

IV-157 鉄道沿線で発生した斜面崩壊地点の雨量の推定法

鉄道総合技術研究所 正員○岡田勝也 正員 村石 尚
正員 野口達雄 佐溝昌彦

1. まえがき

鉄道沿線では毎年、多雨期、台風期、融雪期などに斜面災害が発生し、列車運行の安全性を大きく阻害させることが多い。このため、斜面崩壊機構の解明、斜面災害の予知・検知手法と有効な防護工法の開発などのハードの研究と、雨量情報システムを組み込んだ総合的な運転規制システムの開発というソフトの研究を進める必要があると考えられる。これらの研究開発を行うにあたり、斜面の地質学的、土質工学的な解析により斜面崩壊の発生要因の抽出および斜面崩壊メカニズムの解明などを実行する必要があるが、斜面崩壊を起こす原因となった雨量などの気象条件の抽出もまた重要である。

しかし、鉄道沿線で発生した斜面崩壊地点の雨量を求めることは実質的にはほとんど不可能である。なぜなら、鉄道雨量計の設置されている場所と斜面崩壊地点とは一致することはなく、またアメダス設置点とも一致していないからである。そこで、ここでは鉄道雨量計とアメダスによって得られた雨量の相関性について解析し、アメダスの雨量情報にもとづいて鉄道沿線の斜面崩壊地点の雨量を推定する簡便な手法について述べることにする。

2. 斜面災害時の雨量の推定手法

鉄道沿線の斜面崩壊地点の雨量をアメダスの雨量情報にもとづいて推定する手法として、2次関数近似法、変分法、距離重み付け法などがあるが、ここではアメダス雨量観測点からの距離による重み付けの手法を用いる。すなわち、 R_E を推定時雨量 (mm/h)、 R_{0i} を i 点におけるアメダス地点雨量 (mm/h)、 D_i を推定する地点とアメダス地点との距離 (km)、 a を R_E を求めるために用いるアメダスの地点数、 N を距離重み付けの係数とすれば、

$$R_E = \frac{\sum_{i=1}^a (R_{0i} / D_i)^N}{\sum_{i=1}^a \{ (1 / D_i)^N \}} \quad (1)$$

で与えられるものとする。

R_E としては、本来、鉄道沿線で発生した斜面崩壊地点の雨量になるが、係数 N を定めるために既知の災害時の鉄道雨量計の雨量を用いることにする。係数 N は次の残差 V を評価して決定することにする。

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n |R_{0i} - R_{Ei}|}{n} \quad (2)$$

ここに、 R_{Ei} は鉄道雨量計のある i 点の雨量、 n は検討した時雨量のデータ数である。

3. 解析結果

3. 1 係数 N とアメダス地点数 a の決定

係数 N を決定するために、災害時の雨量データを有する 105 地点の鉄道雨量計に対する時雨量データ $n =$

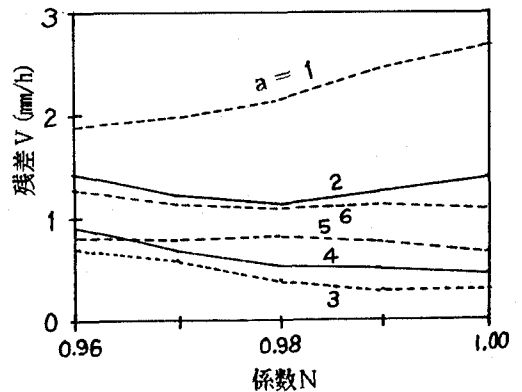


図1 係数 N と残差 V の関係（中部以西）

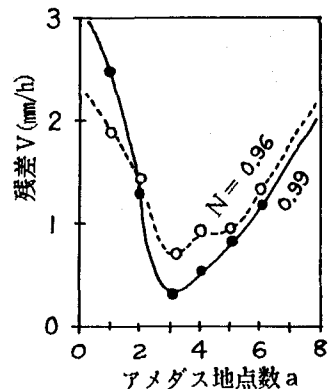


図2 地点数 a と残差 V の関係

1393、ならびにこの鉄道雨量計付近のアメダス雨量観測所を距離の近い順に6ヵ所選び、アメダス地点数 a をパラメーターに $a=1\sim6$ 、を式(1)と(2)に代入すれば、残差 V は図1のようになる。

図1によれば、係数 N はアメダス地点数 a にかかわらずほぼ一定であるが、 a が小さい場合には一般に N が小さい方が、また a が大きい場合には一般に N が大きい方が、残差 V は小さくなる傾向を有する。

残差 V が小さくかつ係数 N が大きい時には a の影響は非常に大きくなる。残差 V を最小にするアメダス地点数は $a=3$ の場合であることが図1よりわかるが、 a に着目して残差 V の変動を描くと図2のようになる。このように3箇所($a=3$)のアメダス雨量を用いて推定した場合の精度が最も良いようである。この原因は、推定地点とアメダス地点の距離が大きくなると、雨域の広がり（積乱雲群のスケールで20~50km程度）からはずれたり、雨域の移動の影響で時雨量のピーク発生時刻がずれたりするためであると考えられる。また、逆にアメダス地点数が少なすぎる場合は、約17km間隔のアメダス雨量ではその中間地点（最も近い鉄道雨量計までの距離の平均は7.6km、その標準偏差は3.6km）の雨量を代表できないことを示すものである。

以上を考慮すれば、係数 N とアメダス地点数 a の最適値として $N=0.99$ 、 $a=3$ としてもよいであろう。

3. 2 雨量の経時変化に対する解析例

雨量の経時変化に対する解析例として昭和57年8月3日に弱い熱帯性低気圧による大雨を降らした飯田線新城を掲げる。図3の実線は鉄道雨量計による時雨量 R_{Ei} 、破線は最も近い(9km)アメダス雨量 R_{oi} 、点線は推定時雨量 R_E である。これによれば、最大時雨量の大きさがかなり改善されていることがわかる。

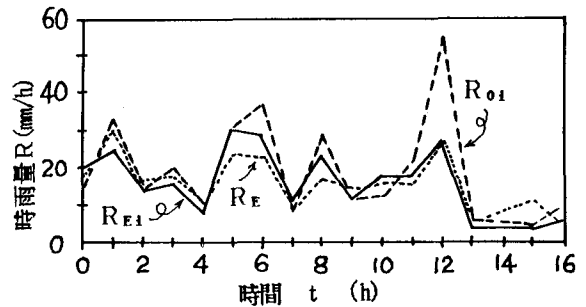


図3 時雨量の経時変化に対する比較

3. 3 鉄道雨量と推定雨量との相関

鉄道雨量計による時雨量の実測値 R_{Ei} と式(1)による推定時雨量 R_E の相関係数は、中部以東のデータに対して、相関係数は $r=0.846$ であった。

一方、 R_{Ei} と最も近いアメダス地点の時雨量 R_{oi} との相関係数は $r=0.722$ であったから、式(1)により当該地点の推定時雨量はかなり改善できることになる。

また、積算雨量として整理すると鉄道雨量計と式(1)による推定時雨量 R_E の積算値との相関図は図4のようになり、その相関係数は $r=0.942$ であった。したがって、推定時雨量 R_E の式(1)は積算雨量の推定にたいしても十分適用性がある。

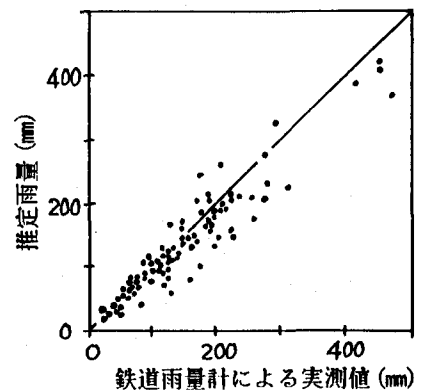


図4 累積雨量に対する実測値と推定値の相関

4. まとめ

鉄道沿線の斜面崩壊地点の雨量をアメダスの雨量情報にもとづいて推定する手法として、式(1)による距離重み付け法を適用した場合、係数 N とアメダス地点数 a の最適値は $N=0.99$ 、 $a=3$ が良い。これらの値は、降雨のパターン、降雨の種類によっても変動するものであるから、解析を深度化することが必要であろう。しかしこの手法により、従来不明確であった斜面崩壊を起こしたジャストポイントの雨量をある程度定量的に推定することが可能となり、斜面崩壊メカニズムの解明に有益な情報を与えることができる。