

## 人工水路における水生生物の棲息状況に対する酸化スラグ設置の影響 Effect of Installation of Oxidized Slag Boulders on Aquatic Habitat in Artificial Channel

○安田陽一<sup>1</sup>, 青野祐貴<sup>2</sup>, 正木儀憲<sup>3</sup>, 若菜 努<sup>3</sup>, 加藤 健<sup>4</sup>, 前田克史<sup>5</sup>  
\*Youichi Yasuda<sup>1</sup>, Yuki Aono<sup>2</sup>, Yoshinori Masaki<sup>3</sup>, Tsutomu Wakana<sup>3</sup>, Ken Kato<sup>4</sup>, Katsushi Maeda<sup>5</sup>

The use of oxidized slag larger than 20 cm as gravel has not been previously reported. Here, the authors conducted a five-day observation period after releasing aquatic animals including shell, shrimp, and other fishes inhabiting rivers, as well as eel—into a channel. The channel contained approximately 20 cm oxidized slag and natural stones arranged downstream in an assembled boulders configuration. The results showed that while the pH value slightly increased due to the slag placement, no abnormalities were observed in the aquatic animals' behavior. Furthermore, the aquatic animals did not differentiate between the slag and natural stone boulders.

### まえがき

治水を重視した河川整備によって水生生物の移動、棲息、産卵、避難環境が厳しくなっている状況は全国的な問題となっている<sup>[1]</sup>。その結果、河川で見られる水生生物の棲息密度が減少し、食物連鎖の構成が崩れている。砂礫で構成する河床では、瀬と淵の形成および礫間を浸透または伏流する流れが形成され、水温調整が可能となり、棲息、産卵環境が良好な状態となっている。また、巨礫などを用いた環境改善が行われ、淵の形成、河川横断構造物前後の移動(遡上・降河)、局所洗堀対策、河床低下対策に貢献している<sup>[2]</sup>。その一方、栗石程度の礫から巨礫に至るまで石材の資源の活用が運搬費、石材費用、資源保護の観点から限定的になる箇所がある。巨礫の代わりにコンクリートによる擬岩または擬岩ブロックなどの活用もあるが、比重が天然石より小さく、ブロック形状が単一であることから、礫を設置した場合とは異なる状況となる。礫のように比重が大きくかつ礫とどのような機能が期待できるものとして酸化スラグが挙げられる<sup>[3]</sup>。従来、酸化スラグは一定の基準を経て路盤材として有効利用されているが、サイズが小さくされた状態での利用であり、礫として扱える0.20 m以上のものを対象に適用した例はない。ここでは、平均サイズが0.20~0.25 mとする酸化スラグ<sup>[3]</sup>を用いて、天然石と合わせて約5 m区間の石組みを実験水路で行い、約1週間通水し、淡水の水生生物を中心に棲息状況を経過観察する。

### 実験

船橋校舎環境水理実験室内に位置する矩形断面水路(水路長17m, 水路幅0.80m, 水路高さ(10m区間)0.60m)を用いて実験を行った。酸化スラグは大同特

殊鋼株式会社知多工場から生産されるもの52個を用いている(Photo 1 参照)。スラグおよび天然石設置状況を Photo 2 に示す。酸化スラグおよび天然石のサイズ別の頻度分布を Figure 1, 2 に示す。酸化スラグの平均サイズは0.213 m であり、天然石は群馬県産の礫で、平均サイズは0.206 m である。ここに、平均サイズは長辺、短辺、高さを平均したものと定義している。水生生物の隙間の流れの利用を考慮したため、水路には約4列の石組みを行っている。左岸側に酸化スラグ、右岸側に天然石を設置している。水質分析の詳細な情報はここでは割愛するが、スラグを設置する前後でpHを測定した結果、いずれも8.3であった。設置後は通水して4日目に測定している。本実験室で礫を用いた実験を頻繁に行っているため、スラグを設置する前でもpHが大きかったものと考えられる。また、スラグを設置して通水してもpHが過剰に大きな値を示すことはなかった。なお、実験最終日9月20日で測定されたpHは8.37であった。

2025年9月16日に栃木県水産試験場から用水路に棲息している水生生物270個体を入手した。その種類は、オイカワ31尾、カマツカ1尾、スジエビ142尾、タモロコ2尾、フナ1尾、カワニナ63個、カワムツ7尾、カワリスマエビ8尾、モツゴ1尾、ウグイ1尾、ニゴイ1尾、ヨシノボリ13尾の13種である。また、浜名湖漁協からウナギ(ビリ)11尾を入手し、16日の午後1時半には水路下流端と石組み下流端の中間に放流した。

9月16日から18日にかけて気温の影響を受けて水温は28.3°Cから29.7°Cとなった。流量は0.0154 m<sup>3</sup>/s であり、様々な水生生物の移動の妨げにならないよ



Photo 1 Oxidized Slag Boulders (tested 52 boulders).



Photo 2 Installation of assembled boulders (left side Slag).

1. 日大理工・教員・土木, 2. 日大理工・学部・土木, 3. 大同特殊鋼株式会社, 4. 豊田通商株式会社, 5. 會澤高圧コンクリート株式会社

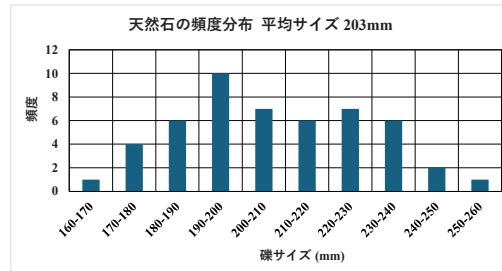
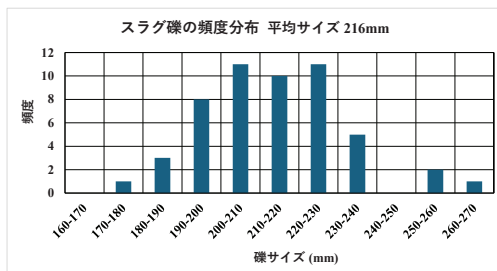


Figure 1 Average size distribution of oxidized slag boulders. Figure 2 Average size distribution of Natural stone boulders.



a) Eel inside oxidized slag boulders b) Swimming fishes upstream of boulders c) Amur goby inside oxidized slag

Photo 3 Aquatic animals observed in the installation of oxidized slag boulders.

うに、常流の流れを形成させ、石組み上下流端の水深は、それぞれ  $h_u = 0.2495 \text{ m}$ ,  $h_d = 0.2595 \text{ m}$  として調整した。放流した水生生物は石材に関わらず、礫間または礫の上部の流れを利用して移動している。ウナギは礫の隙間に日中は礫間および細石の中に隠れている。遊泳魚はウナギに警戒しているのか、10 cm以下の体長のは石組みの上・下流に定位している。移動の時は礫間および礫の上部を移動している。スジエビは礫間の中で流れの影響を受けない箇所まで定位し、時々移動している(Photo 3)。なお、9月20日(最終日)にはスジエビが放流数の約50%(70尾)が未回収となり、捕食されたものと考えられる。ハゼについては、ウナギによる捕食を警戒しながら、石組みの礫間または上・下流流端周辺に待機している。体長が20 cm前後の遊泳魚は礫間および石組み前後など移動している。石組み前後にいる遊泳魚が人の気配で避難する場合、スラグ側からではなく天然石側に移動し、その後、スラグ側へも礫間に避難している。これは、スラグが通路側に設置されているため、気配を感じて退避したものと考えられ、スラグの凹凸による影響は小さくなく、ハゼ、スジエビ、カワニナなど、スラグの表面に吸着したり、這ったり、爪を引っ掛けて移動したりしている。捕食された小魚やスジエビの状態から、ウナギが捕食したものと考えられ、ウナギの棲息箇所の移動から、夜間に移動しているものと考えられる。

### まとめ

酸化スラグを巨礫サイズで河川環境改善に生かせるか否かを検討するため、実験室内で平均サイズ21.6 cmを52個水路に設置し、比較のため平均サイズ20.3 cmの天然石を並列し、14種の魚種291個体を放流し、5日間の経過観察を行ったところ、pHについては、8.3前後であり、スラグ投入前との違いはほとんど見られなかった。水温は27.2°Cから29.7°Cと気象に影響することになっていたが、放流生物への影響は小さかった。また、スラグ設置によって水生生物が忌避行動することは確認されず、河川で見られる捕食行動、遊泳魚の縄張り行動が見られた。酸化スラグには金属が含まれているため、表面に錆が点在しているが顕著に広がることはなかった。今後は2か月経過後に同様な実験を行う。この研究は本学と大同特殊鋼との間で締結した共同研究(No.925067)に基づき行っている。

### 参考文献

- [1] 安田陽一(2006)多様な水生生物の遡上・降河に配慮した魚道の特徴, 水利科学, 50 巻 1 号, ISSN 00394858, pp.1-31.
- [2] Yasuda, Y., Yasuda, Y., and Beretta P. M. (2023) River Improvement, Chapter 2, Eel Science, Fisheries Science Series, pp.293-303.
- [3] 山戸 博晃ら4名(2004)電気炉酸化スラグを使用したコンクリートの物理・化学的安定性, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.1641-1646, 9<sup>th</sup> November.