

## 도시재생사업 적용에 따른 탄소저감 효과 - 전주TB지역을 대상으로 -

박기용\* · 이상은\*\* · 박희경\*\*\*

Park, Kiyong\* · Lee, Sangeun\*\* · Park, Heekyung\*\*\*

### A Study on the Effect of the Urban Regeneration Project on the Reduction of Carbon Emission - A Case Study of Jeonju Test-Bed -

#### ABSTRACT

This study mainly focuses on urban regeneration project as a countermeasure to resolve climate change issues by analyzing the carbon-reduction effect of Jeonju test-bed cases. First, an urban regeneration project is designed for city, Jeonju by analyzing its environmental problems and potential improvement. Then, carbon emission and reduction amounts are evaluated for different businesses and scenarios. Carbon emission sources are classified according to a standard suggested by IPCC, and the emissions are calculated by various standard methods. The result shows that carbon emission amount in Jeonju test-bed is 102,149 tCO<sub>2</sub>eq. The fact that 70% of the emission from energy sector originates from buildings implies that urban regeneration projects can concentrate on building portions to effectively reduce carbon emission. It is also projected carbon emission will decrease by 3,826tCo<sub>2</sub>eq in 2020 compared to 2011, reduction mainly based on overall population and industry shrinkage. When urban regeneration projects are applied to 5 urban sectors (urban environment, land use, green transportation, low carbon energy, and green buildings) total of 10,628tCO<sub>2</sub>eq is reduced and 4,857tCO<sub>2</sub> (=15.47%) when only applied to the green building sector. Moreover, different carbon reduction scenarios are set up to meet each goal of different sectors. The result shows that scenario A, B, and C each has 5%, 11%, and 15% of carbon reduction, respectively. It is recommended to apply scenario B to achieve 11% reduction goal in a long term. Therefore, this research can be a valuable guideline for planning future urban regeneration projects and relative policies by analyzing the present urban issues and suggesting improvement directions.

**Key words :** Urban regeneration, Carbon emission, Carbon reduction, Climate change

#### 초록

본 연구는 도시 환경 개선을 위해 각광받고 있는 도시재생사업계획시 탄소저감 효과를 극대화하는 방법을 제시하는 데에 초점을 맞추며, 전주시 TB지역에서 논의되었던 실제 사업을 중심으로 실증코자 한다. 우선, 전주시의 구도심인 TB지역을 대상으로 문제점 및 잠재력을 분석하여, 이를 극복할 수 있는 가장 효율적이고 적합한 도시재생사업을 전략적으로 계획하였다. 그리고 각 사업별, 저감시나리오별 탄소 발생량 및 저감량을 분석하였다. 탄소배출원 분류는 IPCC에서 제시한 자료를 토대로 분류체계를 작성하였으며, 분석방법은 온실가스 배출량 산정 가이드라인을 통한 배출량 산정법, 기존 탄소 배출량 산정 결과를 바탕으로 한 Down-Scaling 산정법, 원단위를 활용한 배출량 산정법, 에너지 시뮬레이션 을 통한 산정법(건축물 분야)을 서로 연계하여 탄소배출량을 분석하였다. 현황분석에서 대상지역의 탄소배출량은 102,149tCO<sub>2</sub>eq로 산정되었으며, 특히 '건축물' 부분의 배출 비중이 약 70%으로서, 도시재생사업시 건축물 분야에 집중하는 것이 탄소배출량 감소를 위해 효율적인 전략이라는 점을 알 수 있었다. 대상지역의 2020년의 탄소배출량은 2011년 대비 3,826tCo<sub>2</sub>eq 만큼 자연적으로 감소되는 것으로 예측되었다. 이는 상

\* 정희원 · 충북대학교 도시공학과 박사과정 (Chungbuk National University · pky3489@gmail.com)

\*\* 교신저자 · 국토연구원 책임연구원 (Corresponding Author · Korea Research Institute for Human Settlements · selee@krihs.re.kr)

\*\*\* 종신회원 · KAIST 건설및환경공학과 교수, 공학박사 (KAIST · hpark57@kaist.edu)

Received May 6, 2015/ revised June 23, 2015/ accepted November 24, 2015

가 공실률 증가와 산업체 수 및 주거지역 인구수 감소에 기인한 것으로 판단된다. 이 대상지역에 대해 5개의 분야(도시환경, 토지이용, 녹색교통, 저탄소 에너지, 녹색건축물)에 걸쳐 도시재생 전략사업을 적용 하였을 경우 총 10,628tCO<sub>2</sub>eq 만큼이 저감되는 것으로 나타났으며, 건축물 부문에 한정하여 세부적인 사업계획을 세웠을 경우 탄소 저감량은 4,857tCO<sub>2</sub>로 15.47%의 저감효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 도시재생에 따른 탄소저감량을 높이기 위해서 시나리오 A, B, C로 구분하여 각 사업별 목표치를 설정하여 예측한 결과, 시나리오 A가 약 5%, B가 11%, C가 15%로 분석되어 최소한 11% 이상의 목표를 달성하기 위해서는 시나리오 B를 도시재생 사업의 탄소저감 목표치로 설정하여 중장기 사업을 수립해야 한다는 것을 알게 되었다. 본 연구는 향후 정부 정책과 연계한 도시재생사업의 구체적인 계획 수립의 자료로 활용될 수 있을 뿐 아니라, 도시의 환경정비를 위한 재생의 이슈와 함께, 기후변화저감에 기여하기 위한 지역차원의 노력을 종합해 구체적인 실천방안을 제시했다는 점에서 큰 의의가 있다고 할 수 있다.

**검색어** : 도시재생, 탄소발생량, 탄소저감, 기후변화

## 1. 서론

1960년대 이후 유럽, 미국 등의 대도시에서 발생하기 시작한 도심지역의 쇠퇴현상은 물리적 환경의 질 저하와 인구 및 산업의 교외유출로 인구 및 고용감소, 경제침체 등의 경제·사회적인 쇠퇴 현상이 병행되고 있다(Noon et al., 2000). 우리나라에서도 대도시 뿐 아니라 대부분의 중소규모 이상의 도시에서 그간 무분별하게 진행된 도시 확산과 함께 도심공동화 현상이 나타나 도심만이 가지고 있는 특성의 소멸, 지역의 물리적 쇠퇴의 지속, 생활환경 악화에 따른 지지인구 기반의 감소, 경쟁력 약화에 따른 경제중심지로서의 위상의 악화 등의 제반 도시문제를 파생시키게 되었다(Seoul Development Institute, 2004). 우리나라도 마찬가지로 신도시 개발의 시대가 접어드는 단계에서, 도시를 재생하는 일은 지역차원에서 가장 중요한 이슈들 가운데 하나로 부상되었다.

이와 동시에, 전지구적인 지구온난화 문제를 해소하기 위한 지역차원의 기여, 즉, 도시의 탄소배출량 감소 또한 절실하게 요구되고 있다. 세계 각국은 이산화탄소 배출량을 줄이기 위해서 탄소세, 탄소배출권거래제도 등을 도입하는 등 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라는 1인당 이산화탄소 배출량이 세계 최고 수준이기 때문에 배출량을 줄이기 위한 노력을 더욱 적극적으로 할 필요가 있다(Kim et al., 2013). 미국의 경우 탄소저감과 관련한 연방정부 차원의 법률이 의회 통과는 되지 못하고 있지만 관련 법안들이 꾸준히 시도되고 있으며, 지자체를 중심으로 건축·도시계획, 환경, 에너지 관련법들의 통합을 통해 기후변화 문제에 대응해 오고 있다. 이에 비해 우리나라는 저탄소 녹색성장기본법을 기반으로 녹색도시 조성을 위한 법 체계를 구축하고, 저탄소 녹색도시를 위한 도시계획수립지침을 제정하는 등 다양한 도시계획차원의 제도들을 마련하고 있지만 이러한 제도들은 대부분 권장하는 수준에 그치고 있어 지자체들의 구체적인 탄소저감 전략과 실행방안이 미흡한 실정이다. 또한 현행 도시기본계획은 국토교통부의 도시·군기본계획 수립지침에 따라 12개 부문별 계획들이 나열식으로 서술되어 있을 뿐 기후변화 대응과 관련된 지침이 미흡되어 있지 않으며, 하위계획

인 도시관리계획에 필요한 원칙과 기준을 제시하지 못하고 있는 한계를 가지고 있다(Ha et al., 2014).

범지구적 차원의 기후변화 시대를 맞이하여 다양한 분야에서 새로운 제도적 기반 마련과 실천적 접근이 요구되고 있다. 이러한 시대적 요구에 부응하기 위해 저탄소 녹색도시가 도시계획 분야의 핵심적 이슈로 자리 잡게 되었고, 탄소발생량을 저감시킬 수 있는 기법과 기술 개발에 관한 연구가 국내·외적으로 다양한 차원에서 활발하게 진행되고 있다. 그러나 이들 연구의 대부분은 도시 또는 지역 차원에서 신도시나 신시가지 위주로 연구가 진행되고 있고 기성시가지를 중심으로 한 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다(Kim et al., 2014).

이 같은 배경하에, 본 연구는 도시 환경 개선을 위해 각광받고 있는 도시재생사업계획시 탄소저감 효과를 극대화하는 방법을 제시하기 위해 수행되었다. 또한 전주시 TB지역에서 논의되었던 실제 사업을 중심으로 계획방법의 유용성을 실증코자 한다. 궁극적으로, 도시의 사업 계획시 환경정비를 위한 재생의 이슈와 함께, 기후변화저감에 기여하기 위한 지역차원의 노력을 종합할 수 있는 구체적인 실천방안을 제시하는 차원에서 기여할 수 있을 것이다.

## 2. 연구방법

### 2.1 대상지 개요

대상지는 Fig. 1과 같이 전주시의 중심부에 위치하고 있으며, 행정구역 상 노송동, 인후동 일대의 주거지역과 중앙동, 진북동 일대의 상가지역을 포함한 지역에 위치하고 있다.

주변도시와 교통 접근성이 양호한 광역 교통의 중심지로 교통(대중교통) 환경이 우수하며 시외버스 접근이 양호하다. 또한, 주요 간선도로(기린대로, 팔달로)를 따라 양호한 환경의 자전거 도로 조성으로 대중교통과 연계가 가능할 것으로 판단된다. 그 외에도 전주천, 삼천천이 있어 외곽지역의 자연자원이 풍부하며, 건산천과 노송천 복원 등으로 도심 내 친수공간이 많다. 또한 노후화 된 건축물이 많아 기존 자원을 활용한 도시재생사업이 필요하다.

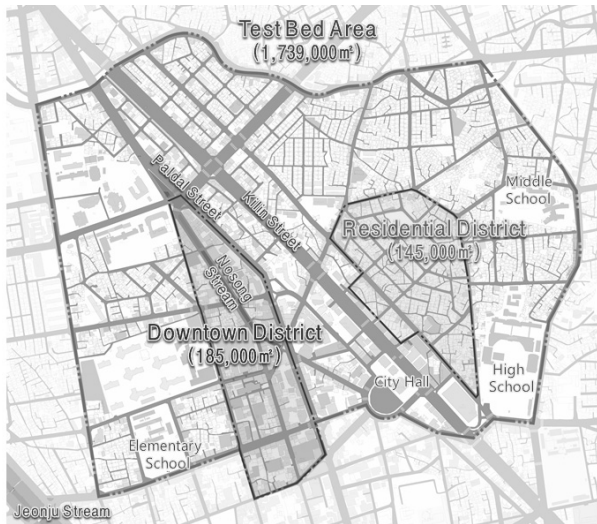


Fig. 1. Location of Objective Area

Table 1. Major Problems of Objective Area on Various Sectors

Field	Problems
Urban Environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significant heat-island effect near the city hall and markets and lukewarm effect of Nosong stream's regeneration project on market activation</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Large impervious areas and significant detours of water cycle</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serious malodor and sanitary problems of waste disposal sites and urban farms of old residential areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor pedestrian environment throughout the entire TB areas and public security improvement needed around urban open spaces</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Playground, exercising facilities, and the building exterior of Jeonju elementary school need to be refurbished</li> </ul>
Land Use	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unestablished green network and lack of carbon sinks especially around the market areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor maintenance of urban public spaces and lack of urban spaces like parks, benches, and resting areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack of parking lots and pervasive illegal parallel parkings</li> </ul>
Green Transportation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor public transportation network and traffic congestions</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence of bicycle roads and deficient bicycle racks in TB areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low supply of public green vehicles compared to other districts</li> </ul>
Low-carbon Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low energy efficiency of public signs and lamps in the stores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited supply of gas in residential areas and poor infrastructure network for renewable energies</li> </ul>
Buildings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundant buildings that are older than 20 years and susceptible to increase in heating expense during winter</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy inefficiency in existing building materials.</li> </ul>

도시에서 탄소발생량과 관련이 있는 분야는 도시환경, 토지이용, 녹색교통, 저탄소에너지, 건축물로 나눌 수 있다. 이에 따른 대상지역의 문제점은 도시환경 분야에서 도심지역 열섬현상이 심각하고, 노송천 복원이 상권 활성화에 도움이 되지 못하고 있는 점 등이 있다. 토지이용 분야에서는 녹지축 형성 부족, 주차공간 확보 부족 등의 문제가 있다. 녹색교통 분야에서는 대중교통 이용 노선 및 편의시설 부족, 자전거 도로의 부재 등의 문제가 있다. 저탄소에너지 분야에서는 신재생 에너지 관련 시설 보급이 제대로 이루어지지

Table 2. Potential Analysis of Objective Area on Various Sectors

Field	Potential
Urban Environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneration of Nosong stream around the market areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Some residential sectors and market places are advantageous for waste and wastewater recycling</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundant public institutes like schools and city hall in TB areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High applicability of green technologies due to ongoing projects that build arcades along the road, Taepyeong 5.</li> </ul>
Land Use	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potential establishment of network between green areas and water spaces based on regeneration project of Nosong stream</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Great views due to high hill location</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local church equipped with a large parking lot is located near residential areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feasibility study and design plan of the development are in process for building multi-purpose alleys in the market place</li> </ul>
Green Transportation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aestheticity improvement of urban spaces including residential environments due to refurbishment and urban regeneration projects</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of pedestrian areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improvement of pedestrian environment due to refurbishment of roadsides in market areas</li> </ul>
Low-carbon Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design of various development plans for improving alleys, community roads, and slopes</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Business for building eco-schools</li> </ul>
Buildings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design for maintaining market signs and lights during night times</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Various application of historical and traditional buildings</li> </ul>
Others	<ul style="list-style-type: none"> <li>• various public buildings applicable with local features</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Street of movies in neighborhood</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Various public institutes like schools and city hall in TB areas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Near Korean traditional village</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundant tourism sources with Korean traditional image</li> </ul>

않고 있다. 건축물 분야에서는 오래된 건축물이 다수 존재하여 냉난방을 위한 에너지 과다 사용 등이 있는 것으로 분석 되었다. 세부적인 내용은 Table 1과 같다.

대상지역의 잠재력은 도시환경 분야에서 노송천 복원, 오수 및 폐기물 활용에 유리한 주거 및 상가지역이 존재하며, 공공기관이 대상지역 내에 다수 존재한다는 것이다. 토지이용 분야에서는 노송천 복원사업에 따른 녹지·수공간 네트워크 연결이 가능하다는 점과 구릉지로 이루어져 조망여건이 양호하다. 녹색교통 분야에서는 보행여건 개선이 가능하다. 저탄소에너지 분야에서는 에코스쿨 조성 및 상가지역의 조명 등에 대한 정비가 가능하다. 건축물 분야에서는 역사와 전통성을 지닌 건축물의 다양한 활용 가능성 등이 있는 것으로 분석 되었다. 세부적인 내용은 Table 2와 같다.

## 2.2 전주 Test Bed 도시재생사업

전주 Test Bed 도시재생사업은 기성시가지의 쇠퇴문제를 해결하기 위해 도시재생사업단에서 개발된 도시재생 관련 정책, 제도, 기법, 설계 및 시공기술 등 연구성과물을 선택적 패키지 형태로 실제 사업구역 내에 적용하여 기술의 실용성 검증 및 도시재생 모델 구현을 위한 일종의 시범적 사업이다.

## 2.3 탄소발생량 분석 방법

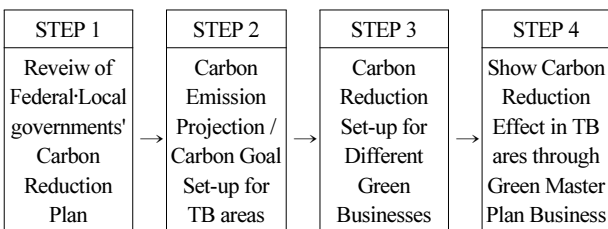
### 2.3.1 도시재생사업의 탄소배출 저감량 목표치 설정

도시재생사업 마스터플랜 수립 시 탄소저감량을 산정하는 방식은 Table 3과 같은 절차에 따라 효과를 분석하였다. 세부적으로 설명하면, 상위에서 국가 및 지자체 탄소 저감 계획을 검토하고 해당 대상지에 적용 가능한 도시재생사업을 도출하며, 대상지역의 탄소배출량을 산정·예측하여 목표 저감량을 설정한다. 탄소저감을 위한 도시재생사업별 탄소배출 저감량을 산정하여 목표치 달성여부를 검증하는 방식으로 탄소저감 마스터플랜을 수립하였다. 단, 재생사업 과정에서 발생하는 탄소량은 미비할 것으로 판단되어 제외하였다.

### 2.3.2 대상지역 탄소배출원 분류

대상지역의 탄소배출원 분류는 IPCC에서 제시한 자료에서 도시

Table 3. Procedure of Estimation for Greenhouse Gas Emission Mass



지역에 해당하는 지표들을 우선적으로 분류하고, 대상지역의 배출원 현황을 파악하여 IPCC 분류체계 내에서 해당하는 지표들을 추출해 내는 과정을 거쳐 탄소배출원 분류체계를 작성하였다. 온실가스 배출량 산정절차는 Table 4와 같다.

### 2.3.3 대상지역 탄소배출량 산정방법

2006년 IPCC G/L (Guidelines) 및 지자체 온실가스 배출량 산정지침에서 제시하고 있는 탄소 배출량 산정방법은 국가 및 지자체를 대상으로 하고 있다. 전주 대상지역의 경우 지자체에 포함된 일부 지역이므로 국가 및 지자체 단위의 탄소 배출량 산정 방법을 그대로 적용하기에는 한계가 있었다. 전주 대상지역의 특성을 반영하기 위해서는 지역의 활동자료를 이용하는 방법이 가장 적합하나, 모든 배출원에 대해 지역의 활동자료가 존재하는 것이 아니므로, 대상지역의 탄소 배출량을 산정할 수 있는 방법을 온실가스 배출량 산정 가이드라인을 통한 배출량 산정법 / 기존 탄소 배출량 산정 결과를 바탕으로 한 Down-Scaling 산정법 / 원단위를 활용한 배출량 산정법 / 에너지 시뮬레이션을 통한 산정법(건축물

Table 4. Procedure of Classification for Greenhouse Emission in Urban Area

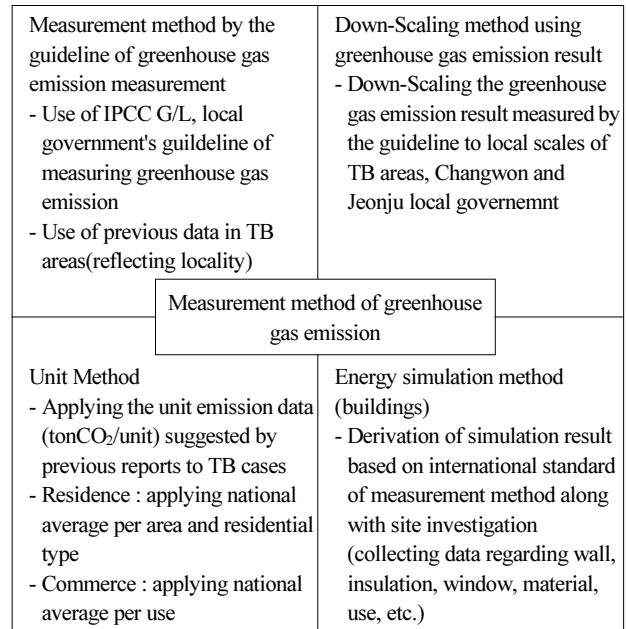
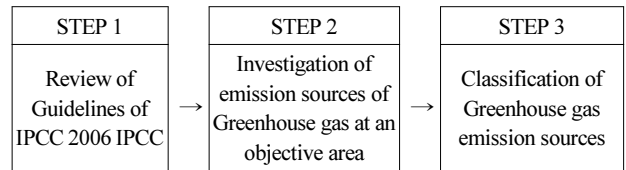


Fig. 2. Four Methods of Greenhouse Gas Estimation

분야)으로 도출하였으며, 세부적인 내용은 Fig. 2와 같다.

11%, 시나리오 C는 BAU 대비 감축목표 15%로 설정하였으며, 목표 달성을 위해 각각의 사업 비중을 조절하였다.

**2.3.4 탄소저감 시나리오**

정부의 녹색성장 정책 기조(온실가스 30% 감축)에 부응하고 녹색성장도시를 지향하기 위해 2020년 온실가스 발생량 대비 11%의 감축 목표를 설정했다. 그리고 감축 목표 달성을 위해 감축 시나리오 A, B, C를 Table 5와 같이 설정하였다. 시나리오 A의 BAU 대비 감축목표는 5%, 시나리오 B는 BAU 대비 감축 목표

**3. 결과 및 고찰**

**3.1 대상지 탄소발생량 현황**

전주 TB지역의 탄소 배출량은 도출된 산정방법 중 Bottom Up (상향식) 산정방법 및 TB지역의 자료 근접도 순으로 우선순위

**Table 5. Schemes of Greenhouse Gas Emission on Three Scenarios in an Objective Area**

Schemes	2020		
	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Rainwater	Recycling of 1%, Facilities of 100%	Recycling of 1%, Facilities of 100%	Recycling of 1%, Facilities of 100%
Waste recycling by free market	Recycling 1%	Recycling 30%	Recycling 65%
Green wall on building	Area: 515m*3m	Area: 515m*3m	Area: 515m*3m
Carbon neutral school forest building business	School: 3	School: 3	School: 3
Green roof on buildings	participation 50%	participation 100%	participation 100%
Planting	20,000 trees	38,000 trees	63,000 trees
Natural gas vehicle supply business	vehicles: 4,576	vehicles: 4,576	vehicles: 4,576
Bicycle road installing business	no business, road length: 1.465km	no business, road length: 1.465km	no business, road length: 1.465km
Bicycle use system business	participation rate 2%	participation rate 2%	participation rate 2%
GreenCar community business	application 50%	application 100%	application 100%
GreenCar supply to public institution business	50 cars	100 cars	100 cars
Driving based on a day	application 100%	application 100%	application 100%
Replacement with LED commercial sign	replacement rate 100%	replacement rate 100%	replacement rate 100%
Replacement with LED street & traffic lights	supply rate 100%	upply rate 100%	upply rate 100%
Light replacement to LED in public institution business	power replacement: 32W->15W institution:	power replacement: 32W->15W institution: 12	power replacement: 32W->15W institution: 12
Renewable energy installation for public buildings	Gross floor area: 6,000m2	Gross floor area: 6,000m2	Gross floor area: 6,000m2
Renewal of culture foundation	57 tCO2 reduction	57 tCO2 reduction	57 tCO2 reduction
Renewal of welfare center for the elderly	56 tCO2 reduction	56 tCO2 reduction	56 tCO2 reduction
Renewal of Jeonju elementary school	190 tCO2 reduction	190 tCO2 reduction	190 tCO2 reduction

**Table 6. Greenhouse Gas Emission Mass on the Estimation Methods in an Objective Area**

Category	Division	Section	Carbon dioxide emission mass (tCO2eq)				
			Energy use	Down-scaling	National unit	Local unit	Simulation
Energy	Building	Household	29,935	-	20,202	17,676	101,128
		Commercial/Public	41,300	-	65,994	50,447	63,231
	Transport	28,475	37,953	-	-	-	
Industry		3,198	-	-	-	-	
Land		-	-783	-	-	-	
Environmental Infrastructure		-	506	-	-	-	
Total						102,631	

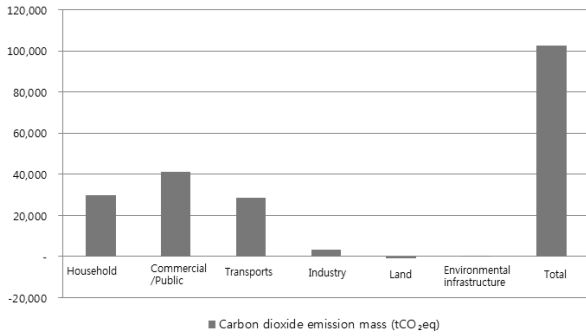


Fig. 3. Greenhouse Gas Emission Mass on Various Sectors in an Objective Area

를 정하여 TB지역의 배출량을 산정하였으며, 결과는 Table 6 및 Fig. 3과 같다. 탄소배출량 계산을 반복적으로 수행하여 전국 및 지역 원단위, 시뮬레이션 결과와 비교 분석한 결과, 에너지 분야(건축물, 수송) 및 산업공정 분야는 에너지 사용량을 바탕으로 분석한 결과가 타당한 것으로 나타났으며, 토지, 환경인프라 분야는 기존 탄소 배출량 산정 결과를 바탕으로 한 Down-Scaling 산정방법이 타당한 것으로 분석되었다.

자세히 살펴보면, 전주 TB지역 총 배출량은 102,149tCO<sub>2</sub>eq로 산정되었다. 상가·공공 건물의 배출량이 41,287tCO<sub>2</sub>eq, 그리고 주택(가정)의 배출량이 29,466tCO<sub>2</sub>eq 으로 에너지 분야의 건축물 부문이 전체 배출량의 약 70%를 차지하였다. 다음으로는 수송부문의 배출량 28,475tCO<sub>2</sub>eq, 산업공정 배출량 3,198tCO<sub>2</sub>eq 순으로 산정 되었다. 이는 탄소저감 측면에서 대상지역의 도시재생사업이 에너지 분야인 ‘건축물’의 에너지 소비량에 초점을 맞추어 수립되어야 한다는 점을 알게 되었다. 도심 특성 상 ‘산업공정’과 ‘환경인프라’의 탄소발생량은 적었으며, ‘토지’의 경우 녹지로 구성되어 있어 탄소의 발생보다는 저감의 기능을 하는 것으로 분석되었다. ‘건축물’ 부문에서 탄소배출량이 지역 원단위에 비해 에너지 사용량에 의한 분석치가 다른 것은 지역원단위의 경우 전국원단위를 가지고 지역으로 down-scaling한 반면, 에너지 사용량의 경우 실측치를 가지고 지역으로 Up-scaling하여 차이를 보이는 것으로 판단된다.

### 3.2 대상지 탄소배출량 예측

예측방법은 ‘대상지역 단일년도 배출량×부문별 대표 예측인자 증가율’을 토대로 산정하였으며, 예측모형은 각 예측인자별 기초지자체 단위 자료에 면적별 가중치를 적용하여 도출하였다. 예측인자별 예측모형은 Table 7과 같으며, 이를 바탕으로 예측된 결과는 Table 8에 나타냈다.

대상지역의 탄소배출량은 2011년 기준 약 102,149tCo<sub>2</sub>eq가 배출되는 것으로 조사되었으며, 예측결과 2020년의 탄소배출량은 98,322tCo<sub>2</sub>eq로 2011년 대비 3,826tCo<sub>2</sub>eq 감소되는 것으로 예측

Table 7. Prediction Model on Variables for Greenhouse Gas

Emission Source	Prediction Factor	Prediction Model
Industry/ Environmental Infrastructure	Population	$y = 1541.6\ln(x) + 115247$
Household	households	$y = 2457.4\ln(x) + 40731$
Commercial/ Public	Business Licenses number	$y = 123580\ln(x) + 213466$
Transport	Vehicle registration number	$y = 167517x0.1221$
Land	Field	$y = -4542.1x + 297815$
	Paddy	$y = -5260\ln(x) + 49351$
	Foreset	$y = -6106\ln(x) + 962477$

Table 8. Prediction of Greenhouse Gas Emission Mass in Objective Area (Unit : Co<sub>2</sub>eq)

Classification	Energy			Industry	Environmental Infrastructure	Land	Total
	Building	Transport	Household				
Section	Household			Commercial /Public	Transport	Industry	Environmental Infrastructure
2011	29,466	41,286	28,475	3,198	505	-782	102,149
2012	29,610	40,672	27,976	3,156	499	-782	101,133
2013	29,756	40,066	28,310	3,115	492	-781	100,960
2014	29,902	39,470	28,432	3,075	486	-781	100,585
2015	30,049	38,882	28,539	3,036	480	-781	100,206
2016	30,196	38,303	28,634	2,996	474	-780	99,825
2017	30,345	37,733	28,721	2,958	467	-780	99,445
2018	30,494	37,171	28,800	2,919	461	-780	99,067
2019	30,644	36,618	28,873	2,882	455	-780	98,693
2020	30,794	36,073	28,940	2,844	450	-780	98,322

되었다.

각 부문별로 살펴보면, ‘가정’ 부문은 가구 수의 증가 추세에 따라 탄소 배출량은 꾸준히 증가하는 것으로 예측되었다. 하지만 ‘상업·공공’ 부문은 쇠퇴 상가지역 특성상 상가의 공실률이 과거부터 현재까지 지속적으로 증가하는 추세여서 사업자 등록업체수의 감소로 탄소 배출량은 감소하는 것으로 예측되었다. ‘수송’부문의 대상지역의 자가용 차량등록대수를 바탕으로 산정하였는데, 생활 수준의 향상으로 차량 등록대수가 증가하는 추세여서 탄소 배출량이 지속적으로 증가하는 것으로 예측되었으며, ‘산업공정’과 ‘환경인프라’ 부문은 산업체 수 및 인구수가 감소하는 추세가 반영되어

탄소 배출량이 감소하는 것으로 전망되었다. ‘토지’부문은 재건축 및 재개발 계획에 의해 임야 및 녹지 면적이 감소하는 것으로 전망되어 탄소 흡수량이 지속적으로 감소하여 탄소배출량이 감소하는 것으로 예측되었다.

이에 따라 대상지역은 탄소배출량이 전체적으로 감소하고 있는 추세여서 특별한 탄소저감사업을 추진하지 않아도 자연적으로 탄소배출량이 줄어들 것으로 전망된다. 이는 역으로 경제활성화에 기반을 둔 도시재생사업을 수행하게 되면 인구가 증가하고 상업지역의 공실률이 낮아져 에너지 사용량이 증가하여 탄소발생량이 증가한다는 것을 알 수 있다. 도시재생 사업 수립 시 지역활성화 측면에서 탄소저감분을 어떻게 활용할 것인지에 대한 다각적인 방안이 모색되어야 한다는 점을 시사하고 있다. 또한, 전체적으로 도심 내 탄소발생량 상승을 주도하고 있는 ‘가정’ 부문에서는 가구 수가 증가하고 있으므로 재생에너지(태양광, 풍력, 수력 등) 활용 및 에너지 절약이 필요하며, ‘수송’ 부문은 자가용 차량등록대수 및 이용이 증가하고 있는 추세이므로 대상지역 내를 포함한 도시 전체의 대중교통 시스템을 개선 및 저전차대중교통 이용을 활성화 하기 위한 정책제도를 마련하는 것이 필요하다.

### 3.3 대상지역 도시재생 사업계획 및 탄소저감량 분석

각 분야별로 문제점 및 잠재력을 분석하여 도시재생사업 목표를 저탄소 녹색환경 조성, 녹색경제 재건, 녹색커뮤니티 형성 3가지로

설정하였다. 도시재생사업 목표를 효율적이고 시행착오 없이 달성 될 수 있도록 재생전략과 연계하여 Fig. 4와 같이 14개의 전략사업, 그리고 전략사업에 부합하는 52개의 세부사업을 도출하였다.

세부사업 시행에 따른 각 분야별 이산화탄소 감축량은 도시환경 1,308tCO<sub>2</sub>eq, 토지이용 3,541tCO<sub>2</sub>eq, 녹색교통 844tCO<sub>2</sub>eq, 저탄소 에너지 78tCO<sub>2</sub>eq, 녹색건축물 4,857tCO<sub>2</sub>eq으로 총 10,628tCO<sub>2</sub>eq이 저감되는 것으로 나타났다.

“3.1 대상지 탄소발생량 현황”에서 설명한 바와 같이 대상지역은 온실가스 전체 배출량 중 건축물 분야의 배출비중이 약 70%로 도심지역 특성 상 건축물 분야에 절대적으로 치중되어 있다. 온실가스 감축 목표 달성을 위한 도시재생사업은 전략적으로 건축물 분야에 집중하는 것이 더 효율적인 것으로 판단된다. 따라서 건축물 분야에 한정하여 좀 더 세부적으로 분석하였다.

건축물 분야의 도시재생 사업계획은 노후화된 건축물의 물리적 환경개선을 통한 쾌적한 주거, 상업 환경을 조성하고, 단기사업 및 중장기사업으로 적용시기를 나누어 사업을 추진하는 방법으로 제시하였으며, 자세한 내용은 Table 9에 제시하였다.

Table 10에서 보면, 도시재생의 탄소저감사업에 대한 단중장기 계획의 실행으로 예상되는 총 탄소 저감량은 4,857tCO<sub>2</sub>eq이며 기존 배출량을 31,395tCO<sub>2</sub>eq로 가정했을 때 15.47%의 저감 효과를 기대할 수 있는 높은 수치를 보였으며, 정부의 건축물 탄소 저감 목표인 26.9%에 약 57%에 해당하는 수치이다. 현재 제안된

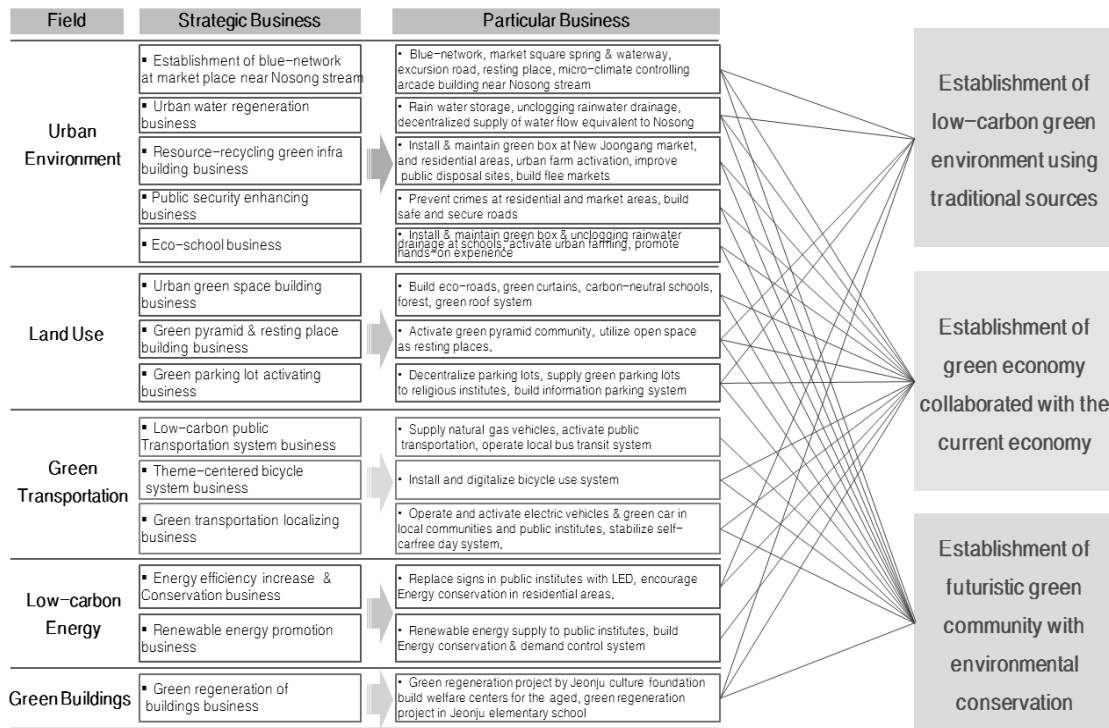





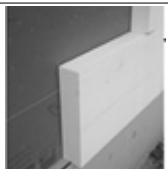





Fig. 4. Renovation Schemes of Urban Regeneration

Table 9. Renovation Schemes of Building Sector

Business	Business Strategy	Background & Conditions	Business Outline	Particular Business	Applied Green Technology	Business Image
Short-term business	Green regeneration business of buildings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Need for activation of urban decline</li> <li>• Need for improvement of physical environment of aged buildings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of environmental building process for aged and multi-purpose public buildings and improvement of structural safety</li> <li>• Accomplishment diffusion through voluntary participation by publicizing structural performance, economic effect, image improvement</li> </ul>	Green regeneration plan by Jeonju Culture Foundation	LED Light+Window	
				Jeonju welfare center for the aged green regeneration plan	LED Light+Window	
				Renewal of Jeonju elementary school	LED Light+Window	
Mid/Long-term business	Green regeneration business of buildings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Need for activation of urban decline</li> <li>• Need for improvement of physical environment of aged buildings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Through site visit &amp; investigation and analysis of building characteristics (window, insulation, age, etc.) and residential form, categorizing residential and commercial buildings in terms of building characteristics and reviewing carbon reduction plan</li> <li>• Through site visit and analysis of building characteristics, suggest suitable business for each building block</li> <li>• Improve marketability of businesses for different blocks and induce community participation in the business</li> <li>• Application of optimal element technology for each block by categorizing into development, commercial, residential, multi-household, declined residential, and other blocks</li> </ul>	Block improvement business	LEDLight	
				Commercial block improvement business	Window+Outside insulation Outside insulation+Boiler Window+LED Window+Boiler	
				Residential block improvement business	Window+Boiler Outside insulation+Boiler Window+LED	
				Multi-household block improvement business	Boiler	
				Declined residential block improvement business	Boiler+Outside insulation Inside insulation+LED Boiler+Inside insulation	
				Other block improvement business	LEDLight	

사업은 대상지 거주자의 경제수준이나 실제 상황을 고려하여 실행 가능한 요소기술을 선정하여 현실가능성이 매우 높으며, 현재의 사업이 건축물에 한정되어 있는데다가 보일러, 외단열, 조명교체, 창호개선 등 비교적 저비용으로 개선이 가능한 사업이라는 점에서 경제적 측면에서 유리하여 향후 적용 가능성이 큰 것으로 사료된다. 또한, 대상지역 전체의 탄소 배출량을 165,359tCO<sub>2</sub>eq로 보았을 때 건축물에서의 저비용 에너지 저감 사업만을 시행할 경우, 전체 저감량의 2.9%를 감소할 수 있다는 것을 알 수 있었으며, 향후

정부 정책과 연계한 건축물 도시재생 사업의 구체적인 계획 수립의 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.4 탄소배출량 감축 시나리오에 따른 탄소저감량 분석

“2.3.4 탄소저감 시나리오”에서 설명한 바와 같이 탄소배출량 감축을 위한 시나리오를 A, B, C로 각각 나누어 탄소 저감량을 분석한 결과가 Table 11 and Fig. 5와 같았다.

시나리오 A의 경우 재활용 비율이 1%, 옥상녹화가 50%, 나무심



Table 10. Mass and Rate of Greenhouse Gas Emission on the Regeneration Schemes

Block		Application Method	Carbon reduction (kgCO2)	Expected Cost (thousand Won)	Reduction ratio (%)
Resei-dential District	Comm-ercial building block	Boiler+Window	510,421	1,172,410	35.17
		Boiler +Outside- insulation	127,817	215,721	40.48
		Outside-insulation+Window	354,328	1,736,180	33.99
	Reside-ntial building block	Boiler	138,222	22,217	23.54
		Boiler +Outside- insulation	1,130,547	1,624,403	45.09
		Boiler+Window	38,080	117,140	30.22
Resei-dential District	Multi- household block	Boiler	214,907	34,685	23.79
	Declined residential block	Boiler+Inside- insulation (Low-cost material)	243,423	139,894	43.09
	Others	LED	18,271	119,875	3.95
	Total	-	2,776,016	5,182,525	-
Com-merce District	block	LED	480,511	2,741,285	4.92
	Comm-ercial building block	Outside-insul-ation+Window	359,628	1,601,220	38.15
		Boiler +Outside- insulation	261,235	678,862	29.55
		Boiler+Window	451,358	1,275,814	30.64
		Outside- insulation+Window	170,161	737,757	40.40
		Boiler+Outside- insulation	271,331	649,308	31.24
	Arcade block	LED	86,892	516,713	4.86
	Total	-	2,081,116	8,200,959	-

Table 11. The Goal of Reduction and Emission Mass of Greenhouse Gas on Three Scenarios in 2020

Item	BAU	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Reduction Goal	0%	5%	11%	15%
Carbon Emission Goal in 2020	98,322	93,406	87,507	83,574

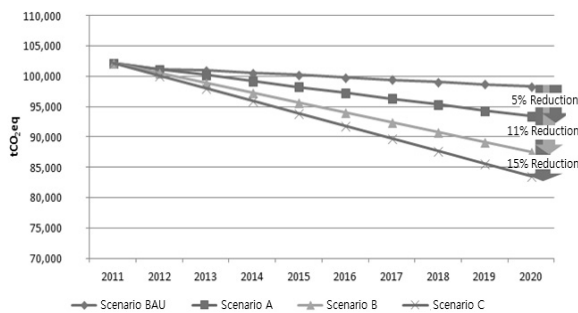


Fig. 5. Greenhouse Gas Emission Mass on Three Scenarios in an Objective Area

기사업이 20,000그루, 공공기관 그린카 보급률을 50대로 설정하여 분석하였을 때 BAU 대비 5%를 감축할 수 있는 것으로 분석되었으며, 시나리오 B의 경우 재활용 비율이 30%, 옥상녹화가 100%,

나무심기사업이 38,000그루, 공공기관 그린카 보급률을 100대로 설정했을 경우 BAU 대비 탄소배출량을 감축 목표치인 11%를 달성할 수 있는 것으로 분석되었다. 그리고 시나리오 C의 경우 재활용 비율이 65%, 옥상녹화가 100%, 나무심기사업이 63,000그루, 공공기관 그린카 보급률을 100대로 설정했을 경우 BAU 대비 탄소배출량을 감축 목표치인 15%를 달성할 수 있는 것으로 분석되었다. 따라서, BAU 대비 탄소배출량 감축 목표인 30% 중 도시 부문에서 11% 이상을 달성하기 위해서는 시나리오 B 이상의 강력한 탄소저감형 도시재생 정책이 적용되어야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 도시의 환경문제 중에서도 현재 가장 큰 이슈로 떠오르고 있는 기후변화에 대한 문제를 해결하기 위한 접근방법의 하나로 도시재생사업을 통해 도시의 이산화탄소를 저감하고 도시의 환경을 개선할 목적으로 전주시 TB지역을 대상으로 도시재생사업에 따른 탄소저감 효과를 분석하였다.

전주시의 구도심인 TB지역을 대상으로 문제점 및 잠재력을 분석하여, 이를 극복할 수 있는 가장 효율적이고 적합한 도시재생사업을 전략적으로 계획하였다. 도시재생사업에 따른 각 분야별 세부

사업 및 이산화탄소 저감량도 제시하여 각 사업에 대한 효과를 나타냈으며, 궁극적으로는 대상지역의 탄소발생량과 감축 시나리오에 따른 탄소발생량 저감량을 비교 분석하여 가장 적합한 시나리오를 도출해 냈다. 분석결과는 다음과 같다.

- (1) 전주시 TB지역의 이산화탄소 총 배출량은 102,149tCO<sub>2</sub>eq로 산정되었다. 그 중 에너지 분야의 '건축물' 분야의 배출 비중이 약 70%로 분석되었다. 이는 도시재생사업은 전략적으로 건축물 분야에 집중하는 것이 더욱 효율적이라는 것을 알 수 있었다.
- (2) 대상지역의 탄소배출량은 2011년 기준 약 102,149tCO<sub>2</sub>eq가 배출되는 것으로 조사되었으며, 예측결과 2020년의 탄소배출량은 98,322tCO<sub>2</sub>eq로 2011년 대비 3,826tCO<sub>2</sub>eq 감소되는 것으로 예측되었다. 대상지역의 탄소배출량은 공실률 증가와 산업체 수 및 주거지역 인구수 감소에 기인하여 탄소배출량이 감소하는 추세로, 적절한 도시재생사업을 전략적으로 계획하여 수립하여 활용한다면 보다 많은 도심활성화 정책을 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 도시를 5개의 분야(도시환경, 토지이용, 녹색교통, 저탄소 에너지, 녹색건축물)로 분류하여 도시재생사업 목표를 효율적으로 달성 할 수 있도록 재생전략과 14개의 전략사업, 그리고 전략사업에 부합하는 52개의 세부사업을 도출하였다. 세부사업 시행에 따른 각 분야별 이산화탄소 감축량은 도시환경 1,308tCO<sub>2</sub>eq, 토지이용 3,541tCO<sub>2</sub>eq, 녹색교통 844tCO<sub>2</sub>eq, 저탄소에너지 78tCO<sub>2</sub>eq, 녹색건축물 4,857tCO<sub>2</sub>eq으로 총 10,628tCO<sub>2</sub>eq 이 저감되는 것으로 나타났다. 이는 지역에 적합한 탄소저감형 도시재생사업을 제시했다는 데 의의가 있다.
- (4) '건축물' 분야의 탄소배출량이 70%로 절대적인 비중을 차지하고 있어, 건축물 분야에 한정하여 좀 더 세부적인 사업 계획을 세워 탄소발생량을 분석하였다. 건축물 분야의 단중·장기로 구분하여 도시재생사업을 체계적으로 계획하여 실행하였을 경우 예상되는 총 탄소 저감량은 4,857tCO<sub>2</sub>eq로 15.47%의 저감효과가 있는 것으로 분석되었다. 이는 향후 정부 정책과 연계한 건축물 도시재생사업의 구체적인 계획 수립의 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

- (5) 탄소저감 시나리오별 분석에서는 시나리오 A에서는 BAU 대비 5%를 감축, 시나리오 B에서는 BAU 대비 11%를 감축, 시나리오 C에서는 BAU 대비 15%를 감축 할 수 있는 것으로 분석되었다. 따라서 시나리오 B 이상의 경우에서 BAU 대비 탄소배출량 감축목표치를 달성할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

## References

- Ha, N. S., Kim, J. Y. and Kim, D. N. (2014). "A comparative analysis of the low-carbon strategies in the comprehensive plans of new york city, London, and Seoul." *Journal of Urban Design Institute of Korea*, Vol. 15, No. 1, pp. 183-200.
- IPCC Revised (2006). "IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories." *The Institute for Global Environmental Strategies (IGES)*.
- Kim, B. S. and Jang, W. S. (2013). "A study on comparing the CO<sub>2</sub> emission estimating result for construction equipment." *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 33, No. 4, pp. 1675-1682.
- Kim, T. H. (2011). "GIS based estimation of carbon emission for a local government unit." *Journal of Korean Society for Geospatial Information System*, Vol. 19, No. 4, pp. 81-89.
- Kim, Y. H. and Park, S. J. (2014). "Low-Carbon green planning elements and carbon reduction effect in urban regeneration project -With Case Study on the CBD of Cheongju City." *Journal of Urban Design Institute of Korea*, Vol. 15, No. 1, pp. 167-182.
- Noon, D., James, S. C. and Eagland, M. (2000). "Economic regeneration and funding." *Urban Regeneration: A Handbook*, pp. 61-85.
- Park, H. K., Choi, C. K., Park, K. Y. and Lee, S. E. (2013). "Green growth master plan of jeonju regeneration." *Ministry of Land, Infrastructure and Transport*, pp. 1-737.
- Park, H. K., Choi, C. K., Park, K. Y., Lee, S. E. and Shin, J. S. (2010). "Urban regeneration business 4 major construction and transport technology performance report." *Ministry of Land, Infrastructure and Transport*, pp. 1-411.
- Seoul Development Institute (2004). *The study on the expansion plan of Seoul's cultural facilities* (in Korean).