

ジャイアントインパクトによる月の起源：酸素同位体比からの新たな制約

月と地球の化学組成の類似性や、地球-月系がもっている角運動量が異常に大きいことなどから、月の起源論としてジャイアントインパクト説が有力視されてきた。ジャイアントインパクトのコンピュータシミュレーションによると、月の形成をもたらした火星サイズの微惑星は、地球にかするように衝突して、その多くが月の形成に寄与したと考えられている。この衝突天体はテイア(Theia)と名づけられているが、太陽系天体の酸素同位体比の不均質性が大きいことから、この天体は地球とは異なる酸素同位体比をもっていたものと考えられている。月を形成した物質の多くがテイアに由来しているとするれば、地球と月の化学組成は異なっているはずである。にも関わらず地球と月の酸素同位体比の偏差 $\Delta 17O$ は、5ppm 以内で一致していることが不思議であった。ここで、 $\Delta 17O$ は、 $\delta 17O$ に偏差について、 $\delta 18O$ と $\delta 17O$ の偏差が質量に依存した同位体分別を受けた影響を補正したものである。

ドイツの地球化学者 D. Herwartz らの研究グループは、アポロ計画で回収された月の石や地球の岩石の酸素同位体比を精密に測定し、地球と月の酸素同位体比が 12ppm ずれていることを示した[1]。太陽系物質の酸素同位体比は不均質性が大きい、天体サイズが大きいくほど、ばらつきの大きさが小さくなる。テイアが火星ぐらいの大きさだったとすれば、地球との酸素同位体比の差は $\Delta 17O = \pm 0.3\%$ 程度であり、もし Herwartz らの得た酸素同位体比を説明するには、月のかなりの部分はテイアからもたらされたことになり、地球と月の全体的化学組成の類似性は極めて不自然となる。

最近になって、カリフォルニア大学の E. D. Young らの研究グループは、同じく月の石や地球の岩石の酸素同位体比を精密に分析し、 $\Delta 17O$ の差が $-1 \pm 5\text{ppm}$ という結果を得た[2]。これは Herwartz らの結果に比べると、小さな値である。この結果をジャイアントインパクトモデルで説明すれば、月は高エネルギーの衝突で形成されたものであり、地球とテイアはよく混合され、結果的に地球とよく似た組成をもつ月が形成されたというシナリオになると Young らは結論づけている。

[1] Herwartz, D. et al. (2014) *Science*, 344, 1146-1150.

[2] Young, E. D. et al. (2016) *Science*, 351, 493-496.