

## 平成 20 年度助成研究実施報告書

<b>研究題目</b>	大船渡市における地震動予測地図の作成および小学校を対象とした地域防災意識啓発に関する研究
<b>研究者(所属・職)</b>	山本 英和 (岩手大学工学部・准教授)
<b>研究者連絡先</b>	電話：019-621-6441      F A X：019-621-6441 Eメール：yamamoto@iwate-u.ac.jp URL：
<b>研究目的</b>	高い確率での発生が予測されている宮城県沖地震に備えるため、大船渡市における宮城県沖地震を想定した地震動予測地図を作成する。および、大きな地震動が予測された地区の小中学校を対象に出前講義をさせていただき、事前事後に地震防災に関するアンケート調査を児童・生徒を対象に実施し、出前講義が児童たちの地域防災意識啓発に重要な役割を果たすことを証明する。
<b>研究結果の概要</b>	<p><b>1 背景及び課題・ニーズ等</b></p> <p>① <b>背景等：</b> 地震調査研究推進本部の予測によると 30 年以内に宮城県沖地震が発生する確率が 99%とされ、南三陸地域では震度 6 弱程度の揺れにより被害を受けることが予想される。我々は平成 18 年度の「さんりく基金研究助成金」により大船渡市において常時微動の観測により地盤の振動特性の差異が地震時の震度の差異を説明できることを示した。さらに平成 19 年度では簡易微動アレー探査により地盤の平均 S 波速度を区域ごとに測定し、それに基づいて大船渡市内の各地域の震度分布と高い相関があることを示し、当該地域では地震防災に関する基礎資料が蓄積されつつある。</p> <p>② <b>課題やニーズ等：</b> 現在、岩手大学では社会人を対象とした「地域を支えるエコ・防災リーダー育成プログラム」を開講し、私は、地震分野を担当し講義を受け持っている。その際、地域に根ざした結果は教育にも非常に役立つことが確認された。子供たちも自分の住む町のことには非常に興味があると考えられ、地域に根ざした防災教育が減災害には有効であると考えられる。</p> <p>③ <b>研究の目的と内容：</b> 本研究では、大船渡市を対象として想定宮城県沖地震による地震動予測地図を作成し防災教育に役立てることを目的とする。より具体的には、(1) 大船渡市を対象とした微地形区分の 250mメッシュデータベースの構築と平均 S 波速度、表層地盤増幅率の推定、(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、(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、(4) 地震動予測地図を利用した小学校中学校を対象とした出前講義およびその防災教育効果の証明。以上の手順で研究を実施した。ただし、(3) の予測地図の完成が遅れ、(4) の出前講義は本研究では実施できなかった。</p> <p><b>2 研究の実施内容</b></p> <p><b>2-1 大船渡市を対象とした微地形区分の 250mメッシュデータベースの構築と平均 S 波速度、表層地盤増幅率の推定</b></p> <p>地震による地震動はマグニチュードの大小やスペクトルなど震源の特性だけではなく、伝播経路、地盤の特性などの総合特性で決まる。そのなかでも特に表層地盤の地震動増幅</p>

特性により揺れの強さは影響を受ける。これは簡単に言えばやわらかい地盤は地震時に揺れやすく、かたい地盤は揺れにくいと知られている。厳密には地盤のボーリング調査などにより S 波速度プロファイルがかなりの深度まで得られていれば現在は地震応答解析などが可能である。しかし、そのような詳細な S 波速度プロファイルがかなりの深さまで、かつ、2 次元的、3 次元的に得られていることは地方都市レベルでは皆無とっていい状況である。しかし、地震の発生および地震による被害は、そのような状況を待つてはくれない。

そのため、地震調査研究推進本部では、特定の地震を想定し、丁寧な地震動予測解析をおこなう「詳細法」とは別に「簡便法」も提案している。「簡便法」では、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経験式（例えば、司・翠川（1999）など）を用いて予測する。

司・翠川（1999）の断層タイプを考慮した地震動の最大速度の距離減衰式を（1）式に示す。

$$\log PGV = 0.58M_W + 0.0038D - 1.29 - \log(X + 0.0028 \times 10^{0.50M_W}) - 0.002X \quad (1)$$

ここで、PGV(cm/s)は最大速度、MW はモーメントマグニチュード、D(km)は震源の深さ、X(km)は断層最短距離である。

ここで、地盤の増幅率があらかじめ分かっているならばその係数を乗じて最大速度を予測する。最大速度が得られれば計測震度にも経験式（翠川ほか、1999）を使用して変換することが可能である。

翠川ほか（1999）による最大速度を用いた計測震度の経験式を（2）に示す。

$$I_{MSTR} = 2.68 + 1.72 \log PGV (\pm 0.21) \quad (4 < I_{MSTR} < 7) \quad (2)$$

本研究では、この「簡便法」考え方を利用して大船渡市の地震動予測値図の作成を試みる。また、表層地盤増幅率も地盤の平均 S 波速度がわかれば経験的に推定することができる（例えば、松岡・翠川、1995）。地盤の平均 S 波速度は簡便的には地形分類から類推することが可能である。

微地形区分から表層地盤の地震動増幅率を推定するために、以下の手順が必要である。

- ①岩手県発行の土地分類基本調査の 5 万分の 1 の地形分類図を利用して 250m メッシュの地形データベースを作成。
- ②地形区分から地表下 30m までの平均 S 波速度 (AVS30) を算出。
- ③AVS30 から最大速度の表層地盤増幅率を算出。

松岡・翠川（1994）による平均 S 波速度を利用した最大速度の増幅率の経験式を（3）に示す。

$$\log ARV = 1.83 - 0.66 \log AVS (\pm 0.16) \quad (100 < AVS < 1500) \quad (3)$$

（3）式で、増幅率が得られれば、（1）式で得られる最大速度 (PGV) に増幅率 (ARV) を乗じて、増幅された最大速度が計算できる。さらに、その値を（2）式を利用して、計測震度に換算することにより、一般住民にもなじみのある震度分布に変換することができ

る。以上が地震動予測値図を作成する全体の流れとなる。

最初に、大船渡市の微地形区分を 250mメッシュを作成し、データベース化した。対象とした範囲は、岩手県が発行する土地基本分類調査の 5 万分の 1 地形図（盛、綾里、気仙沼）である。5 万分の 1 地形図の経度方向、及び緯度方向を 80 分割し、1 枚あたり 6400 区画を作成した。具体的な手法として、透明なアクリル板に地形図と同じ大きさのメッシュを作成して地形図を透視して、メッシュに相当する地形を目視で読み取った。この条件では、1 区画あたり東西 260m南北 230m程度、すなわち約 250mメッシュのデータベースとなる。その 1 区画のなかで主要な地形を読み取り、エクセルを利用して CSV 形式（カンマ区切りテキスト）でデータベース化した。CSV 形式でデータベース化することによりエクセルに準拠するアプリケーションならどんなものでも利用可能であるし、自作のプログラムでもこのデータベースを自由に利用できる。

図 1 に盛の 250mメッシュ地形データベースを示す。同様に、図 2 に綾里の地形データベース、図 3 に気仙沼のデータベースを示す。地名はいずれも岩手県による 5 万分の 1 地形図の範囲に相当している。判例で示した地形分類を番号で割り当てた CSV 形式のファイルを作成した。そのデータベースを利用して、メッシュごとに分類番号にあたる数字を描き、境界を書き加えたものが図 1 から図 3 に相当する。このデータベースを利用すれば、図 4 から図 6 に示すように、各地形分類を各種の色分けにより表現した。5 万分の 1 の地形図を単位とした縦 80 行横 80 列の xy メッシュの CSV データと、6400 行からなる xyz の CSV データを両方作成した。

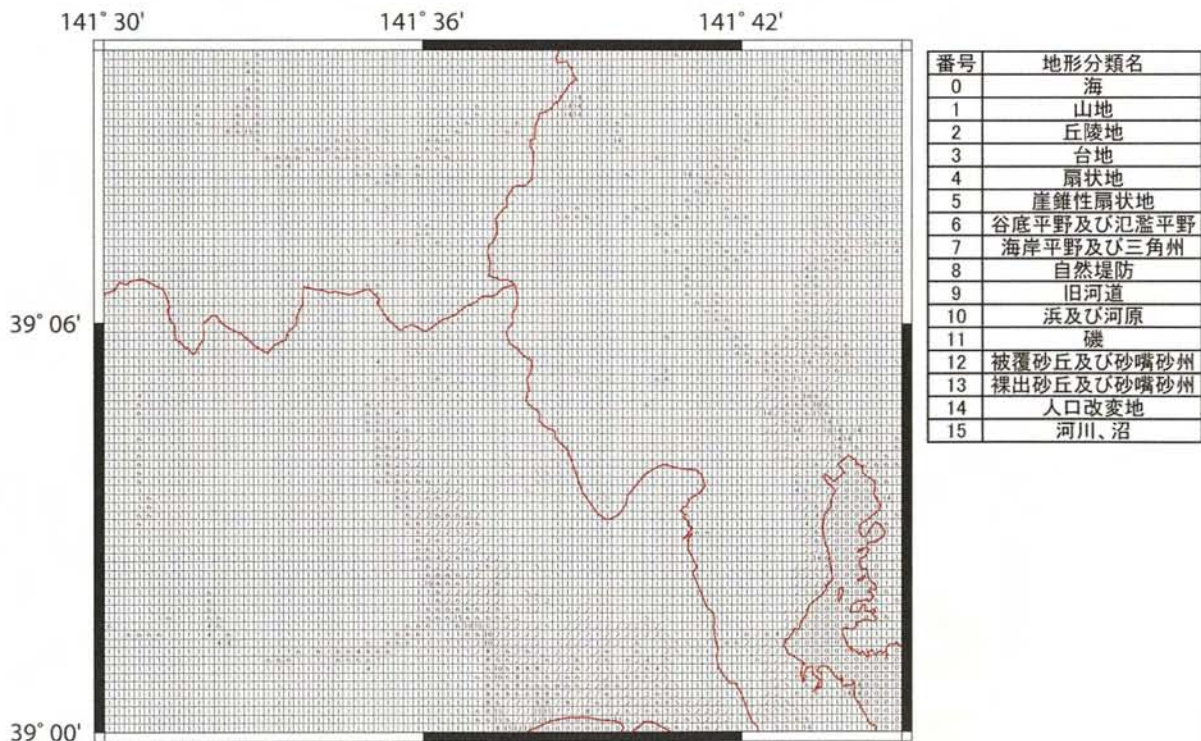


図 1 250mメッシュの地形データベース（盛）

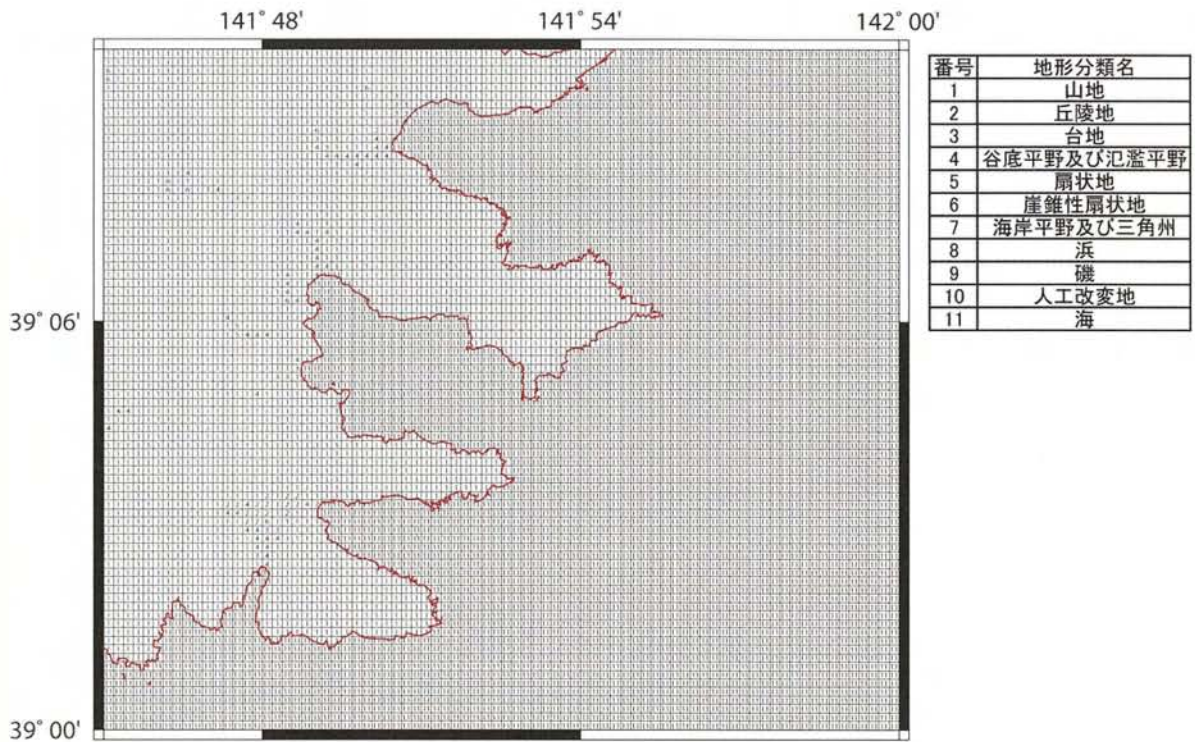


図2 250mメッシュの地形データベース (岩手県 綾里)

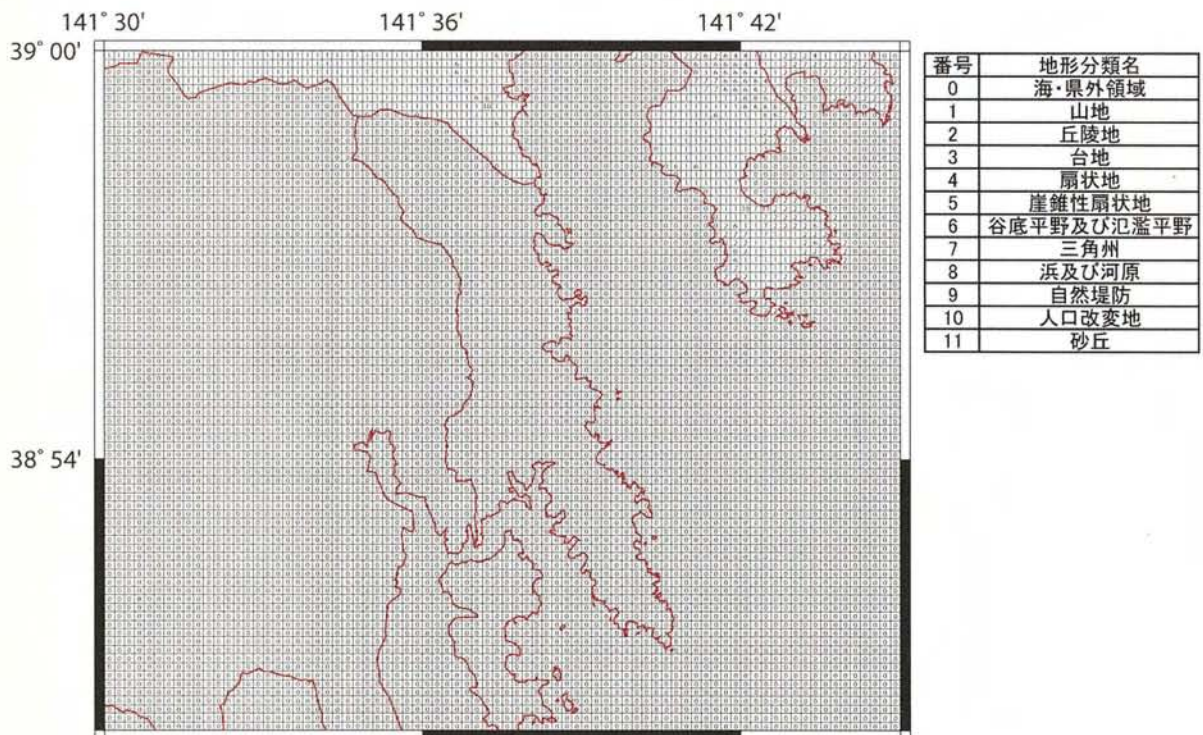


図3 250mメッシュの地形データベース (岩手県 気仙沼)

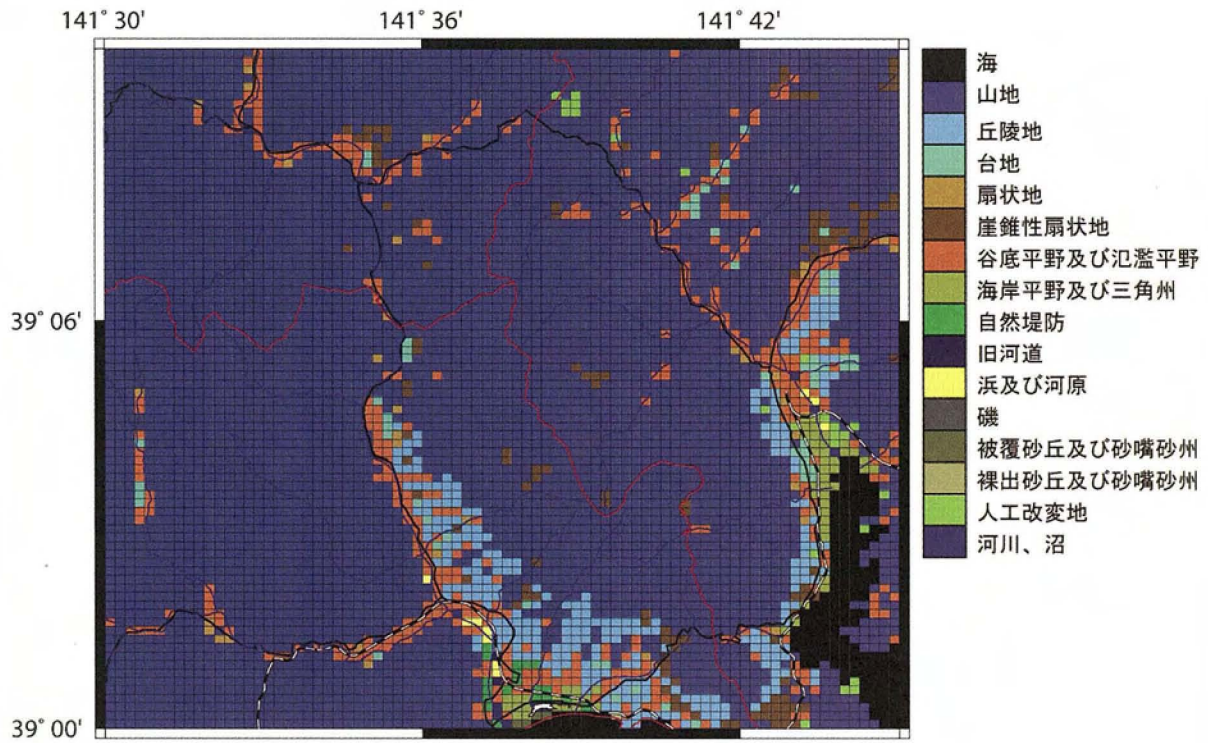


図4 250mメッシュの地形分類 (岩手県 盛)

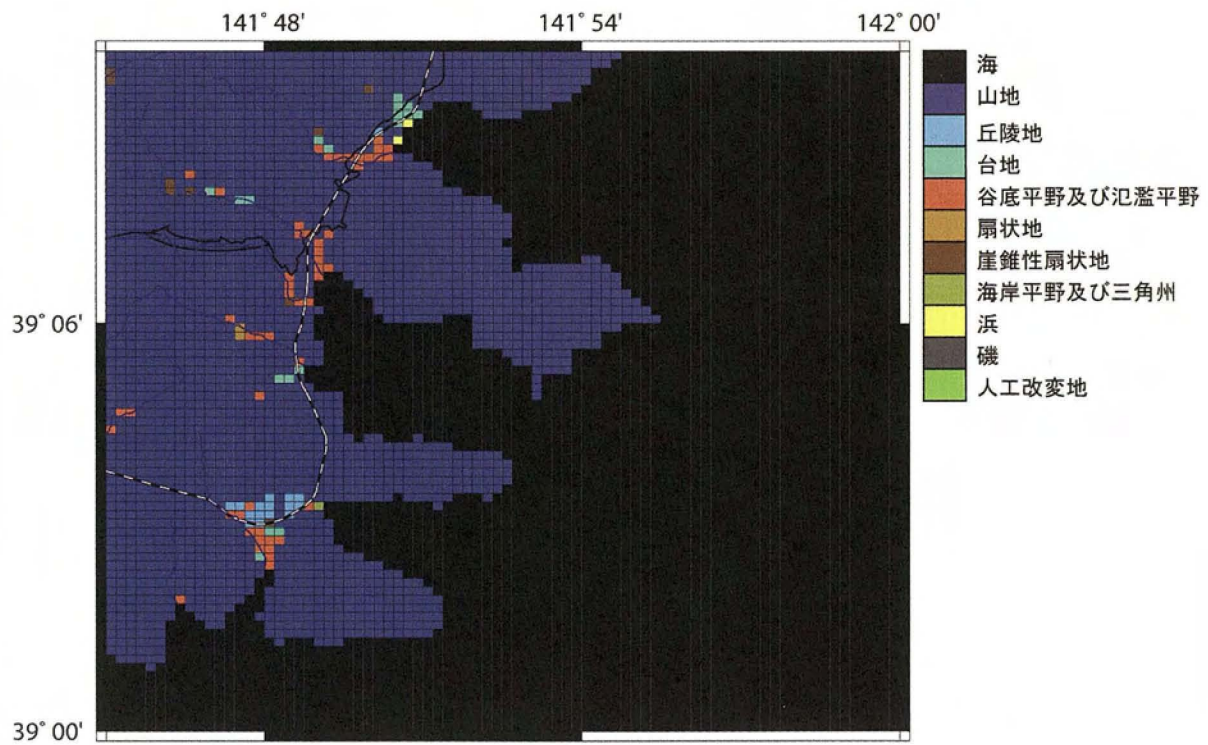


図5 250mメッシュの地形分類 (岩手県 綾里)

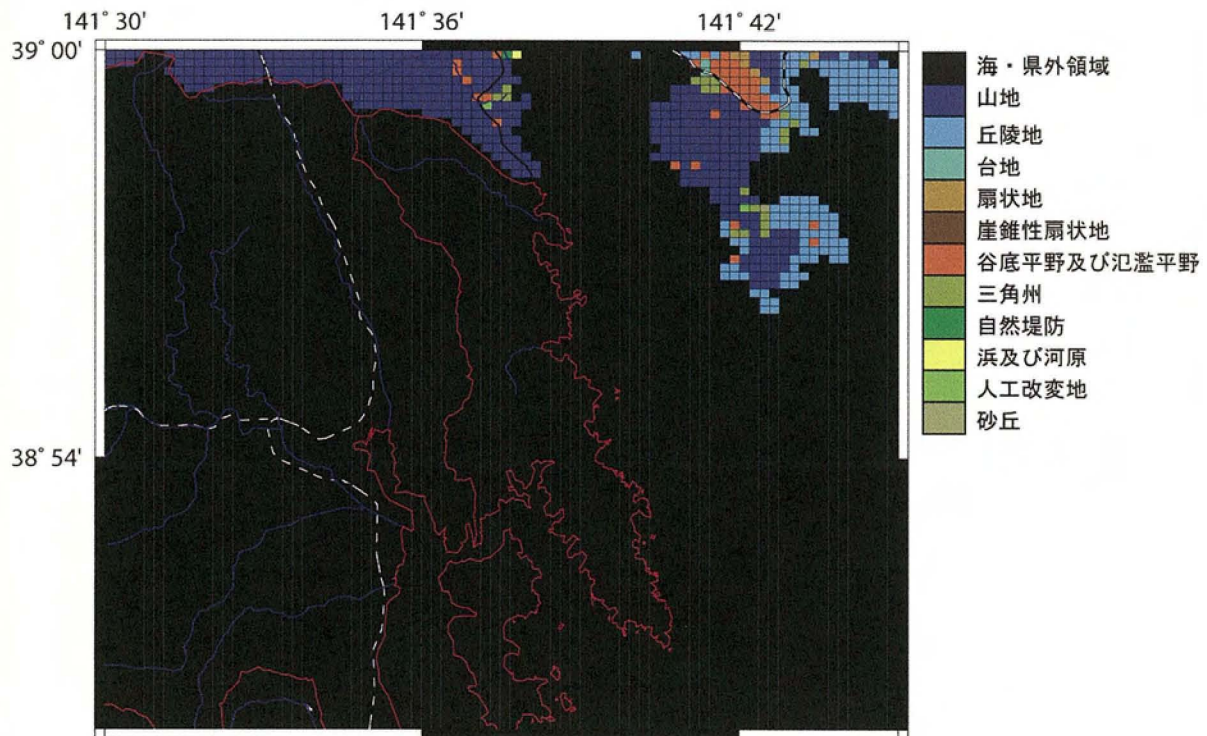


図6 250mメッシュの地形分類（岩手県 気仙沼）

こうして、地形のデータベースが完成すれば、各種の既往の研究により、微地形区分などから地盤の平均 S 波速度が経験的に推定可能であり、その平均 S 波速度から表層地盤増幅率が経験的に推定可能である。

松岡・翠川（1994）による微地形区分から地盤の平均 S 波速度を求める経験式を（4）式に示す。

$$\log AVS30 = a + b \log H + c \log D \pm \sigma \quad (4)$$

ここで、AVS30 は地表下 30m までの平均 S 波速度 (m/s)、a、b、c は回帰係数、H は標高、D は主要河川からの距離である。各の回帰係数は、藤本・翠川（2003）の東日本の値を利用した。図 7 から図 9 に、岩手県発行の 5 万分の 1 の地形図の、盛、綾里、気仙沼の範囲における、（4）式により推定した平均 S 波速度分布を示す。盛の地図では平野部で平均 S 波速度が 400m/s 未満の値が分布するが、山地や丘陵地では 400m/s 以上の値が分布する。海岸平野は S 波速度の値が小さい。ただし、非常に値の小さい人工改変地は今後検討が必要である。

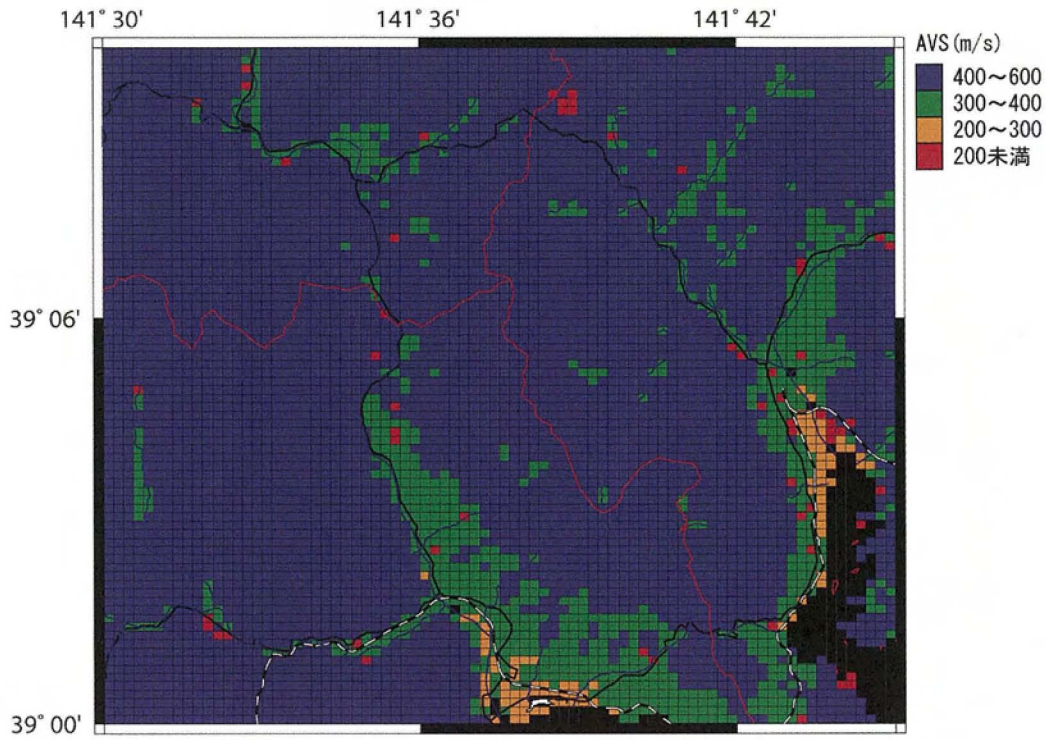


図7 250mメッシュの平均S波速度 (AVS) (岩手県 盛)

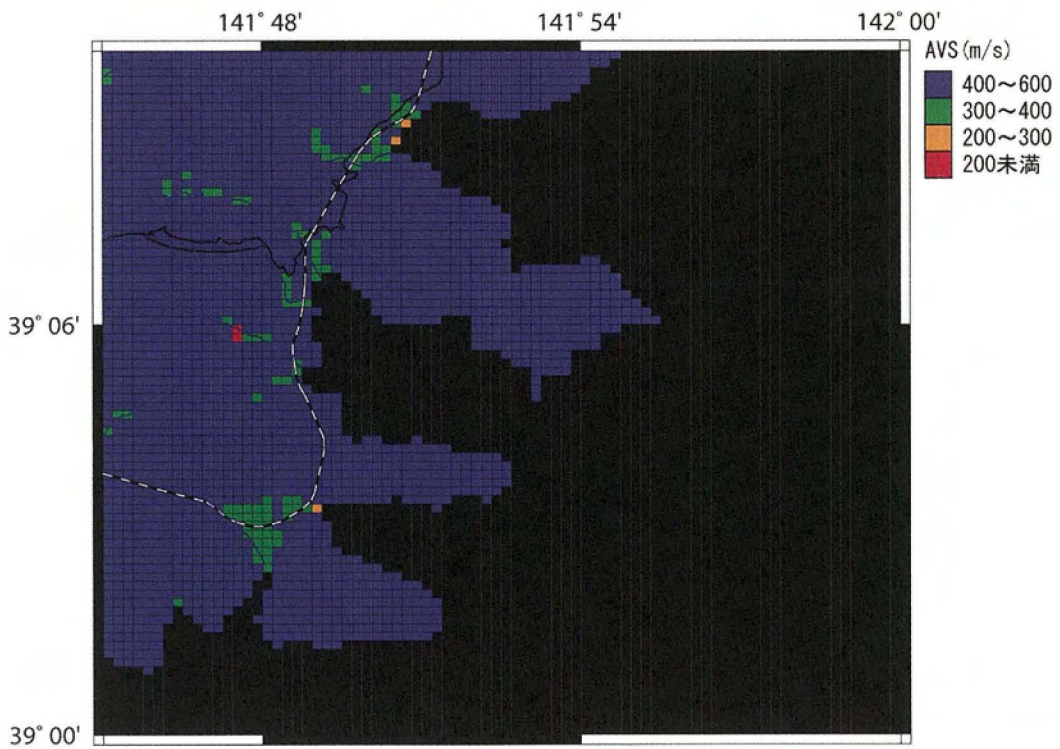


図8 250mメッシュの平均S波速度 (AVS) (岩手県 綾里)

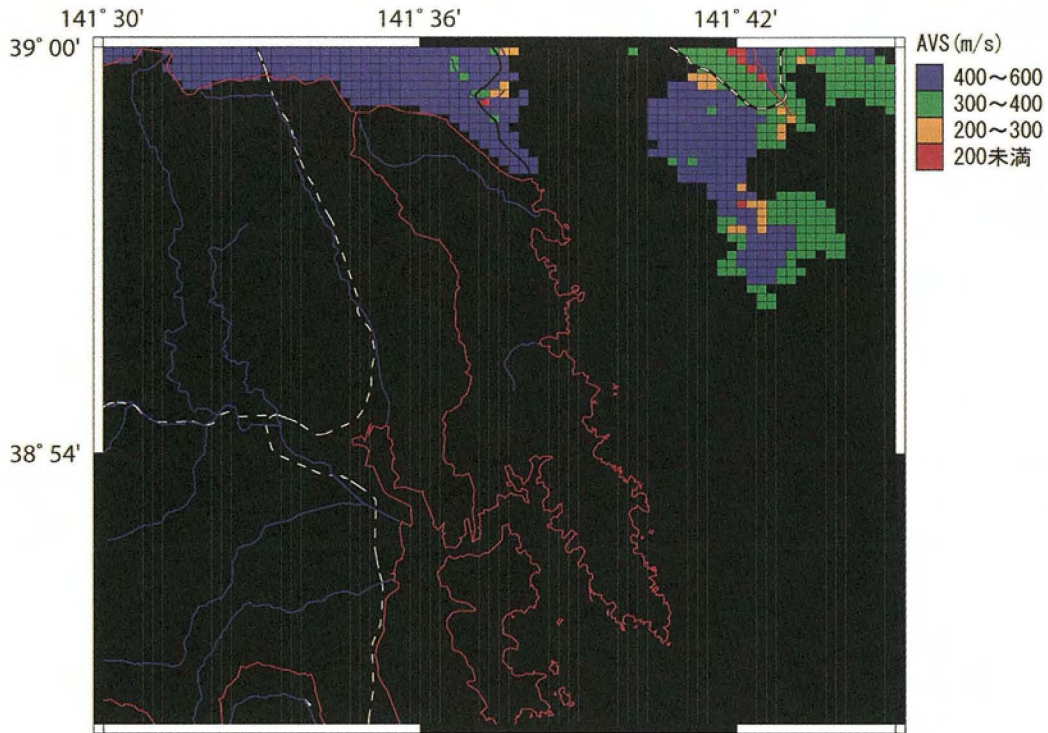


図9 250mメッシュの平均S波速度 (AVS) (岩手県 気仙沼)

微地形区分に基づいた平均S波速度が得られれば、表層地盤増幅率を経験式(3)を使用して求めることができる。図10から図12に、平均S波速度から換算した、盛、綾里、気仙沼地域に相当する地震時の表層地盤増幅率分布を示す。海岸平野ではARVが2以上を示す地域が多く、地震時に揺れが増幅することを意味している。一方、山地や丘陵地では1倍未満を示す地域が多く、地震の地盤による増幅の影響がほとんど無いことがわかる。

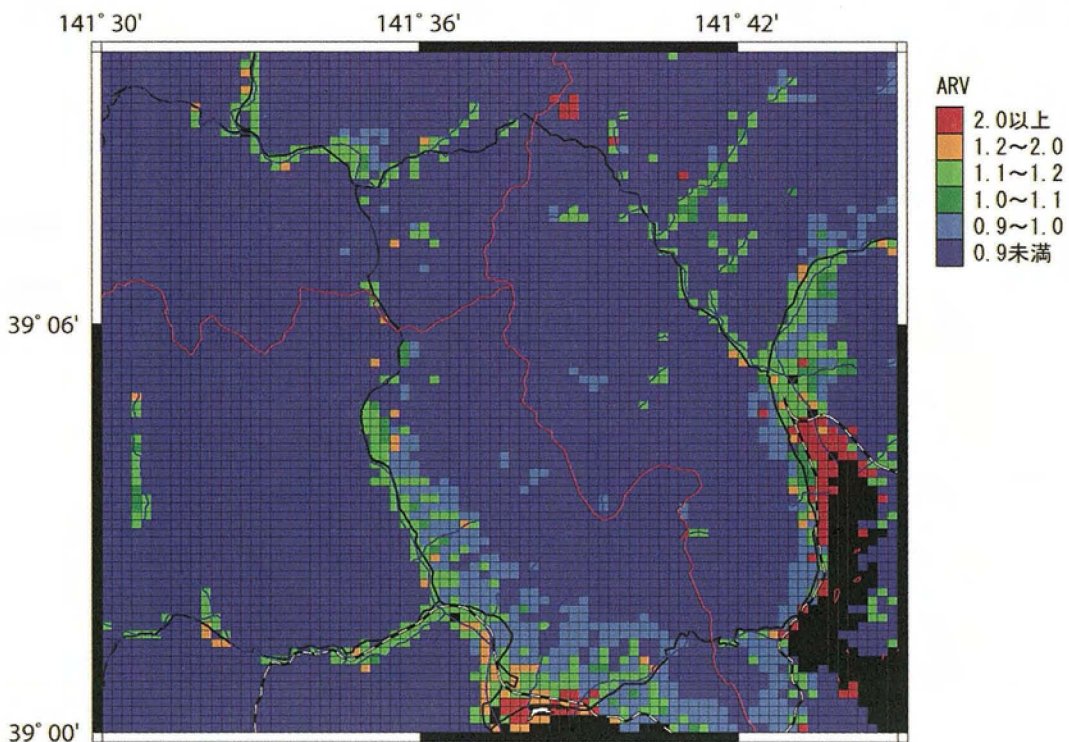


図10 250mメッシュの最大速度の表層地盤増幅率 (ARV) (岩手県 盛)



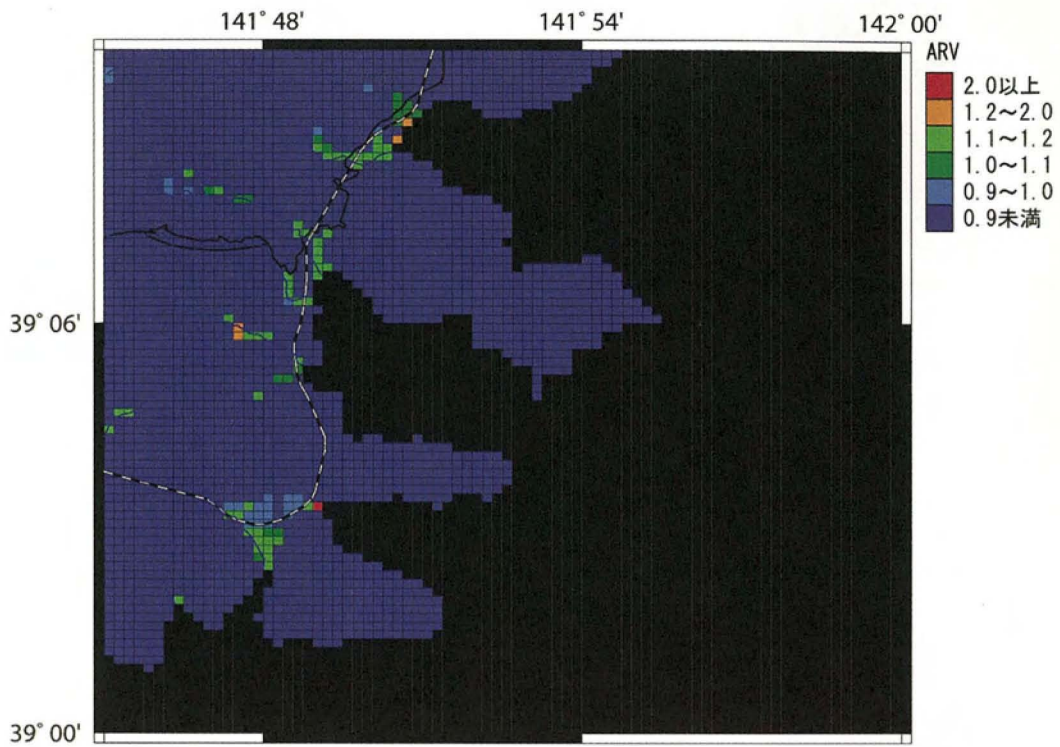


図 11 250mメッシュの最大速度の表層地盤増幅 (ARV) (岩手県 綾里)

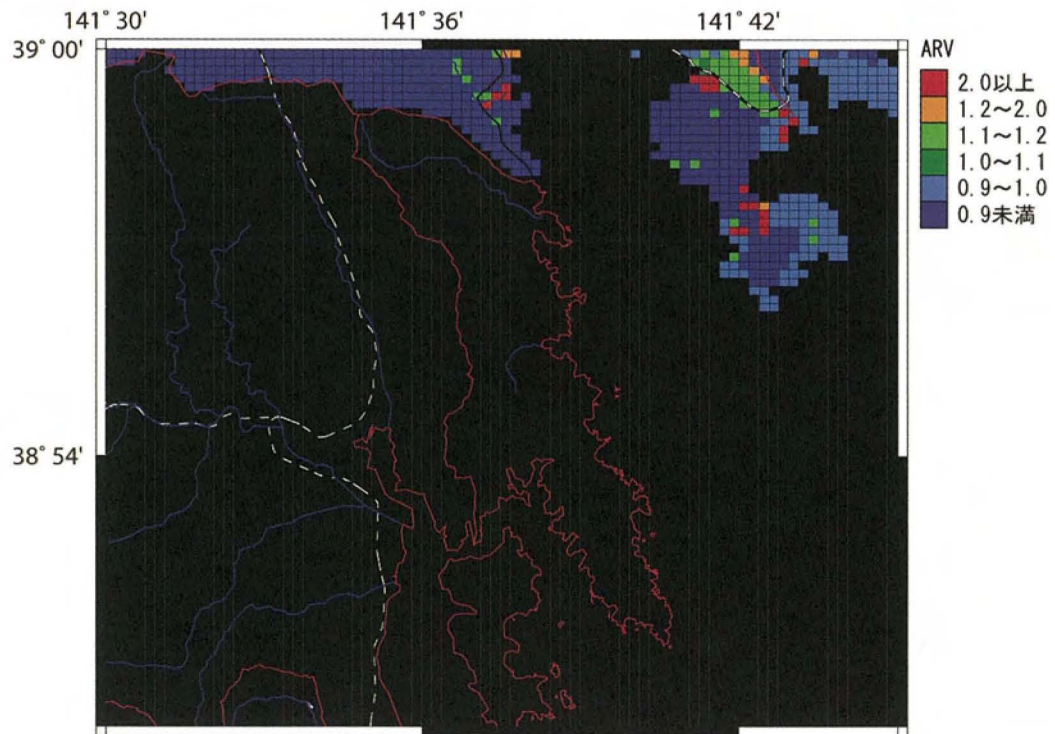


図 12 250mメッシュの最大速度の表層地盤増幅 (ARV) (岩手県 気仙沼)