

녹색도시지수 핵심지표의 개발도상국 적용가능성 연구

- 베트남 다낭시의 측정 결과를 바탕으로

Applicability of the Key Indicators of Green City Index to Cities of Developing Country

- Based on the Measurement Results of Danang City, Vietnam

이나라* · 박지훈** · 김도년***

*성균관대학교 건축학과 박사과정 / **성균관대학교 건축학과 석박사통합과정 /

***성균관대학교 건축학과 · 미래도시융합공학과 교수

Lee, Na-Rae* · Park, Ji-Hoon** · Kim, Do-Nyun***

국문요약

기후변화에 대응한 녹색도시 실천의 평가수단으로 지수의 중요성이 강조되고 있는 한편, 국내에서는 국토교통부 R&D를 통해 전 세계 도시에 공통 적용할 수 있는 녹색도시지수 핵심지표로서 탄소배출량, 화석에너지 소비량, 2차 산업 비중, 개인교통수단, 도시화율, 지역총생산 6개 항목이 개발되었다. 본 논문에서는 핵심지표의 개발도상국 도시에 대한 적용가능성을 살펴보기 위한 첫 번째 대상 도시로 베트남 다낭시를 선정하였다. 핵심지표 측정은 2010년을 기준으로 다낭시와 베트남 전체 평균을 비교하여 이루어졌다. 측정 결과, 다낭은 무엇보다 개인교통수단 분야에서의 정책적 대안이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과 도출은 핵심지표가 다낭시와 같은 개발도상국 도시의 산업·경제적 여건에도 감당 가능하고, 쉽게 구할 수 있는 대중적인 데이터로 이루어져 있기 때문에 가능했다고 볼 수 있다. 향후 핵심지표는 개발도상국 도시들의 녹색도시 목표 실천을 위한 정책적 대안 개발에 기여하며, 특히 도시 간 비교를 통한 전략적 발전방향 수립의 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

Abstract

It is important to monitor the progress of carbon emission reduction by applying evaluation index to cities around the world in order to deal with global climate change. Therefore, in Korea, the “Green City Index” was developed funded by R&D of the MOLIT. This paper has applied 6 Key Indicators of the Green City Index to Danang and compared it with Vietnam national average, using 2010 as a base year. Danang has showed a relatively good status in terms of carbon emissions, fossil energy consumption, secondary industries, GRDP and urbanization rate. A large number of vehicles, meanwhile, calls for proper transportation policies. As a result, it is identified that the Key Indicator is applicable to Vietnam and Danang because it is feasible for industrial and economic conditions and data obtainability. It would lead to higher understanding and participation in personal activities to reduce carbon emissions. The widespread adoption of the Indicator in developing countries will contribute to identify alternative policies and establish strategic plans through comparison between cities and sectors.

주제어 : 기후변화, 탄소저감, 녹색도시, 지수/지표, 다낭 도시기본계획

Keywords : Climate Change, CO2 Reduction, Green City, Index/Indicator, Danang City Plan

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구개발사업의 연구비지원(18CTAP-C110489-03)에 의해 수행되었습니다.

Corresponding Author : Kim, Do-Nyun. Department of Architecture, Sungkyunkwan University, 2066 Seobu-Ro, Jangan-Gu, Suwon-Si, Gyeonggi-Do, 16419, Korea. E-Mail : dnkim@skku.ac.kr

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

도시는 전 세계적으로 에너지의 67%가 소비되고, 온실가스의 70%가 배출되는 기후 변화의 주범이다. 이러한 에너지 소비 증가의 80%, 온실가스 배출 증가의 89%는 개발도상국에서 일어날 것으로 예상된다. 따라서 선진국의 기후변화 대응 노력과 함께 개발도상국 또한 개발 초기부터 기후변화에 대응하여 지속가능한 발전을 추구하는 것이 중요하다.

최근 선진국 도시들을 중심으로 도시 차원에서의 실질적이고 직접적인 기후변화 대응을 위한 접근이 이루어지고 있다. 특히 현재 에너지 사용과 온실가스 배출 특성을 파악하고, 녹색도시가 되기 위한 목표 실천과정에 대한 평가와 진단의 정량적 기준으로서 지수의 중요성이 강조되고 있다. 그러나 기존의 지수는 오늘날 선진국들이 공업화를 모두 거치고 난 후 온실가스 의무감축이라는 국제사회에서의 의무를 다하기 위해 개발되었기 때문에 현재 공업화 단계를 거치고 있거나 거칠 예정인 개발도상국 도시의 온실가스 감축에 대한 관심이나 실천능력과는 현실적인 괴리가 있다¹⁾.

이러한 맥락에서 국내에서는 국토교통부 ‘탄소저감 도시전략, 녹색지수 및 비즈니스모델 개발’ R&D²⁾를 통해 녹색도시지수 핵심지표³⁾가 개발되었다. 이는 선진국과 개발도상국의 입장을 모두 겪어본 유일한 국가로서 향후 기후변화 대응을 위한 노력에 개발도상국의 참여를 주도할 수 있는 역량이 큰 우리나라가 전 세계 도시에 공통 적용할 수 있도록 개발한 지표라는 점에서 의의를 갖는다. 이에 본 논문은 베트남 다낭시를 대상으로 산업·경제적 여건에의 적정성, 지표의 범용성과 대중성, 실현성 있는 정책 도출의 측면에서 녹색도시지수 핵심지표의 6개 항목의 적용가능성을 알아보는 것을 목적으로 한다.

베트남은 세계에서 가장 급속한 도시화와 발전이 이루어지고 있는 동시에 기후변화에 가장 취약한 국가 중 하나이다. 따라서 경제성장뿐만 아니라 사회적, 환경적 가치를 동시에 담보하는 ‘녹색성장’에 대한 수요가 높은 상황이라고 할 수 있으며, 이는 정부 당국의 공식적인 계획은 물론이고 대중의 인식에도 깊게 자리 잡고 있다. 베트남의 모든 발전계획의 기본이 되는 것은 지속가능한 사회경제발전계획(SEDP)이며, 녹색성장전략(VGGS)을 제정하여 2020년까지의 실행계획을 논의 중에 있다.

특히 다낭은 녹색성장을 도시 발전의 방향으로 설정한 베트남 최초의 도시이다. 다양한 자연자원과 역사문화자원과 함께 최근에는 첨단산업과 서비스 등 신산업에 대한 수요가 높아지고 있어 입지적 장점을 바탕으로 한 다낭시의 전략적 중요성이 커지고 있다. 이러한 맥락에서 현재의 성장 동력을 지속가능한 방식으로 활용하려는 그들의 움직임은 매우 고무적이다. 따라서 다낭의 녹색성장을 위한 도시계획 도구로 녹색도시지수 핵심지표를 활용하는 것은 다낭이 실현가능한 발전 목표를 세우는데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 다낭의 미래 에너지 수요의 원천적 감축과 더불어 도시가 가진 산업, 기술의 테스트베드로서의 역할을 활성화하고 관련 역량을 지속적 발전의 원동력으로 활용함으로써 파급효과 창출이 가능할 것이다. 국내적으로도 녹색도시 분야 연구 결과물을 해외에 시범 적용, 검증함으로써 연구의 질을 더욱 높일 수 있는 계기가 될 것이다.

1) 조유정 2015, 녹색도시지수의 탄소저감 핵심지표 개발과 활용에 관한 연구, 성균관대학교 대학원 박사학위논문, p.3.

2) 국토해양부 한국건설교통기술평가원 (2011-2014) 첨단도시개발사업, 4세부과제 탄소저감 도시전략, 녹색지수 및 비즈니스모델 개발.

3) 조유정 · 손세형 · 김도년 2013, 녹색도시지수의 핵심지표에 관한 연구, 한국도시설계학회지, 제14권, 제6호, pp.111-123.

2. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

2.1. 녹색도시를 위한 도시계획과 녹색도시지수

도시의 기후변화로 인한 영향을 가장 많이 받는 동시에 기후변화 대응을 실천하기 위한 핵심주체이다. 도시계획은 중앙정부로 하여금 시장 경제의 맥락에서 사회경제 발전을 규제하고 국제사회에 편입하는데 필요한 중요하고 효과적인 도구로서 역할을 한다. 따라서 도시계획은 기후변화의 문제 해결을 위한 탄소배출 저감의 제도적 기반이 될 수 있다.

도시의 에너지 소비와 탄소 배출이 크다는 것은 탄소저감 여력 또한 크다는 것을 의미한다. 따라서 탄소배출 저감을 위한 도시기본계획 및 관리계획을 통해 미래 에너지 수요를 원천적으로 줄일 수 있도록 도시계획 체계를 바꿀 필요가 있으며, 이를 위한 현황 파악, 미래 예측 및 목표 설정의 기초자료로 녹색도시지수 적용이 필요하다.

2.2. 녹색도시 목표 실현을 위한 지수

대표적인 녹색도시 관련 지수로는 경제협력개발기구(OECD)의 환경지표를 들 수 있다. 이 지표는 오염, 천연자원, 자산과 관련된 주요 문제와 국가 정책과의 관련성, 각 국가의 분석에 대한 신뢰성, 각 국가의 분석능력을 고려하여 인간 활동이 자연환경에 미치는 10개 지표(기후변화, 오존층, 대기 질, 폐기물, 수질, 수자원, 산림자원, 어족자원, 에너지자원, 생물 다양성)를 선정하였다. OECD 환경지표는 항목별로 OECD 평균치와 각국별 수치가 제시되어 있어 각국의 환경상태 및 환경진전 상황을 비교해볼 수 있는 자료로 활용된다⁴⁾. 그러나 OECD 국가, 즉 선진국들을 중심으로 개발되어 모든 국가와 도시에 적용하기에는 한계가 있다는 문제가 있다⁵⁾. 무엇보다 환경문제에 대한 대응과 목표달성을 국가 수준에서 측정하는 것은 세계의 지속가능한 성장을 위한 '도시'의 역할을 강조했던 기존의 OECD 인식과 부합하지 않는다.

한편, 도시를 대상으로 한 대표적인 지수로는 EIU(Economist Intelligence Unit)가 작성하는 Green City Index(GCI)가 있다. 탄소, 에너지, 건물, 교통, 폐기물, 토지이용, 물, 공기, 환경정책 등을 평가하며, 대륙별 보고서 발간을 통해 대륙 내 도시 평균치와 각 도시들의 수치를 비교할 수 있도록 하였다. 그러나 선진국 중심의 평가 체계로 인해 저개발국가에서는 평가 결과를 받아들이기 힘들 뿐만 아니라, 자료 구축이 어려워 활용에 문제가 있는 지역도 많다. 또한 일반인의 이해가 쉽지 않아 일상생활에서 탄소저감을 위한 실천을 어렵게 하고 있으며, 평가기준이 모호하거나 정성적인 측면은 평가의 객관성과 신뢰성을 저하하는 요인으로 작용하고 있다.

녹색도시지수 측정에는 현 상황 및 성취하려는 수준과 관련된 정확한 정보를 기초로 조치가 시급한 부분, 빨리 실행할 수 있는 부분에서부터 장기적·구체적 계획이 필요한 부분에까지 단계적인 실천방안 모색이 필요하다. 그러나 모든 목적을 반영할 수 있는 지수를 선정하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 목적에 맞는 효과적인 지수를 만들어 사용해야 하며, 전달하려는 정보를 가장 잘 대표하는 지수를 선정해야 한다⁶⁾. 특히 기후변화와 관련된 문제들은 특정 지역에 국한된 것이 아니라, 전 인류적 대응이 필요한 것이기 때문에 전 세계 도시에 적용할 수 있는 대표성 있는 지수가 필요하다고 할 수 있다.

4) 신우재 2012, 녹색도시지수의 역할에 관한 연구 : 기존 지수의 사례분석 중심으로, 성균관대학교 대학원 석사학위논문, pp.26-27.

5) 조유정·손세형·김도년 2013, 녹색도시지수의 핵심지표에 관한 연구, 한국도시설계학회지, 제14권, 제6호, p.112.

6) 성균관대학교 녹색도시건축연구센터 2014, 기후변화대응을 위한 알기 쉽고 실행하기 쉬운 녹색도시지수, 상상나무 초판, pp.16-17.

3. 연구방법

3.1. 녹색도시지수 핵심지표 적용

녹색도시지수⁷⁾는 기후변화의 직접적인 원인이 되는 탄소배출량과 이에 영향을 주는 다섯 분야 핵심지표, 그리고 이를 보조하는 다섯 개 보조지표⁸⁾로 구성된다.

핵심지표는 1인당 화석에너지 소비량(TOE), 2차 산업 비중, 1인당 자동차 보유대수, 도시화율, 1인당 지역 내 총생산(GRDP)으로 구성된다. 화석에너지에 기반하고 있는 산업, 교통, 건물이 도시의 탄소 배출의 주요 원인이기 때문에, 각 항목에 대표성이 높은 1인당 화석에너지 소비량, 2차 산업 비중, 1인당 자동차 보유대수, 도시화율이 핵심지표로 선정되었다. 역총생산은 도시의 실행여건과 경제적 역량을 판단하는 요소이다. 핵심지표는 전 세계 도시에 적용할 수 있는 보편적인 지표이다.

핵심지표는 환경문제에 가장 객관적이고 대표성을 갖는 지표라고 할 수 있으며⁹⁾ 핵심지표는 쉽고 단순한 용어의 사용으로 다양한 영역의 지표를 수용하고 있으며, 해당 지표들은 환경뿐만 아니라 사회, 경제 및 정책적 분야를 모두 아우른다¹⁰⁾.

이 연구에서는 다낭시를 대상으로 탄소배출량과 함께 탄소배출에 영향을 주는 다섯 개 부문을 포함한 여섯 개 핵심지표 측정 결과가 다낭시의 탄소배출 저감을 위한 현재 상황 파악과 정책, 전략 도출의 도구로 활용될 수 있는 가능성을 확인한다.

3.2. 기존 연구자료 및 데이터 활용

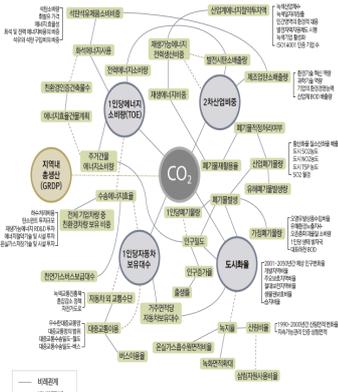
핵심지표 측정을 위해서는 1인당 탄소배출량 및 화석에너지 소비량, 2차 산업 비중, 1인당 자동차 보유대수, 도시화율, 1인당 지역총생산에 대한 데이터 구득이 필요하다. 베트남은 통계청을 통해 매년 통계연보를 발간하고 있지만 이를 통해 얻을 수 있는 데이터는 2차 산업, 도시화율, 지역총생산에 관련된 것에 한정된다.

관련해 세계은행의 “동아시아 및 태평양 지역의 지속가능한 도시의 에너지 배출 계획 프로그램”에서는 2010년을 기준으로 다낭의 에너지 생산과 소비의 흐름, 에너지원 별 온실가스 배출량, 최종 에너지의 부문별 소비량에 대한 상세한 측정, 분석이 이루어졌다. 따라서 해당 보고서인 “Energizing Green Cities in Southeast Asia, 2012”를 통해 다낭의 에너지 사용, 온실가스 배출과 관련된 데이터를 구할 수 있다.

〈표 1〉 탄소저감 핵심지표 6개 항목에 대한 데이터 출처

	베트남	다낭
탄소배출량	World Bank Data Bank	World Bank(2012)
에너지 소비량	the Global Economy	World Bank(2012)
2차 산업 비중	General Statistics Office of Vietnam	Danang economic development plan 2020
자동차 보유 대수	Clean Air Asia	World Bank(2012)
도시화율	General Statistics Office of Vietnam	General Statistics Office of Vietnam
지역총생산	General Statistics Office of Vietnam	Investment Promotion Center Danang

베트남은 개발도상의 단계에 있는 만큼 아직 에너지나 온실가스와 관련한 경험이 충분하지 않다. 따라서 각 부문의 데이터를 구하기도 힘들 뿐더러 구한다 해도 각 부문별 데이터 값의 기준 연도가 다른 경우가 많은데, 세계은행의 자료는 탄소저감지표 측정에



〈그림 1〉 핵심지표 상호연관성

7) 2014년 출간된 「기후변화대응을 위한 알기 쉽고 실행하기 쉬운 녹색도시지수」를 녹색도시지수를 적용한다.
 8) 보조지표는 1인당전력소비량, 신재생에너지비율, 대중교통 수송 분담, 녹지율, 1인당폐기물발생량의 다섯 가지인데, 이것은 한국의 여건에 적합한 보조지표로서 대상 국가 또는 도시의 지역적 여건과 특성에 따라 변동 가능하다. 보조지표는 핵심지표를 보조하는 역할을 하여 보다 명확하고 구체적인 평가와 진단에 도움을 줄 수 있으나, 자료 확보 및 적용 여건이 도시별로 차이가 있을 수 있기 때문이다.
 9) 성균관대학교 녹색도시건축연구센터 2014, 기후변화대응을 위한 알기 쉽고 실행하기 쉬운 녹색도시지수, 상상나무 초판, pp.22-24.
 10) 조유정 · 손세형 · 김도년 2013, “녹색도시지수의 핵심지표에 관한 연구”, 한국도시설계학회지, 제14권, 제6호, pp.111-123.

필요한 세 개의 핵심부문(탄소배출량, 에너지 소비량, 자동차 보유대수)에서 데이터 값이 2010년을 기준으로 확보되어 있다. 따라서 나머지 세 개 부문의 데이터 역시 2010년을 기준으로 하여, 향후 지표 측정 결과 분석에 유의미한 기준을 설정하였다.

4. 다낭시 핵심지표 측정

4.1. 다낭시 녹색도시계획 현황

다낭은 베트남 중부권의 대표 도시로서, 인도차이나 반도를 관통하는 동서경제회랑(EWEC)의 관문 도시이다. 2015년 기준, 1,283제곱킬로미터의 면적에 약 105만 명의 인구가 거주하고 있으며, 인구밀도는 약 810인/㎢이다¹¹⁾. 비농업 인력이 전체 노동인력의 85% 이상이며, 사회기반시설의 투자가 활발하게 이루어지고 있다.

다낭은 단기적으로는 노동집약적 산업 수요를 충족하고, 장기적으로는 베트남의 경제, 산업구조 변화의 요구를 충족할 수 있는 충분한 인적자원을 확보하고 있다¹²⁾. 또한 매년 2백만 명의 여행객을 수용하는 국제공항, 5백만 톤의 화물을 처리하는 항구, 그리고 매일 40만 명의 사람과 6천 톤의 화물을 실어 나르는 철도역 등 기반시설이 잘 갖추어져 있는 국내의 교통의 요충지이다¹³⁾.

다낭은 깨끗하고 안전한 환경, 다양한 자연, 쉬운 접근성 등을 통해 베트남에서 가장 살기 좋은 도시로 평가받고 있다. 이는 다낭이 바다와 산을 접한 유리한 입지조건을 갖고 있기 때문이기도 하지만, 스스로 더 좋은 도시가 되기 위한 노력의 결과이기도 하다. 다낭은 지역경쟁력지수(PCI)가 인정하는 경쟁력 있는 도시이다. 하노이, 호치민시, 하이퐁, 컨터와 같은 다른 대도시들과 비교하더라도 사업하기 좋은 환경으로 인정받고 있다. 다낭의 이러한 노력은 “저탄소 도시, 스마트 시티, 방문할 가치가 있는 도시”와 같은 평가를 받으며 APEC, IBM, 구글 등 국제사회의 인정을 받고 있다.

녹색도시 목표 실천을 위해 베트남은 기본적으로 유엔기후변화협약(UNFCCC)에 따른 국가별 자발적 기여 방안을 각 지역에서 실행할 수 있는 계획들을 제정해나가고 있으며, 2030년의 온실가스 배출전망치(BAU)보다 최소 8%, 최대 25% 감축을 목표로 하고 있다. 베트남 녹색성장전략(Decision 1393/QĐ TTG)에서는 국가 기후변화 전략에 기여함과 동시에 효율적이고 지속가능한 경제성장을 해나갈 것을 명시하고 있다. 특히 국가기후변화대응프로그램(Decision 158/QĐ TTG)을 통해 베트남의 지방 도시들이 기후변화 실행계획(CCAP)을 수립할 것을 요구하고 있다.

한편 다낭은 2030 도시기본계획을 통해 국가적 기후변화 대응목표의 실질적인 실현 방안을 구체화함과 동시에 도시 경쟁력을 높이기 위해 노력하고 있다. 동쪽의 해변과 내부의 강을 따라 블루 네트워크를 구축하고, 다낭의 기후에 적합한 그린 네트워크를 조성하여 1인당 녹지면적을 10~12㎡로 확대시키는 내용을 포함하고 있다. 또한 2030년까지 교통면적을 1인당 19~21㎡ 수준, 전체 도시면적의 13% 이상 확대하며, 버스 수용률을 전체 이동의 35%까지 증가시킬 목표를 수립하였다.



(그림 2) 베트남 지도



(그림 3) 다낭시 2030 도시기본계획

11) 베트남 다낭시 공식 홈페이지. <http://danang.gov.vn/web/en>.

12) 서울연구원, 성균관대학교 녹색도시연구센터, 다낭사회경제개발연구원(DISED), 다낭첨단산업단지 관리위원회(DHTP MB), 유엔해비타트 베트남 사무소(UN-Habitat Vietnam) (2014) 다낭시 비전실현을 위한 도시발전 전략, 서울연구원 초판. pp.43-45.

13) 서울연구원 외 4기관, 전게서. p.35.

4.2. 탄소저감 핵심지표 측정

4.2.1. 1인당 탄소배출량

2010년 베트남의 탄소배출량은 147,340킬로톤, 1인당 배출량은 1.69톤이다¹⁴⁾. 이와 비교해 같은 기간 다낭의 탄소배출량은 1,540킬로톤, 1인당 배출량은 1.66톤이다¹⁵⁾. 2010년 다낭은 국가평균과 비교했을 때 약간 낮은 수준의 탄소를 배출했다.

교통이 가장 많은 탄소를 배출하는 부문이며 전체 탄소배출량의 46%가 배출되었다¹⁶⁾. 두 번째로 많은 탄소를 배출한 부문은 산업(21%)이다. 즉, 교통, 산업에서의 탄소배출량은 전체의 67%를 차지한다. 주거 부문에서 약 15%, 물 공급 및 하수처리 과정에서 약 7%, 폐기물 처리 과정에서 약 7%, 상업 부문에서 약 3%의 탄소가 배출되었다¹⁷⁾.

〈표 2〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭의 탄소배출량 비교 (단위 : 킬로톤, 2010년)

	전체 탄소배출량 (킬로톤)	1인당 탄소배출량 (킬로톤)
다낭	1,540,000	1.661
베트남	147,340,060	1.694

4.2.2. 1인당 화석에너지 소비량

베트남의 2010년 1인당 화석에너지 소비량은 0.68 TOE¹⁸⁾ 이다¹⁹⁾. 한편 같은 기간, 다낭은 1인당 약 0.46 TOE의 에너지를 사용하였다²⁰⁾. 전체 국가 평균과 비교해서는 양호한 수준의 에너지 사용 수준을 나타내고 있지만 교통 부문에서의 화석에너지 사용과 이로 인한 탄소배출 문제는 논의가 필요한 부분이다. 교통(45%)과 산업(21%) 두 부문에서 전체 화석에너지의 2/3 이상이 사용되고 있다. 그 외에 주거 부문 13%, 상업 부문 3%, 공공(정부기관)부문 2%, 기타 부문 16%의 소비 분포를 나타내었다²¹⁾.

〈표 3〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭의 에너지 소비량 비교 (단위 : TOE, 2010년)

	전체 에너지 소비량 (TOE)	1인당 에너지 소비량 (TOE)
다낭	427,610	0.461
베트남	58,911,547	0.677

4.2.3. 2차 산업 비중

베트남 통계청 자료에 의하면, 2010년 베트남 명목 국내총생산 중 2차 산업이 차지하는 비중은 41.64%이다²²⁾. 1차 산업의 비중은 20.58%, 3차 산업 비중은 37.78%이다. 다낭의 산업구조를 보면, 2010년 기준 2차 산업의 비중은 46.7%를 차지한 반면, 1차 산업은 3.2%, 3차 산업은 50.1%를 차지한다²³⁾. 즉, 베트남 전체 산업구조와 비교했을 때 1차 산업 비중이 낮고, 2, 3차 산업 비중이 높은 산업구조를 갖고 있다고 볼 수 있다.

14) World Bank Data Bank 홈페이지. <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>.

15) World Bank (2012) Energizing Green Cities in Southeast Asia.

16) 약 30%는 경유를 사용하는 운송수단으로부터 배출되며, 16%가 휘발유를 사용하는 운송수단으로부터 배출된다.

17) World Bank (2012) Energizing Green Cities in Southeast Asia.

18) 지구상에 존재하는 모든 에너지원의 발열량에 기초해서 이를 석유의 발열량으로 환산한 것으로 석유화석탄을 말한다. 각종 에너지의 단위를 비교하기 위한 가상단위라고 볼 수 있다 (NEW 경제용어사전, 미래와경영연구소, 2006).

19) the Global Economy 홈페이지. <http://www.theglobaleconomy.com/>

20) World Bank에 의하면 2010년 다낭의 총 화석에너지 사용량은 17.9 PJ(페타줄)이다. 여기서 1J은 물체를 1N의 힘으로 힘의 방향으로 1m 이동시킬 때 하는 일의 양을 의미하며, 1PJ (페타줄)은 1015J을 의미한다. 이 수치를 TOE로 환산하면 42만 7천 TOE가 되며, 이 값을 전체 인구수로 나눈 1인당 화석에너지 사용량 (TOE)는 0.46이 된다.

21) World Bank (2012) Energizing Green Cities in Southeast Asia.

22) General Statistics Office of Vietnam (2012) Gross domestic product at current prices, Statistical Year Book of Vietnam.

23) Danang City, Danang economic development plant vision up to 2020.

〈표 4〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭의 1, 2, 3차 산업 비중 비교 (단위 : %, 2010년)

	1차 산업 (%)	2차 산업 (%)	3차 산업 (%)	총계 (%)
다낭	3.20	46.70	50.10	100.00
베트남	20.58	41.64	37.78	100.00

4.2.4. 1,000명 당 자동차 및 오토바이 보유대수

기본적으로 핵심지표는 1인당 자동차 보유대수를 측정하지만, 베트남과 다낭시의 경우, 인구 천 명 당 자동차와 보유대수와 오토바이 보유대수를 함께 분석한다. 이 항목은 탄소배출의 직접적인 원인이 되는 산업, 교통, 건물 부문에서 대표성이 높은 항목을 선정했다는 것에 당위성이 있기 때문에 베트남과 다낭이 아직 오토바이를 이용한 수송 부담률이 높고 자동차 보급 수준이 낮은 현실을 고려한 결과이다.

2010년 베트남은 자동차 5.75대/1,000명, 오토바이 276.08대/1,000명²⁴⁾의 개인교통수단 보유수준을 보인 반면, 다낭은 자동차 10.7대/1,000명, 오토바이 510.93대/1,000명²⁵⁾의 보유수준을 나타내었다. 이는 다낭 인구의 과반이 오토바이를 보유하고 있으며, 자동차와 오토바이 모두에서 다낭은 베트남 전체 평균에 비해 약 2배²⁶⁾ 높은 개인교통수단 보유 수준을 보여주고 있다.

〈표 5〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭의 1인당 자동차 및 오토바이 대수 비교 (단위 : 천 명 당 대수, 2010년)

	자동차 보유대수 /1,000명	오토바이 보유대수 /1,000명	자동차+오토바이 보유대수/1,000명
다낭	10.70	510.93	521.63
베트남	5.75	276.08	281.83

4.2.5. 도시화율

2010년을 기준으로 다낭시의 전체 인구(92.6만) 대비 도시 지역의 인구(80.6만) 비율로 나타난 도시화율은 87.0%인데, 베트남의 전체 도시화율(27.4%)과 비교했을 때 특히 높은 수치를 보여준다. 이는 1997년 1월 다낭시가 광남성으로부터 분리되어 베트남의 네 번째 직할시가 되었는데, 이미 상당히 도시화되어 있던 지역 대부분이 오늘날 다낭시의 행정구역 내에 분포하기 때문이다. 실제로 다낭시와 광남성의 전체 인구나 도시 인구를 동시에 따져서 도시화율을 계산해보면 2010년 기준 45.7%로써, 베트남 전체 평균이나 여타 대도시들과 큰 차이를 나타내지는 않는다.

높은 도시화율은 곧 인구 및 건물의 밀도가 높다는 것을 의미한다. 다낭은 베트남의 5개 중앙 직할시 중 면적은 가장 작지만²⁷⁾, 베트남 전체 도시화율의 3배를 상회하고 있다. 즉, 다낭은 베트남 전체 평균에 비해 훨씬 높은 도시화율, 즉 높은 인구와 건물 밀도를 보이기 때문에 이러한 ‘건물’ 부문에서 배출되는 탄소배출량이 심각할 수밖에 없다.

한편 높은 도시화율은 사회간접자본 및 서비스에 대한 수요와 1인당 가처분 소득이 높음을 의미하며, 이는 적절한 도시화 정책을 통해 다양한 개발 이슈에 긍정적인 영향²⁸⁾을 미칠 수 있는 도구로 활용할 수 있다.

24) Clean Air Asia (2012)

25) Gordon K Neilson (2010) Da Nang Bus Rapid Transit Pre-Feasibility Study prepared for the World Bank.

26) 오토바이를 2인 이상 함께 타는 경우가 많고, 오토바이를 이용한 영업(Xe om)이 이루어지는 등 실제 이용행태를 고려해보면 오토바이의 순수 대수보다 실제 이용자의 숫자는 훨씬 클 것으로 예상된다.

27) 다낭은 베트남의 5개 중앙 직할시 중 가장 면적이 작은 도시이다. 참고로 다른 중앙 직할시들의 면적은 하노이 33.2만ha, 호치민 20.9만ha, 하이퐁 15.2만ha, 컨터 14.0만ha, 다낭 12.8만ha이다.

28) UN (2008) Commission on Population and Development. World Bank (2009) Reshaping Economic Geography. World Bank (2009) Systems of Cities.

〈표 6〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭 및 주요 도시들의 도시화율 비교 (2010년)

	인구 (천 명)	인구밀도 (명/km ²)	도시화율 (%)
다낭	926.8	722	87.0
다낭+광남성	2,351.9	201	45.7
하노이	6,561.9	1,962	42.8
호치민	7,396.5	3,530	83.0
베트남	96,927.7	263	27.4

4.2.6. 1인당 지역총생산

2010년의 베트남의 1인당 총생산은 1,169 USD²⁹⁾이다. 반면 다낭시의 1인당 총생산은 2,016 USD로 베트남 전체 평균의 1.7배 이상 높다. 다낭은 1997년 광남성에서 독립한 이후로 항상 베트남 전체 평균보다는 높은 1인당 총생산 수준을 보여 왔는데, 2005년 약 1.5배였던 격차는 2010년에 1.7배까지 벌어졌다. 이는 다낭이 여러 매력적인 환경을 통해 외국인 투자를 적극적으로 끌어들이면서 상대적으로 더 빠른 경제성장을 이루어왔기 때문인 것으로 보인다. 즉, 다낭은 향후 탄소저감을 실행해 나갈 사회경제적 여건과 능력이 국가 평균에 비해 우수하다고 볼 수 있다.

〈표 7〉 베트남 국가 평균에 대한 다낭의 1인당 지역총생산 비교 (단위 : USD, 2010년)

	1997	2000	2005	2010
다낭	420	460	950	2,016
베트남	361	402	639	1,169

4.3. 다낭시의 녹색도시지수 핵심지표 측정 결과

녹색도시지수 핵심지표의 측정 결과를 종합하면, 다낭은 베트남 국가 평균에 비해 양호한 성장을 해온 것으로 보인다. 국가 평균보다 1.7배 이상 높은 경제 수준을 가진 도시임에도 불구하고, 1인당 탄소배출량이나 화석에너지 소비량이 오히려 낮다. 제조업, 건설업 중심의 2차 산업보다는 관광 서비스 등 3차 산업 중심으로 경제구조가 형성되어 있다는 점도 이러한 결과에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 한편, 탄소배출량, 화석에너지 소비량 모두 교통과 산업 부문이 차지하는 비중이 2/3 이상이었던 만큼 향후 녹색도시 발전을 위해서는 교통, 산업 부문의 정책적 노력, 생활방식의 변화가 효과적일 것으로 보인다.

특히 다낭의 도시화율(87.0%)은 베트남 최대 도시인 호치민시의 도시화율(83.0%)을 능가하지만, 면적은 호치민시의 60% 수준이기 때문에 향후 훨씬 더 빠르고 효율적인 발전이 가능할 것으로 판단된다³⁰⁾. 즉, 다낭은 적절한 도시정책을 통해 지속가능한 도시로 발전할 수 있는 잠재력이 다른 도시들에 비해 높다고 할 수 있다. 특히 아직 베트남의 전반적인 도시화 수준이 높지 않은 만큼, 다낭에서 이루어지고 있는 도시성장 형태는 다른 도시들에게 본보기가 될 수 있다. 특히 탄소저감 실천을 위한 도시의 재정적 여건과 능력(GRDP)이 우수하다는 점은 다낭의 도시화 과정을 지켜볼 만한 충분한 이유가 된다.

그러나 다낭은 개인 교통수단(자동차, 오토바이)의 보유가 국가 평균의 2배 수준이다. 이는 앞서 교통 부문에서의 화석에너지 사용량(45%)과 탄소배출량(44%)이 현저히 높았던 것과 무관하지 않다. 따라서 대체가능한 교통수단에 투자하는 것은 다낭의 탄소배출과 에너지 소비를 줄이고, 지속가능한 발전을 유도하는데 효과적일 수 있다.

29) 다낭투자진흥센터(Investment Promotion Center Danang) 홈페이지. <http://www.ipc.danang.gov.vn/en/web/ipc-english/ipa-da-nang>

30) 실제로 다낭은 동쪽으로는 바다, 북쪽과 서쪽으로는 산이라는 자연환경 때문에 시가화 가능한 면적이 제한되어 있다.

〈표 8〉 다낭시 녹색도시지수 핵심지표 측정결과 분석 종합

	다낭	베트남	비교	분석
1인당 탄소배출량 (킬로톤)	1.661	1.694	평균 이하	양호한 수준 (다만, 교통, 산업부문 정책 권장)
1인당 화석에너지 소비량 (TOE)	0.461	0.677	평균 이하	양호한 수준 (다만, 교통, 산업부문 정책 권장)
2차 산업 비중 (%)	46.70	41.64	평균 이상	기후변화에 역행하지 않는 산업화 필요
1,000명 당 자동차+오토바이 보유대수 (천 명 당 대수)	521.63	281.83	평균 이상	저탄소 녹색 교통을 위한 정책 필요
도시화율 (%)	87.0	27.4	평균 이상	녹색도시로의 발전을 위한 도구로 활용 가능
1인당 지역총생산 (USD)	2,016	1,169	평균 이상	정책 실행을 위한 여건, 능력 양호

4.4. 다낭시의 녹색도시지수 핵심지표 적용가능성 평가

4.4.1. 산업 및 경제적 여건에의 적정성

오늘날 대부분의 개발도상국은 지역의 풍부한 노동력에 기반을 둔 제조업 중심의 발전을 추진하고 있는데, 이로 인한 탄소배출 가중의 문제는 심각하게 인식되고 있지 못하다. 그러나 기후변화 이슈에 대응하여 녹색도시를 추구하는 것은 특정 국가에 국한된 것이 아니라 범세계적, 전 인류적 노력이 필요한 과제인 만큼 이에 대한 개발도상국의 참여가 동반되어야 한다. 따라서 녹색도시의 목표 실천을 평가하기 위해서는 선진국과 개발도상국에서 같은 조건으로 측정될 수 있는 지표의 선정이 필요하다. 예를 들면, 에너지 효율이나 신재생에너지 비중과 같은 지표는 해당 분야의 개발 역량이 부족한 개발도상국 도시들에게는 적정하지 않은 지표라고 할 수 있다.

본 논문에서는 베트남 다낭시, 즉 오늘날 대부분의 도시화 활동과 그로 인한 탄소배출 문제가 우려되는 저개발국의 대표적인 도시에서 핵심지표를 적용해 보았다. 이는 핵심지표가 다낭의 산업적 여건에도 적정하고, 경제적 여건에도 감당 가능하였기 때문으로 볼 수 있다. 다낭시의 측정 결과는 녹색도시 목표에 대한 가치 인식, 법과 정책 마련, 시민의식 함양 등을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

4.4.2. 지표의 대중성

도시의 탄소배출량 저감을 위해서는 도시민의 실천의지가 중요하기 때문에 지표의 측정 과정과 결과에 대한 일반인의 이해도를 높여 궁극적으로는 일상에서의 탄소저감 실천을 유도할 필요가 있다. 지나치게 전문성이 강한 지표를 사용하는 것은 자료를 구득할 수 없는 도시를 대상에서 제외함으로써 녹색도시 목표 실천을 위한 범세계적인 노력을 어렵게 한다. 따라서 탄소배출 감축을 위한 실행력을 높이기 위해서는 대중적인 지표 사용을 통한 자료 확보의 용이성이 중요한 문제이다.

녹색도시지수 핵심지표는 다낭시에 적용하는데 있어서 베트남 통계청 통계연보와 세계은행의 보고서를 통해 데이터 구득이 수월하게 진행될 수 있었다. 이는 핵심지표의 항목이 대부분의 도시에서 기본적으로 구축하고 있는 대중적인 것이고, 기후변화와 탄소배출에 직접적인 원인이 되는 중요한 항목인 동시에 일반인도 이해할 수 있는 항목들로 구성되어 있기 때문이다. 이러한 핵심지표의 대중성은 지속적인 모니터링과 탄소저감 행동의 실천 및 평가를 가능하게 하는 요소라고 할 수 있다.

4.4.3. 정책적 노력과의 연계

녹색도시지수 핵심지표 결과를 통해 나타나는 도시의 탄소배출 주요 원인은 해당 도

시가 탄소저감을 달성하고 녹색도시가 되기 위해 가장 시급한 조치가 필요한 분야를 알려준다. 다낭의 경우, 기본적인 탄소배출량, 화석에너지 소비량, 2차 산업 비중 측면에서는 베트남 국가 평균에 비해 양호한 양상을 보였다. 그러나 자동차 및 오토바이 보유대수에서는 전체 국가 평균의 2배에 가까운 수치를 나타냈기 때문에 교통 부문에서의 정책적 노력이 필요한 것으로 나타났다. 한편 다낭은 높은 도시화율과 높은 지역총생산 수준을 갖고 있기 때문에 앞으로 베트남의 지속가능한 도시로서 선구적 모델이 될 수 있는 역량을 갖추었다고 볼 수 있다. 특히 하노이, 호치민과 같이 경제적 수준이 높은 다른 대도시에 비해 면적 규모는 작지만 도시화 수준이 높다는 점은 지속가능하고 효율적인 도시성장을 이루기 위한 충분한 경쟁력이 될 것이기 때문에 향후 다낭의 도시발전방향은 이러한 점을 염두에 두고 마련되어야 할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 급속한 도시화가 이루어지는 동시에 기후변화에 가장 취약한 국가라고 할 수 있는 베트남의 도시 중 미래 녹색성장을 위한 잠재력이 가장 높다고 판단되는 다낭시를 선정하여 국내 국토교통부 R&D를 통해 개발된 녹색도시지수의 핵심지표 6개 항목의 적용가능성을 살펴보았다. 결론적으로 본 논문에서는 녹색도시지수 핵심지표가 다낭의 여건에도 적용 가능함을 확인하였다. 이는 핵심지표가 다낭의 산업 및 경제적 여건에 적당하고, 인터넷을 통해 구할 수 있는 대중적인 데이터로 측정 가능했기 때문이며, 이는 최종 분석 결과에 대한 도시민의 이해도와 탄소저감 실천의지를 높이는데 기여하는 결정적 요인이라 할 수 있다.

그러나 본 논문은 베트남 다낭시를 대상으로 녹색도시지수의 적용가능성을 알아보기 위해 실시한 일회성 평가라는 한계가 있다. 지수 개발의 궁극적인 목적은 적극적인 후속 조치를 통해 이루고자 하는 목적을 달성하는 것에 있기 때문에 그 유용성과 활용도를 높이기 위해서는 지속적인 모니터링과 평가가 이루어져야 한다³¹⁾. 후속조치 및 성과를 지속적으로 모니터링 함으로써 실효성이 뛰어난 정책을 확인하고 검증된 좋은 정책을 공유할 수 있으며, 이에 대한 규제 또는 인센티브 등의 정책적 도구를 활용할 수 있게 된다.

또한 앞서 살펴본 국외 지수들은 지수의 개발뿐만 아니라 지속적인 평가와 점점에도 끊임없이 투자를 하고 있다³²⁾. 녹색도시지수 역시 발전과 진화를 위해서는 향후 심도 있는 논의와 연구가 지속적으로 수행되어야 한다. 이를 위해서는 녹색도시 및 녹색도시지수에 대한 대중의 인지도와 관심을 얻고 이에 대한 적극적인 실천이 이루어질 수 있도록 녹색도시지수의 지속적인 연구와 내용 공유가 필요할 것이다.

31) 신우재 2012, “녹색도시지수의 역할에 관한 연구 : 기존 지수의 사례분석 중심으로”, 성균관대학교 대학원 석사학위논문. p.80.

32) 조유정 2015, “녹색도시지수의 탄소저감 핵심지표 개발과 활용에 관한 연구”, 성균관대학교 대학원 박사학위논문. pp.171-172.

참고문헌

1. 국립환경과학원 2013, “녹색도시의 건강성 평가지표 개발 및 적용에 관한 연구”, 인천, 국립환경과학원
2. 서울연구원 · 성균관대학교 · 녹색도시연구센터.다낭사회경제개발연구원(DISED).다낭첨단산업단지관리위원회(DHTP MB).유엔해비타트베트남사무소(UN-Habitat Vietnam) 2014, 『다낭시 비전실현을 위한 도시발전 전략』, 서울연구원, 초판.
3. 성균관대학교 녹색도시건축연구센터 2014, 『기후변화대응을 위한 알기 쉽고 실행하기 쉬운 녹색도시지수』, 상상나무, 초판.
4. 신우재 2012, “녹색도시지수의 역할에 관한 연구”, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
5. 유윤진 · 김도년 · 손세형 2013, “저탄소 녹색도시 구현을 위한 탄소배출영향요인 분석” 『도시설계』, 제14권, 제2호, pp.149-159.
6. 이나래 · 손세형 · 김도년 2012, “도시의 공익적 가치와 도시 패러다임으로서의 녹색 도시에 관한 연구”, 한국도시설계학회 춘계학술발표대회 발표논문, 한국도시설계학회, pp.278-283.
7. 이동철 · 손세형 · 김도년 2013, “녹색도시의 개념 정립과 실현 방향 설정을 위한 연구”, 『도시설계』, 제14권, 제4호, pp. 121-137.
8. 조유정 2015, “녹색도시지수의 탄소저감 핵심지표 개발과 활용에 관한 연구”, 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
9. 조유정 · 손세형 · 김도년 2013, “녹색도시지수의 핵심지표에 관한 연구”, 『도시설계』, 제14권, 제6호, pp. 111-123.
10. 최수영 2011, “녹색성장도시 모델 및 지표개발에 관한 연구”, 동국대학교 대학원 박사학위논문.
11. 하남수 · 김지엽 · 김도년 2014, “도시기본계획에 나타난 탄소저감 전략 비교분석- 뉴욕, 런던, 서울 도시기본계획을 중심으로”, 『도시설계』, 제15권, 제1호, pp.183-200.
12. Dejan R. Ostojic, Ranjan K. Bose, Holly Krambeck, Jeanette Lim, and Yabei Zhang 2013, “Energizing Green Cities in Southeast Asia: Applying Sustainable Urban Energy and Emissions Planning”, Washington, D.C., The World Bank.
13. Donyun Kim 2014, “Smart green city : Integration of green civilization, culture, and future knowledge-industry”, APEC Policy Dialogue on Urbanization, Beijing.
14. General Statistics Office of Vietnam 2012, “Statistical Year Book of Vietnam : Gross domestic product at current prices by economic sector”.
15. IEA Statistics 2013. “CO2 Emissions from fuel combustion highlights”, 2013 Edition, Paris, International Energy Agency.
16. IPCC 2014, “Climate Change 2014: Synthesis Report” Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp.151.
17. Joachim von Braun 2007 “Rural-Urban Linkages for Growth, Employment, and Poverty Reduction”, Keynote of Plenary Session I, Fifth International Conference on the Ethiopian Economy, Addis Ababa, Ethiopian Economic Association.

18. Joint Donor Report to the Vietnam Consultative Group Meeting 2003, “World Development Report 2004”, Hanoi.
 19. Nelson, Arthur C., et al. 2013, “Bus Rapid Transit and Economic Development: Case Study of the Eugene–Springfield BRT System”. *Journal of Public Transportation*, 16 (3): pp.41–57.
 20. Steffanie Scott, Truong Thi, Kim Chuyen, “Behind the Numbers: Social Mobility, Regional Disparities, and New Trajectories of Development in Rural Vietnam”, Singapore: Institute of Southeast Asian Studies (ISEAS).
 21. The Economist Intelligence Unit 2012, “The green city index”. Siemens AG.
 22. United Nations ESCAP 2014, “Statistical Yearbook for Asia and the Pacific”. United Nations Publication
 23. USDA Foreign Agricultural Service 2016, “Danang - The Key Driver and Powerhouse of the Central and Central Highland”. Global Agricultural Information Network.
 24. World Bank. 2011. Vietnam Urbanization Review : Technical Assistance Report. World Bank. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2826> License: CC BY 3.0 IGO.
 25. Danang City Portal <http://danang.gov.vn/web/en> (2018. 01).
 26. Danang Investment Promotion Agency
<http://www.ipc.danang.gov.vn/en/web/ipc-english/ipa-da-nang> (2018. 01).
 27. The Global Economy <http://www.theglobaleconomy.com/> (2018. 01).
 28. World Bank Group
http://databank.worldbank.org/data/home.aspx#tab_indicators (2018. 01).
- 투고 2017.10.13
1차심사완료일 2017.11.03
2차심사완료일 2018.01.03
3차심사완료일 2018.02.14
게재확정일자 2018.04.02
최종수정본접수 2018.04.16