



北海道胆振東部地震による地盤災害の要因に関する調査

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2020-03-23 キーワード (Ja): キーワード (En): Geotechnical disasters, Field survey, Slope failure, Liquefaction, Volcanic soil 作成者: 木幡, 行宏 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010182

北海道胆振東部地震による地盤災害の要因に関する調査

木幡 行宏^{*1}

(原稿受付日 令和元年 12 月 23 日 論文受理日 令和 2 年 2 月 20 日)

Survey on Factors of Geotechnical Disaster due to 2018
Hokkaido Eastern Iburi earthquake

Yukihiro KOHATA

(Received 23th December 2019, Accepted 20th February 2020)

Abstract

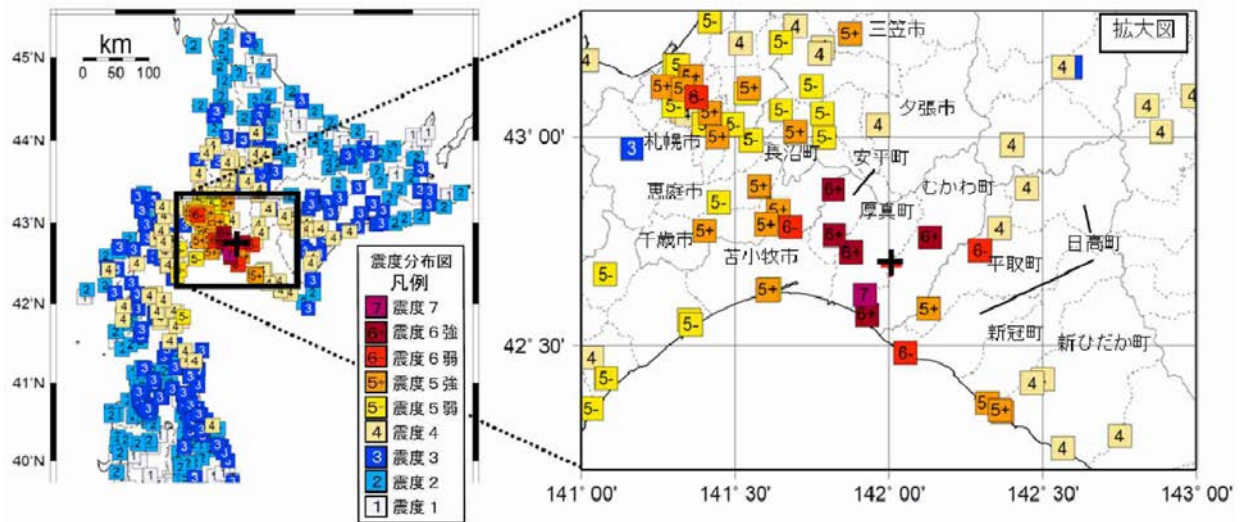
Natural disasters caused by huge earthquake have occurred in various places, and has made a great impact on social activities and people's lives in recent years in Japan. Then the effect on transportation caused by disaster on earthquake is very high. The Hokkaido Eastern Iburi earthquake in 2018 caused geotechnical disasters, which are large slope failures in wide area, and unique liquefaction at Satozuka area in Sapporo city etc. In particular, serious geotechnical damages were induced in Atsuma town recorded 7 on the Japanese seismic intensity scale (a magnitude of 6.7). The objective of this study is to investigate factors for geotechnical disaster due to 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake in these region. In this study, geomorphic and geological investigation for factor of slope failure occurred in the Atsuma town and that of liquefaction at Satozuka area in Sapporo city is discussed. In the survey, it is found that the large slope failure occurred in the Atsuma town is caused by Ta-d unit of Tarumae volcanic ash layer, and the type of slope failure is surface failure.

Keywords : Geotechnical disasters, Field survey, Slope failure, Liquefaction, Volcanic soil

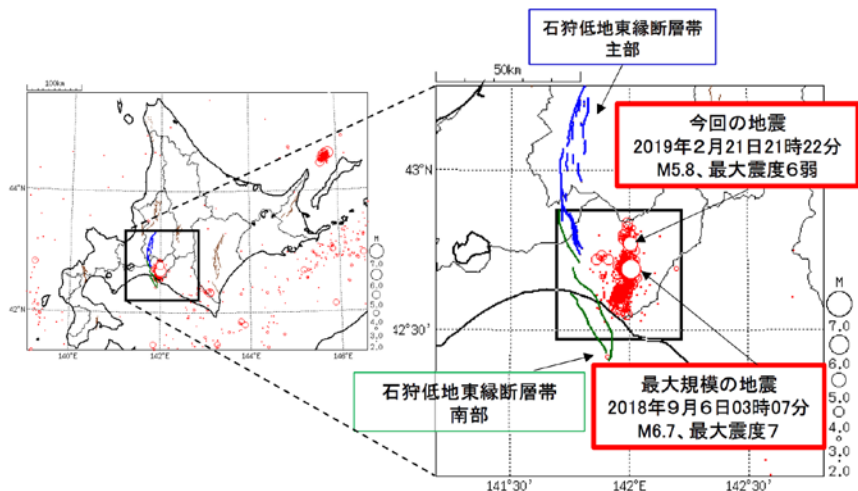
1 はじめに

2018 年 9 月 6 日 3 時 7 分に、北海道胆振地方中東部を震源とするマグニチュード 6.7 の直下型地震が発生し、北海道勇払郡厚真町では北海道の観測史上初となる最大震度 7 を記録し、平成 30 年北海道胆振東部地震と命名された。図 1 は震度分布図である⁽¹⁾。安平町、むかわ町で震度 6 強、千歳市、日高町、平取町、札幌市東区で震度 6 弱であった。震源を中心にほぼ同心円状に震度が小さくなっているが、震源からの距離が約 80 km 離れている札幌市東区の震度が大きい。震源の深さは 37 km、発震機構は東北

^{*1} 室蘭工業大学 もの創造系領域

図 1 震度分布図⁽¹⁾

東—西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。また、2019年2月21日21時22分にマグニチュード5.8となる余震が発生し、厚真町で最大震度6弱を記録した⁽²⁾。図2に震央分布図を示す⁽²⁾。当初、今回の地震は石狩低地東縁断層帯南部の断層が動いたことに起因するとの推論もあったが、図2より、本震、余震ともに石狩低地東縁断層帯に近い別の箇所での断層運動で発生したことが推察される。

図 2 震央分布図⁽²⁾

北海道胆振東部地震による災害の特徴は、広範囲にわたる大規模斜面崩壊や札幌市で観測された液状化被害であった。特に、札幌市清田区里塚で発生した液状化は、これまで見られた液状化現象とは異なり、地盤中に発生した液状化層が流動することにより、大規模な地盤沈下が生じるものであった。一方、わが国では初めてとなる事象として、電力会社が管轄するエリア全域で停電となるブラックアウトが発生し、北海道全域の経済活動が停止するばかりか、発災後の救助活動にも大きな影響を及ぼした。

本研究は、2018年9月北海道胆振東部地震の地盤災害に関して、厚真町吉野地区、富里地区、幌内地区および札幌市清田区里塚地区について現地調査を実施し、これらの調査から北海道胆振東部地震による地盤災害の発生要因について検討するとともに、その後の復旧状況と今後の課題について述べるものである。

2 被災概要と厚真町の斜面崩壊

2.1 北海道胆振東部地震の被災概要

平成31年4月1日現在で、人的被害は死者43名（震災関連死者数を含む）、重傷48名、軽傷734名であり、大規模な斜面崩壊が発生した厚真町は死者36名であり最も死者数が多かった⁽³⁾。重傷者は、むかわ町が24名で最も多く、次に苫小牧市の9名であった。軽傷者数は、最も多いのが札幌市で294名、

次いでむかわ町の 250 名であった。また、住宅被害は全壊 469 棟、半壊 1,660 棟、一部破損 13,849 棟、非住家被害（倉庫等）として 2,490 棟が報告されている⁽³⁾。全壊した住宅は、2016 年熊本地震の全壊住宅 8,682 棟に比べると本地震による建物被害は少なかった。これは、北海道の住宅が冬期の雪荷重を考慮して瓦を使用していないこと、また、益城町に比べ世帯数が少なかったこと等が影響しているものと思われる。一方、北海道全域で電力供給が止まりブラックアウトとなり、最大停電戸数は約 295 万戸が報告されている⁽⁴⁾。これは 1995 年に発生した兵庫県南部地震による最大停電戸数の約 260 万戸を超える規模で、電力会社管内全域での停電は国内初であった。すべてが復旧するまでに要した時間は約 45 時間で、医療、通信、金融、交通等の社会インフラに深刻な影響を及ぼした。水道の被害は⁽⁴⁾、北海道内の 44 市町村において最大 68,249 戸の断水が発生した。意外なことに都市ガスの被害は報告されていない⁽⁴⁾。

土砂災害については⁽⁴⁾、土石流が 227 件、うち厚真町で 90 件が発生、がけ崩れは 133 件うち厚真町で 111 件の発生が報告され、厚真町での土砂災害発生件数が極めて多かった。河川被害は⁽⁴⁾、270 箇所であったが、堤防のクラック発生など、軽微なものが多かった。道路被害は⁽⁴⁾、発災後、14 区間で通行止めとなったが、高速道路では、一部において路面の段差や亀裂等の損傷は発生したものの大きな被害はなく、9/9 8:00 に全線で通行止め解除され、国道では目立った被害はなかった。JR 北海道においては、発災後 2 日間運転見合わせとなったが、その後、順次運転が再開された。ただし、南千歳～沼ノ端間で軌道変位が多数発生し、約 1 週間程度、徐行運転が行われた⁽⁴⁾。

以上のように、明治以降の北海道における地震としては、初めて最大震度 7 を記録した直下型地震であり、甚大な被害が発生し社会的影響が極めて大きかったことが分かる。

2.2 厚真町の斜面崩壊

図 3 に本震の震央、余震の震源分布および厚真町の斜面崩壊箇所を示す⁽⁵⁾。余震の震源は震央を中心にほぼ南北方向に分布し、斜面崩壊箇所は広範囲に震央より北側に密集して発生している。図 4 に過去の地震の規模と崩壊面積の関係を示す⁽⁶⁾。今回の地震による斜面崩壊面積は 13.4 km²、土量は 3000 万 m³であり、これは、札幌ドーム約 440 個分に相当する規模である。また、過去の地震の規模に対する崩壊面積が最も多いことが分かるが、これは明治以降の主要な地震災害の中でも最も多いことが報告されている⁽⁶⁾。厚真町の地質は、深度 18 m 付近まで表層から順に、樽前山、恵庭岳、支笏カルデラを噴出源とする火山灰で構成されており、樽前山起源の樽前降下軽石（Ta）地層は、Ta-a から Ta-d まで 4 ユニットで構成されている。Ta-a は 1739 年、Ta-b は 1667 年、Ta-c は約 2000 年前、Ta-d は約 9000 年前の樽前山噴火によるものと考えられている。これらは粒径と風化の程度が異なり、層厚は 1～4 m 程度のものが

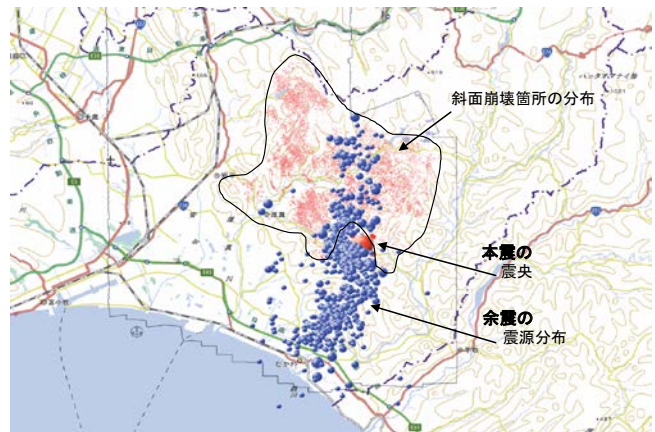


図 3 斜面崩壊箇所との震源分布⁽⁵⁾

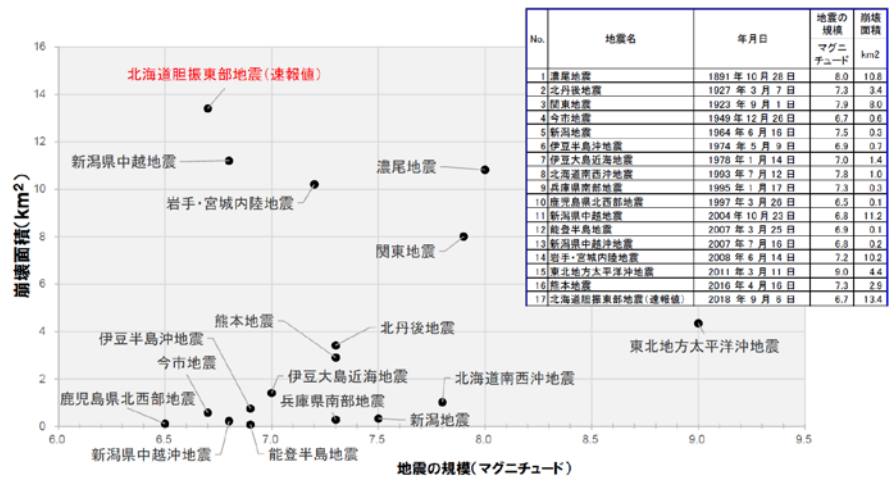


図 4 過去の地震の規模と崩壊面積⁽⁶⁾



写真1 厚真町吉野地区の斜面崩壊



写真2 厚真町富里浄水場の斜面崩壊



写真3 土石流による厚真川の河道閉塞



図5 日高幌内川上流部大規模地すべり(9)

多く、N 値は 1～3 程度と報告されている⁽⁷⁾。写真 1 は厚真町吉野地区における大規模斜面崩壊の状況であり、写真 2 は厚真町富里地区浄水場後背の斜面崩壊状況である。現地踏査および UAV（ドローン）による上空からの俯瞰調査による現地調査を行った結果、厚真町吉野地区や富里地区の斜面崩壊は表層崩壊であることが分かった。また、吉野地区の崩壊箇所の斜面には筋状の擦過痕が見られることから、典型的な表層崩壊であり比較的速い速度で土塊が移動する斜面崩壊であったことが推察される。さらに、富里地区の斜面崩壊箇所では、表層崩壊と谷部での比較的深い位置からのすべり破壊が生じていたことも確認された。吉野地区、富里地区ともに、すべり面は樽前火山灰層の Ta-d ユニットであったと考えられる⁽⁸⁾。一方、幌内地区の斜面崩壊は比較的深い位置からのすべり破壊が見られ、すべり面の降下軽石堆積物（火山灰）は、恵庭岳を噴出源とする En-a に近い性状を示したことから、恵庭軽石層まで、すべりの影響の可能性があると考えられる。写真 3 は、厚真川本川、幌内橋付近での斜面崩壊の状況である。写真中央の沢部から大量の土砂が流れ出し、河道閉塞が生じた状況であった。

一般に、土石流は豪雨により土砂や岩石が流水とともに高速で流下する現象であるが、今回の地震による土石流には水分があまり含まれていなかったようである。この土石流は、沢上部（深部）にあるいくつかの斜面が崩壊し、一体となって発生したものと考えられる。日高幌内川上流部の右岸において、図 5 に示すように、長さ約 1000 m、幅約 500 m にわたる尾根部が地震により約 500 m 滑動し河川閉塞が生じた⁽⁹⁾。これは大規模かつ崩壊面が深い地すべりであると考えられる。

3 札幌市清田区里塚地区の地盤災害

札幌市清田区里塚において、地盤が「く」の字に折れ曲がるような極端な地盤沈下（陥没）が発生した。写真 4 は、地盤沈下（陥没）が顕著な箇所の発生状況である。地表面が局所的に沈下（陥没）していることが分かる。里塚地区は、3～4 万年前の支笏カルデラ火砕流堆積物からなる台地の末端部に位置し、浸食により谷地形が形成され、1970 年代に尾根を切土して谷埋め盛土することにより造成された宅地である。図 6 は宅地造成前の原地形に地盤変状が著しい箇所を示したものである。原地形の地盤は、



写真4 札幌市清田区里塚地区の地盤沈下状況

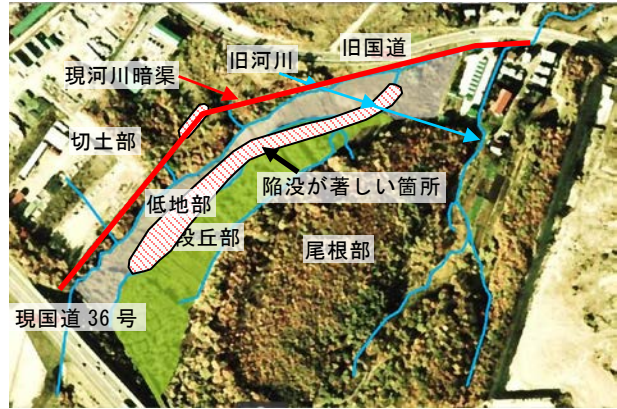


図6 地盤変状による被害箇所と原地形の比較⁽¹⁰⁾に加筆

図6に示す左下方から右上方に向かって傾斜しており、地盤変状箇所は旧河川（三里川、造成後は暗渠）の低地部に沿って発生している。宅地造成地の盛土材は火山灰質砂であり、また、地震発生前日の台風21号による日雨量35mmの豪雨があり地下水位が高かった可能性がある。里塚地区の地盤沈下（陥没）は、地震発生によって地盤内の盛土材が液状化し、宅地造成前の旧河川の沢沿いに上位箇所（図6左下方）から帯状に流動し、下位箇所（図6右上方）で地表面に流出して生じたものと考えられる⁽¹⁰⁾。なお、柱状図ではN値が0～1程度の地層があるが⁽¹⁰⁾、これは空洞ではなく自沈した状態にあったとのことである。

4 地盤災害の復旧と今後の課題

写真5は、厚真川の仮復旧状況であり写真3の橋上から上流側（写真上方）を撮影した。仮復旧では河道確保が優先されたため、胆振・日高地区の重機の大半が集められ崩壊土砂の除去が急ピッチで進められた。本復旧については、地震発生から約1年経過し徐々に工事が進んでいる。特に、大規模な地滑りにより著しい河道閉塞が発生した日高幌内川の上流部では、国直轄事業として復旧対策が実施されている。図7は、2019年5月末の復旧状況である。図5とほぼ同じ位置で上流側から下流側を俯瞰している。復旧は、掘削工、水路工（約830m）、砂防堰堤（2基）を構築することにより、河道確保が行われている。また、厚真町吉野地区や富里地区の斜面崩壊箇所は、北海道により順次斜面安定対策工事が実施される計画である。

一方、札幌市清田区里塚地区の復旧工事は、市道直下を深層混合処理工法で、住宅の下の地盤を薬液注入工法で地盤改良する対策となっている。また、深層混合処理地盤内への地下水の流入を防ぐために、最上流側の市道と最下流側の公園の地盤を砕石置換により排水層とし、地下水上昇時に河川暗渠に排水させることとしている⁽¹¹⁾。

本論で触れた地域以外にも札幌市東区や苫小牧東港等での液状化被害、安平町等の地すべり被害が生



写真5 厚真川の仮復旧状況



図7 日高幌内川上流部の復旧状況⁽⁶⁾

じており、直下型地震の破壊力を実感した。2019 年 9 月現在、地震発生から 1 年経過したが、被災地の復旧は、復旧工事箇所全体の 1 割程度しか完了していない状況である。復旧工事が進捗しない要因として、崩壊斜面の所有者（管理者）が、国、北海道、個人等、多岐にわたるため、調整に多大な時間を要したことや農地の所有者が故人となり、農業後継者が不在で復旧対応に苦慮したことなどが挙げられる。これらの要因は今後の復旧対策の課題であろう。

5 まとめ

2018 年 9 月北海道胆振東部地震の地盤災害に関して、厚真町吉野地区、富里地区、幌内地区および札幌市清田区里塚地区について現地調査を実施し、これらの調査から北海道胆振東部地震による地盤災害の発生要因について検討した結果、以下の知見が得られた。また、その後の復旧状況と北海道における地震災害に対する今後の課題をまとめると以下のようである。

- 1) 吉野地区の斜面崩壊については、樽前火山灰層（Ta-d）の表層崩壊であると考えられる。
- 2) 幌内地区の斜面崩壊については、大規模かつ崩壊面が深い斜面崩壊であると考えられる。
- 3) 幌内地区の降下軽石堆積物（火山灰）は、恵庭岳を噴出源とする En-a に近い性状を示した。このことから、恵庭軽石層まで、すべりの影響の可能性があると考えられる。
- 4) 札幌市清田区里塚の液状化現象は、谷埋め盛土による造成宅地において、地盤中の沢埋め盛土が液状化したため、傾斜地である地盤面に沿って上流域で土が流動化し流出することにより、旧河川に沿って陥没が発生したと推察される。また、旧河川の下流域では、流動化して流れ出した土砂が、地盤を押し上げる圧力を増大させ、大量の泥土が噴出して舗装の剥離と著しい侵食を生じさせたと考えられる。
- 5) 復旧工事が進捗しない要因として、崩壊斜面の所有者（管理者）が、国、北海道、個人等、多岐にわたるため、調整に多大な時間を要したことや農地の所有者が故人となり、農業後継者が不在で復旧対応に苦慮したことなどが挙げられる。これらの要因は今後の復旧対策の課題である。

文献

- (1) 北海道開発局：【全体版】平成 30 年北海道胆振東部地震に係る復旧・復興等の状況（第 4 版）、<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/saigai/splaat000001e1uy-att/splaat000001fkqu.pdf>
- (2) 気象庁：平成 31 年 2 月 21 日 21 時 22 分頃の胆振地方中東部の地震について ～「平成 30 年北海道胆振東部地震」について（第 11 報）～、<https://www.jma.go.jp/jma/press/1902/21a/kaisetsu201902212320.pdf>
- (3) 総務省消防庁：平成 30 年北海道胆振東部地震による被害及び消防機関等の対応状況（第 35 報）（消防庁応急対策室：令和元年 8 月 20 日 13:00）、<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/190820hokkaidoujisinn35.pdf>
- (4) 内閣府：平成 30 年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について（平成 31 年 1 月 28 日 15:00 現在）、http://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin_hokkaido/pdf/310128_jishin_hokkaido.pdf
- (5) 国土地理院：平成 30 年北海道胆振東部地震に関する情報、斜面崩壊・堆積分布図、国土地理院地図、<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html#10>
- (6) 国土交通省：平成 30 年北海道胆振東部地震の崩壊面積は明治以降の地震災害で最大（平成 30 年 10 月 5 日）、http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181005_sediment_volume.pdf
- (7) 北海道の火山灰質土の性質と利用に関する研究委員会：実務家のための火山灰質土～特徴と設計・施工、被災事例～、地盤工学会北海道支部、p.14、柱状図 No.25、2010。
- (8) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：平成 30 年北海道胆振東部地震の関連情報、現地調査報告その 2 「厚真町における表層崩壊」、2018、<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/hokkaido2018/hokkaido2018-07.html>
- (9) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部：北海道胆振東部地震 復旧・復興、厚真川水系砂防事業所の工事、大規模河道閉塞対策、<https://www.hkd.mlit.go.jp/mr/kouhou/c5b1ee00000f4qa-att/c5b1ee00000f4sp.pdf>
- (10) 札幌市：清田区里塚地区における地震被害対策について、第 2 回説明会、配布資料、<http://www.city.sapporo.jp/kensetsu/stn/documents/dai2kaisetsumeikaisiryoy2.pdf>
- (11) 札幌市：清田区里塚地区における地震被害対策について、工事説明会、配布資料、https://www.city.sapporo.jp/kensetsu/stn/documents/kojisetsumeikaisiryoy_1.pdf