

II - 46

裸地表層土壌水分の空間分布に関する調査と解析

山梨大学大学院 学生員○宮野裕二
山梨大学工学部 正 員 砂田憲吾
山梨大学工学部 正 員 伊藤 強

1. はじめに

スケールの大きい面的な土壌水分データは重要な状態変量であり、この情報を知る有効な方法として衛星を中心とするリモートセンシング技術の土壌水分観測への適用が考えられている。しかしながら、実際に衛星リモートセンシングに応用しようとする場合に、観測仕様や地上分解能を合理的に設定する必要がある。そのためには様々な土壌・土地被覆条件下での実際の表層土壌水分の空間的(平面的)分布特性を把握しておくことが重要である。また、水文循環過程における地表面からの熱・水フラックスの算定を域域的行なうためには実際の状況を正しく反映した条件設定が導入される必要がある。

これらのことから本研究では、表層土壌水分の空間的分布状態の実際とその特性を明らかにすることを目的として現地調査に基づくこれまでの検討¹⁾を参考に、未報告のデータを用いて考察を行なった。

2. 調査対象地の概要と土壌水分測定方法

対象とした観測フィールドは今回試験的に調査した草地1箇所、および比較的広域と考えられる非灌漑期の田2箇所の計3箇所(表-1)である。また、測定方法は以前から使用している独自の円筒型貫入式サンプラー(採取深さ5cm、内径5.5cm〔118.79cm³〕公称:100ccサンプラー)を用いた不攪乱試料採取による直接測定である炉乾燥法(重量法)とTDR(time domain reflectometry)法水分計(以下TDR法)の2種類であり、TDR法は5cmのプロープを使用した。また、土壌水分量は体積含水率を基本に評価する。これらの測定方法は一地点半径50cmの範囲内でそれぞれ4、2個のサンプリングをすると高い精度でデータが得られることが本研究の基礎的研究より判明しているが、今回の調査では全体の作業効率を考慮し、多少の精度の低下を容認して一地点当りのサンプリング数を表中のように減らした。

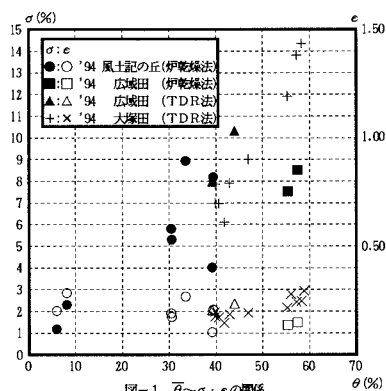
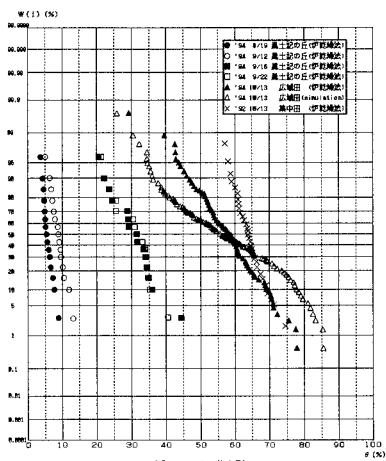
3. 全体の分布特性

最初に各観測フィールドでの各測定方法により得られたデータ全体について体積含水率(θ)の平均値($\bar{\theta}$)とその標準偏差(σ)と変動係数($\epsilon = \sigma / \bar{\theta}$)を調べると図-1のようになる。図-1によると、高水分時の標準偏差のバラツキは大きい、土地利用の違いがあるにもかかわらず、全体的にはほぼ一定の変動係数になっている。また、同じ日の炉乾燥法とTDR法のデータを見比べてみると、TDR法の方が平均値が低く標準偏差が大きい。

次に、得られた θ について、Hazen plot法により超過確率を推定し、正規確率紙のプロットすれば、例えば、図-2のようになる。図-2において草地での土壌の乾燥時においては、ほぼ正規分布であると考えられるが、湿潤時ではプロットに蛇行が見られ正規分布であるとは言い難く、草の根による保水力のバラツキ、見掛け土観測フィールドが平坦でなかったためと考えられる。また、広域田ではもちろんのこと、'92年に同一地域で行なわれた田1枚(集中田:30×100m)についても正規分布とみなして良さそうである。図-2中の△印は観測値から得られる $\bar{\theta}$ と ϵ 一定の条件から得られる σ' より集中田の平均体積含水率 $\bar{\theta}_{1,j}$ を正規乱数で発生させ、さらに同様に、集中田の体積含水率 $\theta_{1,j}$ を発生させてプロットしたものである。これによると点群の傾きが観測(▲印)とは若干異なり直線か

表-1 フィールドデータ

場所	山梨県	山梨県	山梨県
名称	風土記の丘	広域田	大塚田
サンプリング期間	7日間	2日間	11日間
サイズ:東西×南北:m	60×30	306×360	290×720
土地被覆(利用)	草地	田(非灌漑期)	田(非灌漑期)
メッシュの大きさ:m	15×15	30×100(田1枚)	18×60(田1枚)
測定方法	炉乾燥法	炉乾燥法/TDR法	TDR法
地点数	15	98	108
サンプリング回数/1地点	2	2/2	2

図-1 $\bar{\theta} - \sigma - \epsilon$ の関係図-2 θ の分布形

ら外れる傾向もある。このことは、集中田スケールでの正規分布性、 ε 一定などの仮定を検証する必要があることを示す。

4. θ と乾燥密度(ρ_d)の相関特性

θ とフィールドの物理的な土壌特性の1つである ρ_d との相関を観測日毎にプロットし、草地と広域水田の場合について示せば、図-3(a)・(b)のようになる。これによると、相関係数が草地では0.52~0.80、非灌漑期の田では-0.02程度の値を示しており、このことは筆者らの考える低水分時には土粒子密度のパラツキが保水力の違いを生み、このことにより正の相関を持ち、一方飽和に近い水分量を持つ広域田では土粒子密度よりも空隙率の大きさがより支配的である、という考察²⁾を裏付けるものである。

5. 土壌水分分布の空間スケール評価

空間スケールを評価するのに2種類の手法を用いた。1つは観測メッシュ内のサンプル数を任意に4個固定したときどれくらいの相対距離で観測を行うとその場の平均値が精度よく推定されるか検討するもので、サイズ法と呼ぶことにする。具体的には4点を長方形の頂点としてその1辺を変化させたときのその4点の平均値・標準偏差・変動係数を算出し、これと同じ寸法を持つ長方形がメッシュ内に存在しているわけであるから、さらにその平均値・標準偏差・変動係数の平均値を算出する。この方法による結果が図-4である。値は100×100mまで昨年の成果とほぼ同様に示しており、このことから少なくとも100mのサイズまではサンプリングのスケールに関係なく「均質な」土壌水分状態にあるといえる。しかし、精度的には平均変動係数を0.10に基準を取ってみるとどのスケールも基準には達していない。

そこで、精度を上げたサンプリングスケールを求めるもう1つの方法として空間自己相関係数を用いて計算した。これによると草地では水分量がランダムに分布し、図-5(a)・(b)に示すように田では2箇所とも大体1枚程度の大きさで空間相関が失われることが判読できる。

6. まとめ

裸地表層を対象とした体積含水率を中心とする現地調査の結果、以下ことが判った。

- (1)同一の土地利用地の体積含水率はその場の大きさに関わらず正規分布する。
- (2)体積含水率(θ)と乾燥密度(ρ_d)の間には、 θ が相対的に低い草地において正の相関が、 θ が相対的に高い灌漑地において負の相関がある。
- (3)土地利用が同じでも土質が微妙に異なると考えられる水田においても水分状態が1枚の田ごとに決まっており、この点を基本に水分量の評価を行う必要がある。

最後に、より一般的な表層土壌水分の分布特性を知るためにはさらに多種多様な水文条件・土地利用条件のもとでのデータの収集・蓄積が必要である。この結果をもとに今後も調査・検討を進めて行きたい。

【参考文献】

- 1)砂田憲吾・伊藤強・虫明功臣・開発一郎(1994):表層土壌水分の空間分布特性に関する調査と検討,水工学論文集,38,pp.173-178
- 2)砂田憲吾・伊藤強・宮野裕二(1995):表層土壌水分の空間分布特性,水分・水資源学会誌,vol.8.No.2,pp.210-216

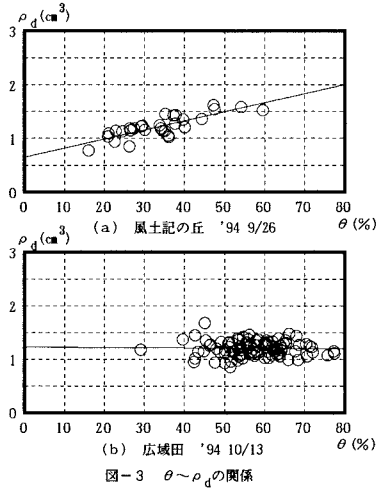


図-3 $\theta \sim \rho_d$ の関係

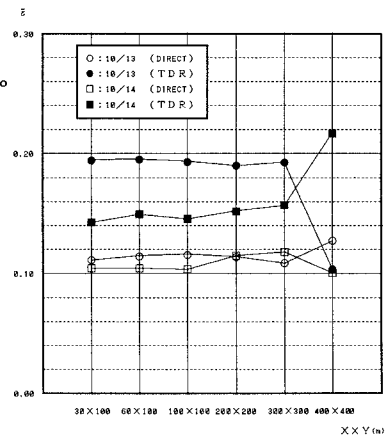


図-4 空間相関係数

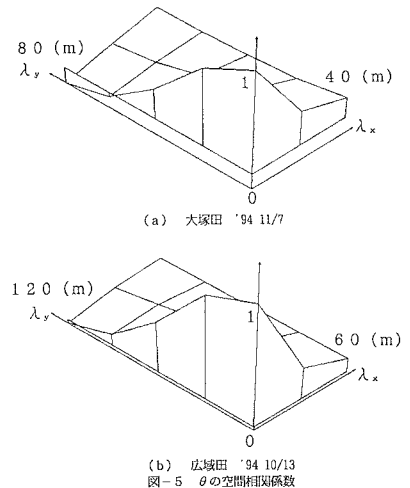


図-5 θ の空間相関係数