

II-9 山林開発に伴う長短期流出特性の変化(2)

京都大学防災研究所 正員 ○田中丸治哉  
 京都大学防災研究所 正員 角屋 睦  
 北陸農政局資源課 今成康忠

1. まえがき 本報告では、昨年の報告りに引続いて長短期流出両用モデルを農地造成流域および丘陵林地流域に適用し、適応性の検証や適用法の改良を検討するとともに、山林開発に伴う流出特性変化について若干の考察を行った結果を述べる。

2. 流出モデル 長短期流出両用モデルは、出水時の有効降雨を自動的に推定でき、かつ高水・低水流出を同時に連続して扱えるモデルである。今回は、現在のところ最良と思われるモデル、すなわち図2の蒸発散振分け比 $\gamma = 0.6$ とした図1のLST-II<sup>2)</sup>を用い、かつ蒸発散振分けルールに $E_1 \geq E_3$ 、 $E_2 \geq E_3$ を付加して、蒸発散の抑制効果を導入した。モデル定数の最適同定には、SP法を $\chi^2$ -規準で適用している。

3. 解析資料 本研究では、石川県輪島柳田地区を対象とする。本地区には、試験流域として、農地造成が行われたA流域(0.11km<sup>2</sup>, 図3)および比較対照のための山林流域であるB流域(0.147km<sup>2</sup>, 図3)が1km離れて設定され、12月~3月の積雪期を除いて水文観測が行われている。解析には、両流域の昭和56, 57年(同定)および58年(予測)の毎時雨量・流量, 14出水時の10分雨量・流量の記録が利用できる。雨量・流量ともに欠測となる積雪期については、13km離れた輪島測候所の時間降水量に割増係数を掛けて降水量を推定し、各年の流出計算を連続させる。また、積雪量・融雪量の推定には、菅原の方法を用いるが、今回は、輪島測候所の最高最低気温に正弦曲線をあてはめて気温の時間変化を導入するなどの修正を加えている。蒸発散量は、輪島測候所の月別気象要素を利用してPenman式で推定する。

4. モデル適用法の改良 (1)不浸透域の導入: A流域では、流域面積の5%が道路敷で、さらに流路敷・法面ほど透水性の低い地目が混在していることから不浸透域の導入を考えた。その導入にあたっては、Manning型表面流を想定した流出孔を持ち、初期損失を考慮した小タンクを図1の流出タンクに併設することとし、流出孔の定数および初期損失高は、とりあえず試算的に定めた。(2)降雨遮断モデルの導入: 昨年の適用結果では、造成に伴う蒸発散量の変化をどう表現するかが問題点として残されていた。そこで今回は、降雨遮断モデルを導入し、蒸発散量の変化を遮断損失量の変化として表現することとした。降雨遮断モデルには、角屋らが提案している次の関数型降雨遮断モデル<sup>2)</sup>を採用する。なお、遮断量は、無降雨時間帯に流域蒸発散と同時(余分)に蒸発するものとした。

$$I = (I_m - I_0)(1 - e^{-R/I_m}) \text{ ----- (1)}$$

ここに、I: 遮断可能量,  $I_m$ : 最大遮断量,  $I_0$ : 累加遮断量, R: 累加雨量。

5. 流出モデルの適用結果 (1) A流域: A流域では、

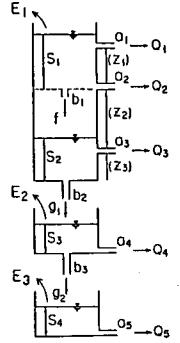


図1 モデル構成

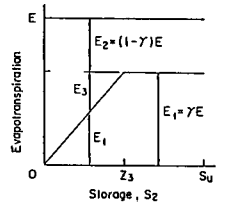


図2 蒸発散の扱い

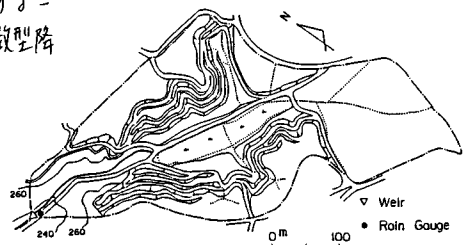
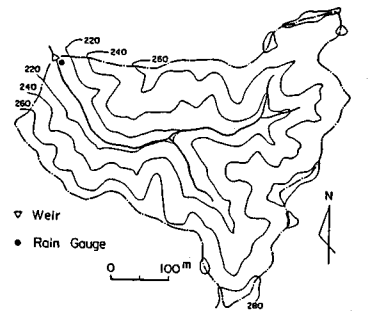


図3 試験流域(上: B流域、下: A流域)

まだ植生は十分繁茂していないので、降雨遮断量は考慮せず、不透透面積率を0, 5, 10%とした3ケースについてモデルの同定を行った。この結果日流出高の相対誤差で判断する限り、不透透面積率を10%とした場合が最良となった。その際のモデル定数を図4(a)に示し、水収支等の計算結果を表1に示す。さらに長期流出量の再現結果を図5に示す。初年度は、相対誤差で26%と最悪であるが、図5を見る限り決して悪くない。(2)B流域: B流域では、最大遮断量を0, 3, 5mmとした3ケースについてモデルの同定を行った。ただし不透透域は導入していない。この結果、A流域に同じく日流出高の相対誤差で判断する限り、最大遮断量を3mmとした場合が最良であった。その際のモデル定数を図4(b)に示し、水収支および長期流出量の再現結果をそれぞれ表1, 図6に示す。表1によると総流量が全般に過小推定になっているが、冬期の降水量が明確でないことから、ある程度の誤差は避けられないと思われる。

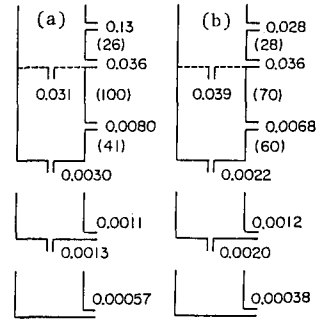


図4 最適モデル定数(mm-h)

表1 水収支各成分の計算結果

流域	A流域			B流域		
	1981	1982	1983	1981	1982	1983
年度	1981	1982	1983	1981	1982	1983
解析日数	260	365	352	260	365	352
総降水量(mm)	1816	2286	2226	1904	2324	2395
総流出量(mm)	1283	1611	1601	1201	1422	1482
蒸発散量(mm)	532	637	618	552	679	657
遮断蒸発量(mm)	—	—	—	176	195	232
相対誤差(%)	26.0	17.5	19.7	16.7	18.3	16.9
総流量誤差(%)	-9.8	-8.4	+3.2	-3.2	-17.4	-10.0

6. 山林開発に伴う流出変化とその要因

ここでは、流出モデルを介した開発前後の流出変化の推定を試みる。これは、B流域のモデルにA流域の降水量を入力してA流域の実測流量と対比するという方法で、同一降雨に対して開発前後の流出量が比較できる。図7に推定結果の一例を示す。極端な差はみられないが、渇水期の流量が造成に伴いやや減少傾向にある。また、解析対象とした全期間について造成前の推定総流量と造成後の実測総流量とを比較すると、造成後は27%増となっている。これは、モデルの推定誤差を割引いても、造成に伴い長期流出量は、若干増加することを示唆している。

昨年のモデル適用結果では、流出量増加の原因が表現されていなかったが、本報告で示したモデルでは、表1からも読取れるように、主に降雨遮断量の減少として表現されていることとなる。さらに、不透透域の形成も直接流出量を増大させ、蒸発散を抑制することから流出量増加の一因と考えられる。

今後は、さらに長期の水文資料を収集するとともに、他流域との比較を行う予定である。

(引用文献) 1) 田中丸ら: 山林開発に伴う長短期流出特性の変化, 第40回年講, 昭60年 2) 角屋ら: 長短期流出用貯留型モデルの基礎的検討, 第39回年講, 昭59年

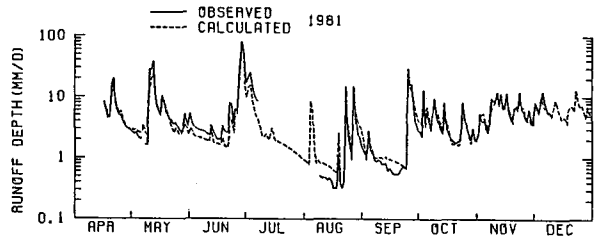


図5 長期流出の再現結果(A流域)

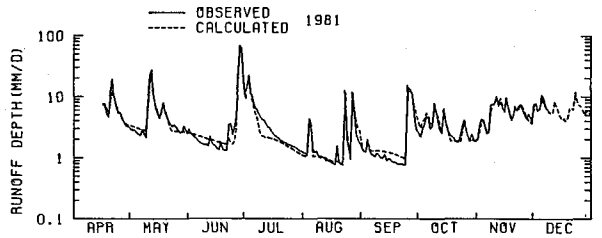


図6 長期流出の再現結果(B流域)

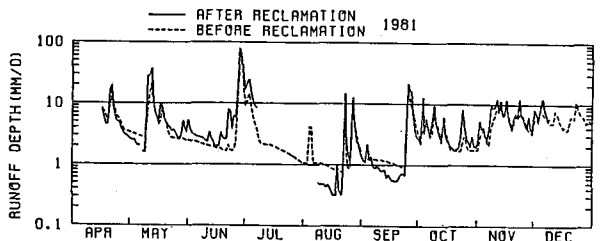


図7 山林開発に伴う流出変化の推定結果