

II-38

MOS-1 MSRを用いた沖縄洋上での降雨量推定の試み

山梨大学大学院 学生員 中林 俊尋
 山梨大学工学部 正 員 竹内 邦良
 山梨大学工学部 正 員 神田 学

1. はじめに

衛星による降雨量推定は、主としてIR(赤外)データを用いて行われてきた。ひまわり等、定点観測衛星のIR観測は、常時観測が可能で、分解能が高いこと等の利点はあるが、観測対象は雲頂温度であり、降雨量と最も密接に関係していると思われる水分量の情報を得ることが出来ない。これに対し極軌道衛星のマイクロ波は、回帰日数が長いこと、分解能が悪いこと等の制約はあるが、海洋上での水分量情報が得られるため、統計的ではなく、物理的に意味のある降雨量の推定を行えるという大きな利点がある。本研究は、MOS-1のマイクロ波データを用いて、Wilheit & Changのモデルにより沖縄周辺洋上の降雨量を推定し、地上降雨データとの比較・検討を行ったものである。

2. 雨量推定のアルゴリズム

MSR(マイクロ波放射計)の輝度温度情報を雨量データへ変換する方法としては、Wilheit & Changの放射変換モデル(1977)¹⁾を用いた。このモデルは「20-30GHzのマイクロ波は海面からの放射率(Emissivity)が0.4程度と低いため、衛星から海洋上における大気中の水粒子のみの放射を観測できる」という理論に基づいたものである。具体的な計算式(1)、(2)は、雨滴径の分布(Marshall Palmer, 1948)、気温減率 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 、Freezing Level以上の氷晶径の分布が、Freezing Level以下の雨滴径分布同様M-P分布すること、また湿度は海面で80%、Freezing Levelで100%と線型に増加すること等の仮定に基づく、物理モデルから導き出されたものである。

$$T_{(r)} = T_0 + (285 - T_0)(1 - \exp[-r/r_c]) - 3.5r^{1/2} \quad (1)$$

$$r_c = 25/F^{1.2} \quad (2)$$

ここで、 $T_{(r)}$ は輝度温度(K)、 T_0 は洋上における無降雨時の輝度温度(170K)、 r は実雨量(mm/hr)、 F はFreezing Levelの高さ(km)を示している。Freezing Levelは、大気中の 0°C 等温線の高度で、全球ではほぼ3~5kmの分布になっている。図1は(1)・(2)式の降水量 r と輝度温度 $T_{(r)}$ の関係を示したものである。輝度温度は、雨量の増加と共に増加し、より高いFreezing Levelに対しては、より速く増加することが分かる。

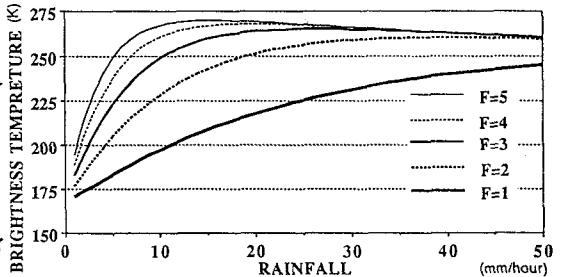


図1. Wilheit & Changのモデルによる降水量と輝度温度の関係

また全てのFreezing Levelにおいて、降雨量がある

程度以上になると輝度温度は降雨による減衰の影響を受けて、雨量の増加に対し減少することも分かる。

3. 水文情報

今回の解析は1990年9月17日の台風19号の豪雨を対象とした。台風19号は9月17日から18日にかけて沖縄の東海岸を中心がすめるように、勢力を強めながら北上し、那覇での日降水量は67mmであった。この降雨を対象として、リモートセンシング技術センターより購入した海洋観測衛星MOS-1のMSRデータ、および、建設省土木研究所より提供頂いた建設省沖縄地建八重岳レーダデータを用いて解析を行った。

(1) MOS-1 MSRデータ

MOS-1は日本が最初に打ち上げた海洋観測衛星で、高度909km、太陽同期準回帰軌道を取り、17日周期で

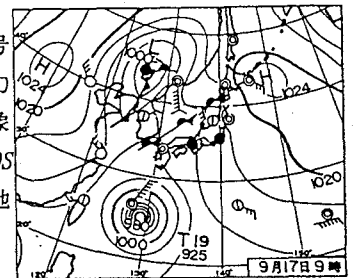


図2. 9月17日の天気図

全球を観測している。搭載しているセンサーの受信周波数は23.8GHz、31.4GHzの2周波で、1画素はそれぞれ地表面上で29.0x29.7km、21.2x22.2kmである。本研究に用いるMOS-1 MSRのデータは、1990年9月17日11時05分(Pass27)周波数23.8GHz、10msec積分時間(Band1)のデータである。レーダとの対応を見るために、沖縄上空を通過しているものを抽出した。MSR画像の位置決定は、データがメルカトル座標で入力されていることと、MSRデータに含まれるチェックマークデータに基づいて行った。

(2) 八重岳レーダ

検証用データとして、1990年9月17日午前11時の1時間平均をとった沖縄地建八重岳レーダデータを用いた。観測半径は198km、データメッシュは緯度経度方向に3kmx3kmに変換したものである。

4. 解析結果

図3は、八重岳レーダデータによる降雨分布図である。図中、沖縄東岸海洋上には台風19号の発達に伴う強い降雨域が、また、台風の吹き出し（台風の足）に対応する降雨域が、それぞれ明確に捉えられている。これは午前11:00頃沖縄東海岸を通過した事実（1991気象年鑑）と合致している。

図4はMSRデータにアンテナパターン補正²⁾を加え輝度温度にしたものに、Wilheit & Changのモデル、式(1)・(2)によって推定降雨量を求めたものである。図4-(a)、(b)は、それぞれFreezing Levelが3、4kmの時の推定降雨分布である。レーダとの比較のため、沖縄付近のデータを抽出した。図中の円が、レーダの観測範囲を示し、その中央の三角形が八重岳のレーダサイトを示す。

MOS-1 MSRデータからの推定降雨分布図は、レーダ観測に現れた、台風中心付近の沖縄東海岸の強い降雨域、沖縄西海岸の台風の吹き出しによる降雨分布、いずれも明確に捉えられている。したがって、降雨分布や降雨の移動を定性的に知るには、かなり有効な手段と言える。

次に、レーダによる雨量とマイクロ波からの推定雨量を比較する。八重岳レーダによる雨量は台風の中心では、局部的に20mm以上の強い降雨域も認められ、周辺では平均して5mm前後の降雨がある。また、沖縄西海岸にみられる分布は5mm前後の値を示している。MSRによる推定降雨量は、Freezing Levelが3kmの時、台風の中心の最も強いところでは10mm、その周辺では5~10mm、西海岸では7mm前後になっている。この定量的対応は、この付近でMSRの空間平均スケールが29.0x29.7kmであること等を考慮すれば、かなり高い一致と言える。

今後は、ひまわりのIR等と併用することにより、さらに高い精度の広域降雨量推定法を検討していきたい。

5. 参考文献

- 1) Thomas C. Wilheit, Alfred T. C. Chang, M. S. V. Rao, E. B. Rogers, and J. S. Theon, 1977: A satellite technique for quantitatively mapping rainfall rates over the oceans, *J. Appl. Meteor.*, 16, 551-560.
- 2) 尾島武之「水蒸気のマイクロ波による宇宙からの計測」水文・水資源学会、企画・事業委員会、pp73-87、1990年5月

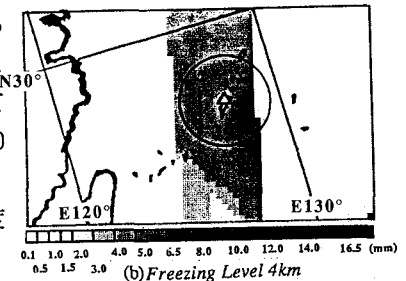
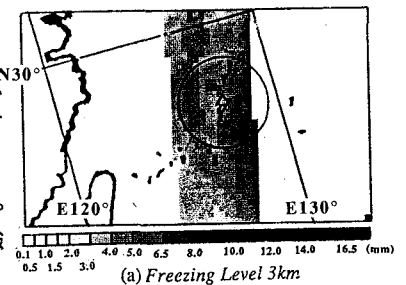
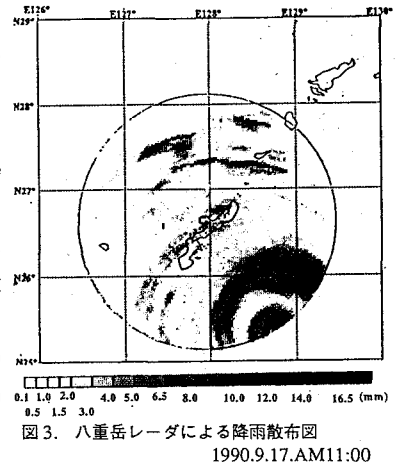


図4. MOS-1 MSRデータによる推定降雨分布図