地震 第2輯
第27巻 (1974) 274頁

マントル対流と大陸移動の エネルギー

東京大学理学部地球物理学教室

竹 内 均

(昭和 49 年 2 月 14 日受理)

Energies of Mantle Convection and
Continental Drift

Hitoshi TAKEUCHI

Geophysical Institute, Faculty of Science
University of Tokyo

(Received February 14, 1974)

マントル対流と大陸移動のエネルギーがどの程度であるかは、地球のエネルギー学にとつてはたいへん重要なことである。

このうちの前者については、ちよつと違つた観点から竹内 (1970) が考察している。これを手直しし、また地球エネルギー学の立場から考察した結果を、竹内は 1971 および 72 年度の NHK 大学講座「自然科学」のテキストに載せている。同じテキストの中で、竹内はまた大陸移動に要するエネルギーを見積つている。しかし、このテキストは地球科学を専門とする人の目には入りにくい性質のものである。一方、先にも述べたように、問題自体は地球科学にとつてはたいへんに重要なものである。「地震」の紙面をお借りした所以である。

竹内はマントル対流が運び出す熱量がそのエネルギーの大部分を占めるとして、この熱量を見積つた。地球内部からマントル対流がわき出してくる海嶺部分の幅は約 200 km で、その総延長は約 60000 km である。また地球内部からわき出してくる物質の流れは、1 年間に 3 cm すなわち 3×10^{-5} km の程度である。したがつて地球内部から海嶺部分へわき出してくる物質の量は、1 年間に約 360 km^3 となる。なお、上に述べた竹内の 1970 年の論文では、海嶺の総延長を約 40000 km としている。したがつて地球内部から海嶺部分へわき出してくる物質の量も、またすぐ後で述べるこの対流が運び出す熱量

も、それだけ小さいものになつている。それはともかく、密度に比熱をかけたものを 1.0 の程度とし、また有効な温度を仮に 500°C とすれば、先にその体積を見積つたマントル対流によつて、1 年間に地球内部から運び出される熱量は約 0.8×10^{21} ジュールとなる。これは伝導によつて地球内部から運び出される熱量の約 1.0×10^{21} ジュールにほぼ匹敵する熱量である。海溝および造山帯の部分から地球内部へ沈み込んでゆく物質もまた、地球を冷却する働きがある。この分まで考慮すると、マントル対流による固体地球のエネルギー消費は 1.6×10^{21} ジュールとなり、熱伝導によるエネルギー消費をこえる。

なお、ここで述べたのと似た考察が、島津康男著「地球の物理」(裳華房, 1971) の 119 ページに出ている。しかし、これはこの本の査読をした竹内のコメントによつて、島津がもともとの原稿を手直しした結果である。島津はマントル対流の影響をもつとずつと小さいものに見積つていた。

大陸移動に要するエネルギーを見積るには、移動をとめようとする抵抗力にうち勝つてこれを移動させるための仕事を計算すればよい。この抵抗力は大陸の底面積の 1 cm^2 あたり 10^8 ダインの程度である。したがつて、大陸の面積を仮に $10^4 \text{ km} \times 10^4 \text{ km}$ とすると、大陸を移動させるのに要する力は

$$10^8 \times (10^4 \times 10^4)^2 = 10^{26} \text{ ダイン}$$

となる。これに 1 年間の移動量 3 cm をかけて得られる 3×10^{26} エルグ、すなわち 3×10^{19} ジュールが、求める大陸移動の (1 年あたりの) エネルギーである。マントル対流そのもののエネルギーに比べては、大陸移動のエネルギーはその数 10 分の 1 にすぎない。熱機関の効率から考えて、これはもつともらしい結果である。

久城 (1968, p. 148) は大陸移動のエネルギーを約 3.5×10^{21} ジュール/年と見積つている。しかし、彼は計算の詳細を明らかにしておらず、ここでの値とのくい違いの原因をチェックする方法がない。

文 献

- 久城育夫, 1968, 地球内部のエネルギーによる地質現象, 都城・上田編「宇宙科学と地球科学」, 明治図書, 116-149.
竹内 均, 1970, マントル対流による地球の冷却, 地震 2, 23, 85.