

환경성 비교평가를 위한 생태발자국 추정연구

강기래* · 김동필** · 김희채*** · 이해주*** · 오현경****

*부산대학교 생명산업융합연구원 · **부산대학교 조경학과 · ***국립수목원 · ****전북대학교 조경학과

I. 서론

“지속가능한발전(Sustainable Development)이란 1987년 개최된 환경 및 발전에 관한 세계위원회(World Commission on Environment&Development:WCED)의 「우리 공동의 미래(Our Common Future)」라는 보고서에서 ‘미래 세대의 필요를 만족시키는 능력의 손실 없이, 현세대의 필요를 만족시키는 개발’이라고 정의하고 있다. 이 개념은 우리가 현재 사용하고 있는 환경과 자연자원을 우리의 미래세대도 최소한 세대만큼 향유할 권리가 있으며, 이것은 경제적 지속가능성만 의미하는 것이 아니라, 자연자원을 포함한 생태계 전체가 지속가능할 것을 요구한다는 것을 의미한다(김판석과 사득환, 1998).

이러한 배경에서 Wackernagel and Rees(1996)는 경제활동에 소요되는 모든 자원을 하나의 평가 단위인 ‘생산적인 토지소비면적’으로 환산하여 지속가능성을 평가하는 생태적 발자국 분석(Ecological Footprint Analysis: EFA)을 개발하였다. EF 지수는 특정지역이나 국가 내에서 발생하는 경제활동의 여러 부문간 에너지와 물질의 흐름을 파악하고, 그 흐름의 한 부분을 차지하고 있는 소비를 대상으로 여러 소비들을 가능하게 하기 위해 필요한 토지의 양을 계산하여 일정지역의 환경용량을 간단한 수치로 보여준다(Wackernagel and Rees, 1996; Wackernagel et al., 1997).

본 연구는 2010년 기준으로 경상북도지역 23개 지방자치단체별로 환경용량을 추정하고자 한다. 추정된 환경용량은 각 경상북도 지방자치단체별 환경수용량과 환경적자 규모를 보여줄 수 있을 것이다. 그리고 추정된 각 지방자치단체별 적정 환경용량은 환경의 보존과 적절한 개발의 규모를 제시해 주고, 더 나아가서는 개발시설의 위치를 선정 할 경우 각 지방자치 단체 소속 구성원들을 설득하기 위한 기초적인 자료로 사용될 수 있을 것이다.

II. 이론적 접근

생태발자국은 대개 글로벌 헥타르(gha)로 측정된다. 무역은 지구적이기 때문에, 개인 또는 국가의 발자국은 전 세계에 걸친 토지 또는 바다를 포함한다(GFN, 2008a). EF 지수 산정을 위한 계산 순서는

표 1. EF 지수 추정부문 (최제일 등, 2011)

추정부문	구성항목
음식	미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 채소, 과일, 특용작물, 축산물, 유제품
건조환경	대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지
산림	목재
에너지	휘발유, 등유, 경유, 중유, B-C유, 프로판, 부탄, 도시가스, 전기

① EF 지수 추정부문을 구성하고 있는 항목들에 대한 기초적인 데이터를 수집한다. 이 단계는 EF 지수 추정의 가장 기초적인 단계이기 때문에 구성항목의 데이터가 다양하고 정확할수록 EF 지수의 추정도 신뢰할 수 있다.

② 음식, 건조환경, 산림, 에너지 등 EF 지수를 구성하고 있는 구성항목별로 1인당 EF 지수를 산정한다. 각 부문의 기본적인 EF값의 산정은 식 1을 기초로 구한다.

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF \quad (\text{식 1})$$

P : 수확한 제품 또는 배출된 폐기물의 양

Y_N : P에 대한 국가평균 생산성

YF : 생산성 인자 EQF: 등가 인자

주요 토지형태별 생산성인자(Yield Factor; YF)는 특정국가의 토지 생산성을 같은 형태의 세계 평균생산성과 비교하여 상대적 생산성을 나타내며, 농경지 1.9253, 산림 0.5694, 초지 1.6963, 어장 2.1508, 건조부지 1.9253을 적용하여 세계평균산출물로 계산하였으며, 세계토지 평균생산성과 비교한 특정형태의 토지생산성을 나타내는 등가인자(equivalent factor)는 농경지 2.51, 산림 1.26, 초지 0.46, 어장 0.37, 건설부지 2.51, 에너지 토지 1.26을 적용하였다(GFN, 2008, Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2008 Edition, p.6).

③ 식 1을 기반으로 산정된 구성 항목별 EF 지수를 합산하면 추정부문별 EF 지수가 산출된다. 부문별 EF 지수는 식 2와 같이 구성되며, 추정부문별 EF 지수를 합산하면 1인당 EF 지수를

추정할 수 있다.

추정부문별 $EF = \sum$ 구성항목별 1인당 EF (식 2)
 1인당 $EF = \sum$ 추정부문별 EF

④ 특정지역의 1인당 EF 지수 산출공식은 식 3과 같다.

$$EF(ha/인) = \frac{1인당\ 총소비량(kg/인)}{토지1ha당\ 총생산성(kg/ha)} \quad (식\ 3)$$

⑤ 생태수용력(biocapacity: BC)이란 한 지역 내에서 인간의 생활에 필요한 생물적 요소를 생산하고 그 지역민에 의해 소비된 폐기물을 흡수 재생산하기 위해 필요한 생태계의 수용 능력을 의미한다. 토지의 생태수용력은 실제 물리적 면적과 생산성 인자(yield factor)와 적절한 등가인자(equivalence factor)를 곱함으로써 계산할 수 있다(GFN, 2008a).

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF \quad (식\ 4)$$

A : 주어진 토지이용 형태의 이용 가능한 면적

본 연구는 경상북도 지역의 지방자치단체별 EF 지수 산정을 통하여 환경용량의 크기를 추정하기 위해 수행되었으며, 물리적 공간은 경상북도 지역으로 정하였다. 경상북도의 행정구역상 면적은 2010년 기준 19,028km²을 차지하고 있으며, 이는 전 국토의 약 19%의 비중으로 전국 행정단위 중 면적으로는 가장 넓다. 이 중 도시지역은 18.1%, 비도시 지역은 81.9%를 차지하고 있다. 경상북도 관할 시, 군은 23개소이며, 인구는 2010년 기준으로 2,726,815명이다.

III. 경상북도의 EF 지수 산정과 분석

음식 부문을 구성하고 있는 미곡, 맥류, 잡곡, 두류, 서류 등 양곡소비량의 지역별 생산량, 수입량, 수출량 자료를 구분하여 자료를 구하기 어렵기 때문에 통계청이 제공하고 있는 품목별 1인당 연간 소비량과 농업통계에서 제공하는 1인 1일 식품공급량 등 1인당 연간 소비량 자료를 이용하여 계산하였다.

위와 같은 방식으로 각 소비부문별로 경상북도민 1인당 EF

표 3. 경상북도의 생태수용력

구분	전(ha)	답(ha)	과수원(ha)	목장용지(ha)	임야(ha)	양어장(ha)	생태수용력
경상북도	126,276	180,548	14,605	5,284	1,368,370	101	
등가인자	2.64000	2.64000	2.64000	0.50000	1.33000	0.40000	
생산성인자	1.59630	1.59630	1.59630	1.69540	0.39330	2.15140	
계	0.19516	0.27903	0.02257	0.00164	0.26250	0.00003	0.76093

표 2. 경상북도 1인당 EF 지수산정

부문	2010년 경상북도민 1인당 EF	비율
음식부문	0.4247	44.5
건조환경부문	0.165462	17.4
산림부문	0.022041	2.3
에너지부문	0.341164	35.8
EF 값 총계	0.9534	100.0

지수를 산정하여 표 2에 제시하였다. 2010년 기준 경상북도지역 1인당 생활에 필요한 EF 지수값은 0.9534를 나타내고 있다. 이는 WWF(2008) 발표기준 세계평균 EF 지수인 2.7보다 매우 낮은 수치이다. 이는 계산방식의 차이보다 경기도와 충청북도, 경상북도의 지역 간 물리적인 차이에 기인한 것으로 보여진다. 경상북도는 충청북도의 약 2.7배 넓이, 경기도의 약 1.9배 넓이의 행정구역을 가지지 때문에 판단된다. 경상북도의 1인당 토지면적도 6,978m²로 타시도보다 월등히 높은 편이다.

생태적자분석에 앞서 경상북도지역의 생태수용력에 대한 추정이 먼저 이루어져야 한다. 생태수용력은 경상북도지역의 생태적 역할이 가능한 토지의 실제 면적에 세계평균생산성과 우리나라 평균생산성과의 비교수치인 생산성인자와 세계평균생산성과 각 토지형태별 비교수치인 등가인자를 적용하여 계산할 수 있다. 생태적 역할을 하는 토지는 통계연보의 토지 지목별 현황에서 전, 답, 과수원, 목장용지, 임야, 양어장등의 면적에 각각 등가인자와 생산성인자를 적용하여 추정하였다.

2010년을 기준으로 추정한 경상북도지역의 생태수용력은 0.76093을 나타내고 있다. 이는 WWF(2008)년 발표기준 세계평균 생태수용력 1.78gha보다 낮은 수치를 보여주고 있다. 생태발자국(Ecological Footprint: EF)과 생태적자(Ecological Deficit: ED)는 지방자치단체 수준에서의 환경적 지속가능성을 평가하

표 4. 경상북도의 생태적자분석

항목	지수(gha)
생태발자국	0.9534
생태수용력	0.76093
생태적자	-0.19247
추가토지규모	0.79812
생태적자(%)	25.3

는데 유용한 수단으로서(Wackernagel and Rees, 1996), 환경용량과 소비로 인한 환경의 영향을 측정하는 세계적으로 공신력을 얻고 있다(GFN, 2008c; 김선희, 1999).

생태적자는 지역이나 국가의 환경용량이라고 할 수 있는 생태수용력과 생태발자국의 수준과 규모가 어느 정도인지 파악할 수 있도록 해준다. 경상북도지역의 생태적자는 25.3%이며, 경상북도민의 소비생활에 추가로 필요한 토지는 0.798gha로 분석되었다. 이러한 수치는 경상북도지역의 인구가 생산 소비 분해하는데 소요되는 토지가 0.798gha 더 필요하다는 의미이며, 이 정도의 소요자원을 타 지역이나 타 국가로부터 수입하여 소비하고 있음을 알 수 있다. 이러한 분석을 기반으로 경상북도의 생태발자국을 생태수용력과 일치될 정도로 조절하려면 현재의 소비보다 약 25%이상을 줄여야 함을 알 수 있다. 특히 생태발자국에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 음식 부문과 에너지부문의 소비를 줄이면 효율적인 생태발자국 관리가 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김선희(1999) 국토환경용량에 관한 연구. 경기: 국토연구원.
2. 김관석, 사득환(1998) '지속가능한 발전'에 대한 이해와 개념정립. 한국정치학회보 32(4): 71-88.
3. 최재일, 정재용, 홍기섭(2011) 생태발자국을 활용한 수도권 광역계획권 환경용량 평가에 관한 연구. 서울시연구 12(4): 23-40.
4. Brad Ewing, Anders Reed, Sarah M. Rizk, Alessandro Galli, Mathis Wackernagel and Justin Kitzes(2008) Calculation Methodology for the National Footprint Accounts. Global Footprint Network.: Oakland, USA.
5. Wackernagel, M., L. Onisto, P. Bello, A. C. Linares, I. S. L. Falfán, J. M. García, A. I. S. Guerrero and M. G. S. Guerrero(1997) National natural capital accounting with the ecological footprint concept. Ecological Economics 29: 375-390.
6. Wackernagel, M. and W. Rees(1996) Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, ISBN 0-86571-312-X.
7. www.footprintnetwork.org