

メッシュ状の地震活動域を用いた関東地方の地震危険度の試算（２）

建設省土木研究所 正会員 中尾 吉宏

〃 正会員 田村 敬一

〃 正会員 松本 俊輔

１．はじめに

最近の地震危険度解析では、従来から解析で考慮されてきた過去の地震情報とともに、活断層、プレート境界地震等の情報が別途考慮されるようになり^{1),2)}、地震の発生位置、発生確率、地震規模の分布特性等の評価を合理化し、危険度解析に組み込む試みがなされている。過去の地震情報を考慮する地震危険度解析では、一般に、地震の発生状況や地球物理学的データに基づき設定されるサブゾーン（地震活動域）ごとに地震の発生確率及び地震規模の分布特性を評価する方法がとられる^{3),4)}。それに対し、米国地質調査所（USGS）が過去の地震情報を考慮して行う地震危険度解析手法（1996）の１つでは、機械的に設定したメッシュごとに地震の発生確率を評価し、地震規模の分布特性については、特性が極端に異なる一部のエリアを除き、米国西部地域と東中部地域対してそれぞれ一様な特性を仮定し、地域内にある全てのメッシュに一様な地震規模の分布特性を設定する方法を用いている⁵⁾。前掲論文「メッシュ状の地震活動域を用いた関東地方の地震危険度の試算（１）」⁶⁾では、USGSの手法に基づき、広い範囲で一様な地震規模の分布特性を仮定するとともに、機械的に対象地域を小分割して設定したメッシュ状の地震活動域ごとに地震の発生確率を評価して、関東地方を対象とした地震危険度の試算を行った。本研究では、メッシュ状の地震活動域ごとに地震発生確率を評価するとともに、地震の発生状況等から地震規模の分布特性が同一と考えられる地域ごとにサブゾーンを設定した。そして、同じサブゾーン内に設定されているメッシュの地震規模の分布特性は同一であるが、異なるサブゾーン内のメッシュの特性は異なるものと仮定し、関東地方を対象とした危険度の試算を行った。これにより、地震の発生特性の評価方法が試算危険度に及ぼす影響について検討した。

２．解析方法

本研究では、緯度経度 0.2 度の間隔で機械的に対象地域を小分割するメッシュ状の地震活動域を設定し、メッシュ内の地震記録を用いて一年あたりの地震発生確率をメッシュごとに評価した。メッシュによっては地震の記録数が限定されていることがあるため、USGSの方法に基づき、メッシュごとの地震発生確率の変動を平滑化した。また、地震規模の分布特性が一様であると考えられるサブゾーンを、地震の発生状況や地球物理学的データに基づき設定し、１つのサブゾーン内に設定された全てのメッシュについて、その地震規模の分布特性は一様であると仮定した。サブゾーンごとの地震規模の分布特性は、それぞれのサブゾーン内の地震記録を用いて Gutenberg-Richter 式で評価した。以上に示した地震の発生特性の評価により、１つのサブゾーン内では地震規模の分布特性は同じであるが、地震の発生確率についてはメッシュごとに変動する地震活動域を考えたことになる。設定した地震活動域を用いて関東地方を対象とした地震危険度の試算を行った。

（１）試算対象の地域と考慮した過去の地震情報

地震危険度の試算を行ったのは図-1 に示す評価地域であり、同図の対象地域内で過去に発生した気象庁マグニチュード M_j 5、震源深さ 100km 以浅の地震情報を考慮した。解析に用

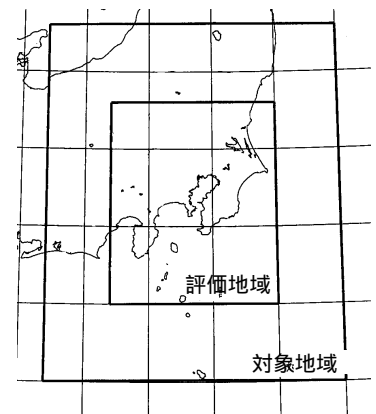


図-1 危険度の試算対象地域

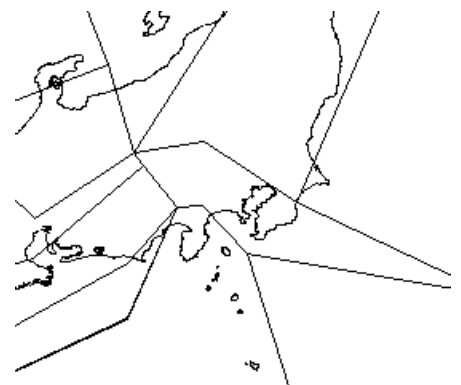


図-2 サブゾーンの区分

キーワード 地震危険度解析、過去の地震情報、超過確率

連絡先 茨城県つくば市大字旭 1 電話番号 0298-64-4963 FAX0298-64-0598

いた地震記録は、1884 年以前：宇佐美カタログ、1885-1925 年：宇津カタログ、1926 年以降：気象庁の記録である。更に、解析に用いる地震記録としては、USGS の方法に基づき、地震記録の年代ごとの信頼性を考慮して選定した記録を用いた⁶⁾。選定された地震記録は地震規模のグループごとに、 $M_j < 6.5$ ：1926 年以降、 $6.5 \leq M_j < 7$ ：1600 年以降、 $M_j \geq 7$ ：600 年以降、である。また、地震規模の分布特性が一様な領域として設けたサブゾーン⁷⁾を図-2 に示す。各サブゾーンにおいて発生し得る最大のマグニチュードとして解析上考慮した値を表-1 に示す。

(2) 地震の発生確率及び地震規模の分布特性の評価

各サブゾーン内の地震記録を用いて Gutenberg-Richter 式によりサブゾーンごとの地震規模の分布特性を評価した結果を表-1 に b 値として示す。同一のサブゾーン内に位置するメッシュの地震規模の分布特性には、当該サブゾーンに対して評価された b 値を用いることとした。また、メッシュごとの一年あたりの地震発生確率については、各メッシュ内の地震記録を用いて評価するものとし、(1)で示した地震規模グループごとの収録期間でそれぞれの記録数を除し、総和をとることにより一年あたりの地震発生確率を算定した。地震の記録数が限定されているメッシュは、その周辺のメッシュに比べて地震発生確率が著しく低く評価されることがあるため、USGS の方法に基づき、ガウス型自己相関関数により発生確率を平滑化した上で解析に用いた。ガウス型自己相関関数により発生確率を平滑化するには相関距離⁵⁾として 50km を用いた⁶⁾。発生確率を平滑化した結果を図-3 に示す。なお、地震の発生確率はメッシュごとに、一年あたりの地震発生確率を用いて定常ポアソン過程で評価した。

(3) 距離減衰式

発生した地震による着目地点の地震動は距離減衰式により評価した。距離減衰式としては安中らの式⁸⁾を用い、距離減衰式のばらつきを対数標準偏差 0.5 の対数正規分布で考慮した。また、対象地域内にある地震記録の平均的な震源深さを考慮し、距離減衰式で用いる震源深さは 15km とした。

3 . 試算結果

図-4 に 50 年間の超過確率が 5%の最大加速度の期待値を示す。同図(a),(b)には、地震規模の分布特性が一様な場合⁶⁾とサブゾーンごとに異なる場合の解析結果を示した。同図(a)では図-3 から地震発生確率が高い地域の危険度が高く評価されているのに対し、同図(b)では、それに加え、表-1 から、b 値が小さく、地震が発生した場合に規模の大きな地震が発生しやすいサブゾーン等でも、危険度が高く評価されていることがわかる。

4 . まとめ

関東地方を対象に、地震規模の分布特性の場所的な変化を考慮し、メッシュ状の地震活動域を用いた地震危険度解析を行った。その結果、地震の発生確率及び地震の規模の分布特性を考慮した危険度の試算がなされた。

表-1 サブゾーンにおける最大 M_j 及び b 値

ゾ ン No.	最大マグニ チュード	b 値
1	8.20	0.67
2	7.50	0.78
3	8.55	0.83
4	7.30	1.07
5	7.30	1.10
6	8.40	0.94
7	8.00	0.68
8	7.75	0.77
9	8.00	0.56
10	7.00	0.74
11	7.80	0.66

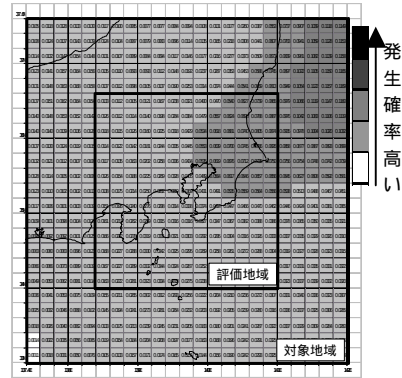
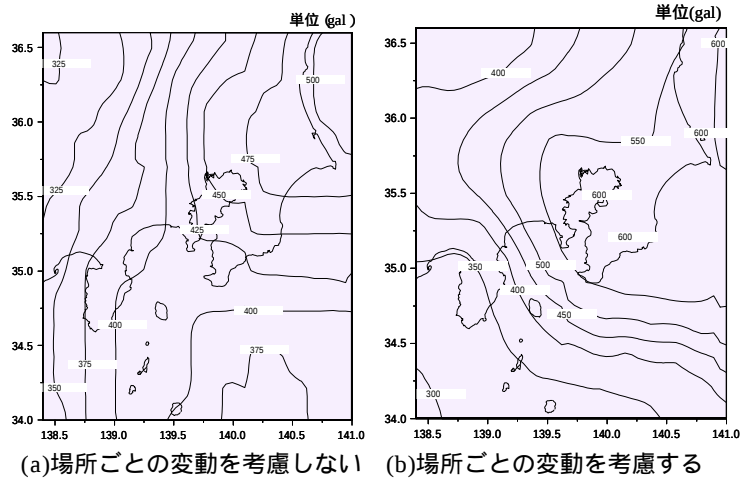


図-3 平滑化されたメッシュごとの地震発生確率(相関距離 50km)



(a)場所ごとの変動を考慮しない (b)場所ごとの変動を考慮する

図-4 関東地方を対象とした危険度の試算結果

【参考文献】1)奥村俊彦ほか：活動履歴に関する情報量…、土木学会第 51 回年次学術講演会概要集、平成 8 年 9 月、2)安中正ほか：大地震の発生サイクル…、第 10 回日本地震工学シンポジウム、1998、3)Cornell, C. A. : Engineering Seismic Risk Analysis, Bull. Seism. Soc. Am. Vol.58, 1968、4)荒川直士ほか：確率手法に基づく動的解析…、土研資料第 1992 号、昭和 58 年 3 月、5)http://geohazards.cr.usgs.gov/eq/hazmapdoc/junecover.shtml、6)松本俊輔他：メッシュ状の地震活動域…(1)(投稿中)、第 55 回年次学術講演会概要集、平成 12 年 9 月、7)萩原尊禮：日本列島の地震…、鹿島出版会、1991、8)Annaka, T. et al : A Probabilistic Model for Seismic Hazard Estimation…、Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering Vol. , 1988、