

全国を網羅した地形・地盤分類250mメッシュマップの構築 Development of GIS-based 7.5-arc-second Japan Engineering Geomorphologic Classification Map

若松 加寿江¹⁾, 松岡 昌志²⁾
Kazue Wakamatsu¹⁾, Masashi Matsuoka²⁾

- 1) 独立行政法人 防災科学技術研究所, 客員研究員 (茨城県つくば市天王台3-1, wakamatsui@bosai.go.jp)
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Visiting Researcher
- 2) 独立行政法人 産業技術総合研究所, 主任研究員 (茨城県つくば市梅園1-1-1, m.matsuoka@aist.go.jp)
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Senior Research Scientist

約1kmメッシュ単位の「日本全国地形・地盤分類メッシュマップ」に基づき, より解像度の高い「地形・地盤分類250mメッシュマップ」を, 日本全国を統一基準で構築した. 本文では, このマップ (GISデータベース) の概要・特長を述べるとともに, 地震ハザード評価への適用例として, このマップを利用した日本全国の地盤の平均S波速度 (Vs30) 分布, およびVs30分布を基に推定した地震動の最大速度振幅 (PGV) に対する地盤増幅度分布を紹介する.

The authors created a systematically standardized GIS-based ground-condition map containing the attributes of geomorphologic classification in grid cells of 7.5 arc-seconds latitude 11.25 arc-seconds longitude for all of Japan. As an example of the database's application to estimating the hazards, the average shear velocity of the ground in the upper 30m, Vs30, is estimated and mapped, and amplification map for peak ground velocity (PGV) due to earthquakes is presented for throughout Japan using the Vs30 map and empirical formulae.

地形分類, 地盤特性, GISデータベース, Vs30分布, 地盤増幅度分布
Geomorphologic classification, Subsurface ground conditions, GIS database, Vs30, Amplification map

1. はじめに

筆者らの研究グループは, 既存の地盤データベースの問題点を克服した日本全国の地形・地盤を統一的に分類するための工学的な地形分類基準を提案し, これに基づき, 広域ハザード評価のためのGISデータベース「日本全国地形・地盤分類メッシュマップ」(以下, 30-second JEGMと記す) を約1kmメッシュ単位で構築した¹⁾²⁾. この30-second JEGMを用いて, 地表から深さ30mまでの平均S波速度Vs30の推定³⁾, 液状化予測⁴⁾, 洪水による浸水地域の予測⁵⁾, 山地の侵食速度の推定⁶⁾などを行い, ハザード評価への適用性を検証してきた.

本研究では, 上記の30-second JEGMを基に, より解像度の高い地形・地盤分類250mメッシュマップ (以下, 7.5-second JEGMと記す) を平成14年より7年がかりで整備してきた⁵⁾. 平成20年10月に全国版が完成したのでその概要を報告する.

2. 7.5-second JEGMの概要

作成対象地域は, 北方四島, 島根県竹島, 東京都の沖ノ鳥島を含む北緯20.41875度~45.5541667度, 東経122.934375度~153.9875度の地域である.

メッシュの区分方法は, 「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュ・コード (昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号) の4分の1地域メッシュに準拠しており, 緯度方向7.5秒, 経度方向11.25秒で約250m四方である. 緯度経度は10進法により小数点以下6桁の精度(最

大30cmのずれ) により記述されている.

このメッシュの測地系は, 旧測地系 (日本測地系) に基づいた標準地域メッシュ (地域メッシュコードN) を採用しており, 2002年4月1日から施行された新測地系 (世界測地系) に基づく標準地域メッシュ (地域メッシュコード) とは境界位置が異なる. 旧測地系で構築した理由は, データ作成に必要な国土地理院の縮尺5万分の1および2万5千分の1の地形図の世界測地系版の整備が未だに完了していないためである.

メッシュごとに表1に示す地形分類の属性を持たせている. この分類は純地形学的な地形分類基準を踏襲しつつ, かつ表層地盤特性の評価という工学的用途を考慮した若松らによる分類基準¹⁾に準拠しているが, メッシュサイズが約250m四方と細かいため, 1kmメッシュ単位の30-second JEGMには現れない小面積の微地形区分である「砂州・砂丘間低地」, 「磯・岩礁」, 「河原」, 「河道」が追加されている⁵⁾. 一つのメッシュ内に複数の微地形区分が存在する場合は, 原則としてメッシュ内で最も広い面積を占める区分をそのメッシュの属性として与えている.

以上のようにして, 表1に示す1~24の地形分類コードが与えられたメッシュの合計は, 5,955,179メッシュである. このほか, 沿岸に隣接した海域のメッシュ (コード番号0) を入れると, 600万メッシュ以上になる.

本データは, 前述のように筆者らによる独自の分類基準に基づき地形と表層地盤の特性によって分類した30-second JEGMをベースに構築したものであり, 他の既

表1 地形分類コードと分類基準

No.	微地形区分	定義・特徴	対応する地質・土質
1	山地	1kmメッシュにおける起伏量(最高点と最低点の標高差)が概ね200m以上で、先第四系(第三紀以前の岩石)からなる標高の高い土地。	先第三系*1・第三系の岩石。
2	山麓地	先第四系山地に接し、土石流堆積物・崖錐堆積物など山地から供給された堆積物等よりなる比較的平滑な緩傾斜地。	第四系の崩積土。
3	丘陵	標高が比較的小さく、1kmメッシュにおける起伏量が概ね200m以下の斜面からなる土地。	先第三系～第四系更新統の岩石・軟岩。
4	火山地	第四系火山噴出物よりなり、標高・起伏量の大きなもの。	第四系火山岩類
5	火山山麓地	火山地の周縁に分布する緩傾斜地で、火砕流堆積地や溶岩流堆積地、火山体の開析により形成される火山麓扇状地・泥流堆積地などを含む。	第四系火山岩類、完新統*2の砂礫。
6	火山性丘陵	火砕流堆積地のうち侵食が進み平坦面が残っていないもの、または小面積で孤立するもの。	第四系火山岩類。
7	岩石台地	河岸段丘または海岸段丘で表層の堆積物が約5m以下のもの、隆起サンゴ礁の石灰岩台地を含む。	先第三系・第三系の岩石、更新統石灰岩。
8	砂礫質台地	河岸段丘または海岸段丘で表層に約5m以上の段丘堆積物(砂礫層、砂質土層)をもつもの。	更新統*3の砂礫質土。
9	ローム台地	河岸段丘または海岸段丘で表層が約5m以上のローム層(火山灰質粘性土)からなるもの。	更新統の火山灰質粘性土。
10	谷底低地	山地・火山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地。表層堆積物は山間地の場合は砂礫が多く、台地・丘陵地・海岸付近では粘性土や泥炭質土のこともある。	完新統の砂礫・砂質土・粘性土・泥炭質土。下流に行くほど軟弱層が卓越。
11	扇状地	河川が山地から沖積低地に出る所に形成される砂礫よりなる半円錐状の堆積地。勾配は概ね1/1000以上。	完新統の中位に締まった砂礫。扇端部では砂が卓越。
12	自然堤防	河川により運搬された土砂のうち粗粒土(主に砂質土)が河道沿いに細長く堆積して形成された微高地。	完新統のゆるい砂質土。
13	後背湿地	扇状地の下流側または三角州の上流側に分布する沖積低地で自然堤防以外の低湿な平坦地。軟弱な粘性土、泥炭、腐植質土からなる。砂丘・砂州の内陸側や山地・丘陵地・台地等に囲まれたポケット状の低地で粘性土、泥炭、腐植質土が堆積する部分を含む。	完新統の極めて軟弱な粘性土。
14	旧河道	過去の河川の流路で、低地一般面より0.5～1m低い帯状の凹地。	完新統の極めてゆるい砂質土。軟弱粘性土・腐植土が被覆していることもある。
15	三角州・海岸低地	三角州は河川河口部の沖積低地で、低平で主として砂ないし粘性土よりなるもの。海岸低地は汀線付近の堆積物よりなる浅海底が陸化した部分で、砂州や砂丘などの微高地以外の低平なもの。海岸・湖岸の小規模低地を含む。	完新統の砂質土・粘性土。
16	砂州・砂礫州	波や潮流の作用により汀線沿いに形成された中密ないし密な砂または砂礫よりなる微高地。過去の海岸沿いに形成され、現在は内陸部に存在するものも含む。	完新統の中位に締まった砂礫・砂質土。
17	砂丘	風により運搬され堆積した細砂ないし中砂が表層に約5m以上堆積する波状の地形。一般に砂州上に形成されるが、台地上に形成されたものを含む。	完新統の極めてゆるい風成砂。
18	砂丘・砂州間低地	砂州や砂丘の間の低地。一般に堤間低地と呼ばれるものも含む。表層は風成砂よりなるが、その下位は腐植土や粘性土で構成されることが多い。	完新統の極めてゆるい風成砂・軟弱粘性土・腐植土。
19	干拓地	浅海底や湖底部分を沖合の築堤と排水により陸地させたもの。標高は水面よりも低い。	完新統のゆるい砂質土・軟弱粘性土、表層は盛土の場合が多い。
20	埋立地	水面下の部分を盛土により陸地させたもの。標高は水面よりも高い。	未改良の場合はゆるい埋土の砂質土。
21	磯・岩礁	基盤の岩が露出、または岩塊が多い海岸	先第三系・第三系の岩石、更新統の石灰岩。
22	河原	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地のうち、常時は水流がない(冠水)	完新統の中位に締まった砂

		していない)部分	礫ないしゆるい砂質土.
23	河道	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地で、常時に水流がある部分	水域.
24	湖沼	四方陸地に囲まれて、海とは直接連絡のない静止した水域.	水域.
0	沿岸海域	外洋沿岸の水域	水域

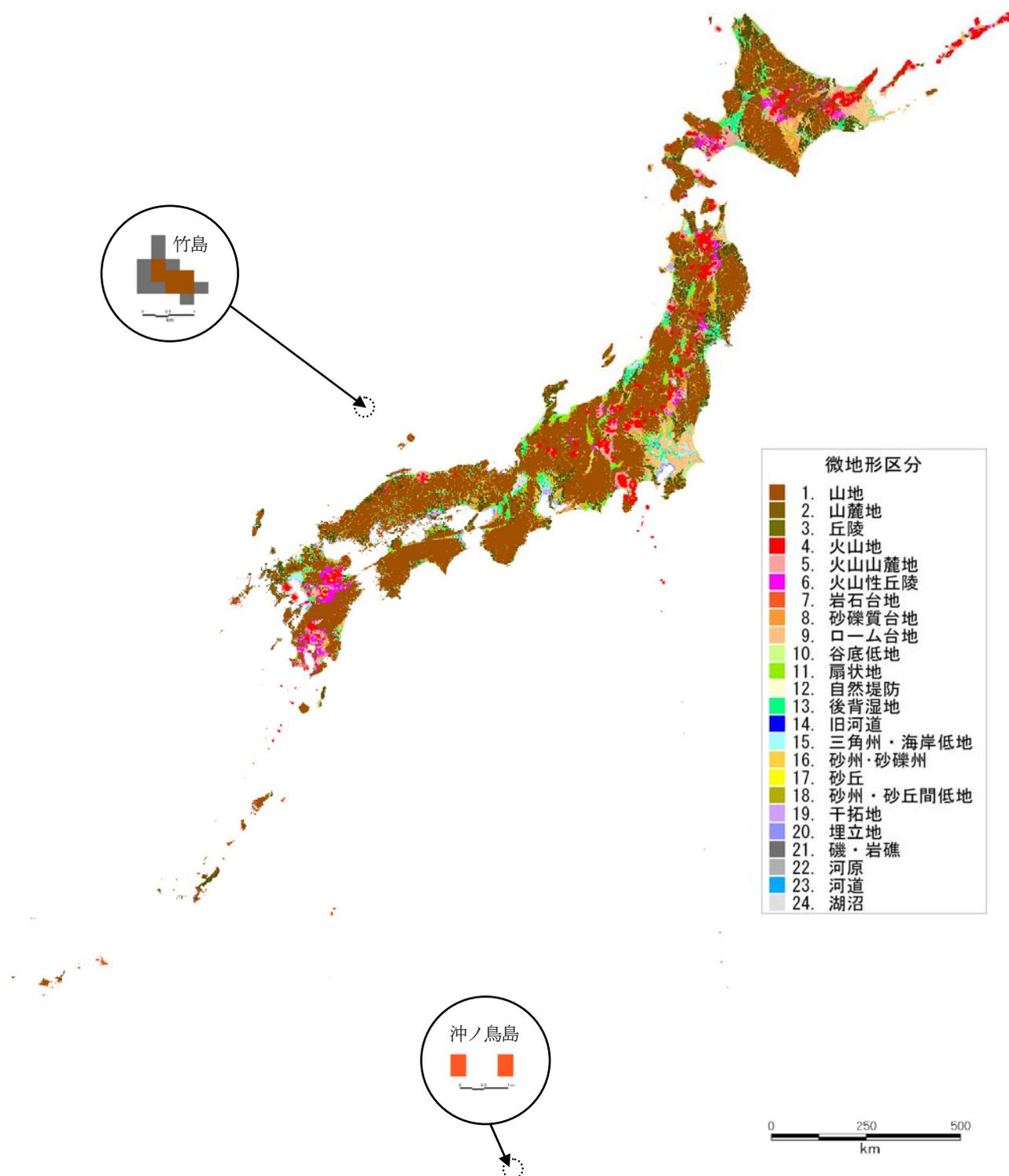


図1 地形・地盤分類250mメッシュマップ全国版のサンプル画像

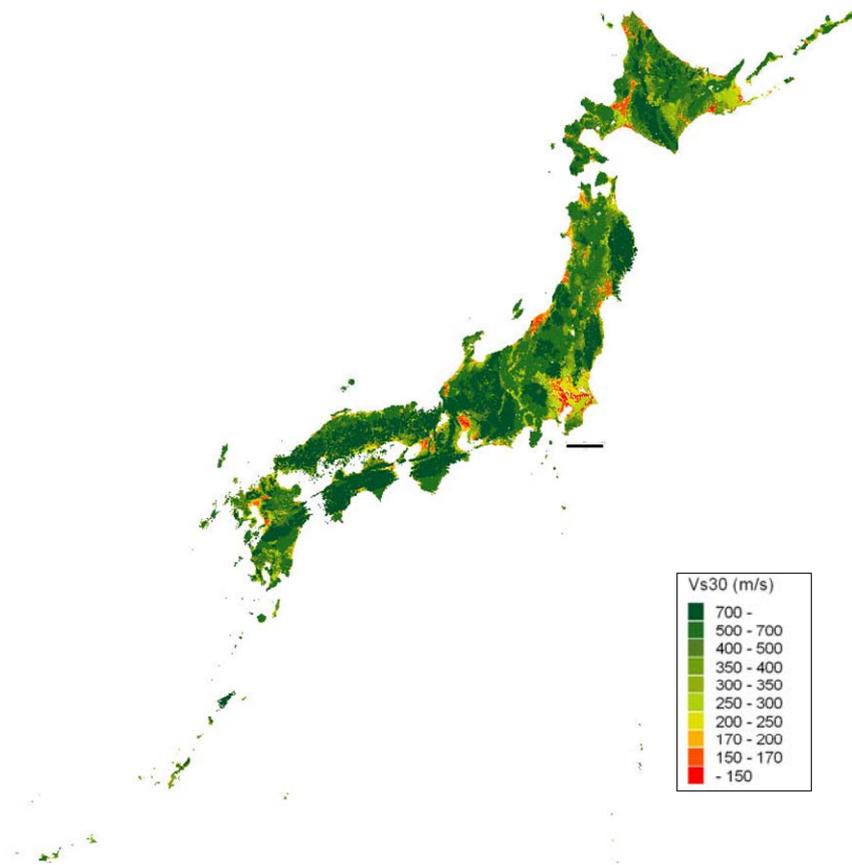


図3 地形・地盤分類250mメッシュマップ推定した地盤の平均S波速度分布⁷⁾

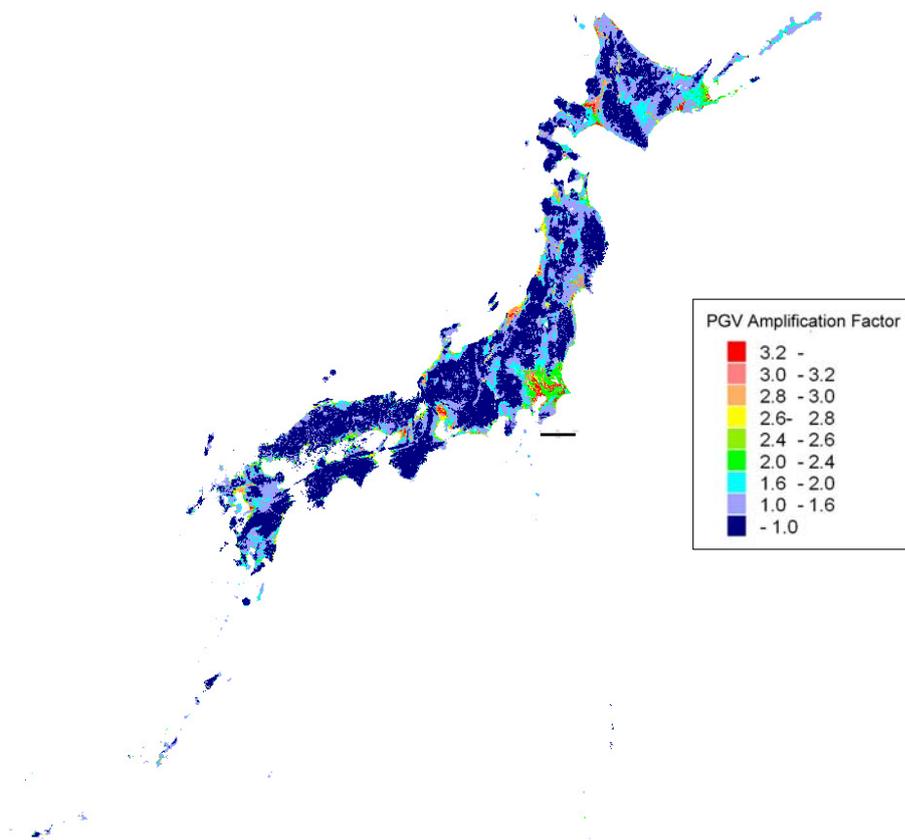


図4 V_{s30} が600m/s相当地盤に対する最大速度の地盤増幅度⁷⁾

存のデータを機械的にデジタル化したものではない。分類に際し参考にした資料は、国土地理院の地形図（旧版地形図を含む）の他に、地質図、地形分類図、文献など数百に及ぶ。本報告では紙面の都合で掲載できないが、詳細については文献2)を参照されたい。

今回、北方四島および離島を含む日本全土のデータを完成した。サンプル画像を図1に示す。データには島根県沖の竹島、東京都の沖ノ鳥島も含まれているが、小面積のため図1では部分的に拡大して示した。前者は1/25,000地形図に見られる急峻な地形から「山地」、後者は隆起珊瑚礁の島であることから「岩石台地」と区分した。

図2に合計約600万メッシュの構成比を示す。図では、表1のNo.1の山地とNo.2の山麓地を「山地」として統合し、No.4～No.6の火山関連の微地形区分を「火山地」としている。また、No.7～No.9を「台地」、No.10～No.18を「低地」、No.19～No.20を「埋立地・干拓地」、No.21～No.22を「その他」とした。図2を見ると我が国の国土は、従来から指摘されているように山がちな地形で、山地が半分以上を占めていることがわかる。人口が集中する低地と台地・段丘は、国土の約1/4にすぎない。

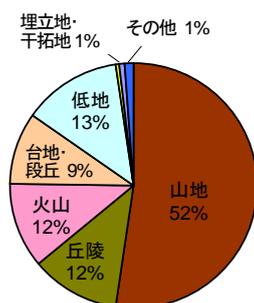


図2 微地形区分毎のメッシュ数と構成比

3. 7.5-second JEGMによるVs30の推定

本データを用いて松岡らの経験式³⁾により、地表から深さ30mまでの地盤の平均S波速度 (Vs30) の分布を推定した。松岡らの経験式は、もともと1kmメッシュ単位の30-second JEGMを利用して、Vs30を推定するために提案されたものである。メッシュサイズが250mと細くなったことにより、前述のように、1kmメッシュのデータには含まれていなかった「砂州・砂丘間低地」、「磯・岩礁」、「河原」、「河道」が追加されている (表1)。このうち、砂州・砂丘間低地については、砂丘として扱い、磯・岩礁、河原、河道については計算対象外とした。また、Vs30の計算に必要な地理的指標のうち、標高 (Ev)、傾斜 (Sp) は、1kmメッシュ単位の30-second JEGMデータに含まれる値を利用した。先第三系・第三系の山地・丘陵からの距離 (Dm) の算出に必要な地質年代の情報も、30-second JEGMから抽出し、説明変数の値が1以下の場合、そ

の値を1に固定した。

図3に推定結果を示す。首都圏に注目すると、東京低地の三角州・海岸低地や埋立地、埼玉県南西部の後背湿地ではVs30が150m/s前後の軟弱な地盤が分布する。東京の武蔵野台地や埼玉県の大宮台地を刻む谷底低地のVs30も180～200m/sと比較的小さい。

最新の強震観測記録の解析に基づき提案された地震動の増幅度に関する経験式⁹⁾に基づき、上記で推定したVs30から地震動の最大速度振幅の増幅度 (Vs30が600m/s相当の地盤に対する増幅度) を算出した。その結果を図4に示す。前述した首都圏における低地部における増幅度は、Vs30が600m/s相当の地盤に対して2.5～3.5倍という大きな値となっており、揺れやすい地盤であることがわかる。以上のVs30と増幅度分布については、名古屋、大阪、仙台、新潟、札幌などの大都市圏でも同様な傾向が見られる。

4. 7.5-second JEGMの利活用

7.5-second JEGMおよび7.5-second JEGMを用いて推定したVs30データは、これまでに自治体の地震被害想定調査や公的団体の研究業務に利用されている。自治体における利用の詳細は表2のとおりである。現時点では、広域地震ハザード評価や自然災害の被害分析などの利用が大部分であるが、今後は他の自然災害のハザード評価や、土地利用適正評価の解析用基礎データなどとして、より幅広い用途への利用の推進も図っていきたいと考えている。

5. おわりに

現在、7.5-second JEGMおよびVs30データは、個別にデータ提供を行っている。全国で600万メッシュにおよぶ膨大なデータであるため、現時点で一通り完成したものではない。今後、必要に応じて修正しバージョンアップを図って行く予定である。また、数年かけて世界測地系に準拠したデータの構築も計画している。

謝辞 本研究は、文部科学省科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築(代表:藤原広行)」、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト「I. 大都市圏地殻構造調査研究(代表:平田直)」および「III.1 震災総合シミュレーションシステムの開発(代表:後藤洋三)」の一環として実施してきた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 若松加寿江, 松岡昌志, 久保純子, 長谷川浩一, 杉浦正美: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No.759/I-67, 2004.

- 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, 2005.
- 3) 松岡昌志, 若松加寿江, 藤本一雄, 翠川三郎: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均S波速度分布の推定, 土木学会論文集, No.794/I-72, pp.239-251, 2005.
- 4) 長谷川浩一, 若松加寿江, 松岡昌志: ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食速度分布, 自然災害科学, Vol. 24, No.3, pp.287-301, 日本自然災害学会, 2005.
- 5) 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, Vol. 27, 050.pdf, CD-ROM, 2003.
- 6) 藤本一雄, 翠川三郎: 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S波速度の関係, 日本地震工学会論文集, Vol.6, No.1, pp.11-22, 2006.
- 7) 松岡昌志, 若松加寿江: 地形・地盤分類250mメッシュマップ全国版に基づく地盤のゆれやすさデータ, 産業技術総合研究所, 知的財産管理番号H20PRO-936, 2008.12.

表2 自治体における地形・地盤分類250mメッシュマップの利用状況

事業の内容	事業主体	提供年	データ利用目的
首都直下地震による東京の被害想定(平成18年度)	東京都	2005	250mメッシュごとの増幅率の設定
埼玉県密集市街地の防災性評価	埼玉県	2006	建物倒壊危険度に係る町丁目ごとの表層地盤の増幅率の設定
地震被害想定調査(実施中)	京都府	2006	建物倒壊危険度に係る町丁目ごとの増幅率の設定
平成19年度地震被害想定調査	埼玉県	2007	建物倒壊危険度に関する町丁目ごとの表層地盤の増幅率の設定
ゆれやすさマップ・建築物の倒壊危険度マップ	熊本県芦北町	2007	建物倒壊危険度に係る町丁目ごとの表層地盤の増幅率の設定
ゆれやすさマップ・地域の危険度マップ作成	茨城県つくばみらい市	2007	表層地盤のゆれやすさの評価
地震ハザードマップ作成	埼玉県春日部市	2007	表層地盤のゆれやすさの評価
地震洪水ハザードマップ作成	兵庫県高砂市	2007	地盤特性の評価
近畿圏の下水道施設の被害想定	京都府・下水道新技術推進機構	2007	地震動予測に係る表層地盤の増幅率の設定
平成20年度地震被害想定調査	千葉県	2008	地震動予測及び液状化予測のための浅部地盤モデルの作成
平成19～20年度地震被害想定調査	神奈川県	2008	地震動予測及び液状化予測のための浅部地盤モデルの作成
地震被害想定調査(実施中)	北海道	2008	表層地盤の増幅率の設定
災害情報システムの構築	東京都文京区	2008	被害予測・解析
地震ハザードマップの作成	埼玉県三郷市・吉川市・松伏町	2008	表層地盤の増幅率の設定