

第II部門 メソ気象モデルMM5を用いた降雨場の地形依存特性の解析

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○宮田昇平
京都大学大学院工学研究科 正員 中北英一

京都大学大学院工学研究科 学生員 鈴木善晴
京都大学防災研究所 正員 池淵周一

1 はじめに 防災および水資源工学的な立場から対象流域の地形特性を考慮した降雨の時空間分布特性の解明が強く求められている。そこで、本研究ではメソ気象モデルMM5による数値シミュレーションを行うことによって、降雨場の地形依存特性及び時間積分過程の解明を試みる。

2 本研究の背景と目的 降雨分布の地形標高依存性の存在は、従来の研究より明らかである。鈴木ら¹⁾は地形標高および積算降雨量の層別平均値が片対数グラフ上で明確な直線関係をなすことを明らかにし、同直線を「降雨分布の標高依存直線」と呼んでいる。一方で、降雨の分布特性が時間積分とともに変化する過程を「降雨分布の時間積分過程」と呼び、標高依存直線に基づいたモデル化に取り組んでいる。

本研究では、これらの知見をベースとして以下の2点から降雨-地形関係の解析を行う。(1) 解像度の異なる地形条件を用いたシミュレーションを行うことで、地形解像度が時間積分過程に与える影響について考察を行う。(2) 標高依存直線の傾きに着目し、その水平風速との関係を解析することによって、水平風速が降雨分布の地形依存特性の度合いに与える影響を明らかにする。なお、本研究では、GPV情報を初期値および境界条件として用い、九州および近畿、四国、中部の4地域において、1事例を2日(48時間)として各地域15事例ずつシミュレーションを行った。

3 地形解像度が時間積分過程に与える影響 標高依存直線を基に降雨-地形関係を考えたとき、同直線まわりの降雨分布のばらつきが小さいほど降雨-地形関係の変動が小さく、地形効果が明確に表れていると考えることができるが、鈴木ら¹⁾の時間積分過程の解析よれば、標高依存直線まわりのばらつきの程度を表す同直線まわりの変動係数が、降雨の時間積分とともに減少し、やがて一定値に収束することが明らかにされている。そこで、本研究では、地形解像度が降雨-地形関係の変動に与える影響を明らかにするため3ケースの地形(解像度3km, 9km, 27km)を用いたシミュレーションを行った。結果の1例を図1

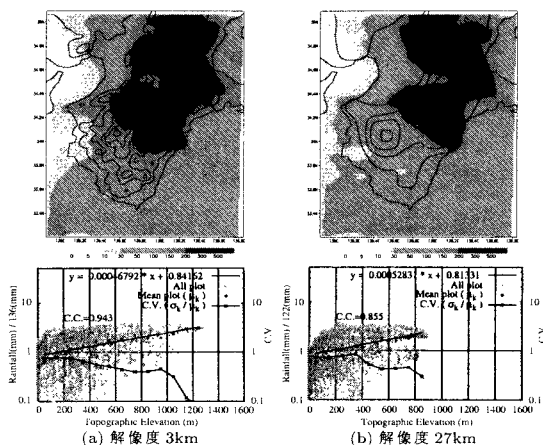


図1: 2日積算降雨量の分布(上図, 単位はmm)および地形標高と2日積算降雨量の関係(下図)(近畿98.9.15~16)

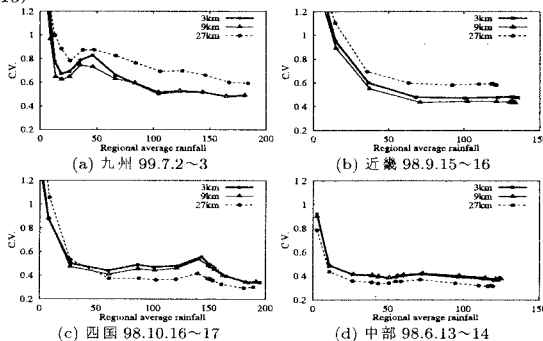


図2: 標高依存直線まわりの変動係数の推移

に示す。同図のグラフ(下図)に示した直線関係が標高依存直線と呼ばれるものである。また、シミュレーション結果に対して変動係数を求め、その領域平均降雨量(時間積分スケールを表す)に対する推移を示したものが図2である。図2より降雨-地形関係の変動が降雨の時間積分とともに減少し、一定値に収束する様子がみとれる。また、同図からは九州と近畿では地形解像度27kmで最も降雨-地形関係の変動が大きいのにに対し、四国と中部では地形解像度27kmで最も変動が小さくなっていることがわかる。すなわち、地域によって地形解像度による降雨-地形関係への影響が異なることがわかる。

九州と近畿の両地域では、解像度27kmの地形では領域内の標高が全体的に小さくなった。このことから

もわかるように、これらの地域では山岳スケールが小さく、そのため解像度 27km では平滑化の影響を強く受けて領域内の多くの山岳が平滑化されてしまった。その結果、山岳による降雨分布に対する地形効果が小さくなり、降雨-地形関係の変動が大きくなると考えることができる。

一方、四国と中部の両地域では比較的山岳スケールが大きいために、先の 2 地域ほど平滑化による標高の減少はみられず、逆に、これらの地域では解像度 27km の粗い地形においては、起伏の激しい細かな地形のノイズが除去されているために、降雨-地形関係の変動が小さくなると考えることができる。

以上のように、地形解像度が降雨分布に対する地形効果の大きさに与える影響は、対象地域の山岳スケールによって異なることが示された。すなわち、山岳スケールが小さい地域では比較的小さい解像度の地形において最大の地形効果が現れるのに対し、山岳スケールの大きい地域では、相対的に大きな解像度の地形において効果が最大となると考えられる。

4 水平風速が降雨-地形関係に及ぼす影響 標高依存直線は降雨の空間平均的な地形依存性を表わす指標であり、同直線の傾きが大きいほど降雨分布の地形依存性の度合いが大きいと考えられる。そこで、標高依存直線の傾きが大きいケースとして九州の 98 年 6 月 13 日～14 日の事例 (Case1)、傾きが小さいケースとして同じく九州の 98 年 10 月 6 日～7 日の事例 (Case2) に着目し、これら 2 事例における 2 日間の平均上昇流と平均水平風速の分布、および地形標高と 2 日積算降雨量の関係を図 3 に示す。同図より、標高依存直線の傾きの大きい Case1 では水平風速が強く、斜面の風上側で強い上昇流が発生していることがわかる。対して、傾きの小さい Case2 では水平風速が弱く、地形に起因した上昇流が発生していない。このことから、定性的にみて、水平風速と標高依存直線の傾きとの間に強い相関があることがわかる。

そこで、地域別に水平風速の大きさ H と標高依存直線の傾き S の関係をプロットし、さらに両者の回帰直線 (H - S 直線) を引いたものが図 4 である。ただし、 H は毎時刻の領域平均水平風速の大きさを 2 日間にわたって時間平均したものである。同図より、地域による差はみられるものの、両者に強い相関があることがわかる。図中に示したように H - S 直線の相

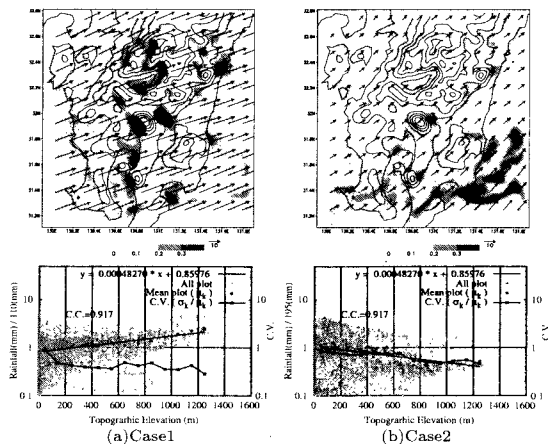


図 3: 2 日間の平均上昇流および平均水平風速の分布 (上図, 単位は m/s) および地形標高と 2 日積算降雨量の関係 (下図) (Case1: 九州 98.6.13～14, Case2: 九州 98.10.6～7)

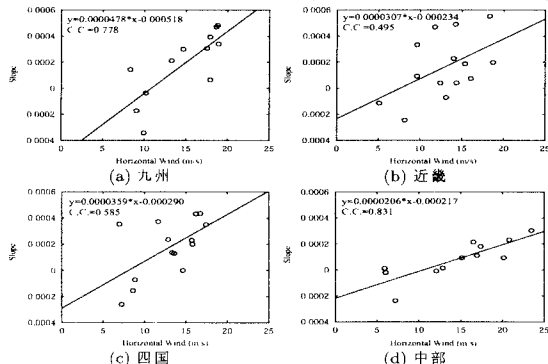


図 4: 平均水平風速の大きさと標高依存直線の傾きの関係 (2 日積算降雨量の分布において)

関係数 (C.C.) は九州・中部で高く、近畿・四国ではやや低い値となった。このことは、中部と九州では降雨分布の地形依存特性と水平風速の相関が大きいことを意味している。対して、四国と近畿では、水平風速以外の他の気象要因による降雨-地形関係への影響が比較的大きいと考えられる。また、 H - S 直線の傾きは、九州で最も大きく、中部で最も小さい値を示している。したがって、九州では水平風速の影響により、イベントごとに降雨分布の地形依存性の程度が大きく変動するが、中部ではその変動の度合いが小さいということがわかる。

5 結論 本研究の解析により、降雨分布に対する地形効果の大きさは地形解像度によって影響されることが明らかになった。また、標高依存直線の傾きが水平風速に強く依存することが明らかになった。

参考文献 1) 鈴木善晴・中北英一・池淵周一: 標高依存直線に基づいた降雨分布の地形依存特性の解明, 水工学論文集, 第 45 巻, pp.301-306, 2001.