

平成28年(2016年)熊本地震 液状化調査報告(第1報)

現地調査:2016年4月28日～5月1日
2016年5月11日～5月12日

関東学院大学 若松 加寿江
防災科学技術研究所 先名 重樹
 同 小澤 京子

図1 液状化(噴砂)を確認した地点の分布



図2 液状化(噴砂)を確認した地点の分布(熊本平野拡大図)



図3 液状化地点と微地形区分の関係

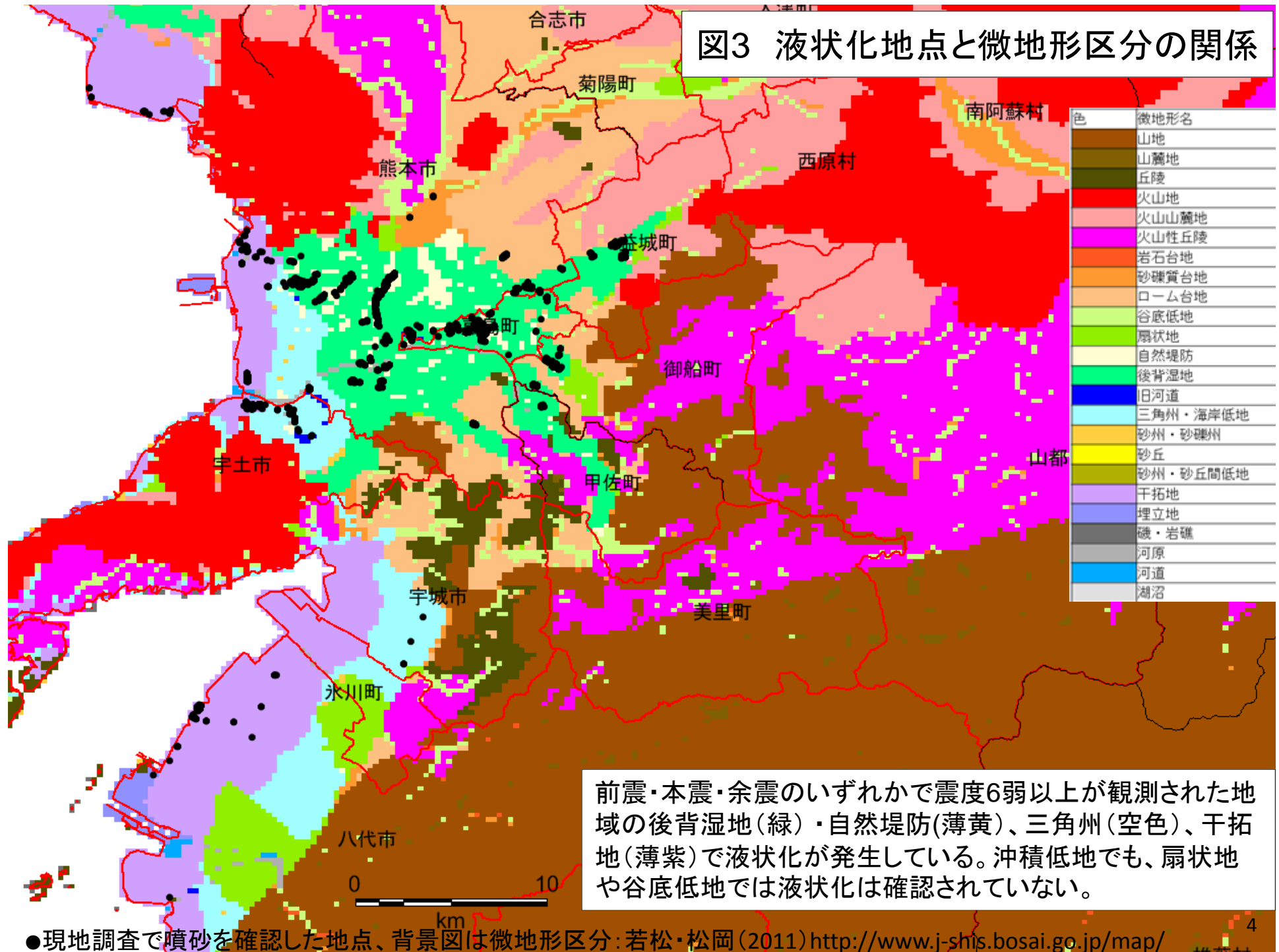


図4 4月14日21時26分頃の前震(M6.5)の推定震度分布と液状化発生地点の関係(震度分布は、防災科研J-RISQ(2016)による)

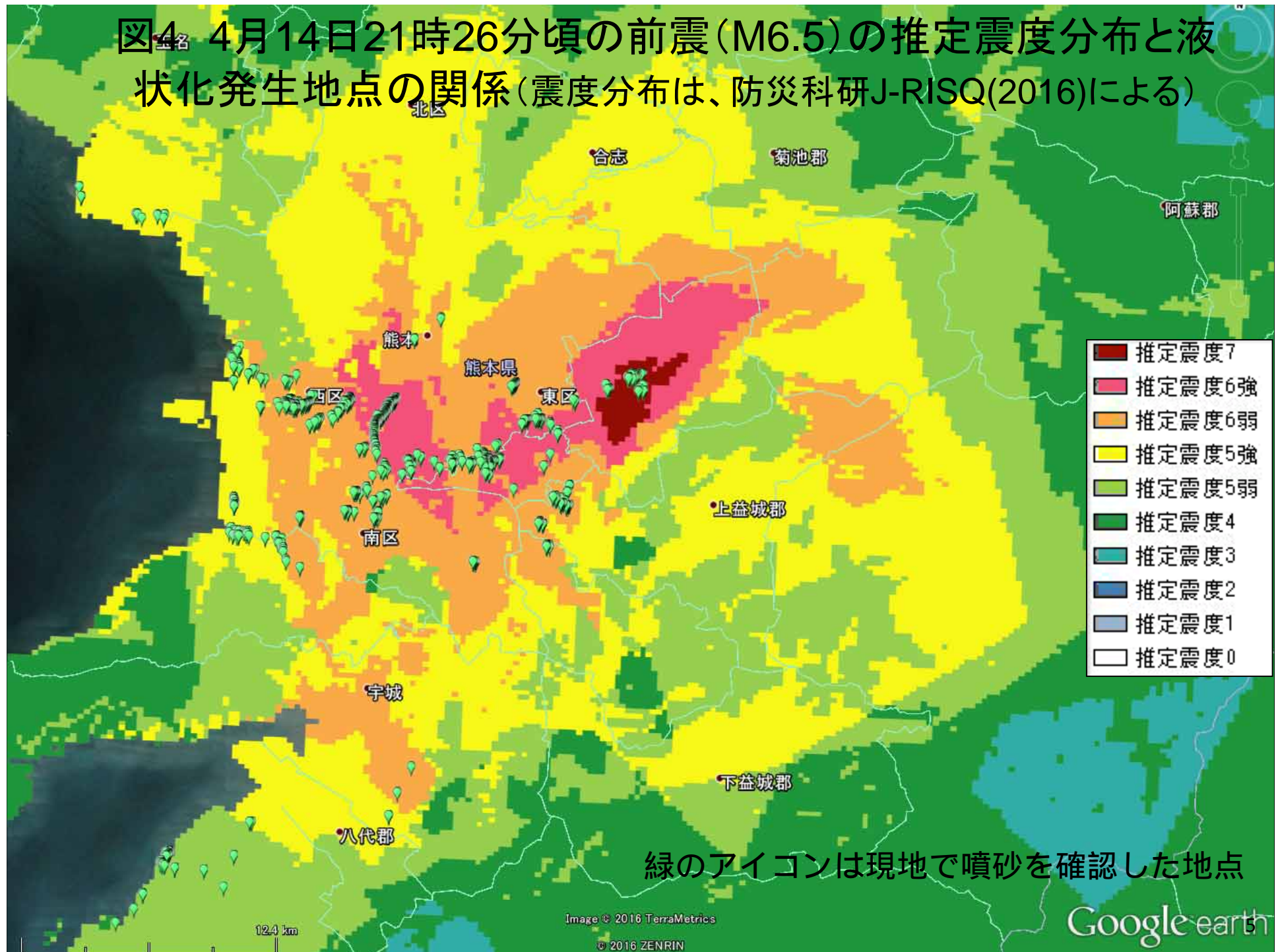
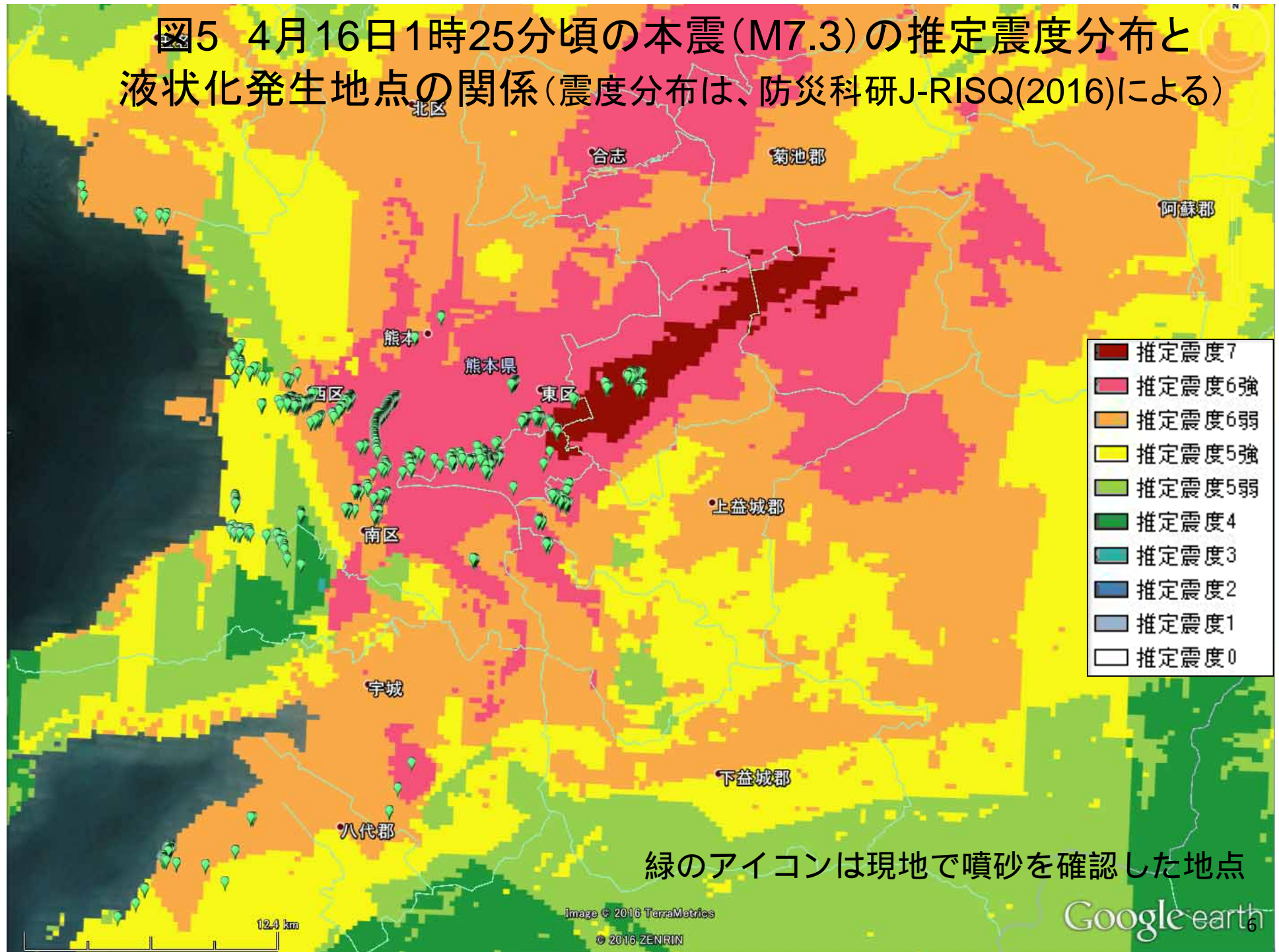


図5 4月16日1時25分頃の本震(M7.3)の推定震度分布と液状化発生地点の関係(震度分布は、防災科研J-RISQ(2016)による)



緑のアイコンは現地で噴砂を確認した地点

熊本市西区小島下町・沖新町(干拓地)



西区小島下町と沖新町は干拓地である。4月15日に撮影されたGoogle Earth 画像には、農地に多数の噴砂が見られる。小島下町において現地を確認した噴砂は黒色であった。

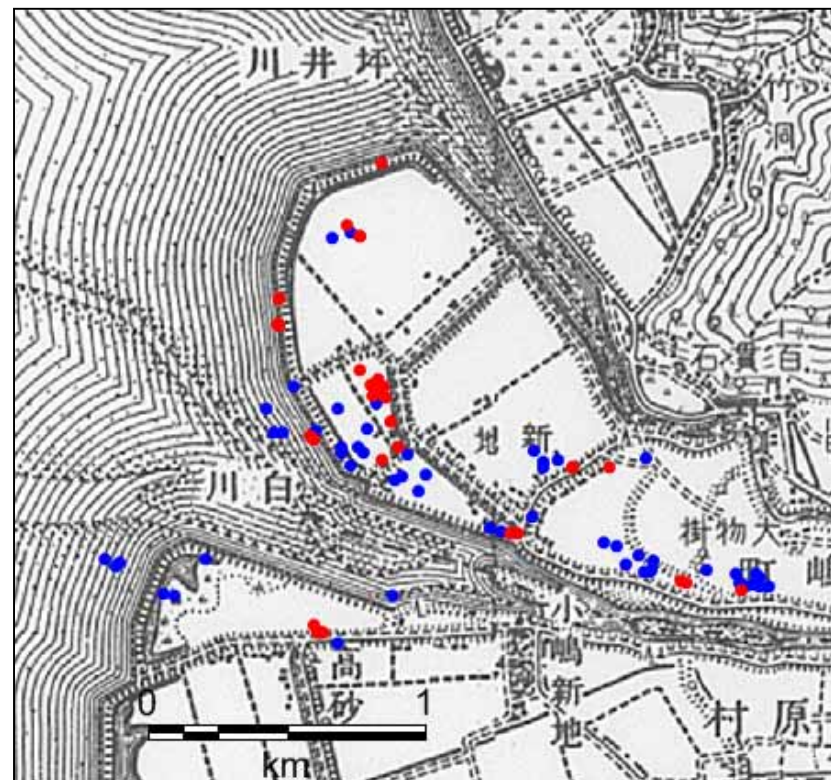


図6(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本市西区小島下町の被害 (丸数字は図6の地点番号)



熊本市西区小島中町(旧河道)

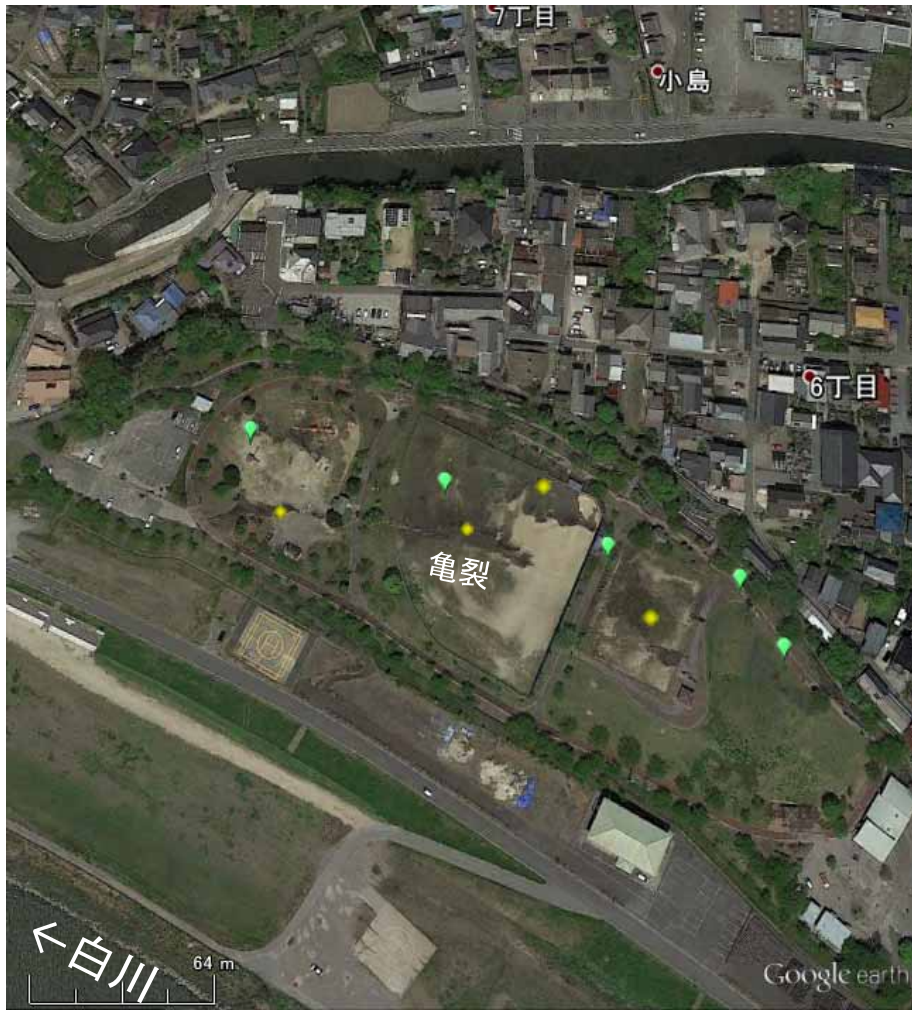
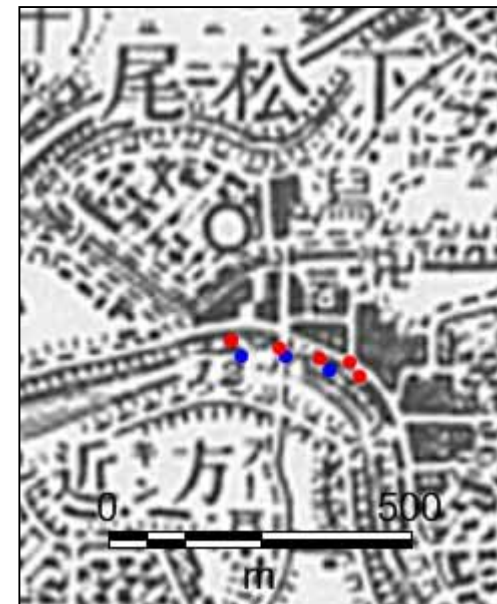


図7(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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34年測量の地形図では、小島中町付近の白川は現在より北側に蛇行している(現在も、北端に旧河道の名残の水路がある)。この場所は、運動公園になっており、一面に噴砂が見られた。公園中央には、川に平行した大きな亀裂が見られた。



明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本市西区小島中町の被害

(丸数字は図7の地点番号)



熊本市南区今町・西区中島町・中原町(後背湿地/自然堤防/旧河道)

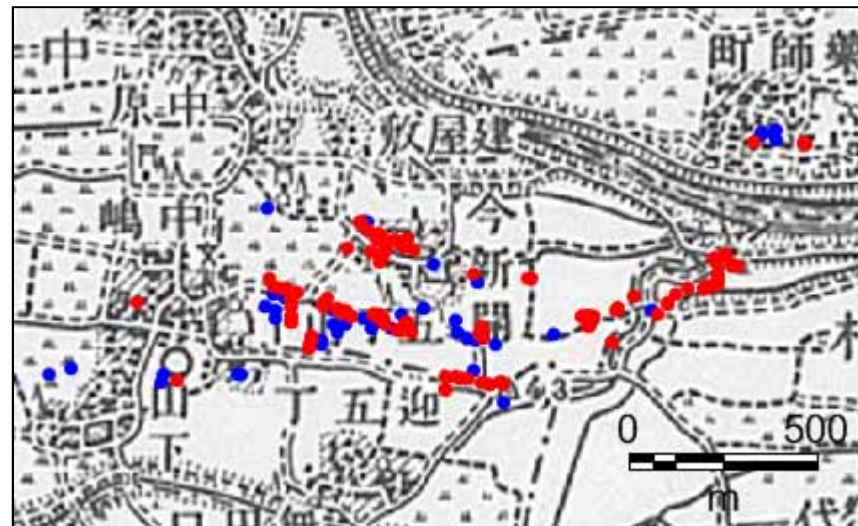


図8①は、自然堤防上に立地する昔からの集落である。東西に流れる2本の水路に挟まれている。ここでは宅地の被害が多数見られた。

②～⑦は、白川に合流する2本の水路に挟まれた地区である。ここでは、水路に平行な開口亀裂が多数見られた。白川に近い農地では、大量の噴砂があった。住宅地も被害を受けていた。

図8(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34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本市西区中原町住宅地の被害

(丸数字は図8の地点番号)



熊本市南区今町・西区中島町・中原町の被害

(丸数字は図8の地点番号)



熊本市南区今町・西区中島町・中原町の被害 (丸数字は図8の地点番号)

⑤



⑤



⑥



⑦

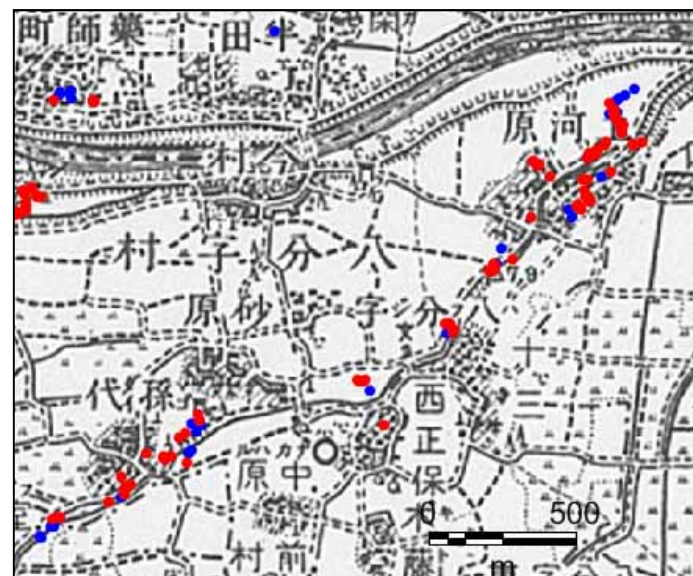


熊本市南区土河原町・砂原町・孫代町（後背湿地/自然堤防）



明治34年の地形図に見られる三つの集落（自然堤防）とその周囲の後背湿地で大量の噴砂が見られた。噴砂があったのは白川に注ぐ幅2m程度の水路沿いの地域である。住宅地の生活道路の亀裂・噴砂、電柱の傾斜・沈下（0.5～1m）、校庭や農地での亀裂・噴砂などの被害が見られた。複数の亀裂が水路と平行に50m余り連続する箇所もあった。宅内には立ち入らなかったため、住宅の被害は不明であるが、住宅にも影響を及ぼしていると推測される。

図9（背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像）



明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点15

熊本市南区土河原町・砂原町・孫代町の被害



熊本市南区近見・刈草・川尻(自然堤防/後背湿地)



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。図10で通りから少離れた地点に噴砂撮影地点のアイコンがあるのは、路地に入って液状化の影響範囲を確認したものである。

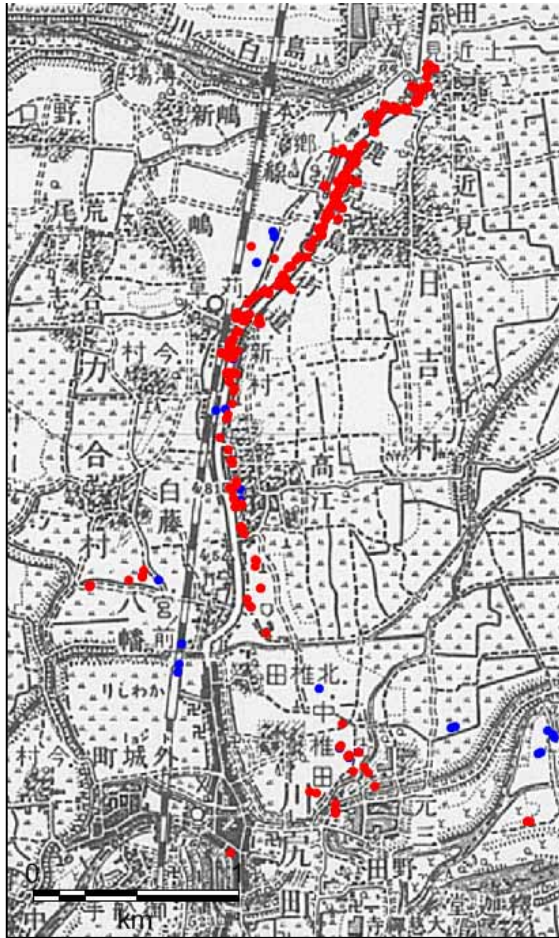
この通り沿いには、幅1~2mの水路がある。水路は県道51号線の南側では平行して2本見られる。南北に流れる水路沿いに液状化が発生したことから、旧河道とも考えられるが、明治34年(次頁旧版地図参照)には既に鹿児島街道は現在の位置にあり、最近の旧河道ではない。白川南方には、この地区の水路も含めて南北方向の水路が幾筋もあり、北から南に向かう水脈があると推測される。



図10(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

(丸数字は図10の地点番号)

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
 ●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点



② (丸数字は図10の地点番号)

熊本市南区海路口町・宇土市笹原町(干拓地)

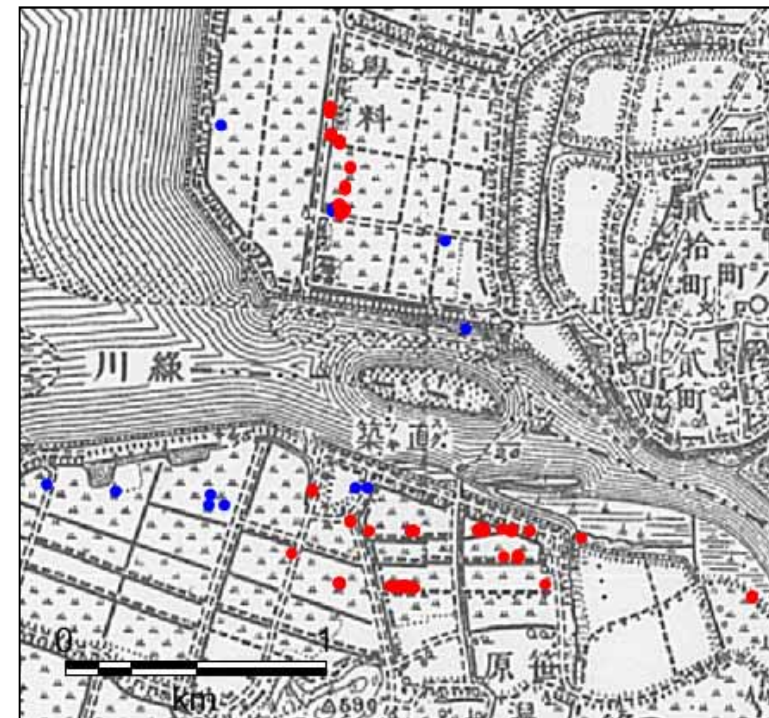


図11(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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

緑川の河口部にある地区で明治34年測量の地形図では既に干拓されている。

背景画像の緑色は麦畑、縦縞模様はタバコ畑。宅地、農地、水路底で噴砂があり、特に農地での噴砂多数あった。ここでは規模の大きい噴砂丘が見られた。次頁の写真①の噴砂孔は、直径110cm、深さ60cm。噴砂に貝殻が混じっている箇所もあったことから海成砂が液状化したと推測される。



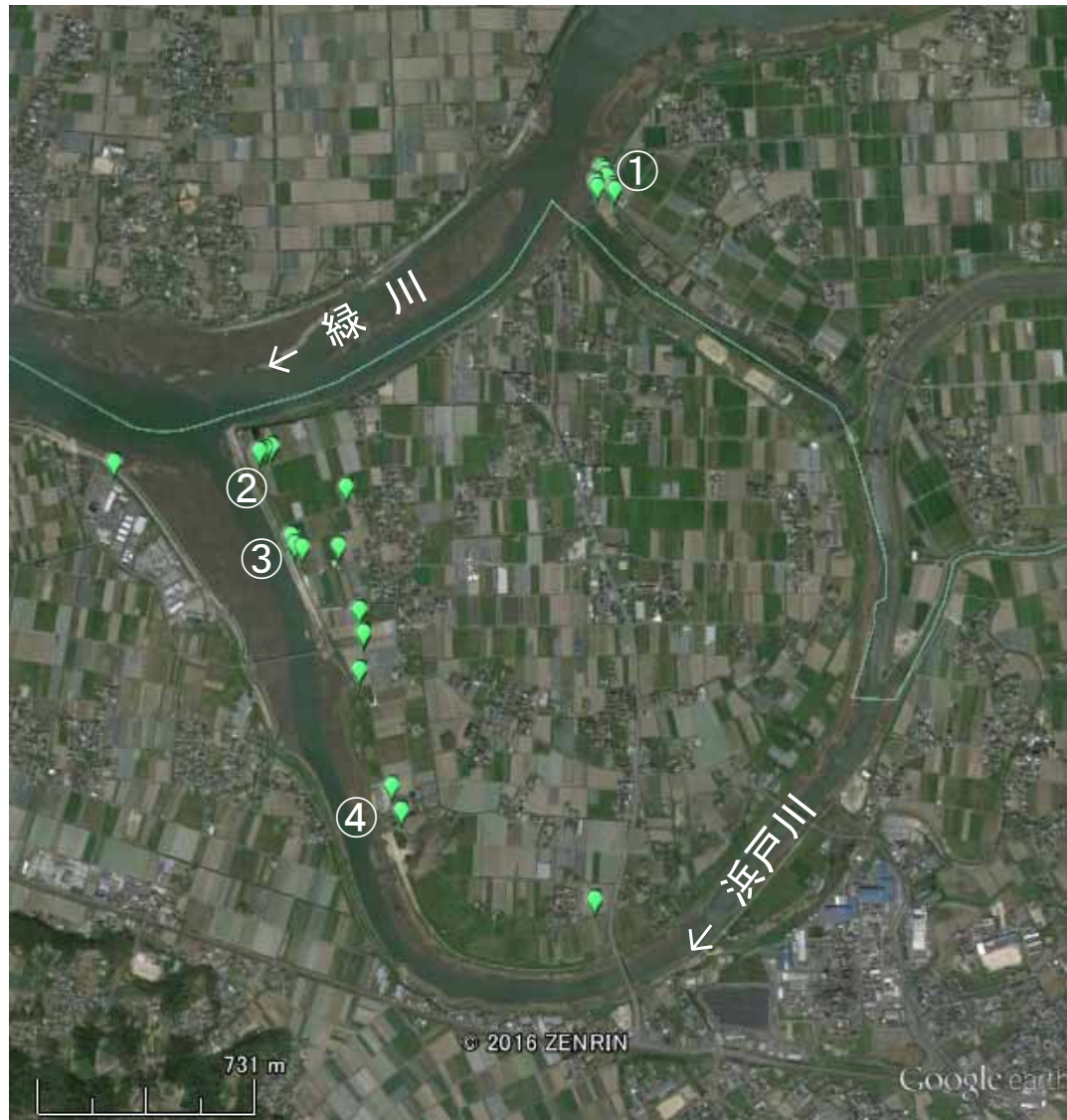
明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

宇土市笹原町の被害状況

(丸数字は図11の地点番号)



宇土市走潟町(三角州・旧河道)



緑川の河口から約2.5kmにある浜戸川沿岸の下流側で多数の噴砂が認められた。明治34年測量の地形図を見ると、現在の緑川は、「嘉永新川」と記載されていることから、浜戸川はもとは緑川の本流で、嘉永年間にショートカット工事が行われたと考えられる。

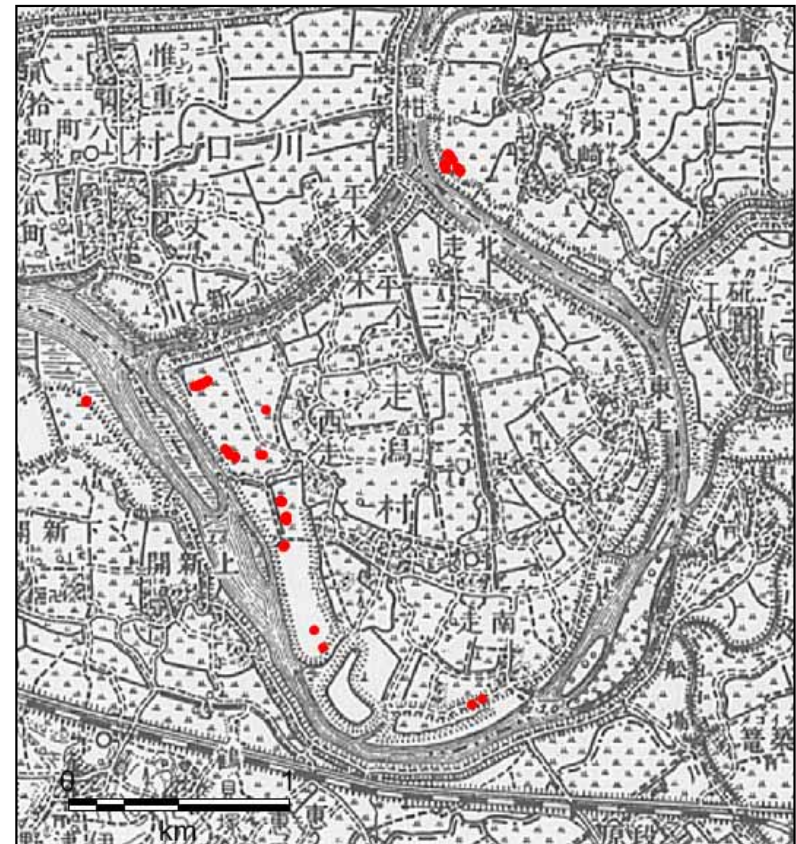


図12(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

宇土市走潟町の被害

(丸数字は図12の地点番号)



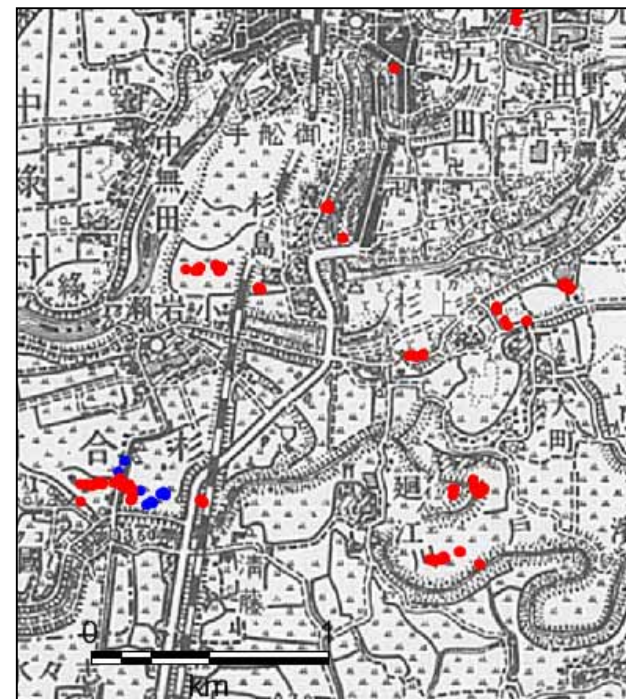
熊本市南区富合町付近(後背湿地)



図13(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

加勢川、緑川、浜戸川が接近して流れる地区で、網の目状の水路が見られる。パッチ状の農地の区画から氾濫常襲地と推測される典型的な後背湿地。下図の旧版地図を見ると、浜戸川は明治期には著しく曲流している。一帯の農地では、浜戸川に平行な噴砂を伴った地割れが多数見られた。図13の①地点では、築後3年の住宅10棟余りが液状化により傾斜した。住民によれば、住宅はベタ基礎で、不同沈下量は5cm以上とのことである。②地点では細礫の噴出が見られた。



明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本市南区富合町付近の被害

(丸数字は図13の地点番号)



液状化により不同沈下した住宅群



熊本市南区元三町付近(後背湿地)



加勢川と木部川に挟まれた農地に無数の噴砂が見られた。図14の麦畑にも噴砂の発生が予想されるが、麦畑のためGoogle Earthの画像からも現地での目視でも確認できなかった。

Google Earthの画像では、加勢川南岸の犬渚の宅地(自然堤防)に噴砂らしきものが散見されるが被害の実態は不明である。



明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

図14(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

熊本市南区元三町付近の被害

(丸数字は図14の地点番号)



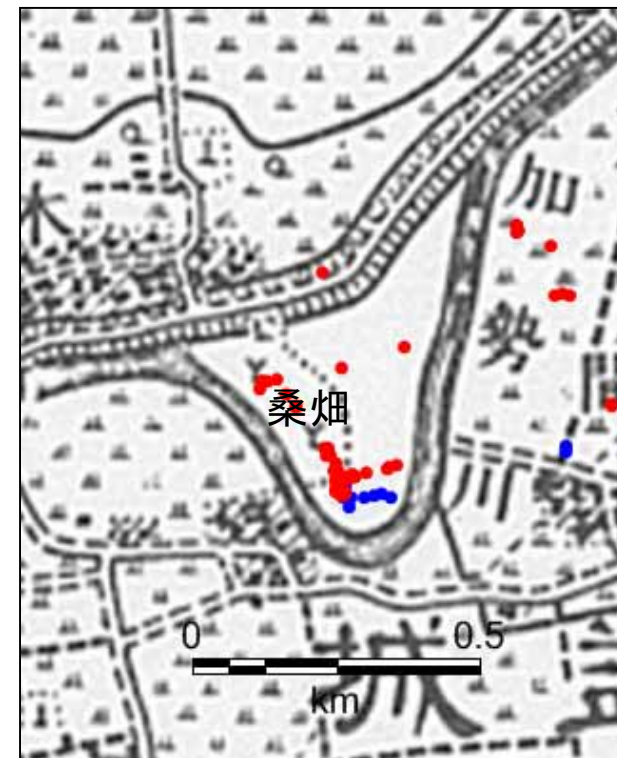
熊本市南区御幸木部町(後背湿地)



図15(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

加勢川とその旧河道の蛇行流路に囲まれた農地で多数の噴砂が見られた。現在の加勢川沿いの道路には、亀裂が続いていた。蛇行流路に囲まれた農地には幅10~30cmの流路に平行な地割れが発生していた。明治34年の地形図(下図)では、加勢川は南側の蛇行流路を流れている。旧加勢川沿いには堤防もないこと、当時、桑畑以外の土地利用がないことから、過去に頻繁に氾濫が発生していたと推測される。



明治34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点

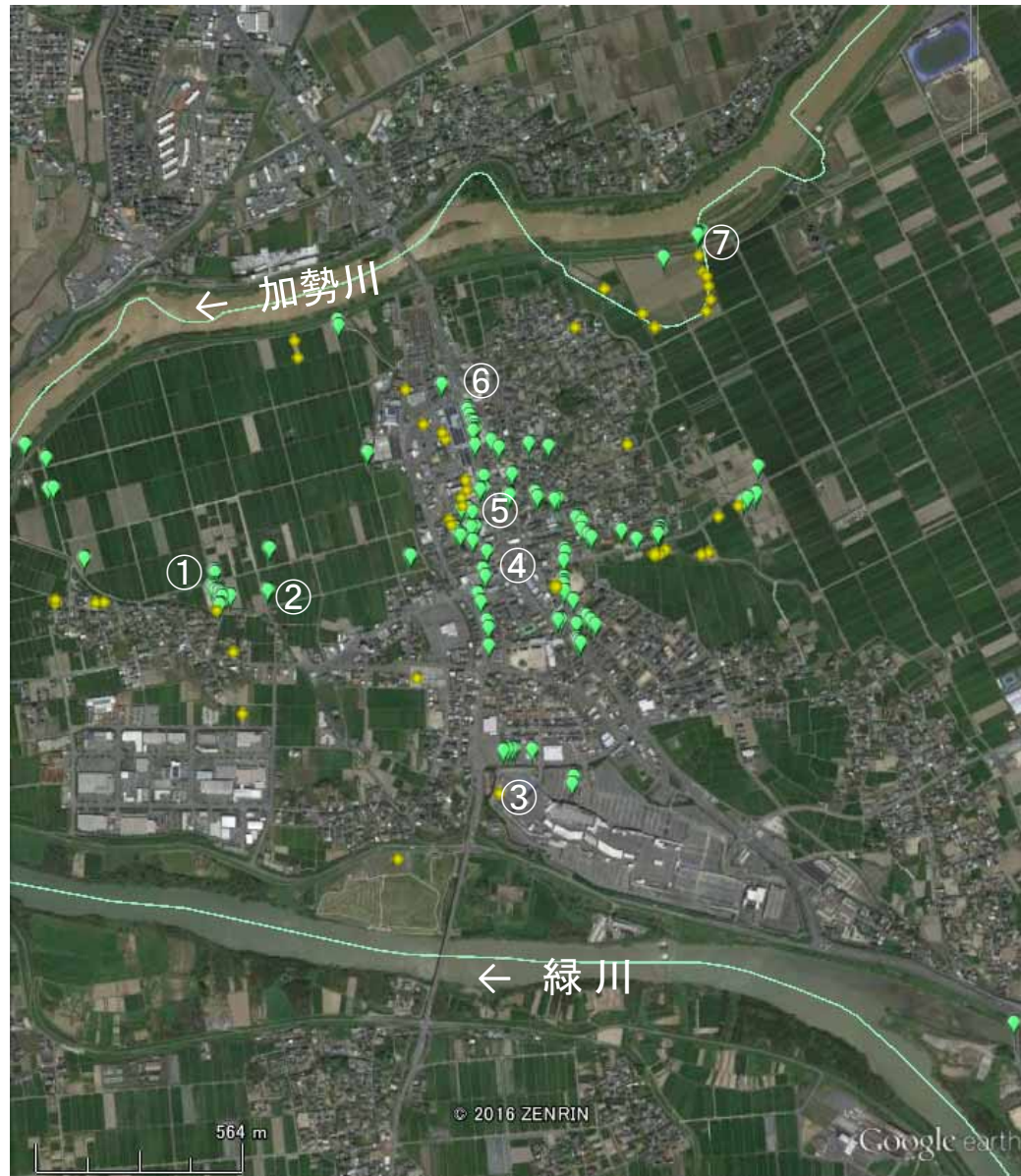
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本市南区御幸木部町の被害

(丸数字は図15の地点番号)



熊本県嘉島町滝川原・鯰付近(後背湿地、一部自然堤防)



この地域は、加勢川 と緑川に挟まれた地域で、図16③の大型スーパーマーケットの駐車場における大量の噴砂・湧水の他、各所で噴砂や構造物被害が見られた。「鯰」という地名からも水はけの悪い低湿地であると想像される。噴砂は、自然堤防の周囲を盛土造成した地区と後背湿地の自然地盤と思われる農地でも起きている。⑦付近は益城町と嘉島町の境界線(緑線)の形状から分かるように旧河道である。現在は水域はなく農地となっているが、旧河道の形を再現するように噴砂が生じている。近くの仏誓寺の住職によれば、加勢川 と緑川に挟まれた鯰から下仲間一帯は、熊本市を洪水から守るため、嘉島町側の加勢川の堤防が低築造され遊水池の役割を果たしていた地区で、1980年頃まで度々大洪水に見舞われていたとのことである。



図16(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34年測量1/5万「熊本」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点 29

嘉島町滝川原・鯰付近の被害

(丸数字は図16の地点番号)

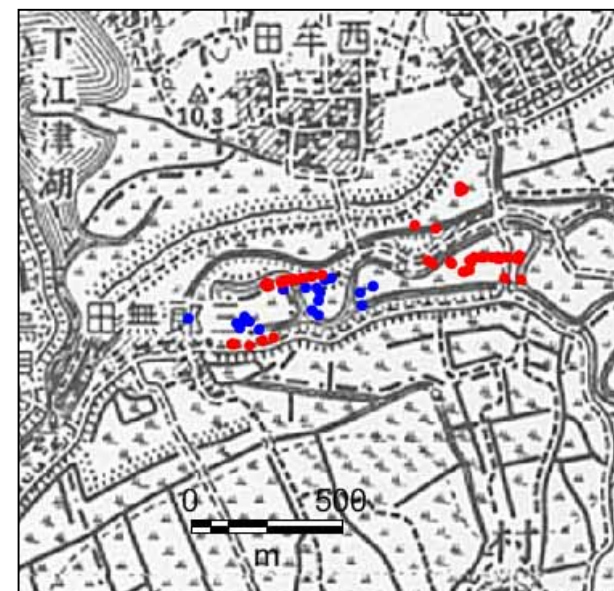


熊本県嘉島町滝川原・鯉付近の被害

(丸数字は図16の地点番号)



東区秋津町・嘉島町下六嘉(後背湿地)



明治34年測量1/5万「御船」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

図17(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

この地域は、秋津川、木山川、矢形川の合流地点にあり、水はけが極めて悪い氾濫常襲地と考えられる。熊本市南区と嘉島町の境界線(緑線)が複雑に入り組んでいることから、明治期には河川が著しく蛇行していたことがわかる。①の加勢川沿いの道路には、川に沿った亀裂が入っていた。噴砂は、農地・道路のほか住宅地にも見られ、②の間島団地では、ほとんどの家屋が液状化と側方流動による被害を受けていた。南側の秋津レークタウンは、やや盛土が高いためか噴砂は見当たらなかった。秋津町では、1889年(明治22)の熊本地震でも液状化の記録がある(若松、2011)。

南区秋津町・嘉島町下六嘉の被害 (丸数字は図17の地点番号)



熊本県益城町(後背湿地)



(丸数字は図18の地点番号)



図18(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、

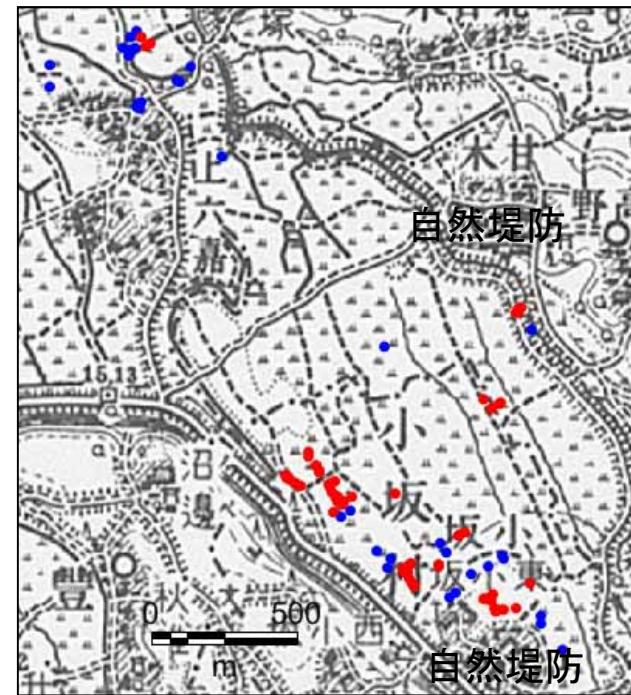
黄色丸: Google Earth 画像(2016/4/15)の判読による噴砂地点

図18は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ウンド・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、噴砂は確認されていない。

熊本県御船町小坂(後背湿地)



九州自動車道の御船インターチェンジ付近の農地や住宅地には多数の噴砂が見られた。住宅の外構に液状化被害が認められたが、住宅の被害は不明である。噴砂があった宅地は、明治34年の地形図から分かるように、水田に盛土造成した箇所ので、昔からの宅地(自然堤防)では噴砂は確認されていない。



明治34年測量1/5万「御船」、●噴砂撮影地点
 ●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

図19(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

熊本県御船町小坂の被害

(丸数字は図19の地点番号)



熊本県御船町小坂の被害

(丸数字は図19の地点番号)



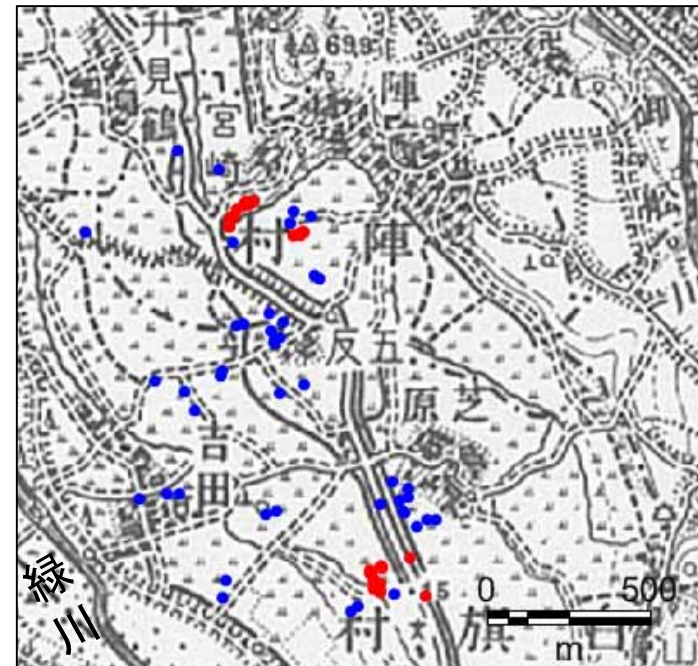
熊本県御船町陣(後背湿地)



図20(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

図20は緑川と御船川に挟まれた低地である。農地に多数の噴砂が認められた。図の地点①では直径最大15cmほどの礫の噴出が認められた。この付近の緑川の河道は網状流路であり、河床には砂礫が堆積していると推定されることから、噴出した礫は緑川が運搬した礫である可能性がある。



明治34年測量1/5万「御船」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本県御船町陣の被害

(丸数字は図20の地点番号)



熊本県甲佐町白旗(後背湿地)

緑川東方の農地農地(後背湿地)や、に盛土をして造成された事業所の敷地内には噴砂が見られた。図①の物送会社駐車場では、4月15日朝、社員が出社すると大量の砂水が噴出し水浸しになっていたとのことである。図21の画像でも地下水で濡れた駐車場が確認できる。周辺の道路、事業所の敷地、農地にも噴砂が見られた。



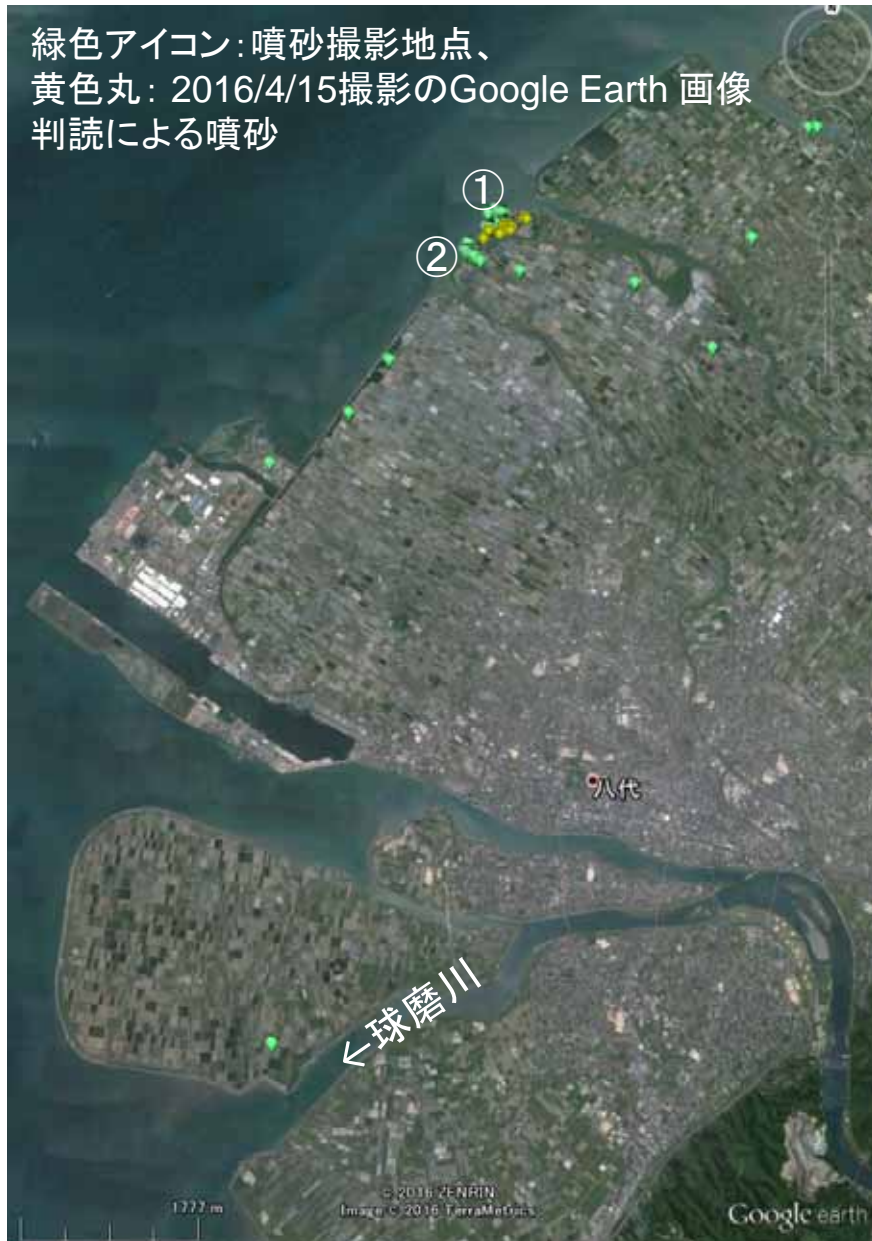
図21(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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



熊本県八代市(干拓地/埋立地)

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



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)。



図22(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

明治34年測量1/5万「八代」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点

熊本県八代市の被害

(丸数字は図22の地点番号)



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。

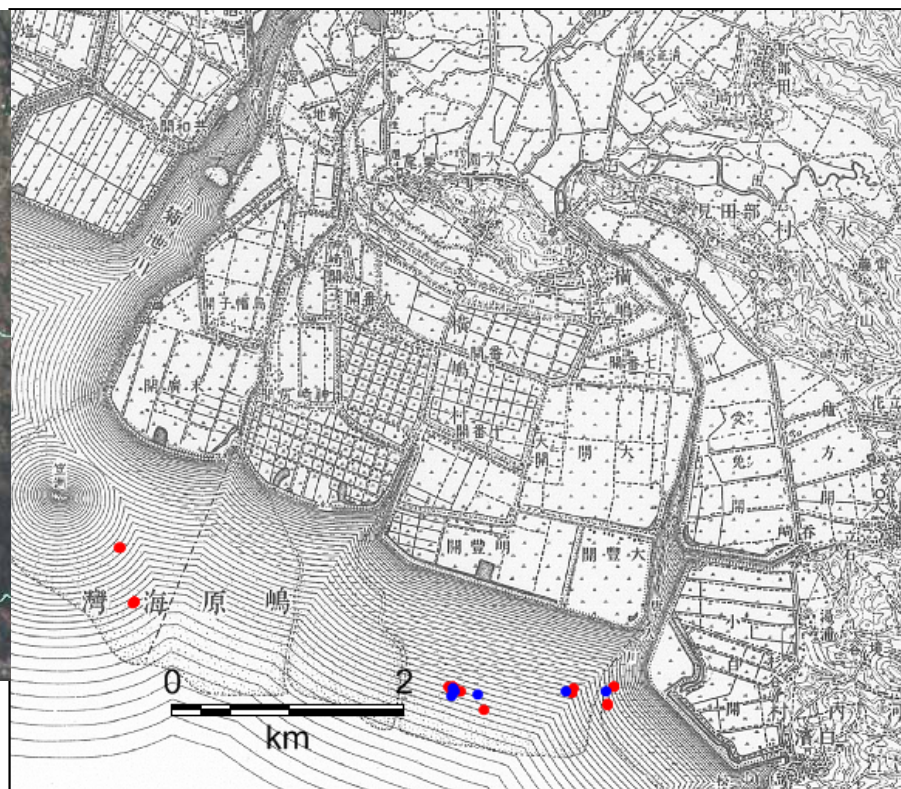
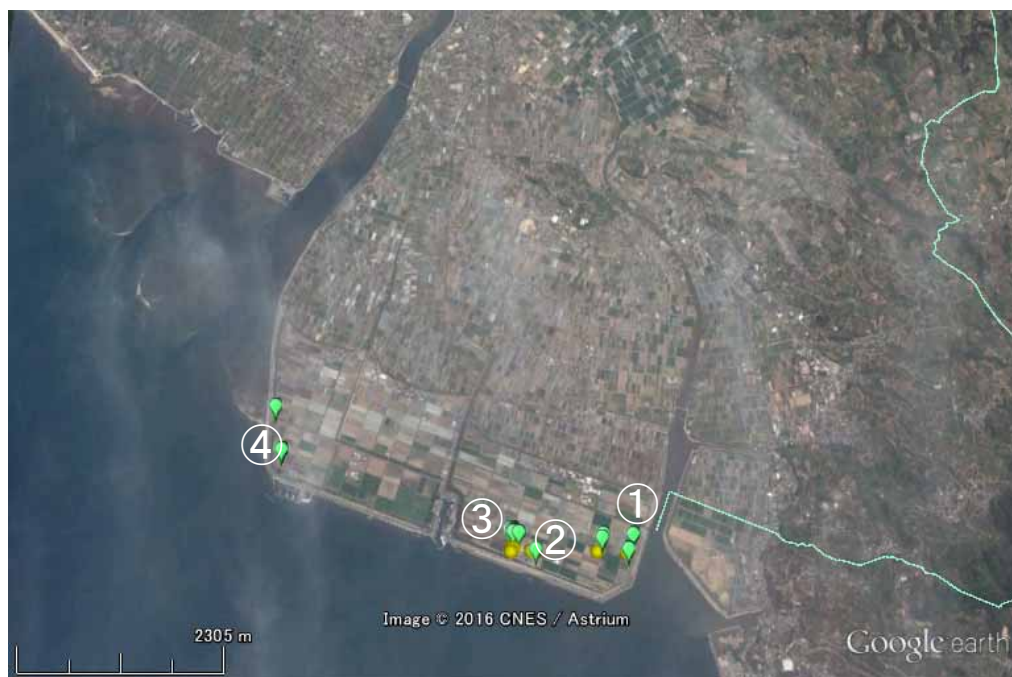


図23(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

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

熊本県玉名市の被害

(丸数字は図23の地点番号)



まとめ(暫定)

- 現地調査により、前震・本震・余震のいずれかで震度6弱以上が観測された玉名市、熊本市中央区・西区・東区・南区、宇土市、宇城市、八代市、熊本県嘉島町、御船町、甲佐町、益城町の9市町で液状化(噴砂)を確認した。
- 液状化による被害は、農地、農業施設(水路・農道など)、住宅に多く、堤防の被害も一部では見られた。顕著なマンホールの浮き上がりは確認されなかった。
- 液状化地点の微地形区分は、玉名市、熊本市、宇土市、八代市の島原湾に面した干拓地や、熊本市南部を流れる白川・緑川およびその支流沿いの三角州、後背湿地、自然堤防、旧河道で発生していた。特に河川の蛇行部や旧河道部に液状化地点が集中しており、河道変遷や氾濫の歴史と密接に関係していると思われる。
- 現在の河川から離れたやや内陸部で帯状に連続して液状化が発生した地域があった(図8・図9・図10)。液状化地域は、細い水路に沿う地域で、微地形的特徴から明治以前の古い旧河道である可能性が高い。
- 熊本市東区秋津(図17)および八代市昭和同仁町(図22)の液状化発生地点では、それぞれ1889年熊本地震と1968年日向灘地震で液状化が発生した記録があり、今回の地震で再液状化した可能性がある。
- 地震後のGoogle Earth画像には、阿蘇市、南阿蘇村などにも噴砂が多数認められる。今後、現地調査により精査を行う予定である。

謝 辞

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からは、4月16～17日に実施された調査レポートの提供を受けた。

参考サイト：<http://yasuda.g.dendai.ac.jp/>

九州工業大学の永瀬英生教授からは、4月22日、24日、29日、5月7日に実施された熊本市南区、嘉島町、阿蘇市の液状化情報をご提供頂いた。

参考サイト：<https://www.jiban.or.jp/images/saigai/20160427shiryo-04.pdf>

以上の方々に深謝の意を表します。