貯留函數法과 그 應用에 관한 基礎的 硏究

Fundamental researches on the storage function model and It's application

南 宮 達*
Nam Kung, Tal

Summary

In this paper, the anthor made a basic study of the storage function model and examined several constants in applying the storage function model to flood run-off analysis by dealing with the data in the Supyung and Hoyng Syung watershed, the applicabilities of the storage function model are examined by searching this optimum model parameters in two watersheds.

The results are summarized as follows,

1) The optimum values of the exponential constants, P, in the storage function model showed to be 0.77 to 0.87 in two watersheds observed, therefore it was confirmed that the storage fumction model was approaching to the surface runoff model.
2) It was confirmed that the interval of variation of the storage constant, K, Showed to be larger than that of the exponential constant, p.
3) Relative erros in the discharge obtained by using the storage function model and the SDFP mothod showed to be 20 and 17 percent respectively to the observed discharge, therefore it was confirmed that the applicability of the storage function model using the SDFP method are excellent for runoff analysis.
4) A simple method is proposed for estimating the lag time in the storage function model.

Ⅰ. 緖 論

流出解析法에는 System函數 모델을 利用하는 方法과 Simulation모델을 利用하는 方法으로 나누어 生覺할 수 있다.[1] 前者는 線形 또는 非線形性을 考慮한 모델이지만 實用的으로는 線形關係로 處理하는 것이 많고 單位圖法 流出函數法等이 그 例이다.[2] 그러나 最近에는 非線形性을 考慮한 system모델의 流出解析에 對한 硏究結果도 報告된 바 있다.[3]

後者는 parametric tank모델과 kinematic wave 모델로 나눌 수 있고 kinematic wave모델은 流出過程을 水理的으로 追跡해 가는 方法으로서 流出에 關係되는 物理的 諸條件을 미리 알고 있을 때, 有用한 方法인 것으로 알려져 있다.

이에 反해서 parametric모델은 多量의 實測資料를 根據로 하여 構造 parameter를 決定하는 方法으로 Tank모델이나 貯留函數 모델等이 그 例이다.[4] 이 貯留函數모델은 流域을 하나의 貯水池로 보고 貯留量과 流出量의 關係를 函數形으로 나타낸 것으로 遲滯時間을 考慮하지 않으면 表面流 모델과 같은 모델이 된다. 따라서 이 모델은 流出의 非線形 效果를 無理없이 表示할 수 있고 解析上에서도 簡便하게 處理할 수 있는 點에서 外國에서는 널리 利用되

* 忠北大學校 農科大學

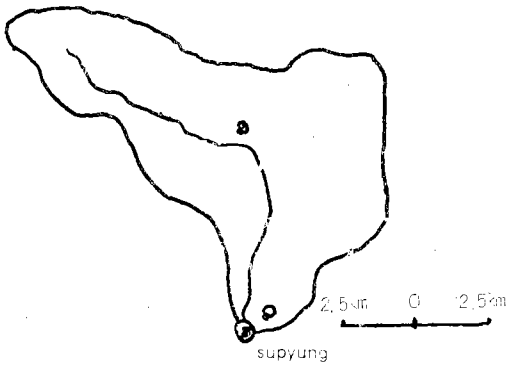
고 있는 方法의 하나이다. 그러나 實質的으로는 이 모델의 方程式 $S_l=KQ^p{}_l$에서의 指數常數 P 流域常數 K 流出의 遲滯時間 T_l等의 常數決定에 難題가 있다. 特히 이중에서도 指數常數 P를 流域特性에 關係없이 $P=\frac{1}{3}$ 또는 $P=\frac{3}{5}$으로 미리 固定하는 경우도 있고 遲滯時間 T_l에 對해서도 洪水時間중에는 一定한 것으로 取扱하는가하면 이에 反하여 日本의 靑木가 硏究한 結果로는 T_l는 오히려 流出量 Q의 函數(即 $T_l=f(Q)$)임을 主張하고 있다.[5] 따라서 常數의 決定方法에는 여러 主張이 엇갈리고 있으므로 어떤 方法을 어떤 形態로 適用하는 것이 效率的이냐 하는 問題와 地形 地質 降雨等에 對하여 어떻게 對應시켜야 할것인가 하는 問題等이 앞으로 이 모델을 補完 改善하는 主要課題가 되어야 할것이다.

本硏究에서는 漢江上流의 橫城地點과 洛東江 上流의 水平地點을 試驗對象流域으로 하여 이 모델에 대한 基礎的인 考察과 同時에 問題點인 常數의 最適値探索을 電算處理(SDFP法에 의한 프로그램化)함으로써 오늘날 우리나라에서는 별로 實用化되지 않고 있는 貯留函數 모델의 再現性 與否를 確認하고 將次 本 모델의 適用上의 技術的 向上을 圖謀코저 한다.

Ⅱ. 流域槪要 및 資料

1. 水平流域

硏究의 對象流域은 中部以南은 北에서 縱斷하여 南海로 流入하는 總流域面積 23,852km², 河川延長 7,274km인 洛東江 支流인 錦川의 上流에 位置한 水平流域으로 地勢가 險難한 山地이다.



○ : Water Gauge
△ : Rain Gauge

Fig. 1. Physiographical map of the supyung basin

○ : Water Gauge
△ : Rain Gauge

Fig. 2. Physiographical map of the Hoyngsyung basin

Table-1. Characteristics of watershed for study

River System	Stream name	Subwatershed	Basin area	Stream Length	River slope	Shape factor	Compactness	mean width
Nak Dong river	Gum cheon	supyung	85.5km²	18.2km	10m/km	0.26	0.789	4.7km
Han river	Sum kang	Hoyngsyung	443.0km²	54.8km	66m/km	0.14	0.788	7.9km

土質構造는 片麻岩, 變成堆積岩 및 深成岩이 主로 分布되어 있고 林野 및 雜種地로 造成된 砂壤質이며 滲透量 6.6m/day이다. 流域의 特性은 Table-1과 같으며 5萬分之 1 地圖의 河川網과 水位 雨量觀測所는 Fig. 1과 같다.

2. 橫城流域

本流域은 漢江支流인 蟾江의 上流에 位置한 標高 110m인 地勢가 險難하고 急傾斜地인 流域이다.

主로 片岩과 黑雲母 花崗岩이 廣範圍하게 分布되어 있고 砂質土와 砂壤土가 많고 滲透率이 높은 것으로 알려져 있다. 年降水量은 1,155mm로 우리나라 年平均 降水量과 거의 같고 7,8,9月에 約 80%의 강우 현상을 나타내고 있어 우리나라의 偏重降雨現象과 비슷하다.

本流域의 特性은 Table-1과 같고 5萬分之 1 地圖上의 河川網과 水位, 雨量 觀測所는 Fig. 2와 같다.

3. 水文資料

本硏究에 使用된 橫城流域의 水文資料는 建設部 漢江洪水統制所에서 測定한 時間雨量 및 流量資料를 蒐集하여 分析하였다. 또한 水平流域의 水文資料는 農業振興公社 設計部에 依해 遂行된 自己水位 및 流量觀測資料에 依據하였으며 流出量 解析에 利用된 資料는 Table-2와 같다.

Ⅲ. 貯留函數法

1. 基礎式

貯留函數法은[6),7),8)] 追跡計算의 單位인 貯留流域의 流入量 I와 流出量 Q의 關係를 다음과 같은 連續式과 運動方程式으로 表示할 수 있다.

$$\frac{dS_l}{dt}=I-Q_l \quad \cdots\cdots ①$$

$$S_l=KQ_l^{p} \quad \cdots\cdots ②$$

여기에서 I : 流入量(mm/Δt)

$Q_l(t)=Q_l(t+T_l)$: 遲滯時間 T_l를 考慮한 直接流出高(mm/Δt)

S_l : 겉보기 貯留量(mm)

t : 時間

$K.P$: 常數

T_l : 遲滯時間

一般的으로 流入量 I 代身에 有效雨量 r_l 또는 流入係數 f와 降雨强度 r를 使用해서 f,r가 쓰이기도 한다. 그러나 이 流入係數는 流域面積이 큰 경우를 生覺해서 導入한 係數이다.

2. 常數의 決定

決定하여야 할 貯留函數의 常數는 T_l K,P의 3個이다. 遲滯時間 T_l를 常數로 取扱하는 것은 問題가 있지만 여기에서는 一旦 常數로 한다.

流域의 바로 下流端에 直接流出量이 주어져 있는 것으로 하고 流入量으로서는 流域 平均觀測降雨 또는 有效降雨가 주어져 있는 것으로 한다. ①式의 流入量 I는 觀測値 I_a에 流入係數 f를 곱해서 다음과 같이 表示한다.

$$I=f,I_a \quad \cdots\cdots ③$$

여기에서 $S_l=S_{l_1}$ $t=t_1$ $\cdots\cdots ④$

$$S_l=S_{l_2} \quad t=t_2 \quad \cdots\cdots ⑤$$

로 놓으면 ①式은 다음과 같다.

$$S_{l_2}-S_{l_1}=\int_{t_1-T_l}^{t_2-T_l} fIadt-\int_{t_1}^{t_2}Q_l dt \quad \cdots\cdots ⑥$$

그런데 貯留函數의 特性으로 부터 S_l은 Q_l의 一價函數이므로 peak流量을 中心으로 上昇部와 減水部에서 Q_l의 값이 같은 時刻 t_1 및 t_2를 擇하면 다음 關係가 成立한다.

$$S_{l_1}=S_{l_2} \quad \cdots\cdots ⑦$$

여기에서 f를 一連의 流出期間內에서 一定한 값으로 看做하면 다음과 같이 表示된다.

$$f=\int_{t_1}^{t_2}Q_l dt/\int_{t_1-T_l}^{t_2-T_l} Iadt \quad \cdots\cdots ⑧$$

I_a을 觀測降雨量이라 하고 이 f를 ③式에 代入하면 I가 求해지므로 各時刻의 流域貯留量 S_l를 算定할 수 있다.[6)]

以上과 같이 하여 S_l-Q_l의 關係가 얻어지면 그 兩者의 關係를 圖示하고 各時刻에 對應하는 點을 plot한다. 여기에서 plot한 曲線이 loop curve를 그리면 即 S_l-Q_l關係가 1價函數關係를 나타내지 않으면 遲滯時間 T_l를 假定해서 訂正하고 以上의 計算을 되풀이해서 S_l-Q_l關係가 1價의 函數關係에 가까워질 수 있도록 試算的으로 T_l를 決定한다. 그래서 S_l-Q_l關係를 兩對數 方眼紙에 그리고 直線을 挿入해서 $K.P$를 求한다. 即 $Q_l=1$에 對應하는 S_l의 값에서 K가 直線의 勾配로부터 P가 求하여진다. 後者의 境遇는 流入量 I代身에 直接有效 雨量으로 부터 各時刻의 貯留量을 決定하여 前述한 바와 같이 S_l-Q_l關係를 求하고 常數 $K.P$를 決定한다.[6)]

3. 流出量計算法

流出計算의 方法에는 圖解法[9),10)]과 直接數値計算法이 있다. 近年에는 函數機能을 가지고 있는 電子計算機가 普及됨에 따라 直接數値計算法에 依하는 일이 많다. 直接數値計算法에서는 ①式의 微分形式에 ②式을 代入하므로써 얻어지는 다음 式을 使用한다.

$$dQ_l/dt=\frac{1}{KP}(I-Q_l)Q_l^{1-p} \quad \cdots\cdots ⑨$$

數値解析法으로써는 Runge-Kutta法을 使用하기로 한다. $Q_l(t)$를 미리 알고 있을때 ⑨式에 依하여 $Q_l(t+\Delta t)$를 求하는 알고리즘은 다음과 같다.

1) $Q_l(t)$를 ⑨式의 右邊에 代入해서 $(dQ_l/dt)_0$를 求한다.
2) $Q_{l_1}=Q_l(t)+(dQ_l/dt)_0\cdot\Delta t/2$에서 $(dQ_l/dt)_1$를 求한다.
3) $Q_{l_2}=Q_l(t)+dQ_l/dt_1\cdot\Delta t/2$에서 $(dQ_l/dt)_2$를 求한다.
4) $Q_{l_3}=Q_l(t)+(dQ_l/dt_2)\cdot\Delta t/2$에서 $(dQ_l/dt)_3$를

求한다.

5) $Q_1(t+\Delta t)=Q_1(t)+\frac{\Delta t}{6}\left\{\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)_0+2\left(\frac{dQ_1}{dt}\right)_1+2\left(\frac{dQ_1}{dt}\right)_2+\left(\frac{dQ_1}{dt}\right)_3\right\}$으로 한다.

Ⅳ. 모델 常數의 最適値 探索

流出 모델에 包含하는 常數로서는 그것이 物理的으로 定하여지는 境遇를 除外하면 計算結果가 實測 Hydrograph에 잘 맞도록 定하는 것이 最善의 方法이라고 生覺한다.

그러나 여기에는 2個의 問題點이 있다. 하나는 適合의 判斷基準의 問題이고 또 다른 하나는 어떤 方法으로 最適値를 찾어 내느냐하는 問題이다.

前者는 客觀的으로 觀測値와 計算値의 誤差의 程度를 나타내는 어떤 函數 J를 設定해서 그것이 最少가 되는 一連의 常數를 最適値로 定하는 方法을 生覺할 수 있다. 後者는 數學的 最適化法이라 해서 非線形計劃이나 最適調整 問題에 關連해서 發展된 것으로 數많은 方法이 提案되어 있다. 이중에서도 未知의 常數가 많이 包含되어 있는 流出 모델에 對해서는 powell의 共役方向法 Davidom-Fletcher-powell의 共役勾配法等[21]이 最有力한 方法으로 알려져 있으나 最近에는 DFP[11]을 流出 모델用으로 改良한 SDFP法[12]이 報告된바 있다.

따라서 貯留函數 모델의 常數인 $K.P$의 最適値를 求하기 爲하여 여기에서는 SDFP法을 適用하였고 이 方法에서 最適値 探索의 評價函數로는 X^2- 基準과 相對誤差 基準을 併用하였다.

SDFP法에 依하여 最適値를 定하려고 할 때 貯留函數의 모델常數로는 $K.P.T_l$가 있고 이 모델의 常數로써 最初의 假定値를 각각 K_0, P_0, T_{l0}로 하고 다음과 같이 表示한다.

$$X_1=\frac{K}{K_0}\quad X_2=\frac{P}{P_0}\quad X_3=\frac{T_l}{T_{l0}} \qquad \cdots\cdots\cdots ⑫$$

여기에서 最適値의 探索은 모델常數 그 自體가 아니고 初期値에 對한 比率 X_1, X_2, X_3를 求하므로써 이것에 依하여 常數의 最適値를 求한다.

最適値 探索方法은 型式上 制約條件이 없는 경우를 前提로 理論이 定立되어 있다. 그러나 이 方法을 流出解析에 適用할 때 不合理한 點이 생기므로 이를 막기 爲하여 다음과 같이 페날데이函數를 設定한다.

$$\left.\begin{aligned} &V_i=0 \quad X_i\geq 0\\ &V_i=(X_i-C_i)^2 \quad X_i<0 \quad i=1,2,3 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots ⑬$$

基準化 變量인 경우는 $C_i=1$로 한다. 前述한 Runge-Kutter法으로 流出解析을 할 때는 미리 다음과 같은 安全條件을 提示한다.

$$\left.\begin{aligned} &\phi=\frac{KQ_*^{p-1}}{\Delta t}\geq 1 \quad p\geq 0.5\\ &\phi=\frac{2pKQ_*^{p-1}}{\Delta t}\geq 1 \quad 0.5\geq p<0 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots ⑭$$

Q_* : 計算에서 얻어진 流出量(流出計算後가 아니면 未知數이기 때문에 最高觀測流量보다 큰 값을 미리 定하는 것이 보통이다.)

貯留函數 모델의 最適常數를 探索하기 爲하여 上述한 諸條件을 감안하여 프로그램을 구상작성하였으며 이에 對한 Flow Chart는 Fig. 3과 같고 프로그램에 使用된 變數를 表示하면 다음과 같다.

K, P, T_L : 常數
$R(I)$: 有效雨量
$Q(I)$: 觀測流量
$Q_c(I)$: 計算流量
$J_A(k)$: x^2—基準(評價函數)
$J_B(k)$: 相對誤差基準(評價函數)
k : 計算
$G(I)$: 出發點의 勾配
$H(IJ)$: 方向計算係數
$D(I)$: 方向
α_s : J의 最少値의 最初 Step幅
$X(I)$: $D(I)$ 方向에서 J가 最少가 되는 點
$V(I)$: 페날데이函數
J_* : J의 最少値
α_* : J가 最少일 때의 α_s이다.

Ⅴ. 流出解析

1. 流出對象洪水와 有效雨量

流出解析에는 Table-1의 6個洪水를 對象으로 하였다. 여기에 表示된 資料는 水平流域에서 peak流出高 1.0mm/hr./km²로 부터 3.44mm/hr/km²에 이르는 3個水文 資料를 橫城流域에서는 peak流出高 1.56mm/hr/km²로 부터 2.59mm/hr/km²에 이르는 3個水文資料를 擇하여 解析하였다. 降雨量은 水平流域에서는 2個地點의 平均雨量을 橫城流域에서는 Thissen面積比에 依하여 推定한 資料를 使用하였다.

有效雨量을 推定함에는 流出過程 또는 流出機構가 明白히 되어 있어야 하는데 流出過程에서 有效雨量을 推定함에는 未知의 parameter[20]가 많어지므로 降雨中 直接流出에 關與하지 않는 降雨(即損失雨量)를 算定하여 降雨의 損失過程에서 逆으로 有效雨量을 推定하는 損失雨量 推定法을 使用하였고 Fig. 4에 그 曲線을 表示하였다. 損失雨量曲線의 作成에 利用한 直接流出高의 推定은 洪水流出量曲線의 上昇起點의 流量을 基底流量으로 하여 水平分離法을 適用하였다.

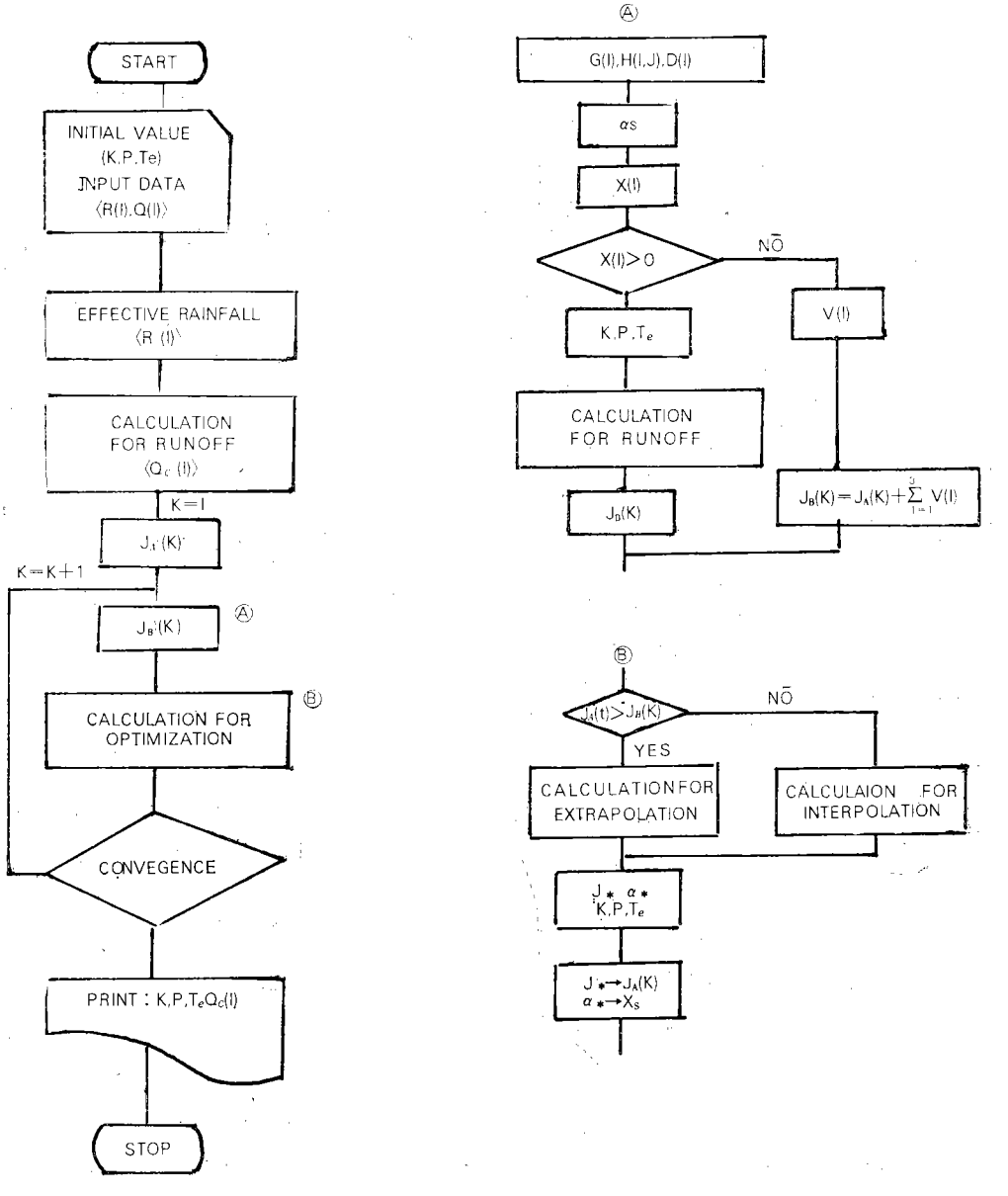


Fig. 3. Flow chart of S.D.F.P. method

本方法을 簡單히 考察하면 다음과 같다. 損失雨量曲線은 降雨初期에는 累加雨量이 增加함에 따라 保留量도 增加한다. 그러나 一定時間이 經過하면 降雨가 繼續되어 累加雨量이 增加하는데 流域內에 保留되어 直接流出하지 않는 降雨量의 增加分은 점점 減少한다. 따라서 累加保留量은 어떤 限界値에 接近하는 것이 아닌가 하는 生覺에서 最初에 中安에 依하여 提案된 方法이다.[13),14)]

이 方法에서 流域保留量 F는 各降雨마다 다음 式으로 求하여진다.

$$F=R-Q_t \quad \cdots\cdots\cdots\

는 것으로 生覺한다. 따라서 이것을 損失雨量曲線上에 나타낼 수 있으며 Fig. 5의 I點 까지의 保留量이 이를 나타내는 것이다.

損失雨量曲線은 時間의 槪念이 包含되지 않은 缺點이 있다.

그러나 降雨가 繼續될 때는 間接的으로 時間의 槪念이 包含되어 있다고 볼 수도 있다.

2. 流出解析의 再現結果

SDFP法에 依하여 探索한 最適常數를 適用하여 貯留函數法으로 流出解析을 行한 再現結果의 一例를 表示하면 Fig. 6, 7과 같고 S_l—Q_l曲線에서 求한 常數와 最適常數에 依한 計算結果는 Table-3, 4에 表示하였다.

再現結果는 實現上 充分한 것으로 生覺되며 얻어진 結果를 詳細히 說明하면 S_l—Q_l關係에서 求한 常數를 適用하여 $\triangle t$=0.5hr로 計算했을 때 實測値와 計算値의 相對誤差는 Table-4에서 最少 19%에서 最高 30%로 나타났고 SDFP法에 依하여 求하여진 常數를 適用하여 計算했을때는 實測値와 計算値의 相對誤差가 最少 7%에서 最高 17%로 그 誤差가 縮少되어 있음을 나타냈다. 따라서 SDFP法을 사용하여 最適常數를 求하고 流出解析을 하면 從來의 S_l—Q_l關係에서 求한 常數를 利用하는 것보다는 훨씬 좋은 結果를 얻을 수 있음을 나타냈다.

Fig. 8, 9는 水坪 및 橫成流域에 對한 流域貯

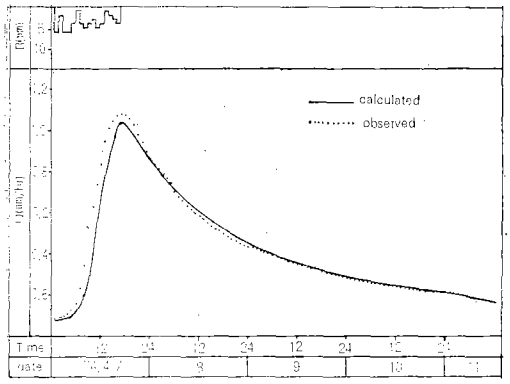


Fig.6. Comparison between calculeted and observed Hydrograph in Supyung Watershed

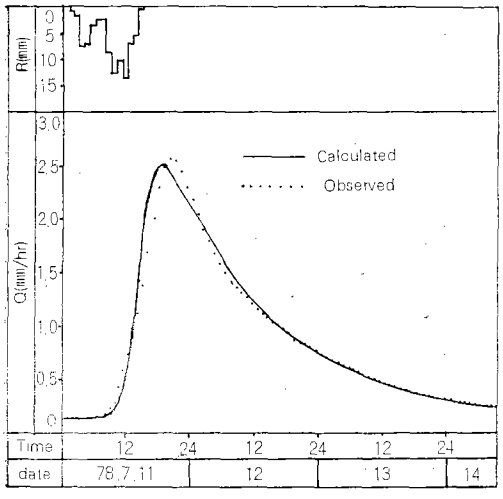


Fig. 7. Comparison betweed calculated and observed Hydoyraph in Hoyng Syung Watersheed.

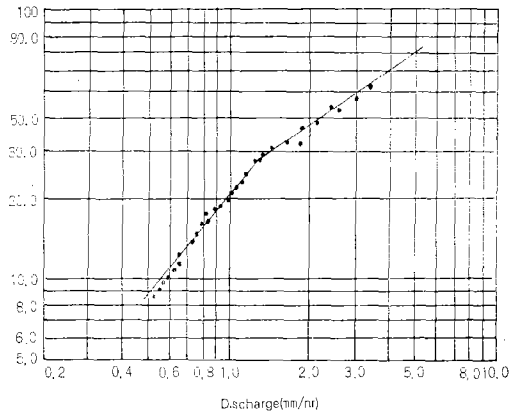


Fig. 8. Relationship between storage and discharge for direct runoff in the Supyung Basin

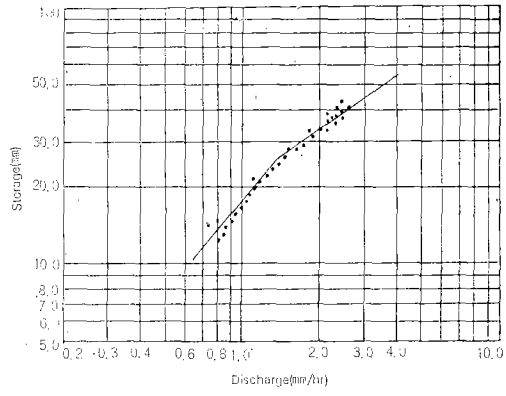


Fig.9. Relationship between storage and discharge for direct runoff in the Hoyng Syung Basin

留量과 流出量의 關係를 表示한 것이다. 이것으로 미루어 보면 貯留量에 따라서 P를 變化시켜 2개의 折線으로 貯留函數를 表示하는 것이 바람직한 것으로 生覺되나 그렇게 하여도 再現結果가 훨씬 좋아지는 것은 아니었다.

Fig. 8에서는 直接流出高 1.5mm/hr의 點에서 折點이 나타났으며 그 以上의 流出高에서는 P≒0.67, 그 以下에서는 P≒1.2를 나타내고 있으며 Fig. 9에서는 直接流出高 1.3mm/hr의 點에서 折點이 나타났으며 그 以上의 流出高에서는 P=0.71 그 以下에서는 1.2를 나타내고 있다. P≒1.0은 中間流出이 發生하는 領域으로 P=0.6은 表面流出이 發生하는 領域으로 알려져 있다. 따라서 이 結果에서는 流出量이 많을때는 表面流로 流出量이 적을때는 中間流로 取扱하여야함을 暗示하고 있는 듯하다.

Ⅵ. 考 察

1. 貯留函數 모델의 常數

貯留函數 모델은 表面流 모델로 알려져 있으나 表面流 모델상수 P를 P=0.6으로 固定하여 計算하는 것에 對해서는 아직도 疑問點을 남기고 있다. 木村는 等流水路에서 $P=\frac{a}{a+n}$의 式을 提案한바 있고 이 式에 依하여 矩形 抛物線 三角形斷面水路의 P를 計算하여 0.6~0.8을 얻었다고 보고하였으며 實際河川에서도 P의 값은 0.6~0.8에 가까워질 것이라고 하였다.[6] 또한 Horton도 이와 같은 결과를 報告한 바 있다.[15),16)]

여기서 Table-3를 考察하면 P의 값은 0.77~0.87의 範圍로 나타났으며 위의 값에 比較하면 多少의 差異는 있으나 表面流모델로 看做할 수 있을 것으로 生覺한다. P의 값이 약간 크게 나타난 것은 流出量이 적은 것을 解析했기 때문이라고 生覺하며 本解析 結果에서도 流出量이 적은 것일수록 P의 값이 크게 나타난 것으로 보아 peak流量이 커지면 P의 값은 작아질 것으로 推定된다.

또한 貯留常數 K는 흐름이나 흐름의 場所의 特性에 依하여 左右되고 K의 값은 P에 比해 各流出量에 따라 크게 變化하고 있다. Kinematic-wave法의 物理的 意義의 硏究에 依하면 K는 많은 因子에 依하여 影響을 받고 있으며 特히 K의 값의 變化는 各洪水가 發生하는 場所의 平均的 規模에 反映된다는 報告도 있다.

이와 같은 事實은 流域이 比較的 乾燥하고 出水規模가 작을때 K의 값은 작어지고 逆으로 流域이 濕하고 出水規模가 클때는 K의 값이 커진다고 報告하였다.[18)] 또한 永井 角屋는 K의 값은 各流域의 斜面長의 函數로 나타낼 수 있음을 報告한바 있다.[17)] 여기에서 Table-2를 考察하면 水坪流域에서 K=22.74~36.55, 横城流域에서 K=20.78~29.78로 兩流域 모두 相當한 變化를 나타내고 있음은 上述한 諸條件에 影響을 받고 있음을 示唆하고 上記 硏究結果와 비슷한 傾向을 나타내고 있는 것으로 生覺한다.

2. 遲滯時間

貯留函數法의 하나의 特徵인 遲滯時間 T_l의 推定法으로써 한가지 方法을 考察하기로 한다. ⑨式에서 流量이 peak에 到達하면 $dQ_l/dt=0$이다. 따라서

$$r_e(t)-Q_l(t)=0 \quad r_e(t)=Q_l(t) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ⑰$$

$r_e(t)$: 有效降雨强度

$Q_l(t)=Q_o(t+T_l)$: 遲滯時間 T_l를 考慮한 直接流出高.

Fig. 10과 같이 直接流出高의 實測 Hydrograph를 負의 時間軸方向으로 移動시켜 peak流出高와 같은 有效降雨强度를 나타내는 時刻 t_3를 求한다. 또한 實測 Hydrograph의 peak時刻을 t_4로 하면 t_4-t_3가 遲滯時間 T_l가 된다. 그러나 有效降雨强度의 分布가 一定하지 않으므로 2點이나 3點平均을 求해

Table-3. Optimum Parameters and errors in the storage function Model

Flood	k	P	T_l (hr)	J_{XS}	JRE
S_1	26.41	0.78	0.5	0.02	16%
S_2	22.74	0.71	0.1	0.02	15%
S_3	36.55	0.81	0	0.01	7%
H_1	22.87	0.84	4.0	0.02	15%
H_2	29.78	0.89	3.0	0.02	17%
H_3	20.78	0.87	4.1	0.02	16%

Table-4. Initial parameters and Mrros in the storage function Modle

Flood	K	P	T_l (hr)	J_{XS}	J_{RE}
S_1	19.5	0.67	0.5	0.03	26%
S_2	17.5	0.6	0.5	0.04	31%
S_3	21.5	0.75	0.5	0.03	24%
H_1	21.0	0.67	5.0	0.06	19%
H_2	20.0	0.6	3.0	0.07	31%
H_3	19.0	0.65	5.0	0.07	24%

서 有效降雨曲線을 그릴 必要性이 있다. 그러나 여기에는 問題點이 있으므로 有效降雨曲線을 그리기 爲하여 우선 有效雨量分布를 三角形分布로 가정하여 위의 方法을 適用한 結果를 Table-5에 有效雨量 三角形分布의 한 例를 Fig. 10에 圖示하였다. 有效雨量을 三角形分布로 假定함에 있어서 三角形의 꼭지점은 有效雨量圖의 中心線上에 잡고 三角形의 面積과 有效雨量圖의 面積이 같도록 三角形의 높이를 定하여 有效雨量三角形을 作成하였다.

Table-3, 4을 考察하면 遲滯時間 T_l는 S_l洪水를 除外하고는 約間의 差異를 나타내고 있으며 Table-4, 5를 比較하면 대체적으로 비슷한 結果를 나타내고 있다. Table-3, 4의 結果에 差異가 있는 것은 Table-3의 結果는 全體 Hydrograph에 主眼點을 두고 計算을 하였고 Table-4의 結果는 peak流量에 主眼點을 두었기 때문으로 生覺한다.

따라서 試算計算을 할때 이 方法에 依하여 미리 T_l를 求하면 簡單하게 計算할 수 있을 것으로 生覺한다.

위에서도 言及한 바와 같이 遲滯時間計算에 아직도 많은 問題가 있으며 기왕의 硏究結果에 依하면 流出量과의 函數關係를 主張하는가 하면 河川長과의 函數關係를 主張하는 學說도 있어 여기에서 提示하는 方法도 遲滯時間 計算에 많은 參考가 될 것으로 生覺한다.[5),10)]

Table-5. The Lagtime calculated by ⑦

Flood	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
T_l	0.5	0.3	0.5	5.0	2.5	5.0

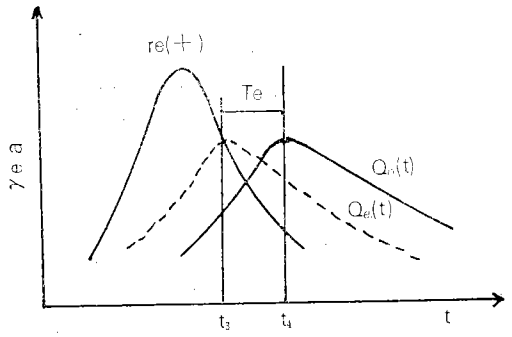


Fig. 10. A definition of the lag time T_l in the storage function model

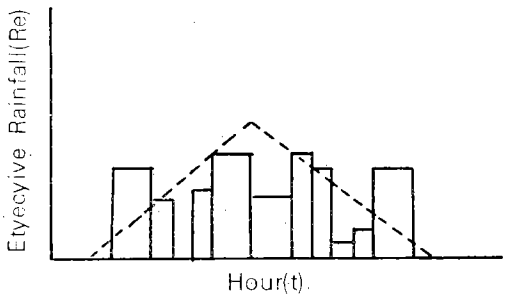


Fig. 11. Effective Rainfall Distribution and Triangle Distribution

V. 結 論

本硏究는 流出모델로써 貯留函數 모델을 擇하여 本모델의 特徵과 解析에 對한 基礎的 考察을 行하였고 水平 및 橫城流域의 水文資料에 依하여 본모델의 最適常數를 求하므로써 본모델의 適應性與否를 調査하였으며 얻어진 結果를 要略하면 다음과 같다.

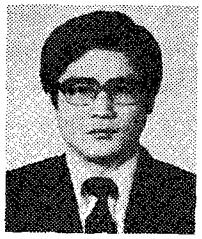
1) 貯留函數모델에서 指數常數 P의 最適値는 兩流域에서 0.71~0.87의 範圍에 있으므로 表面流 모델에 接近하고 있음을 나타냈다.
2) 위의 두 流域에서 常數指數 P값의 變化는 貯留常數 k값의 變化率에 比하여 變化幅이 적은 것으로 나타났다.
3) SDFP法을 併用한 貯留函數 모델에 依하여 解析한 流出高와 實測流出高의 相對誤差는 7~17%로 適應性이 좋은 것으로 나타났다.
4) 貯留函數 모델의 遲滯時間 推定에 簡便한 方法을 提示한다.

參 考 文 獻

1) Cook, H.I. The infiltration approach to the calculation of surface run off. Transaction American Geophysical Union. Vol.27 No5. pp.726~747(1946)
2) David, F.K. and David, A.W. Mathermatical properities of the Kinematic Cuscade. Journal of Hydrology (5) pp.131~147(1972)
3) Drelbeluis, F.R. Some aspects of watershed Hydrology as Determined from soil Moisture data.
Journal of Geophysical Research. Vol. 67, No.9 pp.3425~3435 (1962)
4) Dunin, F.X. A model for raifall routing du-

ring initial abstruction, Journal of Hydrology 9 pp.57~72(1969)
5) 靑木佑久 白井博美 金相貞 貯留關數法 における 百遲滯時間 T_lの一推定法 土木技術資料 18~6 pp.309~313(1976)
6) 四ケ所四男美, 田中宏平, 戶原義男, 非線形 システム モデルの 流出解析 農業土木論文集 50 pp.20~23(1974)
7) 木村俊晃 貯留關數法 土木技術資料 No.4 Vol.1 pp.41~51(1962)
8) _____ 貯留關數法に よる 洪水流出追跡法 建設 土木硏究所(1966)
9) _____ 洪水流出 追跡法に 關する硏究(貯留關數に 關する一考察) 土木硏究報告 pp.9~16(1958)
10) 建設省水文硏究會; 流出計算例題集 2 全日本 建設技術協會(1971)
11) 永井明博 角屋睦 流出モデル 定數の最適化 法 京都大學防災硏究年報 第22號 B-2 pp.209~224(1979)
12) 角屋睦 永井明博 流出解析法 農業土木學會誌 第48卷 第11號 pp.65~70(1980)
13) 中安米藏 雨量より 洪水量の 推定に 就で 建設省 直割工事 第四回 技術硏究報 pp.159~194(1951)
14) 角屋睦 流出解析方法(その 1.) 農業土木學會誌 第47卷 10號 pp.21~72(1979)
15) Horton, R.E. Natural stream channel storage Trans, AGU. Vol.17 pp.406~415. (1936)
16) _____ Vol.18 pp.440~456(1937)
17) 永井明博 角屋睦 洪水流出 モデルの 最適定數 京大硏究年報 第24號 B-2 pp.183~196(1981)
18) 田中宏平 四ケ所四男美 瀨口昌洋 山地小流域の 土壤水分と 流出特性 京大硏究年報 第25號 B-2 pp.195~205(1982)
19) 木村俊晃 貯留關數法 河鍋書店 pp.36~49(1975)
20) 嚴柄玟 丸山利輔 降雨前の 低水流量を指標とした 有効雨量分離 農土誌 論文集 第91號 pp.26~33
21) M.J.D. Powell, Paviden-Fletcher powell An efficient method for finding the minum of Several variables without calculating derivative. Computer, Journal Vol.7. pp.155~162(1964)

◇



㊗ 工學博士

李 炳 求

當學會 正會員인 李炳求會員은 오랜 硏究生活 끝에 博士學位를 받은데 대하여 全會員과 더불어 祝賀드리는 바입니다.

生年月日 : 1948年 1月 14日生
勤 務 處 : 圓光大學校 工科大學
學位授與 : 延世大學校 大學院
學位取得日 : 1984年 8月 31日
學位論文 : 兩端힌지 抛物線아치의 自由振動에 관한 硏究