

平成28年(2016年) 熊本地震の液状化被害

社会防災システム研究部門

先名 重樹

液状化調査の目的と調査方法(予察・

<調査目的>

- ① 液状化ハザードマップの作成(液状化発生率の検討)
- ② 液状化被害情報アーカイブの作成

<調査方法>

- ① 航空写真等(Google Earth および地理院地図)による液状化地点の整理(予察調査)
- ② 液状化地点の現地確認(H28.4.27~H28.5.22のうち7日間)
- ③ 高解像度航空写真判読(国土地理院画像)による液状化地点整理
- ④ 自治体の液状化被害調査(土木・建築・農業部門)および罹災証明の収集と精査

液状化の定義: 噴砂を伴っていること(埋設管の埋戻土の噴砂はカウントしない)

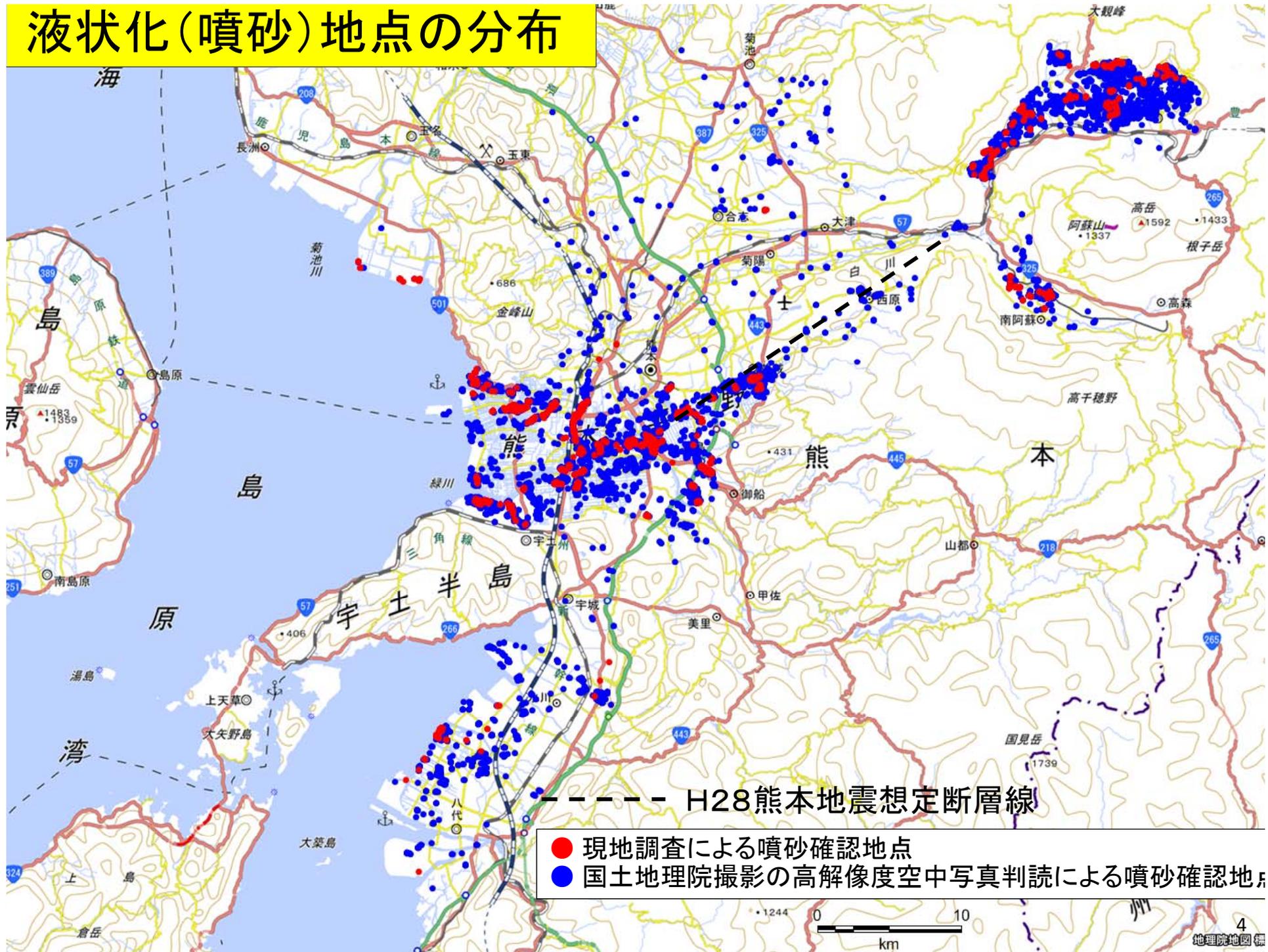
※液状化情報の整理方法 先名・他(2012)、若松・先名(2014・2015)

画像による液状化地点調査

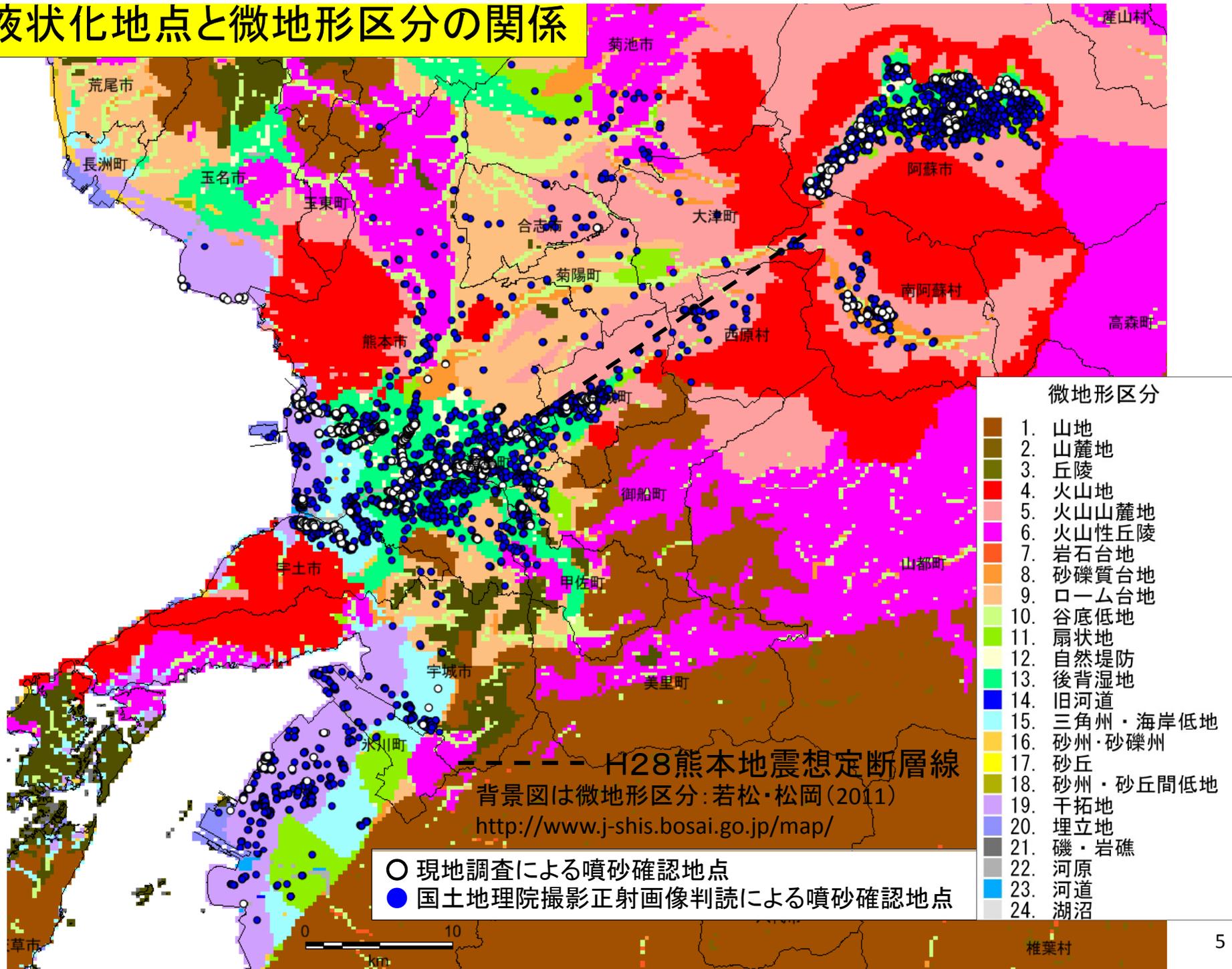


Googleや航空写真からある程度の大きさの噴砂の検出が可能。さらに国土地理院の高解像度画像を利用し、可能な限り噴砂の位置を調査した。

液状化(噴砂)地点の分布

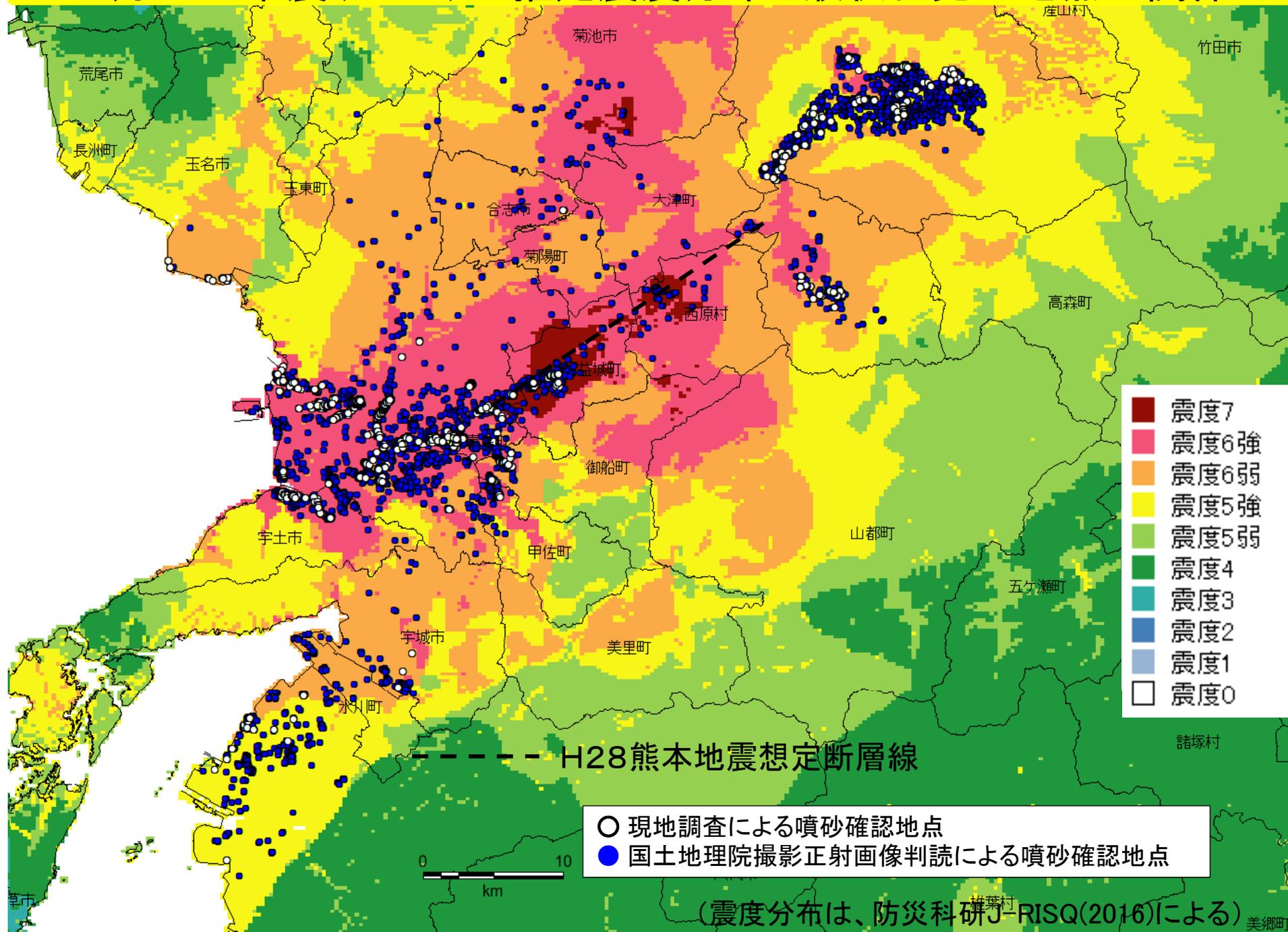


液状化地点と微地形区分の関係



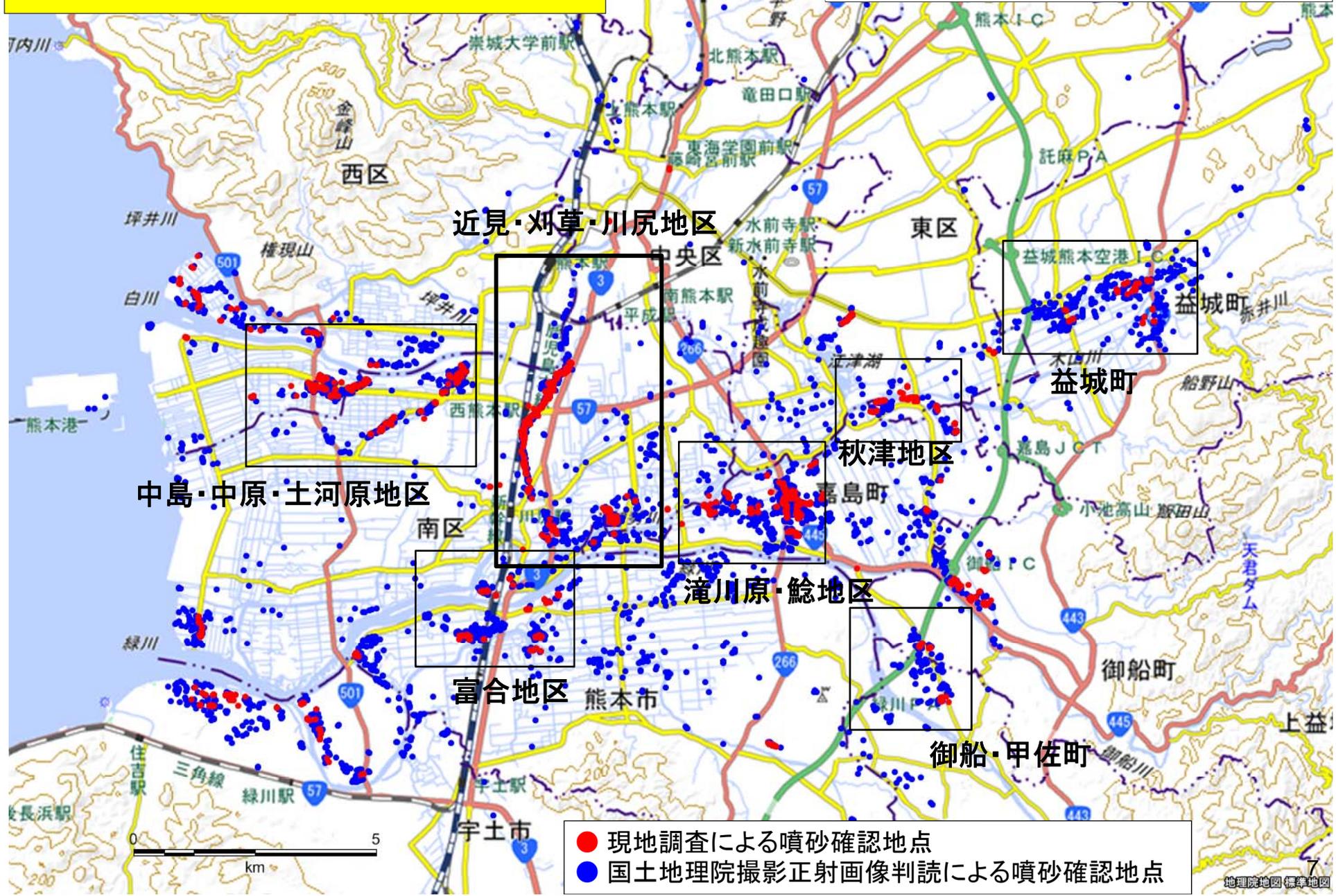
- 微地形区分
1. 山地
 2. 山麓地
 3. 丘陵
 4. 火山地
 5. 火山山麓地
 6. 火山性丘陵
 7. 岩石台地
 8. 砂礫質台地
 9. ローム台地
 10. 谷底低地
 11. 扇状地
 12. 自然堤防
 13. 後背湿地
 14. 旧河道
 15. 三角洲・海岸低地
 16. 砂州・砂礫州
 17. 砂丘
 18. 砂州・砂丘間低地
 19. 干拓地
 20. 埋立地
 21. 磯・岩礁
 22. 河原
 23. 河道
 24. 湖沼

4月16日本震(M7.3)の推定震度分布と液状化発生地点の関係



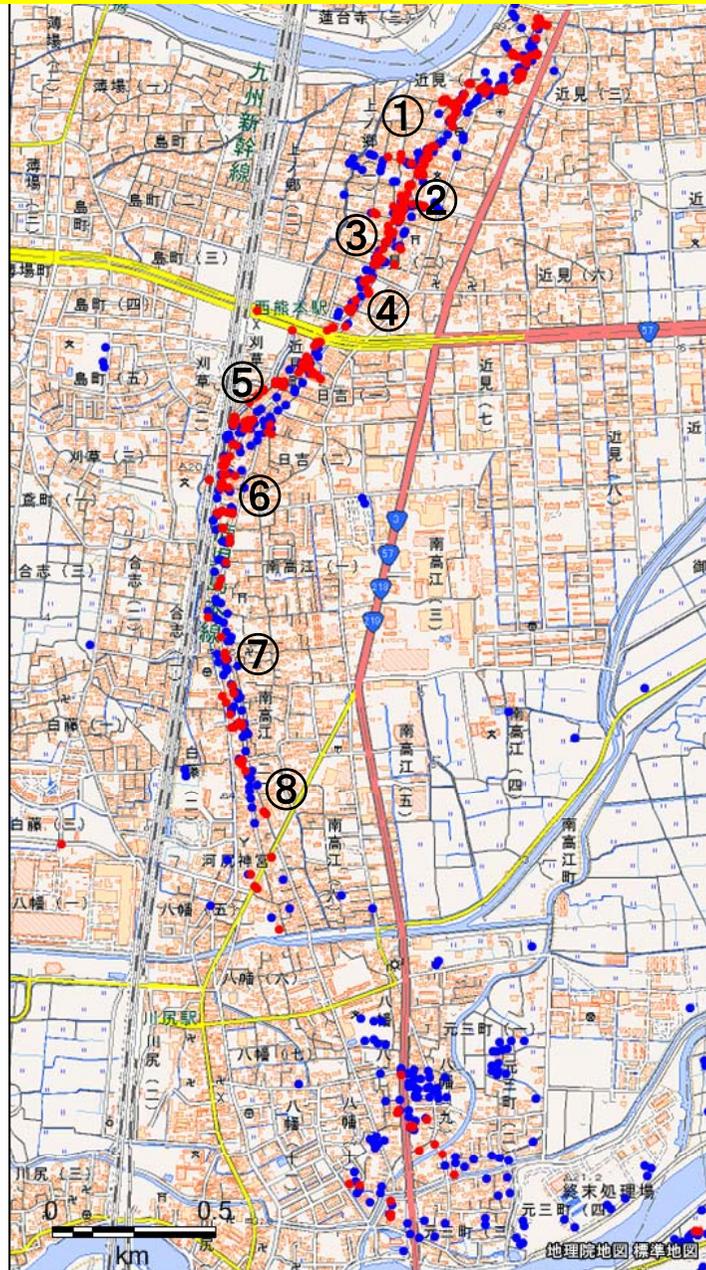
液状化(噴砂)地点の分布 (熊本平野拡大図)

液状化が多く発生した熊本市南部は、多数の水路が網の目状に流れており、低湿な水郷地帯であることがわかる。



- 現地調査による噴砂確認地点
- 国土地理院撮影正射画像判読による噴砂確認地点

熊本市南区近見・刈草・川尻(自然堤防/後背湿地)



背景図は地理院地図

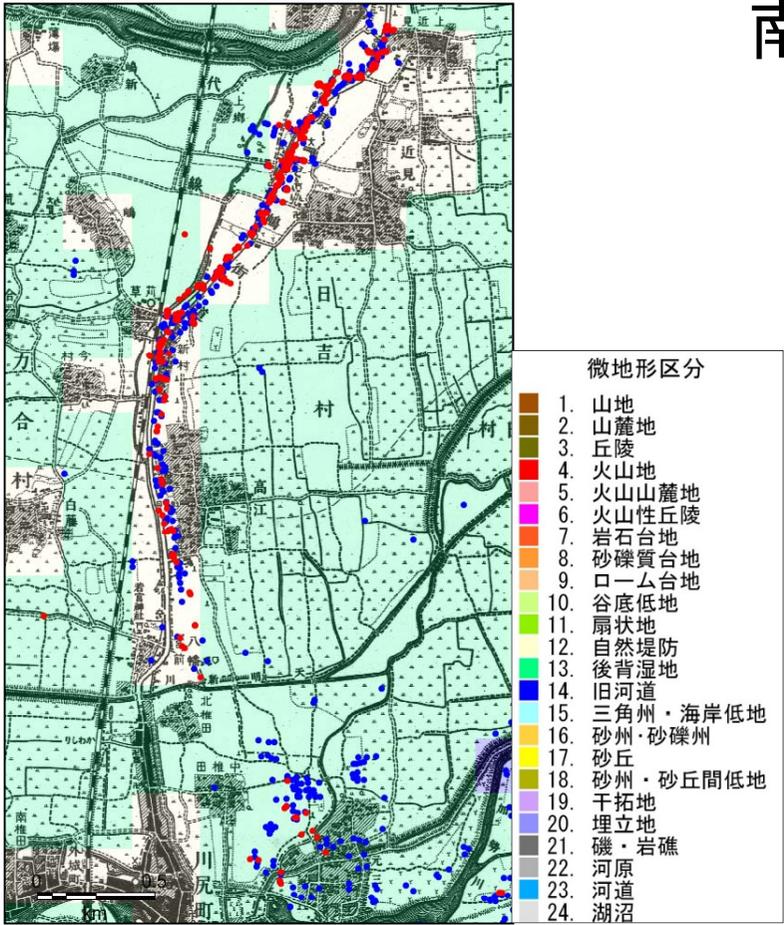
鹿児島街道に沿って大量の噴砂が見られ、両側の住宅や店舗が著しく傾斜していた。液状化の影響は通りから2、3軒で、その先には変状は見当たらなかった。通りから少し離れた地点に噴砂撮影地点があるのは、路地に入って液状化の影響範囲を確認したものである。

この通り沿いには、幅1~2mの水路がある。水路は県道51号線の南側では平行して2本見られる。南北に流れる水路沿いに液状化が発生したことから、旧河道とも考えられる。



- 現地調査による噴砂確認地点
- 国土地理院撮影正射画像判読による噴砂確認地点

南区近見・刈草・川尻の被害



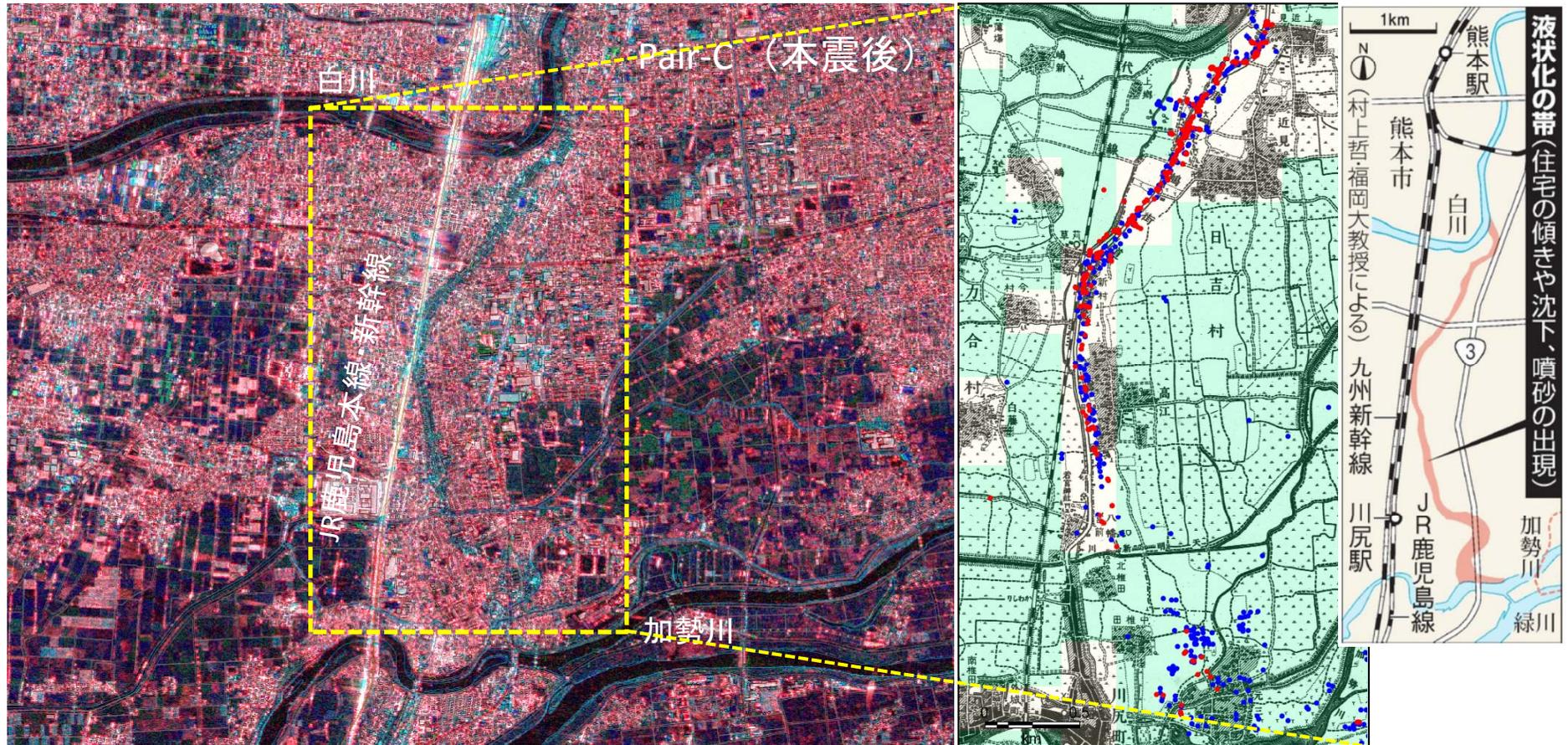
明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
 ●高解像度航空写真判読による噴砂地点



(丸数字は図10の地点番号)



ALOS-2衛星の合成開口レーダ（PALSAR-2）の観測画像によるカラーコンポジット画像と液状化被害の比較

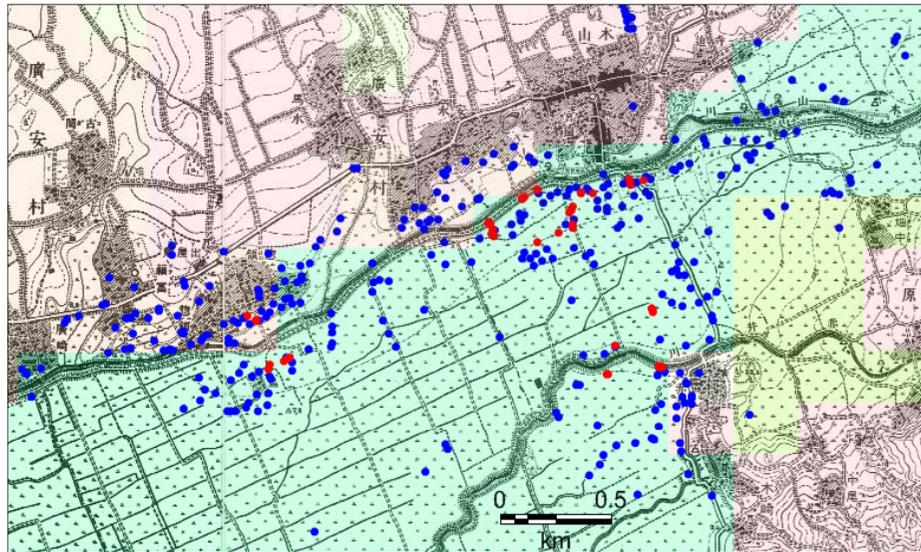
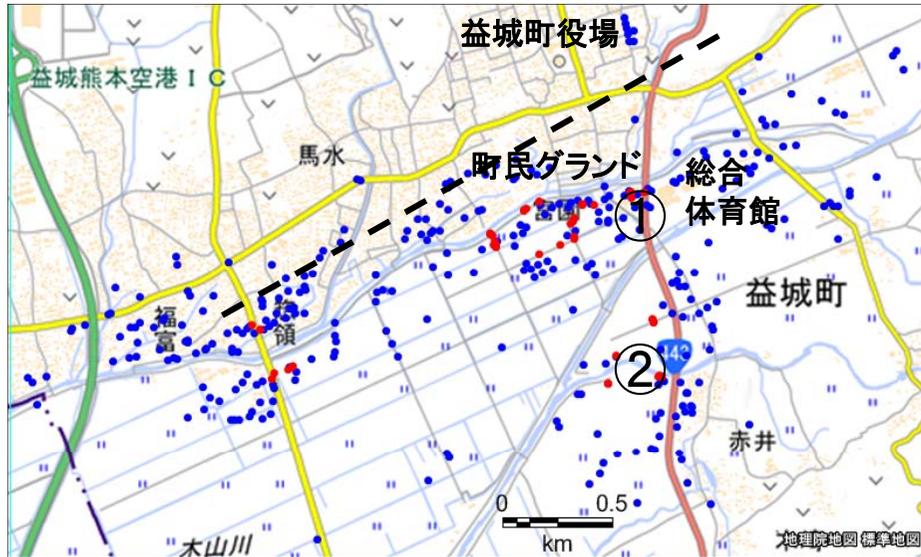


©松岡・他(2016) ALOS-2衛星のPALSAR-2画像(JAXA提供)から見た2016年熊本地震

Pair-C: 本震の前後 2016年03月07日 2016年04月18日

大きな液状化被害の場所でははっきりと地盤の変化があることがわかる。

熊本県益城町



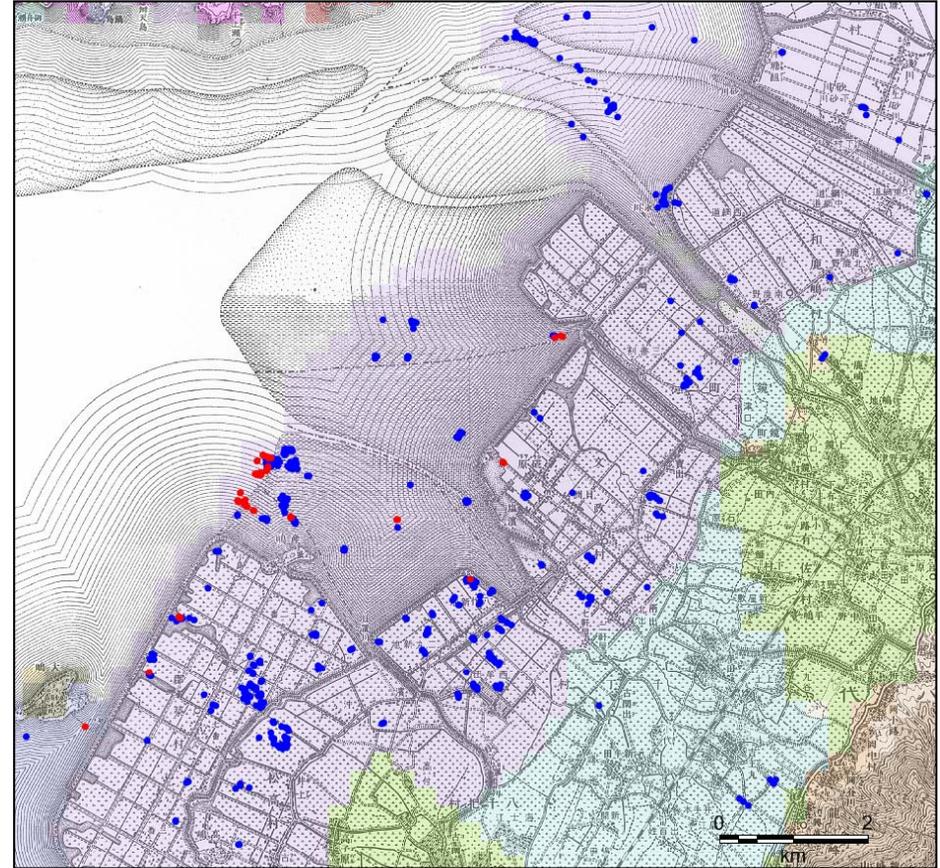
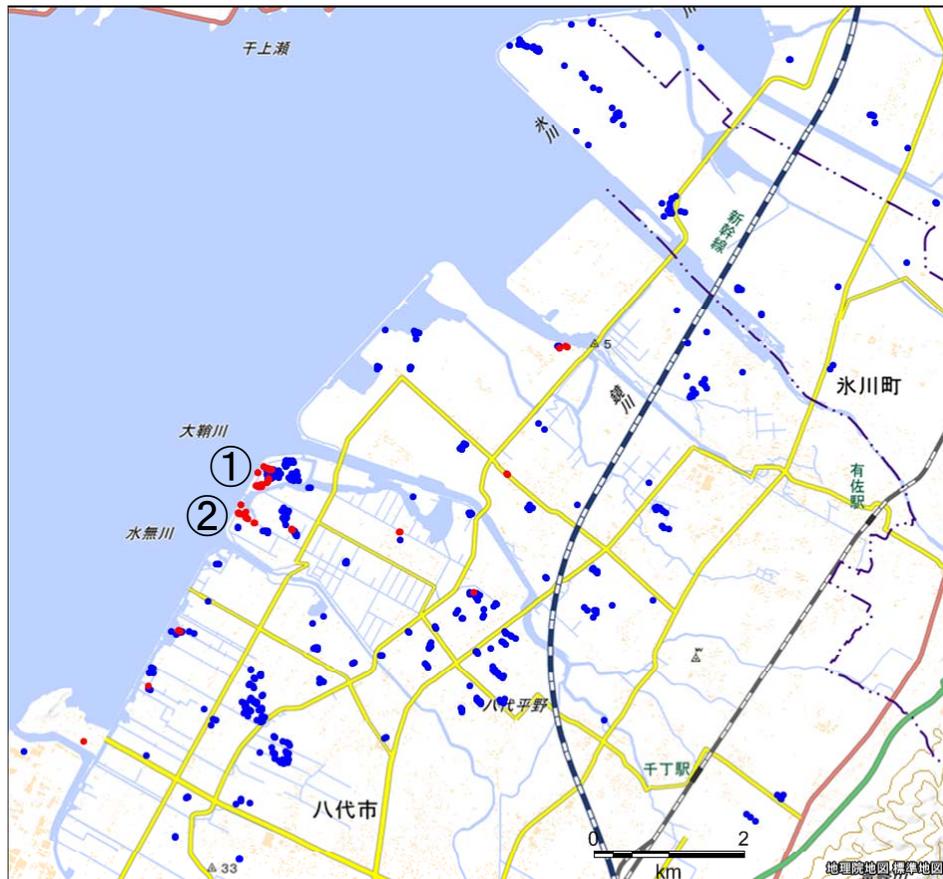
背景図は地理院地図

益城町役場南方の地域である。秋津川南岸の農地や、農地に盛土して造成された町民グランド・総合体育館の敷地に噴砂が見られた。秋津川北岸は台地で、噴砂の規模は小さく噴砂量も少ない。

----- H28熊本地震想定断層線

熊本県八代市(干拓地/埋立地)

八代市では、島原湾に面した干拓地のみに液状化が確認された。液状化は図の①と②付近に集中していた。農地での広範囲な噴砂、農道の亀裂・噴砂、水路が噴砂で埋まるなどの被害が見られた。液状化が発生したのは、明治34年測量の地形図では海域となっていた新しい干拓地に限定されている。①②(昭和同仁町)では、1968年日向灘地震でも液状化の発生が報告されている(若松、2011)。



明治34年測量1/5万「八代」、●噴砂撮影地点
● 高解像度 2016/4/16 画像判読による噴砂地点

熊本県玉名(干拓地/埋立地)

玉名市では、島原湾に面した干拓地で液状化が認められた。被害は農地での大量の噴砂、用水路護岸の亀裂、農道の沈下・亀裂、畦畔の陥没である。液状化が確認されたのは、干拓地の南部のみである。明治33年の地形図を見ると、液状化が発生したのは明治33年には海域だった地区であることがわかる。

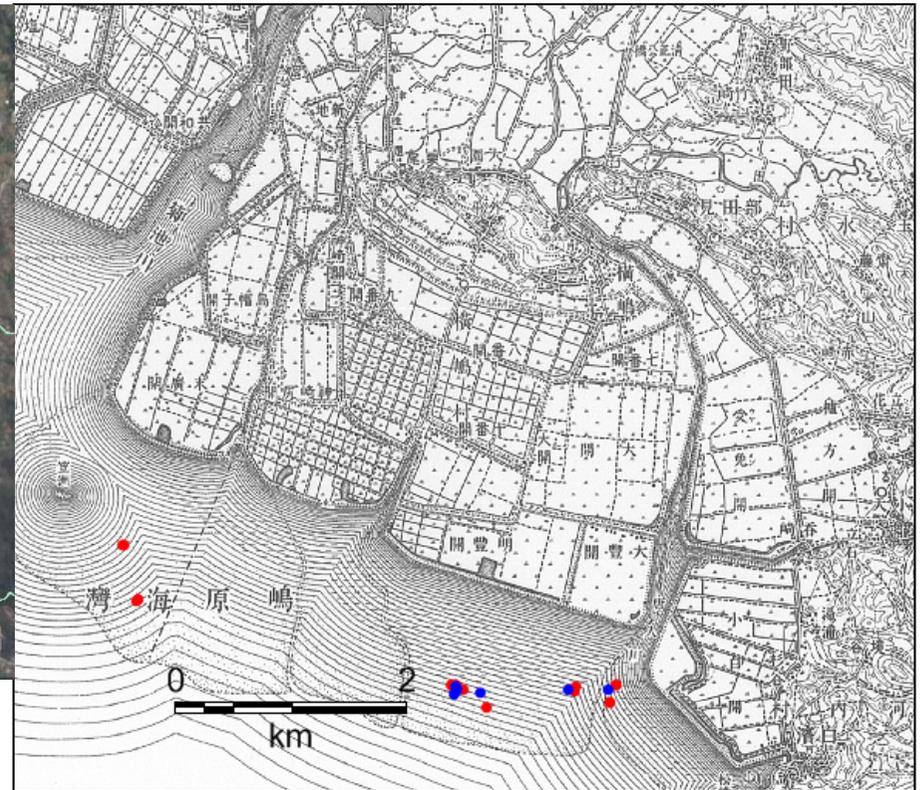
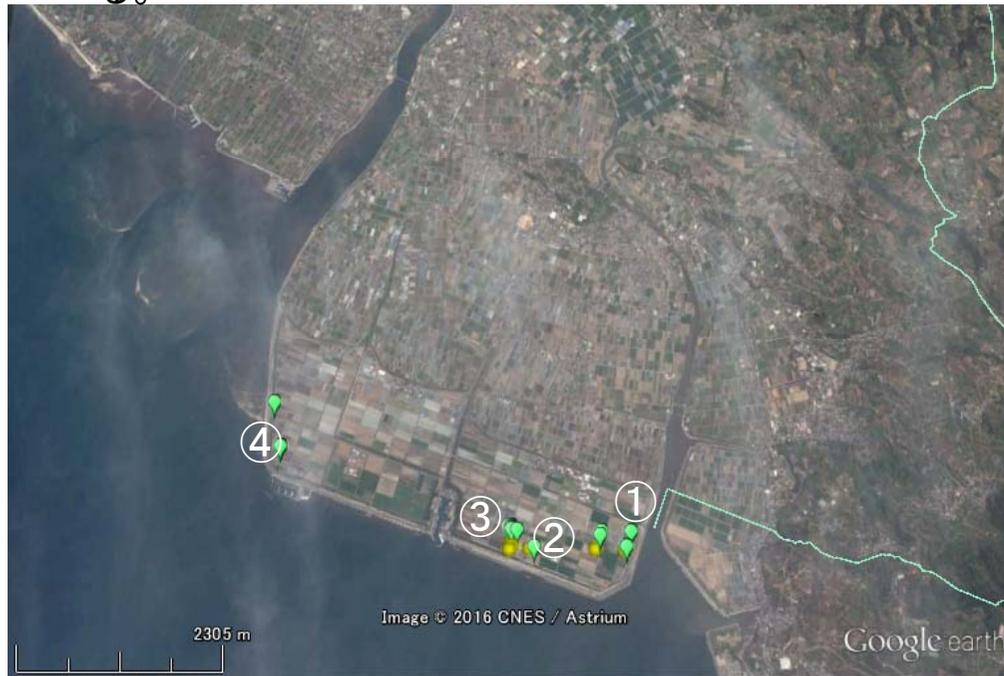
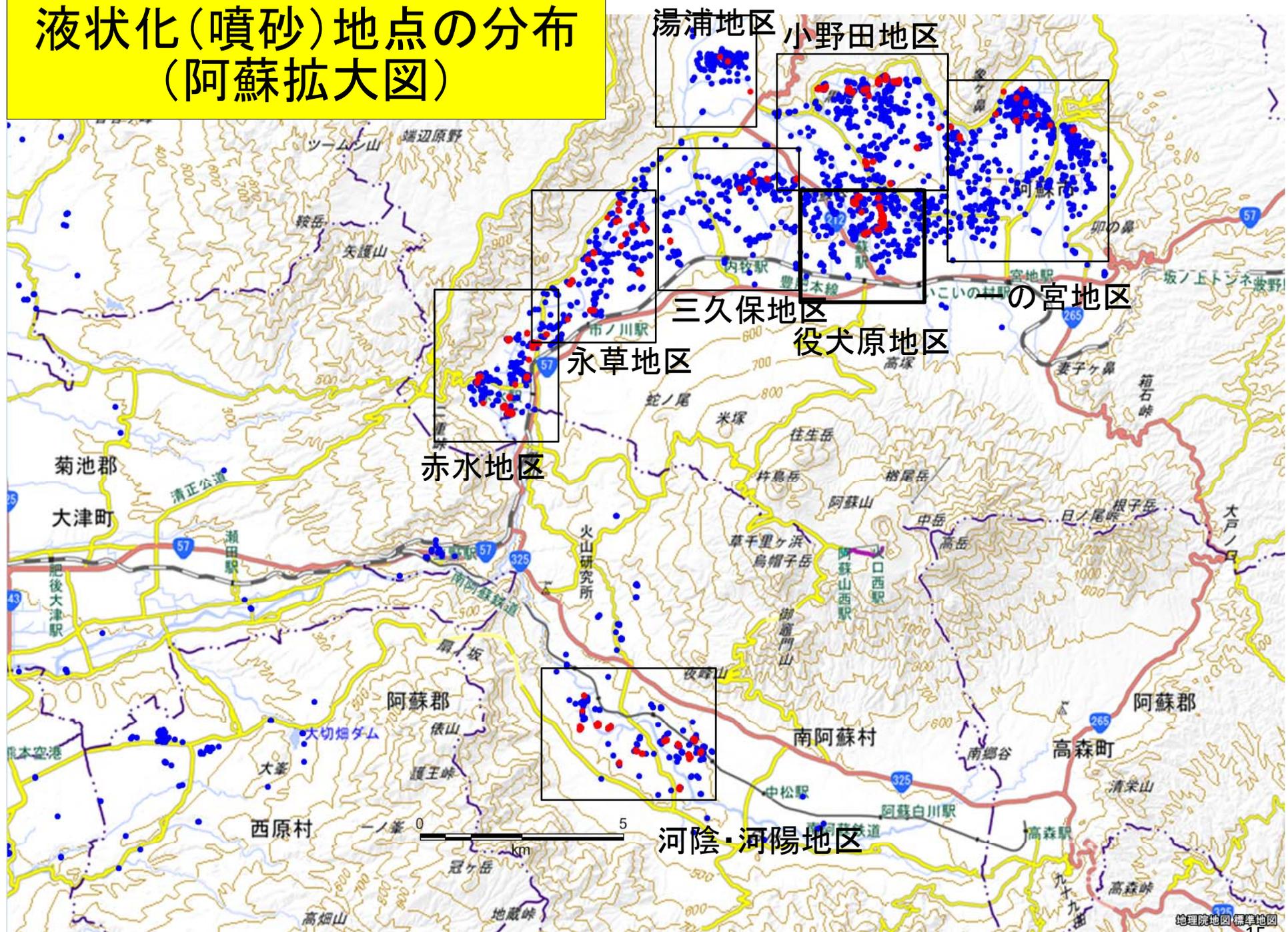


図23(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

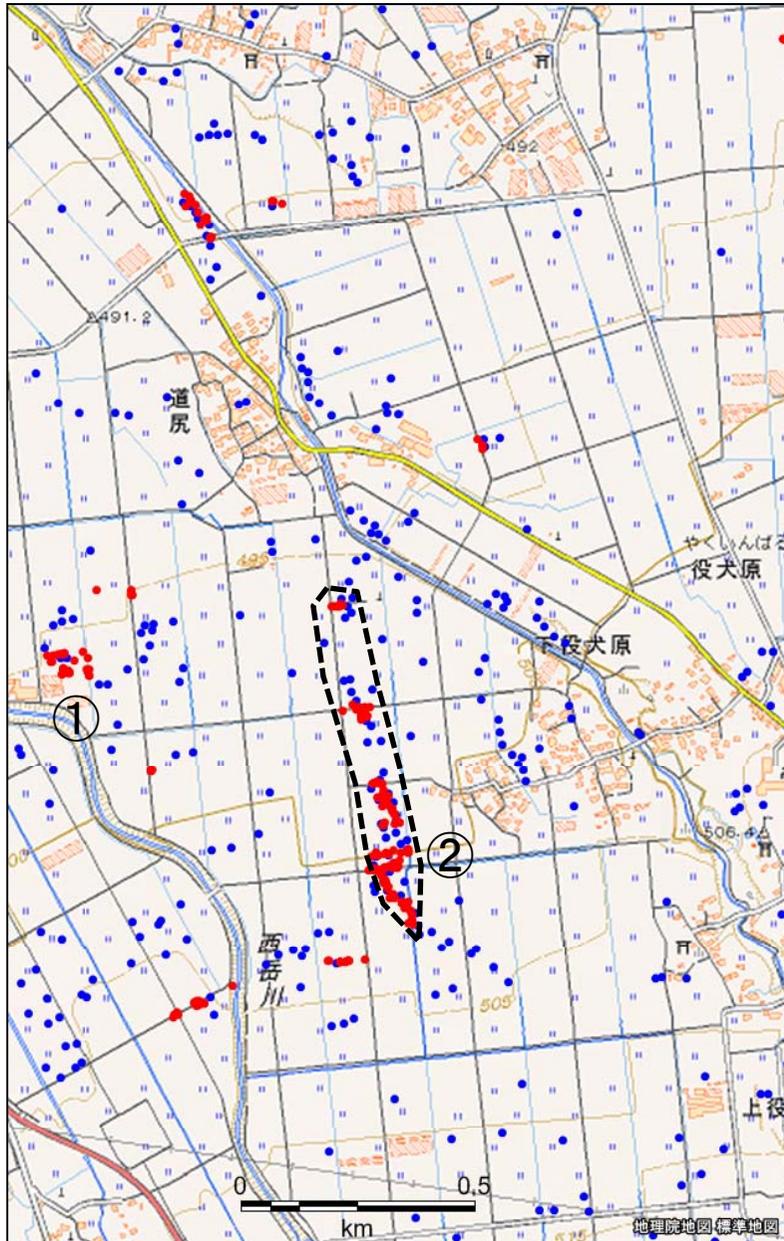
緑色アイコン: 噴砂撮影地点、
黄色丸: Google Earth 画像(2016/4/15)の判読による噴砂地点

明治33年測量1/5万「高瀬」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

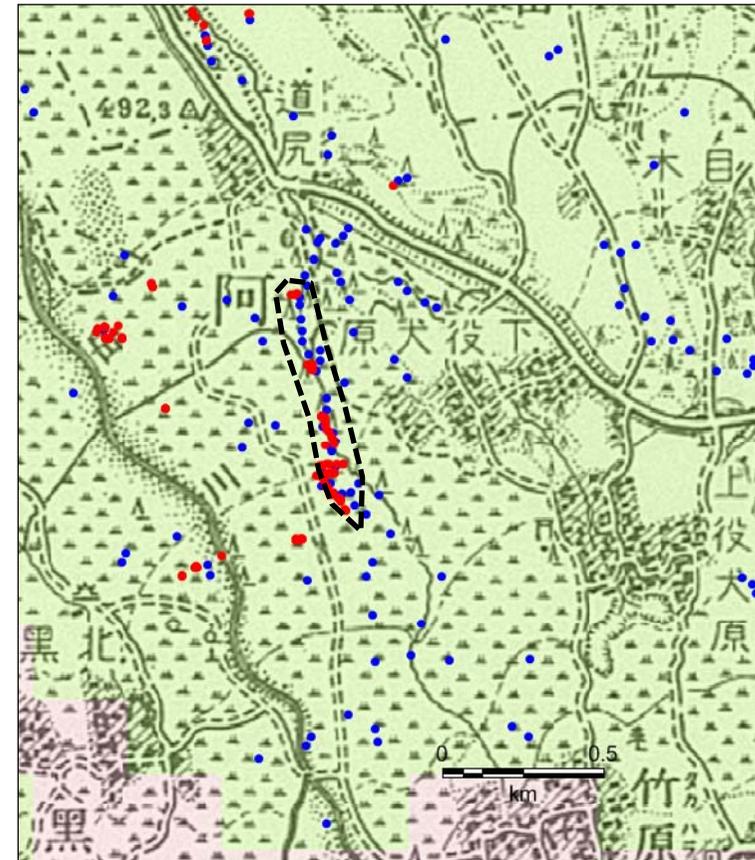
液状化(噴砂)地点の分布 (阿蘇拡大図)



阿蘇市役犬原付近



西岳川の東側地域に、連続した地割れ・陥没・噴砂ゾーンが見られた(右図黒線で囲まれた地域)。このゾーンは、空中写真(2016/4/16)やGoogle Earth 画像(2016/4/15)でも地下水の浸み出しが認められる。湧水には至らない箇所でも広い範囲で過剰間隙水圧の上昇があったと推測される。旧版地形図には黒点線にかけてのゾーンには水路がある。



明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
●高解像度画像判読による噴砂地点 背景色は微地形区分

阿蘇市役犬原付近

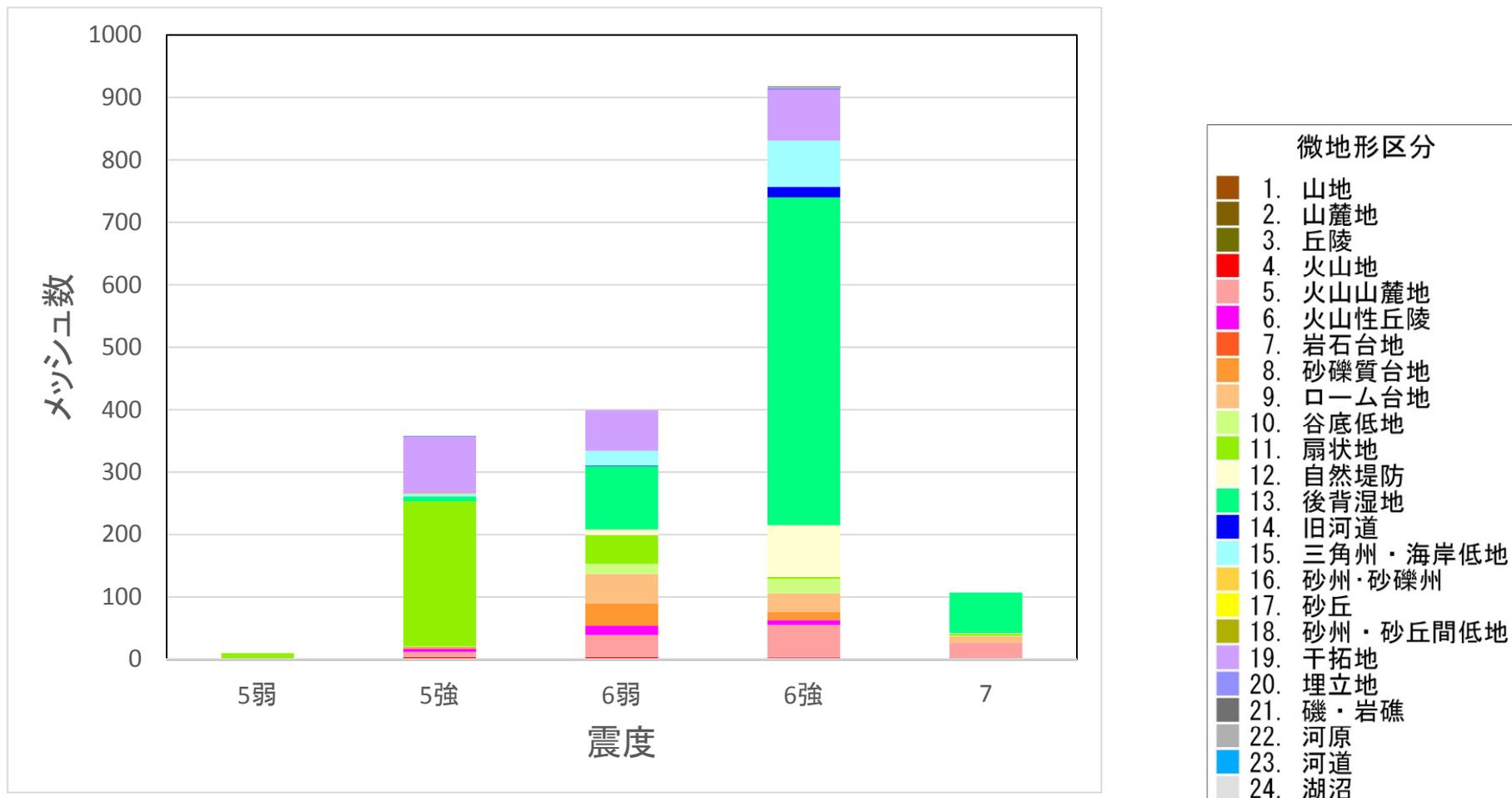
①ビニールハウスの変形、地割れと噴砂が見える
(地理院地図2016/4/16撮影正射画像)



②の拡大図 (地理院地図2016/4/16撮影正射画像)



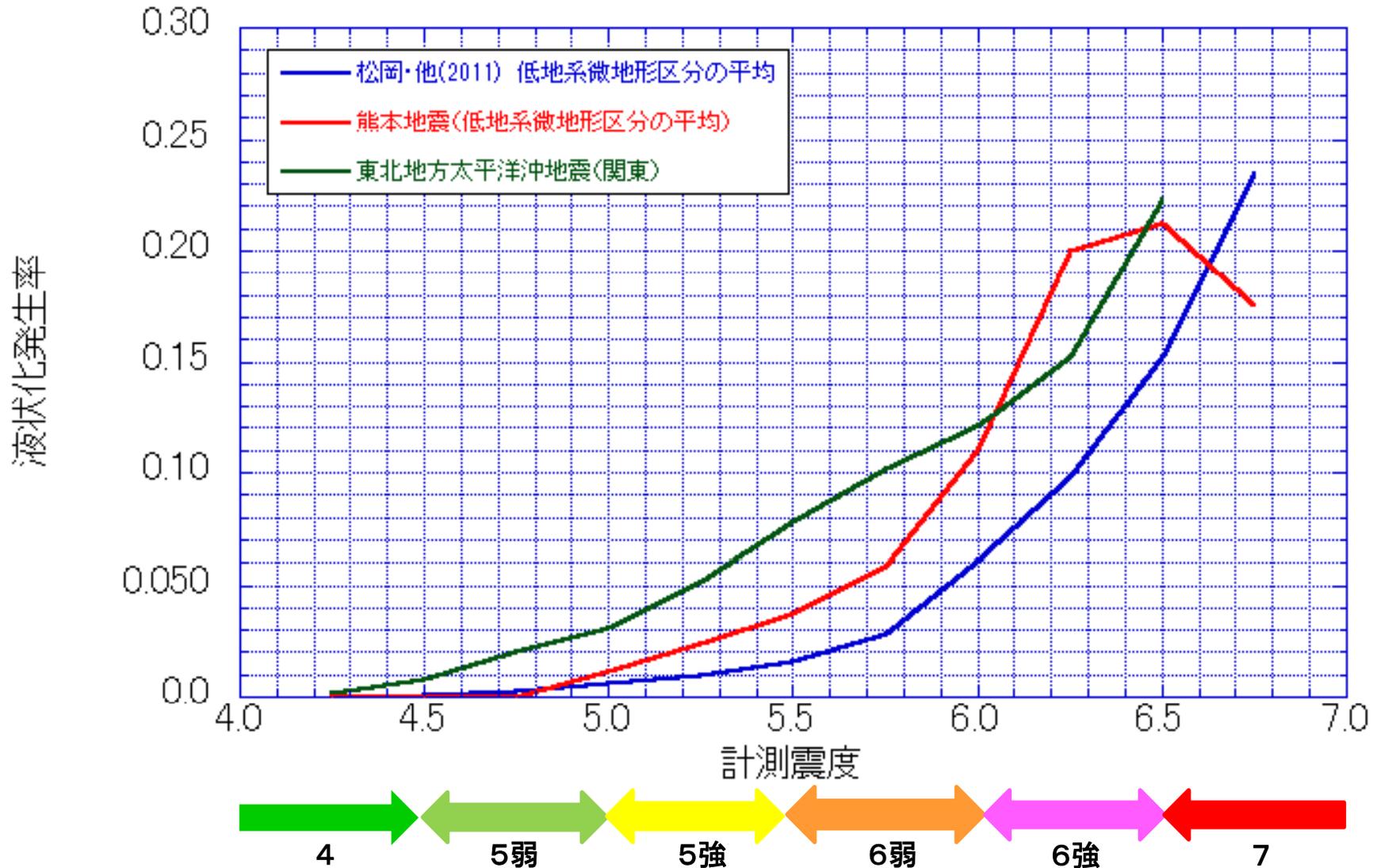
微地形区分・震度と液状化地点の関係



250mメッシュに1か所でも液状化地点がある場合の頻度分布

低地系微地形区分と液状化発生率

微地形区分毎に計測震度毎(0.25刻み)の、液状化メッシュ数/全メッシュ数を計算



2011年東北太平洋沖地震よりも発生確率は低く、それ以前の地震の発生率の平均を示す松岡2011よりも大きい結果なった。

まとめ

- ① 熊本県の広範な地域に液状化が発生した。液状化の発生が判明した市町村は18市町村で、約250m四方のメッシュでカウントすると、約1,800メッシュになる。
- ② 液状化による被害は、河川堤防、道路・農道、農地、農業用施設(水路、揚水機、ビニールハウスなど)に多く、熊本平野では住宅や外構の傾斜・沈下、杭基礎の建物の抜け上がりなど建物被害が多数認められた。
- ③ 液状化は、本震や前震で推定計測震度が6弱以上の地域で多く発生していたが、熊本市南区の海岸部、宇土市、八代市では5強でも液状化が発生していた。震度5強以上という地震動強さの閾値は、2011年東北地方太平洋沖地震やそれ以前の地震と同様である。

今後の課題と調査・研究方針

- ① 自治体が持つ被害情報調査(土木・農業・建築)、および、罹災証明からの液状化による被害の抽出と再整理
- ② 前震と本震の相次ぐ強い地震動の影響の検討
- ③ 今回の地震を踏まえた液状化発生率(フラジリティー)の再検討と、地盤情報に基づいた強震動計算による液状化現象の解明

<謝辞>

資料作成するにあたり、若松加寿江教授(関東学院大学)・小澤京子(防災科研)には多大なご協力をいただきました。また、現地調査を実施するにあたり、東京電機大学の安田進教授、九州工業大学の永瀬英生教授(地盤工学会九州支部)からは、液状化地点情報をご提供頂いた。