

数量化法に基づく転落型落石の危険度評価基準について

A CRITERION ON ESTIMATING A POSSIBILITY OF BOULDER-FALL ON A SLOPE

村上幸利*・箭内寛治**

By Yukitoshi MURAKAMI and Kanji YANAI

The method of marking or of quantification has been so far proposed as a method for estimating the possibility of boulder-fall on a slope. The former is of very practical use but has little statistical background, while the latter bases on statistics but is not serviceable on account of its complicated procedure. In this report, a hybrid method is developed by accepting the merits of the two methods. The superiority of the hybrid method is shown by comparing with the methods of marking proposed in the past and by applying to practical problems.

Keywords: field measurements, hazard assessment, method of marking, quantification, rock-fall

1. ま え が き

落石は、山間部における交通路沿いの自然斜面または切取り斜面でしばしば発生し、時として通行者や通行車両に重大な影響を及ぼす。落石事故を防止するための対策工法として根固め工や落石防止柵または落石防止壁などの設置があるが、限られた予算でもって防災対策工の効果も路線内でバランス良く最大限に発揮させるには、路線沿いに数多く存在する斜面のおおのについて落石発生危険度を定量的に評価し、落石斜面としてのランク付けを行って、それを工事費の配分や工実施計画の策定に関する基礎資料として活用していこうとする意図をもつことが重要である。しかし、実際にその作業を進めて、効果を上げるためには、落石斜面の危険度を合理的に評価できる手法の確立がまず第一の条件となる。

従来から、落石発生危険度を判別する方法がいくつか提案されているが、最も一般的なものとして採点法がある^{1)~3)}。この方法は、ある採点基準に従って調査斜面に点数を付け、その得点から落石の可能性の程度を判別

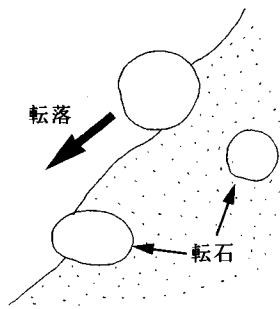
する簡易な方法であって、現場の要素を配慮した最も実用的な手法であると考えられる。採点法は、基本的には過去の落石事例の統計的分析に立脚して構築されるが、落石という自然現象を対象にするために経験的な推量に依存せざるを得ない面をもつことも事実である。その事情は十分に理解されるべきものであろう。しかし、従来の採点法では、採点の対象とされる因子の選定および採点基準の設定において、経験的推量が重んじられた分だけ論理性や論理的根拠が希薄になってしまっていた嫌いがある。その理由として、落石の発生機構に関する力学的考察あるいは数理統計に基づいた落石事例の分析の不十分さが挙げられる。

著者らは、この問題点を少しでも解消できる方法として、採点法とは異なった数量化分析に基づく落石の危険度評価を試みた⁴⁾。これは地形・地質的因子や力学的要因をできるだけ取り込んだ統計解析に基づくものであって、手法としても厳密性がかなり保証されるものである。しかし、複雑な解析的手続きを踏まなければならないために、実用面からみた場合は取り扱いづらいという欠点をもつ。

そこで、本報告においては、上述したような採点法および数量化法それぞれの長所を活かした落石の危険度判別法として、数量化分析結果に基づく危険度評価基準の

* 正会員 工博 山梨大学助教授 工学部土木環境工学科
(〒400 甲府市武田 4-3-11)

** 正会員 工博 山梨大学教授 工学部土木環境工学科
(同上)



図一 転落型落石

設定ならびにその基準による採点法の提案を行うこととする。また、それを受けて、従来の採点法での採点基準との比較を試み、落石に影響する因子について考察を行う。また、実際の落石斜面を対象として、それぞれの採点基準による危険度評価を試みて、各採点法の特質等について検討を行うことにする。なお、本報告は著者らの従来からの研究の延長線上に位置するものであることから^{4)~6)}、対象は図一に示すような転落型落石のみに限定されることになる。

2. 落石への影響度を表わす尺度

著者らは今までに数量化法による転落型落石の危険度判別を試みたが⁴⁾、それは数量化理論が教える次のような点に根拠を置いている。すなわち、「落石発生の有・無」といった外的基準の分類を最も良く判別するには、たとえば「斜面高さ」といった要因アイテムと「高さ5メートル未満」や「高さ5メートル以上」といったカテゴリなどから成るそれぞれの要因アイテム・カテゴリに対応するダミー変数 $\delta_{ia}(jk)$ の線形式

$$y_{ia} = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{c_j} a_{jk} \delta_{ia}(jk) \dots \dots \dots (1)$$

において、外的基準間の相関比を最大にするような係数 a_{jk} を定めればよいわけであるが、このようにして定められたダミー変数 $\delta_{ia}(jk)$ の係数 a_{jk} は要因アイテム j のカテゴリ k に付与される評点とみなすことができ、これを式(1)に代入することによって個々のサンプルについての評点が定まり、落石の可能性を判別できることになるからである。ただし、上式の y_{ia} は、 L 個からなる外的基準のカテゴリのうち、 i 番目のカテゴリに反応した α 番目のサンプルについての評点を表わし、ダミー変数 $\delta_{ia}(jk)$ はそのサンプルが要因アイテム j のカテゴリ k に反応するとき1の値をとり、反応しないとき0の値をとるものとしている。また、 R は要因アイテム数、 c_j は要因アイテム j のカテゴリ数である。さて、このとき、要因アイテム j が落石の有無という外的基準に及ぼす影響の程度は、そのアイテム内の

カテゴリに付与された数量 a_{jk} の最大値と最小値の隔たりの大きさ、すなわちレンジによって表わすことができる。このレンジの大きい要因ほど、そのうちのどのカテゴリに反応するかによって評点すなわち予測値が大きく変わることになり、それだけ外的基準に対する影響が大きいと考えられるからである。また、外的基準のカテゴリも数量化することにし、 i 番目のカテゴリに b_i なる数量を与えるものとする、数量化された外的基準と数量化された要因アイテムとの間に偏相関係数を定義することができる。これは、いま対象としている要因アイテムの影響を除いた外的基準と対象とするアイテムとの相関係数に相当するので、外的基準に及ぼす各アイテムの影響の大きさを指標するもう1つの測度となり得る。前論文では、この論拠によって、諸要因が落石発生に及ぼす影響の程度について考察を試みた⁴⁾。

さらにカテゴリの影響度を表わす尺度にまで言及していくと、ダミー変数 $\delta_{ia}(jk)$ はそれぞれのアイテムにおいて1つのカテゴリのみに反応するという性質があるので、数量 a_{jk} は個々のサンプルの評点を定めるときのカテゴリウエイトの意味があり、したがって個々の転石について落石の危険性を評価する場合において、数量 a_{jk} はそれぞれのカテゴリが落石に及ぼす影響の度合いを表わす測度または尺度となり得ることになる。これは採点法での採点基準と同じ意味合いをもつ。ただし、採点基準として取り扱う場合には、実際の使用上の便宜を考えて、数量化分析から得られるカテゴリウエイトを0または自然数になるように処置することが肝要であろう。数量化分析から落石に関する判別点 Y_0 が既知の場合は、その判別点に相当する点数が設定でき、これによって個々のサンプルの合計得点から落石の危険度判別が可能になる。すなわち、カテゴリウエイト全体を整数化するのに必要な乗数を M 、また整数化されたウエイトを0または正の整数にするために要因アイテム j のウエイトに加算する定数を P_j とすると、採点による落石危険度判別点 N_0 は、

$$N_0 = M \times Y_0 + \sum_{j=1}^R P_j \dots \dots \dots (2)$$

で表わせる。ただし、 R は対象とする要因アイテムの数である。各斜面の採点結果と N_0 を比較することによって、落石の危険度を判別できる。

3. 数量化分析結果に基づく採点基準の提案

採点法は落石斜面の危険度判別を簡易に行う手法として有効であるが、それを用いるには適切な採点基準を設定しておかねばならない。基準の設定は、前述したように落石事例の統計的分析あるいは落石発生機構から考えた経験的な推定が拠り所となる。従来から提案されてい

表一 いくつかの採点法における採点基準と評価点
(最小点～最大点)

因子	日本道路公団	池田・小橋	筋内
斜面傾斜角	0 ~ 6	0 ~ 5	0 ~ 4
斜面高さ	-----	-----	2 ~ 6
湧水状況	-----	0 ~ 5	0 ~ 4
植生状況	0 ~ 4	-10 ~ 0	2 ~ 6
集水状況・ 斜面の縦断形状	0 ~ 4	0 ~ 10	0 ~ 4
地質・風化状態	0 ~ 10	-15 ~ 20	0 ~ 10
斜面の強度	-----	-----	2 ~ 10
転石の形状	0 ~ 4	-----	-----
転石の根入れ状態	安定係数の扱い 0 ~ 20	-----	-----
転石の大きさ	落石エネルギーと して間接的に考慮	-----	-----
斜面下部の地盤	-----	-----	2 ~ 4
転石の数	0 ~ 4	-----	-----
人間等の立入り	0 ~ 2	-----	-----
降雨の影響	0 ~ 4	0 ~ 5	0 ~ 15
凍結融解の影響	0 ~ 6	-5 ~ 15	0 ~ 6
風の影響	0 ~ 2	-----	-----
落石の履歴	0 ~ 20	-----	0 ~ 20
防護工の有無	考慮する	-----	-20 ~ 0
判断点	-----	-----	0 ~ 10

る採点基準として、日本道路公団¹⁾、池田・小橋²⁾、筋内³⁾によるものなどがある。それを整理し、要点をまとめたものを表一に示す。これをみると、「斜面の傾斜角」や「植生状況」のように、いずれの基準にも共通的に扱われている因子がある一方で、「斜面の高さ」や「転石の形状」のように基準によって採用されたり除外されたりしている因子もあり、さらに同じ因子に対しても提案者によって重みづけがかなり異なるなど、提案者の考え方が採点基準の設定に相当に反映されている様子が窺われる。

さて、著者らは山梨県および長野県佐久地方において転落型落石の現地調査を過去3年間わたって実施してきたが、調査から得られた約360個のサンプル（粘性土斜面で261個、砂質土斜面で102個）についての数量化分析結果を表二に示す。分析方法に関する詳細な説明は前論文に記述されているので参照されたい⁴⁾。ここに示した分析結果には、前論文での分析結果とかなり異なるところがみられるが、それはその後のデータの追加に起因するためであり、精度の点からみると、表二に示した結果のほうが優れていると考えられる。なお、追加サンプル数は粘性土斜面で133個、砂質土斜面で54個である。その分析結果に基づいて、前述したような方法によって定められた採点基準（案）を表三にまとめて示す。採用されている因子の種類やその重みづけすなわち点数については、表一に示したような他の研究者

表二 数量化分析結果の一部

アイテム	カテゴリー	度数	ウエイト	レンジ	偏相関係数
斜面傾斜角	40°未満	120	-0.6	1.1	0.27
	40°以上	141	0.5		
斜面高さ	5m未満	46	-1.3	1.7	0.34
	5m~10m	155	0.4		
	10m以上	60	-0.0		
含水状態	乾燥	46	-1.0	1.2	0.24
	湿潤	215	0.2		
植生状態	樹木	5	-1.8	2.1	0.23
	裸地	220	-0.0		
	草地	36	0.3		

アイテム	カテゴリー	度数	ウエイト	レンジ	偏相関係数
斜面傾斜角	40°未満	44	-1.0	1.7	0.60
	40°以上	58	0.7		
斜面高さ	5m未満	30	-1.1	1.6	0.58
	5m~10m	67	0.5		
	10m以上	5	0.2		
植生状態	裸地	84	-0.2	1.1	0.44
	草地	18	0.9		

表三 採点基準（案）

粘性土斜面		要因アイテム	砂質土斜面	
40°以上	3	斜面傾斜角	40°以上	5
40°未満	0		40°未満	0
5m以上	5	斜面高さ	5m以上	5
5m未満	0		5m未満	0
湿潤	4	含水状態		
乾燥	0			
草地	6	植生状態	草地	3
			裸地	0
			樹木	0
凸型	7	斜面縦断形状	凸型	7
凹型	4		凹型	5
直線型	0		直線型	0
		風化・老化状態	顕著	4
			中位・軽微	0
丸い形	5	転石の形状		
角張った形	0			
浅い(50°未満)	9	転石の根入れ状態 (根入れ角)***	浅い(50°未満)	7
中位(50°~70°)	4		中位(50°~70°)	4
深い(70°以上)	0		深い(70°以上)	0
60°以上	5	転石周辺の 斜面傾斜角	45°以上	4
60°未満	0		45°未満	0
ホルンフェルス	2	転石岩質	ホルンフェルス	7
安山岩質	0		花崗岩・閃緑岩質	2
その他	1		安山岩質	0
30cm以上	2	転石の大きさ (直径)		
30cm未満	0			
22点		判断点	20点	

または公的機関が提案する採点基準とかなり異なる部分がある。特に、降雨や凍結融解等の誘因に関しては、本研究では前述したように限定された地域における落石調査の結果の数量化分析から採点基準を設定し、同じ地域内の落石斜面の危険度判別やランクづけを行うことを試みたものであり、その範囲内においてはそれらの因子がほぼ同一条件にあると考えられること、ならびにこれらの影響因子を考慮した統計分析をまだ十分に進めてい

ないことから、採点基準から除外した。また、落石履歴についても、採点法を実際問題に用いる場合には落石の危険性を判断するうえで重要な基準の1つになるだろうが、落石斜面の外観によって落石発生の可能性を予測しようとする本研究の趣旨から考えると、现阶段ではむしろ考慮しないほうが良いと判断される。このようにそれぞれの提案者の考え方や意図によって採点基準が異なるわけであるが、いずれの基準が最も妥当なものであるかは、今後長期間にわたる現場観測の結果に基づき判定されるべきものであろう。しかし、誘因の取扱いに関する部分を除外すれば、本報告で提案する採点基準の設定方法が最も論理的根拠を有するものであることを強調しておきたい。また、実用面においては、これらの採点基準それぞれに基づいて採点される結果を総合的にとらえることによって、落石斜面の危険度が評価できることを期待できる。

4. 道路沿いの斜面を対象とした落石の危険度評価

山岳域を縫うようにして造られた林道や地方道においては、道路の両側に斜面が連続的に形成されるのが一般的である。その斜面は防護工が未整備であることが多いために、斜面の小規模崩落、特に落石が多発しやすい。しかも、最近では観光やレジャーと銘打って、一般車面が山深いところにまでとみに押し寄せるようになってきたために、落石事故の発生が常に心配される状況である。このような実状に対しては、限られた配分予算を落石災害防止のための設備費として危険性の高い落石斜面から優先的に割り当てていく考え方が肝要であるが、そのような方策を進めていくためには、各斜面について落石発生の危険性を定量的に評価できる手法の開発が不可欠となる。

ここでは、数量化分析結果をもとに新たに設定した表一3の採点基準(案)ならびに従来から他研究者らによって提案されている採点基準を用いて、山梨県内の山岳地または丘陵地を縦貫する数路線の道路沿いに存在する自然斜面または切取り斜面について落石危険度の評価を試みる。この評価の結果を通して、おのおのの路線における土質特性と落石発生特性の関係や各種採点法の特質などについて検討を行うこととする。

(1) 落石調査

山梨県内における5路線の地方道または林道について落石調査を実施した。それぞれの道路の位置を図一2に、また延長距離や道路幅員などの諸量を表一4に示しておく⁷⁾。まず、各路線が設けられている地域の地質的特性を簡単に述べておくと、次のようである。

a) 塔岩線 甲府市北部の昇仙峡近くにあり、花崗



図一2 落石調査を行った路線の位置図

表一4 落石調査を実施した路線

路線名	位置	幅員 (m)	当初新設年度	延長距離 (km)
塔岩	甲府市	3.6~4.0	昭36	5.55
野猿谷	甲府市	4.0	昭40	2.50
黒坂里道	境川村	4.0	昭37	5.06
観音峠	敷島町	3.6~4.0	昭21	5.27
南アルプス	芦安村	3.6~4.0	昭09	34.14

閃緑岩が広く分布する地域を通る。一部に洪積世に噴出した火砕岩類が存在する。切取り斜面の一部は風化のために、まさ化しており、斜面中に硬質の花崗岩類や捕獲岩のホルンフェルス等が転石としてみられる。

b) 野猿谷線 昇仙峡の北方にあり、砂岩、粘板岩を主とした四万十統の三倉層群が分布する地域を通る。道路に沿って断崖が続くが、部分的に転石を含む斜面部が存在する。

c) 黒坂里道線 甲府盆地と御坂山地の境にあり、石英閃緑岩を主体とした岩盤上部にロームが部分的に堆積する。二次堆積性のローム中に転石を含むような斜面部が点在する。

d) 観音峠線 敷島町の北部にあり、洪積世に噴出した角閃石石英安山岩質の火砕岩類をハケ岳ロームが部分的に被覆するような地域を通る。道路沿いには二次堆積性のロームに転石が散在するような斜面部が多い。

e) 南アルプス林道 甲府盆地から南アルプス山系に通じる主要道路である。砂岩や珪質頁岩などを主体とする四万十統の三倉層群が広く分布する地域を通る。道路に沿って断崖絶壁が続くが、沢部を中心として転石を含む斜面部がある。

転石が点在する斜面部を土質によって分けると、砂質土系の斜面が発達する塔岩線を除いて、他の4路線

ではいずれもローム質土を主とした粘性土系の斜面になっている。

調査項目は表—5に示すようなものであって、調査時点で表—6のような調査票に該当事項を記入するとともに、現場写真を撮影した。調査斜面の例を写真—1に示しておく。なお、落石には転落型落石と剝離型落石があるが、その区別を行いながら、目視によって落石発生の危険性が感じられる斜面についてはすべて調査した。調査の要領としては、当該路線について始点と終点を定め、始点から順次調査斜面に番号を付して、調査結果の整理に便宜を計ることとした。その一例を図—3に表わす。調査を実施した斜面数を各路線ごとに整理して表—7に示す。なお、本報告においては、このうちの転落型落石斜面のみが研究対象になることを申し添えておく。なお、

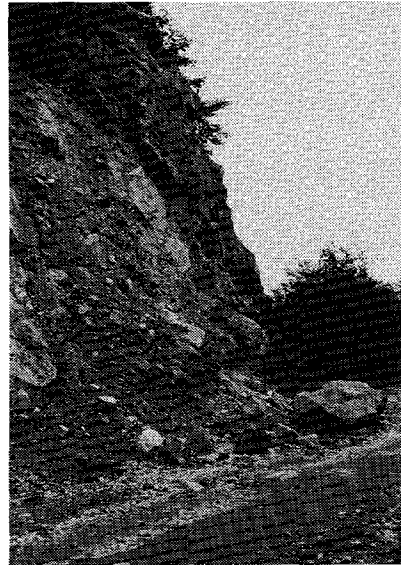
この落石調査のデータは前述の採点基準（案）を作成するのに用いたデータと全く別個のものである。

(2) 採点結果

実際の斜面では、多数個の転石が斜面内に点在するのが一般的である。このため、従来の採点法では転石個々よりもむしろ転石を含めた斜面全体の状況が評価の対象

表—5 調査項目

斜面について	(1) 斜面傾斜角 (2) 斜面高さ (3) 湧水・含水状態 (4) 植生状態 (5) 集水状況 (6) 斜面縦断形状 (7) 斜面横断形状 (8) 地質 (9) 風化・老化状態 (10) 斜面強度 (11) 人、動物が立ち入る可能性 (12) 風の影響 (13) 防護工
転石について	(1) 形状 (2) 根入れ状態 (3) 大きさ (4) 岩質 (5) 転石分布密度 (6) 過去の落石
浮石について	(1) 岩目密度 (2) 岩目の開き (3) 地質特性(節理の走向・傾斜、断層の有無等) (4) 過去の落石 (5) 斜面と節理の交差角(流れ目、差し目) (6) 凍結融解の可能性
その他	(1) 気候 (2) 降水量の寡多



写真—1 落石斜面の一例（観音峠線）

表—6 落石調査票

No. _____

落石調査票

記入者: _____

調査実施年月日: _____ 年 _____ 月 _____ 日

調査斜面: 路線名 _____ 斜面番号 _____

落石の有無: 有 _____ 無 _____

落石の型: 転落型 _____ 剝離型 _____

斜面の土質または岩質: 砂質土 _____ 粘性土 _____
花崗岩 安山岩 泥岩 粘板岩 その他 ()

斜面傾斜角: _____ 度

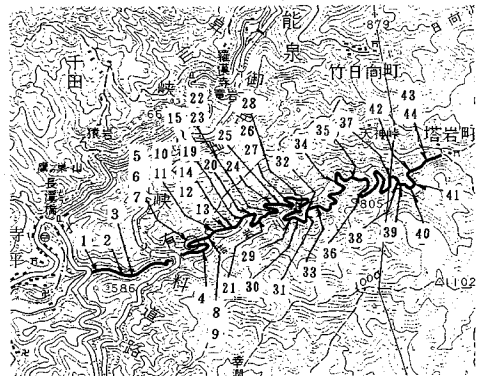
斜面高さ: _____ メートル

湧水・含水状態: 湧水あり _____ 湿潤 _____ 乾燥 _____

植生状態: 樹木 _____ 草地 _____ 裸地 _____

斜面の縦断形状: 直線型 _____ 凸型 _____ 凹型 _____

斜面の横断形状: 直線型 _____ 凸型 _____ 凹型 _____



図—3 調査斜面（塔岩線）

表—7 調査した斜面数

路線名	調査斜面数	転落型落石斜面	剝離型落石斜面
塔岩	44ヶ	12ヶ	32ヶ
野猿谷	19	4	15
黒坂里道	19	9	10
観音峠	22	9	13
南アルプス林道	33	9	24

となっている。これに対して、本報告で提案した数量化分析に基づく採点法では、斜面全体とともに転石個々の状況をも相当に重視するようになっている。そのために、斜面全体としての落石危険度評価を試みる場合、次の2つの考えに基づいた採点が可能となる。

a) 斜面内で最も落石しやすいと思われるいくつかの転石を中心として、危険度評価を行う。なお、落石しやすいとは、採点基準からみて、「転石周辺の斜面傾斜角が大である」および「転石の根入れ状態が浅い」ことが該当しよう。これらは目視観察で即座に判断できる。

b) 斜面内に存在する転石を一様に注目して、危険度評価を行う。

どちらの方法をとるかは、危険度評価の用途目的や落石防災工種によって異なってくる。ここでは、他の採点法と対照させるために、a)の考え方で採点を行うことにする。

以上の考え方に基づき、それぞれの調査斜面に対して採点した結果を図-4に示しておく。なお、図中で斜面番号が部分的に欠けているのは、調査斜面のうち、ここでは転落型落石斜面のみに注目しているからである(表-7を参照のこと)。ここでは、日本道路公団および箭内が提案した基準で採点した結果も合わせて示しておく。ただし、本報告では前述のように降雨や凍結融解等の誘因については、採点基準から除外しているため、それに合わせてそれらの誘因を採点の対象外としながら道路公団や箭内の基準を用いたことを申し添えておく。一方、これらの危険度評価の妥当性を検証する資料を収集するために、危険度判別作業後の1988年9月から8か月にわたって落石に関する追跡調査を実施した。その結果、追跡調査期間中に1個以上の転石が落下したことを確認できた調査斜面が13個見出された。その斜面については、図-4中の落石欄に○印を記しておく。また、参考までにすでに落石防止柵などの防災工が施されている斜面については、防災工の欄に○印を付しておく。ただし、防災工の有無は採点の対象にならないことになる。本報告で提案した採点基準によって各斜面の採点を行うと、その得点と判別点との比較から落石の危険度判別が可能となるが、その判別結果と落石追跡調査結果とを対照させて、予測的中率に相当する判別率を算出したので、同図中に示しておく。得られた結果を分析・考察すると、以下のようなことがわかる。

a) 本報告で提案した採点基準によって採点した場合、その点数と判別点との比較でもって落石の危険度判別が可能となるが、このことは従来の採点法に比べて新しい利点になる。特に粘性土斜面については、相当に高い精度で判別ができるようである。しかし、砂質土斜面では若干精度が劣る。

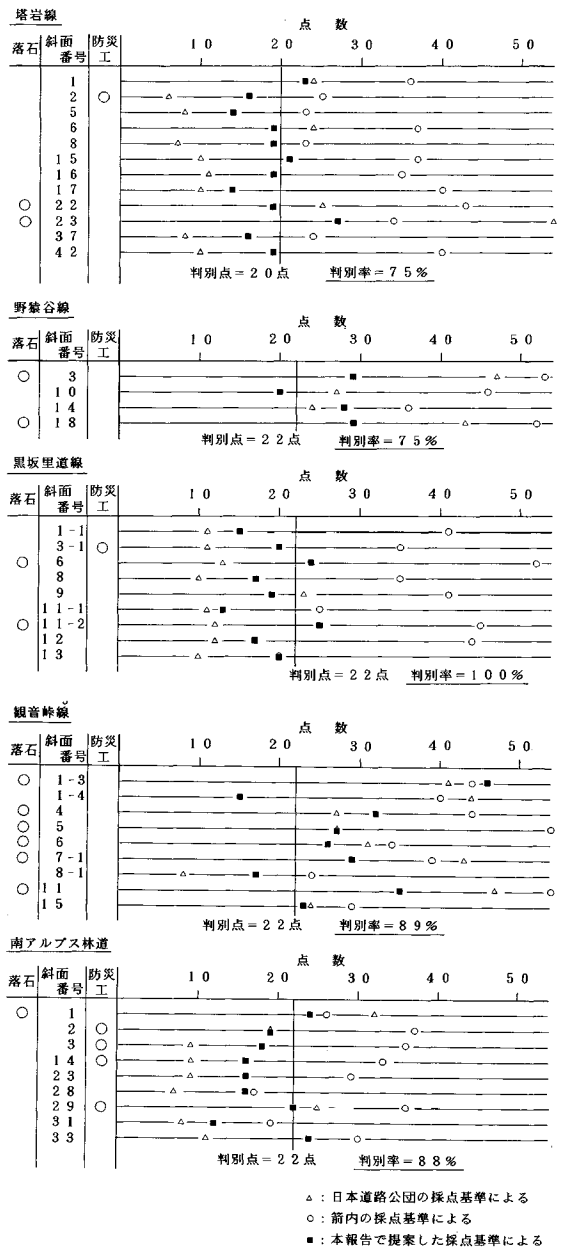


図-4 各基準による落石斜面の採点結果

b) 砂質土斜面において、落石の危険性が高い斜面であっても、判別点より得点が低くなる場合があった。このことは安全性を重視する考え方からすると問題であるので、今後の改善が必要である。

c) 3種類の採点法による採点結果の間には、総合的にみて比例的な関係があるようにみられる。すなわち、全体的に高い得点になる斜面は落石の危険性が大きいといえる。

d) 現段階において採点法を使用する場合、複数の採点法を採用し、その結果の総合的判断で落石危険度を予測することが賢明であると考えられる。

なお、従来から提案されている採点法の特徴について調査斜面での採点結果と落石の可能性との関連性から眺めてみると、筋内が提案する基準では一般的に得点が高くなるが、落石の可能性が大きい斜面ではさらに高得点となるので、落石危険度の判別には有効性がみられる。また日本道路公団の基準によると、落石の危険度が採点結果に顕著に反映される傾向があり、得点の大きい斜面に注目することによって比較的容易に危険斜面がとらえられる長所をもつ。また、砂質土斜面での危険度判別は他の基準に比べて優れているようである。しかし、一部において落石の危険性が高い斜面でありながら低い得点になったものもあった。その点で今後の改善が必要であるかもしれない。

5. 結 論

本報告では、落石斜面から収集したデータの数量化分析結果に立脚した採点基準および採点法の提案を行うとともに、これに基づいて山梨県内における山岳道路沿いの転落型落石斜面について危険度判別を試みた。得られた結論を要約して以下に示すと、

(1) 数量化分析に立脚して採点法での採点基準を新たに評価する方法を提案した。

(2) 本報告で提案した方法によると、数量化分析結果に基づき落石危険度の判別点が別途設定できるので、客観的な視点から斜面の落石危険度判別が可能となる。

(3) 提案した方法の有効性を検証した結果、全般に高い精度で落石危険度の判別が実行できることがわかった。しかし、粘性土斜面に比べて砂質土斜面での危険度判別は若干精度が劣るようである。採点基準の見直しなども含めて、今後の改善が必要である。

(4) 従来の採点基準および本報告で提案した採点基準によって落石斜面の採点を行うと、全般的には斜面の落石危険性の程度と得点との間にいずれも比例的な関係があり、それぞれの基準の有効性が認められる。しかし、各採点法の特徴が反映されるために得点のばらつきが採点結果にどうしても現われる。したがって、現時点においては、それぞれの採点結果を総合的にみて落石危険度の判定を行うことが最良の方法であると思われる。

なお、本報告は、転落型落石斜面の危険度評価を行うための1つの手法を提案することを目的とするものであった。数量化分析に用いたデータが甲信地方の斜面に限定されているために、本報告で提案した採点基準が日本各地でそのまま適用できるかどうかは今後の検討に待たねばならないことを申し添えておきたい。

末筆ながら、山梨県林務部には現地調査において多大な協力を得たことを感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 高速道路調査会：落石防護施設の設置に関する調査研究報告書，pp.71～107，1974。
- 2) 池田和彦・小橋澄治：地形・地質からみた落石の傾向と発生予測，施工技術，第6巻，第8号，pp.17～21，1973。
- 3) 筋内寛治：落石の調査と対策，地質と調査，第33号，pp.38～46，1987。
- 4) 村上幸利・筋内寛治：数量化法による転落型落石の危険度評価，土木学会論文集，第406号／Ⅲ-11，pp.223～231，1989。
- 5) 村上幸利・筋内寛治：転落型落石の発生機構に関する基礎的研究，土質工学会論文報告集，第27巻，第1号，pp.109～116，1987。
- 6) 村上幸利・筋内寛治：転落型落石の危険度評価法について，土質工学会論文報告集，第28巻，第3号，pp.197～203，1988。
- 7) 山梨県林務部：昭和62年度・林道現況表，1987。
(1989.10.2・受付)