

新技術開発探訪

液状化しやすさマップ
(新潟県版)

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による地盤の液状化現象は、住宅、道路、河川堤防、港湾施設、ライフライン等の広範にわたって多大な被害をもたらした。新潟県においても、液状化現象が世間に知られることとなった新潟地震（1964年）、中越地震（2004年）、中越沖地震（2007年）においても、同様に液状化により家屋や堤防等に被害が発生している。

このような状況を捉え、自分の住んでいる土地の地盤特性を知ってもらうことを目的として、新潟県内の過去の液状化の発生状況とその素因となる地形地質等の地盤情報をとりまとめ「液状化しやすさマップ」を作成した。

2. マップの特徴

既存の液状化危険度マップには、代表的なものとして、液状化ゾーニングマニュアル（平成10年度版）に基づいて都道府県別に作成されたものがある。これは、特定の断層の活動を想定し、中～小縮尺（5万分の1～20万分の1）で作られた概略的なものである。

これに対し、本マップは以下の四つの特徴をもつ。

- ① 特定の地震を対象とすることによる評価漏れを防ぐため、1964年新潟地震と同程度の揺れが新潟県下全域に起こったと想定した。
- ② 表示方法については領域表示とし、土地条件図（デジタル版）が発行されている越後平野中央部は2万5千分の1、周辺部については5万分の1、山間地については20万分の1の精度で作成した。
- ③ 過去の地震（新潟地震、中越地震、中越沖地震）による液状化履歴に基づき、各地形要素に重み付けを行うと同時に、砂丘縁辺部や新規の人工地盤（宅地造成盛土）を液状化の可能性のある地形要素に加えた。
- ④ 地形と地質の密接な関係性に注目し、微地形区分（地形要素）と地盤構成（ボーリングデータ）をリンクさせ、さらに明治時代の古地図や治水地形分類図から旧河道や旧池沼を抽出するなど、総合的視点で危険度を評価した。

3. 作成の条件

(1) 想定する地震の規模

新潟県全域に新潟地震と同程度の地震動が起こった場合を想定した。

ここで新潟地震とは、1964年6月16日に発生した、M=7.5、震度5（当時）の地震であり、レベルI地震動相当である。

(2) 液状化危険度のランク

本マップで取り扱う液状化危険度ランクは、以下の5段階とした。

- ・危険度4→液状化の可能性が高い
- ・危険度3→液状化の可能性はある（レベルⅡ程度の非常に強い地震に見舞われたり、地震時一時的に地下水位が上昇していた場合のように、条件次第では液状化の可能性のある範囲）
- ・危険度2→液状化の可能性が低い（全体には液状化の可能性は低いと考えられるが部分的に液状化の可能性のある範囲）
- ・危険度1→液状化の可能性が非常に低い（通常では液状化の可能性はほとんどないと考えられる範囲）
- ・危険度0→液状化判定対象外（山地や丘陵など、液状化するとは考えられない地形）

なお平野部における宅地造成盛土地については、地震による揺れの増幅が予想される粘土地盤において、盛土材が砂質土である場合を考慮して危険度3とした。

4. 作成の考え方

(1) 地形要素

地盤の液状化は、「砂地盤であること」「 N 値が低く緩いこと」および「地下水位に満たされていること」の3条件が揃うと発生しやすいとされている。

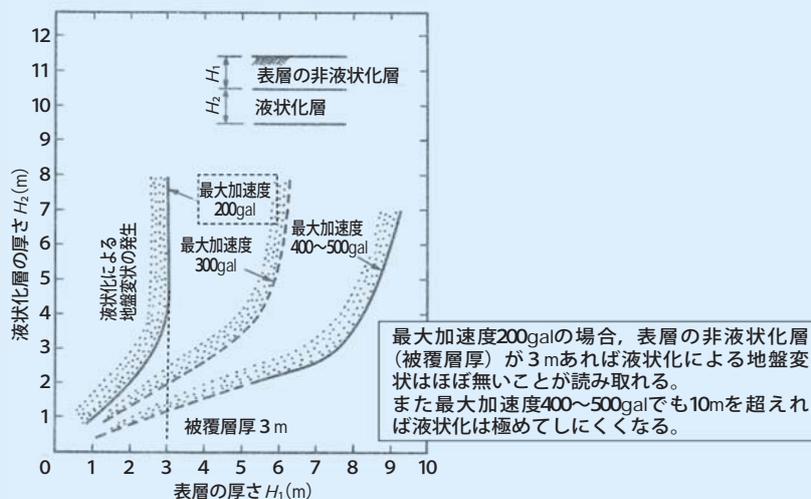
この3条件は、それぞれ以下の地形・地質のもとで出現する。

- ① 砂の堆積場所
砂丘や自然堤防、砂州・砂堆など。
- ② 地盤が緩い場所
堆積年代が非常に新しい沖積地盤に多い。
- ③ 地下水位が高い場所
河川や池沼または湧水地に近いところ。

このように、表層地盤の種類と地形との間には密接な関係があることから、まず砂地盤で構成されている可能性の高い地形を抽出する。なお抽出に当たっては、液状化履歴を考慮する。

(2) 対象層厚

図一1に示すとおり被覆層が10mを超えると極めて液状化しにくくなるという報告（石原1985）に基づき、地表から10mまでの深度を目安としてボーリングデータの確認を行う。



(注) 液状化の調査から対策工まで、鹿島出版会、88、p162、1988より抜粋。

図一1 表層の非液状化層厚および深部の液状化層厚

また最大加速度が200galの場合、表層の非液化化層が3mあれば液化化による地盤変状がほぼないことから、これを境界値として液化化しやすさの判定を行うこととした。

5. 作成の手順

作成は、図一2「液化化判定フロー」に示す手順で実施した。

① 液化化発生面積率から見た地形要素の抽出

新潟県全域を地形要素ごとに区分し、液化化履歴を考慮し、表一1、2に示すとおり各地形要素に液化化しやすさに応じた重み付けを行いグループ分けする。

② 古地図・空中写真・治水地形分類図による補完

既存の土地条件図や地形分類図などからもれてる可能性のある旧河道、旧池沼、最近の宅地造成地について、古地図や空中写真により抽出する。図一3にイメージを示す。

③ 地盤構成の検討

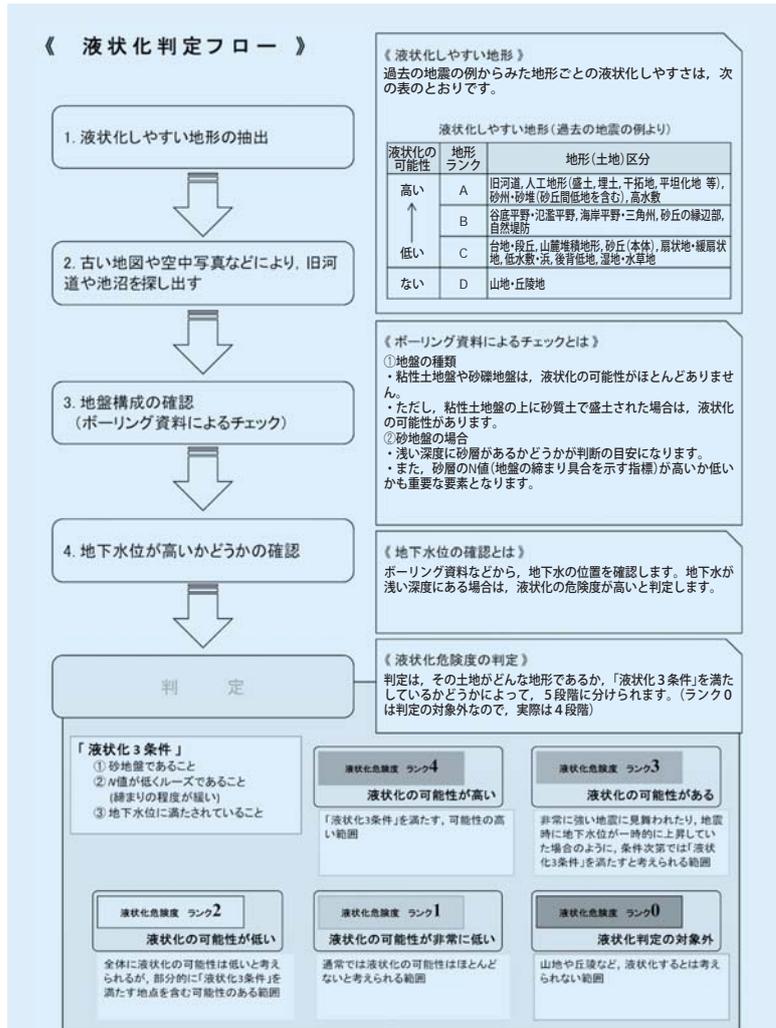
既存のボーリング資料や地質断面図により、各地形要素の地盤構成（土層構成、砂層のN値等）について確認しながら液化化危険度をランク分けする。

④ 地下水位のチェック

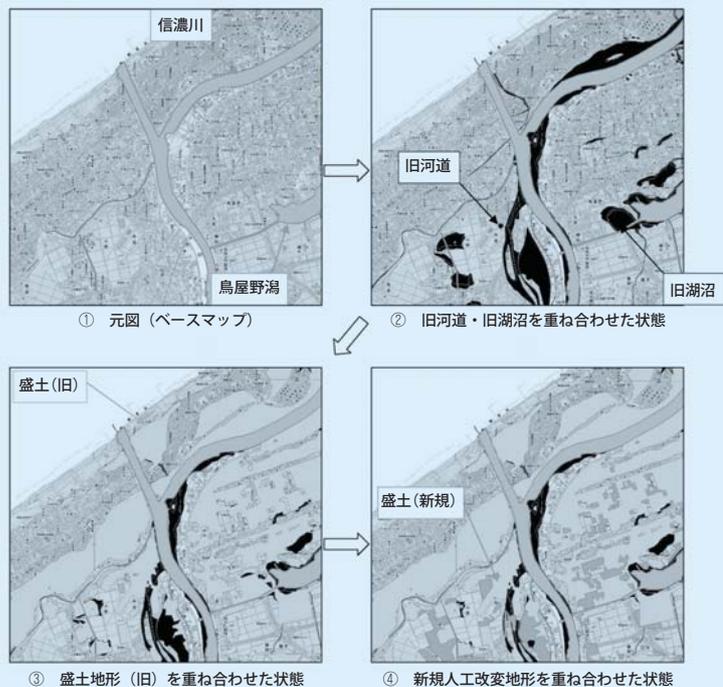
地下水位について、ボーリング柱状図に記載された水位で確認しながら液化化危険度をランク分けする。

⑤ 総合判定

こうしてランク分けされた個々の地形要素にして、既存資料や周辺地形、履歴などから見て整合性があるかどうか判断し、必要があれば修正を行う。修正例を図一4に示す。



図一2 液化化判定フロー



図一3 新規抽出地形の重ね合わせイメージ

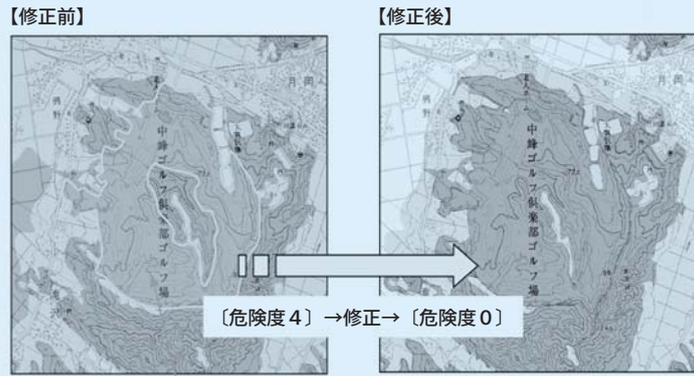
表一 1 地形種別液状化発生面積率（越後平野）

地形区分（土地条件図）		地形面積（km ² ）		液状化発生面積率（%）								グループ	
大分類	小分類	全体	履歴部分	0	5	10	15	20	25	30	35		
斜面	斜面	345.6	0.0	0.0									D
変形地	壁岩	0.7	0.0	0.0									D
	禿しゃ地・露岩	0.3	0.0	0.0									
	地すべり（崩壊地）	12.2	0.0	0.0									
	地すべり（堆積部）	66.7	0.0	0.0									
台地・段丘	高位面	2.8	0.0	0.0									C
	上位面	11.8	0.0	0.0									
	中位面	37.3	0.1	0.1									
	下位面	25.6	0.1	0.4									
	低位面	118.8	0.2	0.2									
山麓堆積地形	麓斜面	3.8	0.0	0.0									C
	崖錐	0.0	0.0	0.0									
	土石流堆	0.8	0.0	0.0									
	土石流段丘	3.2	0.0	0.0									
低地の微高地	扇状地	10.7	0.0	0.3									C
	緩扇状地	75.4	0.0	0.0									C
	自然堤防	137.4	6.2	4.5									B
	砂丘本体	73.6	0.4	0.6									C
	砂丘辺縁部	33.4	1.2	3.6									B
	砂（礫）堆・洲	15.2	1.3	8.4									A
凹地・浅い谷	凹地・浅い谷	6.5	0.1	1.0									C
低地の一般面	谷底平野・氾濫平野・海岸平野・三角州	701.0	18.5	2.6									B
	後背低地	153.7	1.4	0.9									C
	旧河道	15.2	4.5	29.7									A
頻水地系	高水敷	57.1	6.0	10.5									A
	低水敷・浜	32.3	0.6	1.8									C
	湿地・水草地	1.3	0.0	0.0									C
水部	水部	650.4	1.5	0.2									—
人工地形	平坦化地	24.5	1.7	6.8									A
	農耕平坦化地	18.3	0.2	1.0									
	切土斜面	6.8	0.1	1.3									
	盛土斜面	1.1	0.1	5.2									
	高い盛土地	9.0	1.2	13.6									
	盛土地	169.2	17.8	10.5									
	埋土地	22.3	3.0	13.4									
	干拓地	34.5	1.8	5.1									
	凹陷地	0.0	0.0	0.0									
改変工事中	14.7	0.3	1.8										

表一 2 液状化発生面積率と地形区分のランク

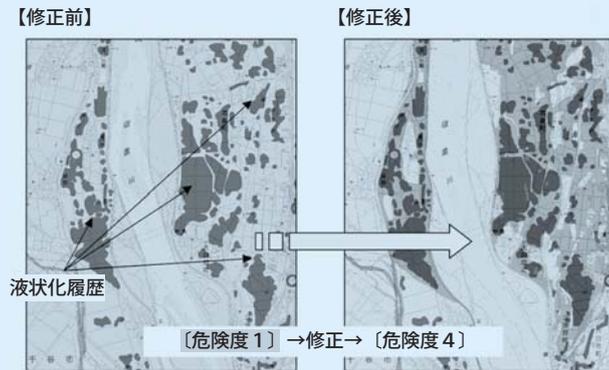
分類	液状化発生面積率	地形区分
A	5%以上	① 旧河道 ② 人工地形 ③ 砂州・砂堆（砂丘間低地含む） ④ 高水敷
B	2～5%	① 谷底平野・氾濫原平野・海岸平野・三角州 ② 砂丘の縁辺部 ③ 自然堤防
C	2%未満	① 台地・段丘 ② 山麓堆積地形 ③ 砂丘（本体） ④ 扇状地・緩扇状地 ⑤ 低水敷・浜 ⑥ 後背低地 ⑦ 湿地・水草地 ⑧ その他（A, B, D以外）
D	対象外	山地・丘陵地

○修正例—1
(危険度4 → 危険度0)



人工地形のため【危険度4】の判定
→ 土地利用はゴルフ場であり、元地形の丘陵地と同等と判断 → 【危険度0】を採用

○修正例—2
(危険度1 → 危険度4)



ボーリングでは礫地盤主体で、【危険度1】の判定
→ 砂利掘削後の埋め戻しが砂で行われており、同部分での液状化履歴が多く確認されている（下写真参照）。その後、埋め戻し土の置換等はなく、現在も砂の状態である。
→ 緩い砂の埋め戻しで地下水は高いと推定されることから【危険度4】と判定



新潟県中越地震災害調査委員会報告書、公益社団法人地盤工学会、p127, 128, 2007.5より抜粋
砂利採取跡地の液状化被害

図—4 総合判定による修正例

6. 液状化しやすさマップ

作成の考え方と手順に従い、新潟県内を対象に液状化しやすさマップを作成した。代表例として、新潟地域の液状化しやすさマップを図—5に示す。なお、マップの利用上の注意点等を以下に示す。

(1) マップの利用上の注意点

① マップは、地盤の液状化の被害の有無にかか

わらず、地盤の液状化という点にのみ注目し「液状化しやすさの傾向」を示したものであり、地震被害想定マップではない。

② マップは、液状化しやすいとされる地形条件に着目し、周辺にある既存のボーリングデータを参照して作ったものであり、多くの推定を含んでいることから、地盤が液状化するか否かの判断は、あくまでもジャストポイントにおけるボーリングデータに基づいて行うことが原則である。



図一五 新潟地域の液状化しやすさマップ

③ 建物の中には液状化対策を実施済のものも多いと思われるが、これらを個々に区別することができないため、このマップでは、これらは考慮していない。

(2) マップの活用

「液状化しやすさ」をキーワードに、自分の住んでいる土地の地盤性質を知り、自助・共助・公助に役立てていただければ幸いである。

7. 今後の課題

今回、液状化危険度判定に係る地盤構成の検討では、「北陸地盤情報システム」に登録されているボーリングデータをベースに作業を行っている。このボーリングデータは、新潟県全体で見ると少なく、データの存在しない区域も多く存在している。このような場合は、周辺のボーリングデータを参照しており、多くの推定を含んでいる。

マップの精度向上には、さらなるボーリングデータの収集・確認が必要である。このためボーリングデータの蓄積を促進し、液状化しやすさマップの危険度評価に対する精度向上を図っていく必要がある。

8. おわりに

液状化しやすさマップは、北陸地方の地盤情報に関する豊富な知識と人材を有する公益社団法人地盤工学会と北陸地方整備局の共同により作成したものである。検討に当たっては、「液状化危険度マップ検討会」を立ち上げ関係各位からの助言を仰ぎながら作成したもので、ここに謝意を表す。なおこのマップは、北陸地方整備局のホームページに掲載しているため、詳細については、こちらを参照願いたい (<http://www.hrr.mlit.go.jp/ekijoka/index.html>)。

国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所品質調査課 品質調査課長 山崎 一雄
品質検査係長 加藤 丈和