

### 第3章 対策検討に必要な調査

#### 3-1 危険度判定調査における状況把握

発災直後、地方公共団体は、災害が発生した場合への備えとして作成している「地域防災計画」等に基づいて行動することとなる。

被災市町村は都道府県・関係機関と連携し、「被災建築物応急危険度判定」及び「被災宅地危険度判定」等から宅地液状化被害の迅速な情報の収集を図り、その後の「り災証明」の建物傾斜量、沈下量、噴砂・噴水・湧水等の状況を整理し、液状化被災地区を特定するため、これらの制度も活用した被災状況の把握が重要である。

#### 1. 災害情報等の収集・連絡

発災後1～2週間は、建築の応急危険度判定及び宅地擁壁・地盤・斜面の被災宅地危険度判定が行われる。ただし、巨大地震の場合は、1か月を要することもある。被災市町村は都道府県及び関係機関と連携し、図3-1のように建築の応急危険度判定及び図3-2のように宅地地盤の被災宅地危険度判定等から宅地液状化被害の迅速な情報の収集を図る必要がある。なお、宅地地盤の被災宅地危険度判定例については、<資料編3-1>を参照とされたい。

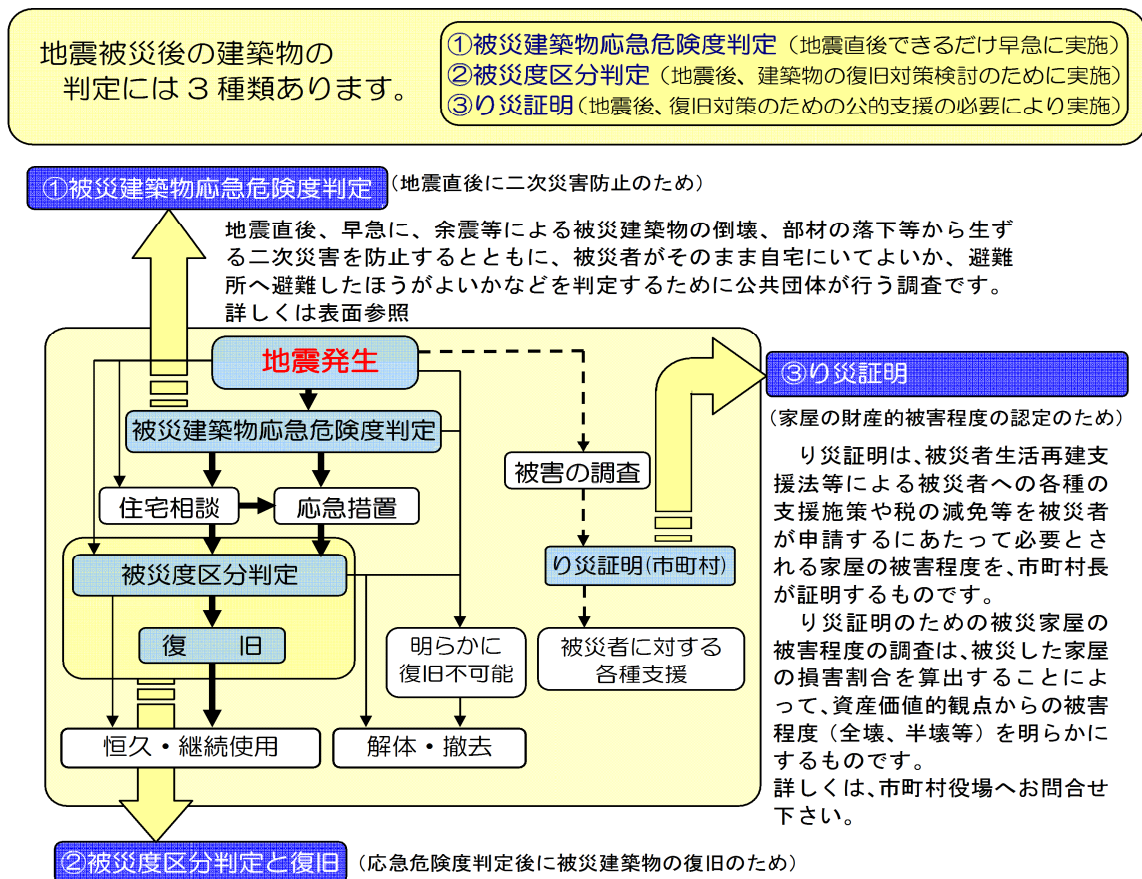


図3-1 地震被災後の建築物の判定<sup>1)</sup>

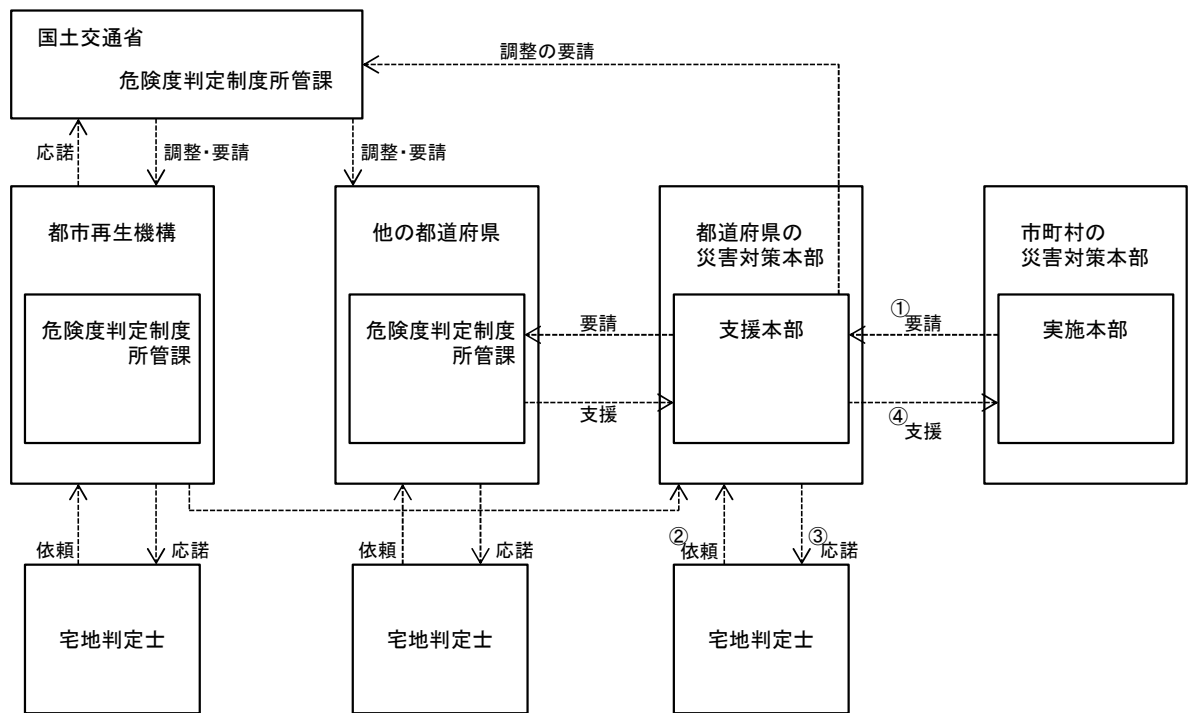


図3-2 危険度判定実施体制<sup>2)</sup>

## 2. 活動体制の確立

発災後速やかに、職員の非常参集、情報収集連絡体制の確立及び災害対策本部の設置等必要な体制が取られるが、特に、液状化の被害状況は、生活のために必需となる上水道・電気・ガス等のライフライン復旧作業や液状化による宅地・道路の噴砂の除去が行われてしまうために、速やかに液状化被災地区の現状を把握する調査体制を取る必要がある。

発災直後の宅地液状化被害は、住宅地図等を活用して、噴砂等の観察から被災範囲の図示、傾き・潜り込み・基礎の浮き上がり等がみられる建物の特定、道路・水路・マンホール等の変状のある公共施設の特定により、把握する。このうち、被害建物は、低層住宅とその他に分け、棟数ベースで集計することが望ましい。

発災直後から、「被災宅地危険度判定」が動いているものの、液状化地区は対象にならない場合があるので、噴砂等の状況から独自に被災地区を特定する必要がある。なお、宅地地盤の沈下量・建物の傾斜勾配と沈下量データ作成については、＜資料編3-2＞を参照されたい。

### ＜参照＞「地域防災計画」

地域防災計画は、災害対策基本法第40条に基づき、各地方自治体の長がそれぞれの防災会議に諮り、防災のために処理すべき業務などを具体的に定めた計画である。地理的、気候的条件や都市構造等、地域の実情に応じた防災計画として、地震災害対策や津波災害対策等、それぞれの災害に対する災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興の段階における諸施策を具体的に定めている。

### 3-2 宅地被災状況調査

被災の概要を把握するため、宅地の液状化による各被害状況を調査し、各マップ類を作成することが望ましい。

- ①液状化被害の全体図（液状化の発生範囲）
- ②宅地の被害状況図（被災当時の写真を収集し、位置図とともに整理する）
- ③噴砂状況図（被災当時の状況をもとに作成する）
- ④道路の地盤沈下コンター図（道路の沈下量をもとにコンター図を作成する）

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、**図3-3、3-4**に示すように関東地方の広い範囲にわたり地盤の液状化現象が発生し、住宅、道路、河川堤防、港湾施設、ライフライン等に多大な被害が発生した。国土交通省関東地方整備局と地盤工学会では、既にこれらの地盤液状化現象の実態を把握、解明するために共同で調査を実施し、その成果を報告書に取りまとめている<sup>3)4)</sup>。各地域の液状化被害については、大学や建築研究所のホームページ（HP）でも現地調査報告がなされており、過去の地震についても、1987年12月17日に発生した千葉県東方沖地震等において液状化の発生が報告されているところである<sup>5)</sup>。

宅地の被災状況を把握する際には、これら既存の資料をもとにこれまでに再液状化被害が発生しているかについても調査しておくことが望ましい。再液状化が発生した箇所については、今後も液状化被害は発生する可能性が高いため、液状化対策に向けて重点的に検討を行うことが望まれる。

被災例を示すと、**図3-5**の潮来市日の出地区（以下、IH地区）の宅地液状化被害では、干拓地を埋め立てて宅地化した地盤全体に激しい液状化が発生したが、北側の一部の区画では液状化が発生しなかった。地震直後の液状化による噴砂の状況は、Google Earthの**写真3-1**から噴砂量が多く地区全域が住宅被害を受けていることが判る。液状化による住宅地内の噴砂等の変状図は実態調査があればそれを採用する。無い場合は、Google Earthの2011年3月29日撮影の衛星画像を判読推定した**図3-6**のように、衛星画像を用いて噴砂が生じた液状化地点マップを作成する。ただし、あくまでも画像による判読のために現地の噴砂等の変状と一致しない場合がある。

IH地区では、主な被害状況として**写真3-2**の宅地地盤の液状化に伴う大規模な噴砂、**写真3-3**の建物の基礎部の割れや段差、**写真3-4**の中学校の校舎や体育館での建物基礎地盤の沈下、**写真3-5**木杭の抜け上がり、**写真3-6**道路側溝の破壊と蓋の乗り上げ、**写真3-7**のライフラインの押し上げ現象等が生じている。これら液状化被害状況を整理し、特筆すべき箇所・状況がわかるように、図面上に記載し被害概要マップを作成する。

液状化による地域の地盤沈下の状況を把握するため、**図3-7**に示すように道路の沈下量コンターを示す道路の地盤沈下コンター図を作成する。

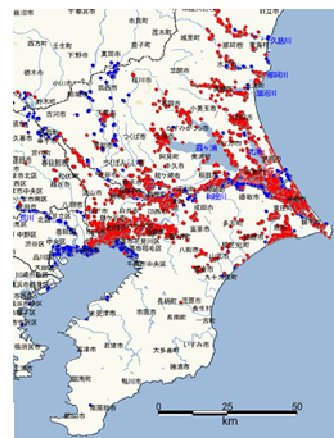


図3-3 関東地方の液状化発生分布<sup>3)</sup>

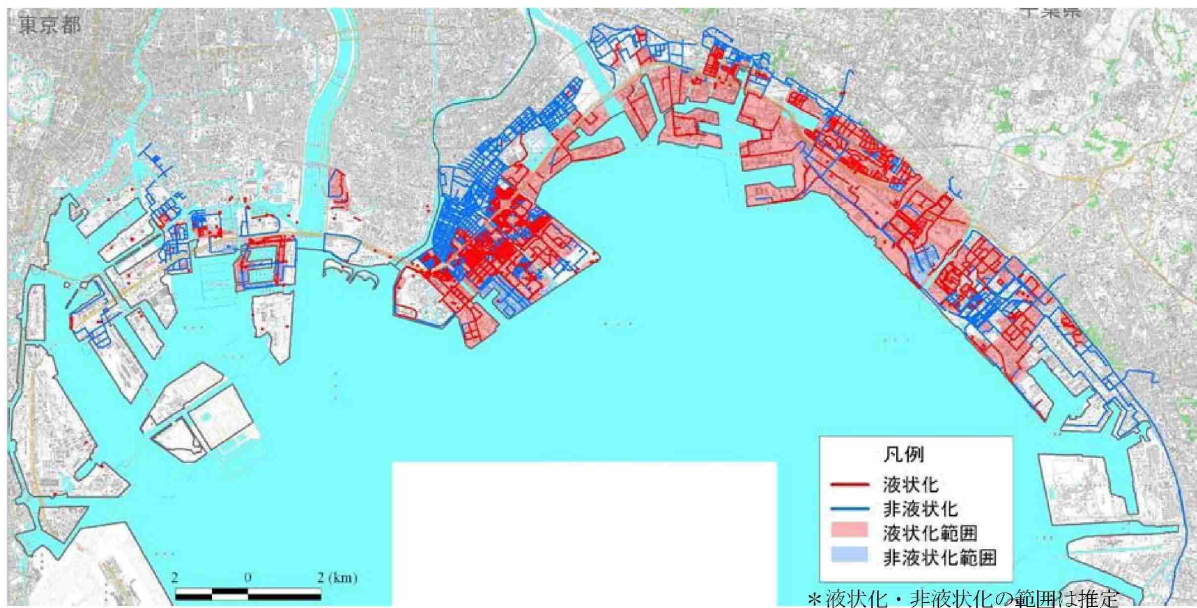


図3-4 東京湾岸の液状化発生分布<sup>4)</sup>

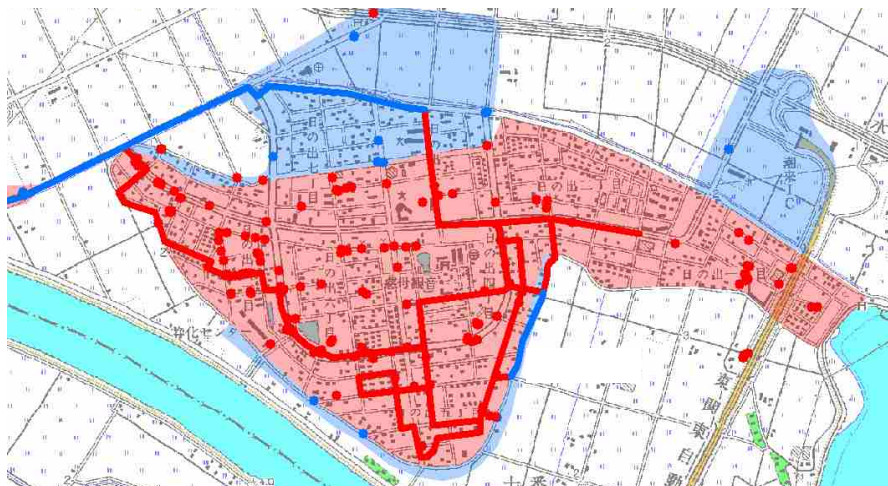


図3-5 Iii地区における液状化被害の全体図<sup>4)</sup>

赤塗りつぶし：液状化被害の大きい地域（●：噴砂箇所）  
 青塗りつぶし：液状化被害の少ない地域（●：噴砂箇所）



写真3-1 敷地での噴砂現象（Google Earthより）



写真3-2 宅地地盤の液状化に伴う大規模な噴砂状況<sup>6)</sup>



写真3-3 建物の基礎部の割れや段差<sup>6)</sup>



写真3-4 建物の基礎地盤の沈下<sup>6)</sup>



写真3-5 木杭の抜け上がり<sup>6)</sup>



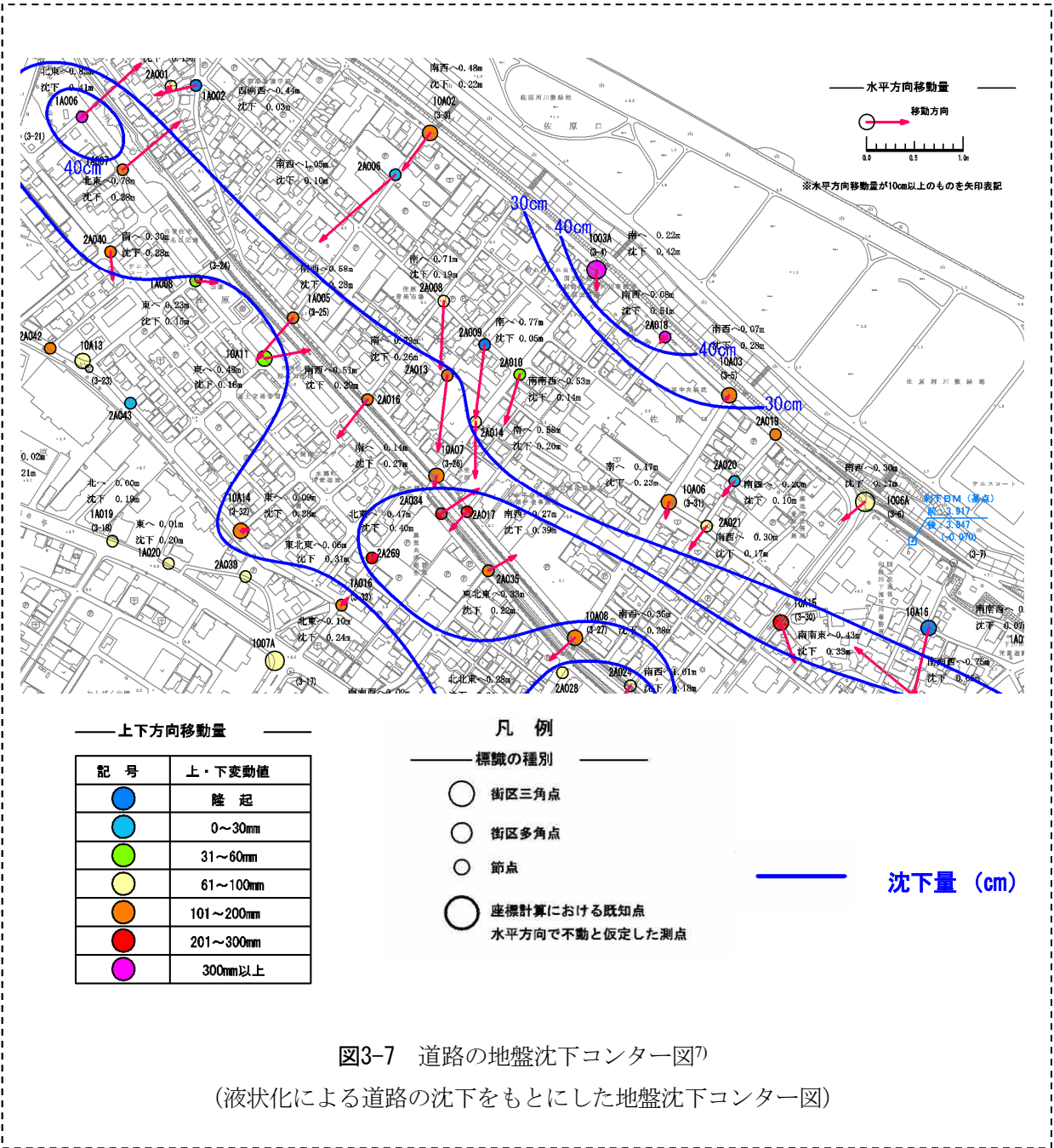
写真3-6 道路側溝の破壊と蓋の乗り上げ<sup>6)</sup>



写真3-7 ライフラインの押し上げ現象<sup>6)</sup>



図3-6 噴砂状況図<sup>7)</sup>



### 3-3 公共施設被災状況調査

公共施設では、液状化により道路の沈下や亀裂、下水道管路の破断、マンホールの隆起が生じやすく、また河川のように高低差のある場所では液状化による側方流動によって河床の隆起及び護岸部のはらみ出し等が発生し、宅地地盤も側方変位することがある。そこで、これら道路・下水道等の公共施設について、災害査定資料等を基に被災状況マップを作成し、建物被災判定マップと重ね合わせて地盤変状総合マップを作成することが望ましい。

#### 1. 道路被災マップの作成

道路被災は、災害復旧の際に調査している道路舗装面の沈下・隆起、路面の段差や側溝の破損や沈下、破損箇所から噴砂現象等の被災の内容を整理し、**図3-8**に示すように道路被災マップを作成する。一般的に舗装厚が薄いほど噴砂現象を生じることが想定され、車道部に対して歩道部の方が噴砂による地盤沈下が著しい傾向にある。区画道路では局部的な被災が集中している箇所があり、道路端部に設置されていた電柱などの傾斜が大きいところほど地盤沈下が大きい傾向にある。

#### 2. 上下水道被災マップの作成

下水道や上水道は、管路の破断、マンホールの隆起等の被災の内容を整理し、**図3-9**、**図3-10**に示すように上下水道被災マップを作成する。

#### 3. 河川被災マップの作成

住宅の近隣に河川があり、その河床の隆起及び護岸部の側方変位が宅地の側方流動に影響している場合がある。このような河道に変状が生じている箇所では、**図3-11**に示すように河川被災マップを作成する。

#### 4. 地盤変状総合マップの作成

街区点の測量結果から**図3-12**に示すように地盤沈下や側方変位を図化した地盤変位マップを作成する。さらに、上記の構造物被災と建物被災判定マップと重ね合わせた**図3-13**に示すように地盤変状総合マップを作成する。この結果から、地盤変状が大きく、一部での隆起現象や側方流動が生じた可能性を把握することができる。さらに、**図3-14**は、地盤変状と明治39年の古地形の重ね図で、**図3-15**は地盤変状と昭和6年古地形の重ね図で、地盤変状と地形図を重ねると、その変状の原因が明らかとなるケースも想定される。



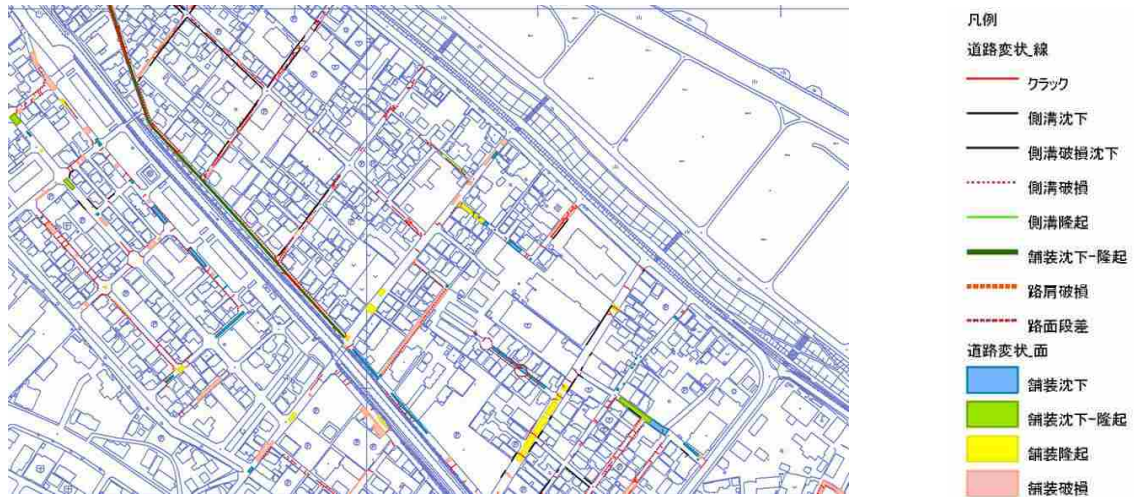


図 3-8 道路被災マップの作成例 7)

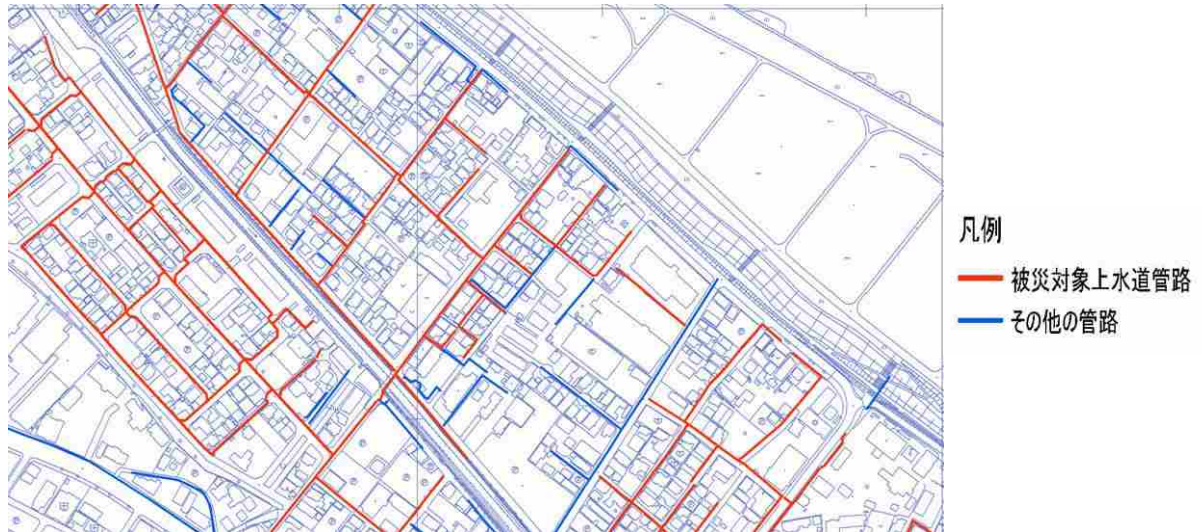


図 3-9 上水道被災マップの作成例 7)



図3-10 下水道被災マップの作成例 7)



図 3-11 河川被災マップの作成例<sup>7)</sup>



図 3-12 地盤変位マップの作成例<sup>7)</sup>



図 3-13 地盤変位総合マップの作成例<sup>7)</sup>

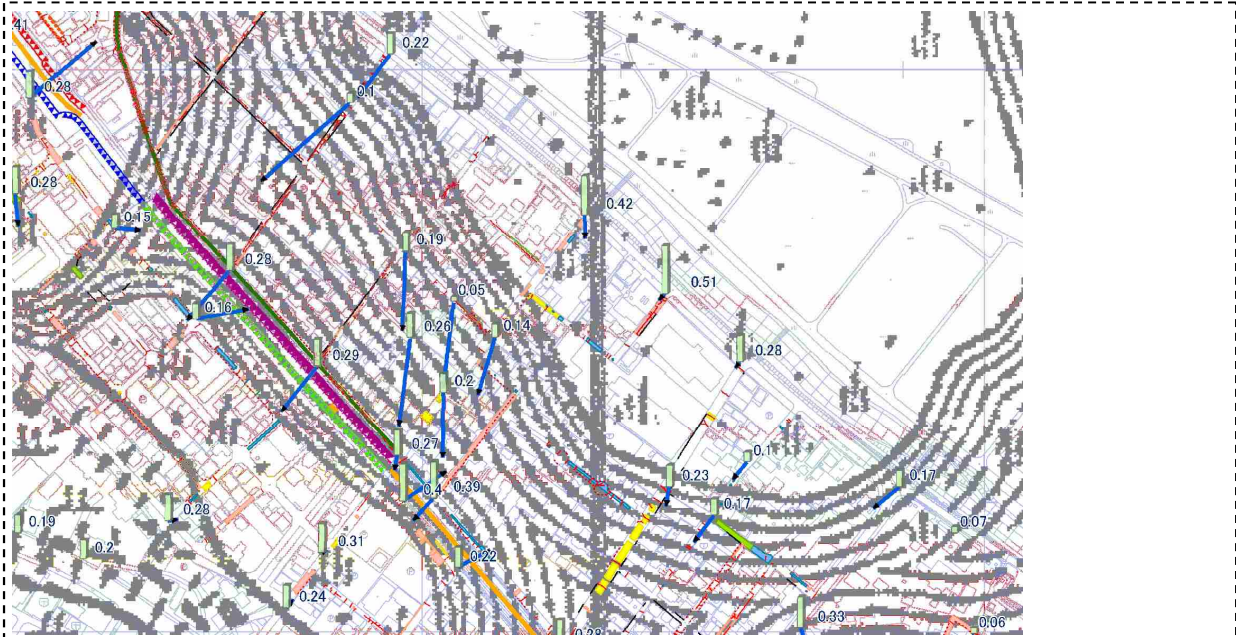


図3-14 地盤変状と明治39年の古地形の重ね図<sup>7)</sup>

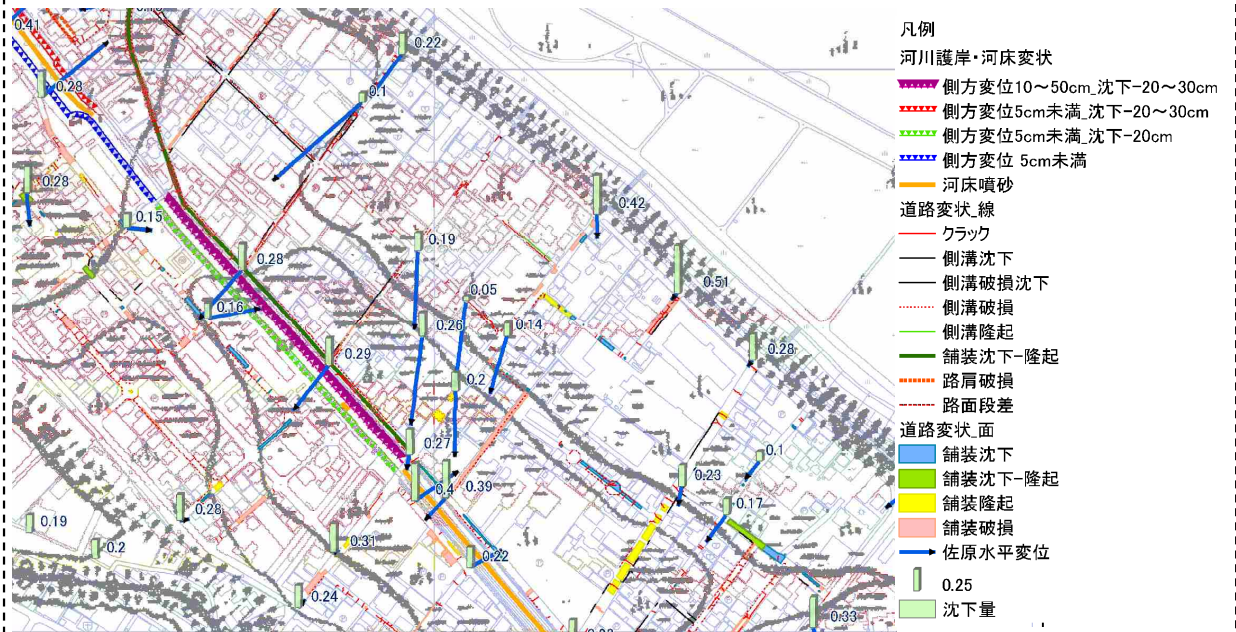


図3-15 地盤変状と昭和6年古地形の重ね図<sup>7)</sup>

### 3-4 関連情報の収集

#### (1) 造成履歴

液状化した地区の造成履歴などの地理的状況を旧地形平面図や航空写真等から整理する。この結果から詳細な造成年代、干拓や埋め立てされた経緯がわかり、罹災証明等の被害状況図面と重ね被害原因の分析に役立てる。内陸部では、旧湖・池、採掘跡地、水田部の盛土等の微地形区分を把握し、臨海部では埋立地の浚渫や埋め立ての造成年代や施工方法についても調査を行う。

液状化履歴の地図については若松が「日本の液状化履歴マップ745-2008」<sup>8)</sup>、微地形分類については若松・久保・松岡・長谷川・杉浦らの「日本の地形・地盤デジタルマップ」<sup>9)</sup>等のデジタルマップがあるので参照されたい。

造成履歴は、歴史書から江戸時代の人工改変による埋立地と云われているものもあるが、上記報告書の他、一般的に入手可能な国土地理院の明治後期～昭和初期頃からある古地図や米軍の航空写真から土地の変遷を調査する。このことにより、いつ頃まで水域や湿地であり、その後埋め立て干拓や宅地や耕作地として利用され、現在の地形がいつ頃に形成されたかがわかる。この住宅地化の着工と完了時期等の詳細な造成時期と干拓や宅地の経緯を整理する。

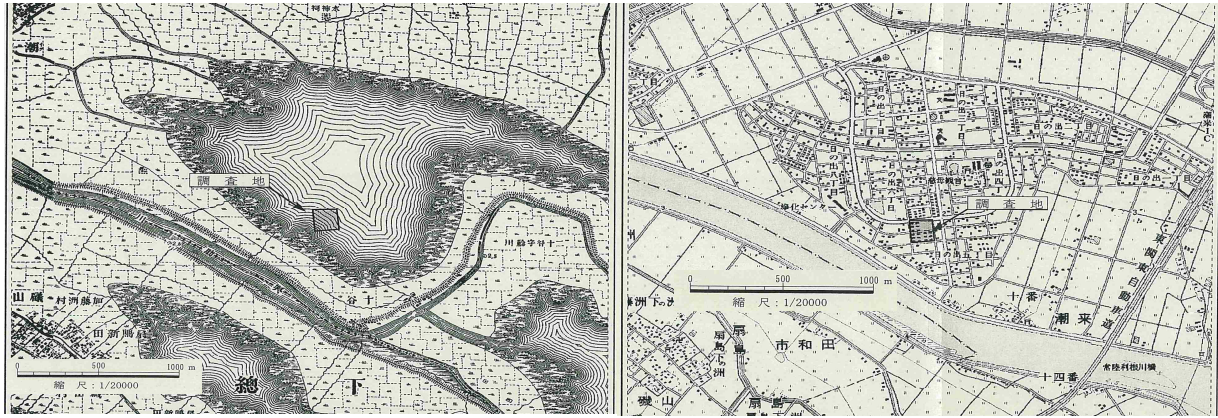
ほぼ全域が水域にあたり明治後期～昭和初期頃に掛けて埋め立て干拓された埋立地では、一般に比較的均質な砂を用いる場合が多く、大型の建設機械も無く、転圧による締め固めもほとんど行われずに緩い砂地盤が形成されたものと考えられる。また、地下水位が高く、堆積時期が自然の堆積環境と比較し非常に新しく時間の経過とともに土の強度が増す年代効果も少ないことから、非常に液状化しやすい地盤である可能性が高い。

例えば、IH地区の内陸部では図3-16及び図3-17の迅速測図<sup>\*</sup>から外浪逆浦の入江である内浪逆浦を干拓した土地で、図3-18の土地条件図で干拓地となっており、その後宅地化されたために液状化による被害が発生したものと考えられる。

一方、習志野市香澄地区（以下、NK地区）では、現在において図3-19の地形平面図及び図3-20、航空写真のように一様な平坦な地形となっているが、図3-21土地条件図及び図3-22明治13年、15年旧地形図（1/20,000迅速図）から臨海部の埋立地であることがわかる。埋立時期の違いが被災程度に影響を与えることも考えられるので十分な調査が必要である。

国土地理院は、1/25,000縮尺の「土地条件図」の「初期整備版」（3大都市圏+政令市等）146面、「人工地形更新版」（関東・中部71面）を作成・公表している。東京東北部の参照事例を図3-23に示す。また、地形から見た判定指針を表3-1に示し、微地形分類指針を表3-2に示す。微地形分類図は、市販・公開されているものを活用しても良いが、大縮尺のものが多く、図面の尺度により微細な旧河道や人工改変地が表現されていないこともあるため、地形図や航空写真などによる精査が必要である。

※ **迅速測図**（じんそくそくず）とは、日本において明治時代初期から中期にかけて作成された簡易地図である。



(a) 明治18年 (1/20,000迅速測図) <sup>10)</sup>      (b) 平成14年 (1/25,000数値地図) <sup>11)</sup>

図3-16 旧地形と現地形との比較



図3-17 迅速測図に基盤地図情報を重ね合わせ<sup>12)</sup>

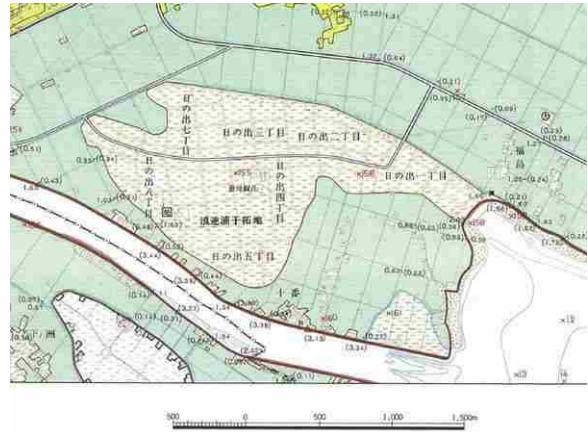


図3-18 土地条件図 (1/25,000) <sup>13)</sup>

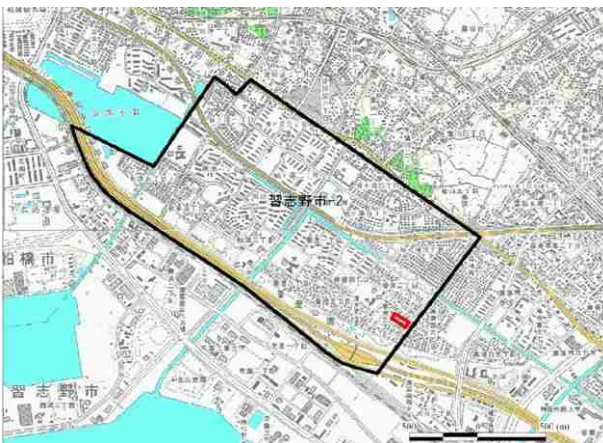


図3-19 地形平面図 (1/25,000数値地図) <sup>4)</sup>



図3-20 航空写真 (2011年3月17日撮影) <sup>4)</sup>

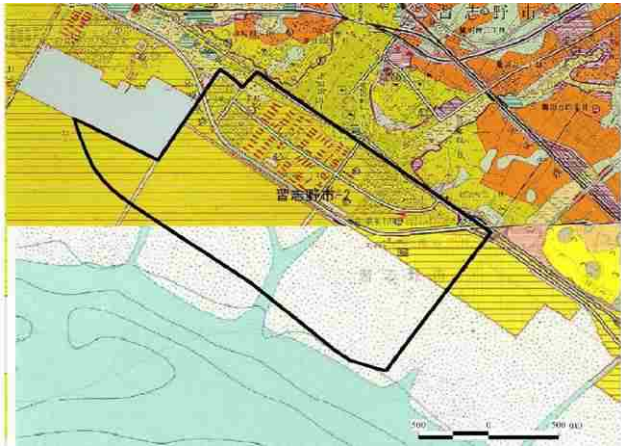


图3-21 土地条件图<sup>4)</sup>

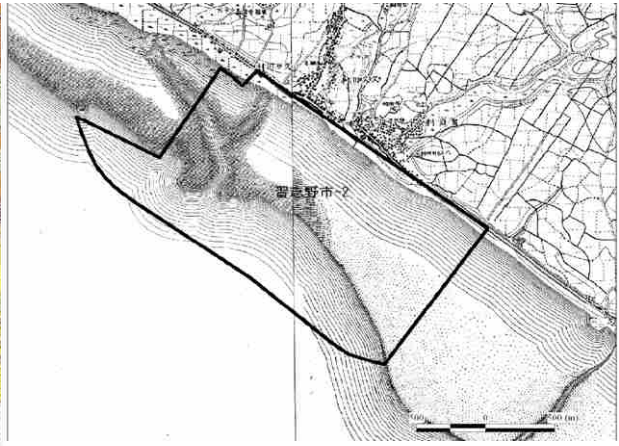


图3-22 明治13年、15年旧地形图 (1/20,000迅速测图) <sup>4)</sup>

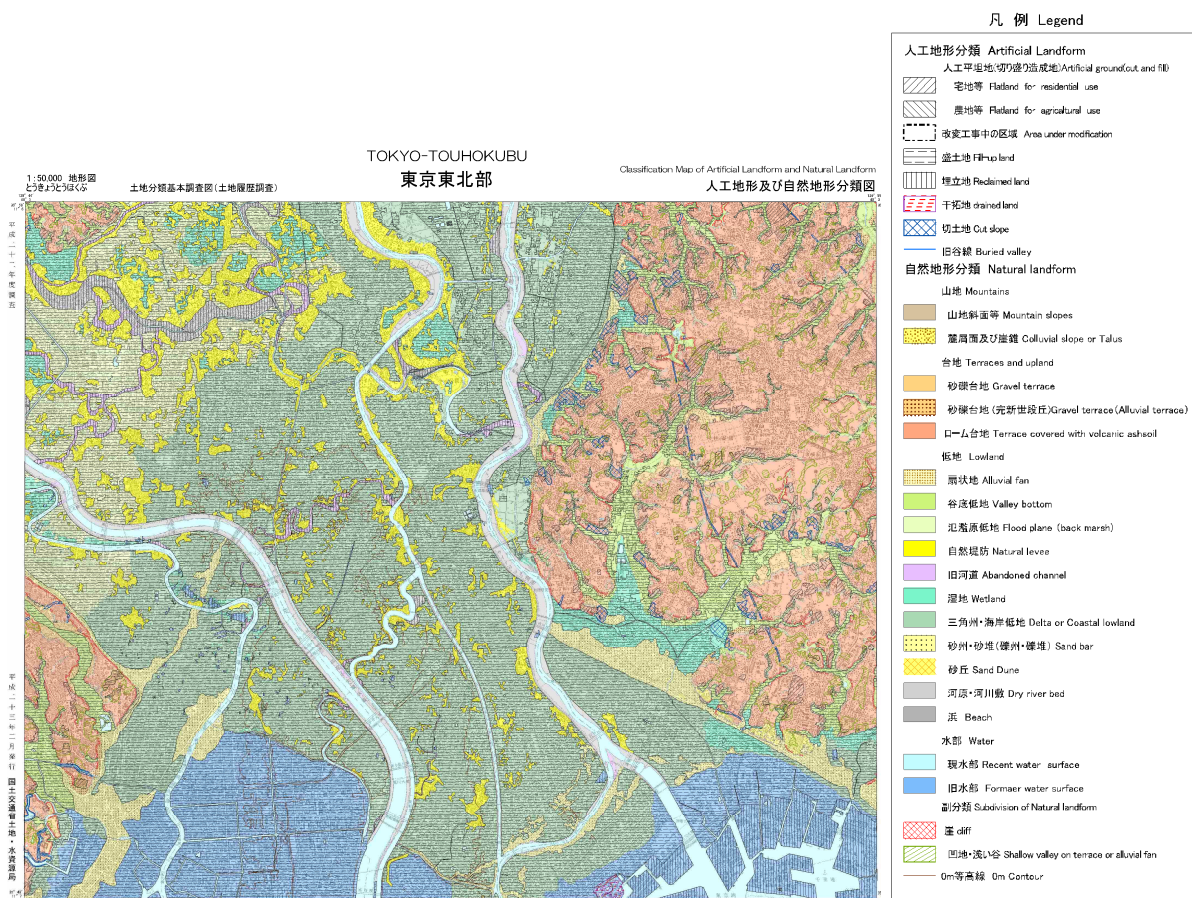


图 3-23 土地区分图 (東京東北部) <sup>14)</sup>

表 3-1 地形から見た判定指針<sup>15)</sup>

地盤表層の液状化可能性の程度	地形区分
大	自然堤防縁辺部・比高の小さい自然堤防、ポイントバー（蛇行州）、旧河道、旧池沼、砂泥質の河原、砂丘末端緩斜面、人工海浜、砂丘間低地・堤間低地、埋立て地、湧水地点（帯）、盛土地
中	デルタ型谷底平野、緩扇状地、自然堤防、後背湿地、湿地、デルタ（三角州）、砂州、干拓地
小	扇状地型谷底平野、扇状地、砂礫質の河原、砂礫州、砂丘、海浜

表 3-2 微地形分類指針<sup>16)</sup>

微地形区分		判読の際の分類基準		
分類	細分類	地形的位置、特徴	形 態	主な土地利用
谷底平野	扇状地型谷底平野	古期岩盤の山地、砂礫層の丘陵地	縦断勾配のやや急な谷底	畑、水田
	デルタ型谷底平野	未固結岩石の丘陵地、台地	縦断勾配の緩やかな谷底	水田
扇状地	扇状地（沖積錘を含む）	河川の谷底、山麓部	扇状～円錐状、平均縦断勾配 1/100(0.57°)程度以上	果樹園、桑畑、畑
	緩扇状地	同上、または扇状地の末端部	扇状～円錐状、平均縦断勾配 1/100(0.57°)程度以下	畑、水田
自然堤防	自然堤防	現・旧河川の流路沿い	帯状またはパッチ状の微高地	畑、桑畑、集落
	自然堤防堰堤部	低地一般面と自然堤防の境界部	同上。微高地のうち比高 1 m 以下の部分。	畑
	比高の小さい自然堤防（ポイントバー）			
後背低地		自然堤防・砂州・砂丘の背後	沼沢性起源の低地	水田
旧河道	新しい（明瞭な）旧河道	低地域の全般、過去の河川流路の跡	帯状凹地。一般面よりの比高 0.5～1.0m	水田、荒地
	古い（不明瞭な）旧河道	同上	帯状凹地。比高 0.5m 以内で不明瞭	水田
旧池沼		過去の池沼の跡	凹地または平坦地	水田、荒地
湿 地		低地域のうち排水不良地、湧水地点付近、旧河道	同 上	同上
河原	砂礫質の河原	扇状地型平野・扇状地における現河道の流動沿い	平坦。流水に覆われることのある複数中流部	荒地、果樹園
	砂泥質の河原	デルタ型谷底平野・低地一般面における現河川の流動沿い	同上。下流部	荒地、畑、水田
三角州（デルタ）		河川の河口部	起伏に乏しい	水田
砂州（浜提砂礫含む）	砂州	海岸、湖岸沿い	汀線に平行な微高地	針葉樹林、畑、荒地、集落
	砂礫州	同上	同上	同上
砂丘	砂丘	海岸、河岸	小丘の集合体、一般面との比高 3m～4m 以上	針葉樹林
	砂丘末端緩斜面	同上、砂丘の縁辺部	比高 3m～4m 以下	畑、集落
海浜	海浜	海岸地域の堤外地	海岸の波打ち際の砂地	海浜
	人工海浜	同上	同上。人工的なもの	同上
砂丘間低地・堤間低地		砂丘間、砂州間	比較的平坦	畑、水田
干拓地		沿岸地域、湖水地形や水面を干して陸地化した土地	平坦地、規則正しい地割り	水田
埋立地		海域などの水面を一般面と同じ高さまで埋め立てたもの	平坦地	工場地、宅地
湧水地点（帯）		扇状地末端部、砂丘縁辺部、断崖部、旧河道、湿地、天井川に沿った堤内地	—————	湿地、水田
盛土地		—————	低地において 1m 以上の盛土	宅地

砂州、砂礫州：空中写真だけでは判定困難。

盛土地：ここでいう盛土地とは、崖・斜面に隣接した盛土地、低湿地・干拓地・谷底平野上の盛土地を指す（すなわち、地下水位が高いと推定されるもの）。これ以上の盛土地は、盛土前の地形の区分と同等に扱う。

段丘：本表は沖積地の微地形分類のため、段丘層は記載していないが、斜面に隣接し地下水位が高いと想定される段丘については液状化の可能性があるため、段丘も分類するものとする。

なお、造成履歴や土地条件図とともに、①液状化マップや②液状化被災履歴を活用することが望ましい。

### ①液状化マップ

国土交通省のハザードマップポータルサイト (<http://disapotal.gsi.go.jp/>)<sup>17)</sup>で、各都道府県、市町村の地盤災害ハザードマップ（液状化）が参照できる。地盤災害ハザードマップ（液状化）の全国版、関東地方版、千葉県版、千葉市版の参照事例を図3-24～27に示す。これら既存マップも参照しつつも、本ガイドラインに基づいたボーリング調査結果を用いた液状化判定に活用する。

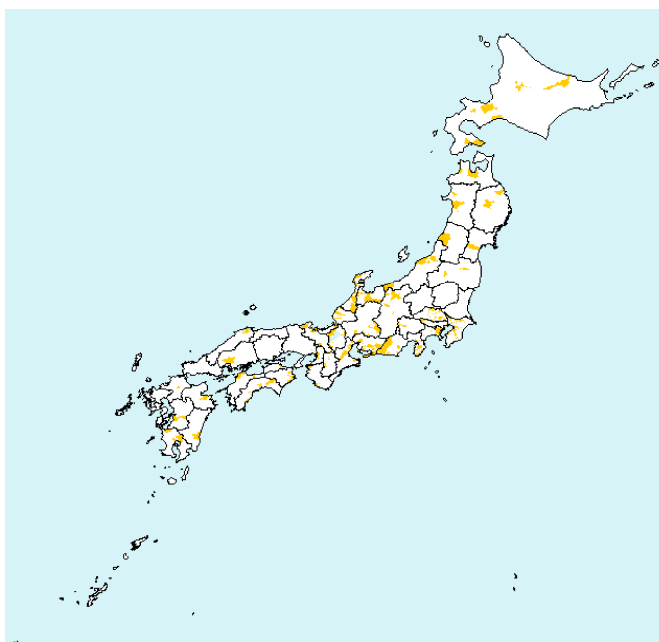


図3-24 地盤被害（液状化）マップ-全国<sup>17)</sup>

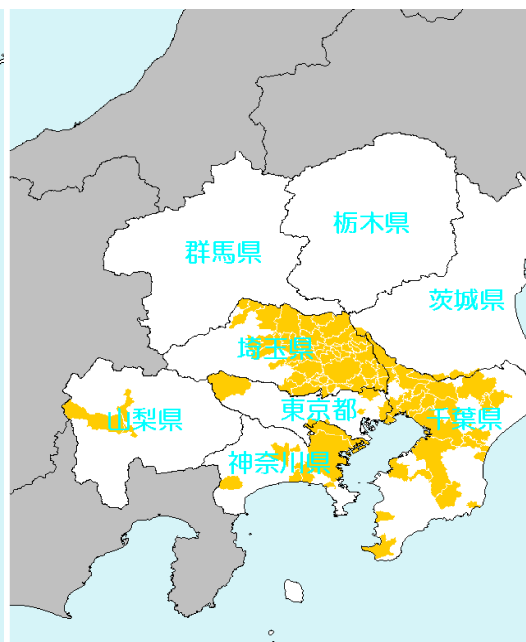


図3-25 地盤被害（液状化）マップ-関東<sup>17)</sup>

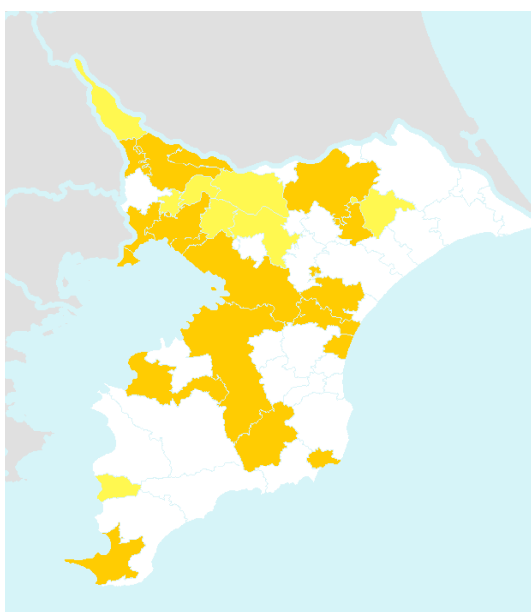


図3-26 地盤被害（液状化）マップ-千葉県<sup>17)</sup>

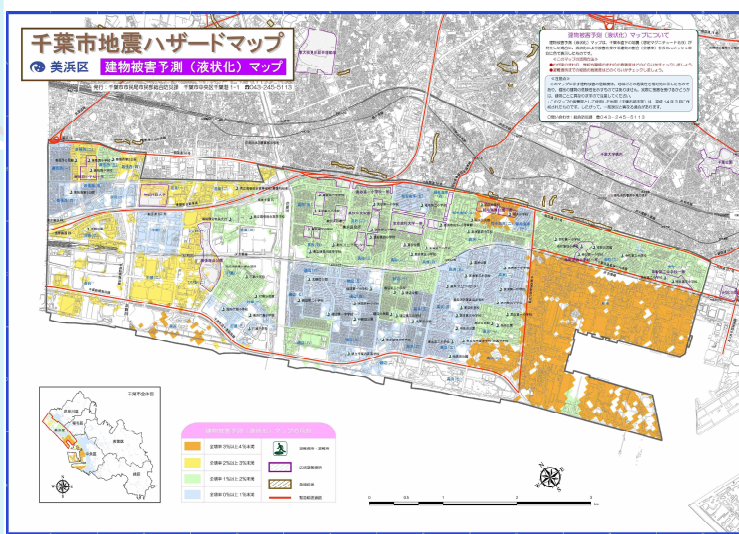


図3-27 地盤被害（液状化）マップ-千葉市<sup>17)</sup>



## ②液状化被災履歴

過去の液状化被害については、国土交通省（国土政策局）が国土調査の一環として、平成23年度から32年度までの10年間で大都市部を中心に全国1.8万km<sup>2</sup>の災害履歴地（1/50,000縮尺）を作成しホームページで公表している。現時点で、東京、神奈川、千葉、埼玉、岐阜、愛知については公表しており、三重県、大阪周辺、静岡、浜松については調査中である。

東京東北部の参照事例を図3-28に示す。また、若松は、図3-29に示す「日本の液状化履歴マップ745-2008」を整理して発刊しており参考になる。

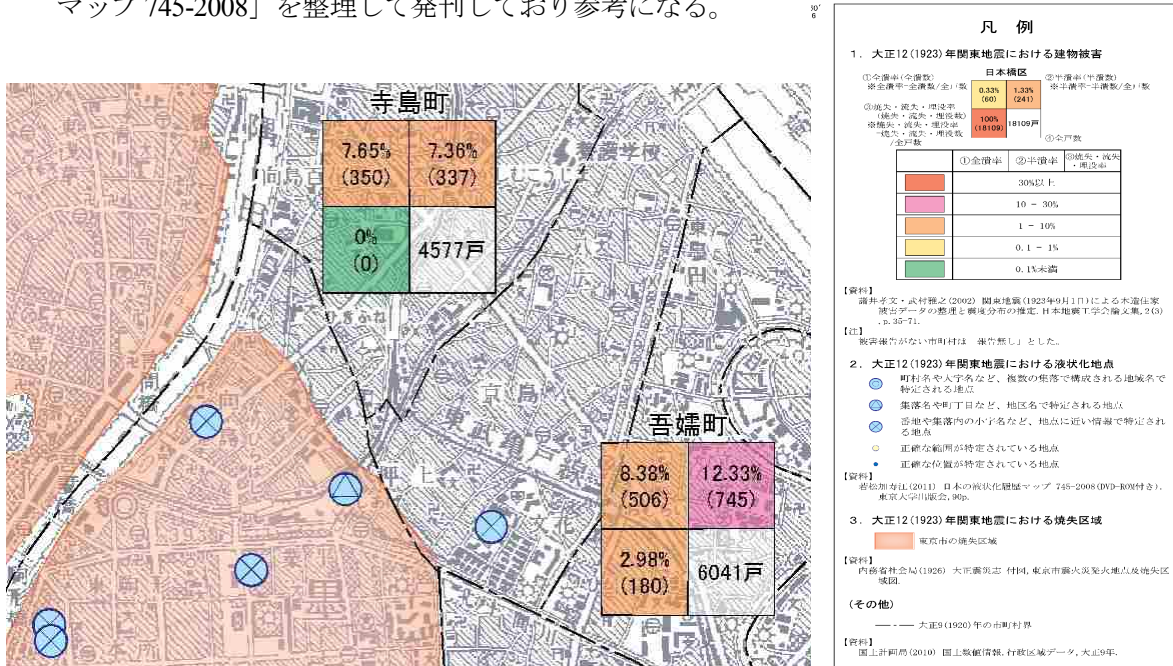


図3-28 液状化被災履歴図（東京東北部）<sup>18)</sup>

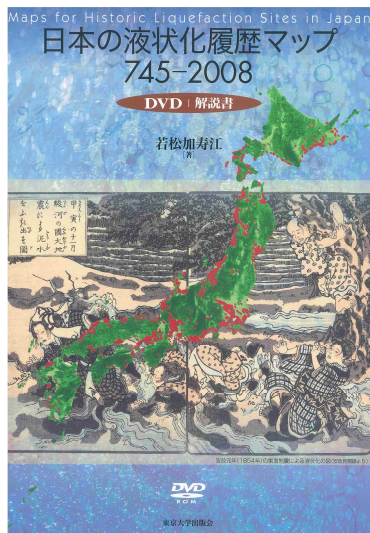


図3-29 日本の液状化履歴マップ 745-2008<sup>9)</sup>

## (2) 地盤地質情報

過去のボーリングデータを収集する。

過去のボーリングデータは、防災科学研究所や表-3 に示す地盤情報データベースを活用し入手する。

防災科学技術研究所では、図3-30に示す「統合化地下構造データベース」を構築しているもので、有効に活用できる。また、地方自治体と連携し、ボーリングデータの公開が可能となっている。参考となる地盤データベースを表3-3に示す。これらには調査されたボーリングデータがそのまま利用できるものと、地域をメッシュに分割し、その中で平均的なデータを人為的に作成したものがあるので、利用する際にはこれらの違いに留意する必要がある。本ガイダンスでは、ボーリングデータをそのまま利用できるデータベースを用いることが望ましい。

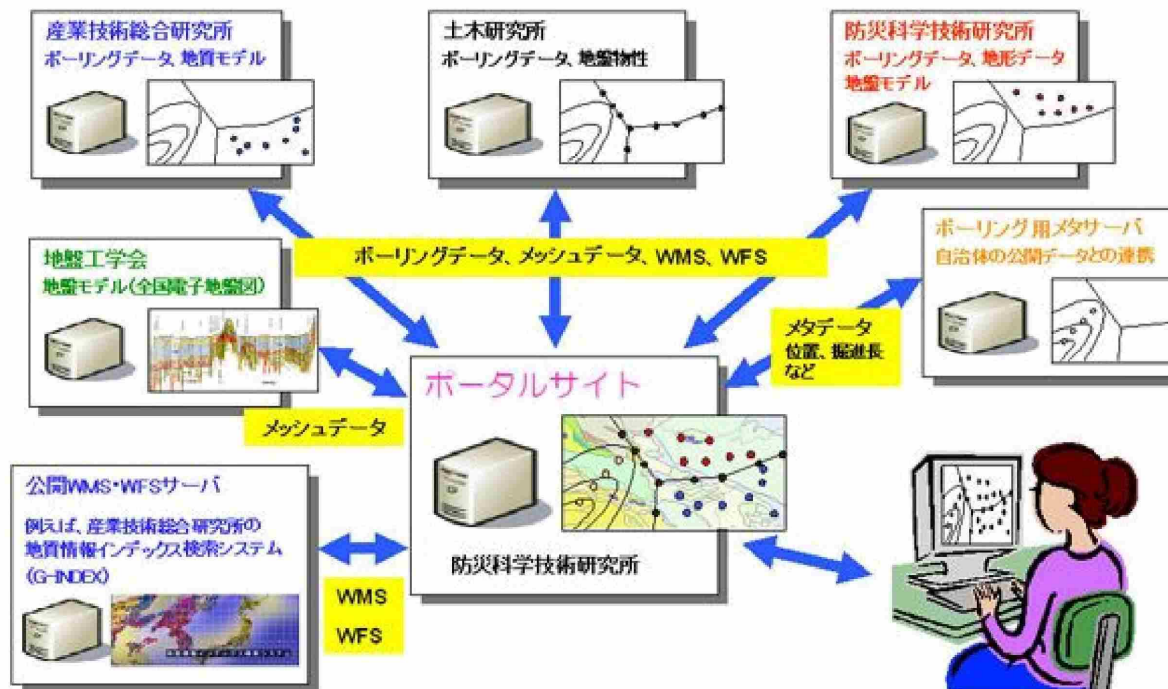


図 3-30 統合化地下構造データベース 190029

表3-3 地盤情報データベース

情報の内容	情報の所在	
全国の統合データベース	(独法)防災科学技術研究所	<a href="http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html">http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html</a>
国土交通省の直轄工事データ	(独法)土木研究所	<a href="http://www.kunijiban.pwri.go.jp">http://www.kunijiban.pwri.go.jp</a>
自然地形や改変履歴等を示す「災害履歴図」	国土交通省国土政策局国土情報課	<a href="http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_histor">http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_histor</a>
地形分類(山地、人工地形等)を示す「土地条件図」	国土交通省国土地理院	<a href="http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_index.html">http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_index.html</a>
産業技術総合研究所が公開しているデータ	産業技術総合研究所	<a href="http://www.gsj-3dmdb@m.aist.go.jp">http://www.gsj-3dmdb@m.aist.go.jp</a>
東京の地盤(Web版)	東京都土木技術支援・人材育成センター	<a href="http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-iyouhou/geo-web/00-index.html">http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-iyouhou/geo-web/00-index.html</a>
かながわ地質情報MAP	(財)神奈川県都市整備技術センター	<a href="http://www.toshiseibi-boring.jp/">http://www.toshiseibi-boring.jp/</a>
埼玉県地理環境情報WebGIS「e(エ)～コバトン環境マップ」	埼玉県環境科学国際センター	<a href="http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BE00/gisportal/top.html">http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BE00/gisportal/top.html</a>
群馬県ボーリングMAP	(財)群馬県建設技術センター	<a href="http://b.hatena.ne.jp/entry/www.gunma-kengi.or.jp/bordb/">http://b.hatena.ne.jp/entry/www.gunma-kengi.or.jp/bordb/</a>
栃木地図情報公開システム	栃木県県土整備部	<a href="http://www.dgis.pref.tochigi.lg.jp/map/login.aspx">http://www.dgis.pref.tochigi.lg.jp/map/login.aspx</a>
茨城県のボーリングデータ	茨城県	<a href="http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html">http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html</a>
地質環境インフォメーションバンク	千葉県環境研究センター	<a href="http://www.pref.chiba.lg.jp/pbgeogis/servlet/infobank.index">http://www.pref.chiba.lg.jp/pbgeogis/servlet/infobank.index</a>
横浜市地盤地図情報「地盤View(じばんびゅー)」	横浜市環境科学研究所	<a href="http://wwwm.city.yokohama.lg.jp/agreement.asp?dtp=3&amp;npge=%2Findex%2Easp">http://wwwm.city.yokohama.lg.jp/agreement.asp?dtp=3&amp;npge=%2Findex%2Easp</a>
川崎市地質図集(ボーリングデータ)	川崎市環境局環境対策部	<a href="http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?p=0&amp;bt=0&amp;mp=38-2&amp;">http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?p=0&amp;bt=0&amp;mp=38-2&amp;</a>
茨城県土木部が公開しているデータ	茨城県土木部	※全国の統合データベースより参照可能。
長崎県土木部が公開しているデータ	長崎県土木部	※全国の統合データベースより参照可能。
滋賀県土木交通部が公開しているデータ	滋賀県土木交通部	※全国の統合データベースより参照可能。
水戸市が公開しているデータ	水戸市	※全国の統合データベースより参照可能。
全国電子地盤図	地盤工学会	<a href="http://www.denshi-jiban.jp/">http://www.denshi-jiban.jp/</a>
北海道地盤情報データベースVer.2003	地盤工学会 北海道支部	
東北地盤情報システム	地盤工学会 東北支部	
「関東の地盤」(付録DVD)	地盤工学会 関東支部	
ほくりく地盤情報システム	地盤工学会 北陸支部	
中部支部50周年記念事業	地盤工学会 中部支部	
関西圏地盤情報データベース	関西圏地盤情報協議会	
中国地盤情報データベース	地盤工学会 中国支部	

### (3) 既往土質調査・試験結果の収集

地盤情報データベースは、地質構成や標準貫入試験値（ $N$ 値）等の地盤情報を入手できるが、液状化判定に用いる室内土質試験値が実施されていない場合が多い。

このため、各市町村で実施した地質調査結果を入手して震災前の地盤状況の再現等に活用する。

表3-3に示した地盤情報データベースでは、地質構成（地質区分）や地下水位ならびに標準貫入試験値（ $N$ 値）等の地盤情報は容易に入手可能であるが、室内土質試験値（物理試験値：特に粒度試験）は実施していないなど、入手できない可能性がある。

このため、詳細な地盤情報の入手は各市町村で実施した既往の地質調査報告書を収集する。液状化判定に必要な項目は以下の通りである。

- ①地質構成
- ②地下水位
- ③標準貫入試験値（ $N$ 値）、スウェーデン式サウンディング試験からの換算 $N$ 値
- ④粒径加積曲線の50%通過粒径（ $D_{50}$ ）、10%通過粒径（ $D_{10}$ ）
- ⑤細粒分含有率（ $F_c$ ）
- ⑥塑性指数（ $I_p$ ）
- ⑦土の単位体積重量（力学試験がない場合は一般値を使用）

既往土質調査・試験結果の活用例として、入手した詳細な地盤情報から、 $N$ 値と細粒分含有率の関係を整理し、 $N$ 値のみ判明しているボーリング地点の細粒分含有率を想定するなどが考えられる。

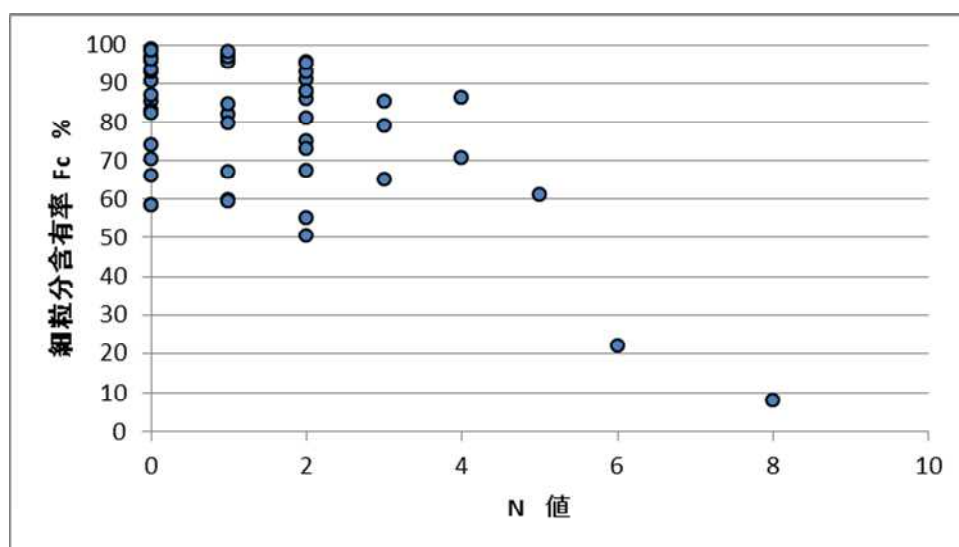


図 3-31  $N$  値と細粒分含有率の関係の例

#### (4) 発生地震波

被災地区の震度及び最大加速度 (gal)、最大速度 (kine)、継続時間 (s) の時刻歴のデータを調査する。また、本震後に大きな余震が発生し、その影響も考えられるので、同様に調査する。時刻歴のデータは、この対象地点での入手が望ましいが、無い場合は近傍の観測地点のものを入手する。ただし、観測地点の地形・地盤状況により被災地区と違った波形になることもあるので注意しなければならない。

本震・余震の震度は、上記報告書の他、地方自治体（市町村等）に確認するか、または、気象庁のホームページ等から推計震度分布図から調べる。

最大加速度 (gal)、最大速度 (kine)、継続時間 (s) の時刻歴のデータは、同様に上記報告書の他、地方自治体（市町村等）に確認するか、または、観測点K-NETやKiK-netのホームページ等から調べる。

例えば、IH地区の震度は図3-32からの本震の推計震度分布図で震度6弱であることがわかる。図3-33は、対象地点と7.3km離れた観測点K-NET鹿嶋（IBR018）<sup>20</sup>での本震の2011年3月11日14時46分に発生したM9.0の加速度時刻歴で、最大加速度が658.4 gal、最大速度が本震で41.4 kine、継続時間（50gal以上）が89.39sを計測した。また、図3-34は同観測地点でその後の30分程度の2011年3月11日15時15分に発生したM7.4の茨城県沖での余震の加速度時刻歴で、最大加速度が408.4 gal、最大速度が本震で46.1 kine、継続時間（50gal以上）が103.99sを計測し、この長時間にわたり液状化した後も大きく揺すぶられ、大きな沈下・傾斜につながった可能性が想定される。

一方、NK地区の震度は図3-35から本震の推計震度分布図から5強であることがわかる。図3-36、-37は、対象地点と7.3km離れた観測点K-NET稲毛（ICHBO2411）<sup>20</sup>での本震の2011年3月11日14時46分に発生したM9.0の加速度時刻歴で、最大加速度が232gal、最大速度が本震で38.9 kine、継続時間（50gal以上）が47.70sを計測した。

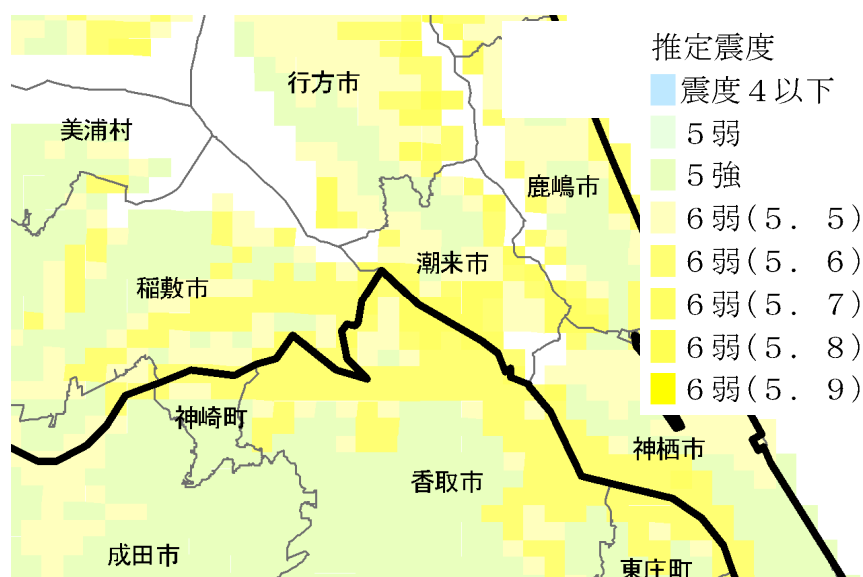


図3-32 本震の推計震度分布図<sup>20</sup>

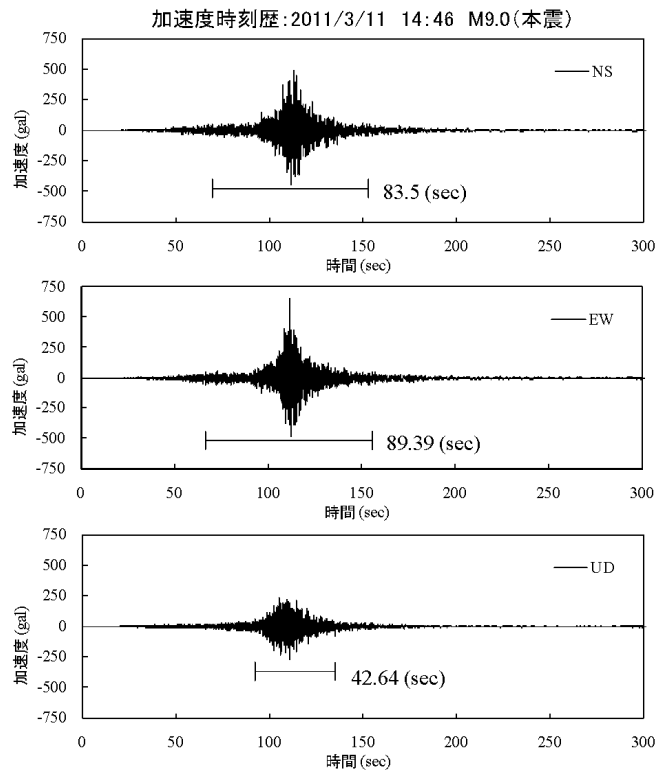


図3-33 本震の加速度時刻歴（2011年3月11日14時46分）<sup>4)</sup>  
 注) 最大加速度，最大速度の値は3成分合成

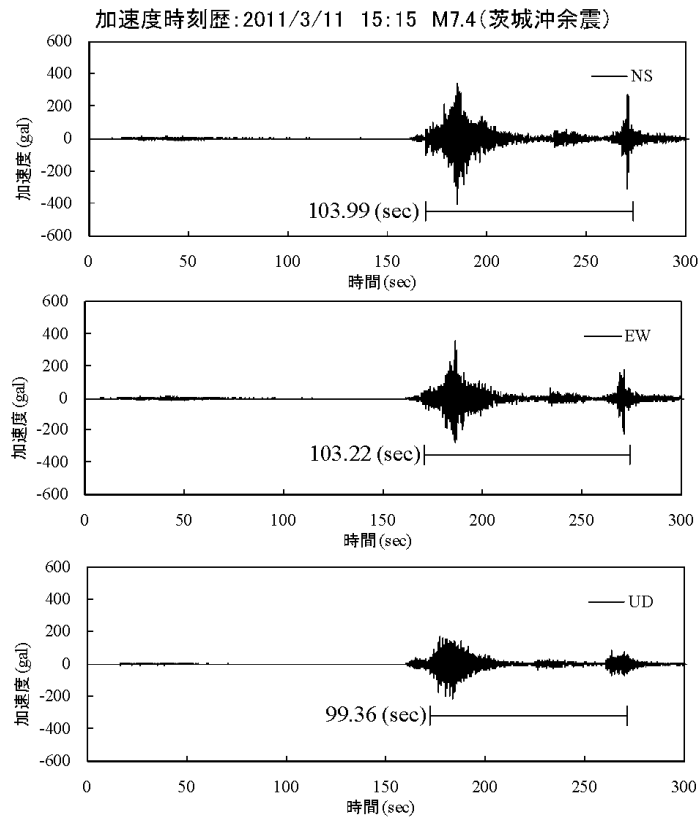


図3-34 茨城沖地震の加速度時刻歴（2011年3月11日15時15分）<sup>4)</sup>  
 注) 最大加速度，最大速度の値は3成分合成



図3-35 本震の推計震度分布図<sup>20)</sup>

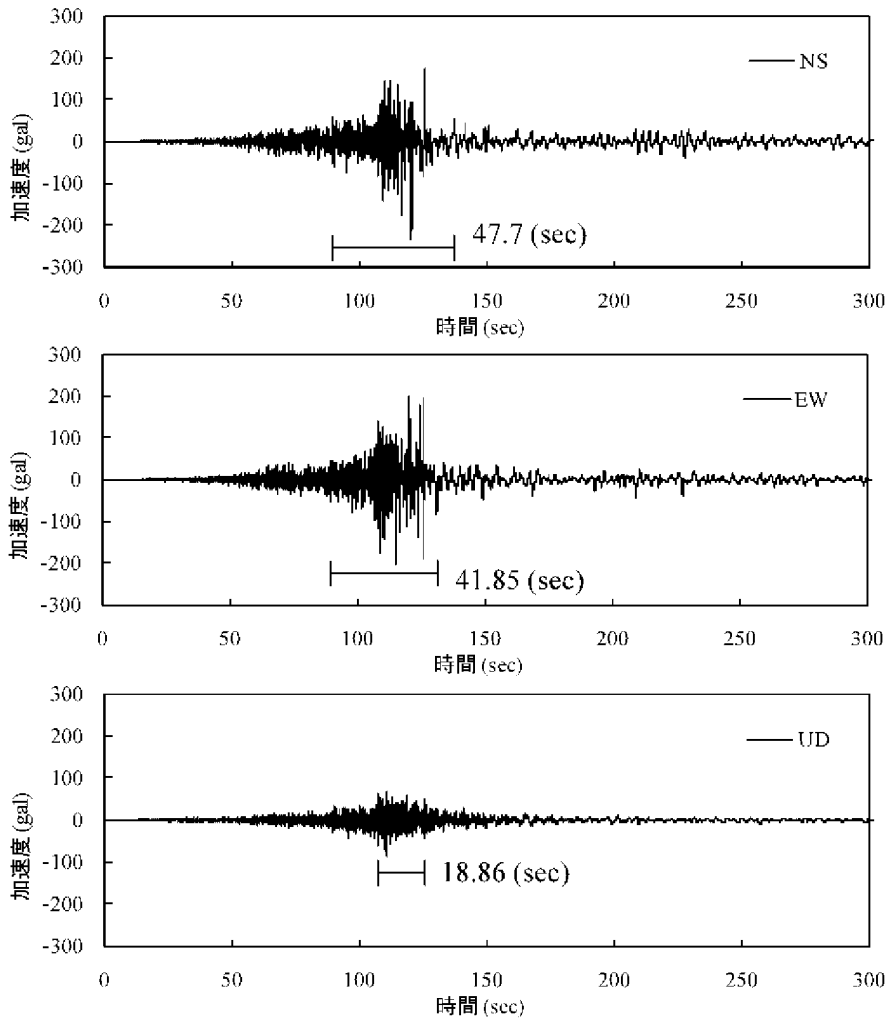


図3-36 本震の加速度時刻歴 (2011年3月11日14時46分)<sup>4)</sup>

注) 最大加速度, 最大速度の値は3成分合成

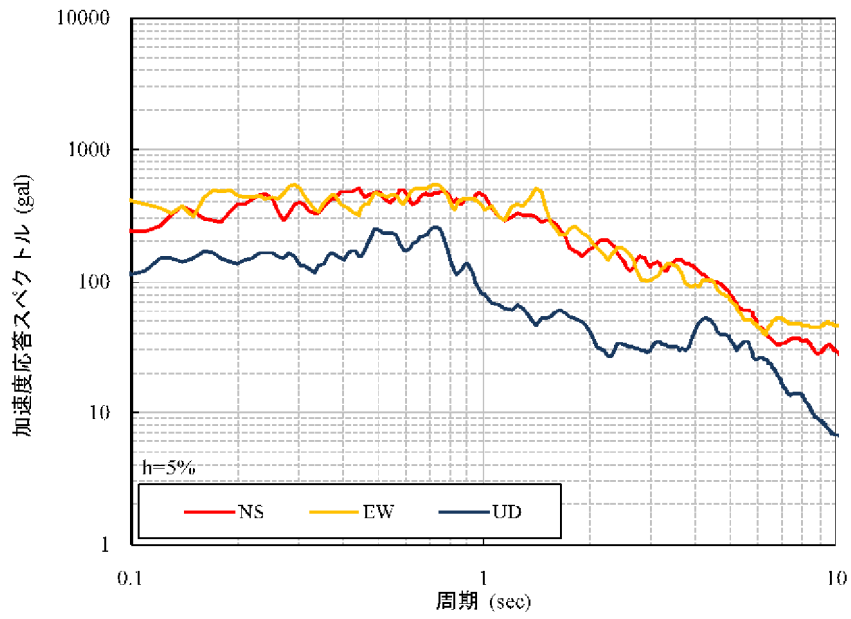


図3-37 本震の加速度応答スペクトル (2011年3月11日14時46分) <sup>4)</sup>

注) 最大加速度, 最大速度の値は3成分合成



<参考文献>

- 1) 全国被災建築物応急危険度判定協議会：地震被災後の建築物の判定，  
[http://www.kenchiku-bosai.or.jp/files/2013/11/oq\\_kenchikuhantei.pdf](http://www.kenchiku-bosai.or.jp/files/2013/11/oq_kenchikuhantei.pdf)
- 2) 被災宅地危険度判定連絡協議会：被災宅地危険度判定度，  
<http://www.hisaitakuti.jp/judgment.html>
- 3) 地盤工学会：東日本大震災合同調査報告， 2014.4
- 4) 国土交通省関東地方整備局，地盤工学会：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 別冊資料（調査票No.118） pp.5, 2011.8  
[http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content/000043554.pdf](http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000043554.pdf)
- 5) 国土交通省国土技術政策総合研究所・建築研究所：平成23年東北地方太平洋沖地震による建築物被害第一次調査，茨城県・千葉県境周辺における液状化等の被害（速報）， 2011.4
- 6) 橋本隆雄，安田 進，2011年東北地方太平洋沖地震による潮来市日の出地区の液状化被害分析，土木学会論文集A1（構造・地震工学）Vol. 68 (2012) No.4 p.I\_1266-I\_1277, 2012.11
- 7) 香取市，地盤液状化対策の方針検討業務委託報告書,2011.8
- 8) 若松加寿江，日本の液状化履歴マップ 745-2008，DVD＋解説書，東京大学出版会， 2011.11
- 9) 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，東京出版社，2005.11
- 10) 第1軍管地方迅速図：1/20,000，参謀本部陸軍部測量局発行 磯浜及鹿鳴近傍より「潮来市」，「鹿鳴村」
- 11) 国土地理院数値地図（地図画像）：25,000，「潮来市」，「佐原東部」， 2002.6.
- 12) 歴史的農業環境閲覧システム：農業土地利用変遷マップ，  
[http://www.finds.jp/altmap/rapid\\_kanto.html](http://www.finds.jp/altmap/rapid_kanto.html)
- 13) 国土地理院：「1:25,000土地条件図潮来」,<http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/view/mapview.php>
- 14) [http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land\\_history\\_2011/pdf\\_index.php](http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_history_2011/pdf_index.php)  
土地分類基本調査図（土地履歴調査）/人工地形及び自然地形分類図/東京東北部
- 15) 日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針,2008.3 p.89 の表 5.6.1 より引用
- 16) 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
- 17) ハザードマップポータルサイト (<http://disapotal.gsi.go.jp/>)
- 18) [http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land\\_history\\_2011/pdf\\_flood.php](http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/land_history_2011/pdf_flood.php)  
土地分類基本調査図（土地履歴調査）/災害履歴（地震災害）/東京東北部（部分）
- 19) 防災科学技術研究所HP
- 20) 気象庁：[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2011\\_03\\_11\\_tohoku/](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2011_03_11_tohoku/)