

第 1 分科 水文分科

1. 合性單位流量圖의 Snyder 係數再調整  
- 南漢江水系를 中心으로 -

서울大學校 工科大學 教授  
서울大學校 大學院(碩士課程)

鮮干 仲皓  
고 영 찬



## 합성단위 유량도의 Snyder 계수 재조정( 남한강 수계를 중심으로 )

(Revision of the Snyder's Coefficients of Synthetic

Unit Hydrograph in the South Han River Basin)

요약 : 본 연구는 유역 추적에 자주 쓰이는 합성단위 유량도( synthetic unit hydrograph ) 방법의 하나인 Snyder 방법에 있어서의 계수를 남한강 수계에서 재조정하는 과정( procedure )을 제시하였다. 그 과정을 간략하게 설명하면, 이전에 구한 남한강 수계에서의 Snyder 계수를 초기치로 하여 HEC-1 program을 이용하여 계수를 재 조정한다. 이와 같은 과정을 통하여 재 조정된 계수는 그 전의 계수에 의한 합성단위 유량도 보다 지체시간(  $t_d$  )이 작아지고 첨두( peak)값이 커지는 특성을 가지고 있다.

### 1. 서론

과거의 조사(" 합성단위 유량도 유도 연구조사 보고서" 1974년 12월, 건설부)에서 구한 남한강 수계의 Snyder 합성단위 유량도 공식은 남한강 수계의 유출량을 추적하는데 있어서 좋은 자료를 제공한다. 그러나 실제 이 공식을 적용하여 구한 유량은 관측된 유량에 비하여 매우 작게 나옴을 알 수 있었다. 이와 같은 차이는 그때 당시의 자료와 지금의 자료 차이와 수계가 시간이 흐름에 따라 변화하였기 때문에 발생하는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 구공식을 이용하여 구한 값을 초기값으로 하여 그 값을 변화시키면서 관측유량에 가깝게 되도록 계수를 재조정하여, 다시 이 계수를 역산하여 남한강 수계의 snyder 합성단위 유량도 공식을 다시 구하고자 한다.

## 2. Snyder 계수의 재조정

### 2.1 방법

미국 병단의 Hydrologic Engineering Center 에서 나온 HEC-1 Package 를 이용하여 Snyder 계수를 재조정하는 방법을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

- step 1) 남한강 수계의 13번 유역부터 26번 유역까지 면적과  $L$ ,  $L_c$  를 구한다.
- step 2) 기존의 Snyder 공식을 가지고  $t_p$  와  $Q_p$  를 구한다.
- step 3)  $t_p$  와  $Q_p$  를 가지고 HEC-1 입력 자료인  $TP$  와  $CP$  값을 구하여 초기값으로 한다.
- step 4) 각각의 소유역에 대한  $TP$  와  $CP$  값을 가지고 26번 유역인 여주 지점의 유량을 한 개의 강우 자료에 대하여 계산한다.
- step 5) 여주 지점의 관측유량과 비교하여 허용 오차(  $Q_p ; \pm 10\%$ ,  $t_p ; \pm 5hr$ ) 안에 들어오면 step 6 으로 가고 그렇지 않으면  $TP$  와  $CP$  값을 조정하여 step 4 로 간다.
- step 6) 앞에서 쓰이지 않은 여러개의 강우 자료를 가지고 계산하여  $Q_p$  와  $t_p$  의 허용 오차안에 들어오면 step 7 로 가고, 그렇지 않으면 다른 하나의 강우 자료에 대하여 step 4 로 가서 다시 계산한다.
- step 7) 조정된  $TP$  와  $CP$  값을 가지고  $t_p$  와  $Q_p$  를 각각의 유역에 대하여 구한다.
- step 8) 계산된  $t_p$  와  $Q_p$  를 가지고 재조정된 Snyder 계수를 구한다.

## 2.2 적용

남한강 수계에서 Snyder의 합성단위 유량도를 구하는 지형인자와  $t_d$ ,  $Q_p$ 와의 관계식은 다음과 같이 구할 수 있다.

그 방법은 남한강 수계에서 calibration 된 parameter CP, TP를 가지고 다시 역으로  $t_d$  과  $Q_p/A$ 를 구하여 regression하면 되는데 그에 필요한 각 유역의 CP, TP, L, Lc 면적(A)는 다음의 표 1과 같다

표 1의 CP와 TP를 이용하여  $t_d$  과  $Q_p$ 를 구하는 식은 다음과 같다.

$$t_d = \frac{TP}{1.048} - 0.25$$

$$Q_p = \frac{CP}{t_d} \cdot c \cdot 10 \cdot A$$

여기에서 c는 변환 계수로서 미터계에서는 0.278이 된다.

위의 2개 식을 이용하여  $t_d$  과  $Q_p$  또한 regression을 하기 위한 L, Lc와  $Q_p/A$ 를 구하면 다음 표 2와 같다.

표 1. 남안강 유역의 CP, TP, L, Lc, A

유역 번호 지점 연차	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CP	0.54	0.59	0.58	0.60	0.52	0.53	0.58	0.55	0.56	0.46	0.53	0.49	0.53	0.52
TP	10.02	13.49	12.79	14.88	9.09	9.97	12.70	11.09	11.63	5.91	9.76	7.53	9.58	8.69
L(km)	49.8	102.3	76.8	92.3	45.8	59.3	70.8	74.3	66.8	25.8	53.3	37.8	56.3	43.8
Lc(km)	23.8	41.8	20.8	51.3	25.3	25.5	22.3	21.8	27.8	8.0	20.5	13.3	18.3	17.3
A(km <sup>2</sup> )	674	1107	1478	994	502	828	1117	676	951	234	348	450	1044	774

표 2. 남안강 유역의  $t_p$ ,  $Q_p$ ,  $Q_p/A$ , L, Lc

유역 번호 지점 연차	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$t_p$ (hr)	9.31	12.62	11.95	13.95	8.42	9.26	11.87	10.33	10.85	5.39	9.06	6.94	8.89	8.04
$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s/cm)	108.6	143.8	199.4	118.8	86.1	131.7	151.7	100.0	136.4	55.5	56.5	88.3	173.0	139.1
$Q_p/A$	0.161	0.130	0.135	0.120	0.172	0.159	0.136	0.148	0.143	0.237	0.163	0.196	0.166	0.180
L·Lc	1185	4276	1597	4735	1158	1512	1578	1619	1857	206	1092	502	1030	757

표 2의 자료를 가지고  $t_d$  과  $L \cdot Lc$ ,  $Q_p/A$  와  $t$  로써 regression 하면 다음과 같은 관계식을 구할 수 있으며, 상관계수  $r$  은 각각의 식에 따라 다음과 같다.

(신 공식)

$$t_d = 1.071(L \cdot Lc)^{0.306} \quad t_d = \text{hr}$$

$$r = 0.9541 \quad L = \text{km}$$

$$Lc = \text{km}$$

$$Q_p = \frac{0.778}{t_d^{0.708}} \cdot A \quad Q_p = \text{m}^3/\text{sec}/\text{cm}$$

$$r = 0.9993 \quad A = \text{km}^2$$

윗식에 대한 1974년 12월 건설부에서 나온 "합성단위 유량도 유도 연구 조사 보고서에 의한 규공식은 다음과 같다.

(규 공식)

$$t_d = 1.194(L \cdot Lc)^{0.320}$$

$$r = 0.9938$$

$$Q_p = \frac{0.649}{t_d^{0.716}} \cdot A$$

$$r = 0.9439$$

규공식은 유효강우의 지속시간( hr)인  $\Delta t$  를 2시간으로 하여  $t_p$  를 구하면  $Q_p$  를 구하였는데 규 식은 다음과 같다.

(규공식 :  $\Delta t = 2 \text{hr}$  )

$$t_p = 1.444(L \cdot Lc)^{0.304}$$

$$Q_p = \frac{0.752}{t_p^{0.752}} \cdot A$$

앞에서 구한 신공식을  $\Delta t = 2 \text{ hr}$  인 구공식에 대하여 비교 해보기 위하여  
 신공식을  $\Delta t = 2 \text{ hr}$  인  $t_p$  와  $Q_p$  와의 관계로 나타내면 다음과 같다.

(신공식 :  $\Delta t = 2 \text{ hr}$  )

$$t_p = 1.489(L \cdot Lc)^{0.274}$$

$$r = 0.9533$$

$$Q_p = \frac{1.013}{t_p} \cdot A$$

$$r = 0.9990$$

앞에서 구한 신공식과 구공식을 비교하여 쓰면 다음 표 3과 같다.

표 3. 신공식과 구공식의 비교

	신공식	구공식
$t_L$ 로 구한식	$t_L = 1.071(L \cdot Lc)^{0.306}$ $Q_p = \frac{0.778}{t_L} \cdot A$	$t_L = 1.194(L \cdot Lc)^{0.320}$ $Q_p = \frac{0.649}{t_L} \cdot A$
$t_p$ 로 구한식 $\Delta t = 2 \text{ hr}$	$t_p = 1.489(L \cdot Lc)^{0.274}$ $Q_p = \frac{1.013}{t_p} \cdot A$	$t_p = 1.444(L \cdot Lc)^{0.304}$ $Q_p = \frac{0.752}{t_p} \cdot A$

신공식과 구공식에 의한 여주지점의 hydrograph 의 비교는 그림 1-3과 같다

원래의 Snyder방법에 의한 단위 유량도의  $t$  과  $Q_p$  는 다음과 같이 표시된다.

$$t_L = C_t(L \cdot Lc)^{0.3}$$

$$Q_p = 2.78 \cdot C_p \cdot A / t_L$$

(2.78은 1 cm 의 강우가 왔을때의 변환 계수)

위와 같은 본래의 Snyder 방법식에 의하여 regression에 의하여 계수  $C_t$  와  $C_p$  를 구하여 신공식과 구공식을 다시 쓰면 다음과 같다.



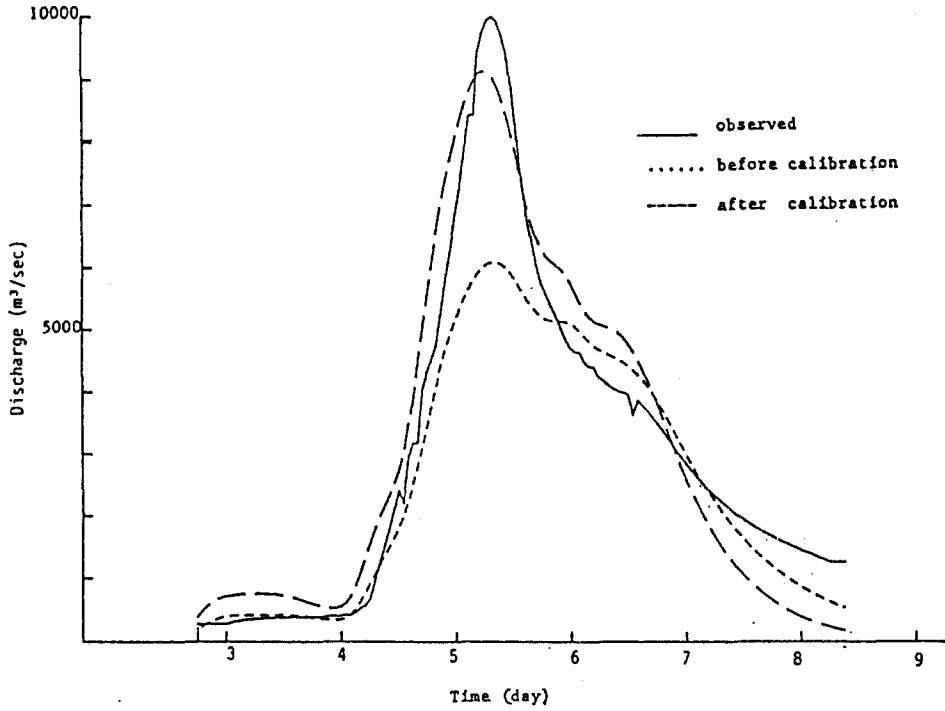


그림 1. Calibration 전과 후의 수문곡선 비교(1979.8.2~8.8)

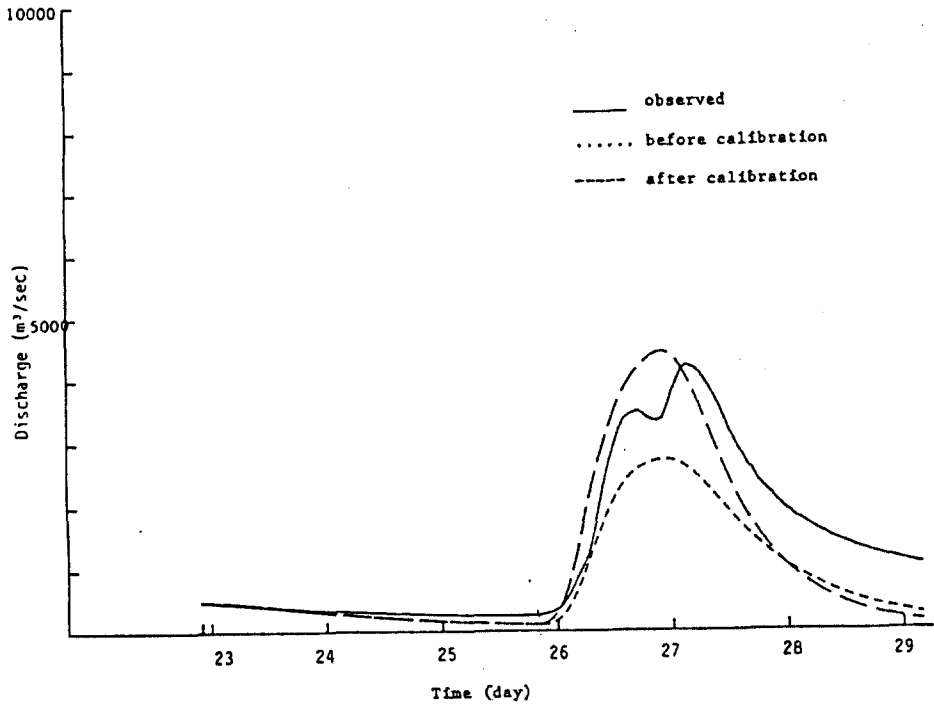


그림 2. Calibration 전과 후의 수문곡선 비교(1980.8.22~8.29)

(신공식)

$$t_d = 1.116(L \cdot Lc)^{0.3}$$
$$r=0.8772$$

$$Q_p = \frac{1.448}{t_d} A$$
$$r=0.8081$$

(구공식)

$$t_d = 1.451(L \cdot Lc)^{0.3}$$
$$r=0.9807$$

$$Q_p = \frac{1.498}{t_d} A$$
$$r=0.8791$$

위의 신공식과 구공식을 비교하면  $t_d$  에서 신공식이 작게 나오고  $Q_p$  를 구하는 식은 신, 구공식이 비슷하지만  $t_d$  에 의하여 신공식이  $Q_p$  값이 크게 된다.

### 3. 결론

남한강 수계나 이와 비슷한 유역 특성을 갖는 수계에 있어서 개략적인 유출량을 계산하는데 조정된 Snyder 공식을 사용할 수 있으며 보다 정밀한 유출량 계산에 있어서는 이 식에서 나온 값을 초기값으로 사용함으로써 그 지역에 알맞는 Snyder 계수를 위와 같은 방법에 의해 구할 수 있다.