

GIS를 이용한 가로등 및 가로수의 저탄소 정보 관리

Low-Carbon Information Management of Street Lamps and Street Trees Using GIS

최병길* · 나영우** · 권오섭***
Choi, Byoung Gil · Na, Young Woo · Kwon, Oh Sub

要 旨

현재 우리나라에서는 기후변화에 대응하기 위한 온실가스 감축을 위해 LED가로등 교체, 가로수 식수 등 다양한 개선사업들이 시행되고 있다. 그러나 대상 도시시설물에 대한 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 정보화가 이루어지지 않아 기후변화 정책의 효과를 정확하게 분석하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 GIS를 이용하여 가로등 및 가로수의 탄소 관련 정보를 체계적으로 관리하기 위한 방안을 연구하고자 하였다. 도시시설물의 정확한 저탄소 정보 구축을 위해서는 시설물별 탄소배출량 및 흡수량 산정방법이 정립되어야 함을 알 수 있었다. 또한 GIS를 이용한 가로등 및 가로수의 저탄소 관련정보의 시각화는 기존의 온실가스 배출량 및 흡수량을 수치적으로 나타내는 것에 비해 기후변화 대응 정책의 효과를 쉽게 시각적으로 파악하고 체계적으로 관리할 수 있음을 알 수 있었다.

핵심용어 : 도시시설물, 가로등, 가로수, 저탄소, 지리정보시스템

Abstract

Diverse improvement projects such as replacing street lamps with LED, street trees, etc are currently in progress in Korea to reduce greenhouse gas so as to cope with change in climate. However, the effect of climate change policy is not exactly analyzed, because exhaust quantity and absorption quantity of greenhouse gas of the target street lamp and street trees are not arranged as information. Thus, this study studied the method to systematically manage low carbon related information of urban facilities by using GIS. It was found that low carbon information of the urban facilities is necessary to exactly analyze effect of climate change policy and the method to calculate carbon exhaust quantity and absorption quantity of each facilities should be established to build exact low carbon information of urban facilities. Further, it was found that the visualization of information related to low carbon of street lamp and street trees by using GIS easily and visually grasps and systematically controls the effect of policy coping with change in climate than the existing numeral data of exhaust quantity and absorption quantity of greenhouse gas.

Keywords : Urban Facility, Street Lamps, Street Trees, Low-carbon, GIS

1. 서 론

1.1 연구 목적 및 배경

본 연구의 목적은 GIS를 이용하여 가로등 및 가로수와 같은 도시시설물의 저탄소 관련 정보의 효율적으로 관리하기 위한 방안을 연구하는데 있다. 전 지구적으로

산업화에 따라 화석연료의 사용이 증가하고 있으며, 이로 인해 대기 중 온실가스 농도가 증가하게 되었다. 이러한 온실가스의 증가로 인해 기온이 상승하고 해수면이 상승하는 지구온난화가 진행되고 있는 실정이다. 특히 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change; 기후 변화에 관한 정부간 패널)에 의하면 지난 100년

data received: 2014.01.16, data accepted: 2014.03.04

* 정회원 · 인천대학교 도시과학대학 건설환경공학과 교수(Member, Professor, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Incheon National University, bgchoi@incheon.ac.kr)

** 교신저자 · 정회원 · 인천대학교 산학협력중점교수(Corresponding author, Member, Professor of Hub-Industry-Academic-Cooperation, Incheon National University, survey@incheon.ac.kr)

*** 인천대학교 일반대학원 건설환경공학과 박사과정(Doctoral Student Dept. of Civil and Environmental Engineering, Incheon National University, titnic77@naver.com)

간 전지구의 평균기온이 약 0.74°C 상승하였으며, 기상청 자료에 따르면 우리나라의 경우 지난 100년간 이의 두 배인 약 1.5°C 상승한 것으로 보고되고 있다. 현재 전 세계적으로 온실가스 배출량 감축, 흡수원 확보 등의 지구온난화 방지를 위해 다각적인 노력을 기울이고 있다.

저탄소 녹색도시 건설을 위한 LED 가로등 교체나 가로수의 식수 등의 개선사업들이 시행되고 있다. 그러나 대상 도시시설물에 대한 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 정보화가 이루어지지 않아 기후변화 정책의 효과를 정확하게 분석하지 못하고 있다. 또한 GIS를 이용할 경우 공간적으로 광범위하게 분포되어 있는 도시시설물을 시각적이고 체계적으로 관리할 수 있으며, GIS를 이용하여 가로등과 가로수와 같은 탄소 배출 및 흡수와 관련된 도시시설물을 정보화하여 체계적이고 효율적으로 관리하기 위한 방안을 연구할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 GIS를 이용한 도시시설물의 저탄소 관련 정보 관리 방안에 대하여 연구하고자 한다.

1.2 연구동향

현재 도시시설물에 대한 온실가스 배출량 및 흡수량 산정 및 관리를 위해서는 지역별 통계방식에 의한 지역별 수치로 나타내고 있으며, 최근에는 위성영상을 통한 토지피복지도 제작을 통한 탄소흡수량 산정이나 도시공간모델링을 통한 온실가스 배출량 및 흡수량 산정에 관한 연구 등이 수행되고 있으나, 도시시설물별로 저탄소 관련정보를 구체적으로 GIS DB화하여 탄소배출량과 흡수량을 산정하고 관리하기 위한 방안에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

가로등 사용에 따른 온실가스 배출량은 가로등의 등원 종류와 등화시간 등에 따른 전기사용량에 의해 간접적으로 계산하거나 LED 가로등으로 교체했을 경우 기존의 할로겐 등에 대한 온실가스 감축량을 환산하여 계산한 연구가 있다.

가로수의 경우 수종에 따른 탄소 흡수량에 대한 연구동향을 살펴보면 Ko(2007)의 연구에서는 경기도의 경우 산림이 전체 면적 중 약 53%를 차지하고 있으며 2004년 기준으로 경기도에서 연간 배출되는 탄소량 71.2 백만톤/년 중 약 6.5%인 4.6 백만톤/년 을 산림에 흡수하는 것으로 산정된 바 있다. 그러나 이는 연간 임목축적량과 토지이용변화 자료에 근거하여 전체 산림의 효과를 산정한 것으로 도심지역에서의 녹지 확충과 수목 식재 사업에 따른 이산화탄소 흡수 효과는 이에 포함되지 않고 있다.

미국에서는 이미 도시녹지에 의한 이산화탄소 흡수

량과 에너지 절감효과에 대한 연구가 활발하게 전개되어 있어 Nowak과 Crane(2002)은 미국의 10개 도시에 대한 수목의 상세 자료와 미국 전체 도시 피복도 자료로부터 미국의 도시수목에 의한 연간 탄소흡수량을 22.8 백만톤/년(0.8 톤/ha/년)로 추정하였으며, 캘리포니아의 Climate Action Team(2006)은 5백만 그루의 수목을 도시에 식재할 경우 3.5 백만톤/년의 이산화탄소를 흡수할 것으로 보고하였고, McPherson 등(2008)은 LA에 1백만 그루의 나무를 심는 "Million Trees LA program"에 의해 35년간 1백만톤의 대기중 이산화탄소를 저감할 것으로 추정하였다.

도시 녹지 또는 수목에 의한 이산화탄소 흡수량 산정은 도시 내에 식재되어 있는 수목의 종류와 생리적인 성장특성 등에 대한 매우 구체적인 현황자료와 기초연구 자료를 필요로 하나, 국내에서는 Jo 등(2013)과 Park(2009)의 연구에서 소나무나 잣나무등과 같은 일부 가로수 수종에 대한 연구가 이루어졌으나 가로수에 대한 정확한 탄소흡수량 산정에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 Oh 등(2013)은 정밀한 공간정보를 활용한 탄소흡수량을 자동으로 산정하기 위한 방안을 연구하였으나 도시시설물을 대상으로 하고 있지는 못하고 있다.

GIS를 이용한 도시시설물 관리 분야에서는 도시시설물을 현장에서 직접 데이터베이스로 구축하는 연구가 진행되어 왔으며, RFID와 같은 모바일 시스템을 이용한 시설물 관리 분야에서 RFID를 이용한 가로수 관리 시스템, 지능형 전자기준점 관리시스템, 지하시설물 유지관리 시스템 등에 관한 연구 등이 수행되었다.

1.3 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 GIS를 이용한 도시시설물에 대한 저탄소 관련정보를 체계적이고 효율적으로 관리하기 위한 방안에 대하여 연구하고자 한다. 이를 위해 우선 도시시설물의 범위를 선정하고 공통항목과 저탄소 관련 정보 목록을 정립한다. 또한 도시시설물의 탄소배출량 및 흡수량의 산정방안을 정립하고 GIS DB 구축 및 탄소정보도 작성을 통하여 도시시설물의 저탄소 관련 정보의 관리방안에 대하여 연구한다.

본 연구에서는 인천지역의 도시시설물에 대한 GIS 정보화가 비교적 최근에 구축되어 있는 신도시 지역을 대상지역을 선정하고, 여러 도시시설물 중 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 탄소 배출원과 흡수원으로써 중요성이 높은 가로등과 가로수를 대상으로 하여 탄소 배출량 및 흡수량의 산정 방안을 수립한다. 수종, 임령, 수고, 광원의 종류, 소비전력, 등화시간 등의 정보를 포

합하는 GIS DB를 구축하고 저탄소 정보도를 작성한다. 가로등 종류 및 전력사용량에 따른 탄소배출량과 수종, 수령, 수고 등에 따른 탄소흡수량을 산정하여, 기존 활동도자료를 이용한 수치적 표현 방법과 비교했을 때 좀 더 시각적이고 정확한 정보로 제공할 수 있는 방안에 대하여 연구한다.

2. 도시시설물의 저탄소 정보화 방안

2.1 저탄소관련 도시시설물의 개요

도시시설물은 도시를 구성하고 있는 시설물로 건물을 포함한 일반시설물, 도로를 중심으로 구축된 도로기반시설물과 교통시설물 등을 포함하고 있는 도시기반시설물이 있다. 특히 도로기반시설물은 지상시설물과 지하시설물로 구분되며 도시를 관리하는데 매우 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구에서는 도로기반시설물 중에서 지상시설물을 도시시설물로 정의하고 도시시설물의 저탄소 정보 현황을 분석하고자 하였다. 도시시설물 가운데 지하시설물의 경우에는 관리대상을 7대 지하시설물(상수, 하수, 전기, 통신, 가스, 난방, 송유관)로 명확하게 규정할 수 있는 반면, 지상시설물은 분류방법에 따라 100~300여종으로 분류될 수 있으며, 관련법규, 고시, 지침 등을 조사하여 각종 규정에서 제시한 지상시설물을 종류별로 분류하여, 지방자치단체 UIS 데이터베이스 설계 보고서 등과 비교·분석하여 대상시설물을 선정하였다.

본 연구에서는 국토해양부 고시 제2003-286호에 포함된 “지방자치단체의 도로 및 상·하수도의 시설물 관리를 위한 범용프로그램의 기본설계서 및 품질인증기준 고시”에서 규정하고 있는 도시지상시설물 목록에 근거한 도로기반시설물을 대상으로 지상시설물의 24개 항목을 도시시설물로 정의 하였다.

3. 가로등 및 가로수의 저탄소 관련 정보관리 방안

3.1 도시시설물의 저탄소 정보 구축

도시시설물 관련규정 및 지방자치단체들의 도시시설물 관련 시스템을 분석한 결과 도로시설물, 상하수도시설물, 전기 및 통시설물, 가스시설물 분류 할 수 있었으며, 이중에서 탄소배출 및 흡수와 도시시설물과 관련된 시설물에서 탄소배출시설물, 기타 탄소흡수시설물과 배출과 흡수와 관련이 적은 시설물로 Table 1과 같이 분류할 수 있다. 관련규정에서의 24개의 항목 중에서 5개의 탄소배출 및 흡수와 관련된 시설물과 19개의 기타 탄소흡수시설물과 배출과 흡수와 관련이 적은 시설물로 표준목록을 정립하였다.

저탄소 관련 정보를 포함하고 있는 도시시설물 배출원의 경우는 에너지 사용에 따른 직접 또는 간접적인 배출량을 계산될 수 있으며, 흡수원의 경우 직접 흡수량으로 계산될 수 있다.

본 연구에서는 탄소 배출 및 흡수와 관련된 도시시설물을 대상으로 탄소 배출량 및 흡수량을 산정하고 저탄소 관련 정보를 체계적으로 관리하기 위하여 공통항목 및 표준항목을 다음과 같이 정립하였다

3.1.1 저탄소 관련정보 공통항목 도출

지방자치단체들의 GIS 데이터베이스 설계서를 기반으로 하여 도시시설물의 저탄소 정보 관리를 위한 표준목록의 GIS 데이터베이스 중에서 공통으로 사용되는 관리ID, 지형지물부호, 시설명, 데이터구조, 기준좌표, 도로번호, 관리기관, 설치일자, 설치위치, 관리자, 관리일자 등 공통항목을 도출하고 표준코드를 부여하였다. Table 2는 도시시설물 GIS 데이터베이스의 공통항목과 표준코드를 나타내고 있다.

Table 1. Standard list of urban facilities with low carbon information management

Main category	Middle category	Standard list of urban facilities
Urban facilities	Emission facilities(4)	street lamps, security lamps, traffic lamps, station
	Absorption facilities(1)	street trees
	others (19)	bridges, tunnels, overpasses, crossing facilities, underpass, overpass, underground walkways, protective fences, common holes, masonry / retaining walls, road signs, traffic square, cut side / fill surface, bicycle storage, pedestrian crossings, public parking, traffic signs, slip facilities, speed bumps

Table 2. Common items of urban facilities

No.	Common items	Standard code
1	Management ID	MAN_ID
2	Feature code	AE120, AE131, AE130, AE129, AE150, AE142, AE170, AE141, ETC
3	Facility name	RDL_STA, RDL_SGL, RD_Tree, etc
4	Data structure	PO_
5	Reference coordinate	COD_O
6	Road number	Road_No
7	Agency	Agency
8	Setup date	SetupDate
9	Setup position	POSI_
10	Administrator	Agent
11	Management date	WorkDate
12	Energy consumption	Energy
13	Emission factor	EmissionFactor
14	Carbon emission	Carbon_emission
15	Carbon absorption	Carbon_absorption

3.1.2 가로등 및 가로수의 표준항목 도출

탄소배출 및 흡수에 대표적 시설물은 가로등, 가로수에 대하여 데이터베이스 속성항목들을 각 지자체의 시스템에서의 항목들을 비교 분석하고 탄소배출량 및 흡수량 산정을 위해 필요한 요소들을 기준으로 저탄소 관련정보 관리를 위한 표준항목으로 도출하였다. 각 지방자치단체의 도시기반시설물 관리시스템에서 대상으로 하고 있는 동일 시설물이라도 구축된 속성정보가 서로

Table 3. Standard list of street lamps database

No.	Standard items	Definition
1	Flag holders number	number of flag holders
2	Lamp source capacity	capacity of the street lamps source
3	Lamp source power	power of the street lamps source
4	Lamp source type	type of the street lamps source
5	Luminaire model	luminaire model of street lamps
6	street lamps Type	type of street lamps position
7	Lamp pole material	material of street lamps pole
8	Lmap pole shape	shpape of street lamps pole
9	Arm length	lamp pole street lamps in the distance from the luminaire
10	Arm shape	shape of luminaire arm
11	Energy consumption	energy consumption of the street lamps source

Table 4. Standard list of street trees database

No.	Standard items	Definition
1	Tree type	type of street trees
2	Planting type	planting type of street trees
3	Protection framework type	protection framework type of street trees
4	Protective cover	protective cover of street trees
5	Guards	guards of street trees
6	Holding bar	holding bar of street trees
7	Irrigation facilities	irrigation facilities of street trees

상이하게 나타나고 있다. 각 지방자치단체에서 공통으로 채택하고 있거나 항목의 특성으로 꼭 필요하다고 판단되는 속성항목을 표준항목으로 선정하였다. Table 3은 가로등 GIS 데이터베이스 속성 표준항목의 정의를 나타내고 있다.

각 지방자치단체의 가로수는 일반적으로 수종과 위치에 대한 정보를 가지고 있으나 “가로수조성 및 관리조례”의 항목에서는 다른 항목을 정하고 있어 가로수에 대해서는 지방자치단체의 GIS 시스템과 비교 분석하여 Table 4와 같이 표준항목을 정의하였다.

3.2 가로등 및 가로수의 탄소배출량 및 흡수량 산정방법

3.2.1 가로등의 탄소배출량 산정방안

도시시설물에 탄소배출량 산정 방안은 표준화된 방법으로 명확히 정해져 있지 못한 실정이다. 다만 온실가스 배출량 산정치침에 의해 도시시설물별 온실가스 배출량을 산정 할 수 있다. 현재 환경부나 산업통상자원부 등 국가부처나 지자체들에서는 자체적인 온실가스 인벤토리 구축을 추진하고 있으며 대부분 IPCC 2006 GL에서 제공하고 있는 방법론을 사용하고 있다.

온실가스 배출량을 산정할 때에는 각각의 배출원에서 소비된 연료의 양에 관한 활동도 자료와 각 연료에 따른 온실가스 배출계수가 요구되며 산정방법은 다음과 같다.

$$Emission = \sum_a [Fuel_a \times EF_a] \quad (1)$$

Emission : CO₂, CH₄, N₂O 배출량, kg

Fuel_a : 소비된 연료 종류(연료판매량), TJ

EF_a : 연료 종류j 의 배출계수(kg/TJ)

a : 연료 종류

Table 5. Emission factor of electric power
(Units : $kgCO_2/KWh$)

Year	Emission factor
2000	0.447
2001	0.447
2002	0.454
2003	0.449
2004	0.475
2005	0.460
2006	0.464
2007	0.464

배출계수는 IPCC 2006 GL에서 제공하는 에너지 연소 시 발생하는 온실가스 배출계수를 온실가스별, 연료별로 정리하여 사용하였다. 각 온실가스별로 배출계수가 3종류씩 제시되어 있으며, 기본값과 상한치와 하한치가 제시되어 있으며, 특수한 상황이 아닌 한 기본값을 사용하면 된다.

가로등에서 사용되는 에너지사용량은 대부분 전력사용에 따른 간접배출량으로, 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 다음 식과 같이 가로등의 전력사용량과 전력사용에 따른 배출계수를 곱하여 산정한다.

$$Emission CO_{2_{Lamps}} = (Fual_{Lamps} \times EF_{Lamps}) \quad (2)$$

$Emission CO_{2_{Lamps}}$: 가로등의 전력사용에 따른 탄소 배출량, tCO_2/yr

$Fual_{Lamps}$: 가로등의 전력 사용량, KWh

EF_{Lamps} : 가로등의 전력 사용에 따른 배출계수, $kgCO_2/KWh$

가로등의 전력사용에 따른 배출계수는 Table 5와 같이 환경관리공단(EMC ; Environmental Management Corporation)에서 제공하고 있는 산정지침에서의 계수를 사용할 수 있다.

3.2.2 가로수의 탄소흡수량 산정방안

가로수등과 같은 도심녹지에 의한 온실가스 흡수량은 수종, 수령 등에 따라 다음 식과 같이 가로수의 전체 면적에 배출계수에 의해 산정한다.

$$Absorption CO_{2_{trees}} = Area_{trees} \times EF_{trees} \quad (3)$$

$Absorption CO_{2_{trees}}$: 가로수의 탄소흡수량, tCO_2/yr

Table 6. Absorption factor of urban trees and green area
(Units : $tCO_2/yr/ha$)

Type	Factor	20year	30year	31year
		under	under	over
Street trees		2.64	2.47	2.20
Urban park facilities		6.45	8.09	9.11
green area		6.45	8.09	9.11
Common green area		6.45	8.09	9.11

$Area_{tree}$: 가로수의 면적, ha

EF_{trees} : 가로수의 흡수계수, $tCO_2/yr/ha$

가로수의 온실가스 흡수능력을 파악하기 위한 자료로 기존의 산림청 및 경기개발연구원에서의 발표한 Table 6과 같이 흡수배출계수를 적용할 수 있다.

GIS DB로 구축하기 위한 가로수 한 분당 온실가스 흡수량은 가로수의 단위 면적당 흡수량을 단위 면적당 본수로 나누어 산정할 수 있다.

4. 적용 및 결과 분석

도시시설물 중에서 탄소 배출과 흡수의 가장 대표적인 가로등과 가로수에 대한 저탄소 정보화를 분석하기 위한 대상지역은 많은 종류의 도시시설물에 대한 정보화에 적합한 신도시 지역의 도로시설물을 대상으로 하였으며, 대상지역의 수치지형도로부터 각종 도로시설물의 정보를 추출하여 가로등 및 가로수에 대한 저탄소 관련 정보의 표준항목을 적용한 GIS DB를 구축하였다 (Fig. 1).

분석 결과 가로등에 의한 이산화탄소 배출량은 가로등 설치 증가에 따라 지속적으로 증가함을 알 수 있었다 (Table 7, Fig. 2).

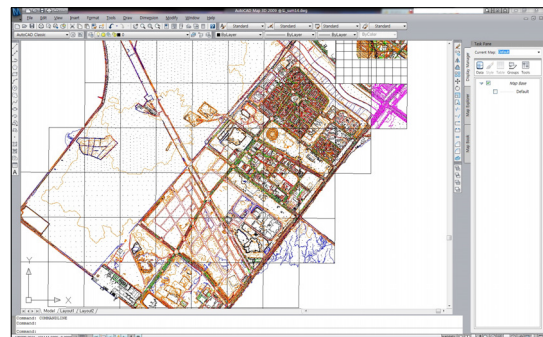


Figure 1. Digital Map of Study Area

Table 7. Emission of street lamps

(Units : tCO_2/yr)

Year	Emission
2009	1,314,042
2008	1,266,453
2007	1,242,746
2006	1,195,195
2005	1,143,139
2004	1,052,876
2003	977,319
2002	923,380
2001	835,167
2000	782,516

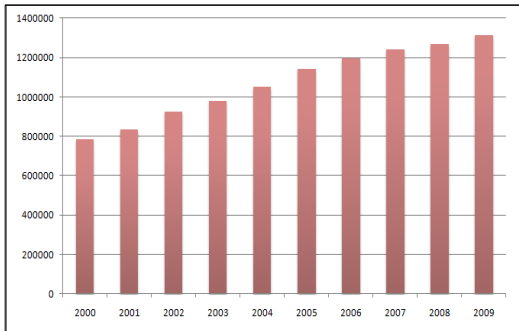


Figure 2. Secular trends of emission on street lamps

가로수 및 도심녹지에 대한 활동도 자료와 배출계수를 이용하여 인천광역시 지역의 개략적인 온실가스 흡수량을 산정하였다.

가로수 및 도심녹지에 의한 온실가스 흡수량은 정확한 배출계수가 산정될 경우 다시 계산될 수 있으며, 활동도 자료에 의한 변화 추이로 파악하는데 사용될 수 있을 것이다.

도시시설물의 기본 GIS DB로부터 가로등 및 가로수의 저탄소 관련 정보를 추출 및 환산하여 가로등 및 가로수의 저탄소 정보도를 작성하였다.

저탄소 정보도는 대상지역의 가로수와 가로등의 위치 정보와 탄소관련 상세 정보 등을 포함하고 있다(Fig 3).

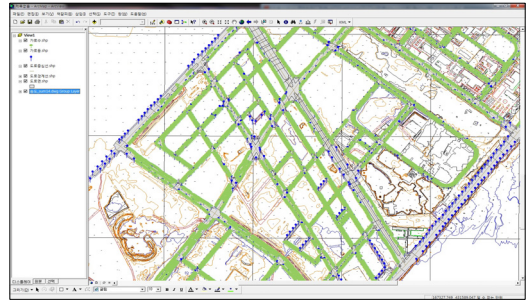
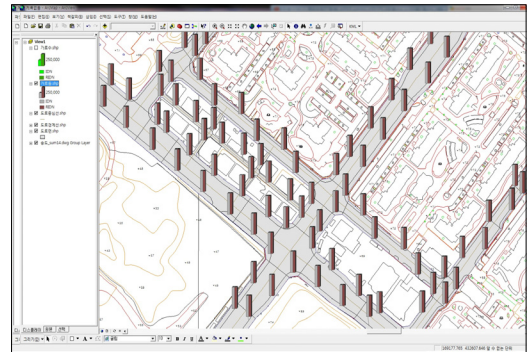
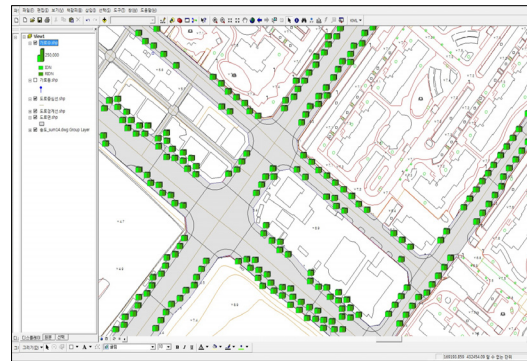


Figure 3. Low carbon information map of urban facilities



(a) Carbon emission of street lamps



(b) Carbon absorption of street trees

Figure 4. Visualization of Low carbon information map

Table 8. Carbon absorption by street trees and urban green area in Incheon

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Street trees	308	319	330	341	347	353	366	379
Urban park facilities green area	31,963	32,929	33,896	34,863	35,830	36,796	37,763	38,730
Common green area	2,681	2,810	2,939	3,068	3,197	3,326	3,455	3,583
Total	192	208	223	238	254	269	285	300
Total	35,144	36,266	37,388	38,510	39,627	40,745	41,869	42,993

이러한 저탄소 정보도는 기존 활동도 자료를 이용한 수치적 표현 방법과 비교했을 때 좀 더 시각적이고 정확한 정보로 제공할 수 있으며, 공간정보를 기반으로 정보화시킴으로써 기후변화 대응과 관련한 다양한 사업 및 시스템 구축에 활용 될 수 있을 것이다.

또한 탄소 배출량 및 흡수량에 따라 3차원으로 시각화함으로써 저탄소관련 시설물을 쉽게 파악 할 수 있다 (Fig 4).

저탄소 정보도에서 Fig 5와 같이 가로등 정보를 조회한 결과로 광원의 종류, 온실가스 배출량 등 상세한 정보가 구축된 것을 알 수 있다. 이를 통하여 광원 교체등과 같은 온실가스 저감을 위한 가로등의 저 전력화와 같은 저감 사업의 성과를 정량적으로 파악할 수 있을 것이다. 또한 온실가스 흡수량 확보를 위한 가로수의 추가적인 식수를 통한 온실가스 저감효과 등을 정량적으로 분석 할 수 있을 것이다.

저탄소 정보도에서 가로수 정보를 조회한 결과 Fig 6과 같이 수령, 수고, 흉고직경, 온실가스 흡수량 등에 대한 정보가 구축된 것을 알 수 있다.

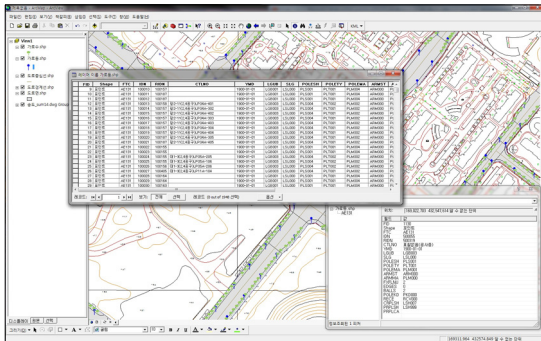


Figure 5. Street lamps information with Low carbon information map of urban facilities

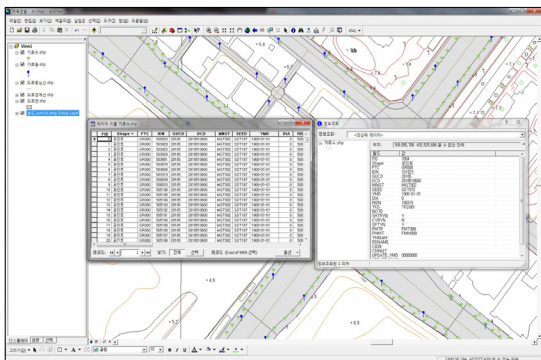


Figure 6. Street trees information with Low carbon information map of urban facilities

5. 결론

본 연구에서는 GIS를 활용하여 도시시설물중 가로등과 가로수에 대한 탄소정보화 방안에 관하여 연구하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 기후변화 정책에 대한 효과를 정확하게 분석하기 위해서는 도시시설물의 저탄소 정보화가 필요함을 알 수 있었다. 즉, 도시시설물의 저탄소 정보화를 통하여 기후변화 정책의 효과를 보다 빠르고 정확하게 분석하고 관리를 할 수 있음을 알 수 있었다.

둘째, 본 연구의 대상 도시시설물인 가로등과 가로수에 대한 GIS 분석결과 가로등과 가로수의 탄소배출과 흡수에 대하여 시각적으로 알기 쉽게 표현이 가능하였으며, 가로등의 광원 교체를 통한 저 전력화와 가로수의 추가적인 식수를 통한 탄소배출량 저감효과 등을 분석 할 수 있음을 알 수 있었다.

셋째, 일반적인 도시시설물의 GIS 기본정보에는 저탄소 관련 정보가 포함되어 있지 않아 도시시설물의 탄소정보화를 위해서는 기존의 도시시설물관리정보에 추가적으로 탄소 배출량 및 흡수량이 포함될 필요가 있으며, 정확한 탄소정보 산정을 위한 배출량과 흡수량의 산정방안 정립이 필요함을 알 수 있었다.

향후 본 연구에서 구축된 탄소정보 모니터링 시스템이 타 시스템과의 연계를 통하여 보다 다양한 분야에 대한 정보 제공 및 활용이 기대된다.

감사의 글

이 논문은 인천대학교 2011년도 자체연구비 지원에 의한 결과물로, 연구를 지원해 주신 인천대학교에 감사드립니다.

References

1. Climate Action Team, 2006, Climate action team report to governor Schwarzenegger and the Legislature, California Environmental Protection Agency.
2. Environmental Management Corporation, 2009, Guideline of estimating green house gas emission in local government, Environmental Management Corporation.
3. Incheon Metropolitan City, 2010, Master plan of climate change in Incheon, Incheon Metropolitan City.

4. IPCC, 2008, Climate change 2007 - Synthesis Report, IPCC.
5. Jo, Hyun-Kil, Kim, Jin-Young and Park, Hye-Mi, 2013, Carbon storage and uptake by evergreen trees for urban landscape -for pinus densiflora and pinus koraiensis-, Journal of Korean Society of Environment and Ecology, 27(5), pp. 571-578.
6. Ko, Jai Keong, 2007, A study on greenhouse gas emission characteristics of local governments in Gyeonggi-Do, Gyeonggi Research Institute.
7. Oh, Min Kyun, Kwon, Oh Sub, Choi, Byoung Gil and Na, Young Woo, 2013, Development of automatic carbon absorption system using spatial information, Korean Society for Geospatial Information System, KOGSIS 2013 Spring proceedings, pp.163-164.
8. McPherson, E. G., Simpson, J. R., Xiao, Q. F. and Wu, C. X. , 2008, Los Angeles 1-million tree canopy cover assessment, USDA.
9. Ministry Of Construction & Transportation, 2003, Notification of general program's basic design document and quality certification standards for facility management of road, water and sewage in local government, MOCT.
10. Nowak, D. J. and Crane, D. E., 2002 Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA, Environmental Pollution 116, pp.381-389.
11. Park, Eun Jin, 2009, Quantification of CO2 uptake by urban trees and greenspace management for C sequestration, Gyeonggi Research Institute.