

森林伐採が降雨流出機構に及ぼす影響に関する基礎的検討

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
 徳島大学工学部 学生員 ○大藪 武志
 徳島大学工学部 学生員 石澤 友亨

1. はじめに

適切な森林施業や山林開発を行なうには、森林伐採が降雨流出機構に及ぼす影響を定量評価することが必要である。そのためには、森林流域での水移動が土壌、植生および大気の連続したシステム(SPAC)を通して生起することから、土壌、植生および大気間での相互作用を考慮に入れた上で、雨水の流動過程を表現した数理モデルを用いて流域水収支を評価することが不可欠となる。本研究では、SPACの概念を考慮に入れた直列2段タンクモデルを基礎とする森林水循環モデルを実流域データおよび伐採記録に適用し、森林伐採が降雨流出機構に及ぼす影響について基礎的な検討を行なった。

2. 森林水循環モデルの概要

森林水循環過程は、樹冠に付着した降雨の遮断蒸発過程、樹木よりの蒸散過程、地中に浸透した雨水の保水・流出過程から成ると考えられる。森林水循環モデルは以上の水文素過程をサブシステムとしてモデリングした、降雨の遮断蒸発過程を表わす降雨遮断タンクモデル¹⁾、蒸散過程を表わすヒートパルス蒸散モデル²⁾および保水・流出過程を表わす直列2段タンクモデル³⁾を総合したトータルモデルとして表現される。

3. 実森林流域における森林伐採の概要

対象流域は徳島県白川谷森林試験流域である。流域面積は約23.0ha、標高は約740~1140m、平均斜面勾配は21.5°で、土壌のほとんどは褐色森林土である。林相は流域上流の約2/5が天然広葉樹林(29~33年生)で、残りの約3/5がスギの人工樹林(34~39年生)となっている。森林伐採の影響は、植生や土壌といった複数の条件変化を通して降雨流出機構に及ぶと考えられるから、本研究では特に、短期間での土壌状態変化は小さいと仮定して、森林伐採とともに流域に占める樹木の枝葉部分の比率が減少する効果に着目する。そこで、樹冠密度に対応する指標として、流域面積に対して樹木の枝葉部分が占める比率を樹冠支配面積率と定義し、写真撮影によって実測した91年度の値を基準に他の年度の値を次式で算定する。

$$P_{i+1} = P_i (1 - n_i \times S_i / A) \quad (1)$$

ここで、 P_i :ある年度の樹冠支配面積率、 P_{i+1} :次年度の樹冠支配面積率、 n_i :間伐率、 S_i :施業面積(ha)、 A :流域面積(=23.0ha)である。また流況変化を評価するために、年間の総降雨量に占める総流出量の比率として年間流出率を定義する。

表-1に1987~1992年度での白川谷における森林伐採記録および式(1)より算定した樹冠支配面積率の経年変化を示す。図-1は樹冠支配面積率の減少にともなう年間流出率の変化を示したものである。図より明らかに森林伐採にともなって樹冠支配面積率が減少すると年間流出率は増加する傾向が読み取れる。

表-1 白川谷における森林伐採記録

年度	施業面積 (ha)	間伐率	樹冠の 支配面積率	年間 流出率
1987	4.56	58.0	0.824	—
1988	18.00	27.0	0.729	69.70
1989	—	0.0	0.575	79.60
1990	7.38	17.0	0.575	80.36
1991	3.60	17.0	0.544	81.50
1992	3.38	17.0	0.530	84.01

4. 森林伐採を考慮に入れた流出シミュレーション

一般に、年間流出率は樹冠支配面積率だけでなく降雨量や降雨波形の違い等による影響も受ける。そこで、純粹に樹冠支配面積率のみの変化が年間流出率に及ぼす影響を評価するために、降雨量ならびに気象条件は樹冠支配面積率を実測した1991年の値を用いることにし、土壌構造と関連するモデルパラメータは固定させた上で、樹冠支配面積率を0から1.0まで0.1刻みで変化させた流出シミュレーションを行なった。このとき蒸散量については下層植生からの蒸散量も考慮に入れるために、下層植生からの蒸散量について以下のような2つの場合を想定した。CASE 1: 下層植生からの蒸散量を樹木からの蒸散量の20%と仮定⁴⁾して樹木蒸散量に加える。CASE 2: 同50%と仮定して加える。

図-2にCASE 1およびCASE 2に関する流出シミュレーション結果を示す。いずれの場合についても基本的に樹冠支配面積率の減少にともなって年間流出率は線形的に増加していることがわかる。したがって森林伐採にともなう蒸発量、蒸散量の減少が、そのまま流出量の増加に反映されていると解釈できる。

流出シミュレーションの妥当性を検討するために1990~1992年について各年ごとに観測された降雨量、気象量および樹冠支配面積率を与えた流出解析を行なったところ、各年の相対誤差は、それぞれ0.106、0.076および0.084となり、1990年および1992年の結果は解析の基準とした1991年とほぼ同程度の誤差であった。したがって短期間での土壌構造変化は無視しようとした仮定はほぼ妥当と考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた結果から、森林伐採によって年間流出率は概ね樹冠支配面積率の減少にともなう蒸発量の減少分だけ増加することがわかった。また、短期間では森林伐採の土壌構造変化に及ぼす影響は小さいことが示された。

参考文献

- 1) 吉田弘, 端野道夫, 村岡浩爾: 樹幹流データを利用した降雨遮断タンクモデルによる森林蒸発量の推定法, 水・水学会誌, 6(1), pp. 19-30, 1993.
- 2) 吉田弘, 端野道夫, 村岡浩爾: ヒートパルス速度と微気象データを利用した林木蒸散量推定法の提案, 水・水学会誌, 6(4), pp. 350-357, 1993.
- 3) 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, 水工学論文集, 36, pp. 521-528, 1992.
- 4) 服部重昭: ヒノキ林における地面蒸発量の季節変化, 日林誌, 65(1), pp. 9-16, 1983.

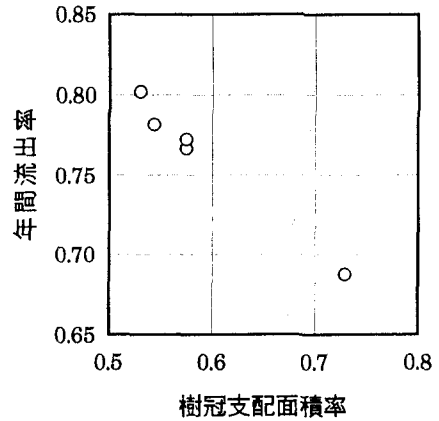


図-1 樹冠支配面積率と年間流出率の関係

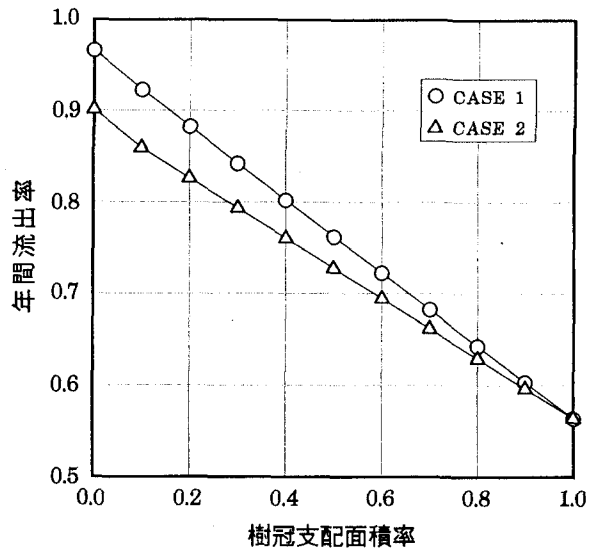


図-2 流出シミュレーションの結果