

4. 降雨等と土砂災害の関係

4.1 部会設置の目的と活動の概要

4.1.1 部会設置の目的・背景

気象庁の大雨警報・注意報基準値が平成20年5月28日13時から「土壌雨量指数」に変更になった。「土壌雨量指数」は、これまでの地上に降る雨の量で決まる24時間雨量と異なり、土壌中に溜まった雨の量に基づき、降雨時の土砂災害発生危険性を示す指標である。

一方、『大雨による土砂災害発生危険度が高まった時、市町村長が非難勧告等を発令する際の判断や住民の自主避難の参考となるよう、都道府県と気象庁が共同で発表する』（気象庁HP）とされる「土砂災害警戒情報^{*)}」の運用が平成20年3月から開始され、その発表基準として「土壌雨量指数」が使われている。

さらには近年、集中豪雨が増加し、土砂災害が頻発している現実があり、また、温暖化現象に起因するような、従来の出現確率を超える降雨量がみられるなどの現状がある。

こうした現状を踏まえ、当部会は、降雨と土砂災害の関係について調査し、北海道における今後の道路管理上の留意点などについて、地域特性も考慮して検討し、その成果を道路管理者へ提言することを目的とする。

^{*)} 土砂災害警戒情報は、土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所周辺の住民への避難を促す情報として市町村長が発令する避難勧告等に利用される。

4.1.2 検討の対象

ここで扱う土砂災害は、気象庁の「土砂災害警戒情報」の対象と同様に『土石流や集中的に発生する急傾斜地崩壊』（気象庁HP）とし、岩盤崩壊や山体崩壊、地すべりは対象としない。

4.1.3 活動の概要

活動は平成20年度から開始し、部会委員の構成および活動の概要は以下の通りである。

(1) 部会委員の構成

本部会は、以下の委員により構成される。

表 4.1 委員の構成

氏名	所属
木幡 行宏 (座長)	室蘭工業大学大学院 工学研究科 教授
中川 光弘	北海道大学大学院 理学研究院 教授
田中 洋行	北海道大学大学院 工学研究院 教授
田近 淳	独立地方行政法人 北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部地質研究所 地域地質部長

(2) 部会活動の概要

- ・平成20年度：既往資料の収集・整理
 1. 各機関における降雨による通行規制基準の現況整理（各地方整備局、JR、NEXCO）
 2. 降雨量、土壌雨量指数、既往の土砂災害、研究事例の収集など
- ・平成21～22年度：既往資料調査に基づき、土壌雨量指数と降雨強度の関係の検討、道路維持管理上の課題・留意点整理
- ・平成23～24年度：過去の土砂災害警戒情報発令時の災害発生状況から渡島半島地域および日高地域の災害現場を対象に斜面の土質や地形状況等の確認を行い、災害発生と地形・地質的特徴との関連性について検討

4.2 土壌雨量指数と土砂災害警戒情報

4.2.1 土壌雨量指数とは

土壌雨量指数とは、降った雨が土壌中にどの程度蓄えられているかを把握するための指数であり、タンクモデルと、非線形解析雨量から算出される。

時間降雨が弱くても長時間降雨が続くと数値が上がり、何日も前に降った雨（先行雨量）が斜面の安定性に影響している場合もある。

図 4.1 は、土壌雨量指数のイメージを説明したものである。自然地山に降り注いだ雨は、斜面下部に流出するまでに次の3つの成分に分けられる。

- ① 地表面を流れてすぐに流出するもの(表面流出)。
- ② 表層近くの土中に浸透し、一定時間をおいて流出するもの（表層浸透流出）
- ③ 浸透水が岩盤（母岩）にまで達して、②よりさらに長い時間貯留されたのち流出するもの（地下水流出）

土壌雨量指数は、これら①～③の流出成分を直列3段のタンクモデルとし、非線形解析雨量として算出するものである。

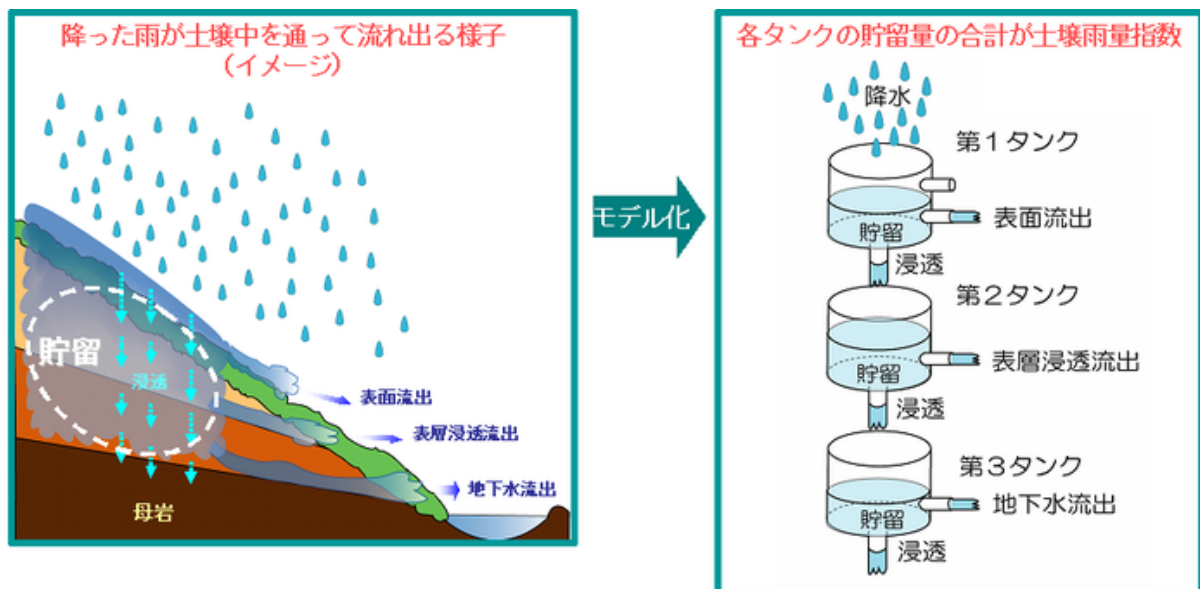


図 4.1 土壌雨量指数のイメージ（気象庁 HP より）

4.2.2 土砂災害発生危険基準線（CL）とは

土砂災害発生危険基準線（CL：クリティカルライン、以下 CL と呼ぶ）とは、土砂災害警戒情報を発表するための基準値のひとつで、過去に発生した土砂災害と発生時の降雨状況等を基に、これ以上の降雨があった時には土砂災害が発生してもおかしくない境界を示したものである。

CL の設定は、「国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法（案）」（平成 17 年 6 月 国土交通省河川局砂防部 気象庁予報部 国土交通省国土技術政策総合研究所）において提案されている手法をもとに行われている。

都道府県と気象庁が、過去の降雨状況と災害履歴から 5km メッシュに区切って地域を設定し、各地域の CL を算出して、各都道府県の HP で公開されている。

公開されている CL は、おおよそ図 4.2 のようになっており、「60 分間の積算雨量」と「土壌雨量指数」の関係で表現され、図の赤実線が CL である。

ここに、ある降雨の状況をプロットするとき、赤破線のように 1 時間毎の降雨量と土壌雨量指数の関係が折れ線で示される。折れ線は蛇のような形状なのでスネークラインと呼ばれる。降雨が強まるとスネークラインは図の右上方向に延び、弱まると下へ下がる。降雨が弱まって、土壌中に水分が貯留されるため、土壌雨量指数はすぐには下がらない。

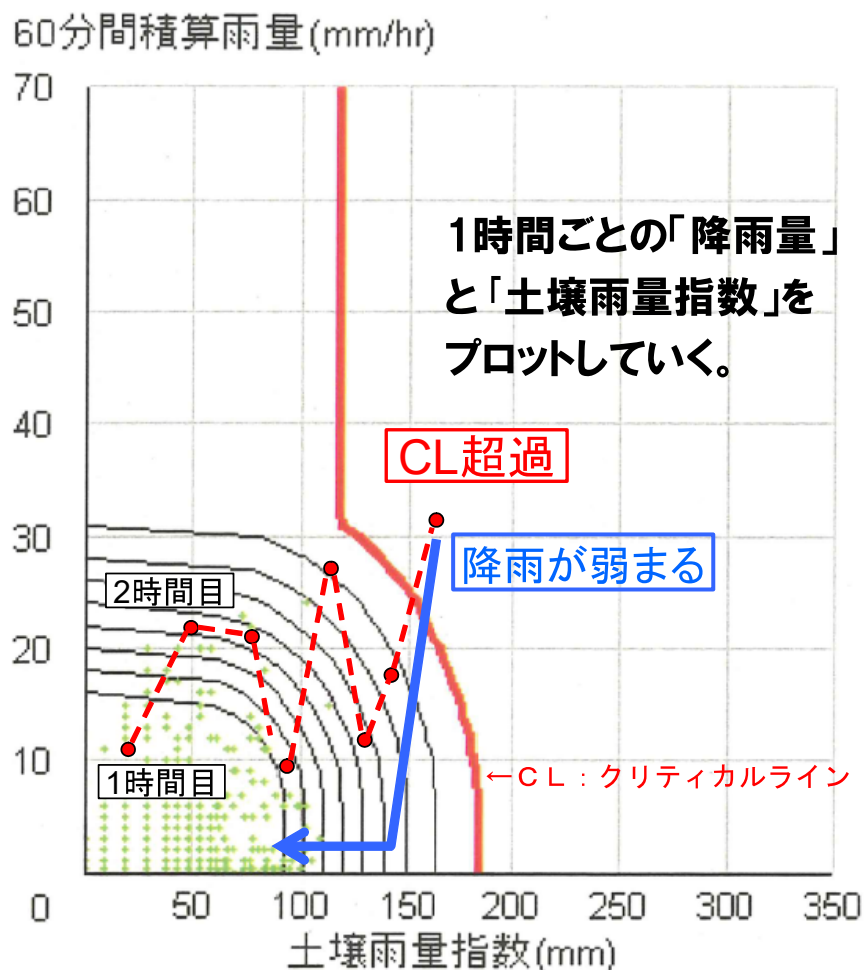


図 4.2 土砂災害発生危険基準線（CL：クリティカルライン→赤の実線）の例

4.2.3 土砂災害警戒情報とは

土砂災害警戒情報とは、大雨による土砂災害発生の危険度が高まった時、市町村長が避難勧告等を発令する際の判断や住民の自主避難の参考となるよう、都道府県と気象庁が共同で発表する防災情報である。北海道では平成20年3月21日から運用が開始された。CL（土砂災害発生危険基準線）超過のおよそ1時間前に市町村単位で発表される。

図4.3は、土砂災害警戒情報を発表する場合の表示例である。

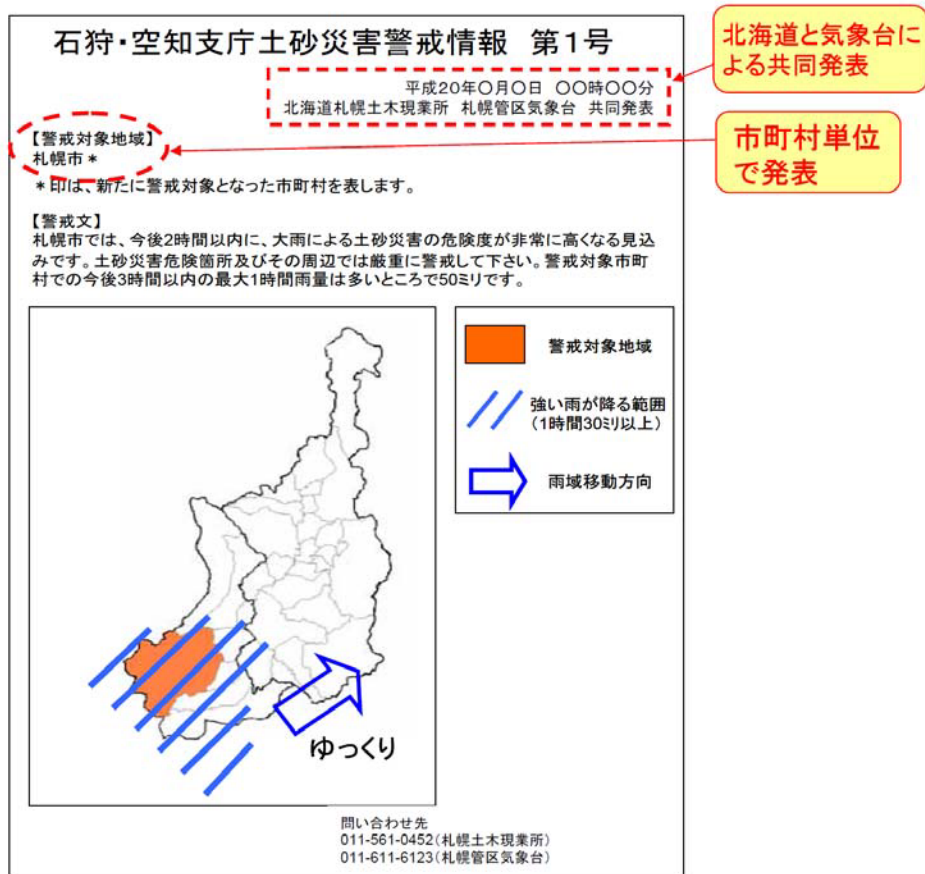


図 4.3 土砂災害警戒情報の例（札幌管区気象台）

4.2.4 土砂災害警戒情報の利用方法

各種情報などから避難勧告等の発令判断基準を設定する。土砂災害警戒情報は、図 4.4 のような流れで避難勧告・避難指示に用いられる。

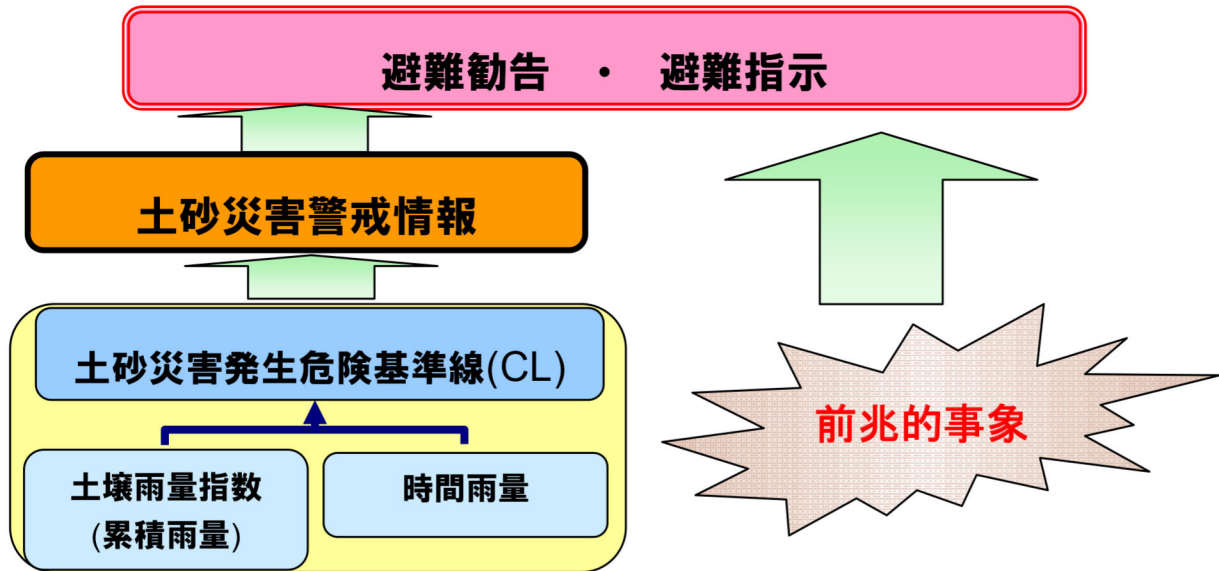


図 4.4 避難勧告・避難指示への流れ

平成 20 年度の、道内における土砂災害警戒情報の発表状況は、以下の通りである。

表 4.2 道内における土砂災害警戒情報の発表状況

市町村	警戒情報 発表日時	土砂災害警戒 情報発表時の雨量等		災害発生状況	
		1時間雨量	累積雨量	発表前	発表後
函館市	平成20年 7/23 8:30	26.0mm/h	48.5mm	床上・床下浸水 道路冠水など	なし
北斗市	平成20年 7/23 8:30	37.5mm/h	62.5mm	床上浸水 道路被害・河川被害	なし
上の国町	平成20年 8/3 17:30	44.5mm/h	168.5mm	床上・床下浸水 道路冠水	小規模ながけ崩れ等
江差町	平成20年 8/3 17:30	29.5mm/h	155.5mm	床下浸水・ 道路崩落・洗掘・浸水	物的被害の発生 小規模ながけ崩れ等
白老町	平成20年 8/29 7:50	35.0mm/h	54mm	なし	なし
登別市	平成20年 8/29 7:50	55.0mm/h	110mm	床下浸水・道路冠水	なし
千歳市	平成20年 10/9 15:39	55.0mm/h	185mm	なし	なし
恵庭市	平成20年 10/9 15:03	59.0mm/h	30mm(市内) 140mm(山間部)	なし	なし

以上のように、情報発表 8 件中、土砂災害警戒情報の発表前に既に被災している場合が 5 件あり、また発表後に災害発生したのは 2 件のみとなっている。

4.3 各機関における降雨による通行規制基準の現況

道路や鉄道を維持管理するにあたり、各機関においてそれぞれ通行規制の基準がある。当部会では、今後の効果的な規制基準を考えるにあたり、まず当節で現況を把握するものとする。

4.3.1 国道の規制状況

(1) 規制状況の概要

国道の事前通行規制は、区間ごとの連続雨量で実施している。

また、規制解除については、平成 18 年 4 月の国土交通省申し合わせ事項で、降雨量 2mm/h 以下、継続時間 3 時間（道路パトロール時間を含む）を目処にするように全国的に統一されている。降雨量 2mm/h 以下を観測した時点で、道路の斜面、溪流の出口、盛土等の安全確認を行った後、降雨量 2mm/h 以下が 3 時間連続した場合を目処に解除される。

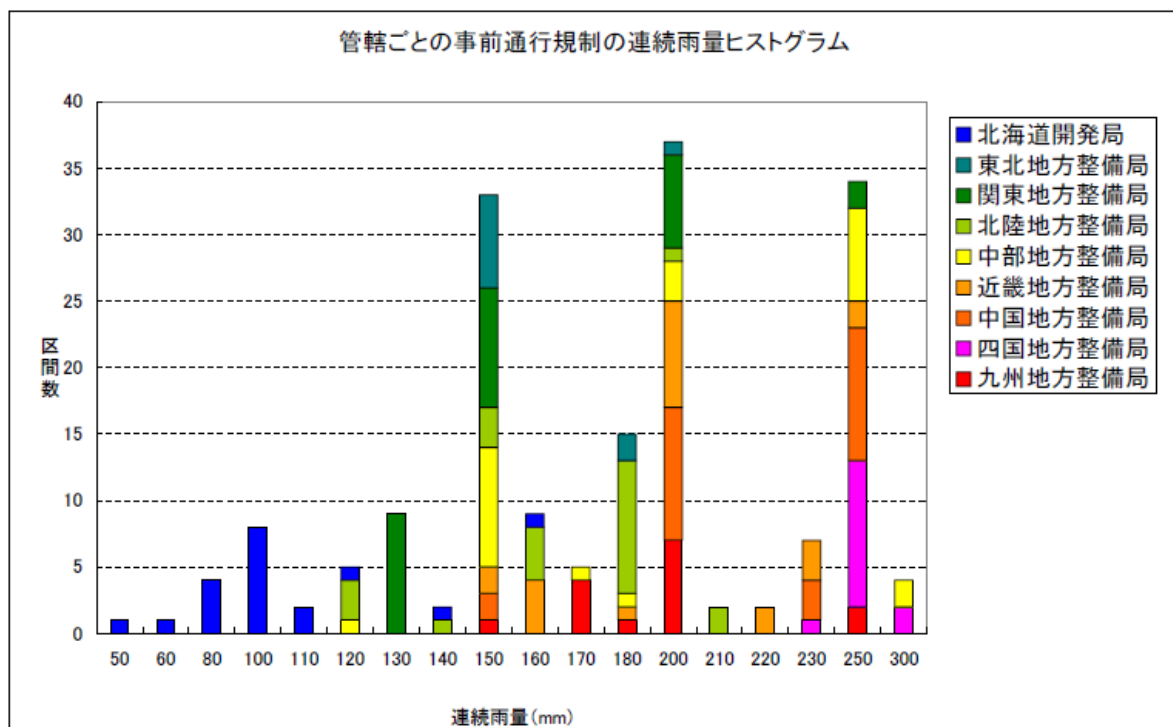


図 4.5 国道管轄ごとの事前通行規制の連続雨量

（2）国道における実効雨量の導入

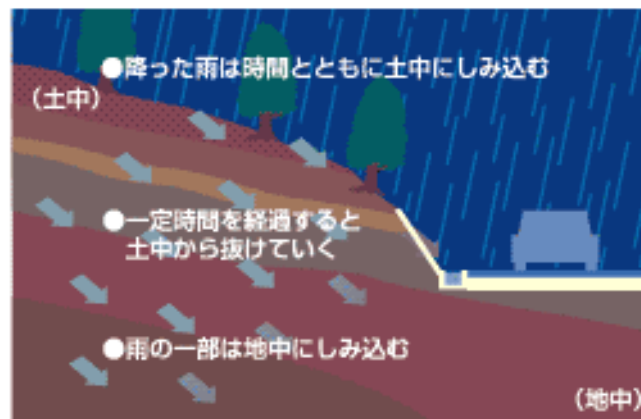
中部地方整備局では、基本的に規制の指標は連続雨量であるが、図 4.6～図 4.8 のように、一部実効雨量による規制を併用している区間がある。他の地方整備局で、このような試みを行っていることを公開しているところはない。

連続雨量法とは

現行の計測法で、連続して降っている雨量を累計していく方法で、地中にしみ込んだ雨については計算しません。この連続雨量法では雨量が規制基準値に達した時に通行規制が行われます。また、雨の小断状態が一定時間を経過すると、再び降雨があった場合、雨量の計測は「0mm」の状態から再度スタートします。

換算連続雨量(実効雨量)法とは

連続して降った雨量を累計するのは連続雨量法と同じですが、その際降った雨が土中にしみ込んだり川等へ流れ出す現象に近い計算式で累計雨量から増減する方法です。この換算連続雨量(実効雨量)法では雨量が41号の瀬戸、大利、上麻生では100mm、156号の吉野では130mmに達した時に通行規制が行われます。



換算連続雨量（実効雨量）法による被災の回避

降雨の観測は、基本的に時間雨量で行っています。この数値を用いて連続雨量や換算連続雨量（実効雨量）値を計算で求めています。連続雨量法では、一定時間小断状態が続くとその後、再度0mmから計算していきますが、換算連続雨量(実効雨量)法では降雨がない場合でもある係数で減水させる方法をとっており、継続的な計算が可能になります。このため、先行雨量の影響を加味することができ、連続雨量法では規制が行われない場合に発生する恐れのある災害でも、換算連続雨量(実効雨量)法のもとではこれを捕捉することが可能になる場合があり、より安全性が高くなります。

図 4.6 換算連続雨量法（実効雨量）の解説（中部地方整備局岐阜国道事務所 HP より）

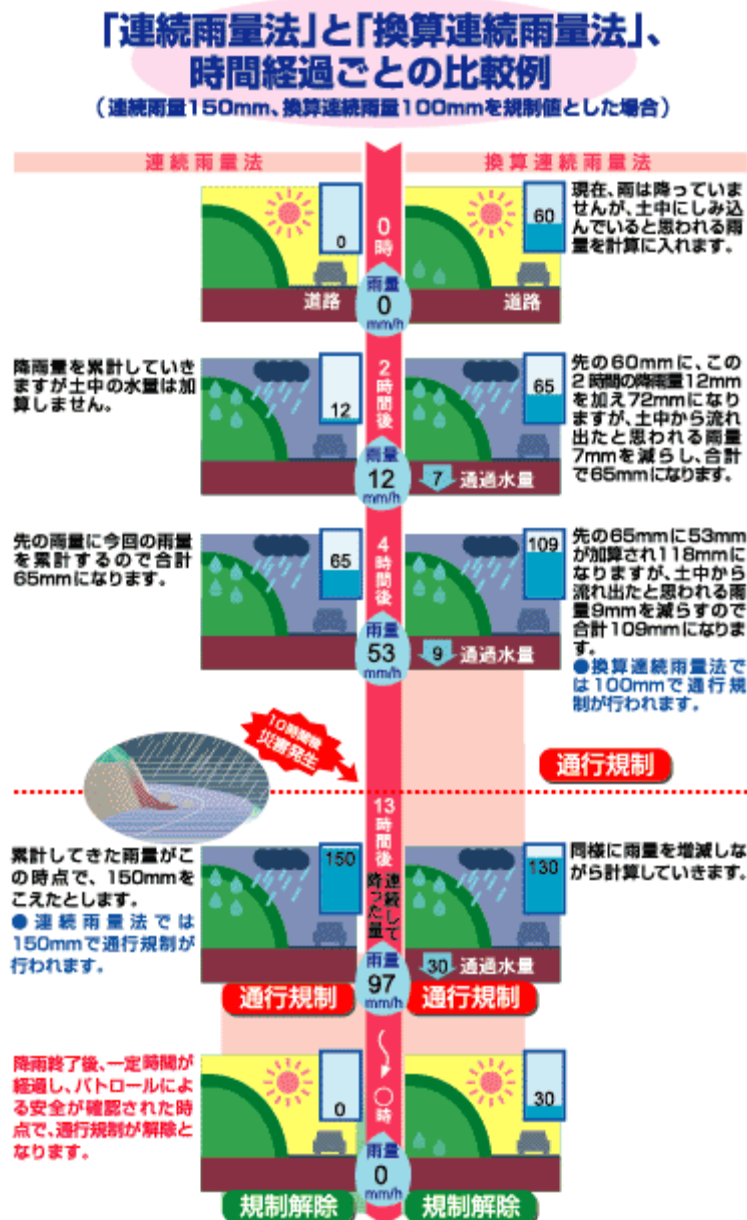


図 4.7 中部地方整備局岐阜国道事務所における「連続雨量法」と「換算連続雨量法」の時間経過ごとの比較例（中部地方整備局岐阜国道事務所 HP より）

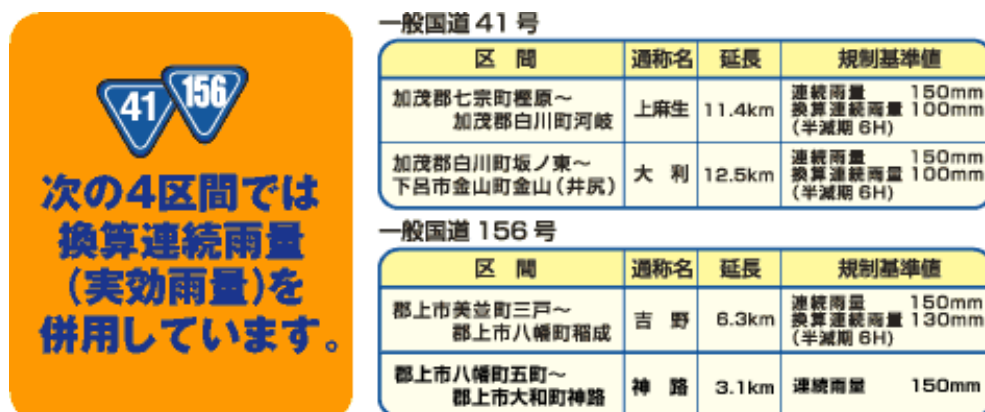


図 4.8 換算連続雨量法（実効雨量）を併用している区間（同上）

4.3.2 JRの規制現況

JR 北海道を含め、全国の JR では、連続雨量と時間雨量による規制・管理が行われている。基本的には災害時運転規制マニュアルに従い、災害警備発令基準が定められている。

発令後は、12 時間あるいは 48 時間といった基準時間内の降雨状況により、警備解除や継続、あるいは徐行や運転中止などに関する規程が定められている。

ただし、JR 東日本では、先進的な試みとして 2007 年 7 月から、雨量指標を実効雨量に変更して試行導入している区間がある。

4.3.3 NEXCO の規制状況

NEXCO は、旧 JH 時代の規定で運用されており、以下のような基準による。

(1) 規制基準

- ・連続雨量（途中 24 時間以上中断することなく降った合計雨量）が 150mm 以上
- ・24 時間雨量（任意の連続 24 時間における雨量）が 80mm 以上
- ・1 時間雨量（任意の 60 分における雨量）が 30mm 以上

ただし、設定にあたり考慮することとして、降雨状況、路線の通行特性、供用後における降雨経験・被害履歴が挙げられている。基準値の設定の概念は、基準値を「連続・時間雨量法」により設定しているが、以下の項目に着目して設定している。

- ＜降雨履歴から対象区間の降雨特性を導く＞
- ＜降雨被害を勘案して基準値を設定する＞
- ＜統計的な手法と降雨特性と被害履歴の分析＞

(2) 規制基準値の設定例

規制基準値の設定例を示す。

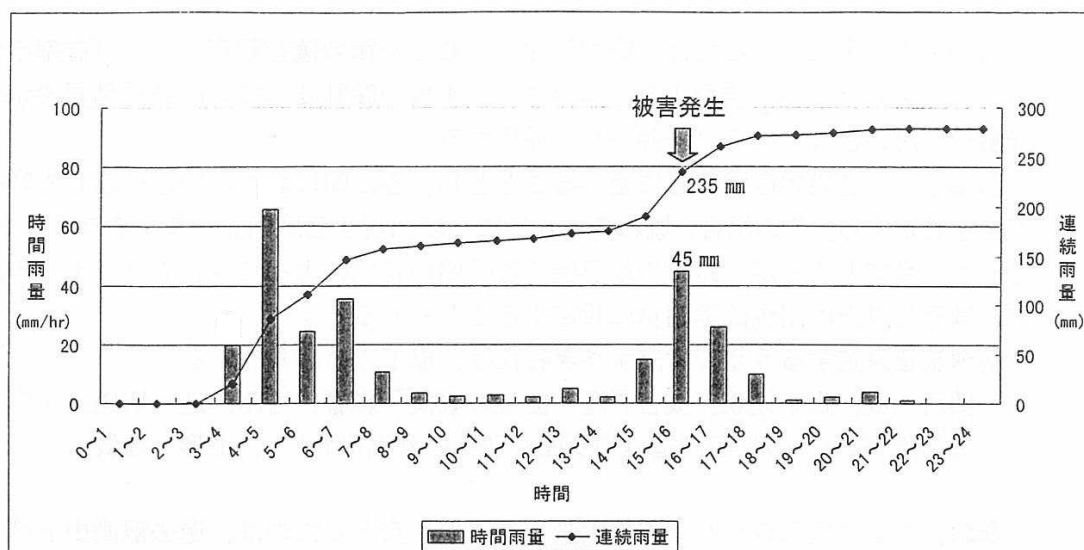


図 4.9 規制基準値の設定例① 連続雨量と時間雨量グラフ

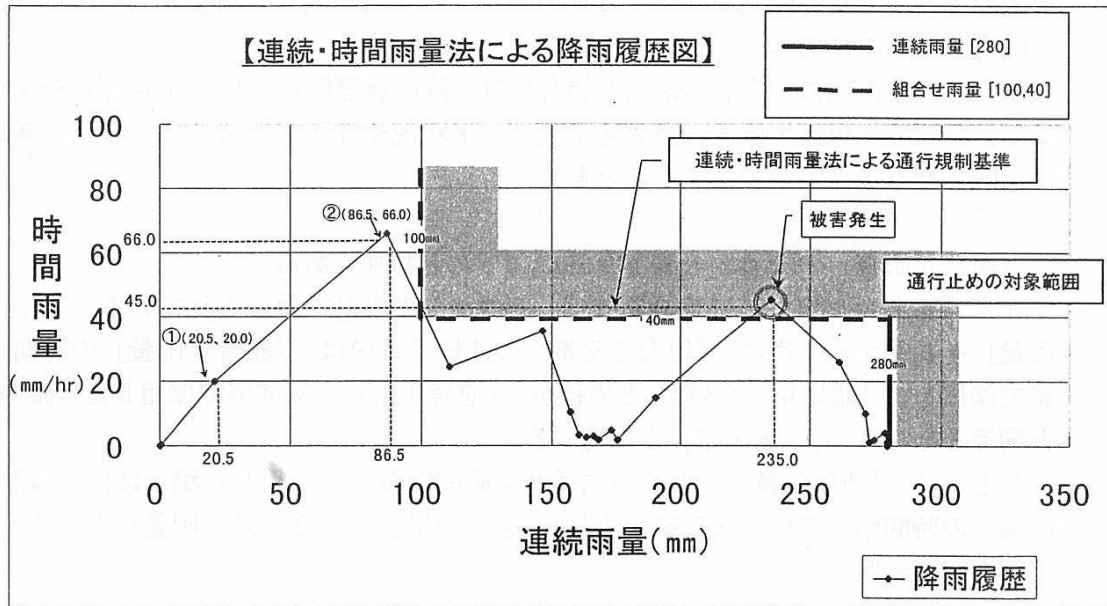


図 4.10 規制基準値の設定例② 連続・時間雨量法による降雨履歴図

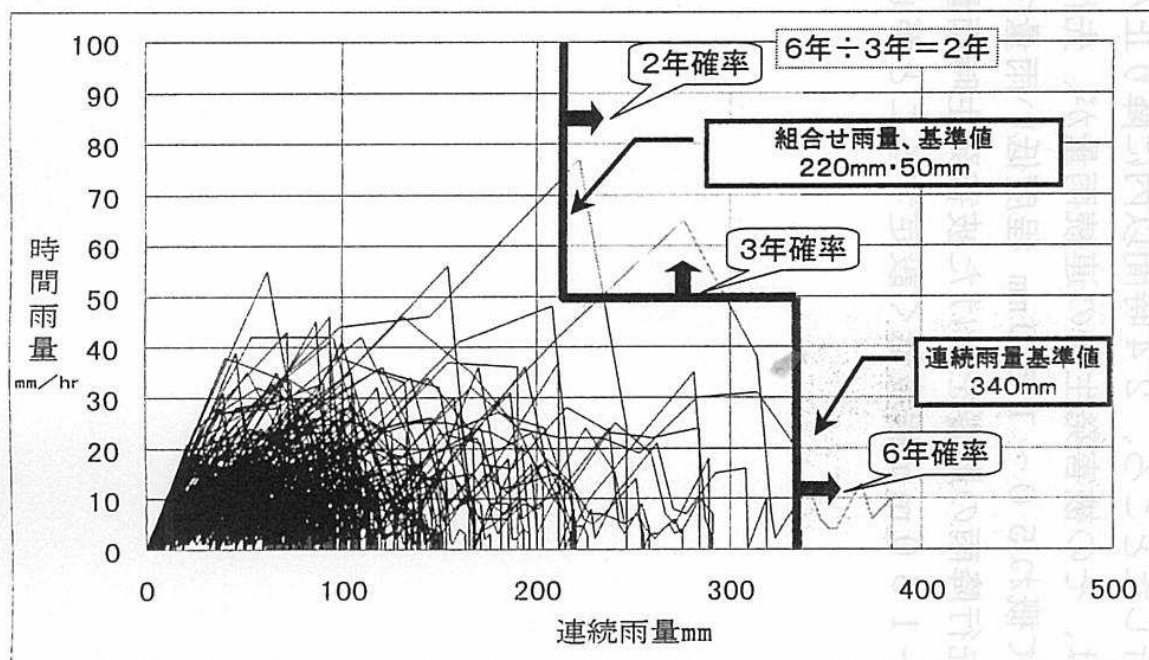


図 4.11 規制基準値の設定例③ 組み合わせ雨量（時間雨量と連続雨量）

(3) 通行止め解除の基準

通行止め解除の基準は、以下の4点である。

- ①既に被害が発生している場合は、応急復旧対策が概ね完了し、二次被害発生のおそれが無いと判断されること
- ②解除に向けたパトロールカーによる車上目視点検を行い、異常が無いと確認されていること
- ③車上点検が終了した時点で、短時間予報により降雨が終息すると判断されるとき
- ④通行止め解除する前に、異常が無いと確認されていること

（4）基準値の見直し時期

NEXCO では、これら基準値について、定期的に見直しを実施しており、新規供用路線及び改築区間については供用後概ね5年、又は異常気象等により見直しが必要と判断された場合、見直すものとされている。既供用路線については、経験降雨や被害事例等により適宜見直すものとしている。

4.3.4 まとめ

以上に示すとおり、国道、JR、高速道路いずれも、基本的な規制基準は連続雨量と時間雨量であり、一部実効雨量の試験的運用も試みられているが、まだ全面的な実施段階には至っておらず、土壌雨量指数に至っては、全く実用されていない。

しかし、各機関とも、降雨が止んだ後の注意も怠っておらず、実効雨量の試験的運用も含め、地山内に残留する水分の影響に対し、少なからず注意を払っている配慮が伺える。

その意味で、今後、土壌雨量指数を運用することを想定した場合にどのようなメリットや問題点があるのかを検討しておくことには、非常に有意性があると考えられる。

4.4 通行止め時の土壌雨量指数の特徴

実際に道内の国道が通行止めになった事例において、算出された土壌雨量指数がどのような特徴を持つのか、道路情報部会の協力の下にケーススタディを行った。以下に事例を示す。

事例1のような降雨パターンでは、連続雨量と土壌雨量指数はほぼピークが一致し、現行の連続雨量による規制は効果的と言える。一方、事例2のような、ピークが3つもある降雨パターンでは、連続雨量では崩壊発生の前に規制雨量に達せず、連続雨量の弱点（土壌雨量指数のメリット）が現れたと言える。また解除については、土壌雨量指数によると実際の解除より半日遅れてしまうことになり、計算値の設定や運用方法に課題も残る。

<事例1> 国道453号 法面表層崩壊 H17年9月7日20時～11日7:00 全面通行止

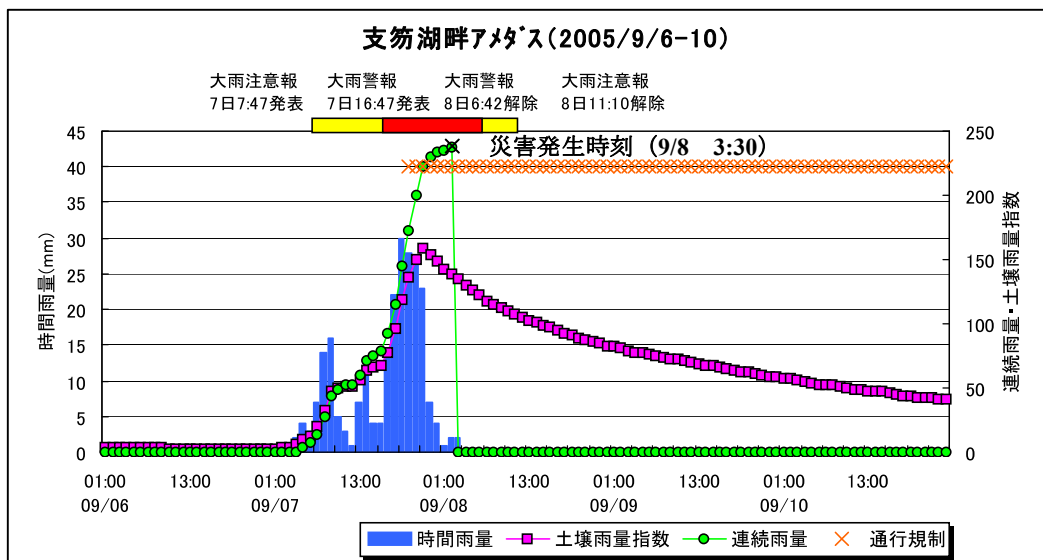


図 4.12 2005（H17）年9月6日の事例

<事例2> 国道228号 土砂崩れ H20年8月3日17:58～4日8:00 全面通行止

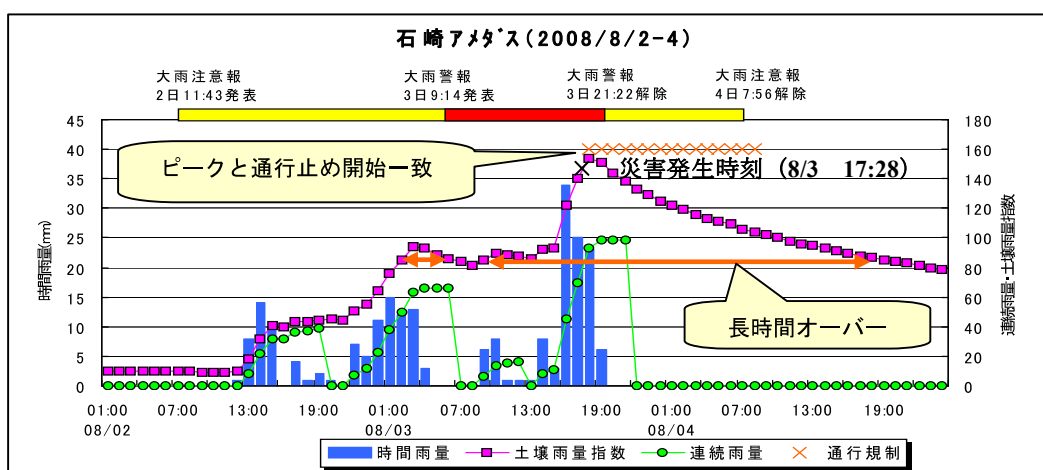


図 4.13 2008（H20）年8月3日の事例

注：気象庁の土壌雨量指数はメッシュ雨量で計算、ここではアメダスの地点雨量で試算

4.5 豪雨による表層崩壊多発地域とその地質

土壌雨量指数に関する事例を用いて事前通行規制に関する検討を行うことと並行に、土砂災害事例を調査して道内の土砂災害発生地域の地域特性を検討することを目的に、北海道における過去の土砂災害事例解析を行った。事例は平成20年度日本応用地質学会で発表された田近委員の研究成果である。

ここでは、対象箇所の地質の特性と崩壊の特徴について検討し、降雨に弱い地域特性とはどのようなものかを示す。表4.3は、1947年～2006年に発生した道内の主な降雨災害事例である。

表4.3 1947年以降の100mm以上の降雨災害とその地質条件

西暦年	発生年月日	斜面災害の概要	地質条件	
1947	S22. 8. 15-16	崩壊・土石流により松山温泉(天人峡温泉)が流失。(留萌上川豪雨)		
1963	S38. 09. 16	奥尻・桧山北部で崩壊・土石流多発。北桧山町日中戸は壊滅的被災。(集中豪雨)	花崗閃緑岩類？	
1967	S42. 8. 10	道南豪雨・斜面崩壊。集中豪雨によって斜面崩壊が頻発し、江差(132mm/3h)では1名が犠牲。	？	
1972	S47. 9. 18	羅臼町(札文町・海岸町)で崖崩れ。3名が犠牲。(台風20号:総雨量340mm)	火砕岩？	
	S48. 9. 23-24	知内町小谷土石流。死者行方不明7名。家屋の8割が全半壊。(集中豪雨)	火砕岩？	
1973	S48. 9. 23-24	集中豪雨(汐首総雨量268mm)。崖崩れにより、南茅部町で8名が、また戸井町で2名の犠牲者。	降下火砕堆積物Ko-a	腐植・風化土層
	S50. 5. 18	釧路市柏木町がけ崩れ。1名が犠牲。(釧路・十勝・日高の100mmを超える豪雨で斜面崩壊が頻発)	段丘堆積物？	
1975	S50. 8. 23	台風6号による上川町層雲峡土石流(死者6名)と森町本茅部の崖崩れ(死者2名)。	降下火砕堆積物Ko、火砕流堆積物？(石倉層)	
	S54. 10. 19-20	厚岸町苫多、同住之江(宅地造成地)で地すべり、住宅・町道が被災。(台風20号)	後期白亜紀泥岩？	
1979	S54. 10. 20	南茅部町斜面崩壊。同町木直の作業場裏の崖が崩れ3名が犠牲。(台風20号:総雨量191mm)	降下火砕堆積物Ko-a	腐植・風化土層
1980	S55. 8. 28-31	胆振豪雨・登別斜面崩壊。室蘭(600mm/4d)登別市を中心に火砕流台地端での表層崩壊が多発。	火砕流堆積物Kt ベース サージ	パイピング(山岸はか)
	S56. 8. 5	日高-浦河豪雨災害(300mm/d)。門別町他崩壊1,000箇所以上。住家、道路、鉄道、農地に損害。	新第三紀堆積岩(礫岩・砂岩・泥岩)	シーティング？
1981	S56. 9. 03-04	奥尻島(321mm/2d, 74mm/1h)豪雨災害。島内全域で表層崩壊・土石流が多発。(台風18号)	火砕岩？	
1988	S63. 8. 25-26	留萌-空知豪雨・斜面崩壊。沼田(422mm/24h)を中心に留萌・空知地方で562箇所の崩壊が発生。		
1990	H2. 11. 5	南茅部(総雨量195mm, 42mm/1h)を中心とする豪雨。表層崩壊が多発。美呂泊では2名が犠牲。	降下火砕堆積物Ko-a	腐植・風化土層
	H10. 5. 2	江差・乙部・熊石・大成で集中豪雨。土砂崩れ(大成)で住家1棟全壊。	火砕岩？段丘堆積物？	
1998	H10. 9. 16	台風5号による道南道東の大雨。南茅部町(305mm, 73mm/1h)豊崎で土砂崩れ、住家1棟全壊。	降下火砕堆積物Ko-a	腐植・風化土層
1999	H11. 7. 28	留萌地方中部集中豪雨・斜面崩壊。古丹別(総雨量104mm, 42mm/1h)国道、道道、建物に被害。	新第三紀堆積岩(礫岩・砂岩・泥岩)	シーティング、球状風化、角礫層
	H12. 5. 15	胆振・日高で豪雨。静内町東静内土砂崩れ(201mm/4d:1名死亡)。穂別町キウス等で地すべり。	新第三紀堆積岩(礫岩・砂岩・泥岩)	シーティング？
	H12. 10. 3	渡島・胆振で集中豪雨。恵山町御崎で温泉旅館が土石流の直撃を受ける。		
2003	H15. 8. 9-11	台風10号による豪雨。日高地方の厚別川・沙流川等の流域で崩壊や土石流が群発。	新第三紀堆積岩(礫岩・砂岩・泥岩)日高層群砂泥互層	シーティング、球状風化、岩盤クリープ
2006	H18. 8. 18-19	台風10号による豪雨(ニセウ425mm/2d)。鶴川・沙流川等の流域で崩壊や土石流が群発。	降下火砕物、新第三紀堆積岩	腐植・風化土層

(主として人的被害があったもの)

豪雨による斜面崩壊の発生場所とその条件は、それぞれの表層地質の特徴を有しており、表4.3の右側の着色は、それらを分類したもので、分布地質は大きく3つに分類される。

- ・第四紀テフラ(埋没谷頭)→ピンク系
- ・第三紀(～白亜紀)堆積岩(シーティング・球状風化・岩盤クリープ)→青色系
- ・その他(段丘堆積物/新第三紀火砕岩他)→黄色系

これらを見る限り、ある程度の地域分けは可能と考えられる。次の図4.14に地質分布と崩壊の発生箇所を示した。

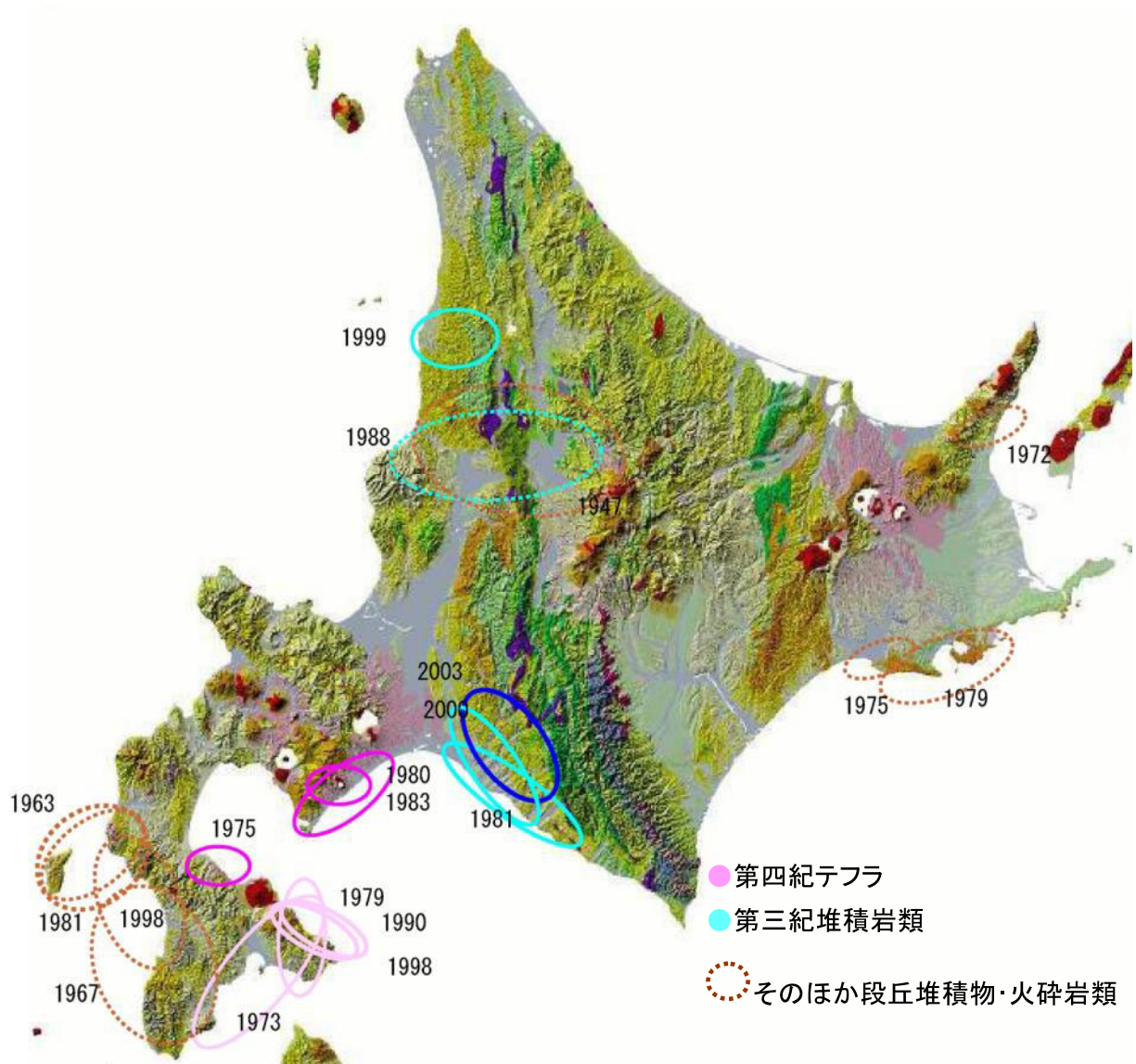


図 4.14 北海道の地質と既往の降雨による表層崩壊発生箇所

（地質図は産総研地質調査総合センターHP より）

分布の特徴として、一部羽幌方面に認められるが、道南渡島半島、東胆振、日高、道東太平洋側にはほぼ集中しており、その要因は、降雨が多いことと崩壊に弱い地質が分布していることが重複している地域であることが考えられる。

4.6 災害事例に基づいた土砂災害と降雨状況の関係

北海道内において過去に発生した降雨による土砂災害（地すべり災害は除く）について、災害発生時刻が特定できた事例と、その時の降雨状況を整理した。

4.6.1 北海道内の災害事例箇所

北海道内において過去に発生した降雨による土砂災害（地すべり災害は除く）について、災害発生時刻が特定できた発生箇所の分布を図 4.15 に、その概要を表 4.4 にまとめる。

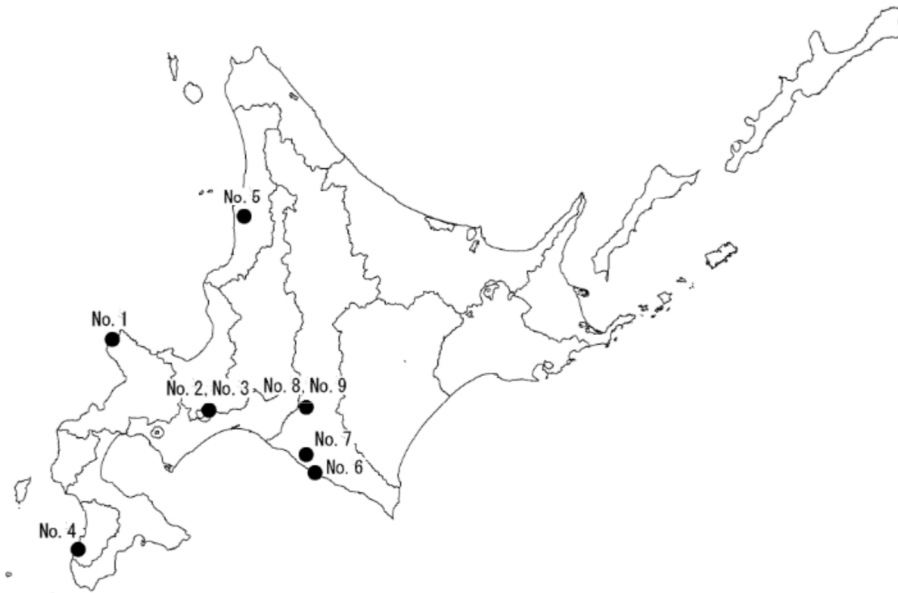


図 4.15 過去の降雨による代表的な土砂災害箇所

表 4.4 過去の降雨による代表的な土砂災害箇所

被災事例 No.	具体的な 崩壊場所 (場所の特定)	表層地質	観測所	災害発生時刻	アメダス		レーダー		アメダス観測所 と被災地 との距離 (km)
					土壌雨 量指数 (mm)	時間雨量 (mm/hr)	土壌雨 量指数 (mm)	時間雨量 (mm/hr)	
1	国道229 KP=46.95	崖錐堆積物	余市アメダス	2000/7/24 19:00	46	0	40	0	35.6
2	支笏湖畔国道453 KP=45.5,45.9,46.1	礫混じり土砂 (基質は砂およびシルト)	支笏湖畔アメダス	2005/9/8 3:30	130	2	100	1	1.7
3	支笏湖畔国道453 KP=46.2	礫混じり土砂 (基質は砂およびシルト,一部粘土質)	支笏湖畔アメダス	2006/5/28 18:35	104	18	50	4	1.6
4	上ノ国町汐吹 国道228KP133.93	砂質土からなる段丘堆積物および 粘性土からなる崖錐堆積物	石崎アメダス	2008/8/3 17:28	140	25	122	21	3.2
5	古丹別神社東側斜面	古い崩壊土砂、砂質土 (砂、シルト、砂岩の垂円礫)	古丹別アメダス	1999/7/28 22:00	101	42	82	39	0.4
6	国道235号近傍民家裏山	沖積錐堆積物 (礫混じり砂)	静内アメダス	2000/5/15 1:00	109	6	116	6	10.9
7	新冠川流域 の古岸	段丘堆積物	静内アメダス	2003/8/9 21:30	122	43	99	34	11.8
8	厚別川新和	砂岩・泥岩	新和アメダス	2003/8/10 4:30	191	0	182	0	0.4
9	平取町岩知志 (発電所西側)	斜面堆積物 (腐植土・白色細粒軽石)	仁世宇アメダス	2006/8/19 2:00	223	28	224	31	1.5

4.6.2 降雨パターンと災害発生に関連性

過去の被災事例の中から災害発生時刻を特定できた事例についてアメダスデータを用い降雨パターンと被災の関連性について検討した。

図 4.16 は災害発生時刻前後の降雨および土壌雨量指数の経時変化を示したものであり、過去の被災事例では降雨の経時変化から降雨パターンを以下のように分類可能であると考えられる。

【ひと山降雨】

時間雨量のピークが明確であり短時間に集中して降雨が発生する降雨パターン。

被災事例⇒No.2, No.3, No.5

【複数山降雨】

1 回の降雨で連続雨量のリセット（時間雨量 2 mm 以下 3 時間継続）が行われ、比較的大きな時間雨量のピークが複数回存在する降雨パターン。

被災事例⇒No.4, No.7, No.8, No.9

【ダラダラ降雨】

時間雨量は比較的少量であるが、長時間にわたり「ダラダラ」と降雨が継続する降雨パターン。

被災事例⇒No.1, No.6

この降雨パターンと災害発生時の降雨量および土壌雨量指数に着目すると、「ひと山降雨」では災害発生時刻は時間雨量および土壌雨量指数の両方のピークと概ね一致する傾向にあり、「複数山降雨」「ダラダラ降雨」では土壌雨量指数のピークに近い時刻に災害が発生している。

このことから、土壌雨量指数はどのような降雨パターンでも災害発生との関連性が高いと思われ、道路管理指標として土壌雨量指数を用いることは有用であると考えられる。

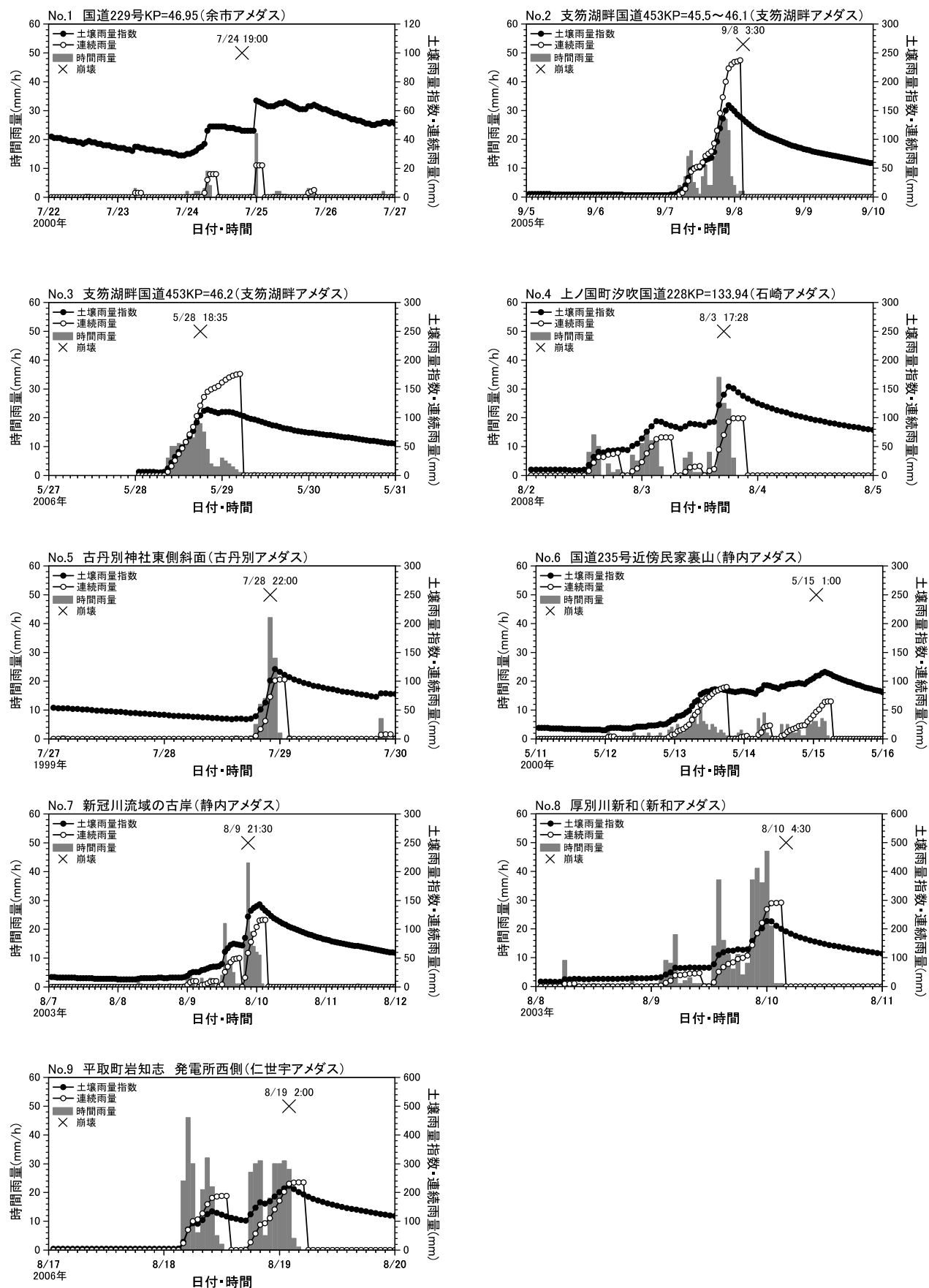


図 4.16 過去の降雨による代表的な土砂災害箇所における
災害発生時刻前後の降雨および土壌雨量指数

4.6.3 災害発生時の時間雨量と土壌雨量指数の関係

平成20年5月28日から気象庁の大雨警報・注意報基準値が「時間雨量と連続雨量」から「時間雨量と土壌雨量指数」に変更され、土壌雨量指数を活用して「土砂災害警戒情報」が平成17年（北海道はH20年3月から）より運用されている。

また、図4.17に示すように、時間雨量（短期指標）と土壌雨量指数（長期指標）の関係から列車の運行基準が旧国鉄で規定され現在も多くのJR各社で運用している。

これらを踏まえ、災害発生時刻が特定できた9事例を基に災害発生時における時間雨量と土壌雨量指数の関係を整理した（図4.18参照）。

図4.18には参考としてJRで運用している降雨時の運転規制についても併記するが、道内における災害実績ではJRの基準値より小さい土壌雨量指数で崩壊が発生している。

また、土壌雨量指数100mmを境界として土砂災害が発生している傾向があり、今後の道路管理基準値としての目安とすることが可能であると考えられる。

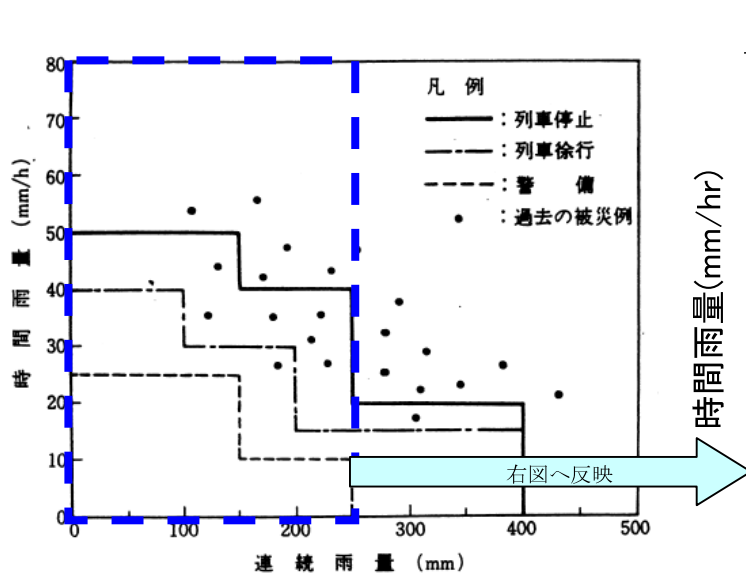


図 4.17 降雨時の列車運転規制

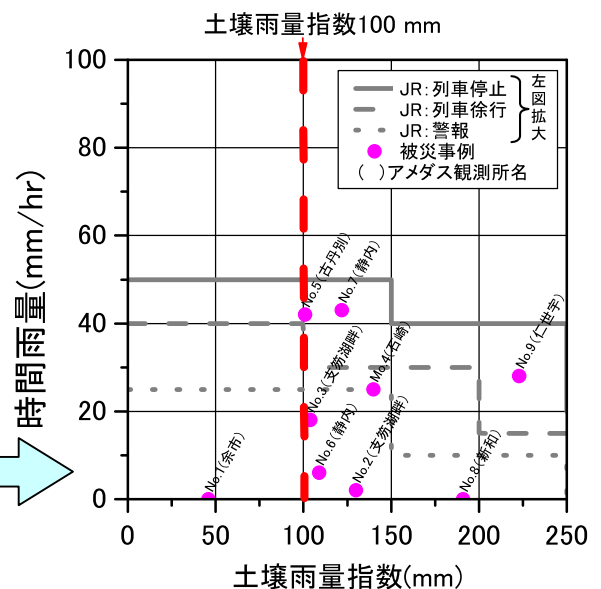


図 4.18 被災実績による時間雨量と土壌雨量指数の関係

4.7 土砂災害発生箇所における地形地質的特徴

4.7.1 現地視察箇所

過去の土砂災害警戒情報発令時の災害発生状況から渡島半島地域および日高地域の災害現場を対象に斜面の土質や地形状況等の確認を行い、災害発生と地形・地質的特徴との関連性について検討した。

対象とした災害は道内で「土砂災害警戒情報」が適用された平成20年3月以降の災害で、渡島半島日本海沿岸の国道229、228号および日高地方の国道235、236、237号とし、図4.19および表4.5に視察箇所をまとめる。

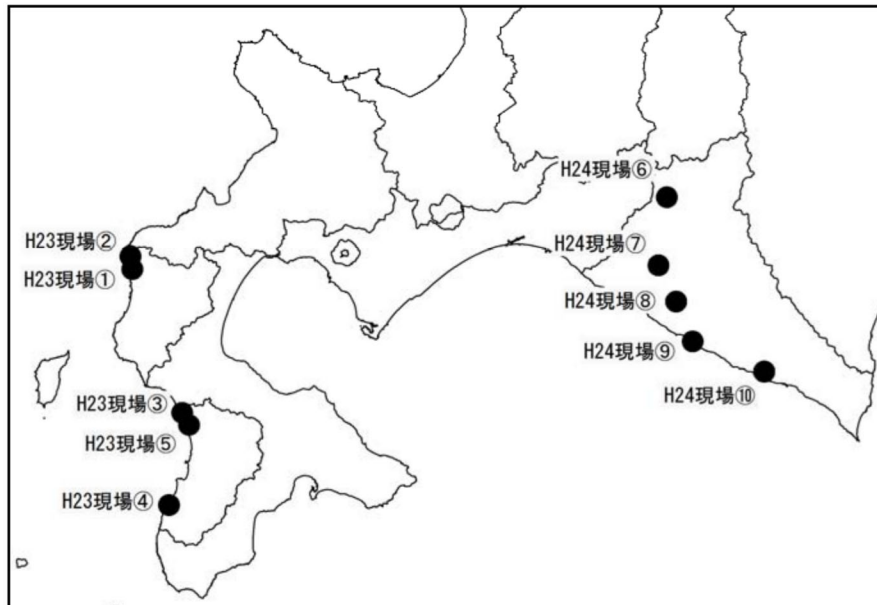


図 4.19 視察対象災害現場位置図

表 4.5 視察対象災害現場位一覧表

実施 年月日	番号	分類	場所		備考
平成22年 10月20・21日	現場①	法面崩壊現場	せたな町	R229 KP=200.3	2010/7/29 崩壊発生
	現場②	法面崩壊現場	せたな町	R229 KP=192.271	2011年 崩壊発生
	現場③	法面崩壊現場 土砂流出	乙部町豊浜	R229 KP=269.3	2010/8/12 通行止めあり
	現場④	法面崩壊現場	上ノ国町汐吹	R228 KP=133.93	2008/8/3 崩壊発生
	現場⑤	法面崩壊現場	乙部町鳥山	R229 KP=277.6~279.3	2010/8/11 通行止めあり
平成23年 9月25・26日	現場⑥	法面崩壊現場 土砂流出	平取町	R237号平取町岩知志 (発電所西側)	2006/8/19 崩壊発生
	現場⑦	深層崩壊現場 (対象外)	日高町	厚別川新和	2003/8/10 崩壊発生
	現場⑧	地すべり現場 (対象外)	新冠町	新冠川流域の古岸	2003/8/9 崩壊発生
	現場⑨	法面崩壊現場 土砂流出	新ひだか町	R235号近傍民家裏山	2000/5/15 崩壊発生
	現場⑩	法面崩壊現場 土砂流出	浦河町	R236号浦河町月寒	2009/7/27崩壊発生

4.7.2 各災害現場の地形地質区分

現地視察の結果より明らかとなった災害現場の地形地質パターンは表 4.6 のとおりであり、その特徴から以下の3パターンに区分できる。

【地形地質パターン A】

急崖な岩盤斜面の上部に段丘堆積物が分布し、集水地形を呈する地形地質 ⇒ 現場②⑤⑨⑩

【地形地質パターン B】

段丘堆積物の切土斜面で、集水地形を呈する地形地質 ⇒ 現場④

【地形地質パターン C】

急崖な岩盤斜面の表面に崖錐堆積物が分布し、集水地形を呈する地形地質 ⇒ 現場①③⑥

対象とした災害現場の地形は、小規模ながら全ての箇所で見集水地形を呈しており、降雨時に於いて表面水が集まりやすい状況であった。

さらに、崩土となる段丘堆積物や崖錐堆積物は細粒分の混じった砂質土および礫質土から構成され、透水性は中位～低いと推定される。

また、渡島半島地域の災害現場のみの検証であるが、近傍のアメダスデータによる崩壊発生時の土壌雨量指数は概ね 100mm 以上であり、全項で述べた過去の災害事例に基づいた値と合致する。

さらに、今回の現場は災害規模に大小の相違があるものの、災害発生時は通行規制が行われた箇所である。これは小規模な崩壊でも急崖斜面を崩壊土砂が滑落し車道まで達したためであり、道路管理の上では崩壊斜面の勾配や、崩壊起源の高さの推定も重要な要素であると考えられる。

表 4.6 視察対象地の地形地質区分

パターン	地形地質パターンA	地形地質パターンB	地形地質パターンC
場所	現場②→R229（せたな） 現場⑤→R229（乙部町鳥山） 現場⑨→R235（新ひだか） 現場⑩→R236（浦河町月寒）	現場④→R228（上ノ国町潮吹）	現場①→R229（せたな） 現場③→R229（乙部町豊浜） 現場⑥→R237（平取町岩知志）
地形地質的特徴	・急崖な岩盤斜面の上部に段丘堆積物が分布 ・集水地形 ・上部の段丘堆積物が崩壊 ・崩壊規模は大きくないが、高い位置から崩土が滑落（滑走）するため、土砂が車道まで達する	・厚い土砂（段丘堆積物）の切土斜面 ・集水地形 ・比較的深い深度から崩壊し規模は大きく崩土が車道まで達する	・急崖な岩盤斜面に表土（崖錐堆積物）が分布 ・集水地形 ・表土のみが薄く崩壊 ・比較的崩壊深度は浅く規模は小さい
パターン模式図			
崩壊土砂の土質	細粒分質砂質礫(GFS)	礫まじり砂質細粒土(FS-G)	細粒分質砂質礫(GFS)
土壌雨量指数 (渡島半島地域)	112～142 mm	154 mm	99～142 mm

※H24現場⑦⑧は地すべり的な崩壊であり対象外とした。

4.8 今後の活動方針

- 道内の降雨経時変化と崩壊特性・地形地質的特徴および斜面崩壊土の物理的特性について渡島半島地域・日高地域以外の他地域（留萌地域など）のデータを収集し、地域性の有無を検討する。
- これまでの調査結果を踏まえ北海道内における今後の道路管理上の留意点について道路管理者へ提言する。
- 近年融雪期に多発している盛土崩壊について、降雨や融雪の影響を検証する必要があると考えられる。