

宇都宮 工学 正会員 長谷部 正孝
東京工業大学 正会員 日 野 幹雄

要 旨

著者らの流出解析の方法(フィルター-分離AR法あるいは逆探法)で流量時系列から逆に降雨の各流出成分降雨時系列の推定ができ、それらを合計した推定有効降雨時系列と実際の有効降雨時系列(観測降雨時系列に観測の総降雨量および総流出量から求まる流出寄手を掛けて求めた降雨時系列)とは良一致⁽¹⁾を示すことが認められた。したがって、推定した有効降雨の各成分時系列は信頼しうるものと考えて良であろう。本報告では、フィルター-分離AR法により求められたこの推定有効成分降雨時系列を用いて、時間とともに変化する流出寄手域(変動流出発生域, variable source area)と流域貯留の関係について検討してみる。

1. フィルター-分離AR法による流出解析からの変動流出発生域の検討

まず、地下水降雨時系列と同じ様に⁽²⁾、中間・表面流出成分に寄与する有効降雨 $\hat{x}_t^{(1)}$ と降雨 $\hat{x}_t$ との関係を整理し図-1に示す。これらの間には何んらの関係も見出されなことが分かる。そこで、次のように考えて整理してみる。

(1) 変動流出発生域と表面・中間流出降雨の検討

観測降雨(X_t)から地下水有効降雨($\hat{x}_t^{(1)}$)を差し引いた降雨が、損失を含めた中間・表面流分の降雨である。この地下水への浸透となり得ない降雨が、流域の全体でなくその一部の流出寄手面積(a)から発生する(図-2)とすれば、中間・地表流分として流出する容量(V_s)は、次式で求まる。

$$V_s = a \cdot (X_t - \hat{x}_t^{(1)}) \quad \text{--- (1)}$$

残りの $(X_t - \hat{x}_t^{(1)}) \times (1-a)$ の容量は、蒸発散・樹冠遮断の損失量と考えられる。フィルター-分離AR法により推定された中間・表面流成分の降雨($\hat{x}_t^{(2)}$)は、流域面積(A)の全体を通して流出してきた流量なので、この中間・表面流分の容量(V_s)は、次式となる。

$$V_s = A \cdot \hat{x}_t^{(2)} \quad \text{--- (2)}$$

式(1)、式(2)により流出寄手率(変動流出発生域率, variable source area ratio)は、次式で与えられる。

$$A_f(i) = \frac{a}{A} = \frac{\hat{x}_t^{(2)}}{(X_t - \hat{x}_t^{(1)})} \quad \text{--- (3)}$$

ここで、 A_f : 流出寄手率, $\hat{x}_t^{(1)}$: 地下水有効降雨, $\hat{x}_t^{(2)}$: 中間・表面流有効降雨, X_t : 観測降雨, A : 流域面積, a : 変動流出発生域。

(2) 神流川流域の変動流出発生域(率)の結果

神流川の水文資料(No.3, No.14)をフィルター-分離AR法により解析し、中間・表面流降雨を求め、式(3)より、流出寄手率を求め、図-3.4に示す。この結果、 A_f は、ほぼ90%位までに達している。No.14では降雨初期には、 A_f がばらつきが大きい。この理由としては、観測降雨の初期の損失降雨のばらつきが大きいと考えられる。

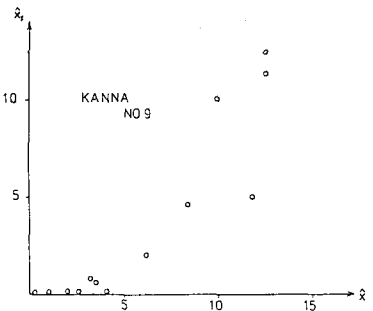


Fig.1 $\hat{x}_t$ と $\hat{x}_t^{(1)}$ の関係

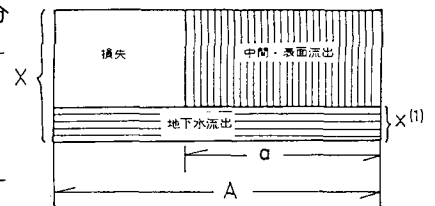


Fig.2 模式図

る。変動流出発生域
と流域貯留量の
関係

さて、変動流出発生域の増加は、流域内の貯留量の増加と関連していることは、その物理機構を考えると互ちに予想される。そこで、貯留量を次式で求める(図-5)。

$$S(i) = \sum_{j=1}^i (X_j - Y_j) \quad (4)$$

ここで、 S : 貯留量,
 X : 観測降雨, Y : 流出量。

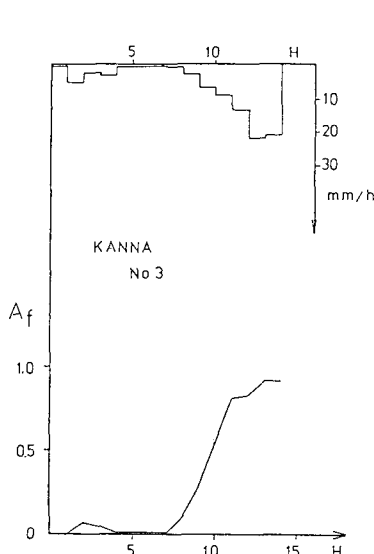


Fig. 3 流出寄与率

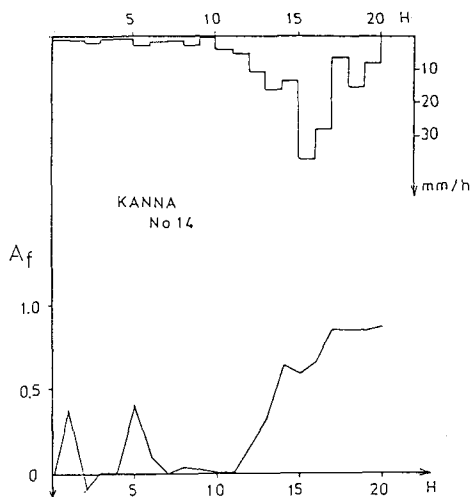


Fig. 4 流出寄与率

次に、変動流出発生域と流域貯留量の増加部分との関係を図-6に示す。また、変動流出寄与率(A_f)及び貯留量/最大貯留量(S/S_{max})と降雨継続時刻(i)の関係を図-7に示す。この結果、 i が小さい時には、損失分があるの

で合合わないが、 i が大きくなると両者が一致している。最後に、 A_f と S との関係を図-8に示す。神流川の例では変動流出発生域率と貯留量の関係には、上図の関係があることが示された。

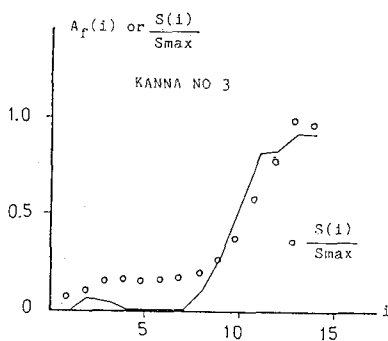


Fig. 7 S/S_{max} と $A_f(i)$ の関係

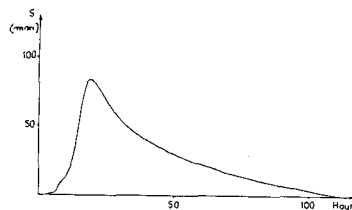


Fig. 5 貯留量

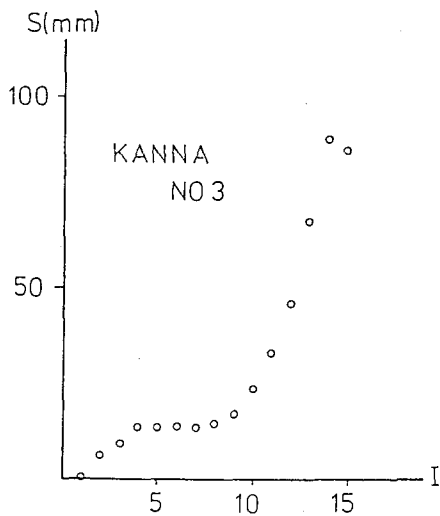


Fig. 6 貯留量の増加部分の時間的变化

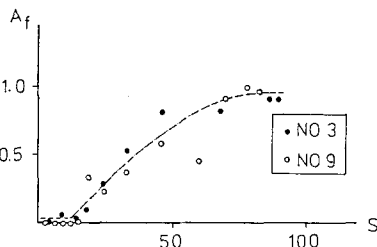


Fig. 8 S と A_f の関係

3. 結論

中間・表面流成分となる降雨成分と変動流出発生域及び流域の貯留量の関係を明らかにした。

参考文献

- (1) 日野幹雄・長谷部正彦: フィルター分離AR法による非線形流出系の同定と予測, 土木学会論文報告集, 第224号, 1982
- (2) 日野幹雄・長谷部正彦: 有効降雨の成分分離と浸透現象, 第27回水理講演会論文集, 1983