

2018 年 9 月 26 日

平成 30 年北海道胆振東部地震に伴う 地盤災害に関する現地調査結果 (速報版)

【更新履歴】

2018.9.14,

p.4, 採取試料の粒度分布を追記

p.10, En-a に関する文中修正

p.10, 採取試料の含水比を追記

2018.9.26,

p.2, 図 3.1 住宅の写真への配慮

北見工業大学 工学部 地球環境工学科

複合型豪雨災害研究ユニット

山下 聡, 川口貴之

渡邊達也, 川尻峻三

1. はじめに

本文は、平成 30 年北海道胆振東部地震によって札幌市清田区での液状化、厚真町での土砂災害、むかわ町鵲川での堤防被災を中心に現地調査を行い、現地の状況についてまとめたものである。なお、本文に記載されている地震の概要や調査内容については、今後のより詳細な調査・研究次第では変更される可能性がある。調査概要を以下に記す。

<調査日：2018 年 9 月 7 日（金）>

調査地点：北海道札幌市清田区里塚，厚真町吉野地区

調査者：北見工業大学	地盤工学研究室	山下聡（地盤工学会所属）
	凍土・土質研究室	川口貴之（地盤工学会所属）
	寒地岩盤工学研究室	渡邊達也（日本地理学会所属）
	地盤工学，凍土・土質研究室	川尻峻三（地盤工学会所属）

<調査日：2018 年 9 月 8 日（土）>

調査地点：北海道むかわ町鵲川，厚真町富里地区，北海道札幌市清田区里塚

調査者：北見工業大学	地盤工学研究室	山下聡（地盤工学会所属）
	凍土・土質研究室	川口貴之（地盤工学会所属）
	寒地岩盤工学研究室	渡邊達也（日本地理学会所属）
	地盤工学，凍土・土質研究室	川尻峻三（地盤工学会所属）

2. 調査地点における推計震度

図 2.1 は気象庁によって公表されている推計震度分布図¹⁾上に本文での調査地点を示している。札幌市清田区里塚周辺では震度 5 弱程度，厚真町吉野地区では震度 7 程度，鵲川下流部では震度 5 弱程度であった。

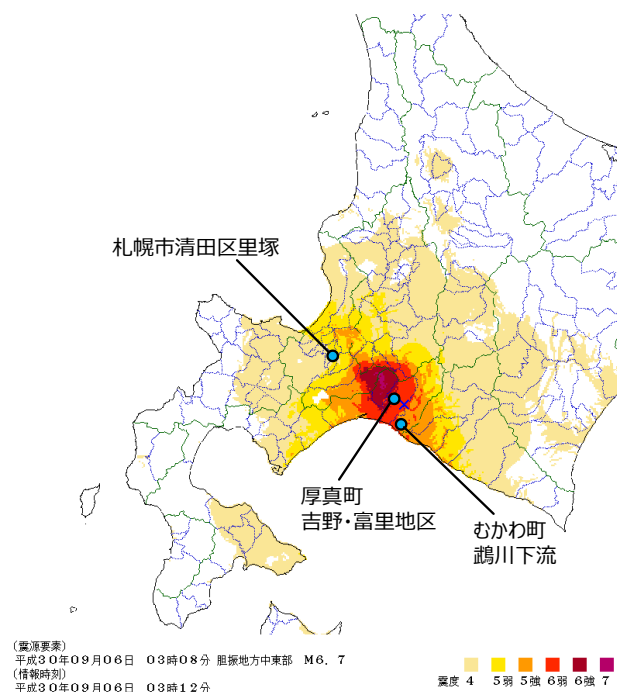


図 2.1 調査地点における推計震度（気象庁推計震度分布図¹⁾に加筆）

3. 札幌市清田区里塚における液状化被害

図 3.1 は調査地点周辺の地形および被災状況を示している。調査範囲内において、地点 a) と地点 j) は比較的標高が高く、地点 e) は標高が低い。標高が高い地点 a) ~ c) では、道路や公園内に顕著な地盤陥没（地点 a), b) 参照）や住宅の傾斜（地点 c)）が発生していた。しかしながら、地表面への噴砂は確認できなかった。また、比較的新しい年代に設置されたと考えられるマンホールでは、地震前の設置位置を維持していた（地点 a)）。標高がやや低い地点 d) ~ f) 地点では、液状化によって地点 a) ~ c) 地点などの標高の高い箇所から流動してきたと考えられる土砂とともに、地表面の沈下や一部の箇所では地表面の隆起が発生していた。調査範囲内で最も標高が低い地点であった地点 e) 付近には、上方から流動してきたと考えられる大量の土砂が駐車場に堆積していた。なお、調査時には地点 e) より低い箇所にある道路の土砂は撤去されていたが、地震直後の報道では当該道路へも土砂が堆積していた。地点 g) や h) でも路面陥没が発生しており、この地点についても地点 e) へ向かって緩やかな傾斜地形にあった。さらに、地点 i) の例に示すように、杭基礎で支持されている住宅では軽微な被災に留まっている箇所があった。なお、地点 j) では「河」と記載されたマンホールがあり、旧河道の存在が示唆される。

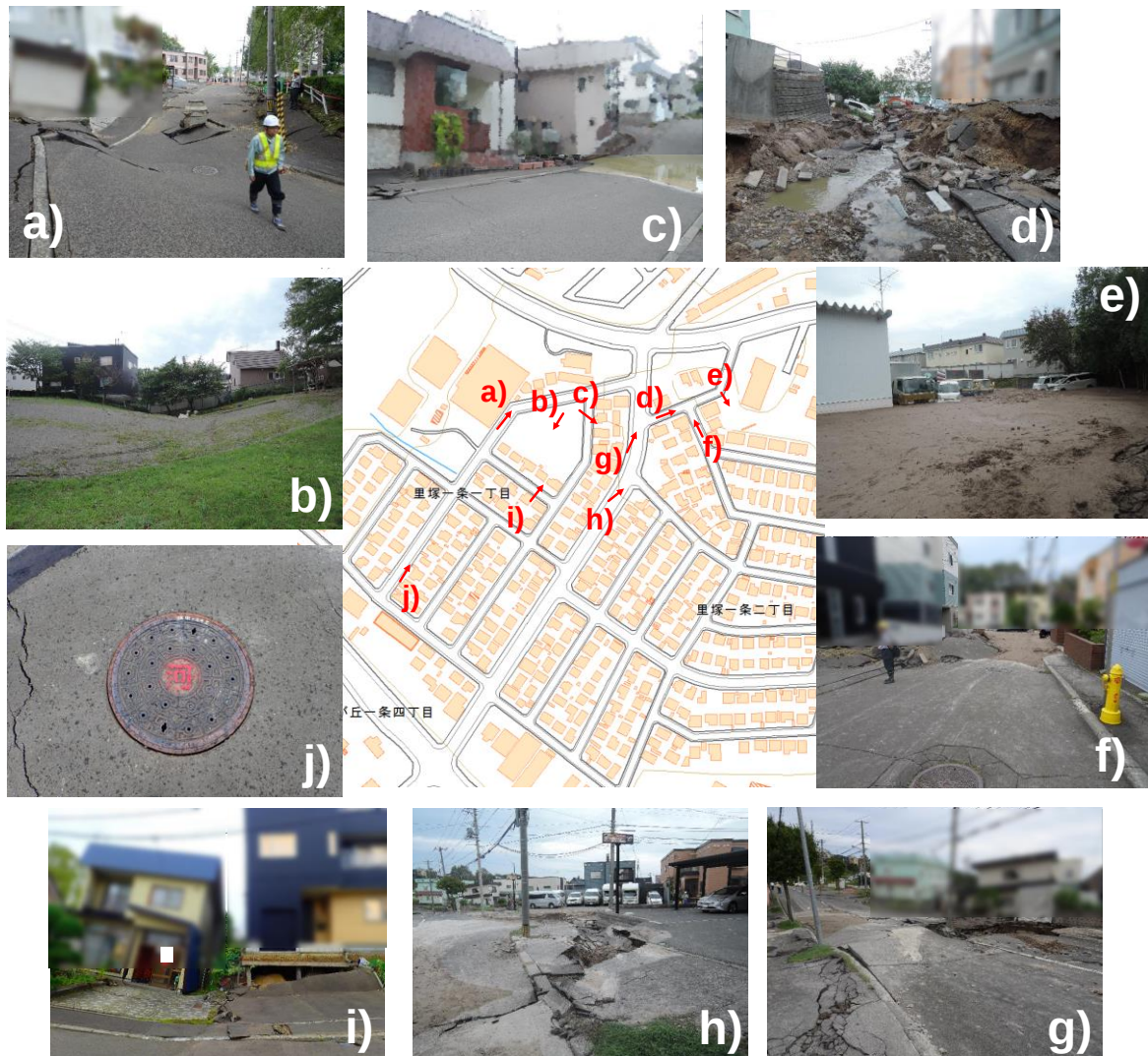


図 3.1 調査箇所周辺の地形図と状況（地理院地図に加筆）

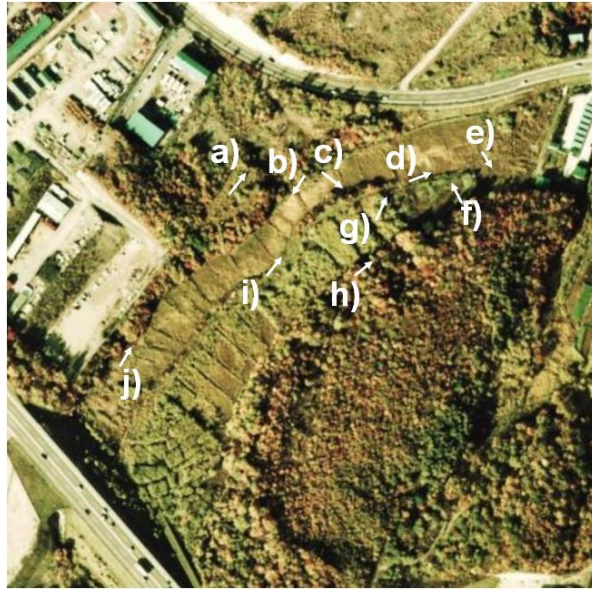


図 3.2 1970 年代における地形と被災箇所と比較（地理院地図に加筆）

図 3.2 は調査箇所付近における 1970 年代に撮影された航空写真である．図 3.1 に示した被災箇所周辺は，かつては水田地帯であったと推察される．地点 a) の旧地形は谷部であったと考えられ，地点 i), j) は森林と水田の境界付近であり，用水路もしくは小河川内であった可能性がある．その他の被災箇所についても，大量の土砂が堆積した地点 e) を除き，概ね水田内もしくは水田と森林の境界部に位置しており，先述したように当該箇所では農業用水路や小河川の存在に加えて，切盛境界部であったと予想される．以上のことから，今回の被災箇所は過去に水田地帯であったため，埋めた盛土内の地下水位は高くなり易い条件下であることに加えて，過去最大規模の大きな地震動の作用によって液状化した盛土材料が旧地形に沿って流動し，傾斜地の末端部から噴出したと予想される．この際，液状化層上部の道路舗装などの非液状化層は液状化層のように流動せず（移動せず）にその場に留まったため，調査した範囲では最大で 4m 程度の大きな地表面沈下が発生した可能性がある．図 3.3 は図 3.1f) 付近で確認した噴出した堆積物の状況を示している．堆積物は 2 層化しており，これは舗装の凍上抑制層と埋め立てに用いた地盤材料の違いであると予想される．なお，土質はどちらの層も火山灰質であった．



図 3.3 舗装面上の堆積物の状況

図 3.4 は、図 3.1 内の地点 d)および地点 e)付近で採取した試料の粒度分布を示している。地点 d)については、図 3.5 に示す舗装上に堆積した噴出物と舗装下部の凍上抑制層に用いられている火山灰質土を採取した。地点 e)については駐車場脇の道路に堆積している噴出物を採取した。地点 d)と地点 e)に堆積している噴出物の粒度分布はほぼ一致しており、同様の土質であることが伺える。一方、地点 d)の噴出物と凍上抑制層を比較すると、凍上抑制層では粒径が大きく、噴出物は凍上抑制層とは異なる土質であることわかる。次に今回の地震による噴出物を、2003 年十勝沖地震の際に北見市端野町で発生した液状化²⁾での噴出の粒度分布と比較すると、細粒含有率に 10%程度違いはあるものの、ほぼ同程度の粒度分布を呈している。なお、2003 年十勝沖地震の端野町での被害では、沢を埋めた畑地の下部盛土が液状化によって流動・流失することで広範囲にわたり畑地が陥没し、今回の被災箇所とは地表面の土地利用は異なるものの、同様の被災形態であった。

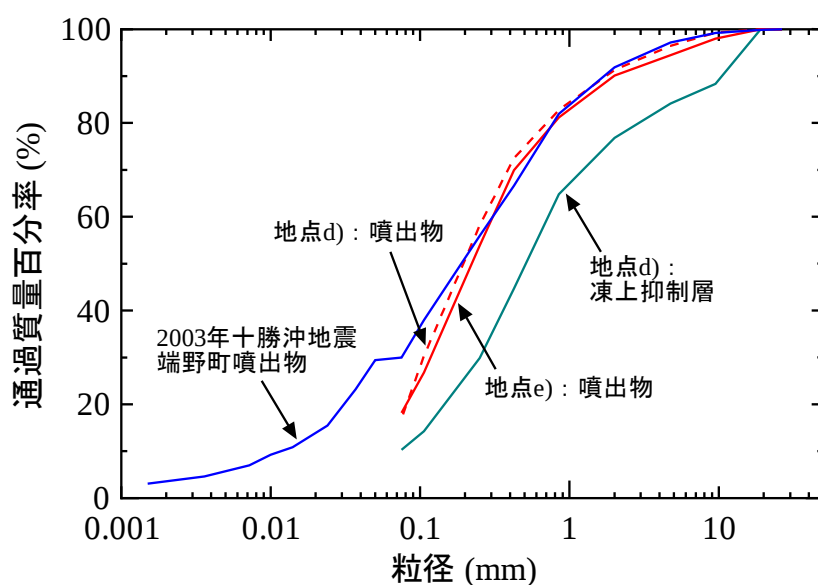


図 3.4 粒度分布の比較



図 3.5 地点 d)での試料採取位置

4. 厚真町吉野・富里地区における土砂災害

4. 1 被災状況の概要

図 4.1 は厚真町吉野地区の被災後の航空写真を示す（図中の a), d), e) は後述する写真の位置を示す）。また、図 4.2a) ~ e) に現地の状況を示す。被災箇所周辺は、厚真川によって形成された谷底平野であり、水田として土地利用されている。被災した住宅は、厚真川右岸の河岸段丘崖の崖下に位置している。河岸段丘崖の上部の段丘面では畑作が行われている。地震によって段丘崖における堆積土が不安定化し、崩壊土砂が段丘崖の崖下にある住宅を巻き込み、水田や、場所によっては厚真川近くまで比較的長距離にわたって流動・流下していた（図 4.2a)）。地形図上では、微地形的な谷部を確認できるものの、崩壊面には明瞭な谷は確認できず、崩壊面は比較的に一律な勾配である（図 4.2b)）。また、崩壊面には崩壊土砂による擦過痕と考えられるものがあり、崩壊土砂は比較的速い速度で流下したと推察される（図 4.2c)）。なお、流下した土砂の先端部付近における土質を見ると、堆積年代や風化程度が異なる降下火砕堆積と黒ボク土で形成されていた（図 4.2d)）。加えて、場所によっては水田が隆起している箇所があるため、崩壊土砂の落下した地盤の状況次第では流動・流下ではなく、地盤内に潜り込むような挙動をした可能性がある（図 4.2e)）。



図 4.1 吉野地区における被災後の航空写真（地理院地図に加筆）



図 4.2a) 図 4.1 中の a) 付近からの崩壊状況(1)



図 4.2b) 図 4.1 中の a)付近からの崩壊状況(2)



図 4.2c) 崩壊面の状況



図 4.2d) 図 4.1 中の e)付近における崩壊土砂の状況



図 4.2e) 水田の隆起状況

図 4.3 は厚真町富里地区の被災後の航空写真を示す（図中の a) ~ d) は後述する写真の位置を示す）。また、図 4.4a) ~ d) は図 4.3 中に示した地点付近での現地の状況を示す。富里地区についても、厚真川右岸の丘陵部の斜面が崩壊している。浄水場の北側斜面で発生した崩壊では、流下した土砂によって浄水場施設周辺の住宅を巻き込み、崩壊土砂は河道にまで流下し、榑山橋の上流側で河道閉塞が発生していた（図 4.4a)）。崩壊形態について先述した吉野地区と比較すると、富里地区では明瞭に尾根筋のみが残り、谷状に土砂が崩壊して流下していることがわかる。崩壊深度も深い傾向にあることから、集水性の高い谷地形を厚く埋積した降下火砕物が強振動により不安定化したものとみられる。次に浄水場の北側斜面よりも西側に位置している斜面では、流下した土砂が水田に広く流動している（図 4.4b)）。当該箇所では、東西方向に延びる谷部の北側および南側斜面の両方が崩壊し（図 4.4c)）、水田にまで流下した。北側斜面の源頭部付近の状況を見ると、図 4.2d) に示したような降下火砕物と黒ボク土が堆積していることが伺える（図 4.4d)）。また、図 4.3 に示した領域よりもさらに北側の斜面では、広範囲にわたって数多くの斜面で同様の崩壊が発生していた（図 4.4e)）。

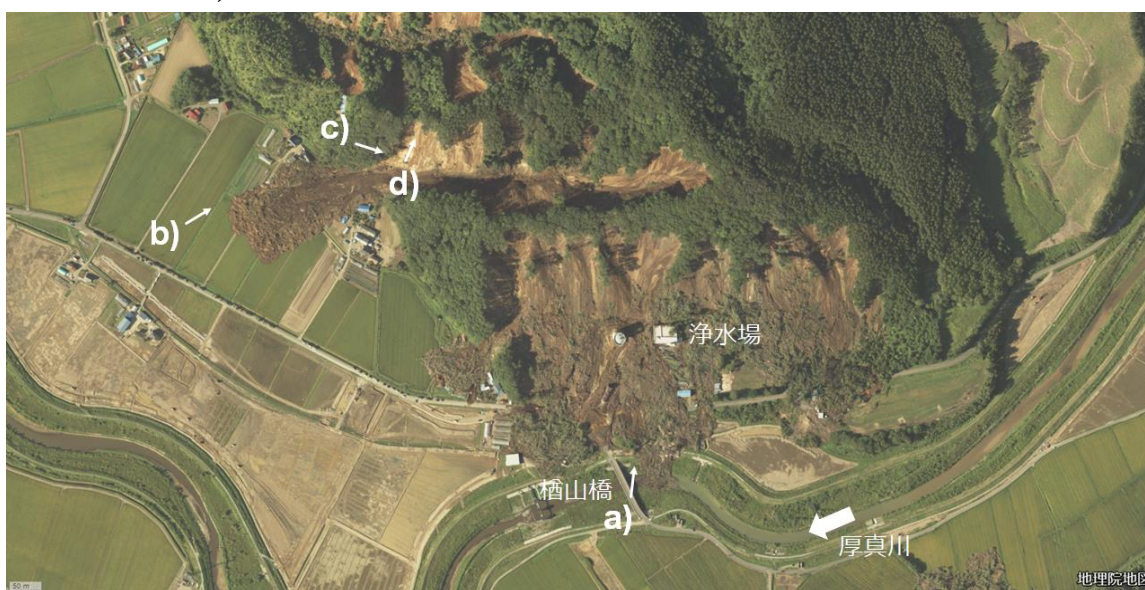


図 4.3 富里地区における被災後の航空写真（地理院地図に加筆）

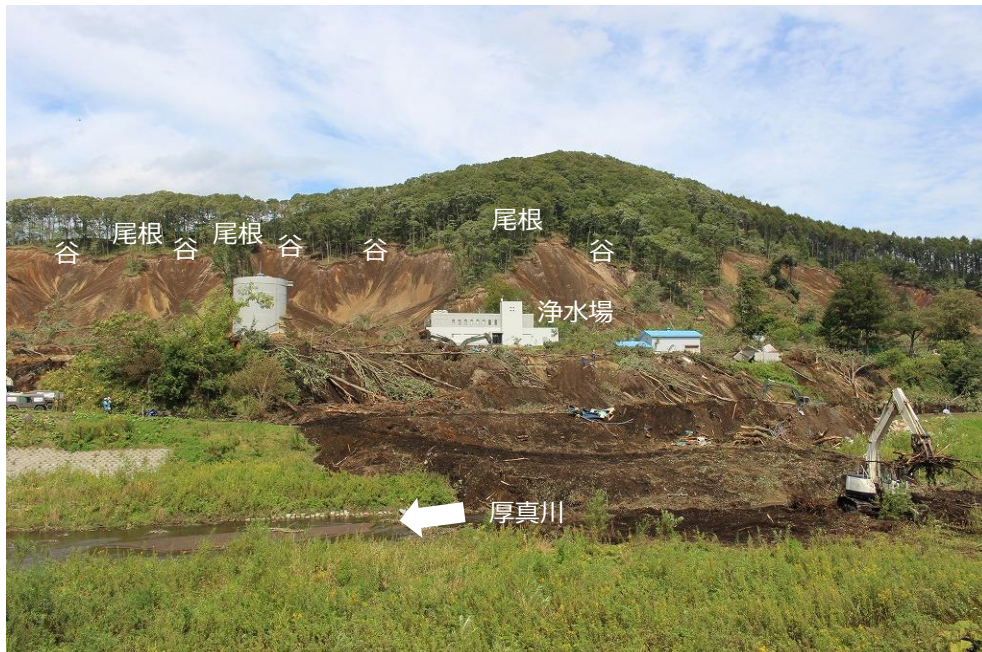


図 4.4a) 図 4.3 中の a)付近からの崩壊状況



図 4.4b) 図 4.3 中の b)付近からの崩壊状況



図 4.4c) 図 4.3 中の c)付近からの崩壊状況



図 4.4d) 図 4.3 中の d)付近からの崩壊面付近の状況



図 4.4e) 図 4.3 に示した領域よりもさらに北側の斜面における崩壊状況

4. 2 崩壊箇所における地質

厚真川流域の山地・丘陵斜面では、西方の支笏・恵庭・樽前を起源とする降下火砕物が新第三紀堆積岩を覆っている。図 4.4d)崩壊斜面の頭部滑落崖（図 4.5）では、灰白～灰色の軽石層と黒褐色の黒ボク層の互層が認められる。これらの軽石層は、樽前火山を起源とする降下火砕堆積物 Ta-a～c（噴出年代は上位から西暦 1739 年，西暦 1667 年，約 2,000 年前）に相当する。Ta-c の下位には、風化した赤褐色の軽石およびスコリアが特徴的である Ta-d（約 9,000 年前に噴出）の上部ユニットが認められる。吉野・富里両地区においては、ほぼ全ての崩壊土砂中にこの特徴的な色の堆積物が含まれていた。Ta-d は風化程度の違いにより下位へ向かって橙色へと遷移していくが、今回の調査においてこれより下位の層は滑落崖にはっきりと確認できなかった。そのため、吉野・富里地区では Ta-d の下部付近をすべり面として崩壊が多発したものと推察される。ただし、今回の調査では遠望からの観察のみで判断しているため、今後の調査により解釈が変わる可能性がある。

図 4.1 中の e)の崩壊土砂中から採取した 3 種類の降下火砕堆積物の写真を図 4.6 に示す。図 4.6a)は輝石斑晶を含む灰色の軽石堆積物である。風化が進んでいないため細粒分を含んでおらず、粒子間の固着性は低く、崩壊移動過程で巻き込んだとみられる黒ボクが混在している。図 4.6b)は赤褐色が特徴的な Ta-d であり、風化した軽石とスコリアを含む。細粒分は少ないものの、団粒状に固着しているものもみられた。図 4.6c)は著しく風化した軽石およびスコリアを含む黄褐色粘性土である。現地での採取時には水分を多く含んでおり、塑性の性状を示したことから、この粘性土をすべり面として崩壊が発生した可能性が考えられる。なお、採取試料の含水比 w は、図 4.6a)では $w = 19.5\%$ ，図 4.6b)では $w = 155.3\%$ ，図 4.6c)では $w = 159.4\%$ であった。

吉野・富里両地区で観察した降下火砕堆積物の対比をするため、苫小牧市美沢の模式露頭³⁾を観察した（図 4.7）。この露頭には、46,000 年前の支笏カルデラ形成噴火以降のテ

フラが累重している。Ta-d の下部付近は、風化した軽石を含む黄褐色細粒層がみられた(図 4.8)。吉野地区の崩壊土砂から採取した風化粘性土(図 4.6c))も類似した色合いを呈しており、厚真川流域の斜面においても Ta-d 下部付近に風化した細粒層が存在している可能性が考えられる。ただし、これはあくまでも模式露頭の観察に基づく推測に過ぎないため、今後現地の崩壊斜面を対象とした堆積土層構造の精査が必要である。



図 4.5 図 4.4 d)の崩壊斜面の頭部滑落崖にみられる地質断面



図 4.6 図 4.1e)の崩壊土砂から採取した降下火砕物



図 4.7 苫小牧市美沢の模式露頭



図 4.8 模式露頭の Ta-d と En-a の間に挟在する黄褐色風化細粒層

5. 鷺川下流部における堤防被災

図 5.1 は今回の調査で確認した鷺川での堤防被災箇所を治水地形分類図上に示している。図 5.2a)は側帯盛土と本堤との境界部で発生した亀裂であり、このように左岸堤体天端の中央部や法肩部の舗装等に亀裂が発生していた。また、堤体の凍結融解や凍上現象等によって生じたわずかな亀裂が地震によって進展・拡大したものもあると推察され、場所によっては深度方向に 10cm 程度進展していた (図 5.2b))。なお、堤体の安定性に影響があると考えられる、より大きな亀裂については、雨水浸透による堤体変状対策として天端にブルーシートを敷設する応急措置が実施されていた (図 5.2c, d))。また、左岸 KP2.5 の旧河道上の堤外地盤では、液状化現象によって発生したと考えられる噴砂が確認できた (図 5.2e), f))。なお、上述のような亀裂や噴砂が発生し、堤体のり面にも亀裂が発生⁴⁾ (2018.9.9 現在、応急復旧中) していたものの、堤体天端高さが計画高水位を下回るような大規模な変状は発生していなかった。

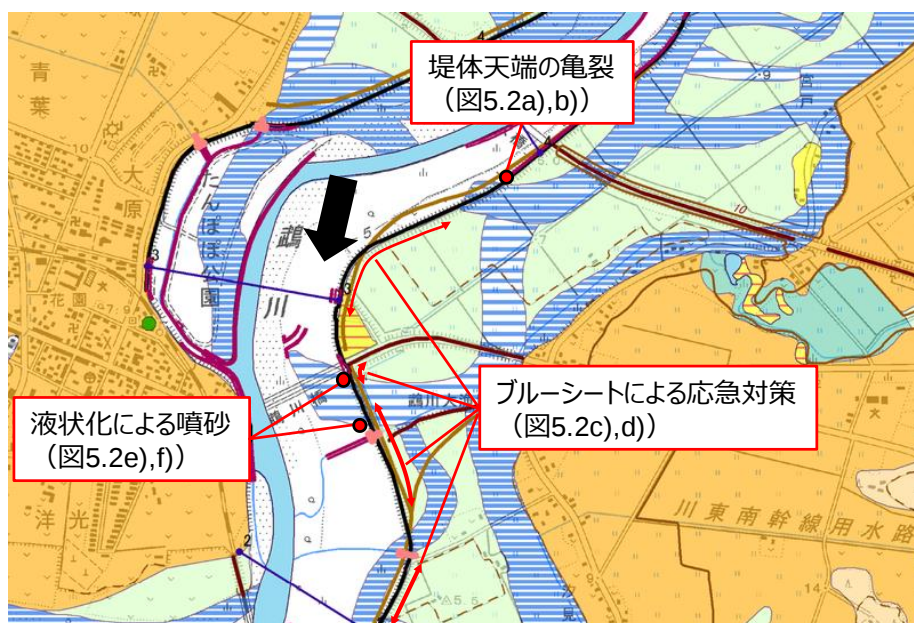


図 5.1 被災箇所と治水地形分類図の関係 (地理院地図/治水地形分類図に加筆)



図 5.2a) 側帯盛土と本堤の境界部での亀裂の状況



図 5.2b) 地震によって拡大したと予想される亀裂の状況



図 5.2c) ブルーシートによる応急対策 (KP3.5 付近)



図 5.2d) ブルーシートによる応急対策 (KP2.5 付近)



図 5.2e) 堤外地盤での噴砂 (KP2.7 付近)



図 5.2f) 堤外地盤での噴砂 (KP2.5 付近)

参考文献

- 1) 気象庁：推計震度分布図，https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/suikai/201809060308_146/201809060308_146_1.html(2018.9.9 閲覧)
- 2) 山下聡，堀智仁，伊藤陽司，村田芳信，林宏一，鈴木輝之：十勝沖地震で被災した火山灰造成農地の液状化特性，地盤工学会北海道支部技術報告集，Vol.44. pp.197-206, 2004.
- 3) 中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平（2018）：西南北海道，石狩低地帯におけるテフラ層序学：支笏一洞爺火山地域の噴火履歴．地質学雑誌，124（7），473–489.
- 4) 北海道開発局：平成 30 年北海道胆振東部地震による災害情報について（第 8 報），<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/release/splaat00000194ji-att/splaat000001dzwh.pdf>（2018.9.9 閲覧）

6. おわりに

本文は,平成 30 年北海道胆振東部地震での地盤災害状況に関する現地調査結果を速報的にまとめたものである.今後の詳細な調査・研究によって本文の内容に変更が生じること
に注意が必要である.本文が今後実施される防災対策の参考や一日も早い復興に繋がれば
幸いである.また,本調査の実施にあたり,国土交通省 北海道開発局および京都大学防災
研究所 山崎新太郎 准教授から貴重な情報をご提供頂いた.末筆ながら記して深甚なる謝
意を表す.

【問い合わせ先】

北見工業大学 工学部 地球環境工学科

地盤工学研究室	教授	山下 聡
凍土・土質研究室	准教授	川口 貴之
寒地岩盤工学研究室	助教	渡邊 達也
地盤工学, 凍土・土質研究室	助教	川尻 峻三

TEL:0157-26-9478

E-mail: skawajiri@mail.kitami-it.ac.jp