

<論 文>

日水文量の RUN-LENGTH 및 RUN-SUM의 SIMULATION

—Simulation of Run-Length and Run-Sum of Daily Rainfall and Streamflow—

李	舜	鐸*
Lee,	Soon	Tak
池	洪	基**
Ji,	Hong	Ki

Abstract

This study is aimed at the establishment and examination of stochastic model to simulate Run-length and Run-sum of daily rainfall and streamflow.

In the analysis, daily rainfall records in major cities (Seoul, Kangnung, Taegu, Kwangju, Busan and Cheju) and daily streamflow records of Major rivers (Han, Nakdong and Geum River) were used.

Also, the fitness of daily rainfall and streamflow to Weibull and one parameter exponential distribution was tested by Chi-square and Kolmogorov-Smirnov test, from which it was found that daily rainfall and streamflow generally fit well to exponential type distribution function.

The Run-length and Run-sum were simulated by the Weibull Model (WBL Model), one parameter exponential model (EXP-1 Model) based on the Monte Carlo technique.

In this result, Run-length of rainfall was fitted for one parameter exponential model and Run-length of streamflow was fitted for Weibull model.

And Run-sum of rainfall and streamflow were fit comparatively for regression model. Hereby, statistical characteristics of Simulation data were similar to historical data.

要 旨

本 研究는 Run-Length와 Run-Sum에 의한 降雨量과 河川流量을 分析하여 그 特性을 究明하고, 이로부터 模擬發生 모델(Simulation Model)을 設定하여 檢討하는데 目的을 두고 있다.

分析에 있어서는 우리나라의 主要都市(서울, 大邱 및 釜山)의 日降雨量과 主要河川(漢江, 洛東江 및 錦江)의 日流量 資料들을 使用하였다. 또한 解析에 있어서는 Run-Length와 Run-Sum에 對한 各各의 分布型 分析으로부터 Weibull 分布 및 1-變數指數 分布를 하고

있음을 알았으며, 이로부터 Monte Carlo 技法(Monte Carlo technique)을 基礎로 하는 Weibull 모델(Weibull Model)과 1-變數指數 모델(One-Parameter Exponential Model)에 依해서 Run-Length와 Run-Sum을 模擬發生 시켰다.

그 結果 記錄值(Historical Data)에 近似한 模擬發生 資料(Simulation Data)를 얻었다.

1. 序 論

水資源(Water Resource)의 開發 및 利用을 爲한 水文量을 統計學的 處理로 그 시스템(System)의 設計나 模擬發生에 있어서 많은 研究가 있었다¹⁻⁵⁾. 그러나 降雨量이나 河川流量으로부터 均衡있는 水資源計劃은 앞으로 더욱더 重要한 課題中的 하나이며, 이를 爲한

1977. 5. 24. 接受

* 本會理事·嶺南大工大 副教授·(工博)

** 正會員·安養工專 土木科專任講師

設計水文學를 決定하는 데는 精度가 높은 長期間의 水文資料(Hydrologic Data)가 必要하게 되었다. 이와 같은 長期間의 水文資料를 얻기 爲하여 水文學의 模擬發生에 對한 研究는 水文學者들에 依해서 많이 進行되어 왔으며¹⁻⁶⁾, 特히 水文資料로부터 Run-Length를 求하여 Crossing 理論을 適用하는 方法과⁷⁻⁹⁾ 그들의 長期間의 模擬發生에 依하여 將來에 發生할 乾期(Dry Period)와 雨期(Wet Period)의 限界期間(Critical Period)을 設定하고 乾期中의 不足量(Deficit)과 雨期中의 過剩量(Surplus)을 算定하는 方法도 많이 研究되어 왔다¹⁰⁾. J. Saldarriaga와 V. Yevjevich 諸氏의 水文系列에 對한 Run-Length의 應用을 發表한 바가 있고¹¹⁾ Lourens A. V. Hiemstra에 依한 Run-Length의 Poisson 模擬發生으로부터 Run Hydrograph에 對한 研究가 있었으며¹²⁾ Run-Length理論에 따른 月流量을 對象으로 Run-Length와 Run-Sum의 推計學的 模擬發生에 關한 研究가 있었다¹³⁾.

本 論文에 있어서는 日降雨量과 日河川流量을 分析의 資料로 하였는데, 降雨量이나 河川流量의 現象을 時間的으로 살펴보면 降雨量에 있어서는 降雨가 持續되는 期間을 (+)Run-Length라 하고 降雨가 中斷되는 期間을 (-) Run-Length라고 하며, 河川流量에 있어서는 基準으로 假定하고자 하는 流量을 切斷面(T.L.; Truncation Level)으로 取했을 때 切斷面에 對해서 超過量이 持續되는 期間을 (+)Run-Length라 하고 不足

量이 持續되는 期間을 (-)Run-Length라 한다. 또한 (+)Run-Length 期間 동안의 超過된 水文學量을 (+)Run-Sum(S; Surplus)이라 하고, (-)Run-Length 期間 동안의 不足된 水文學量을 (-)Run-Sum(D; Deficit)이라 한다. 따라서, 이와 같은 方法으로 日水文學量의 Run-Length와 Run-Sum을 求하여 이들의 特性을 究明하고, 이로부터 Weibull 分布函數와 1-變數指數 分布函數의 特性을 基礎로 하는 Monte Carlo 技法에 依한 Run-Length와 Run-Sum을 各各 模擬發生시켰으며, 特히 Run-Length와 Run-Sum간의 回歸直線(Regression Line) 關係에 依한 Run-Sum을 模擬發生시켜 보았다.

2. Run-Length와 Run-Sum의 分布型分析

本 論文에서 使用된 Run-Length와 Run-Sum의 資料는 우리나라의 各 地域을 代表할 수 있는 主要都市인 서울(1954~75), 江陵(1952~75), 大邱(1945~75), 光州(1951~75), 釜山(1951~75), 濟州(1951~75) 등 6 個 觀測所의 日降雨量 記錄值와 全國 主要河川인 漢江流域의 人道橋(1955~67), 洛東江流域의 洛東(1952~70), 倭館(1956~74), 玄風(1955~67), 錦江流域의 沃川(1955~67)·규암(1955~67) 등 6 個 觀測所의 日 流量記錄值에 對하여 平均流量(Mean Flow)과 基底流量(Base Flow)에 對한 2 個의 切斷線 즉, Fig.-1과 같은 降雨現象과 流出現象으로부터 各資料들을 軸出하였다.

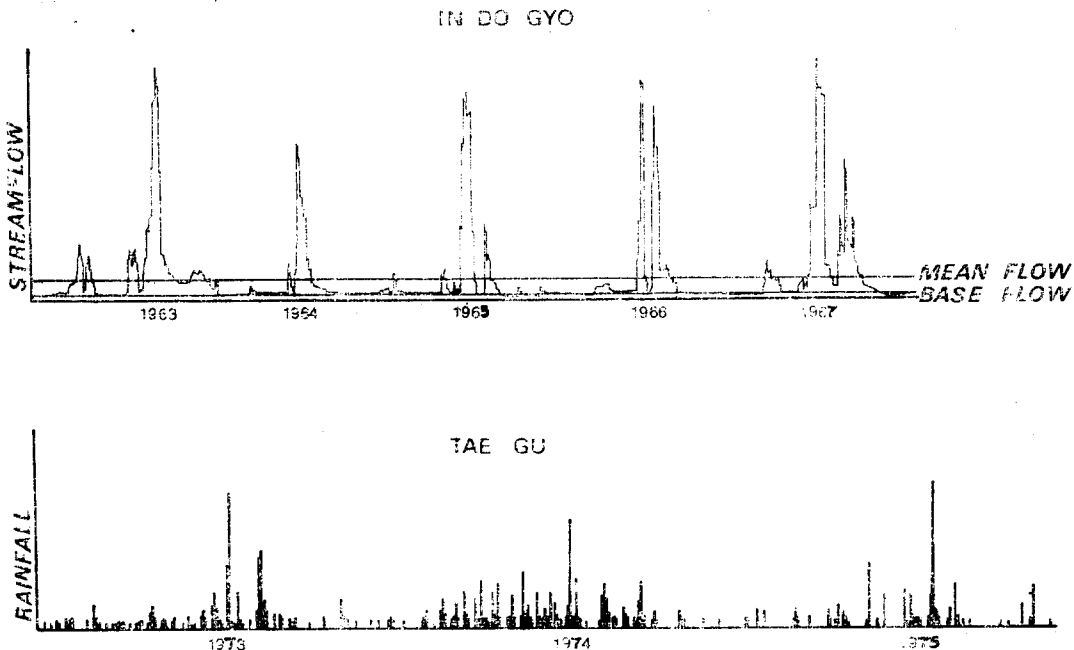


Fig.-1. Daily Rainfall and Discharge Records.

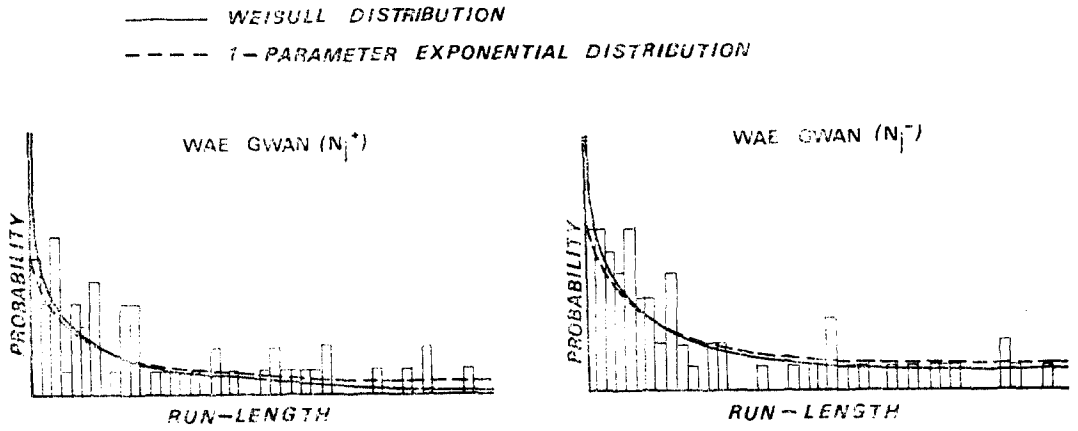


Fig.-2. Comparison of Observed and Theoretical Probability Density in Discharge Run-Length(T.L.-Base Flow)

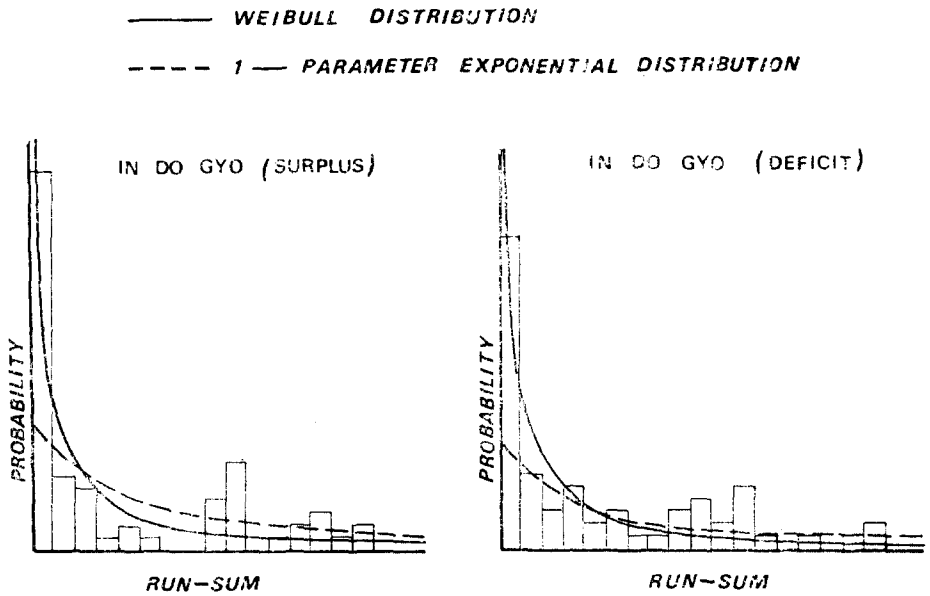


Fig.-3. Comparison of Observed and Theoretical Probability Density in Streamflow Run-Sum(T.L.-Mean Flow)

이들 Run-Length 및 Run-Sum의 各 資料들에 對한 基本統計值(Basic Statistics) 即, 平均(Arithmetic Mean; \bar{X}) · 標準偏差(Standard Deviation; S) · 歪度(Skewness; SK) · 尖度(Kurtosis; KU) 등을 求하면 Table-7, 8, 9, 10, 11, 12)와 같다.

그리고 Run-Length와 Run-Sum의 確率分布分析에 있어서는 降雨量과 河川流量의 Run-Length와 Run-Sum의 資料가 어떤 母集團(Population)에 屬하는가를 알아보기 爲하여 이들의 發生確率을 Fig.-2, 3과 같이 Plot하여 보면, Run-Length와 Run-Sum이 작은 값에서 發生頻도가 크므로 Run-Length와 Run-Sum의 各 資料의 分布는 指數型(Exponential Type)의 分布에 近似함을 알 수 있다.

따라서 適正分布型의 分析에 사용한 分布는 指數型 分布로서 Weibull 分布(Weibull Distribution)와 1-變數指數 分布(One-Parameter Exponential Distribution)의 分布型理論을 要約해 보면 다음과 같다.

2-1. Weibull 分布函數

Weibull 分布函數에 있어 確率密度函數(Probability Density Function)을 求하면,

$$f(x) = \frac{c}{b} \left[\frac{x-a}{b} \right]^{c-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right] \dots \dots \dots (2-1)$$

와 같으며, 累加分布函數(Cumulative Distribution Function)는

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right] \dots \dots \dots (2-2)$$

이다. 이 分布函數는 a, b 및 c 3 個의 媒介變數(Parameter)를 가지며 左側으로 制限되어 있고, 右側으로는 無限大의 分布이다. 各 媒介變數들을,

- a; 下限界(Lower Boundary)
- b; 形狀變數(Shape Parameter)
- c: 스케일變數(Scale Parameter)라고 하며, 이들 3 媒介變數間의 關係式은

$$a = \bar{X} + S \cdot A(c) - b$$

$$b = S \cdot B(c)$$

와 같고, C와 A(c) 및 B(c)의 값은 Weibull表로부터 求한다.

2-2. 1-變數指數 分布函數

1-變數指數 分布函數에서 確率密度函數를 求하면,

$$f(x) = \exp(-\alpha \cdot x) \dots \dots \dots (2-3)$$

와 같으며, 累加分布函數는

$$F(x) = 1 - \exp(-\alpha \cdot x) \dots \dots \dots (2-4)$$

와 같다. 여기서 媒介變數 α 는 標準偏差의 逆數이다.

따라서, 降雨量과 河川流量의 各 Run-Length와 Run-Sum의 資料들에 對한 基本統計值로부터 各 分布函數의 媒介變數(Table-1, 2 참조)를 求하여 χ^2 -Test 및

Kolmogorov-Smirnov Test에 依한 適正分布型을 檢定하여 본 結果 대체적으로 有意水準 95%에서 降雨量의 Run-Length는 1-變數指數分布에 適合하였고, 降雨量의 Run-Sum, 河川流量의 Run-Length 및 Run-Sum은 Weibull分布에 適合함을 알 수 있었다.

또한 降雨量과 河川流量의 各 Run-Length와 Run-Sum의 相關性을 Plot하여 보면 Fig.-4와 같이 거의 直線의인 相關關係가 나타나므로 相關係數(Correlation Coefficient)를 求해본 結果 대체로 降雨量에서는 $r > 0.6$, 河川流量에서는 $r > 0.8$ 로서 有意性이 높음을 알 수 있었고, 이들의 關係를 最小自乘法(Least Square Method)에 依하여 各各의 回歸係數를 求하여 보았다. (Table-4참조)

여기서, Run-Sum(V_j)는

$$V_j = A \cdot N_j + B \dots \dots \dots (2-5)$$

이고, A와 B는 回歸係數이며 N_j 는 (+) 혹은 (-) Run-Length이다.

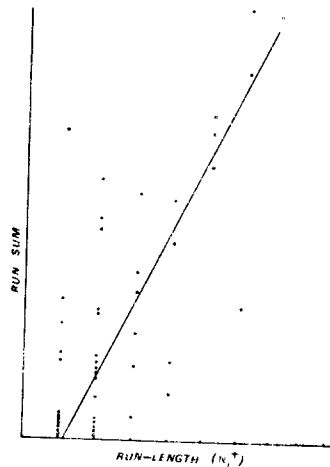


Fig.-4. Regression Relationship Run-Sum and Run-Length in Kang Nung Rainfall.

3. Run-Length와 Run-Sum의 模擬發生

降雨量이나 河川流量의 Run-Length와 Run-Sum의 推計學的 特性으로 보아 Monte Carlo 技法에 依한 確率의 模擬發生 模型을 利用하기로 하였다. 그리고 Mont Carlo 샘플링에 依한 Run-Length와 Run-Sum 事象(Events)의 發生을 推計學的(Stochastic)이란 假定을 하였으며, 이로부터 降雨量과 河川流量의 ① Run-Length와 Run-Sum을 各各 適正 分布型으로부터 模擬

Table-1. The Distribution Parameters of Weibull Model and 1-Parameter Exponential Model in Run-Length

G.S.	T.L.	R.L.	Weibull					Exponential	
			a	b	c	Revised value		1/S	1/X
						a	b		
NAK DONG	Mean	Nj ⁺	2.40872	2.98665	0.51114	0.0	5.39537	0.08057	0.12290
	165	Nj ⁻	-15.43031	47.29377	0.85721	0.0	31.86346	0.01672	0.02796
WAE GWAN	Mean	Nj ⁺	-0.46408	10.21179	1.02671	0.0	9.74771	0.09415	0.10033
	161	Nj ⁻	-12.39743	45.17046	0.86301	0.0	32.77303	0.01771	0.02758
HYEON PUNG	Mean	Nj ⁺	-0.16315	9.78070	0.90785	0.0	9.61719	0.08852	0.09922
	234	Nj ⁻	-20.46626	59.98183	0.95636	0.0	39.51557	0.01566	0.02458
OG CHUN	Mean	Nj ⁺	0.00368	7.07359	0.74449	0.0	7.07726	0.08672	0.11807
	65	Nj ⁻	-19.59886	61.34694	1.14738	0.0	41.74808	0.01959	0.02571
GYU AM	Mean	Nj ⁺	0.32333	6.13079	0.74154	0.0	6.45412	0.09929	0.13012
	160	Nj ⁻	-8.22370	31.23695	0.77081	0.0	23.01324	0.02094	0.03550
IN DO GYO	Mean	Nj ⁺	-1.43894	8.85283	0.81977	0.0	7.38689	0.08297	0.11923
	520	Nj ⁻	-18.62362	52.39750	0.91307	0.0	33.77388	0.01668	0.02772
NAK DONG	Base	Nj ⁺	-8.57281	37.73675	0.78639	0.0	29.16394	0.01802	0.02882
	30	Nj ⁻	-5.89305	27.83185	0.91220	0.0	21.93881	0.03135	0.04315
WAE GWAN	Base	Nj ⁺	-23.96397	76.62657	0.96609	0.0	52.66260	0.01244	0.01859
	25	Nj ⁻	-4.26611	24.32415	0.85318	0.0	20.05805	0.03225	0.04521
HYEON PUNG	Base	Nj ⁺	-7.60240	36.52355	0.92014	0.0	28.92115	0.02423	0.03293
	60	Nj ⁻	-8.45806	36.96064	0.83968	0.0	28.50258	0.02064	0.03120
OG CHUN	Base	Nj ⁺	-0.83264	16.78896	0.70472	0.0	15.95632	0.03268	0.04934
	20	Nj ⁻	-2.71259	22.32673	0.83736	0.0	19.61414	0.03399	0.04586
GYU AM	Base	Nj ⁺	-5.03465	28.75774	0.68822	0.0	23.72308	0.18164	0.03785
	30	Nj ⁻	1.82386	3.70887	0.58903	0.0	5.53274	0.09985	0.13354
IN DO GYO	Base	Nj ⁺	-3.09787	11.33990	0.56718	0.0	8.24203	0.03222	0.06974
	100	Nj ⁻	-2.02419	9.73477	0.54408	0.0	7.71058	0.02984	0.06757
SEOUL	0.	Nj ⁺	0.89390	0.84378	0.70333	0.0	1.73768	0.64766	0.51117
		Nj ⁻	0.42365	3.84424	0.88608	0.0	4.26789	0.25570	0.23320
KANG NUNG	0.	Nj ⁺	0.79925	1.22686	0.81437	0.0	2.02611	0.59019	0.46059
		Nj ⁻	1.70118	2.15735	0.56242	0.0	3.85853	0.18988	0.20747
TAE GU	0.	Nj ⁺	0.88424	0.91152	0.78233	0.0	1.79576	0.73881	0.51718
		Nj ⁻	0.77203	4.30466	0.87149	0.0	5.07669	0.18882	0.18583
GWANG JU	0.	Nj ⁺	0.79679	1.24780	0.87848	0.0	2.04459	0.65981	0.47020
		Nj ⁻	0.57653	3.35328	0.94176	0.0	3.92980	0.27378	0.24876
BU SAN	0.	Nj ⁺	0.85728	1.03441	0.83166	0.0	1.89169	0.72486	0.50040
		Nj ⁻	0.50841	4.44677	0.88942	0.0	4.95518	0.18878	0.19174
CHE JU	0.	Nj ⁺	0.66576	1.66138	0.98144	0.0	2.32714	0.58682	0.42733
		Nj ⁻	0.40800	3.33302	0.97897	0.0	3.74103	0.29149	0.26526

發生시켰고, ② 各 Run-Length와 Run-Sum의 相關性 即, 回歸直線(Regression Line) 關係로부터 Run-Sum 을 模擬發生시켰다. 이 模擬發生에 使用된 모델은 다음과 같다.

3-1 Weibull 모델

Weibull 分布 函數式으로부터 逆變換에 依하여 이로부터 記錄值의 分布 및 統計의 特性和 同一한 Weibull 變量들을 얻을 수 있다. 即,

$$X = a + b \left[I_n \left(\frac{a}{r_*} \right) \right]^{1/c} \dots \dots \dots (3-1)$$

Table-2. The Distribution Parameters of Weibull Model and 1-Parameter Exponential Model in Run-Sum

G.S.	T.L.	R.L.	Weibull					Exponential	
			a	b	c	Revised Value		1/S	1/X̄
						a	b		
NAK DONG	Mean	S	-2110.072	6277.463	0.85733	0.0	4167.391	0.00013	0.00021
	165	D	-2877.809	7256.927	0.90665	0.0	4379.118	0.00012	0.00021
WAE GWAN	Mean	S	-1271.226	6767.516	0.79991	0.0	5496.290	0.00010	0.00016
	161	D	-1576.867	5140.660	0.85797	0.0	3563.793	0.00015	0.00025
HYEON PUNG	Mean	S	-3310.900	10430.043	0.83207	0.0	7119.143	0.00007	0.00012
	234	D	-3585.195	9300.609	0.90233	0.0	5715.414	0.00009	0.00016
OG CHUN	Mean	S	-1237.287	3535.101	1.04670	0.0	2297.814	0.00033	0.00052
	65	D	-681.403	2300.167	0.96607	0.0	1618.764	0.00042	0.00061
GYU AM	Mean	S	-2078.004	4655.607	0.84866	0.0	2577.603	0.00017	0.00034
	160	D	-1225.903	3446.047	0.75863	0.0	2220.144	0.00018	0.00035
IN DO GYO	Mean	S	-9028.462	21206.494	0.82843	0.0	12178.032	0.00004	0.00007
	520	D	-8879.768	21803.653	0.90195	0.0	12923.890	0.00004	0.00007
NAK DONG	Base	S	-5557.745	12978.315	0.82012	0.0	7420.570	0.00006	0.00011
	30	D	-84.549	394.279	0.75114	0.0	309.730	0.00158	0.00260
WAE GWAN	Base	S	-10910487	25071.513	1.00723	0.0	14161.026	0.00004	0.00007
	25	D	-117.989	373.808	0.70807	0.0	255.819	0.00148	0.00286
HYEON PUNG	Base	S	-9729.156	22028.311	0.81193	0.0	12299.155	0.00003	0.00007
	60	D	-322.729	1368.104	0.82995	0.0	1045.374	0.00055	0.00084
OG CHUN	Base	S	-1671.092	3717.599	0.85984	0.0	2046.508	0.00021	0.00043
	20	D	-92.968	250.617	0.88409	0.0	157.649	0.00332	0.00577
GYU AM	Base	S	-3470.390	4684.667	0.59237	0.0	1214.277	0.00008	0.00028
	30	D	-93.714	160.018	0.80885	0.0	66.305	0.00447	0.01162
IN DO GYO	Base	S	-9335.537	13948.301	0.55667	0.0	4612.764	0.00003	0.00008
	100	D	-303.376	1010.953	0.71360	0.0	707.577	0.00056	0.00105
SEOUL	0.	S	-7.29810	24.59523	0.72384	0.0	17.29713	0.02357	0.04373
KANG NUNG	0.	S	-2.60300	20.63167	0.59338	0.0	18.02867	0.01825	0.03494
TAE GU	0.	S	-1.49876	14.41908	0.57500	0.0	12.92033	0.02393	0.04695
GWANG JU	0.	S	1.39433	11.19160	0.55482	0.0	12.58594	0.02739	0.04953
BU SAN	0.	S	2.45599	18.75037	0.63694	0.0	21.20636	0.02340	0.03492
CHE JU	0.	S	-0.92177	19.82376	0.63356	0.0	18.90200	0.02184	0.03918

여기서, X; 模擬發生變量

a, b, c; Weibull 分布의 媒介變數

r*; (0, 1)의 값을 갖는 均等分布의 亂數이다.

Computer Program에서 Run-Length의 性質上 變量 X가 1보다 작은 값이 模擬發生됨이 要望되며(여기서는 Integer Run-Length로 하여 +0.5를 (3-1)式에 加하도록 하였으며 1보다 작은 값이 發生하는 경우 그 값을 1이 되도록 하였음), (0, 1)의 均等分布亂數의 發生에 있어서는 FACOM 230~25/35(嶺南大學校 電子計算所의 「UNIRNS」를 使用하였다.

3-2 1-變數指數 模型

1-變數指數 分布函數式으로부터 Weibull 模型과 같은 方法에 依하여 記錄值의 分布 및 統計의 特性과 同一한 指數變量들을 얻을 수 있다. 即,

$$X = 1 - \left(\frac{1}{\alpha}\right) I_n(r_*) \dots \dots \dots (3-2)$$

여기서, X; 模擬發生變量

α; 指數分布의 媒介變數(1/S)

r*; $I_n(r_*) \leq 0, 0 \leq r_* \leq 1$

이다. Computer Program에서 Run-Length의 模擬發生變量 X는 Weibull 模型과 같은 過程이다.

Table-4. Correlation coef. and Regression Coef of Run-Length to Run-Sum

G.S.	T.L.	R.L.	Correlation Coefficient	Regression Coefficient	
				A	B
NAK DONG	165	S	0.81426	405.663	719.784
		D	0.98406	135.991	487.736
WAE GWAN	161	S	0.87447	709.020	1494.202
		D	0.95325	134.223	181.156
HYEON PUNG	234	S	0.88983	965.697	2076.939
		D	0.98186	180.553	438.367
OG CHUN	65	S	0.76439	240.071	283.367
		D	0.99433	49.941	180.137
GYU AM	160	S	0.85702	622.640	1671.382
		D	0.97909	112.968	367.302
IN DO GYO	520	S	0.85450	3824.799	8120.437
		D	0.99570	456.920	944.946
NAK DONG	30	S	0.90289	250.337	1676.926
		D	0.89240	17.597	69.651
WAE GWAN	25	S	0.87540	201.757	1032.962
		D	0.94269	14.558	73.746
HYEON PUNG	60	S	0.95059	597.278	5551.336
		D	0.97263	41.103	299.605
OG CHUN	20	S	0.74766	126.103	87.635
		D	0.86622	8.589	12.707
GYU AM	30	S	0.96038	220.110	1447.851
		D	0.81926	38.890	204.715
IN DO GYO	100	S	0.86878	1472.115	7239.113
		D	0.99093	83.307	217.502
SEOUL	0.	S	0.66336	19.966	15.588
KANG NUNG	0.	S	0.64020	19.681	13.744
TAE GU	0.	S	0.66656	18.794	15.399
GWANG JU	0.	S	0.62927	17.751	16.572
BU SAN	0.	S	0.67761	20.287	12.839
CHE JU	0.	S	0.56779	14.138	9.359

3-3 回歸 모델

Run-Length와 Run-Sum의 相關性으로부터 Run-Sum (Q_i)의 模擬發生에 있어서는 (3-1) 및 (3-2)式에 依하여 模擬發生되는 Run-Length(N_i)로부터 回歸直線式에 代入하여 回歸Run-Sum(Q₁)을 먼저 發生시킨다. 다음 Run-Sum의 分散을 考慮하기 爲하여 百分率殘差(Percent Residual)H(%)를 얻는다.

$$H(\%) = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_1} \times 100 \dots\dots\dots(3-3)$$

여기서, H(%); 百分率殘差

Q₀; 記錄值의 Run-Sum

Q₁; 回歸直線式에 依한 Run-Sum

따라서, Q₁의 補正值 H는,

$$H = Q_1 \cdot (H(\%) / 100) \dots\dots\dots(3-4)$$

이 되며,

$$Q_j = Q_1 + H \dots\dots\dots(3-5)$$

와 같이 回歸直線으로부터의 分散을 考慮한 Q_j를 模擬發生 總Run-Sum(Simulated Total Run-Sum)으로 한다.

여기서 百分率殘差에 對한 記錄值의 基本統計值와 이들에 대한 Weibull分布變數들을 구한 다음 (Table-5, 6참조) Weibull모델에 의한 百分率殘差(H)를 模擬發生시켜서 얻어지는 補正值 H를 위의 (3-5)式에 代入하여 Run-Sum의 Simulation값을 얻게 된다.

3-4 模擬發生 및 結果의 考察

앞에서 記錄한 Weibull모델 (Weibull Model; WBL Model) 및 1-變數指數 모델(1-Parameter Exponential

Table-5. Basic Statistics of Percent Residual in Run-Sum

G.S.	T.L.	R.L.	Mean	S.D.	Variation	Skewness	Kurtosis
NAK DONG	165	S	0.23757	0.25343	106.6754	1.26290	3.79227
		D	0.58924	0.14134	23.9873	1.16325	7.85909
WAE GWAN	161	S	0.66241	0.19059	28.7721	1.24690	5.72626
		D	0.17286	0.11656	67.5326	6.53811	50.47675
HYEON PUNG	234	S	0.53237	0.20699	38.8809	0.22838	4.15297
		D	0.41926	0.14717	35.0782	0.03257	7.76449
OG CHUN	65	S	0.46784	0.18091	386.686	1.12007	5.35221
		D	0.29412	0.14672	49.8846	2.45289	12.47152
GYU AM	160	S	0.21253	0.17231	81.0761	2.03443	9.23543
		D	0.65686	0.15921	24.2373	2.35275	10.30431
IN DO GYO	520	S	0.65161	0.15921	24.2373	0.99062	7.23752
		D	0.68138	0.14534	21.3295	2.77648	12.23156
NAK DONG	30	S	0.49731	0.10269	20.6485	1.18591	19.10876
		D	0.05162	0.13477	261.0935	5.27590	33.97314
WAE GWAN	25	S	0.19641	0.26313	133.9684	1.47277	4.35720
		D	0.87600	0.17163	19.5924	4.41432	22.15561
HYEON PUNG	60	S	0.45575	0.13976	30.6651	1.01923	7.70084
		D	0.63518	0.09298	14.6387	3.55873	34.06790
OG CHUN	20	S	0.11210	0.19072	170.1326	2.55591	9.79866
		D	0.08190	0.10309	125.8755	8.44997	77.04677
GYU AM	30	S	0.53099	0.09593	18.0667	0.18138	19.93408
		D	0.67053	0.13263	19.7795	2.44138	14.22508
IN DO GYO	100	S	0.15455	0.14681	94.9874	3.75389	19.78041
		D	0.27718	0.12976	46.8129	2.50262	15.40660
SEOUL	0.	S	0.10857	0.16985	156.4406	2.97530	12.70333
KANG NUNG	0.	S	0.10568	0.14933	141.3003	2.74662	12.04872
TAE GU	0.	S	0.10545	0.16381	125.3491	2.85574	12.13554
GWANG JU	0.	S	0.03199	0.08081	252.5753	6.70051	64.96884
BU SAN	0.	S	0.07398	0.10315	139.4388	3.92040	26.20782
CHE JU	0.	S	0.09502	0.13497	142.0489	3.47750	19.02165

Model; EXP-1 Model)과 各 變數들을 使用하여 Run-Length을 模擬發生하였다. 또한 Run-Sum와 Run-Length의 回歸直線 關係로부터 回歸모델(Regression Model; REG Model)과 各 變數들을 使用하여 Run-Sum을 模擬發生하였다. 따라서, 各 Run-Length와 Run-Sum의 原資料(Historical Data)와 模擬發生資料(Simulation Data)의 基本統計值를 比較해 본 結果 다음과 같은 性質을 發見할 수 있었다.

(1) Run-Length의 模擬發生

降雨量에 있어서 (+)Run-Length는 EXP-1 Model이 (-)Run-Length는 WBL Model이 適合함을 보여주고 있으며, 河川流量에 있어서 平均流量이나 基底流量 모두가 WBL Model이 더욱 適合함을 나타내고 있다. 따라서 Run-Length의 값들이 比較的 작은 降雨量에서는

EXP-1 Model이, Run-Length의 값들이 크게 나타나는 河川流量에서는 WBL Model이 適合함을 나타내고 있다. (Table-7, 8, 및 9 참조)

(2) Run-Sum의 模擬發生

降雨量에 있어서 Run-Sum은 WBL 및 REG Model이 適合함을 나타내고 있으며 河川流量에 있어서 Run-Sum은 平均流量의 (+)Run-Sum과 基底流量의 (-)Run-Sum이 모두 WBL Model에 適合함을 나타내고 있으며 平均流量의 (-)Run-Sum과 基底流量의 (+)Run-Sum에서는 모두 REG Model이 適合함을 나타내고 있다. (Table-10, 11, 및 12 참조)

4. 結 論

지금까지 降雨量(서울·江陵·大邱·光州·釜山·濟

Table-6. The Distribution Parameters of Percent Residual in Run-Sum

G.S.	T.L.	R.L.	Weibull					Exponential	
			a	b	c	Revised Value		1/S	1/X
						a	b		
NAK DONG	165	S	0.17463	0.09388	1.35429	0.0	0.26852	3.94581	4.20922
		D	-13.	13.5	120.	0.0	0.5	7.07504	1.69711
WAE GWAN	161	S	-17.	17.5	200.	0.0	0.5	5.24687	1.50963
		D	0.12028	0.02660	0.50298	0.0	0.14688	8.57898	5.78503
HYEON PUNG	234	S	-0.34189	0.95417	4.81979	0.0	0.61228	4.83115	1.87839
		D	-0.14565	0.51325	3.47040	0.0	0.36760	6.79473	2.38517
OG CHUN	65	S	-0.20791	0.28695	1.46025	0.0	0.07904	5.52767	2.13747
		D	0.16596	0.11994	0.87458	0.0	0.28590	6.81561	3.39994
GYU AM	160	S	0.04199	0.16977	0.98899	0.0	0.21176	5.80346	4.70522
		D	-145.	145.5	1200.	0.0	0.5	6.28121	1.52239
IN DO GYO	520	S	-4.34527	5.06782	37.99103	0.0	0.72256	6.26881	1.53465
		D	-170.	170.5	1600.	0.0	0.5	6.88066	1.46761
NAK DONG	30	S	0.35455	0.15679	1.40927	0.0	0.51134	9.73833	2.01082
		D	-0.01844	0.04216	0.55821	0.0	0.02372	7.42027	19.37384
WAE GWAN	25	S	-0.12450	0.34297	1.22582	0.0	0.21847	3.80046	5.09142
		D	-390.	390.5	3000.	0.0	0.5	5.82652	1.14152
HYEON PUNG	60	S	0.24407	0.23530	1.54630	0.0	0.47937	7.15533	2.19419
		D	-160.	160.5	2200.	0.0	0.5	10.75477	1.5735
OG CHUN	20	S	0.04980	0.14906	0.85138	0.0	0.09926	5.24322	8.92045
		D	0.03897	0.02035	0.46702	0.0	0.05932	9.70054	12.21061
GYU AM	30	S	0.16017	0.40700	4.37327	0.0	0.56718	0.42405	1.88329
		D	-150.	150.5	1500.	0.0	0.5	17.53989	1.49136
IN DO GYO	100	S	0.06873	0.07272	0.67183	0.0	0.13145	6.81176	6.47031
		D	0.16538	0.10382	0.86313	0.0	0.26920	7.70677	3.60776
SEOUL	0.	S	-0.02673	0.11168	0.77271	0.0	0.08493	5.88769	9.21073
KANG NUNG	0.	S	-0.01502	0.10783	0.81305	0.0	0.09281	6.69662	9.46235
TAE GU	0.	S	-0.02353	0.11323	0.79329	0.0	0.08970	6.10460	9.48344
GWANG JU	0.	S	-0.00407	0.01798	0.49844	0.0	0.01391	12.37409	31.25391
BU SAN	0.	S	-0.00858	0.04835	0.65545	0.0	0.03977	9.69423	13.51753
CHE JU	0.	S	-0.00222	0.07366	0.70288	0.0	0.07145	7.40894	10.52432

州) 및 河川流量(洛東·玄風·倭館·沃川· 규암·人道橋)의 日資料를 Run-Length와 Run-Sum에 對해서 分析하여 模擬發生시킨 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) Run-Length와 Run-Sum은 대체로 보아서 指數 分布에 유사한 分布를 나타내고 있다. 特히, 降雨量의 Run-Length(N_j^+ 및 N_j^-)는 1-變數指數 分布를 하고 있으며, 降雨量의 Run-Sum과 河川流量의 Run-Length 및 Run-Sum 모두 Weibull分布를 나타내고 있음을 알 수 있다.

(2) Run-Length의 模擬發生 모델로서 降雨量은 1-變數指數 모델이 가장 適合함을 나타내며, 河川流量은

Weibull모델이 가장 適合한 것으로 나타난다.

(3) Run-Sum의 模擬發生 모델은 降雨量 및 河川流量의 兩者가 모두 Weibull모델에 適合한 것으로 생각 되고, 河川流量에서 比較의 回歸 모델도 適合한 것으로 思料되나 대체적으로 Weibull 모델의 結果가 더 良好한 것으로 判斷된다.

끝으로 本研究에서 Run-Sum의 時間의 分布, 即 Run-Hydrograph의 Simulation결과까지 發表하지 못함을 유감으로 생각하며 그 結果가 얻어지는 데로 다음 기회에 다시 發表토록 하겠다.

Table-7. Basic Statistics of Historical and Synthetic Rainfall in Run-Length

G.S.	R.L.	Model	Mean		Standard Deviation		Skewness		Kurtosis	
SEOUL	Nj ⁺	HIST.	1.95628	%	1.54403	%	3.47366	%	23.75058	%
		WBL	2.79740	43.00	3.09041	100.15	3.18519	8.30	17.65948	25.65
		EXP-1	2.26900	15.99	1.78038	15.31	2.75209	35.17	9.6638	58.04
	Nj ⁻	HIST.	4.28816		3.91086		2.03977		8.38707	
		WBL	5.01560	16.96	5.04189	28.92	2.36543	15.97	11.15576	33.01
		EXP-1	4.53833	5.80	4.02712	2.97	1.98997	2.44	8.66087	3.26
KANG NUNG	Nj ⁺	HIST.	2.17113		1.69436		2.73956		14.49645	
		WBL	2.84380	30.96	2.76593	63.24	2.64697	3.38	12.86081	22.53
		EXP-1	2.42700	11.79	1.95609	15.45	2.22601	18.75	9.80996	6.54
	Nj ⁻	HIST.	4.82010		5.26661		4.35204		40.46339	
		WBL	6.87820	42.70	1.79870	124.03	4.64628	6.76	35.76027	11.62
		EXP-1	5.62300	16.66	5.10127	3.14	2.83079	34.95	7.38122	81.76
TAE GU	Nj ⁺	HIST.	1.93355		1.35352		2.91865		17.30925	
		WBL	2.65600	37.36	2.16754	60.14	2.82581	3.18	14.33648	17.77
		EXP-1	2.06900	7.01	1.55645	14.99	2.25542	22.72	9.90782	42.76
	Nj ⁻	HIST.	5.38140		5.29620		2.46631		11.30610	
		WBL	5.92700	10.14	6.17008	16.50	2.38381	3.35	11.31850	0.11
		EXP-1	5.94200	10.42	5.46043		4.54807	84.41	10.86305	3.92
GWANG JU	Nj ⁺	HIST.	2.12677		1.51559		2.51328		12.97118	
		WBL	2.73680	28.68	2.44905	61.59	2.39128	4.85	10.89022	19.04
		EXP-1	2.22900	4.81	1.72840	14.04	2.25099	10.44	9.97056	23.13
	Nj ⁻	HIST.	4.02090		3.65262		2.19132		10.10465	
		WBL	4.54760	12.99	4.21012	15.26	2.06474	5.78	8.96689	11.26
		EXP-1	4.23233	5.15	3.61692	0.98	17.36203	692.31	6.51060	35.57
BU SAN	Nj ⁺	HIST.	1.99841		1.37958		2.64865		13.96544	
		WBL	2.64022	32.12	2.46734	78.85	2.61372	1.31	12.63161	9.55
		EXP-1	2.06606	4.88	1.58657	15.00	2.27298	14.18	10.10610	27.68
	Nj ⁻	HIST.	5.21553		5.29728		2.38982		10.71602	
		WBL	5.71800	9.63	5.77203	8.96	2.30160	3.69	10.60991	1.07
		EXP-1	5.56767	6.75	5.03594	4.93	8.34608	249.23	7.79906	27.22
CHE JU	Nj ⁺	HIST.	2.34014		1.70410		2.05852		8.96446	
		WBL	2.91711	24.66	2.70447	41.10	2.04880	0.47	8.77302	2.14
		EXP-1	2.43100	3.88	1.95676	14.83	2.22520	8.10	9.79632	9.28
	Nj ⁻	HIST.	3.77075		3.43069		2.06646		8.56227	
		WBL	4.26933	13.22	3.78665	10.38	1.98697	3.85	8.46595	1.12
		EXP-1	4.14567	9.94	3.62907	5.78	24.45609	1083.48	9.93805	16.07

Table-8. Basic Statistics of Historical and Synthetic Streamflow in Run-Length (T.L. Mean Flow)

G.S.	R.L.	Model	Mean		Standard Deviation		Skewness		Kurtosis		
NAK DONG	Nj ⁺	HIST.	8.13665	%12.41241	%6.32201	%57.38069					
		WBL	18.06421	122.0149.44342	298.34	7.33227	15.98	83.29564	45.16		
		EXP-1	18.51399	127.5443.44492	250.02	4.03934	23.46	32.77664	42.88		
	Nj ⁻	HIST.	35.71875	59.80807	2.52950	9.17599					
		WBL	34.67955	2.9139.78177	33.48	2.38794	5.60	11.20587	22.12		
		EXP-1	36.58099	2.4140.57254	31.86	1.97438	21.98	7.63950	16.74		
	WAE GWAN	Nj ⁺	HIST.	9.96732	10.62170	2.14730	8.61908				
			WBL	10.14756	1.819.33596	12.10	1.86884	12.97	7.96093	7.64	
			EXP-1	10.71200	7.479.85492	7.22	1.70778	20.45	6.59324	23.51	
Nj ⁻		HIST.	36.25333	56.47818	2.50360	9.58146					
		WBL	35.66933	1.6140.82925	27.72	2.40793	3.82	11.30446	17.98		
		EXP-1	38.04099	4.9442.78195	24.25	2.16082	13.70	9.08864	5.14		
HYEON PUNG	Nj ⁺	HIST.	10.07895	11.29736	2.31434	8.96130					
		WBL	10.70600	6.2211.13535	1.43	2.18083	5.77	9.63241	7.49		
		EXP-1	11.03300	9.4711.45313	1.38	2.08476	9.90	8.65064	3.46		
	Nj ⁻	HIST.	40.69026	63.84177	2.14115	6.92818					
		WBL	40.46843	0.5041.66199	34.73	2.04108	4.67	8.85146	27.76		
		EXP-1	41.77899	2.6843.27600	32.21	2.00615	6.31	8.15581	17.73		
OG CHUN	Nj ⁺	HIST.	8.46956	11.53126	3.16238	5.03396					
		WBL	8.99333	6.1811.40073	1.13	3.00368	5.03	16.59669	10.39		
		EXP-1	9.43800	11.4311.45677	0.64	2.36591	25.20	9.90106	34.14		
	Nj ⁻	HIST.	38.82399	51.04541	1.62763	4.84565					
		WBL	40.11400	3.3234.62903	32.16	1.60019	1.69	6.41454	32.38		
		EXP-1	42.26500	8.8636.34631	28.80	1.46147	10.26	5.50774	13.66		
GYU AM	Nj ⁺	HIST.	7.68504	10.07170	3.18345	16.41661					
		WBL	8.18800	6.5410.32978	2.56	2.99574	5.90	16.30098	0.70		
		EXP-1	8.85800	15.2611.03252	9.55	2.65216	16.68	12.42292	24.33		
	Nj ⁻	HIST.	28.16800	47.74780	2.98666	12.31659					
		WBL	27.83066	1.2035.58820	25.47	2.79121	6.54	14.19627	15.26		
		EXP-1	28.70999	1.9236.29456	23.99	2.58677	13.39	11.93358	3.11		
IN DO GYO	Nj ⁺	HIST.	8.38710	12.05332	2.71076	10.66533					
		WBL	8.68622	3.579.93987	17.53	2.55785	5.64	12.49308	17.4		
		EXP-1	9.14200	9.0010.09995	16.20	2.09715	22.65	8.29796	22.48		
	Nj ⁻	HIST.	36.07608	59.96249	2.29453	7.70767					
		WBL	35.69756	1.0538.33173	36.07	2.21642	3.40	10.18313	32.13		
		EXP-1	38.06000	5.5040.55768	32.36	1.99760	12.94	8.10989	5.23		

Table-9. Basic Statistics of Historical and Synthetic Streamflow in Run-Length(T.L. Base Flow)

G.S.	R.L.	Model	Mean		Standard Deviation		Skewness		Kurtosis	
NAK DONG	Nj ⁺	HIST.	34.69444	%55.48755	%	2.89512	%12.76065	%		
		WBL	35.61200	2.6442.86975	22.74	2.19871	24.05	8.89196	30.32	
		EXP-1	36.42502	4.9943.45675	21.68	1.94320	32.88	7.25445	43.15	
	Nj ⁻	HIST.	23.17699	31.90047		2.29775		8.71641		
		WBL	24.91599	7.5026.40314	17.23	2.00237	12.86	8.13740	6.64	
		EXP-1	25.02543	7.9727.40350	14.09	1.99425	13.23	6.30725	27.64	
WAE GWAN	Nj ⁺	HIST.	53.79999	80.36398		2.10857		7.21040		
		WBL	54.59288	1.4755.57925	30.84	1.99741	5.27	8.49412	17.80	
		EXP-1	54.97625	2.1956.45920	29.75	1.75635	16.74	7.62431	5.74	
	Nj ⁻	HIST.	22.11903	31.00996		2.54775		10.41784		
		WBL	22.08289	0.1625.22961	18.64	2.40544	5.59	11.34027	8.85	
		EXP-1	22.34257	1.0126.34500	15.04	2.24776	11.71	0.857244	4.17	
HYEON PUNG	Nj ⁺	HIST.	30.36559	41.26987		2.26849		7.98542		
		WBL	30.55310	0.6232.46490	21.34	2.18930	3.49	9.98746	75.07	
		EXP-1	35.75490	17.7533.72425	18.28	2.04325	9.92	8.29630	3.89	
	Nj ⁻	HIST.	32.05434	8.4610.9		2.61004		10.66416		
		WBL	31.60333	1.4137.13968	23.36	2.50301	4.10	12.01276	12.65	
		EXP-1	31.84325	0.6638.04376	21.87	2.42035	7.28	11.43250	7.21	
OG CHUN	Nj ⁺	HIST.	20.26851	30.60094		3.57208		18.3650		
		WBL	20.29887	0.1528.26595	7.63	3.21472	10.00	18.39221	0.14	
		EXP-1	20.50675	1.1729.36450	4.04	3.14250	12.01	17.94502	2.30	
	Nj ⁻	HIST.	21.80554	29.42032		2.62094		11.10379		
		WBL	22.42888	2.8626.15857	11.09	2.48332	5.25	11.76828	5.98	
		EXP-1	22.76432	4.3626.85862	8.70	2.34250	10.61	11.56435	4.14	
GYU AM	Nj ⁺	HIST.	26.41859	55.05380		3.60486		17.16008		
		WBL	30.74666	16.3844.49265	19.18	3.28962	8.74	19.10567	11.34	
		EXP-1	30.87320	16.8645.14593	18.00	3.18950	11.51	18.94320	10.39	
	Nj ⁻	HIST.	7.4885	10.01486		4.75554		4.96164		
		WBL	9.04333	20.7614.97334	49.51	4.34953	8.54	32.06279	8.29	
		EXP-1	9.19454	22.7815.76432	57.40	4.17654	12.17	31.42567	10.11	
IN DO GYO	Nj ⁺	HIST.	14.33974	31.04109		4.80224		32.32974		
		WBL	13.85600	3.3724.74374	20.92	4.47511	6.81	32.76199	1.34	
		EXP-1	14.10450	1.6425.62345	17.45	4.12545	14.10	32.64320	0.97	
	Nj ⁻	HIST.	14.80000	33.50879		5.55675		41.23033		
		WBL	13.59933	8.1125.28827	24.53	4.80783	13.48	37.99745	7.84	
		EXP-1	13.89450	6.1125.87450	22.78	4.62054	16.77	37.66450	8.6	

Table-10. Basic Statistics of Historical and Synthetic Streamflow in Run-Sum(T.L. Mean Flow)

G.S.	R.L.	Model	Mean		Standard Deviation		Skewness		Kurtosis		
NAK DONG	Nj ⁺	HIST.	4678.516	%	7936.602	%	2.52895	%	9.33155	%	
		WBL	4716.633	0.81	5304.937	33.16	1.97332	21.97	7.63610	18.17	
		EXP-1	8254.590	76.44	8042.246	1.33	1.62057	35.92	5.94066	36.34	
		REG	8229.824	75.91	17624.990	122.08	4.83775	91.29	32.77539	251.23	
	Nj ⁻	HIST.	4726.824		8398.492		2.31915		7.90312		
		WBL	4298.574	9.06	4746.441	43.48	2.50074	7.83	12.96987	64.11	
		EXP-1	7926.527	67.69	7895.437	5.99	2.14425	7.54	10.24272	29.60	
		REG	4516.785	4.44	5492.137	34.60	1.99728	13.88	7.72474	2.26	
	WAE GWAN	Nj ⁺	HIST.	6390.672		9643.867		2.81857		13.76928	
			WBL	6689.660	4.68	8235.039	14.61	2.38028	15.55	10.46169	24.02
			EXP-1	10182.210	59.33	10080.630	4.53	1.76844	37.26	6.89810	9.90
			REG	6111.793	3.26	6911.277	28.33	1.76073	37.53	6.76616	50.86
Nj ⁻		HIST.	3979.776		6491.109		2.52607		9.74911		
		WBL	7143.742	79.50	8427.695	29.83	2.72760	7.98	14.85770	52.40	
		EXP-1	6092.039	53.07	6108.469	5.89	2.14709	15.00	10.20260	4.65	
		REG	4926.820	23.79	5740.512	11.55	2.16292	14.38	9.09637	6.70	
HYEON PUNG	Nj ⁺	HIST.	8191.699		13899.330		2.64652		10.21135		
		WBL	8421.753	2.81	12943.667	6.88	2.83241	6.79	9.37513	8.23	
		EXP-1	14639.960	78.72	14461.640	4.05	1.77056	33.10	6.92765	32.16	
		REG	8720.000	6.45	10941.080	21.28	2.14150	19.08	8.89041	12.94	
	Nj ⁻	HIST.	6184.949		10840.010		2.33661		7.83224		
		WBL	1775.477	71.29	1903.182	82.44	1.85005	20.82	7.00564	10.55	
		EXP-1	10308.580	66.67	10301.160	4.97	2.09377	10.39	9.84235	25.66	
		REG	7113.609	15.02	7805.625	27.99	2.01204	13.89	8.17562	4.38	
OG CHUN	Nj ⁺	HIST.	1939.408		3035.789		1.86785		5.65058		
		WBL	2394.534	23.47	2276.178	25.02	1.99788	6.96	9.24140	28.55	
		EXP-1	3162.882	23.08	3135.879	3.30	1.83168	1.94	7.27290	63.55	
		REG	1991.227	2.68	2743.730	9.62	2.37893	27.36	9.96205	76.30	
	Nj ⁻	HIST.	1652.929		2412.432		2.10864		7.31212		
		WBL	2391.893	44.71	2447.578	1.46	2.85324	12.11	7.32768	28.71	
		EXP-1	2334.577	41.24	2332.562	3.31	1.03360	3.56	9.31271	64.81	
		REG	1934.313	17.54	1810.923	24.92	2.47343	30.12	5.53697	24.28	
GYU AM	Nj ⁺	HIST.	2989.279		5990.199		1.56838		8.67681		
		WBL	12292.700	311.23	14675.810	145.00	2.77569	8.07	15.28971	76.21	
		EXP-1	6208.273	107.68	6137.348	2.46	2.87035	27.18	7.48684	13.71	
		REG	4120.887	37.87	6687.344	11.64	2.80222	9.10	13.30715	53.36	
	Nj ⁻	HIST.	2837.388		5422.508		3.06622		11.95733		
		WBL	7692.230	171.10	9374.250	72.88	2.81561	8.17	15.73782	31.61	
		EXP-1	5268.473	85.68	5306.539	2.14	1.99750	34.85	9.01919	24.57	
		REG	2907.983	2.43	4077.875	24.80	1.61915	14.58	12.10615	1.24	
IN DO GYO	Nj ⁺	HIST.	14422.770		28461.960		2.66532		10.63071		
		WBL	16326.270	13.20	21169.560	25.62	2.55848	4.01	11.74389	10.51	
		EXP-1	29714.080	106.02	28952.000	1.72	2.62081	39.19	5.94192	44.11	
		REG	27645.960	91.68	38016.220	33.57	2.17378	18.44	8.62344	18.88	
	Nj ⁻	HIST.	14029.620		25428.430		2.33815		7.67512		
		WBL	340.144	97.58	373.216	98.53	2.10340	10.04	8.77268	14.30	
		EXP-1	24184.650	72.38	24090.960	5.26	2.14444	8.28	10.24470	33.48	
		REG	12609.725	8.99	26432.520	3.95	2.42504	3.72	8.62435	12.37	

Table-11. Basic Statistics of Historical and Synthetic Streamflow in Run-Sum(T.L. Base Flow)

G.S.	R.L.	Model	Mean		S.D.		Skewness		Kurtosis		
NAK DONG	Nj ⁺	HIST.	8887.344	%	17711.670	%	2.70891	%	10.15289	%	
		WBL	8655.797	2.61	10153.930	42.67	2.08602	23.19	8.24629	18.72	
		EXP-1	18909.440	112.77	18721.710	5.70	1.76840	34.72	6.89729	32.07	
		REG	82076.940	823.53	116060.900	555.28	2.27798	15.91	9.24412	8.95	
	Nj ⁻	HIST.	383.955		631.943		3.11694		16.07648		
		WBL	339.751	11.51	462.783	26.77	3.39000	8.65	21.47293	33.52	
		EXP-1	593.044	54.58	594.612	5.91	2.14712	31.11	10.20300	36.53	
		REG	4112.758	971.16	5054.766	699.88	2.05394	34.10	8.34446	48.10	
	WAE GWAN	Nj ⁺	HIST.	14084.870		2481.460		1.97838		6.02122	
			WBL	14680.300	4.23	14206.550	42.75	1.60538	18.69	5.87615	2.33
			EXP-1	26349.250	87.07	26031.910	4.91	1.77064	10.50	6.92735	15.05
			REG	13766.540	2.26	27818.900	12.11	1.85411	6.28	7.65146	27.07
Mj ⁻		HIST.	349.859		674.951		3.43368		16.48961		
		WBL	293.933	16.16	429.376	36.35	3.74181	9.04	25.46565	54.46	
		EXP-1	639.939	82.91	639.481	51.35	2.09379	39.02	9.84239	47.31	
		REG	301.690	13.77	415.574	68.38	2.36207	31.21	10.22039	38.02	
HYEON PUNG		Nj ⁺	HIST.	14952.750		30579.120		2.75270		10.03416	
			WBL	14799.640	10.24	17948.650	41.31	2.33449	15.27	10.15868	1.30
			EXP-1	31532.090	11.88	31265.430	2.24	1.83141	33.47	7.27042	27.54
			REG	15042.729	0.61	34256.700	12.03	2.74328	19.83	10.75342	7.18
	Nj ⁻	HIST.	1188.456		1830.717		2.65746		11.10845		
		WBL	1068.544	10.01	1307.513	28.58	2.87594	7.89	16.21959	45.95	
		EXP-1	1774.452	49.31	1772.997	3.15	2.03324	23.49	9.31036	16.19	
		REG	1106.303	6.91	1509.473	17.55	2.12383	20.08	8.31652	25.13	
	OG CHUN	Nj ⁺	HIST.	2341.955		4677.020		2.51772		8.71596	
			WBL	2349.762	0.33	2687.168	42.55	2.16877	13.89	9.14062	4.82
			EXP-1	4777.555	104.00	4794.695	2.52	1.89186	24.86	7.53465	13.55
			REG	2721.556	16.21	3842.436	17.84	2.81132	11.66	13.59592	55.99
Nj ⁻		HIST.	173.200		301.355		2.41223		8.55050		
		WBL	157.684	8.96	179.155	40.53	2.53832	5.39	13.27162	55.20	
		EXP-1	295.551	70.64	292.266	3.02	1.99836	17.16	9.15628	7.08	
		REG	188.839	9.03	230.803	23.41	2.25445	6.54	9.65720	12.94	
GYU AM		Nj ⁺	HIST.	3634.493		12491.180		4.70726		26.05859	
			WBL	1972.943	45.73	3387.109	72.88	3.65978	22.29	21.27290	18.38
			EXP-1	12793.020	251.88	12759.620	2.15	1.89127	73.44	7.60139	70.83
			REG	6037.992	66.13	10143.740	18.79	3.10678	56.36	15.88089	39.06
	Nj ⁻	HIST.	85.045		223.59		2.76937		40.53603		
		WBL	72.662	16.72	89.306	60.09	2.82770	2.10	15.66472	61.37	
		EXP-1	215.802	150.80	217.235	2.84	2.00653	27.55	9.11078	77.52	
		REG	238.502	177.18	571.974	155.81	4.16119	50.26	25.62958	36.27	
	IN DO GYO	Nj ⁺	HIST.	11947.480		37598.120		4.74890		29.64255	
			WBL	8048.016	32.64	15088.200	59.87	4.03160	15.16	25.03577	15.52
			EXP-1	38154.530	219.35	37517.810	0.21	1.88627	60.28	7.69506	74.04
			REG	16246.250	35.98	36428.810	3.11	4.19479	11.67	26.42470	4.86
Nj ⁻		HIST.	953.422		1797.915		3.38766		15.05339		
		WBL	852.843	10.55	1206.960	32.87	3.42884	1.18	21.95076	45.85	
		EXP-1	1742.147	82.73	1752.201	2.54	2.01193	40.61	9.09754	39.56	
		REG	1030.128	8.05	2185.111	21.54	4.34634	28.30	28.52154	89.47	

Table-12. Basic Statistics of Historical and Syntetic Rainfall in Run-Sum

G.S.	R.L.	Model	Mean		Standard Deviation		Skewness		Kurtosis	
SEOUL	S	HIST.	22.86935	% 42.43271	% 3.31070	% 15.75313				
		WBL	21.60304	5.54 29.60010	30.24	2.87430	13.18	14.87535	5.57	
		EXP-1	43.01611	88.10 42.53107	0.23	1.83032	44.72	7.44576	52.73	
		REG	24.82045	8.53 40.25404	5.14	2.94307	11.12	14.72450	6.53	
KANG NUNG	S	HIST.	28.62291	54.80441	4.69266	35.76869				
		WBL	26.57822	7.14 47.18805	13.90	4.42080	5.79	33.15237	7.31	
		EXP-1	53.70279	87.62 53.63565	2.13	1.99043	57.58	8.74105	75.56	
		REG	27.64350	3.42 52.42430	4.34	3.27542	30.22	32.42423	9.35	
TAE GU	S	HIST.	21.26863	41.78391	4.98486	35.95628				
		WBL	20.97151	1.54 38.01532	9.02	4.17621	16.22	28.42430	20.95	
		EXP-1	42.21477	98.20 42.16241	0.91	1.91429	61.60	7.93638	77.93	
		REG	24.30250	14.10 40.72450	2.53	4.02560	19.24	34.25853	4.73	
GWANG JU	S	HIST.	20.19133	36.51349	5.33807	48.60185				
		WBL	20.72241	2.63 39.74960	8.86	4.85116	9.12	39.17267	19.40	
		EXP-1	36.12674	78.92 36.05641	1.25	1.96253	63.24	8.54419	82.42	
		REG	21.43050	6.14 36.92500	1.13	5.96925	11.82	46.50544	4.31	
BU SAN	S	HIST.	28.63713	42.74289	4.12423	32.30194				
		WBL	30.10074	5.11 48.26389	12.92	3.6296	11.99	22.1200	31.52	
		EXP-1	34.42576	20.28 43.69428	2.34	3.02561	26.46	6.94207	78.51	
		REG	25.42545	2.75 40.21504	5.91	3.42455	16.95	30.25443	6.34	
CHE JU	S	HIST.	25.52466	45.78152	4.16276	25.32260				
		WBL	26.24294	2.81 42.85550	6.39	3.87811	6.84	26.06483	2.93	
		EXP-1	30.30268	18.82 46.24501	0.87	3.74635	9.86	5.21047	79.45	
		REG	25.04324	1.89 44.02502	3.84	3.34525	24.02	24.02504	5.13	

參 考 文 獻

1. Maass, A., et. alia; Design of Water Resources System, 1962.
2. Hufschmidt, M.M. and M.B.Fiering; Simulation Techniques for Design of Water Resources System, 1967.
3. Adamowski, K and A.F. Smith; Stochastic Generation of Rainfall, J. HY. DIV., ASCE, HY11, Vol. 98, Nov. 1972.
4. Chow, V.T. and S. Ramaseshan; Sequential

Generation of Rainfall and Run-off Data, J. HY. DIV. ASCE, HY4, July, 1965.

5. 石原藤次郎, 池淵周, 日降水量の空間的・時間的確率構造の Simulation に関する研究, 日本土木學會誌, 第197號, Jan. 1972.
6. Pattison, A.; Synthetic of Hourly Rainfall Data, Water Resources Research, Vol. 1, No.4, 1965.
7. J. Saldarriaga V. Yevjevich; Application of Run-Length to Hydrologic Series, 1970.
8. Lourens A.V. Hiemstra; Run Hydrographs from Poisson Generated Run-Length, 1974.

9. Rodriguez-Iturbe, I.; Application of the Theory of Runs to Hydrology, Water Resource Research, Vol. 15, 1969.
10. Askew, A.J., et. alia; Streamflow Generating Techniques; A Comparison of Theier Abilities to Simulation Critical Periods of Drought, Water Resources Center, Contribution No.131, University of California, Los Angeles, Jan. 1970.
11. 李舜鐸：間歇川 流量의 推計學의 模擬發生, 大韓土木學會誌, 第23卷, 第3號, 1974.
12. 李舜鐸：河川流量의 模擬發生에 關한 推計學의 研究, 高麗大學校 大學院 工學博士學位論文, 1974
13. Lee, Soon Tak; Stochastic Generation of Synthetic Streams, IAHS Publication No. 117, Proceedings of the TOKYO Symposium, Dec. 1975.
14. V. Yevjevich; Probability and Statistics in Hydrology Water Resources Publications, 1972.
15. Yagil, S.; A Monte Carlo Method for Generating Input Data Simulation with an Example in Hydrology, I.B.M. (Israel) Ltd., 1973.
16. 尹龍男：水文記錄分析을 爲한 推計學의 方法의 適用에 關한 考察, 水文學會誌 Vol. 4, No. 1, 1971.
17. Linsley; Hydrology for Engineers, 1958.
18. C.O. Wisler, E.F. Brater; Hydrology, 1959.
19. 鄭英鎭：近代統計學의 理論과 實際, 寶晉齋, 1973.

安東多目的댐 工事誌 發刊!

民族의 大役事인 安東多目的댐 建設의 참모습이 장장 1,330페이지에 걸쳐 收錄되어 있으며 우리의 피땀어린 技術의 結晶과 國力, 그리고 先進國 隊列로 屹然하고 있는 民族의 矜持를 이 工事誌에서 다시 한 번 볼 수 있다,

