

# 炭素含有ポリエチレンの人工藻場に形成された 春季海藻群落の構造と構成

松永育之 (株)東海アクアノーツ)・沼田孝広 (東海大・海洋)  
権田泰之 (木曾興業(株))・上野信平 (東海大・海洋)

## 1. はじめに

藻場は浅海域における良好な海域環境を代表するものであり、高い生物生産力から水産資源を維持する上でも重要であるが、水質浄化や底質の安定化など環境形成の面でも重要な役割を果たしている<sup>1)</sup>。近年この藻場が、沿岸開発やその他の人間活動、磯焼けなどにより衰退、減少傾向にある<sup>2)</sup>。そのため天然の藻体や人工の藻を用いた造成の研究や事業が全国各地で進められている<sup>3), 4)</sup>。しかし、藻場の衰退した根本的原因が未解決であることが多く、必ずしも成功していないのが現状であり、人工的な藻場の創出は今後の沿岸開発の重要な課題といえる。

これまでに炭素繊維を用いた人工藻場では、付着珪藻を基盤とする生態系が形成され、天然藻場と同様の機能を果たすこと、また、付近の海藻群落とは異なる藻類が着生し、付近への新たな胞子の供給源として機能することが明らかになっている<sup>5), 6), 7), 8)</sup>。しかし、炭素繊維は自立するための浮力が無いため、別に浮子が必要であること、また耐久性にも問題があることが明らかとなってきた。

そこで本研究では新たな藻場材として、炭素高配合ポリエチレン発泡体を用いた人工藻場を設置し、その機能を明らかにすることを目的とした。これまでに著者らは炭素高配合ポリエチレン発泡体に珪藻が直ちに付着することや、炭素含有は無含有と比較して優れていることを明らかにしており、その成果の一部を公表している<sup>9)</sup>。今回は炭素含有ポリエチレンの人工藻場に形成された春季海藻群落について報告する。

## 2. 調査地点の概略と方法

実験海域は静岡県沼津市内浦沿岸の久連地先の沖合 100m、水深 5~6m の砂底である (図-1)。本海域は地形的には内湾であるが水質的には外洋的な環境である<sup>10)</sup>。しかし、小河川の久連川が実験海域に直面して流入していることから降雨による一時的な陸水の影響も受ける。付近にはウミヒルモ *Halophila ovalis* や小規模ながらアマモ *Zostera marina* が生育している。

2002 年 3 月に長さ 1 m、幅 3.0cm、厚さ 0.2cm の炭

素高配合ポリエチレン発泡体 (PE) (商品名: シーラント) 9 本を 30×30cm のセラミックス固定基盤に取り付け、5×5m の範囲に市松模様になるように 99 基設置した (写真-1)。実験で使用した PE は炭素含有量 20% である。調査は 2003 年 1 月から開始し、原則として月に 1 回 1 日、SCUBA 潜水により行い、基盤より PE 5 本を毎月任意に採取し試料とした。採取した試料は調査終了後直ちに 10% 海水ホルマリンで固定し、研究室に持ち帰り種を同定した後、種別の湿重量を測定した。

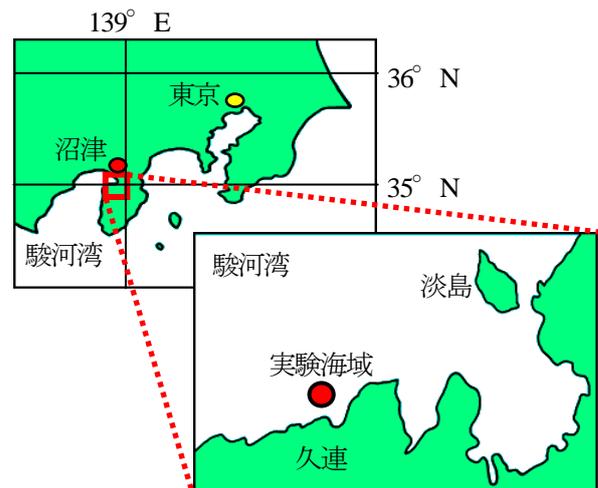


図-1 実験海域の概要



写真-1 炭素高配合ポリエチレン発泡体 (PE) の設置状況 (Mar. 25, 2002)

### 3. 結果と考察

#### 1) 出現海藻

実験海域は内湾の砂底であり、海藻の着生基盤はほとんどみられない。PE人工藻場に着生した海藻は岩礁性であり、主な出現種はヒロメ *Undaria undarioides* やフサノリ *Scinaia japonica*, ツカサノリ科 *Kallymeniaceae* などの一年生海藻であった (写真-2・3・4)。



写真-2 設置1年後のPE人工藻場 (Mar. 8, 2003)



写真-3 PEに着生したヒロメ (Mar. 8, 2003)



写真-4 PEに着生したフサノリ, ツカサノリ科 (Mar. 8, 2003)

2003年1月から3月までに着生が確認されたのは、緑藻5種、褐藻4種、紅藻24種の計33種で、全体的に設置期間の経過とともに種数、湿重量ともに増加傾向にあった (表-1)。

表-1 PE人工藻場に出現した海藻

		単位: 湿重量g / PE 5m				
綱	和名	学名	Jan.	Feb.	Mar.	合計
緑藻綱	アオノリ属	<i>Enteromorpha</i> sp.	0.0	0.1	0.0	0.1
	アオサ属	<i>Ulva</i> sp.	0.4	0.4	0.4	1.2
	シオグサ属	<i>Cladophora</i> sp.	0.3	0.1	0.0	0.4
	ハネモ属	<i>Bryopsis</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
	ミル	<i>Codium fragile</i>	0.2		0.0	0.2
褐藻綱	フクロノリ	<i>Colpomenia sinuosa</i>		0.8	0.0	0.8
	クロガシラ属	<i>Sphacelaria</i> sp.		0.0	0.0	0.0
	ヒロメ	<i>Undaria undarioides</i>	48.3	325.9	722.9	1097.1
	ウミウチワ	<i>Padina arborescens</i>	0.2	0.0		0.2
紅藻綱	フサノリ	<i>Scinaia japonica</i>	1.7	30.0	19.6	51.3
	ヒラフサノリ	<i>Scinaia latifrons</i>			2.6	2.6
	マクサ	<i>Gelidium elegans</i>	0.0	0.1	0.0	0.1
	カニノテ属	<i>Amphiroa</i> sp.	0.1			0.1
	無節サンゴモ類	Melobesioideae	0.0	0.0	0.0	0.0
	ムカデノリ	<i>Grateloupia filicina</i>			0.0	0.0
	タンバノリ	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	1.0	2.0	0.7	3.7
	フダラク	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>			1.4	1.4
	ムカデノリ科	Halymeniaceae	1.1	1.7	0.2	3.0
	トサカモドキ属	<i>Callophyllis</i> sp.	0.4		0.0	0.4
	ツカサノリ科	Kallymeniaceae	21.6	30.3	6.7	58.6
	ススカケベニ	<i>Halarachnion latissimum</i>			5.0	5.0
	カバノリ	<i>Gracilaria textorii</i>	2.5	1.3	4.8	8.6
	オゴノリ属	<i>Gracilaria</i> sp.	1.0	1.8	1.9	4.7
	イバラノリ	<i>Hypnea charoides</i>	0.1	0.9	0.6	1.6
	ベニスナゴ	<i>Schizymenia dubyi</i>	0.3	92.9		93.2
	フシツナギ	<i>Lomentaria catenata</i>	4.8	12.1	5.6	22.5
	トゲイギス	<i>Centroceras clavulatum</i>			0.0	0.0
	カザシグサ	<i>Griffithsia japonica</i>			0.0	0.0
	イギス科	Ceramiales	0.0	0.0	0.0	0.0
	ダジヤ属	<i>Dasya</i> sp.	0.0		0.0	0.0
	アヤニシキ	<i>Martensia fragilis</i>	0.7			0.7
コノハノリ科	Delesseriaceae		0.0		0.0	
イトグサ属	<i>Polysiphonia</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	
合計			84.7	500.4	772.4	1357.5
種類数			24	22	28	33

この増加傾向は冬から春にかけての藻類の生活史に基づく季節的な変動と推察された。このような海藻群落の季節的消長は当海域における炭素繊維人工藻場や他の海域の人工藻場でも報告されている<sup>11), 12)</sup>。また、汀線付近の転石帯や砂底に僅かに点在する岩礁は何れも磯焼けの様相を呈しており、海藻の着生はほとんどみられない。しかし、PE人工藻場に多くの海藻の着生が確認されたことは当海域にそれら海藻の胞子の供給があることを示している。

PE人工藻場に着生した海藻の総湿重量をPE5m当たりでみると、1月では84.7gにすぎないが、以後急増して3月には772.4gと9倍にも達した。これは種類数の増減幅が8~27%であることと比較して大きいことから、海藻の成長に伴う増加であることが明らかである。そこで主な海藻についてみると、大型海藻の

ヒロメでは、1月に48.3gであったが3月には722.9gと急増して総湿重量の93.6%を占め、独占的に優占した(図-2)。次いで湿重量の多いベニスナゴ *Schizymenia dubyi* では、1月の0.3gから92.9gまで急増したが、3月には確認されなかった。フサノリやツカサノリ科、フシツナギ *Lomentaria catenata* は1~2月にかけて増加したが、3月では減少した。カバノリ *Gracilaria textorii* では2月に減少するが、3月に再び増加した。つまりヒロメ以外の主な海藻には、一定の出現傾向が認めにくい。これらの海藻類は優占種のヒロメを除きいずれも小型海藻である。このことを考慮すると、これら湿重量の増減は季節的消長とみるよりも、むしろ試料と採取したPEの本数が5本と少ないことに起因するものと考えられるのが妥当であり、いずれも継続して出現していたと判断される。このことは実際の野外観察においても確認されている。

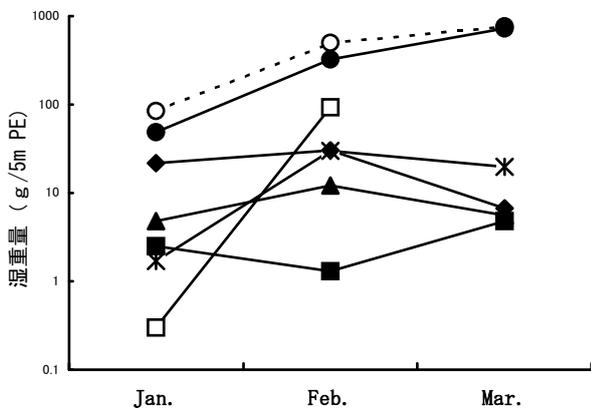
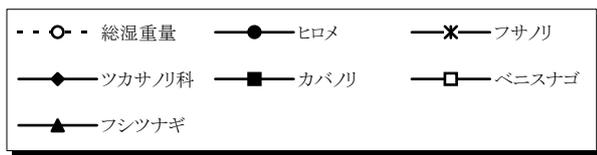


図-2 PE人工藻場に出現した主な海藻の湿重量

## 2) 海藻群落の構造と構成

PE人工藻場に出現した海藻群落の構造を Shannon-Weaver の多様度指数  $H'$  でみると、 $H'$  は1月に1.96と最も高く、2、3月では1.63、0.52と減少し群落構造は単純化した。しかし、種類数と湿重量の最も多い3月の  $H'$  が1、2月を大きく下回り、群落構造が単純化したのはヒロメの湿重量が卓越していることによることは明らかである。そこで卓越種のヒロメを除くと、 $H'$  は1月に2.26、2月に2.01とやや減少するものの、3月には2.77と増加し群落構造は複雑化した(図-3)。すなわち、PE人工藻場に形成された海藻群落の基本

的な構造は1月から3月にかけて徐々に複雑化すると考えられる。

Horn の重複度指数  $R_0$  を用いて月毎の海藻群落間の構成的類似性をみると、 $R_0$  は1月と2月、2月と3月ではそれぞれ0.86、0.85と、ともに高く、海藻群落が構成的に類似することは明らかである。卓越種のヒロメを除いた場合でも、1月と2月と、2月と3月とでは、それぞれ0.65、0.65とヒロメを除かない場合よりも類似性の値は下がるものの、高い値であり、構成的に類似することは明らかである(図-4)。

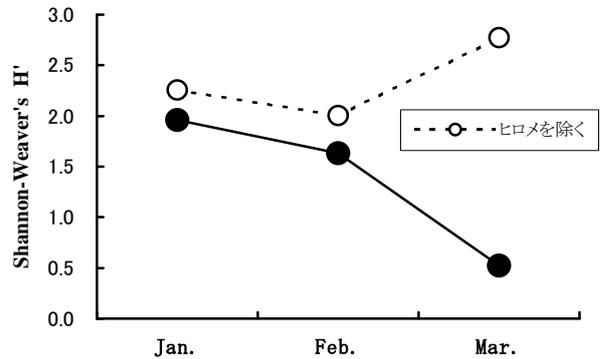


図-3 海藻群落の構造的推移

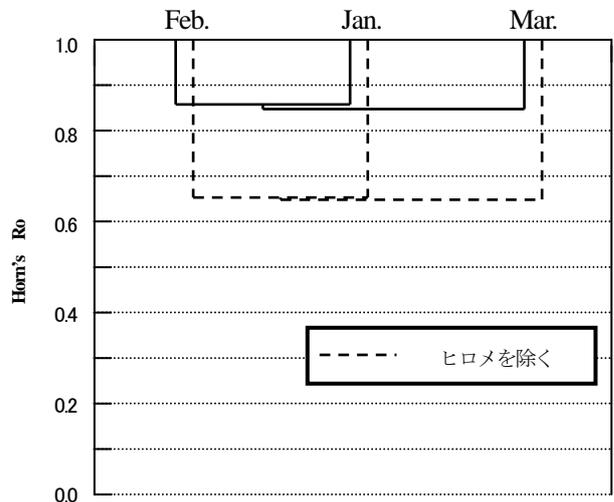


図-4 海藻群落の構成的類似性

炭素高配合ポリエチレン発泡体 (PE) 人工藻場に出現した春季海藻群落は、種類数ならびに湿重量の増加に伴い群落構造は単純化するようにみえる。しかし、これは大型海藻のヒロメの成長による急激な湿重量の増加によるものである。

したがって、この卓越種のコロメを除くと基本的な群落構造はむしろ複雑化していることが明らかである。また、調査期間中の群落構成を示す  $R_0$  は極めて高く、春季の群落構成は高い類似性を示すことが明らかである。

今回確認された海藻は、冬春の季節に繁茂して夏季に消失する冬季一年生海藻が大半を占めていることから、今後の水温上昇に伴い消失することが予測される。しかし、ミル *Codium fragile* やウミウチワ *Padina arborescens* など夏季に繁茂する海藻の着生も若干ではあるが確認されている。このことは今後群落が夏季に向けて衰退していくわけではなく、それぞれの季節における短命海藻種の入替わりにより群落構造を高い水準で維持し、春季とは異なる群落を構成してゆくことを示すと推察される。

つまり、人工藻場に出現した海藻群落は特定の季節のみに出現するのではなく、天然藻場と同様の季節的消長と周期性をもつと推察される。

炭素高配合ポリエチレン発泡体 (PE) は、炭素 100% の炭素繊維と比較して着生面積が広く、着生基質としても安定している。また、価格面においても現状でははるかに安価であり、今後の人工的な藻場の創出における新たな藻場材として有望と考えられる。

## 引用文献

- 1) 運輸省港湾局：港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル，財団法人 港湾空間高度化センター 港湾・海域環境研究所，東京，pp.2-12，1998.
- 2) 向井 宏：藻場（海中植物群落）の生物群集 (11)．海洋と生物，18 (6)，pp.470-475，1996.
- 3) 川崎保夫・寺脇利信：藻場の造成．p.74-85．磯部雅彦（編），海岸の環境創造—ウォーターフロント学入門—，朝倉書店，東京，208pp，1994.
- 4) 青田 徹・綿貫 啓・廣瀬紀一・古屋秀史：浮泥の堆積の多い海域における人工海草に着生した生物．平成 14 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，pp.93-94，2002.
- 5) 増田憲大・佐藤義夫・上野信平・白石 稔：炭素繊維を用いた海水浄化．第 27 回炭素材料学会年会要旨集，pp.178-179，2000.
- 6) 上野信平・小坂 剛・佐藤義夫・白石 稔：炭素繊維を用いた人工藻場の機能．第 27 回炭素材料学会年会要旨集，pp.180-181，2000.
- 7) 林 大・上野信平・佐藤義夫・松永育之・白石 稔・小島 昭：設置時期の異なる炭素繊維人工藻場に形成された魚類群集の変遷．第 28 回炭素材料学会年会要旨集，p.280，2001.
- 8) 上野信平・小坂 剛・杉浦泰博・安部春夏・佐藤義夫・白石 稔：炭素繊維を用いた人工藻場の魚類群集．平成 13 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，p.45，2001.
- 9) 林 大・上野信平・佐藤義夫・松永育之・白石 稔：炭素含有ポリエチレンを用いた人工藻場の機能．第 29 回炭素材料学会年会要旨集，pp.338-339，2002.
- 10) 小坂 剛・小松恒久・大久保明彦・上野信平：低水温被害を受けた駿河湾のエダミドリイシ群集の変遷（1992～2000 年）．東海大学紀要海洋学部，52，pp.57-67，2001.
- 11) 松永育之・林 大・上野信平・佐藤義夫・白石 稔・小島 昭：炭素繊維人工藻場に出現した海藻群落の消長．日本海洋学会創立 60 周年記念大会講演要旨集，p.132，2001.
- 12) 上野信平・松永育之・林 大・佐藤義夫・白石 稔・小島 昭：天然藻場修復のパイロットとしての炭素繊維人工藻場．平成 14 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，pp.109-112，2002.