

SPACを考慮した直列2段タンクモデルにおける土壌水分構造の改良に関する研究

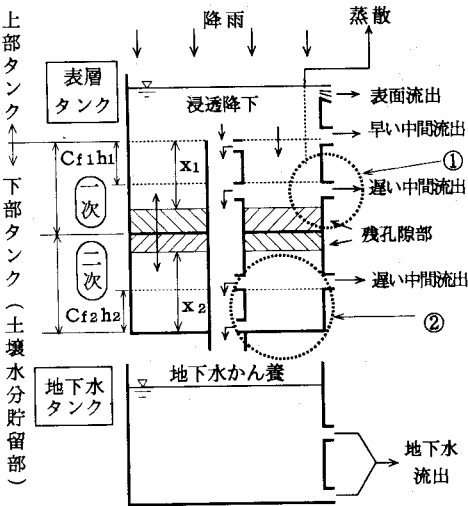
徳島大学大学院 学生員 ○石澤 友亨
徳島大学工学部 正 員 端野 道夫
徳島大学工学部 正 員 吉田 弘
(株) 日水コン 正 員 木村 誠

1.はじめに 洪水軽減機能、渇水緩和機能に代表される森林の水源かん養機能を定量的に評価するためには、森林流域での雨水の流動機構を的確に表現し、水収支を定量的に評価する必要がある。そこで著者らは森林の水循環を構成する降雨遮断・蒸散・浸透・流出などの各水文素過程をそれぞれサブモデルとして確立した上で、それらを統合するという立場から森林水循環機構をモデリングし、水収支を定量的に評価するための方法論を提案してきた¹⁾。ここでは、特に水源かん養機能の本質を担うと考えられる森林土壌の保水機能に主眼をおき、より的確な土壌水分変動の表現を目的として森林水循環モデルの土壌水分構造について3通りのモデルについて比較検討を行い、モデル構造の改良を試みた。

2.直列2段タンクモデルの構造 本モデルは図-1のように雨水が地表より浸透して地下水層に達するまでの移動機構を表現する表層タンクと地下水層を表現する地下水タンクから構成される。表層タンクは多孔質で透水性の高い上部タンクと土壌水分の貯留機構を表現した下部タンクから構成される。下部タンクには相対的に孔隙が大きく水分移動の激しい場としての1次の貯留部と孔隙が小さく水分移動の穏やかな場としての2次の貯留部が設定されている²⁾。本研究では、次の2つの点に着目し、従来型のTYPE Aに対してTYPE B、TYPE Cを表-1のように設定した。

①2次の貯留部は水分移動の穏やかな場を想定していることから、毛管力による移動のみが生じるとして圃場容量量概念を取り入れないTYPE Bを設定した。ここで、圃場容量量とは降雨終了後に重力による水分移動がなくなった時点で土壌に保持されている水分量である。

②TYPE Aでは降雨終了後に土壌水分飽和度が圃場容量量付近まで低減するのに約7日かかっていたことから、低減を早くする目的で新たに1次の貯留部からの遅い中間流出高 q_1 が土壌水分高 X_1 の2乗に比例する型のTYPE Cを設定する。



X_1 : 1次土壌水分貯留高 X_2 : 2次土壌水分貯留高
 Cf_1h_1 : 1次圃場容量量 Cf_2h_2 : 2次圃場容量量

図-1 直列2段タンクモデルの構造

表-1 土壌水分構造モデルの設定一覧

TYPE	圃場容量量 の設定	1次貯留部から の流出形態
A	1次・2次土壌水分	$q_1 = K \cdot X_1$
B	1次土壌水分のみ	"
C	"	$q_1 = K \cdot X_1^2$

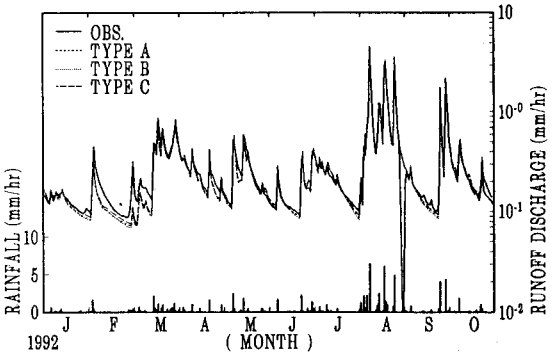


図-2 ハイドログラフの再現結果 (日平均流量)

3. ハイドログラフの再現性 徳島県白川谷試験地(流域面積23ha, 標高740~1140m, 植生はスギと落葉広葉樹)において1991年に観測されたデータからモデルパラメータを同定し, モデルの検証のために1992年についてハイドログラフを再現した結果を図-2に示す。いずれのモデルについてもハイドログラフは良好に再現されている。

4. 土壌水分の変動特性 1992年7月に対し表-1の各モデルを用いて推定された1次の土壌水分飽和度の比較例を図-3に示す。図よりTYPE BおよびTYPE Cによれば降雨終了後において土壌水分飽和度は約4日で圃場容水量に相当する飽和度まで低減しており, TYPE Aによる場合と比較して低減が早くなっている。このことは, 例えば砂質土では降雨終了後2~3日程度で圃場容水量に低減するという既往の知見³⁾と近い結果となっている。TYPE BとTYPE Cにはあまり明瞭な違いが見られないことから, モデルの簡便性という観点で1次の貯留部からの遅い中間流出高 q_1 が土壌水分高 X_1 の1乗に比例する型のTYPE Bを土壌水分構造として採用する。図-4にTYPE Bを用いて推定された1次土壌水分飽和度と現地で観測された土壌水分飽和度の日平均量の関係を示す。ここで, 観測土壌水分飽和度は土壌深度20cmでの土壌水分ポテンシャルを現地土壌に関する土壌水分特性曲線と間隙率により換算したものである。図より両者には高い相関関係が認められる。ただし, 観測誤差に加えて土壌水分ポテンシャルの観測が流域の1地点のみであるために両者は必ずしも一致していない。しかしながら, 両者の相関が高いことから, 日単位でみる限り, 土壌水分の変化をほぼ表現できていると考える。

5. まとめ 土壌水分構造のモデルとしてTYPE Bを採用した結果, 土壌水分飽和度については圃場容水量付近までの低減が降雨終了後4日程度となったこと, モデルによる推定値と観測値には日平均量について高い相関が認められたこと、さらに, ハイドログラフも良好に再現されていることから, 総合的に判断して本モデルにより土壌水分変動をほぼ表現できているものとする。

参考文献

- 1) 端野道夫・吉田弘・村岡浩爾: 森林水循環モデリングと水収支の評価, 36, PP. 521-528, 1992.
- 2) 菅原正巳・渡辺一郎・尾崎睿子・勝山ヨシ子: タンク・モデルに付加された土壌水分構造の性質, 国立防災科学技術センター研究報告, 27, PP. 193-206, 1982.
- 3) 熊澤喜久雄編: 水とイオン, 朝倉書店, P. 86, 1981.

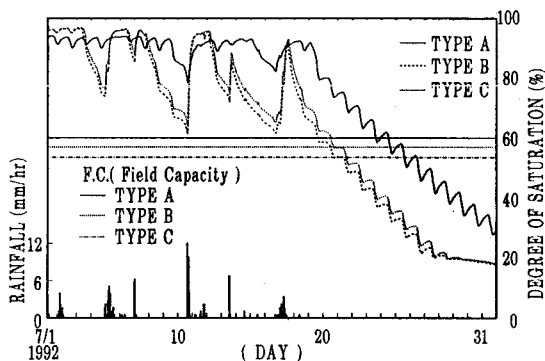


図-3 モデルの違いによる
土壌水分低減特性の変化

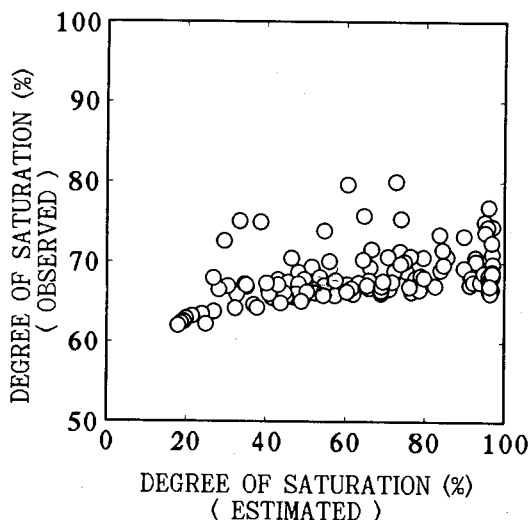


図-4 推定土壌水分飽和度と
観測土壌水分飽和度の関係