

## 流域特性과 洪水到達時間과의 相關解析

徐承德 · \*林奎東

慶北大學校 農科大學 農工學科 · \* (株)韓寶綜合建設

### Analysis on Relations between Travel time and Watershed Characteristics

Suh, Seung Duk · \*Lim, Kyu Dong

Dept. of Agric. Engineering, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

\*Han Bo Construction Engineering Ltd.

#### Summary

The purpose of this study is to inquire and analyse the relation between traveltime ( $T_c$ ) and watershed physical characteristics surveyed such as river length ( $L$ ),  $L_{ca}$ , river main slope ( $s$ ), base length of time area diagram, and storage constant ( $k$ ).

The results obtained in this study are as follows.

The average widths of watersheds were with the range from 4.6 kilometers to 16.7 kilometers. The shape factors of main stream ranged from 0.08 to 0.37. The average slopes to main stream were within the range of 1.7-5.5 meter per kilometer.

The relation between the base length and traveltime from S. C. S. method, Rational method, and RZIHA + KRAVEN method were derived  $T_c = 0.524 \times 1.35^c$  ( $r=0.98$ ),  $T_c = 0.628 \times 1.339^c$ , ( $r=0.98$ ),  $T_c = 0.667 \times 1.342^c$  ( $r=0.97$ ).

The base length of the time-area diagram ( $c$ ) for the IUH was derived as  $c=0.9 \left(\frac{L \cdot L_{ca}}{\sqrt{s}}\right)^{0.33}$  and correlation coefficient was 0.98 which defined a high significance. The storage constant  $K$ , derived in this study was  $K=8.32 + 0.0213 \frac{L}{\sqrt{s}}$  with correlation coefficient (0.96).

The relation between storage constant and conventional formula were figured out  $T_c = 0.0003 \times 3.323^k$  ( $r=0.97$ ),  $T_c = 0.00045 \times 3.268^k$  ( $r=0.99$ ) and  $T_c = 0.0004 \times 3.26^k$  ( $r=0.963$ ).

The base length ( $c$ ) and storage constant ( $k$ ) of time -Area Diagram were very important parts that determined traveltime for flood events. In the estimate of travel time for predicting flood volume, the formula of  $T_c = 0.524 \times 1.35^c$  that would be available to apply the Nak - Dong river watershed area and homogeneous watershed characteristics was found.

#### 緒 論

예로부터 人類는 隣接流域에 賦存하는 水資源 惠澤을 받아들인 반면, 때로는 集中豪雨로 인한 大

洪水로 말미암아 수많은 人命被害와 莫大한 財産의 損失을 가져 왔음은 周知의 事實이다.

建設部 統計에 따르면 過去 1916년부터 1971년까지 45年間の 全國 總 被害額은 4,284億 원으로

年平均約 100億원으로 推算되었고, 200億원 이상되는 해만도 1925年, 1936年, 1959年, 1969年 등으로 나타난 바 있으며, 이 週期는 氣象學적으로 보아 太陽의 黑點數가 대략 10年 週期로 變하는데 起因한다고 한다.

우리나라 水資源 現況을 살펴보면 年平均 降雨量 1,159mm에 依하여 貯存量이 1,140億m<sup>3</sup>에 達하나 河川流出量은 662億m<sup>3</sup>이며 이 가운데 7, 8, 9월에 60%이상 集中되는 降雨의 偏倚現象으로 62%에 해당하는 405億m<sup>3</sup>가 洪水時에 流出되고 平常時 流出은 257億m<sup>3</sup>에 不適한 實情이다.

한편, 水資源의 利用을 極大化하고 災害防止를 위한 既存 水利構造物의 設計 및 調節 決定 등에 여러가지 外國公式들이 그대로 使用되고 있지만 이 公式들이 誘導된 流域의 與件과 우리나라의 與件과는 相異한 點이 많다고 判斷되어 本 研究에서는 洛東江 流域常數, 즉 河川의 平均 傾斜와 地表流出 解析에 利用되는 河川長, 河川中心長을 利用한 時間面積圖에서 基底長, 貯溜常數 등을 既存式에 加味하여 洪水量 算定에 必須不可缺한 보다 合理的이고 理想的인 洪水到達時間 算定式을 誘導하여 洛東江 流域과 이와 類似한 同性流域에서의 流出解析, 洪水豫報 및 水害對策 등에 資料로 提供하고자 本 研究을 遂行하였다.

### 使用資料

#### 1. 對象流域

本 分析 對象流域은 洛東江流域圈 中 예안, 임하, 이안, 가장, 창리, 동춘의 6個 示範中小流域을 擇하였다(Fig. 1)

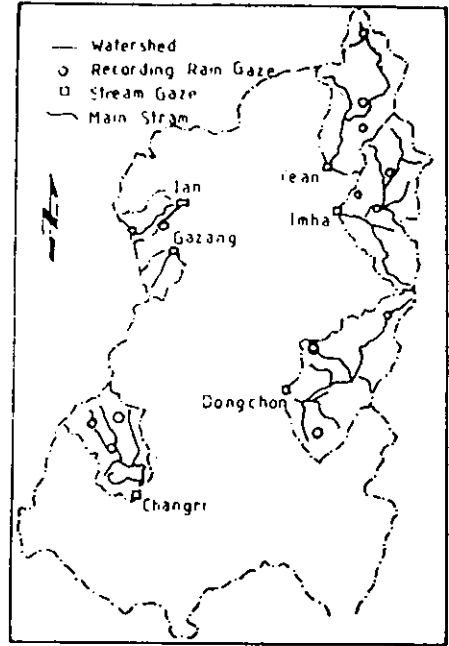


Fig. 1. Rainfall and river observation networks (Nakdong river basin)

洛東江流域의 基本的인 規模와 特徵은 緯度上으로는 北緯 34°50'~37°26' 사이이며, 經度上으로는 東經 127°36'~129°35'에 위치한다.

流域面積은 23,656km<sup>2</sup>이며 河川延長은 525.75 km로 全 國土面積의 24%를 占有하고 있으며, 地質構造는 火成면암계층이 4%, 堆積岩層이 45%, 沖積地帶 15%로 되어있다.

年平均 降雨量은 1,106mm로 全國平均 1,159mm에 比하면 다소 寡雨地域에 속한다. 水資源 貯存量은 260億m<sup>3</sup>에 達하며 損失率은 42%나 된다.

本 分析對象의 流域面積은 149.4(km<sup>2</sup>)~1,543.9

Table 1. Physical characteristics for each watershed

Sub watershed	Area (km <sup>2</sup> )	Length of main stream (km)	Slope of main stream (m/km)	Average basin width (km)	Shape factor	Elevation (m)
Yean	1329.2	125.9	4.0	9.5	0.08	110 - 1442
Imha	1360.5	92.3	2.3	13.3	0.16	110 - 900
Ian	189.9	44.3	4.5	4.0	0.10	60 - 480
Gajang	149.4	20.1	5.5	6.8	0.37	50 - 680
Changri	924.6	63.6	4.6	13.1	0.23	100 - 1500
Dongchon	1543.9	88.3	1.7	15.9	0.20	268 - 560

3

(km<sup>2</sup>)이며 河川長은 20.1~125.9km, 河川의 平均 傾斜은 1.7~5.5m/km로 一般性을 지닌 流域으로 볼 수 있다.

河川의 始點과 終點의 標高差는 420~1,332m로 나타났으며 형상계수(A/l<sup>2</sup>)는 0.08~0.37로 나타났다(Table 1)

2. 降雨量

降雨量 資料는 1969年~1982年 사이에 걸쳐 觀測한 產業基地開發公社 洛東江流域 調査 事務所와 15個所分을 使用하였다<sup>5,6)</sup> (Table 2)

3. 流量圖

1969~1982년에 於하여 本 流域에서 測定한 Hydrograph는 상당한 數에 達하나 流域의 特性을 잘 나타내는 단순 降雨에, 단순 流量을 유발

한 30個의 流量圖를 선택하여 分析에 使用하였다.<sup>7,8,9)</sup>

分析 및 考察

一定한 強度의 降雨가 不透水面에 降下하면 面으로부터의 流出率은 차차 增加하여 결국 降雨 強度와 같게되어 平衡狀態에 到達하는데, 이러한 平衡狀態의 到達에 所要되는 時間은 降雨로 因한 流水가 該 流域內의 가장 먼 지점으로부터 流域出口까지 到達하는데 所要되는 時間과 같다. 이 時間을 算定하는 關係式을 誘導함에 있어서 流域常數인 時間-面積圖에서의 基底長과 貯溜常數를 얻기 위하여 各 流域河川의 平均傾斜, 河川長, 河川流域의 重心長을 使用하였다.

한편, 本 分析에서 流域의 特性値와 既存洪水

Table 2. Rainfall gaging stations

Gauging station	Location	Gage type	Control authority	Remarks
Hwangji	Hwangji Myon, Samchuck Gun, Gangwon Do	Recording	MOC*	Yean Sub Watershed
Jaesan	Jaesan Myon, Bonghwa Gun, Kyung Buck	"	"	"
Andong	Andong Gun, Kyung Buck	"	"	"
Jonbo	Jonbo Myon, Chungsong Gun, Kyung Buck	"	"	Imha Sub Watershed
Imdong	Imdong Myon, Chungsong Gun, Kyung Buck	"	"	"
Yeongyang	Goiyuckchung, Yeongyang Gun, Kyung Buck	"	"	"
Ian	Zungchon Ri Ian Myon Sangzu Gun, Kyung Buck	"	"	Ian, Gazang Sub Watershed
Hwaseo	Hwaseo Myon, Sangzu Gun, Kyung Buck	"	"	"
Oeiseo	Oeiseo Myon, Sangzu Gun, Kyung Buck	"	"	"
Galgye	Bucksan Myon, Guhcnang Gun, Kyung Nam	"	"	Changri Sub Watershed
Guhchang	Guchang Nonggo, Guhchang Gun, Kyung Nam	"	"	"
Un yang	Ungyang Myon, Guhang Gun, Kyung Nam	"	"	"
Zugjang	Zugjang Myon, Yeungil Gun, Kyung Buck	"	"	Dongchon Sub Watershed
Silryeong	Silryeong Myon, Yyungchun Gun, Kyung Buck	"	"	"
Jain	Jain Myon, Kyungsan Gun, Kyung Buck	"	"	"

\* MOC : Ministry of construction

Table 3. Basic data available and characteristics of average unitgraph

Sub Watershed	Sub No	Area (km <sup>2</sup> )	Hydrograph Qp (m <sup>3</sup> /s)	Observed unitgraph				
				Qp (m <sup>3</sup> /s)	Tp (hrs)	Tr (hrs)	Tp (hrs)	Lg (hrs)
Yean	1	1329.2	242.0	266.3	9	26	35	7.9
	2		462.0	291.5	12	18	30	10.9
	3		488.0	228.1	9	22	31	6.7
	4		408.0	282.8	10	20	30	6.5
	5		492.0	336.3	10	20	30	6.6
	Mean				281.0	10	21.2	31.2
Imha	6	1360.5	1210.0	316.7	8	20	28	6.8
	7		1230.0	243.6	9	24	33	5.7
	8		630.0	302.5	9	24	33	7.0
	9		2466.0	312.2	10	23	33	7.4
	Mean				293.8	9	22.8	31.8
Ian	10	189.9	78.0	40.9	9	22	31	6.9
	11		222.0	61.5	7	21	28	5.6
	12		128.0	34.7	10	24	34	6.4
	13		164.0	37.7	9	25	34	6.5
	14		140.0	49.2	8	20	28	4.1
	15		344.0	47.4	10	26	36	4.1
	Mean				45.2	8.8	23.0	31.8
Gazang	16	149.4	92.0	48.4	7	18	25	6.3
	17		23.2	23.7	7	29	36	6.2
	Mean				40.1	7	23	31.7
Changri	18	924.6	599.0	206.3	10	19	29	6.1
	19		530.0	203.3	10	20	30	6.6
	20		1700.0	296.6	9	20	29	4.3
	21		315.0	220.7	8	21	29	6.9
	22		1400.0	207.2	7	20	27	3.4
	23		1150.0	295.3	7	18	25	5.8
	24		424.0	206.0	9	19	28	7.6
	Mean				226.0	8.6	19.6	28.1
Dongchon	25	1543.9	810.0	389.6	10	23	33	9.4
	26		841.0	306.6	13	21	39	9.7
	27		1395.0	366.9	11	22	33	8.1
	28		740.0	304.6	12	23	35	9.2
	29		680.0	375.0	10	23	33	7.6
	30		315.0	288.8	11	25	36	10.0
	Mean				338.6	11.2	23.7	34.8

到達時間 TC와의 相關性導出을 위하여 ① S. C. S. 方法(X라 놓음),  $TC = (11.9L^0.55)$  와 ② RATIONAL METHOD(Y라 놓음),  $TC = 0.0078 \times (L/\sqrt{S})^{0.77}$  式, 그리고 ③ 山間地와 平地部에 共用하는 RZIHA 式  $TC = (l/40(l/h)^{0.5})$ , KRAVEN 式  $TC = l/2W$ , 을 洪水到達 時間으로 取하였다.<sup>1)</sup>

### 1. 流域의 特性值 分析 및 考察

#### 1) 河川長(L), 河川重心長(Lca)

流域特性을 代表하며 河川에 關한 水文解析에

필수불가결한 河川長은 流域面積과 正比例하지는 않았다<sup>2)</sup> (Table 1 참조).

그리고 流域의 重心點에서 河川延長의 方向에 垂直인 點을 찾아 이 點에서 河川出口까지의 距離를 河川重心長(Lca)으로 하여 河川長(L)과 對比한 바 예안 31.8%, 임하 43.2%, 이안 55.2%, 가장 40.7%, 창리 41.8%, 동촌 46.5%로 河川重心長과 河川長사이에는  $Lca = 0.453L$ 의 關係가 이루어져, 韓國의 다른 水系流域에서도  $Lca = 0.4 \sim 0.6L$ 의 關係가 計算된 바 있어 流域形狀의 一般性을 나타내고 있다.<sup>3)</sup>

2) 流域內 主河川平均傾斜(S)

各 流域의 河川始點에서 出口까지의 主河川平均傾斜는  $S = [\sum l_i / \sum (l_i / \sqrt{S})]^2$  式을 使用하여 算定하였다.<sup>12, 13)</sup>

계산과정에서  $l_i$ 를 細分하면 할 수록 더 正確한 平均傾斜를 求할 수 있다. 이론적 뒷받침을 고려하여 本 分析에서는 流域의 標高가 變하는 處를 기준하여 10~15個로 區分長을 定하여 平均傾斜를 算定하였으며, 代表로 임하流域의 平均傾斜 標本圖를 提示하면 (Fig. 2)와 같다.

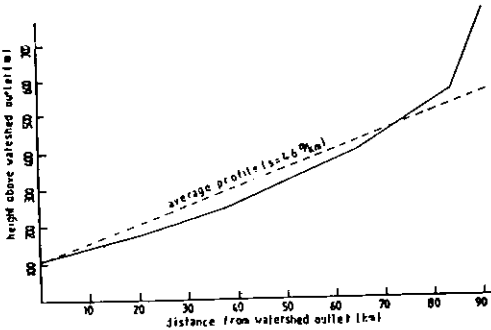


Fig. 2. Determination of average slope of stream at MBHA.

6 個의 示范流域을 通해서 볼 때 가장流域이 1/200의 河川傾斜를 나타내었고, 기타流域은 1/400 이하의 傾斜를 나타내었다. 여기에서 大河川流域으로 갈 수록 傾斜가 완만하고 小河川流域일수록 河川의 傾斜가 급한 一般의인 特性으로 나타나 利水에 不利하고 또 治水가 必要한 河川으로 解析되었다.

3) 時間-面積圖(TIME - AREA DIAGRAM)의 基底長 C

時間-面積圖의 基底長(C)은 減水曲線式을 積分하여 처음으로 中間流出이 發生하여 變曲點이 나타나는 點을 찾는 方法과 Hydrograph에 時間을 代入하여 流量이 갑자기 變하는 點을 찾는 方法, Semi log paper에 減小曲線을 그려 처음으로 꺾이는 點을 찾는 方法들이 있는데 本 分析에서는 一般의로 많이 使用하는 Semi log paper에 plot하여 中間流出에 의하여 처음으로 變曲되는 點으로부터 有效降雨의 中心點까지의 時間으로 하였다(Fig. 3).

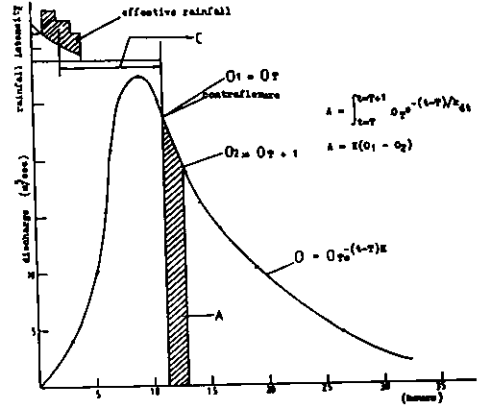


Fig. 3. Determination of the value of C and K.

이렇게 해서 求한 C와 流域特性位置와의 相關關係를 分析한 結果,

$$C = 0.9(L \cdot Lca / \sqrt{S})^{0.33} \text{ 이 誘導되었고 }^{7, 8, 14, 17, 18)}$$

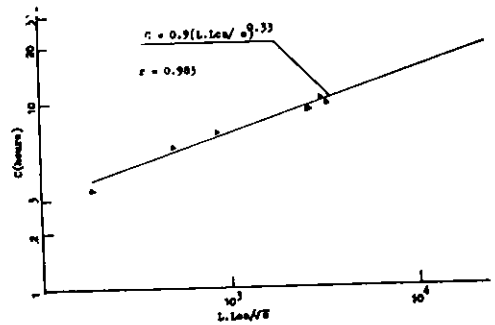


Fig. 4. Relationship between C and watershed characteristics.

相關率 0.98로 高度의 有意性을 나타내어 流域의 特性值들과 좋은 相關이 있음이 밝혀졌다.

Clark - Johnstone<sup>14, 18)</sup>은 Scioto river와 Sandusky river에서 調査分析하여 經驗式으로  $C = a(L/\sqrt{S})^{1/2}$ 을 算出한 바 있으며, EATON(1954)<sup>3, 17)</sup>은 濠州의 Tasmania 州에

서  $C = 1.37 \left(\frac{L \cdot A}{R}\right)^{0.7}$  을誘導하였다.

R = 支流係數(Branching factor)로서 1.0, 1.5 및 2.0을 使用하였다. 한편, Johnstone<sup>13)</sup>은  $C = a \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{1/2}$ 에서  $a = 1.6 \sim 5.4$ 를 取했으며, I. Cordery<sup>14)</sup>는 호주 Lidsdale 流域에서  $C = 56.3 \left[ \frac{L \cdot Lca}{n \cdot \sqrt{S}} \right]^{0.8}$ 의 經驗式을 誘導하였다.<sup>13), 14)</sup>

4) 貯溜常數 K(Storage Constant)

貯溜常數(K)는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 어떤 時間에서 단위時間 떨어진 點까지의 水文曲線이 그리는 面積을 減水曲線式을 積分하여 求하여 이것을 처음 流量에서 단위時間 후의 流量을 뺀 값으로 나누어서 求한다.<sup>3), 13), 14), 15)</sup>

$$O_1 = O_T \quad O_2 = O_{T+n} = O_T e^{-(1-n)/K}$$

$$A = \int_{t-T}^{t-T+n} O_T e^{-(1-n)/K} dt$$

$$A = K(D_1 - D_2)$$

$$A = \frac{A}{O_1 - O_2} \text{ (hr)}$$

이상으로 求한 K값과 流域常數를 變量으로 하여 式을 誘導한 바

$K = 8.32 + 0.0213L/\sqrt{S}$ 로서 相關係數 0.96으로 高度의 有意性을 나타내었다. (Fig. 5 參照). Johnstone<sup>13), 14)</sup>은 美國의 Scioto-Sandusky Basin에서  $K = 1.5 + 90 \frac{W}{R}$ 의 經驗式을 얻었다. (R: 地表面傾斜, W: 流域의 幅) EATON은 Tasmanian basin에서

$K = 13.2 \frac{W}{L} \cdot \frac{A^{1/2}}{R}$  (R: 지류계수)를 유도하였다. 호주의 Cordery는 N. S. W 流域에서

$K = 11.2 \left( \frac{W}{\sqrt{R}} - 0.5Ln/\sqrt{S} \right)^{0.7}$  (R: 地表面傾斜, Ln: 格子線)를 算出하였으며, CLARK<sup>7), 13)</sup>

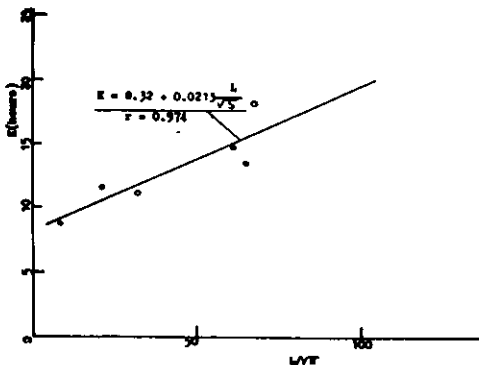


Fig. 5. Relationship between K and watershed characteristics.

<sup>15)</sup>는  $K = CL/\sqrt{S}$ 을 發表하였다(C: 常數 0.8~2.2), LINSLEY<sup>16)</sup>는  $K = bL\sqrt{A}/\sqrt{S}$ 의 式을 얻었다. (b=상수 0.04~0.08)

앞 3), 4)에서 誘導한 C와 K式으로 각 流域의 C값과 K값을 求한 結果는 Table 4와 같고 여기서 C값은 6.7~12.4시간으로 나타냈으며 K값은 8.0~9.3으로 나타나 C 또는 K를 流域常數로 利用할 때는 流域의 大小에 따라 有意幅이 커서 線形에 더 접근하는 C를 使用함이 좋을 것으로 사료된다.

2. 洪水到達時間의 誘導 및 考察

本 分析에 使用한 洪水到達式은,

S. C. S式(X)  $T_c = (11.9L^2/H)^{0.44}$  (L:mile, H:ft) ..... ①

RATIONAL METHOD 式(Y)  
 $T_c = 0.0078 (L/\sqrt{S})^{0.77}$  (L:ft, H:ft) ..... ②

RZIHA + KRAVEN 式(Z)

$T_c = \ell/40 (\ell/h)^{0.6} + \ell/2w$  ..... ③  
 (ℓ: m, h: m, w: m/sec)

式들을 使用하였으며, ①式으로 求한 洪水到達時間은 가장 流域이 2.68시간, 동촌 流域이 19.86時間으로 나타났으며, ②式으로 求한 洪水到達時間은 ①式으로 求한 값보다 위 지역에서 각각 8.7~12.4%가 많은 3.01~21.59時間이었으며, ③式으로 求한 洪水到達時間은 ①式보다 17.6~22.2% 많은 3.27~23.36時間으로 나타났다.

本 分析에서 처음에는 既存의 6가지 方法으로 각 流域의 洪水到達時間을 算定하였지만, 그 中 편차가 가장 적은 위의 3個式을 本 分析에 擇하였다.

Table 5. Computed values by existing equation of TC

유역 방법	예안	임하	이안	가장	창리	동촌
①	16.79	14.35	7.58	2.68	7.47	19.86
②	18.30	15.77	8.72	3.01	8.28	21.59
③	19.83	17.19	9.13	3.27	9.09	23.36

流域常數와 洪水到達時間과의 關係를 解析하기 위하여 앞 章 3, 4)에서 實測值分析으로 求한 값

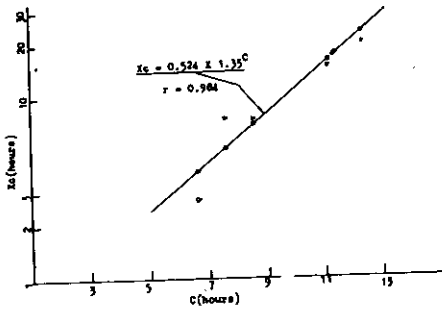


Fig. 6. Relationship between  $X_c$  and  $C$ .

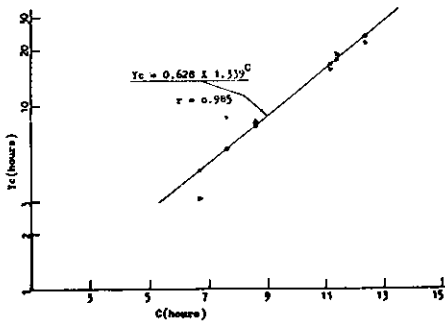


Fig. 7. Relationship between  $Y_c$  and  $C$ .

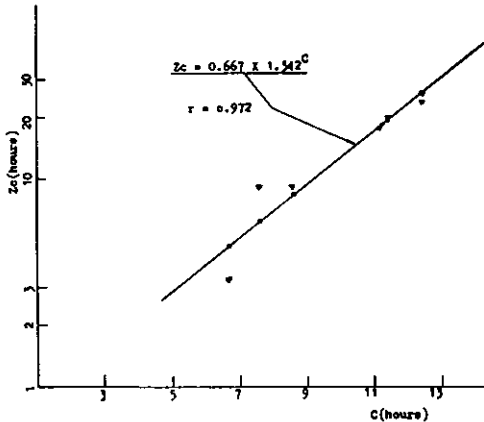


Fig. 8. Relationship between  $Z_c$  and  $C$ .

과의 關係를 分析, 考察하였다.<sup>10)</sup>

1) 洪水到達時間과 時間面積圖의 基底長과의 關係

既存 洪水到達式으로 求한 값과 實測值에 의한 時間-面積圖의 基底長을 變量으로 하여 그 關係를 分析한 바 Fig. 6, 7, 8과 같이 나타났으며,

相關率은 모두 0.97 이상으로 高度의 有意性을 나타내 流域常數  $C$ 와 洪水到達時間에는 크게 相關이 있음이 나타났다.

이상의 3個式을 比較한 바 S. C. S式으로 求한 洪水到達時間과 基底長과의 關係式  $X_c$ 가 우측 하단으로부터  $Y_c, Z_c$ 차례로 좌측 상단으로 평행을 이루었고,  $T_c$ 는  $C$ 값에 비례하여 增加함을 알 수 있다. 3個의 式중 어느 式이 이 流域의 洪水到達式으로 가장 적합한가 하는 것은 3個 모두가 相關性이 좋아서 선택이 어려우나  $C$ 값이 같을 때  $T_c$ 는  $X_c$ 의 경우가 제일 작기 때문에 洪水豫報 및 水害對策 등 洪水事象에 대하여 安全을 고려할 때  $X_c = 0.524 \times 1.35^C$ 를 채택함이 유리할 것으로 사료된다. (Fig. 9 參照)

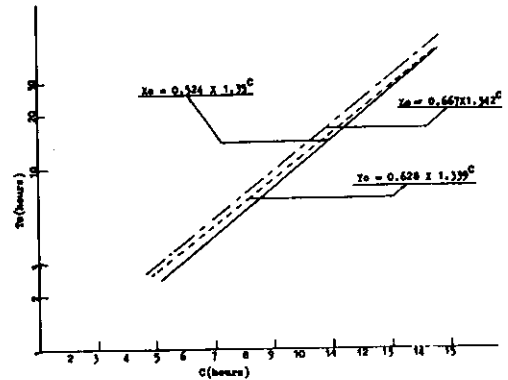


Fig. 9. Relationship between  $T_c$  and watershed characteristics ( $C$ )

2) 洪水 到達時間과 貯溜常數와의 關係

既存 洪水到達式으로 求한 값에 대하여 여기서는 實測值로 分析한 貯溜常數를 變量으로 하여 그  $T_c$ 와의 關係를 分析한 바<sup>10)</sup> Fig. 10, 11, 12와 같이 나타났으며, 相關係數는 0.96이상으로 고도의 有意性을 나타냈으나, 기본 자료의 變化幅이 좁아 無計測流域에서 大小규모의 流域에 대하여 다양한 洪水到達時間을 채택하기에는 洪水事象의 安全을 고려하여 이용도의 時間幅에서 제한을 받을 것으로 사료된다.

Fig. 13은 既存式으로 求한 洪水到達時間과 貯溜常數( $K$ )를 變量으로 하여 誘導된 關係式  $X_k, Y_k, Z_k$ 를 서로 동일좌표상으로 比較한 結果를 Fig. 13에 나타냈으며, 여기서 RZIHA+KRAVEN式으로 求한 洪水到達時間에 대한 것은 다른 두

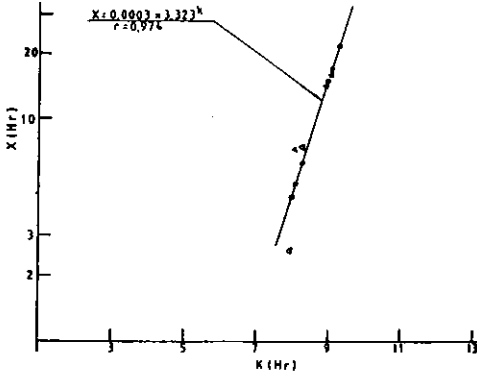


Fig. 10. Relationship between X<sub>k</sub> and K.

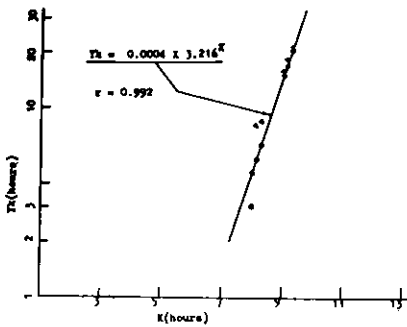


Fig. 11. Relationship between Y<sub>k</sub> and K.

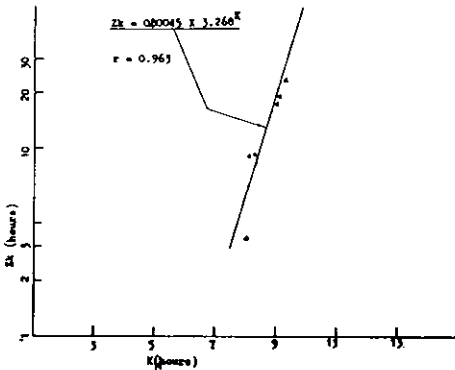


Fig. 12. Relationship between Z<sub>k</sub> and K.

개와 같은 1:1의 상관을 나타내지만 제일 좌측 상단으로 독립선을 나타내고 있으며 홍수到達時間과貯溜常數K 사이에서誘導된式 Y<sub>k</sub>와 S. C. S式으로求한洪水到達時間과實測值로求한貯溜常數K를變量으로하여誘導한式 X<sub>k</sub>는貯溜常數값 8.6時間을 기준으로 서로교차하여方向을

바꾸는 경향으로 나타났다. 한편, 洪水事象으로因한水利構造物의安全度維持를 위해서는水文曲線의침두부분계산에重點을두어야 함으로이는相對적으로洪水到達時間의짧은경향을重視한다는 것이므로 Z<sub>k</sub>보다 Y<sub>k</sub> 또는 8.6보다 X<sub>k</sub>를 채택하되 K가 클 때는 Y<sub>k</sub>를, 작을 때는 X<sub>k</sub>를 사용함이 타당할 것으로 사료된다.

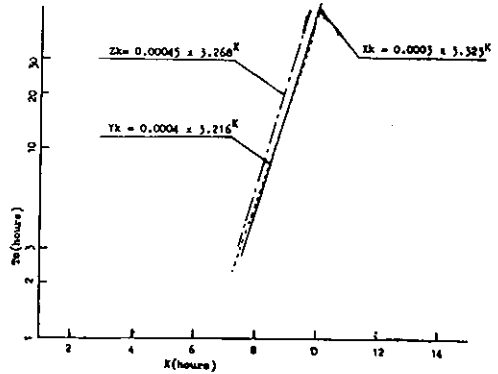


Fig. 13. Relationship between T<sub>c</sub> and watershed characteristics (K).

그리고 流域常數인 時間-面積圖의 基底長(C)과貯溜常數(K)를既存洪水到達計算式에 대하여關係式을各各求한式 X<sub>c</sub>, Y<sub>c</sub>, Z<sub>c</sub>, X<sub>k</sub>, Y<sub>k</sub>, Z<sub>k</sub> 6個를 통틀어 볼 때洪水到達時間이最小로誘導된 X<sub>c</sub>式 즉 T<sub>c</sub> = 0.524 \* 1.35<sup>c</sup> (r = 0.98)가本分析을 통해서 볼 때 가장理想의일 것으로 판단된다.

### 結 論

流域의 降雨와 流出의 實測值로 流域의 物理的인 特性值인 河川長, 河川重心長, 平均傾斜와 時間-面積圖에서의 基底長, 貯溜常數 등을 算定하여 이들과 洪水到達時間과의 關係를 相關分析하여 아래와 같은 結果를 얻었다.

分析流域의 平均幅은 4.2~16.7km였으며 形狀係數는 0.08~0.37로 나타났고, 河川의 平均傾斜는 1.7~5.5m/km이며, 河川重心長의 河川長에 對한 比가 45%로 나타나는 등 一般的인 河川特性을 나타내었다.

時間-面積圖에서의 基底長은

$$C = 0.9 \left( \frac{L \cdot L_{ca}}{S} \right)^{0.33} \text{ 式이 誘導되었고 相關係數}$$



0.98로 高度의 有意性을 나타냈으며, 貯溜常數는 河川의 特性值와의 關係에서

$K=8.32+0.0213\sqrt{S}$ 로 K역시 상관계수 0.96으로써 높은 有意性을 나타내었다.

基底長C와 S. C. S, RATIONAL, RZIHA + KRAVEN式으로 求한 洪水到達時間과의 關係를 分析한 結果, 각각  $TC=0.524 \times 1.35^C$  ( $r=0.98$ ),  $TC=0.628 \times 1.339^C$  ( $r=0.98$ ),  $TC=0.667 \times 1.342^C$  ( $r=0.97$ ) 式이 誘導되었으며 S. C. S와 C와의 關係式  $X_c$ 를 基準으로 할 때  $Y_c$ 는 이보다 9.8%,  $Z_c$ 는 19.3% 큰 값을 나타냈다.

貯溜常數와 既存公式과의 關係를 分析한 結果  $TC=0.0003 \times 3.323^k$  ( $r=0.97$ ),  $TC=0.00045 \times 3.268^k$  ( $r=0.99$ ),  $TC=0.0004 \times 3.26^k$  ( $r=0.963$ )이 誘導되었으며, 좋은 相關性도 밝혀졌다.

이상으로 時間-面積圖의 基底長C와 貯溜常數K가 만족한 만한 洪水到達時間 決定요소로 作用함을 발견할 수 있었으나, 洪水量 推定을 위한 洪水到達時間 TC결정에는 S. C. S式으로 求한 값과 基底長C와의 關係式  $TC=0.524 \times 1.35^C$ 를 洛東江 및 同性流域에서 使用함이 가장 적합할 것으로 사료된다.

#### 引用文獻

1. 美國 內務省 開拓局 編著, 댐의 計劃設計 및 施工: pp. 44 - 57, (1960).
2. 徐承德, 流域特性과 流出追蹟에 依한 單位圖 解析에 關한 考察, 農業土木學會誌 8 : 1089 - 1094 (1966).
3. 徐承德, 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 : 3645 - 3739, (1975).
4. 徐承德, 自然河川의 洪水追蹟과 貯溜量解析, 農業土木學會誌 9 : 1222 - 1229, (1967).
5. 建設部, 韓國水文調查年報:(1969 - 1973).
6. 建設部, 國際聯合開發計劃機構洛東江調查團, 洛東江水資源開發計劃: 3 : 10 - 13, (1968).
7. 建設部, 流域特性과 流出追蹟에 依한 單位圖 解析에 關한 考察, 農業土木學會誌 9 : 9 - 16, (1966).
8. 尹龍男, 水文學, 淸文閣: pp. 306 - 360, (1978).
9. 崔榮博外, 水文學 및 河川工學(1): pp. 251 - 276, 297 - 337, (1974).
10. 鄭英鎭 近代統計學의 理論과 實際: pp. 174 - 200, (1976).
11. 川上謙太郎 土木應用數學例題解說: pp. 201 - 228. (1967).
12. Nash, J. E. Systematic determination of unit hydrograph parameters. J. G. R., 64: 112 - 115, (1959).
13. Laurenson, E. M., Research data assembly for small watershed floods., Engineering research center, colorado state university, pp. 5 - 19, (1963)
14. Chow, V. T., Hand book of applied hydrograph., McGrawHill book Co., 1968, pp. 9 - 27 - 34, 14 - 2 - 31, 21 - 41 - 46.
15. The institution of Engineerings, Australia, Australian rainfall and runoff., : 1958, pp. 48 - 60.
16. The institution of Engineerings, Synthetic unitgraphs for small catchments in Eastern N. S. W., civil Engineering Transactions paper No. 2360 : 1968, pp. 47 - 57, I. E Aust.
17. Eaton. T. D., The Derivation and Synthetics of the unit hydrograph when rainfall records are inadequate, symposium paper 1163 : IE Aust 1954, pp. 61 - 68.
18. Eaton. T. D., synthetic unitgraphs. Hydrology notes (unpublished) :N. S. W. University, 1958, pp. 1A - 33.
19. Aitken, A. P., The application of storage routing methods to urban hydrology, The journal of LE. Aust. 1968, pp. 6 - 8.

20. KENT, K. M., Hydraulic predictions of downstream Floods., Transactions of the ASAE, 3 : 350 - 351, (1966).
21. Linsley, R. K. JR, Hydrology for Engineers., McGraw-Hill Book Co., 1958, pp. 149 - 167, 197 - 208, 227 - 239.
22. Schermerhorn, V. R., Relation between topography and annual precipitation in western oregon and washington AGU., Water Resources Research, 3 : 710, (1967).