

안성천 상류유역에서의 수문관측자료에 의한 침투능 곡선식의 결정

안 태 진*+

Determination of Infiltration Capacity Based on Observed Hydrological Data for the Upper Ansung Stream Basin

Taejin Ahn*+

요약 : 본 연구는 안성천 상류유역에서 관측된 강우량 및 유출량을 근거로 하여 단위도와 침투능 곡선식을 결정하고 유역내 침투량 측정에 의한 침투능 곡선과 비교하였다. 누가침투량 곡선식은 단위도와 밀접한 관계가 있다. 침투량 곡선식을 유도하기 위하여 다음 두가지 방법을 적용하였다. 첫 번째 방법은 안성천 공도수위관측소에서 계측된 유량과 유역에서 계측된 강우량을 근거로 하여 침투지표법에 의한 유역의 평균침투능 및 Kostiakov 형 누가침투량 곡선을 산정하였다. 두 번째 방법은 유역내 4개지점을 선정하고 더블링 침투계를 이용하여 시간별 누가침투량을 측정하고 누가침투량 곡선식을 산정하였다. 두가지 방법으로 구한 Kostiakov 형 누가침투량 곡선에 의한 침투량 양상을 비교하였다.

핵심용어 : 침투능, 누가침투, Kostiakov 형

Abstract : In this study unit hydrograph and infiltration capacity curves have been determined based on rainfall-runoff data for the upper Ansung stream basin. Infiltration capacity curve also has been computed based on measurements of accumulated infiltration. Accumulated infiltration curve which has close relationship with unit hydrograph has been found in adopting the following two approach methods. In the first method the mean infiltration capacity with infiltration index method and the Kostiakov accumulation infiltration curves have been computed based on hydrological data for the GongDo gauging station of the upper Ansung stream basin. In the second method the accumulation curve has been determined through directly observed infiltration data for four points in the upper basin and has been compared with the infiltration capacity curves by three observed rainfall-runoff event.

Keywords : Infiltration capacity, Accumulated infiltration, Kostiakov

1. 서 론

강우가 발생한 후 침투량의 양상은 단위도의 형상 및 크기에 영향을 미친다. 임의 강우사상에서 유효강우량 및 유효강우주상도는 침투 양상에 따라 영향을 받는다. 단위도와 설계강우주상도 합성을 통하여 설계홍수수문곡선을 결정하며 유효강우

주상도는 침투량 곡선식의 영향을 받는다.

단위도는 치수사업에 있어서 계획홍수수문곡선을 결정하는데 가장 근본적인 사항이다. 수문관측 시설이 없는 유역은 말할 것도 없고, 하천기본계획, 하천실시설계 등과 같은 중규모 치수사업 이상 하천내 홍수관리를 위한 계획홍수수문곡선의 추정시, 수문계측자료가 있는 경우에도 간접적인 방법으로

+ Corresponding author : ahntj@hknu.ac.kr

* 정회원 · 한경대학교 토목공학과 교수

계획홍수량을 추정하고 있는 실정이다. 수자원 관련사업에서 홍수량은 가장 근본적인 수문량임에도 불구하고 소홀히 다루어져 계획홍수량 관련 시설의 규모가 불합리하게 설계되고 운영되는 경우가 많다.

수위관측소 기준으로 직접관측된 단일 및 복합 강우-유출사상으로부터 유효우량을 산정하고 손실우량을 산정한 후 Φ 지표법에 의하여 유역의 평균 침투능 및 단위도를 유도할 수 있다. 임의 유역은 임의 강우사상에 반등하는 유역 고유의 특성이 있어 고유의 단위도를 갖는다는 단위도의 가정을 고려하면 단일 강우-유출 사상으로부터 유도한 단위도를 그 유역의 대표단위도로 확정하는 것은 무리임을 알 수 있다. 동일한 유역이라 할지라도 강우사상에 따라 단위도의 종거 및 지속기간은 달라지므로 여러 개의 강우-유출사상을 고려할 필요가 있다. 이때 유역 단위도의 종거와 지속기간은 각각 강우사상으로부터 구한 단위도의 종거와 지속기간을 평균하여 결정할 수 있지만(Ponce, 1989), 각 단위도의 기저시간, 침투유량의 크기 및 침투유량이 발생하는 시각을 어떤 기준으로 평균하여야 하는지의 의문점은 대두된다(Mawdsley와 Tag, 1981). 따라서 단위도 결정에 밀접한 관계를 갖는 침투율도 각 강우사상에 따라 달라지므로 대표 침투율의 확정은 많은 어려움이 수반된다.

Prasad 등(1999)은 Kostiakov, Philip 및 Green-Ampt의 침투능 곡선식의 매개변수를 선형 계획모형을 이용하여 결정하였다. 안태진 등(2005)은 선형제약모형을 이용하여 황구지천 수직교지점에서 단위도와 누가침투량 곡선식을 제시하였으며 유주환(2006)은 설마천에서 침투손실량 관측치와 계산치의 잔차의 제곱을 최소화하는 최적화모형을 통하여 Horton 침투모형의 매개변수를 결정하였다. 유경희 등(2009)은 환경대학교 교내 3개 지점과 투수성 보도블록의 침투량을 측정하여 침투능 곡선식을 결정하였다. 본 연구에서는 시산법의 일환으로 단위도와 누가손실우량을 이용한 Kostiakov 형 누가침투량 곡선식에 의한 각 시간별 유효우량과 단위도를 합성하여 계산한 직접유출수문곡선(Direct Runoff Hydrograph, DRH)과 강우-유출

사상에서 구한 DRH와의 평균제곱근오차(Root Mean Squared Errors, RMSE)를 반복비교하여 가장 작은 RMSE를 갖는 Kostiakov 형 누가침투량 곡선식을 결정하였다. 유역내 누가침투량 곡선식은 침투측정계를 이용하여 결정하였다.

본 연구에서는 안성천 공도수위관측소에서 계속된 3개의 강우사상에 의한 유출량 자료를 선정하여 유역의 평균침투능 및 Kostiakov 형 누가침투량 곡선을 산정하였고, 안성천 상류측 유역내 4개 지점을 선정하고 더블링 침투계를 이용하여 시간별 누가침투량을 측정하였다. 두가지 방법으로 구한 Kostiakov 형 누가침투량 곡선에 의한 침투량을 비교하였다.

2. 강우-유출사상에 의한 침투량 평가

안성천 상류유역의 평균침투능인 Φ -지수를 관측자료를 이용하여 결정하고, 평균침투능을 평가하는 절차는 다음과 같다.

- step 1. 수위관측소지점에서의 강우량 및 유출량 자료
- step 2. 직접유출량 산정에 의한 유효우량 및 침투량 산정
- step 3. 침투량에 의한 시간별 평균침투능, Φ -지수, 산정
- step 4. 유효우량주상도(Effective Rainfall Hyeteograph, ERH) 산정
- step 5. 단위도 유도 (Unit Hydrograph, UH)
- step 6. ERH와 UH를 합성함으로써 직접유출수문곡선(Direct Runoff Hydrograph, DRH) 산정
- step 7. 관측 DRH 및 계산 DRH를 이용한 표준 제곱근오차 산정

한편 침투능 곡선식인 Kostiakov 공식을 관측자료를 이용하여 결정하고, 침투능 곡선식을 평가하는 절차는 다음과 같다.

- step 1. 수위관측소지점에서의 강우량 및 유출량 자료

- step 2. 직접유출량 산정에 의한 유효우량 및 침투량 산정
- step 3. 유효우량 및 침투량에 의한 Kostiakov 공식의 상수를 산정
- step 4. 유효우량주상도(Effective Rainfall Hyeteograph, ERH)
- step 5. 단위도 유도 (Unit Hydrograph, UH)
- step 6. ERH와 UH를 합성함으로써 직접유출수문곡선(Direct Runoff Hydrograph, DRH) 산정
- step 7. 관측 DRH 및 계산 DRH를 이용한 표준제곱근오차 산정 및 비교
- step 8. 이전 단계 표준제곱근오차와 비교하여 오차값이 크면 (3)으로 가서 상수를 재산정하고 오차값이 작으면 상수를 저장하고 종료.

Kostiakov 형의 누가침투량 및 침투능의 관계식은 각각 다음 식 (1) 및 (2)와 같다.

$$F = ct^n \tag{1}$$

여기서, F = 누가침투량(mm), c , n = 상수, t = 강우지속기간(hr)

$$f_p = nct^{n-1} \tag{2}$$

여기서, f_p = 침투율(mm/hr), c , n = 상수

안성천 공도수위표 지점에서 관측된 수문관측자료를 이용하여 안성천 상류유역에서의 누가침투량 및 침투능을 산정하였다. 안성천 공도수위표 지점에서의 유역면적은 368.60 km²이며 유역평균강우량 산정을 위한 티센계수는 다음과 같다: 진위 우량관측소 0.01, 원삼 우량관측소 0.20, 안성 우량관측소 0.77, 성환 우량관측소 0.02.

Table 1에는 2004년 6월 호우시 공도수위표 지점에서의 강우-유출량, 관측된 직접유출량, 단위도, 유역평균침투능(Φ -지수)에 의한 계산 직접유출량, Kostiakov 침투량 공식에 의한 계산 직접유출량을

나타내었다. 유효강우주상도 중심과 침투유량까지의 시간은 유역의 지체시간은 5hr이었다. Table 1 및 Table 2와 같이 총강우량은 111 mm, 유효우량은 54 mm, 손실유량은 57 mm로서 유역평균침투능 Φ -지수는 4.25 mm/hr이었다. 유효강우주상도 및 Φ -지수(4.25 mm/hr)에 의하여 단위도의 지속기간은 9.0 hr로 산정되었으며 단위도의 침투유량은 86.3 m³/s 이었고 단위도와 유효강우주상도를 합성함으로써 산정한 직접유출량과 관측유출량의 표준제곱근오차는 13.6 m³/s 이었다. 단위도의 유효유량은 10mm이다. 한편 누가손실량으로부터 누가침투량 곡선식의 유도가 용이한 Kostiakov 공식을 적용하였으며, Kostiakov 침투량 공식 $F = 8.0t^{0.72}$ 에 의한 직접유출량과 관측유출량과의 표준제곱근오차는 8.8 m³/s 로서 유역평균침투능에 의한 침투능 곡선보다 개선된 침투능 곡선식으로 판단된다. 누가침투량 곡선식에서 F 는 누가침투량(mm)이고 t 는 시간이며 이 식을 미분하여 침투능 곡선을 유도하면 $f_p = 5.76 t^{-0.28}$ 이 되며 f_p 는 침투능(mm/hr)이다.

Table 2와 같이 동일한 방법을 적용하여 수문관측자료의 분석을 통하여 산정한 누가침투량 및 침투능 곡선식은 각각 2003년 6월 호우인 경우 $F = 8.8t^{0.68}$, $f_p = 5.98t^{-0.32}$ 이며, 2009년 7월 호우인 경우는 $F = 10.0t^{0.78}$, $f_p = 7.8t^{-0.22}$ 으로 산정되었다. 표 2의 2003년 6월 17일 호우시 강우-유출사상의 단위지속기간은 10시간으로 산정되었으며, 10hr-단위도에 의한 S-수문곡선의 평형유출량은 약 106 m³/s로 평형유출량 $Q = 2.778(368.1)/10 = 102.4$ m³/s와 유사하여 단위도의 지속기간은 적절한 것으로 평가된다. 또한 표 2에서 보는 바와 같이 단위도의 지속기간이 길어질수록 단위도의 침투유량도 약간씩 저하하는 것으로 분석되어 관측자료의 타당성을 제고하였다.

Fig. 1에는 선정된 3개의 강우-유출사상에 의하여 결정된 누가침투량 및 침투능 곡선식을 이용하여 시간별 누가침투량과 침투능을 나타내었다. Fig. 1과 같이 2009년 7월 호우에 의한 침투량의 값이 가장 크고 2003년 6월 및 2004년 6월 호우사상에 관한 침투량은 거의 유사한 양상을 보여주고 있다.

Table 1. Computed DRH by Φ -index and Kostiaikov accumulated infiltration

2004 month day, time	rainfall (mm)	total flow (m ³ /s)	base flow (m ³ /s)	observed DRH (m ³ /s)	UH (m ³ /s)	Φ -index (4.25 mm/hr) Computed DRH (m ³ /s)	Kostiakov ($F=8.0t^{0.72}$) Computed DRH (m ³ /s)
6.19 14:00	1.2	18	18	-	0.00	0.00	0.00
15:00	1.0	18	18	-	0.00	0.00	0.00
16:00	2.8	18	18	-	0.00	0.00	0.00
17:00	4.0	18	18	-	0.00	0.00	0.00
18:00	4.0	18	18	0	0.00	0.00	0.00
19:00	8.5	19	18	1	0.19	0.00	0.01
20:00	7.4	21	18	3	0.56	0.24	0.16
21:00	7.5	28	18	10	1.85	1.37	1.07
22:00	15.5	40	18	22	4.07	4.33	7.00
23:00	17.3	57	18	39	7.22	15.81	22.17
24:00	11.0	128	18	110	20.37	71.19	77.61
6.20 1:00	13.8	315	18	297	55.00	229.35	266.75
2:00	6.2	419	18	401	74.26	380.58	381.70
3:00	3.9	467	18	449	83.15	442.36	449.01
4:00	4.9	484	18	466	86.30	459.12	466.02
5:00	1.8	470	18	452	83.70	450.72	451.98
6:00		406	18	388	71.85	386.91	387.99
7:00		342	18	324	60.00	323.10	324.00
8:00		292	18	274	50.74	273.23	274.00
9:00		260	18	242	44.81	241.30	241.97
10:00		215	18	197	36.48	196.44	196.99
11:00		185	18	167	30.93	166.56	167.02
12:00		164	18	146	27.04	145.61	146.02
13:00		146	18	128	23.70	127.62	127.98
14:00		136	18	118	21.85	117.66	117.99
15:00		132	18	114	21.11	113.68	113.99
16:00		119	18	101	18.70	100.70	100.98
17:00		107	18	89	16.48	88.74	88.99
18:00		98	18	80	14.81	79.75	79.97
19:00		90	18	72	13.33	71.78	71.98
20:00		82	18	64	11.85	63.81	63.99
21:00		77	18	59	10.93	58.86	59.02
22:00		73	18	55	10.19	54.87	55.03
23:00		70	18	52	9.63	51.86	52.00
24:00		66	18	48	8.89	47.87	48.01
6.21 1:00		63	18	45	8.33	44.86	44.98
2:00		60	18	42	7.78	41.90	42.01
3:00		57	18	39	7.22	38.88	38.99
4:00		55	18	37	6.85	36.89	36.99
5:00		53	18	35	6.48	34.89	34.99
6:00		51	18	33	6.11	32.90	32.99
7:00		50	18	32	5.93	31.93	32.02
8:00		49	18	31	5.74	30.91	31.00
9:00		47	18	29	5.37	28.92	29.00
10:00		46	18	28	5.19	27.95	28.03

Table 1. Computed DRH by Φ -index and Kostiakov accumulated infiltration(continued)

2004 month day, time	rainfall (mm)	total flow (m ³ /s)	base flow (m ³ /s)	observed DRH (m ³ /s)	UH (m ³ /s)	Φ -index (4.25 mm/hr) Computed DRH (m ³ /s)	Kostiakov ($F=8.0t^{0.72}$) Computed DRH (m ³ /s)
11:00		43	18	25	4.63	24.93	25.00
12:00		42	18	24	4.44	23.91	23.98
13:00		40	18	22	4.07	21.92	21.98
14:00		38	18	20	3.70	19.92	19.98
15:00		37	18	19	3.52	18.96	19.01
16:00		35	18	17	3.15	16.96	17.01
17:00		33	18	15	2.78	14.97	15.01
18:00		32	18	14	2.59	13.95	13.99
19:00		29	18	11	2.04	10.99	11.02
20:00		27	18	9	1.67	8.99	9.02
21:00		26	18	8	1.48	7.97	7.99
22:00		25	18	7	1.30	7.00	7.02
23:00		24	18	6	1.11	5.98	5.99
24:00		23	18	5	0.93	5.01	5.02
6.22 1:00		22	18	4	0.74	3.98	4.00
2:00		22	18	4	0.74	3.98	4.00
3:00		22	18	4	0.74	3.98	4.00
4:00		21	18	3	0.56	3.02	3.02
5:00		21	18	3	0.56	3.02	3.02
6:00		21	18	3	0.56	3.02	3.02
7:00		20	18	2	0.37	1.99	2.00
8:00		20	18	2	0.37	1.99	2.00
9:00		19	18	1	0.19	1.02	1.03
10:00		19	18	1	0.19	1.02	1.03
11:00		19	18	1	0.19	1.02	1.03
12:00		18	18	0	0.00	0.00	0.00

Table 2. Φ -index and Kostiakov accumulated infiltration for each rainfall-runoff event

year, month, day	rainfall			UH		lag time (hr)	Φ -index mm/hr	Kostiakov F : mm
	total rainfall (mm)	rainfall excess (mm)	rainfall loss (mm)	peak flow (m ³ /s)	duration (hr)		RMSE (m ³ /s)	f_p : mm/hr
							RMSE (m ³ /s)	RMSE (m ³ /s)
2003. 6.17	106	58	48	75.7	10	6	3.91mm/hr	$F_1=8.8t^{0.68}$
							16.1	$f_{p1}=5.98t^{-0.32}$
2004 6.19	111	54	57	86.3	9	5	4.25mm/hr	$F_2=8.0t^{0.72}$
							13.6	$f_{p2}=5.76t^{-0.28}$
2009 7.12	147	63	84	87.3	8	6	7.6mm/hr	$F_3=10.0t^{0.78}$
							15.4	$f_{p3}=7.8t^{-0.22}$

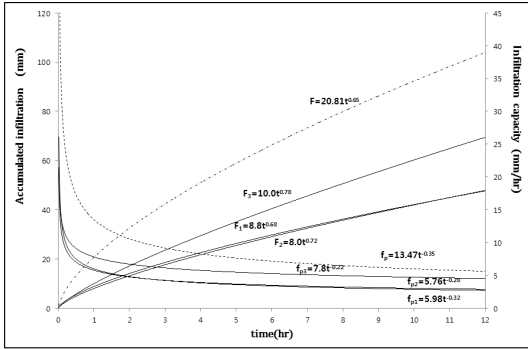


Fig 1. Kostiakov accumulated infiltration and curve for each rainfall-runoff event for each rainfall-runoff event

3. 더블링 침투계에 의한 침투량 측정

침투율을 측정하기 위해 선정된 조사지점은 4개 지점을 선정하였다. 환경대학교 교내 3지점으로, 수목이 발달한 후생관 옆(㉠ 지점), 식생(잔디)이 있는 농구장 옆(㉡ 지점), 부식질 토양인 D동 뒤쪽(㉢ 지점)을 선정하였고 교외 지점으로 활엽수와 침엽수 수목이 발달한 비봉산 등산로(㉣ 지점)를 선정하였다. 실험 지점으로 선정된 지역은 각기 다른 침투조건을 가지고 있어 지반별 침투량 측정이 용이 할 것으로 판단하였다.

Table 3. Measurement of accumulated infiltration for each site and time

measurement date	site	Total period (hr)	accumulated infiltration(mm)							
			1 (hr)	2 (hr)	3 (hr)	4 (hr)	5 (hr)	7 (hr)	9 (hr)	
1('07.03.19)	㉠ 지점(후생관 옆)	9.5	10	14	15	17	18	-	-	
2('07.03.26)		22.5	14	-	19	23	27	-	-	
3('07.04.02)		19.5	11	15	22	30	39	49	65	
4('07.04.09)		23.5	10	13	17	24	29	35	43	
5('07.08.21)		20.2	19	27	34	41	48	-	-	
6('07.08.23)		19.0	20	25	31	37	44	51	58	
7('08.10.14)		21.0	24	34	45	49	55	60	65	
8('08.10.19)		21.0	24	37	48	52	58	65	72	
9('08.10.28)		19.0	22	36	45	55	59	66	75	
1('07.02.26)	㉡ 지점(농구장 옆)	72.5	5	7	9	10	11	15	19	
2('08.10.14)		20.0	12	22	28	30	37	53	-	
3('08.10.19)		27.3	14	28	37	41	45	54	65	
4('08.10.28)		14.0	13	21	29	30	53	58	90	
1('09.10.08)	㉣ 지점(비봉산등산로)	12	25	35	41	48	56	73	83	
2('09.10.08)		9	22	37	45	55	65	85	100	
1('06.10.19)	㉢ 지점(D동 뒤)	3.0	25	-	48	62	-	-	-	
2('06.10.26)		9.0	13	22	29	42	53	57	64	
3('07.02.21)		3.3	14	26	38	66	-	-	-	
4('08.10.14)		4.0	14	20	35	59	85	100	-	
5('08.10.19)		7.0	8	15	27	40	50	60	72	
6('08.10.28)		6.0	5	14	42	59	-	78	88	
7('09.09.23)		19.0	13	22	28	35	36	40	45	

흙이 물을 흡수하는 능력에는 한계가 있으며, 그 최대량을 침투량(Infiltration capacity)라 한다. 침투능은 흙의 성질, 흙중의 수분상태, 흙의 구조, 지표면의 식물 생육 상태, 토지이용의 상태 등에 따라 달라지며, 침투능을 계산함으로써 해당지역의 강우에 의한 지표면으로 부터의 유출량을 추정할 수 있다. 선정 지점에서의 침투능은 측정하고자 하는 지점에 침투계를 관입하여 인공적으로 물을 부어 흙에 침입하는 수량을 직접 측정하는 방법인 원통법 중 더블링 침투계를 적용하여 측정하였다.

선정된 4개소에서 시간별 누가침투량을 측정할 결과는 Table 3과 같다. Kostiakov 형으로 누가침투량 및 침투율의 관계식을 결정할 결과는 다음과 같다. 즉, 누가침투량 $F(mm)$ 는 $F=20.81t^{0.65}$, 침투능 $f_p(mm/hr)$ $f_p=13.47t^{-0.35}$ 으로 산정되었다.

안성천 공도수위관측소지점을 기준으로 3개 강우사상에 관하여 산정한 누가침투량과 침투능을 나타낸 Fig 1에 추가하여 상류유역 4개소에서 침투량을 측정하고 유도한 누가침투량 및 침투능 곡선을 추가하였다. 그림 1과 같이 침투계로 직접 관측한 경우의 누가침투량과 침투능은 강우-유출 사상에 의한 값보다 크게 나타났으며 침투량의 공간적인 변동성을 잘 보여 주고 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 안성천 상류유역에서 관측된 강우량 및 유출량을 근거로 하여 단위도와 침투능 곡선식을 결정하고 유역내 침투량의 직접 측정에 의한 침투능 곡선과 비교하였다. 선정된 3개 강우-유출사상으로부터 산정된 단위도는 단위도의 지속기간이 길어질수록 단위도의 침투유량도 약간씩 저하하는 것으로 분석되어 관측자료의 타당성을 재고하였다. 안성천 공도수위관측소에서 계측된 유량과 유역에서 계측된 강우량을 근거로 하여 침투지표법에 의한 유역의 평균침투능보다 Kostiakov 형 누가침투량 곡선이 오차를 적게 수반하였다. 선정된 3개의 강우-유출사상에 의하여 결정된 누가침투량 및 침

투능 곡선식을 이용하여 시간별 누가침투량과 침투능은 각 강우-유출 사상에 따라 상당한 차이를 보여주었다. 침투계로 직접 관측한 경우의 누가침투량과 침투능은 강우-유출 사상에 의한 값보다 크게 나타났으며, 이는 침투량의 공간적인 변동성을 잘 보여 주고 있다.

본 연구에서 강우-유출 사상에 의하여 산정된 침투능 곡선식과 단위도는 안성천 공도수위관측소 지점의 유역에서 각종 수자원 계획 및 관리 부분에 적용될 수 있으며, 침투능의 공간적인 변동성과 강우-유출 사상에서의 침투 역할을 보여주고 있다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 한경대학교 교비 국내과건 연구비의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

국도해양부, 한강홍수통제소 (2003, 2004, 2009)
 안성천 유역 수문자료.
 유주환 (2006) 유역을 대표하는 Horton 침투모형 내 매개변수의 최적결정. 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제39권 제11호, pp. 977-984.
 유경희, 변천일, 김경섭, 안태진 (2009) 지표면과 투수성 보도 블록의 침투능 결정에 관한 실험적 연구, 한국방재학회논문집, 한국방재학회, 제9권 2호, pp. 69-76
 안태진, 조병돈, 류희정 (2005) 황구지천 수직교 지점에서의 최적단위도 및 침투율의 결정, 한국습지학회지, 한국습지학회, 7권 3호, pp. 57-66.
 Mawdsley, J. A. and tagg, A., F. (1981) Identification of unit hydrographs from multi-event analysis, J. of Hydrology, Vol 49, pp. 315-327
 Ponce, V. M. (1989) Engineering Hydrology : Principles and Practices, Prentice Hall.

안태진

Prasad, T. D., R. Gupta, and S. Prakash (1999)
Determination of optimal loss rate
parameters and unit hydrograph, J. of
Hydrologic Engineering, ASCE, Vol. 4, No.
1, pp. 83-87

○논문접수일 : 10년 11월 07일
○심사의뢰일 : 10년 11월 08일
○심사완료일 : 10년 12월 25일