

太陽の惑星汚染??月表層土中の希ガス

Evidence for planet pollution of the Sun?-Parentless radiogenic noble gases in lunar soils

小嶋 稔[1], 三浦 弥生[2], Frank Podosek[3]

Minoru Ozima[1], Yayoi N. Miura[2], Frank Podosek[3]

[1] 無所属, [2] 東大地震研, [3] Washu

[1] NONE, [2] Earthquake Research Institute, Univ of Tokyo, [3] Washington University

太陽風(SW)中の希ガス、とりわけその同位体組成は太陽系の始原的組成(太陽系元素存在度)を示すものと見なされている。太陽系元素存在度の確立は惑星科学の基本的問題である。しかし、SWの直接観測による希ガス測定はHe, Ne以外は存在度が極めて低いため成功していない。このためSWの直接観測に代わるものとして月の砂が用いられてきた。月の表層土は長期間SWに曝され、かなりのSW希ガスをトラップしている。しかしアポロ計画の当初から月表層土の希ガスには太陽起源とは考えられない放射崩壊起源のAr40, Xe129などをふくむことが知られていた(1)。このためこうした放射崩壊起源希ガスの説明として、月内部からの脱ガス-月表面への再インプラントが提案された(2, 3)。

しかし月内部からの脱ガス説には、困難が伴う。すなわち現実に月の表層土に観測される放射崩壊起源希ガスの量を説明するには、月内部からの極めて大きな脱ガス量を仮定する必要がある。我々ははじめに、月内部からの脱ガス率を検討し、月脱ガス仮説が要求する希ガス脱ガス率は地球科学的に到底受け入れがたいことを示す。したがって放射崩壊起源希ガスの起源としては月以外に求めなければならない。その可能性として我々は最近太陽系初期に起こったと想定されている太陽の惑星汚染(4, 5)を調べた。

1995年 Mayor & Queloz(4)により初めて系外惑星の存在が指摘されて以来、現在までにほぼ100近い例が報告されている。系外惑星の研究から惑星系形成の過程で惑星や微惑星のかなりが太陽に落下した(いわゆる惑星汚染)ことが指摘されている(5)。更に最近 Murray 等(6)は、数多くの solar-like star の統計的研究から、我々の太陽系の場合ほぼ地球2個分に相当する惑星が主系列初期の太陽に落下したと推定している。太陽系星雲の固体成分を集めた惑星や微惑星は無論太陽系元素存在度に比べ希ガスは極端に欠乏している。しかし放射崩壊起源の希ガスはもともと固体元素(たとえば Ar40 の場合は K40)として惑星・微惑星に捕獲されているため、惑星汚染の場合有意義な量の汚染が期待される。

我々は、地球2個分の惑星汚染があったと仮定し、これがどの程度SWの希ガスに寄与するかをしらべた。希ガス汚染の度合いを見積もるため、惑星汚染により太陽に供給される希ガス量とSWと一緒に放出されている希ガスフラックス(現在の観測値)を比較した。仮に惑星汚染が太陽誕生後10億年続いたとした場合、地球2個分として供給されるXe129フラックスは、SW中に観測されるXe129フラックスとほぼ同程度であることが示される。惑星汚染の期間が短ければこの汚染フラックスはさらに増大する。月のクレーターの年代や地球表層に40億年以前の痕跡が全く見られない事等から判断し、少なくとも数億年間の惑星汚染を想定するのは充分妥当であろう。他方 Ar40 は惑星汚染で供給されるフラックスに比べSW中のフラックスは数桁大きい。

結論：月表層土中に観測される放射崩壊起源のXe129やAr40は、従来の月内部起源では説明出来ない。我々はこの説明のひとつの可能性として太陽の惑星汚染を検討した。この結果、Xe129については、地球2個分の惑星汚染の結果として充分説明可能である事が分かった。しかし放射崩壊起源のAr40については惑星汚染以外の原因を考えねばならない。

文献：1. Eberhardt P. et al., Proc. Apollo 11 Lunar Science Conference 2, 1037-1070 (1970). 2. Manka R. H. & Michel F. C., Proc. Second Lunar Science Conference 2, 1717-1728 (1971). 3. Heymann D. & Yaniv A., Proc. Apollo 11 Lunar Planetary Science Conference 2, 1262-1267 (1970). 4. Mayor M. & Queloz D., Nature 378, 355-359 (1995). 5. Sandquist E. L., et al., Astrophysical J. 572, 1012-1023 (2002). 6. Murray et al., Astrophysical J. 555, 801-805 (2001).