

<論 文>

Runs의 特性에 의한 持續期間別 貯水不足量의 推定

Estimation of Storage Deficit by Run's Characteristics

姜 琯 沉*

Kang, Kwan won

安 慶 洙**

Ahn, Kyung soo

Abstract

The purpose of this study is to estimate the storage deficit by Run's Characteristics of (-) Run-length and (-)Run-sum. Runoff data are obtained from the gauging stations of Yeo-Ju in Han River Basin, Wae-Gwan in Nak Dong River Basin and Gyo Am in Geum River Basin.

In order to estimate the storage deficit, runhydrographs are established with each return period of 10, 30, ..., 200 years and regression equation is derived from relationship between (-)run-length and storage deficit.

From the comparison of estimated reservoir storage with observed values., it was proved that this suggested method can be used for the estimation of the storage deficit.

要 旨

本 研究의 目的은 Runs의 概念에 의해 貯水不足量을 推定하는데 있으며, 分析時 漢江水系의 여주 地點 및 洛東水系의 洛東地點 그리고 錦江水系의 규암地點 등 3個地點의 日平均流出量 資料를 使用 하였다.

그리고 一定流量(切斷流量; Truncation level, T.L.)別 (-)Run-length, (-)Run-sum(不足量) 및 (-)peak-flow(最低流量)를 그 變數對數正規分布函數에 根據한 模擬發生 모델로 模擬發生시켰다. 그리고 (-)Run-length에 의해 貯水不足量을 추정하기 위하여 相關式을 유도하였으며 各 確率別 Run-hydrograph을 作成하여 相關式과 모델에 의해 얻어진 結果를 實測値와 比較하였다. 그 結果 유도된 方法들에 의해 貯水不足量추정이 가능한 것으로 判斷되었다.

1. 序 論

1962年 이후 시작된 經濟開發計劃에 의한 産業의 高度成長으로 인한 工業用水와 人口의 增加 및 水使用機器의 高級化, 生活의 다양화 등에 따른 生活用水가 增

加되었으며 또한 우리나라의 총 강수량은 年間 約 11,140 億 m³이나 氣象特性으로 平均降雨量의 2/3가 夏季에 내리는 등의 季節의 振幅이 심하여 用水量不足現象을 빚는다. 用水量 확보를 위해 水 池, 貯水池 및 多目的댐 建設 등 여러가지 計劃이 수행되고 있으나 用水不足現象은 더욱 더 심해지고 河川의 維持用

* 仁荷大學校 工科學科 教授(工博)

** 仁川大學 土木工學科 助教授

水量關係로 乾期の 河川오염 問題는 더욱 심각해지고 있다.

이와같은 問題解結을 위해 必要用水量의 확보를 위한 用水量算定에 깊은 研究가 必要하게 되었다. 이러한 觀點에서 보면 乾期和 雨期 및 不足量과 잉여량에 대한 예측이 重要한 인자이며 이와같은 예측은 Runs 理論으로 解析이 가능하다.

Runs에 관한 研究는 1967年 Yevjevich⁽²⁾의 루헨에 대한 調査와 定義의 接近에 관한 研究가 發表된 以後 지금까지 많이 進行되어 왔으며⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾ 우리나라에서는 李舜澤,⁹⁾ 池洪基,¹⁰⁾ 姜瑄沅·安慶洙¹¹⁾ 諸氏에 의하여 月 流出量을 대상으로한 研究가 있었으며 또한 1976年 Hiemstra¹²⁾가 Runs 개념에 의해 Runhydrograph에 의한 洪水量의 解析에 관한 研究가 있었으나 渴水量 研究에 있어서 Runs 理論이 適用된 바는 없었다.

本 研究에서는 一定流量(切斷流量; Truncation level, T.L.)을 기준으로 Runs (Run-length & Run-sum) 理論에 의해 (-)Run-sum(不足量; Deficit) 및 (-)Run-length(期間)에 대한 適合分布型 設定과 任意의 一定流量(T.L.)에 대한 確率年別 不足量을 구하는데 目的이었다. 그리고 一定流量(T.L.)에 대한 (-)Run-sum(不足量; Deficit)을 各 確率年別로 模擬發生된 (-)Run-length(期間)와 最低流量에 의해 Runhydrograph를 作成하여 算定하였으며 그 結果를 實測値와 比較하였다.

分析時 錦江流域의 규암(44年) 地點과 洛東江流域의 왜관(33年), 漢江流域의 여주(39年), 地點 등 3個地點의 日平均流出量 資料를 使用하였으며 이들 資料들은 댐에 의해 影響을 받지 않는 地點의 資料이거나 또는 댐 設置 以前 年度의 資料를 擇하였다.

2. Runs와 Runhydrograph의 定義

2.1. Runs의 定義

河川流量은 그림 1과 같이 임의의 流量보다 낮은 流量이 연따동안 계속되다 그보다 높은 流量이 계속되는 現象이 연속적으로 反復된다.

그림 1에서 時間別 流量을 一定流量(切斷流量; Truncation level)으로 切斷하였을 때 一定流量(T.L.) 위에 나타나는 斜線部分의 面積을 (+)Run-sum(剩餘量; Surplus)이라 하고 그때의 지속시간을 (+)Run-length라 한다.

그리고 一定流量 아래에 나타나는 斜線部分의 面積을 (-)Run-sum (不足量; Deficit)이라 하며 그 때의 지속시간을 (-)Run-length라 한다. 여기서 Run-length와 Run-sum을 Runs라 定義한다.¹³⁾

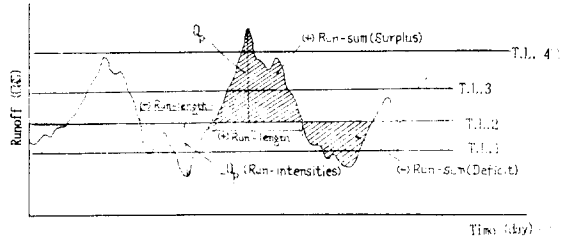


Fig. 1. Various Definition of Runs for given T.L.

2.2. Runhydrograph의 定義

관측된 日平均流量資料에 대한 一定流量別(T.L.1, T.L.2, T.L.3) (-)Run-length를 求하여 그 값에 대한 最低流量(- Q_p)을 回歸分析式에 의해 算定한 후 이들 各各의 값을 合成하여 Runhydrograph를 유도할 수 있다. 그림 2는 Runhydrograph의 作成例를 圖示한 것이다.

이와같은 것이 (+)Runhydrograph가 되며 이는 잉여량(Surplus) 계산에 使用하고 그림 2가 아래 方向으로 향하게 되는 경우를 (-)Runhydrograph라 定義한다.¹⁴⁾

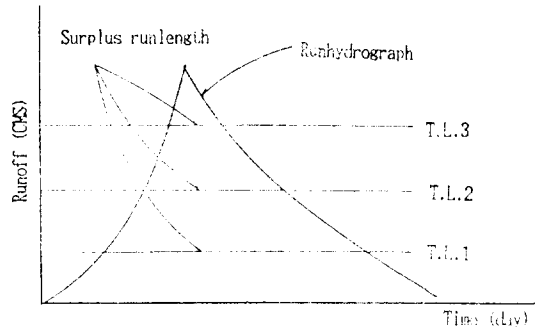


Fig. 2. Assembly of Surplus Runlength in Runhydrograph

3. 適用 및 結果分析

地點別 日平均流出量을 一定流量別로 나누어 (-)Run-length 및 (-)Run-sum 그리고 (-)Run-length 期間동안 最低流量을 求하였다. 이때 一定流量은 總資料 기록 기간동안 渴水位, 低水位, 平水位를 고려하여 擇하였으며 表 1에 그 結果를 수록하였다.

3.1. (-)Runs와 最低流量과의 相關分析

1) (-)Run-length(期間)와 (-)Run-sum(不足量; Deficit)의 相關分析 (-)Run-length와 (-)Run-sum의 相關關係를 究明하기 위해 各 一定流量別로 (-)Run-

length 와 (-)Run-sum 을 線形式($y=ax+b$)과 기하곡선식($y=ax^b$)에 適合시켜 回歸式을 유도하였으며, 相關係數와 標準概算誤差를 求하여 그 適合性을 檢討하였다. 表 1 은 여주, 왜관, 규암 3 個地點의 回歸分析結果를 收錄한 것이며 여기서 標準概算誤差를 比較檢討한 結果 線形式($y=ax+b$)이 適合한 것으로 判明되었다. 表 2 에서 보던 相關係數의 값이 0.9 이상으로 이는 (-)Run-length와 (-)Run-Sum 사이에 相關性이 매우 높음을 보여주는 것이며 이를 다시 說明하면 一定流量(T.L.)別 거제시간((-) Run-length)과 不足量((-)Run-sum) 간에 密接한 關係가 있음을 나타내 주고 있는 것이다.

Table. 1. Truncation Level for each Station

Station	T.L.				
	1	2*	3**	4	5***
YEO JU	15	30	50	70	100
GYU AM	30	50*	80	100	150*
WAE GWAN	15	30*	50	70	100

* : 渴水量, ** : 低水量, *** : 平水量

2) (最低流量(Q_p))/(-)Run-length 와 (-)Run-length 의 相關分析

임의의 (-)Run-length 에 대한 最低流量을 유도하기 위하여 (最低流量 / (-)Run-length 와 (-)Run-length 간에 回歸分析을 實施하였으며 그 回歸式은 다음과 같

다.¹⁵⁾

$$Q_p/L = aL^b \dots\dots\dots(1)$$

여기에서 Q_p : 最低流量

L : (-)Run-length

a, b : 回歸常數

이며 그 結果는 表 2 와 같다.

回歸分析結果 線形式($y=ax+b$)보다 기하곡선식($y=ax^b$)이 더 잘맞는 것으로 밝혀져 기하곡선식에 대한 分析結果만 表 2 에 나타내었다.

表 2 에서 보던 相關係數가 一定流量 150(CMS)~50

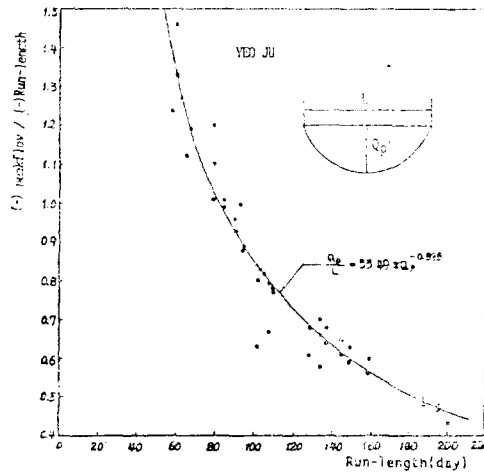


Fig. 3. Peakflow divided by (-)Run-length vs. (-)peakflow in YEO JU station (T.L. = 100)

Table. 2. Results of Coefficient Estimation for each T.L.

Station	T.L	Parameter (-)Run length VS (-)Run Sum ($y=ax+b$)			(-)Peakflow/(-)Runlength VS. (-)Run length ($y=ax^b$)		
		a	b	Correlation Coeff	a	b	Correlation Coeff
YEOJU	100	89.97	-2320.78	0.930	53.49	-0.899	-0.891
	70	60.59	-1833.93	0.904	24.43	-0.821	-0.843
	50	41.16	-1286.97	0.908	8.07	-0.669	-0.734
	30	19.03	-308.62	0.912	2.99	-0.583	-0.550*
WAE GWAN	100	86.79	-3307.26	0.939	24.07	-0.7591	-0.839
	70	53.17	-1835.82	0.941	4.63	-0.517	-0.755
	50	31.43	-741.76	0.951	1.19	-0.302	-0.793
	30	14.97	-378.42	0.943	0.31	-0.173	-0.381*
GYU AM	150	128.92	-1906.06	0.959	89.06	-0.926	-0.817
	100	79.55	-1400.40	0.957	15.58	-0.642	-0.797
	80	60.34	-1221.18	0.948	21.72	-0.786	-0.764
	50	28.24	-530.89	0.934	4.94	-0.590	-0.719
	30	10.25	-40.31	0.943	2.24	-0.541	-0.542*

(CMS)까지는 0.719~0.831로 대체적으로 相關性이 있음을 나타내고 있으나 ※로 표시된 一定流量30(CMS)에 대해서는 相關性이 좋지 않음을 보여주고 있다. 따라서 一定流量 30(CMS) 이하에 대해서는 제외시켜 분석을 실시하였다.

그림 3은 여주地點의 一定流量 100(CMS)에 대하여 (最低流量/(-)Run-length)와 (-)Run-length 간의 關係를 圖示한 것이며 (1)식에 의한 回歸式의 結果를 表 2에서 찾아 그림 3에 함께 表記하였다.

3.2. (-)Run-length, (-)Run-sum 및 最低流量 ((-)Peak-flow)의 特性分析

各資料의 特性을 分析하기 위하여 地點別 各一定流量에 대하여 平均, 分散 및 歪曲度를 計算하여 表 3에 收錄하였다. 그 結果를 分析하면 平均值는 一定流量(T.L.)이 감소함에 따라 그값 또한 감소하는 傾向을 보여 주며 分散은 一定流量이 감소함에 따라 (-)Run-length에서는 증가하고 (-)Run-sum 및 (-)Peak-flow인 경우는 반대로 감소하는 傾向을 나타낸다. 그리고 歪曲度는 대체로 보아 여주, 외관地點의 (-)Run-length 및 (-)Run-sum은 증가하고, 구암地點에서는 반대로 감소하는 傾向을 나타내며 또한 (-)Peak-flow인 경우는 地點에 關係없이 감소하는 傾向을 보였다.

3.3. 方法別 不足量((-)Run-sum) 算定

本 研究에서는 回歸分析에 의해 얻어진 回歸式(表 2)

및 適定分布型에 의해 設定된 模擬發生모델 등 2가지 方法에 의해서 不足量을 算定하였다.

3.3.1 回歸式에 의한 不足量算定

表 2에 表示된 (-)Run-length와 不足量과의 一次相關式은 相關性이 양호하여 (-)Run-length에 의해 不足量算定이 가능하리라 判斷되어 相關式에 의한 不足量을 산정하였다. 表 4는 各 確率年別로 回歸式에 의한 不足量((-)Run-sum) 算定結果를 收錄한 것이다.

3.3.2 確率分布函數에 의한 模擬發生

日平均流出量에 대한 (-)Runs 및 最低流量을 模擬發生시키기 위하여 2變數對數正規分布와 2變數 Gamma 分布型을 使用하여 Kolmogorov-Smirnov(K.S.) Test 方法에 의한 適合性 檢定으로 最適分布型을 設定하여 그 分布型에 適合한 모델을 適用하여 各各의 資料를 模擬發生시켰다.

(1) 2變數對數正規分布와 2變數 Gamma 分布 2變數對數正規分布는 아래의 같다. ⁹⁾⁽¹⁷⁾

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right] \dots (2)$$

여기서 μ_y : $\ln x$ 의 平均

σ_y : $\ln x$ 의 표준편차

이며 2變數 Gamma 分布란 K. Pearson III-Type 分布라고 하며 그 식은 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \dots (3)$$

Table 3. Result of Parameter Estimation for each Station.

Station	T.L	Statistical	Parameter			(-)Run-length			(-)Run-sum			(-)Peakflow		
			MEAN	VARI-ANCE	SKEW-NESS	MEAN	VARI-ANCE	SKEW-NESS	MEAN	VARI-ANCE	SKEW-NESS			
YEO JU	100		113.86	1428.69	0.816	7923.29	13373400	0.962	86.40	63.51	-0.841			
	70		106.29	1517.85	0.834	4606.49	6789960	0.979	56.40	63.51	-0.841			
	50		94.18	1718.00	1.076	2589.66	3631300	0.986	36.40	63.51	-0.841			
	30		68.33	2522.50	2.954	995.47	1103940	1.026	17.22	47.30	-0.504			
WAE GWAN	100		121.59	2177.87	0.213	7245.56	18601300	0.604	71.74	368.67	-0.960			
	70		105.48	2729.06	0.360	3772.88	8715190	0.748	43.96	230.44	-0.488			
	50		85.08	336.61	0.323	1932.49	3646390	0.953	25.04	167.96	-0.315			
	30		81.24	2324.3	0.560	837.83	713402	1.020	12.23	52.58	-0.277			
GYU AM	150		86.43	1572.88	1.893	9236.38	28414100	1.879	124.88	210.53	-1.649			
	100		80.75	1690.46	1.657	1023.55	11669300	1.719	74.09	210.42	-1.651			
	80		78.63	1667.95	1.721	3522.85	6766780	1.722	55.46	128.72	-0.672			
	50		66.98	2048.31	1.414	1360.56	1870910	1.762	27.07	95.85	-0.125			
	30		58.26	2159.75	1.575	525.85	254734	1.204	13.61	33.19	-0.490			

여기서 α 는 形狀變數(Shape parameter), β 는 스케일變數(Scale parameter)이며 α 와 β 는 μ (平均值), V_x (分散)와 다음과 같은 關係가 있다.¹⁵⁾⁽¹³⁾

$$\mu = \alpha\beta, \quad V_x = \alpha\beta^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

(2) 分布型의 適合性 檢定

그림 4은 여주地點의 日平均流出量의 一定流量(T.L.) 100(CMS)을 기준으로 (-)Run-sum 에 대해 對數正規分布과 Gamma 分布의 Smirnov-kolmogorov test 方法에 의한 適合性的 檢定을 圖示한 것으로서 實測值는 California 公式($p=m-1/n$)에 의해 累加頻度曲線을 얻었으며 또한 그림 4에 표시된 바와같이 對數正規分布

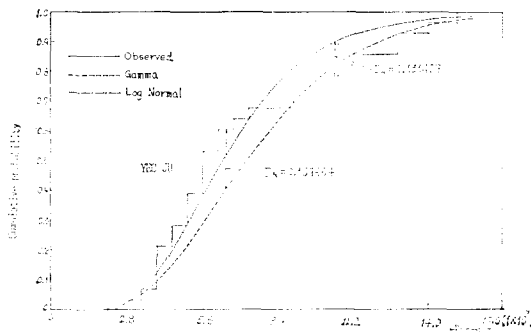


Fig. 4. Diagram for k-s Test in YEO JU Station [(-)Run-sum T.L.=100]

의 最大偏差 $D_N=0.131429$ 이고 Gamma 分布에서 最大偏差값 $D_N=0.169984$ 이다.

여기서 D_N 은

$$D_N = \max |F_N(x) - F(x)| \quad \dots\dots\dots (5)$$

로 定意된다.¹³⁾

本 研究에서는 日平均流出量에 대한 一定流量(T.L.)

別 (-)Run-length, (-)Run-sum 및 最低流量資料에 대한 K-S 檢定을 한 結果 大部分 2變數對數正規分布型이 適合한 것으로 밝혀져 模擬發生時 對數正規分布函數를 이용한 모델을 使用하였다.

(3) 模擬發生모델

日平均流出量에 대한 一定流量別 (-)Run-length, (-)Run-sum 및 最低流量資料를 對數正規分布모델로 確率年別 10年, 30年, 50年, 80年, 100年, 120年, 150年, 180年, 200년에 대해 模擬發生 시켰으며 그 모델 식은 다음과 같다.¹⁷⁾⁽¹⁹⁾

$$Y = \text{EXP}(\mu + \sigma T) \quad \dots\dots\dots (6)$$

여기서 Y : 發生되는 變量

μ : $\ln x$ 의 平均값

σ : $\ln x$ 의 標準偏差

T : 確率年別 正規變數

이며 表 4는 資料記錄期間 동안의 平均平水量에 대한 確率年別 不足量 ((-)Run-sum)을 相關式과 模擬發生 모델에 의해 산정한 結果를 收錄한 것이다. 그림 5, 9, 7은 表 4의 結果를 圖示한 것이다.

또한 表 5는 (-)Run-length 및 不足量 ((-)Run-sum) 그리고 最低流量 ((-)Peak-flow)을 各 確率年別로 算定된 結果를 收錄한 것이다.

3.3 (-)Runhydrograph의 合成

(-)Runhydrograph의 合成은 표 4의 模擬發生된 資料와 式 (1)과 같이 求한 回歸分析式(Table. 2 참조, Fig. 3 참조)으로 最低流量(Q_p)를 求하여 合成하게 되며 그 절차는 다음과 같다.

첫째, 願하는 재현기간을 結定하고

둘째, 再現期間에 대한 一定流量(T.L.)別 (-)Run-length(RL)을 표 4로부터 찾은다음

Table. 4. Results of (-) Run-sum estimated by each Method

Return period	Parameter	Station YEO JU		Station GYU AM		Station WAE GWAN	
		probability	linear Eq. ($y=ax+b$)	probability	linear Eq. ($y=ax+b$)	probability	linear Eq. ($y=ax+b$)
10(Year)		12506.20	12463.99	15322.90	14965.70	13623.30	13885.84
30		15373.2	15388.91	20179.30	18999.61	19443.50	18661.02
50		17452.70	16707.88	22515.40	20859.92	22399.70	20910.62
80		18924.40	17904.48	24722.00	22579.72	25275.90	23012.68
100		19620.80	18534.27	25790.60	23399.65	26696.40	24022.91
120		20212.00	18945.43	26674.40	24072.61	27884.30	24855.23
150		20923.60	19514.04	27769.40	24898.99	29372.10	25881.95
180		21518.60	19978.28	28675.40	25578.39	30616.00	26728.66
200		21861.40	20247.29	29203.60	25971.60	31346.70	27220.25

Table 5. Generation of (-)Run-length, (-)Run-sum and (-)Peak-flow for each Return Period

Station	Return period (Year)	Parameter T.L									
			10	30	50	80	100	120	150	180	200
YEO JU	100	RL	164.33	196.84	211.50	224.80	231.80	236.37	242.69	247.85	250.84
		RS	12506.20	15873.20	17452.70	18924.40	19630.80	20212.00	20928.60	21518.60	21861.40
		PR	97.39	102.75	104.97	106.90	107.78	108.49	109.34	110.03	110.42
	70	RL	160.33	192.84	207.50	220.80	227.80	232.37	238.69	243.85	246.84
		RS	7870.37	10559.80	11869.90	13115.90	13722.20	14224.80	14849.10	15366.90	15669.30
		PF	67.98	74.03	76.58	78.83	79.87	80.71	81.72	82.54	83.01
	50	RL	153.33	185.84	200.50	213.80	220.80	225.37	231.69	236.85	239.84
		RS	5084.95	7606.62	8928.59	10237.10	10890.90	11441.10	12134.60	12718.10	13061.30
		PF	49.39	57.07	60.44	63.48	64.91	66.07	67.28	68.62	69.28
30	RL	137.33	169.84	184.50	197.80	204.80	209.37	215.69	220.85	228.84	
	RS	2882.66	6404.07	8798.01	11537.40	13043.50	14382.00	1661.30	17737.70	18701.30	
	PF	31.80	43.73	49.63	55.30	58.08	60.39	63.26	65.66	67.06	
GYU AM	150	RL	130.87	162.16	176.59	189.93	196.29	201.51	207.92	213.19	216.24
		RS	15322.90	20179.30	22515.40	24722.00	25790.60	26674.40	27769.40	28675.40	29203.60
		PF	146.36	157.73	162.49	166.67	168.59	170.14	172.01	173.52	174.38
	100	RL	124.87	156.16	170.59	183.93	190.80	195.51	201.92	209.40	210.24
		RS	11345.70	17922.30	21497.90	25108.90	26937.00	28487.10	30455.40	32123.10	33111.80
		PF	104.05	122.07	130.08	137.33	140.74	143.52	146.91	149.67	151.26
	80	RL	119.87	151.16	165.59	178.93	185.29	190.51	196.92	202.19	205.24
		RS	11010.82	15616.50	12357.80	14182.20	15094.30	15862.20	16830.50	17645.40	18126.30
		PF	73.91	84.59	89.26	93.45	95.41	97.00	98.93	100.50	101.40
50	RL	110.87	142.16	156.59	169.93	176.29	181.51	187.92	193.19	196.24	
	RS	3576.45	6948.03	9049.24	11338.40	12557.00	13620.10	15008.10	10216.40	16946.40	
	PF	48.85	65.16	73.07	80.58	84.23	87.25	91.00	94.11	95.92	
30	RL	94.87	126.16	140.59	156.93	160.29	165.51	171.92	177.19	180.24	
	RS	1634.95	3597.13	4922.77	6434.34	7262.44	7999.29	8976.23	9840.70	10368.90	
	PF	26.22	37.02	42.47	47.75	50.35	52.52	55.24	57.51	58.84	
WAE- GWAN	100	RL	198.10	253.12	279.04	303.26	314.90	324.49	336.32	346.07	351.74
		RS	13623.30	19443.50	22399.70	25275.95	26696.40	27884.50	29372.10	30616.00	31346.70
		PF	106.60	129.21	139.48	148.90	153.36	157.02	161.49	165.15	167.27
	70	RL	197.1	251.12	277.04	301.26	312.90	322.49	334.32	34.07	349.74
		RS	9495.77	16866.80	2798.50	25765.20	28144.00	3093.90	32838.20	35113.40	36476.70
		PF	75.21	98.54	109.72	120.27	95.37	129.58	134.80	139.11	141.63
	50	RL	190.1	245.12	271.04	295.26	306.90	316.49	328.32	338.07	343.74
		RS	6962.25	17587.40	25428.80	34833.30	40165.70	44989.00	51512.90	57391.10	61027.90
		PF	53.95	82.63	97.91	113.16	120.82	127.30	135.48	142.39	146.47
30	RL	176.1	231.12	257.04	281.26	292.90	302.49	312.32	324.07	329.74	
	RS	2739.08	6618.98	9402.67	12687.50	14530.40	16187.20	18414.70	2040.20	21639.80	
		PF	28.20	45.94	55.80	65.86	70.99	75.36	80.93	85.68	88.49

*RL : (-)Run-length RS : (-)Run-Sum PF : (-)Peak flow

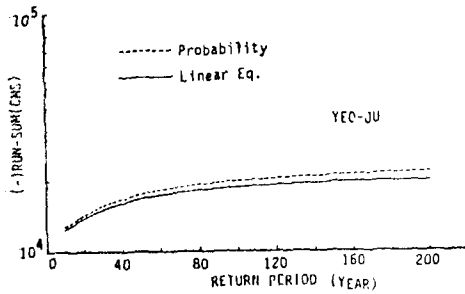


Fig. 5. Comparison of the Results estimated by each Methods

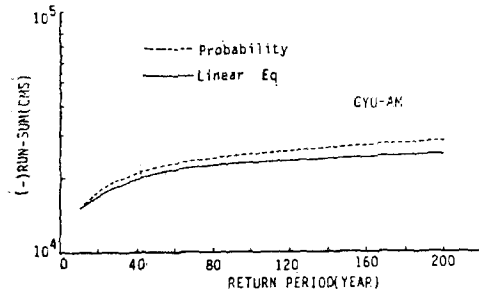


Fig. 6. Comparison of the Results estimated by each Methods

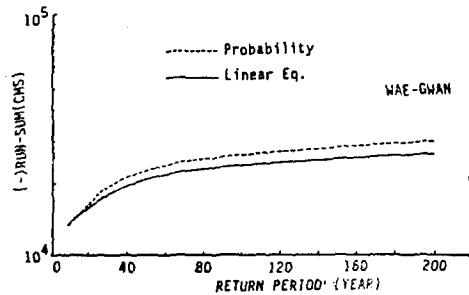


Fig. 7. Comparison of the Results estimated by each Methods.

셋째, 式 (1)으로부터 最低流量(Q_p)를 決定하여(표 2 참조).

넷째, 最低流量을 頂點으로 수직선을 윗쪽으로 굽고 垂直線의 中心部에 位置하게 하여 橫방향으로 一定流量別(-)Run-length의 크기를 표시하여 연결한다.

이와같은 方法으로 模擬發生된 各 資料에 의한 여주 왜관, 규암 3個地點의 200年頻度에 대하여 最低流量(Q_p)를 頂點으로 一定流量(T.L.)別(-)Run-length를 組合하여(-)Runhydrograph를 作成한 것을 그림 8, 9, 10과 같이 圖示하였다.

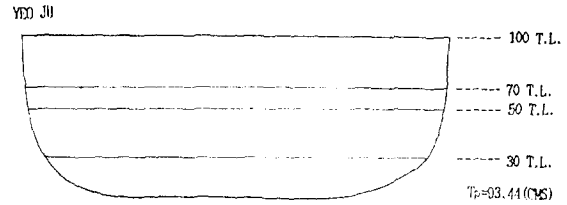


Fig. 8. (-)Runhydrograph derived for 200 Year Return Period in YEO JU St tion

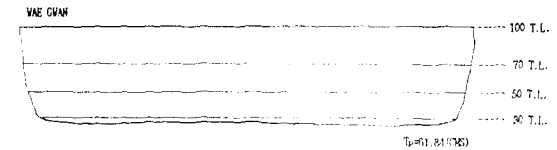


Fig. 9. (-)Runhydrograph derived for 200 Year Return Period in WAE GWAN Station

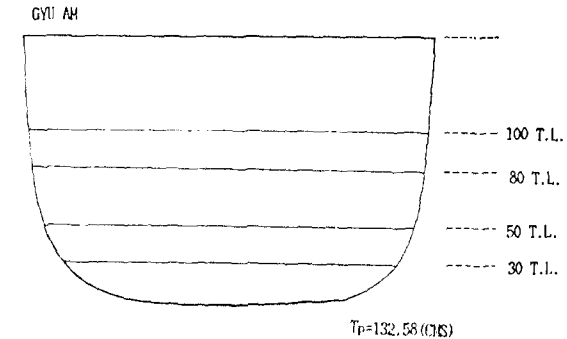


Fig. 10. (-)Runhydrograph derived for 200 Year Return Period in GYU AM Station

3.4 分析結果의 檢村

(-)Runhydrograph 理論의 妥當性과 模擬發生된 값들의 信憑性을 調査하기 위하여 決定된 任意의 一定流量下에 實測值의 (-)Run-sum과 模擬發生된 (-)Run-sum과 값이 類似한 確率年을 選定(-)Runhydrograph를 作成하여 이들을 서로 比較하였다.

그림 11은 여주地點의 再現期間 30年에 대한 Runhydrograph를 實測值과 比較한 그림으로써 서로 잘 一致하고 있음을 알 수 있다.

그림 12는 倭館地點의 再現期間 10年에 대해 比較한 그림이며, 이地點은 實測值과 模擬發生된 값과 類似한 確率年이 없어 가장 가까운 10年에 대한 값을 適用한 結果 거의 비슷한 傾向值를 보여주고 있으며, 그림 13은 규암지점에 대한 比較그림이다. 이 그림에서도 역시 거의 類似한 傾向值를 나타내고 있다. 그리고 任意의 一定流量 (T.L.)에 대한 貯水不足量(Deficit; (-)Run-sum) 算定 및 推定에 대한 信憑性을 檢討하기

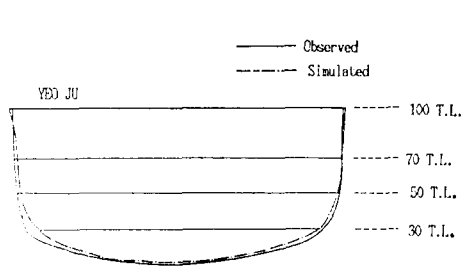


Fig. 11. (-)Comparison with observed Runhydrograph and simulated Runhydrograph for 30 Year Return Period in YEO JU Station

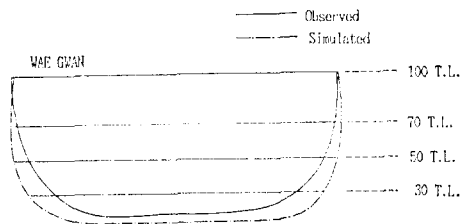


Fig. 12. (-)Comparison with observed Runhydrograph and simulated Runhydrograph for 10 Year Return Period in WAE GWAN Station

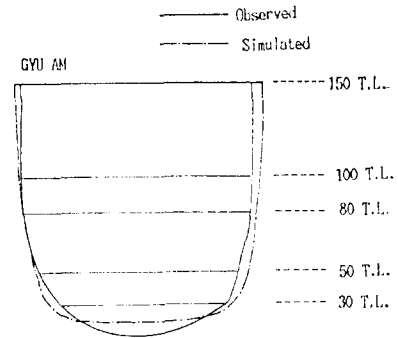


Fig. 13. (-)Comparison with observed Runhydrograph and simulated Runhydrograph for 10 Year Return Period in GYU AM Station

위하여 實測值, 模擬發生值 및 回歸分析($Y=ax+b$)에서 구한 (-)Run-sum(貯水不足量; Deficit)을 相互比較 그 結果를 표 6에 收錄하였다. 이 표에서 보면 模擬發生值 및 回歸分析式에서 구한 (-)Run-sum이 實測值와 大體의으로 一致함을 알 수 있다.

Table 6. Comparison of observed, simulated, and Linear Eq. Values (-)Run-sum for each Station

Station	Return Period (year)	Parameters T.L.(CMS)	Simulated		Observed		Linear Eq. ($y=ax+b$)
			(-)Run-length (day)	(-) Run-sum (CMS)	(-)Run-length (day)	(-) Run-sum (CMS)	(-)Run-sum (CMS)
WAE GWAN	100	10	198.10	13623.30	187	128782.20	12922.47
YEO JU	100	30	196.84	15873.20	195	16850.90	15223.37
GYUAM	150	10	130.87	15322.90	121	14621.50	13693.26

4. 結 論

Runs(Run-length 및 Run-sum) 理論을 基礎로 여주(39年), 구암(44年), 왜관(33年) 地點의 日平均流出量 資料를 分析하여 그 特性을 檢討하고 Runhydrograph를 合成한 후 實測值와 比較한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 日平均流出量 資料의 (-)Run-length, (-)Run-sum 및 最低流量((-)Peakflow)에 대한 分布型은 2變數對數正規分布가 適合한 것으로 밝혀졌다.

2) (-)Run-length와 (-)Run-sum의 相關係數가 0.9 이상으로 相關성이 높은 것으로 判明되어 線型式($Y=ax+b$)에 의해 任意의 一定流量(切斷流量; Truncation

level, T.L.)別 (-)Run-length(不足期間)에 대한 (-)Run-sum(貯水不足量)의 推定이 可能하리라 思料된다.

3) 最低流量과 (-)Run-length의 비(Q_p/L)는 (-)Run-length(L)와 非線型關係가 있으며 기하곡선식($Y=ax^b$)으로 近似할 수 있었다.

4) Runs 概念에 의해 實測值와 模擬發生 資料에 대해 各各 유도된 (-)Runhydrograph는 相互 近接하므로 Runhydrograph에 의해 一定流量에 대한 持續期間別 貯水不足量((-)Run-sum) 算定에 利用될 수 있으리라 思料된다.

參 考 文 獻

1. 姜炤沅, 水資源의 開發, 仁荷大學校出版部 1986.

2. Yevjevich, V., Downer, R.N., & Siddiqui, M.M., "Application of Runs to Hydrologic Droughts," International Hyd. Sympo., Fort Collins, Colo., pp. 497~505, 1967.
3. Yevjevich, V., & Saldarriaga, J., Application of Run-Lengths to Hydrology Paper No. 40, State University, Fort Collins, Colo., 1970.
4. Llamas, J. & M.M., Siddigui, Runs of Precipitation Series, Hydrology Paper No.33, Colorado State University, Fort Collins, Colo., 1969.
5. Millan, J., Statistical Properties of Runs as Applied to Hydrologic, Colorado State University, Fort Collins, Colo., pp. 627~636.
6. Zekaisen, "Run-Sums of Annual Flow Series," Journal of Hydrlogy, 35, pp. 311~324, 1977.
7. Bayazit, "Distribution of Joint Run-Lengths of Bivariate Markov Procesres," Journal of Hydrology, 50, pp. 35~43, 1981.
8. Kambo N.S., Spolia & Chander S., "Analysis of Surplus and Deficit Using Runs," Journal of Hydrology, 49, pp. 193~208, 1971.
9. 李舜鐸, 河川流量의 模擬發生에 關한 推計學의 研究, 博士學位論文, 高麗大學校 大學院, 土木工學
10. 池洪基, 月水文量의 Run-Length 및 Run-Sum의 Simulation, 碩士學位論文, 嶺南大學校 大學院, 土木工學, 1976.
11. 姜瑄沅, 安慶洙, 金錫洙, 月流出量에 대한 Run-length의 解析, 韓國水文學會誌, Vol. 18, No. 4, pp. 317~325, 1985.
12. Hiemstra, M., & Lourens, A., & Francis, M., "Runhydrograhs for Prediction of Flood Hydrographs," Journal of Hydrolic ASCE, Vol. 107, No. HY6, pp. 759~775, June, 1981.
13. Yevjevich, V., Stochastic Processes in Hydology, Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, pp. 174~176, pp. 32~35, 1972.
14. Hiemsta, M. ZUCCHINI, W.S., & PEGRAM, G.G.S., A Method of Finding The Family of Runhydrograph for given Return Periods, Journal of Hydrology, 30, pp. 95~103, 1976.
15. Yevjevich, V., Probability and Statistics in Hydrology, Water Reso. Pub. Fort Coll., pp. 143~149, 1972.
16. 李會錫, 李舜鐸, Gamma 分布모델에 의한 河川流量의 Simulation에 關한 研究, 韓國水文學會誌, Vol. 13, No. 4, pp. 41~50, 1980.
17. Kite G.W., Frequency and Risk Analyses in Hydrology, Water Resou. Publ., Fort Collins, Colorado, pp. 143~149, pp. 54~68, 1977.
18. Kottegoda N.T., Stochastic Water Resources Technology, The MacMillan Prees Ltd. London pp. 89~95, 1981.
19. Clarke, R.T., Mathematical model in Hydrology, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1973.
20. 尹龍南, 全時英, ARMA(1, 1) 多季節模型에 의한 河川流量의 模擬發生, 韓國水文學會誌, Vol. 18, No. 1, pp. 75~83, 1985.
21. Kreyszing, E., Interductory Mathematical Statistics, John Wiley & Sons, Inc. New York., 1970.
22. Haan, C.T., Statistical Methods in Hydrology, Iowa State University Press, 1979.