

## 陶磁器破砕片と廃石膏による藻礁の作製とモニタリング

佐賀大学 学 竹下あかり 佐賀大学 正 根上武仁  
西日本工大 正 山本健太郎 (有)福島窯材 溝口直敏

### 1. はじめに

肥前地区は窯業が盛んである。陶磁器を作る過程で成形の際に用いられる石膏型枠は、使用後に産業廃棄物として処分される。また、他にも、成形後の焼成の際に曲がりや割れ等が生じ商品価値のないものが廃陶磁器として廃棄される。これらの窯業関連企業からの廃石膏型枠や廃陶磁器は、有害物質を含まないため比較的リサイクルしやすいと考えられる。著者らは、これらのマテリアルを主材として、いくつかの材料を組み合わせた低環境負荷型藻礁を作製・設置し、モニタリングを実施してきた<sup>1),2),3)</sup>。本研究では、特に廃石膏型枠と廃陶磁器、流動砂、パーク等を組み合わせ作製した低環境負荷型藻礁モニタリング結果について報告する。

### 2. リサイクル材と低環境負荷型藻礁の作製、モニタリングについて

#### 2-1 リサイクル材と低環境負荷型藻礁の作製

本研究では、長崎県波佐見町で回収された廃石膏型枠、廃陶磁器を主材として使用した。また、産業廃棄物であるパーク、流動砂、固化補助材としてセメントを使用した。また、海藻類の活着の促進のため、使い捨てカイロから回収した廃鉄粉を混入した。作製する藻礁は、従来のように半永久的なものではなく、5年～6年程度で壊れて自然に還るような藻礁の作製を目指し、セメントの混合量は出来るだけ少なくなるように配慮した。また、設置後の移動も考慮し、大きさは直径40cm、重量約23-28kg程度とした。強度確認のため、同じ配合条件で一軸圧縮試験用供試体を作製し、28日後に強度試験を行った。また、セメントを使わない場合についても検討を行った。

#### 2-2 モニタリング

作製した低環境負荷型藻礁は、鹿児島県鹿児島市上花倉の海岸・長崎県佐世保市針尾漁港・福岡県行橋市長井海岸の3箇所に海中投入・設置した。設置に際しては、干潮時でも藻礁が海面下になるようにした。

### 3. 強度試験結果およびモニタリングの結果

再生石膏と陶磁器破砕片および流動砂に対し、セメントを総重量の4%程度混合したものについては、3～6MPa程度の一軸圧縮強さが得られた。同様の配合でセメントのみ配合しない場合の一軸圧縮試験結果は、0.3MPa程度とかなり低い値となった。このセメントを使用していない低環境負荷型藻礁については、海中設置後1ヶ月で溶解した。

作製した低環境負荷型藻礁については、鹿児島市上花倉の海岸に2013年に設置を行っている。なお、この海岸は岩礁帯であり、ホンダワラ類が多く見られた。ここに設置した藻礁は、廃陶磁器、廃石膏、セメント、廃鉄粉、火山灰を混合して作製したものである。設置後数ヶ月で海藻の活着が確認できた。設置後2年経過すると、周囲と同じようにホンダワラやウミウチワ等の海藻の活着が見られ、これらの海藻類の成長や藻礁の破壊の進行未よって自然石と区別し難い状態となった。図-1は設置4年後の藻礁を示しているが、海藻の繁茂が確認できる。一度海藻が活着すると、海藻が枯れる季節を過ぎても再度、海藻の生育が見られた。この藻礁には廃陶磁器も少量の鉄粉も混入しており、廃陶磁器や鉄粉が海藻の活着やその後の生育に有効だったと考えられる。また、他にもコンクリートのようなセメント量が多い藻礁も比較のため海中投入したが、海藻類の活着はなくフジツボ類の活着が先に確認できた。紙面の都合上示さないが、4年経過後の現在は、一部の海藻の活着が確認できた。設置場所が同じで、配合条件のみが異なることから、作製した低環境負荷型藻礁の海藻海藻の活着・生育に有効であったと考えられる。



図-1 鹿児島市に設置した藻礁  
(設置後4年、火山灰混合)



図-2 佐世保市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、流動砂混合)



図-3 佐世保市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、流動砂混合)



図-4 佐世保市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、流動砂混合)



図-5 佐世保市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、バーク混合)

図-2～図-4に、長崎県佐世保市針尾漁港のモニタリング結果を示す。図-2～図-4は、再生石膏、陶磁器廃材、流動砂を主材とし、セメント混合を変化させて作製した藻礁の設置後4ヶ月の状況を示したものである。設置後2ヶ月ほどで3つの藻礁全てに海藻の活着が確認できたが、4ヶ月目には活着した海藻がほ



図-6 行橋市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、流動砂混合)



図-7 行橋市に設置した藻礁  
(設置後4ヶ月、流動砂混合)

ぼ確認できなかつた。図-2中の下から中心に向かう白いラインはウニによる食害と考えられる。図-3および図-4にも同様の白いラインが確認できる。近辺の漁協への聞き取り調査を行ったところ、周辺には大量のムラサキウニが生息しており、10年ほど前から藻場が激減しており、このため、近年3回/年ほどの割合でムラサキウニの駆除が実施されているとのことであった。図-5は、再生石膏、陶磁器廃材、流動砂、バークとセメントを混合して作製した藻礁である。図中の中央やや上側に一基、その左側に2つに割れたものが一基確認できる。これらの藻礁設置後から6ヶ月現在で海藻の活着は確認できず、波浪の影響のためか破壊されている。混入したバークの表面付近から割れ目が発生していた。周囲には、ホンダワラ類が確認できたこと、同じポイントに設置した他の藻礁(図-2、図-3、図-4)では海藻の活着が見られたことを考慮すると、バークは海藻の活着と生育には効果的でないと考えられる。

図-6および図-7は行橋市長井海岸に設置した藻礁を示したものである。鹿児島市や佐世保市の設置場所とは異なり、砂浜海岸に設置した。ここでは、干満によって藻礁が乾湿の影響を受け、どの程度で破壊していくのかを検討する目的で設置した。設置後4ヶ月で、砂に埋もれていない部分は溶け出しが確認できた。海流の関係もあり、砂に埋もれてしまうため、定期的に掘り出しが必要である。

#### 4.まとめ

再生石膏と陶磁器廃材の破砕片を主材とした藻礁を作製し、海中への設置とモニタリングを行った。得られたモニタリング結果から、使い捨てカイロからの廃鉄粉は海藻の活着やその後の生育に有効的である。また、バークについてはあまり効果が得られそうに無いことがわかった。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、最適な配合割合の検証を行う予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 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.
- 2) 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型藻場基盤材の開発とモニタリング，第11回地盤改良シンポジウム論文集，pp. 135-138. 2014. 11.
- 3) 山本健太郎，根上武仁，溝口直敏，中島常憲，島加奈子：桜島火山灰を活用した環境に優しい藻場基盤材の開発とその長期モニタリング，第50回地盤工学研究発表会，DVD-ROM(1191)，2015