

# 北海道における 最近の道路災害の特徴

- (1) 岩盤斜面の経年変化・劣化
- (2) 降雨による広域的災害
- (3) 古い地すべり斜面の再変動
- (4) 地震時・地震後の岩盤崩壊
- (5) 点検に役立つ資料

(「北海道の地すべり2012」にもとづく)

## (1) 岩盤斜面の経年変化・劣化

- 1996年2月10日の豊浜トンネル坑口岩盤崩落以来、岩盤内の不連続面の伸展・連結や開口など経年変化や劣化による岩盤崩壊が頻発している
- 変動微地形、クリープ変形、凍結による亀裂開口などに注意が必要とされている

(北海道の地すべり2012, 16p)

## (1-1) 岩盤斜面の崩壊の事例(1)

- 大規模な岩盤崩壊には次のようなものがある。
  - 1981(昭和56)年12月9日:国道231号雄冬岬トンネル留萌側坑口。高さ120m, 幅100m, 厚さ20m。
  - 1987(昭和62)年6月9日:国道39号層雲峡天城岩。死者3名, 重軽傷者6名。
  - 1996(平成8)年2月10日:国道229号豊浜トンネル古平側坑口。死者20名。
  - 1997(平成9)年8月25日:国道229号第二白糸トンネル瀬棚側坑口。崩壊岩塊の体積は65,000m<sup>3</sup>。
  - 2001(平成13)年10月4日:国道330号北見市北陽岩盤崩壊。切土斜面と背後の自然斜面。高さ70m, 幅40m, 奥行き100m, 最大深さ13m。2名死亡。

## (1-1) 岩盤斜面崩壊の事例(2)

- 2003(平成15)年9月26日:国道336号広尾町ほしば覆道。高さ90mのホルンフェルスの斜面が崩壊。直接の原因は、2003年9月26日の十勝沖地震。
- 2003(平成15)年10月1日:道々静内中札内線岩盤崩壊。高さ100m, 幅50mで崩壊。地震の後遺症。
- 2004(平成16)年1月13日:国道336号庶野岩盤崩壊。高さ100m, 幅90m, 最大厚さ17mで、崩壊土量42,000m<sup>3</sup>。
- 2004(平成16)年5月18日:道々知床公園線北浜覆道相泊側出口の岩盤崩壊。高さ20m, 幅10m。

## (1-2) 岩盤崩壊の原因

- ◇これらの岩盤崩壊の原因として、継続的な雨や地震がある。
- ◇一方、原因のはっきりしない崩壊がある。これらは、分離面となる亀裂が年月をかけて進展したためと考えざるを得ない。予測が困難である。
- ◇海岸沿いの岩盤斜面では、縄文海進時の海食洞が斜面下部に形成されていることがある(北浜覆道など)。
- ◇新期の溶岩や火砕岩類では、下位の基盤岩類が劣化している場合がある(天城岩など)。

## (1-3) 道路防災点検での留意点

- このような岩盤崩壊の発生場所、発生時期、発生規模を推定するのは非常に難しい。
- 崩壊した跡を見てみると、背後あるいは側部の不連続面に注意することがポイントのようである。
- また、海岸沿いでは、北浜覆道のように過去の海食による斜面下部の空洞に注意が必要である。

## (1-4) 経年変化・劣化の例(1)

### -豊浜トンネル岩盤崩壊-



(崩壊後の岩壁をゴンドラで調査中)

2013北海道における最近の道路災害

- ◇ 1984(昭和59)年竣工
- ◇ 岩盤崩壊は竣工から12年後に発生
- ◇ 岩盤中の亀裂進展の要因は
  - 1) 岩石特性
  - 2) 地下水流入
  - 3) 自重・地下水圧
  - 4) 氷結圧

6

## (1-5) 経年変化・劣化の例(2)

### -北浜覆道の岩盤崩壊-



(写真: 明治コンサルタント(株))

2013北海道における最近の道路災害

- ◇ 1986(昭和61)年供用
- ◇ 18年後の2004年5月18日に崩壊
- ◇ 崩壊原因は引張破壊による亀裂進展
- ◇ 地質はハイアロクラスタイトと凝灰質細礫岩
- ◇ 斜面下部に古い海食洞

7



## (2) 降雨による広域的災害

- 台風や低気圧による降雨で広域的に斜面災害が発生する事例が増加している。
- 道東の太平洋側を除き全道で日降水量30mm以上の発生率増減率が+45%以上の地域が多くなっている。
- 特に、台風と停滞前線が重なった場合、斜面災害が発生しやすくなっている。
- この場合、前線に沿って降雨域が広がるため、広域的な災害が発生しやすくなる。

2013北海道における最近の道路災害

8

### (2-1) 降雨による広域的災害 -日高地方-



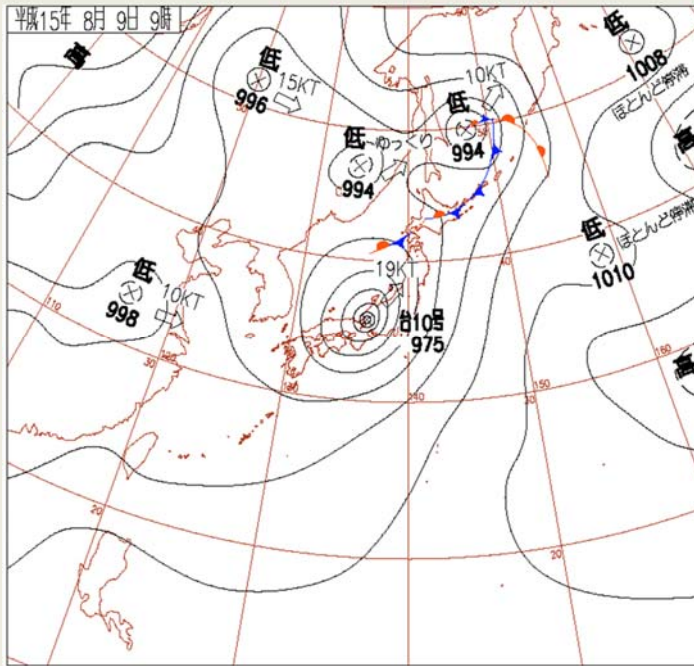
2003年8月9日-10日高地方斜面崩壊多発

(写真:2003年8月10日 (株)シン技術コンサル撮影)

2013北海道における最近の道路災害

9

## (2-1) 降雨による広域的災害 -日高地方-



(気象庁ウェブサイトより)

- 2003年8月9日の天気図
- 北海道の北に低気圧があり本州中部に台風10号がある。前線が北海道中央部を東西に貫いている。
- 台風は8月10日午前2時頃に襟裳岬付近に上陸した。その頃には雨は収まっていた。
- 2003年8月9日から10日にかけて日高地方に総降水量400mmを越える大雨が降った。
- この地方の平均的な年降水量は1,100mmほどであるから、ほぼ4ヶ月分の雨が2日間で降ったことになる。

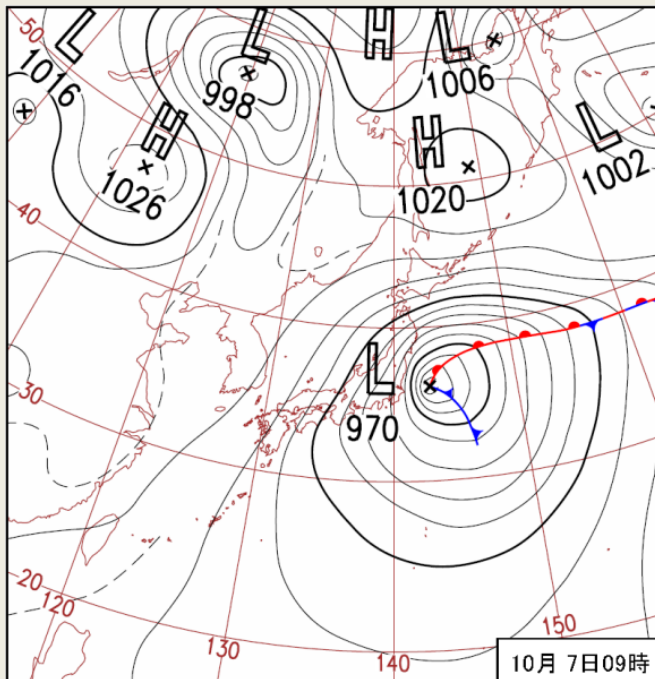
## (2-2) 降雨による広域災害 -北見地方-



北見市端野町豊美仁頃川左岸地すべり

(写真：2006年10月12日 北見工業大学伊藤陽司氏撮影)

## (2-2) 降雨による広域災害 -北見地方-



(気象庁ウェブサイトより)

- 2006年10月7日午前9時の天気図
  - この低気圧は北見地方を集中攻撃するように雨を降らせた。
  - 10月の平年降水量の300%の降水量であった。

2013北海道における最近の道路災害

12

## (2-3) 道路防災点検での留意点

- 広域的な集中豪雨で注意する点は次のとおりである。
  - 沢状の集水地形の盛土
  - 盛土や擁壁の排水施設の機能低下
  - 古い地すべりの末端付近の活動
  - 管理区域外で発生する土石流
  - 深層崩壊: 木が育ってきて、表層崩壊が減っているという指摘がある

2013北海道における最近の道路災害

13



## (3) 古い地すべり斜面の再変動

- 供用中の道路に被害をもたらす地すべりの大部分は、古い地すべりの再変動と言って良い
- このような箇所を抽出するには、「**地すべり活動度評価手法マニュアル**」(2013, 地質研究所)が役に立つ
  - この手法では、AHP法を用いて解析した北海道の地すべり活動度を点数で評価する
  - ここに示された点数は北海道全域、地すべりのタイプ、地形・地質条件などに関係なく適用することができる
  - 用いる場合の注意点は
    - 1) 基本的に空中写真判読技術に左右される
    - 2) 3人程度の複数の人間で評価して相互に補う

2013北海道における最近の道路災害

14

### (3-1) 古い地すべり斜面の再変動 -霧立地すべり-



- 2012年4月26日に国道239号で発生
- 規模は、幅215m, 奥行き175m, 土量600,000m<sup>3</sup>
- 古丹別川へ移動土塊が押し出した。
- 急激な融雪が原因
- 幅約600m、奥行き約1,200mの大規模な地すべりの末端

(写真:寒地土木研究所・倉橋稔幸氏撮影)

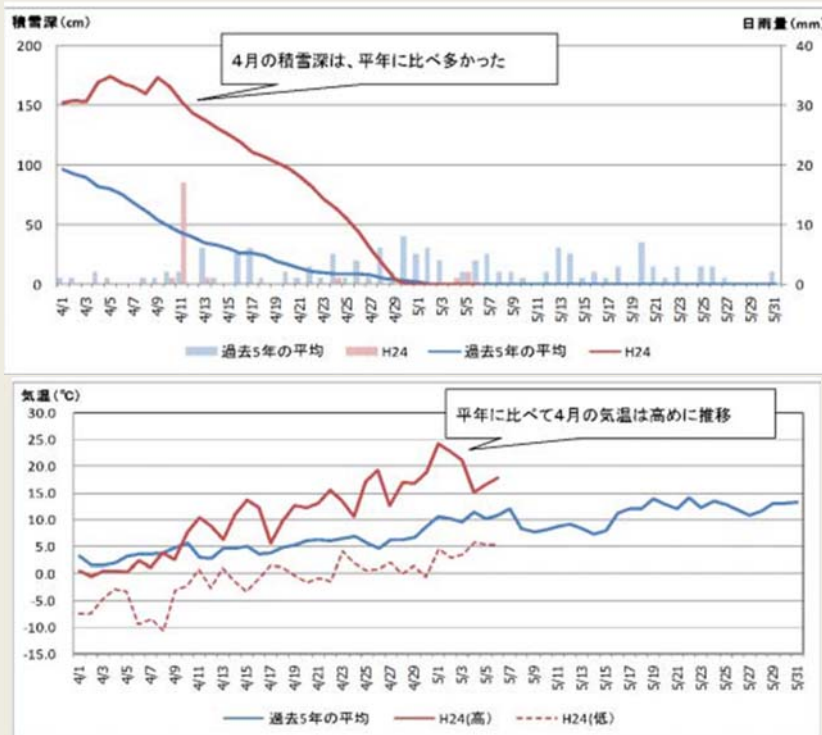
(北緯44度12分32秒,  
東経141度54分38秒)

2013北海道における最近の道路災害

15



## (3-1) 霧立地すべり発生時の気象条件



- 4月10日ころから融雪が進み20日前後に積雪深が0となった。
- 地すべり発生地点が古丹別川の攻撃斜面となっていることも地形的素因となっていた。
- 構成地質は中期~後期中新世の古丹別層の礫岩・砂岩・泥岩の互層

([www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/giken/h24giken/.../AA-24.pdf](http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/giken/h24giken/.../AA-24.pdf))

2013北海道における最近の道路災害

16

## (4) 地震時・地震後の岩盤崩壊

- 1993年7月12日の北海道南西沖地震や2003年9月26日の十勝沖地震では、斜面災害が多く発生
- さらに、地震後ある程度の時間が経ってから崩壊した事例がある
- これらの崩壊の特徴
  - 凸型斜面で発生している
  - 斜面上部のみが崩壊している事例が多い

2013北海道における最近の道路災害

17

## (4-1)地震による岩盤崩壊

### 1993年7月12日 奥尻島の岩盤崩壊



- 北海道南西沖地震による奥尻島西海岸の岩盤崩壊
- 岩峰状の岩塊が分離して崩壊
- 転石が待ち受け擁壁を破壊
- 残った岩塊にはジグソークラック

2013北海道における最近の道路災害

18

## (4-2)地震関連地すべり

### -ほしば覆道-



- 2003年9月26日の十勝沖地震による
- 高さ90mの崖が幅20mにわたって崩壊
- 道路の被害は無し

(写真:寒地土木研究所・伊東佳彦氏)

2013北海道における最近の道路災害

19

## (4-3) 地震関連地すべり - 静内ダム湖右岸 -



(写真: 寒地土木研究所・伊東佳彦氏)

2013北海道における最近の道路災害

- 十勝沖地震の5日後に発生
- この付近の震度は6弱
- 地震で緩んだ岩盤がその後の降雨で崩壊

20

## (4-4) 道路防災点検での留意点

- 斜面上部の尾根上の部分で崩壊が発生するのが地震による崩壊の特徴
- 点検に際しては凸状の地形に注意が必要
- 斜面の地質構成と背後の亀裂の状態を十分に点検



## (5) 点検に役立つ資料

- ◇ 地すべり学会北海道支部、2012, 北海道の地すべり2012
  - ❖ 1996年以降の北海道の地すべりについてまとめたものである。
- ◇ 地すべり学会北海道支部、1999, 北海道の地すべり'99
  - ❖ 北海道の斜面災害について1640年の駒ヶ岳山体崩壊以降をまとめたものである。
- ◇ 寒地土木研究所、2010, 写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル(案)
  - ❖ 普通のデジタルカメラで撮影した二つの画像を使って斜面の変動を検出する方法について述べたものである。
- ◇ 寒地土木研究所、2010, 雪崩現象の基礎に関する技術資料(案)
  - ❖ 雪崩現象の基礎的な知識と積雪期における道路付近の雪崩発生の予兆, 雪崩対策施設の状況観察の着眼点, 応急対策についてまとめたものである。
- ◇ 寒地土木研究所、2011, 道路吹雪対策マニュアル(平成23年改訂版)
  - ❖ 吹雪対策の基本的考え方から吹雪対策調査までを述べたものである。特に, 資料編の「吹雪に関する基礎知識」は, 点検での着目点を考える上で参考になる。
- ◇ 地質研究所、2013, 土砂災害軽減のための地すべり活動度評価手法マニュアル
  - ❖ 空中写真判読によって北海道の地すべりの活動度評価を行う手法の解説である。北海道内のすべての地すべりに適用できる。

## 「北海道の地すべり2012」



# 地すべり活動度評価手法マニュアル

北海道総合研究機構 地質研究所(2013)

再活動地すべり

氏名

地区名：(「本岐」100-183) 整理番号：KitamiAioi-1

実体視空中写真、地形図および微地形判読図

地すべり活動度評価チェックリスト

(撮影年次：1989年 写真番号：89-32 C13-21, 22 縮尺：1/16,000)

直感危険度 高 ⇄ 中 ⇄ 低

| 観察アイテム                                           | 高い ← 活動度 → 低い                                                        | AHP    |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| A. 地すべり<br>(特徴的地形)                               | 粘性土すべり... 崩壊土すべり... 風化岩すべり<br>(ex. 流動地・圧縮丘) (ex. 崩壊地) (ex. 崩壊地・溝状凹地) | 4.3    |
| B. 発達過程                                          | 亀裂・収縮多発<br>(微地形多発) ← ブロック未分化<br>→ ガリーの侵入 → 開析谷の発達<br>(地すべりの消滅)       | 12.2   |
| C. 不動域/滑り崖                                       | 後背亀裂有 崩壊壁のみ有 進行斜面化 ガリーの伸長 全体が従順化                                     | 1.1    |
| D. 滑り崖/移動体                                       | 左記地形のみ 崖壁あり 大規模な崖壁 滑り崖・崖壁・移動体が連続                                     | 1.9    |
| E. 移動体内部の<br>微地形の鮮明さ                             | 亀裂あり・植生異常 微地形境界が鮮明 境界が不鮮明 微地形境界の消滅                                   | 6.9    |
| F. 移動体の前面                                        | 前面に崩壊 移動体のみ ガリー・沖積層あり 地表の従順化 移動体前面消失                                 | 6.9    |
| G. 移動体の傾斜<br>地形図から読み取る                           | 急傾斜 おおむね10~20° 緩傾斜                                                   | 6.1    |
| H. 地すべり平面形状                                      | 下に開く ... 上下等幅 ... 下に閉じる・ボトルネック                                       | 1.0    |
| I. 移動体下部の<br>縦断面形状                               | 凸型(convex)斜面<br>(不安定物質多い) 中間 凹型(concave)斜面<br>(不安定物質少ない)             | 5.5    |
| J. 地すべり末端の<br>浸食環境                               | 末端が ... 河川・海岸に ... 沢・海岸に面して<br>河川攻撃斜面 面する 面する                        | 9.7    |
| 地すべり移動体内<br>特記すべき小ブロック                           | あり なし (位置および全体との関係 写真右端の小ブロック)<br>不安定                                |        |
| その他の事項：周囲から水の入込みやすい地形、すべり面の形状、末端河川の屈曲、対岸の崩壊などの記述 |                                                                      |        |
| AHP評価合計点                                         |                                                                      | 55.6 点 |

2013北海道における最近の道路災害

24

## 岩盤崩壊の資料の一例

❖ 寒地土木研究所, 2010, 写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル(案)

- ❖ 道路巡回や道路防災カルテ点検などの道路斜面を対象とした点検で用いる
- ❖ 民生用デジタルカメラを用いた写真計測技術
- ❖ 点検精度の向上

- ❖ ここで扱う写真計測技術は、
- ❖ ・ 測量に関する特別な知識を必要としない
- ❖ ・ 通常の点検に用いる機材を使用する
- ❖ ・ 可能な限り、特殊なソフトウェアを利用しない

❖ ウェブサイトからダウンロード可能である

2013北海道における最近の道路災害

25

# 雪崩の資料

## ◇ 寒地土木研究所，2010，雪崩現象の基礎の関する技術資料(案)

- ❖ 雪崩現象の基礎的な知識と積雪期における道路付近の雪崩発生の予兆，雪崩対策施設の状況観察の着眼点，応急対策についてまとめたもの

## ◇ 寒地土木研究所，2010，北海道の地域特性を考慮した雪崩対策の技術資料(案)

- ❖ 主に雪崩防止策のすり抜け現象について現段階での対策を述べたもの

# 地吹雪に関する資料

## ◇ 寒地土木研究所，2011，道路吹雪対策マニュアル(平成23年改訂版)

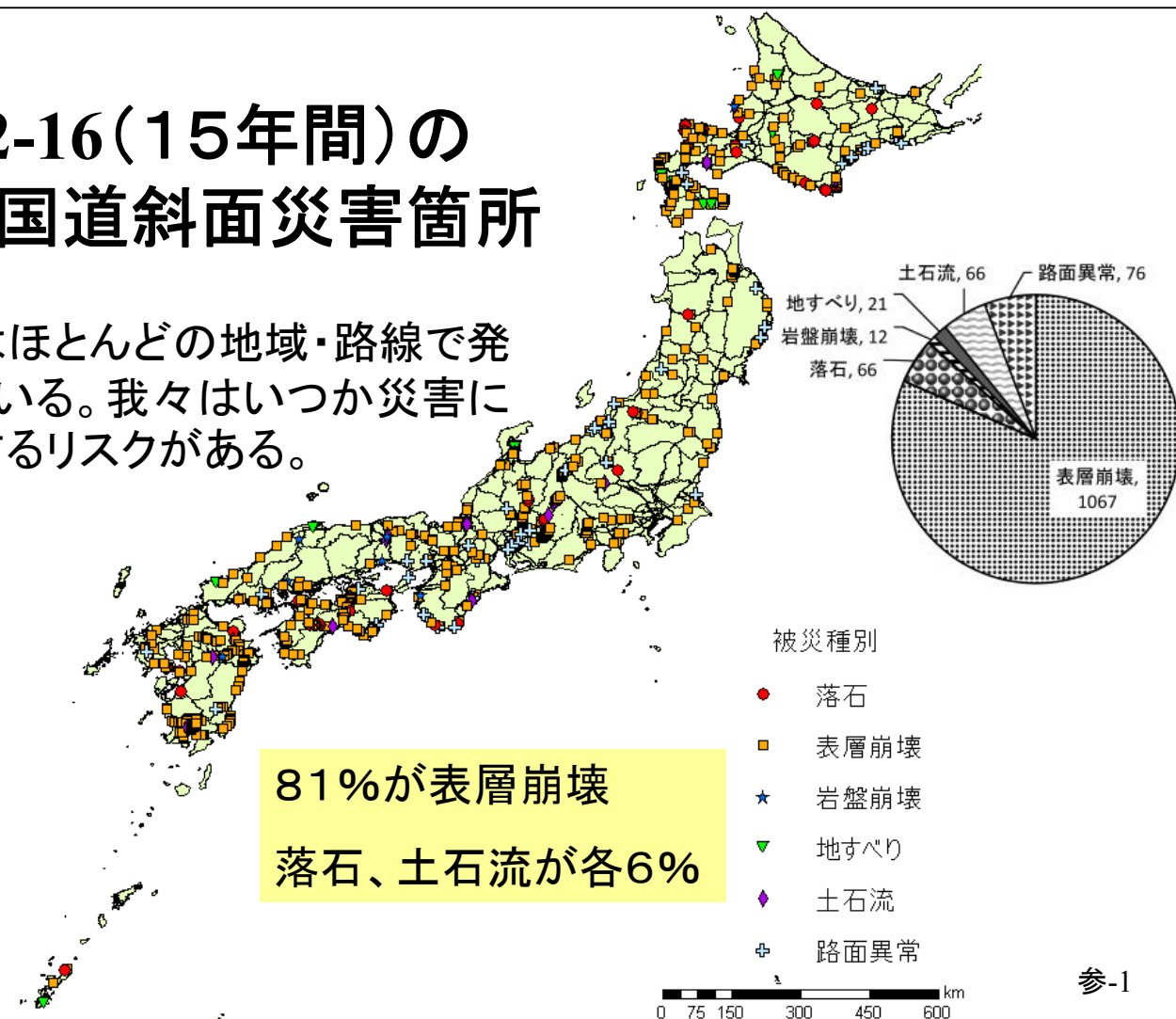
- ❖ この本の資料編に，吹雪に関する基礎知識が述べられている。
- ❖ 北海道は本州に比べ，雪が乾いているのが特徴である。



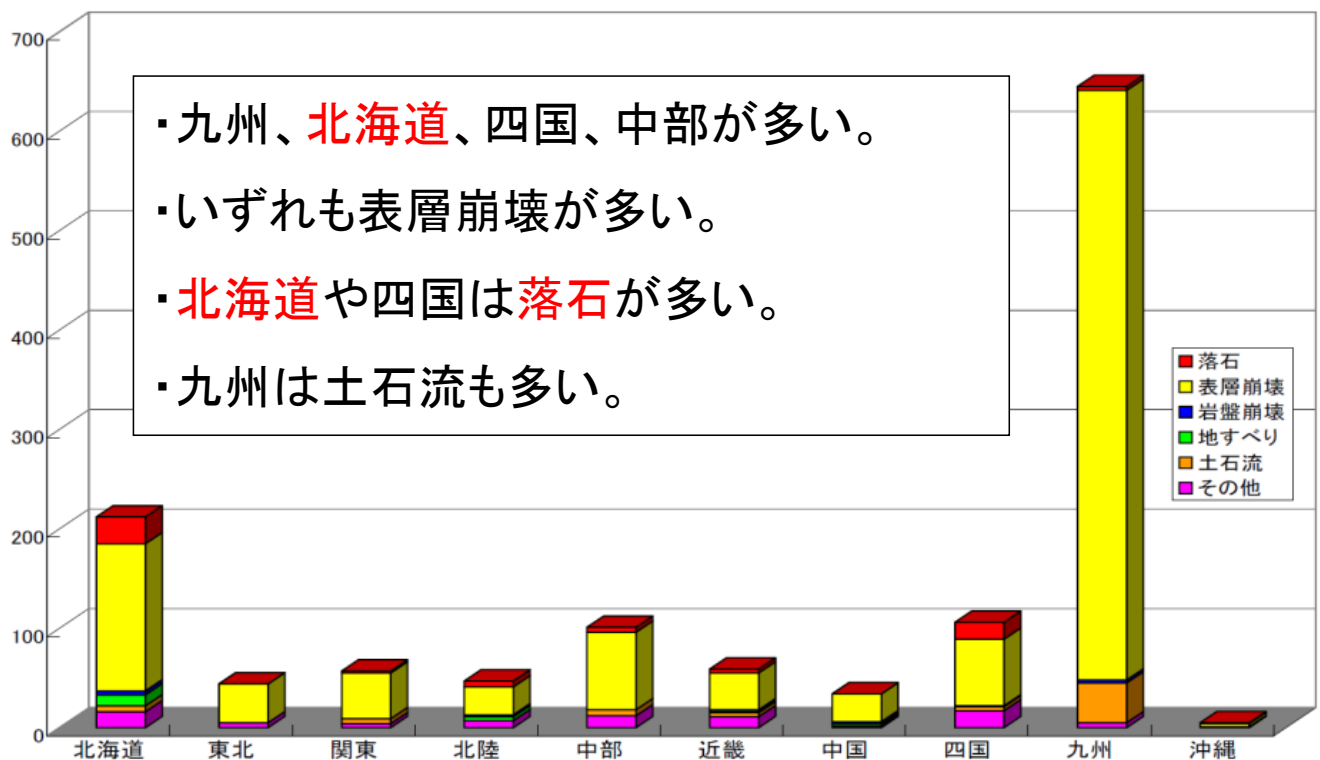
# 災害統計から見た 災害実態とその影響 〔北海道〕

## H2-16(15年間)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。



# 地方毎の発生数(H2-16)



参-2

1. 履歴が多いのは積丹半島とえりも東海岸(ホルンフェルス)
2. 増毛町～石狩市, 岩内～寿都～島牧村等の日本海沿岸や支笏湖東岸(火砕岩・火山岩)がこれに続き, 音威子府村, 苫前町, 恵山周辺等にも履歴の集中地域がある。
3. 例えば, 積丹半島では、東半分では岩盤崩壊が目立ち、西半分は崩壊が目立つ。

大日向ほか(2012)<sup>4)</sup>

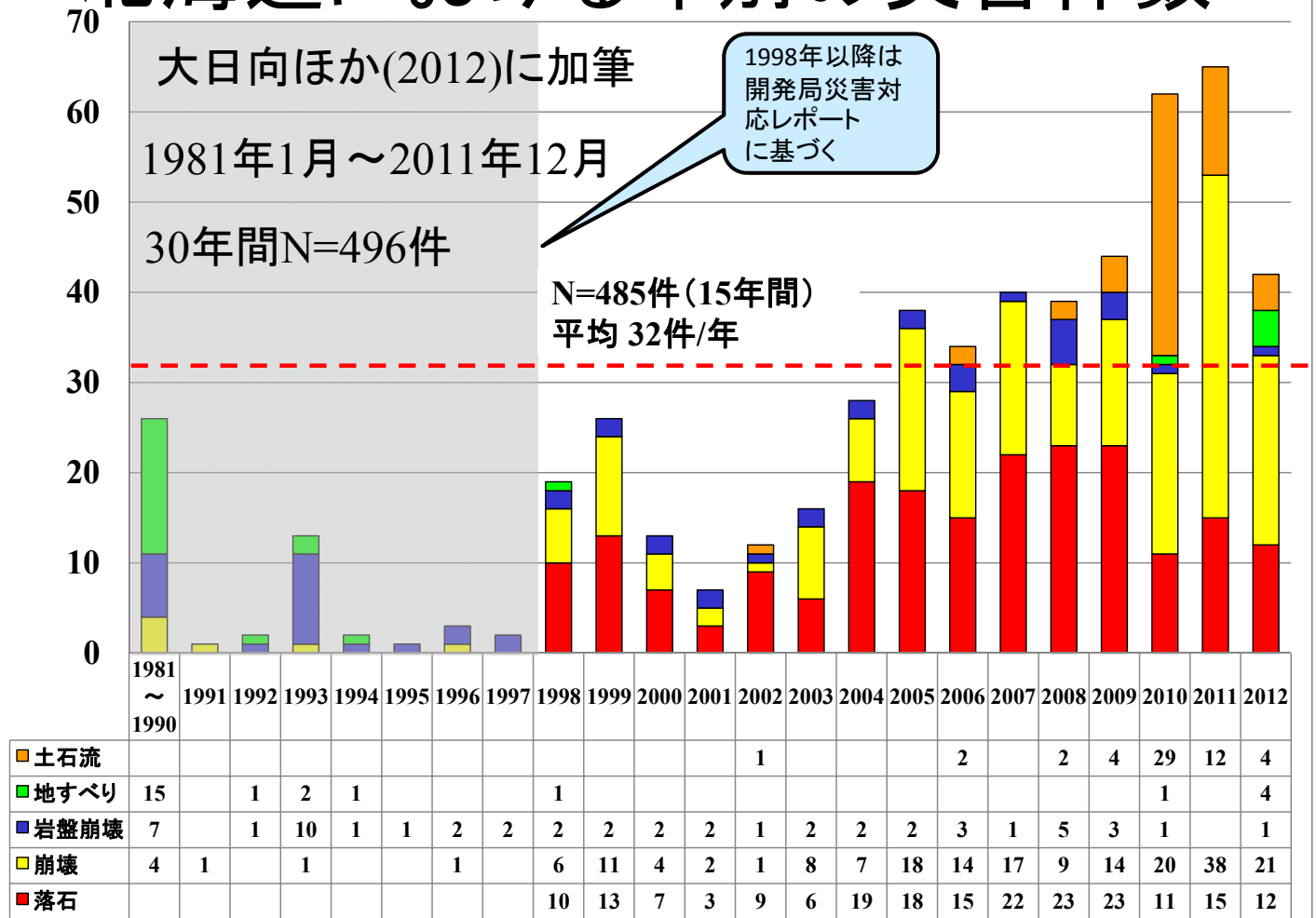
1981年～2011年

30年間  
N=496件

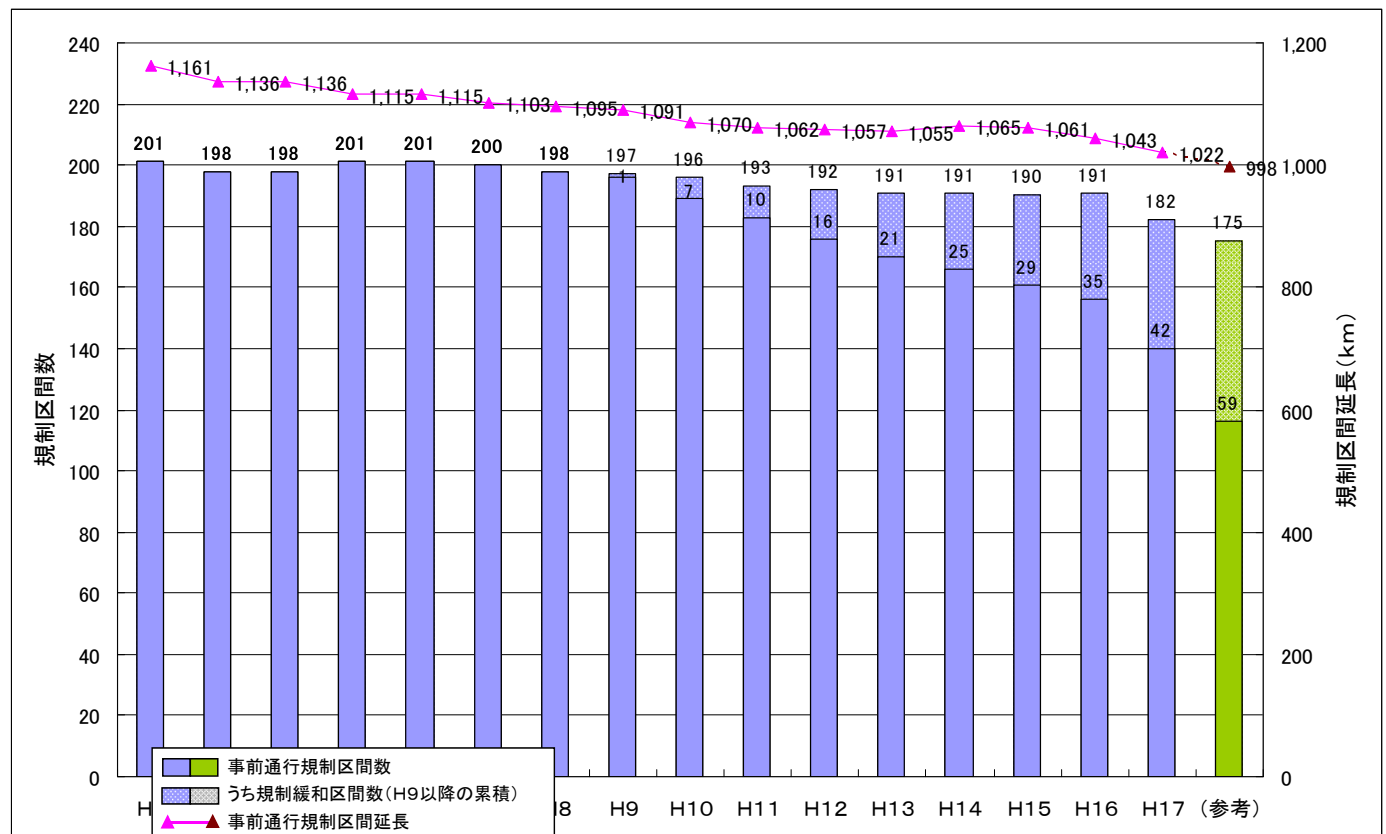


参-3

# 北海道における年別の災害件数



## 事前通行規制区間の状況の推移(H2以降)



なかなか規制区間の撤廃ができない。

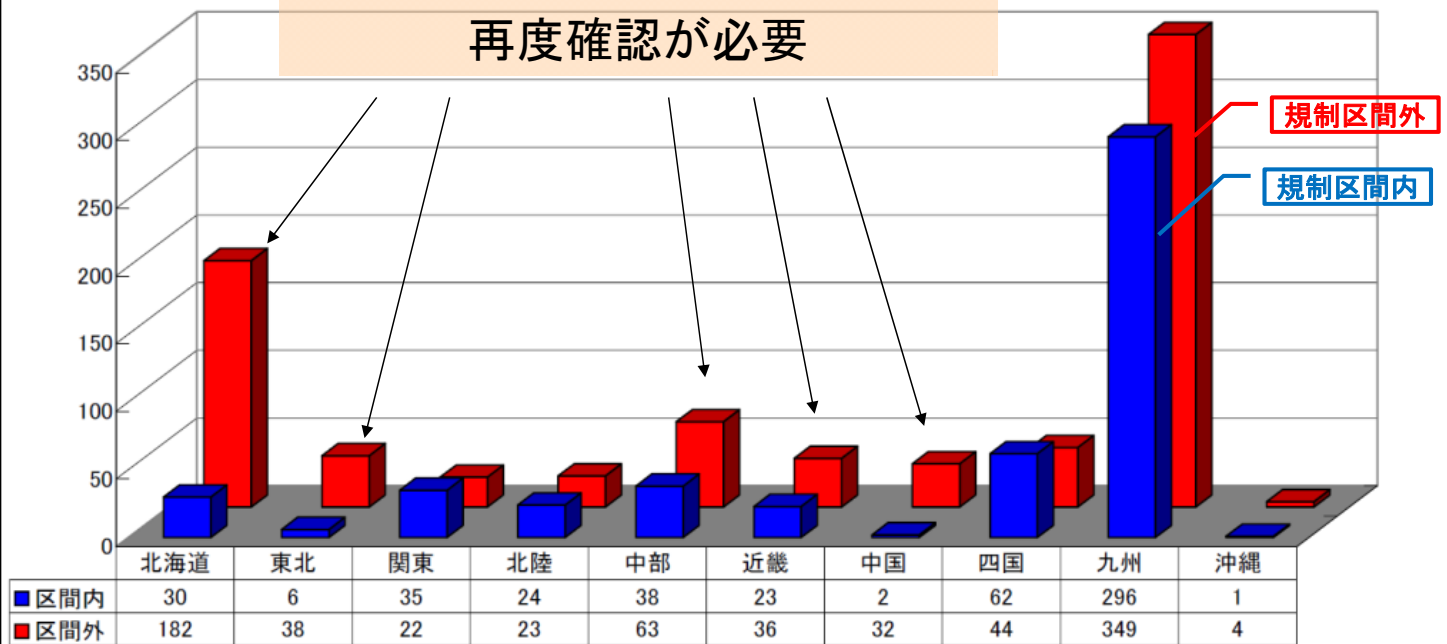
→適切な防災点検による監視が重要。



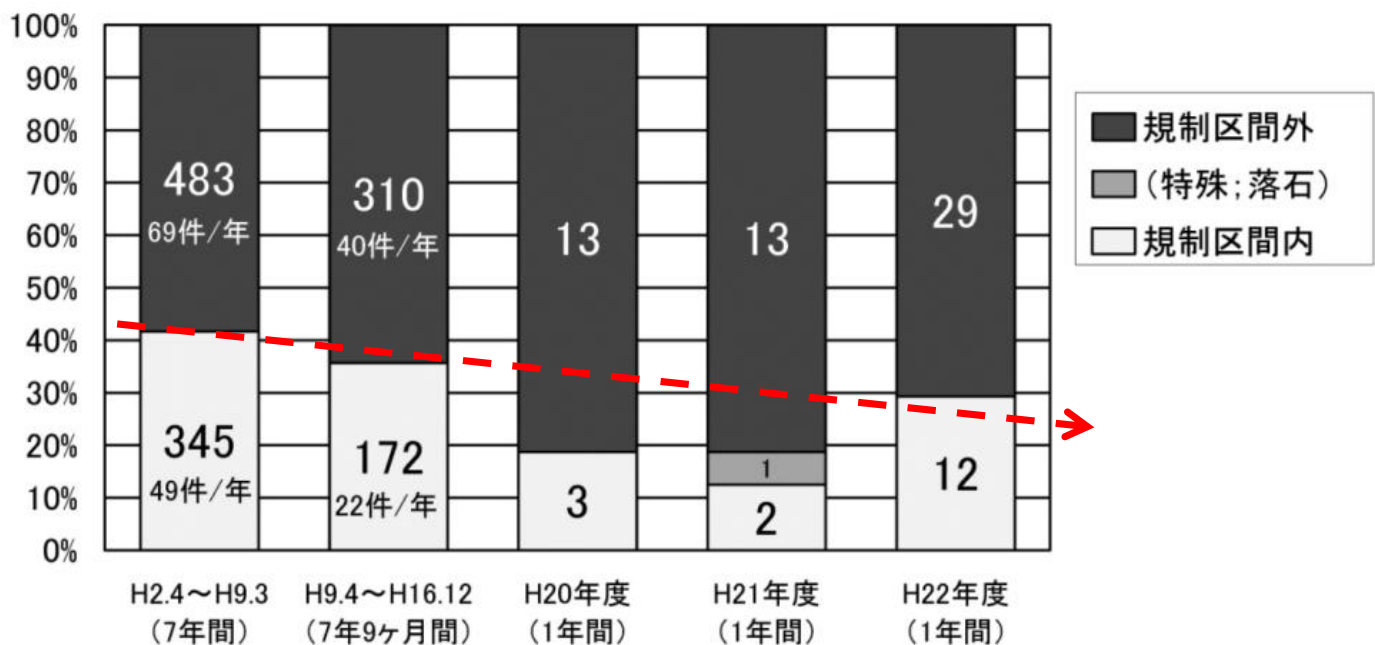
# 事前通行規制区間内外での災害数 (H2-16)

事前通行規制区間は妥当か？

再度確認が必要



参-6



事前通行規制区間内外での災害の推移  
→ 区間外がさらに増加？

参-7

# 北海道の事前通行規制区間

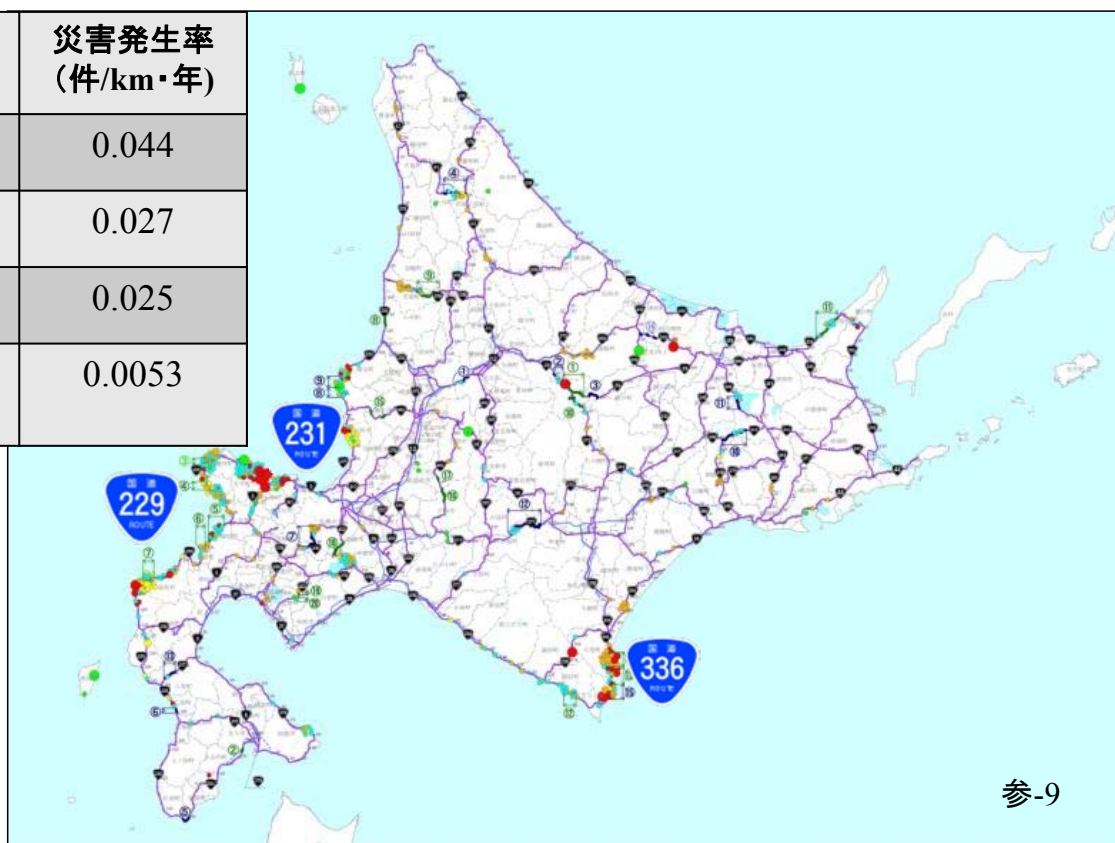
- 事前通行規制区間は11路線19区間ある。
- 連続雨量80-140mmで規制している。
- 特に災害が多いのは・・・

| 通行規制区間                                            |     |       |                   |        |                 |
|---------------------------------------------------|-----|-------|-------------------|--------|-----------------|
| 異常気象時に被害が発生する恐れのある地域で、事前に規制の基準を定めて（雨量等）通行規制を行う箇所。 |     |       |                   |        |                 |
| ■通行規制の基準（●印）（平成21年度）                              |     |       |                   |        |                 |
| No.                                               | 路線名 | 雨量    | 距離標               | 延長     | 理由              |
| ①                                                 | 39  | 100mm | KP 67.2～ 86.3km   | 19.2km | 地すべり、落石         |
| ②                                                 | 228 | 110mm | KP 14.2～ 16.5km   | 2.3km  | 落石、土砂崩落         |
| ③                                                 | 229 | 60mm  | KP 63.5～ 68.7km   | 5.2km  | 落石、土砂崩落、波浪      |
| ④                                                 | //  | 80mm  | KP 102.7～ 114.3km | 11.6km | 落石              |
| ⑤                                                 | //  | 100mm | KP 120.3～ 122.6km | 2.3km  | 落石、雪崩           |
| ⑥                                                 | //  | 80mm  | KP 173.5～ 179.6km | 6.1km  | 土砂崩落            |
| ⑦                                                 | 232 | 110mm | KP 111.6～ 116.5km | 4.9km  | 土砂崩落            |
| ⑧                                                 | 239 | 80mm  | KP 126.4～ 145.0km | 18.6km | 落石、地すべり、雪崩      |
| ⑨                                                 | 273 | 100mm | KP 58.0～ 70.0km   | 12.0km | 落石、河川氾濫         |
| ⑩                                                 | 334 | 140mm | KP 33.9～ 51.6km   | 17.7km | 土砂崩落、落石         |
| ⑪                                                 | 336 | 100mm | KP 15.1～ 23.2km   | 8.0km  | 落石、雪崩           |
| ⑫                                                 | //  | 80mm  | KP 60.4～ 72.0km   | 11.6km | 落石、土砂崩落、波浪、雪崩   |
| ⑬                                                 | //  | 120mm | KP 72.5～ 79.0km   | 6.5km  | 落石、土砂崩落、波浪、雪崩   |
| ⑭                                                 | 451 | 100mm | KP 18.4～ 23.4km   | 5.0km  | 土砂崩落、落石、雪崩、地すべり |
| ⑮                                                 | 452 | 100mm | KP 24.4～ 34.4km   | 10.0km | 落石、土砂崩落         |
| ⑯                                                 | //  | 100mm | KP 41.6～ 43.6km   | 2.0km  | 土砂崩落            |
| ⑰                                                 | 453 | 160mm | KP 21.7～ 33.7km   | 12.0km | 落石、土砂崩落         |
| ⑱                                                 | //  | 100mm | KP 99.2～ 99.7km   | 0.5km  | 落石、土砂崩落         |
| ⑲                                                 | //  | 100mm | KP 102.6～ 103.6km | 1.0km  | 落石、土砂崩落         |

参-8

# 北海道の国道全区間の災害発生率

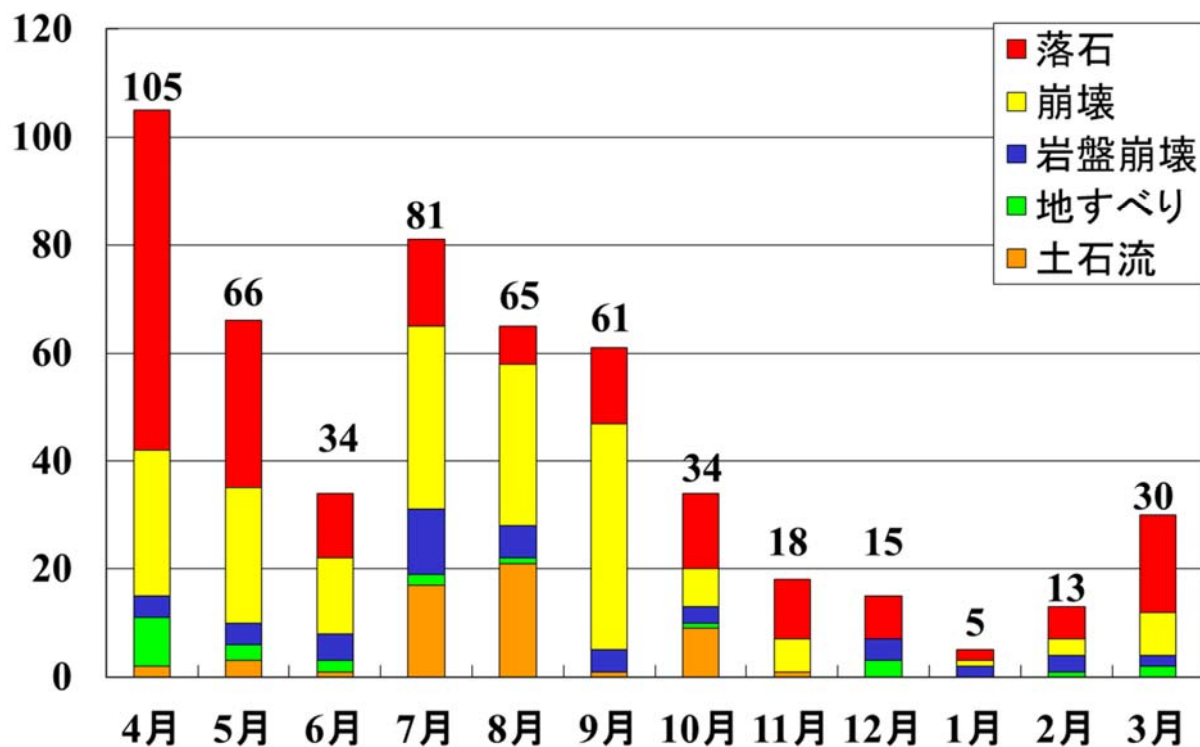
| 順位 | 路線  | 災害件数 | 災害発生率<br>(件/km・年) |
|----|-----|------|-------------------|
| 1  | 229 | 189  | 0.044             |
| 2  | 336 | 65   | 0.027             |
| 3  | 231 | 48   | 0.025             |
| 平均 | 全路線 |      | 0.0053            |



参-9

# 北海道の月別の斜面災害件数

※ 春(融雪期)と夏に多い傾向にある。



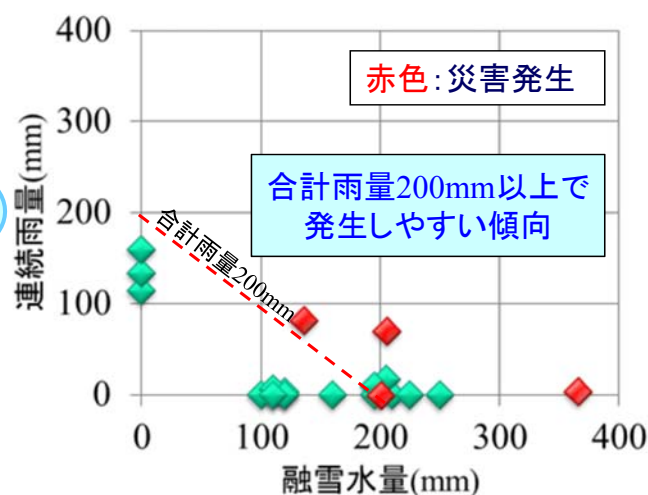
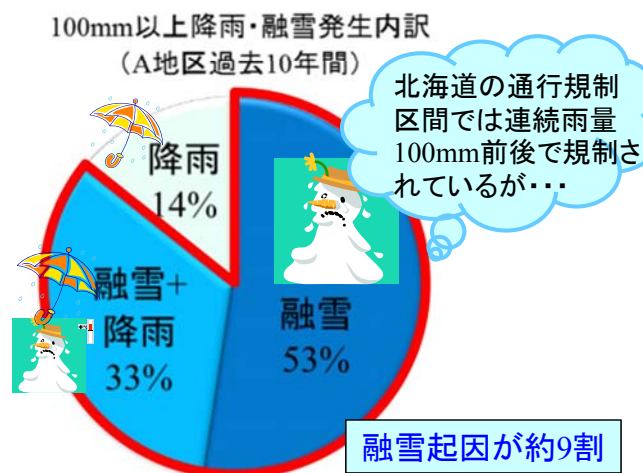
大日向ほか(2012) 参-10

## 過去10年間の融雪期道路斜面災害における連続雨量と融雪水量との比較

### (1) 融雪期の道路斜面災害の要因分析

既存の災害履歴データ等をもとに、地形地質、斜面の種類、災害形態、気象条件などと道路斜面災害との関係を解析する。

#### A地区の検討例



過去10年に記録された連続雨量(降雨+融雪)

雪面低下法により  
融雪1cmにつき降雨5mmとして換算

1. 降雨より、融雪のほうが、100mm超となる頻度をはるかに多い。
2. 融雪+降雨が200mm超の9例中4例で災害発生。

降雨だけでなく、融雪を加味した道路斜面の調査・点検が必要!

ただし、融雪水量の換算には課題あり

参-11