土木学会第50回年次学術講演会（平成７年９月）

Ⅱ－66　フィルタード・ポイント過程を用いた日流出量の確率応答に関する研究

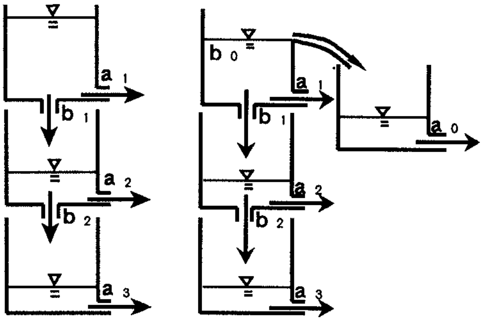
徳島大学大学院　学生員　○岳　生
徳島大学工学部　正　員　端野道夫
徳島大学大学院　学生員　矢部雅紀

１．はじめに

本研究では，間欠的生起特性を有する降水時系列と持続性を持つ流出量時系列との間の密接な因果関係を考慮し，フィルタード・ポイント過程を用い，タンクモデル型の線形応答関数を採用し，日降水時系列から流出量の積率を与える式を誘導する。最後に，早明浦ダム流域の実測データを用い，理論解の検証をする。

２．採用するタンクモデルの構造

実際の河川流域からの流出量は表面流出，中間流出，地下水流出等の流出成分が含まれていることを考え，図－１に示すような直列３段タンクモデル(A)と並列タンク付加モデル(B)を考える。



(A)　　　　(B)

図－１　タンクモデルの構造

３．フィルタード・ポイント過程としての流出量の積率と応答関数

日降水時系列をマーク卜・ポイント過程とし，降水発生の計数過程は日降水量と独立であるとすると，J日平均流出量は式（１）のように，日降水量に対する応答の重ね合わせの形で与えられる。直列３段タンクモデルと並列タンク付加モデルの流出量の積率は式（２）のように誘導される。

$$Y_t=\sum_{n=1}^{N_t} u_n \cdot h_{J1}(t-\tau_n)+\sum_{m=1}^{M_t} u_{cm}\cdot h_{J2}(t-\tau_m) \tag{1}$$

$$\gamma_1(Y_t)=E(u)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J1}(t-\tau)d\tau+E(u_c)\cdot Pr\int_{t_0}^{t}h_{J2}(t-\tau)\,d\tau$$

$$\gamma_2(Y_t)=E(u^2)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J1}(t-\tau)^2d\tau+E(u_c^2)\cdot Pr\int_{t_0}^{t}h_{J2}(t-\tau)^2d\tau\pm\gamma_1(Y_{t1})^2/k$$

$$\gamma_3(Y_t)=E(u^3)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J1}(t-\tau)^3d\tau+E(u_c^3)\cdot Pr\int_{t_0}^{t}h_{J2}(t-\tau)^3d\tau\pm 3\gamma_2(Y_{t1})\gamma_1(Y_{t1})/k-\gamma_1(Y_{t1})^3/k^2 \tag{2}$$

$$Cov(Y_t,Y_{t+J})=E(u^2)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J1}(t-\tau)\cdot h_{J1}(t+J-\tau)d\tau+E(u_c^2)\cdot Pr\int_{t_0}^{t}h_{J2}(t-\tau)\cdot h_{J2}(t+J-\tau)d\tau\pm\gamma_1(Y_{t1})^2/k$$

$$\gamma_1(Y_{t1})=E(u)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J1}(t-\tau)d\tau\,;\ \gamma_2(Y_{t1})=E(u^2)\cdot\int_{t_0}^{t}\lambda_\tau h_{J2}(t-\tau)^2d\tau\pm\gamma_1(Y_{t1})^2/k$$

ここに，N_t:日降水発生回数；M_t:並列タンクからの流出に対する日降水発生回数；$h_{J1}(s)$，$h_{J2}(s)$：単位日降水量に対する線形応答関数；λ_τ：降水発生率；k:負の二項分布，二項分布のパラメータ；E(u)，$E(u^2)$，$E(u^3)$:日降水量uの１次，２次，３次モーメント；Pr：並列タンクから流出が起こる確率；$E(u_c)$，$E(u_c^2)$，$E(u_c^3)$：並列タンクから流出が生じている時の日降水量u_cの１次，２次，３次モーメント。複号±の正符号はN_tが負の二項分布，負符号はN_tが二項分布に従う時に対応し，N_tがポアソン分布の場合はkを含む項がない。なお，式（２）右辺第二項を除いた式は直列３段タンクモデルの積率を与えることになる[1]。また，応答関数h_{J1}（s），h_{J2}（s）は低減係数の異なる指数関数の和で与えられる。

4．適用結果

高知県の早明浦ダム流域(４７２ｋｍ[2])を対象とし,ダムサイト直下流の本山での日降水量とダム流入量（日流量）のデータを用い，理論解の検証をする。タンクモデルのパラメータの同定には，年間を一応（１，２，１２月），（３－６月），（７，８，９月），（１０－１１月）の４つの解析期間に分割し，それぞれについて，シンプレックス法によるパラメータ同定を１９７８－１９８９年の各年に実施する。得られた平均パラメータを用い，日降水量から日流出量を計算し，図－２に示す。この図から見ると，並列タンク付加モデルは直列３段タンクモデルより適切であることが分かる。また，本山降水量は早明浦ダム流域降水量を代表していないと考え，日降水量の補正係数を導入し，直列３段タンクモデルと並列タンク付加モデルの積率を与える式により，それぞれの平均・分散・歪み係数・自己相関係数を計算し，図－３に示す。比較のため，実測値を併記する。並列タンク付加モデルの積率理論式は直列３段タンクモデルのそれより適切であることがわかる。

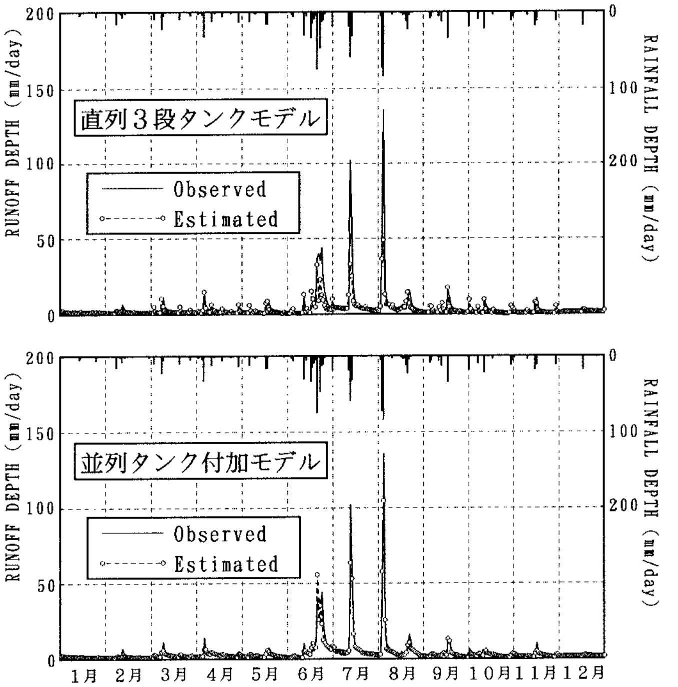
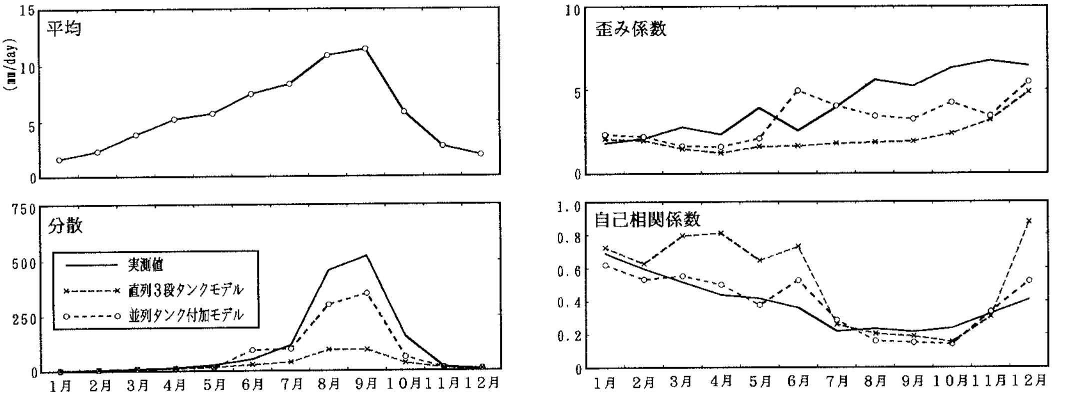


図-２ ハイドログラフ(1978)



図－３　実測値と理論値の比較

5．あとがき

台風期以外ではほぼ適当な結果を得た。今後，日降水時系列の自己相関性を考慮し，一雨単位での理論解の改良を行う予定である。

参考文献

１）岳 生,端野道夫,名倉陽子：フィルタード・ポイントによる日流出量の確率応答,水工学論文集，第39巻，pp.49-54，1995年2月