

# 인간활동 및 기후변화로 인하여 변화되는 유량의 정량적 분리

## Quantitative separation of discharge impacted by human activities and climate change

김상욱\*, 김형배\*\*

Sang Ug Kim, Hyeong Bae Kim

### 요 지

장기적인 수자원 계획의 수립이나 수공구조물을 설계함에 있어 수문학적 순환은 매우 중요하다. 그러나 수문학적 순환은 인간활동과 기후변화의 요인으로 인하여 시간 및 공간에 따라 항상 변화되기 때문에 특정지점에서의 유량도 수문학적 순환의 변동으로 인하여 변화된다. 따라서 본 연구에서는 특정 지점에서 취득된 과거 유량자료를 이용하여 기후변화와 인간활동에 의해 변화되는 유량을 정량적으로 분리할 수 있는 두 가지 기법을 개발하였다.

인간활동에 의해 변화되는 유량(인간활동 유량변동)에 영향을 미치는 요인으로는 인구 증가, 토지이용 변화 등을 들 수 있고, 기후변화에 의해 변화되는 유량(기후변화 유량변동)에 영향을 미치는 요인으로는 온난화로 인한 강수, 기온, 습도 등의 변화를 들 수 있다. 이러한 요인으로 인한 유량의 변동을 분석하기 위해서는 먼저 관측된 자료가 가지고 있는 변동점을 분석하여 변동점 이전 구간을 비영향구간(non-impacted period), 이후 구간을 영향구간(impacted period)로 나누어야 하는데 이를 위하여 이중누가곡선, 선형회귀분석, Mann-Kendall 검정, Pettitt 검정을 이용하였다.

인간활동 및 기후변화 유량변동을 정량적으로 분리함에 있어서는 두 가지 분석기법이 사용될 수 있다. 즉 인간활동 유량변동을 먼저 분석한 이후 기후변화 유량변동을 산정하는 기법을 적용할 수도 있고 반대로 기후변화 유량변동을 먼저 산정한 이후 인간활동 유량변동을 산정할 수도 있는데 본 연구에서는 두 가지 기법을 모두 적용하여 그 결과를 비교하였다. 인간활동 유량변동을 먼저 산정하는 기법을 적용하기 위해서 비영향구간에 대해 SWAT-CUP을 활용하여 보정된 SWAT 모형을 구축하여 결과의 산정에 활용하였으며, 기후변화 유량변동을 먼저 산정하는 기법을 적용하기 위해서는 영향구간에 대해 민감도 분석 기법 중의 하나인 Budyko 분석을 활용하였다.

본 연구에서 개발된 두 가지 기법을 이용하여 인간활동 및 기후변화 유량변동을 정량적으로 산정하여 비교함에 있어 한강 유역의 소양강댐 상류유역과 섬강유역을 대상으로 과거 관측자료를 취득하여 연구를 수행하였다. 소양강댐 상류유역과 섬강유역의 변화된 유량에 대해서 기후변화로 인한 영향의 비율이 높은지 인간활동으로 인한 영향의 비율이 높은지를 파악함으로써 궁극적으로 두 유역에서의 인간활동과 기후변화로 인해 발생된 유량의 변화 요인을 정량적으로 분리하여 파악할 수 있었다. 그러므로 이와 같은 연구를 활용하여 수문학적 순환 관계에 있어 앞으로 어떠한 요인이 유량변동에 많은 영향을 미치는지 예측하여 미래에 변화하는 유량에 대해 계획하고 수공구조물을 설계함에 있어 활용될 수 있는 설계지침을 제시할 수 있었다.

감사의 글: 본 연구는 2014년도 교육부 재원을 한국연구재단 지원으로 수행된 기초연구사업(2014R1A1A2053328)에 의해 수행되었습니다.

**핵심용어** : 인간활동, 기후변화, 변동점, SWAT, Budyko 분석

\* 정회원 · 강원대학교 공과대학 토목공학과 부교수 · E-mail : [sukim70@kanwon.ac.kr](mailto:sukim70@kanwon.ac.kr)

\*\* 학생회원 · 강원대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 · E-mail : [khh10000@kangwon.ac.kr](mailto:khh10000@kangwon.ac.kr)