

名古屋大学工学部 学生員 宮脇 清
名古屋大学工学部 正会員 松林 宇一郎

1. まえがき：山地流域での流出過程の物理的機構を明らかにするため、近年多くの試験流域において、雨量・流量はもとより、山腹斜面での土壌水分等の細かな観測が活発に行なわれている。著者らも昭和57年秋より兼平試験流域を設け測定を開始したが、昭和58年度はとくにテンシオメータによる山腹の土壌水分測定を行なった。しかしまだデータが十分集まっていないため、浸透流を評価するまでには至らない。そこで本研究では短期流出における水収支の検討への応用を試みた。

2. 試験流域の概要：兼平試験流域（岐阜県）は図-1に示すような流域面積0.078 Km²の小流域である。地質は深層まで風化の進んだ花崗岩であり、表層は約1m程度の黒又は褐色の腐植土となっている。植生は全般にスギ・ヒノキの人工林である。

観測結果については、図-1中に示す位置に0.5 mm 感度の自記雨量計、三角堰及びパーシャルフリュームを設置した。ステンシオメータは山腹の深さ25 cm, 50 cm, 1 mの位置に設置した。観測結果の例を図-2に示す。

3. 観測結果についての考察

(1) 毛管圧水頭が変化する土層厚さ：図-2その他の例から、降雨による毛管圧水頭の上昇は浅いものほど早く、急であり、1 m位置での変化は少ない。このことから本流域では土壌水分の大きな変動は深さ1 m以内と考えてよい。

(2) 土壌水分の算定：土壌水分量を算定するためには水分特性曲線が必要である。今回は、テンシオメータ近くで採取した試料土の含水率を谷によって与えられている水分特性曲線の式にあてはめて求めた。（図-3）

流域全体としての土壌水分については、前に述べた様に含水率変化の生ずる土層を1 mとし、毛管圧水頭から換算した含水率より測定位置での含水量を求め、さらに土壌水分変化が流域内の全斜面で一様と仮定して全体としての値を求めた。

(3) 降雨遮断量について：降雨時の各毛管圧水頭の立上りの遅れから浸潤線の降下速度を算定すると、25~50 cmの間で10~15 cm/hrであった。これから地表が濡れ始める時刻を逆算し、その時刻までの降雨量を求めるとこれは樹冠による初期遮断量である。今回の実測値より求めた値は1~4 mmであった。

一方、いくつかの降雨のうち僅かに毛管圧水頭変化が生ずる

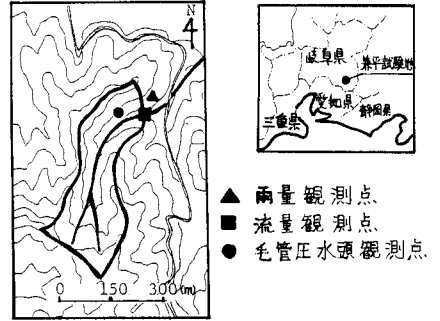


図-1：兼平試験流域

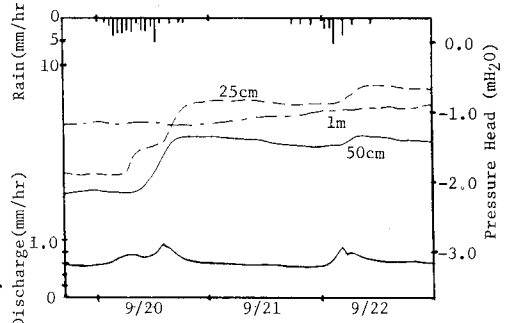


図-2：観測結果例

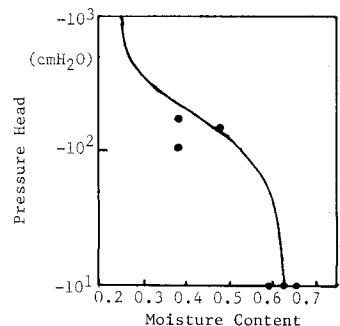


図-3：水分特性曲線（50 cm）

限界の雨は、降雨遮断及びテンショメータより上の土湿不足補給量に相当している。25 cm のテンショメータについて求めたこの値は 9 mm であった。実際の遮断量はこれよりは小さな値のはずであり、今回は漸定的に 8 mm として後の計算で用いた。

(4) 直接流出の涵養源について：図-4 は、(a) 基底流出を差引いた直接流出の低減と (b) 土壌水分の減少速度を比較したものである。(b) のばらつきが大きいという問題はあるが、両者は異なった変化を示しており、このことから山腹土中水が直接流出を涵養しているとは考えにくいことがわかる。このことは、図-2 で 50 cm 位置での毛管圧水頭がまだ降雨に対して反応していないのにハイドログラフが低減を始めることや、1 m 位置の毛管圧水頭が 3～4 日もかかって徐々に増加していることからわかる。さらに、後で示す表-1 の、() を付けた降雨期間中の直接流出が河道降雨にほぼ対応していることなどから、直接流出は河道もしくはその近辺に降った雨水が流出してきたと考える方が現状では妥当であろう。

4. 短期流出の水収支：毛管圧水頭およびハイドログラフに関する以上の特性より、水収支の各成分を図-5 (a), (b) のように考えた。水収支式を示すと、

$$\Delta S = \int_{t_1}^{t_2} R dt - \int_{t_1}^{t_2} q_d dt - L - R_i$$

ここに、 ΔS ：[t_1, t_2]間の土壌水分増減量、 R ：降雨量、 q_d ：直接流出量、 R_i ：降雨遮断量、 L は、土壌含水量のピーク時から次の降雨までの減少量であり、蒸発及び浸透による損失に相当するものである。また図中 q_b は基底流出量であり、これは一般にかなり長い時間にわたって平均化された現象であるので、本研究のような短期流出の水収支を扱う場合考慮する必要はない。

以上の考えのもとに検討した水収支の結果を表-1 に示す。この表より、流域の地質が花崗岩の風化帯であることから蒸発・浸透による損失が大きく、直接流出の占める割合が小さいことが本流域の特徴であるが、残差は降雨量や損失量と比較して小さな値となっており、本研究における土壌含水量の算定方法がほぼ妥当であることがわかった。

5. あとがき：本研究の結果、今まで得られていたデータの範囲では次の点が明らかとなった。

i) 山腹表層の含水率変化は 1 m 程度の腐植土層と考えられる。ii) 直接流出は河道もしくはその近辺に降った雨水によって涵養されている。iii) 表層土からの蒸発と浸透は分離できなかったが、基底流出が多いことから下層への浸透もかなりあると考えられる。iv) 水収支結果より含水量の推定はほぼ妥当であると考えられる。

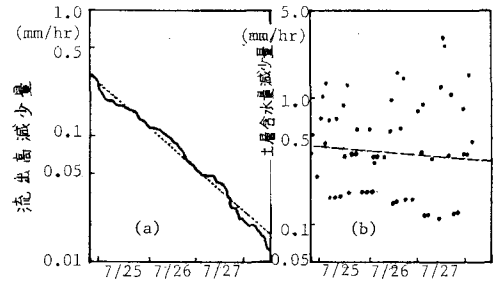


図-4：低減特性

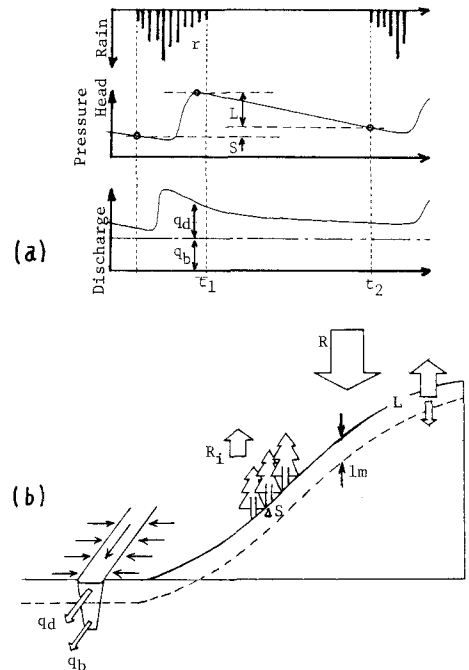


図-5：水収支の各成分

表-1：水収支の結果

NO.	降雨期間	$\int_{t_1}^{t_2} R dt$	$\int_{t_1}^{t_2} q_d dt$	L	R_i	ΔS	残差	河道降雨
1	7/2.21-7/3.8	32.0	2.303(1.177)	17.5	8	0.7	3.497	1.024
2	7/5.5-7/5.14	35.5	4.315(1.338)	20.6	8	-4.5	7.085	1.136
3	7/8.5-7/8.21	37.5	4.074(2.095)	18.1	8	4.3	3.026	1.203
4	7/11.14-7/12.22	35.5	3.566(2.178)	18.2	8	4.4	1.334	1.024
5	7/23.4-7/23.10	22.0	1.287(0.656)	10.5	8	4.5	-2.287	0.704
6	7/24.9-7/24.16	32.0	10.07(2.310)	37.9	8	-22	-1.972	1.024