

植生回復状況の異なる花崗岩山地小流域の降雨流出シミュレーション

京都大学大学院農学研究科 ○糸数 哲, 小杉賢一朗, 水山高久
筑波大学大学院生命環境科学研究科 恩田裕一
名古屋大学大学院生命農学研究科 太田岳史
東京大学大学院農学生命科学研究科 蔵治光一郎, 田中延亮, 後藤大成

1. 研究目的

森林植生の有無が洪水流出に与える影響を定量的に把握する方法の一つとして、これまでタンクモデルによる降雨流出シミュレーションが行なわれてきた。しかし、通常の範囲内の豪雨イベントから同定されたパラメータのタンクモデルを用いて、実際に洪水を引き起こすような非常に大きな豪雨イベントのハイドログラフの再現精度を検証した例はほとんど無いのが現状である。また、流域の植生被覆状況の違いを考慮した上での検証例もほとんど無い。そこで本研究では、植生被覆状況の異なる山地小流域において、通常の豪雨イベントでパラメータを同定した同型のタンクモデルを用いて、洪水時のハイドログラフの再現を試みることを目的とする。

2. 方法

2. 1. 調査地

東京大学愛知演習林（愛知県瀬戸市）にて観測を行なった。植生の被覆状況の異なる3流域を設定し、植生被覆状況の違いを考慮できるようにした。3流域とも人為的な影響による裸地化後に植生が回復しており、A流域およびB流域は植生被覆率が100%であるが、C流域は約46%となっている。A流域の土層は回復が進行しているが、B流域およびC流域は土層の回復が進んでおらず、マサ土が堆積している。

これまでの観測により、A流域は基底流出が観測されるが、B流域およびC流域は無降雨時には流出が観測されず、比較的強い降雨時にのみ出水（直接流出）が観測されることが明らかになっている（糸数ら,2007）。

2. 2. 解析に用いたデータ

図-1 の矢印を付したイベントを含む 2004 年 10 月 1 日・12 月 10 日の観測データをパラメータ同定に使用した。また、洪水を引き起こした豪雨イベント（再現精度検証用）データとして、2000 年 9 月 11 日・12 日に発生した東海豪雨時の観測データを使用した。調査地での総降雨量は 436.5mm、最大降雨強度は 70.5mm/h を記録した。

尚、東海豪雨時に C 流域の量水堰の土砂詰まりによって信頼できる観測値が得られなかったため、図中のイベント流量は雨量強度と流量強度の関係式から推定した値となっている。

2. 3. シミュレーション方法

本研究では、2 段構造のタンクモデルを使用し、上段タンクに 2 本の流出孔、下段タンクに 1 本の流出孔を設けてシミュレーションを行なった（図-2）。

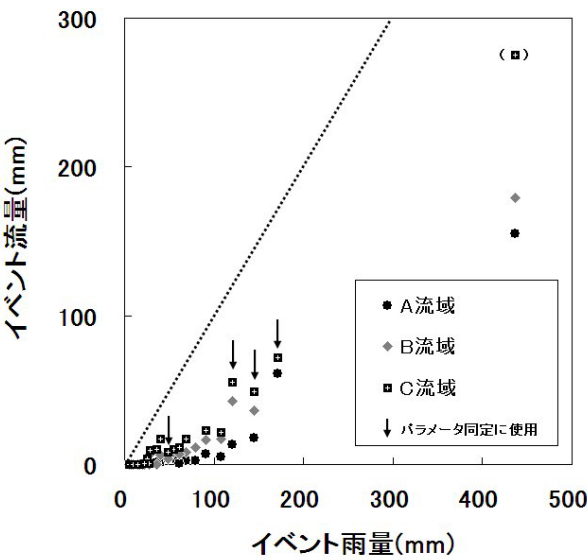


図-1 雨量と流量の関係

※図中右端の値が東海豪雨

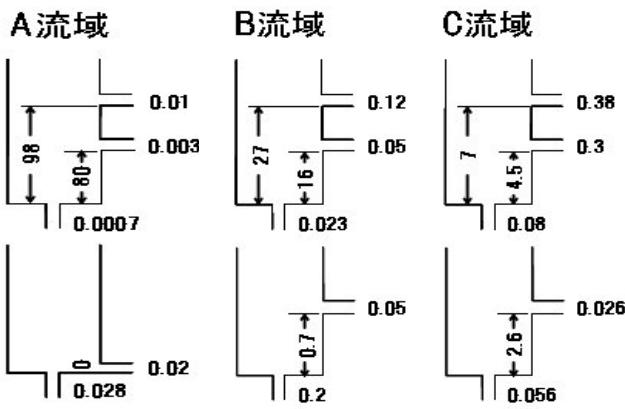


図-2 タンクモデルの構造とパラメータ

各流域の植生被覆部の林内雨量は、鈴木ら（1979）の遮断水分推定モデルを参考にし、樹冠通過率および樹幹流下率は Park et al. (2000) の観測値を引用して算定した。

愛知県瀬戸市内において乱流変動法により求められた蒸発散量を植生被覆部の蒸発散量とした。また、裸地部の蒸発量は Penman 法により求めた。欠測値は名古屋気象台の日射量データなどから推定して補完した。

3. 結果と考察

同定された各流域のパラメータは、A 流域、B 流域、C 流域の順に上段の流出孔の高さが大きく、流出孔および浸透孔の流出率は小さかった。逆に下段は、A 流域、B 流域、C 流域の順に流出孔の高さが小さくなった（図-2）。

次に、東海豪雨イベントのハイドログラフ再現結果を図-3（A 流域）、図-4（B 流域）および図-5（C 流域）に示す。A 流域が最も流出波形の再現精度が低く、特に出水初期の流量ピークが再現できていない。概して流出波形が緩慢になっており、流量変動の再現精度が低い。降雨終了後の減衰部の再現性も悪く、大幅な過大評価となった。B 流域の流出波形の再現精度は良好で、ピーク流量の再現性も比較的良い。C 流域に関しては、観測値が誤差を含むため、厳密な比較はできないが、流出波形は概ね再現されており、雨量強度と流量強度の関係式から推定した流出波形と比較するとほぼ一致する。

本研究によって、表面流が卓越する B 流域および C 流域の再現性は良好であるが、飽和側方流（土層内の流れ）の卓越する A 流域の再現精度が低いことが明らかになった。A 流域での再現精度が低い原因として、1）ピーク時の表面流再現精度が低いことによって流量ピークの再現性が不良であること、2）減衰時の基岩浸透寄与域変動が考慮できていないために基岩浸透量が過小評価されていることが考えられる。

1）に関しては、A 流域のタンク上段の流出孔の流出率が B 流域および C 流域のそれに比べて小さいために、表面流成分の再現精度に限界があることが、2）に関しては、タンク下段の浸透孔の流出率が固定されているため、非常に大きな豪雨時の基岩浸透寄与域の拡大に対応できていないことが理由として挙げられる。

参考文献

- 糸数ら（2007）：植生回復程度の異なる山地小流域における土砂流出特性，砂防学会誌，Vol.60,No.3,p.11-18.
 鈴木ら（1979）：桐生試験地における樹冠通過雨量、樹幹流下量、遮断量の研究（II）遮断量の解析，日本林学会誌，Vol.61,No.11,p.171-178.
 Park et al.(2000) : Seasonal and Inter-Plot Variation of Stemflow, Throufall and Interception Loss in Two Deciduous Broad-Leaved Forests, J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour. Vol.13,No.1,p.17-30.

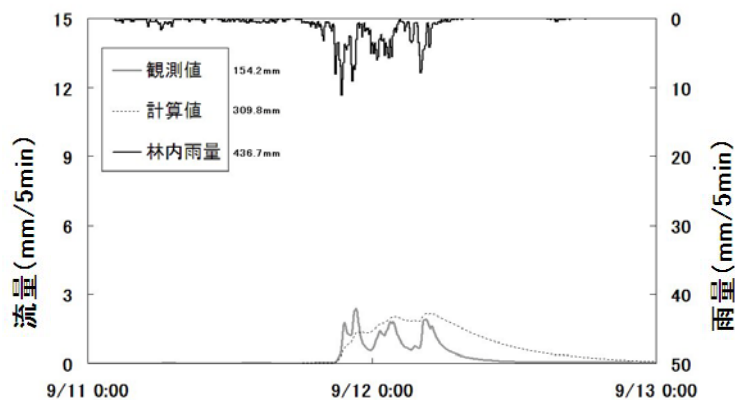


図-3 A流域計算結果（東海豪雨）

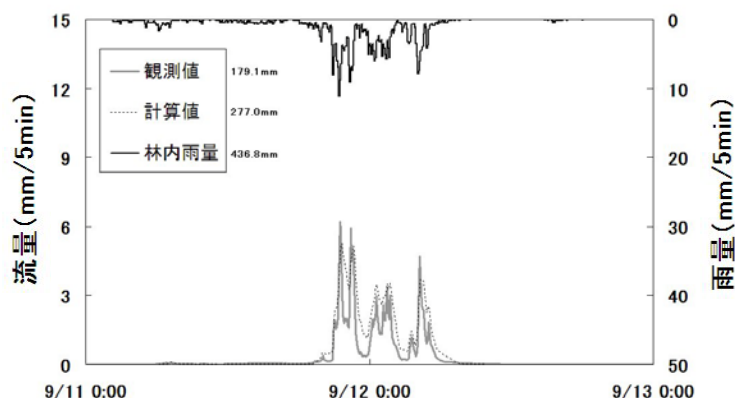


図-4 B流域計算結果（東海豪雨）

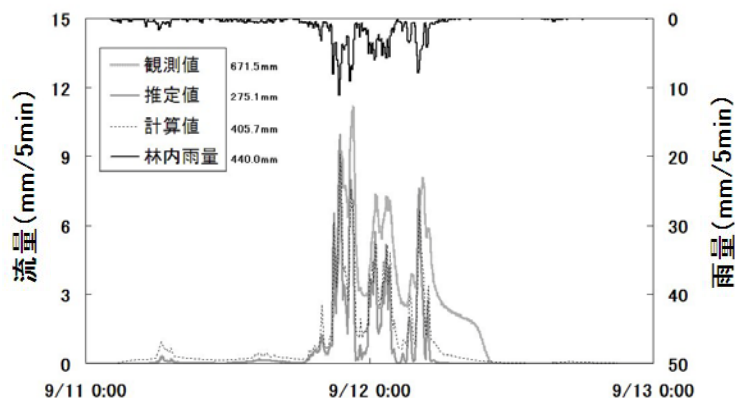


図-5 C流域計算結果（東海豪雨）