

詳細資料編 1 地域の液状化発生傾向図の作成

1-1. 資料の収集

本編3章「3-2.資料の収集」の表-3.1において、『地域の液状化発生傾向図』を作成する際の参考資料として示した各項目(表-1.1.1)について、入手可能な資料の概要及び閲覧・入手先等を以下に示す。これらの資料は必ずしも全てを網羅的に集める必要はないが、地域の実情にあわせて可能な限り収集し、検討に反映させることが望ましい。

表-1.1.1 『地域の液状化発生傾向図』の作成に必要なとなる参考資料

収集する資料の種類	主な作業			
	地形判読による 微地形の区分	人工改変地等 の抽出	液状化履歴の把握 (再液状化の可能性)	地盤(土質)特性 の把握
既往微地形分類図	◎	△		
空中写真	◎	◎	△	
地形図、旧版地図、古地図等	◎	◎		
DEM(数値標高モデル)	○	○		
埋立地・干拓地等の造成資料	○	○		○
砂利(砂鉄)採取や圃場整備、小規模宅 地開発等の人工改変に関する資料		◎		○
過去の液状化発生履歴に関する資料			◎	
ボーリング資料等の地盤情報				◎

◎:該当項目の作業・検討においてあった方がよい、○:あると該当項目の作業・検討に役立つ、△:該当項目の補助的な参考資料

(1) 既往の微地形分類図

微地形分類図は、各機関が様々な目的で作成したものが刊行されている。表-1.1.2 に主な既往の微地形分類図とその入手先を示し、それ以降に代表的なものの概要を示す。

表-1.1.2 主な既往の微地形分類図

図名	縮尺	刊行	整備状況	参考URL等
土地分類基本調査 [地形分類図]	1/50,000, 1/200,000	国土交通省 国土政策局 (旧国土庁)	都道府県単位で作成・整備 (昭和29年～)	https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html
土地分類基本調査 [土地履歴調査]	1/50,000	国土交通省 国土政策局	三大都市圏及び一部の地方都市 (平成22年度～)	https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_history_2011/index_tile.html
土地条件図	1/25,000		初期整備版 152面 [※] (昭和30年代～平成26年) ※人工改変更新版は平成22年～ 平成24年にかけて71面が整備済み	http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_index.html
沿岸海域土地条件図	1/25,000	国土地理院	74面 (昭和47年～平成18年)	http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/engan16.html
火山土地条件図	1/10,000～ 1/50,000		25面 (平成2年～令和3年)	http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/volcano-maps-vlcm.html
治水地形分類図	1/25,000		更新版 109河川935面 (令和3年3月現在)	http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html
水害地形分類図	各種	科学技術庁資源局、 建設省ほか	38地域 [※] (1950年代～2000年頃) ※防災科学技術研究所の水害地形 分類図デジタルアーカイブに収録 されているもの	http://ecom-plat.jp/suigai-chikei/
地形・地盤分類250mメッシュ マップ(2020年更新版)	250mメッシュ	若松・松岡(2020)	全国	https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/

<土地分類基本調査「地形分類図」(国土交通省国土政策局(旧国土庁))>

全国をカバーするものとして、旧国土庁の土地分類基本調査において都道府県が作成した「地形分類図」があり、縮尺 20 万分の 1 で全国整備されているほか、北海道以外のほとんどの地域で 5 万分の 1 縮尺の図が作成されている。なお、土地分類基本調査の縮尺 20 万分の 1 については地形分類図の画像及び GIS データが、縮尺 5 万分の 1 については地形分類図の画像のみが、表-1.1.2 の参考 URL 等から入手可能となる。ただし、土地分類基本調査で作成された地形分類図はいずれも本手引きで作成する液状化発生傾向図よりも小縮尺であり、微地形の区分も作成地域や時期により統一されていないため、参考にする際は注意が必要である。

<土地分類基本調査「土地履歴調査」(国土交通省国土政策局)>

近年の水害、土砂災害の頻発化・激甚化や地震災害の多発等により、土地の安全性や災害リスクに対する意識・関心の高まりを受け、土地本来の自然地形やその人工的な改変状況、土地利用の変遷、過去に発生した災害履歴等の土地の災害リスクに関わる基礎的な事項を調査し、5 万分の 1 縮尺の「土地履歴調査」として公表している。自然地形分類図と人工地形分類図、及び災害履歴図、土地利用分類図からなり、国土情報ウェブマッピングシステム^{※1}や地理院地図^{※2}で閲覧できる。地形分類図に関しては、従来の道府県単位の土地分類基本調査の地形分類図を見直し、分類の修正、分類基準の統一が図られている。平成 22 年度から調査が開始され、これまでに三大都市圏と南海トラフ地震の被害が想定される地方都市等の一部をあわせて約 18,000km²の調査が行われている。

※1「国土情報ウェブマッピングシステム」サイト

https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_history_2011/index_tile.html

GIS データは以下よりダウンロード可

<https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/download.html>

※2「地理院地図」サイト

<https://maps.gsi.go.jp>

<国土地理院の各種地形分類図>

国土地理院が刊行している「土地条件図」及び「沿岸海域土地条件図」は、全国の主要平野部及び沿岸部を中心に縮尺 2 万 5 千分の 1 で整備された微地形分類図であり、国土地理院の「地理院地図」^{※2}で閲覧可能である。また、「土地条件図」の GIS データは、「数値地図 25000 (土地条件)」として刊行されており^{※3}、購入することも可能である。このほか、主要河川沿いでは、「治水地形分類図」(縮尺 2 万 5 千分の 1) が整備されており、地理院地図での閲覧のほか、地図画像も公開サイト^{※4}からダウンロード可能である。

火山地域では、「火山土地条件図」(縮尺 1 万分の 1~5 万分の 1) が整備されているところもあり、地理院地図で閲覧可能となるほか、一部の図は表-1.1.2 の参考 URL から入手可能である。また、GIS データ(火山地形分類データファイル)も「国土地理院技術資料の提供申請に

ついて」※5に従って申請すれば入手可能である。

なお、地理院地図では、土地条件図（数値地図 25000（土地条件））、治水地形分類図（更新版）及び沿岸海域土地条件図における地形分類データを、1つのレイヤにまとめたベクトルタイル「地形分類（自然地形）」、及び、ベクトルタイル「地形分類（人工地形）」が公開されている※6。

※3 数値地図 25000（土地条件）の刊行情報

https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_cd25000.html

※4 治水地形分類図（地図画像）の公開サイト

https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_list_a.html

※5 国土地理院技術資料の提供申請について

<https://www.gsi.go.jp/johosystem/johosystem40086.html>

※6 ベクトルタイル（地形分類）の公開サイト

http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lfc_index.html

<地形・地盤分類 250m メッシュマップ>

若松・松岡（2013）が、全国の地形・地盤条件を 24 種類の微地形区分に統一的に分類し、約 250m 四方毎に属性を持たせた GIS データベースとして整備したものである。2020 年 7 月に更新版が公開されている（若松・松岡，2020）。防災科学技術研究所の地震ハザードステーション J-SHIS※7 から閲覧、利用することができる。

若松加寿江・松岡昌志（2013）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，18，pp.33-38.

<https://www.jaee.gr.jp/jp/wp-content/uploads/2012/02/kaishi18.pdf#page=35>

若松加寿江・松岡昌志（2020）地形・地盤分類 250m メッシュマップの更新，日本地震工学会誌，40，pp.24-27.

※7 地震ハザードステーション J-SHIS

<http://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/>

※ダウンロード（csv 形式）

(2) 空中写真

空中写真は地形図の作成・改訂等や災害状況の把握のために撮影されており、同じ地域において撮影年次が異なる複数の写真を利用することができる。現在日本で利用できる主な空中写真の種類を表-1.1.3 に示す。この他に、民間企業が撮影した空中写真を利用できる場合がある。

微地形分類図の作成を目的とする場合、人工改変が少ない（撮影年次が古い）写真を使用することが望ましい。また、撮影年次が異なる空中写真を比較することで、近年の人工改変地形を検出することもできる。なお、微地形分類図を作成する際の空中写真は、原則として作成しようとする地図の縮尺よりやや大きい縮尺の写真を用いたほうがよい。

表-1.1.3 利用できる主な空中写真の種類

撮影計画機関	撮影区域	撮影年次	縮尺	カメラ f/s	照会・頒布申込先
国土地理院 (国土基本図用)	平野部	1960～1989	一部 1/10,000 大部分 1/20,000	ツァイスRMK,15/23 ウイルドRC-8	国土地理院・ 日本地図センター
		1990～	(平成2年度以降は 1/25,000、一部 1/12,500)	ウイルドRC-10、RC-20	
		1997～	(平成9年度以降は 1/30,000)	ウイルドRC-30	
国土地理院	ほぼ日本全域	1964～	約 1/40,000	ツァイスRMK,15/23 ウイルドRC-8 ウイルドRC-10 ウイルドRC-20	国土地理院・ 日本地図センター
国土地理院	全国(カラー)	1974～1989	平野部 1/8,000 山地部 1/10,000～ 1/15,000	ツァイスRMK, ウイルドRC-10,ウイルド RC-8	国土地理院・ 日本地図センター
	一部の都市(カラー)	1990～	(平成2年度以降は 1/25,000、一部 1/12,500)	ウイルドRC-10、RC-20	
	1997～	(平成9年度以降は 1/30,000)	ウイルドRC-30		
林野庁および 都道府県林務課	山地部	1952～	約 1/20,000	主としてウイルドRC-5a, RC-8 21/18	日本林業技術協会・林野 庁計画課、都道府県庁
各官公庁および民間会社 その他	日本各地	1952～	約 1/10,000～ 1/30,000	各種	撮影計画機関・航空 測量会社
米軍	日本全域	1946～1948	約 1/40,000	K-17 15/23	国土地理院・ 日本地図センター
米軍	鉄道沿線、主要平野部	1946～1948	約 1/10,000	K-17 15/23	国土地理院・ 日本地図センター

※fは焦点距離(cm)、sは画面サイズ(cm)、15/23は広角、21/18は普通角
出典:「空中写真の知識(改訂版)」平成12年1月、(財)日本地図センター

地形図作成のために国土地理院が撮影した空中写真、及び終戦直後に米軍が撮影した空中写真は国土地理院のホームページで年代別に検索・閲覧することができる※8。国土地理院関係の空中写真の入手方法(購入方法)は、国土地理院のホームページの「地図と空中写真の購入方法」を参照されたい。

※8 国土地理院で保有している空中写真の検索・閲覧サイト

<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>

※9 国土地理院の「地図と空中写真の購入方法」

<https://www.gsi.go.jp/MAP/kounyu.html#photo>

(3) 地形図、旧版地図、古地図等

<地形図>

地形図には、国土地理院が刊行している2万5千分の1地形図(紙媒体)や電子国土基本図(地図情報)※10のほか、各地方公共団体が作成している都市計画基本図などがある。

国土地理院の電子国土基本図(地図情報)は地理院地図で閲覧できる地形図のベースとなるもので、GISデータとして「数値地図(国土基本情報)」「ベクトルデータ」と「電子地形図25000」(位置情報付き画像データ)が提供されている。これらのデータの入手方法については国土地理院のホームページの「地図・空中写真等の刊行物・提供物」※11を参照されたい。

※10 国土地理院の「電子国土基本図（地図情報）」サイト

https://www.gsi.go.jp/kibanjoho/mapinfo_what.html

※11 国土地理院の「地図・空中写真等の刊行物・提供物」サイト

<https://www.gsi.go.jp/MAP/index.html>

<旧版地図>

国土地理院発行の2万5千分の1地形図は、随時改訂され最新のものが公表されているが、過去に刊行されたものは国土地理院のホームページで年代別に検索することができ、必要に応じてその謄本を購入することができる※12。旧版地図からは人工改変以前の土地利用や原地形、過去の海岸線、河道、沼地等の位置や分布を知ることができる。なお、一部地域の一部の年代の旧版地図は、時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」※13でも閲覧できる。このほか、各地方公共団体が過去に作成した都市計画基本図なども有用な情報として利用可能である。

※12 国土地理院で保有している地形図・地勢図の図歴等の検索・閲覧サイト

<https://mapps.gsi.go.jp/history.html>

※13 時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」

<http://ktgis.net/kjmapw/>

<迅速測図（明治期に作成された地形図）及び古地図等>

近代的な測量により地形図が作成される以前（明治期以前）に描かれた古地図等も古い地形やその改変を知る手がかりとなりうる。比較的広い範囲で利用可能なものとして、明治初期から中期にかけて作成された「迅速測図」がある※14。

※14 迅速測図を閲覧できるサイト

- ・国土地理院の古地図コレクション <https://kochizu.gsi.go.jp/>
- ・歴史的農業環境閲覧システム <https://habs.dc.affrc.go.jp/index.html>（関東地方の迅速測図が閲覧可）
- ・今昔マップ on the web <http://ktgis.net/kjmapw/>（一部の迅速測図が閲覧可）

<明治期の低湿地データ>

関東、近畿、中部、静岡地区では上記の迅速測図から抽出された明治期の低湿地の分布データが国土地理院から公開されており、低地部の原地形を知る参考となる※15。このGISデータは「国土地理院技術資料の提供申請について」※5に従って申請することで入手可能である。

※15 国土地理院が公開している明治期の低湿地データ閲覧サイト

http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_meiji.html

(4) DEM（数値標高モデル）

DEM（数値標高モデル）とは、標高値が格納された格子状のデータ（メッシュデータ）であり、これを用いることで地形を3次元的に表現することができる。また、新旧のDEMを比較すれば（差分をとれば）、その期間に掘削や盛土等により地盤の高さが変わった場所を把握する

ことができるため、谷埋め盛土造成箇所を抽出する際などに有効である。現在の地形の DEM データは、国土地理院が公開している基盤地図情報^{※16}から利用することができる。基盤地図情報から利用できる DEM の種類を表-1.1.4 に示す。なお、過去の地形の DEM データは現状では公開されていないが、旧版地図に示された等高線のデジタル化や撮影年次が古い空中写真を用いた写真測量等により作成することが可能である^{※17}。

※16 基盤地図情報 <https://www.gsi.go.jp/kiban/towa.html>

※17 人工改変地形データ抽出のための手順書 https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/georeport_index.html

表-1.1.4 基盤地図情報から利用できる DEM

種類	名称		作成方法		ファイル単位	主な整備範囲	標高点格子の間隔	標高精度(標準偏差)
5mメッシュ	5mメッシュ(標高)	DEM5A	航空レーザー測量	基本測量	3次メッシュ	都市域	0.2"×0.2" (約5m四方)	0.3m以内
				公共測量		河川流域等		
	5mメッシュ(数値地形)	DEM5B DEM5C	写真測量	基本測量		都市域周辺等	0.2"×0.2" (約5m四方)	0.7m以内
						一部の島嶼部等		1.4m以内
10mメッシュ	10mメッシュ(火山標高)	DEM10A	火山基本図の等高線	基本測量	2次メッシュ	26火山のみ	0.4"×0.4" (約10m四方)	2.5m以内
	10mメッシュ(標高)	DEM10B	地形図の等高線			全国	0.4"×0.4" (約10m四方)	5m以内

(5) 埋立地・干拓地等の造成資料

埋立地・干拓地等の造成資料とは、公的な事業としての工事資料や造成時期や範囲及び造成方法等が記録された市区町村史等を指す。これらは入手が困難な場合が多いが、入手できれば地域の人工改変地における液状化リスクを把握する上で非常に有効となる。各自治体の実情にあわせて、市区町村史等の資料調査、事業主体や関係者へのヒアリングにより情報を収集する。

なお、干拓や埋立てによって開発された土地には特徴的な地名(町名)がつけられていることが多く、地名を手がかりに土地の成り立ちやその土地の液状化発生傾向を知ることができる場合がある(例えば、若松(2011)や若松(2018))。

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、DVD+解説書。

若松加寿江(2018)「そこで液状化が起きる理由」東京大学出版会、252p。

(6) 砂利(砂鉄)採取後の埋戻し地や圃場整備資料、小規模宅地開発等の人工改変に関する資料

砂利(砂鉄)採取や圃場整備、小規模宅地開発等については、整備・開発時の資料が残されていることは稀であるが、事業主体や関係者へのヒアリングによりその位置や埋戻し方法などの情報を可能な限り収集する。既往の微地形分類図等では、こうした局所的な人工改変地等は十分に反映されていない場合が多いが、液状化をはじめとする地盤災害に対するリスクを有する可能性が高いと考えられるため、できる限り資料を収集し反映することが望ましい。

なお、砂利（砂鉄）採取後の埋戻し地については、工事に関する資料が収集できない場合でも、後述の 1-3 節に示すように、複数年次の空中写真を用いることで、ある程度は抽出することができる。また、丘陵地等の谷埋め盛土造成地の分布、及び、範囲の概略把握においては、ハザードマップポータルサイト『重ねるハザードマップ』で公開している「大規模盛土造成マップ」^{※18}も参考となるうえ、前述のように造成前後の DEM が入手できれば、その比較（差分）によって盛土造成地の範囲を把握することができる。

※18 重ねるハザードマップ <https://disaportal.gsi.go.jp/maps/>

(7) 過去の液状化発生履歴に関する資料

2011 年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）以前の地震については「日本の液状化履歴マップ 745-2008」（若松加寿江著、2011 年、東京大学出版会）、2011 年東北地方太平洋沖地震と 2016 年熊本地震については「防災科学技術研究所 J-SHIS 地震ハザードステーション」で公表・公開されている。その他、国土交通省国土政策局の「土地分類基本調査（土地履歴調査）」の災害履歴図（地震）^{※1}には、一部の地域の液状化発生地点（若松、2011 の引用）を確認できる。

過去の地震で液状化が発生した場所は、将来も大きな地震により再び液状化する可能性が高いと考えられるため、地域の液状化発生傾向や宅地の液状化被害リスクを知る上で重要な情報の一つとなる。

(8) ボーリング資料等の地盤情報

ボーリング資料等の地盤情報は、事業者である各地方公共団体等が保有しているほか、国や各機関がウェブ等でデータを公開しているものを利用することができる。表-1.1.5 及び表-1.1.6 に、参照可能な主な地盤情報データベースを示す。ただし、これらのデータベースの登録情報は限定的であり、検討に用いるには質・量ともに十分とはいえない。地盤調査は、公共施設の建設や造成事業、橋梁、港湾・漁港等の構造物、上下水道等の設計に際して必ず実施されているが、その多くはデータベース化されていないのが実情である。検討に際し、こうしたデータベース化されていないボーリング資料、また、宅地調査で行われるスクリーウエイト貫入試験等のデータなども含めて、できるだけ多くの地盤情報に関する資料を収集して活用することが望ましい。

ボーリング資料等の地盤情報を可能な限り収集し、対象地域の地盤（土質）特性を把握することは、地域において微地形が示す「液状化発生傾向」を理解する上で有用である。

表-1.1.5 主な地盤情報データベース（全国・地域別の例）

【全国的なデータ】			
データベース名	作成主体	内 容	参考URL等
国土地盤情報検索サイト Kunijiban	国土交通省、国立研究開発法人土木研究所、国立研究開発法人港湾空港技術研究所	国土交通省管内のボーリング柱状図、土質試験結果一覧表、土性図等	http://www.kunijiban.pwri.go.jp/
ジオ・ステーション (Geo-Station)	国立研究開発法人 防災科学技術研究所	防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、土木研究所のほか9つの自治体が公開しているデータ (Kunijibanのデータを含む)	https://www.geo-strn.bosai.go.jp/index.html
全国電子地盤図 (ジオステーション内で公表)	公益社団法人 地盤工学会	地域の地盤情報を利用して作成された250mメッシュの表層地盤モデル。33地区のデータが公開されている(2019年2月現在)	https://www.jiban.or.jp/?page_id=432
【地域別のデータ】			
データベース名	作成主体	内 容	参考URL等
北海道地盤情報データベース	地盤工学会北海道支部	北海道 有償(CD-ROM)	http://jgs-hokkaido.org/pastweb/hokkaido.html
みちのくGIDASとうほく地盤情報システム	みちのくGIDAS運営協議会	東北地方	https://www.michinoku-gidas.jp/
ほくりく地盤情報システム	北陸地盤情報活用協議会	北陸地方 (有償・会員制)	https://www.hokuriku-jiban.info/
地盤情報データベース	地盤工学会関東支部	関東地方 (有償「新・関東の地盤」付録DVD)	http://jibankantou.jp/
関西圏地盤情報データベース	関西圏地盤情報ネットワーク	近畿地方 (有償・会員制)	http://www.kg-net2005.jp/
四国地盤情報データベース	四国地方整備局四国技術事務所	四国地方 (有償 CD-ROM)	http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/ ※詳細については直接問合せください。
九州地盤共有データベース	地盤工学会九州支部	九州地方 (有償 CD-ROM)	http://jgskyushu.jp/xoops/

表-1.1.6 主な地盤情報データベース（都道府県・市町村別の例）

【都道府県・市町村】			
作成主体	データベース名	内 容	参考URL等
栃木県県土整備部 技術管理課	とちぎ地図情報公開システム	栃木県の土木工事の際に行った 地質調査の結果	https://www.sonicweb-asp.jp/tochigi_pref/
栃木県県土整備部 建築課	栃木県 地質調査資料	栃木県の公共建築物の建設の際に行った 地質調査の結果	http://www.pref.tochigi.lg.jp/h10/town/jyutaku/kenchiku/kouji/tishitu.html
(公財)群馬県 建設技術センター	群馬県ボーリングMap	群馬県	http://www2.gunma-kengi.or.jp/boring/
埼玉県環境科学 国際センター	地図で見る埼玉の環境 Atlas Eco Saitama	埼玉県	https://www.pref.saitama.lg.jp/a0501/gis/atlaseco.html
茨城県土木部	(ジオ・ステーションで公表)	茨城県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
水戸市	(ジオ・ステーションで公表)	水戸市	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
千葉県総務部 情報システム課	ちば情報マップ	千葉県	https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/chishitsu/chishitsudb.html
東京都建設局土木技術支 援・人材育成センター	東京の地盤(GIS版)	東京都	http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyuhou/geo-web/00-index.html
足立区政策経営部 情報システム課	あだち地図情報提供サービス	東京都足立区	https://www.sonicweb-asp.jp/adachi/map?theme=th_6
新宿区都市計画部 建築指導課	新宿区地盤情報閲覧システム	東京都新宿区	http://www.city.shinjuku.lg.jp/seikatsu/ShinjukuBoring/Default.html
中央区都市整備部 建築課	中央区地盤情報システム	東京都中央区	https://jiban.city.chuo.lg.jp/chuojiban/
世田谷区 建築審査課	『世田谷区地盤図』の閲覧・写し	東京都世田谷区	https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/002/002/006/d00038443.html
豊島区都市整備部 建築課	豊島区地図情報システム	東京都豊島区	https://www.city.toshima.lg.jp/319/1904151117.html
(財)神奈川県 都市整備技術センター	かながわ地質情報MAP	神奈川県	http://www.kanagawa-boring.jp/
横浜市環境創造局政策調整 部環境科学研究所	横浜市行政地図情報提供システム 「地盤View」	横浜市	http://www.city.yokohama.lg.jp/
川崎市環境局環境対策部 環境対策課	ガイドマップかわさき (地質図集)	川崎市	http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?p=0&bt=0&mp=38-2
(公)岐阜県建設研究 センター	県域統合型GISぎふ (ボーリングデータマップ)	岐阜県	http://www.gis.pref.gifu.jp/
静岡県交通基盤部 建設技術企画課	静岡県統合基盤地理情報システム (静岡地質情報マップ)	静岡県	http://www.gis.pref.shizuoka.jp/
鈴鹿市都市整備部 都市計画課 他	鈴鹿市シティサイト (土地情報)	鈴鹿市	http://www.city.suzuka.lg.jp/city/chiri/index.html
滋賀県土木交通部	(ジオ・ステーションで公表)	滋賀県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
神戸JIBANKUN 運営委員会	神戸JIBANKUN	神戸市(有償)	http://www.strata.jp/KobeJibankun/
島根県土質技術 研究センター	しまね地盤情報配信サービス	島根県(有償)	http://www.shimane.geonavi.net/shimane/top.jsp
岡山県土木部 技術管理課	おかやま全県統合型GIS	岡山県	http://www.gis.pref.okayama.jp/map/top/index.asp
徳島県県土整備部 建設管理課	徳島県地盤情報検索サイト Awajiban	徳島県	https://e-awajiban.pref.tokushima.lg.jp/
高知地盤情報利用 連絡会	こうち地盤情報公開サイト	高知市等	https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/index.html
長崎県土木部	(ジオ・ステーションで公表)	長崎県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
(公財)鹿児島県 建設技術センター	かごしま地盤情報閲覧システム	鹿児島県	http://www.kago-kengi.or.jp/map/geoMapKiyaku.php

※ここに示した以外にも、地方自治体や民間企業が独自に作成しているデータベースもある

- ・国土交通省都市局によるデータベース (http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_fr1_000013.html)
- ・「全国ボーリング所在情報公開サイト (<https://publicweb.ngic.or.jp/etc/zenkoku/>)」においても、全国のボーリングデータの所在情報を公開・提供している。

1-2. 微地形分類図の作成方法

微地形分類図は、基本的に地形図や DEM、空中写真等を用いた地形判読により作成する。

地形判読とは、地形図や DEM、空中写真等から土地の起伏や土地利用状況及びそれらの分布を読み取り、形態や成因、形成順序等を考察し、土地の成り立ち（地形発達史）を明らかにする作業である。地形判読に基づき、形態や成因等の特徴が類似する土地を同一の地形（微地形）領域として分類・図示したものを「微地形分類図」と呼ぶ。地形分類の基礎や典型的な地形に関する知識は、国土地理院が公開している資料が参考になる（「山から海へ川が作る地形」https://www.gsi.go.jp/CHIRIKYOUIKU/kawa_3-2.html）。また、地形判読の実務に関しては、鈴木隆介著「建設技術者のための地形図読図入門」シリーズや、日本測量協会が刊行している「いまさら聞けない地形判読」等の書籍を参照されたい。なお、地形判読には一定の専門技術が必要であるため、応用地形判読士などの資格保有者や、それに相当する実務経験・技術力を持った作業者が作業を行うことが望ましい。

本手引きにおいて、微地形分類図の作成に係る基本的な作業は、「土地条件データ整備・更新作業要領及び同運用基準」（令和2年3月、国土地理院応用地理部；以下「土地条件データ整備作業要領」と呼ぶ。付属資料1参照）を参考にしている。なお、具体的な作業項目や作成仕様は、「土地条件データ整備作業要領」を踏まえ、各自治体の判断により設定する。

本編3章「3-3.微地形分類図等の作成」の表-3.2に示した、本手引きで標準とする微地形区分（表-1.2.1）について、「土地条件データ整備作業要領」における取得基準との対応を表-1.2.3に示す。本手引きの微地形分類項目は、過去の地震における液状化発生地点と微地形の関係に関する既往研究等に基づき、低地の地盤の液状化発生傾向や液状化被害リスクに着目して設定したものである。地域特性により必要な微地形がある場合は、適宜追加して構わないが、その微地形における液状化発生傾向については独自に検証・設定する必要がある。

なお、本手引きにおける地形判読では、人工改変されている場所は、可能な限り人工改変前の自然地形も判読・分類することとする。これは、人工改変地等の地盤特性を推定する上で、改変前の微地形（自然地形）との関係が重要と考えるためである。すなわち、“砂利（砂鉄）採取後の埋戻し地”については、それがどのような微地形で行われたかにより構成物質（粒度）等の地盤特性を推定することができ、また、“低地上の盛土造成地”、“浅い谷や凹地の盛土地”、“谷埋め盛土造成地”については、改変前の微地形（自然地形）との関係により地下水位等の地盤条件を推定する手掛かりとなる。

最終的に『地域の液状化発生傾向図』を作成する際は、微地形（自然地形）と次節に示す人工改変地等から推定される「液状化の発生傾向」を総合的に評価・区分する（「1-5.(1)本手引きにおける微地形の液状化発生傾向の評価区分」参照）。

表-1.2.1 本手引きで標準とする微地形区分（主に地形判読により抽出するもの）

対象微地形	一般的な特徴			
	構成物質	地下水位	場所・形態等	
山地・丘陵	基盤岩・表土	-	山地や丘陵の斜面。	
山麓堆積地形	砂礫	-	土石流や落石等により形成された岩屑からなる緩斜面。	
台地	砂礫・ローム	深い	河岸段丘や海岸段丘、火山砕屑物の堆積面など。	
台地上の浅い谷・凹地	砂礫・ローム	やや深い	台地の一般面より低い谷状ないし凹地状の部分。	
扇状地	砂礫	深い～浅い	河川が山地から平地に移る場所に主に砂礫が堆積した地形。扇端部では湧水することがある。	
扇状地上の旧河道	砂礫	やや深い～浅い	扇状地上の旧河道及び浅い開析谷など浅い谷状ないし凹地状の部分。	
氾濫低地	砂礫～砂～シルト	浅い	網状または蛇行流路をなす河川の堆積作用により形成された平坦地。	
谷底低地	砂礫～砂～シルト	浅い	山地や丘陵・台地間の谷底に分布する平坦地ないし緩傾斜の堆積面。	
三角州・海岸低地	砂～シルト	浅い	過去の浅海堆積面が海退により陸化した平坦地。河口付近に広がり極めて低平。	
自然堤防	砂～シルト	やや深い	洪水で越流した土砂が河川沿いに形成した微高地。	
砂州・砂礫州	砂または砂礫	やや浅い	海岸線と平行に伸びる浜堤など、波浪や沿岸流により形成された砂・礫からなる微高地。	
砂丘	粒度のそろった砂	深い	海岸・河畔の砂が風により巻き上げられて堆積した小高い丘。	
砂州上・砂丘上の凹地	粒度のそろった砂	やや浅い	砂州や砂丘の一般面と比べ相対的に低い部分、凹地。	
砂丘縁辺部	粒度のそろった砂	浅い	砂丘のうち内陸側の低地に隣接する部分。砂丘砂の二次移動により砂がゆるく堆積し、地下水位が浅い。	
砂丘間低地・砂州間低地	砂～シルト	浅い	砂州・砂丘列に挟まれた低地。低湿地をなす。	
後背低地	シルト・粘土	浅い	自然堤防の外側の低平地。湿地をなすこともある。	
旧河道	砂～シルト・粘土	浅い	蛇行による流路変遷や河川の付け替えにより破棄された流路跡。	
旧水部	(埋立地)	(砂～シルト)	浅い	水域を人工的に埋めて造成した新しい地盤。
	(干拓地)	砂～シルト	浅い	中・近世以降に干潟を閉め切り陸化した新しい地盤。

表-1.2.2 抽出すべき人工改変地等とその主な分布箇所

抽出すべき人工改変地	特に注意すべき場所				
	デルタ地帯	砂州・砂丘地帯	氾濫低地帯 (自然堤防帯)	扇状地帯	丘陵地・台地
埋立地 ^{※1}	○		○		
干拓地	○		○		
砂利(砂鉄)等採取後の埋戻し地		○	○	○	
低地(湿地)上の盛土造成地 ^{※2}	○		○		
浅い谷や凹地の盛土地				○	○
谷埋め盛土造成地 ^{※3}					○

- ※1 臨海部の埋立地以外に、押堀（落堀）や後背湿地の池沼、旧河道や河川敷を含む。改変前の自然地形は旧水部。
 ※2 谷底低地を除く、後背低地や氾濫低地、三角州・海岸低地、砂丘間低地・砂州間低地の低地面や干拓地上に盛土した造成地。また、後背低地等の堆積物は、一般に粘性土からなり液状化しにくい、地下水位が浅いため、盛土部分が液状化することがある。
 ※3 丘陵地・台地の切盛造成地では、谷埋め部分に地下水が溜まりやすく地盤が液状化することがある。

表-1-2.3 本手引きで標準とした微地形区分と「土地条件データ整備作業要領」における取得基準との対応表 (1/5)

番号		「土地条件データ整備・更新作業要領及び同運用基準」における地形分類取得基準表(2020.03版)				本手引きにおける微地形区分の取得基準表					
大分類	中分類	小分類	定義	適用範囲	取得範囲	レイヤ名	手引きにおける微地形区分	定義	適用範囲	取得範囲	「液化化発生傾向」及び留意点
山地	山地斜面等	山地斜面等	山地または台地の縁などの傾斜地。	岩場等を含む。開削が運んだ台地、山麓堆積地形を含む、崖を除く。	面積1000m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものは、基準に拡大して表示することができる。	shizen	山地・丘陵	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	「液化化発生傾向」及び留意点 液化化発生傾向が強い。丘陵地帯からほぼ液化化しない。丘陵帯等で谷埋め盛土による造成箇所は、人工改築地の「谷埋め盛土造成地」となり、液化化発生傾向が強い。
			幅の狭い急斜面。	比高1.5m以上の極急斜面(表面傾斜35°以上)。	高さ50m以上、幅15m未満のもの。ただし、必要と判断したものは、基準に拡大して表示することができる。	shizen	(判断対象としない) 隣接する地形(山地・丘陵又は台地等)に含める。	(取得対象としない)	隣接する地形に準ずる	隣接する地形に準ずる	隣接する地形に準ずる
山地	集動地地形	地すべり地形(滑動崖)	動きの緩急は問わず、山体の一部が土塊として下方に移動し形成された地形のうち、地すべり頭部にできた崖。	滑動線のあるもの、及び写真判読で明らかに滑動したと認められるもの。	面積1000m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものは、基準に拡大して表示することができる。	shizen	(判断対象としない) 山地・丘陵に含める	山地・丘陵に準ずる	山地・丘陵に準ずる	(取得対象としない)	山地・丘陵に準ずる
			動きの緩急は問わず、山体の一部が土塊として下方に移動してきた地形のうち、すべった土塊の到達範囲。	同上	面積2500m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものは、基準に拡大して表示することができる。	shizen	同上	同上	同上	同上	同上
台地の一般面	台地(更新世段丘面)	台地(更新世段丘面)	斜面の下方、山間の急崖または谷の出口にあつて、土石流や落石等によって形成された岩屑からなる急斜面。	崖壁、崖脚面、土石流堆、沖積堆を含む。開削が運んでいる場合は、山地斜面等とする。	面積1000m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものは、基準に拡大して表示することができる。	shizen	山麓堆積地形	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	液化化発生傾向が強い。 土石流性の堆積物からなり、地盤条件から液化化発生傾向が弱い。
			台地の一般面のうち、更新世に形成されたもの。	更新世(約238~1万年前)に形成された台地の平坦面。開削が運んでいる場合は、山地斜面等とする。	同上	shizen	台地	同上	同上	同上	同上
台地	台地(完新世段丘面)	台地(完新世段丘面)	台地の一般面のうち、完新世に形成されたもの。	完新世(約1万年前から現在)に形成された台地の平坦面。	同上	shizen	同上	同上	同上	同上	同上
			台地の一般面のうち、形成年代が特定できないもの。	台地の平坦面のうち、文獻等の資料や現地調査により、形成年代を判断できないもの。	同上	shizen	同上	同上	同上	同上	同上
台地	台地の微低地	台地(段丘面)上の浅い谷	台地の一般面の上にある、相對的に低い地形。	台地の平坦面内にあり、台地の一般面との比高が0.5mから数m程度まで低い谷状及び凹地状の部分。	同上	shizen	台地上の浅い谷、凹地	同上	同上	同上	同上
			台地と同等に扱うが、谷底に二次堆積した土砂が存在すると考えられる場合は、谷底低地又は汎氾低地に準じた発生傾向とする。 また、盛土や埋土されている場合は、人工改築地の「浅い谷や凹地の盛土」地となり、液化化発生傾向が強い。	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上

表-1.2.3.3 本手引きで標準とした微地形区分と「土地条件データ整備作業要領」における取得基準との対応表 (3/5)

大分類		「土地条件データ整備・更新作業要領及び同運用基準」における地形分類取得基準(2020.03版)					本手引きにおける微地形区分の取得基準表				
番号	中分類	小分類	定義	適用範囲	取得範囲	レイヤ名	手引きにおける微地形区分	定義	適用範囲	取得範囲	「液状化発生傾向」及び留意点
16	低地の微高地	砂丘	現在及び過去の海岸、湖畔、河川沿いにあって、風によって運ばれた砂からなる高い丘。	低地の一般面との最大比高が3.0m以上で、風成であることが明らかで、砂質の微高地。低地上、台地上を問わない。	面積1000㎡を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものについては、基準に拡大して表示することができる。	shizen	砂丘	土地条件データ整備作業要領「砂丘」に準拠	低地の一般面との最大比高が3.0m以上で、風成であることが明らかで、砂質の微高地。低地上、台地上を問わない。砂丘縁辺部、砂丘間低地を除く。	土地条件データ整備作業要領に準拠	液状化発生傾向がやや強い 一般に砂丘頂部付近は、地下水位が深いので、液状化発生傾向が低い。細い砂で構成されるため、地下水位の状況によっては液状化することがある。
			砂丘上・砂丘上にある砂丘・浜堤上、砂丘上にある、相対的に低い地形。	低地の一般面との比高が0.5m以上で、砂洲・浜堤、砂丘の表面より0.5mから数m程度まで低い部分。	同上	shizen	砂丘上・砂丘上の凹地	土地条件データ整備作業要領に準拠	低地の一般面との比高が0.5m以上で、砂洲・浜堤、砂丘の表面より0.5mから数m程度まで低い部分。砂丘縁辺部又は砂丘間低地、砂丘間低地を除く。	同上	液状化発生傾向が非常に強い 砂丘の内縁部の低地縁辺部は、砂丘砂が二次堆積した羅い砂質堆積物からなり、地下水位が浅いため、液状化発生傾向が非常に強い。
17	低地	後背低地	河川の堆積作用が比較的及ばず、主として粘土や泥炭からなる活況性起源の低湿地。	低地の一般面との比高が0.5m以上低い部分。低地の微高地に上川間運された低湿地を含む。旧河道を除く。	同上	shizen	砂丘間低地・砂丘間低地	砂丘列又は砂洲(浜堤)列の間において、低地の一般面との比高が0.5m未満あるいは低地の一般面より低い部分。形成時期が古いものは砂丘砂の移動により埋積されている場合がある。	砂丘列又は砂洲(浜堤)列の間において、低地の一般面との比高が0.5m未満あるいは低地の一般面より低い部分。形成時期が古いものは砂丘砂の移動により埋積されている場合がある。	同上	液状化発生傾向が非常に強い 砂質低地で地下水位が深く、湧泉を伴うことがあり、非常に液状化しやすい。
			谷盛平野・氾濫原及び海岸平野・三角州との比高が0.5～1.0m内外の低い帯状の凹地。落艦(甲船)を含む。旧水部を除く。	後背低地	土地条件データ整備作業要領に準拠	低地の一般面との比高が0.5m以上低い部分。低地の微高地により閉塞された低湿地を含む。旧河道、砂丘間低地・砂丘間低地を除く。	同上	液状化発生傾向がやや強い 通常、地裏付近はシルトや粘土からなることが多く液状化発生傾向は低いが、地下水位が浅いため、砂質土が、くまられる場所では部分的に液状化発生傾向が強い。後背低地上に、深い盛土をした宅地等は、人工改変地の「低地(海地)上の盛土造成地」となり、液状化発生傾向が非常に強い。			
19	低地	旧河道	谷盛平野・氾濫原及び海岸平野・三角州との比高が0.5～1.0m内外の低い帯状の凹地。	谷盛平野・氾濫原及び海岸平野・三角州との比高が0.5～1.0m内外の低い帯状の凹地。落艦(甲船)を含む。旧水部を除く。	同上	shizen	旧河道	土地条件データ整備作業要領に準拠	同上	同上	液状化発生傾向が非常に強い 砂～シルト・粘土質堆積で、地下水位が浅いため、液状化発生傾向が非常に強い。
			扇状地上にあって、過去の河川流路の跡。	扇状地との比高が0.5～1.0m内外の低い帯状の凹地。	同上	shizen	扇状地上の旧河道	同上	同上	同上	扇状地と同等に致すが、盛土や埋土砂～シルト、粘土質堆積で、地下水位が浅いため、液状化発生傾向が非常に強い。
20											

表-1.2.3 本手引きで標準とした微地形区分と「土地条件データ整備作業要領」における取得基準との対応表 (4/5)

大分類		本手引きにおける微地形区分の取得基準表									
番号	中分類	小分類	定義	適用範囲	取得範囲	レイヤ名	手引きにおける微地形区分	定義	適用範囲	取得範囲	「液化化発生傾向」及び留高点
21	瀬水地形	河川敷・浜	堤外地のうち、高水時に冠水する部分、及び暴浪時に冠水する海岸の岩場、砂灘地。	水部を除く、天井川の河川敷を含む。	面積1000㎡を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものである場合は、基準に拡大して表示することができる。	shizen	(判断対象としない)	-	-	(取得対象としない)	-
		湿地	地下水位が地表面に対して著しく低い土地。	調査時、旧版地形図及び古い空中写真等の資料から、湿地もしくは旧湿地と確認された部分。	同上	shizen	後背低地	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	後背低地と同等に扱う
23	水部等	水部	河川、湖沼、海、貯水池などの水面。	水涯線データのとおりに。	面積25㎡以上または短辺の幅が5m以上のものとし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものである場合は、基準に拡大して表示することができる。	shizen	(水部) 他の微地形とは別に微地形分類図に水部として示す	同上	土地条件データ整備作業要領に準拠	同上	-
		水部	湖沼、海、貯水池などを盛土、埋立、干拓等により人工的に陸化したもの。	旧版地形図及び古い空中写真等の資料から、かつて水部であったと確認された部分。干拓地の狭川地は旧河運とする。	面積25㎡以上または短辺の幅が5m以上のものとし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものである場合は、基準に拡大して表示することができる。	shizen	旧水部(干拓地)	湖沼、海、貯水池などを干拓により人工的に陸化したもの。	旧版地形図及び古い空中写真等の資料から、かつて水部であったと確認された部分。干拓地の狭川地は旧河運とする。	同上	(人工改変地の「干拓地」において 液化化発生傾向を評価)
24	水部	旧水部(埋立地・干拓地)	湖沼、海、貯水池などを盛土、埋立、干拓等により人工的に陸化したもの。	旧版地形図及び古い空中写真等の資料から、かつて水部であったと確認された部分。干拓地の狭川地は旧河運とする。	面積25㎡以上または短辺の幅が5m以上のものとし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものである場合は、基準に拡大して表示することができる。	shizen	旧水部(埋立地)	湖沼、海、貯水池などを盛土、埋立等により人工的に陸化したもの。	旧版地形図及び古い空中写真等の資料から、かつて水部(河川、河川敷を含む)であったと確認された部分のうち、埋立、盛土された部分。	同上	(人工改変地の「埋立地」において 液化化発生傾向を評価)

表-1-1.2.3 本手引きで標準とした微地形区分と「土地条件データ整備作業要領」における取得基準との対応表 (5/5)

番号		大分類	中分類	小分類	定義	適用範囲	取得範囲	レイヤ名	本手引きにおける微地形区分の取得基準表				
番号		大分類	中分類	小分類	定義	適用範囲	取得範囲	レイヤ名	手引きにおける微地形区分	定義	適用範囲	取得範囲	取得基準点
25				切土地	山地、台地などの造成地のうち、切取りによる平坦地または傾斜地。	宅地、ゴルフ場などの造成地のうち、切取りによる部分。農耕平坦化地を除く。	面積1000m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、必要と判断したものについては、基準に拡大して表示することができる。	jinko	(判断対象としない) 原地形を取得する	原地形に準ずる	原地形に準ずる	土地条件データ整備作業要領に準拠	「液状化発生傾向」及び留意点 原地形と同等に扱う
26		人工地	人工地	盛土地・埋立地	山地、台地、低地及び水部に土を盛って造成された平坦地または傾斜地。	低地においては、2m以上盛り土した部分。	面積1000m ² を基準とし、それ以下は省略する。ただし、旧水部と重なる部分は、旧水部の基準に準ずる。	jinko	埋立地 砂利(砂鉄)採取後の埋立地 低地(湿地)上の盛土造成地	水部を埋立(盛土)した部分。 砂利や砂鉄等の採取のために掘削し、その跡地を土砂により埋め戻した土地。 低地(湿地)に土を盛って造成された平坦地または傾斜地。	砂利や砂鉄等の採取跡地を埋め戻した部分。 低地において2m程度以上盛り土した部分。	同上	液状化発生傾向が非常に強い 水部に土砂を投入して造成した地盤であるため、自然地震と比べて強く堆積しており、地下水により飽和した状態であることから、液状化発生傾向は非常に強く、広範囲で顕著な被害が生じやすい。 液状化発生傾向が非常に強い 埋立しは砂利ないし砂鉄等を選別した雑砂が用いられることが多く、自然地震と比べて強く堆積するため、液状化発生傾向が非常に強い。 液状化発生傾向が非常に強い 盛土造成地は地下水が浅いため、盛土の地盤材料が砂質土の場合は液状化発生傾向が強い。 液状化発生傾向が強い 扇状地や台地の浅い谷に盛土して造成した場所は、地下水が集まりやすく、地震により液状化発生傾向が強く、地震の流動化を起しやすい。 液状化発生傾向が強い 山地・丘陵もしくは台地における谷部の盛土による造成箇所は、地下水が集まりやすく、自然地震と比べて強く堆積していることから、地震により地盤が流動化することがある。
27				干拓地	水部を干して陸地化した土地。	史料によつて干拓地であることが明らかになっているもの。	同上	jinko	干拓地	土地条件データ整備作業要領に準拠	土地条件データ整備作業要領に準拠	同上	液状化発生傾向が強い 一般に海・湖水面より低いため、地下水が深く、砂～シルト質地盤であるため、全体的に液状化発生傾向が強い。
28				改変工事中の区域	調査時に、人工的に地形の改変が進行中の区域。	臨海部の埋立作業中の場所や、山地、台地などにおける宅地造成中の場所や土石採取地など。	同上	jinko	(判断対象としない) 原地形を取得する	原地形に準ずる	原地形に準ずる	同上	原地形と同等に扱う

1-3. 人工改変地等の抽出方法と主な人工改変地の抽出事例

2011年東北地方太平洋沖地震をはじめ、過去に発生した液状化被害は、埋立地等の人工改変地や旧河道などで多く発生している。本手引きでは、これらの分布を整理することが対象地域の液状化発生傾向や宅地の液状化被害の可能性を把握する上で非常に重要と考えている。表-1.2.2に示した人工改変地以外にも、掘削-埋戻しや盛土等により表層地盤がゆるく堆積した砂質土からなり、地下水位が浅い地盤条件が想定される人工改変地は極力抽出する。

臨海部の埋立地や干拓地は、既往の微地形分類図の多くにも記載されているため、既往の微地形分類図がある場合はその情報を参考にすることができる。また、河川改修が行われた河川では、付け替え前の古い川筋が埋め立てられていることがあり、過去の地震で液状化が多く発生している。これらは、既往の微地形分類図では埋立地や旧河道として記載されている。このように、既往の微地形分類図は人工改変地の一部を抽出する際の参考資料として利用可能であるが、縮尺や目的により位置精度や微地形区分の定義が異なるため注意が必要である。

一方で、上述した臨海部の埋立地や干拓地を除いて、多くの場合、既往の地形分類図等には細かい人工改変地が反映されていない。これは、既往地形分類図の目的として、人工改変地等があまり重要でないためであるが、人工改変地の多くが通常の地形判読だけでは抽出困難なこともその理由として挙げられる。人工改変地を抽出するには、旧版地図や撮影時期が異なる空中写真を用いて、土地の履歴・変遷を整理する必要がある。なお、砂利（砂鉄）採取後の埋戻し地や盛土造成地は比較的改変期間が短く、旧版地図や空中写真では十分に把握できない場合が多い。このような場合は、市区町村史などの資料調査もあわせて行うことが必要となる。

なお、丘陵地等の谷埋め盛土造成地の分布を知るには、ハザードマップポータルサイト『重ねるハザードマップ』で公開している大規模盛土造成マップも参考となる。また、改変前後のDEMを収集できれば、それらを比較する（差分をとる）ことで標高が変化した場所、すなわち掘削や盛土がなされた範囲を把握することができる。

以下に、典型的な人工改変地等の抽出事例を示すので参考とされたい。

- (1) 臨海部の埋立地の造成履歴の整理
- (2) 内陸部における埋立造成箇所の抽出
- (3) 旧版地図等を用いた旧河道の抽出
- (4) 空中写真を用いた砂利採取後の埋戻し地の抽出
- (5) 低地（干拓地）上の盛土造成地の抽出
- (6) 内陸の低湿地における盛土造成の抽出
- (7) 台地や丘陵部における谷埋め盛土造成地の抽出

(1) 臨海部の埋立地の造成履歴の整理 ※千葉県浦安市の例

埋立地とは、水面（海面または内水面）に土砂等を大量に積み上げて、平らな陸地を人工的に造成したもので、高度成長期以降、各地の臨海部には、多くの埋立地が造成された。また、内陸部においても池沼や旧河道などの水面を埋め立てた土地が存在する。埋立地の地盤は、自然の作用により長時間かけて形成された地盤に比べると、急速に形成されたことにより土粒子の間隙が大きくなるため、特に液状化が起きやすい。

埋立地の造成履歴は、撮影時期が異なる空中写真や旧版地図を用いて時系列的に整理する。図-1.3.1 に示した千葉県浦安市の事例では、8 時期の空中写真からその造成履歴を整理しており、2011 年東北地方太平洋沖地震の際には、自然地盤である元町地区と埋立地である中町地区・新町地区とで、液状化の被害程度が大きく異なるとされている。したがって、造成時の事業資料や市区町村史、ボーリング調査資料等の地盤情報をあわせて参照し、埋立地の時期や範囲、造成方法、地盤特性等についても把握することが望ましい。

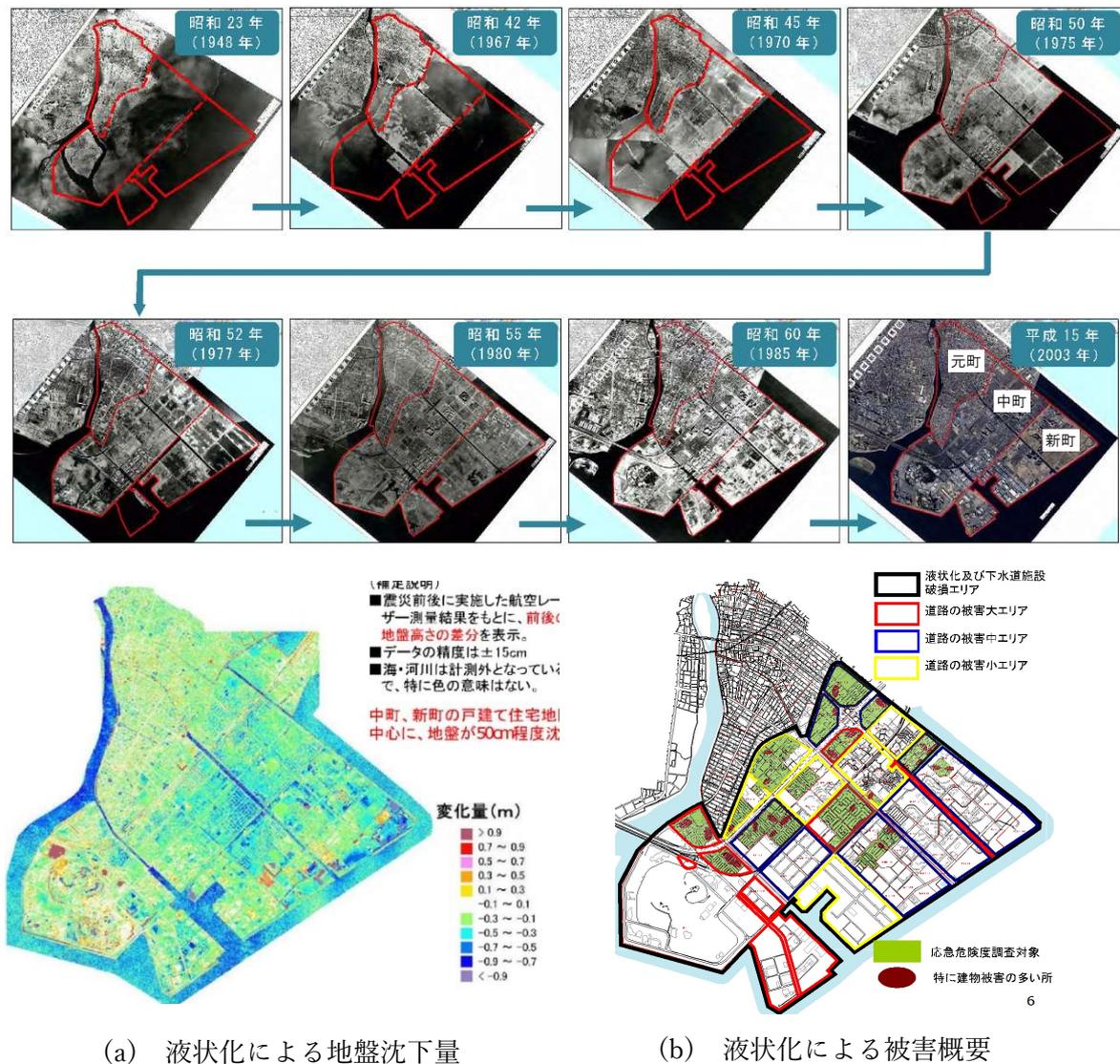


図-1.3.1 浦安市の事例

浦安市液状化対策技術検討調査報告書（平成 24 年 4 月）より
 浦安市液状化対策実現可能性技術検討委員会（平成 24 年 6 月）より

(2) 内陸部における埋立造成箇所の抽出 ※千葉県我孫子市の例

内陸部では、池沼や旧河道などの水面を埋め立てた箇所が存在する。ここで示す事例は、河川の洪水により形成される押堀（おっぼり、落堀(おとしぼり)と呼ぶこともある）を埋め立てたものである。押堀とは、洪水が堤防を越えた時、また、破堤して低地に水が勢いよく流れ込んだ時に、水の圧力で地面が洗堀されてできた凹地を指す。自然のままであれば湛水して池沼や湿地となるが、埋め立てられて周囲と同様の土地利用がなされていることが多い。そのような場所は、人工的に埋め立てた地盤であるため、特に液状化が起きやすい。

押堀は、地形判読により抽出できる場合もあるが、市街化された場所では判読困難なことも少なくない。したがって、旧版地図や古い時期に撮影された空中写真等を用いて抽出する。また、近年の洪水に起因するものであれば、市区町村史等に記録が残っている場合もある。

事例では、市史等の調査により、明治3年の大水で堤防が崩れて沼（押堀；図-1.3.2～図-1.3.4の水色ハッチング部）ができたこと、昭和27年の利根川改修の際に、改修工事の浚渫土砂で沼が埋め立てられたことが判明した。そのため、当地区では、2011年東北地方太平洋沖地震の際に、押堀を埋め立てた箇所周辺で液状化による被害が集中した。なお、押堀であった範囲は、治水地形分類図（図-1.3.5）において「盛土地・埋立地」と区分されることになる。



図-1.3.2 米軍撮影空中写真（1949年）※1

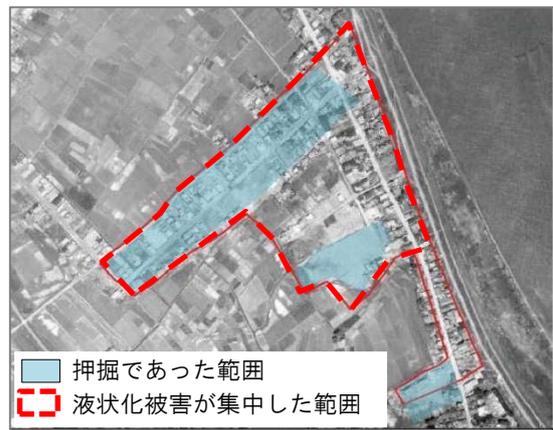


図-1.3.3 空中写真（1962年）※1



図-1.3.4 現況地形図※1

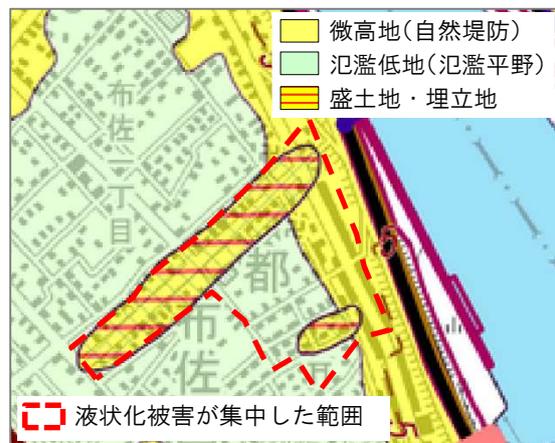


図-1.3.5 微地形分類図※2

※1 「東日本大震災からの復興のあゆみ（平成28年3月）」より

※2 国土地理院：地理院地図（治水地形分類図）より

(3) 旧版地図等を用いた旧河道の抽出 ※茨城県下妻市の例

過去の地震で液状化が発生した地点をみると、河川の沿岸地において帯状に被害が集中している場合がある。その多くは、河川沿い、あるいは以前川が流れていた跡に沿った場所である。特に、最近数百年間に変遷した河道の位置や人工的な河川改修の跡では、液状化が発生することが多い。

旧河道の位置は、撮影時期が異なる空中写真や旧版地図、古地図等を用いて抽出することができる。図-1.3.6～図-1.3.8には、迅速測図と旧版地図の比較から旧河道の位置を抽出し、その土地利用の変化をみた事例を示す。明治期の迅速測図における河道位置は、昭和35年の旧版地形図では水田となっており、現在の地形図（地理院地図）ではその一部が宅地となっていることが分かる。

なお、本手引きの地形判読では、このような旧河道は、旧水部（埋立地）や旧水部（干拓地）の一部として抽出されることになる。

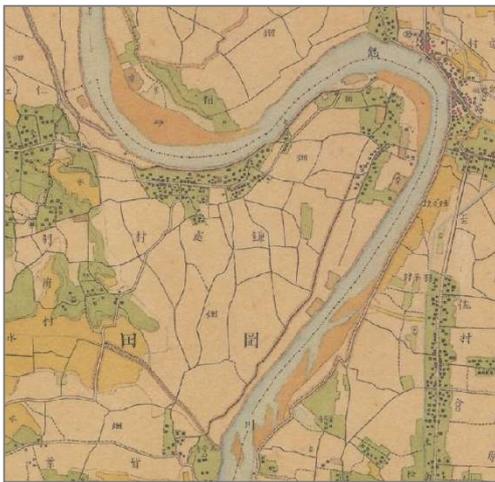


図-1.3.6 迅速測図※1



図-1.3.7 旧版地形図※2



図-1.3.8 地理院地図

※1 国土地理院：古地図コレクション、「茨城県下総國豊田郡本宗道村」明治16作成

※2 国土地理院：地図・空中写真閲覧サービス、2.5万分の1「石下」昭和35測

(4) 空中写真を用いた砂利採取後の埋戻し地の抽出 ※茨城県神栖市の例

近隣で大規模な開発や造成が行われると、低地部で建設材料としての砂利採取が行われることがある。砂利採取は開発事業にあわせて数年～数十年といった短期間で行われ、その跡地は埋め戻されることが多いため、地図上にはその記録が残されにくい。多くの場合、埋戻しには砂利採取後の残砂が用いられ、締固めが不十分なため液状化しやすい地盤となる。類似するものとして、砂州などでは砂鉄の採取が行われることがあり、採取後の埋戻し地の液状化が問題となる。

事例では、鹿島港の建設時期を中心に複数年次の空中写真を比較することで、砂利採取後の埋戻し地を抽出している。1974年の空中写真（図-1.3.9）で水田であった場所の一角が、1984年の空中写真（図-1.3.10）では砂利採取のために掘削され湛水し池となっている。現在の地形や土地利用状況（図-1.3.11）から、砂利採取後の埋戻し地は周囲と見分けがつかないことがよく分かる。なお、青山・小山（2017）によれば、当該地の液状化発生箇所は、大半が砂利採取後の埋戻し地と一致し、それ以外の場所ではほとんど液状化が発生していないとされている。このことは、砂利採取後の埋戻し地が液状化発生傾向の強い場所を把握する上で重要であることを示している。



図-1.3.9 空中写真（1974年）※1



図-1.3.10 空中写真（1984年）※1



図-1.3.11 空中写真（2011年）※1

青山・小山（2017）、橋本ら（2015）を参考とし、過去の空中写真を比較した結果より

※1 国土地理院：地図・空中写真閲覧サービスより

(5) 低地（干拓地）上の盛土造成地の抽出 ※茨城県潮来市の例

干拓地は、遠浅の海や干潟、水深の浅い湖沼やその浅瀬を仕切り、排水して、干上がらせることで陸地化するもので、主に農地として利用することを目的とした人工改変地である。しかし、市街地の拡大に伴い、干拓地に盛土して宅地に転用した事例が少なくない。干拓地はもともと水面や干潟ないし湿地であるため地下水位が浅く、宅地を造成する際の盛土材料やその方法によっては液状化発生傾向の強い地盤条件となる。河川の下流域においては、盛土材料として浚渫土等が用いられることがあり、締固めが不十分な砂がゆるく堆積するため、盛土地盤の液状化が起きやすい。

干拓地の造成履歴については、空中写真や旧版地図、古地図等を用いて抽出する。また、地域の農業史と関連して市区町村史などにその履歴や記録が残されている場合があるので、適宜参照する。事例では、明治初期～中期（図-1.3.12）には、利根川下流域の入り江であった場所が、戦後干拓により農地化されている（図-1.3.13）。その後、農業政策の転換や人口の増加に伴い、当該地が宅地化されたことが記録されており、その際、浚渫土砂による盛土造成が行われた（図-1.3.14）。1987年千葉県東方沖地震や2011年東北地方太平洋沖地震では、周辺の水田では液状化はほとんど発生しなかったにもかかわらず、宅地造成された範囲では顕著な液状化被害が発生した（図-1.3.15）。



図-1.3.12 迅速測図（明治初期～中期）
（「茨城縣常陸國行方郡延方村」より）



図-1.3.13 米軍撮影空中写真（戦後）
（R391-48）

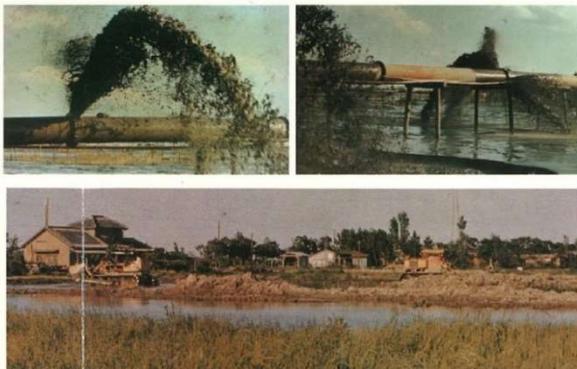


図-1.3.14 造成史
（潮来市浪逆土地区画整理組合事務局（1978））

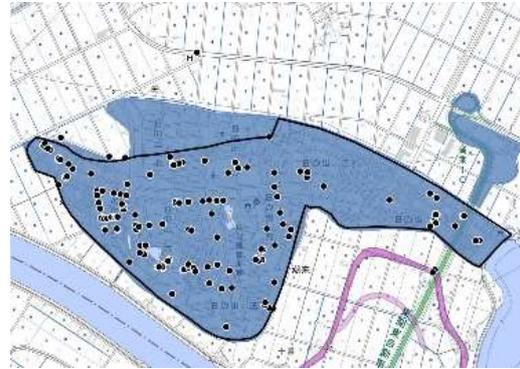


図-1.3.15 2011年東北地方太平洋沖地震での液状化発生地点
（関東地整・地盤工学会(2011)のデータによる）

(6) 内陸の低湿地における盛土造成の抽出 ※埼玉県久喜市の例

(5)の干拓地は河川の河口付近の事例であるが、内陸部でも池沼や湿地では類似した地盤条件を示す場合がある。河川の沿岸地に後背低地（湿地）が分布する場所で、現在その一部が宅地となっている場合などは注意を要する。抽出の方法は、(5)と同様であり、迅速測図やそれをもとに国土地理院により整理された「明治期の低湿地データ」が有効な資料となる。

事例に示した場所では、明治初期～中期の迅速測図には“葦”の記載があり（図-1.3.16）、旧版地形図（明40測）では湿田や湿地の凡例が広くみられる（図-1.3.17）。このことから、対象箇所の原地形は、地下水水位が高く水はけの悪い低湿地であったことが分かる。地域の資料から、この場所は1980年代～1990年代にかけて土地区画整理事業により造成されており、その際に、一部のエリア（図-1.3.19の水色部）は川砂を浚渫して盛土が行われたことが記録されていた（図-1.3.18）。そのため、表層には造成で用いた川砂がゆるく堆積しており、2011年の東北地方太平洋沖地震の際に、戸建住宅、道路、埋設管で液状化による被害が発生した（図-1.3.19）。



図-1.3.16 迅速測図（明治初期～中期）※沼地
（「埼玉縣武蔵國北葛飾郡河原代村外十六ヶ村」より）
（「茨城縣下總國西葛飾郡元栗橋村」より）



図-1.3.17 旧版地形図
（5万分の1「鴻巣」明40測）

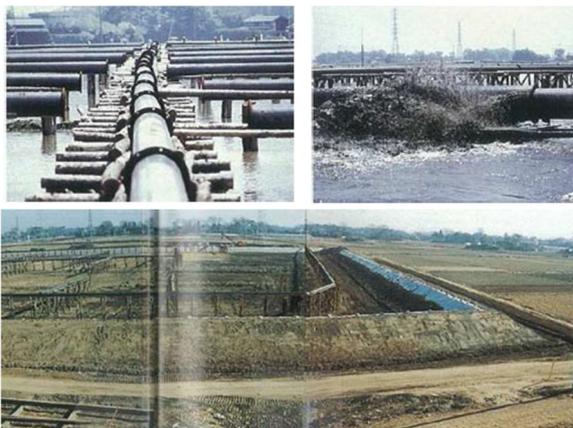


図-1.3.18 造成史
（栗橋町都市整備課(2000)）

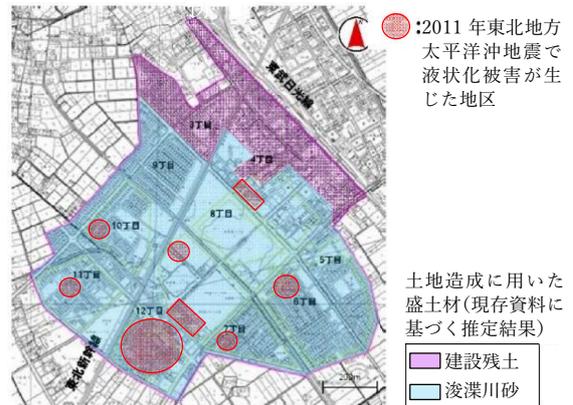


図-1.3.19 現在の土地利用と液状化発生箇所

「久喜市液状化対策検討委員会 中間報告資料（平成24年12月）」より

(7) 台地や丘陵部における谷埋め盛土造成地の抽出 ※茨城県東海村の例

2011年の東北地方太平洋沖地震では、台地や丘陵部を造成する際に谷を埋めた「谷埋め盛土造成地」において、多くの地盤災害が発生した。これらは、必ずしも液状化と関連するものではないが、一部は液状化又はそれに類する現象が影響していることが報告されている。

事例に示した図-1.3.20～図-1.3.23は、当該地の災害復興対策検討委員会において、谷埋め盛土の分布と被災箇所との関係を検討した事例である。原地形と造成後の地形を比較し“谷埋め盛土”を抽出すると、地震時に被害が発生した箇所と非常に良く一致することが分かる。

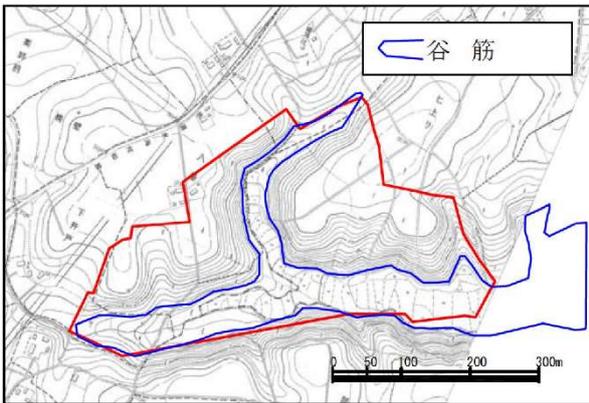


図-1.3.20 造成前の地形図（1958年）

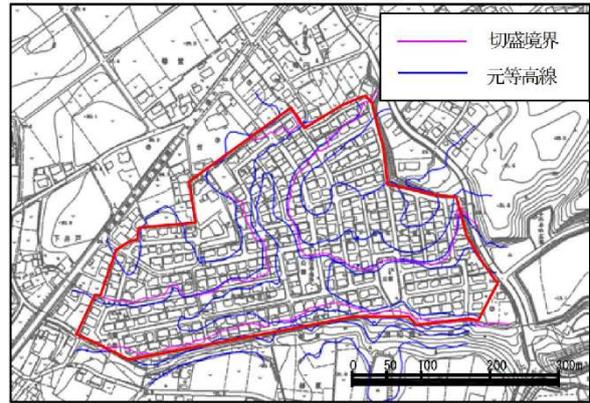


図-1.3.21 造成後の地形図と元地形の谷（2009年）

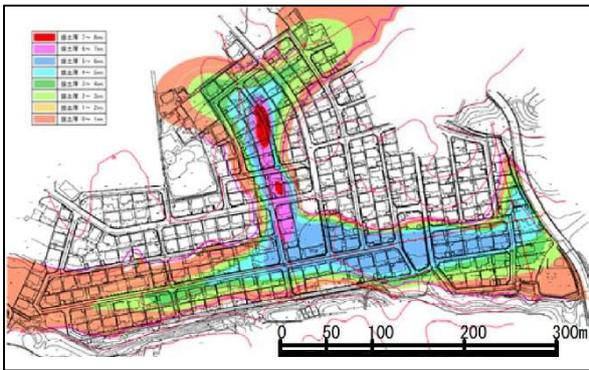


図-1.3.22 盛土厚さの分布（等高線）

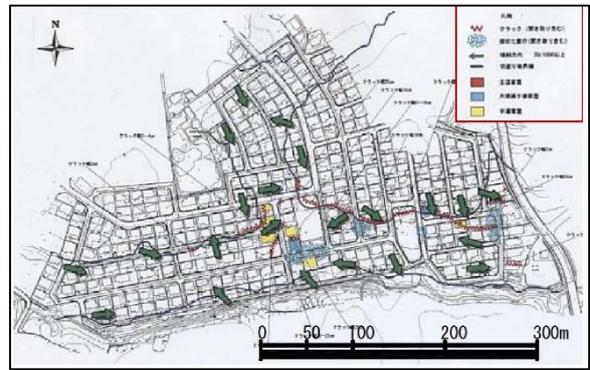


図-1.3.23 地割れ箇所と家屋の変位方向

「東海村南台・緑ヶ丘災害復興対策検討委員会資料」及び「東日本大震災合同調査報告 共通編3 地盤災害」による

図-1.3.24～図-1.3.26 は同じ範囲について、既往の微地形分類図（土地条件図）や公表されている大規模盛土造成地マップを示したものである。これらの既往資料を用いることで、谷埋め盛土の位置を大まかに検出できる。ただし、その範囲や小規模な造成箇所が十分に図示されていないため、既往資料により谷埋め盛土の存在が抽出された場合は、旧版地図や空中写真、DEM等を用いてより詳細に分布を把握する必要がある。DEM等を用いて盛土造成地を抽出する際の手順書は、国土地理院のサイト (https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/georeport_index.html) に公開されている。

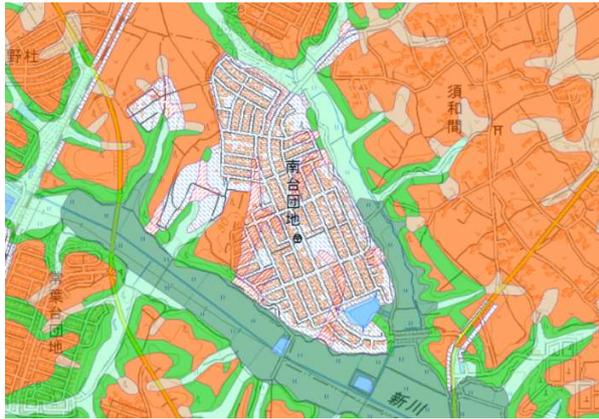


図-1.3.24 土地条件図
(国土地理院：地理院地図)

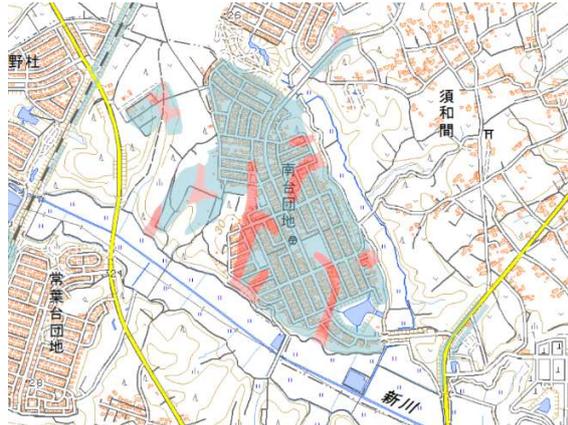


図-1.3.25 ベクトルタイル「人工地形」
(国土地理院：地理院地図)

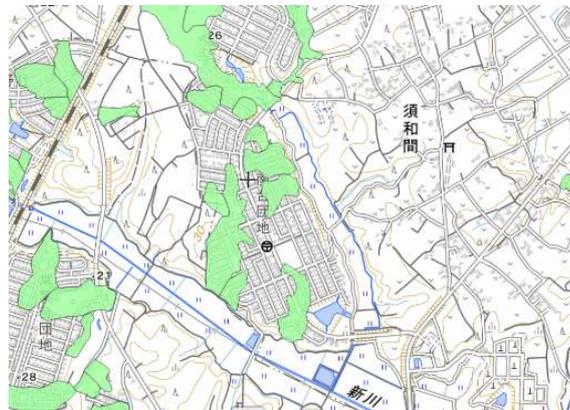


図-1.3.26 大規模盛土造成マップ
(国土交通省：重ねるハザードマップ)

大規模盛土造成地：盛土造成地のうち以下の要件に該当する

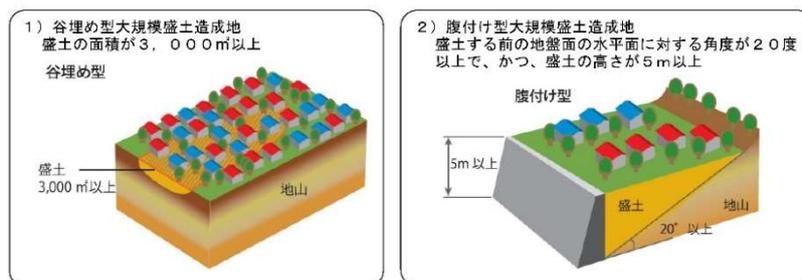


図-1.3.27 大規模盛土造成マップにおける抽出条件

1-4. 過去の地震における液状化発生履歴に関する参考資料

過去の地震における液状化発生履歴に関する参考資料として、若松 (2011) ※の一部を抜粋して示す。この資料では、西暦 745 年～2008 年までに発生した地震について、液状化の履歴が網羅的に整理され、地図及び GIS データとして収録されている (図-1.4.1)。

若松 (2018) によれば、過去の地震において、山地や台地・丘陵で液状化が発生することは稀で、液状化発生地点の多くは低地、埋立地・干拓地とその縁辺に分布している (図-1.4.2)。日本の国土に占める低地や埋立地・干拓地等の割合は約 15% であり、「液状化発生傾向の強い」土地の多くはこの中に含まれる。また、図-1.4.3 は、全国の主な平野や盆地ごとに液状化の発生回数を示したものである。過去に液状化の発生の回数が多いのは、濃尾平野と新潟平野の 11 回を筆頭に、秋田・能代平野の 10 回、大阪平野と関東平野の 9 回、仙台・大崎平野の 8 回、津軽平野と金沢平野の 7 回となっている。

表-1.4.1 に、若松 (2011) ※に掲載されている液状化が生じた地震の一覧表を示す。この一覧表や市区町村史、地域防災計画などを参照し、対象地域で液状化が発生しうる規模の地震の記録があれば、液状化の発生履歴について調査すべきであろう。

このほか、遺跡発掘調査現場などで液状化の痕跡が確認されることがある。遺跡発掘調査では、その遺構面の年代が詳細に把握されることが多く、液状化を発生させた地震の年代や規模を大まかに推定することができる。遺跡発掘によって確認された液状化痕跡を網羅的にまとめた資料はないが、遺跡発掘調査は地方公共団体主体で実施されることが多く、その調査報告書等が参照できる。また、奈良文化財研究所の「全国遺跡報告総覧」(<https://sitereports.nabunk-en.go.jp/ja>) で多数の遺跡発掘調査報告書を開覧することができ、キーワード検索等で液状化に関する記述が含まれているか確認することもできる。

※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、DVD+解説書。

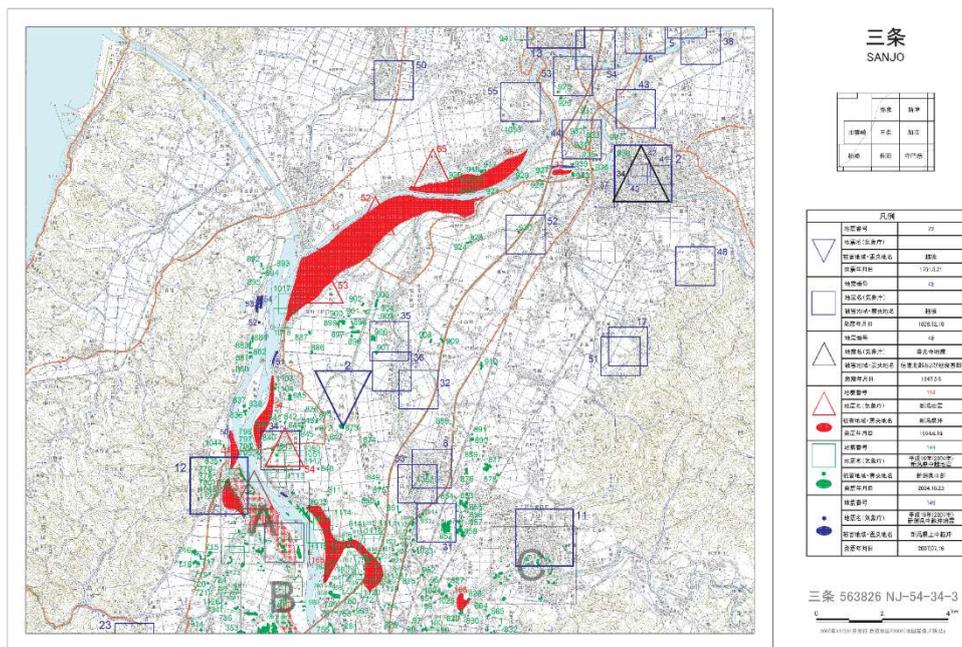


図-1.4.1 「日本の液状化履歴マップ 745-2008」における液状化履歴地点の詳細マップの一例

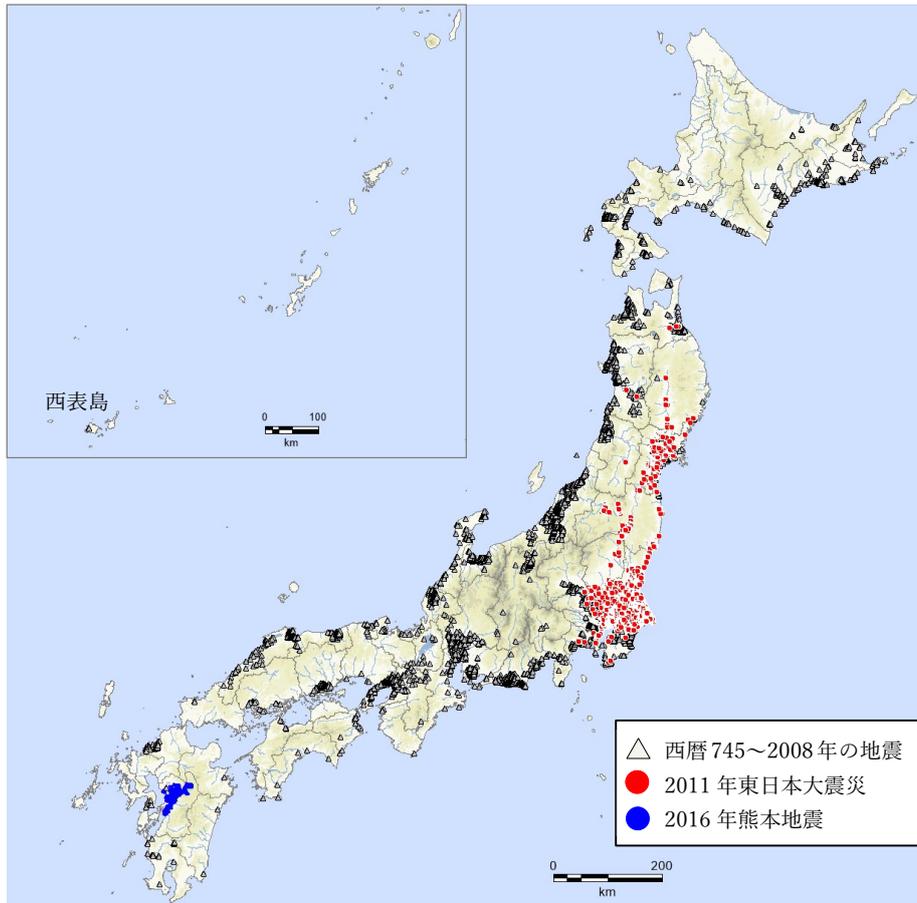


図-1.4.2 745～2016年に発生した地震による液状化履歴地点の分布
 ※若松加寿江(2018)「そこで液状化が起きる理由」東京大学出版会より



図-1.4.3 主な平野と盆地ごとの液状化の履歴回数 (745～2016年)
 ※若松加寿江(2018)「そこで液状化が起きる理由」東京大学出版会より

表-1.4.1 液状化を生じた記録がある地震（745～2008年） 1/4

No.	発生年月日	和暦	地震マグニチュード ¹	震央緯度(N°) ²	震央経度(E°) ²	震源深さ(km) ³	地震名 ⁴	被害地域・震央地名
1	745年6月5日	天平17年	≒7.9	35.2	136.6	—		美濃
2	850年(月日不詳)	嘉祥3年	≒7.0	39.0	139.7	—		出羽
3	863年7月10日	貞観5年		—	—	—		越中・越後
4	1185年8月13日	元暦2年	≒7.4	35.0	135.8	—		近江・山城・大和
5	1257年10月9日	正嘉1年	7.0～7.5	35.2	139.5	—		関東南部
6	1449年5月13日	文安6年	5¼～6.5	35.0	135.75	—		山城・大和
7	1498年7月9日	明応7年	7.0～7.5	33.0	132.25	—		日向灘
8	1586年1月18日	天正13年	7.8±0.1	35.6	136.8	—		畿内・東海・東山・北陸諸道
9	1596年9月1日	文禄5年	7.0±¼	33.3	131.6	—		豊後
10	1596年9月5日	文禄5年	7½±¼	34.8	135.4	—		畿内および近隣
11	1605年2月3日	慶長9年	7.9	33.5	138.5	—	慶長地震	東海・南海・西海諸道
12	1633年3月1日	寛永10年	7.0±¼	35.2	139.2	—		相模・駿河・伊豆
13	1644年10月18日	寛永21年	6.5±¼	39.4	140.0	—		羽後本荘
14	1662年6月16日	寛文2年	7¼～7.6	35.3	135.9	—		山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃
15	1666年2月1日	寛文5年	≒6¼	37.1	138.2	—		越後西部
16	1685年10月7日	貞享2年		—	—	—		周防・長門
17	1694年6月19日	元禄7年	7.0	40.2	140.1	—		能代地方
18	1694年12月12日	元禄7年		—	—	—		丹後
19	1703年12月31日	元禄16年	7.9～8.2	34.7	139.8	—	元禄地震	江戸・関東諸国
20	1704年5月27日	宝永1年	7.0±¼	40.4	140.0	—		羽後・津軽
21	1707年10月28日	宝永4年	8.6	33.2	135.9	—	宝永地震	五畿七道
22	1717年5月13日	享保2年	≒7.5	38.5	142.5	—		仙台・花巻
23	1717年(月日不詳)	享保2年	≒6¼	36.5	136.5	—		金沢・小松
24	1723年12月19日	享保8年	6.5±¼	32.9	130.6	—		肥後・豊後・筑後
25	1729年3月8日	享保14年		—	—	—		伊豆
26	1734年(月日不詳)	享保19年		—	—	—		岡山県御津郡
27	1738年1月3日	元文2年	≒5½	37.0	138.7	—		中魚沼郡
28	1751年3月26日	寛延4年	5.5～6.0	35.0	135.8	—		京都
29	1751年5月21日	寛延4年	7.0～7.4	37.1	138.2	—		越後
30	1762年10月31日	宝暦12年	≒7.0	38.1	138.7	—		佐渡
31	1766年3月8日	明和3年	7¼±¼	40.7	140.5	—		津軽
32	1769年8月29日	明和6年	7¾±¼	33.0	132.1	—		日向・豊後
33	1774年6月11日	安永3年		—	—	—		陸中
34	1782年8月23日	天明2年	≒7.0	35.4	139.1	—		相模・武蔵・甲斐
35	1792年5月21日	寛政4年	6.4±0.2	32.8	130.3	—		雲仙岳
36	1793年2月8日	寛政4年	6.9～7.1	40.85	139.95	—		西津軽
37	1799年6月29日	寛政11年	6.0±¼	36.6	136.7	—		加賀
38	1802年11月18日	享和2年	6.5～7.0	35.2	136.5	—		畿内・名古屋
39	1804年7月10日	文化1年	7.0±0.1	39.05	139.95	—	象潟地震	羽前・羽後
40	1810年9月25日	文化7年	6.5±¼	39.9	139.9	—		羽後
41	1819年8月2日	文政2年	7¼±¼	35.2	136.3	—		伊勢・美濃・近江

表-1.4.1 液状化を生じた記録がある地震（745～2008年） 2/4

42	1828年12月18日	文政11年	6.9	37.6	138.9	—		越後
43	1830年8月19日	文政13年	6.5±0.2	35.1	135.6	—		京都および隣国
44	1831年11月13日	天保2年		—	—	—		会津
45	1833年12月7日	天保4年	7½±¼	38.9	139.25	—		羽前・羽後・越後・佐渡
46	1834年2月9日	天保5年	≒6.4	43.3	141.4	—		石狩
47	1841年4月22日	天保12年	≒6¼	35.0	138.5	—		駿河
48	1843年4月25日	天保14年	≒7.5	42.0	146.0	—		釧路・根室
49	1847年5月8日	弘化4年	7.4	36.7	138.2	—	善光寺地震	信濃北部および越後西部
50	1847年5月13日	弘化4年	6½±¼	37.2	138.3	—		越後頸城郡
51	1854年7月9日	嘉永7年	7¼±¼	34.75	136.1	—		伊賀・伊勢・大和および隣国
52	1854年12月23日	嘉永7年	8.4	34.0	137.8	—	安政東海地震	東海・東山・南海諸道
53	1854年12月24日	嘉永7年	8.4	33.0	135.0	—	安政南海地震	畿内・東海・東山・北陸・南海・山陰・山陽道
54	1855年3月15日	安政2年		—	—	—		遠州・駿州
55	1855年11月7日	安政2年	7.0~7.5	34.5	137.75	—		遠州灘
56	1855年11月11日	安政2年	7.0~7.1	35.65	139.8	—	江戸地震	江戸および付近
57	1856年8月23日	安政3年	≒7.5	41.0	142.5	—		日高・胆振・渡島・津軽・南部
58	1858年4月9日	安政5年	7.0~7.1	36.4	137.2	—		飛騨・越中・加賀・越前
59	1859年1月5日	安政5年	6.2±0.2	34.8	131.9	—		石見
60	1872年3月14日	明治5年	7.1±0.2	35.15	132.1	—	浜田地震	石見・出雲
61	1887年7月22日	明治20年	5.7	37.5	138.9	—		新潟県古志郡
62	1889年7月28日	明治22年	6.3	32.8	130.65	—		熊本
63	1890年1月7日	明治23年	6.2	36.45	137.95	—		犀川流域
64	1891年10月28日	明治24年	8.0	35.6	136.6	—	濃尾地震	愛知県・岐阜県
65	1892年1月3日	明治25年	5.5	35.3	137.1	—	(濃尾地震余震)	愛知県春日井郡
66	1892年9月7日	明治25年	6.1	35.7	137.0	—	(濃尾地震余震)	岐阜県山県郡
67	1893年9月7日	明治26年	5.3	31.4	130.5	—		知覧
68	1894年1月10日	明治27年	6.3	35.4	136.7	—	(濃尾地震余震)	岐阜県安八郡、愛知県葉栗郡・丹羽郡
69	1894年6月20日	明治27年	7.0	35.7	139.8	—		東京湾北部
70	1894年10月22日	明治27年	7.0	38.9	139.9	—	庄内地震	庄内平野
71	1895年1月18日	明治28年	7.2	36.1	140.4	—		霞ヶ浦付近
72	1896年8月31日	明治29年	7.2±0.2	39.5	140.7	—	陸羽地震	秋田・岩手県境
73	1897年1月17日	明治30年	5.2	36.65	138.25	—		長野県北部
74	1897年2月20日	明治30年	7.4	38.1	141.9	—		仙台沖
75	1898年4月3日	明治31年	6.2	34.6	131.2	—		山口県見島
76	1898年4月23日	明治31年	7.2	38.6	142.0	—		宮城県沖
77	1898年5月26日	明治31年	6.1	37.0	138.9	—		新潟県六日町付近
78	1898年8月10日	明治31年	6.0	33.6	130.2	—		福岡市付近
79	1898年9月1日	明治31年	7	24.5	124.75	—		八重山群島
80	1899年3月7日	明治32年	7.0	34.1	136.1	—		紀伊半島南東部
81	1901年8月9日	明治34年	7.2	40.5	142.5	—		青森県東方沖
82	1904年5月8日	明治37年	6.1	37.1	138.9	—		新潟県六日町付近

表-1.4.1 液状化を生じた記録がある地震（745～2008年） 3/4

83	1905年6月2日	明治38年	7.2	34.1	132.5	—	芸予地震	安芸灘
84	1909年8月14日	明治42年	6.8	35.4	136.3	—	江濃(姉川)地震	滋賀県姉川付近
85	1914年3月15日	大正3年	7.1	39.5	140.4	—	秋田仙北地震	秋田県仙北郡
86	1922年12月8日	大正11年	6.9	32.7	130.1	—		千々石湾
87	1923年9月1日	大正12年	7.9	35.331167	139.135667	23.00	関東大地震	関東南部
88	1925年5月23日	大正14年	6.8	35.563333	134.834833	0.00	北但馬地震	但馬北部
89	1925年7月4日	大正14年	5.7	35.354333	133.420500	0.00		美保湾
90	1927年3月7日	昭和2年	7.3	35.631833	134.930667	18.19	北丹後地震	京都府北西部
91	1927年8月6日	昭和2年	6.7	37.905667	142.168833	25.00		宮城県沖
92	1927年10月27日	昭和2年	5.2	37.500000	138.849500	0.00	関原地震	新潟県中部
93	1930年10月17日	昭和5年	6.3	36.425833	136.257833	10.00		大聖寺付近
94	1930年11月26日	昭和5年	7.3	35.043000	138.973667	5.90	北伊豆地震	伊豆北部
95	1931年9月21日	昭和6年	6.9	36.158333	139.247500	3.03	西埼玉地震	埼玉県中部
96	1933年9月21日	昭和8年	6.0	37.077333	136.954333	20.18		能登半島
97	1935年7月11日	昭和10年	6.4	35.024333	138.394167	10.14	静岡地震	静岡市付近
98	1936年2月21日	昭和11年	6.4	34.522333	135.693833	18.33	河内大和地震	大和・河内
99	1936年11月3日	昭和11年	7.5	38.263000	142.061833	61.00		金華山沖
100	1939年5月1日	昭和14年	6.8	39.945833	139.786167	0.00	男鹿地震	男鹿半島
101	1941年7月15日	昭和16年	6.1	36.656667	138.193667	5.35		長野市付近
102	1943年3月4日	昭和18年	6.2	35.443167	134.104833	5.00		鳥取市付近
103	1943年9月10日	昭和18年	7.2	35.473167	134.184000	0.00	鳥取地震	鳥取付近
104	1944年12月7日	昭和19年	7.9	33.573333	136.175500	40.00	東南海地震	東海道沖
105	1945年1月13日	昭和20年	6.8	34.702667	137.114500	10.70	三河地震	愛知県南部
106	1946年12月21日	昭和21年	8.0	32.935167	135.848833	24.00	南海地震	南海道沖
107	1947年9月27日	昭和22年	7.4	24.700000	123.200000	96.00		石垣島北西沖
108	1948年6月28日	昭和23年	7.1	36.171833	136.290500	0.00	福井地震	福井平野
109	1952年3月4日	昭和27年	8.2	41.705667	144.151167	5.40	十勝沖地震	十勝沖
110	1952年3月7日	昭和27年	6.5	36.498167	136.147833	1.70	大聖寺沖地震	大聖寺沖
111	1955年7月27日	昭和30年	6.4	33.733333	134.316667	10.00		徳島県南部
112	1955年10月19日	昭和30年	5.9	40.266667	140.183333	0.00	二ッ井地震	米代川下流
113	1961年2月2日	昭和36年	5.2	37.448333	138.835000	0.00		長岡付近
114	1961年2月27日	昭和36年	7.0	31.645000	131.886667	37.00		日向灘
115	1962年4月23日	昭和37年	7.1	42.461667	143.766667	69.00		広尾沖
116	1962年4月30日	昭和37年	6.5	38.740000	141.138333	19.00	宮城県北部地震	宮城県北部
117	1964年5月7日	昭和39年	6.9	40.396667	138.668333	24.00		男鹿半島沖
118	1964年6月16日	昭和39年	7.5	38.370000	139.211667	34.10	新潟地震	新潟県沖
119	1968年2月21日	昭和43年	6.1	32.016667	130.716667	0.00	えびの地震	霧島山北麓
120	1968年4月1日	昭和43年	7.5	32.283333	132.533333	30.00	1968年日向灘地震	日向灘
121	1968年5月16日	昭和43年	7.9	40.733333	143.583333	0.00	1968年十勝沖地震	青森県東方沖
122	1973年6月17日	昭和48年	7.4	42.966667	145.950000	40.00	1973年6月17日根室半島沖地震	根室半島南東沖
123	1978年1月14日	昭和53年	7.0	34.766667	139.250000	0.00	伊豆大島近海地震	伊豆大島近海
124	1978年2月20日	昭和53年	6.7	38.750000	142.200000	50.00		宮城県沖
125	1978年6月12日	昭和53年	7.4	38.150000	142.166667	40.00	宮城県沖地震	宮城県沖
126	1982年3月21日	昭和57年	7.1	42.066667	142.600000	40.00		浦河沖
127	1983年5月26日	昭和58年	7.7	40.360000	139.073333	14.00	日本海中部地震	秋田県沖

表-1.4.1 液状化を生じた記録がある地震（745～2008年） 4/4

128	1983年6月21日	昭和58年	7.1	41.265000	139.000000	45.00	(日本海中部地震余震)	青森県西方沖
129	1987年12月17日	昭和62年	6.7	35.375000	140.493333	57.90		千葉県東方沖
130	1993年1月15日	平成5年	7.5	42.920000	144.353333	100.60	平成5年(1993年)釧路沖地震	釧路沖
131	1993年2月7日	平成5年	6.6	37.656667	137.296667	24.80		能登半島沖
132	1993年7月12日	平成5年	7.8	42.781667	139.180000	35.10	平成5年(1993年)北海道南西沖地震	北海道南西沖
133	1994年10月4日	平成6年	8.2	43.375000	147.673333	28.00	平成6年(1994年)北海道東方沖地震	北海道東方沖
134	1994年12月28日	平成6年	7.6	40.430000	143.745000	0.00	平成6年(1994年)三陸はるか沖地震	三陸はるか沖
135	1995年1月17日	平成7年	7.3	34.598333	135.035000	16.06	平成7年(1995年)兵庫県南部地震	兵庫県南東沿岸
136	1997年3月26日	平成9年	6.6	31.972833	130.359000	11.85		鹿児島県北西部
137	1997年5月13日	平成9年	6.4	31.948333	130.302667	9.24		鹿児島県北西部
138	1999年2月26日	平成11年	5.3	39.155167	139.836833	20.65		秋田県沖
139	2000年10月6日	平成12年	7.3	35.274167	133.349000	8.96	平成12年(2000年)鳥取県西部地震	鳥取県西部
140	2001年3月24日	平成13年	6.7	34.132333	132.693667	46.46	平成13年(2001年)芸予地震	安芸灘
141	2003年5月26日	平成15年	7.1	38.821000	141.650667	72.03		宮城県沖
142	2003年7月26日	平成15年	6.4	38.405000	141.171000	11.87		宮城県北部
143	2003年9月26日	平成15年	8.0	41.778500	144.078500	45.07	平成15年(2003年)十勝沖地震	十勝沖
144	2004年10月23日	平成16年	6.8	37.292500	138.867167	13.08	平成16年(2004年)新潟県中越地震	新潟県中部
145	2004年11月29日	平成16年	7.1	42.946000	145.275500	48.17		釧路沖
146	2005年3月20日	平成17年	7.0	33.739167	130.176333	9.24		福岡県西方沖
147	2005年8月16日	平成17年	7.2	38.149500	142.277833	42.04		宮城県沖
148	2007年3月25日	平成19年	6.9	37.220667	136.686000	10.70	平成19年(2007年)能登半島地震	能登半島沖
149	2007年7月16日	平成19年	6.8	37.556833	138.609500	16.75	平成19年(2007年)新潟県中越沖地震	新潟県上中越沖
150	2008年6月14日	平成20年	7.2	39.029833	140.880667	7.77	平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震	岩手県内陸南部

*1: No.86地震までは宇佐美(2003)による。それ以降は気象庁(2010)による。

*2: No.86地震までは宇佐美(2003)による震央(旧日本測地系)、No.87以降は気象庁(2010)による震央(世界測地系)を10進法表示に変換。

*3: 気象庁(2010)による。

*4: 宇佐美(2003)の地震名および気象庁命名の地震名。

1-5. 手引きにおける微地形の「液状化発生傾向」評価区分に関する資料

(1) 本手引きにおける微地形の液状化発生傾向の評価区分

本手引きでは、表-1.5.1 に示す 5 段階の評価区分を用いて、微地形毎の液状化発生傾向を評価することを標準としている。表-1.5.1 は、過去の地震における液状化発生地点と微地形の関係により提案されてきた既存の評価区分をもとに、日本国内で同じように作業を行うことを想定して、再整理し設定したものである。主な既存の評価区分と本手引きの対応を整理した表を表-1.5.2 に、それぞれの既存評価区分に関する資料を表-1.5.3、表-1.5.4 に示す。

本手引きの区分は、小荒井ほか（2013）・中埜ほか（2015）及び「国土庁防災局震災対策課：液状化地域ゾーニングマニュアル（平成 10 年度版）、平成 11 年 1 月」の評価区分を踏襲し、それぞれの微地形に対してほぼ同等の評価区分となるように設定している。なお、評価区分の設定は、同マニュアルの注釈でも述べられているように、“過去の被害事例研究に基づき、液状化の要因と微地形分類を関連づけ”することを基本理念としている。地域に固有な地形分類がある場合や微地形を構成する表層土質が地域性により一般と異なる場合は、標準的な評価区分（表-1.5.1）を尊重した上で、地下水位の高低、その構成土質及び成因、粒度分布、液状化履歴などを勘案して地盤の液状化発生傾向の強弱を判断するものとする。なお、日本国内で同じように作業を行う観点から、既存の評価区分の考え方に対して以下の a)～d) について若干再編した。また、特に着目すべき人工改変地等として、近年の液状化被害の実態を踏まえ、砂利（砂鉄）採取後の埋戻し地、浅い谷や凹地の盛土地、谷埋め盛土造成地を加えた。

- a) 扇状地を細分した評価に関する扱い
- b) 氾濫低地と谷底低地の区分方法について
- c) 自然堤防を細分した評価に関する扱い
- d) 砂丘を細分した評価に関する扱い

表-1.5.1 本手引きで標準とする微地形の「液状化発生傾向の評価区分」

液状化発生傾向の評価区分		微地形（自然地形）及び人工改変地	
	非常に強い	微地形(自然地形)	旧河道、砂丘縁辺部、砂丘間低地・砂州間低地
		人工改変地	埋立地 ^{※1} 、砂利(砂鉄)採取後の埋戻し地、低地(湿地)上の盛土造成地 ^{※2}
	強い	微地形(自然地形)	三角州・海岸低地、自然堤防、砂州上・砂丘上の凹地
		人工改変地	干拓地 ^{※3} 、浅い谷や凹地の盛土地、谷埋め盛土造成地
	やや強い	微地形(自然地形)	砂州・砂礫洲、氾濫低地、後背低地
	やや弱い	微地形(自然地形)	砂丘(砂丘縁辺部、砂丘間低地を除く)、扇状地 ^{※4} 、谷底低地
弱い	微地形(自然地形)	山地・丘陵、山麓堆積地形、台地 ^{※5}	

※1 微地形分類（自然地形）における「旧水部（埋立地）」を含む。

※2 谷底低地を除く、後背低地や氾濫低地、三角州・海岸低地、砂丘間低地・砂州間低地の低地面や干拓地上に盛土した造成地。

※3 微地形分類（自然地形）における「旧水部（干拓地）」を含む。

※4 盛土造成されていない「扇状地上の旧河道」を含む。

※5 盛土造成されていない「台地上の浅い谷・凹地」を含む。

表-1.5.3 「国土庁防災局震災対策課：液状化地域ゾーニングマニュアル（平成10年度版）、平成11年1月」における微地形区分による判定基準と解説

微地形分類図と液状化判定基準を使用して、地盤表層の液状化の可能性を地震動のレベルに応じて、それぞれ下記の4段階に判定する。

○レベル1地震動---「大」、「小」、「極小」、「無」
 ○レベル2地震動---「極大」、「大」、「小」、「無」

表 地形から見た判定基準

地盤表層の液状化可能性の程度					微地形区分
グレード 1	グレード2				
	レベル1地震動		レベル2地震動		
液状化の 検討を要 する地域	大	液状化の 可能性は 大きい。	極大	液状化の 可能性は 非常に大きい。	埋立地、盛土地、旧河道、旧池沼、 蛇行州、砂泥質の河原、人工海浜、 砂丘間低地、堤間低地、湧水地点
	小	液状化の 可能性は 小さい。	大	液状化の 可能性は 大きい。	自然堤防、湿地、砂州、後背低地、 三角州、干拓地、緩扇状地、 デルタ型谷底平野
	極小	液状化の 可能性は 極めて小。	小	液状化の 可能性は 小さい。	扇状地、砂礫質の河原、砂礫州、 砂丘、海浜、 扇状地型谷底平野
要しない 地域	無	可能性無し。	無	可能性無し。	台地、丘陵地、山地

(注1)・ここで言う盛土地とは、崖・斜面に近接した盛土地、低地・干拓地・谷底平野の上の盛土地をさす。これ以外の盛土地は、盛土前の地形区分と同等に扱う。

(注2)・自然堤防のうち、自然堤防縁辺部、比高の小さい自然堤防等、地下水位が高い部分(G.L.-2m~G.L.-3m以浅)は液状化の可能性を1ランク高く評価する。

- ・砂丘のうち、砂丘末端斜面、切土部等、地下水位が高い部分は液状化の可能性を2ランク高くする。
- ・段丘、台地上でも凹地部分等では、地下水位が高いため、液状化の可能性がある。

- (a) 表の分類の特徴は、過去の被害事例研究に基づき、液状化の要因と微地形分類を関連づけている点にある。
- したがって、地域に固有な地形分類がある場合や微地形を構成する表層土質が地域性により一般と異なる場合には、上表作成の基本精神を尊重し、地下水位の高低、その構成土質および成因、粒度分布、液状化履歴などを勘案して地盤の液状化被害の程度を判断するものとする。
- (b) また、盛土・干拓地は人工地盤のため、自然地盤と異なり、その構成土質は現地条件や施工者に左右される場合もある。そのため、その構成土質によっては上記分類とは液状化の可能性が異なることがある点、注意を要する。

表-1.5.4 中笠ほか（2015）における地形分類と液状化ハザード評価基準

大分類	土地条件データの地形分類（1995年以前）	土地条件データの地形分類（1996年以降）	小笠ほか（2013）の地形分類	液状化発生可能性			
斜面 (火山地形)	斜面（山地）	山地斜面等	山地／丘陵地	ほぼ無し			
	火砕丘						
	溶岩円頂丘						
	火口						
	溶岩流地形						
変形地	壁岩	崖					
	禿しゃ地・露岩						
	地すべり（崩壊部）				地すべり（滑落崖）		
	地すべり（堆積部）				地すべり（移動体）		
台地・段丘	高位面	更新世段丘	ローム台地／岩石台地	ほぼ無し			
	上位面						
	中位面						
	下位面						
	洪積台地						
山麓堆積地形	低位面	完新世段丘	砂礫質台地	小さい			
	麓斜面						
	崖鎌				山麓堆積地形	山麓地	ほぼ無し
	土石流堆						
	土石流段丘						
崖鎌・麓斜面・土石流堆							
低地の一般面	谷底平野・氾濫平野	谷底平野・氾濫平野	谷底低地（勾配 1/100 以上）	やや大きい			
	海岸平野・三角洲	海岸平野・三角洲	谷底低地（勾配 1/100 未満）	大きい			
	後背低地	後背低地	三角洲・海岸低地	大きい			
			後背湿地	やや大きい			
			砂州・砂丘間低地	非常に大きい			
旧河道	旧河道	旧河道	非常に大きい				
凹地・浅い谷	凹地・浅い谷	凹地・浅い谷	-	小さい			
			(形成前の地形（現在の隣接地形）による）	～大きい			
低地の微高地	扇状地	扇状地	扇状地（勾配 1/100 以上）	小さい			
	緩扇状地		扇状地（勾配 1/100 未満）	やや大きい			
	自然堤防	自然堤防	自然堤防（比高 5m 以上）	やや大きい			
	砂（礫）堆・州		砂州・砂堆・砂丘	自然堤防（比高 5m 未満）	大きい		
		砂丘	砂州・砂堆・砂丘	砂州・砂礫州	やや大きい		
				砂丘	小さい		
	天井川沿いの微高地	天井川・天井川沿いの微高地	低地隣接砂丘縁部	非常に大きい			
	旧天井川の微高地		-	やや大きい			
	台地・段丘状の地形		(自然堤防（比高 5m 以上）と同等の扱い)				
	類水地形	天井川の部分	河川・水証線及び水面	水城	-		
高水敷							
低水敷・浜							
湿地・水草地							
潮汐平地							
低水敷・浜・潮汐平地							
水部	落堀	旧水部	-	非常に大きい			
	水部						
	-						
人工地形	農耕平坦化地	農耕平坦化地	-（元の地形による）	ほぼ無し／大きい			
	平坦化地	切土地	-	ほぼ無し			
	切土地						
	切土斜面						
	凹陷地						
	高い盛土地	高い盛土地	-（埋立地も含む）	大きい／やや大きい／非常に大きい			
	盛土斜面	盛土地・埋立地	-	大きい			
	盛土地						
	埋土地						
	埋立地						
	干拓地	干拓地	埋立地	非常に大きい			
干拓地	干拓地	干拓地	大きい				
変更工事中の区域	変更工事中の区域	-（元の地形による）	-				

1995年以前の土地条件データの地形分類で、1996年以降の土地条件データの地形分類に対応するものがない場合は表示していない。

a) 扇状地を細分した評価に関する扱い

扇状地の評価区分において、「液状化地域ゾーニングマニュアル」では“扇状地”と“緩扇状地”に、小荒井ほか（2013）や中埜ほか（2015）では勾配 1/100 を境に細分し評価を分けている。これは、一般に扇状地の縦断地表面勾配と扇状地の構成物質（主に粒度）との間に相関があり、勾配が小さい扇状地は細かい砂を含む割合が多くなる傾向があることを考慮したものである。特に、扇状地の扇端付近は、地下水位が浅く、過去の地震で液状化した事例がみられる。なお、若松（1993）によれば、過去の地震において液状化が発生した扇状地の縦断地表面勾配は、ほとんどが 5/1,000 以下であり、縦断地表面勾配が 10/1,000 以上の土石流型の扇状地が液状化した記録はほとんど確認されていない（表-1.5.5）。

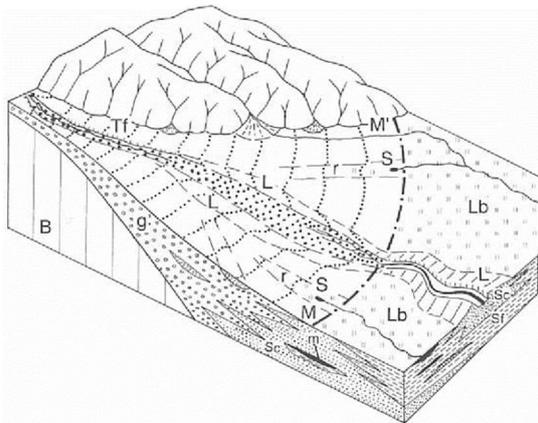
しかし、扇状地は数百 m 程度未満の小規模なもの（沖積錐）から 10km を超えるものまで、その規模は様々であり、複数の扇状地が重なり合って複合扇状地をなす場合もある。このため、同じ扇状地であっても、計測する測線の位置や測線長の取り方によって、算出される縦断地表面勾配が異なる結果となる。したがって、全国で同じように作業を行うことを想定すると、勾配を指標として、一律に扇状地を細分して評価することは実務上困難である。

また、過去の地震における扇状地の液状化発生箇所は、その多くが扇端部の湧水地点付近など地下水位が浅い場所や砂利採取後の埋戻し地のような人工改変地であり、局所的かつその被害も限定的である。

扇状地が有するこれらの特徴を踏まえ、本手引きでは、扇状地を細分せず、「液状化発生傾向がやや弱い」微地形として評価することとした。ただし、これは扇状地の中に液状化しやすい地盤条件を有する場所が存在することを否定するものではない。扇状地の中で構成物質や地下水位等の地盤条件が明らかで、地域の特性上「液状化発生傾向」を相対的に分けて示す必要がある場合は、適宜細分して評価する必要がある。特に、扇端付近では湧泉があっ

表-1.5.5 扇状地における液状化履歴地点
付近の縦断地表面勾配 若松（1993）

地域名	扇状地名	1/5万地形図名	液状化地点数	勾配(%)
津軽平野	平川	黒石	7	2
横手盆地	斉内川	角館	2	9
	西馬音内川	浅舞	3	5
庄内平野	赤川	鶴岡	1	1
新潟平野	荒川	中条	6	2
関東平野	利根川	高崎・深谷	約50	2
	荒川	熊谷	6	4
	多摩川	東京西南部	約60	2
長野盆地	松川	中野	5	2
	百々川	須坂	4	2
	犀川	長野	7	4
甲府盆地	笛吹川	甲府	3	2
東海地域	黄瀬川	沼津	6	4
	富士川	吉原	4	3
	安倍川	静岡	18	3
	大井川	住吉・掛川	7	2
	天竜川	磐田・掛塚	多数	2
濃尾平野	木曾川	岐阜・名古屋北部	10	2
	長良川	大垣・岐阜	10	2
	根尾川	大垣	5	3
	揖斐川	大垣	12	3
福井平野	九頭竜川	永平寺・大聖寺	多数	3



T_f: 扇頂溝, L: 現成自然堤防, M-M': 扇端線, S: 扇端湧泉, r: 流路跡地, Lb: 後背低地, B: 基盤岩石, g: 礫層, Sc: 粗粒砂, Sf: 細粒砂・泥層, m: 泥層

図-1.5.1 扇状地の模式図 鈴木（1998）

たり、地下水が被圧していることがあり、地震による揺れが小さくても噴砂や噴水といった現象が起こった事例がある。

扇状地上の旧河道は一般に周囲と同じく礫質地盤であり液状化しにくいだが、盛土や埋土されている場合は、地下水の状況によって液状化発生傾向が異なることがあるので注意が必要である。さらに、扇状地では建設資材として砂利採取が行われることがあり、採取後の埋戻し地は局所的に液状化することがあるため、人工改変地の抽出において留意しなければならない。

b) 氾濫低地と谷底低地の区分方法について

氾濫低地と谷底低地（又は氾濫平野と谷底平野）は、既往の微地形分類図では区分せずに用いられることが多い。一般に、氾濫低地は、「洪水時に流水が河道などから溢流して氾濫する範囲の平野を指し、すなわち谷底平野・扇状地・沖積平野・三角州などのうちで洪水により浸水する範囲全部を指す（『地形学辞典』二宮書店、1981）」とあり、かなり広い意味で使われる用語となる。一方で、谷底低地は、「日本では幅1~2km以下の狭長な谷間の低平地等を指して用いられることが多い（『地形学辞典』二宮書店、1981）」とされており、比較的限定された地形を意味する用語となる。

既存の評価区分において、「液状化地域ゾーニングマニュアル」では“デルタ型谷底平野”と“扇状地型谷底平野”に、小荒井ほか（2013）や中埜ほか（2015）では勾配1/100を境に谷底低地（氾濫低地を含む）を細分し評価を分けている。これは、氾濫低地・谷底低地（氾濫平野・谷底平野）の縦断地表面勾配と構成物質（主に粒度）との間に相関があり、勾配が大きいほど砂礫質主体であり、勾配が小さいほど細かい砂を含む割合が多くなる傾向があることを考慮したものである。しかし、河川沿いの土質やその構成物質は供給源となる山地の地質や流域特性により異なり、氾濫低地・谷底低地（氾濫平野・谷底平野）においては土質や構成物質の空間変化が複雑であるため、勾配のみを指標として区分した場合、必ずしも地盤特性と対応しないことがある。また、扇状地の場合と同様に、計測する測線の位置や測線長の取り方によって、算出される縦断地表面勾配が異なる結果となり得るため、全国で同じように作業を行うことを想定すると実務的でない。

したがって、本手引きでは、分布する“場”とそれに起因する“地盤特性”の違いを考慮して、山地・丘陵又は台地間に分布し表面勾配1/100程度以上の谷底面を「谷底低地」、それ以外は「氾濫低地」として区分して扱うこととする。すなわち、「谷底低地」は河川上流部にあつて礫質の堆積物からなる地盤特性を、「氾濫低地」は河川中～下流域において蛇行河川や自然堤防を伴う砂質土～シルトからなる地盤特性を想定しており、既存の評価区分を踏襲した上で、再定義したものである（図-1.5.2）。

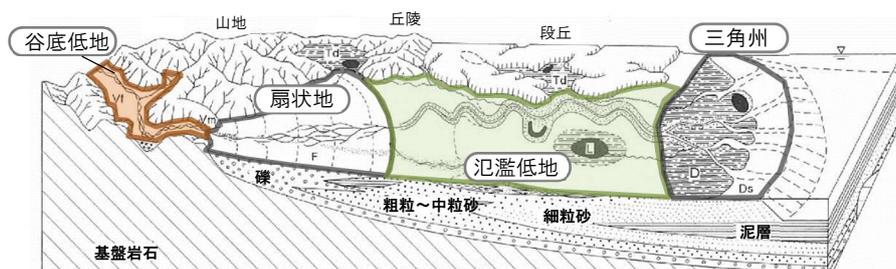


図-1.5.2 氾濫低地と谷底低地の模式図 鈴木（1998）に加筆

c) 自然堤防を細分した評価に関する扱い

一般に、大きな河川ほど土砂の供給が盛んなため、沿岸地には規模の大きい自然堤防が形成され、その構成物質は砂を多く含むことになる。特に、利根川のような大河川が運搬する土砂は、淘汰されたきれいな砂からなる。そのため、大河川に沿う自然堤防は、過去の地震において液状化が発生した地点が比較的多く分布する微地形の一つとなる。

自然堤防の評価区分において、「液状化地域ゾーニングマニュアル」では自然堤防のうち“縁辺部”と“比高の小さい自然堤防”等、地下水位が浅い部分については評価を1ランク高くしており、小荒井ほか（2013）や中埜ほか（2015）では、低地面との比高5mを境に細分し評価を分けている。これは、過去の地震における自然堤防の液状化事例に基づき、主には地下水位との関係から「液状化発生傾向が強い」箇所を条件化したものである。図-1.5.3 にその模式断面を示す。

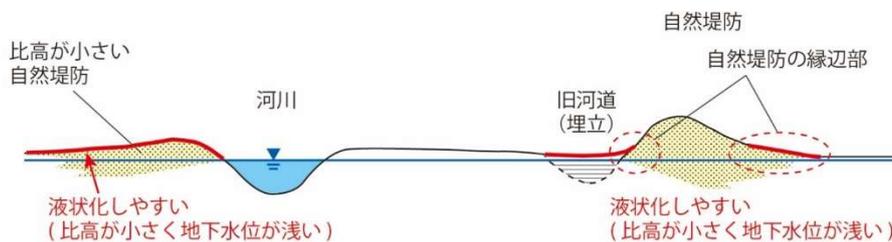


図-1.5.3 自然堤防の模式断面と液状化しやすい箇所

2016年熊本地震や2011年東北地方太平洋沖地震、2004年新潟県中越地震について、自然堤防において液状化が発生した箇所を直近の河道からの比高別に整理した事例を図-1.5.4に示す。いずれの地域も自然堤防の比高は0~3mが全体の70~80%を占め、比高3~5mまで含めると90%以上となる。これは、相対的な頻度として比高5m未満の自然堤防において液状化が多く発生していることと整合する。

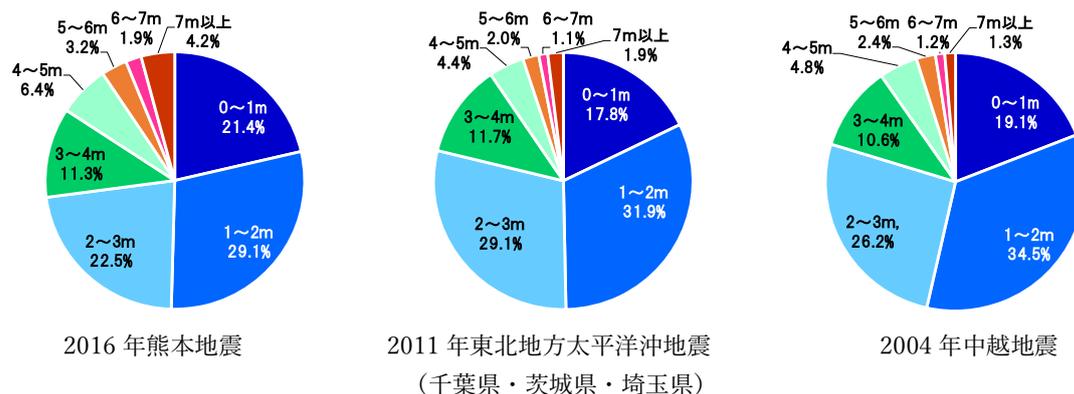


図-1.5.4 自然堤防における液状化発生箇所の比高別構成比

しかし、先に述べたように、自然堤防を構成する堆積物は河川の規模や流域特性によって異なる場合があり、自然堤防の高さ（比高）のみを重視すると、地盤特性を正しく区分できないことがある。例えば、自然堤防の縁辺部でも比高が大きい場所が液状化する場合や、自然堤防上に嵩上げされた河川堤防の基礎地盤部分が液状化する場合などが挙げられる。

自然堤防はそれほど大きな微地形ではないため、一つの自然堤防の中で、液状化しやすい部分（例えば、縁辺部の範囲）だけをゾーニングするのは実務的に困難である。したがって、本手引きでは、自然堤防を細分せず、「液状化発生傾向が強い」微地形として評価することとした。ただし、これは既存の評価区分で考えられているように、自然堤防の中で液状化しやすさに違いがあることを否定するものではない。

過去の地震における自然堤防の液状化発生箇所は、旧河道などに沿った場所で多く分布する傾向がみられることから（例えば図-1.5.5）、人工改変地等の抽出においてこれらとの近接関係に留意する必要がある。

なお、「液状化地域ゾーニングマニュアル」では蛇行州（ポイントバー）を「液状化発生傾向が強い」微地形として明示している。蛇行州は、洪水により堤防が決壊した際に形成される破堤堆積（クレバススプレー）やスクロールバー等と同様に、蛇行河川沿いにみられる微地形の一つである（図-1.5.6）。通常、これらの微地形と低地面との比高は、おおよそ数十 cm～1m 未満となり、近年の洪水等で形成されたものを除いて、自然堤防や低地一般面と識別するのは困難な場合が多い。したがって、本手引きではこれらの微地形を個別に定義せず、河川の氾濫により形成される低地の微高地として自然堤防に含めることとした。

蛇行州やスクロールバー、破堤堆積等は、微高地をなさず、氾濫低地の一部とみなされている場合もあるため、地形判読において留意する必要がある。

以上をまとめると、本手引きにおける自然堤防の液状化発生傾向の評価においては、既存の評価区分のように比高等で細分することはしないが、地域の地理的特性（例えば、規模の大きな自然堤防が分布したり、過去の液状化発生箇所の分布に特徴的な偏りがある場合など）を考慮して、細分化が必要と判断された場合は、上記の留意点に従って細分化することが望ましい。

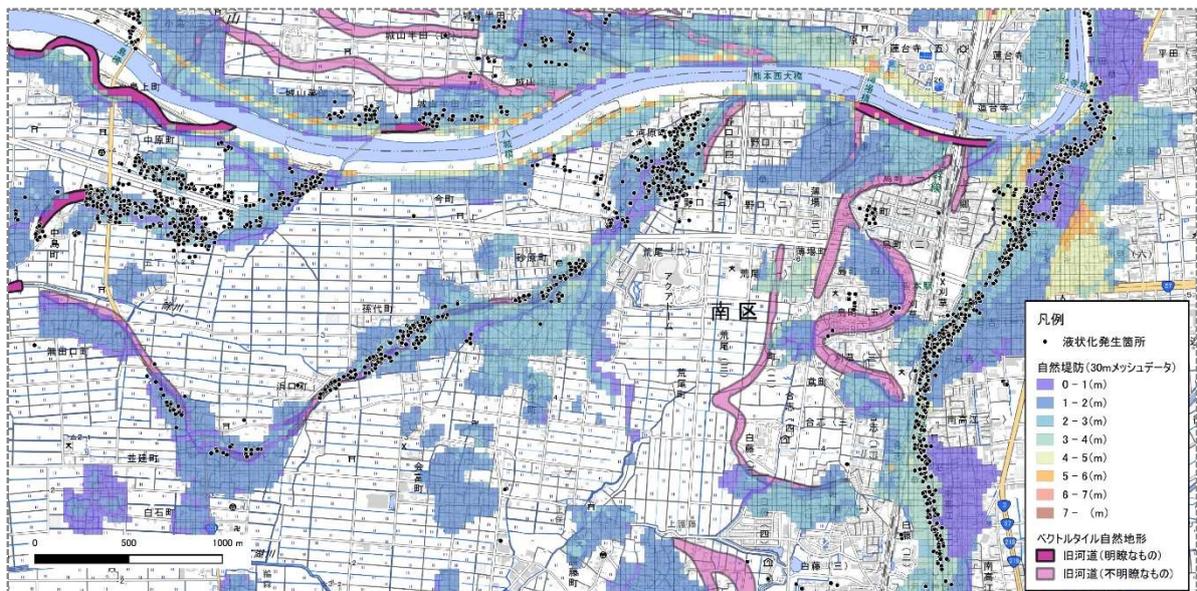
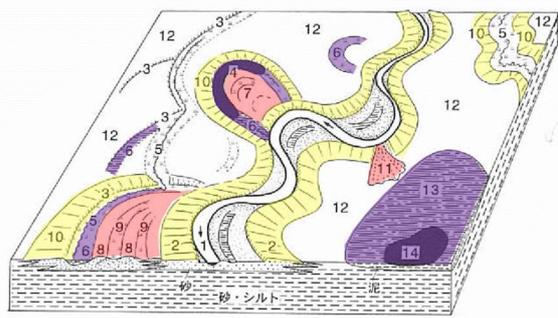


図-1.5.5 液状化発生箇所と自然堤防の比高、旧河道分布の例



- 1:現在の蛇行流路, 2:現在の自然堤防, 3:旧蛇行崖,
- 4:三日月湖(牛角湖), 5:名残川, 6:蛇行流路跡地の低湿地,
- 7:蛇行州(ポイントバー), 8:旧スクロールバー, 9:旧スウェイル,
- 10:古い自然堤防, 11:クレバススプレー(破堤堆積),
- 12:後背低地, 13:後背湿地, 14:後背沼沢地

図-1.5.6 河川沿いに形成される微地形の模式図 鈴木 (1998) に加筆

d) 砂丘を細分した評価に関する扱い

既往の微地形分類図では、砂丘と砂州（砂礫州）が区分されていないことがある。しかし、主に風の作用により形成される砂丘砂と、波浪や流水の作用を受けて形成される砂州（砂礫州）とは、粒度組成や締め固め具合といった地盤特性が異なる。したがって、本手引きでは形態や規模（高さ）だけでなく、形成営力を考慮して両者を区分して評価する。

砂丘の評価区分において、「液状化地域ゾーニングマニュアル」では砂丘のうち「砂丘末端斜面」と「切土部」等、地下水位が浅い部分について評価を2ランク高くするとしており、砂丘間低地は液状化の可能性が大きい微地形として区分している。小荒井ほか（2013）や中埜ほか（2015）では、“低地隣接砂丘縁辺部”と“砂州・砂丘間低地”を微地形として細分し、液状化発生可能性が「非常に大きい」微地形として評価している（図-1.5.7）。これは、過去の地震における砂丘地帯の液状化事例（例えば、図-1.5.8、図-1.5.9）から、砂丘砂の分布とその土質の特性、及び地下水位との関係に基づき、「液状化発生傾向が強い」箇所を条件化したものである。

本手引きでは、既存の評価区分に倣い、砂丘地帯の微地形について、“砂丘の頂部付近（砂丘）”と“内陸側の低地に隣接した箇所（砂丘縁辺部）”、“砂丘列の間の低地（砂丘間低地）”、“砂丘上の凹地”に区分して評価することとする。ただし、“砂丘上の凹地”は明確に区分しにくいことが多いため、地域の特徴に応じて、液状化発生傾向を示す上で重要度が低いと判断される場合は省略してもよい。なお、“砂丘間低地”に該当する地形は、既往の微地形分類図では、三角州・海岸低地や氾濫低地、後背低地等の微地形に区分されていることがあるため、既往の微地形分類図を参考にする際は留意しなければならない。

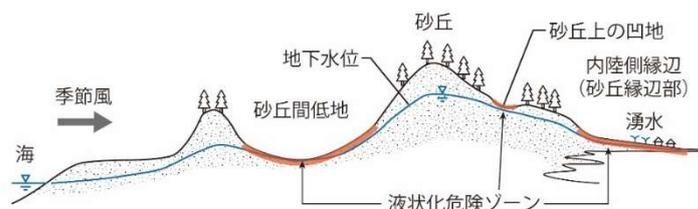


図-1.5.7 砂丘地帯の模式断面と液状化しやすい場所（液状化危険ゾーン）

若松（2018）に一部加筆

各地の砂丘を比較すると、日本海側の砂丘は規模が大きく、整然とした砂丘列をなすものが多い。このような砂丘では、砂丘砂が厚く堆積し、地盤特性も比較的均質であるため、微地形に基づく評価がしやすい。一方、太平洋側では砂丘の発達が悪く、微地形が不明瞭な場合がある。そのため、砂丘砂の分布にムラがあり、地盤特性が不均質になりやすい。例えば、遠州灘沿岸の砂丘では、過去の東南海地震で液状化が発生しているが、その発生地点は必ずしも砂丘内陸側の縁辺部に限らず、砂丘内に不規則に存在するくぼ地のように周囲と比べて相対的に地下水位が浅い場所（砂丘上の凹地）に点在したとされている。したがって、砂丘地帯の液状化発生傾向や液状化危険度は、地域における過去の液状化履歴等も参照し、地域性を考慮して検証することが望ましい。

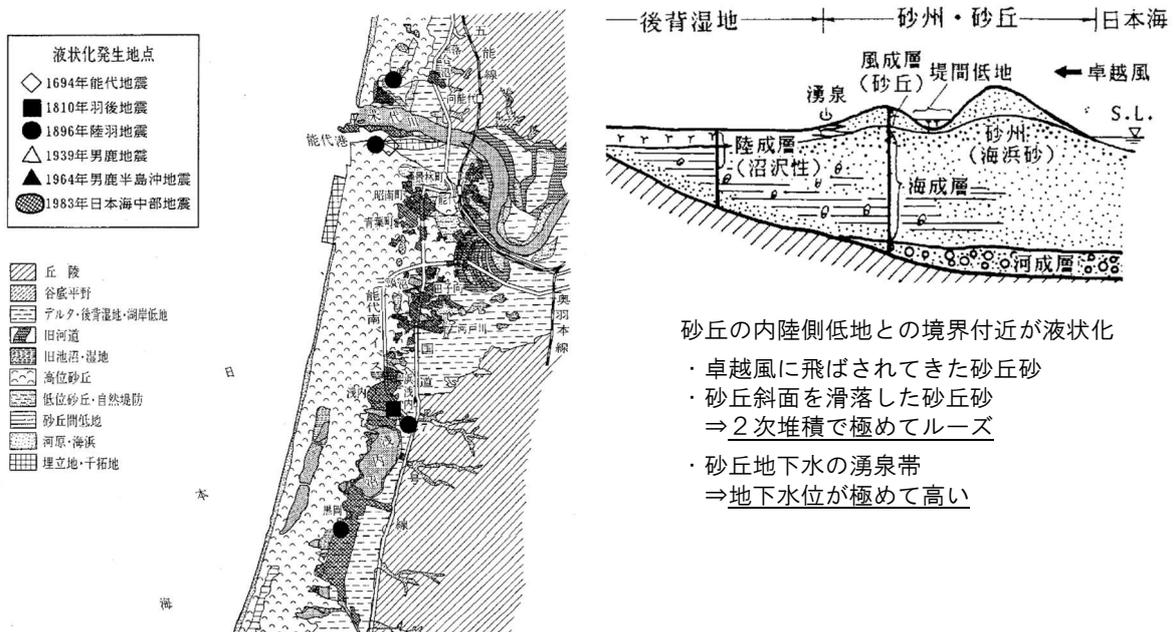


図-1.5.8 砂丘地帯における液状化発生地点と微地形の例(秋田県能代～八郎潟) 若松(1991)

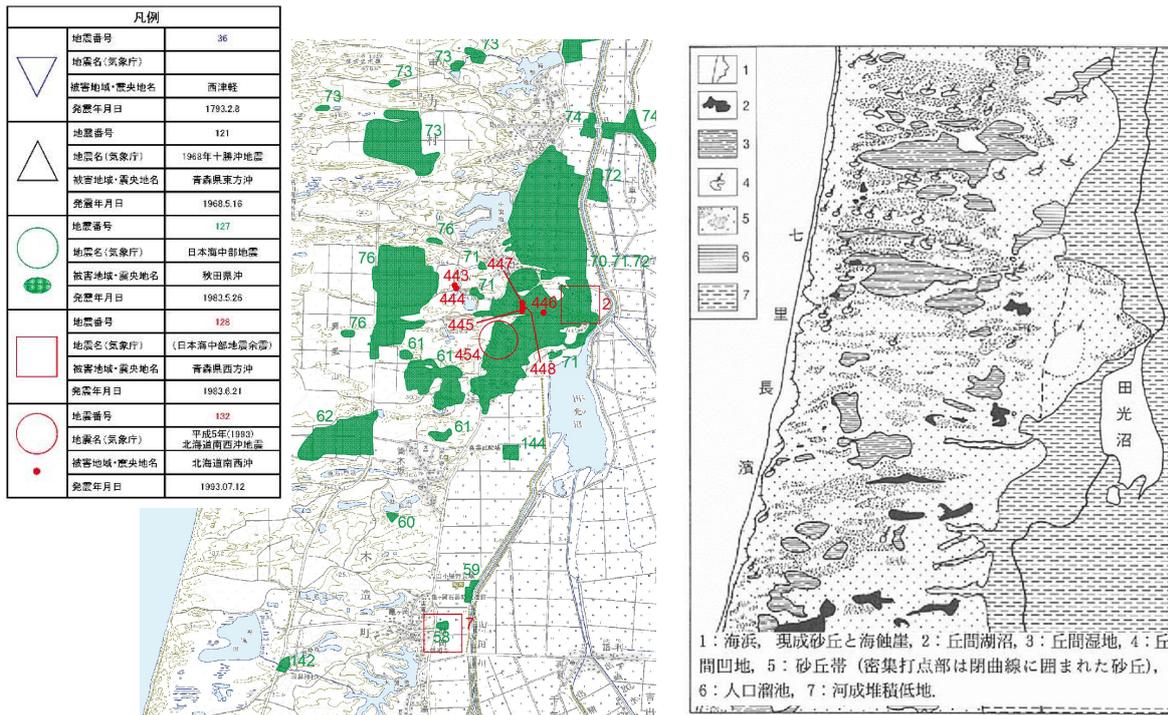


図-1.5.9 砂丘地帯における液状化発生地点と微地形の例(青森県津軽)
 左: 若松(2011)、右: 鈴木(1998)

砂丘や砂州の「液状化発生傾向」を考える上での補足事項として、その形成時期の新旧が挙げられる。海岸線に沿って平行に複数の砂丘(砂州)が列をなす場合、一般的には内陸側の砂丘(砂州)ほど古く、海岸線に近いものほど新しい。したがって、海岸線に近い砂丘(砂州)ほど、表層には砂がゆるく堆積していることが多く、過去の地震の事例においても、砂丘(砂州)の液状化被害の多くは、現在の海岸線に近い部分で発生している。

関東地方では、利根川下流部の霞ヶ浦・北浦の沿岸や東京湾岸の台地麓にいわゆる縄文海進に対応して形成された古い砂州が分布しているが、これらの砂州は2011年東北地方太平洋沖地震をはじめ過去の地震においてほとんど液状化が発生していない。

参考文献:

- ・ 国土庁防災局震災対策課(1999):「液状化地域ゾーニングマニュアル(平成10年度版)」。
- ・ 小荒井衛・中埜貴元・神谷泉・松岡昌志(2013):地形分類情報を活用した液状化発生危険度の予測。日本地球惑星科学連合2013年大会予稿, HSC25-10。
- ・ 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), pp.259-271。
- ・ 若松加寿江(1993):わが国における地盤の液状化の履歴と微地形に基づく液状化危険度に関する研究。早稲田大学学位論文, 244p。
- ・ 鈴木隆介(1998):「建設技術者のための地形図読図入門 第2巻低地」古今書院, 554p。
- ・ 若松加寿江(1991):液状化問題の地形・地質的背景。応用地質, 32(1), pp.28-40。
- ・ 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 90p.+DVD。

(2) 地域特性等を考慮した“より高度な液状化発生傾向の評価”について

前述の扇状地や自然堤防の事例のように、過去の地震における液状化の発生状況をみると、同程度の揺れの大きさ、かつ、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”が存在する。これは同一の微地形であっても地盤特性や地下水位にばらつきがあり、液状化発生傾向に違いがあるためである。

液状化発生傾向の違いをもたらす要因として、①形成時期の違い、②堆積物の供給源となる河川の流域特性や地質の違いに起因する土質・地盤特性の違い、③地下水位の違いなどが考えられ、同じ微地形であっても液状化発生傾向の評価を分けた方が、地域の液状化危険度を適切に示せる場合がある。これらは、微地形分類図に加え、ボーリング調査結果等の地盤情報、過去の液状化発生履歴等により、地域性を踏まえて検討することで、液状化発生傾向の評価・区分に反映することが可能な場合もある。

図-1.5.10 には、流域特性の違いが液状化発生差として現れた例として、1923 年関東地震における埼玉県越谷市・草加市付近の微地形と液状化発生地点を示す。

液状化発生地点は、古利根川や元荒川の旧河道に沿った自然堤防に集中し、荒川の旧流路である毛無川沿いにはあまり見られない。これは、荒川水系の毛長川では、利根川水系と比べて堆積物の粒子が細かく、自然堤防堆積物にシルト分が混入するため液状化しにくい土質であったことが一因と考えられている。

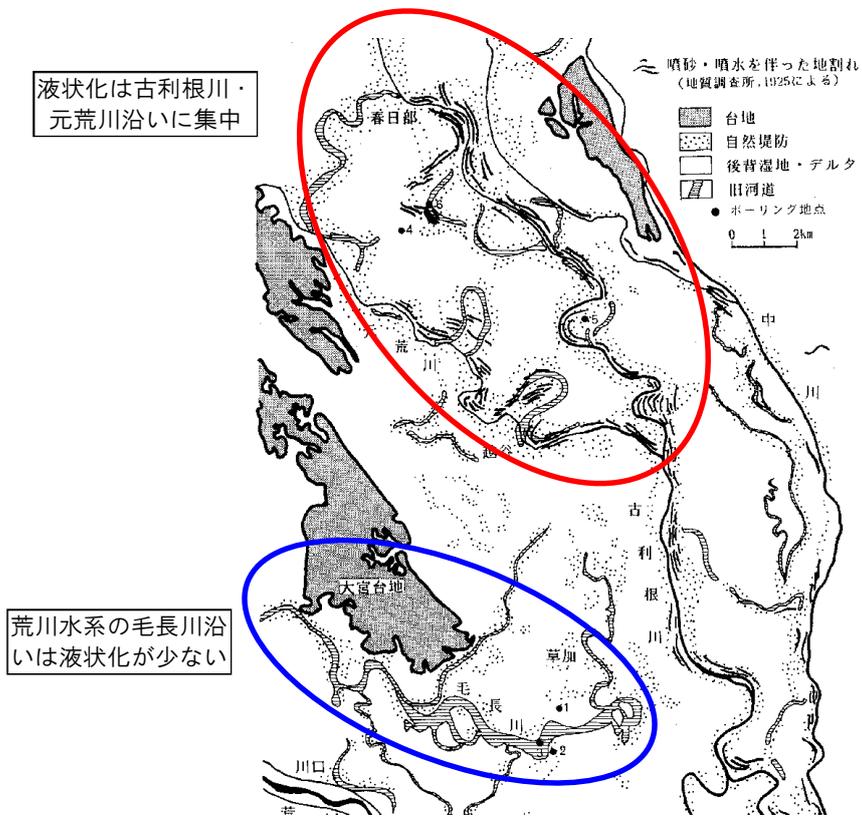


図-1.5.10 1923 年関東地震における埼玉県越谷市・草加市付近の微地形と液状化発生地点
若松加寿江 (1991) 液状化問題の地形・地質的背景. 応用地質, 32(1), pp.28-40.

このように、地域の中で微地形が示す地盤特性に違いがあり、そこから推定される「液状化発生傾向」が異なると判断される場合は、必要に応じて地区ごとに微地形を細分し、評価・区分することが望ましい。

地域特性を考慮した液状化しやすさの評価事例として、国土交通省北陸地方整備局・(公社)地盤工学会北陸支部(2012)が作成・公表した新潟県、富山県、石川県の「液状化しやすさマップ」が挙げられる。この事例では、過去の液状化発生状況に基づき微地形をグルーピングした上で、地盤の構成物質とその層厚、地盤のN値、地下水位の状況により「液状化しやすさ」を判定し区分している(図-1.5.11)。判定の考え方は、液状化しやすい地盤条件に基づき設定されており、新潟県、富山県、石川県それぞれの地域特性を踏まえ、考え方を整理している。これは、「ほくりく地盤情報システム」により集積された豊富なボーリング資料を有効に活用した例といえる。

なお、同一微地形範囲内に複数の異なる地盤情報(ボーリングデータ等)が存在した場合、微地形区域を細分化することになるが、その細分方法について一律の手法はなく、地域の地形・地質について相応の知識を有する技術者等が地質(地盤)断面図などを作成した上で検討することになり、高度な技術的判断が必要となる。

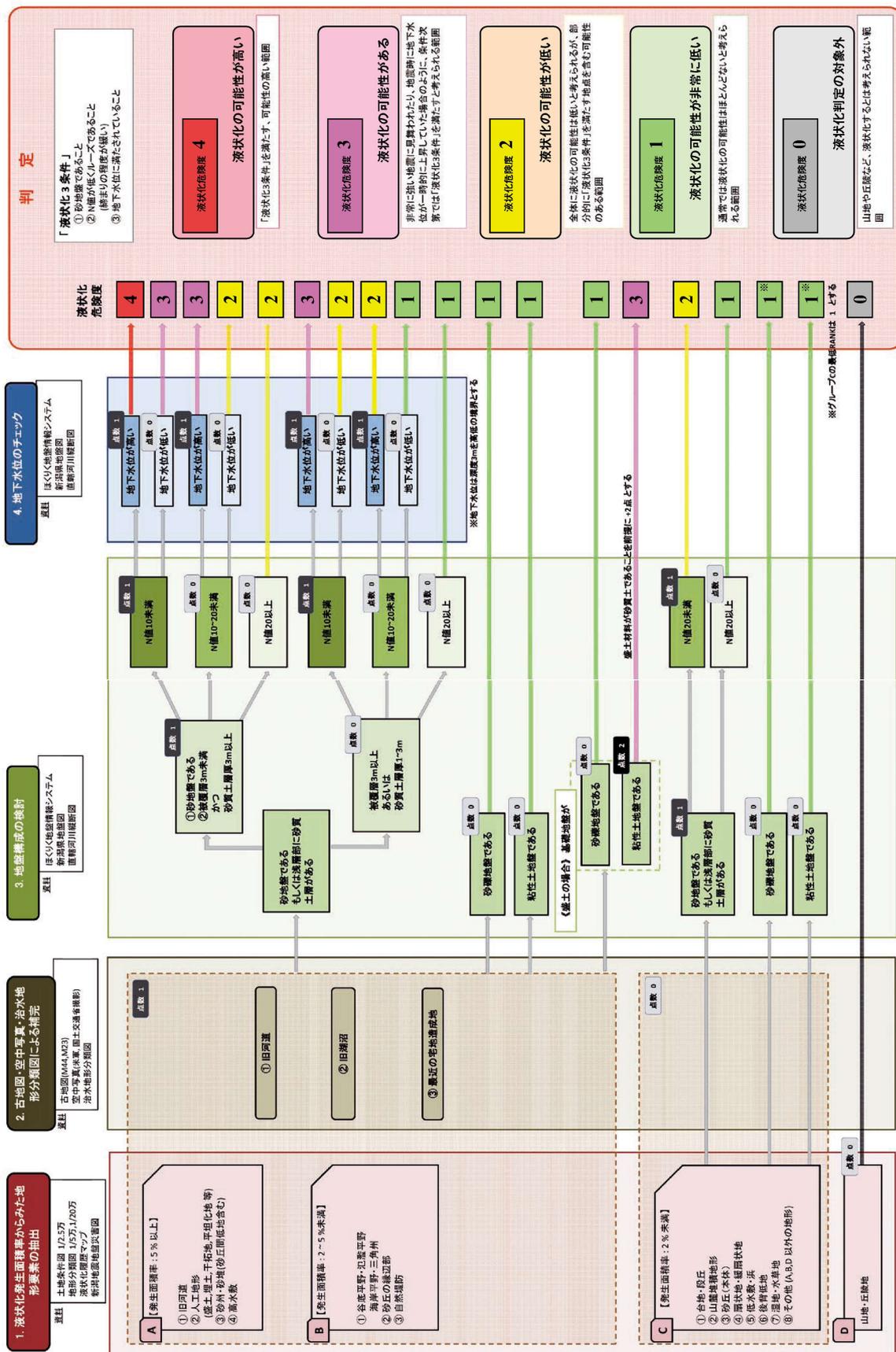


図-1.5.11 国土交通省北陸地方整備局・(公社)地盤工学会北陸支部 (2012) における液化化しやすさの判定フロー

1-6. 液状化発生傾向を検討するための参考資料

(1) 地域別にみた過去の地震で液状化が発生した箇所の主な特徴

過去に液状化が発生した地震については、液状化発生箇所の地盤特性等が調査され、様々な知見が得られている。各自治体で「地域の液状化発生傾向」を検討する際の参考として、表-1.6.1に、既往の研究論文等から液状化が発生した箇所の主な特徴を抽出し地域別に整理した。

各自治体での検討にあたっては、これらの知見を参考にしつつ、単に液状化発生傾向を5段階に区分するだけでなく地域特性を踏まえ、“どのような土地条件の場所で液状化発生傾向が強くなるのか”、また、“それがどこに分布しているのか”を把握することが望ましい。

表-1.6.1の整理に用いた参考文献を以下に示す。これ以外にも液状化発生地点の微地形や地盤特性について報告した文献は多数存在するので適宜参照されたい。

参考文献：

- ・ 青山雅史・小山拓志（2017）：2011年東北地方太平洋沖地震による茨城県神栖市、鹿嶋市の液状化発生域と砂利採取場分布の変遷との関係。地学雑誌，126(6)，pp.767-784.
- ・ 橋本隆雄・安田進・庄司学（2015）：東日本大震災による神栖市深芝・平泉地区の採掘跡地における液状化被害の分析。土木学会論文集，Vol.71，No.4（地震工学論文集 第34巻）I_376-I_386より
- ・ 大矢雅彦・古藤田喜久雄・若松加寿江・久保純子（1982）：庄内平野水害・地盤液状化予測地形分類図。建設省酒田工事事務所。
- ・ 古藤田喜久雄・若松加寿江（1984）：日本海中部地震による液状化現象と地形条件との関係。土と基礎，32(9)，pp.59-63.
- ・ 古藤田喜久雄・若松加寿江（1988）：千葉県東方沖地震による液状化現象とその被害。土と基礎，36(12)，pp.19-24.
- ・ 古藤田喜久雄・若松加寿江・久保純子（1989）：福井地震による液状化発生地点の地形・地盤条件。第24回土質工学研究発表会発表講演集，pp.891-894.
- ・ 地盤工学会（2019）：「平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団最終報告書」。163p.
- ・ 先名重樹・長谷川信介・前田宣浩・藤原広行（2012）：東北地方太平洋沖地震における利根川流域の液状化被害。日本地震工学会論文集，12(5)特集号，pp.143-162.
- ・ 千葉県地質環境研究室・液状化防止技術研究会・(1993) 楠田隆・香村一夫・風岡修（1993）：1993釧路沖地震による地質災害調査（概報），千葉県環境地質研究千葉県環境地質研究，24，pp.1-37.
- ・ 東北大学理学部地質学古生物学教室災害調査グループ（1979）：東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，80，pp.1-97.
- ・ 土木学会鳥取県西部地震調査団（2000）：2000年10月6日鳥取県西部地震被害調査報告。19p.
- ・ 土木学会芸予地震調査団（2001）：2001年3月24日芸予地震被害調査報告。21p.
- ・ 永瀬英生・廣岡明彦・安福規之・平松浩三・橋村賢次（2005）：2005年福岡県西方沖地震での液状化被害に関する調査報告。第28回地震工学研究発表会。
- ・ 阪神・淡路大震災調査報告書編集委員会編（1998）：「阪神・淡路大震災調査報告書 解説編」。地盤工学会。594p.

- ・ 東日本大震災合同調査報告書編集委員会編(2014)：「東日本大震災合同調査報告 共通編3 地盤災害DVD」, 地盤工学会.
- ・ 安田進・柳畑亨・宍道玲・田上裕・千葉久志 (1993)：砂丘地における液状化分布特性. 地域安全学会論文報告集, 3, pp.16-23.
- ・ 若松加寿江 (1991)：液状化問題の地形・地質的背景. 応用地質, 32(1), pp.28-40.
- ・ 若松加寿江 (1991)：微地形による表層地盤の液状化特性の評価. 日本建築学会構造系論文報告集, 421, pp.29-37.
- ・ 若松加寿江 (1993)：わが国における地盤の液状化の履歴と微地形に基づく液状化危険度に関する研究. 早稲田大学学位論文, 244p.
- ・ 若松加寿江・吉田望・規矩大義 (2006)：2004年新潟県中越地震による液状化現象と液状化発生地点の地形・地盤特性. 土木学会論文集 C, 62(2), pp.263-276.
- ・ 若松加寿江・先名重樹 (2014)：2011年東北地方太平洋沖地震による東北地方の液状化発生と土地条件. 日本地震工学会論文集, 14(2), pp.124-143.
- ・ 若松加寿江・先名重樹 (2015)：2011年東北地方太平洋沖地震による関東地方の液状化発生と土地条件. 日本地震工学会論文集, 15(2), pp.25-44.
- ・ 若松加寿江・先名重樹・小澤京子 (2017)：平成28年(2016年)熊本地震による液状化発生の特徴. 日本地震工学会論文集, 17(4), pp.81-100.

表-1.6.1 過去の地震における液状化が発生した箇所の特徴 (1/4)

対象地域	着目した地域	液状化が発生した箇所の主な特徴	対象地震	主な出典
【北海道地方】	臨海部（デルタ地帯）	臨海部の新期埋立地。 地形に残されている新しい旧河道。 蛇行する河川のポイントバーにあたる沿岸地。 湿原上における火山灰質材料による盛土造成地。 泥炭層を掘削し砂で埋戻して埋戻したマンホールの抜き上がり。	1993年釧路地震 1993年北海道南西沖地震 1994年北海道東方沖地震 2003年十勝沖地震 2018年胆振東部地震	千葉県地質環境研究室他(1993) 地盤工学会(2019)
	砂丘地帯	砂丘の内側の砂鉄採取跡の埋戻し地。		
	丘陵地とその周辺	未固結の火山砕屑物（クルミ坂岩層なだれ堆積物）の流動化。（地山部分含む） 谷埋め盛土造成地（火山灰質材料）の液状化、流動化。		
	砂丘地帯	砂丘間低地、沖積段丘、砂丘地帯に隣接するデルタで液状化。 砂丘砂の二次堆積又は砂丘砂を用いた盛土からなり、地下水位が浅い沖積段丘の表層。 砂丘地帯に近接するデルタは、表層に分布する砂丘砂の二次堆積物が液状化。	1968年十勝沖地震 1983年日本海中部地震	古藤田・若松(1984) 安田他(1993) 若松(1993)
	デルタ地帯	干拓地、自然堤防および砂丘や河川に近接するデルタで液状化。デルタ中央部は液状化なし。		
【東北地方】	津軽平野	自然堤防帯（氾濫低地） 扇状地帯 1884年以前の地震のみで液状化の記録がある。		
	砂丘地帯	砂丘の中で標高の低い部分（低位砂丘）、高台砂丘の末端部、砂丘と裏側の低地の境界付近に液状化が集中。 砂丘頂部（液状化なし）の地下水位はGL-4m、砂丘の末端部ではGL-1~-3m。	1896年陸羽地震 1939年男鹿地震 1964年男鹿半島沖の地震 1964年新潟地震 1983年日本海中部地震	古藤田・若松(1984) 安田(1993) 若松(1991) 若松(1993)
	デルタ地帯	液状化は米代川の旧河道に集中。砂丘から離れたデルタや後背湿地の液状化はなし。 造成後間もない埋立地で液状化が発生。		
	砂丘地帯	八郎潟干拓地では、干拓堤防（埋立部分）に多く発生し、干拓地内での液状化は少ない。 砂丘の末端部（東側の低地との境界付近）に集中。標高が高い砂丘の液状化はなし。 砂丘に隣接する旧河道は砂丘砂で埋立てられた箇所液状化が顕著。	1896年陸羽地震 1939年男鹿地震 1964年男鹿半島沖の地震 1964年新潟地震 1983年日本海中部地震	古藤田・若松(1984)、 若松(1991) 若松(1993)
	デルタ地帯	旧河道、自然堤防に集中。 後背湿地のうち、盛土造成して宅地化した箇所の液状化が点在。		
秋田平野	扇状地帯	赤川扇状地は平均礫断面勾配4/1000の掃流型扇状地。扇端部で局所的に液状化。 今野川、笹川扇状地は17/1000と急勾配の土石流扇状地で液状化なし。 谷底低地は扇状地性の堆積物からなり液状化していない。		
	デルタ地帯	島状に点在する自然堤防の所々が新潟地震の際に液状化。砂層が薄く軽微。 最上川の蛇行流路、砂丘と低地の境界の旧河道が顕著に液状化（1600年以降の河道変遷からは新旧による液状化発生の差異無し）。	1894年庄内地震 1964年男鹿半島沖の地震 1964年新潟地震 1983年日本海中部地震	大矢他(1982) 若松(1993)
	砂丘地帯	最上川河口部の埋立地（1913~1934年造成）は新潟地震で液状化。 砂丘と内陸側の低地との境界付近が液状化。 砂丘頂部の地下水位はGL-9m、末端部ではGL-0.5mと浅い。 砂丘と低地の境界にあった谷地（湿地）を砂丘砂で埋め立てた宅地は液状化。 砂丘間低地は地下水位が浅い場所を選択的に液状化。		

表-1.6.1 過去の地震における液状化が発生した箇所の特徴 (2/4)

対象地域	着目した地域	液状化が発生した箇所の主な特徴	対象地震	主な出典
仙台平野	沿岸地域	海岸低地及びその臨海部の人工改変地。 砂州の間の低地部および低地部に隣接する砂州の縁辺部。	1978年宮城県沖地震 2008年岩手宮城内陸地震 2011年東北地方太平洋沖地震	東北大学理学部地質学古生物学教室災害調査グループ(1979) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会編(2014) 若松・先名(2014)
	自然堤防帯(氾濫低地)	河川沿いの旧河道、自然堤防。 旧河道上に位置する宅地造成地。 旧池沼の埋め立て造成地。 後背低地や湿地上の宅地造成地。		
	丘陵部	丘陵部の造成地における谷埋め盛土造成箇所の液状化、流動化。 軽石を含む盛土。		
【関東地方】 東京低地～ 利根川中流平野	デルタ地帯	臨海部の埋立地、干拓地に液状化被害が集中。 中川、古隅田川沿いでは、自然堤防、旧河道に沿って液状化が発生。 デルタでは液状化の履歴が少ない。	1881年濃尾地震 1894年東京湾北部の地震 1895年霞ヶ浦付近の地震 1923年関東大地震 1931年西埼玉地震 1987年千葉県東方の地震 2011年東北地方太平洋沖地震	先名(2012) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会編(2014) 若松(1993) 若松・先名(2015)
	自然堤防帯(氾濫低地)	旧河道、自然堤防、ポイントバーに集中。後背湿地は極めて少ない。 古利根川、元荒川沿いの自然堤防は、砂質土厚く液状化が多く発生している。 現在の荒川は自然堤防堆積物が薄く、シルト質な土質からなるため、液状化被害は少ない。 河道の滑走斜面側で液状化が発生しており、攻撃斜面側はほとんど液状化が発生していない。 干拓地や湿地上の盛土造成地に液状化被害がみられる。		
	扇状地帯	【熊谷扇状地】液状化は扇端部のみ。 【本庄・妻沼】河道に沿うくさび状の分布。扇状地面、旧河道。 表層を粘性土で薄く覆われた箇所が液状化(過剰間隙水圧が上昇しやすい)。湧泉がある場所。 後背湿地、地下水水位が深い扇状地は液状化なし。		
	東京湾岸の低地部	N値が小さい埋立層のみが液状化。 東京湾岸の台地麓の砂州はほとんど液状化なし。	1895年霞ヶ浦付近の地震 1923年関東大地震 1987年千葉県東方の地震 2011年東北地方太平洋沖地震	青山・小山(2017) 古藤田・若松(1988) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会編(2014) 若松(1991) 若松(1993)
房総地域	九十九里平野	【後背湿地】台地や丘陵麓下の後背湿地(水田)上の盛土造成地(軽微)。 【砂州】砂鉄探掘跡の埋戻し地。 砂州間の低地、低地に隣接する砂州の縁辺部。 【旧河道】砂丘背後の旧河道の埋立地。		
	利根川下流平野	旧河道、旧池沼の埋立地。 湖沼干拓後の盛土造成地。 旧河道の滑走斜面側のデルタ(ポイントバー)。 台地・丘陵の麓下の谷底低地で湧水により地下水水位が浅い箇所の盛土造成地。 砂丘地帯の砂利採取後の埋戻し地。 利根川や霞ヶ浦・北浦沿岸の砂州はほとんど液状化なし。		

表-1.6.1 過去の地震における液状化が発生した箇所の主な特徴 (3/4)

対象地域	着目した地域	液状化が発生した箇所の主な特徴	対象地震	主な出典
相模川下流平野	谷底平野、扇状地帯等	【麓斜面、谷底平野】地表近くにゆるい砂が堆積する所で局所的に液状化。 【扇状地】小規模な扇状地（沖積錐）液状化なし。	1923年関東大地震	若松(1993)
	自然堤防帯(氾濫低地)	【相模川沿い】自然堤防・旧河道が液状化（N値≦10のゆるい砂が表層に分布）。 【洪模川沿い】液状化少。表層3m程度が粘性土。 【デルタ】液状化なし。表層は粘性土、下位はN値≧50の海浜砂礫層。 【後背湿地】液状化少。表層の粘性土厚く、下位の砂層は比較的締まっている。		
	砂丘地帯	【砂州】液状化少。沿岸流や波浪により締め固められている。 【砂丘頂部】液状化少。地下水位が相対的に深い。 【砂丘末端・縁辺・堤間低地】液状化。地下水位が浅い。 砂丘や堤間低地の砂は、砂州堆積物のうち比較的細かい（細かい）粒子のみが風に吹き上げられるために再堆積したものの。		
【濃尾・東海地方】				
濃尾平野	扇状地帯	扇端湧泉帯に集中。	1881年濃尾地震 1909年姉川地震 1944年東南海地震 1945年三河地震	若松(1991) 若松(1993)
	自然堤防帯(氾濫低地)	【大垣付近】後背湿地、揖斐川およびその分流派川（1530年頃までの揖斐川本流付近）の河床堆積物、自然堤防堆積物が液状化。湧泉位置との明確な関係なし。 被災地地下水による潜在的な間隙水圧、粘性土による排水性の低さも要因の一つ。		
	デルタ地帯	自然堤防、旧河道、埋立地、干拓地に集中。デルタ一般面の液状化は少ない。		
	扇状地帯 (天竜川低地)	【天竜川低地上流域】 天竜川に近接した旧河道や旧中州が液状化。後背湿地は1地点のみ。 表層が細粒分の少ない砂で地下水位が浅い。 後背湿地は表層の粘性土が薄いところで、下位の砂礫層の液状化が地表に現れた。 【天竜川低地中流域】 天竜川東側の自然堤防に集中（形成時期が新しい自然堤防や旧河道）。 天竜川から離れた箇所や後背湿地では液状化なし。 【天竜川低地下流域】 天竜川東側の自然堤防、旧河道に集中。		
天竜川下流平野	自然堤防帯・氾濫低地 (大田川低地)	【大田川低地中流域】 大田川近い自然堤防およびその周縁部に集中。 【大田川低地下流域】 旧河道および自然堤防に集中。後背湿地は液状化なし。 後背湿地の表層5~10mは軟弱な粘性土地盤。	1881年濃尾地震 1944年東南海地震	若松(1993)
	砂州・砂丘地帯	【大田川河口部】 砂州、堤間湿地および砂丘の縁辺に集中。旧河道や自然堤防の一部。後背湿地は液状化なし。 海浜砂なしいし後背湿地堆積物上に分布するゆるい河成砂層が液状化。 砂丘はN値30~50の海浜砂礫層の上に厚さ4m前後の砂丘砂（風成砂）が堆積。 砂州は海浜砂層の上に分布する厚さ2m程度のゆるい砂が液状化（成因不明）。		

表-1.6.1 過去の地震における液状化が発生した箇所の主な特徴 (4/4)

対象地域	着目した地域	液状化が発生した箇所の主な特徴	対象地震	主な出典
狩野川・黄瀬川 下流平野	海岸部の低地帯	砂礫州の縁辺、愛鷹山麓の谷の出口で液状化。	1854年安政東海地震	若松(1993)
	デルタ地帯	自然堤防など河岸沿いで液状化。	1881年濃尾地震 1923年関東大地震 1930年北伊豆地震	
	谷底低地	腐植土を挟む砂泥互層が液状化。谷両側の山地崖からの湧水により地下水位浅い。		
	火山山麓扇状地	扇端部の湧泉や旧河道付近が選択的に液状化。		
【北陸地方】				
新潟平野	デルタ地帯・ 海岸部の低地帯	旧蛇行河川沿いのポイントバー。又は旧河筋に面した自然堤防と後背湿地の境界付近。 河運の付け替えによって藤川となった場所。その埋立地。	1964年新潟地震 2004年新潟県中越地震 2007年新潟県中越沖地震	国土地理院(1965) 若松他(2006)
	砂丘地帯	砂丘縁辺の後背湿地に接する部分。 砂丘内陸側の低地(後背湿地)上の盛土造成地。		
	自然堤防帯(氾濫低地)	旧河道。灌漑用水路の周辺。 河川沿いの自然堤防。 砂利採取後の埋戻し地。		
	扇状地帯	砂利採取後の埋戻し地。		
	扇状地帯	液状化が発生した扇状地の平均縦断勾配は、横手盆地(秋田県)の芥内川を除いて5/1000以下。 九頭竜川の扇状地末端部に液状化(噴砂)が集中。		
	自然堤防帯(氾濫低地)	自然堤防付近や旧河道に集中(九頭竜川、武田川、田島川、荒川など)。 兵衛川やその旧河道は、地表から5m程度までシルト・粘土(デルタ、後背湿地堆積物)で覆われ、 液状化なし。 砂丘末端部(低地との境界)と砂丘間低地が液状化。	1881年濃尾地震 1948年福井地震	
砂丘地帯				
【近畿地方】				
神戸地区	臨海部	まさ土による埋立地(埋立材料による液状化発生の速い)。 岸壁の水平方向変位(はらみだし)。橋脚の損傷。 河川付近及び旧河道。	1995年兵庫県南部地震	阪神・淡路大震災調査報告書編集委員会編 (1998)
	丘陵地	谷埋め盛土造成地。 内陸の古池(ため池)を埋立てた場所またはその周辺。		
	臨海部	臨海部の新期埋立地に被害が集中。		
【中国地方】				
中海周辺	臨海部	臨海部の新期埋立地に被害が集中。	2000年鳥取県西部地震	土木学会鳥取県西部地震調査団(2000)
広島平野	デルタ地帯	臨海部の埋立地。	2001年芸予地震	土木学会芸予地震調査団(2001)
【九州地方】				
福岡平野	デルタ・海岸低地	臨海部の埋立地。	2005年福岡県西方沖地震	永瀬他(2005) 若松他(2017)
	デルタ地帯	臨海部の埋立地、干拓地。 旧河道及びその沿岸地や自然堤防(主に水絡沿い)。 砂利採取後の埋戻し地。 後背湿地上の盛土地。	2016年熊本地震	
	自然堤防帯(氾濫低地)			
	阿蘇カルデラの低地部	旧河道沿い。後背湿地。 火山山麓扇状地の浅い谷の盛土地。		

b) 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), pp.259-271.

2011年東北地方太平洋沖地震における関東地方の液状化発生地点と「土地条件図」の地形分類データにより、微地形毎の液状化発生地点数、面積を求め、それぞれの微地形の総面積に対する割合を整理した。その結果に基づき、微地形毎の評価区分案を提案している。

表-1.6.2 地形分類ごとの液状化発生割合一覧表

地形分類名	面積 (km ²)	液状化(点状)			液状化(線状)			液状化(面状)			正規化 割合 合計 (%)
		個数	割合 (%)	正規化 割合 (%)	距離 (km)	割合 (%)	正規化 割合 (%)	面積 (km ²)	割合 (%)	正規化 割合 (%)	
山地斜面等	1875.98	20	0.6	0.1	0.12	0.0	0.0	0.06	0.1	0.0	0.1
崖	2.79	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
地すべり(滑落崖)	0.78	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
地すべり(移動体)	2.52	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
更新世段丘	3739.05	30	1.0	0.1	0.00	0.0	0.0	0.25	0.3	0.0	0.1
完新世段丘	218.98	5	0.2	0.2	0.00	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	0.3
山麓堆積地形	46.08	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
谷底平野・氾濫平野	1975.60	324	10.4	1.7	0.97	0.2	0.0	3.61	4.5	0.8	2.6
海岸平野・三角州	432.55	200	6.4	4.8	7.03	1.7	1.5	5.55	7.0	5.8	12.1
後背低地	169.95	27	0.9	1.7	2.43	0.6	1.3	0.34	0.4	0.9	3.9
旧河道	50.09	198	6.4	41.4	0.00	0.0	0.0	1.26	1.6	11.3	52.7
凹地・浅い谷	381.27	2	0.1	0.1	0.00	0.0	0.0	0.13	0.2	0.2	0.2
扇状地	19.57	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
自然堤防	559.49	213	6.8	4.0	2.26	0.5	0.4	1.95	2.5	1.6	5.9
砂州・砂堆・砂丘	505.91	158	5.1	3.3	1.85	0.4	0.3	4.91	6.2	4.4	8.0
天井川・天井川沿いの微高地	0.26	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
高水敷・低水敷・浜	294.43	165	5.3	5.9	8.21	1.9	2.5	2.92	3.7	4.5	12.9
湿地	18.86	1	0.0	0.6	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.6
河川・水涯線及び水面	3099.94	102	3.3	0.3	3.79	0.9	0.1	2.60	3.3	0.4	0.8
農耕平坦化地	24.33	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.01	0.0	0.1	0.1
切土地	809.37	76	2.4	1.0	0.00	0.0	0.0	1.15	1.4	0.6	1.6
高い盛土地	367.22	487	15.6	13.9	346.75	81.9	86.1	39.26	49.3	48.1	148.0
盛土地・埋立地	1190.28	994	31.9	8.7	44.18	10.4	3.4	12.15	15.3	4.6	16.7
干拓地	118.16	54	1.7	4.8	5.64	1.3	4.3	1.49	1.9	5.7	14.8
改変工事中の区域	80.35	58	1.9	7.6	0.01	0.0	0.0	1.98	2.5	11.1	18.6
合計	15983.83	3114	100.0	100.0	423.21	100.0	100.0	79.64	100.0	100.0	300.0

点状、線状、面状の液状化地点について、それぞれ地点数、距離、面積を求めた。「割合(%)」はそれぞれの総数に対する液状化発生割合、「正規化割合(%)」は「割合(%)」を地形分類の面積で正規化した液状化発生割合。

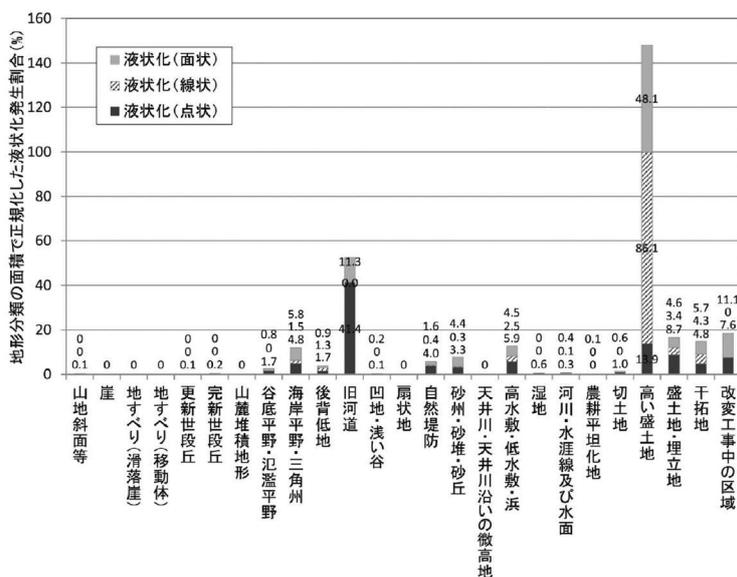


図-1.6.2 各地形分類の面積で正規化した地形分類ごとの液状化の割合

c) 若松加寿江・先名重樹・小澤京子(2017) 平成 28 年(2016 年)熊本地震による液状化発生
 の特性, 日本地震工学会論文集, 17(4), pp.81-100.

2016 年熊本地震では、後背湿地・自然堤防など河川沿いの氾濫地形、沿岸部の干拓地で液状化による被害が多く見られた。また、阿蘇地域では河川沿いの後背湿地と阿蘇火山山麓の扇状地に液状化発生地点が集中した。液状化の発生地点は偏在しており、河川の氾濫地形、地形改変・砂利採取など近年の人工改変地形とその材料、地下水条件が液状化の発生に大きく影響していたと考えられている。なお、阿蘇地域の扇状地は、表層に火山碎屑物の二次堆積物が分布し、通常の扇状地と比べて砂分を多く含み地下水位が高い。また、扇状地面上の谷地形を圃場整備で埋めて平坦化した箇所（谷埋め盛土）で液状化被害が集中した事例が報告されている。

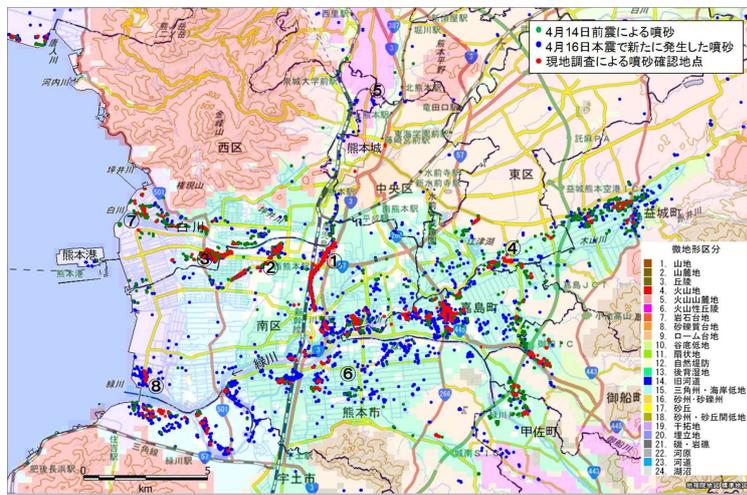
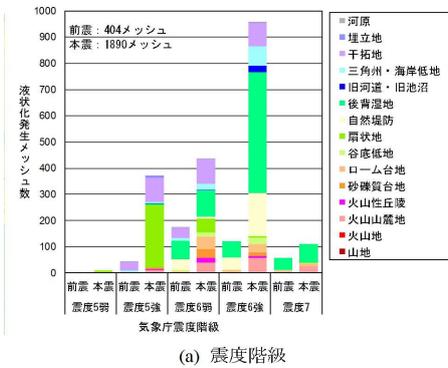


図-1.6.3(a) 熊本平野の微地形区分と液状化発生地点



(a) 震度階級

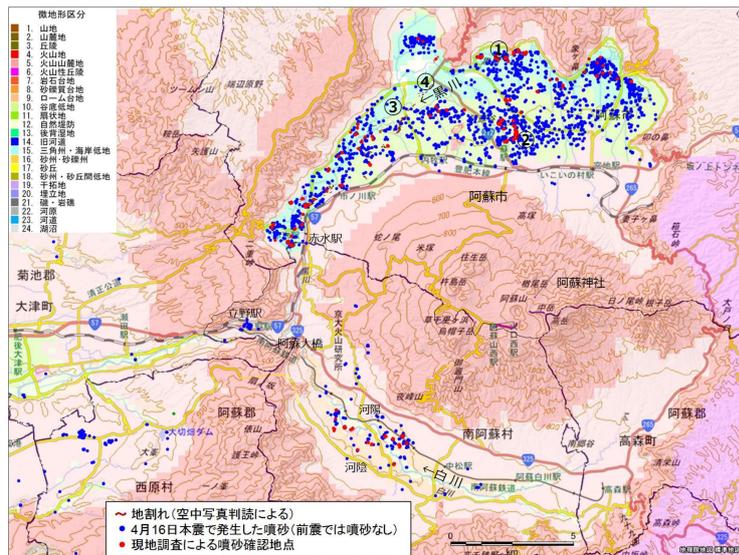
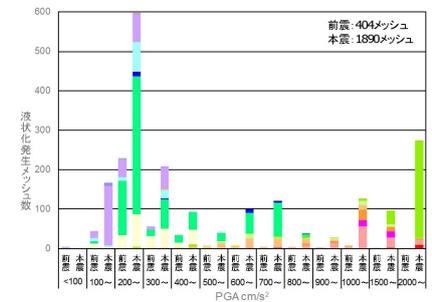
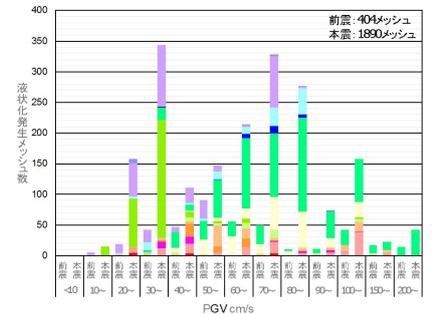


図-1.6.3(b) 阿蘇地域における微地形区分と液状化発生地点



(b) 地表最大加速度 (PGA)



(c) 地表最大速度 (PGV)

図-1.6.3(c) 地震動強さと液状化発生メッシュ数(微地形区分別)

d) その他過去の地震における液状化発生面積率に関する資料

地震ごとに、微地形区別の液状化発生面積率を報告した例を見ると、概ね類似する低地の微地形で液状化が発生していることがわかる。しかし、その面積率は当該地域における微地形分布の特徴や計算方法に左右される。したがって、検討対象地域に分布する微地形の特徴を踏まえて、「液状化発生傾向」を評価し、液状化が発生した場合の影響を検討する必要がある。

<1964年新潟地震>

地盤工学会（1988）「土質基礎工学ライブラリー24 土質地震工学」, pp.84-86.

各地形区分に含まれる液状化発生率を整理し、その結果をもとに液状化可能性ランクごとの発生面積率（例えば液状化可能性ランク A の面積中で実際に液状化した面積率）が推定されている。

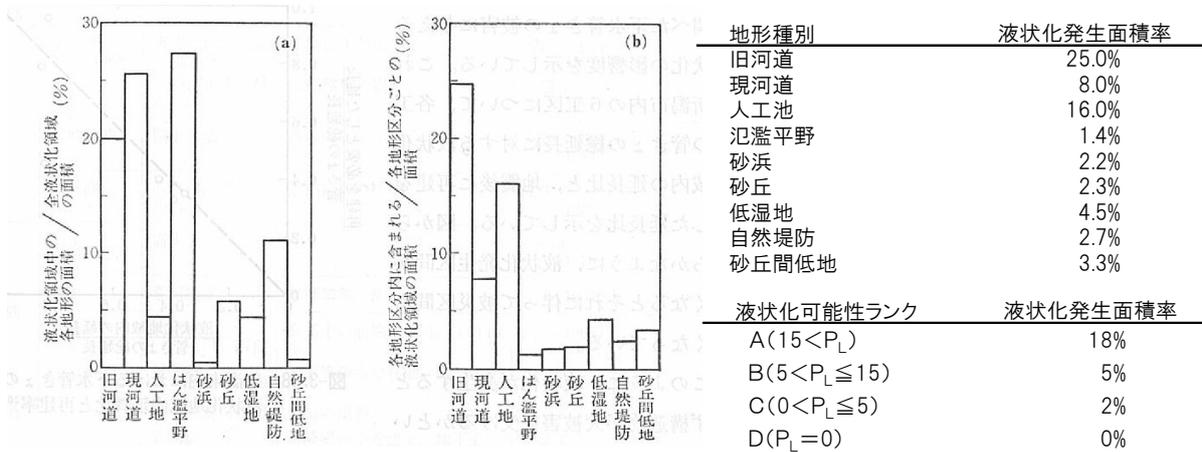


図-1.6.4 新潟平野における液状化面積と地形の関係

<1978年宮城県沖地震>

岩崎俊男・常田賢一・安田進・佐藤弘行（1982）液状化履歴地点における地形・地質の特徴，第17回土質工学研究発表会講演集その2, pp.1921-1924.

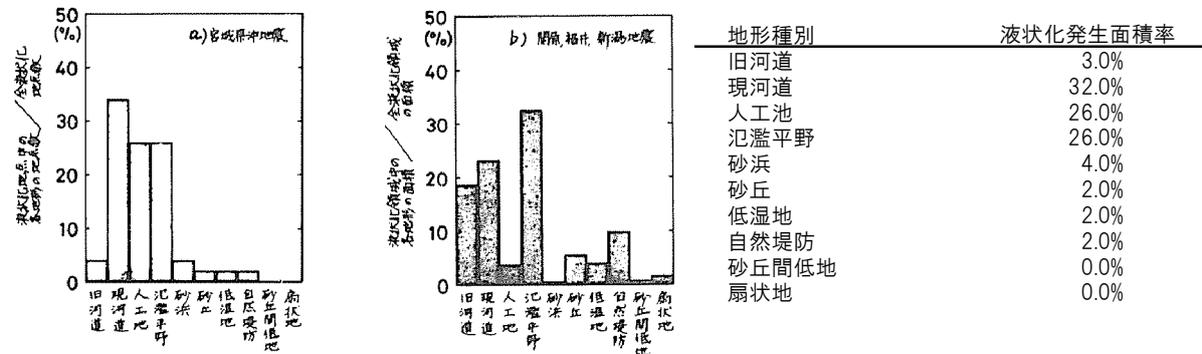


図-1.6.5 液状化履歴地点と地形の関係
(左：1978年宮城県沖地震、右：関東・福井・新潟地震)

<1995年兵庫県南部地震>

建設省国土地理院（1996）「1万分の1地震防災土地条件図作成作業（神戸地区）」。

地形種別	液状化発生面積率
埋立地	20~30%
自然堤防	1%以下
緩扇状地	1%以下
海岸平野・三角州	1%以下

e) 松岡昌志・若松加寿江・橋本光史(2011) 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, 11(2), pp.20-39.

9つの地震について、計測震度の分布と液状化発生地点の微地形を比較し、震度と液状化発生率の関係を微地形区分ごとに検討している。その結果にもとづき、微地形を液状化しやすいの傾向が類似するグループに分け、地震時の震度分布に対する液状化発生率の分布を推定するモデルを提案している。

表-1.6.3(a) 微地形の区分表

微地形区分	ID
山地	MTN
山麓地	MFT
丘陵	HIL
火山地	VLC
火山山麓地	VFT
火山性丘陵	VHL
岩石台地	RST
砂礫質台地	GVT
ローム台地	TVA
谷底低地	VBP
谷底低地（傾斜<1/100）	VPS
扇状地	ALF
扇状地（傾斜<1/100）	AFS
自然堤防	NTL
後背湿地	BKM
旧河道	ARC
三角州・海岸低地	DEL
砂州・砂礫州	BAR
砂丘	DUN
砂丘末端緩斜面	LSD
砂丘間低地	LDB
干拓地	REC
埋立地	FLL
礫・岩礁	RSR
河原	DRB
河原（傾斜<1/100）	DRS
河道	RIV
湖沼	WAT

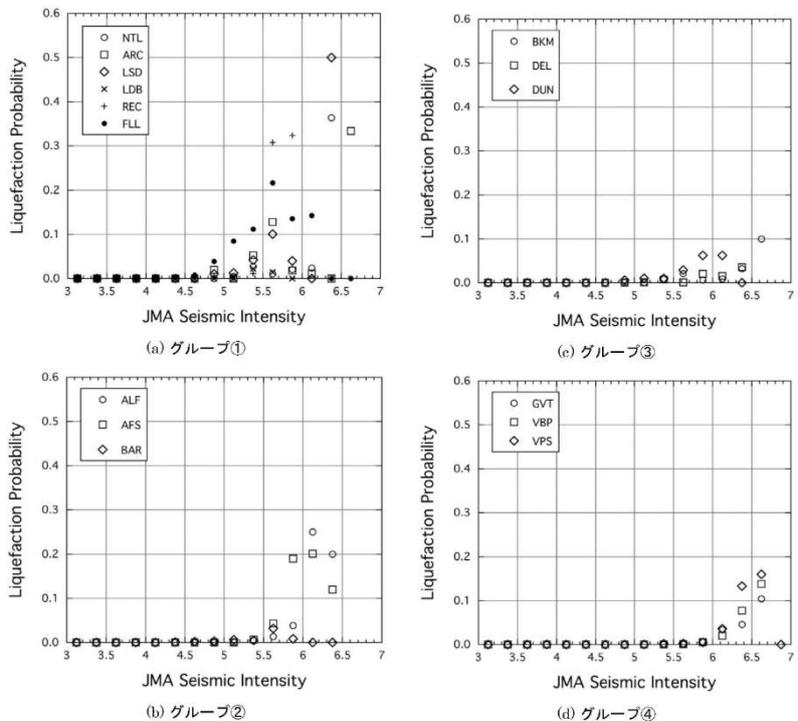


図-1.6.6(a) 計測震度と液状化発生確率の関係

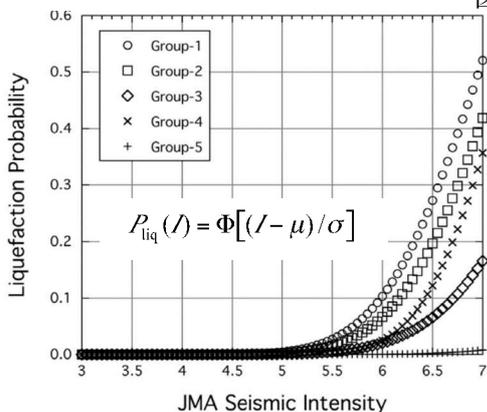


図-1.6.6(b) 液状化発生確率推定の回帰式

表-1.6.3(b) グループごとに得られた回帰パラメータ

グループ	微地形区分	平均値 μ	標準偏差 σ
①	NTL, LSD, LDB, ARC, REC, FLL	6.960	0.761
②	ALF, AFS, BAR	7.160	0.773
③	BKM, DEL, DUN	7.906	0.933
④	VBP, VPS, GVT	7.231	0.628
⑤	上記以外	9.873	1.197