

下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書

東日本大震災における下水道施設被害の総括と
耐震・耐津波対策の現状を踏まえた今後の対策のあり方

平成 24 年 3 月

下水道地震・津波対策技術検討委員会

まえがき

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、国内観測史上最大となるマグニチュード 9.0 を記録した大地震であり、加えて巨大津波を同時に発生させた未曾有の大災害であった。今回の災害により 1 万 5 千人を超える多くの人命や財産等多くのものを失った我々がなすべきことは、被災地の早期の復興に向けた支援とともに、この経験と教訓を後生に伝え活かすことである。

東日本大震災は、同時に下水道施設にも大きな被害をもたらした。東北から関東にかけての広い範囲で被害が発生し、管きよの被災延長は 600 km 以上、人孔の被災個数は 1 万 5 千基以上であり、兵庫県南部地震や新潟県中越地震の被害規模を大きく上回っている。

今回の地震では、東京湾岸部の埋め立て地及び利根川沿いの造成地等で、周辺地盤の液状化により管きよや人孔で多くの被害が発生したが、特に液状化した土砂が管路内に大量に流入し、管路を閉塞させるという新たな事象が生じた。この事象は、被災後の復旧活動にも大きな支障となり、下水道サービスの使用制限長期化を招いたことから、耐震対策とあわせて減災対策についても取り組む必要がある。

一方、処理場については巨大津波による被害が顕著であり、東北地方太平洋沿岸部に位置する処理場及びポンプ場の多くが、浸水とともに津波による波圧や漂流物による衝撃により壊滅的な被害を受け、震災後 1 年を経過してなお 14 処理場が通常処理を再開できずにいる。下水道施設はこれまで、耐震対策を中心に対策を講じてきたが、津波への備えは十分に議論されていなかった。

壊滅的被害を受けた処理場では、電気機械設備の損傷による処理機能停止や電源喪失により、未処理下水が流出する事態が発生した。処理施設の機能停止は、水系伝染病の発生など公衆衛生上重大な事態を引き起こすおそれがあることから、今後、想定される大規模地震に対して、耐震対策だけでなく耐津波対策についても、緊急的な取り組みが必要である。

本委員会は、地震の発生から約 1 ヶ月後の 4 月 12 日に開催され、翌年 3 月 22 日の第 7 回委員会に至るまでの間に、第 1 次提言「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」(4 月 15 日)、第 2 次提言「段階的応急復旧のあり方」(6 月 13 日)、第 3 次提言「本復旧のあり方」(8 月 11 日)、第 4 次提言「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」(3 月 6 日) をとりまとめた。

本報告書は、本委員会が検討してきた成果を集大成したものであり、東日本大震災のみでなく、同時期に発生した長野県北部地震、静岡県東部地震などの誘発地震を含め、今回の一連の地震による下水道施設の被害内容を総括し、下水道が地震に対してどのような備えをすべきか、また、どのような貢献ができるのかをとりまとめたものである。本報告書を受けて、早急に総合的かつ計画的な下水道地震対策を推進するとともに、地震対策に係る技術指針についても適宜見直しを行っていくことが望まれるところである。

最後に、被災を受けた自治体の方々に対しては、被災の混乱の状況にも拘わらず、本委員会の調査に全面的に協力いただき、深甚なる謝意を表するとともに被災地の一日も早い復興を願う次第である。また、多方面にわたる知見をもとに貴重なご意見を賜った委員各位及び支援自治体の方々に対し、心から感謝を申し上げる次第である。

本委員会の成果が、下水道界における地震対策の促進に向けた取組みに寄与するとともに、安全で安心できるまちづくりに貢献できれば幸いである。

下水道地震・津波対策技術検討委員会

委員長 濱 田 政 則

目 次

1. 委員会設立趣旨
2. 委員会名簿および開催状況
 - 2-1 下水道地震・津波対策技術検討委員会名簿
 - 2-2 委員会開催状況
3. 本書の構成

第Ⅰ編 東日本大震災の総括

第1章	下水道施設被害の総括	1
1-1	東日本大震災の全般概況	1
1-2	下水道施設の被害	20
1-3	下水道施設被害調査結果	23
1-4	被害の特徴と要因	63
1-5	下水道施設被害による社会的影響	156
第2章	緊急措置、応急復旧、本復旧の状況とあり方	176
2-1	緊急措置、応急復旧の状況	176
2-2	下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言	226
2-3	段階的応急復旧のあり方	233
2-4	東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方	248
2-5	提言発出後の状況	263
第3章	今後の耐震・津波対策における新たな視点	266
3-1	管路施設の耐震対策	266
3-2	管路及び処理場・ポンプ場の耐津波対策	269
3-3	耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方	271
3-4	災害時における広域支援のあり方	284
3-5	東日本大震災の事例を踏まえた下水道BCPのあり方	290
第4章	復興への新たな取り組み	291
4-1	復興に向けての基本方針	291
4-2	復興への具体的な取り組み	292

第Ⅱ編 耐震・耐津波対策の現状と今後の進め方

第1章	耐震・耐津波対策の現状と課題	301
1-1	下水道施設の耐震対策の現状	301
1-2	下水道施設の耐津波対策の現状	304
1-3	下水道施設の耐震・耐津波対策の課題	307
第2章	耐震対策・耐津波対策を進めるにあたっての基本的考え方	308
2-1	基本的な考え方	308
2-2	重点的な耐震対策・耐津波対策の促進	310
2-3	対象とする地震、津波の規模	311
2-4	地震・津波時に下水道が有すべき機能	313

2-5	耐震性及び耐津波性の向上に向けての防災目標.....	315
2-6	耐震性及び耐津波性の向上に向けての減災目標.....	319
第3章	下水道耐震対策指針類の課題とあり方.....	320
3-1	液状化対策の課題とあり方.....	320
3-2	耐津波対策の課題とあり方.....	323

参考資料

【参資-1】津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る技術的助言について

【参資-2】気仙沼市における水産バイオマス等を活用した多様な地産池消エネルギー供給プロジェクト

【参資-3】仙台市における管路更生事業と併せた下水熱回収プロジェクト

【参資-4】地震・津波対策総括表

1. 委員会設立趣旨

下水道は重要なライフラインの1つであり、都市の下水を常に適切に排除、処理する役割を担っている。大地震等により下水道がその役割を果たすことができなくなった場合には、各家庭のトイレが使用できないなど住民の生活に大きな影響を与えるとともに、汚水の滞留や未処理下水の流出による公衆衛生被害の発生や雨水排除機能の喪失による浸水被害の発生など、住民の生命に係わる重大な事態を生じる恐れがあり、このような事態を回避するために、下水道施設機能の信頼性を高めることが強く求められている。

下水道における地震対策は、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震等の教訓を踏まえ、2段階の設計対象地震動を設定し、各施設の重要度などを考慮した耐震対策の考え方を提示し、その対策を促進してきたところである。

このような中、3月11日に発生した東日本大震災は、有史以来最大規模の被害をもたらした。特に震災当初は48処理場、79ポンプ場が稼働停止となるなど、壊滅的被害を受けた。これらの施設については、早急に応急復旧を図りつつ、本復旧を進めることになるが、その際、適切な応急復旧を行い、再度災害を防止するための本復旧を行うためには、今回の被害の特徴をとらえ、これまでの施設設計の考え方について、被害の実態を踏まえ様々な角度から検証し、施設の各復旧のあり方をとりまとめ、提示することが必要であった。

また、今回の震災では、従前の耐震対策中心の下水道施設の対策のあり方に課題を残した。被災地に向けて提示された各復旧のあり方を踏まえて、被災した下水道施設以外の全国の下水道施設に適用すべく、今後の耐震・耐津波対策の方向性についてとりまとめ、提示することが必要であった。

このため、総合的かつ計画的な下水道地震対策を推進するとともに、地震対策に係る技術指針についても適宜見直しを行っていく方針を示すこと目的として、学識経験者、国土交通省、地方公共団体、関係団体が参画する「下水道地震・津波対策技術検討委員会」を設置したものである。

2. 委員会名簿および開催状況

2-1 下水道地震・津波対策技術検討委員会委員名簿

	氏名	役職
委員長	濱田 政則	早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授
委員	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授
委員	大村 達夫	東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授
委員	中林 一樹	明治大学大学院政治経済学研究科特任教授
委員	野村 充伸	日本下水道事業団技術戦略部長
委員	藤間 功司	防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授
委員	藤本 康孝	横浜国立大学工学部電子情報工学科准教授
委員	松尾 修	財団法人先端建設技術センター普及振興部長
委員	安田 進	東京電機大学理工学部建設環境工学科教授
委員 (行政代表)	菅原 敬二	宮城県土木部下水道課長
委員 (行政代表)	渋谷 昭三	仙台市建設局次長兼下水道事業部長
委員 (行政代表)	黒住 光浩	東京都下水道局計画調整部長
委員 (行政代表)	山本 智	大阪市建設局西部方面管理事務所長
委員 (行政代表)	畑 恵介	神戸市建設局下水道河川部長
特別委員	岡久 宏史	国土交通省水管理・国土保全局下水道部長
特別委員	塩路 勝久	国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長
特別委員	堀江 信之	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長
特別委員	佐伯 謹吾	社団法人日本下水道協会理事兼技術研究部長
旧委員	武井 昌彦	宮城県土木部下水道課長
旧委員	松浦 将行	東京都下水道局計画調整部長

※順不同・敬称略、平成24年3月時点

※旧委員の所属・役職は、委嘱当時のもの

2-2 委員会開催状況

■第1回委員会（平成23年4月12日、日本下水道協会）

- ・下水道における地震対策の取り組み状況について
- ・東北地方太平洋沖地震での下水道施設の被害状況と復旧状況について
- ・平成20年岩手・宮城内陸地震において被害を受けた下水道管路施設の状況について
- ・下水道施設の復旧にあたっての技術的課題と取り組むべき事項
- ・下水道施設の復旧支援の状況について

「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」公表（平成23年4月15日）

■第2回委員会（平成23年5月24日、KKRホテル仙台）

- ・被害状況と復旧状況について
- ・段階的応急復旧方策のあり方について
- ・機動的な公衆衛生の確保方策のあり方について
- ・現地視察

「段階的応急復旧のあり方」公表（平成23年6月13日）

■第3回委員会（平成23年7月19日、日本下水道協会）

- ・被災した下水道施設の本復旧のあり方

「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」公表（平成23年8月11日）

■第4回委員会（平成23年10月17日、日本下水道協会）

- ・東日本大震災直後の復旧対応状況とBCPのあり方について
- ・東日本大震災における広域支援状況について
- ・復興支援スキーム検討分科会の状況について
- ・東日本大震災における全面的な液状化被害の事例報告

■第5回委員会（平成23年12月15日、日本下水道協会）

- ・東日本大震災における下水道施設被害の総括
- ・下水道処理施設の復旧工程
- ・津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方
- ・下水道施設指針類の課題
- ・復興スキーム分科会報告

■第6回委員会（平成24年2月24日、日本下水道協会）

- ・下水道施設被害の総括
- ・耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方
- ・下水道施設指針類のあり方

「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」公表（平成24年3月6日）

■第7回委員会（平成24年3月22日、日本下水道協会）

- ・耐震性及び耐震波性の向上に向けての防災目標・減災目標について
- ・復興スキーム分科会報告
- ・下水道地震・津波対策技術検討委員会最終報告書（案）

以上、計7回をもって、本委員会を終了した。

3. 本書の構成

本書の本文は第Ⅰ編、第Ⅱ編より構成されている。

「第Ⅰ編 東日本大震災の総括」では、東日本大震災から得られた教訓及び被災地の一日も早い復旧・復興に向けた方策を整理するために、東日本大震災において被災した下水道施設について被害の状況把握を行うとともに、津波により壊滅的な被害を受けた施設の緊急措置、応急復旧、本復旧の状況について整理した。各復旧においては、本委員会できりまとめた適切な応急復旧と、再度災害防止に向けた本復旧を行うための3つの緊急提言についても言及した。

また、東日本大震災の被害の特徴等を踏まえ、今後の下水道施設の耐震・耐津波対策上配慮すべき新たな視点についても整理した。

さらに、今回震災では、「復旧」の枠組を超えた他事業と連携協力して一体的にまちづくりを行う「復興」への取り組みが求められたことから、被災地における復興に向けての取り組みについても言及した。

「第Ⅱ編 耐震・耐津波対策の現状と今後の進め方」では、全国的な下水道施設の耐震・耐津波対策の現状を整理し、今後進めるべき耐震・耐津波対策の促進方策の考え方について言及した。耐震対策については、従来の考え方を踏襲するものとし、とくに今回震災で被害の顕著であった津波に対する対策として、新たに想定津波の考え方を整理した。

地震・津波時に下水道が有すべき機能としては、人命を守ることに加え、トイレの確保、公衆衛生の確保及び浸水被害の防除等を念頭に置き、時間軸と段階的な対策施設を考慮した防災・減災目標の考え方について言及した。

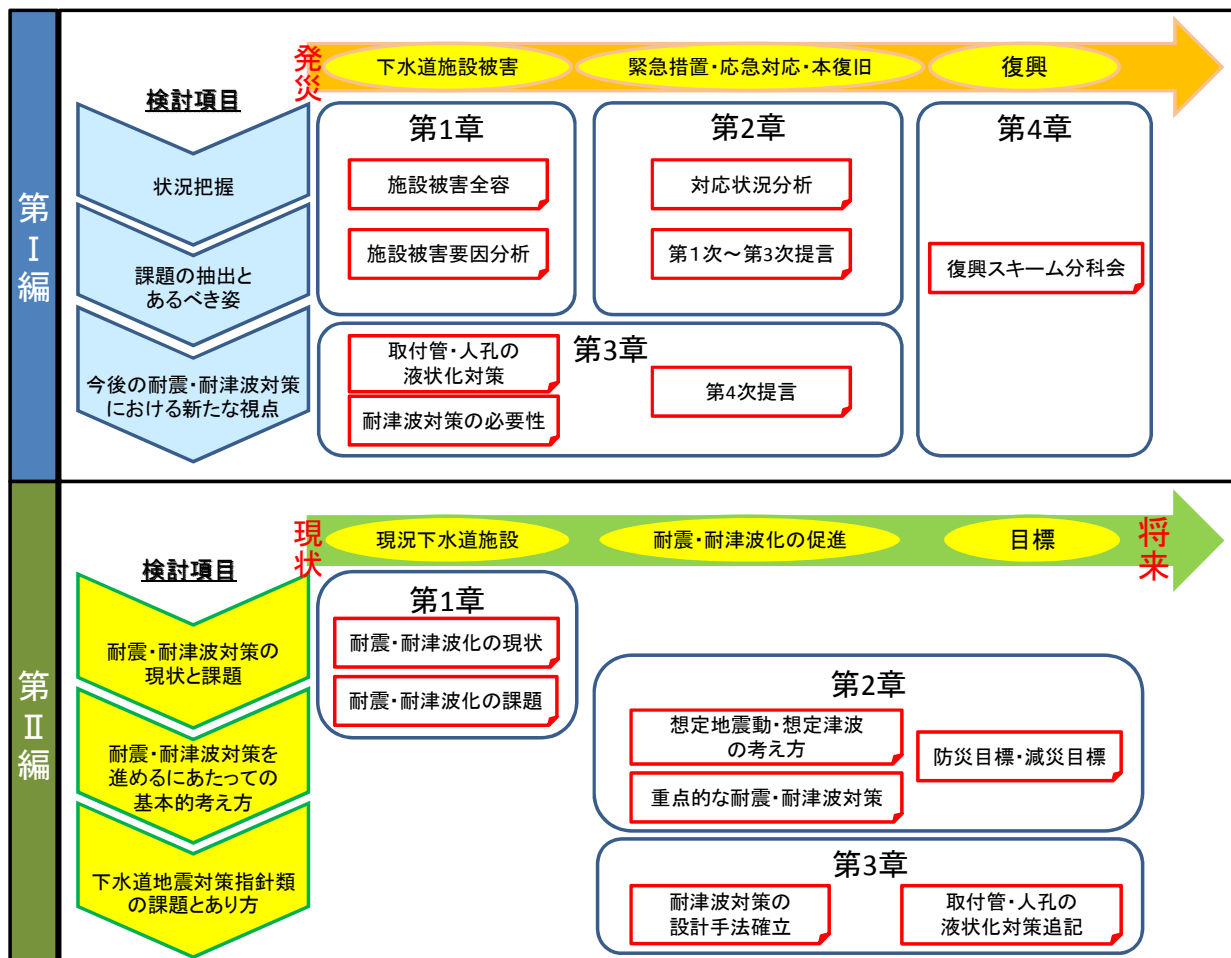
また、現行の指針等（「下水道施設の耐震指針と解説（日本下水道協会 2006年版）」、「下水道の地震対策マニュアル（日本下水道協会 2006年版）」）等に追加すべき施設の耐震対策及び耐津波対策についても言及した。

なお、津波により壊滅的な被害を受けた施設の緊急措置、応急復旧状況等に基づき事業継続性の観点から課題等を抽出し、下水道事業継続計画（BCP）（以下、「下水道BCP」という）の考え方を整理した。この結果は、別途設置された「下水道BCP策定マニュアル（地震・津波編）検討委員会」（委員長：中林一樹 明治大学大学院政治経済学研究科特任教授）へ継承し、『下水道BCP策定マニュアル～第2版～（地震・津波編）』としてとりまとめられている。

また、初動・支援体制等についても整理するとともに課題の抽出を行い、広域支援のあり方について整理した。この結果は、日本下水道協会内に設置している「災害時支援に関する検討委員会」等にて、自治体間の支援に関するルールの改定に供される。

構成及び各編の概要を以下に示す。

第Ⅰ編 東日本大震災の総括		東日本大震災から得られた教訓及び課題、被災地の一日も早い復旧・復興に向けた方策を提示
第1章	下水道施設被害の総括	地震・津波の概況を示すとともに、下水道施設被害の全容を整理した。また、被害の特徴と要因について傾向分析した。
第2章	緊急措置、応急復旧、本復旧の状況とあり方	稼働停止となった処理場や管路からの溢水防止のために実施した緊急措置及び応急対応の状況を時系列的に整理した。また、適切な対応を図るために発出した3つの提言についても記載した。
第3章	今後の耐震・耐津波対策における新たな視点	第1章及び第2章の被災状況及び被災後の対応状況等から得られた、今後の耐震・耐津波対策に向けて必要となる新たな視点について整理した。
第4章	復興への新たな取り組み	今回震災で特徴的であった「復興」に向けた取り組みに関し、復興スキーム分科会で議論された事項を整理した。
第Ⅱ編 耐震・耐津波対策の現状と今後の進め方		今後、全国で進めるべき耐震・耐津波対策の促進方策の考え方を提示
第1章	耐震・耐津波対策の現状と課題	全国の耐震化及び耐津波化の現状について整理した。
第2章	耐震・耐津波対策を進めるにあたっての基本的考え方	今後の耐震・耐津波対策を進めるに当たっての想定地震動や想定津波の考え方を整理するとともに、時間軸に基づく防災目標及び減災目標について記載した。
第3章	下水道地震対策指針類の課題とあり方	今後必要となる指針類の改訂方針について整理した。



第 I 編

東日本大震災の総括

第1章 下水道施設被害の総括

1-1 東日本大震災の全般概況

(1) 地震

平成23年3月11日14時46分頃、三陸沖を震源（深さ約24km）とするマグニチュード9.0の国内観測史上最大規模となる地震が発生した。

最大震度は宮城県栗原市で記録された震度7であり、最大加速度は栗原市築館において観測された2,933galである。（表I-1-1）

この地震は断層面が水平に対して10度と傾きが浅く、西北西-東南東方向に圧縮される低角逆断層（衝上断層）型のずれであり、水平方向の変位量が大きい海溝型地震である。

また、この地震は3つの地震動が連動した連動型地震であり、破壊断層は岩手県沖から茨城県沖までの南北400km東西200kmの広範囲に及んだ。図I-1-1に震度分布図、表I-1-2に過去の大規模地震と今回の地震の規模等の比較を示す。

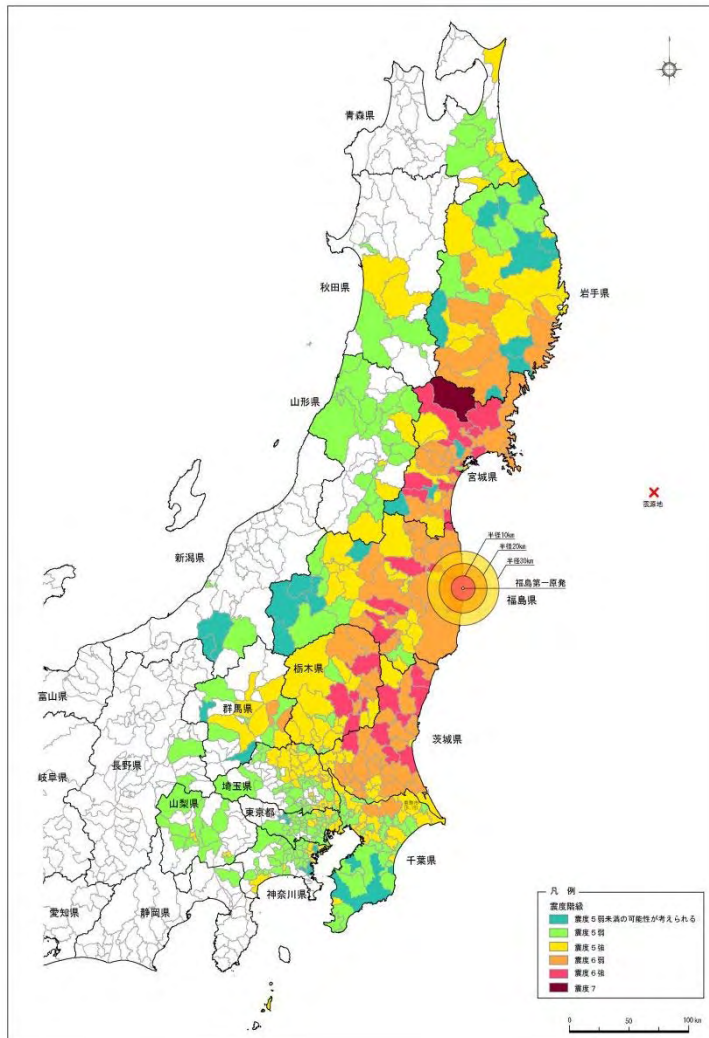


図 I-1-1 本震による震度分布図

表 I-1-1 地震の震源及び規模等

地震発生日時	平成23年3月11日14時46分
震源位置	北緯38度06.2分 東経142度51.6分 深さ24km
地震規模	モーメントマグニチュード (Mw) 9.0
最大震度	震度7 (宮城県栗原市築館)
発生機構	西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型 (CMT解)

表 I-1-2 過去の大規模地震と今回の地震の規模等の比較※1

地震名	発生日	マグニチュード	震源深さ	最大震度※2	最大加速度	地震範囲 (震度≥1)
関東地震	1923.9.1	M=7.9	相模湾 海底	VI(烈震)	—	—
新潟地震	1964.6.16	M=7.5 ±0.2	約 40km	V(強震)	約 190gal (新潟市内地下)	26 都道府県
宮城県沖地震	1978.6.12	M=7.4	約 30km	V(強震)	約 320gal (仙台市内軟弱地盤)	25 都道府県
釧路沖地震	1993.1.15	M=7.5	約 100km	VI(烈震)	約 920gal (釧路地方気象台)	19 都道府県
兵庫県南部 地震	1995.1.17	M=7.3	約 14km	VII(激震)	818gal (神戸海洋気象台)	40 都道府県
新潟県中越 地震	2004.10.23	M=6.8	約 13km	VII(激震) 震度 7	1722gal (新潟県川口町川口)	29 都道府県
能登半島 地震	2007.3.25	M=6.9	約 11km	震度 6 強	1304gal (輪島市門前町走出(旧))	37 都道府県
新潟県中越沖 地震	2007.7.16	M=6.8	約 17km	震度 6 強	1019gal (柏崎市西山町池浦)	30 都道府県
岩手・宮城 内陸地震	2008.6.14	M=7.2	約 8km	震度 6 強	4022gal (一関市巖美町祭時)※3	20 都道府県
東北地方太平洋沖 地震	2011.3.11	M=9.0	約 24km	震度 7	2933gal (栗原市築館)※3	45 都道府県

※1 上表は、「下水道地震対策技術検討委員会報告書（平成 20 年 10 月、下水道地震対策技術検討委員会）」に記載の表に、岩手・宮城内陸地震と東北地方太平洋沖地震を追記したものである。

※2 1996 年 4 月より震度階級の表記方法が変わったため、能登半島地震以降の地震については新しい表記方法とした。なお、新潟県中越地震に関しては旧表記震度も判明しているため、両方を併記した。

※3 防災科学技術研究所調べ

地震動の継続時間について、兵庫県南部地震の加速度波形（JR 鷹取駅）と、東日本大震災で最大加速度を記録した栗原市築館の加速度波形（防災科学研究所 強震観測網（K-NET）公開データ）を比較したものを図 I-1-2 に示す。

兵庫県南部地震の加速度波形（JR 鷹取駅）が約 50 秒の継続時間であるのに対し、東日本大震災で最大加速度を記録した栗原市築館の地震動は約 200 秒以上の継続時間となっている。

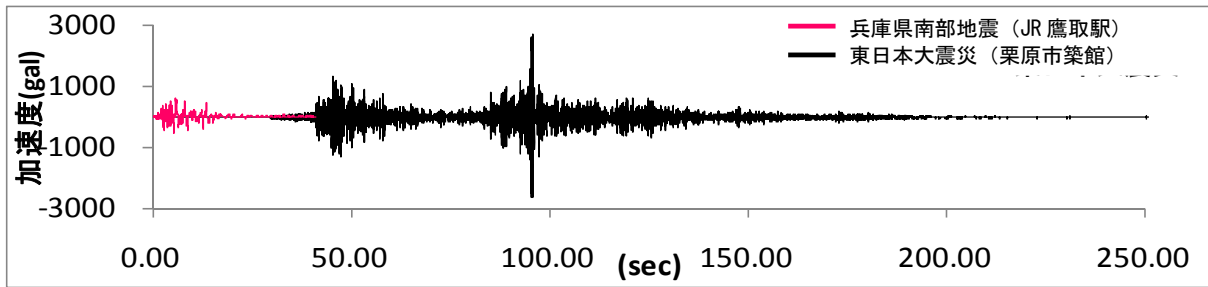
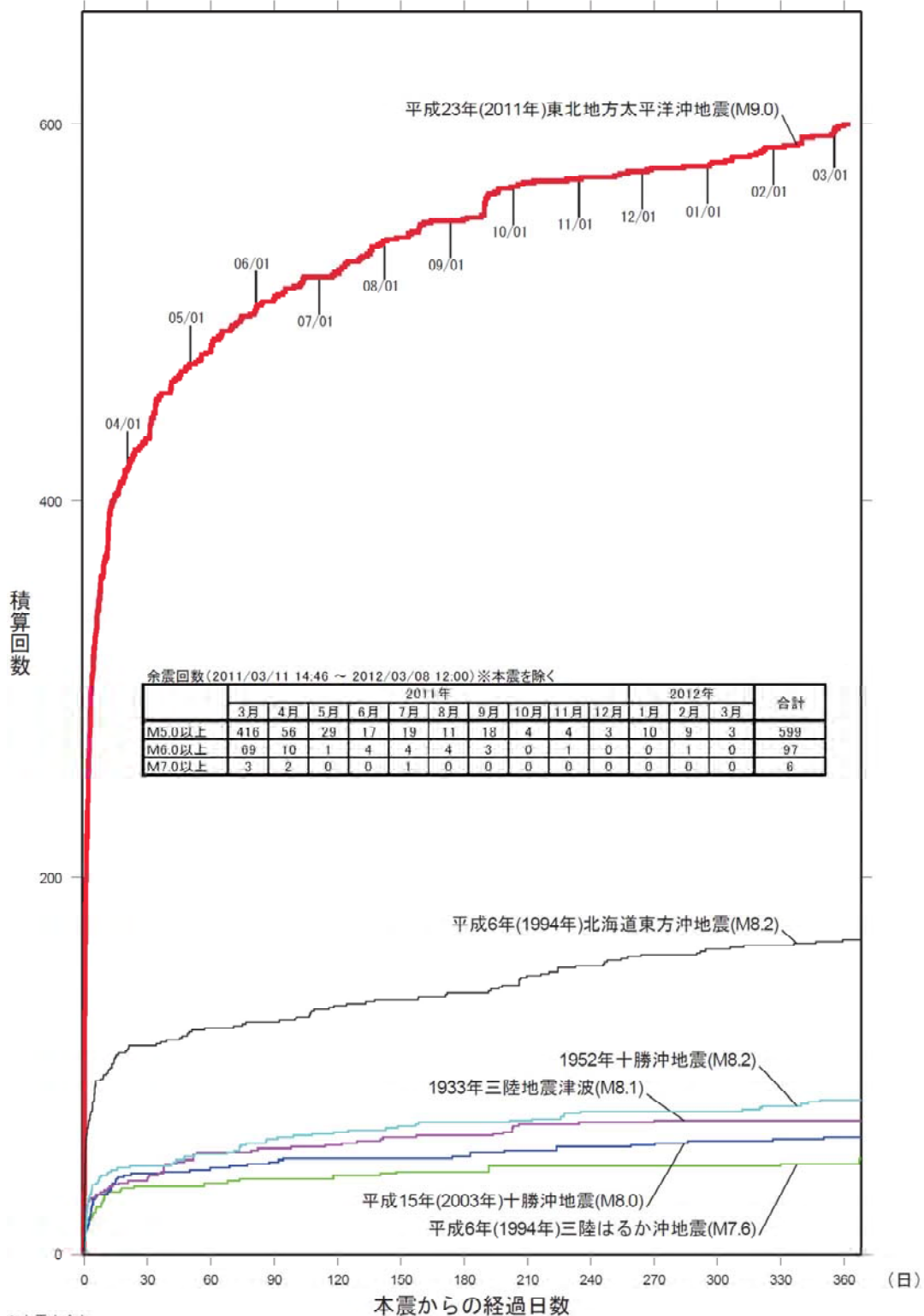


図 I-1-2 加速度波形の比較

また、余震の発生回数について、本震発生後から平成 24 年 3 月 8 日現在までに M7.0 以上の強い余震が 6 回、M6.0 以上が 97 回、M5.0 以上が 599 回発生した（気象庁発表）。図 I-1-3 に過去の地震との余震回数の比較図を示す。過去の地震と比較しても、今回の地震における余震回数が群を抜いて多くなっている。

海域で発生した主な地震の余震回数比較（※本震を含む）
（マグニチュード5.0以上）

2012年03月08日12時00分現在



※本震を含む。

※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがあります。-3-

気象庁作成

図 I-1-3 余震の発生回数比較

[出典：気象庁ホームページ]

表 I-1-3 に示すように、本震発生日（平成 23 年 3 月 11 日）には震度 5 弱以上の余震が連続して 10 回発生している。このような本震発生直後からの連続した余震が液状化被害の拡大の一因と考えられる。また、表 I-1-3 のとおり、3 月 12 日以降も震度 6 弱以上の大規模な余震が 3 回発生しており、こうした大規模な余震により被害を受けた施設もある。

表 I-1-3 3 月 11 日における本震及び余震とそれ以降の大規模余震の発生状況

地震発生日	発震時刻	震源地	最大震度	マグニチュード	備考
2011 年 3 月 11 日	14 時 46 分	三陸沖	7	9.0	本震
	14 時 51 分	福島県沖	5 弱	6.8	
	14 時 54 分	福島県沖	5 弱	5.8	
	14 時 58 分	福島県沖	5 弱	6.4	
	15 時 06 分	岩手県沖	5 弱	6.4	
	15 時 08 分	岩手県沖	5 弱	7.4	
	15 時 12 分	福島県沖	5 弱	6.1	
	15 時 15 分	茨城県沖	6 強	7.6	余震 1
	16 時 29 分	岩手県沖	5 強	6.5	
	17 時 40 分	福島県沖	5 強	6.1	
20 時 36 分	岩手県沖	5 弱	6.7		
2011 年 4 月 7 日	23 時 32 分	宮城県沖	6 強	7.2	余震 2
2011 年 4 月 11 日	17 時 16 分	福島県浜通り	6 弱	7.0	余震 3
2011 年 4 月 12 日	14 時 07 分	福島県中通り	6 弱	6.4	
2011 年 7 月 10 日	09 時 57 分	三陸沖	4	7.3	

[出典：気象庁]

地震規模の地域的な分布状況を把握するため、表 I-1-3 に示した地震のうち、本震と、最大規模（震度 6 弱以上かつマグニチュード 7 以上）の余震として「余震 1」「余震 2」「余震 3」を対象に、各地の震度分布を以下の 2 方法で整理した。

- ① 気象庁発表データによる整理（震度階級）（表 I-1-4）
- ② 地震動マップ即時推定システム^{※1}を活用した整理（計測震度、最大加速度）（表 I-1-5）

気象庁発表データによる震度階級では、余震が本震以上の規模となった市町村として茨城県神栖市が確認された。また、地震動マップ即時推定システムを活用整理した計測震度の結果でも同様に、震源地の違う余震において本震以上の規模となった福島県いわき市や千葉県銚子市などが確認された。

※1：「地震動マップ即時推定システム」

表 I-1-5 に示した計測震度、最大加速度は、産業技術総合研究所が公開している「地震動マップ即時推定システム（Qui Quake : Quick estimation system for earthQuake map triggered by observed records）」に基づいて求めたものである。同システムは、防災科学技術研究所が公開する地震観測記録を基に、全国の計測震度、加速度分布、速度分布を 250m メッシュで推定するシステムである。

表 I-1-4 気象庁発表データによる震度階級の整理結果

都道府県名	行政名	震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	5強	3	5弱	3
岩手県	盛岡市	5強	3	5強	3
岩手県	宮古市	5強	3	5弱	3
岩手県	大船渡市	6弱	3	6弱	3
岩手県	花巻市	6弱	3	5強	3
岩手県	北上市	5強	3	5強	3
岩手県	久慈市	5弱	3	5弱	1
岩手県	遠野市	5強	3	5強	3
岩手県	一関市	6弱	3	6弱	3
岩手県	陸前高田市	-	-	-	-
岩手県	釜石市	6弱	3	6弱	3
岩手県	奥州市	6弱	3	6弱	3
岩手県	平泉町	5強	3	-	3
岩手県	大槌町	-	-	-	-
岩手県	山田町	5強	2	-	-
岩手県	野田村	5弱	3	4	3
宮城県	仙台市	6強	3	6強	4
宮城県	石巻市	6強	2	6弱	4
宮城県	塩竈市	6強	4	6弱	4
宮城県	気仙沼市	6弱	3	5強	3
宮城県	白石市	6弱	-	5弱	4
宮城県	名取市	6強	-	6弱	4
宮城県	角田市	6弱	4	5弱	3
宮城県	多賀城市	5強	-	-	3
宮城県	岩沼市	6弱	4	6弱	5弱
宮城県	登米市	6強	3	6弱	4
宮城県	栗原市	7	3	6強	4
宮城県	東松島市	6強	-	6弱	4
宮城県	大崎市	6強	4	6弱	4
宮城県	蔵王町	6強	-	6弱	5弱
宮城県	大河原町	6弱	-	5強	4
宮城県	村田町	5強	-	5弱	4
宮城県	柴田町	5強	3	5強	4
宮城県	川崎町	6強	-	6弱	-
宮城県	丸森町	5強	3	5弱	4
宮城県	亘理町	6弱	-	5強	3
宮城県	山元町	6強	-	5強	-
宮城県	松島町	6弱	4	6弱	4
宮城県	七ヶ浜町	5強	-	5強	3
宮城県	利府町	6弱	-	6弱	4
宮城県	大和町	6弱	3	5強	3
宮城県	大郷町	6弱	-	-	4
宮城県	富谷町	6弱	-	5強	4
宮城県	大衡村	6強	-	6弱	4
宮城県	色麻町	5強	-	5強	4
宮城県	加美町	5強	-	5強	4
宮城県	涌谷町	6強	3	6弱	5弱
宮城県	美里町	6強	-	6弱	4
宮城県	女川町	-	-	-	3
宮城県	南三陸町	6弱	3	5強	3
福島県	福島市	6弱	4	5弱	4
福島県	会津若松市	5強	3	3	4
福島県	郡山市	6弱	4	5弱	5弱
福島県	いわき市	6弱	4	4	6弱
福島県	白河市	6強	5弱	4	5強
福島県	須賀川市	6強	4	4	5弱
福島県	喜多方市	5強	4	4	4
福島県	相馬市	6弱	4	5強	4
福島県	二本松市	6弱	4	5弱	5弱
福島県	南相馬市	6弱	4	5強	4
福島県	伊達市	6弱	4	5強	5弱
福島県	本宮市	6弱	4	5弱	5弱
福島県	桑折町	6弱	4	5強	4
福島県	国見町	6強	-	5強	4
福島県	鏡石町	6強	5弱	4	5強

都道府県名	行政名	震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
福島県	猪苗代町	6弱	4	4	5弱
福島県	湯川村	5強	4	4	5弱
福島県	西郷村	6弱	4	4	5弱
福島県	矢吹町	6弱	4	4	5弱
福島県	広野町	6弱	4	-	-
福島県	楢葉町	6強	4	5弱	5弱
福島県	富岡町	6強	4	-	-
福島県	大熊町	6強	4	-	-
福島県	双葉町	6強	4	5弱	5弱
福島県	浪江町	6強	4	-	-
福島県	新地町	6強	4	5強	-
茨城県	水戸市	6弱	5強	4	5強
茨城県	日立市	6強	5強	4	5強
茨城県	土浦市	6弱	5強	4	5弱
茨城県	石岡市	6弱	5弱	4	5弱
茨城県	結城市	5強	5弱	3	4
茨城県	龍ヶ崎市	5強	5弱	3	4
茨城県	下妻市	5強	5弱	4	4
茨城県	常陸太田市	6弱	5強	4	4
茨城県	北茨城市	6弱	4	4	5強
茨城県	笠間市	6強	5強	4	5弱
茨城県	牛久市	5強	5弱	3	4
茨城県	つくば市	6弱	5弱	4	5弱
茨城県	ひたちなか市	6弱	5弱	4	5弱
茨城県	鹿嶋市	6弱	5強	4	4
茨城県	潮来市	6弱	5強	3	4
茨城県	常陸大宮市	6強	5弱	4	5弱
茨城県	那珂市	6強	5強	4	5弱
茨城県	筑西市	6強	5強	4	5強
茨城県	稲敷市	6弱	5強	4	5弱
茨城県	かすみがうら市	6弱	5弱	4	5強
茨城県	神栖市	5強	6弱	3	4
茨城県	行方市	6弱	5強	3	5弱
茨城県	鉾田市	6強	6強	4	6弱
茨城県	つくばみらい市	6弱	5強	4	5弱
茨城県	小美玉市	6強	5強	4	5強
茨城県	茨城町	6弱	5強	4	5弱
茨城県	大洗町	5強	5弱	3	4
茨城県	城里町	6弱	5強	4	5弱
茨城県	東海村	6弱	5強	4	4
茨城県	阿見町	5強	5弱	4	5弱
茨城県	河内町	5強	5弱	3	4
茨城県	八千代町	5強	5弱	3	4
栃木県	大田原市	6強	5弱	4	5弱
栃木県	那須町	6弱	5弱	4	5強
栃木県	市貝町	6強	5弱	4	4
埼玉県	久喜市	5強	4	4	4
千葉県	千葉市	5強	5弱	4	4
千葉県	銚子市	5強	5強	3	3
千葉県	市川市	5弱	4	3	4
千葉県	船橋市	5弱	4	3	3
千葉県	松戸市	5弱	4	3	3
千葉県	成田市	6弱	5強	4	4
千葉県	佐倉市	5強	5弱	3	4
千葉県	習志野市	5強	4	3	3
千葉県	八千代市	5強	4	3	3
千葉県	我孫子市	5弱	4	3	4
千葉県	浦安市	5強	5弱	3	3
千葉県	印西市	6弱	5弱	4	4
千葉県	富里市	5弱	5弱	3	4
千葉県	香取市	5強	5強	4	4
千葉県	栄町	5強	5弱	3	4
東京都	東京都区部	5強	5弱	3	4
神奈川県	横浜市	5強	4	3	4
新潟県	十日町市	4	3	3	3
新潟県	津南町	3	2	2	2

※ 1つの市町村において、複数の発表データがある場合は、そのうちの最大値を記載している。
 ※ 表中の「-」は、当該市町村には気象庁発表がないことを示している。

表 I-1-5(1) 産総研の「地震動マップ即時推定システム」による計測震度の推定結果

都道府県名	行政名	計測震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	5.02	2.68	4.28	2.94
岩手県	盛岡市	5.79	3.17	5.72	3.15
岩手県	宮古市	5.33	3.02	5.07	2.79
岩手県	大船渡市	5.66	2.92	5.61	2.71
岩手県	花巻市	5.92	3.25	5.79	3.22
岩手県	北上市	5.97	3.30	5.84	3.33
岩手県	久慈市	5.00	2.68	4.74	3.02
岩手県	遠野市	5.48	3.35	5.30	2.66
岩手県	一関市	6.64	3.12	6.41	3.51
岩手県	陸前高田市	5.69	3.02	5.79	2.89
岩手県	釜石市	6.00	3.63	5.87	2.94
岩手県	奥州市	5.97	3.15	6.05	3.40
岩手県	平泉町	6.05	2.66	6.02	2.99
岩手県	大権町	5.82	3.27	5.69	2.71
岩手県	山田町	5.69	3.04	5.61	2.58
岩手県	野田村	4.94	2.68	4.53	2.84
宮城県	仙台市	5.92	3.51	5.79	4.15
宮城県	石巻市	6.18	3.69	5.87	4.64
宮城県	塩竈市	6.20	3.76	6.08	4.17
宮城県	気仙沼市	5.90	3.48	5.72	3.20
宮城県	白石市	5.79	3.63	5.07	4.43
宮城県	名取市	6.28	4.15	6.02	4.64
宮城県	角田市	6.13	3.89	5.51	4.56
宮城県	多賀城市	6.38	3.94	6.28	4.20
宮城県	岩沼市	6.23	4.15	5.90	4.64
宮城県	登米市	6.82	3.35	6.46	3.71
宮城県	栗原市	7.00	3.45	6.56	3.79
宮城県	東松島市	6.13	3.69	5.87	4.56
宮城県	大崎市	6.33	3.56	6.10	4.15
宮城県	蔵王町	5.72	3.56	5.02	4.30
宮城県	大河原町	5.82	3.69	5.15	4.38
宮城県	村田町	5.79	3.66	5.15	4.33
宮城県	柴田町	5.97	3.87	5.46	4.48
宮城県	川崎町	5.59	3.38	5.20	4.02
宮城県	丸森町	6.10	3.89	5.51	4.56
宮城県	亘理町	6.28	4.10	5.84	4.64
宮城県	山元町	6.41	3.97	6.05	4.59
宮城県	松島町	6.15	3.61	5.95	4.17
宮城県	七ヶ浜町	6.20	3.79	6.05	4.15
宮城県	利府町	6.36	3.89	6.23	4.17
宮城県	大和町	6.13	3.58	5.95	4.05
宮城県	大郷町	6.15	3.58	5.95	4.15
宮城県	富谷町	6.10	3.58	5.92	3.99
宮城県	大衡村	6.05	3.53	5.87	3.97
宮城県	色麻町	6.02	3.51	5.77	3.99
宮城県	加美町	6.10	3.53	5.82	4.02
宮城県	涌谷町	6.02	3.20	5.82	3.92
宮城県	美里町	6.13	3.53	5.97	4.23
宮城県	女川町	6.00	3.30	5.74	3.87
宮城県	南三陸町	5.87	2.99	5.69	3.30
福島県	福島市	5.69	4.17	5.18	4.41
福島県	会津若松市	5.92	4.38	4.35	5.18
福島県	郡山市	6.26	4.48	4.97	5.28
福島県	いわき市	6.15	4.41	4.79	6.23
福島県	白河市	6.15	4.43	4.53	5.48
福島県	須賀川市	6.13	4.10	4.66	5.25
福島県	喜多方市	5.36	3.84	4.07	4.69
福島県	相馬市	6.15	4.10	5.51	4.66
福島県	二本松市	6.33	4.25	5.41	4.94
福島県	南相馬市	6.36	4.30	5.51	4.79
福島県	伊達市	5.56	3.89	5.12	4.28
福島県	本宮市	6.13	4.33	4.89	4.97
福島県	桑折町	5.54	3.84	5.05	4.25
福島県	国見町	5.54	3.69	5.02	4.25
福島県	鏡石町	6.00	4.38	4.59	5.15

都道府県名	行政名	計測震度			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
福島県	猪苗代町	5.79	4.28	4.35	4.92
福島県	湯川村	5.46	3.92	4.12	4.76
福島県	西郷村	6.20	4.97	4.41	5.30
福島県	矢吹町	5.97	4.48	4.71	5.46
福島県	広野町	6.08	4.25	4.48	5.05
福島県	楢葉町	6.15	4.25	4.59	5.00
福島県	富岡町	6.26	4.30	4.79	4.84
福島県	大熊町	6.33	4.33	5.02	4.74
福島県	双葉町	6.36	4.33	5.15	4.69
福島県	浪江町	6.51	4.48	5.56	4.84
福島県	新地町	6.28	3.97	5.77	4.56
茨城県	水戸市	6.28	5.79	4.35	5.28
茨城県	日立市	6.74	5.72	4.51	5.38
茨城県	土浦市	5.95	5.59	4.02	4.82
茨城県	石岡市	5.90	5.36	4.02	5.00
茨城県	結城市	5.56	4.92	3.51	4.25
茨城県	結ヶ崎町	5.79	5.07	3.92	4.56
茨城県	下妻市	5.74	5.10	3.87	4.71
茨城県	常陸太田市	6.56	5.64	4.48	5.38
茨城県	北茨城市	6.00	4.59	4.15	5.79
茨城県	笠間市	6.18	5.36	4.10	5.00
茨城県	牛久市	5.69	5.02	3.76	4.43
茨城県	つくば市	5.90	5.33	3.97	4.79
茨城県	ひたちなか市	6.20	5.72	4.33	5.20
茨城県	鹿嶋市	6.10	5.79	4.07	5.05
茨城県	潮来市	5.84	5.48	3.81	4.66
茨城県	常陸大宮市	6.36	5.33	4.71	5.30
茨城県	那珂市	6.46	5.56	4.41	5.33
茨城県	筑西市	5.84	5.07	3.66	4.56
茨城県	稲敷市	5.59	5.12	4.02	4.51
茨城県	かすみがうら市	5.90	5.48	4.07	5.07
茨城県	神栖町	5.66	5.72	3.53	4.28
茨城県	行方市	6.46	6.10	4.41	5.59
茨城県	鉾田市	6.64	6.28	4.53	5.82
茨城県	つくばみらい市	5.79	5.05	3.89	4.71
茨城県	小美玉市	6.33	5.92	4.30	5.51
茨城県	茨城町	6.28	5.82	4.33	5.33
茨城県	大洗町	6.28	5.84	4.35	5.33
茨城県	城里町	6.26	5.25	4.20	5.10
茨城県	東海村	6.51	5.69	4.43	5.38
茨城県	阿見町	5.79	5.41	3.89	4.66
茨城県	河内町	5.72	5.00	3.89	4.38
茨城県	八千代町	5.72	5.05	3.76	4.64
栃木県	大田原市	5.95	4.71	4.17	4.66
栃木県	那須町	6.15	4.59	4.23	5.20
栃木県	市貝町	6.49	5.28	4.35	5.00
埼玉県	久喜市	5.20	4.48	3.66	4.41
千葉県	千葉市	5.30	4.69	3.33	3.71
千葉県	銚子市	5.38	5.69	3.15	3.81
千葉県	市川市	5.41	4.82	3.56	4.05
千葉県	船橋市	5.79	4.97	4.02	4.30
千葉県	松戸市	5.30	4.46	3.30	3.89
千葉県	成田市	5.64	5.10	3.81	4.28
千葉県	佐倉市	5.87	5.15	3.99	4.35
千葉県	習志野市	5.43	4.69	3.40	3.81
千葉県	八千代市	5.84	5.05	4.02	4.35
千葉県	我孫子市	5.87	5.07	4.02	4.43
千葉県	浦安市	5.25	4.71	3.27	3.71
千葉県	印西市	5.87	5.12	4.05	4.46
千葉県	富里市	5.38	5.00	3.48	4.05
千葉県	香取市	5.51	5.48	3.56	4.25
千葉県	栄町	5.79	5.05	3.97	4.41
東京都	東京都区部	5.41	4.89	3.56	4.05
神奈川県	横浜市	5.33	4.35	3.30	3.69
新潟県	十日町市	3.99	3.07	2.79	3.17
新潟県	津南町	3.43	2.56	2.09	2.53

- ※ 上記の各市町村は、国土交通省公表資料にて下水道施設に被害のあったとされる市町村（管路：132自治体）である。
- ※ 上記の各値は、地震動マップ即時推定システムで推定した各区市町村における最大値を示したものである。
- ※ 着色部は各区市町村における、本震、余震の中での最大値を示している。

表 I-1-5(2) 産総研の「地震動マップ即時推定システム」による最大加速度の推定結果

都道府県名	行政名	最大加速度 (gal)			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
青森県	おいらせ町	137.73	9.48	110.70	12.80
岩手県	盛岡市	790.55	34.22	858.04	20.93
岩手県	宮古市	457.90	39.22	470.58	17.29
岩手県	大船渡市	601.66	44.96	858.04	28.27
岩手県	花巻市	510.74	38.17	554.34	35.17
岩手県	北上市	585.46	41.43	708.76	38.17
岩手県	久慈市	251.13	12.80	176.09	15.50
岩手県	遠野市	470.58	54.43	524.88	18.26
岩手県	一関市	1364.87	75.53	1010.77	65.90
岩手県	陸前高田市	748.54	67.72	931.28	37.14
岩手県	釜石市	769.26	141.54	812.44	33.30
岩手県	奥州市	653.02	28.27	585.46	29.05
岩手県	平泉町	906.20	22.11	769.26	21.51
岩手県	大槌町	635.43	79.77	635.43	26.76
岩手県	山田町	554.34	46.21	496.99	21.51
岩手県	野田村	180.97	13.16	171.35	16.37
宮城県	仙台市	1441.48	39.22	957.06	99.25
宮城県	石巻市	1010.77	43.75	1698.07	84.25
宮城県	塩竈市	1946.46	50.15	1441.48	99.25
宮城県	気仙沼市	689.67	93.97	881.79	38.17
宮城県	白石市	421.89	32.40	329.97	116.92
宮城県	名取市	983.55	67.72	769.26	149.48
宮城県	角田市	635.43	57.49	410.53	134.02
宮城県	多賀城市	1946.46	62.39	1402.65	102.00
宮城県	岩沼市	728.38	71.52	618.32	149.48
宮城県	登米市	1441.48	91.44	1223.66	102.00
宮城県	栗原市	2000.34	73.50	1292.34	59.08
宮城県	東松島市	1067.51	38.17	834.93	77.63
宮城県	大崎市	1441.48	32.40	881.79	65.90
宮城県	蔵王町	388.71	29.85	304.02	104.82
宮城県	大河原町	378.24	34.22	295.83	110.70
宮城県	村田町	445.57	32.40	339.10	107.72
宮城県	柴田町	378.24	44.96	348.49	137.73
宮城県	川崎町	496.99	29.05	378.24	86.58
宮城県	丸森町	653.02	60.71	457.90	145.46
宮城県	亘理町	689.67	69.59	585.46	145.46
宮城県	山元町	881.79	81.98	812.44	145.46
宮城県	松島町	1257.53	35.17	881.79	75.53
宮城県	七ヶ浜町	1793.38	50.15	1292.34	96.58
宮城県	利府町	1843.02	57.49	1292.34	99.25
宮城県	大和町	1257.53	33.30	858.04	64.12
宮城県	大郷町	1223.66	32.40	812.44	67.72
宮城県	富谷町	1328.11	33.30	881.79	64.12
宮城県	大衡村	635.43	29.85	483.60	57.49
宮城県	色麻町	601.66	30.68	554.34	54.43
宮城県	加美町	671.10	31.53	601.66	52.97
宮城県	涌谷町	554.34	22.11	470.58	48.80
宮城県	美里町	618.32	28.27	510.74	65.90
宮城県	安川町	728.38	32.40	1010.77	55.94
宮城県	南三陸町	748.54	77.63	769.26	46.21
福島県	福島市	410.53	84.25	321.08	185.98
福島県	会津若松市	445.57	77.63	93.97	225.15
福島県	郡山市	1067.51	162.24	329.97	457.90
福島県	いわき市	769.26	126.90	225.15	708.76
福島県	白河市	1292.34	166.73	196.41	496.99
福島県	須賀川市	671.10	88.98	219.08	339.10
福島県	喜多方市	219.08	52.97	57.49	162.24
福島県	相馬市	708.76	91.44	635.43	180.97
福島県	二本松市	881.79	153.62	554.34	358.14
福島県	南相馬市	769.26	104.82	554.34	219.08
福島県	伊達市	618.32	73.50	421.89	157.87
福島県	本宮市	769.26	120.15	265.22	339.10
福島県	桑折町	496.99	59.08	358.14	145.46
福島県	国見町	539.41	52.97	368.05	145.46
福島県	鏡石町	635.43	116.92	141.54	329.97

都道府県名	行政名	最大加速度 (gal)			
		本震 2011/3/11 14時46分	余震1 2011/3/11 15時15分	余震2 2011/4/7 23時32分	余震3 2011/4/11 17時16分
福島県	猪苗代町	368.05	64.12	96.58	141.54
福島県	湯川村	251.13	55.94	62.39	157.87
福島県	西郷村	1292.34	339.10	185.98	483.60
福島県	矢吹町	601.66	137.73	166.73	433.57
福島県	広野町	1097.05	96.58	237.78	321.08
福島県	楢葉町	1097.05	93.97	272.56	312.44
福島県	富岡町	881.79	91.44	329.97	251.13
福島県	大熊町	790.55	81.98	358.14	225.15
福島県	双葉町	748.54	73.50	388.71	219.08
福島県	浪江町	769.26	102.00	618.32	312.44
福島県	新地町	790.55	75.53	728.38	145.46
茨城県	水戸市	983.55	510.74	171.35	457.90
茨城県	日立市	1652.33	671.10	237.78	671.10
茨城県	土浦市	496.99	231.38	104.82	207.44
茨城県	石岡市	618.32	339.10	113.77	258.08
茨城県	結城市	399.47	149.48	48.80	104.82
茨城県	龍ヶ崎市	496.99	219.08	102.00	185.98
茨城県	下妻市	410.53	201.85	65.90	153.62
茨城県	常陸太田市	1223.66	585.46	244.36	635.43
茨城県	北茨城市	585.46	145.46	107.72	601.66
茨城県	笠間市	957.06	378.24	116.92	321.08
茨城県	牛久市	483.60	219.08	86.58	162.24
茨城県	つくば市	483.60	244.36	93.97	185.98
茨城県	ひたちなか市	931.28	601.66	162.24	496.99
茨城県	鹿嶋市	769.26	554.34	120.15	258.08
茨城県	潮来市	585.46	378.24	86.58	176.09
茨城県	常陸大宮市	1292.34	510.74	321.08	585.46
茨城県	那珂市	1127.42	569.69	219.08	569.69
茨城県	筑西市	470.58	225.15	69.59	157.87
茨城県	稲敷市	457.90	272.56	86.58	145.46
茨城県	かすみがうら市	554.34	339.10	120.15	258.08
茨城県	神栖市	433.57	339.10	60.71	126.90
茨城県	行方市	1127.42	748.54	180.97	421.89
茨城県	鉾田市	1364.87	931.28	219.08	539.41
茨城県	つくばみらい市	483.60	219.08	93.97	191.12
茨城県	小美玉市	931.28	653.02	162.24	433.57
茨城県	茨城町	858.04	601.66	171.35	399.47
茨城県	大洗町	769.26	601.66	171.35	399.47
茨城県	城里町	1010.77	457.90	171.35	470.58
茨城県	東海村	1010.77	569.69	219.08	554.34
茨城県	阿見町	483.60	213.18	96.58	196.41
茨城県	河内町	399.47	196.41	96.58	149.48
茨城県	八千代町	378.24	176.09	55.94	145.46
栃木県	大田原市	635.43	191.12	113.77	231.38
栃木県	那須町	1097.05	207.44	141.54	410.53
栃木県	市貝町	1190.70	339.10	137.73	280.11
埼玉県	久喜市	213.18	88.98	34.22	69.59
千葉県	千葉市	251.13	96.58	33.30	46.21
千葉県	銚子市	219.08	295.83	27.50	59.08
千葉県	市川市	251.13	116.92	42.57	71.52
千葉県	船橋市	510.74	237.78	102.00	116.92
千葉県	成田市	312.44	134.02	52.97	79.77
千葉県	松戸市	445.57	196.41	81.98	110.70
千葉県	佐倉市	1038.75	258.08	96.58	130.41
千葉県	習志野市	368.05	120.15	36.14	60.71
千葉県	八千代市	601.66	225.15	102.00	126.90
千葉県	我孫子市	496.99	219.08	113.77	171.35
千葉県	浦安市	176.09	84.25	25.34	44.96
千葉県	印西市	689.67	231.38	113.77	157.87
千葉県	富里市	445.57	207.44	52.97	79.77
千葉県	香取市	421.89	280.11	59.08	120.15
千葉県	栄町	457.90	207.44	104.82	149.48
東京都	東京都区部	244.36	137.73	43.75	64.12
神奈川県	横浜市	185.98	65.90	29.05	41.43
新潟県	十日町市	41.43	14.28	9.23	23.35
新潟県	津南町	26.76	9.48	5.20	11.80

- ※ 上記の各市町村は、国土交通省公表資料にて下水道施設に被害のあったとされる市町村（管路：132自治体）である。
- ※ 上記の各値は、地震動マップ即時推定システムで推定した各区市町村における最大値を示したものである。
- ※ 着色部は各区市町村における、本震、余震の中での最大値を示している。

以上より、今回の地震の特性を整理すると、以下のような特徴が挙げられる。

- ・ 地震の規模を示すマグニチュードは、我が国観測史上最大のM=9.0を観測した。
- ・ 最大震度は宮城県栗原市（築館）の震度7であり、8県で震度6以上を観測し、ほぼ全国的（45都道府県）に有感地震を観測した（気象庁発表データ）。
- ・ 最大加速度は、岩手・宮城内陸地震（4,022gal）に次ぐ大きさ（栗原市築館 2,933gal）であり、500galを超える強い地震動は東北から関東までの広い範囲で観測した（気象庁発表データ）。
- ・ 本震の継続時間は、兵庫県南部地震が約50秒（JR 鷹取駅）に対し、約200秒（栗原市築館）と非常に長かった。
- ・ 本震後に、マグニチュード7を超える余震が複数回発生するなど余震活動が活発であり、余震回数は過去の大規模地震を大きく上回っている。また、誘発地震（長野県北部地震、静岡県東部地震など）も発生している。

なお、今回の地震では過去に比べ被害が広域的に発生しているため、被害の整理や分析にあたってはそれぞれの市町村の地震動が必要となるが、気象庁発表データでは全市町村のデータが網羅されない。したがって、以降の整理では全て産総研の「地震動マップ即時推定システム」による推定値を用いるものとする。また、「地震動マップ即時推定システム」により推定した計測震度から震度階級への換算は表 I-1-6による。

表 I-1-6 震度階級と計測震度の関係

震度階級	計測震度
0	0.5 未満
1	0.5 以上 1.5 未満
2	1.5 以上 2.5 未満
3	2.5 以上 3.5 未満
4	3.5 以上 4.5 未満
5 弱	4.5 以上 5.0 未満
5 強	5.0 以上 5.5 未満
6 弱	5.5 以上 6.0 未満
6 強	6.0 以上 6.5 未満
7	6.5 以上

[出典：気象庁ホームページ]

(2) 津波

1) 津波の観測状況

気象庁によると、東北地方太平洋沖地震により、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たと報告されている。図 I-1-4 に示すように、各地の津波観測施設では、福島県相馬で 9.3m 以上※、宮城県石巻市鮎川で 8.6m 以上※など、東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波が観測されている。なお、気象庁による「津波の高さ」の定義は図 I-1-5 のとおりである。

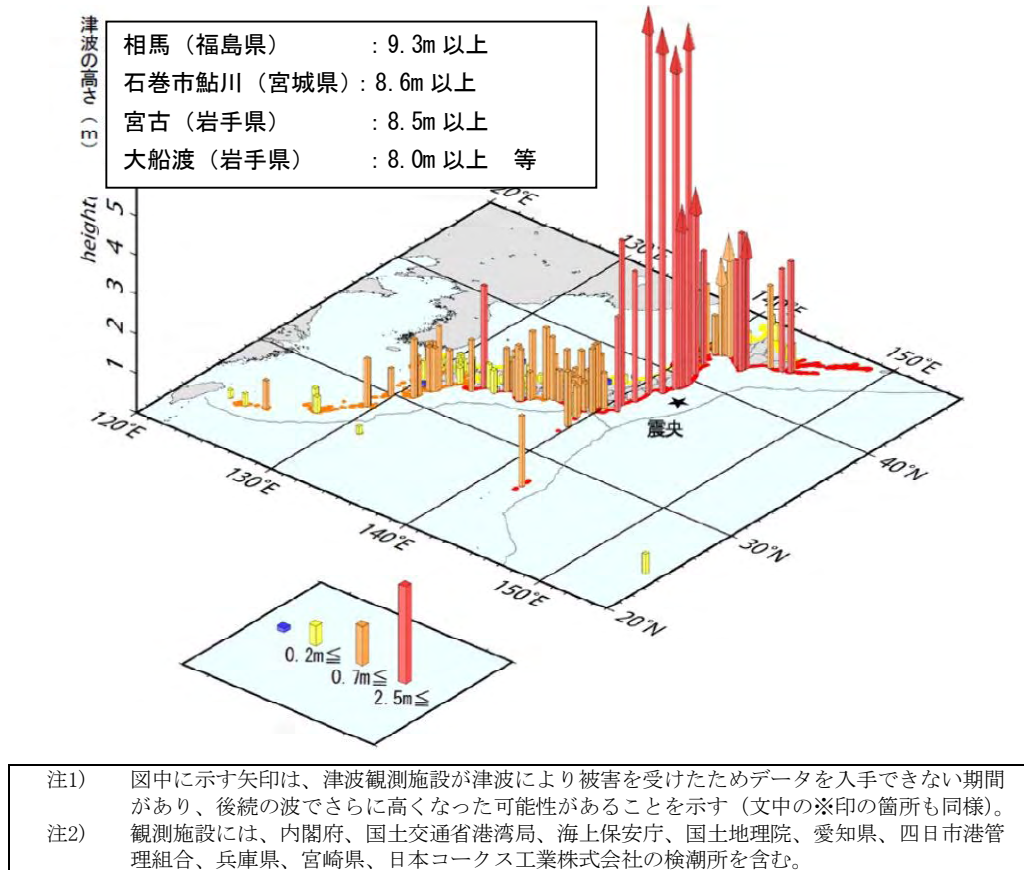


図 I-1-4 津波観測施設で観測された津波の高さ

[出典：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（平成 24 年 2 月 17 日、気象庁）]

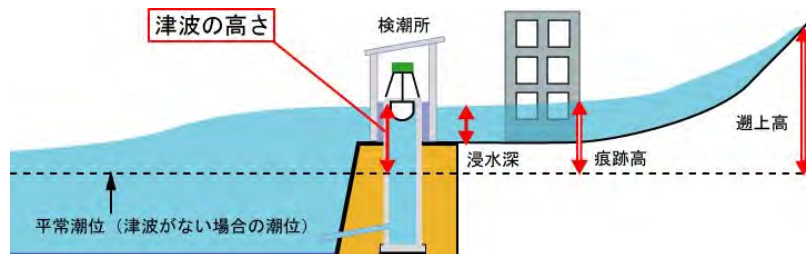


図 I-1-5 津波観測施設で観測された津波の高さ

[出典：気象庁ホームページ]

2) 痕跡高（浸水高、遡上高）

「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」による痕跡高（浸水高と遡上高）の調査結果を図 I-1-6 に示す。局所的には、最高 40.0m の観測最大の遡上高が大船渡市綾里湾で記録されており、これは明治三陸津波の記録を上回る日本で記録された最大値である。

なお、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる「津波の高さ」の定義は図 I-1-7 のとおりである。

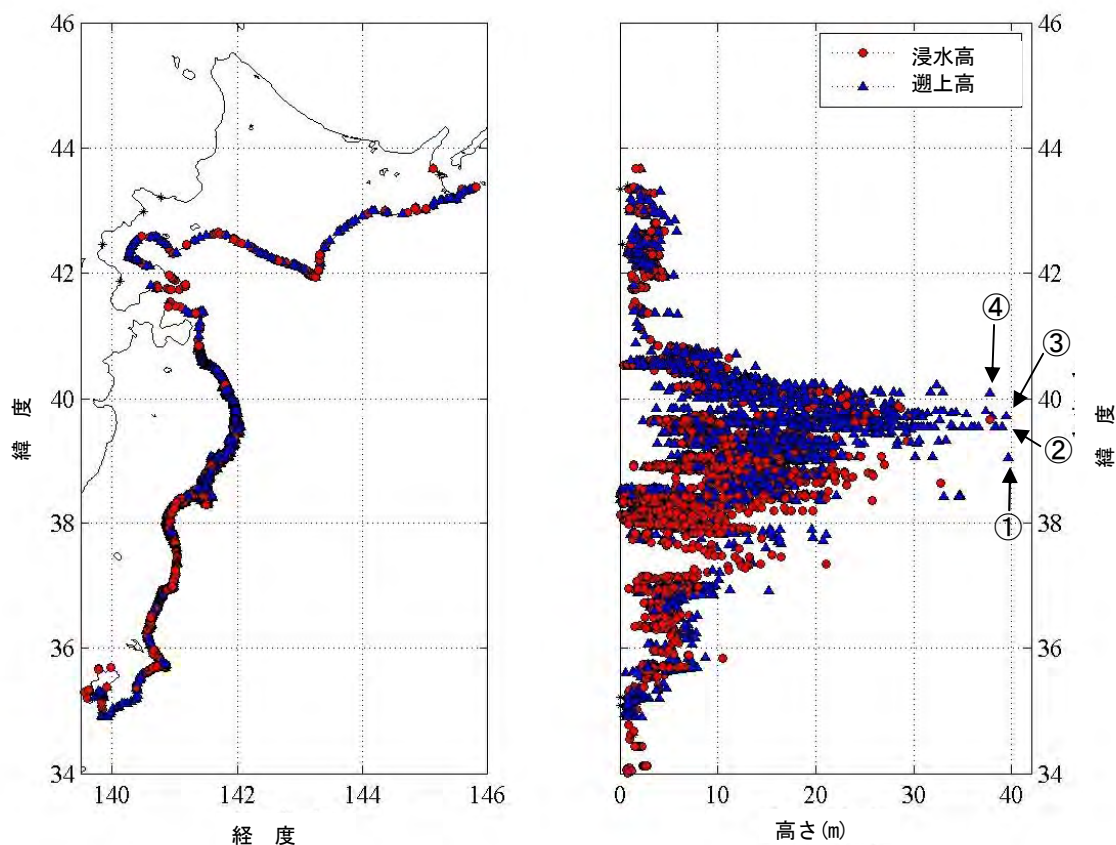
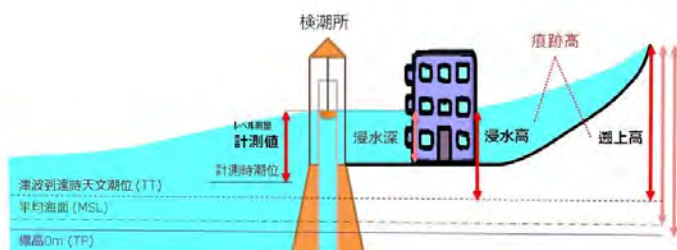


図 I-1-6 緯度方向に投影した津波高の分布

[出典：東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/ttjt/>) による速報値 (2012年2月8日)]



- | | |
|------------|--------------|
| ①大船渡市綾里湾 | : 遡上高 39.77m |
| ②宮古市重茂姉吉港 | : 遡上高 39.21m |
| ③宮古市田老柵内浜 | : 遡上高 39.75m |
| ④岩手県九戸郡野田村 | : 遡上高 38.35m |

※ここでの浸水高及び遡上高は津波到達時天文潮位からの高さによる

図 I-1-7 津波観測施設で観測された津波の高さ

[出典：東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/ttjt/>) による速報値 (2012年2月8日)]

3) 津波波形

気象庁公表の津波波形の一部を図 I-1-8 に示す。一部の地域（相馬（福島県）や石巻市鮎川（宮城県）、大船渡（岩手県）など）ではデータが取れていないが、観測記録が残っているいわきや大洗などのデータから、長時間にわたって大きな津波が複数回押し寄せていることが分かる。また、これらの津波により、高い水位が長時間継続し、陸地から水が引かなかったと考えられる。

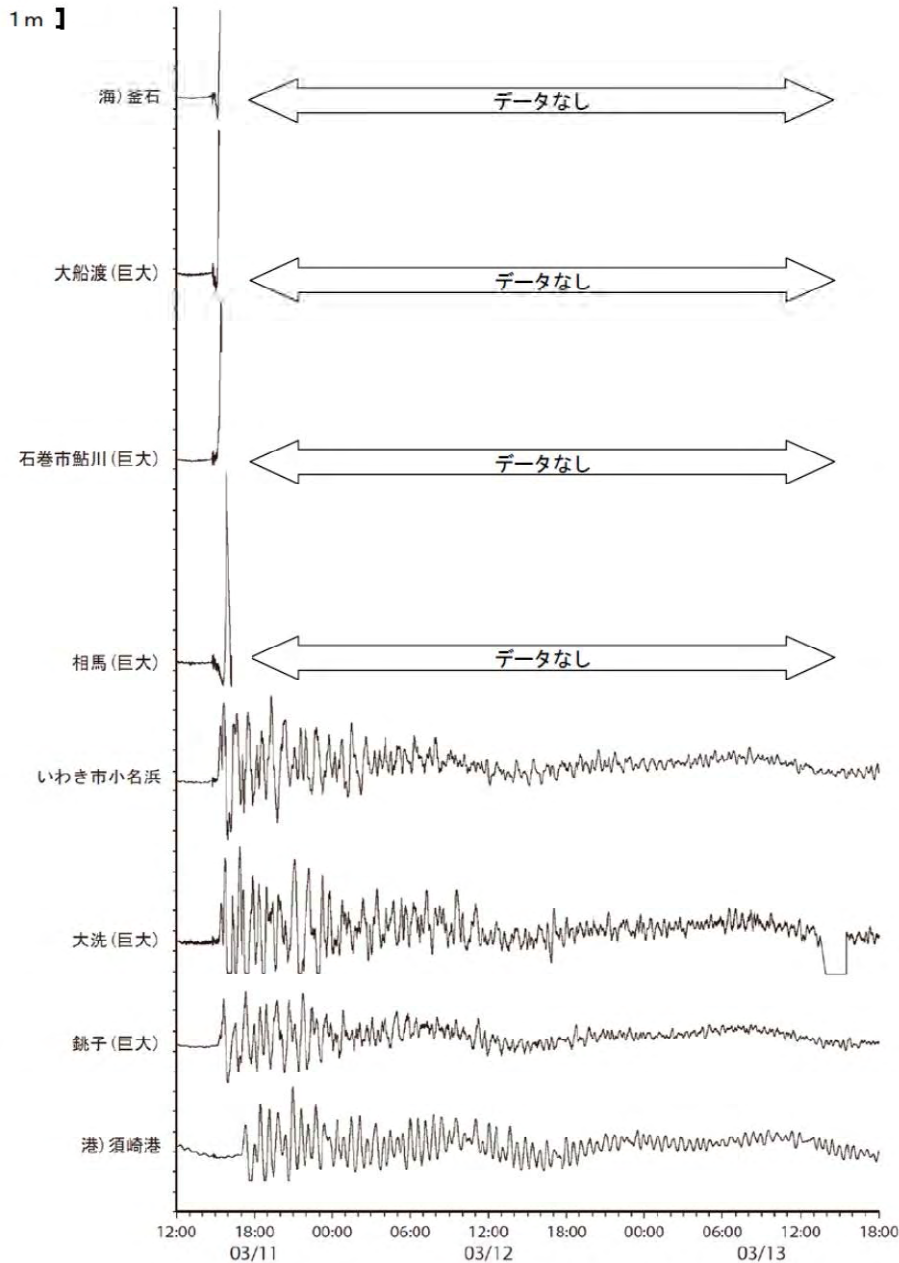


図 I-1-8 主な津波観測施設で観測した津波波形 (2.0m 以上)

[出典：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（平成 23 年 8 月 17 日、気象庁）]

また、国土交通省港湾局が設置している GPS 波浪計（衛星を用いて沖合に浮かべたブイの上下変動を計測し、波浪や潮汐等の海面変動を観測する海象観測機器）における観測結果を図 I-1-9 に示す。このうち、「②岩手県北部沖（久慈沖）」～「⑦福島県沖（小名浜沖）」の 6 地点では、最大波の記録された時刻は地震発生（14 時 46 分）から約 30 分後の 15 時 12 分～15 時 19 分、高さは 2.6m～6.7m（最大は岩手南部沖）であった。なお、図 I-1-10 のとおり、GPS 波浪計は沖合約 20km に設置されており、観測される津波高さは、沿岸部の津波高さに比べ小さい値となる。

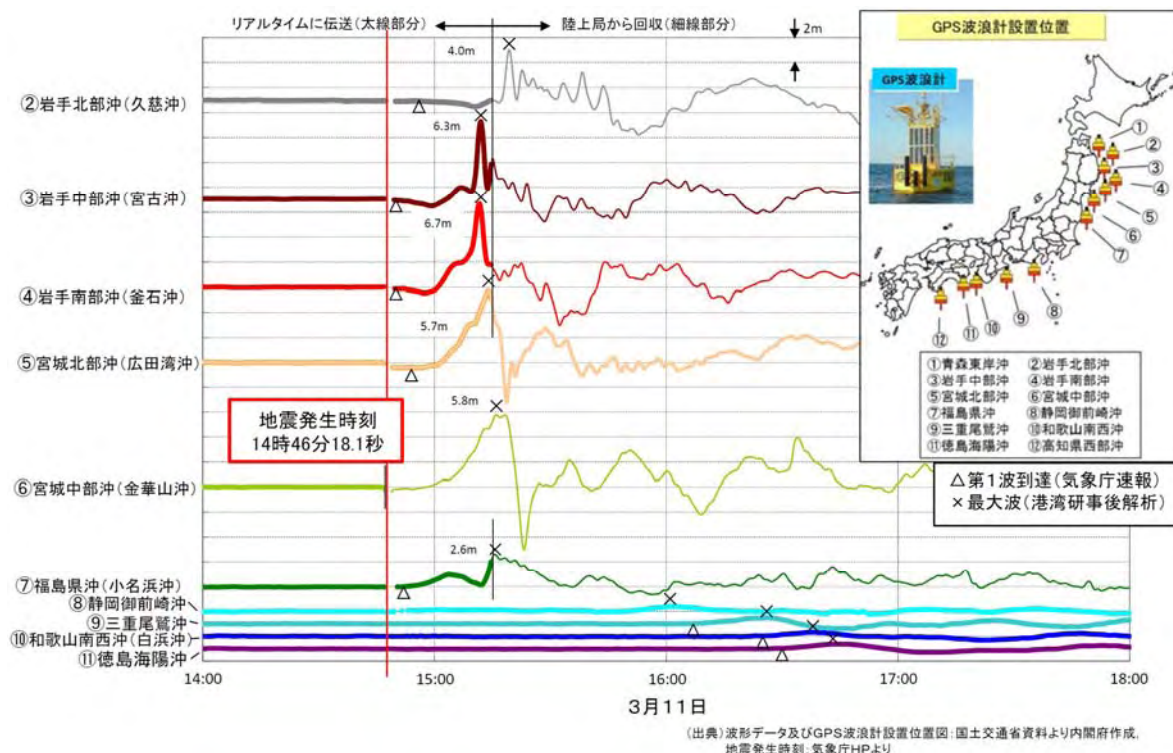


図 I-1-9 GPS 波浪計の波形データ

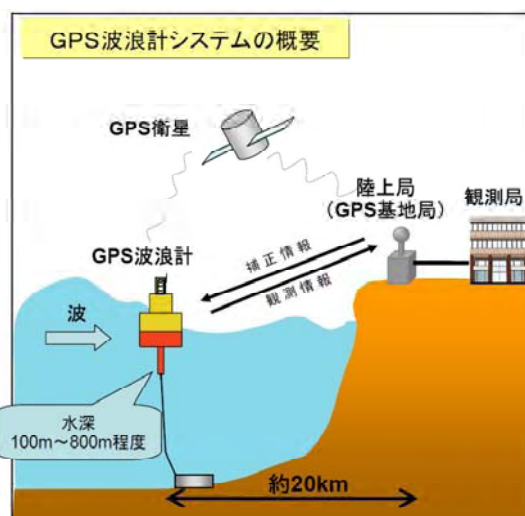


図 I-1-10 GPS 波浪計システムの概要

[出典：国土交通省港湾局ホームページ]

4) 浸水区域

中央防災会議によると今回の津波による浸水は、青森県から千葉県沿岸部の広範囲にわたり発生した。図 I-1-11 は、浸水のあった市町村（行政区）を着色したものである。

浸水面積の合計は 561km² に及ぶと推計されており、県別に見ると宮城県が 327km² で全体の 6 割以上を占め、福島県が 112km²、岩手県が 58km²、青森県が 24km² であった。市町村別では宮城県石巻市が 73km² で最も大きかった(表 I-1-7)。

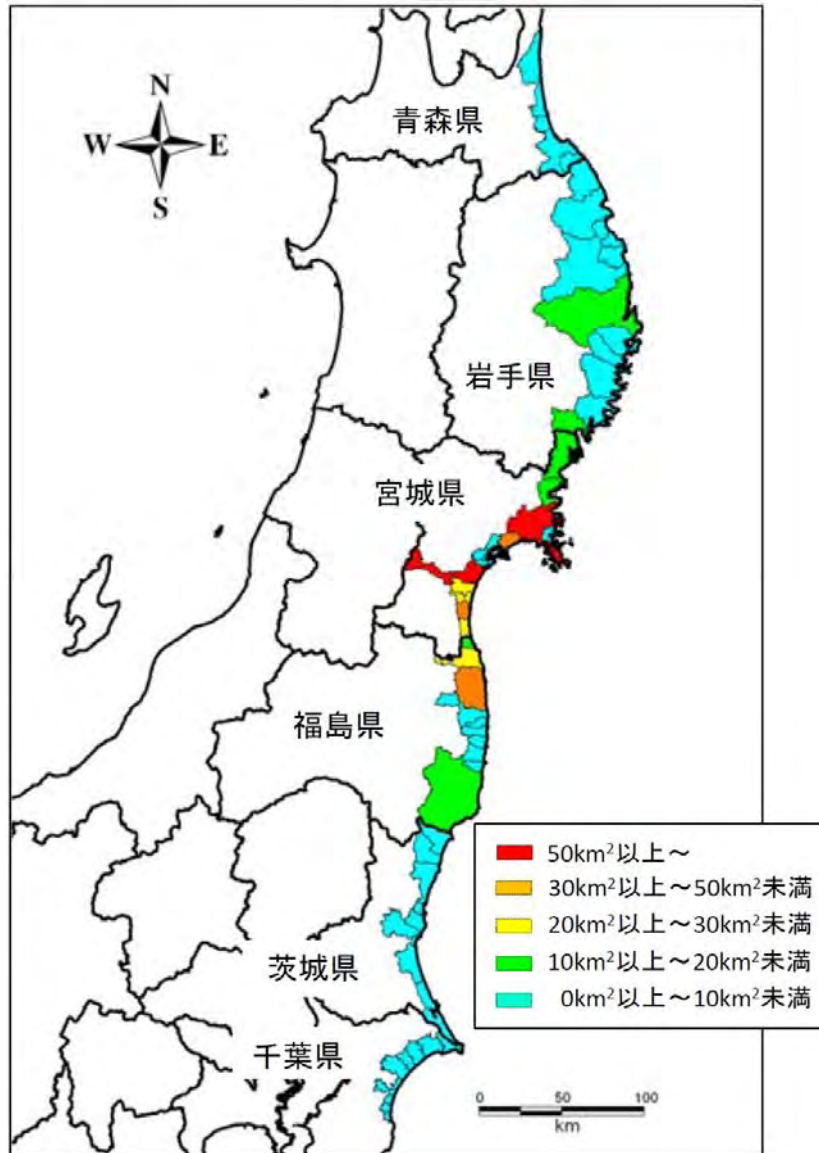


図 I-1-11 浸水のあった市町村と浸水面積

[出典：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告（参考図表集）（平成 23 年 9 月 28 日、中央防災会議）]

表 I-1-7 各市町村の浸水面積

県	市区町村	市町村面積 (km ²)	浸水面積 (km ²)	県	市区町村	市町村面積 (km ²)	浸水面積 (km ²)	
青森県		844	24	福島県		2,456	112	
	六ヶ所村	253	5		新地町	46	11	
	三沢市	120	6		相馬市	198	29	
	おいらせ町	72	3		南相馬市	399	39	
	八戸市	305	9		浪江町	223	6	
	階上町	94	0.5		双葉町	51	3	
岩手県		4,946	58		大熊町	79	2	
	洋野町	303	1		富岡町	68	1	
	久慈市	623	4		檜葉町	103	3	
	野田村	81	2		広野町	58	2	
	普代村	70	1		いわき市	1,231	15	
	田野畑村	156	1	茨城県		1,444	23	
	岩泉町	993	1		北茨城市	187	3	
	宮古市	1,260	10		高萩市	194	1	
	山田町	263	5		日立市	226	4	
	大槌町	201	4		東海村	37	3	
	釜石市	441	7		ひたちなか市	99	3	
	大船渡市	323	8		水戸市	217	1	
	陸前高田市	232	13		大洗町	23	2	
宮城県		2,003	327		鉾田市	208	2	
	気仙沼市	333	18		鹿嶋市	106	3	
	南三陸町	164	10	神栖市	147	3		
	石巻市	556	73	千葉県		689	17	
	女川町	66	3		銚子市	84	1	
	東松島市	102	37		旭市	130	3	
	松島町	54	2		匝瑳市	102	1	
	利府町	45	0.5		横芝光町	67	1	
	塩竈市	18	6		山武市	146	6	
	七ヶ浜町	13	5		九十九里町	24	2	
	多賀城市	20	6		大網白里町	58	0.5	
	仙台市	宮城野区	58		20	白子町	27	1
		若林区	48		29	長生村	28	1
		太白区	228	3	一宮町	23	1	
		名取市	100	27	合計*		12,382	561
		岩沼市	61	29				
		亶理町	73	35				
		山元町	64	24				

出典・浸水面積：国土地理院「津波による浸水範囲の面積（概略値）について（第5報）平成23年4月18日」
 ※ 市町村面積及び浸水面積合計は青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉の6県62市町村

5) 津波の概況整理

津波の概況として、観測状況、痕跡高（浸水高、遡上高）、津波波形、浸水区域について整理すると、以下のような特徴が挙げられる。

- ・今回観測された津波のなかでは、東日本の太平洋沿岸部において特に高い津波が観測された。

相馬（福島県）	: 9.3m以上
石巻市鮎川（宮城県）	: 8.6m以上
宮古（岩手県）	: 8.5m以上
大船渡（岩手県）	: 8.0m以上 等

- ・観測最大の遡上高は大船渡市綾里湾で記録された約 40mであった。（過去最大※）
- ・遡上高は周辺地域に比べ、三陸海岸沿岸部で特に高い傾向である。

大船渡市綾里湾	: 遡上高 39.77m
宮古市重茂姉吉港	: 遡上高 39.21m
宮古市田老柵内浜	: 遡上高 39.75m
岩手県九戸郡野田村	: 遡上高 38.35m

※東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/ttjt/>)

- ・最大の津波は地震から約 30 分後。その後数回にわたり津波が観測されている。
- ・今回の津波による浸水は、青森県から千葉県の沿岸部にかけて広範囲にわたり発生した。また、浸水面積の合計は 561km² に及ぶと推計されている。
- ・地形的に平野部が広がる宮城県で浸水面積が多い傾向である。

(3) 液状化

今回の地震では、液状化現象が東北地方から関東地方にかけての広範囲にわたり発生し、道路、河川、上下水道などのライフライン施設、家屋等に大きな被害が生じた。

特に、関東地方の東京湾岸部及び利根川下流域では、地域全体が面的に液状化することにより、家屋や電柱等の大きな傾斜や道路の隆起・沈下による甚大な被害が発生した。

平成 23 年 8 月 31 日に公表された「液状化対策技術検討会議（国土交通省技術調査課）」の資料より、関東地方における液状化現象の実態が図 I-1-12 及び以下のとおり示されている。

- ・ 今回の地震では、関東地方においては 1 都 6 県にわたり、少なくとも 96 市区町村に及ぶ極めて広い範囲で液状化現象が発生した。
- ・ 特に、東京湾岸部及び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が発生した。



図 I-1-12 関東地方の液状化発生箇所の分布

[出典：液状化対策技術検討会議（国土交通省技術調査課）]

大規模な液状化現象が関東一円の広い範囲で発生した理由としては、地震動の特性と土地利用の変遷が要因として考えられる。

地震の特性としては、本震の継続時間が長いこと（図 I-1-2）、本震直後に本震と同程度の大きな余震が連続して発生していること（図 I-1-3）等が原因として考えられる。

写真 I-1-1 は、東京都新木場で撮影された 2 枚の写真である。①は本震直後に撮影されたもので地面から水が噴き出している。②は本地震から約 2 時間後のもので歩道車道に土砂が堆積している。これらの写真からも、地震動の継続時間が長く、液状化した地盤に余震による揺れが加えられたことで被害が拡大した可能性が考えられる。



①3月11日14時59分【本震直後】



②3月11日16時41分【本震から2時間後】

写真 I-1-1 地震直後の状況（新木場）

土地利用の変遷については、今回震災で激しい液状化現象が生じた浦安市を例にとると、昭和 40 年代後半から 50 年代にかけて大規模な海浜埋立事業が行われており、そのなかでも比較的古くに埋め立てられた今川地区や入船地区で大きな被害が発生した。

また、同様の土地利用の経緯を持つ千葉市や習志野市（以上、千葉県）、神栖市、潮来市（以上、茨城県）でも、局地的に激しい液状化が生じている。

関東一円の局地的な液状化は、これら地震動の特性と土地利用の変遷が合わさって発生したものと推測される。

なお、東北地方の一部地域（宮城県名取市閑上地区、東松島市赤井地区など）でも関東同様の液状化現象が発生している（写真 I-1-2）ところがあるが、海浜や河川砂州等の埋め立てで造成された地区であり、路上への大量の噴砂堆積や電柱等の傾斜、道路の隆起等が生じている。



名取市関上での液状化

【出典：写真集“その時、関上は”（発行人：小齊誠進）】



東松島市赤井での液状化

写真 I-1-2 東北地方における液状化の事例

以上、今回の液状化の特性を整理すると、以下のような特徴が挙げられる。

- ・ 液状化現象が東北地方から関東地方にかけて広範囲に発生した。
- ・ 特に、千葉県浦安市や千葉市等の東京湾岸部の海浜埋立地域や、旧河川の埋め立て地域などでは、地域が全面的に液状化し、甚大な被害が生じた（周辺地盤の液状化）。
- ・ 関東地方等の一部地域で大規模な液状化が発生した理由としては、地震の特性と土地利用の変遷が大きく影響していると考えられる。
- ・ 地震特性としては、本震の継続時間が長いこと、本震直後に本震と同程度の大きな余震が連続して発生していること等が原因として考えられる。

1-2 下水道施設の被害

(1) 管路

管路の被害は、1都10県に及び、布設済み総延長 65,001km に対し、被害延長は 642km であった（国土交通省 災害情報（106報：平成 24 年 2 月 6 日現在）から抜粋、2次調査ベース）。

表 I-1-8 に今回の地震と過去の大きな地震の被害率を示す。今回の地震の管路被害率は、過去の地震を下回っているものの、被害総延長は過去の地震を遙かにしのぐ規模である。ただし、関東地方は埋め立て地における局所的な被害が顕著であったため、関係する都県を除くと、被害率は 2.33% となる。

表 I-1-8 東日本大震災及び過去の地震における管路被害率

震災名	被災市町村等 団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率
東日本大震災	132	65,001	642	0.99%
東日本大震災(関東地方除く)	77	19,063	445	2.33%
兵庫県南部地震	11	13,919	162	1.16%
新潟県中越地震	20	3,293	152	4.62%
能登半島地震	6	652	15	2.30%
新潟県中越沖地震	5	3,072	50	1.63%

※「総延長」とは、当該市町村等団体における管路の総布設延長を示している。

※能登半島地震、新潟県中越沖地震の各数値は、災害査定ベース。

※新潟県中越地震の各数値は、「下水道災害復旧の記録 概要版 平成18年3月 新潟県土木部都市局下水道課」より引用。

※兵庫県南部地震は、「阪神・淡路大震災 下水道はどう対応したか (社)日本下水道協会」より引用。

※関東地方とは、茨城県、栃木県、千葉県、埼玉県、東京都、神奈川県である。

管路の被害を都道府県別に見ると、宮城県、福島県及び茨城県で被害率が高い。また激しい液状化が発生した千葉県においても比較的高い被害率となっている。(表 I-1-9)

表 I-1-9 東日本大震災における都道府県別の管路施設被害概要

都道府県名	被災市町村等 団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率(%)
青森県計	1	113	0.1	0.09%
岩手県計	13	3,712	13	0.34%
宮城県計	39	9,702	312	3.21%
福島県計	22	5,110	120	2.34%
茨城県計	36	9,509	129	1.36%
栃木県計	3	287	2	0.67%
埼玉県計	1	214	0.006	0.003%
千葉県計	13	8,510	54	0.63%
東京都計	1	15,793	12	0.08%
神奈川県計	1	11,625	0.5	0.004%
新潟県計	2	426	1	0.29%
合計	132	65,001	642	0.99%

(国土交通省調べ、平成 24 年 2 月 6 日現在)

管路被害率を震度階級別に整理すると表 I-1-10 の通りとなる。被害率は震度にほぼ比例して増加する傾向にある。

表 I-1-10 東日本大震災における震度階級別の下水道管路施設被害概要

震度	被災市町村等 団体数	総延長 (km)	被害管路延長 (km)	被害率 (%)
7	7	2,124	47	2.22%
6強	55	10,007	250	2.50%
6弱	56	19,268	295	1.53%
5強	13	33,587	50	0.15%
5弱	1	16	0.03	0.19%
合計	132	65,001	642	0.99%

※国土交通省調べ（平成 24 年 2 月 6 日現在）

※表中の「震度」は産総研の「地震動マップ即時推定システム」による推定値である。

(2) 処理場

処理場の被害状況について、震災当初と最新の状況を整理すると、表 I-1-11 の通りとなる。

震災当初、稼働停止が 48 処理場、一部停止が 63 処理場、被害状況不明（福島第一原発警戒区域内）が 9 処理場であったが、3 月 5 日現在では、震災当初、稼働停止であった 48 箇所のうち応急対応中へ 12 箇所、正常に稼働へ 34 箇所、そのまま稼働停止へ 2 箇所、一部停止 63 箇所は全て正常に稼働となっている。

なお、平成 24 年 3 月 5 日現在で 2 処理場が稼働停止状態にあるが、津波による甚大な被害で家屋等が流出しており、汚水の発生はない状況である。

過去の地震と比較すると、兵庫県南部地震では稼働停止した処理場が 8 施設であり、今回の稼働停止数は過去と比べても格段に多いことが分かる。（表 I-1-12）

表 I-1-11 処理場の被害状況

項目	震災当初	平成 24 年 3 月 5 日現在	
稼働停止	48	2	
応急対応中	—	12	現位置にて応急対応中 10
			別位置にて応急対応中 2
一部停止	63	—	
警戒区域内	9	9	
正常に稼働	—	97	
計	120	120	

[出典：国土交通省 災害情報（107 報：平成 24 年 3 月 5 日現在）より抜粋]

表 I-1-12 稼働停止した処理場数

地震名	発生日	稼働停止処理場数
兵庫県南部地震	1995.1.17	8
新潟県中越地震	2004.10.23	1
能登半島地震	2007.3.25	0
新潟県中越沖地震	2007.7.16	0
東北地方太平洋沖地震	2011.3.11	48

(3) ポンプ場

ポンプ場の被害状況について、震災当初と最新の状況を整理すると、表 I-1-13 の通りとなる。

震災当初、稼働停止が 79 ポンプ場、一部停止が 32 ポンプ場、被害状況不明（福島第一原発警戒区域内）が 1 ポンプ場であった。3 月 5 日現在では、震災当初、稼働停止であった 79 箇所のうち応急復旧対応中へ 6 箇所、一部停止へ 5 箇所、正常に稼働へ 56 箇所、そのまま停止が 12 箇所に改善され、また、一部停止 32 箇所のうち、正常に稼働へ 18 箇所、そのまま一部停止が 14 箇所となっている。

なお、平成 24 年 3 月 5 日現在でも雨水 12 ポンプ場のポンプ場が稼働停止状態にあるが、排水対策地区のない施設である。

表 I-1-13 ポンプ場の被害状況

項目	震災当初	平成 24 年 3 月 5 日現在		
稼働停止	79	12		
応急対応中	—	6	仮設ポンプによる送排水	5
			ポンプ場にて汚水処理	1
一部停止	32	19		
警戒区域内	1	1		
正常に稼働	—	74		
計	112	112		

[出典：国土交通省 災害情報（107 報：平成 24 年 3 月 5 日現在）より抜粋]

1-3 下水道施設被害調査結果

下水道施設被害を把握するにあたって実施したアンケート調査の概要を以下に示す。

① アンケート対象

処理場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全処理場 (120 処理場)

ポンプ場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全ポンプ場 (112 ポンプ場)

管路 : 東日本大震災に起因する被害が発生し、災害査定を受ける自治体 135 箇所*

※9月のアンケート配布時点で災害査定を受ける予定の自治体数のため、国土交通省調べの被災自治体数とは整合しない。

② 回収率等 (※平成 24 年 2 月 14 日時点集計)

処理場 : 86/120(72%)、うち津波被害があったと回答した処理場数 : 16/86

ポンプ場 : 75/112(67%)、うち津波被害があったと回答したポンプ場数 : 37/75

管路 : 96/135(71%)、うち埋戻し部の液状化被害があったと回答した自治体 : 61/96

うち周辺地盤の液状化被害があったと回答した自治体 : 21/96

③ アンケート調査内容

処理場・ポンプ場に関しては、表 I-1-14 に示すとおり、施設区分毎 (処理場は 23 施設に分類、ポンプ場は 5 施設に分類) に、施設の有無、耐震対策の有無、被害の程度、被害対象工種、被害要因、浸水深を質問した。また、海岸からの距離や施設の覆蓋の状況、復旧対応状況等も質問している。

管路に関しては、表 I-1-14 に示すとおり、施設区分毎 (管きょ、人孔、マンホールポンプ) に、被害要因別 (地震動、津波、液状化など) の被害状況を質問している。また、既設管の耐震対策の有無とその被害内容などについても質問している。また、図 I-1-13 のように人孔被害の判定基準を示している。

アンケート用紙

表 I-1-14(1) アンケートにおける調査票（処理場）

施設		施設有無	耐震対策	被災程度		被災対象工	被災要因	浸水高	備考 (補足説明、被災概況)	写真No (別資料)
施設名称	被災箇所	○: 有 ×: 無	L1: 有L1対応 L2: 有L2対応 ×: 無	【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷	【機能状況】 a: 機能に問題無 b: 一部機能停止 c: 全機能停止	1: 土木 2: 建築 3: 機械 4: 電気	ア: 地震力 イ: 液状化 ウ: 津波波圧 エ: 津波漂流物 オ: 津波浸水 カ: その他	浸水があった施設のみ記載ください(単位GL+m)		
流入渠										
管理棟										
ポンプ施設	沈砂池施設(沈砂・しき対応)									
	汚水ポンプ施設									
	雨水ポンプ施設									
雨水調整池・滯水池										
汚水調整池										
水処理施設	最初沈殿池									
	反応タンク									
	最終沈殿池									
	消毒設備									
	場内管渠									
高度処理施設										
電機関連施設	受変電棟(特高受電棟)									
	自家発電機棟									
	電機室									
機械棟										
放流渠・吐口										
汚泥処理施設	濃縮槽									
	機械濃縮設備									
	消化槽									
	脱水機									
	焼却炉									

表 I-1-14(2) アンケートにおける調査票（ポンプ場）

施設		施設有無	耐震対策	被災程度		被災対象工	被災要因	浸水高	備考 (補足説明、被災概況)	写真No (別資料)
施設名称	被災箇所	○: 有 ×: 無	L1: 有L1対応 L2: 有L2対応 ×: 無	【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷	【機能状況】 a: 機能に問題無 b: 一部機能停止 c: 全機能停止	1: 土木 2: 建築 3: 機械 4: 電気	ア: 地震力 イ: 液状化 ウ: 津波波圧 エ: 津波漂流物 オ: 津波浸水 カ: その他	浸水があった施設のみ記載ください(単位GL+m)		
流入渠										
沈砂池施設(沈砂・しき対応)										
汚水ポンプ施設										
自家発電施設										
放流管渠										

表 I-1-14(3) アンケートにおける調査票 (管路)

施設名称	被災要因※1												写真No.
	ア:全面液状化 ウ:部分液状化 オ:盛土の変状			イ:津波 エ:地震動 カ:不明・その他			ア:全面液状化 ウ:部分液状化 オ:盛土の変状			イ:津波 エ:地震動 カ:不明・その他			
本管の管種 A:塩ビ、B:リブ、C:ヒューム、 D:陶管、E:ダクタイル鑄鉄、 F:ポリ、その他(記入)													
管種別被災総延長(km)													
管渠部 被害内訳	路面異常(箇所)												
	滞水(箇所)												
	土砂堆積(箇所)												
	本管破損(箇所)												
マンホール 被害内訳	被災人孔総個数(個)												
	鉄蓋(個)												
	躯体(個)												
	突出(個)												
	沈下(個)												
	管接合部(個)												
マンホールポンプ 被害内訳	被災ポンプ総個数(個)												
	制御盤(個)												
	停電(個)												
	土砂(個)												
	人孔破損(個)												
	ポンプ異常												

<被害項目の内容>

マンホール

- 「鉄蓋」:鉄蓋のずれ
- 「躯体」:躯体のずれ、ひび割れ
- 「突出」:液状化による人孔の突出
- 「沈下」:液状化による人孔の沈下
- 「管接合部」:人孔と本管接合部の破損

管渠部

- 「路面異常」:管路埋設路線上の路面の隆起・陥没
- 「滞水」:管路の逆勾配、閉塞による人孔・管渠内の汚水の滞水
- 「土砂堆積」:土砂堆積による管閉塞
- 「本管破損」:本管受口抜け、破損

マンホールポンプ

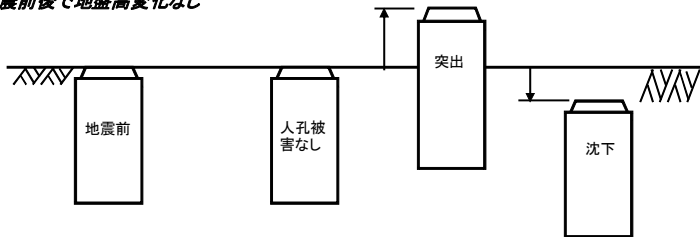
- 「制御盤」:制御盤の浸水、破損、欠落
- 「停電」:電力供給不可
- 「土砂」:土砂堆積によるポンプ作動異常
- 「人孔破損」:人孔破損によるポンプ停止
- 「ポンプ異常」:ポンプ本体の異常

※1 被災要因は周辺地盤の状況から判断して下さい。

- ア:全面液状化一宅地からも噴砂が見られた。
- イ:津波一浸水した
- ウ:部分的液状化一道路路面(埋戻し部)の陥没
- エ:地震動一噴砂は見られない
- カ:盛土の変状一地すべり
- カ:不明、その他一要因が不明の場合

測量を実施している場合は、測量値にて判断し、測量をしていない時は
下図を参考に決定して下さい。

○地震前後で地盤高変化なし



○地震前後で地盤高変化あり

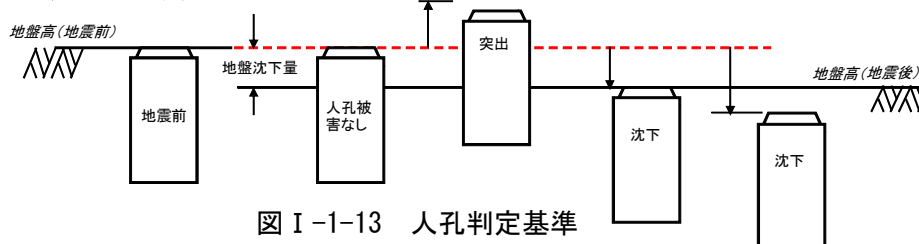


図 I-1-13 人孔判定基準

(1) 特徴的な被害要因の整理

東日本大震災においては、地震動による被害、液状化による被害に加え、津波による被害など、被害の要因が多岐にわたった。

1) 管路

管きょ被害では、図 I-1-14 に示す通り、液状化による被害が顕著で全体のおよそ9割を占めた。人孔被害についても液状化による被害が約7割と高い割合であった。

なお、管路の津波被害については、浸水域での調査が未実施である地域もあることから、アンケート調査結果からは明確に把握は難しい。

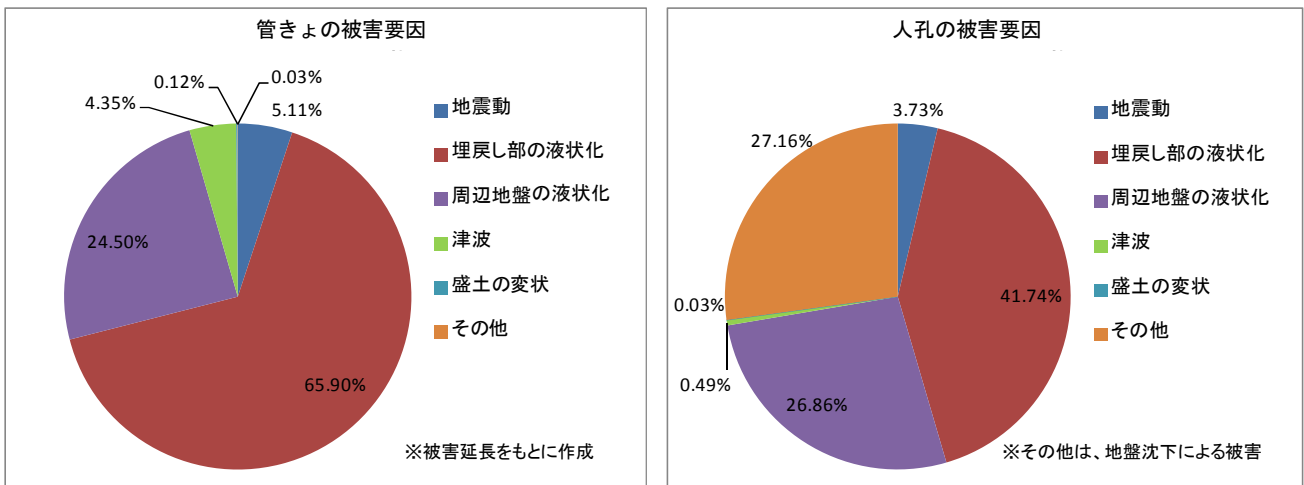


図 I-1-14 管路における被害要因割合

※被害要因は重複あり

アンケート結果に基づく管路の被害は、表 I-1-15 より、1都7県に及び、被害要因別では、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による被害は宮城県で最も多く発生し、「周辺地盤の液状化」による被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。また、「津波」による被害は岩手県及び宮城県のみで、「盛土の変状」による被害は福島県及び岩手県のみで発生した。なお、ここで示したのはアンケート結果に基づくものであり、アンケート回収時点では把握できていなかった仙台市の造成盛土被害等については含まれていない(後述)。

表 I-1-15 アンケート結果に基づく被害総括表【管路】

都道府県	市町村等 団体数	管渠被害延長(km)						人孔被害(個)					
		地震動	埋戻し部の 液状化	周辺地盤の 液状化	津波	盛土の 変状	その他	地震動	埋戻し部の 液状化	周辺地盤の 液状化	津波	盛土の 変状	その他
岩手県	8	0.09	4.97	0.00	16.22	0.02	0.10	0	54	0	47	1	3,980
宮城県	31	12.45	175.31	10.49	0.50	0.00	0.00	318	4,849	560	25	0	26
福島県	13	0.30	39.90	1.05	0.00	0.44	0.00	110	612	15	0	3	0
茨城県	30	6.80	31.58	26.38	0.00	0.00	0.00	116	635	488	0	0	0
栃木県	3	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	6	7	0	0	0	0
千葉県	8	0.00	0.04	51.60	0.00	0.00	0.00	0	1	2,777	0	0	0
東京都	1	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0	0	122	0	0	0
新潟県	2	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
合計	96	19.63	253.41	94.23	16.72	0.46	0.10	550	6,158	3,962	72	4	4,006

2) 処理場・ポンプ場

処理場及びポンプ場における被害要因割合は、場内施設の施設数で整理した図 I-1-15 に示す通り、津波による被害割合が半数以上であった。

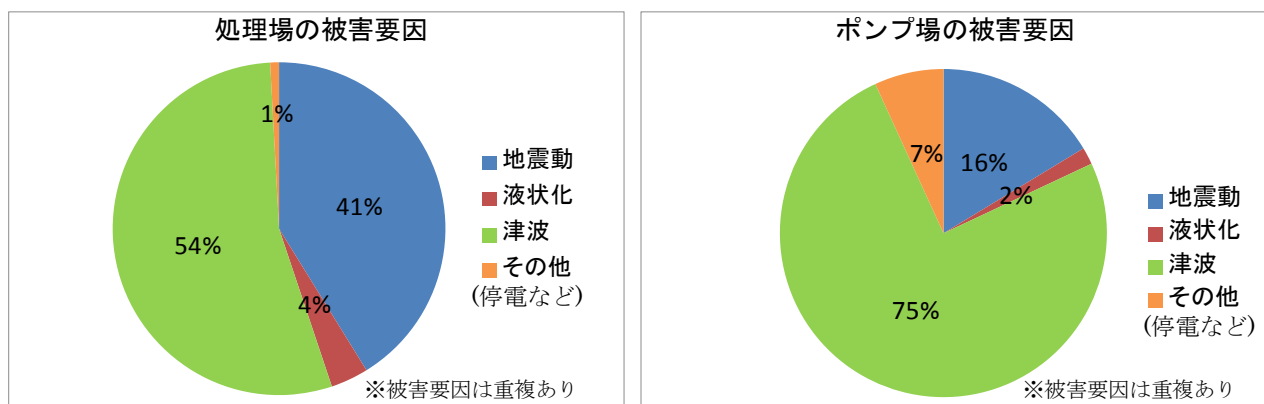


図 I-1-15 処理場、ポンプ場における場内施設を対象とした被害要因割合

また、アンケート結果に基づく処理場の被害は、処理場数で整理した表 I-1-16 より、1都9県に及び、被害要因別では、「地震動」による被害は1都9県すべてにおいて発生し、「液状化」による被害は岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、東京都で発生した。また、「津波による波圧」「津波による漂流物」「津波による浸水」による被害は岩手県、宮城県、福島県で発生した。

表 I-1-16 アンケート結果に基づく被害総括表【処理場】

都道府県名	被災処理場数 ^{※1}	被災要因別の被災処理場数 ^{※2}				
		地震動	液状化	津波波圧	津波漂流物	津波浸水
青森県	2	2	0	0	0	0
岩手県	4	2	1	2	2	4
宮城県	21	17	2	8	6	7
福島県	7	5	1	1	1	2
茨城県	13	13	2	0	0	0
栃木県	4	4	1	0	0	0
埼玉県	2	2	0	0	0	0
千葉県	3	3	0	0	0	0
東京都	4	4	3	0	0	0
神奈川県	9	9	0	0	0	0

※1 被災処理場数は、被災要因が判っている処理場の数を示している。

※2 重複あり（1つの処理場で複数の被災要因を含むケースがあるため）

ポンプ場の被害は、ポンプ場数で整理した表 I-1-17 より、5県で発生し、被害要因別では、「地震動」による被害は岩手県、宮城県、茨城県で発生し、「液状化」による被害は宮城県、茨城県で発生した。また、「津波による波圧」「津波による漂流物」「津波による浸水」による被害は5県すべてで発生した。

表 I-1-17 アンケート結果に基づく被害総括表【ポンプ場】

都道府県名	被災ポンプ場数 ^{※1}	被災要因別の被災ポンプ場数 ^{※2}				
		地震動	液状化	津波波圧	津波漂流物	津波浸水
青森県	2	0	0	0	0	2
岩手県	5	1	0	1	1	5
宮城県	33	16	3	24	19	23
福島県	2	0	0	0	0	2
茨城県	6	3	1	2	0	2

※1 被災ポンプ場数は、被災要因が判っているポンプ場の数を示している。

※2 重複あり（1つのポンプ場で複数の被災要因を含むケースがあるため）

3) まとめ

以上の結果をとりまとめると以下の通りとなる。

①管路

【被害要因】

- ・管きよ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ9割を占めた。
- ・人孔被害では、液状化による被害が約7割と高い割合であった。

【地域特性】

- ・「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による管路被害は宮城県が最も多い。
- ・「周辺地盤の液状化」による管路被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。

②処理場・ポンプ場

【被害要因】

- ・処理場及びポンプ場では、場内施設を対象とした被害要因割合で見ると、津波による被害割合が半数以上と多い傾向であった。

【地域特性】

- ・「地震動」による被害は、処理場では1都9県すべてで発生し、ポンプ場では岩手県、宮城県、茨城県で発生した。
- ・「液状化」による被害は、処理場では岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、東京都で発生し、ポンプ場では宮城県、茨城県で発生した。
- ・「津波による波圧」「津波による漂流物」「津波による浸水」による被害は、処理場では岩手県、宮城県、福島県で発生し、ポンプ場では5県すべてで発生した。

以降の分析においては、今回最も多い被害要因である、管路では液状化、処理場・ポンプ場では津波を対象として行うものとする。

(2) 液状化による管路施設被害

1) 液状化による被害概況

①被害要因の分類

液状化による下水道管路施設被害は、図 I-1-16 に示すように埋戻し部の液状化によるものと、周辺地盤の液状化によるものの、大きく次の2つの形態に分類される。

a. 埋戻し部の液状化

図 I-1-16 の a) に示す、管路施設の埋戻し部分のみが液状化する（以下、「埋戻し部の液状化」）もので、人孔浮上や管布設部の路面沈下、管きよのたるみ等が主な被害として挙げられる。

b. 周辺地盤の全面液状化

図 I-1-16 の b) に示す、下水道管路施設埋戻し部周辺の道路や宅地地盤も含めて全面的に液状化する（以下、「周辺地盤の液状化」）もので、人孔の躯体ズレ・破損、取付管突出、管きよの抜け、管内の土砂閉塞等が主な被害として挙げられる。また、管路埋戻し部以外の場所においても、舗装が損壊し、家屋・電柱等の沈下や傾倒が見られるのが特徴である。

なおここでは、現地における周辺地盤の液状化の判断を、「宅地からも噴砂が見られる状態」で行っている。

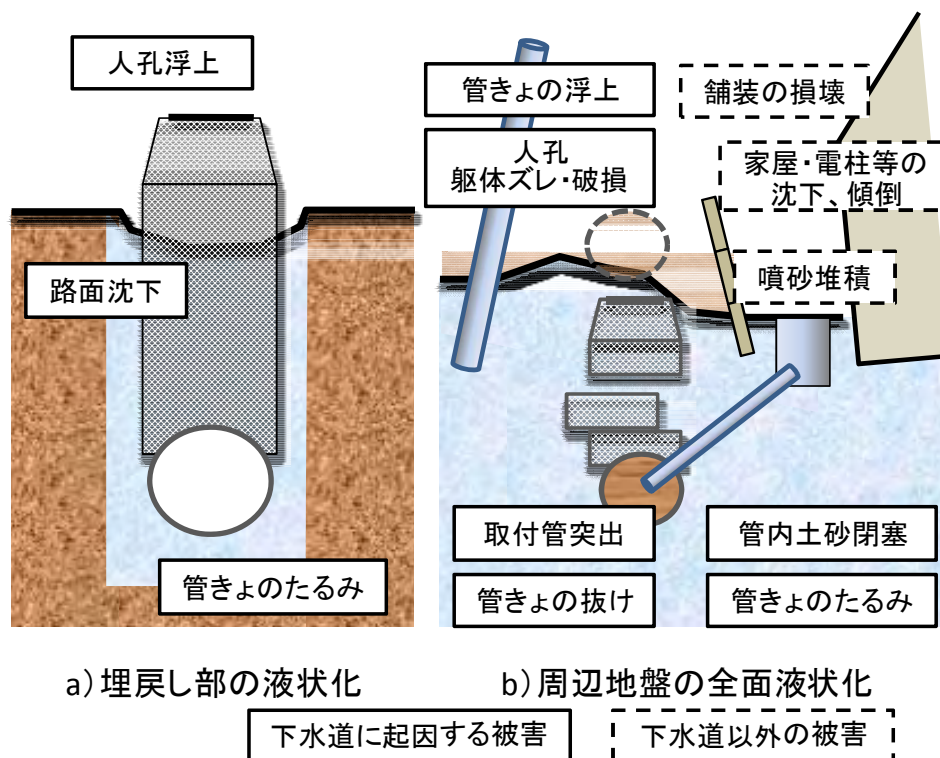
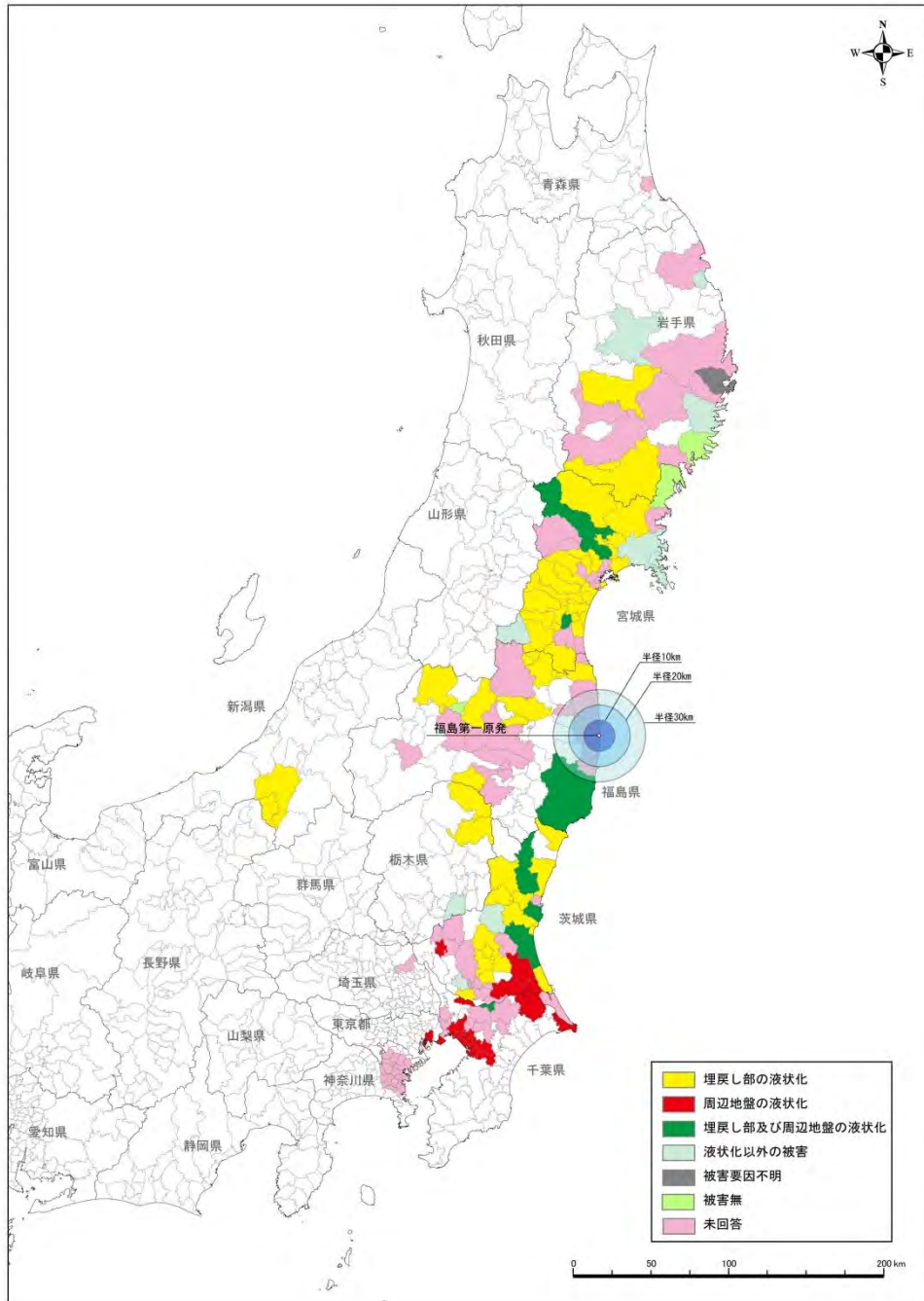


図 I-1-16 下水道管路施設の被害要因の分類

②液状化被害の発生分布

図 I-1-17 は、アンケート結果を基に、液状化による被害を市町村別に整理したものである。

埋戻し部の液状化による被害は、岩手県、宮城県、福島県など東北地方の太平洋側に比較的多く見られ、周辺地盤の液状化による被害は、東京都、千葉県、茨城県など関東地方の東京湾岸部及び利根川下流域に位置する市町村で多く発生している（図 I-1-18）。



※上図は、アンケート調査に対し、管路被害があったと回答した自治体について、市町村単位で着色を行ったものである。

※平成 23 年 2 月 14 日時点のアンケート結果に基づく

図 I-1-17 液状化による被害状況

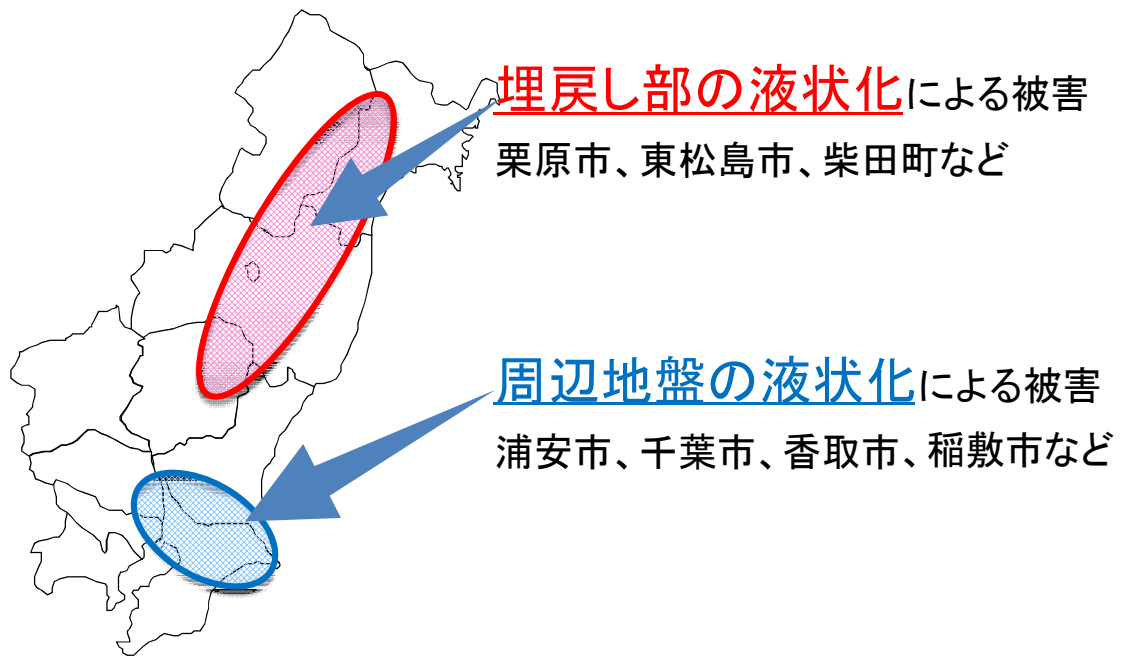


図 I -1-18 液状化の発生概略位置図

2) 周辺地盤の液状化による被害

① 被害の概要

周辺地盤の液状化（全面液状化）による被害状況を整理すると図 I-1-18 のとおりである。周辺地盤の液状化で管路に被害を受けている自治体は東京湾岸部及び利根川下流域の 21 自治体であり、管きよ被害では土砂堆積が 36%（2,674/7,378 箇所）、人孔被害では沈下が 41%（1,583/3,845 箇所）であった。なお、アンケートにおける被害形態の分類は図 I-1-20 に示す通りである。今回震災で確認された被害事例を写真 I-1-3 に示す。

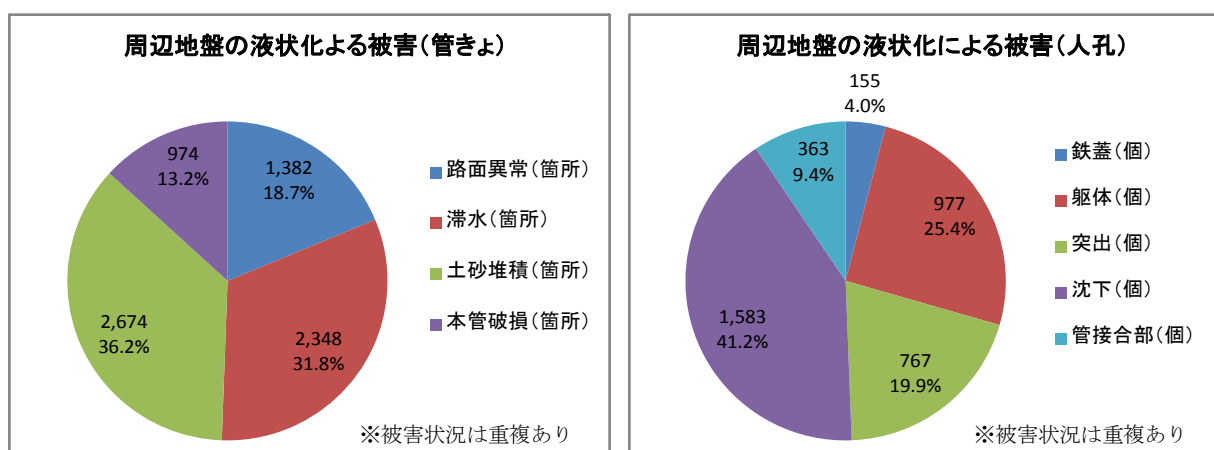


図 I-1-19 周辺地盤の液状化による被害形態

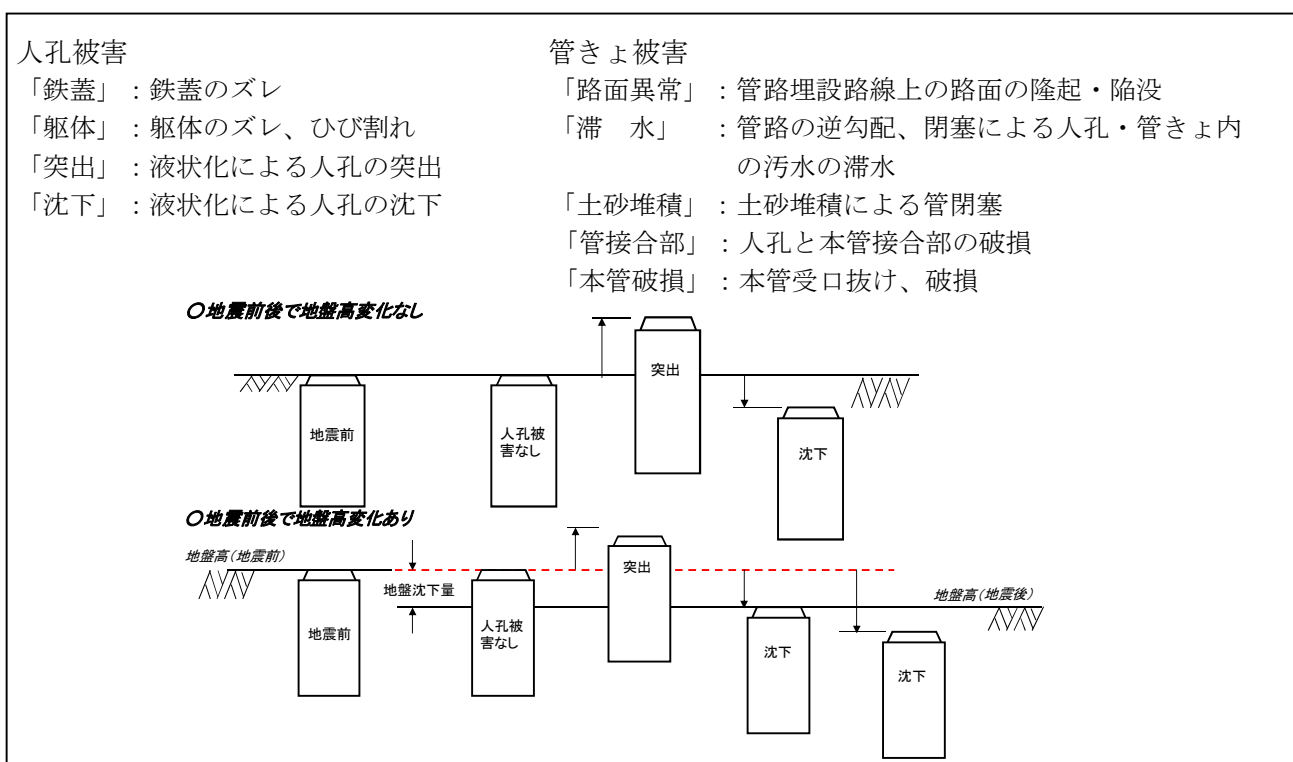


図 I-1-20 アンケートにおける被害形態の分類

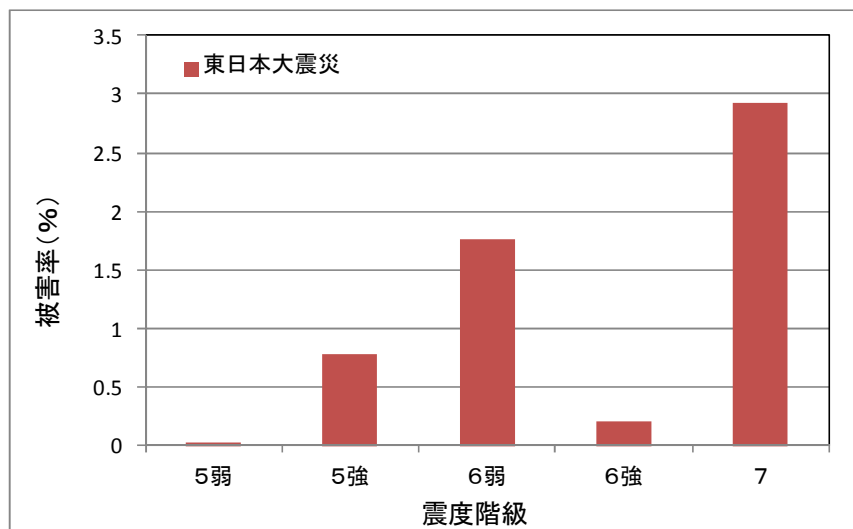


写真 I-1-3 周辺地盤の液状化による管路施設の被害状況（千葉市）

② 管きよ被害と震度階級

管きよ被害と震度階級の間を整理すると、震度 7（計測震度 6.5 以上）で 2.92%、震度 6 強（同 6.0～6.5 未満）で 0.21%、震度 6 弱（同 5.5～6.0 未満）で 1.75%、震度 5 強（同 5.0～5.5 未満）で 0.78%、震度 5 弱（同 4.5～5.0 未満）で 0.03%の被害率であり、平均では 0.38%の被害率となる。震度と被害率の関係（図 I-1-21）は、震度が大きくなると被害率も増加する。

なお、震度 6 強の被害率が極端に小さいが、これは、震度 6 強を観測した自治体（主に宮城県沿岸部）が、津波による甚大な被害により被害把握ができていないことが影響していると考えられる。



※ 震度階級は、産業技術総合研究所の「地震動マップ即時推定システム」により算定したものである。

図 I-1-21 震度階級と被害率の関係（周辺地盤の液状化）

3) 埋戻し部の液状化による被害

①被害の概要

埋戻し部の液状化（部分液状化）による被害状況を整理すると図 I-1-22（被害形態の分類は図 I-1-23）のとおりである。

埋戻し部の液状化による管路被害を受けている自治体は、東北地方を中心とした 61 自治体であり、管きよ被害では滞水が 51.5%（4,735/9,192 箇所）、人孔被害では突出が 52.4%（2,602/4,965 箇所）であった。なお、被害状況を写真 I-1-4 に示す。

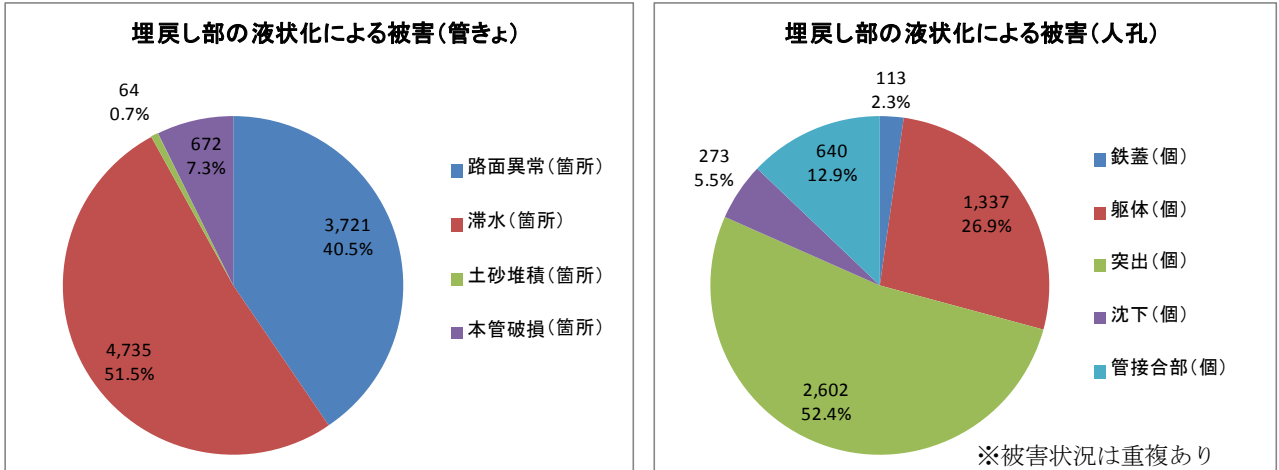


図 I-1-22 埋戻し部の液状化（部分液状化）による被害状況

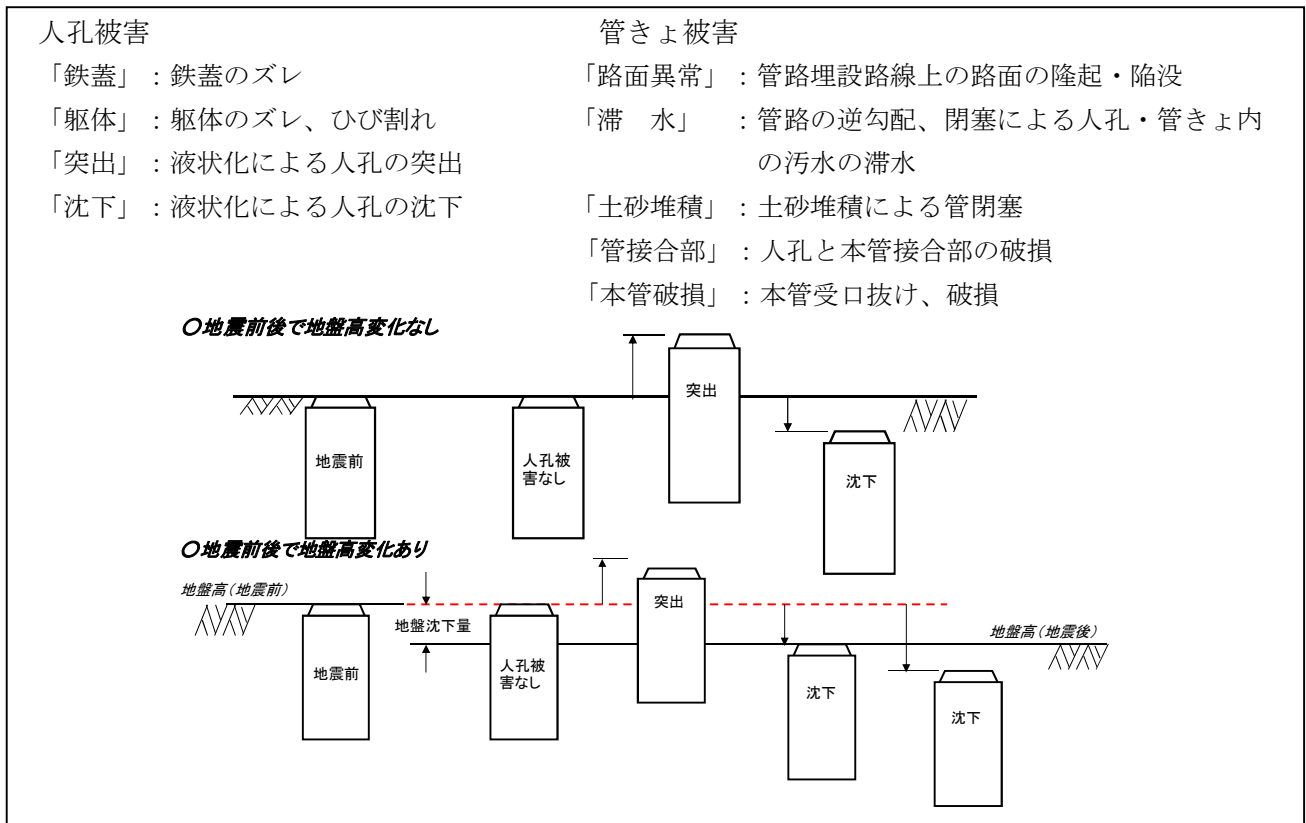


図 I-1-23 アンケートにおける被害形態の分類



人孔突出、路面異常

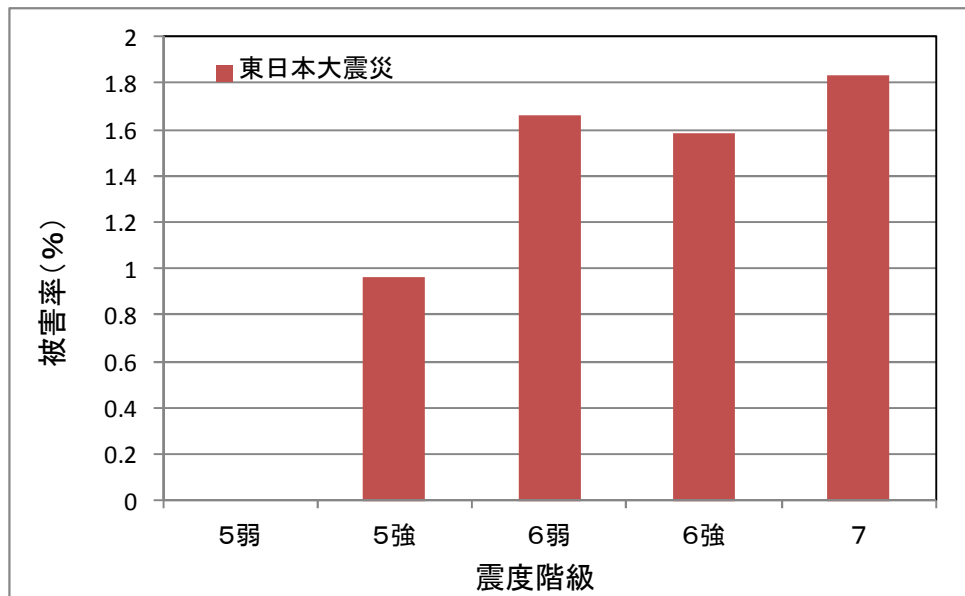


人孔突出、路面異常

写真 I-1-4 埋戻し部の液状化による管路施設の被害状況

② 管きよ被害と震度階級

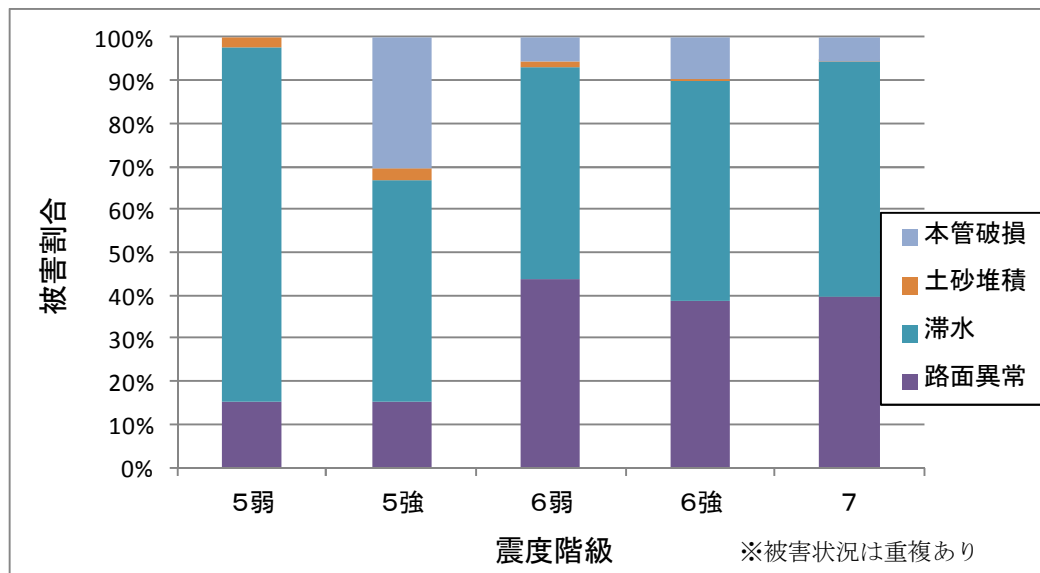
管きよ被害と震度階級の状況の整理結果を図 I-1-24 に示す。震度 7 で 1.83%、震度 6 強で 1.58%、震度 6 弱で 1.66%、震度 5 強で 0.96%の被害率であり、平均では 1.60%の被害率となっている。また、震度 6 弱を超えると被害率が増加する傾向となった。



※ 震度階級は、産業技術総合研究所の「地震動マップ即時推定システム」により算定したものである。

図 I-1-24 震度階級と被害率の関係（埋戻し部の液状化）

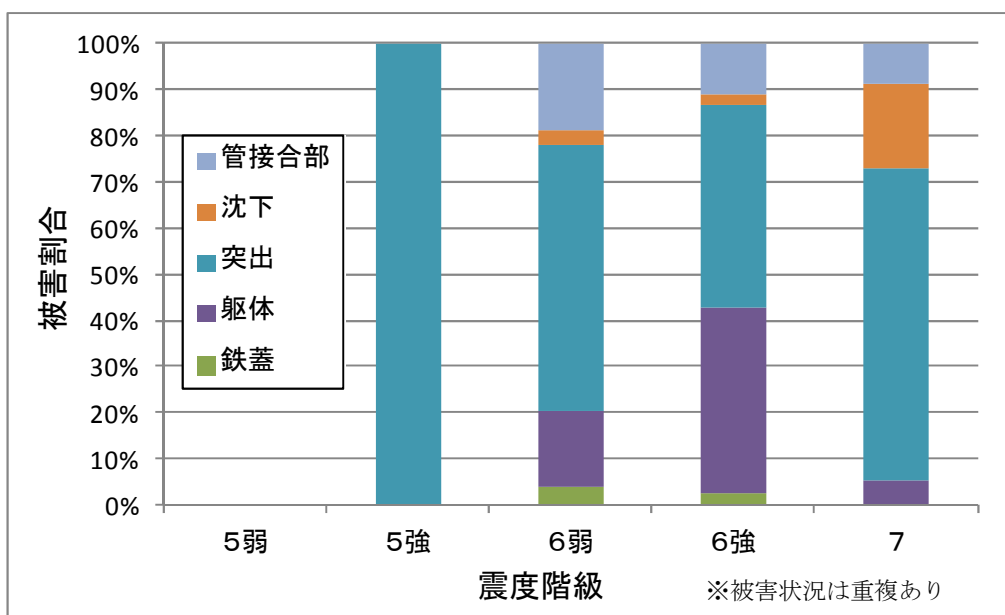
震度階級毎に管きよ被害状況を整理した結果を図 I-1-25 に示す。各被害形態の発生割合は、震度階級により異なり、震度 5 以下では路面異常が少ないが、震度 6 弱を超えると多く発生する傾向にある。また、震度 6 以上における被害形態の発生割合はほぼ同じとなっている。



※ 震度階級は、産業技術総合研究所の「地震動マップ即時推定システム」により算定したものである。

図 I-1-25 震度階級と管きよ被害形態の関係 (埋戻し部の液状化)

一方、人孔被害 (図 I-1-26) は、震度 5 強で発生している被害の全てが突出であったのに対し、震度 6 弱を超えると、管接合部、躯体、鉄蓋の被害が発生しており、人孔の沈下被害も発生している。



※ 震度階級は、産業技術総合研究所の「地震動マップ即時推定システム」により算定したものである。

図 I-1-26 震度階級と人孔被害形態の関係 (埋戻し部の液状化)

③管種別の被害率

埋戻し部の液状化の管種別被害率は、表 I-1-18、図 I-1-27 に示す通り、ヒューム管 0.83%、塩ビ管 2.34%、陶管 3.95%であった。

埋戻し部の液状化で管種別の被害率が異なるのは、主に埋設深や口径、埋設工法（開削、推進）の違いによるものと考えられるが、今後の詳細な分析が必要である。また、陶管については、アンケート回答が1自治体だけであったため、他の管種と対比するにはデータが不足しており、ここでは参考扱いとする。

表 I-1-18 埋戻し部の液状化による管種別被害率

項目	ヒューム管	塩ビ管	陶管
整備延長(km)	5,283	8,311	328
被害延長(km)	44	195	13
被害率(%)	0.83	2.34	3.95
対象団体数	33	55	1

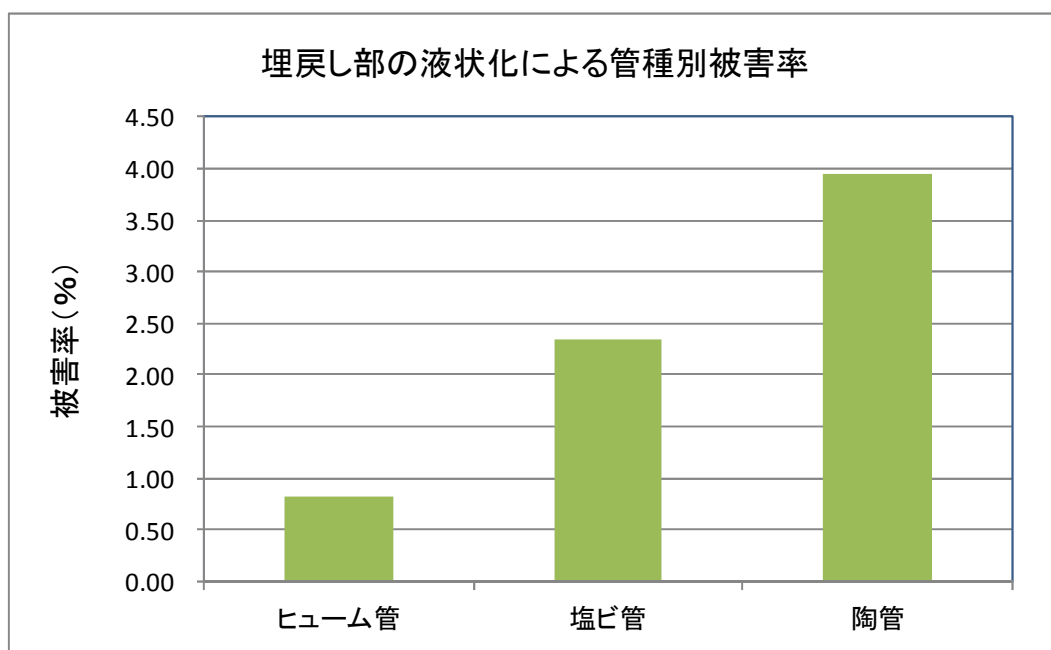


図 I-1-27 埋戻し部の液状化による管種別被害率

④過去の地震との比較

埋戻し部の液状化が原因で下水道施設に大きな被害を発生させた新潟県中越地震の被害事例との比較を行う（表 I-1-19）。

被害形態を比較すると、管きよ被害では路面異常と人孔滞水が上位2位を占め、人孔被害では突出と躯体が上位2位を占め、両地震の被害状況は同様な傾向であった。

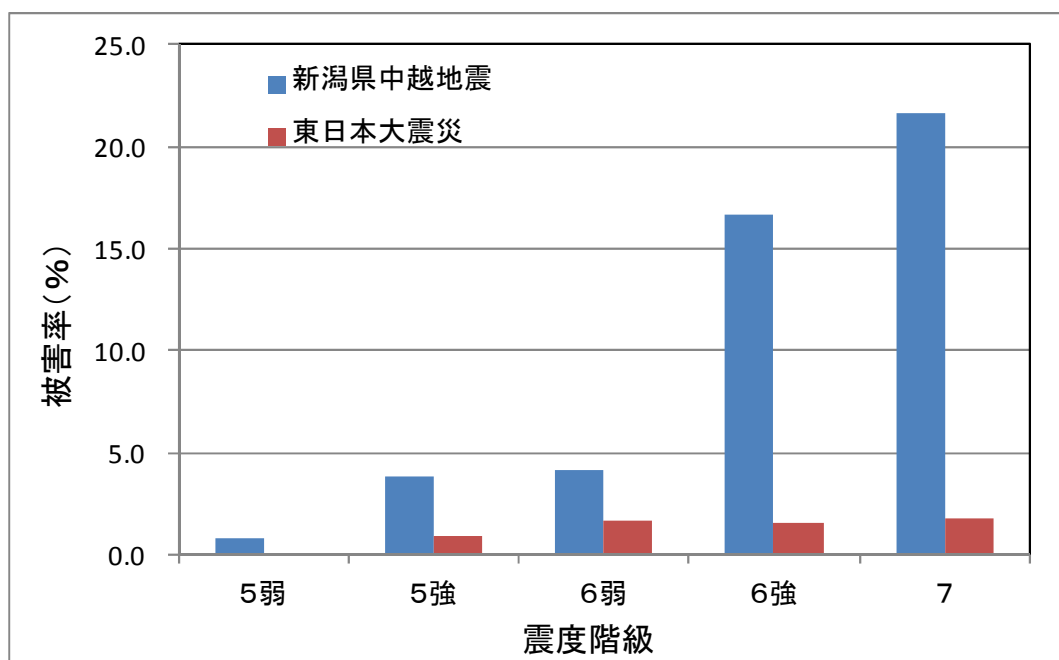
表 I-1-19 新潟県中越地震と東日本大震災の被害形態（埋戻し部の液状化）

新潟県中越地震			東日本大震災		
【管きよ】			【管きよ】		
第1位	路面異常	5,908 箇所	第1位	人孔滞水	4,735 箇所
第2位	人孔滞水	3,149 箇所	第2位	路面異常	3,721 箇所
【人孔】			【人孔】		
第1位	突出	1,453 箇所	第1位	突出	2,602 箇所
第2位	躯体	604 箇所	第2位	躯体	1,337 箇所

図 I-1-28 に、新潟県中越地震と東日本大震災における震度階級別被害率を示す。

今回の地震における埋戻し部液状化が原因の被害率は、震度5強以上で1.0～1.8%であり、新潟県中越地震次の被害率を大きく下回る。

被害率（＝被害延長／整備延長）については、自治体ごとに算出し、震度階級ごとに合計したものであるが、今回の地震は、広範囲で被害が発生しており、局所的に被害を受けた自治体も多く含まれることから、被害率を算出する際の整備延長（母数）が過去の地震と比べ長くなり、被害率に差が出たものと考えられる。



※ 震度階級は、産総研の「地震動マップ即時推定システム」の東日本大震災での本震データにより算定したものである。

図 I-1-28 震度階級と被害率の関係

(3) 津波による処理場・ポンプ場及び管路の被害

1) 処理場・ポンプ場

① 被害の概要

津波の被害要因としては、波圧、漂流物、浸水が挙げられる。アンケート調査結果を基に場内施設（23施設）を対象とした被害要因別の被害割合を図 I-1-29 に整理した。浸水及び波圧、漂流物のいずれの被害も多いが、処理場については、特に浸水による被害が大きく全体の 42% を占め、次いで波圧（35%）であり、力学的エネルギーに加え、被水や冠水により被害が拡大したと考えられる。被害の代表事例を写真 I-1-5 に示す。

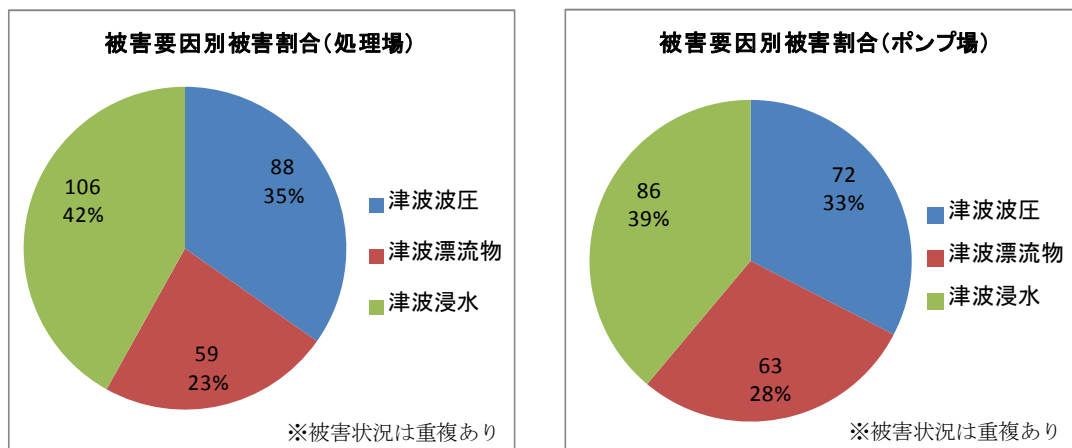


図 I-1-29 場内施設を対象とした被害要因別の被害割合



波圧による津波浸入方向の壁面被害



漂流物による建築物への直接被害



浸水による室内設備の水没被害

写真 I-1-5 処理場・ポンプ場における津波被害の代表事例

② 被害の特徴

アンケートで得られた処理場内の施設（23 施設区分）、ポンプ場内の施設（5 施設区分）に対する被害情報を基に、津波による施設被害の特徴を分析する

a. 地震動による被害との対比

地震動と津波による被害傾向を比較すると、津波被害では処理場・ポンプ場ともに電気設備の被害が多い傾向があった。（図 I-1-30）

電気設備の被害では、津波による電気室や水処理施設の現場操作盤などの水没や流失による機能停止が大半である。

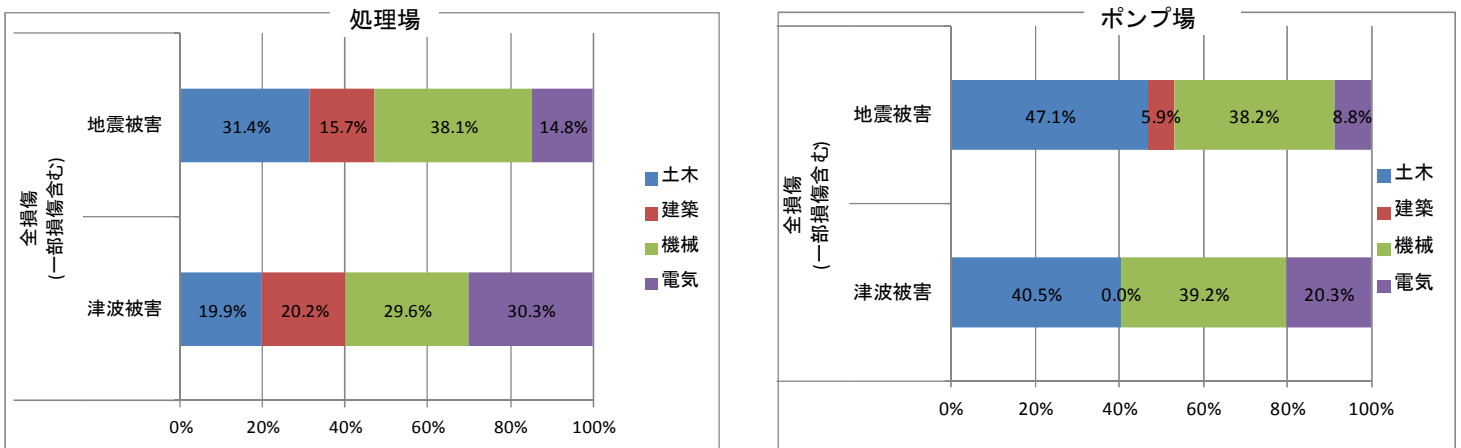


図 I-1-30 地震と津波の施設別被害の相対比較

※被害は重複あり

図 I-1-31、32 より、処理場の機能復旧までの時間（機能停止時間）は、津波以外の要因により被害を受けた処理場では概ね 1 か月以内には機能復旧しているが、津波被害を受けた処理場では復旧までの期間が長期化しており、大規模な処理場では数年を費やすものもある。

被害が大きかった兵庫県南部地震での東灘処理場（神戸市）の機能復旧期間が約 100 日であったことを考えても、今回は稼働停止期間が長いことがわかる。

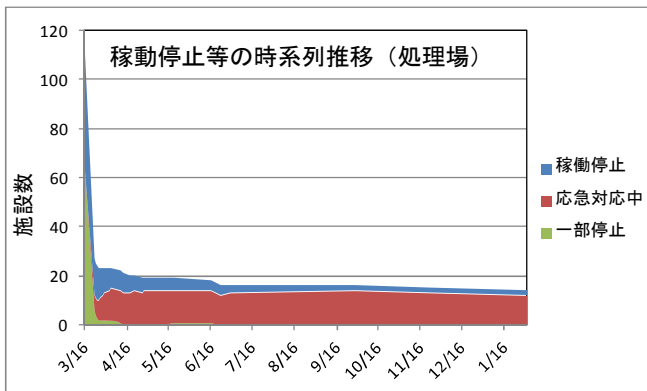


図 I-1-31 処理場における稼働停止状況

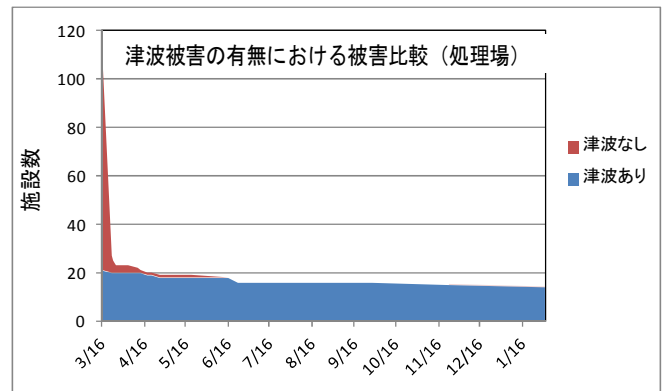
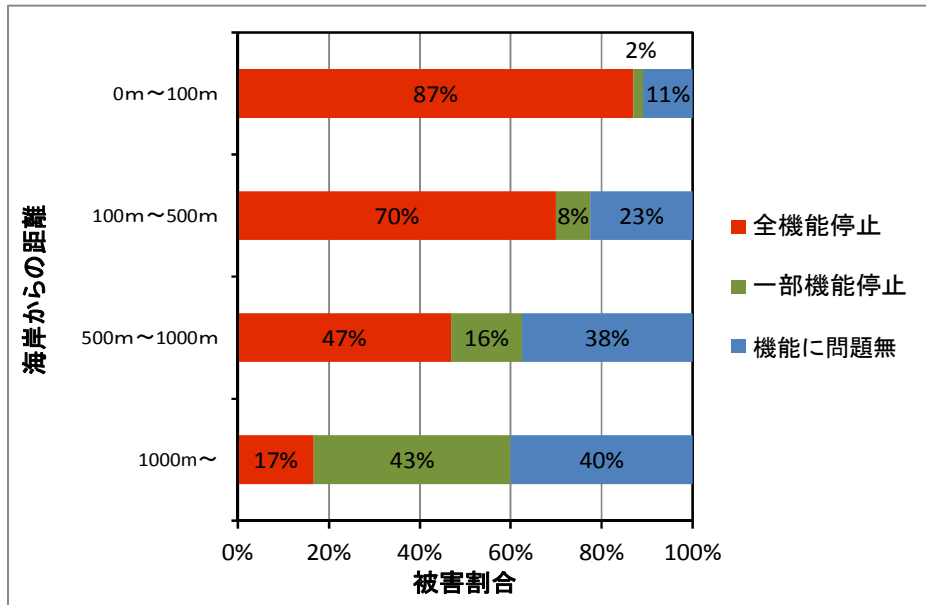


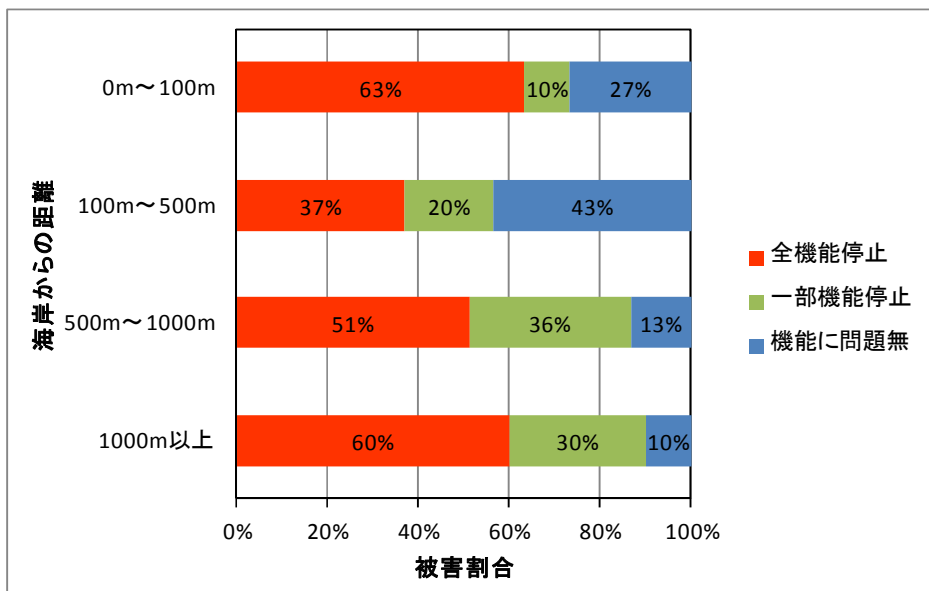
図 I-1-32 処理場における津波被害の比較

b. 海岸からの距離と被害の関係

波圧による被害の特徴を把握するために、海岸と処理場敷地までの距離と津波による処理場内施設被害割合の関係に着目し整理する。この結果、**図 I-1-33** に示す通り、海岸からの距離が短いほど被害の程度は大きく、海岸より 1000m までは全機能停止が半数程度である。一方、ポンプ場での被害は距離と関係なく、全機能停止の割合は平均して 50%程度であった。



処理場



ポンプ場

図 I-1-33 海岸からの距離と機能停止状況における被害割合の関係

次に、海岸からの距離と処理場内の施設被害の要因（波圧、浸水、漂流物）の関係を見ると、処理場では海岸とポンプ場敷地までの距離が短いほど波圧による被害が多く、長くなれば浸水や漂流物による被害割合が増加する傾向である。一方、ポンプ場での被害は波圧については海岸からの距離に関わらず 30%程度であった。（図 I-1-34）

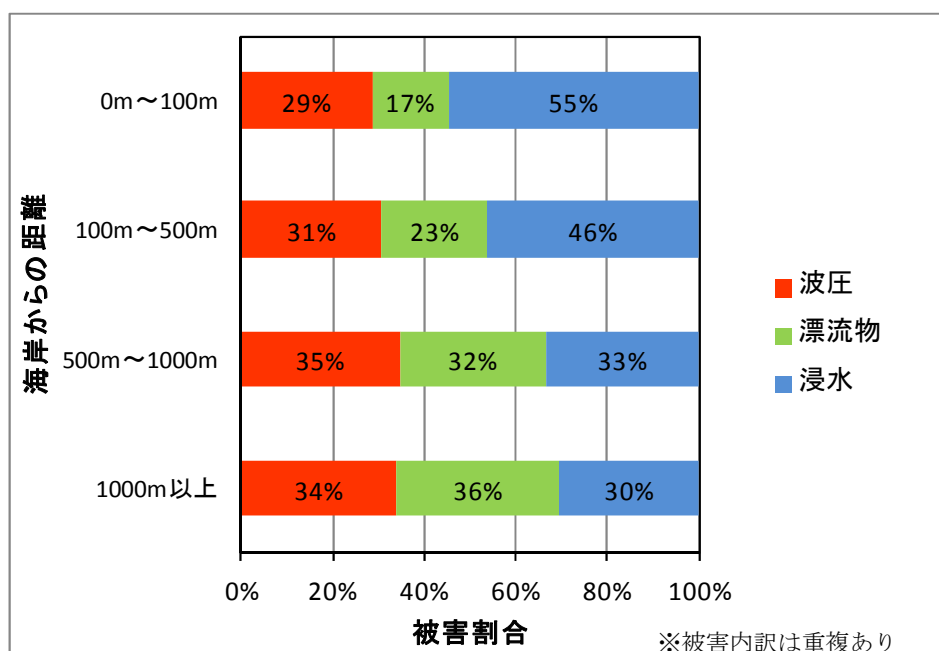
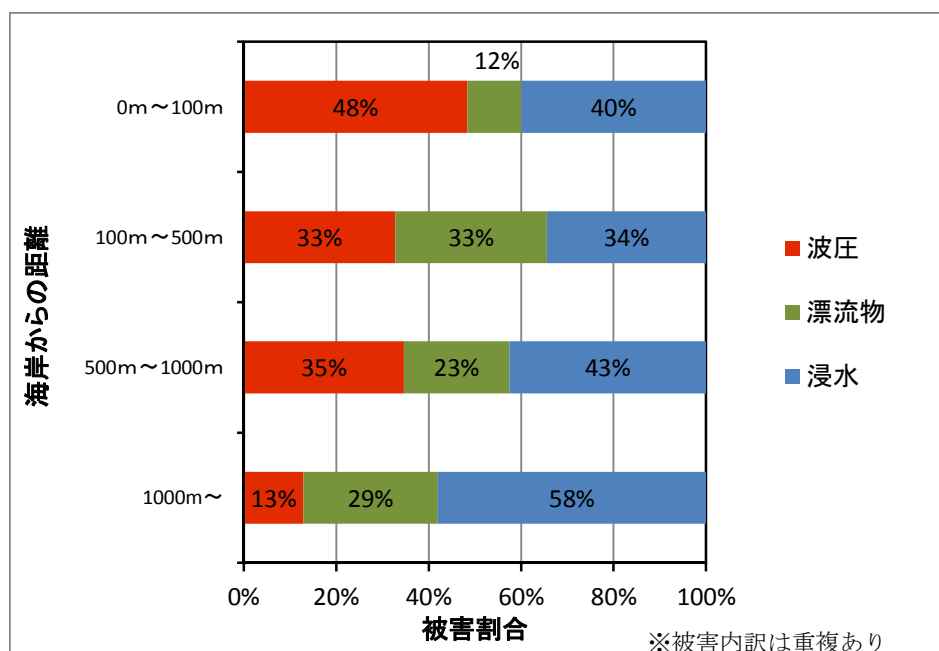
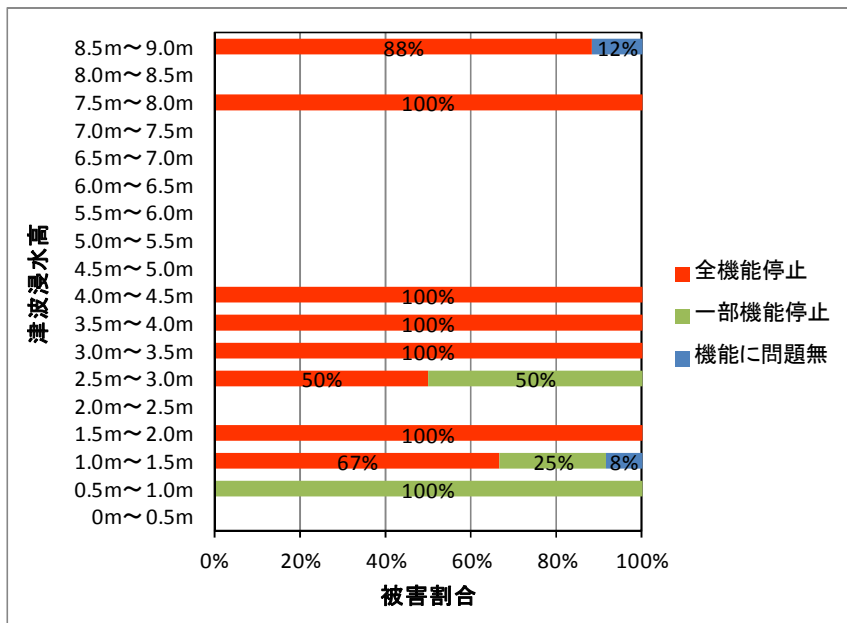


図 I-1-34 海岸からの距離と被害要因における被害割合の関係

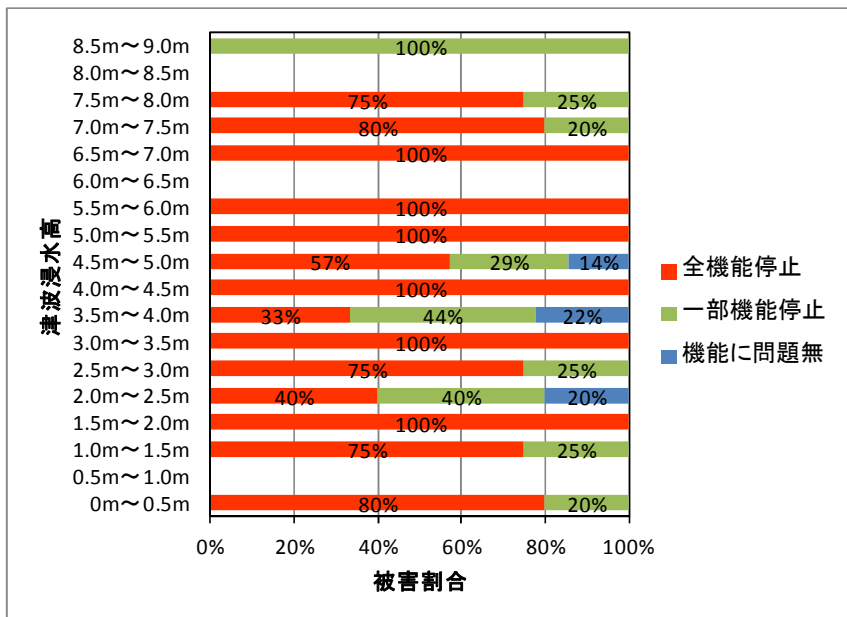
c. 津波による浸水深と被害との関係

津波による浸水深と、処理場内の施設被害の程度(損傷状況、機能状況)の関係(図 I-1-35)を見ると、処理場では浸水深が小さければ、全機能停止ではなく一部機能停止にとどまる結果となっている。

また、浸水深が1m~1.5m以上になると全機能停止が半数を超えることから、今後、対策の範囲や手法を検討する上で参考になると考えられる。なお、浸水深8.5m~9mの「機能に問題無」は、流入きよ及び放流渠・吐口における電気設備、機械設備のない土木施設である。一方、ポンプ場は浸水深が低くても全機能停止の被害率が高い結果であった。



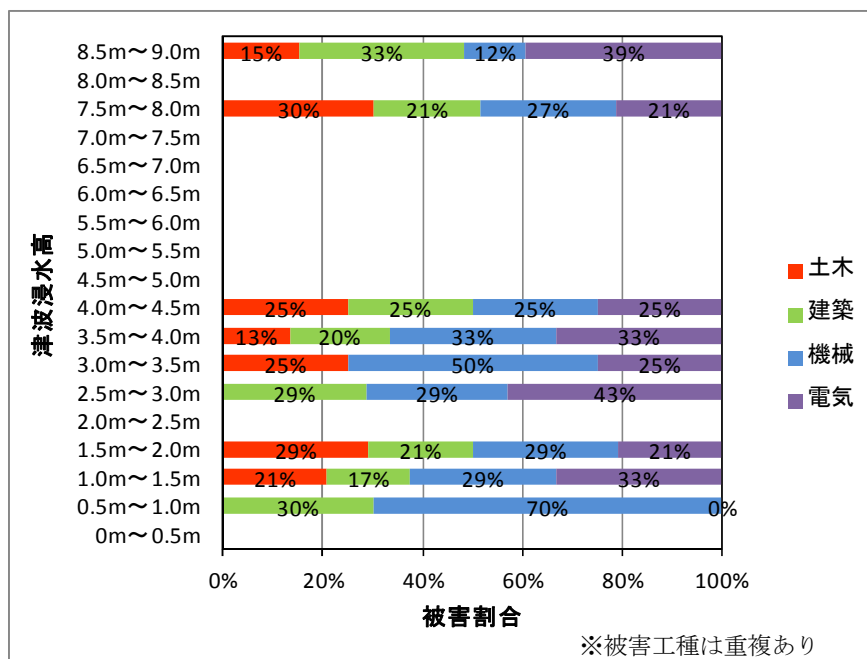
処理場



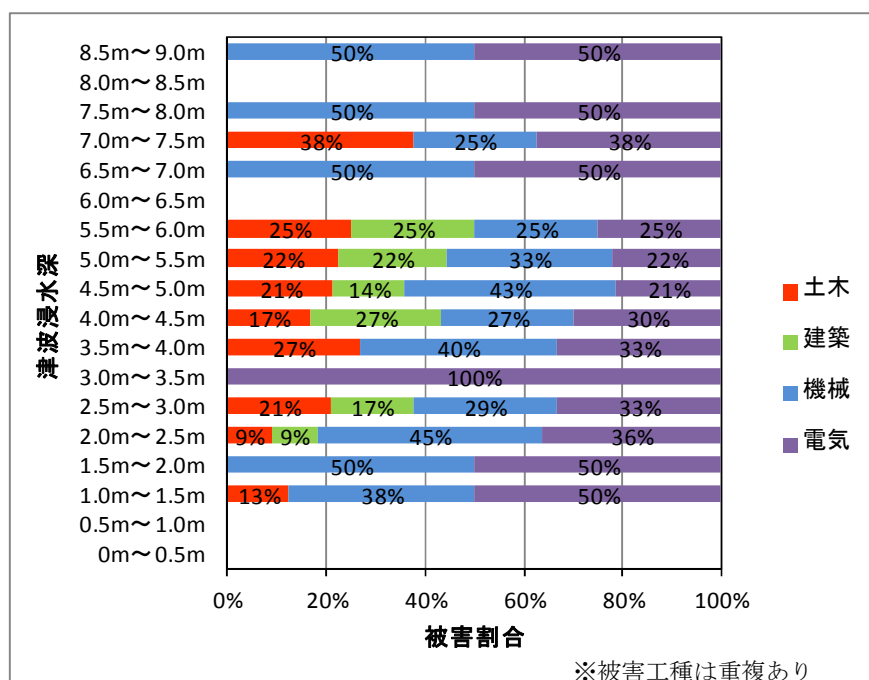
ポンプ場

図 I-1-35 津波による浸水深と機能停止状況における被害割合の関係

次に、津波による浸水深と被害の工種の関係を見ると（図 I-1-36）、処理場では浸水深が 0～4 mまでは機械または電気の被害が主体であるが、浸水深が大きくなると、被害工種が複合化（土木、建築、機械、電気）していることが分かる。また、浸水深が 4m までの場合は特に機械・電気工種への津波対策、それ以上になれば全工種を対象とした津波対策が必要であると考えられる。一方、ポンプ場は浸水深に関わらず機械・電気工種の被害割合が高かった。



処理場



ポンプ場

図 I-1-36 津波による浸水深と被害工種における被害割合の関係

d. 浸水範囲付近の処理場の被害状況

浸水範囲付近の処理場の被害状況を、図 I-1-37(1)～図 I-1-37(16)に示す。なお、浸水域に位置するほとんどの処理場は稼働停止になっている。



図 I-1-37(1) 浸水範囲（青森県八戸市周辺）



図 I-1-37(2) 浸水範囲（久慈市・野田村周辺）



図 I -1-37 (3) 浸水範囲（宮古市・山田町周辺）

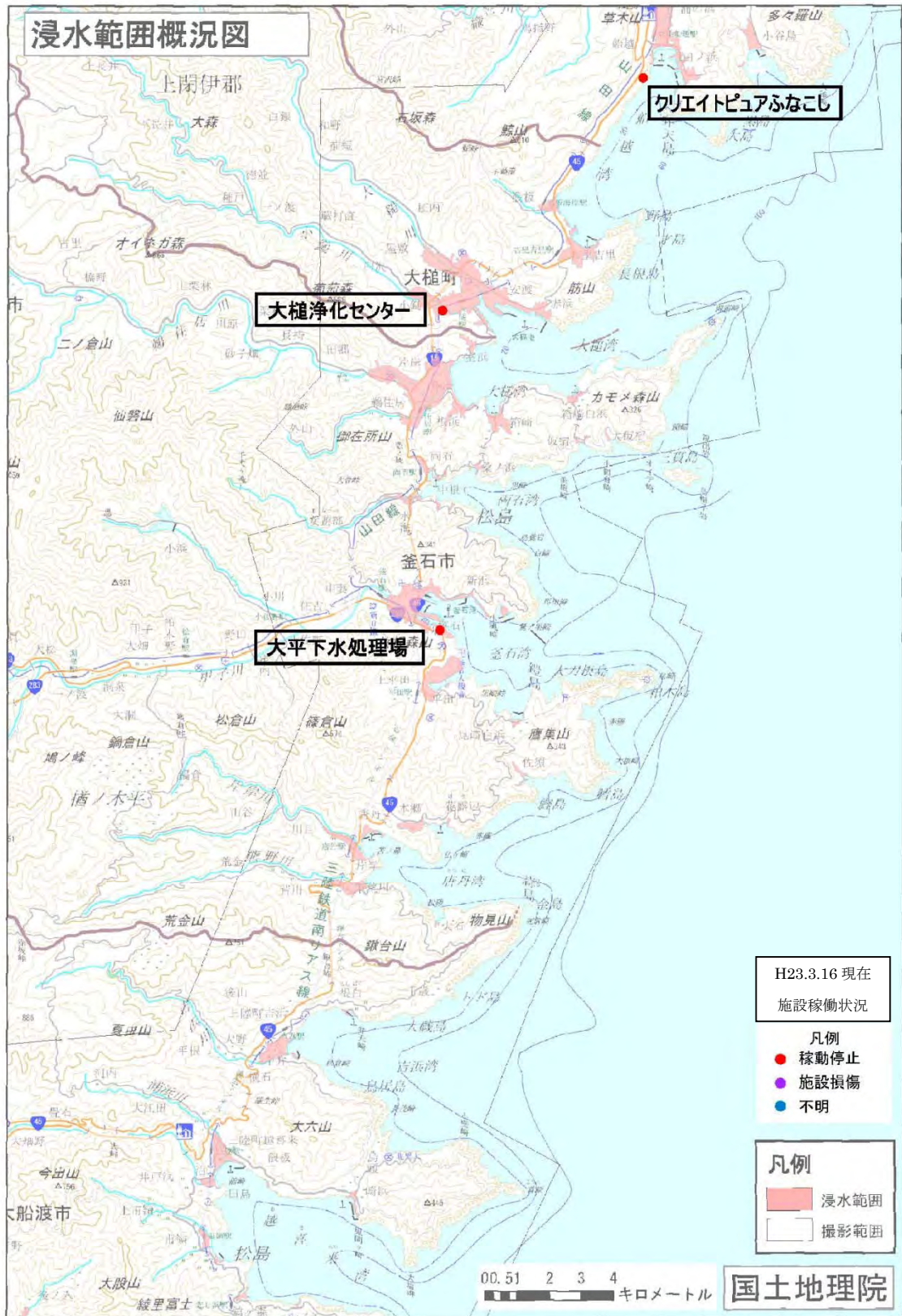


図 I -1-37(4) 浸水範囲（大槌町・釜石市周辺）

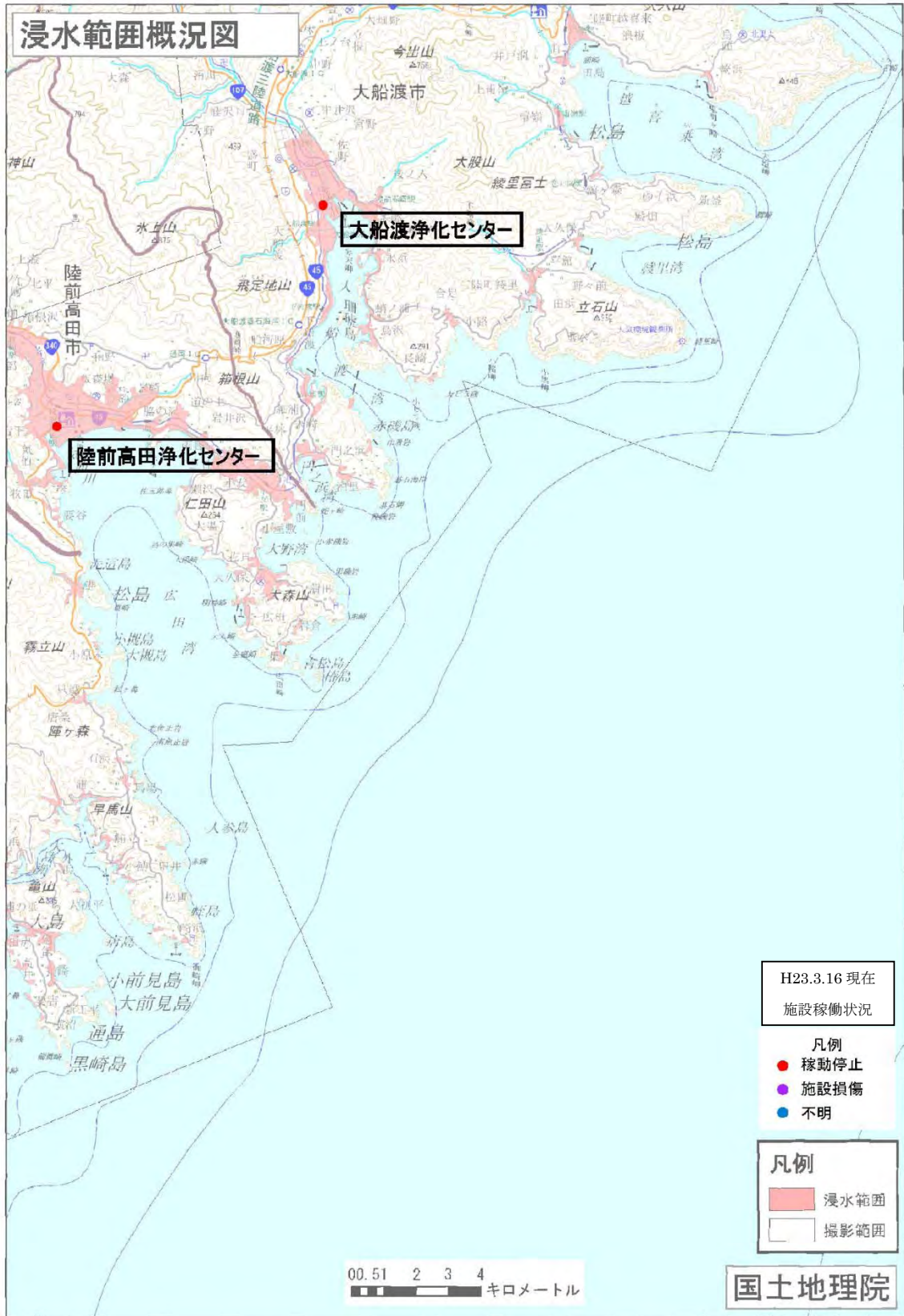


図 I-1-37(5) 浸水範囲（大船渡市・陸前高田市周辺）

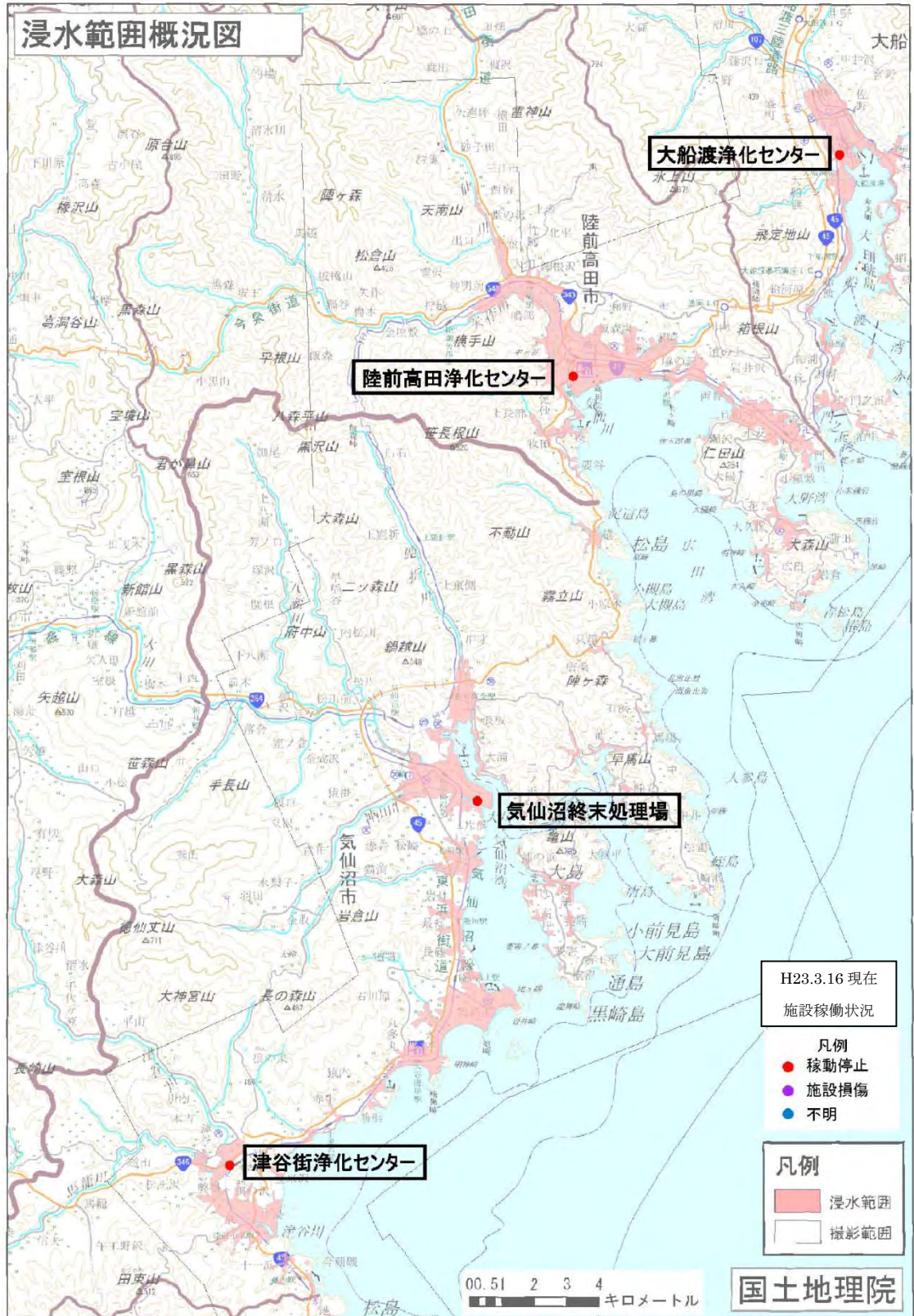


図 I -1-37 (6) 浸水範囲（陸前高田市・気仙沼市周辺）

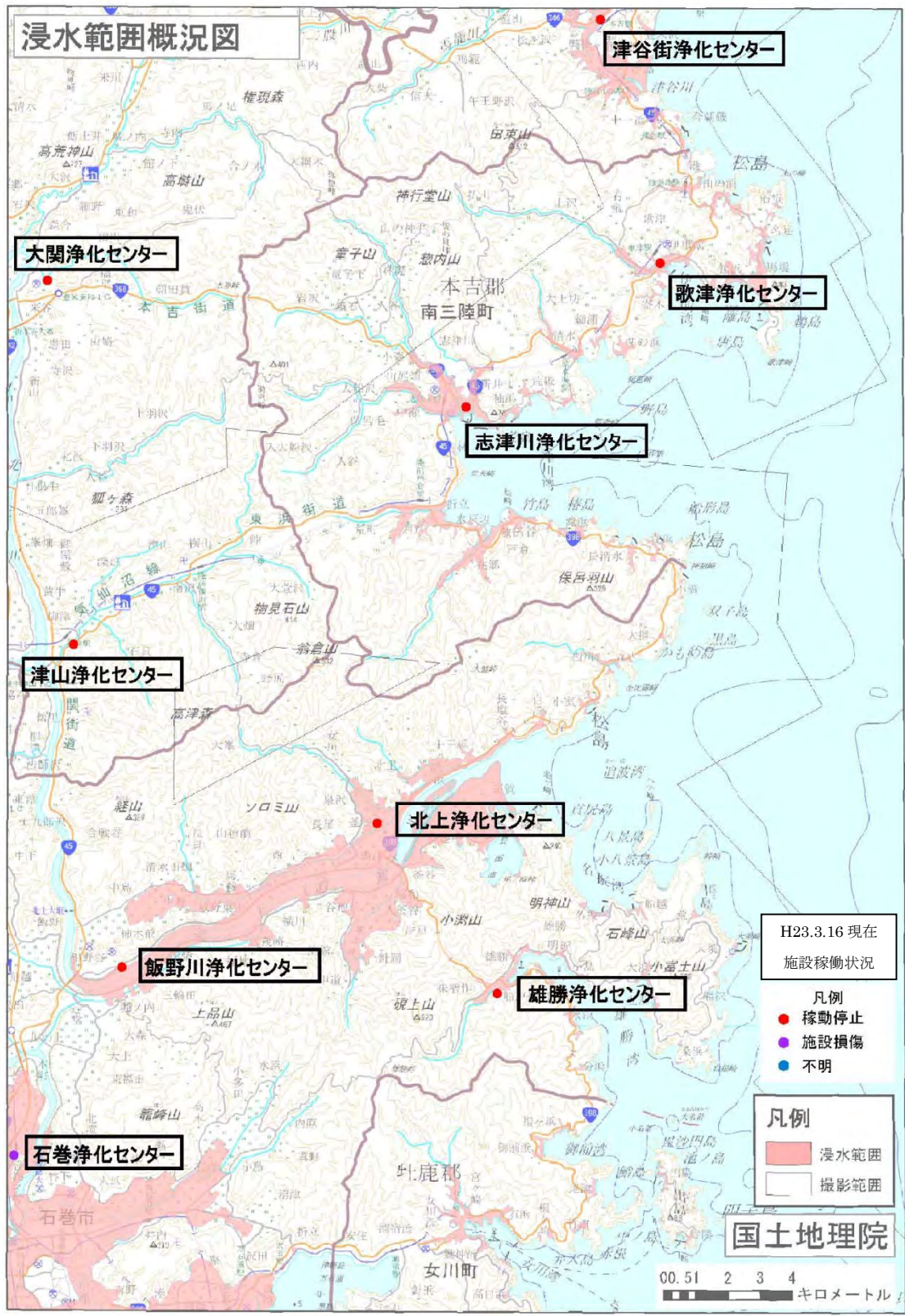


図 I -1-37(7) 浸水範囲（南三陸町・石巻市周辺）

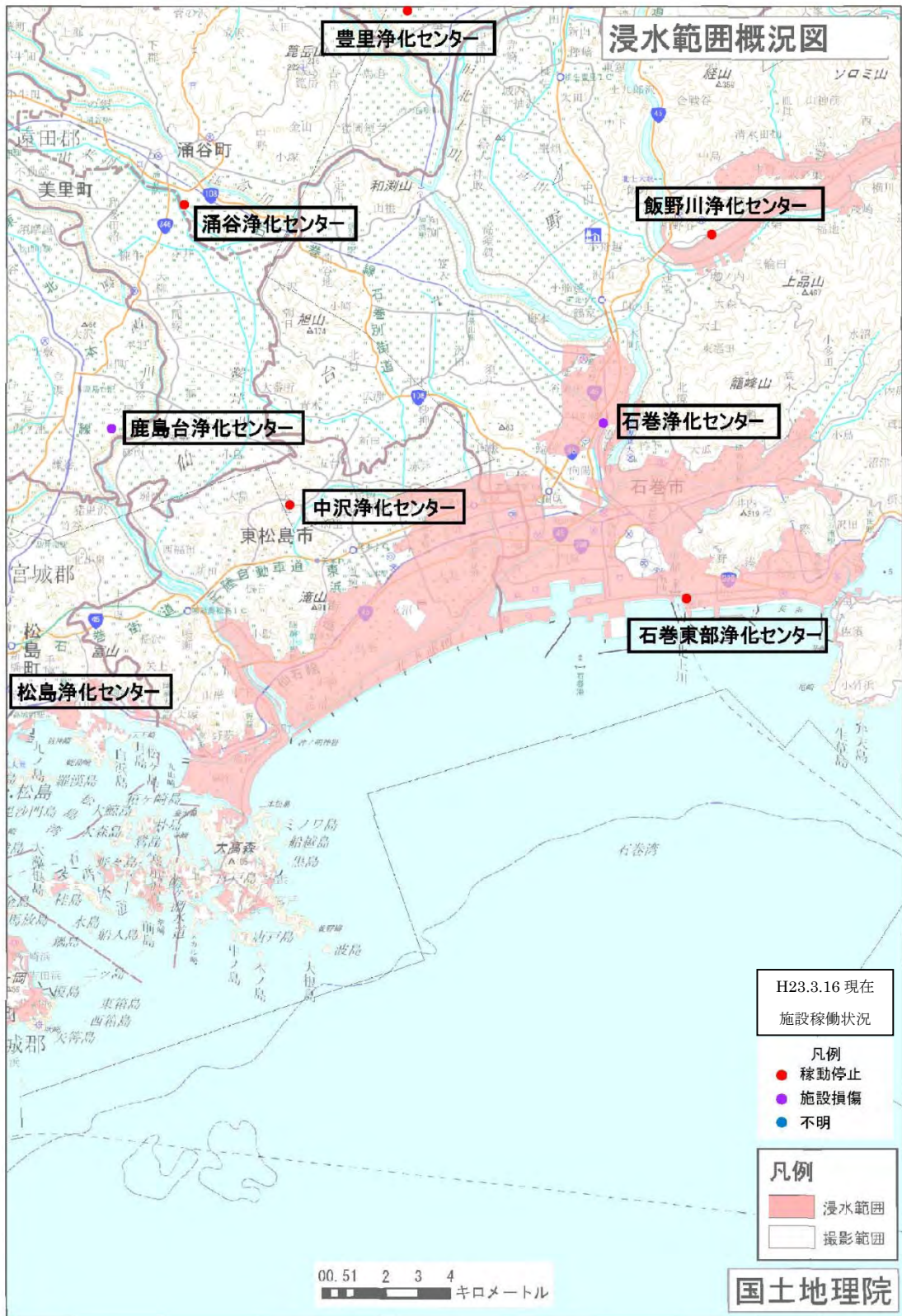


図 I-1-37(8) 浸水範囲（石巻市・東松島市・松島町周辺）

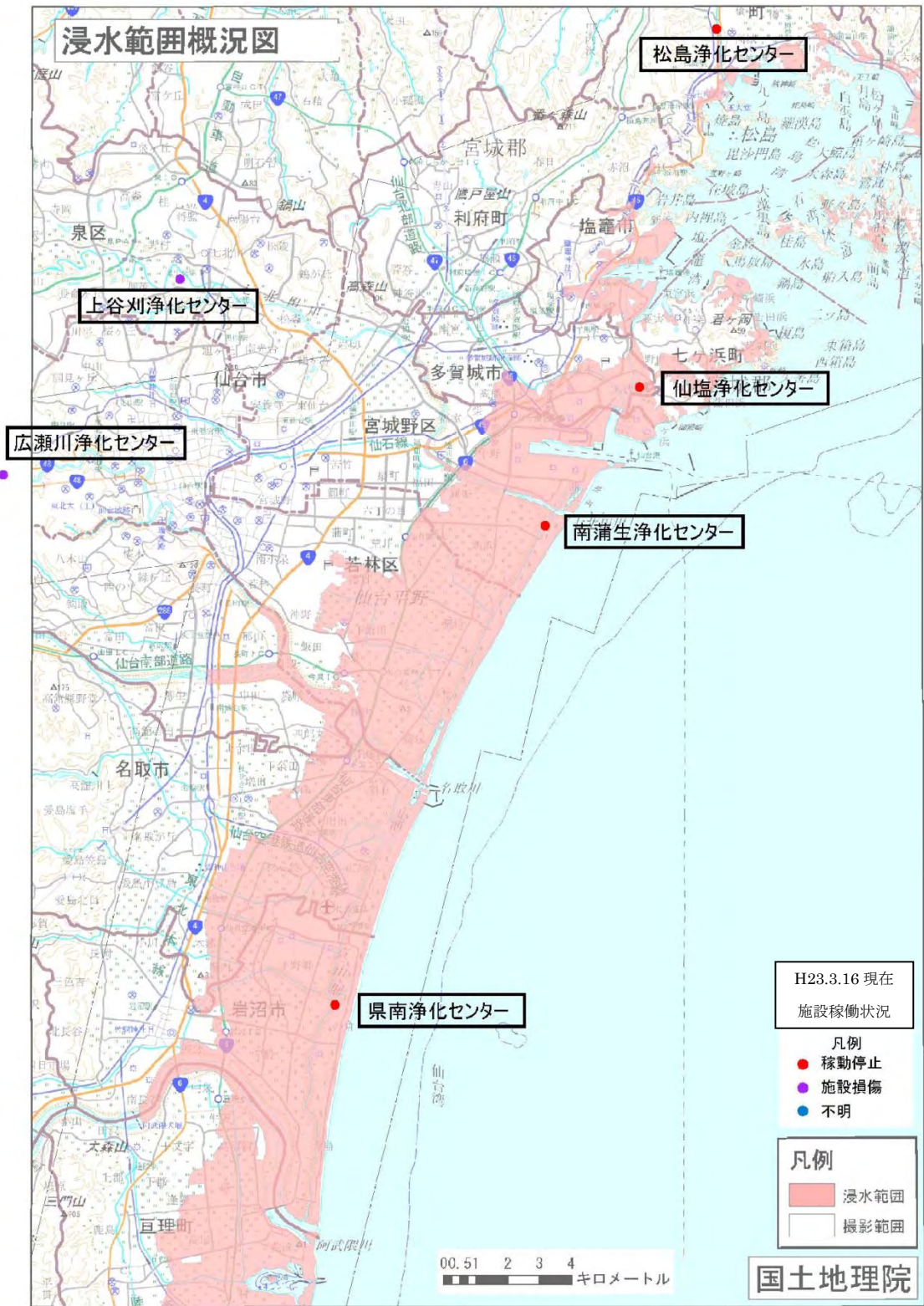
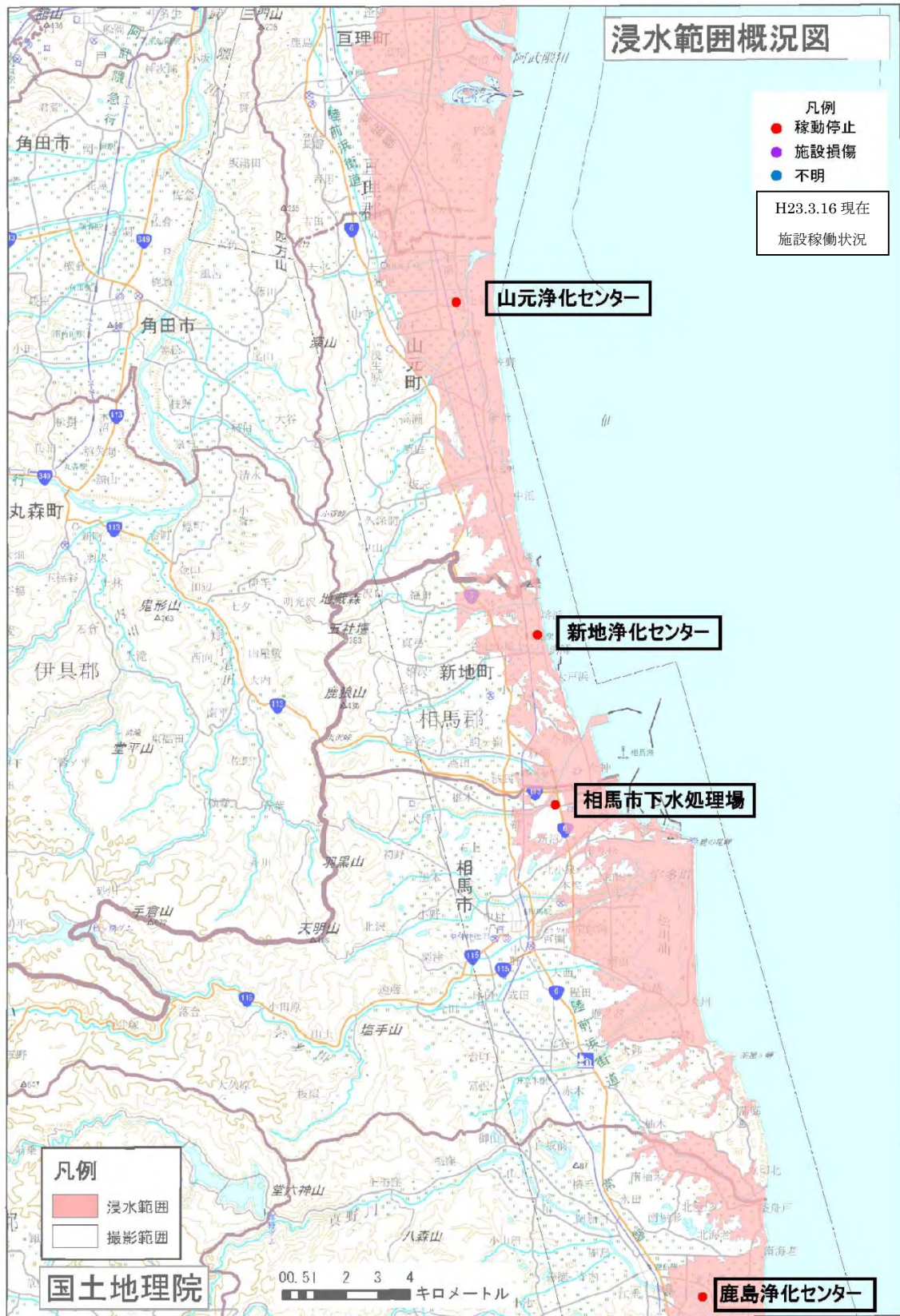


図 I-1-37 (9) 浸水範囲 (利府町・多賀城市・仙台市・名取市・岩沼市・亶理町周辺)



I-1-37(10) 浸水範囲（山元町・新地町・相馬市・南相馬市周辺）

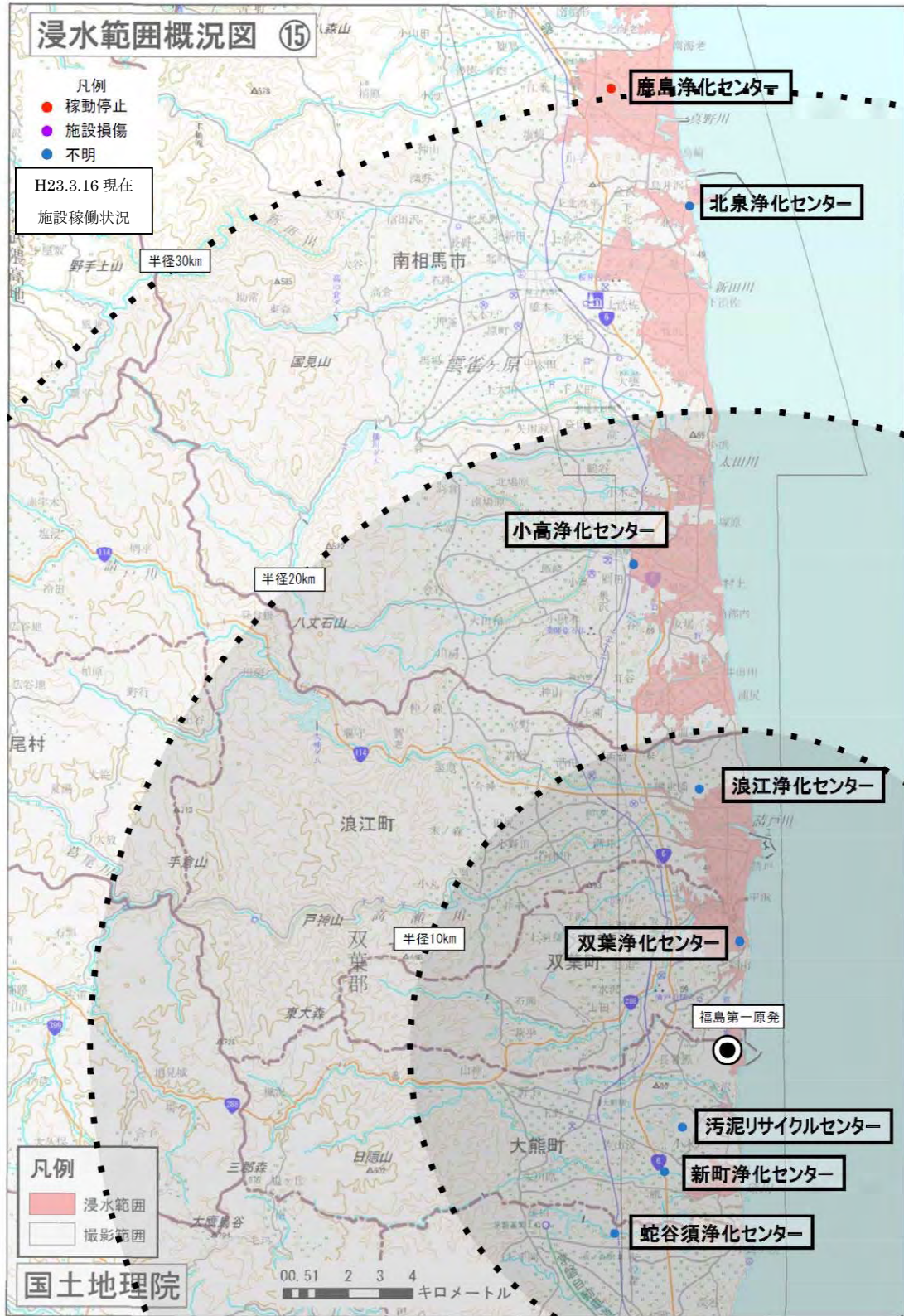


図 I-1-37(11) 浸水範囲（南相馬市・浪江町・双葉町・大熊町周辺）

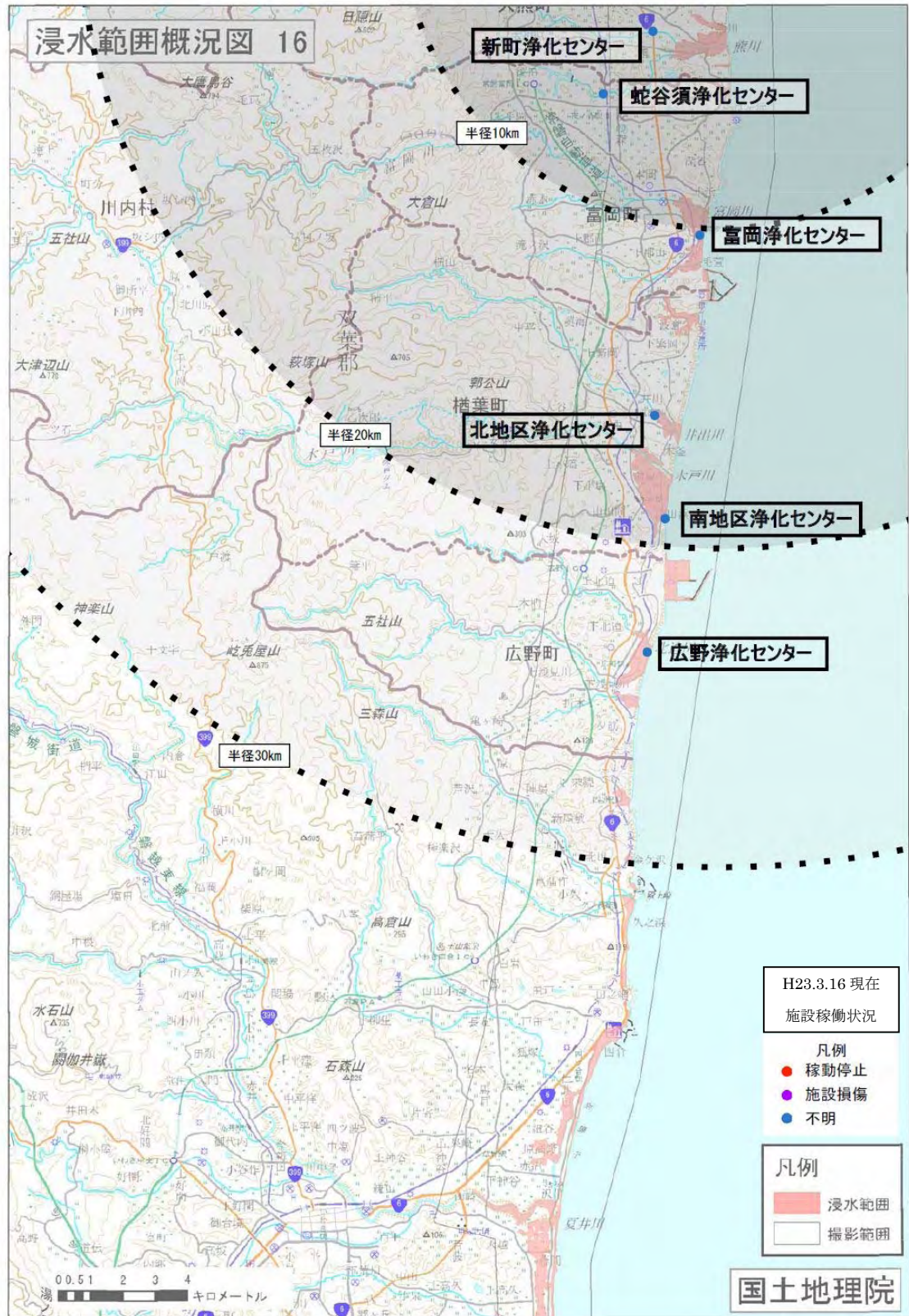


図 I -1-37 (12) 浸水範囲 (富岡町・檜葉町・広野町周辺)



図 I-1-37(13) 浸水範囲（北茨城市・高萩市周辺）

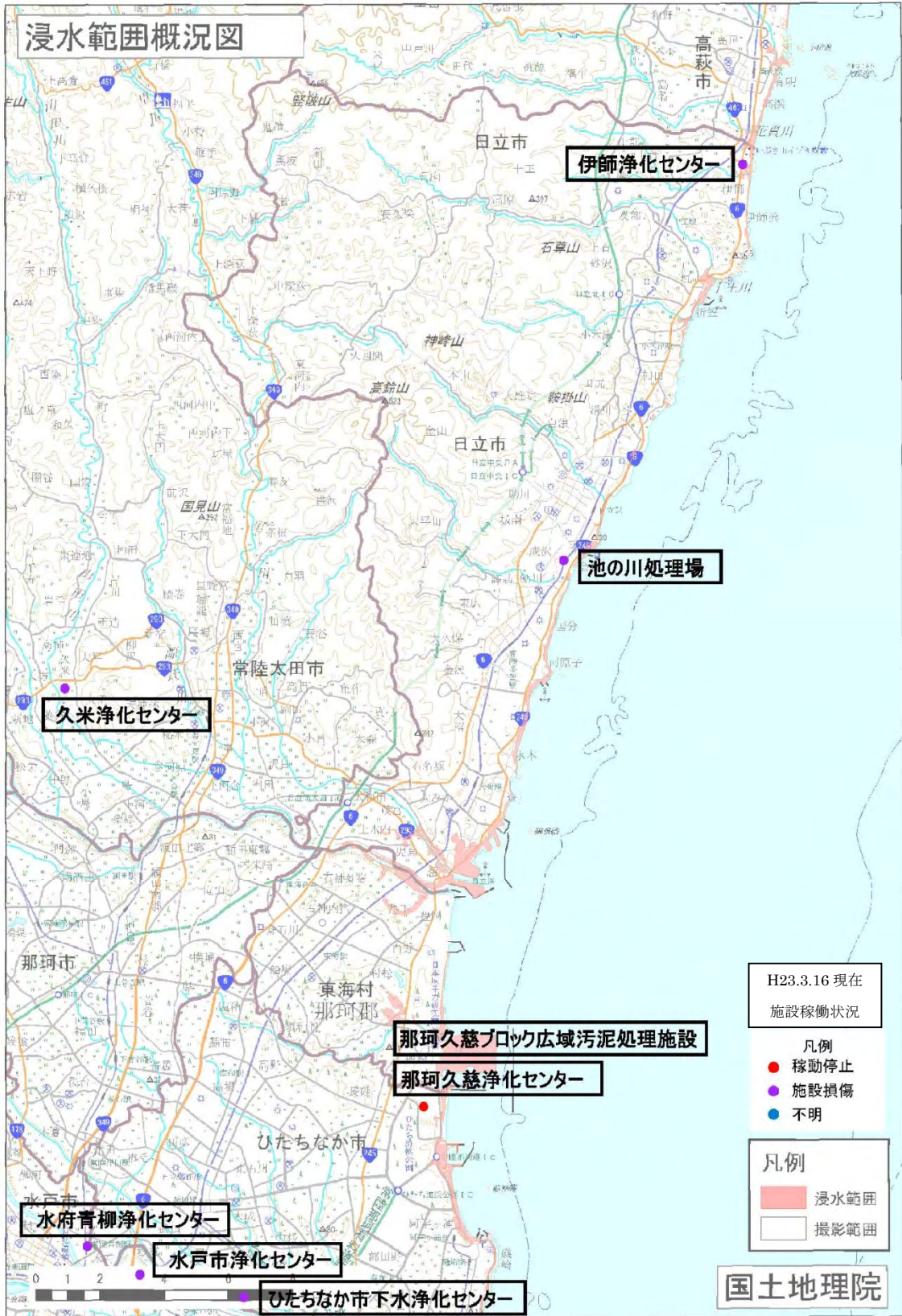


図 I-1-37(14) 浸水範囲（日上市・東海村・ひたちなか市周辺）

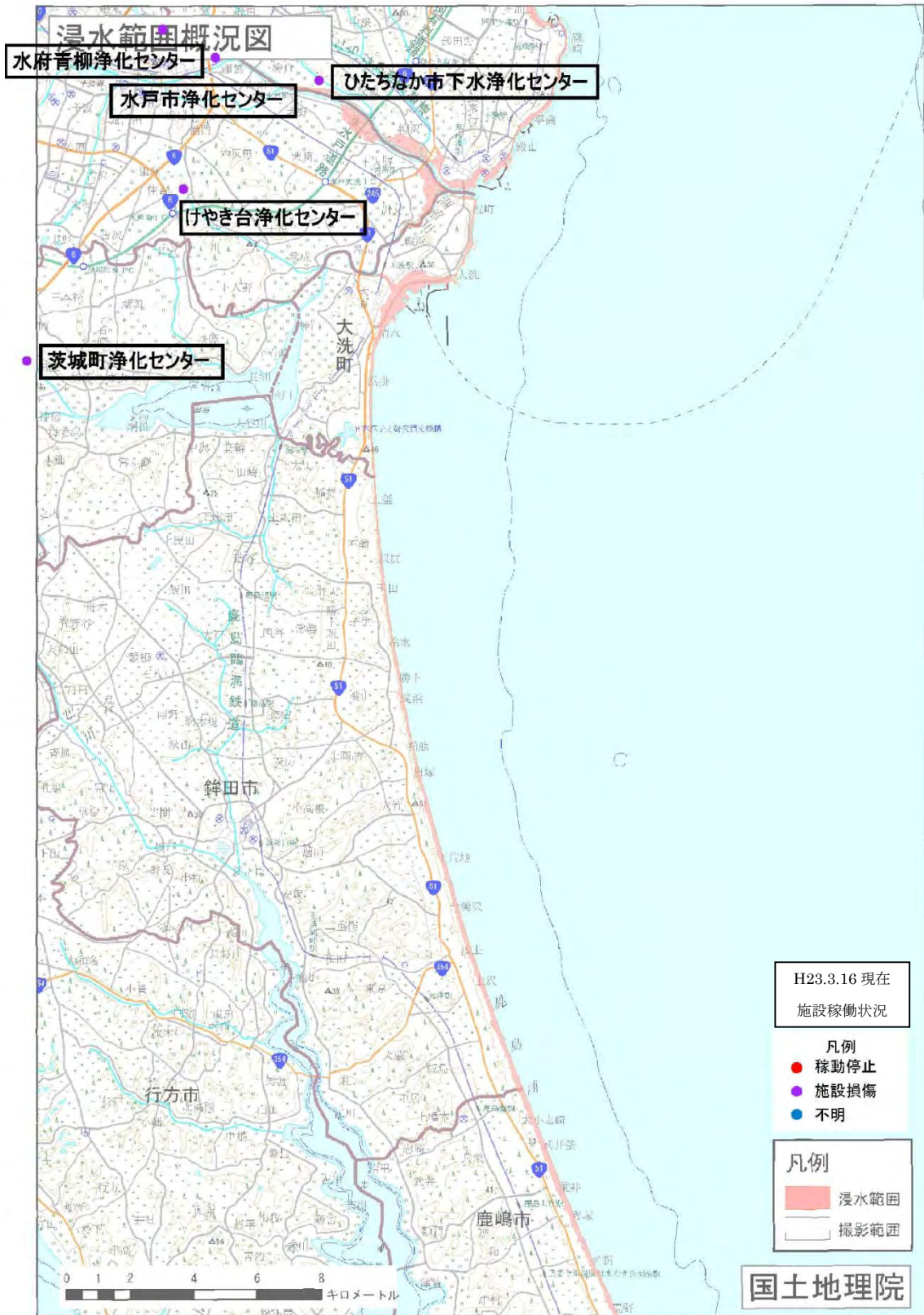


図 I-1-37(15) 浸水範囲（大洗町・鉾田市周辺）



図 I -1-37(16) 浸水範囲（鹿島市・神栖市・東庄町・旭市周辺）

③処理場・ポンプ場の被害まとめ

アンケート結果に基づく処理場・ポンプ場の被害の特徴をまとめると以下の通りである。

i) 処理場

津波被害では、地震による被害に比べて、電気設備の被害が多くなる傾向にある。

また、津波被害を受けた処理場は津波以外で被害のあったものより機能復旧までの時間（機能停止時間）が長期化する傾向にある。

海岸からの距離による被害傾向としては、距離が短いほど全機能停止被害が大きい傾向にある。また、被害要因としても海岸からの距離が短いほど波圧が多い傾向にある。

さらに、津波による浸水深が1mを超えると全機能停止が半数を超える傾向にあり、浸水深が0～4mまでは機械または電気の被害が主体となっている。

ii) ポンプ場

津波被害では、地震による被害に比べて、電気設備の被害が多くなる傾向にある。

また、海岸からの距離と被害程度との関係においては、距離に関わらず全機能停止の割合が高かった。

浸水深との関係においては、浸水深に関係なく全機能停止の割合が多く、機械・電気工種の被害割合が高かった。

これらの理由は、ポンプ場の主な設備の大半が地下にあることから、処理場に比べて低い浸水深でも被害が大きくなったと考えられる。

2) 津波による管路被害

アンケート回答のあった自治体のうち、津波による管きょ被害を挙げている自治体は、女川町、野田村、釜石市の3自治体であり、最も被害が大きかったのは釜石市(被災延長16.05km)である。

女川町では、津波により人孔の調整リングが流出するなどの被害が発生したほか(写真I-1-6)マンホールポンプの被害(浸水による制御盤の機能停止)が女川町、釜石市、野田村、相馬市で発生している。

また、釜石市においては、津波の衝撃による水管橋被害が生じており(写真I-1-7)、気仙沼市では、管路内に浸入した津波により、幹線管きょ(汚水)の人孔蓋が飛散し、道路上に大きな水柱が上がる現象が発生した。(写真I-1-8)



宮城県女川町(蓋の流出)



宮城県女川町(蓋の流出)

写真I-1-6 女川町での人孔蓋被害



写真I-1-7 岩手県釜石市 矢ノ浦水管橋被害状況



写真I-1-8 気仙沼市蓋の飛散 (提供: 気仙沼市小山氏)