

微地形区分に基づく簡便な液状化評価手法を用いた 液状化危険度マップ (LiquickMap) 即時推定システムの構築 Quick Estimation System of Liquefaction Potential Map (LiquickMap) Based on Geomorphologic Classification

○松岡 昌志¹, 山本 直孝², 若松 加寿江³
Masashi MATSUOKA¹, Naotaka YAMAMOTO² and Kazue WAKAMATSU³

¹ 東京工業大学 大学院総合理工学研究科

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

² 産業技術総合研究所 地質情報研究部門

Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

³ 関東学院大学 理工学部

College of Engineering and Science, Kanto Gakuin University

The quick estimation system for liquefaction occurrence that can be applied immediately following earthquake is developed. The map of liquefaction potential “LiquickMap” is calculated by overlaying the post-earthquake seismic intensity map and the Japan Engineering Geomorphologic Classification Map, with a spatial resolution is approx. 250 m square based on liquefaction susceptibility for each geomorphologic unit. In the system, the seismic intensity map is served by QuiQuake (the Quick estimation system for earthquake maps triggered by observation records) using a combination of amplification capability (Vs30) and observed seismic records at strong ground motion observation stations. The LiquickMap can be published through Open Geospatial Consortium (OGC) compliant Web GIS server.

Keywords: Liquefaction, Geomorphologic classification, Seismic intensity, International standard, OGC

1. はじめに

地盤の液状化は建物や橋梁、ライフライン施設、堤防などの土構造物に甚大な被害を与えるため、将来起こりうる地震に対して液状化の発生を予測することは、地震防災対策を効果的に進める上で、重要な課題のひとつである。また、自治体や企業の地震直後の応急対応やサプライチェーンを考慮したBCP（事業継続計画）策定やその運用には、発生した地震に対して広域的な液状化発生の危険性を提示することが重要である。従来より広域での液状化危険度の評価には微地形区分が用いられてきた。松岡ら（2011）¹⁾は過去の地震での液状化発生地点の地震動強さを微地形区分ごとに検討し、地形・地盤分類250mメッシュマップ²⁾の微地形区分から液状化発生率を推定する簡便手法を提案している。筆者らは地震直後の被害把握や復旧戦略の立案に資する情報を提供するため、上記の手法を用いて、地震後に液状化発生の可能性を即座に推定するシステムを構築した。本報ではこのシステムの概略を紹介する。

2. 微地形区分による液状化発生率

微地形区分からの液状化発生率の推定は、松岡ら¹⁾の方法を用いる。これは、多くの強震観測データが得られている最近の地震のうち、液状化が発生した9地震（2000年鳥取県西部地震、2003年宮城県沖地震、2003年宮城県北部地震、2003年十勝沖地震、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震）について計測震度分布を計算し、液状化発生履歴データ³⁾との

比較を行った結果に基づき、計測震度の値から液状化発生率を推定するものである。微地形区分データには、地形・地盤分類250mメッシュマップ²⁾を用いる。これは、工学的な地形分類基準に基づいて日本全国の地形・地盤を統一的に分類したGISデータである。なお、液状化しやすい地形といわれている砂丘末端緩斜面はこのメッシュマップには含まれていないが、低地に接する砂丘を砂丘末端緩斜面として細分化して用いている。

松岡ら¹⁾は液状化特性が類似する微地形区分を4つのグループに分け、計測震度と液状化発生率の関係を検討している。その結果が以下である。なお、液状化発生率とは、計測震度を0.25ピッチで離散化し、さらに、微地形区分ごとに等震度における液状化メッシュ数を全メッシュ数で除したものである。

グループ①：計測震度5.0付近で液状化が発生し始める。

【自然堤防、旧河道、砂丘末端緩斜面、砂丘・砂州間低地、干拓地、埋立地】

グループ②：計測震度5.0程度では液状化が発生しないが、

震度が大きくなるにつれて発生率が急激に大きくなる。【扇状地、砂州・砂礫州】

グループ③：計測震度5.4付近で液状化するが、震度が大きくなっても発生率はあまり上がらない。【後背湿地、三角州・海岸低地、砂丘】

グループ④：計測震度6.0程度になって液状化が発生し、

震度が大きくなるにつれて発生率が急激に大きくなる。【砂礫質台地、谷底低地】

このグループ化は地盤条件との関連および既往地震で

の液状化履歴から得られた経験則⁴⁾とも矛盾しない。微地形区分をグループ化し、それぞれのグループの液状化発生率は計測震度を説明変数とした累積正規分布の回帰式(図1)から推定することができる¹⁾。なお、図中のグループ⑤は上記以外の微地形区分である。

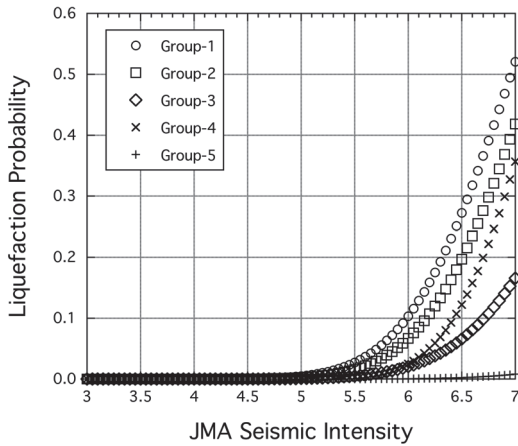


図1 液状化発生率推定の回帰式¹⁾

3. 液状化危険度マップの即時推定システム

微地形区分による液状化評価手法は、想定地震に対してだけでなく、手法が簡便なことから、発生した地震に対して即時的に利用できる。すなわち、地震直後に日本全国の地震動マップを推定するシステム(QuiQuake)⁵⁾を活用し、QuiQuakeから生成される計測震度の分布と地形・地盤分類メッシュマップの微地形区分を重ね合わせ、上述した評価手法を用いることで、対象メッシュにおける液状化発生率を推定することができる。

構築した液状化危険度マップ即時推定システムの概略を図2に示す。まず、地震後にQuiQuakeによって推定した地震動マップの速報値(QuickMap)の計測震度の値をWCS(Web Coverage Service)あるいはGeoTIFFにて取得する。WCSとは、地理空間情報をインターネットで流通させるための規格を策定しているOGC(Open Geospatial Consortium)が定めた国際標準規格の一つであり、QuiQuakeの計算結果が国際標準規格に準じているため、このようなデータ活用が実現できる。そして、計測震度で5.0(震度5強)以上の地域が推定された場合に、微地形区分との比較から液状化発生率を推定し、液状化危険度マップ(LiquickMap)としてWebsiteで公開する。さらに、このマップをWCSに加えて、同様にOGC規格であるWMS(Web Map Service)やKMLにて配信することで、ユーザが容易にデータを利活用できるよう工夫している。

図3には2013年2月2日に十勝地方中部で発生した地震(M6.5)に対する液状化危険度の推定結果をGoogle earthに重ねたものを示す。公開までの時間は地震の規模(計算範囲)に依存するが、QuiQuakeシステムからQuickMapを取得した後、約10分以内を目標にしている。

4. まとめ

地震発生直後に広域での液状化危険度を予測するために、地形・地盤分類250mメッシュマップの微地形区分に基づく簡便な液状化評価手法を用いた液状化危険度マップ(LiquickMap)即時推定システムを構築した。推定結果はインターネットにおける地理空間情報の国際標準規格に基づいて配信されるため、他機関の防災システム等

でも容易に利用できることから、液状化被害の早期調査や復旧戦略の立案などへの効率化が期待できる。

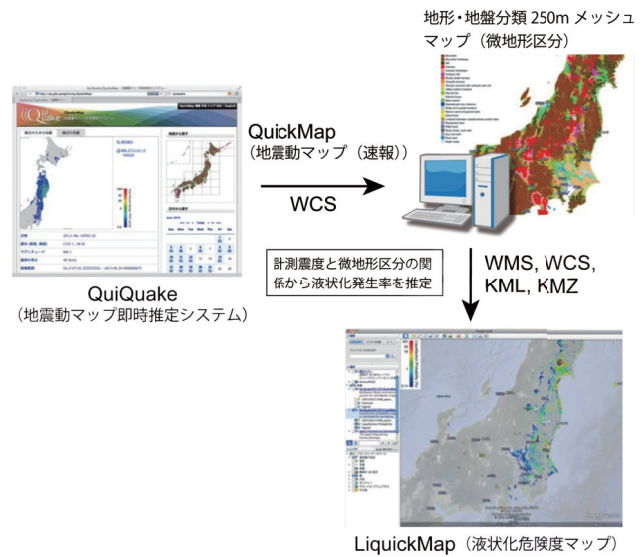


図2 液状化危険度マップ即時推定システムの概略

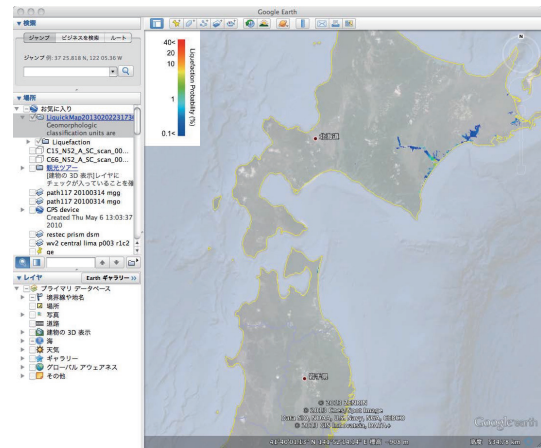


図3 2013年2月2日十勝地方中部の地震における推定液状化危険度マップ

謝辞

本研究は産業技術総合研究所の複合地質リスク評価プロジェクトおよび東北大学災害科学国際研究所との共同研究の一環として実施した。関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 松岡昌志, 若松加寿江, 橋本光史: 地形・地盤分類250mメッシュマップに基づく液状化危険度の推定手法, 日本地震工学会論文集, Vol.11, No.2, pp.20-39, 2011.
- 2) 若松加寿江, 松岡昌志: 全国統一基準による地形・地盤分類250mメッシュマップの構築とその利用, 日本地震工学会誌, No.18, pp.33-38, 2013.
- 3) 若松加寿江: 日本の液状化履歴マップ 745-2008 (DVD-ROM付), 東京大学出版会, 90p., 2011.
- 4) 若松加寿江, 山本明夫, 田中一朗: レベル2地震動を考慮した微地形による液状化判定法, 液状化メカニズム・予測法と設計法に関するシンポジウム発表論文集, pp.517-522, 1999.
- 5) 松岡昌志, 山本直孝: 250mメッシュVs30と強震記録に基づく地震動マップの即時推定システム (QuiQuake), 地域安全学会梗概集, No.25, pp.97-98, 2009.