

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 丘陵林地の土地利用形態の変化には、都市化・宅地化のみならず、農地造成・ゴルフ場造成なども含まれている。本研究では、近年特に進められてきた丘陵林地における樹園地・畑地などの農地造成に伴う流出特性の変化について考察する。ここでは、造成流域と未造成流域に長短期流出両用貯留型モデルを適用しモデル定数の変化から山林開発の影響について検討した結果を報告する。

2. 流出モデル 長短期流出両用モデルは、永井らによりいくつかの型式が検討されているが、ここでは、現在のところ最良と思われる図1に示すモデル¹⁾を適用する。ここで Q_1 には(1)式のManning型表面流を想定し、速い中間流を表わす Q_2 には上限値を設定する。また浸透強度 f は、図2に示すように1段目下層の空容量に比例するものとして(2)式で表わす。このとき、浸透能の時間的変化はHorton式で表現でき上限浸透能 f_u 、最終浸透能 f_c は(3)式で求められる。また蒸発散強度は(4)式で表わされ、図2に示されるように振分け比 γ を0.6として各タンクごとに $E_1 \sim E_3$ を差引くものとする。

$$Q_1 = a_1 (S_1 - Z_1)^{5/3}, \quad S_1 > Z_1 \quad (1)$$

$$f = b_1 (Z_2 + Z_3 - S_2) \quad (2)$$

$$f_u = b_1 (Z_2 + Z_3), \quad f_c = \frac{b_1 b_2 (Z_2 + Z_3) + a_3 Z_2 b_1}{a_3 + b_1 + b_2} \quad (3)$$

$$E = \alpha E_{pan} = E_1 + E_2 + E_3, \quad \alpha = 1 \quad (4)$$

流出計算の単位時間は適当に変更でき、 $S_1 > 0$ のとき10分または1時間、 $S_1 = 0$ のときは1日として洪水時と低水時の計算を同時に連続して扱う。またモデルの同定には、SP法を χ^2 -規準で適用している。

3. 研究対象流域と流出特性 本研究では、農林水産省の試験流域の一つである石川県輪島柳田流域を対象とする。本地区には、昭和54年に造成されたA流域(0.11 km^2 , 図3)および比較対照のための山林流域であるB流域(0.147 km^2 , 図4)が1km離れて設定され水文観測が行われている。A流域では、全体の85%が樹園地となり、現在、栗の幼木が栽培されている。ここで、両流域の洪水流出特性を比較するため、同時に観測された15出水についてピーク流出高を対比した結果を図5に示す。A流域の場合、B流域の約2倍程度のピーク流出高が観測されており農地造成の影響が著しいことがわかる。また積雪期を除く期間を対象に各年の流出率を求めたところ、各年ともA流域の方が5~10%程度大きく長期間の総流出量に

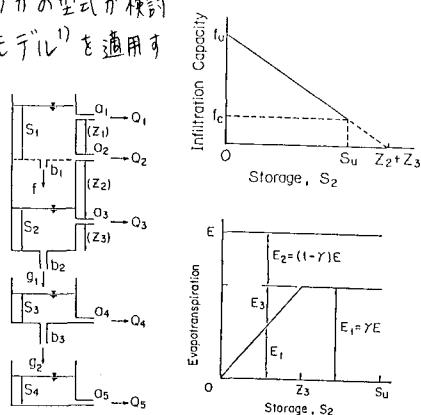


図1 モデル構成

図2 浸透能、蒸発散の扱い

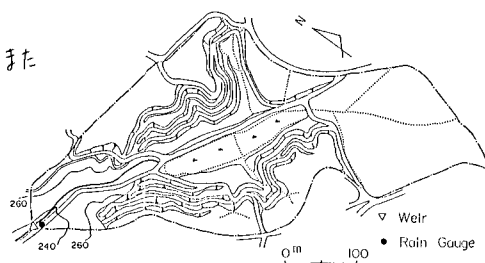


図3 A流域

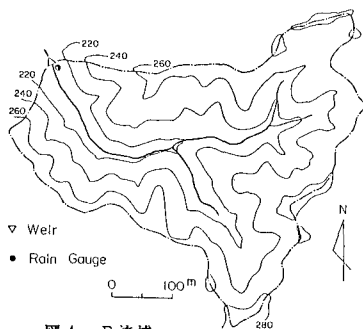


図4 B流域

いても造成流域の方が大きくなる事が確かめられている。

4. 長短期流出両用モデルの適用 (1) 解析資料: 解析に際しては、兩流域の昭和56年(同定)および57、58年(予測)の毎時雨量流量、14出水時の10分雨量流量、輪島測候所の計器日蒸発量月平均値を用いた。ただし12月~3月の積雪期については、雨量流量ともに欠測となるため、ここでは冬期降水量を輪島測候所の時間降水量に割増係数を掛けた推定値で補間し、各年の流出計算を連続させた。(2) A流域への適用結果: 昭和56年の約8ヶ月間を対象にモデル定数を同定して図6(a)に示すモデルを得た。ただし最下段タンクの流出 α_5 は、同定期間が短いことから2年弱の半減期を持つ値に固定してある。日流出高の相対誤差を表1の第1欄に示し2年後の予測結果を図7に示す。10月以降の適合性が悪いが、他の期間については良好な再現性を示している。(3) B流域への適用結果: A流域に同じく α_5 を固定してモデルを同定した結果、表1の第2欄に示すように、同定期間に比して予測期間の再現性が極端に悪くなり、特に第3段タンクの水深が一時的に増加する傾向が見られた。そこで(14)式の α 値を1.2とし蒸発散強度を20%増にしたところ図6(b)に示すモデルを得た。相対誤差は表1第3欄に示したようにながら改善された。またこのモデルによる2年後の予測結果を図8に示す。全体にほぼ良好な結果が得られている。

5. モデル定数の変化 造成農地流域と山林流域から得られたモデル定数を比較すると、表面流、連日中間流に関する定数 α_1, α_2 が著しく変化していることがわかる。いま仮に左右対称の矩形斜面モデルを想定し貯留関数法と表面流モデルの相互関係に基づいて α_1 から等価粗度を求めると、A流域で $0.4(m^{-1/3}s)$ 、B流域で $14.2(m^{-1/3}s)$ となった。また兩流域の上根浸透能、最終浸透能を(3)式から求めると、A流域でそれぞれ6.24, 1.48(mm/h)、B流域で6.14, 0.70(mm/h)となり、浸透能はB流域のモデルの方がやや小さくなっている。このことは本地区での造成後のピーク流出量増加には、有効雨量の増加よりもむしろ植生の除去や排水路整備に伴う到達時間の短縮が強く影響しているものと予想される。また、このモデルでは、造成後の年間流出量の増加が蒸発散量の減少としても表現されているが、これは植生の除去に伴う降雨遮断量の減少などが一因と考えられる。これらの要因を物理的にモデルに組込むことが今後の課題である。

(引用文献) 1) 角屋ら: 長短期流出両用時置型モデルの基礎的検討, 第39回年講, 昭59年

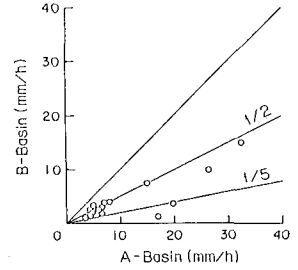


図5 ピーク流出高の比較

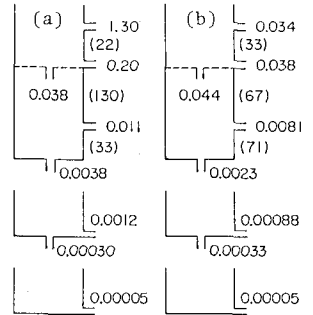


図6 モデルの同定結果 (mm-h)

表1 日流出高の相対誤差 (%)

流域	α	56年度	57年度	58年度
A	1.0	27.7	22.2	31.1
B	1.0	17.1	27.2	24.9
B	1.2	16.0	22.7	19.3

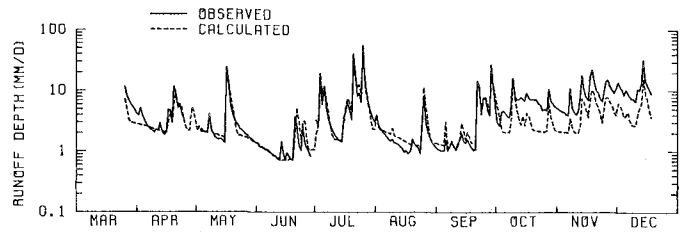


図7 2年後の予測結果 (A流域、昭和58年)

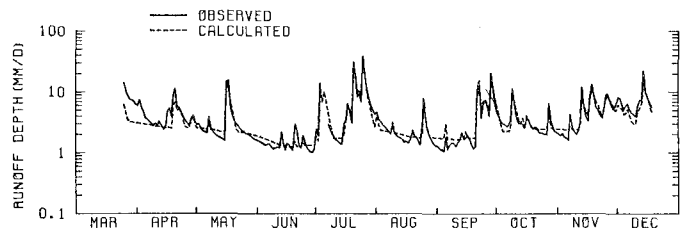


図8 2年後の予測結果 (B流域、昭和58年)