

PSII-2 山地流域における降雨の現地観測とシミュレーション

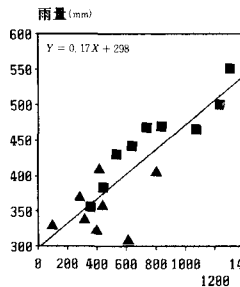
北海道開発局 正員 中津川 誠
 北海道大学工学部 正員 山田 正
 北海道河川防災センター 正員 館谷 清

1. はじめに 降雨の物理メカニズムを把握し、再現できれば、近年著しい発達をみせているレーダ雨量計などの観測データを活用して、的確な降雨予測法の構築も可能になると思われる。本研究においては、多くの集中豪雨と密接に関連する山地流域の降雨について、現地観測と物理的事象を考慮したシミュレーションを行ない、特に地形の降雨に及ぼす影響やシミュレーションモデルの再現性について検討した。

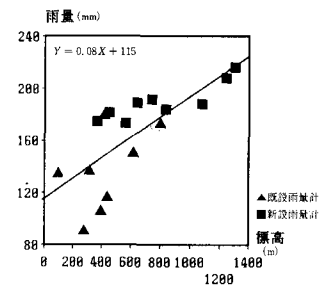
2. 現地観測 地形の影響を受ける降雨実態の把握を意図して北海道内では図-1に示す箇所で観測が行なわれている。図に示すオロフレ地域では菊地らがオロフレ山系の南東斜面上に多くの雨量計を設置して観測を行ない、これによって湿った南東風が山脈状に連なるオロフレ山系の斜面上を滑昇する際に生起する上昇気流が強い降雨域のトリガーになっていることが示されている。一方、図に示す道央地域については北海道開発局によって西方向の山腹に沿って雨量計が設置され観測が行なわれた。観測期間中には留萌地方に災害をもたらした停滞前線による大雨も観測されている。図-2には雨量計設置期間中3ヶ月間の雨量、また8月下旬の大雨前後一週間の雨量を標高別にプロットしてあるが、標高が高くなるにつれ、降雨量もそれと線形に増大する傾向が明瞭に表われている。



図-1 観測地点箇所



a) 1988, 7/20~10/15

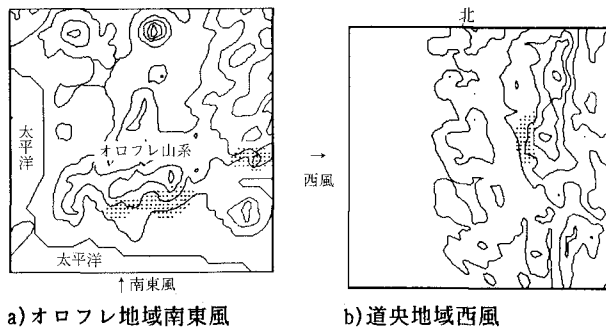


b) 1988, 8/25~8/31

図-2 標高別雨量データ(道央地域)

3. 風の場のモデル化 降雨に寄与する風としては充分慣性が大きく、また、モデルを適用した山地流域ではスケールの見地からポテンシャル流を想定できるとした。計算に際しては地図から読みとった標高をデジタルマップ化してFFTを行ない、これを3次元のポテンシャル解と合成することで風の3次元成分を求めている。この時のメッシュは水平方向1km、鉛直方法に200mとしている。降雨の直接的な引き金が上

昇気塊中の水蒸気の断熱膨張凝結過程であることから上昇風速の把握が重要である。図-3は先に示したモデル地域について風を計算し、上昇風速の強い領域をドットで表示したものである。オロフレ地域では南東風が吹き込む場合、オロフレ山系の斜面上で上昇風速場がかなり上空まで形成されている。また、標高的には高い羊蹄山近傍では、風のまわり



a) オロフレ地域南東風

b) 道央地域西風

図-3 上昇風速の強い領域(上空5000m、主流風速の2%以上)

こみが起きて高層では上昇風速がさほど強くないことがわかる。また、道央地域では、ちょうど雨量計を設置した山の斜面上において上昇風速場が上空まで形成されている。

4. 降雨のモデル化 降雨の再現はケスラーの提案したモデルを用いている。本モデルは雲と雨についてその相互作用を考慮しつつ水収支を考えたものであり、次に示す基礎式を3次元、経時的に解いている。

$\frac{\partial M}{\partial t} = -u \frac{\partial M}{\partial x} - v \frac{\partial M}{\partial y} - (w+V) \frac{\partial M}{\partial z} + AC + CC - EP \quad (4.1)$	$\frac{\partial m}{\partial t} = -u \frac{\partial m}{\partial x} - v \frac{\partial m}{\partial y} - w \frac{\partial m}{\partial z} - AC - CC + EP + CV \quad (4.2)$	$R = 138N_0^{-1/3} M^{2/3} \quad (4.3)$	M : 雨水量 (g/m^3), m : 雲水量 (g/m^3) u, v, w, V : 風速 (m/s), V : 雨の落下速度 (m/s) AC : 転換, CC : 捕捉 EP : 蒸散, CV : 凝結 R : 降雨強度 (mm/hr) N_0 : 定数 ($=1 \times 10^6 m^{-1}$)
---	--	---	---

先に示した地域について降雨計算を行なった結果を図-4に示す。オロフレ地域については、現地観測で重要な要因として挙げられた南東風（10m/s）を飽和状態与えている。計算においても観測結果と同様に山脈状に連なるオロフレ山系南東斜面を中心に強い雨域が表われている。一方、道央地域についても南北方向に山脈状に連なる山系に西風（10m/s）を与えた場合、やはり西斜面を中心に強い雨域が再現されている。このように、山脈状の地形は、風に対していわば壁のように作用して強くて広範囲の上昇気流を生み出し、それが背の高い雲と強い雨の成因となることから、山地流域の降雨特性に影響を与える重要な要件であると言える。なお、地形の特性をさらに詳察するため、オロフレ地域に南西方向からも風を与えて計算を行っているが、その場合にオロフレ山系の近傍では、南東風と比べて約半分程度の降雨しか再現されていない。

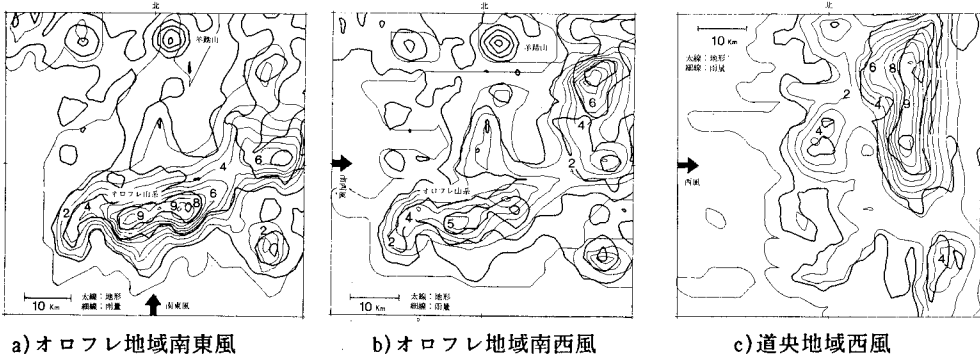


図-4 地上降雨量計算結果（数字は降雨強度（mm/hr））

図-5には、道央地域に設置された雨量計の最も近い格子点で計算された地上雨量強度を標高別にプロットしている。これから、計算上も標高と線形関係にある地形性降雨の再現がなされていることがわかる。図-6には、実地形上でスケールの影響を推察するため、約5 km以下の成分に相当するFFTの高周波成分を除去して降雨を計算したもので、条件は図-4のa)と同様に与えてある。この結果

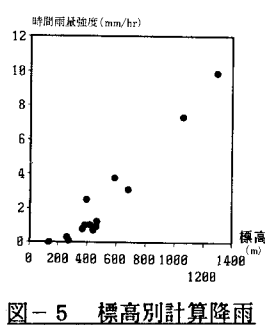
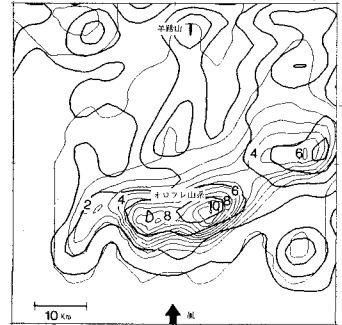


図-5 標高別計算降雨強度（道央地域）



より、雨域の分布、量ともに大きな違いはみられず、実地形上における水平距離にして5 km程度より短い波長の凹凸は、地形性降雨の総観的状况にさほど影響を与えていないことが示唆される。

（謝辞）本研究のデータ収集に際しては北海道開発局石狩川開発建設部の水島氏の協力を得ている。

（文献）近野，菊地；北大地球物理学研究報告，1977，1978，1980 山田ら；年講概要集，1987，1988 山田，中津川，内藤，水島；第33回水理講演会論文集，1989