

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

平成 23 年 8 月

国土交通省関東地方整備局
公益社団法人 地盤工学会

目 次

はじめに

1. 業務概要	1
1. 1 業務概要	1
1. 2 調査実施体制	2
2. 業務内容	3
2. 1 業務の全体像	3
2. 2 業務内容	6
3. 調査結果	9
3. 1 液状化発生地点調査結果	9
3. 2 液状化素因調査結果	25
3. 3 自治体等へのヒアリング	35
3. 4 現地踏査結果と航空写真判読結果との比較	36
3. 5 とりまとめ	49

はじめに

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、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公益社団法人地盤工学会は、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、ここにその成果をとりまとめたものである。

1 章 業務概要

1. 1 業務概要

(1) 業務名

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

(2) 業務目的

関東地域全体を広域的かつ様々な施設被害を網羅的に捕らえて今回の地震による液状化現象の実態把握を行い、地盤の変遷や土地利用の状況等の関連情報と合わせて整理を行う。

なお、実態とは、液状化の発生地点の分布、および液状化発生を招いた地形、地質、地盤の年代、地震動の性質などの素因を含む。

(3) 調査場所

関東地方整備局管内

(4) 業務内容

業務内容を以下に示す。

- 1) 液状化発生地点調査
- 2) 液状化素因調査
- 3) とりまとめ

(5) 調査期間

自) 地震発生後 ～ 至) 平成 23 年 7 月 31 日

1. 2 調査実施体制

本業務は、公益社団法人 地盤工学会関東支部内に「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委員会」なる委員会を立ち上げ、各委員が地震後に調査したデータを集約し、併せて自治体や関係機関へのヒアリング、報道や関係機関の公表情報等を整理することにより実施した。委員は委員長を含む5名の統括委員、関東地方の7県からの委員、他地方の支部からの代表、その他調査データをお持ちの学会員が参画している。表1.2.1に委員会名簿を示す。

表 1.2.1 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委員会 名簿

	会務	氏名	所属	備考
1	委員長	東畑 郁生	東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻	
2	統括委員	岸田 隆夫	東亜建設工業（株）土木事業本部	本部副会長
3	統括委員	若松 加寿江	関東学院大学工学部社会環境システム学科	
4	統括委員	安田 進	東京電機大学理工学部建設環境工学科	
5	統括委員	古関 潤一	東京大学生産技術研究所人間・社会系部門	
6	委員	村上 哲	茨城大学工学部都市システム工学科	茨城県
7	委員	清木 隆文	宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻	栃木県
8	委員	若井 明彦	群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻	群馬県
9	委員	桑野 二郎	埼玉大学地圏科学研究センター	埼玉県
10	委員	小宮 一仁	千葉工業大学工学部建築都市環境学科	千葉県
11	委員	内村 太郎	東京大学工学部社会基盤学科	東京都
12	委員	規矩 大義	関東学院大学工学部社会環境システム学科	神奈川県
13	委員	堀越 研一	大成建設（株）技術センター土木技術研究所地盤・岩盤研究室土質チーム	
14	委員	塚本 良道	東京理科大学理工学部土木工学科	
15	委員	尾上 篤生	興亜開発（株）	
16	委員	清田 隆	東京大学生産技術研究所	
17	委員	後藤 聡	山梨大学大学院医学工学総合研究部	
18	委員	先名 重樹	（独）防災科学技術研究所社会防災システム研究領域災害リスク研究ユニット	
19	委員	國生 剛治	中央大学理工学部都市環境学科	
20	委員	時松 孝次	東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻	
21	委員	仙頭 紀明	日本大学工学部土木工学科	東北地区
22	委員	山口 晶	東北学院大学工学部環境建設工学科	東北地区
23	委員	原 忠	高知大学農学部農学科	四国地区
24	委員	中井 健太郎	名古屋大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻	中部地区
25	委員	一井 康二	広島大学工学部第四類建設系	中国地区
26	委員	ハザリカ ヘマンタ	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	九州地区

2章 業務内容

2.1 業務の全体像

(1) はじめに

このとりまとめ作業は、3月11日の地震後に関東地方各所で調査されてきた液状化発生の情報を一つにまとめることを、目的としている。

液状化発生に関する情報としては、発生地点の位置情報に加えて被害状況、地形地質に関する情報、そして地震動データが重要である。これらはいずれも客観的な情報であり、これらを取りまとめておけば、今後の技術発展において有益な資料となることが期待される。

他方、周辺で液状化が多発しながらも、一部には液状化災害を免れた場所も無いわけではない。液状化対策が施工済みであった場合が、その好例である。あるいは対策が施工されていなくとも土質のわずかな違いによって災害を免れたケースもあるであろう。このような対比情報を取り込んでおくこともまた、将来にわたって有益と考えられる。

これら客観的な情報と比べ、被害発生メカニズムの説明の中には、ボーリング調査や現場の開削調査を待たねば確認できないものも無いわけではない。被害メカニズムに関する議論自体は真理探究に至る重要な道程であるが、主観の混入を避けることはできない。このような議論はあえて今回の情報収集からは外してあり、むしろ、後日に収集情報を活用する段階で、大いに議論を行っていきたい、と考えている。

(2) 関東地方の液状化発生地点の全体図

図2.1.1は、関東地方で液状化が発生した地点の全体分布を示す資料である。これらの地点は地盤工学会会員が実際に踏査した地点である。そして液状化が発生したかどうかは、砂や水が噴出したことによって判定した。すると、たとえ地盤の変形が大きくとも地表面に噴砂が見られない場合には、客観的に液状化発生を認めることができない、と考え、情報収集からは除外することにした。通常の円弧すべりによっても地盤は大変形することができるのである。

液状化は東京湾岸の京葉間および利根川下流域に集中し、あと川崎・横浜方面、那珂川や久慈川方面、利根川中流、鬼怒川・小貝川流域、古利根川流域に散在している。地盤工学会会員が踏査していても実際には液状化が起こっていたことが後になって判明した地点もある。川崎市東扇島の首都高速道路もその例である。このようなケースでは首都高速道路株式会社のような管理者にお願いをし、情報提供を求めている。同様のお願いは各地の自治体に対しても行っている。特に古利根川に沿う地域には軟弱地盤が厚く堆積しており、もっと多くの液状化発生が報告されていても不思議ではない。そこで、この地域の自治体に情報提供を求め、液状化発生地点を追加した。

これらの地盤液状化事例に加え、マンホールの埋め戻し土の液状化のようなごく小規模な液状化はさらに広く分布しているはずである。しかしこれらは埋め戻し施工法の問題であり、「地盤」の問題ではない、と考えて、情報収集の対象からは除外した。

一方、九十九里平野や内房の袖ヶ浦や木更津方面は、1987年の千葉県東方沖地震では随所で液状化を起こした。しかし、今回の地震では液状化の情報が極めて少なく、実際にも液状化をほとんど起こしていないようである。

調査において遭遇した困難は、埋立地の工場には立ち入りが許されないことである。やむを得ず地震後の航空写真の判読で液状化を発見するべく、作業を実施した。しかし踏査に比べると判断の信頼性は低い。

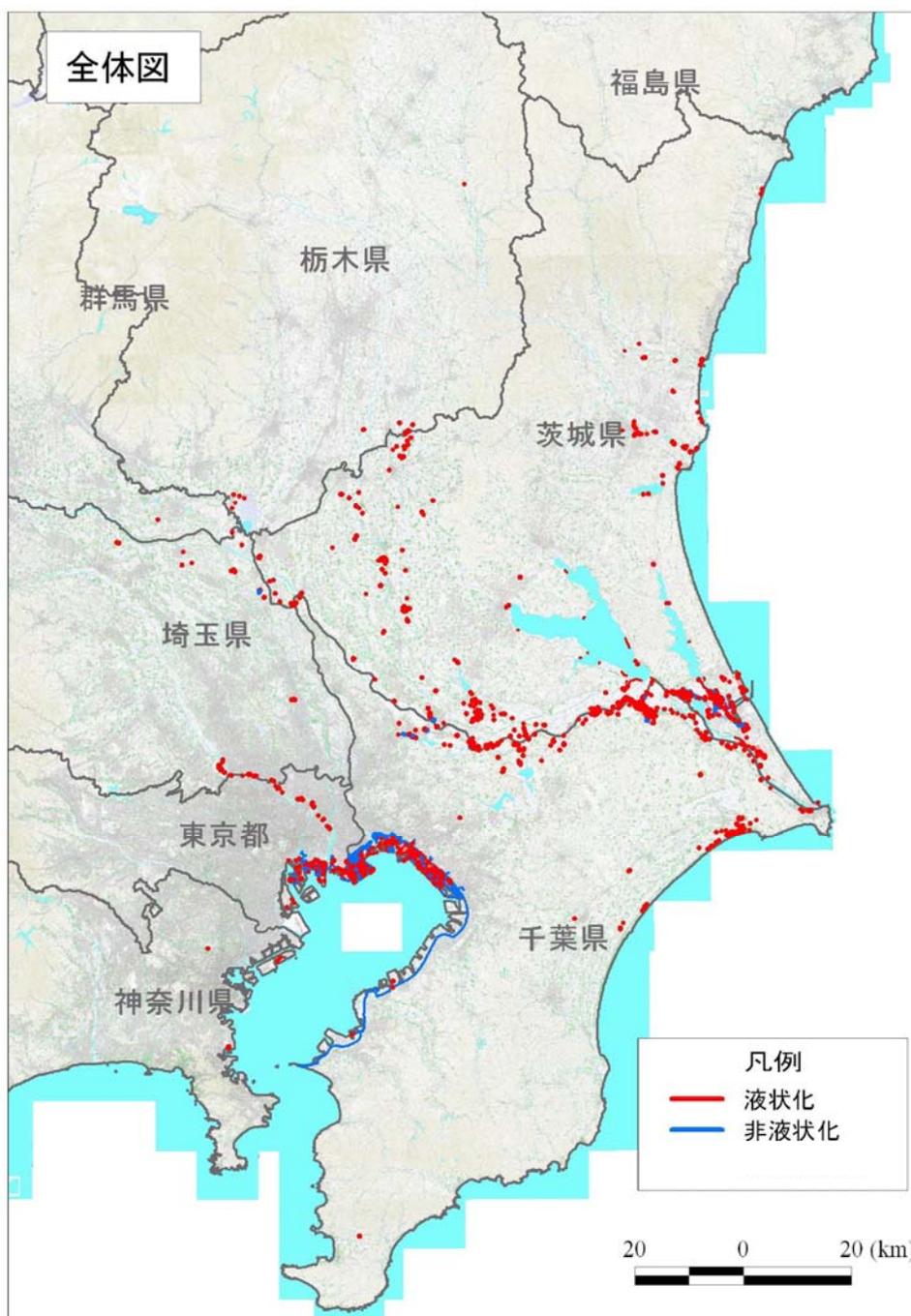


図2.1.1 関東地方の液状化発生分布

(3) 東京湾岸の液状化発生情報

東京都の新木場から千葉市に至る海岸地域では、3月の地震発生以来多くの踏査活動が行われてきた。現場の通りを一本ずつ歩き、液状化が発生した道路を地図上で赤く塗り、液状化の無い道路を青で塗り分けた。その成果が図2.1.2である。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いることが、重要である。ただし内陸でも旧河道や湖沼の埋立地では、液状化が発生した例が多い。

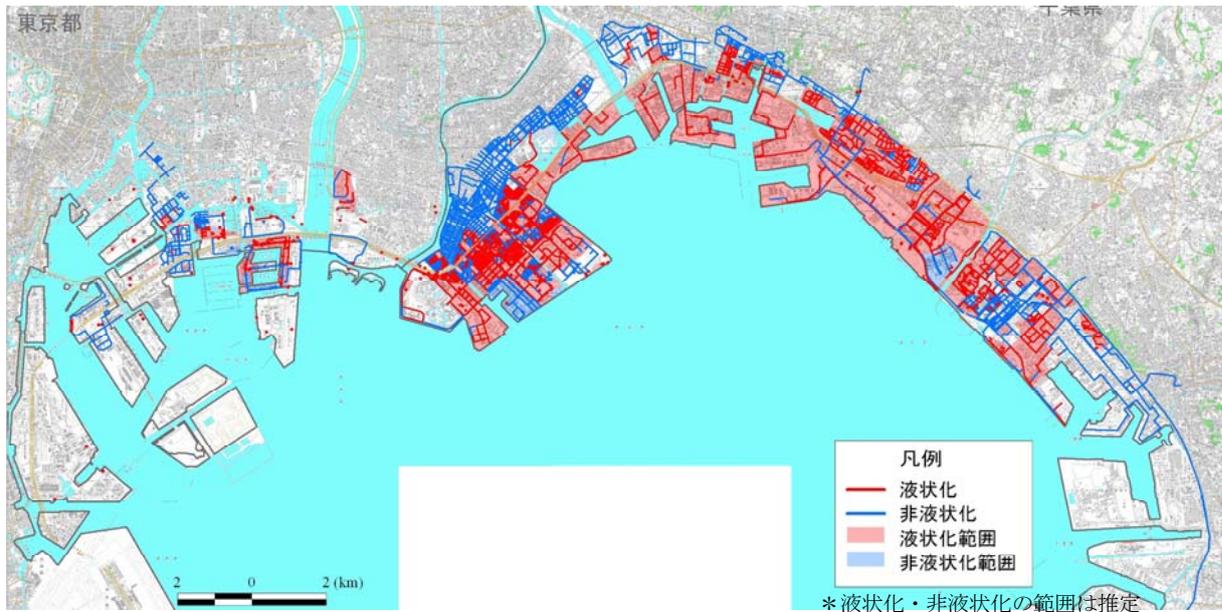


図2.1.2 東京湾岸の踏査地域

(4) 個別箇所の調査結果のとりまとめ

調査箇所ごとの詳細な情報を、別冊資料集のような1箇所あたり6ページの個別調査票にまとめている。その内容は、以下に示すとおりである。

- 1) 詳細な液状化発生地点の表示、
- 2) 地盤の成り立ち、
- 3) 液状化発生と被害の状況の大まかな記述、
- 4) 過去の液状化履歴の有無、
- 5) 近隣の地震動記録 (K-NET が主)
- 6) 地質情報 (ボーリング柱状図)
- 7) 近隣で液状化しなかった地点の地質情報

ボーリング柱状図の出典は、主として地盤工学会関東支部刊行の「関東の地盤」というデータベースである。このデータベースには国土交通省のKunijiban のほか、東京都など諸機関から協力、提供された地盤情報が含まれている。

2. 2 業務内容

本業務の内容および調査フローを以下に示す。

(1) 液状化発生地点調査

液状化発生地点の調査は、関東地方全体を対象として地震後の現地調査を行い、液状化発生箇所を把握した。

液状化地点は砂や水が噴出したことによって判定した。地盤の変形が大きい場合でも地表面に噴砂が見られない場合や、マンホールの埋め戻し土の液状化のようなごく小規模な液状化は、液状化発生箇所から除外した。

現地調査は道路等の立ち入りができる範囲から行い、そこから目視できない範囲については、専門家が現地調査の結果に加え、地形・地質情報等からその範囲を推定した（その境界位置は厳密なものではない）。

また、国土交通省では地震直後に幾つかの地域で航空写真の撮影を実施しており、現地調査を実施していない地域や工場など一般の立ち入りが不可能な箇所の液状化情報を得るために航空写真の判読を行い、液状化の情報を補完するものとした。

現地調査を実施しなかった箇所については、一部の自治体等へのヒアリングを実施して、液状化発生の情報等を入手した。また、各種機関で公表された文献やインターネットから入手できる情報（都道府県、市区町村、関係機関のホームページ、個人のブログ等）を検索し、液状化発生の情報入手した。

以上のように、できるだけ多くの情報を収集することに努めたが、液状化発生情報が入手できず現地調査を行っていない地区、工場等で現地調査が困難な地区などがあるため、全ての液状化発生箇所を特定できているわけではない。また、噴砂が確認されない場合やマンホール周辺埋め戻し土の液状化のような場合を液状化箇所から除外していることなどから、他機関の調査結果とは異なる場合があることに留意が必要である。

(2) 液状化素因調査

液状化の素因として地形、地質、地盤の年代、地震動の情報、過去の液状化履歴などについて、既存の資料、自治体等へのヒアリングから整理を行うものとした。

調査した液状化発生地点をブロック分けし、各箇所について調査票を作成した。

調査票には以下の基本データ（素因データ）を記載するものとした。

- ① 液状化発生地点（液状化地点だけでなく非液状化地点も併せて表示）を 1/25000 地図上に表示
- ② 地盤の成り立ち（治水地形分類図・土地条件図、迅速図、旧版地形図、航空写真、土地改変履歴）
- ③ 液状化発生と被害の概要
- ④ 過去の液状化履歴
- ⑤ 近傍の地震動データ（本震・余震、K-NET 等より）
- ⑥ 地質情報（ボーリング柱状図等（公開データベースより））
- ⑦ 液状化状況写真

(3) とりまとめ

本業務は、液状化発生地点とその素因のデータ整理を主目的としており、被害発生メカニズム等の詳細な分析を行うことを目的としていないが、得られた液状化発生地点調査および液状化素因調査の結果を踏まえて、今回の地震による液状化現象の実態の概要をとりまとめた。

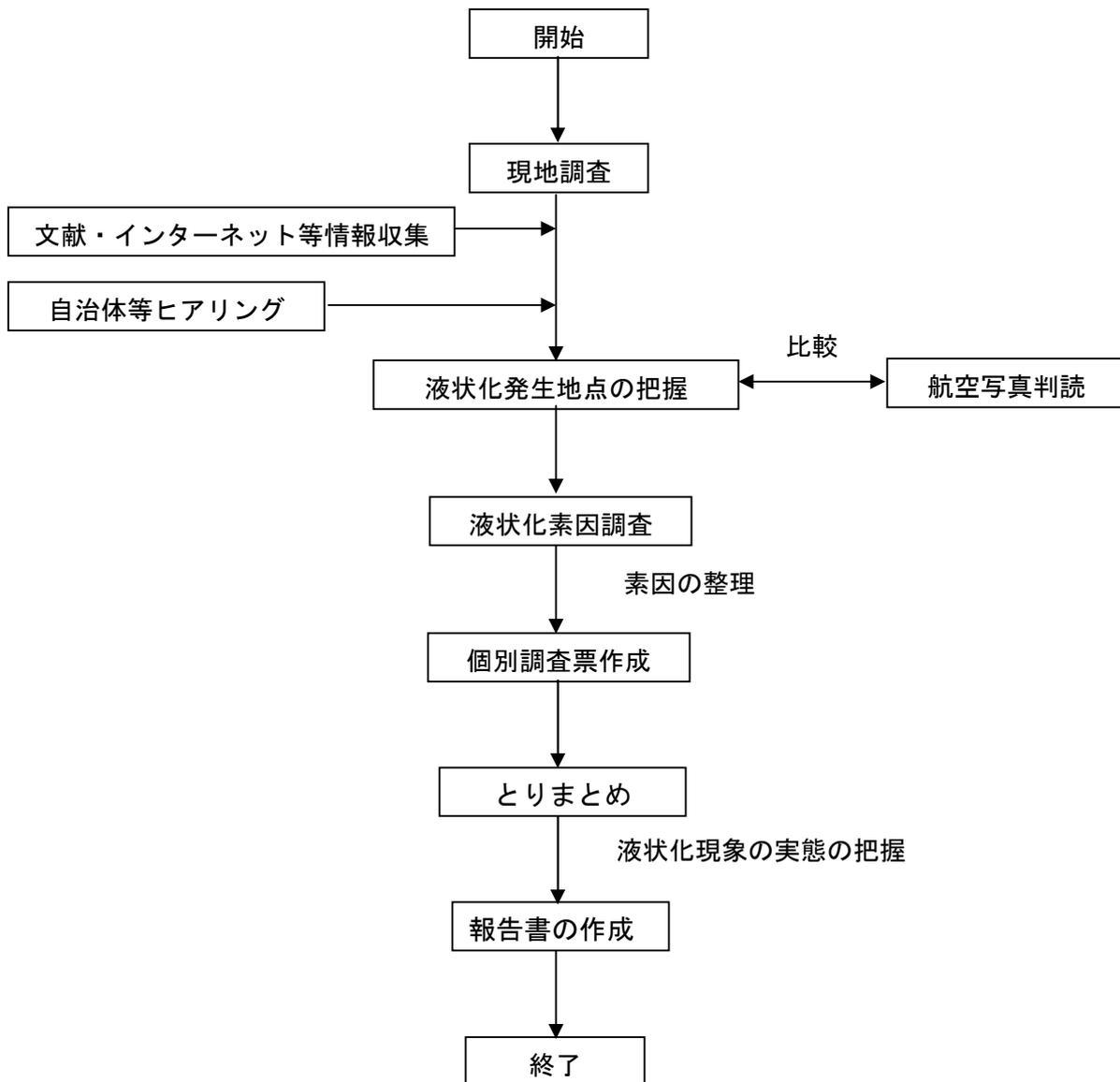


図 2.2.1 調査フロー

3. 調査結果

3. 1 液状化発生地点調査結果

現地踏査または自治体や関係機関から入手した情報により液状化発生の有無が確認された地点は、1/25000 地形図上で表現出来る精度として、液状化の発生が確認された地点を赤丸で、液状化の痕跡が確認されなかった箇所（砂や水の噴出および液状化による被害が確認されていない箇所）を青丸で表示し、液状化が発生した道路を地図上で赤く塗り、液状化の無い道路を青で塗り分けた。

面的な広がりについては、専門家が現地調査の結果に加え、地形・地質情報等からその範囲を推定し、網掛けで表示した（その境界位置は厳密なものではない）。

図面上で着色のない箇所は、液状化発生の情報がなく、現地調査等を実施していない箇所である。調査結果の凡例を表 3.1.1 に示す。

	液状化	噴砂、噴水等を目視確認した箇所
	非液状化	液状化の痕跡が確認されなかった箇所 (砂や水の噴出および液状化による被害が確認されていない箇所)
	液状化範囲	専門家が現地調査の結果に加え、地形・地質情報等を加味してその範囲を推定した範囲（その境界位置は厳密なものではない）
	非液状化範囲	

図 3.1.1 に調査の結果抽出された関東地方全体の液状化発生箇所を分布を示す。また、図 3.1.2 に 13 の区域に分割した液状化調査範囲位置図を示し、図 3.1.3(1)～図 3.1.3(13)に調査範囲 13 ブロックの拡大図を示す。

図 3.1.1 より、関東地方の茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川の 1 都 6 県で液状化の発生が確認された。最北端は栃木県大田原市、最西端は埼玉県熊谷市、最南端は千葉県南房総市、最東端は千葉県銚子市である。液状化の発生は東京から千葉にかけての東京湾岸および利根川下流域に集中してみられ、その他、川崎・横浜方面、那珂川や久慈川方面、利根川中流、鬼怒川・小貝川流域、古利根川流域に散在している。

都道府県、市区町村別にみると、以下の表 3.1.2 に示すとおりである。関東地方全体で少なくとも 96 の市区町村で液状化の発生が確認された。県別にみると、震源に近い茨城県が 36 市区町村で最も多く、次いで千葉県が 25 市区町村となる。

表 3.1.2 液状化発生箇所を含む市区町村

都道府県	市区町村	液状化が発生した市区町村数
茨城県	水戸市、日立市、土浦市、古河市、石岡市、結城市、龍ヶ崎市 下妻市、常総市、常陸太田市、北茨城市、取手市、つくば市 ひたちなか市、鹿嶋市、潮来市、守谷市、那珂市、筑西市、坂東市 稲敷市、かすみがうら市、神栖市、行方市、鉾田市、つくばみらい市 茨城町、大洗町、東海村、美浦村、阿見町、河内町、八千代町 五霞町、境町、利根町	36
栃木県	栃木市、真岡市、大田原市	3
群馬県	館林市、板倉町、邑楽町	3
埼玉県	さいたま市、熊谷市、川口市、行田市、加須市、春日部市、羽生市 越谷市、戸田市、鳩ヶ谷市、和光市、久喜市、八潮市、幸手市 吉川市、宮代町	16
千葉県	千葉市、銚子市、市川市、船橋市、木更津市、松戸市、野田市 成田市、東金市、旭市、習志野市、柏市、八千代市、我孫子市 浦安市、袖ヶ浦市、印西市、南房総市、匝瑳市、香取市、山武市 栄町、神崎町、東庄町、九十九里町、	25
東京都	中央区、港区、墨田区、江東区、品川区、大田区、北区、板橋区 足立区、葛飾区、江戸川区	11
神奈川県	横浜市、川崎市	2
総 計		96

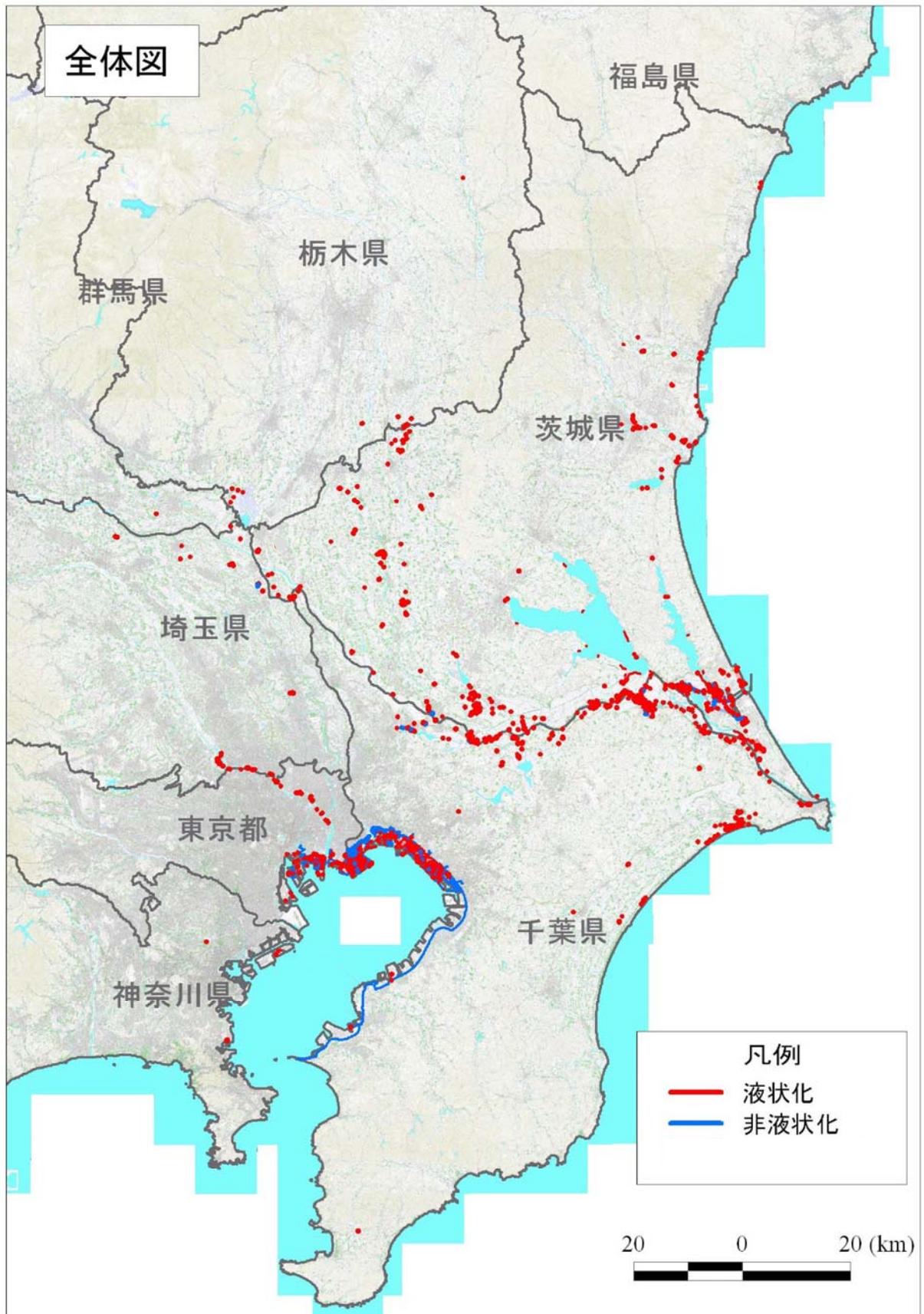


図 3.1.1 関東地方の液状化発生箇所分布（全体図）

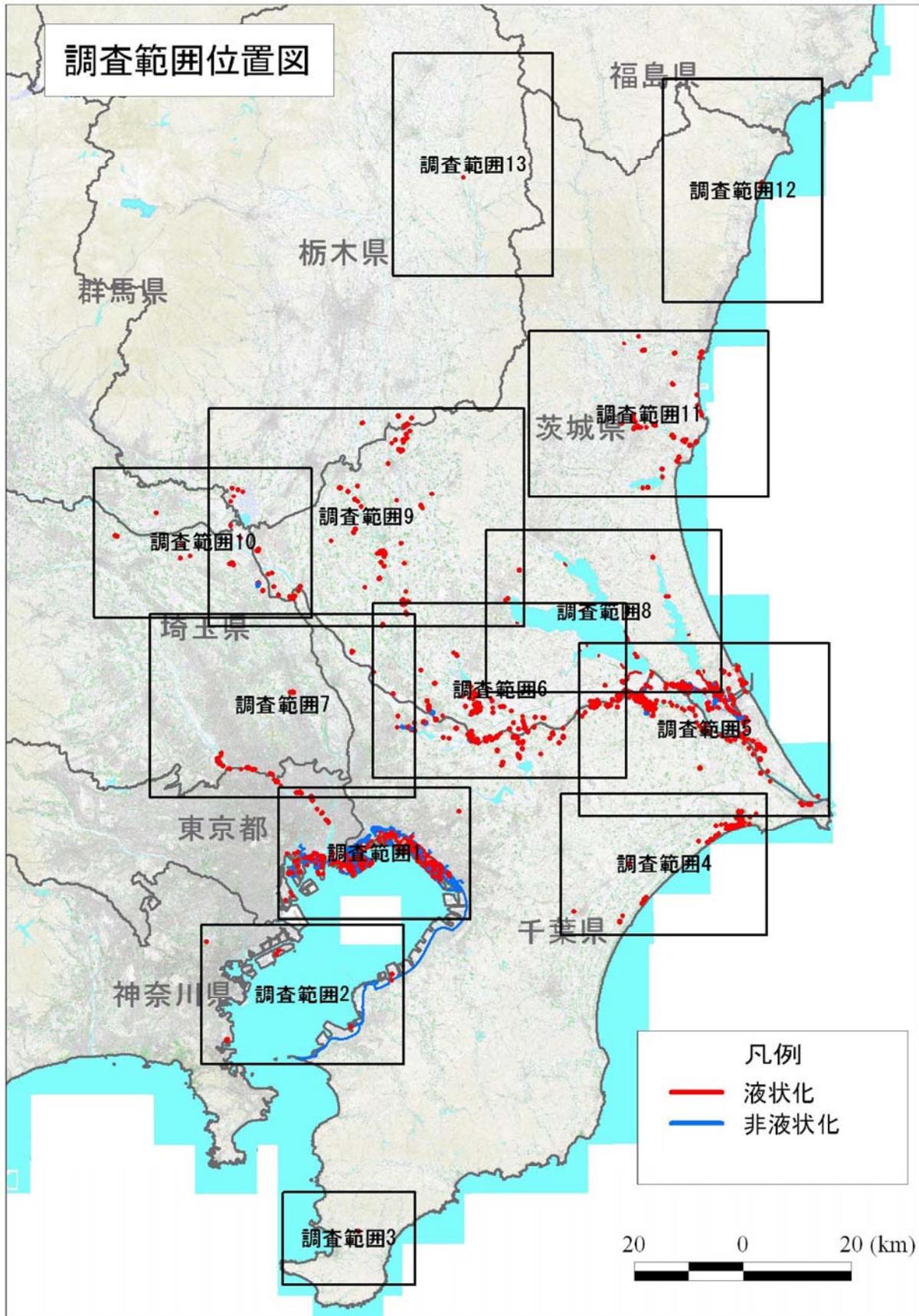


図 3.1.2 液状化調査範囲位置図

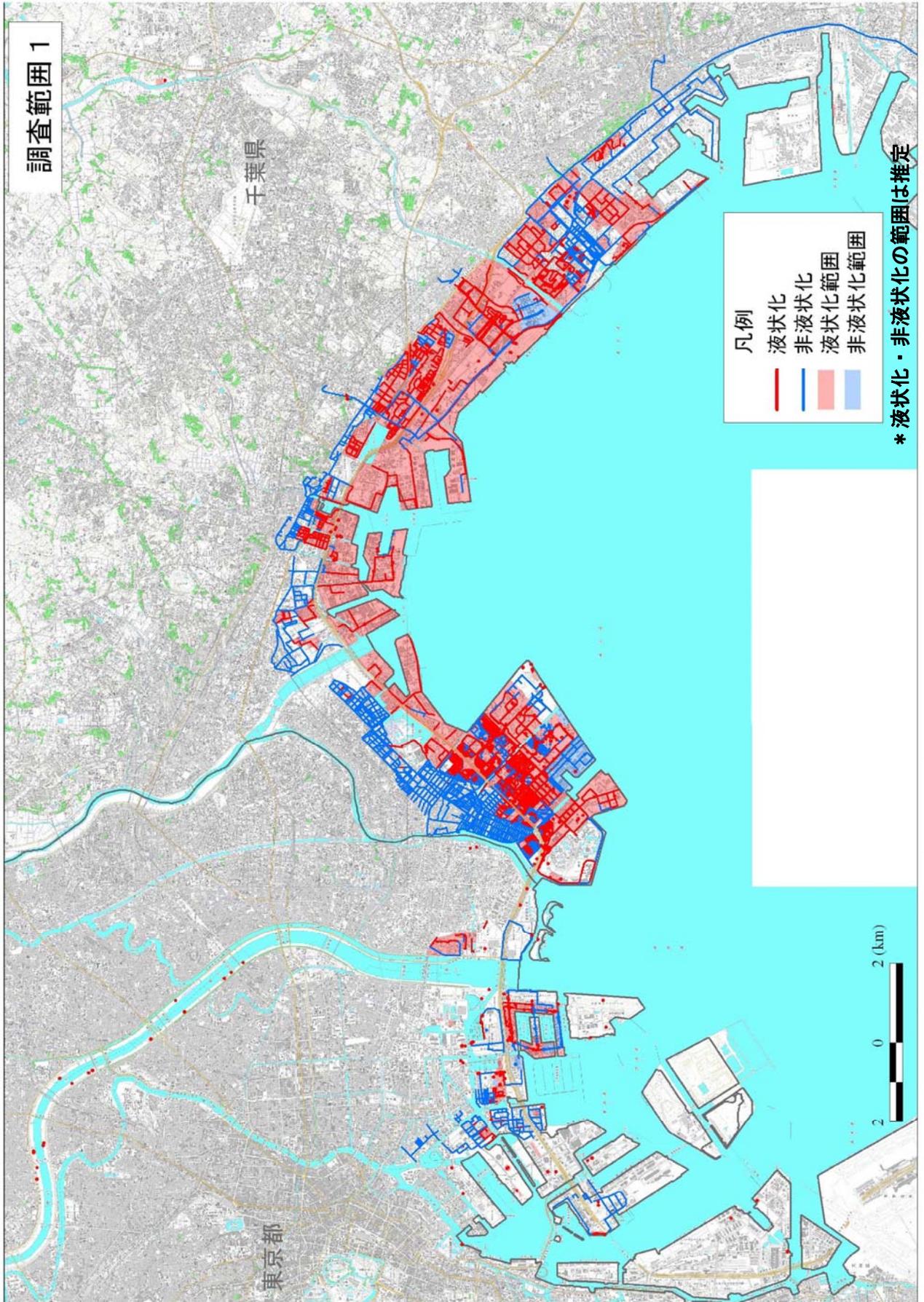


図 3.1.3(1) 液状化調査範囲位置図その 1 (東京湾岸北部)

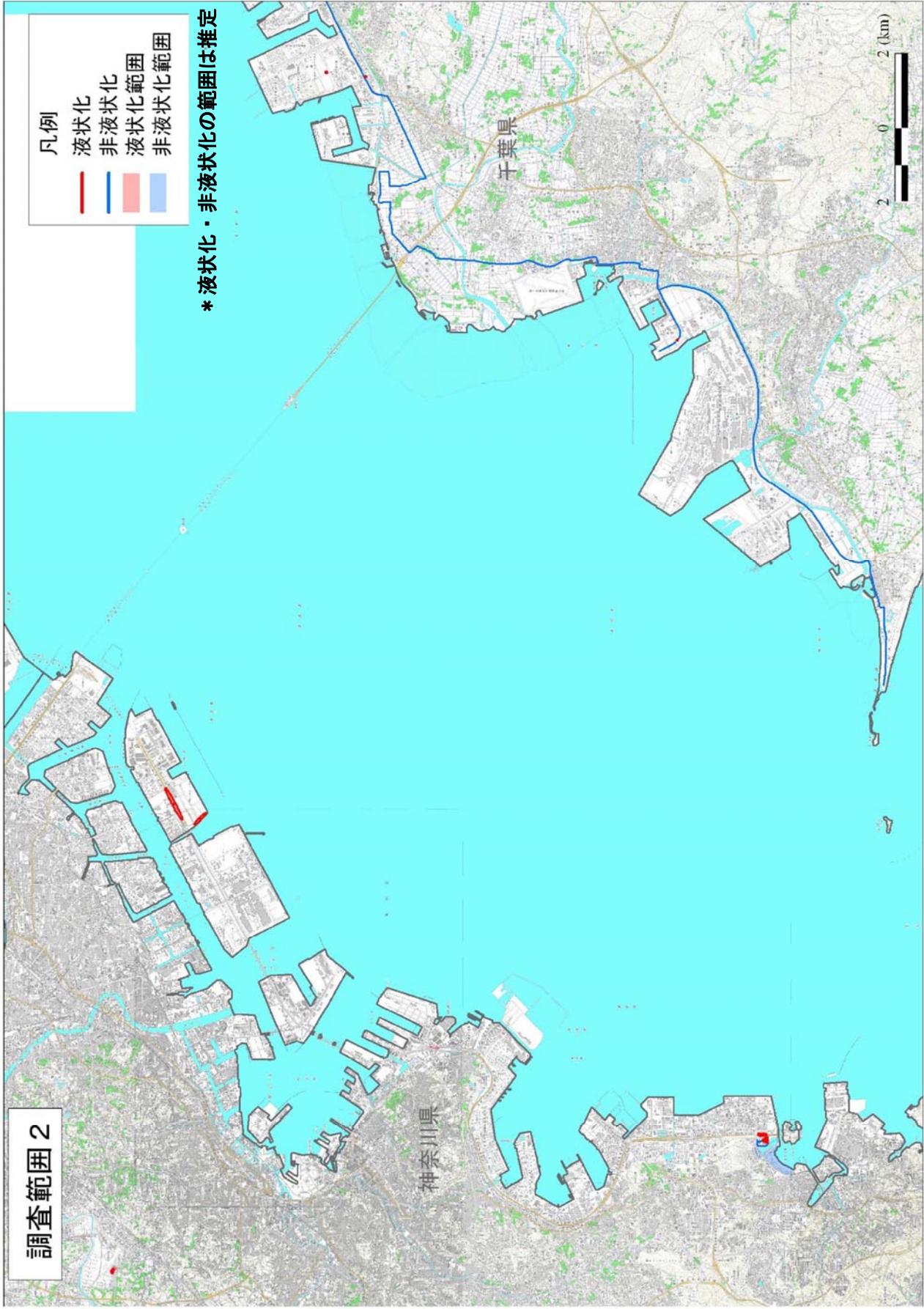


图 3.1.3(2) 液状化調査範囲位置図その 2 (東京湾岸南部)

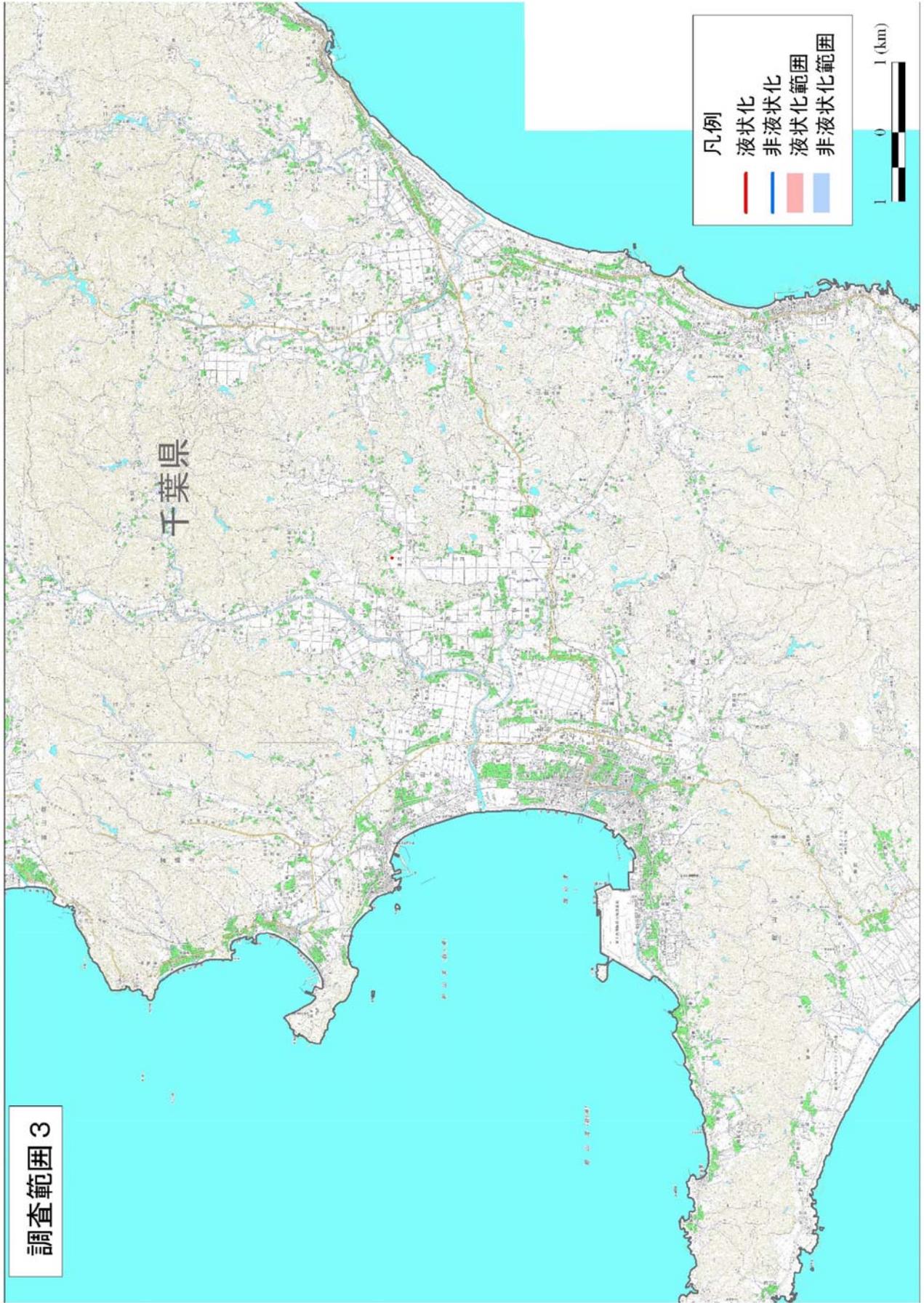


図 3.1.3(3) 液状化調査範囲位置図その 3 (南房総)

* 液状化・非液状化の範囲は推定

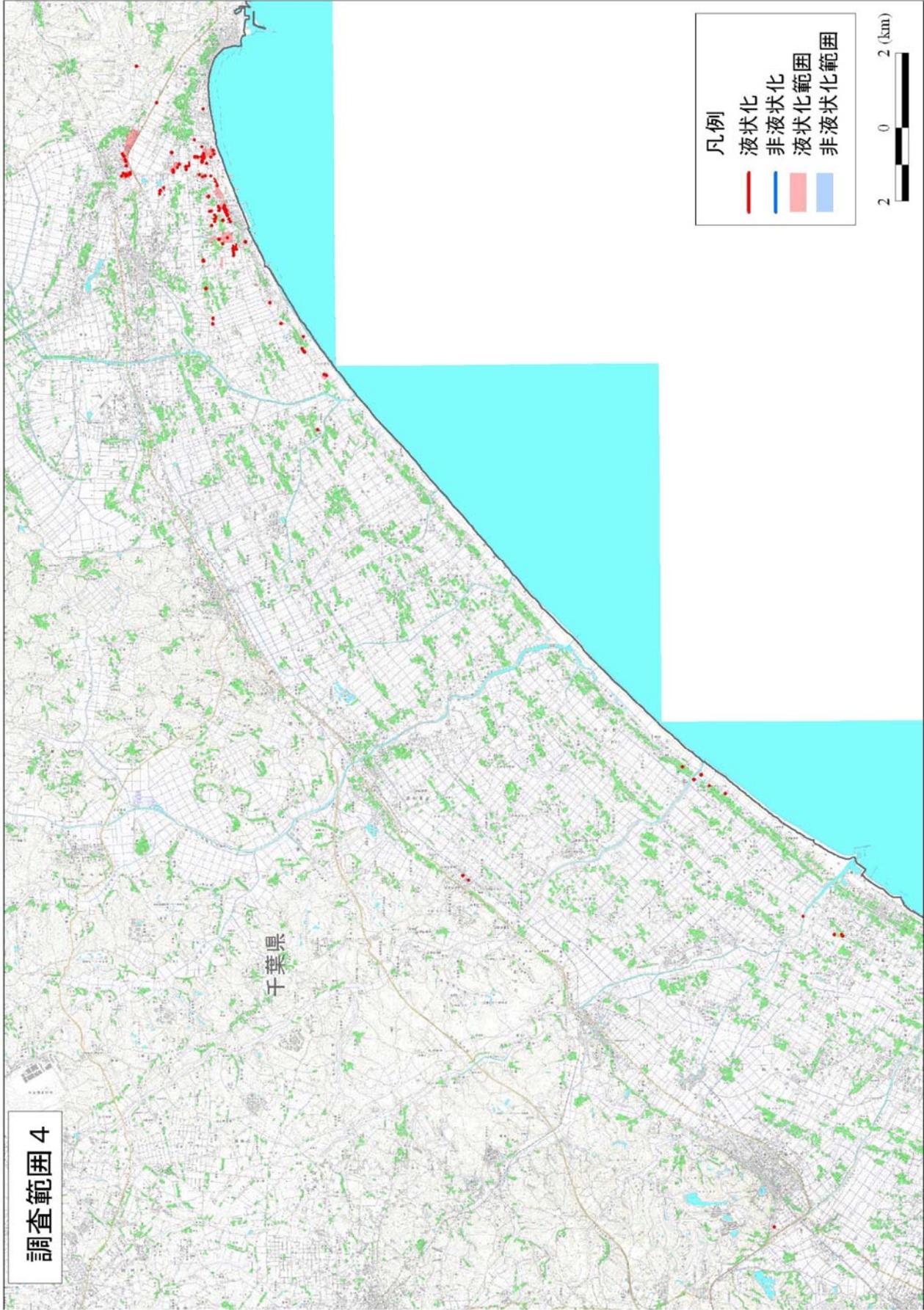


図 3.1.3(4) 液状化調査範囲位置図その 4 (九十九里沿岸) * 液状化・非液状化の範囲は推定

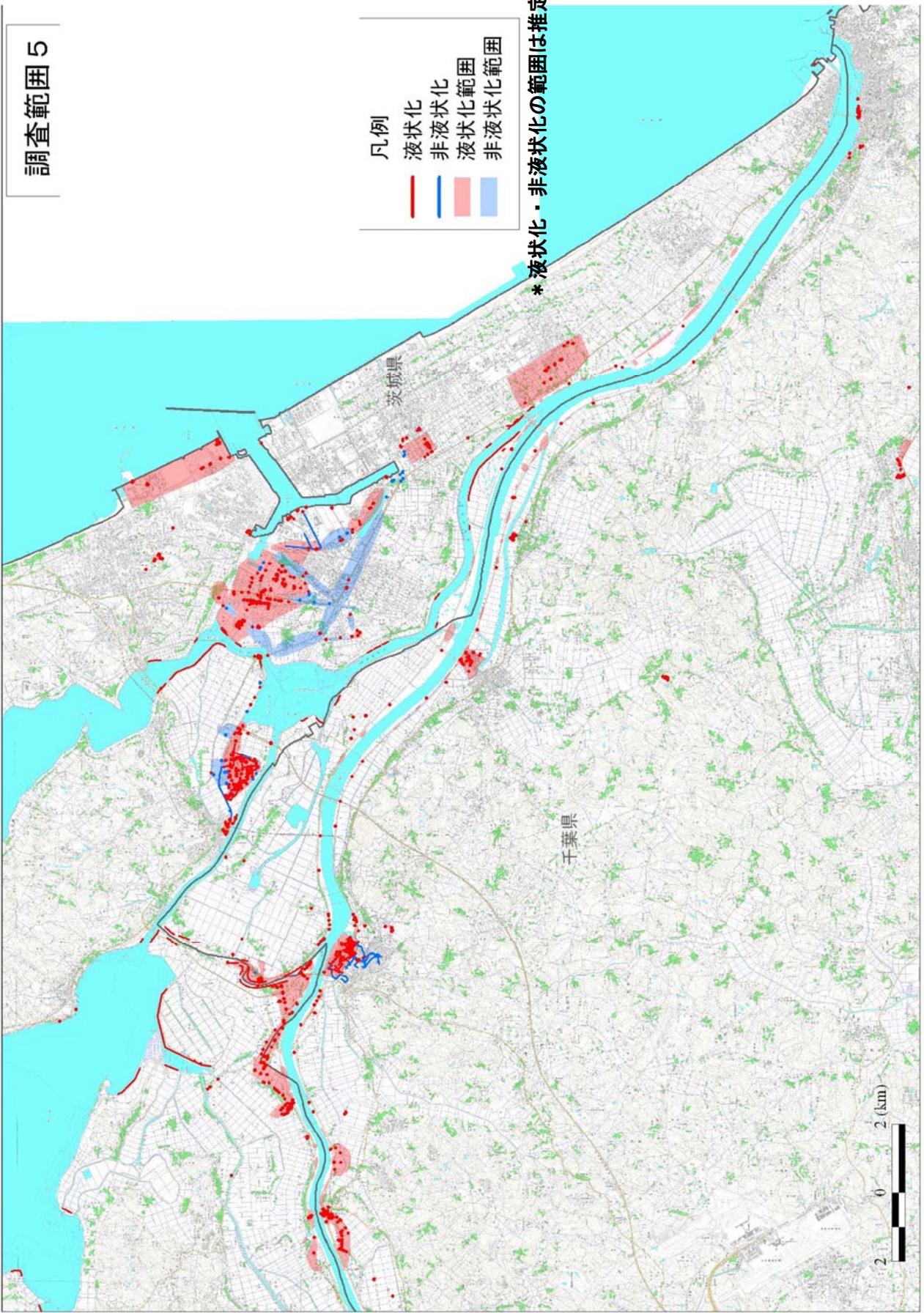


図 3.1.3(5) 液状化調査範囲位置図その 1 (利根川下流 (佐原～銚子)、霞ヶ浦南東部)

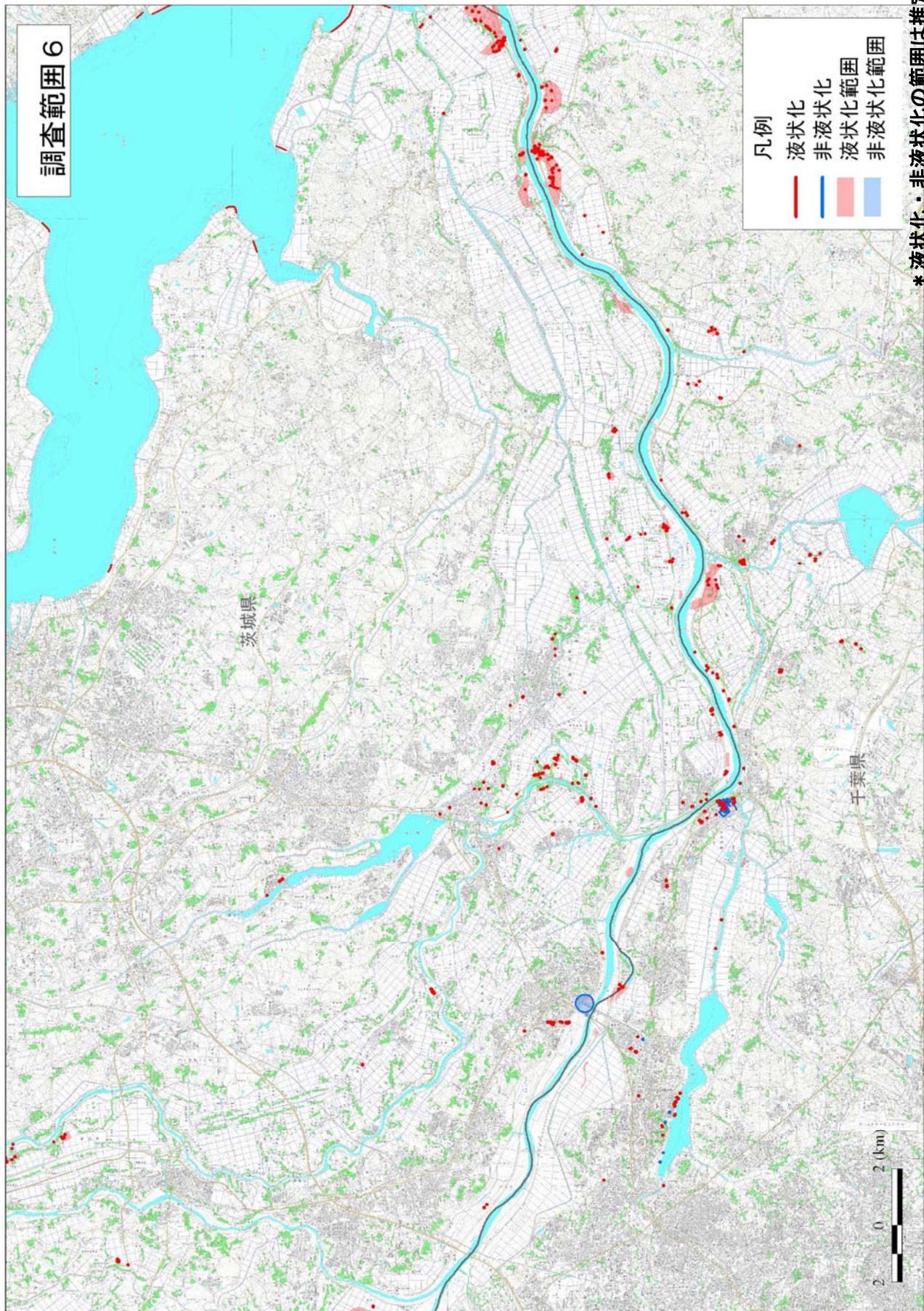
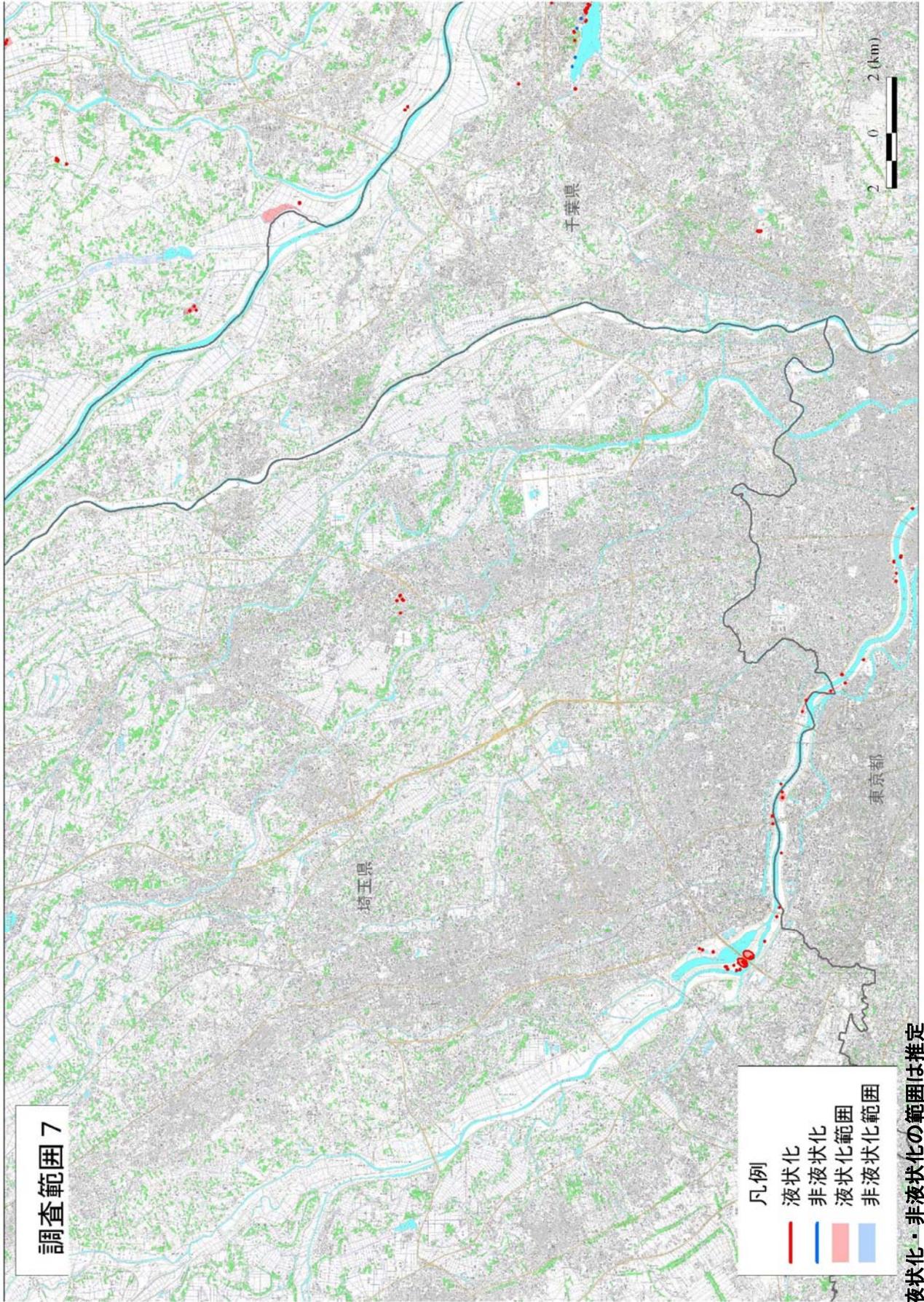
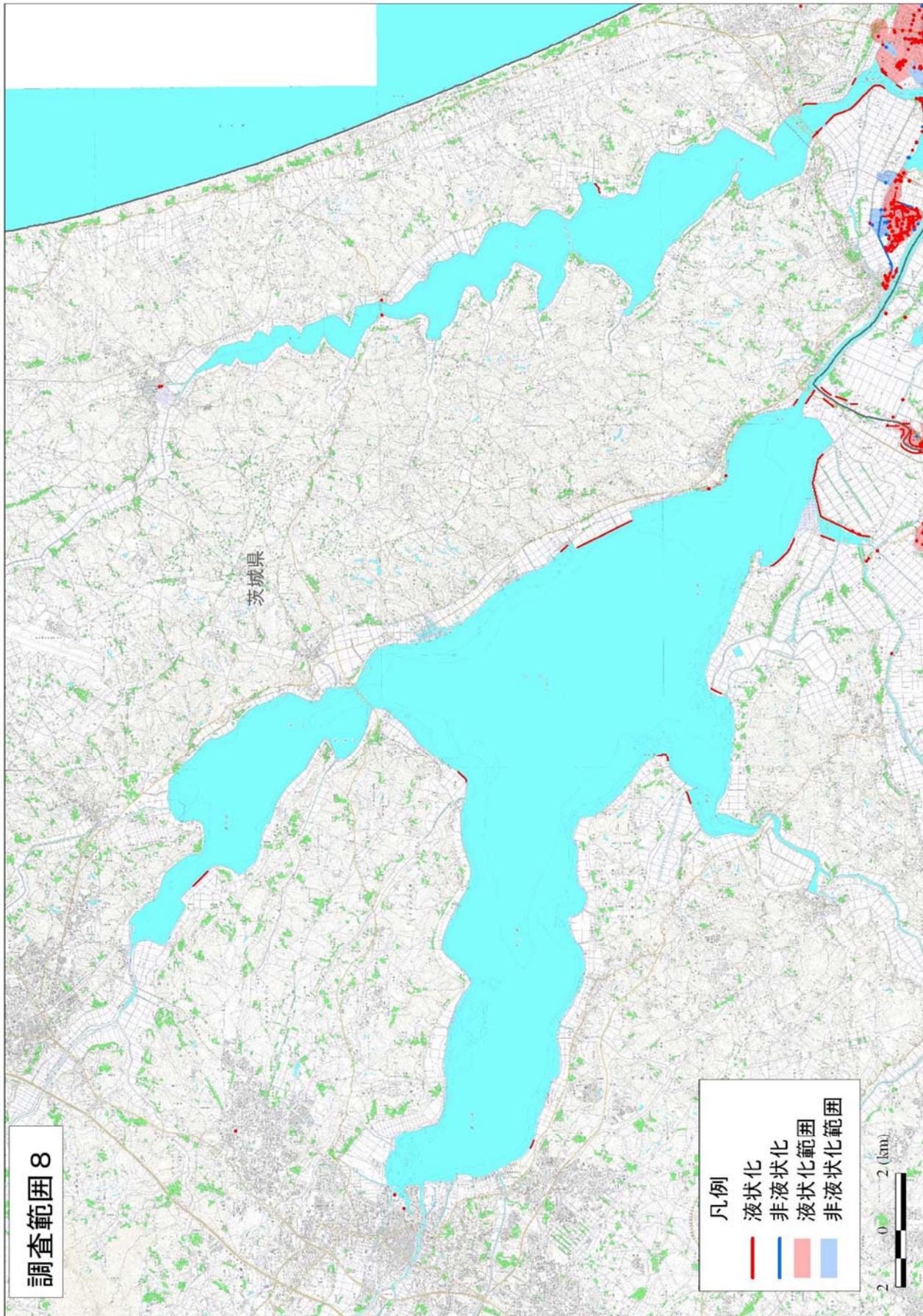


図 3.1.3(6) 液状化調査範囲位置図その 6 (利根川下流 (我孫子～佐原)、霞ヶ浦西部)



* 液状化・非液状化の範囲は推定

図 3.1.3(7) 液状化調査範囲位置図その 7 (荒川下流北部、古利根川流域南部)



* 液状化・非液状化の範囲は推定

図 3.1.3(8) 液状化調査範囲位置図その 8 (霞ヶ浦北西部)

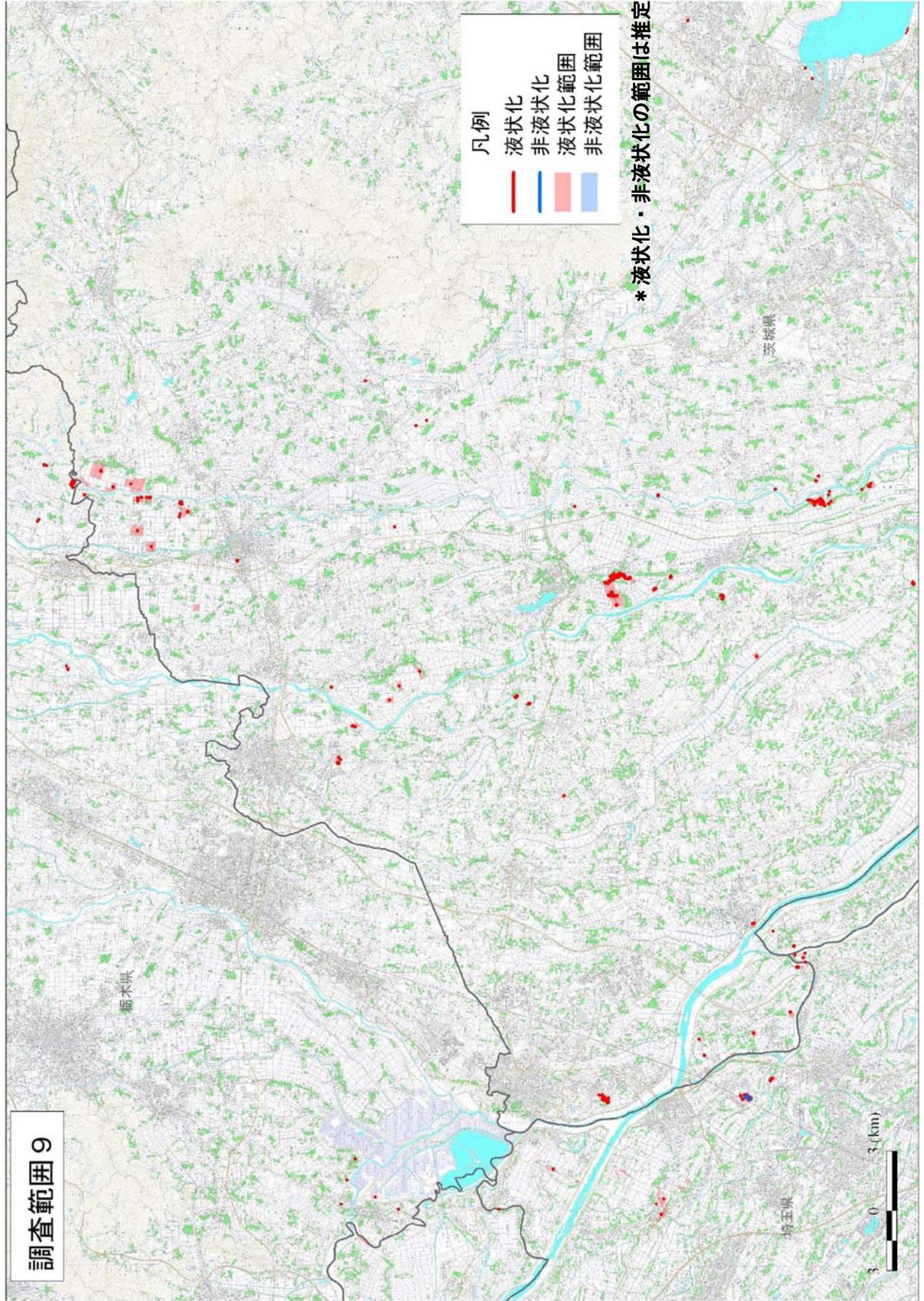


図 3.1.3(9) 液状化調査範囲位置図その 9 (鬼怒川・小貝川流域)

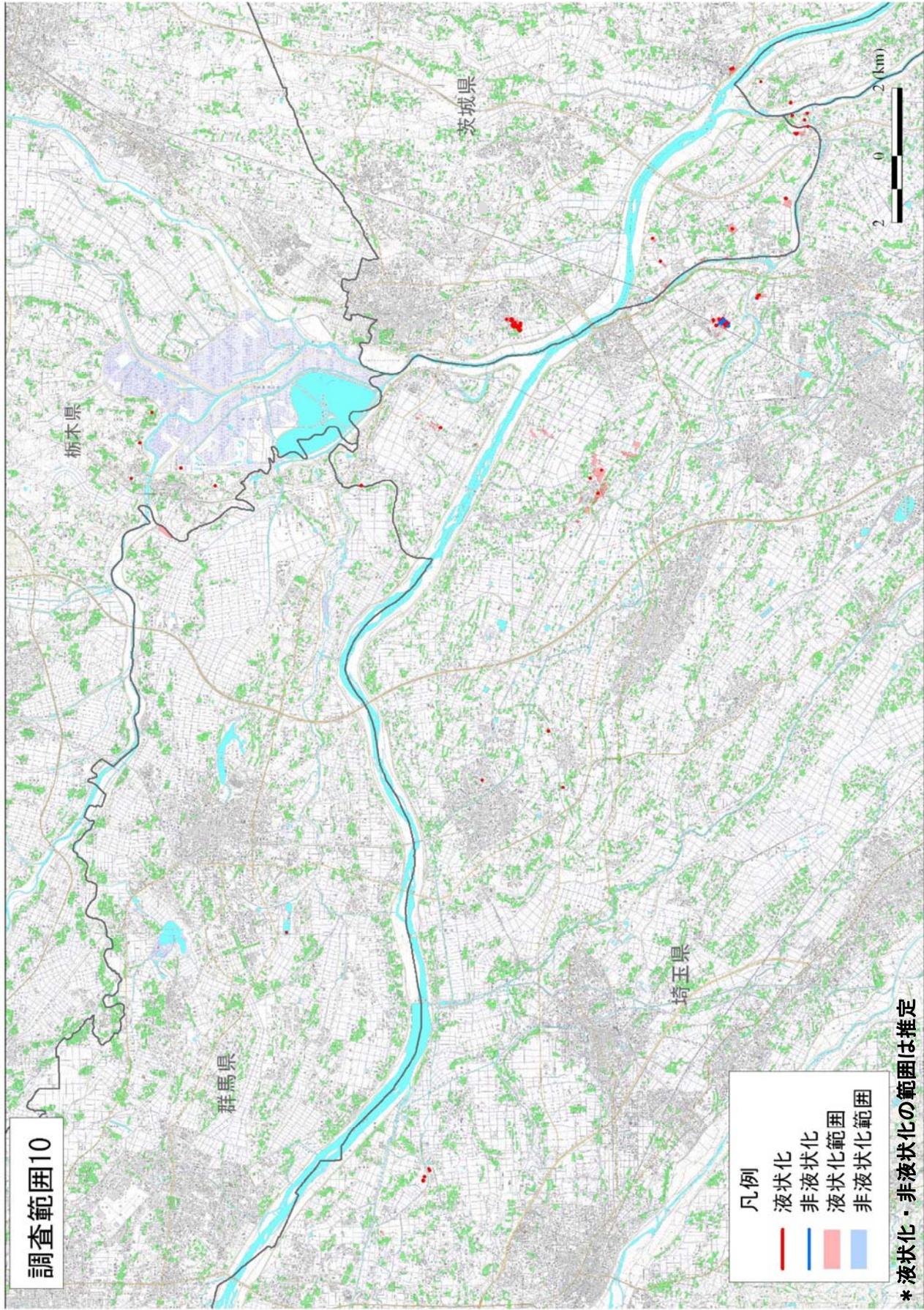


図 3.1.3(10) 液状化調査範囲位置図その10 (古利根川流域北部)

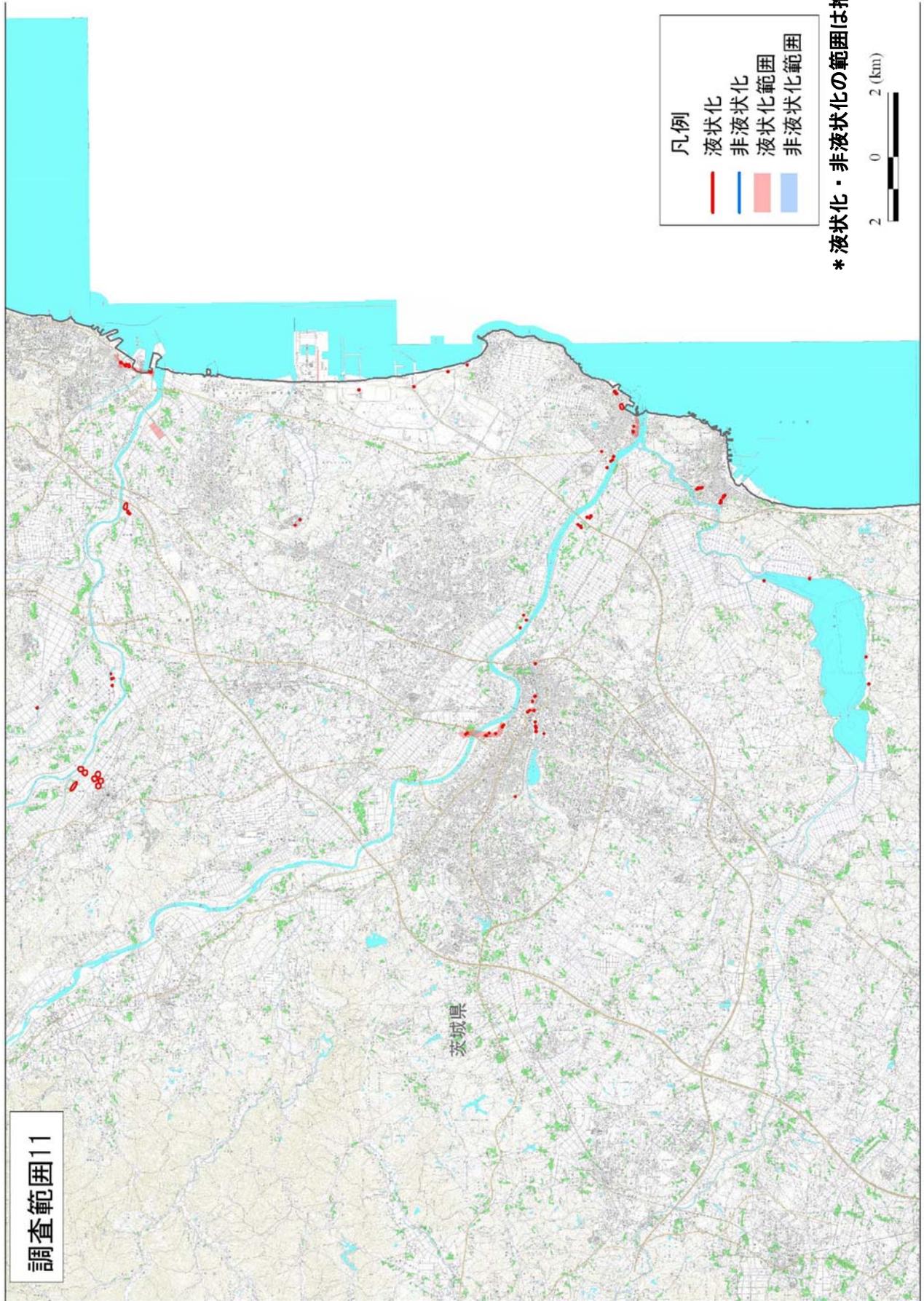


図 3.1.3(11) 液状化調査範囲位置図その 11 (大洗～水戸～日立)

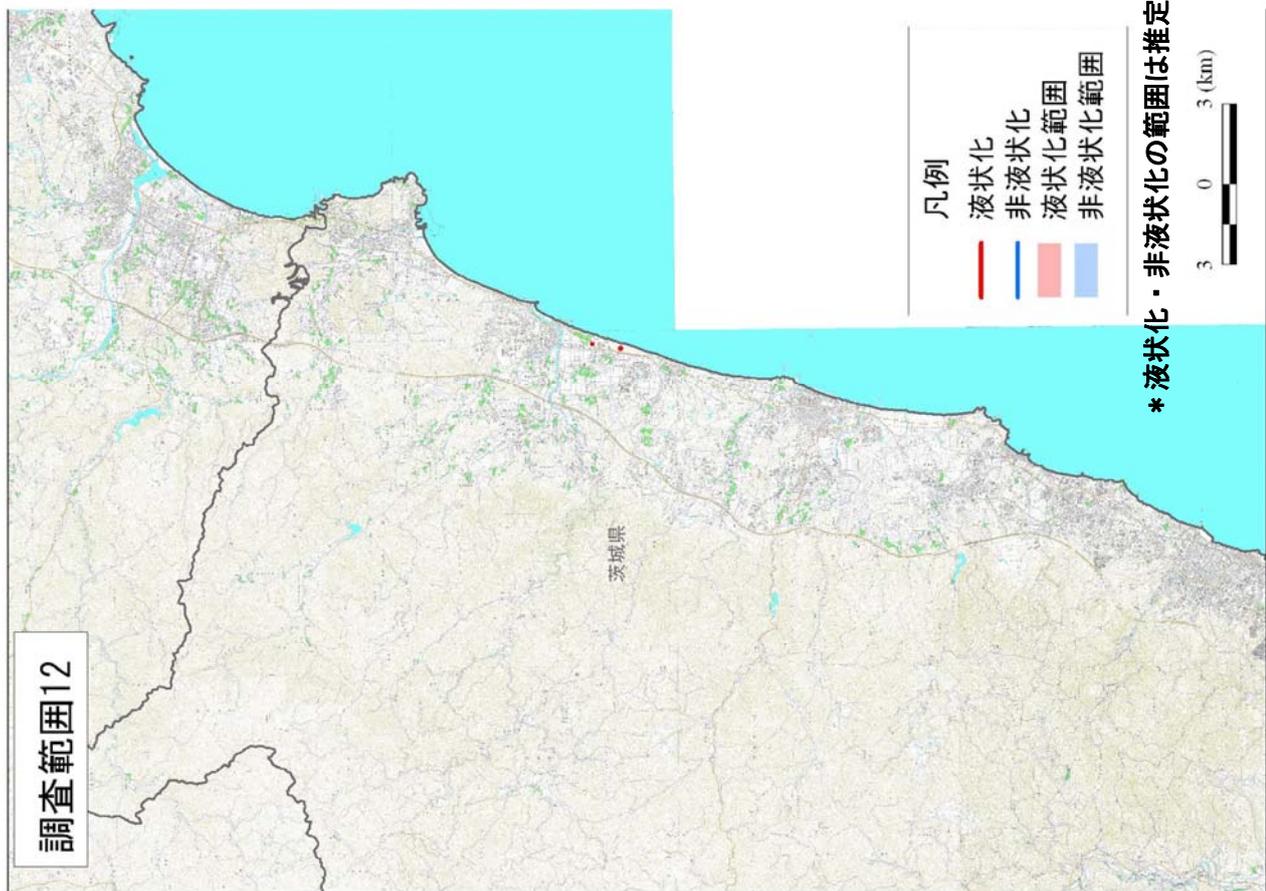


図 3.1.3(12) 液状化調査範囲位置図その12 (北茨城)

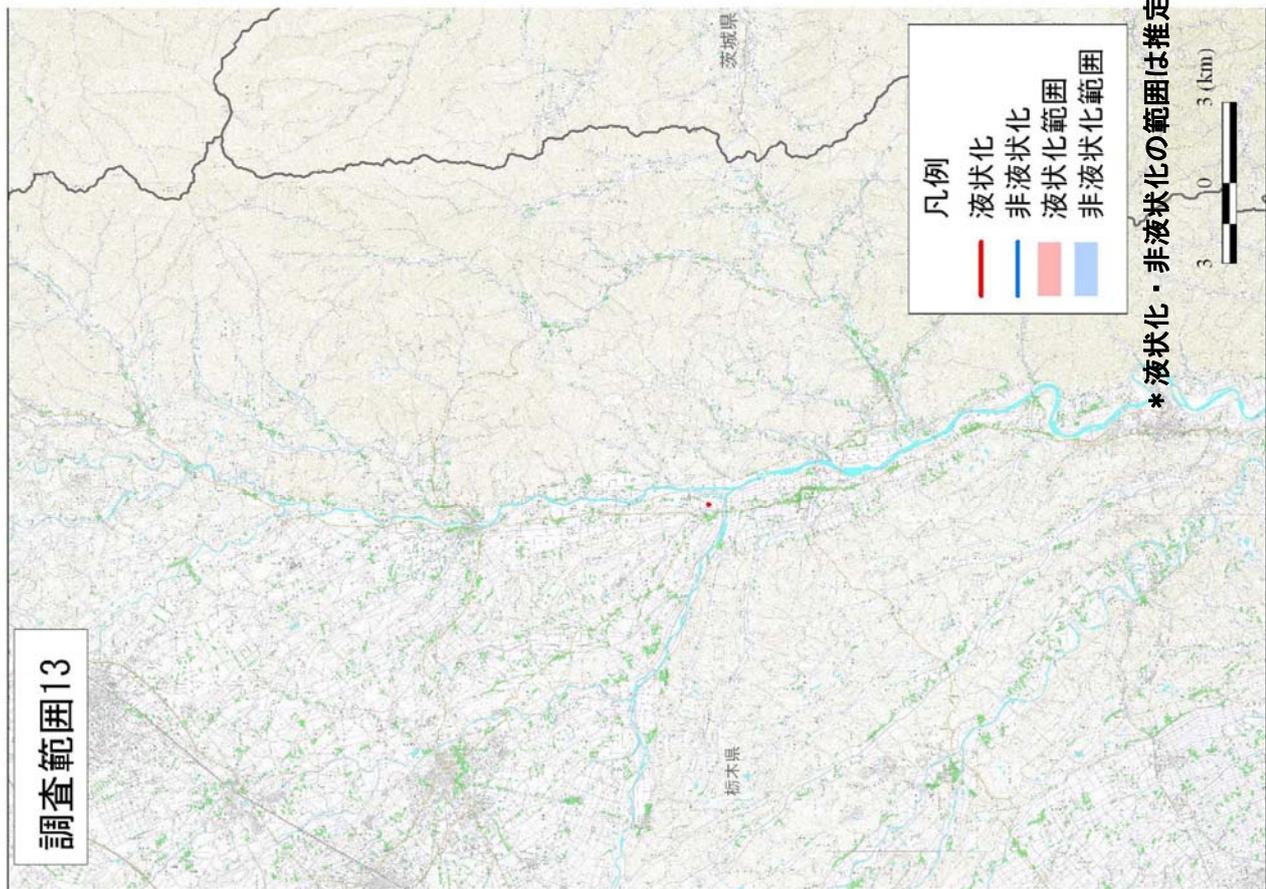


図 3.1.3(13) 液状化調査範囲位置図その13 (栃木県東部)

3. 2 液状化素因調査結果

(1) 調査票作成箇所

素因調査の結果を整理するために、個別調査票を作成する箇所は、市区町村境界、埋立年代、被害の大小等により区分し、隣接する自治体にまたがる箇所を統合整理して183の箇所に分割した。1つの箇所はA3横サイズに2種類の1/25000縮尺の図を並べて比較できるように、縦16cm(4.0km)×横17.5cm(4.375km)の範囲に収まるように区分した。結果的に、被害範囲の大きな東京湾岸の埋立地や利根川下流の主要な箇所についてもこの枠のサイズでカバーすることができた。

183箇所の調査票箇所名一覧表を表3.2.1(a)～(c)に示す(No.144は欠番)。液状化発生箇所が複数自治体にまたがっている調査票については複数の自治体名を記載している。また、主要な液状化発生箇所の地名と調査の出典を併せて示した。

図 3.2.1(a) 調査票箇所名一覧表 その1

No.	都道府県	箇所名	地名	本委員会での調査	他機関調査	自治体ポリング	その他
1	東京都	江東区-1	新木場	○	東京都港湾局		
2	東京都	江東区-2	豊の島	○	東京都港湾局		
3	東京都	江東区-3	辰日	○	東京都港湾局		
4	東京都	江東区-4	奥鷺, 有明	○	東京都港湾局		
5	東京都	江東区-5, 港区-1, 品川区-1	江東区青海, 港区台場, 品川区東八潮	○			
6	東京都	江東区-6	豊洲, 潮見	○			
7	東京都	江東区-7	新砂	○	荒川下流河川事務所		
8	東京都	江東区-8	若洲	○	東京都港湾局, 荒川下流河川事務所		
9	東京都	江戸川区-1	清新町, 臨海町	○			
10	東京都	江戸川区-2, 葛飾区-2, 墨田区-1	江戸川区平井4, 6丁目, 葛飾区東四つ木1丁目, 墨田区東墨田2丁目, 墨田4丁目	○	荒川下流河川事務所		
11	東京都	中央区-1	晴海, 浜崎島	○	東京都港湾局, 中央区HP		
12	東京都	大田区-1	東海, 成瀬島	○	東京都港湾局		
13	東京都	葛飾区-1, 八潮市-1	葛飾区黄金町1丁目, 水元公園, 八潮市大瀬	○	荒川下流河川事務所		葛飾区, 八潮市
14	東京都	足立区-1, 葛飾区-3	足立区柳原1, 2丁目, 稲田3, 4丁目, 国原1丁目, 本木1丁目, 千住大川町, 葛飾区小菅1丁目	○	荒川下流河川事務所		
15	東京都	北区-2, 北区-1, 川口市-1	足立区新田1, 2丁目, 藤浜2丁目, 北区志茂4丁目, 川口市河原町	○	荒川下流河川事務所		
16	東京都	北区-2, 板橋区-1, 川口市-2, 戸田市-1	北区深間2丁目, 板橋区舟渡2, 4丁目, 川口市荒川町, 戸田市堤外	○	首都高速道路機構, 横浜地方気象台HP		
17	神奈川県	川崎市川崎区-1	東扇島, 音道高, 東扇島西公園	○			
18	神奈川県	川崎市川崎区-1	小机町	○			
19	神奈川県	横浜市金沢区-1	鶴町	○			
20	神奈川県	横浜市金沢区-1	福浦3丁目, 柴町	○			
21	千葉県	浦安市-1	舞浜	○	首都高速道路機構		
22	千葉県	浦安市-2	千鳥	○			
23	千葉県	浦安市-3	高洲, 港	○			
24	千葉県	浦安市-4	明海, 日の出	○			
25	千葉県	浦安市-5	今川, 弁天, 富岡, 東野, 鏡橋通り	○	首都高速道路機構		
26	千葉県	浦安市-6	入船, 美浜, 海菜	○			
27	千葉県	浦安市-7	高士見, 堀江, 稲美, 北栄, 当代島	○			
28	千葉県	市川市-1	福栄, 南行徳, 新浜, 渡新田2丁目, 行徳駅前2, 4丁目	○			
29	千葉県	市川市-2	塩浜	○	市川市HP		
30	千葉県	市川市-3	千鳥町	○	市川市HP		
31	千葉県	市川市-4	幸, 宝, 入船, 日之出, 塩焼, 末広, 富浜, 本行徳, 妙典4~6丁目, 行徳駅前1, 3丁目	○	市川市HP		
32	千葉県	市川市-5	高浜町, 加藤新田, 本行徳, 下妙典	○	市川市HP		
33	千葉県	市川市-6	田尻, 高谷, 原木, 二俣, 上妙典	○	首都高速道路機構		
34	千葉県	市川市-7	高谷新町, 二俣新町	○			
35	千葉県	船橋市-1, 市川市-8	船橋市船場町, 市川市東浜1丁目	○	千葉県環境研究センター		
36	千葉県	船橋市-2	西船2, 3丁目, 栄町2丁目, 日の出2丁目, 南本町, 湊町	○			
37	千葉県	船橋市-3	西浦1丁目, 南海神	○			
38	千葉県	船橋市-4	栄町1丁目, 日の出1丁目, 南本町, 湊町, 海神町2, 3丁目	○	千葉県環境研究センター		
39	千葉県	船橋市-5	浜町1丁目, 高瀬町, 若松1丁目, 宮本3, 9丁目	○	千葉県環境研究センター		
40	千葉県	船橋市-6	浜町2, 3丁目, 高瀬町, 若松2丁目	○	千葉県環境研究センター		
41	千葉県	習志野市-1	谷津	○			
42	千葉県	習志野市-2	袖ヶ浦, 秋津, 香澄	○			
43	千葉県	習志野市-3	蒲浜, 芝園	○			
44	千葉県	美浜区-1	豊砂, 浜田, 幕張西	○	千葉県環境研究センター		
45	千葉県	美浜区-2, 花見川区-1	美浜区美浜, 中瀬, ひび野, 打瀬, 若葉, 花見川区幕張町	○			
46	千葉県	美浜区-3	隣辺, 真砂, 稲毛海岸5丁目	○			
47	千葉県	美浜区-4	高浜, 高洲, 稲毛海岸1~4丁目	○			
48	千葉県	美浜区-5	新港, 幸町	○			
49	千葉県	中央区-1	千葉港	○			
50	千葉県	中央区-2	隣野木台1丁目	○			
51	千葉県	花見川区-2	宮野木台1丁目	○			
52	千葉県	袖ヶ浦市-1	中袖, 長溝	○	千葉県環境研究センター		
53	千葉県	木更津市-1	新港	○	千葉県環境研究センター		
54	千葉県	松戸市-1	八ヶ崎(千駄堀トンネル取付道路)	○			
55	千葉県	八千代市-1	村上	○			
56	千葉県	南房総市-1	池之内	○	千葉県環境研究センター		
57	千葉県	九十九里町-1	下谷, 南新田	○			
58	千葉県	東金市-1	台方	○			東金市
59	千葉県	山武市-1	木戸浜, 小松浜, 中谷ノ下浜	○	千葉県環境研究センター		山武市
60	千葉県	山武市-2	松屋	○			山武市
61	千葉県	旭市-1	三川, 蛇園, 曾根, 東足洗, 立野, 谷原, 空甲, 忍坂, 大林	○			
62	千葉県	旭市-2	東目名, 西目名, 野中, 稚名内, 足川, 西足洗, 新田, 仁玉, 鍋城内	○			
63	千葉県	旭市-3, 匝瑳市-1	旭市上ノ代, 駒込, 仁玉, 井戸野, 匝瑳市吉崎浜, 西里	○			
64	千葉県	茨城 龍子市-1, 神栖市-13	龍子市三軒町, 唐子町, 中央町, 本城町, 長塚町, 若宮町, 松本町, 神栖市本新町, 海老台, 高野	○	利根川下流河川事務所		

図 3.2.1(b) 調査票箇所名一覧表 その2

No.	都道府県	箇所名	地名	本委員会での調査	他機関調査	自治体ヒアリング	その他
65	千葉県	東庄町-1, 神栖市-8	東庄町宿浜, 新田, 神栖市石神浜, 芝崎, 神栖市石神浜, 芝崎	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
66	千葉県	東庄町-2, 神栖市-9	東庄町宿敷, 新橋, 神栖市橋瀬, 西宝山, 東宝山, 日川	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
67	千葉県	香取市-1	佐原イ, 佐原口, 佐原2丁目, 籠原口	○	利根川下流河川事務所		
68	千葉県	香取市-9	小保内	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
69	千葉県	香取市-2, 稲敷市-5	香取市第島, 長島, 砂場, 稲敷市西代, 中島, 佐原下手	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
70	千葉県	香取市-3, 潮来市-5, 稲敷市-4	香取市八房川, 本津, 潮来市牛鹿, 稲敷市増島	○	霞ヶ浦河川事務所		
71	千葉県	香取市-4, 潮来市-1	香取市鶴島, 潮来市あやめ	○	利根川下流河川事務所		
72	千葉県	香取市-5	下小堀	○	利根川下流河川事務所		
73	千葉県	香取市-6, 潮来市-6	香取市丸峯, 勝洲新田, 下小堀, 一之分目, 潮来市潮来	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
74	千葉県	香取市-7, 神栖市-6	香取市一之分目, 三之分目, 高田, 下小堀, 神栖市豊橋	○	利根川下流河川事務所		
75	千葉県	香取市-8, 神栖市-7	香取市小見川(新開町), 阿玉川, 下小堀, 神栖市豊橋, 高浜	○	利根川下流河川事務所, 霞ヶ浦河川事務所		
76	千葉県	神栖町-2, 稲敷市-7	神栖町今, 稲敷市曲淵, 四ツ谷	○	利根川下流河川事務所		
77	千葉県	成田市-1	神崎, 新川, 西大須賀, 下草場, 北部, 屋敷割	○	利根川下流河川事務所		
78	千葉県	成田市-2, 河内町-3	成田市小浮, 大和田, 野馬込, 河内町上笠江津, 平川, 十三間戸	○	利根川下流河川事務所		
79	千葉県	成田市-2	電角寺台	○			
80	千葉県	成田市-4, 河内町-1	成田中谷, 出津, 四ツ谷, 布糠酒道, 河内町生板橋子新田, 藤蔵, 丸田	○	利根川下流河川事務所		
81	千葉県	印西市-1, 栄町-1	印西市五曹津, 酒通下, 抗, 栄町安食, 安食台, 大洲, 仲町	○			
82	千葉県	印西市-2	小林浅間, 中根, 辺田前	○			
83	千葉県	印西市-4	我孫子市布衣, 布衣西町, 都, 利根町布川, 印西市大森, 発作	○	利根川下流河川事務所		
84	千葉県	我孫子市-1, 利根町-1	我孫子市布衣, 布衣西町, 都, 利根町布川, 印西市大森, 発作	○			
85	千葉県	我孫子市-2, 柏市-1	我孫子市新木野, 柏市水蓮橋, 千間橋, 手賀新田	○			
86	千葉県	我孫子市-3, 取手市-5	我孫子市新木野, 柏市水蓮橋, 千間橋, 手賀新田	○	利根川下流河川事務所		
87	千葉県	我孫子市-4, 柏市-2	我孫子市若松, 並木, 白山, 柏市根戸, 柏下	○			
88	千葉県	久須市-1	柳葉橋	○	久喜市HP		
89	千葉県	加須市-1	村子木, 白倉, 三分野, 北平野, 古川, 生出, 間口, 阿佐間, 外記新田, 新川通	○			
90	千葉県	加須市-2	茨西, 大宮, 柳生新田, 本田, 向古河	○			
91	千葉県	加須市-3	川口3丁目	○			
92	千葉県	加須市-4	上戸塚, 中嶋, 上川橋	○			
93	千葉県	加須市-5	川橋, 西原, 皮原西	○			
94	千葉県	羽生市-1	真名坂	○			
95	千葉県	行田市-1	西条, 日向, 上中条	○			
96	千葉県	熊谷市-1	西原(百間小学校)	○			
97	千葉県	宮代町-1	備後裏, 一ノ割, 藤塚, 緑町	○			
98	千葉県	春日部市-1	上笹塚, 吉屋	○			
99	千葉県	葛谷市-1	袋山	○			
100	千葉県	さいたま市-1	別所4丁目(別所沼公園)	○			
101	千葉県	鳩ヶ谷市-1	別2丁目(中唐公園)	○			
102	千葉県	和光市-1	戸田市美友木, 内容, 重清, 和光市新倉, 下新倉	○			
103	千葉県	和光市-2, 和光市-1	幸手市高須賀, 五霞町下分	○			
104	群馬県	群馬市-1, 五霞町-2	下三林町(近藤沼)	○			
105	群馬県	群馬市-1	板倉	○			
106	群馬県	板倉町-3	中野(中野沼公園)	○			
107	群馬県	島原町-1	神栖市鶴川, 根割, 居切, 深芝, 鹿嶋市鶴川, 谷原, 長橋, 泉川	○			
108	茨城県	神栖市-1, 鹿嶋市-3	平泉, 深芝, 筒井, 大野原, 神栖	○			
109	茨城県	神栖市-2	東深芝	○			
110	茨城県	神栖市-3	知手中央, 知手	○			
111	茨城県	神栖市-4	神栖市六角, 結佐, 上之島, 西代, 香取市野間谷原, 川尻, 昭和町, 石納, 飯島	○			
112	茨城県	神栖市-10, 東庄町-3	神栖市川尻, 谷田部, 西前宿, 鏡子市宮原町, 桜井町, 笹木町, 忍町, 塚本町	○			
113	茨城県	神栖市-11, 鏡子市-3	神栖市川尻, 鏡子市小舟木町	○			
114	茨城県	神栖市-12, 鏡子市-2	鉢形台, 新浜(北海道工業団地)	○			
115	茨城県	鹿嶋市-1	鹿嶋市葉生浜, 国来浜, 泉川浜, 泉川, 神栖市光	○			
116	茨城県	鹿嶋市-2, 神栖市-14	鹿嶋市葉生浜, 国来浜, 泉川浜, 泉川, 神栖市光	○			
117	茨城県	鹿嶋市-5	鹿嶋市葉生浜, 国来浜, 泉川浜, 泉川, 神栖市光	○			
118	茨城県	潮来市-2	日の出	○			
119	茨城県	潮来市-3, 神栖市-5	潮来市徳島, 福島, 神栖市鶴川	○			
120	茨城県	潮来市-4, 鹿嶋市-4	潮来市前川, 米島, 鹿嶋市郷三田, 大船津	○			
121	茨城県	稲敷市-1, 美浦村-1	稲敷市西の洲, 美浦村糸郷入, 大山	○			
122	茨城県	稲敷市-2	伊佐部	○			
123	茨城県	稲敷市-3	浮島, 本新, 神栖, 押尾, 新川	○			
124	茨城県	稲敷市-6, 香取市-10	稲敷市六角, 結佐, 上之島, 西代, 香取市野間谷原, 川尻, 昭和町, 石納, 飯島	○			
125	茨城県	稲敷市-8, 神栖町-1	稲敷市橋向, 津澤清, 神崎町, 神崎五信, 向野, 松崎	○			
126	茨城県	河内町-2, 栄町-5	河内町橋向, 津澤清, 神崎町, 神崎五信, 向野, 松崎	○			
127	茨城県	利根町-2, 栄町-3, 印西市-3	利根町布川, 三番割, 切戸, 栄町布衣, 西, 三和, 印西市木下, 平岡	○			
128	茨城県	鹿ヶ嶋市-1, 取手市-2	鹿ヶ嶋市川原代町, 駒栗町, 佐貫町, 南中島町, 庄兵衛新田町, 若栗町, 取手市富和田	○			

図 3.2.1(c) 調査票箇所名一覧表 その3

No.	都道府県	箇所名	地名	本委員会での調査	他機関調査	自治体ヒアリング	その他
129	茨城県	龍ヶ崎町-2, 取手市-3	龍ヶ崎市豊田町, 高須町, 長沖町, 川麻代町, 取手市高須, 大留, 桜が丘	○	龍ヶ崎川下流河川事務所		
130	茨城県	龍ヶ崎町-3	中曽根, 上大徳, 上大徳新町, 駒柴町, 高砂, 宮瀬町	○	龍ヶ崎川下流河川事務所		
131	茨城県	取手市-1	白山, 新町, 寺田, 取手	○	龍ヶ崎川下流河川事務所		
132	茨城県	取手市-4	小文圃, 長兵衛新田	○			
133	茨城県	守谷市-1	高野	○			
134	茨城県	守谷市-2	大木, 楳戸井	○			
135	茨城県	つくばみらい市-1	山王新田, 福田	○			
136	茨城県	常総市-1	曲田	○			
137	茨城県	常総市-2, つくば市-2	常総市元上駅町, 吉野, 仕出, 陣屋, 川崎町, つくば市大出	○			
138	茨城県	常総市-3	細野	○			
139	茨城県	常総市-4	湯野山新田, 杉山	○			
140	茨城県	坂東市-1	矢作(若井グリーンランド)	○			
141	茨城県	境町-1, 幸手市-2, 野田市-1, 五霞町-3	境町新吉町, 幸手市西園宿, 野田市江戸町, 三軒家, 五霞町幸主	○			
142	茨城県	五霞町-1	川妻, 小手指, 堀ノ内, 元栗橋	○			
143	茨城県	古河市-1	ひばりが丘, 三和	○			
144			久番				
145	茨城県	結城市-1, 筑西市-7	結城市林, 芝良前, 筑西市船玉	○			
146	茨城県	八千代町-1	新井, 八町	○			
147	茨城県	八千代町-2	平塚	○			
148	茨城県	下妻市-1, 常総市-5	下妻市忠怒, 常総市若宮戸	○			
149	茨城県	下妻市-2, つくば市-1	下妻市勝, つくば市駒宿	○			
150	茨城県	下妻市-3	山尻	○			
151	茨城県	つくば市-3	森の里	○			
152	茨城県	阿見町-1	阿見, 大宮	○		阿見町	
153	茨城県	土浦市-1	川口(土浦港)	○			
154	茨城県	かすみがうら市-1	志戸崎	○	龍ヶ浦河川事務所	かすみがうら市	
155	茨城県	かすみがうら市-2	稲吉圃	○		かすみがうら市	
156	茨城県	石岡市-1	井園	○	龍ヶ浦河川事務所		
157	茨城県	筑西市-1	高士見町, 柳ヶ島	○			
158	茨城県	筑西市-2	川湯, 太郎丸, 国府田, 蒔田, 新田, 下小栗, 北大岡	○			
159	茨城県	筑西市-3, 真岡市-1	筑西市真田, 加草, 小栗, 真岡市鹿, 反町, 原分	○			
160	茨城県	筑西市-4	倉持, 勝宮	○			
161	茨城県	筑西市-5	西保末	○			
162	茨城県	筑西市-6	上野, 上野西郷, 橋本, 関本脚土	○			
163	茨城県	行方市-1	古宿	○			
164	茨城県	行方市-2	小高, 今宿	○			
165	茨城県	行方市-3	鉢田, 串姥	○	龍ヶ浦河川事務所		
166	茨城県	鉢田市-2, 行方市-3	鉢田市礼, 行方市馬渡	○			
167	茨城県	大洗町-1	桜道, 寺釜	○			
168	茨城県	大洗町-2, 茨城町-1	大洗町北松川, 茨城町下石崎	○			
169	茨城県	茨城町-2, 鉢田市-3	茨城町上石崎, 網掛(網沼いこの村), 鉢田市箕輪	○			
170	茨城県	水戸市-1	桜川, 中央, 楠町, 三の丸, 城東, 青柳町, 根本, 借菜園	○			
171	茨城県	水戸市-3	坏, 下大野	○			
172	茨城県	ひたちなか市-1	和田町, 栄町, 田中後, 関戸	○			
173	茨城県	ひたちなか市-2	阿字ヶ浦町, ひたち海浜公園	○			
174	茨城県	ひたちなか市-3, 東海村-2	ひたちなか市長砂(船岡久慈浄化センター), 東海村常陸那珂港	○			
175	茨城県	ひたちなか市-4, 水戸市-2	ひたちなか市船渡, 水戸市東桜川	○			
176	茨城県	東海村-1	南台団地	○			
177	茨城県	那珂市-1	瓜連, 鹿島	○			
178	茨城県	那珂市-2, 常陸太田市-1	那珂市下河原, 常陸太田市栗原町, 小籠	○			
179	茨城県	那珂市-3	海後	○			
180	茨城県	日立市-1, 東海村-3	日立市みなと町(日立港), 東海村竹瓦	○			
181	茨城県	真岡市-1	中郷町下桜井, 中郷町瓦流(自動車学校)	○			
182	茨城県	真岡市-2	砂ヶ原西	○			
183	栃木県	栃木市-1, 板倉町-2	栃木市琴鍋, 渡良見運動公園, 通山台, 向山, 板倉町澁	○			
184	栃木県	大田原市-1	佐良土(なかわ水遊園)	○	下野新聞		板倉町

(2) 調査票記載内容

調査票に記載した素因データの内容は以下のとおりである。調査票は1箇所6ページからなり、表3.2.2のような構成となっている。

表 3.2.2 調査票の構成

ページ	記載情報
1	地形情報（液状化発生箇所図、治水地形分類図・土地条件図） 被害情報
2	地形情報（液状化発生履歴図、空中写真） 被害情報（1ページと同一）
3	地形情報（現在の地形図、迅速図（ない場合は、旧版地形図）） 被害情報（1ページと同一）
4	地盤情報（ボーリング柱状図、想定土層断面図、地盤定数等）
5	地震動の情報
6	液状化状況写真 被害情報（1ページと同一）

1) 地形情報

- 対象箇所の1/25000地形図（現在、過去（1/20000迅速図、1/25000旧版地形図））

現在の地図と迅速図は基本的に全ての調査票に使用し、旧版地形図は、途中の時期の情報が必要な場合に挿入図として使用。

- 治水地形分類図、土地条件図
- 過去の液状化発生の履歴（日本の液状化履歴マップ745-2008（若松加寿江著））
- 航空写真貸与データ

航空写真判読の項で詳細を示すが、①利根川下流域、②鹿島灘、③九十九里浜、④東京湾岸の4箇所。これ以外の箇所については、Google Earthの航空写真を用いた。

- 土地改変履歴

既存資料やヒアリング等で調査した。

2) 被害情報

・液状化発生面積

以下のように大きく4段階で分類した。

表 3.2.3 液状化発生面積の分類

液状化発生面積	定義
大	面的に広範囲に液状化が発生
中	5箇所以上だが、面的には限定的な発生
小	5箇所以下程度の発生箇所
なし	発生がみられず

- ・被害の概要
- ・噴砂の状況
- ・地盤の変形量（沈下、傾斜）
- ・被害の程度

以下のように大きく6段階で分類した。単なる噴砂だけの場合は少し低めに評価し、構造物の変形量、損傷が大きな場合には高めに評価した。

表 3.2.4 被害の程度

被害の程度	定義
大	復旧に時間がかかるような大きな変形が発生、または、箇所的に多い場合
中～大	
中	中程度の被害
小～中	
小	復旧が容易な被害または、箇所的に少ない場合
なし	被害がみられず

3) 地盤情報

ボーリング柱状図、想定土層断面図、地下水位、液状化対象層の層厚、深度、N 値、液状化強度 RL20、物理特性等

地盤情報については、地盤工学会関東支部刊行の「関東の地盤」、都・県が公開するデータベース、Kunijiban、ジオ・ステーション、TRABIS などから収集した。

4) 地震動の情報

近傍の地震観測点で得られている地震動の情報を記載(加速度時刻歴波形、地震観測点の地盤条件、発生地域と地震観測点との距離、最大加速度、最大速度、加速度 50gal 以上の強震継続時間、気象庁震度階、加速度応答スペクトル)。

地震観測点は、K-NET、KiK-NET、国土交通省地震計ネットワーク、東京都港湾局等の観測データを整理。

対象とする地震は、以下の2つとした。

2011/3/11 14:46 M9.0(本震)

2011/3/11 15:15 M7.4(茨城沖余震)

5) 液状化状況写真

調査票に整理する液状化状況写真は、その箇所の代表例として調査票1枚に整理した。

(3) 調査票作成例

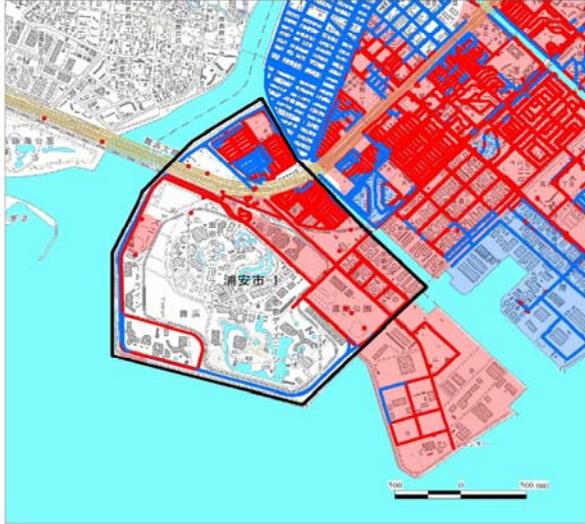
以下に調査票の作成例を「No.21 浦安市-1」を例として、調査票の内容を示す。183 箇所の調査票は別冊資料としてまとめた。

表 3.2.5(a) 調査票の作成例 ページ 1、2 (No.21 浦安市-1)

No. 021

箇所名	浦安市-1	都道府県	千葉県	市区町村	浦安市	地区	舞浜	1/6
発生面積	大	地形分類	高い埋土地(干潟、遠浅の海底を埋立)	液状化発生履歴	液状化発生履歴なし			
土地改変履歴	1971年から1975年にかけて埋立。南西部は東京ディズニーランドとして利用。							
被害概要	舞浜2~3丁目の住宅地で大規模な液状化が発生。東京ディズニーランドでは外周部と駐車場以外は被害がみられない。首都高湾岸線の舞浜入口でも路面に噴砂が発生。							
噴砂の状況	大規模に発生	地盤の変形量(沈下、傾斜)	大(舞浜2~3丁目の住宅地)	被害の程度	大			
出典・調査	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説明委員会、首都高道路株式会社							

平面図 (赤色は液状化、青色は非液状化を示す。面的着色は、専門家が現地調査結果に地形・地質情報等を加味して、その範囲を推定したものであり、その境界位置は厳密なものではない)



土地条件図



No. 021

箇所名	浦安市-1	都道府県	千葉県	市区町村	浦安市	地区	舞浜	2/6
発生面積	大	地形分類	高い埋土地(干潟、遠浅の海底を埋立)	液状化発生履歴	液状化発生履歴なし			
土地改変履歴	1971年から1975年にかけて埋立。南西部は東京ディズニーランドとして利用。							
被害概要	舞浜2~3丁目の住宅地で大規模な液状化が発生。東京ディズニーランドでは外周部と駐車場以外は被害がみられない。首都高湾岸線の舞浜入口でも路面に噴砂が発生。							
噴砂の状況	大規模に発生	地盤の変形量(沈下、傾斜)	大(舞浜2~3丁目の住宅地)	被害の程度	大			
出典・調査	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説明委員会、首都高道路株式会社							

日本の液状化履歴マップ745-2008(若松加寿江著)



航空写真(2011年3月17日撮影)



表 3.2.5(b) 調査票の作成例 ページ 3、4 (No.21 浦安市-1)

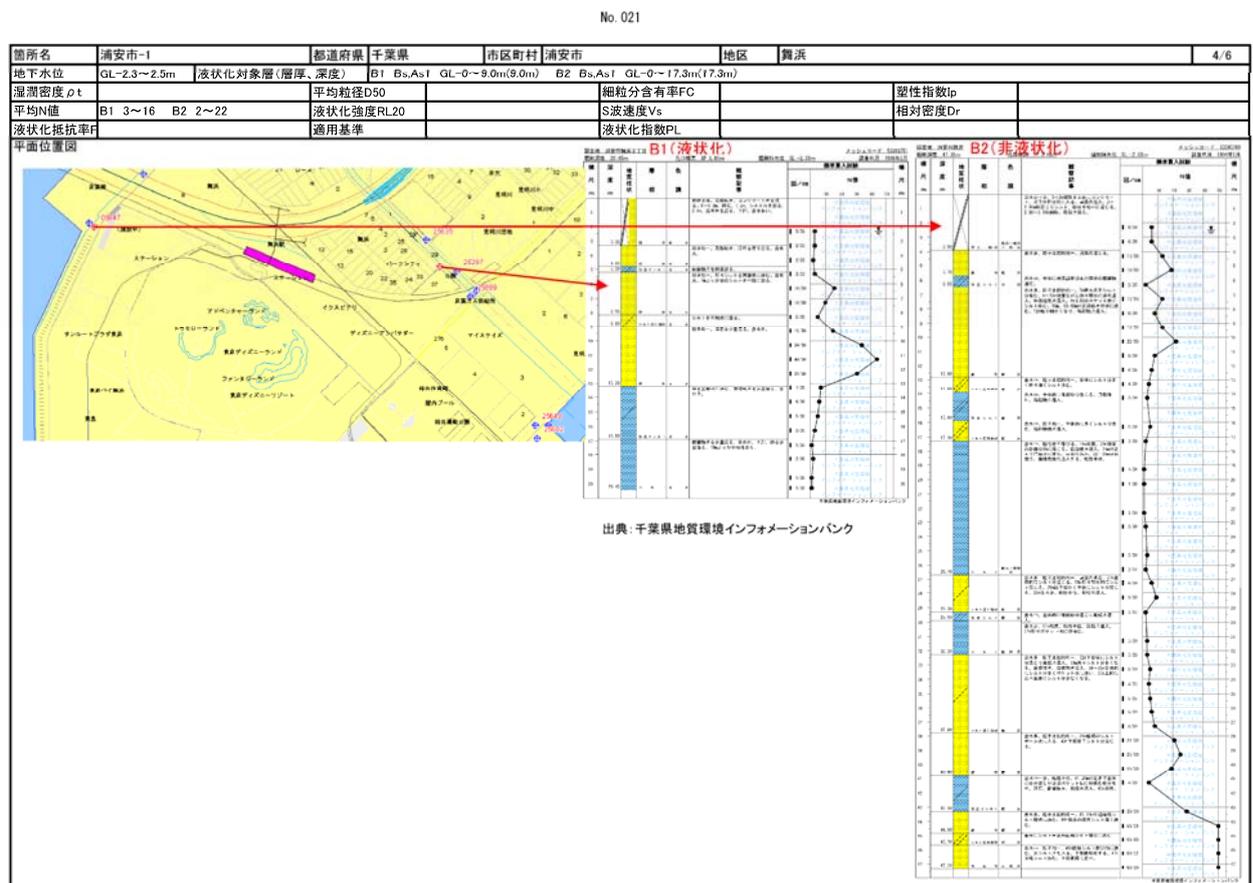
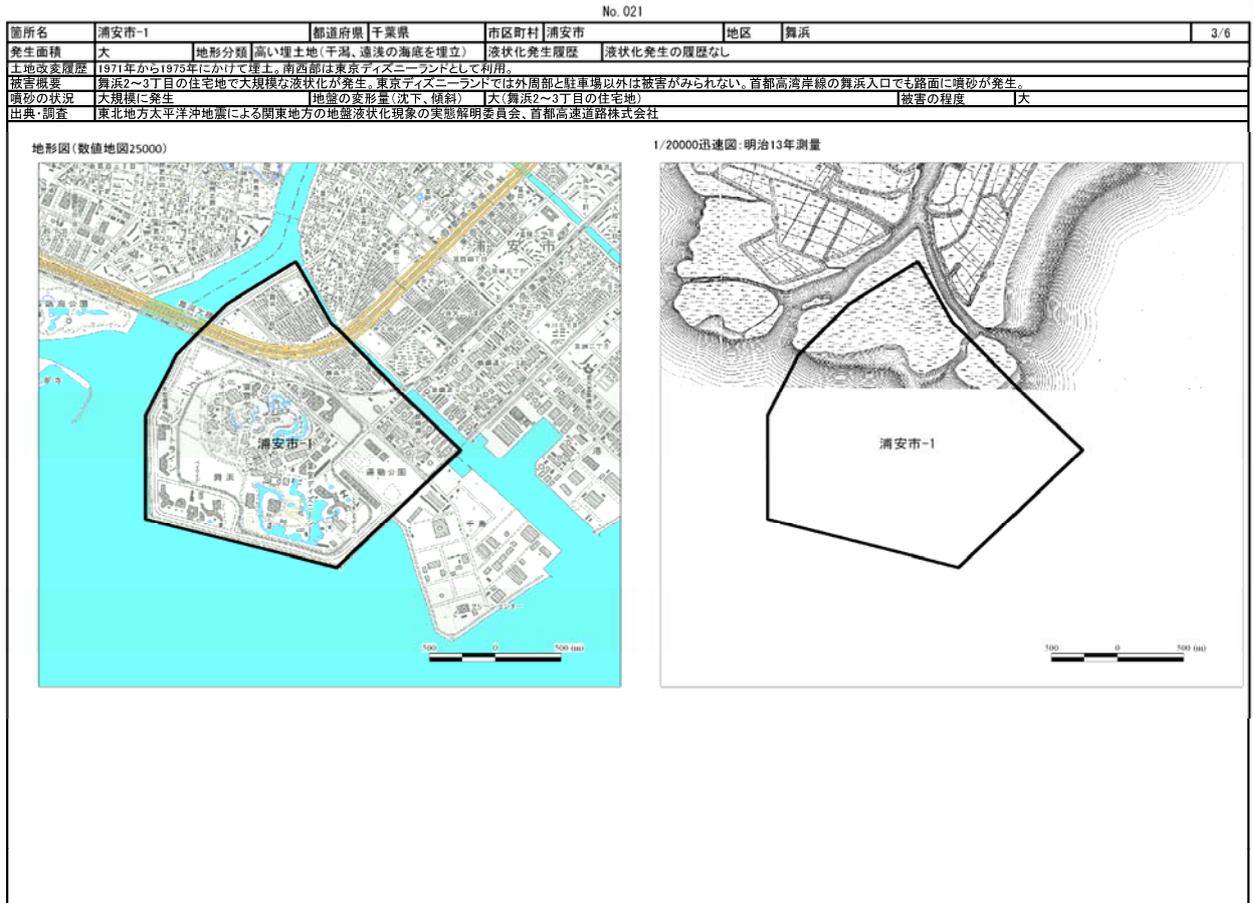
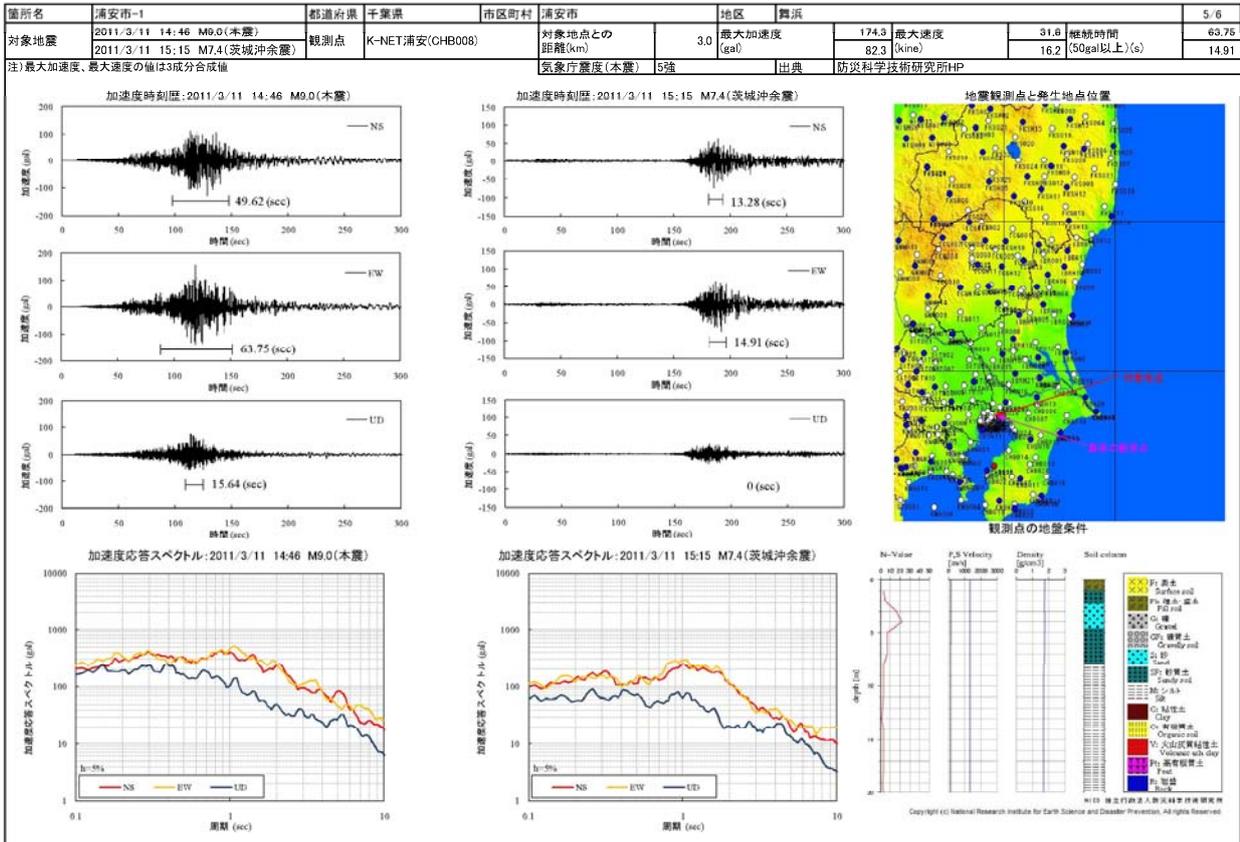


表 3.2.5(c) 調査票の作成例 ページ 5、6 (No.21 浦安市-1)

No. 021



No. 021

箇所名	浦安市-1	都道府県	千葉県	市区町村	浦安市	地区	舞浜	6/6
発生面積	大	地形分類	高い埋土(干潟、遠浅の海底を埋立)	液状化発生履歴	液状化発生履歴なし			
土地改変履歴	1971年から1975年にかけて埋土。南西部は東京ディズニーランドとして利用。							
被害概要	舞浜2~3丁目の住宅地で大規模な液状化が発生。東京ディズニーランドでは外周部と駐車場以外は被害がみられない。首都高湾岸線の舞浜入口でも路面に噴砂が発生。							
噴砂の状況	大規模に発生		地盤の変形量(沈下、傾斜)	大(舞浜2~3丁目の住宅地)		被害の程度	大	
出典・調査	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委員会、首都高速道路株式会社							

3. 3 自治体等へのヒアリング

ヒアリングを実施した自治体および関係機関の選定基準は以下のとおりである。

・何らかの液状化被害の報道（自治体 HP、新聞等）があった、あるいは、現地調査があまりなされていない古利根川流域や霞ヶ浦周辺で、委員の調査範囲からもれている自治体

ヒアリングを実施した自治体および関係機関を以下に示す。31 自治体、4 機関である。自治体および関係機関名が枠囲みになっているものは、何らかの液状化情報が得られて調査票に反映することができたものである。それ以外は液状化の発生はなかった、あるいは液状化の発生が確認できなかった自治体である。

茨城県： かすみがうら市、阿見町、美浦村、稲敷市、笠間市

千葉県： 東金市、山武市、茂原市、四街道市

埼玉県： 熊谷市、行田市、羽生市、宮代町、春日部市、越谷市、鳩ヶ谷市、八潮市、
吉川市、加須市、さいたま市、川口市、草加市、蓮田市、白岡町、松伏町、伊奈町

東京都： 葛飾区、江戸川区

群馬県： 館林市、板倉町、桐生市

関係機関： 東京都港湾局、首都高速道路株式会社、住友金属工業株式会社、UR 都市機構

また、利根川下流河川事務所、霞ヶ浦河川事務所からは、管内の被災調査データを提供いただき、液状化発生地点に追加した。

3. 4 現地踏査結果と航空写真判読結果との比較

地震直後に撮影した航空写真から液状化発生地点を判読し、液状化発生地点の現地調査データを補強するために実施した。

(1) 判読実施範囲

航空写真データの範囲は図 3.4.1 に示す 4 箇所であるが、④東京湾岸に関しては、他機関の解析を待つこととし、今回の判読対象から除外した。

①利根川下流域、②鹿島灘、③九十九里浜の判読メッシュ分割図を図 3.4.2～図 3.4.4 に示す。この判読メッシュにしたがい、判読を行い、最後に数値化を実施し、統合した。

- ① 利根川下流域
- ② 鹿島灘
- ③ 九十九里浜
- ④ 東京湾岸

表 3.4.1 現地調査と写真判読の凡例

表 3.4.1 現地調査と写真判読の凡例		
現地調査		
	液状化	噴砂、噴水等を目視確認した箇所
	非液状化	液状化の痕跡が確認されなかった箇所 (砂や水の噴出および液状化による被害が確認されていない箇所)
	液状化範囲	専門家が現地調査の結果に加え、地形・地質情報等を加味して その範囲を推定した範囲 (その境界位置は厳密なものではない)
	非液状化範囲	
写真判読		
	噴砂	液状化の可能性があると判定した箇所
	噴砂 (確度低)	
	噴砂口	
	亀裂	
	亀裂 (段差有り)	
	開口	
	崩壊・崩落の範囲	



図3.4.1 航空写真データ範囲

利根川流域地区液状化判読図一覧図

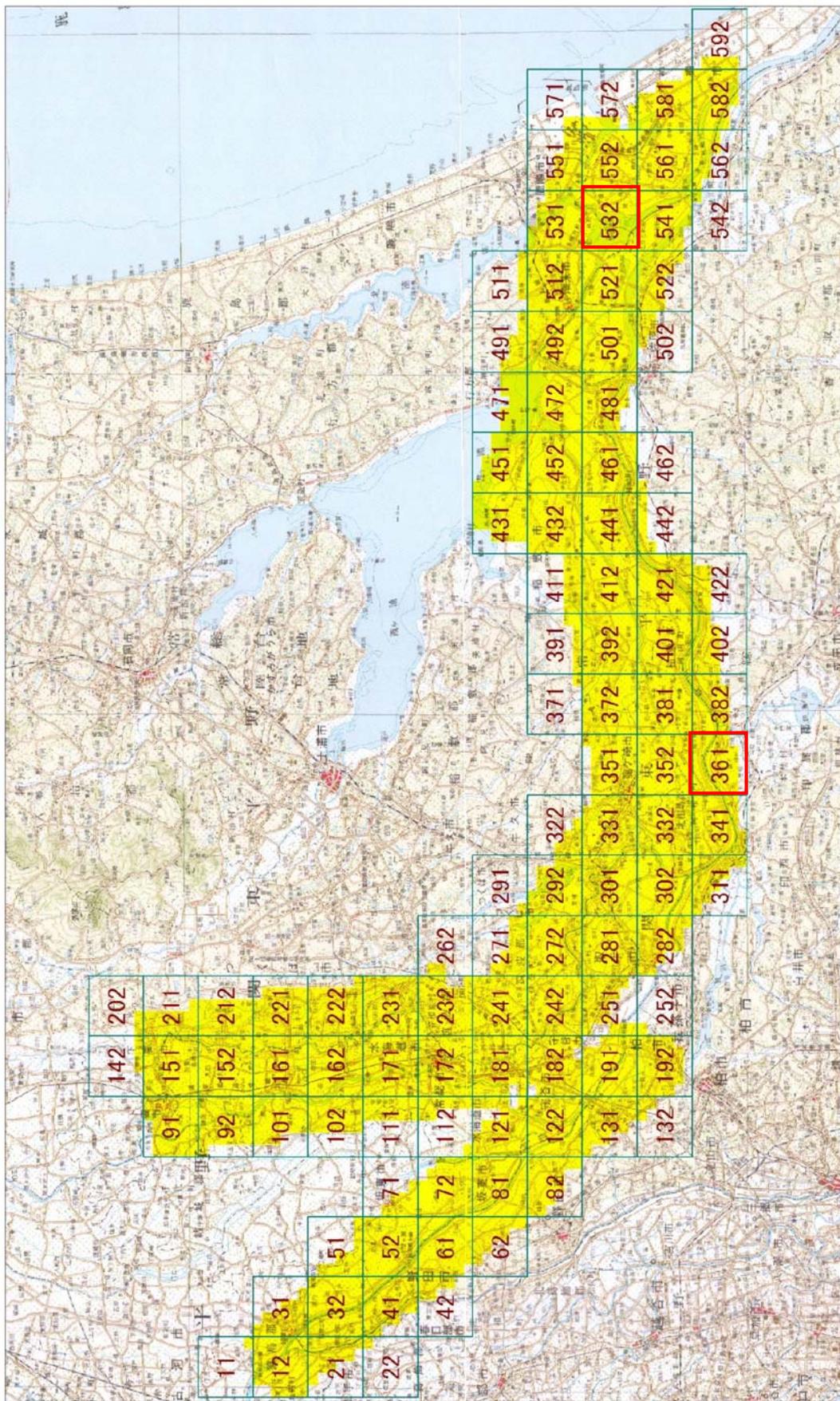


図 3.4.2 利根川下流域判読分割図 (赤線は比較した範囲)

0 5 10 15 20km

1:250000

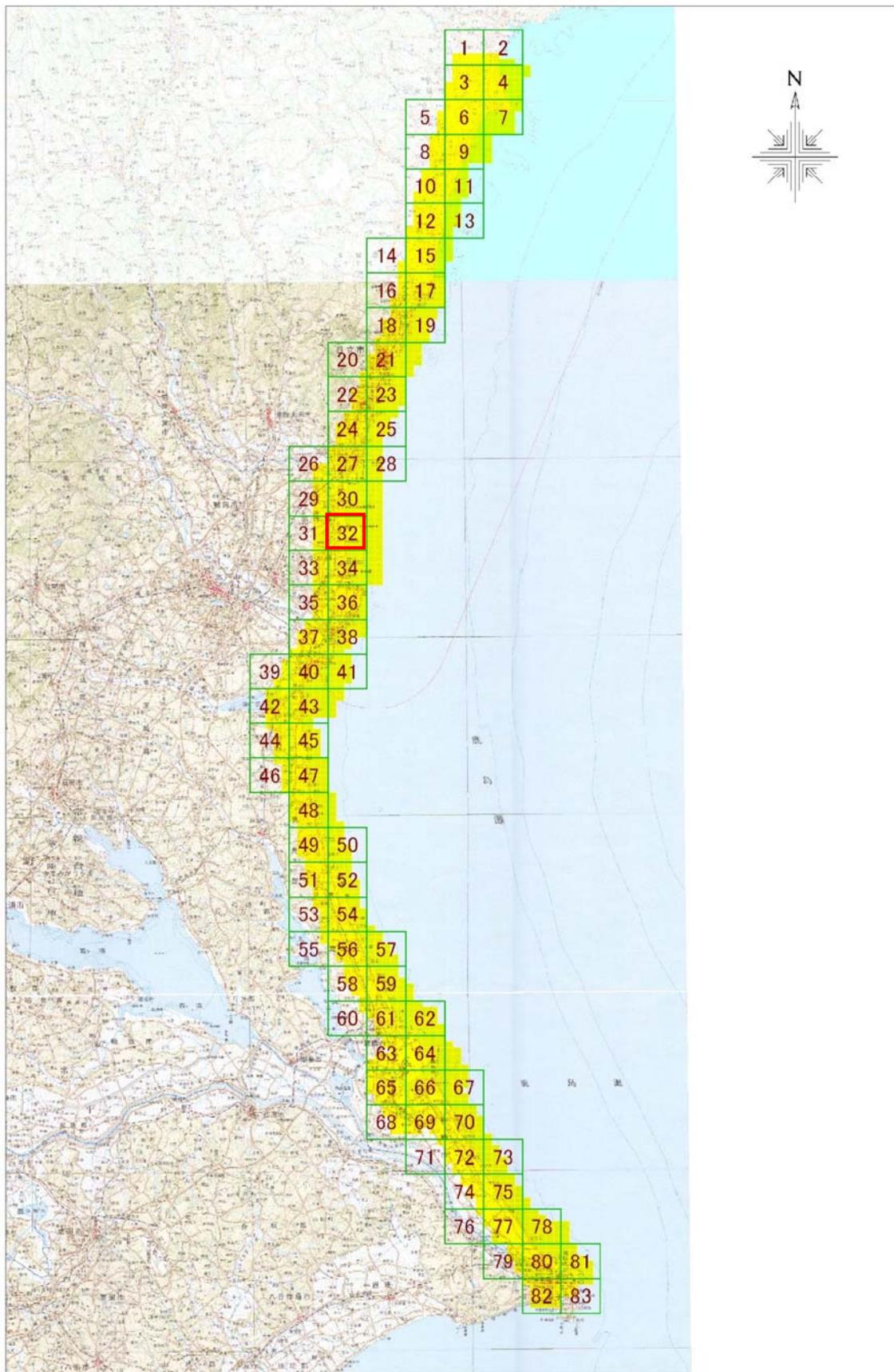


図 3.4.3 鹿島灘沿岸判読分割図（赤線は比較した範囲）

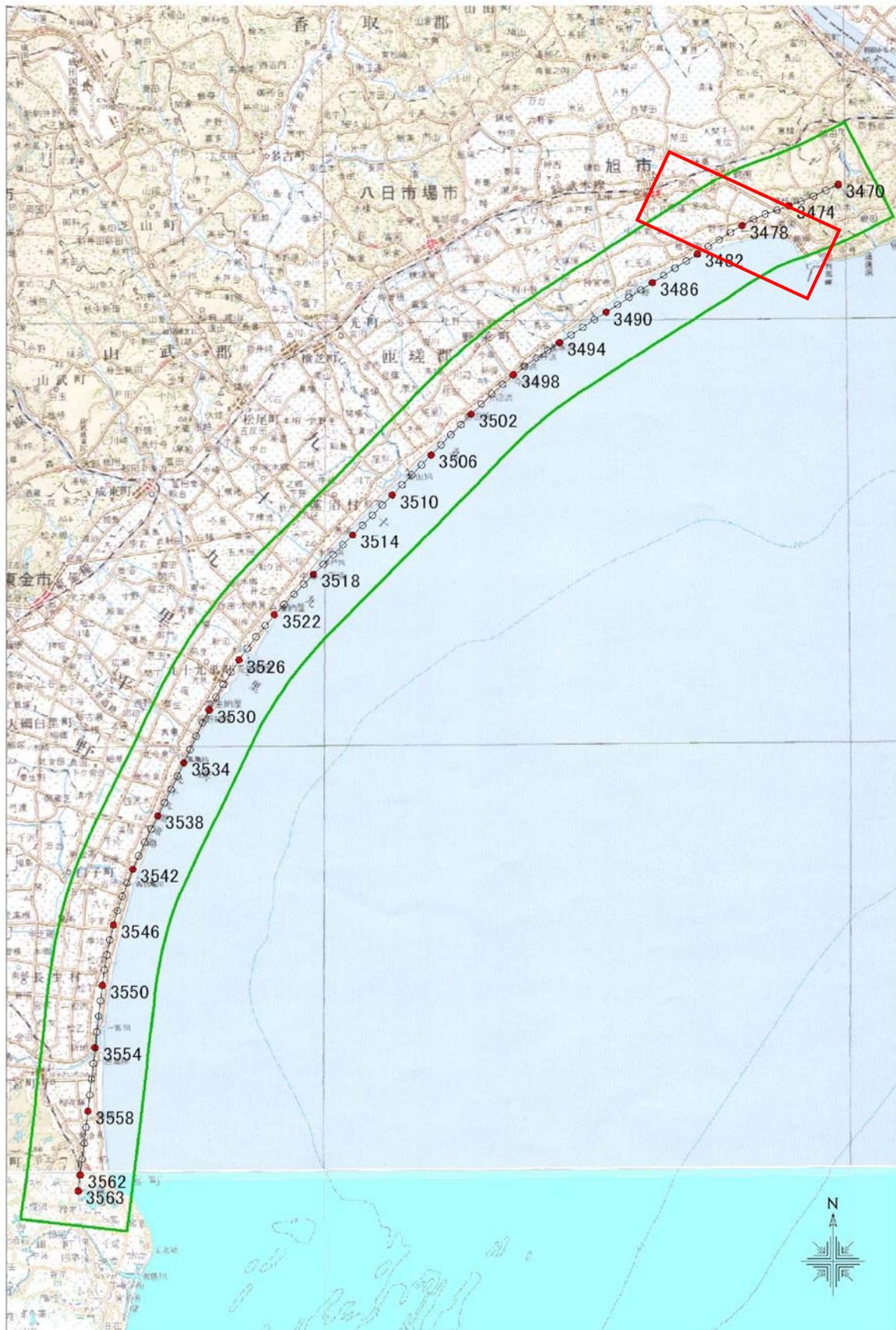


図 3.4.4 九十九里沿岸判読分割図（赤線は比較した範囲）

(2) 現地踏査結果と航空写真判読結果との比較

航空写真判読した結果と実際に現地踏査をした箇所との比較を4例ほど実施し、判読の精度を検証した。その前に写真判読と現地調査結果がよく合っている例と合っていない例を1例ずつ紹介する。

図3.4.5は現地調査結果が写真判読とよく合っている例であり、図3.4.6にはあまり合っていない例である。地域的には2箇所とも龍ヶ崎市の小貝川左岸部であるが、同じ地域であってもこのような相違が生まれることを航空写真判読の際には留意する必要がある。



凡例	
現地調査	
	液状化
	非液状化
	液状化範囲
	非液状化範囲
写真判読	
	噴砂
	噴砂（確度低）
	噴砂口
	亀裂
	亀裂（段差有り）
	開口
	崩壊・崩落の範囲

* 液状化・非液状化の範囲は推定



図 3.4.5 現地調査結果と写真判読結果がよく合っている例
 (上図：現地調査結果、下図：写真判読結果、龍ヶ崎市小貝川左岸)



凡例	
現地調査	
	液状化
	非液状化
	液状化範囲
	非液状化範囲
写真判読	
	噴砂
	噴砂（確度低）
	噴砂口
	亀裂
	亀裂（段差有り）
	開口
	崩壊・崩落の範囲

*液状化・非液状化の範囲は推定



図 3.4.6 現地調査結果と写真判読結果が合っていない例
 (上図：現地調査結果、下図：写真判読結果、龍ヶ崎市小貝川左岸)

次に、もう少し広い範囲について比較を実施した。液状化の発生が顕著な箇所を利根川下流域から2地点（神栖（図 3.4.2 の 532 地点）、栄町出津（図 3.4.2 の 361 地点））、鹿島灘沿岸（常陸那珂港（図 3.4.3 の 32 地点））と九十九里沿岸（旭市（図 3.4.4 の 3478 地点））からそれぞれ1地点選んだ。

現地踏査結果と航空写真判読結果との比較結果を図 3.4.7～図 3.4.10 に示す。

（1）利根川下流域（図 3.4.7：神栖（図 3.4.2 の 532 地点））

航空写真判読では中央付近にみられる現地調査の赤色の塗りつぶし領域はある程度評価できている。ただし、非液状化と判定された青色の塗りつぶし領域にもかなりの噴砂があると評価している。

（2）利根川下流域（図 3.4.8：栄町出津（図 3.4.2 の 361 地点））

出津地区の旧河道部にみられる赤の塗りつぶし領域はそれなりに液状化と判読された。ただし、その周辺の液状化がみられなかった範囲にも噴砂箇所と判定している箇所が多くみられる。

（3）鹿島灘沿岸（図 3.4.9：常陸那珂港（図 3.4.3 の 32 地点））

常陸那珂港内は構内道路が液状化したことがわかっているが、それ以外については立ち入りができないため、状況が不明だった。この判読結果によれば、かなりの範囲で構内にも噴砂や亀裂が発生しているという結果となった。また、1点だけ現地調査の赤点がみられる下水処理施設周辺については、噴砂が広い範囲にわたり周辺にもあると判読された。

（4）九十九里沿岸（図 3.4.10：旭市（図 3.4.4 の 3478 地点））

現地調査で確認されたモザイク状の赤い塗りつぶしの液状化範囲とは、おおむね整合しているが、現地調査の判定よりもかなり噴砂箇所を多めに判定している。また、左上角の方の現地調査の液状化範囲を液状化と判定できていない。

以上より、航空写真判読では、現地調査の液状化判定結果とある程度整合した判定結果を示すが、現地調査よりも液状化範囲を過大に判定する傾向がある。また、現地調査で液状化したと判定された箇所でも、液状化と判読されない箇所もいくつもみられた。したがって、航空写真判読で得られた箇所を全て液状化地点とみなすのは、避けるべきである。ただし、工場等立ち入りが難しい施設の液状化箇所を判断するためには有効な手法といえる。

航空写真判読で得られた液状化判定結果は、現地調査で得られた判定結果とは精度が異なると考えられるため、調査票には記載しないこととした。

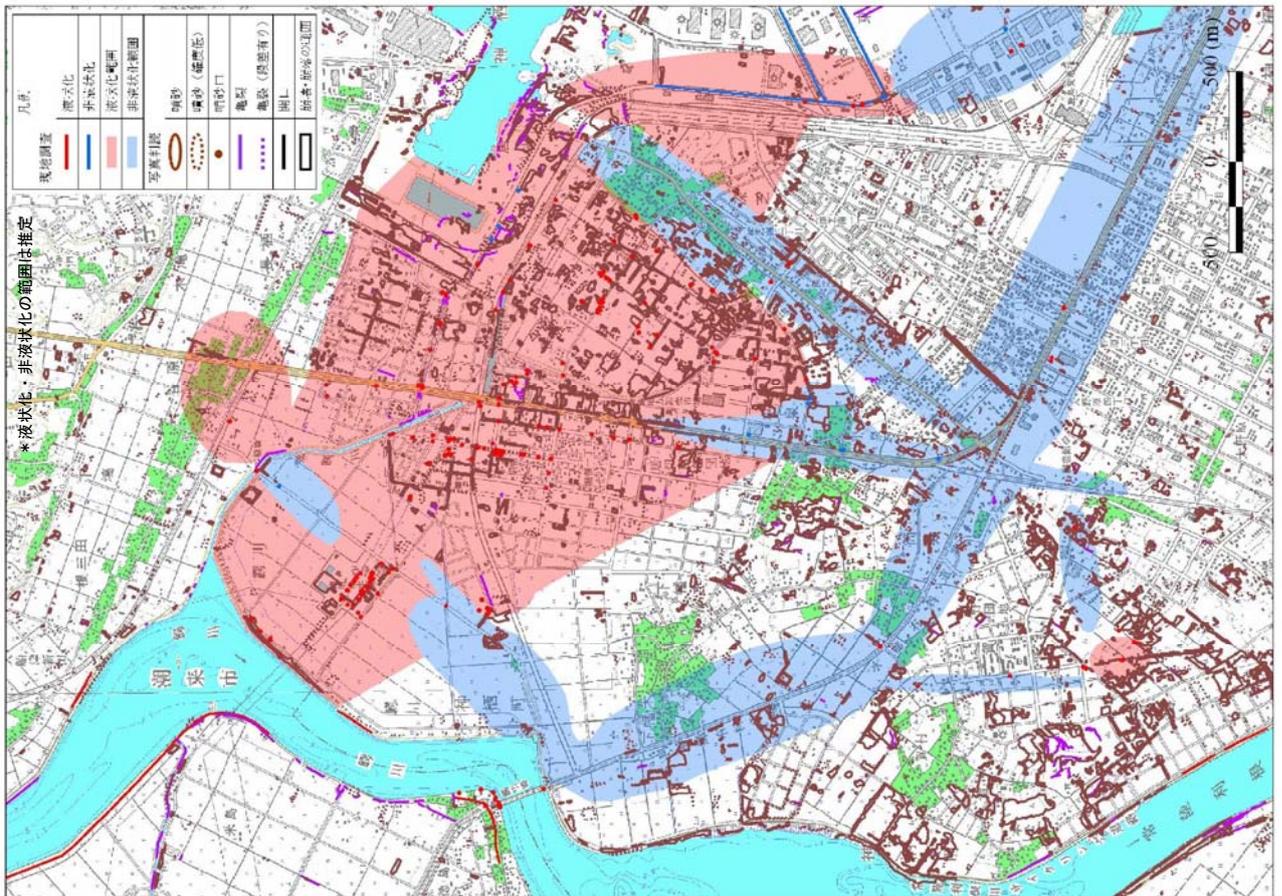
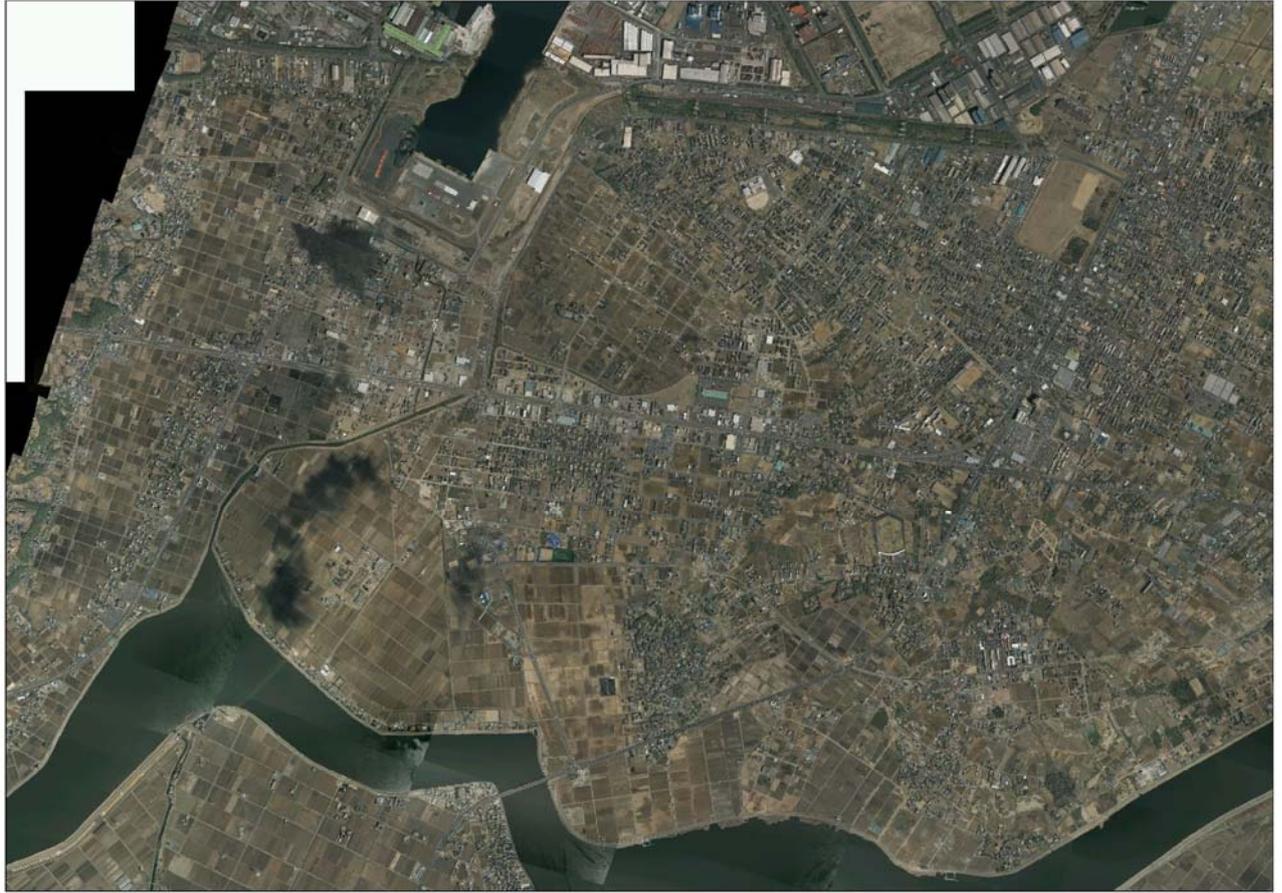


図 3.4.7 利根川下流域（神栖（図 3.4.2 の 532 地点））の比較結果



図 3.4.9 鹿島灘沿岸（常陸那珂港（図 3.4.3 の 32 地点））の比較結果

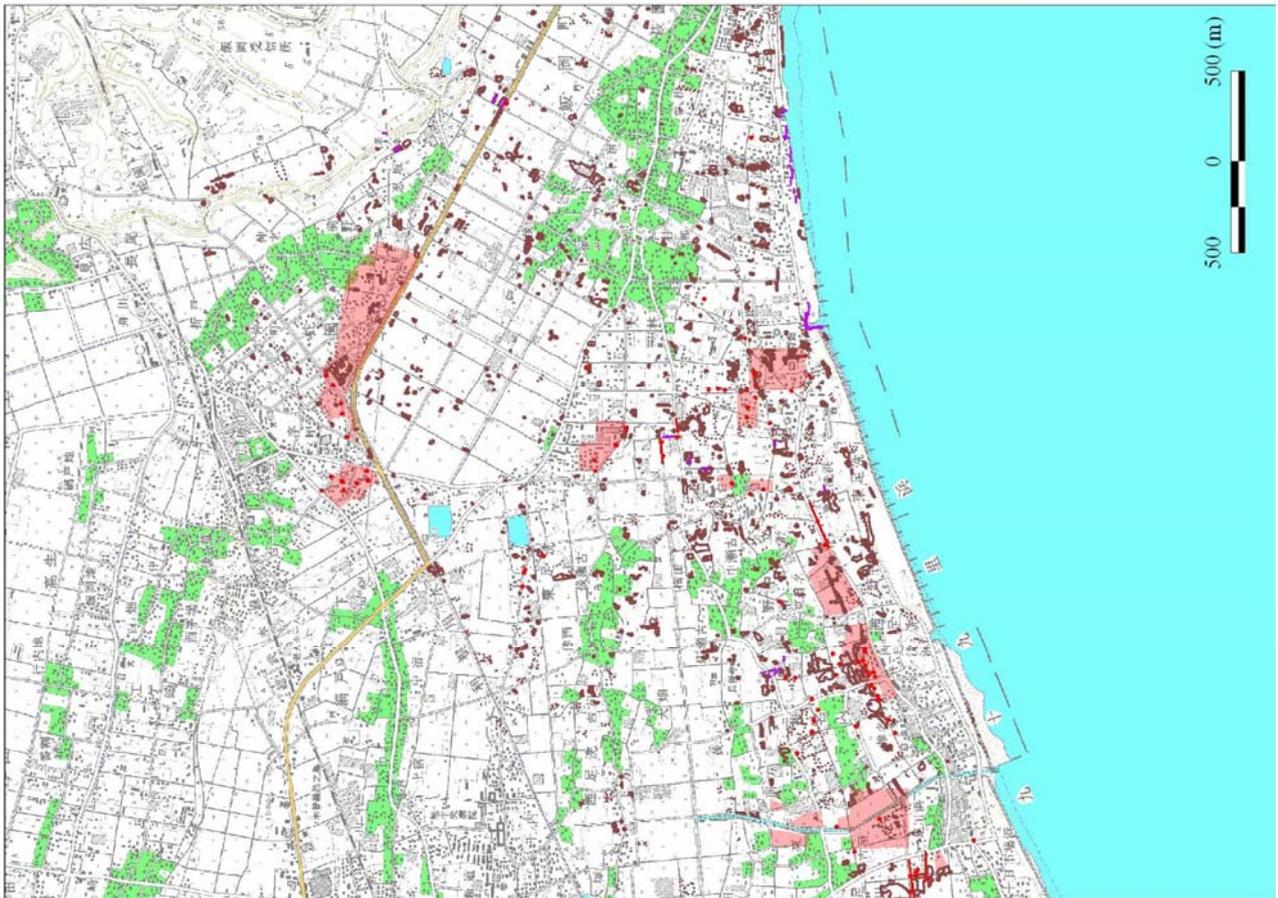
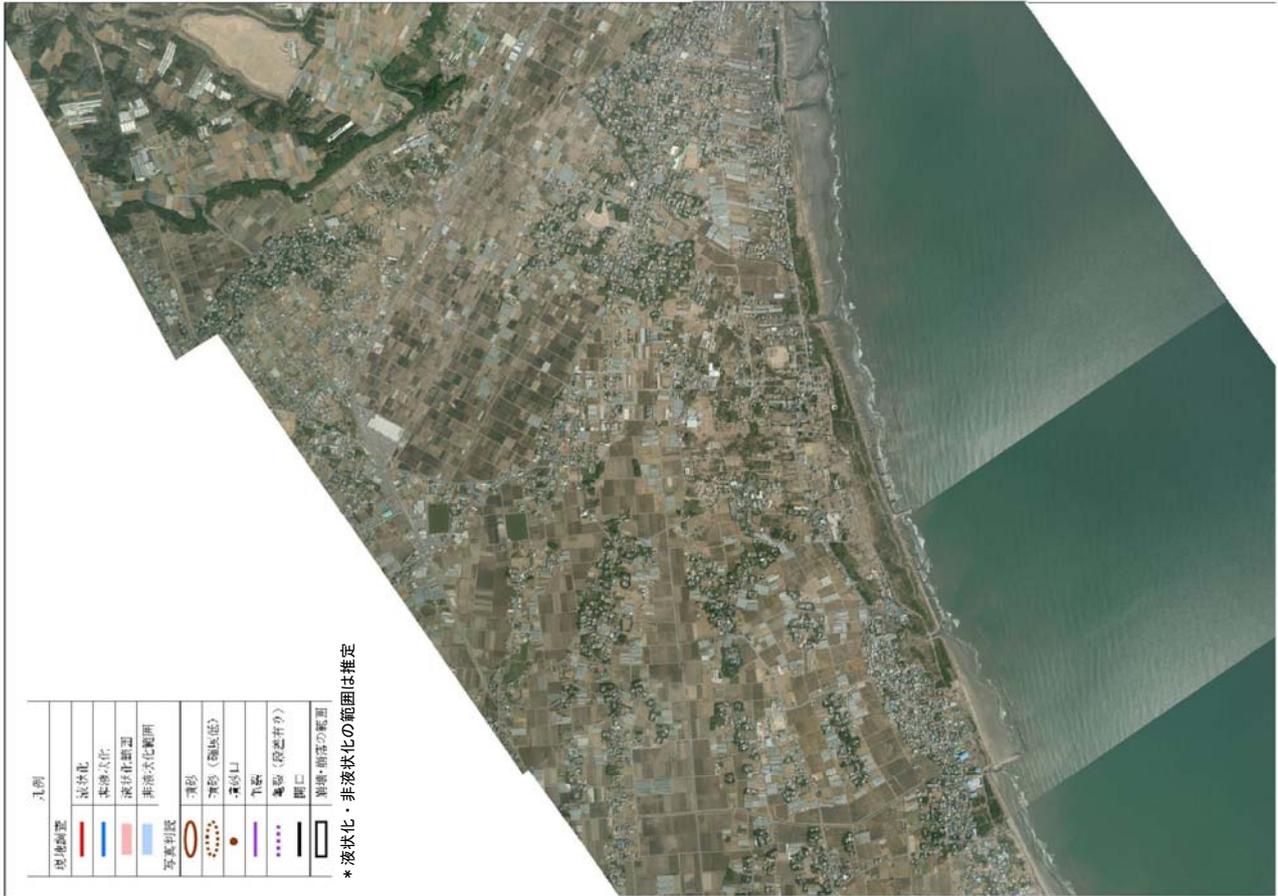


図 3.4.10 九十九里沿岸（旭市（図 3.4.4 の 3478 地点））の比較結果

3.5 とりまとめ

本業務では、関東地方の液状化発生箇所を調査し、発生箇所ごとに素因情報を個別調査票としてまとめた。ここでは、それらの素因と液状化の被害等の関係を分析した。

(1) 被害の全体的な特徴

初めに液状化発生面積と被害の程度のヒストグラムを図 3.5.1、図 3.5.2 に示す。

図 3.5.1 より発生面積「小」が一番多く、全体の 47.0%を示すが、「中」は 31.1%、「大」も 21.3%を示す。

図 3.5.2 より被害の程度は「小」が一番多く、45.4%を示すが、2 番目は被害「大」で 25.1%である。

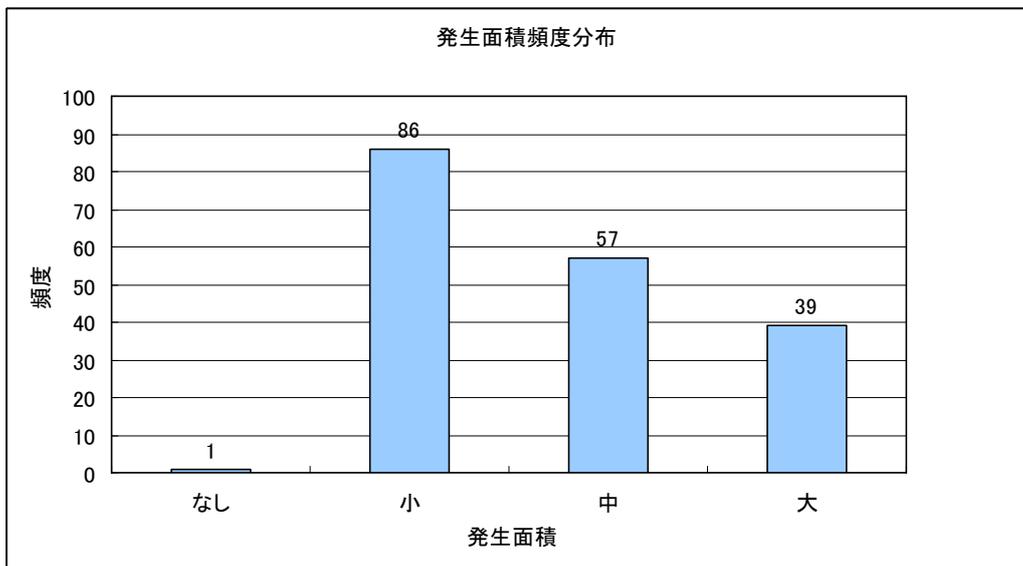


図 3.5.1 液状化発生面積のヒストグラム

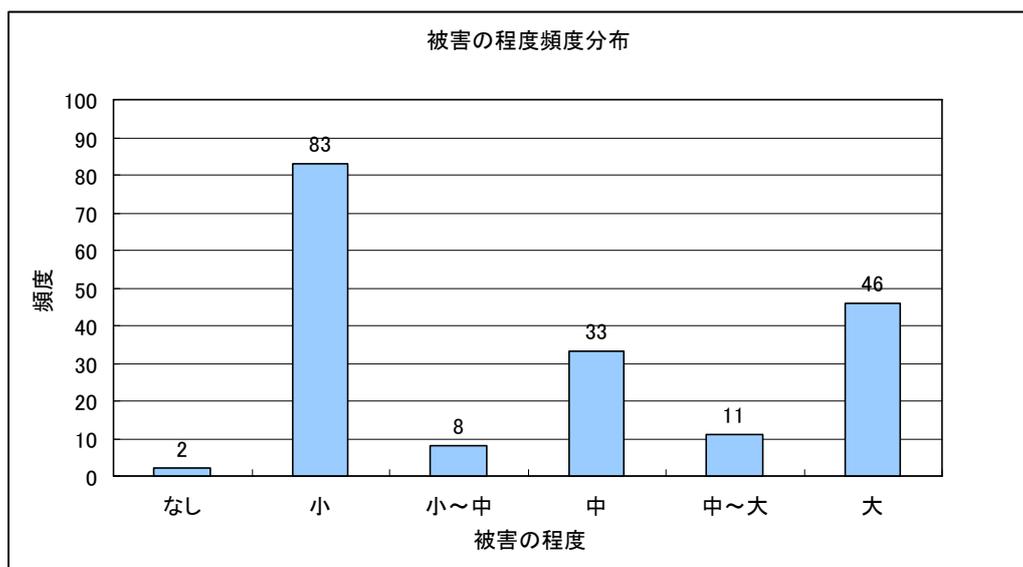


図 3.5.2 被害の程度のヒストグラム

次に、液状化発生面積と被害の程度を図 3.5.3 に示す。液状化発生面積が大きい場合には被害の程度が大きく、液状化発生面積が小さい場合には被害の程度も小さい傾向がみられ、液状化発生面積と被害の程度はある程度の相関性を示すものといえる、

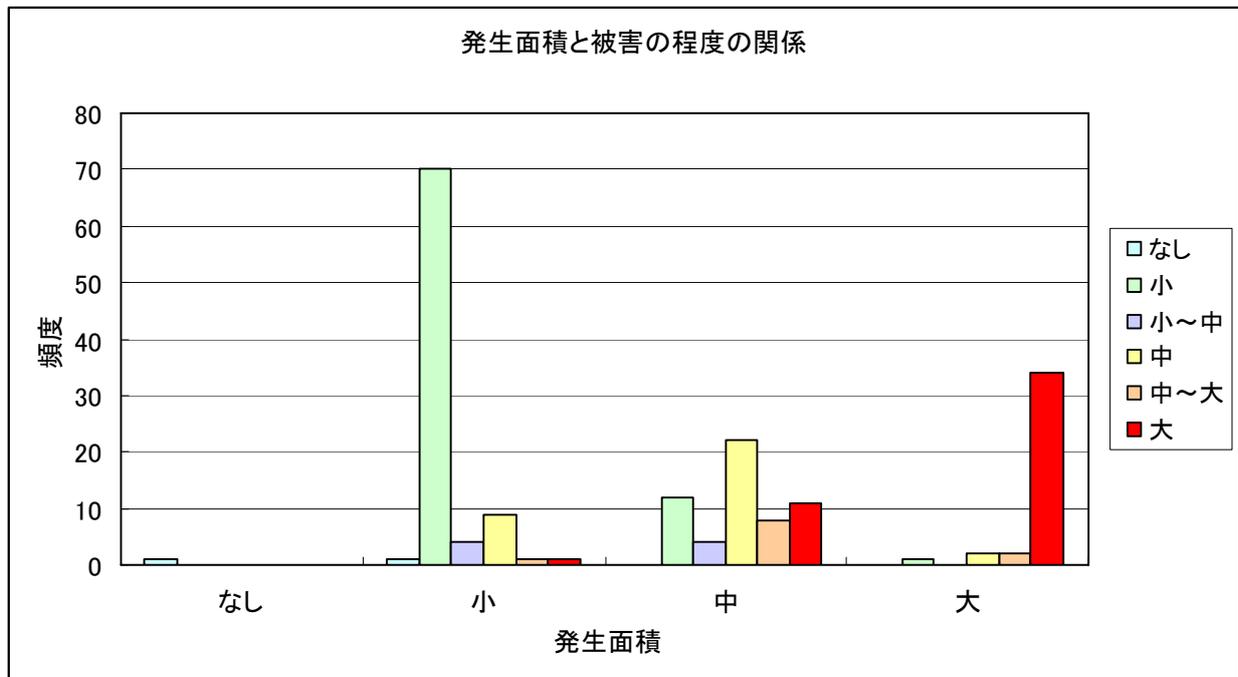


図 3.5.3 発生面積と被害の程度の関係

(2) 地震動と被害の関係

近傍で観測された地震動データと被害の程度との関係を整理した。ここでは、本震（2011/3/11 14:46 M9.0）のデータを対象とする。

初めに、本震と茨城県沖余震（2011/3/11 15:15 M7.4）との関係を図 3.5.4～図 3.5.6 に示す。また、表 3.5.1 に余震の最大加速度、最大速度、継続時間が本震よりも大きかった観測点を示す。

概ね本震の加速度、速度、強震継続時間の方が余震よりも大きいのが、余震の震源に近い茨城県東南部、千葉県東北部周辺の観測点では余震の方が本震を上回る値となっている地点が数箇所みられる。特に継続時間に関して、この余震は主要動の前後に幾つかのイベントがあり、そのために継続時間が本震よりもかなり長く算定されている。例として、図 3.5.7 に K-NET 銚子の水平加速度波形を示す。

表 3.5.1 余震の最大加速度、最大速度、継続時間が本震よりも大きかった観測点

応答値	観測点
最大加速度	K-NET 銚子、KIK-NET 波崎 2、K-NET 東金、K-NET 姉崎
最大速度	K-NET 銚子、KIK-NET 波崎 2、K-NET 鹿嶋、K-NET 東金、K-NET 八日市場
継続時間	K-NET 銚子、K-NET 鹿嶋、K-NET 佐原、KIK-NET 成田、K-NET 東金、 K-NET 八日市場、K-NET 白井、K-NET 取手市、K-NET 野田、 KIK-NET ひたちなか、K-NET 大宮、K-NET 日立

注) KIK-NET 波崎 2 など茨城県東部の幾つかの観測点の継続時間は、余震の 2 つ目のイベントがデータ収録時間の関係で記録されていないため、本震よりも余震の方が短くなっているが、実際には本震よりも余震の方が長い可能性がある。

次に、最大加速度、最大速度、50gal 以上の強震継続時間と被害の程度との関係を図 3.5.8～図 3.5.10 に示す。これによれば、これら地震動の特性値と被害の程度との間に明確な関係は認められない。さらに、図 3.5.11 に最大加速度、50gal 以上の強震継続時間と被害の程度との関係を示す。これより、以下のことが読み取れる。①最大加速度が 400gal 程度までは、最大加速度が増加するにつれて継続時間も増加する傾向を示すが、400gal を超えると継続時間の増加傾向は頭打ちとなる。②最大加速度、継続時間が大きいのは水戸以北の茨城県の地域であり、それに次いで利根川下流域、鬼怒川・小貝川流域の最大加速度、継続時間が大きいことがわかる。埋立地の被害が大きかった東京湾岸の地域は最大加速度 150～300gal、継続時間は 40～100 秒程度である。③被害「大」の箇所は最大加速度 150～800gal、継続時間は 40～130 秒付近にばらついており、地震動の条件以外の地盤条件、地形条件の要因が影響しているものと考えられる。

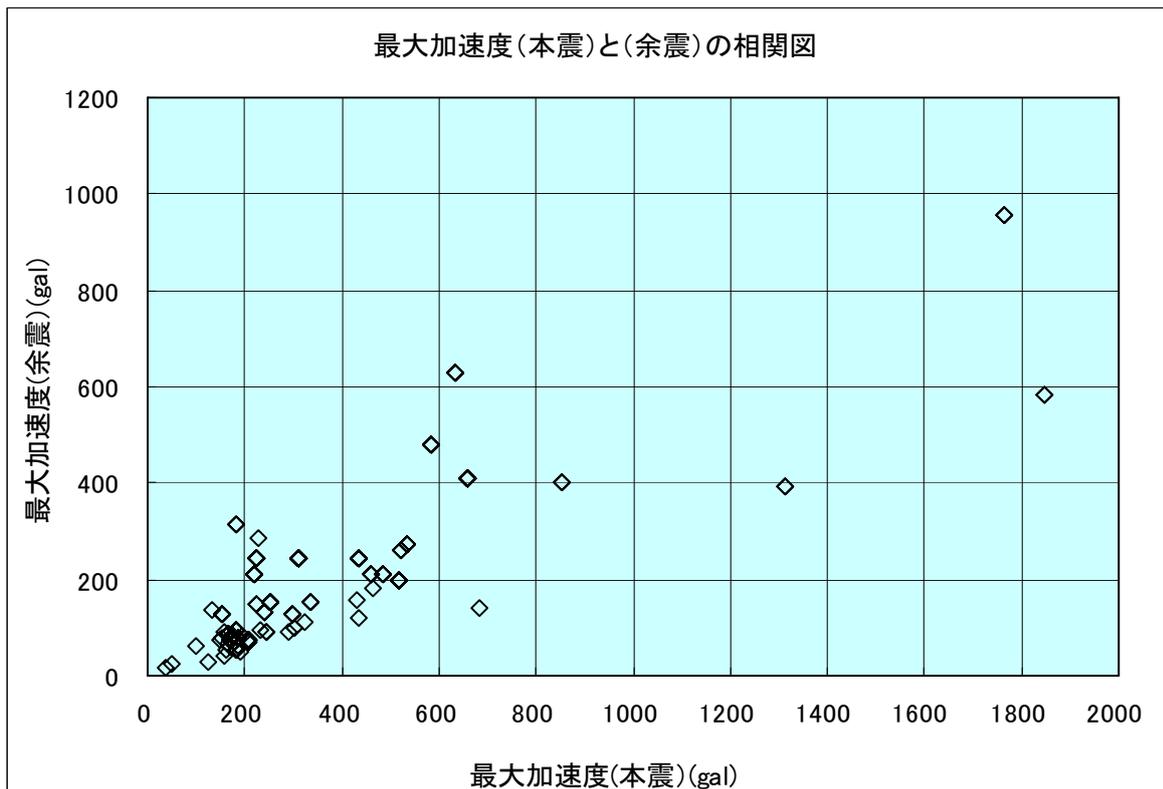


図 3.5.4 本震 (2011/3/11 14 : 46 M9.0) と余震 (2011/3/11 15 : 15 M7.4) の最大加速度

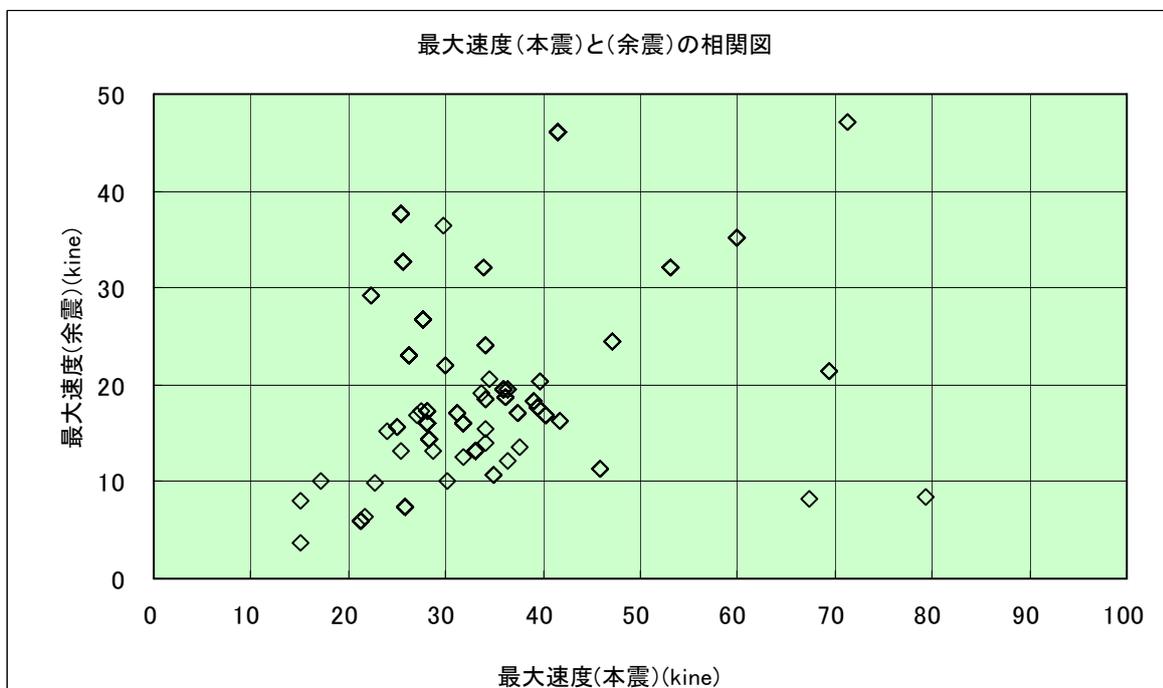


図 3.5.5 本震 (2011/3/11 14 : 46 M9.0) と余震 (2011/3/11 15 : 15 M7.4) の最大速度

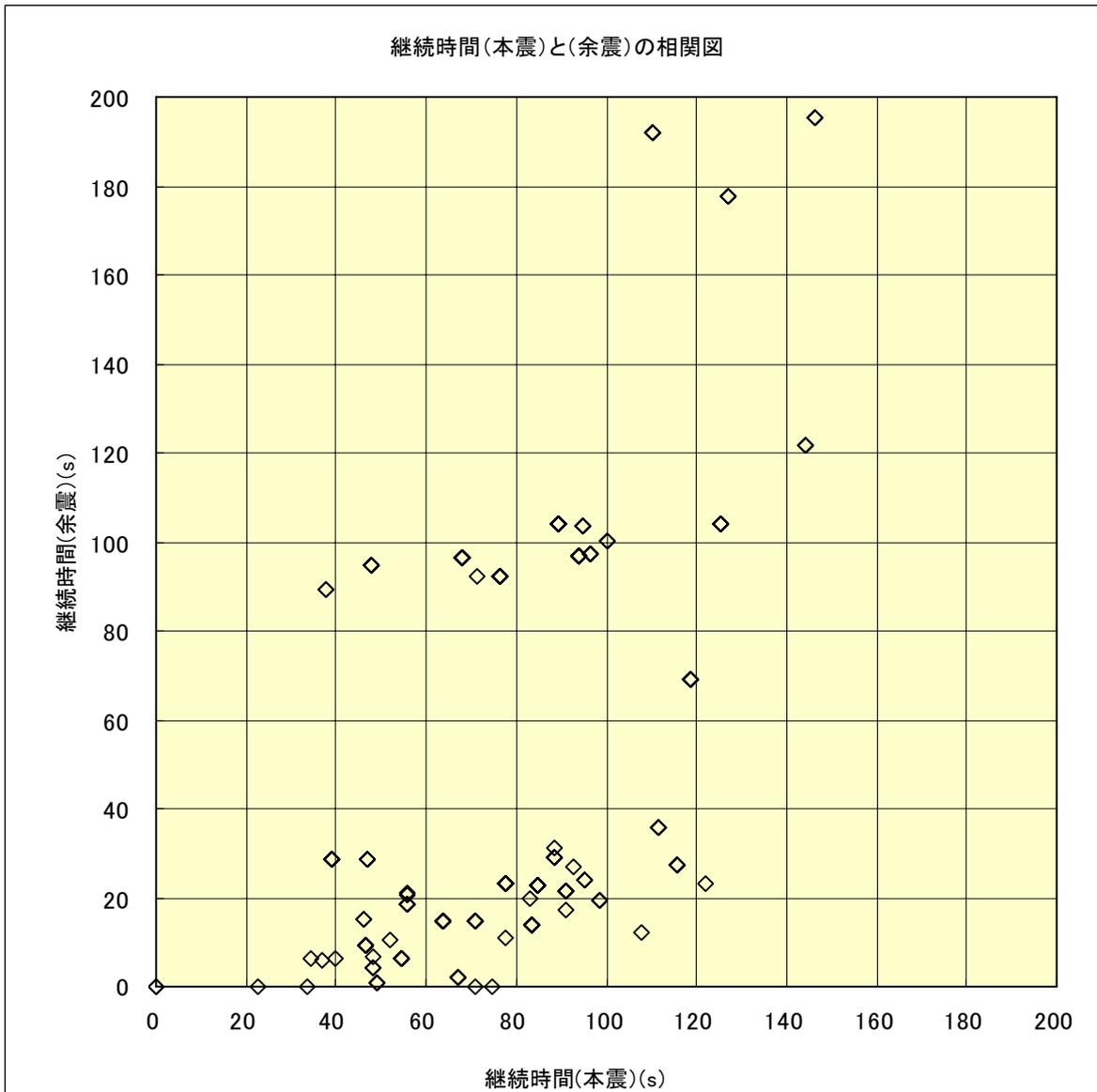


図 3.5.6 本震 (2011/3/11 14:46 M9.0) と余震 (2011/3/11 15:15 M7.4) の継続時間

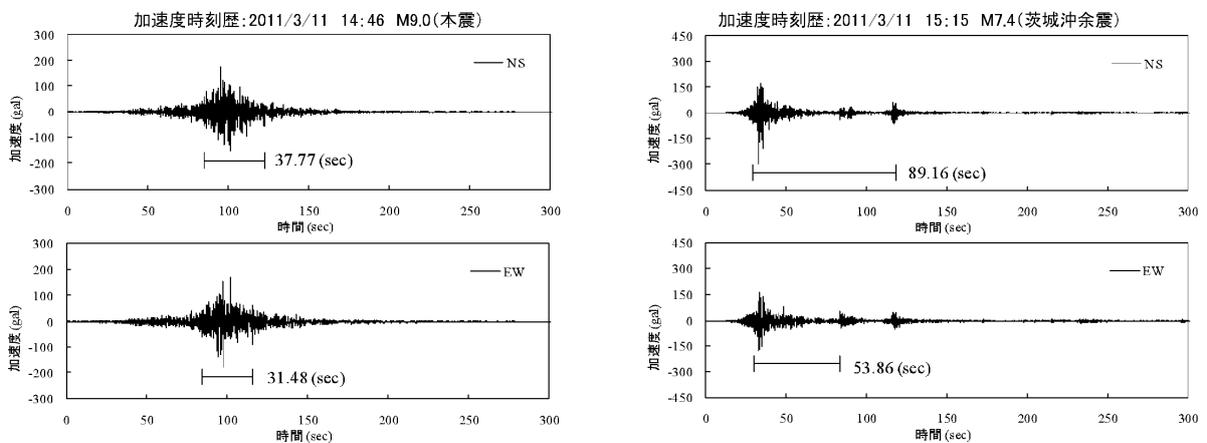


図 3.5.7 K-NET 鉾子の水平加速度波形

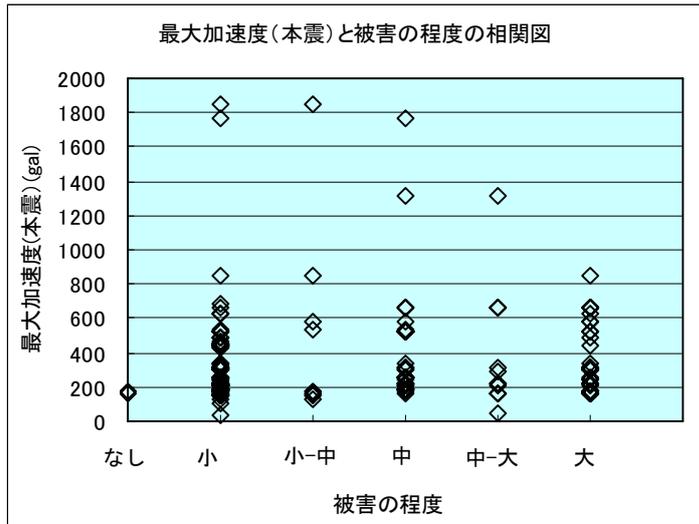


図 3.5.8 最大加速度と被害の程度の関係

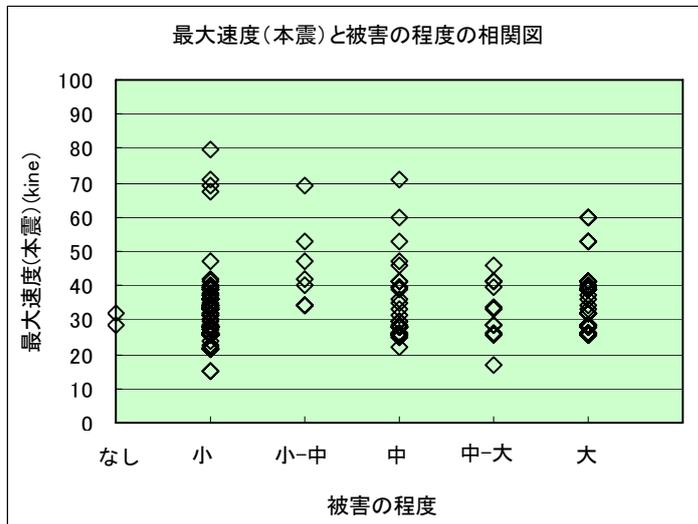


図 3.5.9 最大速度と被害の程度の関係

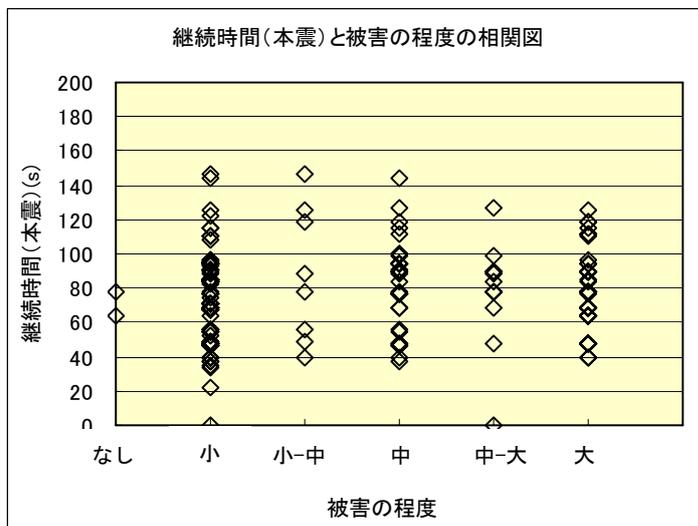


図 3.5.10 50gal 以上の強震継続時間と被害の程度の関係

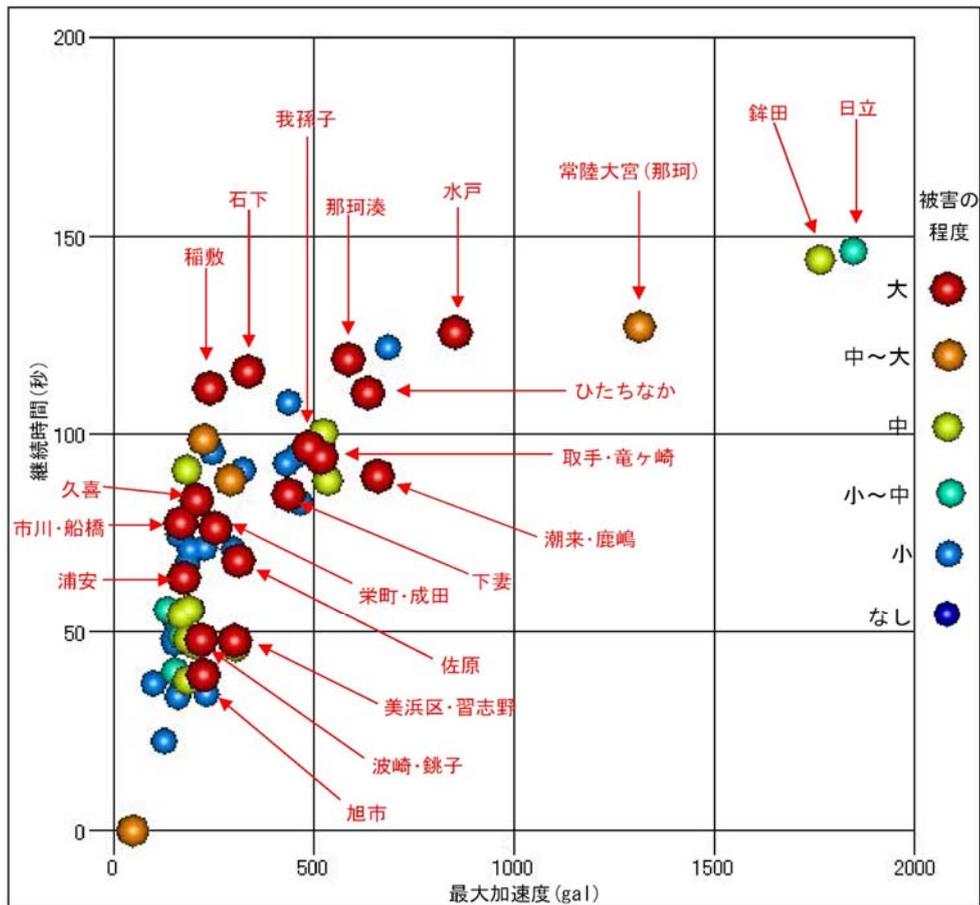


図 3.5.11 最大加速度、50gal 以上の強震継続時間と被害の程度の関係

図 3.5.12 に気象庁震度階（本震）と被害の程度を示す。震度 5 弱以上で被害「大」が発生する傾向が認められる（逆にいえば、震度 4 以下では被害「大」は発生しにくい）が、それ以外に明瞭な相関性は認められないようである。

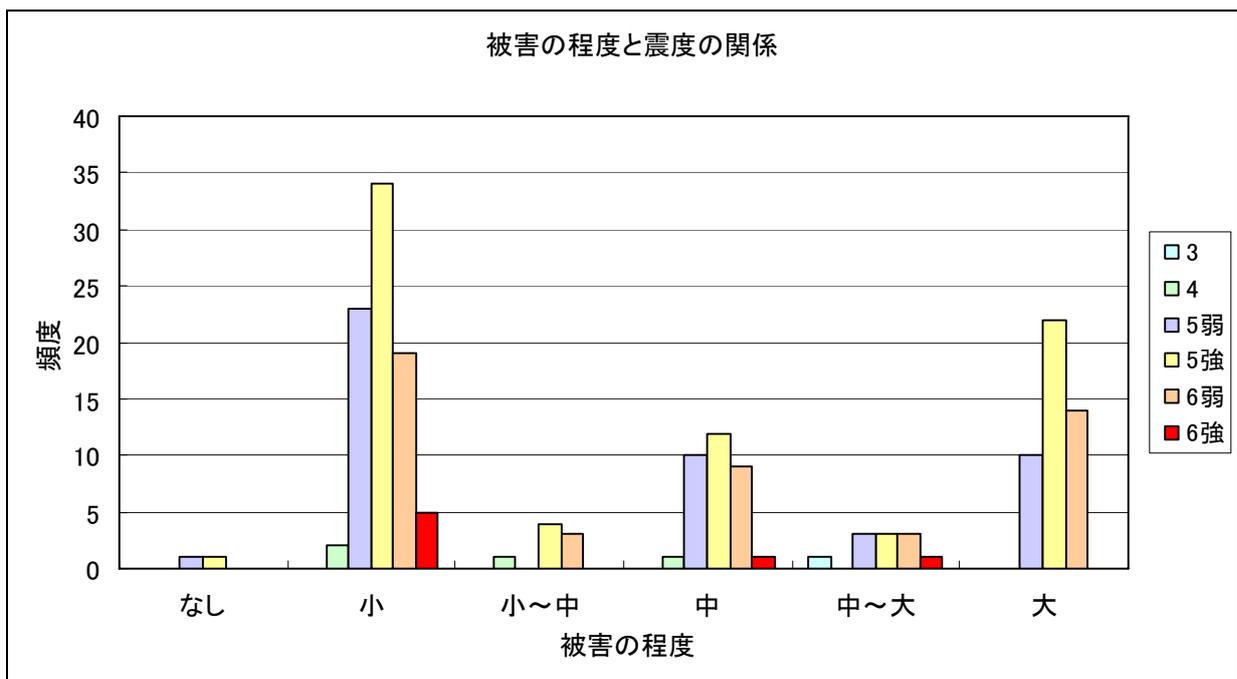


図 3.5.12 気象庁震度階（本震）と被害の程度の関係

(3) 液状化履歴

今回の183箇所の液状化発生箇所の中で、調査票の範囲内に過去の地震の際に周辺で液状化が発生したことがある箇所は54箇所(29.5%)、その54箇所中で、過去の地震と同じ地点で液状化が発生したことがある箇所は26箇所(全体183箇所の14.2%、54箇所中の48.1%)であった。これより過去に液状化が発生した箇所では再び液状化が発生しやすい傾向があることが今回の地震でも確認された。

表3.5.2に過去の地震の際に同じ地点で液状化が発生したことがある箇所の一覧を示し、表3.5.3に過去の地震の際に周辺で液状化が発生したことがある箇所の一覧を示す。また、図3.5.13に液状化履歴の表記の定義を示す。

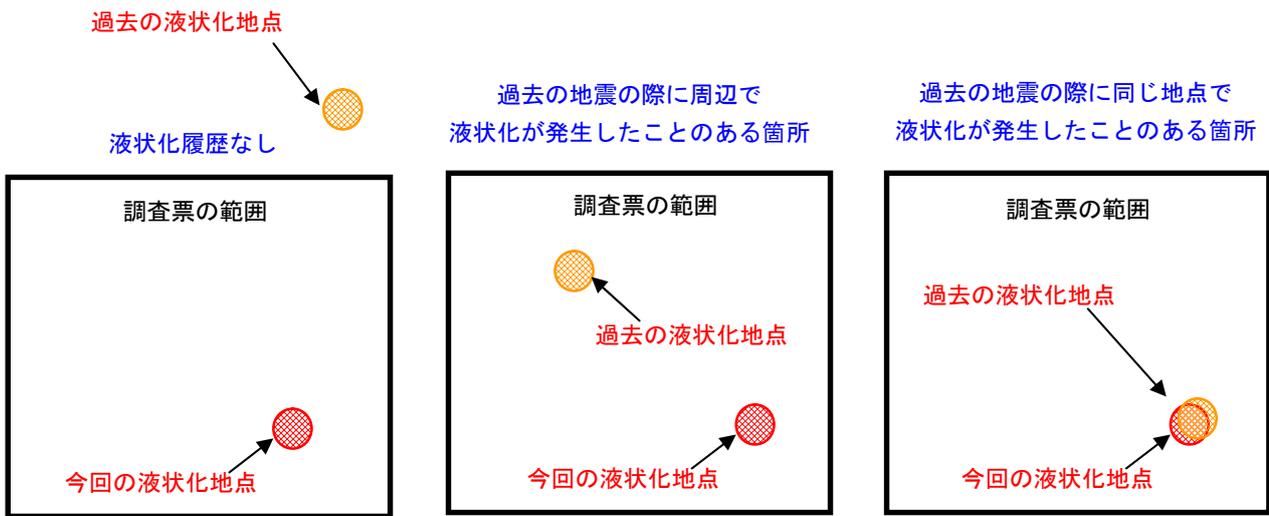


図 3.5.13 液状化履歴の表記の定義

表 3.5.2 過去の地震の際に同じ地点で液状化が発生したことがある箇所の一覧

No.	箇所名	地名	液状化発生履歴	被害の程度	気象庁震度
10	江戸川区-2, 葛飾区-2, 墨田区-1	江戸川区平井6丁目	1855安政江戸地震	小	5弱
13	葛飾区-1, 八潮市-1	葛飾区水元公園	1923大正関東地震	中	5弱
26	浦安市-6	入船, 美浜, 海楽	1987千葉県東方沖地震	大	5強
45	美浜区-2, 花見川区-1	美浜区美浜, 中瀬, ひび野, 打瀬, 若葉	1987千葉県東方沖地震	大	5強
46	美浜区-3	磯辺, 真砂, 稲毛海岸5丁目	1987千葉県東方沖地震	大	5強
47	美浜区-4	高浜, 高洲, 稲毛海岸3丁目	1987千葉県東方沖地震	大	5強
48	美浜区-5	新港	1987千葉県東方沖地震	中	5強
50	中央区-2	蘇我町	1987千葉県東方沖地震	小	5強
52	袖ヶ浦市-1	中袖, 長浦	1987千葉県東方沖地震	小~中	4
57	九十九里町-1	下谷, 南新田	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
58	東金市-1	台方	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
59	山武市-1	木戸浜, 小松浜, 中谷ノ下浜	1987千葉県東方沖地震	小	5強
60	山武市-2	松尾	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
61	旭市-1	三川, 東足洗	1987千葉県東方沖地震	大	5強
62	旭市-2	足川, 西足洗, 仁玉	1987千葉県東方沖地震	中~大	5強
63	旭市-3, 匝瑳市-1	旭市井戸野, 匝瑳市吉崎浜	1987千葉県東方沖地震	中	5強
67	香取市-1	佐原口	1895霞ヶ浦付近の地震、1987千葉県東方沖地震	大	5強
69	香取市-2, 稲敷市-5	香取市筭島, 稲敷市西代	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
70	香取市-3, 潮来市-5, 稲敷市-4	香取市八筋川	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
76	神崎町-2, 稲敷市-7	神崎町今	1987千葉県東方沖地震	中	5強
112	神栖市-10, 東庄町-3	神栖市横瀬	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
118	潮来市-2	日の出	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
123	稲敷市-3	本新	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
124	稲敷市-6, 香取市-10	稲敷市結佐, 香取市野間谷原, 石納	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
125	稲敷市-8, 神崎町-1	稲敷市橋向, 余津谷, 神崎町神崎新宿, 向野, 松崎	1987千葉県東方沖地震	大	5強
141	境町-1, 幸手市-2, 野田市-1, 五霞町-3	境町新吉町, 幸手市西関宿, 野田市三軒家	1923大正関東地震	大	5強

表 3.5.3 過去の地震の際に周辺で液状化が発生したところのある箇所の一覧

No.	箇所名	過去の発生日名	液状化発生履歴	被害の程度	気象庁震度
4	江東区-4	有明3丁目	1987千葉県東方沖地震	小～中	5強
5	江東区-5, 品川区-1, 港区-1	港区台場	1855安政江戸地震、1923大正関東地震	小	5強
6	江東区-6	越中島, 木場, 古石場	1894東京湾北部地震、1923大正関東地震	小～中	5強
10	江戸川区-2, 葛飾区-2, 墨田区-1	江戸川区平井6丁目, 墨田区立花4丁目	1855安政江戸地震、1894東京湾北部地震、1923大正関東地震	小	5弱
11	中央区-1	月島, 勝どき, 佃	1923大正関東地震	小	5強
13	葛飾区-1, 八潮市-1	葛飾区水元公園, 東水元, 西水元, 三郷市高洲, 戸ヶ崎	1923大正関東地震	中	5弱
14	足立区-1, 葛飾区-3	足立区柳原1, 2丁目, 千住河原町, 千住緑町, 千住, 葛飾区小菅1丁目	1894東京湾北部地震、1923大正関東地震	小	5強
15	足立区-2, 北区-1, 川口市-1	足立区新田3丁目, 鹿浜2丁目, 北区志茂3丁目	1855安政江戸地震、1894東京湾北部地震、1923大正関東地震	小	5弱
26	浦安市-6	入船, 美浜, 海菜	1987千葉県東方沖地震	大	5強
45	美浜区-2, 花見川区-1	美浜区美浜, 中瀬, ひび野, 打瀬, 若葉	1987千葉県東方沖地震	大	5強
46	美浜区-3	磯辺4丁目	1987千葉県東方沖地震	大	5強
47	美浜区-4	高浜, 高洲, 稲毛海岸3丁目	1987千葉県東方沖地震	大	5強
48	美浜区-5	新港, 幸町2丁目	1987千葉県東方沖地震	中	5強
49	中央区-1	中央港, 出洲港	1923大正関東地震、1987千葉県東方沖地震	小	5強
50	中央区-2	蘇我町, 新浜町	1987千葉県東方沖地震	小	5強
52	袖ヶ浦市-1	中袖, 長浦	1987千葉県東方沖地震	小～中	4
53	木更津市-1	潮浜, 木材港	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
56	南房総市-1	谷津	1923大正関東地震	小	5弱
57	九十九里町-1	下谷, 南新田	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
58	東金市-1	台方, 東金	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
59	山武市-1	木戸浜, 小松浜, 中谷ノ下浜, 木戸, 小松, 宿ノ下浜	1987千葉県東方沖地震	小	5強
60	山武市-2	松尾, 五反田	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
61	旭市-1	三川, 東足洗	1987千葉県東方沖地震	大	5強
62	旭市-2	足川, 西足洗, 仁玉	1987千葉県東方沖地震	中～大	5強
63	旭市-3, 匝瑳市-1	旭市井戸野, 匝瑳市吉崎浜	1987千葉県東方沖地震	中	5強
67	香取市-1	佐原口	1895霞ヶ浦付近の地震、1987千葉県東方沖地震	大	5強
69	香取市-2, 稲敷市-5	香取市筈島, 稲敷市西代	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
70	香取市-3, 潮来市-5, 稲敷市-4	香取市八筋川	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
71	香取市-4, 潮来市-1	香取市扇島	1987千葉県東方沖地震	小	6弱
74	香取市-7, 神栖市-6	香取市三之分目	1987千葉県東方沖地震	中～大	6弱
76	神崎町-2, 稲敷市-7	神崎町今	1987千葉県東方沖地震	中	5強
78	成田市-2, 河内町-3	成田市高岡	1987千葉県東方沖地震	中	4
85	我孫子市-3, 取手市-5	取手市新町, 東	1923大正関東地震	中	5弱
87	久喜市-1	間鎌	1923大正関東地震	中～大	5強
90	加須市-3	西大輪	1923大正関東地震	小	5強
91	加須市-4	新堀, 菖蒲	1923大正関東地震	小	5強
93	羽生市-1	須影	1931西埼玉地震	小	5強
95	熊谷市-1	西条, 上中条	1923大正関東地震	小	5弱
96	宮代町-1	宮代町百間, 中島, 宮東, 杉戸町杉戸, 清地	1923大正関東地震、1931西埼玉地震	小	6弱
97	春日部市-1	備後東, 備後西, 一ノ割, 藤塚, 緑町, 大畑, 銚子口	1923大正関東地震、1931西埼玉地震	小	5強
98	吉川市-1	加藤	1931西埼玉地震	小	5強
99	越谷市-1	袋山, 恩間, 下間久里, 大竹, 千間台東	1923大正関東地震	小	5弱
100	さいたま市-1	桜区田島, 南区沼影	1923大正関東地震	小	5弱
103	幸手市-1, 五霞町-2	幸手市内国府間	1923大正関東地震	小	5強
112	神栖市-10, 東庄町-3	神栖市横瀬	1987千葉県東方沖地震	小	5弱
118	潮来市-2	日の出	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
122	稲敷市-2	手賀組新田	1987千葉県東方沖地震	小	6弱
123	稲敷市-3	本新, 押堀	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
124	稲敷市-6, 香取市-10	稲敷市結佐, 香取市野間谷原, 石納	1987千葉県東方沖地震	大	6弱
125	稲敷市-8, 神埼町-1	稲敷市橋向, 余津谷, 神埼町神崎新宿, 向野, 松崎	1987千葉県東方沖地震	大	5強
131	取手市-1	新町, 東	1923大正関東地震	中	6弱
138	常総市-3	笹塚新田, 庄右衛門新田	1923大正関東地震	小	5強
141	境町-1, 幸手市-2, 野田市-1, 五霞町-3	境町新吉町, 幸手市西関宿, 野田市関宿町, 三軒家	1923大正関東地震	大	5強
172	ひたちなか市-1	幸町	1895霞ヶ浦付近の地震	大	6弱

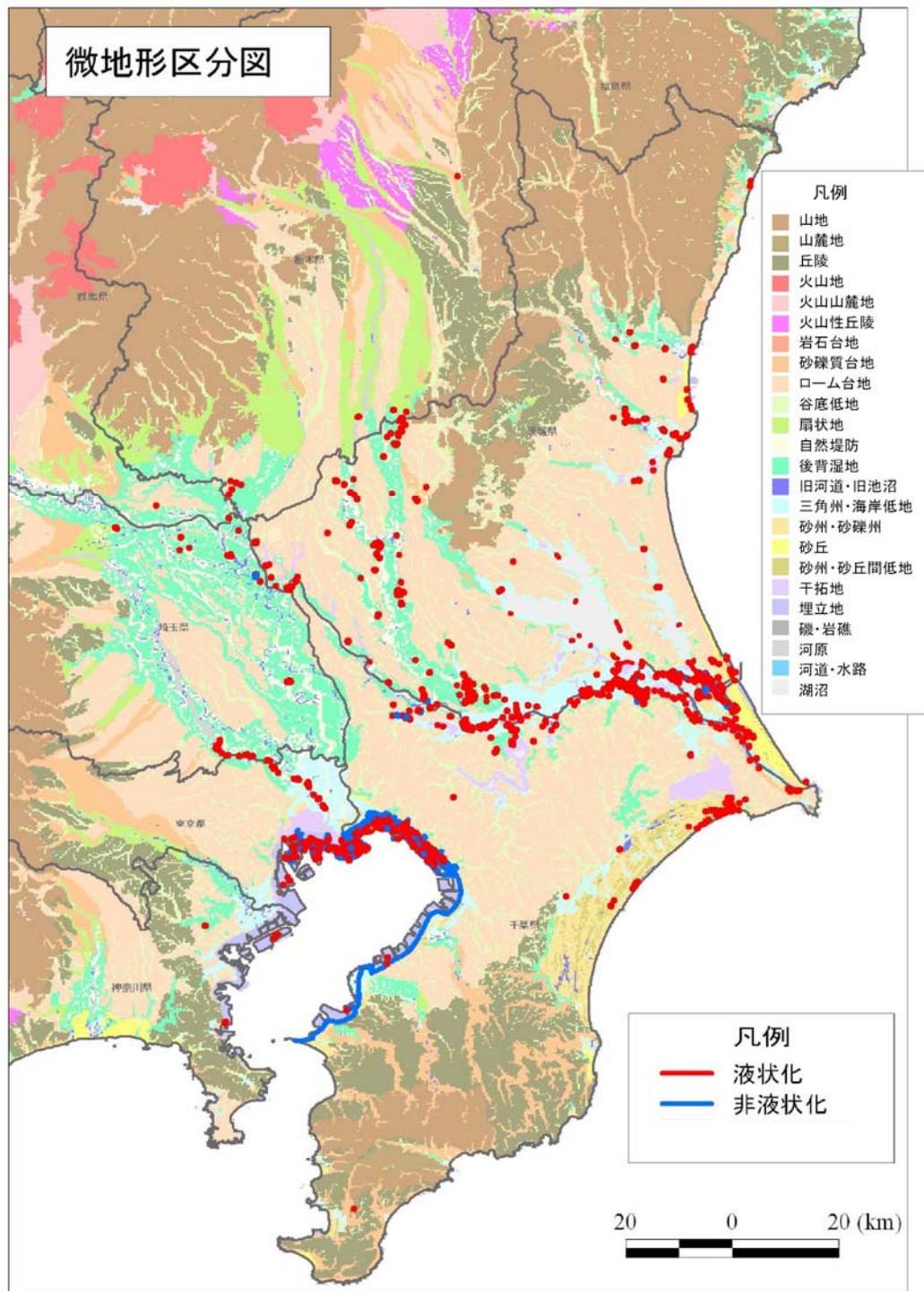
日本の液状化履歴マップ 745-2008 (若松加寿江著) における地震の凡例

記号	地震名
○	1855 安政江戸地震
□	1894 東京湾北部地震
▽	1895 霞ヶ浦付近の地震
△	1923 大正関東地震
○	1931 西埼玉地震
□	1987 千葉県東方沖地震

(4) 微地形区分と液状化発生箇所の関係

調査で把握した関東地方の液状化発生地点を既存の250mメッシュ毎の微地形区分データ上にプロットした(図3.5.14)。なお、このデータセットでは、メッシュ内に複数の微地形が存在する場合には原則として最大の面積を占める微地形区分を該当メッシュの属性としている(若松加寿江・松岡昌志による世界測地系準拠250mメッシュ地形・地盤分類データを使用)。

その結果、液状化発生地点は、河川・湖沼周辺の低地部、沿岸部の埋立地に多く分布する傾向がみられた。



(若松加寿江・松岡昌志による世界測地系準拠250mメッシュ地形・地盤分類データを使用)

図 3.5.14 関東地方の微地形区分図と液状化発生地点

次に、メッシュ内に液状化地点が含まれるものを液状化発生メッシュとし、今回調査した全ての液状化発生地点を上記250mメッシュの微地形区分にあてはめてみた（液状化発生メッシュ数3332）。なお、個別のメッシュをみた場合、当該メッシュの微地形区分とは異なる微地形区分の地点に液状化発生地が存在し、それをもって液状化発生メッシュとしてカウントされているケースもあると考えられるが、液状化発生地点と地形との関係の大まかな傾向を把握するために試算してみた。得られた微地形区分と液状化発生メッシュの割合を図3.5.15に示す。

これより今回の地震における液状化発生地点は、微地形区分では埋立地が最も多く 35.1%を占め、次いで、三角州・海岸低地（16.2%）が多いことがわかった。

No	微地形区分	定義・特徴	液状化発生メッシュ数	液状化発生メッシュ%	液状化順位
20	埋立地	水面下の部分を盛土により陸化させたもの。標高は水面よりも高い	1,171	35.14%	1
15	三角州・海岸低地	三角州は河川河口部の沖積低地で、低平で主として砂ないし粘性土よりなるもの。海岸低地は汀線付近の堆積物よりなる浅海底が陸化した部分で、砂州や砂丘などの微高地以外の低平なもの。海岸・湖岸の小規模低地を含む	538	16.15%	2
13	後背湿地	扇状地の下流側または三角州の上流側に分布する沖積低地で自然堤防以外の低湿な平坦地。軟弱な粘性土、泥炭、腐植質土からなる。砂丘・砂州の内陸側や山地・丘陵地・台地等に囲まれたポケット状の低地で粘性土、泥炭、腐植質土が堆積する部分を含む	282	8.46%	3
19	干拓地	浅海底や湖底部分を沖合の築堤と排水により陸化させたもの。標高は水面よりも低い	257	7.71%	4
16	砂州・砂礫州	波や潮流の作用により汀線沿いに形成された中密ないし密な砂または砂礫よりなる微高地。過去の海岸沿いに形成され、現在は内陸部に存在するものも含む	254	7.62%	5
14	旧河道・旧池沼	過去の河川の流路や池沼で、低地一般面より0.5～1m低い帯状の凹地、またはこれらを埋め立てた土地	244	7.32%	6
12	自然堤防	河川により運搬された土砂のうち粗粒土(主に砂質土)が河道沿いに細長く堆積して形成された微高地	222	6.66%	7
22	河原	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地のうち、常時は水流がない(冠水していない)部分	107	3.21%	8
17	砂丘	風により運搬され堆積した細砂ないし中砂が表層に約5m以上堆積する波状の地形。一般に砂州上に形成されるが、台地上に形成されたものを含む	104	3.12%	9
9	ローム台地	河岸段丘または海岸段丘で表層が約5m以上のローム層(火山灰質粘性土)からなるもの	92	2.76%	10
10	谷底低地	山地・火山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地。表層堆積物は山間地の場合には砂礫が多く、台地・丘陵地・海岸付近では粘性土や泥炭質土のこともある	39	1.17%	11
18	砂州・砂丘間低地	砂州や砂丘の間の低地。一般に埋間低地と呼ばれるものも含む。表層は風成砂よりなるが、その下位は腐植土や粘性土で構成されることが多い。	15	0.45%	12
23	河道・水路	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地で、常時に水流がある部分	4	0.12%	13
11	扇状地	河川が山地から沖積低地に出る所に形成される砂礫よりなる半円錐状の堆積地。勾配は概ね1/1000以上	2	0.06%	14
3	丘陵	標高が比較的小さく、1kmメッシュにおける起伏量が概ね200m以下の斜面からなる土地	1	0.03%	15
1	山地	1kmメッシュにおける起伏量(最高点と最低点の標高差)が概ね200m以上で、先第四系(第三紀以前の岩石)からなる標高の高い土地	0	0.00%	
2	山麓地	先第四系山地に接し、土石流堆積物・崖錐堆積物など山地から供給された堆積物等よりなる比較的平滑な緩傾斜地	0	0.00%	
4	火山地	第四系火山噴出物よりなり、標高・起伏量の大きなもの	0	0.00%	
5	火山山麓地	火山地の周縁に分布する緩傾斜地で、火砕流堆積地や溶岩流堆積地、火山体の開折により形成される火山麓扇状地・泥流堆積地などを含む	0	0.00%	
6	火山性丘陵	火砕流堆積地のうち侵食が進み平坦面が残っていないもの、または小面積で孤立するもの	0	0.00%	
7	岩石台地	河岸段丘または海岸段丘で表層の堆積物が約5m以下のもの。隆起サンゴ礁の石灰岩台地を含む	0	0.00%	
8	砂礫質台地	河岸段丘または海岸段丘で表層に約5m以上の段丘堆積物(砂礫層、砂質土層)をもつもの	0	0.00%	
21	礫・岩礁	基盤の岩が露出、または岩塊が多い海岸	0	0.00%	
24	湖沼	四方陸地に囲まれて、海とは直接連絡のない静止した水域	0	0.00%	
合計			3,332	100.00%	

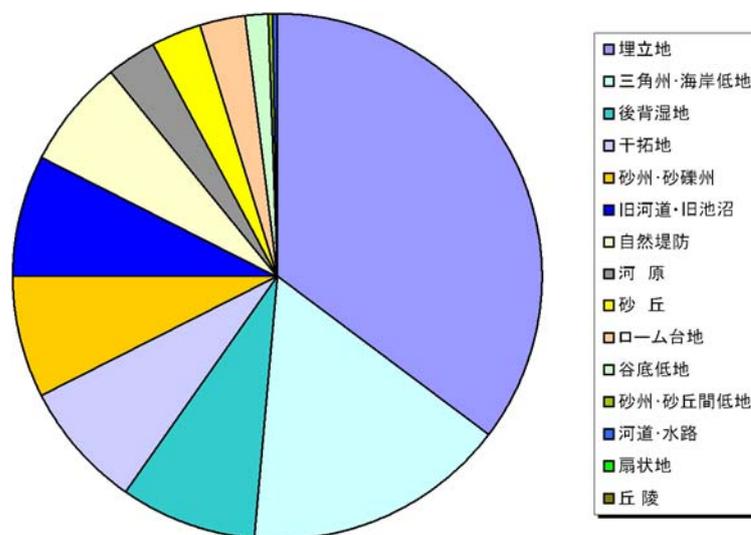


図 3.5.15 250m メッシュ微地形区分と液状化発生地点の割合

さらに、母数を関東地方1都6県（総メッシュ数約49万7千、約3万1千km²）とした場合の、微地形毎の液状化発生メッシュの比率を集計した。これより関東地方の埋立地で20.2%、旧河道・旧湖沼で10.4%、干拓地で7.5%の割合で液状化が発生し、発生割合が相対的に高い傾向がみられた。微地形ごとの液状化発生の傾向を図3.5.16に示す。

No	微地形区分	定義・特徴	液状化発生メッシュ数	非液状化メッシュ数	関東地方メッシュ数	液状化発生メッシュ%	液状化順位
20	埋立地	水面下の部分を盛土により陸地させたもの。標高は水面よりも高い	1,171	4,635	5,806	20.169%	1
14	旧河道・旧池沼	過去の河川の流路や池沼で、低地一般面より0.5～1m低い蓄水の凹地、またはこれらを埋め立てた土地	244	2,094	2,338	10.436%	2
19	干拓地	浅海底や湖底部分を沖合の築堤と排水により陸地させたもの。標高は水面よりも低い	257	3,175	3,432	7.488%	3
15	三角洲・海岸低地	三角洲は河川河口部の沖積低地で、低平で主として砂ないし粘性土よりなるもの。海岸低地は汀線付近の堆積物よりなる浅海底が陸化した部分で、砂州や砂丘などの微高地以外の低平なもの。海岸・湖岸の小規模低地を含む	538	11,330	11,868	4.533%	4
17	砂丘	風により運搬され堆積した細砂ないし中砂が表層に約5m以上堆積する液状の地形。一般に砂州上に形成されるが、台地上に形成されたものを含む	104	2,660	2,764	3.763%	5
16	砂州・砂礫州	波や潮流の作用により汀線沿いに形成された中密ないし密な砂または砂礫よりなる微高地。過去の海岸沿いに形成され、現在は内陸部に存在するものを含む	254	8,053	8,307	3.058%	6
22	河原	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地のうち、常時は水流がない冠水していない部分	107	3,991	4,098	2.611%	7
12	自然堤防	河川により運搬された土砂のうち粗粒土(主に砂質土)が河道沿いに細長く堆積して形成された微高地	222	10,077	10,299	2.156%	8
23	河道・水路	雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地で、常時に水流がある部分	4	203	207	1.932%	9
13	後背湿地	扇状地の下流側または三角州の上流側に分布する沖積低地で自然堤防以外の低湿な平地。軟弱な粘性土、泥炭、腐植質土からなる。砂丘・砂州の内陸側や山地・丘陵地・台地等に囲まれたポケット状の低地で粘性土、泥炭、腐植質土が堆積する部分を含む	282	27,195	27,477	1.026%	10
18	砂州・砂丘間低地	砂州や砂丘の間の低地。一般に埋間低地と呼ばれるものも含む。表層は風成砂よりなるが、その下位は腐植土や粘性土で構成されることが多い	15	1,733	1,748	0.858%	11
10	谷底低地	山地・火山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地。表層堆積物は山間地の場合は砂礫が多く、台地・丘陵地・海岸付近では粘性土や泥炭質土のこともある	39	25,083	25,122	0.155%	12
9	ローム台地	河岸段丘または海岸段丘で表層が約5m以上のローム層(火山灰質粘性土)からなるもの	92	104,558	104,650	0.088%	13
11	扇状地	河川が山地から沖積低地に出る所に形成される砂礫よりなる半円錐状の堆積地。勾配は概ね1/1000以上	2	17,063	17,065	0.012%	14
3	丘陵	標高が比較的小さく、1kmメッシュにおける起伏量が概ね200m以下の斜面からなる土地	1	40,093	40,094	0.002%	15
1	山地	1kmメッシュにおける起伏量(最高点と最低点の標高差)が概ね200m以上で、先第四系(第三紀以前の岩石)からなる標高の高い土地	0	146,454	146,454	0.000%	
2	山麓地	先第四系山地に接し、土石流堆積物・産堆積物など山地から供給された堆積物等よりなる比較的平滑な緩傾斜地	0	4,271	4,271	0.000%	
4	火山地	第四系火山噴出物よりなり、標高・起伏量の大きなもの	0	17,804	17,804	0.000%	
5	火山山麓地	火山地の周縁に分布する緩傾斜地で、火砕流堆積地や溶岩流堆積地、火山体の開折により形成される火山麓扇状地・泥流堆積地などを含む	0	18,804	18,804	0.000%	
6	火山性丘陵	火砕流堆積地のうち侵食が進み平坦面が残っていないもの、または小面積で孤立するもの	0	8,024	8,024	0.000%	
7	岩石台地	河岸段丘または海岸段丘で表層の堆積物が約5m以下のもの、隆起サンゴ礁の石灰岩台地を含む	0	75	75	0.000%	
8	砂礫質台地	河岸段丘または海岸段丘で表層に約5m以上の段丘堆積物(砂礫層、砂質土層)をもつもの	0	32,654	32,654	0.000%	
21	礫・岩礁	基盤の岩が露出、または岩塊が多い海岸	0	205	205	0.000%	
24	湖沼	四方陸地に囲まれて、海とは直接連絡のない静止した水域	0	3,219	3,219	0.000%	
合計			3,332	493,453	496,785	0.671%	

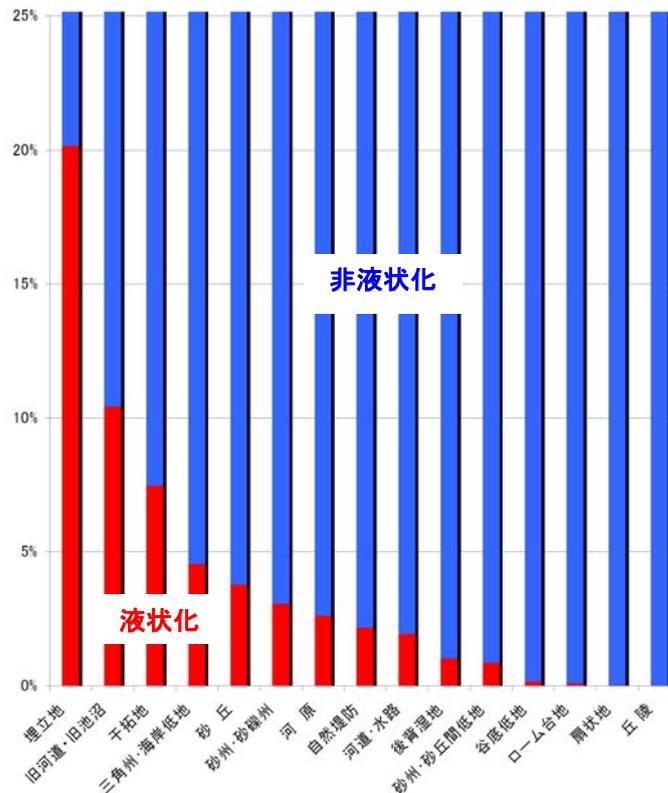


図 3.5.16 微地形ごとの液状化発生傾向

(5) 土地改変年代と被害の程度の関係

個別調査票の土地改変履歴の記載で、改変の年代がわかっているものについて表 3.5.4 のような年代区分を行い、被害の程度との関係を調べた。その結果を図 3.5.17 に示す。

図 3.5.17 より土地改変年代が新しければ、被害も大きいという関係はみられない。臨海部の埋立や湖沼の干拓が盛んであった 1945 年～1980 年までの年代区分の液状化発生箇所数が多く、被害の程度も大きい傾向がみられる。時代とともに埋立の材料・方法の変化や地盤改良工法の発展もあったと考えられるが、この原因の解明には今後の詳細な検討が必要と考えられる。

表 3.5.4 土地改変の年代区分

区分番号	年代区分	箇所数	割合(%)
1	改変なし	1	0.5
2	1945 年以前	18	9.8
3	1945～1970 年	37	20.2
4	1970～1980 年	30	16.4
5	1980 年以降	14	7.7
6	不明	83	45.4

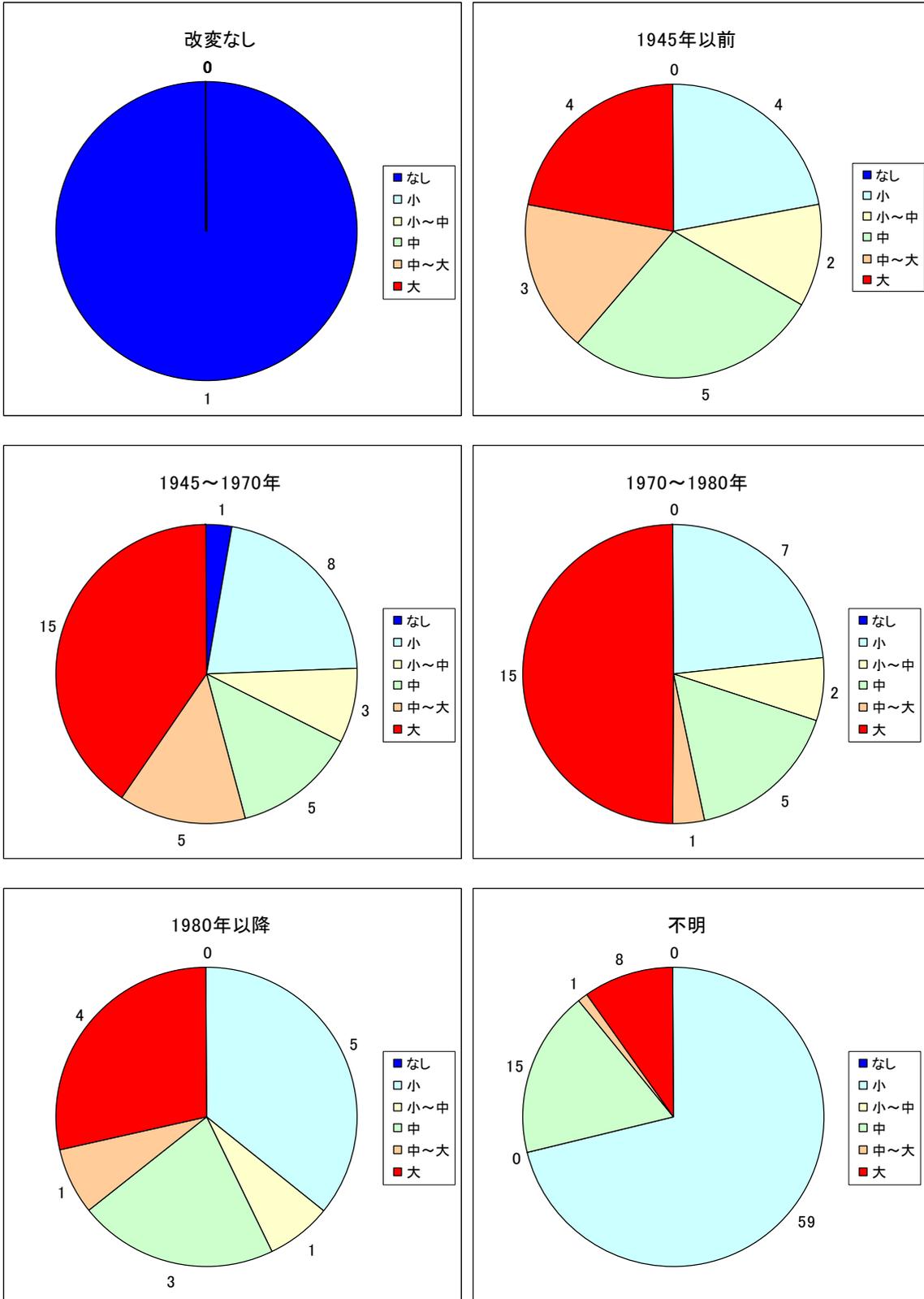


図 3.5.17 土地改変年代と被害の程度の関係

(6) 地域別の被害の特徴

液状化発生範囲を図 3.5.18 に示すように、茨城北部、利根川下流・霞ヶ浦流域、九十九里沿岸、東京湾岸（東京・川崎）、東京湾岸（千葉）、鬼怒川・小貝川流域、古利根川流域、荒川下流流域、その他の計 9 つに分けて主な液状化被害の特徴を表 3.5.5 に示す。

表 3.5.5 地域別の液状化被害の特徴

地域	調査 票数	被害 「大」の 箇所数	被害 「大」の 割合(%)	主な特徴
茨城北部	15	4	26.7	震源に近く地震動が強いため、被害も大きい傾向 近年強い地震動が観測されたことがほとんどなく、 液状化履歴があまりない
利根川下流 ・ 霞ヶ浦流域	55	17	30.9	干拓地、旧河道跡、砂利採取跡の埋土で被害が大き い。噴砂量多い。 鹿島灘の近辺では余震の方が本震よりも大きい傾向
九十九里 沿岸	7	1	14.3	旭市を除き小規模な被害 7箇所とも 1987 年千葉県東方沖地震の際に今回と同 じ箇所で液状化が発生
東京湾岸 (東京～ 川崎)	12	0	0	湾岸部（千葉）と比べると相対的に被害は小さいが、 噴砂の量が多い傾向にあった
東京湾岸 (千葉)	32	20	62.5	埋立地盤では埋立年代による差はみられるが、広範 囲に液状化が発生。噴砂量多い。 地盤改良が実施されていた箇所では被害が少ない傾 向を確認
鬼怒川・ 小貝川流域	21	3	14.3	下妻市鬼怒等 3 箇所を除くと、比較的小規模な耕作 地の液状化地点が多い
古利根川 流域	26	1	3.7	久喜市南栗橋を除くと、比較的小規模な液状化地点 が多い
荒川下流 流域	5	0	0	河川敷のゴルフ場やグラウンドの液状化で、大部分 が旧河道跡の埋土。堤内地では液状化は発生してい ない
その他	10	0	0	内陸部の孤立した造成地と横浜、南房。 全体的に面積、程度とも小規模な被害が多い

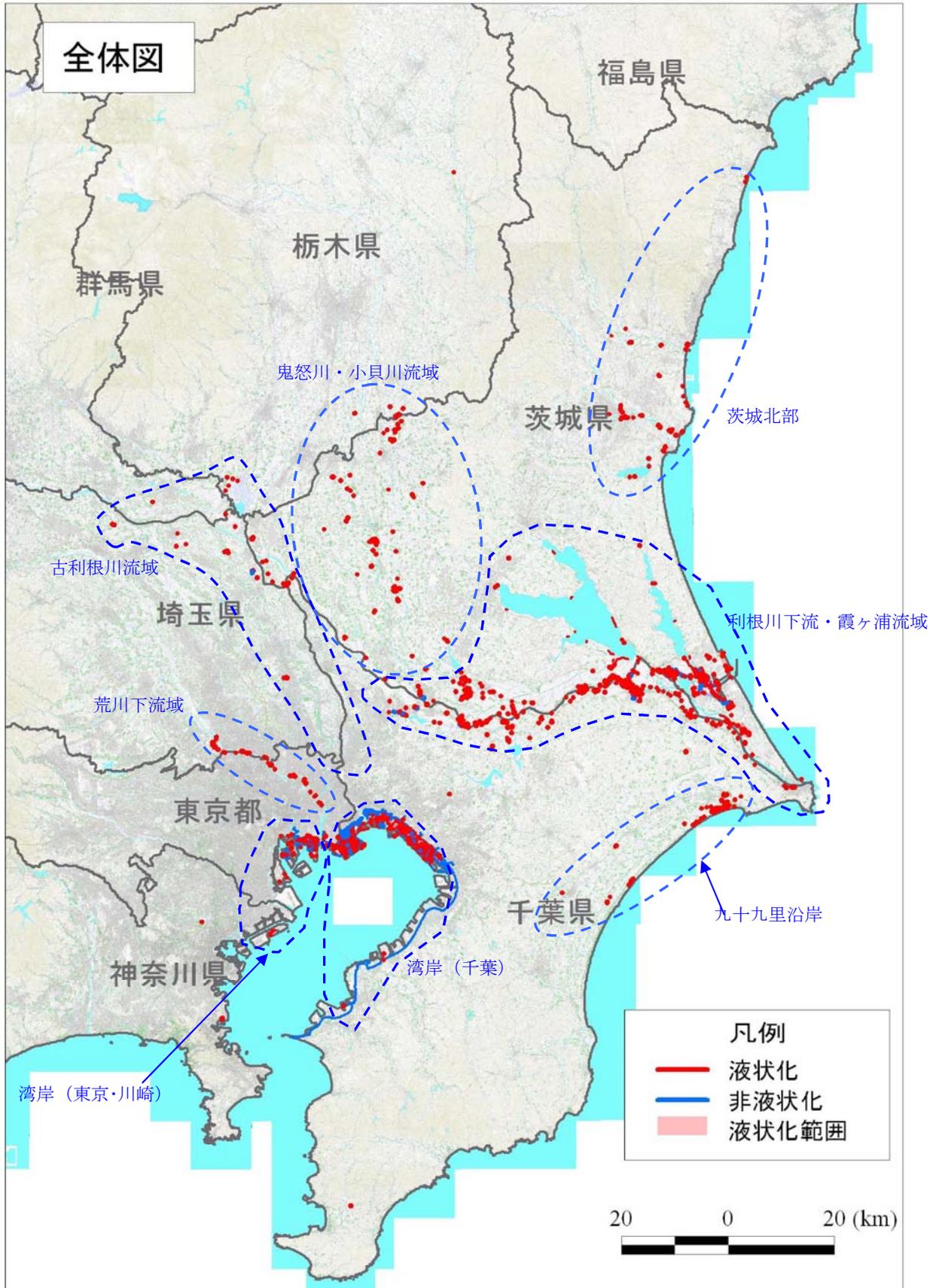


図 3.5.18 液状化発生範囲（地域別）

(7) おわりに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、液状化現象の新たな課題を技術者、研究者に与えることとなった。本業務で整理したデータが、基礎資料としてこれからの液状化判定法の高精度化、液状化対策工法の発展等につながることを期待したい。