

アルミニウム 26 による加熱を考慮した、微惑星の熱史

Thermal history of planetsimals in the early solar system, taking aluminum-26 heating into account

矢本 史治[1], 関谷 実[1]

Fumiharu Yamoto[1], Minoru Sekiya[2]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci, Kyushu Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

太陽系初期における微惑星の熱史を計算した。太陽系星雲が形成されたとき、もし太陽系物質のすべてが CAI から求められているアルミニウム 26 と 27 の存在比をもっていて、さらにそのときに微惑星の半径が 10 km 以上に成長してしまうと、のちに微惑星は 2000 K 以上にまで熱され内部が分化してしまうことがわかった。この結果から、以下の 3 つの可能性のいずれかであったことが示唆される。(1)その頃にはまだ微惑星が形成されなかった。(2)微惑星は形成されたが数 km 以下の大きさであった。(3)太陽系物質のアルミニウム 26 と 27 の平均的な存在比は CAI の値より少なかった。

普通コンドライト隕石母天体の熱史の計算では、アルミニウム 26 の崩壊のエネルギーによる加熱を考えるいわゆる「オニオンシェル・モデル」が標準的である。このモデルではアルミニウム 26 と 27 の比の初期値としては CAI の初期値よりも 10 分の 1 程度低い値が用いられるのが一般的である (Miyamoto et al. 1981)。また、Kita et al. (1998) の分析によると、普通コンドライト隕石中のコンドリュールの初期のアルミニウム 26 と 27 の比の初期値は、CAI の値の 5 分の 1 から 10 分の 1 程度である。もしも、太陽系星雲内のアルミニウムが均質であったならば、CAI とコンドリュールのアルミニウム同位体比の差は、年代の差として解釈され、隕石母天体は CAI 形成後 200 万年後以降に形成されたことになる。

では、それより以前に形成された微惑星はどのような熱史を経ることになるだろうか？また、それに含まれる物質はどのような進化をするだろうか？これらのことを明らかにする目的で、微惑星の熱史の数値シミュレーションを行った。内部熱源としてはアルミニウム 26 の崩壊によるエネルギーのみを考慮に入れた。

微惑星の表面の境界条件は、太陽からの輻射と微惑星からの輻射および表面への熱拡散がつりあっているとした。熱伝導方程式のパラメーターの一部である比熱、熱拡散率、熱伝導率を温度は依存させた。比熱は、Ghosh and McSween, (1999) の H コンドライトの値、熱拡散率は Yomogida and Matsui, (1983) の H4 Monroe の値、熱伝導率は前述した比熱と熱拡散率の値とある一定の密度から計算して得られた値をそれぞれ用いた。Yomogida and Matsui, (1983)における熱拡散率は 100K から 500K までの値しか求められていないが、より高い温度に関しては論文中で得られている計算式から推定することができる。われわれはその値を適用した。

太陽系星雲が形成されたとき、もし太陽系物質のすべてが CAI から求められているアルミニウム 26 と 27 の存在比をもっていて、さらにそのときに微惑星の半径が 10 km 以上に成長してしまうと、のちに微惑星は 2000 K 以上にまで熱され内部が分化してしまうことがわかった。このような熱史を経た物質からなる微惑星が集積して、コンドライト隕石の母天体が形成されたとは考えにくい。

この結果から、以下の 3 つの可能性のいずれかであったことが示唆される。(1)その頃にはまだ微惑星が形成されなかった。(2)微惑星は形成されたが数 km 以下の大きさであった。(3)太陽系物質のアルミニウム 26 と 27 の平均的な存在比は CAI の値より少なかった。