

平成28年(2016年)熊本地震
液状化調査報告(第2報)
阿蘇市・南阿蘇村

現地調査:2016年5月21日～5月22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

地域概観・調査方法

- 本調査地域は、阿蘇火山麓に位置する田園地帯である。阿蘇山北麓の阿蘇市には黒川が東から西に向かって流れている。南麓の南阿蘇村には白川が東から西に向かって流れており、両河川の沿岸はそれぞれ後背湿地と谷底低地になっている。阿蘇山からの地下水が極めて豊富な地域で、農地には無数の水路が張り巡らされ、熊本平野の水路に比べて水量が豊富である。
- 現地調査に先立ち、地理院地図熊本地震空中写真正射画像（阿蘇地区4月16日撮影、南阿蘇地区4月16日撮影）およびGoogle Earthの4月15日、4月16日撮影（阿蘇地域の西部のみ）を用いて、写真判読による噴砂の抽出を行った。
- 上記で噴砂が見られた地域を中心に、現地踏査を行った。本報告では、現地で噴砂を確認した地点のみ「噴砂確認地点」とし、空中写真による推定噴砂地点と区別している。
- 調査時には、水田の入水や田植えが進み、地震直後の地表面を確認できなかった場所が多数あった。
- p.4の図1に調査ルートと噴砂地点を示す。調査地域内での車両の走行距離は、21日、22日共に約150kmである。

図1 液状化(噴砂)地点の分布
(背景図は地理院地図を使用)

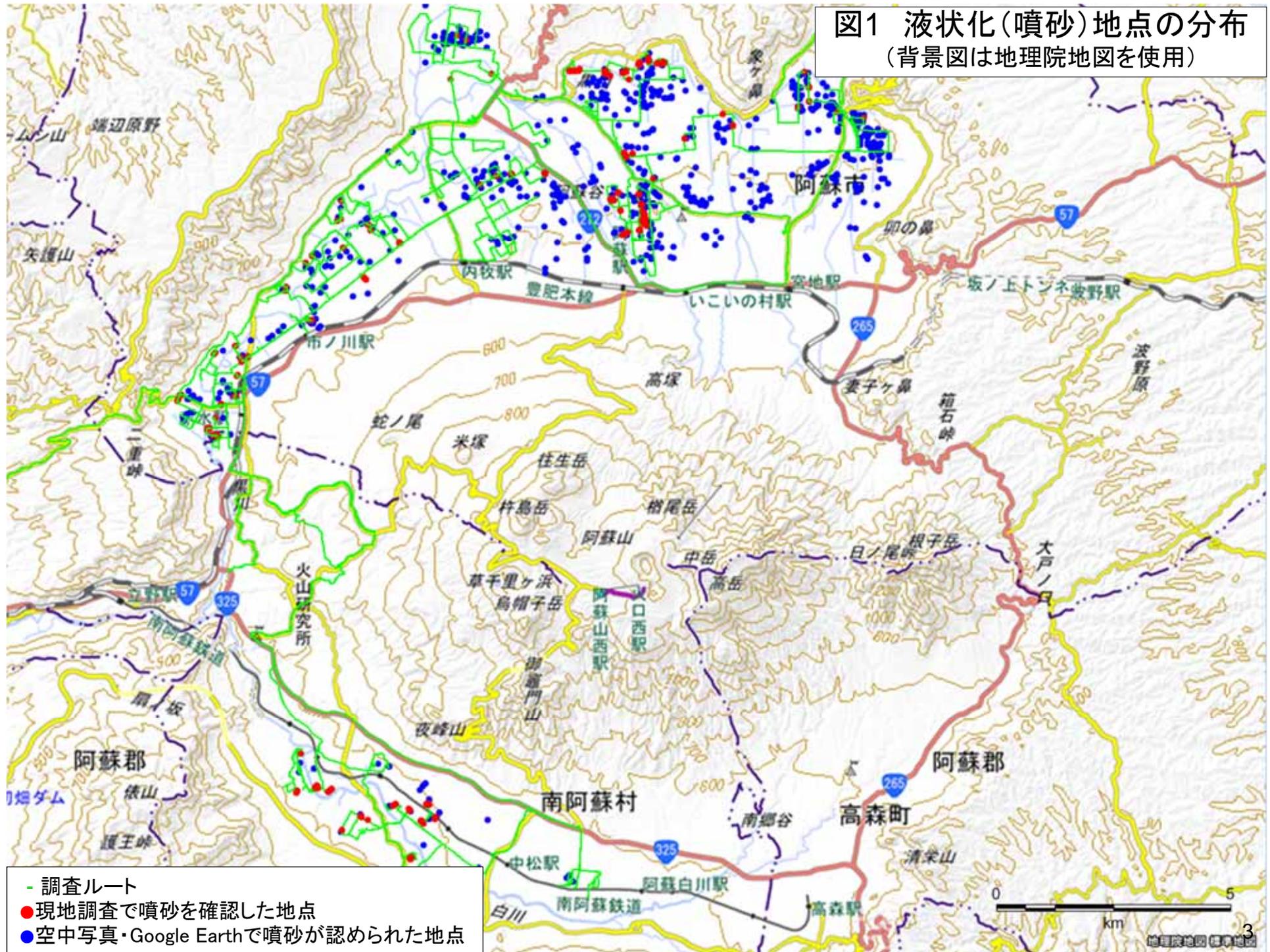


図2 阿蘇地方の液状化地点と微地形区分の関係

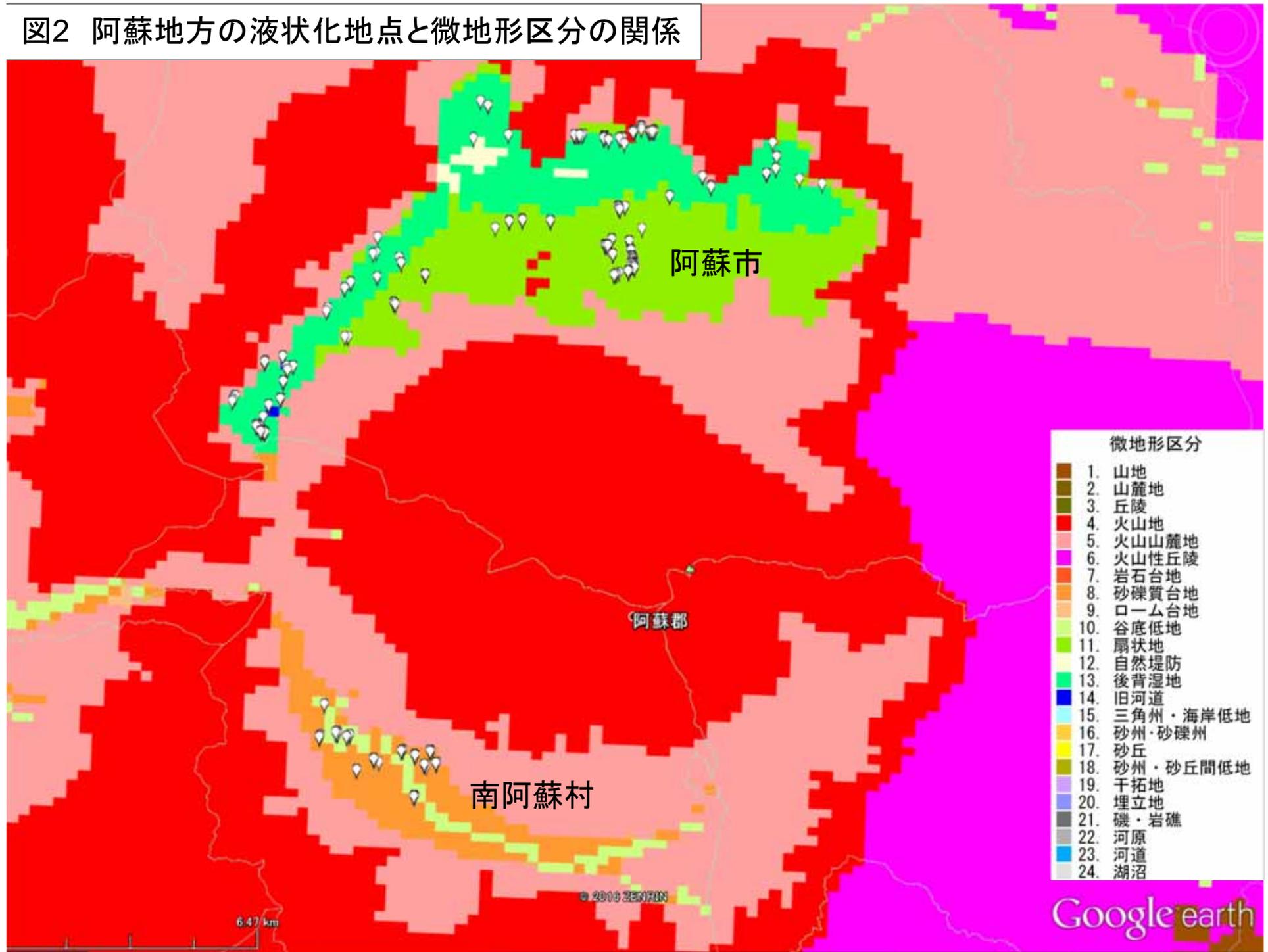


図3 2016年熊本地震で液状化(噴砂)を確認した地点の分布(第1報に阿蘇地域を加筆)

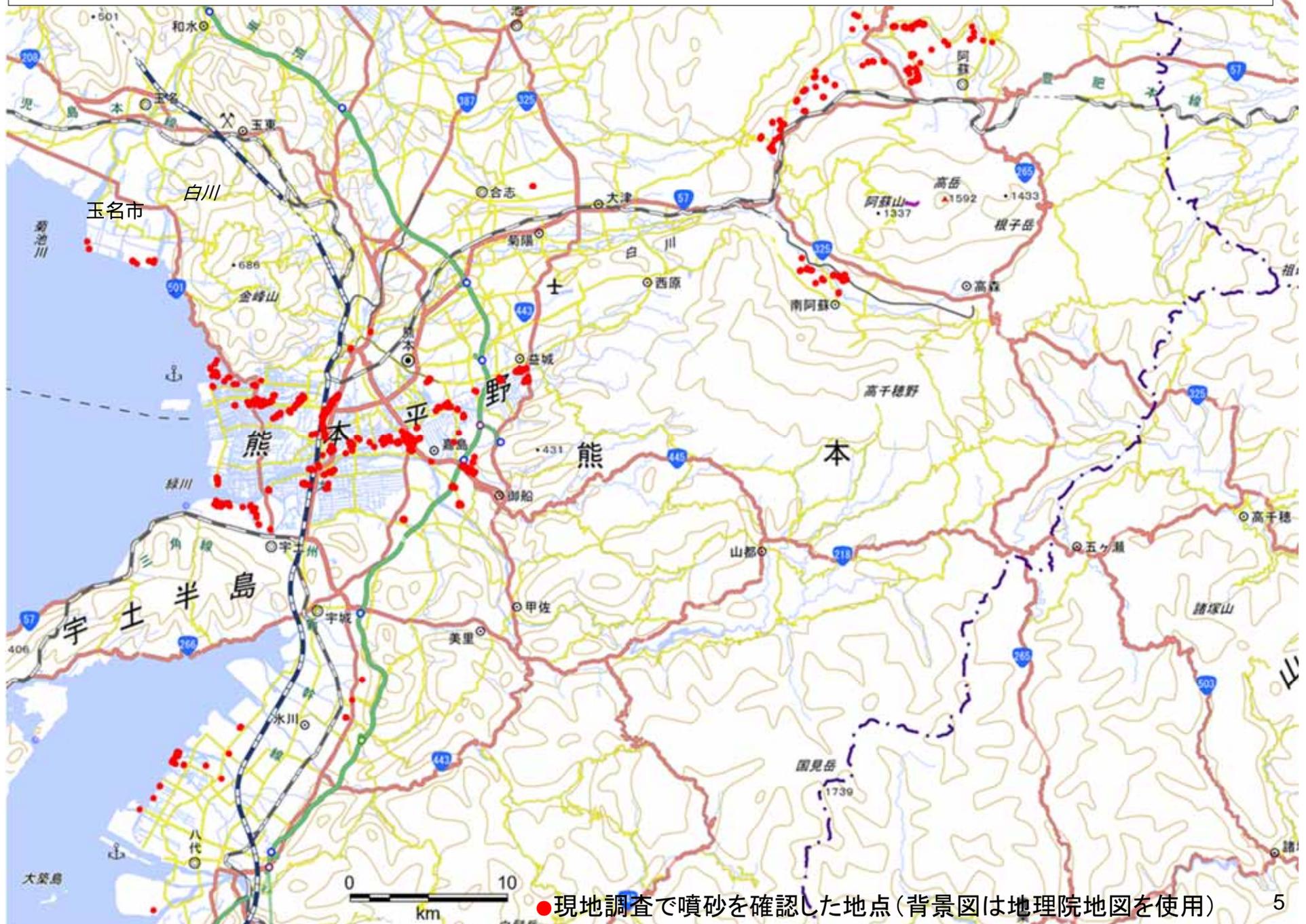


図4 液状化地点と微地形区分の関係
(第1報に阿蘇地域を加筆)

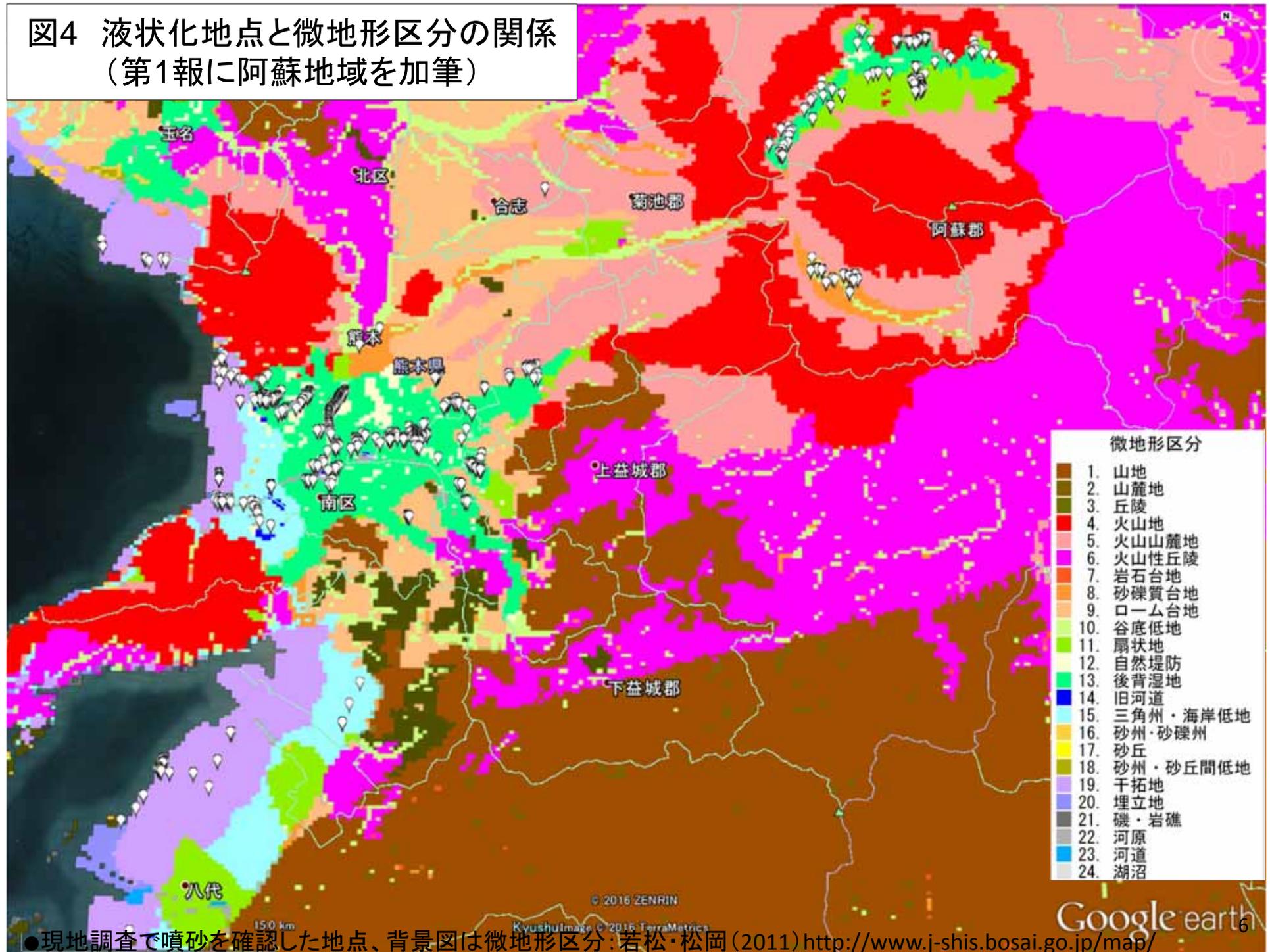
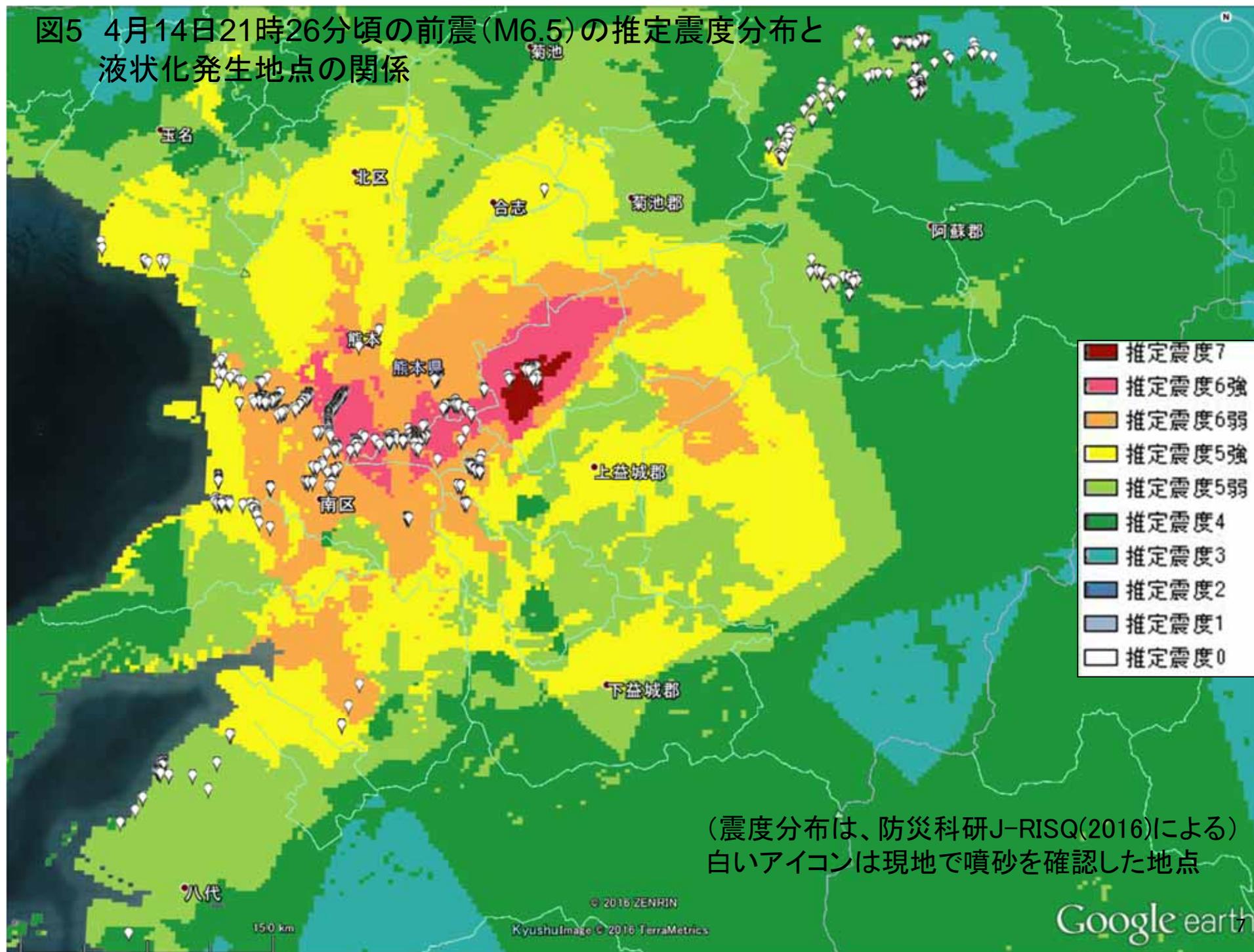


図5 4月14日21時26分頃の前震(M6.5)の推定震度分布と液状化発生地点の関係



(震度分布は、防災科研J-RISQ(2016)による)
白いアイコンは現地で噴砂を確認した地点

図6 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

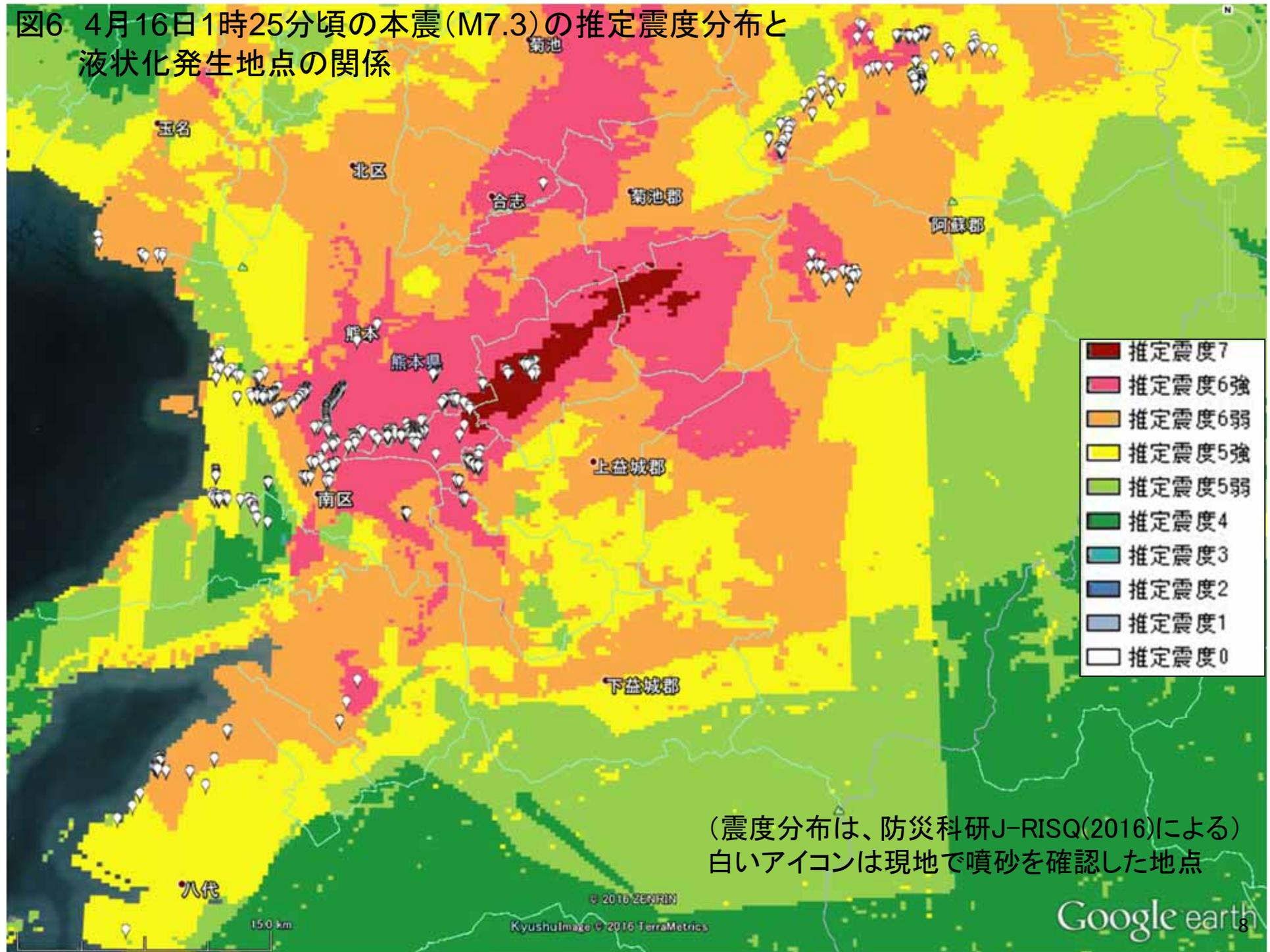
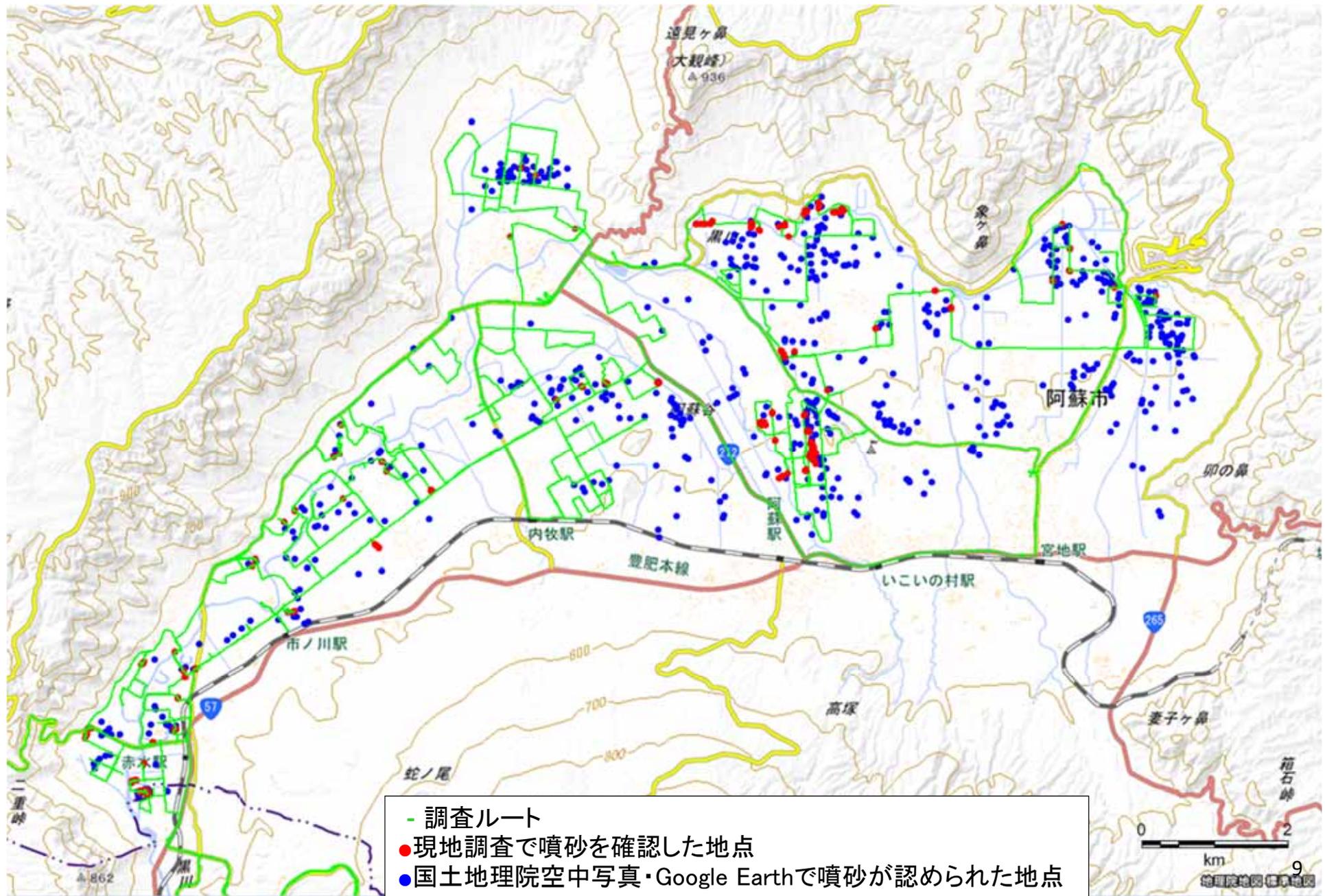
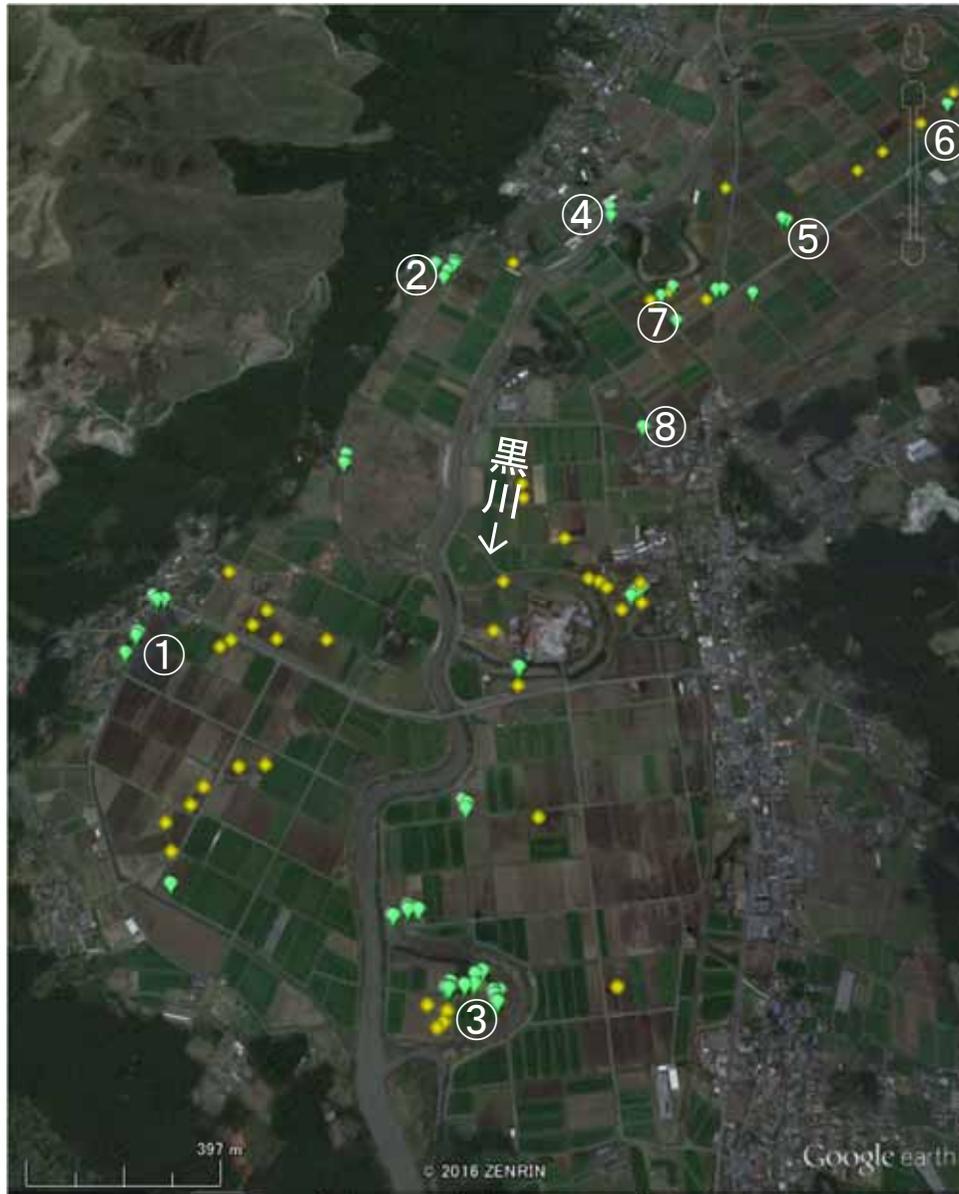


図7 阿蘇市における調査ルートと噴砂地点



阿蘇市赤水駅付近



黒川沿岸の農地には、無数の噴砂が認められた。この地区では黒川の蛇行跡の沼地も多くあり、噴砂は沼地周辺に特に集中していた。なお、農地には延長数100m～1000mに及ぶ地割れ群が見られたが、噴砂が見られた地割れと、全くなかったものがあった。

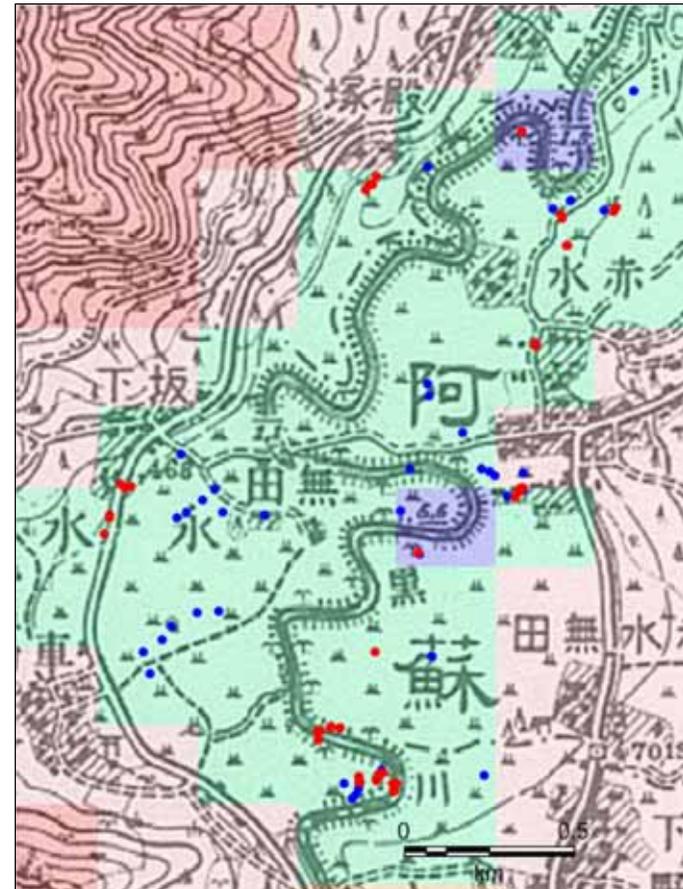


図8(背景図は2016/4/16撮影Google Earth画像)
 緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
 Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

明治34年測量1/5万「隈府」、●噴砂撮影地点
 ●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
 微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市赤水駅付近 (丸数字は図8の地点番号)



③旧河道の方向へ側方流動



阿蘇市赤水駅付近 (丸数字は図8の地点番号)

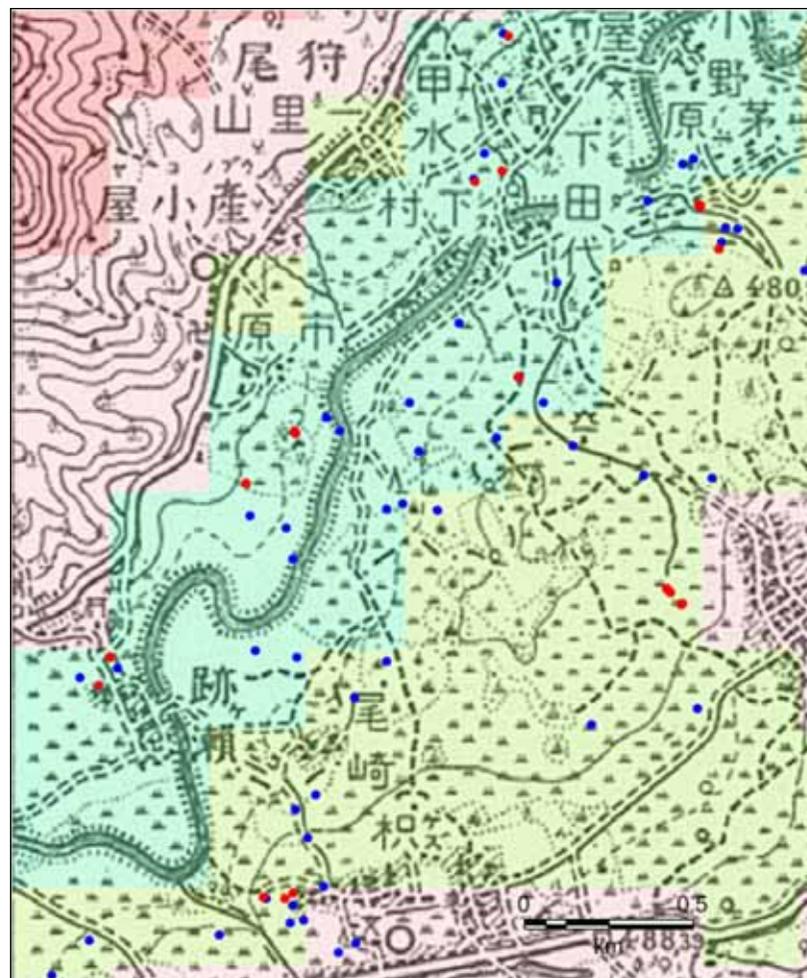


阿蘇市永草付近



図9(背景図は2016/4/16撮影Google Earth画像)
 緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
 Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

この地区でも、農地に極めて多数の噴砂が見られた。噴砂は黒川沿岸の後背湿地の農地だけでなく、阿蘇山の火山山麓扇状地でも発生していた。



明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
 ●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
 微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市永草付近

(丸数字は図9の地点番号)



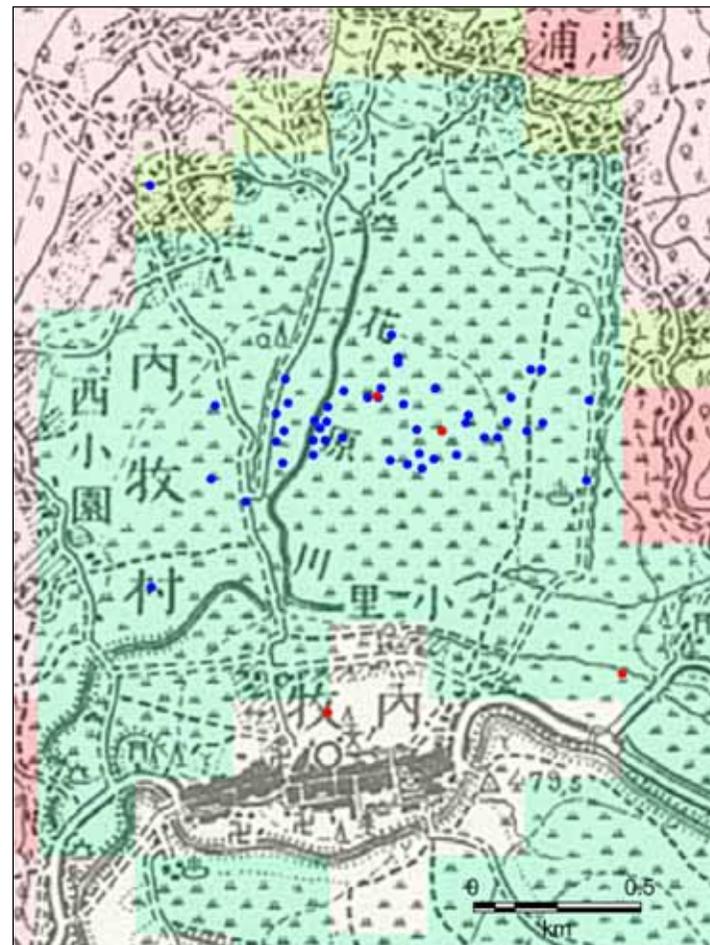
阿蘇市湯浦付近



図10(背景図は2016/4/16撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

2016/4/16撮影空中写真やGoogle Earthの画像では湯浦川と花原川の間の後背湿地の農地に多数の噴砂が見られた。現地調査時には、農地の入水や田植えが終わり、大部分の噴砂は確認できなかった。



明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市湯浦付近

(丸数字は図10の地点番号)



阿蘇市三久保付近

明治35年の旧版地形図を見ると、噴砂が特に高密度に見られた図の中央部(扇状地)は湿地となっている。火山山麓扇状地の扇端部湧泉のため湿地となっていたものと思われる。

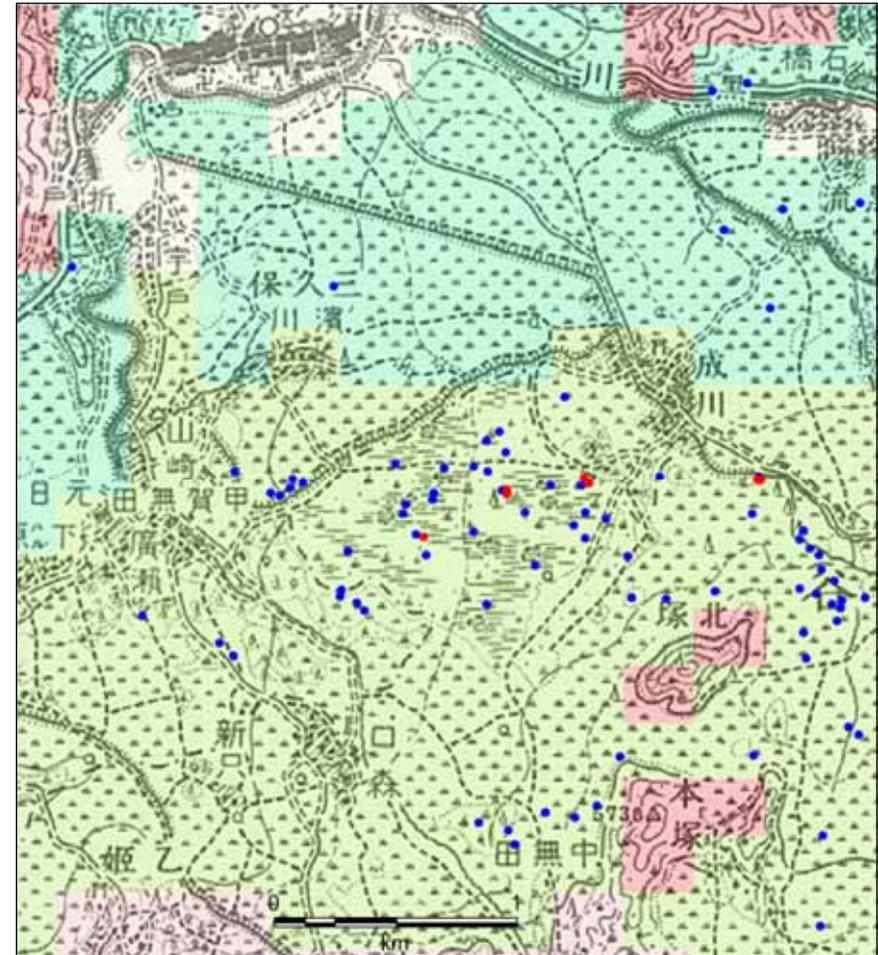
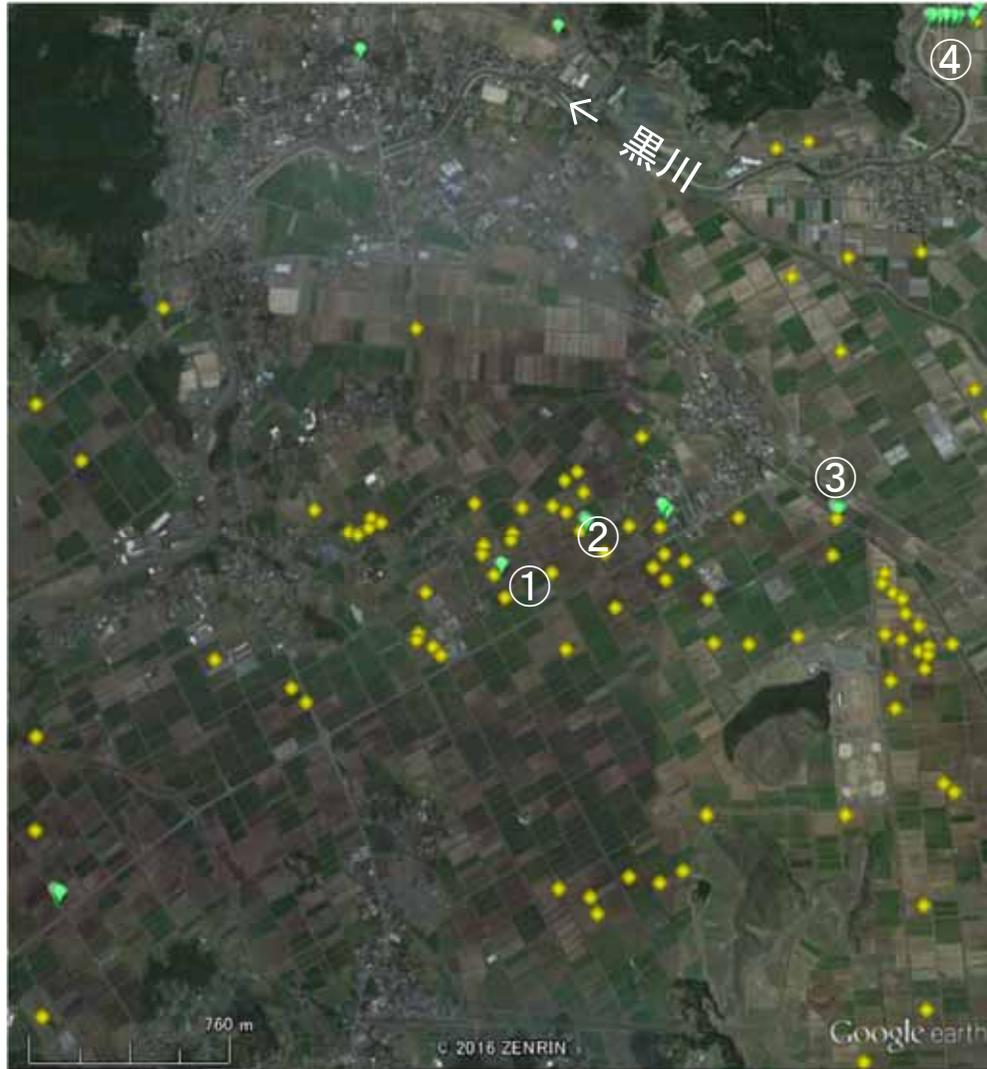


図11(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)
 緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
 Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
 ●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
 微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市三久保付近 (丸数字は図11の地点番号)



阿蘇市小野田付近

黒川の後背湿地に噴砂が多いが、南側の扇状地にも噴砂や地割れが見られた。

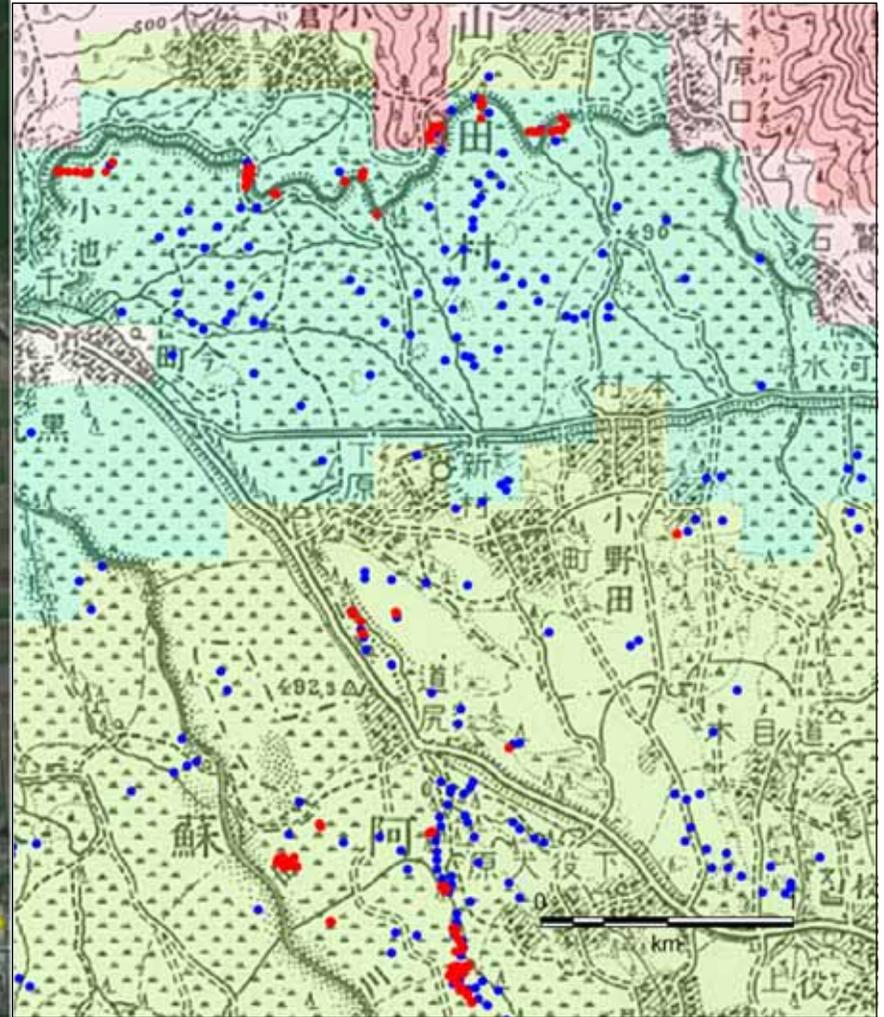


図12(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市小野田付近 (丸数字は図12の地点番号)

①



②



③



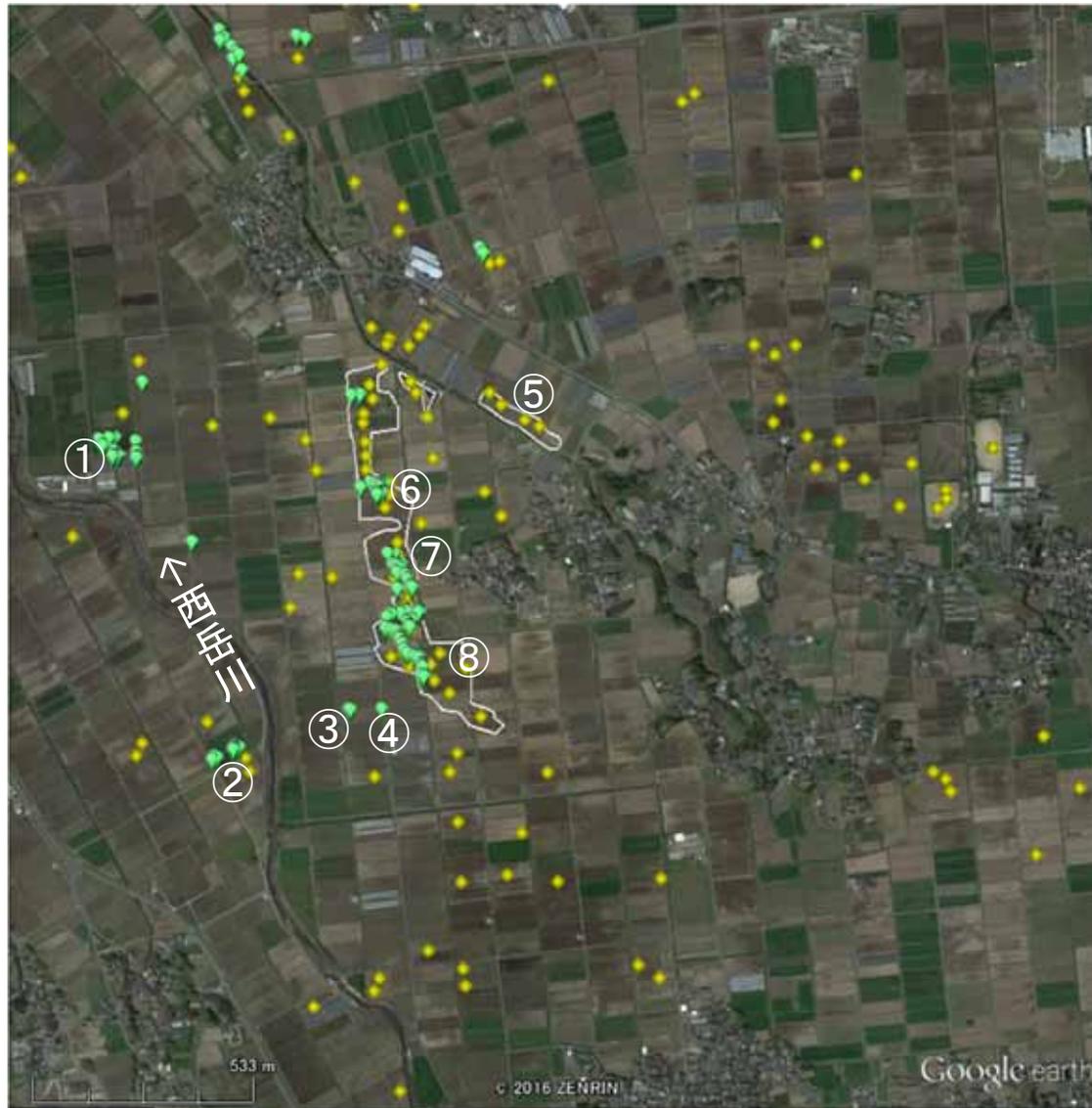
④



阿蘇市小野田付近 (丸数字は図12の地点番号)



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(図13の白線で囲まれた地域)。このゾーンは、空中写真(2016/4/16)やGoogle Earth 画像(2016/4/15)で地表面が黒ずんでおり、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。旧版地形図には図13の⑥から⑧にかけてのゾーンには水路がある。

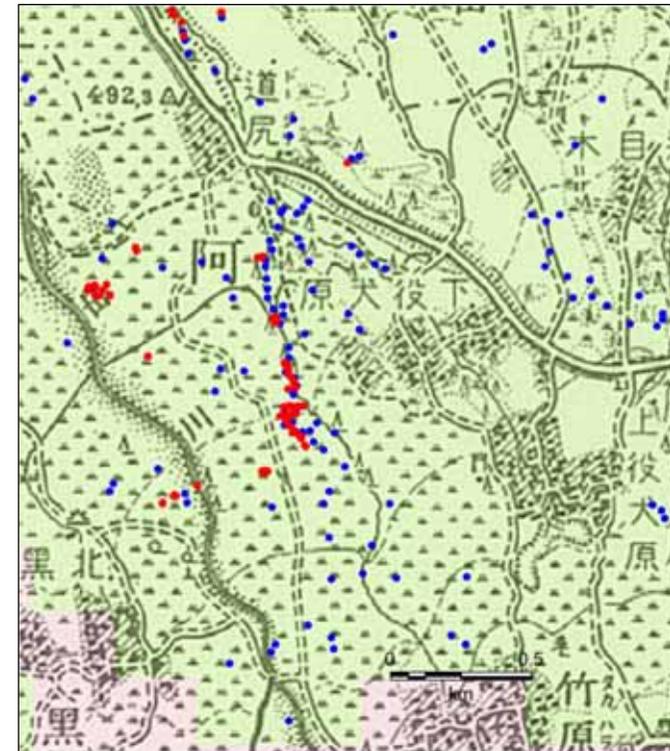


図13(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院空中写真正射画像(2016/4/16) Google Earth 画像(2016/4/15)による推定噴砂地点

明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点

● Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市役犬原付近

(丸数字は図13の地点番号)



4棟のビニールハウスを地割れが通過、ハウスの中は陥没・噴砂



阿蘇市役犬原付近

(丸数字は図13の地点番号)



阿蘇市役犬原付近

(丸数字は図13の地点番号)



の拡大図 (地理院地図2016/4/16撮影正射画像)



阿蘇市役犬原付近

(丸数字は図13の地点番号)



阿蘇市一の宮町中通付近

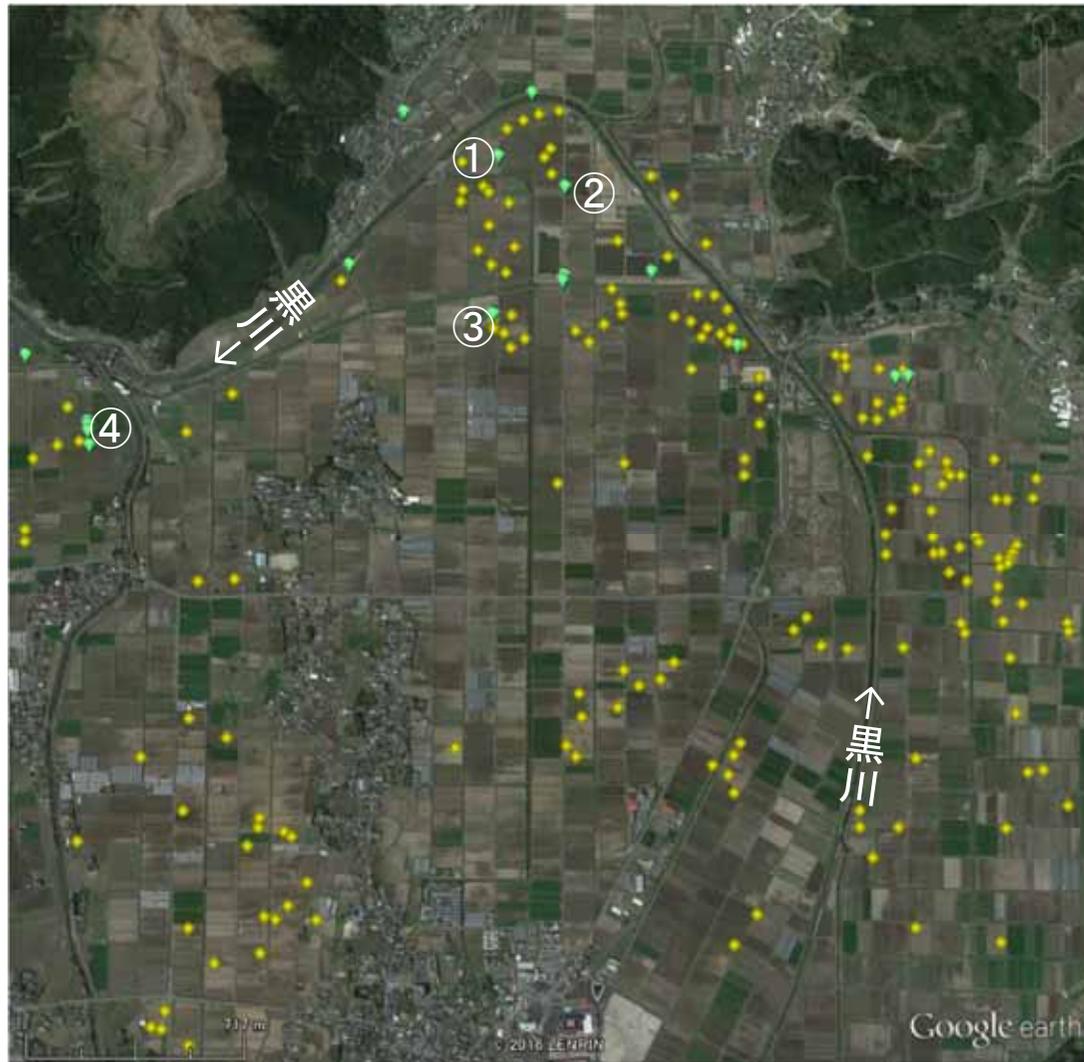
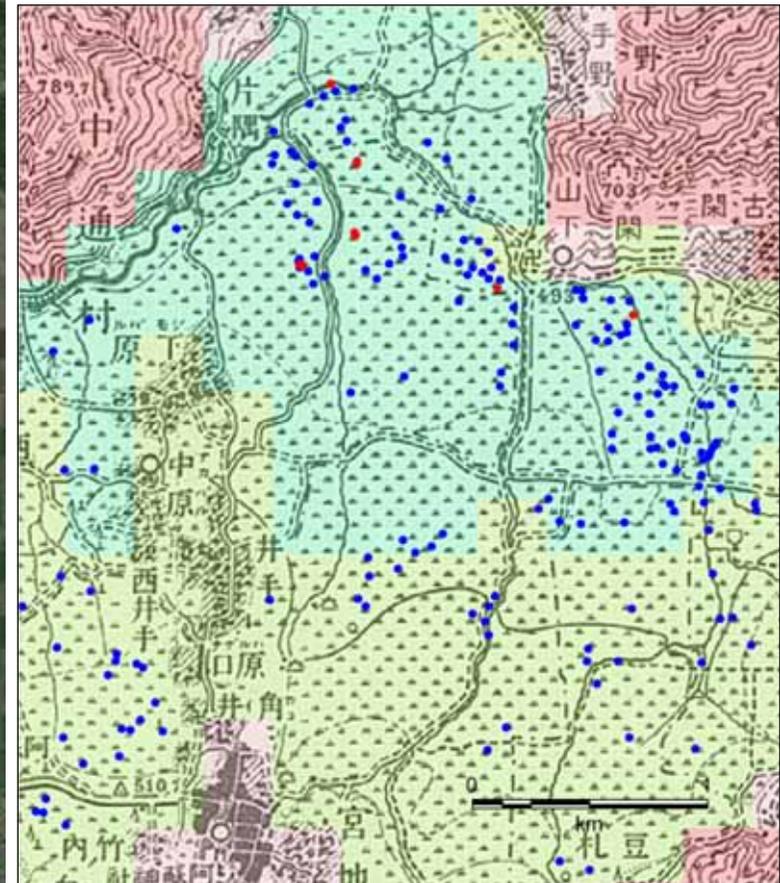


図14(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16)
Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

黒川の後背湿地と火山山麓扇状地の両方で噴砂が見られた。噴砂が集中している所と少ないところがあるが、噴砂の疎密の原因は不明である。



明治35年測量1/5万「宮地」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市一の宮町中通付近（丸数字は図14の地点番号）



図15 南阿蘇村における調査ルートと噴砂地点



南阿蘇村河陰付近 か いん

噴砂は白川の谷底低地に集中して発生しているが、阿蘇市のように噴砂の密度は高くない。



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: 地理院正射画像(2016/4/16) Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

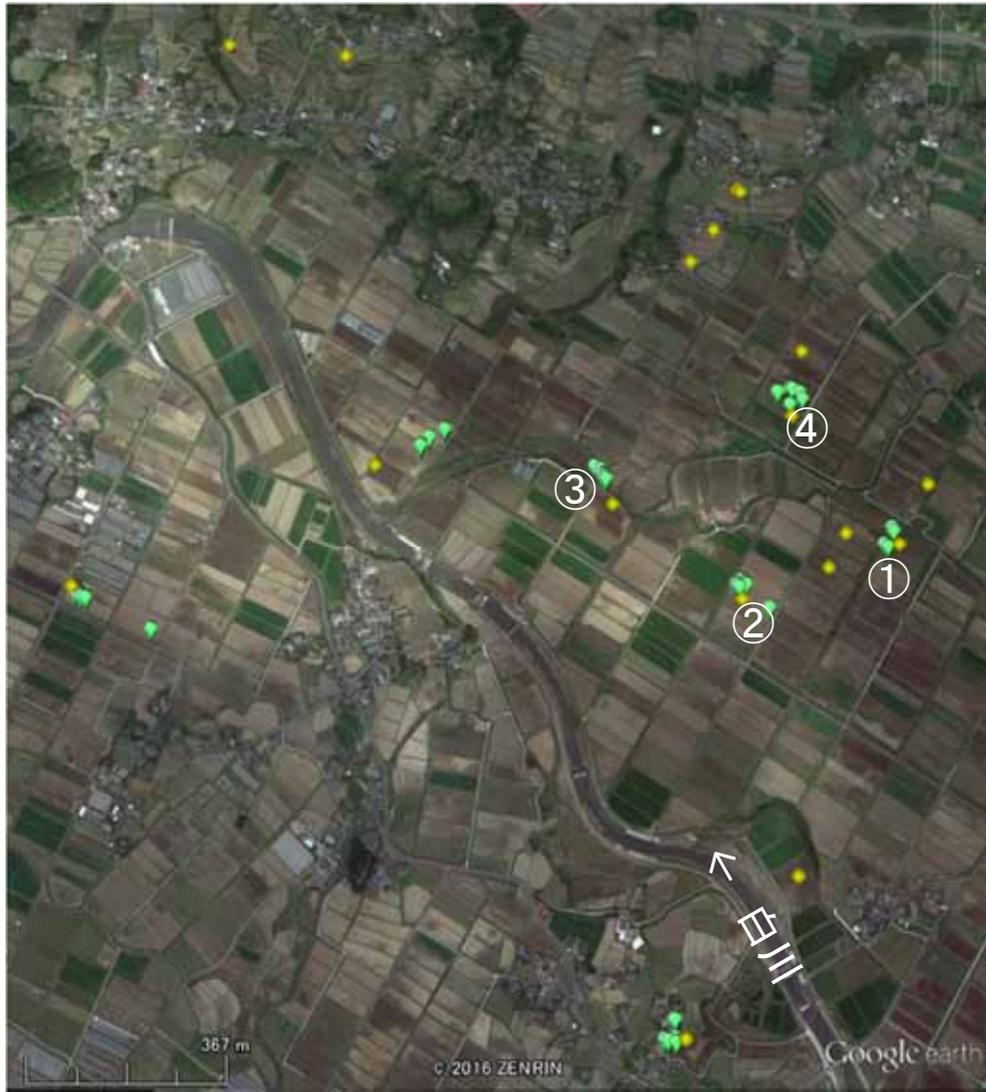


明治35年測量1/5万「宮地」「高森」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

南阿蘇村河陰付近 (丸数字は図16の地点番号)



南阿蘇村^{かよ}河陽付近



噴砂は白川の谷底低地で多く起きているが、川との比高が高い砂礫質台地でも噴砂が認められた。

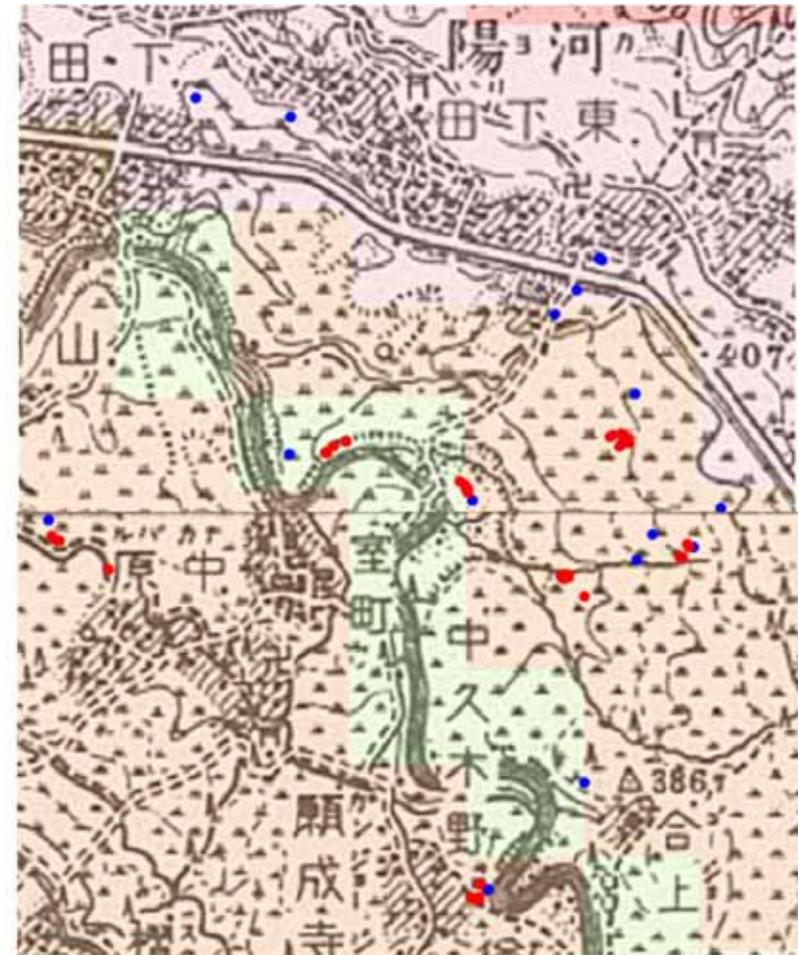


図17(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 噴砂撮影地点、黄色丸: 地理院正射画像(2016/4/16) Google Earth 画像(2016/4/16)による推定噴砂地点

明治35年測量1/5万「宮地」「高森」、●噴砂撮影地点
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

南阿蘇村河陽付近 (丸数字は図17の地点番号)



阿蘇市狩尾付近(液状化以外の被害)



図18(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 写真撮影地点、白線: 主な地割れ、

落差のある地割れが多数発生した狩尾付近は、火山山麓扇状地の扇端部で、后背湿地との境界にあっている。旧版地形図を見ても旧河道は見当たらない。扇状地扇端で地下水位が浅いと推測されるが、大規模な地盤変状が発生した原因は不明である。



明治35年測量1/5万「宮地」、-地割れ
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市狩尾付近(液状化以外の被害)

(丸数字は図18の地点番号)



阿蘇市内牧付近(液状化以外の被害)



図19(背景図は2016/4/15撮影Google Earth画像)

緑色アイコン: 写真撮影地点
白線: 主な地割れ、

被害地は、内牧の自然堤防の南側の後背湿地に位置している。旧河道等は見当たらない。水田を宅地にした際に盛り土されていると思われるが、ここだけ過大な地盤変位が発生した原因は現時点では不明である。



明治35年測量1/5万「宮地」、-地割れ
●Google Earth 2016/4/15画像判読による噴砂地点
微地形区分の凡例は、p.4の図2と同じ

阿蘇市内牧付近(液状化以外の被害)

(丸数字は図19の地点番号)



まとめ(暫定)

- 4月14日21時26分頃の前震で震度4ないし5弱(一部5強)、4月16日1時25分頃の本震で震度6弱(一部6強)により、阿蘇市と南阿蘇市では液状化が見られた。
- 阿蘇市では農地に極めて多数の噴砂(液状化)が認められた。延長が数百mから1km以上に達する地割れも見られたが、噴砂を伴った地割れと噴砂がなかった地割れの2種類あった。
- 南阿蘇市では、農地に噴砂が見られたものの、阿蘇市に比べて数が少なく、噴砂量も少なかった。
- 阿蘇市と南阿蘇村の噴砂の現れ方は、微地形区分の違いによるものと推測される。阿蘇市では、黒川の後背湿地で噴砂が最も多く、次いで阿蘇火山の山麓扇状地に多かった。南阿蘇村には、後背湿地や扇状地はなく、低地は白川の狭い谷底低地のみである。谷底低地の両側は、標高がやや高い砂礫台地(段丘)となっている。噴砂は谷底低地に多く、砂礫台地でも少数認められた。阿蘇市と南阿蘇村の火山山麓地では噴砂は認められなかった。
- 液状化被害としては、農地、農業施設(農道・水路・ビニールハウス)、護岸の被害が甚大で、住宅の液状化被害は確認されなかった。