

Precipitation and Meteorology



青梨 和正 気象庁気象研究所

Kazumasa Aonashi Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

3.1

■マイクロ波放射計による降水観測

Precipitation Measurement by Microwave Radiometers

全球的な降水の推定の道具として、広範囲にわたって雲の中の降水の直接的な 情報を与える、衛星搭載のマイクロ波放射計が近年注目されています。

九州南海上の大雨の事例について、降水がマイクロ波放射計でどのように捉え られるかについて、熱帯降雨観測衛星(TRMM)を例にとって見てみましょう。 TRMMには雨を観測する3種類のセンサーが搭載されており、同時に雨域を観測 できます。降雨レーダで見ると(図3.1.1a)、強い降水域が屋久島付近からほぼ東 西にのびています。しかし、赤外放射計では(図3.1.1b)、雲頂温度の低い領域が 非常に広い範囲のため、この強い降水域がどこか分かりません。マイクロ波放射 計の長波長(1.5cm、周波数で19GHz)のチャンネルでは(図3.1.1c)、海上は低温 ですが、強い降水域付近では、雨水からの放射のため高温となっています。また、 短波長(3mm、周波数で85GHz)のチャンネルでは(図3.1.1d)、強い降水域が低温 となっています。これは、上空の雪による散乱のためです。

このような特徴を利用して、海上では長波長帯と短波長帯のデータを組み合わ せて、陸上では短波長帯のデータから、降水の強さを推定することができます。

Satellite-mounted microwave radiometers, which provide direct information on rainfall in clouds over a wide range, have been attracting much attention in recent years as tools for estimating global rainfall.

We will discuss how heavy rain over the sea to the south of Kyushu is measured by a microwave radiometer using an example from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). The three sensors mounted on TRMM can observe the rainfall area simultaneously. When the area was observed using the precipitation radar (Fig. 3.1.1a), a strong-rainfall area extended roughly east to west from near Yakushima Island. However, an area with low cloud-top temperatures extended over a very wide range, so an infrared radiometer (Fig. 3.1.1b) could not detect the location of this strong-rainfall area. For the long-wavelength (1.5cm, 19GHz in frequency) channel of microwave radiometers (Fig. 3.1.1c), the temperatures on the sea are low, but the temperatures around the strong-rainfall area are higher due to radiation from rainwater. Furthermore, a strong-rainfall area is indicated in the short-wavelength (3mm, 85GHz in frequency) channel (Fig. 3.1.1d) by low temperatures, which is due to scattering caused by snow in the sky.

The rainfall intensity can be estimated on the sea by utilizing these features through combining data from the long-wavelength and short-wavelength bands, and on the land from data on the short-wavelength band.



図 3.1.1 九州南海上の大雨 Fig. 3.1.1 Heavy rain on the sea to the south of Kyushu

3.2 AMSR、AMSR-Eを用いた降水強度推定の成果

Results of Precipitation Estimation by AMSR and AMSR-E

全球の降水分布の把握

図3.2.1a、bは、2003年1月の月積算降水量を、それぞれAMSR-EとTRMMの降雨レーダから求めた結果を示します。降雨レーダの観測範囲(北緯37度-南緯37度)では、この2つのデータはよく対応しています。

一方、観測範囲の広いAMSR-Eから求めた月積算降水量の図から、冬期の低気圧の通り道に沿った降水帯が北太平洋と北大西洋にあること、南緯40度より南にはすべての経度帯に亘る降水帯があることが分かります。

Global Rainfall Distribution

Figs. 3.2.1a and b show the monthly cumulative rainfall results of January 2003 obtained from the AMSR-E and the TRMM precipitation radar. These two types of data accord well with each other within the observation range of the precipitation radar (37° North Latitude to 37° South Latitude).

The diagram of the monthly cumulative rainfall results obtained from AMSR-E, which has a wider observation range, reveals that rain areas along the path of the atmospheric depressions in winter lie in the North Pacific Ocean and North Atlantic Ocean, and a rain areas spreading over all longitudes lies in the area south of 40° South Latitude.



図 3.2.1 AMSR-E (a) とTRMM降雨レーダ (b) によって観測された、2003年1月の月積算降水量 Fig. 3.2.1 Monthly cumulative rainfall for January 2003 observed by (a) AMSR-E and (b) TRMM precipitation radar



図 3.2.2 熱帯の太平洋西部における2003年1月28~31日の降水強度 Fig. 3.2.2 Daily rainfall intensity from Jan. 28 to 31, 2003, in the Western Part of the Tropical Pacific Ocean

AMSRとAMSR-Eによる高頻度観測

AMSRとAMSR-Eのデータをともに使うことで、ほぼ1日ごとの降水データが得られます。 図3.2.2a~dは、熱帯の太平洋西部における2003年1月28~31日の各日の降水強度です。こ の図から、熱帯太平洋の降水帯の中の小さなスケールの降水域や熱帯低気圧の発生、発達 及び衰退を追跡することが可能です。

Frequent measurements by AMSR and AMSR-E

Combining data of AMSR and AMSR-E provides rainfall data for almost every day. Figs. 3.2.2a to d show the daily rainfall intensity from Jan. 28 to 31, 2003, in the western part of the tropical Pacific Ocean. From those figures, it is possible to track the generation, evolution, and decay of small rainfall areas and tropical depressions within the rain area in the tropical Pacific Ocean.



図 3.2.3 2002年9月29日の日本の南海上の台風21号付近の降水 Fig. 3.2.3 Rainfall near Typhoon No. 21 in the sea south of Japan on Sept. 29, 2002

強い降水の監視

図3.2.3a~cは、2002年9月29日の日本の南海上の台風21号付近の降水を示します。 AMSR-Eデータから推定した降水強度(図3.2.3a)を、TRMMの降雨レーダの観測値(図3.2.3b) と比較すると、目の周辺の強い降水域や、外側のレインバンドの降水がよく再現されてい ます。

また、この2つのデータの定量的な比較 (図3.2.3c) も、AMSRデータから推定した降水強 度が良い精度を持つことを示しています。

Monitoring Strong Rainfall

Figs. 3.2.3a to c show the rainfall near Typhoon No. 21 on the sea south of Japan on Sept. 29, 2002. The rainfall intensity estimated from the AMSR-E data (Fig. 3.2.3a) correlated well with the observation data of the TRMM precipitation radar (Fig. 3.2.3b) over the strong rainfall area around the eye of the typhoon and the rainfall in the outer rain band.

A quantitative comparison of these two types of data (Fig. 3.2.3c) also indicates that the rainfall intensity estimates from AMSR data are accurate.

3.3 降水強度推定法の改良

Improvement of Precipitation Retrieval Method



陸上の降水や、海上の降雪の強さを、衛星搭載マイクロ波放 射計データから推定するためには、短波長帯のマイクロ波が雪 粒子によってどのように散乱されるかを正確に知る必要があり ます。このため、日米の研究者が、福井県を中心とした日本海 側で、2003年1~2月に、冬季降水雲についての特別観測を行 いました。

図3.3.1は、この期間中に地上レーダで観測された降水の強 度(図3.3.1a、b)と、AMSR-Eの短波長(3mm、89GHz)のデー タ(図3.3.1c、d)の関係を示します。左側の1月28日の場合より も、右側の1月29日の場合の方が、降水強度の割に散乱のシグ ナルが強いことがわかります。これらの結果をもとに、降水強 度推定法の改良をはかります。

To estimate rainfall intensity on the land and snowfall intensity on the sea from the data of the satellite-mounted microwave radiometer, it is necessary to know exactly how the microwaves in the short-wave band are scattered by snow particles. Therefore, Japanese and American researchers conducted special observations of winter rain clouds in the Japan Sea, primarily around Fukui Prefecture, in January and February 2003.

Fig. 3.3.1 depicts the relationships between the rainfall intensity observed by a ground-based radar during this period (Figs. 3.3.1a and b) and the short-wavelength (3mm, 89GHz) data of AMSR-E (Figs. 3.3.1c and d). It can be seen that the scattering signal is stronger (despite the rainfall intensity) in the case of Jan. 29 on the right than in the case of Jan. 28 on the left. Based on these results, we will improve the method for estimating rainfall intensity.

270 [K]

図 3.3.1 降水の強度とAMSR-Eの短波長データとの関係

Fig. 3.3.1 Relationships between the rainfall intensity and short-wavelength data of AMSR-E