森林斜面における降雨の浸透・流出について

山梨大学大学院　学生会員　○伊芸　奈津子
正会員　坂本　康
正会員　藤田　昌史
芳賀　弘和

1,はじめに

森林流域における水収支, 物質収支を考える場合に降雨流出を考える基本単位である斜面スケールにおける水移動を知ることが重要である．そこで、本研究では降雨により斜面から流出する水の挙動を知るため、対象をより現実に近い渓流源流部の森林斜面とし,窪地斜面での鉛直浸透・動水勾配について検討を行った.

2,方法

(1) 観測地

本研究の対象地域は，山梨県北杜市に位置する瑞牆山山麓で, L1 を湧水点とする流域面積 0.65ha の窪地斜面で主に研究を行った.L1 には，流量を観測する堰を設置しており流量の変動を 5 分毎に観測できるように自記水位計も設置している ．

また図１の,斜面の部分では，Ｌ１から斜面に向かうにしたがって，地点１，地点２，地点２ｂ，地点２．５，地点２．５ｂ，地点３，地点４の観測点を設けた.地点２と地点１には、深度 2m と 1m に地下水位を測るために，地中の１ヵ所でのみ地下水と連続しているピエゾメーターを設置し，水理水頭を測定した.また、地点２,地点２．５には土の層の種類ごと３深度に TDR の原理を応用した土壌水分センサー(Campbell 社，CS616)を設置した.その出力値（output）と体積含水率の関係は，現場の土に対するキャリブレーションにより導き出した.本研究では，この体積含水率の変化から斜面での鉛直浸透過程を解析する．水理水頭, 体積含水率はデーターロガーで 10 分毎にデータを記録した.

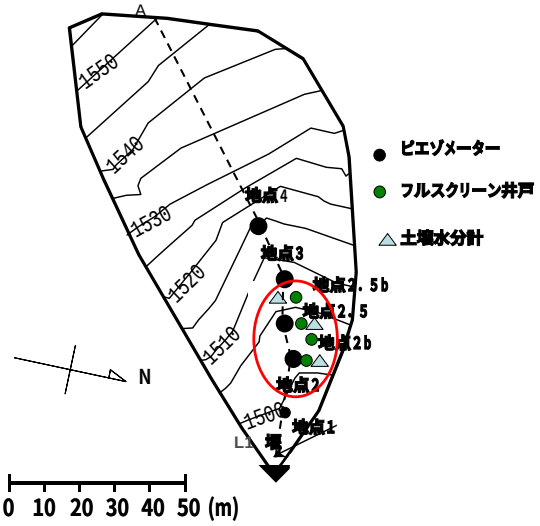

図１　調査地概要

(2) 対象降雨

2004 年 9 月 27 日～11 月 3 日の観測期間で総降雨量が約 20~110mm の７つの降雨イベントが観測された(図 2).このようなさまざまな降雨イベントのデータを用いて浸透速度，動水勾配を検討した.

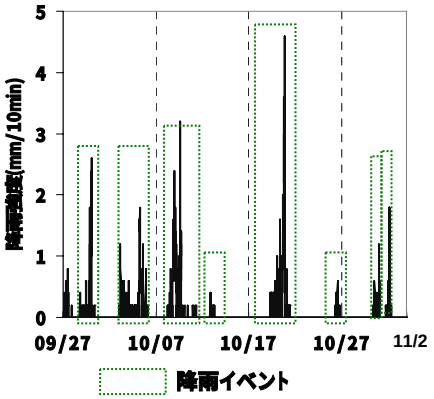

図２　対象降雨

3,結果及び考察

(1)森林斜面での土壌水分量と浸透量との関係

地点 2，2.5 において斜面での浸透量を検討した．降雨終了直後には蒸発散の影響が少なく，体積含水率の変化は浸透によると考えられるので，体積含水率が飽和になったときを降雨終了とし,降雨終率了直後の期間を検討対象とした.

連続の方程式から単位面積あたりのダルシーの流速で透水係数を(1)式で表す.

$$q = Q/A = k(dh/dz) \quad (1)$$

キーワード　鉛直浸透，森林斜面，降雨，動水勾配
〒400-8511　山梨県甲府市武田 4－3－11　Tel/Fax055-220-8592 E-mail : g05mc002@ccn.yamanashi.ac.jp

この期間での体積含水率とその変化率の間に，式（2）の関連を仮定する．

$$k = ks(\theta / \theta s) \qquad (2)$$

式(1)を水頭勾配は１と仮定できるかを検討するために 次式が成り立つか検討した．

$$\ln(d\theta/dt) = a \ln\theta + p \qquad (3)$$

$\ln(d\theta/dt)$をｙ軸，$\ln\theta$をｘ軸とした図を図 3 に示す

図 3 は地点 2 での深度 0.1m と、0.3m の結果である．

これらの図では，降雨直後の体積含水率の大きな時期を除いて，体積含水率と浸透量には式(3)の関係がみられた．同じ場所では a と p も近い値であった．これより，森林斜面でも多くの場合，水頭勾配 1 として浸透量を推定しても大きな間違いはないといえる．ただし、降雨直後にはこの関係は成り立たず，選択流によるより大きな浸透が起こっていると考えられる．

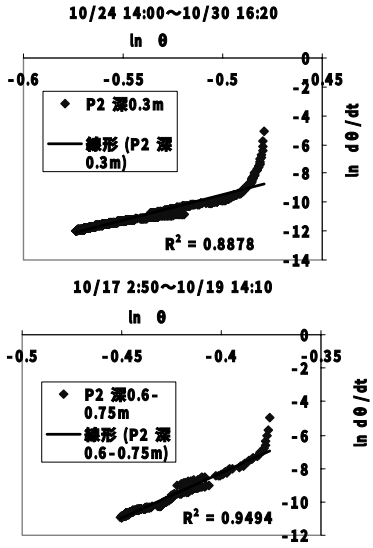

図 3　　浸透速度

(2) 動水勾配の変化

流速は動水勾配に比例することより，斜面方向，鉛直下向きの動水勾配を求めることで，どちらの流れが卓越しているか検討することができる．図 4 に鉛直下向き(地点２の 1m と 2m での値)，斜面方向の動水勾配(地点１の 2m と地点２の 2m の値)の変化を地点２の 200m の水位，降雨強度とともに示す．

地下水位が低い時に鉛直方向の動水勾配の値が大きく，乾燥時に鉛直下向きに流れやすいことが分かる．また，鉛直方向の値は斜面方向の値よりも，全体的に変動大きいことがわかる．

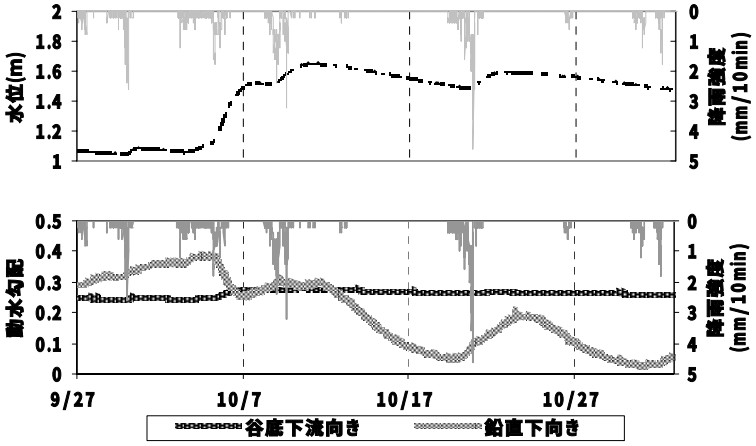

図 4　動水勾配

また，斜面方向の動水勾配は地下水位とほぼ対応した変化をしている．つまり，湿潤時に谷底下流向きの流れが大きくなることがわかる.全体的には鉛直下向きの動きの方が変化は大きいが，湿潤時は谷底下流向きの流れが大きくなっている．

また、先行降雨がある場合は乾燥時でも斜面方向流れが速く、先行降雨がない場合は降雨時でも鉛直下向きの流れが早くなる傾向がみられた．

4,おわりに

渓流源流域の森林斜面での土壌体積含水率の変化，動水勾配の変化等を観測，検討した．その結果，降雨直後以外は水頭勾配=1 と仮定するモデルで浸透量を評価できるが，降雨中，及び降雨直後の大きな浸透は選択流の影響とも考えられ，この時期の浸透の評価には別のモデルが必要と考えられた．また，斜面からの流出では，鉛直不飽和浸透が卓越する時期と斜面方向の飽和浸透が卓越する時期に分けて考えること，特に乾燥時に鉛直不飽和浸透量の評価が重要であることを確かめられた．