

天文現象の地質学的痕跡

—天文学と地質学—

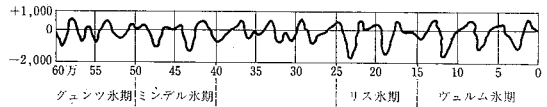
平 弘*

1. グローバルに整理された地質学

地質学は地球がいかに変遷してきたかを主要課題としてきたが、地質現象とその規則性を追究することができてもそれらがいかにして起ったか解決することはできない。一方天文学は宇宙における天体の変遷の姿を現時点で見ることができる。地球も過去45億年間宇宙の中で天文学的なある変化を経験してきたと想像されるが、この変化が地殻とマントルにどのような変化を起しているかが問題であり、その変化が地質現象なのである。たとえば地球の自転軸の移動、自転速度の変化は地質現象に大変動をもたらすであろう。しかしこれら天文学的变化と地質現象の関連性を直接にもとめることは不可能であった。これを可能ならしめるために、現在宇宙に存在する天体で上記の二者の関連性を解明しておいて、それと地質学的資料から逆に過去の地球の運動を推論できるならこの上ない。しかし地質学者がこのために資料を提供するには、現在までなされてきたような地域別に地質現象を研究するのではいけないのであって、グローバルな観点で現象を正確に把握する必要がある。このときはじめて地質学的資料は過去の地球の天文学的姿をうきぼりにする可能性が生じたといえる。

2. 氷河時代とミランコビッチ曲線

現在まで地質学的現象と天文学をむすんだ例は2, 3あった。私たちが知っている代表的な例はミランコビッチ(1941)の「変動曲線」である。氷河時代の原因は天文学者にとっても魅力あるテーマであろう。それを外的原因で説明するものとして、太陽光度自体の変化(注)や暗黒星雲への突入などをもちこむのではなく、ミランコビッチは(1)地球の自転軸の傾斜の変化(周期41,000年)、(2)地球のだ円軌道離心率の変化(周期90,000年)、(3)才差による春分点の移動(周期21,000年)、の天文学的3要素から、地球の各緯度が太陽からうける過去60万年の太陽放射量の変化を計算した(第1図)。北半球高緯度地域の氷河の発達には夏に太陽からの受光量が最小の時生じ、この時期は地球の自転軸と黄道面とのなす角度が最小であり、地球がその軌道上で太陽からも



第1図 ミランコビッチの太陽輻射曲線
横軸は年代を示し、たて軸は北緯55度地域の熱量の増減を示す。0線より上は熱量の増加、下は減少を示す。

っとも遠くへ離れた時夏至になる場合である。離心率が大きくなると才差運動によって起る太陽からの放射の量の変動幅は非常に大きくなる。放射の量最大は夏至点と近日点がかさなるとき、最小は夏至点と遠日点が一致するときである。才差運動は地球の半球上に均一に影響を与えるのに対しこの現象は高緯度にも影響している。さらに自転軸の傾斜角が小さくなると、才差運動—離心率の変化によって起る変動幅が大きくなる効果がつけかわる。傾斜角度が大きくなると、変動幅は弱くなる。

ブローカー(1965)はミランコビッチ、ウォルコム(1953)の説を多少修正した。地球自転軸の傾斜の問題をこれらの要素からあまり考慮しない方が地質学的資料と一致すると報告している。

この曲線は地質学者によって調査された氷河の発達と消滅の原因の説明によく利用されてきた。事実この曲線は他の地質学的資料——海面曲線、海水温曲線——とよく一致している。しかし、しばしば引用されるこれらの一致も地質学的資料に関する限り問題とすべき点もかなりある。

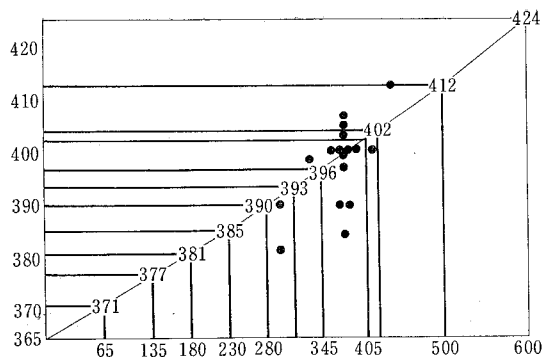
3. 地球-月の距離の変動など

逆に地質学的資料から天文学的問題を推定した例として、古生代サンゴの化石の「日輪」と「年輪」の成長から1日の時間を計算し、1日が現在より短時間であった事実を推定したものがある(第2図)。これは地球自転速度が現在より古生代の方がより速かったことを意味するから、地球-月の距離が昔は近かったことになる。

天文学と地質学は地球物理学を中間項としても結びつけてくる。

ランコーン編「古地球物理学」(1970年版)を開くと、日本の得意な部門である古地磁気などの他に、地球-月

* 東京教育大学理学部地質鉱物学教室



第2図 地質年代(横軸:×100 万年)と一年の日数(たて軸)との関係(クルブ(1961)), 黒印はサンゴによって決められた1年の日数(ウェルズ(1963))

の距離に関連して、サンゴによる1日の長さの変化や昔の潮汐の干満の資料と議論がみられる。(なお、先カンブリア紀や古生代は干満差が非常に大きく——たとえば同書51頁の図——海水は毎日内陸深く侵入していただろう。汐だまりは広く大きく分布していたはずであり、私は、これは当時の“生物の発生”に好都合であったとおもう)。さらに、極移動・大陸移動、地殻移動の歴史、古地球扁平率、風変りなものとして飛行生物・陸上生物の形状と古重力加速度の議論、などの項目が同書でひろえる。

また過去45億年間の太陽の各種の放射、惑星間ちりの降下(たとえばニッケル粒の問題など)、宇宙線、の影響が、隕石中にだけでなく地層中にもさまざまに記憶されているのをなんとかして検出したいものである。

4. 海水温の変化、北米・オーストラリアが隆起すると東アジア・南米が沈水する

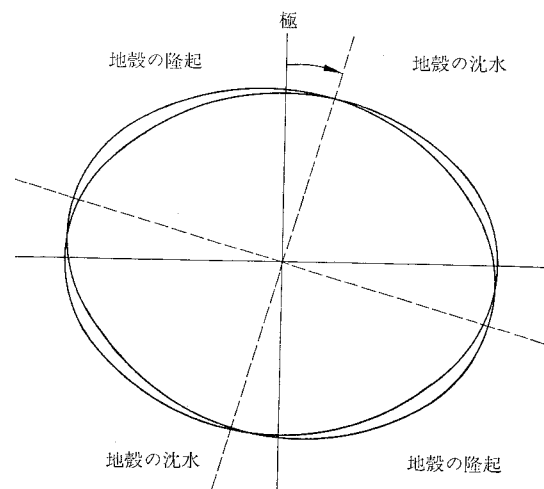
私は東南アジア地球に分布する海成の沖積層の年代測定をした。最後の氷期ウルム期が終り、沖積世とよばれる年代に入るのは現在から約10,000年前である。他の世界各地のこれら10,000年以内の海成層の年代測定の結果はいたるところで報告されており、これら年代測定された海成層を1,000年毎にわけグローバルに、平均海面からの高さを考慮して、追跡することができる。日本、台湾、ボルネオ、ニューギニア、オーストラリア、ニュージーランド、南米の東海岸、北アメリカ東海岸、ヨーロッパ、インド、アフリカ西海岸に発達する10,000年以内の海成の地層を年代別に整理してみた。その結果つぎのような興味ある現象が判明しつつある。北アメリカ地域とオーストラリア、ニュージーランド地域で地殻の隆起現象がみられるとき、東アジア、南アメリカ地域は沈水現象を起している。またこれらの逆も成立し、北アメリカ地域とオーストラリア、ニュージーランド地域が沈水

すると東アジア、南アメリカ地域は隆起する。この沈水・隆起現象は2,000~2,500年周期でくりかえしている。ヨーロッパ地域は東アジア地域と共通の現象を生じ、アフリカは資料が少ないがオーストラリア、ニュージーランド地域と共通性がみられる。これらの現象と付随して起る現象として海水温の変化がある。地域別の資料は少ないが(東アジア地域の古水温の資料は集積中。O¹⁶/O¹⁸の方法で測定している)、化石群集から海水温を推定すると、地殻の沈水が生じている地域では海水温は相対的に数°C上昇しているようである。逆に隆起が起る地域では一般的に下降している。

上記の現象を機械論的に説明するなら、地球自転軸の方は簡単に移動できないゆえ、変形しない地殻が扁平さをもつマントルに相対的に移動したと考えると単純である(第3図)。地殻の隆起、海水温下降現象の起る地域は全体的に極の方へ移動し、地殻の沈水、海水温上昇現象の起る地域は赤道の方へ移動すると考えられないだろうか。地球-月系の力学的な話しにつながってこないか。

この辺の問題になると地質屋の知識だけでは不十分であり、また過去45億年間の地球の地質現象の規則性の中に過去の天文学的こん跡があったとしても、それらを論理的にまとめるためにはやはり天文学的、地球物理学的知識が必要である。

注 最近、ニュートリノの測定から、太陽内部構造論を修正すると、氷河時代がみちびき出されるという説もあるそうです(キャメロン、1973)。



第3図 マントルと地殻の相対運動による地殻の隆起、沈水現象。第1象限は北アメリカ地域、第2象限は日本、台湾地域、第3象限はオーストラリア、ニュージーランド地域、第4象限は南アメリカ地域。