

2011年東北地方太平洋沖地震による利根川流域の液状化被害

長谷川信介*・前田宜浩*・河合伸一*・内藤昌平*・岩城麻子*・
はお憲生*・森川信之*・東 宏樹*・先名重樹*

Liquefaction Damage of the Tonegawa River Basin During the 2011 Tohoku Earthquake

Nobusuke HASEGAWA, Takahiro MAEDA, Shinichi KAWAI, Shohei NAITO, Asako IWAKI,
Ken Xiansheng HAO, Nobuyuki MORIKAWA, Hiroki AZUMA, and Shigeki SENNA

**Social System Research Department, Disaster Risk Research Unit,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan
hasegawa-nobusuke@bosai.go.jp, tmaeda@bosai.go.jp, kawai@bosai.go.jp, naito@bosai.go.jp,
iwaki@bosai.go.jp, hao@bosai.go.jp, morikawa@bosai.go.jp, azzie@bosai.go.jp, senna@bosai.go.jp*

Abstract

Except devastating Tsunami damage during the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, the liquefaction damage also occurred in the wide area of Kanto plain. It was hardly capturing all of information about liquefaction although some severely damaged areas were reported by News media. To rapid assess the liquefaction damage in Tonegawa river-basin across the Kanto plain, we carried out investigation along river basins of Tonegawa, Kinugawa and Kokaigawa in the beginning of April. As the result, we recognized that most of liquefaction areas were the artificial grounds where man-made lands were created after filled up pond, old-rice field, river, and sea area, and the residential houses were damaged during the large-scale liquefaction occurring. It will take several years for restoration in some residential areas. In addition, the inundation could be at-risk by heavy raining since the restoration of drainage function will take a long time in the residential area. We have recognized that large-scale liquefaction damage has a heavy influence on civilian for a long term.

Key words : Liquefaction damage, Tonegawa river basin, Artificial ground, Residential area, Kanto plain

1. 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、関東地域においても地盤の液状化による被害（液状化被害）が広域に点在して多数発生した。このため、地震発生後しばらくの間は、被害の全体像が分からない状況にあった。なかでも利根川流域の液状化被害については、潮来市や我孫子市などの一部が報道で取り上げられたものの、多くの地域においては液状化被害の実態をほとんど把握できていない状況にあった。このようなことから、地震発生から約1か月後の平成23年4月上旬に利根川とその支流である鬼怒川・小貝川流域の市町を対象に液状化被害調査を実施した。本稿は、その結果を取りまとめたものである。

2. 調査方法

2.1 調査の目的

東北地方太平洋沖地震では、東京湾沿岸地域を始め、利根川およびその支流である鬼怒川や小貝川流域でも液状化が多数発生した。このように広域で液状化が発生した原因として、継続時間の長い地震動が指摘されている。繰り返し長い時間揺すられ続けることにより、それほど強くない地震動でも液状化が発生したと考えられている（安田・原田，2011）。

従来の液状化危険度評価、なかでも簡便な液状化危険度評価手法においては、地震動の継続時間の長さについてほとんど考慮されてこなかった。その理由として、継続時間の長い地震動による液状化に関する実被害データがほとんどなかったことが挙げられる。近い将来発生す

る確率が高いとされている南海トラフの巨大地震では、継続時間の長い地震動が発生することが予想される。このため、従来の液状化危険度評価手法の適用性を検証するためにも、今回の地震による液状化の実態を把握しておく必要がある。そこで、関東地域のなかでも液状化被害の実態の把握が遅れていた利根川流域を対象に、網羅的に液状化が発生した位置と規模を把握するための調査を実施した。なお、今回の調査は概査であり、個々の液状化発生箇所の詳細なデータを収集することを目的としたものではないことに留意していただきたい。

2.2 液状化の判定について

液状化の発生位置と規模を把握することを目的として現地調査と衛星写真による液状化の判読を行った。

現地調査においては、噴砂、構造物の変状（家屋、塀、電柱などの沈下や傾斜）をもとに液状化の判定を行った。なお、埋設管やマンホールの変状については、地盤の液状化ではなく埋戻土の液状化によることが考えられるため、これらの変状をもとにした液状化の判定は行っていない。

また、広範囲で液状化が発生した場合には、現地調査だけでは液状化の広がり把握をすることができない。地震発生後に撮影された衛星写真を見ると、地表面の色の違いから噴砂を判読することができる。そこで、衛星写真もとに液状化が発生した範囲の抽出を行った。このため、液状化範囲の抽出精度は高くない。

3. 調査結果

3.1 現地調査の概要

平成23年4月7日と8日の2日間、現地調査を実施した。調査は、図1に示す28市町を対象に実施した。利根川・鬼怒川・小貝川流域の市町、霞ヶ浦・北浦沿岸の茨城県鹿嶋市と行方市である。なお、調査日程の制約から、利根川流域の茨城県稲敷市、千葉県野田市の調査は実施していない。

網羅的に液状化の位置と規模を把握するため、各市町の役場にて液状化が発生した位置に関する情報を収集したのち、現地調査を実施した。このため、調査実施時点で役場に液状化に関する情報が報告されていなかった自治体（守谷市と成田市）については、現地調査を実施していない。

現地調査は、以下に示す3班で実施した。

（第1班）長谷川信介・内藤昌平・岩城麻子

茨城県：神栖市・鹿嶋市・潮来市・行方市

千葉県：銚子市・東庄町・香取市・神崎町

（第2班）前田宜浩・はお憲生・森川信之・東宏樹

茨城県：龍ヶ崎市・河内町・利根町・取手市・つくばみらい市

千葉県：成田市・栄町・印西市・我孫子市・柏市

（第3班）河合伸一・先名重樹

茨城県：守谷市・常総市・下妻市・八千代町・筑西市・坂東市・境町・五霞町・古河市・結城市

3.2 調査結果

地形的特徴をもとに、調査対象地域を太平洋沿岸地域、利根川最下流域（右岸）、行方市、利根川下流域、利根川中流および鬼怒川・小貝川流域（利根川中流・支流）の5つのエリアに区分する。

（1）太平洋沿岸地域（神栖市、鹿嶋市）

図2に太平洋沿岸地域の微地形区分を示す。また、図3に現況地形図と明治時代の地形図を示す。

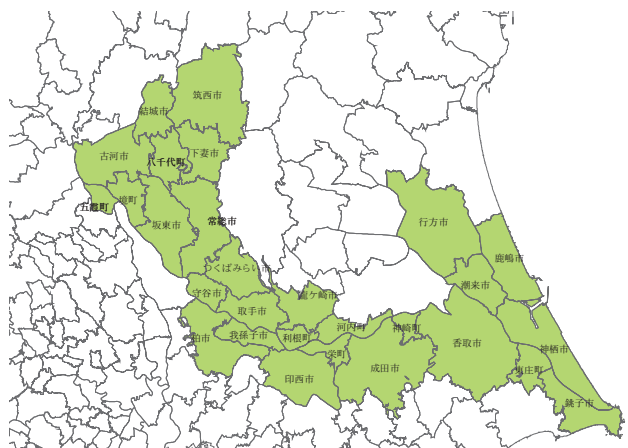


図1 調査対象の市町

Fig. 1 Cities which carried out investigation.



図2 太平洋沿岸地域（赤線内）の微地形区分と液状化範囲（防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（J-SHIS）のデータを使用。オリジナルデータは若松ほか（2004）による。青色で網掛けした範囲は液状化が発生した範囲）

Fig. 2 Geomorphologic classification map in pacific coastal area (inside of the red line) and liquefaction area (use the data of Japan Seismic Hazard Station (J-SHIS) of NIED. The original data is Wakamatsu *et al.* (2004). The painted areas with blue show the liquefaction areas).

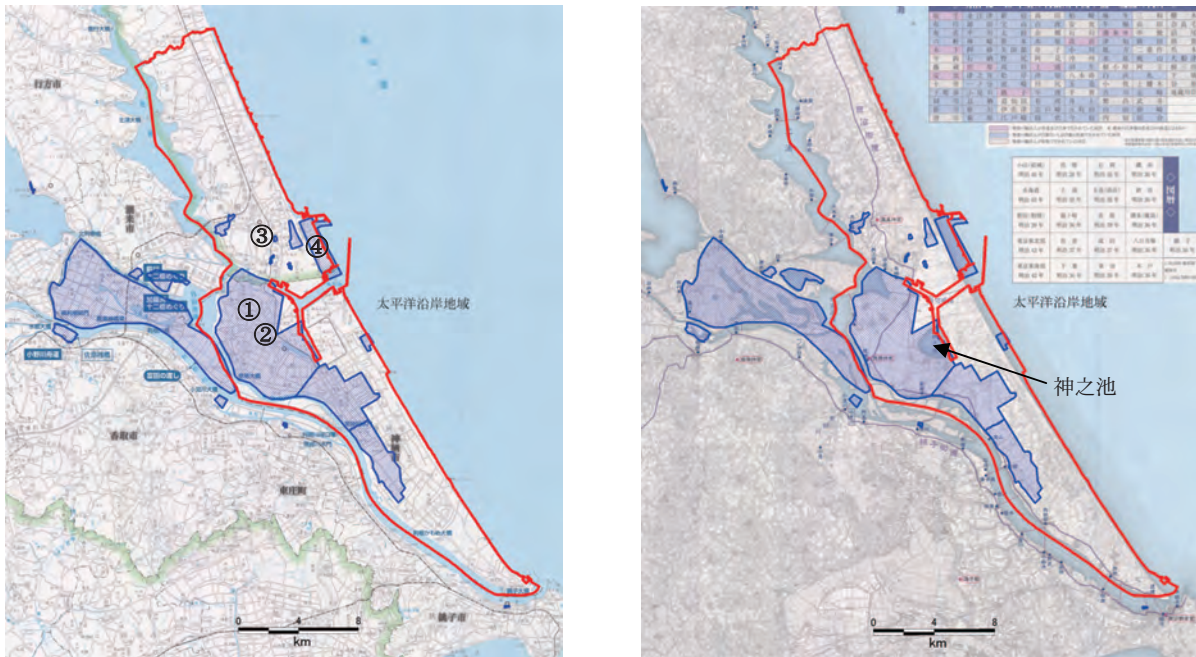


図3 現況の地形図(左)と明治時代の地形図(右)。背景地図は利根川舟運・地域づくり協議会(平成21年3月)、青色で網掛けした部分は液状化が発生した範囲。現況地形図に示す数字は写真番号を示す。

Fig. 3 Topographical maps. Left is the present and right is the Meiji era. The background maps are Tonegawa water transportation and community improvement meeting (March, 2009). The blue areas show the liquefaction area. The number in the left map show photograph number.

神栖市は鹿島港に隣接する海岸部の埋立地、海岸低地、砂州・砂礫州、砂丘が分布する。北浦と外浪逆浦（そとなさから）沿岸部には三角州と埋立地が分布する。図3右に示すように、明治時代には神栖市の中央付近に神之池があり、現在では一部を除き埋め立てられている。図3右に示すように、海岸付近、北浦、神之池の埋立地といった人工地盤以外の地盤（自然地盤）でも液状化が発生している。自然地盤において液状化が発生した場所における微地形区分は、図2に示すように、三角州、砂州・砂礫州、砂丘、谷底低地である。なお、図2に示す神栖市太田新田付近は、微地形区分では砂州・砂礫州となっているが、この一帯は昔砂利採取場であり、砂利を洗うための池を埋め戻した土地が多く存在している。住民へのヒアリングによると、このような場所で液状化が発生しているとのことであった。

一方、鹿嶋市は、図2に示すように、ローム台地を取り囲むように、太平洋側は埋立地と砂丘、南側は砂州・砂礫州、三角州、西側は三角州が分布する。また、ローム台地からの河川による侵食と堆積により谷底低地が形成されている。鹿嶋市においては、海岸付近の埋立地の他に、三角州、砂州・砂礫州、砂丘、谷底低地といった自然地盤でも液状化が発生した。ただ、海岸付近の埋立地を除き、多量の噴砂を伴う大規模な液状化は発生していない。

写真1～4に、液状化被害状況を示す。

「写真1」液状化により歩道下の水路が浮き上がり、多くの電柱が傾いていた。この地区のいくつかの住宅では

塀が沈下により傾いていた。この地区全体で多量の噴砂を伴う大規模な液状化が見られた(神栖市平泉)。

「写真2」多量の噴砂とともに家屋が50 cm程度沈下していた。周辺にも噴砂が多く見られ、この地区全体で液状化が見られた(神栖市深芝)。

「写真3」池を埋めて盛土した部分が写真右側に滑動した。鹿嶋臨海鉄道の軌道は大きく湾曲し、線路は撤去されていた。線路わきの道路には約1 mの段差が発生していた(鹿嶋市鉢形)。

「写真4」鹿嶋港に隣接する埋立地では多量の噴砂が見られた。また、水路の護岸は崩れ、道路は地盤沈下により波打っていた(鹿嶋市新居浜)。



写真1 歩道下の水路の浮き上がり、電柱の傾斜(神栖市平泉)
Photo 1 The rise of waterway under side walk and slant of telephone poles (Hiraizumi, Kamisu).



写真2 多量の噴砂と家屋の沈下(神栖市深芝).
Photo 2 A large quantity of sand boil and the substance of houses (Fukashiba, Kamisu).



写真3 盛土の滑動による軌道の湾曲(鹿嶋市鉢形)
Photo 3 A track curves by sliding of the embankment (Hachigata, Kashima).



写真4 埋立地における多量の噴砂(鹿嶋市新居浜)
Photo 4 A large quantity of sand boil in reclaimed land (Niihama, Kashima).



写真5 小規模な噴砂(銚子市大橋)
Photo 5 Small quantity of sand boil (Ohashi, Choshi).



写真6 埋立地の噴砂(東庄町笹川)
Photo 6 Sand boil in reclaimed land (Sasakawa, Tohnosho).

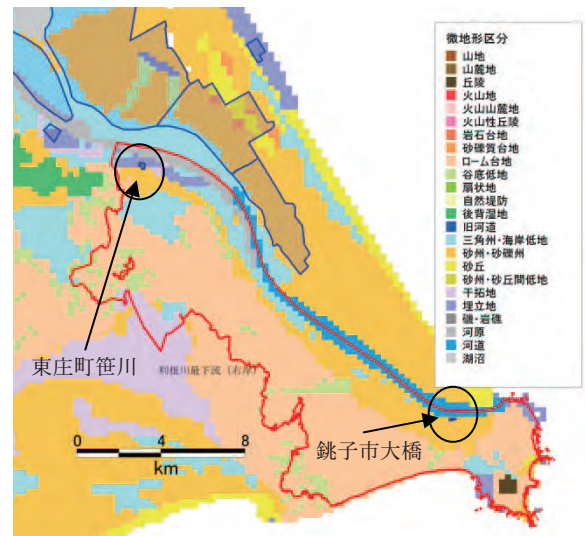


図4 利根川最下流域(右岸)(赤線内)の微地形区分と液状化位置(防災科学技術研究所の地震ハザードステーション(J-SHIS)のデータを使用。オリジナルデータは若松ほか(2004)による。矢印で示す青点が液状化が発生場所)

Fig. 4 Geomorphologic classification map in Tonegawa lowest river basin (the right bank) (inside of the red line) and liquefaction points (use the data of Japan Seismic Hazard Station (J-SHIS) of NIED. The original data is Wakamatsu et al. (2004). Blue points to show with arrows are liquefaction points).

(2) 利根川最下流域(右岸)(銚子市, 東庄町)

図4に利根川最下流域(右岸)の微地形区分を示す。この地域はローム台地が広く分布し、利根川沿いに砂州・砂礫州と三角州が分布する。また、東庄町には利根川の埋立地が存在する。

この地域では、対岸の神栖市のような大規模な液状化は発生していない。銚子市大橋では小規模な噴砂、東庄町笹川では中規模な噴砂が発生していた。図5に銚子市大橋、図6に東庄町笹川の現況の衛星写真と明治時代の地形図を示す。現況を示す衛星写真はGoogle Earthによる。一方、明治時代の地形図は、迅速測図である。迅速測図とは明治初期から中期にかけて簡易測量により作成された地形図(縮尺20,000分の1)であり、国土地理院による発行、独立行政法人農業環境技術研究所がWeb上で公開



図5 銚子市大橋付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 5 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Ohashi, Choshi).



図6 東庄町笹川付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 6 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Sasakawa, Thonosho).

している(歴史的農業環境閲覧システム)。図5および図6に示すように、銚子市大橋、東庄町笹川付近とも、液状化が発生した範囲は概ね利根川河岸の埋立地である。写真5, 写真6に、液状化被害状況を示す。

「写真5」わずかに噴砂が見られた程度であり、家屋被害は見られなかった(銚子市大橋)。

「写真6」多少の噴砂が見られ、塀の一部が壊れている家屋もあった。細粒分の多い砂が噴出していた(東庄町笹川)

(3) 行方市

行方市は、北浦と霞ヶ浦の沿岸付近に三角州が分布する(図7)。市域のほとんどがローム台地であり、ローム台地からの河川による侵食と堆積により谷底低地が分布する。液状化はほとんど見られず、霞ヶ浦の護岸で小規模な噴砂と地盤変状が見られた。

(4) 利根川下流域(潮来市, 香取市, 神崎町)

図8に微地形区分, 図9に現況地形図と明治時代の地形図を示す。この地域は水郷地帯と呼ばれる地域である。明治時代には利根川には中州が点在し、湖沼が数多く存在していた。現在では、利根川は直線的な流路に改修され、多くの湖沼は干拓されて農地や宅地となっている。液状化は、干拓地や旧河道などの人工地盤に集中していた。

潮来市では、図10に示すように干拓地(日の出地区)の

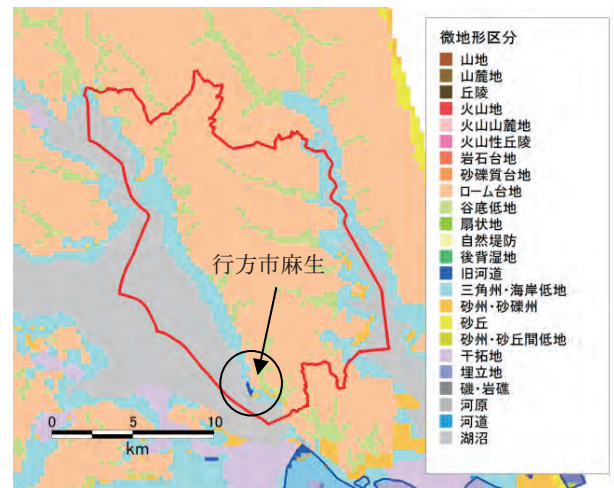


図7 行方市域(赤線内)の微地形区分と液状化位置(防災科学技術研究所の地震ハザードステーション(J-SHIS)のデータを使用。オリジナルデータは若松ほか(2004)による。矢印で示す青点は液状化が発生した場所)

Fig. 7 Geomorphologic classification map in Namegata city area (inside of the red line) and liquefaction points (use the data of Japan Seismic Hazard Station (J-SHIS) of NIED. The original data is Wakamatsu et al. (2004). Blue points to show with arrows are liquefaction points).

ほぼ全域で液状化が発生していた。多量の噴砂が見られ、電柱の多くは傾いていた。また、地盤沈下により道路はあちこちで凹凸が生じ、一部には陥没も見られた。

香取市では市役所周辺（佐原）、小見川、利根川以北で液状化が発生していた。市役所周辺は、図 11 に示すように、利根川河岸の埋立地である。市役所の正面玄関前は 50 cm 程度アスファルトが陥没していた。また、隣接する香取市保健センターは地盤沈下により 50 cm 程度の段差が生じていた（写真 8）。市役所の東を流れる小野川の護岸は崩れ、市役所の北を流れる十間川では両岸が河川の内側にせり出し、十間川にかかる橋は中央で折れ曲がっていた。小見川地区は、図 12 に示すように、利根川の埋立地である。この地域でも噴砂が見られたが、埋設管周辺の地盤の陥没などの被害が顕著であった。香取市の利根川以北（香取市篠原）では、衛星写真の判読によると、多くの水田で液状化による噴砂らしき痕跡が見られた。この一帯の水田の多くで液状化が発生したという市役所での情報とあわせて、この一帯で広く液状化が発生したと判断した（図 13）。ただ、範囲が広く、そのほとんどが農地であり立ち入りが難しかったことから現地調査では水田における噴砂の一部を確認できただけである。

神崎町では、図 14 に示すように、利根川の旧河道で液状化が発生した。多量の噴砂に伴う地盤沈下が発生していた。いくつかの家屋では建物基礎が割れ、家全体が傾斜していた。住民へのヒアリングによると、3 月 11 日 14 時 46 分の本震時より 15 時 15 分の余震時に激しい噴砂がみられたという証言が得られた。

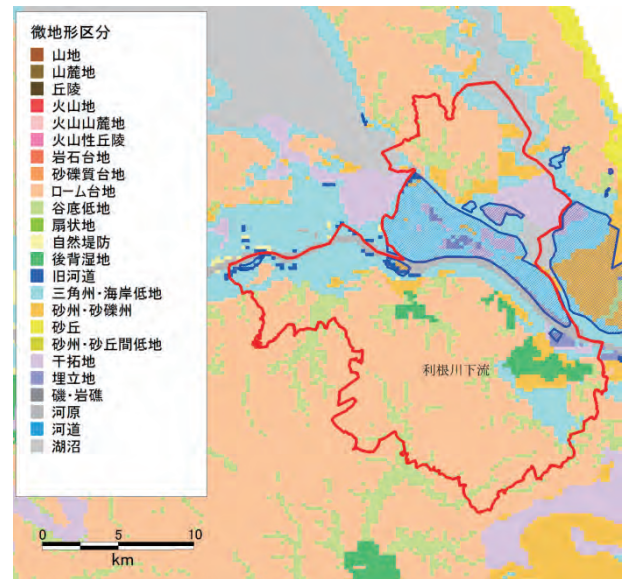


図 8 利根川下流域（赤線内）の微地形区分と液状化範囲（防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（J-SHIS）のデータを使用。オリジナルデータは若松ほか（2004）による。青色で網掛けした範囲が液状化が発生した範囲）

Fig. 8 Geomorphologic classification map in the Tonegawa lower river basin (inside of the red line) and liquefaction area (use the data of Japan Seismic Hazard Station (J-SHIS) of NIED. The original data is Wakamatsu et al. (2004). The painted area with blue show the liquefaction area).

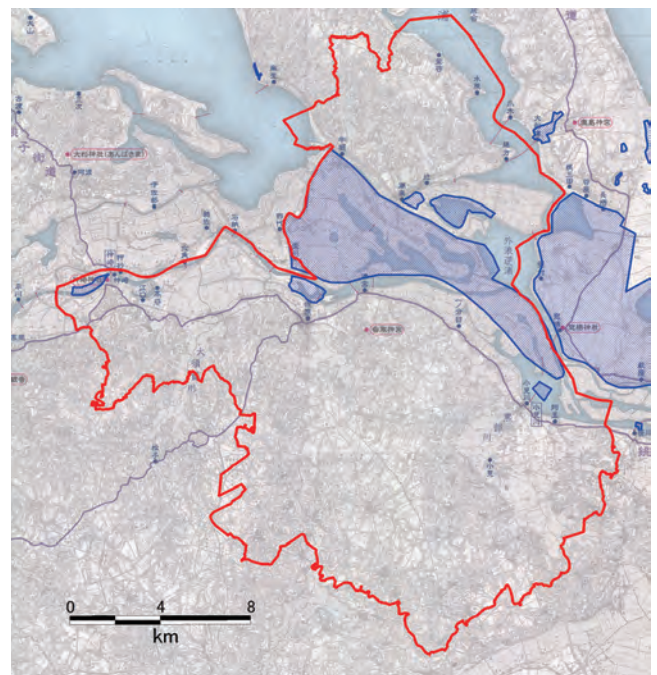


図 9 現況の地形図（左）と明治時代の地形図（右）。背景地図は利根川舟運・地域づくり協議会（平成 21 年 3 月）。青色で網掛けした範囲は液状化が発生した範囲

Fig. 9 Topographical maps. Left is the present and right is the Meiji era. The background maps are Tonegawa water transportation and community improvement meeting (March, 2009). The blue parts show liquefaction areas.



図 10 潮来市日の出付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 10 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Hinode, Itako).



図 11 香取市佐原付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 11 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Sawara-ro, Katori).

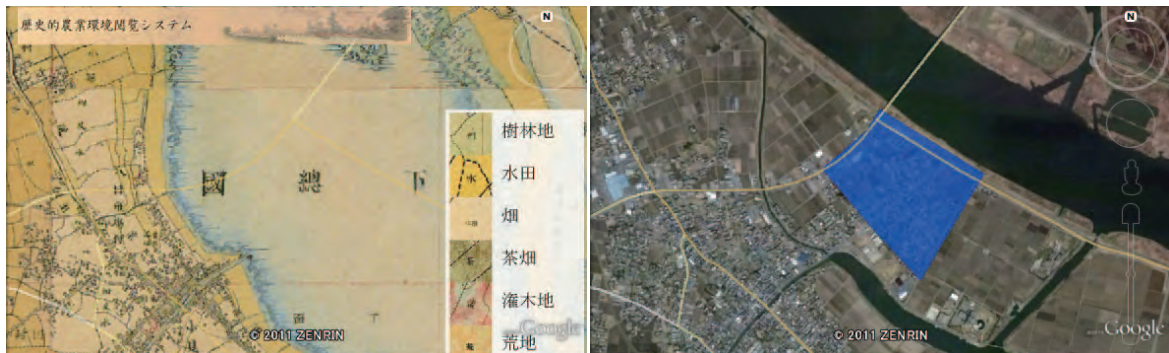


図 12 香取市小見川付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 12 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Omikawa, Katori).



図 13 香取市篠原付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲.

Fig. 13 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Shinohara, Katori).

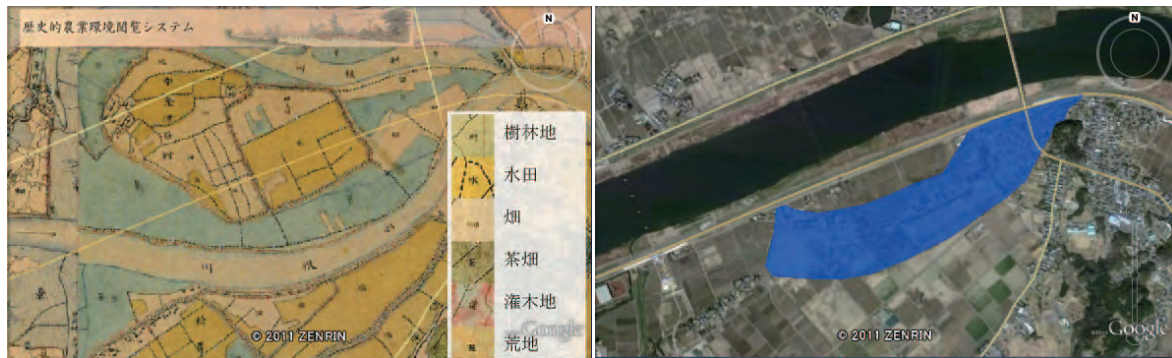


図14 神崎町神崎本宿付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲
Fig. 14 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Kozakihonsyuku, Kozaki).

写真7～9に、液状化被害状況を示す。

「写真7」多量の噴砂がみられ、多くの電柱が傾いていた。まっすぐ立つ電柱は、新たに設置した電柱である。干拓地全体が液状化していた(潮来市日の出)。

「写真8」写真は香取市保健センター前の地盤沈下の状況。50 cm 程度の段差が生じていた(香取市佐原)。

「写真9」利根川堤防護岸と道路との境界から多量の噴砂がみられ、道路が大きく沈下していた(神崎町神崎本宿)。

(5) 利根川中流および鬼怒川・小貝川流域(上記市町と行方市を除く市町)

図15に微地形区分を示す。この地域の下流部では利根川沿いに三角州が広く分布するが、上流部では利根川・鬼怒川・小貝川沿いに自然堤防、後背湿地、谷底低地が分布する。明治時代には利根川周辺に湖沼が数多く存在していた。現在はそれらの多くが埋め立てられている。また、鬼怒川や小貝川は直線的な流路への改修が行われている。この地域では利根川、鬼怒川、小貝川の旧河道や湖沼、水田や畑などの埋立地で液状化が発生していた。なかでも、大規模な液状化は、多くが旧河道や湖沼の埋立地で発生していた。以下に大規模な液状化が発生した地区について述べる。

我孫子市布佐地区は、図16に示す池の埋立地周辺で大規模な液状化が発生していた。調査時点では復旧が既に始まり、噴砂の多くは片づけられていたが、所々には噴砂が残り、電柱の多くが傾いていた(写真10)。地盤沈下による家屋被害が多く発生していた。

下妻市千代川地区は、図17に示すように、鬼怒川の旧河道に位置する場所で液状化が発生していた(写真11)。

常総市吉野地区は、図18に示すように、小貝川の旧河道で液状化が発生し、一部陥没が見られた(写真12)。

坂東市岩井グリーンランド地区は、図19に示すように、浅間沼を埋め立てた地区である。多量の噴砂が見られた(写真13)。また、地盤沈下による家屋被害も見られた。



写真7 道路に広がる噴砂と電柱の傾斜。まっすぐ立つ電柱は復旧のために新たに建てた電柱(潮来市日の出)

Photo 7 Sand boil spread through a road and the slant of the telephone poles. The telephone poles which stood straight was built for restoration newly (Hinode, Itako).



写真8 香取市保健センター前の地盤沈下(香取市佐原)
Photo 8 Subsidence in front of katori health center (Sawara, Katori).



写真9 多量の噴砂による道路沈下(神崎町神崎本宿)
Photo 9 Subsidence of a road by a large quantity of sand boil (Kozakihonsyuku, Kozaki).

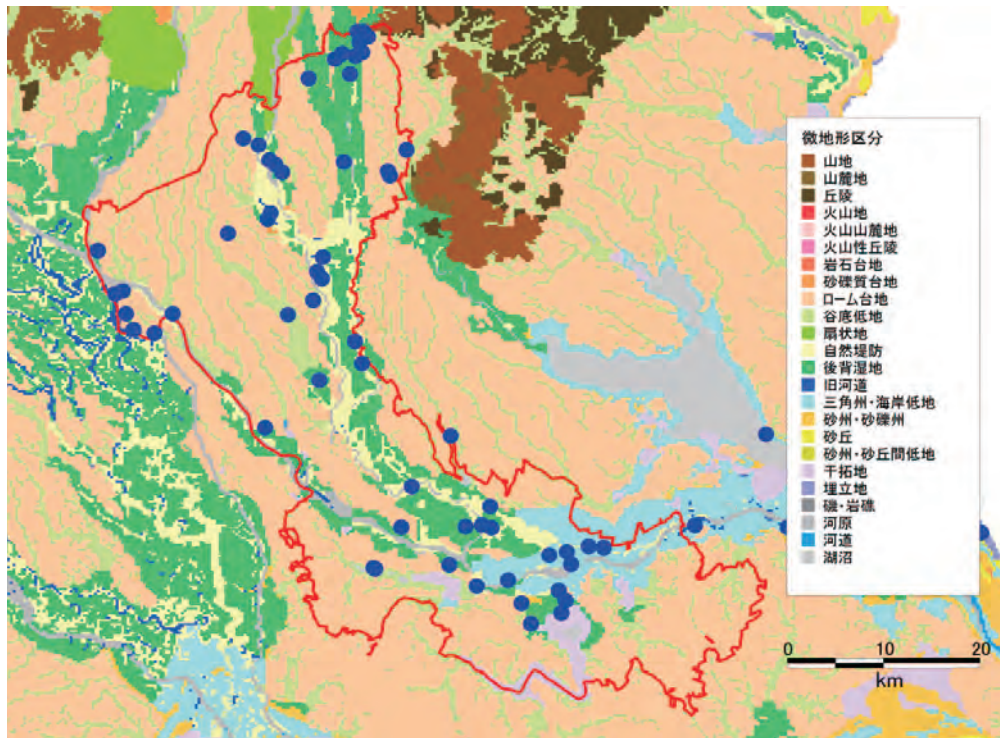


図 15 利根川中流域および支流域(赤線内)の微地形区分と液状化位置(防災科学技術研究所の地震ハザードステーション(J-SHIS)のデータを使用。オリジナルデータは若松ほか(2004)による。青点は液状化が発生した場所)

Fig. 15 Geomorphologic classification map in Tonegawa and branch river area (inside of the red line) and liquefaction points (use the data of Japan Seismic Hazard Station (J-SHIS) of NIED. The original data is Wakamatsu *et al.* (2004). Blue points show liquefaction).



図 16 我孫子市布佐付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右)。青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 16 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Fusa, Abiko).



図 17 下妻市千代川付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右)。青で示す範囲は液状化範囲

Fig. 17 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Chiyokawa, Shimotsuma).

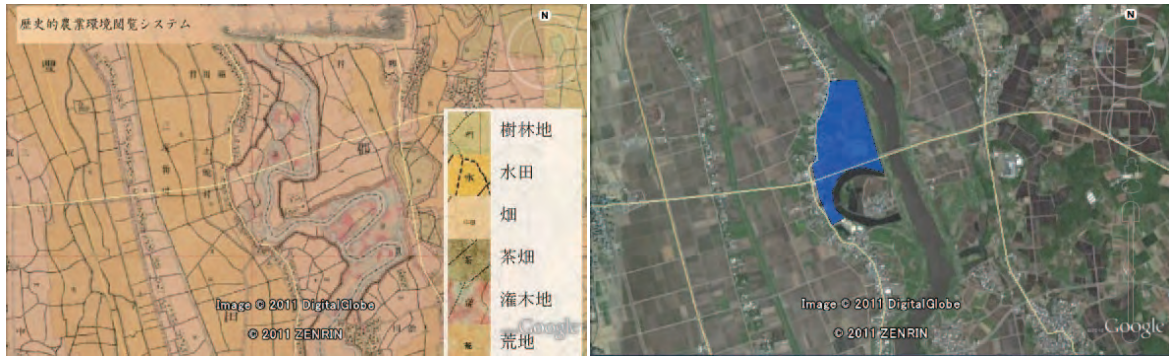


図18 常総市吉野付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲
Fig. 18 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Yoshino, Jyoso).

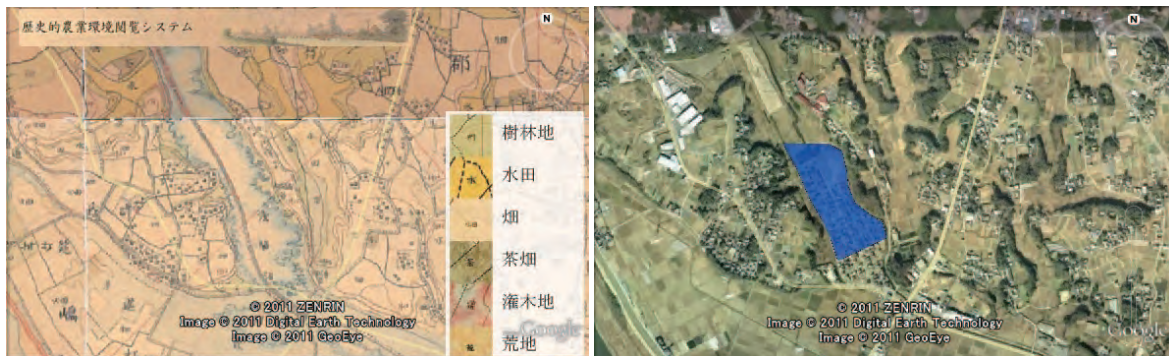


図19 坂東市岩井グリーンランド付近の明治時代の地形図(左)と現況の衛星写真(右). 青で示す範囲は液状化範囲
Fig. 19 Topographical map of the Meiji era (left) and satellite photo in the present (right). A blue area shows a liquefaction area (Iwai greenland, Bando).



写真10 一帯で大規模な液状化が発生. 多くの電柱が傾いていた(我孫子市布佐).
Photo 10 Large-scale liquefaction occurs in the whole area. Many telephone poles are slanted.



写真12 噴砂と陥没(常総市吉野)
Photo 12 Sand boil and cave-in (Yoshino, Jyoso).



写真11 広範囲に噴砂が発生(下妻市千代川)
Photo 11 Sand boil occurs widely (Chiyokawa, Shimotsuma).



写真13 道路の噴砂(坂東市岩井グリーンランド)
Photo 13 Sand boil spreading through a road (Iwai greenland, Bando).

3.3 調査結果のまとめ

図 20 に今回の調査による液状化の位置を示す。青で網掛けした範囲および青点は液状化が発生した位置である。今回の地震による液状化は、利根川流域で広域に点在していた。また、利根川下流域で広範囲にわたり液状化が発生していた。

表 1 に調査結果一覧を示す。表 1 に示す液状化の規模は、噴砂の量と構造物被害の程度に基づき、調査者が判断したものである。また、不明は、現地調査を行っていないため液状化の規模が不明であることを示す。液状化が発生した場所における現況の土地利用は、宅地と農地がほとんどを占め、農地の割合が若干多い。ただ、大規模な液状化に限ると、宅地がほとんどを占める。

表 1 をもとに液状化の規模別に旧地形・土地利用を分類したグラフが図 21 である。図 21 に示す自然地盤の内訳は、砂州・砂礫州と砂丘である。また、埋立地は海岸、湖沼、沼、池、湿地、河道の埋立地とし、畑と水田は除いている。なお、液状化が発生した地域に埋立地のほかに畑、水田、自然地盤が混在する場合には埋立地に分類した。また、畑と水田が混在する場合には水田に分類した。図 21 に示すように、液状化が大規模に発生した箇所ほど埋立地の割合が高いことがわかる。

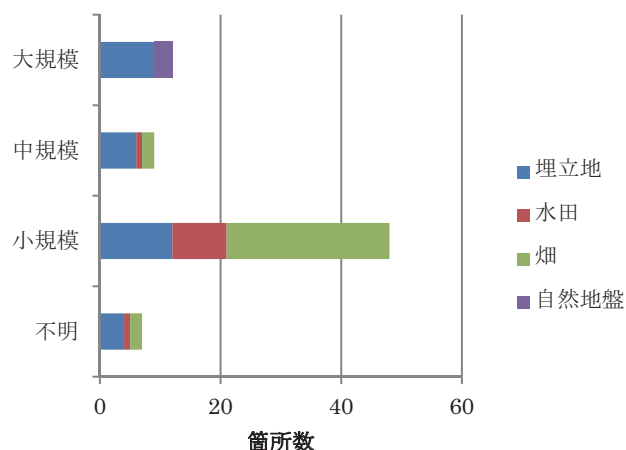


図 21 液状化の規模別の旧土地利用の頻度

Fig. 21 Frequency of former land use according to the scale of the liquefaction.

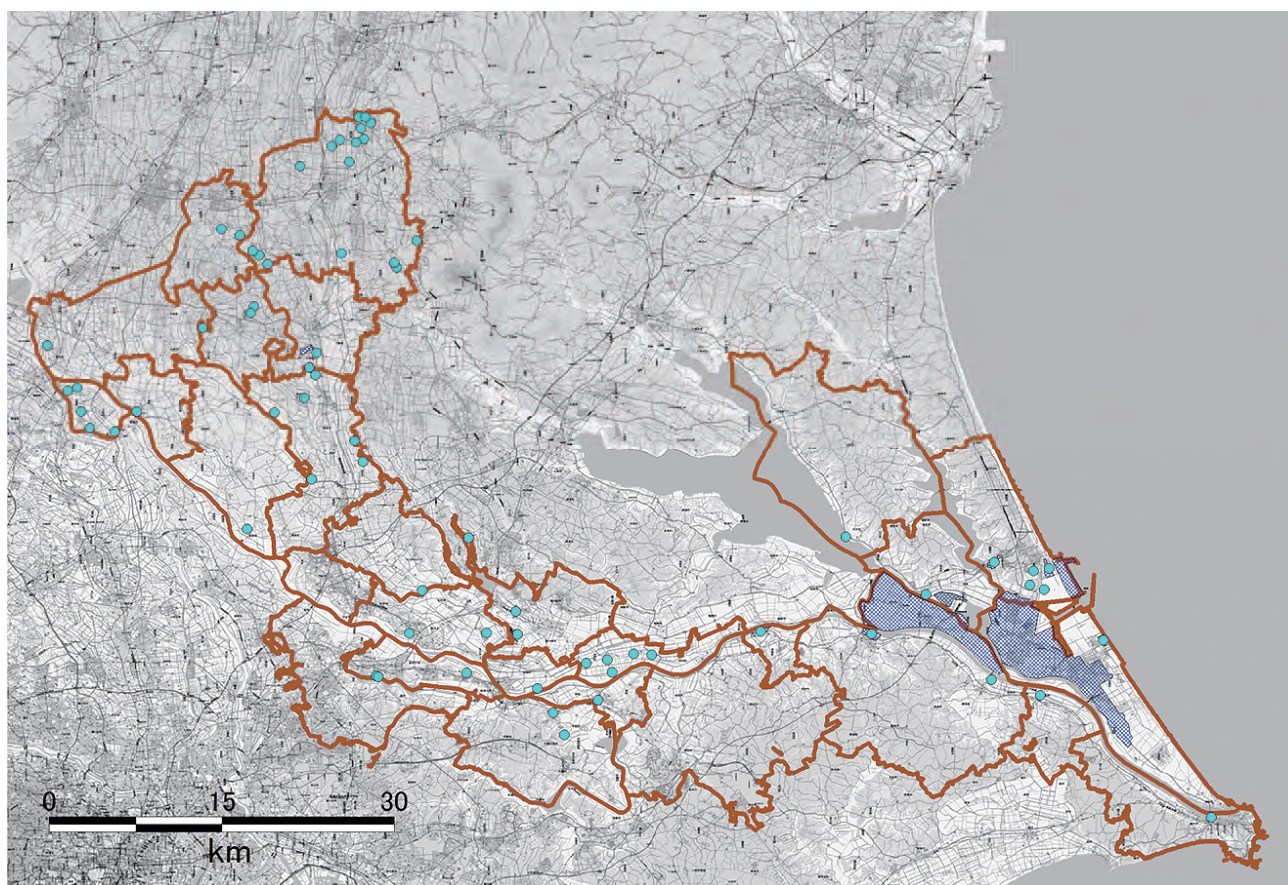


図 20 液状化現象が発生した位置。青で網掛けした範囲と青点が液状化発生位置を示す(背景地図は国土地理院発行 50,000 分の 1 地形図)。

Fig. 20 Locations of liquefaction and investigation root. The blue areas and points show liquefaction areas. (Background map is a one-50,000th Geographical Survey Institute publication topographical map).

表 1 液状化発生箇所における旧地形・土地利用と微地形区分

Table 1 Former topography and land use, and geological classification in the liquefaction areas.

No.	地域区分	地域名	規模	旧地形・土地利用	微地形区分	現土地利用	調査方法
1	太平洋沿岸	神栖市知手中央	大規模	砂州・砂礫州	砂州・砂礫洲	宅地	現地
2	太平洋沿岸	神栖市鰐川・居切	大規模	水田、砂州・砂礫州	三角州・海岸低地	宅地・農地	現地
3	太平洋沿岸	神栖市太田新町	大規模	砂丘・砂利採取場	砂州・砂礫洲	宅地・農地	現地
4	太平洋沿岸	神栖市南浜	不明	海岸	埋立地	工場・公園	机上
5	太平洋沿岸	鹿嶋市鉢形	中規模	池	谷底低地	鉄道	現地
6	太平洋沿岸	鹿嶋市新浜	大規模	海岸	埋立地	工場	現地
7	太平洋沿岸	鹿嶋市厨・宮下・大船津	不明	水田	三角州、谷底低地	宅地・農地	机上
8	太平洋沿岸	鹿嶋市平井	不明	砂丘	砂丘	宅地	机上
9	太平洋沿岸	鹿嶋市粟生	不明	湖沼	三角州	宅地	机上
10	太平洋沿岸	鹿嶋市鹿嶋精鉄所内	不明	砂州・砂礫州	砂州・砂礫洲	工場	机上
11	利根川最下流域	銚子市大橋町	小規模	河道	砂州・砂礫洲	宅地	現地
12	利根川最下流域	東庄町笹川	中規模	河道	埋立地	宅地	現地
13	利根川下流域	潮来市日の出町	大規模	湖沼	干拓地	宅地	現地・机上
14	利根川下流域	潮来市あやめ	不明	水田	三角州	宅地	机上
15	利根川下流域	香取市佐原口	大規模	河道	旧河道，三角州	宅地	現地・机上
16	利根川下流域	香取市篠原口	不明	湖沼，水田	三角州・干拓地・埋立地	農地・宅地	机上
17	利根川下流域	香取市小見川	大規模	河道	埋立地	宅地	現地
18	利根川下流域	神崎町本宿・神宿	大規模	河道	旧河道	宅地	現地
19	利根川中流・支流	つくばみらい市山王新田	小規模	畑	自然堤防	農地	現地
20	利根川中流・支流	取手市新町 5・6 丁目	中規模	水田	後背湿地	宅地	現地
21	利根川中流・支流	取手市桜ヶ丘	小規模	沼	後背湿地	宅地(公園)	現地
22	利根川中流・支流	取手市高須	小規模	畑	自然堤防	宅地	現地
23	利根川中流・支流	龍ヶ崎市入地	中規模	水田	後背湿地、自然堤防	農地	現地
24	利根川中流・支流	龍ヶ崎市川原代町、高須町、長沖町、豊田町	小規模	水田、河道	旧河道，後背湿地，自然堤防	農地	現地
25	利根川中流・支流	利根町布川	小規模	沼、河道	三角州	宅地	現地
26	利根川中流・支流	河内町生板鍋子新田	小規模	畑、水田	三角州	農地	現地
27	利根川中流・支流	河内町猿島	小規模	沼	三角州	農地	現地
28	利根川中流・支流	河内町長竿	中規模	沼	自然堤防	農地，公共施設	現地
29	利根川中流・支流	河内町生板	小規模	畑	三角州	農地	現地
30	利根川中流・支流	我孫子市布佐	大規模	池	自然堤防	宅地	現地
31	利根川中流・支流	我孫子市若松	中規模	沼(手賀沼)	谷底低地	宅地	現地
32	利根川中流・支流	我孫子市新木野 1 丁目	小規模	水田	ローム台地	宅地	現地
33	利根川中流・支流	印西市小林	小規模	水田	砂州・砂礫洲	宅地	現地
34	利根川中流・支流	印西市中根	小規模	水田	後背湿地	農地・宅地	現地
35	利根川中流・支流	印西市下井	小規模	河道	干拓地	農地	現地
36	利根川中流・支流	栄町安食ト杭新田	中規模	畑	自然堤防	宅地	現地
37	利根川中流・支流	栄町安食	小規模	沼、畑	後背湿地	宅地	現地
38	利根川中流・支流	下妻市千代川	大規模	河道(鬼怒川)	旧河道	宅地・農地	現地
39	利根川中流・支流	八千代町八町	小規模	水田	旧河道	農地	現地
40	利根川中流・支流	八千代町水口	小規模	水田	谷底低地	農地	現地
41	利根川中流・支流	八千代町新井	小規模	水田	旧河道	公園	現地
42	利根川中流・支流	常総市本石下	中規模	池	自然堤防	農地	現地
43	利根川中流・支流	常総市若宮	小規模	畑	自然堤防	学校	現地
44	利根川中流・支流	常総市杉山	小規模	水田	谷底低地	宅地・農地	現地
45	利根川中流・支流	常総市馬場新田	小規模	干潟	谷底低地	農地	現地
46	利根川中流・支流	常総市細野	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
47	利根川中流・支流	常総市吉野	大規模	河川敷	自然堤防	宅地・農地	現地
48	利根川中流・支流	常総市川崎	小規模	水田	自然堤防	農地	現地
49	利根川中流・支流	坂東市岩井グリーンランド	大規模	沼(浅間沼)	谷底低地	宅地	現地
50	利根川中流・支流	境町坂花町	小規模	池	自然堤防	宅地	現地
51	利根川中流・支流	筑西市上野西郷	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
52	利根川中流・支流	結城市若宮	小規模	水田	谷底低地	工場	現地

表 1 液状化発生箇所における旧地形・土地利用と微地形区分の一覧(つづき)

Table 1 Former topography and land use, and geological classification in the liquefaction areas (list of the continuance).

No.	地域区分	地域名	規模	旧地形・土地利用	現微地形区分	現土地利用	調査方法
53	利根川中流・支流域	結城市林	小規模	畑	自然堤防	農地	現地
54	利根川中流・支流域	筑西市橋本	小規模	畑	後背湿地	農地	現地
55	利根川中流・支流域	筑西市関本	小規模	畑	自然堤防	農地	現地
56	利根川中流・支流域	筑西市押尾	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
57	利根川中流・支流域	筑西市小栗(1)	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
58	利根川中流・支流域	筑西市小栗(2)	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
59	利根川中流・支流域	筑西市小栗(3)	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
60	利根川中流・支流域	筑西市小栗(4)	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
61	利根川中流・支流域	筑西市大関	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
62	利根川中流・支流域	筑西市田谷	小規模	水田	自然堤防	農地	現地
63	利根川中流・支流域	筑西市国府田	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
64	利根川中流・支流域	筑西市蒔田	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
65	利根川中流・支流域	筑西市稲荷宿	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
66	利根川中流・支流域	筑西市新屋敷	小規模	水田	後背湿地	農地	現地
67	利根川中流・支流域	筑西市倉持	小規模	水田	谷底低地	農地	現地
68	利根川中流・支流域	筑西市山王堂	小規模	水田	谷底低地	農地	現地
69	利根川中流・支流域	筑西市押尾	小規模	水田	谷底低地	農地	現地
70	利根川中流・支流域	五霞町江川	小規模	旧河道	自然堤防	農地, 工場	現地
71	利根川中流・支流域	五霞町六軒	小規模	水田	旧河道	農地	現地
72	利根川中流・支流域	五霞町元栗橋	小規模	沼	旧河道	農地	現地
73	利根川中流・支流域	五霞町小手指	小規模	畑	谷底低地	農地	現地
74	利根川中流・支流域	五霞町小手指	小規模	畑	谷底低地	農地	現地
75	利根川中流・支流域	古河市三和	中規模	沼	谷底低地	宅地	現地
76	その他	行方市麻生	小規模	湖(霞ヶ浦)	三角州・海岸低地	公園	現地

4. まとめ

2011 年東北地方太平洋沖地震では、利根川流域でも広域にわたり点在して液状化が発生した。なかでも、太平洋沿岸の神栖市、利根川下流域の香取市や潮来市では大規模な液状化が発生した。今回の地震による液状化の特徴として埋立による人工地盤で大規模な液状化が発生したことが挙げられる。すべての人工地盤で液状化が発生したわけではないが、自然地盤に比べると人工地盤で大規模な液状化が多く発生した。

調査後、いくつかの自治体をまわる機会があり、災害対応にあたった行政職員の話を聞くことができた。それによると、「今回の地震による造成宅地の液状化の復旧には数年を要する。このため、長期にわたり市民生活に影響を及ぼすこととなる。また、下水道施設被害の復旧にも時間を要し、内水氾濫のリスクが高まっている」とのことであった。造成宅地の液状化は、市民の安全と生活に及ぼす影響は大きいことがわかる。

今回の地震による液状化被害が広域で発生した原因の 1 つとして継続時間の長い地震動が指摘されている。近い将来発生するとされている南海トラフの巨大地震でも、継続時間の長い地震動の発生が予想される。このとき、関東地域と同様に、東海地方から西日本において広域で造成宅地の液状化被害の発生が懸念される。造成宅地の液状化被害の軽減が大きな課題である。

そのためには、今回の地震による液状化被害データを

用いて、既往の液状化危険度評価手法の適用性の検証を行うとともに、新たな液状化危険度評価手法の開発が必要となる。とくに造成宅地の液状化対策を考えると、液状化危険度の高い造成宅地の抽出が課題となる。液状化の発生は、地下水位や地盤特性に強く影響されることから、このような地盤情報を効率的に取得する手法が求められる。1 つの考え方はスクリーニングである。限られた地盤情報に基づく簡易な液状化危険度評価に基づき、危険度が高いと評価された造成宅地から順次詳細な地盤情報を取得するための調査を実施し、段階的に液状化危険度の高い造成宅地を絞り込むという考え方である。そのためには、スクリーニングを支える調査手法と評価手法の確立が求められる。

参考文献

- 1) 農業環境技術研究所：歴史的農業環境閲覧システムによる迅速測図, <http://habs.dc.affrc.go.jp/>
- 2) 若松加寿江・松岡昌志・久保順子・長谷川浩一・杉浦正美(2004)：日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築. 土木学会論文集, No.759/I-67, 213-232.
- 3) 安田 進・原田健二(2011)：東京湾岸における液状化被害. 地盤工学会誌, Vol.59, No.7, Ser.No.642, 38-41.
(2011 年 11 月 7 日原稿受付,
2011 年 11 月 18 日改稿受付,
2011 年 11 月 18 日原稿受理)

要 旨

2011 年東北地方太平洋沖地震では、壊滅的な津波被害以外にも、関東平野でも広域で液状化被害が発生した。しかし、関東平野の中でも利根川流域については、深刻な被害が生じて報道に取り上げられた一部の都市を除けば、液状化被害の実態をほとんど把握できない状況にあった。そこで、地震発生から約 1 か月後の 4 月上旬に利根川とその支流である鬼怒川、小貝川流域を対象に液状化被害調査を実施した。その結果、今回の地震で液状化が発生した多くの場所が、海・湖沼・河川・水田などを埋め立てた人工地盤であったことが判明した。また、造成宅地で大規模な液状化被害が発生していた。今回の地震で被災した造成宅地のなかには復旧に数年を要する地区もある。また、液状化による宅地の排水機能の低下により、降雨などによる浸水リスクも高まっている。大規模な液状化被害が長期にわたり市民生活に大きな影響を及ぼすことを認識させられた。

キーワード：液状化被害、利根川流域、人工地盤、造成宅地、関東平野