

모형내에서 강우의 불확실성이 유역의 유출량에 미치는 영향 평가

Evaluation of effects of rainfall errors on Discharge

최강수*, 경민수**, 김형수***, 김병식****

Kang Soo Choi, Min Soo Kyoung, Hung Soo Kim, Byung Sik Kim

요 지

수문학에서 유출을 모의하는데 가장 많이 쓰이는 방법은 강우-유출모형을 이용하는 방법이다. 이때 대부분의 연구에서는 강우를 참값으로 가정하고 있으며, 이러한 가정을 기초로 하여 매개변수나 동일 유역내에서 강우-유출모형에 따른 불확실성에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 그러나 실제로 관측된 강우자체도 상당한 불확실성을 가지고 있으며, 이러한 불확실성이 강우-유출모형을 거치면서 유출량을 얼마나 변화시키는지에 대한 연구는 아직까지 활발히 이루어지지 못하고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 준분포형 모형인 SLURP(Semi-distributed Land Use-based Runoff Processes)을 이용하여 안성천 유역을 대상으로 강우의 불확실성이 유역의 유출량에 미치는 영향을 평가하였다. 강우의 오차를 표현하기 위해 0.4 ~ 1.3의 강우 보정 계수를 각각 일 단위 강우사상에 곱하였으며 2004년1월1일~2007년 12월31일까지 총 4년간의 연속강우사상을 SLURP모형의 입력 자료로 이용하여 분석하였다. 연구결과 강우의 오차가 10% 증가할 경우, 유출량은 26.3% 증가하는 것을 알 수 있었으며, 본 연구를 통해서 강우의 불확실성이 국내유역의 유출량에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 있었다.

핵심용어 : SLURP, 강우보정계수, 강우불확실성, 유출량

1. 서 론

최근 지구온난화, 엘니뇨 및 라니냐등 지구환경의 변화로 인하여 세계 곳곳에서 가뭄과 홍수와 같은 재해가 빈발하고 있으며, 우리나라의 경우에도 1990년대 후반부터 국지적 집중 호우(과주, 문산, 중랑천, 지리산 등)로 인하여 상당한 피해를 겪고 있다. 이러한 피해에 대비하기 위해서는 정확한 유출량을 산정하는 것이 매우 중요하며 이를 위해 강우의 불확실성과 유출량 간의 관계를 분석하는 것이 필요하다. M.Kobold and M.Brilly. (2006)에서는 Savinja 유역을 대상으로 HBV모형을 적용한 결과 강우의 오차가 10%를 가질 경우 첨두 유출량은 17%의 오차를 가진다는 연구 결과를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 안성천 유역을 대상 유역으로 선정하였으며 안성, 회화, 진위, 기흥, 평택, 서운, 성거, 성환, 수원, 원삼, 양감, 양성, 이동 등 총 13개의 지점에서 (2004년1월1일~2007년 12월31일) 총 5년의 강우자료에 강우 보정계수를 적용하여 강우의 오차가 유역의 유출량에 미치는 영향을 SLURP모형을 이용하여 평가하였다.

2. 대상유역

본 연구의 대상유역은 안성천 유역으로서 분류인 안성천은 경기도 용인시 남부의 산지에서 발원하여 안성

* 정회원 · 인하대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : ih7912@paran.com

** 정회원 · 인하대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : gigatg@inha.ac.kr

*** 정회원 · 인하대학교 토목공학과 교수 · E-mail : hungkim@inha.ac.kr

**** 정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 · E-mail : hydrokbs@kict.re.kr

과 평택을 거쳐 남서 방향으로 흐르며 북위 36 50' ~ 37 20', 동경 126 50' ~ 127 00' 걸쳐 한반도 중서부에 위치하고 있다. 유역면적은 1,699 km^2 , 유로연장 66.4 km 인 하천으로서 북동쪽으로 한강유역, 남동쪽으로는 금강유역, 남서쪽으로는 삼교천 유역과 접하고 있다. 관측소 현황은 표1과 같다..

표 1. 안성천 강우관측소 현황

국가표준관측소 코드	관측소명	관측종별	주 소
11014020	안성	T/M	경기도 안성시 봉산동 31-3 시청길25(안성시청 농림과)
11014070	회화	T/M	경기도 평택시 서탄면 회화(오산천제방)
11014010	진위	T/M	경기도 평택시 비전동 846 (진위면사무소)
11014090	기흥	T/M	경기도 용인시 기흥읍 신갈 저수지방죽 (사택옥상)
11014080	평택	T/M	경기도 평택시 군문동 군문교
11014130	서운	T/M	경기도 안성시 서운면 인리67 서운중교
11014110	성거	T/M	충청남도 천안시 성거읍 저57-26 성거읍사무소
11014050	성환	T/M	충청남도 천안시 성환읍 수양 187 대흥초교
11014060	수원	T/M	경기도 화성시 봉담읍 와우산2-2 수원대학교(옥상)
11014030	원삼	T/M	경기도 용인시 원삼면 고당리95-1번지 원삼중교
11014040	양감	T/M	경기도 화성시 양감면 신왕243-8 양감면사무소
11014120	양성	T/M	경기도 안성시 양성면 삼암205(정자말배과수원내)
11014100	이동	T/M	경기도 용인시 이동면 송전 750-3(이동면사무소)

본 연구에서는 13개 강우 지점인 안성, 회화, 진위, 기흥, 평택, 서운, 성거, 성환, 수원, 원삼, 양감, 양성, 이동의 2004년부터 2007년까지의 강우사상별 일자료를 이용하여 강우 불확실성이 유출량에 미치는 영향을 분석하였다. 유출량의 관측치는 대상유역에 최종 출구점에 수위관측소가 없기 때문에 평택 수위 관측소의 수위 자료를 이용하여 한국수문조사연보(2006, 건설교통부)에 제시된 수위유량관계곡선식을 이용하여 유량을 산정하여 면적비 유량을 사용하였다.

3. 강우 불확실성에 따른 유역의 유출량 분석

유역 유출량의 불확실성은 주로 유역평균 강우를 사용하는 데서 오는 불확실성에서 기인하게 된다. 만약 강우 관측소에서 측정된 강우가 오차가 있을 경우, 모의된 유출량 또한 불확실성을 가지게 된다(Sattler, 2002; Sattler and Feddersen, 2003; Kobold and Suselj, 2005).

강우의 오차가 유출량의 불확실성에 미치는 영향을 알아보기 위해서, SLURP모형을 이용하여 강우 오차에 따른 민감도분석을 실시하였다. 강우의 오차를 표현하기 위해 0.4 ~ 1.3의 계수를 각 사상의 일자료에 곱하였으며 SLURP 모형에 각각의 일자료를 독립적으로 적용하였다. 이것은 강우를 제외한 다른 변수는 고정시켰음을 의미한다. 본 연구에서는 연도별 총 유출량을 분석하였다. 강우의 오차를 표현하기 위해서 사용된 보정계수가 곱해진 강우를 이용해서 구한 유출량과 보정계수를 곱하지 않은 강우를 이용하여 모의한 유출량의 비는 식(1)를 통해서 구할 수 있다.

$$K_{Q}^{i, k_p} = \frac{Q_{i, k_p}}{Q_{i, P}} \quad (1)$$

여기서, i 는 각각의 홍수사상을 의미하며, k_p 는 [0.4, 1.3]의 가중치가 고려된 강우를 표시한다. P 는 i 사상의 측정된 강우를 의미하고, K 는 유출량 계수를 나타낸다.

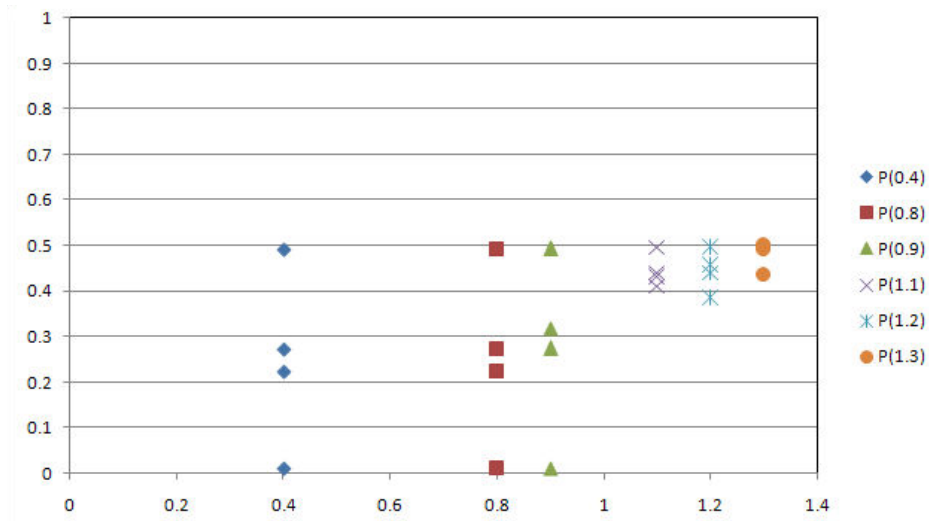


그림 1 강우불확실성에 따른 유출량비

그래프의 x 축에서의 숫자는 본 연구에서 사용된 강우보정계수를 적용한 강우자료를 의미하며 각각의 강우 자료들은 표2과 같다.

표 2. 강우자료

No	1	2	3	4
계열	2004년1월1일~2004년12월31일	2005년1월1일~2005년12월31일	2006년1월1일~2006년12월31일	2007년1월1일~2007년12월31일

각각의 강우가중치에 의해서 계산된 유출량 계수의 평균, 표준편차, 표준오차의 값은 표3와 같다.

표 3. 유출량 계수의 통계치

강우 가중치	Q_{peak} 의 평균 가중치	표준편차	표준오차
0.4	0.1800	0.18145	0.081147
0.8	0.5660	0.18168	0.081248
0.9	0.239785	0.18837	0.084243
1.1	0.369986	0.23992	0.107297
1.2	0.42127	0.24575	0.109904
1.3	0.474741	0.27659	0.123695

강우의 불확실성에 따른 유역 유출량의 불확실성을 분석한 결과를 그림2에 나타냈으며, 그에 대한 회귀식을 구하면 식(2)과 같다.

$$K_{Q_{peak}} = 0.251K_P^2 + 0.048K_P + 0.014 \quad (2)$$

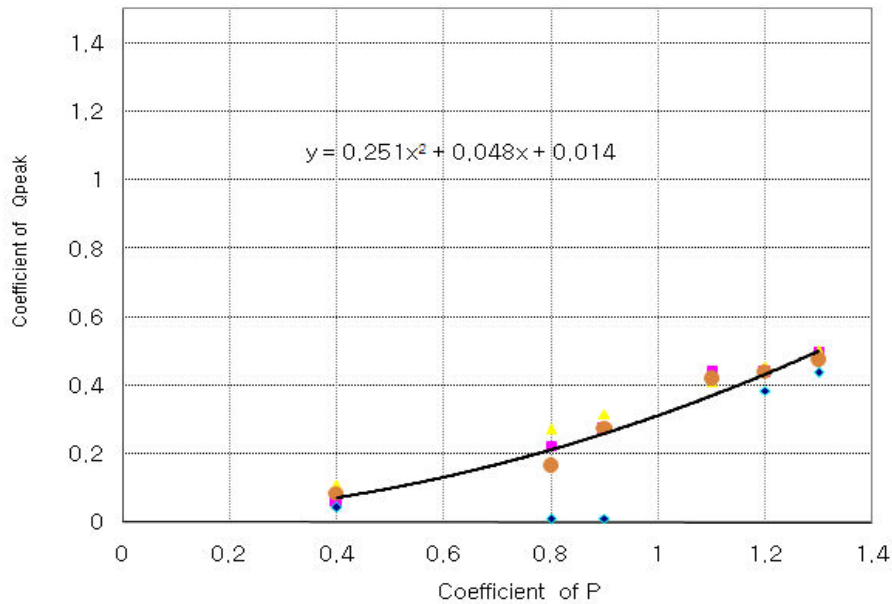


그림 2 강우 가중치에 따른 유출량의 편차

3. 결론

강우의 불확실성이 커질수록, 유출량의 불확실성도 그에 따라 커지게 된다. 실제로, 안성천 유역을 대상으로 분석한 결과 강우량이 10%의 오차를 가질 경우 유출량은 26.3%까지의 오차를 가지게 됨을 알 수 있었다. 따라서 강우의 불확실성을 고려하여 유출량을 산정하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 물론 대상유역에 대해 강우를 제외한 모든 변수 조건이 최적화되어 있어야 한다는 전제 조건이 있어야 하며 이를 위해서는 다양한 최적화기법 중 대상유역에 적합한 최적화기법을 선택하여 유역의 대표매개변수를 산정하는 것 또한 중요하다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반기구축사업(05-기반기축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참고 문헌

1. Kobold, M. and Sušselj, K. (2005) Precipitation forecasts and their uncertainty as input into hydrological models, Hydrol. Earth Syst. Sci., Vol.9, pp.322-32.
2. Kobold, M. and Brilly, M. (2006) The use of HBV model for flash flood forecasting, Natural Hazards and Earth System Sciences, 6, 407-417.
3. Sattler, K. and Feddersen, H. (2003) Study on the treatment of uncertainties in limited-area NWP rainfall using different ensemble approaches. An European Flood Forecasting System, Deliverable Report 6.2, Contract no. EVG1-CT-1999-00011, WL Delft Hydraulics, Netherlands.
4. Singh, V. P. (1995) Computer Models of Watershed Hydrology, Water Resour. Publication, Colorado, USA.
5. Kite, G.W. (2001). Modelling the Mokong: hydrological simulation for environmental impact studies, Journal of hydrology, Vol.253, pp.1-13