

詳細地震動マップへの活用 Application to Detailed Seismic Hazard Map

翠川三郎¹⁾, 三浦弘之²⁾, 石井一徳³⁾, 佐伯琢磨⁴⁾

Saburoh Midorikawa, Hiroyuki Miura, Kazunori Ishii and Takuma Saeki

- 1) 東京工業大学, 教授 (横浜市緑区長津田町 4259-G3-3, smidorik@enveng.titech.ac.jp)
Tokyo Institute of Technology, Professor
- 2) 東京工業大学, 助教 (横浜市緑区長津田町 4259-G3-3, hmiura@enveng.titech.ac.jp)
Tokyo Institute of Technology, Assistant Professor
- 3) 東京工業大学, 大学院生 (横浜市緑区長津田町 4259-G3-3, kazishii@enveng.titech.ac.jp)
Tokyo Institute of Technology, Graduate Student
- 4) RMS Japan 株式会社, 主任研究員 (港区赤坂 3-11-15, takuma.saeki@rms.com)
RMS Japan Corp., Senior Researcher

統合化地盤データベースの詳細地震動マップへの活用として、リモートセンシングデータ等から得られる各種地理情報を利用して細密な地形・地盤分類データを作成し、細密化されたデータから詳細地震動マップを作成し、このマップの市民の防災意識に対する効果を調査することで、適切な防災行動に結びつけるために必要とされる地盤データや地震動マップの要件について検討している。ここでは、その中間的な報告を行っている。 / As an application of the integrated geophysical and geological information database to detailed seismic hazard maps, this paper describes the preliminary results on detailed engineering geomorphological mapping by using remote sensing data, detailed seismic hazard mapping, and reaction of citizens to the maps.

詳細地震動マップ, 防災意識, 地形・地盤分類

Detailed Seismic Hazard Map, Earthquake Awareness, Engineering Geomorphologic Classification

1. はじめに

近年、地震調査研究推進本部や中央防災会議などから大地震を想定した際の地震動マップが公表されている。これらのマップは行政や企業、個人により幅広く利用されることが期待されている。その中でも、地震による危険を市民に正しく認識させ防災意識を喚起させ適切な防災行動の実行に結びつけることは地震動マップの大きな使命のひとつと考えられる。

市民がこのような地図をみた時に、まず自分の家がどのような揺れになるか知りたいと思うであろう¹⁾。したがって、個々の家や街区がみえるような詳細なマップの作成が望まれる。その先駆けとして、横浜市は、詳細な地盤情報を組み込んで、細密な大縮尺の地震マップを作成し、2001年7月に公表した。これにより、横浜市の耐震補強施策への応募者はほぼ倍増した。これに刺激を受けて、2004年には名古屋市が、2005年には京都市が、それぞれ同様の詳細地震動マップを作成した。

国も、詳細マップ作成を全国に展開させるために、2005年に詳細マップ作成のための技術資料を公表し、2006年に改訂された耐震改修促進法により地震防災マップの策定に50%の補助金を出すこととなった。しかしながら、詳細マップを作成するには細かいメッシュ単位での地盤情報が必要とされ、これを作成するには多くのデータや労力が要求されるため、全国のどこにでも作成可能とい

うわけではない。

本研究では、統合化地盤データベースの詳細地震動マップへの活用として、1)既存の地形・地盤分類データをリモートセンシングデータ等から得られる各種地理情報を利用して細密化し、2)細密化されたデータから詳細地震動マップを作成し、3)市民の防災意識に対する詳細地震動マップの効果をアンケート調査で測定することで、適切な防災行動に結びつけるために必要とされる地盤データや地震マップの要件について検討することを目標としている。ここでは、これらの検討結果について中間的に報告する。

2. 地盤メッシュデータの細密化

ここでは、250mメッシュの地形・地盤分類データをリモートセンシングデータ等から得られる各種地理情報を利用して50mメッシュに細密化するための検討結果について述べる。地形・地盤分類データを人手を要せず自動的に作成するために、数値標高モデル (DEM) や衛星画像を利用する試みが行われてきた。数値標高モデルでは、低地や台地、山地と言った大分類は可能であるが、低地部を細分類することは困難である。

土地利用と地形とに関連がみられ、土地利用の状況を利用したリモートセンシングデータから推定可能であることから、リモートセンシングデータにより間接的に地形分類を行

える可能性があるものと考えられる。そこで、対象地域を横浜市鶴見区として、検討を行った。本地域は、図1に示すように、ローム台地、谷底低地といった台地地形、自然堤防、後背湿地、旧河道、三角州・海岸低地、砂州・砂礫州といった低地地形、および埋立地など様々な地形を有している。

まず、地形・地盤分類と土地利用との関係について検討した。図2に、2000年作成の数値地図5000(土地利用)による土地利用データを用いて、地形・地盤分類ごとの特徴を整理したものを示す。台地部にあるローム台地、谷底低地では、その他の低地に比べて山林・荒地等、公園・緑地等といった植生を有する土地利用の割合が高い。自然堤防では低層住宅の割合が高い。

一方、後背湿地、旧河道では、商業業務地区、公共公設施設といった土地利用の割合が高い傾向がある。三角州・海岸低地は、住宅地、工業用地、商業用地といった土地利用が混在している。砂州・砂礫州は、他の低地と比べて密集低層住宅、道路用地の割合が高い。埋立地は、面積の大きな工業用地や公共公設施設などの土地利用が多くを占める。以上のように、地形・地盤分類と土地利用の間には、ある関係性がみられ、土地被覆・土地利用情報を推定することが可能な衛星画像を、地形・地盤分類に利用できる可能性があることが確認された。

そこで、各地形・地盤分類での ASTER 画像と DEM から得られる指標の特徴を検討した。衛星画像の諸元を表1に示す。まず、正解となる50mメッシュ地形・地盤分類メッシュマップを作成した。50mメッシュマップは、大矢他²⁾や若松他³⁾の分類手法に基づき、1922年の5万分の1地形図¹⁾および1965、1979年発行の土地条件図と若松・松岡による250mメッシュマップ⁴⁾を参考にして作成した。図3に作成した50mメッシュマップを示す。

表1 衛星画像の諸元

センサ名	撮影時期	観測幅	地表分解能	バンド数	観測波長帯域
ASTER_VNIR 可視近赤外放射計	2005/4/28 PM 13:33	62km	15m	3	band1 0.52~0.60 μm
					band2 0.63~0.69 μm
					band3 0.76~0.86 μm
ASTER_SWIR 短波長赤外放射計	2005/4/28 PM 13:33	62km	30m	6	band4 1.60~1.70 μm
					band5 2.145~2.185 μm
					band6 2.185~2.225 μm
					band7 2.235~2.285 μm
					band8 2.295~2.365 μm
					band9 2.360~2.430 μm

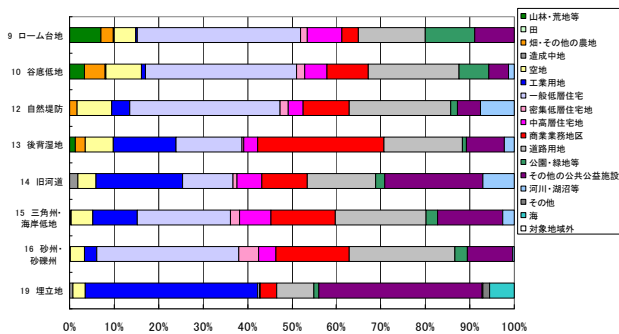


図2 地形分類と土地利用の関係

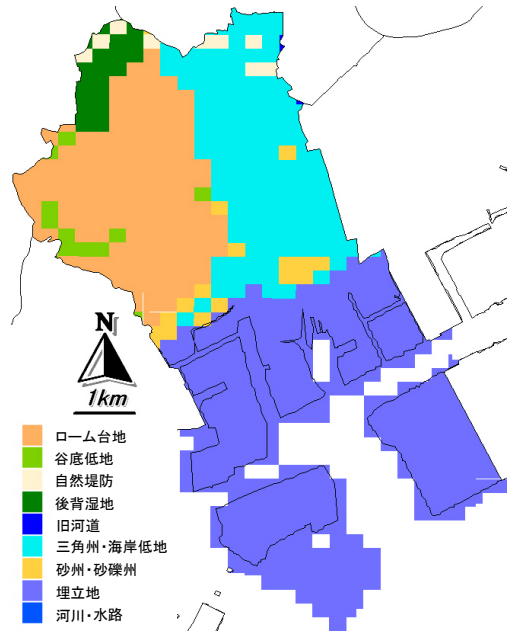


図1 250mメッシュマップ

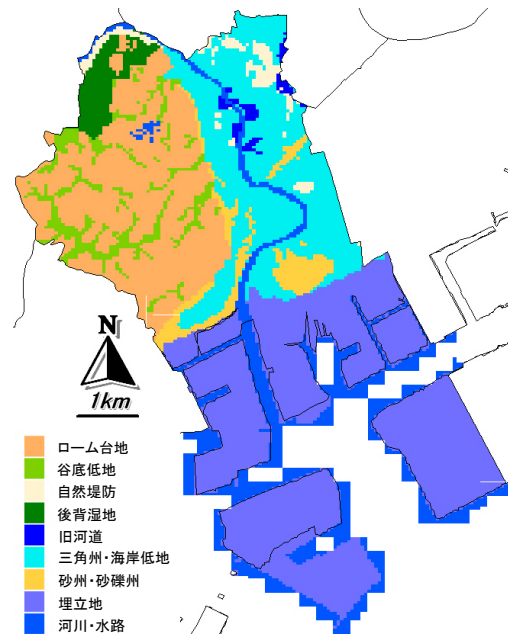


図3 50mメッシュマップ

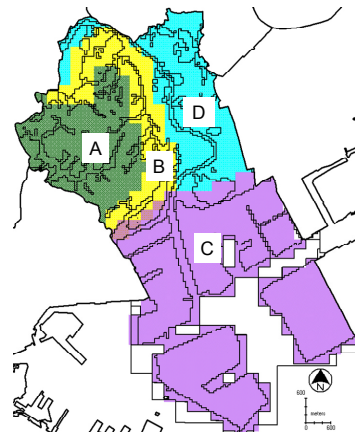


図4 地区分類図

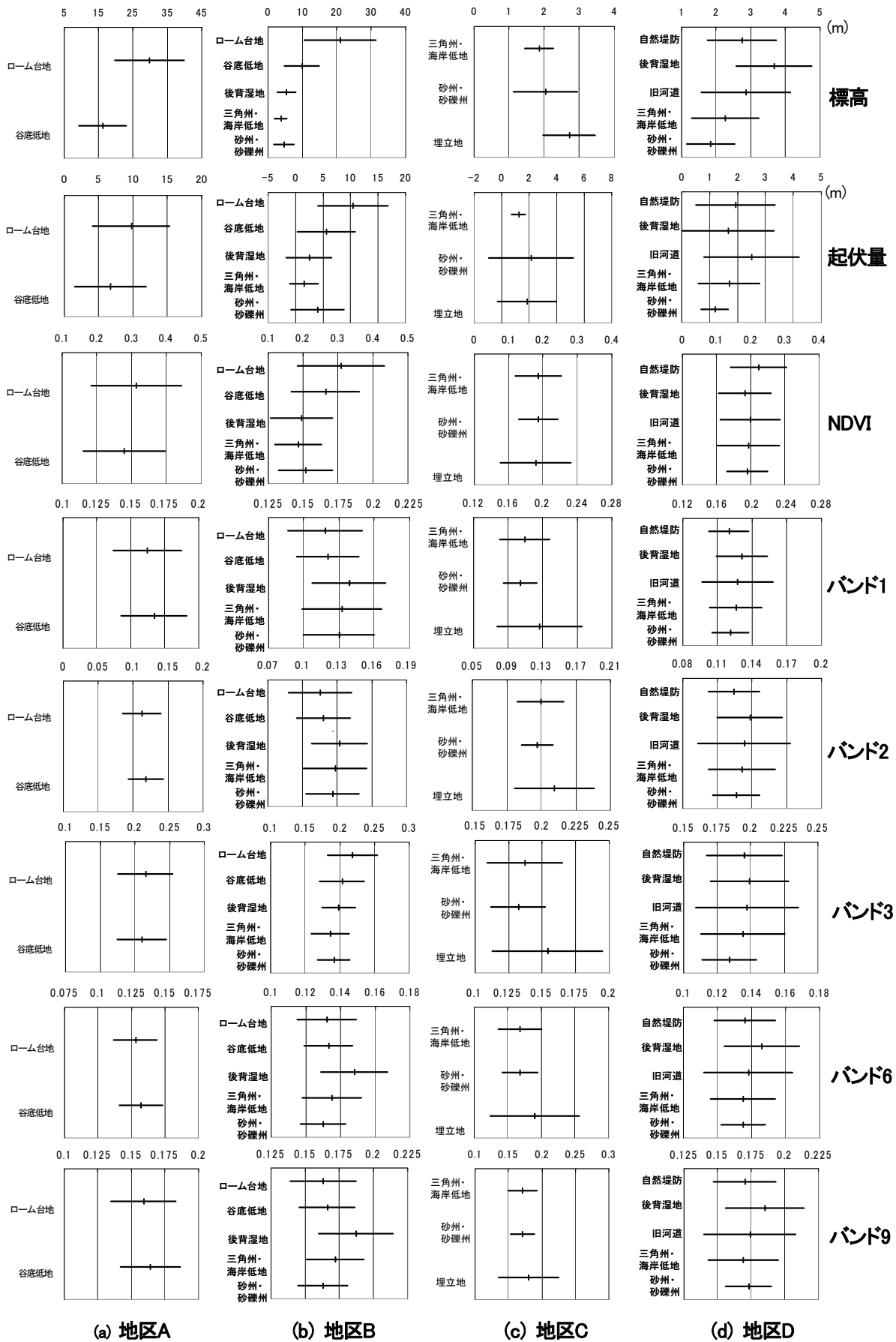


図5 各微地形毎との指標の平均値および標準偏差

表2 分類規則

地区	地形・地盤	条件
A地区 (台地部)	ローム台地	標高20m以上または起伏量6m以上
	谷底低地	標高20m未満かつ起伏量8m未満
B地区 (台地と低地の境界部)	ローム台地	標高12m以上または標高5~12mかつNDVIが0.25以上
	谷底低地	①50mメッシュの1辺がローム台地と接する ②2辺以上が谷底低地と接する ③4辺が谷底低地と接する
その他の低地		上記以外のメッシュ
C地区 (埋立地)	埋立地	①250mメッシュで埋立地または水域に囲まれている ②標高2~3.5m ③50mメッシュに変換後、埋立地に分類されなかったメッシュがある場合、そのメッシュより隣側はその他の低地とする
	その他の低地	上記以外のメッシュ
D地区 (低地部)	砂州・砂礫州	①250mメッシュでローム台地と接している場合は、起伏量2.5m以上 ②250mメッシュでローム台地と接していない場合は、標高1.5m以上または起伏量1m以下またはBand3が0.185以下 ③50mメッシュに変換後、周囲4辺のいずれかが砂州・砂礫州に接し、他の3辺がローム台地、谷底低地、砂州・砂礫州のいずれかに接している
	自然堤防	①標高1.7m以上かつ起伏量0.5m以上かつNDVIが0.2以上 ②50mメッシュに変換後、周囲4辺のいずれかが自然堤防に接し、他の3辺が自然堤防、旧河道、河川・水路のいずれかに接している
	旧河道	①標高1.5m以上 ②50mメッシュに変換後、周囲4辺のいずれかが旧河道に接し、他の3辺が自然堤防、旧河道、河川・水路のいずれかに接している
	後背湿地	①標高2m以上 ②50mメッシュに変換後、周囲のいずれかが後背湿地に接し、他の3辺が後背湿地、ローム台地、自然堤防のいずれかに接している
三角州・海岸低地		上記以外のメッシュで、候補となるメッシュのひとつが三角州・海岸低地となるもの

注:条件に番号がらうてあるものは、番号の若い順に優先順位が高いことを表す

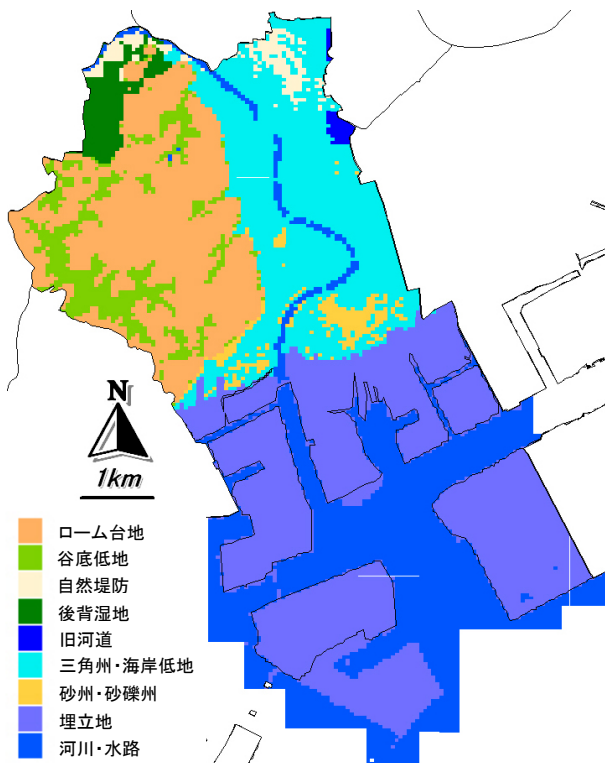


図6 推定された50mメッシュマップ

表2 分類結果

分類項目	土地条件図などによる分類 (a)	本検討による分類 (b)	正解率 (b)/(a)*100
ローム台地	3137	2561	81.6
谷底低地	705	418	59.3
埋立地	5565	5315	95.5
三角州・海岸低地	3102	2749	88.6
後背湿地	523	464	88.7
旧河道	221	56	25.3
砂州・砂礫州	568	172	30.3
自然堤防	343	105	30.6
河川・水路	1870	1620	86.6
合計	16034	13460	83.9

ASTER 画像と DEM から得られる各指標の値を地形・地盤分類ごとに抽出し、データの分布の傾向を対象地域全体について検討したところ、各データ間に明瞭な違いは確認できなかった。これは、多数の地形・地盤を一括して検討しているためと考えられる。そこで、図4に示すように本地域を4つの地区(A:台地部、B:境界部、C:低地部、D:埋立地部)に分けて、各地区で対象となる地形・地盤を限定して特徴を検討することとした。

図5に4地区での微地形毎との各指標の平均値と標準偏差を示す。これらの結果から、各地区毎に表1に示す分類規則を定めた。詳細については、文献5)を参照されたい。この規則に基づき分類された50mメッシュマップを図6に示す。

本方法の分類精度を表2に示す。各分類項目に対して、図2による各地形・地盤分類のメッシュ数をaとし、その中で本手法により正しく分類されたメッシュ数をbとして示している。表中には、本研究による分類の正解率をb/aとして、そのパーセンテージも併せて示している。

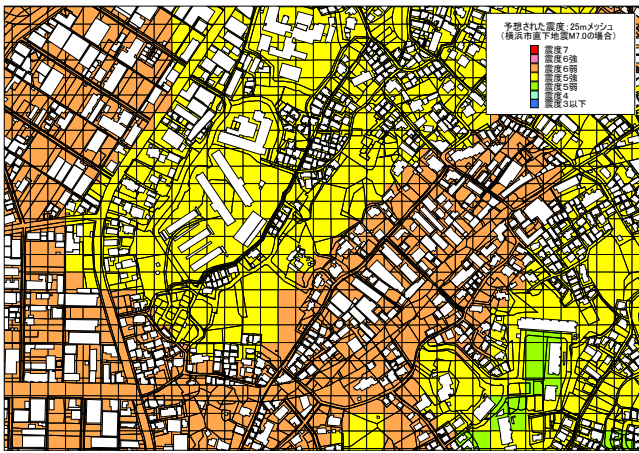
全体としての正解率は84%となっており、本検討により地形・地盤分類が概ね良好に分類されていることがわかる。ただし、低地部の砂州・砂礫州や自然堤防で正解率が低く、改善する必要がある。これについては、高分解能衛星画像を用いて、分類規則の高度化について検討中である。

3. 詳細地震動マップの試作

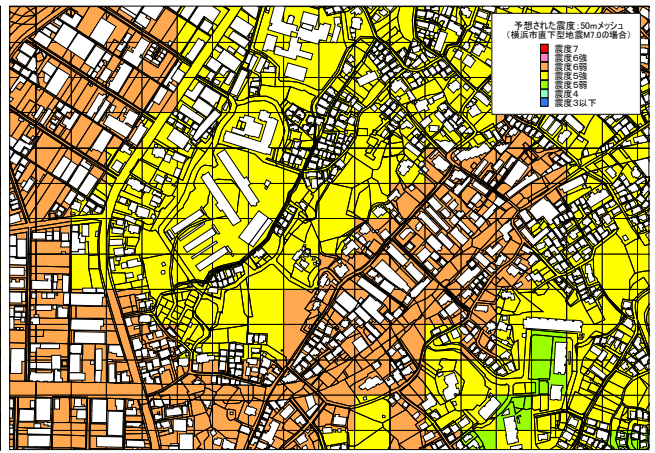
前述の細密地盤メッシュデータを用いた詳細地震動マップの試作版を作成した⁶⁾。方法としては、各メッシュの地形・地盤分類から深さ30mまでの地盤の平均S波速度を求め、これを地盤の増幅度に変換する。横浜市の地震被害想定調査での想定地震のひとつである直下地震(M7.0)を震源として、距離減衰式を用いて工学的基盤での最大地動速度を計算し、前述の地盤の増幅度と掛け合わせて地表の最大地動速度を算出し、これを震度に変換する。

対象地域は、鶴見区北部の東西約1km、南北約0.7kmの地区とした。50mメッシュデータを基本とし、これから100mメッシュ、250mメッシュデータを作成し、また、地形図判読から25mメッシュデータも作成し、25m、50m、100mおよび250mメッシュの震度分布図を作成した。結果を図7に示す。このような狭い地域を対象として、大縮尺の地図を描くと、従来の地震被害想定で用いられた中では細かいとされる250mメッシュでもかなり粗い印象がある。

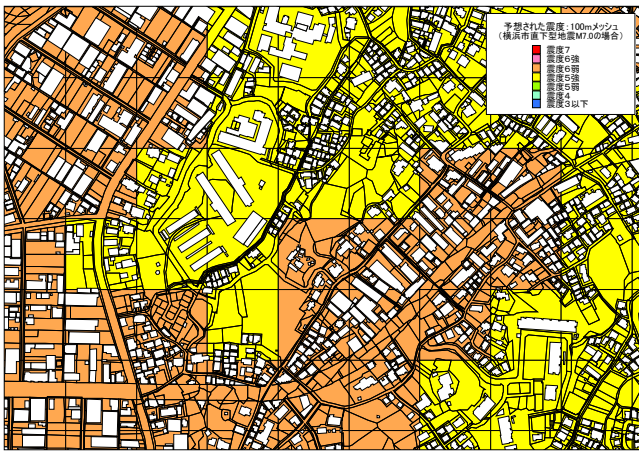
また、実際の被害程度がよりわかりやすくなるように、建物タイプ別の平均的な被害関数から各建物の被害程度を推定した建物被害予測図も参考までに作成し、図8に示す。なお、この図は被害のイメージをつかむために作成したものであり、より正確なものにするためには個々の建物の耐震性を反映させる必要がある。



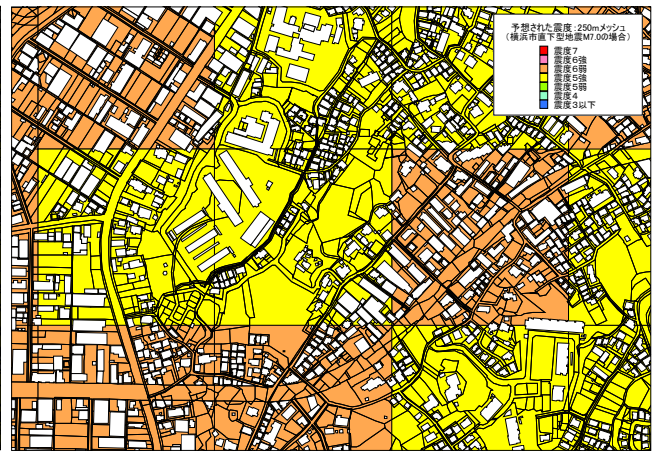
(a) 25m メッシュ



(b) 50m メッシュ



(c) 100m メッシュ



(d) 250m メッシュ

図7 地震動マップ (震度分布図)



図8 建物被害予測図

これらの図を市民に提示し、地域の地震危険度を理解する上で役立つかどうかの予備的調査を2008年1月に行った。対象は、自治会役員約10名である。震度分布図については、250mメッシュのものでは粗すぎ、多くは50mメッシュのもので満足できるとの回答を得た。建物被害予測図については、震度分布図だけで十分という回答もあったが、地震被害予測図もあると役に立つという回答が多かった。

関連した回答として、建物1棟毎の被害予測は役に立つが悪用されないように公表については配慮が必要である、避難経路上での危険箇所や道路幅も示して欲しい、地元の消防団の消防活動に役立つ情報も欲しい、などがあつた。

今回の結果は、限られた対象への予備的調査結果であり、今後、調査項目も工夫しながら、より広い市民を対

象として、どのような詳細地震動マップや被害マップが市民の防災意識喚起に役に立つのかを調査する予定である。

4. まとめ

統合化地盤データベースの詳細地震動マップへ活用するために、既存の地形・地盤分類データをリモートセンシングデータ等から得られる各種地理情報を利用して細密化するための検討状況について報告し、さらに、細密化されたデータから詳細地震動マップを試作し、市民の防災意識に対する詳細地震動マップの効果を測定するための予備的調査結果について報告した。今後、これらの作業をさらに進め、適切な防災行動に結びつけるために必要とされる地盤データや地震マップの要件について検討したい。

参考文献

- 1) Olshansky, R.B. : “Is My House in the Red Zone? Local Communities and Seismic Hazard Mapping,” *Proceedings of the Sixth International Conference on Seismic Zonation (CD-ROM)*, 2000.
- 2) 若松加寿江・久保純子・松岡昌志・長谷川浩一・杉浦正美：日本の地形・地盤デジタルマップ，東京大学出版会，103pp，2005.
- 3) 大矢雅彦ほか：改訂増補版 地形分類図の読み方・作り方，古今書院，137pp，2002.
- 4) 若松加寿江・松岡昌志：大都市圏を対象とした地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築，土木学会地震工学論文集，論文番号 27-050，CD-ROM，2003.
- 5) 石井一徳・翠川三郎・三浦弘之：数値標高モデルと衛星画像を用いた地形・地盤分類メッシュマップの細密化の検討，地域安全学会論文集，No.9，pp.121-129，2007.
- 6) 佐伯琢磨・翠川三郎：詳細リスクマップがもたらす地震リスク評価への効果と応用(その1：地震リスクマップの試作)，日本建築学会大会学術講演梗概集 B2、pp.317-318、2007.