

P23 国土交通省レーダー雨量計を用いた 1km メッシュ 10 分間降雨予測の土砂災害警戒避難への適用性

○渡 正昭, 山越隆雄 (独立行政法人土木研究所)

網川浩章 (国土交通省中国地方整備局太田川工事事務所)

1. はじめに

平成 11 年 6 月 29 日の豪雨は、広島市等で土砂災害(以下、広島土砂災害と呼ぶ)を同時多発的に発生させ、死者 24 名もの犠牲を出した。この豪雨は極めて局地性の強いものであった。

そこで、局所的豪雨に対する短時間降雨予測の土石流警戒避難基準雨量への適用可能性を検討するために、広島市周辺に大きな土砂災害をもたらした平成 11 年 6 月 29 日の降雨(以下、6.29 豪雨と呼ぶ)を対象として、国土交通省レーダー雨量計(羅漢山)による約 1km メッシュ(3 次公共メッシュ)、10 分間更新雨域移動解析結果(以下、10 分間降雨予測と呼ぶ)を適用し、その土砂災害警戒避難への適用性を検討した。

2. 国土交通省レーダー雨量計を用いた 1km メッシュ 10 分間降雨予測データの概要

6.29 豪雨について後処理によって降雨予測データを作成した。(財)河川情報センターが通常配信しているデータよりも、時間・空間精度の高い降雨予測データを作成した。データの概要を表-1 に示す。通常は、5km メッシュで、予測時間は 1, 2, 3 時間、実施時間間隔は 30 分であるが、ここでは、1km メッシュ、予測時間 10 分、20 分、…180 分、実施時間間隔は 10 分として予測計算を行った。降雨予測は、6.29 豪雨で災害が集中した広島市安佐北区西部、安佐南区、佐伯区を対象として行った(図-1)。

3. 降雨予測データの精度検証

本検討で用いる 10 分間降雨予測情報は、従来の気象庁による降水短時間予報が約 5km メッシュであるのに比べて、空間分解能が約 1km である。検討対象範囲は、従来の 5km メッシュ情報では約 16 ケのデータで表現されるのに対し、ここで用いる 10 分間降雨予測情報では、390 ケのデータで表されることになり、空間的に詳細な予測情報が得られることが期待される。

図-2 の上段に、検討対象区域内における、6.29 豪雨による災害発生時頃(6 月 29 日 15:00)の(a)実況の雨量分布と、当該時刻の雨量を(b)1 時間前、(c)2 時間前の時点で予測した予測雨量分布を示す。図-2(a)~(c)によると、2 時間前の予測では、災害を引き起こしたような強い降雨はほとんど予測されておらず、1 時間前になって初めて強い雨があることが予測されていることがわかる。しかし、1 時間前に予測された情報においても、強雨域の分布は実測とずれが大きいように見える。

図-2 下段の(d), (e)は、実況雨量から予測雨量(b), (c)を引いた値の分布を示しており、色の濃い範囲は、過小に予測した範囲を示している。これらの図によると、概ね予測雨量が実測雨量を下回る結果となっていることが明らかである。この傾向は、他の時間帯においても同様であった。

10 分間降雨予測の精度は、予測時間が長くなるにつれて急速に低下した。図-3 に、検討対象範囲内の 4 つの雨量観測点における実況雨量と予測雨量の相関係数の推移を予測時間ごとに示す。10 分間雨量の予測では、10 分先であれば相関係数は 0.7 程度の値をとっているが、30 分先には、相関係数は 0.5 を下回っており、今回の適用事例では、10 分先ぐらいまでしか予測できないことがわかる。次に、土砂災害警戒避難基準の短期降雨指標として用いられることの多い 60 分間雨量と 1.5 時間半減実効雨量(以下、実効雨量と呼ぶ)などで適用性を評価した。60 分間雨量では 40 分先まで、実効雨量では 50 分先まで相関係数 0.8 を保っており、10 分間雨量と比べて先の時間まで、ある程度正確に予測することができた。

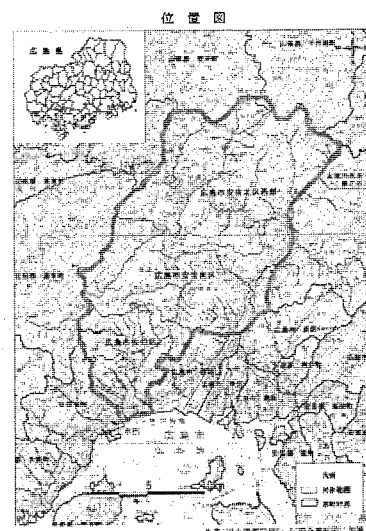


図-1 検討対象範囲

表-1 10 分間降雨予測データの概要

手法	移流モデル(発達・衰弱項はなし)
メッシュサイズ	約1km(3次公共座標メッシュ)
予測実行時間間隔	10分
入力データ	予測実行時、同5分前、同10分前、同15分前の補正済みメッシュ雨量
出力データ	10, 20, …180分後の予測雨量強度
雨量補正	テレメータ雨量計データ(60分雨量:中国地方一円; 10分雨量:広島市周辺14局)
予測期間	平成11年6月28日18:00~29日18:00

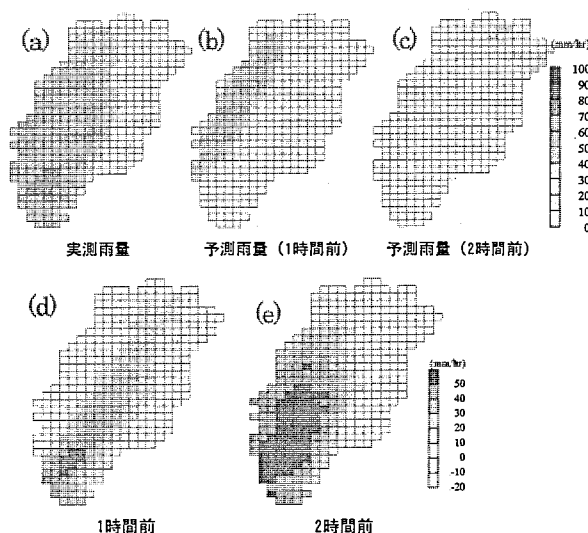


図-2 平成 11 年 6 月 29 日 15:00 の実況雨量分布、予測雨量分布および予測の誤差分布図 (a): 実況雨量分布, (b)~(c): 1~2 時間前の時点で予測した予測雨量分布, (d)~(e): 実況雨量(a)からそれぞれ(b)~(c)の予測雨量を引いた値の分布

4. 運用手法の検討

この10分間降雨予測データを警戒避難へ運用する場合、最も避けなければならないことは、予測値が実際の雨量を過小評価してしまうことである。特に、前段までの検討により、6.29豪雨の際には、本データは雨量を過小評価する傾向が強いことがわかった。そこで、対象とするメッシュの時間雨量を、対象メッシュおよび周辺メッシュ内の最大値（以下、メッシュ最大雨量と呼ぶ）とすることで補正を試みることにした。最大値を抽出するメッシュ数について、1x1, 3x3, 5x5, 7x7, 9x9の5ケース、予測時間について、1時間先、2時間先の2ケース、合計10ケースについて、メッシュ最大雨量の実測雨量との誤差雨量を評価した。誤差雨量の評価は、6.29豪雨時の降雨ピーク前後である13:00~17:00の検討対象範囲内の全メッシュについて行い、メッシュ最大雨量から実測雨量を減ずることによって求めた。その結果、各ケースについて誤差雨量値の頻度分布が得られる。この頻度分布の重心にあたる誤差雨量値（以下、重心雨量値と呼ぶ）と、誤差雨量値の頻度分布図においてゼロ点より過小評価側（この場合マイナス側）のデータ数が頻度分布全体のデータ数に占める割合（過小評価率）を求め、表2にまとめて示す。

予測時間が増えるにつれて過小評価率は増大するが、より多くのメッシュから最大雨量を抽出することによって、過小評価率を減少させることができることがわかる。ただし、最大値をとるメッシュ数を増やすぎると、予測雨量の過大評価傾向が強まり、警戒避難体制の運用にあたり「空振り」が頻発しかねない。そこで、予測雨量における過小評価を極力減少させつつ、なるべく過大評価を抑えるために、運用上受容できる過大評価の限界を決め、その限界まで誤差雨量の頻度分布の重心雨量値がシフトするようなメッシュサイズを最適メッシュとするべきであると考えた。本検討では、土砂災害発生の目安として使われることの多い20mm/hrを過大評価の限界と定めることとした。すると、1時間先予測の場合5x5メッシュ、2時間先予測の場合7x7メッシュが最適メッシュとなった。

最適メッシュと単一のメッシュによる予測雨量のスネークライン（以下、SLと略す）を実測雨量のSLと比較した例を図4に示す。ここで、最適メッシュによる予測雨量とは、1時間先までは5x5メッシュ最大雨量を、1時間以上2時間先までは7x7メッシュ最大雨量から求めた予測雨量である。

実際に災害が発生する90分前の時点では、単一メッシュまたは最適メッシュに基づく予測SLは、全く実際のSLに追従せず、災害の発生を予測することは全くできない（図4上）。しかし、災害発生の30分前の段階では、予測SLは両方とも実測SLに追従するようになった（図4下）。特に、最適メッシュに基づく予測SLは、50分先まではほぼ完全にSLに追従しており、災害の発生を予測することができていた。一方、単一メッシュに基づく予測SLでは、短期・長期降雨指標とも災害発生規模を上回るのが16:00の時点であり、的確な警報の発令等の対応が困難である。同様の検討を、検討範囲内の他の複数の雨量観測点のデータに対しても行ったところ、単一メッシュに基づく予測SLによって、災害発生規模の降雨の発生を予測することはできなかったが、最適メッシュに基づくSLでは、災害発生の1時間前以降であれば、ほぼ災害発生規模の降雨を予測することができた。

5. まとめ

本研究では、国土交通省レーダー雨量計データを用いた1kmメッシュ10分間更新降雨予測データの精度検証を行い、その土砂災害警戒避難への適用性を検討した。その結果、メッシュ単位で10分間雨量を正確に予測することは困難であったが、土砂災害発生判別に必要な時間雨量や実効雨量を、40~50分先まで比較的精度良く予測することができた。また、実際の運用にあたっては、予測が過小になることを避けなければならない。そこで、メッシュ最大雨量に基づいて予測SLを作成したところ、災害発生の1時間前以降であれば、ほぼ災害発生規模の降雨を予測することができた。

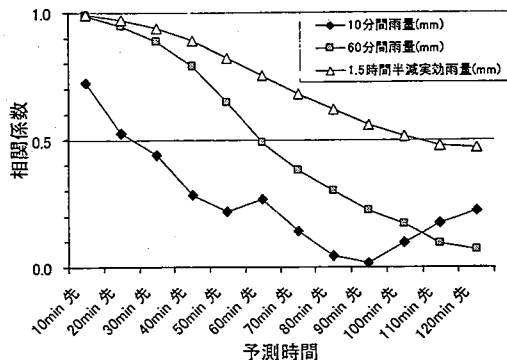


図-3 実況値と予測値の相関係数の減少傾向

表-2 予測誤差分布の重心雨量値と過小評価率

メッシュ数		1時間先		2時間先	
		重心雨量値(mm)	過小評価率(%)	重心雨量値(mm)	過小評価率(%)
1x1		1.08	54.36	7.24	63.74
3x3		-9.52	33.23	-1.87	48.51
5x5		-17.72	22.26	-9.23	38.77
7x7		-24.81	12.72	-15.90	32.31
9x9		-31.31	5.28	-22.09	25.85

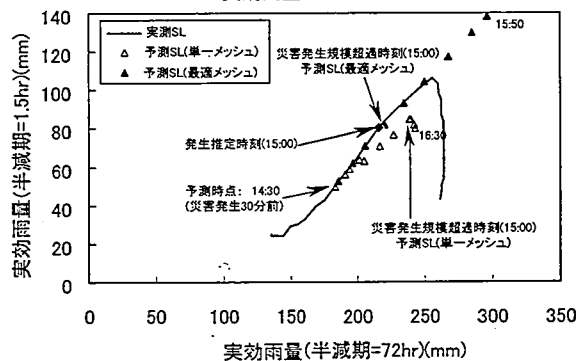
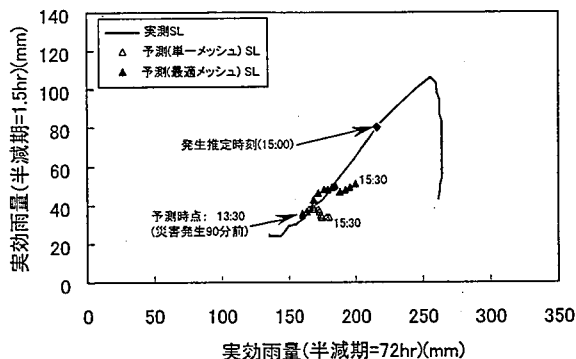


図-4 実測SLと予測(単一メッシュ)および予測(最適メッシュ)雨量SLの比較例 (13:30および14:30初期値の2時間先までの予測SLを図示)