

産業廃棄物リサイクル材を有効活用した藻場基盤材の長期モニタリングとその開発

鹿児島大学 正会員 山本健太郎 鹿児島大学 非会員 九反郁実
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 非会員 平 瑞樹 第一工大 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。藻場はそ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、鹿児島県においては南九州の地域資源でもある桜島火山灰、産業廃棄物リサイクルマテリアルである陶磁器破砕片、固化材としては廃石膏（再生石膏）を主とし、鉄分としては使い捨てカイロを混合することにより、藻場基盤材の開発を実施した^{2,3)}。本報では、開発した藻場基盤材を 2013 年 5 月に鹿児島湾に海中投入・設置してから 2015 年 9 月までの 2.4 カ年に渡る海中モニタリングの結果と、その性能についての検証を報告する。また、鏡板型枠を用いた新しい藻場基盤材の製作についても述べる。

2. 海中モニタリング

開発した基盤材の配合を表-1 に示す（No.1-6はHandy&mobile型、直径40cm、高さ15cm、重量約23Kg）。鉄分の有効性について検討するため、No.3, 4, 6 については廃鉄粉を配合し、No.5に関しては貝殻を約10%配合した。後述するが、No.7, 8は今年度、製作したケースであり、まだ海中投入を実施していない。海中モニタリングは、開発した藻場基盤材を2013年5月に海中投入・設置して、2015年9月までの2.4 カ年にわたるモニタリングを実施してきている。図-1には、鹿児島湾に海中投入2.2カ年後の藻場基盤材を示す。時期的には昨年度の7月で海藻があまり繁茂しない時期である。ここで、取り上げたNo.4, 6 にのみ、顕著な海藻の活着が観察できた。図-2 には、鹿児島湾に海中投入2.3カ年後の藻場基盤材を示す。図-1に比べると、海藻の成長が確認できた。次に、図-3には、鹿児島湾に海中投入

表-1 開発した藻場基盤材の配合（質量比率）

試験体	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
配合割合 (%)								
桜島火山灰	35.1	29.4	30.8	30.8	26.8	29.9	37.5	39.0
廃石膏	24.6	23.5	24.6	24.6	21.5	23.9	26.5	27.4
水	14.0	14.7	13.8	13.8	12.1	13.4	13.9	13.9
陶磁器破砕片	17.5	17.6	18.5	18.5	16.1	17.9	19.1	19.7
セメント	8.8	14.7	12.3	12.3	13.4	11.9	2.9	0.0
貝殻					10.1			
鉄分			300gを塗付	300gを練込み		3.0	300gを練込み	300gを練込み



(a) No.4



(b) No.6

図-1 海中投入 2.2 カ年経過後の藻場基盤材



(a) No.4



(b) No.6

図-2 海中投入 2.3 カ年経過後の藻場基盤材



(a) No.1



(b) No.3



(c) No.4



(d) No.6

図-3 海中投入 2.4 カ年経過後の藻場基盤材



図-4 今回開発した基盤材の一例
(No.7 & 8)

表-2 一軸圧縮試験結果のまとめ (28 日養生)

配合割合 (%)	桜島火山灰	35.1	29.4	30.8	39.0
	廃石膏	24.6	23.5	24.6	27.4
	水	14.0	14.7	13.8	13.9
	陶磁器破砕片	17.5	17.6	18.5	19.7
	セメント	8.8	14.7	12.3	0.0
一軸圧縮強さ (MPa)		2.12	3.50	2.55	0.34
含水比 (%)		19.0	19.7	19.5	15.0
湿潤密度 (g/cm ³)		1.91	1.93	1.76	1.92

2.4カ年後の藻場基盤材を示す。時期的には秋となり、海藻の繁茂が見られる時期である。No.4, 6、特にNo.4では図-1, 2と比較して、顕著に海藻が垂直に海底から海面へと生い茂る様子が見られた。また、No.1にはフジツボや藻類のみが見られ、海藻の生育は見られなかった。一方、No.3にも海藻の成長が少し観察できた。

よって、現在のところ、陶磁器破砕片や少量の鉄分（使い捨てカイロ）の混入が海藻の活着やその後の生育にたいへん有効であったと言える。また、図では示していないが、コンクリートのようなセメント量が多い基盤材も比較のために海中投入したが、そちらの方には全く海藻の活着が見られなかったことを付け加えておきたい。

3. 鏡板型枠を用いた藻場基盤材の製作

今までは木枠型枠を主として用いてきたが、脱型が容易ではなかった。そこで今回、脱型が容易となる鏡板を用いた鉄製の藻場基盤材型枠を開発した。これを用いて、セメントの配合割合が2.9%と0%のNo.7, 8の基盤材を製作した。図-4には脱型後の写真を示す。基盤材の形状は、直径40cm、高さ14cm、重量約25.7Kgの円盤型であり、No.1-6と比較して、大きく形状は変化していない。また、藻場基盤材の製作と同時に、同じ材料を用いて、供試体（直径約5cm、高さ約10cmの円柱形）を作製した。

表-2には28日養生後の一軸圧縮試験結果のまとめを示す。セメントの配合が0%の場合でも一軸圧縮強さが約0.3MPaあり、それなりの強度を有し、持ち運びなどにも問題がないことが確認された。今後は、円柱形供試体を用いて、環境庁告示46号に準拠した溶出試験を行う予定であるが、大きくセメント量を減らすことができたため、大きな問題は生じないものと推測される。

現段階では、セメントを全く含有しない藻場基盤材を製作することができ、環境に優しい藻場基盤材の開発ができた。また、従来のように半永久的なものではなく、壊れて自然に還るような基盤材に近くなったと考えられる。さらに、今回開発した藻場基盤材の海中投入は、今年の5月以降に実施したいと考えている。

4. おわりに

今後も長期モニタリングを実施し、海藻活着やその後の生育効果のチェックをすることにより、最適な配合割合、鉄分の有効性に関する検証を実施する（Phase 1）。次に、九州圏域の他の海域においても海中モニタリングを予定しており、この場合には火山灰だけでなく、その地域での産業廃棄物リサイクル材を有効活用したカスタマイズが可能である。また、Phase 2として、沿岸海域環境の改善を主目的に、大量の陶磁器屑と藻場基盤材を活用した環境改善手法を提案していく予定である。さらに、経済的、環境的にも優しく、環境教育や防災面にも活用できる、産業廃棄物リサイクル材を有効活用した藻礁を創造していきたい。

【参考文献】1) 寺脇利信、中山哲蔵、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、中島常憲、島佳奈子、溝口直敏：桜島火山灰とリサイクルマテリアルを有効活用した低環境負荷藻場基盤材の開発とそのモニタリング、第11回地盤改良シンポジウム論文集, pp.135-138, 2014.11.