

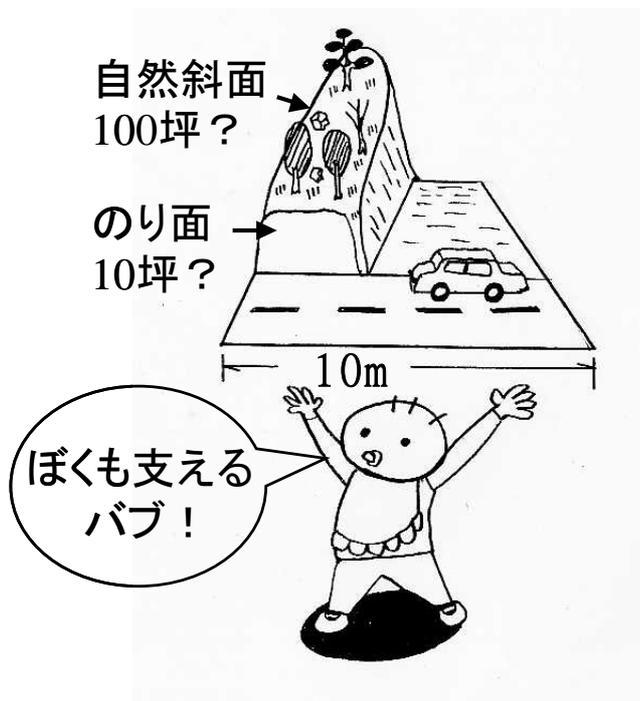
# 防災点検の有効性と災害の低減に向けて —10年間の防災対策の進捗と課題—

(国研)土木研究所 地質研究監  
同上

上席研究員(地質・地盤G)

佐々木 靖人  
浅井 健一

国民1人が支える道路は **10m**、  
道路に面する斜面の分量は **300m<sup>2</sup>**?  
(日本の平均宅地面積とほぼ同じ)



道路延長 1,207,867km

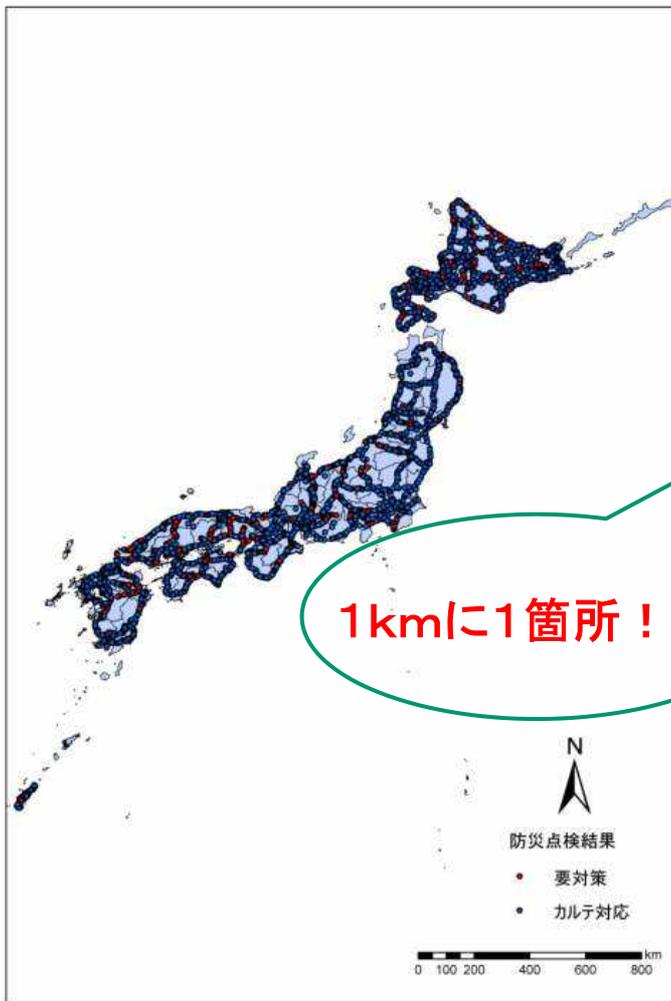
(国土交通省調べ。林道・農道  
は含まない)

人口 127,765,000人

(総務省調べ)

山地区間の道路 30%?

## 直轄国道要対策箇所とカルテ 対応箇所 (過去15年間の直轄国道)



要対策: 2,900箇所  
カルテ監視: 14,400箇所  
(H18点検前のデータ)  
H18点検でまたふえた

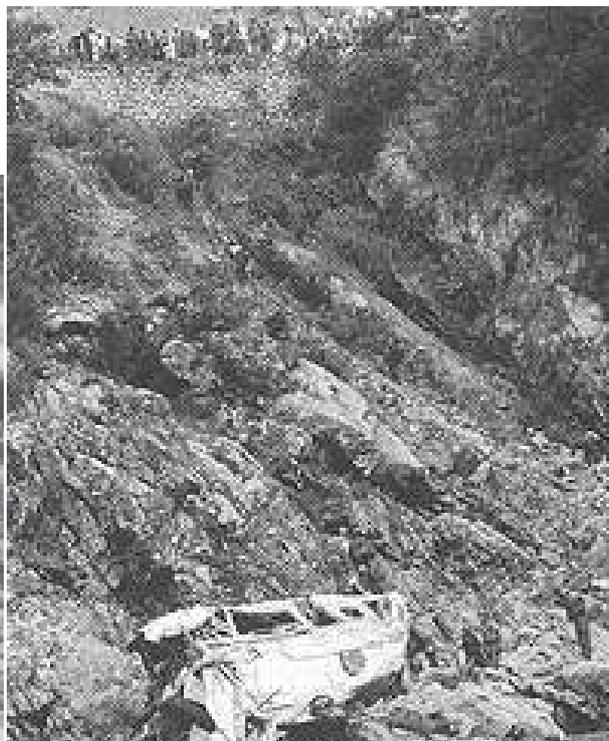
これらを今後どう管理し  
ていくのか?

優先対策、体系的管理  
が必要

# 日本の道路防災の転換点

昭和43年8月18日 国道41号 飛騨川バス転落事故

豪雨による土石流  
災害により104名  
死亡



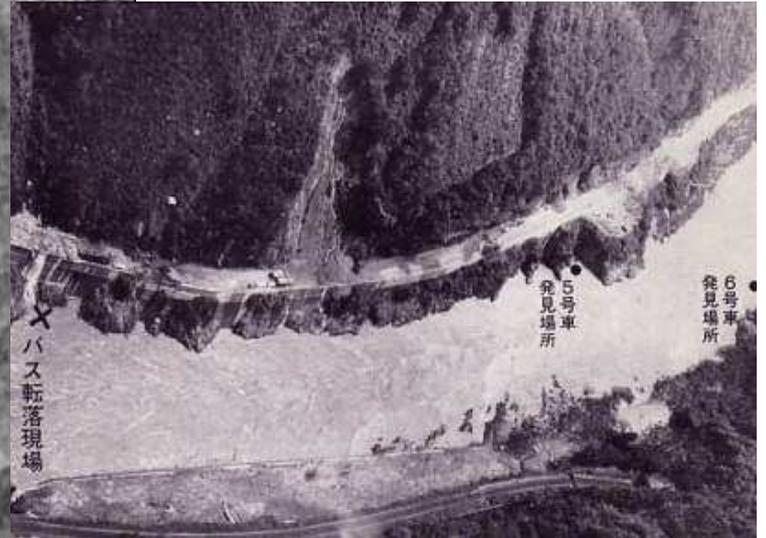
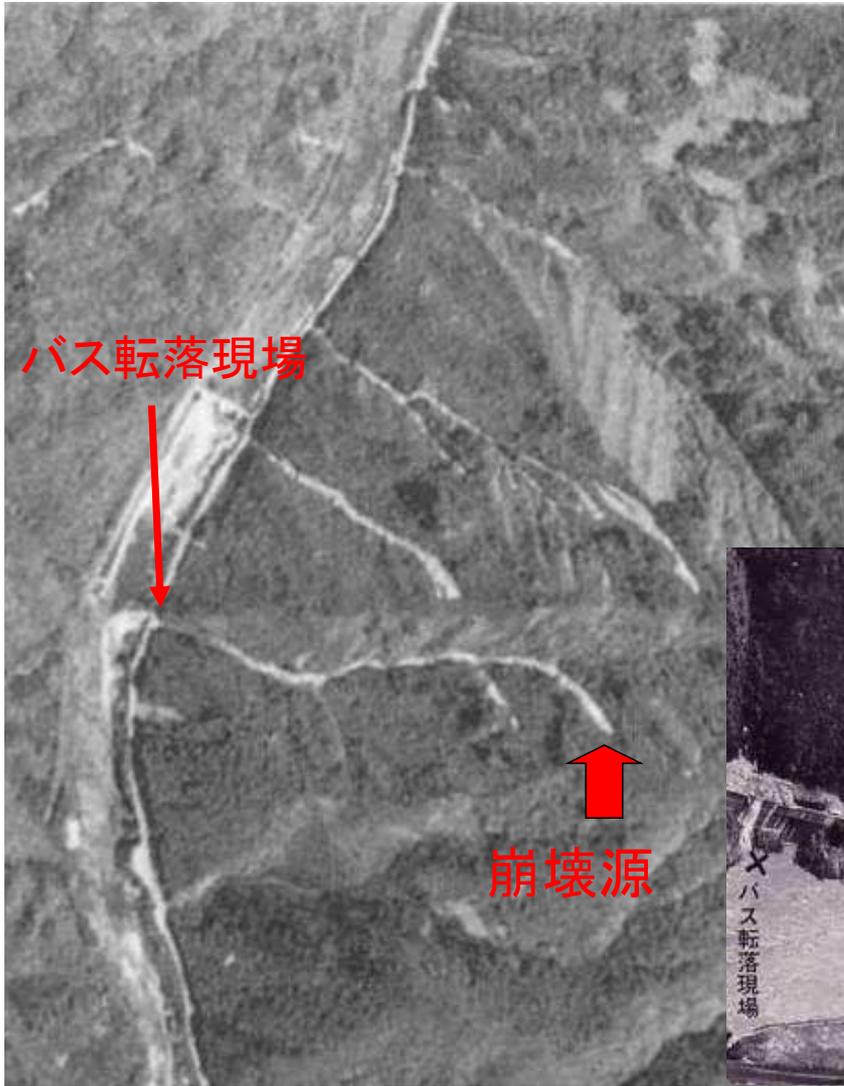
これをきっかけに  
事前通行規制や  
道路防災点検等  
の制度が開始。



▲飛騨川バス転落事故現場 (白川町提供)

飛騨川災害の原因：  
発生源は表層崩壊

あれから半世紀、  
防災技術は進歩したか？



表層崩壊とそれによる  
土石流  
(鹿児島県竜ヶ水)





平成22年7月広島県庄原の表層崩壊と土石流 (株)アジア航測



平成26年8月広島市豪雨災害(国際航業、パスコ)

# 飛騨川バス転落事故(1968年)

- ・自然斜面(道路用地外)からの災害
- ・しかし道路管理者が敗訴

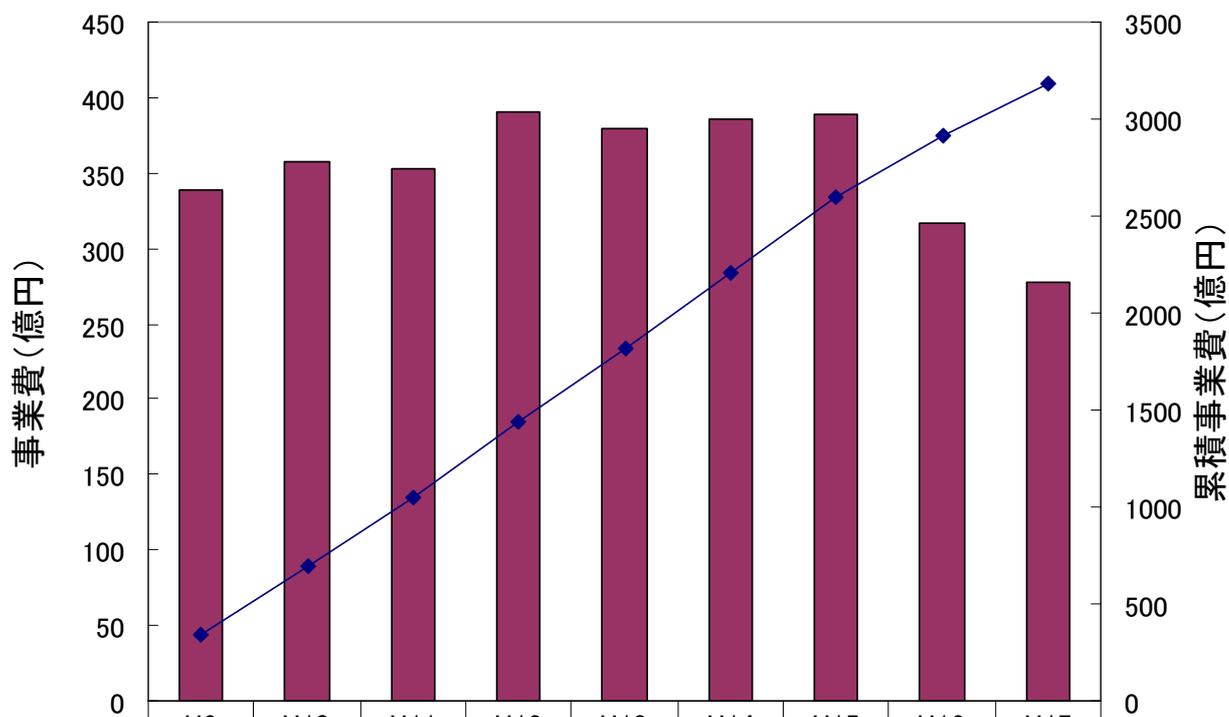
→以降、道路土砂災害は、道路用地内外  
問わず道路管理者が防災を実施

この災害を契機として、現在の基本的な  
道路防災対策が確立

- ・異常気象時事前通行規制区間の設定  
(現在、約180区間)
- ・道路防災点検の実施(5年に1回)
- ・防災対策工事の計画的な実施
- ・道路施設賠償責任保険  
(県管理道路等に適用) など

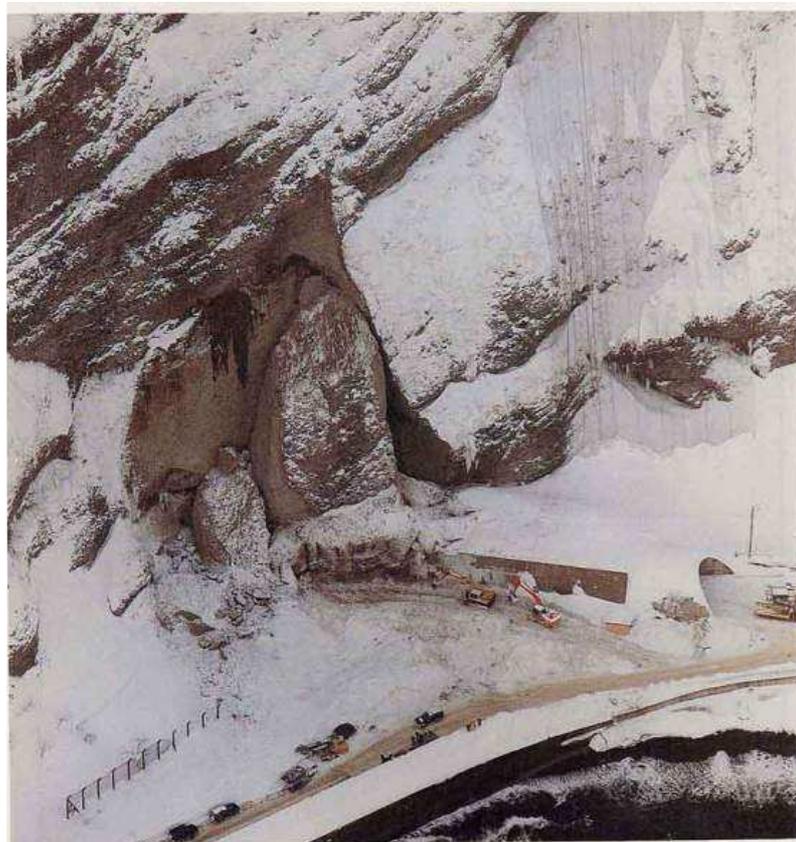
あやうい  
状況に

# 直轄国道における防災対策事業費(維持修繕費)の推移



■ 事業費(億円)	339	357	353	391	380	386	389	316	278
◆ 累積事業費(億円)	339	696	1049	1440	1820	2206	2595	2911	3189

## 真に必要な箇所へ



11,000m<sup>3</sup>の岩盤が崩落、  
20名の方が亡くなった。

この年(平成8年)は、平成2年点検以降、6年ぶりに道路防災総点検が行われた年である。

ちなみに平成2年の点検は、その前年に福井の国道305号で発生した岩盤崩壊を受けて、初めて「岩石崩壊」という点検項目が設定された。

1996.2.10 北海道  
(豊浜トンネル 国道229号)

## 豊浜トンネル事故現場の 岩盤亀裂



開口量は小規模だが連続性の高い亀裂が見られる。

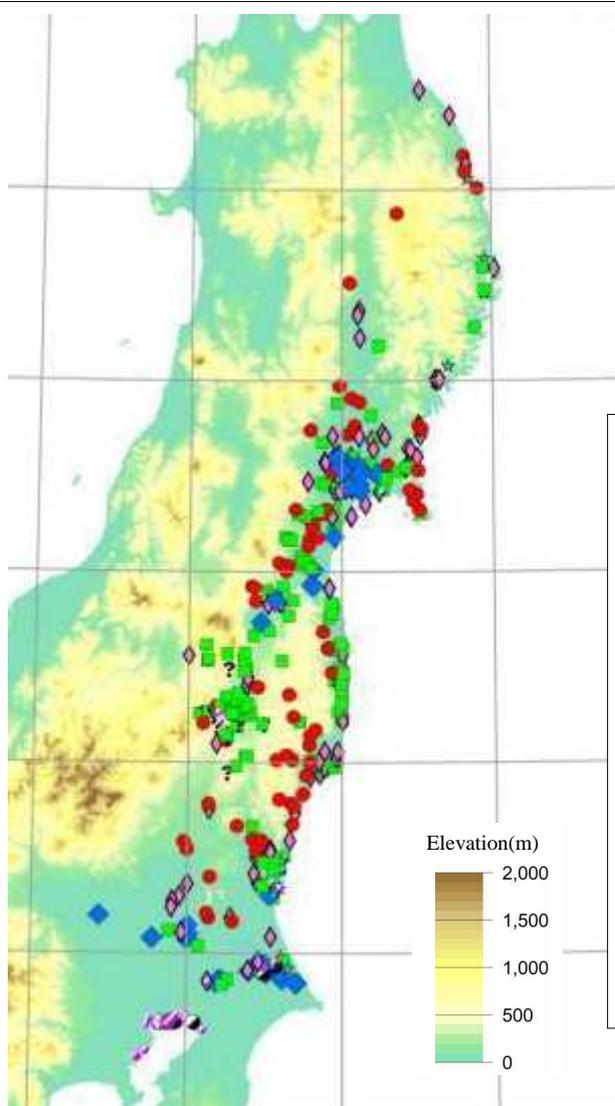
災害から我々は何を学んできたか？

→体系的に蓄積し、防災を高度化する必要

## 災害統計から見た災害実態と その影響

- ①発生数
- ②災害形態
- ③到達土砂量と通行止め日数
- ④人的被害

# 東日本大震災による 主な道路などの 地盤災害の個所 (土木研究所作図)



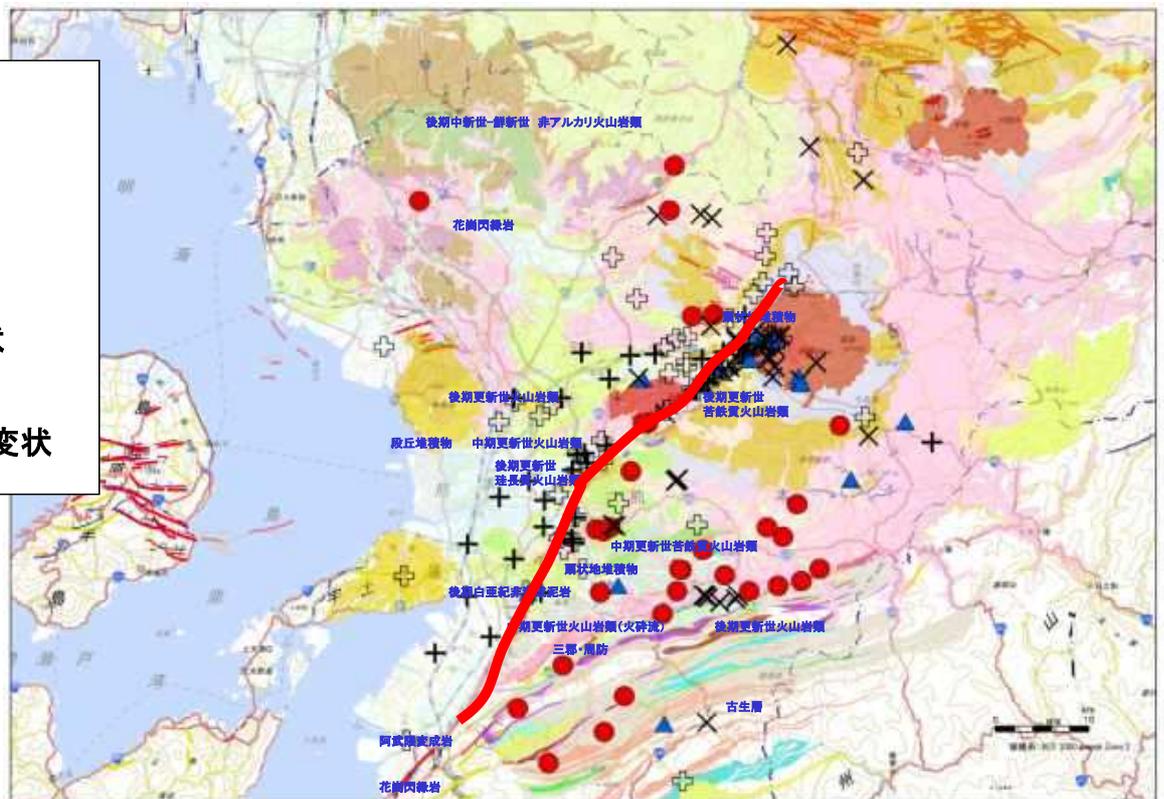
## 〈災害情報 凡例〉

- ◆ 橋梁災害
- 道路災害(路面段差、陥没、盛土崩壊など)
- 道路災害(落石、土砂崩壊、切土のり面崩壊など)
- ★ 道路災害(津波による)
- ? 道路災害(詳細不明)
- ◆ 河川堤防災害(現地調査)
- 液状化災害(現地調査)
- 液状化災害(東北地整、関東地整データ)
- 液状化災害(現地調査報告等)

4月半ばまでの情報をもとにプロット(一部液状化被害と河川堤防の災害を含む)。

## 凡例

- 落石
- × 斜面崩壊
- ▲ 切り土崩壊
- +
- +
- +
- +
- ★ トンネルの変状



# 熊本地震における道路施設の災害(土木研究所作図)

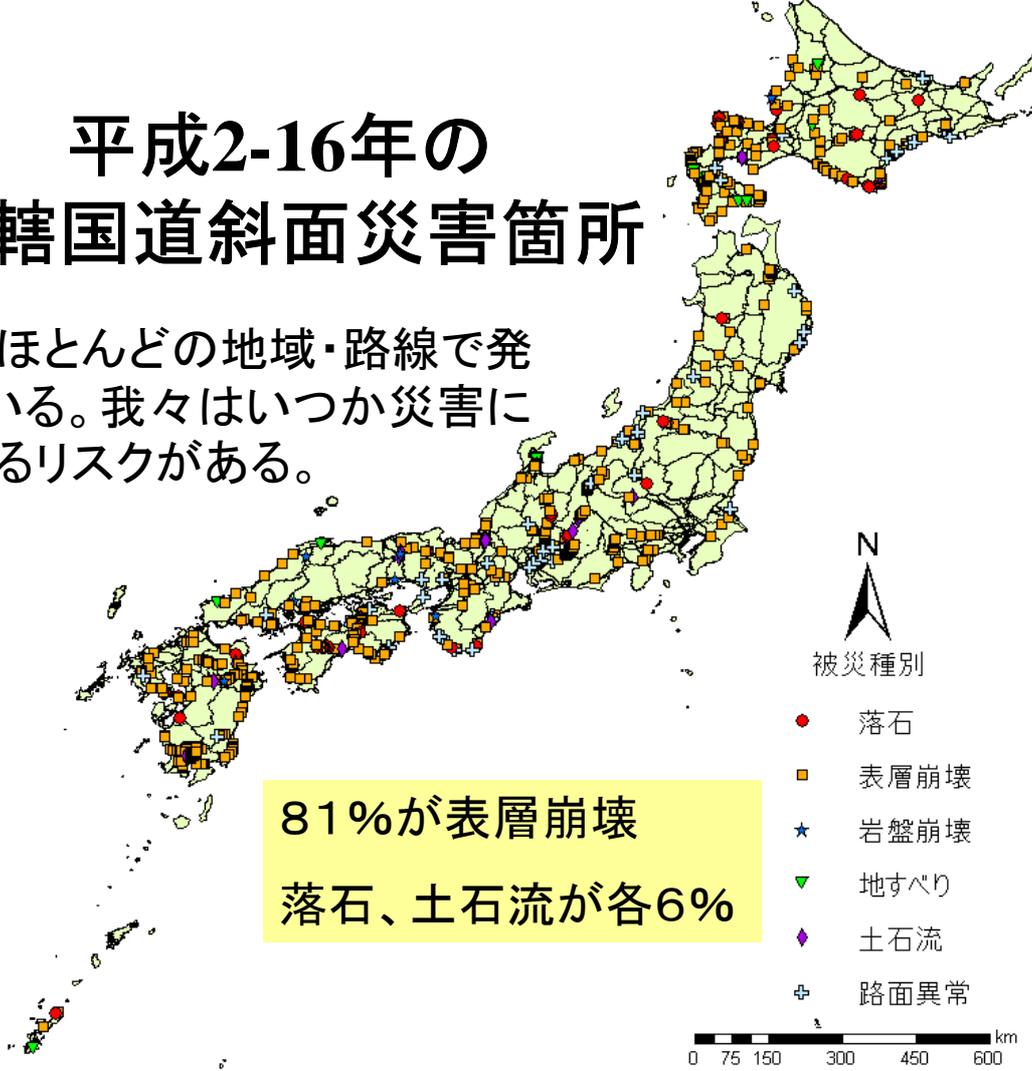
Sites : 189 points

Geological map:

<https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>

# 平成2-16年の直轄国道斜面災害箇所

災害はほとんどの地域・路線で発生している。我々はいつか災害に遭遇するリスクがある。



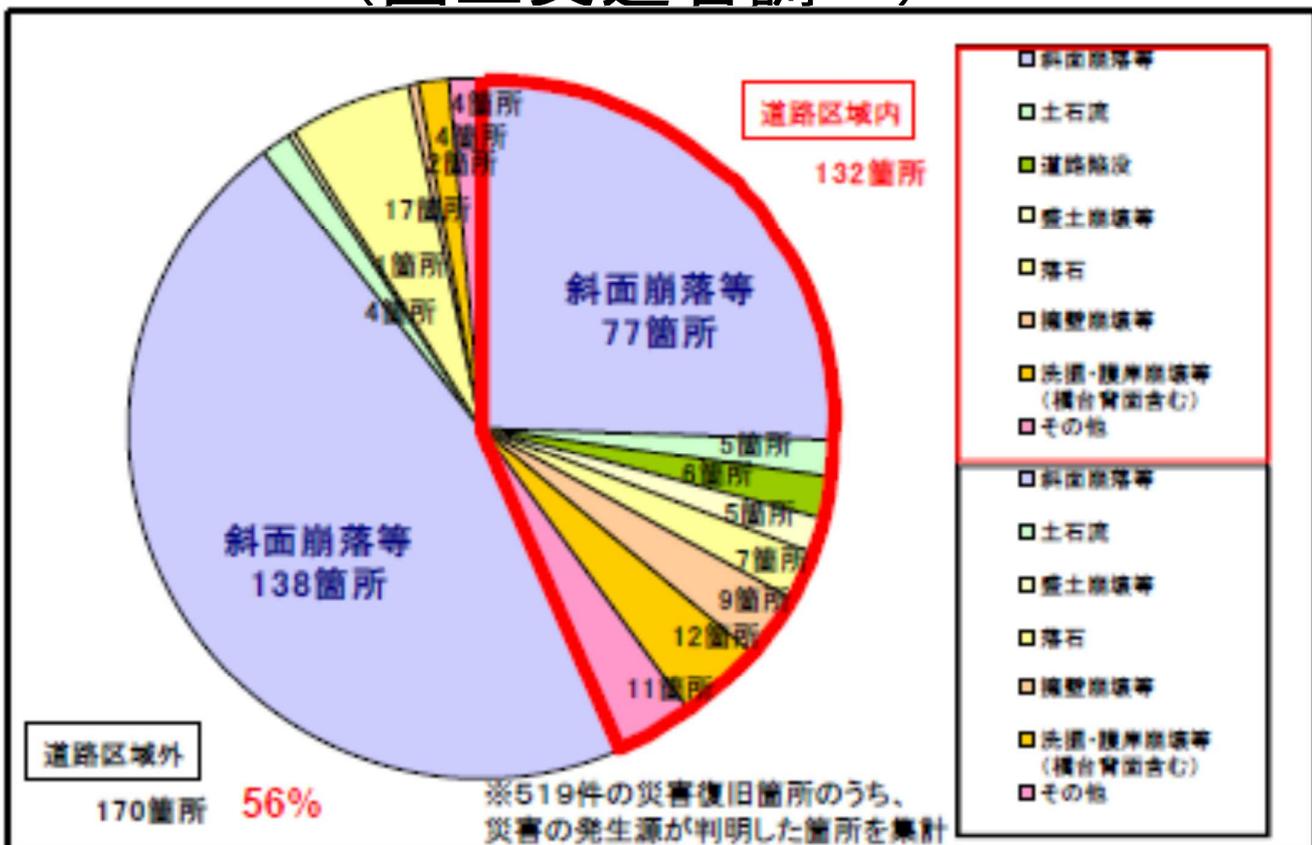
81%が表層崩壊  
落石、土石流が各6%

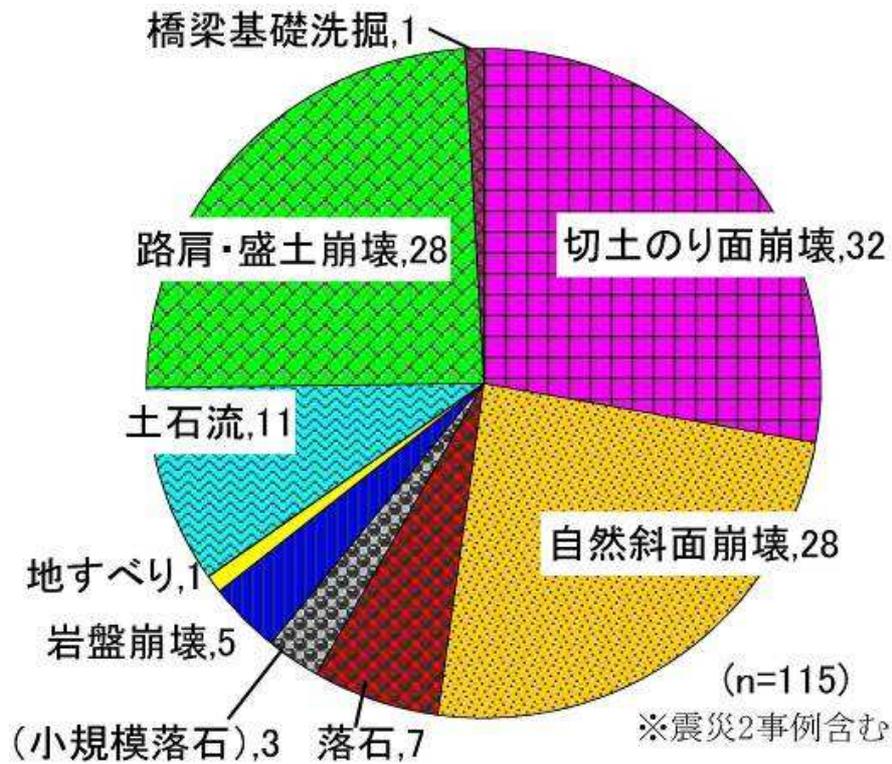
N  
被災種別

- 落石
- 表層崩壊
- ★ 岩盤崩壊
- ▼ 地すべり
- ◆ 土石流
- ⊕ 路面異常

0 75 150 300 450 600 km

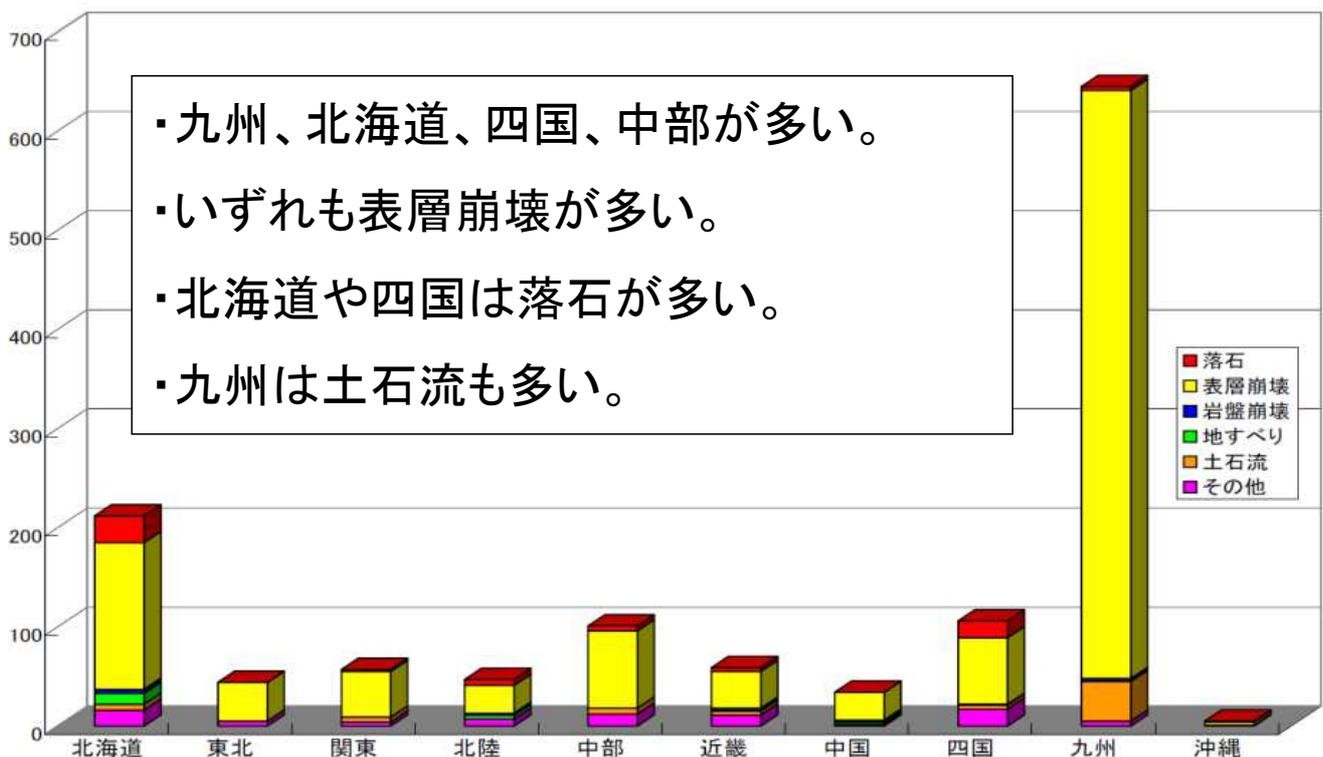
# 平成16-25年の直轄国道災害内訳 (国土交通省調べ)



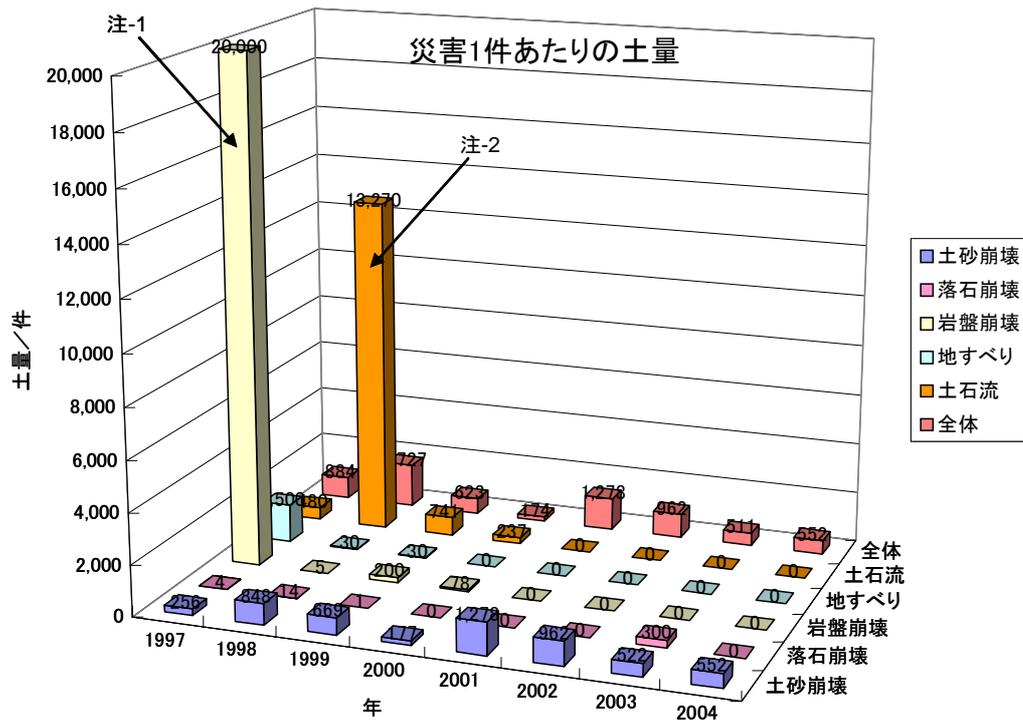


## 平成20～23年度直轄国道災害事例の災害形態内訳

## 地方毎の発生数(H2-16年)



# 災害形態と災害1件あたり道路への到達土量(H2-16)

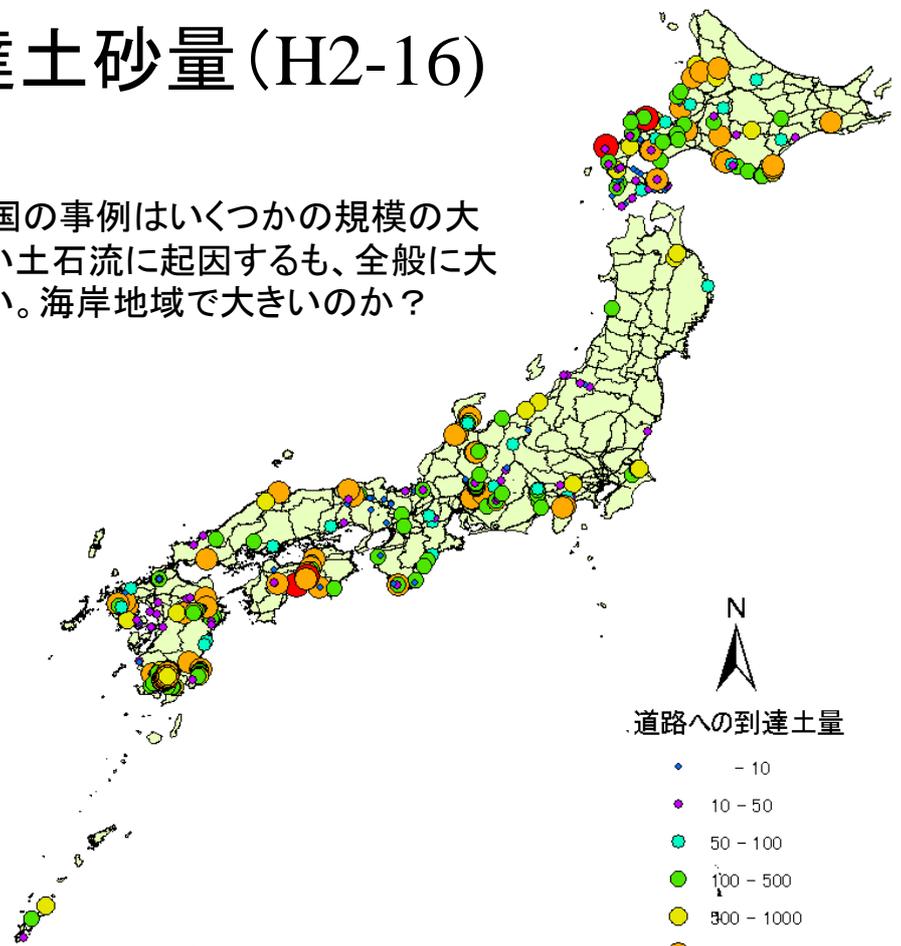


まれに大規模な土石流や岩盤崩壊があるが、表層崩壊はコンスタントに数100立米の災害となる

## 道路への到達土砂量 (H2-16)

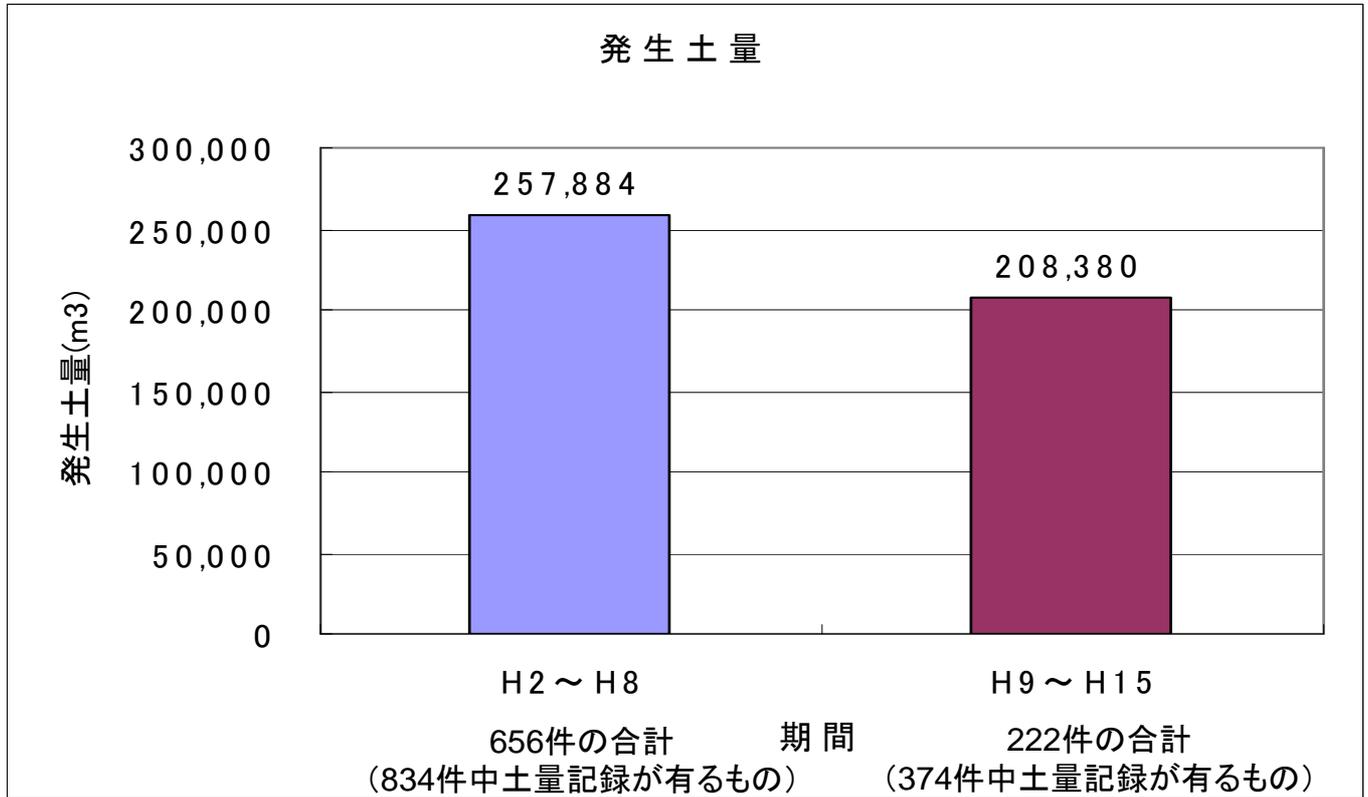
- 北海道 : 708m<sup>3</sup>
- 東北 : 575m<sup>3</sup>
- 関東 : 271m<sup>3</sup>
- 北陸 : 690m<sup>3</sup>
- 中部 : 450m<sup>3</sup>
- 近畿 : 262m<sup>3</sup>
- 中国 : 495m<sup>3</sup>
- 四国 : 4573m<sup>3</sup>
- 九州 : 342m<sup>3</sup>

四国の事例はいくつかの規模の大きい土石流に起因するも、全般に大きい。海岸地域で大きいのか？



災害規模の予測法や道路影響に応じた優先対策が必要

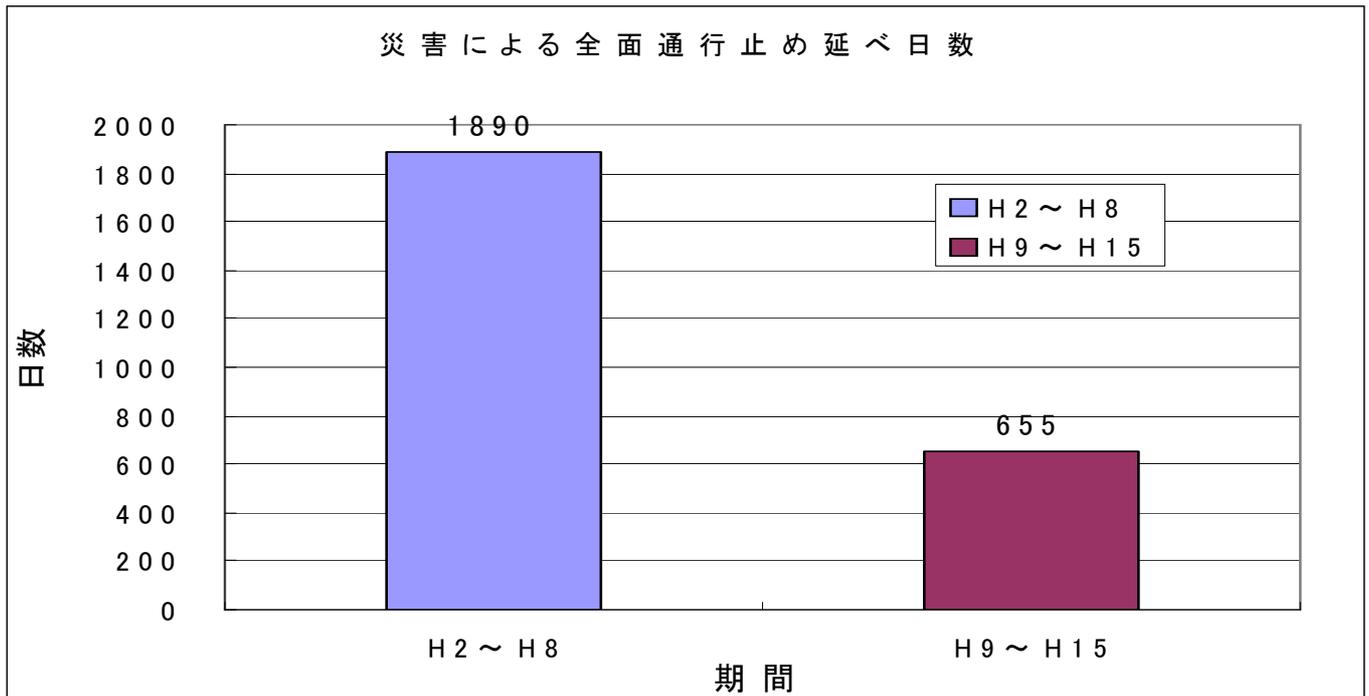
# 災害による発生土量の総量



災害数は減少しているが1件あたり土量は増加。対策進捗により落石が減り、相対的に背後斜面からの表層崩壊の割合が増加したためか。

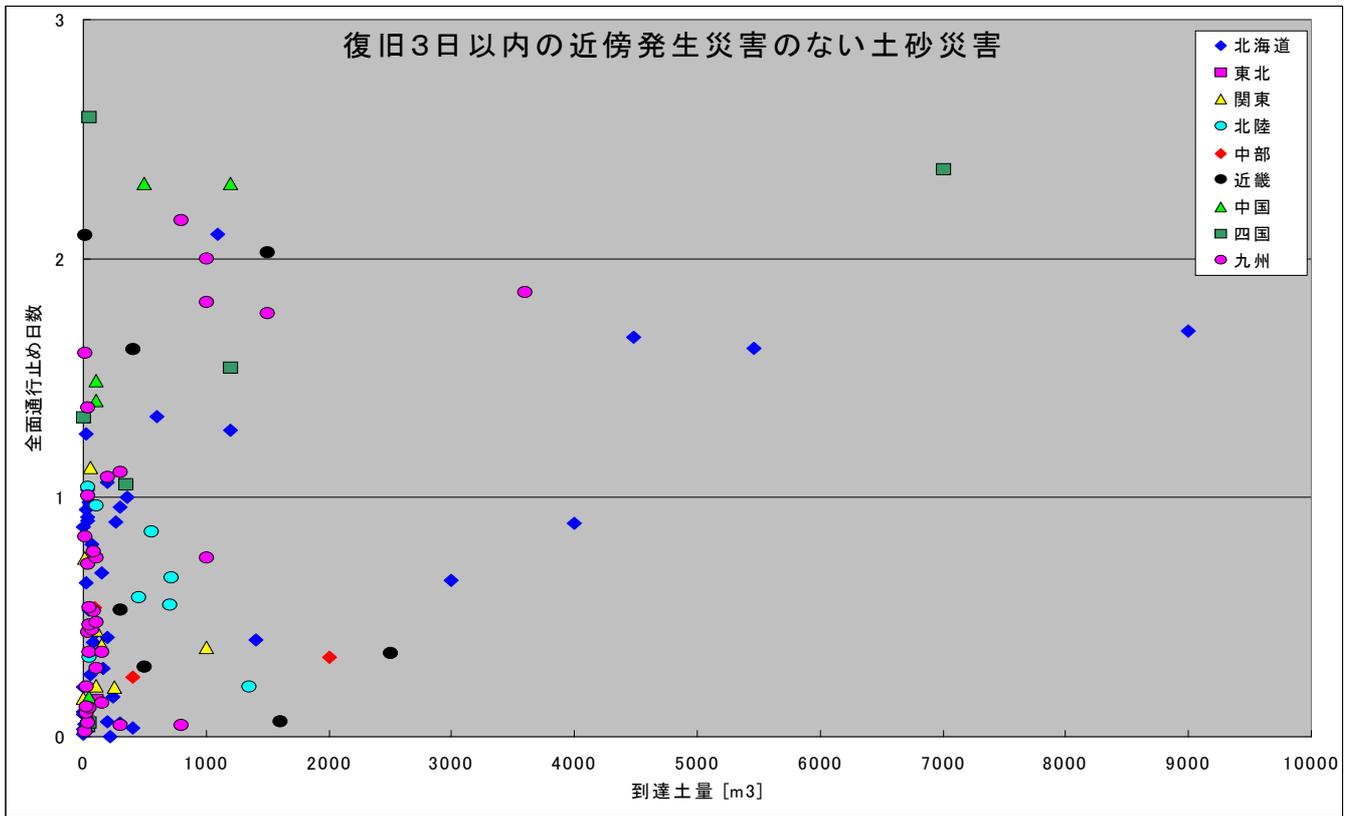
## 平成8年前後での通行止め延べ日数の推移

(国土交通省直轄国道)



対策進捗により通行止め日数は減少していると考えられる。

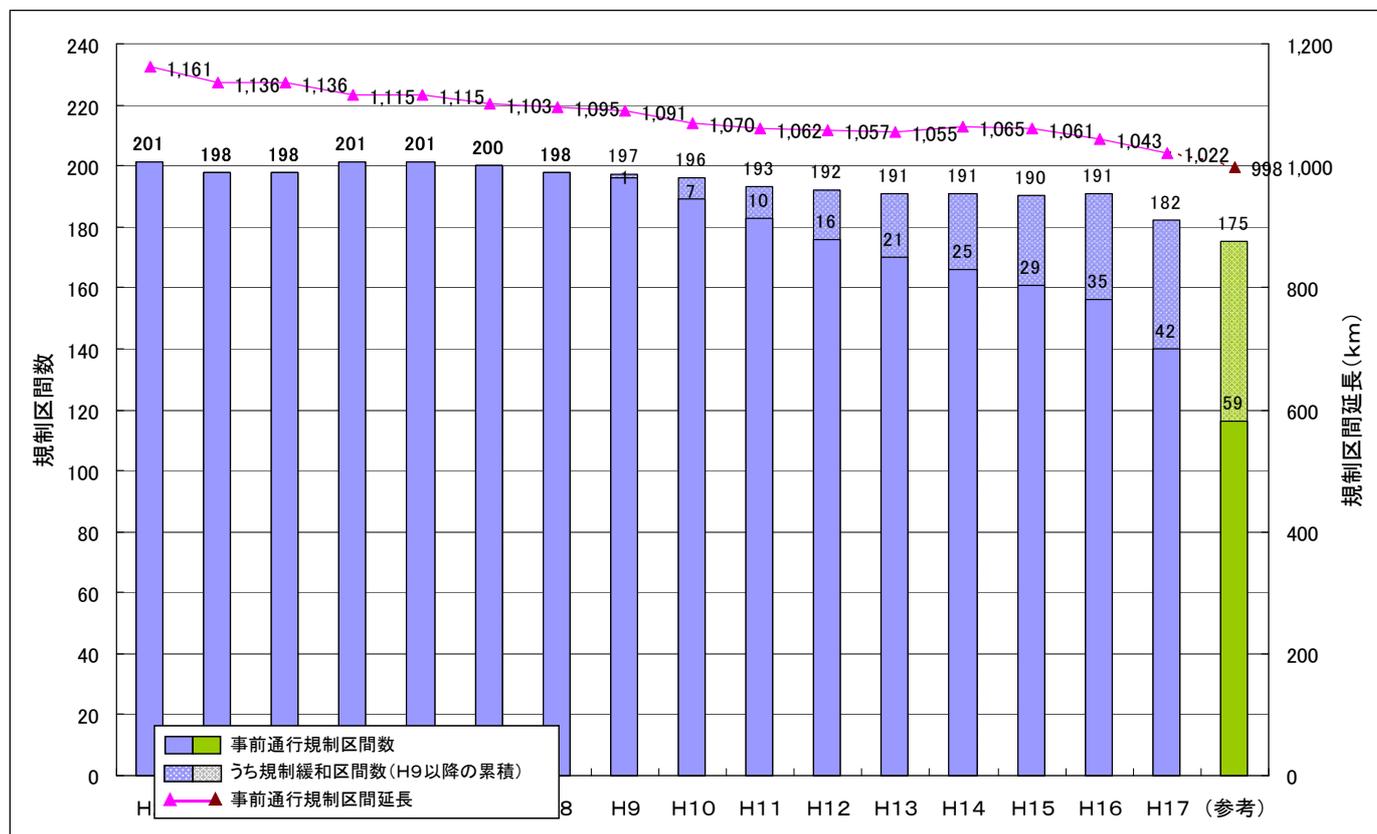
# 災害時の土量と全面通行止め日数との関係(H2-16)



# 事前通行規制区間と基準雨量

- ① 規制区間数
- ② 規制区間の災害発生率
- ③ 通行止め時間、回数
- ④ 災害時の雨量と基準雨量

事前通行規制区間の状況の推移(H2以降)



防災対策の進捗により規制緩和・撤廃可能な区間が増加しつつある。適切な防災点検、対策、カルテ管理により着実に実現していくべき。

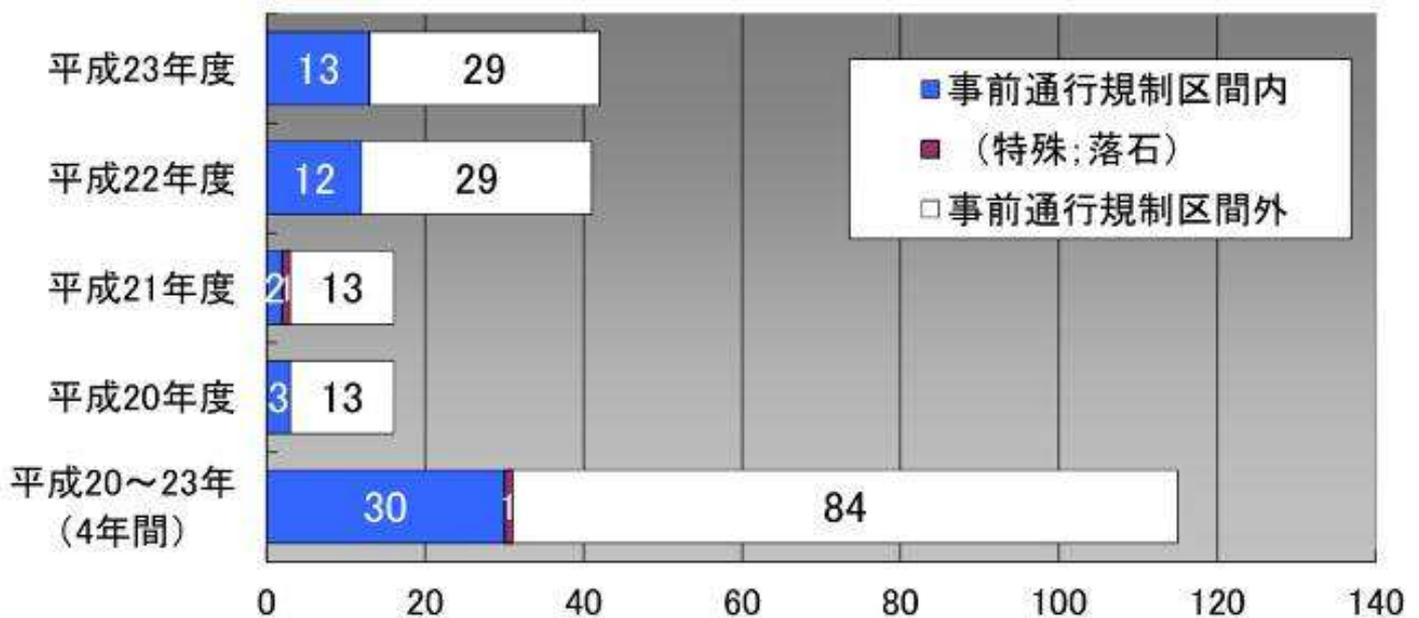
# 通行規制区間災害ワースト5位(H2-16)

順位	地方整備局	路線名	担当事務所名	担当出張所	区間	起点	終点	延長	基準連続雨量	危険内容	災害発生数	kmあたり発生率
1	九州	220	大隅河川国道	垂水国道維持出張所	鹿児島県垂水市海潟新道～牛根麓	162.6	165.2	2.6	150	土砂崩落 落石	256	98.46
2	四国	55	土佐国道	奈半利国道出張所	高知県安芸郡東洋町野根字中の谷～室戸市佐喜浜町入木字猪崎	98.6	107.5	8.9	250	落石等	21	2.36
3	関東	19	長野国道	松本国道出張所・信州新町出張所	長野県東筑摩郡生坂村池沢～更級郡大岡村川口	217.0	236.9	17.7	130	土砂崩落 落石 洗堀	10	0.56
3	四国	32	徳島・土佐国道	池田国道維持出張所L=8.5・南国国道維持出張所L=	徳島県三好郡山城町西字島の上(74.7～83.2)～高知県長岡郡大豊町大字高須(83.2～	74.7	101.0	26.3	250	落石等	10	0.38
5	九州	220	大隅河川国道	垂水国道維持出張所	鹿児島県垂水市牛根境～牛根境	174.5	178.3	3.8	200	土砂崩落 落石	9	2.37

# 通行規制区間km当たり災害発生率ワースト5位

順位	地方整備局	路線名	担当事務所名	担当出張所	区間	起点	終点	延長	基準連続雨量	危険内容	発生数	kmあたり発生率
1	九州	220	大隅河川国道	垂水国道維持出張所	鹿児島県垂水市海潟新道～牛根麓	162.6	165.2	2.6	150	土砂崩落 落石	256	98.46
2	九州	201	北九州国道	筑豊維持出張所	福岡県飯塚市大字八木山字重原～八木山蓮台寺字巡出	23.6	26.0	2.4	200	落石	6	2.50
3	九州	220	大隅河川国道	垂水国道維持出張所	鹿児島県垂水市牛根境～牛根境	174.5	178.3	3.8	200	土砂崩落 落石	9	2.37
4	四国	55	土佐国道	奈半利国道出張所	高知県安芸郡東洋町野根字中の谷～室戸市佐喜浜町入木字猪崎	98.6	107.5	8.9	250	落石等	21	2.36
5	北陸	8	高田	糸魚川国道維持出張所	新潟県糸魚川市外波～外波	189.2	190.1	0.9	150	土砂崩落 地滑り 雪崩	2	2.22

災害実態をふまえて対策予算、対策手法、体制を検討する必要。



平成20～23年度直轄国道災害事例の規制区間内外別件数

# 直轄国道における土砂災害の頻度

平成2-16年 88.5件/年 (4.4件/千km/年)

うち 事前通行規制区間内 32.6件/千km/年

事前通行規制区間外 2.7件/千km/年

平成16-25年 82.1件/年 (3.7件/千km/年)

うち 事前通行規制区間内 19.5件/千km/年

事前通行規制区間外 3件/千km/年

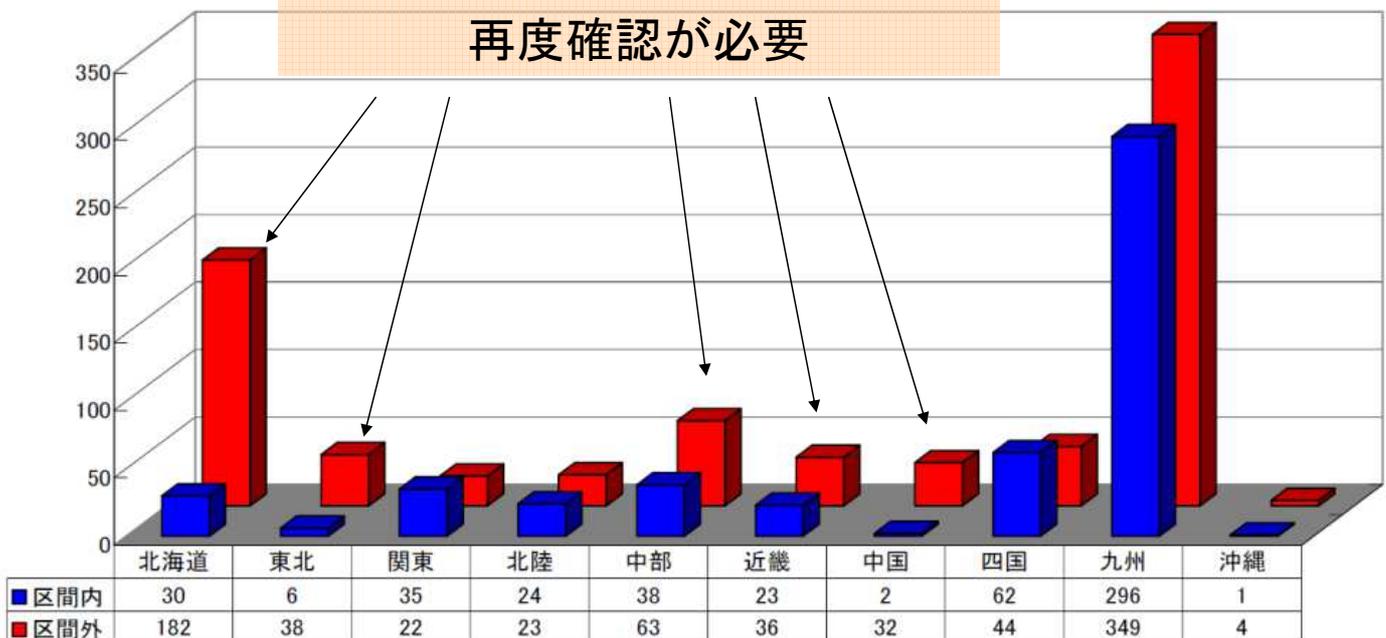
⇒事前通行規制区間内は減少(対策の効果)

⇒事前通行規制区間外は横ばい(何故か?)

## 事前通行規制区間内外での災害数(H2-16)

事前通行規制区間は妥当か？

再度確認が必要

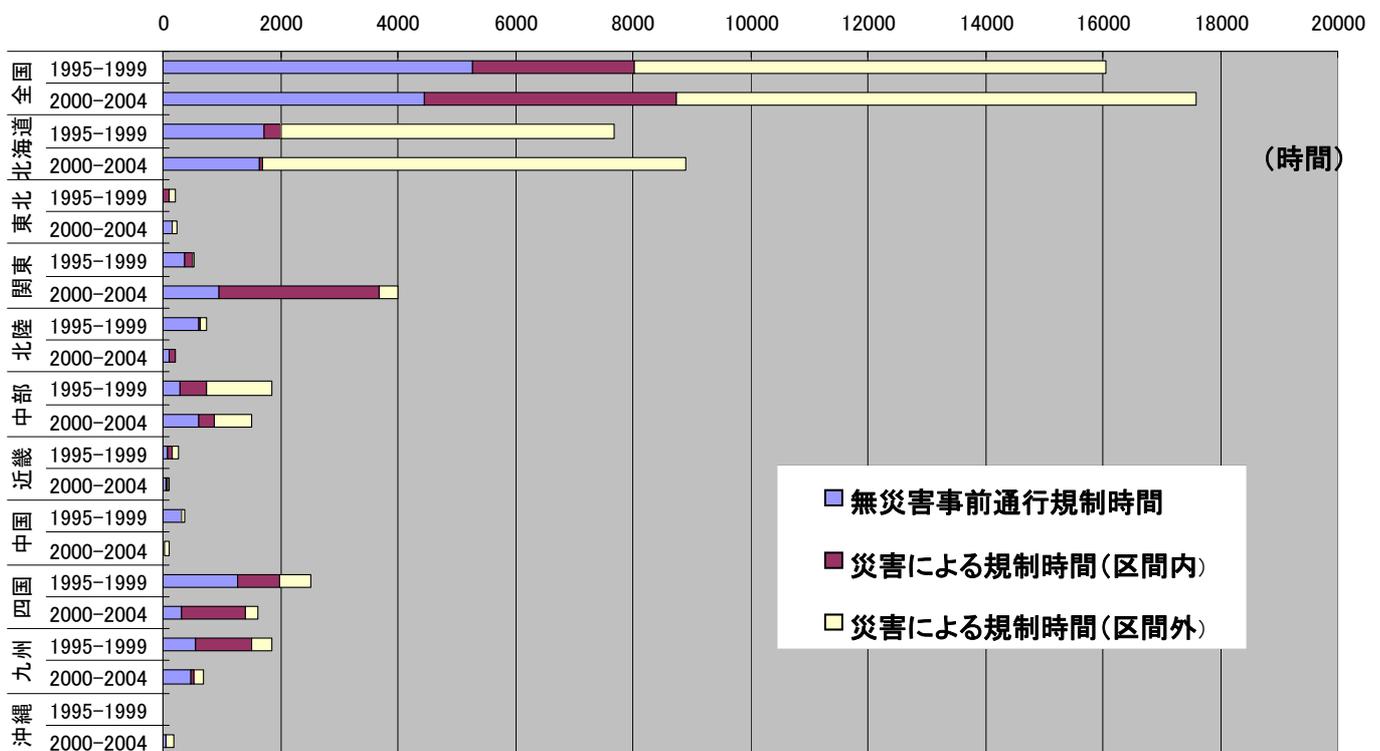


## 事前通行規制区間内外の災害発生率(H2-16)

1990～2004 直轄国道	事前通行規制区間			山地部一般区間		
	延長 [km]	災害 [件]	[件/km・年]	延長 [km]	災害 [件]	[件/km・年]
北海道開発局	166.6	30	0.0120	1365.0	182	0.0089
東北地整	68.2	6	0.0059	390.8	38	0.0065
関東地整	96.7	35	0.0241	163.4	22	0.0090
中部地整	170.3	38	0.0149	295.0	63	0.0142
近畿地整	178.1	23	0.0086	231.4	36	0.0104
中国地整	57.6	2	0.0023	297.7	33	0.0074
四国地整	138.9	62	0.0298	196.6	44	0.0149
九州地整	68.7	298	0.2892	300.1	356	0.0791
(総計)	945.1	494	0.0348	3240.0	774	0.0159
九州地整 (最近8年)		18	0.0328	300.1	47	0.0104

赤字は、災害発生率でみても逆転している地方整備局

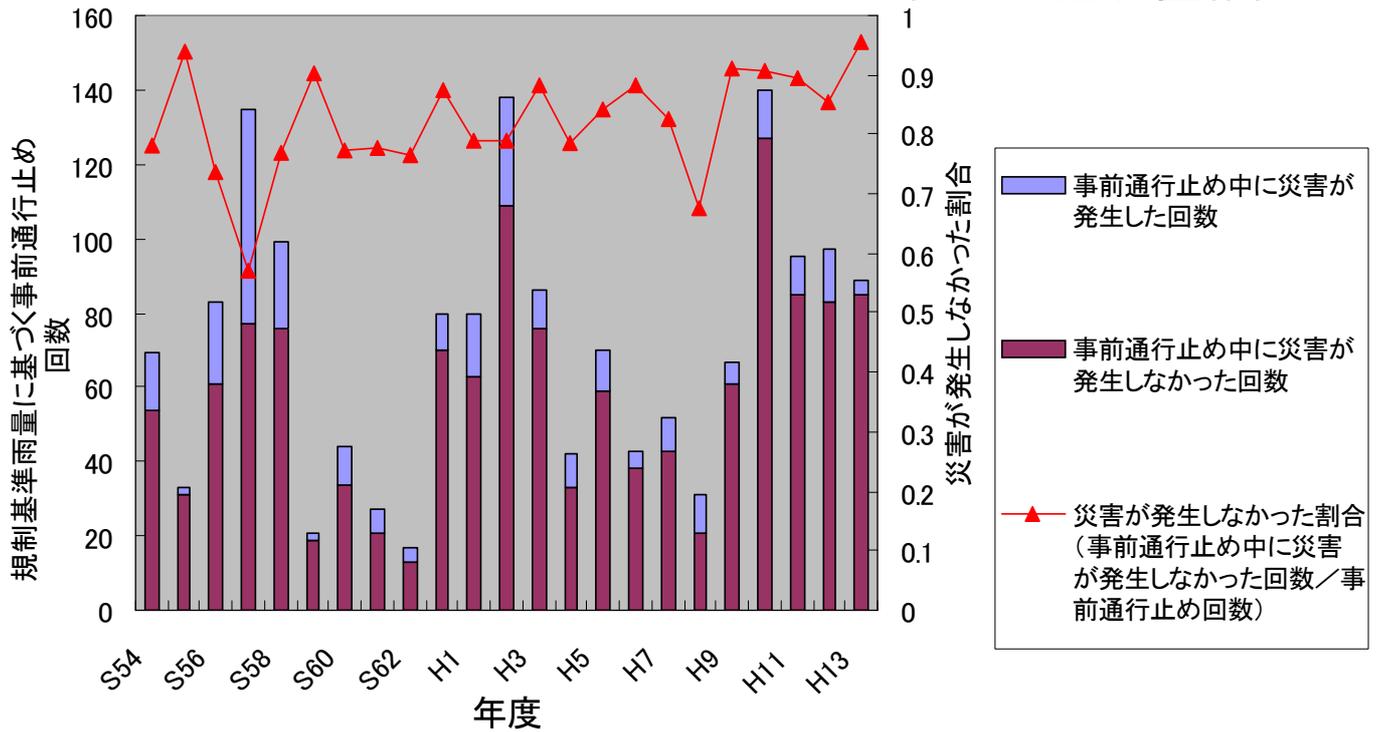
## 道路斜面災害に関する通行止め時間の状況



近年全く災害がなくなったのに頻繁に規制する区間や、逆に災害が多いのに規制されていない区間について確認し、前者は緩和・撤廃、後者は見逃しのない点検と重点対策が必要。

# 事前通行規制区間における通行止めの実態

(国土交通省直轄国道)

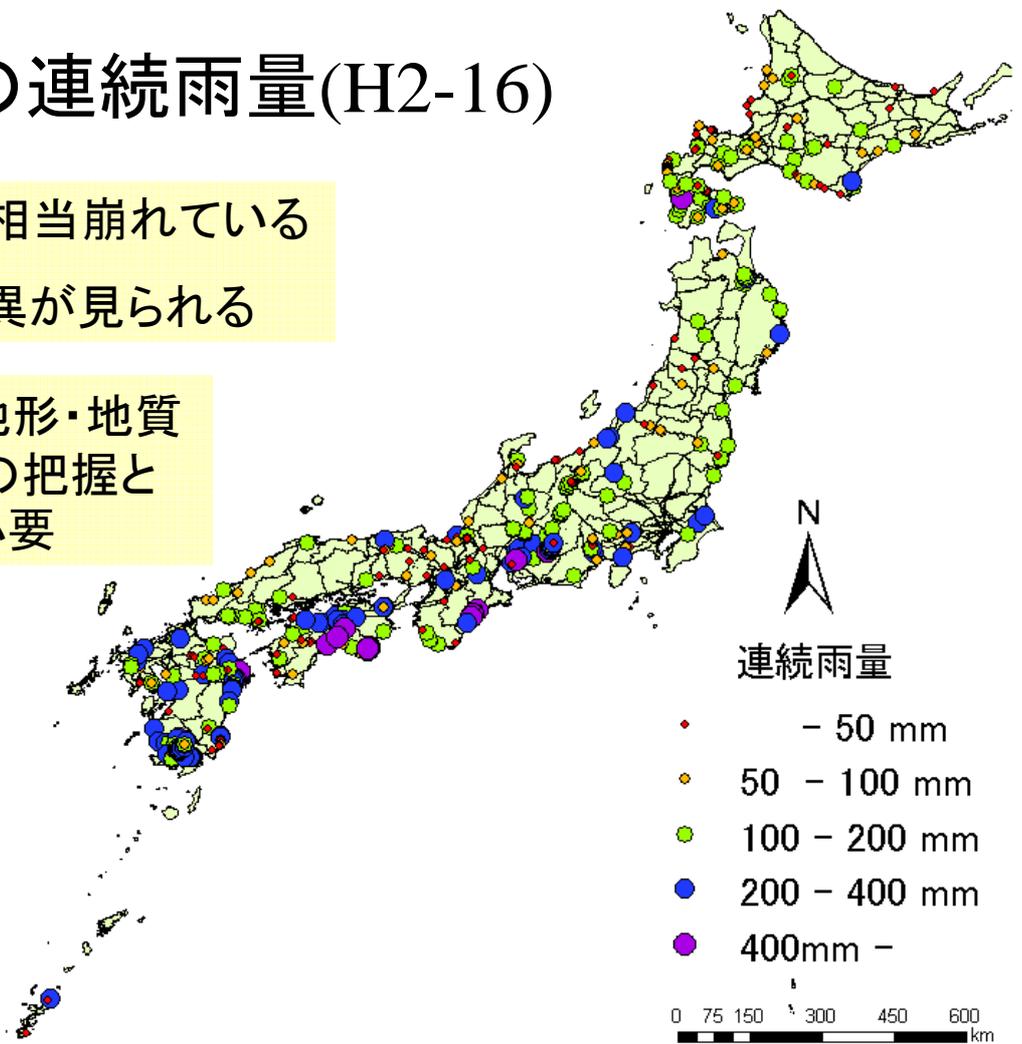


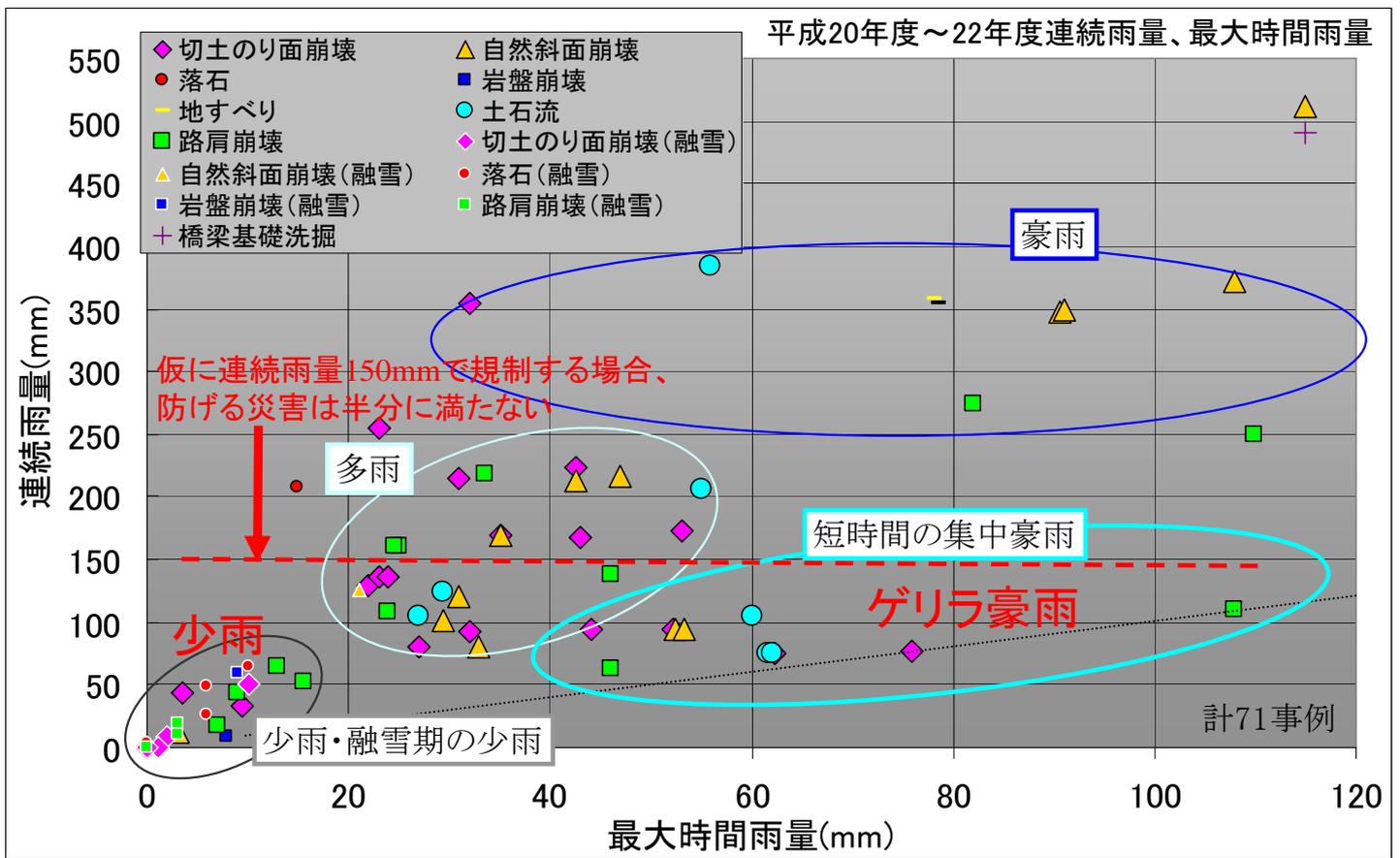
ほとんどの通行規制では災害が発生しない。過剰な規制による道路サービスレベルの低下を防ぐためにも、適切な点検による安全確認を行い、確実な緩和を。

# 災害時の連続雨量(H2-16)

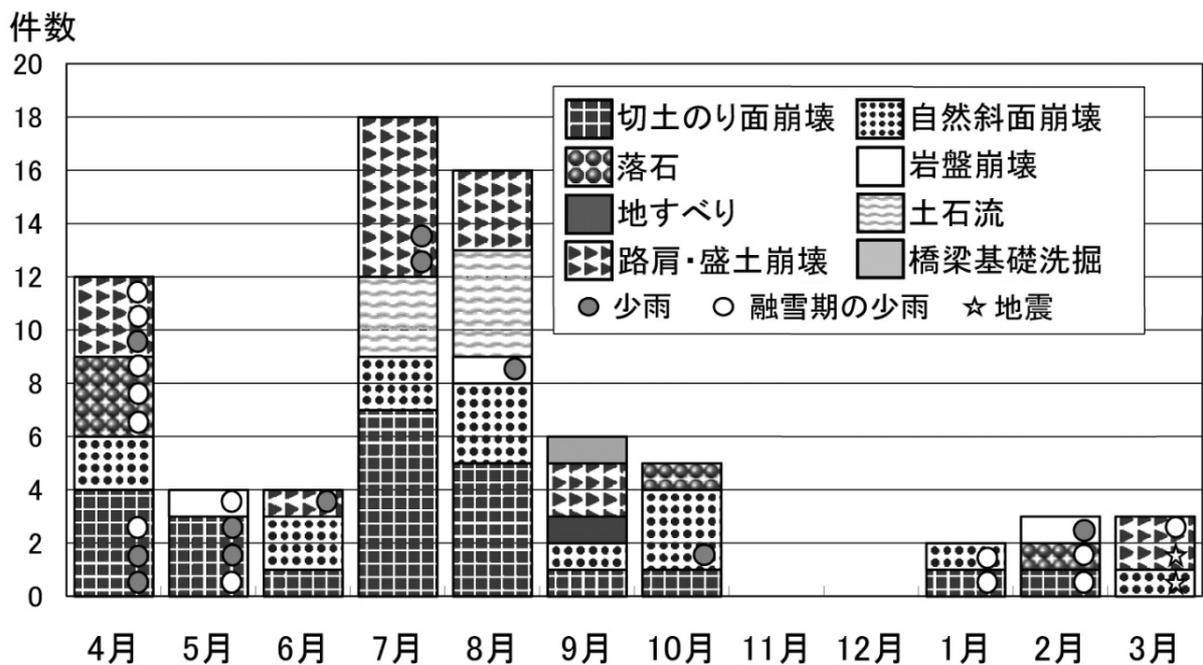
- ・少ない雨でも相当崩れている
- ・地域による差異が見られる

降雨パターン・地形・地質を分析し、原因の把握と対応の検討が必要



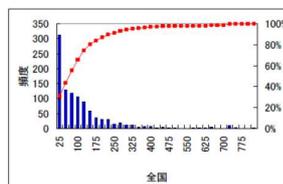


災害発生時の連続雨量と最大時間雨量  
(平成20～22年度直轄国道災害)



災害発生時期  
→夏だけはでない

# 連続雨量と災害発生率(H2-16)

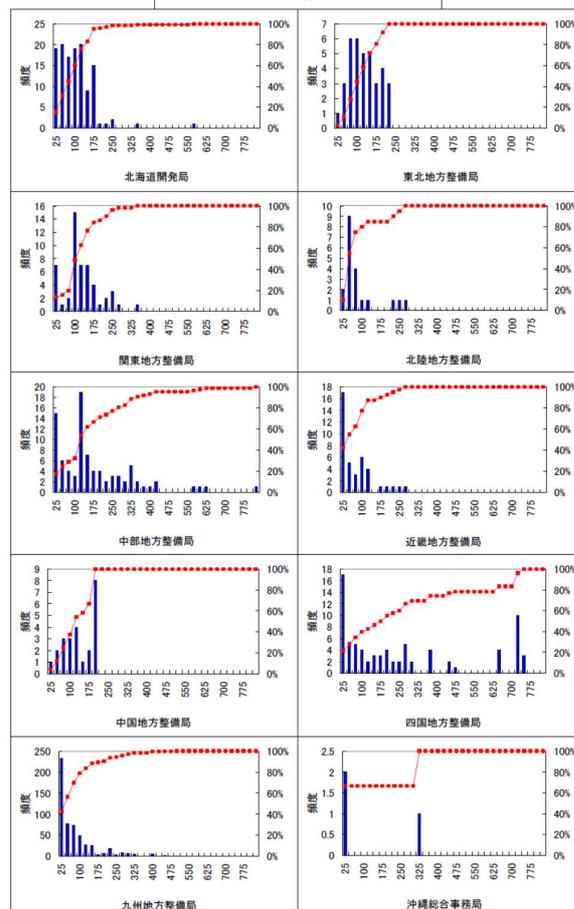


少ない雨量で崩れるもの  
の予測はどうすべきか？

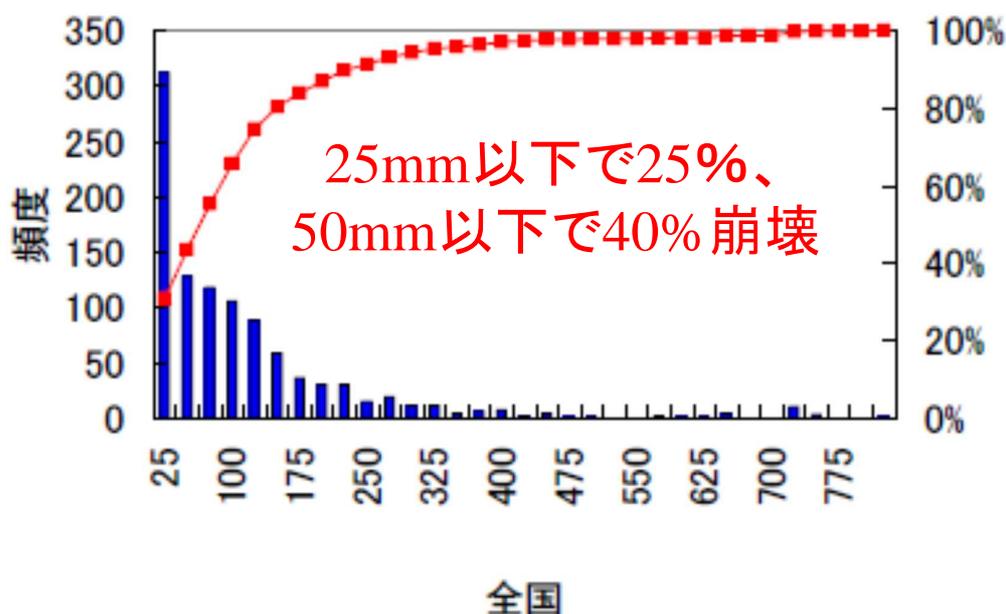
→他の雨量指標の併用、  
確率予測の導入、モニタ  
リング技術の導入??

まず、危険箇所の把握時点で  
「少ない雨量でも崩れそうな箇  
所」を把握することが重要

→災害実態の調査が必要



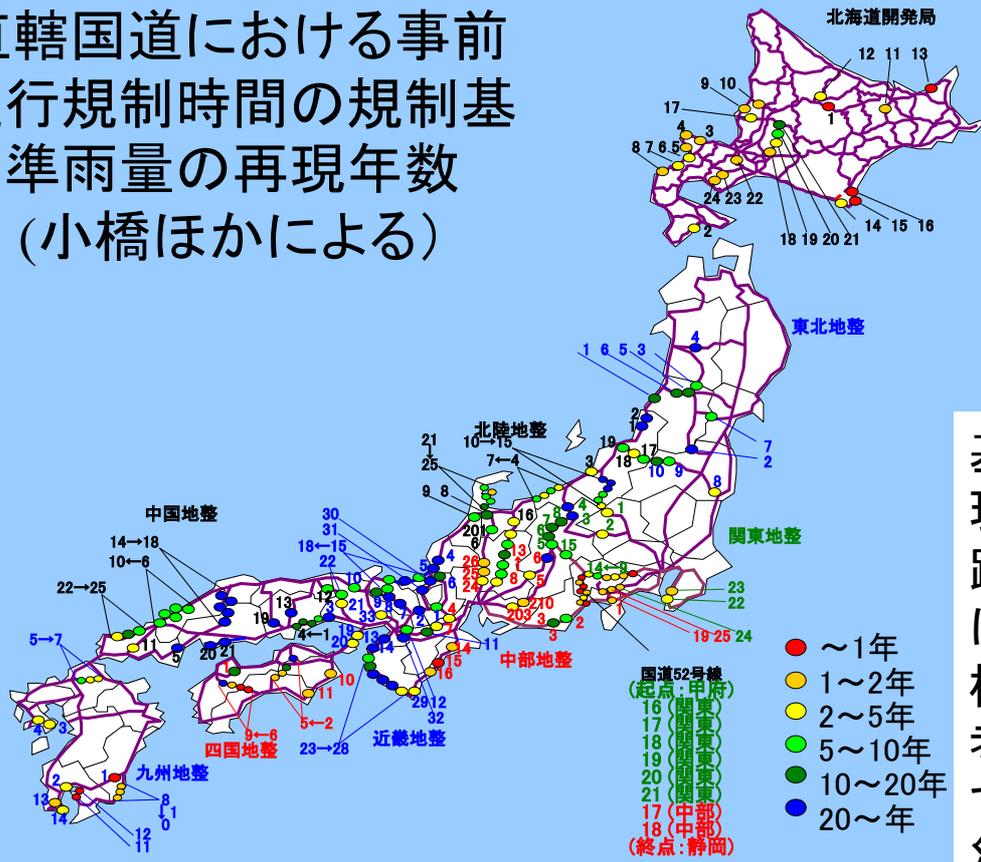
# 連続雨量と災害発生率(H2-16)



少ない雨量で崩れるものは、点検でつかまえるしかない。

→少ない雨での災害実態の調査が必要

# 直轄国道における事前 通行規制時間の規制基 準雨量の再現年数 (小橋ほかによる)

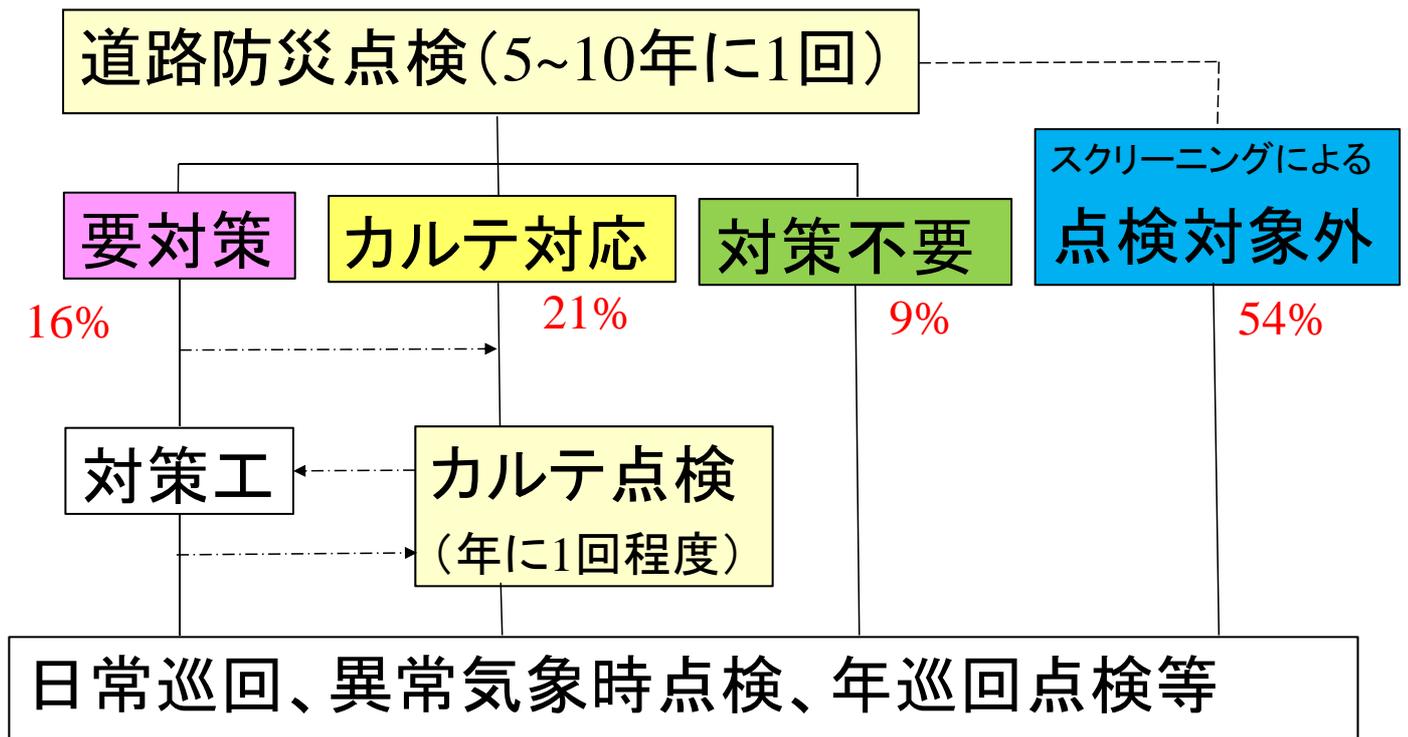


基準雨量の再現年数は地域・路線毎にばらばら。道路の目標整備水準を考慮し、計画的で重点的な防災投資が必要。

## 防災点検の精度と課題

- ① 防災点検の精度
- ② 想定外災害の特徴

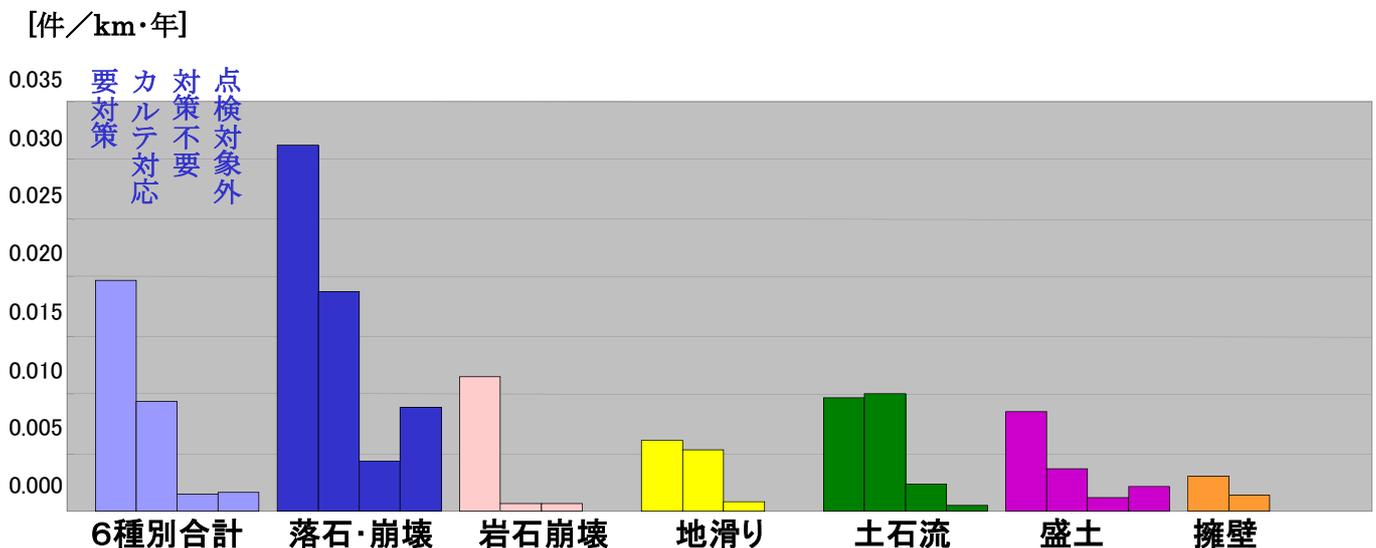
# 現行の点検制度



赤字: 災害に占める割合 (平成9~16年)

## 防災点検評価ランクと災害発生危険性との関係

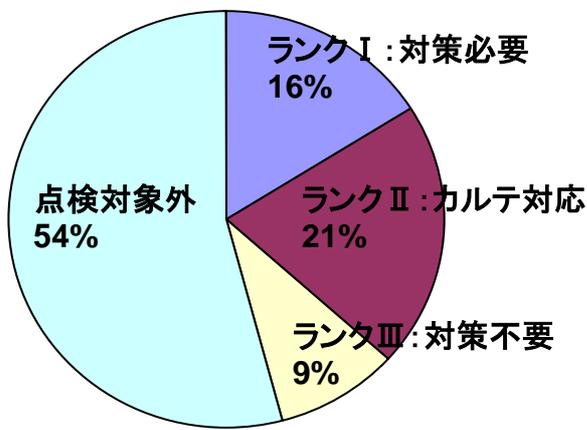
防災点検の視界に入ったものについては、点検評価ランクにより災害危険性のマクロな分級ができていると考えられるが、見逃された箇所も多い。(小橋ほかによる)



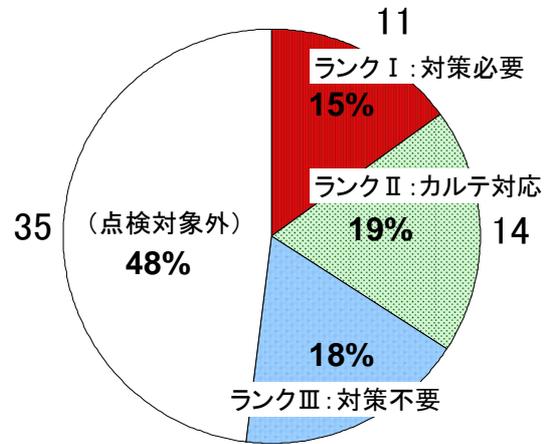
# 道路防災点検結果ランクと災害発生箇所数

災害発生箇所の約6割が対策不要ないし点検対象外の箇所

点検対象外箇所および対策不要箇所を検討する必要がある。

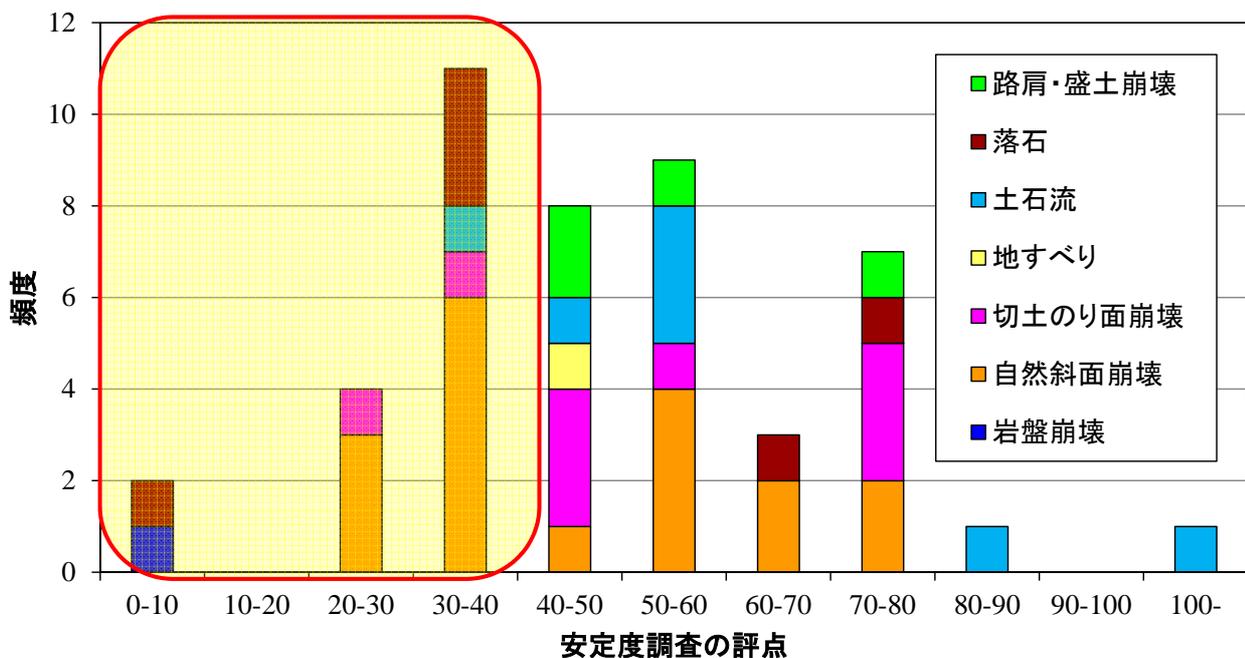


平成9～16年度直轄国道  
n=466

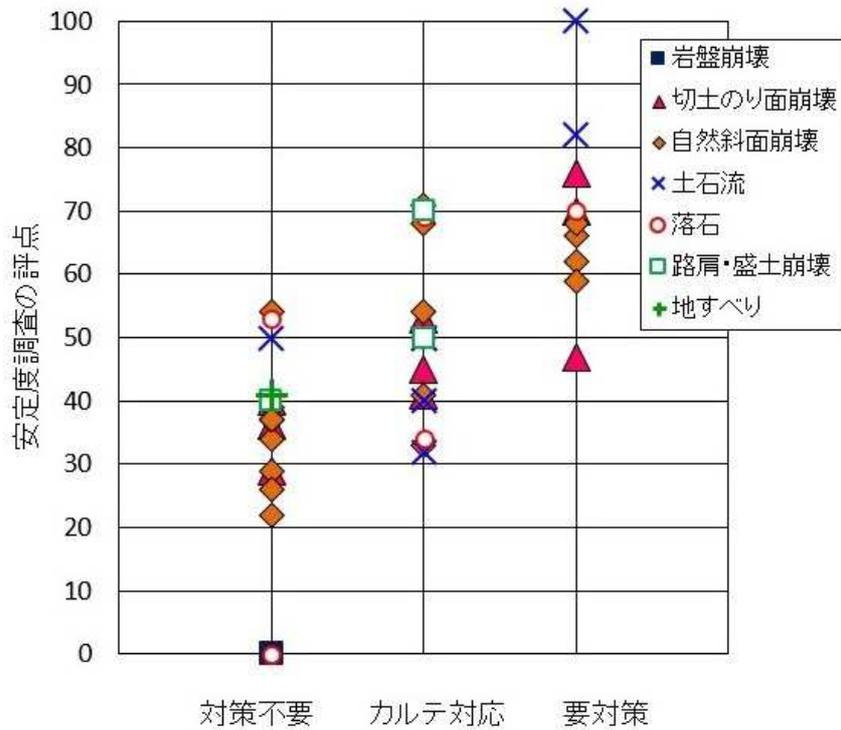


平成20～22年度直轄国道  
n=73

自然斜面崩壊、落石、岩盤崩壊の点数が低い。  
→自然斜面の点検精度が低い？

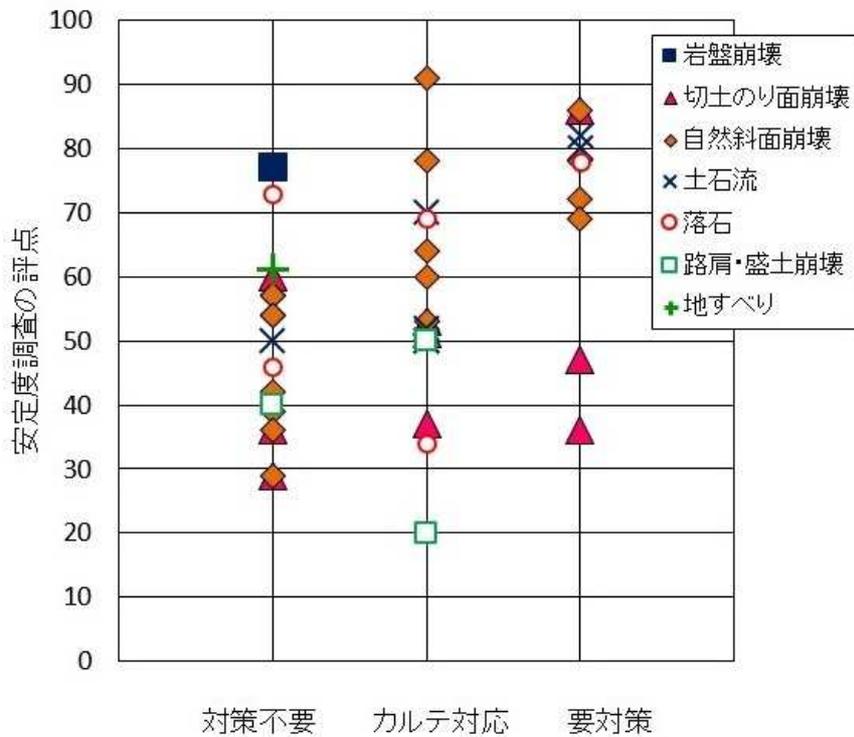


平成20～23年度直轄国道災害事例箇所の  
防災点検による安定度調査評点  
(安定度調査が行われていたもの)



平成20～23年度直轄国道災害事例箇所での防災点検による安定度調査の最終評点と評価の関係  
(安定度調査が行われていたもの n=44)

概ね 対策不要 < カルテ対応 < 要対策

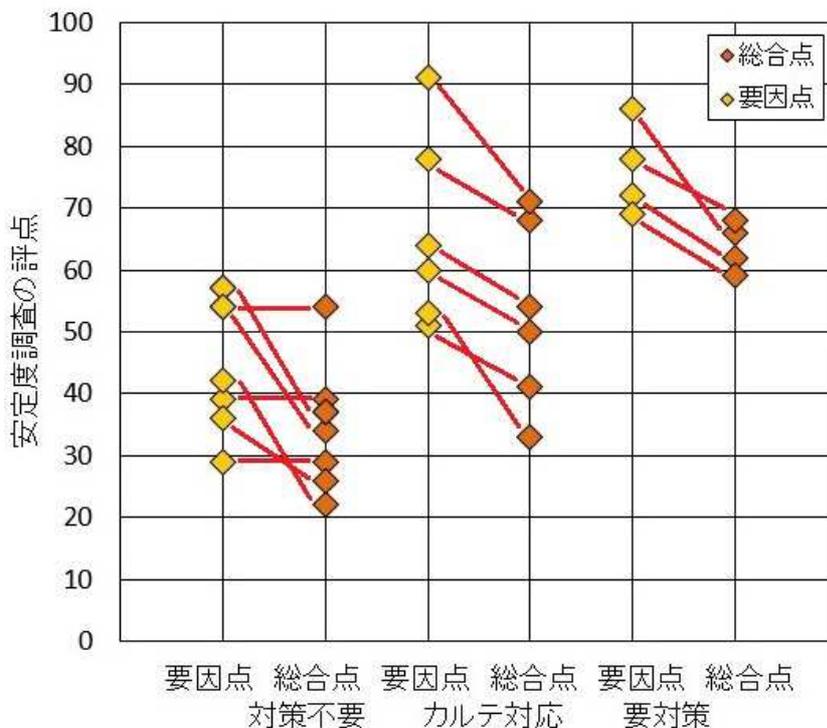


平成20～23年度直轄国道災害事例箇所での防災点検による安定度調査の評点のうち要因点と評価の関係(安定度調査が行われていたもの n=44)

対策不要カルテ対応であっても要因点は必ずしも低くない  
(対策不要箇所の約5割、カルテ対応箇所の約8割が50点以上)

**【災害要因自体は防災点検で把握できている箇所が多い】**

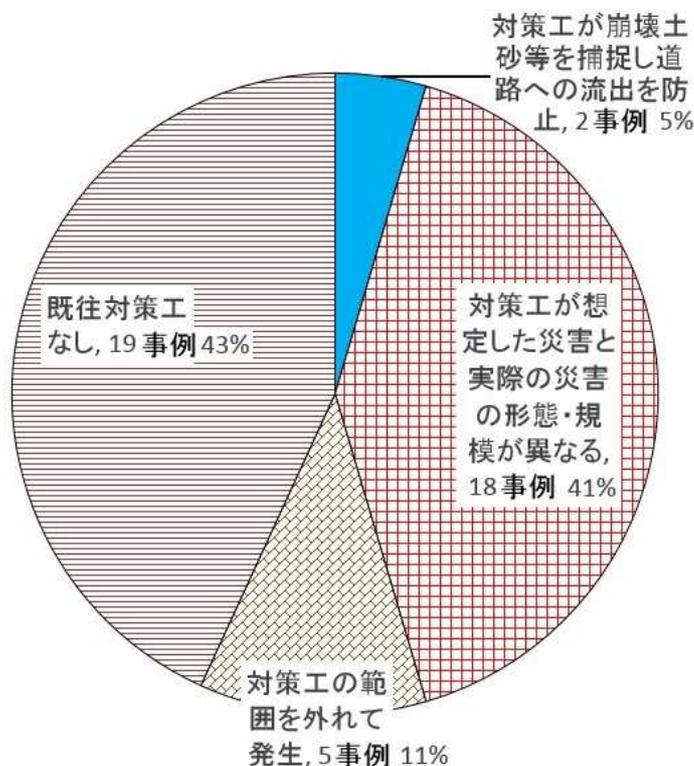
自然斜面崩壊 総合点と要因点の比較(n=18)



平成20～23年度直轄国道災害事例箇所の防災点検による要因点、総合点（最終評点）と評価の関係（44事例のうち自然斜面崩壊の例 n=18）

- ・ 3事例：要因点＝総合点 対策工の効果が低いと評価
- ・ 15事例：要因点＞総合点 対策工の効果を見込む

**【対策工効果の評価の精度向上が課題】**



平成20～23年度直轄国道災害事例うち安定度調査が行われていた箇所における対策工の効果(n=44)

対策工が想定していた災害と実際の災害の形態・規模が異なるものが多い

**【対策工効果の評価においては特に崩壊規模の想定が課題】**



### 既往対策工の想定規模を超える自然斜面崩壊の事例（H22.9）

既往対策工（落石防護柵・覆式落石防護網）の効果の評価（「落石・崩壊」表）

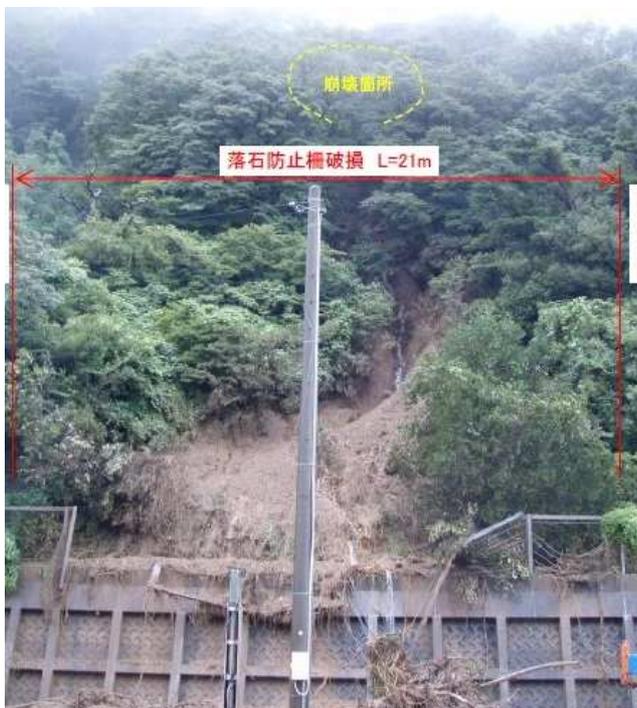
切土のり面部分：要因点53点に対して-20点

自然斜面部分：要因点51点に対して-20点

→最終評価：カルテ対応

カルテ点検：小崩壊、土砂堆積の記録あり、これらは防護網で捕捉

実際の災害：豪雨により既往対策工が想定する規模を大きく越える崩壊



### 安定度調査の対象範囲外からの土石流の事例（H20.8）

既往対策工（落石防護柵）の効果の評価（「落石・崩壊」表）

道路に面したのり面・自然斜面について落石を主対象として評価

要因点52点に対して-20点

→最終評価：カルテ対応

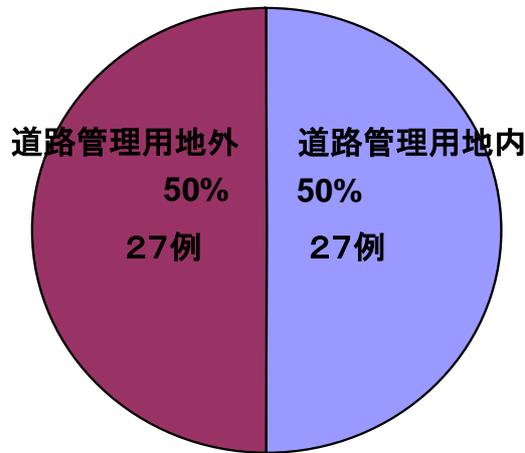
実際の災害：さらに上方の斜面からの土石流

発生源の谷頭斜面は安定度調査の範囲外

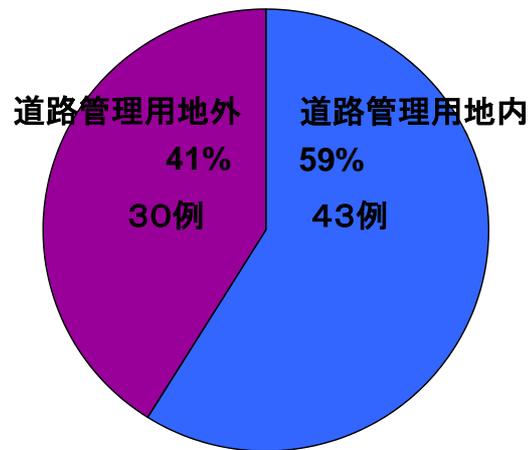
**【安定度調査の範囲・種別の選定が課題】**

# 点検対象外で発生している災害状況(H2-16)

道路管理用地内外別にみると40～50%が管理用地外から発生。



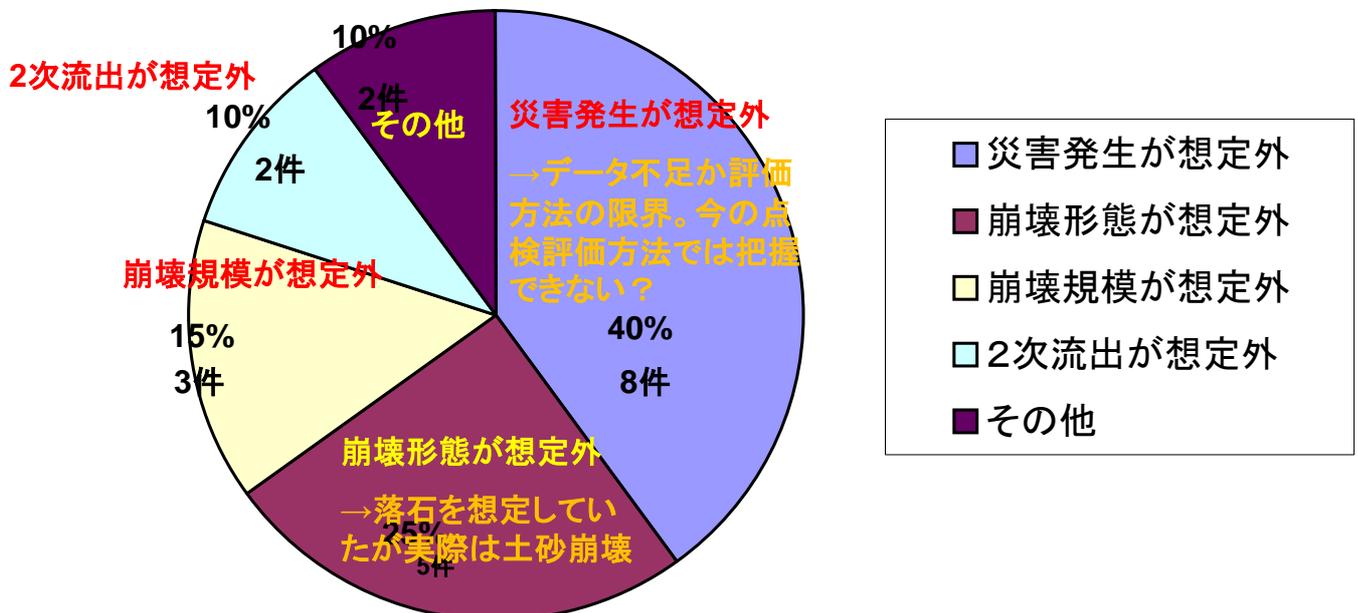
平成9～16年度直轄国道  
n=54



平成20～22年度直轄国道  
n=73

## 対策不要箇所災害の見逃し原因分析例

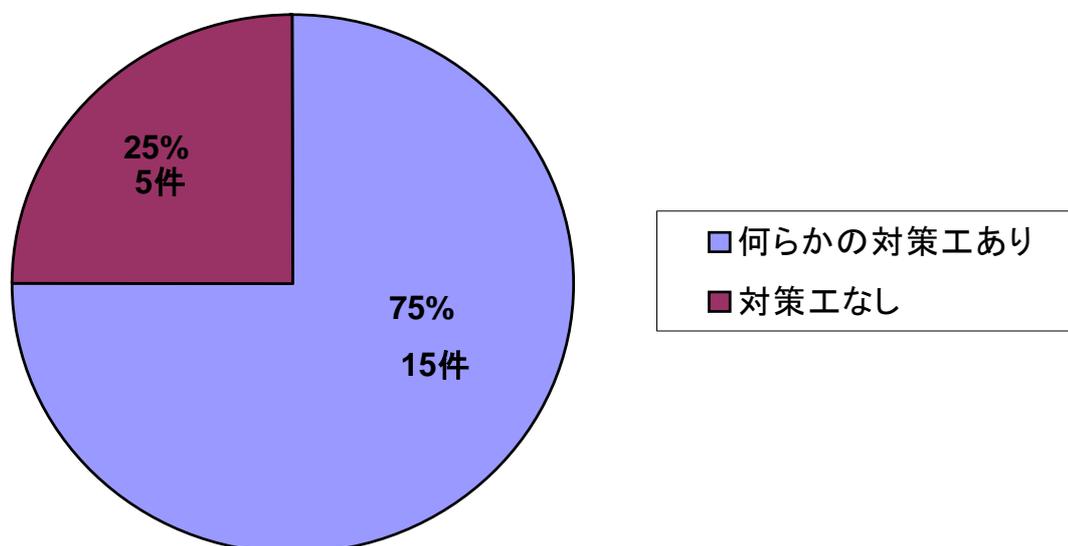
- ・災害発生が想定外40%が最も多く、次いで崩壊の形態が想定外25%、崩壊規模が想定外15%となっている。
- ・その中でも災害発生を見誤った場合には、すべて(5例)が落石を想定していたが、実際は土砂崩壊を起こしたものが多い。
- ・その他として、1次崩壊は対応したが2次流出をしてしまった、局所でなく区間平均で評価してしまう事例がみられた。



平成9～16年度直轄国道 n=20

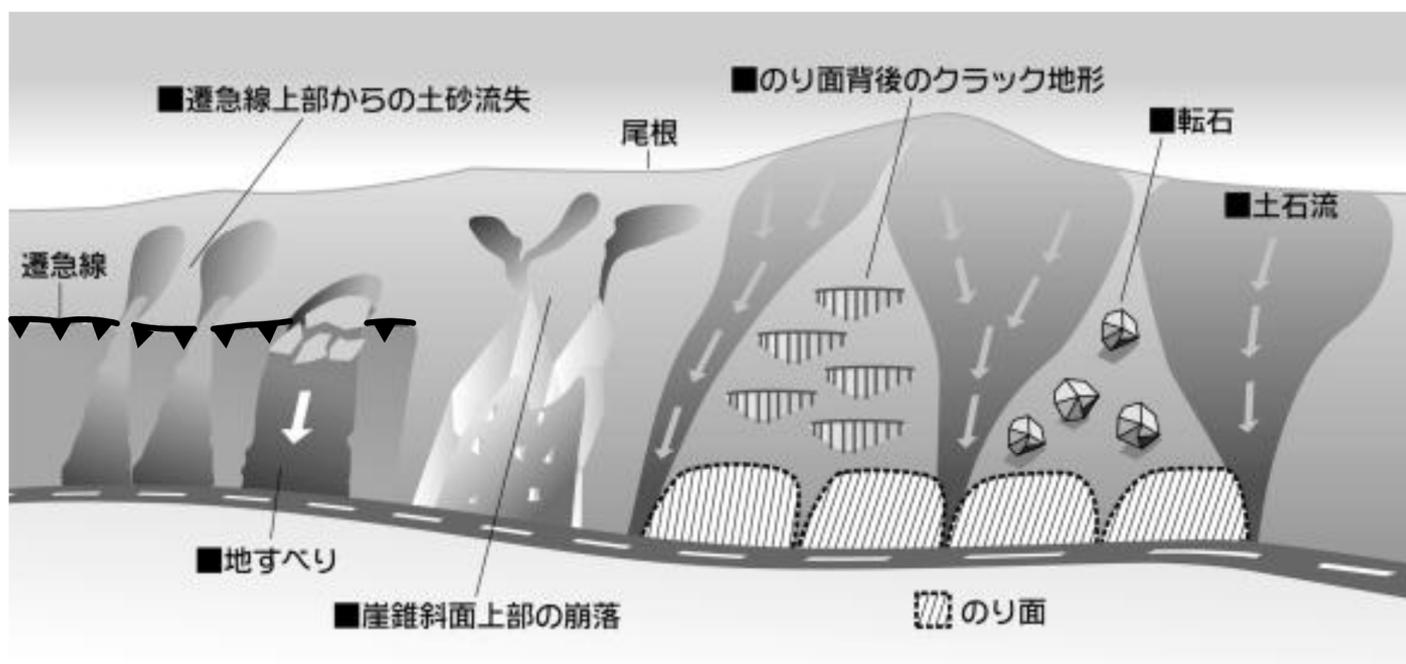
## 対策不要箇所における既設対策工の有無(H2-16)

- ・「対策不要箇所災害」の75%は評価区間内に既設対策工が設置済み(その多くは待ち受けタイプの対策工)
- ・点検者が対策工の効果を過大評価あるいは崩壊形態を見誤りが発生



平成9～16年度直轄国道 n=20

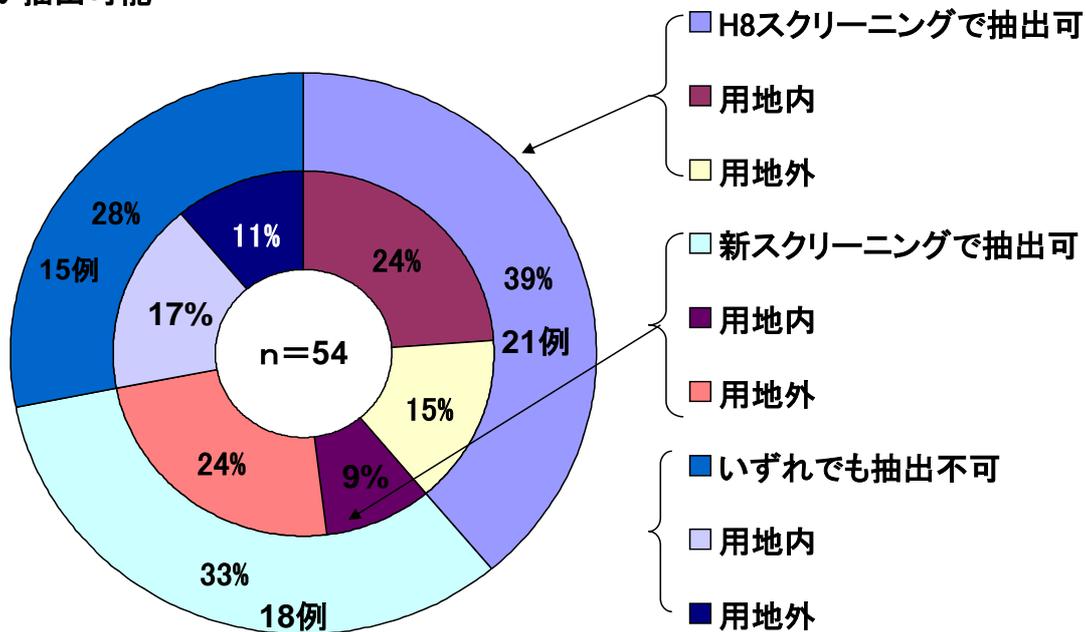
## 背後の尾根筋までを面的巨視的に見ることの重要性



# 道路管理用地外から発生する災害の新スクリーニング手法による抽出可能性

・H8当時のスクリーニングで全体の**39%**(21例)が抽出可能

・**新スクリーニング手法**(地形図、空中写真、可能ならばLPを使用する手法)により、さらに**33%**(18例)が抽出可能



平成9～16年度直轄国道

## 現行点検制度の課題まとめ

- ・一定の的中率はあるが、見逃し災害が6割  
(スクリーニングでの見逃し災害が5割)
- ・防災点検は一斉点検(人手不足で質が低下しがち)
- ・同じ点検を繰り返すだけで、データ項目が増加しない
- ・各地域の災害の教訓が反映されない・しにくい
- ・対策の効果を過大評価する場合も
- ・地質(地山内部)データや力学物性の取得体系がない  
(詳細調査はあるが対策前提での作業)

⇒災害実態を教訓として学ぶ

⇒点検の工夫、改善も必要(災害教訓を踏まえたPDCA型点検やデータ蓄積型点検など)

# 災害例に見る災害原因と特徴

## 災害の反省から得られるのり面斜面点検の基本

項目	ポイント
必要調査精度の確認	・自然は不均質(その点検がカバーできる範囲を微地形や地質等で細分)
観察箇所の確認	・観察が手薄なトンネル坑口、橋のアバット部、のり肩、斜面奥など
地形の確認	・周辺の広域地形(地すべり地形、突出部、遷急線等) ・微地形(谷頭斜面、小崩壊・落石跡、斜面表面の凹凸や段差等)
地質の確認	・広域地質(表層の土質等にも反映)、活断層 ・軟質な地質、厚い表土の存在(のり肩部、風化変質部、自然斜面) ・地質構造(亀裂・弱層とその劣化、開口やずれ)
水、植生の確認	・水が悪さ(集水箇所、湧水・湿気の多い箇所)、木の成長(落石等へ影響)
変状の確認	・構造物の変状(はらみ、亀裂開口等の変形モード⇒重力変形?) ・地盤の変状(はらみ、亀裂開口等の変形モード⇒重力変形?) ・変状等の時間的变化(道路のり面もかなり老朽化してきた)
現象・変状の評価	・小変状、小災害が大災害の兆候であることも ・施工時の情報(変状や小崩壊など)に兆候が現れていることも ・一見関係の無い変状も関連づけて考え、原因や機構を明確に
崩壊時の影響評価	・対策工の効果判定に誤りが多い(崩壊規模、形態、影響範囲の再考を) ・トリアージ(緊急度)の判断(重篤?、進行性?、交通・社会への影響は?)

# 道路防災点検者の心構え十二箇条

(作：佐々小路靖魔路)

だれが・見逃せば、次にみるのは災害後  
いつ・災害後、そこは二倍も不安定  
いつ・雪解けや雨の直後に見に来てね  
いつから・昔から、繰り返すのね悪い癖  
あそこで・まわりまで、広く見るのが専門家  
そこで・お隣に似た被災箇所、お前もか  
ここで・小崩壊、大崩壊の前ぶれか  
どこが・あれとこれ、異常を関連づけてみる  
どこを・対策工、安心したら越えてきた  
なぜ・土や水、みんなつるんで悪さする  
どのように・崩れ方、考えないと防げない  
どのくらい・災害の規模や影響知る点検

道路防災点検川柳 募集中！

## 広域地形に注意

・小災害があった箇所が大きな地すべりなどの範囲にないか？広域地形を常に意識する。

地すべり上に配置された道路は多い。

ここも地すべり地形は明瞭だった。

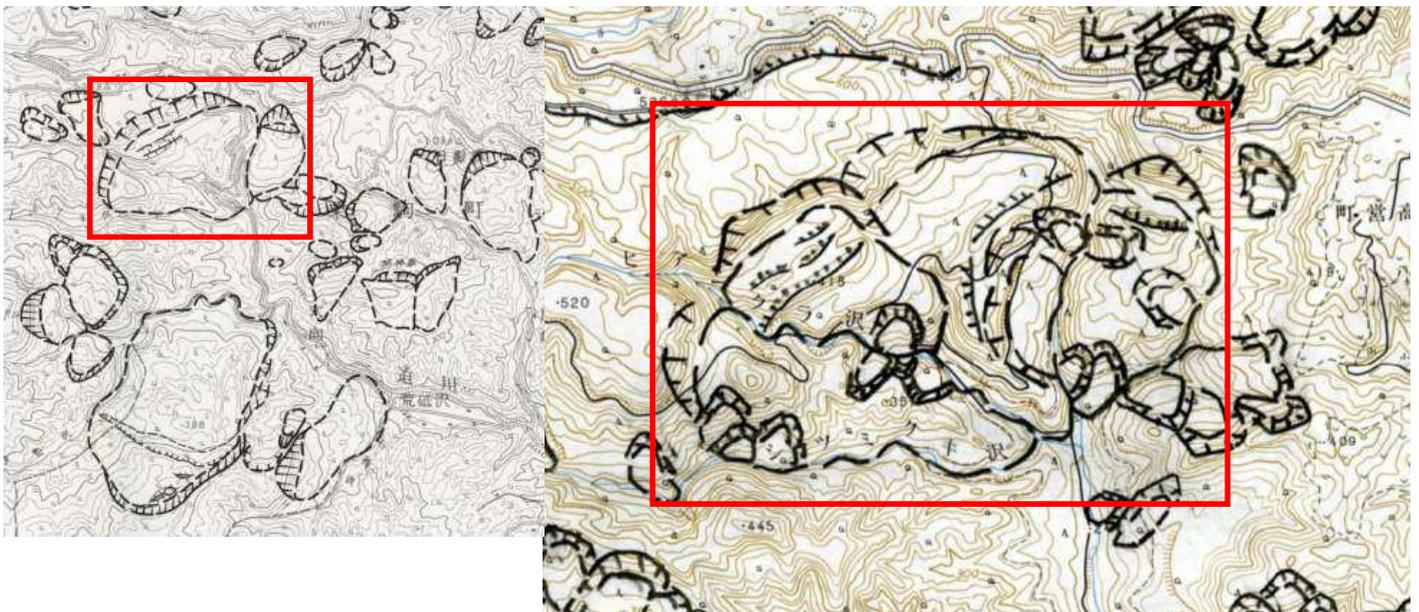
教訓：・広域の「地形場」の確認を。

撮影：株式会社バスコ・国際航業株式会社

平成20年岩手・宮城内陸地震（荒砥沢ダム上流）

## 判読技術の向上で生じる相違例

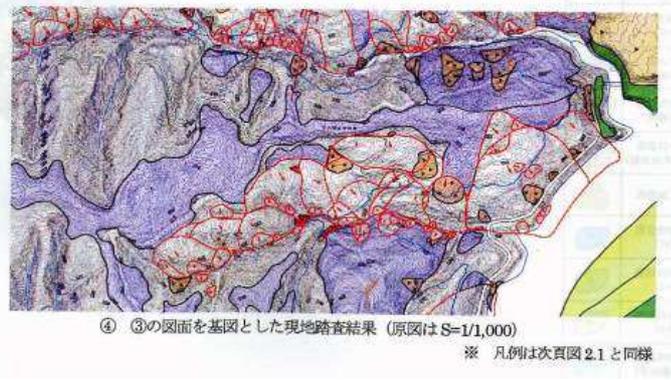
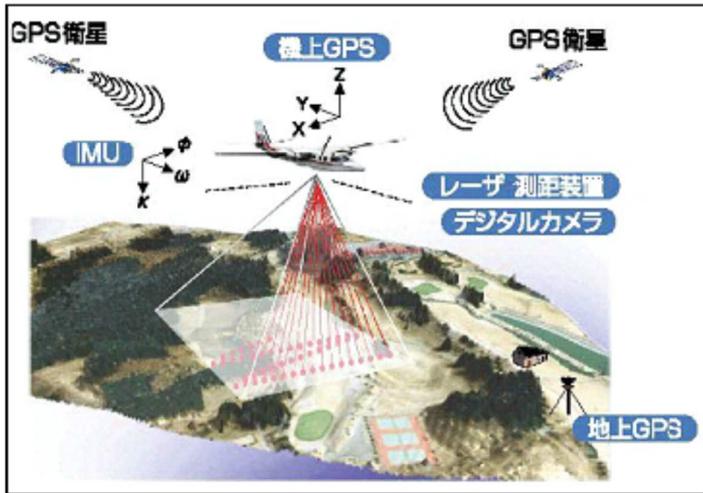
（地すべり分布図（防災科学研究所）の既刊図面と見直し版の相違）



荒砥沢ダム上流（左：以前、右：見直し）

（本図は防災科研 井口氏提供）

# 航空レーザー測量の活用を！



## 空中写真判読とLPデータの判読の比較例

# 岩手県国道107号災害 (平成27年3月29日発生)

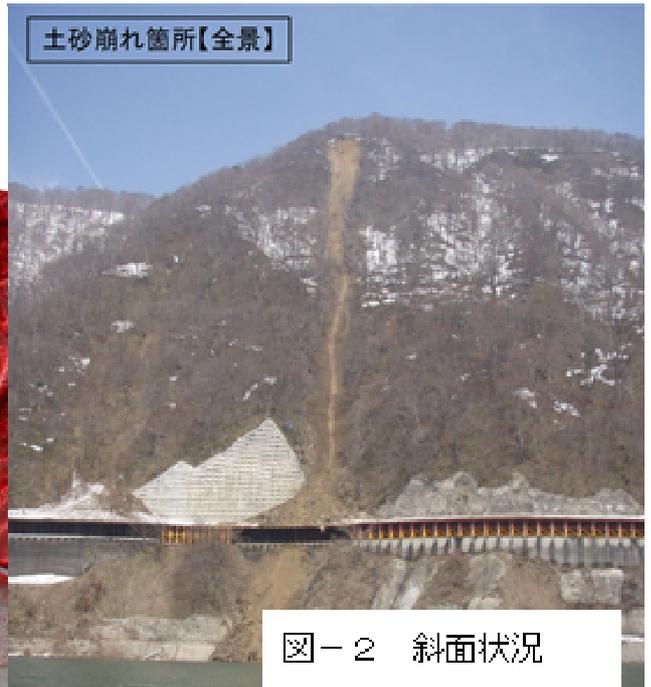
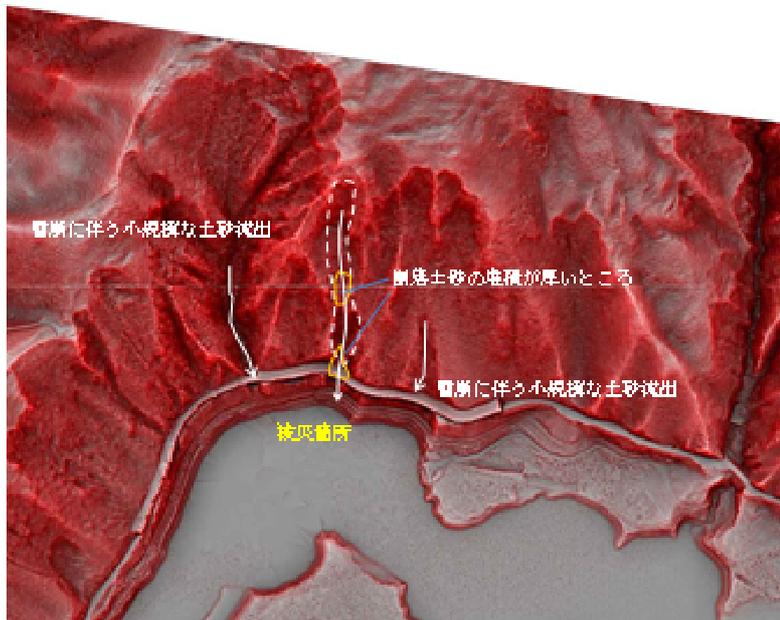
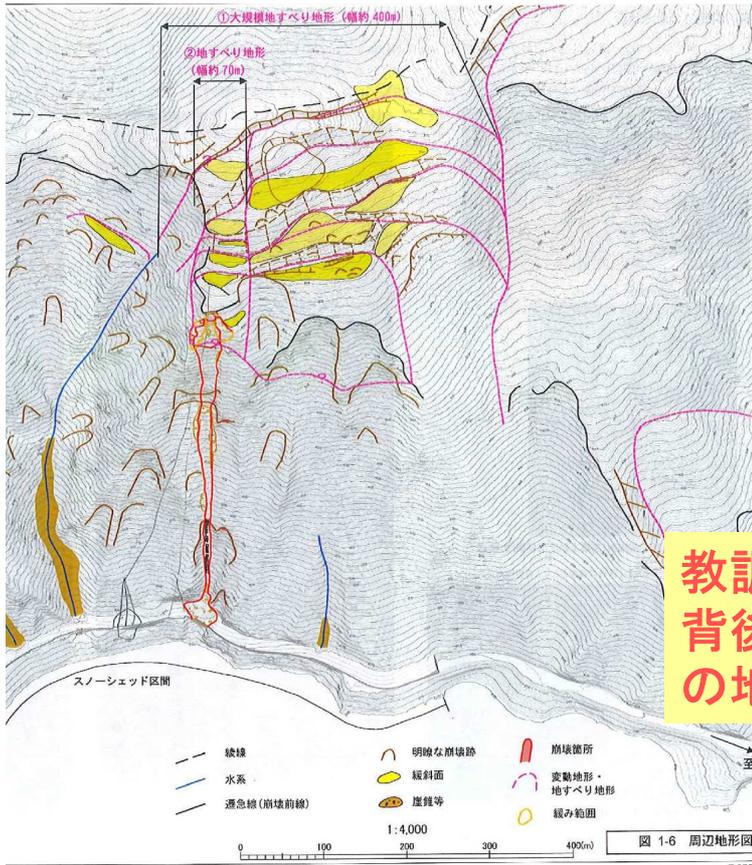


図-2 斜面状況

# 崩壊箇所近景



**教訓: 現象は崩壊だが、背後にある地すべり状の地形変状に留意**



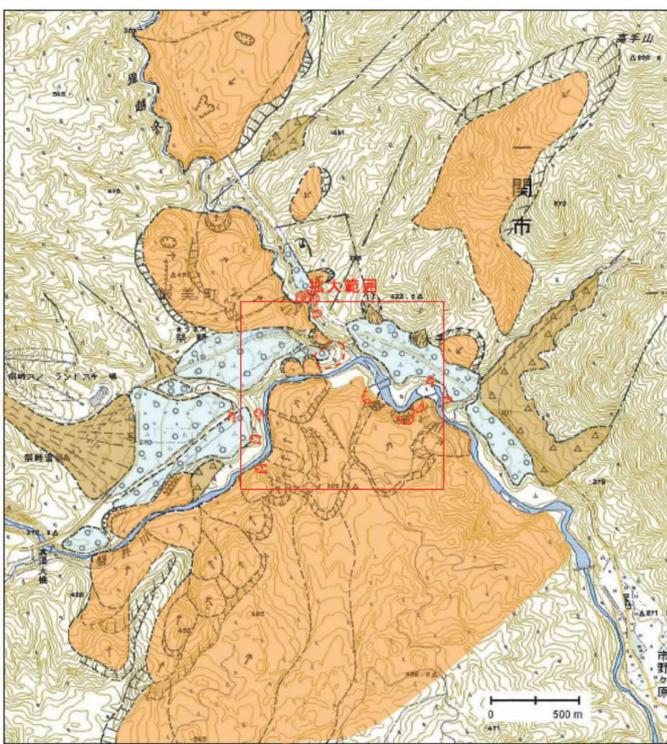
岩手・宮城内陸地震による国道342号祭時(まつるべ)大橋の倒壊状況 (秋田県側の基礎の岩盤が11m移動)

# 祭時大橋周辺の地すべり分布

**教訓: 当該箇所が地すべりでなくても、周辺に地すべりが多い地域は要注意。**

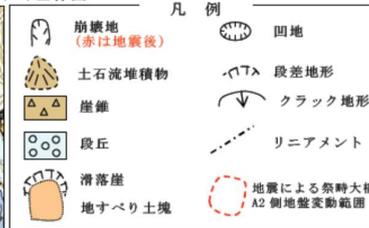
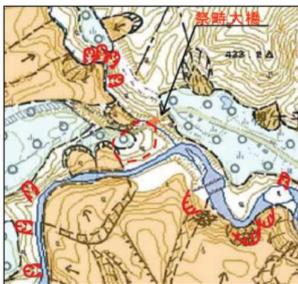
**→計画時・点検時の微地形調査が特に重要。**

**災害直後も広域場の確認を(周辺が地すべり地帯かどうか、背後に大きな岩盤斜面や浮石・転石、荒廃した溪流がないかなど)**

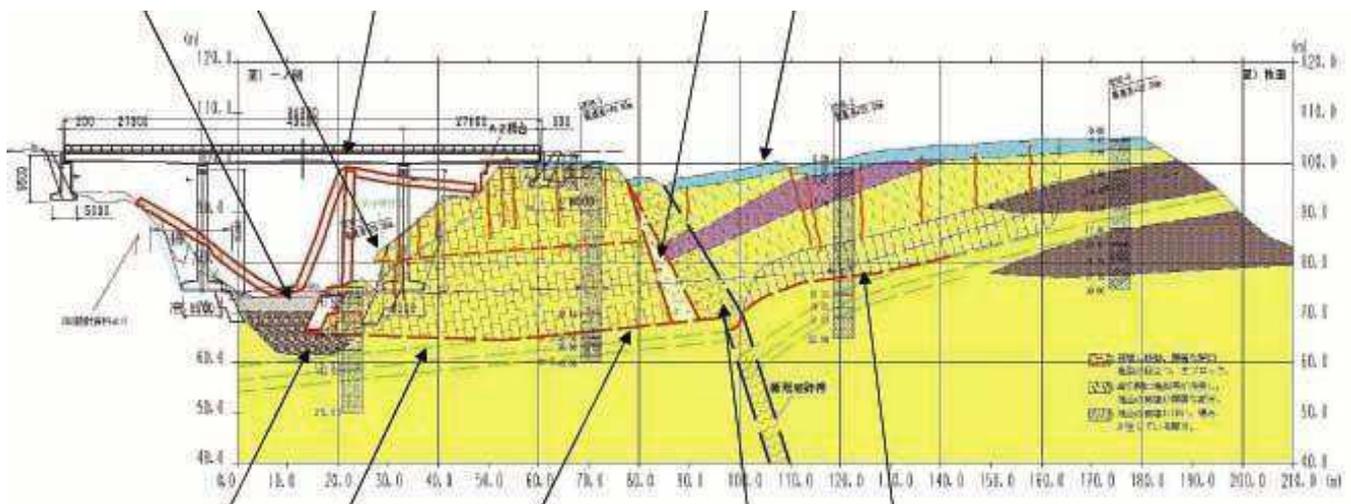


(地形図は国土地理院発行2万5千分の1地形図「真湯温泉」を使用)

(a) 全体図

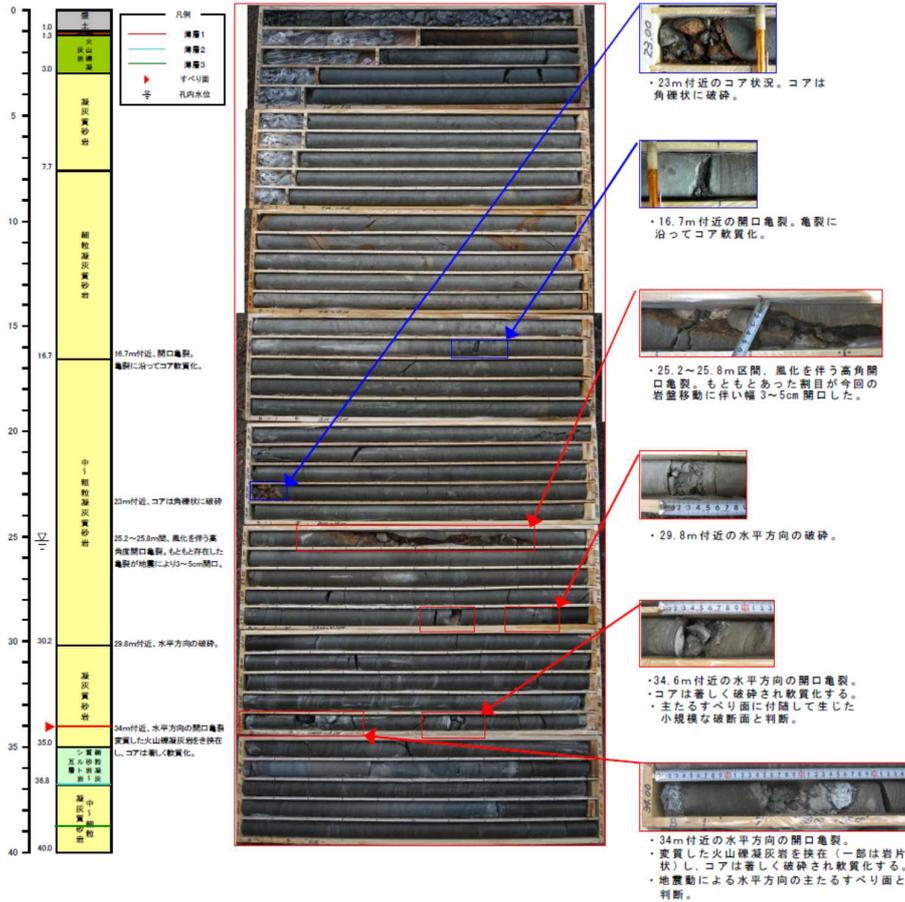


(b) 拡大図



**祭時(まつるべ)大橋の推定地質断面  
(流れ盤の初生的な岩盤すべりが発生)**

# 中央部のボーリングコア



11mも移動したとは思えないほど良好。ただし薄い凝灰岩層沿い等に厚さ数mm～2cm程度の弱層があり、それより上部はややクラッキー)

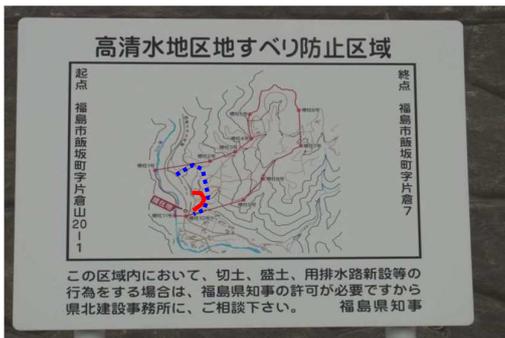
**教訓:見た目良好な岩盤(のり面)でも安定とは限らない。厚さ数mmの弱層でも連続性と傾きがあればのり面は滑る。**

→弱層の連続性と方向性に留意

## 地すべり末端急崖の崩壊例 (東日本大震災による)



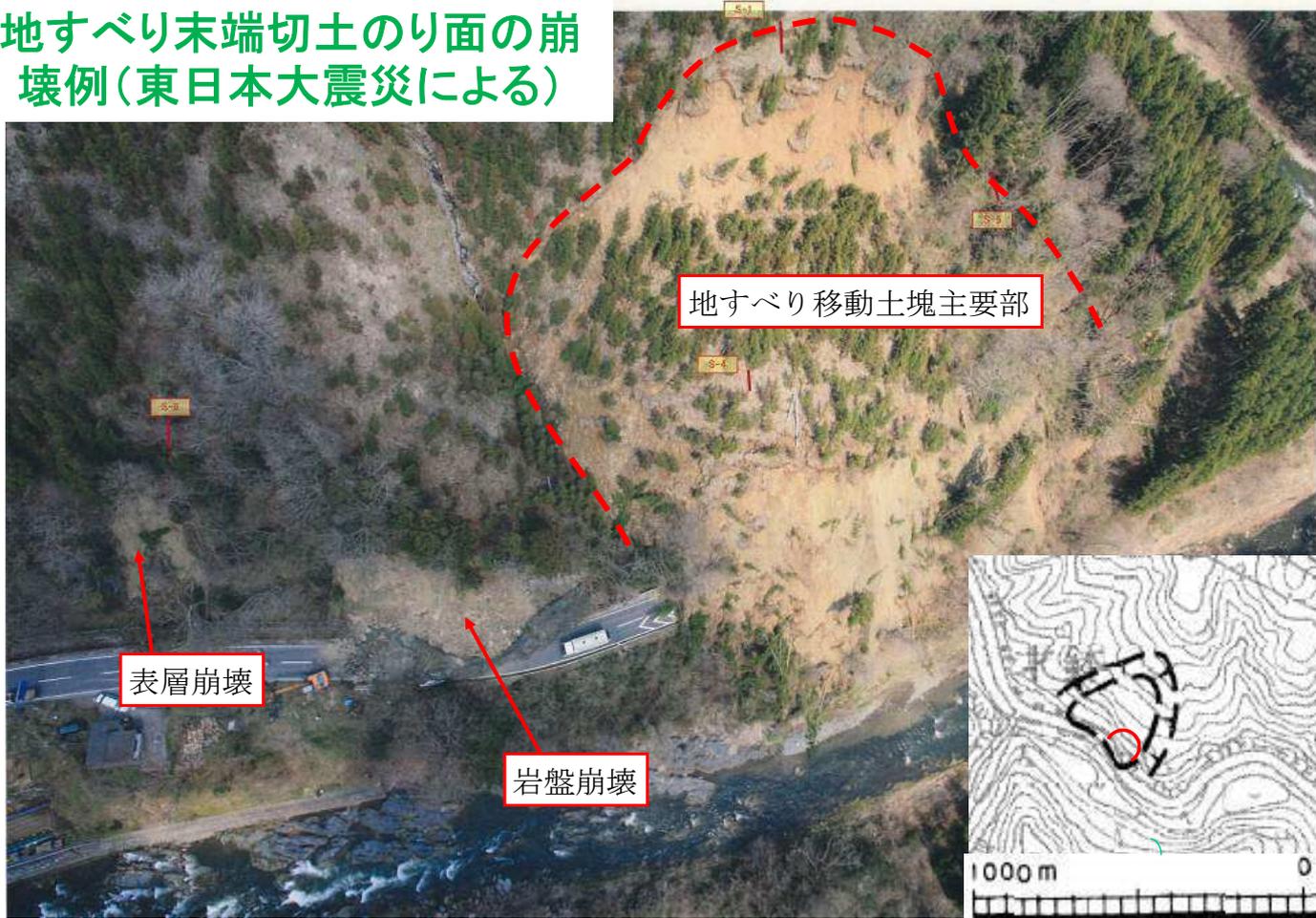
→ (教訓) 地すべり末端が急斜面の箇所は地質も脆弱で地震時に崩壊しやすい。



赤: 今回の崩壊  
 青: 今回のクラック

福島県福島市飯坂町(一般国道399号)  
 ロックシェッド上に崩壊。被災地は地すべり防止区域の末端部。

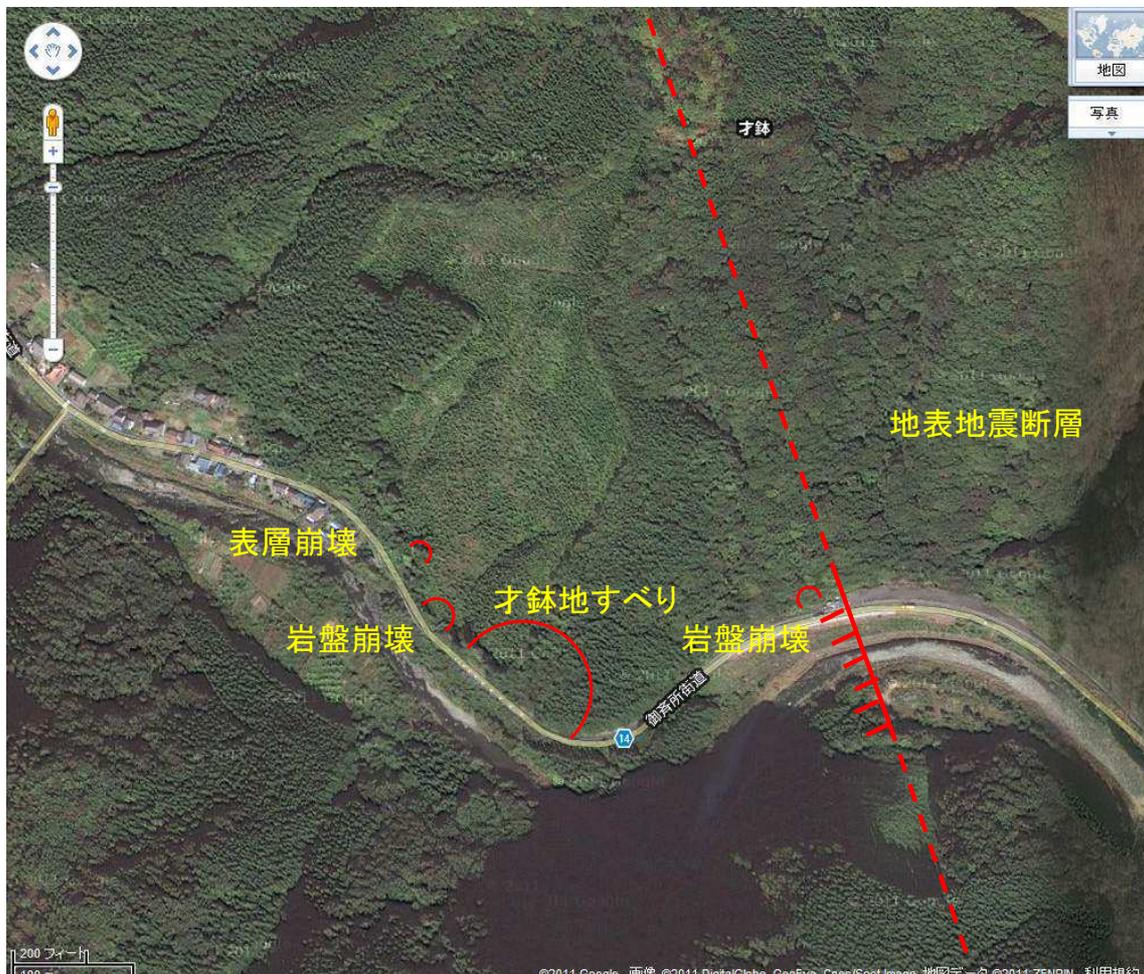
# 地すべり末端切土のり面の崩壊例(東日本大震災による)



才鉢地内 全景 (福島県より提供)

赤点線：今回動いた地すべり範囲 S-O：伸縮計位置

(防災科学技術研究所  
地すべり地形分布図)



才鉢地すべり等と地表地震断層の位置関係

ゆるみないし地すべり末端の大規模崩壊  
(H23台風12号国道311号災害、和歌山県田辺市真砂)



紀伊半島の深層崩壊

- ・3割は地すべり地形として空中写真で判読されていたもの(井口,2012)
- ・9割以上は航空レーザー測量で頭部小崖が判読できた(千木良,2012)

## 背後斜面の微地形や道路等に注意

- ・斜面上部は通常の点検では見落としがち。  
特に水や土砂を集めやすい谷頭斜面、水を集めやすい道路、地すべりなどに注意が必要。





沢の出口と道路の関係



斜面上部の微地形や段差などの状況



背後斜面についても  
様々な観点で点検を

斜面上部の道路等の排水施設等の状況



柵を乗り越えた落石が乗用車に  
(2006.6月11日 国道195号、徳島)

柵は標準高だが、背後の斜面が凸状であり、石が飛び出しやすい。

## 斜面上部の他の施設(道路等)の影響事例(平成20年度)

道路斜面の上部には、他の道路等の施設があることが多い。  
特にその排水施設の不備等が下部斜面に影響する。

**教訓:** 斜面上部の道路等の排水施設等の状況の確認が重要。



上部道路から崩壊  
頭部へ雨水供給

四国地方の道路斜面災害例(2008)

## のり面の微地形に注意

・のり面にも元々の微地形や岩盤に起因する微細な凹凸等があり、それが災害の発生原因・発生単位となる。



## 2004.3.11秋田（矢島町 国道108号）

融雪期、向かって右側の崩壊が発生したため片交で施工中、左側の崩壊が発生。当該のり面は元々段丘崖で、崩壊箇所は小さな谷頭斜面で表土が周辺より厚かった。また、上部の広い段丘からは地下水が豊富に供給されていた。

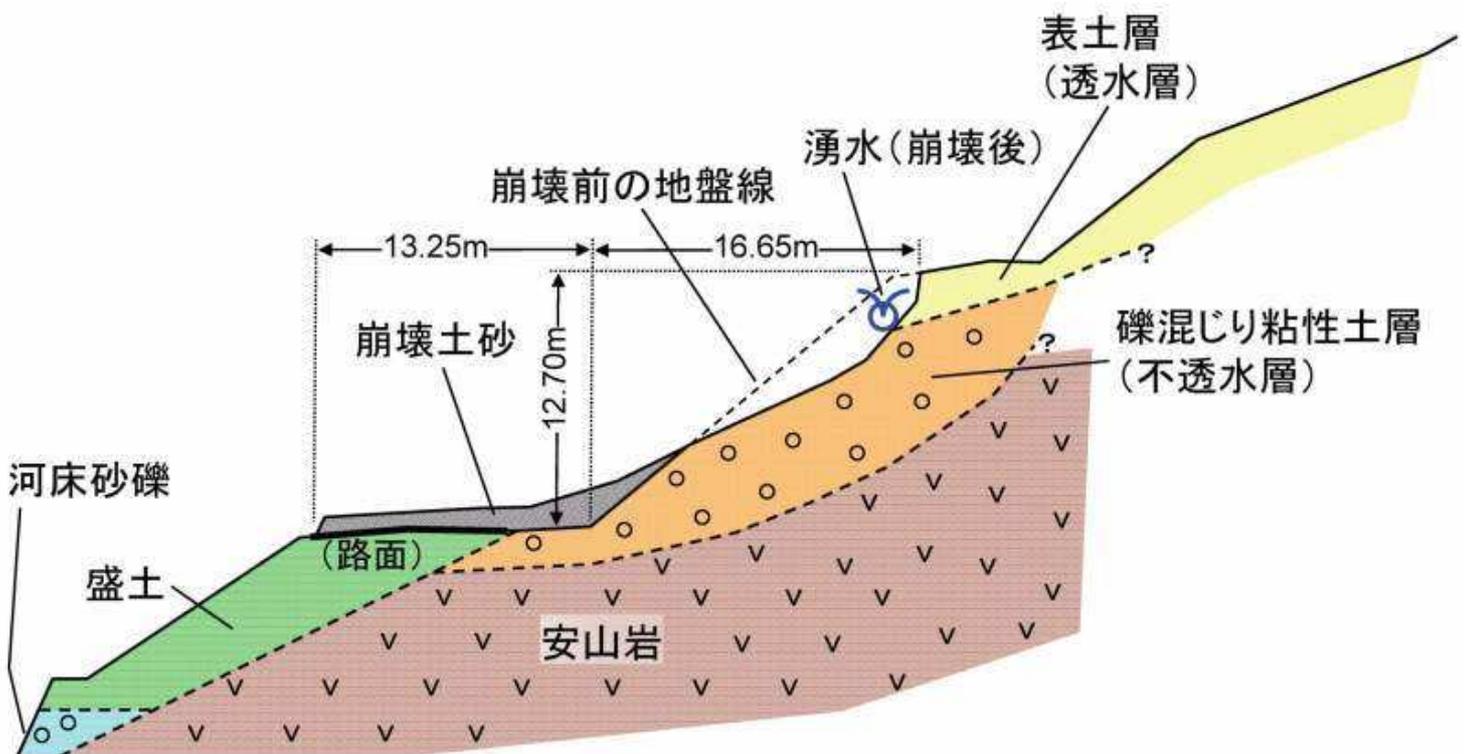
### 水に注意

水は集水地形とあいまって災害を起こす。復旧時にも水処理は重要。

# 融雪による切土のり面の土砂崩壊の例



# 融雪による切土のり面の土砂崩壊の例



## 山側私道からの表流水の流出による路肩部の崩壊例



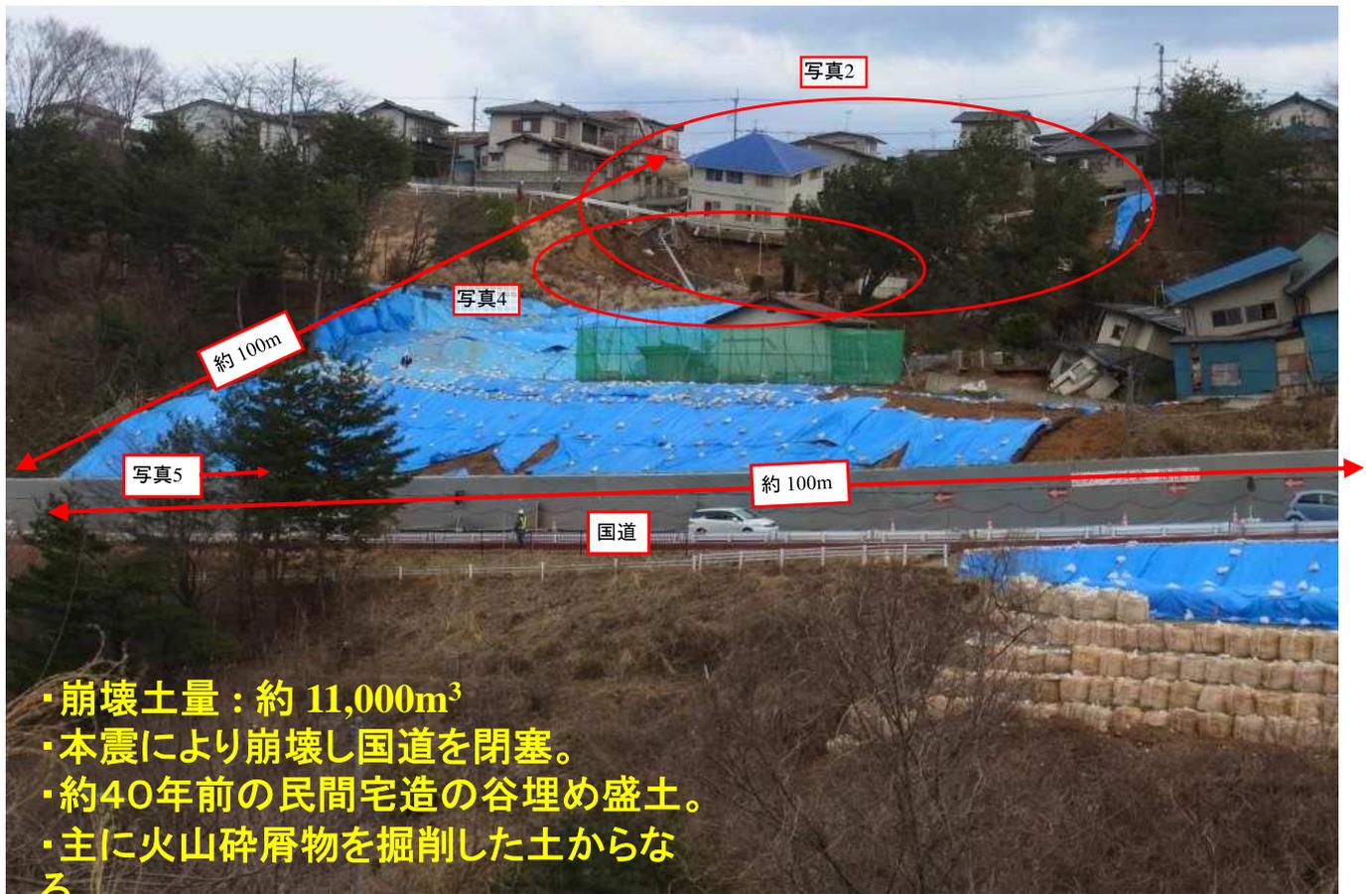
のり面の水処理だけでなく路面の水処理も重要

## 林道からの表流水の流出による路肩部の崩壊例



路面の表流水の集中が崩壊を招く

# 谷埋め盛土の大規模崩壊例(東日本大震災による)



- ・崩壊土量：約 11,000m<sup>3</sup>
- ・本震により崩壊し国道を閉塞。
- ・約40年前の民間宅造の谷埋め盛土。
- ・主に火山碎屑物を掘削した土からなる。

国道4号に近接する住宅地の谷埋め盛土の崩壊 (福島県伏拝)



崩壊頭部



国道を閉塞した崩壊の末端部

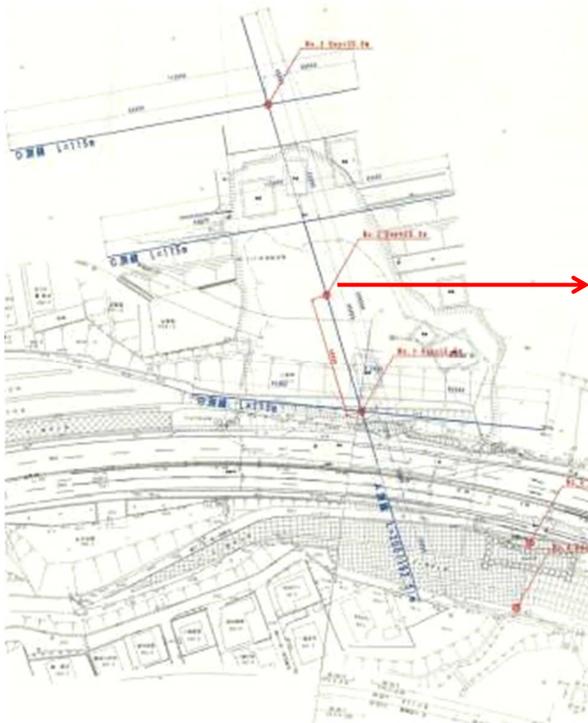
(写真提供：福島河川国道事務所)



平成19年7月（国土地理院撮影）



昭和22年10月（米軍撮影）

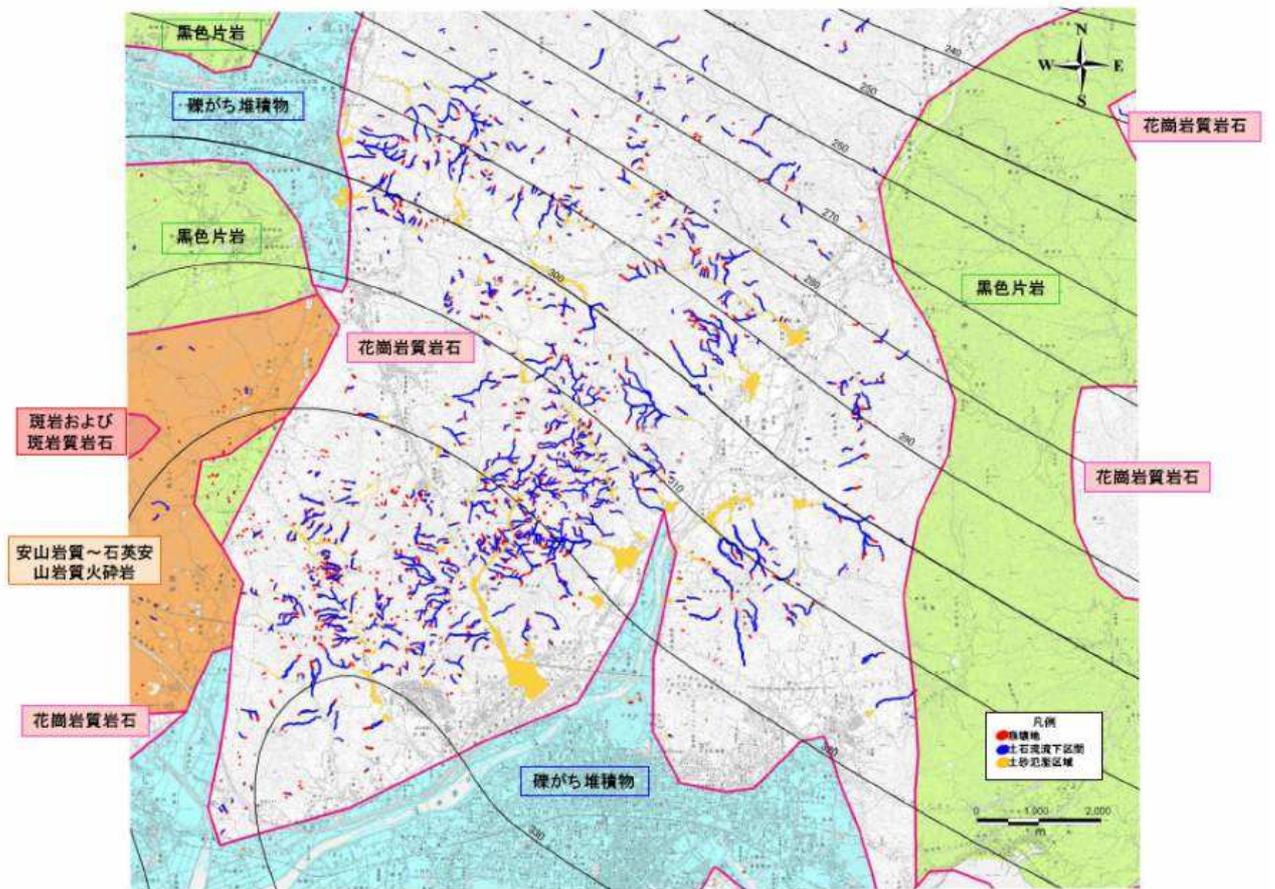


深度約9.15m以深は基盤とのこと（掘削したコンサルタント）。  
**9m前後に腐植土を含む層（旧表土か）**があり、以浅は造成盛土か。  
（写真：福島河川国道事務所）

**盛土末端は湿潤状態・湧水等もみられたという。**

→（教訓）道路に面した大規模谷埋め盛土斜面の分布と水状況の把握が必要





**広域地質に注意**（粗粒な花崗岩地域で災害が多い例）  
 平成21年防府・山口土石流災害の例（国総研 小山内による）



## 強風化・土砂化斜面での崩壊例

（1998.9.19 高知県馬路村(県道安田東洋線)）

施工時に崩壊が発生。のり面上部は風化・土砂化が著しかったようであり、のり面上部の自然斜面には凹凸のある微地形があった。

# 強風化切土のり面での崩壊例

(平成22年奄美大島豪雨災害(龍郷町浦の岩盤崩壊))



- ・切土のり面の上半部～尾根で崩壊。
- ・地質は四万十帯の砂岩頁岩で強風化。
- ・平成22年の奄美大島災害では自然斜面の崩壊に比べ切土のり面の大規模な崩壊が多い。  
→老朽化した切土のり面の緩みや風化が影響か。風化の強い地域は点検・災害復旧も地山の状態を確認のこと。



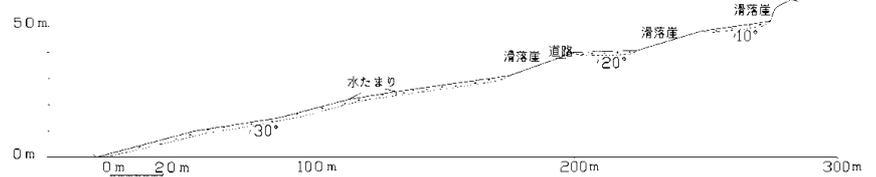
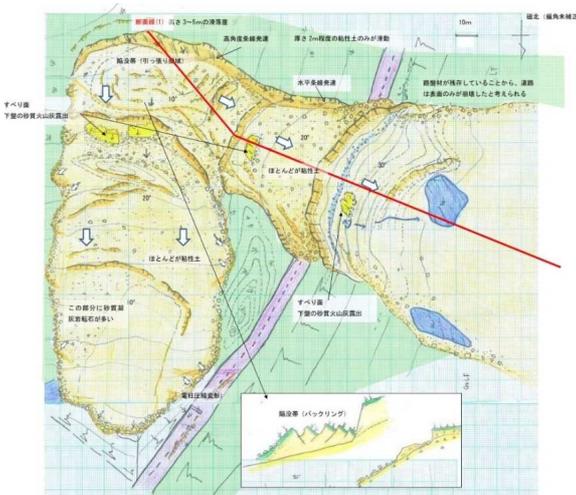
## 奄美大島の道路災害

大規模な崩壊のほとんどは風化した切土のり面の災害！

# 熊本地震における弱い地質の崩壊例

## 火山灰質未固結層での側方流動的な災害

(阿蘇カルデラ内: 阿蘇火山灰)



### 県道298号 (阿蘇パノラマライン)

火山灰を覆う厚さ約2m程度の黒ボク等が地震動に伴い、幅約100mにわたり流動化。

斜面勾配はわずか10-20度。

崩壊土砂は厚さ1.5~2.0mで堆積しながら移動し、下方の道路を圧縮変形させている。

# 熊本地震における弱い地質の崩壊例

## 埋没谷を埋める自破碎溶岩と火山性未固結層の変動



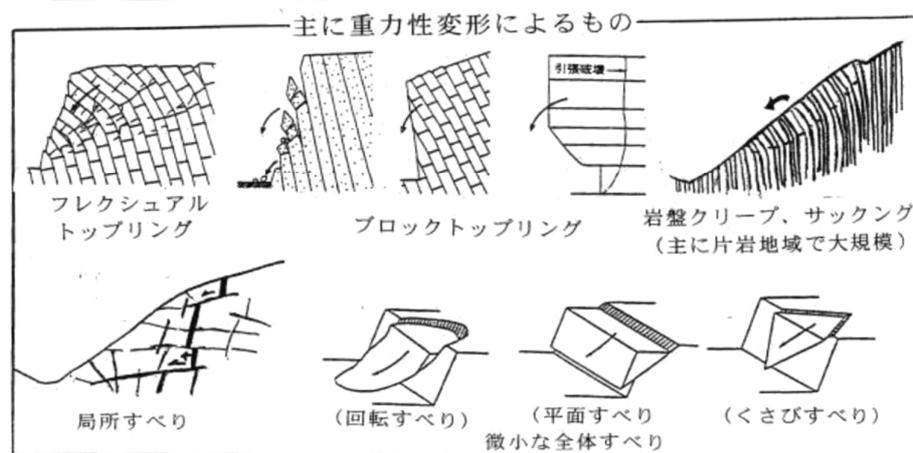
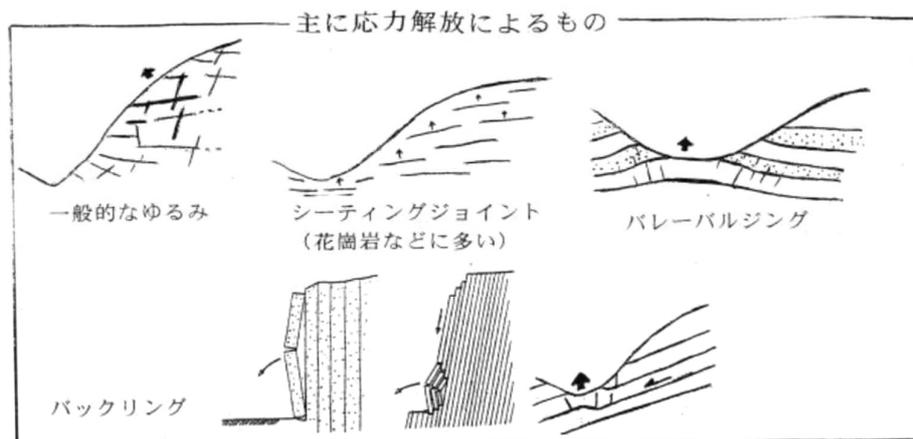
村道柵の木立野線  
長陽大橋西側斜面



# 岩盤の開口亀裂、弱層に注意

・岩盤も劣化・変形して不安定化する。それが、開口亀裂や弱層として現れる。これを見逃さないこと。

## 岩盤崩壊の分類



# 岩盤も曲がる



## 弱層による崩壊の例 (奈良県国道169号(2007))

小規模な崩壊が2回ほど続き、片交にして作業を実施していたところ、大規模に崩壊し、3名が亡くなった。被災前には特に強い雨は降っていない。



崩壊箇所への推移





# 弱層の滑りによる崩壊の例

(2004.1.13北海道(襟裳 国道336号 黄金道路)



長岡市妙見

平成16年10月23日の新潟県中越地震により崩壊。



**亀裂の分離による岩盤崩壊の例**  
(2002.11.9 岡山(勝山町 国道313号))



**亀裂の分離や変形  
による崩壊の例**

(1997.8.25 北海道(第二白糸  
トンネル 国道229号))

発生源(ネット  
範囲外)



## 亀裂の分離による落石の例

(三重県名張曾爾線(2008))

ネットの上から落石。不安定な浮石について  
あらためて調査し、本格的に対策。

## 以前の地震でゆるんだ岩盤 斜面の小崩壊例



岩手・宮城内陸地震後(H21.6月)

→ (教訓) 過去の崩壊  
部に隣接するゆるみ範  
囲も調査・対策検討を

東日本大震災後 (H23.4  
月)

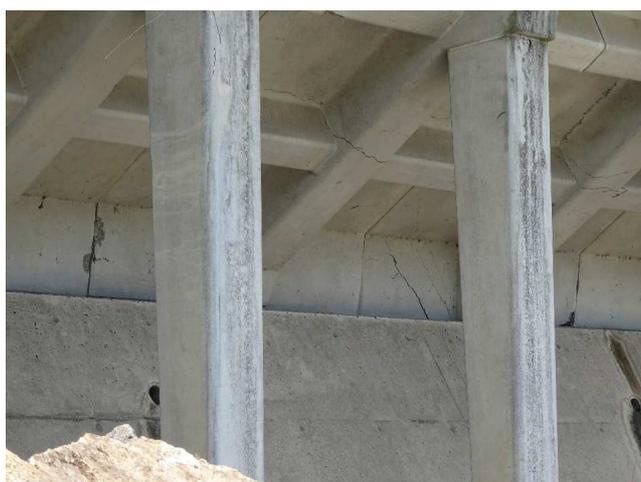
岩手県一関市巖美町下真坂(一般国道342号)のやや一関側  
(岩手・宮城内陸地震で落ち残った古いモルタル箇所が崩壊)

## 熊本地震における落石・岩盤崩壊の例



国道445号(熊本県御船町): 落石  
溶結凝灰岩の急崖から発生

## 熊本地震における落石・岩盤崩壊の例



国道445号(熊本県御船町): 落石  
長径2mクラスの落石も発生  
落石防護施設が損傷

# 熊本地震における落石・岩盤崩壊の例



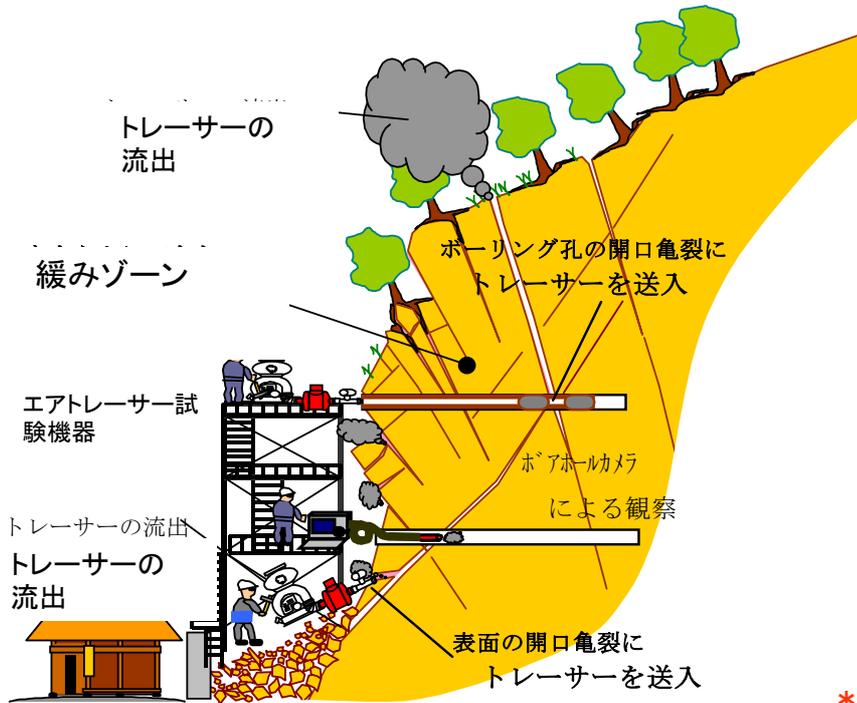
国道445号(熊本県御船町): 岩盤崩壊  
長径2m超の落石も多く発生  
落石防護網が破損

# 熊本地震における落石・岩盤崩壊の例



国道210号(大分県日田市): 落石  
本震(近傍で震度4)より約5時間  
遅れて発生  
ほとんどはリングネットで捕捉  
(1個のみシェッド上に到達)

# (土研が開発した調査法) エアートレーサー試験

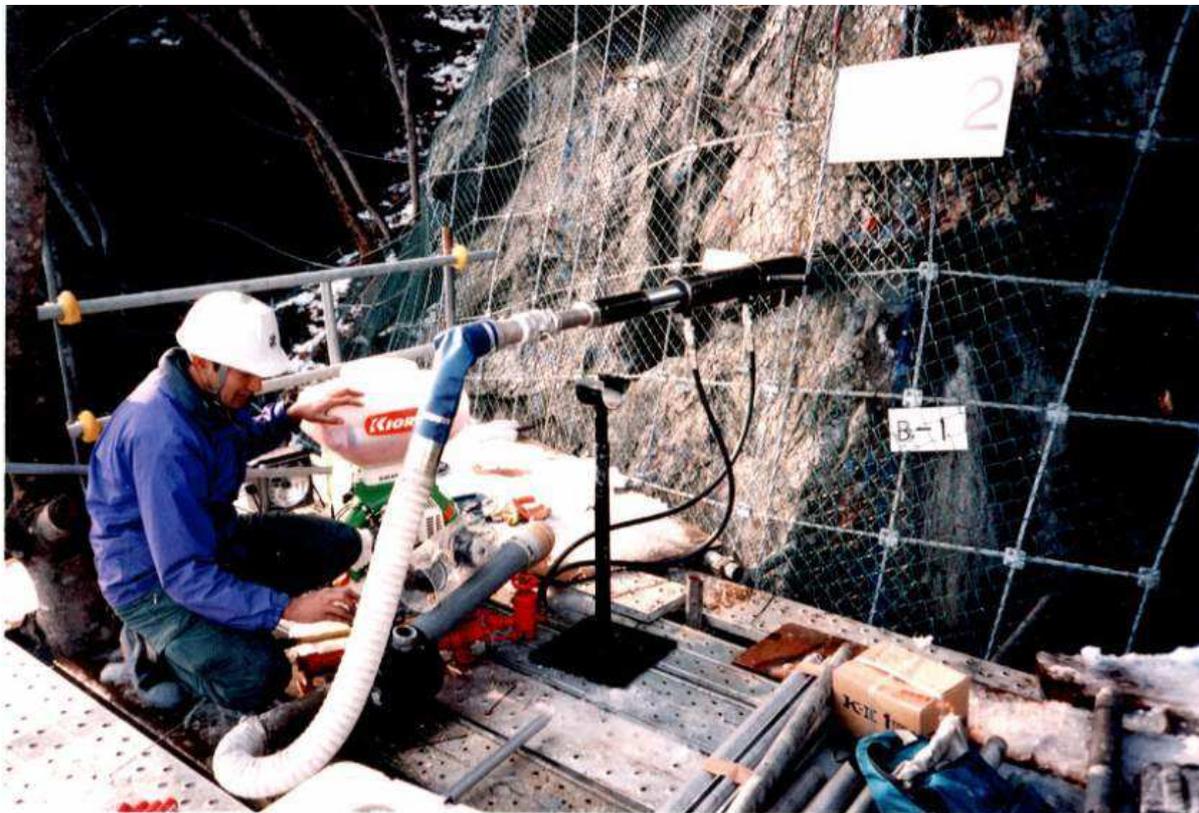


## 試験方法

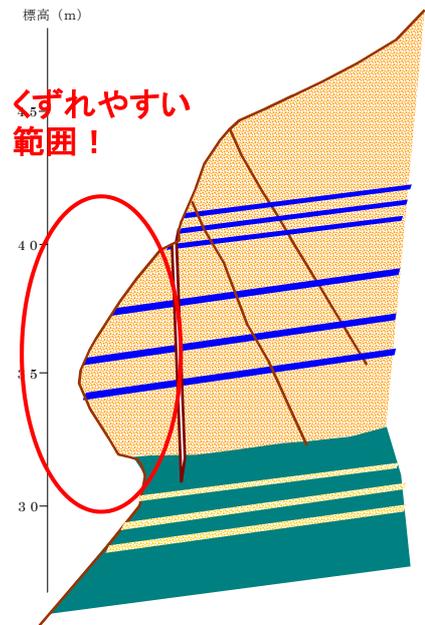
1. 煙を岩の中に押し込む。
2. 煙が、どこからどのように出てくるか観察する。
3. どの割れ目が開いてつながっているか、分析する。

\* 本試験法は大谷、佐々木が特許取得

ゆるんで開いた岩の割れ目がどうつながっているか確認すると、くずれやすい場所がよくわかる！



ボーリング孔を用いたエアートレーサー試験



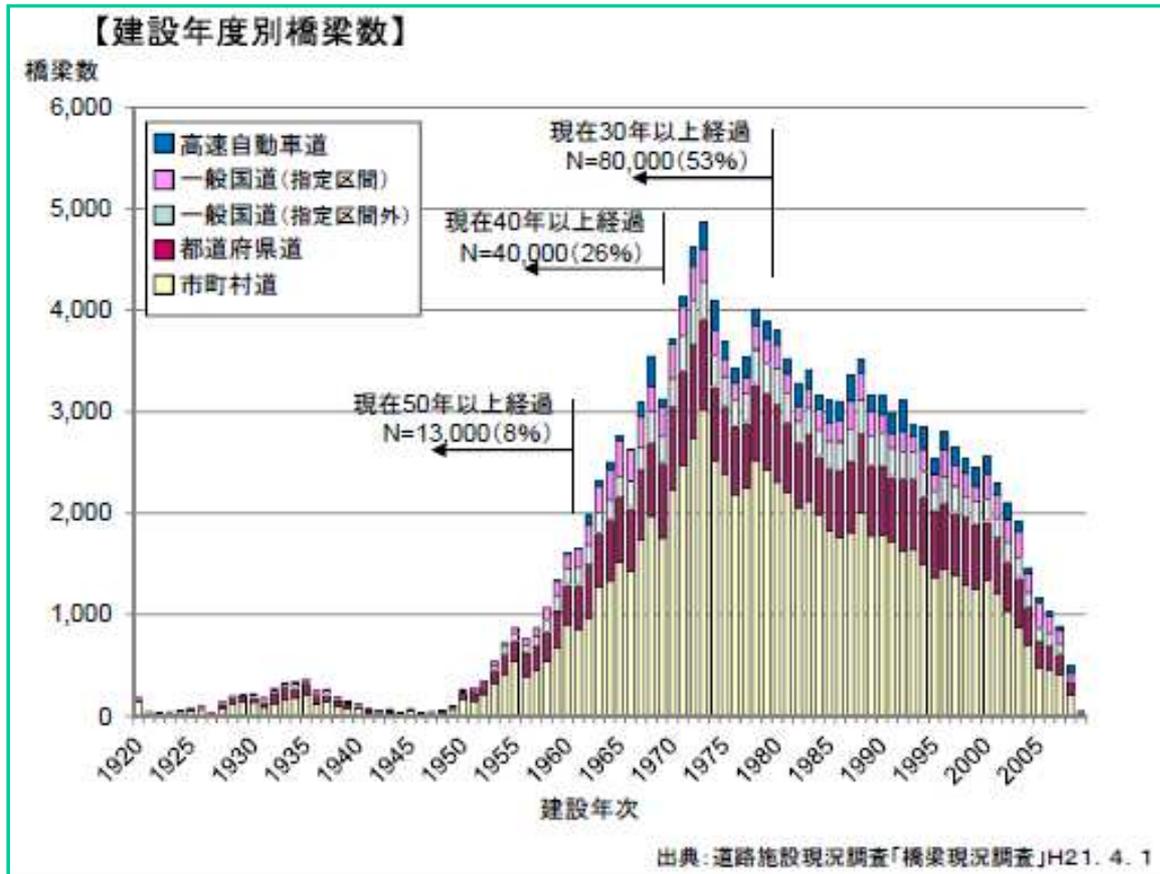
煙は緩んだ岩盤を取り囲むように流出

## 構造物の変状に注意

- ・岩手・宮城内陸地震では、災害前から剥離、亀裂、はらみだしのある(凸部)吹き付けのり面での被災が多かった。特に吹き付けのり面は、397号では全体の1/4が被災。(いっぽう、枠工ではほとんど被災なし)
- ・変状はのり面部でわかることも多いが、のり肩に最もよく現れるので、できればのり肩を確認。

→高度成長期に建設した日本の道路も、近年老朽化が著しい。のり面・斜面もその視点で精査を。

(橋の場合)50才以上の橋が8%→20年後には53%に  
道路のり面(人工斜面)も多分同じ。風化して崩れやすくなる時期！



災害事例：岩盤崩壊 (H19. 8)

吹付のり面で発生、崩壊土量600m<sup>3</sup>  
上下線とも通行止め  
被災車両なし  
地山の長期的劣化による

防災カルテ点検 (H18実施) において  
今回の崩壊位置に新たな亀裂および  
はらみだしが確認された。

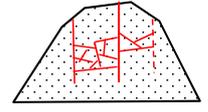


所見 (点検時の留意点) :

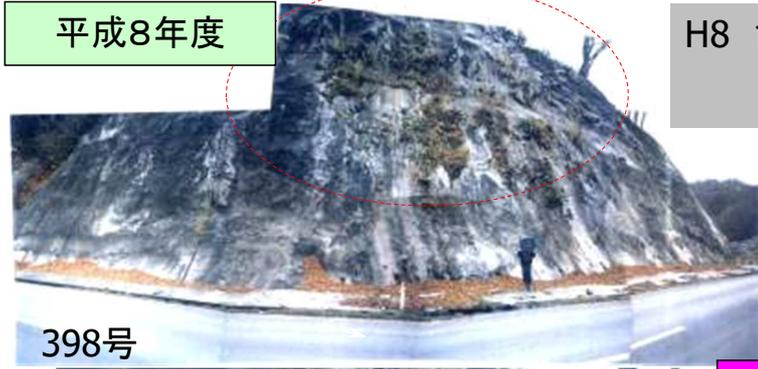
- ・ 新たな亀裂が発見された場合には、**はらみだしの有無、亀裂のズレや開口の程度、亀裂の系統性等を確認し、地山の変状によるものかどうかの検討**が必要
- ・ 特にはらみ出しが認められるものは**崩壊の前兆として要注意**であり、対策の検討が必要であるとともに、変状の進行について重点的に点検を行うことが必要

2007.8 福島県

# 劣化した構造物が崩壊した例 (岩手・宮城内陸地震の例(H8点検との比較))

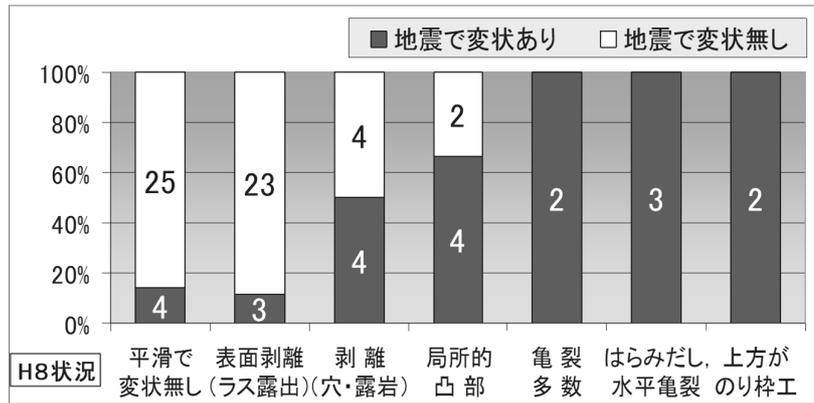
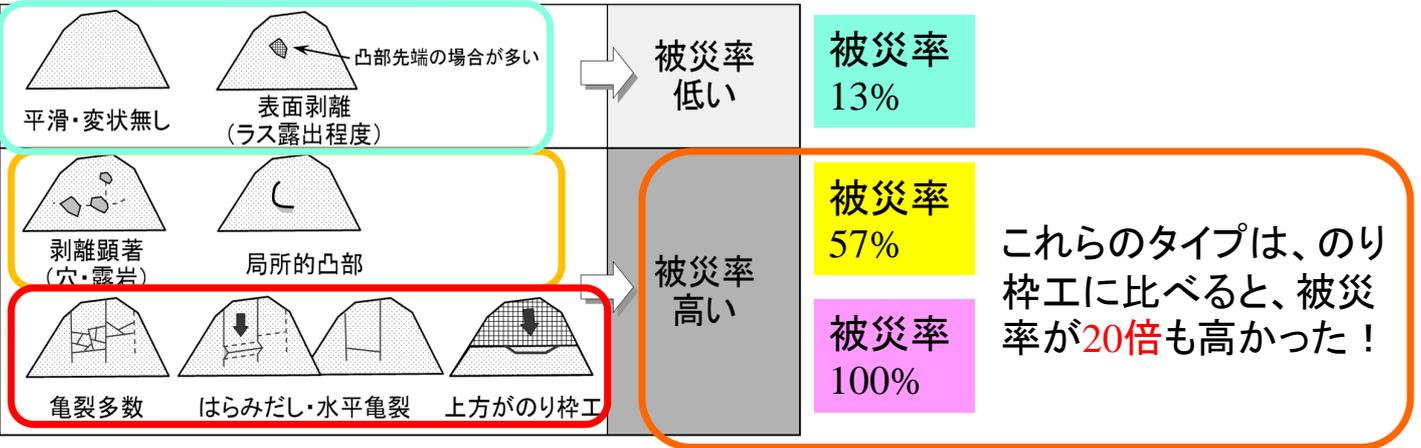


平成8年度

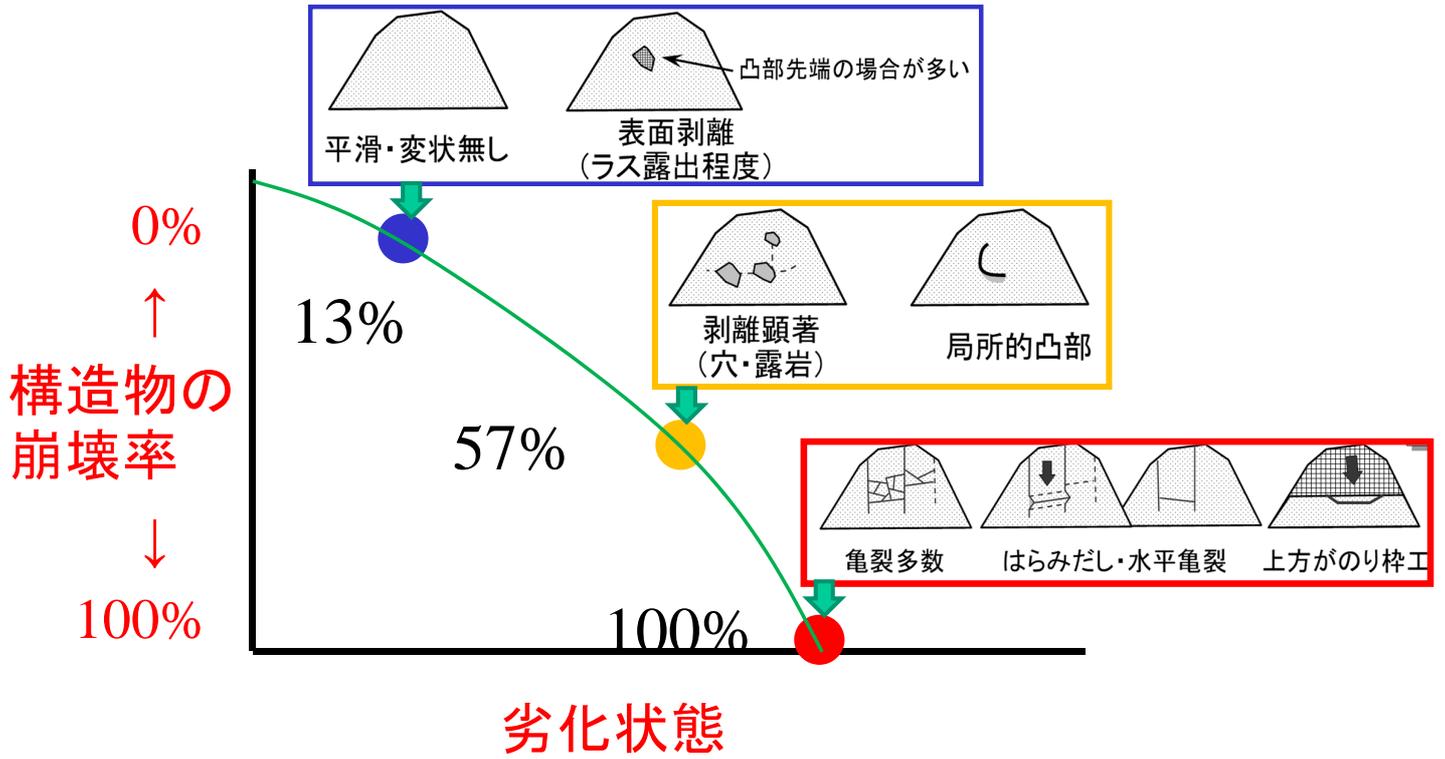


H8 亀裂・剥離が顕著  
⇒H20地震で崩壊

平成20年6月

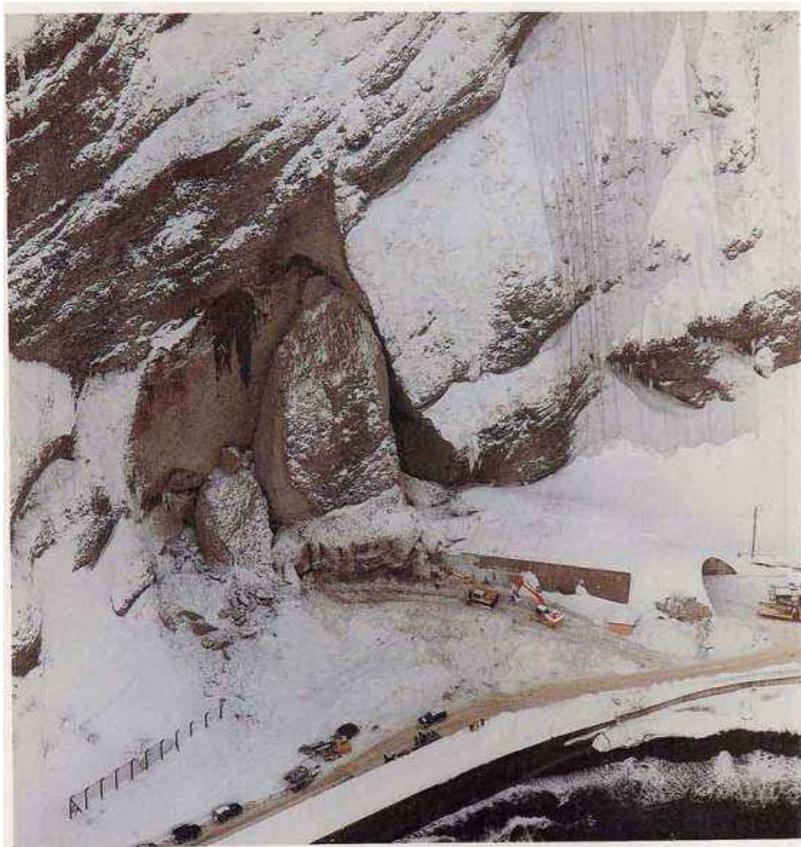


## モルタル吹付工の劣化度と被災率の関係 (岩手・宮城内陸地震の国道397号)



劣化状態とモルタル吹付工の崩壊率の関係  
(H20岩手・宮城内陸地震時)

トンネル坑口、橋のアバット部などの  
の斜面に注意



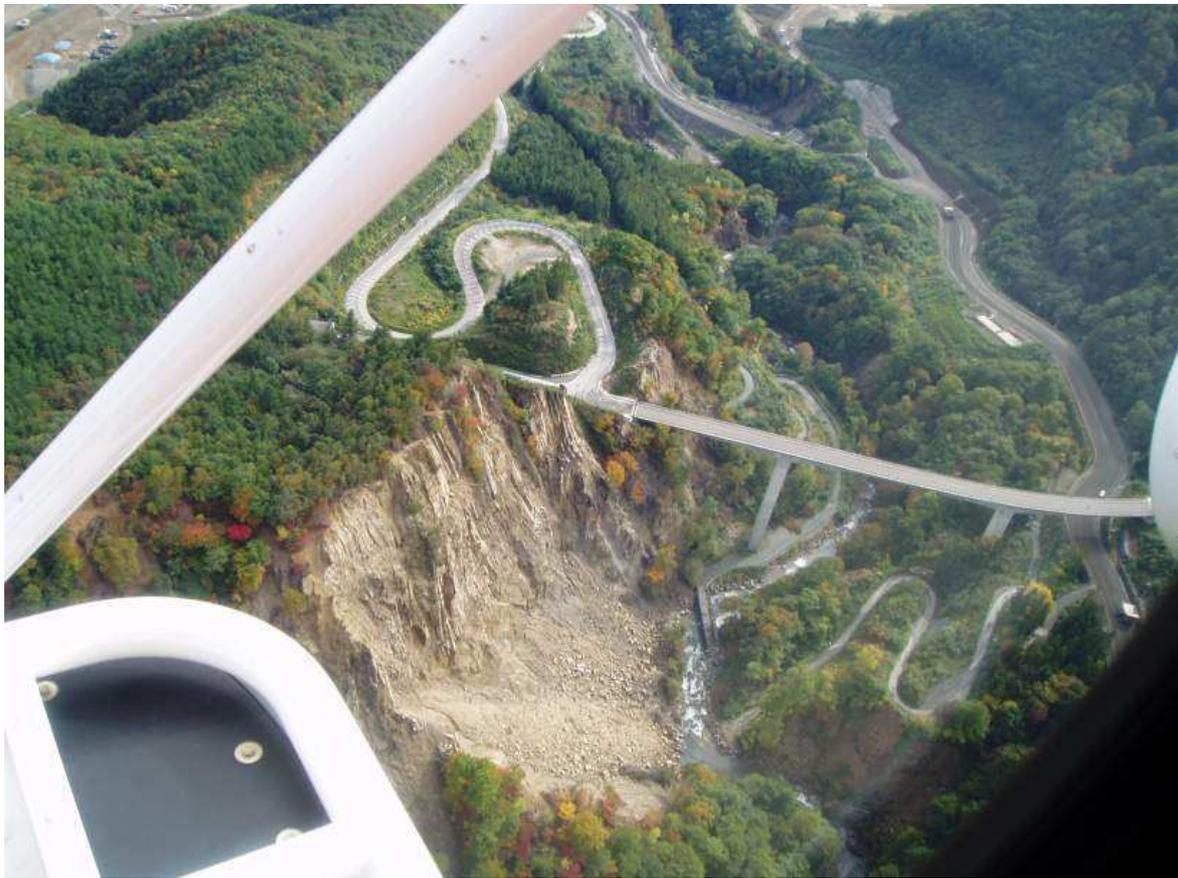
## トンネル坑口の岩盤崩壊の例

1996.2.10 北海道  
(豊浜トンネル 国道229号)

## トンネル坑口上方の谷型自然斜面の土砂崩壊例

- ・連続雨量94mm(5時間)、最大時間雨量52.5mmの降雨により発生
- ・土砂の一部が路面に流出





## 橋梁アバット部の斜面変状の例

(国道397号尿前溪谷橋。供用開始前に岩手・宮城内陸地震で被災)



橋の方向

斜面変動により橋台部分が40cm程度ずれたが、岩盤が受け盤構造のため小変位で停止

橋のアバット部は、のり面斜面としての確認が手薄になりやすいので注意。

# 河川の攻撃斜面部にある橋梁基礎下の斜面の浸食例



- ・連続雨量491mm(7時間)、最大時間雨量115mmの降雨により発生
- ・もとの河岸(黒点線)から15~20m程度浸食・後退
- ・火山礫凝灰岩の下位に未固結の砂礫層(厚さ5m程度)

河川の攻撃斜面部に相当する場合は水位想定と護岸等の対策が適切かどうかの検討が必要

施工時の情報  
(地質状況、小崩壊など)にも着目



鳥取自動車道智頭ICランプでの崩壊(H23. 5月)  
 (施工時に小崩壊があった箇所の上部分が大きく崩壊)

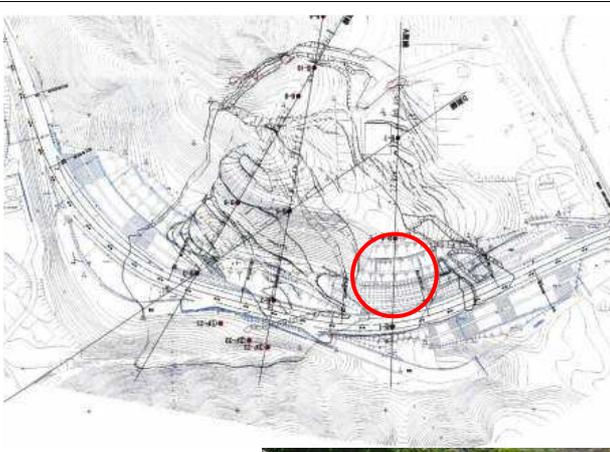


流れ盤の弱層による大規模  
 岩盤地すべり例(東日本大震  
 災の4月11日余震による)

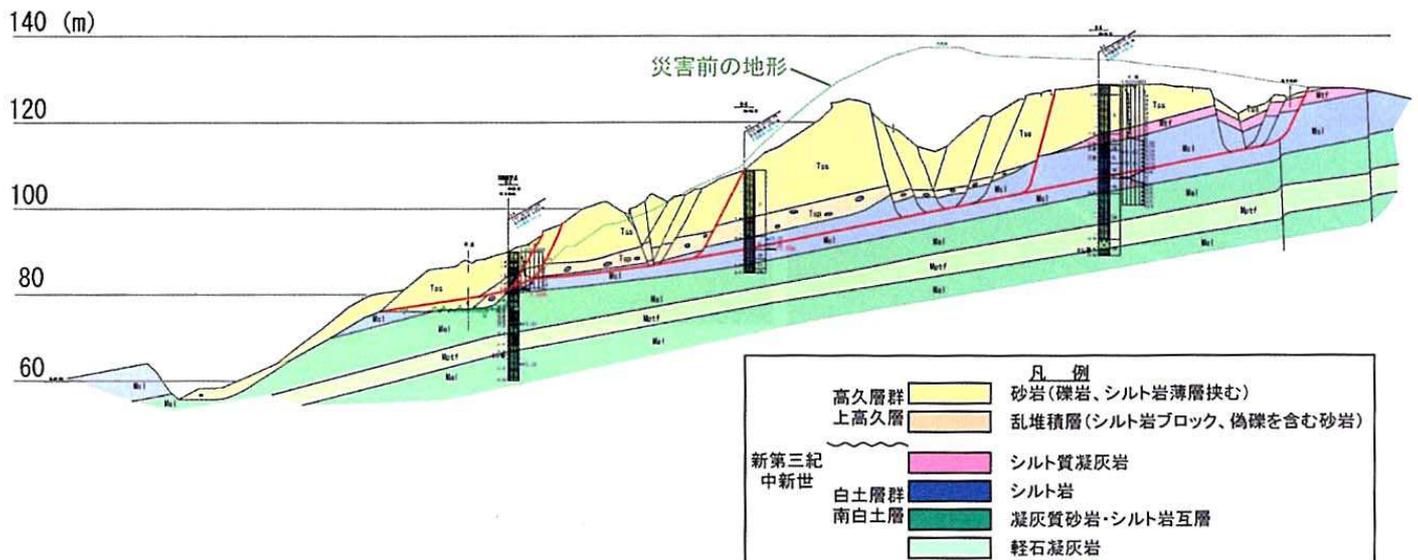
(写真提供：福島県)

上釜戸地すべりによる県道の被災

赤破線：地震で発生した地すべり範囲  
 青矢印：地すべりの概略移動方向



- ・新第三紀の凝灰岩質堆積岩。
  - ・末端部の切土のり面に施工されていたグラウンドアンカー工が被災。
- 切土施工時に地すべり変動があり、アンカー施工した箇所



## 上釜戸 断面図

(東日本大震災 その被害と特徴, P.47(株応用地質)より引用)

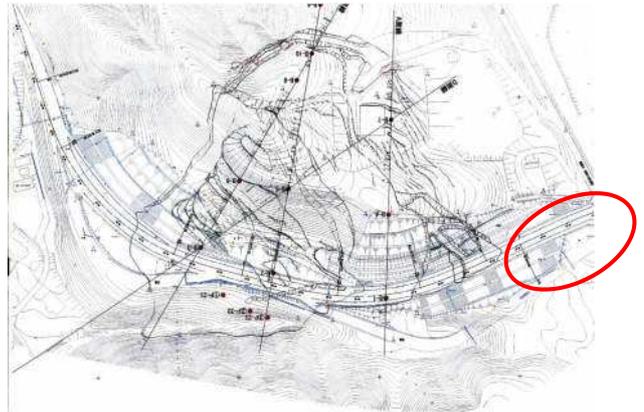
(教訓) 流れ盤中に連続性の高い弱層が分布する可能性のある個所を抽出する必要



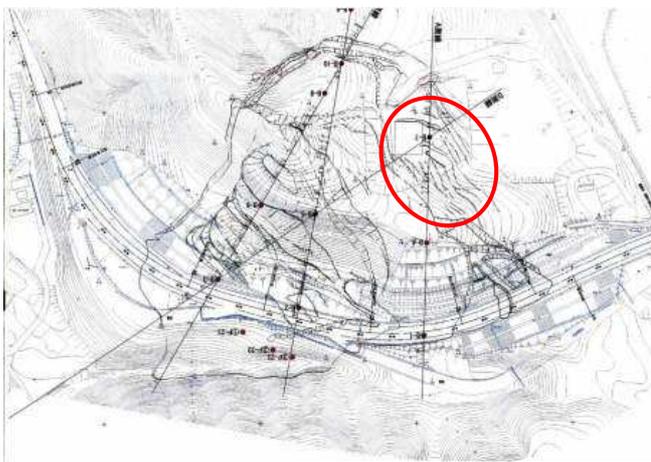
(側溝のふたに亀裂)



左写真の反対向き:アスファルトが圧縮)



地すべり範囲外の路面も圧縮  
→深いすべりによるバックリングないし  
バレーバルジングか？



東側 側背後部の引張領域



## すべり面 (もともとテクtonicな破碎が見られる層理面で滑り)



→ (教訓) 過去に変状を生じた流れ盤の堆積軟岩斜面では、地震時等に弱層沿いに大きく滑る場合あり。留意して点検を。



← 地すべり中央部付近のボーリング  
(福島県掘削)

# ・変状等の時間的变化

- ・地震(降雨)後しばらく斜面は不安定。小落石などが見られないか、常に意識する。(地震後は通常の雨の半分程度で災害が発生し始める。緊急点検時など注意)
- ・劣化や変形などの時間変化を気にすること。(のり面・斜面の老朽化による変化に注意)

## 地震後の崩壊の例

(岩手・宮城内陸地震後の国道398号の例)



危険な箇所には近づかない。小落石などにも注意



## 地震後の崩壊の例

(2003.10.1 北海道(静内 道道111号))

地震後数日してから崩壊。もともと落石や災害履歴が多いところであった。

・異なる変状を**関連づけて**考え、**原因や機構、劣化・変形度(緊急度)**などを明確に

・様々な変状は同一の原因によるかも知れない。関連づけてみることで、原因や機構が見えてくる。

・原因・機構がわかると、緊急度も判定しやすくなる。



(写真提供：仙台河川国道事務所)

赤破線：崩壊範囲

赤点線：上部斜面に生じた滑落崖

## 国道45号の被災例 (東日本大震災による)



(写真提供：仙台河川国道事務所)

本震から約10時間後の被災現場（小規模崩壊）



(写真提供：仙台河川国道事務所)

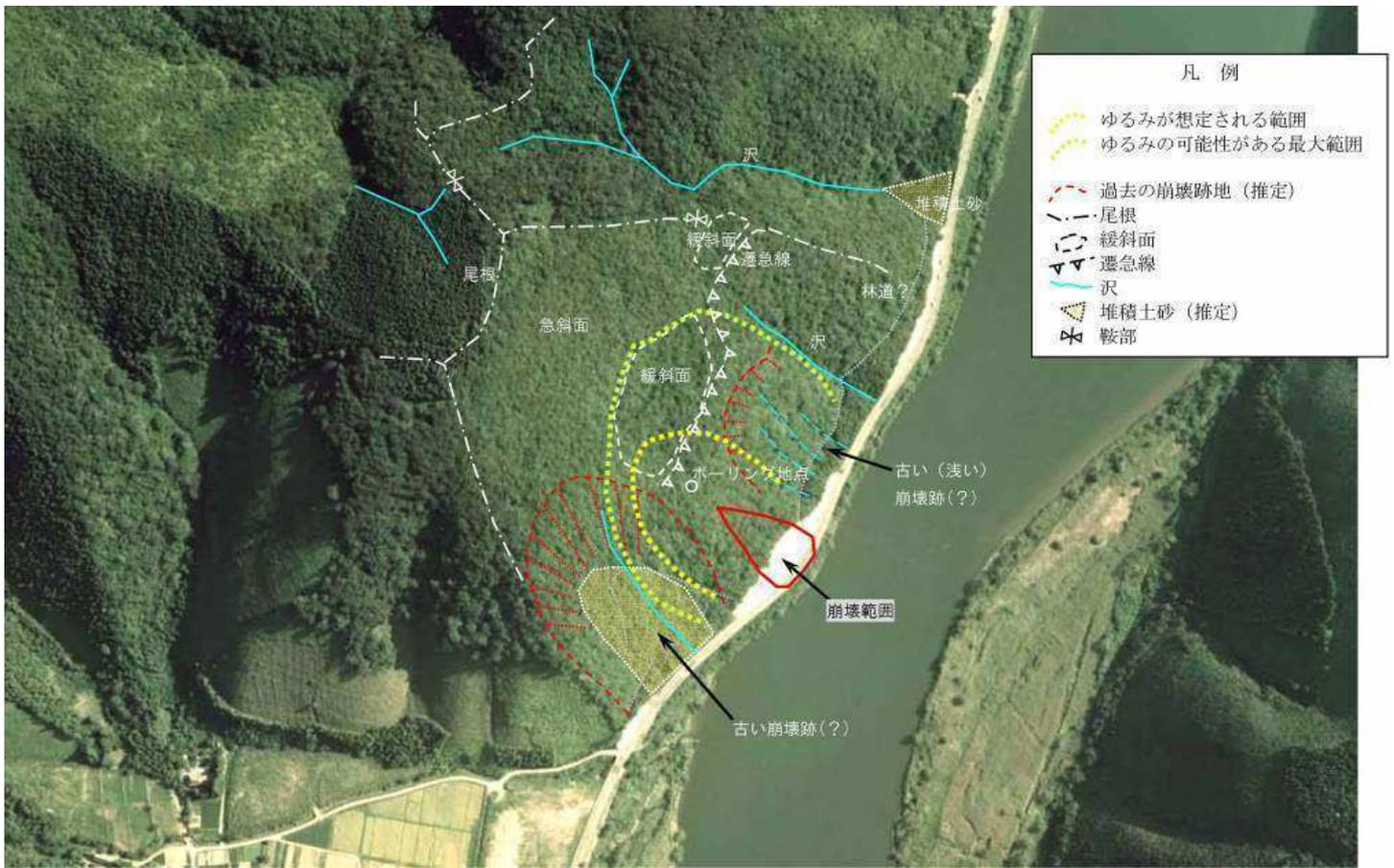
本震から約3日後の被災現場（大規模に崩壊）



上部斜面に生じた滑落崖（赤矢印間）



さらに上部に変状を生じた斜面  
赤矢印：斜面内に生じた亀裂



凡 例	
	ゆるみが想定される範囲
	ゆるみの可能性がある最大範囲
	過去の崩壊跡地 (推定)
	尾根
	緩斜面
	急斜面
	選急線
	沢
	堆積土砂 (推定)
	鞍部

## 崩壊部よりも上部に緩斜面地形あり

(写真：国土地理院)



上写真：切土のり面の地質は破碎質



右写真：崩壊部より斜面上部のコアには、深部にも流入粘土あり（緩みあり）。

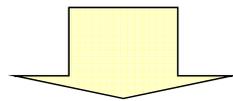
関連づけてみると、①崩壊箇所の上にも変状が発生していること、②斜面上部途中に緩斜面が見られること、③切土の地山が破碎質であること、④斜面上部のコアに緩みが見られること、などから、崩壊の素因として、深い緩み岩盤の存在が推定される。

→崩壊の原因・機構が明確に。

(二次災害の防止、応急・恒久対策、点検時等の視点で重要)

# 道路防災の今後の展開

- ①災害DBの構築
- ②ハザードマップ
- ③データ蓄積型の点検
- ④上記データの現場活用(PDCAサイクルの実施)
- ⑤のり面斜面の老朽化への対応



- ・防災計画・調査・対策の効率化
- ・継続的な維持管理体制の構築
- ・信頼性の高い道路網の構築  
(通行止め時間の削減等)

## ①災害DBの構築(教訓の知識化)

### 災害事例：岩盤崩壊 (H19.8 福島)

吹付のり面で発生、崩壊土量600m<sup>3</sup>  
上下線とも通行止め  
被災車両なし  
地山の長期的劣化による

防災カルテ点検 (H18実施) において  
今回の崩壊位置に新たな亀裂および  
はらみだしが確認された。



水平亀裂

開口亀裂



所見(点検時の留意点)：

- ・新たな亀裂が発見された場合には、**はらみだしの有無、亀裂のズレや開口の程度、亀裂の系統性等を確認し、地山の変状によるものかどうかの検討**が必要
- ・特に**はらみ出しが認められるものは崩壊の前兆として要注意**であり、対策の検討が必要であるとともに、**変状の進行について重点的に点検を行うことが必要**

# 道路災害の蓄積と教訓の活用(直轄の例)

【国土交通本省】

↑ 情報共有

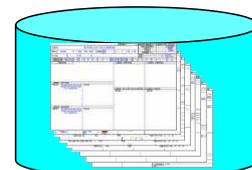
【管轄の地方整備局等】

個別災害事例のデータを作成【一定様式】



データの提供

【土木研究所】



収集したデータ  
(蓄積・データ  
ベース化)

分析

得られる知見  
(教訓等)

現場へ  
フィードバック

災害発生

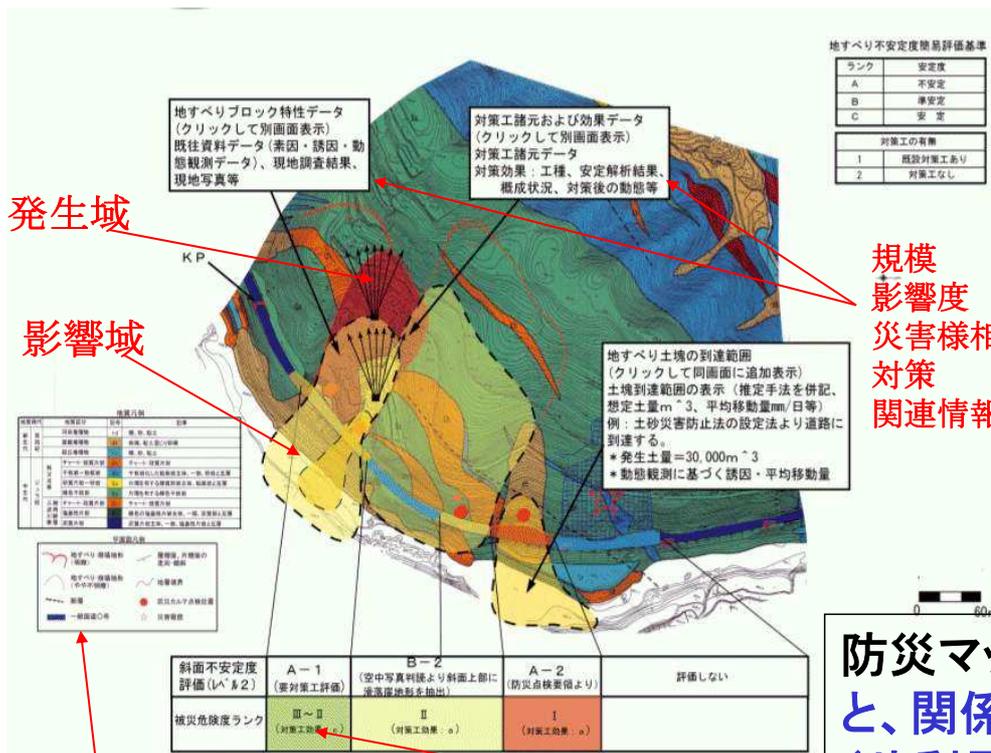
(平成20年度より開始)

## ②ハザードマップ

要注意箇所状況を道路管理者が総覧しきめ  
細かな対応ができることが重要。そのために必  
要なのがハザードマップ(道路防災マップ)。

(道路防災マップ作成要領は土研で作成されて  
います。お問い合わせ下さい)

# ハザードマップの持つ情報

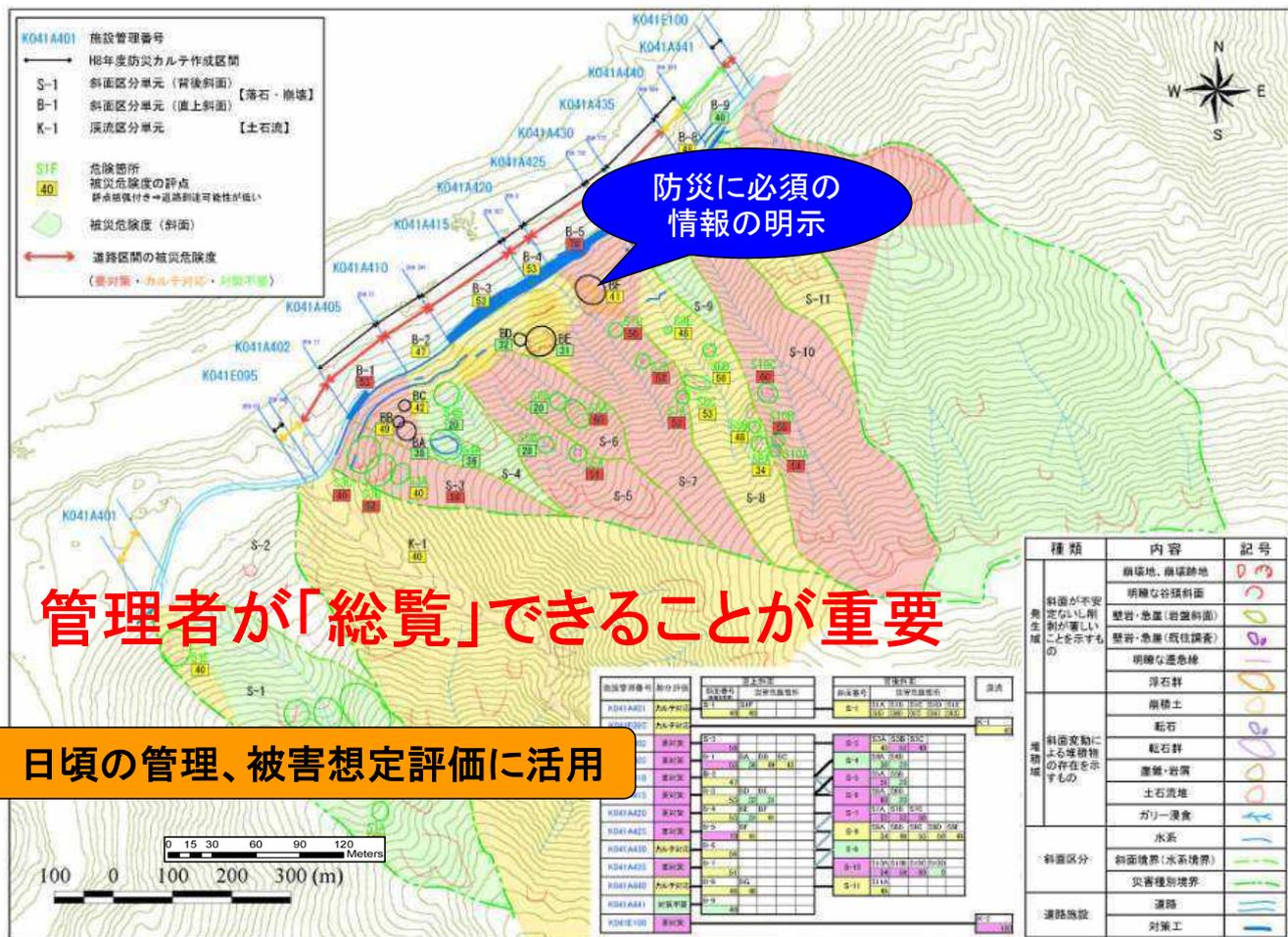


このほか

- ・応急復旧関連情報
  - ・関連機関連絡網
  - ・迂回路
  - ・避難路、避難場所
  - ・基礎知識
  - ・災害履歴
- 等々のデータが必要

防災マップは路線のリスクと、関係情報を道路管理者(や利用者)が総覧するツール。

それは**防災の基本**。



基本的なハザードマップ(「道路防災マップ作成マニュアル」(土研)による)

# 道路斜面ハザードマップの色々

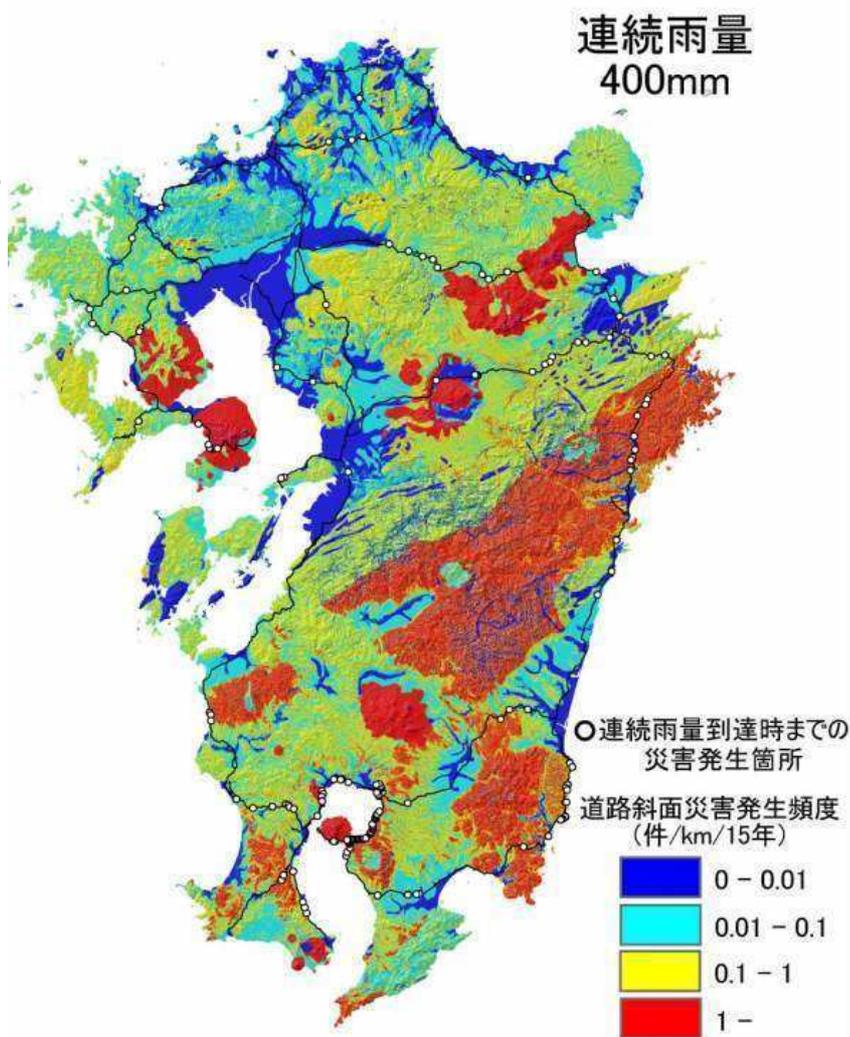


一般向け道路防災マップ（北海道開発局作成・配布）

## マクロな ハザードマップ

過去の災害履歴と50mメッシュの斜面勾配、地質の関係のみから作成。

災害発生頻度(件/km/15年)をマクロに予測。

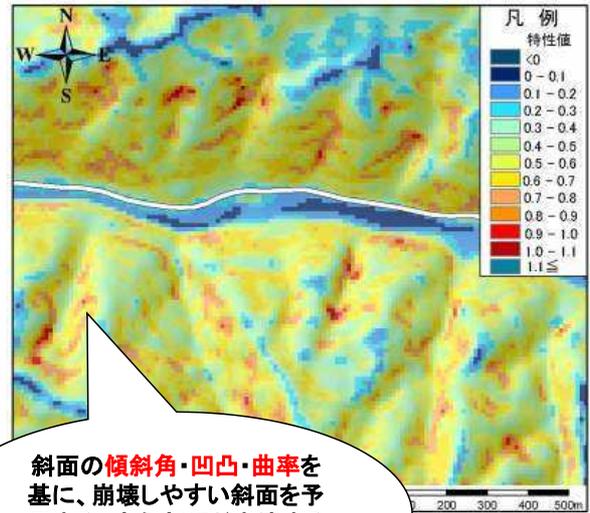
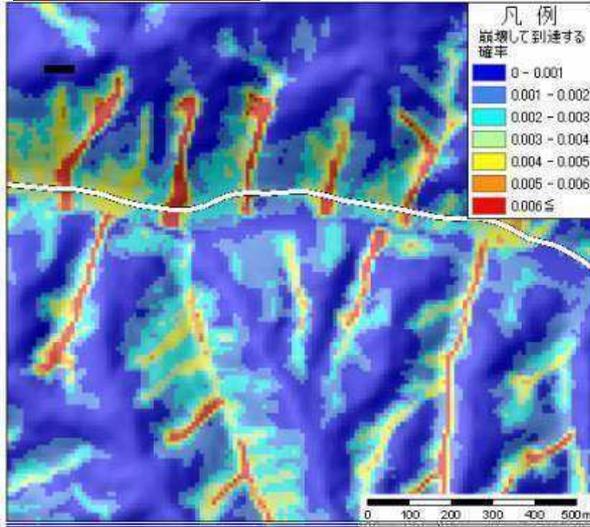


# 確率的ハザードマップ -降雨による土砂崩壊到達予測図の例-

降雨量に応じて、崩壊した土砂が到達する範囲と確率を予測

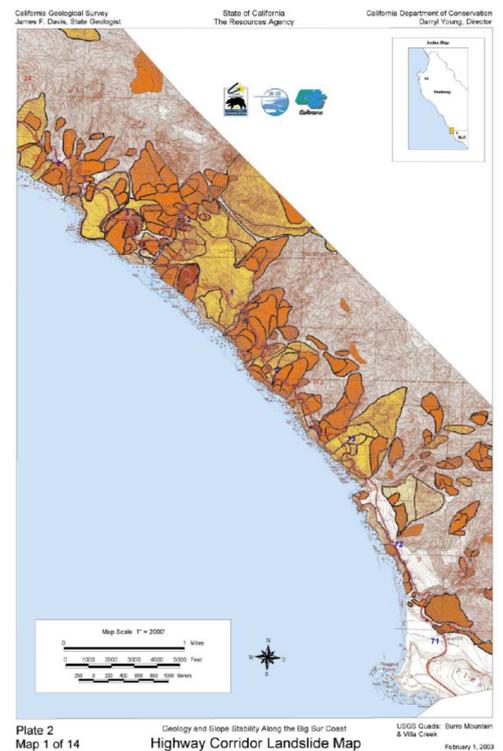
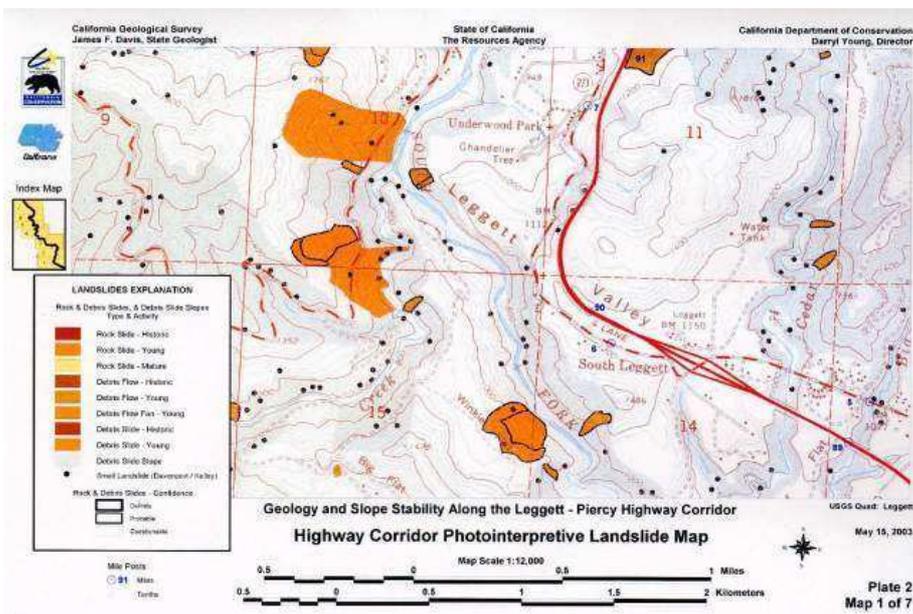
地形から崩壊しやすい斜面を予測(発生源の予測)

400mm



斜面の傾斜角・凹凸・曲率を  
基に、崩壊しやすい斜面を予  
測する。赤色部ほど崩壊する  
確率の高い地形である。

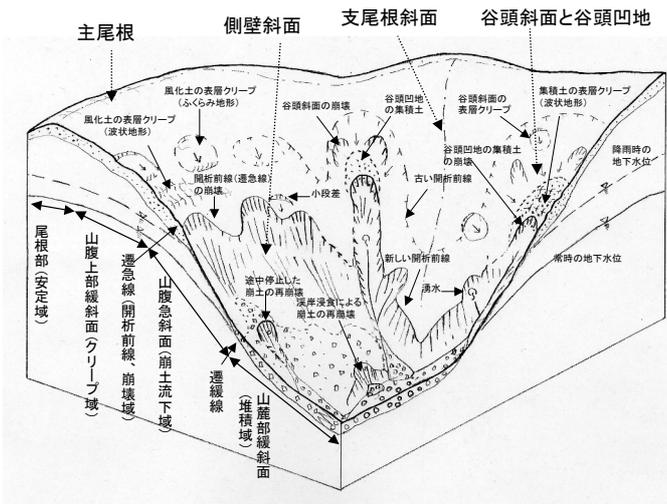
## 外国の道路ハザードマップ例



カリフォルニア州道路の地すべりマップ (縮尺1/1.2万)

### ③データ蓄積型の点検

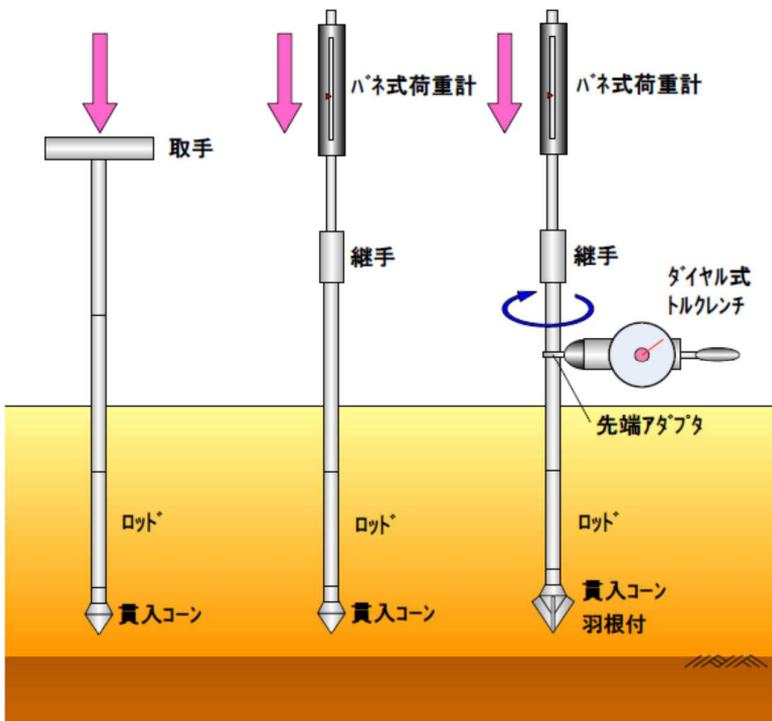
- ・従来の防災点検・カルテ点検は、目視点検のみで精度が低い。
- ・精度の高い調査のためには、データ蓄積型点検が必要
- ・点検とハザードマップの相互フィードバック、PDCAにより、細やかな対策、防災へ



たとえば、

- 1年目：LPによる微地形判読
- 2年目：斜面踏査
- 3年目：土質地質調査

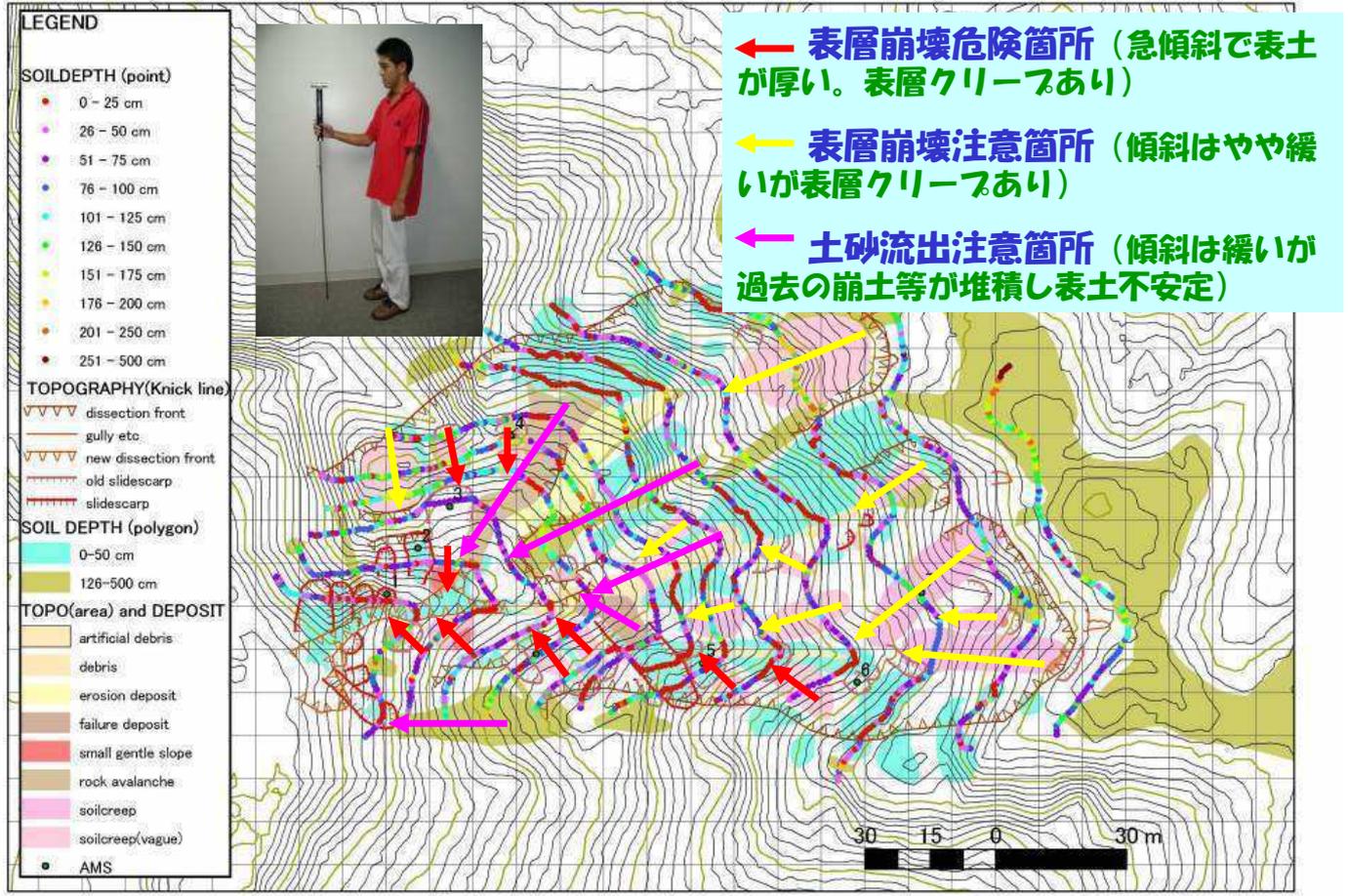
により、精密防災マップができる！



## (地山内部点検の方法の例) 土層強度検査棒

(貫入強度だけでなく、粘着力・内部摩擦角を同時に簡易に測定)

# LPによる微地形判読と土層深調査(土検棒)の組み合わせによる精密ハザードマップの例



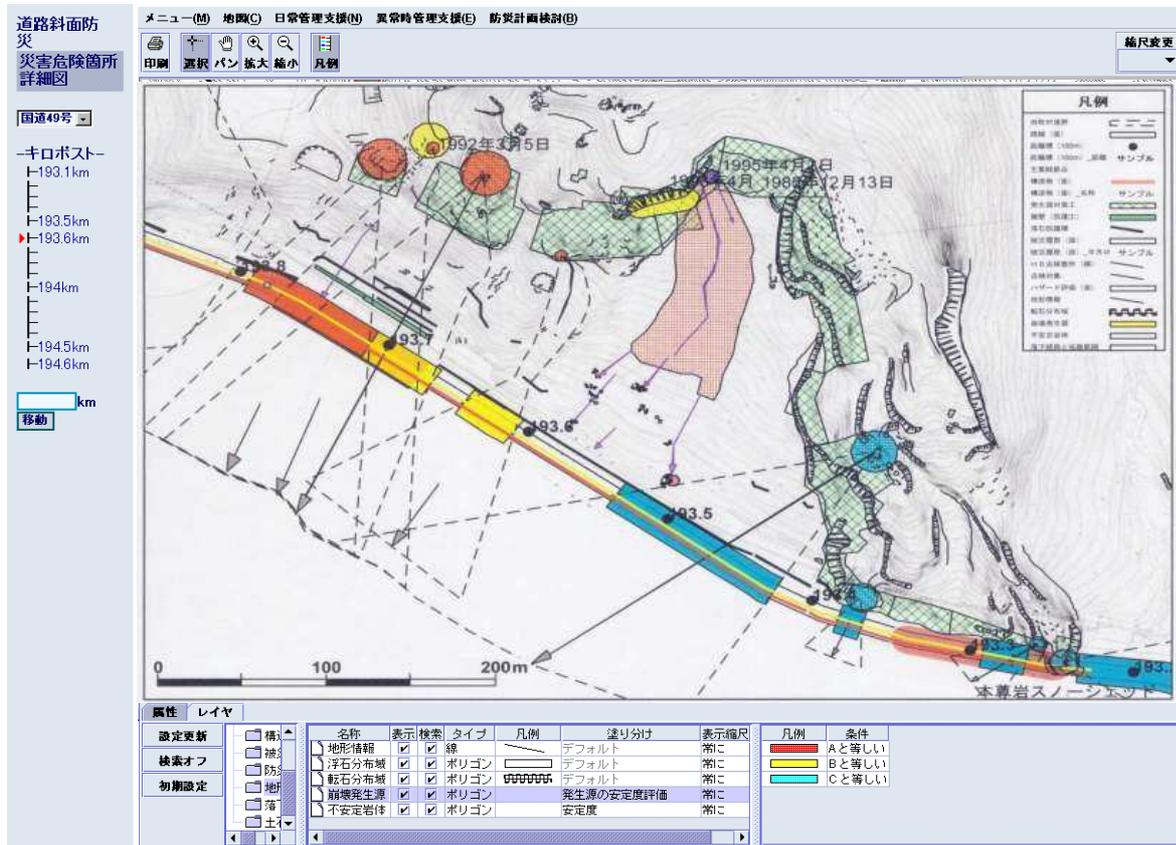
**急斜面で土層深の大きい箇所が危険！ (蓄積すれば何でもできる！)**

## ④ 上記データの現場活用

- ・点検結果等を現場等で迅速に閲覧・活用できるシステムにより、PDCAの実施、細やかな防災計画・調査・対策へ

韓国ではスマートフォンを用いて点検データの入力から閲覧までを現場で行えるシステムを構築 (韓国建設技術研究院による)





## 道路防災web-GISの例

(蓄積したデータを現地等で確認できる。土木研究所 共同研究成果による)

### ⑤のり面斜面の老朽化への対応

- ・笹子トンネル天井板の崩落事故  
道路構造物の劣化・老朽化による第三者被害の危険性の顕在化
- ・のり面斜面・土工構造物も人ごとではない  
適切な点検・対策・維持管理が必要



笹子トンネル事故

# 法面・斜面の劣化原因と予防保全策の例

- 表面風化、内部風化→風化させない  
→被覆工(温度、水等の緩和)、亀裂補修(水の浸入防止)
- 表面浸食、内部侵食→浸食させない  
→排水工とそのメンテ、亀裂補修
- 土圧、地下水圧→圧力をかけない/抜く  
→部分補強、排水工
- 変形・亀裂の発生→これらを促進・発達させない  
→部分補強技術の充実
- 地下水浸透(力学・化学的劣化を促進)→浸透させない  
→表面排水等の処理、亀裂補修
- 上記現象の進行→軽微な段階での補修  
→簡易な補修技術

劣化原因, 緊急度を考えるには点検が重要

## 様々な点検(および巡視)の種類

### ○事前の巡視・点検

- ・災害発生前(日常の管理)において損傷・変状・災害要因等を事前に巡視・点検  
日常の巡視・点検(パトロール車による巡回)

#### 定期的な巡視・点検

定期巡回(徒歩巡回)

道路防災点検

防災カルテ点検

道路法第42条に基づく法定点検

(シェッド、大型カルバート 等)

など

これらの点検を組み合わせながら適切に維持管理していく体制作りが必要

### ○臨時の巡視・点検(緊急点検)

- ・強い地震、豪雨などの後に異常が生じているかどうかを点検(異常時点検)
- ・重大な事故・災害等の発生後に、同様の事象について他の路線等を点検  
「道路ストックの総点検」(H25.2) など

# 道路土工構造物等の点検の最近の動向

- 中央自動車道笹子トンネル天井板の崩落事故  
(平成24年12月2日)



- 道路ストックの総点検  
(平成25年2月27日国土交通省通達)

全国的に実施

橋梁、トンネル、舗装、附属物、のり面・土工構造物を対象  
第三者被害につながるおそれのある変状を把握

- 道路法改正(平成25年5月29日)  
(点検基準を含む維持修繕の基準の義務づけ)

- 各種の道路関係構造物の点検要領の策定

# 道路土工構造物等の点検の最近の動向

- 道路法改正(平成25年5月29日)

(42条2項、3項:点検基準を含む維持修繕の基準の義務づけ)

第四十二条 道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない。

2 道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

- 道路土工構造物技術基準

(構造等を規定したもの。平成27年3月策定。

新設・改築に適用)

(平成29年4月に基準・同解説出版(日本道路協会))

- シェッド、大型カルバート等点検要領

(点検方法を規定したもの。平成26年6月策定)

- 道路土工構造物点検要領

(点検方法を規定したもの。平成29年8月策定)

橋梁、トンネル、  
横断歩道橋、門  
型標識等の定期  
点検要領策定  
(平成26年6月)

# 道路土工構造物点検要領

## ○特定土工点検

重要度1の道路土工構造物(高速道路・国道・緊急輸送道路、または損傷すると隣接する施設に著しい影響を及ぼす構造物)のうち下記を対象(**特定道路土工構造物**)

・**長大切土(切土高概ね15m以上)**

・**高盛土(盛土高概ね10m以上)**

のり面保護施設等のこれらに附属する施設(吹付、のり枠、擁壁、グラウンドアンカー、排水溝等)を含む

→5年に1回を目安として道路管理者が適切に点検頻度を設定

→近接目視が基本(小段やのり肩まで接近)

→判定:「I健全」「II経過観察段階」「III早期措置段階」「IV緊急措置段階」

## ○通常点検

**上記以外の道路土工構造物**を対象

→**巡視等で変状が認められた場合に近接目視等により行う**(巡視中もしくは巡視後)

## ○点検の体制

点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者が行う:部材の知識だけでなく**道路土工構造物の被災形態や地盤災害**に関する知識が重要

**道路防災点検の基本的な視点は道路土工構造物点検でも必要**

# 道路土工構造物点検要領

## ○自然斜面の取り扱い

道路土工構造物点検要領の対象外:「事前通行規制の制度や**「道路防災総点検」**等の危険度調査などの既存の取組み方法等を引き続き活用して安全の確保に努めるものとする。」

## ○道路土工構造物点検要領の位置づけ

・道路土工構造物を対象とした、道路法施行令第35条の2第1項第二号の規定に基づいて行う点検の基本的事項を示したもの

・「**独自に実施している道路管理者の既存の取組みや、道路管理者が必要に応じてより詳細な点検、記録を行うことを妨げるものではありません。**」

**道路の安全確保のため、道路防災点検の基本的な視点は今後も必要な視点として変わらない。**

# 点検結果の評価、判定

## ○「道路土工構造物点検要領」における判定

〔特定土工点検〕

近接目視(小段やのり肩まで接近)を行って変状の状況を確認し、その結果を基に判定(「I健全」「II経過観察段階」「III早期措置段階」「IV緊急措置段階」)を行う 【技術者判断】

〔通常点検〕

近接目視(小段やのり肩まで接近)を行って変状の状況を確認し、その結果を基に各道路管理者が設定した判定区分に照らし、適切に診断を行う

【技術者判断】

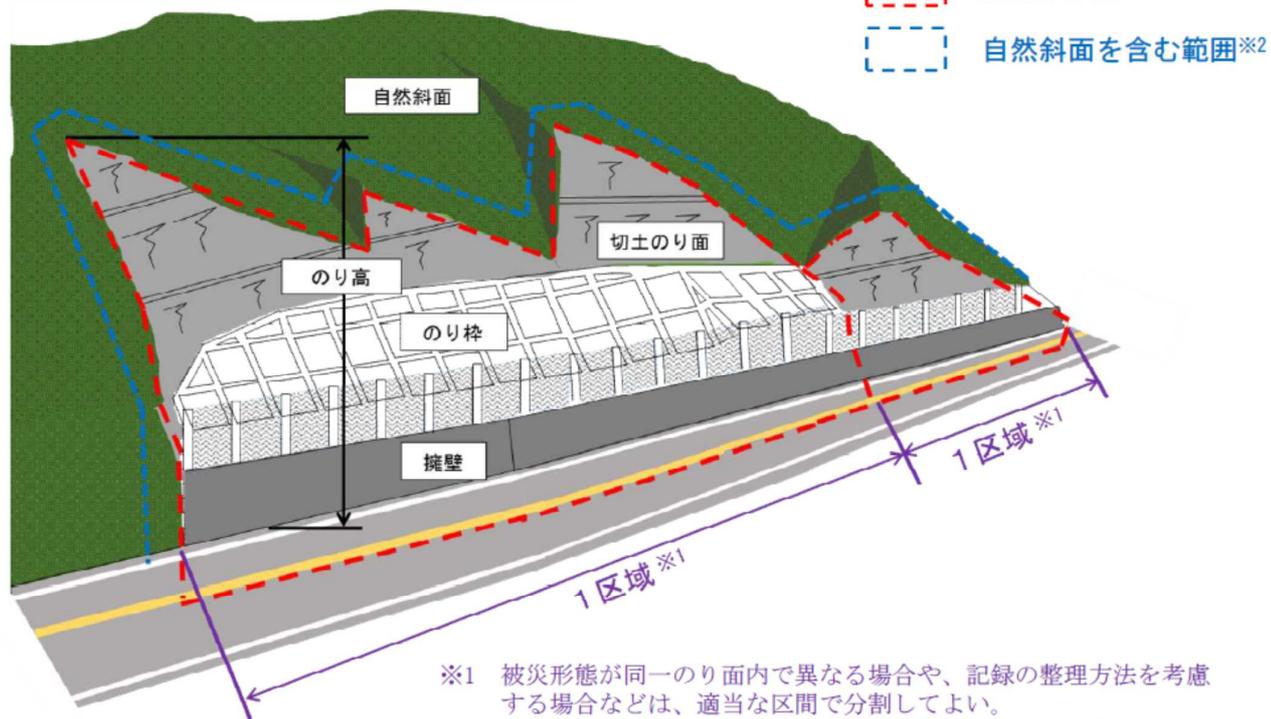
## ○「道路防災点検」における評価

現地踏査により地形、地質、変状等の状況を確認して安定度調査表を作成し、その結果を参考として点検技術者が総合評価(「要対策」「カルテ対応」「対策不要」)を行う 【技術者判断】

道路防災点検の技術は道路土工構造物の点検(特に切土のり面の点検)に十分役立つ

# 道路土工構造物点検の対象範囲

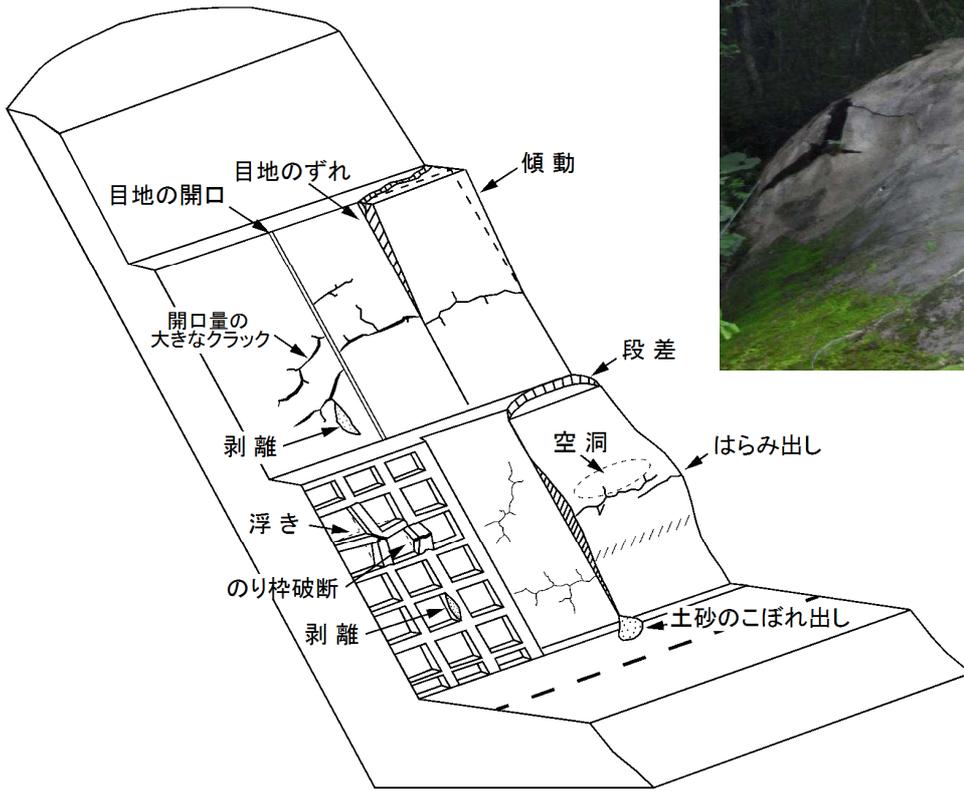
被災形態が同一のり面内で異なる場合のイメージ



※1 被災形態が同一のり面内で異なる場合や、記録の整理方法を考慮する場合などは、適当な区間で分割してよい。

※2 自然斜面がのり面の崩壊に影響を及ぼす要因である場合や、のり面の崩壊に伴う変状がのり面周辺の自然斜面にあらわれる場合などは、自然斜面を含む区域を点検対象とすることが望ましい。

# 構造物点検の対象現象の例



構造物の劣化異常の例(切土のり面)

## 判定区分

表-2 特定土工点検における診断での判定区分(参考)

判定区分	判定の内容
I 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合(道路の機能に支障が生じていない状態)
II 経過観察段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合(道路の機能に支障が生じていないが、別途、詳細な調査の実施や定期的な観察などの措置が望ましい状態)
III 早期措置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合(道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい状態)
IV 緊急措置段階	変状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合(道路の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態)

# GEOTECHNICAL ASSET MANAGEMENT Implementation Concepts and Strategies

Publication No. FHWA-CFL/TD-13-003

January 2013



Central Federal Lands Highway Division  
12300 W. Dakota Ave.  
Lakewood, CO 80228

米国では、「地盤工学的アセットマネジメント」(GAM)と呼ばれる手法が、州道路等で活用されつつある。

これは、土工構造物や法面の性能(防災性能を含む)を道路の性能の一つとして評価し、投資効果が最大になるように長期的に管理する手法。

日本も、このような方向に？

FHWA内の組織(CFLHD)による  
GAMの現状に関する技術報告  
(Bessely,2013)

構造物の  
健全性

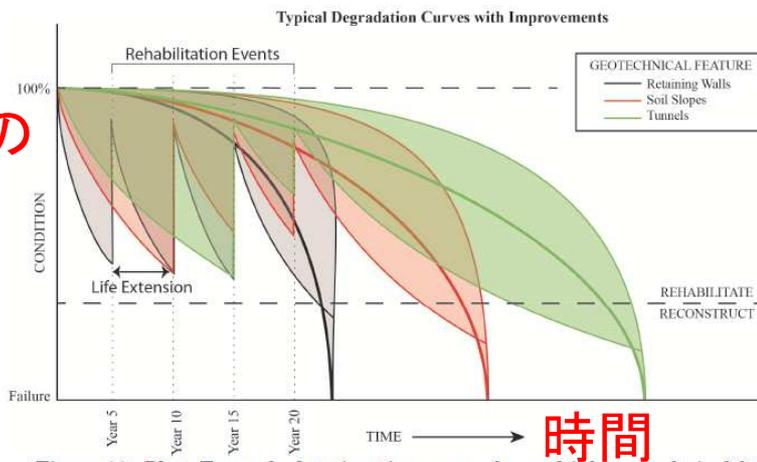


Figure 11. Plot. Example deterioration curves for multiple geotechnical features in a single asset management classification.

費用

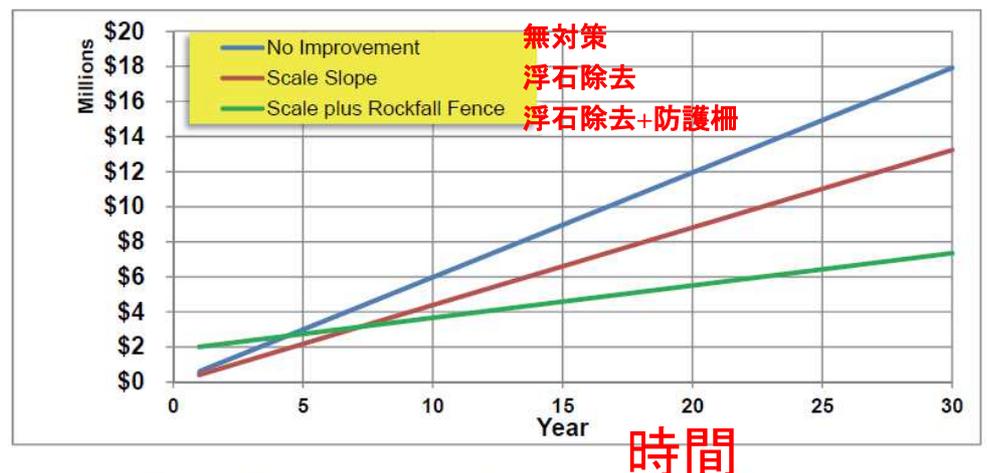


Figure 15. Graph. Example life-cycle analysis for rockfall site.

(Bessely,2013による)

# GAMの一種(USMP)におけるサービス目標の内容

(Stanley and Pierson,2011)

1	斜面災害による <b>通行止め数</b> を限られた数に抑えること
2	不安定斜面に対する適切な <b>監視と道路パトロール</b>
3	不安定斜面に起因する通行止めの <b>迅速な解除</b> 。3,000平方ヤードより小さな災害に対し、対策無しでも危険性がなければ8時間以内に解除。
4	地域の <b>地盤工学関係部署(職員)への迅速な報告(24時間以内)</b>
5	緊急性の低い事故や1時間以上の通行止めへの <b>地盤工学担当者の迅速な対応(7日以内)</b>
6	怪我、道路閉鎖、公的資産被害など、 <b>緊急性の高い災害</b> に対する24時間以内の出来るだけ早期に <b>地盤工学スタッフが対応(24時間以内)</b>
7	目標達成を支援するために頻繁に <b>USMPの現場を再評価</b> し、USMPデータベースへの <b>新しいデータの更新</b> により、USMPのDBを維持すること
8	道路のサービス性能や安全性に影響を与える不安定斜面の状態や連邦交通部の労力に関する <b>公的な認識を向上</b> させること
9	不安定斜面に関する <b>処理コストを縮減</b> させること

## USMPの目標、サービスレベル、性能計測方法、評価方法(その1)

Applicable Goals and Policies	Level of Service	Performance Measures	Method of Evaluation
安全、効果的な運用・管理、システム保全と資産状態、モビリティや信頼性	サービス1: 斜面災害による通行止めを限られた数に抑えること	地域・年当たりの不安定斜面の対策・縮減数	25年間における各地域でのA及びBランクの対策必要な不安定斜面に対する年当たりの対策完了斜面数の規定累積数
Safety, Efficient Management and Operations, System Preservation & Asset Condition, System Mobility & Reliability	サービス2: 不安定斜面に対する適切な監視と道路パトロール	不安定斜面に対して、監視対象斜面の <b>維持管理・対応部署(M&amp;O)</b> が費やした時間ならびに道路パトロールに費やした時間	地区M&Oの単位不安定斜面区間長当たりの斜面パトロール時間(?)
Safety, Efficient Management and Operations, System Preservation & Asset Condition, System Mobility & Reliability	サービス3: 不安定斜面に起因する通行止めの <b>迅速な解除</b> 。3,000平方ヤードより小さな災害に対し、対策無しでも危険性がなければ8時間以内に解除する。	斜面崩壊による <b>通行止め時間</b>	地区M&O・年当たりの通行止め時間
Safety, Efficient Management and Operations, System Preservation & Asset Condition, System Mobility & Reliability	サービス4: 地域の <b>地盤工学関係部署(職員)への迅速な報告</b>	8時間以上の通行止めや人身災害等に対し、事故から報告までの時間 incident and notification of Geotechnical personnel.	当該災害に対する地区M&O・年当たりの24時間以内の報告回数
Safety, Efficient Management and Operations, System Preservation & Asset Condition, System	サービス5: 緊急性の低い事故や1時間以上の通行止めへの <b>地盤工学担当者の迅速な対応</b>	緊急性の低い事故に対し、 <b>地盤工学技術者が7日以内</b> に現場確認 the event.	地区M&O・年当たりの地盤工学技術者による現場確認日数

Table 4 - Levels of Service and Performance Measures for USMP

## サービスレベルの評価ランク

LOS Number Grades of Service	LOS Grade	Explanation
A	Excellent	100% compliance with service criteria
B	Good	95% - 100% compliance with service criteria
C	Adequate	90% - 95% compliance with service criteria
D	Poor	80% - 90% compliance with service criteria
F	Unacceptable	< 80% compliance with service criteria

## 米国等の地盤工学的アセットマネジメント まとめ

1. 長期的なポリシー、目標を設定
2. 防災性能管理は「サービス」
3. 点検・補修だけでなく、災害対応等も含めた「運用管理」体系
4. データ蓄積・更新・改善型の管理体系
5. リスクや長期劣化予測を対策優先度に考慮
6. 公共の意見・評価を取り入れる体系
7. 地質(地盤工学)技術者が主体的・全体的に関わる体系

## ⑥ リスクマネジメント -今後検討が必要な点-

### 1. 災害リスクの明確化

- 降雨量と災害リスクの関係（ゲリラ豪雨）
- 震度と災害リスクの関係（東南海地震等）
- 老朽化と災害リスクの関係
- 地形地質等と災害リスクの関係（活断層等）  
(調査や予測の不確実性があるがチャレンジ！)

### 2. リスクへの対応

- 点検による災害リスク軽減の効果（点検のB/C）
- 対策による災害リスク軽減の効果（対策のB/C）

## まとめ

- ・防災点検は一定の効果を上げたが、点検から漏れる災害も。  
→近年の災害事例に学ぶ姿勢が重要。
- ・通行規制区間外の災害も多い。  
→通行規制区間外にも注意を。
- ・点検のポイントは、地形、地山の変状、構造物の変状、水など。  
→変状を「関連づけ」て、災害の原因・機構を突き詰めることが適切な応急対策・恒久対策につながる。
- ・既存の点検に加え、下記の工夫により、信頼性の高い点検に。
  - ①災害特性や地域特性にあった点検
  - ②ハザードマップの活用
  - ③データ蓄積型の点検
  - ④点検時のデータ活用
  - ⑤老朽化・劣化への着目（アセットマネジメント）
  - ⑥リスクマネジメント