

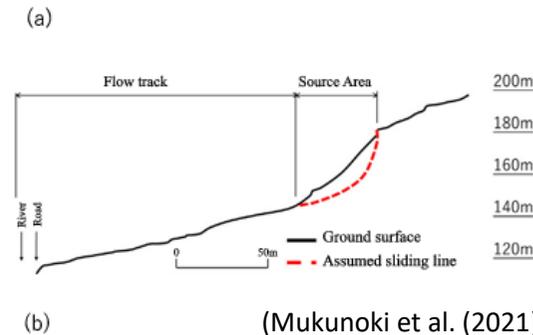
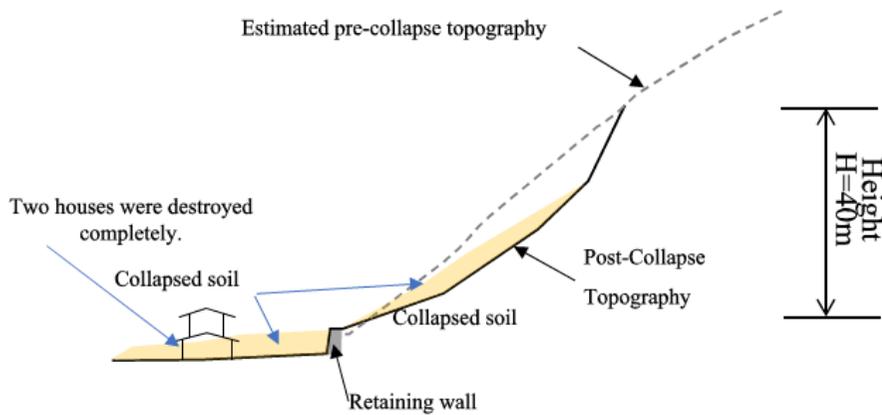
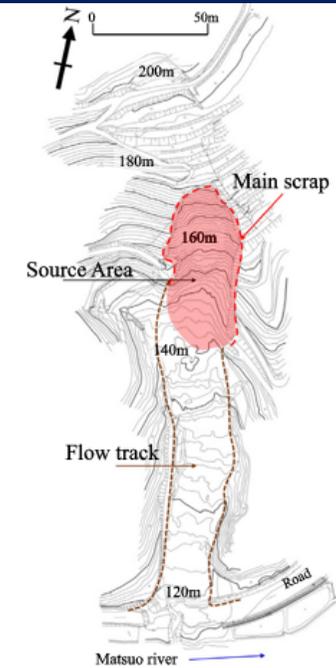
九州豪雨災害の教訓

(公社) 地盤工学会

令和2年7月九州豪雨による地盤災害調査団

末次大輔 (宮崎大学)

斜面災害の特徴 (風化)



風化泥岩の深層崩壊 (熊本・芦北)

(Mukunoki et al. (2021), Soils Found. 61(2), 600-620)
強風化残積土の土石流 (福岡・八女市)

- 風化泥岩地域の想定を超えた規模の斜面崩壊 (芦北女島)
- 尾根部の崩壊を含んだ風化残積土の崩壊と土石流 (八女)

斜面災害の特徴（既設対策工の被害）

平成22年7月豪雨
山側斜面崩壊・道路陥没



平成24年6月豪雨
山側斜面崩壊・
道路崩落

平成29年10月台風10号
海側法枠工崩落・道路陥没

繰り返し変状する対策斜面（R448宮崎・串間市）



抜け出したグラウンドアンカー



地すべりによる前傾する擁壁

（宮崎県提供資料より）

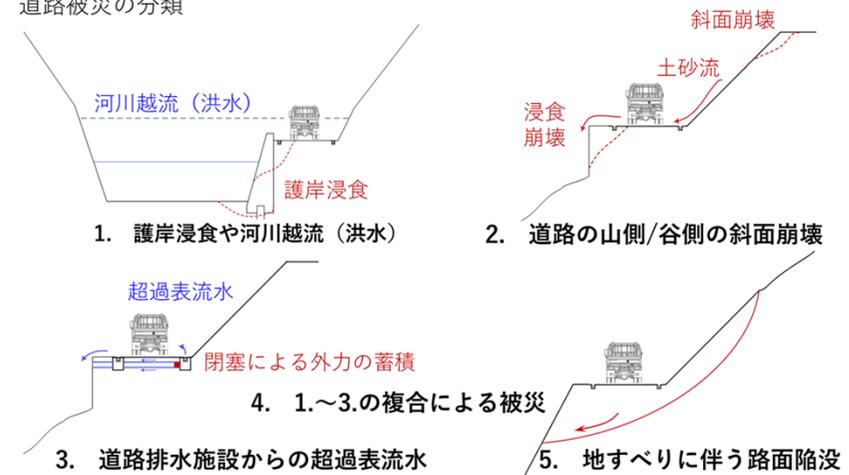
- 地すべりによる既設対策工の損傷
- 過去3回の大雨による被災履歴

道路被害の特徴（侵食・洗掘崩壊）



越流水による侵食崩壊（R219：熊本・坂本町）

道路被災の分類



図：福林准教授（宮大）作成



宮崎県提供

土砂流入による排水暗渠閉塞に起因する道路崩壊（R219：宮崎・西米良村）

2021年5月28日

河川護岸を兼ねる道路

- 洪水による道路盛土の洗掘，舗装の流失
- 護岸背後からの外力による損傷

沢部を通過する道路

- 道路横断暗渠の閉塞
- 越流水による道路盛土の侵食

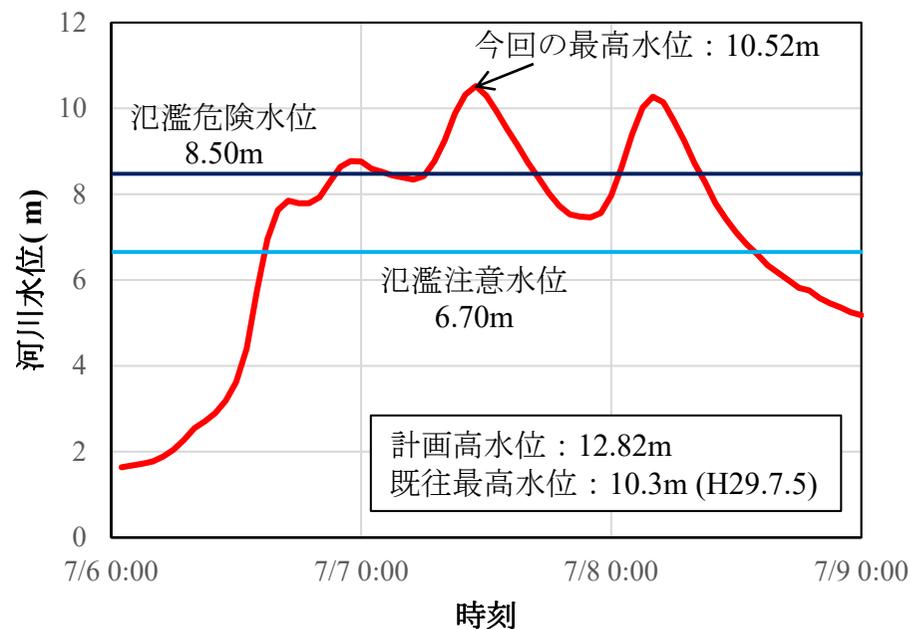
河川堤防の被害の特徴（パイピング）

国土交通省九州地方整備局提供



右岸39k600付近

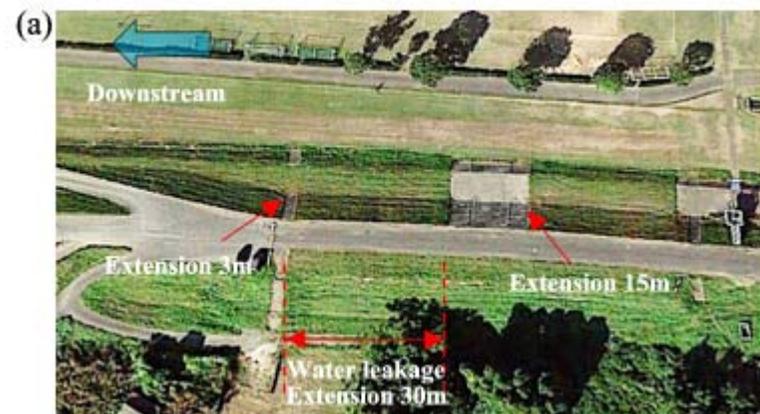
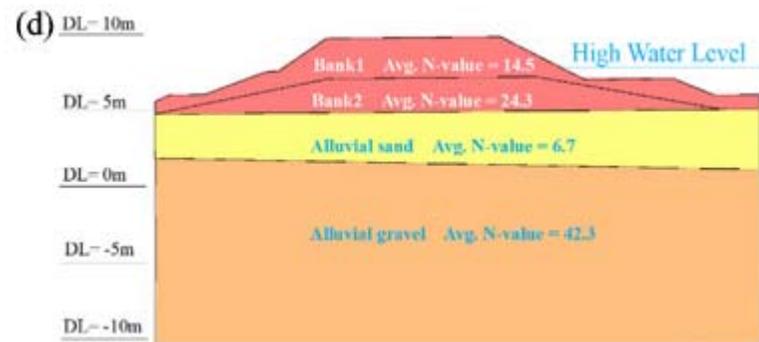
片ノ瀬水位観測所:40k600左岸



図：石藏准教授（九大）作成

- 流域の広い範囲で高い降雨量を観測（48時間雨量）
- →過去に比べ、高水位の継続時間が非常に長い（氾濫危険水位付近を長時間推移、氾濫注意水位継続46.5時間）

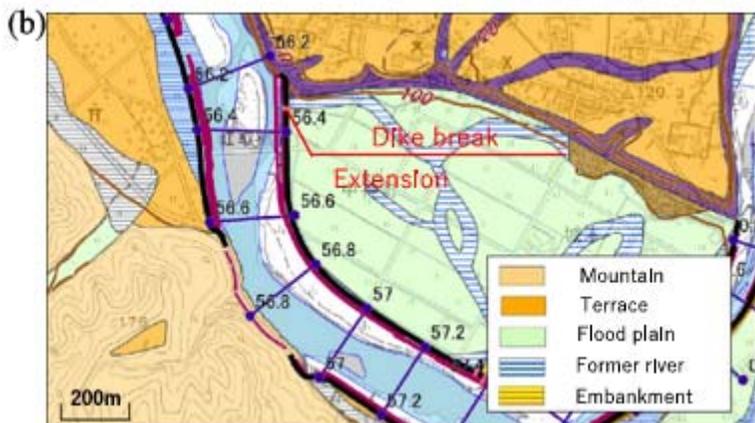
河川堤防の被害の特徴（漏水）



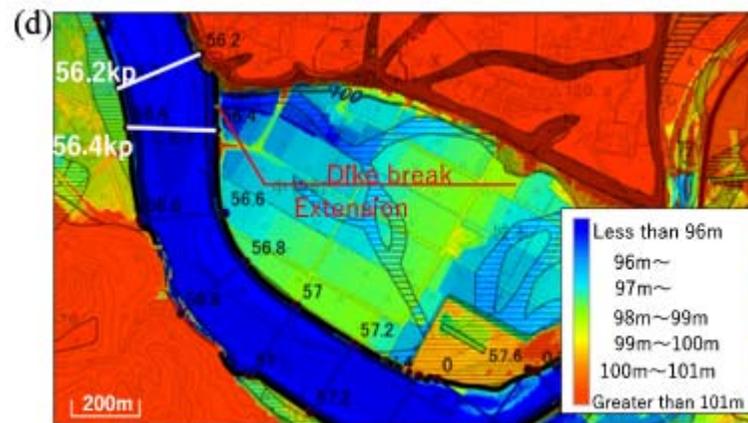
(Mukunoki et al. (2021), Soils Found. 61(2), 600-620)

- 堤体土B層および表層基盤As層は透水層から構成されている。
- 堤体内あるいは表層基盤内に浸透し川裏堤体漏水が生じたものと考えられる。
- 堤体漏水は階段工を境界にして生じている。
- 階段工が護岸工の役割を果たした可能性、あるいは階段が止水したことで下流側の堤体内浸水を助長した可能性が示唆される。

河川堤防の被害の特徴（堤防崩壊）



右岸56k400付近



右岸56k400付近

(Mukunoki et al. (2021), Soils Found. 61(2), 600-620)

- 被害地点の標高は付近と比較して2~3m程度低い。
- 被害箇所は低地部と台地部の境界に位置している。

過去の九州豪雨災害で示された地盤工学的課題

	平成21年7月 中国・九州北部豪雨 ¹⁾	平成24年7月 九州北部豪雨 ²⁾	平成29年7月 九州北部豪雨 ³⁾
斜面災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域の地盤情報を加えた精度の高い“降雨と崩壊の関係”の解析手法 ・ 地域の地形・地質条件を加えた精度の高い防災マップ、降雨情報を加えたりリアルタイム防災マップの作成 ・ 危険度の高い斜面や溪流における崩壊を予測するリアルタイムモニタリングシステムの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 深層風化領域の解明 ・ 事前崩壊地のスクリーニング技術の高度化 ・ ハザード情報の検証と改善 ・ 中間山地での地盤情報データベースの充実（堆積物や風化状況など） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 九州北部地域に分布する花崗岩類の深層風化の実態解明 ・ 河川・溪流部における侵食や洗掘の発生メカニズムの解明
道路災害		<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水による道路舗装の洗掘への対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水衝部における護岸構造形式と被災形態の分析
河川・ため池災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 弱部を抽出する原位置調査や物理探査技術の開発 ・ 堤体・基礎地盤の土質、旧河道などの潜在的な浸透条件、洪水流などを考慮した面的なハザード評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 越流水により護岸背面地盤の洗掘侵食への対応 ・ 堤体や基礎地盤の健全度を評価できる調査技術と破堤メカニズムの解析技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 避難時間の確保や被害軽減のための侵食防止機能を付加 ・ 基礎地盤および現堤防材料の入念な土質調査

1) 地盤工学会：平成21年7月九州北部豪雨による土砂災害調査報告書，2010. 3.

2) 地盤工学会：平成24年7月九州北部豪雨による地盤災害調査報告書，2013. 5.

3) 地盤工学会：平成29年7月九州北部豪雨による地盤災害調査報告書，2018. 6.

斜面災害の防止・軽減に向けて

- **地盤調査・踏査の高度化**
 - 深層風化層での崩壊への対応
 - 地盤の地域性を加味したハザード情報の見直し
- **原形復旧から改良型復旧へ**
 - 降雨強度の変化への対応
 - 繰り返し起こる崩壊への対応

提言2.2：危険度判定の高度化と効果的な対策工，
既設対策工の維持管理と機能強化

提言2.4：地盤・地下水データベースの構築と公開

地盤工学会：平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する
地盤工学の課題－地盤工学からの提言－，2019年5月

道路の被害防止・軽減に向けて

- **急流河川における護岸兼用道路の作用外力の検討**
 - 越流水による護岸背後の作用力，裏込材流失への対応
 - 路面を走る洪水による道路舗装の洗掘への対応
- **道路付帯排水施設の見直し**
 - 土砂流入による排水施設の機能不全の防止
 - 降雨強度の増加による超過排水への対応

提言2.7：鉄道・道路—耐災性概念の導入とそれを実現するための設計・対策工の高度化

地盤工学会：平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題—地盤工学からの提言—，2019年5月

河川・ため池の被害防止・軽減に向けて

- **パイピング破壊や越水破壊の解明**
 - 精度のよいモニタリングや実験の実施
 - 実際に近い条件を取り入れた分析
- **堤体および基礎地盤の危険度の評価方法の確立**
 - 長時間雨量が大きな降雨形態への対応
 - 有効な対策工を適切な場所に
- **ため池堤体等の老朽化・危険度の評価・診断技術の確立**

提言3.1：堤防の設計法の高度化と実装

提言3.2：高水時の破堤を引き起こす弱部が内在する堤防および基礎地盤の点検・診断法の高度化

提言4.5：老朽化の進んだ堤体の診断と評価技術における地盤工学的課題

地盤工学会：平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題—地盤工学からの提言—，2019年5月

謝辞

災害調査を実施するにあたり，国土交通省九州地方整備局および，熊本県，福岡県をはじめ，九州各県の自治体の担当機関には，災害関連資料の提供や被災地での調査において多大なご協力をいただきました。

調査団メンバーにおかれましては，コロナウィルス感染拡大を防止するために多くの制約があるなか，精力的に調査を行っていただきました。

本災害調査は，一般社団法人研究建設技術管理協会の令和2年度「建設技術研究開発助成」を受けて実施されました。

災害調査にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

被災地におかれましては，一日も早い復旧・復興がなされることをお祈り申し上げます。