

PB1)                   에머지(Emergy) 개념을 이용한 산지가치의  
                          계량화에 관한 연구

김남국\*, 김진이<sup>1</sup>, 이석모<sup>1</sup>

부경대학교 지구환경공학·학연협동과정, <sup>1</sup>부경대학교 생태공  
학과

1. 서 론

우리나라는 국토의 65%가 산지로 구성된 산악국가이다. 따라서 산지를 이용·개발하고자 하는 시도와 보전하고자 하는 노력이 항상 대립적인 갈등관계를 유지해왔다. 이러한 갈등관계와는 별도로 산지를 관리하는 제도는 임업생산, 산림녹화 중심의 산림관리가 중심이 되었고, 국토자원으로서의 산지관리는 도외시되었다. 그로 인해 산지주변 토지이용과의 부정합성 문제나 산지의 난개발 문제 등에 효율적으로 대처할 수 없었다. 때문에 전반적인 국토관리의 틀 내에서의 산지이용과 보전은 간과되어 왔다.

이와 달리 산지에 대한 사회적 요구와 수요는 급격하게 변화하고 있다. 도시의 교외화·광역화 추세에 따라 산지에 대한 도시개발 수요가 증대하고 있고, 주5일 근무제와 국민소득 증가에 따른 전원생활 선호 추세가 늘고 있다. 이에 따라 도시 주변의 산지를 중심으로 신규개발 수요가 지속적으로 나타나고 있다.

산지에 대한 개발수요와 달리 한편에서는 자연생태 및 환경요소로서의 산지 중요성도 크게 부각되고 있다. 교토의정서의 온실가스 감축 규정, 삶의 질 향상을 위한 자연환경보전 및 휴양기능, 수질 및 대기정화 기능, 생물종의 다양성 등 증대하고 있는 산지의 공익적 가치에 비추어 볼 때, 산지를 잘 보전하는 것은 환경보전적 측면에서만이 아니라, 경제적 효용측면에서도 필요한 과제이다.

이와 같이 다양한 형태로 증가하고 있는 산지개발 및 이용수요와 보전필요성을 합리적으로 수용할 수 있기 위해서는, 산지 및 산림생태계를 구성하는 수많은 인자들과 자원으로서 이들이 지니고 있는 가치를 정확히 분석, 평가하여 합리적으로 관리, 이용하고자 하는 노력이 요구된다. 따라서 생태계 구성요소와 다양한 실체들 간에 어떠한 상호관계를 지니고 있는지를 인식하고 산지의 잠재적 가치를 충분히 평가할 수 있는 적절한 방법이 필요한 실정이다.

이러한 배경하에서 본 연구는 자연환경의 실질적인 가치를 평가할 수 있는 에머지 개념을 이용하여, 이를 기초로 인간에 의하여 경험된 산지의 생산적, 공익적, 보전적 가치 등의 도구적(instrumental) 가치 외에 산지 본래(intrinsic)의 가치에 대한 계량화를 제시하고자 하였다. 이러한 에머지 개념을 이용한 산지 가치의 정량적 평가를 통해서 우리는 한층 더 산지의 다원적 기능에 대한 자각을 할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 에머지의 개념

그동안 생태계의 가치는 화폐로 표현되는 경제적 이익의 산출을 위한 이용 대상으로만 취급되어 왔으며, 그것을 이용하는 데에만 지불하는 인간의 지불의사(Willingness to pay)에 의한 경제학적 가치평가에 의해 이루어져 왔다. 이는 인간사회에 기여하는 생태계의 기여가치를 제대로 평가하지 못함으로써, 우리사회의 진정한 부에 대한 평가가 미흡함은 물론 생태계의 역할을 제대로 인식하지 못해 그것으로부터 얻는 이익도 줄어들 수 밖에 없다. 에머지(Emergy)는 시스템 생태학자인 H. T. Odum이 제안한 생태계 가치평가 개념으로, “한 가지 서비스나 생산물을 만드는 과정에서 직접 그리고 간접으로 이미 소모된 한 종류의 이용 가능한 에너지”로 정의된다. 즉 에머지는 인간의 용역과 자연 생태계가 무료로 제공하는 유입 모두를 포함시키고자 하는 시도이다.

### 2.2. 에머지 분석법

에머지 분석 과정은 크게 세 단계로 나눌 수 있다. 첫째, 에너지 시스템 다이어그램 작성으로 분석하고자 하는 시스템을 이루는 요소들이 무엇인지, 그리고 이러한 요소들은 어떻게 연결되어 있는가를 파악하는 것으로, 시스템의 구성요소들과 이들 사이에 일어나는 에너지와 물질의 흐름을 파악한다. 둘째, 에머지 분석표 작성으로 분석 대상 시스템의 주요 유입 및 유출 경로와 내부의 주요 구성성분에 대해 평가한다. 셋째, 에머지 분석값을 기초로, 대상 시스템을 평가하고 그 특성을 파악하기 위해서 에머지 지표들을 산정한다.

## 3. 결과 및 고찰

에머지 개념을 통한 산지의 정량적인 가치평가 결과는 다음과 같다. 우리나라의 산지를 유지하는데 필요한 재생가능 에너지원(R)의 에머지 점유율은 전체의 19.8%, 내부 재생불가능한 에너지원(N) 67.0%, 외부로부터 유입된 재생불가능 에너지원(F)은 13.2%의 기여를 나타내어, 우리나라의 산지가 외부의 재화와 용역에 의존하기 보다는 산지내부의 자연자원에 의해 유지되는 것으로 파악되었다. 에머지 투자비(EIR)는 0.2로 분석되어, 우리나라의 산지가 주로 시스템 내부의 토착 에머지에 의해 이루어져 있으며, 이는 또한 다른 경제적인 개발에 비해 외부 에너지의 투입 비율이 적다는 것을 의미한다. 환경부하비(ELR)는 4.0으로 산지내에서 이루어지고 있는 경제활동이 자연환경에 주는 부정적인 부담이 작다는 것을 알 수 있었다. 자원으로서의 효율성과 생산성을 파악하는 에머지 생산비(EYR)의 경우 7.6으로 자원으로서는 큰 가치를 가지고 있으며, 현재의 환경상태와 경제활동 상황에서 대상 시스템이 얼마나 지속가능한지를 나타내는 지표의 값인 지속성 지수(EmSI)는 1.9로 지속가능성을 유지하기 위해서는 개발속도를 늦출 필요가 있는 것으로 파악되었다.

## 4. 요약

종래의 개발은 양면성을 가지고 있다. 하나는 개발로 인한 경제적 효율성과 편리성 부분이고, 다른 하나는 그러한 개발로 인한 자연훼손 및 생태계 파괴이다. 이로 인해 개발과 보

전은 양립할 수 없는 상반적인 개념으로 받아들여져 왔고, 개발론과 보전론의 대립적 구도가 지속되어 왔다. 우리나라는 국토의 65% 이상이 산지이기 때문에 산지의 부분적 개발은 피할 수 없는 사회적 요구인 동시에, 산지는 자연생태계의 보고로서 생태계 보전이 필수적인 지역이다. 이러한 산지 개발과 보전에 대한 상반적 이해를 통합하여 자연과 인간의 공생체계를 갖추기 위해서는 인간중심의 사고에서 탈피하여 사람과 생태계 그리고 자연을 하나로 보는 총체적인 측면에서 접근하는 새로운 패러다임이 설정되어야 한다.

본 연구에서는 산지의 정량적인 가치를 평가하기 위해 시·공간적으로 다양한 인자들에 대해 시스템적인 관점에서 그 중요성을 고려하고자 하는 에머지 개념을 통해 산지 본래의 가치를 평가하였다. 에머지 개념은 그 동안 생태계가치평가, 개발사업의 편익-비용평가, 환경수용력 평가, 개발대안 평가, 환경계정, 환경훼손 소송관련 비용 평가 등에 적용되었다. 이러한 에머지 개념을 이용한 평가 방법을 통한 의사결정이 이루어지면 산지뿐만이 아닌 생태계의 지속가능한 이용을 실현하기 위한 적절한 정책의 선택과 이의 이행 실효성을 높일 수 있을 것으로 기대되며, 자연환경 가치의 정량적 평가를 통해서 우리는 한층 더 자연환경 및 자원의 다원적 기능에 대한 자각을 할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- Lee, S.M. and H.T. Odum, 1994. Emergy analysis overview of Korea. *J. Kor. Env. Sci. Soc.* 3(2), 165~175.
- Odum, H. T., 1983, *Systems Ecology*, John Wiley, New York, 644pp.
- Odum, H. T., 1996, *Environmental Accounting, Emergy and Environmental Decision Making*. John Wiley, New York, 365pp.
- Tilley, D. R., 1999. Emergy basis of forest systems. PhD dissertation. Gainesville: University of Florida, 296pp.
- Tilley, D. R., 2003. Emergy-based environmental systems assessment of a multi-propose temperate mixed-forest watershed of a the southern Appalachian Mountains, USA. *Journal of Environmental Management* 69(2003) 213-227.
- 국립산림과학원, 2005, 산림의 공익기능 계량화 연구 보고서, 27~37p.
- 국립산림과학원, 2005, 산림수자원 모니터링, 128pp.
- 기상연구소, 1998, 우리나라 증발산량 분포 특성, 61~73p.
- 농림부, 2005, 농림통계연보, 318pp.
- 산림청, 1995, 지구산림문제의 논의동향과 대응방안, -지속 가능한 산림경영을 위한 정책방향-, 3~308.
- 산림청, 1999, 산림기능평가에 관한 연구. 344pp.
- 산림과 임업기술, [I]산림일반, 1999, 산림청, 2~140.
- 산림과 임업기술, [III]산림경영, 1999, 산림청, 572~668.
- 산림청, 2005, 임업통계연보, 462pp.
- 임업연구원, 2003, 산림사업의 공적관리 시스템 강화 및 임산바이오매스를 활용한 대체에너지

지 보급, 8~145p.

임업연구원, 2003, 우리나라 산림휴양실태 및 수요전망, 1~129p.

행정자치부, 2005, 지적통계연보, 462pp.