

■ 論 文 ■

녹색성장 교통부문 지표개발 교통 전문가 설문조사결과 분석

Development of Transportation Indicators for Green Growth Based on a Questionnaire Survey for Transportation Experts

김 현 명

(명지대학교 교통공학과 조교수)

조 종 석

(한국교통연구원 책임연구원)

최 정 민

(한국교통연구원)

강 희 정

(건국대학교 산업공학과 교수)

목 차

- I. 서론
- II. 기존문헌고찰
 - 1. 녹색성장 관련 기존문헌고찰
 - 2. 평가지표 관련 기존문헌고찰
- III. 녹색성장 교통지표 개발
 - 1. 평가지표의 역할
 - 2. 긍정적 평가지표와 부정적 평가지표
 - 3. 녹색성장 평가를 위한 교통부문 지표개발
- IV. 녹색성장 지표선정을 위한 전문가 설문조사
 - 1. AHP를 통한 가중치계산
 - 2. 대표 평가지표 선정을 위한 설문조사
 - 3. 선정된 평가지표의 가치균형
- V. 녹색성장 평가지표 적용
 - 1. 평가지표의 적용
 - 2. 적용결과 분석
- VI. 결론
참고문헌

Key Words : 지속가능한 개발, 생태효율성, 녹색성장, 긍정적·부정적 평가지표, AHP
Green growth, Eco-efficiency, Sustainable transportation, AHP, evaluation indicator

요 약

본 연구의 목표는 전문가 조사를 통해 교통부문 녹색성장을 구성하는 부문들의 상대적 중요성을 밝히고 각 부문별 평가지표를 개발하는 것이다. 이를 위해 먼저 지속가능한 개발이나 생태효율성이라는 기존의 개발 개념과 녹색성장이 어떠한 공통점을 가지며, 녹색성장 고유의 속성은 무엇인지를 설명하였다. 그리고 기존의 연구들을 토대로 교통부문에서 그간 이용되어온 지표들을 선정하였다. 본 연구의 목표인 올바른 지표설계를 위해 평가지표의 구조를 전체 목표, 개별목표, 상세목표로 위계화하여 제시하였으며, 균형 있는 지표 설정을 위해 부정적 지표와 긍정적 지표의 개념도 제시하였다. 각 개별목표와 상세목표의 전체 목표에 대한 상대적 기여도의 결정을 위해 교통부문 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하고 설문조사 결과를 토대로 AHP 분석을 통해 각 목표들의 가중치를 계산하였다. 분석결과 저탄소·친환경성이 가장 높은 가중치를 갖는 것으로 나타났으며, 경제활동성이 전체 목표 달성에서 가장 낮은 비중을 차지하였다. 이를 통해 현재 교통전문가들이 녹색성장 중 성장 부문에 대한 인식이 부족하며, 녹색성장이라는 새로운 개념과 과거의 지속가능한 개발이나 생태효율성을 명확히 구분하지 못한다는 사실을 확인하였다.

In this study, the indicators for evaluating the level of green growth in transportation are proposed. The authors reviewed the existing philosophies such as sustainable development and eco-efficiency and explained the differences between the philosophies and green growth. The planning hierarchy and indicator framework are proposed and the idea of indicators is also introduced. In order to decide the weighting value for objectives and targets, a questionnaire survey for transportation experts was conducted. The survey results show that low-carbon/environmentally-friendly development is the most important objective. In addition, the results reveal that transportation experts do not fully understand the concept of green growth and cannot differentiate the concept of green growth from that of sustainable development and eco-efficiency.

이 논문은 김현명이 작성한 한국교통연구원의 과제 "교통부문 녹색성장 평가지표 개발 및 DB 구축 방안"의 자문보고서를 기반으로 작성됨

I. 서론

지구온난화, 환경오염, 자원고갈 등은 모든 국가들이 당면하고 있는 범지구적 문제이다. 이 문제들은 산업발전과 경제성장의 부정적 부산물로서, 산업혁명 이래 꾸준히 누적되어오다 20세기 말부터 그 악영향이 본격적으로 인식되기 시작했다. 이러한 배경아래 1980년대 후반부터 학계와 국제기구들을 중심으로 지구의 환경, 경제, 사회적 영향을 고려한 개발, 즉 지속가능한 개발(Sustainable development)이 필요하다는 주장이 등장하기 시작했다.

하지만 지속가능한 개발이 실제 적용단계에 도달하기 위해서는 몇 가지 한계점을 극복해야 한다. 먼저, 많은 국가들이 아직 지속가능한 개발을 완전한 형태로 국가 개발 정책에 반영하는데 대한 공감대를 형성하지 못하고 있다. 각 국가마다 당면한 과제와 국민들의 정서, 의식수준, 삶의 목표들이 차이가 있기 때문이다. 선진국들의 경우 환경 문제나 기후변화가 국민들 사이에 높은 공감대를 얻을 수 있으나, 저개발 국가들의 경우 소득의 증대와 같은 경제적인 목표가 정책 우선순위에 있을 것이다. 또 다른 문제는 국가 간 공감대가 형성되었다 하더라도 지속가능한 개발을 위한 적절한 평가지표(Indicator)가 충분히 개발되어 있지 않기 때문에, 특정 정책이 지속가능한 개발의 세 가지 개별목표들에게 어떤 영향을 미치는지를 계량하기 어렵다. 특히, 사회적 측면과 관련해 논의되는 사회구성원의 삶의 질이나 형평성문제는 문제를 바라보는 관점에 따라 그 평가가 상이할 수 있다. 따라서 이를 객관적으로 평가할 수 있는 계량적도의 개발이 필수적이지만, 기존 연구들에서는 지속가능한 개발의 사회적 측면을 계량화할 수 있는 평가지표를 충분히 개발하지 못했다.

이러한 지속가능한 개발의 사회적 측면 계량화의 어려움 때문에, 사회적 측면을 유보하거나 축소하고 환경과 경제적 측면에 초점을 맞추는 새로운 개발 철학들이 제시된 바 있는데, 생태 효율성(Eco-efficiency)과 한국 정부가 제시한 녹색성장이 이러한 예이다. 본 연구에서는 이러한 새로운 개발 개념들 중 녹색성장에 초점을 맞추어 교통부문에서 녹색성장이 갖는 의미와 평가지표들에 대해 논의한다. 교통부문은 국내 전체 온실가스 배출량의 19%, 에너지 사용량의 21%를 차지하고 있을 뿐만 아니라 국가 경제발전의 주요 동력으로 역할을 수행하고 있다. 또, 사회구성원들의 사회경제활동을 가능케 하는 이동성과 접근성을 제공하기 때문에, 교통부문에 대한 논의 없이 녹색성장의 달성을 기대하는 것은 불가능하다.

본 연구에서는 녹색성장을 교통 체계 관점에서 평가할 수 있는 세 가지 개별 목표를 정의하고, 이를 달성을 위해 고려되어야 할 상세목표를 설정하였으며, 상세목표를 계량화 할 수 있는 평가지표들을 제시하였다. 평가지표의 개발에서는 각 평가지표가 갖는 긍정적, 부정적 의미를 통해, 평형개념이 의사결정과정에서 반영될 수 있도록 평가지표 간 관계를 설정하는 방법론을 제시하였다. 또, 현재의 녹색성장 현황뿐만 아니라, 녹색성장 잠재력을 평가하기 위해 지표를 현황 및 잠재력 지표로 구분하는 새로운 개념을 제시하였다. 각 개별목표들과 상세목표들의 중요성은 전문가 조사를 기반으로 한 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 통해 계량화되었다. 또, 각 개별 부문별 평가지표들 역시 전문가들의 의견을 통해 평가되었다.

II. 기존문헌고찰

1. 녹색성장 관련 기존문헌고찰

1) 지속 가능한 개발

녹색 성장의 개념은 2008년 이명박 대통령의 8.15 경축사에서 소개되었으나, 그 이론적 기초는 1980년대 후반 등장한 지속가능한 개발의 연장선상에 있다. 1987년 WCED(World Commission on Environment and Development, 통칭 Brundtland Commission)은 지구의 환경을 훼손하지 않고 인류의 삶을 향상시키기 위한 개발 철학을 제시하고 이를 지속가능한 개발이라 명명하였다.

“미래세대가 그들 자신이 필요로 하는 것을 만족시킬 수 있는 능력을 훼손하지 않으면서 현재의 필요를 만족시키는 개발을 지속 가능한 개발이라 한다.”

현재 지속가능한 개발의 개념은 교통 시스템 계획이나 평가에도 다양하게 이용되고 있다. OECD (1999)가 밝힌 바와 같이 현대 사회에서 교통은 경제주체들의 이동성을 제공한다는 점에서 국가 경제 및 생산시스템의 근간이자 핵심요소라 할 수 있다. 하지만, 이와 동시에 교통시스템은 환경오염을 일으키고 재생 불가능한 자원을 소비하며, 혼잡이나 교통사고 등과 같은 외부비용을 발생시킨다. 사회구성원들이 많은 통행을 발생시킨다는 것은 사회경제활동이 활발히 수행됨을 의미하며 이는 사회경제 시스템이 원활히 작동중임을 의미한다. 하지만 통행 증가는

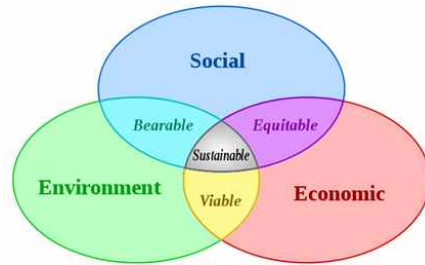
자원의 소비, 환경오염과 같은 부정적 산출물 역시 증가시킨다. 따라서 이 긍정적, 부정적 측면을 동시에 고려할 수 있는 교통시스템 평가 개념이 필요하다는 인식이 대두되었고, 대표적인 예로는 환경적으로 지속가능한 교통(Environmentally Sustainable Transportation, EST) 개념이 있다(OECD, 1998).

“교통은 공공의 건강이나 환경 체계를 위협해서는 안되며, 필요한 접근성을 만족시켜야 한다. 이때, (가) 재생 가능한 자원의 경우 재생을 이하로 이용하여야 하며, (나) 재생 불가능한 자원의 경우 재생 가능한 대체재의 발전 속도 이하로 이용되어야 한다.”

OECD(1999)는 지속가능한 교통체계 구축을 위해서는 교통 시스템의 수요측면 개선이 선행되어야 한다고 밝힌 바 있다. 하지만, 이렇게 수요측면의 개선만이 지속가능한 교통체계를 구축하는데 유일한 방법인지에 대해서는 여러 의견이 있을 수 있다. 이미 사회경제 시스템이 잘 구축되어있고, 경제성장 속도가 둔화된 선진국들의 경우 더 이상 공급부문의 투자 효과가 크지 않기 때문에, 수요를 관리해 교통시스템의 외부효과를 줄임으로서 지속가능성을 향상시킬 수 있다. 이에 반해 개발도상국의 경우 교통수요관리를 통해 지속가능성을 높인다는 것은 사회경제 활동량을 줄인다는 것을 의미할 수 있어, 장기적 관점에서는 경제사회 발전의 장애가 되고 국가의 발전 잠재력을 훼손할 수도 있다. 이는 경제발전을 지상목표로 갖고 있는 개발도상국들로서는 받아들이기 힘든 조건이 될 수 있다. 따라서 개발도상 국가들에게는 지속가능한 성장이라는 개념에 대한 새로운 해석이 필요할 수 있다.

전술한 바와 같이 개념적으로 지속가능성은 다면적인 가치들을 갖고 있지만, 환경측면 이외의 가치들은 기초적인 수준의 논의를 벗어나지 못하고 있다. 이러한 경향은 지속가능성이라는 개발 철학 자체가 이미 사회경제 발전을 충분히 달성한 선진국들을 중심으로 논의되어 왔기 때문이다. 따라서 지속가능성이 세계 모든 국가들에서 수용 가능한 개발철학이 되기 위해서는 각 국가의 사회경제적 수준과 국가 구성원들의 공감대를 고려해야 한다. 선진국들을 중심으로 논의되고 있는 생태효율성(Eco-efficiency)이나 우리나라에서 제시된 녹색성장은 이러한 배경에서 등장한 것이라 할 수 있다.

2) 지속 가능한 개발, 생태효율성, 녹색성장간의 관계



<그림 1> 지속가능성의 3대 속성과 속성간 관계도 (Adams, 2006)

생태효율성과 녹색성장은 지속가능성이라는 개발철학을 공유하고 있지만, 서로 다른 등장배경과 상이한 지향점을 가지고 있다. 이를 이해하기 위해서는 먼저 두 개념의 공통분모인 지속가능성의 다면성을 이해하여야 한다. 지속가능성은 <그림 1>과 같은 세 가지 속성으로 구성되어 있다(Adams, 2006). 이 세 가지 측면, 즉 환경성, 경제성, 사회성이 모두 만족되어야 우리는 해당 정책이나 개발이 지속가능하다고 말할 수 있다.

생태효율성은 지속가능한 개발의 세 가지 개별 목표 중 환경측면이 강조된 개념으로 1990년대 초반 The Business Council for Sustainable Development에 의해 경제와 환경 간 타협 목표로 제시되었다. 생태효율성은 환경에 초점을 맞추고 경제적인 효율성을 증진시키자는 철학에 기반하고 있으며, 물리적인 산출물을 갖는 구체적인 목표라는 점을 특징으로 들 수 있다(OECD, 1997). 즉, 지속가능성이라는 개념은 객관적 비교나 개량화가 어려운 추상적 목표였지만, 생태효율성은 계량화가 용이한 경제성과 환경성으로 구성되기 때문에 객관적이고 구체적인 평가가 가능한 개념이다. 생태효율성에 대한 가장 유명한 정의는 World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 1995)에 의해 제시되었다.

“Eco-efficiency is reached by the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality to life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the earth’s estimated carrying capacity.”

지속가능성과 생태효율성은 분석의 시각에도 차이가

있다. ERM(1996)은 생태효율성에 대해 “더 작은 환경영향과 에너지소비를 통해 더 나은 가치를 소비자들에게 전달하는 것”이라 정의하였다. 즉, 지속가능성은 최종 산출물에 초점을 맞추는 결과 지향적인 시각을 가지고 있으나, 생태효율성은 과정 전체에 초점을 맞추는 경향이 있다. 즉, 지속가능성의 경우 거시적 차원에서 최종 결과물에 초점을 맞추지만, 대부분의 실제 문제들은 미시적인 차원에서 검토되어야 한다(ERM, 1996). 예를 들어, 지속가능성은 환경성을 포괄적으로 정의하지만 대기오염은 매우 특정한 문제이며 구체적 수치를 통해 계량되어야 한다. 따라서 지속가능성이라는 개념을 현실에서 구현하려면 거시적인 개념을 미시적인 관점으로 연결하는 것이 필요하다. 이것이 생태효율성의 역할이라 할 수 있다.

녹색성장 역시 지속가능성을 구성하는 세 가지 축, 즉 환경성, 경제성, 사회성 중에서 환경성과 경제성에 무게를 둔다는 점에서 생태효율성과 개념의 기본 구조는 유사하다. 하지만, 녹색성장은 환경 효율성과는 상당히 다른 배경을 가지고 있다. 일반적으로 녹색성장이란 지속가능성에 경제 성장이란 요소를 추가한 개념으로 이해되고 있으며, 삼성경제연구소(2008)에서는 “저탄소와 및 녹색 산업화에 기반을 두고 경제성장력을 배가시키는 신성장 개념”으로 정의하였다. 즉, 녹색성장은 지속가능성의 속성들 중 경제와 환경에 초점을 맞춘 것이며, 생태효율성이 두 속성 중 환경에 무게를 두고 있는 반면 녹색성장은 경제에 더 큰 비중을 두는 개념이라는 차이가 있다.

구미선진국에서 추진 중인 지속 가능한 개발 사업이나 생태효율성 사업들은 모두 기후변화와 같은 환경 압력의 완화를 사업의 목표로 내세우고 있으나, 지속 가능한 개발이라는 개념은 모든 국가에 동일하게 적용될 수 없다. 지속 가능한 개발은 잘 알려진 바와 같이 환경, 경제, 사회적 측면을 모두 고려한 발전을 필요로 한다. 하지만, 이 세 가지 측면이 모든 국가들에서 동일한 가치를 갖고 있다고 할 수 없다. 선진국들의 경우 이미 충분한 경제성장을 달성하였으며, 개인의 삶의 질 역시 평균 이상의 수준에 도달해있다. 따라서 사회성과 경제성을 어느 정도 희생하면서 환경성을 강조하더라도 사회구성원들로부터 당위성을 인정받을 수 있다. 그러나 기본적인 의식주가 해결되지 않는 저개발 국가들의 경우 환경성을 경제성에 우선하도록 개발의 가치를 부여하는 것은 수용되기 어려울 것이다. 선진국들은 지난 수 세기 동안 전 세계의 자원들을 독점적으로 이용하고, 제한 없이 환경을 파괴하면서 현재의 위치에 도달했다. 이러한 점에서 보면 많은 선진 경제들은

개발도상국이나 저 개발 국가들에게 일종의 환경부채를 갖고 있는 것이고, 일방적으로 새로운 개발의 규칙을 내놓는 것은 불공정하다고 판단될 수 있다. 한국 정부가 제시한 녹색성장 역시 환경의 희생을 최소화하면서 경제의 발전을 달성하자는 패러다임을 담고 있으나, 무게의 중심은 경제 성장에 있다. 따라서 환경에 무게를 둔 지속 가능한 성장을 대체할만한 새로운 개념으로서 저개발국가나 개발도상국의 요구에 부응하는 국가개발 철학이라 할 수 있다.

3) 녹색성장의 속성과 교통

녹색 성장의 특징 중 하나는 전체 목표 달성을 위해 고려되는 개별 목표들 간에 상충이 발생한다는 점이다. 개념적으로 녹색성장에서 녹색은 지구 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화하겠다는 철학을 반영하고 있으며, 성장은 국가 경제를 성장시켜 사회구성원들의 물질적 풍요를 추구한다는 이념을 함축하고 있다. 이때, 전통적으로 경제 성장을 위해서는 비재생 자연자원의 이용이 필요하고, 산업화에 따른 환경오염도 발생하기 때문에, 녹색성장의 가치는 내부적으로 상충된다. Nijikamp(2007)이 밝힌바와 같이 계획과정에서 내재적인 상충이 발생하는 경우 계획의 전체목표를 달성하는 균형 있는 발전은 매우 어렵다.

이러한 배경에서 1990년대 중반부터 환경보존과 경제성장이 공존할 수 있는 개발 철학의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔는데, 대표적인 예가 비 동조화(Decoupling)이다. OECD(2006)는 경제성장과 환경보전의 두 가지 목표를 동시에 달성하기 위해서는 비 동조화를 위한 노력이 필요하다고 주장하였는데, 비 동조화란 경제성장과 환경압력의 증가추세를 분리하지는 개념이다. 이때, 비 동조화 성공의 핵심요소는 정부의 정책적 노력이다. 일반적으로 사회간접자본에 대한 대규모 투자는 경제성장을 촉진하는 반면, 막대한 자연자원, 토지 등을 소비해 환경압력을 증가시키는 원인이 된다. 반대로, 과도한 비 동조화 역시 국가 경제에 과도한 비용을 부담시킨다(OECD, 2006). 녹색성장의 목표도 비 동조화가 추구하는 목표와 다르지 않다. 녹색성장은 경제적 효율성이 충분히 달성된다면 환경압력의 증가를 억제하면서 효과적으로 경제를 성장시킬 수 있다는 철학을 반영하고 있으며, 이것이 녹색성장이 갖는 단어적인 의미이다. 즉, 녹색성장에서 저탄소화와 녹색 산업화가 성공적으로 달성되면 환경보호와 경제성장의 선 순환적 발전이 가능하며, 환경이라는 가치를 새로운 성장 동력으로 갖는 국가경제의 재편이 가능하다고 주장하는 것이다.

4) 녹색성장을 위한 교통체계

교통부문은 대부분의 국가에서 큰 비중을 차지하는 산업이다. 선진 공업 국가들의 경우 교통부문은 4~8%를 차지하며, 총 고용의 2~4%를 담당한다(OECD, 1999). 환경에 미치는 교통부문의 영향 역시 다른 산업부문에 비해 매우 크다. 우리나라의 CO₂ 배출현황을 보면 2005년을 기준으로 교통부문이 국가 총 배출량의 16.6%를 차지하고 있으며, 1995년부터 2005년까지 평균 27.2% 증가하였다. 에너지 부문의 교통부문 소비 비중도 다른 부문을 압도한다. 2006년 기준 국내 전체 에너지 소비에서 교통부문의 비율은 21%이며, 이중 특히 도로 부문이 79%를 차지하였다. 교통부문 에너지 소비에서 주목해야 할 더 심각한 문제는 증가 추세가 전환되고 있지 않다는 점인데, 지구 온난화에 대한 관심이 높아진 1990년부터 2006년까지도 연평균 6.3%씩 증가하고 있다. 이 때문에 많은 국가들에서 교통계획과정에서 에너지 소비 측면을 고려하는 경우가 늘고 있다(Saunders 등, 2008).

이러한 배경 때문에, 교통부문의 녹색성장을 위해서는 저탄소·친환경성이나 에너지 효율성을 고려해야 한다. 이때, 저탄소 친환경성과 에너지 효율성은 모두 환경보존에 관련된 것으로 해석할 수 있으나, 둘의 속성은 본질적으로 구분된다. 저탄소 친환경성은 주로 차량의 대기오염 물질 배출량을 통해 계량화되고 교통체계의 외부비용을 고려하기 위해 포함된 것이고, 에너지 효율성의 경우 교통·수송 부문에서 더 적은 에너지로 더 많은 승객이나 화물을 실어나르는데 초점을 두고 있다. 즉, 에너지 자원을 덜 소비하는 교통체계를 구축하는데 그 목표가 있다. 따라서 이 두 가지 가치는 서로 일치하지 않는데, 예를 들어 승용차 통행을 줄여 디젤 버스 통행을 늘리는 경우 에너지 소비를 줄일 수 있으나, 만약 디젤 버스의 오염배출량이 큰 경우 환경적 측면에서는 더 좋지 않을 수 있다.

앞에서 고려된 두 가지 성질은 녹색성장에서 모두 녹색 측면을 강조한 것이다. 녹색 성장에서 성장 측면은 경제성장을 의미하기 때문에, 이를 구현하기 위해서는 교통부문이 경제성장에 기여할 수 있도록 교통체계를 개선해야 한다. 이를 위해 고려할 사항은 교통체계 본연의 역할이다. 잘 알려진 바와 같이 통행활동은 사회경제 활동 참여에 의해 파생되는 파생 활동이다. 따라서 경제성장을 위해서 교통체계가 해야 할 역할은 각 사회구성원이 좀 더 편리하고 적은 비용으로 사회활동에 참여할 수 있도록 이동 서비스를 제공하는 일이다. 이를 고려해 본 논문에서는 교통부문 녹색성장을 위한 3대 개별 목표로 1) 저탄소·친환경성,

2) 에너지 효율성, 3) 경제 활동성을 제시하였다.

평가지표의 성격을 고려하더라도, 녹색성장의 세 번째 부문은 경제활동과 관련된 부문으로 설정되는 것이 옳다. 현재 첫 번째와 두 번째 부문은 통행량이 줄어들수록 개선되는 부정적 평가지표이다. 이 경우 통행이 증가할수록 개선이 이루어지는 긍정적 지표가 고려되어야 긍정적 지표와 부정적 지표간의 균형점을 통해 녹색성장의 최적 조건을 계산해낼 수 있다. 즉, 녹색성장을 위해서는 사람들의 통행을 무조건 줄이거나 늘리는 것이 아니라 환경, 에너지, 경제활동 등을 고려해 적절한 통행수준을 찾아내는 것이 각 부문 간 바람직한 관계설정이다.

마지막으로 검토해야 할 부분은 교통체계 평가 시 교통의 경제발전에 대한 기여를 어떻게 고려해야 하는가 하는 점이다. GDP 성장과 교통부문의 확대는 대부분의 국가에서 일반적으로 강한 상관성을 가지고 있다(OECD, 1999). 이러한 배경에는 교통과 국가경제간의 상호효과가 있다. 경제발전 단계에서 개인과 기업들은 보다 나은 통행환경을 끊임없이 요구한다. 통행환경이 개선된다면 개인들은 더 많은 자유 시간을 갖거나 적은 통행비용 지출을 누릴 수 있고, 기업들은 수송 단가를 낮추어 상품의 가격 경쟁력을 향상시킬 수 있으므로, 상품이나 개인의 무역과 통행이 증가하면서 국가경제의 규모가 성장하고 늘어난 국가경제는 더 많은 교통부문 투자를 가능케 한다(OECD, 2006).

하지만 교통부문의 경제성장에 대한 기여의 계량화는 간단하지 않다. 단순히 교통투자와 거시 경제지표, 예를 들어 GDP간의 상관성을 이용하는 것을 고려할 수 있다. 하지만, GDP는 교통체계 개선 이외의 다른 요소들의 영향을 많이 받기 때문에, 이러한 상관관계는 교통부문의 경제성장에 대한 기여를 예측하는데 정확한 결과를 주기 어렵다. 보다 정확한 방법은 개인이나 기업의 경제활동과 통행을 직접 연관시키는 일이다. 즉, 개인이 한 단위 활동을 수행함으로써 발생하는 경제효과를 계량화하거나, 각 개인의 물리적인 평균 활동반경을 통해 경제활동성의 수준을 계량화 할 수 있다. 하지만, 이러한 평가지표의 선정은 자료수집 단계에서 개인 차원에서의 자료 수집이 필요하므로, 조사비용과 시간이 증가한다.

2. 평가지표 관련 기존문헌고찰

1) 용어 정의

계획 및 분석과정에서 평가지표의 역할을 이해하기 위

해서는, 평가지표와 관련된 용어들을 먼저 이해하여야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 VTPI(2008)의 정의를 이용하였다.

본 연구의 주제인 녹색성장은 개발의 전체 목표(Goal)로 설정된다. 일반적으로 전체 목표는 추상적이며 정성적으로 정의되며, 다차원적인 성격을 갖기 때문에, 개별목표들을 통해 구체적으로 기술되어야 한다. 예를 들어 지속가능한 개발이라는 전체목표는 환경성, 경제성, 사회성이라는 부문으로 구체적으로 정의된다. 이렇게 개별목표가 정해지면, 이를 달성하기 위한 구체적 상세목표가 정해져야 한다. 즉, 개별목표가 환경보전이나 개선으로 설정된다면, 상세 목표는 보다 구체적인 항목과 실행계획(Action plan)을 제시해야 한다. 마지막으로 상세목표가 결정되면 평가지표가 선정된다. 평가지표의 설계에서 주의사항은 지표가 단위 변화와 양적 변화를 동시에 포착할 수 있어야 한다는 점이다. 즉, 계량화에 있어 효율성의 변화와 총량 변화를 동시에 파악할 수 있어야 한다. 또, 평가지표의 설정 근거도 명확하여야 한다. 예를 들어 수단 부담률이나 자동차 주행거리 등은 현재 교통체계의 현황을 보여주는 지표이다. 하지만, 교통계획의 특성상 궁극적 목표는 장래에 대한 예측이므로, 현재의 추세가 유지될 경우 장래에는 어떤 상황이 발생할지에 대한 방향성을 보여주는 지표도 포함되어야 한다. 예를 들어 친환경 교통수

단에 대한 연구투자비의 경우 장래 교통체계가 어떻게 변화할 것인지를 예상하는데 중요한 지표가 된다.

2) 기존 교통관련 연구 평가지표 검토

(1) OECD 평가지표

OECD(1997)는 에너지 관련 부문과 환경부문으로 구분해 생태효율성을 평가할 수 있는 지표를 제시하였으며, 거시적 관점에서 교통시스템의 이동성평가를 위해 통행목적 별 연간 인당 통행거리를 평가적으로 제시하였다. OECD(1999)는 교통부문의 평가지표를 교통부문 추세, 환경성, 경제 및 정책부문으로 나누어 총 15개 세부목표와 지표들을 <표 2>에 제시하였다.

OECD(2006)는 환경압력과 경제성장의 비동조화 평가지표를 개발을 연구하였다. 거시적인 교통투자와 경제성장간의 관계를 분석하기 위해 사용된 지표는 크게 교통시스템의 생산관련 지표와 환경관련 지표로 나누어 제시되었다.

(2) FWHA 환경성 평가지표(FWHA, 2002)

미국 교통국(The US Department of Transportation)은 환경과 에너지 부문의 지속가능성을 평가하는 지표를 개발하였다. 환경성 지표들의 경우 대기오염 물질 배출량, Green house gas(GHG) emission, 습기보호, 생태보호, 공황부근 소음 노출도, 해양 유류 유출량, 어족 보호, 맨단톤-마일 당 유독물질 수송량, 유독 폐기물질 수송, 환경관련법 제정 여부 등이 있으며, 에너지 부문의 경우 국내 생산물질 생산량 당 교통부문 석유물질 소비량을 이용하였다.

<표 1> 계획관련 용어의 정의

용어	정의
전체목표 (Goal)	궁극적으로 달성하고자 하는 것
개별목표, 개별부문 (Objective)	전체목표를 달성하기 위한 방법, 전체목표 달성을 위해 달성해야 할 것
상세목표 (Target)	구체적이고, 실제적이며, 계측 가능한 목표
평가지표 (Indicator)	개별목표가 얼마나 달성되었는지를 계측하기 위해 정의되고 선택된 변수
평가지표자료 (Indicator data)	평가지표 계산을 위해 이용되는 자료
평가지표구조 (Indicator framework)	평가지표를 계획과정이나 목표와 연결시키는 개념적인 구조
평가지표체계 (Indicator system)	평가지표를 정의하고, 관련자료를 수집하고 분석하며, 결과를 얻기 위해 적용하는 과정
평가지표 속성 (Indicator type)	평가지표에 의해 이용되는 자료의 속성 (정성적인 또는 정량적인, 절대적인 또는 상대적인 속성)

자료: VTPI(2008)

<표 2> OECD 교통부문 평가지표(OECD, 1999)

교통부문 추세	환경성	경제 및 정책부문
-전체 추세와 수단 부담 -Infrastructure -차량관련 지표 -에너지 소비	-토지이용 -대기 및 수질오염 -소음 -쓰레기 및 폐기물 -위험과 안전	-환경손상 -환경소비 -세금과 보조금 -가격구조 -Trade and environment

<표 3> OECD Decoupling indicators(2006)

생산(경제성)		환경
승객부문	물류부문	
승객 km-GDP 성장률	톤 km-GDP 성장률	CO ₂ 배출량 - GDP CO 배출량 - GDP NOx 배출량 - GDP VOC 배출량 - GDP

(3) VTPI의 지속가능성 평가지표(VTPI, 2008)

VTPI(Victoria Transport Policy Institute)는 2008년 지속 가능한 교통체계를 포괄적으로 평가할 수 있는 지표들을 개발해 발표하였다. 지표의 설계를 위해 VTPI는 지속가능한 개발의 개념을 3개 부문으로 나누어 설정하고, 각 부문별로 검토해야할 세부 목표들을 <표 4>와 같이 정의하였다.

이를 기반으로 VTPI는 지속가능성의 3대 개별목표에 대해 다양한 평가지표들을 제시하였다. 경제성의 경우 이용자만족도, 통근시간, 고용접근성, 토지이용혼합도, 전자통신, 차량통행, 교통수단 다양성, 수단분담, 혼잡지체, 통행비용, 교통비용효율성, 시설비용, 비용효율성, 물류 효율성, 배달서비스, 상업교통, 충돌비용, 계획과정의 포괄성, 이동성관리 등을 지표로 제시하였다. 교통의 사회적 평가를 위한 지표로는 이용자등급, 안전, Fitness 등에 참여하는 인구비율, Community livability, 문화보존성, 비운전자 이동성, 저소득층 가구 통행비용 비율, 장애인 이동성, 이동통행 용이성 등을 제시하였다. 마지막으로 환경부문 평가지표들은 기후변화오염배출, 기타 대

<표 4> 지속가능한 교통을 위한 개별 목표 및 세부 목표 (VTPI, 2008)

Economic	Social	Environmental
-Traffic congestion	-Equity/Fairness	-Air pollution
-Infrastructure costs	-Impacts on mobility disadvantaged	-Climate change
-Consumer costs	-Human health impacts	-Noise and water pollution
-Mobility barriers	-Community cohesion	-Habitat loss
-Accident damages	-Community livability	-Hydrogic impacts
-DNRR	-Aesthetic	-DNRR

DNRR=Depletion of Non-Renewable Resource

<표 5> 지속가능한 교통을 위한 평가지표(GPI, 2008)

Transport Activity	Social	Economic
Vehicle-km Passenger-km Vehicle-km per capita	서비스 접근성 대중교통에 대한 접근성	가구의 교통관련 지출액
교통관련 에너지 소비 교통관련 GHG 배출량 교통관련 대기오염 배출량 교통시설 점유 토지량		

기오염, 대기오염 경보 빈도, 소음, 수질 오염, 교통부문 토지소요량, 거주지 보호, 거주지 분리수준, 자원효율성 등이 있다.

(4) GPI Sustainable Transportation Objectives and Indicators(GPI, 2008)

Halifax 지방청은 지속 가능한 교통체계 구축을 위해 <표 5>와 같은 평가지표들을 제시하였다.

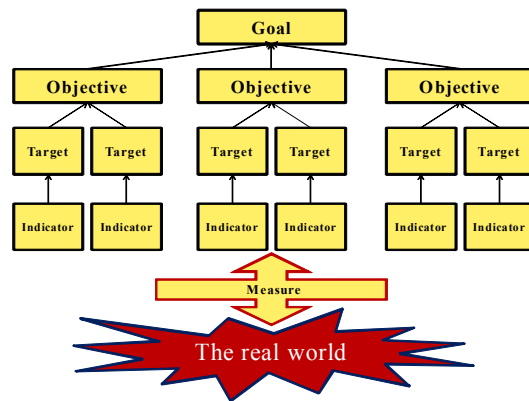
III. 녹색성장 교통 지표 개발

1. 평가지표의 역할

만약, 특정 평가지표가 설계과정에서 포함되지 않는다면, 해당 문제는 전체목표 달성과정에서 누락되어 목표가 달성되더라도 해당 문제는 개선되지 않거나 더 악화되는 상황이 발생할 수 있기 때문에, 평가지표는 엄격한 기준을 통해 설계되어야 한다.

VTPI(2008)은 평가지표가 갖추어야할 조건들을 다음과 같이 정리하였다.

- 1) 포괄성(Comprehensive): 평가지표들은 다양한 경제, 사회, 환경측면 및 통행활동을 반영해야함.
- 2) 자료의 질(Data quality): 자료수집과정은 정보의 정확성과 일관성을 확보하여야 함
- 3) 비교용이성(Comparable): 다양한 판단기준, 시간대, 그룹 등에 대해서도 비교가 가능하도록 자료의 수집은 표준화되어야 하며 매우 명확하게 정의되어야 함.
- 4) 이해용이성(Easy to understand): 평가지표는



<그림 2> 평가지표와 계획의 구조(VTPI, 2008)

의사결정자에게 유용하여야 하며, 일반 대중들에게도 이해가 용이하여야 함.

- 5) 접근가능성과 명확성(Assessable and transparent): 평가지표와 분석의 자세한 사항은 모든 관련자들에게 공개되어야 함.
- 6) 비용효과성(Cost effective): 평가지표를 위한 자료는 수집하기에 비용 효과적이어야 함.
- 7) 순수효과(Net effects): 순수한 영향과 다른 지역이나 시간에 의한 효과를 구분할 수 있어야 함.
- 8) 평가 목표(Performance targets): 평가 목표에 적합한 평가지표들을 선택해야 함.

평가지표 설계 시 주의할 점은 계측이 용이한 지표만으로 전체 지표들이 구성되지 않도록 하여야 한다는 것이다(VTPI, 2008). 의사결정은 계측이 용이한 측면만을 주로 반영하여 이루어지는 경향이 있다. 지속가능한 개발을 보면 객관적인 계측이 용이한 환경성의 경우 많은 지표들이 개발되어 있으나 사회성의 경우 이용가능한 평가지표가 많지 않다. 이러한 배경에서 생태효율성의 경우 사회성이 중심 고려사항에서 제외되어 있다. 현재 교통계획 분야 역시 유사한 문제를 겪고 있다. OECD(1999)가 밝힌바와 같이 교통계획의 다양한 측면을 고려하기 위한 새로운 평가지표에 대한 수요는 많지만, 이러한 요구를 만족시킬 지표의 개발은 늦어지고 있다. 본 연구는 평가지표의 필요속성들을 만족시키면서 이러한 수요에 부응하는 교통부문의 지표 개발에 목적을 두고 있다.

2. 긍정적 평가지표와 부정적 평가지표

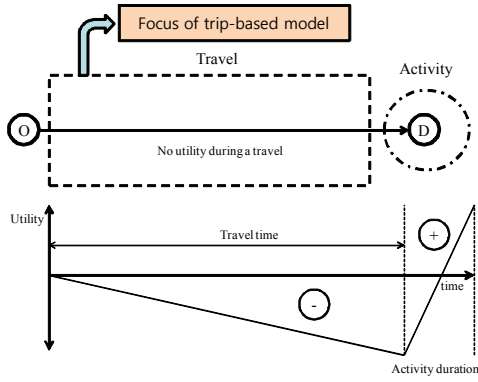
올바른 평가지표의 설계는 다면적 가치를 고려해야 하는 문제에서 특히 중요하다. 교통계획문제 역시 다양한 가치들 간의 충돌이 발생하는 문제이기 때문에, 평가지표가 어떻게 설계되는가에 따라 동일한 전체목표 아래서도 완전히 다른 결과가 나타날 수 있다. 평가지표의 시각이란 교통체계의 특정 측면이 어떠한 방식으로 평가지표를 통해 포착되는가를 의미한다. 예를 들어, 평가지표가 교통지체나 교통사고와 같은 교통체계의 부정적인 면을 평가한다면, 이 지표는 부정적 지표(negative indicator)라 할 수 있다. 반대로, 평가지표가 활동기회 제공이나 편의성과 같은 긍정적인 측면을 계측한다면, 이 지표는 긍정적 지표(positive indicator)가 된다.

교통계획의 문제는 이용되는 대부분의 지표가 부정적

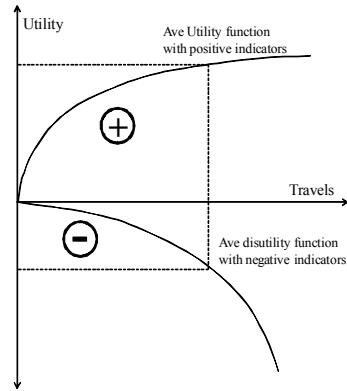
지표라는 점이다. 예를 들어 현재 교통계획에 이용되는 지표들은 총 통행시간, 총 통행거리, 총 대기오염 배출량 등 통행이 증가할수록 사회, 경제 및 환경에 부정적인 영향을 미치는 지표가 대부분이다. 따라서 지속 가능한 개발이나 생태효율성 관련 연구의 경우 부정적 지표들에 주로 의존하면 통행이 줄어들수록 설정된 전체 목표를 향해 근접하게 된다. 그러나 이러한 평가지표의 설계는 교통의 본질적인 역할과 상충되는 편향된 시각을 반영한 것이다. 현실의 모든 통행은 개인의 사회경제활동의 부산물로 발생하는 것이고, 통행의 실제 가치는 통행 내에서 발생하는 것이 아니라 통행 종점에서 개인들이 참여하는 활동의 가치에 의해 결정된다. 공공비용의 고려 없이 개인 차원에서만 보면, 통행 비용이 통행 종점 활동에서 얻는 효용보다 크다면 합리적인 개인이 통행을 발생시킬 이유가 없다. 따라서 혼잡과 같은 외부비용을 고려한다 해도, 올바른 정책의 방향은 적절한 외부비용을 개인들에게 부과하는 방향으로 진행되어야 하지, 통행 자체를 과도하게 억제해서는 안 된다.

따라서 공정하고 포괄적인 교통계획을 위해서는 통행이 사회경제적으로 갖는 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 완전하고 공정하게 반영할 수 있는 평가지표들을 함께 이용해야 한다. 하지만, 전술한 바와 같이 교통계획에서는 긍정적 지표들은 쉽게 발견할 수 없다. 이렇게 부정적 지표가 많은 이유는 계측이 용이하고 다양한 지표들이 개발되어 있기 때문이다. 환경오염이나 에너지 소비량의 경우 이미 20여 년 전부터 세계적인 관심을 받아왔고 많은 연구들이 수행되었다. 따라서 객관적이며 정밀한 계측 척도와 방법들이 제시되어 있다. 또 다른 이유는 현재 교통계획에서 이용되고 있는 분석의 틀 때문이다. 전통적인 교통계획은 통행기반 접근법(Trip-based approach)을 이용하는데, 이 분석에서는 주로 통행에 관련된 변수들을 이용한다. 통행 속도, 통행에 의한 오염, 통행에 의한 에너지 소비 등 주 평가지표들은 통행을 기준으로 정의된다. 하지만, 통행자가 통행자체에서 얻는 효용은 없으므로, <그림 3>과 같이 분석의 초점이 통행관련 변수들에 맞춰진다면, 통행의 긍정적 효과는 고려되기 어렵다. 따라서 올바른 교통계획을 위해서는 통행이 종료된 이후 그들이 참여하게 될 활동과 활동으로부터 얻는 효용, 그리고 그 활동이 국가나 지역사회에 미치는 영향을 고려하는 새로운 분석 기법을 개발해야 한다.

주의할 점은 통행에서 발생한 비효용의 감소만을 고려함으로써 교통투자에 의한 효용 증가를 고려할 수 있다는



<그림 3> 통행과 활동에 의해 발생하는 효용과 비효용

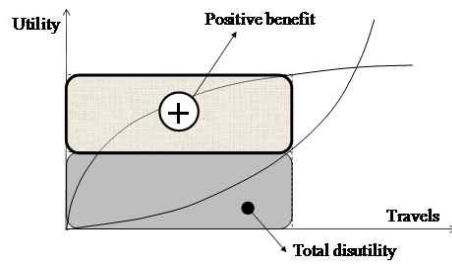


<그림 4> 통행량 변화에 따른 교통체계의 효용과 비효용

접근법은 불완전하다는 점이다. 교통계획에서는 비효용의 감소가 반드시 효용의 증가를 의미하지는 않는다.

예를 들어, 환경 친화적인 정책은 대기 오염이나 비 재생 천연자원의 소비를 감소시킨다. 이는 비효용의 감소라 할 수 있다. 하지만, 이러한 감소가 통행 감소에 의해 달성되어야 한다면, 개인들은 사회경제 활동을 줄여야 한다. 이 경우 개인들의 비 의무 활동은 감소하고, 이는 지역사회의 소비활동 감소를 야기한다. 결과적으로 환경적 측면의 개선과 비효용의 감소가 경제적 측면의 향상을 의미하지는 않는 것이다. 따라서 환경 친화적인 교통계획에서 환경관련 지표만으로 경제에 미치는 정책의 영향을 예측하겠다는 시도는 불완전하다. 이 기법은 경제적인 관점에서 환경비용의 감소를 포착할 수 있으나, 교통정책이 경제 자체에 미치는 영향은 포착할 수 없기 때문이다. 이를 교통계획에서 고려하기 위해서는 교통정책이 GDP (Gross Domestic Production)를 어떻게 변화시키고, 개인의 소비활동이나 지역의 판매활동에 어떤 영향을 주는지는 알 수 있어야 한다.

반대로 긍정 지표들이 온전히 계획과정에 포함된다면, 환경영향을 억제하면서, 경제에 긍정적인 영향을 주는 정책을 개발할 수 있다. <그림 4>에서 효용함수는 (+)의 효용 부분의 곡선으로 나타나며 통행량이 작은 경우에는 단위 증가 당 효용의 증가가 크지만 통행량이 증가할수록 그 증가 폭은 줄어든다. 이러한 효용증가는 통행활동의 긍정적 지표들을 통해 계산할 수 있다. 개인의 경제적 이익, 기업들의 이윤증가, 국가의 산업경쟁력 증가 등이 모두 (+)의 효용으로 고려된다. 반대로 교통체계 이용 증가에 따른 비효용의 증가는 통행량이 작은 초기에는 크지 않지만, 통행량이 증가할수록 그 증가 폭이 증가할 것이다. 즉, 환경성이나 에너지 효율성은 통행량이 증가해 교통체



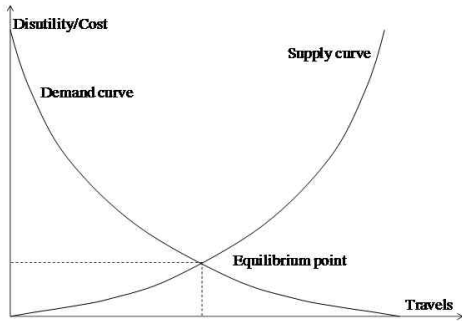
<그림 5> 체계 총 편익의 계산

계의 혼잡도가 높아질수록 악화가 가속화됨을 의미한다.

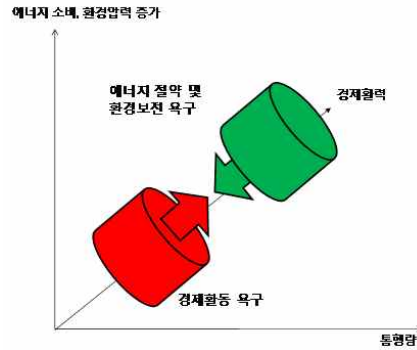
<그림 5>을 보면 이러한 효용의 증가와 비효용의 증가를 통해 교통시스템의 적절한 투자수준을 결정할 수 있음을 알 수 있다. <그림 5>의 아래쪽 사각형은 특정한 통행량에서 발생하는 비효용의 크기를 나타낸다. 이 값은 비효용함수를 음의 영역에서 양의 영역으로 투자함으로써 계산된다. 이 면적을 시스템 효용의 크기에서 빼면 특정 통행량에서 교통체계를 통해 얻을 수 있는 총 편익이 계산된다. 이러한 관계를 이용할 경우, 교통 투자에 의해 통행량이 증가하는 경우 교통체계에서 발생하는 편익의 변화를 계산할 수 있기 때문에, 최적 투자계획안 선정이 가능해진다. 이러한 분석기법은 기존의 교통체계 분석에서 이용되던 방법과는 차이가 있다. <그림 6>는 교통시스템의 편익과 평형 이용량을 계산하는 수요-공급 평형분석의 예를 보여준다.

<그림 6>의 수요곡선은 <그림 4>의 편익곡선과는 차이가 있다. <그림 6>의 수요곡선은 특정한 비용에서 통행행위에 참여하고자 하는 집합적 개인들의 수를 표시한 것이다.

물론 특정 비효용을 지불하고 통행에 참여한 사람들은 중점에서의 활동을 통해 그 이상의 효용을 누릴 것이라 추



<그림 6> 교통체계 내에서의 수요와 공급의 평형



<그림 7> 녹색성장 교통체계의 단기 평형

측할 수 있으나, 실제 통행자들이 누릴 효용이 비효용에 비해 얼마나 큰지는 정확히 포착할 수는 없다. 하지만, <그림 4>의 효용곡선은 단순히 개인이 얻는 효용뿐만 아니라, 기업, 국가 등 사회전체가 얻는 효용을 모두 포함하고 있다. 즉, <그림 4>나 <그림 5>는 특정한 이용량 수준에서 시스템 전체에서 발생하는 효용과 비효용을 계량하며, 이 개념은 SO(System Optimum)와 유사한 개념으로 이해할 수 있다. 기존 교통망 분석에서 SO가 비효용 최소화만을 고려했다는 점에서, 본 연구에서 제시한 기법은 효용과 비효용을 모두 고려한 CSO(Comprehensive Social Optimum)의 개념을 갖고 있다. 이러한 CSO기반의 교통투자 평가에서는 교통체계의 긍정적 영향을 얼마나 정확히 계량할 수 있는가가 중요하다. Berechman(2001)은 교통투자가 경제발전을 촉진하는 과정을 설명하면서 교통투자의 주 영향은 외부효과의 변화뿐 아니라, 복지의 증진이나 활동의 공간적 분포, 고용시장, 생산단가의 변화 등 사회 전반에 광범위하게 미친다고 밝혔다. Berechman(2001)의 연구에서 언급된 많은 지표들은 통행의 증가에 따라 긍정적인 개선을 보일 수 있다.

3. 녹색성장 평가를 위한 교통부문 지표 개발

1) 녹색성장을 위한 교통체계

녹색성장을 위한 교통부문 평가지표의 개발은 녹색성장이라는 전체 목표를 반영할 수 있는 개별 부문을 정하고, 이에 대한 구체적인 세부목표 달성을 계량화 할 수 있는 지표를 찾는 것이다. 이를 위해서는 먼저 성장이 무엇인지에 대해 논의해야 한다. VTPI(2008)은 지속가능한 경제에서는 성장(growth)이라는 개념과 발전(development)이라는 개념을 구분해 정의한 바 있다. 여기서 성장이란 질적인 변화 없이 양적으로만 경제규모가 증가하는 것이고, 발

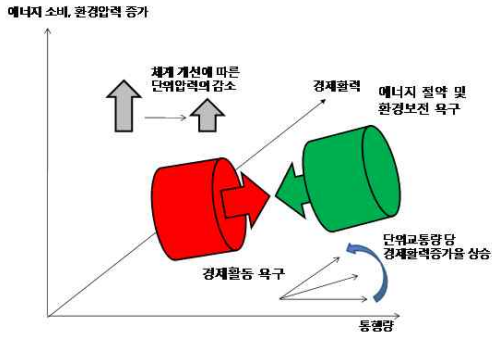
전은란 질적인 측면의 개선이 있는 것이다. 하지만, 녹색성장은 단순히 경제 규모가 증가하는 것이 아니라, 단기적으로는 경제규모의 증가를, 장기적으로는 활동 및 통행 체계의 개선을 통해 질적인 경제 발전을 이루는 것을 의미해야 한다.

이러한 맥락에서 단기적 관점의 녹색성장에서는 <그림 7>과 같이 두 가지 가치가 상충될 수 있다. 즉 경제를 양적으로 성장시키고 경제 활력을 높이기 위해서는 사람들이 더 자주 더 다양한 경제활동에 참여해야 하는데, 이 경우 더 많은 통행이 발생할 것이다. 하지만 교통 및 경제 활동 체계의 녹색화가 이루어지지 않는다면, 통행량이 늘어날수록 에너지 소비와 환경압력은 증가한다. 이러한 상충하에서 결국 경제성장을 이루려는 욕구와 환경 보존의 욕구가 적절한 타협점을 찾으면 교통체계내의 단기 평형 달성이 가능하다.

이때 평형점의 결정은 상세목표 설정에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 침체된 경제의 회복을 위해 에너지나 환경 보존 욕구를 잠시 보유하고 경제활동을 촉진하려면 상세목표에서 저탄소·친환경성의 목표를 완화라고 경제활동 목표를 높일 수 있다. 반대로, 공공의 관점에서 환경측면에 무게를 둔다면 정책 방향은 생태효율성의 지향점과 유사해진다. 이와 같이 상세목표의 설정은 녹색성장 결과에 직접적인 영향을 줄 수 있으므로, 사회각층의 의견과 포괄적 관점에서의 판단이 필요하다.

<그림 7>에서는 교통체계나 도시공간의 질적 변화없이 녹색성장 내부에서 평형에 도달하는 과정을 설명하였다. 하지만 교통 및 도시공간 체계가 생태효율적으로 변화해 질적 발전이 이루어진다면 <그림 8>과 같이 녹색성장의 장기 평형점에 도달할 수 있다.

녹색성장을 위해서는 교통체계에 두 가지 질적 변화가 필요한데, 첫 번째는 사람들의 통행량과 활동량 증가에 따



<그림 8> 녹색성장 교통체계의 장기 평형

른 대기오염 배출물이나 에너지 소비율을 낮추는 것이다. 즉, 사람들이 과거와 동일한 통행수단으로 동일한 거리를 움직이더라도 오염물질을 덜 배출하고, 에너지도 덜 소비하는 체계를 구축해야한다. 두 번째 필요한 변화는 동일한 통행을 하더라도 보다 효율적으로 경제활동에 기여하도록 도시와 활동 체계를 개선해야 한다. 이러한 체계 개편이 달성되면 환경오염이나 에너지 소비를 더 늘리지 않고 더 많은 통행과 사회경제 활동을 처리하면서 경제 성장률을 높일 수 있다.

이러한 녹색성장을 위한 체계 개선이 달성되면 경제성장률과 환경압력의 상승을 분리시키는 비 동조화가 달성되며, 환경을 보존하면서 경제의 효율성을 높이는 생태효율성도 달성된다. 즉, 도시와 교통체계가 녹색성장의 가치에 따라 질적 체계변화를 달성한다면 비동조화와 생태효율성을 동시에 달성할 수 있다. 이러한 개념아래 본 논문에서는 녹색성장을 위한 교통의 3대 개별 부문을 저탄소·친환경성, 에너지 효율성, 경제활동성으로 설정하였다. 여기서, 앞의 두 부문은 녹색을 상징하며, 성장은 경제활동성을 통해 실현될 것이다.

2) 녹색성장을 위한 평가지표 구조 설계

평가지표의 구조 설계의 첫 단계는 전체 목표를 설정하는 일이다. 본 연구에서는 한국의 국가 비전에 따라 녹색성장의 전체 목표와 이를 달성할 수 있는 세 부문의 개별 목표들을 다음과 같이 설정하였다.

전체목표(Goal): 저탄소 녹색성장의 달성

개별목표(Objective)

- 1) 저탄소 친환경성: 성장에 따른 부정적 부산물 발생을 최소화
- 2) 에너지효율성: 성장에 필요한 에너지 자원 이용을

효율화

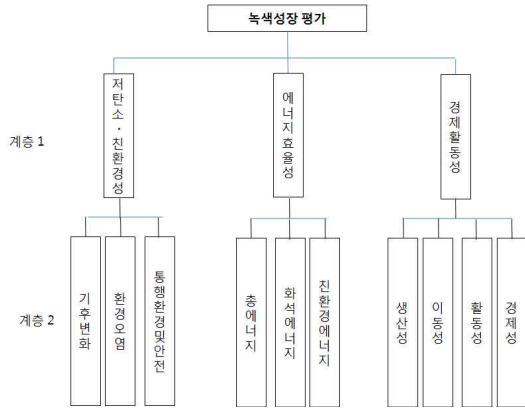
- 3) 경제활동성: 성장의 산출물과 추가 경제 성장 잠재력을 극대화

3개 부문에서 달성해야 할 구체적인 사항들은 상세목표(Target)로서 정의된다. 상세 목표는 각 개별목표가 추구하는 가치를 포괄하도록 설정되어야 하며, 계량이 용이하고 개별목표의 가치를 직접 반영해 쉽게 이해할 수 있어야 한다. 상세목표가 설정되면 상세목표의 달성수준을 계량화할 수 있는 평가지표들이 제시될 수 있다. 본 연구에서는 평가지표를 단기적인 관점에 초점을 맞춘 현황지표와 장기적인 관점을 제시하는 잠재력 평가지표로 구분하였다. 단기적 관점에서는 현재의 도시 및 교통체계에서 저탄소·친환경성, 에너지효율성과 경제활동성이라는 두 가지 상충하는 가치의 단기평형을 찾을 수 있도록 평가지표를 설계한다. 즉, 단기지표들은 체계 자체의 재편에 관련된 속성 값들을 계측하는 것 보다는 현재 도시 및 교통체계를 이용하는 행태와 이용에 따라 발생하는 현재의 에너지 소비나 환경압력을 계측하는데 목적을 둔다. 이에 비해 교통시스템의 장기 관점의 장래 예측에 이용될 잠재지표들은 교통시스템의 개선을 위해 진행되고 있는 투자나 통행행태 개선을 위한 노력 등 시스템 자체의 속성 변화를 포착하는데 중점을 둔다.

IV. 녹색성장 지표선정을 위한 전문가 설문조사 결과

1. AHP를 통한 가중치 계산

교통부문의 녹색성장 평가지표의 설계를 위해 평가 구조 내 개별 및 상세목표를 정의하고 이들 간의 상대적 중요성을 설문조사를 통해 결정하였다. 총 설문 응답자는 한국교통연구원 선정 전문가로서의 의견을 충분히 반영할 수 있는 경력을 갖고 있다고 판단되는 교통부문 종사자 30명이었으며, 조사는 2009년 11월~12월에 이메일을 통해 설문지를 배포하고 수집하였다. 이들의 교통 분야 종사기간은 평균 8.83년 이었고, 30명 중 25명이 남성, 5명이 여성이었다. 연령분포의 경우 20대가 3명, 30대가 21명, 40대가 6명이었으며, 대졸이 6명, 석사학위자가 12명, 박사가 12명으로 선정되었다. 설문대상자들의 직업 분포는 공무원이 8명, 교수 및 연구원등 학계 종사자가 15명, 업계종사자가 7명으로 선정되었다.



<그림 9> AHP 계층 설계

<표 6> 교통부문 녹색성장 개별목표의 가중치 계산

	저탄소·친환경성	에너지 효율성	경제 활동성	가중치 계산
저탄소·친환경성	-	2.220	2.164	0.5165
에너지효율성	0.450	-	2.798	0.2956
경제활동성	0.462	0.357	-	0.1878

설문조사 결과를 기반으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 통해 가중치를 결정하였다. AHP는 Saatty and Vargas(1980)에 의해 제시된 기법으로 다기준 의사 결정과정에서 각 개별 목표들의 상대적 중요도를 결정하는데 자주 이용된다(임용택 등, 2009). 쌍대행렬 내의 값은 AHP 설문조사의 값을 기준으로 30인들의 쌍대행렬 값의 평균을 기준으로 계산하였다. 저탄소·친환경성의 경우 기존 연구에서 제시된 주요 관련주체들을 기반으로 기후변화, 환경오염, 통행환경 및 안전을 상세목표로 선정하였다. 기후변화와 환경오염은 지속가능한 개발이나 생태효율성 연구에서 항상 포함되는 상세목표이며, 통행환경과 안전 문제는 광의의 환경문제로 간주해 타 상세목표에 비해 친환경성에 가깝다고 판단하였다. 에너지 효율성의 경우 총에너지 사용 감소, 화석에너지 사용 감소, 친환경에너지개발이 상세목표로 선정되었다. 화석에너지는 재생이 어렵거나 불가능한 자원의 소비를 계량하며, 총에너지 감소는 에너지 사용총량을 파악하고, 친환경에너지 개발을 교통체계의 에너지 사용 효율변화를 평가하기 위해 설정하였다. 마지막으로 경제활동성은 생산성증가, 이동성향상, 활동성증가, 경제성개선의 4가지 상세목표를 통해 정의하였다. 이때, 생산성이란 교통 체계 자체의 생산성을 의미하며, 이동성의 증가는 통행시간이나 비용의 변화, 활동성 증가는 사회경제 활동의 변화를 포착하기 위해

<표 7> 저탄소·친환경성 상세목표의 가중치 계산

	기후변화	환경오염	통행환경 및 안전	가중치 계산
기후변화	-	2.160	2.241	0.5142
환경오염	0.463	-	1.980	0.2475
통행환경및안전	0.446	0.505	-	0.2383

설정하였다. 경제성 개선은 사회경제 활동 참여에 대한 경제적 효율성을 파악하는데 목적이 있다.

<표 6>과 같이 전문가들은 녹색 성장에 있어 저탄소·친환경성이 가장 중요한 비중을 차지하는 것으로 의견을 밝혔다. 계산된 가중치를 보면 저탄소·친환경성이 녹색 성장의 달성에서 차지하는 비중은 절반이 넘는 것으로(0.5165) 나타났다. 반면에 경제활동성의 경우 가중치는 0.1878으로서 저탄소·친환경성의 절반에도 미치지 못하였다. 이는 경제성장이라는 측면을 강조하면서 지속가능한 성장과 차별화된 개발철학으로 제시된 녹색 성장의 성격이 교통 전문가들에게는 정확히 인식되고 있지 못함을 보여주는 것이다. 녹색 성장 고유의 가치를 극대화하기 위해서는 경제 성장과 경제활동성 측면에 대한 관심이 더 확대되어야 할 것으로 판단된다. <표 6> 계산에서 일관성지수(Consistency Index, CI)는 0.02883이며, 일관성비율(Consistency Ratio, CR)은 0.04971으로 계산되었다. CR값이 10%인 경우 추정된 가중치는 일관성이 있는 것으로 판단된다(임용택 등, 2009). 계산된 CR의 경우 5% 이하고 일관성은 충분한 것으로 증명되었다.

<표 7>은 저탄소·친환경성을 대표하는 상세 목표간 가중치 계산 결과를 보여주고 있다. 전문가들은 저탄소·친환경성의 상세목표 중에서는 기후변화에 가장 관심이 큰 것으로 나타났다. 그밖에 환경오염과 통행환경 및 안전에 대한 상대적 중요성에 대한 인식에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 최근 전 지구적으로 진행 중인 기후변화 문제가 교통전문가들 사이에서도 심각하게 고려되고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다. <표 7>의 일관성 비율(CR)이 0.00124로 계산되었기 때문에, 가중치 도출 과정에서 이용한 쌍대행렬의 일관성은 충분한 것으로 증명되었다.

<표 8>은 에너지 효율성의 상세목표 가중치 계산 결과이다. 전문가들은 에너지 효율성을 달성하기 위해서는 교통부문에서 소비되는 에너지의 총량을 줄이는 것이 가장 시급한 것으로 판단하고 있으며, 재생이 어려운 화석에너지 사용량 감소나 친환경에너지 개발 노력은 상대적으로 저평가되고 있는 것으로 나타났다. <표 8>의 경우 일관성

<표 8> 에너지효율성 상세목표의 가중치 계산

	총에너지 감소	화석에너지 감소	화석에너지 감소	가중치 계산
총에너지감소	-	2.560	1.403	0.4865
화석에너지감소	0.391	-	0.262	0.2619
화석에너지감소	0.713	0.270	-	0.2516

비율은 0.08938로 계산되었기 때문에, 상대행렬의 일관성은 충분한 것으로 증명되었다.

경제활동성의 경우 각 상세목표들이 상대적으로 고른 가중치를 부여받았다. 가장 높은 가중치를 받은 상세목표는 생산성 증가였다. 즉, 교통시스템의 생산성을 향상시키는 것이 경제활동성 향상에 있어 가장 중요한 목표로 전문가들에게 인식되어 있었다. 다음으로 이동성 증가가 두 번째로 중요하게 평가되었으며, 활동성증가와 경제성개선은 각각 20% 이하의 중요성을 부여받았다. <표 9>의 경우 일관성비율(CR)은 0.08020로 계산되었기 때문에, 가중치 도출과정에서 이용한 상대행렬의 일관성은 충분한 것으로 증명되었다.

가중치 계산 결과에 나타나는 특징 중 한 가지는 전문가들의 경우 녹색성장을 위해서는 교통시스템의 이용을 줄이는 것이 녹색성장에 도움이 된다고 생각하고 있다는 점이다. 즉, 저탄소 친환경성의 가중치가 높게 나타났는데, 저탄소·친환경성의 경우 상세지표로 기후변화와 환경오염과 같은 부정측면을 이용하기 때문에, 현재 시스템에 큰 질적 변화가 없다면 각 경제주체들이 통행행위를 줄이는 것이 녹색성장 달성에 도움이 된다. 이러한 경향은 에너지 효율성에서도 공통적으로 발견된다. 하지만 녹색성장에서 녹색을 상징하는 환경과 에너지 효율성 측면만이 강조된다면 과연 녹색성장이라는 철학이 생태효율성과 어떤 차이가 있는지 구분이 어려워진다. 녹색성장은 기존의 환경친화적인 개발철학에 비해 경제성장이라는 철학을 추가한 개념이기 때문이다. 따라서 녹색성장 고유의 가치를 전달하기 위해서는 경제활동성에 대한 홍보와 지표 개발이 필요하다고 판단된다.

2. 대표 평가지표 선정을 위한 설문조사

평가지표 구조의 마지막 단계는 구체적인 평가지표를 결정하는 일이다. 기존의 연구 문헌들과 공동저자들 간의 토의를 통해 약 20여 개의 부문별 지표들을 선정 한 뒤, 전문가들에게 설문을 통한 평가를 요구하였다. 평가는 지표

<표 9> 경제활동성 상세목표의 가중치 계산

	생산성 증가	이동성 향상	활동성 증가	경제성 개선	가중치 계산
생산성 증가	-	2.376	1.814	1.129	0.3641
이동성 향상	0.421	-	1.829	1.772	0.2588
활동성 증가	0.551	0.547	-	1.454	0.1907
경제성 개선	0.886	0.564	0.688	-	0.1864

의 평가 적절성, 자료의 구득 용이성, 비교 편이성의 3개 항목을 통해 이루어졌다. 평가의 적절성이란 제시된 지표가 교통부문의 녹색성장을 위한 상세목표를 계량화하는데 적합한가를 의미하며, 구득의 용이성이란 평가지표 계산을 위한 자료를 쉽게 얻을 수 있는지를 의미한다. 비교의 편이성이란 지표가 다른 연구나, 다른 나라의 지표들과 비교하는데 편리하고 왜곡이 발생하지 않는가를 뜻한다. 응답자는 교통분야 전문가 30인으로 동일하였고, 각 지표의 항목을 0~5점 사이의 점수로 평가하였다. 각 항목에 대해 지표가 매우 우수하면 5점 만점, 매우 불량하면 0점을 부여하였다.

1) 저탄소·친환경성 지표평가 결과

저탄소·친환경성의 경우 온실가스 배출량 관련지표들이 일반적으로 높은 평가를 받았다. 이는 AHP 분석 결과와도 일맥상통하는데, 온실가스 배출량은 기후변화 관련 지표이며, 저탄소·친환경성 상세목표 중에는 기후변화가 가장 높은 가중치를 부여받았기 때문이다. 그밖에, 대기오염 물질 배출량이 3.44점으로 중요도가 높은 것으로 인식되었고, 대기오염물질 배출량/차량-km는 다른 부문에서는 높은 평가를 받았으나 자료 구득 용이성이 낮은 것으로 평가되었다. 교통안전 부문의 경우 상대적으로 자료구득이 용이한 것으로 평가받았다. 한 가지 우려되는 사항은 잠재력 관련 지표들이다. 상세지표들에 비해 잠재력 지표들은 상대적으로 낮은 점수를 받았는데, 이는 현재 선정된 지표들이 장래의 친 녹색 성장성을 적절히 반영하지 못함을 보여준다. 현황지표의 경우 평균값은 3.58점이고, 잠재력지표의 경우 3.36점이었다.

2) 에너지 효율성 지표평가 결과

에너지 효율성의 경우 총 에너지 소비량이 가장 높은

점수를 받았다(3.70). 다음으로는 잠재력지표인 인 가구 당 승용차보유대수가 선정되었다. 즉, 승용차보유대수가 높은 경우 개인당 또는 가구당 에너지 소비 잠재력이 높음을 나타내는 것이다. 그밖에 단위 당 화석에너지소비량도 높은 점수를 받았다. 전체적으로 에너지 효율성 부문의 경우 현황지표는 3.33, 잠재력 지표는 3.24의 점수를 받았기 때문에 잠재력 지표에 대한 전문가들의 평가가 낮았다.

<표 10> 저탄소·친환경성 평가지표 설문조사 결과

상세 목표	시점	평가지표	평가 적절성	구독 용이성	비교 편이성	평균 값		
기후 변화 및 환경 오염	현황	총 온실가스 배출량	4.00	3.70	3.93	3.88		
		온실가스 배출량/인, 톤	3.93	3.10	3.67	3.57		
		온실가스 배출량/차량-km	3.87	3.23	3.83	3.64		
		온실가스 배출량/GDP	3.63	3.33	3.80	3.59		
		각 수단별 온실가스 배출비	3.70	3.10	3.20	3.33		
		총 대기오염물질 배출량	3.57	3.27	3.50	3.44		
		대기오염물질 배출량/인, 톤	3.57	3.13	3.53	3.41		
		대기오염물질 배출량/차량-km	3.40	2.87	3.43	3.23		
		대기오염물질 배출량/GDP	3.33	3.13	3.47	3.31		
		각 수단별 대기오염물질 배출비	3.47	2.73	3.30	3.17		
	잠재력	기후변화/환경오염 방지·개선에 투자비용	3.57	3.03	2.97	3.19		
		친환경 교통수단 R&D 총 투자액	3.37	3.53	3.33	3.41		
		친환경 교통수단 R&D 투자액/인	3.43	3.40	3.10	3.31		
		자전거도로 투자액/인	3.10	3.57	2.87	3.18		
		BRT 투자액/인	3.00	3.70	3.03	3.24		
		철도투자액/인	3.30	3.93	3.27	3.50		
		교통 안전	현황	총 교통사고 수	3.67	4.33	3.77	3.92
				교통사고 수/대	3.87	4.20	3.87	3.98
총 부상자 및 사망자 수	3.53			4.07	3.67	3.76		
부상자 및 사망자 수/인	3.73			4.13	3.77	3.88		
잠재력	교통안전 개선 부문 총 국가예산		3.43	3.53	3.50	3.49		
	교통안전 개선 부문 국가예산/GDP		3.57	3.63	3.40	3.53		
	평균값		3.55	3.48	3.46	3.50		

3) 경제활동성 효율성 지표평가 결과

경제활동성의 경우 대중교통 승객-km가 가장 높은 점수를 받았고, 그밖에 버스전용차로이용연장/버스노선 총 연장, 궤도 대중교통망 총 연장, 포장도로 총 연장 등이 높은 점수를 받았다. 경제활동성의 경우 기존 교통시스템 평가에 이용되어온 이동성 지표들이 높은 평가를 받았음을 알 수 있다. 상대적으로 새로운 지표인 경제성이나 활동성 지표들은 좋은 점수를 받지 못했으며, 특히 이 새 지표들은 자료 구득성 부분에서 대부분 3점 이하의 점수를 받았다. 경제성이나 활동성 지표들이 경제활동성의 핵심 목표임을 고려할 때, 이들 지표에 대한 자료 구득성 개선을 위해 자료 DB 구축이 필요하다는 사실을 설문조사로부터 알 수 있다. 경제활동성의 경우 현황지표는 3.23, 잠재력 지표는 3.45의 평가를 받아 잠재지표와 오히려 높은 평가를 받았다. 이 결과는 경제활동성의 경우 현재 교통시스템이 어떻게 경제에 기여하는지를 평가할 수 있는 지표가 필요하다는 보여주고 있다.

전체 개별 지표의 평균점수를 보면, 저탄소 친환경성의 경우 3.50, 에너지효율성과 경제활동성은 3.30의 점수를

<표 11> 에너지효율성 평가지표 설문조사 결과

상세 목표	시점	평가지표	평가 적절성	구독 용이성	비교 편이성	평균 값
총 에너지	현황	교통부문 총 에너지 소비량	4.00	3.33	3.77	3.70
		수단별 총 에너지 소비량	3.67	3.10	3.70	3.49
		나홀로차량 운행비율	3.00	2.60	2.73	2.78
	잠재력	승용차보유대수/인, 가구	3.37	3.87	3.57	3.60
		평균 승용차 운영 비율	3.20	2.67	2.97	2.94
		화석에너지	현황	화석에너지소비량/인	3.67	3.13
화석에너지소비량/톤	3.60			3.40	3.43	3.48
화석에너지소비량/톤-km	3.53			3.03	3.47	3.34
화석에너지소비량/인-km	3.53			2.97	3.37	3.29
친환경에너지	현황	친환경에너지소비량/톤-km	3.43	2.80	3.17	3.13
		하이브리드 차량대수/인	3.00	3.57	3.37	3.31
	잠재력	친환경 교통연료에 대한 R&D 투자액/GDP	3.20	3.33	3.33	3.29
		고효율 에너지 차량 기술 R&D 투자액/GDP	3.23	3.27	3.17	3.22
		자전거 도로연장/인	2.73	3.60	3.17	3.17
평균값		3.37	3.19	3.33	3.30	

받았다. 따라서 에너지 효율성과 경제활동성의 경우 지표 개발을 위해 보다 많은 노력이 필요하다. 마지막으로, 각 평가항목별 점수를 보면 평가적절성은 3.42, 구독용이성은 3.33, 그리고 비교편이성은 3.36의 점수를 받아 현재 선정된 지표들의 경우 구독용이성과 비교편이성이 상대적으로 약간 취약한 것으로 나타났다. 이러한 경향은 개별 목표별로도 비슷하게 나타났다.

저탄소·친환경성의 경우, 평가적절성 3.55, 구독용이성 3.48, 비교편이성 3.46으로 나타났다. 에너지 효율성의 경우 이러한 경향이 더욱 두드러져 평가적절성 3.37, 구독용이성 3.19, 비교편이성 3.30으로 나타났다. 즉, 자료의 구독 용이성이 상당히 취약한 것으로 전문가들은 평가하고 있었다. 경제활동성 역시 각 지표 점수는 평가적절성 3.33, 구독용이성 3.27, 비교편이성 3.29로 나타났

<표 12> 경제활동성 평가지표 설문조사 결과

상세 목표	시점	평가지표	평가 적절성	구독 용이성	비교 편이성	평균 값	
생산성	현황	총 통행자수	3.33	3.53	3.47	3.44	
		총 인-km	3.50	3.27	3.63	3.47	
		인-km/인, GDP	3.50	3.20	3.40	3.37	
		총 수송량(톤)	3.33	3.53	3.53	3.47	
		총 톤-km	3.47	3.27	3.33	3.36	
		톤-km/인, GDP	3.53	3.23	3.43	3.40	
	잠재력	대중교통 승객-km	3.53	4.80	3.50	3.94	
		도로교통부문 신규건설 투자액/GDP	3.27	3.73	3.23	3.41	
	이동성	현황	지상 대중교통에 투자된 정부예산	3.23	3.90	3.30	3.48
			평균 통근시간 및 거리	3.33	3.00	3.37	3.23
교통부문 소요시간/일			3.23	2.60	3.27	3.03	
수단별 평균 통행속도			3.60	2.93	3.20	3.24	
잠재력		대중교통 수송 분담비율	3.53	3.30	3.57	3.47	
		케도 대중교통망 총 연장	3.47	3.90	3.50	3.62	
경제성	현황	포장도로 총 연장	3.20	4.10	3.43	3.58	
		버스전용차로이용연장/버스노선 총 연장	3.43	4.10	3.63	3.72	
		1주간 활동 수/인,가구	3.17	2.60	2.87	2.88	
		1주간 활동 다양성 수/인, 가구	2.97	2.33	2.80	2.70	
	잠재력	총 주간통행거리 (활동반경)/인,가구	3.17	2.53	3.03	2.91	
		가구당 1주간 총 실외 비업무 활동시간	2.90	2.07	2.50	2.49	
활동성	잠재력	가구당 교통비 지출액	3.40	3.03	3.17	3.20	
		가구 지출 중 교통 소비액 비중	3.23	2.97	3.17	3.12	
		평균값	3.33	3.27	3.29	3.30	

<표 13> 저탄소·친환경성 평가지표의 관점 분포

부정적 지표	긍정적 지표
-총 온실가스 배출량	-친환경 교통수단 R&D 총 투자액
-온실가스 배출량/인,톤	-친환경 교통수단 R&D 총 투자액/인
-온실가스 배출량/차량-km	-철도투자액/인
-온실가스 배출량/GDP	-교통안전 개선부문 국가예산/GDP
-총 대기오염물질 배출량	
-총 교통사고 수	
-교통사고 수/대	

다. 모든 개별 부문에 있어 평가의 적절성이 자료의 구독 용이성보다 높다는 점은 지표 자체의 평가 적절성은 큰 문제가 없으나 이들 지표 계산을 위한 자료의 구독용이성에 대해 전문가들이 우려하고 있음을 의미한다.

3. 선정된 평가지표의 가치 균형

1) 저탄소·친환경성 평가지표의 관점 분포

<표 13>에서 제시하는 지표들은 전문가들이 높게 평가한 저탄소·친환경성 지표들이다. 표에서 나타나는 특징은 저탄소·친환경성의 경우 모든 현황지표들은 부정적 지표들이며, 잠재력지표들은 긍정지표라는 점이다. 교통시스템의 특성상 통행활동이 환경에 미치는 영향은 긍정적이기 어렵고 최대한 환경영향을 줄이는 것이 단기적으로는 최선의 선택이라 할 수 있다. 따라서 현황지표의 경우 부정적인 산출물을 계량할 수밖에 없다. 하지만 장기 관점에서는 저탄소·친환경성 지표 역시 긍정적인 측면을 계량할 수 있다. 지속가능한 교통시스템의 궁극적 목표는 동일한, 또는 더 많은 통행량을 처리하면서 탄소 및 대기오염, 소음, 기타 오염배출을 더 작게 배출하는 교통시스템을 구축하는 것이다. 이러한 궁극적 목표를 위한 노력의 수준을 잠재력 지표를 통해 계량화 할 수 있다.

2) 에너지효율성 평가지표의 관점 분포

에너지 효율성 평가지표들의 경우 그 숫자가 엇비슷하게 선정되어 있는데, 전체적인 지표의 역할은 저탄소·친환경성 지표들과 크게 다르지 않다. 즉, 부정적 지표들은

<표 14> 에너지효율성 평가지표의 관점 분포

부정적 지표	긍정적 지표
-교통부문 총 에너지 소비량	-친환경에너지 소비량 톤-km
-승용차보유대수/인, 가구	-고효율 에너지 차량 기술 R&D 투자액/GDP
-화석에너지 소비량/인, 톤	-자전거 도로연장/인

<표 15> 경제활동성 평가지표의 관점 분포

부정적 지표	긍정적 지표
가구 당 교통비 지출액	총 인-km 총 수송량 (톤) 대중교통 승객-km 대중교통 수송 분담비율 제도 대중교통망 총 연장 포장도로 총 연장 버스전용차로 연장/버스노선 총 연장 1주간 활동 수/인, 가구 총 주간 활동반경/인,가구

주로 현재 교통시스템의 에너지 효율성을 파악하는데 초점을 두고 있다. 반대로, 잠재력 지표들은 앞으로 교통시스템이 얼마나 에너지 효율적으로 발전될 것인지를 포착하는데 중점을 두고 있다.

3) 경제활동성 평가지표의 관점 분포

저탄소·친환경성과는 반대로 경제활동성 지표들은 긍정지표들의 숫자가 많았다. 전체 지표의 수에서 확인할 수 있는 바와 같이 저탄소 친환경성과 에너지 효율성의 지표들은 주로 부정적 지표들이다. 따라서 경제활동성에 대한 고려가 없다면 통행활동은 지속가능성이라는 가치와 충돌하기 때문에 교통시스템에 대한 투자의 타당성을 확보하기 어렵고, 경제활동의 증가가 녹색성장을 약화시키는 논리가 성립한다. 하지만, 녹색성장의 중요한 개념인 경제개발을 고려할 때, 우리가 지향해야 할 교통시스템은 더 많은 사람들이 더 편하게 경제활동을 할 수 있도록 하는 시스템이 되어야 한다. 이러한 관점에서, 경제활동 고려가 녹색성장의 가치를 구현하는데 필요한 핵심 개념임을 지표의 가치분포를 통해 확인할 수 있다.

V. 녹색성장 평가지표 적용

1. 평가지표의 적용

AHP 설문조사 결과를 활용하여 우리나라를 포함한 OECD 10개 국가에 대해 녹색성장 관점에서 국가별 달성수준을 평가하였다. 평가모형 적용을 위해 각 지표별로 이용가능한 자료를 파악한 결과 10개 대상국가에서 공통적으로 자료가 구득 가능한 지표는 모두 14개로 파악되었다. 저탄소·친환경성의 경우 기후변화 계측을 위해 온실가스 배출량/인, 온실가스배출량/GDP, 교통안전 측면 계측을 위해 교통사고수/대, 총 부상자 및 사망자 수/인을

이용하였다. 에너지 효율성의 경우 총에너지 계량을 위해 교통부문 총 에너지 소비량/인, 화물수송단위당 에너지 소비량을 선정하였다. 화석에너지 측면의 경우 인당 소비량을, 친환경에너지 측면을 위해서는 역시 인당 소비량을 지표로 제시하였다. 마지막으로 경제활동성의 경우 경제성 계량화를 위해 가구 지출 중 교통소비액 비중을, 생산성 측면을 위해 인-km/인, 인-km/GDP, 톤-km/인, 톤-km/GDP, 대중교통승객-km/인을 선정하였다.

평가지표의 적용에 있어 국가별로 구축되지 않은 자료가 일부 존재하는데 이렇게 세부 항목이 존재하지 않는 결측값은 해당 결측값이 포함되는 세부항목의 평균점수를 적용하였다. 또, 세부 평가항목이 누락되어 개별 목표내의 상세목표의 가중치 합이 1.0이 되지 않는 경우에는 존재하는 가중치만의 합을 이용해 그 합을 1.0으로 환산하여 적용하였다. 예를 들어 저탄소·친환경성의 상세목표인 기후변화(0.512)와 교통안전(0.238)의 가중치 합은 0.750으로서 1.0보다 작으므로 이들 개별가중치에 1.33을 곱해 상세 목표의 가중치합이 1.0이 되도록 하였다.

기존 연구가 미흡하고 녹색성장이 다른 국가들에서 일반적으로 이용되는 개념이 아니기 때문에 개발된 지표들의 일부만이 이용되었다는 점은 본 연구의 단점이라 할 수 있다. 보다 객관적이고 포괄적인 국가 간 비교를 위해서는 각 국가별로 결측된 지표에 대해서는 직접 자료를 수집하거나 유사한 자료 존재여부를 해당 국가 전문기관에 확인해야 할 것으로 판단된다.

2. 적용결과에의 분석

각 세부항목별로 100점 환산점수를 부여한 평가모형의 적용결과는 <표 16> 및 <표 17>과 같다. <표 16>에는 세부항목 별 평가점수를 나타내었다. 각 항목의 만점은 100점이며, 각 지표별 100점 환산기법은 Saaty and Vargas(1980)의 방법을 이용하였다. 환산기법에 대한 자세한 설명은 임용택 등(2009)을 참고하기 바란다.

<표 17>을 살펴보면 종합적인 녹색성장 수준은 스웨덴, 이탈리아, 프랑스 순으로 높았으며, 우리나라는 전반적으로 낮은 수준의 녹색성장을 나타내었다. 개별목표별로 살펴보면 저탄소·친환경성의 경우 프랑스, 스웨덴, 이탈리아 순으로 높았으며, 미국이 가장 낮게 나타났다. 한국의 경우 교통안전 측면에서 낮게 나타났으며, 미국은 기후변화와 교통안전 모두 낮은 지표값을 보여 주었다.

에너지 효율성의 경우는 국가별 편차가 크지 않았으나,

<표 16> 녹색성장 세부 평가항목별 평가점수

평가항목			한국	미국	영국	일본	프랑스	독일	스페인	이탈리아	스웨덴	캐나다
저탄소·친환경성	기후변화	온실가스 배출량/인(tCO ₂ /인)	57	0	61	54	86	53	68	82	88	7
		온실가스 배출량/GDP(tCO ₂ /억원)	0	19	83	50	86	61	63	69	89	26
	교통안전	교통사고수/대	0	22	69	11	95	64	50	82	87	58
		총 부상자 및 사망자수/인	42	28	83	30	95	63	0	57	87	53
에너지효율성	총에너지	교통부문 총 에너지 소비량/인	85	0	59	84	68	83	55	82	57	8
		화물 수송 단위당 에너지 소비량(toe/천톤)	8	67	64	61	63	66	66	64	63	50
	화석에너지	화석에너지 소비량/인(톤/인)	33	1	87	59	84	86	52	84	68	0
	친환경에너지	친환경에너지소비량/인(천 toe/인)	39	95	17	31	39	33	14	13	69	100
경제활동성	경제성	가구 지출 중 교통 소비액 비중(%)	95	0	60	36	22	40	83	86	69	50
	생산성	인-km/인	0	78	63	31	71	54	50	82	65	50
		인-km/GDP	0	68	42	51	72	55	50	94	17	50
		톤-km/인	10	97	37	17	38	54	53	33	48	56
		톤-km/GDP	6	96	32	18	36	56	65	36	39	56
	대중교통 승객-km/인	0	10	35	95	54	44	47	78	55	64	

<표 17> 국가별 녹색성장 평가결과

대분류	중분류	한국	미국	영국	일본	프랑스	독일	스페인	이탈리아	스웨덴	캐나다
최종순위		9	10	4	7	2	5	6	3	1	8
총계 = αA+βB+γC		33	28	64	47	73	59	53	69	75	36
저탄소·친환경성	기후변화	28	9	72	52	86	57	65	76	89	16
	교통안전	21	25	76	21	95	64	25	69	87	55
	계(A)	26	14	73	42	89	59	53	74	88	29
	순위	9	10	4	7	1	5	6	3	2	8
에너지효율성	총에너지	47	33	62	72	66	74	60	73	60	29
	화석에너지	33	1	87	59	84	86	52	84	68	0
	친환경에너지	39	95	17	31	39	33	14	13	69	100
	계(B)	41	40	57	58	64	67	47	61	64	39
	순위	9	8	6	5	2	1	7	4	2	10
경제활동성	경제성	95	0	60	36	22	40	83	86	69	50
	생산성	11	67	43	44	53	52	52	62	46	54
	계(C)	39	44	49	41	43	48	63	70	53	53
	순위	10	7	5	9	8	6	2	1	3	3

독일과 프랑스, 스웨덴이 높은 에너지효율성 지표를 나타냈으며, 캐나다가 가장 낮은 에너지 효율성 지표값을 보여 주었다. 미국과 캐나다의 경우 화석에너지의 효율성이 가장 낮게 나타나 인당 화석에너지 사용량이 많음을 보여주었으며, 한국 역시 미국, 캐나다에 이어 세 번째로 화석에너지 이용률이 높게 나타났다. 한편, 친환경에너지의 경우는 캐나다와 미국이 친환경 에너지 사용량이 많게 나타났으며, 이탈리아, 스페인, 영국 등이 낮게 나타났다.

경제활동성의 경우 이탈리아, 스페인이 높게 나타났으며, 한국이 가장 낮은 것으로 분석되었다. 특히, 한국의

경우 생산성이 가장 낮았으며, 미국의 경우는 경제성이 낮게 나타났는데, 미국은 가구 지출 중 교통소비액 비중이 높은 원인이며, 한국의 경우는 GDP당 인·km 및 톤·km가 낮기 때문으로 분석되었다.

VI. 결론

본 연구에서는 교통부문의 녹색성장 수준을 평가할 수 있는 지표들과 그 구조를 설계하고, 각 개별 목표와 상세 목표들의 상대적 중요성을 교통전문가들의 설문조사를 통

해 결정하였다. 녹색성장 고유의 가치를 실현하기 위한 개별 목표들은 저탄소·친환경성, 에너지효율성, 경제활동성으로 정의되었다. 이 세 개별 목표 각각에 대해 복수의 상세 목표들이 설정되었으며, 각 상세목표들의 달성수준을 계량적으로 평가할 수 있는 지표들을 선정하였다.

평가지표의 구조는 교통부문의 녹색성장 수준을 공정하게 평가하고, 내생적으로 개별 목표간 평형을 달성하는 최적 교통정책을 선정할 수 있도록 설계되었다. 이를 위해 각 평가지표들은 부정지표와 긍정지표로 구분되었는데, 설문조사를 통해 선정된 지표들의 관점을 분석하면 저탄소·친환경성의 경우 부정지표들의 분포가 두드러진 반면, 경제활동성의 경우 통행활동의 긍정적 측면들을 포착하였다. 따라서 이 두 가지 상반된 지표의 성격이 상쇄되어 최적의 교통정책을 평형개념 하에서 선정할 수 있을 것이라 기대된다.

개별 목표들의 경우 저탄소·친환경성이 전문가들로부터 51.65%로 가장 높은 중요성을 부여받았다. 에너지 효율성의 경우 29.56%, 경제활동성의 경우 18.78%의 가중치가 설정되었다. 이 가중치 결정 결과는 두 가지 관점에서의 해석이 가능하다. 먼저 현재 교통부문 전문가들은 녹색성장을 위해서는 환경이나 기후변화에 대한 대응이 가장 시급하다고 판단하고 있다는 점이다. 녹색성장의 기본 개념이 지속가능한 개발이나 생태효율성의 연장선상에 있음을 고려할 때 교통부문 전문가의 이러한 판단은 기존의 환경중심 철학을 반영하고 있다고 할 수 있다.

하지만 이러한 녹색성장에 대한 교통 전문가들의 인식은 녹색성장 본연의 가치를 정확히 파악하지는 못하고 있다. 녹색성장의 경우 환경이나 에너지 측면의 고려와 함께 경제성장을 달성하는 것을 중요한 목표로 설정하고 있기 때문이다. 하지만, 경제성장의 경우 가중치는 저탄소 친환경성의 절반 이하의 평가밖에는 받지 못하였다. 이는 교통전문가들이 녹색성장이 갖는 경제적 가치를 아직 충분히 이해하지 못하고 있음을 보여주는 것이며, 앞으로 전문가들을 대상으로 녹색성장이 갖는 교통관련 경제활동에 대한 기여를 더 홍보해야 함을 암시하는 것이다.

개발된 지표들을 10개 OECD 회원국에 적용한 결과 우리나라의 녹색성장 수준은 다른 선진국들에 비해 매우 낮게 나타났다. 고려된 7개 상세부문 중 우리나라가 높은 점수를 얻은 항목은 경제활동성의 경제성 항목뿐이었다. 가중치 선정에 참가한 전문가들의 숫자가 제한적이고, 자료의 한계에 의해 이용된 지표가 제한적이었다는 점을 고려하더라도 녹색성장을 유럽 선진국 수준으로 향상시키기

위해서는 앞으로 많은 노력이 있어야 할 것으로 판단된다. 특히 저탄소·친환경성과 경제활동성의 생산성 부문은 다른 국가들과 비교해 매우 낮은 수준으로, 특히 많은 관심과 노력이 있어야 할 것으로 판단한다.

마지막으로 지표 분석 결과에 따르면 많은 전문가들이 자료의 구축용이성에 대해 우려를 표시했다. 특히 경제활동성의 경우 대부분의 지표들이 자료구득성이 낮게 나타났다. 이는 정부차원에서 녹색성장 교통부문 연구를 위한 자료 수집과 DB구축에 적극적인 투자가 필요하다는 것을 보여준다. 그밖에 경제활동성 지표들의 경우 전문가들의 평가점수들이 낮았는데, 자료 구득성 이외에 현재의 지표들이 교통부문의 경제활동 기여를 온전히 반영하지 못하는 것도 이유일 것으로 판단된다. 이를 극복하기 위해서는 보다 정확히 교통과 경제활동간의 관계를 반영할 수 있는 지표들이 개발되어야 할 것이며, 현재 통행기반 교통수요 분석기법의 한계를 극복할 수 있는 대안으로 언급되는 행동기반 분석기법이 그 해결책으로 고려될 수 있다. 다만, 행동기반 통행분석의 경우 통행기반 기법보다는 광범위하고 자세한 자료조사가 필요하므로, 교통관련 행동 조사와 DB구축이 반드시 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 삼성경제연구소(2008), 녹색성장시대의 도래, CEO information, 제675호.
2. 임용택·김현명·양인철(2009), "목표기반 교통계획 모형 연구", 대한교통학회지, 제27권 제5호, 대한교통학회, pp.195~208.
3. Adams W. M.(2006), The future of sustainability: Re-thinking environment and development in the twenty-first century, Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29-31 January, 2006.
4. Berechman, J.(2001), Transport investment and economic development, Is there a link?, Paper presented at the ECMT Round Table 119, EGMT, Paris.
5. ERM(Environmental Resources Management)(1996), Eco-efficiency in the transport sector: Applying the concept to public policy and individual travel, Environmental Resources Management), UK. July, 1996.

6. FHWA(2002), Environmental Performance Measure Report US Department of Transportation(www.fhwa.dot.gov/environment/perform/index.htm).
7. GPI(2008), GPI Transportation Accounts: Sustainable Transportation in Halifax Regional Municipality, GPI Atlantic(www.gpiatlantic.org); at www.gpiatlantic.org/pdf/transportation/hrm-transportation.pdf.
8. Nijkamp P., M. T. Borzacchiello, B. Ciuffo, F. Torrieri(2007), Sustainable urban land use and transportation planning: A cognitive decision support system for the Naples Metropolitan Area, International Journal of Sustainable Transportation, pp.91~114.
9. OECD(1997), Eco-efficiency in transport, Workshop Report and Background Paper, ENV/ EPOC/PPC/T(98)5.
10. OECD(1998), Environmentally sustainable Transport: Report on Phase II of the OECD Project: Volume I Synthesis Report Organization of Economic Coordination and Development(www.oecd.org).
11. OECD(1999), Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies, ENV/EPOC/SE(98)/Final
12. OECD(2006), Decoupling the environmental impacts of transport from economic growth, OECD publishing.
13. Saaty and Vargas(1980), The logic of priorities: Application in Business, energy, health, and transportation, Kluwer/Nijhoff Publishing.
14. Saunders M. J., Kuhnimhof T., Chlond B., A. N. R. Silva(2008), Incorporating transport energy into urban planning, Transportation Research Part A. 42. No. 6. pp.874~882.
15. VTPI(Victoria Transport Policy Institute) (2008), Well measured: Developing indicators for comprehensive and sustainable transport planning, Todd Alexander Litman.
16. WBCSD(1995), Sustainable production and consumption: A business perspective, World Business Council for Sustainable Development, Geneva, draft, December 1995.
17. WCED(1987), Our Common Future, World Commission on Environment and Development, Brundtland Commission(<http://ringofpeace.org/environment/brundtland.html>).

✉ 주 작성자 : 김현명
 ✉ 교신저자 : 김현명
 ✉ 논문투고일 : 2009. 12. 30
 ✉ 논문심사일 : 2010. 2. 9 (1차)
 2010. 4. 2 (2차)
 2010. 5. 18 (3차)
 2010. 6. 10 (4차)
 ✉ 심사판정일 : 2010. 6. 10
 ✉ 반론접수기한 : 2010. 12. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필