

海に生き物はどれだけいる？

大河内直彦 おおこうち なおひこ
海洋研究開発機構

思い返せば、今年の夏、私は好物のウナギの蒲焼をついに一度も口にしなかった。ウナギの資源量が大きく減っていることが、無意識のうちに私の購買行動に影響したのかもしれない。ウナギのように資源が枯渇する魚介類が近年あらわれる一方で、この広い海にはまだまだ多くの生き物が暮らしているのもまぎれもない事実だ。漁業が海洋の生態系に対してどのくらいのインパクトを与えているのか、という問いに説得力をもって答えるにはまず、海に暮らす生き物の総量(バイオマス)をまずきちんと知る必要がある。海のバイオマスと言っても生き物は多様だし、この広い海に点在しているから、総量を推定するなんてとうていできっこないと考える人がいるかもしれない。しかし科学は、こんな一見荒唐無稽な問いにも答える足掛かりを与えてくれる。

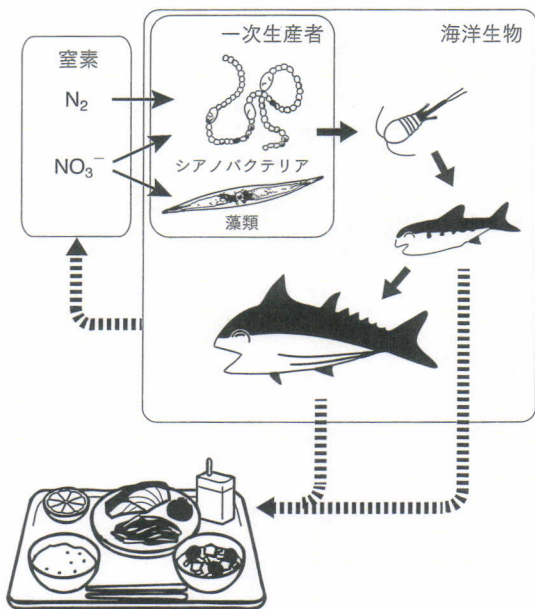
海の表面付近では、太陽エネルギーを利用して光合成生物が命を育んでいる。藻類や、シアノバクテリアといった植物プランクトンなどである。彼らが作り出す多様な有機物は、捕食者(より専門的に言うなら従属栄養生物)の餌となり、さらにそれらを餌にする高次捕食者である大きな魚や海獣類にまで受け継がれる一筋のエネルギー連鎖となる。つまり海洋におけるバイオマスは理論上、海に降り注ぐ太陽エネルギーの量によって上限をおさえられるはずである。しかし実際の海でバイオマスを決めているのは、太陽エネルギーではない。それは、表層海水中に溶けている「生物にとって利用可能な窒素量」である。海で光合成を行っている藻類やシアノバクテリアが太陽エネルギーを使い切る前に、窒素が枯渇してしまうのである。そこで、海の窒素からバイオマスを推定することを考えてみることにしよう。

生き物の身体を構成する窒素は、アミノ酸のア

ミノ基として、また核酸のプリン塩基やピリミジン塩基などとして存在している。細胞内で休みなく代謝され続けるこれらを補給するために、表層海水中に溶けているありったけの「利用可能な窒素」が、海に暮らす植物によって吸収されるのだ。窒素こそが海洋の生物生産を決めているという海洋学の古典的な概念は、その後、鉄などの微量元素が一部の海域で律速していることが知られるようになって修正を迫られたものの¹、現在でも大筋としては正しいものである。

海洋の一次生産を担う藻類やシアノバクテリアは、細胞膜を通して海水中に溶存している硝酸態の窒素を主に吸収している。またシアノバクテリアなど一部の原核生物は、窒素分子(N_2)を細胞内でアンモニアに還元する「窒素固定」を行っている。しかし藻類は、海水1L中に700 μmol も含まれている窒素分子を使うことができず、同じ海水に数 μmol しか含まれていない硝酸に頼り切っている。シアノバクテリアにとって、多量に含まれる窒素分子を利用できることは大きなメリットである。ただし窒素分子は、2つの窒素原子が強固な三重結合で結ばれ、その結合を切断してアンモニアに変換するのに多くのエネルギーを要する。シアノバクテリアにすれば、それだけ取り分が減ってしまうわけだから、彼らにとってもただ都合のよい窒素獲得戦略とは単純には言い切れない。それでも世界中の海で、年間1億tもの窒素分子がシアノバクテリアによって固定されている²。

もし、海から光合成生物が姿を消したとしたらどうなるだろう？ もちろんこの広い海から、魚をはじめとする捕食者もほとんど姿を消してしまうだろう。それだけではない。プリンストン大学の研究者が行ったコンピューター・シミュレーションによると、世界中の表層海水1Lあたり平均33 μmol の硝酸が残されることになる³。生き物がいない分だけ増えたわけである。このことを逆に考えると、現実の海では表層水(ここでは光が十分に届く表層50mとする)中に溶けていた計84億トンの硝酸態窒素が生き物に化けていることになる。かつてアルフレッド・レッドフィールドが推定し



図一海に溶けている窒素がガスや硝酸が、形を変えて私たちの食卓に届くまで

が口にする水産生物の多くは栄養段階3以上の魚介類が中心であるが、栄養段階3以上のすべての生物を食べるわけではない。栄養段階が一つ上がるたびに、その段階の生物がもつ総エネルギー量は一桁ずつ目減りするから⁶、人類にとっての水産資源は、多めに見積もっても全バイオマスの1%、30億tといったところだろう。こういった数字のもつ意味は、人類が実際に利用している水産資源量と比較すると実感できる。国際連合食糧農業機関(FAO)による最新の統計によると、世界各地の海から1年間に水揚げされる魚介類の総量は8000万tほどである⁷。つまり1年間に、海に暮らす水産資源全体の数%が人類の胃袋に収まっている勘定になる。

海の窒素について考えることは、海の中で起きている小難しい化学反応や生物プロセスを知るためだけではない。私たちの日々の食卓という身近なところにまでつながる話なのである。

文献

- 1—J. H. Martin & S. E. Fitzwater: *Nature*, **331**, 341(1988)
- 2—J. A. Brandis et al.: *Chem. Rev.*, **107**, 577(2007)
- 3—J. L. Sarmiento & N. Gruber: *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton Univ. Press.
- 4—A. C. Redfield et al.: In *The Sea* vol. 2(M. N. Hill, editor), Wiley(1963) pp. 26-77
- 5—R. J. Geider et al.: *Global Change Biol.*, **7**, 849(2001)
- 6—D. Pauly & V. Christiansen: *Nature*, **374**, 255(1995)
- 7—Food and Agriculture Organization of United Nations: *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*

コラム ドイツ環境政策通信 No.20

株式会社でエコ農業を推進

今泉みね子 いまいずみ みねこ

環境ジャーナリスト、翻訳家、生態学専攻。ドイツ在住

小規模農業が報われない社会を変える

「グローバルな経済は、それぞれの地域の特性や、そこで生活し、働く人間に配慮しない。その結果、農業は多様性を失い、農業地域は自立性を

たところによると、海の生き物の平均的な化学組成は、「 $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P$ 」である⁴。つまり重量比でみると、窒素は海洋生物の約6%を占めている。したがって、海に暮らす(硝酸を窒素源とする)生き物の総量はおよそ1400億tということになる。これに窒素固定による生き物の量を加えると、およそ3000億tである。この推定値は、他の方法で求めた値とよく一致する⁵。海には、目に見えない小さな細菌からクジラのような巨大な生物まですべて合わせて、3000億tほどの生き物が暮らしているというわけだ。

この3000億tという数字には、私たちの口に入ることのない植物プランクトンや分解者である細菌類が大きな部分を占めていることに注意が必要だ。私たちはワカメ・昆布・ヒジキ・ノリといった一部の藻類(栄養段階:1)はしばしば口にするものの、外洋の藻類やシアノバクテリアを食べることはない(ちなみに、欧米人はワカメや昆布すら食べない)。そして、そういった植物プランクトンを餌とする生物(栄養段階:2)のうち、一部の貝類は私たちの食糧になるが、その大半を占める動物プランクトンについてはやはり口にすることはない。私たち