

近畿地方における微小地震波動の特性

京都大学防災研究所 正会員 土岐 憲三  
 京都大学防災研究所 正会員 佐藤 忠信  
 京都大学防災研究所 ○正会員 清野 純史

1. まえがき 本研究は、近畿一円に分布するマグニチュード1.2~1.8の微小地震の活動度とその特性を調べ、変位記録から求めた震源パラメータを用いて大規模地震の発震機構との比較を行う。さらに、この震源パラメータをもとにして微小地震から大規模地震動を合成する際に必要となる相似則についても考察を加える。

2. 微小地震の分布とその性質 図-1(a)は、1980年5月以降に近畿一円で発生したマグニチュード1.2~1.8の地震約500個の震源を示したものであり、図-1(b)は(a)図中のA-Bの垂直断面に震源を投影したものである。図からわかるように微小地震は群発的性質をもち、また深さ約10kmのところを中心に分布している。この中から、その分布を損わないように722個の記録を抽出してデータベース化した。これらはすべて上賀茂で観測されたものである。また、抽出に際してはその記録から一般的性質を導き出すために、震央距離(80km以下)とマグニチュード(1.2~1.8)が、その範囲内ではほぼ一樣になるように選んでいる。

上賀茂で観測された微小地震記録の変位スペクトルの典型的な例を示したものが図-2である。変位スペクトルの振幅は、臨界周波数 $f_c$ を境にしてフラットな部分 $\Omega_0$ と周波数とともに減少する部分に分かれる。全記録のスペクトル振幅についてこの減少部分の勾配を調べた結果、ほぼ $f^{-3}$ ~ $f^{-2}$ の間に分布しており、高周波数部分でのAkiの $f^{-2}$ モデルとGellerの $f^{-3}$ モデルの混在した形となっている。

$\Omega_0$ がわかれば次式により地震モーメント $M_0$ が計算できる。

$$M_0 = \frac{\Omega_0}{Rop} (4\pi R^3 \rho C^3) \quad \dots \quad (1)$$

ここに、 $Rop$ は radiation pattern,  $R$ は震源距離,  $\rho$ は密度,  $C$ は波の伝播速度である。 $M_0$ と $f_c$ の関係を両対数軸上に表したものが図-3である。これは、ほぼ $f_c^{-3}$ の勾配をもち、変位スペクトルの臨界周波数の理論的勾配とよく一致し

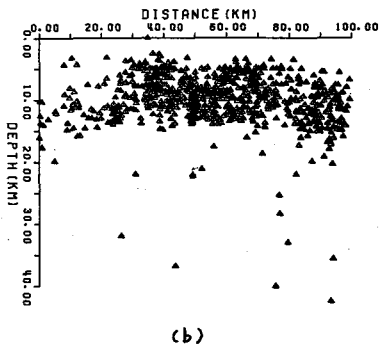
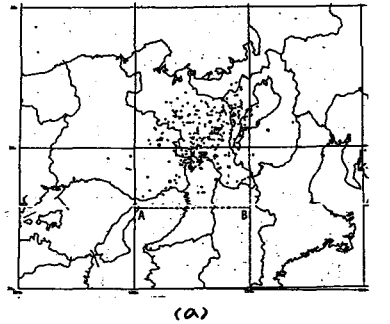


図-1 (a) 微小地震(1.25M<=1.8)の分布 (1980.5~1981.12)  
 (b) 震源深さ

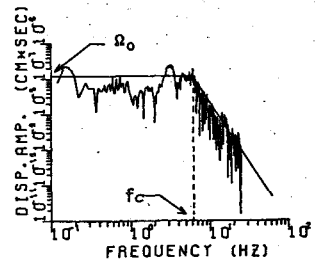


図-2 微小地震の変位スペクトル

Kenzō TOKI, Tadanobu SATO, Junji KIYONO

ている。これは、微小地震も断層のくいらがしによって発生することを裏づけている。

3. 相似則についての考察 従来、小地震波形を重ね合わせて大地震波形を合成する際には、断層パラメータの相似則として地震モーメントの比がよく用いられてきた。

図-4は表面波マグニチュード $M_s$ と地震モーメント $M_0$ の関係を示したものである。図中の実線はGeller<sup>2)</sup>による $M_s$ と $M_0$ の関係である。ただし、ここでは $M_s < 5.0$ の実線はGellerのものを外挿している。この実線で表わされた関係を用いて断層パラメータの相似則を構成すると断層規模が小さすぎ、実際の現象をうまく説明できないことがわかった。こうした観点から、本研究で得られた $M_s$ と $M_0$ の関係(中印)、Frankell<sup>3)</sup>(口印)、McGarr<sup>4)</sup>(△印)の結果を図中に記し、それらをもとにして $M_s$ と $M_0$ の関係を求めたものが図中の破線である。ただし、McGarrによるマグニチュードは $M_L$ であるが、アメリカのカリフォルニアおよびその周辺で発生した $M_s(4.0 \sim 8.0)$ なる57個の強震記録すべてに対し $M_L$ を求め、これと $M_s$ の関係を調べることによって値を補正した。

図から明らかなように、破線はGellerの実線からは大きくずれ $M_s=2.0$ 付近で $M_0$ として約100倍程度の差が出ている。

この原因として応力降下量 $\Delta\sigma$ に着目し解析を行った。従来、相似則に用いられてきた仮定は応力降下量が地震の規模によらず一定というものであるが、この仮定が成立しないことを図-5は示している。図にはGellerが解析に用いた41個の強震記録の応力降下量と本研究で用いた122個の微小地震記録の応力降下量とが比較されている。縦軸の矢印はそれぞれの平均値を表わしている。これより、応力降下量に約450倍もの差があることがわかる。したがって、微小地震を用いて相似則を作成する場合には、この応力降下量の相違を考慮した新たな相似則が必要となることがわかった。

参考文献 1) Madariaga, R: Dynamics of an Expanding Circular Fault, BSSA  
 2) Geller : Scaling Relation for Earthquake Source Parameters & Magnitude, BSSA  
 3) Frankell : Source Parameters & Scaling Relationships of Small Earthquakes, BSSA  
 4) McGarr : Strong ground motion of Mine Tremors, BSSA

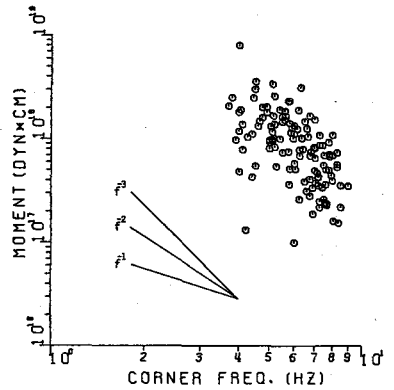


図-3 臨界周波数と地震モーメントの関係

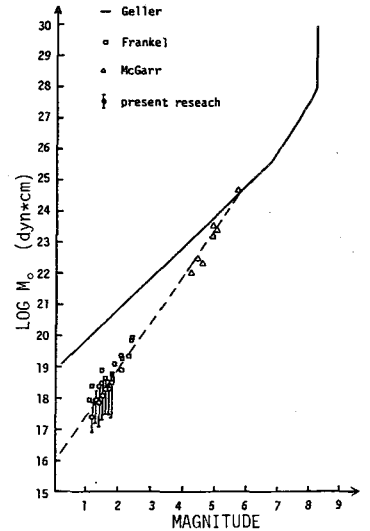


図-4 マグニチュードと地震モーメントの関係

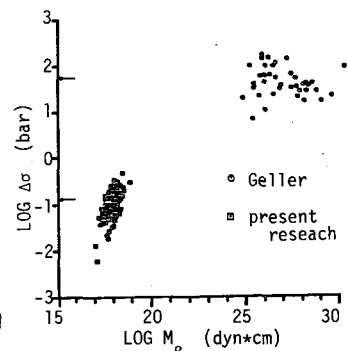


図-5 応力降下量の比較