できると考えられる。

そこで本研究では、鮎の遡上実績のある大分県内の2河川(七瀬川と大分川)にスラグ混入コンクリート製根固ブロック(以下、スラグブロックと略称する)を設置し、ブロック上の付着藻類の増殖効果を調査するとともに、実験室内において藻類増殖試験を行い、スラグからの溶出成分による藻類の増殖効果に関する検討を行った。

2. 材料と方法

2.1 スラグブロック上の付着藻類量調査

実験に供したスラグブロックは、底面直径40cm、高さ20cmの半球体(以下、半球形と称す)と一辺30cmの立方体(以下、箱形と称す)の2形状とし、それぞれ高炉スラグを重量比で0、5、10%に混入したものを作成した。これらのスラグブロックは、平成13年5月に七瀬川七瀬大橋上流部と大分川小野鶴橋下流部の河床にそれぞれ設置した。スラグブロック上の付着藻類量の調査は、平成13年7月26日とその後1週間毎に2回(8月2日と9日)、同年9月15日とその後1週間毎に2回(22日と29日)、ならびに10月13日および11月17日に行った。調査方法は、次のように行った。水中に設置してあるスラグブロックを陸上に引き上げ、それぞれのブロック上の所定の位置に10cm×10cm(面積100cm²)のコドラートをあて、枠内の付着物をカネブラシを用いて全量こすり落とし、蒸留水でポリエチレンびんに移し、試料とした。試料は採取後直ちにクーラーボックス内に保存し、実験室内でChl-a濃度を測定して単位面積当たりのChl-a量($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)を求めた。

2.2 スラグ溶出液を用いた藻類増殖試験

スラグによる藻類増殖効果に関する基礎的な知見を得るため、スラグの主成分の一つである珪酸に着目し、スラグからの珪酸溶出量と、溶出成分による藻類増殖効果について検討した。スラグからの珪酸溶出量は、繰り返し溶出試験(環境庁告示法に準拠)によって求めた。1ℓ用容のポリエチレンびんに蒸留水(500ml、pH 5.8)をとり、重量体積比10%となるように高炉スラグ(粒径1~2mm)50.0gを入れた。恒温振とう器(ヤマト科学社製、BW201およびBF400)を用いて6時間振とう(往復速度200回/分、振とう幅4cm、温度20℃)した後、溶媒を0.45 μm メンブレンフィルターでろ過し、ろ液の珪酸(SiO_2 として)濃度を測定した。ポリエチレンびんおよびろ紙上の残留物はふるいにかかけ、粒径250 μm 以上の残留物を再び新しい溶媒とともにポリエチレンびんに入れて振とうし、繰り返し溶出試験を行った。

スラグからの溶出成分による藻類増殖効果は、藻類増殖試験によって評価した。前述の繰り返し溶出試験で得られた溶媒のろ液(以下、スラグ溶出液と称す)を河川水(七瀬川にて採水後、0.45 μm メンブレンフィルターでろ過)に対し、容積比0、1、3.2、10、32、100%となるように添加したものを試験培地($\text{NO}_3\text{-N}$ 5mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.36mg/l;それぞれ河川水の10倍濃度に調整)とした。直径6cm(底面積約28.3cm²)のシャーレに試験培地15mlを注入し、その上から七瀬川河床の自然石から採取した藻類懸濁液を細胞密度が約 10^7 cells/ml(Chl-a濃度62 $\mu\text{g}/\text{l}$)になるように添加し、培養庫(Taitec社製、M-230F光照射)内で1週間振

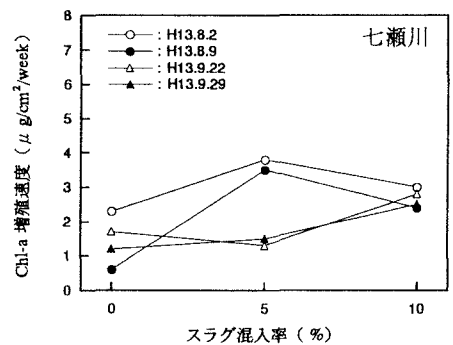


図1 七瀬川に設置したスラグブロック(半球形)におけるスラグ混入率と付着藻類増殖速度の関係

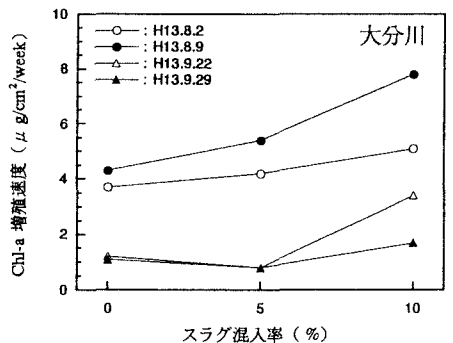


図2 大分川に設置したスラグブロック(半球形)におけるスラグ混入率と付着藻類増殖速度の関係

とう培養 (温度 20℃、明暗周期 12hL:12hD、照度 7000Lux、振とう回転数 60rpm) を行った。培養開始から 1 週間後に試験培地の一部を採取して Chl-a 濃度を測定した。

3. 結果と考察

河川に設置したスラグブロック上の付着藻類量の調査は、平成 13 年 7 月から 11 月にかけて全 8 回行われたが、第 1 回目の 7 月 26 日と、調査日の間隔の離れた 9 月 15 日、10 月 13 日および 11 月 17 日については、調査日までの水温や流況の変化が大きく、付着藻類の増殖量についての検討が難しかった。そこで、7 月 26 日および 9 月 15 日からそれぞれ 1 週間間隔で調査を行った 8 月 2 日と 9 日および 9 月 22 日と 29 日について、1 週間当りの付着藻類の増殖速度 (Chl-a として、 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{week}$) を求め、検討を行った。図 1 と 2 に七瀬川および大分川に設置したスラグブロック (半球形) のスラグ混入率と Chl-a 増殖速度の関係を示す。図 1 より、七瀬川においては、8 月 2 日と 9 日でスラグ混入率 5 および 10%、また、9 月 22 日と 29 日では 10% で、スラグ混入率 0% と比較して Chl-a 増殖速度が増加した。一方、図 2 より、大分川においては、8 月 2、9 日および 9 月 22、29 日のすべてにおいて、スラグ混入率 10% において Chl-a 増殖速度が増加した。以上の結果から、2 カ所の河川に設置したスラグブロックはスラグ混入率の増加に伴って付着藻類の増殖速度が増加する傾向が示された。また、スラグブロックの形状 (半球形と箱形) と Chl-a 増殖速度の関係を検討したところ、ばらつきが大きく両者に差は認められなかった (図 3)。さらに、水中ビデオカメラによって両形状のスラグブロックを撮影し、ブロック表面についた鮎の摂餌跡 (はみ跡) の数を比較したが、両形状に差は認められなかった。

スラグの繰り返し溶出試験の結果を図 4 に示す。溶出試験における溶媒中の SiO_2 濃度は試験回数の増加とともに上昇し、試験 6 回目には 37.6mg/l になった。試験回数の増加に伴う SiO_2 濃度の上昇は、溶質であるスラグの粒径が試験を繰り返す毎に小さくなり、溶媒との接触面積が増加したためと考えられる。また、スラグは試験 6 回目において初期値の約 80% 以上が残留していたことから、スラグからの SiO_2 の溶出量は大きいといえる。

上述の繰り返し溶出試験 (6 回目) から得られたスラグ溶出液による藻類増殖試験の結果を図 5 に示す。培養 7 日後における試験培地中の Chl-a 濃度は、スラグ溶出液添加率 0~3.2% ではほぼ一定であったが、10% 以上では上昇する傾向を示した。このことから、スラグからの溶出成分は藻類の増殖効果があることが確認された。

4. まとめ

本研究の結果、以下の知見を得た。(1) 河川に設置したスラグブロックは、スラグ混入率の増加に伴って付着藻類の増殖速度が増加する傾向を示した。(2) スラグブロックの形状 (半球形と箱形) による付着藻類の増殖速度および鮎の摂餌状況の差は認められなかった。(3) スラグからの SiO_2 の溶出量は大きい。(4) スラグからの溶出成分は藻類増殖効果のあることが確認された。

(謝辞) 本研究の遂行にあたっては、(株) 建設環境研究所 豊国法文氏、(株) SBC テクノ九州 柳英樹氏らの御協力を頂いた。記してここに謝意を表したい。

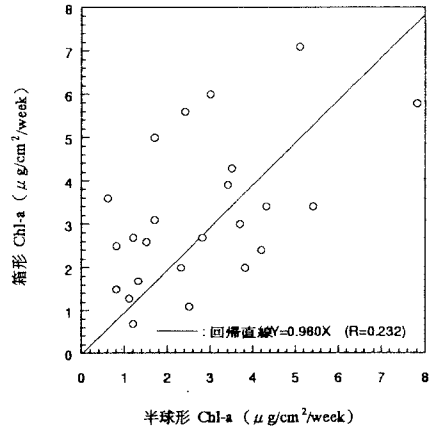


図 3 スラグブロックの形状 (半球形と箱形) の違いにおける付着藻類増殖速度の比較

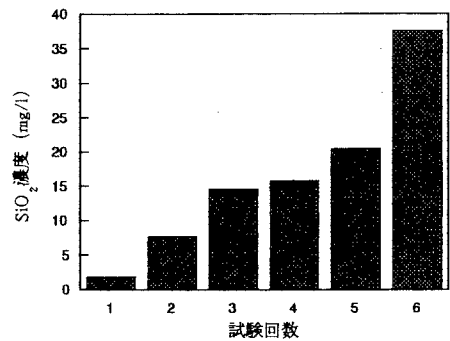


図 4 スラグの繰り返し溶出試験における試験回数に伴う検水中のケイ酸濃度の変化

(試験条件)

溶質: スラグ (粒径 1.2mm、重量 50g)

溶媒: 蒸留水 (pH5.8、20℃、500ml)

振とう速度: 200 回/分、振とう幅 4cm

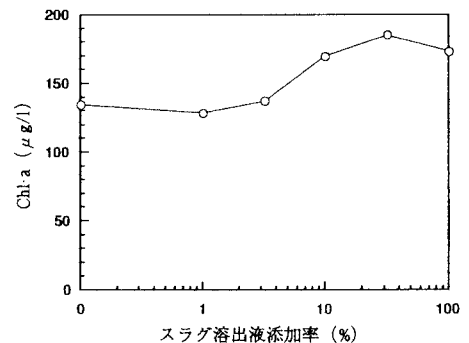


図 5 藻類増殖試験における培養 7 日後のスラグ溶出液添加率と Chl-a 濃度の関係

(試験条件)

基本培地: 七瀬川河水 (SiO_2 濃度 27.8mg/l)

スラグ溶出液: SiO_2 濃度 37.6mg/l

栄養塩濃度: $\text{NO}_3\text{-N}$ 5mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.36mg/l

培養条件: 20℃、12hL:12hD、7000Lux、60rpm