

# 생태발자국(EF) 지수분석을 통한 부산시 환경용량 적정성연구

김두영\* · 도효찬\* · 서원호\* · 이은명\* · 장동혁\* · 홍성철\* · 강기래\*\*

\*부산대학교 조경학과 · \*\*경북대학교 농업과학기술연구소

## I. 서론

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 부문 간 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).

국내의 경우는 한국의 EF 지수를 이용하여 서울시의 EF 지수변화를 시계열적으로 평가한 이창우와 오용선(1999)이 있으며 청주시를 대상으로 한 EF 지수의 변화과정을 추정한 임재호(2001)의 논문, 그리고 경기도를 대상으로 소비범주를 중심으로 한 EF 지수의 측정에 대한 연구(한순금 등, 2011) 등이 있어 왔다. 그리고 최제일 등(2011)은 EF 지수분석을 통하여 수도권 광역계획권 환경용량평가에 관한 연구를 수행하였다. 하지만 부산지역에 대한 연도별 EF 지수 산정을 통하여 부산시의 적절한 환경용량을 추정하는 연구는 아직까지 수행되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 2002년부터 2010년 까지 부산 시민 1인당

EF 지수 산정을 통한 변화량을 살펴보고 그 변화 원인에 대한 고찰, 그리고 부산 시민에게 필요한 적절한 환경용량이 어느 정도인지 파악 하고자 수행되었다. 이러한 결과는 부산 시민의 지속가능한 자원소비실태에 대한 인식의 전환에 대한 기초자료로 제공될 수 있을 것이다.

## II. 이론 및 연구방법

생태발자국 계산을 위한 소비부문 구분은 먼저 생태발자국 표준방법론 적용에 의해, 음식, 건조환경, 산림, 에너지 등 4개 소비부문으로 구분하였다(Wackernagel, 1996; 이창우와 문경주, 2004, 김경태, 2005).

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

각 부문의 EF값은 다음의 식을 기본으로 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

## III. EF 지수 산정

### 1. 음식부문

음식 부문의 지역별 생산량, 수입량, 수출량 자료는 별도로 구하기 어렵다. 미국, 맥류, 잡곡, 두류, 서류 등의 소비량에 대한 자료가 지역별로 존재하지 않기 때문에 통계청이 제공하고 있는 품목별 1인당 연간 소비량(양곡, 채소, 과일)과 농업통계에서 제공하는 1인 1일 식품공급량 등 1인당 연간 소비량 자료를 직접 이용하여 계산하였다(한순금, 2012).

표 1. EF 지수 추정부문

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

자료: 최제일, 2011

## 2. 건조환경부문

건조환경부문의 토지는 인간이 개발하기 이전에는 생태적으로 생산적인 토지였으나 인간의 경제체제유지를 위한 개발과 인간의 활동을 위해 건물, 도로 등과 같은 시설물이 건설되기 시작하면서 더 이상 생산적인 기능을 수행하지 못하는 토지로 변화된 지역을 말한다(최제일 등, 2011).

## 3. 산림부문

산림은 경작지와 함께 생태계를 이루는 생산적인 토지로서 경제활동에 의해 방출되는 CO<sub>2</sub>를 흡수하는 중요한 역할을 하고 있다. 산림부문 EF 지수는 지역별 목재 생산량과 소비에 영향을 받는 1인당 목재관련 제품을 소비하는데 필요한 임산물의 생산성을 나타낸 토지 면적을 말한다. 그러나 국내의 통계자료에는 지역별 목재 소비량에 대한 자료가 없어 소비량을 구할 수 없었다(주용준, 2009). 지역별 생산량을 산림면적으로 나누어 산출률을 구하고, 1인당 소비량(forest<sub>i</sub>)을 산출률로 나누고, 등가인자와 생산성인자를 곱하여 구하였다. 주용준(2009)의 산림 발자국 산정에서와 같이 우리나라에서 특히 도시화가 진행된 지역에서 산림 부문의 산출률은 큰 의미가 없으므로 GFN(2008)에서 제공하는 한국의 산출률을 적용하였다(한순금 등, 2011).

## 4. 에너지 부분

에너지 부문은 경기도 지역 총에너지를 대상으로 하였다. 단

위 환산을 위해 소비량을 기가줄(Giga Joule, GJ)로 환산하고, IPCC 탄소배출계수를 적용하여 품목별로 1인당 이산화탄소 배출량을 구하였다. 이것을 탄소 1톤당 1ha의 흡수면적을 필요로 하는 것을 적용하여 등가인자(산림 등가인자)를 곱하면 탄소흡수에 필요한 생태발자국이 구해진다. 최종소비범주별 생태발자국 산정을 위해 에너지 부문은 다른 재화의 내재에너지 또는 수송에너지로 사용된 것을 제외하고, 가정, 상업, 공공용으로 사용하는 직접 에너지만을 대상으로 하였다(한순금 등, 2011).

위와 같은 방식으로 각 소비부문별로 부산 시민 1인당 EF 지수를 산정하여 표 2에 제시하였다.

추정된 부산 시민 1인당 EF 지수는 1인당 1.73 전후로 비교적 완만한 하강 곡선을 그리고 있다.

하지만 음식부문, 산림부문의 EF 지수는 감소하는 추세를 보이고 있지만 건조환경부문과 에너지부문의 EF 지수는 지속적으로 상승하는 추세를 보이고 있다. 전체적인 EF 지수가 대체적으로 줄고 있긴 하지만 300% 내외의 생태적자를 보이고 있어 생태적자를 지속적으로 줄여야 할 방안이 필요하다.

## IV. 결과 및 고찰

본 연구는 부산 시민을 대상으로 2002년부터 2010년까지 9개년의 EF 지수를 추정하였다. 그 결과, 부산 시민 1인당 EF 지수는 1.83에서 1.66로 비교적 작은 편차를 보이고 있다. 호주의 빅토리아주에서는 전 세계의 생태발자국 지수를 산정·발표하는 GFN과 공동으로 호주인에게 적합한 생태발자국 계산을 웹에서 실행할 수 있는 프로그램을 만들어서 운영하고 있다. 또한, 빅토리아주 환경보호국에서는 개인, 가정, 학교, 사무실, 행사에서의 생태발자국 지수를 산정할 수 있는 체크 리스트를 만들어 주민들이 어느 누구나 쉽게 적용해 볼 수 있도록 도와주고 있다(이숙미와 오충현, 2009). 어쩌면 미래의 우리 후손들은 자원의 고갈로 인해 먹는 것, 입는 것, 버리는 것, 하나하나 모두 감시당하며 보고를 하면서 살아갈 지도 모른다. 그렇게 모두가 통제와 감시

표 2. 부산 시민 1인당 EF 지수 산정

연도	음식부문	건조환경부문	산림부문	에너지부문	합계	적정생태용량	생태적자(%)
2002	1.2738	0.0264	0.2547	0.2405	1.7954	0.4256	322
2003	1.3017	0.0268	0.2262	0.2810	1.8357	0.4287	328
2004	1.2039	0.0272	0.2098	0.2700	1.7109	0.4318	296
2005	1.2164	0.0278	0.1516	0.2696	1.6654	0.4342	284
2006	1.2145	0.0284	0.1785	0.2792	1.7005	0.4368	289
2007	1.2790	0.0290	0.1970	0.2791	1.7841	0.4385	307
2008	1.2492	0.0299	0.1665	0.2761	1.7218	0.4407	291
2009	1.2527	0.0307	0.1148	0.2651	1.6633	0.4438	275
2010	1.2689	0.0308	0.1033	0.2764	1.6795	0.4393	282

를 당하기 전에 국가와 국민 모두의 변화가 시급하다. 이에 대한 대응방안으로는 첫째, 국민들은 자율적으로 각자 자신의 사용가능한 토지면적을 알고 그에 맞는 소비패턴을 습관화 시키면서 대중교통을 이용하고 재활용품을 쓰는 것 뿐 만 아니라 음식의 종류와 양을 조절하고 필요 없는 물건은 사지 않는 등 쉽게 바뀌나갈 수 있는 부분을 체크한다면 생태발자국은 현격히 줄어들 것이라고 생각한다. 둘째, 정부나 지방단체들은 국민들에게 경고나 주의를 주는 일방적인 정책보다는 생태발자국 관련 웹사이트와 휴대전화 애플리케이션 등을 만들어 국민 모두가 생태발자국을 쉽게 이해하고 접근할 수 있도록 지원하면서 산림자원과 에너지자원의 소비를 규제하고 무분별한 개발을 막도록 정책을 바꿔나가야 할 것이다.

본 연구 결과는 지속가능한 발전을 위한 적절한 규모의 소비생활을 통한 자원의 낭비를 줄이고, 난개발과 환경오염의 방지를 위한 녹지정책을 수립하는데 있어서 공감대를 형성시키기 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 향후의 과제는 선행연구자들로부터 제기되어 왔던 추정의 한계를 극복하기 위한 정확한 기초자료의 산출에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이며, 특히 산림부문에 대한 EF 지수 추정의 정확성을 높이는 연구가 필요할 것으로 판단한다.

## 참고문헌

1. 김경태(2005) Ecological Footprint를 활용한 도시환경용량평가. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
2. 문경주(2004) Ecological Footprint 분석을 이용한 도시의 지속가능성 평가: 부산광역시를 중심으로. 한국사회와 행정연구 15(3): 129-158.
3. 이숙미, 오충현(2009) 생태발자국 지수의 우리나라 적용사례 및 방향. 한국조경학회 학술발표논문집, pp. 89-91.
4. 이창우, 오용선(1999) 서울시 환경용량 평가에 관한 연구. 서울시정개발연구원 연구보고서.
5. 주용준(2009) 지속가능한 생태도시를 위한 환경용량 평가에 관한 연구: 생태발자국을 중심으로. 안양대학교 대학원 석사학위논문.
6. 최제일, 정재용, 홍기섭(2011) 생태발자국을 활용한 수도권 광역계획권 환경용량 평가에 관한 연구. 서울도시연구 12(4): 23-40.
7. 한순금(2012) 생태발자국 표준방법론의 한국적 적용: 경기도 지속가능성 평가를 중심으로. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
8. 한순금, 이동훈, 오수길(2011) 소비법주를 중심으로 한 생태발자국 측정: 경기도 31개 시, 군을 대상으로. 지방정부연구 15(1): 215-234.
9. Wackemagel, M. and W. Rees(1996) Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Philadelphia, PA and Gaboriola Island, Canada: New Society Publishers.
10. Wackemagel 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.
11. [http://www.busan.go.kr/open\\_content/administrative/pds/statistics/popup\\_2010.html](http://www.busan.go.kr/open_content/administrative/pds/statistics/popup_2010.html)
12. [www.dairy.or.kr](http://www.dairy.or.kr)
13. [www.mifaff.go.kr](http://www.mifaff.go.kr)
14. [www.forest.go.kr](http://www.forest.go.kr)
15. [www.kostat.go.kr](http://www.kostat.go.kr)
16. [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)