

陸前高田での津波による松原消失と液状化の関連について

中央大学理工学部都市環境学科 國生剛治

2011年10月14日—15日で本学の谷下雅義教授に誘われ、2011.3.11の津波で最後の1本を残して7万本の松すべてが失われた陸前高田の松原を訪れた。本学で造園学の兼任講師をお願いしている辻野先生、また助教の金澤先生とも同行させていただいた。

今回の津波では宮城県野蒜海岸など他地点でも松原が津波の大きな被害を受けたが、これだけ壊滅的被害を受けた場所は他には見られないようである。地元の「松原を守る会」では最長で350年もの歴史を誇った郷土の誇りを復活させる活動を開始しているが、将来の津波に生き残る松林の復元のためには、高田ではなぜこのような壊滅的被害が起きたのかを理解しておく必要がある。

松原が壊滅した理由の一つに砂地盤の液状化が関わっている可能性が指摘されており、その点について明らかにすることが目的である。そのため、松原の現地踏査、地震時に松原にいて液状化を目撃した方へのインタビューなどを行った。

1) 現地踏査

図-1(a)は被災前、(b)は被災後のGoogle衛星写真である。

松原のあった長さ2km幅250mほどの陸地の6~7割が海面下に没し、以前は松原の背後にあった古川沼が海と直接つながってしまったことが分かる。これにはこの一帯での地殻変動による地盤沈下の影響が大きいと考えられるが、さらにその後の台風の波浪の影響でさらに陸地が減少したとのこと。10月14日時点では図-1(b)より旧松原の中央部はさらに海面が広がり、広田湾に面した西寄りの海岸も旧護岸線より50mほど後退していた。

図-1(b)のGoogleマップ上に示すルートに沿い、国道45号線沿いにある三角形の建物の最上階(6F)を残して津波に覆われた道の駅(写真-1)を出発し、「守る会」会長などにご同行・ご説明頂きながら徒歩で津波後に残された松原西側の跡地を踏査した。

地盤は細粒分の少ないクリーンサンドから成っている。その岸沿いには波に洗われて転がった松の根や、まだ先端部を地中に残して直立した松の根が多数見られた(写真-3~9)。残った土地の前面には多数の幹の下部がほぼ直立状態で残されて立っており、根回りの土は数10cmの深さであらゆる方向に掘り下げられていた。水の流れによる洗掘が原因と考えられる。それらの松の幹はかなり太い(直径30cm以上)にも関わらずすべて凶暴に折られた跡があり、その方向は陸側・海側様々で(半々程度か?)、押し波・引き波の両者が原因と考えられる。折られた松の上部はすべて流され、周辺に見当たらない。残った土地の背面側は松の幹はほとんど残されておらず、一面の草に埋もれていて明確には確認できないが根っこが抜けてできる窪みも目立たずほぼ平坦のように見えた。被災前の松原の分布がここまで及んでいたことは図-1(a)から読み取れるので、この部分の松は根こそぎ抜けて津

波に運ばれ、根っこ穴は砂で埋められた可能性がある。また、最近植えた細い松も多数あったそうだが、その幹はどの場所にもほとんど見られない。帰りには海中に半分没したユースホステルの傍に立つ一本松に立ち寄ったが、既に枯れはじめているとのことであった（写真-11～12）。帰路に通過した場所に松の倒木専用の集積山があったので、根っ子ごと抜けた松の長い幹はないか探したが、鋸で切断され根の付いていないものが多かった（写真-13～14）。ただし、引っこ抜かれた根だけのものは少数見られた（写真-9）。

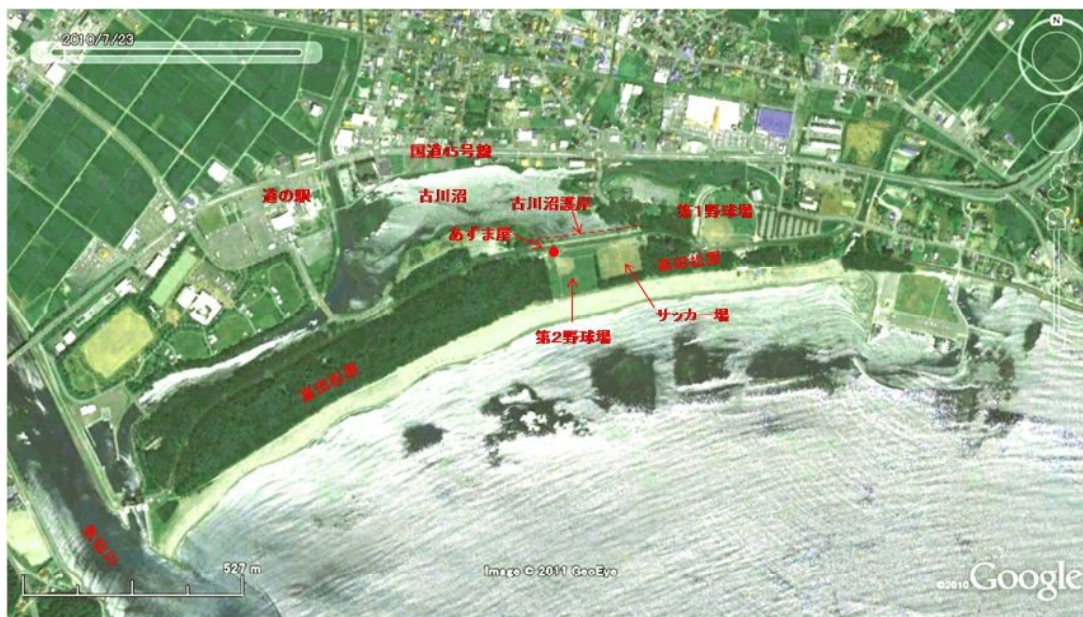


図-1(a)被災以前（2010.7.23）の高田松原



図-1(b) 被災後（2011.4.1）の高田松原

道の駅に戻ってから松原の東側まで車で移動し、第一球場の傍の残された土地を見た。第一球場は水面下に没し、周りの松の木は全く残っておらず、残された RC 建物に接する埋戻し土の沈下や舗装の波打ちなど液状化の形跡が残されていた(写真-16)。

2) 液状化目撃者へのインタビュー

「守る会」会長のご紹介により、地震発生時に松原の付近におられて液状化発生を目撃した千田勝郎氏を探し当て、避難所で以下の要旨のお話を伺うことができた。

- ・ 地震当日、松原へ向かって橋を渡っている時に、古川沼の水が干上がって、日頃よく見かけるカラスや水鳥の姿が見えず、変だと感じた。
- ・ 古川沼沿いの道を歩きながら、第 2 球場の向こうに広がる広田湾沖合を見たところ日ごろ見えない黒い山のような塊が見えた。
- ・ 第 2 球場の端にあるあずま屋で休んでいる時に地震にあった。揺れは 5 分くらい続いたが、揺れ始めから 30 秒～1 分で野球場グラウンドの 5 か所くらいから泥水が吹き上げはじめ、最大 5m も吹きあがった。
- ・ そのうちに古川沼護岸沿いでも噴水噴砂が起き、コンクリート波返しを次々とひっくり返し、護岸沿いの道もガタガタになった。古川沼の底からも噴砂が起きた。
- ・ (第 2 球場の隣に広がる松原の中で噴水・噴砂現象は目撃したかとの問いかけに対し) 見ていない。
- ・ (ちなみに千田さんは高田松原の監視員をされ、松原は良く巡回されていたとのこと) 当日松原には道路工事作業員など働いている人がかなり居たが、自動車避難したようだ (他にも目撃者が見つかるかもしれない)。
- ・ 千田さんは揺れがおさまってから松原から走って避難を開始し、一度は津波に掴まれたが打撲を負いながらも奥様ともども何とか助かったとのことである。

3) その他

辻野先生や「守る会」のメンバーの方などから、以下の情報を得た。

- ・ ここはクロマツ・アカマツなど 7 万本からなる東北随一の松原であったが、1 本を除いて壊滅した。樹齢は 200～300 年程度、若木も多数植わっていた。
- ・ 松の根は海水に弱くて地下水面下にはあまり深く伸びられないとのこと。松原の地下水位はボーリングデータからは 1～2m 程度であり、根の深さは散乱した根の観察によれば 3m 程度であった。
- ・ 松林の古川沼沿いの遊歩道際での標準貫入試験では、地表 1～2m を除き 7～10m まで N 値は 10 前後である。
- ・ 1960 年チリ地震津波の時に、松原のサッカー場・第 2 野球場の付近の松原は破られ、その後松原のこの部分はスポーツ施設に変わった (それ時にこの部分は埋立てられた可能性あり)。

- ・ 津波はまず気仙川を遡上し、つぎに松原を越えてきた。津波は真っ黒な色をして、泥を巻き上げているようであり、その上の空気中には黄色の気体が立ち込めていた。
- ・ 津波の第 1 波で松原の梢は完全に海水に没し、その後、次々に押し寄せる津波で暗くなるまで水位は高い状態が続いたとのことである。
- ・ 陸前高田市前面の広田湾は他の三陸海岸と異なり南南東に向いているため、今回の津波の波源域のエネルギーが入り易かったせいか、破壊エネルギーが特に大きかったと市民は感じている。一方、1933 年昭和三陸津波の時は波源が北に偏っていたため、高田の被害は小さかった。今回の津波では他の地域のように津波で家屋が流されていくより、津波が当たったとたんにその場で立て続けに破壊された。

4) まとめ

以上より、松原の壊滅的被害を説明できる可能性をまとめると：

- ・ 津波のエネルギーが他地点より大きかった可能性あり。また津波の高さは、海岸近くの 5~6 階建て RC 建物が 5~6 階まで窓が破壊されていることから、15~18m 程度であり、これは松林を覆い尽くす高さであったと考えられる。
- ・ 地震動の大きさは、隣接する海岸都市の気仙沼 K-net で加速度 410~430 gal, 速度 20~27 kine, 釜石 K-net では加速度 630~700 gal, 速度 24~29 kine であったこと、地盤の N 値は 10 程度で、地下水位が地表から 1~2m と浅かったため、砂浜を構成するクリーンサンドが液状化した可能性は十分に考えられる。
- ・ 実際、目撃談により松原に隣接したグラウンドで液状化が起きたことは確かだが、そこは近年埋戻した地盤であった可能性あり。
- ・ 一方、松原の木々の根の付近で噴砂・噴水を目撃者は見つかっていない。地盤は松の樹齢 200~300 年かそれ以上の堆積年齢であり、年代効果により近年の埋戻し地盤より多少液状化しにくかった可能性あり。ただし、砂浜の砂はクリーンサンドであり、細粒分を多く含む砂より年代効果は発揮されにくく、液状化強度の割り増しの必要は小さいとも考えられる。一方、根っ子による補強効果についてほとんど研究例を知らず、現時点で不明。
- ・ 幹が折れた松が存在する一方で根も残さず消失している松も多いと思われる。引き抜かれた根っこだけが残されたものは多少見られた。少なくとも幹が折れた松については液状化の影響はなかったことは確実。一方直接的証拠ではないが、地盤強度が大きく失われる液状化のような現象を想定すればそれ以外の多数の松の木が根ごと消えた原因を説明できる可能性は残されている。

最後に、この調査に誘っていただいた谷下先生、松の生態などについて教えていただいた辻野先生、現地で案内や情報をいただいた「高田松原を守る会」の鈴木会長や多くのメンバーの方々、貴重な目撃談を聞かせていただいた千田様に心より御礼申し上げます。



写真-1 道の駅 高田松原：最上階（6F）際まで津波がきたとのこと。



写真-2 道の駅の東側にあるホテルの前面は松原が消え外海と繋がってしまった。



写真-3 沖に見える防波堤のところまで海岸だった。



写真-4 台風などにより浜がさらに削られ根が海中に点在。



写真-5 残った松の幹はすべて波の力で折れており、陸向きと海向きがある。



写真-6 幹の根元は洗掘によりほぼ円形に掘り下げられている。



写真-7



写真-8



写真-9 深さ 3m ほどある松の大木の根



写真-10 古川沼よりの水面に没した松の幹



写真-11 折れた松と、ただ一本残った一本松の遠景



写真-12 ただ一本残った一本松だが、枯れはじめているとのこと



写真-13 松の倒木集積場.



写真-14 根の付いた倒木は少ない.



写真-15 第1野球場そば遠方の集合住宅は5階以上まで津波で被災している.



写真-16 第1野球場そばの建物際の舗装には液状化の痕跡がのこされている。

以上