

東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣
 東京大学大学院 学生員 ○ 吉田 秀樹

1. はじめに

洪水流出において最も基本的な要素である直接流出率と降雨損失機構について検討する。直接流出率については、分離法は多数あるが、ここでは水平分離法、勾配急変点法、修正勾配急変点法で求め、実際の流域との物理的対応を議論する。いっぽう、降雨損失機構については、一雨降雨を標準低減曲線を利用して、直接流出、地下水流出、降雨損失に分離し、流域の湿潤状態の指標である土湿不足との関係を調べる。

2. 試験流域の概要

今回の対象流域である長池試験流域は、多摩丘陵西北部、多摩川水系大栗川支川の別所川最上流部にある。流域面積 4.4ha の自然流域で、そのうち長池が 5.9%、また湿地・谷地部が若干の面積を占め不浸透域になっている。植生は、クヌギ・クリ等の落葉広葉樹林が広く分布し、地表には下草が繁茂し、土壌は褐色森林土である。

流域の地質は、透水系数の高い上部のローム層と、ロームが粘土化した火山灰質粘土層と呼ばれる下部のローム層とに分かれ、不圧地下水は上部ローム層にある。また、火山灰質粘土層は尾根部から長池底面に続いているので、長池は不圧地下水、直接流出、降雨によりかん養されると考えられる。

3. 直接流出とその分離法

対象としたデータは、1980年から1983年までの20mm以上の主な洪水時のものである。

ここでは、図1に示す(1)水平分離法、(2)勾配急変点法、(3)修正勾配急変点法で直接流出分離を行う。水平分離はABの上側、勾配急変点法は、低減部を片対数表示し、いくつかの直線の折点のうち、小流域であることを考慮し、降雨終了後約半日以内の最後の折点をCとし、ACより上側を直接流出とする。修正勾配急変点法は、地下水流出低減曲線を降雨終了時刻まで逆挿した点をDとし、ADCより上側を直接流出とする。

図2に各方法による直接流出率-雨量の関係を示す。当然のことながら、水平分離法、勾配急変点法、修正勾配急変点法の順に流出率が小さくなる。水平分離法で直接流出率が幅広く分布するのは、降雨停止後の直接流出継続時間が数時間から10日以上と、他の2つの方法の3~12時間に比べて広範囲なためである。勾配急変点法と修正勾配急変点法では、直接流出率が各々8~11%、7~10%と、長池流域における長池と湿地・谷地部の直接流出に寄与する飽和域の7~10%に対応している。

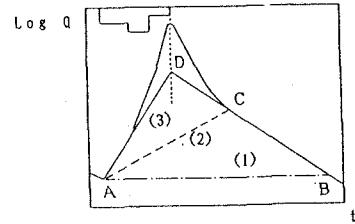
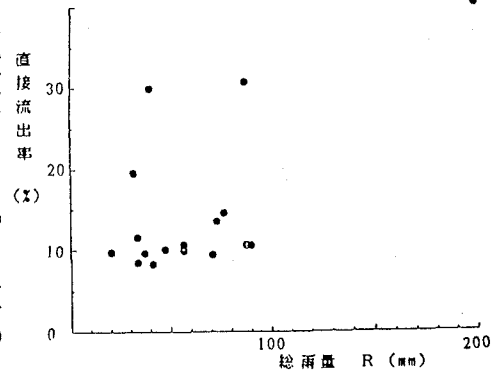
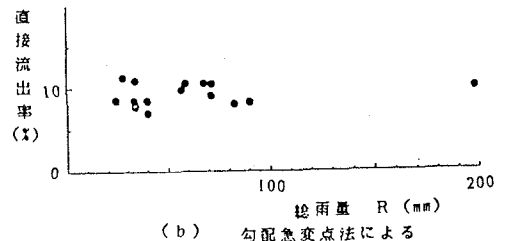


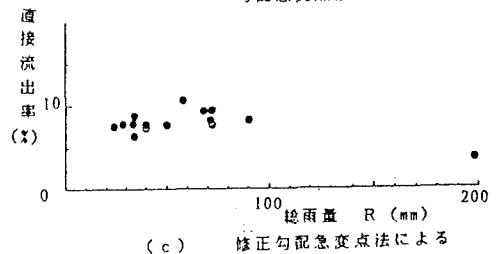
図 1 分離法説明図



(a) 水平分離法による



(b) 勾配急変点法による



(c) 修正勾配急変点法による

図 2 直接流出率 (長池流域)

4. 総損失高と流域の湿潤状態との関係

4-1) 総損失高の算定

総損失高は、河川に流出しない雨量とする。流域固有の低減曲線があるとすると、図3に示すように、河川への総流出高 HDABC1 は、ABCE1 として簡単に求まる¹⁾。総損失高 L は、総雨量 R、総流出高 Q とすると、 $L = R - Q$ となる。

長池流域の場合、日単位の高ドログラフより図4のように標準低減曲線が求まり、上記の方法で総損失高と総流出高とに分類できる。

4-2) 流域の湿潤状態の指標

流域の湿潤状態を示す指標として、土湿不足が直接的である。土湿不足とは、飽和含水率から体積含水率を引いた気相部分の割合を深度ごとに求め、深さ方向に積分したものである。長池流域では、尾根部に深さ 5cm~300cm に14深度にわたりテンシオメータが埋設されているので、吸引圧の測定値から pf-水分曲線を利用して土湿不足を求められる。ここでは各降雨直前の深度2.5mまでの土湿不足をmm単位で表わす。

しかし、一般には土湿不足は直接的には観測されない場合が多いので、湿潤状態の代替的指標として初期流出高（立ち上がり直前の流出高）について検討する。図5に、土湿不足と初期流出高との関係を示す。両者の間には負の相関が認められるが、相関性は高くない。今後、データを増やし、また季節による影響も考慮すべきと考える。

4-3) 湿潤状態の指標と総損失高との関係

図6に、土湿不足と総損失高との関係を示す。土湿不足に対応して総損失高が増加する傾向がみられるがバラツキが大きい。そこで、図7に示すように、総降雨-総損失高の関係に土湿不足をパラメータとして入れると、パラメータ値に対応した曲線群が得られるようである。

〈参考文献〉

1) 江川 太朗, 河川流出の標準逓減曲線とその適用に関する研究, 1979.10, PP.56-57

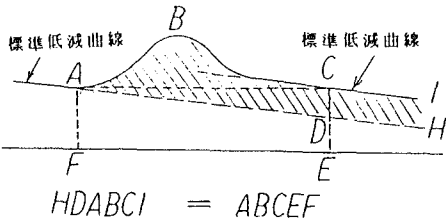


図 3 降雨による河川への流出総量の算定

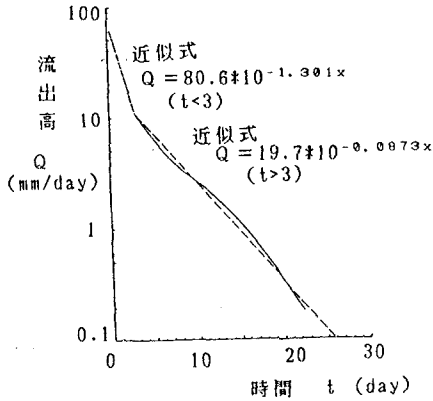


図 4 長池標準低減曲線

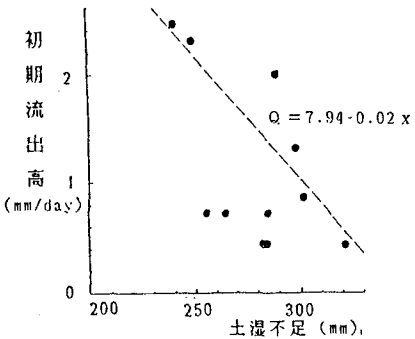


図 5 土湿不足と初期流出高との関係

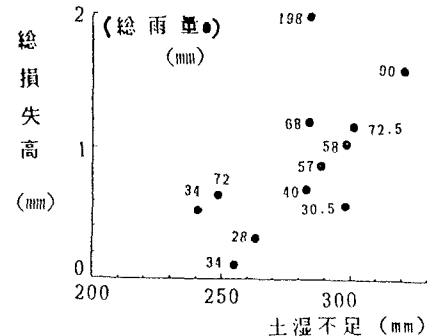


図 6 土湿不足と総損失高との関係

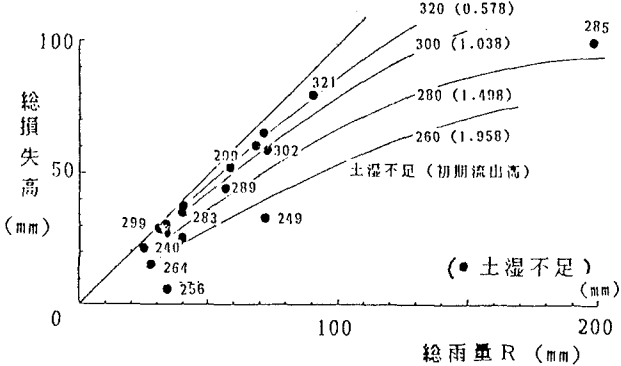


図 7 総雨量-総損失高図