

Developing a Formula for Time to Concentration Based on Rainfall Characteristics in the Chatancheon Catchment

Dong Phil Kim^{1#}, Kyoung Ho Kim²⁺, Ho Jin Lee²

¹ Hydro Science and Engineering Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283, Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, Korea

² School of Civil Engineering, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea

Abstract

River management is critical for preventing damage by flooding, which requires an accurate estimation of design flood. Time to concentration (T_c), used for the duration of rainfall, works as an important factor for the analysis of design flood estimation. The methods developed in other countries, such as Kraven(I), Kraven(II), Kirpich, Rziha equations and SCS Curve method, have been used to estimate T_c in the practice, but they fail to incorporate the hydrological characteristics in Korea. In addition, there is a discrepancy in the estimation of T_c across the methods even if the same catchment characteristics are used. Thus, an alternative method of estimating T_c incorporating the unique characteristics of Korean catchments should be developed to enhance the level of accuracy in design flood estimation. This study estimated T_c based on the observed hydrological data in the Chatancheon catchment in Yeoncheon, and found the effects of catchment characteristics on T_c . This study produces the basic data to develop a better method of estimating T_c by incorporating the catchment characteristics in Korea.

Key words: time to concentration, design flood, disaster, Chatancheon

1. 서론

대한민국은 여름철 집중호우에 의한 홍수피해를 해마다 경험하고 있다. 최근에는 기후변화의 영향으로 강수패턴이 변화되어, 여름 이외의 계절에도 홍수피해가 종종 발생한다. 홍수피해를 예방하기 위해서는 다수의 연구자들이 새로운 수문분석기법을 개발하여 홍수량 산정의 정확성을 높이고, 수문계측 기술의 수준을 높여

보다 효과적인 예경보 체계를 수립하는 연구를 수행하고 있다. 홍수피해를 예방하기 위하여 강우자료의 수집 및 분석, 강우빈도해석, 설계 강우량 산정 등의 과정을 통하여 정확한 홍수량을 산정하는 것은 필수적이다. 강우자료의 수집과 강우빈도해석 등은 관측기기의 발전과 해석기법의 개발로 인해 충분한 수준의 기술을 확보하고 있다. 그러나 홍수량 산정에 관련된 여러 인자들은 선진국에서 사용하는 방법들을 차용해서 사용하고

The 1st author: Dong Phil Kim, Tel. +82-31-910-0192, e-mail, dpkim@kict.re.kr

+ Corresponding author: Kyoung Ho Kim, Tel. +82-43-261-2402, e-mail, coastal@chungbuk.ac.kr

있어, 우리나라의 수문학적 특성을 제대로 반영하지 못하고 있다. 특히, 도달시간은 홍수량 산정에 있어서 직접적으로 연결되는 인자이지만, 국내 유역특성을 반영한 도달시간 산정공식에 관한 정보가 부족하여 국외에서 개발된 Kraven(I), Kraven(II), Kirpich, Rziha 공식 및 SCS Curve Method 등의 경험식을 사용하고 있다. 이와 같은 이유로 홍수량 산정과정에서 여러 가지 문제점이 제기되고 있으며, 이 문제를 해결하기 위한 설계홍수량 산정 표준화에 관련된 연구가 진행 중에 있다.

수공구조물을 설계하기 위해서는 설계빈도와 그에 따른 설계홍수량 산정이 중요하다. 설계빈도는 구조물의 중요도와 입지조건에 따라 설정하지만, 설계홍수량은 설계강우를 이용하여 계산하게 된다. 이 과정에서 설계강우의 지속기간에 따라 동일한 설계빈도의 유출량도 차이가 난다. 지속기간은 일반적으로 홍수도달시간의 개념을 이용해 설정하고 있다. 동일한 유역 인자를 적용해도 공식에 따라 큰 차이를 보이고 있다(Shim & Cho, 1998).

본 연구에서는 국내의 조건에 맞는 도달시간 산정공식을 개발하기 위한 기초연구로써, 한국건설기술연구원에서 운영하고 있는 차탄천 시험유역에서 측정된 자료를 활용하여 도달시간을 산정하고 도달시간에 영향을 주는 인자들을 도출하였다.

II. 연구대상유역

1. 차탄천 연구유역

본 연구에서는 산지하천의 도달시간의 특성을 분석하기 위하여 한국건설기술연구원에서 2012년부터 관측장비를 설치 후, 시험유역으로 운영하고 있는 차탄천 유역을 연구 대상유역으로 선정하였다.

차탄천은 한탄강 하구로부터 약 4.73km 상류인 경기도 연천군 전곡읍 전곡리에서 한탄강 우안으로 유입하는 하천이다. 차탄천은 유역면적 192,56km², 유로연장 34,44km, 유역평균경사 17.76°, 평균고도 EL,

227.0m로 수지형 형태를 이루고 있는 지방하천이다 (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 2014). 차탄천유역은 연평균 기온 10.2°C, 연평균강우량 1,358.6mm, 상대습도는 70.0%이고, 하절기에는 고온다습하고 동절기에는 한랭건조한 기후 특성을 보인다. <Figure 1>은 차탄천 유역도를 나타내고 있다.

본 유역의 지질형별 구성은 화산암류 50.25%, 편암류 43.91%, 충적층 5.57%가 주를 이루고 있으며, 그 외에 현무암, 산성맥암, 화강암류 지층으로 구성되어 있다. 유역의 토양특성은 침투율이 아주 크고 배수가 아주 양호한 TYPE A는 93.55km²(48.58%), 침투율이 크고 배수가 대체로 양호한 TYPE B는 83.64km²(43.44%), 침투율이 작고 배수가 대체로 불량한 TYPE C는 4.98km²(2.58%), 침투율이 아주 작고 배수가 대단히 불량한 TYPE D는 10.39km²(5.40%)로 구성되어 있다. 토지이용현황은 임야가 약 77.52%, 농경지 17.11%, 도시 및 주거지역 3.84%로 나타났다.

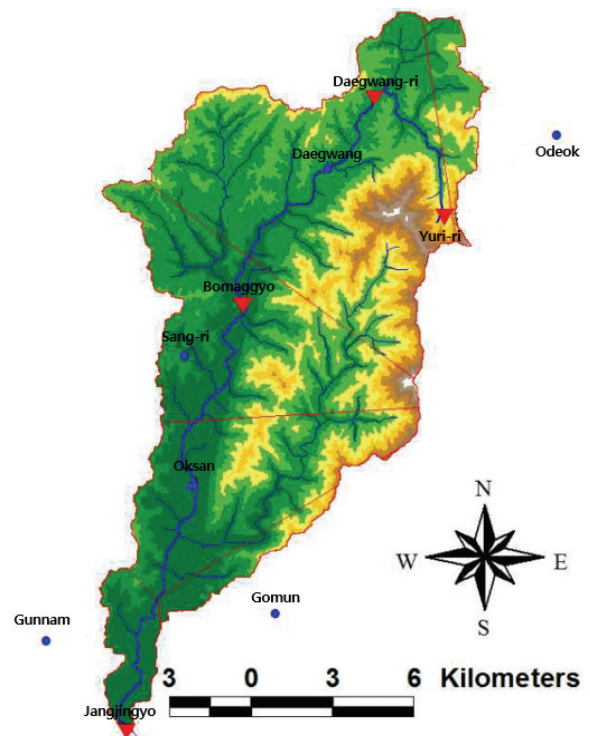


Figure 1. Map of Chatancheon catchment

2. 연구지역의 수문자료 구축

차탄천 유역은 대광리와 옥산리에 강우관측소 2개소를 운영하고 있으며, 상시 수위관측소 2개소, 홍수기 수위관측소 2개소, 기상관측소 1개소가 설치되어있다. 강우관측소의 관측단위는 0.5mm이며, 모든 관측시설의 관측 시간단위는 10분 간격이다. 대광리 강우관측소와 보막교, 장진교 수위관측소는 '설마천·차탄천 수문정보시스템(<http://selamcheon.kict.re.kr>)'에서 관측된 10분 강우량자료를 30분 단위로 전송하고 있으며, 인터넷 및 무선통신장치를 통해 실시간으로 조회가 가능하도록 설계되었다(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 2014). 본 연구에서는 2012년에서 2014년까지 대광리, 옥산리, 오덕, 상리, 고문, 군남 강우관측소에서 관측된 강우자료를 사용하였으며, 보막교, 장진교에 설치된 수위관측소의 수위관측자료를 바탕으로 수위-유량관계곡선식을 이용하여 산정한 유량자료를 사용하였다.

III. 기본이론

1. 도달시간

도달시간의 정의는 적용하는 방법 또는 상황에 따라 다르다. NRCS 방법에서는 유효우량이 끝나는 점에서 감수곡선상의 변곡점까지 취한 시간으로 정의하고, 합리식에서는 유역 내에 가장 먼 곳에 떨어진 강우가 유역 출구지점까지 도달하는 데 걸리는 시간으로 정의된다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2012). 도달시간에 도달하게 되면 유역 전체에 내리는 강우가 유출에 기여하게 되어, 유역에서의 유출량과 유입량이 같아지게 된다(Lee, 2015). 본 연구에서는 설계홍수량 산정요령에서 제시하고 있는 합리식을 이용하여 차탄천유역의 도달시간을 산정하였다.

〈Figure 2〉와 같이 수문곡선에서 기저유출을 제외한 직접유출 수문곡선을 이용하여, 관련 인자들을 정의하면 다음과 같다. 그림에서 L 은 유효강우의 질량중심과 이로 인한 유출수문곡선의 첨두 발생 시간과의 시간

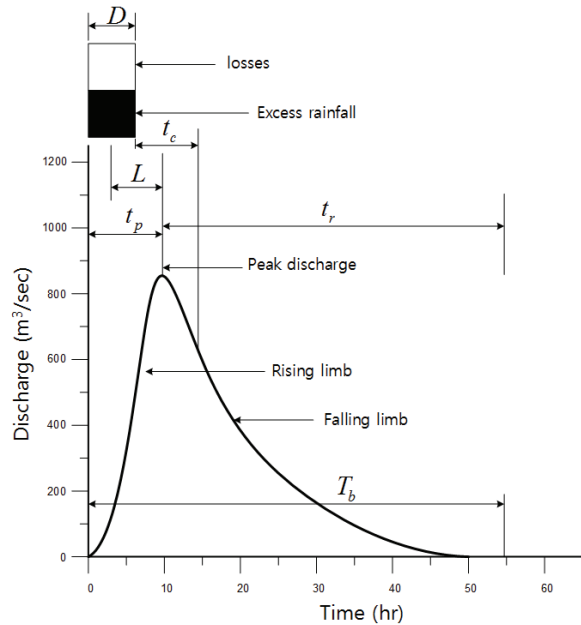


Figure 2. Direct runoff hydrograph

차를 나타내는 지체시간, t_p 는 유효우량의 시작부터 첨두 유출이 발생할 때까지의 시간을 나타내는 첨두발생 시간, t_c 는 유효우량이 끝나는 점에서 감수곡선상의 변곡점까지의 시간을 나타내는 도달시간, t_r 은 첨두 유출 발생부터 지표면 유출이 끝나는 지점까지의 시간을 나타내는 감수시간, T_b 는 지표면유출 발생부터 끝나는 지점까지의 시간을 나타내는 기저시간을 나타낸다.

2. 도달시간 산정공식

일반적으로 유역의 도달시간을 결정하기 위해서는 1) 하도흐름이 지배적인 경우, 2) 지표면 흐름이 지배적인 경우, 3) 하도와 지표면 흐름이 결합된 경우로 구분하고, 하도경사, 유역면적, 토지이용조건 등을 고려하여 적절한 공식을 선정하여 사용하되, 유역의 수리·수문학적 특성을 고려하여 결정한다(Korea Water Resource Association, 2009).

실무에서 사용하는 도달시간 산정공식은 자연하천 유역에서는 Kirpich 공식, Kerby 공식, Johnstone and Cross 공식, Kraven 공식, Rziha 공식, California Culvert Practice 공식, SCS Lag 공식 등을 사용하고 있다. 도시하천 유역의 도달시간 산정공식은 Kerby 공식, Izzard 공식, Kinematic Wave 공식, FAA 공식,

SCS 평균유속 공식을 사용하고 있다(Chung, *et. al.*, 2007; Korea Water Resource Association, 2009).

Korea Water Resource Association(2009)에 의하면 Kerby 공식, Kinematic wave 공식은 대상유역에서 도달시간을 과대하게 산정하고, Kraven 공식, Rziha 공식, Kirpich 공식은 과소하게 산정하는 경향을 나타냈다. SCS Lag 공식, SCS 평균유속 공식, Izzard 공식, FAA 공식은 도달시간을 대상유역에 따라 과대 또는 과소평가하는 것으로 나타났다. 도달시간 산정 공식의 정립된 채택기준이 없기 때문에 기술자의 판단으로 임의로 채택하거나, 도달시간 산정결과가 홍수시 가능한 유속인 2.0~3.5m/sec의 범위에 해당되는지를 검토하여 결정한다.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2012)는 기존의 도달시간 산정방법이 해당유역의 특성을 반영하지 못하는 단점이 있어, “Method of Design Floods Estimation(2012)”에서 연속형 Kraven 공식을 식(1)과 같이 제시하였다.

$$T_c = 16.667 \frac{L}{V} \quad (1)$$

이 공식은 Kraven 공식(II)과 동일하며 환경사부($s \leq \frac{3}{400}$)일 경우 $V = 4.592 - \frac{0.01194}{S}$, $V_{\max} 4.5m/s$ 와 급경사부($s > \frac{3}{400}$)일 경우 $V = 35151.5S^2 - 79.39S + 1.618$, $V_{\min} = 1.6m/s$ 으로 유속 1.6m/sec~4.5m/sec 범위 내에서 유속의 연속성을 유지하여 기존공식의 단점을 보완하였다(Kwon, *et. al.*, 2014).

도달시간 산정공식들은 경험공식으로 유역면적, 유로경사, 유로연장 등의 유역특성 인자를 사용하고 있다. 이들 인자들은 지역적 특성이 없는 인자들로 식의 적용 범위가 넓은 장점이 있지만, 유역의 지역적 특성을 고려하지 못하는 단점이 있어, 국내에 적용하는데는 정확도가 떨어진다(Bae & Kim, 2015). 이에 Kim (2015)은 강우특성인자, 유역특성인자, 도시특성인자를 반영한 도

달시간 산정식을 개발 및 국내·외 경험식과 비교하였으며, Yoo, *et. al.*(2011)은 도달시간 계산의 정확도를 높이기 위하여 도달시간 산정공식 유도시 Sherman형 강우강도식과 재현기간을 고려하여 경위도와 재현기간 결정을 통한 도달시간 산정 공식을 제시하였다.

IV. 결과 및 고찰

연구대상유역인 차탄천 유역의 관측 수문자료를 바탕으로 물수지 분석 등의 자료의 품질 검토를 통하여 비교적 정확도가 높은 20개 관측 수문사상을 선정하였다. 도달시간 산정공식의 변수를 선정하기 위하여 선정된 수문사상으로부터 총 강우량(total precipitation, TP), 총 유출량(total runoff, TR), 최대강우강도(maximum intensity, MI), 첨두홍수량(peak flood, PF), 유출비(유출량/강우량, runoff ratio, RR), 5일 선행강우량(5days antecedent precipitation index, P5)의 강우특성분석을 수행하였다. 강우특성분석은 차탄천 유역의 개별 수문사상 특성을 반영하고 있기에 도달시간과 직관적으로 연결되어 있다고 판단할 수 있다. 도달시간에 대한 개별 강우특성의 통계적인 관계식은 SPSS(Statistical Package for Social Science) 프로그램의 선형 회귀분석을 이용하여 산정하였으며, 도달시간 회귀방정식을 산정하기 위하여, 선형 회귀분석 변수 선정은 후진제거법(Backward elimination method)을 이용하였다. 후진제거법은 도달방정식에 모든 독립변수를 입력한 다음 불필요한 독립변수를 하나씩 제거하여 주어진 자료를 설명할 수 있는지를 검토하는 방법으로 중요한 변수를 모형에서 제외할 가능성이 없으므로 비교적 안전한 방법이다. 즉, <Table 1>에 제시된 6가지의 강우특성을 하나씩 제거하여, 주어진 수문사상을 설명할 수 있는지 검토하는 방법이다. 후진제거법을 사용하여 도달시간 별 강우특성에 대한 3개의 모형을 산정하였고, 이들 모형을 이용한 회귀분석 결과를 <Table 2>에 제시하였다.

모형 1은 총 강우량, 총 유출량, 최대강우강도, 첨두

Table 1. Characteristics of hydrologic event measured at chatancheon catchment

Period		TP (mm)	TR (mm)	MI (mm/10min)	PF (mm/10min)	RR	P5 (mm/5day)	t_c (min)
Start	2012.4.21	45.00	7.25	1.40	0.07	0.16	0.00	1380
End	2012.4.23							
Start	2012.7.13	102.30	61.93	5.00	0.53	0.61	23.80	2690
End	2012.7.17							
Start	2012.8.24	53.50	46.05	5.70	0.36	0.86	199.30	760
End	2012.8.26							
Start	2012.9.16	67.70	43.35	1.80	0.42	0.64	18.80	1500
End	2012.9.20							
Start	2013.7.7	122.20	45.58	6.60	0.47	0.37	61.90	650
End	2013.7.9							
Start	2013.7.27	53.40	29.87	4.70	0.30	0.56	129.60	1020
End	2013.7.29							
Start	2013.7.30	75.60	58.01	9.70	0.63	0.77	53.40	440
End	2013.8.2							
Start	2013.8.5	23.60	12.41	6.00	0.16	0.53	90.50	470
End	2013.8.6							
Start	2013.8.29	37.40	2.08	6.60	0.04	0.06	0.00	590
End	2013.8.30							
Start	2014.8.10	23.80	0.51	1.50	0.00	0.02	2.50	690
End	2014.8.12							
Start	2012.6.25	75.80	6.72	3.90	0.07	0.09	0.00	380
End	2012.7.2							
Start	2012.7.13	124.20	69.15	7.50	0.54	0.56	26.30	1380
End	2012.7.17							
Start	2012.7.18	97.10	73.01	5.70	1.10	0.75	124.70	1100
End	2012.7.19							
Start	2012.8.14	259.20	121.27	11.80	3.33	0.47	21.70	390
End	2012.8.15							
Start	2012.9.16	70.90	21.78	2.10	0.26	0.31	20.40	1350
End	2012.9.20							
Start	2013.7.2	65.00	2.50	5.20	0.02	0.04	0.40	820
End	2013.7.3							
Start	2013.7.7	129.30	61.50	9.70	0.62	0.48	66.40	510
End	2013.7.9							
Start	2013.7.18	54.20	52.47	5.20	0.39	0.97	304.70	570
End	2013.7.19							
Start	2013.8.29	29.70	1.88	3.10	0.01	0.06	0.00	500
End	2013.8.30							
Start	2014.9.2	57.30	27.04	4.40	0.19	0.47	0.00	1310
End	2014.9.4							

홍수량, 유출비, 5일 선행강우량의 6개의 변수로 구성되어 있다. 모형 2는 총유출량, 최대강우강도, 첨두홍수량, 유출비, 5일 선행강우량의 5개의 변수로 구성되어 있다. 모형 3은 총유출량, 최대강우강도, 첨두홍수량, 5일 선행강우량의 4개의 변수로 구성되어 있다.

분석결과 모형 1은 결정계수 $R^2 = 0.66$, 유의확률은 0.014, 모형 2는 결정계수 $R^2 = 0.66$, 유의확률은 0.005, 모형 3은 결정계수 $R^2 = 0.63$, 유의확률은 0.002로 계산되어 3개의 모형 모두 유사한 결정계수와 유의확률을 보이고 있다. 모형 1의 결과를 모형 2, 3의

결과와 비교할 때, 총강우량과 유출비가 도달시간에 미치는 영향은 다른 인자들에 비해 유의 확률이 적은 것으로 나타났다. 3가지 모형 중 도달시간 산정 시 5가지 강우특성을 반영하면서 유의확률이 우수하게 제시된 모형 2를 차탄천 분단위 도달시간의 회귀분석 방정식으로 선정하였으며 식(2)와 같다.

$$T_c = 1204.574 - 22.977 \times TR - 153.751 \times MI - 593.741 \times PF + 486.34 \times RR - 4.172 \times API \quad (2)$$

Table 2. Result of selected models

Model	Parameters		R ²	P-Value
	Parameter	P-value		
1	Constant	0.016	0.66	0.014
	TP	0.934		
	TR	0.242		
	MI	0.006		
	PF	0.091		
	RR	0.647		
	P5	0.054		
2	Constant	0.000	0.66	0.005
	TR	0.039		
	MI	0.004		
	PF	0.079		
	RR	0.555		
	P5	0.045		
3	Constant	0.000	0.63	0.002
	TR	0.000		
	MI	0.002		
	PF	0.012		
	P5	0.016		

V. 결론

홍수피해를 방지하고 수공구조물의 안정성을 확보하기 위해서는 정확한 설계홍수량의 산정이 필요하다. 설계홍수량 산정에는 설계 강우의 지속시간의 결정이 중요한 역할을 하고, 도달시간을 이용하여 지속시간을 산정한다. 따라서 정확한 설계홍수량의 산정을 위해서는 도달시간의 정확한 평가가 선행되어야 한다. 도달시

간을 산정하기 위해 국외의 연구결과로부터 제시된 도달시간 산정공식을 이용하고 있으나, 이와 같은 공식들은 우리나라의 특성을 반영하지 못하고 있다.

본 연구에서는 한국건설기술연구원에서 설치하여 운영 중인 차탄천 유역의 강우관측소에서 2012년에서 2014년까지 관측된 강우자료를 분석하여 정확도가 비교적 높은 20개의 강우사상을 선정하였다. 선정된 수문사상으로부터 도달시간을 산정하고 총 강우량, 총 유출량, 최대강우강도, 침투홍수량, 유출비, 5일 선행강우의 영향인자를 도출하였다.

선정된 6개의 영향인자와 도달시간과의 상관성 분석하기 위해서 후진제거법을 적용하여 모형 1, 모형 2, 모형 3을 구성하였다. 모형분석결과 결정계수는 약 0.63~0.66의 범위를 나타냈고, 유의확률은 0.002~0.014의 범위를 나타내었다.

모형 1의 결과를 모형 2와 3의 결과와 비교할 때, 총 강우량과 유출비가 도달시간에 미치는 영향은 다른 인자들에 비해 적은 것으로 나타났다. 결정계수와 유의확률을 고려할 때 차탄천의 도달시간은 모형 2를 이용하여 산정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 도달시간 산정공식이 우리나라의 특성을 반영한 완벽한 식의 형태를 이루기 위해서는 지형특성이 서로 다른 유역에서 측정된 다수의 자료가 필요하다. 현재, 우리나라에서는 설마천, 차탄천, 용담댐 시험유역 등 소수의 시험유역이 운영되고 있어 국내의 특성이 반영된 자료를 취득하는데 많은 어려움이 있다. 정확한 홍수량 산정을 통해 재해의 예방 및 피해방지를 위해서는 시험유역이 전국적으로 확대되어 우리나라의 유역특성이 반영된 양질의 수문자료 축적이 선행되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요 사업인 수재해 방재 대응을 위한 수문조사 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Bae, Deog Hyo and Yong Jae Kim. 2015. Development of Concentration Time and Storage Coefficient Considering Regional Trend in Urban Stream Watershed. *Journal of Korea Water Resources Association*. 48(6): 479-489.
- Chung, Yeoun Jung, Gye Woon Choi, Man Shin Han, and Sang Man Jung. 2007. Estimation of Time of Concentration for Stream at Island near Coastal Region. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*. 7(5): 151-158.
- Kim, Yong Jae. 2015. Development of Concentration Time and Storage Coefficient in Urban Stream Watersheds. Master's Thesis. Sejong University.
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. 2014. *Hydrological Survey for Flood Forecasting of the Mountainous River Basin*.
- Korea Water Resources Association. 2009. *Commentary of Rivers Design Standard*.
- Kwon, Ki Dae, Jun Ho Lee, Mi Jeong Kang, and Hong Kee Jee. 2014. Effect of Estimation for Time of Concentration on the Design Flood. *Journal of Wetlands Research*. 16(1): 125-137.
- Lee, Jae Soo. 2015. *Hydrology*. 2nd ed. Goomiseokwan.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2012. *Method of Design Floods Estimation*.
- Shim, Jae Hyun and Won Cheol Cho. 1998. Multipurpose Dam Operation Models for Flood Control Using Fuzzy Control Technique (III). *Journal of Korea Water Resources Association*. 31(5): 115-130.
- Yoo, Dong Hoon, Jong Hee Kim, Min Ho Lee, and Sang Ho Lee. 2011. The Time of Concentration Considering the Rainfall Intensity. *Journal of Korea Water Resources Association*. 44(7): 591-599.

Korean References Translated from the English

- 국토해양부. 2012. 설계홍수량 산정요령.
- 권기대, 이준호, 강미정, 지홍기. 2014. 홍수도달시간 산정방법이 설계홍수량에 미치는 영향. *한국습지학회지*. 16(1): 125-137.
- 김용재. 2015. 도시하천 유역의 도달시간 및 저류상수 산정식 개발. 세종대학교 석사학위논문.
- 배덕효, 김용재. 2015. 지역적 성향을 고려한 도시하천 유역의 도달시간 및 저류상수 공식개발. *한국수자원학회논문집*. 48(6): 479-489.
- 심재현, 조원철. 1998. 홍수도달시간과 임계지속시간의 개념 비교 (I). *한국수자원학회지*. 31(5): 115-130.
- 유동훈, 김종희, 이민호, 이상호. 2011. 강우강도를 고려한 도달시간 산정식. *한국수자원학회 논문집*. 44(7): 591-599.
- 이재수. 2015. 수문학. 제2판. 도서출판 구미서관.
- 정연중, 최계운, 한만신, 정상만. 2007. 연안도서지역 소하천 유역의 홍수도달시간 산정. *한국방재학회논문집*. 7(5): 151-158.
- 한국건설기술연구원. 2014. 산지하천 유역의 홍수예측을 위한 수문조사.
- 한국수자원학회. 2009. 하천설계기준 · 해설.

Received: Dec. 28, 2017 / Revised: Jan. 17, 2018 / Accepted: Jan. 19, 2018

차탄천 유역의 강우특성을 반영한 도달시간 산정공식 개발

국문초록 홍수에 의한 재해를 방지하기 위해서는 안전한 하천관리가 필수적이며, 정확한 설계 홍수량 산정이 요구된다. 설계 홍수량 산정에 있어서 설계 강우의 지속시간으로 사용되는 집중시간은 해석결과에 큰 요소로 작용되며, 현 실무에서는 강우의 도달시간 산정공식을 이용하여 산정하고 있다. 그러나 국내에 사용되고 있는 도달시간 산정공식은 외국에서 개발된 Kraven(I), Kraven(II), Kirpich, Rziha 공식 및 SCS Curve Method 등의 경험식을 사용하고 있어, 국내의 수문특성을 반영하지 못하고 있다. 또한 동일한 유역특성인자를 적용하더라도 공식에 따라 도달시간의 차이가 다소 발생하므로, 정도 높은 설계 홍수량 산정을 위해서는 국내의 유역특성이 반영된 도달시간 산정 공식의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 국내의 유역특성을 반영한 도달시간 산정공식의 개발을 위한 기초연구로서, 차탄천 시험유역에서 측정된 관측수문자료를 활용하여 도달시간을 산정하였으며, 연구유역의 도달시간에 영향을 미치는 인자를 도출하였다.

주제어 : 도달시간, 설계홍수량, 재해, 차탄천

-
- Profiles **Dong Phil Kim** : He is an principal researcher, Korea institute of civil engineering and building technology, Goyang, Korea. He received M.S. degree from Chungbuk National University of Cheongju, Korea. Also, he writes "A study of Rainfall Runoff Simulation Model using Geographic Information System (1997)" and so on(dpkim@kict.re.kr).
- Kyoung Ho Kim** : He received his B.S. M.S., and Ph.D. in Eng. from Seoul National University, Korea in 1976. He is a professor of the Department of Civil Engineering at Chungbuk National University, in which he has taught since 1980. His interesting subject and area of research and education is coastal hydraulics, wave mechanics, and coastal erosion & local scour(coastal@chungbuk.ac.kr).
- Ho Jin Lee** : He received his Ph.D. degree from Chungbuk National University, Korea in 2004 (Thesis : Effect of the tidal current on the wave prediction). He is an associate professor, Department of Civil Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, Korea(hojinlee@chungbuk.ac.kr).