

〈静岡県高等学校生徒理科研究発表会 最優秀賞〉(第54回日本学生科学賞 入選2等)

(第54回静岡県学生科学賞 教育長賞)

3 平成21年8月11日の駿河湾の地震により 発生した液状化の形態と成因

1 動機

2009年8月11日午前5時7分に駿河湾を震源として、M6.5の地震が発生した。この地震では静岡県内の牧之原市、御前崎市、焼津市、伊豆市で震度6弱の揺れを観測し、静岡県内を中心に死者1名、負傷者319名、半壊家屋5棟、一部損壊家屋7,913棟の被害が出た。一般に振動継続時間、周期が短い地震では液状化が起こりにくいと言われているが、今回の地震では噴砂(液状化)が静岡県牧之原市須々木の海岸で発生した。そこで、今回発生した液状化の調査を行い、地震との関係について調べた。また、発見した噴砂の原因を調べた。

2 目的

発生した液状化の形態を調べる野外調査や聞き取り調査を行い、発生する原因を調べる。

3 現地調査

静岡県牧之原市須々木の海岸に沿う畑で発生した液状化の現地調査を地震発生後の2009年8月16日から9月1日にかけての数日間に行った。今回は、液状化による噴砂跡が狭い範囲で多く見つかったため、噴砂跡を中心に調査した。発生地域の緯度、経度は図2に記した通りで、地形的には大井川河口と御前崎の中間の駿河湾に沿う砂堤列の間の堤間湿地である(図15参照)。なお、液状化発生地点は震度6弱であった。

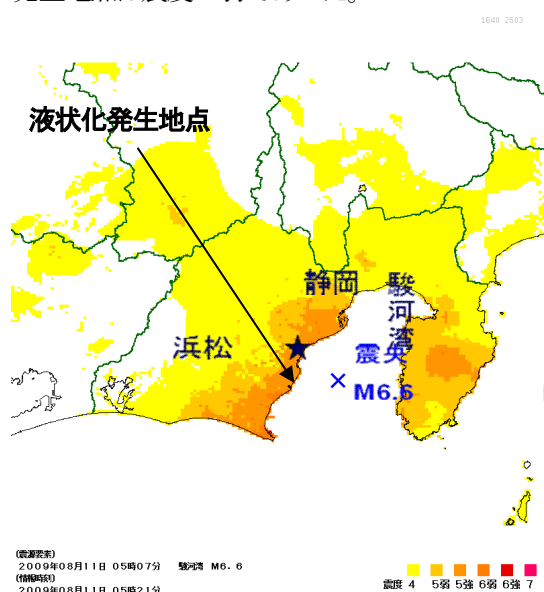


図1 液状化発生地点
(気象庁HPに加筆)



図2 液状化発生地点



図3 集合する噴砂No9, 10, 11(スケールは1m)

調査によって明らかになった噴砂跡は29箇所であった。図4は噴砂跡に番号をつけ、地形図に表したものである。図中の黒丸が噴砂孔、黒丸の廻りの線が噴砂の広がった範囲を表している。噴砂跡は東側に向かって緩やかに傾斜する微高地の北側と南側の斜面上に分布している。噴砂孔の直径は10～140cm、深さは3～65cm程度であるが、大きな噴砂と小さな噴砂の2タイプに分かれる。また、集合した噴砂(図3)、配列した噴砂(図5)、地割れを伴う噴砂(図6)等、様々な形態の噴砂が発生した。噴砂の広がりには100～500cmで、完全な円形ではなく、長軸方向が東に伸びた楕円形～火の玉形のことが多い。これは地形面が東へ緩やかに傾斜しているため、噴出物が東に向かって流れたためと思われる。噴出した砂の厚さは数cm程度である。また、図7,8より噴砂丘の直径と高さ、噴砂孔の直径と噴砂丘の直径には正の相関があることが分かった。

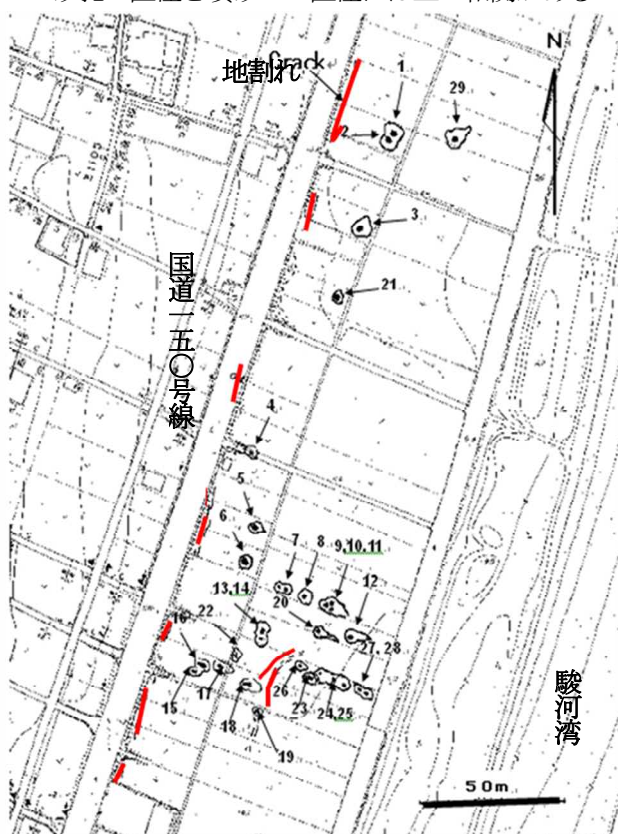


図4 液状化と地割れの分布



図5 配列する噴砂No23, 24, 25(スケールは1m)



図6 地割れを伴う噴砂No3(スケールは1m)

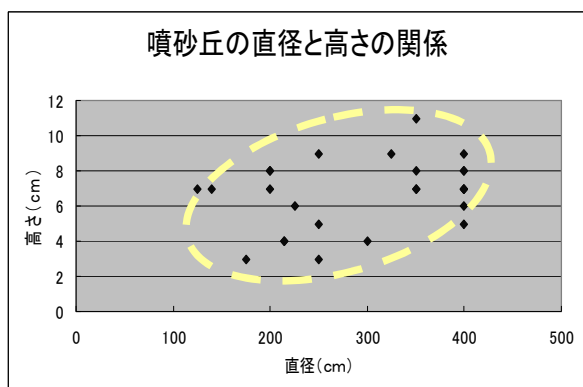


図7 噴砂丘の直径と高さ

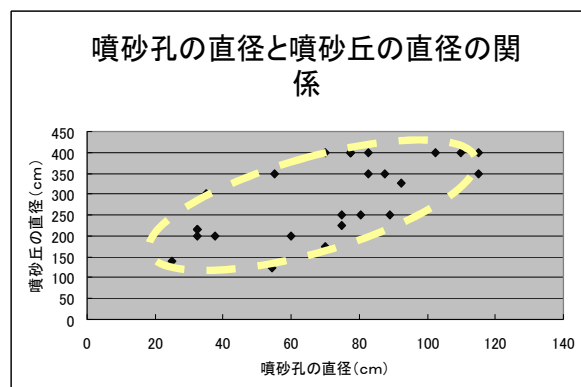


図8 噴砂孔の直径と噴砂丘の直径

4 噴砂の断面

噴砂孔No23の断面構造を調べるため、噴砂孔から約2mにわたって深さ30cmのトレンチを行った。この結果、図11より、中心から遠くなるにつれ、噴砂丘の最も高いところから、なだらかに低くなっていることがわかる。この形状は成層火山やクレーターの形状と似ている。図12は、噴砂の粒経を中心からの距離毎に表したものである。細粒な砂は噴砂孔の近く、粗粒な砂は噴砂孔から遠いところに分布し、分級していることが分かった。また、図13の通り、噴砂の砂脈が耕作土の割れ目に注入して噴出した様子が見られる。

噴砂孔No23断面図

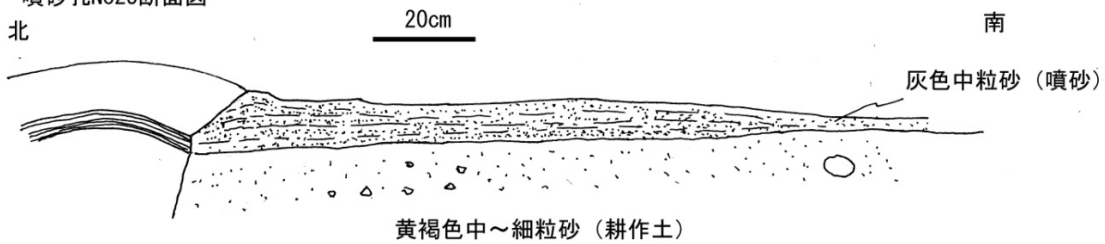


図9 噴砂孔No23断面図



図10 噴砂孔No23断面

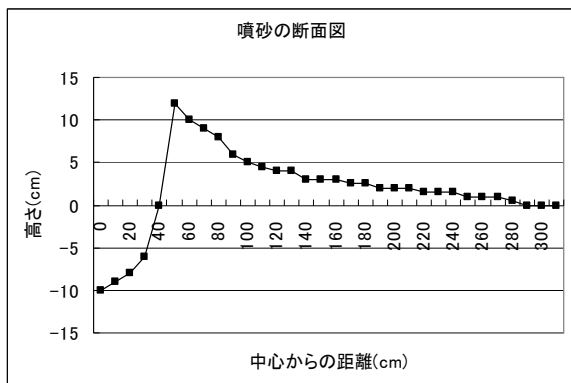


図11 噴砂孔No23の断面の様子

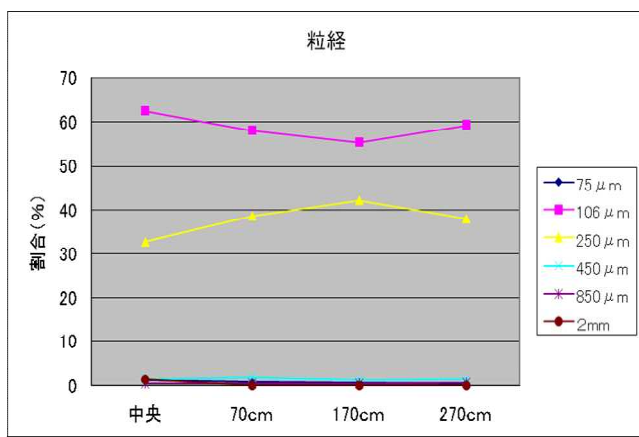


図12 噴砂の粒径



図13 噴砂孔の砂脈

図14は地割れ、図4の線は地割れの分布を表しており、図17の通り地割れは噴砂の西側の道路と平行に南北方向に走り、東側に向かって階段状に陥没していた。このことから、東へ向かって側方流動化したことが推定される。また、聞き取り調査により、噴砂が発生した場所は、10年位前に3mほど掘って、外部から土砂を持ち込み、約2m埋め立て、その上に耕作土を乗せたことや、噴砂が発生した場所は雨が降ると常に水が溜まること、平常時の地下水位は地表下1m位で塩気のない水が出るということが分かった。以上のことおよび埋め立てをしなかった場所は噴砂が発生しなかったことを総合すると、図16のとおり、液状化は地下水位の高い埋め立て土砂からなる人口地層で発生したことが推定される。



図14 地割れ

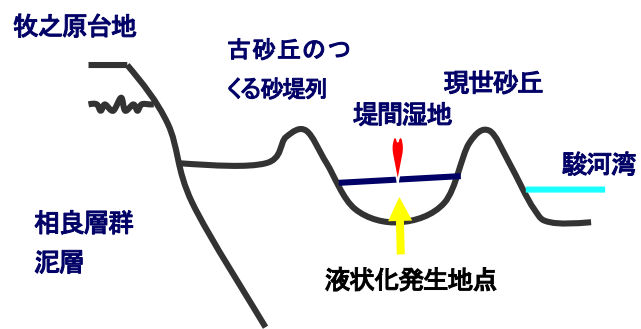


図15 模式地形断面図

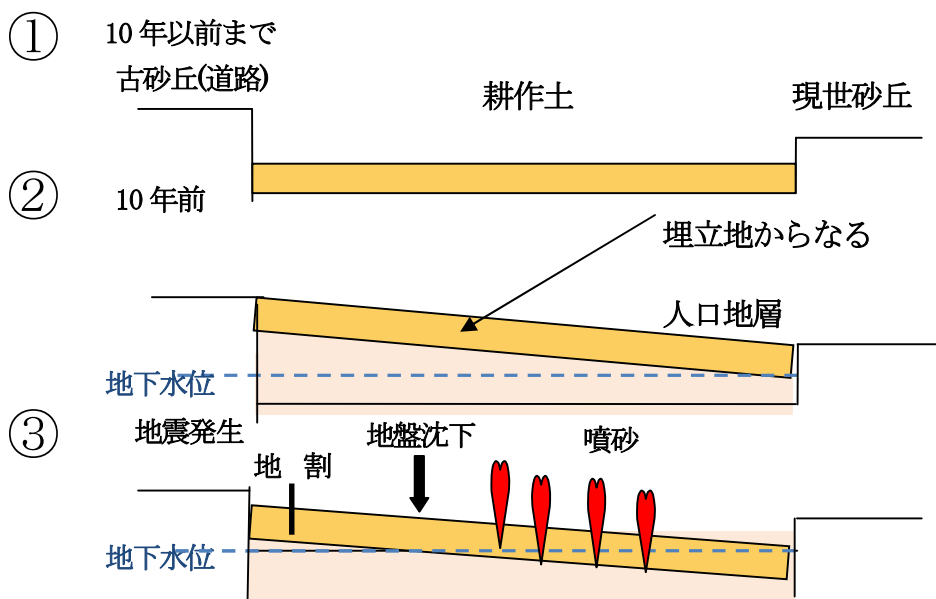


図16 液状化が発生した畑のモデル図

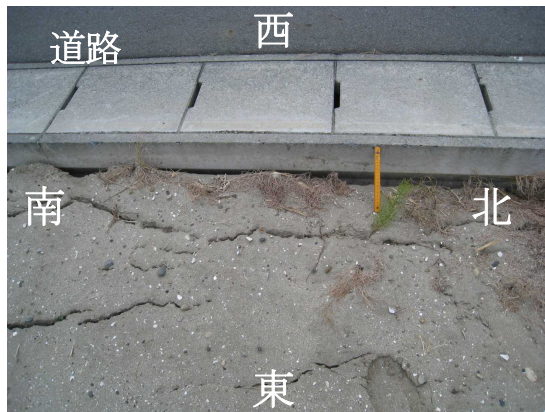


図 17 液状化による地盤沈下と地割れ



図 18 液状化跡に見られる乾痕

5 結論

噴砂跡を 29 箇所発見した。発見した噴丘の平均直径は 263 c m、高さは 6.6 c m、噴砂孔の直径は 69 c m、噴砂孔の深さは 27 c m であるが、大きな噴砂と小さな噴砂の 2 タイプがある。噴砂は海岸線に平行な現世砂丘と古砂丘の砂堤列の堤間湿地で発生した。聞き取り調査より、噴砂が発生した場所は、10 年位前に 3m ほど掘って、外部から土砂を持ち込み約 2m 埋め立て、その上に耕作土を乗せたことや、噴砂が発生した場所は雨が降ると常に水が溜まること、平常時の地下水位は地表下 1m 位で塩気のない水がでることが分かった。以上のことおよび埋め立てをしなかった場所は噴砂が発生しなかったことから、液状化は地下水位の高い埋め立て土砂からなる人口地層で発生したことが推定される。

7. 今後の課題

- (1) 液状化発生地点の地質構造の解明(ボーリング・トレンチ)、地下水位の正確な測定をする。
- (2) 液状化と地震動との関係を明らかにし、液状化発生条件を調べる。

参考文献

青島・土屋；平成 21 年 8 月 11 日の駿河湾の地震により牧之原市須々木で発生した液状化，地質学雑誌，第 116 号，第 3 号，2010