

リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発 (第2年次)

実施期間 平成30年度～令和2年度
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室 中埜 貴元 遠藤 涼
大野 裕幸

1. はじめに

本研究は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発」の一環で、国土交通省都市局都市安全課の主導のもと、国土技術政策総合研究所と共同で実施しているものである。液状化に対する事前の防災対策を促し、液状化による被害を軽減することを目指し、液状化被害リスクに関する正確な情報の共有と事前のリスクコミュニケーションへの活用が可能となる液状化ハザードマップを、関係主体が作成できる手引きを策定することを目的としている。

国土地理院は主に(1)工学的手法と経験的手法を融合した相対的な液状化危険度評価手法の開発と、(2)リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ表現手法の検討を担当し、研究開発を実施している。

2. 研究内容

令和元年度は、上記(1)に関連する事項として、同一の微地形内に存在する液状化しやすい地域としにくい地域を地形要素などから細分化する手法を検討した。また、上記(2)に関連して、液状化ハザードマップの利用者に液状化に対する気づきを与えるために必要な掲載情報とわかりやすい表現方法を検討するため、地方自治体においてワークショップ及びアンケートを実施し、ハザードマップの作成主体となる自治体職員及び利用主体となる住民の意見を聴取した。

2.1 微地形の細分化に関する検討

過去の地震における液状化被害と微地形の関係をみると、同一の微地形であっても液状化が発生した場所と発生しなかった場所が存在し、両者の傾向から予め微地形を細分化できれば、液状化しやすさ評価において有益と考えられる。そこで、既往研究に基づいて、「自然堤防」、「砂州・砂丘」、「扇状地」、「氾濫低地・谷底低地」を対象に、一般的に使用可能なデータを用いて地形要素(勾配、比高)によって微地形を細分化できるかどうか検討した。

既往研究(中埜ほか、2015など)では、自然堤防は比高5mで2分されており、比高が低いほど液状化リスクは高いとされる。これは比高が低いほど地下水位が浅いためである。砂州・砂丘はその本体部に比べて、低地と接する縁辺部は地下水位が浅く、液状化リスクが高いと考えられるが、縁辺部がどのような地形要素を持つのかは明らかにされていない。扇状地と氾濫低地・谷底低地は勾配1/100で2分され、勾配が小さいほど液状化リスクが高いとされる。これは、勾配が大きいほど礫質地盤となり、液状化しにくくなるためである。

これらの傾向の存否や適切な閾値について、平成16年(2004年)新潟県中越沖地震、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震、平成28年(2016年)熊本地震を対象に分析した。微地形区分データとしては国土地理院のベクトルタイル「地形分類(自然地形)」を用いた。勾配の算出には基盤地

図情報 5m 及び 10m メッシュ標高データ (DEM) を、比高の算出には山崎ほか (2018) の直近の河道からの相対高さ (HAND) のデータを用いた。液状化発生地点のデータとしては、若松 (2011)、関東地方整備局・地盤工学会 (2011) 及び防災科学技術研究所提供データを用いた。その他、防災科学技術研究所が「地震動マップ即時推定システム (QuiQuake)」で公開している計測震度データも用いた。これらのデータを 30m メッシュデータセットとして整理し、各微地形区分における液状化発生・非発生メッシュの地形要素及び震度を GIS 解析で統合し、細分化の可能性を検討した。

2.2 液状化ハザードマップに掲載すべき情報及びその表現手法に関する検討

地方自治体におけるワークショップは後述の自治体において 2 回ずつ実施し、1 回目はハザードマップに掲載すべき情報について意見を収集した。その結果及び平成 30 年度に検討した配色等に関する事項 (遠藤ほか, 2019; Endo and Nakano, 2019) を踏まえて試作図を作成し、2 回目はそれに対する意見をディスカッション方式及びアンケート方式で聴取した。

試作したハザードマップは A1 サイズで、オモテ面を地図面、ウラ面を学習・情報面とした。地図面では、背景図を縮尺 2 万 5 千分 1 地形図とし、液状化のしやすさ、液状化による戸建て住宅の被害リスク、避難所・避難場所、緊急輸送道路、鉄道を掲載した。また、配色の違いによる視認性の違いを評価するため、5 パターンの配色による地図を用意した。学習・情報面では、液状化とその被害に関する情報や液状化被害を減らすための対策工法など、地図面と合わせて液状化に対する意識や理解に必要な情報を掲載した。

自治体職員からの意見聴取は、熊本県熊本市、千葉県浦安市及び愛知県において、ワークショップにより実施した。それぞれ主に当該市・県の職員が参加し、熊本市の参加者は、1 回目は 12 名 (うち 2 名は熊本大学の学生)、2 回目は 8 名 (うち 1 名は熊本大学の学生)、浦安市の参加者は、1 回目は 24 名 (うち 5 名は千葉県職員)、2 回目は 18 名、愛知県の参加者は、1 回目は 12 名 (うち 7 名は名古屋大学の学生・職員)、2 回目は 9 名 (うち 3 名は名古屋大学の職員) であった。2 回目のワークショップにおけるアンケートの回答者 (傍聴職員の回答も含む) は熊本市が 11 名、浦安市が 20 名、愛知県が 11 名であった。住民からの意見聴取は、熊本市及び浦安市の住民を対象にアンケート方式及びヒアリング方式により実施した。熊本市においては 80 名から、浦安市においては 17 名から回答を得た。

3. 得られた成果

3.1 微地形の細分化に関する検討結果

検討の結果、既往研究により提案されている各微地形内における液状化しやすい条件は、定性的には液状化発生箇所の特徴と概ね整合するものの、DEM 等の地形情報を用いて得られる勾配や比高といった定量的指標にはデータの性質上避けられない誤差や例外が含まれるため、それらの指標により機械的に微地形を細分化することは困難であった。例えば自然堤防の場合、平成 28 年 (2016 年) 熊本地震では比高 5m を境に液状化発生割合に顕著な差が見られたものの、他の地震ではこのような差が確認できなかったうえ、比高が 5m を超えるような自然堤防の範囲は自然堤防上に造築された人工堤防に該当することが多く、本来の自然堤防の比高を示していないケースが見られた。砂州・砂丘についても、比高 7m を境に液状化発生割合に差が見られたが、必ずしも比高が小さい箇所が選択的に液状化しているとは言えず、砂丘縁辺部を抽出するような閾値は見出せなかった。また、今回の液状化事例の多くは砂丘における砂利採取跡地の影響が大半で、純粋な砂州・砂丘における液状化事例が少なかった。扇状地はそもそも液状化の発生事例が少ないが、勾配と液状化発生割合との間には関係性は見られなかった。氾濫低地・谷底低地においては、大局的には勾配が大きくなるほど液状化発生割合は低下する傾向が見られたが、低地内の勾配は人工的な地形 (道路や堤防、耕地区画等) に支配

されているうえ、特に氾濫低地は基本的にほぼ平坦で、地盤構成物質の空間変化が複雑であることから、勾配の値は必ずしも地形面の一般勾配を表しておらず、地盤特性の違いも十分には反映されていない。したがって、勾配と液状化発生割合との間には関係性は見出せないと考えられた。一方で、ベクトルタイル「地形分類（自然地形）」においては「氾濫低地・谷底低地」と一括りにされている微地形区分について、平野部の河川沿いに広がる氾濫低地と山地・丘陵や台地の間に分布する谷底低地とでは地盤特性が明らかに異なり、液状化リスクも異なることが容易に想定されるが、これらの微地形区分は勾配が概ね 1/100 を境に区分できることが分かった。

3.2 液状化ハザードマップに掲載すべき情報及びその表現手法に関する検討結果

地図面に掲載すべき情報として、液状化の危険度（液状化しやすさ）、避難場所・避難所、主要道路、主要施設、災害時の問い合わせ先、避難経路が挙げられた。今回の試作図では主要施設に関する注記等はしておらず、自分が居る場所の認識を容易にする情報としてランドマークの表示が必要と考えられる。なお、避難経路は本来、ハザードマップを基に利用者が自ら考えるべきもので、予め特定の避難経路を図示することはできない。地図面の表現においては、水域を通常の寒色系（水色）で表現したうえで、液状化しやすさは暖色系を用いて 5 区分で表現するとわかりやすいという傾向がみられた。一方で、液状化しやすさ及び液状化による戸建て住宅の被害リスクの凡例の説明のわかりにくさ、説明の文章量の多さが指摘された。液状化しやすさや被害リスクに気づいてもらうためには、表現の平易さや視覚的なわかりやすさが求められているといえる。

学習・情報面に掲載すべき情報としては、液状化の発生メカニズムや過去の液状化事例、液状化による生活への影響、ハザードマップの見方などが挙げられた。試作図には液状化対策の事例等を掲載していたが、これらの優先度は低かった。自治体職員と住民別にみると、前者は液状化の基礎的な知識を必要としているのに対し、後者は住んでいる地域における液状化のしやすさや土地の成り立ちに関する情報を必要としている傾向がみられた。これらのことから、学習・情報面では利用者が液状化やその被害をイメージできる情報とともに、液状化ハザードマップの役割・見方・活用法を理解できるような工夫も必要であるといえる。

4. 結論

同一微地形内の液状化しやすさの違いを地形要素で細分化する手法については、検討の結果、定性的な傾向はみられるものの、機械的な閾値によって細分化することは難しいという結論に至った。一方で、同一微地形内で液状化のしやすさに違いが存在することは過去の事例から明らかであり、液状化ハザードマップ作成の手引きにおいては、通常微地形分類データを用いた液状化しやすさ評価を基本としつつ、地域の特性に応じて同一微地形内の液状化しやすさの違いにも留意する（すなわち、液状化しやすさを細分化して図示することは困難であるが、リスクコミュニケーションを図る際に留意する）ように記載することで対応する見込みである。なお、砂丘縁辺部の定義や氾濫低地・谷底低地の区分の閾値等について、より古い時期の液状化発生履歴情報も用いた検討の余地が残されている。

液状化ハザードマップに掲載すべき情報及びそれらの表現方法については、一定の結論を得たが、液状化しやすさの色彩表現については紙ベースのケースとウェブ掲載のケースとで状況が異なるため、今後はウェブでの表現についても検討する必要がある。

参考文献

Endo, R. and T. Nakano (2019): Improvement suggestions for problems of hazard map from the viewpoint of color scheme, Proceedings of the 29th International Cartographic Conference (ICC 2019), 1-7.

- 遠藤涼, 中埜貴元, 大野裕幸 (2019) : リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発 (第1年次), 平成30年度調査研究年報, 200-202.
- 関東地方整備局, 地盤工学会 (2011) : 東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明 報告書, <https://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/bousai00000132.html> (accessed 16 Mar. 2020).
- 中埜貴元, 小荒井衛, 宇根寛 (2015) : 地形分類情報を用いた液状化ハザード評価基準の再考, 地学雑誌, 124 (2), 259-271.
- 若松加寿江 (2011) : 日本の液状化履歴マップ 745-2008, 東京大学出版会.
- 山崎大, 富樫冨佳, 竹島彰, 佐山敬洋 (2018) : 日本全域高解像度の表面流向データ整備, 土木学会論文集 B1 (水工学), 74 (5), I_163-I_168.