ビーチロック形成メカニズムに関する一検討

鹿島建設(株)	正会員	〇山木	克則・1	上島	洋二
東京大学大学院	茅根	創・洪	永勲・山	山本	将史

1. はじめに

ビーチロックは、サンゴ礁海岸の潮間帯においてサンゴ破片,有孔虫殻,貝殻片等を原材料として、炭酸カ ルシウムのセメント作用により自然固化したものである.ビーチロックの現象が解明されれば,太平洋諸国の 遠隔離島における海面上昇による浸食対策技術の一つとして期待できる.ビーチロックの形成メカニズムには 諸説¹⁾あり、1)蒸発説、2)生物活動説、3)淡水との混合説、4)二酸化炭素脱ガス説などが提唱されている. しかしながら、これらの仮説を導いたビーチロック研究の多くは、数千年以上の古い年代のビーチロックを対 象としている.また、ビーチロック形成メカニズムに係る生態工学的アプローチ、さらに臨海土木での活用を 視野に入れた研究事例は極めて少ない.本研究では、現地ビーチロック調査と室内試験により、形成メカニズ ムを検討した.

2. ビーチロックの現地調査^{2),3)}

調査対象とした沖縄県西表島中野海岸のビーチロック(図-1,2) はサンゴ砂中に形成していた.一部が潮間帯下部に露呈してお り,そこに数センチの茶色のガラス片が膠結しているのを発見 し(図-3),このビーチロックが形成途上であることが想定さ れた.

今回,ビーチロックの地盤高の異なる3地点(図-4)において試料採取し,軟岩ペネトロ計による強度計測,SEMによる微細構造の観察,SEM-EDXによるセメント物質の主要元素マッピングを行った.また,間隙水採取によるpH,Caイオン,Mgイオン,塩分,TOCの分析を行った.

強度計測の結果を図-5に示す.砂中に埋まる中野海岸のビーチロックは、6~8MPaであった.干潮帯上部で若干強度が高い傾向が見られた.

図-6にSEM, EDXによる画像を示す.有孔虫の接続部セメントは, CaとSiを主体とした細粒分であった.

分析の結果,ビーチロック内部のpHは7.5~7.8であり海水の8.0~ 8.3より低かった.ビーチロック中のCa, Mgイオン, TOCは昼間の時 間帯(12:00~18:00)で高い傾向が見られた.砂中では打ち上げ海 藻など海洋由来の有機物が存在し,潮汐や日射,温度条件により分解さ れ,この際にCaイオンの溶脱や結晶化が促進される可能性が考えられた.



キーワード:ビーチロック,サンゴ礁,沿岸環境,生態工学,遠隔離島,海面上昇 連絡先:〒240-0112 神奈川県三浦郡葉山町一色2400 鹿島建設(株)技術研究所 葉山水域環境実験場

中野海岸 西表島 10km



図

一1 中野海岸の

位置図

図-2 中野海岸のビーチロック



図-3 ガラス片



(a) 観察試料



細粒分(Ca,Si) Ca 50µm

(b) セメント物質による固着
 (c) セメント物質の SEM-EDX 像
 図-6 現地採取試料の SEM. SEM-EDX による観察

3. 室内におけるビーチロック形成メカニズムの検証

自然海水の流入・流出を制御出来るオーバーフロー水槽(45×60×30センチ)を用い,表-1に示すサンゴ砂(D₅₀=0.47mm)を基本材料とした配合を調整した.配合したサンゴ砂は,10 cm×10cm×8cm(高さ)の不織布の容器に充填した.細粒分はサンゴ砂を75μm未満に粉砕したものを用いた.実験3か月後に試験体を自然乾燥させ卓上型物性試験器(TPU-2D)による強度計測を実施した.

図-7に強度の特性を示す.細粒分および有機物を入れな い場合は強度の発現は見られず,細粒分と有機物を混入した ものは12MPaの強度が得られた.固化が見られた試験体の SEM-EDX 像を図-8 に示す.サンゴ片周囲への Si, Caの細 粒分の凝集が観察され,現地ビーチロックのセメント部と似 た微細構造を確認することができた.

4. ビーチロックメカニズム⁴⁾

ビーチロックの形成メカニズムは、SiやCaの無機細粒分の 存在,有機酸によるカルシウムの溶脱と,その後の有機酸を 含む多様な有機物の分解が,CaCO3再結晶化をもたらしてい るものと考えられた.Ca溶脱過程による酸性化は有機酸生成 による(1)式,酸によるCa溶脱の(2)式から説明できる.

(1)

 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_3COO^- + 3H^+$

 $CaCO_3 + H^+ \Leftrightarrow HCO_3^- + Ca^{2+}$ (2)

アルカリ化は酢酸の生分解により(3),(4)式で説明できる.

嫌気的: $CH_3COO^- + H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2 + OH^-$ (3)

好気的: CH₃COO⁻+2O₂→2CO₂+H₂O+OH⁻ (4) Ca析出過程は(5)式となる.

 $HCO_3^-+Ca^{2+}+OH \Leftrightarrow CaCO_3\downarrow+H_2O$ (5) 以上のようにビーチロックメカニズムの一端を解明するこ とができた。

表-1 主な配合と条件

基本材料	サンゴ砂 (D ₅₀ =0.47mm)		
細粒分	サンゴ砂75µm> 11% V/V		
有機物	褐藻類 5% W/W		
潮汐	自然海水の流入・流出制御 12h冠水:12h干出		





図-8 室内実験による SEM-EDX 像

本研究は、国土交通省河川砂防技術研究開発で採択され、国土技術政策総合研究所から委託された「サンゴ 礁海岸保全モデルの開発」で得られた研究成果の一部である.関係者の皆様に謝意を表する.

参考文献

Vousdoukas et al.: Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts, Earth-Science Reviews, 85, 23–46, 2007
 2)洪永勲ら:ビーチロック形成メカニズム(1),日本サンゴ礁学 18回大会要旨集, pp. 122, 2015
 3)山木克則ら:ビーチロック形成メカニズム(2),日本サンゴ礁学 18回大会要旨集, pp. 122, 2015
 4)北島洋二ら: 有機物反応を利用したビーチロック形成の促進技術研究,土木学会地球環境シンポジウム, 20, 155-159, 2012