

II-383

雨域の移動に及ぼす地形影響の評価

長野県 正会員 中林 俊尋
山梨大学工学部 正会員 竹内 邦良

1. はじめに

これまで著者等は、時間単位での降雨量推定精度向上を目指し、直接大気中の水分量を観測しているマイクロ波輝度温度情報を用いて、物理的に意味のある降雨量推定式同定の試みが¹⁾²⁾、これらによって導き出された推定式の精度は、重回帰分析による0.35が最大であり、満足のいく結果ではなかった。この推定精度低下の原因として、雲底下で起こる降雨変動を考え、中でも雨域の移動に及ぼす地形影響に着目した。地形影響を解析する方法としては、三次元表示された地形図上にレーダによって観測された降雨を動画させる方法を用いた³⁾。その結果、降雨の移動に与える地形の影響には6パターンに分類することができた。しかし、動画による解析は、降雨と地形の間にある数値的意味は、その降雨状況によって様々であるが、画像上では把握し難い。そこで本解析では、その関係を求めるために、各ケースの降雨継続時間内の各メッシュにおける、総降雨量と降雨回数の関係を用いて、降雨強度指標を提案し、降雨の移動に及ぼす地形影響を評価する。

2. 使用レーダデータ

本解析で用いたレーダデータは、利根川ダム統合管理事務所より提供いただいた群馬県赤城山レーダ6ケース、建設省土木研究所より提供いただいた新潟県薬師岳レーダ7ケースである。それぞれのデータの空間スケールは、半径198kmの定性観測範囲内を直交座標系5kmメッシュ、また、時間スケールは5分間隔観測としている。

(1) 赤城山レーダデータ

利根川ダム統合管理事務所の管理する赤城山レーダは、群馬県富士見村（北緯43° 29' 22"、東経141° 42' 36"）に位置し、レーダサイトの標高は1696.4mである。対象降雨には、以下のデータを用いた。

ケース1；1994年7月02日 09:00 - 7月03日 21:00（前線性降雨：439シーン） ケース4；1994年8月26日 18:00 - 8月27日 00:00（雷雨性降雨：73シーン）
ケース2；1994年7月18日 09:00 - 7月19日 09:00（雷雨性降雨：289シーン） ケース5；1994年9月12日 11:00 - 9月19日 09:00（前線+台風性降雨：1705シーン）
ケース3；1994年7月31日 12:00 - 8月01日 00:00（雷雨性降雨：145シーン） ケース6；1994年9月26日 12:00 - 9月30日 0:00（前線+台風性降雨：1261シーン）

(2) 薬師岳レーダデータ

北陸地建信濃川工事事務所が管理する薬師岳レーダは、新潟県の長岡市（北緯37° 28' 24"、東経138° 43' 06"）に位置し、レーダサイトの標高は367.8mである。対象降雨には、以下のデータを用いた。

ケース1；1989年8月24日 00:00 - 8月25日 00:00（前線性降雨：289シーン） ケース5；1991年7月17日 12:00 - 15:00（低気圧性降雨：37シーン）
ケース2；1991年1月02日 00:00 - 1月02日 17:00（低気圧性降雨：205シーン） ケース6；1991年8月08日 06:00 - 09:00（低気圧性降雨：37シーン）
ケース3；1991年1月02日 00:00 - 1月05日 23:55（低気圧性降雨：912シーン） ケース7；1994年7月30日 16:00 - 19:00（雷雨性降雨：37シーン）
ケース4；1991年2月04日 00:00 - 2月06日 23:55（低気圧性降雨：864シーン）

3. 地形影響の評価法

降雨の移動に及ぼす地形影響の評価方法として、本解析で提案する降雨強度指標は、次式を用いて求める。

$$R_{ij} = \sum_{i=1}^T R_{iij} \quad (1)$$

$$N_{ij} = \sum_{i=1}^T N_{iij} \quad N_{iij} = \begin{cases} 0 & (R_{iij} = 0) \\ 1 & (R_{iij} > 0) \end{cases} \quad (2)$$

$$R_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^J R_{ij}}{\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^J N_{ij}} \quad (3)$$

$$s^2 = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^J \left(\frac{R_{ij}}{N_{ij}} - R_{avg} \right)^2 \quad (4)$$

$$I_{ij} = \frac{\frac{R_{ij}}{N_{ij}} - R_{avg}}{s} \quad (5)$$

ここで、 T ：5分間降雨継続回数

A ：降雨のあったメッシュ数

I, J ：南北・東西方向のレーダメッシュ数

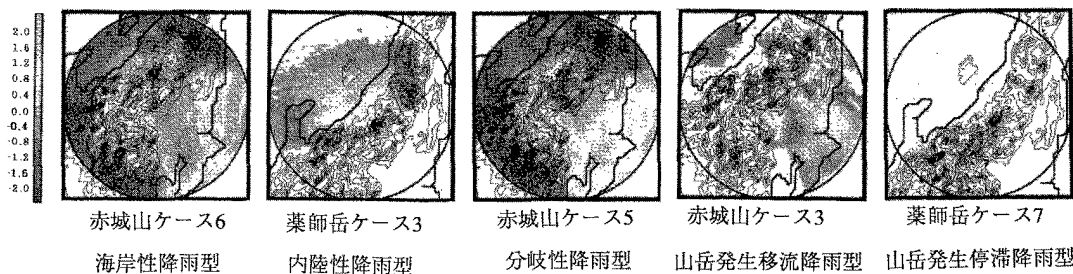
(1)式は、あるレーダメッシュにおける5分間降雨継続時間内の総降雨量(R_{ij})で、一連の降雨による降雨分布が分かり、降雨分布と地形図を比較することで、地形の影響も調べることが出来る。(2)式は、あるレーダメッシュにおける5分間降雨継続時間内に何回降雨があったか、つまりその該当メッシュにおける降雨頻度(N_{ij})を示し、降雨の降り易さまた、降雨積算時間の指標となる。(3)式は、レーダ内総降雨量をレーダ内総降雨回数で割った、レーダ観測範囲内の降雨のあったメッシュの平均降雨量(R_{avg})を求める。(4)式では(3)式より求めた平均降雨量を用いて、分散を求める。(5)式は、各メッシュにおける総降雨量を分散と平均値を用いて標準化変換した値で、これを降雨強度指標と呼ぶ。この指標を用いて、1回に降る降雨強度の相対的な強弱を知る事ができ、また、標準化を行うことから、異なるケースの分布を、同じ尺度で比較することが出来る。

4. 地形影響の評価結果

(1)～(5)式に従い、各降雨ケースの、総降雨量分布、降雨頻度分布、平均降雨量分布、降雨強度指標分布を求めた結果、降雨強度指標分布は、レーダ動画像を目視によって分類した6パターンのうち以下の5パターンを示した。(a)指標が海岸で高くなる海岸性降雨型、(b)指標が山岳地帯で高くなる内陸性降雨型、(c)指標が降雨の分岐する様子を示す分岐性降雨型、(d)指標が降雨の発生場所よりも移流先で高くなる山岳発生移流型、(e)指標が発生場所で高くなる山岳発生停滞型、である。

また、降雨回数の分布と降雨強度指標の分布は、合致しない場合があり、降雨の発生し易い地域と、強い降雨の発生し易い地域とが分類できたことを示している。この事は、指標がその地域、もしくは該当メッシュの地域特性を示す材料となり得ることを示し、また、降雨の多い地域と強降雨の発生し易い地域が分別出来たことにより、治水・利水面で、有用な指標になり、また、衛星データと組み合わせることで、地形の影響を考慮した、精度の良い降雨量推定が行えるものと思われる。

ただし、今回作成した指標は、ある一連の降雨継続時間内で判断を下していることから、どの降雨にも対応することはありえない。従って、この指標を更に、季節毎、降雨の性質（台風性、前線性、雷雨性等の降雨形態）等によって区別することにより、地形の影響を地域毎、各メッシュ毎に考慮した降雨推定に用いることが出来ると思われる。



5. まとめ

この精度低下の原因として、雲下で起きる降雨変動の要因の一つとして地形影響を考え、その影響を評価する方法として、降雨強度指標を用いた。その結果、降雨の移動に及ぼす地形の影響には、5つのパターンが見い出された。また、降雨回数と降雨強度指標の分布に相違点が認められ、降雨のもたらされ易い地域と、強い降雨の降りやすい地域とが分別できた。

謝辞：建設省関東地方建設局利根川ダム統管理事務所、建設省土木研究所より、貴重なレーダデータの提供をいただきました。ここに、深甚なる感謝の意を表します。

引用および参考文献

1)竹内邦良、中林俊尋：平成5年度河川情報センター助成研究成果報告集 pp55-69、1994.12、2)中林俊尋、竹内邦良：土木学会第50回年講概要集第2部(A) pp48-49、1995.9、3)中林俊尋、竹内邦良：水文学会1995年要旨集 pp268-269、1995.8