

歴史地震データと活断層データを用いた地震危険度解析

京都大学防災研究所 正 員 土岐 憲三
 京都大学防災研究所 正 員 佐藤 忠信
 京都大学防災研究所 正 員 清野 純史
 京都大学大学院 学生員 藤村 和也

1. はじめに 本研究では、歴史地震データと活断層データのそれぞれから、ある地点での最大水平加速度 α がある値 α' を越える事象の発生率を求める。そしてそれらをベイズの定理を用いて組合せ、得られた年平均発生率から、大阪湾岸を中心とした関西地方の地震危険度解析を行う。

2. 歴史地震データに基づく地震発生率 解析対象地点の含まれる地域で、T年間にN個の歴史地震データが得られている場合を考える。ここでいう地域とは、その外側で地震が起こったとしても地点には影響を及ぼさないと考えられる地域であり、解析対象地点のまわり半径300km内の地域とした。このとき、解析地点での最大加速度があるレベル α' を越える事象の年平均発生率 ν_h は次式で与えられる。

$$\nu_h = P(\alpha \geq \alpha') \cdot \nu_h' \quad (1)$$

ここで $P(\alpha \geq \alpha')$ は、地域内の任意の点で地震が起こったとき、地点で最大加速度が α' を越える確率であり、 ν_h' は地域内の地震の年平均発生率である。 $P(\alpha \geq \alpha')$ については、実観測記録から得られている基盤レベル ($V_s=3\text{km/sec}$ 程度) でのアテニュエーション則¹⁾のばらつきと地盤の増幅率 G_a を考慮して算定する。アテニュエーション則は、震央距離 r ・マグニチュード m について、

$$\alpha = f(r, m) \cdot S_a \cdot G_a \quad (2)$$

で与えられる。 S_a はばらつきを表す指標である。この S_a の分布形を正規分布として、各歴史地震データについて $P_i(\alpha \geq \alpha' | M_i, R_i)$ が算定されるのでこの平均を $P(\alpha \geq \alpha')$ とする。また、 ν_h' については N/T で与えられる。以上のことより歴史地震データに基づく地震発生率は $\nu_h = \sum P_i / T$ となる。

3. 活断層データに基づく地震発生率 断層長さ L と、その断層で発生する地震の地震モーメント M_0 には、過去の震源断層が判明している地震について以下の式が成り立つ。

$$\log M_0 = 2.619 \log L + 22.445 + \log T_{n0} \quad (3)$$

ここで、 $\log T_{n0}$ は関係式のばらつきを表す指標であり、正規分布にしたがう。これを図1に示す。これにより、最大モーメントモデル²⁾を用いると各断層での地震発生率 ν_i が対数正規分布で与えられる。また、断層の広がりを考慮した基盤レベルでのアテニュエーション則³⁾を考え、そのばらつきと地

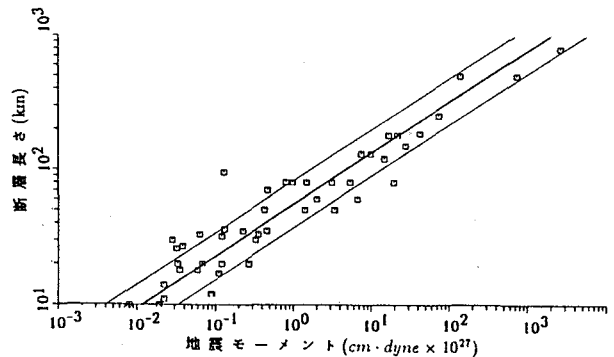


図1 断層長さと地震モーメントの関係

盤の増幅率を考慮することにより、ある断層で地震が起こったときの地点での最大加速度 α があるレベル α' を越える確率 $P_i(\alpha \geq \alpha')$ が算定される。これらにより、ある断層で起こる地震により地点での

最大加速度があるレベル α' を越える事象の年平均発生率 ν_{ri} は、

$$\nu_{ri}=Pi(\alpha\geq\alpha')\cdot\nu_{ri}' \tag{4}$$

として対数正規分布で求められ、地点を含む地域内の断層についてこの総和をとることにより地点での地震発生率が求められるが、対数正規変量の和の分布形は不定なのでそれを対数正規分布と仮定し、平均値、分散は各平均値、分散の和として算定した。これにより、地点での最大加速度があるレベル α' を越える事象の年平均発生率 ν_{ri} が対数正規分布 (λ,σ^2) となる。

4. ベイズの定理による歴史地震データと活断層データの組合せ 以上のことにより歴史地震データから ν_h 、活断層データから対数正規分布 (λ,σ^2) として地震発生率が得られるので、この対数正規分布 (λ,σ^2) を事前分布、 ν_h を尤度関数を求める情報としてベイズの定理を用いて組み合わせる。地震の発生をポアソン過程と仮定すると尤度関数 $L(\nu)$ は、 $1/\nu_h$ 年間に1回の地震が起こるとして、

$$L(\nu)=(\nu/\nu_h)\cdot\exp(-\nu/\nu_h) \tag{5}$$

で与えられる。これと活断層データによって得られた対数正規分布 $f(\nu)$ をベイズの定理を用いて組み合わせることにより事後分布 $f'(\nu)$ が得られるのでこの平均値をもって地点での地震発生率とした。これを表したのが図2である。この発生率は最大加速度 α があるレベル α' を越える事象の年平均発生率であり、これをもとに最大加速度 α' の地震の再現期間 t が次式で求められる。

$$t=1/(1-\exp(-\nu)) \tag{6}$$

これを各地点について求め作成した危険度マップが図3である。ただし、再現期間は100年である。この図によると、大阪湾から琵琶湖にかけての地域と、伊勢湾周辺で危険度が高く、再現期間100年の最大水平加速度は200galから300galに達している。

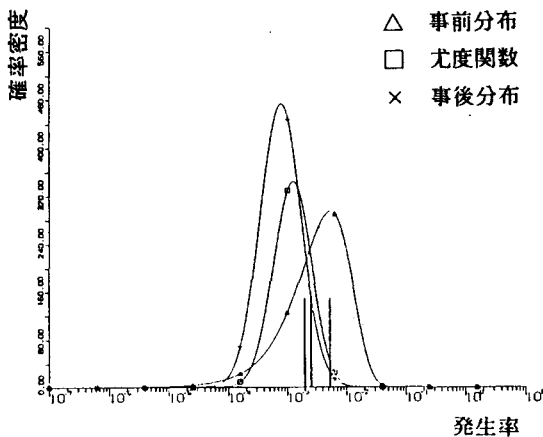


図2 ベイズの定理による組合せ

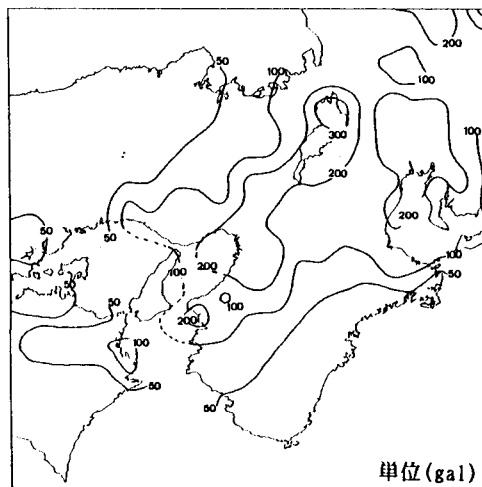


図3 近畿地方の危険度マップ

参考文献：1)江尻譲嗣・後藤洋三：岩盤における地震動特性－最大加速度－，土木学会論文集，pp.1028-1029,1990. 2)S.G.Wesnousky,C.H.Scholz,K.Shimazaki and T.Matsuda:Earthquake Frequency Distribution and the Mecanics of Faulting,Journal of Geophysical Research,Vol.88,pp.9331-9340,1983. 3)Sato,T,J.Kiyono and T.Matsuoka:Attenuation of Peak Ground Motion Taking into Account the Fault Extent,Proceedings of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium,pp.541-546,1986