

地球月系の形成と初期状態

Formation and early evolution of the Earth-Moon System

阿部 豊[1], 玄田 英典[2], 町田 亮介[1]

Yutaka Abe[1], Hidenori Genda[2], Ryosuke Machida[3]

[1] 東大・理・地球惑星科学, [2] 東大・理・地惑

[1] Earth Planetary Sci., Univ. Tokyo, [2] Dep. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ., [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.

最近最も有力な月形成論はジャイアントインパクト説である。ジャイアントインパクト直後の地球月系の状態を検討し、地球月系に与える影響を吟味する。ジャイアントインパクトで形成される原始月円盤は、部分的に蒸発していると考えられるが、これは1年程度以下の比較的短時間で凝縮物と気体に分離し、気体の一部は同じ程度の時間スケールで散逸する可能性がある。この結果、地球月系全体から揮発性物質がやや欠乏する。さらに円盤からの月形成は短時間で起こるために、さらなる蒸発が起こり月は難揮発性物質に富む組成となる。一方、加熱された地球内部での分化はこれより遅れて進行する。

月の存在は地球システムに大きな影響を与えてきたと考えられる。月の存在が(あるいは地球月系の大きな角運動量が)地球の自転軸変動を抑え、自転軸変動に伴う環境変動を抑制し地球表層環境を安定化していると考えられている。ここでは月形成そのものが地球月系の初期状態に及ぼす影響について若干の考察を加えたい。

最近最も有力な月形成論はジャイアントインパクト説である。すなわち、集積中または集積末期の地球に火星程度以上の大きな天体が衝突し、その結果飛び散った物質から月が形成されたと言う考えである。最近、井田らはジャイアントインパクトの結果生成されるであろう原始月円盤に注目し、これからの月形成が1ヶ月程度の短時間で起こる可能性を示唆した。彼らの計算は原始月円盤がすべて固体粒子からなっていると仮定して行われているが、実際には原始月円盤はかなり蒸発していると考えられる。阿部らは部分的に蒸発している円盤から月が出せる場合に、月材料物質がかなり蒸発して揮発性元素に乏しく難揮発性元素に富む月が出せる可能性を示した。一方、玄田らは部分的に蒸発した円盤それ自体からシリケートガスが散逸していく可能性を示唆した。これもまた月組成に影響を与えるが、そればかりではなく、地球の組成にも影響を与える。またジャイアントインパクト自体が地球の分化に及ぼす影響についてはかつて阿部が検討している。

これらの研究の成果を総合すると概略次のような描像が描かれる。ジャイアントインパクトによって部分的に蒸発したコンパクトな原始月円盤が形成される。これは1年程度以下の比較的短時間で凝縮物と気体に分離し、気体の一部は同じ程度の時間スケールで散逸する。この結果、地球月系全体から揮発性物質がやや欠乏する。また凝縮物と気体に分離するとほぼ同時に月形成が進行するが、これは短時間で起こるために、さらなる蒸発が起こり月は難揮発性物質に富む組成となる。一方、加熱された地球内部では金属鉄の分離が起こる以外にはこの段階では分化は進行しない。1000年程度経過した頃から上部マントル部分での激しい分化が進行する。この間に原始月円盤の残りは地球に落下し、マントルと混合する。