

流域特性과 流出追跡에 依한 單位圖 解釋에 關한 考察

*"A Study on the Interpretation of the Synthetic Unit Hydrograph
According to the Characteristics of catchment Area and Runoff
Routing*

徐 承 德

Summary

The following is a method of synthetic unitgraph derivation based on the routing of a time area diagram through channel storage, studied by Clark-Jonstone and Laurenson.

Unitgraph (or unitgraph) is the hydrograph that would result from unit rainfall-excess occurring uniformly with respect to both time and area over a catchment in unit time. By thus standardizing rainfall characteristics and ignoring loss, the unitgraph represents only the effects of catchment characteristics on the time distribution of runoff from a catchment

The situation often arises where it is desirable to derive a unitgraph for the design of dams, large bridge, and flood mitigation works such as levees, floodways and other flood control structures, and are also used in flood forecasting, and the necessary hydrologic records are not available. In such cases, if time and funds permit, it may be desirable to install the necessary raingauges, pluviometers, and stream gaging stations, and collect the necessary data over a period of years. On the otherhand, this procedure may be found either uneconomic or impossible on the grounds of time required, and it then becomes necessary to synthesise a unitgraph from a knowledge of the physical characteristics of the catchment.

In the preparing the approach to the solution of the problem we must select a number of catchment characteristics (shape, stream pattern, surface slope, and stream slope, etc.), a number of parameters that will define the magnitude and shape of the unit graph (e.g. peak discharge, time to peak, and base length, etc.), evaluate the catchment characteristics and unitgraph parameters selected, for a number of catchments having adequate rainfall and stream data and obtain Correlations between the two classes of data, and assume the relationships derived in just above question apply to other, ungaged, Catchments in the same region and, knowing the physical characteristics of these catchments, substitute for them in the relationships to determine the corresponding unitgraph parameters.

This method described in this note, based on the routing of a time area diagram through channel storage, appears to provide a logical line of research and they allow a readier correlation of unitgraph parameters with catchment characteristics.

The main disadvantage of this method appears to be the error in routing all elements of rainfall excess through the same amount of storage. Nevertheless, it should be noted that

the synthetic unitgraph method is more accurate than the rational method since it takes account of the shape and topography of the catchment, channel storage, and temporal variation of rainfall excess, all of which are neglected in rational method.

I. 緒 言

單位流量圖라 함은 選定된 單位時間에 어느 주어진 流域全體에 걸쳐서 1吋 또는 10 糧의 降雨深으로서의 地表流出이 均一하게 發生한다고 보는 流量圖를 말하는 한편 一般的으로 이는 選定된 流域內에 降下한 過去의 많은 폭우 記錄으로부터 計算된 流出量으로써 誘導해오고 있으며 이를 댐, 교량, 洪水調節事業, 防潮堤工事 및 洪水豫報等に 應用해 오고 있음은 周知의 事實이다.

그러나 우리가 원하는 以上の 事業을 遂行하는데 어느 곳에서나 마음대로 單位流量圖를 誘導할수 있도록 流域에 雨量計, 自己雨量計 및 水位標가 設置되어 長期間 降雨量을 재고 또 流水量을 測定해 놓은 것이 적어서 單位流量圖作成을 爲한 水文資料의 蒐集 또는 入手하기가 그리 容易하지 못하다. 또 이와같은 施設을 할려면 費用等諸般問題가 容易하지 않으며 從來 우리는 어떠한 目的物을 設計하려고 할때 實測에 依하지 못하고 單位流量圖를 流域의 特性을 參考로하여 體驗에 依한 流出追跡方法으로 그를 誘導使用하여 왔었다.

單位流量圖는 다시 말하면 流域內에서 落下한 降雨로 하여금 流出이 이루어지는 하나의 物理的 特性效果를 代表하는 것이기 때문에 萬一 우리가 어느 選定地域에 對한 流域의 特性을 詳細히 分析하면 그 流域에 對한 單位流量圖의 樣相을 誘導해 낼수가 있는 것이며 이것이 計器를 設置치 않은 流域에서의 單位圖의 解釋으로써 重要한 價値를 나타내는것이다.

한편 이러한 無計器流域에서 流域特性에 依한 單位圖의 誘導를 創案한 사람과 그에 따르는 方法은 相當한 數에 達하고 있어 그 代表的으로 널리 알려진바로는 Snyder(1938) 方法과 그의 方法을 뒷받침하여 發展시킨 美國工兵部 (陸軍省) 方法, Taylor Schwarz (1952) 方法, Laden, Reilly, & Minatte (1940) 方法과 美國 內務省 開拓局 方法등이 있고 時間一面積圖 (Time-Area

Diagram)의 性質을 利用하고 流出量追跡方法을 應用해서 誘導시킨 Clark(1945) 方法과 이의 方法에 뒷받침한 Johnston(1948) 方法, Eaton(1954) 方法 O'Kelly(1955)의 方法等이 있고 이의 에도 Sherman(1932), Bernard(1935), Mc Carthy (1938), Moran & Hullinghorst(1939)氏등의 方法등으로 많이 分析 檢討되어오고있다. 한편 大部分의 結果가 比較的 合理的인 結果를 가져왔음이 밝혀졌고 지역에 따라 그 特性이 다르기때문에 多少의 樣相을 나타내고 있음은 감안할 餘地가 있다고 보아야 하겠다.

筆者가 이 紙面을 通해서 紹介하고자 하는 바는 于先 以上에 列擧한 여러사람의 方法을 다 紹介할 수는 없으며 다만 最近에 濠洲의 뉴욕 사우스 웨일스大學校 工科大學 水文學數室에서 工博 E.M. Laurenson 씨가 Clark 와 Johnston 方法을 利用하여 分析과 研究를 거쳐 새로이 案出한 方法과 課題의 實習을 土台로 하여 수편의 참고문헌을 더듬어 가면서 이 글을 역는바이나 못내 未備한點이 많음을 안타까히 생각하는 바이다.

II. 問題의 略述

(a) Clark-Jonstone 및 Laurenson 方法의 解釋
(c) 流域面積은 18.9 平方哩(4960 町步)이며 等高線의 間隔은 50 呎, 主河川의 長이는 8.5 哩, 流域의 山林狀態는 比較的 良好한 편이다.

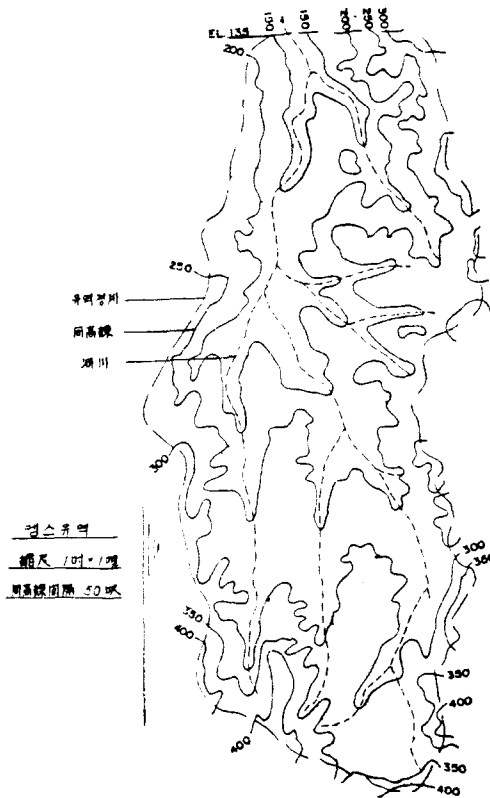
(c) 誘導의 解釋으로 單位時間을 1時間單位로 하고자하며 Muskingum 洪水追跡계수의 誘導와 追跡方法은 이 流域을 貯水池型貯溜로 看做하여 解釋한다.

(d) 이 流域에는 流水量 測定을 위한 何等의 計器가 設置되어 있지않고 流域의 狀態는 圖 1과 같다.

이상의 流域에 對한 合成式單位流量圖를 解釋하고자한다.

III. 解釋의 指針

(a) 流域全體의 地表面 平均傾斜의 決定流量圖上에 流域의 地表面의 영향을 代表시킬만



圖一. 流域의 概況

한 하나의 流域代表 地表面傾斜를 決定함이 이合成式單位圖의 解釋에 있어서는 絕對로 必要하다. 이는 다음 課程에서 說明될 流域의 貯溜因數 “K”를 決定지워주는데 重要한 役割을 한다. 이 地表面傾斜 (Over land slope)의 解釋으로 사용해온 經驗公式으로서는 (i) $R = \frac{hL_t}{A}$ 와 (ii) $R = \frac{1,571 hN}{L_g}$ 의 公式이 많이 使用되고 있다. 上式에서 (i)의 경우,

- R: 流域의 地表面傾斜
- h: 圖面上에 나타난 等高線間의 높이 (呎)
- L_t: 圖面上에 나타난 等高線의 總延長 (哩)
- A: 流域面積

(ii)의 경우.

R: 上同

N: 等高線과 等高線을 直斷하는 直線과의 交叉한 點의 數

h: 等高線과 等高線間의 높이

L_g: 流域內에서 等高線을 直斷하는 直斷線의 總延長이다. (grid line)

한편 經驗에 依하면 前者의 境遇보다 正確한 結果를 나타냈다고는 하나 計算時 이 過重함이 缺點인 反面에 後者의 境遇도 合理的인 結果를 이 끌었을뿐만 아니라 比較的 前者에 比해서 計算上의 時間이 덜 든다는 長點을 지니고있어 이번 에 解釋하려는 問題는 後者의 境遇에 適用시켜 地表面 傾斜를 求하고자한다.

이 問題의 解釋에 들어가기 前에 이제 使用하고자하는 公式에 대해서 一言을 加하면 等高線과 等高線을 直斷하는 直斷線과 等高線과 이루어지는 角度는 0°에서 90°까지 變할수있다고 보아 上述 傾斜公式에서의 계수를 求하면 90°인 경우에 1,571 45°인 경우에 1,414 인 값이 算出되어 大體로 平均値를 감안해서 이번 問題의 解釋으로서는 그 계수를 1.5를 使用하여

$$S = 1,571 \frac{hN}{L_g} \text{의 式을 } S = 1.50 \frac{hN}{L_g} \text{로 바뀌}$$

풀이 하려한다.

다음으로, 이 流域內에 包容되는 直斷線의 계산은 流域을 50 呎間隔으로 縱橫으로 細分하여 이 流域境界內에 들어가는 範圍內에서 縱橫으로 總直斷線의 길이를 求한다. 이렇게하여 求한 값으로는

L_g: 76.3 哩, h: 50 呎, N: 177 點 故로

$$R = \frac{1.50 hN}{L_g} = \frac{1.50 \times 50.0 \times 177}{76.3} = 174.0 \text{ 呎}$$

即 R=174.0 呎/哩의 값을 얻게 된다.

(b) 流域內 主河川의 平均傾斜 “S”의 計算.

一般的으로 主河川 平均傾斜의 計算은 다음의 經驗公式을 利用하여 算出할수 있다.

$$\text{即 } S = \left(\frac{\sum li}{\sum \left(\frac{li}{\sqrt{si}} \right)} \right)^2$$

上式에서 S: 主河川의 平均傾斜.

li: 主河川의 進行中 等高線과 等高線 사이의 各各의 Reach의 거리.

si: 各 Reach의 傾斜.

이 問題의 解釋을 爲해서는 다음과 같은 簡單한 計算表를 만들어 놓았다. 한편 이 問題에서는 等高線과 等高線 사이의 Reach를 圖 2에서 보는바와 같이 A, B, C, D, E, F, 로 各各 區分하여 計算表를 만들었다.

主河川 平均傾斜 計算表

	li(呎)	h(哩)	$si = \frac{h}{li}$	\sqrt{si}	$\frac{li}{\sqrt{si}}$	備考
A-B	1.8	15	8.3	2.88	0.63	
B-C	2.4	50	20.8	4.56	0.53	
C-D	1.4	50	35.7	5.97	0.23	
D-E	1.9	50	26.3	5.13	0.37	
E-F	1.0	50	50.0	7.07	0.14	
計	8.5			25.61	1.90	

故로 式에 代入하면

$$S = \left(\frac{8.5}{1.90} \right)^2 = 20.0 \text{呎/哩}$$

即 이 流域에 對한 主河川의 平均傾斜는 哩當 20 呎의 傾斜를 갖게되는 것이다.

(c) 時間一面積圖(Time-Area Diagram)의 直線 "C"(時間)와 貯水池型 流域의 貯溜因數 "K"(時間)의 決定.

選定된 流域의 最遠點으로부터 出口까지에 亘하여 發生할 地表流出을 計算하기 爲한等 流速時間線을 決定하고 또 그 時間에 따르는 流出의 發生面積을 計算하기 爲하여 時間一面積圖의 基線 "C"(단위는 時間)과 貯溜因數 "K"(單位는 時間)를 決定하는데는 다음과 같은 經驗公式를 使用하고 있다.

"C"의 計算.

$$C = ar^n(L/S^{\frac{1}{2}})^m$$

上式에서 C; 時間一面積圖의 基線長(時間)

a, m; 經驗常數

L, S; 主河川의 延長 및 傾斜

r, 支流常數이다.

위의 式中 經驗常數는 Clark 氏가 美國의 Scioto River 와 Sandusky River 流域에서 計器를 設置

한 流域으로부터 實測한 經驗值로써 $m = \frac{1}{2}$, r^n

은 事實上 別로 영향력을 주지 않음이 밝혀져 式에서 省略토록 하였으며 a는 計器를 設置한 流域으로부터 實驗을 通해서 얻었는데 그 變化의 範圍는 大概 47~50의 範圍임이 밝혀졌다.

$$\text{다시 } C = a(L/S^{\frac{1}{2}})^m = a(L/S^{\frac{1}{2}})^{\frac{1}{2}}$$

上式에 a를 5.0으로 代入하고 式을 整理하여

$C = 5.0 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{\frac{1}{2}}$ 의 公式으로써 이 流域의 時間面 積圖의 基線長을 計算한다.

上述에서 L=8.5哩이며 S=20.0呎인 故로

$$C = 5.0 \left(\frac{8.5}{\sqrt{20.0}} \right)^{\frac{1}{2}} = 5.0 \left(\frac{8.5}{4.47} \right)^{\frac{1}{2}} = 1.3 \times 5.0 = 6.9 \approx 7.0 \text{時間으로 決定한다.}$$

"K"의 計算.

이 流域에 對한 "K"의 水了解釋은 다음章의 流出계수면에서 詳論하기로 하고 여기에서는 그 K의 값만 計算하기로 한다. Clark-Jonstone 氏가 過去 既存流域으로부터 實驗한 結果로부터 얻은 다음과 같은 經驗公式를 使用하고 있다.

$$K = b + c \frac{w}{R}$$

上式에서 K; 貯溜因數(時間)

b, c; 經驗常數

w; 流域幅 $\left(\frac{A}{L} \right)$ 哩

R; 地表面傾斜 (呎/哩)

경험에 依해서 b=1.5(시간), c=90을 使用하기 때문에

$$K = 1.5 + 90 \frac{2.24}{174.0} = 2.70 \text{ 即 } 2.70 \text{時間}$$

IV. 時間一面積圖를 위한 等流速時間線의 決定

地表流出을 算出할 手段으로서는 流域을 等流速時間線(Isocron)으로 分割하여 그 等流速時間內에 含圍되는 流域의 分割된 面積을 그 流域內에서 流入量으로 看做하고 Muskingum의 洪水量 追跡계수를 計算하여 地表流出을 追跡하고 그로써 無週期 即 瞬間單位圖(Instantaneous Unitgraph)를 計算하는 것이다. Jonstone-Clark가 提唱한 方法과 이 들의 計算結果를 根據로하여 다시 分析한 Laurenson(蒙洲)은 Isocrone을 만들기 위한 等流速區間內의 流速時間을 다음과 같은 實驗公式으로써 計算하고 있다.

$$T = \left\{ \frac{\Sigma l_1^{\frac{1}{2}} + l_2^{\frac{1}{2}} + l_3^{\frac{1}{2}} \dots l_n^{\frac{1}{2}}}{\Sigma l_0^{\frac{1}{2}}} \right\} \cdot C$$

여기에서 먼저 우리는 T. A. D.(時間一面積圖의 略字)를 作成하기에 앞서 이 等流速區間內의 流速時間을 計算하는데 몇가지 다음과 같은 留意

事項이 必要하다.

첫째, 等流速區間的 reach를 通하는 流達時間은 $\frac{L}{\sqrt{S}}$ 에 比例한다고 假定하고 (L는 reach의 거리 S는 reach의 勾配.)

둘째, 流域內的 各等高線上에 많은 點을 찍고 그 點으로부터 流路를 따라 各等高線과 接하는데 까지 距離를 재 가면서 出口 까지 계속해 간다.

셋째, 各 reach의 距離 l에 傾斜力(Power)으로 乘을 주어 流達時間을 計算해 간다. 다시 말해서

$$T \propto \frac{L}{\sqrt{S}} = \frac{L}{\sqrt{\frac{H}{L}}} = \frac{L}{\frac{H^{\frac{1}{2}}}{L^{\frac{1}{2}}}} = L^{\frac{3}{2}}$$

即 $T \propto L^{\frac{3}{2}}$ ($\because H=50$ 呎의 等高線의 높이로 均一하기때문)

· 以上の 概念을 살려가면서 等流速時間線을 決定토록 해야한다.

다시 詳述하면 이 流域의 最遠點에서 出口까지의 T.A.D를 위한 基線 C는 7.0 시간 임으로

$$T = \left(\frac{\Sigma l_1^{\frac{3}{2}} + l_2^{\frac{3}{2}} + l_3^{\frac{3}{2}} \dots l_n^{\frac{3}{2}}}{\Sigma l_0^{\frac{3}{2}}} \right) \cdot 7.0$$

으로 解釋할수있다.

上式에서

T; 各 reach의 流達時間.

l_1, l_2, \dots, l_n ; 流域全般에 걸쳐 等高線과 交叉하고 또 地形變化가 있음직하여 大略 小流域으로 分割하여 撰點한곳(流域의 어느 곳에서든지)으로부터 出口까지의 各 等高線間的 各 reach의 距離.

l_0 ; 流域의 最遠點(F)로부터 出口(A)까지의 距離.

解説에 容易하게 다음과 같은 表를 作成하여 解釋할수 있다.

reach의 流達時間 計算表

選點	$l_1 \sqrt{\frac{15}{50}}$ (1)	l_2 (2)	l_3 (3)	l_n (4)	$l_1 \left(\sqrt{\frac{15}{50}}\right)^{\frac{3}{2}}$ (5)	$l_2^{\frac{3}{2}}$ (6)	$l_3^{\frac{3}{2}}$ (7)	$l_n^{\frac{3}{2}}$ (8)	$\Sigma l_1^{\frac{3}{2}} + l_2^{\frac{3}{2}} + l_3^{\frac{3}{2}} + \dots + l_n^{\frac{3}{2}}$ (9)	$\Sigma l_0^{\frac{3}{2}}$ (10)	$\frac{(9)}{(10)}$ (11)	(11)×7
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

筆者는 이 18.9 平方哩의 流域에 대한 等流速時間線을 作成하기 위하여 28개의 地點을 선정해서 해석했다.

上式에서 (1)과 (5)欄의 式은 이 流域의 出口部分의 等高線이 다른 reach와 差異가 있어 이를 調整하기 爲하여 그와 같은 式으로써 均衡을 잡아준것이다.

그런故로 萬一 이 流域中 "D"點을 等流時間線을 設定키 위한 하나의 撰點으로 택했다면 (필자는 이문제에서 약 28개의 선점을 잡아 풀이하였다) 이상의 式에서는 A→B까지 reach l_1 ,

B→C까지 reach l_2 , C→D까지 reach l_3 가 되고 l_0 는 어데서나 A→F까지가 되는것이다. 이러한 方法이 全流域에 걸쳐 實施되는 것이다. 그래서 예를 들어 이 D點에 대하여 計算한 값을 볼때 위 公式의 괄호 안의 값이 약 0.65가 計算되었다 하면 이는 다시 말해서 T—A—D全體時間 7.0시간의 65%인 4.55時間으로써의 等流速時間線을 그릴수가 있다는 말이 되는것이다.

이상과 같은 方法으로써 등유속 分布點을 計算하여 그림과 같은 等流速時間線을 결정하는 것이다.

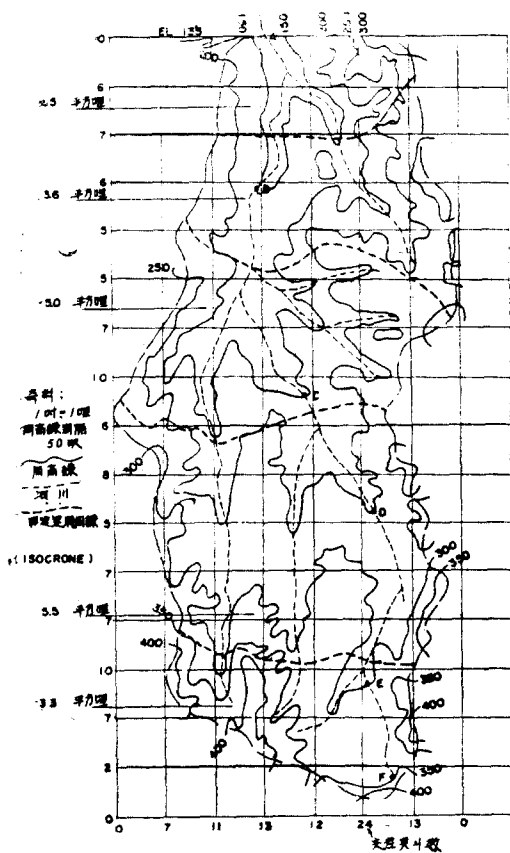


圖-2. 等流速時間分布圖 및 quid line

V. 時間-面積圖(Time Area Diagram)의 作成

이상의 課程을 通해서 等流速時間線이 設定되면 最遠點 "F"에서 부터 出口까지의 T.A.D. 基準時間 7시간을 1로 하는 無次元 T.A.D.를 10等分 또는 5等分으로 해서 만든다. 筆者는 이

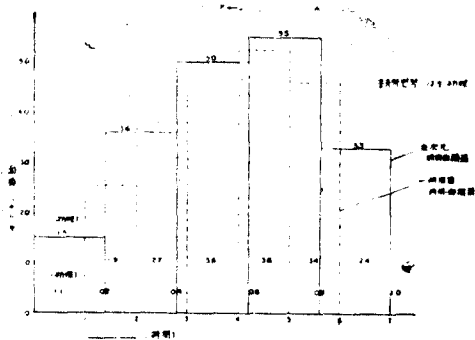


圖-3. 時間-面積圖

문제의 境遇에서 等流速時間線을 5等分으로 하여 流域을 分割 하였으므로 實際의 分割인 7時間으로 하기 위하여 5等分된 T.A.D.를 다시 無次元 T.A.D.에서 1時間當의 T.A.D.로 轉換하여 1時間當의 地表流出에 關係되는 面積分布를 利用하여 地表流出의 計算에 臨하였다. (圖3 참조)

VI. 瞬間單位流量圖(Instantaneous unitgraph)

를 算出 하기 위한 地表流出量의 追跡

以上에서 求한 1時間의 等流速時間線에 該當하는 面積을 地表流出에 있어서의 流入量으로 보고 Muskingum의 洪水量 追跡方法을 利用하여 地表流出을 計算하여 이를 瞬間單位流量圖로 算出해 낸다.

(a) Muskingum의 洪水量 追跡계수 "C"의 計算

유출량 추적 공식 $Q_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1$ 으로부터 流出量 追跡계수 "C"를 計算하기로 한다.

풀이에서 追跡時間을 1時間으로, 貯溜因數를 前述한바에 依해서 2.7時間으로 하면,

$$C_0 = -\frac{kx - 0.5t}{k - kx + 0.5t}$$

$$C_1 = \frac{kx + 0.5t}{k - kx + 0.5t}$$

$$C_2 = \frac{k - kx - 0.5t}{k + kx + 0.5t}$$

에서

C; Muskingum의 洪水量 追跡계수

x; 常數로써 流入流出에 있어서의 量을 決定하는데 重要한 役割을 한다.

그러나 이 문제의 경우에 있어서는 河川形態의 洪水追跡이 아니고 貯水池型 (Reservoir Type storage)의 流入量의 追跡임으로 $x=0$ 으로 看做한다. 大概의 境遇는 $x=0.1 \sim 0.3$ 의 범위의 값을 갖는다. K는 貯溜因數로써 이 문제의 境遇는 2.7시간이며 t는 追跡時間(임의 시간)으로 여기서는 1時間으로 定했다.

한편 $x=0$ 이 됨으로 $C_0=C_1$ 이 된다.

$$\text{故로 } C_0=C_1 = \frac{0.5t}{k+0.5t},$$

$$C_2 = \frac{k-0.5t}{k+0.5t}$$

로 각각 쓸수 있다. 한편 이 Muskingum의 洪水追跡問題에 있어서는 언제나 $C_0+C_1+C_2=1$ 의 조건을 滿足시켜야 한다.

그러면 이 문제의 境遇는

$$C_0 = C_1 = \frac{0.5}{2.7 + 0.5} = 0.157 \times 2 = 0.314$$

$$C_2 = \frac{2.7 - 0.5}{2.7 + 0.5} = 0.686$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \text{ 即 } 0.314 + 0.14$$

$$+ 0.686 = 1.0$$

의 조건을 滿足시킨다.

그러면 Muskingum의 洪水量 追跡公式를 다음과 같이 再整理하여 流出量 追跡에 臨할수있다.

$$O_2 = (C_0 + C_1)I + C_2 O_1$$

(b) 時間-面積圖로 부터의 流出追跡計算.

다음과 같이 유출량을 追跡한다.

時間 (1)	面積 (2)	$\frac{(C_0 + C_1)}{I}$ (3)	$C_2 O_1$ (4)	O (5)	$O \times 645$ (6)
				$(3) + (4)$	
0	1.1	0.345	0	0	0
1	1.9	0.597	0.237	0.345	222.53
2	2.7	0.848	0.572	0.834	637.93
3	3.6	1.130	0.974	1.420	915.90
4	3.8	1.193	1.443	2.104	1,357.08
5	3.4	1.068	1.808	2.636	1,700.22
6	2.4	0.754	1.973	2.876	1,855.02
7			1.871	2.727	1,758.92
8			1.284	1.871	1,206.80
9			0.881	1.284	828.18
10			0.604	0.881	568.25
11			0.414	0.604	389.58
12			0.284	0.414	267.03
13			0.195	0.284	183.18
14			0.134	0.195	125.78
15			0.092	0.134	86.43
16			0.063	0.092	59.34
17			0.043	0.063	40.64
18				0.043	27.74

위의 계산에서 (6)項의 645의 數値는 (5)項의 유출량을 秒當流出量 (c.f.s)으로 換算시키는 換算계수이며 이 (6)項의 총량과 流域面積에 645를 乘하여 얻은 에카인치 (이문제의 경우는 18.9

$\times 645 = 12190.5$ 에카 인치)와 같거나 10% 未滿이어야 수정할 必要없이 瞬間 單位圖로써 採擇할수가 있는것이다. 이상의 계산으로부터 유출량은 12,230.55 c.f.s. 로써 아주 근소한 差를 나타내는 故로 滿足스럽게 瞬間單位圖의 좌표로써 쓸수가 있다. (圖-4 참조)

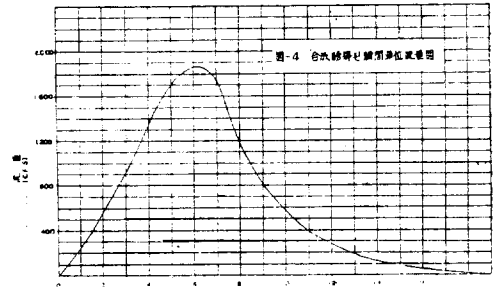


圖-4

VII. 瞬間單位圖의 利用

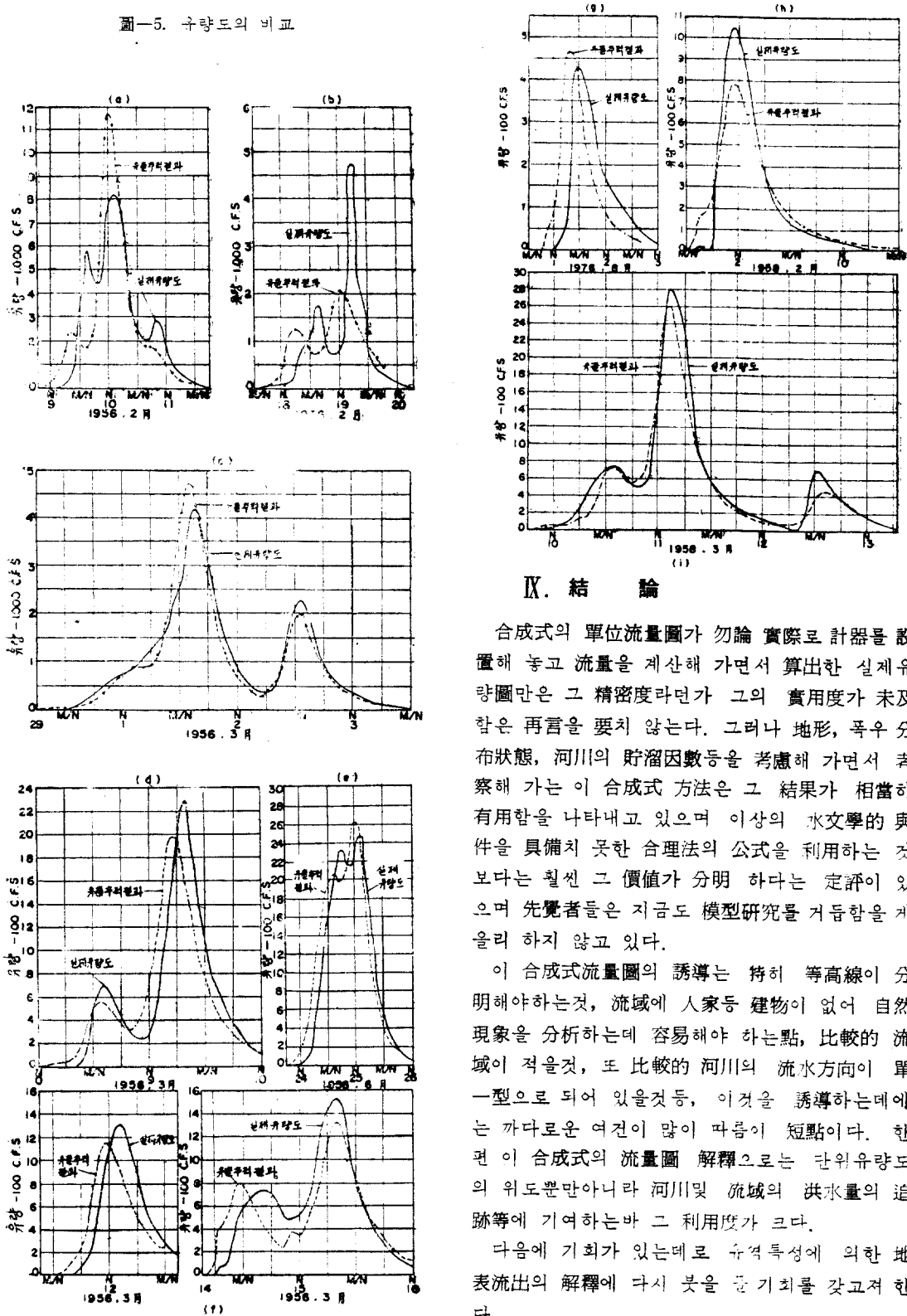
瞬間單位圖가 計算이 되면 設計에 利用하고자 하는 所要時間單位圖로 轉換을 시켜서 使用토록 해야한다. 이의 轉換方法으로는 萬一 2시간 單位圖가 必要하다면 순간단위도의 時間당 좌표에서 每 2時間마다의 地點流出量과 2時間前의 그것과 融合하여 平均값을 택한다음 그의 平均값의 좌표를 2시간 地點의 좌표에 表示하여가면서 그 時間單位圖를 求하는 것이다. 한편 단위도를 誘發시키는 超過降雨量은 8, 14, 16, 20, 24, 28 시간등의 폭우주기에 따르는 超過降雨에 대해서 高루 유량도를 算出하여 同一좌표上에 그려서 가장 合理的인 有意性 理想單位圖(Envelope curve)를 택해서 設計에 利用토록 해야한다.

VIII. 結果의 比較

이 合成式 單位流量圖의 誘導方法은 이상의 方法外에도 이와 類似한 追跡方法으로써 풀이될 해가는 다른 方法도 있으나 大概 T.A.D와 Muskingum의 洪水量 追跡方法을 基本으로한 合成式誘導方法은 비슷한 結果를 나타내고있다.

참고로 이상의 方法 또는 그와 비슷한 追跡法에 대한 單位圖解釋과 실제 지표유출량의 유량도의 結果를 比較한 比較圖를 紹介해 보면 圖5 a~i와 같다.

圖-5. 유량의 비교



IX. 結 論

合成式의 單位流量圖가 勿論 實際로 計器를 設置해 놓고 流量을 계산해 가면서 算出한 실제유량圖만은 그 精密度라던가 그의 實用度가 未及함은 再言을 要치 않는다. 그러나 地形, 폭우 分布狀態, 河川의 貯溜因數등을 考慮해 가면서 考察해 가는 이 合成式 方法은 그 結果가 相當히 有用함을 나타내고 있으며 이상의 水文學的 條件을 具備치 못한 合理法의 公式을 利用하는 것 보다는 훨씬 그 價値가 分明 하다는 定評이 있으며 先覺者들은 지금도 模型研究를 거듭함을 게을리 하지 않고 있다.

이 合成式 流量圖의 誘導는 持히 等高線이 分明해야 하는것, 流域에 人家등 建物이 없어 自然現象을 分析하는데 容易해야 하는點, 比較的 流域이 적을것, 또 比較的 河川의 流水方向이 單一型으로 되어 있을것등, 이것을 誘導하는데에는 까다로운 여건이 많이 따름이 短點이다. 한편 이 合成式의 流量圖 解釋으로는 단위유량도 의 위도뿐만아니라 河川및 流域의 洪水量의 追跡等에 기여하는바 그 利用度가 크다.

다음에 기회가 있는데로 유격특성에 의한 地表流出의 解釋에 다시 붓을 들 機회를 갖 고 져 한다.

参考文献

1. The Institution of Engineers, Australia, Australian Rainfall & Run-off (1958)
2. E.M. Laurenson, Synthetic Unitgraph 1958, unpublished)
3. E.M. Laurenson & others, Research data assembly for small watershed flood (1963, colorad State university)
4. Journal of hydrology 2. (1964) 141—163, E.M. Laurenson, A catchment storage model for runoff routing.
5. The civil Engineering Transactions of the Institution of Engineers, Australia (April 1965), E.M. Laurenson, Storage Routing Methods of Flood Estimation.
6. Journal of Geophysical Research vol. 64 No 12 December, E.M. Laurenson, Storage Analysis and Flood Routing in Long River Reaches.
7. Agri. and Home Economics Experiment stn. Iowa State Univ. of Science & Technology, Research Bulletin 506, D.M. Gray, Derivation of hydrographs for small watersheds from measurable physical characteristics.
8. Journal of Geophysical Research, vol No 8 August 1959 J.E. Nash, A note on the Muskingum Flood-Routing Method,
9. The Journal of the Institution of Engineers of Australia, 1954 T.D. Eaton, The derivation and synthesis of the unithydrograph when rainfall records are inadequate,
10. R.K. Linsley, M.A. Kohler, J.L.H. Paulhus, (1958) Hydrology for Engineers page 228, 229, 237, 238.

(筆者 土聯 農業土木研究所)