NPO 海ロマン２１（平成 19 年 3 月 2 日）

海の環境と生態系　―再びその恩恵の下に―

谷口　旭（東京農業大学生物産業学部）

【要旨】

約１万年前に農耕を始めて人類は文明世代に突入したが、次第に都市化や工業化による自然の環境や生態系の破壊が進行してきた。近年は、世界人口の爆発的増加と途上国の生活水準の向上により、人類の社会経済活動は地球規模に拡大した。いまや人類の生存が危ぶまれるまでに至った。しかし、この危機を回避するためにとりうる選択肢は、いまだ探索の段階にある。人間が動物であり、他の生物の生産に依存しなければならないのだから、この課題を解決しうる論理は生態学の領域にあるはずだ。

現実に起こっている問題が人間による生態系の破壊だから、解決策はいきおい消極論や自己抑制論になる。ここで視野を海へと転じ、陸圏生態系とは異なった海の環境と生態系の特質が、必ずしも消極論によらぬ解決策を可能にするかもしれないという見方をしてみたい。

海の環境と陸の環境の根本的な差は、環境媒体が陸では空気、海では水だというところにある。水の密度・粘度・吸光度は、いずれも空気よりもはるかに大きいから、海水は混合しにくく、海中は暗い。もう１つ、海の環境の重要な特質は、深いということである。海水は混合しにくいから、海は表層、中層、深層などに区分される。

海中でも一次生産者は植物であり、その光合成産物が海洋生態系全体を支えている。光合成に必要な太陽光が透入する有光層の深さは、ごく表層に限られる。海の大部分は動物やバクテリアが住む消費層である。彼らは、有光層からもたらされる有機物を摂取し、一部を成長に使うが、大半をエネルギー源として消費し、無機化する。排泄された無機塩は次世代の植物の栄養塩になる。しかし、水は混合しにくいから、中深層で再生された栄養塩は表層へもどりにくく、したがって有光層はいつも貧栄養である。要するに、表層は明るいが貧栄養であり、中深層は富栄養だが暗く、いずれも植物にとっては不利な環境である。

地上では、枯葉や動物の糞や死骸は地表で分解され、再生された栄養塩は雨水に溶けて土壌に浸透する。そこに植物の根があるから、栄養塩は自動的に植物へ回帰する。これが、植物の生活圏としての陸と海の顕著な差異である。それゆえ、海洋植物には独特の適応がみられる。同じ場所に多くの種が共存しているのをみると、海洋環境への適応には多数の選択肢があると思いたくなる。しかしこの場合、適応原理はたったひとつしかない。それは、小型化すること、である。

植物自体の重量と海水との摩擦抵抗で沈降速度が決まるから、小型藻類ほど沈みにくく、有光層に長く留まることができる。藻類には根・幹・葉などの分化がなく、維管束もないから、体表面全体から栄養塩を吸収する。その栄養塩をどれほど消費するかは体重に比例するから、栄養塩の吸収消費効率もやはり小型のものほど高い。ゆえに、海洋表層で光合成生活するための唯一の適応は「小型化」だということになる。それが、植物プランクトンである。

植物プランクトンは凡そ１－100 μmで、単純な球形細胞もあるが、多くは鞭毛を持つか、極めて

複雑な形態をしている。多数の細胞が集まって複雑な群体を形成する種も多い。それらの沈降軌跡は複雑になり、表層滞留時間が長くなる。通常は二分裂増殖し、条件がよければ1日間に1回以上の速度で分裂する。コップに汲んだ海水中には何も見えないが、その中ではおびただしい数の植物プランクトンが増殖しているのである。広大な海洋の生産者が微細なプランクトンだというのことは、意外かもしれないが、重要な事実である。

微粉のような植物プランクトンを、動物はどうやって食べるのか。それには、濾過摂食が最も効率的である。濾過摂食者は、陸上にはいないが、海中ではありふれている。水柱中で微細なプランクトンを食べるのは、濾過器官の目合いが小さい小型摂食者、すなわち食植性動物プランクトンである。動物プランクトンは小型だが、植物プランクトンよりは大きくて0.1㎜から1㎝くらいある。これくらいならば小魚にとっては摂食可能であり、小魚ならば中型魚にも食べられるし、中型魚は大型魚の餌になりうる。すなわち、海洋の食物連鎖とは、餌生物のサイズを順次大きくする機構でもあるのだ。動物プランクトンなしには、海洋の食物連鎖は成り立しないのである。

動物プランクトンは、ほかにもさまざまな役割を果たしている。中深層への有機物を輸送する役割、高緯度海域の冬にも有機物を水中に保持する役割などである。植物プランクトンと動物プランクトンとの組み合わせがあってこそ、海洋生態系の成立と維持が可能になっている。

アジ類、イワシ類、サバ類、サンマなどの回遊性小型浮魚は、毎年大量に漁獲される。かれらは、冬に紀伊半島から九州の沖合で産卵し、その卵仔稚は黒潮に乗って房総沖までやってきて、そこから自力で夏の親潮域へと北上し、秋まで動物プランクトンを飽食して成長する。そして秋には南に帰り、冬に産卵する。毎年長距離回遊をくり返すにもかかわらず、その生産力は、沿岸海域に定着しているタイやヒラメよりもはるかに大きい。その理由は、彼らの遊泳は、移動とともに、プランクトンを濾過摂食し、呼吸するための行動をもかねている、いわば一石三鳥の節約行動だからである。

成長が早いということは、たくさん食べて活発に代謝し、活発に排泄しているということで、栄養塩再生への寄与が大きい。もちろん、動物プランクトンも、である。かれらの生活圏は貧栄養な表層だから、この機能は本質的に重要である。おかげで、海洋表層は極めて効率の良い再生循環系となっているのである。

すなわち、海洋生態系の性格は「再生生産系」という語に要約される。特徴的な長い食物連鎖は、海洋生態系の非効率的な生産性を象徴するという人もいる。しかし、それこそが再生生産系の成立機構なのである。これによって、限られた量の栄養塩の繰り返し利用が可能になっている。実際に海水中に植物の姿が見られないのは、貧栄養環境による。にもかかわらず、海洋の年間一次生産量が富栄養な陸上での生産量に匹敵するのは、栄養塩の繰り返し利用による。こうした再生生産系の構築と維持のためにも、海洋生物は小型短寿命であることが必要なのである。小型短寿命、このことが、海洋において卓越種となるための鍵なのである。

以上のようにして獲得された海洋生態系の高い再生生産機能は、人類が有限な資源を再生利用し、限られた地球環境内で生存し続けるための、大きなよりどころになると期待される。原始の海の中で誕生した地球生命の進化の極点にある人類は、近い将来、再び母なる海の恩恵の下へと回帰しなければならないであろう。