



全地球史解読計画

—— 地球・惑星科学科～丸山研究室 ——



丸山 茂徳 教授

「なぜ地球には生命が存在するのだろうか？」
「人間は、なぜこの地球上で生きているのだろうか？」このような疑問は、誰もが一度は抱いたことがあるだろう。それに対して、これまでさまざまな学問が、いろいろな角度からアプローチを試みてきた。しかし、それによって我々が知り得た答えは、まだまだ氷山の一角であるといえよう。丸山研究室では、地球が誕生してから46億年間の壮大な歴史を明らかにすることを通して、「なぜ私達は地球にいるのか」という問題に迫ろうとしている。



壮大な地球の歴史を探る

近年の科学の進歩によって、人間はいくつもの宇宙の謎を解明してきた。現在では、100億光年以上も先の宇宙を観測できたり、宇宙の果てはどうなっているかということが研究されたりしている。人間の叡智は、今や宇宙全体をとらえるところにまで迫ろうとしているのだ。

それでは、私達の住む地球についてはどうだろうか。宇宙の果てまでが議論されるような今日では、足元にある地球の仕組みを明らかにすることなど何でもなしのよう考える人も多いであろう。

しかし、一番身近な天体であるはずのこの地球ですら、いまだに明らかになっていないことがたくさんある。例えば、地震の起こるメカニズムひとつとってみても、かなりのことが明らかになってきているが、まだまだ信頼できる地震予知の実現には程遠いのが現状である。

私達にはまだ、地球の内部を直接見る方法がないため、地震や火山、プレートやマントルの動きといった、地球内部の運動のメカニズムについて分らないことが多いのだ。そして、地球のメカニズムとともに私達がまだ知り得ていないのは、

46億年前から今日にいたるまでたどってきた地球の歴史である。

普通の歴史学は、人間が記録を残すようになってから以降の時代を対象としている。従って、その歴史をひも解いていくには、残された文献を調べていくのが基本となる。

しかし、地球の歴史を調べようにも、私達が直接見ることができるのは現在の地球だけであり、文献のような記録が残っているわけではない。地球の歴史を明らかにする難しさはここにあると言えるだろう。

丸山研究室では、どのようにして地球が誕生して、どのように変化してきたかという、46億年にわたる気の遠くなるほど壮大な歴史のすべてを明らかにすることを目標にしている。これほどスケールの大きな研究をしているところは、この東工大はもちろん、日本や世界の大学の中にもなかなかないのではないだろうか。

この一連の研究は「全地球史解読計画」と名づけられ、地球・惑星科学科の中のいくつかの研究室と協力して進められている。また、この研究計画は、文部省の重点計画に昨年指定され、今年で

2年目を迎えた。最終的には地球がたどってきたすべての歴史を明らかにし、その動きを3次元の

コンピュータグラフィックスで表現することを目指している。



石から分かる地球の歴史

それでは、具体的に地球の歴史というのはどのように明らかにしていくものなのだろうか。普通の歴史学における文献のような情報はないが、過去の地球が残してきた様々な痕跡から情報を得て研究を進めていく。その情報を得るために最も頼りになるのが、世界各地から集められる岩石の試料である。私達にとってはなんの変哲もない石ころでも、詳しく調べればいろいろなことが分かる情報の宝庫になるのだ。

丸山先生は、そういった研究のもととなる試料を、直接海外まで出向いて集めている。だいたい年に3カ月くらいは海外の調査に費やすそうだ。しかし海外の調査には、たくさんの時間と費用がかかる。従って、ただやみくもに世界を駆け回っていても、研究の成果をあげることはできない。調査をするにあたっては、どの時代の、どんな種類の試料が欲しいのかをあらかじめはっきりさせて、目的意識を持って調査を進めていかなければならない。

調査の目的が決まったら実際に調査に向かうわ

けだが、世界中のどこに行けばどの時代の試料が手に入るかということは、既にほとんど明らかになっている(図1)。例えば、地球ができて間もない頃の様子を探ろうと思ったら、カナダ北東部やグリーンランドなどの地質調査を行えば、求める試料の得られる可能性が大きくなるが、この図から分かる。

このようにして集められる試料の数は、一回あたりだいたい2000個から3000個程度の膨大な量に上る。それらを砕いたり、化学分析をしたり、同位体分析をするなど、いろいろな角度から調べていくことによって過去の地球の様子を探っていくのである。

集められた岩石のできた年代を明らかにするには、いくつかの方法がある。まず第一に、放射性元素の量を測定する方法がある。放射性元素は時代を通じて一定の割合で壊れていく。このためマグマが固体となり元素が固定化されると(閉鎖系という)放射性元素の減少量から試料の年代を求めることができる。

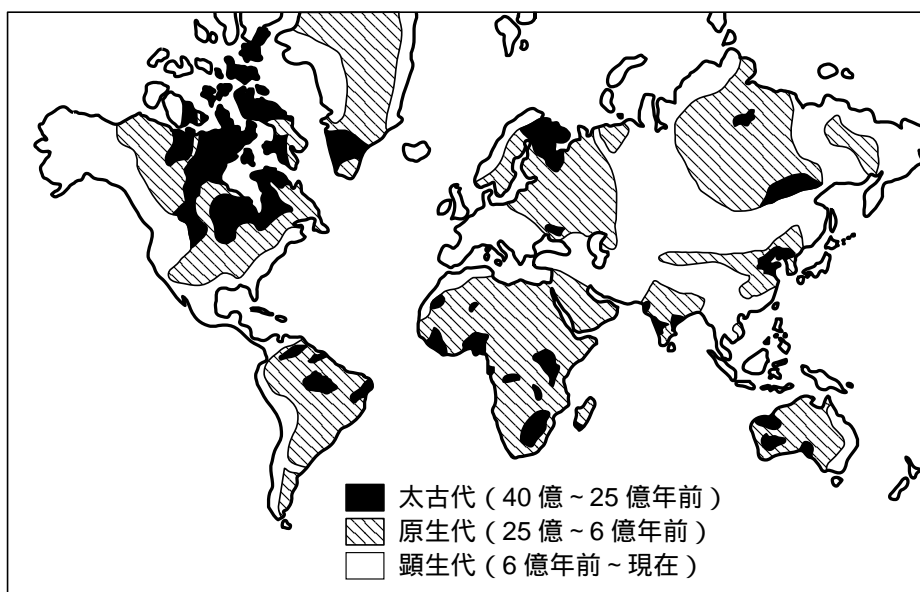


図1 陸地のできた年代の分布

また、過去に地球に落ちたいん石の残した痕跡も、時代を特定する重要な手がかりとなる。地球の表面近くには、プラチナをはじめとする白金族元素が非常に少ない。その理由は、このような元素の比重が他の元素に比べて重いため、地球ができた初期の頃にそのほとんどが中心の方に集まってしまったからである。ところが、岩石を調べていくと、異常に白金族を多く含んだものが見つかることがある。地球の表面付近からこのような元素が見つかった場合、宇宙から運ばれてきたものと考えざるを得ない。現にいん石はその成分中に、

白金族の元素を多く含んでいる。従って、各地でこのような岩石が発見された場合には、過去に地球にいん石が降ったことが分かる。その年代もまた、放射性元素の量を測定することによって求めることができる。

このようにして岩石を調べていくことにより、それぞれの大陸はいつできたのか、それらはどのような動きをしてきたのか、そしてそれらを動かしてきたメカニズムはどんなものだったのかということを次第に明らかにしていくのである。



地球の過去がどんどん明らかに

ここで、今までに明らかになっている地球の歴史について興味深いことを、丸山研究室での研究の成果を含めて紹介することにしよう。

プレートテクトニクスという言葉聞いたことのある人は多いであろう。地球の表面は何枚かの巨大なプレートで覆われていて、それらは長い年月をかけて移動し続けている。このため、世界の陸地は年に数センチという非常にゆっくりとした速さで、お互いの距離を変化させている。世界の最高峰チョモランマのあるヒマラヤ山脈は、インドがユーラシア大陸に衝突して出来たものであることは、比較よく知られた話である。この衝突が起きたのは今から44万年前という、地球の長い歴史から見ればごく最近の出来事である。

このインド大陸の移動も含めて、現在世界の大陸はすべてアジアに向かって移動しているのだそう。近い将来（といっても何万年も先のことだが）には、アフリカが北上して地中海がつぶれ、オーストラリアが日本とともにアジアにつながってしまう。そして巨大なアジア超大陸が出現するという。地球の歴史を振り返ると、世界の陸地はこのような超大陸が現れては分裂するという、離合集散を繰り返して現在に至っている事が分かっている。

最近までこのプレートテクトニクスは、比較的近い時代に機能しはじめたものであろうと考えられていた。なぜなら、地球ができた初期の頃はまだ温度が高すぎて、プレートを形成することができなかっただろうと思われていたのである。しかし、近年の調査により、地球が誕生して間もない

40億年ほど前には、すでに地球の温度はかなり下がっていて、プレートテクトニクスが機能していたことが明らかにされた。これは地球の歴史全体を考える上で、大きな成果であった。

次に、地球の歴史を語る上で欠くことのできない生物の話に目を転じよう。地球上に生物が出現したのは、プレートテクトニクスが機能し始めたのと同様同じ年代だったと推定されている。この最古の生物の痕跡を求めて、多くの人が世界中の調査を行ってきた。20年ほど前にはアメリカの学者が、最古の生命の痕跡を発見したと報告した。しかしその観察の手法は再現性のないものであったため、その信頼性に疑問を抱く議論は最近まで続いていた。

これに対して丸山研究室では、岩石の表面を走査型電子顕微鏡で観察するという新たな手法を試みた。これによって最古の生物の痕跡を初の3次元像として映像化することに成功し、最古の生命



図2 最古の生物の化石

の化石であることを証明したのである（図2）。この生命は体長が約20ミクロンで、主に鉄、ケイ素、リンからできていることが分かった。

また、その当時の地球には、まわりの宇宙空間に塵などがたくさん漂っていたために、今よりもはるかに多くのいん石が地球上に落ちていただろうと推定されている。それにも関わらず、いん石が落ちたときにできる月のクレーターのようなのは地球上にはほとんどない。月よりもはるかに質量の大きい地球にいん石が落ちなかったとは考えにくい。これは地球にいん石が落ちなかったからではなく、風雨で浸食されたり、地震が起きたり、火山が噴火したりと地球が生きて活動してい

るために、その痕跡がなくなってしまったからである。

従って当時の地球にどの程度のいん石が落ちていたかを知することは、困難な作業であった。しかし、丸山研究室ではグリーンランドなどの調査を進めるうちに、約38億年前には現在の数十倍の量のいん石が地球に落ちていたという痕跡を突き止めた。

他にも、地球ができた頃のマントルの化学組成や、その温度がどの程度であったかなどが具体的に解明されつつある。地球史を明らかにする作業は、一步一步、着実に進められているのである。



地球の歴史を探るわけ

「なぜ地球の歴史を明らかにするのか？」この問いに対する丸山先生の答えは非常に明確だ。地球史を研究する究極の目的、それは、なぜ今私達がこの地球にいるのかを知るためだという。「最終的に知りたいのは我々生物がたどった歴史であり、そして生命とは何なのかということである。それを知るためにはどうしても我々の下にあるこの大地の歴史を知らなければいけない」と丸山先生はいう。

過去の生物は、繁栄と絶滅を繰り返して今日に至っている。これらの起こった原因は、当時の自然環境と深く関わっており、これを明らかにすることは地球の歴史を明らかにすることでもある。

初期の生命というのは高エネルギーの宇宙線のために、深海部でしか生息することができなかった。しばらくして地球の磁場が強くなり、宇宙線を遮るようなシステムが出来上がると、次第に地

表近くにも生息するような生物が現れてきた。

また、初期の生物は二酸化炭素の存在する環境下でしか生きられないものばかりであった。しかし、光合成をする生物が現れ、地球上の酸素濃度が高くなるにつれ、毒であった酸素を次第に自らの生命活動に利用するような生物が現れてきた。生物というのは自分が活動する領域を時間とともに拡大しながら今日に至っているのだ。今では生物が暮らしてきた環境や、たどってきた進化の道筋がどんどん明らかになっている。

「過去の生命が何をしてきたのかということを追まえて考えれば、人間の将来というものは非常にはっきりしてくる」と丸山先生はいう。地球の歴史を探ることは、そのまま私達人間の起源を探り、将来を占うことにもつながっているのだ。

（橋本 茂・星 義克）

世界各地の調査を行って集められた試料は、百年記念館の横にある地球史資料館に保管されています。現在では1万個以上の試料が、この資料館に収められています。

ここに集められた試料は、東大・京大をはじめとした、海外を含む約30の大学によって共同研究のための資料として利用されています。この資料館を出発点として、将来的にはここ東工大に、世界に向けての地球史研究の拠点となるような施設を実現することが構想されています。

この資料館は週に2回、学生を含む一般の人に公開されており、中を自由に見学することができます。展示品の中には、世界最古の岩石のひとつである、38億年前のグリーンランドでできた岩石などがあり、興味深いものがたくさん展示されています。開館日時は

水曜日 12:30～16:00

金曜日 12:30～16:00

です。ぜひ一度足を運んでみて、壮大な地球の歴史の一端に触れてみてはいかがでしょうか。