

9. 日平均洪水量으로 부터의 尖頭洪水量の 算定

高麗大學校 工科大学 教授
高麗大學校 大学院(碩士課程)

尹 龍 男
元 錫 淵

日平均 流量을 使用한 尖頭流量 推定法의 開發

高麗大學校 工科大學 校授 尹龍男

高麗大學校 大學院 元錫淵

1. 序 論

水文學에 있어서의 한地點에서의 尖頭流量을 決定하는 것은 매우 重要하다. 자기 수위계가 設置되어 있지 않은地點에 있어서의 尖頭流量 資料는 얻을수 없고 단지 日平均 流量 밖에 얻을수 없다.

특히 우리나라의 경우에는 水文量의 測定年限이 짧고 극한된 地域에서만 尖頭流量을 測定해 왔으므로 尖頭流量 資料의 빈곤으로 여러가지 水文解析을 하는데 있어서 종종 어려움이 따른다. 그러므로 기존의 日平均 流量으로 부터의 尖頭流量의 推定은 매우 重要한 의미를 가진다.

日平均 流量에 의한 尖頭流量의 推定法은 Fuller와 Langbeim 等에 의해서 開發 되었다. Langbeim의 方法은 假定에 무리가 있으므로 거의 使用되고 있지 않다. Fuller의 方法은 流域面積을 고려한 方法이다. 본 研究에서는 먼저 가장 널리 使用되고 있는 Fuller의 方法을 소개하고, 日最大流量을 전후한 3일 連續流量으로 부터의 尖頭流量 推定法을 유도하여 漢江流域에 대하여 그 적용성을 검토 하였다.

2. Fuller의 方法

1914年 Fuller는 미국동부에 位置한 24個 流域의 使用 가 능한 洪水流出 資料들을 수집 하였다. 그 流域面積은 1.18 평방 마 일 부터 58.530 평방 마일에 걸쳐 分布 한다.

그는 日平均流量에 대한 尖頭流量과 日平均 流量의 차 ($Q_{max} - Q$) / Q 와 流域面積 A 의 關係를 全對數軸에 表示하여 曲線의 方程式을 연였는데 그 式은 다음과 같다.

$$Q_{max} = Q(1 + 2A^{-0.3})$$

여기서 Q_{max} : 尖頭流量 (ft^3/sec)

Q : 日平均 最大流量 (ft^3/sec)

A : 流域面積 ($mile^2$)

M.K.S. 單位

$$Q_{max} = Q(1 + 1.5033A^{-0.3})$$

여기서 Q_{max}, Q : (m^3/sec)

A : (km^2)

3 尖頭流量과 日平均 流量간의 關係

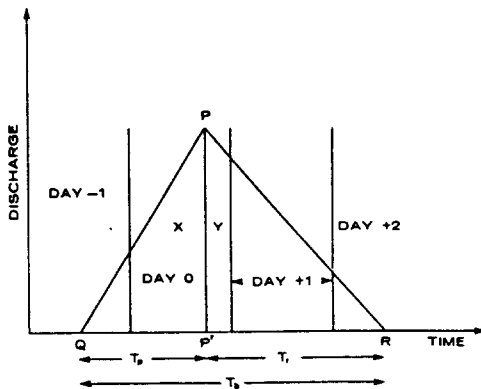


FIG. 1 TRIANGULAR HYDROGRAPH

T_p : 도달시간

T_r : 감소시간

T_b : 기저시간

θP : 첨두유량

θD : 일평균 최대유량

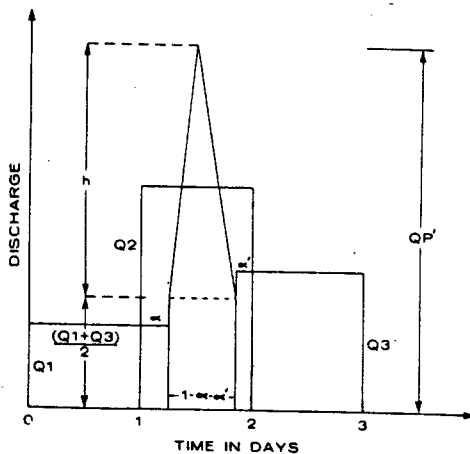
尖頭流量과 日平均 最大流量의 比 $\theta P/QD$ 는 다음의 3要素에 따라 決定된다.

- ① 基底時間 (T_b)
- ② 水文曲線의 形象 (T_p/T_r)
- ③ 尖頭流量 도달시간 (T_p)

이 3要素를 各各 變化시켜 가면서 그에 따른 水文曲線上의 $\theta P/QD$ 比를 考察해 본 結果는 다음과 같다.

- 1) $(\theta P/QD)_{max}$ 와 $(\theta P/QD)_{min}$ 은 T_p/T_r 과는 무관하고 基底時間 (T_b) 과 關係한다.
 $(T_b$ 가 6, 12, 24, 72 hr 일때 $(\theta P/QD)_{max}$ 는 各各 16, 8, 2, 1.5 이고 $(\theta P/QD)_{min}$ 은 8, 4.2, 1.33, 1.2 이다.)
- 2) 最大·最少 $\theta P/QD$ 의 發生時間은 水文曲線의 형태에 따라 다른 값을 가진다
- 3) $(\theta P/QD)_{max}$ 는 순간적으로 發生하며 $(\theta P/QD)_{min}$ 은 持續적으로 發生한다.

4. Sangal 이 의한 새로운 方法의 提案



Q_2 : 日平均 最大流量
 Q_1, Q_3 : 前後日의 日平均流量

FIG. 2 SCHEMATIC DIAGRAM OF ASSUMED FLOWS

그림에서 Q_1 을 α , Q_3 을 α' 만큼 연장하여 基底流出量을 $(Q_1+Q_3)/2$, 基底時間을 $(1-\alpha-\alpha')$ 로 하는 삼각형 水文曲線을 생각해 보자 (Fig. 2)

여기서 日平均 最大流量 θ_2 는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\theta_2 = \frac{\theta_1 + \theta_3}{2} (1 - \alpha - \alpha') + \alpha \theta_1 + \alpha' \theta_3 + \frac{h}{2} (1 - \alpha - \alpha') \quad (1)$$

$$\therefore h = \frac{2\theta_2 - \theta_1(1 + \alpha - \alpha') - \theta_3(1 + \alpha' - \alpha)}{(1 - \alpha - \alpha')} \quad (2)$$

尖頭流量 推定值 $\theta P'$ 는 $h + (\theta_1 + \theta_3)/2$ 이므로

$$\theta P' = \frac{\theta_1 + \theta_3}{2} + \frac{2\theta_2 - \theta_1(1 + \alpha - \alpha') - \theta_3(1 + \alpha' - \alpha)}{(1 - \alpha - \alpha')} \quad (3)$$

α 와 α' 의 값이 同一하다고 假定하면

$$\theta P' = \frac{\theta_1 + \theta_3}{2} + \frac{2\theta_2 - \theta_1 - \theta_3}{1 - 2\alpha} \quad (4)$$

$\alpha = \alpha' = 0$ 일 경우

$$\theta P' = \frac{4\theta_2 - \theta_1 - \theta_3}{2} \quad (5)$$

尖頭流量 推定值를 θP 로 表示하자.

$$\theta P = \frac{4\theta_2 - \theta_1 - \theta_3}{4} \quad [2\theta_2 < \theta P < 2\theta_2] \quad (5')$$

式(4)의 $1 - 2\alpha$ 를 Base Factor로 定義하고 K 라 하면

$$K = \frac{4\theta_2 - 2\theta_1 - 2\theta_3}{2\theta P - \theta_1 - \theta_3} \quad (6)$$

$$(0 \leq K \leq 2)$$

$R = \theta P / \theta P P$ 라 하면

$$K \cdot R = \frac{4\theta_2 - 2\theta_1 - 2\theta_3}{4\theta_2 - \theta_1 - \theta_3 - \frac{\theta_1 + \theta_3}{R}} \quad (7)$$

式(7)에서 다음을 알수 있다.

$$R > 1 \quad ; \quad KR < 1 \quad \& \quad K < 1$$

$$R = 1 \quad ; \quad KR = K = 1$$

$$R < 1 \quad ; \quad KR > 1 \quad \& \quad K > 1$$

$$0 \leq \frac{\theta_1 + \theta_3}{2\theta_2} \leq 1$$

$$0 \leq KR \leq K$$

K와 KR의 관계는 Fig. 3. 과 같다

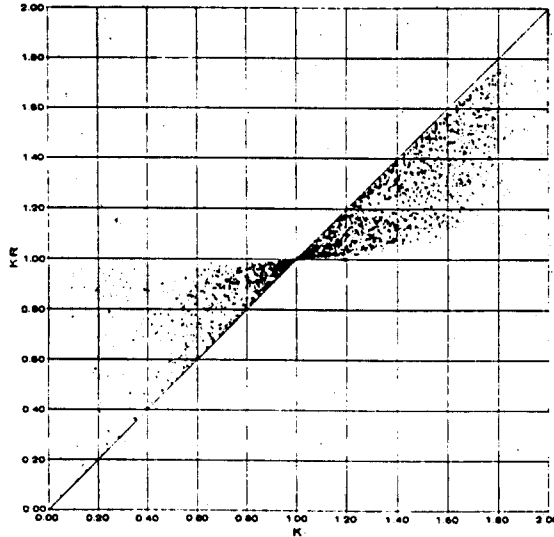


FIG. 3 RELATIONSHIP BETWEEN KR & K

— Base Factor K의 計算

- K 값은 US Soil Conservation Service Method 또는 여러 단 위도 綜合法들에 의해 決定할 수 있다. 일단 K 값이 決定되 면 尖頭流量은 式(4)에서 구할 수 있다.

$$\theta_p' = \frac{\theta_1 + \theta_3}{2} + \frac{2\theta_2 - \theta_1 - \theta_3}{K} \quad (4)$$

- 尖頭流量의 資料가 있을 경우는 반대로 K 값을 式(6)에서 구할 수 있다.

$$K = \frac{4\theta_2 - 2\theta_1 - 2\theta_3}{2\theta_p - \theta_1 - \theta_3} \quad (6)$$

5. 方法의 適用

- 5.1. 本 研究에서는 비교적 資料가 풍부하고 資料值가 正確한 것으로 알려져 있는 漢江流域을 조사 流域으로 選定하여 7 個의 水位 觀測所(인도교, 고안, 여주, 청평, 충주, 단양, 정선)의

기준 洪水資料를 使用하여 尖頭流量 推定式을 檢討해 보았다.

5.2. Sangal의 方法에 따라 K값을 1로 假定하여 尖頭流量 推定值를 구한 후, Fuller의 方法에 의한 計算值와 비교 하였다.

DISTRIBUTION OF QP/QPP

INTERVAL	NUMBER	PERCENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENT
1.1-1.7	14	5.93	5.93
1.7-1.8	29	12.28	18.21
1.8-1.9	60	25.42	43.64
1.9-1	40	16.92	60.59
1.1-1.1	30	12.71	73.31
1.1-1.2	20	8.46	81.78
1.2-1.3	11	4.66	86.43
1.3-1.4	8	3.39	89.83
1.4-1.5	5	2.12	91.94
1.5-1.5	2	0.85	92.80
1.6-1.7	1	0.42	93.21
1.7-1.8	2	0.85	94.06
1.8-1.9	1	0.42	94.49
1.9-2	0	0.00	94.49
2-2.2	2	0.85	95.34
2.2-2.4	1	0.42	95.75
2.4-2.6	1	0.42	96.18
2.6-2.8	0	0.00	96.18
2.8-3	2	0.85	97.03
3-3.2	1	0.42	97.46
3.2-3.4	2	0.85	98.31
3.4-3.6	1	0.42	98.72
3.6-3.8	2	0.85	99.55
3.8-4	0	0.00	99.55
4-4.2	0	0.00	99.55
4.2-4.4	0	0.00	99.55
4.4-4.6	1	0.42	100.00
4.6-4.8	0	0.00	100.00
4.8-5	0	0.00	100.00

TABLE 1 SANGAL'S METHOD

DISTRIBUTION OF QP/QPP

INTERVAL	NUMBER	PERCENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENT
1.6-1.7	0	0.00	0.00
1.7-1.8	0	0.00	0.00
1.8-1.9	1	0.42	0.42
1.9-1	28	11.65	12.28
1.1-1.1	53	22.44	34.75
1.1-1.2	33	13.96	48.73
1.2-1.3	32	13.55	62.29
1.3-1.4	22	9.32	71.61
1.4-1.5	18	7.63	79.24
1.5-1.6	12	5.06	84.31
1.6-1.7	9	3.81	88.13
1.7-1.8	4	1.69	89.83
1.8-1.9	3	1.27	91.09
1.9-2	1	0.42	91.53
2-2.2	8	3.39	94.91
2.2-2.4	1	0.42	95.34
2.4-2.6	0	0.00	95.34
2.6-2.8	0	0.00	95.34
2.8-3	1	0.42	95.75
3-3.2	0	0.00	95.75
3.2-3.4	3	1.27	97.03
3.4-3.6	3	1.27	98.31
3.6-3.8	1	0.42	98.72
3.8-4	0	0.00	98.72
4-4.2	1	0.42	99.15
4.2-4.4	2	0.85	100.00
4.4-4.6	0	0.00	100.00
4.6-4.8	0	0.00	100.00
4.8-5	0	0.00	100.00

TABLE 2 FULLER'S METHOD

5.3. 다음에는 各水位標 地點에 대해서 실제 尖頭流量 資料에서 各各의 K값을 計算하여, 流域面積과 K값의 關係를 조사해 보았다. K값과 流域面積의 關係는 半對數紙上에서 直線 關係를 갖는 것으로 나타났다. (Fig. 4) 여기서 直線의 回歸 方程式을 구하여 이 式에 依히 計算된 K값을 Sangal의 方法에 의해 計算하였다.

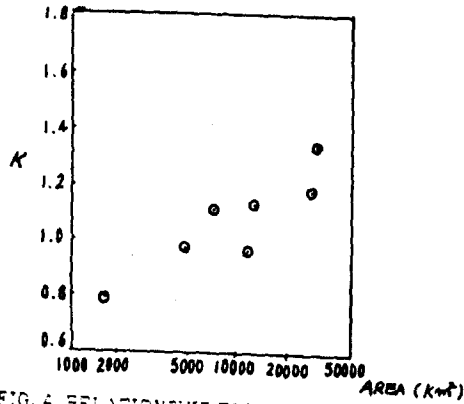


FIG. 4 RELATIONSHIP BETWEEN K & AREA

6. 後續研究

上記의 尖頭流量 推定方法을 使用하여, 결측된 尖頭流量 資料를 日平均 流量으로 부터 推定함으로써 다음의 解析이 가능할 수 있다.

- 1) 年 最大 總 流量 系列의 作成
- 2) 年 最大 值 系列의 頻度 解析
- 3) 漢江 流域 전반에 걸친 地域 頻度 解析

7. 結 論

Fuller 의 方法에 의해 推定된 尖頭流量은 대체적으로 실제 流量보다 매우 작게 나타난다.

반면 Sangal 의 方法은 비교적, 실제 流量에 접근된 推定值를 주는 것으로 나타났다.

또한 Base Factor K 의 값을 流域面積에 따라 決定하여 適用함으로써 Sangal 의 方法을 실제 尖頭流量에 더욱 접근 시킬 수 있었다.

Sangal 의 尖頭流量 推定法은 기존의 日平均 流量으로 부터 직접 推定值를 구할 수 있으므로 복잡한 流出模型에 비해 신뢰성이 떨어지지 않으며, 必要한 변수는 Base Factor K 뿐

이므로 流出模型의 適用시 많은 변수를 計算해야 하는 번거
로움을 피할 수 있어 매우 간편하다.