

建設省土木研究所 正会員 吉野 文雄
同 上 田 子 秀 徳

1. まえがき.

降雨流出の生起過程には山腹表土層の保水特性が大きな影響を有することが指摘されている。表層土保水特性は従来は降雨損失との関係から Horton の浸透能理論で評価されることが多かったが、近年、不飽和土中の水分運動の研究が進められるに従って、不飽和浸透流による中間流出現象としての分析が行われる傾向にある。洪水形成に中間流出が重要な役割を果たすと考えられるが、その実態の究明には山腹表土層での雨水の浸透・流動の観測が不可欠である。現象観測の充実が必要とされる。ここでは降雨による土中水分の変動を土研水文観測場および裏面排水試験地で観測した結果を紹介し、当該分野での情報の一助にしたい。

2. 水文観測場における土壌水分・地下水位の観測.

土研構内に水文観測場を設け、28要素のデータを自記観測している。地勢は平坦な松の疎林地区で、表土層は地表下2~3mがローム、その下に凝灰質粘土層が狭在している。

図1は容量式土壌水分計による観測結果の一例で、深度20cm、100cmでの降雨による時間変化を示している。降雨量は10時間で約70mm、瞬間的には50mm/hrの強雨の例である。この例では、土壌水分は20cm深さでは降雨強度との対応が非常に良く、弱雨になると急激な減少を示すこと、100cm深では反応が遅く、約5hr後に降雨の影響を感知していること、この差は雨水浸透に要する時間が大きいことと共に、表土層の多孔性を示すものであること、が判断される。参考データとして図2にこの時の当該地区浅層地下水(ストレート5m深)の変化を示すが、約1mの水位上昇がある。上昇は降雨終了直後からで、20cm深の土壌水分の感応より約9時間遅れて上昇し始め、最高水位に達するまでの時間がかかっている。地下水流動界は明らかにされていないが、平坦な地形であることを考えれば、鉛直降水浸透による土中水分の再バランスに数日の時間を要することと推察される。

図3は水文観測場の一画で行った散水実験時の土中水分(PF値)の観測例である。散水は7時間にわたり中央集中波形(50mm/hr)を与えた。当然のことながら、表層から下層へ水分が降下していく様子が見てとれる。深度1.2mのテンシオメータが水分を感知し始めるのは実験開始後5時間後、である。これは図1の結果とも大略一致している。この地区の深度別のPF~水分量曲線を図4に示す。(乾燥サイドのものを示す)。図4によれば30cm深のPF~w(体積含水率)関係は試料毎のバラツキが大きいこと、これは表層土の空隙量の変化が場所的に大きいことに密着すること、深度が大きくなると変動幅は小さくなるが、wにして5~10%以上の差を示すこと、ローム土のためPFが1以下でwの変化はほとんどなくなることを、が判断される。したがって、図3、図4に示すようなPF~t、PF~w関係では、初期の土壌水分量の状態から、降雨の鉛直降水浸透により、飽和、

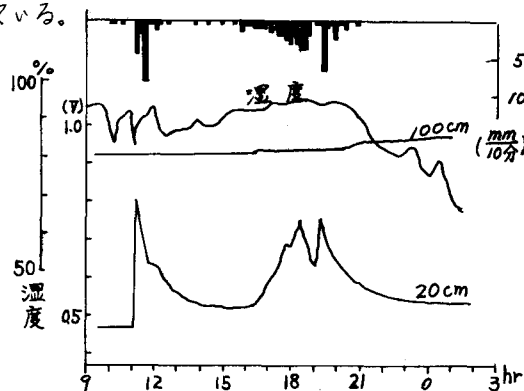


図1. 降雨による土壌水分の変化の例

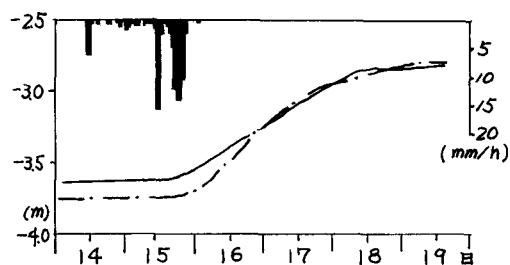


図2. 地下水位(浅層)の降雨による変化

あるいは飽和に近い水分量に急激に変化する結果となっている。
したがってテンシオメータでの土中の絶対水分量の観測には、
PF $\sim$ W 特性による制約があり、1割程度の誤差は考慮しなければならぬ。

3. 裏山波試験地での山腹斜面の土壌水分の変化

図3は裏山波試験地の山口川親測所右岸山腹(観測所から約
70mのところ)で流水面より10m位上の斜面、傾斜30°の南向谷
に表層から20、50、100 cm の深さに埋設した容量式土壌水分
計による成果の一側である。この例では約8時間にわたり80mm
の雨量があり、山口川地奥では最高15mm/hrの流出高を観測
した。降雨強度は10~30 mm/hr の強雨であり、流出波形も尖鋭とな
っている。

この雨による土壌水分の増加は(誘電率で示す)まず20cm深度で30mm程
度の累加雨量後に水分増加を示し、これより約4hr遅れて50cm 深
度の水分が増加する。1m 深では徐々に水分増加が感じられ始めるが、20cm のもの
に比べて10 時間程度の時間遅れを有している。流出波形と土中水分の相
互関係を図3より類推すると、表層土20cm 深の土中水分の増加と流出波形
の上昇傾向とは時間的に対応していることより、表層土の流出への寄与があ
ると考えられる。一方50cm 深、100cm 深では流出ピークより各々4、10
時間遅れて土中水分が増大していることから、直接流出成分に対する寄与は
小さいと考えられる。土中水分は表層から鉛直降下するが、20cm 深での水分
が一定値で数時間経過後、100cm 深の水分が最大値に達しその後水分減少が
始ま

始まっている結果となっている。なおこの試験地では南斜面と北斜面での表土層の保水状況の違いが
大で、北斜面は保水容量が大きく、降雨流出も大である
ことを推察させる。これは小流域の流出率の違い(約2割程度南斜面が小さい)を生じていると考
えられる。

4. 結論

- 1) 降雨の表土層鉛直浸透は表土特性によるが非常に時間がかかる。
- 2) しかし、直接流出に寄与する山腹土壌水分は20cm 以浅のものと考えられる(場所的々相違は大きい)
- 3) 容量式水分計は温度ドリフトが大であり水分量にして約1割の誤差が考えられる。テンシオメータも同様のである。
- 4) 浅層のものは日変化(温度、湿度による)を呈する。
- 5) 南・北斜面での土中水分の差が大である。

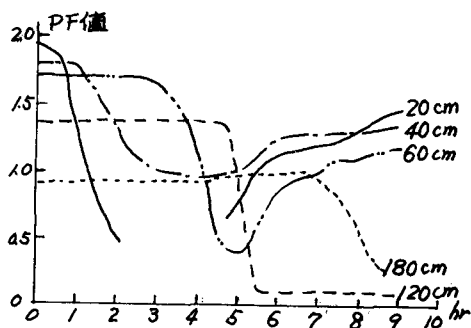


図3. PFの時間変化

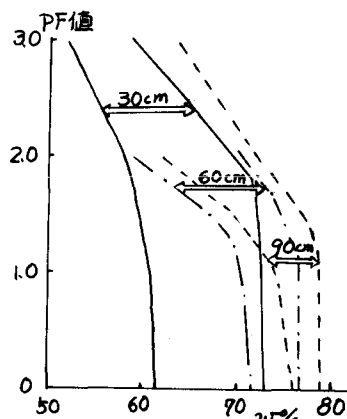


図4. 深度別PF $\sim$ W関係

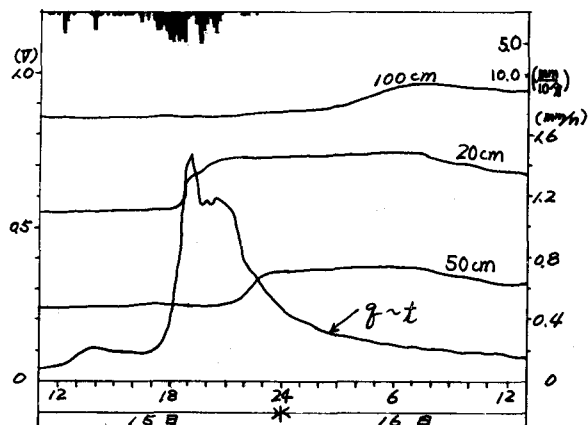


図5. 山口川右岸の土壌水分と流出波形

<謝辞> 本観測の実施にあたり御協力いただいた東大
生研、出明、小池、西氏ならびに水文研究室の各研
員に御礼申し上げます。

<参考文献> 岡・角屋、容量式土壌水分計とそれ
による斜面表層部の土壌水分測定、第13回自然災害科学
シンポジウム、 Hillslope Hydrology, M.J. Kirkby