

# 농업용 저수지 홍수추적방법의 비교

A comparative study on flood routing methods in irrigation reservoir

구희진(충남대)\* · 김태철(충남대) · 김대식(충남대)  
Koo, Hee-Jin\* · Kim, Tai-Cheol · Kim, Dae-Sik

## Abstract

This study aims to apply and compare flood routing methods for irrigation reservoirs. In this research, three methods, which are the storage indication method(SIM), the mass curve method(MCM), the frog method(FM) were adopted and applied to two storm events of July 9~10 and 22~23 of Donghwa-dam and its watershed located on Jangsoo-gun, Chunnam province. As the application results MCM showed the highest value at peak overflow and goodness-of-fit to the observed value, although the others also had similar value with the observed one. In analyzing lag time of peak between inflow and overflow MCM and SIM showed 7 hours, while FM showed 6 hours for the first storm event, and all three methods showed 3 hours for the second event.

## I. 서론

농업용 저수지는 농업용 관개용수를 공급하는 이수기능을 주로 하였으나 최근에는 환경에 대한 관심과 지속적 개발이라는 새로운 패러다임 하에서 수자원의 효율적 이용과 가뭄, 홍수조절과 오염 저감대책 등이 복합적으로 작용하면서 재해예방이라는 치수의 역할이 중요시되고 있다. 이수목적의 시설에서 다원적 기능을 발현할 수 있는 하나의 체계로서 농업용 저수지를 인식할 필요가 있으며 특히 치수목적의 기능을 강화할 필요가 있다.

저수지의 치수기능이란 홍수파가 저수지를 통과할 때 일반적으로 홍수파의 첨두를 감쇠시키고 첨두시간을 지연시켜 하류부의 홍수피해를 저감시키는 것을 말하는 것으로써 이를 홍수 수문곡선의 저수지 효과라 한다. 저수지의 기본적인 특성은 저류량이 방류량과 밀접한 관계가 있다는 것이다. 저수지의 홍수추적방법에는 Mass curve method, Storage indication method, Puls method, Wosler-Brater method, Goodrich method, Steinberg method, Coefficient method, Woodward method, Point-slope method, Frog method 방법 등 많이 있으나 규모가 작은 농업용 저수지에 대하여 사용이 편리한 방법들을 선정하여 그 특성을 비교, 분석해 보는 것은 의미가 있다.

본 연구에서는 가상저류지 및 소유역에서 많이 사용되고 있는 Storage indication method(SIM), Mass curve method(MCM), Frog method(FM)을 최근에 개발된 농업용 저수지인 동화댐에 각각 적용하여 실측치와 각 홍수추적결과를 비교하여 정확도를 검토하는데 목적을 두었다.

## II. 연구방법 및 대상지역

---

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

## 2.1 연구방법

### 2.1.1 Mass Curve Method(MCM)

이 방법은 저류방정식을 식(1)과 같은 형태로 변환하여 해를 구하는 방법이다.

$$M_{t+\Delta t} - (V_t + Q\Delta t) = S_{t+\Delta t} \quad (1)$$

여기서 Q는  $\Delta t$  동안의 평균유출량,  $M_t$ 는 누가 유입량,  $S_t$ 는 저류량,  $V_t$ 는 누가유출량을 의미한다. 위 식에 대한 해를 시행착오법으로 구하게 되며 이때 수위-저류량 관계곡선, 수위-방류량 관계곡선을 이용한다. 이로부터 월류량 Q를 추적한다.

### 2.1.2 Storage indication method(SIM)

이 방법은  $2S/\Delta t \pm Q$ 와 Q에 관한 그래프를 이용하여 이에 대한 유출량을 추적하는 방법이다.

$$S_{t+\Delta t} - S_t = (I_{t+\Delta t} + I_t) \frac{\Delta t}{2} - (Q_{t+\Delta t} + Q_t) \frac{\Delta t}{2} \quad (2)$$

여기서 I는  $\Delta t$ 기간동안의 유입량을 나타내며  $S_t$ 는 조절된 유량  $Q_c$ 와 조절되지 않은 유량  $Q_s$ 의 합이다. (2) 식을 미지값과 기지값을 구분하면

$$(I_t + I_{\Delta t}) - (Q_{c1} + Q_{c1+\Delta t}) \left( \frac{2S_t}{\Delta t} - Q_{s1} \right) = \frac{2S_{t+\Delta t}}{\Delta t} + Q_{s1+\Delta t} \quad (3)$$

기지값인  $Q_{c1}$ 는 조절된 유량이며 (3)식으로부터  $2S/\Delta t \pm Q$ 와 Q 관계곡선을 이용하여 월류량을 결정한다.

### 2.1.3 Frog method (Step-by Step)

이 방법은 식 (4)로부터 수위-유량, 수위-저수량 관계곡선을 이용하여 월류량 Q를 구한다.

$$S_1 + \frac{3Q_{1t}}{500} - \frac{3Q_{0t}}{1000} = S_2 + \frac{3Q_{0t}}{1000} \quad (4)$$

## 2.2 대상지역

Fig. 1과 같이 동화댐이 위치한 하천은 수계상으로 섬진강의 제 1지류인 요천 상류부 백운천이고 댐은 백운천 하구로부터 약 1.5Km에 위치하고 있으며 행정지명은 전라북도 장수군 변암면 죽림리이다. 섬진강 유역은 한반도 남쪽 중서부에 위치하며 유역면적 4896km<sup>2</sup>로 남한에서 4번째로 유역면적이 큰 하천이고 본류 유로연장이 218.6m이다. 동화댐이 위치한 요천은 남원시를 관류하여 섬진강 하구로부터 약 78Km 지점에서 섬진강 본류의 좌안으로 합류한다. 섬진강의 제 1지류이며 국가하천인 요천은 섬진강 유역의 북동쪽에 위치하며, 유역의 동쪽은 낙동강 유역과 접하여 있고 남서쪽은 섬진강 본류 유역과 접하여 있다. 유역면적 447.4km<sup>2</sup>은 섬진강유역 전체의 약 97%이고 유로

연장은 60.4Km이다. 동화댐 유역은 Fig. 1과 같이 좌상에 간접유역이 WS-D2-1에 위치하고 있으며 간접유역은 다시 WS-D2-2의 유역으로 나뉘어져 동화댐 유역 외부로 기여하게 된다. 본 연구에서는 홍수유입량을 WS-D1-2와 WS-D2-1지점에서 시간단위로 수위를 계측하고 유량을 측정하였다. 강수자료는 건설교통부 번암2 관측소 섬진강홍수통제소 자료를 이용하였다. Table1은 각 소유역의 유역특성을 나타낸다.

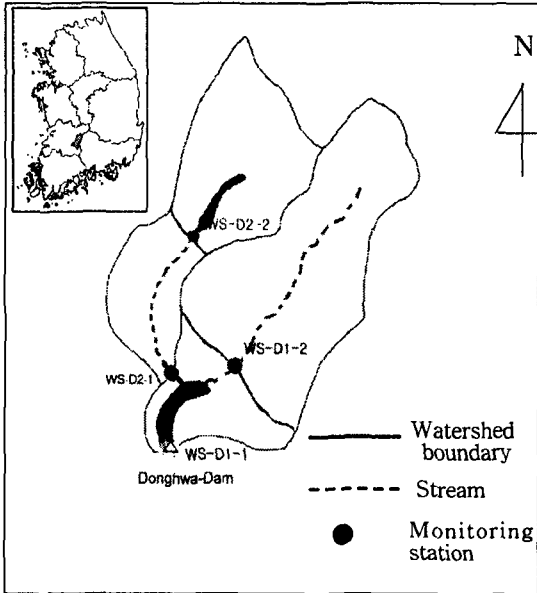


Fig.1 Location map of Donghwa-dam

Table 1. Watershed characteristics of Donghwa-Dam

Small subwatershed	Area (km <sup>2</sup> )	Length of Stream (km)	Slope of stream (%)
WS-D1-1	47.5	15.4	14.2
WS-D1-2	40.5	12	15.4
WS-D2-1	27.0	14.5	17.26
WS-D2-2	15.0	6.5	16.95

### III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 2003년 7월에 계측한 홍수유입량 중에서 7월 9~10일과 22~23일의 홍수유입량을 대상으로 세 가지 추적방법을 적용하였다. 그 결과 Fig.2와 3에서와 같이 SIM와 FM법은 거의 비슷한 경향을 나타내었으며, MCM 방법이 다른 값에 비하여 약간 높은 값을 나타내었다. Table 2에서와 같이 7월 9일에는 SIM 방법은 86.7m<sup>3</sup>/s, MCM은 84.9m<sup>3</sup>/s, FM은 87.3m<sup>3</sup>/s의 침투유통량 값이 나왔고 7월 22일에는 각각 25.8, 24.3, 26.2m<sup>3</sup>/s의 값으로 나타나 MCM의 값이 최대 2m<sup>3</sup>/s 정도의 높은 값을 나타내었다. 홍수조절지체시간을 알아보기 위한 최대유입시간과 최대유출시간의 차이는 7월 9일에는 SIM과 MCM은 7시간 FM은 6시간의 지체효과를 나타내었고, 7월 22일에는 각각 3시간의 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 값을 실측치와 비교하기 위하여 7월 9일부터 홍수추적을 시작하여 10일 실측치 값이 71.4m<sup>3</sup>/s일 때 SIM이 71.0m<sup>3</sup>/s, MCM이 71.8m<sup>3</sup>/s, FM이 69.3m<sup>3</sup>/s의 값을 나타내었고, 22일부터 추적을 시작하여 23일에 실측치 50.5m<sup>3</sup>/s 일 때 각각 48.5m<sup>3</sup>/s, 49.9m<sup>3</sup>/s, 47.7m<sup>3</sup>/s의 값을 나타내어 SIM, MCM, FM순으로 상대오차가 각각 0.50%, 0.56%, 2.9%를 보여 SIM, MCM, FM 순으로 실측치에 근접한 결과를 보였다.

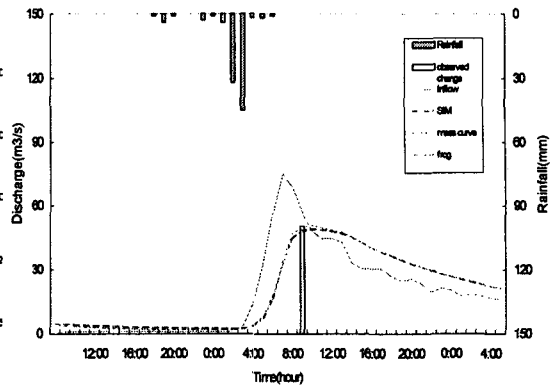
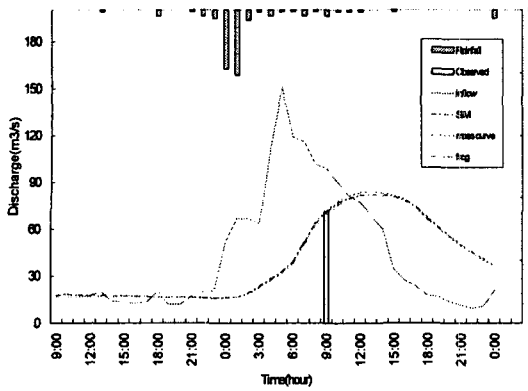


Fig. 2 Results of flood routing of July 9~10 2003 Fig. 3 Results of flood routing of July 22~23 2003

Table 2. Results of flood routing by three methods.

Event Method Effect	July 9~10			July 22~23		
	SIM	MCM	FM	SIM	MCM	FM
Reduction in peak flow(m <sup>3</sup> /s)	87.7	84.9	87.3	25.3	24.3	26.2
Lag peak(h)	7	7	6	3	3	3
Outflow peak(m <sup>3</sup> /s)	81.9	83.7	81.3	49.2	50.7	48.8

#### IV. 결론

농업용 저수지 추적기법의 정확도를 비교하기 위해 실제 농업용 저수지에 대하여 추적기법을 적용하였다. 그 결과 세 방법 모두 큰 차이 없이 거의 비슷한 양상을 나타내었으나 MCM가 SIM와 FM방법보다 침투유통량 값이 약간 크게 나타났다. 이 값을 실측치와 비교한 결과 실측값과 비슷하였으나 그 중 세 방법의 상대 오차값을 비교한 결과 SIM, MCM, FM 순으로 실측치에 근접한 결과를 보였으며 침투지체시간은 각각 7월 9~10일에 7, 7, 6시간 7월 22~23일에 각각 3시간으로 나타났다. 또한 홍수기간이 길수록 실측값과 추정값의 오차값이 크고 지체시간의 오차 또한 홍수기간이 짧은 때보다 큰 값으로 나타났다.

#### References

1. 농업기반공사. 2002. 이상호우에 대비한 농업용 댐 홍수조절기능분석 및 개선방안, 보고서
2. 이종설, 심재현. 1999. 재해영향평가제도 도입에 따른 치수효과분석. 국립 방재 연구
3. 이종설, 심재현, 정재학. 2000. 저류지 홍수추적기법 비교 및 저감분석. 한국농공학회지
4. 충남대 농업과학연구소. 2002. 동화댐 급수 및 수문조작 프로그램 개발, 연구보고서