

モデル斜面からの流出について(8)

広島大学工学部 正会員 金丸昭治
 広島大学工学部 正会員 三島隆明
 広島大学大学院 学生員 ○堀川祐毅
 広 島 県 正会員 重政英治

1. はじめに 雨水流出解析法の一つである自己回帰型モデル解析法は、流量時系列のみを基礎データとして算出される有効降雨に、流出特性を反映させる解析法である¹⁾。本研究では、屋内雨水流出実験を行い、モデル斜面における雨水流出特性を自己回帰型モデル解析法によって検討した結果について述べる。

2. 実験装置および実験方法

モデル斜面の形状を図1に示す。斜面長は14.05m、勾配は1/6、斜面内には、まさ土を平均空隙率40.7%で充填した。また図に示す13の断面の中心線上の深さ方向には9本の飽和度測定用の電極端子が埋設しており、ブリッジ回路を介して電極端子間の電圧が測定できる。斜面下流端部は5層に分離し、深さごとの流出量が測定できる構造になっている。降雨は、スプレーノズルにより霧状にして斜面上へ供給した。

実験は、降雨継続時間を3時間とし、以後の減水期を含めて1週間を1サイクルとした。期間中、斜面下流端における深さごとの流出量と各電極端子間の電圧を測定し、測定電圧と、あらかじめ求めておいた較正式によって飽和度を算出した。

3. 実験結果 図2は、中流部にあたる8番目の断面の飽和度の時間的変化の1例である。図からわかるように、減水期に入ると急激に飽和度分布が変化しており、その変化は飽和度が35%程度以上で著しい。これは、飽和度が35%程度に達すると斜面内の雨水の、重力効果が卓越して自由水的な挙動をするためと考えられる。このことは、下流端での流出が飽和度が35%程度になると始まったことからもわかった。図3は、降雨強度 60mm/h の一定降雨を供給した時のハイドログラフであり、この場合には、全ての分離槽から流出したが、全流出量のうち最下層である底面から5cmまでの部分の流出と、それより上層の部分の流出に分離した流量変化を示したものである。流れの状態としては、降雨期を中心にして斜面の中ほどより下流に向かって蛇行状の表面流がみられた。また、降雨強度 20mm/h の一定降雨を供給した時は、表面流は発生せず、流出はほとんど最下層からの流出になり、その時間変化は後述の図7のようになつた。

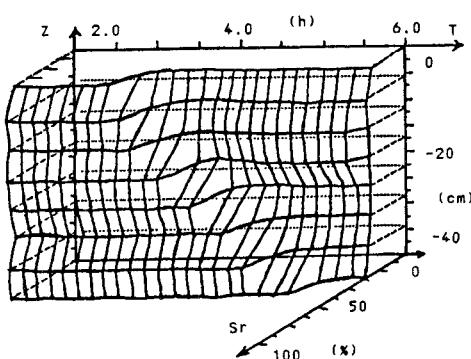


図2 饱和度分布の時間的変化

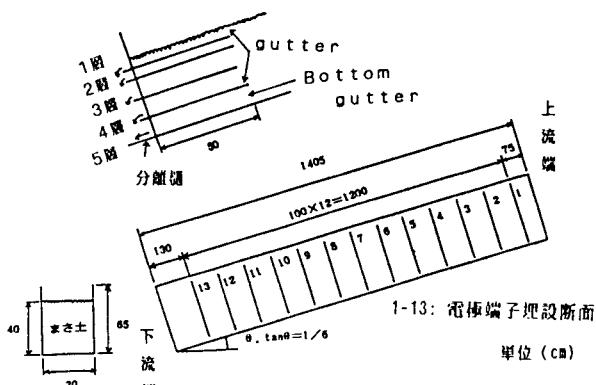


図1 モデル斜面概略図

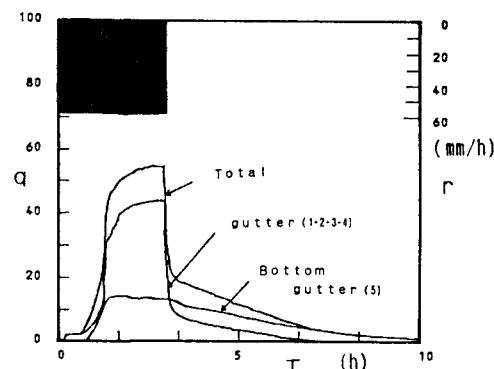


図3 実験ハイドロ・ハイエトグラフ

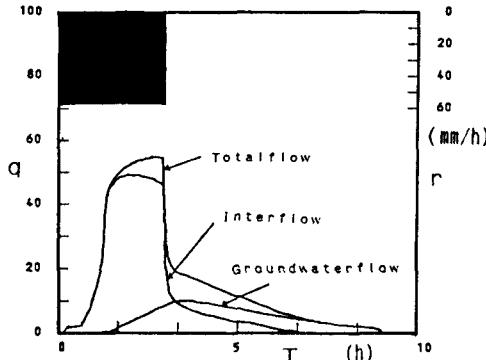


図4 流出成分分離結果

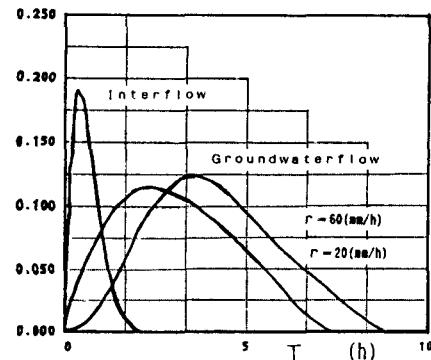


図5 各流出成分の単位図

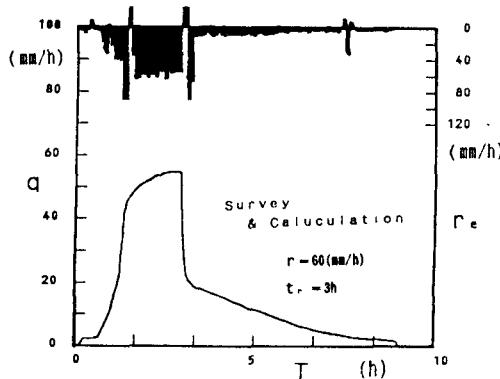


図6 有効降雨および実験・計算ハイドログラフ

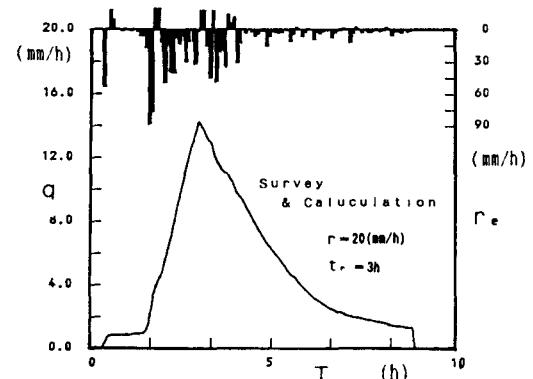


図7 有効降雨および実験・計算ハイドログラフ

4. 自己回帰型モデル解析法による検討
解析手順は次の3つに大別される。①全流出量を地下水流出成分、中間流出成分、表面流出成分に成分分離する。②各流出成分を表現できる線形応答関数、すなわち単位図を試算する。③単位図を用いて各流出成分に対応する有効降雨量を逆算する。解析した結果を図4に示す。図に示すように、この場合は、地下水流出と中間流出の2成分に相当することになるが、図4と図3を比較すると、流量減水期においては、両者はほぼ一致するが、降雨期においては、時間的分布が異なっている。図7に示した降雨強度20mm/hの場合の流出と分離算出した地下水流出成分(図4)とを比較すると、降雨期についても両者はかなりよく似た変化傾向を示している。このことから、中間流出を伴う場合の地下水流出成分は、中間流出の影響をかなり受けるものと考えられる。図5は、各実験流出の各単位図を示したものである。例えば、三角形降雨のように降雨形態が違う場合も含めて、地下水流出成分の単位図はほぼ同形であるのに対し、中間流出成分の単位図は、降雨形態によって形状が異なるようである。

各流出成分の単位図をもとに、流出成分ごとに逆推定した有効降雨量 r_e の性状としては、地下水流出成分、中間流出成分とも、50分程度の遅延効果があったが、この時間は、飽和度分布の変化を調べた結果、雨水が層内に浸透して下流端に到達するまでの時間であることがわかった。地下水流出成分については、各流出成分の逆算有効降雨の和を示した図6、図7からわかるように、遅延効果の他、上層部の不飽和浸透の持続に伴う降雨の伸長効果が顕著である。また図に見られるように、流出量が大きく変化する部分において負の有効降雨が算出される場合もあり、有効降雨の評価については、ある程度平均的な取扱いをすることが必要のようである。

5. あとがき モデル斜面からの雨水流出特性と自己回帰型モデル解析法の問題点の一部が、明らかになった。今後、さらに詳しく検討していく予定である。<参考文献> 1) 日野幹雄・長谷部正彦：水文流出解析 森北出版