

東京工業大学 正会員 日 野 幹雄
長谷部 正彦

1 目的

降雨-流出現象の最も著しい特性は、その非線型性にある。この非線型性には降雨強度の非線型性ととも降雨継続時間に対する非線型性も考慮しなければならない(日野, 1981)。こうした非線型性の原因は、従来は表面流出系の非線型性によるものとみられていたことが多かったが、それよりむしろ降雨の各流出系(表面流出, 中間流出, 地下水流出系)への配分の仕方すなわち降雨の成分分離則の非線型性にあると考えてよいのではないかと、著者らの選探法(フィルター分離AR法)による流出解析からの結論である。

さて、著者らの方法で解析された推定有効時系列と実際有効降雨時系列(実測降雨時系列に実測の降雨および流量から求まる流出率を乗じたもの)とは、比較的良好一致を示した。従って、推定した有効降雨の各成分時系列は信頼できるので、この推定有効降雨成分時系列を用いて有効降雨の成分分離則を推定しようとするのが本研究の目的である。

2 実データによる成分分離則の検討

本解析は、手元にある資料の中で最も完備した水文資料である神流川の洪水資料について検討する。この水文資料の時間の単位は時間である。

先の論文(日野・長谷部, 1982)で述べた選探法(あるいはフィルター分離AR法)により実測流量時系列から有効降雨成分時系列(地下水成分有効降雨 $\hat{x}_G$, 表面・中間流出成分有効降雨 $\hat{x}_S$)が求められる。この二つの時系列の和 $\hat{x} = \hat{x}_G + \hat{x}_S$ が有効降雨時系列である。

(a) 有効降雨・流出率

一般に降雨は初期損失、蒸発散等の損失降雨と有効降雨に分けられる。全降雨 R に対する有効降雨 Q の比率、流出率 $f (=Q/R)$ を知ることがまず実際に必要であるが、これについて著者らは実測水文資料の解析と浸透能力理論から次の式を提案した。

$$f = 1 - \frac{A}{Y_p} \exp(-B g_A) \quad (1)$$

ここに、 g_A :洪水直前流量, Y_p :降雨強度, A, B :定数

有効降雨は、さらに地層内で表面、中間および地下の各流出成分への入力降雨に分けられる。多くの場合、表面流出は中間流出と一括して表面・中間流出成分として取扱って良く本研究では地下水流出降雨成分と全有効降雨成分との関係を論じる。

(b) 浸透能変化と成分分離

地層の浸透能は、降雨の始めで高く時間とともに減少し、やがて飽和状態(最終浸透能)に達する(Kirby, 1978)。これについて神流川の例を示す(図-1)。この図によると降雨初期には異なるもののやがて一定値に落ちついている。地下への浸透成分は、その多くが地下流出となるのではなく、

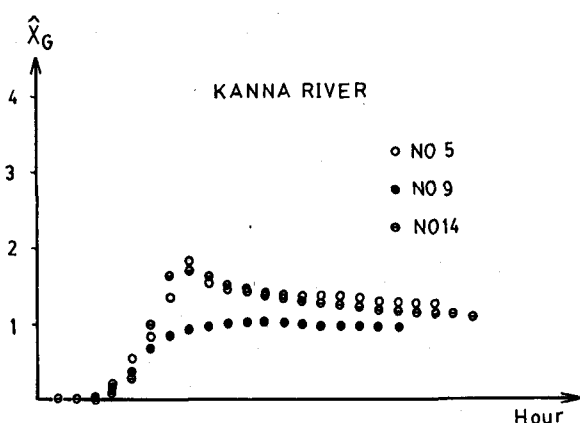


図-1

一部は地下で貯留・蒸発散、深部地下水流、他流域への流出等となる。すなわちこれらに於いて、これらの成分は降雨の初期に多く補給され、その後はほぼ一定の比率で有効地下水成分、いわゆる遅延降雨(L)とに分離される。このことは、 Q_d^*/T_e と L/T_e (T_e : 降雨時間) が土壤湿度 q_a のみに依存し一定になっていることから理解できる(図-2)。

(C) 最終浸透能

降雨後で最終浸透能に達することから時間単位の降雨の地下水流浸透能は概略一定となる(図-3)。このように飽和一定値(q_a)_fは、土壤の湿度に影響され、その土壤の湿度を示す浸水の始まる前の初期流量 q_a の関数となる。この予想のもとに(q_a)_fと q_a の関係を図-4に示す。高い相関があることがわかる。

(d) 降雨の分離則を用いた流出量の予測

さて、前論文で、神流川の地下水流出系の応答関数は年度によらず不変であることが推定された。また、表面流出系も神流川流域の解析例ではあまり変化しない応答関数が得られたのでその平均の応答関数を用いて流出量の同定と予測を次のように行った。

- (1) 観測の降雨系列を与えよ。
- (2) (1) 式に q_a , γ を与えて流出率 γ を求める。
- (3) 観測降雨(X)に γ を乗じて有効降雨時系列 $\gamma \cdot X$ を求める。
- (4) 図-1の降雨の分離則により $\gamma \cdot X$ を $X^{(1)}$ と $X^{(2)}$ に分離する。
- (5) 各流出成分の応答関数により各流出成分の流出量を求める。
- (6) この流出成分を加えることにより流出量 $\hat{y}$ が得られる。この結果を図-5に示す。

結 論

降雨の分離則により浸透解析を行ったが、その結果、この分離則により最終浸透能が初期流量 q_a に関係していることがわかった。今後は、他の流域についても、これらの結果が正しいかどうかを検討していきたい。

参 考 文 献

- (1) 日野幹雄: 最近の流出解析モデルについてのニミの批判, 第25回水理講演会論文集
- (2) 日野幹雄・長石部正彦: フィルター分離AR法による非線型流出系の同定と予測, 土木学会論文報告集, 8月
- (3) " : 流出率と湿润指標としての浸水直前流量, 土木学会論文報告集(投稿中)
- (4) Kirby: Hill slope Hydrology, WILEY, 1978

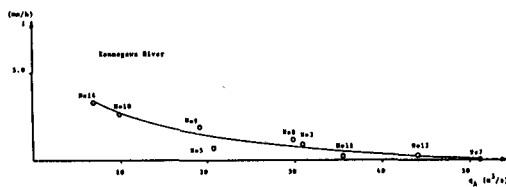


図-2

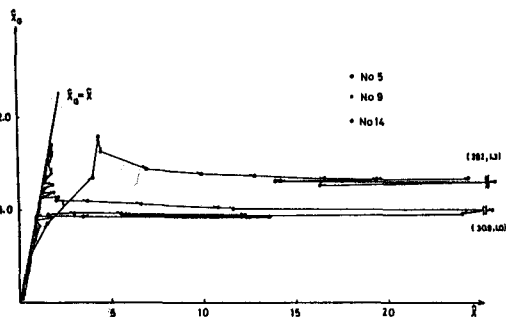


図-3

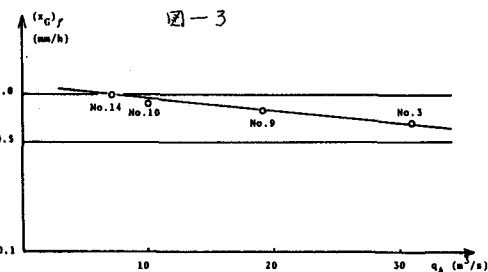


図-4

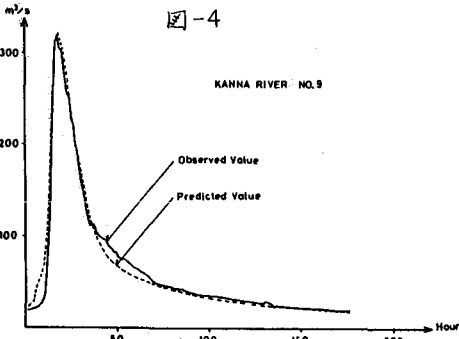


図-5