

沿岸海域の物質循環－腐食食物連鎖網の重要性－

顧問 日野 明徳

「海の科学は?」と聞けば、「海洋学」と答える方が多いでしょう。紺碧の海に白い船。ロマンチックな響きのあるそれに対し、干潟や磯など沿岸研究の七つ道具はスコップや篩(ふるい)。しかも泥まみれで帰ってくるので、私が最後に奉職した大学院専攻で鳥や花や森林、野生動物、昆虫などを研究していた先生方は、水域保全学研究室は本当に海を研究しているのか疑っていたに違いありません。無理もない話で、これは陸域の生態系と海域生態系の大きな違いに由来するのです。

フローの生態系とストックの生態系

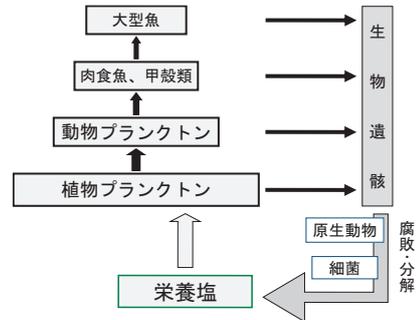
第1表に、陸・海の代表的な生態系について植物の現存量(どれくらい存在するか)と生産速度(光合成による生産量)を植物の乾燥重量で比較してみました。それぞれの平均値について、現存量では陸域が海域の1200倍であるのに対し、単位重量当たりの生産速度(生産量/植物現存量・年)は5倍に過ぎないことが分かります。この数字は、同じ植物量で考えると海域の植物の生産速度(時間あたりの生産量)は陸上植物の240倍にもなることを意味しています。なぜそうなるかは、例えば巨大な樹木でも、光合成する生産の場は「葉」だけであるのに対し、第1図の海域生態系の一次生産者は単細胞の植物プランクトンで(海草・海藻類は陸の縁辺にのみ存在するので無視できる)、体全体が光合成の場だからです。

第1表 地球生態系の植物量と生産速度
(Whittaker and Likens(1975)より)

	現存量 (Kg/m ²)	生産速度 (g/m ² ・年)
熱帯雨林	45	2200
温帯草地	1.6	600
耕地	1.0	650
陸上平均	12.2	782
外洋	0.003	125
湧昇域	0.02	500
海洋平均	0.01	155
平均値比較	1200倍異なる	5倍しか変わらない

いっぽう植物量が海域で少ないのは窒素やリンといった栄養塩が陸より極端に少ないためですが、それでも海で水産資源が豊かに存在するのは、プランクトンや魚のように一般に海の動植物は小型で寿命が短く

(鯨は5000万年ほど前に偶蹄類が海に移行した陸起源の動物)、ゾウや屋久杉のように何十年も何百年も窒素やリンを溜め込んでしまうことがない、すなわちすぐに死んで貴重な栄養塩を自然の中にお返しする「生態系への回帰」が速いため、少ない栄養塩が何回も植物プランクトンの生産に寄与できるからなのです。人間社会に例えれば、貯金はしないけれどお金を使うので市場に物があふれる社会が海、お金は沢山持っているけど溜め込んであまり使わない社会が陸ということになります。このことを学問的には、海をフロー(流れ)の生態系、陸をストック(貯蔵)の生態系と呼んでいます。



第1図 海域生態系の捕食食物連鎖
(矢印は栄養塩の移動を示す)

海の物質循環の主役は微小生物

さて、フローの生態系の特徴である「物質循環速度の速さ」を実現するには、生物遺骸を速やかに栄養塩に回帰させる必要があります。その働きを担うのが、動物に食べられたり、波浪などで細かくされた生物遺骸を摂食し、尿や糞として栄養塩に回帰させる微小動物や原生動物そして細菌類の機能ですから、海の生態系の主役はこれらの微小生物と言って過言ではありません。この働きは、水中のみならずむしろ干潟など浅海の海底で行われており、泥の深さ10cmくらいまでが盛んであると言われています。私たちがスコップで干潟を掘って糸屑のようなゴカイまでも篩で集めるのは、沿岸・浅海の物質循環研究に欠かせない作業なのです。陸域でも、土の中の微生物や小動物を研究する方はいらっしゃると思いますが、概して陸域生態系は木や草、それを食べる草食動物、さらに肉食獣といった目に見え

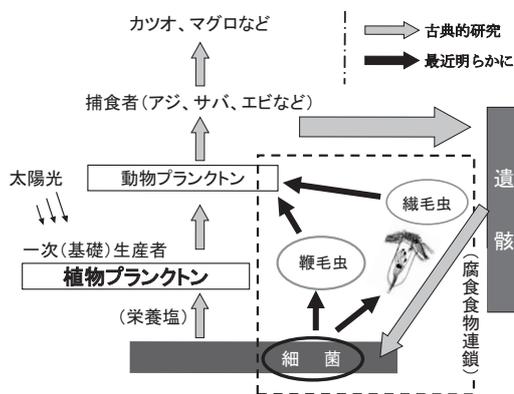
る要素で構成されており、物質循環の流れも容易にイメージできます。また森や草原、森林の美しさは、植物による生産と動物による消費のバランスがとれており、物質循環が定常状態にある「調和のとれた生態系」を表していると言えるでしょう。しかしほとんど目に見えない微生物が支えている海の生態系は、見た目では物質循環の実態が分かりません。

海の生態系を支える、微生物の腐食食物連鎖

フローの生態系を支えているのが微生物による有機物の分解・栄養塩への回帰であることを述べて来ましたが、彼らには植物プランクトンと同様に食物連鎖の一番下を支えているという、もう一つの大きな役割があります。古典的な海洋学では、海水中の懸濁物は大部分が植物プランクトンで、次に動物プランクトン、魚類だと考えられてきました。プランクトンネットで採集していた時代です。ところが、ネットを使わずに海水を沈殿させると植物は1% (乾燥重量)にも満たず、残りはモヤモヤした懸濁物だったのです。それがデトライタス (屑の意味。生物が死んで細くなったものや、それを利用して増える細菌の塊)で、これを無視して海洋の物質循環や食物連鎖を語るのはおかしいということになったのが1960年代に入ってからでした (西沢1973)。今でこそ、外洋では動物プランクトンなどの二次生産者が、植物プランクトンを摂餌すると同様にデトライタスを、しかもより多くの量を摂餌していることは常識となっていますが、全く同じ現象は沿岸でも起こっていると考えられます。それを物語る経験について述べてみましょう。

沿岸のプランクトン食性動物としては二枚貝が代表的なものですが、カキ (牡蠣) がなぜ植物プランクトンが少ない冬季に身入りが良くなるのか、浜名湖で窒素と炭素の安定同位体比によって解析したことがあります (今井2001)。今でこそ、動物の体に同化された窒素と炭素の安定同位体比から餌料を推定することは普通に行われていますが、20年近く前のことで自動分析器などは無く、大学院生を理化学機器屋さんに丁稚奉公に出してガラス細工を習得させ、ガス化した試料を窒素と炭素に分離精製する装置を自前で作るような時代でした。試行錯誤の繰り返しでしたが、マガキが夏は植物プランクトン、冬はデトライタスを主要な餌にしていること、遠州灘と通じる南部と閉鎖性の強い北部で

それらの割合が異なることが分かりました。このように、デトライタスが捕食食物連鎖 (第1図) に示した植物プランクトン (一次生産) の役割をすることを腐食食物連鎖 (第2図) と呼んでいます。干潟の表面には陸地から流入する有機物が多く、潮汐や波などでの巻き上がりの多いことを考えると、沿岸では外洋にも増して食物連鎖の主要な経路が腐食食物連鎖と考えて良いように思います。最近はいろいろな沿岸動物について食性の研究も増えてきましたが、海域の物質循環というスケールでの研究はまだ乏しいようです。



第2図 海域の腐食食物連鎖 (日野2014を改変)

沿岸は栄養塩や有機物が外洋と比較にならないほど多い海域で、デトライタスや細菌も多いと考えられます。この事は、例えば流況の変化によって酸素が十分に供給されなくなった場合容易に腐敗的な方向に向かうことを意味しています。海域生態系の保全では、物質循環の保全をも視野に入れる必要性を感じます。

引用文献

- ・今井基文 (2001). 安定同位対比を用いたマガキの生産構造に関する研究. 東京大学農学生命科学研究科博士論文.
- ・日野明德 (2014). 沿岸海域生態系について. 環境アセスメント学会誌, 12, 2-8.
- ・西沢敏 (1973). 食物連鎖における海洋有機懸濁物. 海洋学講座9「海洋生態学」. 山本護太郎編. 東京大学出版会.
- ・Whittaker R.H and G.E Likens (1975). The Biosphere and Man in Primary Productivity of the Biosphere (ed, Helmut Lieth and Robert H. Whittaker). Springer-Verlag.