

## 도시공간구조와 탄소배출량간 상관관계 실증 분석

### An Empirical Analysis on Correlation between Carbon Emission and Urban Spatial Structure

유 윤 진<sup>1)</sup> · 손 세 형<sup>2)</sup> · 김 도 년<sup>1),2),\*</sup>

<sup>1)</sup>성균관대학교 U-City 공학과, <sup>2)</sup>성균관대학교 건축학과

(2011년 12월 1일 접수, 2012년 4월 5일 수정, 2012년 5월 29일 채택)

Yoon-Jin Ryu<sup>1)</sup>, Se-Hyoung Sohn<sup>2)</sup> and Do-Nyun, Kim<sup>1),2),\*</sup>

<sup>1)</sup>Department of U-City Design and Engineering, SungKyunKwan University

<sup>2)</sup>Department of Architecture, SungKyunKwan University

(Received 1 December 2011, revised 5 April 2012, accepted 29 May 2012)

#### Abstract

The government is carrying forward a sustainable development which reduces green-house gas and environmental pollution by preparing 'Low Carbon Green Development' policy basis as a new paradigm of national development. This study aims to understand the status of atmosphere contamination which Seoul has by finding correlation among social, economical indexes and carbon, the humanities and social characteristic materials which best express types of city and correlation and to suggest implications.

According to the results of the analysis, first the carbon emission volume of Seoul recorded 0.56 ppm, Jongno, Jung-Gu, Kuro, Kangnam and Songpa were more than the average of Seoul and Kwangjin-Gu & Kangbuk-Gu, relative north east regions, Yeongdeungpo-Gu and Dongjak-Gu, south west regions showed lower CO occurrences. Second, according to the correlation and factor analysis, elements which affect CO emission volume of Seoul are largely represented by regional level, traffic level and development density level. Third, when the importance of influence factors based on the analyzed standard coefficient by a regression model, traffic and development density level were most important by recording traffic level (0.967), environmental level (0.385), regional level (0.530) and development density (0.561). Consequently, it was revealed that the traffic level most affected CO emission.

**Key words** : Low carbon green development, Seoul air pollution, Correlation regression analysis, Influence area, Factor analysis

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

지난 수세기동안 세계는 급속한 과학기술의 발전

에 힘입어 괄목할만한 경제성장을 이루었으며, 도시는 정치·경제·문화·사회적 활동의 중심지로서 성장해왔다(Ko, 2005). 하지만, 인구의 집중으로 인한 도시 및 교통 인프라 구축 개발로 인하여 많은 환경문제(수질, 대기, 도심부 열섬효과 등)가 발생하고 있으며 이러한 환경문제는 기존의 도시환경 시스템만으로는 감당할 수 없는 자정작용의 한계 수준에 도

\*Corresponding author.

Tel : +82-(0)31-290-6180, E-mail : dnkim@skku.ac.kr

달한 것이 현실이다(Ko, 2005). 최근 들어서는 2009년 말~2010년 초 북반구에는 기록적인 폭설과 한파가 발생하였으며 남반구에는 폭우가 쏟아지는 등 전 세계적으로 기상이변이 급속히 증가하였으며 한국도 기상이변의 피해가 급속도로 늘어나고 있는 추세이다. 이러한 기상이변은 대기 중의 온실가스 증가에 의해 발생하는 기후변화가 직접적인 원인이며 2009년 말부터 2010년 초의 전 세계적인 기상이변은 기후변화에 따른 극단기후현상의 전형적인 사례라고 할 수 있다(Ha, 2011).

2009년 12월 코펜하겐 시장들의 기후정상회담(Copenhagen Climate Summit for Mayors)에서는 기후변화 대응을 위해 ‘도시’의 역할이 중요하다고 강조하고 있으며 도시는 전 세계적으로 에너지의 60~80%를 소비하고 있으며 절반 이상이 탄소를 배출하고 있다고 설명하였다. 또한 Baek and Kim (2011)은 다양한 오염배출원 및 오염물질의 수송 등에 의해서 복합적인 환경문제와 기후변화가 예상되기 때문에 지역의 오염물질에 대한 다양한 분석, 연구가 필요하다고 제시하였다. 한국은 2005년 기준 세계에너지기구(IEA) 기준으로 137개국 중 온실가스 배출순위 16위 수준, CO<sub>2</sub> 배출순위(에너지부문)는 10위 수준으로 세계적으로 이슈가 되고 있는 기후변화에 대한 문제를 해결하기 위해 정부의 ‘저탄소 녹색성장’이라는 정책기조는 환경문제에 더욱 관심을 가지는 사회적 흐름을 형성하였다.

OECD(2009)에서는 도시 기후변화에 대응하기 위한 기후변화와 관련된 도시정책분야로 토지이용계획, 교통, 자연자원, 건축물, 재생가능에너지, 쓰레기 및 수자원 등이 있으며 이들 분야는 상호 보완관계가 긴밀하여 연쇄효과가 두드러게 나타나는 특징이 있다고 하였다. 또한, 녹색성장위원회(2011)에서는 기후변화의 원인이 탄소배출과 에너지 소비라고 나타내고 있듯이, 기후변화로 인한 탄소배출은 도시의 구조와 상호연관성이 있으며 기후변화의 원인으로 대기 중의 탄소를 볼 수 있다.

정부는 ‘수도권대기환경개선에관한특별법’을 제정(2003.12)하고, ‘서울-경기-경기일부지역(15개시)’을 ‘대기환경규제지역’으로 설정하여 자치단체별 ‘실천계획’을 수립하도록 하고 있다. 또한, 환경에 대한 인식수준과 그 체감도를 파악하기 위해 환경정책 및 활동에 대한 만족도를 최대화하고자 하였으며 환경관

리 및 환경정책 수립의 책임을 맡는 행정기관에서는 전국민 또는 특정지역주민을 대상으로 대기환경에 대한 여론조사를 실시하고 있다(Kim et al., 2006). 이런 사회적 흐름에 맞추어 앞으로의 도시와 교통의 인프라 개발 및 계획은 탄소(CO)저감을 고려한 방향으로 추진되어야 하며, 이에 대한 실증적인 분석 연구가 시급히 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 도시를 가장 잘 대변하는 변수(사회경제적요인, 교통요인, 경제적 요인 등)와 탄소배출량과의 상관관계 연구를 통하여 현재 서울시가 가지고 있는 대기오염의 위상을 파악하고 시사점을 제시하고자 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 시간적 범위는 2010년이며, 공간적 범위는 국내에서 가장 활발한 요인(교통, 환경, 개발비도, 경제적 등)을 파악할 수 있는 서울특별시를 대상으로 한다. 자료조사는 오염원 측정기가 설치되어 있는 서울 각 생활권 25개구인 서울시 도시기본계획상 5개 생활권역에 따른 구분(도심권: 종로, 중구, 용산, 동북권: 성동, 광진, 동대문, 중랑, 성북, 강북, 도봉, 노원, 서남권: 양천, 강서, 구로, 금천, 영등포, 동작, 관악, 동남권: 서초, 강남, 송파, 강동, 서북권: 은평, 서대문, 마포)을 대상으로 조사 분석 하였다.

연구의 세부적인 방법은 다음과 같다.

첫째, 서울시 행정구역별 측정 탄소배출량 자료와 도시 여건을 대변할 수 있는 변수를 선행연구를 통해 도출하였다.

둘째, 구축된 자료를 중심으로 기술통계분석을 하여 탄소배출량과 도시 여건을 해석하였다.

셋째, 종속변수(CO배출량, Log-transformation)와 독립변수(도시공간구조요소)의 1차 변수선정을 위해 상관분석(Correlation Analysis)을 실시하였으며 1차 변수를 토대로 변수들 간에 일관성이 있다고 판단되는 요인을 추출하기 위해 베리맥스 회전(Varimax rotation)을 이용한 요인분석(Factor Analysis)을 실시하였다.

넷째, 탄소배출량에 영향을 미치는 도시 여건 간의 인과관계 규명을 위하여 단계별 변수투입을 기반으로 하는 다중회귀분석(Stepwise Regression)을 실시하여 도시형태요소와 탄소배출량 영향요인 모형을 개발하였다.

마지막으로 개발된 영향모형을 바탕으로 향후 탄소배출량에 영향을 주는 사회경제적 여건의 시사점을 제시한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 자료의 선정 및 조사

본 연구에서 사용한 대기오염 측정 자료는 2010년 서울의 주요 지점에서 측정한 실측치 중 CO의 값을 이용하였다. 분석에는 서울시 25개구의 연평균 수치를 적용하였으며, 관련 사회·경제 지표는 통계청과 서울시 통계연보를 이용하여 구축하였다. 변수는 국내외로 대기오염과 도시공간구조에 관한 연구에서 조사된 도시공간구조 요소를 대상으로 요인을 선정하였다.

선행연구에서 나타난 대기오염과 도시형태와의 관련성을 가지는 요소를 종합하여 표 2와 같이 총 16개 변수를 도출하였다. 이 중 토지이용밀도는 주거, 상업, 공업, 공원녹지, 하천, 개발제한구역으로 구분하였다.

### 2.2 기술 통계분석 결과

선행연구에서 도출된 변수에 따라 25개구의 기술 통계 분석하였으며 그 결과는 표 3과 같다.

분석대상의 CO 측정값은 0.4~0.7 사이로 평균값은 0.56 ppm으로 나타났다. 25개 구 중 성동구가 0.4 ppm으로 가장 낮은 수치를 보였으며, 광진구, 동대문구, 영등포구가 0.7 ppm으로 가장 높은 수치를 기록했다. 평균 이상으로 CO가 측정된 지역은 중구, 광진구, 동대문구, 성북구, 도봉구, 은평구, 마포구, 구로구, 영등포구, 관악구, 서초구, 송파구, 강동구 13개구로 나타났다. 서울의 기능적 중심지라 할 수 있는 중구와 강남, 송파지역과 공단이 조성되어 있는 구로구 역시 CO발생이 높은 지역으로 나타났다. 생활권역으로 보았을 때 동북권 지역이 모두 CO 발생량이 높게 나타났다. 동남권역에서 높게 나타났다. 평균 이하로 CO가 측정된 지역은 종로구, 용산구, 성동구, 중랑구, 강북구, 노원구, 서대문구, 양천구, 강서구, 금천구, 동작구, 강남구 12개 지역으로 나타났으며 주로 서남권역과 동북권역에서 낮게 나타났다.

Table 1. Urban spatial structure factor from precede research.

Senior researcher	Dependent variable	Explanatory variable
Newman and Kenworthy (1989)	Energy use	Population, Employment density, Land use density, Pass-distance
Byung-Gu Yoon (1984)	Energy use	Population, Number of employers, Gross area, Street ratio, Land use density
Tae-Hoon Moon (1996)	Air pollutant emission	Population, Number of business, Number of employers, Number of units, Gross area, Land use density, Park area
Kyo-Eon Sim (2001)	Energy use	Population, Gross density, Density of residential area, Density of urban area, Ratio of apartment house, Road density, Division ratio of public transport, Energy consumption of road area, Road ratio, Number of business
Keon-Hyuk Ahn (2000)	Energy use	Population, Gross area, Urbanization area, Gross density, Net density, Road ratio, Route density, Gross road density, Density of below two-lane road, Density of four-lane road, Density of six-lane road, Gini coefficient (Population, Industry)
Yi-Young Kim (2002)	Air pollutant emission	Population density, Employment density, Urbanization density, Number of business, Number of registered car, Number of units
Chang-Je Cho (2005)	Air pollutant emission	Population, Gross area, Land use, Types of house, Building's height and area, Traffic volume of vehicle classes, Shape of road network, True elevation and slope, Forest floor
Sum variable up		Gross area, Population density, Dwelling area, Commercial area, Industry area, Park area, River area, Building permit area, Number of registered cars, Road area, Limited development district, Number of stations, Green area, Number of business, Local taxes

**Table 2. Composition and definition of variable.**

Division	Unit	Explanation
CO_ppm	ppm	Annual Average CO
Gross area	km <sup>2</sup>	Local Area
Total Population	per	Population
Population density_per	km <sup>2</sup> /per	Local Area ÷ Population
Dwelling area_per	number/per	Dwelling area ÷ Population
Commercial area_per	m <sup>2</sup> /per	Commercial area ÷ Population
Industry area_per	m <sup>2</sup> /per	Industry area ÷ Population
Park area_per	m <sup>2</sup> /per	Park area ÷ Population
River area_per	m <sup>2</sup> /per	River area ÷ Population
Building permit area_per	m <sup>2</sup> /per	Building permit area ÷ Population
Number of registrated cars_per	number/per	Number of registrated cars ÷ Population
Road area_per	m <sup>2</sup> /per	Road area ÷ Population
Limited development district	m <sup>2</sup>	Limited development district
Number of stations	number	Number of stations in administrative district
Green area_per	m <sup>2</sup> /per	Green area ÷ Population
Number of business	number	Number of business in administrative district
Local taxes	won	Local taxes

**Table 3. Result of descriptive statistical analysis.**

	N	Minimum	Maximum	Mean
CO_ppm	25	.40	.70	.56
Gross area	25	9.96	47.00	24.20
Total population	25	103315	388347	198104.04
Population density_per	25	103315	388347	198104.04
Dwelling area_per	25	.44	.277	127.36
Commercial area_per	25	.51	25.66	5.55
Industry area_per	25	.00	53.12	6.31
Park area_per	25	3.26	61.00	16.54
River area_per	25	.00	.11	.03
Building permit area_per	25	45.64	329.80	117.26
Number of registrated cars_per	25	.06	1.09	.60
Road area_per	25	.81	29.24	16.83
Limited development district	25	.00	140.18	32.48
Number of stations	25	3	24	12.12
Green area_per	25	.63	7.24	2.46
Number of business	25	416.00	63446	28279.84
Local taxes	25	164514	1886911	447753.56

### 3. 탄소배출량에 영향 요인선정 결과

#### 3.1 상관분석을 통한 1차 변수관계 분석 결과

본 연구에서는 탄소배출량에 영향을 미치는 변수 선정을 위해 상관분석을 이용하였으며, 높은 상관관계\*를 가지는 변수를 위주로 1차적인 변수를 선정하

\*상관계가 있다는 기준인 0.4 이상을 기준으로 함.

였다.

변수선정은 표 5와 같이 기준과 부호검증을 토대로 이루어졌으며, 총 16개의 변수 중 상관관계를 가지고 있지 않은 4개의 변수가 제외되었다. 제외된 변수는 상업면적(-0.203), 공업면적(-0.127), 하천면적(-0.246)이며 선행연구에 따라 탄소배출량에(+)의 영향을 미쳐야 하는 변수임에도 불구하고 부호의 적정성이 없다고 판단하여 제외하였다. 또한, 인구수(0.197)는 부호는 적절하나 상관계수가 낮아 탄소배출량에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나 최종 변수에서 제외하였다.

도출된 최종 변수는 총 12개 변수로 지역의 총면적, 1인 지역 면적, 1인 주거면적, 1인 공원면적, 1인 건축면적, 1인 자동차등록대수, 1인 도로율, 개발제한구역, 역사수, 1인 산림면적, 1인 사업체수, 1인 지방세로 나타났다.

#### 3.2 요인분석을 통한 2차 변수 분석결과

앞서 분석한 상관분석 결과를 바탕으로 영향관계 모형을 개발하여야 하나, 사회·경제지표와 같이 독립변수 간에 상관관계가 높은 경우 변수의 손실을 막기 위하여 요인분석을 실시한다.

먼저, 변수에 따라 일관성이 있다고 판단되는 요인은 추출하기 위해 베리맥스 회전(Varimax Rotation)

**Table 4. Result of CO occurrence level compared with Seoul's average.**

Region (ppm)	
Above the average (13)	Junggu (0.6), Gwangjin (0.7), Dongdaemun (0.7), Seongbuk (0.6), Dobon (0.6), Eunpyeong (0.6), Mapo (0.6), Guro (0.6), Yeongdeungpo (0.7), Gwanak (0.6), Seocho (0.6), Songpa (0.6), Kangdong (0.6)
Below the average (12)	Jongno (0.5), Yongsan (0.5), Seongdong (0.4), Jungnang (0.5), Kangbuk (0.5), Nowon (0.5), Seodaemun (0.5), Yangcheon (0.5), Gangseo (0.5), Geumcheon (0.5), Dongjak (0.5), Gangnam (0.5)



**Fig. 1. Mapping CO emissions.**

을 이용한 요인분석을 실시하였다. 각각의 요인이 서로 독립성을 유지하도록 회전시키는 직각회전 (orthogonal rotation)의 하나로 요인 행렬에서 각 열 (Column)의 요인부하량을 제공한 값의 분산을 최소화시켜 각 요인을 쉽게 설명하는 방법이며 각 요인의 요인부하량이 1.0과 0.0의 양극에 가깝도록 하였다 (Lee, 2002).

요인을 추출하기 전 KMO와 Bartlett 검증을 표 6과 같이 실시하였다. KMO 측도는 변수들 간에 상관성을 나타내는 측도로 1에 가까울수록 요인분석에 적합한 변수들로 구성되었다고 판단할 수 있으며 0에 가까울수록 부적합하다고 판단할 수 있다. 본 연구에서는 KMO값이 0.505로 요인분석에 적합한 변수들로 구성되었다고 판단할 수 있으며 바트렛 (Bartlett)이 제시한 구형성 검정 (Bartlett test of sphericity)은 다변량정규분포를 이룬다는 가정하에 변수간의 상관계수행렬이 항등행렬 (Identity matrix)인지를 검

**Table 5. Selection of 1st variable used by correlation analysis result.**

Variable	Correlation coefficient (Sig.)	Determine the correlation coefficient
Gross area	0.85*	○
Total population	0.197	×
Population density_per	0.803**	○
Dwelling area_per	0.530**	○
Commercial area_per	-.203	×
Industry area_per	-.127	×
Park area_per	0.411*	○
River area_per	-.246	×
Building permit area_per	0.439*	○
Number of registered cars_per	0.558*	○
Road area_per	0.706**	○
Limited development district	0.828**	○
Number of stations	0.566*	○
Green area_per	0.767**	○
Number of business	0.781**	○
Local taxes	0.776**	○

\*\*correlation is significant at the 0.01 level.  
\*correlation is significant at the 0.05 level.

**Table 6. KMO and Bartlett's test.**

Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy	.505	
Bartlett's test of sphericity	Approx. Chi-Square	241.564
	df	66
	sig.	.000

정하는 기법으로 유의확률 .000이 나타나 상관행렬이 단위행렬이라는 귀무가설에 기각되어 공통요인이 존재하는 것으로 분석되었다.

본 연구의 검증을 통해 도출된 요인은 표 7과 같이 지역수준, 환경수준, 개발밀도, 교통수준 4개의 요인으로 분류되었다. 첫 번째 요인은 지역수준에 관한 변수로 사업체수, 지방세, 역사수로 나타났으며 요인 설명력은 79.62로 약 80%의 설명력을 가진다. 두 번째 요인은 환경수준에 관한 변수로 공원면적, 산림면적이 해당되며 약 56%의 설명력을 가지며 세 번째 요인은 개발밀도수준과 관련된 변수로 1인 지역면적, 총면적, 1인 건축연면적, 1인 주거면적, 개발제한구역면적으로 약 61%의 설명력을 가진다. 마지막으로 네 번째 요인은 교통수준에 관한 변수로 1인 도로면적, 1인 자동차등록대수로 약 84%의 설명력을 가지는 것으로 나타났다. 요인분석 결과 요인의 설명력 (%)이

**Table 7. Selection of final variable used by factorial analysis.**

Factor	Variable (independent variable)	Factor loading	Explanatory factors (%)
Regional level (Factor 1)	Number of business	.920	79.62
	Local taxes	.900	
	Number of stations	.856	
Environmental level (Factor 2)	Park area_per	.749	56.02
	Green area_per	-.761	
Development density level (Factor 3)	Population density_per	.948	61.34
	Gross area	.836	
	Building permit area_per	.549	
	Dwelling area_per	.661	
	Limited development district	.855	
Traffic level (Factor 4)	Road area_per	.914	83.53
	Number of registrated cars_per	.964	

약 50% 이상으로 나타나 이를 변수로 활용하여 분석이 가능한 것을 알 수 있다.

도출된 요인결과 탄소배출량에 대부분(+) 영향을 미치고 있으며 산림면적의 경우 탄소배출량에(-) 영향을 미치는 것으로 나타나 탄소저감 요인으로 분석된다.

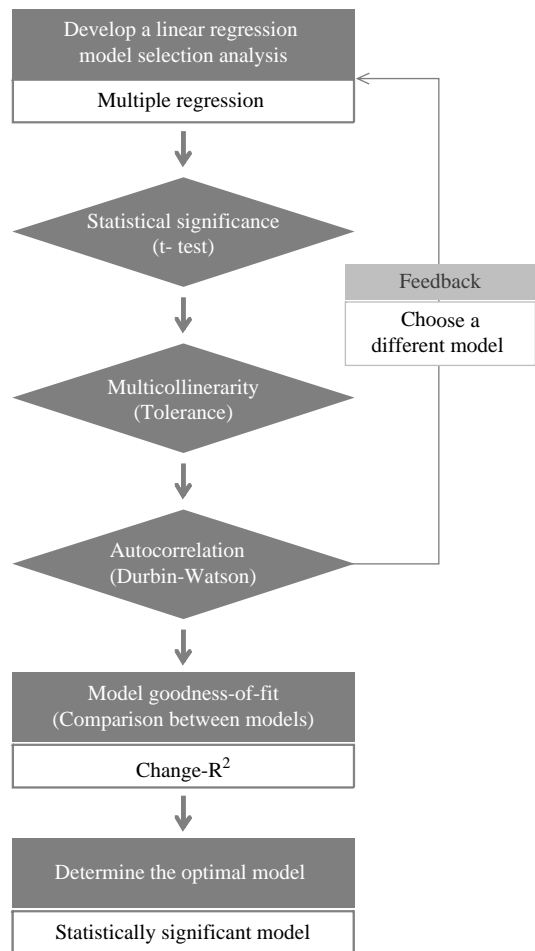
본 연구의 영향모형 개발 시 최종적으로 선정된 변수는 요인변수 4개(지역수준, 환경수준, 개발밀도수준, 교통수준)로 선정되었다.

#### 4. 탄소배출량 영향모형 개발결과

##### 4.1 영향모형 개발 흐름도

본 연구에서 도출되는 회귀분석의 통계적 유의성 검증 기준은 다음과 같으며, 절차는 그림 2에 자세하게 언급되어 있다.

첫 번째로 모형의 유의성을 검증하기 위해 T-test를 실시하였으며 절대값이 1.96값보다 크면 계수값은 의미가 있는 것으로 판단하였다. 두 번째로 모형의 자동상관 검증에서는 Durbin-Watson 값이 1.5~2.5 이내의 값을 가지면 자동 상관이 없는 것으로 판단하였다. 세 번째로 다중 공선성 검증에서는 Tolerance/VIF값이 0.1 이상, 10 이하이며 다중 공선성이 없는 것으로 판단하였으며 모형의 설명력(R<sup>2</sup>)이 1에 가까울수록 좋은 것으로 판단하여 독립변수의 수가 다른 경우 모형의 설명력을 비교하도록 하였다. 이러한 절차를 통해 통계적으로 유의한 최적 모형을 결정하였다.



**Fig. 2. Standard of statistical significance test.**



소배출량이 많으며 인구당 총면적 비율이 높은 지역과 건축연면적의 비율이 높은 지역에서 탄소배출이 많은 것으로 나타났다. 그러나 산림 및 녹지가 많은 지역에서는 탄소배출량이 적게 나타나 개발 및 건설에 있어 탄소 저감을 위해 녹지 조성이 필요한 것으로 판단된다.

셋째, 회귀모형의 분석된 표준화 계수를 바탕으로 영향요인의 중요도를 살펴보면, 교통수준(0.967), 개발밀도수준(0.561), 지역수준(0.530), 환경수준(0.385) 순서로 나타나 교통과 개발밀도수준이 탄소배출량에 중요한 요인들로 선정되었다. 첫 번째 가장 영향을 많이 미치는 교통수준은 도로면적과 자동차 등록대수의 증가로 탄소배출량에 영향을 상당히 미치는 것으로 분석되며 현재 도로건설과 급격한 자동차의 보급을 억제할 수 있는 다양한 교통수요 측면의 정책과 더불어 지하철 확충과 버스노선개편과 같은 대중교통 분담률 제고를 이루어야 교통측면의 개선이 이루어질 것이라 판단된다.

두 번째로 영향을 미치는 요소로 개발밀도 수준의 경우 면적당 인구수가 많을수록 탄소배출에 영향을 미치고 있으며 주거밀도와 건축연면적이 높을수록 영향을 미치는 것으로 분석된다. 이는 건물에 의한 냉난방 등 인간 활동을 통한 탄소배출로 판단되며 친환경건축물(탄소제로 건축물)을 촉진하는 인증 및 인센티브 방안 또는 대규모 개발 및 건설시 과도한 건축물 건설을 예방하기 위한 건축허용량 또는 정책의 보완 및 검토가 필요하다고 판단된다. 뿐만 아니라 라이프스타일을 통한 인간 활동에서 발생하는 탄소를 자발적으로 저감할 수 있도록 가이드라인이 필요하다.

세 번째로 지역수준의 경우 산업체수에 따라 탄소배출에 영향을 미치고 있으며 서울의 경우 산업체는 주로 오피스 건물로 개발밀도 수준과 연계되어 일정 수준의 대형 오피스 건물에 탄소제로건물 추진이 필요하다. 또한, 역사수에서도 영향을 미치는 것으로 나타나 대중교통 활성화를 위해 근거리, 장거리 단위로 구분된 대중교통 역사가 필요하다.

마지막으로 환경수준의 경우 산림면적은 탄소배출량과(-)의 관계를 가지고 있어 대기오염 저감에 긍정적인 영향을 미치고 있으나 인당 공원면적은 주변 개발 여건에 비해 공원 면적이 비교적 낮아 긍정적 효과가 상쇄되고 있음을 알 수 있다. 따라서, 서울과

같이 고밀도로 개발되어 있는 대도시에서 탄소 저감을 위해 산림과 같이 넓은 면적의 녹지환경 조건이 필요하며 탄소 저감을 위해 중요한 요소임을 분석할 수 있다. 또한, 주변지역 건설 시 녹지 및 산림 면적을 증가하여 도심 탄소배출량에 긍정적 효과가 발생할 수 있도록 한다.

지금까지 서울시를 대상으로 탄소배출량에 영향을 주는 모형개발을 통해 간략한 개선안과 결과를 제시하였다.

탄소배출에 영향을 주는 요소로 교통수준은 이미 많은 연구를 통해 밝혀졌으나 서울시의 전수 조사를 통해 교통수준이 탄소배출에 영향을 미치는 주요 원인으로 재확인하였다. 뿐만 아니라 개발밀도와 지역수준에서도 탄소배출에 차이가 나타나는 것이 도출되었다. 개발밀도의 경우 주거밀도와 건축 연면적 등을 고려하고 지역수준의 경우 역사수, 산업체수를 고려하여 탄소저감을 위한 도시적 차원의 관리가 필요하다.

향후 본 연구의 결과를 활용하여 저탄소 도시를 구현시 고려되어야 하는 요소로 기초자료를 제공하는 데 의의가 있다.

하지만 연구의 방법 및 기간의 제약으로 인해 다음 사항을 향후 연구과제로 제시한다.

첫째, 분석방법으로 요인분석을 활용한 회귀분석을 시도하였으나, 복잡한 영향관계를 명확히 고려하기 위해서는 구조방정식(SEM: Structural Equation Modeling)을 도입한 연구가 필요하다고 판단된다.

둘째, 본 연구는 서울시 분석만을 대상으로 도시공간구조요소와 탄소배출량간의 관계를 우선 검증하였으나 향후 여러 도시들의 분석을 포함하여 명확한 영향요인을 도출함으로써 신뢰성 높은 연구과정이 필요하다고 판단된다.

이러한 향후 연구 과제를 보완한다면 향후 도시 내의 대기오염을 줄이기 위한 도시적, 사회적 측면의 다양한 대안을 보다 면밀하게 제시할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(11첨단도시G04)에 의해 수행되었습니다. 이 논문은 국토해양부의 u-City 석박사 과정 지원사업으로 지원되었습니다.



## 참 고 문 헌

- Ahn, K.H. (2000) A study on the corelation between variables of urban form and energy consumption, Korea Planners Association, 35(2), 9-17.
- Baek, K.H. and J.H. Kim (2011) Analysis of characteristics of satellite-derived air pollutant over southeast asia and evaluation of tropospheric ozone using statistical methods, J. KOSAE, 27(6), 650-662.
- Competitive Cities and Climate Change (2000), Lamia Kamal-Chaui, Alexis Robert. OECD.
- Green Growth Korea (2011) Export Green City, 12-B552462-000012-01, 24-25.
- Ha, K.W. (2011) Carbon Emission Characteristic and Mitigation Mesures for Multi-regional Water Supply System, A master's thesis Chungbuk University.
- Kim, H.G., Y.S. Lee, C.M. Koo, and Y.N. Ko (2006) Development of atmospheric environmental sensitivity index by Socio-Statistical Survey, J. KOSEA, 22(4), 421-430.
- Ko, C.J. (2005) The Effect of the Urban Form on Air Pollution, A master's thesis Hanyang University.
- Lee, Y.J. (2002) Understanding of factor analysis, Suksung, 33-59.
- Moon, T.H. (1996) Study on Establishing Environmental Indicators for a Sustainable Development, Research Industrial Management Chung-Ang University, 5, 137-163.
- Newman, P. and J. Kenworthy (1989) Gasoline consumption and cities-acomparison of US cities with a global survey, Journal of the American Planning Association, 55, 24-37.
- Sim, K.E. (2001) Study on the effect of city size, density and the central place distribution pattern on the transportation energy consumption: the cases of madium and small-sized cities in Korea, Seoul National University.