

## 2つの針葉樹人工林の水文特性とタンクモデル定数との関係 Relationship between tank-model parameters and hydrological characteristics in two artificial coniferous forests

○戸田政仁, 武田育郎, 宗村広昭

○Yukihito TODA, Ikuo TAKEDA, Hiroaki SOMURA

### 1. はじめに

著者らは、針葉樹人工林における「間伐遅れ」が汚濁負荷流出に与える影響を把握するため、1998年12月より2つの針葉樹人工林の小流域において水質水文調査を行っている<sup>1)</sup>。針葉樹人工林において「間伐遅れ」が進行すると、山林の内部は、林冠が閉鎖して日光が十分に入らないため、昼間でも薄暗くなりやすい。そのため、林内の下層植生や土壌構造が貧弱となり、表面流出に相当する流出が増大し、流域からの汚濁負荷量も増大することが考えられる。ここでは、これまでに得られている水文データを用いてタンクモデルを適用し、2つの流域の水文特性がタンクモデルのパラメーターの違いとして現れるかどうかについて検証した。モデルの計算は日データを用いて1年単位で行った。

### 2. 研究方法

本研究では、島根県東部に位置する近接した2つの小流域（第1流域=0.34ha、第2流域=1.26ha）を観測点に定めた。第1流域では「間伐遅れ」のため昼間でも薄暗く、下層植生が貧弱あるいは部分的に皆無であった。一方、第2流域では「間伐遅れ」にまでは到っておらず、旺盛な下層植生に覆われていた。植生は、第1流域ではスギ人工林=71%、ヒノキ人工林=29%であり、第2流域ではヒノキ人工林=60%、スギ人工林=13%、広葉樹天然林=22%、アカマツ林=5%であった。両地点とも流域の最下流端に量水堰（三角堰）を設置し、越流水深を10分間隔で記録するとともに、堰付近に0.5mmの転倒マス型自記雨量計を設置した。

水文シミュレーションは（株）ワコスジャパンのWindows用「タンクモデルプログラム ver. 7.20」の直列3段のものを用いた。降雨量と流量は、上述の水文観測施設で測定したものを、損失量に関しては現地データが無かったため、松江の気温、日照率から、Makking式を用いて計算したものを用いた。降雨の遅滞時間に関しては、流域面積が小さいことから0とした。モデルパラメーターの同定は、プログラムに付属する非線形計画法によって最適化されたものをベースにし、誤差が少なくなるように微調整した。ここで、直列3段のタンクモデルを用いた理由は、流域の水文特性をできるだけ少ないパラメーターで表し、2流域の比較を行いやすくするためである。なお、別途、4段のタンクモデルを用いて計算を行ったが、シミュレーション結果は3段タンクモデルのものと大差なかったため、3段タンクモデルにおいても一定の精度が得られているものと考えた。ここでは、上段タンクの流出水が表面流出、中段タンクの流出水が中間流出、下段タンクの流出水が地下水流出に相当するものと考えた。

### 3. シミュレーション結果

図1と図2に1999年の第1流域および第2流域においてタンクモデルを適用した結果を示す。相対誤差は、第1流域のもので0.197、第2流域のもので0.190であった。

タンクモデルのパラメーターを2つの流域で比較すると、以下のようになった。すなわち、

1 段目タンクの流出孔係数および浸透孔係数の値は、第 1 流域の方が第 2 流域よりも大きくなっていたが、特に下の流出孔係数の値についてみると、第 1 流域 (0.032) は第 2 流域 (0.025) の約 1.3 倍になっていた。一方、流出孔の高さについてみると、上の流出孔の高さは、第 1 流域 (55) の方が第 2 流域 (45) よりも高くなっていたが、下の流出孔では逆に第 1 流域 (10) の方が低くなっていた。2 段目のタンクに関してみてみると、流出孔係数の値は第 1 流域 (0.00954) の方が大きく、浸透孔係数の値では第 2 流域 (0.078) の方が大きくなっていた。流出孔の高さでは、第 2 流域 (5) が第 1 流域 (10) よりも低くなった。3 段目のタンクに関してみてみると、浸透孔、流出孔ともに第 1 流域の値の方が第 2 流域よりもわずかに大きくなっており、流出孔の高さでは第 2 流域の方が第 1 流域よりも低くなった。

#### 4. 考察

これらのことから、タンクモデルのパラメーターは以下のような流出特性を表していると考えられ、実測の流出とも比較的良好に一致していた。すなわち、1 段目タンクについては、第 1 流域の下の流出孔係数が大きく、また、この流出孔の高さが低いことから、第 2 流域に比べて中程度の降雨での流出が多くなりやすいと考えられた。しかしながら、さらに降雨が継続して 1 段目タンクの貯水量が増加すると、第 2 流域の方が早くから上の流出孔からの流出があるので、逆に第 2 流域の流出が多くなると考えられた。2 段目と 3 段目タンクでは、流出孔係数の値は第 1 段目タンクよりも 1 オーダー小さいので、2 つの流域の流出特性の差異は、流出孔係数の値よりも流出孔の高さに現れていると考えられた。そして、これらの高さの低い第 2 流域では、第 1 流域に比べて中間流出や地下水流出として流出しやすい構造にあると考えられた。

以上のことから、間伐遅れのある森林は、そうでない森林と比較した場合に、表層からの流出が多くなりやすく、また、下層では浸透してきた水の流出およびさらなる下層への浸透が低下しやすい構造にあることが、タンクモデルパラメーターとして表現できたと考えられる。

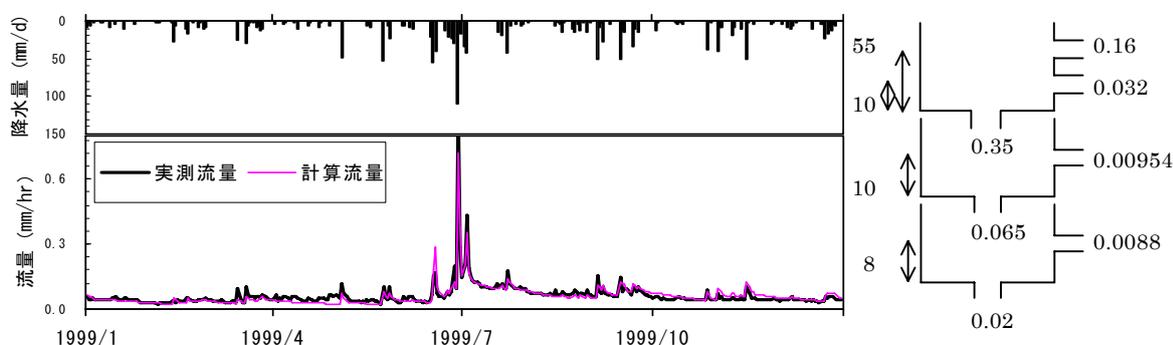


図1 1999年第1流域の雨量および実測流量、計算流量 タンクモデルパラメーター

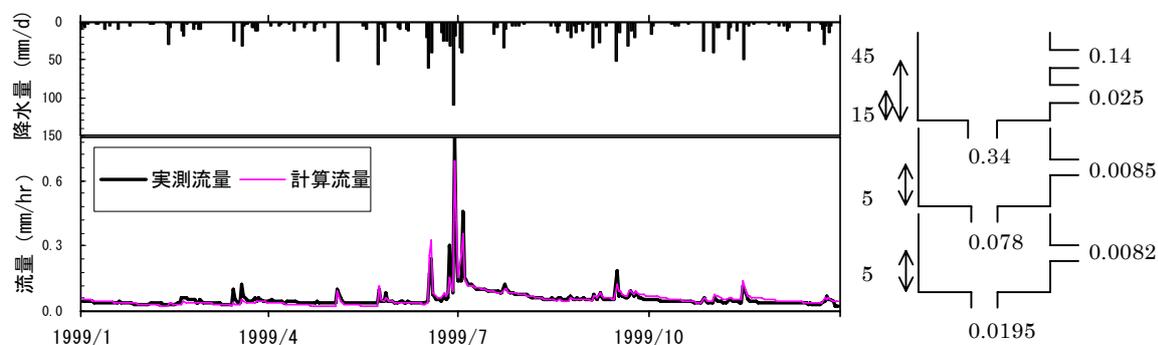


図2 1999年第2流域の雨量および実測流量、計算流量 タンクモデルパラメーター