

CS-77

地表面粗度特性を考慮した SAR による地表面土壌水分推定アルゴリズムの提案

大石組	正会員	重原俊男
長岡技術科学大学環境・建設系	正会員	小池俊雄
長岡技術科学大学大学院	学生会員	田殿武雄
UCSB ICESS		Jiancheng Shi

1. はじめに

水文学の一つである地表面土壌水分は、水・熱エネルギーの循環を通じて地球規模の気候変動にも影響を及ぼしている。そのため、地上においてこの地表面土壌水分を定量的かつ同時性を持って広域に観測することが重要とされる。近年、衛星搭載型合成開口レーダ (SAR) から得られるマイクロ波後方散乱係数を用いて土壌表層含水率の推定が様々な手法で試みられている¹⁾²⁾³⁾が、土壌面の粗さ状態と周波数や偏波の状態との相互作用により、定量的な観測手法は確立されていない。そこで本研究は、地表面粗度パラメータである表面高さの標準偏差と相関長さの関係を調べ、その情報を取り込んだ SAR による地表面土壌水分推定アルゴリズムを提案する。

2. 地表面粗度特性

新潟県中之島町の水田と、北海道陸別町、斜里町の牧場・畑地において串型粗度計を使用し、計 218 地点(水田 159 点、牧場 32 点、畑地 27 点)で地表面粗度観測を行った。図 1.a),b)は、それぞれ水田と牧場・畑地での、表面高さの標準偏差と相関長さの関係をプロットしたものである。図 1.a)では、さらに目視判断をもとに堀り起こしてあるか否かで分類してある。これらの図より、粗度の二つのパラメータの組み合わせは、各土地利用や状態である固有な値をとるのではなく、広く分布し、その分布状況が土地利用や地表面状態ごとに決まっているということが示されている。したがって可視・赤外リモートセンシングなどで土地利用区分に関する情報が得られ、また農作業等、人間の行動によって変化する地表面情報が得られれば、表面高さの標準偏差と相関長さの関係式が得られる可能性が示された。本論では以降、図 1 中の線形の関係式を用いることにする。

3. アルゴリズムの概要

本研究で使用したマイクロ波散乱モデルは、不連続な境界面を有し、球形粒子がランダムに埋め込まれた半無限の不均質層からの後方散乱を対象としており、表面散乱と体積散乱項で表される。ここでは、後方散乱に関わるパラメータは、センサの条件に関する入射角、周波数、偏波面と、対象土壌面に関するものがある。前者は衛星の仕様によって決定される。後者としては、モデル土壌の粒径、体積率、土の誘電率、含水率、表面高さの標準偏差、相関長さがあげられる。本研究では粒径、体積率、土の誘電率を仮定し、含水率、表面高さの標準偏差、相関長さの 3 つを未知数として扱う。JERS-1 は L-band の HH 偏波 SAR であるので、センサで計測できる後方散乱係数に対する方程式は一つである。ここに、前節で得られる土地利用・状態毎の表面高さの標準偏差と相関長さの関係式を導入しても、3 つの未知数を得るためには、さらにもう 1 つほかの条件を追加しなければならない。そこで本研究では、表面高さの標準偏差と土壌含水率の様々な組み合わせの条件下での数値シミュレーションにより後方散乱係数を算定しておき、特殊な条件下での後方散乱係数の観測値をもとに粗度パラメータを算出するというアルゴリズムを提案する。

図 2 は掘り起こしていない水田を対象に、表面高さの標準偏差を 0.5cm～3.0cm まで 0.5cm 間隔、土壌含水率を 0%～40%まで 10%間隔で変化させた場合の後方散乱係数を表している。土壌水分量が明白な場合の SAR による観測データの後方散乱係数が得られれば、これらの図より粗度パラメータである表面高さの標準偏差が推定される。図 3 は掘り起こしていない水田を対象とした場合のアルゴリズムを模式的に示している。

キーワード 土壌水分、合成開口レーダ、表面粗度、リモートセンシング

〒940 新潟県長岡市南町 2-4-4・TEL.0258-35-5511・FAX.0258-33-1600

ここの飽和含水率が40%であったとすると、例えば降雨時の後方散乱係数が得られれば、図にあるようにシミュレーション結果から、表面高さの標準偏差が推定される。そして自然状態にある地表面粗度の時間的変化は不変と仮定すると、任意の時のSARによる後方散乱係数の観測値と数値シミュレーションによる後方散乱係数の分布特性を表す図から、補間を用いて、その時の土壌含水率を推定することができる。

4. まとめ

本研究で得られた成果を以下に示す。

- (1) 水田・牧場・畑地の土地利用や耕作状態に対する地表面粗度パラメータの組み合わせの特性が明らかにされた。
- (2) 地表面粗度パラメータの関係式、マイクロ波散乱シミュレーション、合成開口レーダデータを用いた地表土壌水分推定アルゴリズムが提案された。

謝 辞

本研究は文部省科学研究費重点領域研究「多様な地表面における水・熱収支の動態の研究」、および文部省国際共同研究等経費「チベット高原域のエネルギー・水循環過程の研究」による研究成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 田殿ら、マイクロ波表面散乱モデルとSARデータを組み合わせた凍土帯土壌水分観測手法の開発、土木学会水工学論文集、第41巻、pp.921-926, 1997。
- 2) 仲江川ら、マイクロ波散乱計による土壌水分計測のための多入射角観測による地表面粗度の逆推定に関する検討、土木学会水工学論文集、第41巻、pp.927-932, 1997。
- 3) 立川ら、衛星SARデータとマイクロ波表面散乱機構の理論モデルを用いた地表面粗度パラメータの抽出、土木学会水工学論文集、第41巻、pp.933-938, 1997。

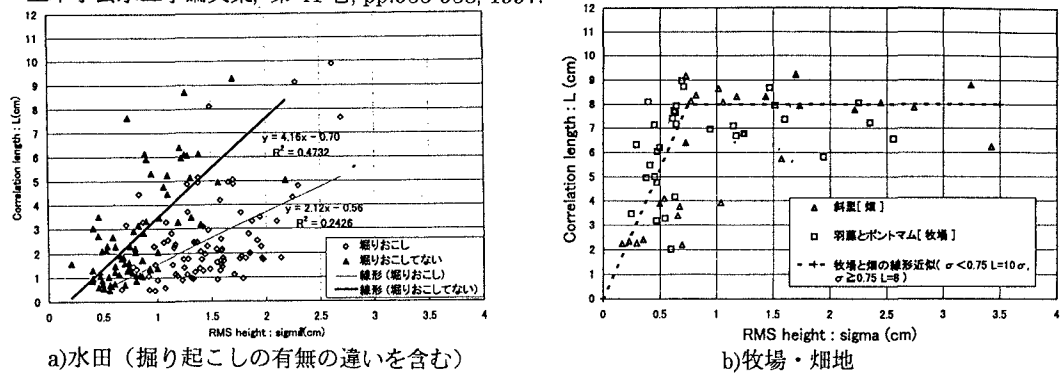


図1.表面高さの標準偏差と相関長さの関係。

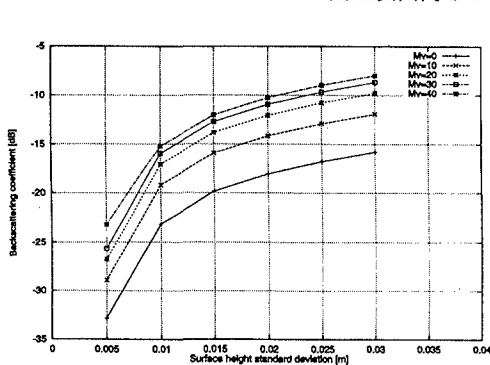


図2.後方散乱係数の数値シミュレーション結果（掘り起こしていない水田）

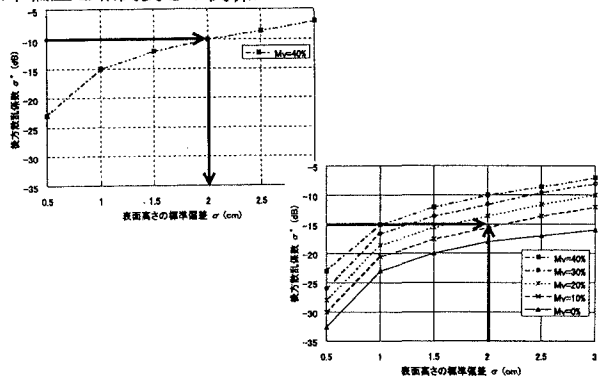


図3.土壌水分算定アルゴリズムの模式図（掘り起こしていない水田の例）