

参考資料 1 東日本大震災・地震の概要

1. 地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード（以下、M とする）9.0 の地震が発生し、宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度 6 弱から震度 1 を観測した。また、この地震に伴い、広範囲において非常に高い津波や液状化現象を観測した。気象庁はこの地震を「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（英語名：The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake）と命名した。また、この地震による災害について「東日本大震災」と呼ぶことが閣議決定された。

※参考：気象庁 災害時地震・津波速報 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震

1.1 東日本大震災における地震の概要

1.1.1 本震

1) 地震の諸元

名称：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震

（The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake）

発生日時：2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分 18.1 秒

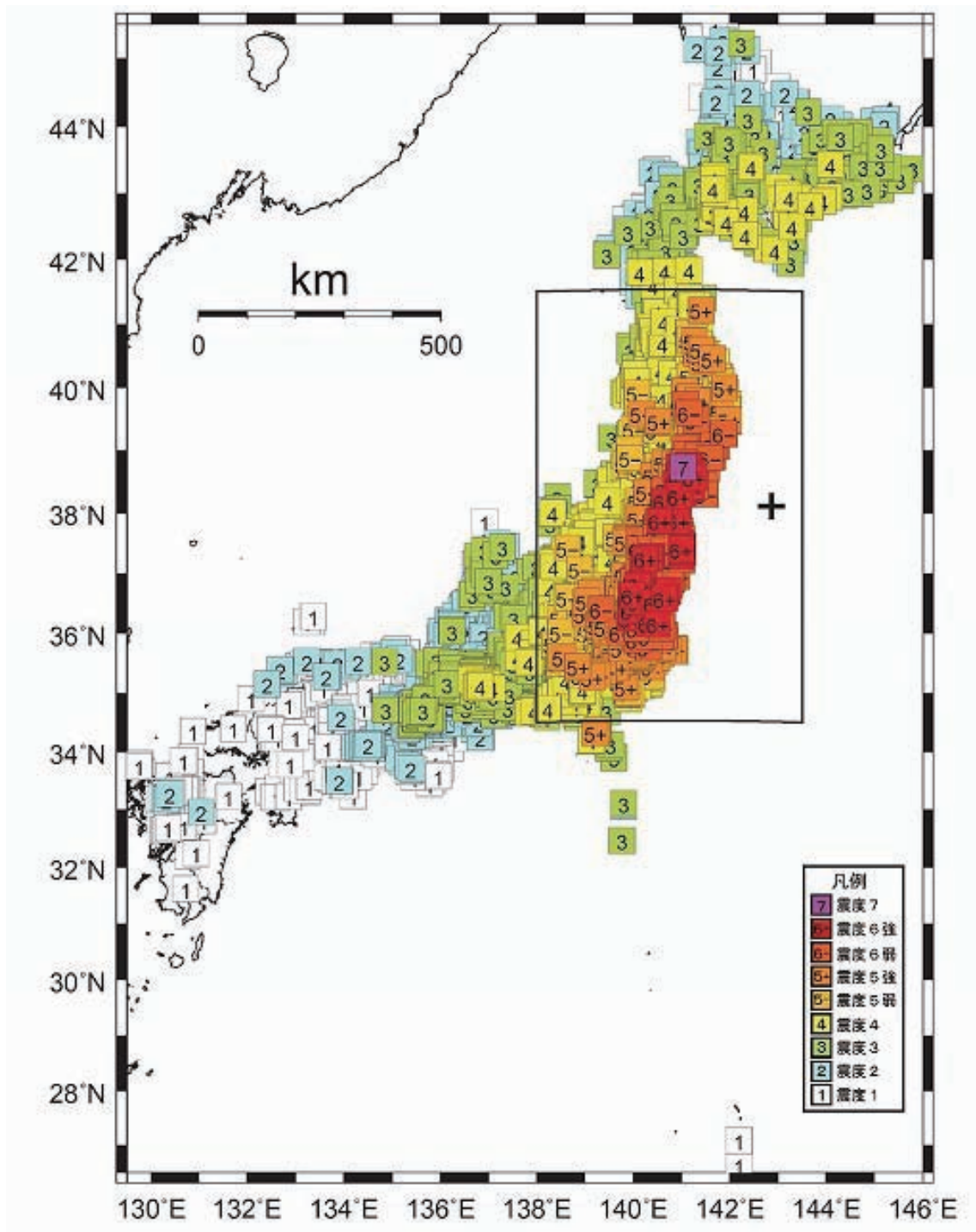
震源の緯度・経度・深さ：北緯 38° 06.2′ 東経 142° 51.6′ 24km

規模（マグニチュード）：9.0（モーメントマグニチュード）

（国内観測史上最大）

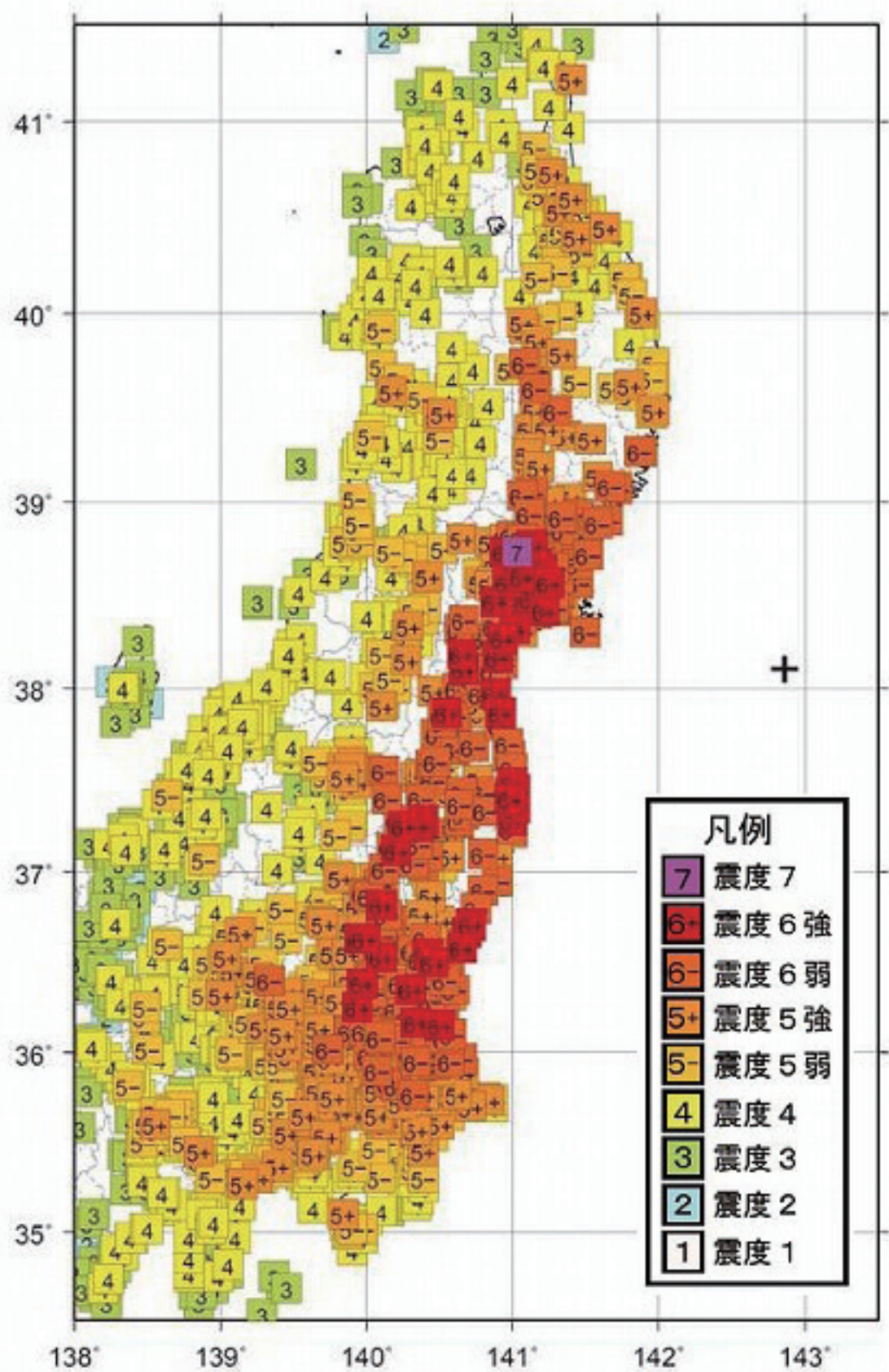
2) 震度分布図

図 1.1 および図 1.2 に気象庁による震度分布図(広域図および部分詳細図)を示す。



(引用：気象庁作成資料)

図 1.1 震度分布 (広域図)



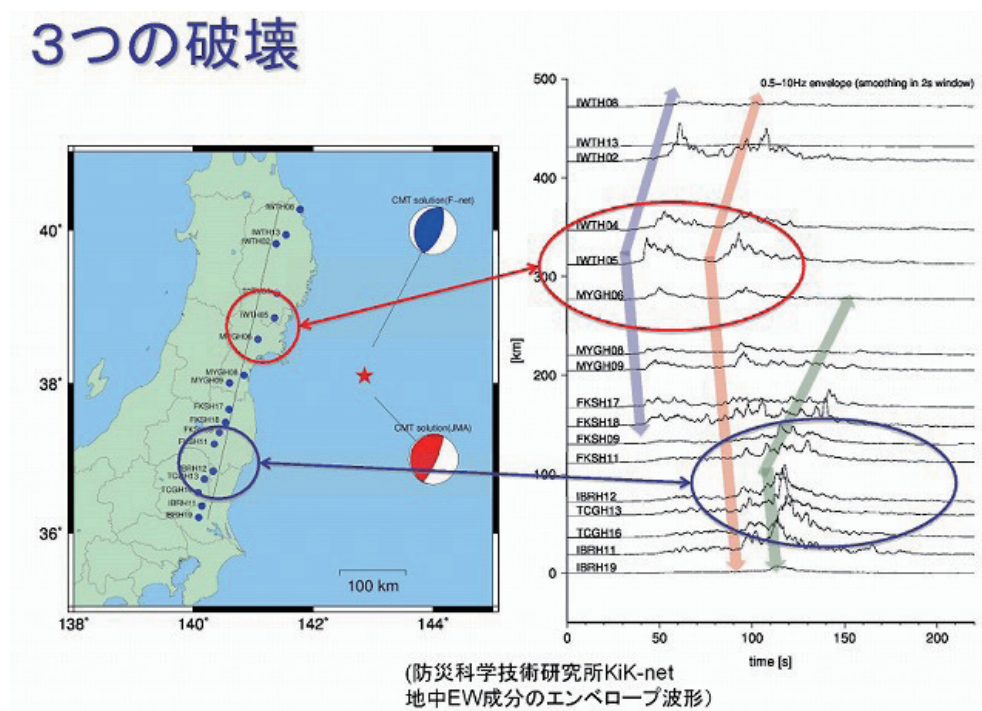
(引用：気象庁作成資料)

图 1.2 震度分布(部分拡大图)

3) 地震の特徴

地震は、西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であり、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生し、断層の破壊に伴って巨大な3つの破壊が連続して発生した。そのうち始めの2つは岩手県から宮城県にかけて寄与し、3つ目の破壊が栃木県、茨城県から関東地方にかけて寄与した。そのため、地震が広範囲に及ぶとともに継続時間が長かったとされている。

※参考：土木学会東日本大震災被害調査団 緊急地震被害調査報告書 第4章 地震及び地震動の特性



(引用：京都大学 防災研究所 後藤浩之准教授作成資料)

図 1.3 加速度波形と断層破壊の関係

震源域は、岩手県沖から茨城県沖までに及んでおり、すべりの大きな領域は、破壊開始点の東から北東側（震源よりも浅い部分）にあり、最大すべり量は約 30m、主な断層の長さは約 450km、幅は約 150km であり、破壊継続時間は約 170 秒間であった。また、この大きくすべった領域の周辺で余震が多発している。

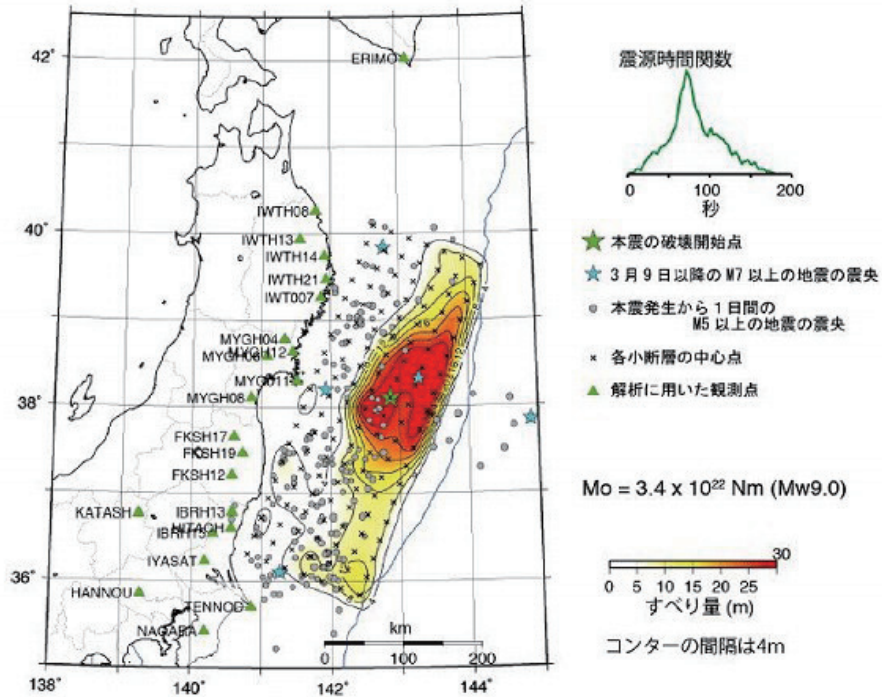


図1 震源過程解析から推定された、断層面上のすべり量分布

(引用：気象庁気象研究所作成資料)

図 1.4 すべり量分布図

1.1.2 余震および誘発地震

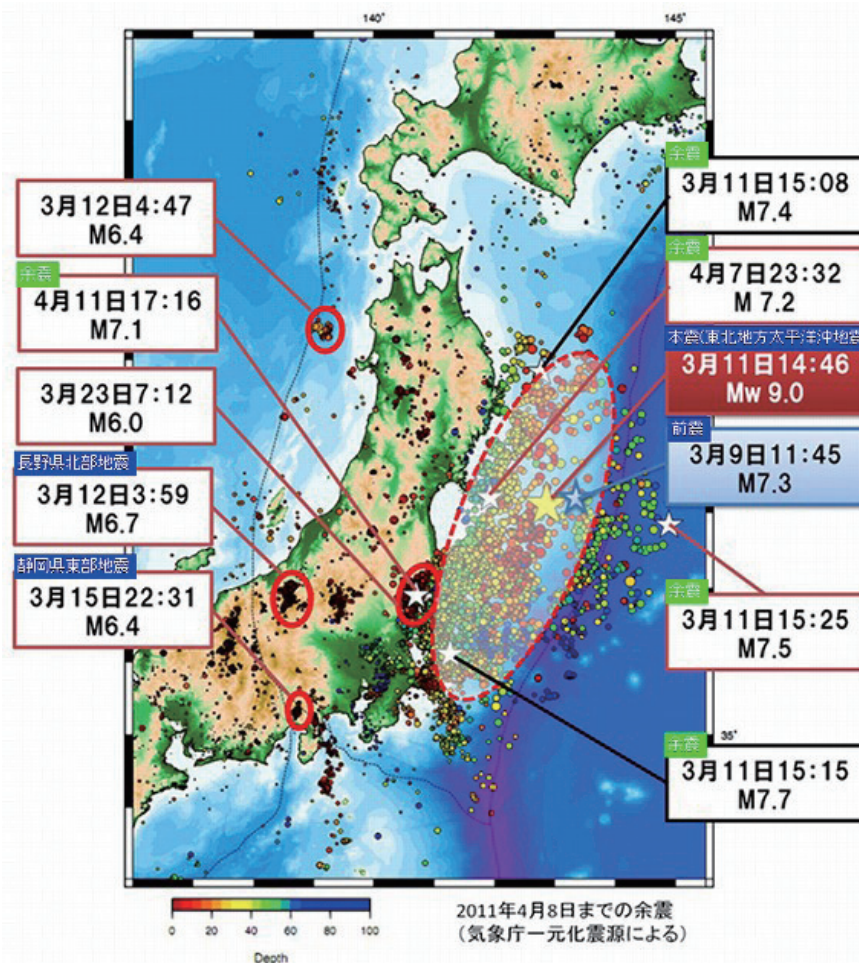
1) 余震および誘発地震の概要

3月11日の本震以降、本震の震源域と考えられる太平洋側の領域での余震の発生だけでなく、東日本から中日本にかけての広い範囲で地震活動が活発化した。

(引用：東京大学地震研究所、一部追記)

図 1.5 に示すのは、本震以降に発生した M7 以上または震度 6 強以上の震度が観測された地震である。本震が発生した 3 月 11 日には、岩手県沖、茨城県沖、三陸沖でそれぞれ M7.4、M7.7、M7.5 の地震が発生し、その後、3 月 12 日未明には長野県北部を震源とする M6.3 の地震が発生し、長野県栄村で震度 6 強が観測された。4 日後の 3 月 15 日には静岡県東部を震源とする地震が発生し、富士宮市野中と富士宮市弓沢町で震度 6 強が観測された。また、およそ 1 ヶ月が経過した 4 月 7 日には宮城県沖を震源とする地震が発生し、仙台市宮城野区苦竹、栗原市若柳、栗原市築館で震度 6 強が観測された。4 月 11 日には福島県浜通りを震源とする地震が発生し、銚田市当間、いわき市錦町、古殿町松川、中島村滑津で震度 6 弱が観測された。

※参考：土木学会東日本大震災被害調査団 緊急地震被害調査報告書 第 4 章 地震及び地震動の特性



(引用：東京大学地震研究所、一部追記)

図 1.5 余震、誘発地震分布図

表 1.1 に本震が発生してから 1 年間のうちに発生した震度 4 以上の余震および誘発地震を示す。誘発地震は、東北地方太平洋沖地震に誘発されて発生した地震のことであるが、誘発地震は広義の余震でもある。

表 1.1 本震、余震および誘発地震の記録

～ 凡例 ～

本震・余震 震度7 ■ 震度6強 ■ 震度6弱 ■
誘発地震 震度6強 ■ 震度6弱 ■

発生日時	震央	深さ	規模	最大震度	種類	区分
2011年03月11日14時46分	三陸沖	24km	M9.0	震度7	海溝	本震
2011年03月11日14時51分	福島県沖	11km	M6.8	震度5弱		余震
2011年03月11日14時54分	福島県沖	36km	M5.8	震度5弱		余震
2011年03月11日14時58分	福島県沖	23km	M6.4	震度5弱		余震
2011年03月11日15時06分	岩手県沖	27km	M6.4	震度5弱		余震
2011年03月11日15時08分	静岡県伊豆地方	06km	M4.6	震度5弱	内陸	誘発地震
2011年03月11日15時08分	岩手県沖	32km	M7.4	震度5弱	海溝	余震
2011年03月11日15時12分	福島県沖	27km	M6.1	震度5弱		余震
2011年03月11日15時15分	茨城県沖	43km	M7.6	震度6強	海溝	余震
2011年03月11日15時25分	三陸沖	34km	M7.5	震度4	海洋	余震
2011年03月11日16時29分	岩手県沖	36km	M6.5	震度5強		余震
2011年03月11日17時40分	福島県沖	27km	M6.1	震度5強		余震
2011年03月11日20時36分	岩手県沖	24km	M6.7	震度5弱		余震
2011年03月12日03時59分	長野県北部	08km	M6.7	震度6強	内陸	誘発地震
2011年03月12日04時31分	長野県北部	01km	M5.9	震度6弱	内陸	誘発地震
2011年03月12日05時42分	長野県北部	04km	M5.3	震度6弱	内陸	誘発地震
2011年03月12日22時15分	福島県沖	40km	M6.2	震度5弱	海溝	余震
2011年03月12日23時34分	長野県北部	05km	M3.7	震度5弱	内陸	誘発地震
2011年03月13日08時24分	宮城県沖	15km	M6.2	震度5弱	海溝	余震
2011年03月14日10時02分	茨城県沖	32km	M6.2	震度5弱		余震
2011年03月15日22時31分	静岡県東部	14km	M6.4	震度6強	内陸	誘発地震
2011年03月16日12時52分	千葉県東方沖	10km	M6.1	震度5弱		余震
2011年03月19日18時56分	茨城県北部	05km	M6.1	震度5強	内陸	余震
2011年03月23日07時12分	福島県浜通り	08km	M6.0	震度5強	内陸	余震
2011年03月23日07時34分	福島県浜通り	07km	M5.5	震度5強	内陸	余震
2011年03月23日07時36分	福島県浜通り	07km	M5.8	震度5弱	内陸	余震
2011年03月23日18時55分	福島県浜通り	09km	M4.7	震度5強	内陸	余震
2011年03月24日08時56分	茨城県南部	52km	M4.8	震度5弱	海溝	誘発地震
2011年03月24日17時20分	岩手県沖	34km	M6.2	震度5弱		余震
2011年03月28日07時23分	宮城県沖	31km	M6.5	震度5弱		余震
2011年03月31日16時15分	宮城県沖	47km	M6.1	震度5弱		余震
2011年04月01日19時49分	秋田県内陸北部	12km	M5.0	震度5強	内陸	誘発地震
2011年04月02日16時55分	茨城県南部	54km	M5.0	震度5弱	海溝	誘発地震
2011年04月07日23時32分	宮城県沖	66km	M7.2	震度6強	スラブ内	余震
2011年04月09日18時42分	宮城県沖	58km	M5.4	震度5弱	スラブ内	余震
2011年04月11日17時16分	福島県浜通り	06km	M7.0	震度6弱	内陸	余震
2011年04月11日17時26分	福島県中通り	05km	M5.4	震度5弱	内陸	余震
2011年04月11日20時42分	福島県浜通り	11km	M5.9	震度5弱	内陸	余震
2011年04月12日07時26分	長野県北部	00kmごく浅	M5.6	震度5弱	内陸	誘発地震
2011年04月12日08時08分	千葉県東方沖	26km	M6.4	震度5弱	スラブ内	余震
2011年04月12日14時07分	福島県中通り	15km	M6.4	震度6弱	内陸	余震
2011年04月13日10時07分	福島県浜通り	05km	M5.7	震度5弱	内陸	余震
2011年04月16日11時19分	茨城県南部	79km	M5.9	震度5強	海溝	誘発地震
2011年04月17日00時56分	新潟県中越地方	08km	M4.9	震度5弱	内陸	誘発地震
2011年04月19日04時14分	秋田県内陸南部	06km	M4.9	震度5弱	内陸	誘発地震
2011年04月21日22時37分	千葉県東方沖	46km	M6.0	震度5弱	海溝	余震
2011年04月23日00時25分	福島県沖	21km	M5.4	震度5弱	内陸	余震
2011年05月06日02時04分	福島県浜通り	06km	M5.2	震度5弱	内陸	余震
2011年05月25日05時36分	福島県浜通り	07km	M5.0	震度5弱	内陸	余震
2011年06月02日11時33分	新潟県中越地方	06km	M4.7	震度5強	内陸	誘発地震
2011年06月04日01時00分	福島県沖	30km	M5.5	震度5弱	内陸	余震
2011年06月23日06時51分	岩手県沖	36km	M6.9	震度5弱	海溝	余震
2011年06月30日08時16分	長野県中部	04km	M5.4	震度5強	内陸	誘発地震
2011年07月10日09時57分	三陸沖	34km	M7.3	震度4	海洋	余震
2011年07月15日21時01分	茨城県南部	66km	M5.4	震度5弱	海溝	誘発地震
2011年07月23日13時34分	宮城県沖	47km	M6.4	震度5強	海溝	余震
2011年07月25日03時51分	福島県沖	46km	M6.3	震度5弱	海溝	余震
2011年07月31日03時53分	福島県沖	57km	M6.5	震度5強	スラブ内	余震
2011年08月12日03時22分	福島県沖	52km	M6.1	震度5弱	海溝	余震
2011年08月19日14時36分	福島県沖	51km	M6.5	震度5弱	スラブ内	余震
2011年09月21日22時30分	茨城県北部	09km	M5.2	震度5弱	内陸	余震
2011年09月29日19時05分	福島県浜通り	09km	M5.4	震度5強	内陸	余震
2011年11月20日10時23分	茨城県北部	09km	M5.3	震度5強	内陸	余震
2012年01月23日20時45分	福島県沖	52km	M5.1	震度5弱	海溝	余震
2012年02月19日14時54分	茨城県北部	07km	M5.2	震度5弱	内陸	余震
2012年03月01日07時32分	茨城県沖	60km	M5.4	震度5弱	海溝	余震

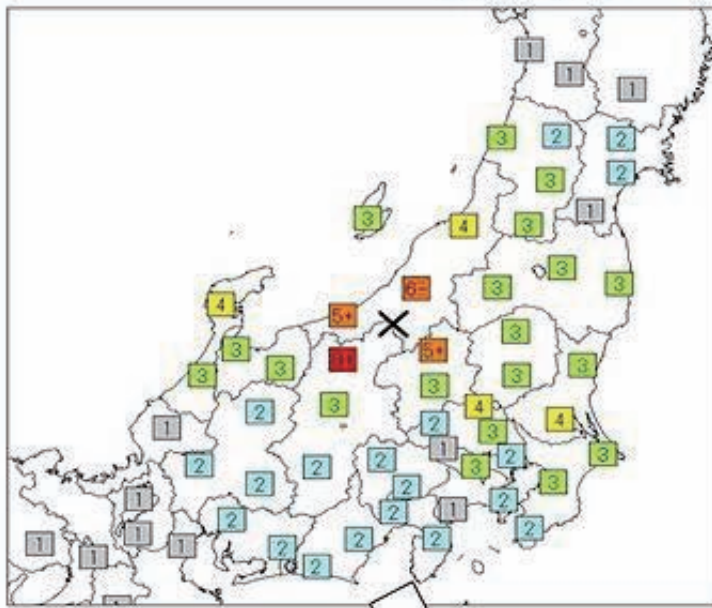
2) 長野県北部地震（誘発地震）

3月12日3時59分15秒頃に長野県北部を震源とするM6.7の断層型直下型地震が発生し、長野県栄村で震度6強が観測された。

長野県北部地震の震度分布を図1.6に示す。

平成23年3月12日03時59分頃の長野県・新潟県県境付近の地震

震度分布図

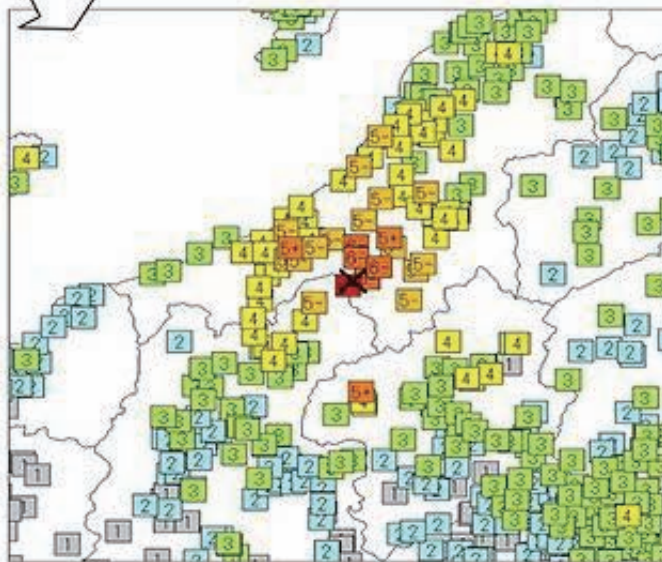


震度	都道府県	市区町村
6強	長野県	栄村
6弱	新潟県	津南町 十日町市
5強	群馬県	中之条町
	新潟県	上越市
5弱	新潟県	南魚沼市 刈羽村 湯沢町 出雲崎町 柏崎市 長岡市
	長野県	野沢温泉村
4	茨城県	鉾田市 筑西市 土浦市
	群馬県	みなかみ町 片品村 草津町 長野原町 沼田市
	埼玉県	加須市
	新潟県	阿賀野市 燕市 魚沼市 見附市 加茂市 小千谷市 三条市 妙高市
	石川県	珠洲市
	長野県	飯綱町 信濃町 木島平村 山ノ内町 中野市 長野市

各地域の震度分布図

凡例	
■	震度7
■	震度6強
■	震度6弱
■	震度5強
■	震度5弱
■	震度4
■	震度3
■	震度2
■	震度1

×:震央



各観測点の震度分布図（震央近傍を拡大）

気象庁作成

(引用：気象庁気象研究所作成資料、一部追記)

図1.6 長野県北部地震の震度分布

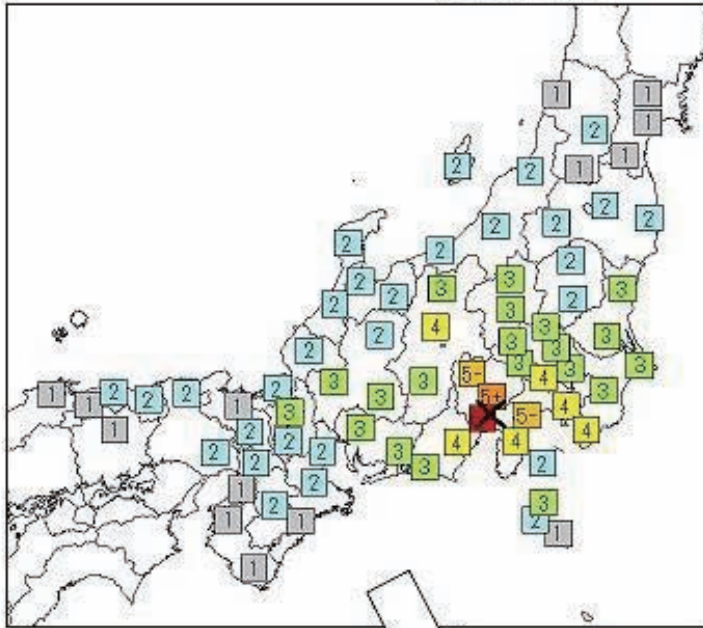
3) 静岡県東部地震（誘発地震）

3月15日22時31分46秒頃に静岡県東部を震源とする地震が発生し、富士宮市野中と富士宮市弓沢町で震度6強が観測された。

静岡県東部地震の震度分布を図1.7に示す。

平成23年3月15日22時31分頃の静岡県東部の地震

震度分布図

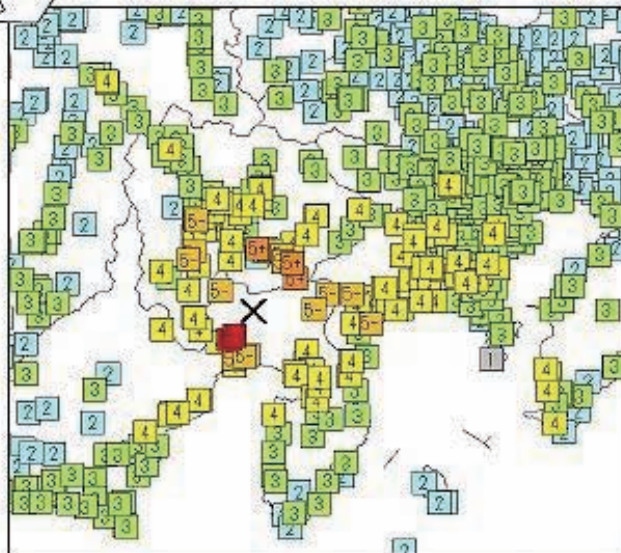


震度	都道府県	市区町村	
6強	静岡県	富士宮市	
5強	山梨県	富士河口湖町 山中湖村 忍野村	
5弱	神奈川県	山北町 小田原市	
	山梨県	鳴沢村 富士吉田市 市川三郷町 南アルプス市 身延町	
4	静岡県	小山町 御殿場市 富士市	
	千葉県	南房総市 鋸南町 館山市	
	東京都	国分寺市 町田市	
	神奈川県	相模原市緑区	相模原市中央区 清川村 愛川町 開成町 松田町 大井町 中井町 南足柄市 伊勢原市 厚木市 秦野市 二宮町 寒川町 綾瀬市 海老名市 茅ヶ崎市 平塚市 川崎市中原区 横浜市泉区 横浜市瀬谷区 横浜市緑区 横浜市港南区 横浜市戸塚区 横浜市港北区 横浜市保土ヶ谷区 横浜市南区 横浜市中区 横浜市西区
		山梨県	西桂町 上野原市 大月市 都留市 富士川町 中央市 甲州市 北杜市 笛吹市 昭和町 南部町 早川町 甲府市
		長野県	諏訪市
		静岡県	静岡市清水区 静岡市葵区 静岡市駿河区 藤枝市 長泉町 清水町 裾野市 三島市 沼津市 伊豆の国市 函南町 熱海市

各地域の震度分布図

凡例	
■	震度7
■	震度6強
■	震度6弱
■	震度5強
■	震度5弱
■	震度4
■	震度3
■	震度2
■	震度1

×:震央



各観測点の震度分布図（震央近傍を拡大）

(引用：気象庁気象研究所作成資料、一部追記)

図1.7 静岡県東部地震の震度分布

1.2 地震動とその特徴

1.2.1 水道施設の耐震診断・設計に用いる地震動

水道施設は、設計地震動のレベルおよび施設の重要度に応じて地震時にそれぞれの水道施設が保持すべき耐震性能を確保できるように耐震設計を行う。その際の設計地震動（入力地震動）は、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動とともに時刻歴加速度波形、あるいは応答スペクトルで表現するが、構造物および解析手法別の表現方法は、表 1.2 のとおりである。

静的解析において地上構造物等に作用する地震荷重を求める際は加速度応答スペクトルを用い、地中構造物や埋設管路等に対する地盤変位量を求める際は速度応答スペクトルを用いる。また、動的解析においては主に時刻歴加速度波形を用いて時間により変化する地震荷重を与える。

表 1.2 構造物及び解析手法別の入力地震動の表現方法

構造物の分類		動的解析	静的解析
埋設管路		時刻歴加速度波形	速度応答スペクトル 設計震度
池状構造物	地上	時刻歴加速度波形 加速度応答スペクトル	加速度応答スペクトル 設計震度
	地中	時刻歴加速度波形	加速度応答スペクトル 速度応答スペクトル 設計震度
立坑・シールド・共同溝		時刻歴加速度波形	速度応答スペクトル 設計震度
水管橋		時刻歴加速度波形 加速度応答スペクトル	加速度応答スペクトル 設計震度

(引用：水道施設耐震工法指針・解説 2009 年度版 I 総論 P40)

1.2.2 地震動の特徴（本震）

1) 最大加速度

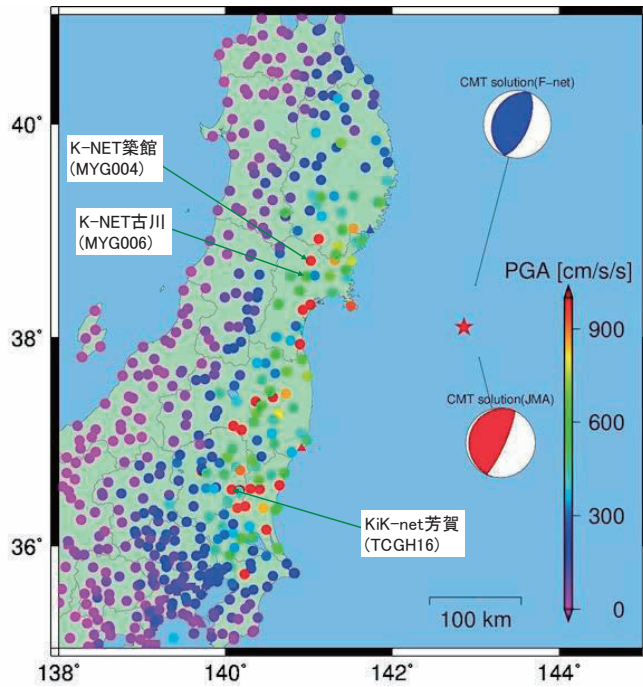
地震動の大きさを表す単位には、震度、ガル(gal)、カイン(kine)の単位がよく用いられ、ガル(Gal)は地震の揺れの強さを表すのに用いる加速度の単位である。

地震動の大きさは、加速度の大きさだけでは判断できず、その周期などが大きく影響する。

(最大加速度)

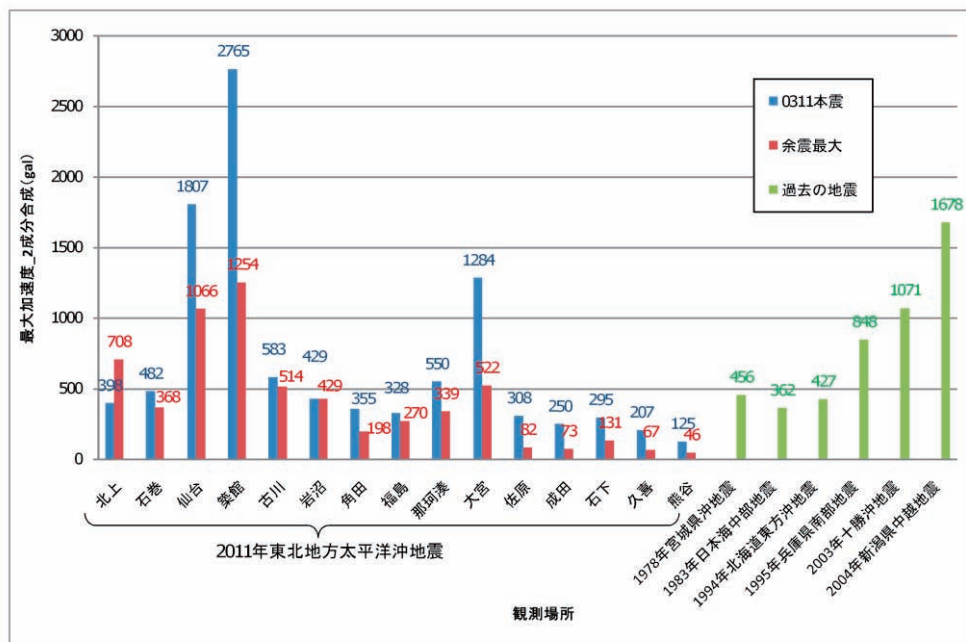
図 1.8 に観測された地震動（防災科学技術研究所の強震観測網 K-NET、KiK-net）の最大水平加速度分布を示す。

岩手県から茨城県にかけての広い範囲で最大加速度が $500\text{cm}/\text{sec}^2$ を超え、 $1,000\text{cm}/\text{sec}^2$ を上回る地点も点在する。図 1.9 のとおり過去の地震と比較すると、本地震で最も高い数値が観測された宮城県栗原市築館のほか、仙台市などでも高い数値を記録した。



(引用：土木学会東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書より、一部追記）

図 1.8 最大水平加速度の分布



(引用：財団法人 国土技術研究センター)

図 1.9 最大加速度（過去の地震との比較）

(周期)

地上構造物は、その形状や寸法、材質など多くの要素が関係してそれぞれ個別に揺れやすい周期（固有周期）を持っている。

それぞれの地震動には周期があり、地上構造物の固有周期における加速度の大きさが地

上構造物の被害規模に関係する。両者の周期が一致した場合には共振して被害が大きくなることもある。

絶対加速度応答スペクトルの最大値を与える周期(卓越周期)の分布図を図 1.10 に示す。加速度の大きかった地点の卓越周期は、ほとんどが 0.5 秒以下の短周期であった。(ただし、宮城県大崎市古川などの一部では卓越周期が 0.75~1.0 秒であった。(図 1.12 参照))

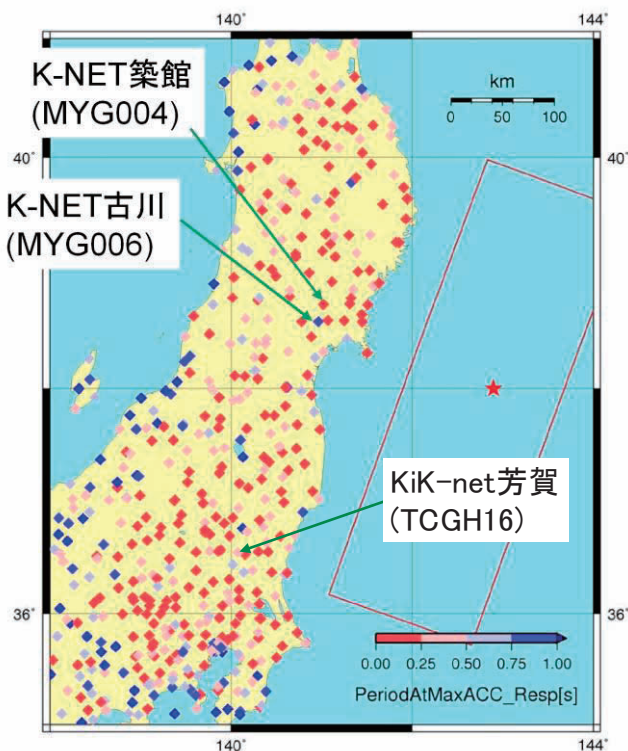
一般的に木造家屋、非木造の中低層建築物の固有周期は 1~2 秒とされている。図 1.11 をみると阪神大震災では 1~2 秒が卓越周期となっており加速度応答スペクトル値が大きく、木造家屋等の被害が甚大であった。

これに対し、東北地方太平洋沖地震の宮城県栗原市築館、栃木県芳賀町の固有周期が 1~2 秒の値は阪神・淡路大震災の値の 1/2 以下となっており、今回は最大加速度の大きさのわりに木造家屋等の被害が少なかった。

一方、水道施設の地上の池状構造物は、高さの低いものが多く、それらの施設の固有周期はおよそ 0.1~0.2 秒前後である。

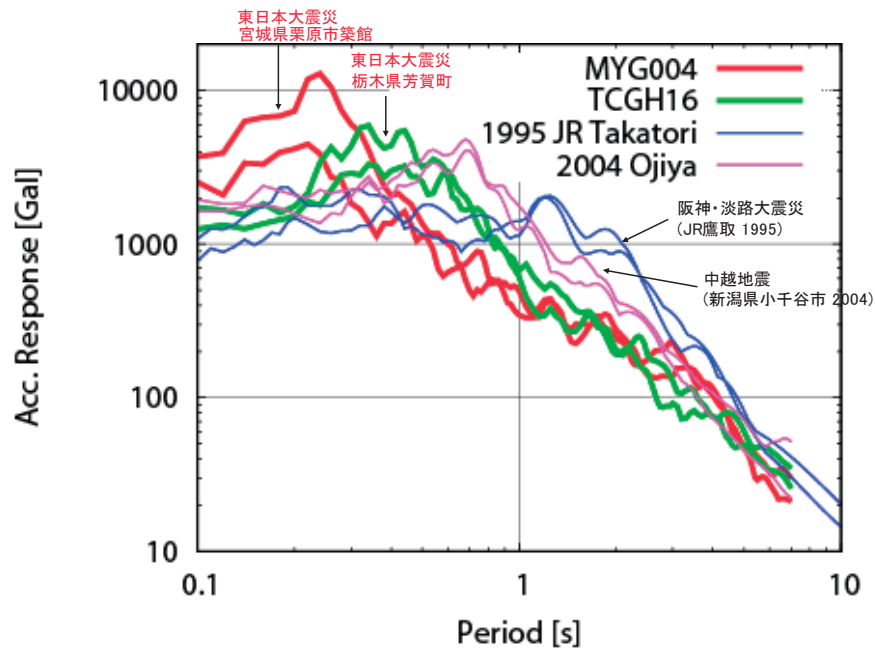
東日本大震災で観測された築館(宮城県栗原市)は、卓越周期は 0.2~0.5 秒程度と短周期であったが、今回の地上構造物の被害状況から判断すると、水道施設の固有周期とはおそらく一致はしなかったと推察される。

また、地上の池状構造物の固有周期 0.1~0.2 秒前後の加速度応答スペクトル値は高く、阪神大震災の卓越周期における値以上となっている。しかし、短い周期帯の揺れは、加速度が大きいのは一瞬だけであり、1~2 秒における加速度応答スペクトル値との大きさの比較はしにくいと考えられている。

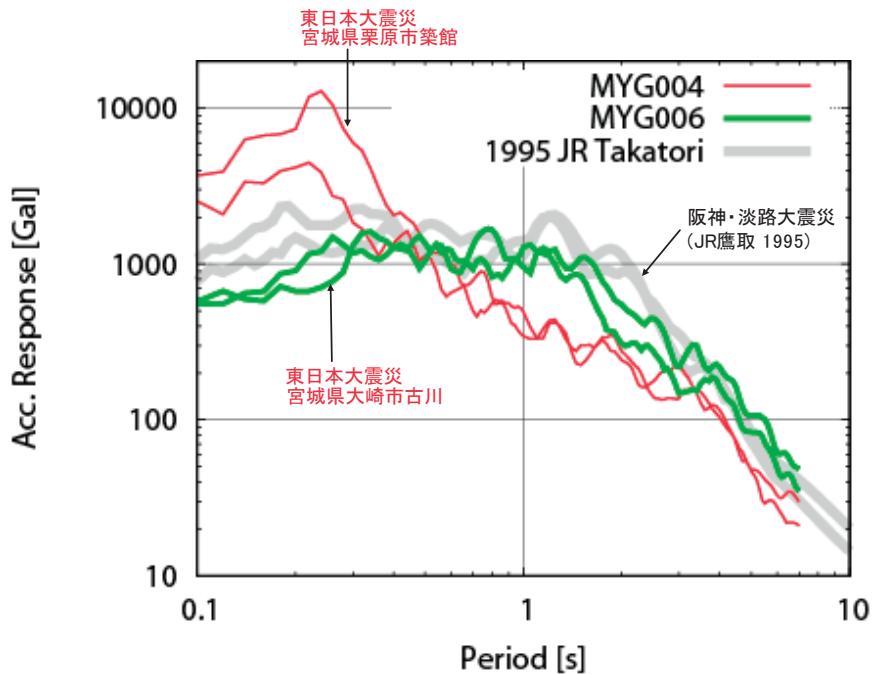


(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)

図 1.10 絶対加速度応答スペクトルの最大値を与える周期の分布



(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)
 図 1.11 加速度応答スペクトル（過去の震度7クラスの地震との比較）



(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)
 図 1.12 加速度応答スペクトル（大崎市古川等と阪神・淡路大震災のとの比較）

2) 最大速度

カイン(kine)は、地震動の大きさを表す単位としてよく用いられ、地震の揺れの強さを表すのに用いる速度の単位である。

速度でみる地震動の大きさも、加速度と同様に速度の大きさだけでは判断できず、その周期などが大きく影響する。

(最大速度)

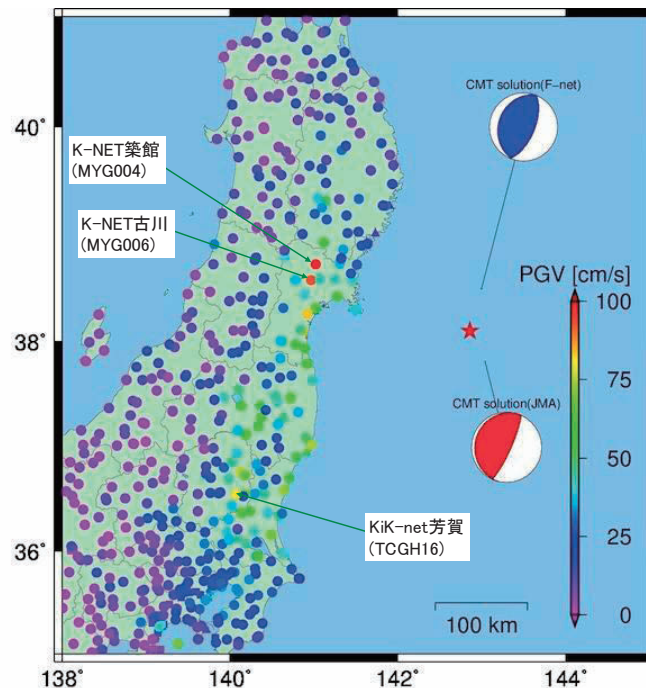
最大速度分布を図 1.13 に示す。最大加速度と同様に宮城県栗原市で最大速度が観測された。

(周期)

相対速度応答スペクトルの最大値を与える周期(卓越周期)の分布図を図 1.14 に示す。速度の大きかった地点の卓越周期は、ほとんどが 0.5 秒以下の短周期であった。ただし、加速度と同様に宮城県大崎市古川などの一部では卓越周期が 1.0~2.0 秒であった(図 1.16 参照)。

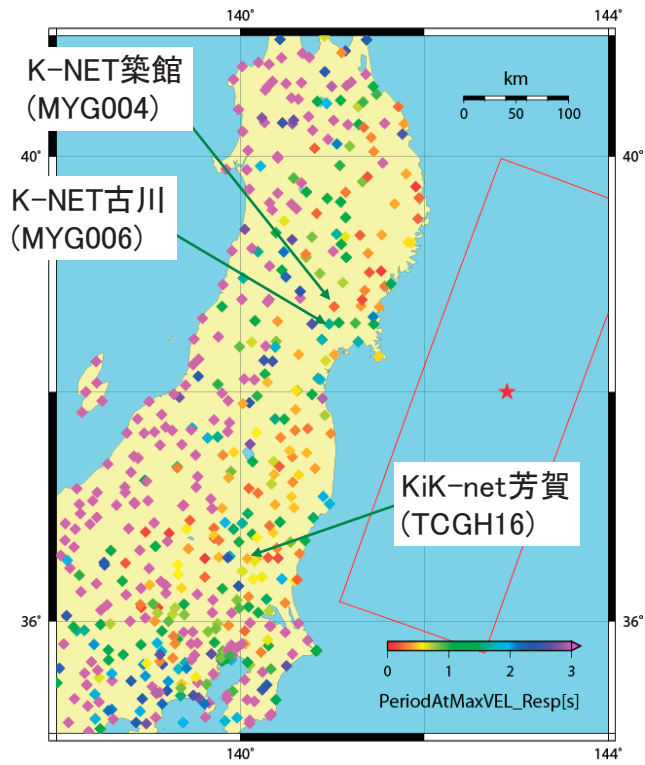
図 1.15 の速度応答スペクトル図で阪神・淡路大震災、中越地震と比較すると、最大を記録した宮城県栗原市や栃木県芳賀町は 0.5 秒以下の短周期で速度スペクトルが最大となっている。

図 1.16 の卓越周期が 1.0~2.0 秒であった大崎市古川は、大きさは阪神・淡路大震災より小さいが、よく似た傾向を示していた。



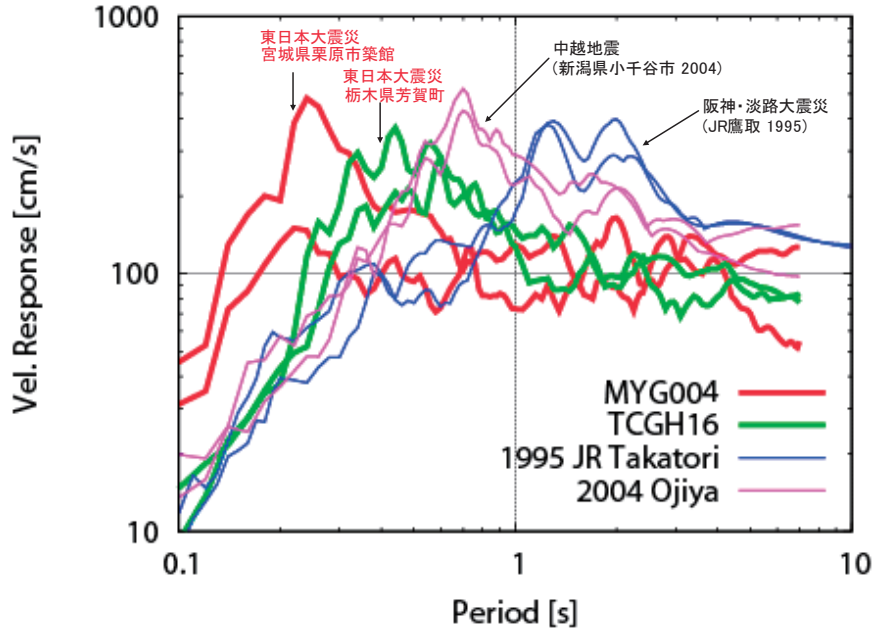
(引用：土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会) 緊急地震被害調査報告書より、一部追記)

図 1.13 最大水平速度分布



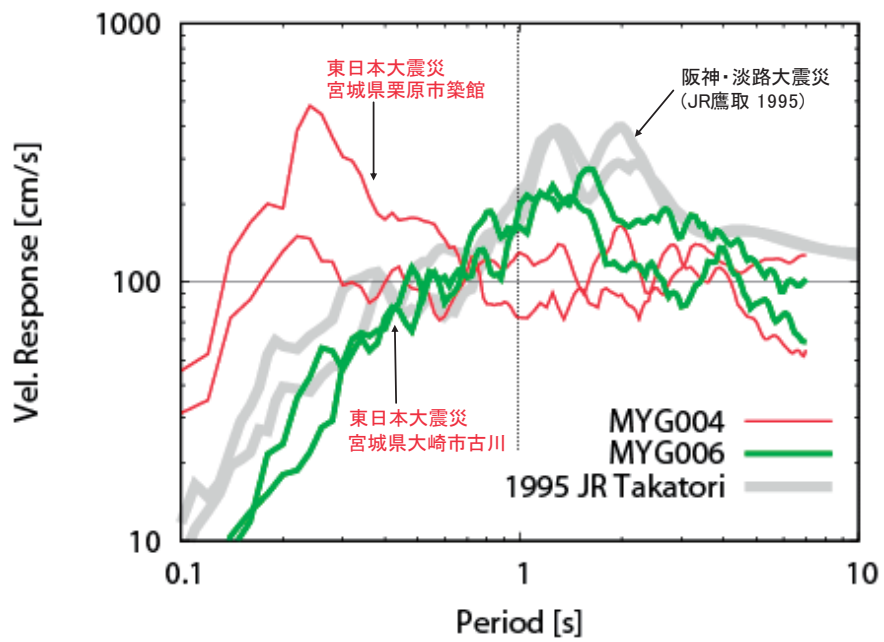
(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)

図 1.14 相対速度応答スペクトルの最大値を与える周期の分布



(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)

図 1.15 速度応答スペクトル (過去の震度 7 クラスの地震との比較)



(引用：東京工業大学大学院 盛川仁准教授、京都大学 後藤浩之准教授作成資料、一部追記)

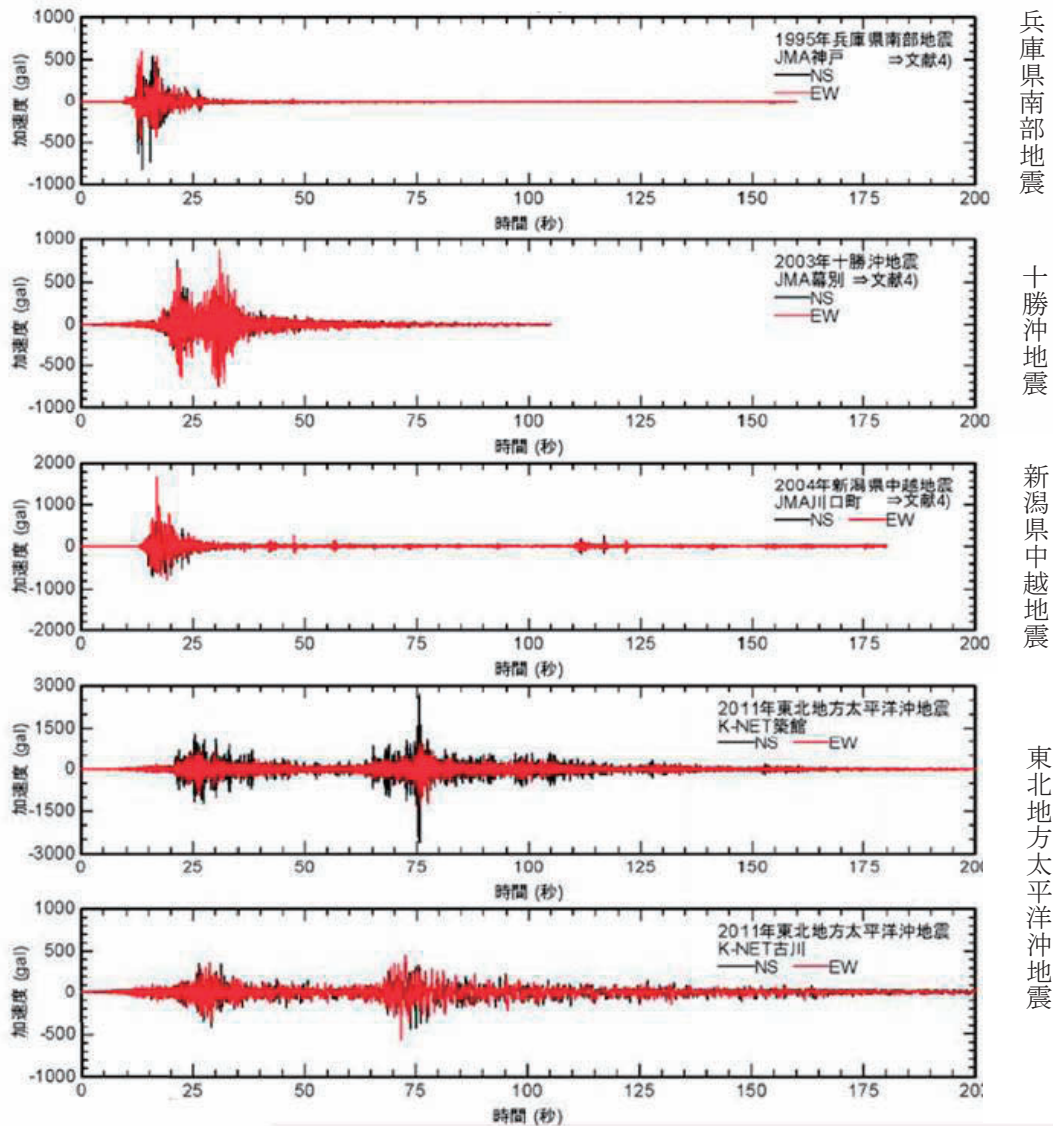
図 1.16 速度応答スペクトル (大崎市古川と阪神・淡路大震災のとの比較)

3) 時刻歴加速度波形

図 1.17 に東北地方太平洋沖地震(本震)と過去の地震の時刻歴加速度波形を、図 1.18 には各地震の継続時間を示す。継続時間は、地震発生から初めて 50gal を計測した時刻と最後に 50gal を計測した時刻の差で求めたものである。

過去の地震と比較して東北地方太平洋沖地震(本震)は 3~8 倍の継続時間を有しており(古川の継続時間で 178 秒)、既往の記録に比べて継続時間が長いことが特徴となっているが、これは先述のとおり、断層が大きく、断層の破壊継続時間が長くなったためである。

また、4月7日の余震は過去の地震の継続時間とほぼ同じである。



兵庫県南部地震

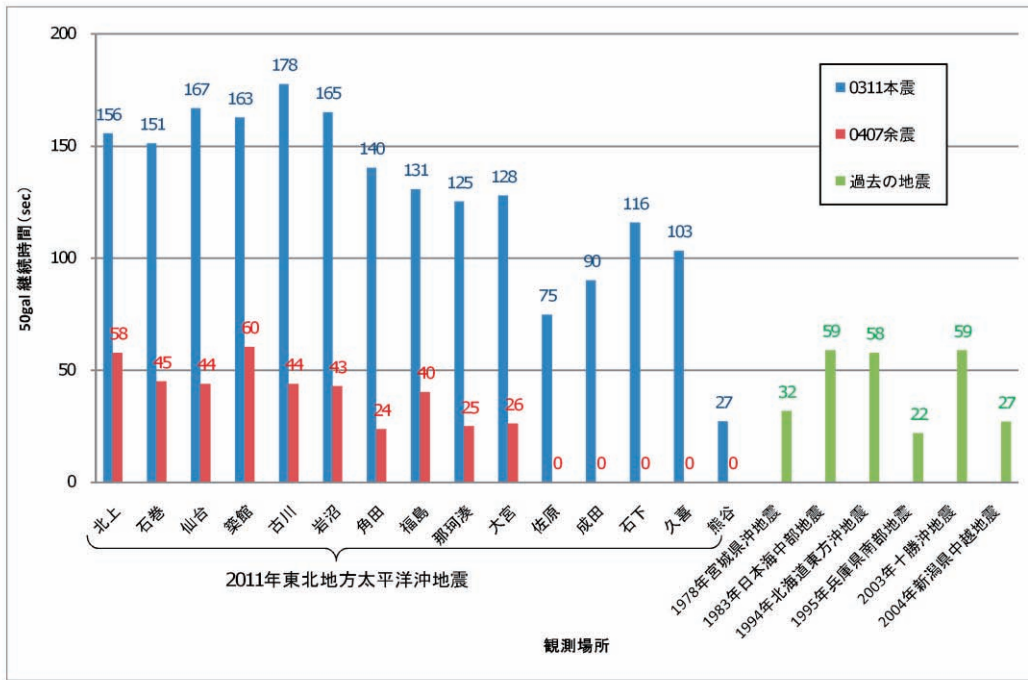
十勝沖地震

新潟県中越地震

東北地方太平洋沖地震

(引用：財団法人 国土技術研究センター、一部追記)

図 1.17 時刻歴加速度波形 (過去の地震との比較)



(引用：財団法人 国土技術研究センター)

図 1.18 地震動の継続時間 東北地方太平洋沖地震と過去の地震

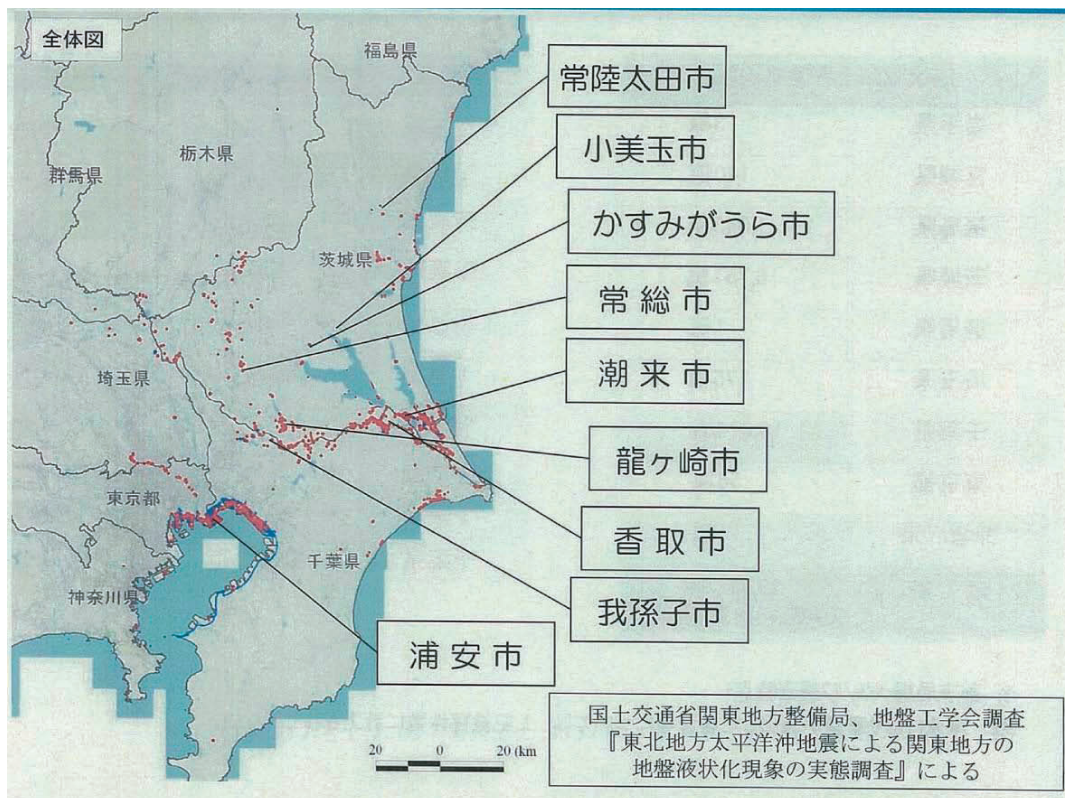
1.3 液状化の状況

今回の地震により、東北から関東にかけて広い範囲で液状化が発生し、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をもたらした。これは、震度 5 程度の揺れが 1 分間以上も継続する観測史上極めて希な長時間振動が原因であると多くの東日本大震災に関する液状化調査から報告されている。

図 1.19 に地盤工学会が調査した関東地方において、液状化が発生した地点の分布図を示す。

今回の地震では、関東地方において極めて広い範囲で液状化現象が発生し、特に東京湾岸部（海岸の埋立地）、利根川下流域の埋立地、旧河道・旧池沼等で集中して液状化現象が発生した。

東北地方も関東地方で液状化が発生した地点と同様の地形で発生しており、さらに、海岸平野の自然堆積地盤でも液状化していると考えられる。ただし、海岸平野のほとんどは津波によって被害を受けたため、液状化の状況は明らかになっていない。

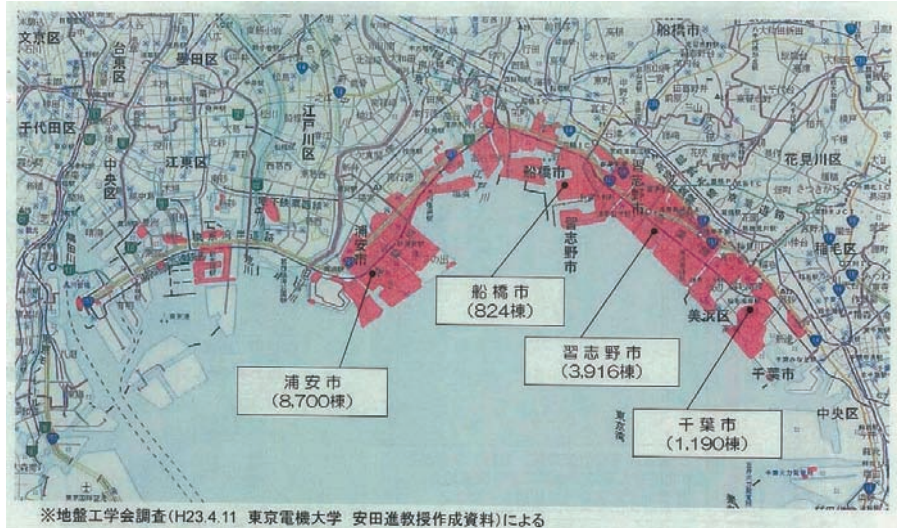


(引用：国土交通省都市局 市街地整備課)

図 1.19 関東地方の液状化発生分布

1) 東京湾岸の被害状況

東京都の新木場から千葉市に至る海岸地域における液状化発生地域は、おおむね明治以降の埋立地と一致しており、広範囲に液状化が発生し、噴砂量は多かった。ただし、地盤改良が実施されていた箇所では被害が少ない傾向が確認された。

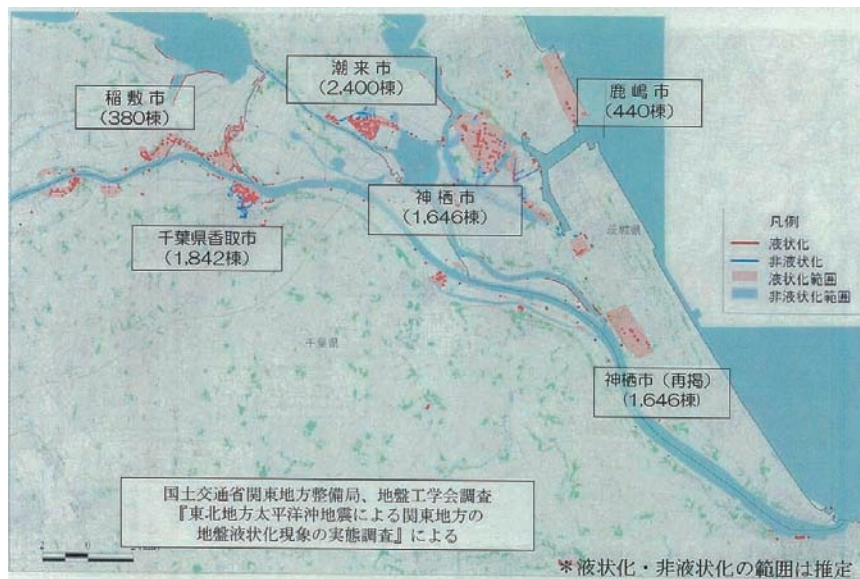


(引用：東北地方太平洋沖地震による関東地方の液状化現象の実態解明 報告書 国土交通省関東地方整備局)

図 1.20 東京湾岸の液状化発生分布

2) 利根川下流域(茨城県)の被害状況

利根川下流域は、干拓地、旧河道跡、砂利採取跡の埋土で被害が大きく、噴砂量は多かった。



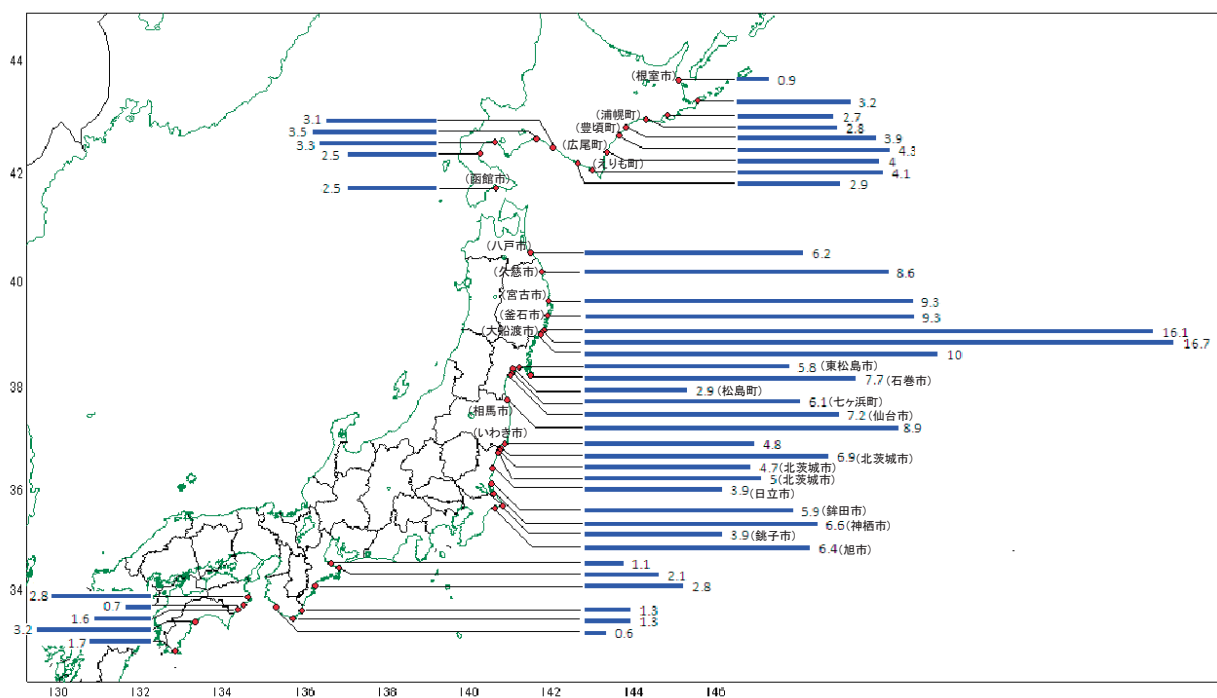
(引用：東北地方太平洋沖地震による関東地方の液状化現象の実態解明 報告書 国土交通省関東地方整備局)

図 1.21 利根川下流域(茨城県)の液状化発生分布

1.4 津波による浸水状況

今回の地震により、東北地方太平洋沿岸をはじめとして全国の沿岸で津波が観測され、東日本の太平洋沿岸各地で甚大な被害が発生した。

気象庁によると、各地の津波観測施設では東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波を観測し、北海道から鹿児島県にかけての太平洋沿岸や小笠原諸島で1 m以上の津波を観測した。また、津波観測施設およびその周辺地域において現地調査を実施し、津波の痕跡の位置等をもとに津波の高さの推定を行った調査結果によると、図 1.22 のとおり、岩手県宮古市、釜石市で9.3m、大船渡市で16.7m、宮城県石巻市で7.7m、福島県相馬市で8.9 mであった。



主な地点における津波の痕跡から推定した津波の高さ（数字は津波の高さを示す（m））

（引用：気象庁 平成23年3月 地震・火山月報(防災編)、一部追記）

図 1.22 津波観測施設で観測された津波の高さ

< 参考 >

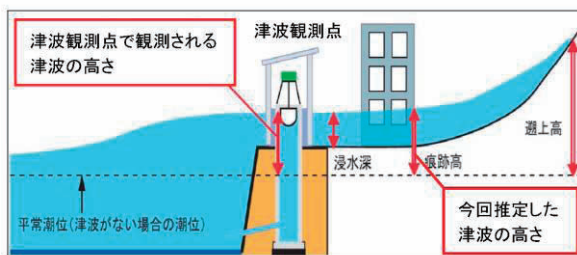
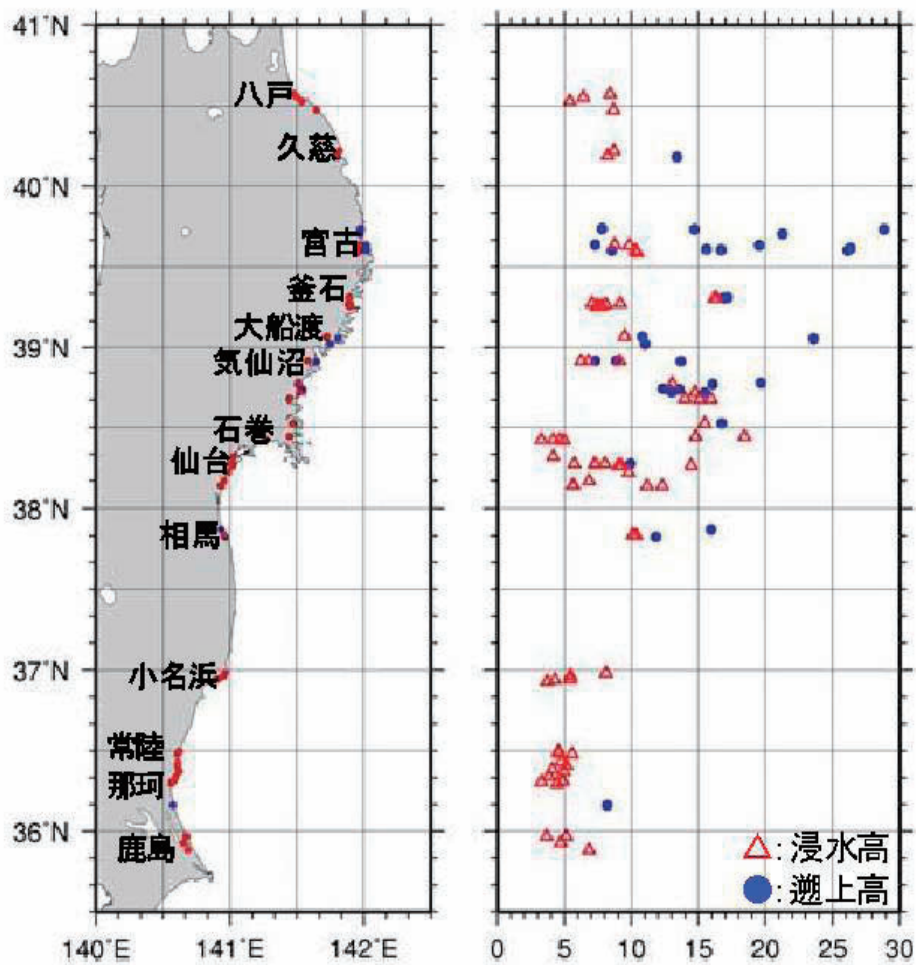


図3-1-2 津波観測点における津波の高さと痕跡高の関係

※ 現地調査における津波の高さとは、津波がない場合の潮位（平常潮位）から、津波によって海面が上昇した高さの差を言う。平常潮位の推定には、最寄りの検潮所における津波の最大波が観測された日時の潮位の予測値（天文潮位）を用いており、現地調査で確認した津波の痕跡までの高さの差を痕跡高としている。

（引用：気象庁）

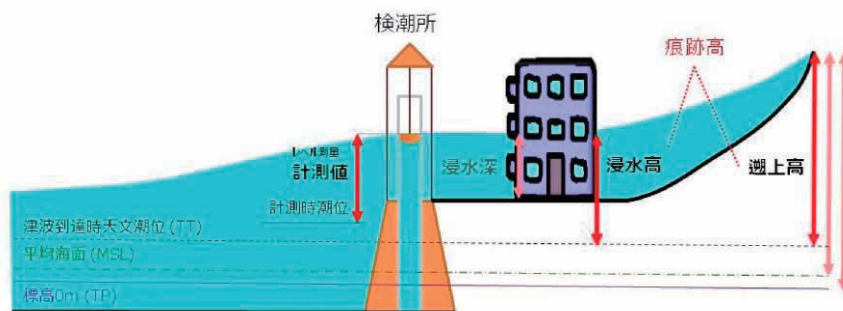
また、土木学会東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループが現地調査から得た津波の浸水高や遡上高をまとめたものを図 1.23 に示す。



(引用：土木学会東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ)

図 1.23 津波の浸水高、遡上高

<参考>



(引用：土木学会東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ)

津波は、62 市町村計 561km²で被害があったとされており、広範囲に及ぶものであった。津波の浸水範囲を図 1.24 に示す。

津波浸水範囲は、地形別にみると以下の状況であった。一般に津波は河川に沿って陸地を遡上するため、河川に隣接する地域への影響が大きく、水道施設では取水施設への影響を留意する必要がある。

<地形別にみた津波の浸水状況>

○リアス式海岸（岩手県および宮城県北部）

リアス式海岸部は海岸近くまで山地が迫っているため、津波浸水範囲（海岸からの距離で示す）は、河川隣接部以外では最大で 1km 程度であるが、河川隣接部では河川に沿って津波が遡上するため、河川にもよるが 2km を超える場所もあり、最長の陸前高田市では 5～6km に達している。

○平野（宮城県南部）

平野部は地盤が低いため、津波浸水範囲は河川隣接部以外では 4～5km に達し、さらに河川隣接部では河川に沿って津波が遡上するため、最長 8km に達している。

○山麓丘陵・台地と低平地（福島県）

山麓丘陵・台地と低平地が混在している地域では、河川と地盤の低い低平地を津波が遡上し、津波浸水範囲は最長で 3～4km に達している。



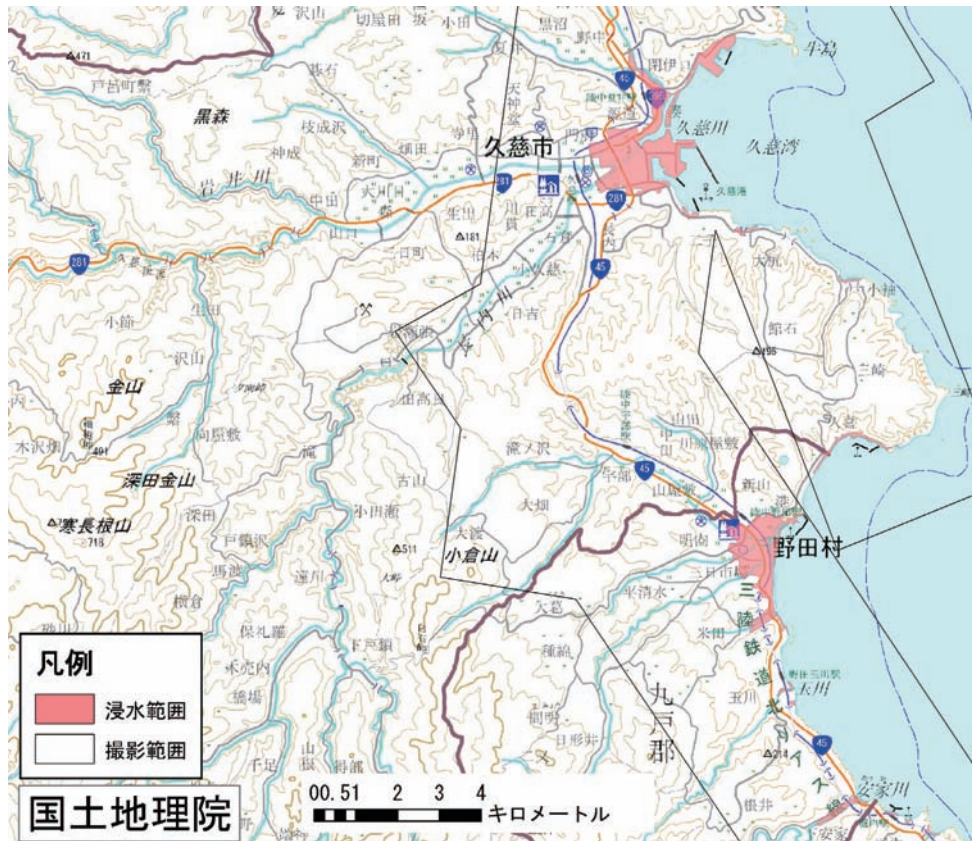
(引用：日本地理学会 津波被災マップ)

図 1.24 津波の浸水範囲

以降に主要な地域の津波浸水状況を北部より順に示す。

1) 岩手県久慈市、野田村付近の状況

三陸リアス式海岸の北端部に位置する地区で、その数少ない平野部に浸水している。津波の高さは久慈市で8m前後であったと報告されている。



(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.25 岩手県久慈市、野田村付近の津波浸水状況

2) 岩手県宮古市、山田町付近の状況

典型的なリアス式海岸の地形で、津波の高さは宮古市で9m前後であったと報告されている。

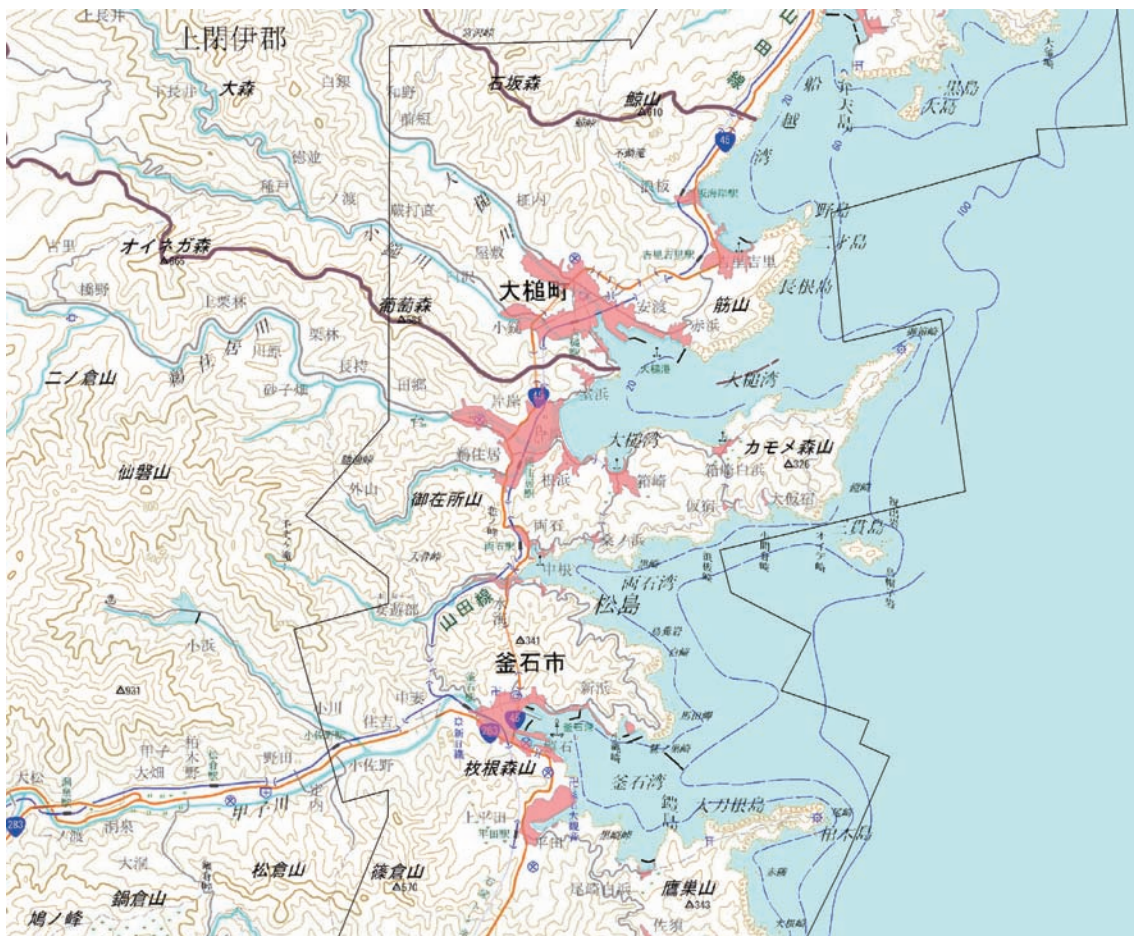


(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.26 岩手県宮古市、山田町付近の津波浸水状況

3) 岩手県大槌町、釜石市付近の状況

典型的なリアス式海岸の地形で、津波の高さは釜石市で9m前後であったと報告されている。

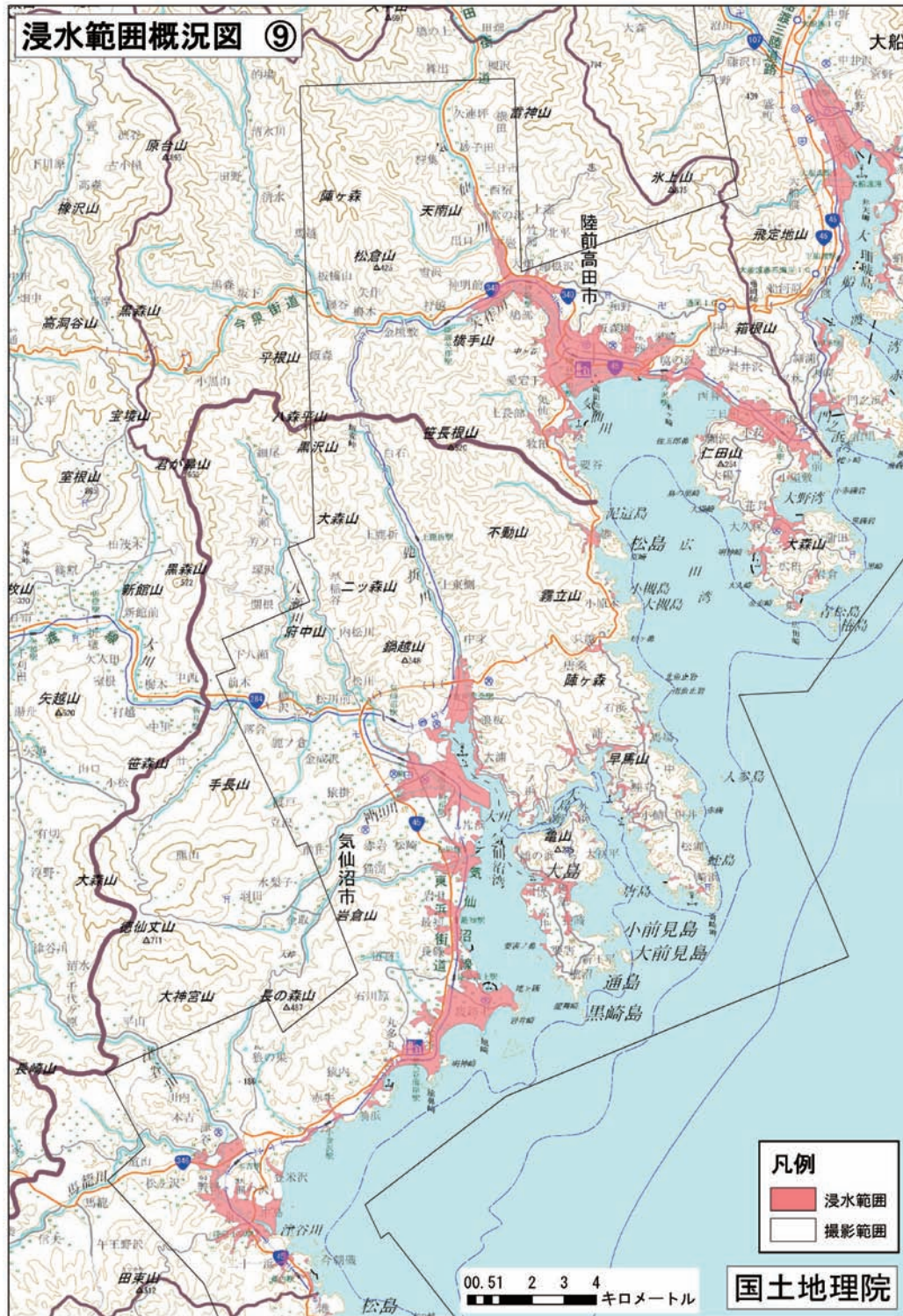


(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.27 岩手県大槌町、釜石市付近の津波浸水状況

4) 岩手県大船渡市、陸前高田市、宮城県気仙沼市付近の状況

典型的なリアス式海岸の地形で、津波の高さは大船渡市で、16~17m 前後であったと報告されている。

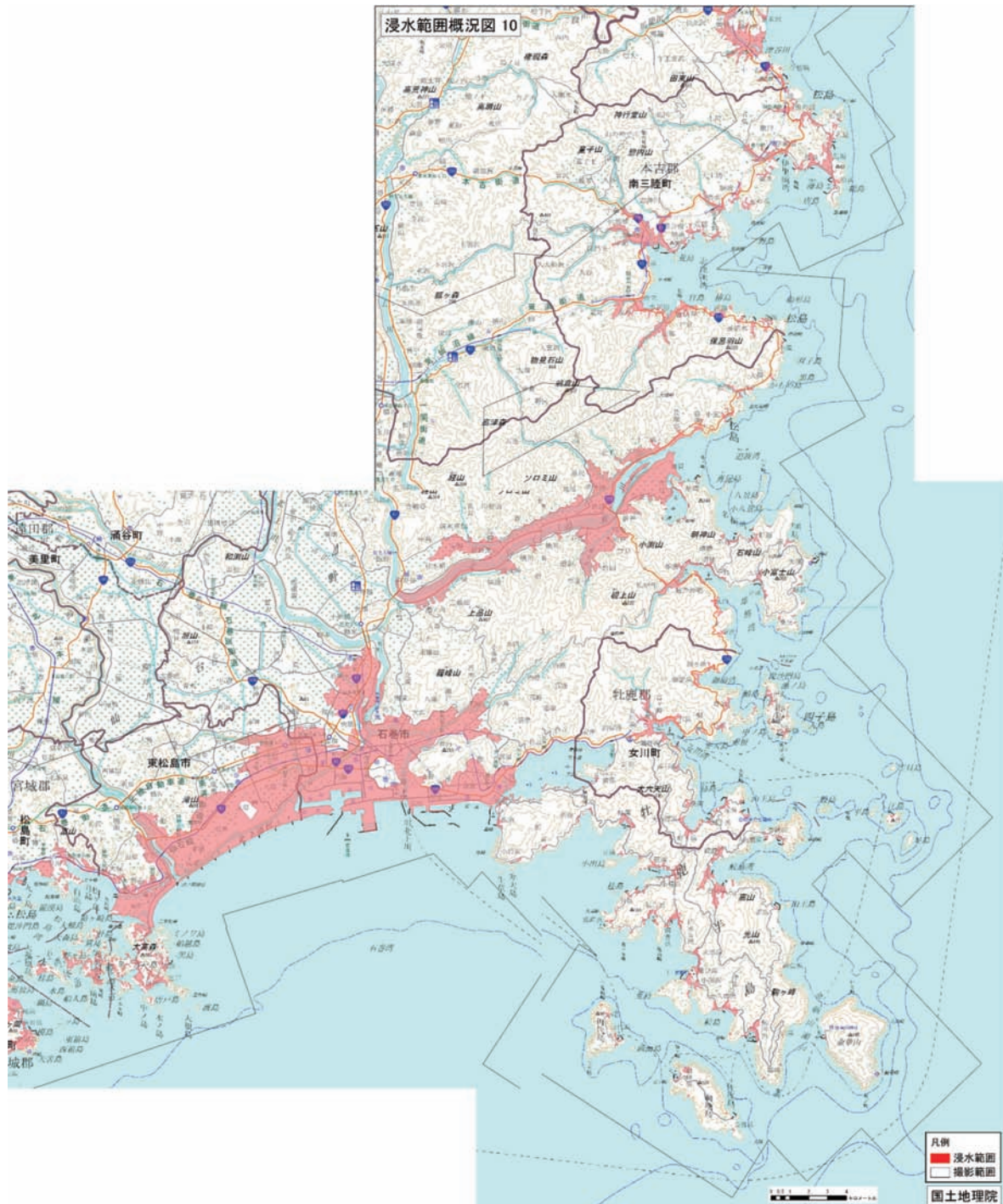


(引用：国土地理院：平成 23 年 (2011 年) 東日本大震災に関する情報提供)

図 1.28 岩手県大船渡市、陸前高田市、宮城県気仙沼市付近の津波浸水状況

5) 宮城県南三陸町、女川町、石巻市付近の状況

典型的なリアス式海岸および一部平野を有する地形で、津波の高さは女川町で15m前後、石巻市で8m前後であったと報告されている。

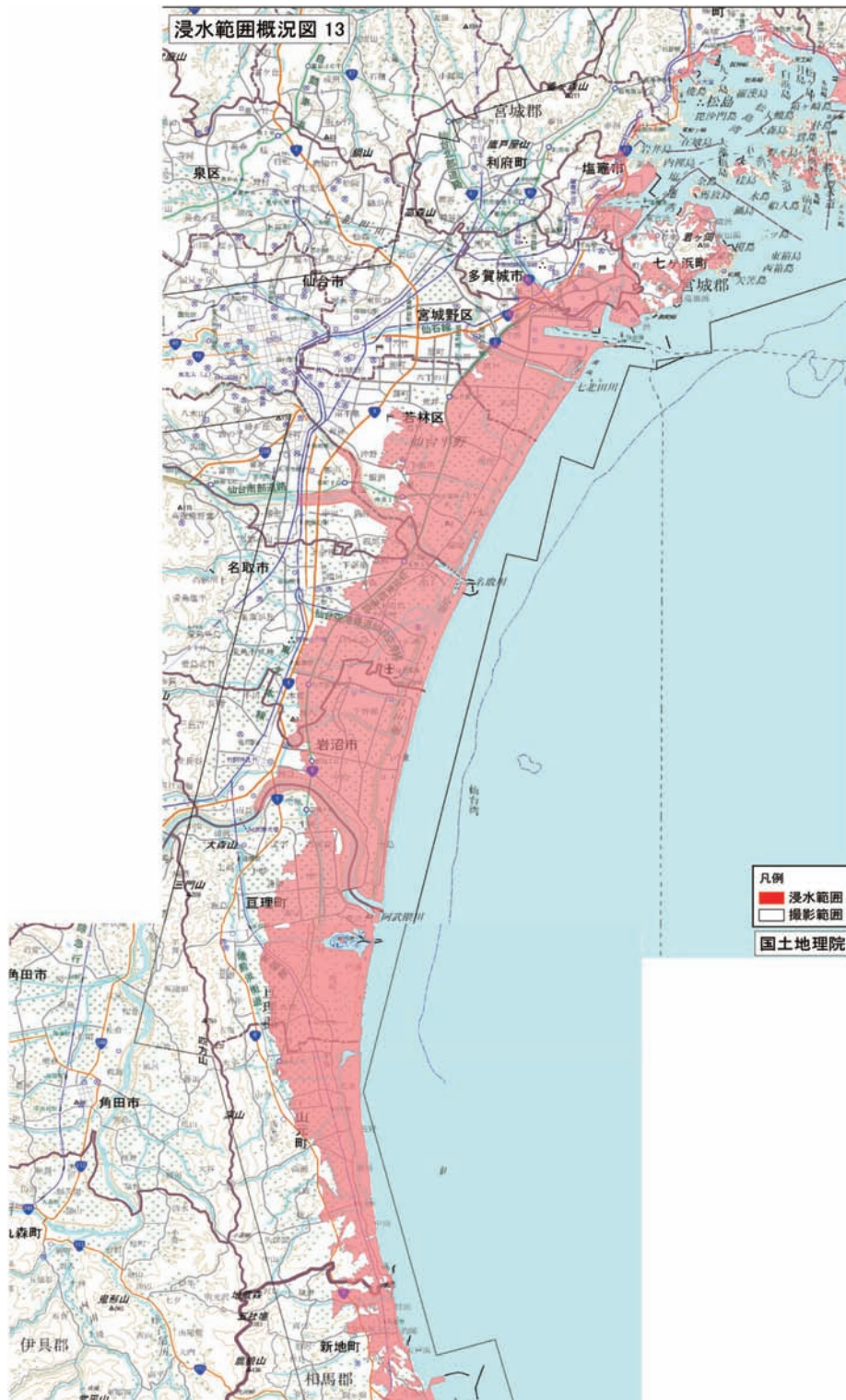


(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.29 宮城県南三陸町、女川町、石巻市付近の津波浸水状況

6) 宮城県仙台市、塩竈市、七ヶ浜町付近の状況

平野を有する地形で、津波の高さは仙台市で7~12m、七ヶ浜町で6m前後、塩竈市で4m前後であったと報告されている。

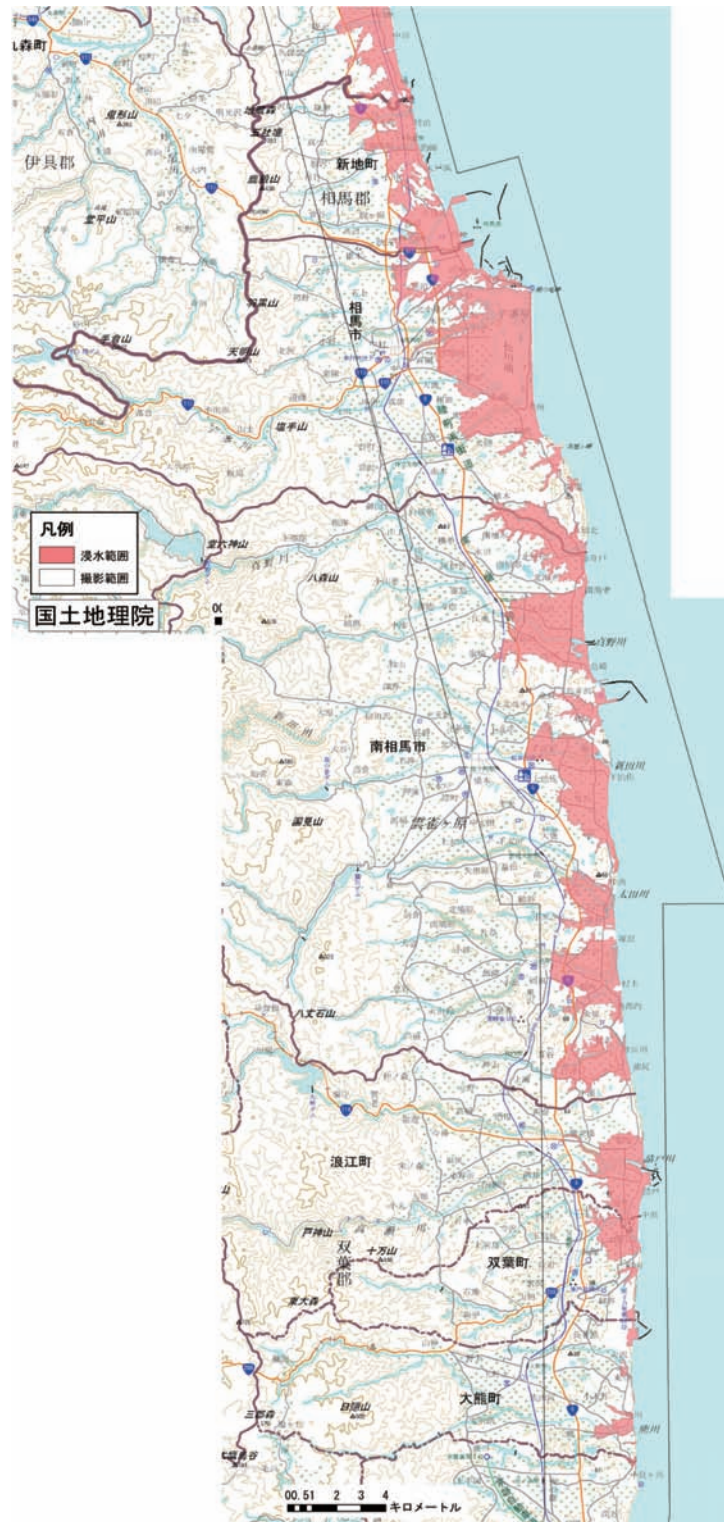


(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.30 宮城県仙台市、塩竈市、七ヶ浜町付近の津波浸水状況

7) 福島県相馬市、南相馬市、浪江町、双葉町、大熊町付近の状況

山麓丘陵・台地と低平地を有する地形で、津波の高さは相馬市で9m前後、南相馬市で12m前後、浪江町、双葉町で16m前後、大熊町で12m前後であったと報告されている。



(引用：国土地理院：平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供)

図 1.31 福島県相馬市、南相馬市、浪江町、双葉町、大熊町付近の津波浸水状況

1.5 まとめ

東北地方太平洋沖地震の特徴および影響と水道施設への影響の関連を整理したものを次図に示す。

東北地方太平洋沖地震では、非常に広い範囲の断層が破壊し、また破壊継続時間が非常に長かったため、広域的に大規模の地震動および液状化が発生するとともに、断層が太平洋沖に位置していたため、大規模の津波が発生した。さらに、本震の規模が大きかったため、余震の規模も大きく、それによる地震動も大きかった。そのため、東北地方・関東地方を中心として水道施設は、大規模の地震動、地盤崩落、液状化等の影響を受けるとともに、大規模の津波を受け、甚大な被害が生じた。

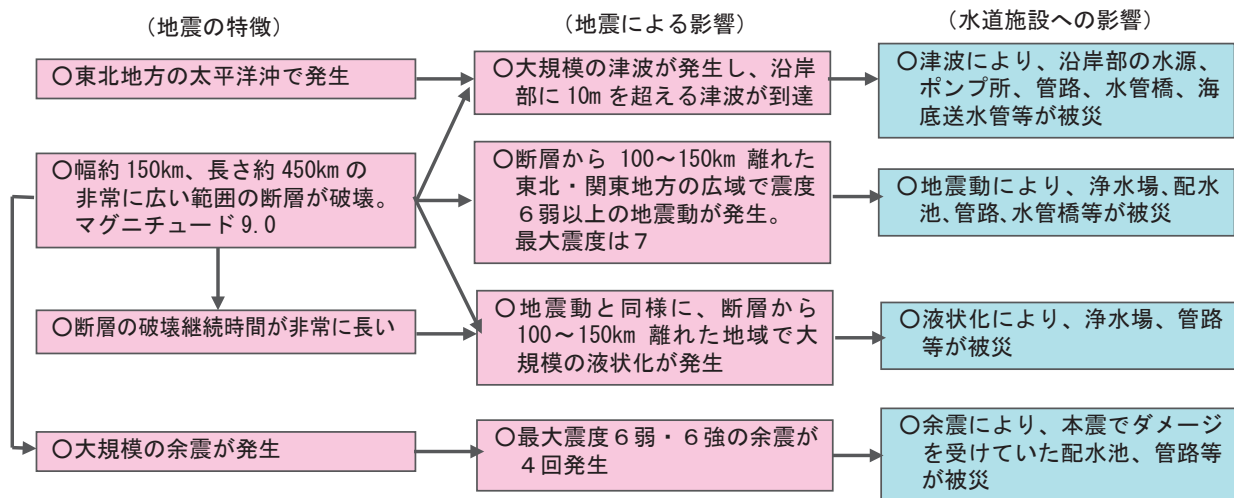


図 1.32 東北地方太平洋沖地震の特徴・影響と水道施設への影響