

Eckhart filter를 이용한 복합수문곡선에서의 기저유출분리

Baseflow Separation from Complex Hydrograph using Eckhart Filter

강부식¹⁾, 문수진²⁾

Kang, Boosik·Moon, Sujin

요 지

일반적으로 유역의 기저유출 산정에는 적용의 간편성을 이유로 수평직선분리법, N-day법등을 주로 사용해 왔으며 이를 단기호우사상에 대한 모의에 적용해 왔다. 그러나 수평직선분리법이나 N-day에 의한 기저유출의 산출은 연구자의 주관성이 반영될 수 있는 가능성이 다분하며 총 유출에 대한 기저유출의 기여가 상대적으로 크게 되는 장기유출모의에 이용하기에는 효율적이지 못할 뿐 아니라 분석을 수행하는 사람에 따라서 그 결과에 많은 차이가 있을 수 있다. 그래서 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위해서 다양한 'Digital Filtering' 방법이 수문곡선 분리에 많이 사용되고 있다. Eckhardt 필터는 출력의 신호대 잡음비가 최소화를 목적으로 사용하는 최적선형필터의 형태를 갖고 있으며, BFI_{max} 변수 값을 이용하여 수문분석 시 대수층별 특성을 반영할 수 있는 장점을 지니고 있다. 따라서 BFI_{max} 변수 값에 따라서 분리된 직접유출과 기저유출 값에는 상당한 차이가 발생할 수 있는데, 정확한 수문분석을 위해서는 연구대상 유역 내 대수층의 특성에 가장 부합되는 BFI_{max} 변수 값을 구하여야 하는 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 감수곡선 분석방법과 최적화 기법을 이용하여 BFI_{max} 변수 값을 결정해 주는 모듈을 사용하고 있다.

금강유역의 수문곡선분리를 위해 먼저 금강 유역 내 관측소의 강우 및 수위 일 자료를 수집하고 수위자료는 동향, 옥천, 천천, 청성, 호탄지점의 자료를 이용하였다. 관측단위는 일 단위를 사용하였다. 분리된 수문곡선에 대한 검증은 지하수관측이나 중간유출에 대한 관측에 한계가 있기 때문에 정량적인 검증은 쉽지 않은 상황이고 수문곡선에 대한 시각적 판단에 의지하고 있다. 하지만 효과적인 기저유출분리가 가능해진다면 하천 건천화에 대한 정확한 진단과 함께 기후변화에 따른 지하수 및 지표수 영향에 대한 보다 신뢰도 있는 전망이 가능해지므로 매우 중요한 연구 분야라 판단된다.

핵심용어: 복합수문곡선, 기저유출분리, Eckhardt 필터, 디지털 필터링

1. 서 론

국내 연구는 대부분 단기호우사상에 의한 모의를 위해 단위도를 산정하였으며, 기저유출 분리과정에서 적용이 용이한 수평직선분리법, N-day법등을 많이 사용해 왔다. 그러나 수평직선분리법이나 N-day에 의한 기저유출의 산출은 연구자의 주관성이 반영될 수 있는 가능성이 다분하며 총 유출에 대한 기저유출의 기여가 상대적으로 크게 되는 장기유출모의에 이용하기에는 그 신뢰도가 떨어진다고 할 수 있다. 그래서 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위해 'Digital Filtering' 방법이 수문곡선 분리에 많이 이용되고 있다.

1) 정회원·단국대학교 토목환경공학과 조교수·공학박사·031-8005-3484(E-mail: bskang@dankook.ac.kr)

2) 학생회원·단국대학교 토목환경공학과 석사과정·031-8005-3484 (E-mail: moonsujin@dankook.ac.kr)

2. 단위도 산정

2.1 대상유역

금강유역은 동경 126°40'8" ~ 128°3'25", 북위 35°34'42" ~ 37°3'7"에 걸쳐한반도의 남부 중서부에 위치하며, 유로연장은 388.45km, 유역면적은 9,914.01km²으로 남한에서 세 번째 큰 강이다. 금강 유역의 동쪽에는 낙동강 유역이, 북쪽에는 우리나라 최대하천유역인 한강 유역이 있으며 북서쪽으로는 안성천유역과 삽교천유역, 남쪽에는 섬진강 유역이 접하고 있다. 행정구역으로는 1광역시, 5도를 포함하고 있으며, 대전광역시, 충청북·남도, 전라북도 및 경상북도이다.

2.2 연구내용 및 연구방법

금강유역의 수문곡선 분리를 위하여 금강유역내의 수위 관측소 및 수위-유량곡선식을 조사한 결과 2001 ~ 2007년의 자료를 보유하고 있는 관측소는 동향, 옥천, 천천, 청성, 호탄으로 본 연구에서는 총 5개 지점에 대하여 수문곡선분리를 실시하고자 한다. 각 지점의 일 자료를 토대로 Digital Filtering을 이용한 프로그램 중 우리나라의 몬순기후와 같은 특수한 상황에 유리한 WHAT SYSTEM을 이용하여 직접유출과 기저유출을 분리한다.

2.3 WHAT(Web-based Hydrograph Analysis Tool) SYSTEM의 기저유출 분리모듈

Web GIS기반의 WHAT 시스템에서는 기저유출 분리를 위한 세 개의 기저유출 분리 모듈을 사용한다. 첫 번째로 “Local Minimum Method”모듈로 수문곡선이 감소하였다가 다시 증가되는 지역적인 최소값을 연결하여 수문곡선을 분석하는 방법으로 USGS에서 개발한 HYSEP의 방법과 비슷하다. 두 번째는 디지털 필터인 BFLOW filter를 이용하는 방법인 “One Parameter Digital Filter - Filter Parameter”, 세 번째는 “Recursive Digital Filter Please select aquifer type”방법으로 BFLOW를 수정하여 대수층의 특성을 고려할 수 있는 Eckhart filter를 이용하는 방법이다. 이 중 “Local Minimum Method”모듈을 이용하여 기저유출을 분리한 결과 기저유출을 실제보다 많이 산정하는 단점이 있으나 Eckhart filter를 이용하여 기저유출을 분리한 경우에는 기존의 수문분석방법의 결과와 비슷함을 알 수 있었다. 하지만 Eckhart Digital Filter의 경우에는 BFI변수값에 따라 분리된 직접유출과 기저유출에 있어서 많은 차이를 보이기 때문에 유역의 대수층의 특성을 잘 반영할 수 있는 변수를 결정하는데 많은 주의가 필요하다.

3. 금강유역의 기저유출분리

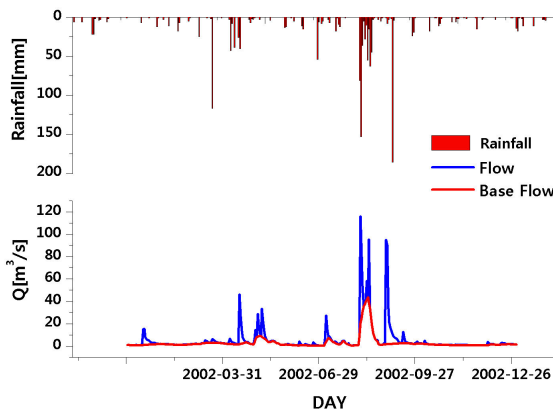
3.1 금강유역의 대수층

금강유역은 전반적으로 구릉지 및 산악지가 주로 분포하고 있으며 암쇄토의 면적이 4,807.89km²(48.50%)로 가장 많은 면적을 차지한다. 또한 토성별로 보면 사양질 내지 식양질의 면적이 6,032.77km²(60.85%)로 가장 많은 면적을 차지하고 있다. 금강유역내의 토양배수별 결과를 보면 배수상태가 매우 양호인 지역의 면적이 4,149.20km²(41.85%)로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 양호 2,250.44km²(22.70%), 불량 2,086.93km²(21.05%), 매우 양호 내지 양호 731.44km²(7.38%), 암석노출지 397.24km²(4.01%)를 차지하고 있다. 배수가 양호한 면적이 다른 배수상태보다 많으므로 금강유역은 비교적 배수능력이 좋은 대수층이라고 할 수 있다. 그러

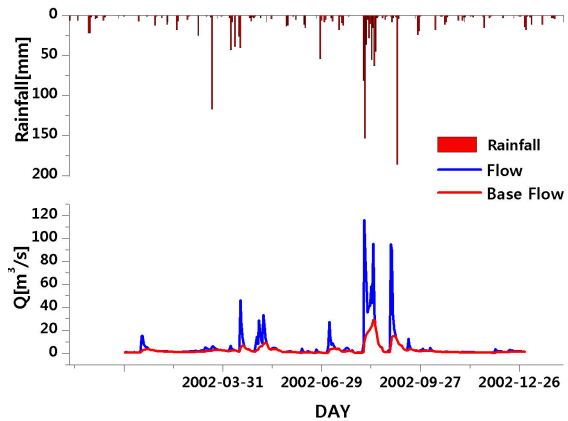
므로 Eckhardt모듈 적용 시 BFI_{max} 변수값은 WHAT SYSTEM에서 자동적으로 0.8로 결정된다.

3.2 기저유출 분리

금강유역내의 2001~2007년의 자료를 보유하고 있는 수문관측소의 수위-유량곡선을 이용하여 동향, 옥천, 천천, 청성, 호탄 총 5개 지점에 대하여 수문곡선분리를 실시하였다. 다음은 2002년도 태풍 루사 당시 동향지점에 대하여 Local Minimum Method모듈 및 Eckhart Digital Filter모듈에 대하여 수문곡선분리를 실시한 결과이다.

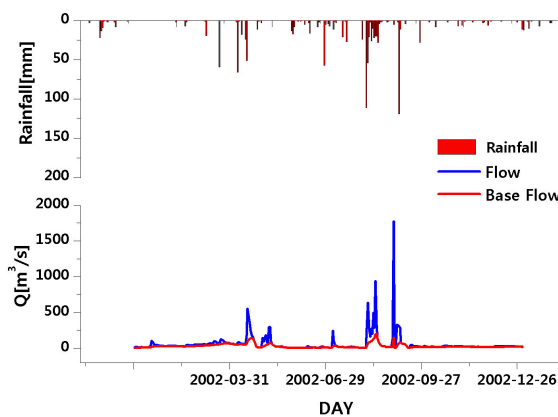


Local Minimum Method모듈에 대한
2002년 동향지점의 기저유출분리

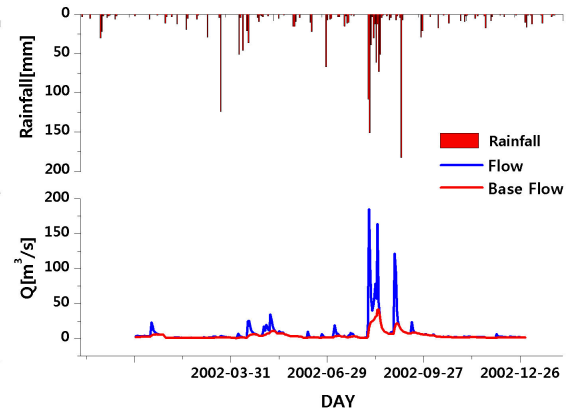


Eckhart Digital Filter모듈에 대한
2002년 동향지점의 기저유출분리

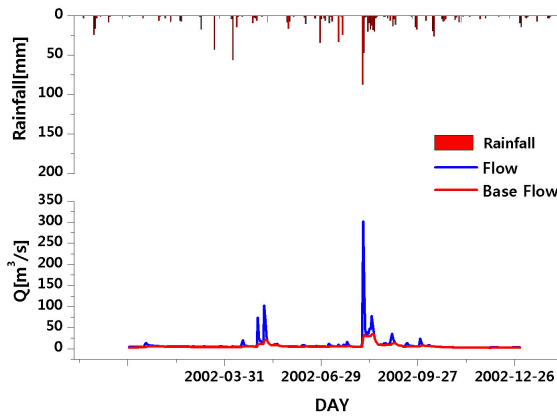
그 결과 Local Minimum Method모듈에 의한 수문곡선 분리는 기저유출을 실제보다 과다하게 산정하는 단점을 볼 수 있었으며 그에 비해 Eckhart Digital Filter모듈에 의한 수문곡선 분리는 비교적 기저유출 분리를 정확하게 하고 있는 것을 볼 수 있었다. Eckhart Digital Filter모듈에 의한 나머지 옥천, 천천, 청성, 호탄 4개 지점에 대한 수문곡선 분리는 다음과 같다.



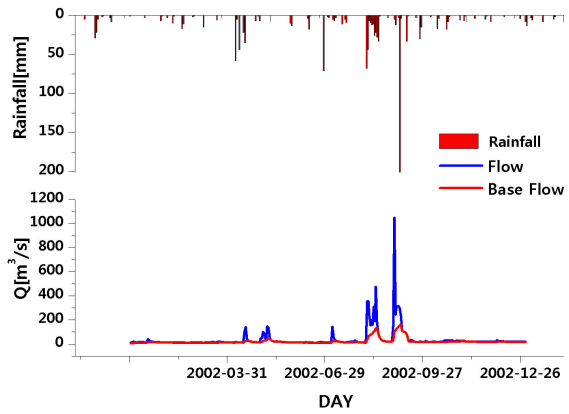
Eckhart Digital Filter모듈에 대한
2002년 옥천지점의 기저유출분리



Eckhart Digital Filter모듈에 대한
2002년 천천지점의 기저유출분리



Eckhart Digital Filter모듈에 대한
2002년 청성지점의 기저유출분리



Eckhart Digital Filter모듈에 대한
2002년 호탄지점의 기저유출분리

4. 결론

본 연구를 위하여 금강유역을 선정하고 수문곡선에서 기저유출의 분리를 하기위하여 여러 가지 방법을 찾아보았다. 기존의 기저유출의 분리를 위한 N-day법과 같은 방법을 비롯한 USGS에서 제공하는 PART 또는 HYSEP, PURSE, RORA등의 Digital Filtering 방법 등 수많은 방법이 기저유출분리 위한 방법들로 존재하였다. 이 중 본 연구에서는 Digital Filtering 방법 중 하나인 WHAT SYSTEM 프로그램을 이용하여 금강유역 내 5개의 수위 관측소에 대하여 기저유출을 분리하고, 같은 기간 동안 내린 강우가 수문곡선과 기저유출에 어떠한 영향을 미치는지 수문곡선을 통하여 알아보려고 하였다. 그 결과 유량은 강우 변화에 따라서 변화하는 것을 알 수 있었으며 프로그램을 통한 직접유출과 기저유출분리를 알아낼 수 있으므로 도출된 기저유출곡선과 수문곡선이 일치하는 지점에서 변곡점을 판단할 수 있었다. 금강유역은 배수가 양호한 면적이 대부분을 차지하므로 다른 배수 유역면적에 비해서 중간유출이 많이 발생하므로 수문곡선과 기저유출곡선 사이의 차이가 있는 것은 배수의 영향으로 인하여 발생하는 중간유출임을 알 수 있었다. 분리된 수문곡선에 대한 검증은 지하수관측이나 중간유출에 대한 관측에 한계가 있기 때문에 정량적인 검증은 쉽지 않은 상황이고 수문곡선에 대한 시각적 판단에 의지하고 있다. 하지만 효과적인 기저유출분리가 가능해진다면 하천 건천화에 대한 정확한 진단과 함께 기후변화에 따른 지하수 및 지표수영향에 대한 보다 신뢰도 있는 전망이 가능해지므로 매우 중요한 연구 분야라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 임경재 (2006). “수문모델의 정확성 평가를 위한 Web GIS 기반의 수문분석 툴, WHAT 의 소개”, **한국관개배수**, 한국관개배수위원회, 제13권 2호, pp.303-309
2. 정진영, 강부식, 차영기 (2007). “경사급변점을 이용한 기저유출분리와 Nash 모형에 의한 대표단위도 추정”, **2007년 한국수자원학회 학술발표회 논문집**, pp.1762-1767
3. Eckhart K. (2005). "How to construct recursive digital filters for baseflow separation". **Hydrological Processes**, Wiley InterScience, 19, pp. 507-515
4. Lim, K. J., Engel, B. A., Tang, Z., Choi, J., Kim, K., Muthukrishnan, S., Tripathy, D. (2005). “Automated Web GIS-based Hydrograph Analysis Tool, WHAT”. **Journal of the American Water Recourse Association**, 41(6): pp.1407-1416.