

地震被害想定 of 歴史地震による検証

損害保険料率算定会

山口 亮

坪川博彰

佐伯琢磨

A Verification of the Estimated Distribution of Seismic Intensity by Materials on Historical Earthquakes

Makoto YAMAGUCHI, Hiroaki TSUBOKAWA, Takuma SAEKI

Property and Casualty Insurance Rating Organization of Japan,
2-31-19, Shiba Minato-ku Tokyo 105-0014, Japan

§ 1. はじめに

保険業界は地震発生時に、ある一定以上の罹災程度となった地震保険の契約者に対して迅速な保険金支払いが求められる。そのためには地震発生後速やかに全体の被害規模、被害分布を把握することが必要不可欠である。当会では保険業界の保険金支払支援のため地震被害想定システムを開発している。

1995年兵庫県南部地震以降、国および地方自治体において地震被害想定が行われている（例えば東京都(1997)、兵庫県(1999)）。しかし、被害想定の結果に対して検証が行われているケースは少ない。被害想定は正しく行われているのか、極端に過大評価や過小評価となっていないだろうか？ これらのことを確認するため、地震被害想定 of 検証は必要不可欠である。

当会の地震被害想定システムは、過去の被害地震や仮想地震など任意のモデル地震に対して地表最大速度分布や震度分布などを出力するシステムであり、日本全国を対象地域として開発中である。現在は試作段階であるが東京都における計算が可能となっている。

東京都は過去にいくつかの大きな被害地震に見舞われているが、その中で安政江戸地震(1855, M6.9)は宇佐美(1995)により東京中心部の震度分布が細密に推定されている。

そこで、本研究では安政江戸地震の推定震度分布を用いて地震被害想定によって地震動の分布がどこまで再現されているかを検証することを目的とした。

§ 2. 地震被害想定システムの概要

本システムの概要を図1に示す。おおよその流れは以下のとおりである。震源パラメータ（位置、深さ等）を入力し、距離減

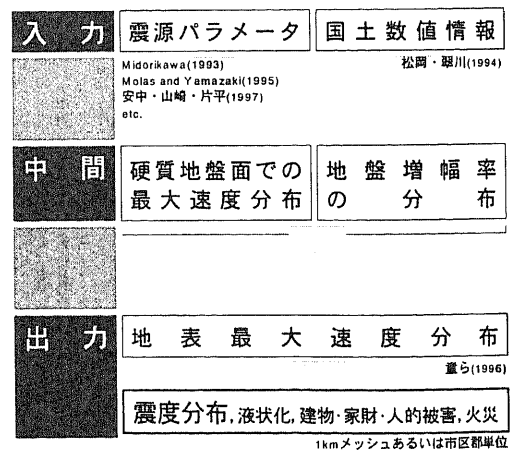


図1. 地震被害想定システムの概要
Fig. 1 General flow of the estimation of seismic intensity distribution

衰式を用いて硬質地盤面での最大速度分布を得る。また、それとは別に地形分類、標高等の国土数値情報より地盤増幅率の分布を得、両者を掛け合わせるにより地表面での最大速度分布を求める。求めた最大速度分布から童ら(1996)による経験式に基づき計測震度分布を求める。他にも様々な手法を用いて建物・家財の被害分布等を求め、1 kmメッシュあるいは市区町村単位に出力する。表1に硬質地盤面最大速度分布の予測手法(距離減衰式)および地盤増幅率を求める手法の特徴を示す。特に硬質地盤面最大速度分布予測手法にはいくつかの手法から選択することができる。これは、それぞれの手法の特徴を生かし、様々なタイプの地震に対応することを意図している。なお、現在のところ本システムは試作段階であり河川データが入力されていない。そのため地盤増幅率予測手法で用いる河川からの距離は、計算上考慮されていない。従って河川付近では地盤増幅率を過小評価してしまう可能性がある。

表1. 予測手法

Table 1 Prediction methods of distribution of maximum velocity on the basement and amplification factor of ground

硬質地盤面最大速度分布予測手法

	パラメータ	特徴	採用団体
Midorikawa (1993)	M, 断層からの最短距離	震源の深さ考慮せず 断層近傍 ○ 大きなM ○ やや大きめの速度分布となる。	消防庁 国土庁
Molas and Yamazaki (1995)	M, 断層の深さ, 震源距離	M7クラスの地震 ○ M8クラスの地震 △ 震源近傍 △	東京都 (1997)
安中・山崎・片平 (1997)	M, 断層の深さ, 震源距離	様々な震源に対して、標準的な最大速度分布を与える。	三重県

地盤増幅率予測手法

	パラメータ	特徴	採用団体
松岡・翠川 (1994)	国土数値情報 (地形分類, 標高, 河川からの距離)	国土数値情報から平均S波速度を推定し, 地盤増幅度を求める。 全国展開が可能。	消防庁 国土庁

§ 3. 東京都の地震被害想定との比較

まず、東京都における他の被害想定結果と本システムの結果とを比較してみるこ

ととする。ここでは東京都(1997)が行った想定結果と比較してこのシステムでどのような被害想定結果を得ることができるのか、また、選択する硬質地盤面最大速度分布予測手法によって結果にどのような違いが出るのか比較検討する。

東京都(1997)の被害想定は、地盤を4種に分類し、Molas and Yamazaki (1995)による距離減衰式を用い地表面での最大加速度分布を求め、それを気象庁震度観測検討委員会の提案式により換算して震度分布を求めている。図2に東京都が行った被害想定の結果を示す。また、図3, 4, 5に当システムの3つの硬質地盤面最大速度分布予測手法を用いて求めた被害想定結果を示す。これらは全て表2に示した同様の断層パラメータを用いて震度分布を求めた。

表2. 被害想定に用いた断層パラメータ
Table 2 Parameter of the hypothetical seismic source

北緯	東経	M	深さ	走向	傾斜角	長さ	幅
35. 63度	139. 43度	7.2	21Km	95度	155度	42Km	21Km

これら4つの結果を比較すると、Midorikawa (1993)を用いた結果は他の手法に寄る結果と比較すると、全体的に大きく震度を推定していることがわかる。これは表1にまとめた特徴にあるとおり、やや大きめの速度分布を推定した結果によるものである。

Molas and Yamazaki (1995)は東京都の被害想定で用いられている手法である。同じ手法を用いている図2と図4を比較すると、例えば多摩川付近等異なる結果を得ている箇所が見受けられる。この原因は手法の用い方に若干異なる点があること(東京都では1~4種地盤の地盤種別を用いて直接地表面の最大加速度を求めている。それに対し、本システムでは同手法を用い、

まず硬質地盤面での最大速度を求め、国土地数値情報から求める地盤増幅率を合わせて地表面での最大速度分布を求める)や、現在、本システムでは地盤増幅率を求める際に河川データを入力していないこと等が挙げられる。

安中・山崎・片平(1997)の手法を用いた結果(図5)は図4とよく似ている。特に、断層からある程度離れた地点ではほぼ等しい震度を予測する結果となった。断層に近い地点では、図4の方がやや大きめの結果を得ている。この原因は、Molas and Yamazaki(1995)の震源近傍で最大速度を大きめに推定する特徴によるものである。また、河川データを考慮することにより、東京都による結果とも調和的になると考えられる。

このように本システムでは、用いる手法により被害想定結果が大きく異なって出力される。これは、その手法の特徴として対象とする地震の規模、震源深さ、震源距離によって得手、不得手があるためである。

複数の手法の中から選択できるということは、誤った手法により、誤った結果を導く懸念があるが、本システムでは手法選択の際にその手法の特徴を表示し、より適した手法の選択をサポートする機能を設けている。この事が本システムの特徴であり様々な地震に対応するというねらいがある。

§ 4. 江戸地震の推定震度分布との比較

次に既往地震の震度分布と本システムによる推定震度分布との比較を試みたい。安政江戸地震は宇佐美(1995)によって東京中心部における細密な震度分布が推定されている(図6)。図6と比較することによって、本システムによる1 km メッシ

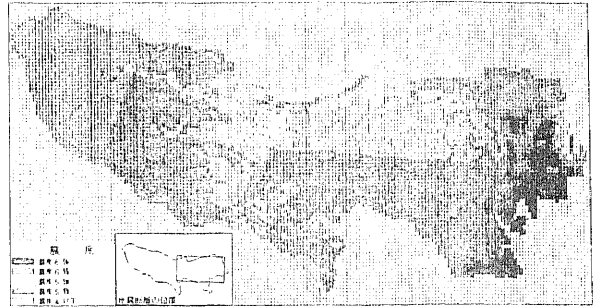


図2. 東京都の被害想定結果(区部直下の地震)
(東京都(1997)より転載)

Fig. 2 Estimated distribution of seismic intensity by a future earthquake in Tokyo (Tokyo Metropolitan Office, 1997)

震度
IV V V+ VI

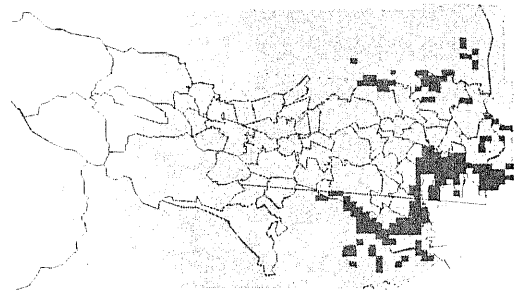


図3. 硬質地盤面最大速度分布予測手法に
Midorikawa(1993)を用いた場合の被害想定結果
Fig. 3 Estimated distribution of seismic intensity
by the method proposed by Midorikawa (1993)

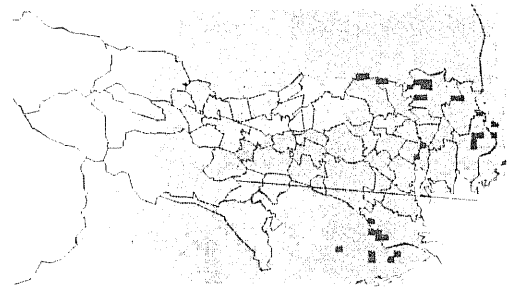


図4. 硬質地盤面最大速度分布予測手法に
Molas and Yamazaki(1995)を用いた場合の被害想定結果
Fig. 4 Estimated distribution of seismic intensity
by the method proposed by Molas and Yamazaki (1995)

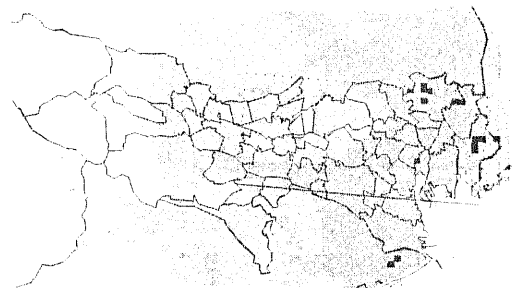


図5. 硬質地盤面最大速度分布予測手法に
安中・山崎・片平(1997)を用いた場合の被害想定結果
Fig. 5 Estimated distribution of seismic intensity
by the method proposed by Annaka, Yamazaki and Katahira (1997)

ユごとの被害想定結果が狭い範囲内での地震動強さの違い等をどの程度表現しているか検証することが出来る。しかし、安政江戸地震は震源がはっきり分かっていないため本システムに震源を入力して被害

想定を行うことが出来ない。

そこで安政江戸地震は直下型地震と考え、震源距離による地震動強さの差が東京中心部の範囲内ではほとんどないと見なすこととする。そうすると、直接数値の比較はできないが、地震動の大小の傾向は本システムの国土数値情報から求める地盤増幅率と比較検討することができるであろう。

そこで、図7にこのシステムを用いて推定した地盤増幅率を示す。図6と比較すると文京区、千代田区、港区の東部から増幅率、震度ともに大きめに推定されており、全体的にトレンドはよくあっている。しかし、品川区、目黒区、渋谷区では増幅率が震度分布と比較して過大評価となっている。西部では震源距離の影響が無視できない程大きい可能性がある。

以上より、大まかな大小関係の傾向は本システムでつかめることが分かった。しかし、図6に描かれている細密な震度分布は1kmメッシュの解像度では粗すぎるため、図7では表現しきれていない。

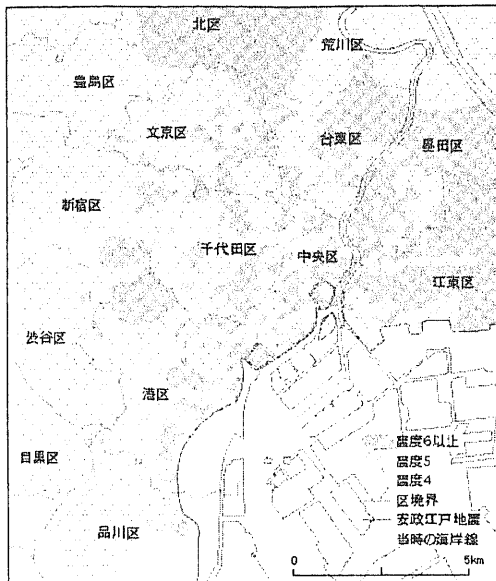


図6. 推定された安政江戸地震の際の震度分布 (宇佐美, 1995) (地震調査研究推進本部のホームページより転載)
Fig. 6 Estimated distribution of the 1855 Ansei-Edo Earthquake on the basis of historical materials (Usami, 1995)

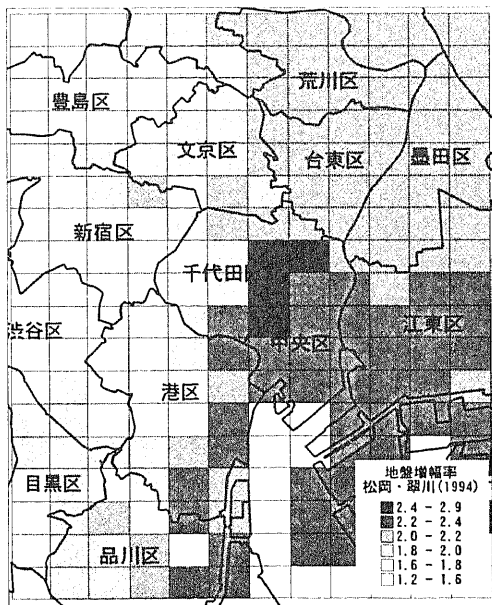


図7. 本システムによって推定した東京中心部の地盤増幅率
Fig. 7 Estimated distribution of the ground amplification factor by this system

§ 5. まとめ及び今後の方針

開発中の被害想定システムの概要を説明し、東京都が行っている被害想定結果と比較検討を行った。その結果、用いる手法によって結果が異なり、手法によっては東京都とよく似た結果を出力した。その手法の特徴にあった様々なタイプの地震に対応するという本システムのねらいが生かされた結果といえる。

安政江戸地震の東京中心部における震度分布と本システムによって求めた地盤増幅率を比較検討し、地域による地震動の大小関係がよく対応していることを確認した。

以上、現状を報告したが、表題に掲げた歴史地震による検証は中途半端になってしまった。今後は本システムを全国展開し、それに伴って、被害や震源モデルなど検証に必要なデータがよくわかっている地震による検証を行いたい。また、1 km ではメッシュが粗く細かな地震動強さの分布を表現できなかったため、より細かい評価単位での被害想定を検討したい。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、鹿島建設株式会社の武村雅之博士には適切なお助言をいただいた。また、有限会社防災情報サービスの中村操氏には有益なコメントをいただいた。また、丁寧な査読をしていただいた東京大学地震研究所の都司嘉宣博士には適切なアドバイスをいただいた。ここに記して感謝いたします。

文 献

- 安中正・山崎文雄・片平冬樹,1997,気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地動及び応答スペクトル推定式の提案,第 24 回地震工学研究発表会講演論文集,161-164.
- 兵庫県,1999,兵庫県地震被害想定調査報告書,平成 11 年 3 月,320pp.
- 地震調査研究推進本部,日本の地震活動-被害地震から見た地域別の特徴-<追補版>, <http://www.hp1039.jishin.go.jp/eqchr/eqchrfrm.htm>
- 松岡昌志・翠川三郎,1994,国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング,第 22 回地盤振動シンポジウム,23-34.
- Midorikawa,S.,1993,Preliminary analysis for attenuation of peak ground velocity on stiff site,Proceedings of the International Workshop on Strong Motion Data, Vol.2, 39-48.

Molas,G.L. and F.Yamazaki,1995,Attenuation of earthquake ground motion in Japan including deep focus events, Bull. Seism. Soc. Am.,**85**,1343-1358.

東京都,1997,東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書,平成 9 年 8 月,241pp.

童華南・山崎文雄・清水義久・佐々木裕明,1996,計測震度と従来の地震動強さ指標の対応関係,土木学会第 51 回年次学術講演会,458-459.

宇佐美龍夫,1995,安政江戸地震の精密震度分布図,185pp.