

# 三角圖形에 의한 單位圖의 誘導에 關한 研究

## A Study on the Unit Hydrograph Derivation

### by the Triangular Form

尹 學 基\* · 金 始 源\*\* · 徐 承 德\*\*\*  
Hak ky Yoon , Si Whon Kim , Seung Duk Suh

#### Summary

The curvilinear hydrograph can be replaced by an equivalent triangular hydrograph which is more easily constructed and, for routing through reservoirs or stream channels, gives results about as accurate as those obtained using the curvilinear hydrograph. A synthetic hydrograph is prepared using the data from a number of watersheds to develop a dimensionless unit hydrograph applicable to ungauged watersheds.

The dimensionless unit hydrograph for the NakDong River Basin was prepared from the unit hydrographs of a variety of nine subwatersheds. The equation for the peak rate of flow (unit volume of runoff in 1.0 mm) was derived as  $q_p = \frac{0.21AR}{T_p}$

The results summarized in this study are as follows:

- 1) It found that the watershed lag time ( $L_g$ , hrs) could be expressed by  $L_g = 0.253 (L \cdot L_{ca})^{0.4171}$ . The product  $L \cdot L_{ca}$  is a measure of the size and shape of the watershed.

Correlation coefficient for  $L_g$  was 0.97 which defined with high significance.

- 2) The base length of the unitgraph, in hours, was adopted as  $T_b = 17.51 + 2.073L_g$  with high significant correlation coefficient, 0.92.
- 3) Time in hour from start of rise to peak rate ( $T_p$ ) generally occurred at the position of  $0.289 T_b$ , with some indication of higher values for larger watershed.
- 4) Triangular hydrograph is a dimensionless unitgraph prepared from the 40 unitgraphs. The equation is shown as  $q_p = \frac{K \cdot A \cdot R}{T_p}$ . The constant  $K = 0.21$  is

\*尙州農蚕專門學校 農工學科

\*\*建國大學校 農科大學

\*\*\*慶北大學校 農科大學

defined to NakDong River basin.

5) In the light of the results analysed in this study, average errors in the peak discharge of the Triangular unitgraph was estimated as 5.34 percent to the peak of observed average unitgraph. Each ordinate of the Triangular unitgraph was approached closely to the observed one.

## I. 緒 論

우리나라는 年降水量의 50~70%가 6~9月 사이에 偏重되어 있어 이 時期에는 많은 水災가 發生하여 人命과 財産의 被害가 莫甚하다. 따라서 洪水量의 豫測과 推定이 基本이 되는 單位流量圖를 우리나라의 特性에 알맞도록 分析 研究하는 일은 時急한 일이 아닐수 없다. 現在까지 우리나라에서는 雨量과 水位 및 流量을 同時에 觀測하기 始作한지가 오래지 않아 信빙성있는 有用한 式을 誘導할 수 없었기 때문에 지금까지의 水文設計에는 外國의 公式와 方法을 그대로 利用하는데 不遇하였다.

單位流量圖를 作成하는 方法에는 여러가지가 있으나 그 中에서 Victor Mockus<sup>16),26)</sup>가 提唱한 無次元單位圖는 既存의 實測值를 土臺로 하여 分析한 結果를 同性의 無計器流域에서 流量圖의 形態를 推定하는데 使用할 수 있기 때문에 크게 有用성이 있는 合成單位圖의 解法이라고 할 수 있다.<sup>15),24),26)</sup> 한편 實測流量圖를 三角形의 概念을 導入시킨 方法으로 分析하여 最大流出量 公式를 誘導하고 여기에 無次元單位圖를 合成하여 三角形單位圖를 만들어 使用하는 것은 크게 有用성이 있다고 認定되고 있으나 實測值의 分析이 欠如되어 잘 紹介되지 않고 있다.

本 研究에서는 이러한 有用성이 있는 三角形單位圖法을 洛東江의 實測流量을 基本資料로 하여 洛東江流域 및 同性流域에 맞는 合成式 三角形單位圖의 公式를 誘導하고자 한 것이다.

## II. 研究史

單位流量圖는 1932년에 最初로 L.K. Sherman<sup>15)</sup>,<sup>26)</sup>이 降雨에서 流出을 求하는 方法으로 提唱하여 그 後 3個部門으로 誘導 發展시켜온 바<sup>28)</sup>, 첫째 實測值에 依한 近似解法으로는 Sherman(1932)<sup>15)</sup>, Bernard(1935)<sup>15)</sup>, McCarthy(1938)<sup>15),25)</sup>, Collins

(1939)<sup>26),32)</sup>, Morgan과 Hullinghorst (1939)<sup>15)</sup> 등의 方法을 代表的으로 들 수 있고, 둘째 時間一面積圖의 追跡에 依한 合成單位圖 方法으로는 Clark (1954)<sup>15),26)</sup>, Eaton(1954)<sup>21)</sup>, O'Kelly(1955)<sup>15),26)</sup>, Nash(1957)<sup>29)</sup> 등을 들 수 있고, 셋째 流域特性과 單位圖의 遲滯時間 등을 函數로 한 合成單位圖의 誘導는 Snyder(1938)<sup>31)</sup>, Laden, Reilly와 Minotte (1940)<sup>14),26)</sup>, Taylor와 Schwarz (1952)<sup>15),26)</sup>, Victor Mockus<sup>15),24),26)</sup>의 無次元單位圖(1957) 및 Triangular Unitgraph, U.S.B.R.(1958)<sup>11),24)</sup>, US corps of Engineers (1959)<sup>11),26)</sup>, 그리고 Gray(1961)<sup>22)</sup> 등으로 크게 區分된다. 우리나라에서는 아직 많은 研究가 이루어지고 있지 않은 實情이다.

## III. 資料 및 分析方法

### 1. 資 料

韓國水文調查年報<sup>1)</sup>, 洛東江 流域 水資源開發計劃<sup>2)</sup> 등을 資料로 하여 洛東江 全流域을 分析對象으로 하되 流域內의 많은 小流域中에서 水位 對 流量과 降雨量資料가 모두 갖추어진 9個의 小流域(이中 가장 流域은 降雨觀測所가 없어 가까운 이안流域의 記錄을 同性流域解法에 依해 分析하여 使用했음)을 選擇하여 分析하였으며 이 가운데 3個所는 洛東江本流를 基準으로 東쪽에, 3個所는 西쪽에 位置하고 있으며 比較的 큰 3個所는 本中流部에 해당된다(Fig. 1 참조)

分析對象 9個所의 水文觀測資料는 雨量, 水位 및 流量測定을 同時에 實施한 것이 1969년부터 이기 때문에 1969~1973년까지의 5個年의 記錄을 對象으로 하였다. 降雨量은 41個所에서 測定한 것이며 平均降雨量算定은 Thissen Polygon method를 使用하였다.<sup>9),11),12),15)</sup> 또 分析에 使用한 流量圖는 同期間中의 100餘個 가운데 分析上 妥當성이 있는 40個를 使用하였다.

2. 分析分法

가. 實測值分析

三角圖形에 의한 單位最大流出量公式를 誘導하기 위한 基本事項으로서  $T_p$ (尖頭 도달時間: Peak Time),  $T_r$ ( $T_p$ 에서 終點까지의 時間),  $T_b$ (單位圖의 基底時間) 등의 값을 算定하고 또 三角圖形에 의해 誘導된 流出量公式를 比較確認하기 위해 다음 事項 등을 實測 調查 分析하였다.<sup>9),10)</sup>

1) 基底流出: 流量圖에서 減水部の 變曲點을 이용한 勾配急變點法을 適用하여 直接流出과 基底流出을 分離하였다.

2) 有効流出과 損失量: 有効流出은 流量上昇起點으로부터 第一次變曲點에 이르는 區間으로 設定하고 有効流出은  $Q_e = \Sigma R_r \cdot A \cdot 10^6$ 로 計算하였고 損失量計算은 一定比損失量法에 의해 分析 決定하였다.<sup>8),15),17),18),19),25),26)</sup>

3) 遲滯時間( $L_r$ ):  $L_r$ 는 流量圖의 有効降雨의 重心으로부터 流量圖의 尖頭까지의 時間으로 決定하였다.<sup>15),25),28),29)</sup>

4) 無次元單位圖의  $T/T_p$ ,  $Q/Q_p$ 의 誘導: 以上の 基本過程을 通하여 實測流量圖로부터 各流域의 個個의 單位流量圖를 誘導하여 이들로부터 尖頭流量  $Q_p$ 와  $T_p$ 를 定했고 이를 平均하여 名  $T/T_p$ 에 對한  $Q/Q_p$ 를 計算하여 無次元單位圖를 만들어서 三角形

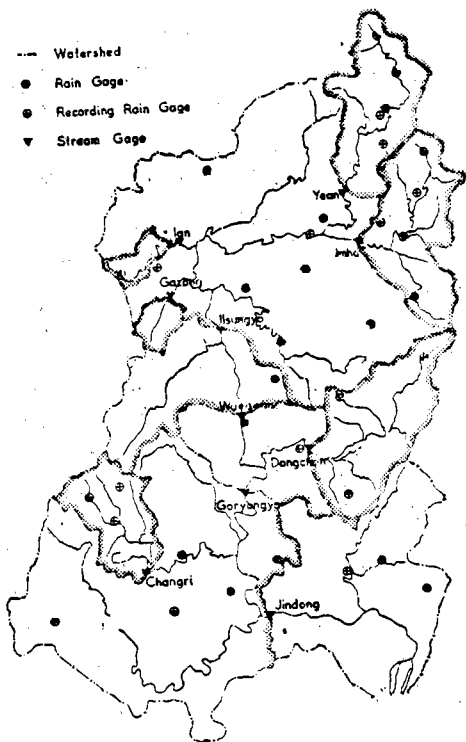


Fig. 1. Rainfall and River Observing Networks Nakdong River Basin

Table-1. Data for Watershed and River

No	Subwatershed	Area (km <sup>2</sup> )	Mean Width (km)	River Length (km)	Shape Factor	Elevation (m)	River Slope (m/km)	Shape	Name of River
1	Yean	1329.2	10.0	132.5	0.08	110~1442	4.1	Branch	Nak Dong main R.
2	Imha	1360.5	14.0	97.2	0.14	110~900	2.4	Fan	Banbyon R.
3	Ian	189.9	4.2	45.3	0.09	60~480	4.4	Branch	Ian R.
4	Gazang	149.4	7.1	21.1	0.34	50~680	5.5	Fan	Nam R.
5	Changri	924.6	13.8	66.9	0.21	100~1500	4.7	Radial	Hwang R.
6	Dongchon	1543.9	16.7	92.5	0.18	268~560	1.7	"	Keumho R
7	Ilsungyo	9501.7	28.8	329.2	0.09	30~1442	0.8	Parallel	Nak Dong main R
8	Waegwan	11074.4	30.4	363.9	0.08	1~1442	0.9	Branch	"
9	Jindong	20311.3	42.6	476.9	0.09	2~1442	0.7	"	"

單位圖法에 의해 計算되는  $T_p$ 와  $Q_p$ 로 單位圖를 그릴 수 있도록 하였다.<sup>9),20),22),24),28),30)</sup>

나. 三角形單位圖의 分析

1) 流域特性分析

가) 河川長  $L$  및 河川重心長  $L_{ca}$ :  $L$ 과  $L_{ca}$ 는 重要한 流域特性으로 圖上에서 求한다.  $L_{ca}$ 는 流域重

心點에서 主河川에 直角으로 交叉되는 主河川上의 點에서 出口까지의 流程長이다.

나)  $L_r$ 와 流域特性值와의 關係: 基底時間 $T_b$ 의 合成的 算出에 必要한  $L_r$ 를 求하는 過程은 個個의 標本流域에서의 實測單位圖에서  $L_r$ 를 算出해 이것과 流域特性值들을 對數紙에 plot해서 關係式을 誘導하

Table-2. Basic Data available and Characteristics of Average Unitgraph

Subwatershed	Area (km <sup>2</sup> )	Observed Unit Hydrograph					Remarks
		Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	T <sub>p</sub> (hrs)	T <sub>r</sub> (hrs)	T <sub>b</sub> (hrs)	L <sub>r</sub> (hrs)	
Yean	1329.2	281.0	10.0	21.2	31.2	7.9	Mean from the 6 U/G
Imha	1360.5	293.8	9.0	22.8	31.8	7.1	" 5 "
Ian	189.9	45.2	8.8	23.0	31.8	5.6	" 6 "
Gazang	149.4	40.1	7.3	24.3	31.7	5.9	" 3 "
Changri	924.6	226.0	8.6	19.6	28.1	5.8	" 7 "
Dongchon	1543.9	338.6	11.2	23.7	34.8	9.0	" 6 "
Ilsungyo	9501.7	1137.5	22.0	33.0	55.0	20.8	" 1 "
Waegwan	11074.4	797.2	36.0	52.0	87.0	32.8	" 3 "
Jindong	20311.3	825.0	52.0	77.6	129.7	48.3	" 3 "
9							40

였다.

다) T<sub>b</sub>와 T<sub>r</sub>의 분석: T<sub>b</sub>는 L<sub>r</sub>와 그리고 T<sub>r</sub>는 T<sub>p</sub>와 相關關係가 있을 것이므로 實測值를 比較하여 그 關係를 求하였다.

2) 三角形單位圖의 最大流出量의 推定

單位圖를 三角形으로 假定하여 最大流出量 公式을 誘導한다. <sup>16), 84), 85)</sup>

假定三角形에서

$$Q = (T_p + T_r)Q_p/2, \quad T_r = HT_p \text{ 라면}$$

$$Q_p = \frac{2}{1+H} \cdot \frac{Q}{T_p}$$

가 되며 Q에 流域面積 A(km<sup>2</sup>) 및 有効降雨 R(mm)를 導入하여 다음과 같이 展開한다.

$$Q_p = \frac{2 \times 0.2778}{1+H} \cdot \frac{A \cdot R}{T_p}$$

다시  $\bar{K} = 0.5556/1+H$ 라 놓으면

$$Q_p = \bar{K} \cdot A \cdot R / T_p$$

가 되며 實測資料에서 T<sub>p</sub>와 T<sub>r</sub>을 求해  $\bar{K}$ 값을 算定한다.

Table-3. Dimensionless U/G Ordinates of Nak Dong River Basin

T/T <sub>p</sub>	Q/Q <sub>p</sub>	T/T <sub>p</sub>	Q/Q <sub>p</sub>	T/T <sub>p</sub>	Q/Q <sub>p</sub>
0.0	0.000	1.4	0.715	2.8	0.064
0.1	0.022	1.5	0.630	2.9	0.048
0.2	0.063	1.6	0.555	3.0	0.035
0.3	0.123	1.7	0.485	3.1	0.026
0.4	0.216	1.8	0.421	3.2	0.019
0.5	0.358	1.9	0.363	3.3	0.014
0.6	0.535	2.0	0.308	3.4	0.009
0.7	0.731	2.1	0.260	3.5	0.006
0.8	0.884	2.2	0.219	3.6	0.003
0.9	0.973	2.3	0.181	3.7	0.001
1.0	1.000	2.4	0.149	3.8	0.001
1.1	0.968	2.5	0.122	3.9	0.000
1.2	0.895	2.6	0.099	4.0	0.000
1.3	0.805	2.7	0.080		

Table-4. Characteristics of Watershed Stream

Subwatershed	L(km)	L <sub>ca</sub> (km)	Area (km <sup>2</sup> )	L : L <sub>ca</sub>
Yean	132.5	50.5	1,329.2	100:38.1
Imha	97.2	42.0	1,360.5	100:43.2
Ian	45.3	25.0	189.9	100:55.2
Gazang	21.1	8.6	149.4	100:40.8
Changri	66.9	28.0	924.6	100:41.9
Dongchon	92.5	43.0	1,543.9	100:46.5
Ilsungyo	329.2	148.7	9,501.7	100:45.2
Waegwan	363.9	201.2	11,074.4	100:55.3
Jindong	476.9	200.0	20,311.3	100:41.9
Average				100:45.3

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 無次元單位圖

無次元單位圖는 Table. 3에 의해 Fig. 2와 같이 誘導되었다.

##### 2. 河川長과 河川重心長

個個의 標本流域에 對한 L 및 L<sub>ca</sub>는 Table 4와 같으며 L<sub>r</sub>와 地表流出의 樣相은 이 L과 L<sub>ca</sub>에 의해 크게 영향을 받는다. <sup>4), 7), 15), 16), 22), 31), 36)</sup>

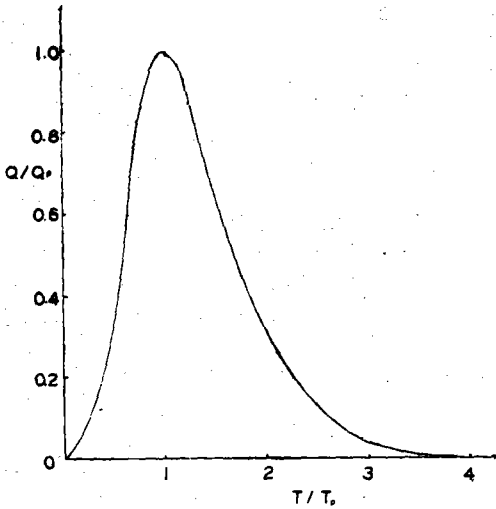


Fig. 2. Dimensionless Unitgraph for NakDong River Basin.

3. 遲滯時間과 流域特性值와의 關係

이들의 關係를 對數紙에 plot한 結果 Fig. 3과 같이 相關率 0.97의 高度의 有意性이 있는  $L_g = 0.253(L \cdot L_{ca})^{0.4171}$  (hrs)이 誘導되었으며 따라서  $L$ 과  $L_{ca}$ 를 아주 精密히 調查할 必要性이 있음을 알 수 있다 式中 指數 0.4171을 固定하고 實測值와 比較하면 常數 0.253은 0.2~0.3內에서 움직이는 것을 알 수 있다.

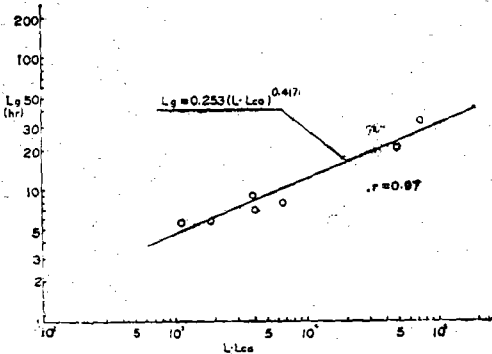


Fig. 3. Relationship between  $L_g$  and Watershed Characteristics.

이를 Cordery<sup>10)</sup>의 0.4~2.4, Snyder<sup>11)</sup>의 1.8~2.2와 比較하면 아주 잘 맞는다고 할 수 있다.

4. 基底時間과 尖頭時間

$T_b$ 와  $L_g$ 의 關係를 分析한 結果 Fig. 4과 같이 相

關率 0.92의  $T_b = 17.51 + 2.073 L_g$  (hrs)가 誘導되었고  $T_b$ 와  $T_p$ 는  $T_p = 0.289 T_b$  ( $T_b = 3.48 T_p$ )의 關係가 誘導되었다. <sup>9), 10), 11)</sup> 美土壤保全處에서는  $T_b = 2.67 T_p$ 를 밝힌바 있다. <sup>14), 15)</sup>

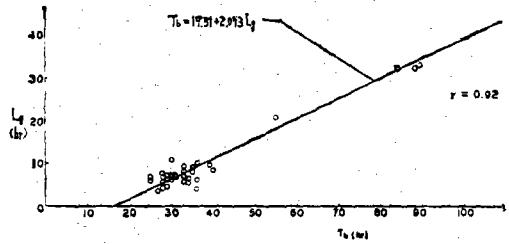


Fig. 4. Relationship between  $L_g$  and Time Base of Unitgraph.

5. 三角形單位圖

$\bar{K}$ 값을 實測資料로부터 求한 結果  $\bar{K} = 0.21$ 로 算定되었다.

한편 Fig. 5에서 보는 바와 같이  $H$ 가 커지면  $\bar{K}$ 는 적어지며 小流域에서  $H$ 가 크고 大流域일수록  $H$ 가 작아지는 경향을 볼 수 있다. <sup>9), 12), 13), 14), 15)</sup>

以上の 三角形單位圖의 誘導公式를 利用하여  $Q_p$ 를 算定하는데 있어서 有効雨量  $R$ 은 10mm로 하였

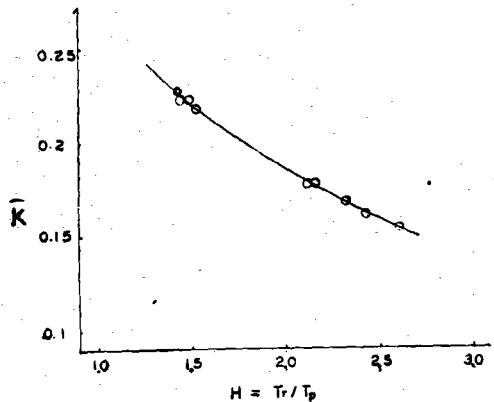


Fig. 5. Relation between  $\bar{K}$  and  $H$  for NakDong River Basin.

고 流域面積  $A$ 는  $km^2$ 로, 그리고  $\bar{K}$ 는 0.21을 使用하였으며  $T_p = 0.289 T_b$ ,  $T_b = 17.51 + 2.073 L_g$ ,  $L_g = 0.253(L \cdot L_{ca})^{0.4171}$ 을 使用한다. 이렇게 하여  $T_p$ 와  $Q_p$ 가 算定되면 無次元單位圖의  $T/T_p$  및  $Q/Q_p$ 의 比를 活用하여 單位圖의 座標計算을 할 수 있다.

上記한 過程을 거쳐 洛東江 流域 5個 標本流域(4 個 流域은 除外)에 對해 三角形單位圖에 依한 合成 結果와 實測值에 依한 單位圖의 比較는 Table 5,

Fig.6~10와 같다. 여기에서 볼 때 實測值와 合成 值 사이에는  $Q_p$ 에서 平均的으로 5.34%(實測值 基準)의 아주 微少한 誤差를 나타내고 있어 水文圖의

Table-5. Comparison Between Ave. U/G and Tri. U/G.

Subwatershed	Area(km <sup>2</sup> )	Ave. U/G			Tri. U/G			Error to the Ave U/G in $Q_p$ (%)
		$T_p$ (hrs)	$T_b$ (hrs)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /sec)	$T_p$ (hrs)	$T_b$ (hrs)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /sec)	
Yean	1,329.2	10.0	31.2	281.0	11.0	38.2	253.0	(-)10.0
Imha	1,360.5	9.0	31.8	293.8	9.9	34.3	288.0	(-) 2.0
Ian	189.9	8.8	31.8	45.2	7.9	27.4	50.4	(+)11.5
Changri	924.6	8.6	28.1	226.0	8.6	29.7	226.5	(+) 0.2
Dongchon	1,543.9	11.2	34.8	338.6	9.9	34.2	328.5	(-) 3.0
Mean								5.34

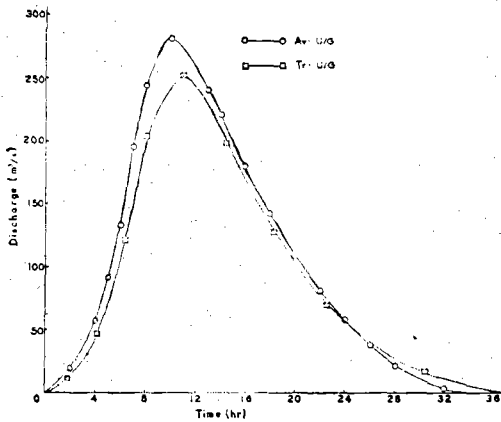


Fig. 6. Comparison of Average Unitgraph and Triangular Unitgraph at Yean.

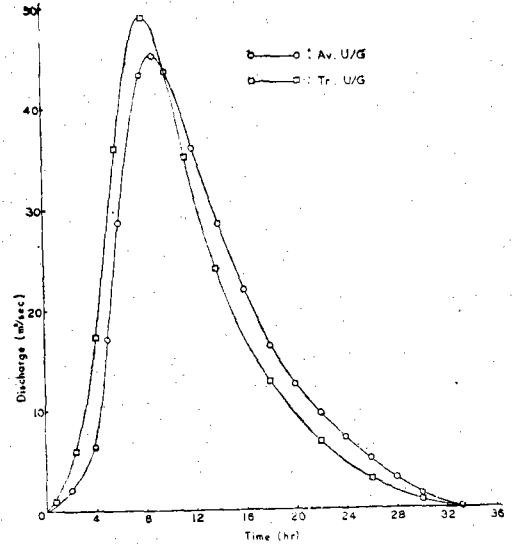


Fig. 8. Comparison of Average Unitgraph and Triangular Unitgraph at Ian.

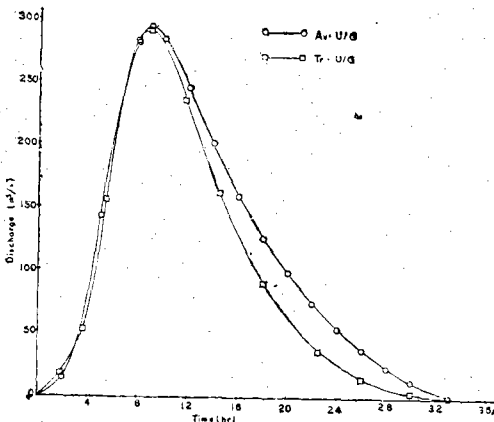


Fig. 7. Comparison of Average Unitgraph and Triangular Unitgraph at Imha.

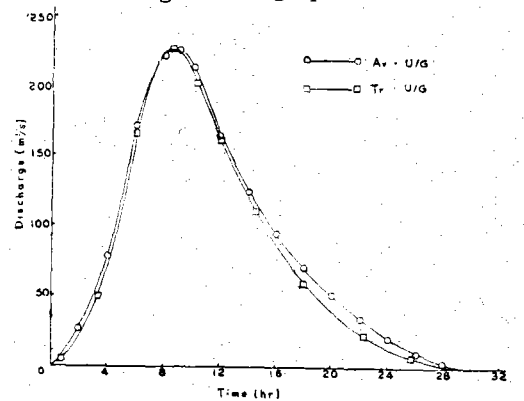


Fig. 9. Comparison of Average Unitgraph and Triangular Unitgraph at Changri.

大體的인 認定平均誤差인 10%의 範圍內에 있으므로 有用價値가 있다고 보겠으며 形態의 一部差異는 크게 문제가 되지 않을 것이다.

따라서 本 三角形單位圖는 流域面積이 너무 작거나 크지 않은 200~2,000km<sup>2</sup>에서 그 利用價値가 클 것으로 思料된다.

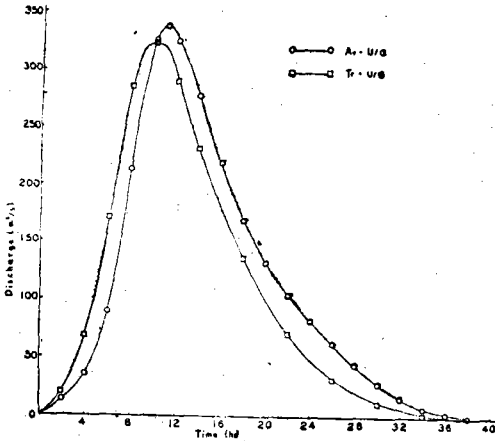


Fig. 10. Comparison of Average Unitgraph and Triangular Unitgraph at Dongchon.

한편 除外된 4個 流域中 일선교, 예관, 진동의 三 個 流域은 大流域으로 合成單位圖를 使用하려면 더욱 小流域으로 區分하여 合成하는 것이 바람직하므로 比較 分析하지 않았으며 가장 小流域인 가장 流域은 流域自體內에 降雨觀測所가 없어 인근 이안流域의 記錄을 同性流域解析法에 의해 分析하여 使用했으므로 그로 인한 流出量의 誤差가 比較的 크게 包含될 것이라 생각되며 또 가장 流域은 그 크기가 이안流域과 거의 같아 이안流域의 分析結果로 200km<sup>2</sup> 內外의 流域을 評價할 수 있다고 보아 降外하였다.

### V. 摘要

洛東江 流域 23,000km<sup>2</sup> 內에 있는 9個의 標本流域에서 1969年~1973年의 5個年에 걸친 觀測에서 얻은 流量圖와 水位·流量曲線, 41個 降雨觀測所에서 얻은 降雨記錄을 分析資料로 하여 여기에 三角形의 概念을 導入시켜 三角形單位圖를 誘導하여 이를 無計器流域에서 利用할 수 있도록 한바 그 結果는 다음과 같다.

1. 流域의 遲滯時間은 河川長과 河川重心長과의 相乘積에 關係되며 그 關係式은  $L_p = 0.253 (L \cdot L_{cc})$

0.4171로 誘導되었으며 相關率 0.97로 高度의 有意性을 보였다.

2. 單位圖의 基底時間  $T_b$ 는 遲滯時間  $L_p$ 와 密接한 相關關係가 있어  $T_b = 17.51 + 2.073L_p$ (hrs)가 誘導되었고 相關率은 0.92이다.

3.  $T_p$ 와  $T_b$ 의 關係에서  $T_p = 0.289 T_b$ 가 計算되며 이는 單位圖의 形態構成에 만족할만 하다.

4.  $T_p$ 가 計算되면 三角形에서 誘導된 最大流出量公式  $Q_p = \bar{K} \cdot A \cdot R / T_p$ 에서  $Q_p$ 를 算出하고 이를 單位圖의 形態로 갖추기 위해 無次元單位圖의 표를 利用한바 良好한 結果를 가져왔다고 본다.

常數  $\bar{K}$ 는 實測資料에서 0.21로 算出되었고 이는  $Q_p$ 比較에서 良好한 結果를 보였다.

5. 以上의 結果에서 實測單位圖와 三角形單位圖와의  $Q_p$ 比較에서 平均誤差 5.34%(實測值 基準)로서 良好한 分析이라는 것이 實證되었다. 이는 200~2,000km<sup>2</sup>의 流域에 利用價値가 있다고 思料된다.

### 參考文獻

1. 建設部(1969~73) : 韓國水文調查年報
2. 國際聯合開發計劃機構 洛東江流域調查團(1968) 洛東江流域水資源開發計劃 : 3(9, 12, 104), 4(19~28), 7(3)
3. 金子良(1960) : 小流域における 流出機構의 研究, 農業技術研究所報 F12號 pp.211~341
4. \_\_\_\_\_外(1970) : 平地河川의 流出特性에 關する 實證的研究, 農業土木試驗場報告(8) : 16~39
5. 朴成宇(1974) : 河川의 流況에 關한 水文學的 研究, 韓國農工學會誌 16(2) : 79~80.
6. 防災Hand Book編輯委員會(1969) : 防災 Hand Book pp.322~335.
7. 白鍾哲(1973) : 琴湖江의 Peak流出量推定에 關한 研究, 嶺南大學校 大學院論文 pp.3~4
8. 澁谷和夫(1973) : 河川および水資源工學pp.5~9, 28~40.
9. 徐承德(1966) : 流域特性과 流出追跡에 依한 單位圖 解析에 關한 研究, 韓國農業土木學會誌 8(1) : 81~87.
10. \_\_\_\_\_(1972) : Muskingum 洪水追跡法上的 水文常數解析, 韓國水文學會誌 5(1) : 67~73.
11. \_\_\_\_\_(1975) : 流域特性에 依한 合成單位圖의 誘導에 關한 研究, 韓國農工學會誌17(1, 2)
12. \_\_\_\_\_(1976) : 農業用水開發利用을 위한 河

- 川流出の分析的 研究, 慶北大 教育大學院 論文集(6~7)
13. 畑武志外(1960): 河川流出の基底時間について 日本農業土木學會論文集(34): 17~20.
  14. Aitken, A.P. (1968): The Application of Storage Routing Methods to Urban Hydrology The Journal of I.E. Aust. Jan-Feb: 6-8.
  15. Chow, V.T. (1968): Hand Book of Applied Hydrology, McGraw Hill Book Co.
  16. Cordery, I. (1968): Synthetic Unitgraphs for Small Catchments in Eastem. N.S.W., Civil Engg. Trans. (2360): 47-57 I.E. Aust.
  17. \_\_\_\_\_ and other (1970): Antecedent Wetness for Flood Estimation. Civil Engineering transactions. Oct. pp.182~184. I.E. Aust.
  18. Cordery, I (1970): Initial loss for Flood Estimation and Forecasting, Journal of Hydraulic Div. Pro. of the ASCE.
  19. \_\_\_\_\_ (1971): Estimation of Design Hydrographs for Amall Rural Catchments. Jou. of Hydrology 13.
  20. \_\_\_\_\_ (1968): Synthetic Unitgraphs for Small Catchments in Eastern N. S. W. Civil Engg. Trans. paper No. 2360 I.E.Aust.
  21. Eaton, T.D. (1974): The Derivation and Synthesis of the Unitgraph when Rainfall Records are Inadequate. Symposium paper (1163): 61-68 I.E. Aust.
  22. Gray, D.M. (1962): Derivation of Hydrographs for Small Watersheds From Measurable physical characteristics. Research Bulletin 506, Iowa State Univ. of Science & Technology.
  23. Ishihara, T & Other (1918): On the Application of the Unitgraph Method to Runoff Analysis for Rivers in Japan; Disaster Prevention Research Institute Bull. No. 19 pp. 6-21.
  24. Kent, K.M. (1666): Hydraulic Predications of Downstream Floods. Transactions of the A.S.A.E. Vol. No.3 pp.350~351.
  25. Linsley, R.K.Jr. (1958): Hydrology for Engineers. McGraw Hill Book Co.
  26. Laurenson, E.M. (1958): Synthetic Unitgraphs. Hydrology Notes; IA-33 New South Wales Univ.
  27. \_\_\_\_\_ (1963): Research Data Assembly for Small Watershed Floods. 15-19, Engineering Research Center. Colorado S. Univ.
  28. Mustonen, S.E. (1967): Effects of Climatic and Basin Characteristics on Annual Runoff, AGU. Vol 3 No.1. pp.124~128
  29. Nash, J.E.(1957): The Form of the Instantaneous Unit Hydrograph; 114-121. Hydraulic Research Station Wallingford. England.
  30. Ogrosky, H.O.(1964): Hydrology of Spillway Design. Journal of the Hydraulic Division, ASCE Vol. 90 No. Hy 3. pp.307~310
  31. Snyder, F.F., : Synthetic Unitgraph, Trans. AGU, 19 : 447-457
  32. The Institution of Engineers. Aust.(1958): Australian Rainfall and Runoff : 48-60
  33. U.S. Army(1950): Flood Hydrograph Analysis and Computations. Manuals-Corps of Engineers. E.M. 1110-2-1405, pp.10~60.
  34. USBR (1961): Design of Small Dams, pp. 38~50.
  35. USDA(1969): Hydrology, National Engineering Hand Book, Section 4 : 16.1