

平成28年熊本地震 液状化被害

平成28年熊本地震による熊本平野で生じた液状化とその被害について(速報)

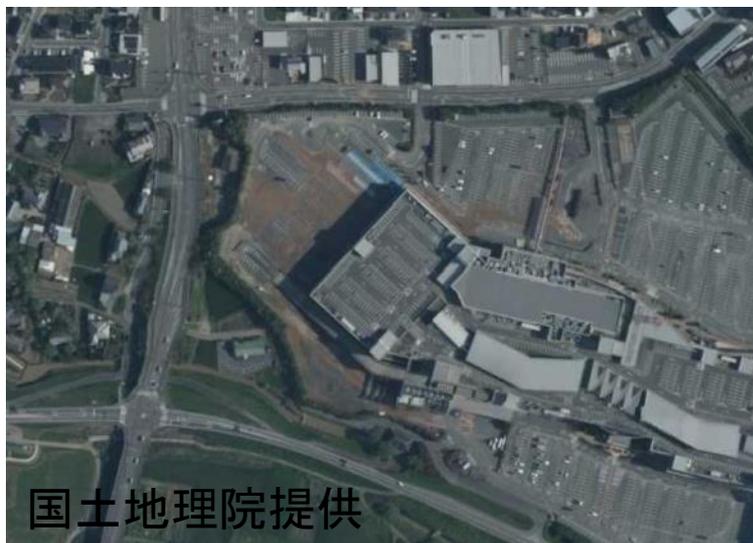
村上哲(福岡大学)
永瀬英生(九州工業大学)

調査日と調査エリア

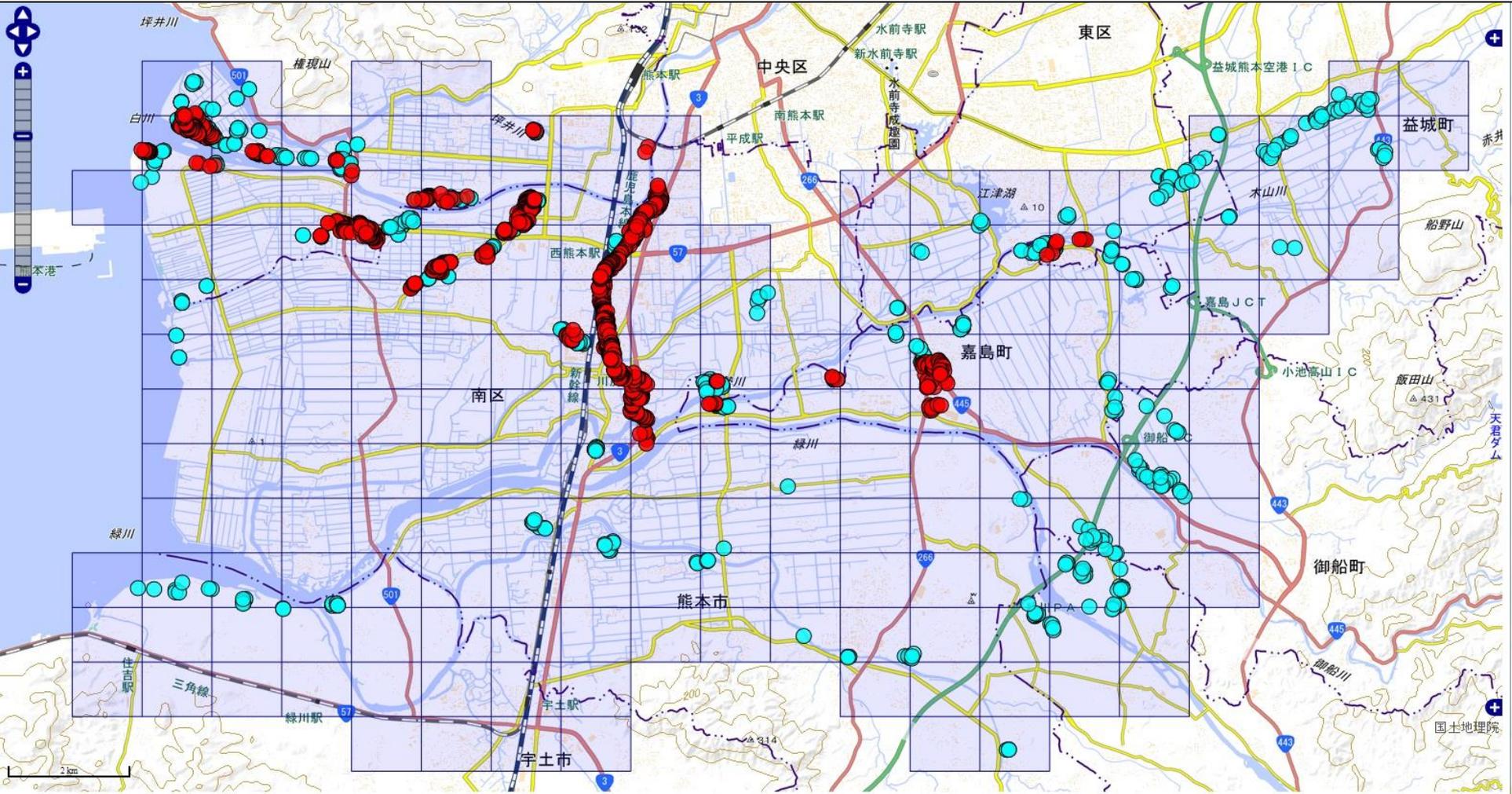
- 平成28年4月22日
 - 嘉島町犬渕・上島・鯨
 - 熊本市南区近見・刈草
 - 熊本市東区秋津
- 平成28年4月24日
 - 阿蘇市
- 平成28年4月29日
 - 熊本市南区近見、刈草、南高江
- 平成28年4月30日
 - 阿蘇市
- 平成28年5月1日
 - 熊本市南区南高江、八幡、川尻
- 平成28年5月7日
 - 熊本市南区土河原、砂原・孫代
 - 熊本市西区城山薬師、城山半田、中島、沖新町、小島新町

調査の方法

- 国土地理院やGoogleが提供している被災後の空中写真から噴砂の痕跡や地表面の変化を判読
- 現地調査により確認し、被害状況を調査
- その他、先行調査・情報を参考



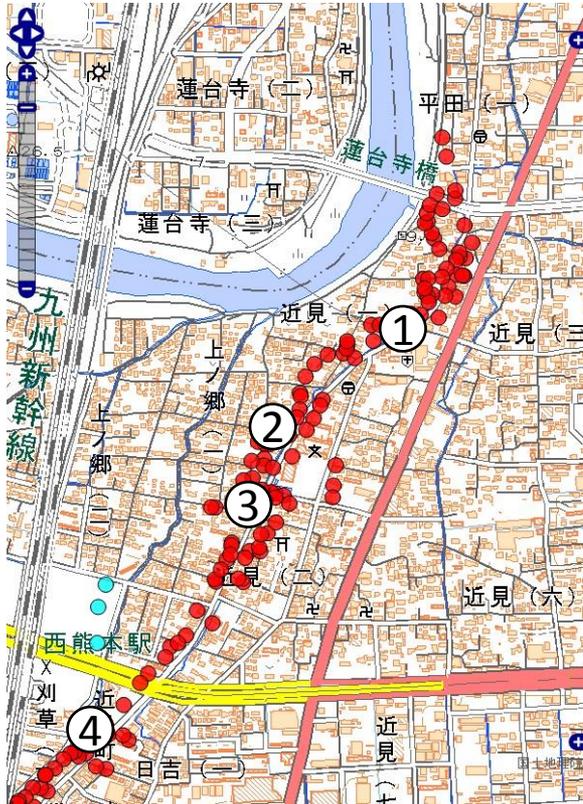
液状化確認地点



(地理院タイル (標準地図) を加工して作成)

● 現地調査による液状化確認 ● 空中写真判読による液状化確認

■ 近見地区(熊本市南区)

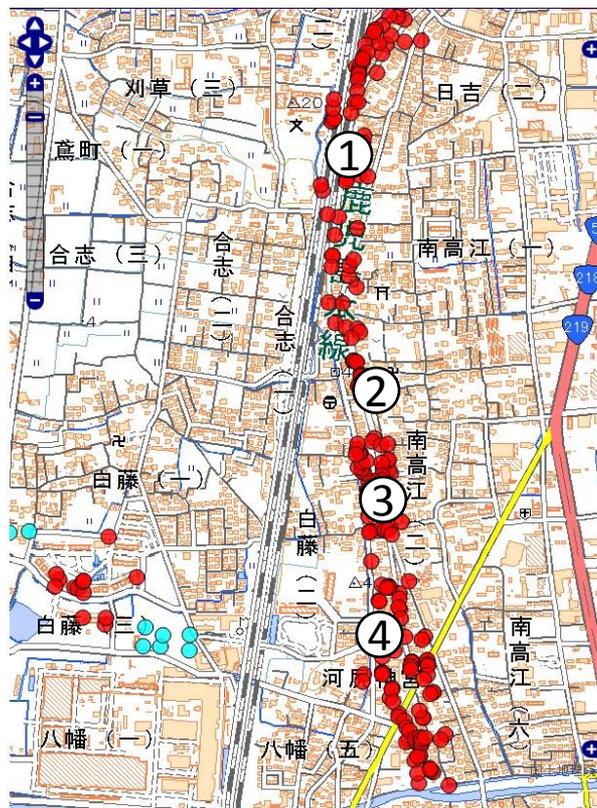


(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)



液状化による建物の傾き、沈下、建物周りの沈下被害が鹿児島街道(旧3号線)の両脇で多数生じている。噴砂地点も多数存在。噴砂は黒色の火山灰質砂と思われる。前震で液状化し、本震でさらに液状化被害が拡大したようである。建物周りの沈下では①で75cm、④では30cmを観測した。このうち、④では前震で10cm、本震で20cmと建物と地面の段差が拡大したとのことである。井戸を有する住宅では、井戸から噴き出した砂が敷地に堆積し、土嚢袋200袋でも足りなかったとのこと。地下水位は比較的浅いと思われる。一方、この街道から離れると液状化の痕跡がなくなり、地震による被害も見当たらなくなる。

■南高江地区(熊本市南区)

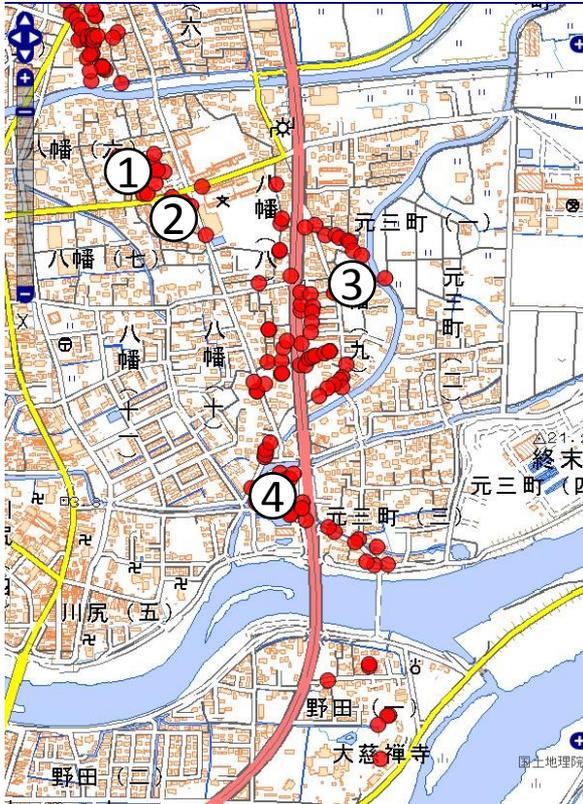


(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)



近見地区に比べ激しい噴砂や建物被害は確認されないが、建物の傾き、沈下、建物周りの沈下被害が生じている。噴砂地点も多数存在。噴砂は黒色の火山灰質砂と思われる。前震では比較的被害は少なかったものの、本震で液状化が生じ、被害が出た地区である。暗渠の浮き上がりと周辺沈下による段差が生じている(写真③)。また、液状化の帯から外れるが、白藤団地では噴砂は確認されないものの建物周りの沈下が生じる被害が出ている。

■八幡地区(熊本市南区)

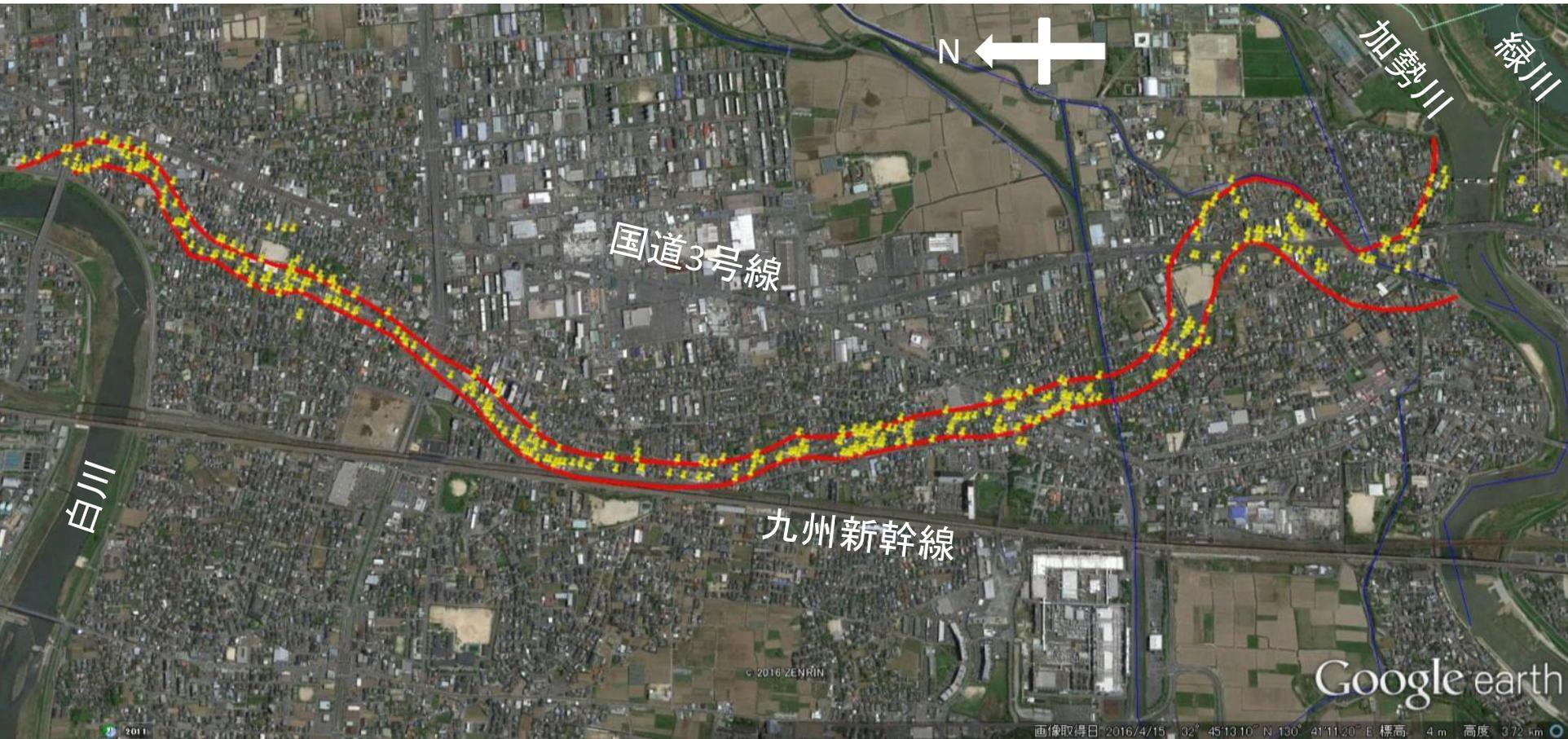


(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)

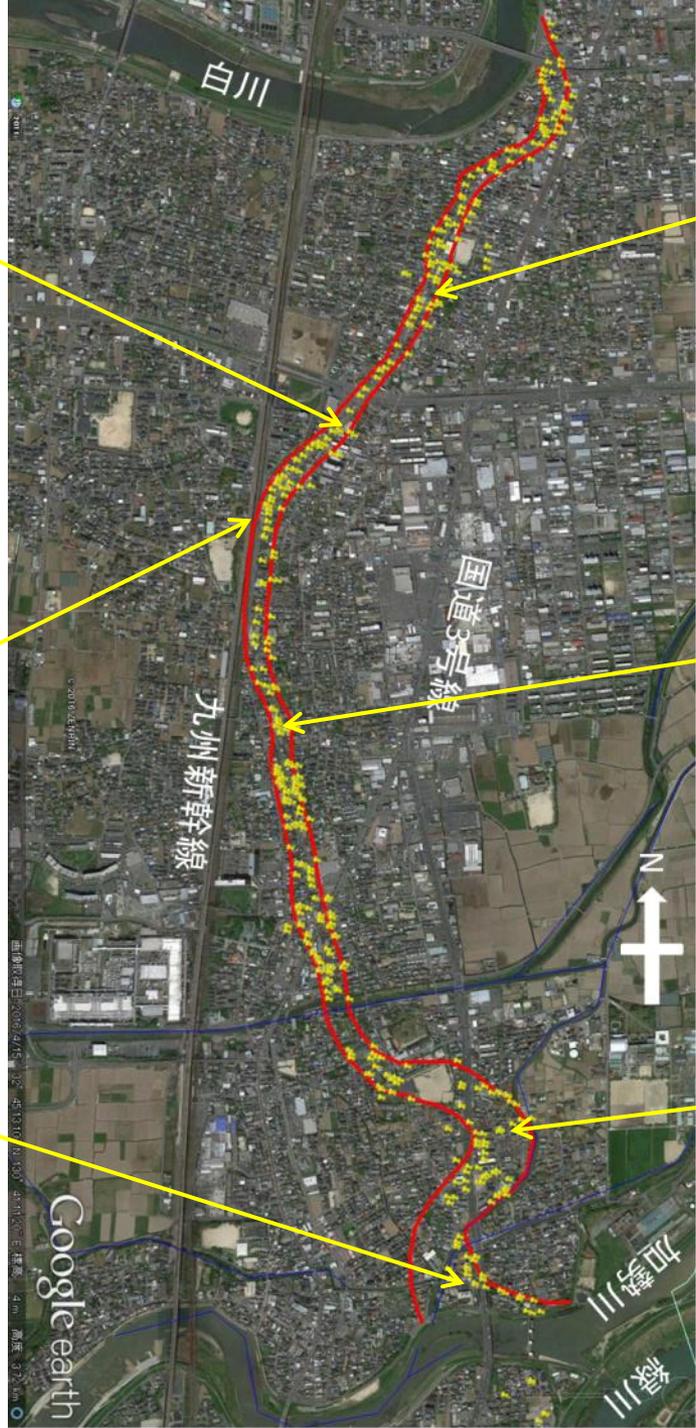


建物の傾き、沈下、建物周りの沈下被害が生じている。①～③では噴砂地点も存在するものの被害の多さと比べ、比較的少ない印象である。写真③では噴砂が生じていないものの段差を伴う沈下が生じている。噴砂は黒色の火山灰質砂と思われる。①～③においては前震では比較的被害は少なかったものの、本震で液状化が生じ、被害が出た地区である。城南中に避難した住民の話によると、本震で避難した際、城南中のグラウンドが徐々に水浸しになっていったとのことである。④の加勢川近くは前震で液状化が生じ、本震で再度液状化が生じ、甚大な被害が生じた。水路底盤が割れ、その隙間から吹き上がったと思われる噴砂が残っていた(写真④)。

■ 液状化噴砂・沈下・変状から見える液状化の帯



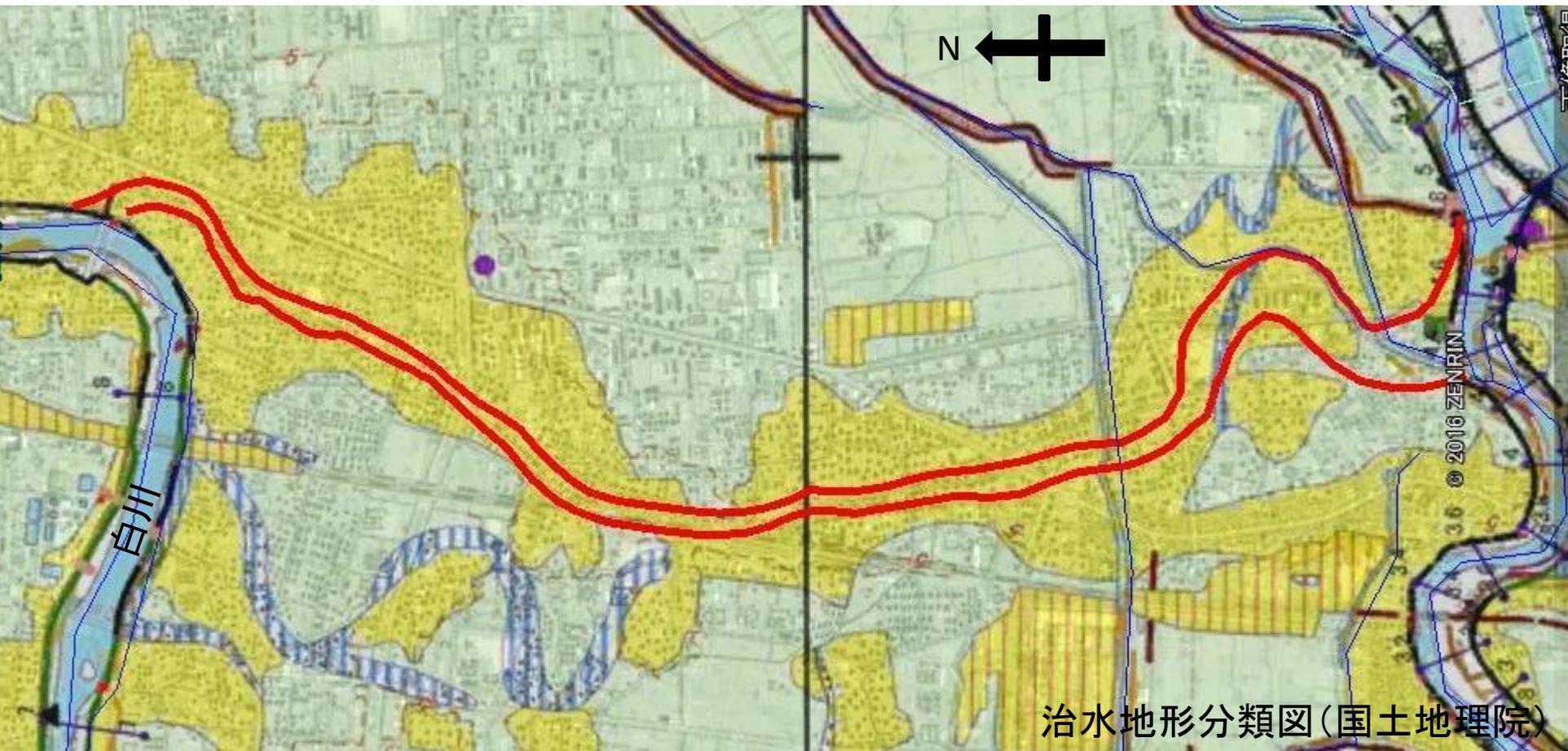
4/22,29,5/1で実施した地盤工学会調査団の現地調査により取得した液状化による噴砂、沈下、変状と思われる地点をプロット。熊本市南区近見から川尻にかけて帯状の液状化現象が生じている。この液状化の帯は幅50mから100m、長さ5km。白川の旧河道であった可能性もある。(白川の旧河道が蓮台寺から川尻に向かって南流し川尻で加勢川・緑川に合流していた可能性を有しているとする大本照憲ら(2010)の研究に一致する。)



■液状化の帯と地形区分の対比

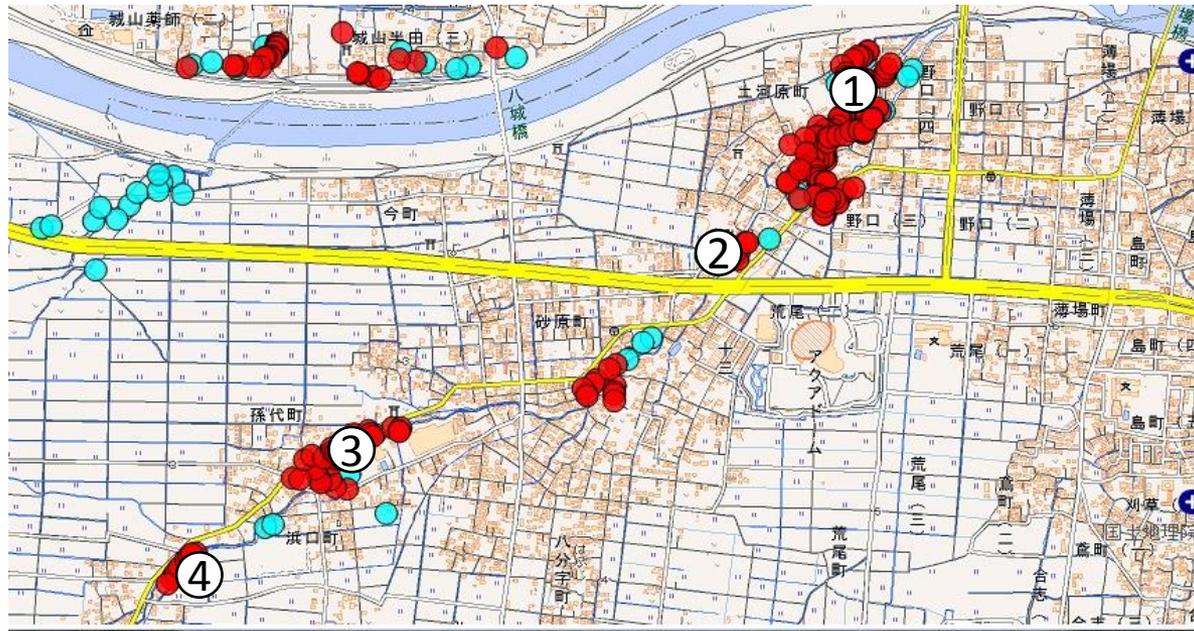
加勢川

緑川



治水地形分類図、土地条件図ではこの帯は旧河道として記載されていない。旧版地形図においても、この流路は確認できない。明治時代以前の土地の履歴を知ることが必要であるが限界がある。現状では、地盤調査をしっかりと実施し、液状化に対する危険性を把握することが重要であると言える。また、このように現地地形から旧河道を判定できないケースもあることから、高密度な地盤情報の収集と整備が不可欠である。

■土河原地区、砂原・孫代地区(熊本市南区)

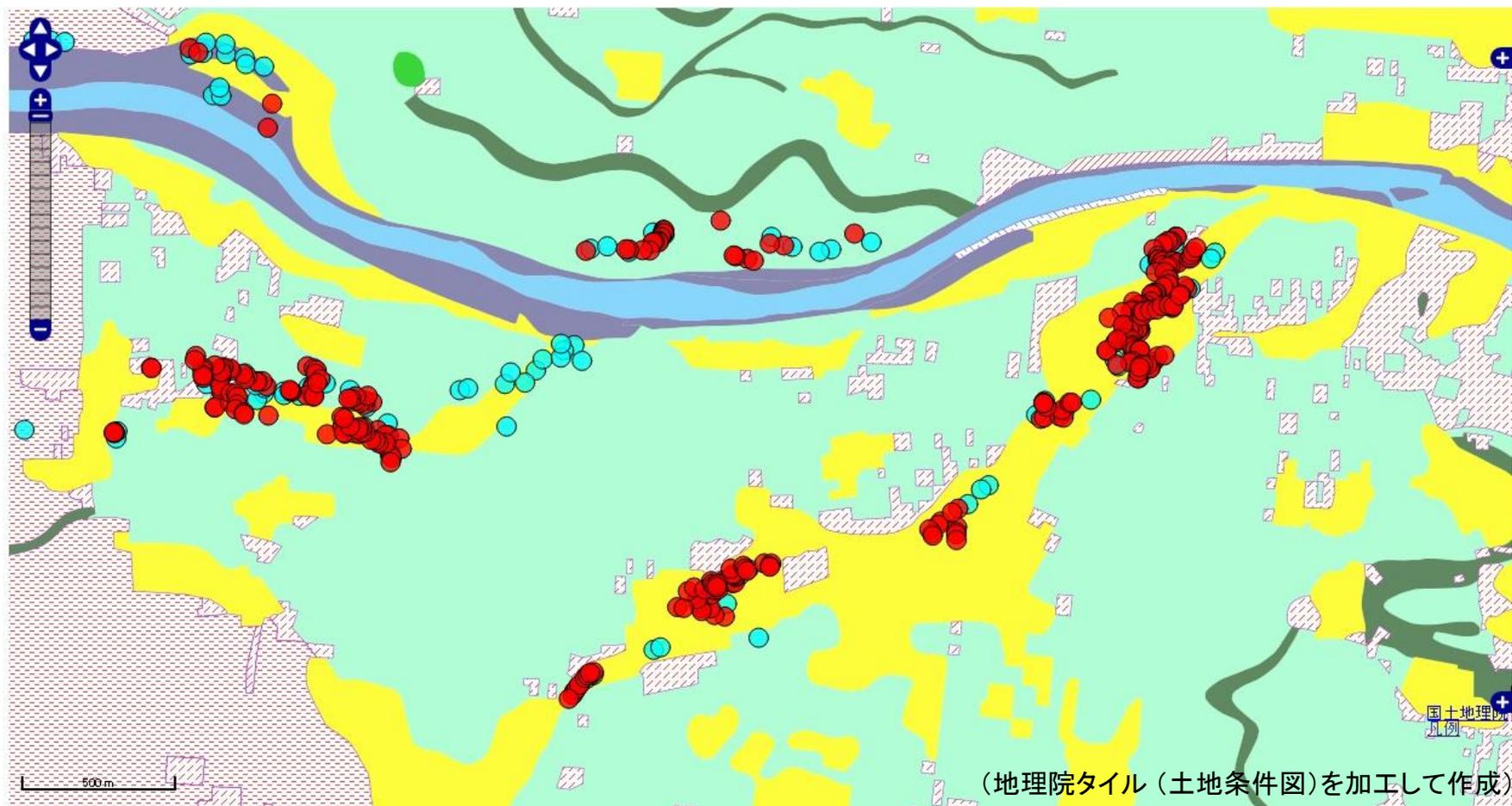


(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)

液状化による建物の傾き、沈下、建物周りの沈下被害、および農地における埋設管の破損等が生じている。噴砂地点も多数存在し、黒色の火山灰質砂と思われる。前震で液状化し、本震でさらに液状化被害が拡大したとのことである。液状化が確認された地点は自然堤防の地形区分に相当するが、被害が大きい地区はホットスポット的に生じていることから、地形だけでなく地盤の違いが影響したと思われる。

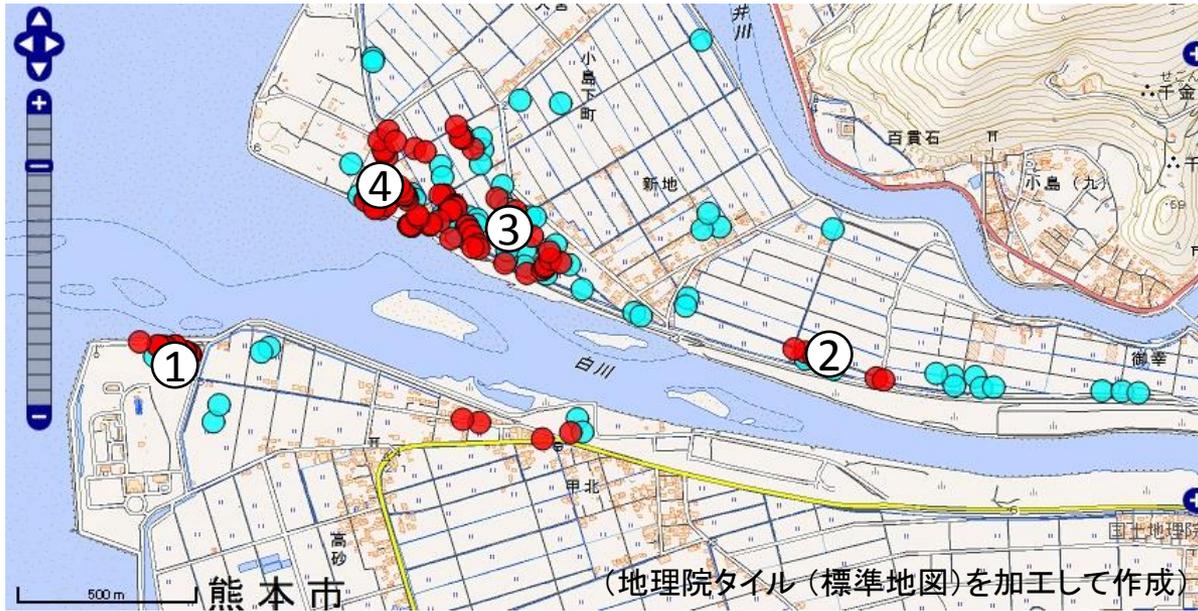


■ 液状化噴砂・沈下・変状から見える液状化の帯



土河原地区、砂原・孫代地区(熊本市南区)、中島地区(熊本市西区)も、液状化による噴砂、沈下、変状と思われる地点は、ほぼ自然堤防部に存在する。元来、自然堤防は河川の両岸に発達するものと思われるが、これらの液状化もまた旧河道部であった可能性も否定できない。今後地盤情報との対比により局所的な地盤の変化を調査することが必要であると考える。

■ 沖新町地区、小島新町地区(熊本市西区)

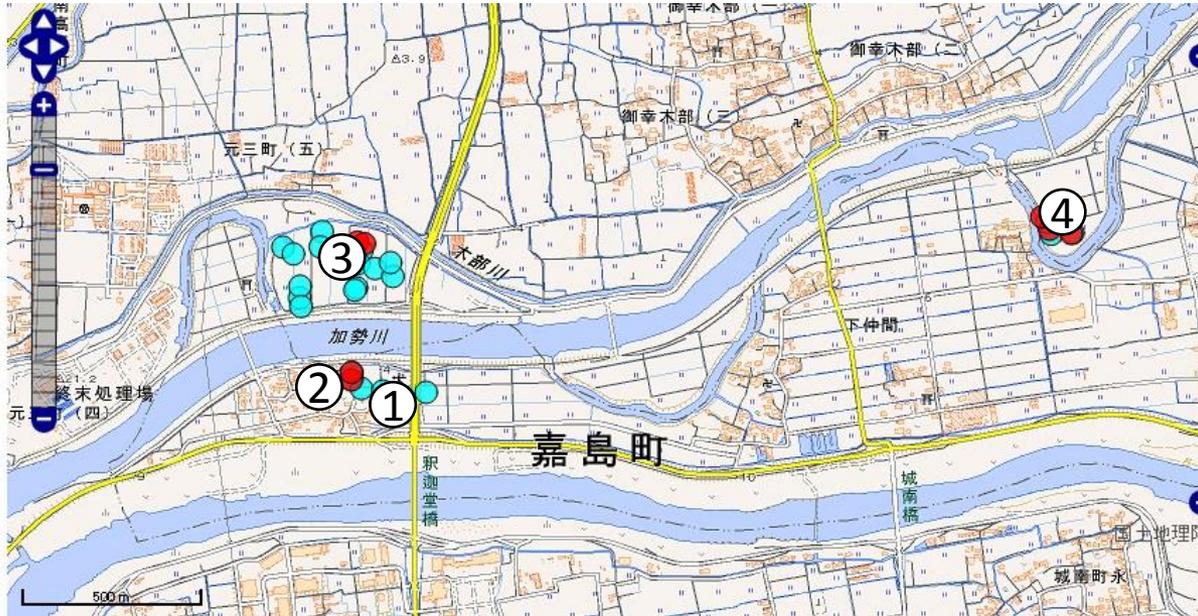


白川河口の埋め立て地盤である。液状化による建物の傾き、沈下、建物周りの沈下被害、および農地における埋設管の破損が生じている。また、堤防の堤内地側には広範囲で噴砂が確認された地点もある(①、④)。これらの地点では堤防の沈下変形が生じていた(④については応急復旧済であった)。噴砂は黒色の火山灰質砂と思われる。本震で液状化被害が生じたとのことである。④では長径280cm、短径170cmの楕円の噴砂孔が確認された。非常に激しい液状化が生じたものと思われる。熊本平野における干拓・埋め立ての歴史と埋め立て材料について調査する必要がある。



■ 犬渚地区（上益城郡嘉島町）

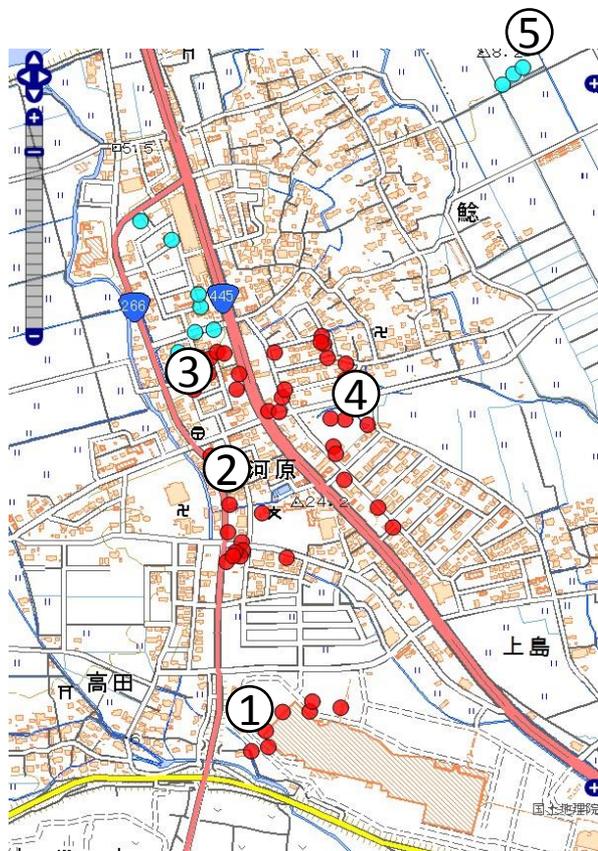
■ 御幸木部地区（熊本市南区）



加勢川沿岸の嘉島町犬渚地区(①と②)と熊本市南区御幸木部地区(③と④)。被害の状況は一部住宅の損傷程度。大部分は農地における噴砂。住民の話では、最初の地震(前震)で噴砂が生じたとのこと。本震で現れた噴砂もあるとのこと。噴砂は灰色の火山灰質砂と思われる。治水地形分類図では氾濫平野であるが、住民の人の話では、川だったという話(犬渚地区)。この地域は河道整備が行われた結果、加勢川沿岸に飛び地が多く存在する。④では旧河道の三日月湖部における堤防の亀裂であり、この後背地では噴砂が確認されている。



■上島・鯨地区(上益城郡上島町、上益城郡鯨町)



(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)

嘉島町上島・鯨地区は加勢川と緑川に挟まれた土地である。被害の状況は住宅の傾斜と沈下、建物周りの沈下。噴砂が確認できることから液状化による被害と考えられる。噴砂は灰色の砂質土(火山灰質砂?)と一部で茶褐色の砂質土(①)であった。治水地形分類図では旧河道、自然堤防、氾濫平野と多様であるが、多くは旧河道に属する部分である。また、現地調査では確認していないが、図中の⑤プロットは、空中写真から判読した液状化地点であるが、当該地域は、加勢川の旧河道部に当たり、旧河道部に沿って液状化による地表面の状態の変化が確認できる。

■秋津町秋田地区(熊本市東区)



被害の状況は住宅の傾斜と沈下、建物周りの沈下(11cm)。農地・堤防・道路の亀裂。①、②では噴砂(灰色の砂質土であり火山灰質砂と思われる)が確認できることから液状化による被害と考えられる。③、④では噴砂は確認できないが、木山川左岸の堤防が水平移動している可能性があり、液状化による側方流動の可能も考えられる。治水地形分類図では①、②は旧河道、③、④は自然堤防の地形改変地であり、もともと地盤高が低く水田であった土地を堤防高さと同様高さまで、埋め立てた土地である。③、④における建物被害は甚大であるが、杭基礎を用いた住宅の傾斜や沈下は大きくない(しかし、地面と基礎の間に空洞が生じている)



液状化面積の試算

液状化を地表面で確認した地点の地盤では、局所的でなくある範囲に液状化層が存在する。

液状化層の広がりを調査するには、地盤調査が必要であるが、広域で生じた液状化現象を調査するには、費用と時間が必要。

ここでは概算として、液状化確認地点の周囲50m四方で液状化層が地盤内に存在したと仮定し、現地調査と空中写真判読による液状化確認地点から、50m×50mメッシュ化を行った(右図)。

本調査範囲で確認されたメッシュ数は753個

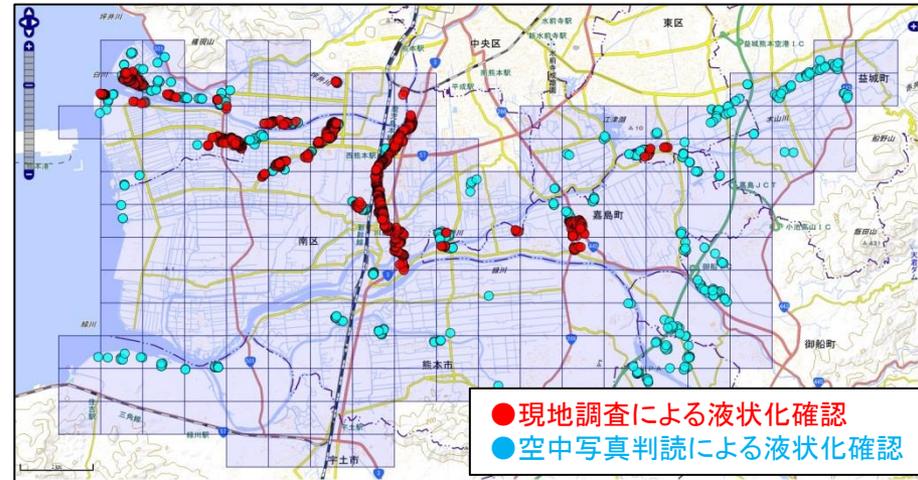
面積に換算すると1.88km²(188ha)

東京ドームの建築面積46,755m²(6.8ha)のおよそ40倍

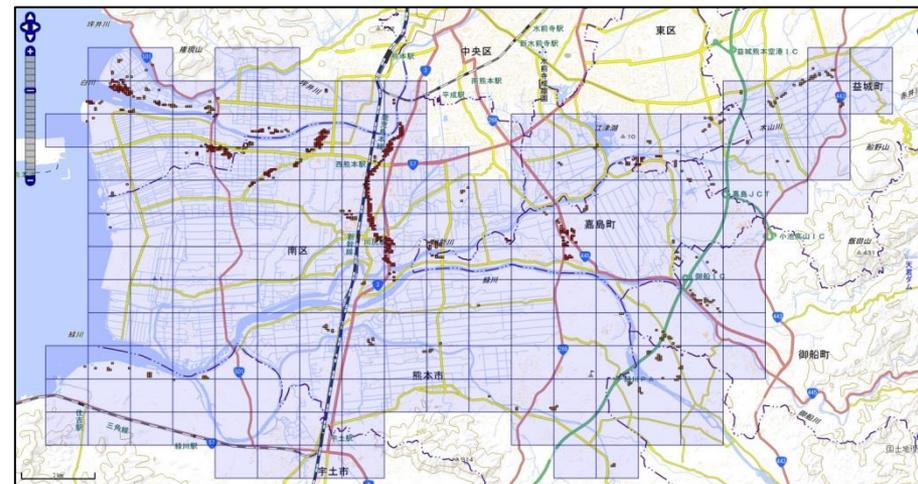
福岡ドームの建築面積70,000m²(7ha)のおよそ27倍

TDRの面積1km²(100ha)のおよそ1.9倍

熊本市中央区等、調査未実施の液状化の状況により今後増える可能性もある。



(地理院タイル(標準地図)を加工して作成)
50mメッシュ化



H28年熊本地震での液状化の特徴

- H28年熊本地震における液状化の特徴
 - 熊本平野の広範囲で液状化
 - 地形的には、旧河道、自然堤防、氾濫平野で生じているが、地形図では判別できない土地の歴史や改変などのあった可能性がある。また、河道変更の歴史もある土地柄なので、地盤の堆積構造の違いを含め詳しく調査することが、液状化被害の全容を明らかにする上で重要と考える。
 - 多様な液状化による被害
 - 住宅の傾斜や沈下、杭基礎構造物など建物周りの沈下。暗渠の浮き上がり。
 - 農地における排水パイプの破損。用水路の変状、破損 など多様である。
 - 東日本大震災で関東地域が経験した被害と同様
 - 液状化した土
 - 噴砂から推測すると火山灰質の砂の可能性が高い。火山灰質砂だから液状化被害が大きくなったかどうかは、今後の調査課題。
 - 噴砂を観察したところ、一部で、細粒分を含む砂も見られたが、多くは粒径がそろった細砂から中砂であった。
 - 前震と本震の2つの大きな地震と液状化
 - 前震で液状化し、本震でも液状化して被害が大きくなった地域と、前震では液状化せず、本震で液状化した地域がある。短期間に大きな地震動が複数回作用した影響は大きいと思われる。
 - 前震で液状化し、本震でも液状化した地域の被害は、前震よりむしろ本震の方が大きな沈下・変形を生じたようである。前震から本震の短い期間に液状化した地盤が十分落ち着く時間的余裕がなかったかもしれない。再液状化とは異なるメカニズムの可能性もある。
 - 一方、前震で液状化による被害が出なかった地域も、被害を及ぼさない程度の液状化層が存在し、本震で液状化層が拡大した可能性もある。砂層だけでなく粘性土層も含め地盤の堆積構造とその空間的变化に基づいて十分検証することが必要と思われる。
 - 豊富な水
 - 熊本特有の豊富な水は、高い地下水位だけでなく、被圧地下水も浅い位置に存在していることも考えられる。被圧地下水位の影響により深い層でも水圧が液状化抵抗が小さくした可能性も否定できない。

早期復旧に向けて

市街地液状化対策事業

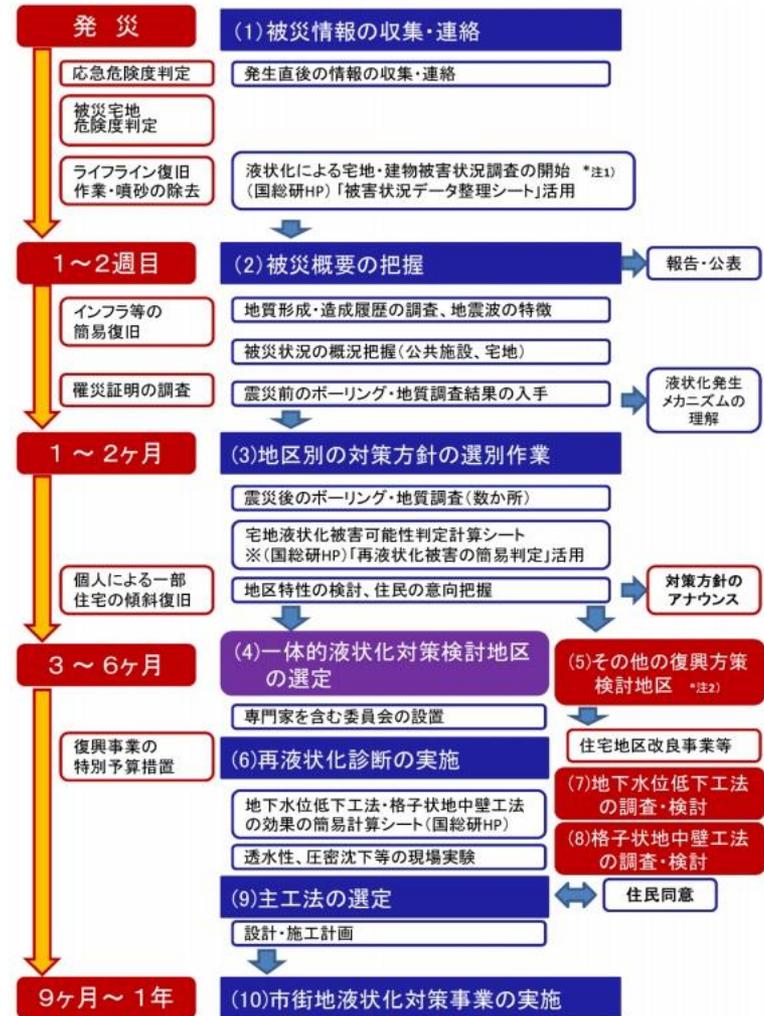
- 近見や刈草地区など街区の大部分が液状化被害を受けている地区
- 浦安市や神栖市、鹿嶋市などで取り組まれている市街地液状化対策事業が適用の可能性
- 地方自治体の取り組みに期待するとともに、そのための本調査結果の情報提供や専門的技術支援を行う。

個別対応のために

- 東日本大震災での経験や事例を収集するとともに、最新の技術を集約し、提示することが必要。

当面の注意・対処

- 傾斜した住宅での生活は健康被害をもたらす恐れがある。
- 沈下した住宅では雨水の流入があることが予想される。土嚢などの準備をしておくことも1つ。
- 傾斜住宅の復旧には、液状化対策を含むものと、単に傾斜をなくすものがあり、どちらの復旧であるかを十分説明を受ける。
- 噴砂が多量に出た地域では地盤内に空洞ができている可能性がある。例えば、道路の陥没事故などが起こる恐れがあり、十分な点検と日頃の注意が必要。



市街地液状化対策のタイムラインの一例