

2021年9月15日更新

# 国道279号青森県風間浦村桑畑～むつ市大畑における 現地調査速報\*

## 【更新情報】

2021/09/15の主な更新内容

- ・堰堤の種別を修正
- ・土砂止柵を落石防護柵に修正
- ・3.2(4)を格子枠工施工箇所状況に修正
- ・その他、文言の修正あり

北見工業大学 地域と歩む防災研究センター  
地盤防災技術研究室 川尻峻三

\*本調査結果は「速報」であるため、今後、詳細な調査の進展により内容変更の可能性ある。

## 1. はじめに

2021年8月8日～9日にかけて台風9号から変わった低気圧によって青森県は大雨となった。これによって国道279号における風間浦村～むつ市間では多数の土砂災害および橋梁周辺地盤での被災が発生した。本文では、一連の被災区間で行った初動調査における代表的な箇所での調査結果についてまとめたものである。

調査日時：2021年8月23日（月）8：00～16：30

調査者：

北見工業大学 地域と歩む防災研究センター	准教授 / センター長	川尻峻三
地盤防災技術研究室	博士後期課程3年	小笠原明信
地盤防災技術研究室	博士前期課程2年	小山真輝

調査内容：現地踏査，簡易測量，小型 UAV による空撮，試料採取

## 2. 調査地点および気象の概要

図2.1は本文で示す主な調査地点と地形図を示している。斜面崩壊は目視において20箇所以上の地点で発生していたが、本文では崩壊箇所付近での踏査や UAV で状況確認が可能であった代表的な3地点（斜面崩壊①～③）と、対策工実施箇所の主な例として格子枠工箇所1地点の現地状況（格子枠工箇所）について記載している。また、橋梁周辺地盤の被災については、筆者らが調査できた範囲で確認できた3地点（橋梁被災①～③）の調査結果を報告する。

調査箇所は国道279号における風間浦村桑畑とむつ市大畑間における約5.5kmの区間である。当該国道は一般国道における補助国道として青森県が管理している。調査箇所における地形的な特徴として、燧岳（標高781.3m）の火山活動によって海岸線には急崖が形成

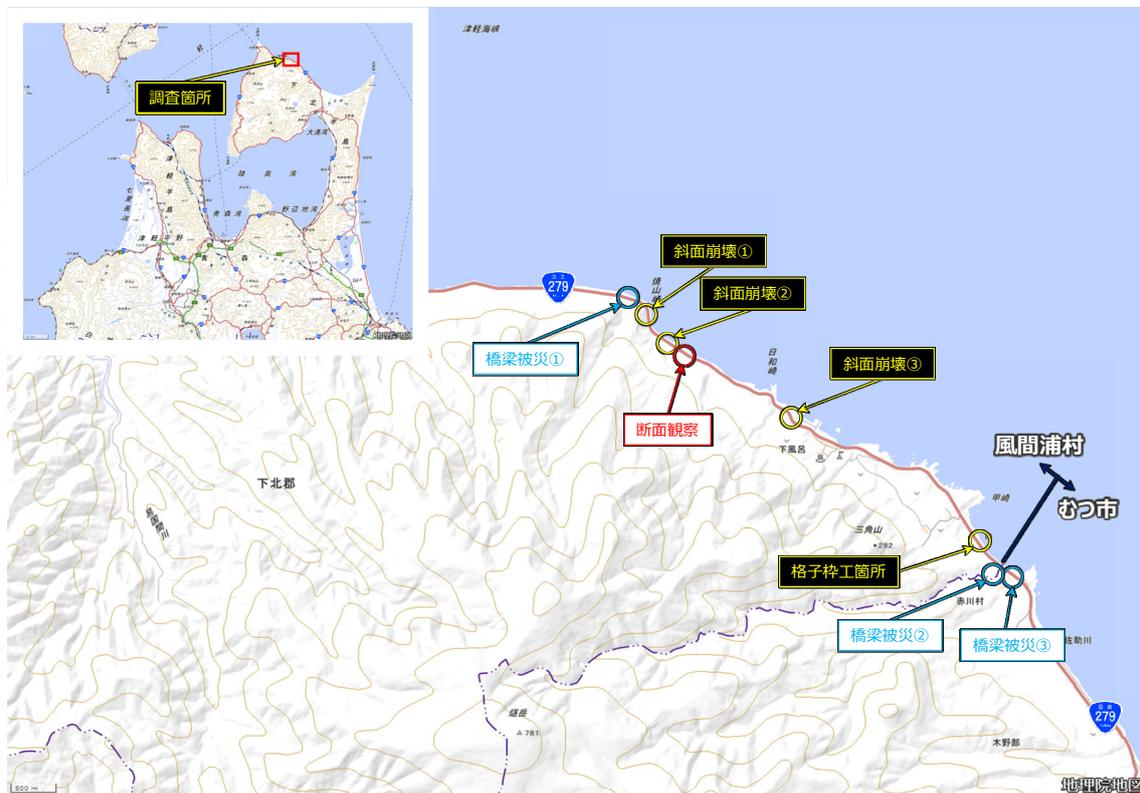


図 2.1 調査箇所および雨量計の位置図（地理院地図に加筆）

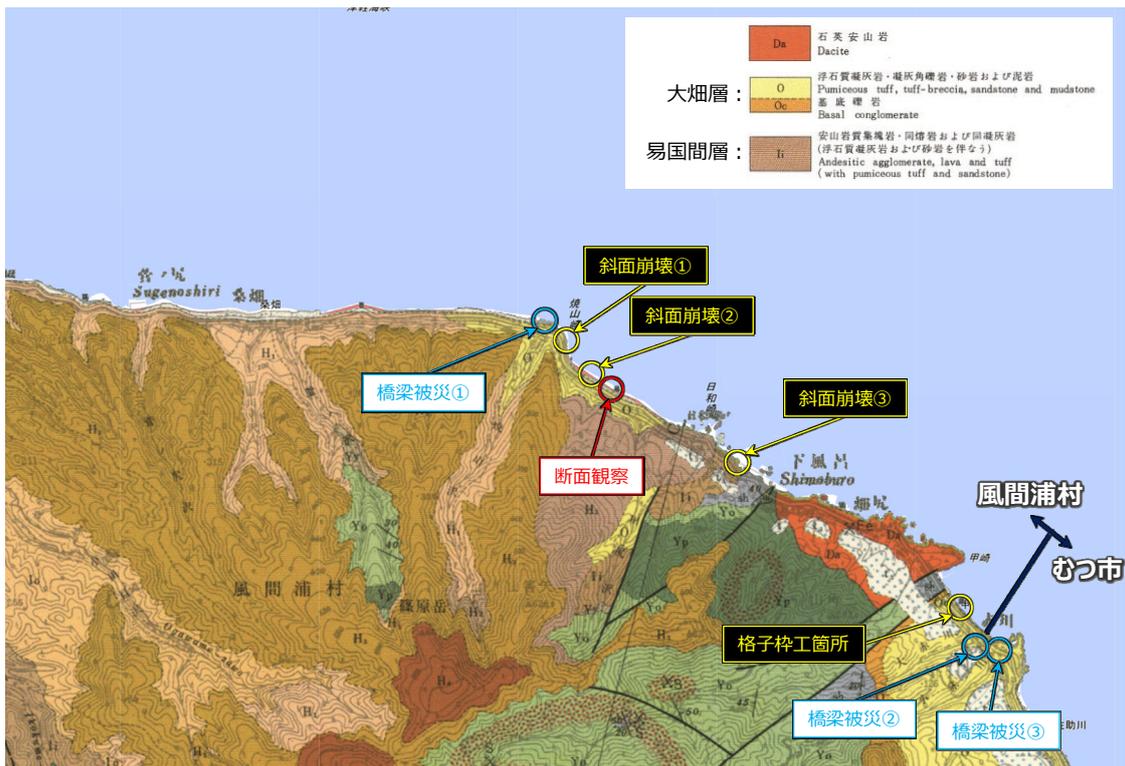


図 2.2 調査箇所周辺の地質（地理院地図，5 万分の 1 地質図 大畑に加筆）

されている。この急崖下部と津軽海峡に挟まれた狭隘な平坦地に国道や住宅街が形成されている。

図 2.2 は調査箇所付近の地質図を示している。調査地点における地質は概ね 3 種類に分類されている。筆者らの調査した範囲において、最も斜面崩壊や橋梁周辺地盤の被災数が多い地層は大畑層であった。大畑層は、浮石質凝灰岩、凝灰角礫岩、砂岩および泥岩で構成されている<sup>1)</sup>。また、安山岩質集塊岩等で構成されている易国間層<sup>1)</sup>やデイサイト<sup>1)</sup>が分布している箇所においても斜面崩壊が発生していた。図 2.3 は斜面崩壊①および②の近傍において露出していた地層断面における観測状況を示している。この露頭での表層土は植生が繁茂しており、根茎の侵入が顕著である。基質は細砂もしくはシルト質土であり、その中に礫岩が浮いている状態で分布している。その下部の層は砂岩であった。露出している断面における最下部には灰白色な浮石質凝灰岩が堆積していた。これらの状況は、上村・斉藤の報告<sup>1)</sup>と一致している。



図 2.3 露頭部における土層断面

図 2.4 は、青森地方気象台が発表した気象レーダ画像<sup>2)</sup>を示している。台風 9 号から変わった低気圧や前線の影響で 8 月 9 日 0:00 頃から断続的に青森県内を雨雲が通過してい

る。被災箇所である下北半島北部では8月9日12時頃から時間雨量が大きい雨雲が8月10日12時頃まで継続して通過している様子が伺える。図2.4は8月9日0:00~8月11日12時頃までの累積雨量分布（参考文献2）に加筆

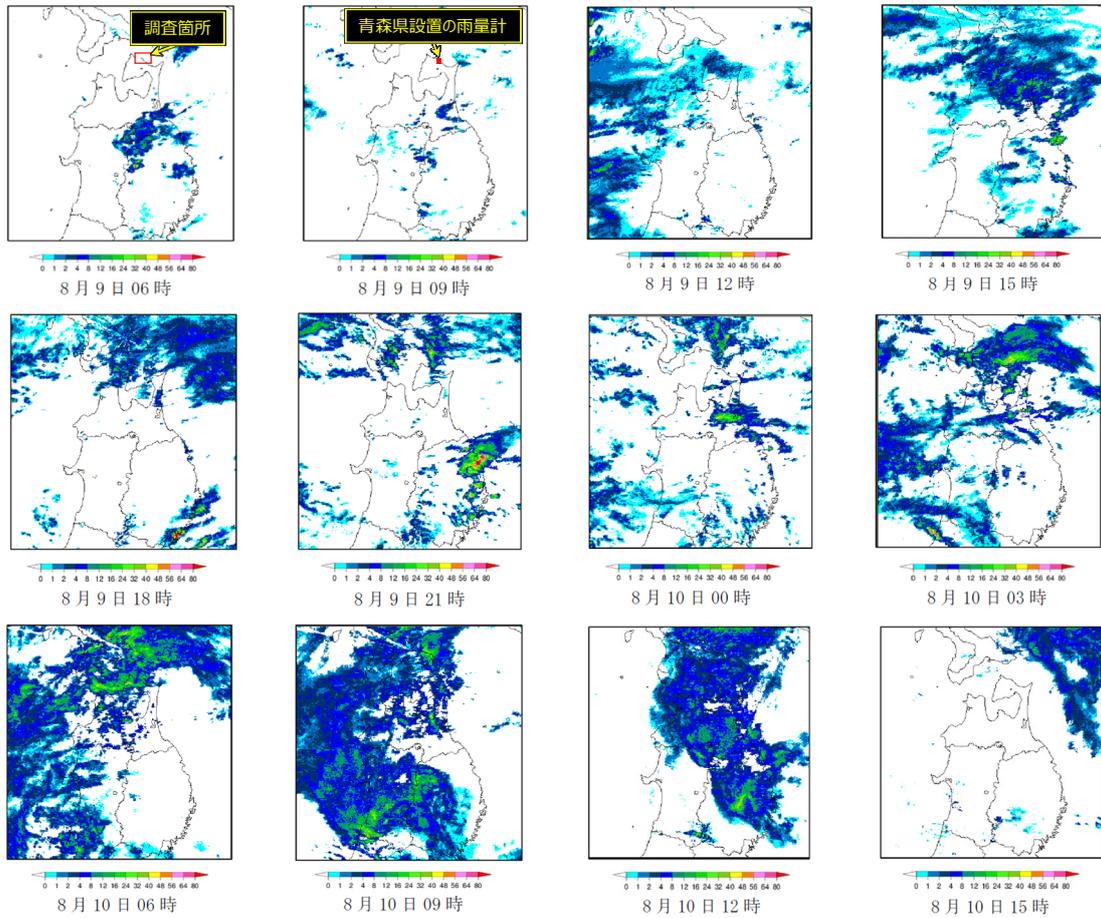


図 2.3 8月9日6:00~8月10日15:00のレーダ解析雨量の変化（参考文献2）に加筆

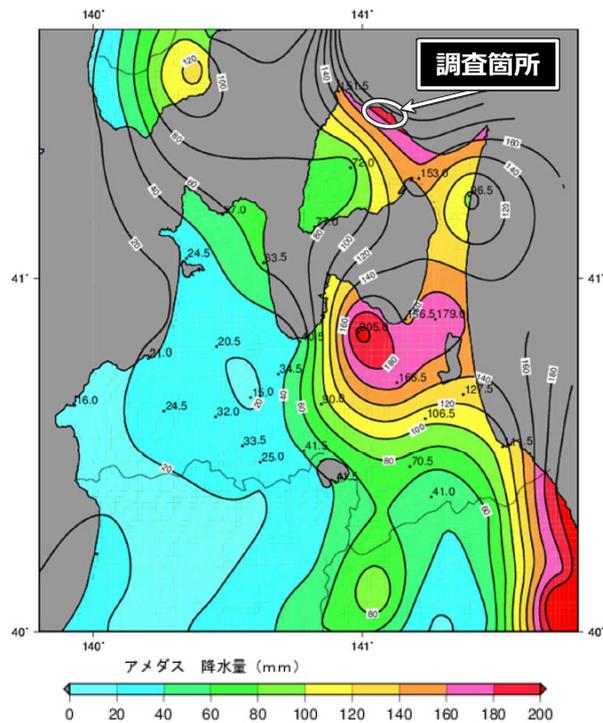


図 2.4 8月9日0:00~8月11日0:00までの累積雨量分布（参考文献2）に加筆

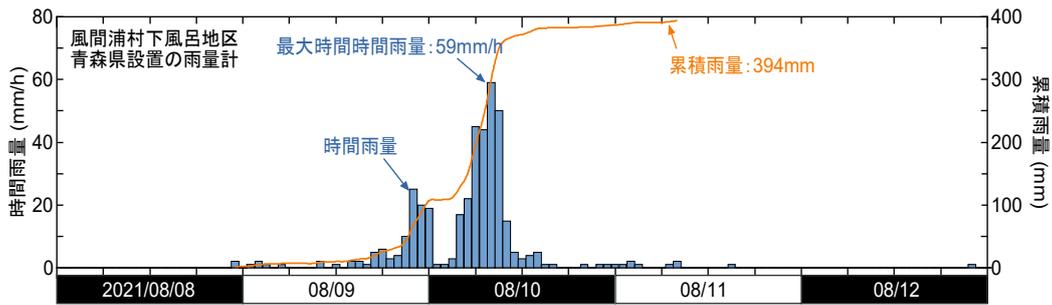


図 2.5 青森県設置の雨量計による観測値

日 0 : 00 までの累積雨量の分布図<sup>2)</sup>である。被災が集中した下北半島北部では累積雨量が 180mm を超える赤色となっており、レーダによる解析雨量では 300mm 以上の累積雨量を観測していると報告されている<sup>2)</sup>。

次に図 2.5 は、青森県が風間浦村下風呂地区（図 2.3 参照）に設置している雨量計の観測結果を示している。8 月 8 日深夜頃から観測され始めた降雨は、8 月 9 日深夜には一旦時間雨量が小さくなるものの、8 月 10 日にはさらに雨量は大きくなり、8 月 10 日 8 時頃には最大時間雨量 59mm/h を観測している。その後、時間雨量は減少しているが、8 月 11 日 8 時頃までは断続的に降雨が続き、8 月 11 日までの累積雨量は 394mm に達した。

### 3. 現地状況

#### 3. 1 橋梁周辺地盤の被災

##### (1) 橋梁被災①（焼山沢）

図 3.1 は橋梁被災①における被災前の衛星写真を示している。被災した橋梁は焼山沢に架かる橋梁である。被災橋梁よりも上流には治山堰堤が設置されている。また、旧大間線のコンクリート橋梁が架設されている。被災橋梁の上流および下流には護岸工が設置されている。

図 3.2 は UAV によって撮影した被災橋梁を下流から撮影した上空写真、図 3.3 は上流側



図 3.1 衛星写真による被災前の状況（Google Earth に加筆）



図 3.2 下流から撮影した被災状況



図 3.3 上流から撮影した被災状況

から撮影した被災橋梁の状況を示している。上流側右岸の護岸は河道側へ転倒し、護岸背面が露出している。これに伴い、護岸の背面土が流失している。さらに護岸よりも下流に位置して橋台背面盛土の一部が流失し、上部の舗装部の一部がオーバーハング状態となっている。また、上流側左岸の護岸工は護岸工自体には目立った変状等は確認できないが、背面土の一部が流失していた。なお、被災橋梁よりも下流側の護岸は、右岸・左岸ともに大きな変状等は確認できなかった。

右岸の護岸工および橋台背面土盛土における被災形態は、筆者らが過去の実施した模型実験での結果<sup>3),4)</sup>と定性的に整合している。すなわち、橋台周辺のコンクリート構造物の

被災については、背面土の流出に伴い、洪水流がコンクリート構造物背面へと流れ込み、構造物を河道側へ押し出したと考えれる。次に橋台背面盛土の流出については、護岸工を失ったことで橋台および背面盛土へ洪水流が直接作用し、盛土の浸食が発生と予想される。

## (2) 橋梁被災②(大赤川)

図3.4は橋梁被災②における被災前の衛星写真を示している。図中には後述の図3.5a)~c)の被災状況の撮影箇所を併せて記載している。被災した橋梁は風間浦村とむつ市の行政界となっている大赤川に架かる橋梁である。図3.5a)~c)は被災の状況を示している。図3.5a)は左岸から撮影した右岸の橋台付近の状況を示している。橋台より上流の河岸において側岸浸食が発生し、河岸の上部に位置している建屋の杭基礎の一部が露出していた。この側岸浸食箇所よりも下流に位置している橋台周辺では橋台背面盛土が流出したと考えられ、調査時にはブルーシートによる応急対策が実施されていた。さらに河床付近では、河川取付護岸の護岸背面が上向きの状態になるまで河道側へ転倒している状況にある。なお、調査時には露出した左岸側の橋台基礎において応急対策が実施されていた。

次に図3.5b)は橋梁中央部付近から大赤川の上流を撮影した状況である。河床材料は完全に流出し、凝灰岩と予想される基岩が完全に露出している。図3.5c)は、図3.5b)よりもさらに上流部の河道の状況を示している。被災箇所よりも上流部においても河岸浸食が発生している状況が確認できる。このことから当該河川では増水によって河川が蛇行し、河岸浸食が発生するとともに、河床材料が一気に流出して基岩までの河床低下が発生したと予想される。

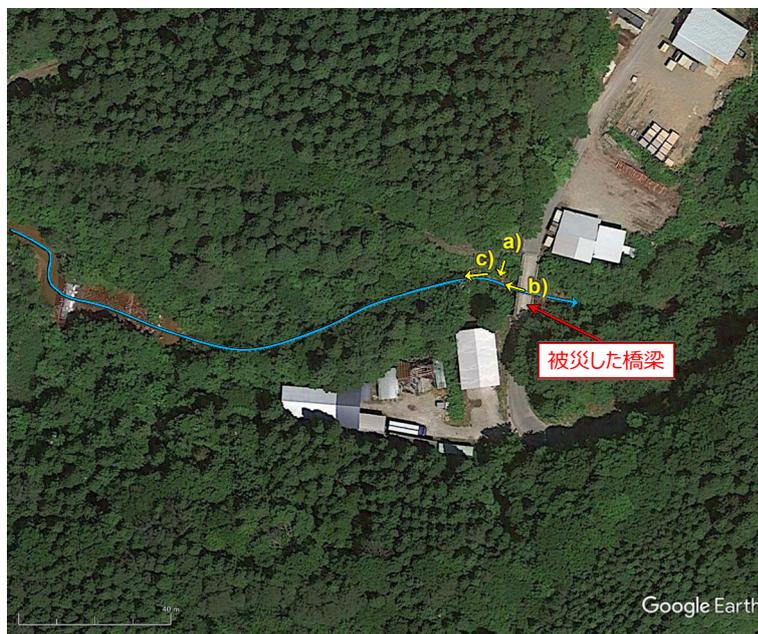


図3.4 衛星写真による被災前の状況 (Google Earth に加筆)



a)



b)



c)

図 3.5 被災状況

### (3) 橋梁被災③ (小赤川)

橋梁被災③は今回の下北半島北部における豪雨災害において、最大規模の橋梁被災である。図 3.6 は橋梁被災③における被災前の衛星写真を示している。被災橋梁は小赤川に架かる橋梁であり、上流側に歩道橋、下流側に道路橋が独立に架設されている。今回の豪雨災害によって下流の道路橋の落橋および周辺地盤の浸食、住宅への土砂流入が発生した。



図 3.6 衛星写真による被災前の状況 (Google Earth に加筆)

被災箇所付近の小赤川は堀込河道となっており、河岸には護岸工が設置されている。また、歩道橋右岸の直上流には護床工の存在が確認できる。この護床工よりも上流では、河床全面にわたり護床工が設置されていることが確認できる。

図 3.7 および図 3.8 はそれぞれ調査時に UAV で撮影した被災箇所の画像である。図 3.7 は被災箇所付近を下流から俯瞰した状況、図 3.8 は被災橋梁直上からの状況を示している。なお、図 3.8 には後述する図 3.9a)~f)の撮影地点を併せて示している。図 3.7 における俯瞰画像において、被災橋梁よりも上流側の河道を見ると右左岸の護岸工や河道の護床工の存在は確認できず、大量の土砂によって埋没したと予想される。調査時には国土交通省東北地方整備局が緊急架設した仮設橋が設置されていた。被災した道路橋はこの仮設橋の下部に落橋した状態で確認することができる。図 3.8 の被災橋梁を直上から撮影した画像を見



図 3.7 下流から撮影した被災状況



図 3.8 被災橋梁直上から撮影した被災状況

ると、被災直後に確認された上流側の流木の大部分は撤去されており、河道の流路は確保されている。また、被災した道路橋の上流の歩道橋には大きな被災は確認できない。

図 3.9a)~f)は、図 3.8 中に示した各地点での状況を示している。図 3.9a)は落橋した道路橋の右岸側の状況を示している。右岸側の橋台は河道側（橋台前面）へ大きく変位している。これに伴い桁も河道側へ移動している。なお、被災橋梁では2つの桁が確認できるため、被災橋梁は2支間を有していたと予想される。その場合には中央部に橋脚があったと考えられるが、この橋脚は調査時には確認できなかったため、埋没もしくは海岸に流出したものと予想される。次に左岸の橋台付近の状況である図 3.7b)では、橋台および背面盛土は流出しており、これに伴い左岸側の桁は河床上に完全に落橋している。また、道路路面には土砂や流木が堆積している。図 3.9a)および b)からわかるように歩道橋と落橋した道路橋の間（道路橋の上流側）には流木が捕捉された状態であった。また、これらの画像からは歩道橋の目立った損傷は確認できない。図 3.9c)は右岸から撮影した歩道橋の状況を示し



図 3.9 被災箇所周辺の地盤被災の状況

ている。橋台付近の地盤の一部が流出している状況は確認できるものの、橋自体には大きな損傷は確認できない。図 3.9d) ~f) は各地点における家屋や生活道路の状況を示している。被災橋梁の周辺では大量の土砂に流出・堆積して周辺家屋で被害が発生している。ここで、NHK スクープ BOX には 8 月 10 日 5:30 頃の被災橋梁の状況が投稿<sup>9)</sup>されている。図 3.10 は投稿された動画の一部をキャプチャしたものであり、a) → b) → c) → d) の順に時間が進んでいる。図 3.10a) から 10 日 5:30 頃の段階では歩道橋が捕捉した流木の量は限定的であったと判断できる。しかし、図 3.10b) に示すように歩道橋左岸の橋台付近では舗装面が崩落している。道路橋の様子を映している図 3.10c) および d) では、すでに橋台背面付近の道路面が崩落し、左岸の桁が落橋している様子が伺える。しかし、図 3.9b) に示したように完全に河床上に落橋している状況にはなく、この段階では橋脚は残存していた可能性が示唆される。図 3.11 は上述の状況から推定される当該箇所の被災過程である。まず、①記録的な降雨による小赤川の増水によって道路橋の橋脚基礎が洗堀して変状・倒壊して道路橋

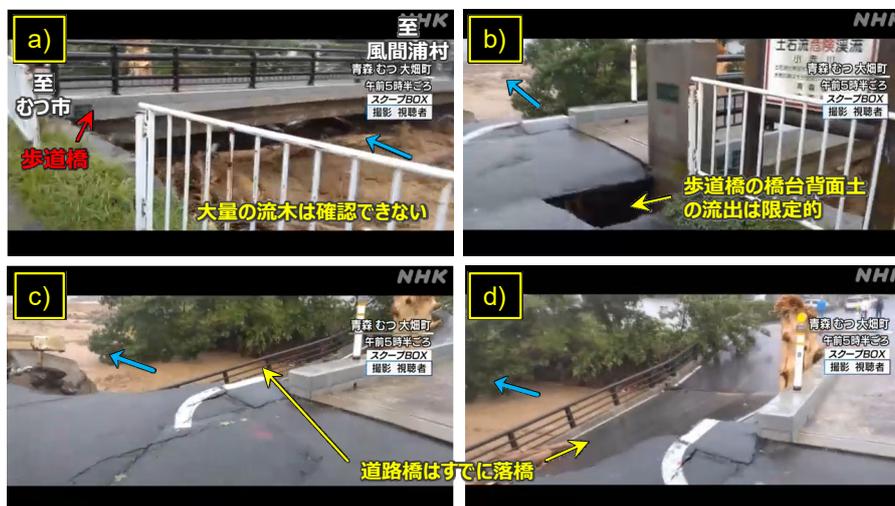


図 3.10 8 月 10 日 5:30 頃の被災橋梁の状況 (参考文献 5) に加筆



図 3.11 調査結果から推定した被災の過程

が落橋し、②それに伴い河道が閉塞されて上流からの大量の流木が捕捉されて堆積した。③この流木の堆積によってその後、流下してきた流木がさらに堆積されて上流部では溢水による迂回流が発生した。この迂回流によって運搬された土砂などが橋梁周辺の家屋周辺に堆積したと予想される。

### 3. 2 斜面災害

#### (1) 斜面崩壊①

図 3.12 は斜面崩壊①が発生した周辺における標高コンター図と断面図を示している。また、図 3.13 は UAV で撮影した崩壊斜面の全景を示している。標高 80m 程度の斜面が崩壊し、崩土は斜面下部の国道 279 号に設置された落石防護柵を破壊し、海まで達している状況であった。崩壊箇所の地形は浅い沢地形を呈している。また、断面図から算出した斜面勾配は約  $37^\circ$  である。図 3.14a), b) は図 3.13 中に示した崩壊斜面端部の状況を示している。図 3.14a) に示した風間浦村側の端部では、基岩の上部に砂礫層が堆積している状況が伺える。砂礫層の厚さは概ね 1~2m であった。基岩は図 2.3 で述べた砂岩であると予想される。また、この画像から推定した斜面勾配は概ね  $37^\circ$  であり、先述の地理院地図からの推定値と整合する。一方、図 3.14b) に示したむつ市側の端部では、風間浦側と比較すると砂礫層の厚さが薄いことがわかる。基岩上には砂礫質な土砂が残存してことを確認できるため、基岩の上層は砂礫層が堆積していたと予想される。斜面崩壊①において基岩上の砂礫層のほぼすべてが流出していることを考えると、斜面崩壊のすべり面は基岩と砂礫層の境界と推察される。

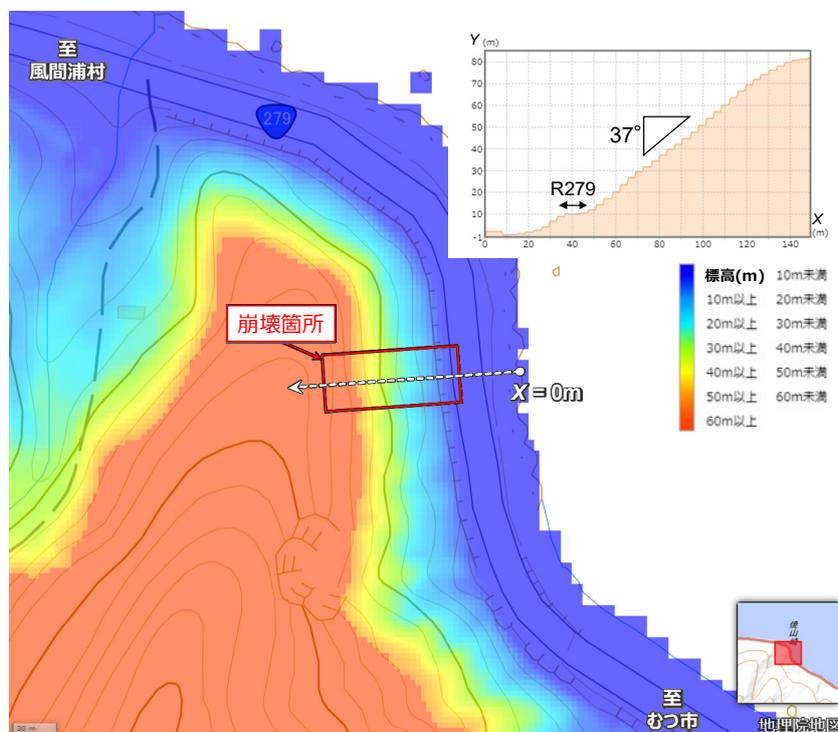


図 3.12 斜面崩壊①における地形条件（地理院地図に加筆）



図 3.13 斜面崩壊①の全景



図 3.14 斜面崩壊①における崩壊面の状況

## (2) 斜面崩壊②

図 3.15 は斜面崩壊②が発生した周辺における標高コンター図と断面図を示している。また、図 3.16 は崩壊箇所の全景写真を示している。当該箇所は明瞭な沢地形で斜面崩壊が発生しており、標高約 100m の位置に沢の頭部がある。調査地点から確認できた範囲では 2 基の治山堰堤が設置されていた。そのうち、下流の 1 基については堰堤の左岸側の一部が流出していた。また、この左岸の溪岸斜面では基岩が露出した状態にあり、表層土は流出したと考えられる。地理院地図から推定した斜面勾配を見ると、沢部における勾配は  $14^{\circ}$  程度である。一方で、図 3.16 の溪岸左岸の斜面付近での斜面勾配は  $40^{\circ}$  程度の比較的急勾配な斜面を呈している（図 3.15 中の断面図を参照）。悪天候のため源頭部での調査は行っていないが、溪岸斜面の崩壊土砂に加えて沢頭部での崩壊土砂が標高 100m から大きなエネルギーを持って土石流のように流下して治山堰堤を破壊して国道まで達し、海岸へ流出したと予想される。図 3.17 は海岸で確認できた流出土砂の状況を示している。流出土砂には直径 1m を超える巨石が含まれており、流下した土砂のエネルギーの大きさが伺える。

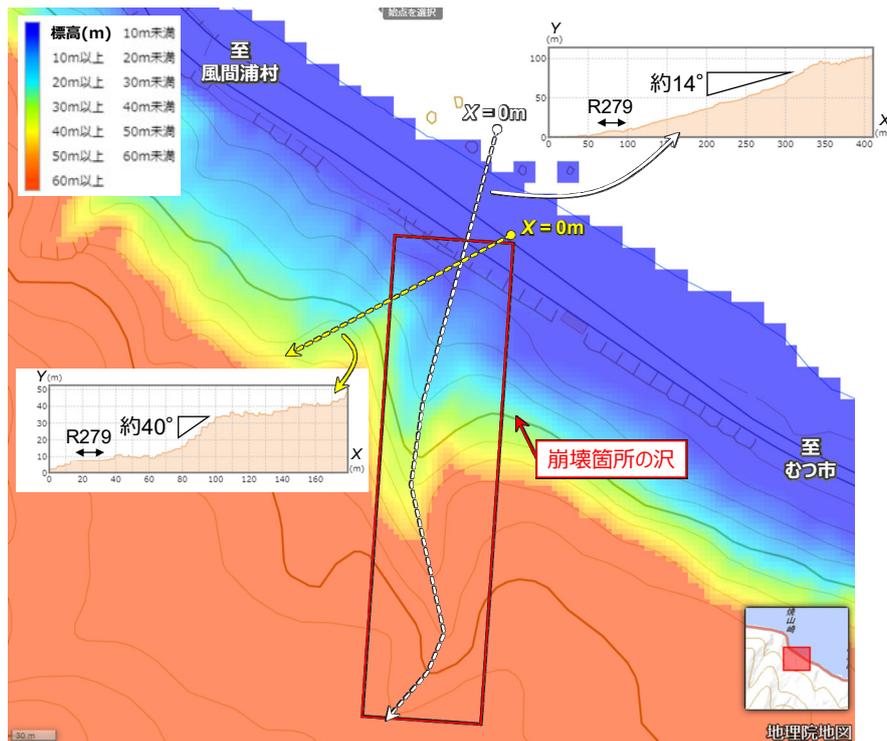


図 3.15 斜面崩壊②における地形条件（地理院地図に加筆）



図 3.16 崩壊斜面および治山堰堤の状況



図 3.17 流出土砂内の巨石

### (3) 斜面崩壊③

図 3.18 は斜面崩壊③が発生した周辺における標高コンター図と断面図を示している。また、図 3.19 は UAV で撮影した土砂流出箇所付近の全景写真を示している。図 3.20a) ~ c) は図 3.19 中に示した地点での被災状況を示している。調査箇所周辺には大量の礫質土が流出していた(図 3.20a)。さらに流出した土砂は住宅背後の落石防護柵を超えて(図 3.20b)、国道および人家に堆積した形跡が確認できた(図 3.20c)。地理院地図からは、土砂が流出している箇所の山側の標高は 80m 程度であり、沢地形を有していることがわかる(図 3.18 中の赤枠内)。しかし、図 3.19 に示すように UAV からの上空写真では明瞭な崩壊箇所は確認できない。しかし、周囲の樹林が疎となっている領域が沢地形沿いに確認でき、これは斜面崩壊に伴う樹林の流出を伺わせるものである。

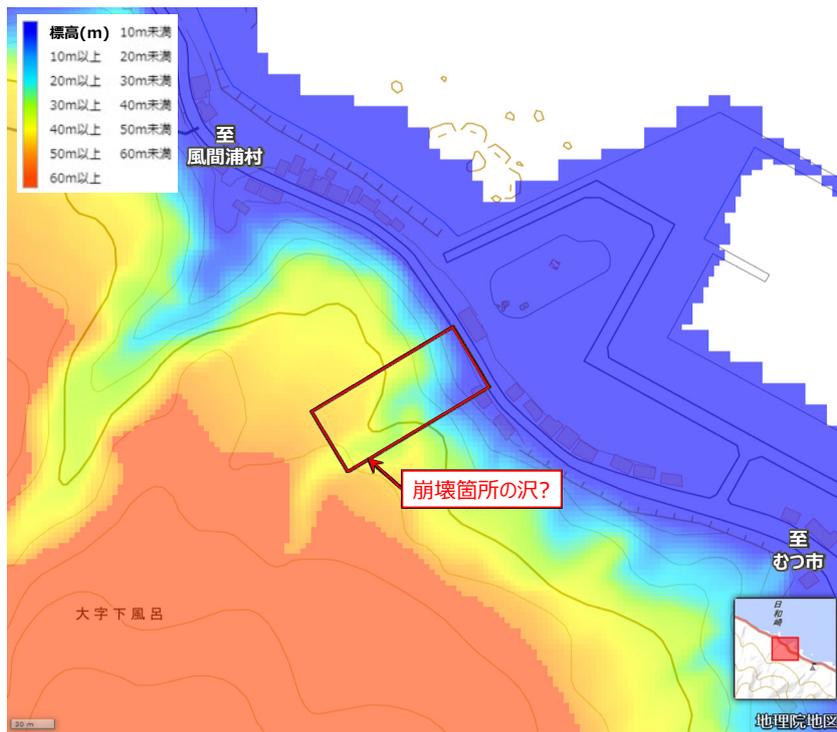


図 3.18 斜面崩壊③における地形条件



図 3.19 斜面崩壊③による被災か箇所の全景



図 3.20 斜面崩壊③における被災箇所状況

#### (4) 格子枠工施工箇所状況

図 3.21 は対策工実施箇所の代表的な例として、格子枠工施工箇所周辺における標高コンター図と断面図を示している。また、図 3.21a), b) は図 3.20 中に示した箇所から撮影した現地の全景を示している。当該斜面は標高 40m 程度、斜面勾配  $37^\circ$  程度である。当該斜面では格子枠工の一部の施工が完了されており、一部の格子枠工は施工中であった。施工中の斜面では斜面崩壊①および②で確認できたように基岩が露出している箇所があったが、これは今回の降雨前から露岩している状況にあったとのことである。斜面に残存している堆積物の状況は確認できなかったものの、地質的には斜面崩壊①および②と同様の大畑層に分類されている（図 2.3 参照）。また、確認できた範囲では既設の格子枠工には目立った変状などは確認できなかった。今回の調査範囲においては(4)の調査地点のように、今回の降雨においても対策工の効果が発揮されている箇所を多数確認することができた。

図 3.23 は調査結果から推定される斜面崩壊メカニズムのまとめである。斜面崩壊箇所を確認できた①、②、④は地質的には大畑層に分類される箇所であり、崩壊面では基岩層が露出しており、その上部層はほぼすべてが流出していた。また、斜面勾配は  $37^\circ \sim 40^\circ$  であった。このことから斜面崩壊①の崩壊端部（図 3.14a)）で代表されるように、崩壊箇所は透水係数の低い基岩（大畑層における砂岩もしくは泥岩）上に堆積した比較的透水係数が

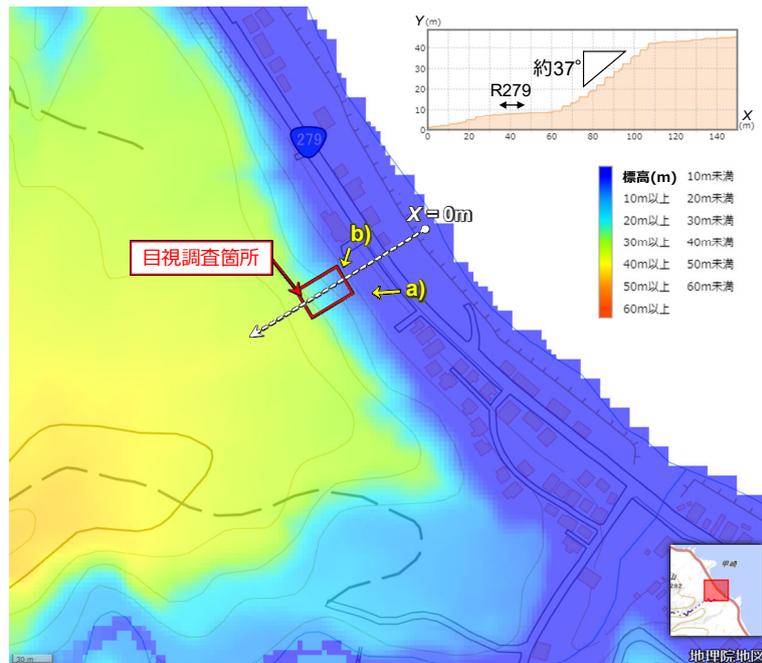


図 3.21 格子枠工施工箇所における地形条件



図 3.22 格子枠工施工箇所における被災箇所の状況

高いと予想される砂礫層が崩壊・流出したと推察される。このことから崩壊要因として、砂礫層は比較的透水係数が高いものの、今回の降雨では浸透水の排水よりも貯留が優勢となり、砂礫層内に地下水位が発生して、いわゆる土中の有効応力が低下したことで崩壊に至ったと予想される（図 3.23a）。一方で、降雨時の斜面表層の崩壊のメカニズムとして、透水性の低い層と透水性が高い層の境界部において局所的な水のみち（パイピング）が発生し、これが拡大することで崩壊に至ることが知られている（図 3.23b）。

ここで図 3.19 は、図 3.13 および図 3.14a), b)に示した斜面崩壊②における滑落崖付近の状況を示している。この画像からは滑落崖付近において、パイピングの発生を示唆するような孔の存在や、基岩もしきは砂礫層と基岩の境界部からの局所的な湧水の発生は確認できないため、当該箇所ではパイピングによる崩壊の可能性は低いと言える。しかし、基岩の形状によっては局所的に浸透水が集水されてパイピングが発生する可能性は否定できない。今後、崩壊箇所での詳細な地盤調査による崩壊斜面の土層把握とそれを反映した安定解析などによる崩壊メカニズムの推定と、その結果を反映した対策工の選定と実施範囲の決

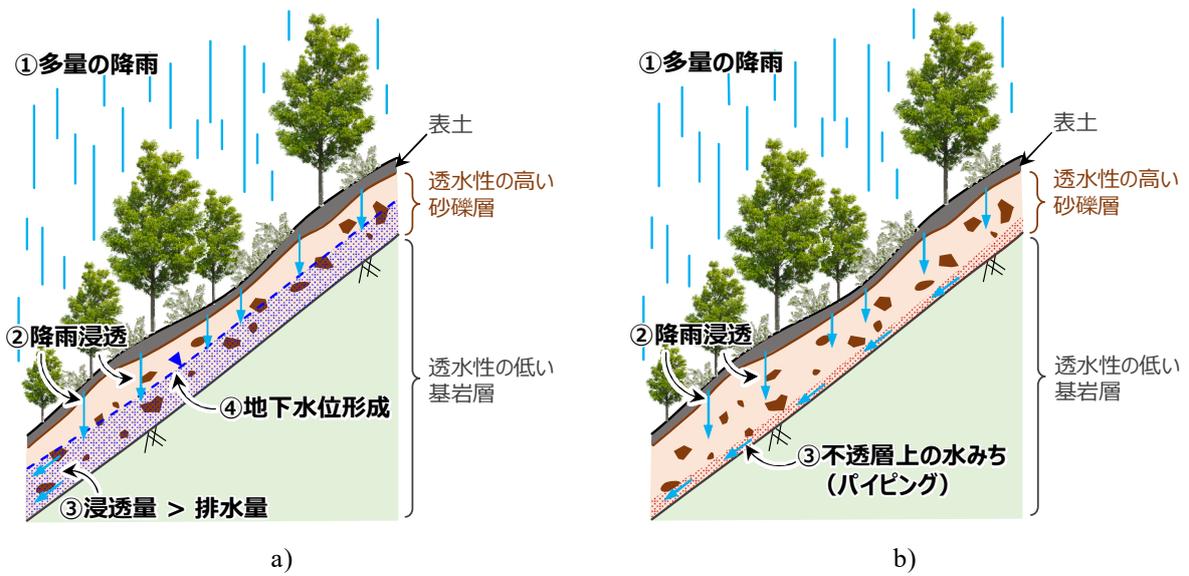


図 3.23 推定される斜面崩壊メカニズム



図 3.24 斜面崩壊②における滑落崖の状況

定が望まれる。

#### 4. おわりに

本文は、台風 9 号から変わった降雨によって国道 279 号風間浦村桑畑～むつ市大畑の被災状況について、現地調査結果をまとめたものである。本文が今後実施される防災対策の参考になれば幸いである。

本調査の実施にあたり青森県庁県土整備部河川砂防課企画・防災グループ、砂防グループの皆さまには本稿記載内容のご確認や降雨データのご提供で、調査時の現地ご担当者からは調査としての立ち入りの許可等でご協力を頂いた。また、本調査の一部は JSPS 科研費 21H04577 の助成を受けて実施した。末筆ながら記して深甚なる謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 上村不二雄, 斎藤正次: 5万分の1地質図幅「大畑」及び説明書, 地質調査所, 1957.
- 2) 青森地方気象台: 青森県災害時気象資料 台風第9号から変わった低気圧による大雨 (令和3年8月9日~10日), 2021.
- 3) 小山真輝, 川尻峻三, 倉上由貴, 佐名川太亮, 森山晃行: 河川増水時の鉄道橋台背面盛土の浸食過程に関する基礎的開水路実験, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.76, No.2, pp. I\_595-I\_600, 2020.
- 4) Kawajiri, S., Onmayashiki, K., Watanabe, Y., Matsuda, T., Koyama, M., Miyamori, Y. and Kawaguchi, T.: Large-scale open-channel experiments on the collapse of abutment backfill owing to floods and proposed countermeasure, *Journal of JSCE*, Vol. 9, No. 1, pp. 125-137, 2021.
- 5) NHK NEWS WEB: 【動画】青森 むつ 国道279号線の橋の一部崩れる 大雨影響, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210810/k10013192091000.html> (2021.9.7 閲覧)

【お問い合わせ先】

北見工業大学 工学部 社会環境系  
環境防災工学コース, 社会インフラ工学コース担当  
(兼)地域と歩む防災研究センター センター長

川 尻 峻 三

(KAWAJIRI Shunzo)

〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地

TEL:(0157)26-9478(研究室), 9487 (実験室)

E-mail: [skawajiri@mail.kitami-it.ac.jp](mailto:skawajiri@mail.kitami-it.ac.jp)