

地震概要・液状化被害概要

地盤工学会
平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団

団長 石川 達也（北海道大学）

地盤工学会調査団結成の経緯と目的

経緯 平成30年9月6日午前3時8分に北海道胆振地方中東部を震源として発生した、「平成30年北海道胆振東部地震」は、過去例を見ないほど強震動であり、最大震度は、震度階級で最も高い震度7を北海道で初めて観測しました。この強震動により、札幌市清田区の液状化被害や厚真町の広範囲・大規模斜面崩壊など、甚大な被害もたらされました。（公社）地盤工学会では、本災害の社会的重要性に鑑み、北海道地方を中心とした産・学のメンバーからなる調査団（団長：石川達也（北大教授））を編成し、短期的・中長期的視野をもって、研究・支援を行う「平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団」を結成しました。

目的 平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害の現象・事象の原因の学術的究明と、今後の復旧対策や防災・減災対策を支援すること。

本報告会の位置づけ

- 本報告会は、調査団がこれまでに行った被災地域の現地調査、資料の収集等の初動調査の概要を速報するものである。
- 報告内容は、初動調査の内、地震概要、液状化被害（清田区造成宅地、東区・北区道路、苫小牧港周辺）、および厚真町の広範囲・大規模斜面崩壊の状況に関するものである。

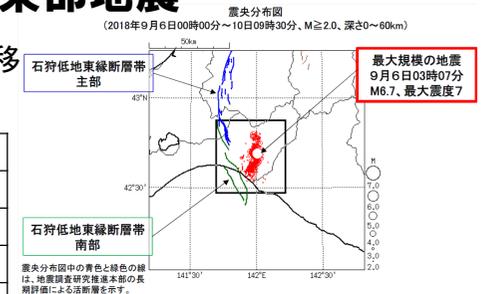
留意点

- 被害は広範にわたっており、今後の詳細な調査や解析なくして結論づけられない事項が多い。
- 本報告会は緊急性を第一に行っているため、報告に重複等や調査団員の独自の考察や判断がある場合もある。
- 調査団の構成は現在検討中のため、報告内容には、調査団以外の関係各機関から情報提供いただいたものも含まれる。

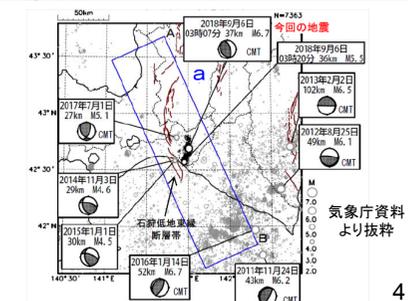
平成30年北海道胆振東部地震

- 地震活動は本震一余震型で推移
- 震源要素（気象庁）

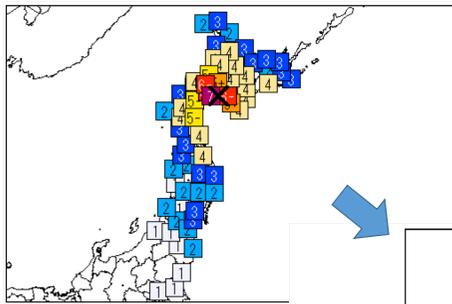
	本震
発震時刻	2018/09/06 am 03:08
震源位置	北緯42° 41'24" 東経142° 0'24"
震源深さ	37.0km
マグニチュード	Mj6.7



- 発震機構は東北東－西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、内陸地殻内で発生
- 内陸断層直下型
↑ 海溝型地震や海洋プレート内地震と異なる

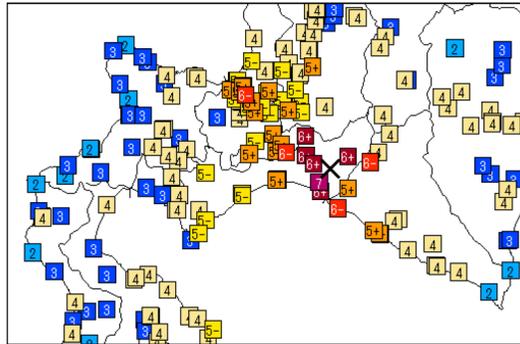


震度分布



- 震度7：厚真町
- 震度6強：安平町，むかわ町
- 震度6弱：千歳市，平取町，日高地方日高町
札幌市東区
- 震度5強：苫小牧市，恵庭市，札幌北区，
札幌市清田区，江別市，三笠市，
長沼町，新ひだか町，新冠町

- 凡例
- 震度 7
 - 震度 6強
 - 震度 6弱
 - 震度 5強
 - 震度 5弱
 - 震度 4
 - 震度 3
 - 震度 2
 - 震度 1
 - ×：震央



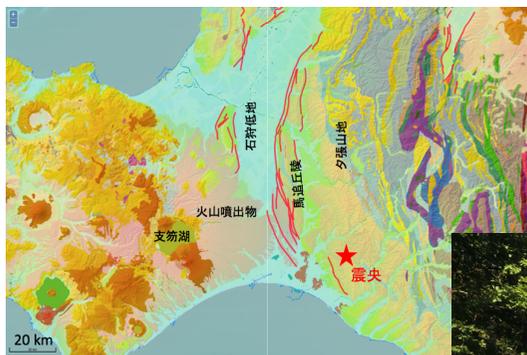
気象庁資料より
抜粋

過去に発生した道内各地の主な地震被害

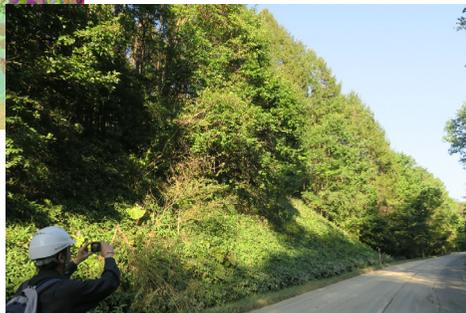
地域	発生日月日・地震名	規模(M)	最大震度	被害状況
太平洋側	1952. 3. 4. 十勝沖地震	8.2	5 浦河，帯広，釧路	太平洋一帯に大被害，大津波：死者28，不明者5，負傷者287；住家全壊815，流出91，半壊1,324
	1968. 5. 6. 十勝沖地震	7.9	5 浦河，苫小牧，広尾，函館	南西部地方を中心に被害，津波：死者2，負傷者133；住家全壊27，半壊81
	1973. 6. 17. 根室半島南東沖地震	7.4	5 釧路，根室	釧路，根室地方に被害，津波：負傷者28；住家全壊2，半壊1
	1982. 3. 21. 浦河沖地震	7.1	6 浦河 4 帯広，苫小牧，札幌，小樽	日高地方沿岸を中心に被害，小津波：負傷者167；住家全壊13，半壊28
	1993. 1. 15. 釧路沖地震	7.8	6 釧路 5 帯広，広尾，浦河	釧路，十勝地方を中心に被害：死者2，負傷者966；住家全壊53，半壊254
	1994. 10. 4. 北海道東方沖地震	8.1	6 釧路，厚岸，中標津 5 根室，広尾，浦河	根室地方を中心に被害：負傷者436；住家全壊61，半壊348
	2003. 9. 26. 十勝沖地震	8.0	6弱 新冠，静内，浦河，鹿追，忠類， 幕別，豊頃，釧路，厚岸	日高，十勝，釧路地方を中心に被害：行方不明2，負傷者847；住家全壊116，半壊368
	1834. 2. 9. (石狩川河口付近)	6.4	6 石狩川河口付近(推定) 5 札幌市の一部(推定)	石狩川河口付近を中心に被害：住家全壊23，半壊3
	1918. 5. 26. 留萌沖地震	6.0	5 鬼鹿，幌延	留萌郡鬼鹿村に小被害
	1940. 8. 2. 積丹半島沖地震	7.5	4 羽幌，留萌，幌延，岩内，乙部	天塩，羽幌，苫前を中心に被害，津波：死者10；住家全壊26，半壊7
日本海側	1983. 5. 26. 日本海中部地震	7.7	4 森，江差	渡島，檜山，特に奥尻に大被害，大津波：死者4，負傷者24；住家全壊9，半壊12
	1993. 7. 12. 北海道南西沖地震	7.8	5 小樽，寿都，江差，深浦	渡島，檜山，特に奥尻に大被害，大津波：死者201，行方不明28，負傷者323；住家全壊601，半壊408
	1959. 1. 31. 弟子屈地震	6.3	5 阿寒湖畔，上御卒別 4 釧路	弟子屈，阿寒を中心に被害：住家全壊2，一部損壊
内陸	1982. 1. 14. 日高山脈北部地震	7.0	5 釧路 4 帯広，苫小牧，根室，浦河，広尾	胆振，十勝，釧路を中心に被害：負傷者7；住家半壊

北海道庁資料より抜粋

震央

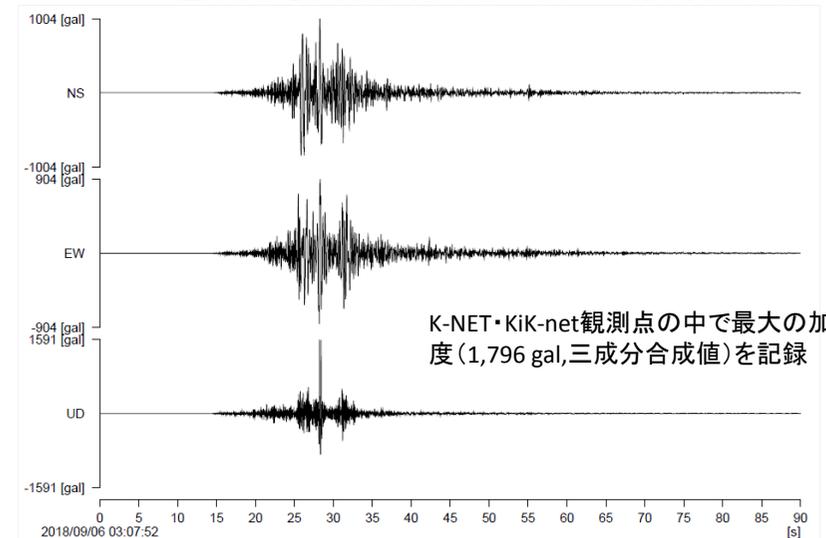


産業技術総合研究所資料より



震央付近(道道59号線)

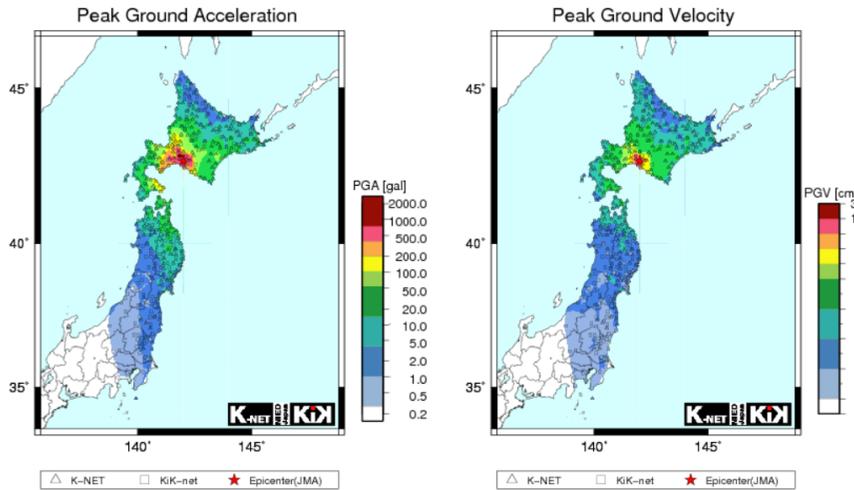
K-NET追分観測点(安平町)の強震波形



防災科学研究所

http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html/20180906030750/main_20180906030750.html

最大加速度・最大速度分布



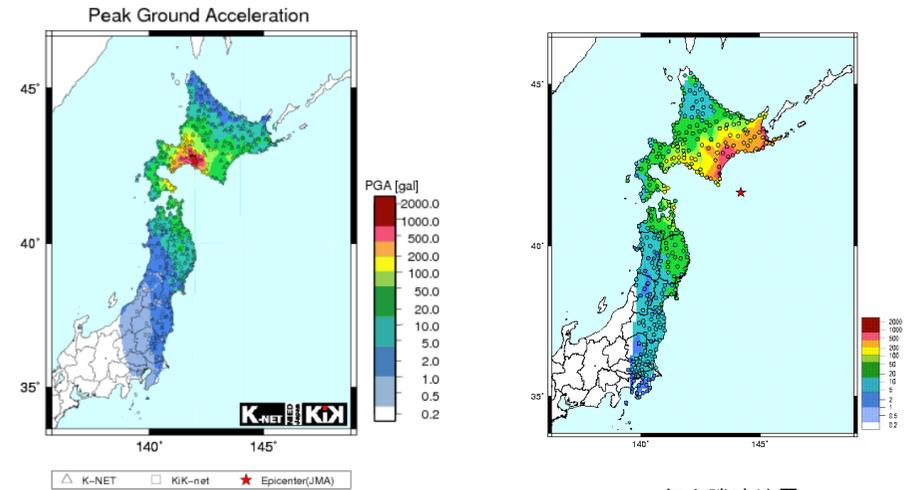
2018/09/06-03:08 42.7N 142.0E 40km M6.7

2018/09/06-03:08 42.7N 142.0E 40km M6.7

防災科学研究所

http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html/20180906030750/main_20180906030750.html

最大加速度分布の比較



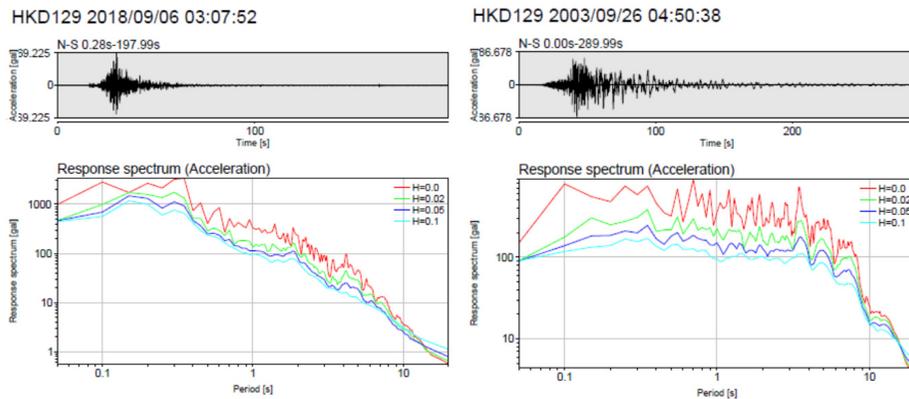
2018/09/06-03:08 42.7N 142.0E 40km M6.7

2003年十勝沖地震

防災科学研究所

http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html/20180906030750/main_20180906030750.html

地震動特性 — 加速度応答 —



2018胆振東部地震

苫小牧

2003十勝沖地震

最大加速度: 369 Gal
卓越周期: 0.1~0.2 Sec.



最大加速度: 87 Gal
卓越周期: 0.5~0.7 Sec.

札幌市清田区の液状化被害調査

調査者: 西村聡(北海道大学)他4名

調査の概要

2018年9月6日 3:08 地震発生

14:00頃より一部団員による現地踏査

(+1968年・2003年十勝沖地震時の情報収集)

9月7日 9:00頃より 再び現地踏査・メディア対応

踏査は目視による被害確認、メカニズム推定に加え、10箇所より土砂採取

調査範囲

札幌市清田区里塚1条・清田6~7条・美しが丘

- 後者2箇所は1968年および／あるいは2003年十勝沖地震で液状化被害が顕著
- 逆に、里塚1条での過去の被害は軽微

液状化被害箇所

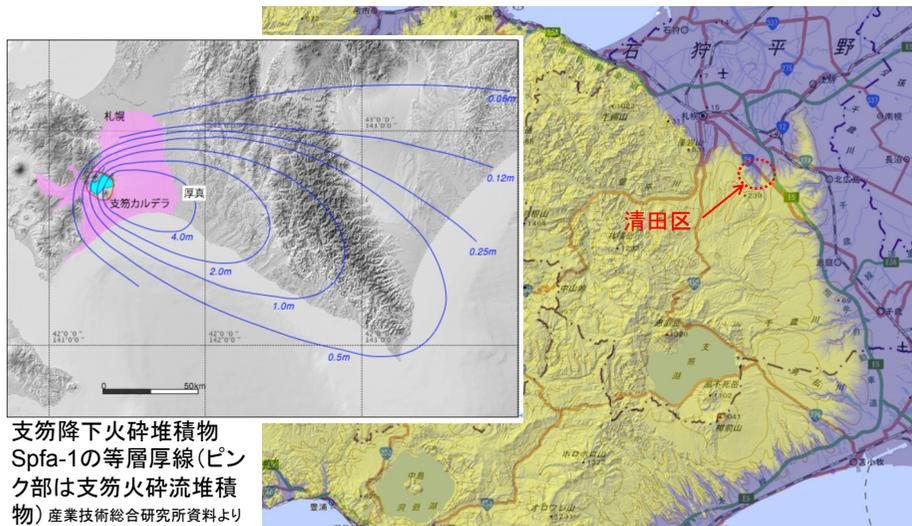
- 過去の2つの被災地域でも軽微な沈下などが確認
- 今回の甚大な被害は里塚1条に集中



1. 札幌市清田区里塚1条

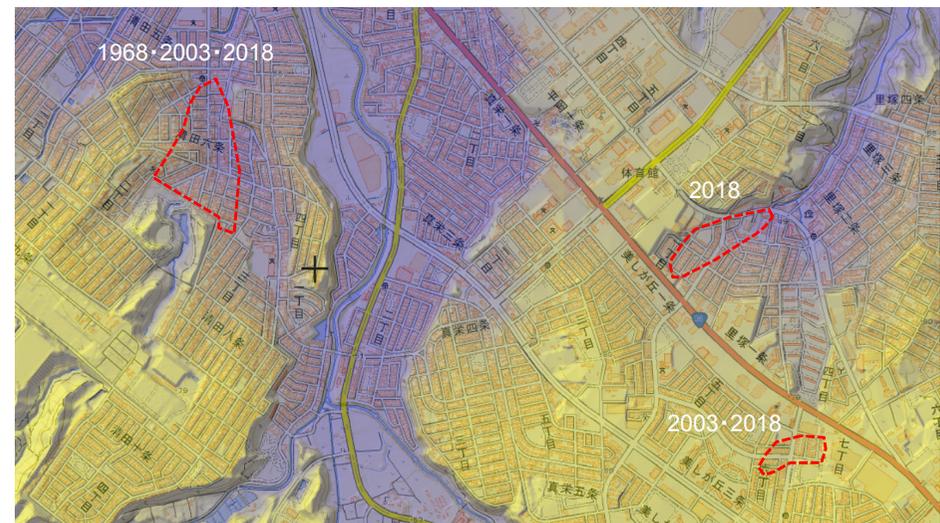
支笏軽石流堆積物Spfl

- 約4万年前の堆積、清田区・南区など札幌南部に至る
- 清田区宅地部の液状化層と同定



原地形(国土地理院標高データ)

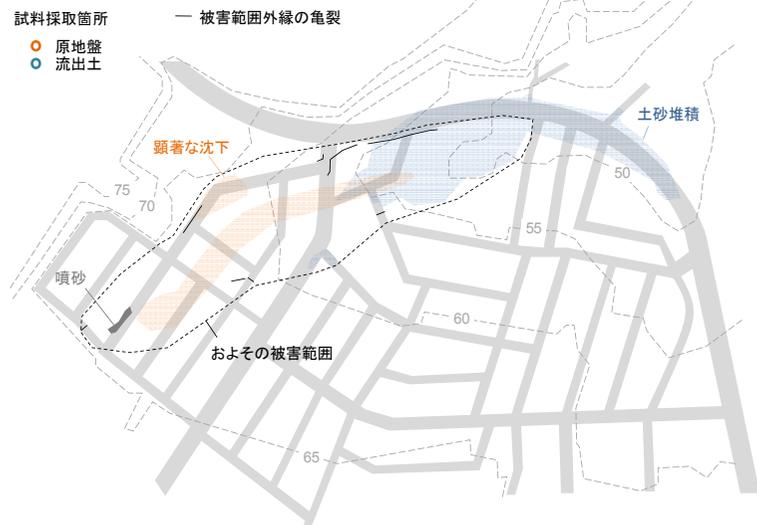
いずれも谷部を埋土して造成した住宅地
里塚と清田では谷地形が現在も残る



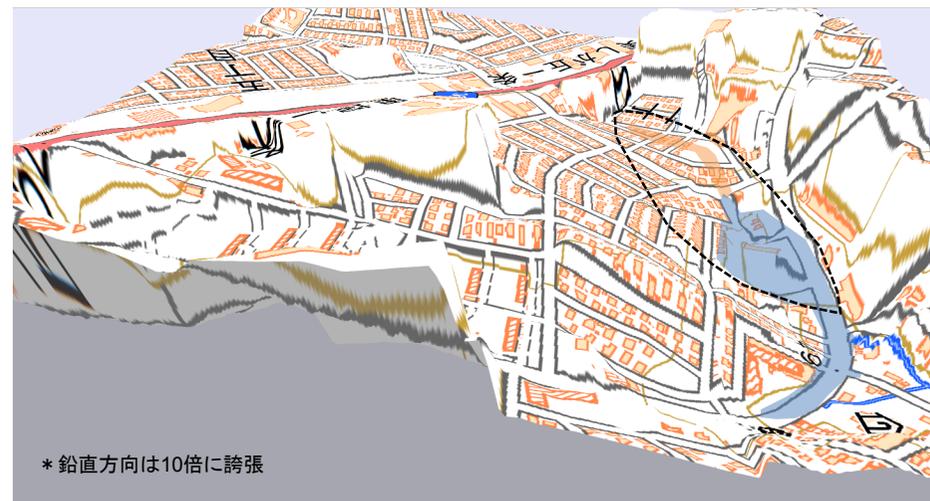
支笏降下火砕堆積物 Spfa-1の等層厚線(ピンク部は支笏火砕流堆積物) 産業技術総合研究所資料より

里塚1条の被害範囲

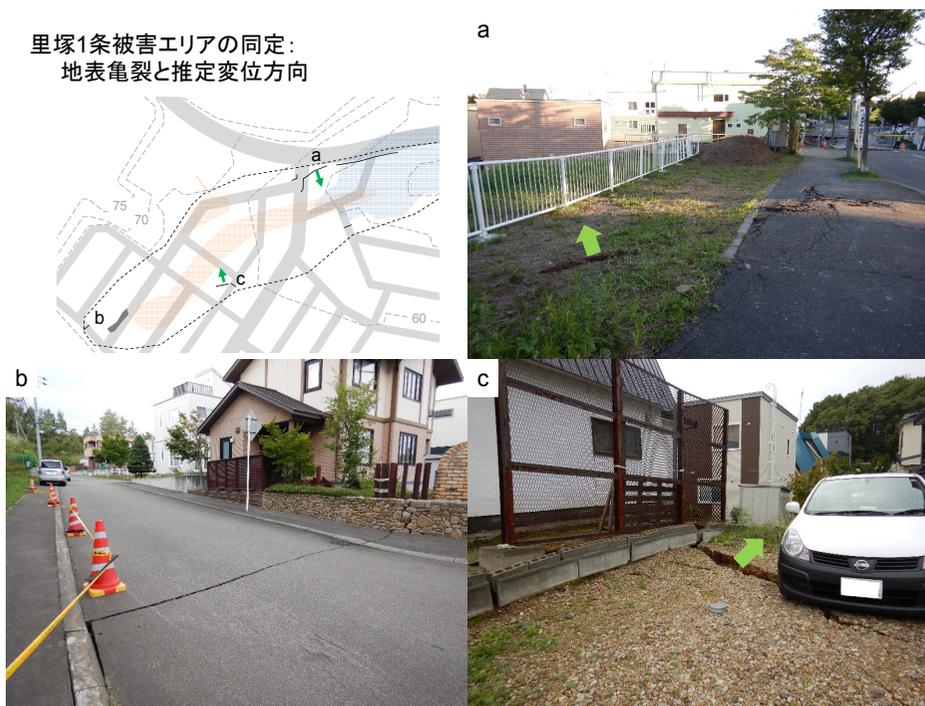
明確な亀裂や厚い土砂堆積の包絡線
(舗装が汚れる程度の堆積範囲は除く)



里塚の三次元地形図(国土地理院標高データ)と被害範囲



里塚1条被害エリアの同定:
地表亀裂と推定変位方向



土砂流出: 上端部



土砂流出: 上端部



土砂堆積



土砂流出・堆積: 流(水)痕



土砂流出・堆積: 流(水)痕
流動経路に加え、それなりの流速があったことが推察される



土砂堆積: 最下端

道路勾配が逆になる箇所までちょうど流出



土砂堆積による被害

車両・家屋の埋没



水道管断裂部

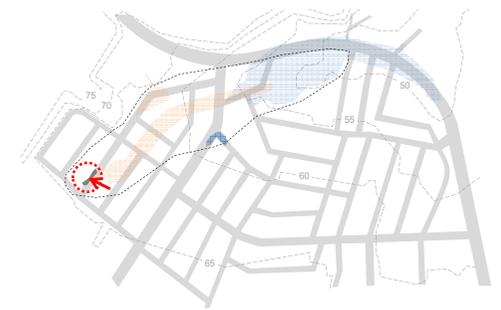
小規模な土砂流出が見られたが、下流部の
主要な堆積部とはつながっていない



噴砂

上端部で2箇所のみ。舗装の切れ目
からしみ出た程度のも

下端部での噴砂は、あったとしても
土砂堆積により確認不可



地表沈下

- ・明確な帯状に続いているのが特徴。
- ・最深部で2m近いトラフを形成
- ・地表への土砂噴出や水溜りがない
(深部での流動?)



地表沈下

谷埋め盛土の最上端部では明確な沈下なし



地表沈下

ぽぷら公園: グリーンフィールド条件での地表沈下



地表沈下

主となる沈下帯に沿う形で局所的な沈下



構造物被害

家屋の沈下・傾斜



構造物被害

家屋の沈下・傾斜



構造物被害

家屋の沈下・傾斜



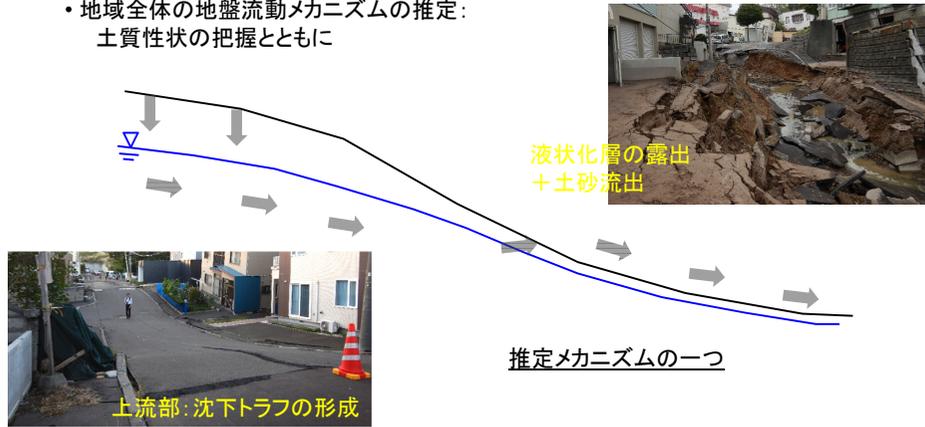
構造物被害

杭の有無による沈下の相違



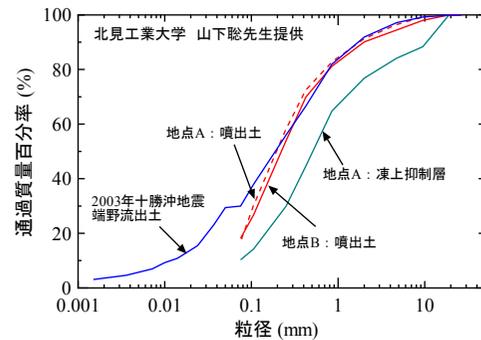
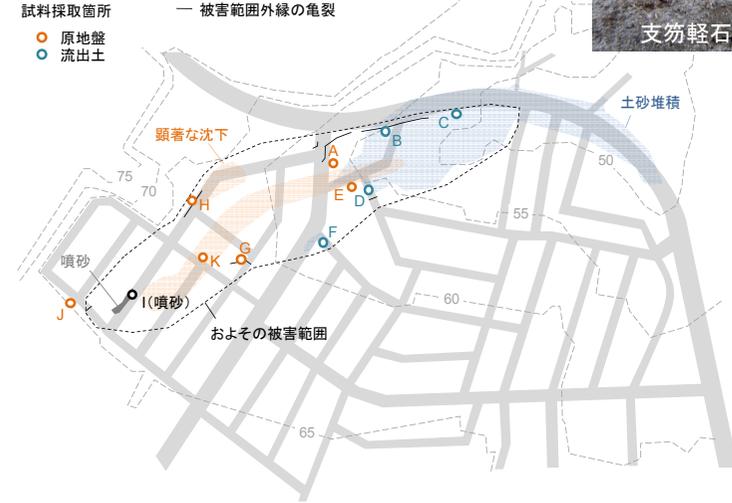
まとめと今後の調査の焦点

- 谷地形を埋土した宅地造成地で大規模な液状化 (1968年・2003年十勝沖地震のときと同様、ただし異なる場所で被害大)
- 谷地形に沿って細い沈下帯 (~2m程度) が発生、その下流に大量の土砂流出
- 沈下帯には噴砂その他の土砂噴出がほぼ無い (それなりの勾配がある地形であり、上流部では地下水位が低く、液状化層が深かった?)
- 地域全体の地盤流動メカニズムの推定: 土質性状の把握とともに



攪乱試料採取

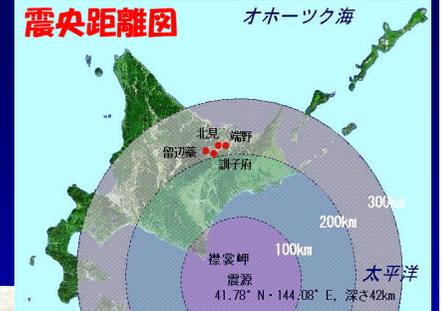
粒度分析により土砂移動の手がかりを



- A地点とB地点で採取した噴出土はほぼ同じ粒度分布
- 凍上抑制層は噴出土とは明らかに異なり粒形が大きい
- 北見市端野町の流出土と里塚の噴出土は、細粒分が端野(30%)より里塚(20%)の方が少ないが粒度分布は似ている

2003年十勝沖地震地盤災害調査報告会
火山灰地盤の液状化、Part 2
北見市・端野町での被害

伊藤陽司・山下 聡
鈴木輝之・平田広昭
(北見工業大学)



地震動	
北見	震度5弱 最大加速度 109.4gal(南北) 123.6gal(東西) 47.1gal(上下)
訓子府	震度5弱
端野	震度4
留辺蘂	震度4

端野町協和箇所No.1での液状化火山灰の側方噴出、流下と陥没

W 35~62m
L 190m
Dp 3.4m





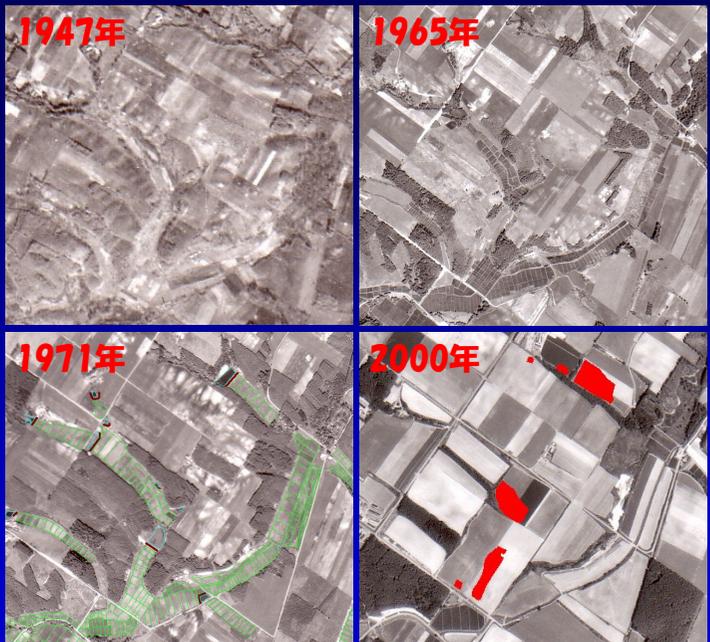
北見市広郷での液状化火山灰の側方噴出

埋積谷 低湿地

水田(畦) 堰堤 ため池

1947年 1965年

1971年 2000年



端野町協和液状化箇所

液状化箇所

陥没城南西端の隆起域

噴砂丘群

崖面の乾燥状態の火山灰



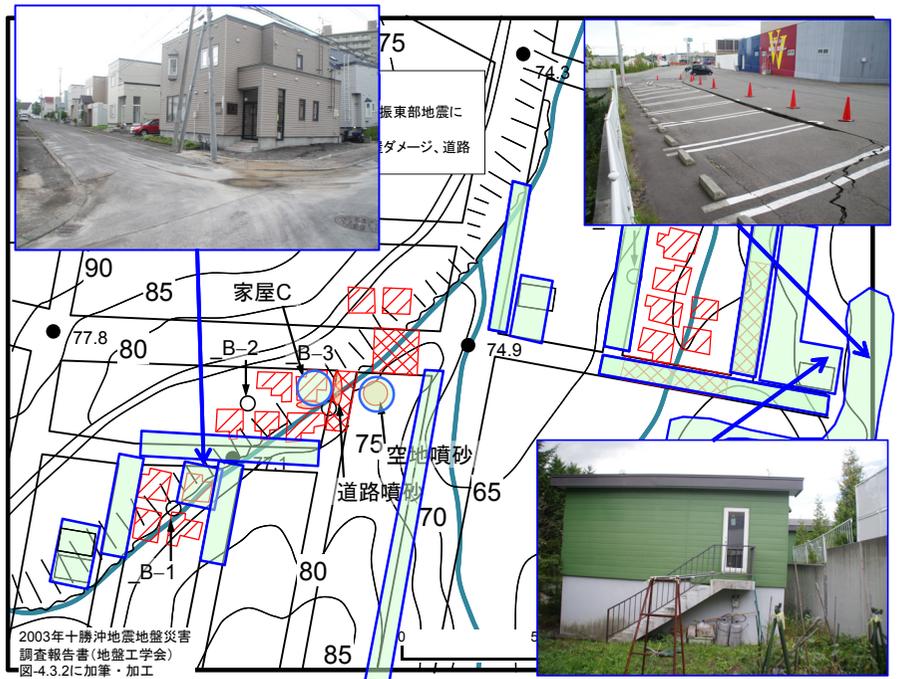
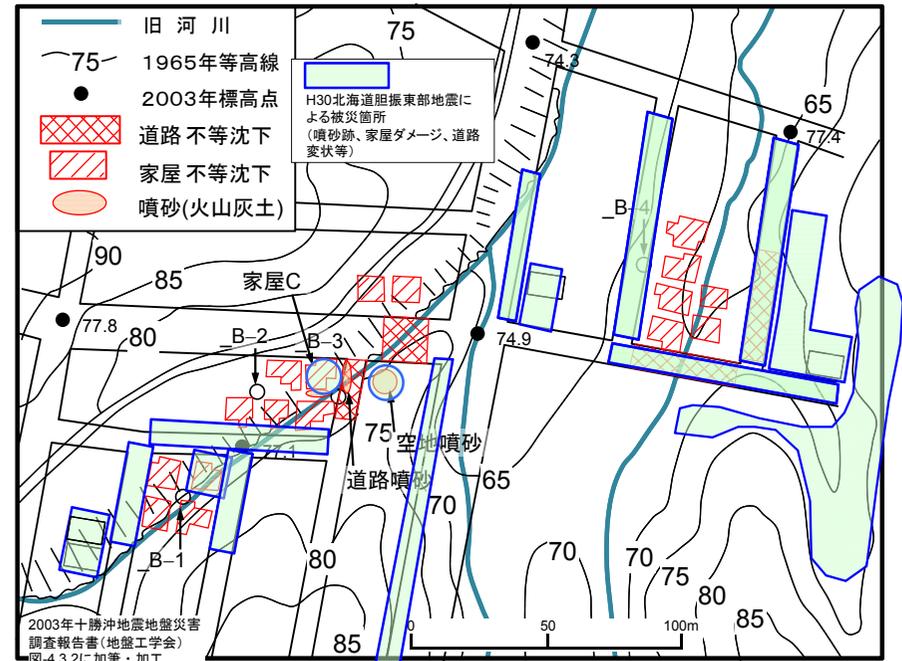
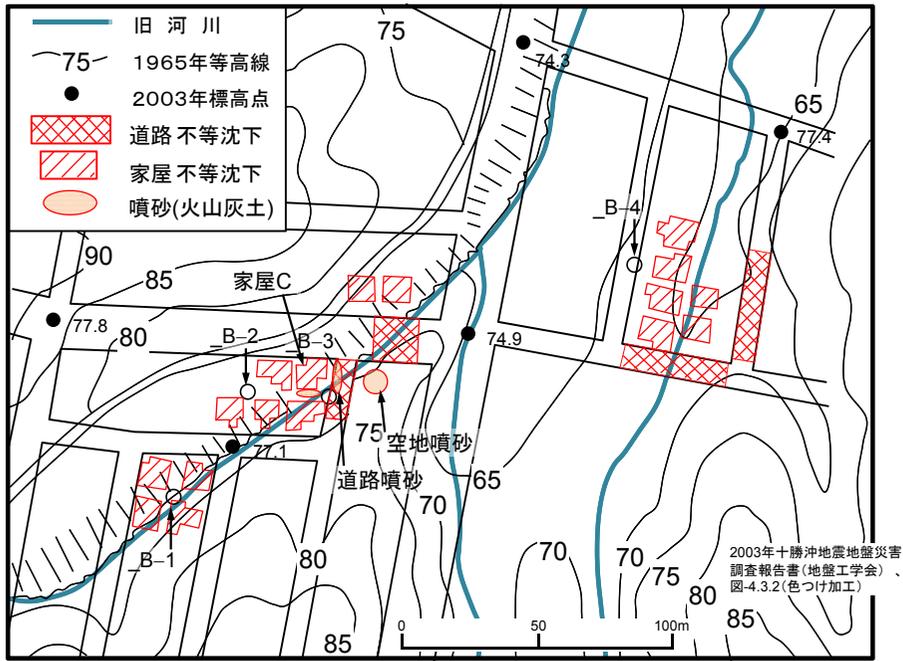

X:噴出口

低角度噴砂の痕跡

噴出口の火山灰ブロック

端野町協和箇所 No.1での変動状況

2. 札幌市清田区美しが丘1条



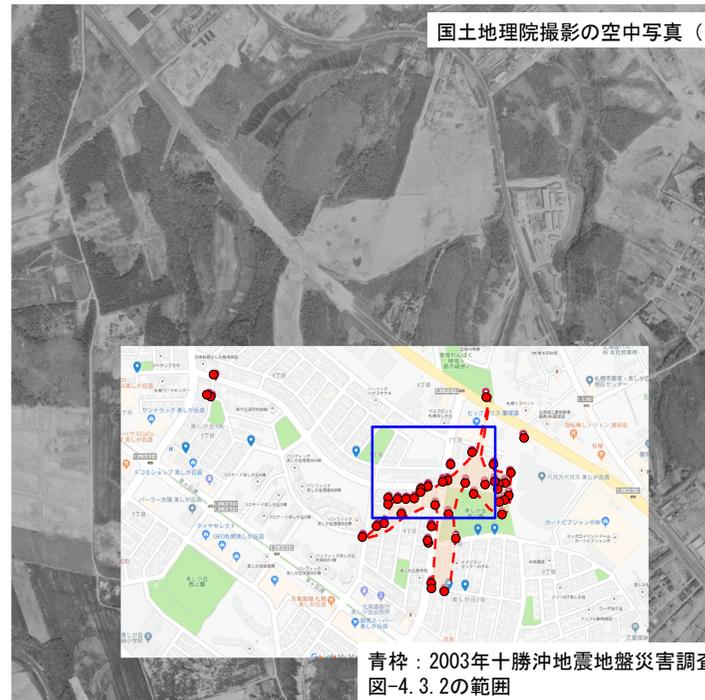
札幌市清田区美しが丘 平成30年北海道胆振東部地震での被害箇所



国土地理院撮影の空中写真（1971年撮影）

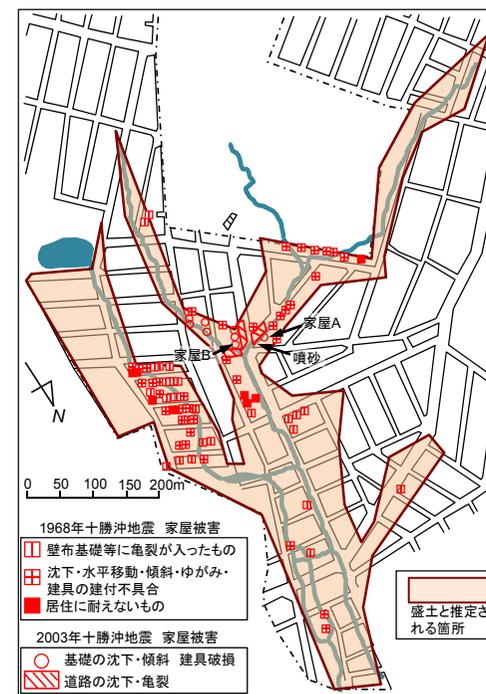


国土地理院撮影の空中写真（1971年撮影）

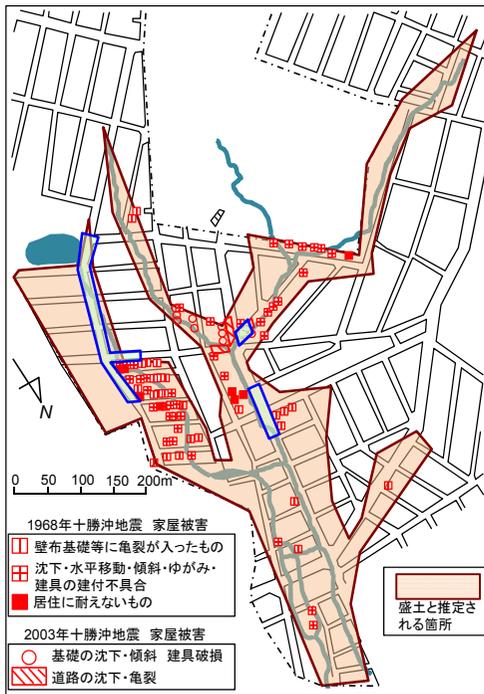


青枠：2003年十勝沖地震地盤災害調査報告書の図-4.3.2の範囲

3. 札幌市清田区清田6～7条



2003年十勝沖地震地盤災害調査報告書(地盤工学会)、図-4.3.1(色つけ加工)



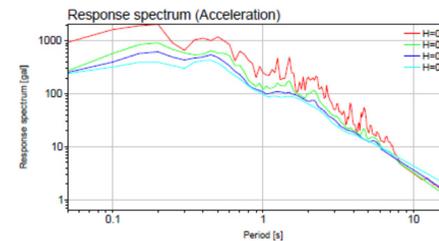
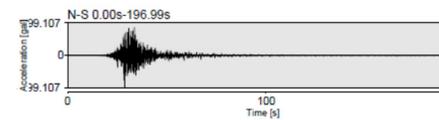
液状化被害箇所

- 過去の2つの被災地域でも軽微な沈下などが確認
- 今回の甚大な被害は里塚1条に集中

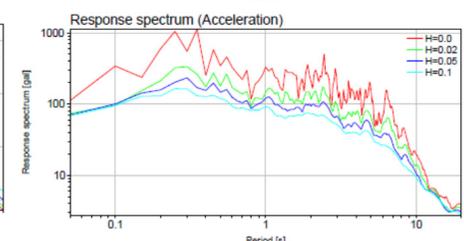
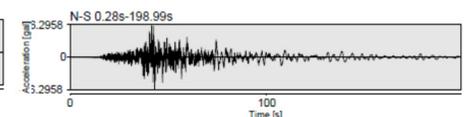


地震動特性 — 加速度応答 —

HKD182 2018/09/06 03:07:55



HKD182 2003/09/26 04:50:43



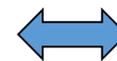
2018胆振東部地震

北広島

2003十勝沖地震

最大加速度: 199 Gal
卓越周期: 0.1~0.2 Sec.

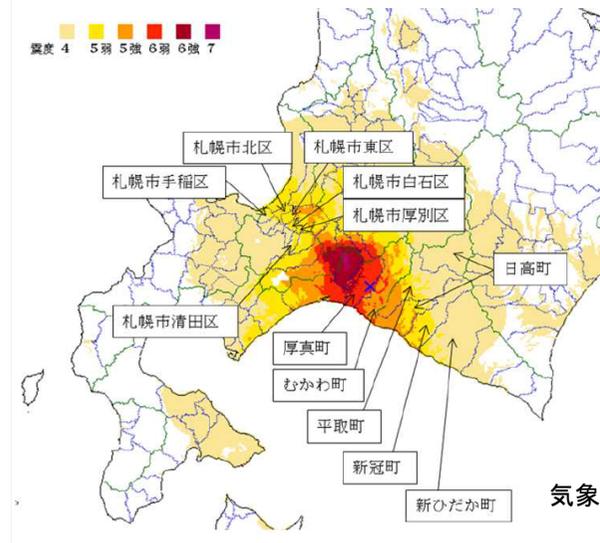
最大加速度: 66 Gal
卓越周期: 0.2~0.4 Sec.



札幌市北区・東区地下鉄沿線上 液状化被害(速報版)

平成30年北海道胆振東部地震震度分布

○推計震度分布図



- 震度7 : 厚真町
- 震度6強 : 安平町, むかわ町
- 震度6弱 : 千歳市, 平取町, 日高地方日高町, 札幌市東区
- 震度5強 : 苫小牧市, 恵庭市, 札幌北区, 清田区, 白石区, 手稲区, 江別市, 三笠市, 長沼町, 新冠町, 新ひだか町,
- 震度5弱 : 札幌市厚別区, 豊平区, 西区

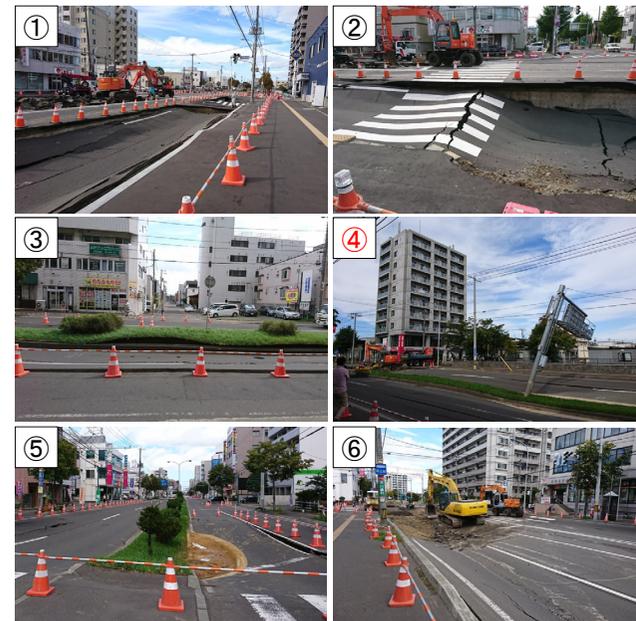
気象庁資料より
抜粋

調査地点



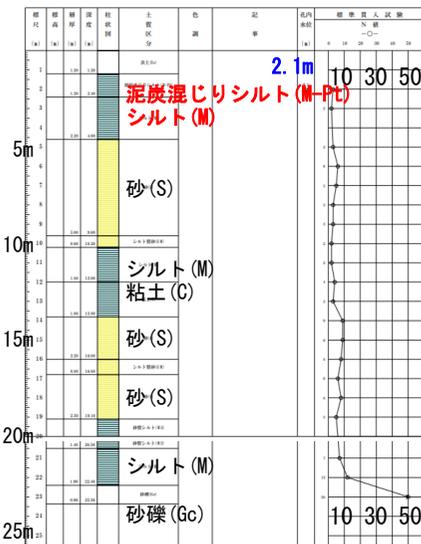
調査日時 : 2018年9月8~9日 (地震2~3日後)

札幌市東区東15丁目屯田通(地下鉄東豊線) 調査日: 9月8~9日 調査者: 磯部公一(北海道大学)





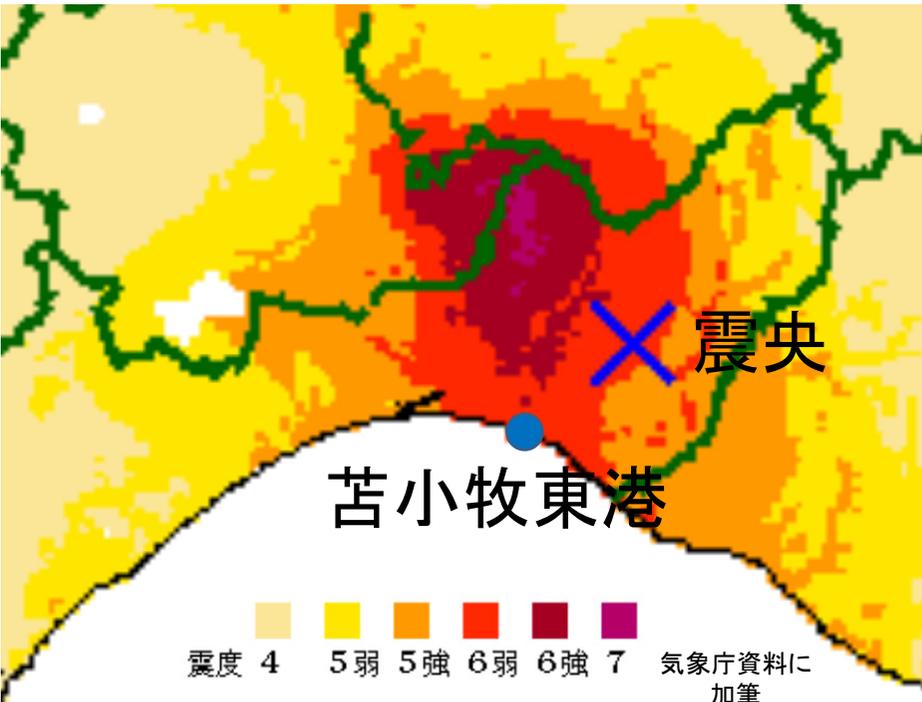
■ 砂 □ 砂礫 ■ 泥炭 ■ シルト・粘土



まとめ

- 北区・東区の道路陥没被害は、**地下鉄沿線**に広く分布している。
- 噴砂の痕跡が点在していることから、開削工法で建設された地下鉄の**埋戻し土**（購入埋戻し砂）が**液状化**し、沈下、陥没したものと考えられる。
- 被害発生地域の柱状図から、**深度10～15mまでN値が10以下の軟弱な砂質地盤**あるいは**N値が5以下の粘土・シルト、泥炭層を含む有機質土**で構成されており、応答が増幅した可能性がある。
- 特に陥没沈下が激しいエリア（栄町駅および元町駅周辺）は、**軟弱地盤が厚く堆積**することから開削深度も深く、**地下水位も深度3m未満**に存在する。
- 比較的健全であった幹線道路と交差する箇所は、構築と土留め壁との間(25cm)に**エアモルタルが充填**されていた。
- 東区（東消防署）の計測震度は6弱と札幌市で最大震度を観測した。

苫小牧東港調査報告(速報版)



平成30年北海道胆振東部地震 苫小牧東港 調査報告(速報版) 調査日:9月10日 調査者:渡部要一(北海道大学)

苫小牧コンテナターミナルの港湾施設では、一部に液状化が見られたものの、重要施設の損傷は見られなかった。
→ 早期復旧(地震5日後の9月11日)

謝 辞

調査に多大なるご協力を賜りました関係各位に
御礼申し上げます。

国土交通省北海道開発局

北海道

札幌市

