

日本海中部地震における 液状化現象と地形特性

工 藤 真由美

1. は じ め に

1983年5月26日、北緯40.4度、東経138.9度付近でマグニチュード7.7の地震が発生し「日本海中部地震」と名付けられた。この地震によって秋田・青森両県にまたがって多大な被害が発生したが、青森県においては農業用水路、水道施設の欠損、港湾岸壁陥没、防火水槽浮上、水田の浮苗・土砂流入、家屋の全半壊などが見られ、被害総額は518億円に上った。これらの地盤災害は液状化現象に起因するものが多かった。

液状化現象が発生するためには、震度5以上の地震の強さがあること、形成年代が新しく砂の密度がゆるいこと、砂の粒子が直径1mm以下でそろっていること、地下水位が高いこと、という限定された地盤条件が必要である。これらの地盤は、地表形態の特徴によって条件が整えられると考えられるが、これまでの研究では液状化現象の発生を地形との関係から考察したものは十分とは言えない。そこで牛潟以北の津軽屏風山地域を対象として、日本海中部地震における液状化現象の発生と地形条件との因果関係を明らかにし、液状化層の特色について知り得たことを報告する（対象地域は図1）。

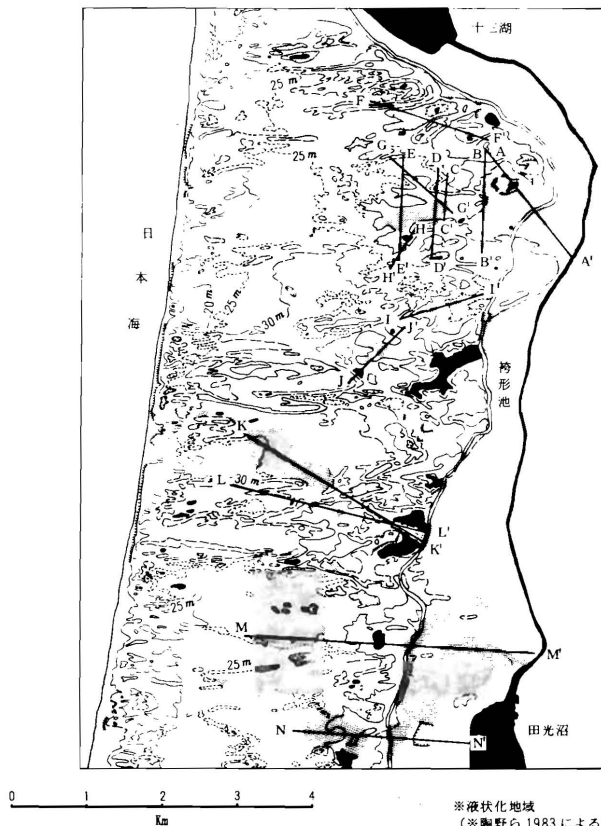


図1 対象地域の等高線図
ならびに縦断面位置図

2. 地 域 の 概 観

(1) 地 形

屏風山砂丘地域は青森県の西部に位置し、鱸ヶ沢から七里長浜を経て十三湖までの南北約 30 Km, 東西 4～5 Km 間に発達している。この砂丘地域は、袴形池西方住古之木嶺に代表される丘陵状砂丘地、それに囲まれるように存在する平原状砂丘地、最北端の十三湖岸付近に見られる浜堤状の砂丘地に分類できる。この地域の砂丘はW-E, NW-S E方向に伸びる縦列砂丘であり、しかも同じ方向に発達するヘアピン型砂丘やマンハ型砂丘, U字型砂丘などが多い。これらの砂丘地形の長軸方向は卓越風の方角と一致している。

(2) 地 質

砂丘はすべてが砂丘砂から構成されるのではなく、第三系の鳴沢層の上に下末吉海進時に形成されたと考えられる屏風山層が堆積し、更にその上部には洪積世に降灰したと考えられる岩木山火山灰に覆われた古砂丘砂が分布する。この古砂丘を覆って新砂丘砂が分布する。古砂丘砂は下末吉海進に続く海退期に、新砂丘砂は縄文前期の沖積世最大海進に続く海退期にそれぞれ堆積したものと思われる。

3. 液状化現象と微地形との関係

(1) 微地形分類

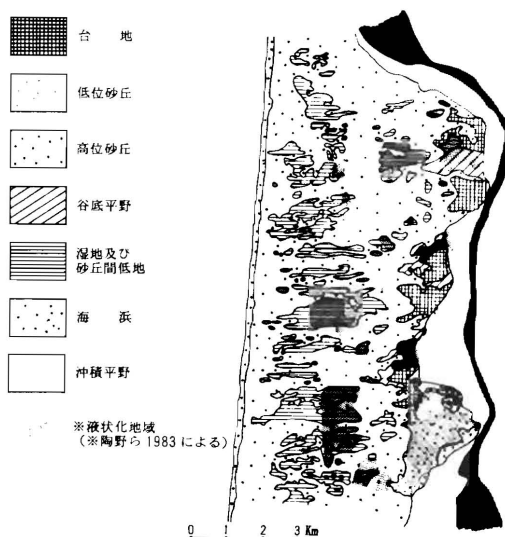


図2 微地形分類図と液状化発生地域

4万分の1空中写真の判読、現地調査により対象地域を、台地・低位砂丘・高位砂丘・谷底平野・湿地および砂丘間低地・海浜・沖積平野に分類した(図2)。そのうち、低位砂丘に分類した地域は、従来、出来島段丘面と対比されたり、中里・金木地域に発達する段丘面と対比されてきたが、両段丘の標高がこの地域の標高よりも高いこと、また図3に見られるように、ロームが見られない

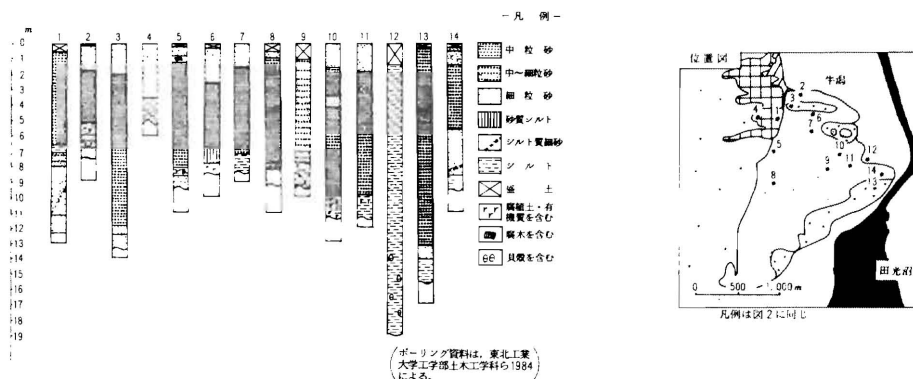


図3 ボーリング柱状図

地点が多かったり、10 m 以深におよんでも礫層が認められないという理由から、出来島、金木・中里の段丘との対比はむずかしいものと考えられる。形成過程については資料が少ないため判断しかねるが、細～中粒砂が厚く堆積していることから砂丘と見なし、この砂丘の西方に広がる砂丘とは連続性が悪いことから低位砂丘とした。

(2) 液状化現象の分布と考察

今回の地震で生じた液状化地域を図2の微地形分類図に重ねて表わした。これによると液状化したのは、湿地及び砂丘間低地、低位砂丘、谷底平野及び沖積平野であることがわかる。

湿地及び砂丘間低地で液状化した部分については、いずれも周囲を丘陵状の砂丘に囲まれた地域で、雨水が集まりやすく、保水力の良い泥炭が堆積しているために地下水位が浅く、液状化現象が発生しやすい状態にある。しかもこの地域は、昭和53年以降に畑作地として造成されたところでもあり、砂の密度がゆるかったものと思われる。次に同じ湿地及び砂丘間低地にあって、自然堆積した部分でも液状化が発生したが、ここは0.4 m 程のローム層が存在する車力村富滝の水田で、液状化後の地下水位は1 m 30 cm の深さにあり、ボーリング地点では噴砂口と考えられる範囲からの湧水が非常に多かった。噴砂口周辺に、ブロック状のロームが砂と一緒に散在していたことを考えると、ローム層下、しかも地下水位が1 m 30 cm ということからそれ以深の砂丘砂が液状化したと考えられる。この部分は谷にあたり雨水を集めやすいばかりか周囲に湿地・湖沼が多いことから地下水位が高いと思われる。次に低位砂丘においては、軟弱粘土層の上に発達し周囲もN値0の軟弱な沖積層に

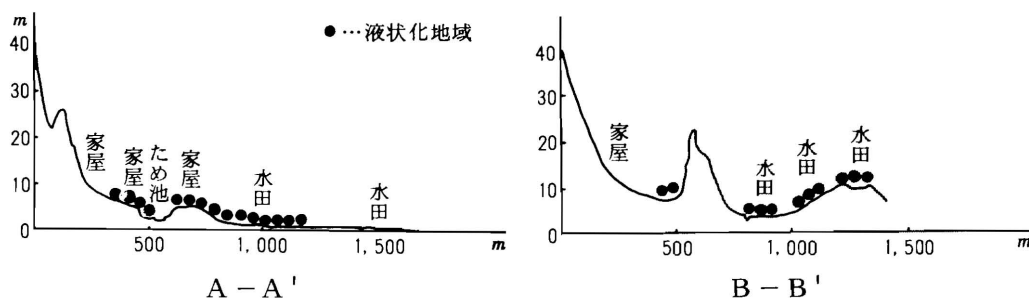
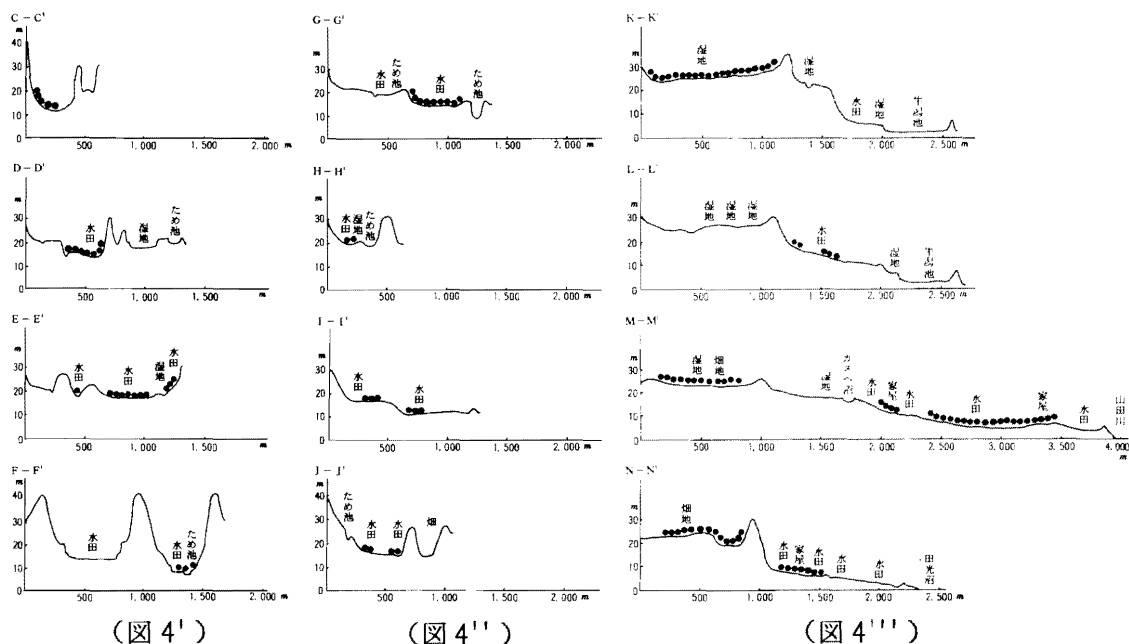


図4 液状化地域とその周辺における縦断面図



囲まれているため地震動の増巾が大きかったものと思われる、地下水位が深い地点までが影響を受けて液状化したと考えられている。谷底平野並びに沖積平野は軟弱地盤であり、また雨水が集中する地形のために液状化したと思われる。

次に液状化地域の縦断面図から液状化発生の特色を見ると、ほとんどの地域では前述したことが主な原因となって液状化が生じていることがわかる(図1, 図4~図4''')。また、D-D', F-F', K-K' における凹地の湿地・水田では湧水帯であるにも拘らず液状化現象は発生していない。また、K-K', L-L' における西方の湿地帯において液状化は選択的に見られたが、これはK-K' の湿地帯では畑地化のための盛土がなされており、地盤が軟弱だったことと、L-L' における湿地帯では、空中写真の判読によると背の高い湿性植物が見られたことから液状化が生じなかったと思われる。またB-B' において、水平距離1,300 m付近の微高地も液状化しているが、これは1,300 m付近、800 m付近の両水田の谷の上位にそれぞれ沼を持っていて、谷を伝って一度微高地に出た地下水が低地に伏流するために、微高地における地下水位は浅かったものと考えられる。

4. 富蒔地点における液状化現象と粒度組成

富蒔の水田に発生した噴砂は、水、砂とともにブロック状のロームを噴き出したが、自然堆積層とみられるこの地点でロームの下から噴砂が生じたことは、液状化のメカニズムにかなったものと思われる。この地域は縦断面図G-G' にみられるように500 m付近にため池があり、また周囲を砂丘に囲まれて水が集まるため地下水位は浅いものと考えられる。

この地点で液状化した砂が屏風山砂丘におけるどのタイプの砂であるかを見るために粒度分析を行った。乾燥させた試料100 gをTylerの標準篩でふるい分け、その粒度組成、中央粒径値、分級度、歪度を調べた。

(1) 屏風山における代表的露頭と粒度組成

車力小学校付近における露頭を観察したうえで色調別に砂を採取し、粒度組成を調べ4つの型に分類した(図5・図6・表1)。

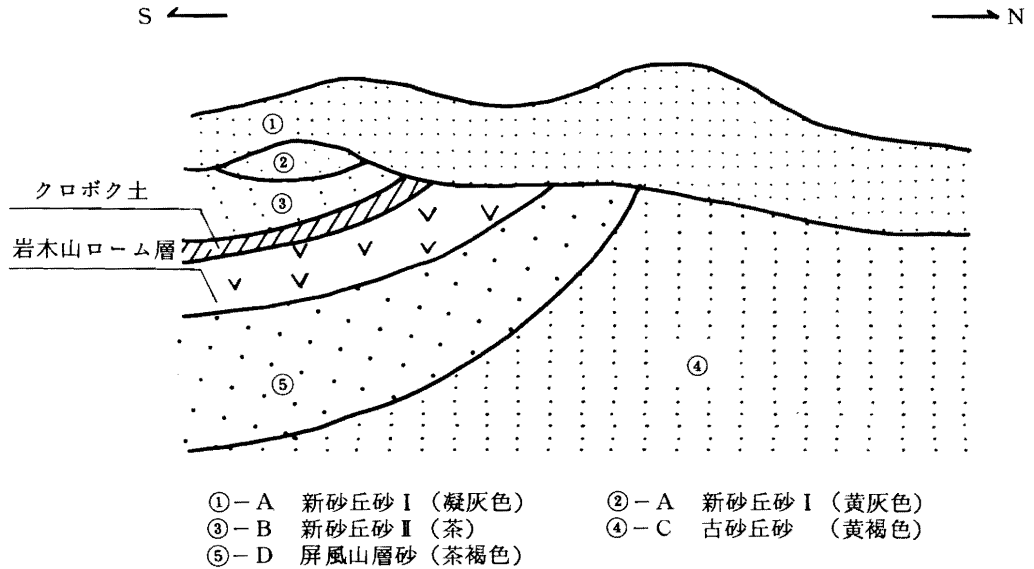


図5 車力小学校付近露頭スケッチ

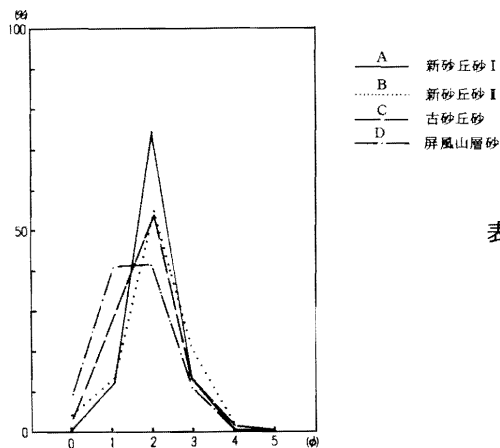


表1 車力小付近露頭における各砂層砂の中央粒径値・分級度・歪度

	Md φ	So φ	Sk φ
A 型	1.49	0.49	-0.07
B 型	1.19	0.81	0.15
C 型	1.32	0.64	0.02
D 型	1	0.7	0.06

図6 車力小学校付近露頭における各砂層砂の粒度分析

A型は、①と②で採取したものでいずれも2φに70%以上が集中するもの、B型は同じく2φに55%集中するもの、C型も2φに50%集中するもの、D型は1φと2φに40%集中するものである。B型・C型ともに2φに50%程度の集中を示しているが、両者は岩木山ロームをはさんで上部がB型、下部がC型であることを考えると、A型及びB型は新砂丘砂であると思われる。B型は4つの中で分級が著しく悪いことから、風成砂ではあるが水の影響を受けたと考えられるために、A型は新砂丘砂Ⅰ、B型は新砂丘砂Ⅱとした。次に、ラミナ・小円礫を含むC型は古砂丘砂と考え、比較的淘汰の悪いD型は屏風山層砂と考えた。

(2) 富滝液状化層砂の粒度組成

この地点における地下水位は前述したように1m 30cmであるため、それ以深で噴砂口の範囲から砂を採取し、粒度分析を試みた(図7・表2)。その結果、1φと2φに約40%集中する型になり、前述の粒

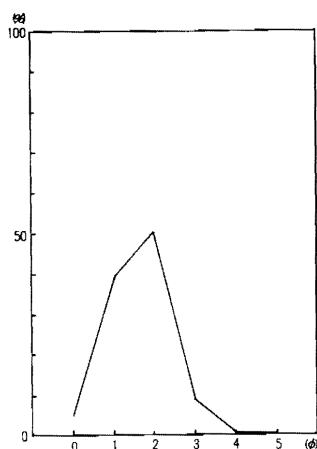


表2 富滝噴砂地点における砂の中央
粒径値・分級度・歪度

Md φ	So φ	Sk φ
1.15	0.72	-0.12

図7 富滝噴砂地点における
粒度分析

度分布と比較してみると屏風山層砂であると考えられる。中央粒径値は1.15、分級度は0.72と、車力小学校付近の露頭における屏風山層砂よりもわずかに細粒であるが、これは車力部落よりも富滝部落が北部に位置しており、その基盤が南部よりも低いことが理由として考えられる。

5. む す び

以上述べてきたように、液状化現象が生じたのは、新砂丘砂で盛土した湿地及び砂丘間低地、自然堆積した砂丘間低地、地震時に共振作用が増巾したと考えられる低位砂丘、谷の出口にあたり、雨水が集まりやすい谷底平野とこれに続く沖積平野である。

また、富滝に発生した噴砂地点において、地下水以深で採取した砂を粒度分析した結果、屏風山

層砂であることがわかった。これは車力小学校付近の露頭における相当層砂よりもいくぶん細粒であるが、これは砂丘の南北性によるものと思われる。

今回の調査では、一部分の考察に留まったが、今後、屏風山地域における（特に牛潟地域における）形成過程を明らかにする調査がなされれば、液状化現象と地形の密接なつながりが明確になるとと思われる。

最後に、本論文の作成にあたり御指導・御助言をいただいた水野先生、後藤先生ならびに粒度分析の際協力していただいた地理学研究室後輩のみなさんに深く感謝いたします。

【参 考 文 献】

- 海津正倫（1976）：津軽平野の沖積世における地形発達史 地理学評論 49－11，714～735
- 角田清美（1978）：津軽屏風山砂丘地帯の地形について 東北地理 30－1，15～23
- 小貫義男・三位秀夫・島田昱郎・竹内厚子・石田琢二・斉藤常正（1963）：青森県津軽十三湖地域の沖積層 東北大学理科地質古生物邦文報告 1～34
- 陶野郁雄・安田進・杜本康広（1983）：日本海中部地震における液状化現象とその被害状況
土と基礎 31－12，13～20
- 東北工業大学工学部土木工学科（浅田・盛合研究室）・株式会社長谷地質調査事務所（1984）：
1983 日本海中部地震における住宅被害に及ぼした地盤および土質調査報告書
- 研究者代表乗富一雄（1984）：1983 年日本海中部地震による災害の総合的調査研究
- 長谷浩明（1963）：津軽半島の海岸段丘について 東北地理 15－4，146～152
- 堀田報誠（1967）：砂粒から見た青森県下北半島頸部および屏風山の砂丘について
八戸高専紀要 2，39～45
- 水野裕・堀田報誠・葛西良徳（1968）：津軽屏風山砂丘の地形 東北地理 20－1，34～42
- 守屋喜久雄（1984）：災害の地理学 講談社
- 吉見吉昭（1981）：砂地盤の液状化 技報堂出版