

2-2 表層地盤の増幅の影響を考慮した簡易地震動予測法による特定の地震を想定した地震動予測地図作成プログラムの開発

前節において、岩手県 5 万分の 1 の地形図（盛、綾里、気仙沼）の範囲において、表層地盤増幅率が 250mメッシュでデータベース化された。このデータベースを利用して、地震を想定すれば、各地点の地震動が予測できるプログラムを開発した。

想定地震の入力データとしては、(1)式に基づいて、地震の規模を示すモーメントマグニチュード、断層タイプ（地殻内、プレート間、プレート内）、震源の深さである。震源と地震動計算対象地点との最短距離は球面三角法を利用して逐次計算可能とした。表層地盤の増幅率の入力データとしては、前節で作成したデータベースそのものである。将来は、大船渡以外の地域でも使用可能となるように作成した。また、平均 S 波速度の実測値が将来数多く蓄積されれば、経験式ではなく、実測値を交換して、より現実に近い地震動をできるようにしている。

出力データとしては、各地点（250mメッシュ）の増幅される前の最大速度（cm/s）、計測震度、増幅された最大速度、計測震度である。xyz のテキストファイルで出力されるため、市販のアプリケーションで表現することが可能である。今回は、GMT3.5 を使用した（Smith and Wessel, 1989）。

2-3 想定宮城県沖地震による大船渡市の地震動予測地図の完成

本研究では、「簡便法」により、近い将来発生が確実視されている宮城県沖地震を想定して地震動予測を行った。特定の震源、マグニチュード、地震のタイプを想定して、揺れを予測する対象となる地点までの距離から地震による最大速度を(1)式を用いて予測する。ここで、モーメントマグニチュードは 7.5、震源の深さは 30km、想定震源の位置は東経 140 度 30 分、北緯 38 度 30 分とした。(1)式は、S 波速度が 600m/s 程度の硬質基盤における地震動を予測するのに使用される。我々が(3)式で得られる増幅率は、S 波速度が 400m/s 程度の工学的基盤におけるものである。この差を補正するため(1)式に、1.31 を乗じた最大速度に(3)式で得られる ARV を乗じて、観測されうる最大速度を全域で計算した。

図 13 から図 15 に、5 万分の 1 の地形図の盛、綾里、気仙沼の範囲における、宮城県沖地震を想定した場合の 250mメッシュごとに予測した最大速度分布を示す。最大速度は、例えば、盛の範囲では平野部の海岸に近い部分で 30~40cm/s を示しており、非常に大きな揺れが予測されている。一方、山地や丘陵地部分では 15cm/s 未満を示している。

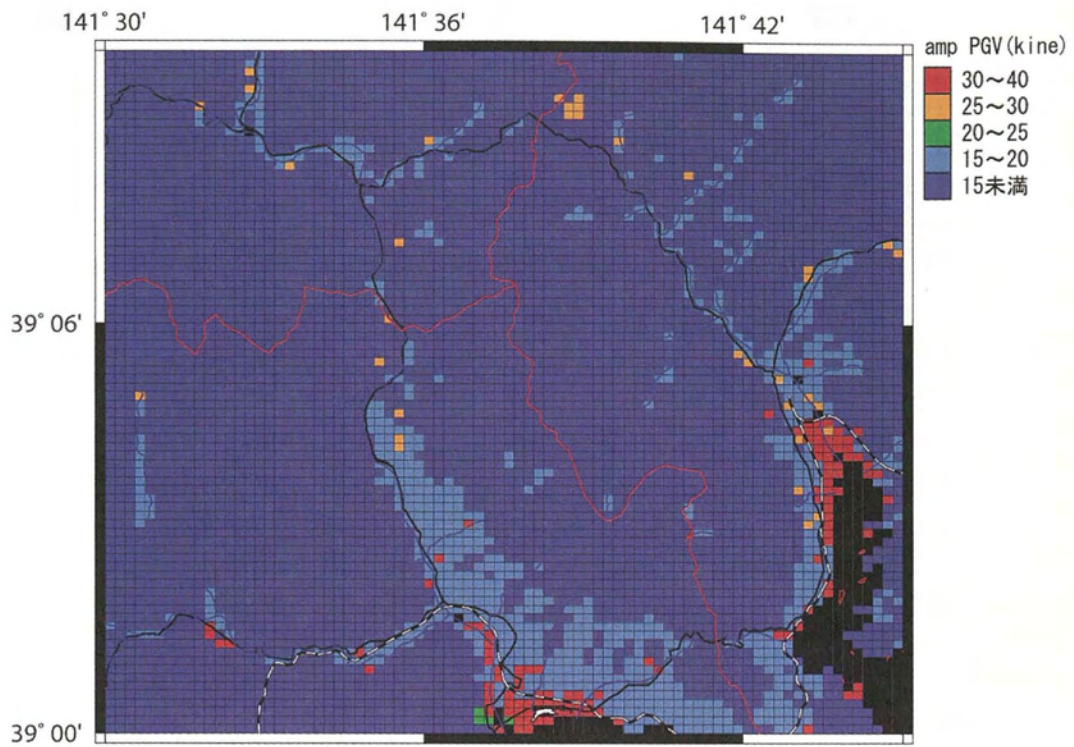


図 13 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの最大速度 (岩手県 盛)

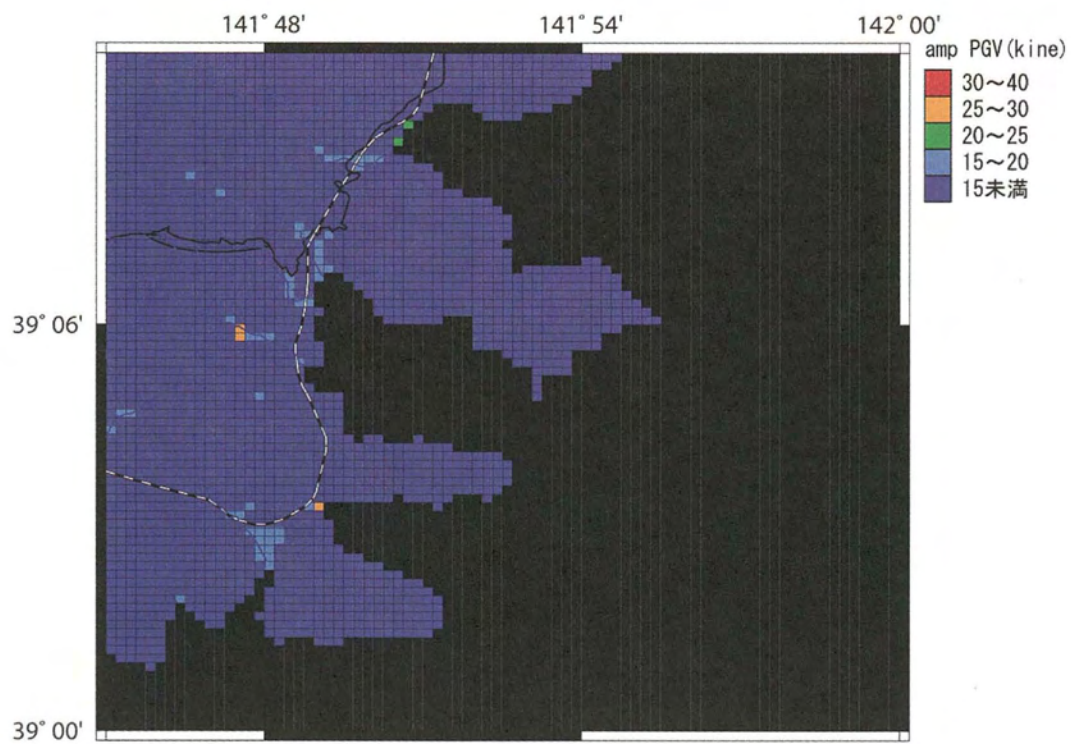


図 14 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの最大速度 (岩手県 綾里)

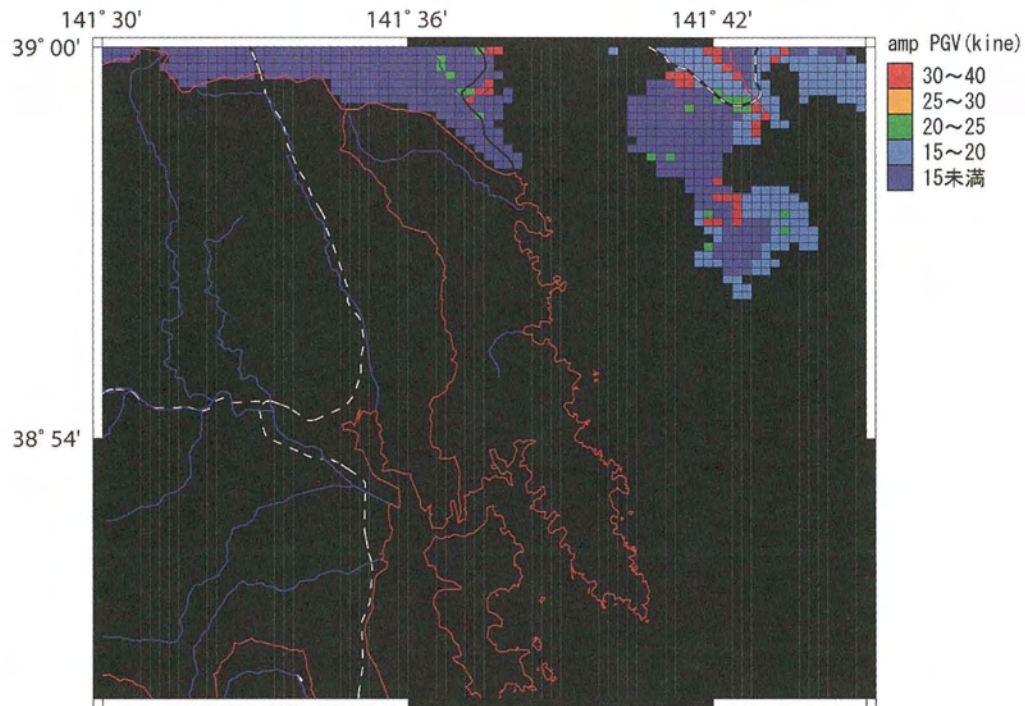


図 15 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの最大速度 (岩手県 気仙沼)

図 16 から図 18 に、5 万分の 1 の地形図の盛、綾里、気仙沼の範囲における、宮城県沖地震を想定した場合の 250mメッシュごとに予測した計測震度を示す。計測震度は、震源距離が小さいために陸前高田市の海岸平野部分では 5.25 から 5.5 を示していることがわかる。大船渡市の海岸平野部分でも一部そのような大きな震度を示している場所がいくつかみうけられる。一方、盛、綾里の範囲の山地、丘陵地部分では計測震度 4.5 未満、すなわち震度 4 以下を示している。このことから、地形、すなわち地盤の影響を反映した地震動予測となっていることがわかる。

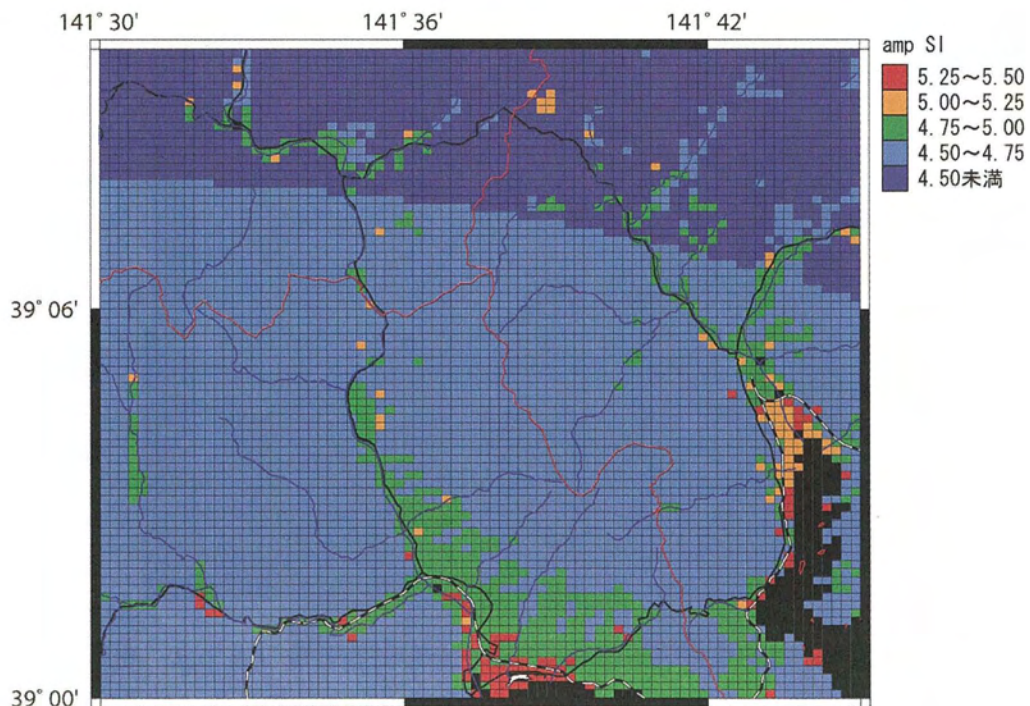


図 16 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの計測震度 (岩手県 盛)

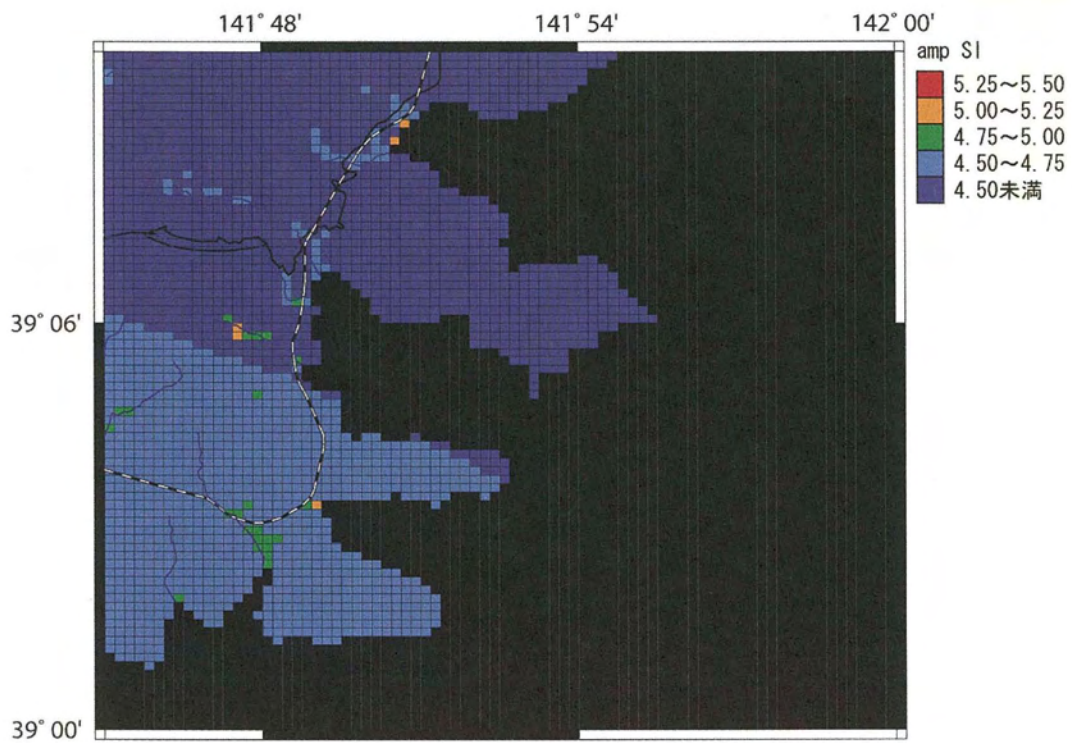


図 17 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの計測震度（岩手県 綾里）

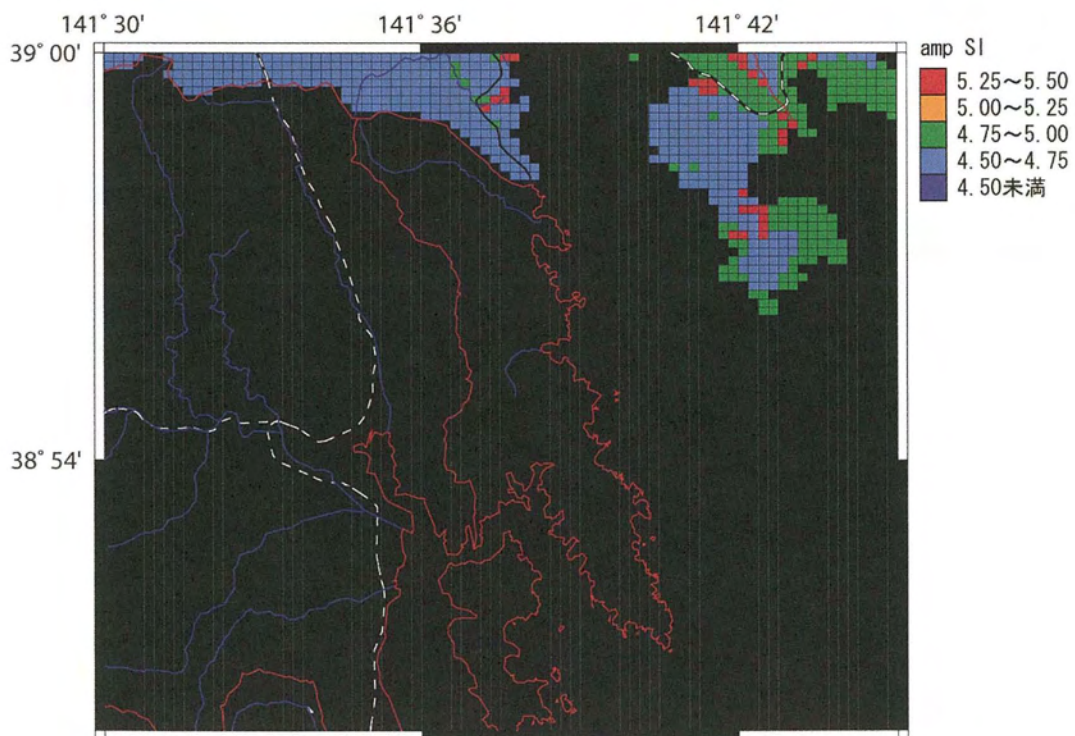


図 18 宮城県沖地震を想定した 250mメッシュの計測震度（岩手県 気仙沼）

参考までに、地盤の増幅率を考慮しない場合の、すなわち、すべての地域が同一の地盤で構成されていたと仮定した場合の、想定宮城県沖地震における計測震度による地震動予測値図を図 19 から図 21 から示す。震源からの距離のみで震度が決まっていることがわかる。また、表層地盤増幅の影響が無いためほとんどの地域で震度 4 以下（計測震度 4.5 未満）を示すことがわかるが、おそらく、現実にはそうならないことが容易に想像できる。逆に言えば、現実的な表層地盤増幅率を考慮することが非常に重要であるといえる。

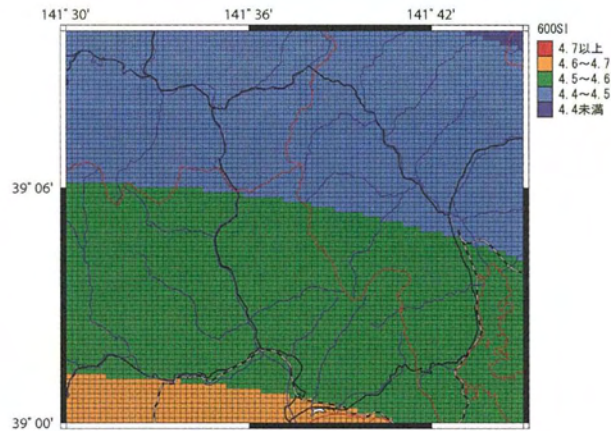


図 19 表層地盤増幅を考慮しない場合の計測震度（岩手県 盛）

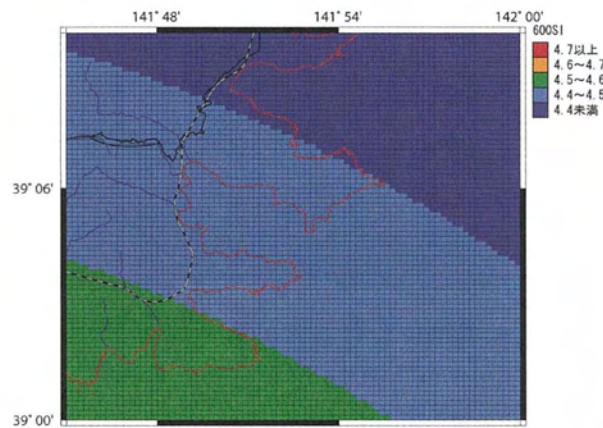


図 20 表層地盤増幅を考慮しない場合の計測震度（岩手県 綾里）

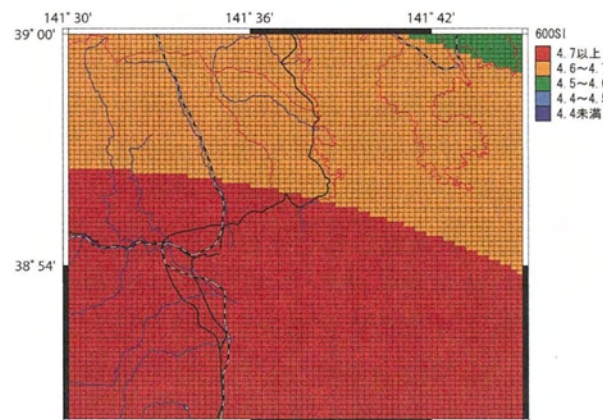


図 21 表層地盤増幅を考慮しない場合の計測震度（岩手県 気仙沼）

図 22 に、図 16 から図 18 をまとめた大船渡市全域の計測震度分布図を示す。凡例は以前の図と同一である。あまり予測震度が大きくない山地部分では震源からの距離減衰の効果が図から読み取ることができるが、海岸平野部では震度が大きめであること読み取ることができる。現段階では、まだ試作品であるが、今後、震度の実測値との比較、S波速度の実測値との比較などを行って、より、現実に近い地震動予測地図を完成させることを目指す予定である。

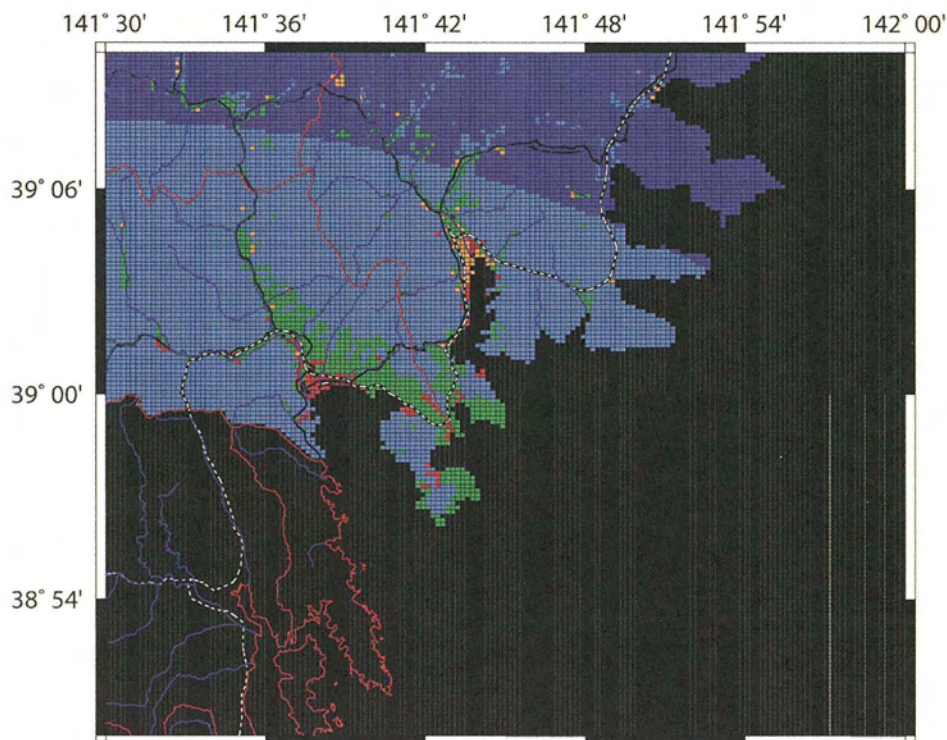


図 22 大船渡市における宮城県沖地震を想定した計測震度
(図 16 から図 18 をまとめたもの)

3 考 察

微地形区分から表層地盤増幅率を推定する手法は全国画一的に実施されているが、実際の地盤はたとえ同じような地形でも物性値は地域によって異なる。現在は、地盤の物性値を正確に評価している地点が少ないためこのような手法が全国一律に適用されているが、将来はその地域に相応しい地盤の物性値の評価、それによる正確な表層地盤増幅率の評価が必要になると思われる。そのためにも、我々は岩手県内で微動アレー探査などにより地盤の S 波速度の調査を実施していく予定である。

また、宮城県沖地震が近い将来起こることはほぼ確実であり、地震災害を軽減するには、揺れやすい地域（すなわち被害を受けやすい地域）の事前把握、重点的な耐震化、住民の防災意識の向上などが、あまりお金を必要としないで取れる対策と思われる。よって、今回は間に合わなかったが、小学校中学校などにおける地震防災に関する出前講義、住民に対する講演会などは今後さらに重要性を増すであろう。

4 おわりに

大船渡市の表層地盤増幅率地図を作成し、宮城県沖地震を想定した最大速度および計測震度の地震動予測地図を作成した。平野部で地震動の増幅が著しいことがはっきりとした。

S波速度の実測値導入も当初は考えていたが、予想以上に地域によるばらつきが大きく、導入できなかった。大船渡市の地盤構造の3次元的な空間変化はかなり大きいようだ。もしかすると、250mメッシュデータベースでも分解能が足りないのかもしれない。

地形のデジタル化、データベース化に予想以上の時間がかかってしまい、地震動地図作成が遅れたため、本来の目的であった出前講義が実行できないなど、研究遂行に反省点が残ってしまった。

最後に、当初計画していた達成できなかったものを示す。

(1) 実測S波速度による地盤増幅を考慮した地震動予測

(2) 地震動予測地図を利用した学校における出前講義

(1)は当初予想していたよりも難しい課題であることが分かった。また(2)に関しては、単純に研究遂行が遅れたことによる理由のため、地域防災のため、今後機会があれば実施したいと考えている。

[参考文献]

岩手県 (1981) : 土地分類基本調査 気仙沼 5万分の1 p. 30.

岩手県 (1973) : 土地分類基本調査 盛 5万分の1 p. 38.

岩手県 (1975) : 土地分類基本調査 綾里 5万分の1 p. 34.

松岡・翠川 (1994) : 国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング、日本建築学会構造系論文報告集、第523号、pp. 63-70.

藤本・翠川 (2003) : 国土数値情報を利用した広域震度分布予測、日本建築学会構造系論文報告集、第447号、pp. 51-56.

司・翠川 (1999) : 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式、日本建築学会構造系論文報告集、第523号、pp. 63-70.

研究成果の活用可能性と期待される効果

三陸地域は過去に地震津波の被害を受けた地域であるにもかかわらず、地震防災研究、災害対策研究、特に、地震に関する防災教育は津波に比べ非常に少ない。将来的には本研究で得た基礎的な地盤データに基づいて詳細な強震動予測を行い、三陸地域の防災・減災計画に役立てる所存である。宮城県沖地震の近い将来の発生が現実視されている現況では急を要する調査と考えられる。さらに、阪神大震災で指摘されているように、自助、公助、共助のうち、「自助」の割合を増加させることができるのは防災教育のみである。また、「共助」の例であげられる「自主防災組織」に関して岩手大学は岩手県と共同で平成18年度に実態調査を実施し、その防災力評価を行った。今後は将来を担う子供たちを対象にすべきである。

本研究の単純なモデル計算によれば、表層地盤の増幅率を考慮しなければ、宮城県沖地震に対し大船渡市中心部では震度4から震度5弱程度の揺れが予測されるが、考慮すれば最低でも震度5強、場合によっては震度6弱となることが判明し、地盤の性質によって地震の被害を受ける可能性が、地図として視覚的に、定量的に示された。

住民は難しい文書はなかなか全部を読もうとはしないが、自分の住んでいる場所が明示された地図で、かつ、今後ほぼ確実に大地震が発生するとわかっているならば、真剣に震度予測を学ぼうとするはずである。この地震動予測地図は子供たち、または住民に対する防災啓発活動に役に立ってくれることを期待する。または、自分もその活動に参加できればと考えている。

三陸地域への波及効果

大船渡市の地震の震度データは大船渡市の14の小学校と8の中学校の家庭の協力により回収枚数2,454枚で得られたものであるため、地域に成果を還元すれば防災に対する行政の基礎資料としてのみでなく、小学生、中学生、しいては市民の教育的効果も期待できる。地域の安全を守るのは科学者や行政だけでなく、そこに生活する住民の力が一番大きいはずである。そこで地震危険度地図を児童・生徒に見ていただいて、住民の意識を向上させるべきと考えた。平成18年9月には大船渡カメラホールで大船渡市成人大学講座において「地震のはなし」を講演させていただいた。参加者から多くの質問や地震時の貴重な体験談を聞かせていただき、地元で成果を提供するだけでなく、自分の研究にも還元できたと考えている。平成19年度までに三陸地域の大船渡市において、地震時の詳細震度分布作成、常時微動の1点3成分測定による地盤の振動特性と震度分布との関連性、微動のアレー測定により伝播速度を表層地盤のS波速度（地盤の固さ）の評価および地震増幅特性の評価をおこなってきた。我々は、切迫する宮城県沖地震に対して大船渡市の調査に重点をおいてきたが、三陸地域の他都市も同様に地震の危険がある。大地震は海洋型だけでなく内陸地震を含め、いつおこるか現時点では誰も予想できない。意識啓発は、地震防災資料の少ない地方都市で非常に有効であると考えられ、大船渡市のみならず三陸全体の都市で行われる必要があると考えられる。

備 考