

ランビル国立公園クレーンサイトにおける地温・地中熱流束・土壌水分観測

佐藤嘉展・斎藤琢（九州大学大学院生物資源環境科学府）・熊谷朝臣（九州大学大学院農学研究院）

Odair J Manfrol・諸岡利幸・蔵治光一郎・鈴木雅一（東京大学大学院農学生命科学研究科）

ランビル国立公園クレーンサイトにおいて、2001年3月から地温・地中熱流束および土壌水分（含水量・水分ポテンシャル）の観測を開始した。地温は、地表面から4深度（-2, -10, -20, -50cm）でT型熱電対（銅-コンスタンタン熱電対）を用いて計測を行っている。土壌の体積熱容量は空気と比べてかなり大きい（約 $2.3\text{MJm}^{-3}\text{K}^{-1}$ ）ため、地温の日変化は気温の変化ほど急ではないが、地表面に近いほど変動幅は大きく（約 6.4°C ）、深度50cmのところではほぼ0となった。深度ごとの地温の日平均値はおおよそ $25\sim 26^\circ\text{C}$ の範囲にあるが、最表層（-2cm）では早朝に $22\sim 23^\circ\text{C}$ まで下がり、日中（主に14~15時頃）では瞬時値で 30°C を超える値も記録した。地中熱流束(Wm^{-2})については、-10cmの深度に埋設した熱流板（英弘精機製 MF-81）によって測定している。地表面での熱流は、土壌と大気との間の熱交換の大きさを表現するものであるが、ランビルでは樹冠面に到達する日射エネルギー量が、最大で約 1kWm^{-2} に達する（Kumagai *et al.*, 2001）のに対し、地表面が受ける量はわずか 5Wm^{-2} 程度であった。また、受けた熱量のほとんどは夜間に大気中へと放出されるので、日積算値を対象として解析を行う際には地中熱流の影響は無視できるものと考えられる。土壌水分については、含水量をTDR法（Time Domain Reflectometry）で、水分ポテンシャルについてはテンシオメータを用いて3深度（-10, -20, -50cm）で測定している。TDR法は、土壌層内に挿入したプローブに高周波の電磁パルスを送り、パルスがプローブの先端で反射して往復する時間から土壌試料内における電磁波の伝達速度を測定し、土壌内の誘電率を測定し、さらにこの誘電率を既知のキャリブレーション関数（例えばTopp *et al.*, 1980）等を用いて含水率（ここでは体積含水率 θ ）に変換するものである。しかし、有機物含量の多い土壌や比表面積の大きい粘土質の土壌では、この関数が過小な θ を与えることが知られており（羽多野, 1997）、対象とするランビルの土壌がUSDA Soil Taxonomy(1975)における赤黄色土(Ultisol)またはラトゾル(Oxisol)に対応する土壌に分類されるとすると、粘土の影響が無視できないと考えられるため、炉乾法や異なる含水条件での連続した含水比と仮比重の実測を行い、TDR水分計の出力値との対応関係を用いてキャリブレーション関数を修正する必要があると考えられる。しかし、現時点ではキャリブレーション関数の補正は行っておらず、センサー（Campbell Scientific, Inc. CS615）の初期設定条件のまま計測を行っている。TDR法によって見積もられた体積含水率(m^3m^{-3})は表層（-10cm）とそれ以深（-20, -50cm）で特徴的に異なり、表層では約 $0.15\sim 0.2$ という値になるのに対し、下層では約 $0.25\sim 0.35$ 程度の値となった。これはRahimら（2001）やHodnettら（1995）が指摘しているように、表層と下層の土壌物理特性（間隙率、粒径分布、透水性等）が異なることが要因のひとつであると考えられたが、現時点では明らかでない。水分ポテンシャルについては、テンシオメータ（大起理化工業製 DIK-3150）を用いて計測を行っている。テンシオメータの測定可能範囲は $0\sim 80\text{kPa}$ 程度であるが、2001年3月から2002年5月までの観測期間中に各深度ともにこのセンサーの圧力許容範囲を頻繁に超えてしまい、連続して安定したデータは現時点で得られていない。土壌中の水分ポテンシャルは、水分特性曲線(θ ψ カーブ)の作成に必要で、植物に利用される水分（有効水分量）や毛管水・重力水の動態を知る上で極めて重要な情報であるが、ランビルのように年間 2500mm を越すような雨の多い地域でも、年に数回発生する10-15日程度の無降雨期間によって乾燥する（Kuraji *et al.*, 2001）ため、水分ポテンシャルをテンシオメータのみで連続して測定することは難しいことが示唆された。したがって、比較的安定して連続データが得られるTDRのデータ等から水分ポテンシャル推定する等の対策が必要であり、そのためにも早急に土壌物理性（透水係数、真比重等）のデータを得ると同時にTDRセンサーのキャリブレーションを行うことが今後の課題であると考えられる。