

産業廃棄物を有効活用した藻場基盤材の開発とモニタリング

西日本工業大学 学生会員 森 健詞 西日本工業大学 正会員 山本健太郎
 佐賀大学 正会員 根上武仁 福岡窯材 非会員 溝口直敏
 鹿児島大学 正会員 平瑞樹 第一工業大学 正会員 田中龍児

1. はじめに

日本全国の藻場は過去 30 年で 30-40%消失しており、深刻な問題となってきた。藻場の重要性はあまり知られていないが、魚貝類の隠れ家や生息場、産卵場としても機能する。ゆえに、魚礁としての多方面への効果も大きく、生態系や沿岸漁業においても欠かせない存在である¹⁾。そこで、藻場の保全や再生を目的に、これまで火山灰と産業廃棄物リサイクルマテリアル(写真-1 参照)を有効活用した環境に優しい藻場基盤材を開発し、海中モニタリングを実施してきた^{2,3)}。本研究では、これまでの成果を受け、新たに二種類の産業廃棄物を有効活用した新たな環境に優しい藻場基盤材の開発を実施した。一つ目は、陶磁器破砕片(粒径 2~4mm と 0.9mm を使用)と廃石膏を主としたものである。二つ目は、木質バイオマス発電から排出される流動砂(写真-2 参照)、陶磁器破砕片(粒径 2~4mm)と廃石膏を主としたものである。両方ともに鉄分としては使い捨てカイロを使用することにより、低環境負荷型の藻場基盤材の開発を行った。

2. テストピースによる試験結果

表-1 には開発した陶磁器破砕片を有効活用した藻場基盤材の配合(質量比率)と一軸圧縮試験結果を示す。これを見ると、配合は廃陶磁器だけで約 60%あり、廃石膏も約 30%含まれている。当然であるが、セメントの配合が 4.5%のケースが一番高い強度 5.59MPa を示した。なお、セメント配合がない場合、一軸圧縮強さは 0.33 MPa であった。次に、上記に示した陶磁器破砕片(細(0.9 mm))の代わりに、流動砂を利用した。流動砂とは木質バイオマス発電において、完全燃焼させるための流動媒体である珪砂のことを指す。特性としては、木質バイオマス発電からのカリウム付着のため、強いアルカリ性を示すことが挙げられる。また、表-2 に 28 日養生後の基盤材供試体の一軸圧縮試験結果を示す。これを見ると、セメントを 4.4%と 4.0%混入した場合の一軸圧縮強さはそれぞれ、2.24MPa と 1.75MPa となり、陶磁器破砕片を有効活用した藻場基盤材の一軸圧縮強さよりも小さくなることがわかった。さらに、溶出試験は環境庁告示 13 号法により行った。これらより、個々の試料の元素含有量試験と人工海水中に侵した元素分析においても六価クロムなどの有害元素の溶出がなかった。よって、これまで強度や環境面で問題が全くないことを確認してきている。

3. 藻場基盤材の作製

配合の一例は表-1, 2 に示す。なお、鉄分としての使い捨てカイロは基盤材表面に 300g を一様に添加した。基盤材の形状は、直径 40cm、高さ 14cm、重量約 26.0Kg の円盤型である。今回はセメント量 約 4%前後をターゲットとした。

4. 海中モニタリング

開発した藻場基盤材を 2017 年 6 月に長崎県佐世保市針尾と福岡県行橋市長井に海中投入・設置した。写真-3(a), (b)には長崎県佐世保市針尾に海中投入した藻場基盤材を示す。1 か月経過後には、藻類の活着は確認できたが、2 か月経過後にはあまり海藻の生育は見られなかった。これは完全に活着する前に、基盤材の表面が波浪の影響で削られてしまったことやウニの食害の影響などが考えられる。次に、写真-4(a), (b)には福岡県行橋市長井に海中投入した藻場基盤材を示す。このケースの場合、砂場であり海藻が生えておらず、胞子が少なかったため、海藻の生育はあまり見られなかった。また、基盤材の表面が波浪の影響で結構削られており、強度面も半永久的なものではなく、壊れて自然に還るように考えられる点は良かった。しかし、藻類が完全に活着するには、基盤材表面の強度が波浪の影響などで容易く削られないことも必要であることが今回のモニタリング結果からわかった。なお、砂場で埋もれていた基盤材表面はあまり削られておらず、興味深い観察結果となった。現状では、基盤材表面が波浪の影響などで容易く削られないようもう少し強度を増加させ、海中モニタリングを実施することによって、その効果を観察していきたい。

【謝辞】本研究は、科研費 基盤研究(C) (15K00603)の助成を受け、実施しました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 寺脇利信、中山哲敏、新井章吾、敷田麻美: 藻場の回復に向けて, 海洋と生物 145 (第 25 巻 第 2 号), pp.100-106, 2003.4.
- 2) 山本健太郎、根上武仁、矢野裕明、蓬原康志、島佳奈子、中島常憲: 桜島火山灰とリサイクルマテリアルの有効利用—低環境負荷型藻場基盤材の開発—, 第 10 回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp.343-350, 2013.9.
- 3) 山本健太郎、根上武仁、溝口直敏、平瑞樹、田中龍児: 産業廃棄物を有効活用した新たな環境に優しい藻場基盤材の開発, 第 12 回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp.387-394, 2017.9



写真-1 産業廃棄物 (廃陶磁器と廃石膏)



写真-2 流動砂

表-1 一軸圧縮試験結果 (陶磁器破碎片, 28 日養生)

Mixing ratio (%)	Scrapped ceramics (fine: 0.9 mm)	38.8	36.4	35.9
	Recycled gypsum	27.2	25.6	25.2
	Water	14.4	15.1	17.0
	Scrapped ceramics (coarse: 2.0-4.0 mm)	19.6	18.4	18.0
	Cement	0.0	4.5	3.9
Unconfined compressive strength (MPa)		0.33	5.59	3.06
Water content (%)		8.4	10.2	10.3
Wet density (g/cm ³)		1.75	1.79	1.56

表-2 一軸圧縮試験結果 (流動砂, 28 日養生)

Mixing ratio (%)	Used grains of sand (流動砂)	35.8	35.7
	Recycled gypsum	25.3	25.3
	Water	16.2	16.8
	Scrapped ceramics	18.3	18.2
	Cement	4.4	4.0
Unconfined compressive strength (MPa)		2.24	1.75
Water content (%)		6.9	6.7
Wet density (g/cm ³)		1.63	1.57



(a) 海中投入直後の藻場基盤材



(b) 海中投入から 2 か月経過

写真-3 長崎県佐世保市針尾へ海中投入した藻場基盤材



(a) 海中投入直後の藻場基盤材



(b) 海中投入から 4 か月経過

写真-4 福岡県行橋市長井へ海中投入した藻場基盤材