〈論 文〉

# 洪水事象別 日平均流量 資料로 부터의 尖頭洪水量 算定
# An Estimation of the Peak Flood Discharges Based on the Mean Daily Discharges during a Flood Event

원 석 연,* 윤 용 남**
WONE Seog Yeon and YOON Yong Nam

**Abstract** In the present study the methods proposed by Fuller and Sangal were evaluated to estimate the peak flood discharge based on the mean daily discharges during a flood period. The total of 198 flood events observed at seven stage gauging stations in the Han River basin were analyzed. The results showed that the peak flood discharges estimated based on the mean daily flows have a relatively high correlation with the observed peak floods. Hence, a regionalized relation and method is proposed for a possible application to estimate the peak flood discharges at the stage gauging stations with no hourly flood stage data, but with the mean daily stages.

**要 指** : 本 硏究에서는 漢江流域의 7개 水位觀測所 地點에 기록된 총 198개의 洪水事象에 대한 日平均流量 資料와 尖頭洪水量 資料를 Fuller方法 및 Sangal方法과 유사한 방법으로 相關시켜, 洪水期間別 日平均流量 資料로 부터 그 기간동안의 尖頭洪水量을 算定할 수 있는 방법을 硏究 分析하였다.
Sangal方法에 의한 尖頭洪水量의 算定 結果는 實測値와 상당히 높은 相關性을 보였으며, 한강유역 전반에 걸쳐 제안된 地域化 技法은 流域內 水位觀測所 地點의 洪水事象別 日平均流量으로 부터 尖頭洪水量을 算定하는데 효과적으로 사용될 수 있을 것이다.

## 1. 序 論

한 유역의 確率洪水量을 결정하기 위해서는 해당 유역의 過去 尖頭洪水量 資料를 蒐集하여 年 最大値系列을 작성한 후, 最適 確率分布型에 맞추어 頻度解析을 실시함이 보통이다. 그러나 水位觀測所 地點의 時間洪水量 資料는 自記 水位記錄計의 운영상의 문제점 등으로 인하여 資料 記錄期間 동안에 결측되는 경우가 많아 年度別 最大 洪水量 記錄을 얻을 수 없는 경우가 많다. 또한 普通 水位記錄計가 설치되어 있는 水位觀測所의 경우는 日平均水位에 해당하는 日平均流量 資料 밖에 獲得할 수 없다. 日平均流量은 매일 08 : 00시와 20 : 00시의 時間水位를 평균한 日平均水位에 상응하는 流量이므로 유량의 시간적 변화가 큰 洪水時의 尖頭洪水量에 비해 훨씬 작을 수 밖에 없다(윤용남, 1981). 따라서 어떤 지점에 가용한 日平均流量으로 부터 그에 해당하는 기간동안의 尖頭洪水量을 推定·計算할 수 있는 방법이 있으면 年最大 洪水量系列의 작성에 큰 공헌을 할 것으로 생각된다. 특히 우리나라와 같이 自己 水位記錄計의 設置·運營 期間이 비교적 짧은 경우에는 普通 水位記錄計로 측정된 日平均水位를 日平均流量으로 환산한 후 이로부터 洪水別 頻度解析을 위한 洪水量 資料의 資料年數 증가에 큰 도움이 될 것이라 생각된다(원석연, 1985).

따라서, 本 硏究에서는 日平均流量 자료가 비교

* 정회원, 고려대학교 토목환경공학과 대학원 박사과정
** 참여회원, 고려대학교 토목환경공학과 교수

적 풍부한 漢江流域의 7個 水位觀測所 地點에 대한 日平均流量과 尖頭洪水量 資料를 사용하여 旣存의 算定方法을 근거로 하여 漢江流域에의 적용 가능성을 평가하였으며, 또한 漢江流域內 水位觀測所 地點에 적용할 수 있는 尖頭洪水量 算定方法을 開發·提案하고자 하였다.

## 2. 旣往의 尖頭流量 推定을 위한 硏究

### 2.1 Fuller 方法

W.E. Fuller(1914)는 美國 東部地域에 위치한 24個 하천의 자료를 수집하여, 流域面積, 日平均流量 및 尖頭流量과의 관계를 回歸分析하여 다음과 같은 식을 제안하였다.

$$Q_p=Q_d(1+1.5033A^{-0.3}) \quad (1)$$

여기서, $Q_p$ : 尖頭流量($m^3/sec$)

$Q_d$ : 日平均最大流量($m^3/sec$)

A : 流域面積($km^2$)

윗 식은 A와 $(Q_p-Q_d)/Q_d$의 관계를 log-log관계로 나타낸 식이며, 그 相關係數가 0.67에 불과하였으므로 그다지 좋은 결과를 주지는 못하는 것으로 알려져 있다.

### 2.2 Langbein 方法

W.B. Langbein(1944)은 美國 全域에 걸친 유량 자료를 사용하여, 日平均最大流量($Q_d$)에 대한 尖頭流量의 比($Q_p/Q_d$) 및 尖頭流量의 發生時間($t_p$)을 日平均最大流量에 대한 그 전날의 유량 및 다음날 유량($Q_d-/Q_d, Q_d+/Q_d$)의 函數로 나타낸 바 있다. 日平均流量에 대한 尖頭流量의 比($Q_p/Q_d$)는 流域面積등 流域의 特性 및 形狀에 따라 변화하는 것이 일반적이다. 그러나 본 방법에서는 유역의 크기와 관계없이 동일한 $Q_p/Q_d$값을 보여주며, 또한 圖表의 작성을 위한 대상유역이 대부분 大流域이었으므로, $Q_p/Q_d$의 最大値가 2.5로서 이는 실제의 경우보다 매우 작음을 알 수 있다(Linsley et al, 1982).

### 2.3 Sangal 方法

B.P. Sangal(1982)은 Canada의 Ontario 流域內의 387個 地點을 대상으로하여 日平均流量과 尖頭流量간의 관계를 分析하여, 日平均流量으로 부터 尖頭流量을 推定하는 방법을 제안 하였다.

이 방법은 尖頭流量 發生日과 그 前·後日의 3日 連續 日平均流量 자료를 사용하여 尖頭洪水量을 추정하는 방법으로, 그림-1에 나타낸 바와 같이 第1日의 유량을 $\alpha$, 第3日의 유량을 $\alpha'$만큼 연장하여 基低時間을 $1-\alpha-\alpha'$로 하는 三角形 水文曲線을 가정하였으며 이 三角形 水文曲線의 尖頭値를 尖頭流量으로 가정하였다. 먼저 Q2는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_2=\frac{Q_1+Q_3}{2}(1-\alpha-\alpha')+\alpha' Q_1+\alpha Q_3 + \frac{h}{2}(1-\alpha-\alpha') \quad (2)$$

$Q_p=h+(Q_1+Q_3)/2$이므로 $Q_p$는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_p=\frac{Q_1+Q_3}{2}+\frac{2Q_2-(1+\alpha-\alpha')Q_1-(1-\alpha+\alpha')Q_3}{1-\alpha-\alpha'} \quad (3)$$

윗 식을 단순화 하기 위하여 $\alpha=\alpha'$로 가정하면

$$Q_p=\frac{Q_1+Q_3}{2}+\frac{2Q_2-Q_1-Q_3}{1-2\alpha} \quad (4)$$

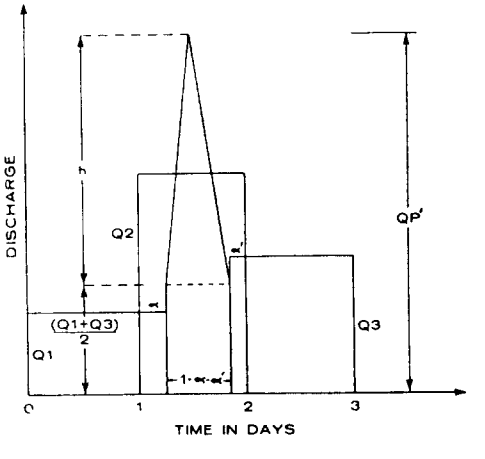


그림-1 삼각형 수문곡선의 모식도

여기서 1-2$\alpha$를 基低常數(base factor) K로 정의하면, 다음과 같은 尖頭流量 推定公式을 구할 수 있다.

$$Q_p=\frac{Q_1+Q_3}{2}+\frac{2Q_2-Q_1-Q_3}{K} \quad (5)$$

윗 식을 K에 관해 정리하면 K값은 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$K=-\frac{4Q_2-2Q_1-2Q_3}{2Q_p-Q_1-Q_3} \quad (6)$$

Sangal은 基低常數 K=1(즉, $\alpha=\alpha'=0$)로 가정하여 다음과 같은 尖頭洪水量 推定公式을 제안하였다.

$$Q_p=\frac{4Q_2-Q_1-Q_3}{2} \quad (7)$$

$R=Q_p/Q_p'$라 하면 K·R은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$K\cdot R=\frac{4Q_2-2Q_1-2Q_3}{4Q_2-Q_1-Q_3-\frac{Q_1+Q_3}{R}} \quad (8)$$

윗 식에서 K와 R의 관계는 다음과 같음을 알 수 있다.

$R>1 \longrightarrow K\cdot R<1,\ K<1$

$R=1 \longrightarrow K\cdot R=1,\ K=1$

$R<1 \longrightarrow K\cdot R>1,\ K>1$

$0\le\frac{Q_1+Q_3}{2Q_2}\le 1$이므로, $0\le K\cdot R\le K$

또한 Sangal은 過去의 資料를 分析하여 적절한 K값을 선정한다면, K값을 1로 가정하여 적용하는 것에 비해 보다 더 실제에 접근한 尖頭流量을 추정할 수 있을 것이라고 제안한 바 있다.

## 3. 資料의 蒐集

漢江流域內에 위치하고 있는 7個 水位觀測所 地點을 대상유역으로 정하였으며, 각 지점의 水文曲線을 蒐集(Binnie & Partners, 1978 : 한강홍수예경보, 1983)하여 尖頭流量 및 그 發生時間을 구하여 日平均流量 자료(한국수문조사년보, 1966-1984)와 함께 분석에 사용하였다. 사용된 洪水事象은 1965년 부터 1984년간의 總 198個 事想이며, 地點別 資料現況은 표-1과 같다.

표-1 대상유역별 자료현황

| 지 점 | 유역면적 (㎢) | 자료기간 | 수문곡선수 |
|---|---|---|---|
| 인도교 | 24753.2 | 1966-1984 | 32 |
| 고 안 | 23607.9 | 1966-1984 | 53 |
| 여 주 | 11036.0 | 1965-1984 | 38 |
| 청 평 | 10455.5 | 1965-1984 | 39 |
| 단 양 | 5022.6 | 1965-1983 | 16 |
| 충 주 | 6657.3 | 1968-1982 | 16 |
| 정 선 | 1478.0 | 1979-1982 | 4 |

## 4. 尖頭流量 및 日平均流量의 特性

對象流域의 자료로 부터 日平均流量과 尖頭流量間의 관계를 규명하기 위하여 尖頭流量의 發生時間, 日平均流量에 대한 尖頭流量의 比, 그리고 基低常數 K등을 계산하여 그 성향을 알아보았다.

### 4.1 尖頭流量의 發生時間

일반적으로 尖頭流量은 單純豪雨의 경우 日平均流量이 최대인 날 혹은 그 전날에 발생하는 것으로 알려져 있다. 그러나 실제로는 日平均流量이 최대인 날로부터 數日 前後에 걸쳐 발생하는 경우를 종종 접할 수 있다. 이는 수문곡선의 형태가 單純하지 않고 複合的인 형상을 가지고 있는 경우가 往往 발생하기 때문이다.

尖頭流量의 發生時間 및 發生日의 현황을 알아보기 위해서, 尖頭指數(peak index)를 導入하였다. 日平均流量이 최대인 날 尖頭流量이 발생한 경우 尖頭指數의 값을 0으로, 그 전날 발생했을 경우는 -1, 다음날 발생했을 경우는 1로 부여하기로 한다. 표-2에 對象流域의 유량자료로 부터 계산된 尖頭流量의 發生時間 및 尖頭指數의 값을 시간별로 나타내었다.

표-2에서 79.8%에 달하는 대부분의 尖頭流量은 日平均流量이 최대인 날 발생하며, 그 전날 발생하는 경우가(15.1%) 다음날 발생하는 경우보다(5.1%) 훨씬 많음을 알 수 있다. 또한 尖頭流量 發生時刻은 특별한 성향은 보여주지 못하는 것을 알 수 있었다. 우리나라의 홍수는 대부분 豪雨로 인하여

발생하므로, 시간에 따라 변화하는 太陽 輻射熱의 효과가 유출에 많은 영향을 미치지는 못하는 것으로 생각된다.

**표-2 첨두유량 발생시간 및 첨두지수의 시간적 분포**

| 발 생 시 각(hr) | 첨 두 지 수 | | | 합계 | 백분율 (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | -1 | 0 | 1 | | |
| 00:00-03:00 | 0 | 20 | 6 | 26 | 13.1 |
| 03:00-06:00 | 0 | 22 | 3 | 25 | 12.6 |
| 06:00-09:00 | 0 | 21 | 1 | 22 | 11.1 |
| 09:00-12:00 | 2 | 15 | 0 | 17 | 8.6 |
| 12:00-15:00 | 1 | 23 | 0 | 24 | 12.1 |
| 15:00-18:00 | 4 | 19 | 0 | 23 | 11.6 |
| 18:00-21:00 | 11 | 26 | 0 | 37 | 18.7 |
| 21:00-24:00 | 12 | 12 | 0 | 24 | 12.1 |
| 합 계 | 30 | 158 | 10 | 198 | 100.0 |
| 백 분 율(%) | 15.1 | 79.8 | 5.1 | 100.0 | |

### 4.2 尖頭流量과 日平均流量과의 關係

尖頭流量과 日平均流量과의 關係를 알아보기 위하여 日平均流量에 대한 尖頭流量의 比($Q_p/Q_d$)를 계산하였다. 계산결과 (Qp/Qd)의 平均値는 약 1.5이며, 1.0-2.0사이의 값을 가질 確率이 90.4%로 대부분이 이 범위내에 있음을 알 수 있었다. $Q_p/Q_d$ 값의 분포는 그림-2에 나타낸 바와 같다.

### 4.3 基低常數(K)

1.3절에서 언급한 바와 같이, Sangal의 방법에 의해 尖頭流量을 추정하는 데 있어서 基低常數 K값은 지배적인 영향을 미치는 계수이다. 對象流域의 尖頭流量 및 日平均流量 資料로부터 계산된 K값의 平均値는 약 1.1이었으나, 그림-3에서 보는 바와 같이 그 分散이 매우 커서 어떤 일정한 값을 代表値로 정하기에는 무리가 있음을 알 수 있다.

그림-4는 K값과 K·R값과의 관계를 나타낸 그래프이다. 이 그래프에서 윗쪽의 삼각형부분은 K를 1로 가정하여 계산했을때 尖頭流量의 값이 過小 推定된 경우이며, 아랫부분은 過大 推定된 경우를 표시하고 있다. 계산된 각 점들의 分散이 매우 크게 나타났음을 볼 수 있었으며 일정한 성향을 보여주지 못하고 있으므로 K값을 常數로 가정했을 경우 그 推定誤差가 매우 크게 나타날 것이다.

基低常數 K값은 流域의 特性에 따라 달라지는 값으로, 過去의 洪水資料를 분석하여 구할수 있다. 그러나 尖頭流量의 자료가 없는 地點의 경우에는 값을 결정할 수 있는 방법이 없으므로, 본 연구에서는 對象流域의 各 地點別로 平均 K값(K)을 구하였으며 그 값을 算術軸에, 流域面積을 代數軸에 표시한 결과 直線關係가 있음을 알 수 있었다(그림-5). K값과 流域面積 A와의 回歸方程式은 다음과 같다.

$$K' = -0.7433 + 0.4473\log_{10}A \qquad (9)$$

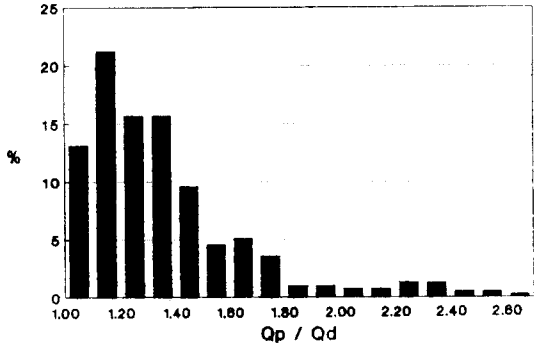


그림-2 ($Q_p/Q_d$)값의 분포도(한강유역)

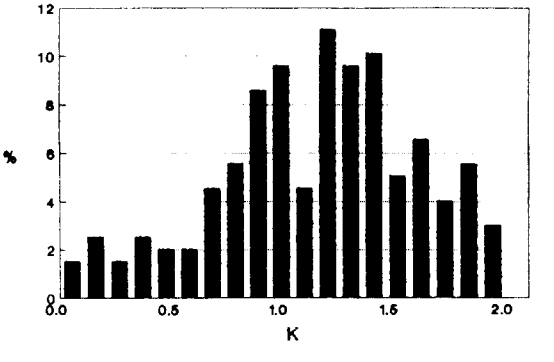


그림-3 K값의 분포도(한강유역)

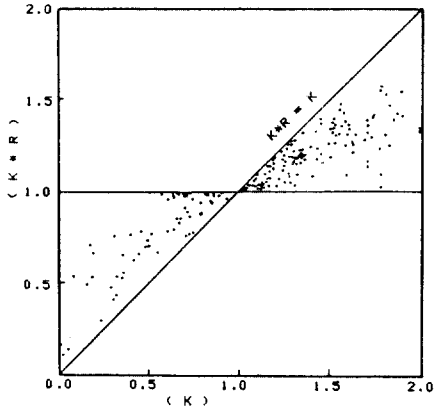


그림 -4 K와 K·R의 관계(한강유역)

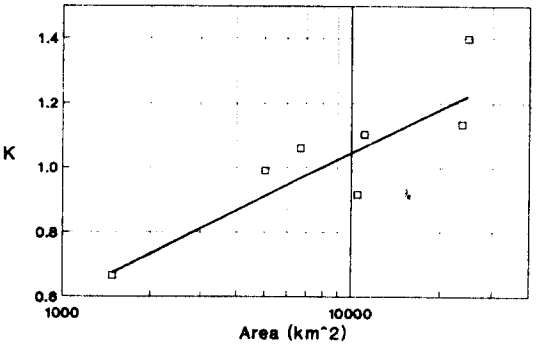


그림 -5 유역면적과 K값의 관계곡선(한강유역)

## 5. 尖頭洪水量의 推定

日平均流量으로부터의 尖頭流量 推定法을 5가지의 方法으로 設定하여 각 方法에 의해 尖頭流量을 推定하였다. 5가지 방법은 다음과 같다.

### 5.1 Fuller 公式

美國 東部地域의 자료로 부터 구한 Fuller의 原公式(식-1)을 사용하여 尖頭洪水量을 계산하였다. 日平均流量과 尖頭流量간의 관계는 流域의 流出特性에 따라 相異하므로, 任意의 對象流域에 Fuller의 原公式을 그대로 적용할 경우 무리가 따를 수 있다.

### 5.2 修正 Fuller 公式

Fuller의 原公式이 導出된 유역은 본 연구의 대상유역과는 다른 유역특성을 가지고 있는 유역이므로, 연구 대상유역인 漢江流域의 자료로 부터 流域面積 A와 $(Q_p-Q_d)/Q_d$의 관계를 새로이 樹立하여 다음과 같은 回歸方程式을 구하여, Fuller의 公式을 修正하였다.

$$Q_p=Q_d(1+165.93\ A^{-0.668}) \qquad (10)$$

### 5.3 Sangal 公式

基低常數 K값을 1로 가정한 Sangal의 原公式(식-7)에 의해 尖頭洪水量을 계산하였다.

### 5.4 修正 Sangal 公式-1

각 지점별로 過去의 尖頭流量 및 日平均流量 資料로 부터 구한 K값의 平均値(K)를 사용하여 식-5에 의해 尖頭洪水量을 구하였다.

### 5.5 修正 Sangal 公式-2

流域面積에 따른 基低常數 K를 식-9에 의해 계산한 값(K')을 사용하여 식-5에 의해 尖頭洪水量을 계산하였다.

## 6. 結果分析

5장에 제시된 5가지 방법에 의해 계산된 尖頭洪水量의 값은 유역별로 매우 큰 偏差를 보이기 때문에 그 값을 똑같은 기준으로 평가할 수가 없으므로, 본 연구에서는 尖頭洪水量과 日平均流量의 차를 日平均流量으로 나누어 즉, $(Q_p-Q_d)/Q_d$값을 구하여 그 값을 基準으로 각 방법의 適正性을 판단코자 하였다. 각 지점별 $(Q_p-Q_d)/Q_d$값의 平均値, 尖頭洪水量 推定値의 平方誤差合(sum of squares of errors) 및 實測値와의 相關係數를 구하였으며, 平方誤差合의 계산식은 다음과 같다

$$\varepsilon_x = \sum_{i=1}^{n} (x_{ci} - x_{ai})^2 \qquad (13)$$

여기서, $x_{ci}$는 計算値, $x_{ai}$는 實測値에 해당하는 $(Q_p-Q_d)/Q_d$값이다. 각 유역별로 계산된 $(Q_p-Q_d)/Q_d$값의 平均値, 平方誤差合 및 相關係數는 표-3, 표-4에 제시된 바와 같으며, 유역면적에 대한 $(Q_p-Q_d)/(Q_d)$값의 平均値를 그림-6에 표시하였다. 각 방법에 의해 계산된 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) Fuller의 原公式을 그대로 적용할 경우 實測値와 매우 다른 결과를 보여줌을 알 수 있었다.
2) 修正 Fuller公式은 相關係數 및 平方誤差를 기준으로 볼때 推定誤差가 그다지 크지 않음을 알 수 있었다. 그러나 Sangal의 방법에 비해 그 誤差의 값이 전반적 으로 큼을 알 수 있으며, 그림-7에서 보는 바와 같이 尖頭洪水量 推定値가 전적으로 流域面積에 의해 결정되기 때문에 集中豪雨의 경우 및 長期間의 持續期間을 가지는 豪雨의 경우 그 推定値가 실제와 큰 차이를 보여줄 수 있다.
3) Sangal의 公式을 그대로 적용했을 경우, 推定誤差가 비교적 작게 나타난 것을 볼 수 있다. 그러나 K값을 修正하여 적용한 경우에 비해서는 誤差가 크게 나타났으며, 이는 基低常數 K의 값이 유역의 특성에 따라 결정되는 값인데 반하여 이를 고려해 주지 못했기 때문으로 판단된다.
4) 修正 Sangal公式-1의 경우, 전체적으로 가장 좋은 결과를 보여줌을 알 수 있다. 그러나 過去 尖頭洪水量 자료를 가지고 있지 않은 유역의 경우, K값의 平均値를 구할 수 없으므로 本 公式을 적용할 수 없다는 한계를 가진다.
5) 修正 Sangal公式-2는 修正 Sangal公式-1보다는 약간 큰 誤差를 보여주고 있으나 대체로 그 誤差의 값이 작음을 알 수 있으며, 유역별로도 그 誤差의 分布가 안정 된 것을 볼 수 있다. 따라서 本 公式은 過去의 尖頭洪水量 資料는 없으나 日平均流量 資料가 있는 水位觀測所 地點에 適用할 수 있는 매우 유용한 방법이라 할 수 있다.

**표-3** 각 방법별 $(Q_p-Q_d)/Q_d$의 평균치 및 첨두홍수량 추정치와 실측치간의 상관계수

| 적 용 공 식 | 인도교 | 고 안 | 여 주 | 청 평 | 단 양 | 충 주 | 정 선 | 상관계수 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 실 측 치 | 0.200 | 0.271 | 0.304 | 0.517 | 0.422 | 0.544 | 0.625 | 1.0000 |
| Fuller공식 | 0.072 | 0.073 | 0.092 | 0.094 | 0.107 | 0.117 | 0.168 | 0.9214 |
| 수정 Fuller공식 | 0.193 | 0.199 | 0.330 | 0.343 | 0.463 | 0.559 | 1.266 | 0.9584 |
| Sangal방법 | 0.374 | 0.306 | 0.376 | 0.475 | 0.506 | 0.493 | 0.402 | 0.9625 |
| 수정Sangal방법-1 | 0.177 | 0.219 | 0.292 | 0.469 | 0.369 | 0.490 | 0.618 | 0.9715 |
| 수정Sangal방법-2 | 0.238 | 0.198 | 0.330 | 0.426 | 0.540 | 0.587 | 0.789 | 0.9718 |

**표-4** 각 방법별 $(Q_p-Q_d)/Q_d$의 평방오차합(Sum of Squares)

| 적 용 공 식 | 인도교 | 고 안 | 여 주 | 청 평 | 단 양 | 충 주 | 정 선 | 합 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fuller공식 | 0.840 | 3.612 | 1.524 | 7.849 | 3.033 | 2.025 | 0.648 | 19.532 |
| Fuller공식 | 0.432 | 2.118 | 0.556 | 3.527 | 1.206 | 0.858 | 1.253 | 9.950 |
| Sangal방법 | 1.177 | 1.644 | 0.624 | 2.544 | 0.932 | 0.476 | 0.178 | 7.574 |
| 수정Sangal방법-1 | 0.413 | 1.701 | 0.467 | 2.550 | 0.935 | 0.493 | 0.033 | 6.593 |
| 수정Sangal방법-2 | 0.435 | 1.826 | 0.496 | 2.670 | 0.922 | 0.549 | 0.118 | 7.015 |

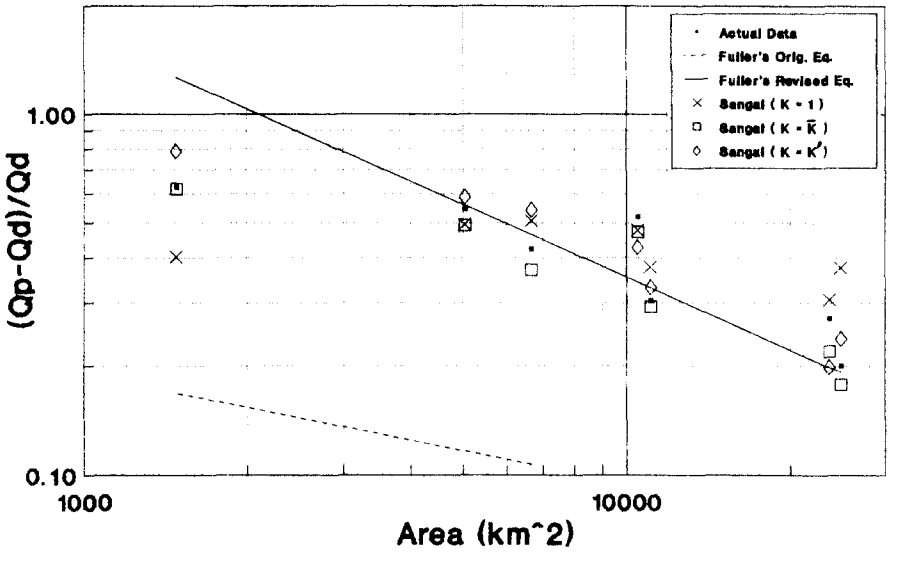


그림-6 유역면적과 (Qp－Qd)/Qd의 관계(한강유역 적용결과)

## 7. 結 論

漢江流域의 7個 水位觀測所 地點을 對象流域으로하여 尖頭洪水量과 日平均流量의 特性 및 그 關係를 分析하였으며, Fuller의 方法과 Sangal의 方法을 적용하여 그 결과를 比較·分析 하였다. Sangal의 方法은 Fuller의 方法에 비해 보다 더 정확한 결과를 보여주었다.

過去의 尖頭洪水量 資料를 가지고 있는 地點의 경우 基低常數 K값을 平均値($\bar{K}$)로, 그렇지 않는 地點은 본 연구에서 제시된 식(식-9)에 의해 구한 값(K')으로 설정하여 Sangal의 方法을 적용함으로써 日平均流量 資料로부터 尖頭洪水量을 추정할 수 있다.

즉, 本 硏究에서 제안된 방법으로 尖頭洪水量 資料는 없으나 日平均流量 資料만을 가지고 있는 地點(普通水位表 혹은 自記水位標地點)의 尖頭洪水量을 推定함으로써 地點 洪水頻度解析을 위한 年最大洪水量 系列의 作成에 크게 寄與할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌


1. Binnie & Partners(1978), Final Technical Report, Hydrologic Services Rural Infrastructure Report, 건설부.
2. Fuller, W.E.(1914), Flood Flows, Trans., ASCE. Vol.107, No. 1293.
3. Langbein, W.B.(1944), Peak Dsicharge from Daily Records, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 771.
4. Linsley, R.K., Kohler M.A. & Paulhus L.H.(1982), Hydrology for Engineers, 3rd Ed. McGraw-Hill Book Company.
5. Sangal, B.P.(1982), A Practical Method of Estimating Peak from Mean Daily Flows Application to Streams in Ontario, National Hydrology Research Institute, Ottawa, Canada.
6. 원석연(1985), 일평균유량으로 부터의 첨두유량 산정과 한강유역의 홍수량 빈도해석, 석사학위 논문, 고려대학교 대학원.
7. 윤용남(1981), 수문학, 청문각.
8. 건설부 수자원국(1966-1981), 한국 수문조사년보.
9. 건설부 한강홍수통제소(1983), 한강 홍수예경보.


〈접수 : 11월 23일〉