

85 かけ崩れに関する基準雨量の検討

建設省土木研究所 ○三井宏人
 工藤賢二
 国際航業株式会社 重野明美

1. まえがき

かけ崩れ災害と降雨の関係については、現在までに多くの検討がなされているが、かけ崩れの発生は斜面の形状・地質・地被物の状態等、素因が複雑に影響しているため、かけ崩れ災害に関する警戒・避難のための基準雨量は明確になっていない。

本研究は、基準雨量設定のための基礎資料を得る目的で、崩壊の発生と非発生をよりよく分離する降雨指標を検討し、さらに、崩壊形態・崩壊素因を取り入れた基準雨量の適合性について検討したものである。

2. 調査資料

今回の解析では、鹿児島県のシラス地域で発生したかけ崩れ資料（昭和47～61年・68件）を用いた。崩壊発生降雨は崩壊箇所にもっとも近い雨量観測所の時間雨量を収集し、崩壊非発生降雨はAMeDASの5観測所（溝辺・鹿児島・大隅・加世田・鹿屋）を対象にして昭和51～61年までの時間雨量を全数収集した。なお、ひと雨（一連続降雨）の定義は、間に5mm/h未満の弱い雨を24時間以上もたないひとまとまりの降雨とした。

3. 崩壊発生降雨の特徴

崩壊発生降雨の特徴を把握するため、ハイエトグラフ・累加雨量曲線により検討した。崩壊発生の降雨パターンは表-1のようにJ型が最も多い。発生と非発生の降雨パターンの相違は、それぞれ種々の場合があり区分し難った。次に、崩壊が発生した時間と降雨ピークとの関係を

表-1 降雨パターン

降雨パターン	件数
J型	50
2J型	2
階段型	10
直線型	6
計	68

4. 降雨指標の検討

4.1 降雨指標

崩壊の発生を表現するのに最も適した降

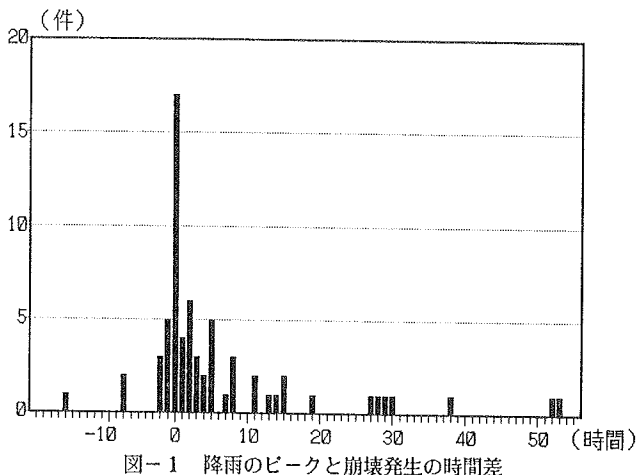


図-1 降雨のピークと崩壊発生の時間差

雨指標を得るため、発生・非発生降雨について次の指標値を設定した。発生降雨については崩壊発生時の値を、非発生降雨についてはその降雨中の最大値を指標値とした。

- ① 最大1時間雨量 (RHmax) : ひと雨の降り始めから崩壊発生時までの最大1時間雨量
- ② 連続雨量 (RC) : ひと雨の降り始めから崩壊発生時までの雨量の合計値
- ③ 実効雨量 (RWn) : ひと雨の前14日分の雨量 (前期雨量・RA) をさかのぼる日数により逓減させて

加算した前期実効雨量 (RWA) と、連続雨量 (RC) の合計値

$$\text{前期実効雨量 } RWA = \sum_{t=1}^{14} R_t \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

R_t : t 日前の日雨量 , T : 半減期 → 1, 2, 3日の3通り

- ④ 平均雨量強度 (RA) : 連続雨量を継続時間で除した値
- ⑤ 24時間雨量 (RH24) : 崩壊発生時前の24時間雨量
- ⑥ 残留雨量 (RZT) : 崩壊発生時までの時間雨量をその経過時間によって逓減評価して加算した値

$$\text{残留雨量 } RZT = \sum_{t=1}^t r_t \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

r_t : t 時間前の時間雨量 , T : 半減期 → 12, 24, 48時間の3通り

4.2 適合性の検討

前節で設定した各種降雨指標について、“空振り率”、“見逃し率”により、その適合性を検討した。

4.2.1 単一指標

各指標による崩壊の発生・非発生の分離の度合いを比較するために、“空振り”が年1回、2回、3回生ずる場合の“見逃し率”、および、発生・非発生降雨の指標値の平均値の比を算定した。結果を表-2、図-2に示す。前期雨量を評価した実効雨量の分離が良く、次いで連続雨量、残留雨量となっている。これから、長時間雨量を反映する指標ほど良好な結果を与える傾向を示すことがわかる。しかし、“見逃し”の少ない実効雨量でさえ約 $\frac{1}{4}$ の崩壊が見逃されてしまう。

表-2 各種降雨指標の評価

降雨指標	空振り年1回		空振り年2回		空振り年3回		指標の平均値		①/②
	指標値	見逃し率	指標値	見逃し率	指標値	見逃し率	崩壊発生①	崩壊非発生②	
最大1時間雨量	34.0	0.53	28.0	0.44	24.0	0.40	34.8	12.3	2.95
連続雨量	112.0	0.38	91.0	0.34	76.0	0.28	185.6	31.0	5.99
実効雨量・半減期1日	119.5	0.38	100.5	0.34	83.5	0.28	197.3	36.9	5.35
“ ” 2日	132.4	0.37	112.0	0.28	98.9	0.24	218.6	45.9	4.76
“ ” 3日	146.8	0.35	129.3	0.29	113.8	0.24	237.6	54.7	4.33
平均雨量強度	24.5	0.91	20.0	0.88	17.0	0.87	9.7	9.5	1.02
24時間雨量	112.0	0.46	94.0	0.41	78.0	0.37	126.5	34.7	3.65
残留雨量・半減期12時間	83.9	0.50	68.8	0.41	60.1	0.34	99.7	28.9	3.45
“ ” 24時間	99.0	0.44	84.7	0.38	72.3	0.35	129.1	34.9	3.70
“ ” 48時間	119.7	0.40	106.4	0.37	93.5	0.26	167.0	45.5	3.67

4.2.2. 組み合わせ指標

長時間雨量および短時間雨量を反映する指標を組み合わせた場合の適合性を次のケースで検討した。

- ① 最大1時間雨量と実効雨量
(半減期1日)
- ② 平均雨量強度と実効雨量
(半減期1日)

図-3に①のケースの関係を示す。発生・非発生の分離が良好でない。この傾向はケース②でも同様であった。一般には、二次元座

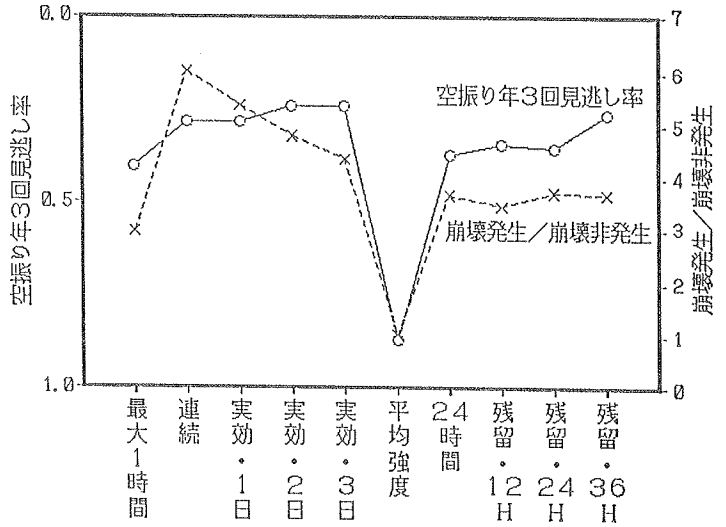


図-2 各種降雨指標の評価

標において、左上がり・右下がりの直線ないしは曲線で分離されているが、今回この様な傾向は見出せなかった。

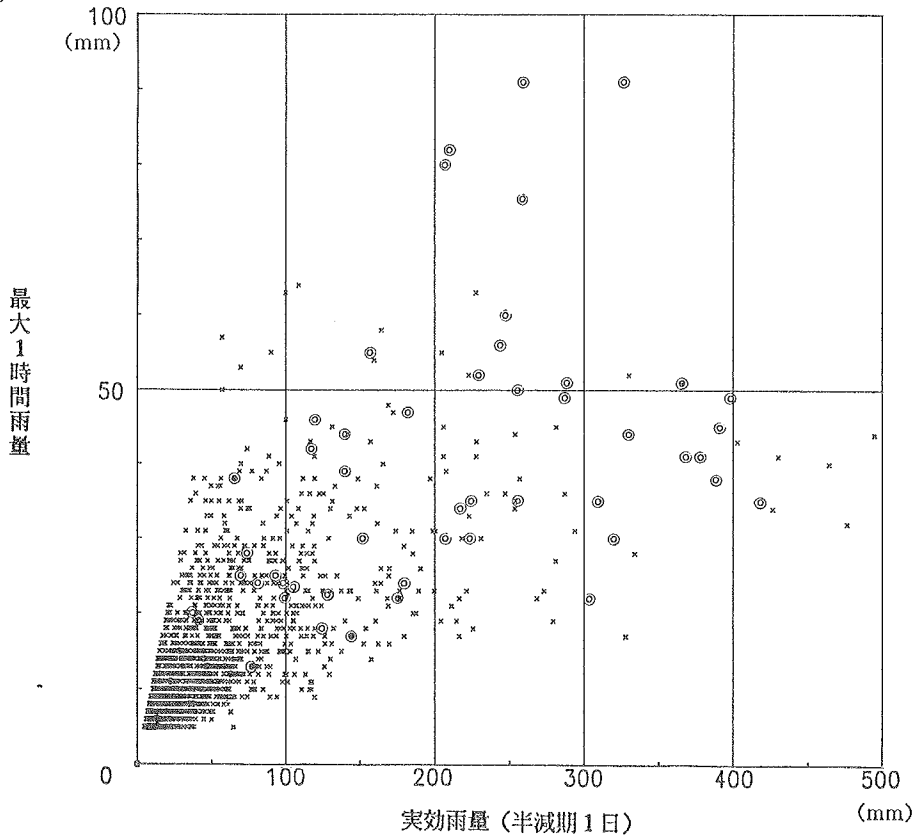


図-3 組み合わせ指標による崩壊発生・非発生降雨の分布

5. 崩壊形態・崩壊要因と降雨指標

これまでの検討から、崩壊の発生を降雨指標のみで表現するには限界があると考えられた。そこで、次に示す崩壊形態・崩壊要因と降雨指標の関係を検討し分離性の向上を試みた。

- 崩壊形態：崩壊高，崩壊深，崩壊土量
- 崩壊要因：斜面の型，斜面上端の状況，斜面角度，斜面高，地被物の状態

崩壊土量と連続雨量の関係を図-4に示す。明瞭な相関関係は認められないが、連続雨量が小さい段階で発生するがけ崩れはその規模も小さいようである。この関係がさらに明確になれば、大規模な崩壊を対象とした基準値設定が可能になると考えられる。

崩壊要因と降雨指標との関係については、地被物の種類と実効雨量との関係が興味深い。この関係を図-5に示す。実効雨量100mm以下での崩壊は裸地・草地・竹地に多く、特に裸地の発生雨量が小さい。基準雨量を裸地・草地・竹地と樹林地に分けて設定すれば、空振りが少ない基準値となる可能性がある。

6. まとめ

本研究では、がけ崩れ災害に関する警戒・避難のための基準雨量を設定するための基礎的作業として、崩壊の発生・非発生をよりよく分離する降雨指標について検討した。その結果、降雨指標だけで発生・非発生を分離するには限界があると考えられた。がけ崩れは斜面の性質と降雨特性との微妙な因果関係で発生し、その時の崩壊形態も様々である。そこで、この点を考慮して、降雨指標と崩壊形態・崩壊要因の関係を検討した結果、崩壊の発生・非発生を分離することの可能性が示唆された。

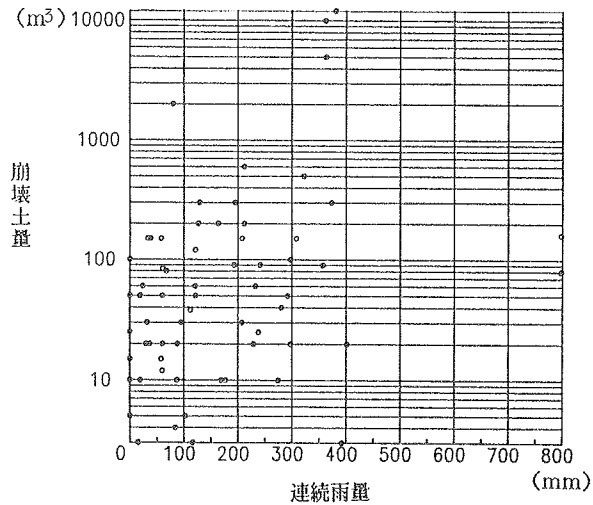


図-4 崩壊土量と連続雨量

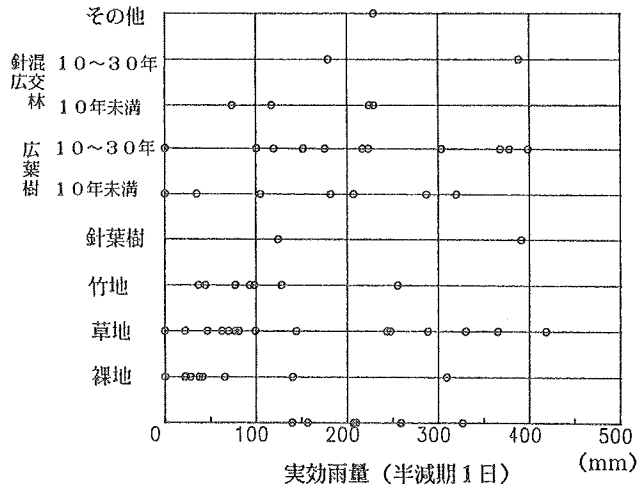


図-5 地被物の種類と実行雨量