

# 灌既用貯水池의 日別 流入量과 放流量의 模擬發生 (Ⅲ)

-貯水池 模擬操作 模型의 應用-

## Simulating Daily Inflow and Release Rates for Irrigation Reservoirs(Ⅲ)

- Model Application to Daily Reservoir Operations -

金 顯 榮\* · 朴 承 禹\*\*  
Kim, Hyun Young · Park, Seung Woo

### Summary

This study refers to the development of a hydrologic model simulating daily inflow and release rates for irrigation reservoirs. A daily-based model is needed for adequate operation of an irrigation reservoir sufficing the water demand for paddy fields which is closely related to meteorological conditions.

And the objective of this study is to develop a Daily Irrigation Reservoir Operation Model(DIROM) combining the inflow and the release models which depicts the daily water level fluctuations of an irrigation reservoir, and to evaluate the applicability of the model.

DIROM was applied to four reservoirs and daily water levels were simulated and compared to the observed data. The model behaviour was also compared with that of a ten-day based model, Reservoir Operation Study(ROS) which has been applied for determining the design capacity of reservoirs.

Various combinations of measured and simulated inflow and release rates for tested reservoirs were used to define the daily water level fluctuations. Simulated release rates and measured inflow data resulted in larger errors, and simulated inflow and release rates produced the smallest errors in water level comparison.

Two reservoir operation models, DIROM and ROS were applied to the same reservoir and the simulation results compared. The computational errors of DIROM were smaller than those of ROS, and DIROM was more sensitive to meteorological conditions. DIROM demonstrated its potential applicability in water management and operation.

---

\*農業振興公社 새만금事業團  
\*\*서울대학교 農科大學

## I. 緒 論

本論文은 第 I, II編에서 紹介한 本學會誌 第 30卷 第 1 및 2號 日別 流入量과 放流量 模型을 利用하여 貯水池를 日別로 模擬操作하는 模型의 應用에 關한 것이다.

貯水池의 模擬操作은 流入 流出水量의 時間的인 變化에 따라 물 收支를 計算하고 貯水池 水位 또는 貯水量의 變化를 추적하는 것이다.<sup>18), 21)</sup>

貯水池를 模擬操作하는 目的은 貯水池 시스템의 最適化<sup>11), 19)</sup>에 있다. 예를들면 計劃容量의 決定,<sup>11), 24), 29)</sup> 多目的 貯水池의 容量配分,<sup>7), 9)</sup> 季節別 管理水位<sup>17), 27)</sup> 또는 操作指針<sup>8), 15), 16), 23)</sup> 등에 對한 最適狀態를 도출하기 爲해 模擬操作을 수행하게 된다. 模擬操作의 신뢰성있는 結果를 얻기 爲해서는 最適狀態를 導출하는 數學的 最適化 技法을 重視하는 경향도 있으나 이런 最適化 技法을 적용하기 前에 貯水池 시스템과 關聯하여 入力과 出力의 變化에 민감하게 反應할 수 있는 模擬發生 模型이 우선되 어야 操作本來의 目的을 달성할 수 있을 것이다.<sup>9)</sup> 바꾸어 말하면, 貯水量의 變化가 不正確하게 추정되었을 경우 適切한 最適化 技法을 사용하더라도 所期의 操作目的을 달성할 수 없게 된다. Can 等<sup>2)</sup>(1985)은 流入量과 같은 要素가 不正確하게 推定되었을 경우 模擬操作의 結果는 신뢰성이 급격히 떨어짐을 證명한 바 있다.

模擬操作을 수행함에 있어 몇가지 문제가 되는 것은 操作의 시간간격과 물 收支要素의 종류를 비롯하여 各要素의 模擬發生方法 等を 들 수 있다. 操作의 시간간격과 流入量과 放流量의 模擬發生方法에 對해서는 이미 本論文의 第 I, II編에서 언급한 바와 같다.

貯水池 模擬操作에 사용되는 물 收支要素에는 貯水池의 用途에 따라 사용되는 종류가 여러가지 있을 수 있지만, 대체적으로 貯水量의 변화에 對한 主要 因子로서 地表水 流入量과 통관의 放流量을 들 수 있으며, 그외 貯水池 水面上 降水量, 水面으로부터의 蒸發量, 餘水吐 및 堤防과 지하로 침투되는 水量 등 기타 인자도 생각할 수 있다.<sup>13), 21), 25), 31)</sup> 이중에서 Young 等<sup>30)</sup>(1969), Askew 等<sup>1)</sup>(1971), Jamieson<sup>15), 16)</sup>(1972), Houck<sup>12)</sup>(1982), Yazicigil 等<sup>28)</sup>(1983), Haktanir 等<sup>10)</sup>(1984)과 같이 最適化에 중점을 두고 模擬操作을 行한 研究들은 流入量과 放流量만을 사용하였고, HEC<sup>3)</sup>(1973), SSARR<sup>4)</sup>, HYDROSS<sup>25)</sup>(1985) Crowe<sup>5)</sup>

(1985) 등의 模型들은 물 收支要素들의 變化에 對한 貯水池 시스템의 反應을 평가하기 爲해 개발되었기 때문에 流入量과 放流量 外에 기타요소도 함께 고려하였다.

其他要素中 水面蒸發量에 對한 연구로서 李等<sup>35)</sup>(1985)은 우리나라의 水面蒸發量의 時空的 變化에 對해 연구한바 있으며 Veihmeyer<sup>26)</sup>(1964)는 蒸發計의 종류에 對한 蒸發係數를 調査 整理한 바 있다. 其他要素中 提體 浸透量과 같은 其他損失量에 對한 연구로서 HYDROSS模型과 Crowe等(1985) 및 우리나라의 경우 農業開發研究所<sup>32)</sup>(1986)의 研究結果가 있다.

以上的 貯水池 물 收支要素의 個別的 模擬發生 模型을 包含하여 模擬操作을 行할 수 있는 模型은 그리 많지 않다. 外國의 경우 主로 最適化의 제약조건 의 일부로서 간단한 流入 流出式이 대부분이며 논 벚를 대상으로 한 경우는 거의 발견할 수 없었다. 이 中에서 SSARR模型,<sup>4)</sup> HYDROSS模型<sup>25)</sup> 및 Haktanir<sup>10)</sup>(1984)의 模型은 流入量이나 貯水池 水位 等を 추적할 수 있는 模型으로서 대부분 月單位 模型이며 SSARR模型과 같은 것은 日單位 模型이기는 하나 貯水池의 流入, 流出 要素는 流入量과 放流量만을 對象으로 하고 있다. 우리나라의 模擬操作 模型은 農業振興公社(1981)에서 개발한 ROS<sup>33)</sup>(Reservoir Operation Study)模型이 있는데 이 模型은 灌溉用 貯水池의 計劃 容量 決定을 爲해서는 模型이 單純하고 편리하게 使用할 수 있으나 棍山式의 流出量과 Blaney & Cridle式의 蒸發散量 公式을 使用하고 있는 旬單位 模型이다.

本 研究의 目的은 第 I, II編에서 開發된 流入量과 放流量 模型을 包含하고 其他 물 收支要素도 고려하여 日別 貯水量을 추적할 수 있는 日單位 模擬操作 模型(Daily Irrigation Reservoir Operation Model: DIROM)을 開發하고 이의 應用性을 檢討하기 爲하여 模型의 舉動을 分析한 後 既存의 旬模型과 比較하는 것이다.

## II. 물 收支 方程式

貯水池에서의 물 收支는 유입 유출 요소에 의해서 다음式(3.1)과 같이 표시할 수 있다.<sup>21), 34)</sup>

$$S_t = S_{t-1} + I_t + P_t + R_t - (R_t + O_t + E_t + G_t + D_t) \dots \dots \dots (3.1)$$

이다. 여기서  $S_{t-1}$  = t-1 日의 貯水量(Storage),

$I_t$  = 流入量(Inflow),  $P_t$  = 水面降水量(Precipitation),  $U_t$  = 地下水 流入量(Underground Inflow),  $R_t$  = 放流量(Release),  $O_t$  = 餘水吐 越流量(Overflow),  $E_t$  = 水面蒸發量(Evaporation),  $G_t$  = 地中浸透量(Percolation),  $D_t$  = 提防 浸透量(Dam Seepage) 等이다.

流入量( $I_t$ )와 放流量( $R_t$ )의 模擬發生에 대해서는 이미 本論文의 I, II編에서 各各 언급한 바와 같다.

地下水 流入量( $U_t$ ), 地中 浸透量( $G_t$ ) 및 提防 浸透量( $D_t$ )은 實測이 거의 불가능한 要素들이다. 특히 地下水 流入은 水文 觀測地點에서 地表水로 測定되거나 그 변화가 月單位 以上이기 때문에 日單位와 같이 매우 短期間의 물 收支에 있어서는 고려의 대상이 되지 않는다.<sup>51, 22)</sup> 또한 地中浸透量은 膜 계획시부터 漏水를 防止할 목적으로 止水壁을 설치하므로 이로 因한 漏水量은 매우 적거나 무시할 수 있다. 따라서 이러한 量은 매우 적거나 短期間의 물 收支에 영향을 미치지 않으나, 복합적인 作用과 貯水池의 규모에 의해 영향을 받을 수 있으며, 式(3.1)의 要素 以外에 樋管 漏水量 등도 생각할 수 있으므로 “其他 損失量”(other loss)의 概念을 도입하여 Black Box로 처리한다. 이에 의해 (3.1)式을 다시 쓰면,

$$S_t = S_{t-1} + I_t + P_t - (R_t + O_t + E_t + L_t) \dots (3.2)$$

이 된다. 여기서  $L_t$  = 其他 損失量이다.

水面上 降水量( $P_t$ ) 및 水面蒸發量( $E_t$ )는 測候所에서 測定한 氣象資料를 利用할 수 있으며 특히 水面蒸發量의 경우 Veihmeyer<sup>26)</sup>(1964)의 Pan 係數(0.7)를 適用하여 推定한다. 또한 其他 損失量( $L_t$ )는 農業開發研究所<sup>32)</sup>의 研究 結果인 2.5 mm/day의 값을 利用하도록 하였다.

### Ⅲ. 日別操作模型의 舉動分析

#### 1. 舉動分析의 區分

貯水池 모의조작에 사용되는 물 수지 要素중 流入量과 放流量 資料의 성질에 따라 다음 4가지 경우에 대하여 저수지 수위 변화를 추적하고 실측 수위에 대한 오차를 分析하였다. 물론 이때 나머지 要素에 대하여는 同一한 조건을 적용하였다.

① Case I : 流入量과 放流量 모두 實測資料인 경우

② Case II : 流入量은 模擬發生, 放流量은 實測資料인 경우

③ Case III : 流入量은 實測資料, 放流量은 模擬發生한 경우

④ Case IV 流入量과 放流量 모두 模擬發生 資料인 경우

Case I은 물 收支 要素의 대부분을 實測資料에 의존하므로써 模擬發生 模型이 가지고 있는 模型 自體의 誤差를 규명할 수 있다. 여기에 적용되는 貯水池는 流入量과 放流量이 實測되고 있는 半月貯水池와 塔亭池이다. Case II는 模擬發生된 流入量의 誤差가 貯水池 水位에 미치는 영향을 검토할 수 있다. 여기에 사용되는 貯水池는 實測 放流量 資料가 있는 半月, 塔亭, 光州 및 長城의 4개 貯水池 모두가 사용된다. Case III에서는 流入量이 實測되고 있는 半月貯水池와 塔亭池에서, 模擬發生된 放流量 資料가 貯水池 水位에 미치는 영향을 分析한다. Case IV는 流入量과 放流量 모두를 模型에 의해 模擬發生 하였을 경우 兩 模型의 誤差가 相殺 또는 上乘되므로써 貯水池 水位에 미치는 영향을 검토한다. 여기에 사용되는 貯水池는 貯水池 水位 資料가 있는 4개 貯水池 모두 해당된다.

#### 2. 貯水池 水位舉動의 考察

Fig. 1. (a)~(d)는 각 貯水池別로 4가지 Case에 대한 貯水池 水位의 舉動을 비교하고 있다. 4개 貯水池 모두 流入量과 放流量을 模擬發生 시켰을 때가 其他 경우보다 實測水位에 접근하고 있음을 볼 수 있다. 특히 半月貯水池와 塔亭池의 경우 流入量을 模擬發生하였을 때가 放流量을 模擬發生하였을 때보다 貯水池는 더 높게 추정되었고, 光州 및 長坂湖의 경우는 거의 同一한 水位 변화를 나타내고 있었다. 후자의 경우 第II編에 放流量 모형의 매개변수 보정에서 본 바와 같이 放流量을 模擬發生하였을 때 實測値와 매우 근접하게 추정되었기 때문이다.

Fig. 1(a)의 半月貯水池의 경우 流入量 또는 放流量을 模擬發生하였을 때(Case II 또는 Case III) 8月初旬에서 다소 큰 誤差를 보여주고 있으며 그의 期間은 實測 水位와 잘 符合하고 있음을 볼 수 있다. 그 이유는 Case II의 경우 半月 #8 流域內(半月貯水池 流域의 一部) 또다른 貯水池가 설치되어 그동안 流域의 特性이 多少 변경된 점외에 本 流入量 模型이 日單位 模型으로 인해 洪水時 침투 流出을 잘 표현하지 못한 것으로 풀이된다.

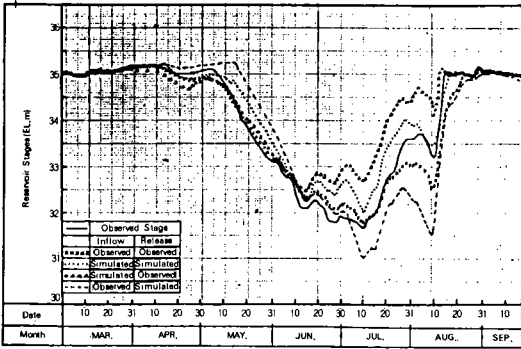


Fig. 1 (a). Observed and simulated reservoir stages with the kind of balanced data, Banweol, 1986.

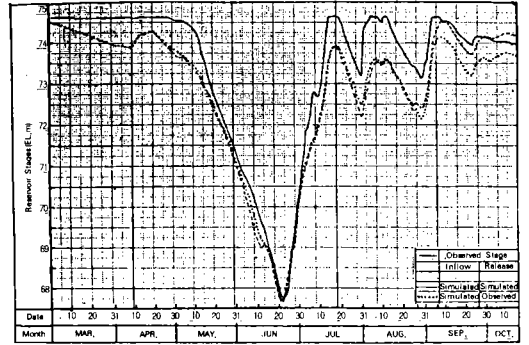


Fig. 1 (c). Observed and simulated reservoir stages with the kind of balanced data, Kwanguju Reservoir, 1981.

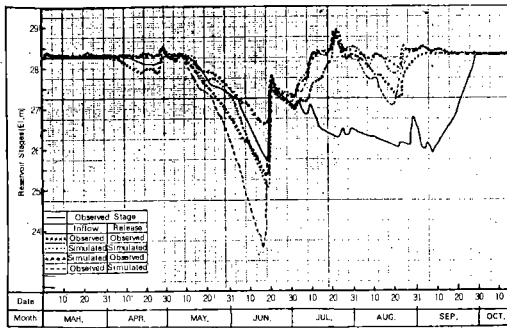


Fig. 1 (b). Observed and simulated reservoir stages with the kind of balanced data, Tabjeong Reservoir, 1983.

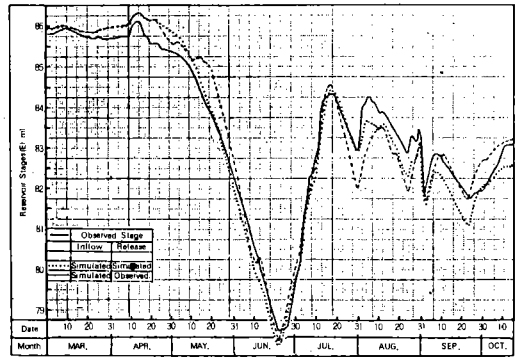


Fig. 1 (d). Observed and simulated reservoir stages with the kind of balanced data, Jangseong Reservoir, 1981.

Fig. 1(b)의 塔亭池의 경우 7月初旬 以後에 實測 水位와 동 떨어진 水位變化를 보인 것은 同期間에 發生한 洪水를 Tainter gate에 의해 배제하였기 때문이며 이때의 實測 排除量 資料를 구득할 수 없어 물 收支에 포함시키지 못한 결과였다. 反面에 7月初旬까지의 水位는 實測 水位와 유사한 變化를 보여주었다.

Fig. 1(c) 및 (d)의 光州湖와 長城湖의 경우 대부분의 誤差는 7, 8月 降雨가 있는 後 滿水時期에 發生하였고 실제 水資源 利用 側面에서 중요한 最低 水位에 있어서는 實測 水位에 近접하고 있음을 볼 수 있다.

4가지 Case에 대해 各 貯水池 別로 誤差를 比較하면 Table-1과 같다. Table-1에서와 같이 半月貯水池에 있어서 絶對誤差의 일종인 RMS<sup>(1)</sup> (Root-Mean-Square)의 日別 平均은 實測資料를

사용하는 Case I의 경우가 0.11m로서 가장 적은 誤差를 보인것은 당연한 결과이며, 流入量과 放流量을 모두 模擬發生하였을 때는 0.19m로서 Case I과 別차이를 나타내지 않고 있다. 그의 流入量 또는 放流量 중 어느 하나만을 模擬發生하였을 경우는 RMS가 各各 0.32m와 0.27m로서 Case I과 Case IV보다 큰 誤差를 나타내 주고 있다. 이러한 경향은 最低水位의 比較에서도 同一하여 各 Case 別 實測水位와의 誤差가 各各 0.12m, 0.78m, (-)1.06m 및 0.32m로서 Case II와 Case III의 오차는 크나 Case IV에서는 감소되었다.

塔亭池의 경우에도 半月貯水池와 同一한 경향을 보여주고 있다. (Table-1 參照)

光州湖와 長城湖의 경우, 流入量이 實測되지 않아 Case I과 Case III의 경우는 고려할 수 없었으나 Case IV의 경우와 Case II의 경우를 비교하면

Table-1. Comparative errors of reservoir stages with the kind of the balanced data.

Unit: m

Reservoirs	Errors	Cases				Remarks
		I	II	III	IV	
Banwool	RMS	0.11	0.32	0.27	0.19	Average RMS of Case IV : 0.26m(4 reservoirs)
	max. error	0.68	1.45	2.09	0.82	
	lowest stage					
	observed	31.68	31.68	31.68	31.68	
	simulated	31.80	32.48	30.62	32.0	
Tabjeong	error	0.12	0.78	- 1.06	0.32	
	RMS	0.08	0.075	0.18	0.077	
	max. error	0.77	1.40	2.32	0.79	
	lowest stage					
	observed	25.70	25.70	25.70	25.70	
Kwangju	simulated	25.43	26.62	24.89	25.06	
	error	-0.27	0.92	- 0.81	-0.64	
	RMS	-	0.48	-	0.42	
	max. error	-	1.83	-	1.95	
	lowest stage					
Jangseong	observed	-	67.75	-	67.75	
	simulated	-	67.64	-	67.72	
	error	-	- 0.11	-	-0.03	
	RMS	-	0.31	-	1.54	
	max. error	-	0.92	-	1.54	
Jangseong	lowest stage					
	observed	-	78.50	-	78.50	
	simulated	-	78.11	-	78.37	
	error	-	- 0.39	-	-0.13	

- Case I : Balanced from observed inflow and release data
- Case II : Balanced from simulated inflow and observed release
- Case III : Balanced from observed inflow and simulated release
- Case IV : Balanced from simulated inflow and release data

Case IV의 결과가 더 양호하였다. Case II 및 Case IV의 경우, 光州湖의 RMS는 각각 0.48m와 0.42m로서 Case IV가 Case II보다 0.06m의 誤差가 減少하였고, 長城湖의 경우 兩 Case의 RMS는 각각 0.31m와 0.35m로서 Case IV가 Case II보다 0.04m의 증가를 보였으나 이 증가는 주목할 만한 값으로 보이지 않는다. 最低水位의 경우, 光州湖에서 實測水位와의 誤差는 Case II에서 (-)0.11m였고, Case IV에서는 (-)0.03m로서 Case IV의 경우가 0.08m 더 감소하였다. 長城湖에서도 Case II와 Case IV의 경우 각각 (-)0.13m의 誤差를 보여 Case IV가 0.26m 더 적었다.

#### IV. 旬別 操作 模型과의 比較

본 연구에 의한 DIROM 模型과 比較할 기존의 模型은 ROS 模型이다. ROS模型은 農振公에서

현재 貯水池 計劃容量 결정에 활용하고 있다. 상기 두 模型의 특징을 요약하면 다음 Table-2와 같다.

DIROM 模型과 ROS 模型을 比較하기 위하여 兩 模型을 적용한 貯水池는 半月貯水池이며 여기에 사용된 기상자료는 水原測候所의 1966~1985년까지 20個年이다. 두 模型의 입력자료를 요약하면 Table-3과 같다.

#### 1. 貯水池 水位의 比較

DIROM과 ROS 模型을 이용하여 模擬發生된 貯水池 水位를 比較하기 위해서 半月貯水池의 1986年 實測水位를 이용하였다.

Fig.2는 實測水位와 함께 兩 模型에 의해 模擬發生된 水位를 比較하고 있다. Fig.2에서 보는 바와같이 DIROM에 의한 水位는 實測水位에 대하여 日別로 잘 대응하는데 비해 ROS에 의한

Table - 2. Comparative items of DIROM and ROS.

items	models	"DIROM" <sup>1)</sup>	"ROS" <sup>2)</sup>
Application		Capacity design & daily operation	Capacity design
Inflow model		Linear reservoir model	Kajiyama
Evapotranspiration		Penman	Blaney & Criddle
Components used		All components	Inflow & release only
Release model parameters		Max. & regular flooding depth, min. release, water supply for transplanting	Just max. flooding depth
Time step		Daily	Monthly or ten-daily

1) DIROM = Daily Irrigation Reservoir Operation Model developed by this study

2) ROS = Reservoir Operation Study developed by ADC.

Table - 3. Comparative input data for DIROM and ROS.

input data	models	DIROM	ROS
Catchment area (ha)		1, 104. 0	1, 104. 0
Runoff coefficient (f)		-	1. 0
Land use of watershed (%)		Paddy (7), Upland (5), Forest (87)' .....ws # 3 Paddy (21), Upland (9), Forest (61)' .....ws # 8'	-
Irrigated area (ha)		346. 0	346. 0
Infiltration (mm/day)		4. 0	4. 0
Conveyance loss (%)		10. 0	10. 0
Max. flooding depth (mm)		80. 0	60. 0
Regular flooding depth (mm)		20. 0	-
Min. release (mm/ha)		3. 0	-
Meteorological data		Rainfall, Temperature Evaporation, Wind Velocity, Sunshine Hour, Humidity	Rainfall, Temperature

水位는 旬別 변화로 인해 그 변화형태에 있어 매우 큰 차이를 보이고 있다. 특히 灌溉期間中 5월에

서 8月 사이에서 오차가 크며 最低水位에 있어서도 동일함을 볼 수 있다.

이러한 樣相은 Table - 4의 旬別 誤差 比較에서

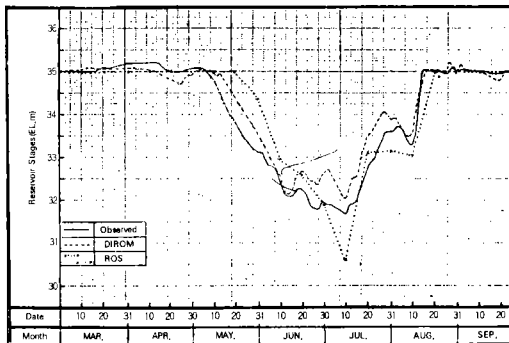


Fig. 2. Observed and simulated reservoir stages by DIROM and ROS Model, Banweol, 1986.

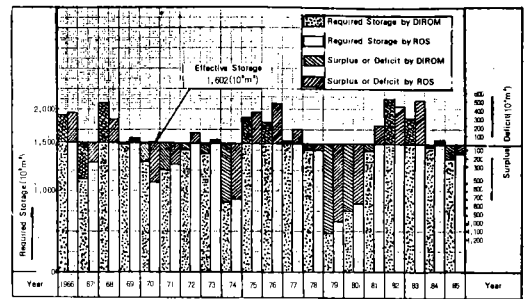


Fig. 3. Reservoir operation by DIROM and ROS Model, Banweol Reservoir.

灌漑用貯水池의 日別 流入量과 放流量의 模擬發生 (Ⅲ)

Table-4. Comparative reservoir stages by DIROM and ROS model at Banweol Reservoir, 1986.

unit : EL. m

period		observed stages	simulated stages				remarks
			DIROM	error	ROS	error	
Apr.	early	35.20	35.04	0.16	35.0	0.20	(*) means the largest error
	middle	35.02	34.83	0.19	35.0	0.02	
	late	35.07	34.92	0.15	35.0	0.07	
May.	early	34.87	35.01	0.14	35.0	0.13	
	middle	33.85	34.51	0.66	35.0	1.15	
	late	33.12	33.62	0.50	34.36	*1.24	
Jun.	early	32.45	32.53	0.08	32.97	0.52	
	middle	32.28	32.67	0.39	32.61	0.33	
	late	31.98	32.61	0.68	31.91	0.02	
Jul.	early	31.68	32.00	0.32	30.63	1.05	
	middle	32.73	33.44	*0.71	33.13	0.40	
	late	33.62	33.88	0.26	33.16	0.46	
Aug.	early	33.21	33.54	0.33	33.07	0.14	
	middle	35.06	35.06	0.00	35.0	0.06	
	late	35.03	35.03	0.00	35.0	0.03	
Sep.	early	35.02	35.00	0.02	35.0	0.02	
	middle	34.98	34.78	0.20	35.0	0.03	
	late	35.03	34.87	0.15	35.0	0.03	
mean		-	-	0.27	-	0.33	
lowest stage		31.68	32.00	0.32	30.63	1.05	

도 확인할 수 있다. 灌漑期間中에 DIROM에 의한 絶對誤差의 평균은 0.27m인데 비해 ROS의 그것은 0.33m로서 ROS에 의한 誤差가 더 크다. 또한 同 기간중 發生한 最大 日誤差의 경우 兩 模型의 차이는 더욱 크게 된다.

DIROM에 의한 日 最大 誤差는 7月중순에 0.71m인데 비해 ROS에 의한 것은 5月下旬에 무려 1.24m를 보였다. 특히 貯水池 計劃容量 결정에 중요한 영향을 미치는 最低水位의 경우 DIROM은 0.32m의 誤差를 보이는데 반해 ROS 模型을 이용할 경우는 1.05m를 보여 과대한 容量이 될 가능성을 보여준 것이라 할 수 있다.

2. 물 不足 및 剩餘貯水量의 比較

Fig. 3은 兩 模型에 의해 水原測候所의 기상 자료만을 이용하여 20年間 半月貯水池를 운영 조작한 결과이다. Fig. 3과 같이 DIROM 模型을 사용하였을 경우 有效 貯水量 1,602千m<sup>3</sup>을 초과하는 물 不足 年數는 7年이며 ROS는 12年으로 5年이 더 不足한 것으로 나타났다.

최대 물 不足水量의 경우 Table-5에서 보는

바와 같이 DIROM은 1982년에 525千m<sup>3</sup>인데 비해 ROS는 1983년 540千m<sup>3</sup>으로서 ROS가 약간 더 不足한 것으로 나타났으며 剩餘水量에 있어서는 DIROM의 경우 1979년에 1,124千m<sup>3</sup>인데 비해 ROS는 同年에 972千m<sup>3</sup>의 여유가 있었다. 이러한 사실은 물 不足水量에 있어서는 兩 模型이 비슷하게 추정하는 반면 剩餘水量에 있어서는 DIROM이 더욱 크게 추정하는 경향을 볼 수 있다.

따라서 물 不足 年數가 많으면서 不足水量과 剩餘水量에 있어 그 차이가 적은 것은 ROS 模型이 그 해의 기상상황에 따른 貯水量의 변화반응이 민감하지 못함을 보여주는 것이고 不足 年數가 적으면서 不足水量과 剩餘水量의 차이가 큰 것은 DIROM 模型이 해당 年度의 기상에 대해 민감한 반응을 나타낸다는 의미가 될 수 있다.

3. 貯水池 計劃容量의 比較

兩 模型을 사용하여 貯水池 容量을 결정하였을 경우, 그 차이를 比較하기 위하여 Table-5의 必要貯水量(required storage)에 대한 年 最大値系列을 확률 처리하여 Table-6의 결과를 얻었다.

Table-5. Summary of reservoir operation by DIROM and ROS model.

upper : DIROM

lower : ROS

unit :  $10^3m^3$

Year	Inflow	Release	Required storage	Water shortage	Shortage days	Remarks
1966	8.221	4.028	1.921	319	8	Effective storage of Banweol Reservoir = $1.602(10^3m^3)$
	9.418	3.341	1.954	355	20	
1967	6.916	3.781	1.139	-	-	
	6.658	3.306	1.344	-	-	
1968	8.618	4.220	2.106	504	12	
	10.376	3.136	1.871	271	10	
1969	8.523	3.745	1.570	-	-	
	9.064	2.956	1.647	47	10	
1970	9.992	3.710	1.360	-	-	
	11.181	2.836	1.095	-	-	
1971	7.959	3.659	1.249	-	-	
	8.773	2.619	1.326	-	-	
1972	10.304	4.172	1.508	-	-	
	12.721	2.998	1.742	142	10	
1973	5.767	3.865	1.463	-	-	
	5.464	3.707	1.631	31	10	
1974	7.852	3.199	865	-	-	
	8.582	2.686	873	-	-	
1975	6.412	3.852	1.911	309	8	
	7.099	3.403	1.963	363	20	
1976	5.848	4.017	1.842	240	5	
	6.275	3.401	2.065	465	20	
1977	6.108	4.708	1.628	26	1	
	6.531	4.115	1.764	164	10	
1978	7.054	4.618	1.506	-	-	
	7.904	3.518	1.509	-	-	
1979	7.924	3.415	478	-	-	
	8.507	2.942	630	-	-	
1980	6.846	3.290	761	-	-	
	6.544	2.653	849	-	-	
1981	7.637	4.073	1.493	-	-	
	9.246	3.307	1.802	203	20	
1982	6.063	4.962	2.127	525	15	
	6.631	3.859	2.040	440	20	
1983	5.254	3.989	1.890	288	8	
	5.345	3.681	2.140	540	20	
1984	6.607	4.444	1.541	-	-	
	7.676	3.667	1.619	19	10	
1985	8.843	3.561	1.406	-	-	
	8.748	3.178	1.460	-	-	
Mean	7.437	3.965	1.488	184	8.14	
	8.137	3.265	1.566	253	15.0	



Table-6. Summary of required storage by frequency analysis in Banweol Reservoir.

models items	DIROM	ROS	remarks
$\bar{x}$ ( $10^3 m^3$ )	1.488.2	1.566.2	$(1 - \frac{DIROM}{ROS} * 100) = 3.5\%$
$\delta_{n-1}$	436.0	432.7	
required storage	2.057.0	2.130.7	

여기에 사용한 確率分布函數는 該當 變量의 特性에 따라 適合度 檢定과 獨立性을 檢査한 후 선택하여야 하나 比較目的에 비추어 볼때 通常的인 Gumbel-Chow의 函數를 採하였다. 이의 式(3.3)은 다음과 같다. 즉,

$$X_t = \bar{x} + k * \delta_{n-1} \dots \dots \dots (3.3)$$

이다. 여기서  $X_t$ =再現期間 t年의 期待值,  $\bar{x}$ =標本의 平均,  $k$ =頻度係數 및  $\delta_{n-1}$ =標本의 標準偏差이다. 頻度係數 k의 경우 우리나라는 10年頻度を 채택하고 있으므로(農地改良事業 設計基準 灌漑編; 1983)  $k=1.3046$ 이다.

Table - 6에서 보는바와 같이 DIROM에 의한 計劃容量은  $2,057千m^3$ 가 必要하고 ROS에 의한 것은  $2,130千m^3$ 이 요구되어 ROS의 경우 DIROM보다 약 3.5%가 증가된  $74千m^3$ 이 더 必要하다. 이를 貯水池 水深으로 환산하면 약 0.20m가 되며, 灌漑面積으로 환산하면 약 16ha가 된다.

#### 4. 물 不足日數와 물 管理側面의 比較

물 不足이 發生한 해에 물管理를 효율적으로 행하여 물 不足없이 灌漑를 수행하였다면 동일한 한 발 頻度年에 있어 實제적으로 灌漑面積을 증대할 수 있다. 이런 의미에서 해당 頻度年의 물 不足日數는 灌漑方式의 개선뿐만 아니라 합리적인 조작 지침 수립을 용이하게 하여 준다.

Table - 5로부터 DIROM 模型과 ROS 模型에 의한 貯水池 운영조작 結果와 물 不足日數를 比較할 수 있다. DIROM의 경우 7個年에 평균 8.14日이고 ROS의 경우 12個年에 15日의 물 不足日數를 기록하였다. 同 Table에서 보는바와 같이 1977年의 경우 日模型과 旬模型의 극단적인 물 不足日數를 대비하여 주고있다. 즉, DIROM의 경우 26千  $m^3$ 의 不足量에 日數는 1日이었고 ROS의 경우 164千  $m^3$ 의 不足水量에 10日의 日數를 나타내므로서 水量에 있어서는 6.3배에 불과한데 비해 日數에 있

어서는 10배가 되었다. 이와 같이 旬單位의 模型은 日別 물管理에 있어서 합리적이 되지 못함을 알 수 있다.

#### V. 要約 및 結論

開發된 灌漑用 貯水池의 日別 模擬操作 模型인 DIROM의 舉動을 流入量과 放流量의 模擬發生 여부에 따라 分析하고, 既存의 旬別 操作 模型인 ROS와 DIROM을 半月貯水池의 20個年 氣象資料를 利用하여 模擬操作을 行하고 比較한 結果와 같은 結論을 얻었다.

① 유입량과 방류량의 實測資料를 利用하여 模型 자체의 誤差를 추정한 結果와 半月貯水池 及 塔亭池에서 各各 0.11m와 0.08m를 보였다.

② 유입량만을 모의발생하였을 경우, 절대오차에 있어서 4개 저수지 모두 0.30m 내외의 比較적 타당한 結果를 얻었으나, 최저수위에 있어서는 光州湖와 長城湖의 경우, 0.30m 내외의 오차를 보였다. 다른 저수지의 오차는 7~8月의 洪水기에 發生한 것으로 보아 유입량 모형이 첨두유출을 추정하는 데 완전하지 못함을 알 수 있다.

③ 방류량만을 모의발생하였을 경우, 半月貯水池와 塔亭池의 평균오차는 各各 0.27m와 0.18m로서 比較적 좋은 結果를 보였으나 最低水位에서는 1.0m이상의 오차를 보였다.

④ 流入量과 放流量을 모두 模擬發生한 경우, 各各의 要素를 개별적으로 적용할 때 보다 絕對誤差, 最大日誤差 及 最低水位에서 모두 그 誤差가 감소하였다. 이는 본 모형에 의해 模擬發生된 資料의 誤差가 相互 상쇄되는 데 연유한 것으로 사료된다.

⑤ 1986年의 實測 貯水池 水位에 있어서 DIROM이 ROS보다 日平均 絕對誤差, 最大日誤差 及 最低水位에 있어 各各 0.06m, 0.53m, 0.63m가 더적게 나타났다.

⑥ DIROM은 물 不足水量과 剩餘水量의 차이가 ROS보다 큰 것으로 나타나, 該當年의 기상변화에 민감함을 보인 반면 ROS는 다소 반응의 정도가 둔함을 알 수 있었다.

⑦ DIROM에 의한 貯水池 計劃容量은 ROS보다 3.5%정도 더 적었으며, 이는 貯水池 計劃容量 決定에 유리한 結果로 판단된다.

⑧ DIROM의 물 不足日數 推定値는 1977年의 경우 1日이었고, ROS는 10日의 값을 推定함으로서 물管理 側面에서 日單位模型인 DIROM이 旬

單位模型인 ROS보다 더 효과적인 것으로 思料된다.

### 參 考 文 獻

1. Askew, A. J., W. W.-G, Yeh, & W. A. Hall, 1971. Use of Monte Carlo Techniques in the design and operation of a multipurpose reservoir system, WRR., Vol.7, No.4.
2. Can, E. K., & M. H. Houck, 1985. Problems with modeling real-time reservoir operations, J. of the Water Resour. Plann. & Manage., Vol. 111, No.4
3. Corps of Engineers, 1971. Hydrologic Engineering Methods for Water Resources Development, Vol. 1, 8, 9, the Hydrologic Eng. Center, U. S. Army.
4. , North Pacific Div., 1971, SSARR Program description and user manual, U. S. Army, COE, Portland, Oregon.
5. Crowe, A. S., & F. W. Schwartz, 1985. Application of a lake-watershed model for the determination of water balance, J. of hydrology, Elsevier Science, No. 81.
6. Fread, D. L. & G. F. Smith, 1978. Calibration techniques for one-dimensional unsteady flow models, J. of HY. ASCE, Vol. 104.
7. Fults, D. M. & L. F. Hancock, 1972. Optimum operations for the Shasta-Trinity System, J. of HYD. Div. Proc. ASCE, Vol. 98.
8. Gilbert, K. C. & R. M. Shane, 1982. TVA Hydroscheduling Model : Theoretical Aspects, pp. 21~36 : Practical Aspects, pp. 1~19, J. of the Water Resou. Plann. & Manage. Div., ASCE. Vol. 108, WR 1.
9. Giles, J. E. & W. O. Wunderlich, 1981. Weekly multipurpose planning model for TVA Reservoir System, J. of the Resour. Plann. & Manage. Div., ASCE, Vol. 107, No. WR 2.
10. Haktanir, Tefaruk, 1984. Storage-yield relationship for reservoirs by two different procedures, J. of Hydrology, Elsevier Science, Vol. 72.
11. Helweg, O. J. & D. T. Ford, 1982. Reservoir systems optimization, J. of the Water Resour. Plann. & Manage. Div., ASCE, Vol. 108, No. WR 2.
12. Houck, M. H., 1982. Real-time daily reservoir operation by mathematical programming, WRR., Vol. 18, No. 5, 1345~1351.
13. Hudson, H. E. & R. Hazen, 1964. Droughts and streamflow, Handbook of Applied Hydrology Edited by V. T. Chow, McGraw-Hill Inc.
14. Jacoby, H. D. & D. P. Loucks, 1972. Combined use of optimization and simulation models in river basin planning WRR, Vol. 8, No. 6.
15. Jamieson, D. G., 1972. River Dee research program 1 : Operating multipurpose reservoir systems for water supply and flood alleviation, Water Resour. Research, Vol. 8, No. 4.
16. Jamieson, D. G. & J. C. Wilkinson, 1972. River Dee research program 3. A shortterm control strategy for multipurpose reservoir systems, WRR, Vol. 8, No. 4.
17. Karamouz, M. & M. H. Houck, 1982. Annual & monthly reservoir operating rules generated by deterministic optimization. WRR, Vol. 18, No. 5.
18. Klemes, V., 1979. Storage mass-curve analysis in systems-analytic perspective, WRR, Vol. 15, No. 2.
19. Loucks, D. P., J. R. Stedinger, & D. A. Haith, 1981. Water Resource Systems Planning and Analysis, Prentice-Hall, Inc.
20. Mohammadi, B. & M. A. Marino, 1984. Multipurpose reservoir operation 2. Daily operation of a multiple reservoir system, J. of Hydrology, Elser. Science, Vol. 69.
21. Raghunath, H. M., 1985. Hydrology principles, analysis and design, John Wiley & Sons.
22. Schertzer, W. M., E. B. Bennett, & F. Chiocchio, 1979. Water balance estimate for Georgian Bay in 1974, WRR, Vol. 15, No. 1.
23. Toebes, G. H. & C. Rukvichai, 1978. Reservoir system operating policy-case study, J. of the Water Resour. Plann. & Manage. Div.,

- ASCE, Vol. 104, No. WR 1.
24. Tschannerl, G., 1971. Designing reservoirs with short streamflow records, WRR. Vol. 7, No. 4.
25. USBR, 1983. HYDROSS-Hydrologic River Operation Study System, User's guide, U. S. Dep. of the Interior, Bureau of Reclamation, Upper Missouri region.
26. Veihmeyer, F. J., 1964. Evapotranspiration, Handbook of Applied Hydrology Edited by V. T. Chow, Chap. 11, McGraw-Hill Inc.
27. Wilkinson, J. C., 1972. River Dee research program 2. Long-term control strategy for a multipurpose reservoir, WRR., Vol. 8, No. 4.
28. Yazicigil, H., M. H. Houck, & G. H. Toebes, 1983, Daily operation of a multipurpose reservoir system, WRR., Vol. 19, No. 1.
29. Young, G. G., 1967. Finding reservoir operating rules, J. of HY., ASCE. Vol. 93, No. HY 6.
30. Young, G. K., W. P. Somers, W. E. Pisano, & W. N. Fitch, 1969, Assessing upland reservoir using a daily flow model, WRR., Vol. 5, No. 2.
31. 權五憲, 1985. 貯水池 操作( I ), 韓國水文學會誌, Vol.18, No.3.
32. 農業開發研究所, 1985~1986, 貯水池 水 管理 研究, 農水產部, 農業振興公社.
33. 農業振興公社, 1981, Program 解說 第1輯
34. 朴成宇 外 5人, 1984, 應用水文學, 鄉文社
35. 李光浩, 金文一, 1985, 蒸發量의 時空的 變化, 韓國水文學會誌, Vol.18, No.3