

34 レーダによる降雨予測の土砂災害への適用

(財) 河川情報センター ○井良沢道也 北川 明 杉浦幸彦
新日本気象海洋(株) 竹森 史郎

はじめに

近年、整備の進んできているレーダ雨量情報により、出水時に迅速に降雨情報を入手することが可能となってきた。既に河川管理、ダム管理においてはレーダによる降雨予測がなされ、一部では運用されている。土砂災害の警戒避難を実施する上では①現行の土石流に関する設定指針の問題¹⁾

(起こりうる最大の雨量を考慮した安全側の基準から起因する空振り等の問題)や②がけ崩れにおいて警戒避難をするためには地上降雨だけでは判断するのは困難な事などの課題²⁾が提起されている。こうした問題に対してレーダにより雨域の移動や雨雲の発達をとらえ降雨予測をする事によりの確に警戒避難を実施する事が考えられる。ここでは建設省のレーダ雨量計を活用した土砂災害予警報システムへの適用を検討した。

1. 小面積におけるレーダ雨量計と地上雨量計との対応

土砂災害予警報に必要な降水のインプットは地点雨量であるが、実際に入手できるのは3km×3kmのエリア平均値である情報である。レーダ雨量についてはある程度の誤差を考慮する必要がある。そこで強雨時における地上雨量とレーダ雨量を比較を行った。ここでは昭和61年7月21日の梅雨前線豪雨による京都府南部に発生した土石流災害³⁾を取り上げた。使用したデータは下記の通りである。

① レーダ雨量・・・御在所岳レーダ値 ②期間；昭和61年7月21日 0時から9時

③ キャリブレーション手法・・・ダイナミックウインドウ法

1. 1 累加雨量の比較

地上雨量計のデータを用いて作成した累加雨量の等値線図とレーダ雨量から作成した等値線図を比較する(図-1-1、図-1-2)。図から左上周辺において違いがみられる他は地上雨量とレーダ雨量のパターンの類似性は高い。また、降雨ピーク付近ではレーダ雨量の方がやや低めの数値となっている。また、キャリブレーションを実施すると(図-1-3)、図から左上周辺の過少評価が改善されているなど全体的な傾向は改善されている。しかし雨のピーク付近ではあまり変わらない。これはピーク付近では地上雨量計が少なかった事によるものである。キャリブレーションにより精度の向上を図るためには土砂災害危険地に雨量計の設置が必要である。

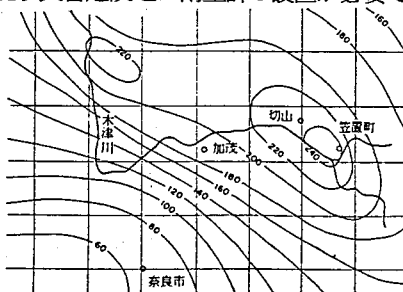


図-1-1 地上雨量計による累加雨量等値線図

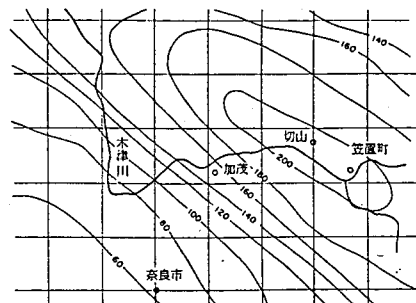


図-1-2 レーダ雨量計による累加等値線図

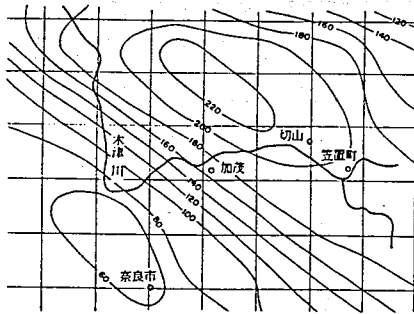


図-1-3 キャリブレーション済等値線図

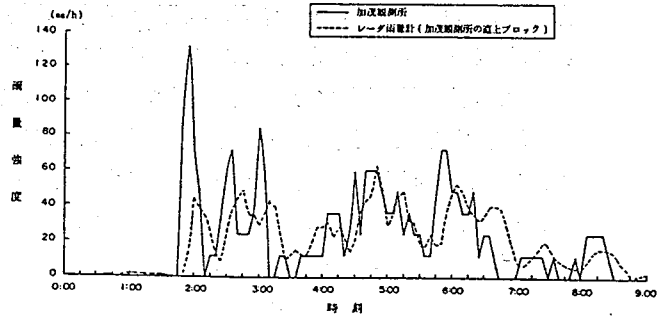


図-2 5分間毎雨量の比較 (レーダと地上雨量)

1. 2 5分間雨量と地上雨量

京都府笠置町地上雨量計 (笠置局) を含むレーダメッシュの5分間雨量の経時変化と地上雨量の値を比較したものを示す (図-2)。この図から地上雨量計の値は5分単位でかなり変動している。一方変動は地上雨量ほどでは無いが、レーダ雨量の値についても大きく変動している。変化には周期性がみられる。また、降り始めの時にはレーダと地上の差が大きい。

2. レーダ雨量による降雨予測の実施

レーダ雨量による降雨予測を実施する手法としてここでは雨域追跡法と移流モデルによる方法により1で検討した降雨に適用する。予測手法はこれらの手法以外で予測時における5分間実況雨量がそのまま2時間先まで継続すると仮定した場合「単純外挿予測」として比較をした。

2. 1 予測精度の検討

予測結果をレーダ雨量の実況値 (笠置町) と比較した結果を図-3-1, 3-2に示す。1時間予測では雨域追跡法と移流モデルの予測結果は非常に似た傾向を示している。両モデルによる予測値は実況値との対応は良いものの、雨量の絶対値はやや低めの傾向となっている。これに対して単純外挿の結果はばらつきが前2者に比べて大きい。また、2時間予測では予測値は低い所に集中しており、相関は低い。

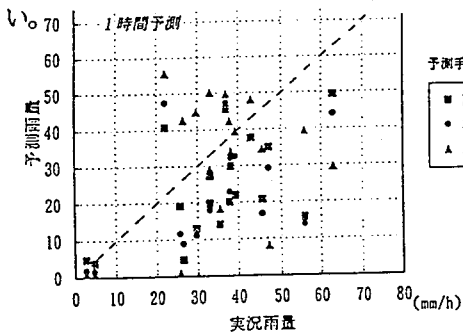


図-3-1 レーダ実況雨量と1時間予測雨量比較

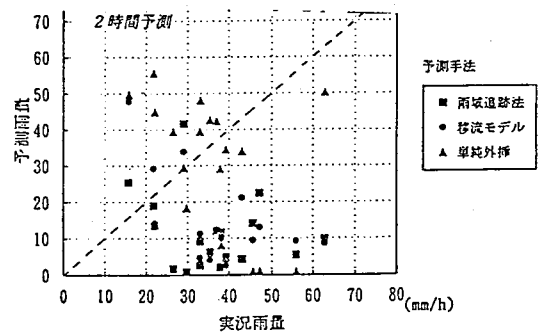


図-3-2 レーダ実況雨量と2時間予測雨量比較

また、実況レーダ雨量の累加曲線上に各時刻で実施した予測値の累加曲線を加えた (図-4)。図から降雨の立ち上がりは予測値は捉えておらず、予測値は実況値を下回っている。その後は比較的良くあっているが、時間が経つにつれた、実況値を下回ようになる。今回の予測結果ではレーダ予測値が過少評価 (危険側) となった事から予測結果をそのままシステムに組み入れるのは適切では無いと考えられる。

そこで予測雨量を対数的に階級分けし、階級分けした頻度の累加相対パーセンテージを正規確率対

数紙上にプロットした。その結果、実況雨量/ 予測雨量の比は直線状でほぼ正規分布をなしていた。それぞれの分布直線とたとえば99%の水平ラインとの交点を各雨量ランクにおける未超過確率に対応する実況雨量/ 予測雨量の比の値と考えた。すなわち未超過確率99%であれば予測雨量のデータは9割は実況雨量を上回る事になり、予警報においては安全側となると期待される。図-5-1, 5-2, はこのようにして求めた確率予測値(未超過確率99%)と実況値の散布図である。図より99%確率値を考えればほぼ安全側とみなしても良いと考える。ただし、今回の解析例ではデータ数が十分では無く、より多くの事例への適用が必要である。

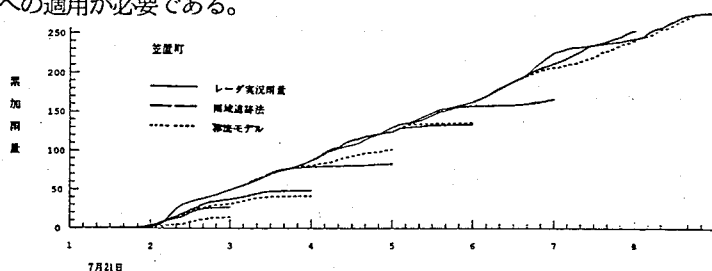


図-4 実況レーダ雨量と予測雨量の累加曲線

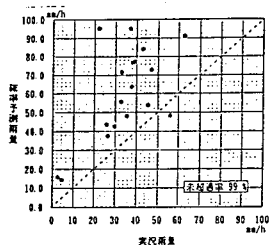


図-5 レーダ実況雨量と確率予測雨量(99%)

3 降雨予測による警戒避難シミュレーション

3. 1 予測スネーク曲線の作成

京都府南部災害の事例を対象に笠置町地点で降雨予測の結果からスネーク曲線を作成した。1時間先、2時間先までの予測確率雨量と実況とを対比した(図-6)。図のようにはほぼ無降雨状態から強い雨が始まったのが本事例の特徴であり、実況雨量は急激に立ち上がっている。しかし短時間降雨予測モデルでは1時間から2時間前においてある程度の雨のある事を予測しており、その後も毎時の予測で強い雨の継続する事を予測している。しかし、雨の終息についてはあまり良い予測を与えているとは言えない。なお、図には1時間毎にプロットしたが、実際には5分間隔で予測が可能である。

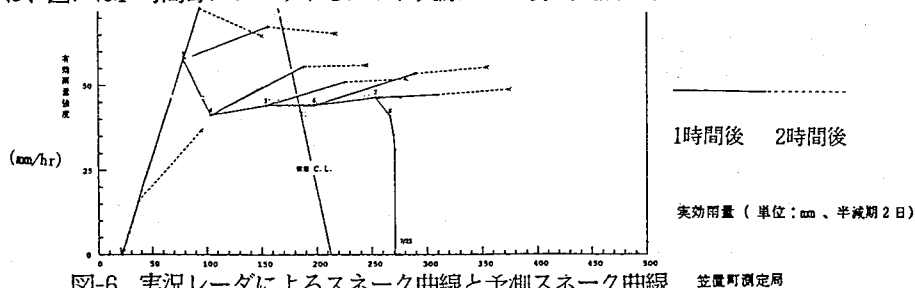


図-6 実況レーダによるスネーク曲線と予測スネーク曲線

笠置町測定局

3. 2 警戒避難シミュレーション

京都府南部災害においては、土石流により家屋の被害は多いが、大多数の住民は避難をしたため、人命災害はほとんどなかった。これは土石流発生直前に危険を的確に判断した事により各地区の住民が避難したためである。しかし、重大な災害を招いた可能性も否定できないため、同災害でレーダ雨量による短時間降雨予測が有効であったかを表- 1 にまとめた。図のようにCLラインのかなり前には超過する事が予想された。しかし今回の非常に強い雨が突然襲うケースでは予測サイクルの短縮と連絡網の整備や短時間降雨予測モデルの信頼できる予測時間の延長が望まれる。

時刻	9 9 % 確率予測				予測による アクション	実際のアクション 又は事象
	予測雨量 (mm/h)		C.L.突破			
	1時間	2時間	1時間後	2時間後		
1:00	16	58				
1:25						気象庁大雨洪水警戒発表
2:00	73	57			警戒態勢	
3:00	77	62		×	避難準備司令	
4:00	84	57	×	×	避難勧告発令	
5:00	72	56	×	×		
5:30						スネーク曲線がC.L.突破
6:00	91	65	—	—		土石流発生

表- 1 予測による警戒避難と実況の行動

4. まとめと今後の課題

レーダ雨量計を土砂災害への警戒避難体制へ活用を図るための検討を実施した。その結果は以下の通りである。

1) 短時間降雨予測を土砂災害に適用するにあたって、小面積スケールでのレーダ雨量値と地上雨量値との比較を行った結果、全体的な傾向は一致していたが、降雨ピークではレーダ雨量の方が過少傾向を示した。

2) 降雨予測モデルとして雨域追跡法と移流モデルによる予測手法により、既往の災害事例で適用した。その結果、1 時間先までは降雨予測の数値と実況値は比較的適合した。さらに実際に運用する事を考え確率値（未超過率）を取り入れて安全側を意識したシステムの検討を実施した。今回は小さな降雨でも大きな確率降雨を与える必要があるため、空振りの危険性もあるため改良の余地が残されている。

今後の検討課題としては①土砂災害事例への適応数を増やす事による精度の向上②短時間降雨予測モデルのリアルタイム運用の検討③確率予測手法の検討と検証④小型レーダー雨量計への降雨予測の適用等が考えられる。なお、本検討を進めるにあたり、総合土砂災害対策検討会の第2 部会の安江部会長、中部地方建設局今井建設専門官、四国地方建設局辻建設専門官、関東地方建設局花岡建設専門官および関係機関の皆様には大変お世話になりました。

参考文献

- 1) 黒川他；土石流警戒避難基準雨量設定の留意点，昭和63年度砂防学会概要集，1988
- 2) 原口他；兵庫県における急傾斜地崩壊警戒避難基準雨量設定の一手法，平成4 年度砂防学会概要集，1992
- 3) (財) 砂防地すべり技術センター；土砂災害の実態，1987