

新しい月震カタログからわかるアポロ深発月震発生の周期性

Periodicity of Apollo deep moonquakes revealed from new Apollo event catalogue

小山 順二[1]

Junji Koyama[1]

[1] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

[はじめに] 1969年から1977年の8年余にわたるアポロ月地震観測の観測データが最近再解析され、新しい月震カタログが編集された。観測波形の相関から定量的に解析されたこのイベントカタログからは従来の見たい目による解析ではわからなかった新たな発見が数多くある。全期間に観測された12,558個のイベントのうち、その約6割7,245個が深発月震であったことがわかったし、波形の相関がよい周期的に発生する深発月震のグループが明瞭なものだけでも新たにA201からA288の88グループ見つかった。さらに従来知られていた深発月震のグループ(A01からA114)が77グループに統合された。

従来深発月震の発生には、(A)月-地球間にはたらく潮汐力による(Nakamura, 1978; Koyama & Nakamura, 1980)、(B)テクトニック応力に潮汐力がトリガーとしてはたらく(Toksoz et al., 1977)、(C)(A)と(B)の両方のメカニズムがある(Araki, 2001)、とする考えがあった。ここでは数多く発生した深発月震のグループについて、その発生時刻の周期性について調べ、深発月震のメカニズムについて考えることにする。

[アポロ深発月震の周期性解析] $n-1$ 番目と n 番目の深発月震発生の時刻差 $t(n-1)$ と n 番目と $n+1$ 番目の時刻差を $t(n)$ を考える。これを $t(n)=f(t(n-1))$ のポアンカレ写像として考えると、群発するイベントするイベント同士は原点付近に、周期的に発生するイベントはその発生周期付近に集中して $t(n-1)-t(n)$ 図にプロットされる。深発月震のグループの中で観測期間中数多く、40個以上、発生したもの、また、震源の位置が推定されているものについて、この解析を詳しく行った。同じ周期で発生していても位相がずれて複数個の月震が1月ごとに発生する場合もあるから、時間差の取り方を前後3イベントまでひろげて解析した。

その結果、(1)発生数が非常に少ないが約27日で周期的に発生するグループ、(2)約27日の周期的発生するイベントに1個ないし2個群発的にイベントが発生するグループ、(3)約27日とその半分の周期性を示すイベントが発生しているグループ、(4)周期的なイベントのほかに周期性が変化しているイベントが観測されたグループ、(5)明瞭な周期性が見出せないグループの4つのカテゴリーに分類される。解析したグループ数もともと少ないから、(1)の例は少ない。(2)も同様である。(3)は発生数が多く、周期性が明瞭な2グループがある。(4)には発生間隔が長くなるグループと短くなるグループがある。約27日の周期性のゆらぎにも大きい・小さいグループがあり、このカテゴリーのグループが圧倒的に多い。(5)は多少の周期性が見出されるものとほとんどランダムに発生しているように見えるものがある。

[考察] 従来の見たい目の相関解析からだけでは、波形の相関が特に良いものだけを選び出していた可能性があり、以前は(1)に分類されていたグループも発生の周期性はさらに複雑であることが今回明らかにされた。また、(5)のような性質をもつグループは先見的に周期を考えた見たい目の相関からは見出されていなかった。さらに従来114のグループに分類されていた深発月震が77のグループに統合されたことからわかるように、グループごとの深発月震の発生域は従来考えられていた高々1km程度の狭い範囲ではなく、広がりをもっていることが予想される。

特に(4)のカテゴリーは興味深く、発生間隔が長くなるグループは月面の南西側に発生した深発月震に多く、短くなるグループは北東側に多い。共に、地球秤動(月面上に投影した月と地球の質量中心をむすぶ位置の移動)が北西-南東方向に変動するときに発生している。また、月の北西側に発生する深発月震は発生周期がのびるセンスで、地球秤動が北東-南西方向に変動するときに発生している。

さらに長期間の観測をおこなえば観測イベント数も増え、(1)、(2)、(3)に分類されるグループも(4)と同じカテゴリーに分類されるものかもしれない。従来(B)や(C)が原因と考えられていた(1)の性質の深発月震のグループも新しいイベントカタログでは(4)のカテゴリーである。月-地球潮汐の位相に強く依存して発生メカニズムが変化していることが以前に示されたA01深発月震も(4)に分類されることを考えると、(5)のカテゴリーの深発月震をのぞき、月-地球潮汐が普遍的に深発月震の発生に関わっているものと考えられる。