

生物大量絶滅と多様化

磯崎 行雄 (東京大学大学院総合文化研究科)

古生代/中生代(P-T)境界の発見は、世界中の地質学者が 100 年以上にわたってあちらこちらの崖をハンマーでたたきまわって解明した重要な成果であった。三葉虫を産する古生層とアンモナイトを多産する中生層との間では、化石の種類が五月雨式に入れ替わったのではなく、極めてシャープに主役交代がおきた。P-T 境界のほかにも同様な入れ替わりパターンを示す地質時代境界が確かめられたが、なかでも古生代/中生代境界での古生代型生物の絶滅の程度は尋常ではなかった。古生代末の海に棲んでいた無脊椎動物の 70%以上の種が絶滅したこと、また陸上の植物や昆虫もかなりの被害を受けたが確認されている。その原因については様々な説明が試みられたが、いまだによくわかっていない。少なくとも中生代末のような巨大隕石衝突を示す証拠がないので、地球内に原因があると考えられてきた。

1990年代になって、この史上最大規模と称された古生代末の絶滅事件が、実は2段階で起きたことが知られるようになった。化石を豊富に産する中国南部での研究成果であった。よく知られた P-T 境界(2億 5200 万年前)と、それに約 800 万年前先行した G-L 境界(古生代末のペルム紀中期/後期境界; 約 2億 6000 万年前)において、それまで高く安定していた生物多様性が初めて大きく減少した。特に浅海底に固着生活していたサンゴ、腕足類、コケムシなど、また海底に転がって生活していたフズリナなどが大きな被害を受けた。特に当時の熱帯生物群の選択的な消滅が目立つ。この各々の事件について、原因を探さねばならないが、とくに長期的な多様性の変化という観点からは、最初におきた G-L 境界の方がより重要である。G-L 境界の直前に汎地球規模の大きな環境変化がおきたことが、当時堆積した地層に残されている。例えば、極端な海水準低下、海洋における光合成生産の低下、陸上での削剥の抑制、地磁気逆転パターンの変化などで、多様な生物の絶滅を引き起こした原因を究明する際の大きな手がかりとなっている。G-L 境界での絶滅事件とその原因解明については、日本の付加体中に産する(ハワイのような)過去の海底火山上の礁石灰岩(岐阜県赤坂や宮崎県高千穂産)の研究が大きな貢献をしつつある。

これらのすべてを地球内部のメカニズムだけで調和的に説明するのは難しい。おそらく地球内部のマントル中のプルームの動き、地磁気を発生する核の動き、そして地球外から流入する銀河宇宙線の量などが関係しあって、G-L 境界直前の地球表層環境を寒冷化させ、多くの古生代型動物が絶滅した可能性が考えられる。P-T 境界事件は、その最終段階にあたりと説明される。

最近 5 億年間の化石記録を見る限り、大規模な絶滅がおきた後には、常に新しいタイプの生物の急速な多様化がおきている。つまり、一見逆説的に聞こえるが、過去の生物の絶滅がなければ大きな進化はおきなかったことになり、従って三葉虫や、恐竜たちが過去に絶滅してくれていなければ、私達が今この姿で存在することはないということになる。

生痕 —大地に記録された生物の行動—

清家 弘治 (東京大学大気海洋研究所)

過去の生物の行動は、時として地層に記録される—地層に残された「這いあと」や「巣穴」といった生痕化石がそれである。つまり生痕化石とは地質時代における古生物の「行動の化石」なので、それを観察することで古生物のダイナミックな生態を知ることができる。なお、生痕化石を観察するメリットは、様々な地質時代の生物行動を復元できるだけではない;通常は調査すら行うことが困難な環境に生息する生物の行動を、生痕を調べることで知ることができる。例えば、現在の深海底に潜む生物の行動を調べるためには、大規模な研究設備(調査船や潜水艇など)が必要不可欠となってしまう。その一方で、陸上に露出している地層—深海から浅海、陸上という様々な環境で形成されたもの—に見られる生痕化石を調べることで、それらの場の生物行動を知ることができる。つまり、生痕化石というものは、通常では人間が簡単にはアクセスできない場所での生物の生態についての情報をも語ってくれる。

生痕化石に関するこれまでの多くの研究では、生痕化石の形態や産状の観察に基づいて生痕形成者の古生態が解明されてきた。例えば、深海底の底生生物が描く幾何学的な移動パターン、浅い海の海底面下にジャングルの様に高密度に発達した甲殻類の巣穴ネットワーク、海底の侵食・堆積作用にうまく適応した底生生物の古生態、などである。しかし、これらの多くはあくまで化石記録のみからの知見であるため、推測の域を出ず、いまだに不確実な点が多いのが現状である。生痕化石が有している古生態学情報をさらに多く、かつ正確に引き出すためには、現在の生物およびその生痕について調べるのが有効である。

こうした観点から、現在の生痕についての多く研究が行われ、対応する生痕化石の古生態について多くの情報が得られつつある。さらには、かつては“謎”とされてきた生痕化石の古生態についても多くの点が明らかにされ、生物の思いもよらない生き様が解明されることも多々ある。本講演では、演者の現世生痕研究により明らかになった生痕形成者の生態および古生態の例を紹介する。さらには、CT スキャンなどのハイテク機器を用いた生痕研究の最前線の成果も紹介する。

骨の形からどこまで分かる？ 陸生脊椎動物の前肢姿勢

藤原 慎一 (名古屋大学博物館)

ペルム紀に生息していた哺乳類の遠い祖先に近縁なディキノドン類、白亜紀末期に北米に生息していた恐竜トリケラトプス、中新世の北太平洋沿岸に生息していた絶滅哺乳類パレオパラドキシア、第四紀に南米に生息していた地上性ナマケモノなど、大昔に生きていた四肢動物はどのような姿勢で立ち、どのように歩いていたのだろうか。四肢動物とは、四肢を備えて陸上へと進出した脊椎動物の仲間で、デボン紀後期に陸上に進出して以降、四肢の姿勢や運動機能を多様化させることで、様々な環境へと進出していったグループである。彼らがどのような姿勢や運動機能の進化を経て多様化していったかは古生物学の大きなテーマの一つであり、それゆえに、個々の絶滅四肢動物の姿勢や運動機能をより確からしく復元していくことが重要である。

前肢は肩甲骨から手の指先までの部位を指す。四足歩行性の絶滅四肢動物の前肢姿勢は、各関節の可動域が広いことや、胴体との位置関係が骨格形態に関節として残らないことから、特に復元が困難な部位である。それゆえに、これまでになされてきた絶滅四肢動物の前肢姿勢の復元は統一見解が得られていないものが多く、また、復元の根拠も曖昧であった。実際、同じ化石標本を用いても、胴体に対する肩甲骨の位置や、前肢の基本姿勢—上腕をトカゲのように水平に伸ばす側方型姿勢を採るか、あるいはイヌのように下方におろす下方型姿勢を採るか—について、全く異なる復元が行われてきた。

そこで本発表では、四肢動物の陸上歩行姿勢のうち特に復元が難しい、肩甲骨の位置と基本姿勢の姿勢をより確からしく復元する手法を発表する。動物の骨格形態の違いは、関節の位置や骨の強度、筋の付着位置と走向の違いを反映している。そしてこれらの違いは、特定の関節において、より力を発揮できる回転方向の違いを表している。また、姿勢が異なると、姿勢維持に用いる筋もそれに応じて異なる。現生四肢動物で、胴体と肩甲骨を結ぶ筋や肘関節まわりの筋を調べたところ、彼らは、より効率的に姿勢を維持できるような胴体と肩甲骨の位置関係、および基本姿勢を採っていることが分かってきた。本発表で提唱する指標を用いることで、骨格形態をもとにして、より確からしく絶滅四肢動物の前肢姿勢を復元することができるようになることが期待される。また、個々の絶滅四肢動物の姿勢を復元していくことで、どのタイミングでどのグループにどのような姿勢の進化が起こったかを、環境要因と絡めて議論していくことが可能になると期待される。四肢動物の進化は、まさに骨の形に刻まれた自然史だと言えよう。

恐竜はどんな森にくらしていた？－化石から探る日本の植生史

矢部 淳 (国立科学博物館地学研究部)

1970年代に国内最初の恐竜化石が発見されて以来、全国各地で恐竜化石の産出が報告されています。日本で見つかる恐竜の多くは白亜紀、特に前半のものが多いのですが、当時の植生が現在とは大きく異なっていたことをご存知でしょうか？白亜紀は現在よりも暖かい時代だっただけでなく、植生を構成する植物自体にも大きな違いがあったのです。本講演では、演者が長年関わってきた福井県勝山市の恐竜化石調査などを例に、恐竜時代の植生が現在とどのように違っていたか、それがどのような経過をたどって現在に至ったかを紹介します。

現在、地球上には数十万種を超える植物が存在すると言われていています。植物を構成するコケ植物・シダ植物・裸子植物・被子植物の4つのうち、もっとも多様なのが花を咲かせる植物『被子植物』で、全体の80%以上を占めると言われています。これに対して、福井県勝山市北谷に分布するおよそ1億2千万年前(白亜紀前期)の北谷層からは、恐竜化石とともに産出する葉や種、木材、花粉・孢子などを多方面から調べたものの、確実な被子植物の化石は見つかっていません。北谷層が堆積した当時、河川周辺の低湿地には多様なシダ類(狭義)やトクサ類、ヒカゲノカズラ類が繁茂し、絶滅した針葉樹のグループが高木として優占していました(矢部・柴田, 2012)。やや離れた場所にはソテツ類や、中生代末に恐竜と時を同じくして絶滅したベネチテス類と呼ばれる裸子植物が繁茂し、乾燥した環境にはグネツム類(裸子植物)が生育したことも花粉化石からわかっています。北谷層から産出する花粉や孢子の構成比は、シダ植物が全体の60~70%を、残りの大半を様々な裸子植物が占め、コケ類がわずかに含まれるという組成で(Legrand et al. 2013)、現在のそれとは大きく異なっていたのです。

このように当時の植物の組成が大きく違っていたのは、被子植物が白亜紀に現れたことと関係しています。最古の被子植物は、中東地域のおよそ1億3000万年前の地層、つまり北谷層よりもやや古い時代から発見されています。被子植物はその後ゆっくりと南北に分布を広げ、1億2500万年前頃までには現在の中国東北地方にも広がってゆきました。ユーラシア大陸の東縁に位置していた"日本列島"にも、ちょうどこの頃の地層から被子植物の花粉が見つかりますが、その割合は0.2%と非常に低く(Legrand et al. 2014)、北谷層の例のように地域によっては全く検出されません。しかし、このようにして日本に到達した被子植物は、白亜紀中頃以降各地に広がり、白亜紀末頃までには現在に近い割合にまで急速に多様化していったのです。このような植生の急激な変化は、陸上に生きていた恐竜などの動物にも大きな影響を与えたことが推測されます。

参考文献

Legrand et al. (2013) *Palaeont. Res.* 17(3): 201-229.

Legrand et al. (2014) *J. Plant Res.* 127: 221-232.

矢部・柴田 (2011) 福井県立恐竜博物館紀要 (10): 77-88.