

교통부문 탄소배출 저감을 위한 토지이용계획 기법 개발 및 탄소저감 효과검증 : 아산탕정지구를 대상으로

이우민¹, 박효숙¹, 천춘근², 이경환^{*}
¹공주대학교 도시·교통공학과, ²공주대학교 건설환경공학과

A Study on the Development and Effectiveness of Land Use Planning Methods for Carbon Reduction of Transportation : A Case Study of Asan-Tangjeong District

Woo-Min Lee¹, Hyo-Sook Park¹, Choon-Keun Cheon², Kyung-Hwan Lee^{*}

¹Department of Urban & Transportation Engineering, Kongju National University

²Department of Construction & Environmental Engineering, Kongju National University

요약 본 연구는 교통부문 탄소배출 저감을 위한 토지이용계획 기법을 개발하고 그 효과를 정량적으로 검증하는데 목적이 있다. 본 연구는 선행연구를 통해 토지이용계획 단계에서 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소로 외곽고밀개발, 용도복합을 통한 차량 이동거리 최소화, 보행네트워크 구축, 커뮤니티 회랑을 도출하고 아산 탕정지구에 적용하여 탄소저감 측면에서 개선된 토지이용계획안을 제시하였다. 교통부문 탄소저감 효과를 추정하기 위해서는 VISUM 프로그램을 이용하였다. 분석 결과 교통부문 탄소배출량은 약 17.7% 줄어드는 것으로 나타났으며, 탄소저감량은 약 450.7tCO₂/yr로 나타났다.

Abstract The purpose of this study was to develop land use planning methods for carbon reduction of transportation and verify the effectiveness. Therefore, this study derived carbon reduction design elements, such as high-density suburb, mixed-use development, pedestrian network and community corridor, which can be applied in the land-use planning stage by examining previous research. The carbon reduction design elements utilized the actual site during the research process. The carbon reductions were estimated using VISUM. Consequently, when carbon reduction design is applied to the site, the carbon emissions declined in the year. As a result of estimating the carbon reduction, approximately 450.7tCO₂/yr was reduced.

Keywords : Carbon-Reduction Design Elements, Carbon-Reduction of Transportation, Effectiveness Verification of Carbon-Reduction, Land Use Planning, VISUM

1. 서론

우리나라는 제조업 중심의 산업발전으로 인해 화석연료 의존도가 높아지면서 온실가스 배출량도 급격히 증가하였다. 특히 온실가스의 주범인 이산화탄소 배출량이

꾸준히 증가하고 있는데, 2011년 기준 우리나라의 이산화탄소 배출량은 6억1000만tCO₂으로 세계에서 7번째로 많으며 1990년에 비해 144%가 증가한 것으로 나타났다. 이로 인하여 지구온난화, 기후변화 등 환경적 측면에서 뿐만 아니라 경제적 측면에서도 많은 피해를 입고 있

본 논문은 2013년도 교육부와 한국과학창의재단의 재원으로 대학생 창의-융합형 연구과제 운영지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 : 2013-0991)

*Corresponding Author : Kyung-Hwan Lee(Kongju National University)

Tel: +82-41-521-9413 email: khlee39@kongju.ac.kr

Received October 19, 2015

Revised (1st December 7, 2015, 2nd December 30, 2015)

Accepted January 5, 2016

Published January 31, 2016

다. Nicholas Stern(2006)은 기후변화에 적절히 대응하지 않을 경우 그 피해는 매년 전세계 GDP의 20%까지 치솟을 것이라고 예측했는데, 우리나라를 비롯한 전 세계 모든 국가들이 이산화탄소 배출에 대한 책임을 회피할 수 없는 상황에 놓여있다.

따라서 우리나라 정부는 저탄소 녹색성장기본법을 제정하고 탄소배출량 목표관리제와 탄소 배출권 거래제 운영을 통해 ‘2020년 온실가스배출전망(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축’이라는 중기 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해 노력하고 있다. 또한 정부는 도시차원에서 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립지침을 수립하는 등 탄소배출량을 줄이기 위해 노력하고 있다. 하지만 토지이용계획 단계에서 발생하는 교통부문 탄소배출량을 추정하고 모니터링 할 수 있는 전체적인 시스템은 아직까지 갖추어져 있지 않으며, 특히 실제 대상지에 토지이용계획을 적용하고 탄소배출량을 검증하는 연구는 거의 진행되지 않고 있다. 이에 본 연구는 교통부문 탄소배출 저감을 위한 토지이용계획 기법을 개발하고 그 효과를 정량적으로 검증하는데 목적이 있으며, 이를 위해 실제 대상지에 탄소저감설계를 적용하고 교통부문 탄소저감 효과를 분석하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

기존에 진행된 탄소저감 관련 연구들을 살펴보면 크게 탄소저감 설계요소에 관한 연구, 탄소저감효과 검증에 관한 연구로 구분할 수 있다.

탄소저감 설계요소에 관한 연구를 살펴보면 JD Marshall(2008)은 도시형태가 교통부문 탄소배출에 미치는 영향을 분석하고 도시의 에너지 효율을 개선하기 위한 전략과 도시형태 요소를 제시하였다. 박현신(2009)은 에너지 절약형 신도시의 해외사례를 분석하고 저탄소 신도시 계획지표를 개발하였으며 구체적으로는 친환경 토지이용, 녹색교통, 자연생태, 신재생에너지, 에너지 절약형 건축물, 자원순환, 빗물관리 등 7가지 항목의 계획지표를 제시하였다. 김태호·이수일·김영일·노정현(2010)은 교통부문 탄소배출량(온실가스)을 산출하기 위한 국내의 대표적 방법들을 검토하고 이를 바탕으로 탄소배출량 산정을 위해 필요한 사항에 대한 시사점을 제시하였으며, 하남수(2013)는 온실가스 감축을 실행하고 있는

뉴욕, 런던, 서울을 대상으로 도시기본계획 수립 및 운영, 탄소저감 전략에 관한 계획내용을 비교 분석하였고 이를 통해 시사점을 도출하였다.

이어서 탄소저감효과를 정량적으로 검증한 연구들을 살펴보면 Rajat Gupta(2009)는 상향식, 하향식 탄소계산 방법을 이용하여 주거 수준 뿐만 아니라 도시 전체 규모의 에너지 관련 CO₂ 배출 감축량을 산정하였다. 장우연·김세용(2010)은 녹색도시 계획요소를 도출하고 각 계획요소의 정량적인 탄소저감효과를 산출하였는데, 특히 각 계획요소의 연관성을 고려하여 시나리오를 설정함으로써 계획요소 적용 시 탄소저감효과가 극대화 되도록 하였다. 이재준·김도영(2011)은 온실가스 감축방안으로 정부에서 발표한 저탄소 녹색마을의 탄소감축률을 정량적으로 분석하였으며, 저탄소 녹색마을 조성 방안을 소극적 시나리오(정부의 장기적인 목표치에 기초)와 적극적 시나리오(해외 선진사례에 기초)로 구분하여 적용하였다. 류경무·백기영·김영환·박종광(2011)은 탄소발생원과 흡수원을 구분하고 에너지사용량 기반의 하향식 접근방식과 에너지요구량 기반의 상향식 접근방식을 동시에 적용하여 탄소배출량을 산정하고 배출특성을 분석하였다. 진장원·박민관(2012)은 다양한 교통정책과 토지이용방법이 접목된 여러가지 시나리오를 작성하고 작성된 시나리오를 유사 그룹끼리 카테고리화 한 후 개별 시나리오 별로 시뮬레이션을 통해 CO₂ 발생량을 측정하여 가장 효율적인 지구단위 설계방법을 도출하였으며, 서승연·이경환(2013)은 도시재생과정에 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소를 도출하고 실제 대상지를 선정하여 각 계획요소별 탄소저감량을 산정하고 각 계획요소의 조성비용 대비 탄소저감 효과를 분석하여 설계요소의 우선순위를 제시하였다. 또한 김영환·박상준(2013)은 현지개발방식에 의한 주거지 재생의 탄소저감 효과를 분석하였으며, 또 다른 연구(김영환·박상준(2014))에서는 전면개발방식과 현지개발방식의 탄소저감 효과를 비교하는 저탄소지향형 도시설계 방안을 모색하고 저탄소 녹색계획요소의 활용방안을 도출하였다.

지금까지 탄소저감 관련연구들을 검토한 결과 최근 몇 년 사이에 다양한 연구들이 진행되고 있음을 알 수 있다. 하지만 대부분의 연구들이 원단위를 이용하여 탄소저감효과를 검증하고 있을 뿐 실제 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 그 효과를 정량적으로 분석한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 실제 대상지에 적용할

수 있는 토지이용계획 설계요소를 개발하고 교통부문 탄소저감효과를 정량적으로 검증할 수 있는 연구가 필요하다고 판단된다.

3. 분석의 틀

3.1 연구 대상지

본 연구의 대상지는 충청남도 아산시 탕정면 동산리 일원으로 (구)아산신도시 탕정지구 2단계 개발예정지의 일부 지역이다. 대상지 면적은 약 69.5ha로 대부분이 논과 밭으로 이루어져 있다.



Fig 1. Location of the site

3.2 연구방법

본 연구는 먼저 문헌연구 및 사례조사를 통해 토지이용계획 단계에서 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소를 도출하고 도출한 설계요소를 실제 대상지에 적용하여 탄소저감 측면에서 개선된 토지이용계획안을 제시하였다. 이어서 교통부문 탄소저감 효과를 분석하였으며, 이를 위해 교통시물레이션 프로그램 VISUM을 이용하였다. VISUM은 시간대별 교통수요를 예측하는 프로그램으로 거시적 시물레이션이 가능하며 개별형태모형을 통해 교통혼간 O/D분석 및 Link별 교통수요 예측이 가능한 프로그램이며 본 연구의 분석과정에 적합하다고 판단하여 이를 활용하였다.

4. 분석결과

4.1 탄소저감 설계요소 도출

본 연구는 서승연·이경환(2013), 진장원·박민관(2012), 류경무·백기영·김영환·박종광(2011), 이재준·최석환(2009) 등의 연구를 토대로 토지이용계획 단계에서 적용가능한 탄소저감 설계요소를 도출하였으며 자세한 내용은 Table 1과 같다.

Table 1. Carbon reduction design elements and application plan in this study

Design Elements	Description
High-density suburb & Mixed-use development	High-density suburb shortens the driving distance from outside. Mixed-use development induces a reduction in using vehicles. It helps to reduce the carbon emissions.
Pedestrian network	Building the safe and pleasant pedestrian network for connecting inside of complex helps reduce the vehicles. It is effective in reducing the carbon.
Community corridor	Locating neighborhood Facilities on the corridor that connects the residential neighborhood and the center of complex Induced walking and reduced the vehicles. It is effective in reducing the carbon.

구체적인 탄소저감 설계요소 도출과정은 Figure 2와 같다.

Step 1 : Literature study
Investigating research and case study related low carbon design elements
Step 2 : Low carbon design elements that can be verified quantitatively
Selecting design elements that can be verified effect of carbon reduction quantitatively
Step 3 : Developing carbon reduction design elements
Developing design techniques for carbon reduction applicable to land use planning

Fig 2. Process of developing carbon reduction design elements

4.2 탄소저감 설계요소 적용

도출된 탄소저감 설계요소를 대상지에 적용하여 Figure 3과 같이 탄소저감 측면에서 개선된 토지이용계획안을 제시하였으며 세부적인 설계 내용은 다음과 같다.



Fig 3. Plan applied carbon reduction design elements

첫째, 대상지 외곽개발 및 용도복합을 통해 차량의 이동거리 감소를 유도하였다. 대상지 외부에서 내부로 들어오는 차량의 이동거리를 감소시키기 위해 외곽을 고밀로 개발하였고, 용도복합을 통해 차량 이용을 줄이고자 하였다. 또한 통행량이 많이 발생하는 지역에 상업시설을 배치하고 차량의 이동거리를 최소화시킴으로써 차량 통행에 의한 탄소배출량을 줄이도록 하였다.

둘째, 대상지 전역을 걸쳐 보행네트워크를 구축하였다. 대상지 전역을 보행자도로로 연결시켜 대상지 내에서 걸어서 이동할 때 불편함이 없도록 계획하였고, 차량동선과 보행자 동선을 분리시킴으로써 보행자가 안전하게 걸어 다닐 수 있도록 하였다. 또한 대상지를 가로지르는 매곡천 주변에 수변공원을 조성하여 보행자 네트워크와 연결시킴으로써 쾌적성을 증진시키도록 하였다. 이를 통해 대상지 내부에서 이동할 때 차량을 통한 이동에서 보행을 통한 이동으로 변화할 수 있도록 유도하였다.

셋째, 대상지 중앙을 가로지르는 Community Corridor(커뮤니티 회랑)를 적용하였다. 학교, 공공시설, 체육시설 및 공원 등 생활에 필요한 여러 시설들을 도시 중심에 배치하여 일상생활축을 형성하여 이동성과 편리성을 높여 보행 활동이 늘어날 수 있도록 유도하였다.

4.3 주거단지 탄소저감효과 검증

본 연구에서 탄소저감효과를 검증하기 위해 LH공사에서 수립한 기존 계획안과 탄소저감설계를 적용한 계획안을 비교하여 교통부문 탄소배출량을 산정하였다. 완공시점은 공사기간을 고려하여 2017년도로 설정하였다.

산출식에 대입할 차량이동거리를 구하기 위해 계획안 변경에 따른 시나리오별 교통수요 변화예측이 가능한 시

뮬레이션 프로그램인 VISUM을 활용하였다. 시뮬레이션 분석 시 대상지 내부는 분석대상권, 대상지 외부는 직접영향권과 간접영향권으로 구분하여 구축하였다. 분석대상권은 대상지 내부 토지이용계획에 따른 블록 단위로 구축하였으며, 직접 및 간접영향권은 국가교통DB센터(KTDB)에서 제공하는 2014년 전국 네트워크를 활용하였다. 분석대상권의 세부 분석을 위해 아산시를 대상으로 Sub-Area(대상권 분석 시 Network 추출) 작업을 진행 후 대상권에서 외부(직접영향권, 간접영향권)의 유출/입 통행을 고려하였다. 따라서 본 연구에서 사용된 O/D는 대상권에서의 내부통행량과 외부통행량을 모두 포함한 것이다. 대상지 세부 존 및 내부통행량 구축 시 아산시 가구통행실태조사 데이터를 활용하여 Trip Chain을 구축하였으며, 대상지에서 외부통행량 구축 시 국가교통DB센터에서 제공하는 아산시 탕정면 동산리 유출입 통행량(내부통행량 제외)을 이용하였다.

구축한 데이터를 통해 교통존 간 O/D를 분석하여 Link별 교통수요를 예측하였으며, 최종적으로 계획안의 자동차 총 주행거리(km/일), 하루 발생교통량(대/일)을 추정하였다. 전체적인 과정은 Figure 4와 같다.

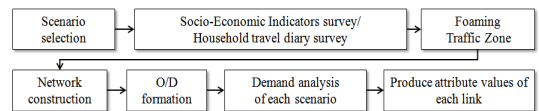


Fig 4. Process of estimating traffic demand

대상지의 탄소저감효과를 분석하기 위해 Table 2와 같이 2개의 시나리오를 작성하였다. 여기서 시나리오 I은 LH공사에서 기존에 수립한 탕정지구 토지이용계획안이며, 시나리오II는 탄소저감 설계요소를 적용하여 새로 구성된 토지이용계획안이다. 두 계획안을 살펴보면 탄소저감 설계안인 시나리오II는 시나리오 I에 비해서 외곽이 더욱 고밀도로 계획되었음을 확인할 수 있으며, 시나리오 I의 상업용지를 시나리오II에서는 주상복합아파트를 배치하여 용도복합화 하였다. 또한 시나리오II에서는 시나리오 I과는 다르게 학교, 공공시설, 체육시설 및 공원 등을 대상지 중심부에 배치하였다. 이는 시나리오II는 본 연구에서 주장한 탄소저감 설계기법이 적용되었음을 알 수 있다. 이 과정에서 주거, 상업, 업무 등 각 용도별 건축연면적은 같게 유지하였다.

Table 2. Land use plan of each scenario

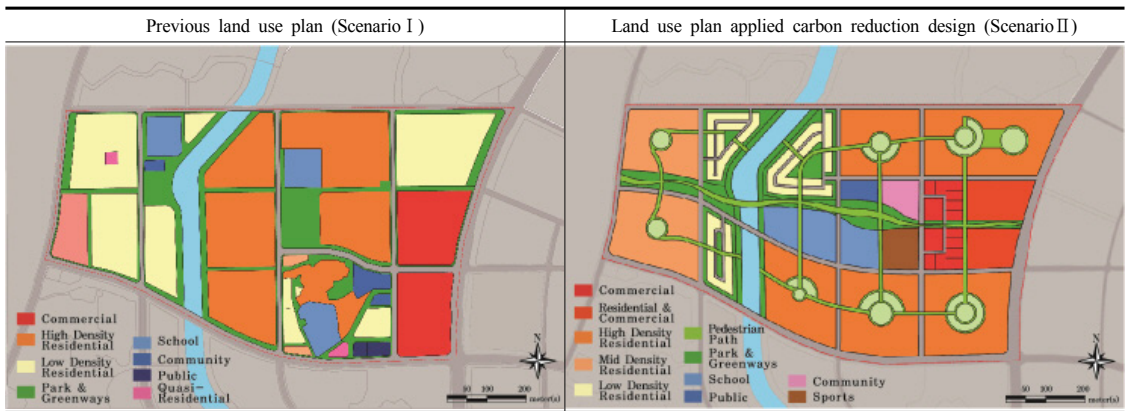
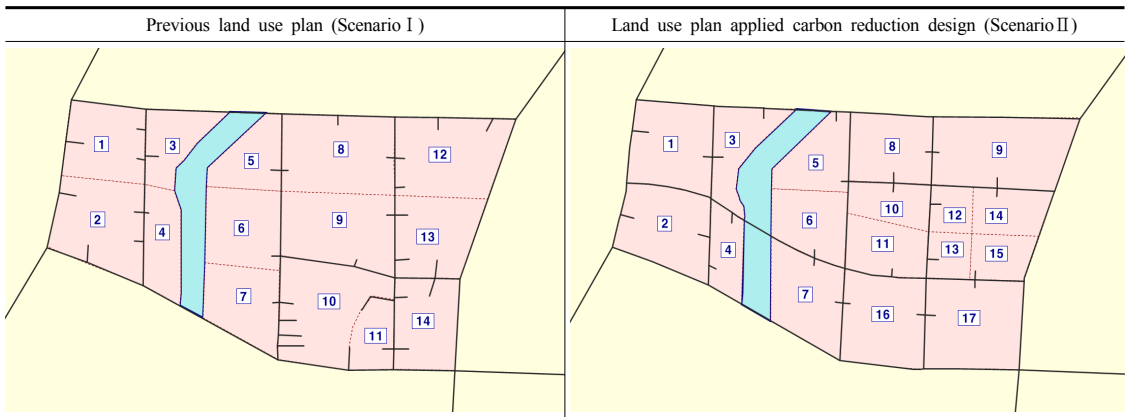


Table 3. Demand model of each scenario



이어서 토지이용계획도를 참고하여 시나리오별 교통 모형(교통존, Network)을 Table 3과 같이 구축하였다. 교통존은 블록 단위로 세분화된 교통존을 구축하였으며, Network는 토지이용계획도를 참고하였다. 시나리오별 교통존을 살펴보면 차이가 있음을 확인할 수 있다. 이는 차량이 대상지 내부로 진입할 때 우회하는 것을 방지하기 위하여 도로를 추가로 설치하였기 때문이다. 본 연구의 수요모형은 전통적 교통수요 4단계 모형보다 지역(Zone) 특성을 반영할 수 있는 개별형태모형을 활용하였다.

또한 O/D 구축을 위해 탕정지구가 속한 아산시의 사회경제지표와 가구통행실태조사 결과를 이용하였는데, 구축과정에서 유사한 통행행태를 갖는 인구그룹(Person Group)의 통행체인(Trip-Chain)을 이용하여 통행분포 및 패턴을 구축하였다. Trip-Chain은 Figure 5와 같이 하루 동안 사람이 활동한 순서로 묘사되는데, 예를 들면

HJWH(집-출근-업무-집)와 같이 Trip-Chain은 하나의 지점에서 다른 지점으로 움직임을 설명한다. HJWH는 HJ, JW, WH 3가지 활동을 포함한다.

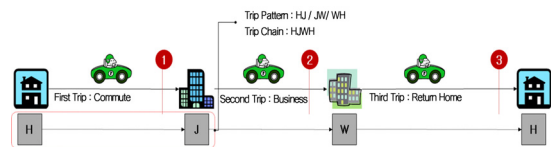


Fig 5. Trip-Chain flow chart

분석대상권의 토지이용계획에 따라 사회경제지표를 수집하였다. 본 연구에서 조사한 사회경제지표 항목은 Table 4와 같다. 이어서 개별형태모형을 이용하여 통행 발생·통행배분·수단선택 과정을 분석하였다.

수단선택의 경우 시나리오 I은 기존의 계획안을 참고

하여 아산시 수단분담률 예측값(2017년)을 이용하여 분석하였으며, 시나리오Ⅱ의 수단분담률은 제2차 대중교통기본계획과 제1차 비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획을 참고하였다.

Table 4. Socio-economic indicators utilized in the analysis

Classification	Unit	Data
The total residents	Persons	Number of residents
Business	Total floor area(m ²)	Public & General office area
Commerce	Total floor area(m ²)	Commercial area
Education	Persons	Elementary, middle and high school students
Recreation	Total floor area(m ²)	Park, Culture & Sports facilities area

제2차 대중교통기본계획(2012~2016)에서는 대중교통 수송분담률을 5% 향상시키는 것을 목표로 도시 유형별 2016년, 2030년 수송분담률 예측치와 목표치를 제시하였다. 본 연구의 대상지는 도·농복합도시로 2016년 예측치를 이용하여 분석하였다.

제1차 비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획에서는 비동력·무탄소 교통수단 즉, 보행 및 자전거 이용이 교통수단으로써 수송분담을 증대하는 것을 목표로 보행과 자전거의 수단분담률을 제시하였다. 본 연구의 설계지침과 비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획에서 제시된 전략의 방향이 같으므로 본 연구의 대상지의 보행/기타의 수단분담률을 보행과 자전거의 계획지표를 이용하여 분석하였다.

이를 통해 시나리오별 수단분담률은 Table 5와 같이 설정하였다. 설정된 수단분담률 중 승용차와 승합차, 화물차의 경우 차종에 따라 탄소배출량이 다르므로 차종별 수단분담률을 설정하였다.

Table 5. Modal share rate of each scenario

Classification	Modal share rate (Scenario I)	Modal share rate (Scenario II)
Car/Van	42.7%	34.9%
Bus	25.8%	25.8%
Truck	2.3%	2.3%
Walking/etc.	29.2%	37.0%
Total	100.0%	100.0%

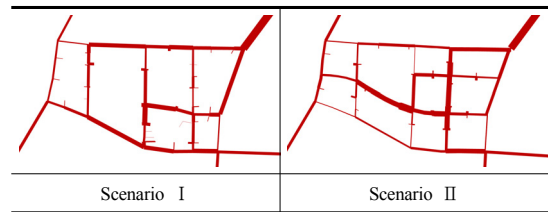
차종별 수단분담률은 아산시 차종별 등록현황을 참고

하여 Table 6과 같이 설정하였다. 통행배정은 가능한 많은 경로를 검색하여 경로를 배정하는 사용자 균형배분법을 사용하였으며 시나리오별 통행 배정 결과는 Table 7과 같다.

Table 6. Modal share rate of vehicle type

Vehicle type		Modal share rate	
		Scenario I	Scenario II
Car	Subcompact car	3.77%	4.61%
	Compact car	2.85%	3.48%
	Mid-size car	18.46%	22.58%
	Full-sized car	7.95%	9.73%
Van	Compact van	1.76%	2.15%
	Mid-size van	0.05%	0.06%
	Full-sized van	0.05%	0.06%
	Specialized van	0.01%	0.01%
Truck	Compact truck	1.40%	1.40%
	Mid-size truck	0.23%	0.23%
	Full-sized truck	0.15%	0.15%
	Specialized truck	0.52%	0.52%

Table 7. Traffic assignment results of each scenario



마지막으로 위에 제시한 모형구축을 통하여 분석대상의 시나리오별 Link 속성값을 분석하였으며, 시나리오별 주요 분석결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Analysis results of each scenario

Scenario	Car/Van		Bus		Truck	
	Scenario I	Scenario II	Scenario I	Scenario II	Scenario I	Scenario II
Total travel distance (km/day)	21,154.5	15,709.0	1,131.8	1,153.8	1,102.4	1,115.6
Total traffic (veh/day)	123,446.3	90,086.1	7,136.1	7,588.3	6,460.2	6,454.8

VISUM 프로그램을 이용하여 추정된 결과 승용차/승합차의 총 주행거리는 21,154.5km/일(시나리오 I)에서 15,709.0km/일로 크게 감소한 것으로 나타난다. 승용차/승합차의 교통량도 123,446대(시나리오 I)에서 90,086

대(시나리오II)로 탄소저감설계 적용 후 감소한 것을 확인할 수 있다. 이어서 버스의 총 주행거리를 살펴보면 시나리오 I 은 1,131.8km/일, 시나리오II는 1,153.8km/일로 약간 증가한 것으로 나타나며, 교통량도 시나리오 I 은 7,136대/일, 시나리오II는 7,588대/일로 증가하는 것으로 나타난다. 이와 같은 결과는 통행수단이 승용차/승합차에서 대중교통(버스)로 전환되기 때문에 나타나는 효과로 판단된다. 화물차량의 총 주행거리를 살펴보면 시나리오 I 은 1,102.4km/일, 시나리오II는 1,115.6km/일로 약간 증가한 것으로 나타났으며, 교통량은 시나리오 I 은 6,460대/일, 시나리오II는 6,455대/일로 감소한 것으로 나타났다.

이와 같이 추정된 값들을 이용하여 대상지 내교통부문 탄소배출량을 산정하였으며 승용/승합차, 버스, 화물차의 탄소배출량은 국립환경과학원의 자동차 온실가스 저감 대책 연구(2005)의 CO2배출계수를 이용하여 산정하였다. 구체적인 산정식은 아래와 같다.

$$\text{연간 교통부문 탄소배출량} = \text{차량(승용차/버스/화물차)} \times \text{일평균 총 주행거리} \times \text{차량(승용차/버스/화물차)} \times \text{1km 주행시 CO2 평균배출량} \times 365\text{일}$$

최종적으로 교통부문 탄소배출량 산정한 결과는 Table 9와 같다. 시나리오 I 의 교통부문 탄소배출량은 연간 2,549.2tCO2, 시나리오II의 교통부문 탄소배출량은 연간 2,098.5tCO2으로 약 17.7% 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 탄소저감설계 적용 후 교통부문에서 연간 약 450.7tCO2의 탄소저감 효과가 있는 것으로 분석되었다.

Table 9. Carbon reduction effect of each part

Scenario I Carbon emissions (tCO2/yr)	Scenario II Carbon emissions (tCO2/yr)	Carbon reduction (tCO2/yr)
2,549.2	2,098.5	450.7

5. 결론

본 연구는 교통부문 탄소배출 저감을 위한 토지이용 계획 기법을 개발하고 그 효과를 정량적으로 검증하는데 목적이 있다. 이를 위해 기존 연구들을 활용하여 토지이용계획 단계에서 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소를 도출하고 실제 대상지에 적용하여 교통부문 탄소배출량

을 산정하였다. 본 연구의 주요 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 문헌연구 및 사례조사를 통해 토지이용계획 단계에서 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소 도출하였으며, 구체적으로 대상지 외곽개발 및 용도복합, 보행네트워크 구축, 커뮤니티 코리더 등의 계획기법을 제안하였다. 둘째, 탄소저감설계 적용으로 인한 차량 주행거리 감소 정도를 추정하기 위해 탄소저감 설계요소를 아산 탕정지구에 적용하고 VISUM 프로그램을 이용하여 분석을 수행한 결과 탄소저감설계를 적용할 경우 승용차와 승합차의 교통량과 주행거리가 크게 줄어드는 것으로 나타났다. 교통 부문 탄소배출량은 약 17.7% 줄어드는 것으로 분석되었다. 셋째, 교통부문 탄소저감효과를 산정한 결과 약 450.7tCO2/yr로 나타났다.

본 연구는 토지이용계획 과정에 적용할 수 있는 탄소저감 설계요소를 도출하고 실제 대상지에 적용하여 정량적인 교통부문 탄소저감효과를 분석했다는 측면에서 의미가 있다. 본 연구의 결과물은 탄소저감도시를 계획하는 과정에 활용할 수 있으며, 또한 향후 도시계획 심의 등에 탄소배출량 평가기준이 포함할 경우 평가기준으로 활용 가능할 것으로 생각된다.

그러나 본 연구는 시뮬레이션 프로그램을 활용한 연구로 실제 완공된 대상지를 대상으로 한 연구가 아니라는 한계가 있으며 따라서 향후 실제 탄소저감설계가 적용되어 완공된 주거단지에 대한 분석을 통해 탄소저감효과를 실증적으로 검증하는 연구가 추가적으로 수행될 필요가 있다고 판단된다.

References

- [1] Stern, N. H., *Stern Review: The economics of climate change*, London: HM treasury, 2006.
- [2] Marshall, J.D., "Energy-efficient urban form", *Environmental Science & Technology*, 42(9), pp. 3134-3136, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/es0870471>
- [3] Park, H., "A Study on Foreign Cases and Techniques of Energy-Saving New Town for Carbon Reduction", *Journal of the Korea Environmental Policy and Administration Society*, 2009.
- [4] Kim, T., Lee, S., Kim, Y., Roh, J., "Comparison Study of Generated Greenhouse Gas(GHG) Amount Estimation from Road Transportation", *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 58(9), pp. 72-73, 2010.
- [5] Ha, N., "A Study on the Low-Carbon Strategy in City Mater Plan : Focused on City Master Plan of New York,

Lond, Seoul”, Master’s thesis of Sungkyunkwan University, pp. 64-66, 2013.

- [6] Gupta, R., “Moving towards low-carbon buildings and cities: experiences from Oxford, UK”, *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4(3), pp. 161-167, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ijlct/ctp028>
- [7] Jang, W., Kim, S., “A Study on Eliciting Planning Indicators of Low-carbon Green City and CO2 Reduction Plan”, *2010 Autumn Conference of Urban Design Institute of Korea*, pp. 159-173, 2010.
- [8] Lee, J., Kim, D., “Analysis on Carbon Reductions by Scenario in LCGVs within New Towns”, *Journal of the Korea Planners Association*, 46(6), pp. 171-172, 2011.
- [9] Ryu, K., Baek, K., Kim, Y., Park, J., “Analyzing the Estimation Methods and the Property of Co₂ Emission for Urban Regeneration Districts”, *Journal of Korea Planners Association*, 46(7), pp. 143-144, 2011.
- [10] Jin, J., Park, M., “A Study on the district Unit Design for CO₂ Reduction of Transportation”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 13(3), pp. 1370-1376, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.3.1370>
- [11] Seo, S., Lee, K., “Establishment of Urban Regeneration Model for Carbon Reduction and Analysis on the Application Effect”, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 29(9), pp. 172-175, 2013.
- [12] Kim, Y., Park, S., “A Study on Carbon Reduction Effect in On-site Improvement Type Residential Regeneration”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 14(3), pp. 1500-1501, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.3.1495>
- [13] Kim, Y., Park, S., “Low-Carbon Green Planning Elements and Carbon Reduction Effect in Urban Regeneration Project : With Case Study on the CBD of Cheongju City”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 15(1), pp. 180-181, 2014.
- [14] Lee, J., Choi, S., “A Study on the Development of the Planning Indicator for Carbon Neutral on the District Unit Plan”, *Journal of Korea Planners Association*, 44(4), pp. 119-131, 2009.
- [15] National Institute of environmental Research, “A Study on the Greenhouse Gas Control Strategies for Motor Vehicles”, 2005.

이 우 민(Woo-Min Lee)

[준회원]



- 2014년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 도시·교통공학과 석사과정

<관심분야>

도시설계, 도시계획

박 효 숙(Hyo-Sook Park)

[준회원]



- 2015년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 도시·교통공학과 석사과정

<관심분야>

도시설계, 도시계획

천 춘 근(Choon-Keun Cheon)

[준회원]



- 2015년 2월 : 공주대학교 도시·교통공학과 (공학석사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 건설환경공학과 박사과정

<관심분야>

교통공학, 교통수요, 도시계획

이 경 환(Kyung-Hwan Lee)

[정회원]



- 2000년 8월 : 서울대학교 도시설계 협동과정 (공학석사)
- 2008년 2월 : 서울대학교 지구환경시스템공학부 도시설계전공 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 건설환경공학부 도시·교통전공 교수

<관심분야>

도시계획 및 설계, 단지계획, 보행친화도시