

# 国道169号下北山村上池原地区 防災対策検討委員会 資料

## 目次

1. 現道での本格復旧について
2. 応急対策について

令和6年3月7日  
奈良県

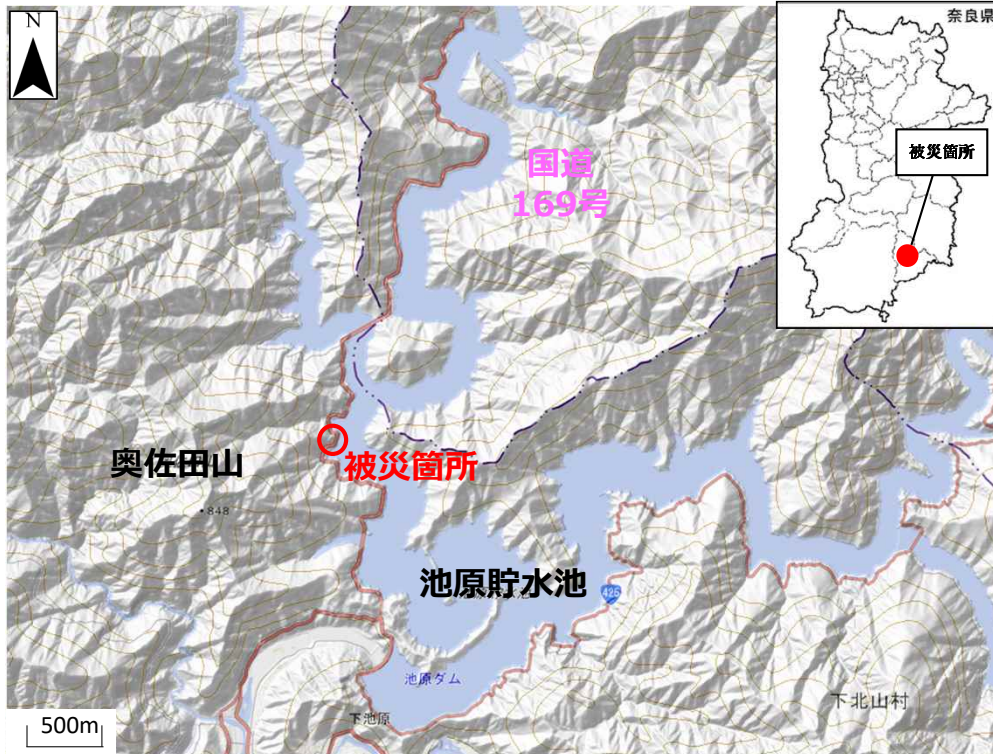
- **現道での本格復旧について** …… **1**
- **応急対策について** …… **10**

# 一般国道169号（下北山村前鬼～上池原）の概要

## ■ 概要

- ①日時：令和5年12月23日（土）21時04分 モルタル吹付により法面保護がされている斜面において崩壊が発生
- ②場所：奈良県吉野郡下北山村前鬼～上池原
- ③延長：被災延長 約20m

## ■ 位置図



引用：地理院地図

## ■ 被災状況

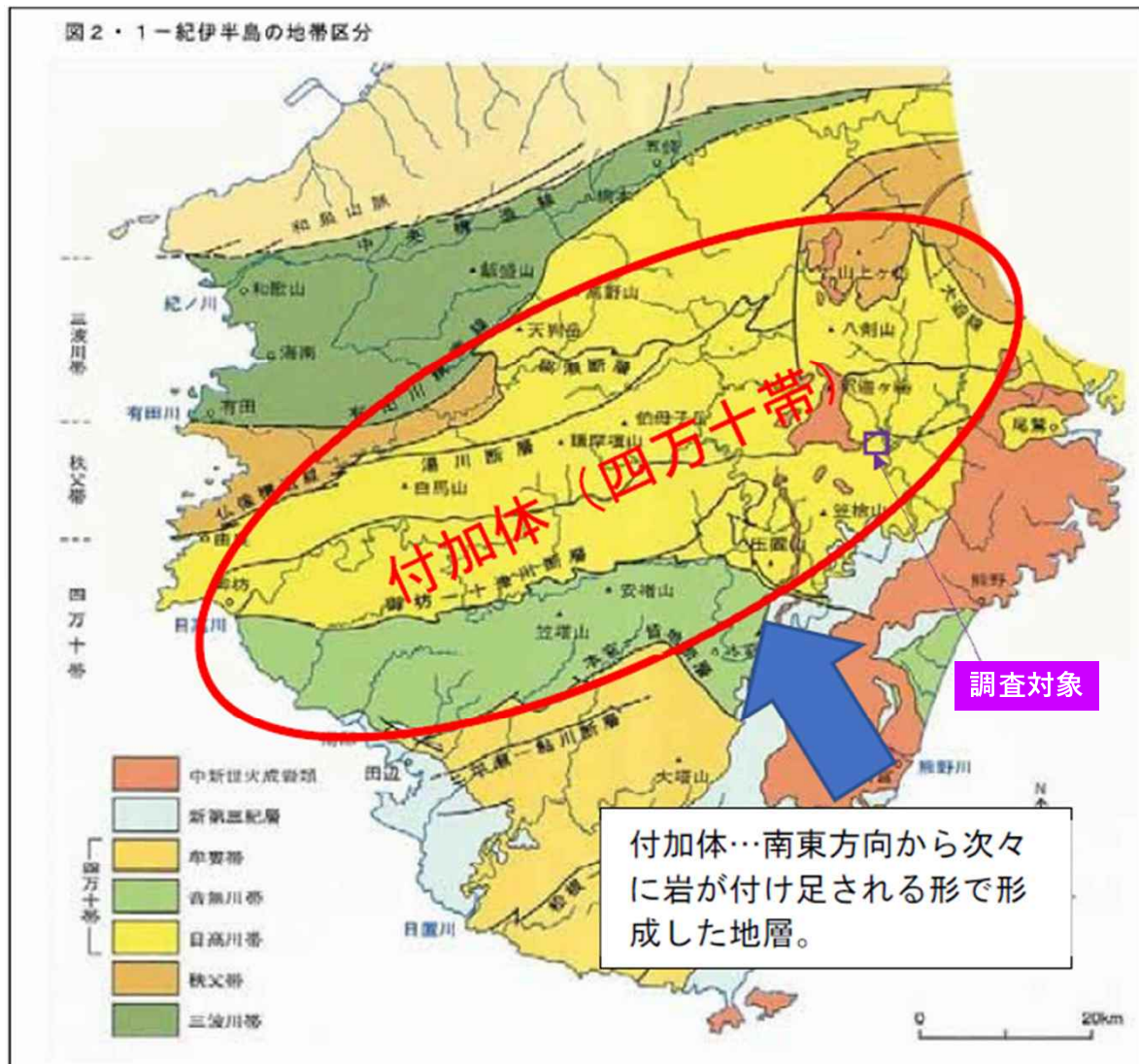


撮影日：令和5年12月24日

# 被災箇所周辺の地形的特徴（広域的な視点）

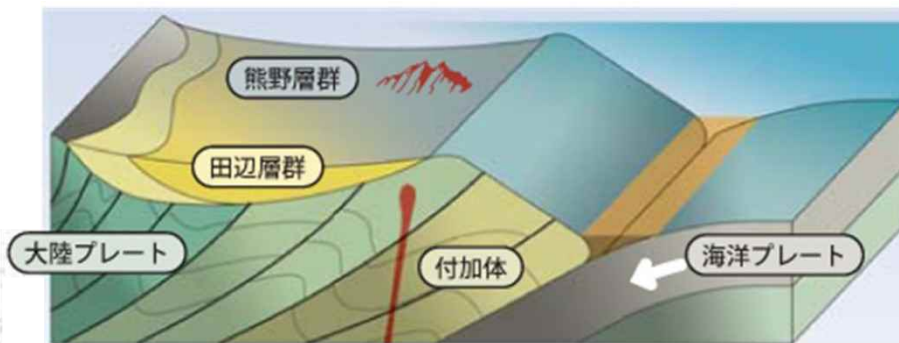
○ この路線は、**複雑な性状を示す付加体に属し、岩盤すべり性崩壊を起こしやすい不安定な地質が多く占めており、地すべり地形を有している。**

## ■ 紀伊半島の地帯区分



出典：「アーバンポタ38」に加筆

## ■ 付加体の概要



出典：南紀熊野ジオパーク

## ■ 周辺地域を含む地形・地質の特徴

### ① 急峻な地形

尾根が鋭く谷が深い地形が特徴である。深い谷は、紀伊半島の隆起運動と多量の降雨が合わさることで、浸食作用が強く作用するために生じる。

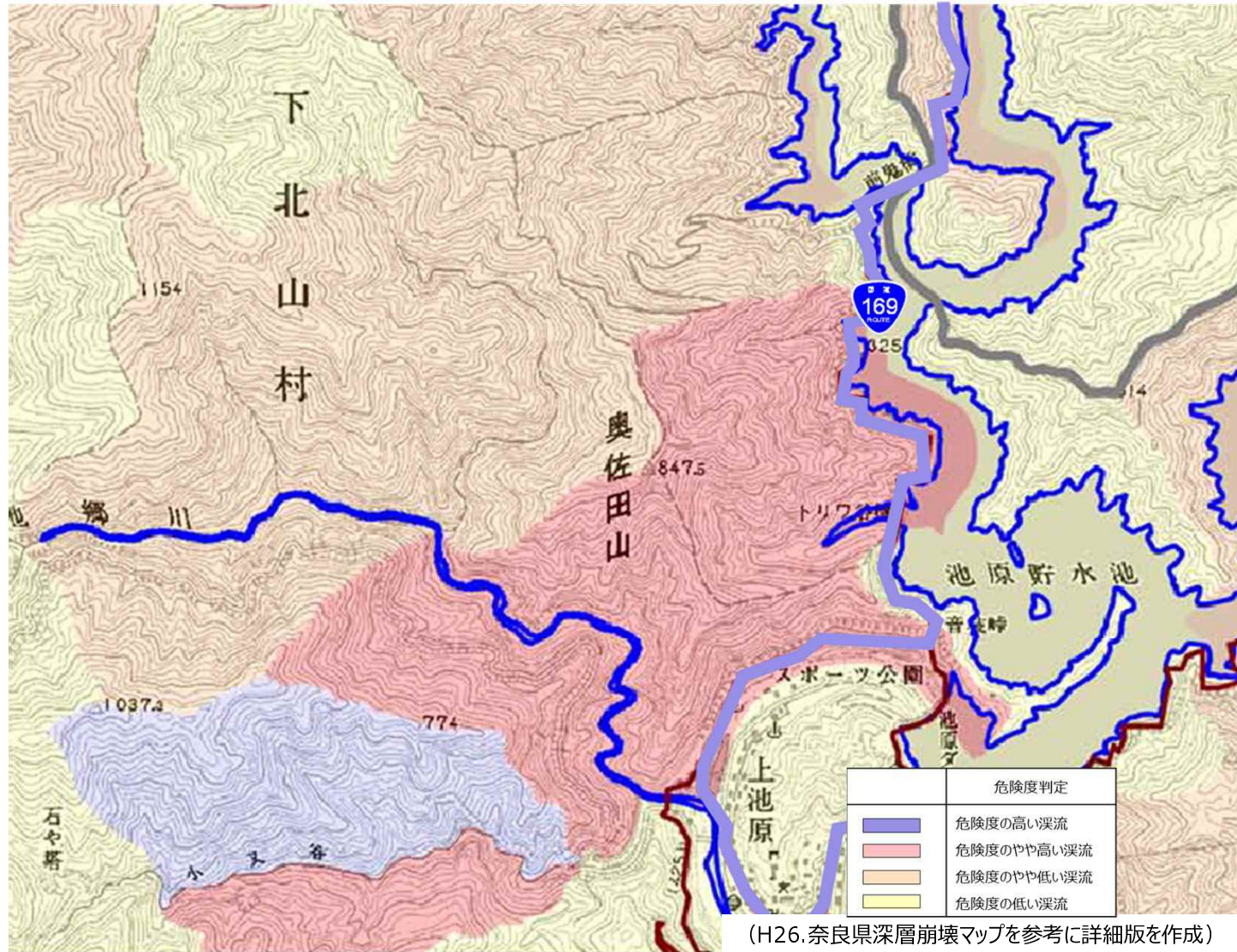
### ② 脆い地質

南東方向から次々に岩が付け足される形で形成した地層で「付加体」と呼ばれる。複雑な地質構造が特徴で、砂岩、泥岩、チャートなどが不規則に分布する。岩質は堅いが亀裂が発達するので脆い部分がある。

# 被災箇所周辺の地形的特徴（被災箇所を焦点を当てた視点①）

○ 周辺地域は、「深層崩壊の危険度のやや高い溪流が存在すること」や「中央構造線南側外帯の付加体に当たること」から、**“深層崩壊”の危険性がある。**

## ■ 地形地質の概要



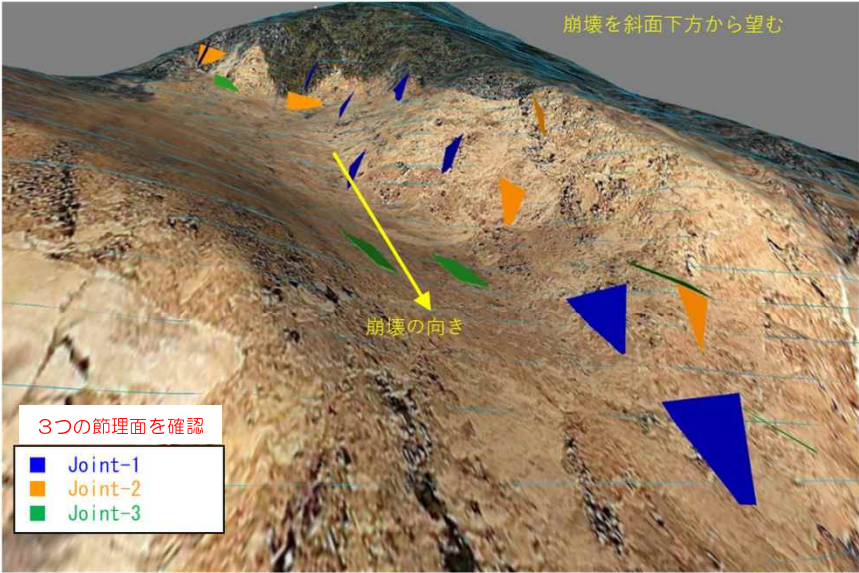
### 奈良県深層崩壊マップにおける危険度判定の方法

- 小溪流(1km<sup>2</sup>程度)に区分し、**“過去に発生した深層崩壊跡地”、“深層崩壊に結びつきが強い微地形”、“集水面積や勾配といった地形量”**をもとに評価
- 評価結果に基づき、各溪流を危険度の**“高い溪流”、“やや高い溪流”、“やや低い溪流”、“低い溪流”**の4段階に区分

# 被災箇所周辺の地形的特徴（被災箇所に焦点を当てた視点②）

○ 今回の崩壊現象について、**基盤が岩盤であることを考慮すると、“深層崩壊”の崩壊メカニズムに類似した岩盤すべり**と考えられる。

## 現地踏査結果（地質構造解析）



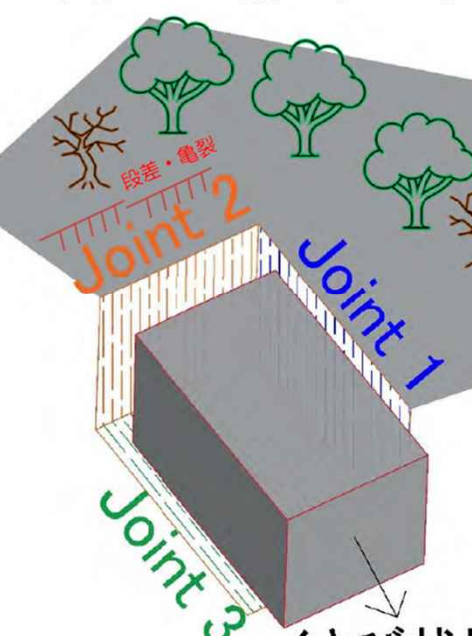
崩壊を斜面下方から望む

崩壊の向き

3つの節理面を確認

- Joint-1
- Joint-2
- Joint-3

【崩壊面に見られる地質構造から推定した崩壊発生機構の推察】



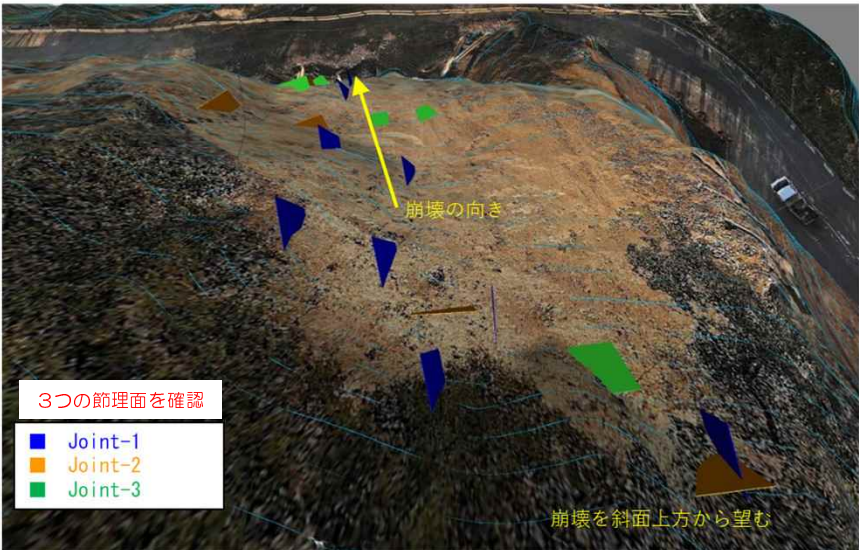
Joint 1：高角節理  
崩壊側部を形成

Joint 2：高角節理  
崩壊背後分離面（背もたれ）を形成  
この背後に岩盤すべりの落ち残りが形成（左図段差マーク）

Joint 3：中角の流れ盤節理  
崩壊底部分離面を形成

3つの節理面に規制されたくさび状の岩盤崩壊（岩盤すべり）と推定

くさび状崩壊

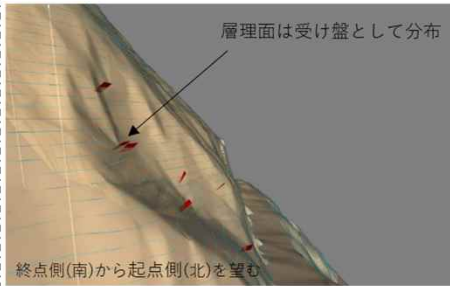


崩壊を斜面上方から望む

崩壊の向き

3つの節理面を確認

- Joint-1
- Joint-2
- Joint-3



層理面は受け盤として分布

終点側(南)から起点側(北)を望む

■たわみ性トップリング  
節理(層理)によって分離した岩盤が重力によって全体的に斜面側にたわんで、ゆっくりと崩壊していく現象

引用：岩盤斜面の調査と対策（土木学会、平成11年）に加重

当該斜面に認められるbedding(層理面)はたわみ性トップリングしていた可能性がある  
→岩盤斜面の緩みを引き起こした要因の一つとして考えられる。

※ボーリング調査により検証中

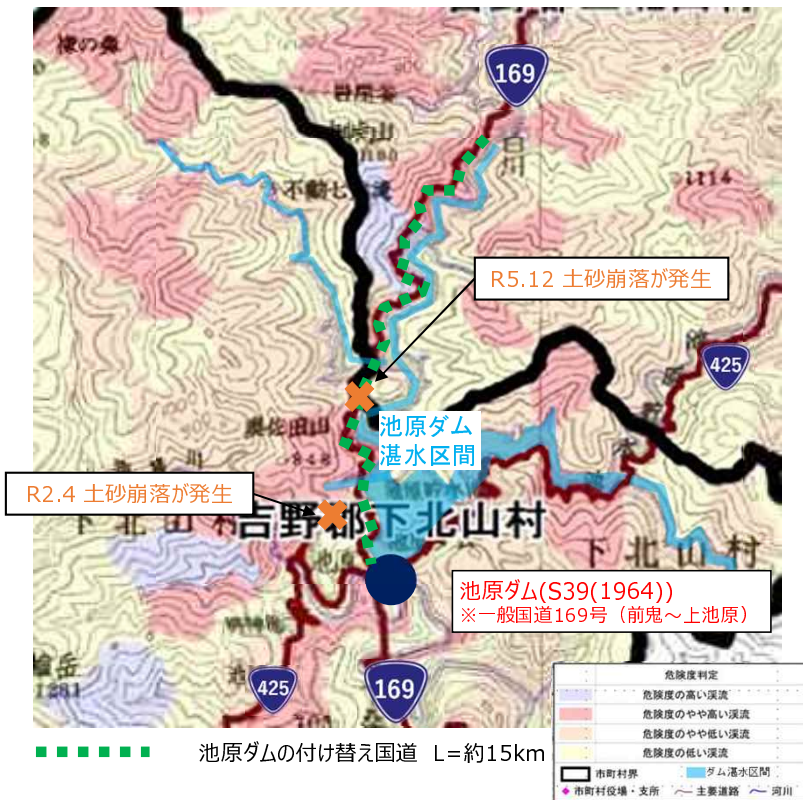
# 現道での本格復旧について ～被災箇所周辺の独自の地形的特徴について（外的要素の視点）～

- 池原ダムの付け替え国道は、**深層崩壊の危険性がある箇所**で建設。
- 当該箇所は、**岩盤分類の確立がされていなかった昭和45年（1970年）以前の昭和30年代にダムの付け替道路として、発破などの旧来の工法で構築されたため**、岩盤分類に応じた施工を実施しておらず、**法面勾配が非常に急勾配な状況**。

- 今回の被災箇所を含めた下北山村前鬼～上池原間においては、**深層崩壊の危険性のある箇所**で、かつ、**流れ盤構造の岩塊が確認**されているため、**流れ盤すべりの発生する可能性が高い地形的特性**がある。

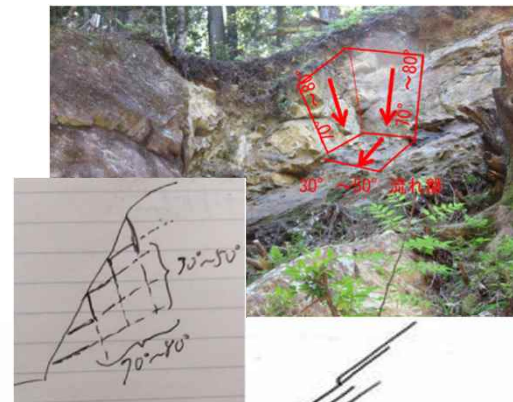
※なお、国道169号の池原ダムの付け替え国道においては、同様な道路の条件（法面勾配が非常に急勾配、深層崩壊の危険性のある箇所）ではあるが、今回の被災箇所周辺には、流れ盤構造を有していることから、全面通行止めを伴う大規模な土砂崩落が発生している（過去5年間で2回）。

## ■ 奈良県深層崩壊マップ [四万十帯]



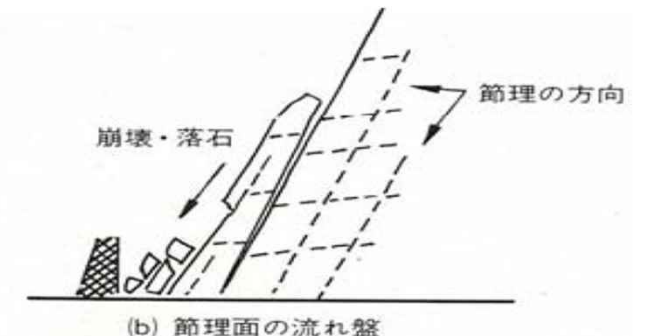
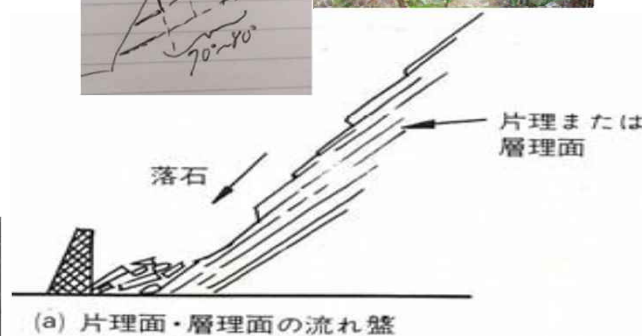
### 【被災箇所の北側】

3方向に亀裂が発達し0.5m～2m大の岩塊に分離しやすい**流れ盤構造**。



### 【被災箇所の南側】

露岩の近景。  
**流れ盤状の硬質な塊状泥岩**。



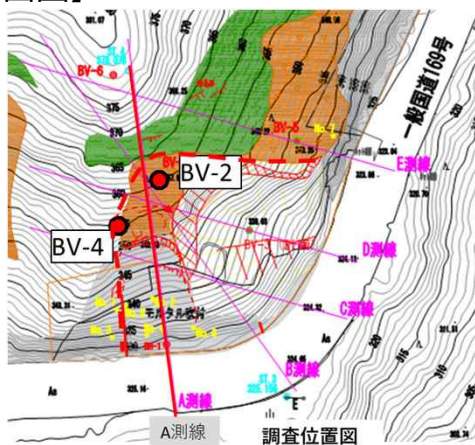
【流れ盤イメージ図】

# 現道での本格復旧について ～新たなボーリング調査結果の分析に基づく深層崩壊の誘因性について～

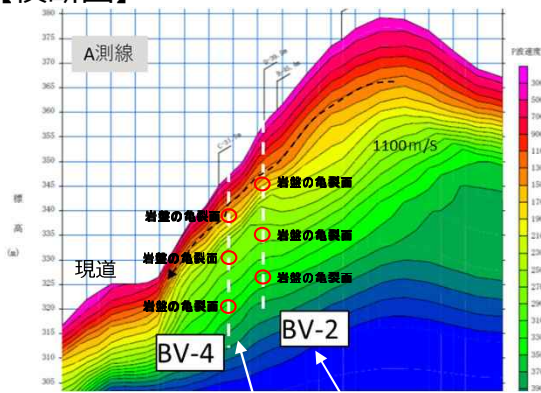
## ■ ボーリング調査結果から考察した深層崩壊の誘因性について

- 今回の災害に伴い、被災箇所周辺のボーリング調査を進めていたところ、**地形図では危険度の高い溪流ではなかったが、比較的浅い箇所から最深の3.0m附近までの間に、規則的な開口亀裂や、構造が連続しない不安定な岩盤層、及び地下水などを複数確認し、深層崩壊危険流域の蓋然性が高まった。**
- 今回の深層崩壊の懸念流域は、**深層崩壊の誘因に関連した特徴が確認**出来ている。また、昨年12月に発災した崩壊が、深層崩壊の規模ではないものの、**深層崩壊と同様のメカニズム**であったこと踏まえれば、今後、**大雨や地震時などにより甚大な被害が引き起こされる可能性が極めて高い。**

### 【平面図】



### 【横断図】



BV-4で、約10mおきに岩盤の亀裂面が確認されており、P波1000m/s以上の速度の速い層でも亀裂面が確認されたため、**深層崩壊危険流域であることが判明。**

BV-2で、約10mおきに岩盤の亀裂面が確認されており、P波1000m/s以上の速度の速い層でも亀裂面が確認されたため、**深層崩壊危険流域であることが判明。**

### BV-2



**BV-2号孔**  
道路標高付近までの35mまで調査を実施。  
0.0～0.6m: 礫混じり土  
0.6～6.3m: D～CL級 強風化岩  
6.3～11.25m: CL～CM級 中～弱風化岩。  
9.35～12.0m付近で漏水  
11.25～35.0m CM～CH級 弱風化岩。深度11.9m付近で地下水頭維持  
深度25.5m～26.15m D級岩盤  
約10mおきに岩盤の亀裂面を確認

今回の被災は、0.6～6.3mの風化した地層が崩壊したことにより発生

今回の被災後は、岩盤の亀裂面以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

更なる被災が発生した場合、岩盤の亀裂面以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

更なる被災が発生した場合、脆弱な岩盤以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

更なる被災が発生した場合、岩盤の亀裂面以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

### BV-4



**BV-4号孔**  
道路標高付近までの35mまで調査を実施。  
0.0～1.9m: 礫混じり土  
1.9～7.7m: D～CL級 強風化岩。  
5～8m付近で漏水  
7.7～35.0m: CM～CH級 弱風化岩。深度9.5m付近で漏水。深度14.5～35.0m漏水  
20.9m～21.3m D級岩盤  
22.8～33.5m付近までは亀裂面の褐色化が認められ地下水流動の可能性がある。  
約10mおきに岩盤の亀裂面を確認

今回の被災は、1.9～7.7mの風化した地層が崩壊したことにより発生

更なる被災が発生した場合、岩盤の亀裂面以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

更なる被災が発生した場合、脆弱な岩盤以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

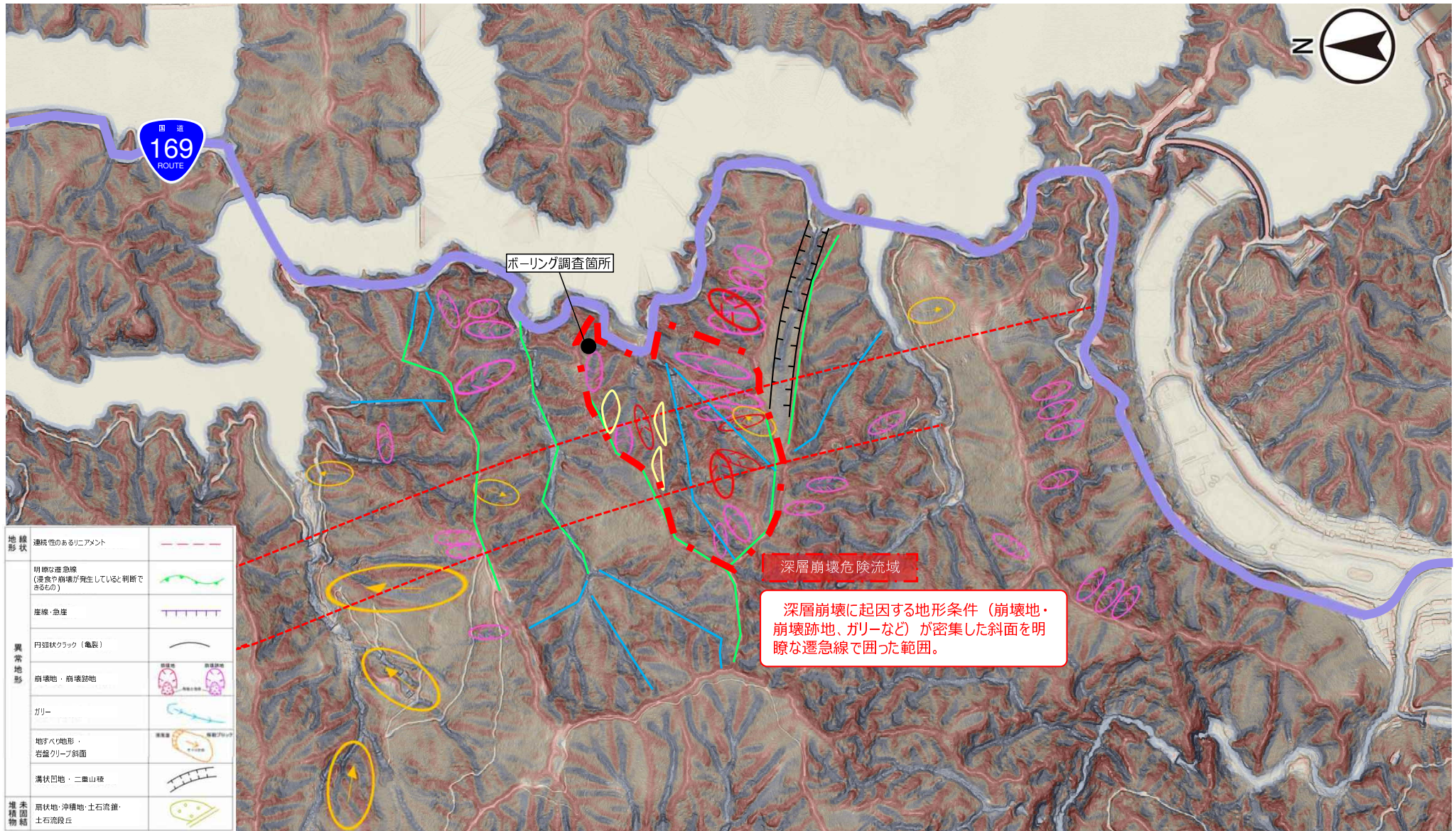
更なる被災が発生した場合、岩盤の亀裂面以上の地層が露出し、岩盤すべりを起こす危険性

- 上記の特徴を勘案した上で、本格復旧にあたっては、**深層崩壊の危険性があることを考慮し、検討が必要。**



# 現道での本格復旧について ~航空レーザー測量データを用いた地形判読について~

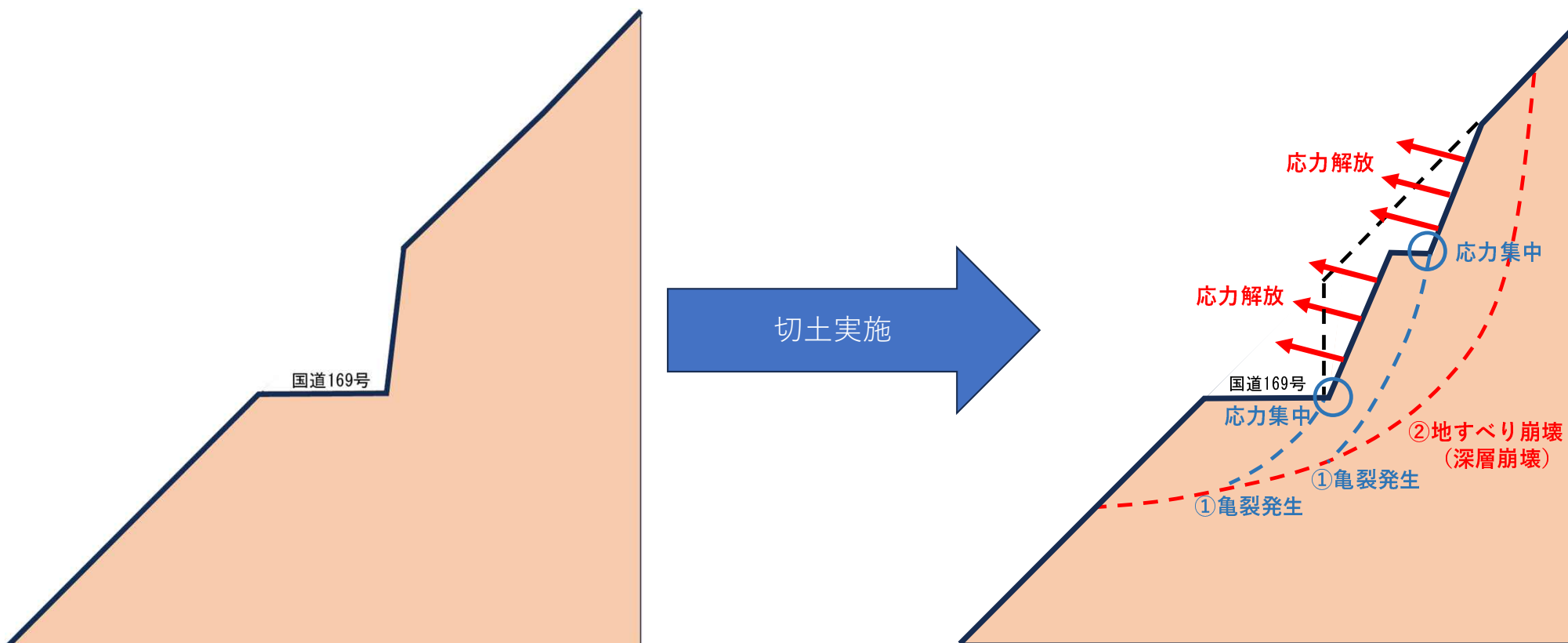
- 航空レーザー計測データを用いて、**崩壊に起因する崩壊地形等の地形情報等を抽出**。
- 地形判読を行った結果、深層崩壊に起因する地形が密集した斜面を遷急線で囲ったエリアを**深層崩壊危険流域の範囲が明らかになった**。



- 深層崩壊危険流域の地形を改変すると、応力解放により深層崩壊を誘発する可能性が高く、危険流域を避けた方がよい。




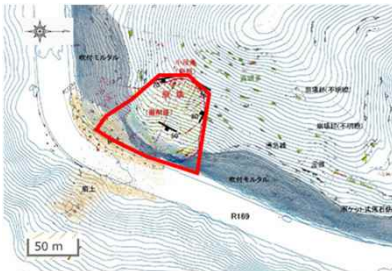
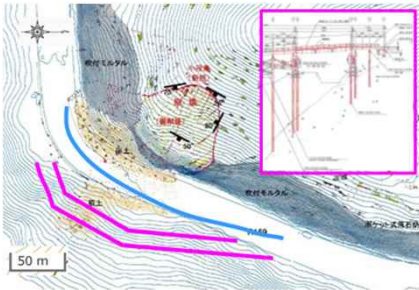
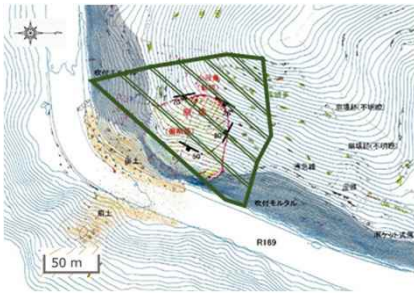
# 現道での本格復旧について ～応力解放による地すべり崩壊のイメージ～

- 一般的に自然斜面の切土を行った場合には、切り取り部における土塊重量の除却に伴う「**応力解放**」と、切り取りした裾部における「**応力集中**」が生じるため、**新たな亀裂を発生（下図①）**させることになり、潜在的に有している亀裂から**地すべり崩壊（下図②）**に助長させることが懸念される。
- また、当該箇所は、**深層崩壊に関連した特徴が顕在化**しており、**深層崩壊危険流域であることが特定**されていることから、上記と同様に一部の地形を切り土により改変した場合、**深層崩壊を誘発**することになる。



応力解放による地すべり崩壊のイメージ

# 現道での本格復旧の検討について

工法案	第1案：現道における復旧案	第2案：橋梁案	第3案：排土工案
工法概要	緩み土塊をアンカー工等の斜面对策で抑止する案。	法尻部に補強土壁や鋼管杭工を施工し道路川側に、橋梁を施工する案。	緩み土塊を除去後、鉄筋挿入工等で切土のり面を安定化案。
対策案			
例えば	排土整形 + 法枠(ロックボルト) (範囲: 例えば100m×100m) + 抑止工 (アンカー工) 	2車線規格による付替橋梁 (規模: 例えば延長200m×高さ30m×幅員11m) 	排土整形 + 法枠(ロックボルト) (範囲: 例えば200m×150m) 
経済性	約数億円	約20億円	約数千万円～数億円
工期	1年～2年	1年～3年	1年～2年
比較検討内容	<p>× <u>深層崩壊危険流域の一部の地形を切土により改変するため、応力解放により深層崩壊を誘発する。</u></p> <p>⇒ <b>復旧出来ない</b></p>	<p>× <u>深層崩壊危険流域に橋脚を設置するため、深層崩壊を誘発する。</u></p> <p>× <u>橋梁位置が深層崩壊被害範囲に入っているため、深層崩壊により橋梁が喪失する。</u></p> <p>⇒ <b>復旧出来ない</b></p>	<p>× <u>深層崩壊危険流域の一部の地形を切土により改変するため、応力解放により深層崩壊を誘発する。</u></p> <p>⇒ <b>復旧出来ない</b></p>

○ どの案においても深層崩壊危険流域の地形を改変するため、応力解放により深層崩壊を誘発する可能性がある。

⇒ **第1～3案での復旧は困難である。**

⇒ **本格復旧については、深層崩壊危険流域などを考慮する必要があるため、高度な技術力を要する。**

# 応急対策について

## ■ 応急対策の概要

- **現道上（本線）での応急対策による暫定通行は、通行車両の安全を確保出来ないことから、仮橋の整備による応急対策の実施**を検討。
- 仮橋の応急対策実施にあたっては、**崩壊斜面の表面にある不安定な岩塊崩落**による、仮橋への損傷の影響なくすために、**表面処理（吹付工、鉄筋挿入工）を実施**予定。
- また、周辺地域は、被災箇所と同様に**不安定な地質**のため、今後、**現道（本線）の廃道を行う予定**。
- **本格復旧の完了**までは、**所要の期間が必要**であり、その間の緊急輸送等への対応のため、**監視員の設置**等、所与の措置を加えて**当面の安全確保が可能**であれば、現位置において**緊急車両に限って通行可能な仮橋の確保**を検討する。  
※仮橋の施工にあたっては深層崩壊危険流域の地形掘削を行わない栈橋工により実施予定。

【平面図】

