

태풍 발생 시 미호천 유역의 유출량 산정을 위한 지역화 기초 연구

A Study on Regionalization for Estimation of Runoff in Typhoon of Miho Catchment

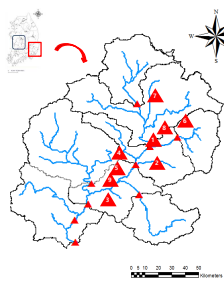
장형준¹, 이호상¹, 이호진¹, 유국현¹, 성선경¹
¹ 충북대학교 토목공학부

1. 서론

- 이상기후에 따른 여름철 집중호우가 빈번하게 발생하여 피해가 증가하고 있으며, 특히 태풍에 의한 피해가 큼.
- 2000년 이후 대형 태풍의 발생 횟수가 증가하고 있음에도 불구하고, 기존에 수립된 설계홍수량은 이를 반영하지 못함.
- 또한, 국내 대부분의 유역이 미계측 유역으로 구분되어 홍수량 산정에 큰 어려움이 발생하여, 이에 대한 연구의 필요성이 대두됨.
- 본 연구에서는 2000년 이후 발생한 태풍사상을 바탕으로 금강 미호천 9개 유역에 강우 유출모형을 적용하고, 결과를 바탕으로 매개변수 지역화 모형을 제시하였으며, 미계측 유역으로 가정한 청주 유역의 극한 홍수 사상을 모의하였음.

2. 연구유역 : 미호천

- 금강 상류에 위치하여 자연흐름을 방해하는 홍수 조절시설이 설치되어 있지 않은 표적인 자연유역으로 평가받음
- 유역면적은 1844.7km²로, 금강 전 유역면적 9914km²의 18.7%를 차지함.
- 강수량은 연평균 1,200mm 이상으로 6~9월에 집중적으로 비가 내림. <표 1>은 무심천 9개 유역 유역특성인자이며, 활용된 태풍 및 기간은 <표 2>와 같음.



<그림 1> 미호천 유역

<표 1> 태풍의 이름과 기간

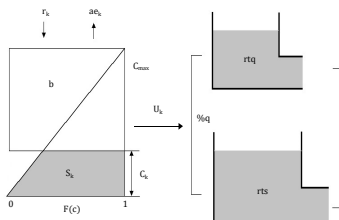
사상	태풍	기간
E1	루사	2002.8.23 ~ 2002.9.6
E2	매미	2003.9.6 ~ 2003.9.19
E3	나리	2007.9.13 ~ 2007.9.22
E4	덴무	2010.8.8 ~ 2010.8.17
E5	컴파스	2010.8.29 ~ 2010.9.8
E6	볼라벤	2012.8.20 ~ 2012.9.3

<표 2> 미호천 9개 유역의 유역특성인자

유역	Area(km ²)	ALTBAR(m)	Form Factor	Drainage Density	SAAR(10)	FARL	CN
북일	909.1	151.17	0.25	2.08	1221.9	0.92	67.42
청주	178.92	158.55	0.18	2.4	1191.71	0.98	71.66
가산	187.72	141.46	0.27	1.70	1199.39	0.95	68.81
합강	1848.83	135.56	0.21	2.41	1225.07	0.95	69.07
증평	124.15	150.26	0.40	2.43	1206.13	0.96	69.33
미호교	1854.98	136.7	0.28	2.38	1191.71	0.98	63.00
오창	574.46	153.72	0.20	1.91	1221.33	0.91	66.01
옥산	342.38	152.76	0.25	3.05	1215.85	0.98	69.34
석화	1599.95	142.89	0.27	2.29	1223.16	0.94	68.57

2. 연구방법

- PDM (probability Distributed Model)과 2PAR (2-conceptual reservoir in Parallel)를 조합한 강우 유출모형을 적용하여 단기수문사상특성을 분석함.
- 모형의 적용은 RRMT (Rainfall Runoff Modeling Toolkit)을 활용하여 검정을 실시함.
- 검증된 매개변수와 유역 별 특성인자를 바탕으로 통계분석 프로그램 SPSS (Statistical Package for Social Science)를 활용하여 선형 회귀식을 도출함.
- 산정된 선형 회귀식의 검증 및 분석을 위하여 목적함수 NSE (Nash Sutcliffe Efficiency) 및 FH (Flow High)를 활용함.
- 목적함수 NSE는 <식 1>을 사용하였으며, 비교분석된 $NSE^* = 1 - NSE$ 임.



<그림 2> PDM 모형의 개략도

<식 1>

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N (o_i - c_i(\theta))^2}{\sum_{i=1}^N (o_i - \bar{o})^2}$$

3. 결과

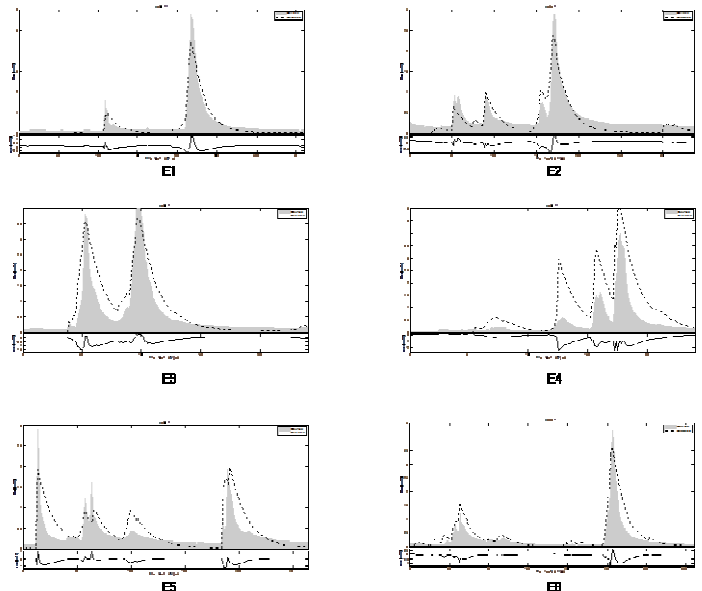
- 청주 유역을 미계측 유역으로 가정/제외한 미호천 8개 유역의 태풍사상(덴무, 콤파스, 볼라벤)별 검증 매개변수와 각 유역 대표 특성인자 사이의 선형 회귀식을 도출하였으며, 이를 강우 유출모형의 매개변수 지역화 모형으로 제시하였음.
- 다음은 <표 3>, <표 4> 및 <그림 3>은 태풍 볼라벤 기간에 대한 매개변수 지역화 모형 및 청주 유역의 검증 결과를 나타냄.

<표 3> 미호천 8개 유역의 수문 사상을 활용한 매개변수 지역화 모형 (태풍 볼라벤)

구분	매개변수 지역화 모형	R ²
NSE*	Cmax: 28312.042 - 0.232Area - 16.431ALTBAR - 1368.112FormFactor + 409.157DrainageDensity - 12.363SAAR - 11726.44FARL	0.88
	rtq: 279.83 + 0.002Area - 29.576FormFactor + 7.392DrainageDensity - 0.138SAAR - 15.54FARL	0.96
	% (q): 0.208 - 0.0001Area + 0.009ALTBAR - 0.217DrainageDensity - 0.176FARL	0.73
FH	Cmax: 298.839 + 0.01Area + 1.008ALTBAR - 61.371FormFactor - 0.478SAAR + 2.179CN	0.90
	rtq: -39.124 + 0.004Area + 0.254ALTBAR - 46.601FormFactor + 0.021SAAR + 21.089FARL - 0.338CN	0.99
	% (q): 3.25 + 0.00002Area + 0.004ALTBAR - 0.27FormFactor - 0.002SAAR	0.45

<표 4> 미호천 8개 유역의 매개변수 지역화 모형을 적용한 청주 유역의 검증 결과값 (태풍 볼라벤)

사상	목적함수	
	NSE*	FH
E1	0.08	0.28
E2	0.21	0.18
E3	0.24	0.38
E4	1.57	2.05
E5	0.92	0.15
E6	0.25	0.82



<그림 3> 미호천 8개 유역의 매개변수 지역화 모형을 적용한 청주 유역의 검증 수문곡선 (목적함수: NSE*, 태풍 볼라벤)

4. 결론

- 미호천 8개 유역의 태풍 기간별 수문사상을 활용하여 도출한 매개변수 지역화 모형의 R² 값이 대체적으로 우수한 값을 보임.
- 지역화 모형을 적용한 청주 유역의 검증 수문곡선이 관측 수문곡선과 비교적 유사하게 모의되었으며, 특히 첨두 홍수량 부분을 잘 반영하였음.
- 매개변수 지역화 모형을 적용하여 청주 유역에 검증한 결과, E1, E2, E3 및 E6의 목적함수 NSE* 값이 0.3 이하의 우수한 값을 보임.
- 따라서, 제시된 매개변수 지역화 모형이 미계측 유역 적용에 적합한 성능을 보인다고 판단됨.