

令和元年台風19号および10月末豪雨災害に関する中間報告会～地盤・土砂災害を中心とした調査報告・被災分析

地盤工学会, 東北支部調査団

団長: 風間 基樹

2019/12/18 日本大学駿河台キャンパス

東北支部調査団 団員, 謝辞

東北支部調査団		
団長	風間 基樹	東北大学
幹事	森口 周二	東北大学
団員	京谷 孝史	東北大学
団員	飛田 善雄	東北学院大学
団員	中村 晋	日本大学
団員	仙頭 紀明	日本大学
団員	山口 晶	東北学院大学
団員	山川 優樹	東北大学
団員	山田 正太郎	東北大学
団員	加村 晃良	東北大学
団員	千田 知弘	東北学院大学
団員	日野 友則	東北緑化環境保全(株)
団員	高橋 一雄	(株)テクノ長谷

調査協力および資料提供:

福島県関連: 国土交通省 郡山国道事務所、福島県土木部、会津若松建設事務所、いわき建設事務所、県北建設事務所、相双建設事務所、県南建設事務所、棚倉土木事務所、須賀川土木事務所、石川土木事務所、白河市建設部、大玉村産業建設部

宮城県関連: 国土交通省 東北地方整備局, 宮城県

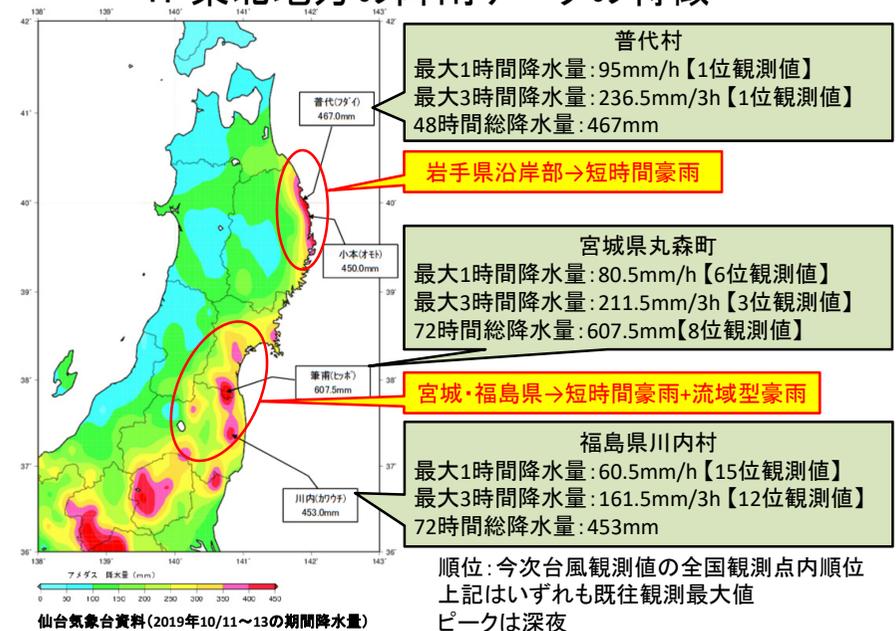
岩手県関連: 国交省 東北地方整備局 三陸国道事務所, 林野庁 東北森林管理局, 岩手県 県土整備部道路環境課, 砂防災害課, 岩手県 農林水産部森林保全課, 釜石市 建設部

上記機関の関係の方々に感謝いたします。

内容

1. 東北地方の降雨データの特徴
2. 東北地方の人的被害・物的被害
3. 被害形態
4. 河川堤防
 - 4.1 吉田川堤防の被害
 - 4.2 阿武隈川堤防の被害
5. 福島県の地盤災害<土石流, 侵食, 交通障害等>
6. 宮城県の地盤災害<造成宅地, 丸森町>
7. 岩手県の地盤災害<土石流, 斜面災害, 普代村, 宮古市他>
8. まとめ

1. 東北地方の降雨データの特徴



2. 東北地方の人的・物的被害の状況

(内閣府HP, 消防庁情報, 2019年12/2, 15:00現在の情報)

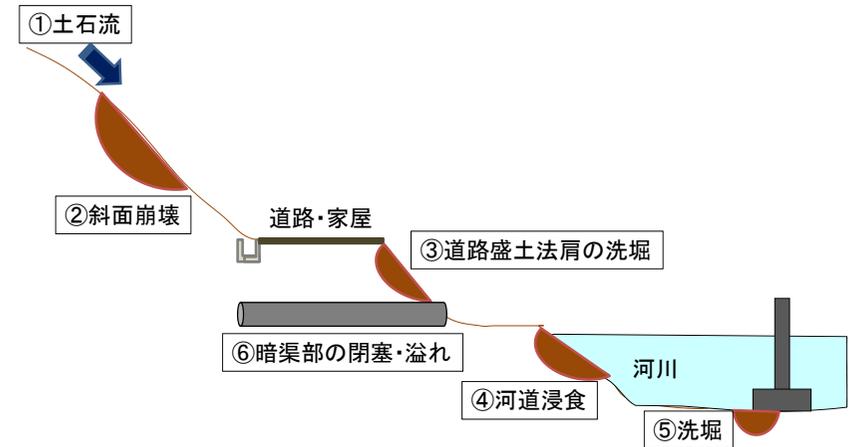
	岩手	宮城	福島
死者(人)	3	19	32
行方不明	0	2	0
重傷者	4	7	1
軽症者	3	35	58
全壊(棟)	41	288	1339
半壊	741	2836	11230
床上浸水	46	1908	2611
床下浸水	115	12668	463
公共建物	19	17	131

福島県の死者内訳
 溺死: 29名
 土砂圧死: 3名
 60歳以上: 26名
 運転中: 9名

宮城県の死者内訳
 丸森町 10名
 石巻市 3名
 仙台市 2名
 角田市 1名
 登米市 1名
 蔵王町 1名
 大和町 1名

洪水被害の大きかった宮城県大郷町での死者はゼロ: 過去の経験知による避難行動

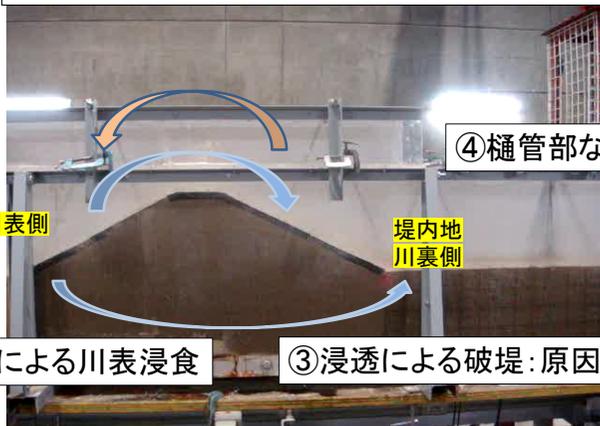
3. 被害形態(山地部)



3. 被害形態(平地部の堤防)

① 越流(越流深さ、水頭差)による破堤

- ・河川からの越水: 吉田川
- ・堤内地からの越水: 阿武隈川, 新川【阿武隈支流】他



②水流による川表浸食

③浸透による破堤: 原因特定は難

4.1 吉田川の破堤 左岸20.9k地点

宮城県管理の河川は、18河川で36箇所破堤



4.1 吉田川の破堤部とその周辺 本川からの越流破壊

鳴瀬川水系 吉田川 左岸 20.9km



宮城県黒川郡大郷町粕川 粕川大橋上流
浸水の様子(国土交通省東北地方整備局のカメラの動画)



国土交通省東北地方整備局 UAV(ドローン)撮影映像 10/14 吉田川
<http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/k00360/saigai-info/top.html>



吉田川右岸の越水痕跡 10/18



右岸21km地点
川裏側:堤防中程まで冠水

堤防の破堤を左右したもの

- **越水時の水頭差**
 - 越流水の侵食力は水頭差が大きいほど大きい
 - 越水深は40cm程度
- **越水継続時間**: 洗堀・浸食は進行性破壊
 - 決壊地点の堤防超過時間は約4時間
 - 下流側で3時間越流が起こった箇所は破堤せず
- **堤防の構造**
 - 破堤箇所は、特殊堤防(幅が狭い)
 - 越流時の粘りに差

4.2 阿武隈川の破堤 左岸98.6km地点



応急復旧工事2019/10/28



上流部の越水流が内水と一緒に下流低地部へ集中

福島県管理河川では、23河川48箇所が決壊

5. 福島県の地盤災害 土石流 いわき市田人町旅人江尻

累積雨量 506mm
時間最大 61mm
いわき市田人町前山観測所

国道289号被害状況



累計雨量 506mm (いわき市田人町)
278mm (いわき市平)
時間最大雨量 61mm (いわき市田人町)
39mm (いわき市平)
雨量観測所：いわき市田人町(前山観測所)
いわき市平(水防いわき観測所)

福島県いわき建設事務所 提供

まさ土の表層崩壊

二本松市百目木(どうめき)

崩壊規模：高さ15m 幅40m 300m³

累積雨量204mm、時間最大42mm (百目木観測所 (国土交通省))



福島県北建設事務所 提供

中・古生層の地すべり性の崩壊

安達郡大玉村大山字向山蔭 地先



撮影、提供 (株) 東昇コンサルタント



崩壊上部(滑落崖)の状況：中・古生層の角礫を含む締まった粘土層が露出



崩壊土塊中央部：立ち木は足元をすくわれるように斜面上部に向かって倒れる。土塊は高い含水状態で高速移動か？

大玉村産業建設部 提供

構造物(樋管)周りの破堤

棚倉町堤 社川橋 社川左岸



福島県棚倉土木事務所 提供

まさ土分布地域の護岸の浸食

二本松市杉沢字川前

河川(移川)護岸背後の土(まさ土)が浸食され、積みブロック式護岸の本体のみが残った状態



道路盛土の洗堀・浸食による被害例



福島県いわき建設事務所 提供



被災箇所① 護岸の浸食により道路盛土の浸食・崩壊が発生

被災箇所④ 橋桁に流木が捕捉され閉塞し、橋台側に越流し、浸食が発生

福島県いわき建設事務所 提供

町役場周辺(丸森地区)の堤防決壊



新川右岸における堤内側から堤外側への破堤



上流での河川氾濫に伴う堤内側の浸水に伴う破堤と推察される。通常の堤防の決壊とは逆方向の破堤。

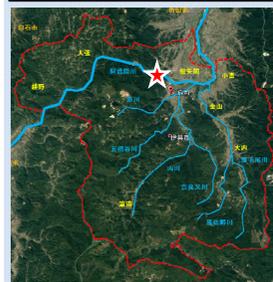
天端に流木が残っていること、破堤部以外の堤内側にポイリングの跡がないことなどから、越流による堤体の洗堀が破堤のメカニズムと推察される。

五福谷川左岸(内川との合流部前)の破堤



349号線沿いの道路陥没と土砂災害

349号線沿いの阿武隈急行路線の被害(土石流)



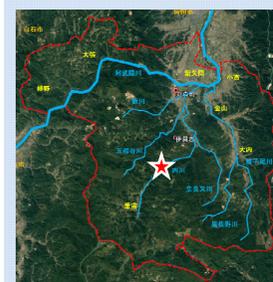
丸森町の道路や鉄道に多数の被害が発生。その多くは土石流の直撃による崩壊や土砂の堆積、または河川水位が上昇した状態での流水に伴う護岸の洗堀およびそれに伴う路面陥没。ここで示したのはその一部の例。特に山間部ではこのような被害が多数発生している。大中小様々な規模で発生しており、発災直後は被害の目印もないため、住民および緊急車両の通行に対して極めて危険な状態となる。特に山間部の河川沿いの道路や鉄道でこのような被害が多数確認された。

筆甫(丸森霊山線)の道路



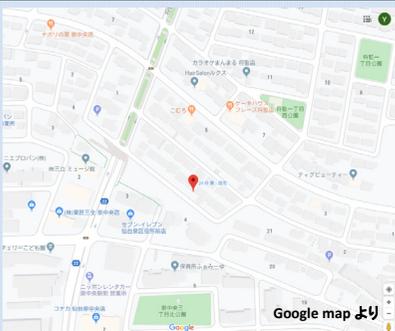
越流が発生したと考えられ、コンクリート護岸はそのまま残ったが、それよりも上部の地盤が広範囲に洗堀されている。天端から徐々に洗堀が始まり、コンクリート護岸背面の裏込め土が流出し、コンクリート護岸の背面が空洞となっている。このような洗堀によるコンクリート護岸背面の空洞は、丸森町内で多数確認された。

県道45号線(丸森霊山線)の被害



この箇所では、内川の氾濫により大規模な浸水や洗堀が発生し、道路の上に大量の土砂が堆積したものと推察される。また、土砂が堆積している区間では、沢地形も確認され、土石流も同時に発生した可能性がある。

造成地の被害(仙台市泉区将監1丁目)



河北新報 ONLINE NEWS より



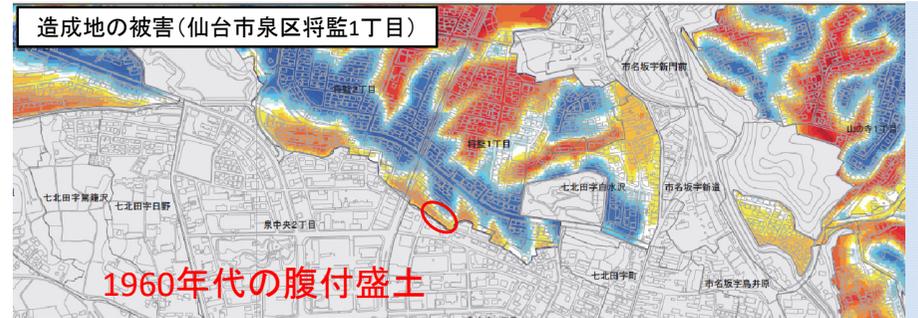
崩壊前の様子 (Google earth より)



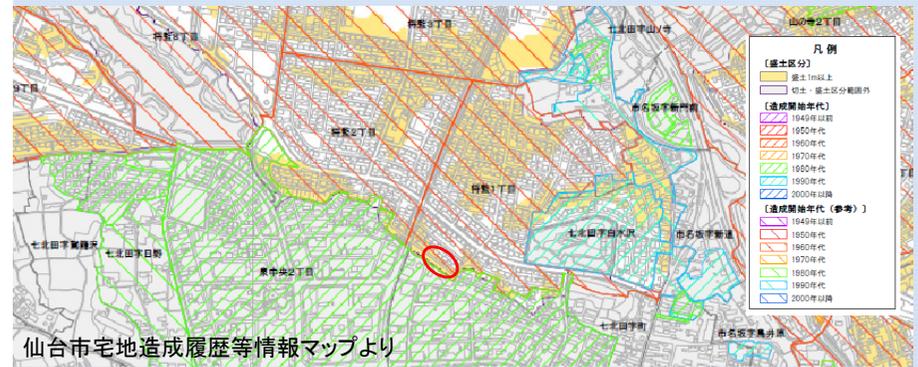
仙台つーしんより

<https://sendai-tushin.com/2019/10/15/post-75880/>

造成地の被害(仙台市泉区将監1丁目)



1960年代の腹付盛土



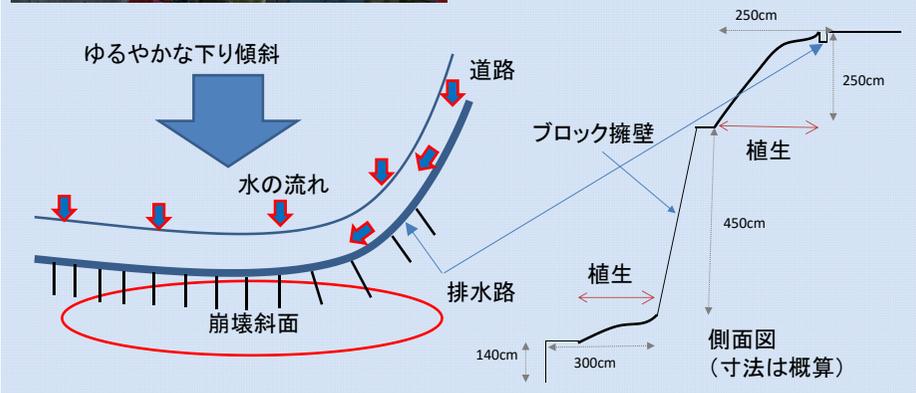
仙台市宅地造成履歴等情報マップより

造成地の被害(仙台市泉区将監1丁目)



崩壊前 (Google Earth ストリートビューより)

崩壊斜面幅約80m 高さ約7m。崩壊地点の上部は崩壊地点の斜面に向かって緩やかに傾斜しており、また、道路の脇の排水路が道路にそって配置してあった。表層を流れた水が傾斜にそって斜面方向に流れ、排水路で処理し切れなかった水が斜面に流れ込んでいた可能性あり。崩壊前の擁壁には補修の形跡あり。



七北田川氾濫部の洗堀被害(仙台市泉区野村)



Google map より



発災翌日の様子(10月13日撮影)



七北田川氾濫部の洗堀被害(仙台市泉区野村)



上流側から撮影



コンクリート護岸擁壁の背面



上流側から下流側へ大きく左にカーブするとともに、河川幅が狭く変化する地点。コンクリートの河川護岸擁壁の背面で大規模な洗堀が発生。背面の土の洗堀により、コンクリート護岸が大きく傾斜した。周囲の木に絡みついた植生の様子などから、地盤面よりも70cm程度高い水位があったと推察される。

7. 岩手県の地盤災害



土砂流により流出した花崗閃緑岩起源のマサ土の堆積状況



溪流に面した民家は土砂の流入と流水により一部損壊している。

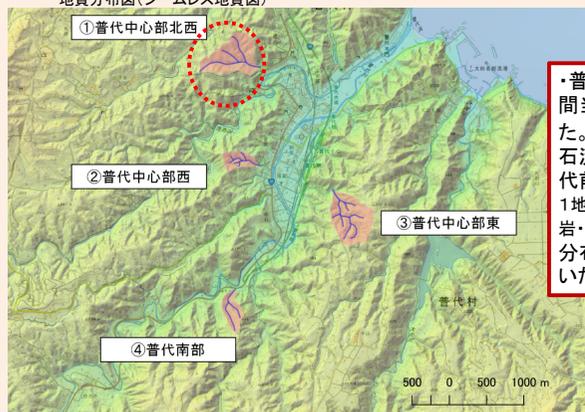


普代村の土石流・土砂流出災害

普代村市街地での土砂の流出状況2019.10.13.



建物に流入した土砂の搬出、清掃作業の状況2019.10.13.



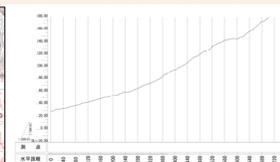
・普代村は総雨量467mm, 1時間当たりの雨量95mmを記録した。本調査により確認された土石流(土砂流)は、いずれも中生代前期白亜紀の花崗岩(s万分の1地質図幅、角閃石黒雲母花崗閃緑岩・石英モンソニ岩、石英閃緑岩)の分布域で、いずれもマサ化していた。

北西部「普代の沢18」の土石流

(普代村第15地割堤15)



普代の沢18(溪流番号B043101)で発生した土石流



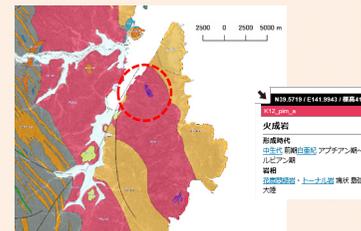
宮古市重茂半島白浜地区の土石流・土砂流出災害



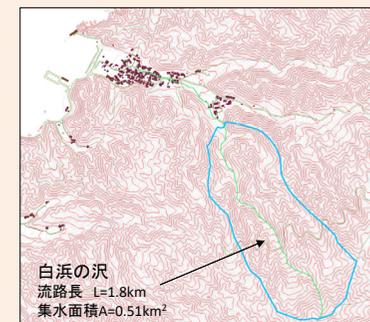
白浜の沢(溪流番号A093063)の土石流発生状況



- ・宮古市は総雨量417.5mm, 1時間当たりの雨量84.5mm(観測史上1位)を記録した。
- ・土石流により花崗閃緑岩起源のマサが集落の全域を覆い、先端は防潮堤に達している。
- ・白浜の沢で発生した花崗岩, マサの混在物が本流からの流水により移動し集落全域に広がったとみられる。

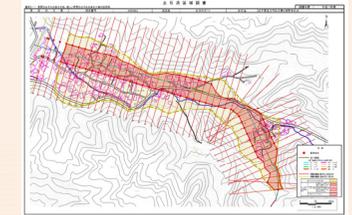


地質分布図(シームレス地質図)



白浜の沢
 流路長 L=1.8km
 集水面積A=0.51km²

白浜の防潮堤から集落東部までの堆積区間にあたる溪床勾配は約2.5°。白浜の沢と本川の合流付近(流下～堆積区間)の勾配は約8°。発生域にあたる白浜の沢上流域の溪床勾配は約17°



土石流域調査, 白浜の沢と本川合流付近から集落までのほとんどがレッドゾーンに指定されている



白浜地区防潮堤付近
 (最下流堆砂区間)

花崗閃緑岩起源のマサが主体で堆積する。層構造が明瞭なことから洪水堆積物で厚さ0.5m程度の堆積が生じたとみられる



白浜集落東部神社付近
 (河口から約500m)

旧曲流流路にあった鋼製橋(長さ約4m)に河川の流出土砂・流木が橋下を塞ぎ、その結果、流れは上流側から直線状に流れる形で神社敷地を侵食し新たな流路を形成した



白浜集落東部付近
 (河口から約450m)

被災前の流路は人工的にかなり曲流していたようであるが、流れは上流側からより直線状に流れる形で新たな流路を形成した



白浜集落東部神社付近
 (河口から約500m)

流路変更に伴う浸食により土砂が移動し、花崗岩製の鳥居が倒伏した

8. まとめ

- ✓ 既往最大の雨量(短期豪雨, 流域型大雨)を誘因として堤防の破堤による洪水, 土石流や斜面災害などの地盤災害が生じた。
- ✓ 堤防の破堤は越水によるものが主であるが, 阿武隈川などでは浸透による堤内地でのボイリング, パイピングが発生した痕跡も多く確認された。
- ✓ 堤内地からの越水で破堤に至った箇所も多くあった。また, 堤防の越水に対する粘り強さに差が見られた事例があった。
- ✓ コンクリート護岸の天端や裏込め土の洗堀・流出も多く見られた。河川工学と地盤工学の協力の下で技術開発が必須。
- ✓ 宅地造成地の被害は2011年東日本大震災でも顕著であったが, 豪雨でも同様の箇所に被害が発生している。
- ✓ 豪雨時の河川沿いの道路では河川護岸の洗堀に伴う陥没や橋梁の被害が多発した。深夜の発災は, このリスクを頭に入れておくべき。
- ✓ 避難によって死者がでなかった地域もあり, 個人の防災・経験知の差が明暗を分けた。