

長短期流出 兩用貯溜 탱크 모델의 開發에 관한 研究 (II)

Studies on the Development of Storage Tank Model for both Long and Short Terms Runoff (II)

李 淳 赫* · 朴 明 根**
Lee, Soon Hyuk · Park, Myeong Keun

Summary

The main objective of this study is to examine the adaptability for the large watershed of the storage tank model which can be applied for the analysis of both long and short terms runoff developed on the basis of hydrologic data for a small mountaineous watershed. The results obtained in this study are summarized as follows ;

1. Areal rainfalls of the Dae Chong watershed were calculated by Thiessen method composed of 9 Thiessen networks.

2. Optimal parameters for two types, Model A and Model B of tank models were derived through calibration procedure by standardized Powell method.

3. Monthly simulated flows of Model B are seemed to be closer to the monthly observed than those of Model A during calibration period in the long terms runoff.

4. Relative errors for the simulated flood flows of Model B were apperaed as lower percentage to the observed than those of Model A during calibration period in the short terms runoff.

5. Daily simulated hydrographs of Model B are seemed to be closer to the daily observed than those of Model A during verification period in the long terms runoff.

Significance of Model B was highly acknowledged in comparison with Model A in the correlation analysis between annual observed and annual simulated runoff.

6. Reproducibility of simulated flows for Model B is generally seemed to be better than that of Model A during calibration period in the short terms runoff.

7. It can be concluded that reproducibility of Model B is superior to that of Model A in the long and short terms runoff even a large watershed like the result of the small one.

* 忠北大學校 農科大學

** 忠北大學校 大學院

키워드 : 長短期 流出 Tank 模型, Powell法, Parameter 補正, 模擬發生, 模型檢定

8. It was verified that adaptability for the large watershed of Model B is superior to that of Model A between the two models which were developed by a small watershed characteristics for both long and short terms runoff.

9. Further study for getting a suitable tank model is desirable to be established by the decision, calibration method of initial parameters of tank model and by additional application of another watershed with different watersheds and meteorological characteristics.

I. 緒 論

洪水와 長期流出을 同時에 解析할 수 있는 一組의 直列形 Tank 模型을 開發하고 이의 再現性 精度를 提高 시키므로서 지금까지 洪水 및 長期流出을 分離하여 解析해온 Tank 模型의 不確實性과 不便함을 除去함은 매우 重要한 일이다. 이에 本 研究의 第2報에서는 第1報에서 發表된 바와 같이 小流域에서의 水文資料를 基本으로 하여 開發된 洪水流出 및 長期流出 貯溜 Tank 模型을 流域特性 및 氣象特性이 다른 中, 大流域의 洪水 및 長期流出 解析에 適用하므로서 Tank 模型의 파라메타 誘導와 함께 補正 및 檢定期間 동안의 模擬 發生值의 實測值에 대한 接近度를 比較 分析 하므로서 開發된 模型의 適應度를 考察하고자 한다.

本 研究를 遂行함에 있어서 分析對象流域인 大清댐 流域의 水文資料 調查 및 蒐集에 많은 協助를 아끼지 않은신 大清댐 管理事務所 李英世 課長께 深甚한 謝意를 드리는 바입니다.

II. 長短期 流出 兩用 貯溜 Tank 模型의 開發

1. Tank 模型의 構造

本 研究의 第1報에서 言及된 바와 같이 表面流出, 中間流出 및 地下水流出을 包容할 수 있으며 未知 파라메타 數를 14個로 設定하면서 模擬 發生의 正確性과 低水時의 再現性을 높이기 위한 3段型 Tank 模型인 Model A와 Model B의 2개 模型을 構想하였고 Model A는 第1段 Tank

下部의 浸透孔을 表面으로부터 突起시켰으며 Model B는 突起部가 없어 第2段 Tank로의 供給量의 差異를 均등히 構造上 다른점이며 두 模型에서 第1段 Tank는 上下段으로 나누어져 各各 表面流出과 中間流出을 포용하고 第2段과 第3段 Tank는 地下流出에 相應하는 模型으로 주어졌다. 여기에서 第1段 Tank의 浸透孔을 고려함은 洪水時의 再現性을 向上시키고 地下流出을 2段으로 함은 低水時의 再現性을 고려한 構造이다.

2. Tank 模型의 流出 計算

流出成分, Q와 下段 Tank로의 供給強度, g는 貯水量이 流出孔의 높이, Z를 超過時에만 流出되는 것으로 다음의 式들로 부터 구한다.

$$Q_1 = a_1(S_1 - Z_1)^{5/3} \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_2 = a_2 S_1 \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_3 = a_3(S_2 - Z_3) \dots\dots\dots(3)$$

$$Q_4 = a_4 S_3 \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_5 = a_5 S_4 \dots\dots\dots(5)$$

$$g_1 = b_2(S_2 - Z_3) \text{ (Model A)} \dots\dots\dots(6)$$

$$g_1 = b_2 S_2 \text{ (Model B)} \dots\dots\dots(7)$$

$$g_2 = b_3 S_3 \dots\dots\dots(8)$$

여기에서

$S_1 \sim S_4$: 貯水量,

Q_1 : 表面流出,

Q_2 : 신속한 中間流出,

Q_3 : 지연 中間流出

Q_4, Q_5 : 地下 流出

g_1, g_2 : 下段 탱크로의 供給強度

$a_1 \sim a_5, b_2 \sim b_3, z_1 \sim z_3$: 파라메타

또한 蒸發散의 計算은 第1報의 式(14)에 의해 計算되었다. 또한 流出解析에 있어서 降雨量이나 $S_1 > 0$ 의 경우에는 時間單位는 1時間으로 하고 降雨가 없거나 $S_1 = 0$ 인 경우의 時間單位는 24時間으로 한다. 또한 流出計算을 위한 計算開始日에 대한 탱크의 初期水深 및 初期積雪量은 다음의 方法으로 구한다.

가. 탱크의 初期水深의 推定

1) 本 分析에 使用된 大清潭 流域은 1983年 1月 1日을 基準으로 이들에 관한 初期水深을 適當한 値로 假定하고 雨量과 蒸發散量을 利用하여 流出 計算을 하여 1984年 12月 31日의 水深을 구한다.

2) 구한 大清潭 流域의 1984年 12月 31日의 水深을 各各 1983年 1月 1日의 初期水深으로 假定해서 1)과 같은 方法으로 流出計算을 行한다.

3) 이와같은 計算을 3~4회 反復하여 一定値로 수렴하게 한 후 이값을 1983年 1月 1日의 初期水深으로 最終決定한다.

나. 流出 탱크 模型의 補正 및 프로그램의 構成

長, 短期 流出 탱크 模型의 14個 未知파라메타

補正을 위한 制約條件과 模型開發을 위한 프로그램은 各各 第1報의 式(15)~式(16)과 Fig. 3 및 Table-1과 같다.

III. 長期流出 탱크 模型의 適用 結果 및 考察

1. 對象流域特性

本 大清潭 流域은 錦江水系의 하나로 河口로부터 150km 地點에, 大田直轄市로 부터는 北東方 16km 地點, 그리고 清州市로 부터는 南方 16km 地點의 北緯 $35^{\circ}37'30'' \sim 36^{\circ}33'40''$, 東經 $127^{\circ}19' \sim 128^{\circ}13'40''$ 에 位置하고 있으며 流域概況圖는 Fig. 1과 같다.

本 流域의 流域特性은 Table-1에서 보는바와 같이 流域面積 4134km^2 , 主河川長 25.45km, 流域平均傾斜 1.184m/km, 形狀係數 0.0638 및 水系密度 0.814이며 流域의 標高範圍는 70~1614 m로서 格子点法에 의해 구한 流域의 平均標高는 353m이다.

本 流域의 地形은 一般으로 山地面積이 넓고 山間部의 基盤岩은 火成岩과 變成岩으로 되어 있으며 土壤은 排水가 良好한 殖壤土 내지는 砂壤土로 되어 있고 山地는 表土가 얇고 植生狀態가 좋지 않기 때문에 山地保濕能이 떨어진 다. 人工植木 이전의 自然森林 狀態는 소나무와 같은 針葉樹와 참나무, 밤나무類의 闊葉樹 등으로 되어있고 現在 流域內의 森林은 主로 自

Table-1. Physical characteristics of Dae Chong watershed

Characteristics	Values
Area(km ²)	4134
Length of main stream(km)	254.5
Average basin width(km)	16.24
Mean slope of watershed(m/km)	1.184
Shape factor	0.0638
Lowest and highest elevation(m)	70~1614
Mean elevation of watershed(m)	353
Stream density	0.184

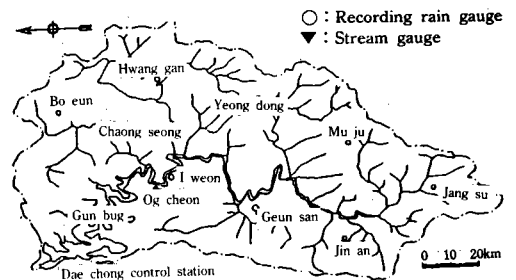


Fig. 1. Topographic map of Dae Chong watershed

생된 어린 나무와 人工植林으로 되어 있으며 森林의 主種은 리기다와 落葉松과 같은 針葉樹와 아카시아, 오리나무 및 포푸라 같은 落葉性 闊葉樹 等이다.^{12,13)}

2. 水文資料 및 解析方法

가. 降雨量 및 流出量

本 流域의 時 및 日 降雨量은 流域內 9個所에 設置된 遠隔 自己降雨計에 의해 測定되었으며 流出量 計算은 댐의 貯水位 變化와 테인타게이트 및 發電用水 그리고 生工用水를 위한 放出量으로 부터 구해지는 時 및 日 平均流出量을 使用한다.

나. 日 平均氣溫

日 平均氣溫은 日 蒸發散量의 計算을 위해 必要한 資料로서 現地에서 測定된 平均氣溫이 없어 現地의 氣溫變化 樣相과 類似한 大田댐에서 16 km 떨어져 있고 海拔高 77.1m 되는 大田測候所의 日 平均氣溫 資料를 使用한다.

다. 流域 平均降雨量

流域 平均降雨量 算定을 위해 9個의 Thiessen 網으로 分割하였으며 이들의 Thiessen 網과 Thiessen 面積比는 各各 Fig. 2 및 Table-2와 같다. 여기에서 降雨計測은 Telemetering system에 의해 測定된 것으로 信憑性 있는 流域 平均降雨量의 算定이 可能하였다.^{13,14)}

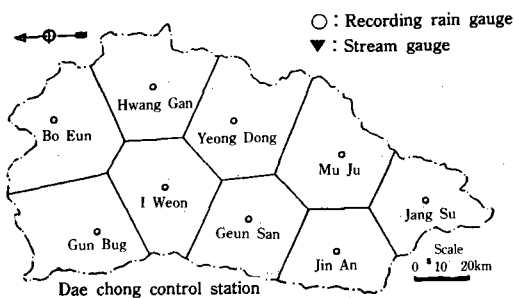


Fig. 2. Thiessen network for average rainfall at Dae Chong watershed

라. 積雪 融雪 및 蒸發散量의 散定

積雪 融雪解析은 第1報에서와 같이 菅原^{9,10)}의

Table-2. Thiessen areal ratio for average rainfall over area

Observatory	Area(km ²)	Areal ratio
Gun Buk	522.0	0.126
Bo Eun	477.1	0.116
I Won	483.0	0.117
Whang Gan	456.0	0.110
Geun San	455.9	0.110
Yeong Dong	478.0	0.116
Jin An	390.1	0.094
Mu Ju	486.7	0.118
Jang Su	385.2	0.093
Total	4134	1.000

方法을 使用하여 구하였으며 여기에서 積雪量 推定을 위한 日 平均氣溫은 標高差에 따른 氣溫 遞減率을 고려하여 本 流域을 2個地帶로 分割하여 分析을 遂行하였다.^{9,10)} 또한 蒸發散量의 推定은 Hamon式에 의해 日 蒸發散量을 구하고 이를 月 單位로 集計해서 月 平均 日 蒸發散量을 구하여 適用한다.

마. 洪水의 選擇

洪水流出解析을 위한 洪水尖頭流量은 0.003~1.5m³/sec/km²에 속하는 14個 洪水를 選擇하여 分析하고 選擇된 洪水에 대해서는 時間降雨量과 時流出量을 사용하여 解析한다.

바. 解析期間

本 流域의 解析期間은 1983年 1月에서 1987年 12月까지의 5個年으로 最適補正期間은 渴水期인 1983年 1月 1日에 시작해서 渴水期로 끝나는 1985年 12月 31日의 3個年으로하고 檢定期間으로서는 1986年 1月에서 1987年 12月 31日의 2年間으로 한다.

3. 模擬發生 結果 및 考察

가. Tank 模型의 適正補正

適正 파라메타의 探索을 위해 Powell의 公액 方法에 의거 補正을 遂行한 結果 最終적으로 구해진 Model A 및 Model B의 파라메타를 圖

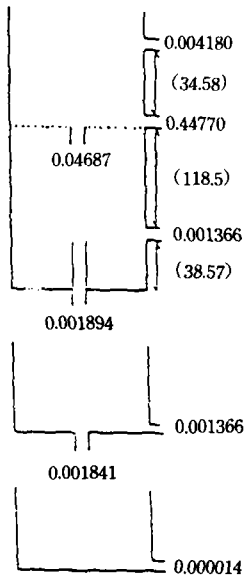


Fig. 3. Optimum parameters of Model A at Dae Chong watershed

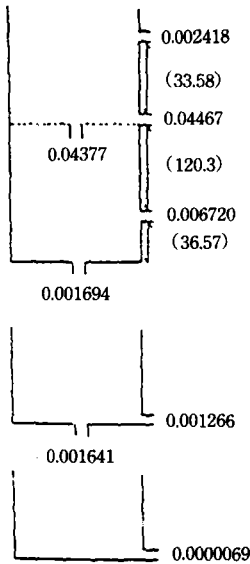


Fig. 4. Optimum parameters of Model B at Dae Chong watershed

示하면 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

나. 長期流出

大清댐 流域의 模型別 補正期間 동안의 年間

總實測値와 模擬發生値의 結果를 보면 Model A가 1983年~1985년에 걸쳐 各各 23.39%, 4.27% 및 4.11%이고 Model B가 各各 2.78%, 13.47% 및 10.27%의 誤差로서 Model B가 Model A에 비해 1983년에는 훨씬 작은 誤差를 나타낸 反面 1984年과 1985年은 多少 높은 誤差를 나타내고 있다. 그러나 年間總流出量의 比較는 持續期間別 水文曲線形의 近接度를 評價할 수 없으므로 이에 接近하기 위한 試圖의 一環으로 月平均相對誤差를 살펴본 結果 Model A는 1983年~1985年에 各各 45.4%, 66.8% 및 25.87%이고 Model B는 各各 25.47%, 20.47% 및 19.39%로서 Model B가 Model A보다 훨씬 낮은 誤差로서 都尺流域의 結果와 같은 樣相이 나타났다. 이상의 結果에서 1985年을 例로 들면 Table-3과 같고 이를 圖示하면 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다.

Fig. 5 및 Fig. 6에서 보는바와 같이 Model

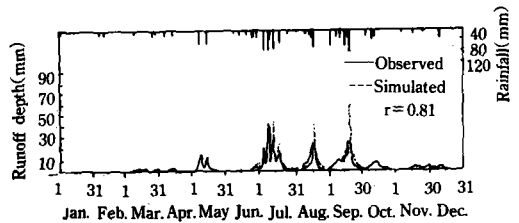


Fig. 5. Comparison between observed and simulated daily runoff depth for the calibration period at Dae Chong watershed in 1985 (Model A)

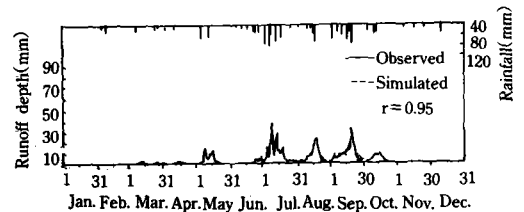


Fig. 6. Comparison between observed and simulated daily runoff depth for the calibration period at Dae Chong watershed in 1985 (Model B)

Table-3. Monthly summary and simulation errors for calibration of Model A and Model B at Dae Chong watershed

Year & Models	Month	Rainfall (mm)	E T (mm)	Observed runoff(mm)	Simulated runoff(mm)	Relative error(%)	Mean R.e.(%)
1985 Model A	1	14.1	3.1	7.9	16.0	102.3	25.87
	2	36.9	4.8	11.4	14.7	28.95	
	3	58.7	10.4	38.7	20.2	47.80	
	4	50.5	23.4	32.9	29.6	10.03	
	5	138.2	50.2	94.0	104.6	11.28	
	6	111.4	47.4	32.7	40.5	23.85	
	7	355.1	31.8	289.3	332.2	14.83	
	8	200.5	51.6	188.1	162.7	13.50	
	9	357.3	24.8	274.2	315.2	14.95	
	10	108.3	21.3	94.2	89.6	4.88	
	11	70.0	5.8	44.1	33.9	23.12	
	12	30.8	2.4	33.4	28.5	14.67	
Total		1531.7	277.0	1140.9	1187.8	4.11	
1985 Model B	1	14.1	5.2	7.9	10.4	31.64	19.39
	2	36.9	4.8	11.4	10.2	10.52	
	3	58.7	10.4	38.7	21.0	45.73	
	4	50.5	23.6	32.9	24.5	24.53	
	5	138.2	50.3	94.0	85.5	9.04	
	6	111.4	47.4	32.7	35.7	9.17	
	7	355.1	31.9	289.3	284.6	1.62	
	8	200.5	51.7	188.1	141.5	24.77	
	9	357.3	24.8	274.2	268.5	2.07	
	10	108.3	21.5	94.2	84.0	10.82	
	11	70.0	5.8	44.1	26.2	40.58	
	12	30.8	2.5	33.4	26.3	21.25	
Total		1531.7	279.8	1140.9	1018.5	10.72	

B의 實測 Hydrograph와 模擬發生된 Hydrograph간의 近接度가 Model A의 것보다 훨씬 좋게 나타나고 있음을 實證적으로 보여주고 있다.

또한 年間實測流出深과 模擬發生流出深간의 相關關係를 分析한 結果 Model A는 1983年~1985년에 걸쳐 各各 $r=0.72$, $r=0.74$ 및 $r=0.81$ 인 反面 Model B는 各各 $r=0.93$, $r=0.97$ 및 $r=0.95$ 로서 Model B가 Model A보다 훨씬 높은 相關성을 나타내고 있다.

다. 洪水流出

補正期間동안의 8個 洪水實測値와 模擬發生値間的 $300\text{m}^3/\text{sec}$ 以上の 流出量에 관한 相對誤差를 보면 Table-4에서 보는 바와 같이 Model A는 5.53~79.53%이며 Model B는 5.07~41.29%로 Model B가 Model A보다 一般的으로 낮은 誤差範圍를 나타내고 있다. 이에대한 Model A와 Model B의 模擬發生値를 實測値와 比較한 標本例는 Fig. 7과 같다.

Table-4. Simulation errors for flood runoff of calibration in Model A and Model B at Dae Chong watershed

Flood data	Peak Discharge	Relative error(%)	
		Model A	Model B
1983. 8. 23.	340	5.53	5.07
1984. 6. 6.	450	41.03	41.24
1984. 7. 4.	2980	64.34	40.86
1984. 9. 1.	3840	79.53	37.00
1985. 5. 4.	890	23.32	30.52
1985. 5. 13.	690	21.39	27.28
1985. 7. 3.	3027	48.26	38.04
1985. 7. 17.	1020	45.14	41.29

Relative error was evaluated by over 300m³/sec in discharge.

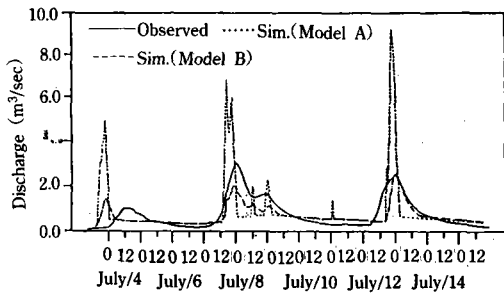


Fig. 7. Comparison between observed and simulated flood discharge occurred from July 3, 1985 at Dae Chong watershed

IV. 流出 탱크 모델의 檢定 結果 및 考察

1. 長期流出

檢定期間으로서는 1986年~1987年の 2年間으로 하였으며 Model A와 Model B의 模型에 따른 月別觀測值와 模擬發生值間의 結果는 1986年을 標本例로 할때 Table-5와 같고 이에관한 實測日流出深과 模擬發生日流出深을 圖示한 結果는 Fig. 8 및 Fig. 9와 같다.

模型別 年間總實測值와 模擬發生值의 結果를 比較하면 Model A는 1986年과 1987年에 各各

0.71% 및 11.44%이고 Model B가 1986年과 1987年에 各各 16.12% 및 22.11%로서 Model A가 Model B보다 낮은 誤差를 보여주고 있다. 그러나 實際 觀心事인 月別實測值 및 月別模擬發生值들에 의한 水文曲線型의 近接度에 관한 比較尺度의 하나인 月平均相對誤差는 Model A가 1986年과 1987年에 各各 23.60% 및 24.02%이고 Model B는 各各 20.64% 및 25.86%의 誤差로서 거의 類似한 結果를 가져왔으나 Fig. 8 및 Fig. 9에서 보는 바와 같이 日流出水文曲線 形態에서 보면 Model B가 Model A보다 實測水文曲線에 더욱 接近되는 樣相을 보이고 있으며 또한 이에 관한 年間實測流出深과 模擬發生流出深間의 相關分析을 시행한 結果 Model A는 1986年과 1987年에 各各 $r=0.70$, $r=0.84$ 이고 Model B는 各各 $r=0.86$, $r=0.96$ 으로서 Model B가 Model A보다 높은 相關性을 나타내고 있음을 實證해 주고 있다.

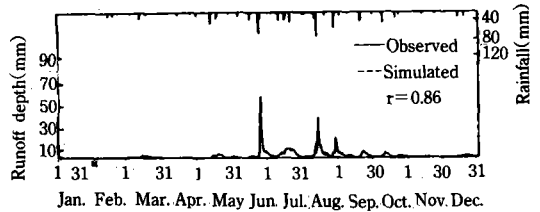


Fig. 8. Comparison between observed and simulated daily runoff depth for the verification period at Dae Chong watershed in 1986 (Model A)

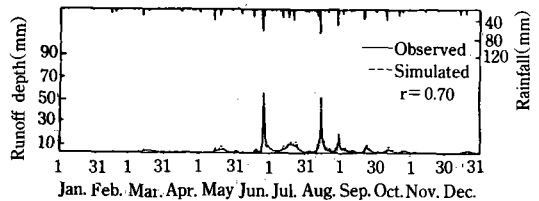


Fig. 9. Comparison between observed and simulated daily runoff depth for the verification period at Dae Chong watershed in 1986 (Model B)

Table-5. Monthly summary and simulation errors for verification in Model A and Model B at Dae Chong watershed

Year & Model	Month	Rainfall (mm)	E T (mm)	Observed runoff(mm)	Simulated runoff(mm)	Relative error(%)	Mean R.e.(%)
1986 Model A	1	17.2	2.1	20.5	16.8	18.05	23.60
	2	19.8	8.1	11.8	15.2	28.81	
	3	47.4	16.0	100.8	35.7	64.58	
	4	29.1	37.4	17.0	11.9	30.00	
	5	116.8	56.6	41.4	52.5	26.81	
	6	212.0	64.0	126.9	135.5	6.78	
	7	179.1	44.4	120.1	147.0	22.40	
	8	245.5	48.3	165.2	179.9	8.90	
	9	92.7	47.5	66.5	71.4	7.37	
	10	95.3	25.4	51.1	61.6	20.55	
	11	23.5	17.4	22.3	13.8	38.12	
	12	92.7	7.2	30.5	27.2	10.82	
Total		1171.0	374.4	774.1	768.6	0.71	
1986 Model B	1	17.2	5.4	20.5	13.8	33.65	20.64
	2	19.8	2.8	11.8	8.5	27.96	
	3	47.4	16.0	100.8	30.7	69.54	
	4	29.1	37.4	17.0	12.2	28.23	
	5	116.8	56.7	41.4	43.9	6.03	
	6	212.0	66.3	126.9	108.0	14.89	
	7	179.1	44.4	120.1	128.5	6.99	
	8	245.4	48.9	165.2	148.7	9.98	
	9	92.7	47.4	66.5	65.6	1.35	
	10	95.3	25.5	51.1	49.0	4.10	
	11	23.5	17.5	22.3	18.4	17.48	
	12	92.7	7.4	30.5	22.1	27.54	
Total		1171.0	375.8	774.1	649.3	16.12	

2. 洪水流出

大清담 流域의 洪水流出에 관한 檢定은 1986 年과 1987年의 6個 洪水事象에 關해 模型別로 遂行되었으며 實測値와 模擬發生値間의 300m³/sec 以上の 洪水流出量에 關한 模擬發生誤差는 Table-6에서 보는바와 같이 Model A는 40.36~83.59% 이고 Model B는 27.18~41.57%의 誤差로서 Model B가 Model A보다 一般的으로 나은 再現性을 보여주고 있다. Model A와 Model B의 洪水時 再現性을 標本例로서 比較한 結果는 Fig. 10과 같다.

Table-6. Simulation errors for flood runoff of verification in Model A and B at Dae Chong watershed

Flood data	Peak Discharge	Relative error(%)	
		Model A	Model B
1986. 6. 23.	3740	45.14	41.29
1986. 8. 13.	2780	83.59	31.37
1986. 8. 28.	1120	41.26	40.43
1987. 6. 7.	845	40.36	41.57
1987. 7. 21.	4360	50.15	27.18
1987. 8. 28.	5900	78.02	37.15

Relative error was evaluated by over 300m³/sec in discharge.

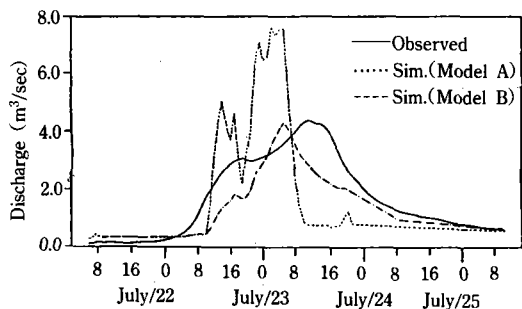


Fig. 10. Comparison between observed and simulated flood discharge occurred from July. 21, 1987 at Dae Chong watershed

V. 結果 및 摘要

本 研究에서는 第1報에서 小流域의 水文特性을 基本으로하여 開發된 長短期流出 同時推定이 可能한 貯溜形 Tank 模型을 中大型 流域에 適用試圖해 보므로서, 이의 實用性 與否를 考察하고자한 것으로서 여기에서 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 流域平均降雨量은 9個의 티센망에 의한 티센법으로 算定하였다.

2. Model A와 Model B의 適正 파라메타를 Powell法에 의해 誘導하였다.

3. 補正期間 동안의 長期流出에 대한 Model A와 Model B의 月別觀測値와 月別模擬發生値間의 結果를 보면 Model B가 Model A보다 一般적으로 낮은 誤差로서 좋은 結果를 나타내고 있다.

4. 補正期間 동안의 洪水流出에 있어서 Model A와 Model B의 洪水實測値에 대한 模擬發生値間의 相對誤差를 比較한 結果 Model B가 Model A보다 낮은 誤差를 보여주고 있다.

5. 檢定期間 동안의 長期流出에 있어서 Model A와 Model B의 模擬發生 日流出水文曲線을 比較해보면 Model B가 Model A보다 實測水文曲線에 더욱 接近되는 樣相을 보이고 있으며 年間實測流出深과 年間模擬發生値間의 相關分析

을 시행한 結果 Model B가 Model A보다 높은 相關性을 나타내고 있다.

6. 檢定期間 동안의 洪水流出에 있어서 實測 洪水量에 대한 模擬發生値의 相對誤差를 보면 Model B가 Model A보다 낮은 誤差로서 再現性이 좋은 것으로 나타났다.

7. 模型別 長期 및 洪水流出의 再現性 結果를 綜合해 보면 第1報의 小流域의 結果와 마찬가지로 中大流域에서도 Model B가 Model A보다 나은 再現性을 나타내고 있다.

8. 以上の 結果로 보아 小流域을 對象으로 하여 開發된 Tank 模型 중 Model B가 Model A에 비해 中大流域에서도 더욱 適用 可能性이 높음을 確認할 수 있었다.

9. 앞으로 流域 特性과 氣象特性이 다른 余他 流域의 追加的 適用과 初期파라메타의 決定 및 補正方法의 改善 및 補完으로서 適正模型의 追求에 관한 繼續研究가 바람직 하다고 사료된다.

本 論文은 '88~'90年度 韓國科學財團의 研究費 支援(과제번호 881-1501-008-2)에 의하여 遂行된 것임

參 考 文 獻

1. Chow, V. T. 1964, Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Co., 9-1, 14-2, 14-34, 18-1, 18-26.
2. Kadoya, M. and H. Tanakamaru, 1988. Flood runoff forecasting with long and short terms runoff model, 6th Congress of Asia and Pacific Regional Division, Int. Asso. for Hydraulic Research, Kyoto, Japan, pp.183-190.
3. 權純國, 高德九, 1988, 山地 小流域의 洪水流出 豫測을 위한 模擬發生水文模型의 開發, 韓國農工學會誌 第30卷 第3號, pp.58-68.
4. 李淳赫, 角屋睦, 田中丸治哉, 1988, The modification of uncertain stage discharge curves,

- 第32回 日本土木學會 水理講演會 論文集, pp. 371-375.
5. 永井明博, 1983, 流出 モデルの 最適同定法 とその 應用に 關する 研究, 博士學位論文.
 6. 永井明博, 角屋睦, 1979, 流出モデル定數の 最適化手法, 京都大學防災研究所年報 第22 號.
 7. _____, 1985, 大迫ダム 流域への 長短期流 出兩用 モデルの 適用と 洪水豫測, 第40回 日本土木年講 第23部, pp.41-44.
 8. 農水産部, 農業振興公社, 1986, 流出量 推定 電算模型 開發(II), 서울大 農大附屬 農業開 發研究所.
 9. 菅原正巳, 1973, 流出解析法, 水文學 講座, pp. 25-172.
 10. _____, 1978, 續・流出解析法, 水文學 講座, 共立出版, pp.55-143.
 11. Schulz, E. F. V. A. Koelzer, and Mahmood, Knalid, 1973, Floods and Droughts, W. R. P. Fort Collins Co., pp.187-288.
 12. 産業基地開發公社, 1986, 大淸多目的댐 貯水 池 運營方案 研究 報告書.
 13. _____, 1986, 1987, 大淸多目的댐 管理年報.
 14. 韓國水資源公社, 1988, 大淸多目的댐 管理年 報.
 15. Yevjevich, V., W. A. Hall, and J. D. Salas, 1978, Drought Research Needs, W. R. P. Fort Collins, Co., pp.1-58.

(接受日字：1991. 1. 26)