지하수저류량 산정식을 활용한 산림의 생태계서비스 가치평가

강덕호* · 나정화** · 박인환** · 김진효* · 권오성* · 이순주*
*경북대학교 대학원 조경학과 · **경북대학교 조경학과

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

UN의 산하기구인 국제인구행동연구소(PAI)에서 발표한 자료에 따르면 우리나라는 물 부족 국가군에 속한다. 그 이유는 우리나라의 연평균 강수량이 세계 연평균 강수량의 1.3배가 넘지만, 인구밀도가 높은 인구밀도로 말미암아 1인당 연 강수 총량은 세계 평균인 26,800ton의 10% 정도인 2,700ton 정도에 불과하기 때문이다. 또한 실질적으로 이용가능한 수자원 역시 연간 731억 ton으로 UN 국제인구행동연구소의 기준에 부족하다(국립산림과학원, 2011). 이렇듯 우리나라는 수자원의 확보에 어려움을 겪고 있지만, 홍수로 인한 피해 역시 해마다 발생하고 있다. 2011년 홍수피해현황을 살펴보면 침수면적이 14,892ha으로 약 7,460억원의 피해액이 발생하였다. 그 원인은 홍수기이며, 장마와 태풍이 발생하는 6~9월에 연강수량의 2/3가 집중되고, 갈수기인 11월부터 익년 4월까지 6개월간 강수량은 연강수량의 1/5에 불과하기 때문이다(건설교통부, 2001). 이러한 문제를 예방하기 위해 국내에서는 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 구조적 측면에서의 대표적인 해결방안으로는 댐과 보의 건설을 들 수 있다. 2013년 기준 다목적댐의 총 저수용량은 126.9억ton이고, 연간 109.6억 ton의 용수를 공급하며, 23.4억ton의 홍수를 조절할 수 있다(국토교통부, 2013). 이렇듯 댐 건설은 단기간에 많은 양의 수자원을 확보할 수 있음은 물론, 홍수조절 및 물과 관련된 다양한 연관 산업의 발전을 가져오는 등 경제적 측면에서도 높은 효과를 입증하고 있다. 하지만 한편으로는 농작물의 피해, 기상변화, 자원수몰과 문화재 유실 그리고 상하류 간의 수리권 분쟁 등 부정적인 영향 역시 가지고 있다. 또한 최근 국민들의 환경의식이 높아지면서 환경단체와 수몰지역주민들이 댐 건설을 반대하는 등 많은 문제가 발생하고 있다(국립산림과학원, 2011). 이에 대안으로 녹색댐이 주목받고 있다. 녹색댐이란 산림이 가지는 댐의 기능을 지칭하는 것으로써, 강우를 저장함으로써 홍수피해 저감은 물론이고, 서서히 방출하여 가뭄으로 인한 피해 역시 줄일 수 있다. 하지만 국민들의 의식변화와 녹색댐 개념이 주목받는데도 불구하고, 산림의 수자원함양에 대한 생태계서비스 가치 추정은 아직까지 정확하게 이루어지지 않고 있는 실정이다. 일반적으로 산림의 수자원함양 가치를 평가하기 위해서는 직접평가법이 많이 활용되었다. 직접평가법은 설문을 통해 국민들의 지불의사금액을 도출하는 것으로, 설문 응답자들이 산림의 다원적 기능의 정의와 기능 등 그 내용을 정확히 파악하지 못한 채, 지불의사 금액을 결정하여, 지불의사 금액의 신뢰성을 확보하기 어렵다는 한계점을 지닌다(유승혜, 2011). 이러한 문제를 해결하기 위해 총지출법과 대체비용법 등을 사용하기도 하지만, 이 또한 과소 또는 과다 추정의 문제가 있어 정확한 산림의 가치를 도출하기 어렵다(유승혜, 2011). 따라서 본 연구에서는, 산림의 수원함량을 정량적으로 수치화함으로써 객관성을 확보하고자 하였다. 또한, 이를 토대로 산림이 가지는 수원함양에 생태계서비스 가치를 경제적 측면으로 추정해 보았다.

Ⅱ. 연구내용 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 경상북도 칠곡군 일대 7개 소권역 약 951km^{2}을 대상으로 한다. 내용적 범위는 생태계서비스 중 지하수 저류량으로 제한하고 있으며, 2007년 환경부 토지피복도와 2006년 농촌진흥청의 정밀토양도를 이용하였다. 시간적 범위는 2010~2014년 칠곡군의 기상자료를 토대로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 수행절차는 5단계로 구성하였으며, 그 과정은 그림 1과 같다.

지하수저류량의 측정은 물수지 분석법(2008)으로 하였으며, 그 방법은 다음 식과 같다.

$$R = ET + R_{off} + Q^{bf} + \triangle S^{gw}$$

여기서 R은 강우량, ET는 증발산량, R_{off}는 유출량, Q^{bf}는 기저유출량, $\triangle S^{gw}$는 지하수 함양량이다. 본 연구에서는 Q^{bf}와

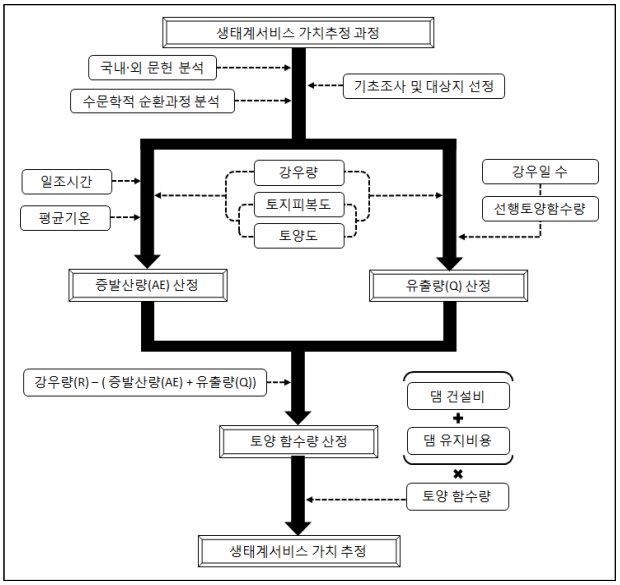

그림 1. 전체 연구 수행 절차

$\triangle S^{qw}$를 S(지하수저류량)으로 계산하였다.

증발산량은 Thornthwaite and Mather(1957) 방법으로 계산하였으며, 유출량은 미 농무성(U.S. Department of Agriculture, USDA)의 토양보전국(Soil conservation Service, SCS)에서 개발한 SCS-CN 방법(Soil Conservation Service, 1969)을 사용하였다.

도출된 유출량을 통한 생태계서비스 가치추정은 다목적댐 건설비용, 댐 유지비용에 따른 가치로 추정하였다. 가치 추정에는 군위댐의 건설비용 및 유지비용을 이용하였다.

Ⅲ. 결과

분류지역은 토지피복도상의 분류지역을 재구성하여 시가화/건조지역, 농업지역, 산림, 초지/나지, 습지로 구분하였으며, 각 분류지역별 면적은 시가화/건조지역 78.2km^2, 농업지역 193.6km^2, 산림 613.1km^2, 초지/나지 36.9km^2, 습지 29km^{2}였다.

2010~2014년 평균 강우량은 1,168.84mm로 나타났다. 증발산량은 712.47mm이며, 강우량의 약 61%로 나타났다. 분류지역별 증발산량은 시가화/건조지역이 평균 632.40mm, 농업지역 711.20mm, 산림 727.93mm, 초지/나지 695.08mm, 습지 632.40mm로 나타났다. 증발산량은 시가화/건조지역과 습지가 가장 낮게 나타났으며, 산림이 가장 높게 나타났다. 이는 산림의 경우 토양의 수분함량이 높고, 식생이 우거져 나무를 통한 증발산이 많이 발생하기 때문인 것으로 판단된다.

유출량은 평균 449.64mm로 평균 강우량의 약 38%로 나타났다. 분류지역별 증발산량은 시가화/건조지역이 평균 653.9mm, 농업지역 516.6mm, 산림 364.5mm, 초지/나지 543.9mm, 습지 1,139.1mm로 나타났다.

강우량에서 증발산량과 유출량의 합을 제한 지하수저류량은 102.9mm로 평균강우량의 약 9%로 나타났다. 분류지역별 지하수저류량은 시가화/건조지역이 45.7mm, 농업지역 30.2mm, 산림 140.4mm, 초지/나지 63.0mm, 습지 0mm로 나타났다. 지하수저류량은 산림이 가장 높게 나타났으며, 습지가 가장 낮게 나타났다.

강우량에 비해 증발산량과 유출량, 지하수저류량의 합이 큰 이유는 기타 유입 및 기저유출 등 외부의 강우 이외의 외부 유출입을 배제한 결과로, 이러한 지역의 경우 증발산량과 유출량의 합이 강우량보다 높게 나타나, 이 지역의 경우 지하수저류량을 0mm로 계산하였다.

앞서 계산한 유출량을 토대로 생태계서비스 가치를 추정한 결과, 연평균 약 399억 3,700만 원의 가치가 도출되었다. 분류지역별 생태계서비스 가치를 살펴보면 시가화/건조지역이 14억 3,800만 원, 농업지역 24억 300만 원, 산림 351억 5,200만 원, 초지/나지 9억 4,300만 원, 습지 0원으로 나타났다. 산림의 면적이 가장 넓은 만큼 지하수 저류량에 대한 생태계서비스 가치가 가장 높게 나타났다. 산림은 면적이 넓은 만큼 전체가치가 높게 나타났다. 또한 단위면적당 가치 역시 산림이 가장 높게 나타났으며, 초지/나지, 시가화/건조지역, 농업지역, 습지 순으로 나타났다.

Ⅳ. 결론

본 연구에서는 칠곡군 일대 산림을 대상으로 이들이 가지는 다양한 생태계서비스 기능들 중 수원함양 기능에 대한 경제적 가치를 분석하였다. 연구결과 산림의 지하수 저류량의 가치는 연간 약 351억 5,200만 원으로 나타났으며, 지하수 저류량 외에 대기정화, 토양침식방지, 산림문화/치유 기능 등 여러 생태계서비스 가치들을 합산하면 더욱 높은 가치를 가질 것으로 판단된다. 뿐만 아니라, 산림이 가지는 생태계서비스의 정량적 가치 파악은 다양한 개발로부터 산림의 효과적인 보전을 위한 법적제도 마련에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건설교통부(2001) 수자원장기종합계획: Water Vision 2020.
2. 국립산림과학원(2011) 산림유역의 물순환 조사. 국립산림과학원 연구보고 제11-14호.
3. 국토교통부(2013) 통계로 보는 한국의 수자원.
4. Healy, R. W., C. A. Rice, T. T. Bartos and M. P. Mckinley(2008) Infiltration from an impoundment for coal-bed natural gas, Powder river Basin, Wyoming: Evolution of water and sediment chemistry. Water Resources Research 44(6).
5. Soil Consetvation Service(1969) Hydrology in SCS National Engineering Handbook, Section 4.
6. Thornthwaite, C. W. and J. R. Mather.(1957) Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Publications in Climatology 10(3): 311.