

完新統海岸砂丘の砂丘間低地における液状化 - 流動化現象の機構解明と今後の 強震動・被害予測上の問題点 - 1987 年千葉県東方沖地震時の山武市本須賀での例

風岡 修 佐藤光男* 大澤裕之* 吉田 剛 古野邦雄 楠田 隆 香川 淳 酒井 豊
原 雄* 香村一夫* 佐藤賢司* 楡井 久*

(* : 伸光エンジニアリング(株) + : 元千葉県水質保全研究所地質環境研究室)

1 はじめに

1987 年千葉県東方沖地震の際、九十九里平野では海岸に沿う砂丘の砂鉄採取跡を中心に噴砂が分布した (Nirei et al., 1991)。2004 年新潟県中越地震・2007 年新潟県中越沖地震時には海岸砂丘の内陸側低地の自然地層上で液状化 - 流動化現象が確認された (風岡ほか, 2007) ことから、千葉県東方沖地震時での同様な現象の見直し行なった結果、白子町剃金 (風岡ほか, 2009) の他に、山武市本須賀の海岸砂丘の内陸側低地での自然地層の液状化 - 流動化が推測された。そこで、被害地点を中心に無被害部分も含めて詳細調査を行い、自然地層における液状化 - 流動化のメカニズムを明らかにした。また、調査の過程で従来のデータにはない上総層群が谷状に大きく削り込まれた上に、厚い沖積層が分布する (“沖積の谷”) 部分が見つかった。これら調査結果は、今後の地震動予測や地震地質災害予測とその予防にとって重要である。

2 調査と結果

調査地の山武市本須賀は九十九里平野中部の海岸部にあり (図 1)、現在の海岸砂丘の内陸側斜面下部に位置する。海岸砂丘の尾根は調査地の東約 200m にある。作田川は本調査地の南西約 2km にあり、九十九里平野の中では海岸砂丘から波打ち際までの距離が数百 m と離れている。また、この河口の片貝漁港では堆砂のためしばしば浚渫されている。これらより、この付近の海岸は成長しつつあることが推測される。

さて、調査地では本地震時には河角の震度階 7 で揺れ (Nirei et al., 1991)、家屋自体には瓦屋根の被害はなかったものの、家屋の東の庭に小規模な噴砂が、西の庭では浄化槽が浮上した。この近くの道路沿いの水路工事の際の掘削断面 (海岸線に平行) において、厚さ 80cm の人工地層の下位には砂鉄ラミナの発達する MY 層 (沖積層) 最上部層上半部がみられた。また、当地の在住者よりこの付近では砂鉄採取は行なってい

ないとの証言もあり、被害地は自然地層と推測された。

そこで、噴砂部分を含め 2m メッシュの交差点において深度 5 ~ 7m の簡易貫入試験 (筑波丸東株製の斜面調査用簡易貫入試験機を使用) をおこなった。また、深度 40m までのボーリングを行い、可能な限りのオールコア採取、P-S 検層を行なった。以上のことから、本地域の完新統の地層の積み重なりと液状化 - 流動化現象について上位層からまとめると以下ようになる。なお、地層の分布深度は場所によって異なる。

人工地層：深度 0.0 ~ 0.6m に分布し、 N_c (簡易貫入試験値) = 8 ~ 20 とやや硬く、植物片や中礫大のシルト岩礫を 5% 程度含む泥まじりの黄褐色の細粒砂層を主体とする。頂部には有機質な土壌化した部分がみられ、軟らかい。

MY 層最上部層：深度 0.4 ~ 4.6m に分布。 N_c = 8 ~ 20 のややゆるい ~ 中位の細粒砂層を主体とし、深度 2m 付近で上部と下部に分れ、上部は砂鉄ラミナが、下部は砂鉄ラミナや貝殻片ラミナが発達する。自由地下水面は深度約 90cm にある。層相や地表形態より、上部は砂丘、下部は波打ち際に堆積した地層と推定される。

上部は N_c = 8 ~ 10 程度でまれに N_c = 12 ~ 15 程度の硬い貝殻密集層が側方へ連続する。下部は N_c = 10 ~ 15 程度で N_c = 15 ~ 20 の薄い貝殻密集層が側方へ連続する。そして、この上部の一部には、 N_c = 0.3 ~ 4 とごく緩い部分がみられ、この中には噴砂位置と一致するところがあることから、ここが液状化 - 流動化した部分と推定される。また、この部分は、B 層の基底面深度が谷状に深くなる部分に一致している。

MY 層上部層：深度 3.4 ~ 9.0m に分布。 N_c = 28 ~ 60 の貝殻片まじりのきれいな (泥質分の少ない) しまった中粒砂層を主体とする。基本的には N_c = 28 ~ 40 のしまった砂層中に N_c = 32 ~ 60 の貝殻片密集層が側方へ連続する。また、きれいな細粒砂層や貝殻片質な粗粒砂層も挟まれる。深度 7.02 ~ 7.06m および深度 8.20 ~

8.50m には直径 0.5mm 大の白色の発泡のよい軽石質火山灰を含む。層相より前浜上部に堆積した地層と推定される。

MY 層中部層：深度 9.0～20.4m に分布し、貝殻片ラミナを挟む淘汰が極良いきれいなしまった極細粒砂層からなる。層相より、前浜下部～沖浜に堆積した地層と推定される。

MY 層下部層：深度 20.4～24.0m に分布し、淘汰が極良いしまった粗粒シルト層から構成され、5mm 大の殻の薄い貝化石がラミナとして挟まれる。層相より、沖浜に堆積した地層と推定される。

MY 層最下部層：深度 24.0～40.0m に分布。なお、本層の基底は未確認である。粘土質シルト層を主体とする。深度 29m を境に弾性波速度が異なる。

3 まとめ

今回の調査で、以下のことが明らかとなった。自然地層でも S 波速度が 150m/s 程度の砂層が九十九里平野の新砂丘上に分布しているところがあり、1987

年千葉県東方沖地震時にはこれら地層が厚い部分で液状化が発生した。新たにみつかったウルム氷期の谷上で液状化・流動化被害があった。開削により構造物を地下に設置したものが、隙間の埋め戻し部分が地震時に液状化し浮上したものと推定された。特に、

に関しては、地震動予測を既存データをもとに詳細に行なっても、ウルム氷期の谷の存在によって、実際はまったく違った被害となることをわれわれに教えてくれた。過去の地震時の被害箇所でのボーリング調査は、まだみつかっていないウルム氷期の谷の検出によって効率的な調査となり得るであろう。

引用文献：風岡 修ほか：第 19 回環境地質学シンポジウム論文集，地質汚染 - 医療地質 - 社会地質学会，52-58 (2010)。

風岡ほか：第 17 回環境地質学シンポジウム，地質汚染 - 医療地質 - 社会地質学会，169-174 (2007)。

楡井ほか (英)：地質学論集，35 号，日本地質学会，31-46 (1991)。

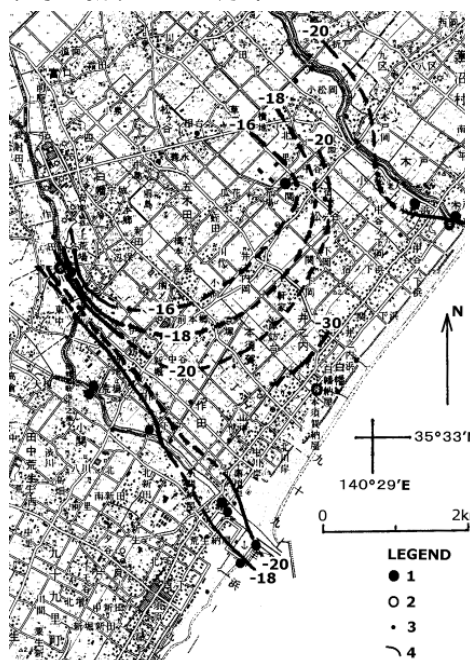


図 1 調査位置と山武市本須賀周辺の沖積層基底面推定分布図。1：上総層群到達孔。沖積層の基底は砂層。2：上総層群到達孔。沖積層の基底は泥層。3：上総層群未到達孔。4：沖積層基底面推定標高等値線。

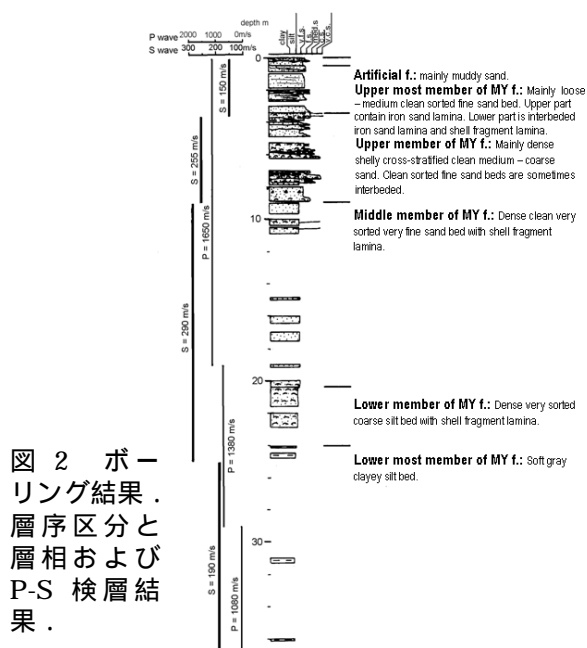


図 2 ボーリング結果。層序区分と層相および P-S 検層結果。

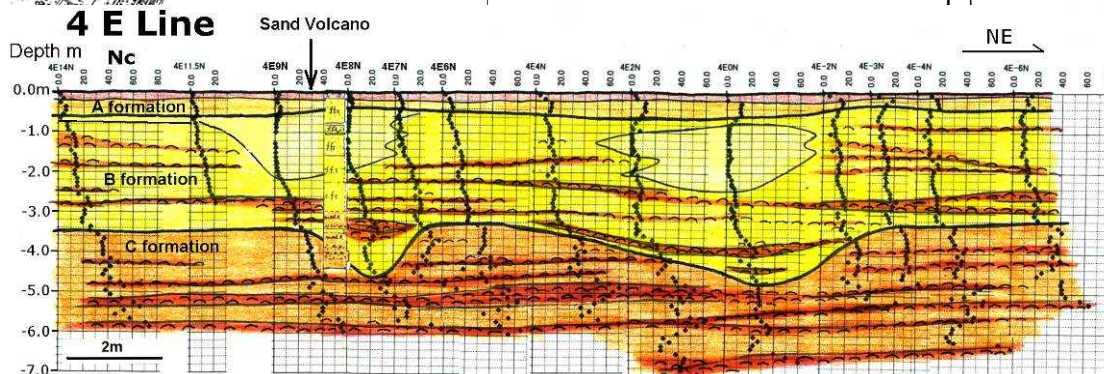


図 3 簡易貫入試験を基にした地質断面。A 層は人工地層。B 層は MY 層最上部層。C 層は MY 層上部層。