

スコタイ水田（タイ）の乾季における土壌水分分布特性

山梨大学工学部 正員 伊藤 強
山梨大学工学部 正員 砂田 憲吾

1. はじめに

個別の土地利用地面を中心に、これまでにマイクロ波リモートセンシングによる土壌水分検証が試みられており、様々な成果の蓄積が進んでいる。これらの成果を実際に定量的な衛星リモートセンシング計測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、そのためには種々の土壌条件・土地利用下での表層土壌水分量の空間的（平面的）な分布特性を把握しておくことが重要である。筆者らは、これまでに様々な地表面条件のうち基本的な裸地に限定して、表層土壌水分量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検討を行ってきた¹⁾。その結果、体積含水率（ θ ）が10～20%の間では、① θ はほぼ正規分布すること、② θ と乾燥密度（ ρ_d ）との関係は、 θ が相対的に低いフィールドでは正の相関が、高いフィールドでは負の相関があること、③乾燥化が進むと同じフィールド内でも θ のばらつきは大きくなる等のことが明らかにされた。本報告は、以上の結果を踏まえタイ国スコタイ地域の乾季におけるかなり乾燥した（ $\theta=5\%$ 未満）水田地帯での観測結果に基づき、日本国内の水田、グラウンド等の観測・解析結果と比較検討したものである。

2. 査対象地域とデータの概要

調査対象地域の概略を Fig.1 に、観測値の平均、標準偏差及び変動係数を Table.1 に示した。

サンプリングは Fig.1 に示した、a(1)から f(8)(約100mメッシュ) について、各メッシュ点それぞれ2個ずつ行った。ここで、サンプリング No.(1)は側線に沿って得られたサンプルで No.(2)はそれぞれの測点付近でサンプリングされた補足的なものである。

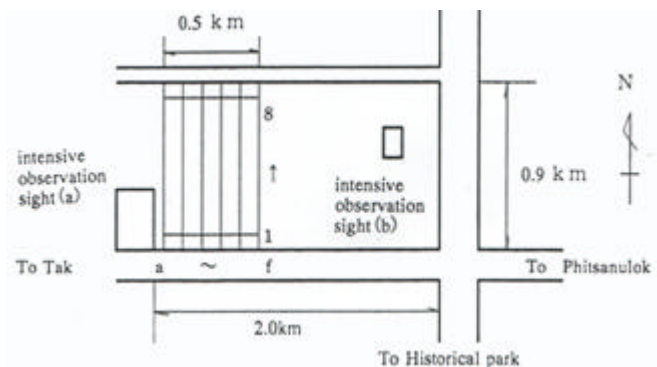


Fig.1 調査地域の概要

Table.1 θ の平均値・標準偏差・変動係数

No.	(1)	(2)
平均値(%)	2.2	2.1
標準偏差	0.941	0.853
変動係数	0.423	0.415

Table.1 の結果よりデータにバラツキはあるものの平均値・標準偏差・変動係数共に近似した値を示していることから以降は二つのサンプルの平均値を用いて考察を進めることとする。

Fig.2 は平均して得られた観測値の等高線である（凡例は%）。

f～aは東西方向、1～8は南北方向を示す。

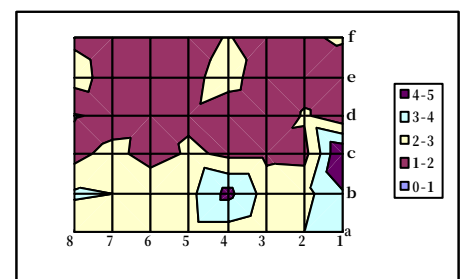


Fig.2 θ の分布

地形は東西方向に緩やかな勾配を有し、南北方向にはほとんど平坦な地形となっており、特異点を除けば体積含水率は南北方向にほぼ平均的に分布しているように見受けられる。しかし、標準偏差・変動係数共に大きな値となっており、国内でのサンプリングで得られた体積含水率は乾燥化に伴いバラツク傾向にあるという結果とも一致する。

Keywords：土壌水分、リモートセンシング、乾燥密度

〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 TEL 055-220-8523 FAX 055-220-8773

3. 表層土壌水分の分布特性

国内の観測結果 ($\theta = 10\%$ 以上) より、 θ は正規分布するという結果を得ているが、その分布特性を確認するために、ここではあえて2組のサンプルそれぞれについて Hazen Plot 法により超過確率を計算し、正規確率紙にプロットすれば Fig.3 のようになる。乾燥化に伴い若干傾きはきつくなるが、 $\theta = 5\%$ 未満でも点群はほぼ直線と見なすことができ正規分布することが確認された。

4. 体積含水率と乾燥密度の関係

土壌の水分量はいわば気象条件と土壌物理条件とで定められた状態変量で一時的なものである。水分保持の場すなわち容器としてほぼ一定の特性を持つと思われる土壌物理条件との関係が得られれば、空間分布特性の把握をより確定的に扱うことが可能となる。筆者らは以上のことより、物理的な土壌特性として乾燥密度 (ρ_d) を取り上げて検討してきた。同一地点での θ と ρ_d の相関をプロットし、今回の観測値について示せば Fig.4 のようになる。低水分時には、分級の進んだ細粒土を含む高密度の土の方が保水力が強い。このため、やや乾燥した低水分のグラウンドなどにおいては ρ_d の大きい高密度の土ほど保水力が強く θ が大きくなる。一方、高水分の水田では飽和に近い含水率をもっているため保水力の影響よりも空隙率の大きなより低密度の土の方が保水力を確保し易くなる。今回のかなり乾燥化が進んだタイの水田においてもバラツキは大きいやや右上がりの直線で回帰される。すなわち、 ρ_d が小さくなるほど θ が減少しており、国内でのグラウンドの乾燥条件下での傾向と一致している。

なお、 θ と ρ_d の関係は乾燥化および湿潤化に伴い、 ρ_d は最大乾燥密度を境に減少する²⁾ こととも合致する結果となった。

4. 空間自己相関係数

θ について各分布に対する空間自己相関係数を次式のように定義して算定する。すなわち、

$$C(I_x, I_y) = \frac{(q(x, y) - \bar{q})(q(x + I_x, y + I_y) - \bar{q})}{C(0, 0)}$$

$$R(I_x, I_y) = \frac{C(I_x, I_y)}{C(0, 0)}$$

ここに、 λ_x 、 λ_y はそれぞれ x 方向、 y 方向の空間距離、 $C(\lambda_x, \lambda_y)$ は空間自己相関関数、 $\theta(x, y)$ は x 、 y 地点における体積含水率、 $\bar{\theta}$ は体積含水率の平均値、 $R(\lambda_x, \lambda_y)$ は空間自己相関係数である。

計算された空間自己相関係数を示せば Fig.5 のようになる。国内においては約 60~150m 程度 (水田一枚) の空間スケールを得ているが、

ここでは南北に 700m という大きなスケールが得られたが、東西には国内の水田と同程度の約 150m という結果となり、地形の影響が大きく反映されているものと思われる。

5. おわりに

今回の調査により、これまでの調査結果の妥当性が追認され、国内ではなかなか得られないかなり乾燥した土壌での空間分布特性も明らかにされた。これをもとにさらに調査と検討を進めていきたい。なお、本研究は科学研究費助成金 (代表: 東大生研 虫明教授) のもとで行われたものであり、記して謝意を表します。

【参考文献】1) 砂田憲吾・伊藤強・宮野裕二(1995): 裸地表層土壌水分分布特性, 水・水学会誌, Vol.8, No.2

2) 箭内寛治・浅川美利(1991): 土質工学, 土木学会編

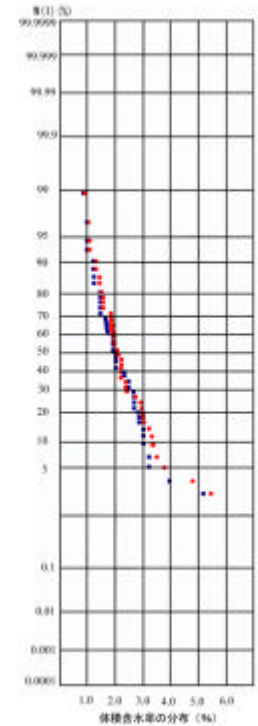


Fig.3 θ の超過確率

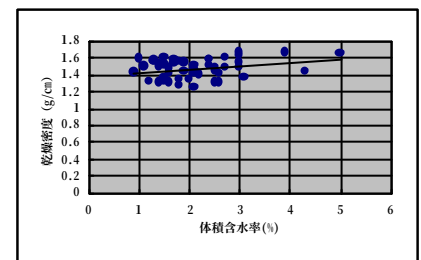


Fig.4 θ と ρ_d の関係

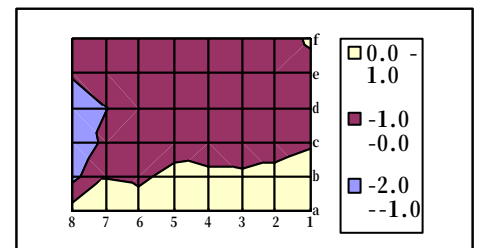


Fig.5 空間自己相関係数