

# 생태발자국 기반 환경의 지속가능성 평가에 따른 맞춤형 정책방향 : 충청북도를 사례로

Tailored Policy Directions Based on Assessment of Environmental Sustainability Using Ecological Footprint of Local Governments in Chungbuk Province

배민기\* · 조택희\*\* · 채성주\*\*\*

Bae, Min-Ki · Cho, Taek-Hee · Chae, Sung-Ju

## ■ 목 차 ■

- I. 서론
- II. 이론적 고찰 및 선행연구 검토
- III. 연구방법론
- IV. 충청북도의 환경용량 산정결과 및 고찰
- V. 결론

본 연구는 생태발자국 지수를 이용하여 충북의 각 시군별로 환경용량을 산정한 후 다차원적도법을 적용한 시군 유형화를 시도하여 맞춤형 환경정책 방향을 제시하는데 목적이 있다. 분석결과, 충북지역 전체의 생태발자국 지수는 4.18gha로 나타났으며, 생태발자국 지수가 가장 큰 지역은 단양군(19.079gha)이며 가장 적은 지역은 보은군(1.86gha)으로 나타났다. 시군 유형화 결과, 보은군, 괴산군, 영동군은 음식부문에서 여타 시군보다 농촌의 특성을 잘 나타내고 있어 유기농 등 친환경농업 중심의 정책이 우선적으로 수립될 필요

\* 충북발전연구원 연구위원(주저자)

\*\* 서원대학교 경제학과 교수(교신저자)

\*\*\* 충북발전연구원 연구위원

논문 접수일: 2011. 3. 8, 심사기간(1,2차): 2011. 4.1 ~ 2011. 6. 28, 게재확정일: 2011. 6. 28

가 있었다. 단양군은 고효율 제조공정의 도입으로 에너지 효율을 높이는 정책방향이 요구된다. 진천군은 여타 시군에 비해서 에너지 부문에서 높은 생태발자국 지수를 나타내고 있어 에너지 절감 및 에너지 기술 개발 인센티브 정책 수립이 우선되어야 하며, 청주, 충주 등 그 외 시군은 지역단위에서 경쟁력이 있는 특정 작물 및 산업 등 특화정책이 필요한 것으로 판단된다.

□ 주제어: 환경용량, 생태적자, 도시 유형화, 다차원척도법, 맞춤형 환경정책

The purpose of this study is to measure environmental capacity of local governments in Chungbuk Province (CP) using ecological footprint (EF). This study gathered environmental capacity data, which are composed of many environmental indicators in four categories such as food, building, forest, and energy, on 12 local governments in CP. As a result of calculation, the EF of Chungbuk Province was 4,18gha, and Danyang-city had highest EF(19.079gha). This study categorizes the local governments according to their environmental characteristics using Euclidean distance and presents environmental characteristics of each local government on the x, y coordinates using factor analysis and multi-dimensional scaling method in order to figure out the similarity of environmental characteristics of each local government. Based upon these analyses, this study categorized local governments into four main groups reflecting its environmental capacities and characteristics and provided the tailored environmental policy alternatives on each group.

□ Keywords: Environmental capacity, Ecological deficit, Urban classification, Multidimensional scaling method, Tailored environmental policy

## I. 서론

환경의 질적수준은 지역 주민의 삶의 질을 향상시키기 위한 중요한 요소일 뿐만 아니라 국가 발전의 최상위 목표 중 하나로 모든 개발행위에 앞서 우선적으로 고려되어야 할 사항이 되었다. 더불어 현 정부가 핵심적으로 추진하고 있는 저탄소 녹색성장의 관점에서 볼 때 환경은 보전해야 할 대상인 동시에 성장의 기회이며, 상생과 지속가능성을 논의하는 핵심적인 요인이기도 하다. 한정된 자원과 토지 안에서의 지속가능한 소비와 생산에 관한 논의는 환경

용량 범위 내에서의 성장이라는 개념을 내포하고 있다. 환경적으로 지속가능한 성장을 위해서는 반드시 의사결정 초기 단계에서 통합적인 환경용량 산정을 위한 지표개발, 산정 및 평가과정이 필수적이다. 이 때문에 지역단위의 환경적 지속가능성을 효율적으로 진단하고 관리할 수 있는 체계를 만드는 것은 매우 중요하고 시급한 과제이다. 국가에서도 이를 위해 지속가능성 발전 지표 및 지속가능성 평가가 법제도적으로 의무화한 바 있다(지속가능발전기본법 제13조, 제14조). 그러나 실제로는 각 시군 차원에서 환경적으로 지속가능 발전체계를 마련하기 위한 노력과 도구가 많지 않다. UN, World Economic Forum 등 국제기구에서 제시되고 있는 지속가능성과 환경용량에 관련된 지표개발 및 평가는 특정 분야에 한정된 지표이거나 국내 지역현황을 정확히 파악하는데 부적합한 지표가 많고, 정보수집의 어려움과 대표성 저하 우려가 있다. 더불어 환경, 사회, 경제 등 분야별 지표로 제시되어 인간 활동이 환경에 미치는 영향의 상호작용 결과를 한 눈에 파악하기에는 미흡하였다. 이러한 가운데 생태발자국(Ecological Footprint: EF)과 생태적자(Ecological Deficit: ED)는 지방자치단체 수준에서의 환경적 지속가능성을 평가하는데 유용한 수단으로서(Wackernagel and Rees, 1996), 환경용량과 소비로 인한 환경의 영향을 측정하는 세계적으로 공신력을 얻고 있다(Ewing, et al., 2008; 김선희, 1999). 최근 정책제안 측면의 활용성이 강화되는 추세에 따라 지역단위의 환경적 지속가능성 평가가 요구되는 시점에서 EF의 활용빈도가 늘어나는 추세이다. 우리나라의 경우도 대부분의 환경정책은 기초자치단체의 환경특성을 정확하게 반영하지 못한 채 광역자치단체를 중심으로 정책이 수립, 집행되기 때문에 정책의 실효성이 저하되고 있는 실정이며, 계획이 있다고 해도 도 단위 계획을 그대로 수용하는 수준에 불과한 경우가 많다. 이 경우, 시군이 가지고 있는 특성을 반영될 수 없기 때문에 EF를 기반으로 한 지역의 환경용량을 산정하고 그 특성을 고려한 환경정책을 수립, 집행할 수 있는 시군별 맞춤형 정책 및 정책의 우선순위 도출할 필요가 있다. 기존의 연구는 국가, 광역지자체, 시군별 EF를 산정하고는 있으나(마강래, 1998; 이상현, 2001; 문경주, 2004; 김경태 외, 2007; 정성관과 이우성, 2009), 단지 EF산정에만 중심을 뒀 유형화를 통한 세부적인 맞춤형 정책수립까지 연결을 시키지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 환경용량 산정기반 자료가 구축되지 못한 충북의 각 시군을 대상으로 EF와 ED를 이용하여 환경용량을 산정하고 이를 기반으로 다변량 통계분석을 통한 시군 유형화를 시도하여 시군별 맞춤형 환경정책을 제시하고자 한다. 본 연구 결과는 지역단위 환경적 지속가능성의 계량적, 가시적 진단을 기반으로 한 지속가능 정책수립 및 환경·생태·에너지·기후 분야 등 관련분야의 정책수립 시 활용이 가능할 것이다.

## II. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

### 1. 생태발자국 분석과 환경적 지속가능성과의 관계

Wackernangel and Rees(1996)에 의해 개발된 EF는 국가나 지역단위에서 인간들의 생활에 소요되는 소비품목을 조사하고 소비품 생산을 위해 필요한 토지량을 계산하여, 계산된 토지와 실제 토지면적과 비교해보는 도구이다. Global Footprint Network(GFN)는 EF지수를 GDP와 같은 경제성장 지표를 대신할 수 있는 새로운 경제환경지표로서의 가능성을 높이 평가하고 있다(Ewing et al., 2008). EF는 환경에 영향을 주는 중요한 요인인 인간의 소비활동이 수용능력 범위 내에서 이루어져야 한다는 것을 전제로 하고 있다. EF분석을 통해 현재의 소비수준과 수용능력 수준간의 차이 즉, 국가 또는 지역의 자원소비량이 지속가능하게 이루어지고 있는지를 파악할 수 있다. 이와 같은 점에서 EF는 환경적 지속가능성 평가를 위한 지표라고 할 수 있다. 일반적으로 EF지수는 음식, 건조환경, 산림, 에너지 부문 등 4가지 항목을 환경용량 측정 시 이용하며 환경용량을 소비측면에서 접근한다. 즉, 인간이 소비하는 모든 부문은 환경용량에 영향을 주기 때문에 소비를 줄임으로써 환경에 대한 부담을 줄일 수 있다는 것이다. EF지수는 한 지역의 1인당 소비량(kg/인)을 그 지역 토지의 산출물[단위생산량(kg/ha)]로 나눈 값이다. 지역 주민의 소비활동을 위해 필요한 토지면적이 실제 지역의 토지면적을 초과하게 되면 그 지역은 환경용량 또는 수용능력을 초과했다고 본다(이창우와 오용선, 1999). EF지수는 1년 동안의 자료를 기본으로 글로벌 헥타르(global hectare : gha)라는 동일한 잣대로 변환시켜서 일반적으로 1인당 gha라는 형태로 표현한다. EF는 상대적 지수로서 EF가 높다는 것은 그 지역에서 살아가는 인간들에게 필요한 소비요구량에 비해 생산성이 상대적으로 적은 수준임을 의미한다. 지역에서 초과 소비되고 있는 양은 외부로부터 의존하고 있는 것이므로 생태적 부담이 높은 불평등 구조를 가지고 있음을 의미한다(고재경외 2인, 2007). 실제로 인간이 살고 있는 토지의 면적은 한정되어 있는데 반해 소비를 위해 필요한 토지는 그것을 초과하고 있는 것이 현실이며 이를 EF를 통해 수치로 나타낼 수 있다. 지역의 수용능력을 EF와 같은 도구로 간략하게 산정할 수 있다면 환경정책과 다양한 집행수단을 통해 수용능력이 허락하는 범위 내에서의 소비행태로 유도함으로써 환경적 지속가능성을 실현할 수 있다. 이러한 점에서 EF는 환경적 지속가능성에 관한 논의를 포함한다고 할 수 있으며, 지역 정책결정자들이 의사결정을 하는데 도움을 줄 수 있다.

## 2. 선행연구 검토

Wackernagel and Rees(1996)는 13개 산업국가를 대상으로 최초로 EF분석을 실시한 바 있다. Global Footprint Network은 2003이후 매년 세계 주요국가의 EF지수를 평가하고 있다. Ewing, et al.(2008)은 지구인은 1인당 2.7gha의 토지를 소비하고 있으며 이는 지구의 생태학적 가용 면적을 30%정도 초과하고 있다고 분석한 바 있다. Wackernagel, et al.(2005)이 Global Footprint Network에 제출한 보고서에서는 세계산출량에 근거한 EF측정 방법과 Biocapacity측정 방법을 설명하였다. Redefining Progress는 미국의 Seattle과 포르투갈의 Almada의 EF를 평가하였는데 음식부문과 산림부문은 측정의 어려움으로 인하여 국가의 측정치를 사용하였다. 미국의 Seattle은 1인당 EF가 22.18(ha)이었으며, 포르투갈의 Almada는 5.81(ha)이었다. Haberl et al.(2001)의 연구에서는 오스트리아를 대상으로 산출량 적용방법의 차이를 규명하였다. 영국(2000)에서는 지자체가 EF를 쉽게 산정하고 다른 지자체와 비교할 수 있게 하기 위해서 FLAT(Footprinting Local Authorities Tool)을 개발하였으며, 영국 지자체에 물질흐름 분석 방법론과 EF 평가를 위한 도구인 REAP(Resource and Energy Analysis Programme)를 개발하였다(환경부, 2009). Moos, et al.(2006)은 주거단지 개발이 환경에 미치는 영향을 EF를 활용하여 평가하였다. 건조환경은 도로, 건물, 주차장, paths, private yards, open areas로 구분하였으며, 건설자재 사용(forest와 화석연료로 전환), 1인당 건물, 주차장 면적, private yards 면적, 1인당 소비 자료(일부는 설문조사, 일부는 미국 평균 사용)를 활용하였다. Wood (2003)는 회사 통근계획의 교통 대안의 환경적 함의 평가에 EF를 사용하였다. 녹색 통근계획을 시행하기 전과 후의 통근활동 영향 모델링을 통해 녹색 출퇴근으로 27%의 EF 감소효과가 있음을 규명하였다. 마강래(1998)는 한국의 EF를 산정하여 1989년과 1995년 상의 경제활동에 따른 소비수준을 비교분석하고 한국의 지속가능성 여부를 평가하였다. 그 결과, EF가 1989년 2.42ha에서 1995년 3.36ha로 약 39% 증가해 한국인의 소비가 전체 국토면적의 15배가 넘는 토지를 초과하여 소비하고 있음을 지적하였다. 문경주(2004), 고재경외 2인(2007)은 부산시, 경기도 등 지자체를 대상으로 과거와 현재의 EF변화에 대해 시계열적으로 평가한 바 있다. 김경태외 3인(2007)은 전국 35개 도시를 대상으로 EF를 산정하고 군집분석을 실시하여 도시유형별 관리방안을 제시하였다. 주용준(2009)은 수도권 도시를 대상으로 통계적인 방법의 거시적인 평가와 설문조사를 통한 가정생활의 미시적인 평가를 동시에 수행하였다. 이창우와 오용선(1999)의 연구에서는 EF, 에머지, 옌시 모델을 사용하여 서울시의 환경용량을 평가하고, 다양한 분야에서 활용되고 있는 환경용량에 대한 개념을 도시계획 차원에서 명확히 함으로써 서울시 성장관리와 지속가능한 개발 수단으로서

환경용량평가가 가지는 정책적 의미를 제시하였다. 지금까지의 EF를 활용한 환경적 지속가능성 평가는 거의 대부분 국가 차원이나 광역지자체 차원에서 이루어졌거나, 한 두개의 사례 도시를 대상으로 주로 이뤄졌다. 그 결과 거시적인 차원에서 특성을 이해할 수는 있으나 개별 지자체에서 정책을 수립하는 근거로서 활용하는 데는 제한이 있었다. 특히 많은 시군을 동시에 똑같은 방식으로 EF를 산정한 기존 연구에서는 각 시군의 특성이 반영되지 못한채 특정 부문을 똑같은 수치로 통일시켜 계산하는 경우도 있었으며, 유형 분류가 목적인 연구에서 10개 이상의 시군이 하나의 유형에 포함됨으로서 맞춤형 정책을 수립하는데 한계가 있는 경우도 있었다. 또한 영국사례와 같이 시군간 단순 비교 사례는 많지만, 시군간 유형화를 통한 맞춤형 환경정책 제시사례는 드물다. 따라서 본 연구에서는 충청북도라는 하나의 광역자치단체를 구성하고 있는 시군을 대상으로 하여 완결성을 높였으며 행정구역 각 시군의 특성을 정확하게 해석하여 정책과 연계할 수 있도록 하였다. 또한 방법론적인 측면에서도 산림부분의 경우, 국가 통계를 기반으로 인구대비 표준화를 통해 정확한 지역별 자료를 도출하였다. 또한 기존의 연구에서는 군집분석을 활용한 사례가 있었으나 이는 단순히 유형을 그룹화해 줄뿐이며 그룹간에 어떠한 차이가 있는지를 규명하는 데는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 다차원척도법(Multi-dimensional Scaling: MDS)을 이용하여 EF특성에 따라 시군들의 상대적인 위치를 공간상에 표현하고 그 위치에 따라 유사한 시군을 파악하여 환경정책방향을 제시하고자 한다.

### 3. 지방자치단체와 생태발자국

기존의 환경통계자료를 이용한 환경평가 방법은 단순히 해당 지표를 수치화하고 이를 나라별, 시도별로 서열화하는 방식이 주를 이뤄왔다. 이러한 방식은 환경통계 자료를 정량화, 도식화해서 시·도간, 나라간 비교하는데 효과적이지만, 실제 일상 생활속의 소비행태와 환경간의 관계를 담아내는 것에는 한계가 있다. EF는 경제발전으로 인한 지자체 소득의 증가 및 그에 따른 소비의 증가가 지자체의 환경용량과 균형을 이루고 있는가를 규명하여 개념적으로 친근한 발자국이라는 용어로 수치화해서 보여주기 때문에 시민들에게 자신의 행동과 환경과의 관계를 쉽게 이해할 수 있도록 하여 친환경 행동을 유도할 수 있는 수단으로도 활용되고 있다. 더불어 EF, ED는 측정하는데 객관적인 통계에 기반하고 있기 때문에 지자체의 객관적인 환경정책결정을 내리는 데 유용한 수단이 될 수 있다. EF를 정기적으로 측정하여 DB를 축적할 경우, 지자체 환경정책의 수립·집행의 지속가능성 상태의 추이를 모니터링 할 수 있으며, 특정 지역의 대외 의존도와 생태적 부담을 평가할 수 있으며, 지역 간 불평등 구조를 파악할 수 있다. 지자체의 개발계획이 지역의 EF와 ED 등 지속가능성에 미치는 영향을 시



물레이션해서 대안선정 및 승인과정의 일부로 EF지수를 활용할 수 있으며, 지속가능발전을 위한 EF 목표를 정하고 감축을 위한 추진 전략을 수립할 수 있다. 실제로 캐나다 토론토시의 환경계획 및 호주 정부에서도 EF를 환경지표로 활용하여 인간정주 부문이 환경에 미치는 영향을 측정하고 있다. 국내에서도 EF를 지속적으로 측정하여 환경적 지속가능성 평가에 활용할 수 있도록 할 필요가 있다. 현재 지자체의 EF와 ED산정은 저탄소 녹색성장 기본법과 지속가능발전 기본법에 제시된 다양한 정책 추진의 기본근거 자료로서 활용도가 높다. 대부분의 지자체에서 지향하고 있는 저탄소 녹색사회는 단순히 공원녹지나 수변공간 등 물리적인 비오톱 조성뿐만 아니라 주민들의 소비로 인한 환경용량의 조절도 중요하기 때문이다. 본 연구에서는 현재 지자체의 소비수준이 지속가능한 부존자원의 양을 넘어선 과도한 소비를 하고 있고, 지금 같은 소비의 증가추세로는 지속가능한 사회를 이루기 어렵다는 것을 증명할 수 있으며, 어떤 지역의 과도한 소비는 그 배후지나 다른 지역에서의 생산물에 기반하므로 충북 전체 차원에서 나타나는 불공평을 알아 볼 수 있다. 더불어 광역자치단체 수준의 총체적인 계획이 아니라 시군 단위의 환경용량 특성에 따른 맞춤형 정책 제시로 실제 정책 실효성이 개선될 수 있도록 기초자료를 제공하고자 한다.

### Ⅲ. 연구방법론

#### 1. 연구대상지

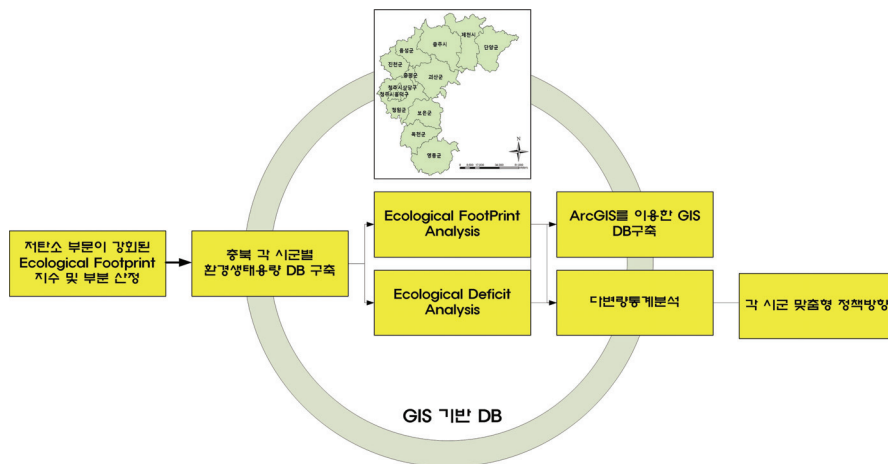
본 연구의 범위는 충청북도내 12개 시군이다(그림 1. 참조). 연구대상지는 3개의 시와 9개의 군, 도합 12개의 시군으로 이루어져 있으며, 면적은 7,431.44km<sup>2</sup>이다. 충북은 경제자유구역을 비롯한 국가산업단지 지정 및 입지 추진, 수도권을 제외하고 유일하게 인구수가 증가하는 등 성장위주의 정책 추진, 저탄소 녹색사회로의 전환을 위한 다양한 추진 전략 수립중이다. 그러나 이러한 개발은 지역의 차별성을 기반으로 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발과 수용능력을 고려한 개발 등이 각종 발전의 기반이 되어야 함에도 불구하고, 실제로는 획일적인 개발전략 위주로 지역별 환경특성 및 환경용량의 차이를 고려하지 못하고 있다. 지역적 차이와 특성을 자세하게 이해하고 서로 공유하면 지속가능한 발전을 이룰 수 있을 것으로 판단된다. 단순히 경제적 측면의 개발실적 평가 및 몇 개의 환경지표 수치 비교가 아니라 지속가능한 성장의 수준을 평가할 필요가 있다. 이를 위해서는 우선적으로 각 시군을 대상으로 지역별 환경용량을 산정할 필요가 있으며 그 특성에 맞는 맞춤형 환경정책 수립이 필요하

다. 충청북도는 인구의 2/3가 청주시와 청원권에 거주하고 있다. EF는 소비를 땅의 면적으로 바꾸는 방법으로 거주민이 많을수록 그 발자국은 커진다. 따라서 충북 전체의 생태발자국보다 청주 청원권의 경우 더 심각할 것으로 예상된다.

## 2. 생태발자국 산정방법

EF 산정방법은 부문별 지수 산정법과 종합산정법이 있다. 부문별 지수 산정법은 생산-유통-소비-폐기에 이르기까지의 전 과정(Life Cycle Assessment: LCA)을 대상으로 하기 때문에 매우 힘든 과정이 소요되고, 이중계산의 가능성도 있어 적용이 어렵다. 종합산정법은 국가단위의 공급과 수요량을 기본데이터로 계산하는 방법으로 부문별 지수 산정법에 비해 자료입수가 쉽다. 본 연구는 시군별 환경정책 수립을 위한 근거자료로서 EF를 산정하고자 하기 때문에 종합산정법을 이용하였다.<sup>1)</sup>

<그림 1> 연구 대상지와 분석방법



수많은 소비재 하나하나에 대하여 공급, 소비에 필요한 토지량을 평가하는 것은 불가능하기 때문에 일반적으로 주요 범주내의 몇 개의 항목만을 선택하여 EF를 산정한다. 본 연구에서는 충북 전체 시군을 대상으로 거시적인 측면에서의 환경정책 수립이 목적이기 때문에 세부적인 지수산정 보다는 공통적으로 많이 이용하는 음식, 건조환경(Built Environment), 산림, 에너지 4부문을 대상으로 하였다. 다만, 저탄소 사회로서의 특성을 살펴보기 위해서

1) 본 연구에서 적용한 방법은 환경부(2008)에서 제시한 방법을 준용하였음



에너지 부분에 대한 이산화탄소 배출량 계산을 위한 자료도 같이 수집 후 계산하였다. 본 연구는 2009년을 기준년도로 하였으나 사용된 자료는 2009년 통계연보에 수록되어 있는 2008년 자료이다. 자료 구축은 EXCEL 2007(MicroSoft, 2007)을 이용하였으며, ArcGIS 9.1(ESRI INC., 2007)을 이용하여 지리정보와 연계(Join)하였다. 본 연구는 각 시군별 비교 및 유형화가 목적이기 때문에 각 시군별로 음식부문, 건조환경부문, 산림부문, 에너지 부문의 세부항목은 공통된 통계항목을 적용하였다. EF 산정과정에서 지역의 1인당 소비량 자료가 없는 경우에는 국가 1인당 소비자료를 공통적으로 적용하였다. 생물 및 무생물 소비는 발자국 변환인자(footprint conversion factor)를 이용하여 등가면적으로 환산하였다. 주요 토지형태별 등가인자(equivalent factor)는 농경지 2.64, 산림 1.33, 초지 0.50, 어장 0.40, 건설부지 2.64, 에너지 토지 1.33을 적용하였다(GFN, 2008). 자료 및 분석 결과는 ArcGIS ver 9.2(ESRI, 2005)를 이용하여 공간 데이터베이스화하였다. 마지막으로 다차원 척도법을 이용하여 충북 각 시군별로 EF 특성별로 유형화 하였다.

첫째, 음식부문의 경우, 충북 도민이 일상생활 속에서 소비하는 음식물들을 생산하기 위해 필요한 토지량을 계산하였다. 미곡과 서류, 채소류, 과일류, 축산물 등 지방정부나 국가단위 통계연보에 1인당 소비량이 산출되어 있는 품목만을 포함하였으며, 각 품목의 생산을 위해 필요로 하는 토지면적을 모두 더하여 EF를 도출하였다. 각 지역의 소비량이 같다고 하더라도, 지역의 산출량에 따라 EF지수가 다르게 나타난다. 경작지에서 생산된 식품품목과 초지에서 생산된 식품품목으로 분류하여 경작지와 초지의 등가계수의 값을 곱하여 조정된 EF를 산정하였다.

둘째, 건조환경부문의 경우, 원래는 농업생산성을 갖고 있던 지역이었지만 주거지, 사회기반시설 등 경작이 불가능한 지역으로 변모되어 더 이상 생산적인 기능을 하지 않기 때문에 소비된 것으로 간주한다. 세부적으로 주택용지(대지), 공업용지(공장용지), 운동장(체육용지), 도로, 철도용지, 종교용지, 사적지 등은 들 수 있다. 건조환경 면적은 그것이 대체한 동일면적의 농경지와 같으며, 농경지의 산출계수를 이용하여 건설지 면적의 생산성을 보정한다(마강래, 1998; 임재호와 이종호, 2002; 김경태, 2006). 건설지면적의 EF(gha)는 건설지면적(ha)×건설지면적의 등가인자(gha/ha)×농경지의 산출계수로 계상된다. 건조환경은 토지 그 자체를 소비하는 것이기 때문에 산출물과는 상관없이 토지 면적이 곧 EF가 된다. 건조환경 EF는 인구밀도가 높을수록 작은 값이 나타난다.

셋째, 산림(Forest)부문의 경우, 나무는 종류별, 용도별로 다양하게 소비되기 때문에 전체 사용에 대한 산출량과 소비량을 구하는 것은 불가능하다. 따라서 일반적으로 목재(timber)에 대한 산출량과 소비량의 데이터를 사용한다. 본 연구에서도 통계연보에 제시된 목재 산출량을 대상으로 하였으며, 소비량의 경우 임업통계연보(2009)에 제시된 국가 단위의 소비량

(제재목, 목질폐널, 원목 등 소비량을 합함)을 지역의 인구수대비 비율로 계산하여 적용하였다. 산림부문의 EF는 1인당 목재관련 제품의 소비를 위해 산림이 얼마나 필요한지를 나타내며, 산림면적의 크기보다는 음식부문과 같이 그 지역의 산림에서 생산되는 목재의 양, 즉 지역별 목재 생산량과 소비에 영향을 많이 받는다(한국지속가능발전센터, 2009).

넷째, 에너지부문의 경우, 본 연구에서는 일반적으로 사용하는 방법인 화석연료를 토지로 계산하는 방식을 적용하였다. 화석연료를 사용할 때 방출되는 CO<sub>2</sub>를 동화시키는데 필요한 토지면적을 추정하는 것이다. 각 연료마다 나오는 에너지를 Kcal로 환산 후 GJ(Giga Joule)로 변환하는 과정을 거쳐 EF를 산정하였다.

### 3. 생태적자 산정방법

ED는 그 지역의 소비를 위해 사용된 토지면적이 그 지역의 생태적으로 생산적인 토지면적(Ecologically Productive Land: EPL)에 비해서 얼마나 높은 비율을 차지하는지를 나타내는 개념이다. EF만으로 도시의 환경용량의 수준과 적정규모가 어느 정도인지 절대적인 수치로 계산하기는 한계가 있다(환경부, 2008). 따라서 ED분석 및 추가적으로 필요한 토지면적의 추정을 통해, 각 도시의 소비규모와 자연조건에서의 토지 생산능력을 상호 비교함으로써 환경용량의 초과 여부를 상대적으로 평가하였다. ED는  $(1인당\ EF - 1인당\ EPL) / 1인당\ EPL \times 100$ 의 수식으로 산정하였다.

### 4. 환경용량 기반 충북 시군의 유형화

본 연구에서 사용된 각 부문별 통계자료는 측정단위가 상이하기 때문에 이를 통일하기 위해서 SPSS의 다차원척도법 알고리즘인 PROXSCAL을 수행하는 과정에서 변수간의 표준화 점수를 도출하여 분석하였다. 기존에 많이 쓰이고 있는 ALSCAL 알고리즘은 최적화 함수인 S-스트레스가 상위와 거리의 차이에 대한 국지적 구조표현에 취약하기 때문에(이재윤, 2007), 본 연구에서는 보다 정밀한 지적구조를 표현할 수 있는 PROXSCAL을 적용하였다. 본 연구에서는 충북 12개 시군을 대상으로 4개 부문별 환경용량 자료를 기반으로 생성된 EF를 이용하여 다차원척도법을 수행하였으며, 추가적으로 거리행렬표 작성 및 요인분석을 수행하여 도출된 포지셔닝 결과를 설명하기 위한 근거로 활용하였다. 각 부문별 EF를 근거로 2차원 공간상에서 나타나는 유형을 설명하기 위해서 2개의 요인을 가지는 요인분석을 수행한 후 요인 값을 기준으로 각 EF의 위치를 포지셔닝 맵에 중첩시켜 표현하였다. 요인분석의

추출방법은 주성분분석을 사용하였다. 각 시군사이의 EF들 간의 내재된 관계에 대한 해석이 용이한 단순구조로 나타내기 위해서 직각회전인 Varimax를 사용하였다.

## IV. 충청북도의 환경용량 산정결과 및 고찰

### 1. 충청북도의 생태발자국 산정 분석 및 결과

충북 음식부문 생산량은 678천 톤으로 그 중 주된 생산물은 돼지고기, 쇠고기, 쌀로서 이들은 총생산량 중 85.4%, 8.4%, 1.3%를 차지하고 있다. 음식부문 EF의 경우, 일반적으로 도시는 농촌에 비해 음식을 생산하는 토지가 부족하다. 충북 도민이 일상생활을 유지하기 위해서 소비하고 있는 여러 음식물들을 생산하기 위해 필요한 토지량은 1인당 1.1696 (gha)인 것으로 나타났다.

<표 1> 충북의 음식부문 생태발자국

	면적 (ha)	생산량 (t)	산출률 (kg/ha)	1인당 소비량 (kg)	EF (ha/cap)	EF (gha)
쌀	48,967	252,179	5,150	76.9	0.0149	0.0394
보리	76	215	2,829	1.1	0.0003	0.0010
옥수수	4,408	32,707	7,420	4.6	0.0006	0.0016
콩	10,302	15,876	1,541	8.9	0.0057	0.0152
서류	2,419	12,339	5,101	3.3	0.0006	0.0017
기타	2,130	3,047	1,431	4.0	0.0028	0.0073
무	1,604	75,459	47,044	16.0	0.0003	0.0009
배추	3,023	229,721	75,991	31.6	0.0004	0.0011
마늘	650	4,482	6,895	6.1	0.0008	0.0023
양파	70	3,214	45,914	20.2	0.0004	0.0012
고추	5,970	19,501	3,266	2.2	0.0006	0.0018
기타	11,085	214,559	19,356	73.1	0.0037	0.0099
사과	4,193	65,577	15,640	8.9	0.0005	0.0015
배	943	21,609	22,915	9.2	0.0004	0.0010

	면적 (ha)	생산량 (t)	산출률 (kg/ha)	1인당 소비량 (kg)	EF (ha/cap)	EF (gha)
복숭아	3,166	43,976	13,890	3.8	0.0002	0.0007
포도	2,941	55,379	18,830	7.3	0.0003	0.0010
감	1,487	21,103	14,192	4.2	0.0003	0.0007
기타	859	4,650	5,413	17.7	0.0032	0.0086
쇠고기		2,372,528	33	7.6	0.2303	0.2303
돼지고기		14,635,059	33	19.2	0.5818	0.5818
닭고기		91,444	33	8.6	0.2606	0.2606
합						1.1696

건조환경부문에는 건축물이 지어지거나 운동장으로 사용되고 있는 땅 등 생산적인 기능을 수행하지 못하는 토지들이 포함된다. 이러한 토지들을 소비된 토지라고 간주하며, 소비되지 않았을 때는 농작물을 생산하던 토지였다고 가정한다. 충북 시군별 건조면적은 청원군, 충주시, 음성군, 청주시가 8,400ha, 7,100ha, 5,200ha, 5,100ha 순으로 크게 나타났으며 증평이 1,000ha로 가장 작았다. 2008년 충청북도 건조환경부문의 조정된 EF값은 0.0873(gha)로 나타났다.

<표 2> 충청북도의 건조환경부문 EF산정 결과

	점유면적 (m <sup>2</sup> )	1인당토지소비량 (ha/cap)	EF (gha)
대지	144,673,928.1	0.0093	0.0247
공장용지	53,282,473.3	0.0034	0.0091
학교용지	19,037,113.5	0.0012	0.0032
주차장	799,537.7	0.0001	0.0001
주유소	1,196,018.7	0.0001	0.0002
창고	4,276,201.0	0.0003	0.0007
도로	200,507,997.6	0.0130	0.0343
철도용지	12,453,927.9	0.0008	0.0021
제방	12,450,601.8	0.0008	0.0021
수도용지	2,231,204.1	0.0002	0.0004
체육용지	7,687,053.7	0.0005	0.0013
유원지	1,270,419.7	0.0001	0.0002

	점유면적 (m <sup>2</sup> )	1인당토지소비량 (ha/cap)	EF (gha)
종교용지	3,107,726.8	0.0002	0.0005
사적지	432,871.5	0.0000	0.0000
묘지	19,104,147.2	0.0012	0.0033
잡종지	27,445,312.6	0.0018	0.0047
합			0.0873

산림부문은 경작지와 함께 생산적인 부문이며 지구온난화 대비를 위한 이산화탄소 흡수원으로서의 역할이 강조되고 있다. 산림부문의 EF지수는 1인당 목재 등의 소비를 위해 얼마만큼의 산림면적이 필요한지를 나타낸다. 충북도민의 1인당 산림부문 EF값은 1.258(gha)으로 나타났다.

<표 3> 충청북도의 산림부문 EF산정 결과

면적 (ha)	생산량 (m <sup>3</sup> )	산출률	소비량 (m <sup>3</sup> )	1인당 소비량	항목별EF	EF (gha)
496,729	184,584	0.371	17,051	0.351	0.946	1.258

충북 에너지부문 소비량은 391백만 giga joule로 시도 중 큰 값을 나타내는 지역으로는 청주시, 청원군, 제천시가 총사용량의 27%, 22%, 18%를 차지하고 있다. 청주시와 청원군의 경우 전기 및 경유사용량이 많은 것으로 나타났으며, 청주시는 전기와 도시가스의 비율이 각각 70%, 10%로 나타났고, 청원군은 전기와 경유의 비율이 각각 87%, 7%로 나타났다. 에너지부문의 소비는 가스, 전기, 석유류가 대부분을 차지한다. 충북의 에너지부문 EF값은 1.67384(gha)이며, 전기부분의 EF값이 1.014(gha)로 약 60%를 차지하였다.

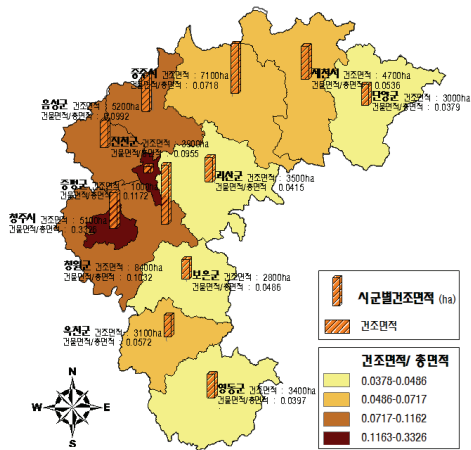
<표 4> 충청북도의 에너지부문 EF산정 결과

	화석연료소비량	giga joule	1인당 소비량	EF(gha)
휘발유(kl)	364,391	12,207,099	7.914	0.079
등유(kl)	275,630	10,143,184	6.576	0.065
경유(kl)	976,321	37,002,566	23.992	0.239
병커C유(kl)	291,242	12,057,419	7.817	0.078
프로판(t)	92,804	4,677,322	3.032	0.030

	화석연료소비량	giga joul	1인당 소비량	EF(gha)
부탄(t)	132,774	6,585,590	4.270	0.042
도시가스(1000m <sup>3</sup> )	430,921	19,046,708	12.349	0.123
전기(Mwh)	17,381,482	156,433,341	101.429	1.014
합				1.67

전체적으로 봤을 때, 충청북도의 EF 4.189gha 중 에너지, 산림, 음식, 건조환경부문이 각각 40%, 30%, 28%, 2%로 나타나고 있어 에너지와 산림부문의 비중이 높게 나타났다. 이는 충북의 경우, 에너지 및 목재소비량에 비해 생산량이 많이 부족한 것으로 이해 할 수 있다. 다만, 산림부문의 경우, 과도한 도시화 및 새로운 산업단지 조성으로 인한 산림면적의 감소와 산림자원과 관련된 소비재의 증가에서 주원인을 찾을 수도 있을 것으로 사료된다.

<그림 2> 충북 시군별 건조환경 면적





총량의 72%, 12%를 차지하였다. EF가 높다는 것은 지역 내 생산물은 적은 반면 외부로부터 들여오는 생산물이 많이 소비되고 있음을 의미한다. 단양은 지역내 토지 생산성이 충북내 여타 시군보다 떨어지는 것으로 이해할 수 있으며, 보은군은 상대적으로 지역내 생산성이 높다고 이해할 수 있다.

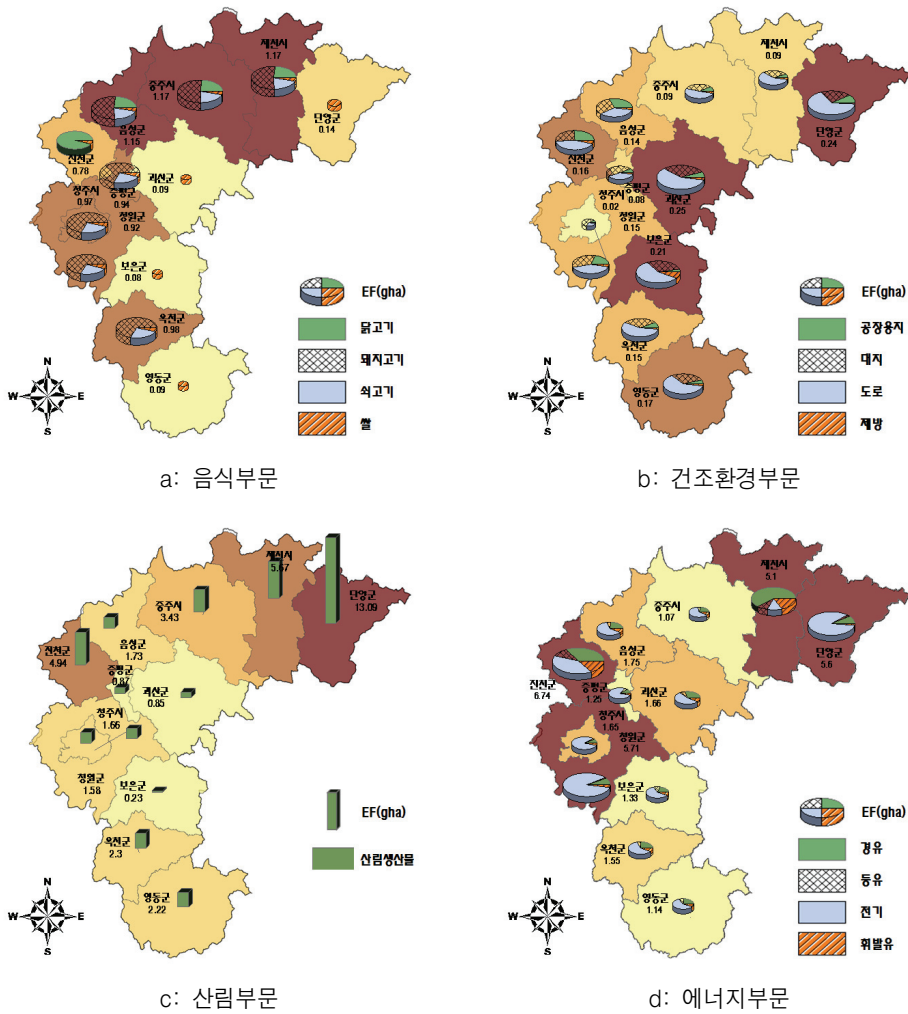
<표 5> 충청북도 시군별 EF산정 결과

시군	음식	건조환경	산림	에너지	합
청주	0.974	0.021	1.660	1.654	4.309
충주	1.168	0.089	3.433	1.072	5.762
증평	0.936	0.078	0.871	1.255	3.14
음성	1.153	0.145	1.727	1.749	4.774
괴산	0.085	0.249	0.849	1.663	2.846
청원	0.916	0.146	1.584	5.708	8.354
보은	0.082	0.211	0.231	1.333	1.857
제천	1.168	0.091	5.670	5.103	12.032
단양	0.141	0.244	13.08	5.603	19.068
진천	0.775	0.614	4.941	6.736	13.066
옥천	0.979	0.147	2.298	1.554	4.978
영동	0.085	0.174	2.221	1.142	3.622
평균	0.71	0.18	3.21	2.88	6.98

음식부문 EF가 크게 나타난 지역은 충주시와 제천시로 1.169gha와 1.168gha로 나타났으며, 가장 작게 나타난 지자체는 괴산군과 보은군으로 각각 0.085gha, 0.082gha으로 나타났다. 청주시의 경우 도시지역의 특성으로 인해 쌀의 생산이 거의 없으며 도축시설이 청주에 집중되어 있어 육류생산량이 많은 것으로 나타났다. 반면에 보은군, 괴산군, 단양군의 경우 육류의 생산에 기여하지 않고 있는 것으로 나타났다. 시군별 건조면적의 경우, 청원군, 충주시가 각각 8,400ha, 7,100ha로 크게 나타났으며, 증평이 1,000ha로 가장 작은 면적을 나타냈다. 청주시가 총면적대비 건조면적비가 0.333로 가장 큰 것으로 나타났으며, 단양군과 영동군의 총면적대비 건조면적비가 각각 0.038, 0.040으로 나타나 타지역에 비해 총면적대비 건조면적비가 상대적으로 적었다. 건조환경부문 EF가 크게 나타난 지역은 괴산군과 단양군으로 0.248gha와 0.244gha로 나타났으며, 그 중 대지 및 도로에 대한 EF계수가 건조환경부문의 81%, 66%를 차지하였다. 반면에 건조환경부문 EF가 가장 작게 나타나는 지

자체는 청주시와 증평군이며 그 값은 각각 0.065gha, 0.077gha으로 비교적 집약적인 토지이용이 이루어지기 때문인 것으로 판단된다. 산림부문 EF의 경우, EF가 비교적 크게 나타나는 지역은 단양군으로서 13.089gha로 나타났으며, 가장 작게 나타나는 지자체는 보은군과 괴산군이며 그 값은 각각 0.231gha, 0.849gha으로 나타났다. 에너지부문의 경우, EF가 큰 지역은 진천군과 청원군으로 6.736gha와 5.708gha로 나타났으며, 작게 나타나는 지자체는 충주시와 영동군으로 각각 1.073gha, 1.142gha으로 나타났다.

<그림 4> 충북시군별 부문별 EF 비교



### 3. 충청북도 시군별 생태적자 추정

앞서 산정한 EF지수만으로는 충북의 생태환경용량의 수준과 적정규모를 정확한 수치로 산정하는데 한계가 있다. 따라서 생태적자(Ecological deficit: ED)를 산정하여 환경용량의 초과 여부를 상대적으로 판단할 수 있다. 분석결과, 충북 전체를 보면 초과수요가 3.707로 나타났으며, 시군별로 보면, 보은군이 ED가 0.210로 가장 초과면적이 작았으며, 단양군이 ED지수 16.655로 가장 초과면적이 큰 것으로 나타났다. 단양군의 경우 산림부문에 EF지수가 생태적자의 규모가 커진 주요한 원인이 되었다. 단양군의 경우, 산림면적은 넓으나 국립공원 등으로 지정되어 인구수 대비 목재로 활용할 수 있는 여지가 작기 때문에 EF가 크게 산정된 것으로 사료된다.

<표 6> 충청북도 시군별 ED 분석결과

구분	인구수(명)	면적(ha)	1인당 토지면적	1인당 EF지수	ED
	a	b	c=b/a	d	e=d-c
충북	1,542,287	743,323.503	0.482	4.189	3.707
청주시	644,223	15,345.061	0.024	4.309	4.285
충주시	208,808	98,376.385	0.471	5.764	5.293
제천시	137,229	88,302.475	0.643	12.033	11.389
청원군	151,115	81,416.885	0.539	8.357	7.818
보은군	35,443	58,414.618	1.648	1.859	0.210
옥천군	55,170	53,707.557	0.973	4.979	4.006
영동군	50,756	84,552.331	1.666	3.633	1.967
증평군	32,534	8,183.171	0.252	3.141	2.890
진천군	63,579	40,701.757	0.640	12.615	11.975
괴산군	37,066	84,214.654	2.272	2.847	0.575
음성군	94,144	52,042.047	0.553	4.775	4.222
단양군	32,220	78,066.561	2.423	19.078	16.655

### 4. 생태발자국 기반 충청북도 시군의 유형화

거리행렬은 두 시군사이의 거리를 행렬로 표시한 것으로 본 연구에서는 유클리드 거리 행렬을 사용하였다. 거리행렬은 상관관계의 거리척도를 이용한 분석방법으로 각 EF를 구성하

는 4개 부문 전체를 고려한 12개 시군간의 거리를 나타내주고 있다. 분석결과, 단양이 여타 다른 시군과의 상이성이 높은 것으로 나타났다.

<표 7> EF를 이용한 각 시군의 근접성 거리행렬

	청주	충주	증평	음성	괴산	청원	보은	제천	단양	진천	옥천	영동
청주	0.000											
충주	0.186	0.000										
증평	0.101	0.254	0.000									
음성	0.235	0.145	0.244	0.000								
괴산	0.828	0.951	0.727	0.854	0.000							
청원	0.733	0.603	0.723	0.498	1.065	0.000						
보은	0.802	0.941	0.704	0.857	0.107	1.115	0.000					
제천	0.835	0.737	0.804	0.610	1.000	0.191	1.066	0.000				
단양	1.706	1.719	1.618	1.575	1.134	1.363	1.239	1.176	0.000			
진천	1.665	1.567	1.625	1.442	1.595	0.976	1.691	0.832	1.028	0.000		
옥천	0.236	0.255	0.183	0.142	0.712	0.550	0.715	0.621	1.483	1.442	0.000	
영동	0.714	0.856	0.616	0.778	0.165	1.063	0.091	1.028	1.292	1.687	0.637	0.000

다차원척도의 통계적 유의성 검정결과는 표 8과 같다. 다차원척도법에서는 개체 간의 근접도 척도 집합 구조를 탐색한다. 이를 위해 개념적 저차원 공간에 있는 점 사이의 거리가 주어진 유사성 척도와 가능한 한 가깝게 일치되도록 이 공간의 특정 위치에 관측값이 할당된다. 다차원척도에서는 스트레스값을 통해서 모형이 얼마나 유사한 집합구조를 형성하고 있는지를 알 수 있다. 정규화된 원래 스트레스(Normalized Raw Stress), 스트레스-I, 스트레스-II, S-스트레스의 4개 스트레스 값은 자료의 부적합성(misfit)을 나타내며, 설명되는 산포(Dispersion Accounted For: DAF)와 Tucker의 적합계수 값(Tucker's Coefficient of Congruence)은 적합성(fit)의 정도를 나타낸다. 스트레스의 값이 최소 0~최대 1사이의 값이면 좋은 결과임을 의미한다.

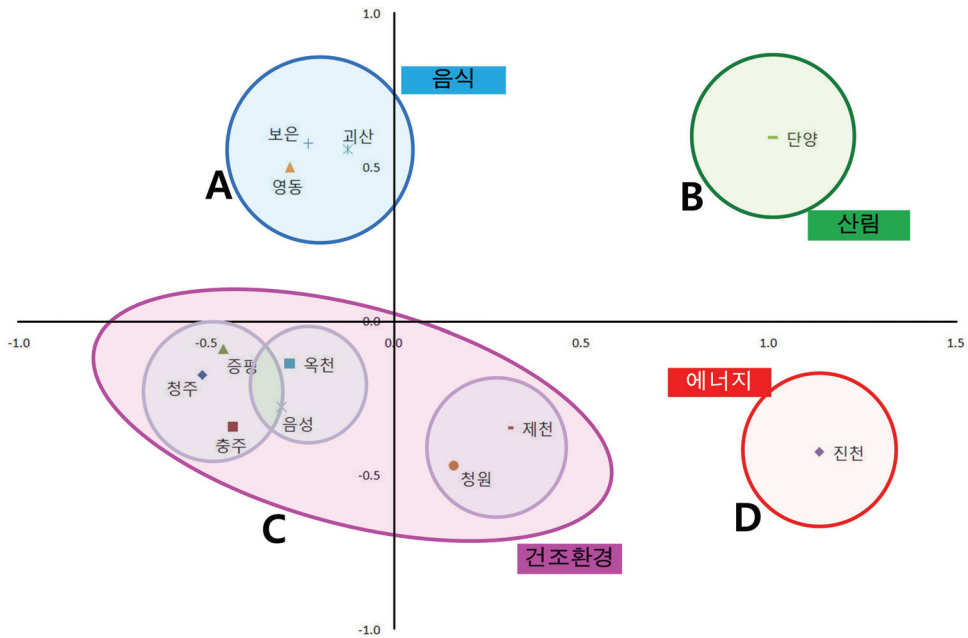
<표 8> 다차원척도의 통계적 유의성 검정결과

정규화된 원래 스트레스(Normalized Raw Stress)	0.015
스트레스-I	0.125 <sup>a</sup>
스트레스-II	0.256 <sup>a</sup>
S-스트레스	0.044 <sup>b</sup>
설명되는 산포(Dispersion Accounted For: DAF)	0.984
Tucker의 적합계수 값(Tucker's Coefficient of Congruence)	0.992

※ PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a: Optimal scaling factor = 1.016 ; b: Optimal scaling factor = 0.970

<그림 5> 근접성 행렬 포지셔닝 맵 기반 유형화 결과



보은군, 괴산군, 영동군(A그룹)은 음식부문에서 여타 시군보다 EF 값이 작아 자체소비량보다 생산량이 많은 농촌의 특성을 잘 나타내고 있는 유형이며 그 반대특성으로 건조환경 EF가 상대적으로 높은 특징을 가지고 있다. 단양군(B그룹)은 산림부문에서 여타 시군에 비해 상당히 높은 EF를 나타내고 있다. 단양은 시멘트 산업이 밀집되어있는 지역으로 산업 특성상 다량의 에너지 필요하나 비용 때문에 비교적 가격이 저렴한 석탄 및 목재 의존량이 크기 때문에 산림부문의 의존량이 상대적으로 크게 나타난 것으로 사료된다. 진천군(C그룹)은

여타 시군에 비해서 에너지 부문에서 높은 EF를 나타내고 있다. 진천군은 충북에서 2차산업을 중심으로 한 산업화가 가장 많이 진전된 지역이기 때문에 타 지역에 비해 에너지 소비량이 많으며 상대적으로 인구가 적어 1인당 에너지 소비가 크게 나타났다고 판단된다. 청주, 충주, 증평, 음성, 청원, 제천, 옥천(D그룹)은 여타시군에 비해 건조환경부문의 EF가 낮은 점을 특징으로 하는 유형으로 구분할 수 있다. 그룹을 세부적으로 고찰해 보면, 청원과 제천의 경우, 건조환경부문 EF가 낮은 상태에서 에너지와 음식부문의 EF가 조금 높게 나타나는 특징을 가진다. 실제로 두 지역은 산업구조에서 농림업의 비중(제천 8.5%, 청원 7.2%), 인구(제천 14만, 청원 15만) 등에서 유사하다. 에너지 EF가 높게 나타나는 것은 제조업 중심의 산업구조를 가지고 있기 때문이며 도시와 농촌의 복합도시 성격으로 제조업의 비중은 적으나 석회석, 시멘트 산업 등의 주력산업으로 에너지 사용이 높은 특징을 갖고 있다. 청주시, 증평군, 충주시는 건조환경부문의 EF가 낮게 나타나 건조환경 자체만을 갖고 생각해 보면 건축면적이 많은 도시지역이 높을 것으로 짐작되나 실제로는 보은, 영동, 괴산이 높게 나오고 청주, 충주, 증평 등이 낮게 나타났다. 이는 시군면적이 아니라 1인당 면적 즉, 인구밀도가 EF에 큰 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다. 옥천군과 음성군은 건조환경부문 EF가 낮은 상태에서 음식부문의 EF가 조금 높게 나타나는 특징을 가진다. 두 지역 모두 군 지역이면서 옥천 포도, 음성 고추와 복숭아 등 농산물에서 특산물로 인정되는 대표적 생산물이 있으며, 지역의 전체 제조업 종사자 중에서 기계금속, 화학의료, 음식료품 산업에 종사하는 비중이 60%를 넘는 특징이 유사한 특징이 있다.

## V. 결 론

### 1. 연구결과에 따른 맞춤형 정책방향

충청북도는 제한된 환경여건 하에서 지역별로 상이한 환경용량을 고려하지 않고 획일적으로 대규모 개발을 동반하는 성장위주의 경제정책을 추진해 왔다. 충청북도에서도 자연과 공존하면서 미래세대에게도 풍요롭고 쾌적한 삶을 누릴 수 있는 기회를 제공하기 위해서는 환경용량을 고려한 정책 방향설정이 필수적이다. 충청북도 EF를 산정한 결과, 전체의 EF는 4.18gha로 나타났으며, 음식부문은 1.17(gha), 건조환경부문은 0.08(gha), 산림부문은 1.25(gha), 에너지부문은 1.67(gha)로 나타났다. 시군별로 볼 때, 충북지역에서 EF가 가장 크게 나타나는 지역은 단양군으로 EF가 19.079gha이며 그중 산림부문과 에너지 부문이



각각 총량의 69%, 29%를 차지하였다. 충북지역에서 EF가 가장 작게 나타나는 지역은 보은군으로 EF가 1.86gha이며 에너지부문과 산림부문이 각각 총량의 72%, 12%를 차지하였다. 충북의 경우, 시군지역의 환경적 이질성이 강하여 도출된 지수의 편차가 심한 특징이 있고, 이러한 점 때문에 연구결과의 일반화는 어려울 것으로 판단된다.

도출된 EF를 대상으로 12개 시군을 유형화해 본 결과, 보은군, 괴산군, 영동군은 음식부문에 여타 시군보다 EF가 작아 농촌의 특성을 잘 나타내고 있는 유형, 단양군은 산림부문에서 여타 시군에 비해 상당히 높은 EF를 나타내는 유형, 진천군은 여타 시군에 비해서 에너지 부문에서 높은 EF를 나타내는 유형, 청주, 충주, 증평, 음성, 청원, 제천, 옥천은 건조환경부문의 EF가 상대적으로 낮은 유형으로 구분되었다. ED 산정결과, 충북 전체를 보면 초과수요가 3.707로 나타났으며, 시군별로 보면, 보은군이 0.210로 가장 초과면적이 작았으며, 단양군이 16.655로 가장 초과면적이 큰 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 충청북도의 EF와 ED의 추정값을 기반으로 시군별 환경용량의 한계를 가늠할 수 있었으며 거시적인 차원에서 정책의사결정을 위한 근거 자료를 제공할 수 있었다.

분석결과에 따른 시군별 정책방향은 다음과 같다. 보은군, 괴산군, 영동군(A그룹)은 음식부문에 소비량보다 생산량이 많은 농촌의 특성을 잘 나타내고 있기 때문에 이 그룹에 해당되는 시군은 앞으로 유기농 등 친환경농업 중심의 산업정책이 우선적으로 수립되어야 할 것으로 판단되며, 그린 산업의 입지로 고려해 볼만하다. 또한 적은 인구수 대비 대지, 도로, 학교, 공장 등 시가화된 건조환경 면적이 넓은 특징을 갖고 있기 때문에 평면적으로 시가지를 확산시키는 도시정책을 지양하고 기존 시가지의 입체적 정비를 통한 도시기능배분이 필요하다고 판단된다. 단양군(B그룹)은 산림부문에서 여타 시군에 비해 상당히 높은 EF를 나타내고 있다. 기초자치단체로 갈수록 특정 산업 또는 특정기업에 의해 지역의 특성이 좌우되는 경향이 있다. 단양은 저탄소 녹색성장의 관점에서 봤을 때, 기술적으로 지역 특화인 시멘트 사업의 녹색화 즉, 고효율 제조공정의 도입으로 에너지 효율을 높이는 방안이 우선적으로 마련되어야 할 것으로 판단된다. 진천군(C그룹)은 여타 시군에 비해서 에너지 부문에서 높은 EF를 나타내고 있다. 단양군의 경우는 특정 산업의 비중이 높아 특정 산업의 기술개발을 통한 에너지 효율제고 방안을 강구해야 하지만, 진천의 경우는 보다 다양한 업종들이 있어, 보다 복합적이고 광범위한 에너지 절감 및 에너지 기술 개발 인센티브 정책 수립이 우선되어야 할 것으로 판단된다. 또한 신재생에너지의 적극적인 활용으로 에너지 발전 총량을 늘이는 접근방법도 고려되어야 할 것이다. 청주, 충주, 증평, 음성, 청원, 제천, 옥천(D그룹)은 여타 시군에 비해 건조환경부문의 EF가 낮은 특징을 가지고 있다. 이는 1인당 토지개발의 여지가 다른 시군에 비해서 높다는 의미이며, 친환경 토지 개발정책이 요구된다. 세부적으로 고찰해보면, 청원과 제천의 경우, 건조환경부문 EF가 낮은 상태에서 에너지와 음식부문의 EF가

조금 높게 나타나는 특징을 가진다. 실제로 두 지역은 산업구조에서 농림업의 비중(제천 8.5%, 청원 7.2%), 인구(제천 14만, 청원 15만) 등에서 유사하다. 에너지 EF가 높게 나타나는 것은 제조업 중심의 산업구조를 가지고 있기 때문이며 도시와 농촌의 복합도시 성격으로 제조업의 비중은 적으나 석회석, 시멘트 산업 등의 주력산업으로 에너지 사용이 높은 특징을 갖고 있다. 따라서 이 두 시군은 도시, 농촌 양쪽 측면을 모두 갖고 있어 둘을 아우르는 정책 필요. 즉, 재배면적이 도시에 비해서는 여력이 있음으로 친환경 농업생산 증대 정책과 함께 에너지 효율화 정책 병행이 필요하다. 청주시, 증평군, 충주시는 이들 지역은 타 지역에 비해 시가지의 평면적 확산보다는 입체적 개발을 통한 고밀 개발이 이루어진 곳으로 인구밀도가 높은 지역이다. 청주와 충주는 충청북도에서 가장 인구가 많은 두 지역이며, 증평은 인구수는 얼마 되지 않으나 전국에서 가장 규모가 작은 면적을 갖고 있으므로 인구밀도는 높은 지역이라 할 수 있다. 따라서 이러한 곳은 농업보다는 환경기술이나 환경 산업적 측면을 강조하는 생태산업단지 등과 같은 정책 추진이 바람직하다고 판단된다. 옥천군과 음성군은 농산물 및 제조업에서 대표적 생산물이 있기 때문에 도시내 지역개발보다는 지역단위에서 경쟁력이 있는 특정 작물 및 특정 산업을 특화 정책이 우선되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구의 결과, EF를 통해 지역단위 환경적 지속가능성을 보다 계량적, 가시적으로 진단할 수 있었다. 이는 정책결정자들에게 하나의 정책지표로서 중요한 지침을 제공할 것이다. 연구방법론적인 차원에서 본 연구는 여타 지역의 환경적 지속가능성 평가도 활용될 수 있을 것이다. 더불어 EF는 환경생태적 한계를 단순하지만 가장 이해하기 쉬운 형태로 보여 주는 통합적인 지표로서 도민들의 자발적인 행동 변화를 유발할 수 있는 홍보자료로 유용성이 크다.

## 2. 본 연구의 한계 및 장치의 연구

본 연구에서 활용된 EF는 환경적 지속가능성을 나타내는 완벽한 지표가 아니므로 다른 평가 방법들도 동시에 보완될 필요가 있다. 또한 산정결과가 특정한 년도에 한정되어 있기 때문에 지속적인 모니터링이 요구된다. 구체적인 정책 방안을 제시하기에는 다소 임의적이고, 또 자연에 대한 인간 활동의 영향을 얼마나 정확하게 반영하고 있는지도 논란의 여지가 있으며 환경에 대한 영향이 예측되더라도 현 시점에서 수치화가 불가능하여 자료화 할 수 없는 경우 있을 수 있다. 그러나 이러한 점은 본 연구만의 문제가 아니라 EF자체가 가지고 있는 한계이다. 본 연구에서는 EF지수가 환경적 지속가능성을 나타내는 적합한 지표인가 아닌가의 논의가 중요한 것이 아니며, 충북내 시군이 환경적 지속가능성을 높이기 위해 어떠한 정책을 우선적으로 수립할 것인가에 주안점을 두었다. 또한 본 연구에서 맞춤형 정책의 주체는 지방정부이며, 지방정부별 환경권 및 기타정책 추진과 관련된 권한이 전제되어야 정책수립의

효과가 있을 것이다. 본 연구가 충청북도라는 지역적인 한계를 가지고 있어 일반화에 문제가 있지만 방법론적인 측면에서는 여타 시군에서도 활용도가 높을 것이라고 판단된다. 장차 본 연구결과를 기반으로 각 시군별 정책 시뮬레이션을 해볼 필요가 있다.

## 【참고문헌】

- 고재경·이유진·한순금. (2007). 생태발자국 안내서, 푸른경기21실천협의회.
- 김경태, 정성관, 유주한. (2006). Ecological Footprint를 활용한 도시의 환경용량 평가, 『국토계획』 41(3): 109-120.
- 김경태외. (2007). 생태발자국 지수 분석에 따른 도시유형 분류 및 관리방안, 『국토계획』 42(1): 7-18.
- 김선희. (2001). 환경용량평가 이론 및 사례분석연구, 『국토연구』 제 32권. pp.195-207.
- 마강래. (1998). Ecological footprint 분석을 이용한 경제활동의 환경영향에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
- 문경주. (2004). Ecological Footprint 분석을 이용한 도시의 지속가능성 평가: 부산광역시를 중심으로, 『한국사회와 행정연구』 15(3): 129-158.
- 주용준. (2009). 생태도시를 위한 환경용량 평가에 관한 연구 :생태발자국을 중심으로, 안양대학교 석사학위 논문.
- 이상현. (2001). 생태족적 모델을 통한 울산시 환경용량평가에 관한 연구, 울산발전연구원.
- 이재윤. (2007). 지적구조분석을 위한 MDS지도 작성방식의 비교분석, 『한국문헌정보학회지』 41(2): 335-357.
- 이창우·오용선. (1999). 서울시 환경용량평가에 관한 연구, 서울시정개발연구원.
- 임재호·이중호. (2002). 도시환경용량평가에 관한 연구, 『환경영향평가학회지』 11(1): 25-36.
- 한국지속가능발전센터. (2009). 지역단위 지속가능성 관리도구로서 생태발자국 도입방안.
- 환경부. (2008). 생태발자국 도입방안연구.
- Ewing, Brad, Goldfinger, S, Waker Nagel, M, Stechbart, W, Rizk, S. A., Reed, A, and Justin Kitzes. (2008). "The Ecological Footprint Atlas", Oakland: Global Footprint Network.
- Global Footprint Network. (2008). Guidebook to the National Footprint Accounts 2008.
- Haberl, H., K.-H. Erb, F. Krausmann. (2001). "How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: The case of Austria 1926-1995", *Ecological Economics* 38(1): 25-45.
- Moos, Markus, Jason Whitfield, Laura C. Johnson and Jean Andrey, 2006, "Does Design Matter? The Ecological Footprint as a Planning Tool at the Local Level" *Journal of Urban Design* 11(2): 195-224.

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.

Wackernagel, M. (1994) "Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Substantiality". Ph.D. Thesis. School of Community and Regional Planning. The University of British Columbia.

Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., and Murray, M. (2005). "National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method", Global Footprint Network, Oakland, California.

<http://www.footprintnetwork.org/>(검색일: 2010.09.20).

