

# 無災害降雨履歴による事前通行規制雨量基準の評価手法の検討

独立行政法人 土木研究所 ○正会員 加藤俊二  
 " 恒岡伸幸  
 " 正会員 三木博史

## 1. まえがき

降雨により道路斜面崩壊のおそれがある区間では、道路利用者が被災することを防止するために連続雨量基準による事前通行規制が実施されている。一方で、多数の防災対策工事も実施されてきており、降雨に対する道路斜面の安定性も向上してきている。この結果、年々通行規制区間内の災害が減少してきており、近年では通行規制を実施してもほとんどが空振り（通行規制を行っても、災害は発生しない状態）であり、現行の雨量基準による通行規制の実施は経済的な面からも非効率的となっている。このため、基準雨量の緩和や規制区間の解除が求められている。しかしながら、規制の緩和や解除を検討するためには、降雨に対する安全性を何らかの形で評価をする必要がある。そこで、過去の降雨の経験および災害履歴をもとに、統計的に基準雨量に対する規制区間内の安全性を評価する方法（無災害降雨履歴評価手法）の検討を行った。

## 2. 無災害降雨履歴評価手法の概要

道路斜面災害と降雨に相関があるとすれば、通行規制基準雨量を超えた降雨で災害が発生しなかったことを評価することが可能であると考えられる。すなわち、通行規制区間にある斜面にはその降雨量に対する災害免疫があり安定しているという評価である。具体的には、防災対策を実施（ワクチン投与）して斜面の安定性を確保しており、対策工を災害免疫と考えて区間内の対策（免疫）効果を間接的に評価するものである。

無災害降雨履歴評価手法は、地域内（例えば地方整備局管内）のある事前通行規制区間について、Y年間の観測データの中でm回降雨履歴のある雨量Rを着目雨量（例えば通行規制基準）とし、過去にN回無災害であった時、N+1（m）回目に災害を見逃す（着目雨量Rに達する前に災害が発生する）危険率 $P_m(N)$ を統計的に求め、対策効果の間接的な評価指標とするもので、 $P_m(N)$ は表-1に示すような履歴表を作成し、以下の手順で求めるものである。

- 1) 区間毎に見逃し災害以降の現在に至る無災害降雨履歴を記入し、地域で履歴毎の縦計 $\alpha_m(N)$ を求める。
- 2) 同様にその地域の見逃し災害に至る無災害降雨履歴の数 $\beta_m(N)$ を求める。
- 3) 次式によりその地域のN回の無災害降雨履歴後の見逃し災害発生確率 $P_m(N)$ を求める。

$$P_m(N) = \frac{\beta_m(N)}{\alpha_m(N) + \beta_m(N)}$$

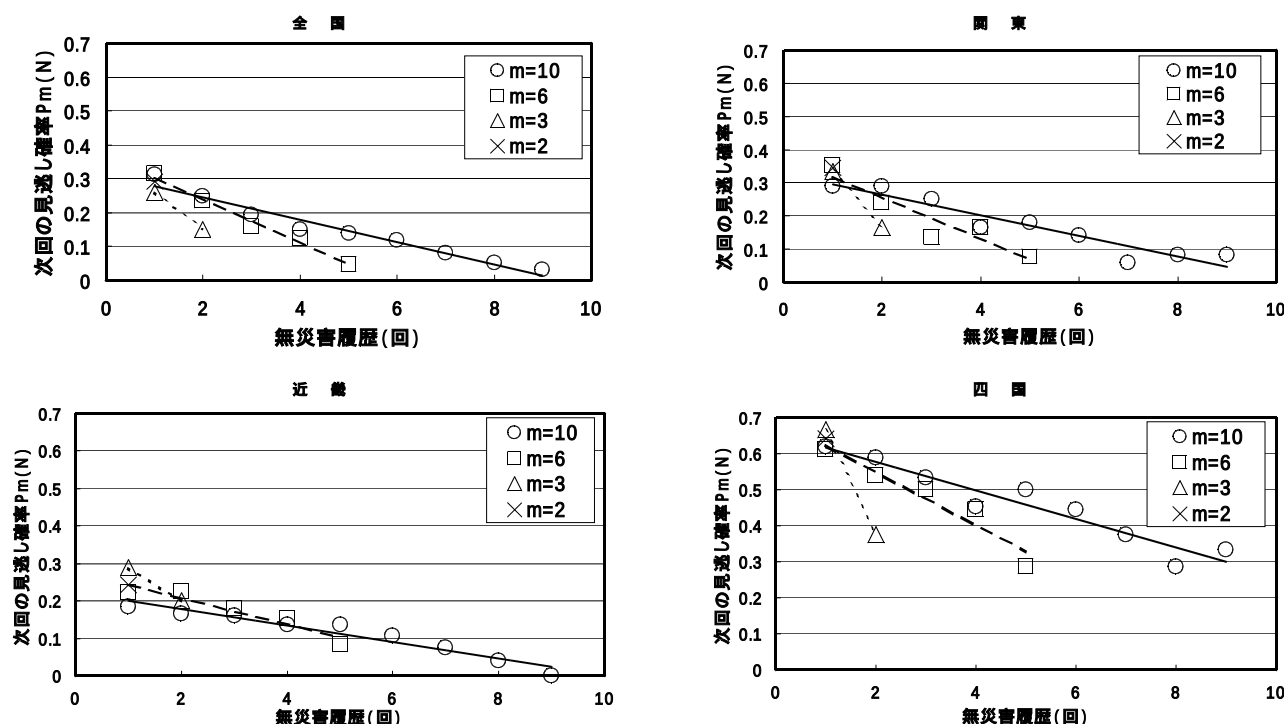
表-1 見逃し災害発生確率： $P_m(N)$ の求め方（履歴表の作成）

| 区間<br>番号               | 路線<br>名称 | 着目<br>雨量 | 発生頻度m=6の降雨に対する<br>現在までの無災害降雨履歴 |       |       |       |       |       | 捕<br>捉                | 見<br>逃<br>し | 発生頻度m=6の降雨で降雨経験後<br>見逃しに至った無災害降雨履歴 |       |     |       |     |     |
|------------------------|----------|----------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------------|------------------------------------|-------|-----|-------|-----|-----|
|                        |          |          | n=1                            | n=2   | n=3   | n=4   | n=5   | n=6   |                       |             | n=1                                | n=2   | n=3 | n=4   | n=5 | n=6 |
| 1                      | a1       | 130      | 2.293                          | 3.442 | 4.663 | 5.882 |       |       | 0                     | 1           | 8.289                              |       |     |       |     |     |
| 2                      | a2       | 120      | 1.662                          | 2.272 | 2.293 | 4.225 | 6.233 | 7.125 | 0                     | 0           |                                    |       |     |       |     |     |
| 3                      | a3       | 120      | 0.303                          | 3.432 | 5.641 |       |       |       | 0                     | 1           | 7.225                              | 9.667 |     |       |     |     |
| 4                      | a4       | 100      | 0.163                          | 1.167 | 2.226 | 3.248 | 5.698 | 8.125 | 0                     | 0           |                                    |       |     |       |     |     |
| $\alpha_m(N)$<br>(m=6) |          |          | N=0                            | N=1   | N=2   | N=3   | N=4   | N=5   | $\beta_m(N)$<br>(m=6) |             | N=1                                | N=2   | N=3 | N=4   | N=5 | N=6 |
|                        |          |          | 4                              | 3     | 3     | 3     | 2     | 2     |                       |             | 2                                  | 1     | 0   | 0     | 0   | 0   |
| 地域Aにおける<br>$P_m(N)$    |          |          |                                |       |       | P6(1) |       | P6(2) |                       | P6(3)       |                                    | P6(4) |     | P6(5) |     |     |
|                        |          |          |                                |       |       | 0.4   |       | 0.25  |                       | 0           |                                    | 0     |     | 0     |     |     |

各区間における数字は、現在を起点としてN回目の履歴がY年前にあったことを意味する。

キーワード：事前通行規制、雨量基準、評価手法、無災害降雨履歴、災害発生確率

連絡先：独立行政法人土木研究所（茨城県つくば市南原1番地6、Tel:0298-79-6767、Fax:0298-79-6798）

図 - 1 地域別に見逃し災害発生確率 $P_m(N)$ 

### 3．全国集計による検討結果および考察

国土交通省直轄国道における事前通行規制区間193区間について、前述の方法により過去10年間の降雨・災害の履歴表を作成し、降雨頻度 $m=10, 6, 3, 2$ (回/10年)の降雨に対する見逃し災害発生確率 $P_m(N)$ を求めた。見逃し災害発生確率には地域傾向があると考え、全国および国土交通省の各地方整備局管内の地域区分を行うこととした。なお、東北、中国地方では過去10年間で災害履歴がほとんどなかったため地域分析はせず、全国集計にのみ計上した。図 - 1 に、全国、関東、近畿、四国の事例を示す。予想通り無災害履歴に対する見逃し災害確率には減少傾向および地域的傾向が見られた。これは降雨に対する地域の斜面特性と対策効果の評価指標としての有効性を示す結果と考えられる。さらに詳細な分析は必要であるが、履歴による見逃し災害発生確率の大きさは未対策箇所に残存率に比例し、特に1～2回程度の履歴での確率は地形や地質条件等による災害の起こりやすさを表し、また確率の減少率は対策の進捗率に比例するものと考えている。例えば $m=10$ の降雨に対して着目すると、四国の様な傾向は非常に災害の起こりやすい地域で、対策を実施してきた結果見逃し災害の起こる確率は半減したが、危険箇所に残存率も高いために無災害履歴を重ねても未対策斜面で見逃し災害が発生する危険性が高いため、その地域内の区間の規制緩和は慎重にする必要があると判断される。一方、近畿や関東の様な傾向は、四国に比して危険箇所も少なく災害も比較的起こりにくい地域で、対策により見逃し災害発生の確率も低減されており、地域内の区間で適当な無災害履歴がありかつ適切な対策が実施されていれば、その区間では $m=6$ などの頻度の少ない降雨基準への変更や一部の規制解除等の検討を実施してもよいと判断される。

### 4．まとめ

実際の規制基準緩和や一部解除の検討では、路線単位での分析となりデータの母集団が小さく統計・確率の信頼度は低くなるが、前述の地域傾向と路線の対策進捗率および対策時期を考慮して総合的に検討することで、基準雨量に対する安全性を評価することが可能であると考えられる。地域傾向の考え方については、今後地質や地形を考慮した検討を進めていく予定である。

なお、本検討にあたって、データの収集にご協力いただきました国土交通省中部地方整備局の皆様にはこの場を借りまして感謝の意を表します。