

## 통과교통량을 고려한 이산화탄소 배출량 추정 방안 연구

김태균 · 흥기만 · 백바름 · 우왕희 · 흥영석 · 조중래\*

명지대학교 교통공학과

### A Methodology for CO<sub>2</sub> Emissions Estimation with Through-Traffic

KIM, Tea Gyun · HONG, Ki Man · BAEK, Ba Ruem · WOO, Wang Hee ·  
HONG, Young Suk, CHO, Joong Rae\*

Department of Transportation Engineering, Myongji University, Gyeonggi 449-728 Korea

#### Abstract

This study develops a CO<sub>2</sub> emissions estimation method, which considers different O/D travel patterns and through traffic volumes, in different regions for CO<sub>2</sub> emissions management in the field of transportation. In the research, O/D and network data provided by the Korea Transport Database (KTDB) Center are used as basic data. The results show that the total emission was similar to the Metropolitan's total emission which was estimated by KTDB (2009). With the analysis focusing on Gyeonggi-do, the results show that CO<sub>2</sub> emission from through traffic volumes was greater than CO<sub>2</sub> emissions of the Intra-Regional in southern regions; By contrast, CO<sub>2</sub> emissions of the Intra-Regional was greater than that from through traffic volumes in northern regions. Therefore, the CO<sub>2</sub> emissions management needs to be segregated into local government and nation with each travel pattern.

본 연구는 우리나라 도로 교통부분의 이산화탄소 배출량 관리를 위한 지역별 배출량 산정 방법에 대한 연구로서 지역별로 서로 다른 통행패턴(기종점 통행, 통과 통행)을 고려하였다. 기초자료는 국가교통DB센터(KTDB)에서 제공하는 O/D 및 Network 자료를 이용하였다. 분석 결과, 기존 연구에서 제공하는 수도권외의 총 이산화탄소 배출량은 매우 유사한 수준으로 분석되었다. 경기도를 중심으로 권역을 설정하여 분석한 결과, 경기도 남부 지역에서는 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 지역 배출량에 비해 높게 나타났으며, 북부 지역에서는 지역 배출량의 비율이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 통행의 구분에 따라 지자체에서 관리할 수 있는 배출량과 국가 차원에서 관리할 수 있는 배출량을 구분할 필요가 있을 것으로 판단된다.

#### Keywords

CO<sub>2</sub> emissions management, CO<sub>2</sub> emissions, through-traffic, traffic assignment, travel pattern  
이산화탄소 배출량 관리, 이산화탄소 배출량, 통과 교통량, 통행배정, 통행 패턴

\* : Corresponding Author  
jrcho@mju.ac.kr, Phone: +82-31-330-6500, Fax: +82-31-336-2885

Received 4 April 2014, Accepted 7 August 2014

## 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

경제 및 산업발전에 따른 온실가스 배출로 인하여 환경 변화 및 그에 따른 영향(지구온난화, 빙하감소, 홍수, 가뭄 및 사막화, 해수면 상승, 생태계 변화 등)이 사회적으로 문제되고 있으며, 이와 같은 문제를 세계적 문제로 판단하고 선진국들은 기후변화협약(UNFCCC)을 통해 규제 및 방지 방안을 마련하고 있다. 실제 선진국들은 교토의정서(Kyoto protocol)에 따라 이미 온실가스 감축을 실천하고 있으며, 우리나라도 2009년 말에 2020년까지 온실가스를 BAU 배출량 대비 30% 감축하겠다는 국가 중기 온실가스 감축목표를 확정·발표 하였다.

온실가스는 일반적으로 크게 4가지 종류(이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 염화불화탄소)로 구분되고 있으며, 이 중 이산화탄소는 지구 온난화에 가장 큰 영향(약 60.1%, 2010년 기준)을 미치고 있다. 따라서 온실가스 배출량은 이산화탄소를 기준으로 환산하여 측정하고 있으며, 국내의 경우 2009년 기준 에너지 부분의 온실가스 배출량이 약 84.9%으로 가장 영향이 큰 것으로 나타났다. 또한 교통부문(도로, 철도, 항공, 해운)의 온실가스 배출량은 에너지 부분에서 발생하는 이산화탄소의 약 18.2%를 차지하고 있다. 이러한 환경에서 정부의 교통부문 감축목표를 달성하기 위해서는 적극적인 지속가능 교통물류대책 추진이 필요하며, 이에 한국교통연구원에서는 『교통물류체계의 지속가능성 조사 및 특별대책지역 지정방안 연구』를 통해 온실가스에 대하여 지자체별 지속가능성 조사·평가를 실시하고 있다.

그리고 이러한 평가를 위한 이산화탄소 배출량 산정 방법은 IPCC 이산화탄소 배출량 산정법 중 Tier1과 Tier2를 적용하고 있다. Tier1과 Tier2 방법은 주로 주유판매량만을 이용하기 때문에 국가단위의 이산화탄소 배출량 총량을 추정에는 정확한 방법이지만, 세분화된 지역별 배출량 추정에는 어려움이 있고, 교통특성을 반영한 주행지역에 따른 지역별 배출량 추정이 어렵다. 반면에 Tier3는 차량 운행특성 반영이 가능하지만 자료의 수집의 한계로 지속가능한 분석에 어려움이 있다.

따라서 본 연구는 통행배정모형을 이용하여 지역별 이산화탄소 배출량과 통과 교통량에 따른 이산화탄소 배

출량을 구분하여 추정하며, 배출량의 구분으로 지역별 관리 가능한 범위의 이산화탄소 배출량을 파악하고자 하였다. 또한 매년 한국교통연구원에서 현행화하는 자료를 활용함으로써 분석의 지속가능성을 확보하고 장래의 이산화탄소 배출량도 개략적인 예측 및 분석이 가능할 것으로 기대된다.

### 2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 수도권을 공간적 범위로 설정하고 2010년을 기준으로 분석하였다. 따라서 2010년 수도권 네트워크를 이용하여 분석하며 2010년 전국지역간 등급별 화물자동차 통행량을 수도권 수단O/D 존재계로 변환하여 2010년 분석 O/D를 구축하였다. 그리고 수도권 지역의 분석은 읍·면·동 단위로 설정하며 이를 집계하여 시·군 단위로 표출하였다.

또한, Tier3 수준의 추정 방법론의 추정값 신뢰성을 높이기 위해 한국교통연구원의 『국가교통수요조사 및 DB구축사업, 2010』에서 제시된 이산화탄소 배출량과 본 사업에서 추정된 수도권 이산화탄소 총 배출량을 비교하였다.

본 연구의 분석 방법은 특정 시·군의 통과 통행과 특정 시·군을 기·종점으로 하는 발생·도착 통행으로 나누어 분석하였으며, 지역별 기·종점 통행에 의해 발생한 이산화탄소 배출량을 지역 배출량, 이 외의 통행에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 통과교통량에 의한 배출량으로 정의하였다. 통행배정에서 누락될 수 있는 내부 통행에 의한 배출량 추정은 Han(2012)<sup>1)</sup>의 추정방법을 적용하였으며, 각 지역별 비교 및 평가를 위해 지자체별 이산화탄소 발생량을 도로유형별로 구분하여 분석하였다.

## 기존 문헌 고찰

### 1. IPCC Guideline

세계 각국의 온실가스 배출통계 중 이산화탄소 배출량은 기본적으로 IPCC Guideline에서 제시된 방법론을 사용하여 구축하고 있다. IPCC Guideline에서 제시하고 있는 이산화탄소 배출량 산정 방법은 Tier1, 2, 3 방법으로 구분된다. Tier1의 경우 IPCC에서 배출계수

1) Han S. W. (2012) : 내부통행의 이산화탄소 배출량 산정을 위하여 '2010년 수도권 가구통행실태조사'의 존내부통행의 평균통행시간과 '2010년 수도권 KT 통행속도자료'의 존내부통행 평균통행속도를 이용하였다.

를 제시하고 있으며, Tier2와 Tier3의 경우에는 각 국가별로 보유하고 있는 배출계수와 같은 기초자료의 종류와 형태 등을 고려하여 적절한 것을 사용하도록 권고하고 있다.

### 1) Tier 1

연료 판매량에 탄소 배출계수 기본값을 곱하여 이산화탄소 배출량을 산정하는 방법으로 산정식은 다음과 같다.

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

*Emission* : CO<sub>2</sub> 배출량(kg)

*Fuel<sub>a</sub>* : 연료 a의 판매량(TJ)

*EF<sub>a</sub>* : 배출계수(kg/TJ). (=연료 a의 탄소함유량\*44/12)

*a* : 연료의 종류(휘발유, 디젤, 천연가스, LPG 등)

### 2) Tier 2

판매된 연료의 국가고유 탄소함유량을 고려한다는 점에서 Tier 1과 차이가 있으며, 이를 제외하면 Tier 1과 같다. 다시 말해 Tier 1과 같은 식을 이용해 산정하지만, 배출계수를 기본값이 아닌 인벤토리 산정년도에 해당 국가에서 판매된 연료의 실제 탄소함유량을 고려한 배출계수를 사용한다.

### 3) Tier 3

Tier 3는 보다 세밀한 분석을 위하여 다양한 개별데이터를 사용하여 추정하는 방식으로 IPCC에서는 Tier의 숫자가 높을수록 정밀하다고 언급하고 있다(Tier3의 경우 Tier1, Tier2에 비해 정밀성 높음). 교통부문에서는 차종별, 연료별, 속도별 등 분류별로 배출계수 및 데이터가 확보된 경우 적용이 가능하다.

## 2. 국내 교통부문 이산화탄소 배출량 산정

한국교통연구원은 2007-2012년 『국가교통수요조사 및 DB구축사업』을 통해 교통부문 온실가스 배출량을 지역별, 수단별로 산정하여 발표하였다. 교통부문 온실가스 배출량 조사는 도로, 철도, 해운, 항공 등 총 4개 수

단으로 구분하여 조사하였으며 도로 및 자전거는 제외하였다. 또한, 온실가스 대상으로 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 이산화질소(N<sub>2</sub>O)를 선정하고 IPCC Guideline에서 제시하는 Tier1 산정 방법 및 배출계수를 이용하여 온실가스 배출량을 산정하였으며, 이때 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적을 교통부문 에너지 소모량으로 추정하여 전체유종에 대해 국제 병커링을 제외한 후 산정하였다. 현재 국내의 경우 환경부에서 배출량 산정 지침과 계수를 고시하고 있다. 배출량 추정의 목적에 따라 IPCC Guideline에서 제시하는 배출계수와 환경부가 제시하는 배출계수를 선택하여 적용하고 있다.

## 3. 교통부문 이산화탄소 배출량 추정 연구

Han(2012)은 '2010년 전국(수도권) 가구통행실태 조사' 자료와 KT속도자료<sup>2)</sup>를 이용한 평균통행속도를 적용한 내부통행 이산화탄소 배출량과 통행배정모형을 적용한 외부통행 배출량을 추정하였다. 지역별 이산화탄소 배출량을 한국교통연구원의 Tier3 방법을 이용한 추정치와 비교한 결과 시·도간 이산화탄소 배출량 비율이 차이가 나는 것으로 나타났다.

Ryu et al.(2011)는 기존에 사용되고 있는 Tier1 방법의 타당성 및 신뢰성을 확보하기 위해 Tier3 방법을 이용하여 상호 비교분석을 시행하였다. Tier1 방법은 연료판매량을 이용하였으며, Tier3 방법은 이동 배출원인 차량의 활동도를 반영한 온실가스 배출량 산정하였다. 분석결과, 과천시의 경우 Tier3 방식이 Tier1 방식보다 22.2% 높게 추정되었으며, 안성시의 경우 Tier1 방식이 Tier3 방식보다 약 3.5배 높게 추정되었다. 따라서 온실가스 배출량 산정 방법론에 따라 환경적 등급이 다르게 평가될 수 있다는 것을 입증하였고, 각 지자체별 통행특성을 고려하였을 때 Tier3 방법론이 적합하다고 제시하였다.

Kim et al.(2011)는 안양시를 공간적 범위로 설정하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 이산화질소(N<sub>2</sub>O)를 대상으로 지역단위의 배출량을 Tier1, 2, 3 방법을 적용하여 비교·분석하였으며, 안양시의 실제 교통량, 통행속도 자료와 국립환경과학원의 배출계수를 사용하였다. 분석 결과, 이산화탄소 배출량이 Tier3→Tier1→

2) KT속도자료 : 한시원(2012)는 경기도 교통DB센터에서 제공한 2011년 6월 기준자료를 이용하여 내부통행의 평균 통행속도를 산출하였음

Tier2 순서로 Tier2가 가장 높게 나타났으며 Tier3는 Tier1보다 약 10.1%, Tier2보다 30.7% 낮게 분석되었다. 또한 위 연구에서는 상세한 교통량 활동자료 확보와 비실측도로의 교통량 추정 가능한 모델링 개발로 Tier3 방식을 제시하였다.

Lim(2011)는 하나의 기점에서 통행발생량을 고정하고 중력모형을 이용하여 기·종점간 통행수요 및 통행거리를 반영한 온실가스 배출량 추정식을 제시하였다.

Kim et al.(2009)는 2007년 경기도 31개 시·군 지역의 온실가스 배출량을 Tier1, 3로 산출하여 비교하였다. Tier1은 연료 종류별 판매량과 IPCC 기본계수, Tier3은 연료종류 및 차종별 등록대수, 차종별 주행거리와 차종별 배출계수를 각각 이용하여 산출하였다. 사용된 자료는 경기통계연보, 교통안전공단 일평균 주행거리 조사 자료, 부산시 '온실가스 배출량 조사용역' 배출계수 자료를 이용하였다. 분석 결과, 경기도 수원시 외 13개 시·군은 Tier3 방법이 Tier1 방법보다 이산화탄소 배출량이 더 많은 것으로 나타났으며, 경기도 평택시 외 16개 시·군은 Tier3 방법이 Tier1 방법보다 더 적은 것으로 나타났다. 위의 분석에서는 이와 같은 차이를 지역별 유·출입 교통량의 정확한 파악이 어렵기 때문에 발생하는 것으로 제시하였으며, 차량 등록대수 및 주행거리 자료를 이용한 이산화탄소 배출량 산정의 한계성을 제시하였다.

Oh et al.(2009)는 Tier1, Tier3방법을 이용하여 산출한 이산화탄소 배출량과 창원시 실제 교통량 조사 자료를 이용하여 산출한 배출량의 차이를 비교·평가하였다. 분석 결과, 실제 교통량 조사 자료를 이용한 온실가스 배출량은 Tier1 방법의 배출량보다 44.8% 높게 산정되었으며, Tier3 방법을 적용한 배출량보다 36.3% 낮게 산정되었다. 또한, 각 지자체별로 지역특성에 따라 적합한 온실가스 산출방법이 상이하여 하나의 방법이 합리적인 방법이라 단정할 수 없다고 제시하고 있으며, 차종별 감축정책 평가를 위해서는 Tier3 방법이 현 시점에서 가장 합리적이라 제시하였다.

Eom et al.(2002)는 이산화탄소 배출량 추정방법으로 통행배분모형을 제시하였고, 서울시 사례분석을 통해 환경부의 발표 자료와 비교·분석하여 배출량 차이에 대한 원인을 분석하였다. 서울시 사례분석 결과, 통행배분모형을 이용한 배출량 추정치와 환경부 발표자료 배출량 차이는 약 45%수준으로 비교적 크게 나타났으며, 이는 내부존통행 및 VKT, 배출계수적용 등에 의한 영향으로 제시하였다.

Park et al.(2000)는 서울 강남구지역의 첨단교통신호시스템의 시간대별 통과 교통량과 통과속도를 이용하여 시간 해상도를 높인 온실가스 배출량을 산출하였다. 그 결과, 기존 VKT 방법은 통과 교통량과 통과속도를 고려한 방법에 2.3배 높게 나타났고, 온실가스 배출량은 오전 07시를 시작으로 급격하게 증가하여 야간 시간대에 감소한다고 제시하고 있다.

#### 4. 기존 연구와의 차별성

기존의 선행연구에서는 Tier1 방법 적용을 위해 지역별 주유 판매량을 이용하였으며, Tier3 방법을 이용하기 위해 지역별 자동차등록대수 및 교통안전공단의 일평균 주행거리, 경기도 주요구간별 차량통행속도조사 자료의 평균통행속도를 사용하였다. 또한 특정지역을 선정하여 교통량 및 속도자료를 조사하여 Tier3 방법에 반영하였다. 하지만 이러한 조사방법에는 기종점 특성을 반영하지 못하는 한계가 있으며 일회성 조사에 그쳐 지속적으로 유지하거나 장래를 예측하는데 한계를 가진다.

따라서 본 연구에서는 Tier 3방법을 적용하여 현재 배출량 산출법의 문제점을 보완하고자 통행배분모형을 이용한 이산화탄소 배출량을 추정하였다. 또한 각 지역별로 관리 가능한 범위의 통행량을 O/D를 이용한 기·종점 통행량과 통과통행량으로 구분하여 지역별 통행유형에 따른 배출량을 추정하였으며, 현실적인 배출량 추정을 위해 배출량 집계범위는 읍·면·동 단위로 구분하고 관리범위에 따른 배출량을 나타내기 위해 시·군단위로 집계하였다.

### 자료수집 및 분석방법 설정

#### 1. 기초자료의 구성

본 연구의 기초자료는 국가교통DB센터(KTDB)에서 배포하는 2010년 기준 O/D와 Network자료를 이용하였다. 국가교통DB센터에서는 전국 조사를 통해 O/D와 Network를 구축하고 있으며, 매년 보완조사를 수행하여 자료를 지속적으로 갱신하고 있다.

##### 1) O/D자료 구성

도로부문의 이산화탄소 배출량을 1일 기준으로 추정

**Table 1. O/D trip** (unit: trip)

Passenger	O/D	Freight	O/D
Auto	12,255,107	Small	2,344,286
Taxi	2,616,318	Midsize	413,982
Bus(Route)	1,933,460	Full-size	413,032
Bus(Charter)	145,982	-	
Passenger Total	16,950,867	Freight Total	3,171,300

**Table 2. Network attribute**

Network Attribute	No.
Zone	1,237
Node	36,325
Link	91,115

하기 위해 통행배정모형을 이용하여 본 연구를 진행하였다. 따라서 수단O/D는 전일O/D를 승용차, 버스(노선/비노선), 택시를 선택하여 여객O/D로 사용하였다. 또한, 화물O/D는 전국지역간 톤급별 화물자동차 O/D를 사용하였다.

**2) Network 구성**

수도권 O/D를 구축하기 위해서 전국지역간 화물자동차 O/D의 존재계를 수도권 자료 존재계와 동일하게 세분화해야 한다. 따라서 세분화가 필요한 지역인 수도권 내부지역의 시·군·구 단위의 통행량을 읍·면·동 단위로 세분화하였다.

**2. 지역별 통과교통량 추정방법**

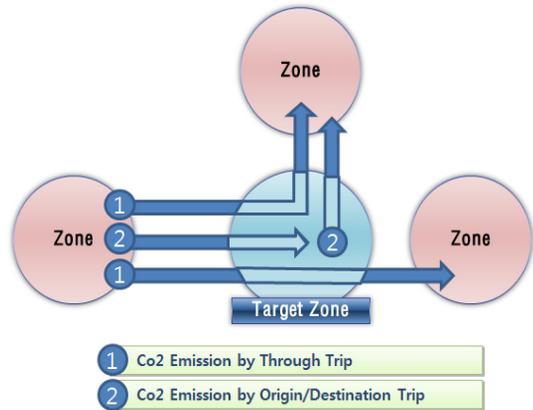
통과교통량으로 인한 이산화탄소 배출량을 추정하기 위해서는 기존의 O/D자료의 재구성성이 필요하다. 본 연구에서는 경기도 31개 시·군을 대상으로 통과교통량을 분석하였다.

O/D는 특정 시·군의 기·종점 O/D와 그 외 O/D로 분류하였다. 특정 시·군의 기·종점 O/D는 해당 지역과 관련된 통행이 되므로 각 시·군의 관리 가능한 범위로 판단하였다. 그 외 O/D는 특정 시·군과는 무관한 통행으로 통과교통량에 대한 통행에 해당한다. 본 연구에서 O/D는 Figure 1과 같이 구분하였으며, 이를 통과교통 O/D라고 지칭하였다.

**3. 이산화탄소 배출량 추정방법**

**1) 행정구역 반영**

통행배정모형을 이용한 지역별 이산화탄소 배출량 추



**Figure 1. Classification of trip**

정을 위해서 수도권 네트워크의 권역 구분이 필요하다. 네트워크의 권역 구분은 GIS 데이터와 Node의 좌표 데이터를 이용하여 각 Node에 행정구역ID를 입력하였다. 또한, Node에 입력된 행정구역을 기준으로 각 Link의 행정구역을 설정하였다. Link의 From Node와 To Node 모두 같은 행정구역일 경우, 해당 링크에 그대로 행정구역을 반영하였으며, From Node와 To Node가 행정구역이 다른 경우, From Node를 기준으로 행정구역을 반영하였다. 이는 각 지역별 관리가능 범위의 통행을 고려할 때 지역별 발생통행이 유입통행에 비하여 지역별 관리범위 성격에 부합하다 가정하여 From Node를 기준으로 하였다.

**2) 이산화탄소 배출량 산출식**

통과교통량과 기·종점교통량을 구분한 이산화탄소 배출량 추정방법은 지역별 이산화탄소 배출량 추정을 위한 존별 통행 중 특정지역에 해당하는 링크를 통과하는 교통량만 고려하였다.

통행배정모형을 이용한 이산화탄소 배출량 추정의 기본단위는 링크별 이산화탄소 배출량으로 구축하였으며, 수도권 네트워크의 링크연장과 도로등급을 기준으로 통행배정을 통해 얻어진 링크 통행시간, 수단별 통행량을 이용하여 도로등급별 이산화탄소 배출량을 추정하였다. 이때, 특정 시·군의 통과교통량과 기·종점교통량에 의한 이산화탄소 배출량을 구분하여 추정하고, 수도권 이산화탄소의 총 배출량은 서울, 인천을 포함하여 추정하였다. 링크별 이산화탄소 배출량 산정 방법은 식(2)와 같으며, 통과교통량과 기·종점교통량으로 구분하여 링크별 이산화탄소 배출량 산출식을 구축(식(3))하였다.

$$Emission_i = \sum_{m,f=1}^n (length_i \times volume_i^{m,f} \times EF(s_i)^{m,f}) \quad (2)$$

$$Emission_i = \sum_{t=1}^n \sum_{m,f=1}^n (length_i \times volume_i^{t,m,f} \times EF(s_i)^{m,f}) \quad (3)$$

$$Emission_K = \sum_{i=1}^k \sum_{m,f=1}^n \sum_{t=1}^n (length_i \times volume_i^{t,m,f} \times EF(s_i)^{m,f}) \quad (4)$$

- i* : 개별링크 번호
- m* : 개별수단 (1:승용차, 2:버스(노선), 3: 버스(비노선), 4:소형화물, 5:중형화물, 6:대형화물)
- f* : 연료별 (1: Gasoline, 2: Diesel, 3: LPG)
- t* : O/D구분(1:통과교통량, 2:기종점교통량)
- K* : 행정구역 일련번호
- Emission<sub>i</sub>* : 링크 *i*의 CO<sub>2</sub> 배출량
- length<sub>i</sub>* : 링크 *i*의 연장
- volume<sub>i</sub><sup>m,f</sup>* : 링크 *i*의 *m*수단별 *f*연료 교통량
- EF(s<sub>i</sub>)<sup>m,f</sup>* : 속도(*s<sub>i</sub>*)별 CO<sub>2</sub> 배출계수
- s<sub>i</sub>* : 링크 *i*의 통행속도

이와 같은 방법으로 링크별 배출량을 추정한 후 각 링크에 부여된 행정구역으로 집계하여 지역별 이산화탄소 배출량을 식(4)와 같이 추정하였다.

### 3) 내부통행량 이산화탄소 배출량 추정

각 지역별 내부통행에 의한 영향을 반영하기 위해 기존 연구(Han, 2012)에서 제시된 추정방법을 적용하였다. Han(2012)의 연구에서는 “2010년 전국(수도권) 가구통행실태조사”자료와 “KT 속도자료”를 이용하여 내부통행의 통행속도 및 거리를 산정하여 내부통행에 의한 이산화탄소 배출량을 추정하였다.



Figure 2. Estimate process(Intra-Regional)

### 4) 배출계수 및 차량 구성비

현재 국내 온실가스 배출량 연구에서 사용되고 있는 배출계수는 국립환경과학원에서 제시한 차종·연료·차속별 배출계수를 사용하고 있다. 국립환경과학원은 정확한 국가 오염물질 배출량을 추정하기 위해 Bottom-up 방식에 필수인 국가배출계수를 2006년부터 연구하였으며, 매년 추가조사 및 보완분석을 통해 배출계수를 갱신하고 있다. 따라서 본 연구에서 자료의 신뢰성 및 보편성, 적용성을 고려하여 국립환경과학원에서 제시한 CO<sub>2</sub> 배출계수를 사용하였다.

또한, 본 연구에서 구축한 수도권 O/D는 승용차, 버스(노선), 버스(비노선), 택시, 소형화물, 중·대형화물로 구축되어 있으며, 배출계수 산출식의 적용을 위해 수도권 O/D 중 버스수단에 대한 구분을 재정의 할 필요가 있다. 배출계수 산출식에서는 시내버스와 고속(전세)버스로 구분되어 있어 Table 1과 같이 구분하였다.

차종·연료별 구성비의 경우, 국토해양부 및 국립환경과학원, 전국택시운송사업조합, 전국버스운송조합에서 제공하는 차량등록대수자료를 이용하였다.

첫 번째, 각 차종에 따른 연료 구분이 필요한 승용차의 차량등록대수 자료는 현재 제공되지 않아 배출계수 산출식에 적용하는데 어려움이 있기 때문에 각 차종에 따른 연료 구성비는 국립환경과학원에서 제공하는 2010년 기준 차종별 구성비와 연료별 구성비를 이용하여 Table 2와 같이 수도권지역 기준으로 구축하였다.

두 번째, 택시의 배출계수 산출식 적용을 위해서 중형과 대형으로 구분해야 하며, 따라서 현재 전국택시운송사업조합에서 제공하는 2010년 12월 기준 전국 택시대수 및 운전자현황 자료를 이용하였다.

세 번째, 시내버스는 경유와 CNG로 구분해야 하며,

Table 3. Definition of bus type

Bus Type	CO <sub>2</sub> Emission factor	KTDB bus data
BUS 1	City to city bus	Bus(Route)
BUS 2	Charter bus	Bus(Charter)

Table 4. Vehicle composition, size, fuel(Auto) (unit: %)

Auto	Gasoline	Diesel	LPG	Total
Mini	7.38	-	-	7.38
Small	11.35	5.35	-	16.7
Midsize	25.97	16.23	8.52	50.72
Full-size	20.98	-	4.23	25.21
Total	65.67	21.58	12.75	100.00

Source : Ministry of Land, Infrastructure, and Transport(MOLIT) in Korea

**Table 5.** Vehicle composition, size, fuel(Taxi/Freight) (unit: %)

Vehicle	Taxi	Freight
Midsize	97.92	72.56
Full-size	2.08	27.44
Total	100.00	100.00

Source : KOREA NATIONAL JOINT CONFERENCE OF TAXI ASSOCIATION

**Table 6.** Vehicle composition, size, fuel(Bus) (unit: %)

Bus	Ratio
Diesel	35.46
CNG	64.54
Total	100.00

Source : KOREA NATIONAL JOINT CONFERENCE OF Bus ASSOCIATION

화물 중 · 대형은 중형과 대형으로 구분해야 한다. 따라서 전국버스운송조합과 국토해양부에서 제공하는 2010년 12월 기준 등록대수 자료를 수도권 기준으로 이용하였다. 택시, 버스, 화물수단의 구성비는 Table 3, Table 4와 같다.

## 교통부문 이산화탄소 배출량 추정

### 1. 수도권 이산화탄소 배출량 추정

본 연구의 통행배정 결과 수도권 전체 이산화탄소 배출량은 서울지역 15,389톤, 인천지역 4,118톤, 경기지역 43,951톤으로 수도권 전체는 63,459톤으로 추정되었다. 이는 통행배정방법을 이용한 추정값으로 내부통행에 의한 이산화탄소 배출량을 고려하지 않은 값이다. 따라서 내부통행을 고려한 수도권 이산화탄소 배출량은 68,205톤으로 추정되었다.

지역별로 살펴보면, 서울지역 16,133톤, 인천지역 4,643톤, 경기지역 47,428톤으로 서울지역 23.65%, 인천지역 6.81%, 경기지역 69.54%로 나타났다.

한국교통연구원에서 추정한 Tier3<sup>3)</sup>(자동차등록대수와 연간주행거리 자료, 평균연비 자료를 활용하여 추정)와 비교한 결과, 수도권 이산화탄소 총 배출량의 차이는 약 565톤(한국교통연구원 추정 결과 대비 약 -0.82%)으로 유사한 것으로 나타났다. 그러나 지역별(서울, 인천, 경기지역) 추정값은 약 3,000-11,000톤 정도 차이가 나타났으며 이는 기존 연구에서 통행배정을 적용한 주행거리 및 통행속도에 따른 배출식을 이용한 본 연구

**Table 7.** Calculation of CO<sub>2</sub> emissions(intra-zonal trip)

Area	CO <sub>2</sub> emissions(intra-zonal trip) (unit: tCO <sub>2</sub> /day)
Seoul	744
Incheon	525
Gyeonggi	3,476
Metropolitan	4,745

**Table 8.** Comparison of the total CO<sub>2</sub> emissions

Area	KOTI(2009, TIER3) (A)	This study (B)	Difference (B-A)
Seoul	25,337	16,133	-9,204
Incheon	7,766	4,643	-3,123
Gyeonggi	35,665	47,428	11,762
Metropolitan	68,769	68,205	-564

**Table 9.** Classification of area, region(gyeonggi-do)

Area	Region
Southeast	Yongin, Seongnam, Hanam, Icheon, Anseong, Gwangju, Yeosu, Gyeongju, Yangpyeong
Southwest	Suwon, Bucheon, Siheung, Anyang, Gwangmyeong, Pyeongtaek, Ansan, Gwacheon, Osan, Gunpo, Uiwang, Hwaseong
Northeast	Dongducheon, Guri, Namyangju, Pocheon, Yeoncheon
Northwest	Uijeongbu, Goyang, Paju, Gimpo, Yangju

와 달리 연간 주행거리와 평균 연비를 사용한 한국교통연구원 이산화탄소 배출량 산정방법의 차이에 의한 오차로 판단된다. 또한 한국교통연구원 자료에서는 이산화탄소 배출량 산정시 가장 영향력이 있는 통행속도를 고려하지 않았기 때문에, 차이가 발생한 것으로 판단된다.

### 2. 경기도 권역별 이산화탄소 배출량 추정

본 연구에서는 경기지역을 경부고속도로와 한강을 기준으로 4개 권역으로 구분하였다. 남동, 남서, 북동, 북서 권역으로 구분되며, 지역별 기·종점 통행에 의해 발생한 이산화탄소 배출량을 지역 배출량, 이 외의 통행에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 통과교통량에 의한 배출량으로 정의하였다.

분석결과, 남동권역은 이산화탄소 총 배출량이 약 19,265톤으로 경기지역 중 40.62%를 나타내며, 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량 13,180(약 68.41%)톤, 기·종점통행 이산화탄소 배출량 6,085톤으로 나타

3) 연간 주행거리는 교통안전공단에서 매년 발표하는 주행거리 실태조사 자료를 활용하고, 차종별 연비는 에너지관리공단에서 매년 발표하는 자동차 에너지소비효율·등급분석 자료를 통해 평균 연비를 이용하였다.

**Table 10.** Calculation of CO<sub>2</sub> emissions(classification of region (gyeonggi-do)) (unit: tCO<sub>2</sub>/day, %)

Area	Emissions by Intra-regional		Emissions by through-traffic		Total CO <sub>2</sub> emissions
	Quantity	Ratio	Quantity	Ratio	
Southeast	6,085	31.59	13,180	68.41	19,265
Southwest	7,867	41.49	11,093	58.50	18,961
Northeast	2,141	60.48	1,399	39.52	3,540
Northwest	3,697	65.29	1,965	34.71	5,662
Total	19,790	-	29,778	-	47,428

났다. 남서권역은 이산화탄소 총 배출량 18,961톤으로 나타났으며, 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 11,093톤(58.51%)로 나타났다. 이는 남쪽 권역(남동/남서 권역)에 포함되는 지역의 경우, 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 기·중점 통행에 의한 이산화탄소 배출량에 비해 높은 비중을 차지하고 있어 통과교통량에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다.

북동권역은 이산화탄소 총 배출량 3,540톤, 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 1,399톤(39.51%)으로 나타났으며, 북서권역은 이산화탄소 총 배출량 5,662톤, 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 1,965톤(34.70%)으로 남쪽 권역(남동/남서 권역)에 비해 북쪽 권역(북동/북서 권역)이 통과교통량에 의한 영향이 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

### 3. 권역별/도로등급별 이산화탄소 배출량 추정

#### 1) 권역별 이산화탄소 배출량 추정

경기지역의 도로 구분에 따른 이산화탄소 배출량 추정을 위해 Table 11과 같이 도로를 구분하였으며, 도로의 구분이 어려운 내부통행량 및 진출입 램프의 이산화탄소 배출량은 제외하였다.

권역별/도로 구분별 이산화탄소 배출량 분석 결과, 경기 남동권역은 이산화탄소 총 배출량이 17,295톤으로 등급별로는 Level 1 9,845톤, Level 2 4,393톤, Level 3 1,742톤, Level 4 1,314톤으로 나타났으며, 남서권역은 이산화탄소 총 배출량이 16,144톤으로 등급별로는 Level 1 7,737톤, Level 2 3,538톤, Level 3 3,880톤, Level 4 990톤으로 나타났다.

또한, 북동권역은 이산화탄소 총 배출량이 2,881톤으로 등급별로는 Level 1 664톤, Level 2 1,307톤, Level 3 648톤, Level 4 262톤으로 나타났으며, 북서권역은 이산화탄소 총 배출량이 4,680톤으로 등급별로

**Table 11.** Classification of road level

Road level	Type
Level 1	Expressway
Level 2	National highway, Urban Expressway
Level 3	Country road
Level 4	Local road

**Table 12.** Calculation of CO<sub>2</sub> emissions(classification of road level, area) (unit: tCO<sub>2</sub>/day, %)

구분	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Total	
South east	By Intra-regional	630 (6.40)	1,672 (38.06)	1,364 (78.30)	794 (60.43)	4,460 (25.79)
	By through traffic	9,215 (93.60)	2,721 (61.94)	378 (21.70)	520 (39.57)	12,835 (74.21)
	Total	9,845 (100.00)	4,393 (100.00)	1,742 (100.00)	1,314 (100.00)	17,295 (100.00)
	By Intra-regional	487 (6.29)	1,614 (45.62)	2,903 (74.82)	560 (56.57)	5,563 (34.46)
South west	By through traffic	7,250 (93.71)	1,924 (54.38)	977 (25.18)	430 (43.43)	10,581 (65.54)
	Total	7,737 (100.00)	3,538 (100.00)	3,880 (100.00)	990 (100.00)	16,144 (100.00)
	By Intra-regional	113 (17.02)	755 (57.77)	496 (76.54)	172 (65.65)	1,537 (53.35)
	By through traffic	551 (82.98)	552 (42.23)	152 (23.46)	90 (34.35)	1,344 (46.65)
North east	Total	664 (100.00)	1,307 (100.00)	648 (100.00)	262 (100.00)	2,881 (100.00)
	By Intra-regional	157 (18.34)	1,022 (54.89)	1,015 (81.85)	586 (81.05)	2,779 (59.38)
	By through traffic	699 (81.66)	840 (45.11)	225 (18.15)	137 (18.95)	1,901 (40.62)
	Total	856 (100.00)	1,862 (100.00)	1,240 (100.00)	723 (100.00)	4,680 (100.00)
North west	By Intra-regional	157 (18.34)	1,022 (54.89)	1,015 (81.85)	586 (81.05)	2,779 (59.38)
	By through traffic	699 (81.66)	840 (45.11)	225 (18.15)	137 (18.95)	1,901 (40.62)
	Total	856 (100.00)	1,862 (100.00)	1,240 (100.00)	723 (100.00)	4,680 (100.00)

는 Level 1 856톤, Level 2 1,862톤, Level 3 1,240톤, Level 4 723톤으로 나타났다.

#### 2) 시군별 이산화탄소 배출량 추정

도로 구분에 따른 시군별 이산화탄소 배출량을 살펴 보면, 경기지역 중 가장 많은 이산화탄소 배출량이 추정되는 지역은 안성시로 총 3,700톤으로 나타났다. 그 뒤로 화성시 3,421톤, 용인시 3,402톤, 평택시 3,180톤 순서로 분석되었으며, 연천군 70톤, 동두천시 82톤, 과천시 291톤 순서로 가장 적은 이산화탄소 배출량이 추정되었다. 하지만 통과교통량에 의한 영향을 고려할 경우, 지자체별 관리 가능한 이산화탄소 지역 배출량이 가장 많은 지역은 용인시 1,295톤, 성남시 1,101톤, 고양시 1,079톤 순서로 나타났다. 또한 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량을 살펴보면, 안성시 3,151톤(85.16%)

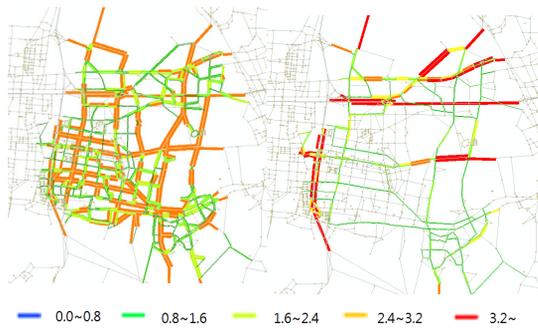


Figure 3. CO<sub>2</sub> Emissions by Intra-Regional(left), CO<sub>2</sub> Emission by through-traffic(right)-Bucheon(tCO<sub>2</sub>/day)

로 가장 많게 나타났으며, 뒤를 이어 평택시, 화성시가 70% 이상으로 많게 나타났다.

안성시, 평택시, 화성시 등의 통과교통량에 의한 이산화탄소 배출량이 많은 지역을 살펴보면, 경부고속도로, 서해안고속도로, 영동고속도로, 중부고속도로 등 경기도 주요 고속도로와 주요 국도들이 통과하는 지역임을 알 수 있다. 이러한 지역은 지역배출량이 낮음에도 불구하고 차량의 주행거리, 유류판매량 등의 기준으로 검토하였던 기존의 연구결과에 따르면 배출량이 높은 지역으로 분류되어 해당 지자체에 탄소배출량 관리가 필요한 주요 지역으로 분류되게 된다. 하지만 이는 지자체의 지리적 특성 등을 전혀 고려하지 못한 결과이기 때문에 통과교통량을 고려한 이산화탄소 배출량의 고려가 필요하다. 또, 도로등급별로 지역배출량과 통과교통량에 의한 배출량을 구분하였기 때문에 지역의 도로여건도 함께 고려가 가능하다.

본 연구에서는 이산화탄소 배출량을 지역 배출량과 통과교통량에 의한 배출량으로 구분하였다. 시군별 특성을 살펴보면, Figure 3과 같이 지역 배출량의 경우 해당 시군의 도로망에 고르게 분포되고 통과교통량의 경우에는 고속국도와 주요국도에 집중되는 것으로 나타났다. 또한, 통과배출량의 비율이 높은 시군의 경우 대부분 고속국도와 일반국도의 비율이 높은 지역으로 향후 이를 구분하여 관리할 필요가 있다.

### 결론 및 향후 과제

현재 우리나라는 국가적으로 이산화탄소 감축을 위한 교통정책이 요구되고 있으며, 지자체별로 지속가능성 조사 및 평가를 실시하고 있다. 하지만 이산화탄소 감축 정책의 효과적인 도입과 효율적인 감소효과를 판단하기 위한 지역별 이산화탄소 감축정책 도입의 가능범위를 산정할 수 있는 연구가 미비한 실정이다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하고자 지자체별 관리 가능한 통행의 이산화탄소 지역 배출량을 통과교통량과 기·종점교통량으로 구분하여 통행배정 모형을 이용한 추정하는 방법을 제시하였다.

분석결과 수도권 전체의 총 이산화탄소 배출량(68,205 tCO<sub>2</sub>)은 기존 연구에서 제시된 결과(68,769 tCO<sub>2</sub>)와 매우 유사한 것으로 나타났다. 그러나 시도별로 구분할 경우 기존 연구에 비해 서울시 -9,204 tCO<sub>2</sub>, 인천시 -3,123 tCO<sub>2</sub>, 경기도 11,762 tCO<sub>2</sub>로 차이가 나타났다. 이러한 차이는 기존 연구에서 기종점 통행패턴

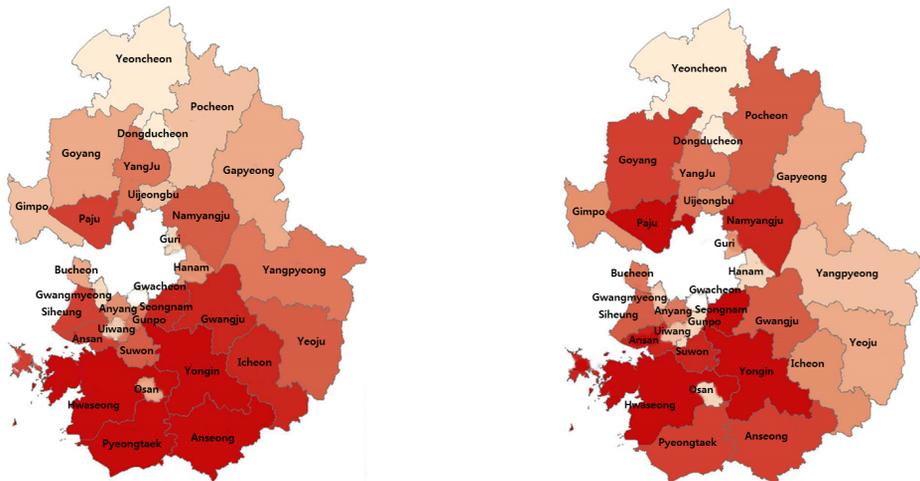


Figure 4. Total CO<sub>2</sub> emission(left), CO<sub>2</sub> emission by Intra-regional(right)

**Table 13.** Calculation of CO<sub>2</sub> emissions(classification of road level, region)

(unit: tCO<sub>2</sub>/day)

		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Total			Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Total		
South east	Yongin	Emission(P)1	172	431	498	194	1,295	South west	Gwacheon	Emission(P)	0	28	40	1	70
		Emission(T)2	1,426	407	135	140	2,107			Emission(T)	0	143	68	10	221
		Subtotal	1,598	838	633	334	3,402			Subtotal	0	171	108	11	291
	Seongnam	Emission(P)	154	247	553	147	1,101	Osan	Emission(P)	17	26	58	34	136	
		Emission(T)	868	270	95	94	1,327		Emission(T)	542	35	49	38	665	
		Subtotal	1,022	517	648	241	2,428		Subtotal	559	61	107	72	801	
	Hanam	Emission(P)	31	45	56	0	132	Gunpo	Emission(P)	11	41	100	0	151	
		Emission(T)	483	81	22	0	586		Emission(T)	294	42	48	0	385	
		Subtotal	514	126	78	0	718		Subtotal	305	83	148	0	536	
	Icheon	Emission(P)	66	150	73	89	377	Uiwang	Emission(P)	15	36	52	8	111	
		Emission(T)	1,156	477	31	36	1,700		Emission(T)	353	300	59	42	754	
		Subtotal	1,222	627	104	125	2,077		Subtotal	368	336	111	50	865	
	Anseong	Emission(P)	132	192	62	164	549	Hwaseong	Emission(P)	62	391	218	286	956	
		Emission(T)	2,814	257	30	50	3,151		Emission(T)	1,745	384	151	183	2,465	
		Subtotal	2,946	449	92	214	3,700		Subtotal	1,807	775	369	469	3,421	
Gwangju	Emission(P)	56	271	55	98	480	North east	Dongducheon	Emission(P)	0	23	25	15	63	
	Emission(T)	1,037	279	18	58	1,391			Emission(T)	0	13	2	4	19	
	Subtotal	1,093	550	73	156	1,871			Subtotal	0	36	27	19	82	
Yeosu	Emission(P)	7	95	35	68	205	Guri	Emission(P)	21	103	85	0	209		
	Emission(T)	1,002	311	7	47	1,368		Emission(T)	215	68	40	0	323		
	Subtotal	1,009	406	42	115	1,573		Subtotal	236	171	125	0	532		
Gapyeong	Emission(P)	12	146	14	5	176	Namyangju	Emission(P)	92	188	342	87	708		
	Emission(T)	300	165	16	18	499		Emission(T)	336	367	104	18	825		
	Subtotal	312	311	30	23	675		Subtotal	428	555	446	105	1,533		
Yangpyeong	Emission(P)	1	96	18	30	145	Pocheon	Emission(P)	0	404	36	57	496		
	Emission(T)	129	476	23	78	706		Emission(T)	0	99	5	63	167		
	Subtotal	130	572	41	108	851		Subtotal	0	503	41	120	663		
South west	Suwon	Emission(P)	36	241	647	23	946	North west	Yeoncheon	Emission(P)	0	38	9	13	60
		Emission(T)	424	183	160	7	774			Emission(T)	0	4	1	5	10
		Subtotal	460	424	807	30	1,720			Subtotal	0	42	10	18	70
	Bucheon	Emission(P)	36	56	370	0	461	Uijeongbu	Emission(P)	17	101	189	0	307	
		Emission(T)	181	14	44	0	239		Emission(T)	135	97	125	0	358	
		Subtotal	217	70	414	0	700		Subtotal	152	198	314	0	665	
	Siheung	Emission(P)	155	87	284	18	543	Goyang	Emission(P)	103	381	478	118	1,079	
		Emission(T)	1,050	52	61	19	1,182		Emission(T)	231	474	40	29	773	
		Subtotal	1,205	139	345	37	1,725		Subtotal	334	855	518	147	1,852	
	Anyang	Emission(P)	7	118	215	46	386	Paju	Emission(P)	0	278	154	205	636	
		Emission(T)	180	149	51	14	394		Emission(T)	0	42	2	8	52	
		Subtotal	187	267	266	60	780		Subtotal	0	320	156	213	688	
	Gwangmyeong	Emission(P)	9	2	140	0	151	Gimpo	Emission(P)	12	181	79	100	371	
		Emission(T)	111	8	133	0	252		Emission(T)	111	110	26	34	280	
		Subtotal	120	10	273	0	403		Subtotal	123	291	105	134	651	
Pyeongtaek	Emission(P)	72	349	201	81	704	Yangju	Emission(P)	24	82	115	163	385		
	Emission(T)	1,751	526	105	94	2,476		Emission(T)	223	116	32	67	438		
	Subtotal	1,823	875	306	175	3,180		Subtotal	247	198	147	230	823		
Ansan	Emission(P)	68	240	578	62	948	1) Emission(P) : CO <sub>2</sub> Emission By Intra-regional 2) Emission(T) : CO <sub>2</sub> Emission by through-traffic volume								
	Emission(T)	619	85	49	22	775									
	Subtotal	687	325	627	84	1,723									

이 고려하지 않았기 때문에 발생하는 것으로 판단된다.

또한, 경기지역을 4개의 권역으로 나누어 분석한 결과, 내부 통행에 의한 이산화탄소 배출량을 포함하여 경기 남부 지역은 총 이산화탄소 배출량 38,226  $tCO_2$ , 통과 교통량에 의한 이산화탄소 배출량 24,273  $tCO_2$ 으로 약 63.5%가 통과 교통량에 의한 영향으로 나타났다. 그러나, 경기 북부 지역은 이와는 반대로 총 이산화탄소 배출량 9,202  $tCO_2$ , 통과 교통량에 의한 이산화탄소 배출량 3,364  $tCO_2$ 으로 약 36.6%만이 통과 교통량에 의한 영향으로 나타났다.

위의 결과를 바탕으로 각 시군별 도로 등급에 따른 영향을 살펴보면, 안성시의 총 이산화탄소 배출량이 3,700  $tCO_2$ 으로 경기 지역 중 가장 많은 이산화탄소를 배출하는 것으로 나타났으나, 이 중 통과 교통량에 의한 영향이 3,151  $tCO_2$ 로 이를 제외하면 실제 안성시에서 발생하는 이산화탄소 배출량은 549  $tCO_2$ 로 나타났다. 즉, 통행패턴을 고려하지 않고  $CO_2$ 배출량을 추정할 경우 고속도로와 같이 이동성의 기능을 가진 도로가 많은 지역에서는 통과 교통량에 의한 영향이 크에도 불구하고 이를 구분하지 못하기 때문에 해당 지역의 배출량으로 추정되는 문제점을 갖는다.

이와 같이 통과교통량을 고려한 이산화탄소 배출량을 추정함으로써 실제 시군별 관리가 가능한 배출량의 파악이 가능하였으며, 이는 향후 시군별로 이산화탄소 배출량을 관리할 경우 시군 등 지자체의 관리범위와 정부의 관리범위가 구분 할 수 있는 근거로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

통행배정모형을 이용한 이산화탄소 배출량 추정은 기초 자료가 지속적인 현행화 작업을 통해 매년 자료를 갱신함은 물론 장래 교통여건을 반영한 장래 예측자료를 함께 제공하고 있어 현시점에서의 시·군별 이산화탄소 배출량의 문제뿐만 아니라, 장래 예측자료에 본 연구방법을 적용하여 장래 시·군별 이산화탄소 배출량의 예측이 가능하다. 이를 통해 시·군별 장래 환경오염에 대한 대략적인 파악이 가능하고 개선을 위한 장기적인 정책마련의 기초가 될 수 있을 것으로 기대한다.

그리고  $CO_2$  배출량 추정은 차량의 감속속이나 운행행태 등에 영향을 많이 받기 때문에 ITS 등 실시간 자료를 이용한 Bottom-up 방식이 적합하나, 이를 대규모 지역에 적용하기에는 관련 자료가 미구축된 지역이 존재하여 자료의 확보가 어려운 실정이다. 따라서 대규모 지역에 대한 이산화탄소 배출량 추정은 기종점 및 통과교

통 등의 통행패턴을 반영하여 거시적 모형을 이용한 Top-down 방식이 적합할 것으로 판단된다.

본 연구는 통행배정모형을 이용한 시·군별 이산화탄소 배출량을 예측하였다. 이는 시·군별 단위의 예측에 적용하여 장기적인 목표설정 및 대책마련의 근거가 될 것으로 판단된다. 따라서 향후에는 시간대별 분석 및 ITS, BIS 등의 자료를 활용하여 보다 세밀한 단위의 배출량을 예측하고 단기적이고 소규모 정책의 평가를 뒷받침할 수 있는 방법론이 제시될 필요가 있다.

## REFERENCES

- Eom J. H. (2002), Vehicle emission estimation by trip assignment model, Master's Degree thesis, University of Myongji.
- Han S. W. (2012), A methodology to estimate vehicle  $CO_2$  emissions using traffic assignment technique, Master's Degree thesis, University of Myongji.
- IPCC(2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Kim K. D., Ko H. K., Lee T. J., Kim D. S. (2011), Comparison of Greenhouse Gas Emissions from Road Transportation of Local Government by Calculation Methods, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, 405-415
- Kim K. D., Lee T. J., Kim D. S. (2009), Comparison of Greenhouse Gas Emission from Road Transportation by the Calculation Methods in Gyeonggi Area, Proceeding of the 49th Meeting of KOSAE(2009) Korean Society for Atmospheric Environment, 651-652.
- Korea Transport Institute (2011), A Study on Database Construction for Traffic Costs and Greenhouse Gas Emission 교통비용 및 온실가스 배출량 DB구축.
- Lim Y. T. (2011), A Green House Gas Emission Estimation Based on Gravity Model and its Elasticity, J. Korean Soc. Transp., 29(4), Journal of Korean Society of Transportation, 85-93.
- Oh I. H., Lee S. H., Cheong J. P., Kim T. H., Seo J. Y. (2009), Evaluation of Green House Gases by Transportation Using Traffic Census Results from Changwon City, Journal of the Environmental

