

山腹斜面における土壤水分と土層移動量の測定

林業試験場九州支場 陶山正憲
大谷義一

1. 土壤水分測定の必要性

土壤水分の変化・移動量の測定は、流域の水分現象や山地の崩壊現象の解明に有効な一つの手段である。奥西ら¹⁾は水分現象解明の立場から、小型感湿素子、ステンレス電極、中性子水分計を用いて土壤水分の測定を行い、水分ポテンシャルの比較的高い領域（PF 4～6）では土壤水分の日周変化が顕著であること、土壤深90cm程度まで、短期間での土壤水分の変化は深くなるほど少ないこと等を報じている。また、中川²⁾は崩壊現象解明の立場から、多数の銅製電極を用いて土壤深5～6mまでの水分を測定し、降雨による浸透水の移動を追跡している。これらはともに花崗岩風化帯（マサ地帯）の測定結果であるので、雨水の浸透深は他の地域より深いものと推定される。

一般に降雨による斜面崩壊の機構を論ずる際、土層のせん断抵抗力や間隙水圧等が問題となるが、これらはいずれも土層中の水の挙動との関連性が高いので、山腹斜面における土壤水分量の測定が必要と考えられる。筆者らは崩壊予測の立場から、熊本県姫戸町に試験地を設け、土壤水分計と数種の簡易な土層移動測定器を用いて降雨量と土層移動量を観測している。

本報では、まず既往の各種土壤水分計の比較検討を行い、つぎに試験地で得られた降雨と土壤水分との関連性について実例をあげて検討を加える。なお、ここでいう土壤水分の概念は、現実の地表面から基岩面までの構成材料（土層）中の水分である。

2. 既往の土壤水分計の比較

土壤水分の測定については、現在、種々の方法が考えられているが、その中から特徴ある水分計を以下に示す。

- ①中性子水分計：全水分状態で測定可能であるが、サンプリングの範囲が広く、局所的な水分量の測定は困難である。
- ②テンシオメーター：測定可能な範囲はPF 0～2.8程度であるが、水分変化に対するタイムラグが認められる。
- ③電気抵抗式水分計：石膏ブロックを用いた場合の測定範囲はPF 2.5～4.2であるが、水分変化に対

するタイムラグが認められる。

- ④誘電式水分計：全水分状態で測定が可能である。
- ⑤比熱式水分計：全水分状態で測定が可能である。
- ⑥小型感湿素子（ヒューミセンサー）：測定可能な範囲はPF 4～6である。

本試験ではこれらの中から、比較的取り扱いが容易で、水分変化に対するタイムラグが少なく、高い水分状態での測定が可能な比熱式土壤水分計（日本エレクトリックインスルメント製PWM-6型）を使用した。

比熱式土壤水分計は、一般に土壤の比熱と含水状態が一定の関係にあることを利用して、土壤中の水分を測定するものであり、センサーには図-1のように、ヒーターと熱電対とが組み込まれている。このヒーターで、土壤に接する金属板を一定時間加熱した後、温度上昇を測定する熱電対（TC-1）と平衡点の熱電対（TC-2）との温度差を電位差として出力し、これを増幅して記録する。ここで用いたPWM-6型土壤水分計は、10か所の土壤水分を順に測定するためのスキャナー、電源回路、時計回路、増幅回路からなる中継器と、さらにセンサー（10本）と記録計とで構成されている。

3. 土壤水分量と土層移動量の測定方法

試験地は熊本県天草郡姫戸町の町有林（ヒノキ14年生）で、その東南東斜面上に、雨量計、比熱式土壤水分計、パイプひずみ計（地下0.5, 1.0, 1.5mに相当する位置にひずみゲージを取り付けた塩ビパイプ）、斜面

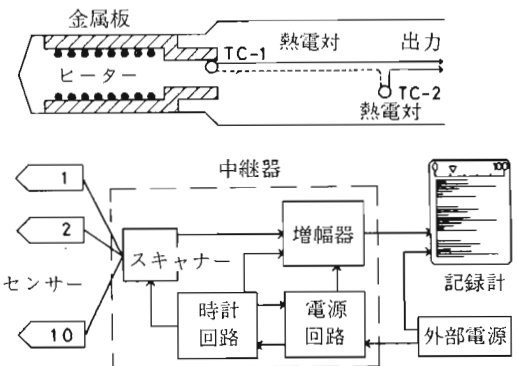


図-1 比熱式土壤水分計（PWM-6）の構造

傾斜計（斜面の最大傾斜方向に設置した市販の水準傾斜計）を図-2のように配置して、降雨による土壌水分の変化と土層移動の観測を継続実施した。試験地付近の年降水量は約2,100mmであり、地質は中古生層姫浦層群といわれる砂岩、頁岩、泥岩を主とし、試験斜面の平均傾斜は約45°である。本試験地は平滑斜面と凹斜面からなり、両斜面には以下の要領で各種計器を配置した。すなわち、平滑斜面には斜面長30mの測線を2本とり、土壌水分計のセンサーを両測線の地表下0.5、1.0mの深さに各1本ずつ、計16本埋設し、両測線の中央にはパイプひずみ計4本と斜面傾斜計3台を交互に配置した。凹斜面には斜面長30mの測線を3本とり、中央の測線には土壌水分計のセンサーを0.5、1.0mの深さに各1本ずつ計8本と、両側の測線には0.5mの深さに1本ずつ計6本を埋設した。なお、中央の測線沿いにはパイプひずみ計4本と斜面傾斜計3台を交互に配置した。雨量計は風の影響を考慮して観測小屋付近の斜面上部に設置した。

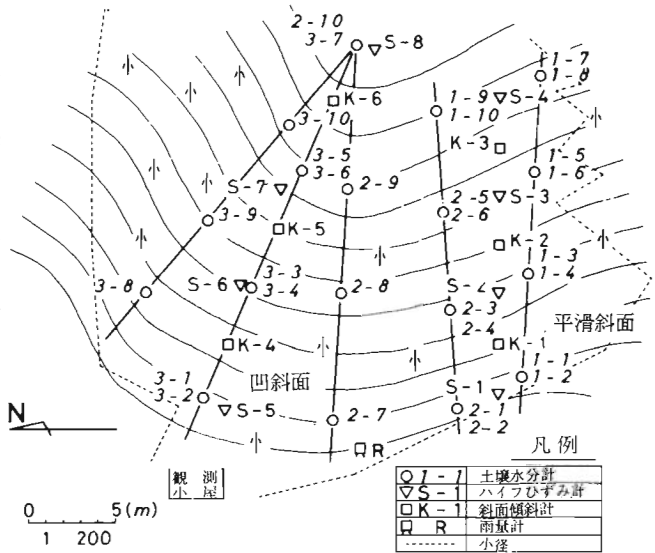


図-2 各種測器配置図（等高線間隔は1m）

4. 降雨と土壌水分の変化に関する検討

土壌水分の変化におよぼす降雨の影響について検討を行うため、一例として、平滑斜面における土壌水分（土壌水分計の指示値%）の変化を、1978年11月11日18時～11月12日22時までの一連続降雨に対応させて図-3に示す。先行降雨は10月28日に終了し、10月29日以降は無降雨期間であった。なお、この間の土壌水分状態は安定していた。

結果として、一連続降雨前後の土壌水分状態を比較すると、いずれも降雨後に土壌水分の増加傾向が認められ、その増加率は埋設後100cmでは3倍以上の値を示しているが、50cmでは2倍以下である。また、この一連続降雨期間における最大時雨量（10mm/時）による土壌水分増加は、斜面最上部で最も顕著に現われている。これらの事実は、山腹斜面における土層・土壌の構造とともに微地形、地表植生等と関連づけてさらに検討を加える必要がある。

なお、ここに示した結果は、いずれも平滑斜面における土壌水分計の指示値にもとづくものであり、今後は各センサーの

キャリブレーション値をもとにして種々の検討を行いたい。

引用文献

- (1) 奥西一夫ほか：京大防災研年報，13A， 587～599， 1970
- (2) 中川 鮮：京大防災研年報，15B， 183～196， 1972

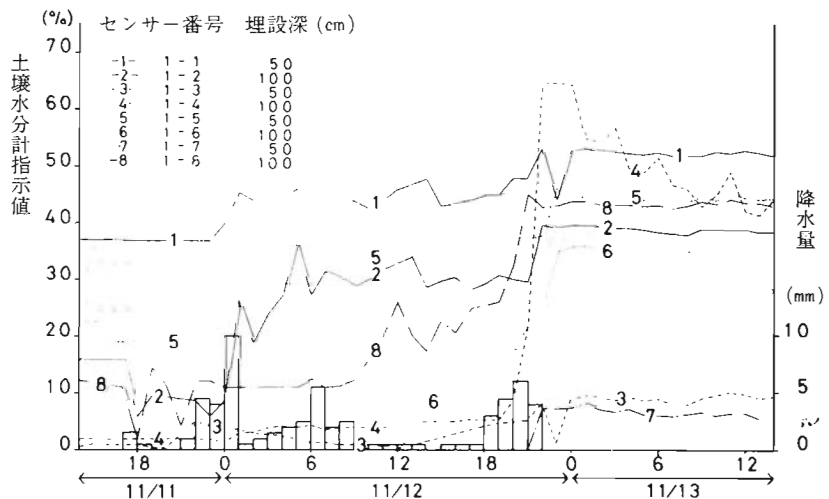


図-3 平滑斜面における降雨と土壌水分の変化