

厚岸水系の海草藻場における葉上性固着生物の 群集構造の変異とその要因の解明

千葉大学大学院自然科学研究科 石川義章

はじめに

沿岸の波の穏やかな砂泥底には海草が繁茂し海草藻場が形成される場所がある。砂泥底のような単純な環境に藻場が形成されることにより、複雑な物理環境が生まれ多様な生息環境が形成される。また、海草藻場は一次生産者である植物自身によって形成されるため、高い一次生産能力をもつ。このため海草藻場ではそこを生息域とする多様で複雑な生物群集が構成され、食物網や物質循環など沿岸の生態系機能において重要な役割を果たす。

海草藻場の生物群集においてその多様な生息環境の中で、特に海草の葉上に形成されるものを葉上性固着生物群集と呼ぶ。付着性、固着性の動植物から成り、特に付着藻類の生産量は大きく、生息基質である海草と合わせて海草藻場に高い一次生産能力をもたらす要因となっている。また、定在性ゴカイ類やコケムシ類などの固着性の動物は懸濁物食者であり、水中の懸濁物を濾し取るフィルターとして機能し、藻場の水質に大きく影響していると考えられる。さらにこれらの生物の排出物、死骸等は藻場の栄養塩循環において重要な役割を果たすものと考えられる。

一般に生物群集の群集構造は、さまざまな空間スケールで変異する。また、このような変異をもたらす要因も空間スケール依存的に変異する。例えば、海草の葉上性固着生物群集では、海草の葉の中の位置、葉間、シュート間、藻場内の水深間、藻場間という階層的な空間スケールの変異のもとで群集構造は変異し、さらにこのような変異をもたらす環境要因、生物学的要因が働く空間スケールも要因ごとに異なることが予想される。このような空間スケールごとの変異の大きさや要因を明らかにすることは、群集の多様性や生態系機能の変異が生ずる機構、および環境変動に伴うこれらの変化の予測を行う上で重要である。

本研究では、北海道厚岸水系の海草藻場を対象に、海草1シュートから複数の藻場までいたる空間スケールを階層的に設定し、葉上性固着生物群集における多様性の変異の空間スケール依存性を明らかにするとともに、諸環境要因を測定し、上記の多様性の変異をもたらす機構について検討する。

材料と方法

空間スケール設定

北海道厚岸水系の3つの海草藻場を対象とし、厚岸湖内で1つの藻場、厚岸湾で2つの藻場で調査を行った。各藻場内で水深の異なる2地点を採集地点とし、それぞれの採集地点でSCUBAを用いて半径5mの範囲でアマモ(*Zostera marina*)をランダムに10シュートずつ採集した。これらは採集後実験室で75%エタノールで固定した。

空間スケールは、各シュート<藻場内の採取地点<各藻場<地域、という階層的なスケールを設定し、それぞれの空間スケールにおける葉上性固着生物群集の群集構造の変異のパターンについて、以下の測定および解析を行った。(Fig.1)、(Table.1)

群集構造の測定

海草の各シュートのそれぞれの葉の基部、中央、先端から4cm ずつの切片を切り出し、Karl Zeiss : Axio Vision 3.0 を用いて切片の観察および撮影を行い、画像化した後、Adobe Illustrator 8.0 J で画像解析により1辺1mm のコドラートを切片に重ね、各格子点の下の生物の被度を記録した。

多様度指数・類似度解析

上記の解析から得られた被度を元に、各スケールでの多様度および類似度の解析を行った。

多様度は Simpson's Diversity Index

$$D_{\alpha} = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (1)$$

$$D_{\alpha+1} = D_{\alpha} + D_{\beta} \quad (2)$$

を用いた。ここで、 $D_{\alpha 1}$: シュート内、 $D_{\alpha 2}$: 採集地点内、 $D_{\alpha 3}$: 藻場内、 $D_{\gamma} (D_{\alpha 4})$: 地域全体の多様性とし、 $D_{\beta 1}$: シュート間、 $D_{\beta 2}$: 採集地点間、 $D_{\beta 3}$: 藻場間の多様性の違いとした。

また、類似度解析はシュート単位での葉上性固着生物群集の群集構造について行い、生物の被度については Bray-Curtis coefficient

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \quad (3)$$

生物の有無については Sorenson coefficient

$$S_{jk} = 100 \left[\frac{2a}{(2a+b+c)} \right] \quad (4)$$

を用いて求めた。また UPGMA を用いてクラスター解析を行った。

結果と考察

1. 出現種

今回の調査では、厚岸水系内の 3 つの藻場において葉上性固着動物が計 6 種、固着植物が計 9 種確認された。(Fig.2.1) 調査点ごとについてみると、厚岸湖の浅い地点では出現種はなく、厚岸湾奥から湾口にむかって出現種の増加がみられた。(Fig.2.2)

2. 多様度指数

それぞれの藻場の多様性は、Ss ではシュート内の多様性は低いが生徒間の違いが大きい。同じ藻場でも水深の異なる Sd では、シュート内の多様性が高いが生徒間の違いが小さいという異なる傾向が見られた。AIs でも Sd と同様の結果となっている。また、真龍では生徒間での多様性の違いよりも水深間での違いのほうが大きく、藻場間での多様性の違いが最も大きかった。このように、各スケール間での多様性の違いは空間スケール依存的に大きくなった。これは、各空間スケールにおいてこのような変異をもたらす要因やメカニズムの空間スケール依存的な変異が考えられる。

3.1 類似度解析(Presence/Absence Data)

出現種の有無についての類似度解析の結果、同じ藻場の水深間で違いがみられ、(1) 厚岸湖と真龍の浅い地点、および (2) アイニンカップと真龍の深い地点の 2 つのグループに分かれた。これはコケムシの出現種の交代によるものと考えられる。

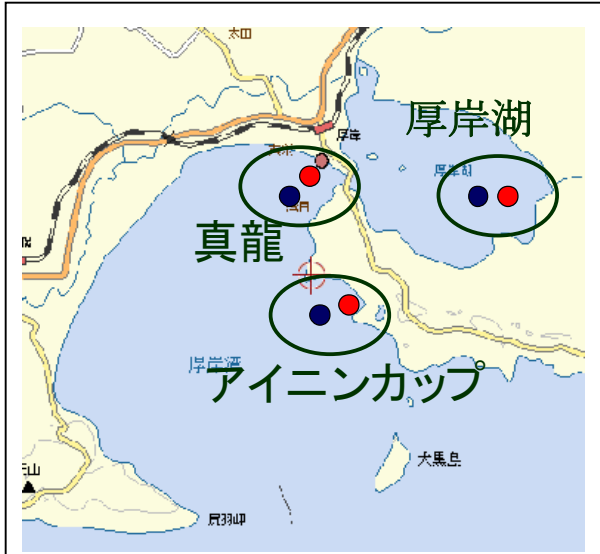
3.2 類似度解析(Coverage Data)

生物の被度についての類似度解析の結果、藻場間での違いがみられ、(1) 厚岸湖と真龍の浅い地点、および (2) アイニンカップと真龍の深い地点の 2 つのグループに分かれた。厚岸湖および真龍の浅い地点では石灰藻の付着はみられず、他の 2 地点では石灰藻が優占種であったことから、石灰藻の被度に影響されているものと考えられる。

まとめと今後の展望

今回の調査から、厚岸水系におけるアマモの葉上性固着生物群集の多様性には空間スケール依存的な変異がみとめられ、このような変異を生ずるメカニズムを明らかにしていく上で、各空間スケールではたらく要因の解明が必要である。また、群集の類似度について出現種の有無で解析した結果、真龍の藻場においてコケムシの出現種の交代に起因すると思われる水深間での違いがみられた。真龍は汽水湖である厚岸湖の近くに位置しているため、水深間での塩分濃度の勾配の影響が予想される。被度についての解析からは、優占種である石灰藻の有無に起因すると思われる藻場間での違いがみられた。これは、石灰藻の定着に影響を及ぼす葉上の堆積物の量や質の藻場間での差による影響が考えられる。

今回明らかになった群集構造の変異のパターンを生ずるメカニズムを解明するため、今後は、厚岸水系の葉上性固着生物群集に影響を及ぼす物理的・生物学的要因について詳細に調査を進めると同時に、アマモとともに海草藻場を形成するオオアマモ(*Zostera asiatica*)についても同様の解析により、種間での比較も行いデータの蓄積に努める。



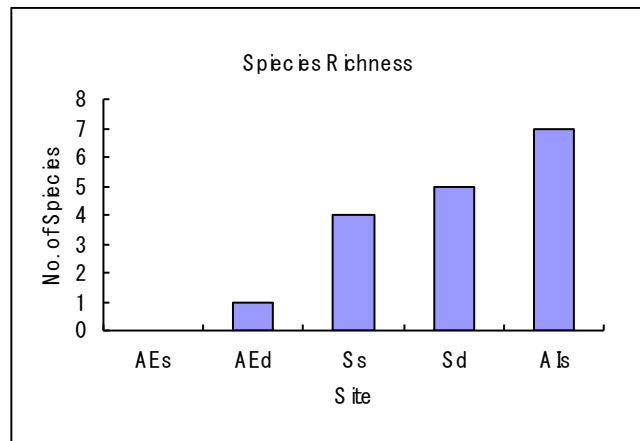
(Fig.1)採集地点。厚岸水系の3つの藻場

Station	L(N)	L(E)	Date(yy/mm/dd)	Depth(m)
AEs	43° 04.568'	144° 88.918'	03/09/02 09:40	1.6
AEd	43° 04.569'	144° 88.918'	03/09/02 09:40	1.8
Ss	43° 05.351'	144° 84.010'	03/09/02 10:05	1.8
Sd	43° 05.043'	144° 83.897'	03/09/02 10:25	2.2
AIIs	43° 00.529'	144° 85.599'	03/09/02 11:50	1.4
AIId	43° 00.421'	144° 85.793'	03/09/02 12:10	3.4

(Table.1)採集地点の位置・水深

キタウズマキゴカイ スベカワウズマキゴカイ ウスコケムシ sp フサコケムシ sp コケムシ sp ヒドロ虫 sp 石灰藻 sp(モカサ) 紅藻 3種 褐藻 6種
固着動物 6種 固着植物 9種

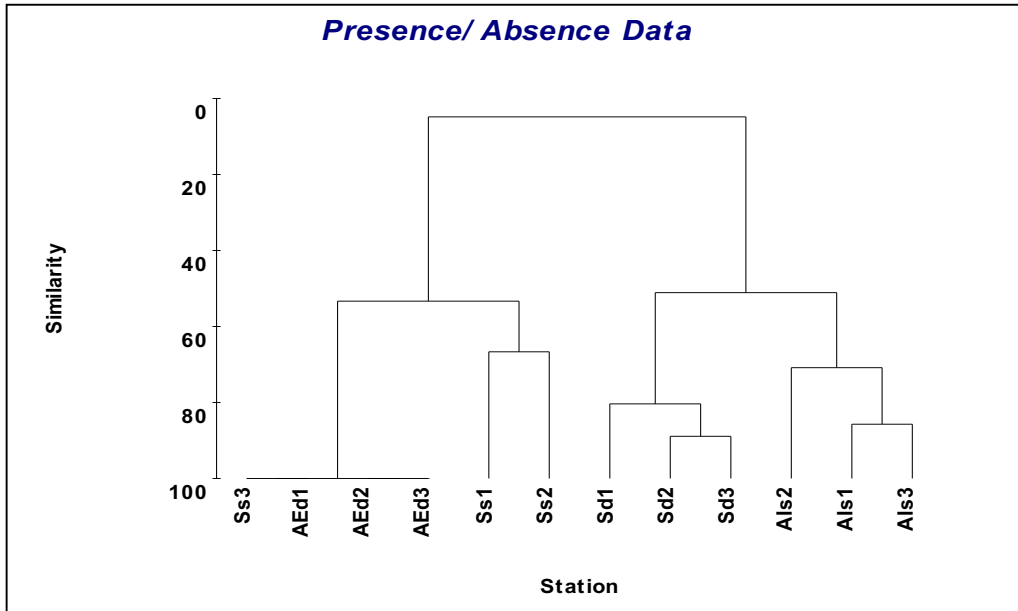
(Fig.2.1)調査地域における出現種



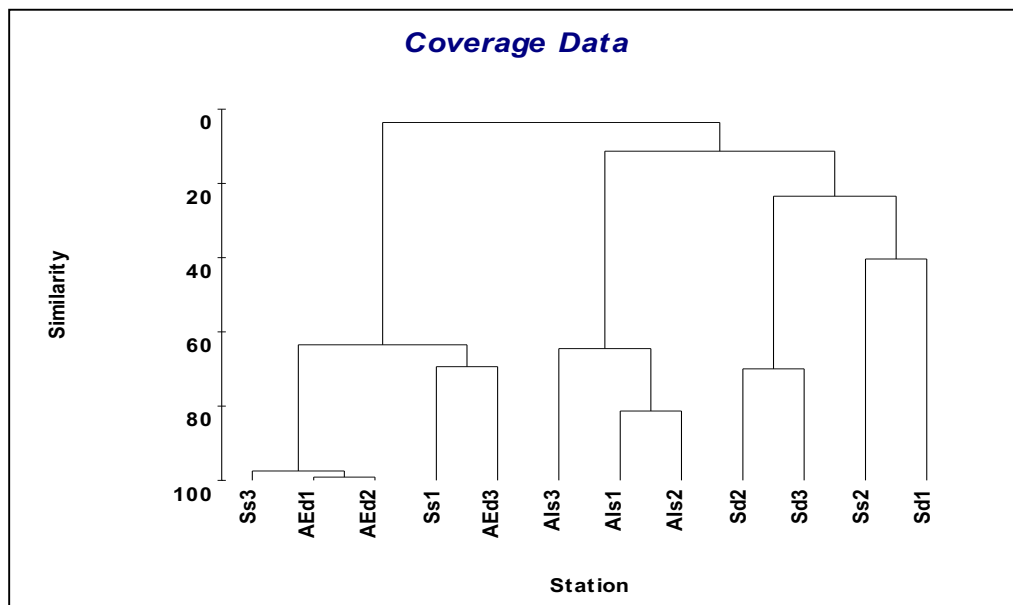
(Fig.2.2)各調査地点における出現種数。
 AE:厚岸湖、S:真龍、AI:アイニンカップ、
 s:藻場内の採集地点(浅)、d:(深)

	$D_{\alpha 1}$	$D_{\alpha 2}$	$D_{\alpha 3}$	D_{γ}	$D_{\beta 1}$	$D_{\beta 2}$	$D_{\beta 3}$
Ss	0.254	0.380	0.514	0.679	0.126	0.168	0.239
Sd	0.387	0.430			0.043		
AIs	0.363	0.384	—	0.021	—		

(Table.3)多様度指数。S:真龍、AI:アイニンカップ、s:浅い地点、d:深い地点とする。AIでは藻場内の採集地点が1地点のため、 $D_{\alpha 3}$ および $D_{\beta 2}$ はない。また、厚岸湖では出現種が1種であったためこの解析から除外している。



(Fig.3.1)出現種の有無についてのクラスター。厚岸湖の浅い地点は出現種が無かったため、除外。



(Fig.3.2)生物の被度についてクラスター。厚岸湖の浅い地点は出現種がなかったため除外。