

では、現在のところ、札幌市が最も震源から遠い地点であると推定しているが、この液状化発生は過去の事例と矛盾するものではないことを示している。

以下では、地域別あるいは被害種別ごとに地盤に係わる災害を略述する。

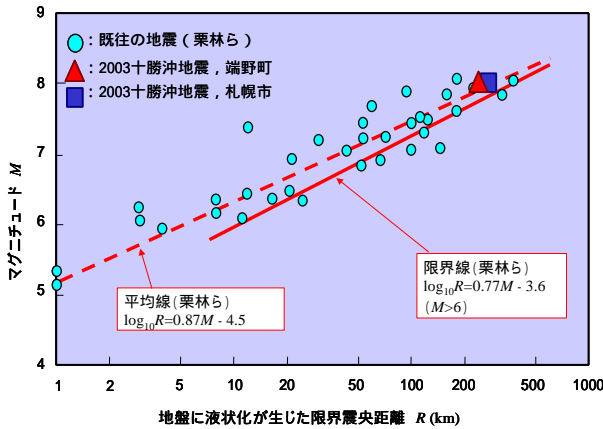


図-3 限界震央距離とマグニチュードの関係

4. 十勝・日高・釧路域における地盤災害

(1) 河川関係の被災状況

震源に近い太平洋岸域、特に豊頃・浦幌地区において被害が甚大であるが、今回の地震は、十勝川水系の総延長26,540mの堤防に被害を与えている。図-4は泥炭層の上に構築された十勝川大津築堤の盛土崩壊状況を代表的に示している。これらの被災は、被災域・規模等で1993年釧路沖地震のそれを遙かに上回るものである。この理由として、今回の地震は釧路沖地震に比べて震源が浅く地震動が大きい、地震動の継続時間が長いこと、などが挙げられている。なお河川堤防の破壊周辺地盤の盛り上がりが見られないものが多いことから、液状化に伴う盛土体内の崩壊が主因とみられる。

河川堤防の関係では、石狩川水系清真布川の堤防(泥炭層上に構築)においても、天端の亀裂や沈下が発生している。



図-4 十勝川 盛土崩壊状況 大津築堤

(2) 道路関係の被災状況

道路関係の被害としては、路面の陥没や沈下、橋梁被害、上部構造物の倒壊等、種々の地盤崩壊に起因する災害が発生した。図-5は豊頃駅前の下水道管理め戻し部の液状化による歩道の全面的破壊を示している。このほか道路盛土部を中心に被害が広がっている。この種の被害の多くは、特に沢地形や湿地地上にある盛土区間で発生したが、被災箇所のいくつかでは、盛土法尻の周辺地盤に噴砂が確認された。

他に橋梁構造物関係では、十勝河口橋(R336)や千代田大橋(R242)において、支承の破壊による橋桁の横ずれや橋脚の損傷、橋台盛土背面の沈下に起因する被害が生じた。



図-5 豊頃駅前歩道の液状化 歩道北側 (帯畜大 土谷教授 撮影)



図-6 国道336号線 黄金道路斜面の土砂崩落

(3) 斜面崩落災害

R336(広尾～襟裳岬)では、20数カ所で岩盤崩落あるいは落石が発生した。図-6はえりも町庶野～広尾町(通称黄金道路)で発生した斜面崩壊の状況を示している。図のほしば第1覆道では、崩石土は覆道を乗り越え海岸に達するとともに、覆道出口付近で覆道明かり部から道路路面に崩石土が流入した。幸い人的被害は無かったものの、崩石量は約2,400m³に

達した。当該箇所は広尾町寄りで日高累層群(粘板岩および砂岩)、襟裳岬寄りで花崗岩類が主体の地質であった。なお当該地区では、地震発生から3日後(9月29日)に連続雨量69mmの降雨にみまわれたため、本地震およびその後の降雨によってこのような斜面崩壊が誘発されたものと予想される。



図-7 釧路港第4埠頭 段差発生

表-1 釧路港 最大加速度の比較 (国土交通省釧路開建 港湾建設事務所の強震観測記録より)

	平成5年釧路沖地震 (平成5年1月15日)		平成15年十勝沖地震 (平成15年9月26日)	
	地表(Gal)	基盤(Gal)	地表(Gal)	基盤(Gal)
東西方向	343	268	576	202
南北方向	450	203	347	154
上下方向	362	121	149	66
震度	6		5強	

5. 港湾関係の被災状況

十勝港(広尾町)、苫小牧東港(苫小牧市)および白老港(白老町)、釧路港等の重要港湾において顕著な被災が見られた。地震発生時の各港湾の震度は十勝港や釧路港で震度5強、苫小牧東港で震度5弱、白老港で震度4とされ、各港湾でかなり強い振動を受けたと考えられる。液状化による周辺道路の亀裂や陥没といった現象が各箇所共通して見られた。いずれも、液状化現象が発生しやすい条件がそろっていたことを示唆している。

釧路港では、図-7で見られるように西港第4埠頭の港湾施設用地で最大80cmの沈下(段差)が生じ、また西港区道路を中心に広範な液状化がもたらされている。なお、この地点での強震観測記録(北海道

開発局釧路開発建設部釧路港港湾建設事務所)は、表-1に示すように、10年前の釧路沖地震に比べて地震規模は小さいものの、震動成分が東西方向へ卓越していることを示している。この点は誘発されたケーソン岸壁・裏込め材の変形挙動の解析において留意すべき事項であると考えられる。

また、背後地盤に沈下等が発生したのに対し、岸壁に大きな被害は発生しなかった。この一つの理由としては、1993年釧路沖地震の前後から、サンドコンパクションパイル工法やグラベルドレーン工法による地盤改良などにより、釧路港などで岸壁の液状化対策が進んできている事⁵⁾があげられよう。なお、河川堤防においても、釧路沖地震で被災した十勝川堤防をサンドコンパクションパイル工法で地盤改良して復旧した箇所が、今回の地震では被災しなかった事が報告されている⁶⁾。

6. 軟弱地盤上に盛土した所の被害

釧路から十勝川流域一帯の低地には泥炭地盤など軟弱地盤が広く広がっている。地下水位も浅い所が多い。このような地盤に1~2m程度の低い盛土をした所の被害が豊頃町でいくつか見られた。

豊頃町大津では図-8に示した家屋が約1°奥の方向に不同沈下した。ここは湿地に低い盛土をして造成された所である。敷地内では噴砂も見られ、家の奥にある納屋内(盛土端に位置する)では写真に平行に地割れが発生していた。この宅地で行った図中に示すスウェーデン式サウンディング結果から、1mの厚さの盛土の下部に原地盤の泥炭層や軟弱なシルト層が堆積していた。地下水位はG.L.-0.7mと浅く、盛土の下部30cmほどは地下水位以下になっていた。従って、この飽和した部分が液状化して家屋の沈下や盛土端のすべりを発生させたものと考えられる。



図-8 盛土上で不同沈下した家屋(豊頃町大津)

7. 火山灰地盤の液状化被害

(1) 火山灰造成農地（北見）

北見市広郷と端野町協和では、屈斜路軽石流堆積物（噴出年代 12～13 万年前）で埋め立てられた農地において、斜面崩壊や液状化による大規模な地盤流動が生じている。この地区では、本震時の震度は 5 弱、最大加速度は 109.4gal(南北成分), 123.6gal(東西), 47.1gal(上下)を観測している。

図-9 に示した端野町協和の被災箇所(斜面傾斜 3°以下)では長さ約 190m, 幅 35～62m にわたって最大 3.4m 陥没した。液状化した火山灰は陥没域端部の複数の噴出口から約 10,000m³ 流出し、農地、道路、明渠に埋設しさらに小河川に流れ込んだ。この地点は丘陵地を刻む狭い谷底平野であり、水田として利用されていた谷底部を約 20 年前に周辺丘陵地から切土した火山灰を谷底部に盛土して畑地として造成した地盤である。なお、この地点付近では 1994 年の北海道東方沖地震でも液状化による地盤崩壊が確認されている。



図-9 液状化による火山灰造成農地の大規模崩壊



図-10 札幌市清田区の液状化と被災住宅

(2) 火山灰造成住宅地（札幌市）

札幌市清田区においても支笏カルデラを噴出源とする火砕流堆積物（噴出年代3.0～3.4万年前）の液状

化による住宅地の被害が発生している。震源よりおよそ260km(震央距離)の地点である。

札幌市清田区における代表的な火山灰地盤の被害は図-10に示すように、三箇所である。図中の清田団地および美しが丘は、沢部を火砕流堆積物で埋め立てたところであるが、液状化によって火山灰が地表面に噴出し、道路や家屋の沈下・傾斜をもたらした。なお、清田団地は1968年の十勝沖地震の際にも同種の液状化被害が生じていることが報告されている⁷⁾。また美しが丘では、住宅の基礎となる盛土で最大約30cmの沈下が生じた。

8. おわりに

以上、十勝沖地震による地盤災害を現在までに得た調査結果を基に紹介した。上述のように社会基盤施設である道路・河川・港湾や住宅・農地等に係わる地盤災害を中心に精査したが、被害は広範にわたっており、今後詳細な調査や解析を行わなければ原因究明に至らない事項がある、独自の考察や解釈を与えた事例も少なくない、等、今回の地震による地盤被害とその機構の全容が正当に明らかにされているとはいえない点もあることが懸念される。

今回の地震はマグニチュードが8.0もあった割には全体に構造物の被害は少なかったと言われる。その中で、造成地盤では主に液状化に起因して種々の被害が発生した。ただし、地盤災害のメカニズムを明らかにするには地盤調査結果が分かっている必要がある。今後、被災原因とメカニズムの究明や被害軽減策に関する研究、また10年前の1993年釧路沖地震後になされた耐震対策工の効果検証などに関する検討をより一層推進させることの必要性を強く感じる。

参考文献

- 1) 国土地理院ホームページ：http://www.gsi.go.jp/
- 2) 三浦清一，八木一善：北海道火山性粗粒土の静的および動的力学挙動と粒子破砕，土木学会論文集，No.547/ - 36, pp.159-170, 1996.
- 3) 日本の特殊土：土質工学会、1974.
- 4) 栗林栄一，龍岡文夫，吉田精一：明治以降の本邦の地盤液状化履歴，土木研究所彙報，No.30, 1974.
- 5) 土質工学会1993年地震災害調査委員会：釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告，1994.
- 6) 北海道開発土木研究所土質基礎研究室：平成15年度十勝沖地震現地調査報告（速報），2003.
- 7) 北郷繁，土岐祥介：地震による火山灰および砂地盤の沈下に関する土質工学的研究，1968年十勝沖地震調査報告，pp.463～494, 1968.