

道路斜面防災マネジメントの意思決定 における情報提供手法に関する研究

パシフィックコンサルタンツ(株) 関口 信康*¹
京都大学大学院 大津 宏康*²

By Nobuyasu. SEKIGUCHI, Hiroyasu. OHTSU

道路斜面防災の分野では斜面管理は災害として位置づけられ、地方自治体が管理する道路斜面は、他の道路施設（舗装、橋梁、トンネルなど）における道路補修費とは別枠の災害防除という予算の中で硬直的に管理がなされている。また、現在の厳しい経済社会情勢において予算が削減される中、道路防災総点検において対策が必要と判断された膨大な数の要対策斜面への対応が滞っている状況にある。一方、近年の我が国では台風、集中豪雨等による斜面災害が多発しており、限られた予算の中で、明日にでも起こりうる斜面災害に対し、被害を最小限に止めることの重要性が再認識されている。こうした状況の中、道路斜面防災においてマネジメントを浸透させ、道路斜面の適切な管理によって自動車走行の安全・安心を向上させるためには、サービス水準の低下による社会的損失を明確にし、道路斜面管理の各段階における情報提供手法を確立することで、道路斜面関連予算確保の説明責任を向上する必要がある。このような観点から、本研究では道路斜面防災を対象に、道路斜面管理の各段階において取得可能な情報を用い、管理者の予算規模やニーズに柔軟な対応を図る意思決定のための情報提供手法はいかにあるべきかについて提案する。

【キーワード】道路斜面リスク、意思決定、情報提供手法

1. はじめに

近年の我が国では、台風や集中豪雨等による斜面災害が多発しており、限られた予算の中で、明日にでも起こりうる斜面災害に対し、被害を最小限に止めることの重要性が再認識されている。特に、過去15年間の直轄国道斜面災害箇所の内、81%が表層崩壊であり、これらの斜面災害への対応が喫緊の課題である¹⁾。一方、斜面防災関連の予算構成を見ると、道路斜面の点検、調査・設計、事前対策といった管理費は、舗装、橋梁、トンネルといったその他の道路施設とは違い、道路補修費ではなく災害防除（災害）として対応されている。また、災害防除予算は、道路補修費と同様に年々減少傾向にあるなど、硬直的な斜面防災関連の予算構成となっており、道路防

災総点検において対策が必要と判断された膨大な数の要対策斜面への対応が滞っている状況にある。

こうした中、道路斜面の適切な管理によって道路のサービス水準を確保し、自動車走行の安全・安心を向上するためには、サービス水準の低下による社会的損失を明確にした道路斜面管理の各段階における情報提供手法を確立し、道路斜面関連予算確保の説明責任を向上することで、道路斜面防災においてマネジメントを浸透させる必要がある。

こうした観点から本研究では、①限られた予算の中で、②道路斜面管理の各段階で、③取得可能な斜面情報を用い、④管理者の予算規模やニーズに柔軟な対応を図る“道路斜面防災マネジメントの意思決定における情報提供手法”のあり方を提案する。

*1 大阪本社交通技術部 06-4964-2280

*2 京都大学経営管理大学院 経営管理研究部、大学院工学研究科都市社会工学専攻 教授
075-383-3260

2. 予算構成から見た斜面防災の位置づけ

(1) 道路斜面に関する予算費目

ここでは、予算構成の視点から道路斜面防災についての位置づけを行う。地方自治体における予算構成は、表－1に示すように義務的経費、投資的経費およびその他の経費に区分される。この内、その他の経費に含まれる「維持補修費」とは、光熱水料費あるいは建物の維持修繕費のように、事前に費用の発生が確定されているものが該当する²⁾。

表－1 予算構成

区分	内 容	比率 (平成18年度)
義務的経費	人件費、扶助費、公債費	51.8%
投資的経費	普通建設事業費、災害復旧事業費、失業対策事業費	16.6%
その他の経費	物品費、維持補修費など	31.6%

舗装、橋梁、トンネルの調査費、点検費、設計費、補修費などの道路補修費は投資的経費に予算区分される。一方、道路斜面の点検、調査・設計、事前対策といった管理費である災害防除も投資的経費であるが、道路補修費とは別枠として区分され運用されている。ある県の維持補修関連予算の推移を見ると、災害防除予算は道路補修費の約10%程度となっており、かつ道路補修費と同様に毎年減少傾向にあることから、自動車走行の安全・安心を提供するサービス水準の低下による“社会的損失を考慮した意思決定のための情報提供手法”を確立し、道路斜面関連予算の説明責任を向上することで、斜面管理のための予算化（必要予算の確保）を行うことが重要となる。

(2) 道路斜面における防災管理と維持管理

道路斜面の崩壊レベルという視点から道路斜面防災の位置づけを行った結果を表－2に示す。崩壊レベルは、斜面崩壊が道路の全車線に影響を及ぼす大規模崩壊、片側車線に影響を及ぼす中規模崩壊、一部車線に影響を及ぼす小規模崩壊に区分される。また、道路斜面の管理は点検、調査・設計、事前対策、また災害が発生した場合には事後対策という流れになる。小規模崩壊は道路パトロールを実施して崩壊箇所をその場で崩落土砂除去及び路面清掃するといった維持管理（道路補修費）で対応されるが、中・大規模崩壊は防災管理（災害防除）として対応され、事後対策は災害復旧（災害復旧費）として対応される。このように、崩壊レベルは予算区分とも対応しており、国レベルでは全てのサービス水準に対応す

ることが考えられるが、予算規模の小さい自治体レベルにおいては、管理者のニーズに即した斜面管理の各段階における情報提供手法を確立する必要がある。例えば、管理者の視点では、中・大規模な災害の防止として影響度の大きいものから対応することが考えられるが、利用者の視点に立てば、小規模な崩壊でもサービス水準の低下と捉えられることから、日常的な対応を重視することが考えられる。

表－2 崩壊レベルと予算区分

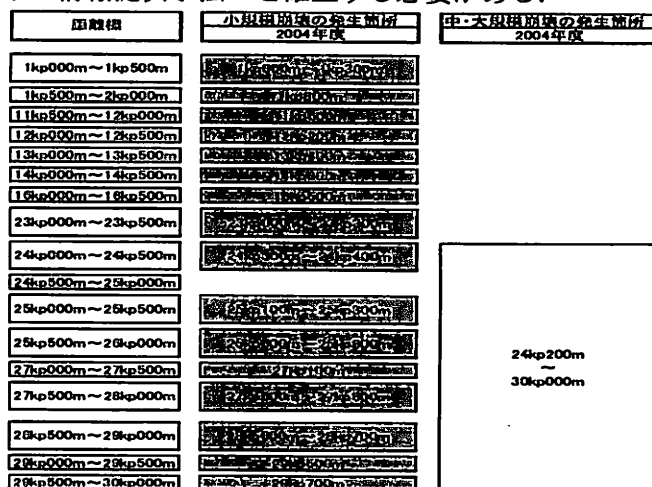
崩壊レベル	大規模崩壊 ⇒全車線に影響を及ぼす崩壊	中規模崩壊 ⇒片側車線に影響を及ぼす崩壊	小規模崩壊 ⇒一部車線に影響を及ぼす崩壊
概要			
点検	防災管理(災害防除)	防災管理(災害防除)	維持管理(道路補修費)
調査・設計	防災管理(災害防除)	防災管理(災害防除)	維持管理(道路補修費)
事前対策	防災管理(災害防除)	防災管理(災害防除)	維持管理(道路補修費)
事後対策	災害復旧(災害復旧費)	災害復旧(災害復旧費)	維持管理(道路補修費)

↓ 管理者のニーズや斜面管理の各段階における情報提供手法の確立



(3) 小規模崩壊と中・大規模崩壊の相関

ここでは、参考までに小規模崩壊と中・大規模崩壊の相関について見る。過去の災害履歴から、ある国道の30kmにおよぶ山間部の路線において、道路の距離標ごとに小規模崩壊と中・大規模崩壊の発生箇所を示した事例を図－1に示す。これより、中・大規模崩壊は小規模崩壊発生箇所でも発生しているが、一方で中・大規模崩壊の未発生箇所でも小規模崩壊が発生しており、崩壊レベルごとに“意思決定のための情報提供手法”を確立する必要がある。



図－1 小規模崩壊と中・大規模崩壊の発生箇所

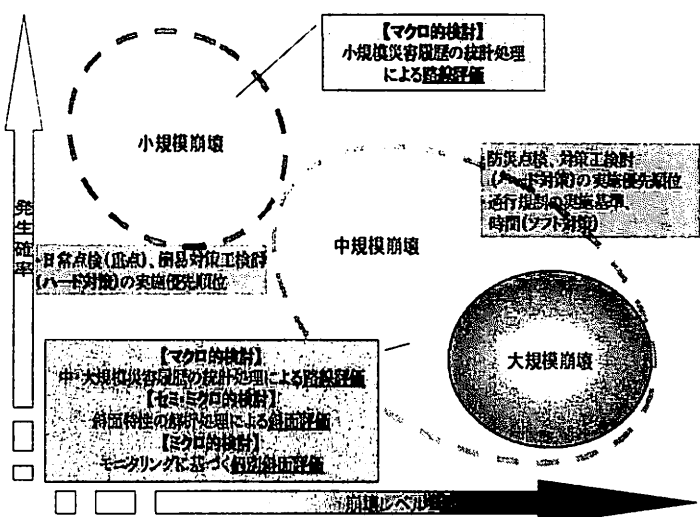
3. 道路斜面防災における情報提供の方向性

(1) 自動車走行の安全・安心の向上

自動車走行の安全・安心の向上にはどのような施策が必要かといった視点から、情報提供の方向性について提案する。道路斜面の管理における最終目標は“自動車走行の安全・安心の向上”であり、目標と目標を実現するための手段との関係を階層的に整理したものを表－3に示す。“自動車走行の安全・安心の向上”のためには、それぞれの災害レベルに応じて“走行安全性の確保”と同時に“走行快適性の確保”が必要であり、具体的な施策（インプット）として、点検や対策工の実施、事前通行規制の実施などが抽出され、施策実施の優先順位を意思決定するための情報提供が必要となる。

(2) 災害規模と情報提供

次に、災害規模という視点から、情報提供の方向性を図－2に示す。この図は発生確率を縦軸に、崩壊レベルを横軸にとり、災害規模の位置づけを概念的に示したものである。災害規模や予算区分の面からは、小規模崩壊と中・大規模崩壊を区分した情報提供が、また得られる情報量といった面からは、意思決定の各段階において路線評価を行うマクロ的な検討から、個別斜面評価を行うミクロ的な検討まで、段階的な情報提供が必要となる。



図－2 災害規模と情報提供

(3) 情報提供の流れ

前述した災害規模と情報提供の流れを具体的に図－3、図－4に示す。この図は、崩壊レベル・予算区分ごとに、道路斜面管理における意思決定の各段階（点検実施、対策工検討、対策工実施）における情報提供と予算化の流れを示している。

崩壊レベル別の条件として、①中・大規模崩壊の未発生箇所でも小規模崩壊が発生していること、②崩壊レベルによって予算区分に相違があることから、崩壊レベル（小規模崩壊と中・大規模崩壊）によって情報提供の流れを区分している。

表－3 自動車走行の安全・安心の向上

戦略目標	最終アウトカム	中間アウトカム1	中間アウトカム2	アウトプット	インプット	情報提供内容	
自動車走行の 安全・安心の向上 〔利用者の満足度〕	走行安全性の確保 〔路上事故の 発生件数〕	斜面の小規模崩壊に関連 する走行安全性の確保 〔路上事故の発生件数〕	斜面崩壊の発生の低減 〔斜面崩壊の発生件数〕	斜面崩壊の 発生回数	日常点検(重点)の実施	日常点検(重点)の 実施優先順位	小規模崩壊
					〔点検〕等の実施	簡易対策工の 実施優先順位	
		路上障害物(崩落土砂等) による被害の低減 〔崩落土砂等による事故発生件数〕	崩落土砂等の 処理回数	日常点検(通常)の実施	－		
				路面清掃(人力、機械)	－		
	斜面の中・大規模崩壊に関連 する走行安全性の確保 〔路上事故の発生件数〕	斜面崩壊の発生の低減 〔斜面崩壊の発生件数〕	斜面崩壊の 発生回数	防災点検の実施	防災点検実施の 路線優先順位	中・大規模崩壊	
					対策工の実施		対策工検討実施の 斜面優先順位
		崩落土砂等による被害の低減 〔崩落土砂等による事故発生件数〕	通行規制時の 事故発生回数	モニタリングの実施	通行規制の 実施基準		
				事前通行規制の実施	－		
			二次災害の 発生件数	緊急点検の実施	－		
				事前通行規制の 空振り回数	モニタリングの実施		通行規制の 実施時間
	事前通行規制の実施	－					
走行快適性の確保 〔自動車の 平均旅行時間〕	斜面の中・大規模崩壊に関連 する走行快適性の確保 〔通行規制の発生件数〕	通行規制の発生の低減 〔通行規制の発生件数〕					

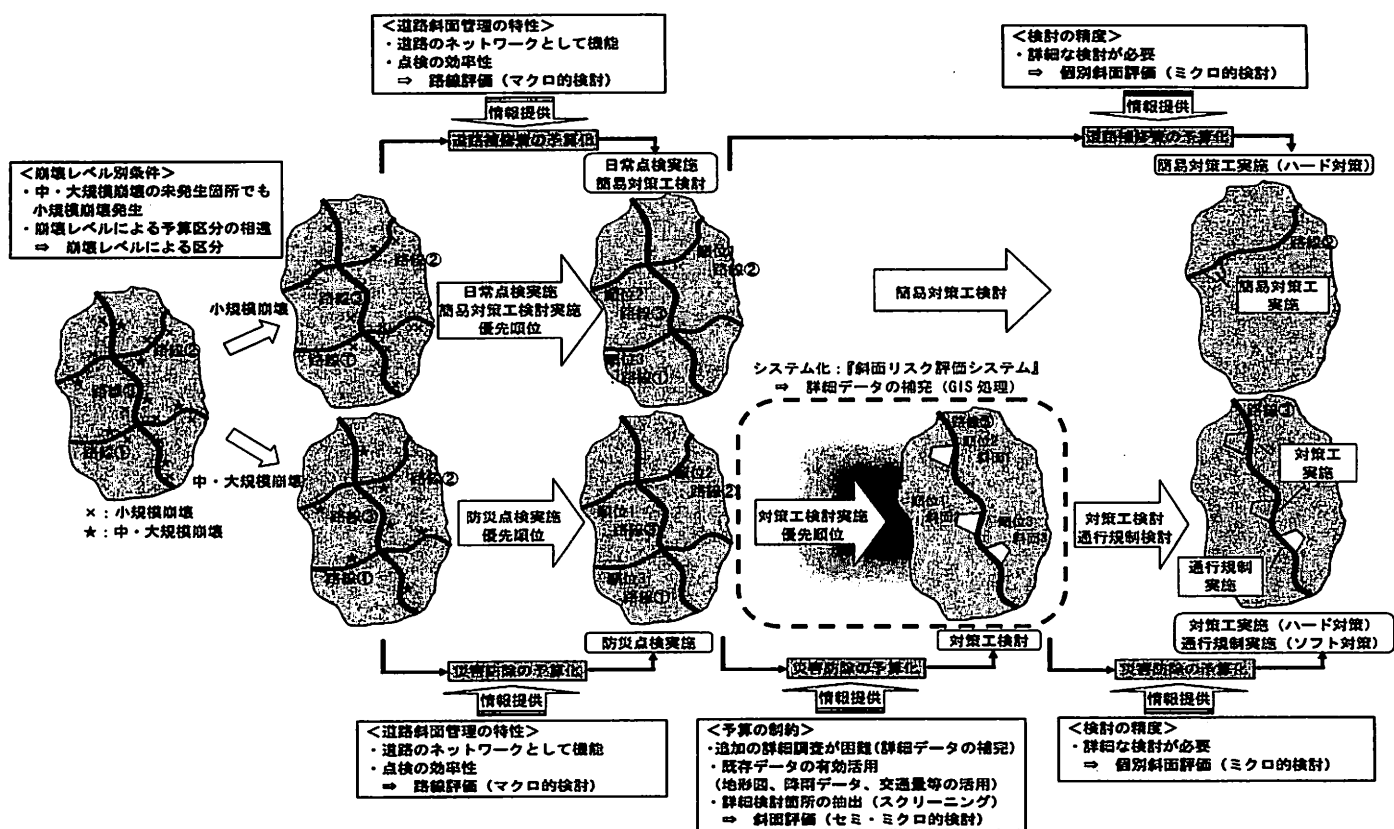


図-3 災害規模と情報提供手法の流れ(1)

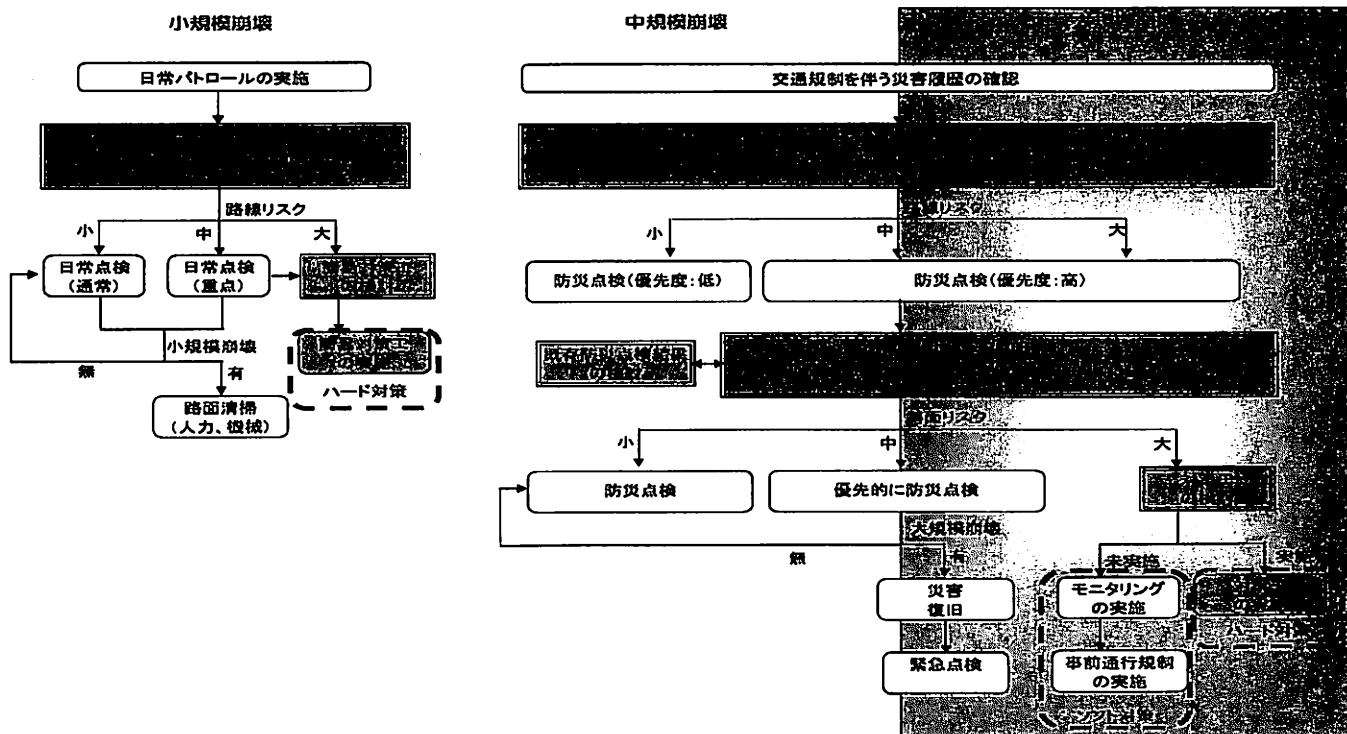


図-4 災害規模と情報提供手法の流れ(2)

小規模崩壊においては、第一に道路斜面管理の特性として、①道路斜面は各斜面が単独で機能を果たすのではなく道路ネットワークとして安全・安心な交通機能を果たすこと、②点検は路線単位で実施す

ることが効率的であることから、小規模災害履歴の統計処理による路線評価というマクロ的な検討による情報提供を行い、日常点検・簡易対策工検討実施の優先順位を路線評価して“道路補修費を予算化”

し、日常点検の実施、簡易対策工の検討を進める。次に、個別斜面の具体的な簡易対策工を実施するには、検討の精度として詳細なデータが必要となることから、個別斜面評価というミクロ的な検討による情報提供を行い、“道路補修費の予算化”，簡易対策工（ハード対策）実施という情報提供と予算化の流れとなる。

中・大規模崩壊においては、第一に小規模崩壊と同様に、道路斜面管理の特性として、①道路斜面はネットワークとして機能すること、②点検の効率性から、中・大規模災害履歴の統計処理による路線評価というマクロ的な検討による情報提供を行い、防災点検実施の優先順位を路線評価して“災害防除を予算化”し、防災点検を実施する。次に、個別斜面の具体的な対策工や通行規制を実施するには、検討の精度として詳細なデータが必要となるが、限られた予算の中で追加の詳細調査を実施することは困難である。よって、詳細データを補完するために、既存データ（地形図、降雨データ、交通量等）を有効活用し、詳細検討箇所の抽出（スクリーニング）を行う。その手法としては、斜面特性の解析処理による斜面評価というセミ・ミクロ的な検討による情報提供を行い、対策工検討実施の優先順位を斜面評価して“災害防除を予算化”し、対策工の検討を進める。この際、GISをプラットフォームに詳細データを補完するシステムとして「斜面リスク評価システム」を構築しており、後に具体的な方法について提案する。最後に、個別斜面評価というミクロ的な検討による情報提供を行い、“災害防除の予算化”，対策工（ハード対策）や通行規制（ソフト対策）の実施という情報提供と予算化の流れとなる。

4 意思決定の各段階における情報提供手法

(1) 小規模崩壊に対する情報提供手法

小規模崩壊に対する情報提供手法として、小規模災害履歴（日常パトロール結果）の統計処理により路線評価を行うマクロ的な検討手法を図-5に示す。

日常パトロールは日々行われているが、この情報を定量的な分析に基づき斜面防災管理へ有効に活用されていないのが現状である。この手法はインプットデータとして「日常パトロールの小規模災害履歴＋崩壊規模」を用い、1回の災害での被害額とその

年超過確率をイベントプロットすることで、日常点検（重点），簡易対策工検討の実施優先順位の情報を提供するものである。

小規模災害履歴の統計処理方法は、既往文献³⁾に示されている生起確率法（イベントプロット）を援用しており、路線区間におけるリスクの現状把握や路線間のリスク比較など、リスク分析に有効な手法である。過去の小規模災害履歴を用いた生起確率法によるリスク算定では、その計測期間 N 年に発生した全ての災害の年発生確率 P を式(1)，リスク R を式(2)，計測年数 N 年間における i 位の大きさの災害被害額 di に対する年超過確率 P_i を式(3)で算定する。

$$P = 1/N \quad (1)$$

$$R = \sum_{i=1}^m di/N \quad (2)$$

$$P_1 = 1/N$$

$$P_2 = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - 1/N)$$

$$P_3 = 1 - (1 - P_2) \cdot (1 - 1/N)$$

$$\dots\dots\dots$$

$$P_m = 1 - (1 - P_{m-1}) \cdot (1 - 1/N) \quad (3)$$

ここに、 N は計測年数、データ収集の対象年数、 m は N 年間の災害件数、 di は計測年数 N 年間における順位 i 位の大きさの災害被害額（ $1 \leq i \leq m$ ）， P_i は di に対する年超過確率である。

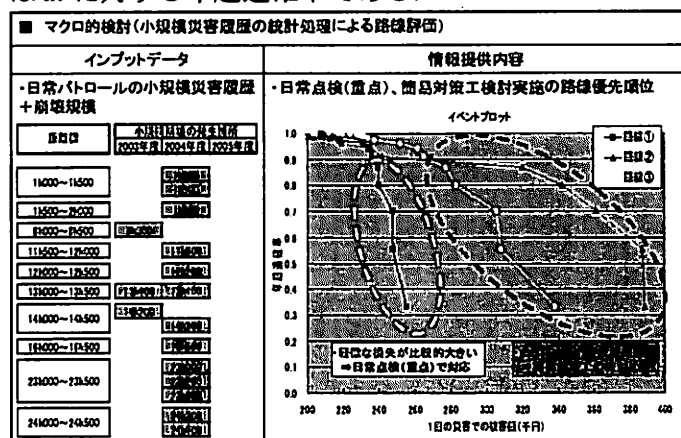


図-5 小規模崩壊に対する情報提供手法

(2) 中・大規模崩壊に対するマクロ的検討手法

中・大規模崩壊に対する情報提供手法として、中・大規模災害履歴（交通規制を伴う災害履歴）の統計処理により路線評価を行うマクロ的な検討手法を図-6に示す。

日常パトロール結果と同様に、災害履歴は斜面の防災管理へ有効に活用されていないのが現状である。

この手法はインプットデータとして「交通規制を伴う災害履歴」を用い、1回の災害での被害額とその年超過確率をイベントプロットすることで、防災点検実施の路線優先順位の情報を提供するものである。なお、中・大規模災害履歴の統計処理方法は、小規模崩壊と同様に既往文献³⁾に示されている生起確率法（イベントプロット）を援用している。

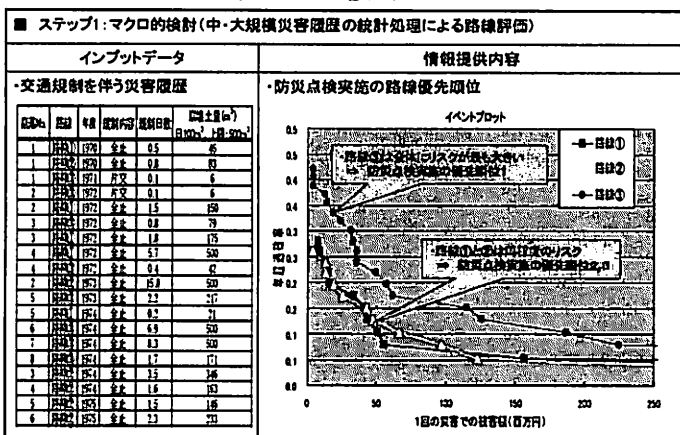


図-6 中・大規模崩壊に対する情報提供手法1

(3) 中・大規模崩壊に対するセミ・ミクロ的検討手法

中・大規模崩壊に対する情報提供手法として、斜面特性の解析処理による斜面評価、セミ・ミクロ的な検討手法を図-7に示す。詳細データの補完、既存データ（地形図、降雨データ、交通量等）をGIS処理するためにシステム化した「斜面リスク評価システム」を用い、詳細検討箇所を抽出（スクリーニング）する手法であり、マクロ的な検討からミクロ的な検討への橋渡しを行うものである。

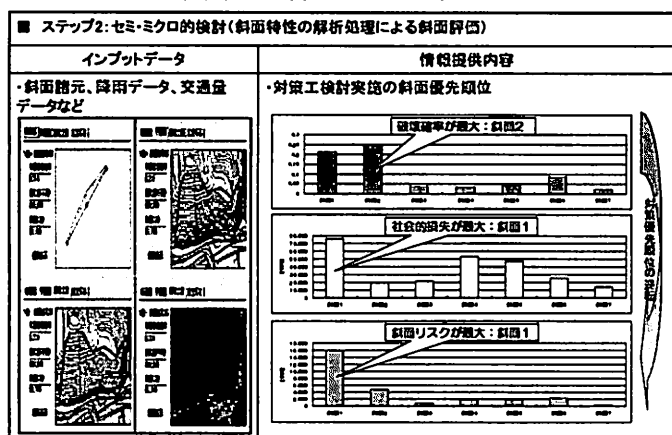


図-7 中・大規模崩壊に対する情報提供手法2

工や通行規制を実施する際には、斜面諸元（斜面範囲や高さ、勾配、崩壊土層厚など）や基礎データ（強度係数や斜面内水位、地下水分量など）の詳細なデータを入手するための地質調査やボーリング調査、物理試験、水分量モニタリングなどが必要となるが、限られた予算の中で全ての斜面について追加の詳細調査を実施することは困難である。よって、詳細調査を補完するために、既存データ（地形図、降雨データ、交通量等）を有効活用し、詳細検討箇所の抽出（スクリーニング）を行うことが有効であり、その具体的な手法としてGISをプラットフォームに詳細データを補完する「斜面リスク評価システム」を提案する。

道路斜面防災の分野において筆者ら^{4), 5), 6), 7), 8)}は、これまでに道路に隣接する斜面の補強対策を対象として、斜面崩壊により発生する損失の評価に基づく、リスク管理手法について検討を進めてきた。「斜面リスク評価システム」は、これまでの筆者らの研究の知見に基づき、降雨ハザードを対象とした道路斜面の崩壊により発生する社会経済学的損失の評価に基づくリスク評価手法を用いた意思決定の支援ツールとして、斜面諸元の自動取得、降雨時における斜面毎の破壊確率の算定、迂回損失に基づく道路ネットワークのリスク評価などの解析システムをGIS上にパッケージ化したものである⁹⁾。

本研究で提案する「斜面リスク評価システム」のシステム構成を図-8に示す。

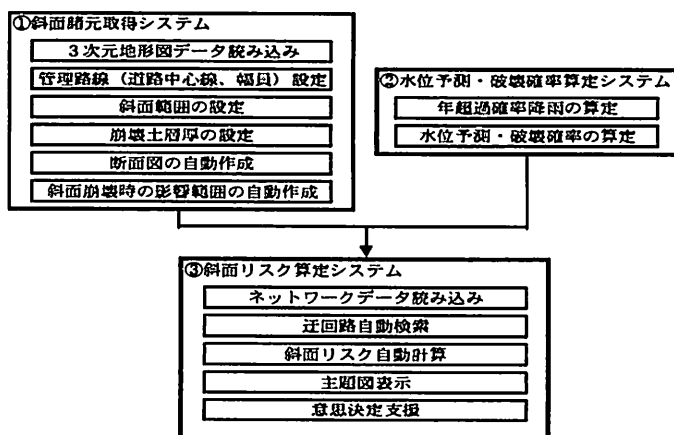


図-8 斜面リスク評価システムのシステム構成

5. 情報提供手法(斜面リスク評価システム)の検証

(1) 斜面リスク評価システムに基づく解析

中・大規模崩壊において個別斜面の具体的な対策

a) 斜面諸元の自動取得（斜面諸元取得システム）

道路防災点検が実施されている道路網では、点検箇所についての斜面性状資料は比較的まとまっているものの、その他大多数の斜面については、斜面範

囲や勾配等の斜面諸元・基礎データが不明瞭であり、これらの基礎データを如何に効率的に作成するかが課題である。「斜面諸元取得システム」は、管理路線に隣接する斜面に対し、斜面高さ、平均勾配、崩壊土層厚などの斜面諸元を、3次元地形図データから自動的に作成するシステムである（図-9）。

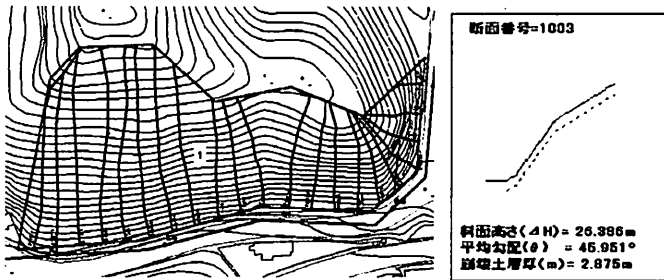


図-9 斜面抽出

b) 降雨パターン別破壊確率の評価（水位予測・破壊確率算定システム）

「水位予測・破壊確率算定システム」は、GISにより得られた斜面諸元をもとに、降雨ハザードによる斜面の年間破壊確率を算定するシステムである⁷⁾。

降雨時の斜面内地下水位を予測（3連1次元タンクモデル）し、最も危険な状態となる降雨パターン（前方・中央・後方集中型）を評価するシステムであり、式(4)に示す長大斜面における安定解析法を援用した性能関数を用い、強度係数（ $\tan\phi_d, Cd$ ）を確率変数として、これらの変動係数（標準偏差/平均値）毎に1次近似2次モーメント法（FOSM）を用いて降雨時の破壊確率 P_f を求める方法を採用している。

$$Q = \left(1 - \frac{\gamma_w H_w}{\gamma H}\right) \cdot \frac{\tan\phi_d}{\tan\alpha} + \frac{Cd}{\gamma H} \cdot \frac{1}{\sin\alpha \cos\alpha} - 1 \quad (4)$$

ここに、 γ_w は水の単位体積重量、 γ は土の単位体積重量、 ϕ_d は土の内部摩擦角、 Cd は粘着力、また α は無限斜面の傾斜角、 H は崩壊土の層厚、 H_w は「水位予測・破壊確率算定システム」から求められる崩壊土中の水深である。降雨による斜面毎の年間破壊確率は、比較的頻繁に発生する小規模な降雨から極めて希にしか発生しない豪雨までを、一年間当たりにならした形で組み入れる。すなわち式(5)に示す通り想定降雨レベル毎に得られた条件付き破壊確率 $p_f(\alpha)$ に、その降雨レベルが一年間に発生する可能性を重みづけした形で合積している。

$$P_a = \int_0^{\infty} p_f(\alpha) \cdot \frac{dP(\alpha)}{d\alpha} \cdot d\alpha \quad (5)$$

ここに、 $P(\alpha)$ は、降雨の発生確率、 $p_f(\alpha)$ は条件付き破壊確率、 P_a は年間破壊確率である。

c) ネットワークの年間リスク評価（斜面リスク算定システム）

「斜面リスク算定システム」は、「斜面諸元取得システム」、「水位予測・破壊確率算定システム」で算出された各斜面の年間破壊確率を用い、斜面が崩壊した場合の迂回路を自動検索することで、社会的損失を加味した道路ネットワークにおける斜面の年間リスクを算定するシステムである（図-10）。

各斜面における年間リスクは、年間破壊確率 (P_a) と損失額 (C_i) をもとに算出する。

$$\text{年間リスク } Ra = \text{年間破壊確率 } Pa \times \text{損失額 } Ci \quad (6)$$

損失額は、直接的損失である管理者損失と間接的な迂回路等の利用に伴う利用者損失であり、本システムでは崩壊による被害シナリオ（崩壊土砂の到達による通行車両への被害）を仮定し、その斜面崩壊に伴う損失額を算出する。なお、各損失額についての具体的な算定方法は、既往研究^{10), 11)}により示されている方法を援用している。

$$\text{管理者損失} = \text{通行車両, 搭乗者に対する損失} (C1)$$

$$+ \text{崩壊土の撤去, 復旧費用} (C2) \quad (7)$$

$$\text{利用者損失} (C3) = \text{迂回損失}$$

$$(\text{時間費用} + \text{走行費用}) \quad (8)$$

$$\text{損失額} (C_i) = C1 + C2 + C3 \quad (9)$$

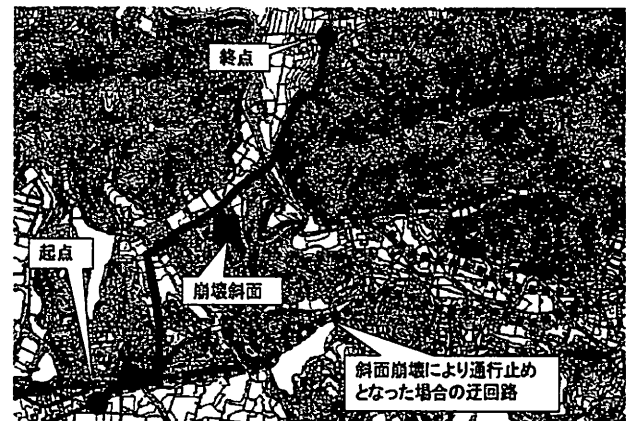


図-10 迂回路検索

d) 解析結果

「斜面リスク評価システム」を実際の道路ネットワーク上の斜面に適用した結果を図-11に示す。斜面崩壊危険度（年間破壊確率）評価と斜面リスク評価で対策工検討実施の優先順位が逆転しており、社会的損失評価が必要であることが分かる。

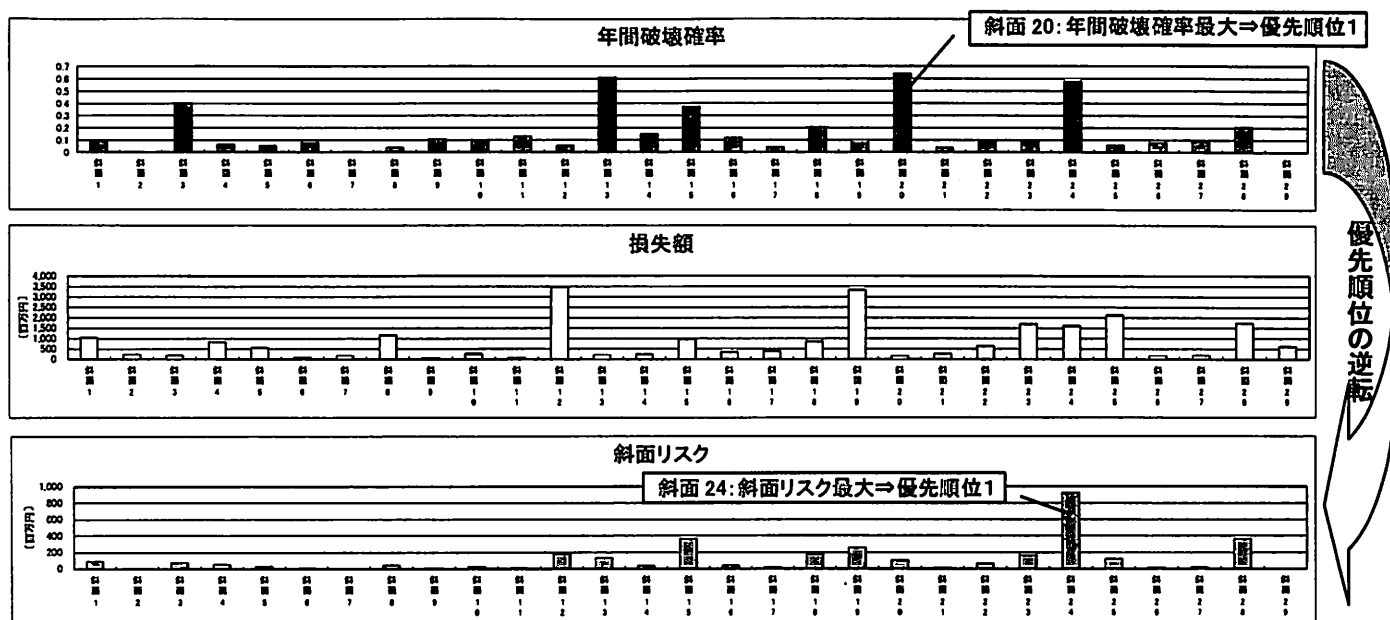


図-11 斜面リスク評価システムの解析結果

(2) 資産価値評価に基づく事業実施優先度

「斜面リスク評価システム」は、降雨ハザードを対象とした道路斜面の崩壊により発生する社会経済学的損失の評価に基づくリスク評価手法を用いた意思決定の支援ツールであるが、斜面が崩壊した場合の本復旧に掛かる対策工費については評価していない。ここでは、本復旧対策工費を考慮する手法として、資産価値の概念を導入した“意思決定のための情報提供手法”について提案する。

a) 道路の機能面から見た資産価値

道路斜面は各斜面が単独で機能を果たすのではなく、路面と一体となり道路ネットワークとして安全で安心な交通機能などを果たしている。道路の持つ一般的な機能とその役割を整理すると表-4のとおりであり、それぞれの機能とその役割に対応した資産価値があると考えられる。

表-4 道路の機能と役割

機 能		役 割
交通機能	トラフィック機能	・自動車や自転車の通行サービスの役割
	アクセス機能	・沿道の土地・建物への出入りサービスの役割 ・間接的効果として土地利用誘導
市街地形成機能		・都市の骨格を形成し、コミュニティや良好な街区を形成
空間機能	都市施設収容空間	・電気、ガス、上下水道、共同溝、地下鉄、その他都市施設の収容空間
	防災空間	・防災通路、火災延焼の遮断空間、地震時の緊急輸送路などの防災空間

例えば、河川堤防を考えた場合、その機能と役割は降水の海への流入であり、河川断面（空間）の大

きさが資産価値であると考えられ、資産価値は堤防の形状でその大きさが異なることになる。一方、道路斜面が多数存在する地域の幹線道路などを想定した場合、道路の機能は交通機能（トラフィック機能）が中心であり“路面上部空間の大きさ”が資産価値となることから、道路斜面の形状による資産価値の差異はないと考えられる（図-12）。

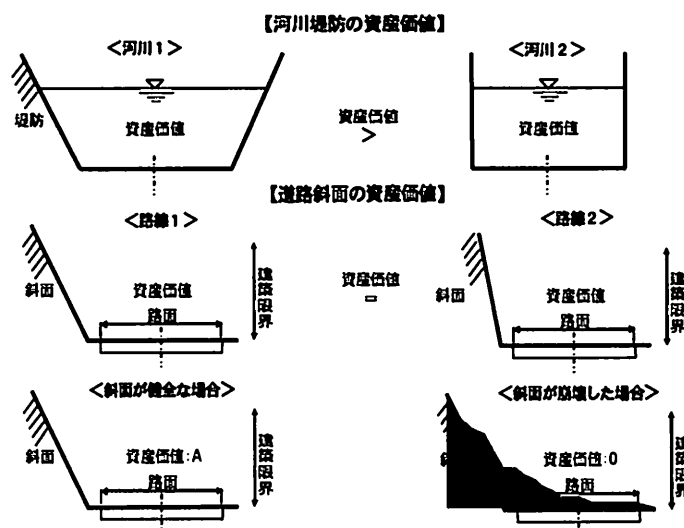


図-12 資産価値の比較

b) 資産価値評価

道路斜面の資産価値を“路面上部空間の大きさ”，即ち“路面上部空間が確保されることによって生み出される経済的な便益”と捉えた場合、資産価値の大きさは、その裏返しとなる“斜面が崩壊した場合の利用者損失”として式(10)で算定できる。

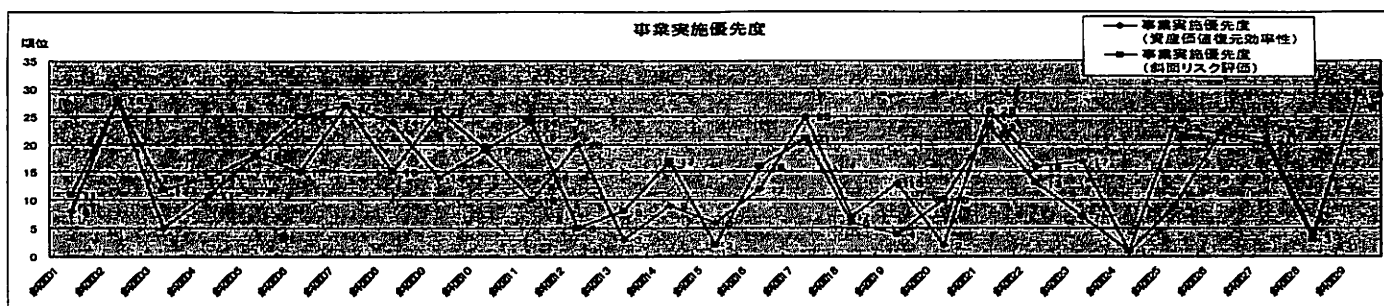


図-13 事業実施優先度の比較

資産価値 (Asset value) ⇔ 利用者損失 (C3)

＝迂回損失 (時間費用＋走行費用) (10)

また、道路斜面の性能低下に伴い減少する資産価値 (DV: Decrease asset value), 資産価値復元の効率性 (E: Efficiency) を式 (11), 式 (12) から算定することで、斜面が崩壊した場合の本復旧に掛かる対策工費を考慮した事業実施優先度の評価が可能となる。

性能低下に伴う減少資産価値 (DV)

＝資産価値 (C3) × 年間破壊確率 (Pa) (11)

資産価値復元効率性 (E)

＝性能低下に伴う減少資産価値 (DV)

/ 資産価値復元のための対策工費 (C4) (12)

c) 解析結果

道路斜面の崩壊により発生する社会経済学的損失を考慮した「斜面リスク評価システム」を用いた優先度の算定結果と、社会経済学的損失に加えて斜面が崩壊した場合の本復旧に掛かる対策工費を考慮した「資産価値復元効率性」を用いた優先度の算定結果の比較を図-13に示す。解析結果は、ほぼ同様の傾向を示しており、事業実施の優先度評価にあたっては、①社会経済学的損失を重視するのか、②資産価値復元の効率性を重視するのか等、道路斜面管理者のニーズに即した情報提供が重要となる。

6. まとめ

本研究では、道路斜面防災マネジメントにおける“意思決定のための情報提供手法”のあり方について提案した。

a) 予算構成から見た斜面防災の位置づけについて

道路斜面の崩壊レベル (中・大規模崩壊と小規模崩壊) は予算区分とも対応しており、管理者の視点では、中・大規模な災害の防止として災害防除予算確保のための情報提供が必要となる。また、利用者の視点に立てば、小規模な崩壊によるサービス水準

の低下を防ぐため、道路補修費予算確保のための情報提供が必要であり、管理者の予算規模やニーズに柔軟な対応を図ることが可能な情報提供手法を整備することが重要となる。

b) 斜面防災における情報提供手法の方向性について

道路斜面の管理における最終目標“自動車走行の安全・安心の向上”を実現するため、災害規模や予算区分の面からは、小規模崩壊と中・大規模崩壊を区分した情報提供が必要となる。また得られる情報量といった面からは、意思決定の各段階において路線評価を行うマクロ的な検討から、斜面評価を行うセミ・ミクロ的な検討、個別斜面評価を行うミクロ的な検討まで、段階的な情報提供が必要となる。

c) 意思決定の各段階における情報提供手法について

道路斜面管理における意思決定の各段階 (点検実施, 対策工検討, 対策工実施) における情報提供にあたっては、これまで十分に活用されてこなかった災害履歴などの既存データを有効に活用し、予算化のための情報提供を行うことが重要である。また、限られた予算の中で追加の詳細調査を実施することは困難であり、詳細データの補完、既存データ (地形図、降雨データ、交通量等) を GIS 処理するためにシステム化した「斜面リスク評価システム」を用い、詳細検討箇所を抽出し、マクロ的な検討からミクロ的な検討への橋渡しを行うことが有効である。

d) 斜面リスク評価システムの検証について

「斜面リスク評価システム」は、降雨ハザードを対象とした道路斜面の崩壊により発生する社会経済学的損失の評価に基づくリスク評価手法を用いた意思決定の支援ツールである。このシステムを実際の斜面に適用した事例・検証結果から、斜面崩壊危険度 (年間破壊確率) 評価と斜面リスク評価で対策工検討実施の優先順位が逆転しており、斜面崩壊における社会的損失評価が必要であることが分かる。

【参考文献】

- 1) 道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），財団法人道路保全技術センター，2007.
- 2) 地方財政白書平成 20 年版，総務省，2008.
- 3) 土木研究所資料 道路斜面災害のリスク分析・マネジメント支援マニュアル（案），独立行政法人土木研究所，2004.
- 4) 大津宏康，大西有三，水谷守：高速道路に近接する斜面を対象とした自然災害に対するリスクマネジメント手法に関する提案，土木学会論文報告集，土木学会論文集，No. 658/VI-48，pp. 245-254，2000.
- 5) 大津宏康，大西有三，水谷守，伊藤正純：地震に伴う災害リスク評価に基づく斜面補強の戦略的立案方法に関する一提案，土木学会論文集，No. 679/VI-51，pp. 123-134，2001.
- 6) 大津宏康，大西有三，西山哲，竹山雄一郎：岩盤崩落による社会経済的損失を考慮したリスク評価に関する研究，土木学会論文集，No. 707/VI-55，pp. 207-218，2002.
- 7) 高橋健二，大津宏康，大西有三：タンクモデル法を用いた地下水位挙動を考慮した斜面リスク評価の研究，土と基礎，No. 51-10，pp. 15-17，2003.
- 8) 東郷智，大津宏康，大西有三，伊豆隆太郎，安田亨，高橋健二：GIS を用いた戦略的斜面アセットマネジメント手法の研究，建設マネジメント研究論文集，Vol. 11，pp. 141-148，2004.
- 9) 関口信康，大津宏康，安田亨，伊豆隆太郎，高橋健二：道路斜面防災統合マネジメントシステムに関する研究，建設マネジメント研究論文集，Vol. 15，pp. 141-150，2008.
- 10) 斜面防災研究委員会，斜面安定評価における劣化概念の導入，（社）建設コンサルタンツ協会近畿支部，2006.
- 11) 道路投資の評価に関する研究委員会，道路投資の評価に関する指針（案），日本総合研究所，1998.

Study on Information Provision Method for Decision Making on Road Slope Disaster Prevention Management

By Nobuyasu. SEKIGUCHI, Hiroyasu. OHTSU

To improve the safety and security of driving while coping with today's stagnant economy and frequent natural disasters, management of road slope disaster prevention should be spread and road slopes should be appropriately managed. To achieve the goals, road managers should fulfill their accountability on expenses related to road slopes by clarifying social losses that would result by drops in service levels and establishing information provision methods for each stage of road slope management. From this viewpoint, this study was conducted to propose "information provision methods for decision making" on road slope disaster prevention, which use available slope information at each stage of road slope management with limited funds and respond flexibly to the needs and the available funds of the managers. In order to achieve the ultimate goal of road slope management, which is "improved safety and security of driving", information provision needs to be separated for small-scale collapses and medium- to large-scale collapses in terms of the scales of disaster and funds. In terms of the amount of available information, staged information provision is needed ranging from macroscopic studies, which involves evaluation of the entire route at each stage of decision making, to semi- and microscopic investigations for evaluating slopes, and microscopic investigations for evaluating individual slopes.