

東京工業大学 正会員 日野 幹雄

" " " 長谷部 正考

1. 要 旨

降雨-流出系の流出解析は、一般に有効降雨が与えられると、応答関数を求めて流出特性の推定および予測が行われる。しかし、有効降雨と流出率についての検討は、少ないように思われる。本研究では、初期流量、流出率、一雨ごとの総降雨量、総流出量の諸量が、どのような関係にあるかを検討し、最後に、流域の浸透現象に関しても検討する。なお、解析資料は、神流川流域 ($A=273.6 \text{ km}^2$) の時周単位のデータである。

2. 流域特性の検討

(a) 総降雨量(R)と総流出量(Q)の関係

神流川流域の9洪水の総降雨量(R)と総流出量(Q)の水収支の関係をみるとRが増加すると、Qも単調に増加する傾向にあるが、ばらつきが大きい。

(b) 総降雨量(R)と流出率(f)の関係

図-1にRとfの関係を示す。この図から理解できるように、流出率と総降雨量の関係は、無相関であると推定される。つまり、総降雨量では流出率が決まらないことが推察される。

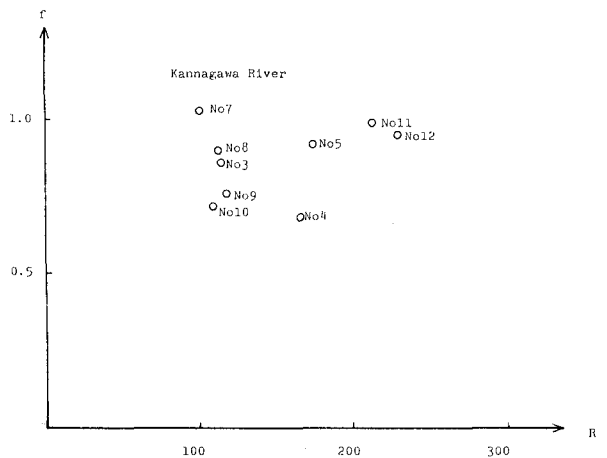


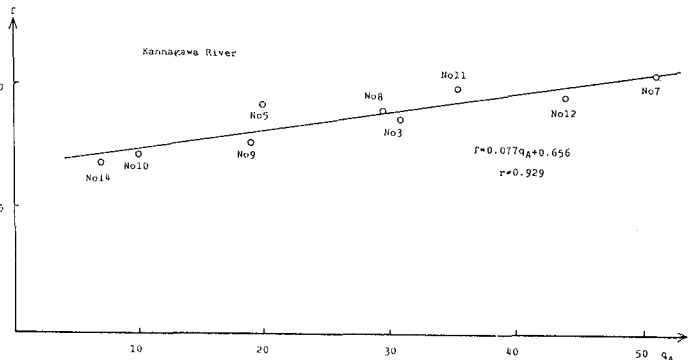
図-1 Rとfの関係

(c) 初期流量(q_A)と流出率(f)の関係

初期流量は、流域各地点からの流出がすべて関与することから、流域特性を代表する要因と考えられる。このことから考えて、初期流量(q_A)と流出率(f)の関係を図-2に示す。この結果、神流川流域では、非常に相関が高いことがわかる。回帰式と相関係数を下記に示す。

$$f = 0.077 q_A + 0.656 \quad r = 0.929 \quad (1)$$

以上のように、初期流量が、流出率に影響していることが明らかになった。つまり、初期流量が多いと流域の土壌中の含水量が多く湿った状態にあるので流出率が大きくなると推定される。

図-2 q_A とfの関係(d) 初期流量(q_A)と純損失量(L)との

関係

純損失量(この中には、蒸発散、植生等の損失量を全部含むものとする)は、次の

ように考える。

$$L = \int r dt - \int y dt = R - Q \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 r ；観測降雨， y ；流出高。

L と Q_A の関係を検討すると、 Q_A が増加すると純損失量(L)が減少していく傾向になっている。このことは、流域の土壌が乾いた状態(Q_A が小さい状態)では、純損失量が大きく、土壌が湿った状態(Q_A が大きい状態)になると L が小さくなっていくことが推測される。

3. 損失速度と初期流量

純損失量の損失速度(損失割合)(L_v)は、先に述べた純損失量(L)を、降雨の有効継続時間(T_e)で割ると求まる。

$$L_v = \frac{L}{T_e} = \frac{R - Q}{T_e} \quad \text{----- (3)}$$

L_v と Q_A の関係を調べると、次の結果が得られた。純損失量の損失速度は、初期流量が増加するとともに、損失速度は、指数関数的に減少していく傾向にあった。次に、フィルター・分離・AR法により流出量を流出分離した表面流出量(実際に流出高に変換するが)を、

$$Q_s = \int y_s dt \quad \text{----- (4)}$$

とすると、表面流出量に寄与する降雨以外の損失速度(地下水に浸透する降雨が含まれている)(X_e)が求まる。

$$X_e = \frac{\int r dt - \int y_s dt}{T_e} = \frac{R - Q_s}{T_e} \quad \text{----- (5)}$$

X_e が、地下水流出に寄与する降雨(浸透速度)と蒸発散や植生による損失量を含んでいる。 X_e と Q_A の関係を検討すると Q_A が大きいと X_e は、減少していていることが推察された。

4. 地下水への浸透速度

(5)式から(3)式を引くことによって、純粹に地下水に入る降雨の浸透速度(f_e)が求められる。

$$f_e = X_e - L_v = \frac{Q - Q_s}{T_e} \quad \text{----- (6)}$$

f_e と Q_A の関係を図-3に示す。この結果、初期流量 Q_A が小さい、すなわち、流域の土壌が乾いた状態にあると地下水に浸透する量は、少なく、逆に、蒸発散や植生等による損失量が大きい。一方、初期流量 Q_A が大きくて流域内の土壌が湿った状態になると地下水に浸透する量は一定量となり、蒸発散や植生等による損失量は少なくなることが推定された。

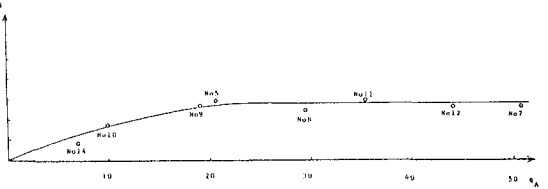


図-3 f_e と Q_A の関係

5. あとがき

本研究では、初期流量を考えることによって、降雨-流出系の重要な要因である流出率や損失雨量の結びつきを検討し、最後に、フィルター・分離・AR法によって流出分離された表面流出量を利用することにより降雨の地下水への浸透の割合を検討した。その結果、初期流量は、流出率のみならず、地下水への浸透の割合や、蒸発散や植生等の損失量と高い相関があることが推定された。

参考文献

1. Linsley, et al : Hydrology for Engineering; McGRAW-HILL
2. 岩井・石黒：応用水文統計学，森北出版