

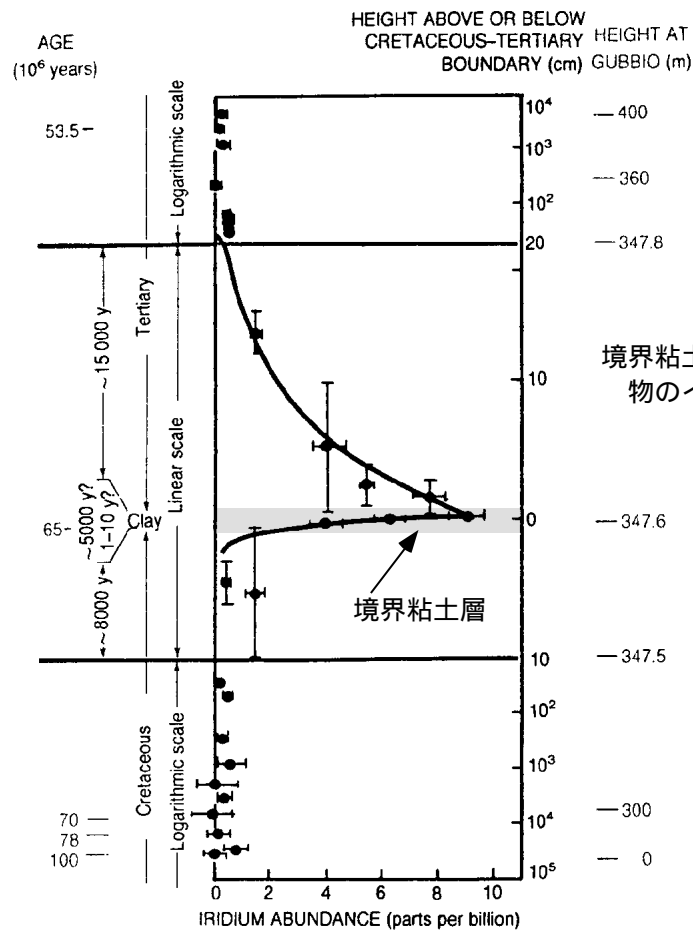
## 恐竜の秩序を破壊した宇宙からの使者

渋谷秀敏

恐竜がなぜ滅んだかは長い間謎であった。化石の記録によれば、中生代にあれだけ栄えた恐竜は中生代最後の白亜紀の末に絶滅した。しかも、繁栄の絶頂期に突然姿を消したかのように見える。これに対して、それまでと全く異なる新しい説を唱えて、学会に隕石を落とすのが、Alvarez 父子を中心としたグループであった。彼等は、白亜紀と第三紀の境目（K-T境界：約6500万年前）で大きな隕石の落下があって、そのために舞い上がった塵で世界中が数年間にわたって真っ暗になり、大きな動物はすべて絶滅した、と主張した。この説は内容が衝撃的で興味深いばかりでなく、その成立もきわめて興味深いものである。内容の衝撃に目を奪われてきわもの的捉え方をする人もいる。しかし、成立をレビューすると、提唱者たちに動機はきわめて堅実なものであったことが分る。

古くから地質学が発展してきたヨーロッパでは K-T 境界には一枚の粘土層がある。この数十センチの境界粘土と言う名の粘土層を境に、動物化石の構成がアンモナイト、恐竜を代表とする白亜紀のものから、哺乳動物を特徴とする第三紀のものへと大きく変化する。このような種の交代は大型の化石ばかりでなく、有孔虫の様な微化石（顕微鏡サイズの微生物の化石）にまで及んでいる。境界粘土の上下の石灰岩層からは化石が豊富に産出し、堆積速度を求めることが容易である。しかし、境界粘土からはヨーロッパのどこでもまったく化石が産せず、この層がどれだけかかって堆積したのか、言い換えれば、白亜紀型の動物から第三紀型の動物への移行にどれだけ時間がかかったのかまったく分からない状態であった。

そこで、Walter Alvarez が考えた方法とはイリジウムの分析をすることであった。イリジウムは地上には非常に希な元素だが、隕石には比較的多く含まれている。地球には非常に小さな隕石が常に降り注いでいて、最後は塵になって一定の割合で地球上のあらゆる所に堆積している。一方、地殻起源の堆積物には実際上イリジウムは含まれていないから、堆積物のイリジウム含有量の逆数が堆積速度に比例すると考えたのである。このイリジウムの含有量は ppb オーダーで、測定するのは非常に難しかった。放射化分析と言う最も感度の高い元素の検出法に詳しい父 Louis Alvarez の協力を得て、Walter Alvarez は測定を行なった。本当に難しい問題は、実は測定器の感度ではなく、人間社会の貴金属、特にアクセサリーに含まれているイリジウムの試料への混入をいかに防ぐかであった。結果は、驚くべきもので、



第1図  
境界粘土層付近の堆積物のイリジウム濃度

境界粘土のイリジウム含有量は上下の粘土の300倍に達した（第1図）。上下の粘土自身の堆積速度が比較的遅いものである（100万年に10m程度）ことを考えると、始めの目論見通りにこれに見合った堆積速度（100万年に3mm程度）を主張することは到底できない。残されたオプションはイリジウムの流入量を増やすことで、大きな隕石が地球に衝突したという考えが、最も自然なものとしてうかんできた。

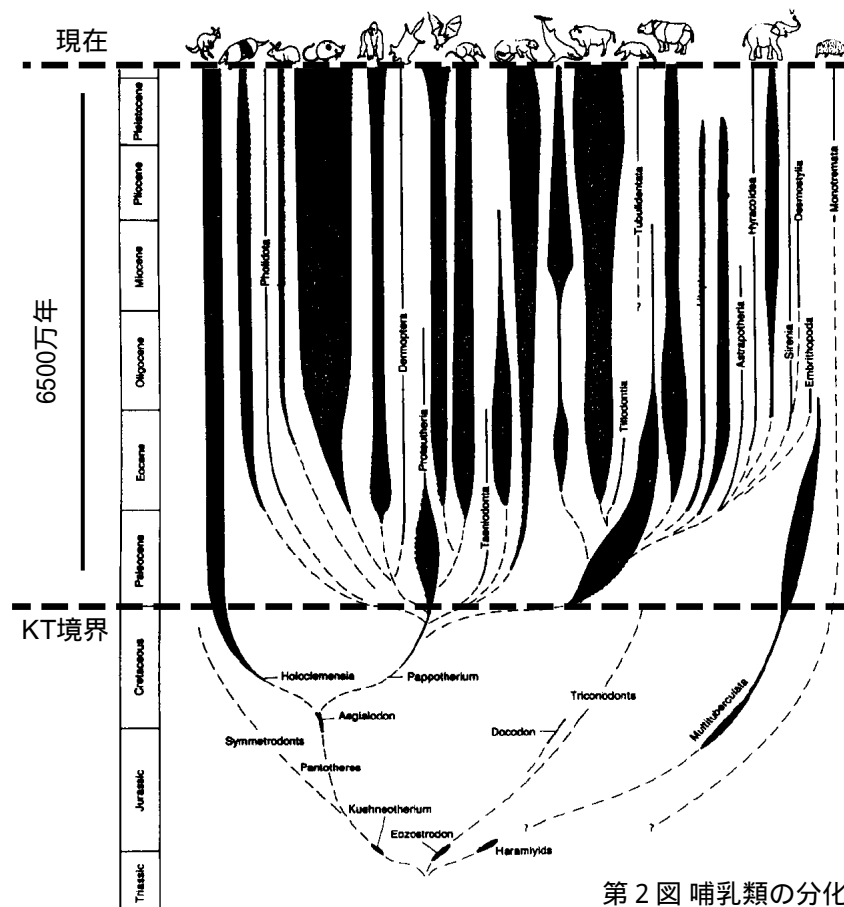
非常に大きな隕石の衝突と言う考えが一度うかんでしまえば、白亜紀末の大量絶滅とすぐに結び付く。粘土に含まれているイリジウムの量が世界中に一様にばらまかれたとすれば、落ちた隕石の大きさは直径およそ10kmと推定できる。速度も取り敢えず無限遠からの落下速度程度とすれば、破壊力はTNT火薬10<sup>8</sup>メガトンとなる。これは、現在の原子爆弾の威力がせいぜいTNT火薬10<sup>4</sup>メガトンであることを考えるいかに大きいかかわかる（どれくらいの破壊力かわからないほど大きいことがわかるというべきか）。爆発は大量の塵を成層圏まで巻き上げた（隕石の直径自身がほとんど成層圏に達するほどである）。塵は、爆発とともに発生した大きな山火事による大量のすすとともに、太陽光を遮って、数年間にわたっ

て気温を氷点下まで押し下げるとともに、植物の光合成を不可能にした。この状況は、様々に適応していた全ての恐竜が死に絶えたばかりでなくアンモナイトも死に絶えたとし微生物の構成も大きく変わっている、白亜紀末のを説明するのに都合がよさそうである。また、動物相の激変に対して植物相があまり変化していないことは、数年間の悪環境程度ならば、植物は、特に種子の形でなら、生き延びるのはさほど難しいことではないことを思い起こせば、むしろ整合的である。

この説は、新天変地異説（New Catastrophism）という名前にも助けられて、世界中で大きな議論を巻き起こした。すぐに世界中の K-T 境界の調査が流行りとなった。その結果、イリジウムの異常は世界中で見られるようであること、様々な地域で K-T 境界の直上からすずが見出されたこと、境界層からステッショバイトと呼ばれる石英の高圧相（今までは隕石孔でしか見つけていなかった）の破片が見出されたこと、境界粘土の様々な元素の含有量が隕石のものと似ていること、などの報告があつて、彼等の主張は地球物理学系の人々の強い支持が得られた。この隕石に相当する隕石孔が当初見つからなかったことは特に問題ではなかった。すでにプレートテクトニクスが広く認められていたので、陸地よりも広い面積を占めている海洋底に落ちてすでに沈み込んでいるという説明で特に反論はない。もっとも、最近、ユカタン半島で問題の隕石孔を発見したと主張したグループがあつて、陸上で発見される可能性もないわけではない。

無論、全ての人々が納得したわけではない。地質学古生物学系の人々の多くには、まだ疑問を呈する向きもある。まず行なわれた反論は、恐竜の絶滅の時期が K-T 境界とは厳密には一致しない、というものであった。ところが、古生物学者の間で、絶滅はそれ以前だという反論と、それ以降だという反論があらわれて、根拠の不確かさをあらわにしてしまった。他にも、白亜紀の末までにはすでに恐竜はかなり衰退していたので、恐竜の絶滅は隕石のせいではないという主張も隕石説が流布してからはよく行なわれるようになった。我々のような古生物の素人にとっては、確か突然絶滅した事になっていたのでないかといふことになる。いずれにせよ、根強い反対は特に古生物学者の間に残っているものの、反対する人々ももとより恐竜の絶滅の原因を明快に説明できないわけで、地球科学者の間の大勢としては、隕石説は受け入れられつつあると言えよう。

この恐竜絶滅のシナリオが注目されたのは、一つには、「核の冬」がカールセーガンによって提唱された時期と言う時代的背景もある。核戦争の惨禍は、熱線や放射線による障害よりも、核爆弾が巻上げた塵によって、太陽が遮られて起こる低温が数年続いて起こる飢餓に因るもののほうが、ずっと大きいとするもので、K-T境界で起こったことはまさしく核の冬で体験することであるというのである。



第2図 哺乳類の分化

一方、地球科学者の長い目で見ると、進化の歴史のひとつまとしての一瞬の恐竜絶滅の意味は、必ずしも否定的なものばかりでないと理解されるようになってきた。表現形の進化の速度は一般に大変速いものである。この最も身近な例を上げると、犬が家畜化してから、たった数千年に外見上の非常に大きな変化と分化がある。環境から（人の施した圧力も犬にとっては環境である）圧力を受ければ表現形はかくも速くに変化するのである。進化の速度が遅いと思えるのは、表現形の変化のほとんどが生き延びる上で不利になるような環境下に置かれているからである。従って、環境が少々の表現形の不利を許すほど優しければ、地質学的に見ればほとんど一瞬と思われるほどの間に進化は進む。第三紀の初めにはこれが起こって、生き残った哺乳類は非常に大きな変化と分化をとげたのである。実際、第2図に示すように、哺乳類のほとんど全ての種類（目レベル：奇蹄目、偶蹄目、長鼻目、霊長目、食中目、鯨目、等々）の先祖がこの時期に分化している。あるサイズ以上の動物が一瞬で死に絶えれば、生き残った動物にとっては大変すみやすい環境が出現する。植生が回復しさえすれば、食物は豊富、ニッチェはがらがらで、生き残った動物たちは、少々の不利を抱えていても子孫を残すことができる。そこでは、ありとあらゆる可能性が試されて、途中では少々不

利でも最終的に有利になる方向であれば、この、優しい時代に素早く変化してしまえばよいのである。こうして、恐竜の秩序のなかでは決して生まれなかったであろう、哺乳類の時代が出現するのである。

進化の秩序とは何か、進化の目的は何かという問題は高度に哲学的で私の手におえるものではないが、時々外部からの秩序の破壊がないと、真に新しいものが出現しないというのは、きわめて示唆的である。これは、なにも生物の進化だけに見られる現象ではない。わが国の戦後はある意味ではこれと似たような状況にあったと言えるのではないだろうか。また、わが国の歴史はもとより世界の歴史においても、おおきな変革の契機には何らかの意味での外部からの秩序の破壊が大きな役割をはたしている。現代でも変革のために外部からの介入を必要としているのはひとりわが国だけではない。アメリカといえども銃の規制するために外部からの圧力が必要なのである。

今後世界の政治、経済、文化はますます一体化を進める事になろう。言い換えれば、地球全体としてのある意味での秩序が出現する訳である。そうすると、外部からの秩序の破壊は期待できなくなる。そのとき、真に新しいものを出現させるためにはどうすれば良いのだろうか。

#### 参考文献

第1図の出典は、Alvarez, Luis W. (1987) Mass extinctions caused by large bolide impacts, *Physics Today*, Vol.40, No.7, pp.24-33.

第2図の出典は『新版地学事典』地学団体研究会編 平凡社