

第 II 部門 3次元構造を考慮した降雨分布の地形依存特性の解明

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○諸橋真琴
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、詳細な降雨分布モデルの構築を目指して、深山レーダ雨量計から得られる3次元の降雨情報を解析することにより、降雨分布の地形依存特性とそのメカニズムの解明を試みる。

2 本研究の解析方針 中北ら[1]によれば、普遍的な降雨-地形関係を明らかにするためには、月雨量程度の時間スケールにおける積分値分布を解析する必要があることから、本研究では積分降雨量分布の解析を行う。ただし、積分対象となる降雨イベントにより地形依存特性が異なるため、そのモデル化を行うためには、降雨タイプによる分布構造の違いを明らかにすることが必要となる。そこで、本研究ではレーダーによる3次元降雨情報を解析することにより、降雨タイプ別の地形効果およびその発現のメカニズムの解明を試みる。

特に、本研究では「積分降雨量」を「降雨時間」と「平均降雨強度」に分割し、三者の分布を解析することによって地形効果発現の主要因を明らかにする。ここで、降雨時間とは積分期間内において降雨強度が1 mm/h以上であった時間を各地点ごとに求めたものとする。

3 降雨の物理構造と地形依存特性 天気図を調査した結果から層状性降雨が卓越していると考えられる98年10月および、対流性降雨が卓越していると考えられる99年9月の月積分の降雨分布を対象として、その特徴について考察を行う。

98年10月（層状性）の分布では図1に示すように、降雨時間分布において、空間的に一様で層状型の分布を成している。これは、層状性降雨が大気環境場に依存して、比較的広範囲にわたって一様に発生する傾向が強いためと考えられる。また、平均降雨強度分布においても同様に、明確な地形効果を見ることはできない。

一方、99年9月（対流性）の分布では図2に示すよ

うに、山岳地域上空に降雨量の大きい背の高い領域があり局地性が強いことから、地形依存性が大きいことがわかる。このことは、降雨時間分布において特に顕著であり、山岳域における降雨の発生時間が長いことを示している。これは、標高が高い地域ほど組織化された複数の対流セルが発生する傾向が強くなり、降雨イベントの継続時間が長くなるためと考えられる。

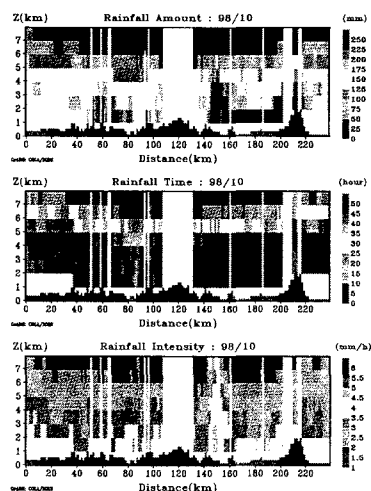


図1：98年10月（層状性）における各積分分布の鉛直断面図（積分降雨量，降雨時間，平均降雨強度）

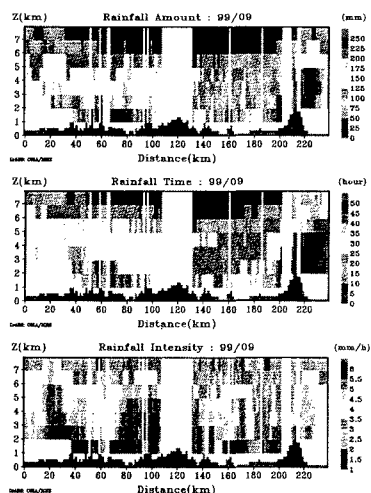


図2：99年9月（対流性）における各積分分布の鉛直断面図（積分降雨量，降雨時間，平均降雨強度）

以上より、層状性降雨では、積分降雨量・降雨時間・平均降雨強度のどの分布においても地形依存性が明確でないが、対流性降雨では、平均降雨強度分布と比較して降雨時間分布の地形依存性が明らかに大きいことから、降雨時間分布の持つ地形依存性が地形効果発現の主要因であることが分かった。この結果は、鈴木ら [2] の 2 次元降雨情報を用いた解析結果と一致している。

4 標高依存直線に基づく降雨の地形依存特性

次に、地形依存性を定量化するための指標として標高依存直線 [2] を用いた解析を行う。標高依存直線とは図 3 に示すように、地形標高と積分降雨量の層別平均値との間に成立する直線関係のことである。ただし、同図の横軸は地形標高を、縦軸は対数軸で積分降雨量を示している。ここで、同直線の傾きが大きければ、降雨分布の地形依存性が高いと言えることから、同直線の傾きを用いて地形依存性の評価を行う。なお、同直線は降雨時間分布や平均降雨強度分布においても成立する。

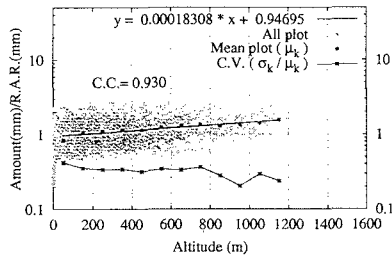


図 3：積分降雨量と地形標高の関係（縦軸は領域平均値 (R.A.R.) により正規化）

第 3 章と同様に、98 年 10 月（層状性）と 99 年 9 月（対流性）の月積分分布を対象として、積分降雨量・降雨時間・平均降雨強度の各分布に対して高度 1.5km～6.5km の各水平断面分布における標高依存直線の傾きを求めた。その結果を図 4 に示す。

はじめに層状性（98 年 10 月）と対流性（99 年 9 月）の比較をすると、対流性降雨では降雨時間分布における標高依存直線の傾き、すなわち地形依存性の度合いが、どの高度においても平均降雨強度分布より明らかに大きいことから、降雨時間分布の持つ地形依存性が地形効果発現の主要因となっていることが分かる。これは第 3 章の考察結果と一致する。

次に高度変化について見ると、降雨時間分布に関しては、層状性降雨における標高依存直線の傾きが、非常に小さい値から高度上昇と共に徐々に増加して

いくのに対して、対流性降雨においては低高度断面においても比較的大きな値を示している。一方、降雨強度分布に関しては、降雨タイプによらずほぼ同様な高度変化傾向を示している。すなわち、降雨分布の鉛直構造と地形との対応関係が、降雨タイプによって異なることが明らかになった。したがって、今後の課題としては、降雨分布の鉛直構造に対する地形効果をモデル化し、降雨分布モデルに組み込むことを考えている。

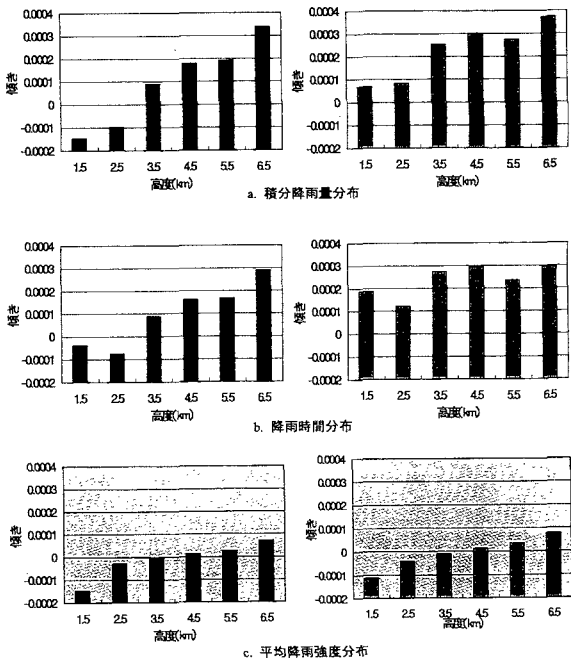


図 4：各積分分布における標高依存直線の傾きの高度変化（左：98 年 10 月（層状性）、右：99 年 9 月（対流性））

5 結論 以上より、本研究では、降雨タイプによって地形効果発現のメカニズムが、どのように異なるか、また、降雨分布の鉛直構造と地形との対応関係が、降雨タイプによってどのように異なるかを明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 中北英一・鈴木善晴・池淵周一：降雨分布の地形依存特性における時間スケール階層構造，水工学論文集，第 44 巻，pp.91-96，2000.
- 2) 中北英一・鈴木善晴・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 44 巻，2001.