

## ハイブリッドセラミックを使用した藻場造成試験

梨木 大輔・秋本 恒基<sup>a</sup>・濱田 弘之  
(研究部)

藻場の造成基質として、これまでは一般的に自然石やコンクリートが使用されてきた。しかしながら、近年は自然環境面への配慮からリサイクル素材を使用した基質も開発されつつある。本研究では、鉄鋼スラグや碎石チップ、廃ガラスといったリサイクル素材のみを原料としているハイブリッドセラミックを使用して試験礁を海中に設置し、藻場造成基質としての有効性を検討した。設置してから506日後においては、殻状海藻の被度が約75%と優占していたが、その後小型多年生海藻の被度が上昇し始め、遷移が進行していることが認められた。また、大型多年生海藻も着生しており、今後極相に向かって遷移が進行していくと推察された。そのため、ハイブリッドセラミックは新たな造成基質となり得ることが示唆された。

キーワード：藻場，ハイブリッドセラミック，造成基質

藻場は沿岸域における重要な漁場であり、これまで各地で自然石やコンクリートを使用した藻場造成が実施されてきた。しかしながら、自然石は形状指定が困難であることから造成に際して海水の流れや生息空間を考慮しづらく、また、採取の際には陸上の自然環境への配慮が必要である。<sup>1)</sup> また、コンクリートは砂や石灰石などの鉱物資源を消費することから、<sup>1)</sup> 新たな造成基質の開発が求められている。

造成基質の中でも、鉄鋼製造工程の副産物である鉄鋼スラグ<sup>1)</sup>や堆積した火山灰<sup>2)</sup>を使用した報告がある。これらはリサイクルや、環境面への配慮を目的に開発が進められている。このように造成基質を開発する際には、自然環境面への影響も考慮することは非常に重要である。

こうした中で、リサイクル素材を使用した基質としてハイブリッドセラミック(白野江セラミック株式会社製)が製作されている。このハイブリッドセラミックは鉄鋼スラグと碎石チップ、廃ガラスを混合して製造されており、リサイクル素材のみを原料としている。また、多孔質であること、表面性状や形状を自由に設計可能であることも大きな特徴である。

そこで、本研究はハイブリッドセラミックの藻場造成基質としての有効性を検討することを目的に、海中に試験礁を設置して海藻の着生状況を調査した。

## 方 法

試験に使用したハイブリッドセラミックの物理的特性を表1に示す。比較対照として御影石、コンクリートの特性も示す。ハイブリッドセラミックは御影石、コンクリートより吸水率が高く、比重が低い特徴を有していた。なお、試験には白野江セラミック株式会社より提供されたハイブリッドセラミックを使用した。

北九州市脇田地先においてハイブリッドセラミック、比較対照として自然石、コンクリート製方塊ブロック(以下、コンクリートとする)を使用した試験礁を2007年10月2日に設置した(図1)。設置したハイブリッドセラミックの形状は海水の流れを良好にし、磯根生物の生息空間を広くするために球状にして2段にした。上段の大きさは長径が35cm、下段が60cmとした。表面性状は図2のように1つの球体の上部を多孔質でざらざらに、下部を滑らかにした。このハイブリッドセラミックを8

表1 ハイブリッドセラミック、御影石、コンクリートの物理的特性

	ハイブリッドセラミック	御影石	コンクリート
体積 (cm <sup>3</sup> )	1,200	570	1,260
乾燥重量 (g) *a	1,190	1,473	2,400
含水時重量 (g) *b	1,687	1,479	2,669
吸水率 (%) * (b-a) / a	41.8	0.4	11.2
比重 (乾燥時)	1.51	4.21	2.41
ph値	9.7	8.2	12.5

a 現所属：水産振興課

個×2個の計16個設置した。自然石は長径が70cm程度、重さが300kg程度のものを使用し、10m×5mの範囲に設置した。コンクリートは80cm×30cm×50cmの大きさのものを4個で1セットとし、5セット設置した。それぞれの試験礁の配置図を図3に示す。各試験礁の設置水深は約5mであり、砂地の底質に岩盤、巨礫、大礫が点在していた。

2007年12月20日(79日後)、2008年3月5日(155日後)に海藻の着生状況を目視観察により調査した。さらに、2008年10月3日(367日後)、2009年2月19日(506日後)、2009年6月17日(624日後)、2010年1月27日(848日後)に各試験礁において任意に50cm×50cmのコドラートを設置し、出現する海藻の種数および被度を求めた。出現した海藻は、既往の報告<sup>3-6)</sup>を参考に、殻状海藻、小型一年生海藻、小型多年生海藻、大型一年生海藻、大型多年生海藻の5タイプに分類した。

### 結 果

2007年12月20日には各試験礁においてミルが着生しており、2008年3月5日にはアラメやツルアラメの幼体が各試験礁において確認された。

2008年10月3日以降、各試験礁において確認された海藻種の変化を表2、図4に示す。2010年1月の調査時にはハイブリッドセラミックにおいて褐藻類2種、紅藻類10種の計12種、自然石において緑藻類1種、褐藻類5種、紅藻類7種の計13種、コンクリートにおいて褐藻類3種、紅藻類8種の計11種が確認された。全ての基質で紅藻類の種数は増加傾向を示し、緑藻類および褐藻類では種数の増減が見られた。

各試験礁における殻状海藻、小型一年生海藻、小型多年生海藻、大型一年生海藻、大型多年生海藻の被度を図5に示す。ハイブリッドセラミックでは、殻状海藻が2008年10月および2009年2月に約75%、2009年6月および2010年1月に約50%と最も優占していた。また、小型多年生海藻は2008年10月および2009年2月は約5%と低い被度であったが、2009年6月に約20%、2010年1月には約30%となり、被度が上昇していた。大型一年生海藻はほとんど見られず、大型多年生海藻は2009年6月までは10~15%の被度であったが、2010年1月には1%と減少した。自然石では、優占する海藻が調査期間中に変化しており、2008年10月は殻状海藻の約70%、2009年2月および6月は小型一年生海藻の約35%、2010年1月は大型多年生海藻の約35%であった。コンクリートにおいても、優占する海藻が調査期間中に変化しており、

大型一年生海藻が2008年10月に約40%、2009年2月に約50%、大型多年生海藻が2009年6月に約45%、2010年1月に約30%であった。

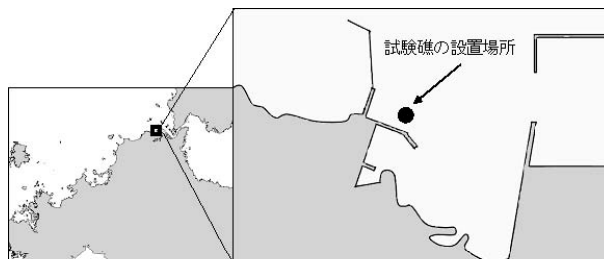


図1 試験礁の設置場所

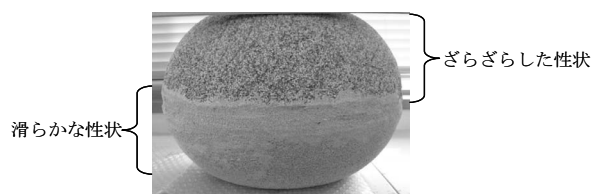


図2 試験に使用したハイブリッドセラミック  
(上) 表面性状  
(下) 2段にしたハイブリッドセラミック

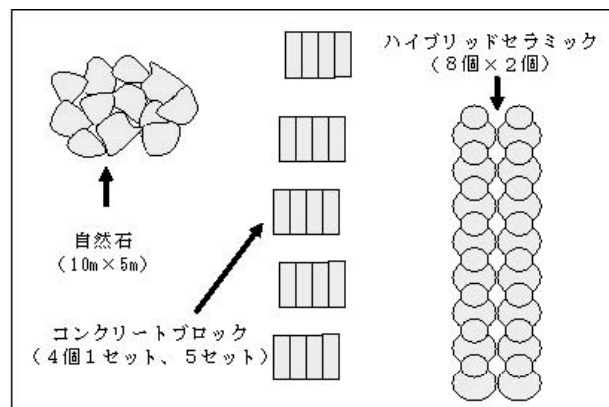


図3 各試験礁の配置図

ハイブリッドセラミックを使用した藻場造成試験

表 2 各試験礁において確認された海藻種 (G: 緑藻, B: 褐藻, R: 紅藻)

種名	緑藻・褐藻・紅藻	ハイブリッドセラミック				自然石				コンクリート				
		2008/10/3	2009/2/19	2009/6/17	2010/1/27	2008/10/3	2009/2/19	2009/6/17	2010/1/27	2008/10/3	2009/2/19	2009/6/17	2010/1/27	
鼓状海藻	ハイミル	G					○				○			
	無節サンゴモ類	R	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	エツキイノカワ	R												
	イワカワ科の一種	R	○	○	○	○	○				○			○
小型一年生海藻	アナアササ	G					○							
	ウミウチワ	B												
	フクロノリ	B												
	ムカデノリ	R												
	フダラク	R												
	イバラノリ	R				○		○		○				
	ユカリ	R	○											
	ナミノハナ	R		○										
	カバノリ	R												
	イギス科の一種	R				○								
	ヤレウスバノリ	R				○								
	ハネソノ	R		○				○						
	イトクサ属の一種	R				○								
コザネモ	R				○									
小型多年生海藻	アミジツサ	B				○								
	シロヤハズ	B												
	カニノテ属の一種	R	○	○	○	○	○			○			○	○
	マクサ	R												
	オバクサ	R				○								
	カイノリ	R				○				○		○		○
	ツノマタ	R				○								
	ツノムカデ	R				○								
	フツツナギ	R				○				○				
	スジウスバノリ	R		○		○								○
大型一年生海藻	アカモク	B		○	○					○		○	○	
	ツルアラメ	B												
大型多年生海藻	アラメ	B	○	○	○	○	○							
	ホンダワラ	B												
	イソモク	B												
	ノコギリモク	B									○	○	○	
	ヤツマタモク	B												
	マメタワラ	B	○								○	○	○	○
	ヤナギモク	B												
	ヨレモク	B											○	
	エンドウモク	B										○		○

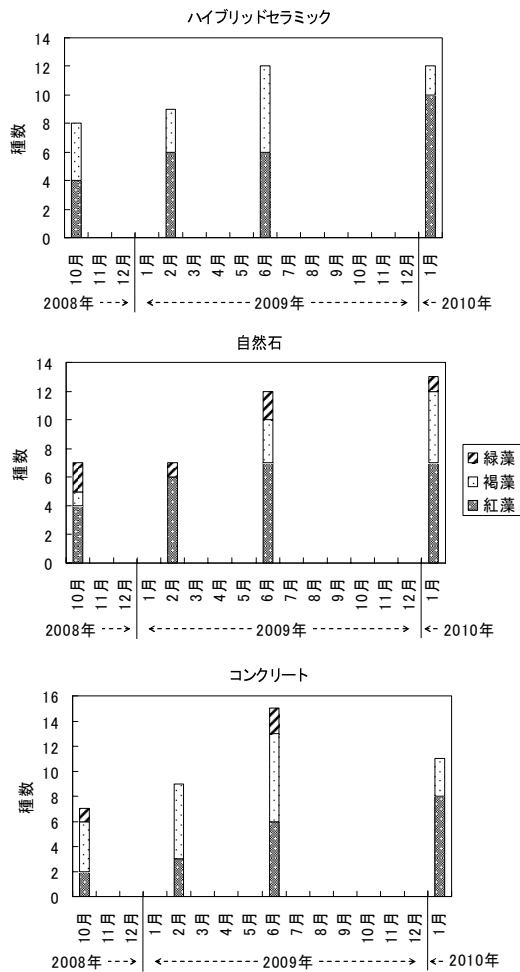


図 4 各試験礁において確認された海藻種数

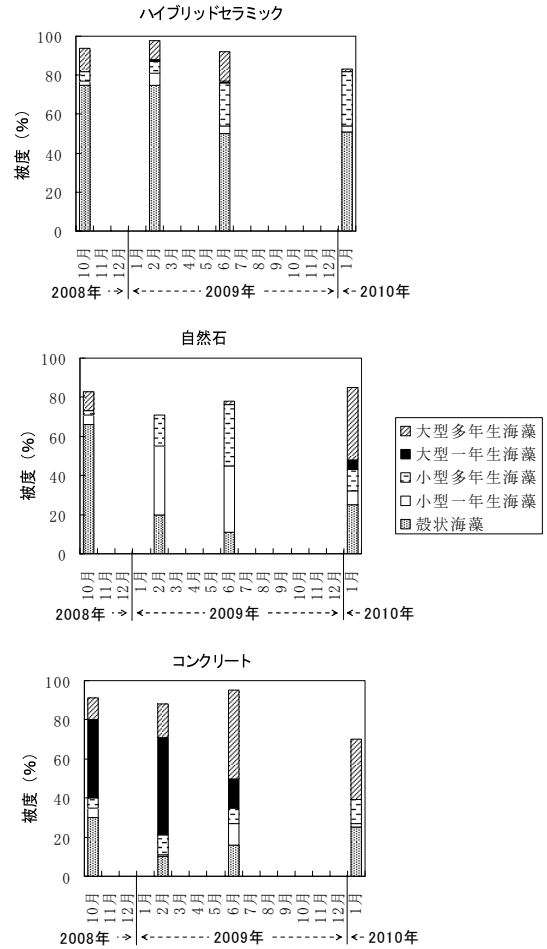


図 5 各試験礁における海藻被度

## 考 察

コンクリートブロックを使用した藻場の一次遷移系列を調べた報告によると、その遷移過程は、まず殻状海藻と小型一年生海藻が優占する始相、次いで短命な小型一年生海藻の消失によって殻状海藻が優占する途中相前期、小型多年生海藻が入植して優占する途中相後期を経て、最終的に大型多年生海藻が優占する極相へと達するというものである。<sup>5)</sup>

ハイブリッドセラミックでは、506 日後は殻状海藻の被度が約 75%であったが、848 日後には約 50%となっており、減少傾向を示していた (図 5)。さらに、小型多年生海藻は 367 日後は約 5%であったが、848 日後には約 30%にまで上昇していた (図 5)。このように、ハイブリッドセラミックにおいて、被度は殻状海藻の減少および小型多年生海藻の上昇が認められたことから、途中相前期から途中相後期へと遷移が進行していると考えられる。自然石では、367 日後は殻状海藻が優占する途中相前期であったが、その後小型多年生海藻が増加し、さらに 848 日後には大型多年生海藻の被度が 35%に達していた (図 5)。そのため、自然石においては 848 日後の段階で、遷移が極相に向かっていていると考えられる。コンクリートにおいても、624 日後に大型多年生海藻が約 45%、848 日後には約 30%と優占していたため (図 5)、自然石と同様に極相へと遷移が進行していると推察される。本研究では、ハイブリッドセラミックは自然石やコンクリートと比較して遷移は遅れていたものの、大型多年生海藻が入植していること、着実に遷移が進行していることから、今後、ハイブリッドセラミックにおいても極相に達することは十分に期待される。

海藻の着生は、基質の表面性状や形状に大きく影響されることが報告されている。アラメなどのコンブ科の海藻は基質の凸部や稜角部に着生しやすく、<sup>7)</sup> 起伏がある大粒径のポーラス型海藻礁は遷移の初期段階から海藻の生殖細胞を大量に捕捉して遷移の進行を促進する。<sup>8)</sup> 今回、試験に使用したハイブリッドセラミックは表面性状や形状を自由に設計できるという特徴があるため、海藻に好適な性状および形状を検討していくことで、自然石

やコンクリート以上に早く遷移が進行する基質を作成できると考えられる。

以上のように、ハイブリッドセラミックは遷移が進行していること、大型多年生海藻が着生していることから、新たな造成基質となり得ることが示唆された。また、漁業現場においては、海藻が繁茂することに加え、アワビ類やサザエ等が採捕しやすい構造であることも藻場礁の必須条件である。今後、表面性状および形状が自由に設計できるという大きなメリットを活用し、複数のタイプの性状、形状を使用した藻場造成試験を行うことにより、効果の高い藻場礁を造成することが可能であろう。

## 文 献

- 1) 磯尾典男・高橋達人・岡田光正：藻場造成用基質としての炭酸固化体の評価，日本水産学会誌 2000；**66(4)**：647-660.
- 2) 滝尾健二・安藤和人・杉野隆・駒澤一郎・中村千穂・荒川久幸：三宅島の火山灰を利用したテングサ海藻礁の開発とその効果の検証，日本水産学会誌 2009；**75(1)**：45-53.
- 3) 片田実：海藻の生活型と遷移，日本水産学会誌 1963；**29(8)**：798-807.
- 4) Y. Saito, H. Sasaki and K. Watanabe : Succession of algal communities on the vertical substratum faces of breakwaters in Japan, *Phycologia*. 1976；**15**：93-100.
- 5) 谷口和也：牡鹿半島沿岸における漸深帯海藻群落の一次遷移，日本水産学会誌 1996；**62(5)**：765-771.
- 6) 山田秀秋・河村知彦・浅野昌充・谷口和也：牡鹿半島沿岸斬新帯に設置した人工岩礁上における海藻群落の遷移，東北水研研報 1992；**54**：89-95.
- 7) 藤田大介・村瀬昇・桑原久実：藻場を見守り育てる知恵と技術，成山堂書店，東京．2010；219-220.
- 8) 谷口和也・山根英人・佐々木國隆・吾妻行雄・荒川久幸：磯焼け域におけるポーラスコンクリート製海藻礁によるアラメ海中林の造成，日本水産学会誌 2001；**67(5)**：858-865.