

I-423 地震のマグニチュードと発生頻度関係式 に関するシミュレーション

○東京大学大学院 学生会員 目黒 公郎
東京大学地震研究所 正会員 伯野 元彦

1. はじめに 地震のマグニチュードと発生頻度に関しては、Gutenberg-Richterの関係式（Fig.1）が経験則として有名であり、これを説明するものとして、“基石モデル”が大塚によって提唱されている。

一方、過去のデータから断層長 L とマグニチュード M の関係は、

$$\text{Log}(L) = 0.5M - 1.8 \quad (1)$$

のように求まっているので、我々は直接地震断層のモデルを扱うことにより、G-R関係を説明することを試みた。その結果、ある程度の成功をみたので報告する。

2. モデル このモデルは、次のような仮定から成る。

仮定1. : Fig.2に示すように、地震は乱数で定められた位置に震源を持ち、乱数で定められた方向に断層の滑りが線上に進行するものとする。

仮定2. : 断層の滑り破壊は、予め Fig.2のように乱数で設定されているリニアメントなどの障害物にぶつかって停止するものとする。

乱数によって発生させた震源は、ある方向に滑り始め障害物にぶつかると停止する。この時、震央から停止点までの距離 L を地震断層長とする。

3. 一般の地震の結果 Fig.3に障害物割れ目の配置、Fig.4にそのシミュレーション結果を示す。横軸は $\text{Log}(L)$ 、縦軸は $\text{Log}(N)$ であり、 N は、 $L \pm \Delta L$ に断層長さを持つ場合の回数である。 $\text{Log}(L)$ は式(1)よりマグニチュード M に変換できるので、横軸を M 値と考えれば、 M 値の小さい範囲で上に凸であることを除いてはほぼGutenberg-Richterの直線関係が成立している。Fig.4に示した関係は一般の地震に関する性質であり、図中の $b=1.0$ の直線は、通常の b 値の勾配である。

4. 前震と余震 前震と余震の場合について検討する。前震と余震に関するG-R関係は、一般にFig.5に示すようになる。さらに、次のような仮定を加える。

仮定3. : 地殻応力の大きい所では、一旦進行し始めた断層破壊は小さな障害物を突破してしまう。故に、地殻応力の大きい状態で発生する前震では、障害物の密度が小さいものとする。

仮定4. : 余震は本震の断層付近でのみ発生し、その付近は、本震前よりも障害物の密度が高くなっているものとする。

仮定5. : 前震の発生回数は、余震に比べて少ないものとする。

Fig.6、Fig.7は、それぞれ前震と余震における障害物割れ目の配置図である。Fig.7において対角線に走る障害物は本震による断層である。また、その両側の破線は余震の発生域を示す。Fig.8はFig.6に、Fig.9はFig.7に対応し、試行回数はともに10000回である。Fig.10はFig.3の断層配置を使って試行回数を変えた場合の結果である。仮定3によって前震の b 値が1より小さくなる（障害物密度が低い場合、上に凸の傾向が強く）のは、前震が高応力場なので障害物を突破しやすいと思われる。また余震において、仮定4が成り立つと b 値が1より大きくなり、 M 値の小さい範囲での曲がりが増減（障害物密度が高いと逆に下に凸の傾向が強くなる）する。試行回数が少ないと b 値は小さくなる傾向が見られる。前震の b 値が小さいことがあるのは、障害物密度と発生回数に起因していると推定される。

5. おわりに 直接地震断層のモデルを取り扱うことにより一般の地震のG-R関係をある程度説明できた。さらに、仮定を追加することにより前震と余震についてのG-R関係もある程度説明できた。

★ 参考文献 ★

- 1) 大塚道男：地震の起こり方のシミュレーション，地震，Vol.24，pp. 215-227，1971
- 2) 目黒、伯野：基石モデルに関する一つのシミュレーション，地震学会講演予稿集，No.2，p.64，1986.10

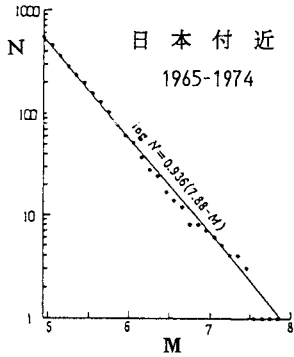


Fig.1 マグニチュードと発生頻度の関係

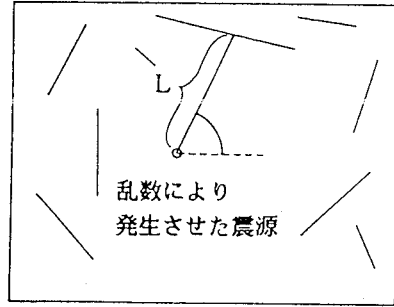


Fig.2 シミュレーションのためのモデル

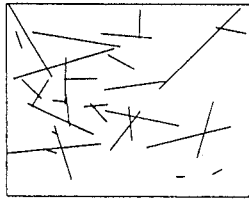


Fig.3 障害物割れ目の配置
（一般の地震）

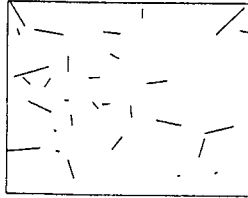


Fig.6 障害物割れ目の配置
（前震）

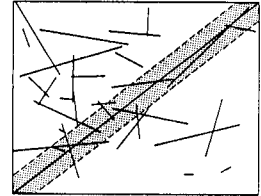


Fig.7 障害物割れ目の配置
（余震）

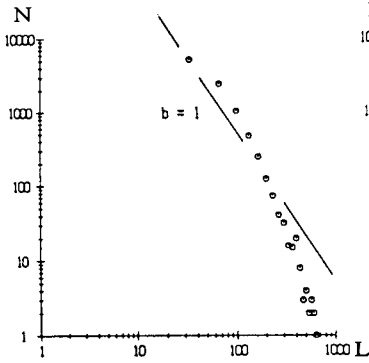


Fig.4 地震断層長と発生頻度の関係
（一般の地震）

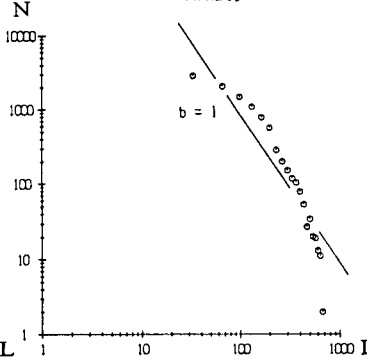


Fig.8 地震断層長と発生頻度の関係
（前震）

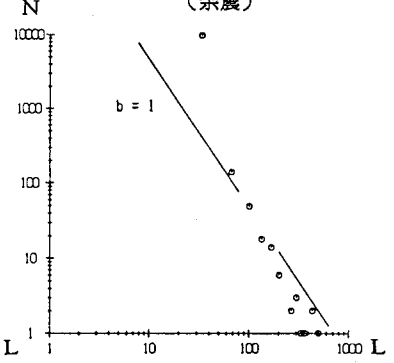


Fig.9 地震断層長と発生頻度の関係
（余震）

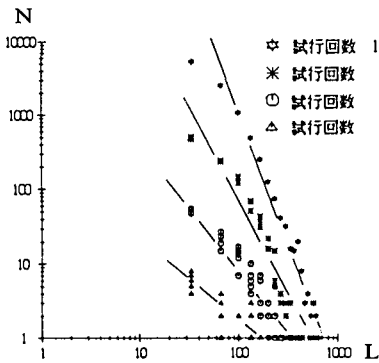


Fig.10 地震断層長と発生頻度の関係
（試行回数による比較）

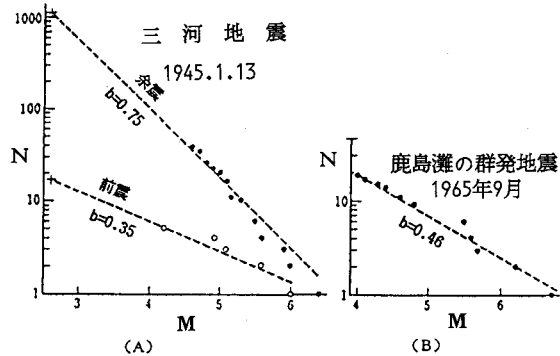


Fig.5 1945年三河地震の前震と余震および1965年9月鹿島灘の群発地震のマグニチュード分布（宇津，1974）