

# 森と海をつなぐキューピット、 それは鉄

畠山 重篤 *Written by Shigeatsu Hatakeyama*

## はじめに

漁民による広葉樹の森づくり、「森は海の恋人」運動を始めて二十年の歳月が経過した。ブナ・ミズナラ・コナラ・ウリハダカエデ・ガマズミ・マンサク・カツラなどの落葉広葉樹を約五万本植え、その地を「牡蠣の森」と命名した。

当初、森と海をつなぐメカニズムは全く知らないままスタートしたが、近年、鉄分の存在がキーワードであることが解明されてきた。知られざる鉄の科学に挑戦してみたい。

## 牡蠣の眼で森を視る

牡蠣の漁場はどこでも、河川水が流入する汽水域（淡水と海水が混じる海域）に形成されている。日本一の産地である広島は、太田川が注ぐ大汽水域である。第二位は宮城で、北上川が流入している。

三陸リアス式海岸の気仙沼湾には大川が注いでいる。

リアス式海岸のリアスとはスペイン語で「潮入り川」を意味する。ギザギザの海岸は、元々は川が削った谷なのである。今から十万年前

の水河期は、海の水位が今より百五十メートルも退いていた。約一万年前、地球は暖かくなり、海の水位が上昇し、川が削った谷に海が浸入してきた。「縄文海進」と呼ばれる時代である。

「リアス」の語源は、スペイン語の「リオ（川）」である。つまりリアス式海岸とは、森と川と海とが一つになった地形なのである。

三陸海岸が、その中心だと思っていたら、スペインの西方、大西洋に面したガリシア地方が本家本元だった。十年前に訪れてみたが、ヨーロッパを代表する養殖漁業が広がっていた。

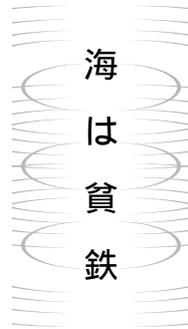
牡蠣の餌は、植物プランクトンである。河川水が流入する海と流入しない海とでは、生

物生産量は大きく変わる。東京湾と鹿児島湾の比較が解りやすい。両湾は、湾の面積がほぼ同じである。

「青い海の鹿児島湾と東京湾とでは、どちらの方が、お魚が捕れますか」と子どもたちに問うと、ほとんどが「青い海の鹿児島湾」と答える。ところが汚れに汚れたと思っっている東京湾の方が、三十倍も漁獲量が多いのである。

鹿児島湾は火山の爆発でできたので大きな川が流入していない。東京湾には、十六本の川が注ぎ、二年で巨大な湾が真水になってしまふほどの水量である。

東京湾の背景は武蔵野の雑木林である。つまり江戸前の魚介類は森と川の恵みだと捉えなければならぬのだ。



### 海は貧鉄

食物連鎖についておさらいをしてみよう。

例えば、一キログラムの魚が育つには十キログラムの小魚が、十キログラムの小魚には百キログラムの動物プランクトンが、百キログラムの動物プランクトンには一千キログラムの植物プランクトンが必要である。基礎生産生物である植物プランクトンの重要性がお解りだと思ふ。

植物プランクトンの増殖には、基本的に陸

の植物と同じで、チッソ・リンなどの栄養塩が必要であると同時に鉄分が必須の養分である。

例えば、松の盆栽を愛でて、その葉の緑が悪くなると古釘を刺して回復を促すことをご存じだろうか。限られた土中に鉄分を供給してやるのだ。

東北では冬に雪が降ると、崖の赤土をソリに積んで運び水田に入れたものだ。これを「客土」という。

農民は、耕地に鉄分が少なくなると、作物の肥料の吸収が悪くなることを経験的に知っているからである。

海では、チッソは硝酸塩、リンはリン酸塩という形で水に溶けている。植物プランクトンや海藻などがこれらを吸収する時、還元しなければならぬ。還元酵素がその役割を果たしているが、その時、触媒のような形で少量だが鉄分が必要なのである。

一般的に地球は「水の惑星」といわれるが、実は「鉄の惑星」なのである。地球を構成している物質の三十五％は鉄だからだ。だから、陸では鉄不足はあまりおこらない。ところが海では極端に不足している。

このことを理解するには、地球の歴史を考察する必要がある。

四十六億年前に地球が誕生したといわれるが、その頃は熱い球体だった。やがて冷えてくると雨が降り始めた。この雨は酸性雨であった。酸は鉄を溶かす。原初の地球に誕生した海に溶けていた成分は圧倒的に鉄が多

かったのである。

当時、大気中には、ほとんど酸素が存在しなかった。鉄はイオンの形で水に溶けていた。約十億年後、海中にシアノバクテリアという光合成を行う藍色細菌が出現する。二酸化炭素を固定化し、酸素を放出したのである。海中の鉄イオンは酸化され、粒子となって海底に沈降した。

こうして十五億年が経過し、海から鉄が取り除かれてしまったのである。

約五十年前から海洋科学の分野で大きな謎があった。「HNLC (High Nutrient Low Chlorophyll) 海域」の存在である。チッソ・リンなどの栄養塩が豊富なのだが植物プランクトンの発生が少ない広大な海域があるのだ。

南極海、赤道海域、ガラパゴス諸島付近、アラスカ湾などである。生物学者は、その理由について、牛が牧草を食べるように、動物プランクトンが植物プランクトンを捕食するからではないかと主張していた。

この謎が解明されたのは二十年前である。アメリカの海洋化学者であるジョン・マーチン博士の功績である。これらの海域の植物プランクトン発生の鍵を握る物質が鉄だったのである。

マーチン博士は、海水中の微量金属の分析では世界でトップレベルのテクニシャンでもあった。

なんと、外海の鉄濃度は、海水一リットル中、十億分の一グラムという微量の世界だっ

たのである。

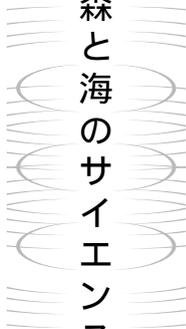
アラスカ湾もHNLC海域である。深層水がわき上がってくるので、チッソ・リン濃度が高い。しかし、植物プランクトンの発生は少ない。

ところが北太平洋は日本に近づくと、チッソ・リン・鉄濃度が低くなり、植物プランクトンの発生は多くなる。アジア大陸から巻き上る黄砂が鉄を供給し、光合成が起きているからである。このことからマーチン博士は、大陸起源の風塵が海に鉄を供給し、その増減が地球の気候変動に大きく関与していると予測した。

南極大陸の氷柱の分析から、もっとも近い氷河期には、鉄を含んだ風塵が今より十〜二十倍多く飛んでいたことを発見するのである。

鉄の科学抜きに、地球温暖化問題は語れなくなつたのである。ところが日本では、この視点で研究している学者は極端に少ない。化学者の眼で生物を視るといふ境界学問だからである。

## 森と海のサイエンス



漁民による広葉樹の森づくりは、気仙沼湾に注ぐ大川流域の開発による河川水の汚れにより生産力を失った海の復活が目的であった。

ところが当時、森林が海にとってどんな存在であるかを研究する学者は見当たらなかつたのである。

全く偶然に一九九〇年、北海道大学水産学部教授の松永勝彦先生（現四日市大学教授）と出会った。

松永先生は立命館大学出身で海水中の微量金属の分析が専門の化学者である。水俣病の原因が取り沙汰されていた頃、海水中の水銀の量を世界で初めて正確に計測したことで知られ、総合学術雑誌「ネイチャー」に二回論文が掲載されている。

北海道大学で微量金属が植物プランクトンや海藻の生育にどう関わるか、という海洋化学講座を担当された。つまり、化学者の眼で生物を視るといふジョン・マーチン博士の流れを汲む学者だったのである。

特に北海道の日本海側の沿岸が「磯焼け」といって海藻の無い、石灰藻に覆われている現状について、森林から川を通して流れてくる鉄分不足が大きな要因という説を発表した。

それまで生物学者は、ウニの食圧が原因なので、ウニを除去しないとコンブの森は復活しないと主張していたので論争となつた、

漁師は、昔はウニが溢れていた、コンブも茂っていた。コンブの生育が何かの原因で弱まっているのでは、と考え、ウニだけが原因ではないかと思つていたので。

一般的に、川が流入する海と、塩水だけの海とでは生物生産量は約三十倍違うといわれていた。特に牡蠣の産地は全世界、河川水

が流入している汽水域なので、私もウニ説には疑問を感じていたのである。

松永先生の説明を受けて、植物と鉄の関わりを知識を得た。前述したように、まず鉄を体内に入れておかないと、植物はチッソ・リンなどの養分を吸収できない仕組みになっている。

河川水が流入している海域には海藻が茂っていることに気が付いた先生は、川を通して海に供給される鉄の形態についての研究に着手したのである。

その結果、木の葉が落ちて腐葉土ができる課程で生まれるフルボ酸に注目した。腐葉土が積み重なると空気の通りが悪くなり無酸素の部位ができる。土中の鉄は酸素が無ければイオン化する。イオン化した鉄とフルボ酸の相性がよく、結合してフルボ酸鉄となる。この形になると、酸素と出会っても酸化しない。そのままの形で川から海に届き、植物プランクトン、海藻に吸収される、というメカニズムを世界で初めて発見したのである。

北海道の日本海側は江戸時代からニシン漁で栄えた所である。ニシンは釜で茹でられ、まず魚油を搾る。魚体は天日で乾燥させ、北前船で瀬戸内海まで運ばれ、藍や綿の栽培の肥料になった。

ニシンを煮るには薪が必要である。里山から伐採が始まつたのである。明治になると北海道開拓の時代となり、桁の違う森林伐採が続いた。近代になり、海沿いに道が造られるようになった。

行ってみると一目瞭然、海岸はコンクリートで固められている。それでなくても少なくともフルボ酸鉄は海に届かなくなった。そのみるべきなのである。

ちなみに、五年ほど前から、大手製鉄会社である新日鐵株により、鉄鋼スラグと腐葉土を混ぜたものをヤシガラ繊維の袋に入れ、水際に埋めておくと、半年後、コンブが大量に増えることが確認され、松永先生の説が証明されている。

一九九三年と九四年の二年にわたり、松永先生によって気仙沼湾の生物生産と大川の関わりの調査が行われた。

そして次のような結果となった。  
気仙沼湾における栄養塩(チッソ・リン・ケイソなどの塩)の約九〇%は大川が供給している。

気仙沼湾に大川から供給されている鉄の七〇%はフルボ酸鉄である。

塩分を含む海水は比重が大きいため沈み、川の水は比重が小さいので表面に浮く。ところが気仙沼湾では地形の影響か、水深二十メートルまで河川水が潜り込んでいる。つまり深い所まで養分が届いていることになる。

牡蠣、ホタテ、ワカメ、コンブ、ウニ、アワビなど、気仙沼湾での生産額は約二十億円である。

松永先生の調査結果は、その九割、十八億円分は、大川の恵みということになる。リア式海岸とは、そのような所なのである。

日本列島は約四十万平方キロメートルである。周りを囲む海の一割、四万平方キロメートルに海藻(ワカメ、コンブなど)を生やすと、そのバイオマスは日本が排出している二酸化炭素を全部吸収すると計算できる。その海藻はエタノール化が可能で、ブラジルのエタノールと同量になるといふ。

ジョン・マーチン博士の試算では、南極海に三十万トンの鉄を供給すると地球は寒冷却するという。このように、海と鉄との関わりを抜きにして地球の未来は語れないのである。

CEL

□ 畠山 重篤(はたけやま・しげあつ)

牡蠣の森を募う会代表、牡蠣養殖業。1943年中国生まれ。高校卒業後、牡蠣、ホタテの養殖に従事。家業のかたわら、「森は海の恋人」をキャッチフレーズに、気仙沼湾に注ぐ大川上流の室根山へ植樹運動を始める。「森は海の恋人」運動において、朝日森林文化賞、「みどりの日」自然環境功労者国務大臣環境庁長官表彰、緑化推進運動功労者内閣総理大臣表彰を受ける。主な著書は『カキじいさんとしげぼつ』(講談社)、『日本水紀行』(文藝春秋)、『鉄が地球温暖化を防ぐ』(文藝春秋)、『森は海の恋人』(文春文庫)など。