

気軽にエコロジー

堤 裕昭

生態・環境資源学専攻

熊本日日新聞「気軽にエコロジー」に掲載されている記事で、2001年1月より12月までに掲載されたものを収録したものです。

【タイトルと掲載年月日】

1. 熱帯の海 ―”未知との遭遇”なお興奮― (2001年1月11日)
2. 有明海のノリ養殖 ―暖冬でプランクトン増殖― (2001年2月1日)
3. ヘドロの海底に生きるイトゴカイ ―環境回復させる”掃除屋”― (2001年3月1日)
4. 溜池のような有明海 ―海洋生態学に反した事態― (2001年3月29日)
5. デフレと環境 ―「環境」には歓迎すべきこと― (2001年4月26日)
6. 有明海の赤潮 ―不可解な発生メカニズム― (2001年5月24日)
7. 油をたべるバクテリア ―小さな町が残した大きな足跡― (2001年6月21日)
8. 干潟というジャングル ―沖合の生態系にも影響― (2001年7月19日)
9. 青白い海 ―都市周辺で進む生態系破壊― (2001年8月16日)
10. 「熱帯の海」現象 ―植物プランクトンも死滅― (2001年9月13日)
11. 酸素と海 ―大気中の酸素を作り出す海― (2001年10月11日)
12. 生命の泉 ―水なしで生きられぬ生物― (2001年11月8日)
13. CO₂を吸ってきた地球 ―歴史に反する燃料掘り出し― (2001年12月6日)

1. 熱帯の海 —”未知との遭遇”なお興奮—

昨年十二月中旬、タイに行き、熱帯の沿岸域の生態系の特徴を明らかにする調査をしてきました。タイは今、乾期に入り、最も過ごしやすい季節です。気温は熊本の真夏とあまり変わりませんが。バンコクから東南へ車で約二時間、バンセンという町に着きます。この町を流れるバンパコン川の河口域で漁船をチャーターして、地元のプラパ大学のスタッフとともに水質や海底の環境を調べました。

今回で四回目の調査ですが、私たちが海洋生態学の教科書で習ったことと大きく違う、まるで異次元の世界がこの海には広がっています。実は海の生態学は、温帯から亜寒帯の海で得られた百年余りの研究成果を積み上げたものなのです。最も涼しいこの季節でも水温が三十度にも達するタイ沿岸の海では、私たちが勉強で得た生態系の基本的な法則が全然通用しません。今から五年前、この場所を初めて調査した時は、未知との遭遇のような衝撃を覚えました。

熱帯の海というと、エメラルドグリーンの澄んだ海を思い浮かべられる方も多いかと思いますが、それは陸上からの影響の少ない場所や沖合の孤島の話です。アジア大陸から流れ込む河川の影響を受ける場所では、常に川の水を通して栄養分が運ばれ、河口やその周辺では繁茂した植物プランクトンが漂っています。したがって、観光地のような澄んだ海の色にはなりません。これだけ水中で植物プランクトンが繁茂すれば、日本の沿岸では、最終的にこの植物プランクトンが死がいとって海底に降り積もり、やがて分解しながら海底付近の海水の酸素を消費し尽くして、海底の泥はヘドロになるはずですが。

ところが、ここでは海底にヘドロがたい積するどころか、植物プランクトンの死がいどこへ行ったのか、泥に含まれる有機物の量はほんのわずかしかなかった。この泥を食べて生きているゴカイなども、えさが少ないので体のサイズが日本と比べてはるかに小さいものばかりです。そういえば、熱帯の森では落ち葉が少ししかたまりません。片っ端から分解されていくからです。きっと、海底でも同じようなことが起きているのだと思われます。

今回の調査では、二頭のピンク色のイルカを見つけました。初めて目にする生物です。熱帯の海では、まだまだ未知との遭遇の興奮が続きます。

2. 有明海のノリ養殖 —暖冬でプランクトン増殖—

ノリは紅藻類に属する海藻です。今では、コンビニで売られる「おにぎり」にも使われていますが、五十年ほど前までは貴重品で、めったに口にできるものではありませんでした。当時は、今のようにノリを大量に養殖する技術がなかったのです。経験的に知られていたノリの胞子が付着しやすい場所にひびを入れ、夏の間ノリ養殖の種苗を作り、冬場に干潟に持ち込んでノリを養殖していたのです。しかし、天然にできる種苗の量は限られていました。

ノリの大量養殖を可能にしたのは、一九四七年、イギリスの海藻学者であるキャサリン・デュリュ博士から瀬川宗吉九州大学教授あてに届いた一通の手紙に端を発します。手紙は、「イギリスで生育しているノリと同じ仲間の海藻は、糸状体と呼ばれる小さな糸状の時期があり、カキ殻の中に潜り込むように付着し、そこから大型の海藻に成長する胞子が出る」ことを見つけたこと、そして「日本のノリも同じような過程を経て成長するのではないか」ということを伝えています。

まさにそれは的を射る指摘だったのです。その後、熊本県水産関係者の絶え間ない努力で人工種苗を大量生産する技術が作り上げられました。現在では、熊本で開発された技術に改良が加えられ、いろいろな場所でノリの養殖が可能になっています。年間に熊本で約4万トン、九州全体では約十六万トンものノリが生産されています。

ところが、極めて残念なことに、今年是有明海のノリ養殖は極端な不作に見舞われようとしています。冬場、有明海の海水は海面から海底まで良く混ざり合い、ノリ養殖を行う干潟に満ちてくる海水にも、ノリの生育に必要なリンや窒素など、肥料になるものが十分含まれています。この時期は、日照や温度条件が悪いので植物プランクトンは増殖できず、ノリ以外はこの肥料を使うことはありません。しかし、最近暖冬が続き、天気もいいので海水の温度が例年より高く、日差しもあります。ノリ養殖の時期になっても、植物プランクトンの増殖に適した「秋の海」が続いているのです。

ノリの養殖は、有明海の自然の特徴をうまく利用しながら、五十年余りの歳月をかけて育てられてきた産業です。今年のノリ養殖の不作は、有明海の自然に今何か大きな変化が起きていることを知らせているのではないのでしょうか。

3. ヘドロの海底に生きるイトゴカイ —環境回復させる”掃除屋”—

今から約二十年余り前、海洋生態学の研究を始めたころ、「イトゴカイ」という不思議なゴカイと出会いました。体長一センチ足らずで、イトミミズに似た体をしています。人間と同じヘモグロビンの血を持ち、体は真っ赤です。世界中の沿岸の海で、海底に卵の腐ったような硫化水素のにおいがする真っ黒なヘドロがたまると、どこからともなく現れます。冬でも約二カ月で成長して卵を産むサイクルを繰り返し、あっという間に大繁殖を遂げます。その密度は一平方メートルあたり五万~十万個体に達します。

海底にヘドロがたい積すると、海底付近の水中の酸素濃度が低下し、ヘドロから発生する硫化水素の毒で、大抵の生物は死にます。「なぜ、こんなヘドロの中で、イトゴカイだけが大量繁殖できるのだろうか?」。極限の環境の中で生きる生物に、大きな疑問と神秘を感じました。以来、イトゴカイの生態の研究を続けてきました。二十年余りの研究で分かったことは、ヘドロのたまった極限の環境でも、したたかに生きている一つの生物の姿でした。

ヘドロから発生する硫化水素は、生物の呼吸に有毒である一方、化学反応性の強い物質です。つまり化学的なエネルギーを持った物質なのです。そのエネルギーを利用してある種のバクテリアが繁殖し、ヘドロの表面はしばしばこのバクテリアに覆い尽くされます。イトゴカイは硫化水素の毒に耐えて、このバクテリアを食べて繁殖していることが分かってきました。ヘドロの中で他の生物が手を出せないえさを独り占めにしているわけです。

今、全国の湾、特に水替わり悪い湾の奥部で、ヘドロがたい積しているところがあります。そこはイトゴカイの好む場所です。ただ、夏場は海底付近の水中の酸素が欠乏し、あまりにも過酷な環境となり、さすがのイトゴカイもヘドロの中に住めません。一方、冬から早春にかけては、海底に酸素が戻ってきます。だれもない海底で、イトゴカイだけが「つかの間の冬」を満喫し、ここぞとばかりに子孫を増やしているのです。

これはヘドロの海の生態系にとって、環境を少しでも回復させる数少ない手だての一つになります。イトゴカイがヘドロの中のえさを食べてヘドロの中のゴミを取り除いてくれます。また、ヘドロの中を動き回ることによって、無数に穴ができ、その穴に酸素を豊富に含んだ海水が入り込んでヘドロが酸化されてきれいになります。イトゴカイは”掃除屋”の役目を果たしている生物なのです。

4. 溜池のような有明海 —海洋生態学に反した事態—

この冬、有明海のノリ養殖の歴史始まって以来の凶作とも言える事態が発生し、県立大海洋生態学研究室で教育研究に携わっている私の元へも多くのマスコミの方が取材に来られたり、県民の方からいろいろ電話をいただいたりしています。問題の深刻さがヒシヒシと伝わってきます。しかし、現状では私自身も驚くことばかりで、海洋生態学の教科書に書いてある法則に反した事態に戸惑うことしきりです。

先日は、荒尾市沖合の状態を観察してきました。プランクトンネットで海水中に漂う植物プランクトンを採取したのですが、何と、ネットを海水に浸けて十秒もたたないうちに引き上げても、ネットが緑色に染まらんばかりの植物プランクトンでいっぱいでした。目を凝らすと海水は緑色になり、粒状に集まったプランクトンが無数に漂っているのが観察できました。

そもそも植物プランクトンの増殖には、畑で野菜を育てるのと同じように、窒素、リン酸、カリウムが必要です。海水中にはカリウムは、植物プランクトンが使い切れないだけの量がもともと含まれていますので、増殖をコントロールする栄養素は窒素とリン酸の量になります。

このような条件が一番そろいやすいのは、水の入れ替わりの少ないため池や内陸の湖です。蓄えられた水に毎日、周辺から窒素やリン酸を含んだ水が流れ込んできます。特に暑い日は蒸発が活発で、植物プランクトンの栄養素が煮詰められてしまいます。また、湖底にもいろいろなかたちでたまりやすいので、いつしか濃くなった栄養素を取り込んだ植物プランクトンが大繁殖し、緑色の水となってしまうわけです。

ところが、今、有明海（少なくとも荒尾市から熊本市に至る沿岸）では、これと似た状態が発生しています。見渡すかぎりの海水が、まるで夏の溜池の水のように見えます。しかも、私が観察したのは二月中旬です。春先の沿岸の海では、一時的にこのような状態になることもあるのですが。

有明海に注ぎ込む栄養塩を含んだ水の量が以前よりよほど増えたのか、有明海の海水が植物プランクトンの栄養素の濃度の低い外洋の海水と以前よりも混ざり合わなくなり、有明海が巨大なプールになってしまったとでも考えない、と説明できない現象に見えます。大きな宿題を前に、私も数人の研究者仲間と手を組んで原因解明のための研究の準備を急いでいます。

5. デフレと環境 —「環境」には歓迎すべきこと—

現在、日本の経済は「ゆるやかなデフレーション（デフレ）」の傾向にあるといわれています。デフレは物の供給に対して需要が少なく、物余りになって物価が下がることを言います。バブル経済の破綻によって生じた不景気が、会社の設備投資や個人消費の大幅な減少をもたらしたことに端を発します。

物資に対する需要が少なく、物や余れば物価は下がり、企業の収益は落ちて個人の給料が下がる。すると会社の設備投資や個人消費も減少し、物資の需要もさらに減少して、物がさらに余り、物価はさらにさらに下がる。これがいま日本の経済で恐れられている、デフレがさらなるデフレを呼ぶ「デフレスパイラル」という現象です。

でも、個人の生活を振り返ってみると、物価が下がってどこに問題があるのでしょうか。確かに十年前のバブル期の日本や現在の好景気のアメリカのように、高級レストランで値のはるワインを飲みながら食事をして、新たな投資（もうけ）話をするというようなことはできないでしょうが。

今私は、ディスカウント店へ行って、同じ金額で以前より二、三割、ひよっとするともっと多くの物を買えることを楽しみにしています。お弁当も、牛丼も、ファーストフードも、安くなっています。手にするお金は減っても、価値が以前よりも高くなっているのですから、庶民の生活をする限り、むしろ暮らしやすくなったような実感さえあります。

確かにバブル期に多くの借入金で大規模な事業に挑んだ企業や銀行は、デフレでその借金を返済するための利益が上げにくくなります。一方、借金の価値は高くなり、利息もふくらみ続け、借金を返しても返しても減らない借金スパイラルに苦しめられているでしょう。

バブル経済のころ、全国で何が起きていたのでしょうか。リゾート開発による自然破壊、エネルギーや物資の消費量の増加、ゴミ問題の多発。。。今、地球環境保全と二十一世紀の社会の維持のために求められているのは、バブル経済期とは反対の方向にあることばかりです。大気中の二酸化炭素濃度の増加による温室効果がこれ以上進行しないようにするためには、エネルギー消費を減らし、物資も節約したり再利用し、森林を保護しなければなりません。

このデフレはむしろ日本の社会としては歓迎すべきことで、経済という「生き物」の正直な反応なのではないでしょうか。成熟した日本の経済社会に「環境を破壊する好景気はもういらぬ」と告げているのでは、とさえ思います。

6. 有明海の赤潮 —不可解な発生メカニズム—

春が過ぎてそろそろ初夏の曇りが漂ってきました。日田などの九州地方の盆地では、真夏日となったというニュースも聞こえてきます。私は有明の干潟へ調査に出掛けて海を眺めては、昨年の夏の有明海や八代海の赤潮の発生を思い起こし、今年の夏は何も起きないことを願っています。

昨年の夏は大規模な赤潮が発生しました。特に有明海で発生した赤潮の名前を聞いて耳を疑いました。何と「シャトネラ・アンティーカ」と「ギムノディウム・ミキモトイ」が発生したというのです。これらの赤潮プランクトンは魚介類に致命的な打撃を与える毒を持つ最強メンバーです。

そもそも赤潮プランクトンがどのようにして発生するかというと、そのメカニズムに未解明な部分が数多く残されていますが、少なくとも「きれいな海」では発生しません。

これらの赤潮プランクトンは植物プランクトン的一种です。植物ですから、その増殖には陸上の植物と同じように、光、温度、水と肥料（窒素、リン、カリウム）が必要です。そのうち、夏の海で不足しがちなのは、肥料の中で窒素とリンです。カリウムは海水中に豊富に溶け込んでいます。

そこで、有明海などの沿岸域では、陸上から大量の窒素やリンが河川水や雨水と一緒に流れ込んでくると、植物プランクトンが一気に増殖して、赤潮を発生させるわけです。植物プランクトンの増殖速度には目を見張るものがあり、細胞分裂を1日に1回でも行えば、その数も量も2倍になります。陸上の植物が二倍の大きさになるために必要な時間と比べてみてください。

それにしてもなぜ、シャトネラ・アンティーカやギムノディウム・ミキモトイなどという赤潮プランクトンが昨夏、有明海で発生したのでしょうか？そんなに海水中の窒素やリンの濃度が高くなっていたのでしょうか？有明海は潮位の干満差が日本で最も大きく、外洋とよく水が入れ替わるので、窒素やリンの濃度がそれほど高くなるはずがありません。周辺に人口が密集した大都会や大規模な重化学工場地帯もありません。

さらに理解しがたいのは、昨年の真冬にも有明海で「リゾソレニア」という珪（けい）藻類の植物プランクトンが大量に発生したことです。当時、海は真緑色をしていましたが、この現象を最近では「珪藻赤潮」と呼ぶようになりました。夏も冬も赤潮が発生する海、有明海はそんな海だったのでしょくか？

7. 油をたべるバクテリア —小さな町が残した大きな足跡—

中国で重油を満載したタンカー「ナホトカ号」が、荒れ狂う日本海で沈没する事故が起きたのが、一九九七年一月のことでした。タンカーから漏れた重油の量は約五千トンに達し、北西の季節風によって流された油の帯は、約千二百キロメートルにも及ぶ日本海沿岸の海岸に漂着しました。油に汚染された海岸を何とか早急に元の状態に戻そうと、大勢の方々が懸命に努力されたことは、記憶に新しく残っています。

その時、日本海に面した兵庫県のある小さな町の港やその周辺で、今から振り返れば、世界における油汚染対策の歴史に残る実験が行われていました。米国の微生物学者のカール・オッペンハイマー博士が開発した「油を分解するバクテリア」のことを偶然知った漁業協同組合の方々が、海岸に漂着した油にまいて、油を分解しようと試みたのです。

このバクテリアは土に染みこませてあるので、見た目には白い土か粉のようにしか見えません。これを岩に付着した油の塊にまくと、消えてなくなるわけではありませんが、油の塊が萎縮しながら固まり、岩から簡単に手ではぎ取れるように変化しました。ちょうどナメクジに塩をかけたような状態を想像していただければよいと思います。そこで、これは使えるということで、実に二百五十キログラムのバクテリア剤が港の中やその周辺の海岸にまかれ、重油の処理に活躍したのでした。

実はその後で、私を含めた十名ほどの研究者の元へ、その漁業協同組合から、「バクテリア剤の効果を科学的な研究データにし、後世に残して欲しい」という依頼が来ました。私はそこでこの事実を初めて知って驚いた次第です。依頼された研究者の側もまれにみる油汚染に対して、何か自分たちが役に立つことはないかと思っていましたので、全員がボランティア状態で研究に参画されました。

その結果分かったのは、このバクテリア剤が、重油の成分としてはもっとも分解が難しいとされるアスファルト分や樹脂分までを分解できるという、油処理技術としては画期的なものであることでした。この研究成果は昨年から今年にかけて、論文や国際会議の場を通して世界中に発信され、大きな注目を集めています。

もとはといえば、油まみれの海岸を目の当たりにした地元の方々の必死の思いの中から生まれた行動が、将来の油汚染対策に大きな足跡を残すものを産み出したということが出来ます。

8. 干潟というジャングル –沖合の生態系にも影響–

熊本県には一万ヘクタールを越える干潟が広がっています。今、全国の干潟の 22% に相当します。この干潟が生態系に及ぼす価値について、「水質を浄化する場所」の視点から語られることが多いのですが、その場所で光合成によって生産される有機物量で評価すると、また一つ新たな姿が見えてきます。

光合成で生産される有機物が多いということは、畑や水田でいえば、よく作物が育って、肥沃（ひよく）な土地と言うことになります。干潟では、光合成で生産される有機物はそこに生息するアサリ、ハマグリ、カニ、ゴカイなど、様々な動物に利用されるので、えさが多い分、それだけ多くの動物が生息できることを意味しています。

干潟での光合成をつかさどる植物は、砂や泥の表面に付着しているけい藻類です。もともと植物プランクトンの仲間ですが、まるでコケのように生えています。干潟に生息する動物の多くは、このけい藻類を食べて生きています。

どれだけのけい藻類が干潟で生産されているかということ、一年間に一平方メートルあたり数百グラムから一キログラムにも達すると推定されます。実際にはその他にアオサなどの海藻類も育つので、生産される有機物量はさらに高くなります。この生産量は熱帯の森、つまりジャングルに匹敵する値です。

ここで一つわかりにくいことがあります。熱帯のジャングルにはたくさんの木々が生えていますが、干潟にはそのようなものが見あたりません。そこに海の生態系としての仕組みがあります。熊本の干潟では毎日二回、干潮と満潮が訪れる潮の満ち引きがあります。潮が引いて干潟が現れる時に、沖合へ引いていく潮は、干潟の表面で生えた珪藻類を小さな波で撒き揚げながら運び去っていきます。干潟はこのしくみで毎日掃除をされているので、大量の有機物が生産されているにもかかわらず、それが干潟に厚く積もることはありません。沖合へと運び去られた有機物は、そこで海底に沈み、海底に生息する貝類、ゴカイなどの動物のえさとして利用されます。

過去五十年間に全国で約四割の干潟が、埋め立てなどのために消滅しました。しかしながら、干潟はただの泥や砂が広がる場所ではありません。まるでジャングルのように有機物を作る肥沃な場所であり、さらに沖合の海底の動物達にも大量のえさを届けています。干潟がなくなれば、干潟に生息する動物の生息場所が奪われるだけでなく、沖合の海底の動物も餌を奪われることになるのです。

9. 青白い海 —都市周辺で進む生態系破壊—

海は人々の暮らしをいろいろな形で支えてきました。一つは物流です。動力がない時代、船に張った帆が物を運ぶ大きな力をもたらしました。もう一つは食糧資源の供給です。干潟やその沖合の浅い海は魚介類の宝庫で、人はそこで漁をして貴重な食糧を得てきました。西日本のような温暖な気候の場所では、冬でも浜に行けば食料にありつくことができます。人々の暮らしに都合のいい場所には当然、多くの人々が定住し、生活することになります。

人々の暮らしがささやかだった時代は、何の問題もなく自然の営みの中で平穩に時が過ぎていったと思われまゝです。ところが、戦後五十年が経ち、人々の暮らしはぜいたくになり、大量消費の時代になりました。そのため、人口が密集する波静かな入り江の海で、異変が起きつつあります。

最も典型的な例は東京湾の東部、千葉県の海岸で、夏から秋口の涼しい風が吹き始めるころ突然、岸辺の海が青白くなり、異臭を放つ現象が起きています。東京湾には、法に定められた処理を施したといっても、さまざまな排水が毎日大量に入り込んでいます。その結果、海が富栄養化し、植物プランクトンが大繁殖して最後は死がいつとって海底へ沈降します。

この大量の有機物は海底にたい積し、夏場の高温条件で盛んに分解され、海底付近の酸素を消費し尽くしてしまいます。無酸素となった海水がそのままそこにじっとしていれば問題は小さいのですが、岸から沖合に向かう風が吹くと、海底付近の海水は逆に岸に向かって動き出します。無酸素の海水が岸辺に到達すると、その中に含まれている硫黄分が太陽光に輝いて青白い光を発するのです。

岸辺は海の生態系で最も豊富に生物が生息している場所です。その生物たちに無酸素の海水が突然襲って来ると、移動能力の強い魚以外は逃げられず、その海水が去るまで耐えるしかありません。しかし、だいたい1日も耐えることはできません。大量の生物が壊滅的な被害を受けます。

この現象についての研究例は少ないのですが、世界各地の大都市周辺の海で見られているようです。何千年も沿岸の海と向かい合って暮らしながら、われわれは海の生態系の破壊につながるような生活を始めています。「環境と共に生きる」ことを忘れてら、われわれの生活の根本が崩れてしまうという警鐘が鳴らされているのではないのでしょうか。

10. 「熱帯の海」現象　－植物プランクトンも死滅－

今年の夏の酷暑には閉口された方が多かったと思います。地球温暖化の進行をほうふつとさせる出来事でした。今後もさらに夏は暑くなっていくのでしょうか。地球温暖化の影響は、単に気温が高いことだけでなく、海や空にも見ることができます。

1つは台風です。先日の台風11号が九州沿岸に接近した時に、天気予報によれば、九州近海は夏の日差しに熱せられ、水温が二十九度に達したそうです。周りの海がこれだけ熱いのですから、気温が高くて当たり前です。このとき、九州は島全体が、熱帯の海の中に漬かっていたも同然でした。

海が熱いと上昇気流が発生しますので、台風を元気づけることはあっても、衰えさせることはありません。そのため、台風が日本列島のどこかに上陸するようなきも、その勢力は保たれたままとなるのです。以前の日本列島は、台風が発生する海域よりもかなり低い水温の海に囲まれていたため、たとえ台風が接近、上陸しても海が勢力を衰えさせ、我々を守ってくれました。温暖化して熱くなった海にはそれが期待できなくなります。

もう一つは、海の植物プランクトンへの影響です。八月の初めの一番暑い時、私は有明海的环境調査に出掛けました。驚いたことに、七月中旬の梅雨明けまでけい藻赤潮かと思わせるように大量発生していた植物プランクトンが、姿を消していました。

代わりに海水中に小さな粒上の塊が無数に漂っており、水温は実に三十一～三十二度にも達していました。この現象は、あまりにも高水温のために、梅雨明けまで大量発生していた植物プランクトンが死滅してしまい、その死がいが集まって無数に海水中を漂っていたと説明できます。

水温が常に三十度を超えているような熱帯の海は、コバルトブルーの透き通った色をしています。水温が植物プランクトンの増殖には高すぎて、栄養分も不足しがちです。植物プランクトンが少ない海は澄んだ水になります。八月の有明海は、まさに熱帯の海になりかけていたのです。

有明海はもともと富栄養の海で、多少水は澄んでいないものの植物プランクトンが海水中や干潟で増殖し、貝や海藻類が良く育つのが特徴です。まだ、夏に限った現象でしょうが、一時的にも熱帯の海になることは、有明海にとって喜ばしいことではありません。

11. 酸素と海 —大気中の酸素を作り出す海—

地球の大気の約20%は酸素です。正確には二個の酸素原子が結合して一個の分子を作っているため、分子状酸素と呼ばれています。地球上の多くの生物にとって、分子状酸素はなくてはならない物質です。

ところが、この分子状酸素が大気の20%を占めることは、化学反応の法則からするとあり得ないことなのです。事実、隣の惑星の火星や金星の大気には、分子状酸素がまったく含まれていません。

酸素は化学反応性が強く、ほっておけば金属や有機物と結合して酸化します。鉄さびは鉄が酸化された姿です。有機物が酸化されると、水、二酸化炭素、窒素酸化物などになります。有機物を作り上げる水素、炭素、窒素などが酸素と反応した結果です。従って、惑星の大気中に分子状酸素が含まれているはずはないのですが、地球では約十億年前から大気中に分子状酸素が蓄積しはじめ、この四億年間は約20%の濃度が保たれてきました。

地球の大気中に分子状酸素を加えてきたのは、地球で誕生した植物の光合成の作用です。葉緑体を使って太陽光からエネルギーを取りだし、そのエネルギーを使って、細胞の中に取り込んだ二酸化炭素を分解して炭素だけを取りだし、そのエネルギーを使って、細胞の中に取り込んだ二酸化炭素を分解して炭素だけを取りだし、さらに水を使って有機物を作ります。その時、分子状酸素が反応の余りとして捨てられます。それが大気中に分子状酸素が加えられてきた仕組みです。

ここで問題です。陸上で植物が光合成をして有機物を作り、分子状酸素を大気中に捨てたとします。しかし、一方で、作られた有機物は常に分子状酸素を使いながら酸化されて、分解されます。例えば、木で作られた葉は落葉し、分解されてなくなります。これではいくら陸上で、植物が光合成で分子状酸素を出しても、差し引きで考えるとプラスになりません。では、どこで分子状酸素は大気中に蓄積するほど作られてきたのでしょうか？

そこに海の植物の姿が浮かんできます。陸上で植物が生息できるようになったのは、四億年前ごろのことです。一方、海では三十億年以上前からバクテリアや植物によって光合成が行われてきました。海で有機物が作られると、水中に溶け込む酸素が少ないので、有機物は空気中のようすぐに分解されません。多く有機物が酸化されずに、海底の土や砂の中に埋もれてしまい、水中や大気中には余りの分子状酸素が残されてきました。大気中に分子状酸素を貯めるには、海が必要なのです。

12. 生命の泉 –水なしで生きられぬ生物–

人工衛星から見た地球は青く輝き、その表面の約七割は海に覆われています。その意味で、地球は「水の惑星」と呼ばれます。水があったからこそ地球に生命が誕生して、約四十億年もの間、進化してくることができたのです。

水は温度が零度より高く、百度より低くなければ液体として存在できません。太陽光のエネルギーが、地球をこのような温度に保つのに都合のいい強さであることは、まったく幸運なこととしか言いようがありません。

水は生物が生きていくために必要な物をいろいろなものを溶かし込んでくれます。そして、体の中を液体として移動することができるので、体のいろいろな場所に必要なものを運ぶこともできるし、不要な物を運び去ることもできます。それは、水が液体として存在していればこそそのことです。生物が体から水を失って干からびてしまえば、この体内での運搬システムが停止してしまい、生きていくことができなくなります。

もう一つ、地球上の生命誕生に水がもたらした重要な働きがあります。それは紫外線を吸収することができることです。ここからは学問的な想像になりますが、生命が誕生する前の地球の大気には、我々が呼吸に使っている酸素が含まれていなかったと考えられます。そのことは現在我々が紫外線を防ぐことで恩恵を受けているオゾン層がまったくなかったことを意味します。オゾンは大気中の酸素分子と紫外線の反応によって作られるからです。

オゾン層の傘がない地球には、遺伝子を破壊してしまう有害な紫外線が地表面まで届いてしまいます。これではいつまでも生物は進化どころか、誕生することさえ困難な状況が続くわけです。

ところが、そこに海があれば、この問題を解消してくれます。厚さ十メートルの水があれば、有害な紫外線はすべて吸収されてしまいます。地球の海にはそれくらいの水深の場所はいくらでもあります。水深十メートルの海底は、まさに「生命の泉」となったのです。

今、地球の人口は六十億人を越え、さらに増加の一途をたどっています。少子化の進む日本では実感のない話ですが、今後も増え続ける人類にとって一番不足する資源は何か、と問われると、実は食糧ではなく、水なのです。我々は水なしには生きていくことはできません。我々が水の惑星で誕生した生物である以上。

13. CO₂を吸ってきた地球 –歴史に反する燃料掘り出し–

金星は地球と兄弟のようなり二つの惑星と言われていますが、地球とは大きな環境の違いがあります。海がありません。大気の95%以上は二酸化炭素(CO₂)です。そのため、太陽に近いことと、CO₂の温室効果で、地表の温度は四〇〇度を超えています。

地球の大気も、地球が誕生した約四十六億年前ごろには、現在の一気圧の大気の約五十倍のCO₂と約二百倍の水蒸気でできた分厚い大気で覆われていたと考えられています。ところが、地球が冷えて、水蒸気は雨となって地表に降り注ぎ、海をつくりました。その海には三十七兆トンものCO₂が溶け込みました。さらに、今から約三十億年前に誕生した単細胞生物は、岸辺の浅い海で光合成を行い、CO₂と水から有機物を作りながら大増殖を始めました。その生物の体は分解されることなく大量に海底に貯まり、いつしか地中深く埋もれて、高い熱と圧力を受けて姿を変えました。それが石油や天然ガスの起源です。

今から約六億年前のことです。海の生物は初めて殻を持つようになりました。当時、地球の大気には現在よりもはるかに高いCO₂がまだ残っていました。その温室効果も手伝って、地球全体が熱帯や亜熱帯の気候であったと考えられています。

今の熱帯や亜熱帯の海を思い浮かべるとそこに何があったのか想像がつかず。巨大なさんご礁です。地球の至る所で、海水中のCO₂とカルシウムを使って巨大なさんご礁が発達しました。それが今日の石灰岩です。

さらに、今から約四億年前、大気中に酸素が増えて、オゾン層ができ、海から陸上へと生物が住み場所を広げました。まず、水辺の湿地のようところで大増殖を遂げたのが、海藻から進化したシダ植物です。シダ植物の大森林ができあがりました。シダ植物は湿地に生えていたので、枯れたり、大量の葉を落とすと、分解されずに水中に貯まっていきました。それが地下深く埋もれて、熱と圧力を受け、石炭という姿に変わりました。

地球は四十六億年の歴史をかけて、大気中の膨大な量のCO₂を吸って固体に変え、温室効果の少ない環境をつくってきました。我々はエネルギーを手にするために、わずかに二百年の間に地下から大量に燃料というCO₂を掘り出したのです。これは地球の歴史に反する行為です。でも、六十億の人類が生きていくためには、それなりの量のエネルギーが必要です。これからの我々の考えと行動が問われています。