

京都大学工学部 正員 宝 馨・高棹琢馬

1. 目的： 木村の貯留関数法¹⁾が洪水流出モデルとして広く用いられている我が国の現状に鑑み、

【1】誤差なしの降雨・流出データを用いて、貯留関数法の洪水ごとのパラメタ変動特性を検討する；

【2】この検討に基づき、実測の流出データを用いないモデル同定・検証の一方方法を提示する。

2. 方法：（〔 〕内は、本報の適用例の場合を示す）①対象流域〔図1，同一の矩形斜面を各河道区分の両側に有する〕を分布モデル〔高棹・椎葉²⁾〕でモデル化する。②想定降雨〔継続時間 50 hrの三角形降雨で、ピーク位置（前半，後半，中央）と総降雨量（300 mm，150 mm）の組合せ6通り〕とそれを入力して得られる流域末端からの直接流出〔100 hr まで計算〕を誤差なしデータとする。③この入出力データを用いて最適化手法によりパラメタを決定する。〔ただし、 $f_1 \approx 0.5$ と固定し、 K ， P ， T_L ， R_{sa} を最適化する。目的関数はデータと計算値の誤差二乗和とする。〕④流域条件・降雨条件とパラメタ値との関連を調べる〔図2〕。⑤データを3洪水分，6洪水分一括して同定する。⑥種々のパタンの降雨〔図3，実測データから数個抽出〕と、それを流域（分布モデル）に入力して得られる洪水を予測（検証）用のデータとする。⑦同定した各モデルと⑥の降雨を用いて予測計算を行う。⑧同定・予測の結果を整理し〔表1〕，各モデルの予測性能を調べる。

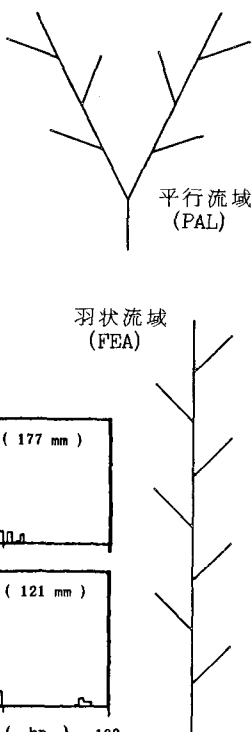
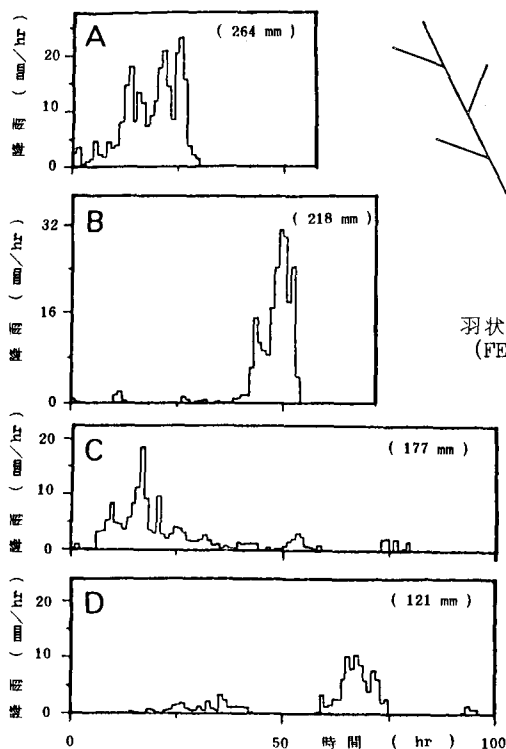
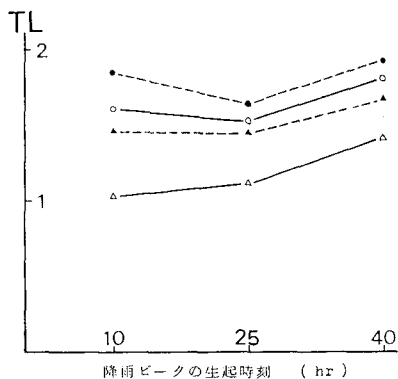
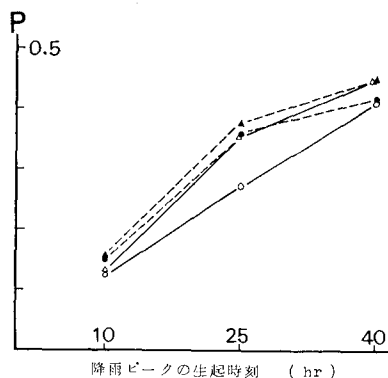
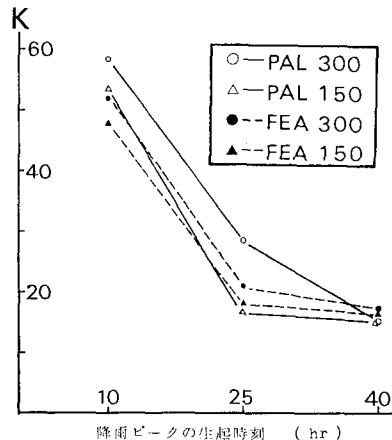


図3 検証用降雨

図1

図2 パラメタの変動

3. 結果と考察： 【1】図2（PAL300 は、平行流域で総雨量 300 mm の場合を示す）から――各パラメタの変動は、図1程度の流域形状の差異よりも降雨条件への依存度が高い。すなわち、洪水ごとにパラメタ値が大きく変動する。T_Lの値は比較的安定しているが、降雨ピークが遅い程、Pは大きくなり、Kは小さくなる。総雨量の大小によるパラメタ変動は、羽状流域より平行流域の方が大きい。

【2】表2（予測用洪水PAは、平行流域に図3Aの降雨を入力したもの）から――後半ピーク型の300 mm 降雨を想定して同定されたモデル（P02, F02）の予測結果が優れている。300 mm 降雨による三洪水一括同定（P30, F30）、六洪水一括同定（P66, F66）の場合、降雨Cの洪水（PC, FC）の予測精度は良い。P04, F04はそれぞれP01～03, F01～03のパラメタ値を平均したモデルであり、小洪水PD, FDに適合する。150 mm降雨を用いたモデル（P～14, F11～14）は、予測性能が劣る。結局、一洪水ごとに同定したパラメタを平均したり、数洪水を一括同定したりしても、得られたモデルの予測性能は良くない。貯留関数法の場合、後半ピーク型の大降雨を想定して同定すれば充分である。

4. 結論： 同一初期条件・流域条件無変化・誤差なし観測の想定のもとで、貯留関数法のパラメタ値の変動特性を定性的に明らかにした。この変動は洪水予測には甚だ不都合である。それにもかかわらず貯留関数法が全国各地で利用されていること、直ちにこれに替わる集中型の流出モデルがないことから、その同定・検証の方法を新たに提示した。当該流域を分布モデルによって精度よく記述することが前提となるが、それさえできれば、この方法は、実測データの無い流域や他のモデルの場合にも適用可能となる。

【参考】1）木村：土木技術資料，3-12～4-7。2）高棹・椎葉：第26回水理講演会論文集，1982。

表 1 同定および予測の結果

	同 定 方 法			一 洪 水 ご と に 同 定								三 洪 水 一 括 同 定			六 洪 水 一 括 同 定
	用いた降雨			前30	後30	中30	01～03 の平均	前15	後15	中15	11～13 の平均	前30 後30 中30	前15 後15 中15	30と31 の平均	
平 行 流 域	モ デ ル 名			P01	P02	P03	P04	P11	P12	P13	P14	P30	P31	P34	P66
	同 定	最適化 された パラメ タ	K	58.2	15.2	28.4	33.9	53.1	15.1	16.9	28.4	19.1	15.9	17.5	15.0
			P	0.123	0.411	0.270	0.268	0.132	0.451	0.363	0.315	0.316	0.377	0.347	0.333
			TL	1.62	1.81	1.54	1.66	1.04	1.42	1.13	1.20	1.96	1.53	1.74	2.14
			RSA	5.60	42.7	19.7	22.6	3.25	47.0	49.6	33.3	36.1	45.8	41.0	45.4
	平均二乗誤差 ×100			0.541	1.75	1.92		0.958	0.945	0.996		2.58	1.47		2.26
	予 測	各洪水 での 平均二 乗誤差	PA	1.47	0.287	0.874	0.597	4.71	0.718	2.15	1.35	0.511	0.814	0.529	0.392
			PB	1.57	0.249	0.722	0.324	6.04	0.485	2.59	0.946	0.615	0.812	0.522	0.530
			PC	0.287	0.151	0.229	0.331	1.12	0.304	0.481	0.447	0.141	0.231	0.162	0.111
			PD	0.134	0.200	0.261	0.118	0.461	0.179	0.372	0.174	0.335	0.290	0.302	0.292
羽 状 流 域	モ デ ル 名			F01	F02	F03	F04	F11	F12	F13	F14	F30	F31	F34	F66
	同 定	最適化 された パラメ タ	K	51.9	17.2	20.8	30.0	47.8	16.6	18.1	27.5	27.0	17.5	22.3	15.7
			P	0.150	0.417	0.359	0.309	0.152	0.450	0.375	0.326	0.270	0.381	0.323	0.405
			TL	1.86	1.93	1.65	1.81	1.48	1.68	1.47	1.54	2.22	1.80	2.01	1.75
			RSA	6.89	39.9	38.1	28.3	9.09	45.4	47.2	33.9	21.4	44.1	32.7	49.0
	平均二乗誤差 ×100			0.473	1.36	1.21		0.690	0.688	0.891		2.16	1.28		2.71
	予 測	各洪水 での 平均二 乗誤差	FA	1.32	0.315	0.610	0.447	2.15	0.363	0.972	0.641	0.432	0.544	0.572	0.554
			FB	1.71	0.321	0.620	0.337	3.66	0.330	1.49	0.547	0.394	0.659	0.565	0.675
			FC	0.263	0.134	0.172	0.231	0.487	0.187	0.225	0.241	0.102	0.154	0.146	0.164
			FD	0.124	0.193	0.264	0.101	0.262	0.149	0.280	0.135	0.222	0.247	0.281	0.220