

(II-21) 衛星による土壤水分観測のための航空機地上同期実験

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○伊賀崎 圭 NASDA EORC 非会員 今岡 啓治
 長岡技術科学大学 正会員 小池 俊雄 NASDA EORC 非会員 柴田 彰
 長岡技術科学大学大学院 学生会員 田殿 武雄 建設省土木研究所 正会員 深見 和彦

1 はじめに

宇宙開発事業団が1999年に打ち上げ予定の改良型環境観測技術衛星(Advanced Earth Observing Satellite - II: ADEOS-II)に搭載が予定されている高性能マイクロ波放射計(Advanced Microwave Scanning Radiometer: AMSR)は、 6.925GHz をはじめとする低周波数帯の観測が実現し、地球規模での土壤水分観測への期待が高まっている。

本研究は、AMSRの準備プログラムとして開発された航空機搭載マイクロ波放射計(Airborne Microwave Radiometer: AMR)を用いて実施された航空機地上同期実験より得られた結果から、マイクロ波放射輝度温度($T_B[K]$)と土壤体積含水率($M_V[\%]$)の関係に関する検証を行った。

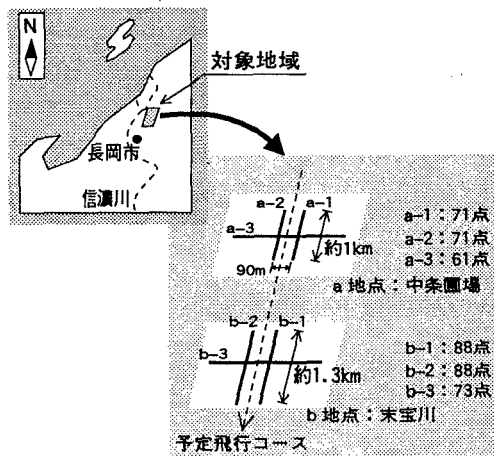


図1: 地上観測地の概略図

2 実験概要

今回のAMRによる航空機地上同期実験は、新潟県南蒲原郡中之島町の2箇所の水田を対象地域とした。表1は、実験概要を示したものである。

AMRによる飛行観測は、対象地域上空をほぼ南から北に飛行し、1回のフライトについて同様の観測を3回繰り返して行った。

表1: 航空機地上同期実験概要

航空機 (AMR)	
観測日	1996/11/11, 17, 24
入射角	55°
周波数	6.925, 10.65, 18.7, 23.8, 36.5, 89GHz
偏波	水平, 垂直 (各周波数)
その他	赤外放射温度 (直下方向)
地上	
観測点	a地点 (中条園場): 計203点 b地点 (末宝川): 計249点
土壤体積含水率	TDR法および炉乾法
その他	地表面放射温度

地上観測は、AMRの空間分解能(フットプリント)の粗さを考慮して高密度に測定を行った。測点は両地点とも、南北方向に2ライン、また地点のほぼ中央において東西方向に1ライン、計3ライン上に15m間隔で設けられた。図1に、地上観測地の概略図を示す。

3 観測結果の検討

3.1 観測値の抽出

今回の実験において、AMRの観測範囲つまりフットプリントの位置は風の影響による航空機の偏流などの影響により、地上観測点と完全には一致してはいなかった。しかし、東西方向の地上観測点を含むフットプリントは、両地点とも1回の観測について必ず1つ以上存在しており、フットプリント内の地上観測点の数も多く(10~30点)、また、それは各地点のほぼ中央に位置するため、他の土地利用の影響を受けにくいと思われる。さらに、南北方向の地上観測点を含む可能性も高いと考えられる。

そこで、東西方向の地上観測点を含むフットプリントにおける、AMR観測値と地上観測値との検討を行うことにした。

AMRのフットプリントは低周波数になるほど粗くなり、広範囲を観測することにより、土壤体積含水率以外の影響が大きくなるため、マイクロ波放射輝度の値がスパイク状に変化するところがあった。これは、対象地域にマイクロ波放射輝度温度に影響を及ぼすと思われる表面水の貯留や地表面の掘り起こしなどが存在していたためと考えられる。また、これらの影響も代表できるように高密度に地上観測を行ったにもかかわらず、AMR観測範囲が地上観測点と一致していなかったためにフットプリント内に含まれる測点が少なくなり、これらの測定値がフットプリント内の状態を代表する値として反映されなくなることも考えられる。そこで、AMRの観測値であるマイクロ波放射輝度温度はそれらの影響が少ないと思われるデータを抽出し検討に用いた。

地上観測値である土壤体積含水率は、使用したフットプリント内に含まれる測点の平均値を、各フットプリントのマイクロ波放射輝度に対応する土壤体積含水率として検討に用いた。

3.2 マイクロ波放射輝度温度と土壤体積含水率の関係についての検討

以上の検討結果より、式(1)に示すような2つの周波数によるマイクロ波放射輝度温度の差を求め、さらにその差を低周波数側のマイクロ波放射輝度温度で正規化して放射率として扱えるようにした Index of Soil Wetness (: I_{sw})¹⁾ とよばれる指標を用いて、マイクロ波放射輝度温度と土壤体積含水率の関係について検討を行った。

$$I_{sw} = \frac{T_{B_i} - T_{B_j}}{T_{B_j}} \quad (1)$$

ここで、 $i, j (i > j)$ は周波数を表す。よって T_{B_i} は、周波数 i のときのマイクロ波輝度温度の値である。

図2は、今回の実験結果と1995年に琵琶湖周辺で行われた同様の実験結果²⁾より、縦軸にAMR観測値から36.5GHz(水平偏波)のマイクロ波輝度温度を T_{B_i} とした場合の指標 I_{sw} を、横軸に土壤体積含水率をプロットしたものである。上図は T_{B_j} を6.925GHz、下図は T_{B_j} を18.7GHzとした結果である。

図2より、指標 I_{sw} は周波数の差が大きいほど勾配が大きくなり、また、土壤の体積含水率の増加と I_{sw} の値の増加が一致しており、土壤水分の変化に対する良好な感度があることが示された。したがって、指標 I_{sw} を用いた土壤の体積含水率の推定手法の妥当性が確認された。

謝 辞

本研究は、文部省科学研究費重点領域研究・基盤研究(A)、文部省国際共同研究等経費、宇宙開発事業団との共同研究、(財)日産科学振興財団研究助成の支援を受けている。関係者の方々にここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Koike, T. et al : Spatial and Seasonal Distribution of Surface Wetness Derived from Satellite Data, Proceeding of the International Workshop on Macro-Scale Hydrological Modeling, 1996 (in Press)
- 2) 伊賀崎圭, 小池俊雄, 田殿武雄, 深見和彦, 柴田彰 : AMRを用いた土壤体積含水率の推定〜'95琵琶湖プロジェクトより〜, 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, pp.29-32, 1996

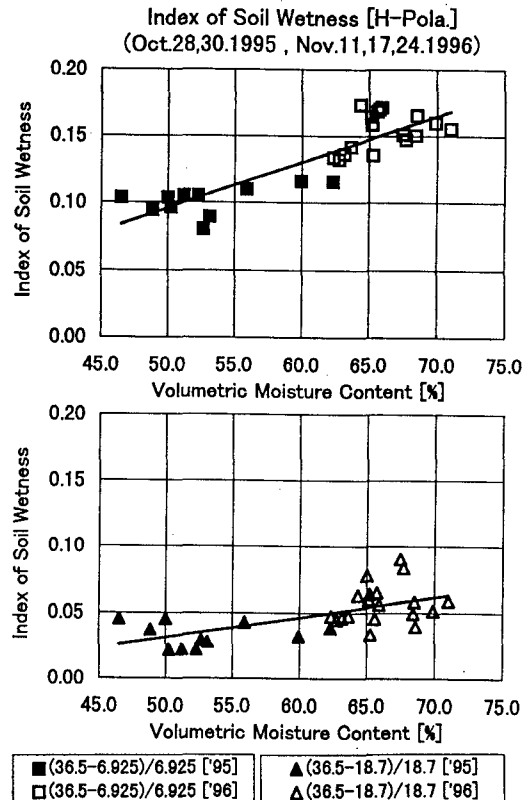


図2: マイクロ波放射輝度温度と体積含水率の関係