

## 지자체 온실가스 인벤토리를 활용한 BAU 전망에 관한 연구\*

### A Study on BAU Projections Using Local Government Greenhouse Gas Inventory

이준형\*\* · 김태용\*\*\* · 강유진\*\*\*\* · 김유민\*\*\*\*\* · 유원찬\*\*\*\*\*

Junhyeong Lee · Tae-Yong Kim · Yujin Kang · Duke Yu-Min Kim · Wonchan Ryou

요약: 본 연구에서는 지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립시 근거자료가 되는 지자체 온실가스 인벤토리를 활용하여 특별한 관리 조치가 없을 경우의 미래 온실가스 배출량을 의미하는 BAU(Business As Usual) 전망 분석을 수행하였다. 주요 부문의 전망 결과, 가정 부문과 공공 부문의 경우, 전망기간(2021~2030)에 대하여 배출량이 지속적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 상업 부문과 도로수송 부문의 경우, 전망기간에 대해 배출량이 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 모든 부문의 배출량 전망결과를 합산하여 2030년 BAU 전망치를 산정해보면 1,409.9 천톤CO<sub>2</sub>Eq. 이며, 이는 2020년 배출량인 1,436.2 천톤CO<sub>2</sub>Eq. 대비 약 1.8% 감소한 것으로 나타났다. 이는 동대문구에서 별도의 온실가스 관리 조치를 시행하지 않더라도 온실가스 배출량은 감소함을 의미하며, 이를 토대로 온실가스 감축 전략 수립시 보다 적극적으로 감축정책을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심주제어: 기초지자체, 온실가스 인벤토리 전망, BAU, 탄소중립 녹색성장 기본계획

Abstract: The objective of this study is to calculate a BAU (Business As Usual) projection value, which refers to future greenhouse gas(GHG) emissions in the absence of management measures. This projection is based on the local government GHG inventory, which serves as a foundational data source for establishing the Master Plan for Carbon Neutrality and Green Growth in local governments. The projection results indicate that emissions from the residential and public sectors are expected to continuously increase during the projection period(2021-2030), while emissions from the commercial and road transport sectors are projected to decrease. By aggregating the forecasted emissions across all sectors, the BAU projection value for 2030 was estimated at 1,409.9 thousand tons of CO<sub>2</sub>-eq., representing a decrease of approximately 1.8% compared to the 2020 emission level of 1,436.2 thousand tons of CO<sub>2</sub>-eq. This suggests that GHG emissions would decrease even in the absence of specific GHG management measures by Dongdaemun-gu. These results may provide a rationale for adopting more proactive GHG reduction policies in future strategy development.

Key Words: Local government, GHG Inventory Projection, BAU, Master plan for carbon neutrality and green growth

\* 본 논문은 「동대문구 2050 탄소중립 녹색성장 기본계획」 수립 연구용역 보고서의 일부분을 학술논문 형태로 재구성한 글임을 밝힙니다.

\*\* 주저자, 인하대학교 스마트시티공학전공 박사과정

\*\*\* 공동저자, ㈜에코파이 연구소장

\*\*\*\* 공동저자, 인하대학교 스마트시티공학전공 박사과정

\*\*\*\*\* 교신저자, Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Purdue University

\*\*\*\*\* 공동저자, 인하대학교 토목공학과 석사과정

## I. 서론

전 세계적으로 온실가스에 의한 기후변화에 대응하기 위해 유엔기후변화협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)을 통해 선진국과 개도국이 공동의 책임감을 갖고 각자의 여건에 맞게 온실가스를 감축하는데 기여할 것을 약속하였다(United Nations, 1992). 이후 1997년 제3차 당사국총회(COP3, Conference Of the Parties)에서 이산화탄소, 메탄 등 기후변화의 주요 원인인 6가지 온실가스를 정의하고, 온실가스 배출량의 55%를 차지하는 38개 선진국을 선정하여, 2008년부터 2012년까지를 제1차 공약기간으로 지정, 1990년도의 온실가스 배출량을 기준으로 평균 5.2% 감축 의무를 규정하였다. 2015년 제21차 당사국총회(COP21)에서는 기존 제3차 당사국총회(COP3)에서는 온실가스 감축 의무를 모든 국가로 확대하여, 자국 상황을 반영하여 감축을 이행하는 보편적인 체제가 제안되었으며, 2020년부터 모든 국가가 참여하는 신기후체제로서 파리협정(Paris Agreement)을 채택하였다. 파리협정은 규정한 종료시점이 없는 협약으로, 5년 주기 이행점검을 통해 각국의 온실가스 감축 노력을 강화하도록 규정하며, 지구의 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2도 이하 수준으로 유지하고, 중간목표로서 1.5도 이내로 제한하는 것을 포함한다. 또한 모든 참여 국가들이 이산화탄소 순 배출량 0(Net zero)을 목표로 하여 자체적으로 온실가스 배출 감축목표를 설정하고 실천하도록 하고, 인위적 온실가스 배출량과 자연의 흡수량 간 균형있는 관리를 추구하고 있다(United Nations, 2015).

우리나라의 경우 2009년 자발적 감축 목표로서 2020년 온실가스 배출전망(BAU, Business As Usual) 대비 30% 감축을 제시하였고, 신기후체제 출범 이후 온실가스 감축에 선제적으로 대응하고 국내 에너지 신산업 및 제조업 혁신의 기회로 삼고자, 당초 감축 시나리오보다 높은 수준인 2030년 BAU 대비 37% 감축이라는 목표를 채택하였다(외교부, 2015). 체계적인 온실가스 관리를 위해 「제1차 기후변화대응 기본계획」 및 「2030 국가 온실가스 감축 기

본 로드맵」을 수립하는 등 기반을 마련하였고, 이후 온실가스 감축목표 달성을 위해 보다 적극적인 감축 목표로 갱신하였다. 기존 BAU 방식이 아닌 절대량 감축 방식으로 2030년까지 2018년 배출량 대비 40%를 감축하는 2030 NDC (Nationally Determined Contribution) 상향안을 채택하였다.

이처럼 국가 혹은 지방자치단체(지자체)의 온실가스 관리에 있어서 온실가스 배출특성을 파악하고 감축 목표 설정, 감축 이행을 위한 전략 수립 등을 위해서는 온실가스 배출 현황에 기반한 온실가스 배출 전망 분석이 요구되며, 온실가스 배출에 영향을 미치는 요인들을 분석하고 경제적, 사회적 변수를 반영한 전망 분석이 필요하다(정영선·조수현, 2020). 특히 지자체의 경우 국가의 온실가스 감축 방향성에도 기여하면서, 동시에 지자체의 온실가스 관리 환경 및 배출 특성을 반영한 효율적인 감축 목표 설정을 위해 온실가스 인벤토리를 활용한 전망을 고려할 수 있다. 한국환경공단은 국내 지자체 온실가스 배출량 산정의 기준이 되는 「지자체 온실가스 배출량 산정지침(ver 4.1)」을 통해 신뢰성 있는 지자체 온실가스 인벤토리 산정 방법을 제시하고 있으며, 지자체에서는 온실가스 인벤토리를 통해 인력 및 예산 투자비용과 노력 대비 감축 효과가 상대적으로 탁월한 부문을 판단하는 등 지자체 온실가스 관리에 인벤토리를 적극적으로 활용할 것을 제시하고 있다(한국환경공단, 2017).

기후변화 대응 핵심주체로서 지자체의 역할은 국가 온실가스 감축 목표 달성에 필수적이며, 지자체가 온실가스를 체계적이고 효율적으로 관리하는 근거로서 지자체 온실가스 인벤토리를 활용할 수 있다. 지자체 온실가스 인벤토리는 관리 기간에 대하여 온실가스 배출원별 배출량을 통계적 근거하에 산정한 것이며, 지자체의 특성이 반영된 주체적인 온실가스 관리 정책 수립을 위해 활용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지자체 온실가스 인벤토리를 활용하여 지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립 시 활용할 수 있는 온실가스 배출량 BAU 전망 분석을 수행하고자 한다.

## II. 선행연구

국내외 지자체 온실가스 인벤토리를 활용한 전망 연구는 주로 특정 부문에 대한 배출량 전망 혹은 자료의 한계 등으로 비교적 단순한 통계기법을 이용한 사례가 있었으며, 전망 결과에 대한 지자체의 특성을 고려한 고찰이 수행되었다. 진상현·황인창(2012)은 국가 온실가스 배출량 전망치를 대상으로 지역 할당 방식을 적용한 추정 결과와 지자체의 기존 전망치를 비교하여 고찰하였다. 해당 연구에서는 온실가스 에너지 부문의 활동 자료를 기준으로 전국 대비 지자체의 활동 자료 비중을 기준으로 지역할당 방식을 적용하였으며, 기존 지자체의 온실가스 배출량이 에너지 소비를 기준으로 한 지자체의 경우 크게는 20% 정도 배출량이 더 높게 산출되는 것을 확인하였다. 이를 통해 지역할당 방식을 적용한 전망은 국가 배출량 전망에 사용하는 활동 자료와 지자체 전망에 활용하는 활동 자료의 차이 등에 의해 과대 추정될 수 있는 한계를 확인하였다. 정현철 등(2015)은 농업부문의 온실가스 배출량을 활용하여 한국 농촌경제연구원에서 개발한 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model) 기반의 전망을 수행하였다. 온실가스 배출량은 2021년부터 2030년까지 지속적으로 감소하는 것으로 전망하였으며, 감소폭은 점차 줄어드는 것으로 전망하였다. 결과에 대한 고찰로 주요 작물의 재배면적과 생산량 감소, 그에 따른 화학비료 생산량 감소로 분석하였다. 정영선·조수현(2020)은 건물부문 국가 온실가스 배출량의 시계열적 추이를 통해 전망 분석을 수행하고자 Bass 모형을 활용하였다. 건물부문에서의 온실가스 배출량은 2030년까지 지속적으로 증가하는 것으로 전망하였으며, 국가가 검토한 건물부문 온실가스 배출량 전망 결과와 비교하여 약 9.8% 이상 높은 결과임을 확인하여 오차에 대한 한계가 있음을 제시하였다.

국외 사례로 Xuekun Fang et al.(2013)은 중국의 1990년~2010년까지의 육불화황(SF<sub>6</sub>) 배출량을 활용하여 중국의 산업부문 BAU 시나리오를 적용하여 2020년의 배출량을 전망하였다. 전망 결과 전기장비 부문에서 약 70%의 비중으로 가장 많이 발생하고, 마그네슘 생산, 반도체 제조 부문 순으로 많이 발생

하는 것으로 분석하였다. H Ambarita et al.(2018)은 인도네시아 Sumatera Utara 주의 2010년~2016년도 농업, 토지이용 및 산림, 에너지, 교통, 산업, 폐기물 부문의 온실가스 배출량을 활용해 2020년의 온실가스 배출량에 대해 단기 전망을 수행하였다. 전망 결과 2020년의 배출량 전망치 대비 30.5% 감축하는 감축 목표를 제안하였다. Pavan K. Nagar et al.(2019)은 인도 Delhi 도시의 2014년도 발전소, 차량, 폐기물 소각, 가정 부문의 온실가스 배출량을 활용하여 2022년과 2030년의 목표 배출량을 전망하였다. 이는 인구, GDP, 차량등록대수 등 활동 자료의 통계적 추이를 반영하여 전망하였으며, 이를 기준으로 감축 목표와 계획을 제안하였다.

국내외 선행연구를 살펴본 결과, 지자체 온실가스 인벤토리를 활용한 전망 연구는 대부분 특정 부문에 대해 수행되었으며 자료 확보의 한계, 다양한 영향인자를 고려하는 것의 한계 등으로 비교적 참조 자료가 적고 단편적인 통계적 해석이 수행되었다. 지자체의 온실가스 배출량의 경우 그 부문별로 특성이 다양할 수 있으며, 이러한 특성을 고려하여 전망 분석을 수행한 연구는 미흡한 실정이다.

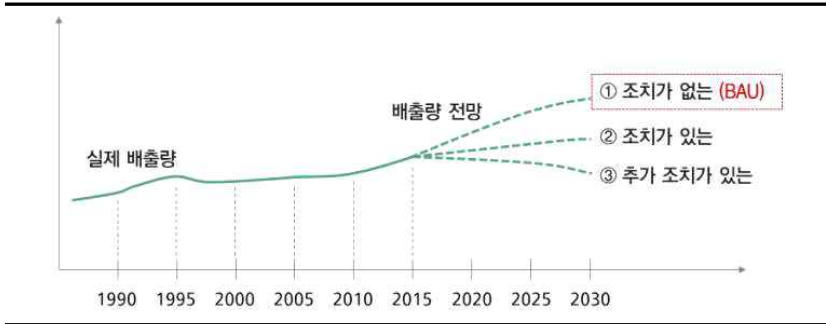
### III. 연구방법

#### 1. 온실가스 배출량 전망의 개념

온실가스 배출량 전망은 과거부터 현재까지의 배출현황을 바탕으로 향후 발생할 온실가스를 예측하는 것을 의미하며, 이렇게 예측된 배출량을 미래 배출량으로 정의하며, 미래 온실가스 배출량에 아무런 조치가 없을 때의 배출량 전망치를 BAU(Business As Usual)라고 정의한다(환경부·한국환경공단, 2019). BAU는 부문별 온실가스 배출의 특성을 파악하거나, 온실가스 감축 목표 수립 시 기준으로 사용할 수 있다. <그림 1>은 온실가스 배출량 전망 및 BAU에 대한 개념을 나타내며, 온실가스 감축에 대한 조치가 없을 경우의 배출량 전망치(BAU)와 조치가 있는 경우 배출량이 감소된 전망치를 보여준

다(한국환경공단, 2017).

〈그림 1〉 온실가스 배출량 전망 및 BAU 개념



자료: 한국환경공단(2017)

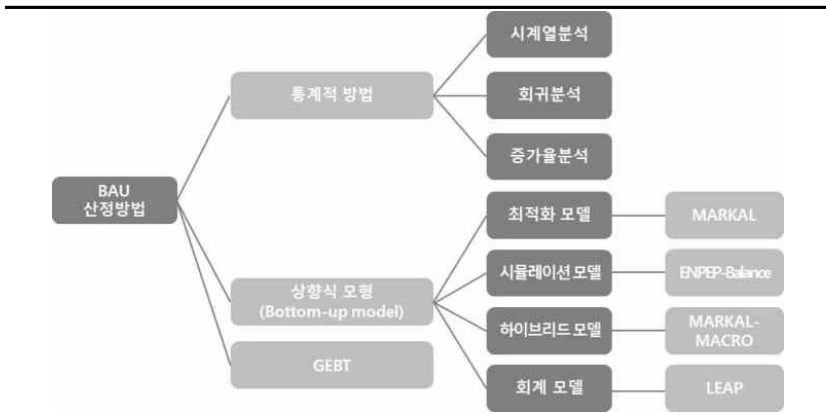
미래 배출량 전망은 향후 목표연도까지 감축해야 할 온실가스 배출량을 결정하는데 활용하는 매우 중요한 활동이며, 온실가스 감축 목표를 설정하거나 감축 계획을 수립할 때 미래 배출량이 과소 또는 과대 산정된다면 실효성 있는 이행에 어려움이 있을 수 있다. 다시 말하면, 미래 배출량을 과다 전망할 경우 감축 노력에도 불구하고 감축 목표 달성이 어려울 수 있기 때문에, 예측시 영향을 미치는 주요 증감 요소를 최대한 반영하고 과대 산정하지 않도록 주의할 것을 명시하고 있다(한국환경공단, 2017).

## 2. 온실가스 배출량 전망 방법의 선정

온실가스 배출량 전망 방법은 환경부, 한국환경공단(2019)에서 발간한 자체 온실가스 관리 가이드라인(ver 1.1)에서 제시하고 있으며, 통계적 방법, 기술경제적인 상향식 모형(Bottom-up Model), GEBT 등이 있다(〈그림 2〉 참조). 통계적 방법의 경우 과거의 자료를 이용하여 회귀분석 또는 시계열 분석 등을 통하여 자료의 경향성, 역동성 등 통계적 특성을 반영한 전망이 가능하며, 상향식 모형의 경우 경제성장률, 물리적 에너지자원의 필요량, 기술진보, 인구증가 등의 구조 변화가 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하여 장기적

인 온실가스 배출량을 전망하는데 사용할 수 있다(환경부·한국환경공단, 2019). 국립환경과학원에서 개발한 GEBT(Greenhouse gas Emission Business-as-usual Tool) 모형은 경제성장, 인구증가, 국제유가 등에 기반한 에너지 수요를 전망하고 이를 통해 미래 배출량을 예측하는 모형이다.

〈그림 2〉 BAU 산정방법



자료: 환경부·한국환경공단(2019)

여기서, 지자체 온실가스 배출량 전망 방법은 지자체의 특성별로 선택하여 적용할 수 있으나, GEBT 모형은 2013년 이후 제공하지 않아 활용이 불가하며, 상황식 모형의 경우 경제성장률, 유가, 기술진보 등 지자체 단위에서 적용이 불가능한 인자가 있어 적합하지 않다.

따라서 본 연구에서는 지자체 온실가스 배출량 BAU 전망 시 배출량에 직접적인 영향인자를 기반으로 한 통계적 방법을 적용하였다. 보다 상세히는 BAU 전망을 위해 통계적 방법 중 적용이 가능한 추세분석(증가율 분석, 선형 추세분석, 지수함수, 로그함수), 회귀분석(단순 회귀분석, 다중 회귀분석), 상관분석(에너지 소비량 예측, 국가 BAU 전망 결과 적용, 국가 에너지기본계획 전망 결과 적용)의 방법을 적용하여 BAU 전망 분석을 수행하였다.

일반적으로 지자체 온실가스 배출량 전망 방법은 <표 1>과 같이 4단계로 구분할 수 있다.

〈표 1〉 지자체 온실가스 배출량 전망의 4단계

구분	내용
(1단계) 연도 및 범위 설정	기준년도 및 목표년도 설정, 대상 카테고리 설정
(2단계) 사전 예측	카테고리별 전망방법을 적용하여 나열하는 단계
(3단계) 전망 방법 결정	카테고리별 전망방법 중 인벤토리 기간의 최근 3년 배출량과 최소 오차를 나타내는 최적의 전망방법 선택
(4단계) 최종 예측	BAU 최종 전망

## IV. 분석 결과

### 1. 연구대상지 및 연구자료

서울특별시 동대문구(2023)는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」에 근거하여 「동대문구 2050 탄소중립 녹색성장 기본계획(2023~2033)」을 수립하였다. 해당 기본계획에서는 국가 혹은 지자체 정책 수립 시 기준 지침으로 활용되는 한국환경공단(2017) 「지자체 온실가스 배출량 산정지침(Ver.4.1)」에 따라 활동자료 수집 및 온실가스 배출량 산정이 진행되었으며, 온실가스 인벤토리의 경우 2005년부터 2020년까지의 값을 제공하고 있다. 이때, 배출량 산정 및 BAU 전망을 위한 활동 자료의 시차는 최소 1년에서 최대 4년까지 존재하므로, 현시점 기준 동일한 시차로 적용하기 위해 2020년까지의 값을 사용하였다. 해당 기본계획에서 제공하고 있는 온실가스 배출량의 값은 한국환경공단에서 세계자원연구소(World Resources Institute)의 Built on GHG Protocol 인증을 획득한 지자체 온실가스 배출량 산정지침에 근거한 값과 비교·검증하였기에 신뢰성 있는 온실가스 인벤토리로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 동대문구의 2020년까지 지자체 온실가스 인벤토리를 활용하여 2030년까지의 배출량을 전망하고자 한다. 여기서 인벤토리 부문별 전망을 수행하여 부문별 최적의 전망 방법에 의한 전망치를 도출하여 최종 전망치를 구성하고자 한다.

## 2. 동대문구 온실가스 배출량 BAU 전망 방법별 결과

온실가스 배출량 전망치의 검증 기간은 가이드라인에 따라 최근 3개년(2018~2020년)으로 설정하였고, 검증 방법은 3개년치에 대한 기존 온실가스 배출량 산정값의 합계와 전망치 분석 결과 산출된 배출량 산정값의 합계의 오차를 비교하였다(환경부·한국환경공단, 2019). 즉, 인벤토리 구축연도가 2005~2020년이므로, BAU 사전 예측 시 적용 인벤토리는 2005~2017년으로 하고, 최근 3개년도인 2018~2020년 인벤토리 예측값을 비교하였다.

### 1) 추세분석

추세분석은 일정 시간 주기의 데이터가 갖는 과거 경향이 미래에도 동일하게 적용된다는 가정으로 미래값을 추정하는 방법이며, 증가율 분석, 선형 추세분석, 지수함수 분석, 로그함수 분석이 있다.

#### (1) 증가율 분석

증가율 분석은 자료의 과거 연평균 증가율을 기반으로 미래 배출량을 예측하는 방법이며, 인벤토리 산정 기간에 대해 부문별 배출량의 연도별 증가율을 산술평균(또는 중앙값)하여 매년 일정한 증가율을 적용하여 미래 배출량을 예측할 수 있다. 즉, 증가율 분석 방법은 온실가스 배출량에 유의미한 영향을 주는 참조 자료의 활용 없이 해당 부문의 과거 배출량의 증가 추이를 기준으로 미래 배출량을 추정하는 방법으로, 과거 배출량의 변동성을 직접적으로 반영하는 방법이라 할 수 있다. 증가율 분석을 통해 부문별 온실가스 배출량을 전망한 결과 동대문구의 주요 배출원인 가정, 상업, 공공, 도로수송 부문에서 비교적 높은 정확도로 평가되었으나, 제조업 및 건설업, 농림수산업, 폐기물 부문에서 배출량과 전망치가 비교적 오차가 크게 나타나는 것으로 분석되었다. 토지 부문의 경우 과거 배출량 값의 크기가 매우 작고 편차가 크기 때문에, 과거 자료가 갖고 있는 증가율을 기준으로 미래 배출량을 추정하는 증가율 분석이 적합하지 않은 것으로 판단된다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 증가율 분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지	
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114	122
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118	156
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115	146
전망치	2018	69,593	148	479,354	397,682	93,540	383,640	62,171	66,040	111	-281
	2019	70,967	181	478,428	391,765	94,929	381,011	66,884	67,708	111	-564
	2020	72,368	221	477,504	385,935	96,339	378,400	71,955	69,419	112	-1,132
정확도	차이	35,673	136	44,617	16,417	4,569	73,409	37,115	9,212	13	2,401
	비율	120.1%	132.8%	97.0%	101.4%	101.6%	106.9%	122.6%	104.7%	96.2%	-466.2%

(2) 선형 추세분석

외삽법(extrapolation)이라고도 하며, 가장 기본적인 선형 추세분석은 미래의 배출량을 직선의 함수로 가정하여 추정하는 방법이다. 즉, 과거 배출량의 변동 추이를 대표하는 하나의 기울기를 산정하여 미래 배출량을 선형으로 추정하는 방법이다. 인벤토리 산정 기간의 부문별 배출량에 대해 선형 추세 분석을 적용하였으며, 선형 추세분석을 통해 부문별 온실가스 배출량을 전망한 결과 상업, 공공 부문에서 비교적 높은 정확도를 보였다. 다만 나머지 부문에서 배출량과 전망치 간의 유의미한 오차가 발생하였으며, 특히 농림 수산업 부문과 폐기물 부문에서 오차가 큰 것으로 분석되었다(〈표 3〉 참조).

〈표 3〉 선형 추세분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지	
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114	122
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118	156
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115	146
전망치	2018	56,959	50	466,156	392,396	92,309	397,873	48,664	65,031	110	386
	2019	54,910	46	464,214	384,868	92,611	394,461	47,136	66,281	109	455
	2020	52,862	43	462,272	377,340	92,913	391,048	45,607	67,530	107	524

정확도	차이	12,523	275	87,262	4,360	2,407	113,739	22,487	4,887	21	940
	비율	92.9%	33.5%	94.1%	99.6%	99.1%	110.6%	86.3%	102.5%	93.9%	321.8%

(3) 지수함수

지수함수도 추세분석의 일종이며, 미래의 배출량이 지수함수의 분포를 따른다고 가정하여 추정한다. 인벤토리 산정 기간의 부문별 배출량에 대해 지수함수를 적용하였으며, 지수함수 추세분석을 통해 부문별 온실가스 배출량을 전망한 결과 선형 추세분석의 결과와 유사하지만 보다 정확도가 높은 것으로 나타났다. 특히 폐기물 부문의 정확도가 상대적으로 크게 증가하였으며, 배출량이 큰 부문 중 하나인 상업 부문에서 배출량과 전망치의 오차가 거의 없는 정확도로 나타났다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 지수함수 분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소							폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114	122
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118	156
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115	146
전망치	2018	57,319	47	466,038	393,989	92,400	397,779	51,984	65,464	111	379
	2019	55,732	48	464,137	387,318	92,741	394,600	51,362	66,927	109	356
	2020	54,190	48	462,243	380,760	93,083	391,446	50,748	68,423	107	335
정확도	차이	10,014	270	87,486	3,101	2,015	114,183	9,801	6,858	20	462
	비율	94.4%	34.7%	94.1%	100.3%	99.3%	110.7%	94.0%	103.5%	94.3%	209.0%

(4) 로그함수

로그함수 분석도 추세분석의 일종으로 미래의 배출량이 로그함수의 분포를 따른다고 가정하여 추정한다. 인벤토리 산정 기간의 부문별 배출량에 대해 로그함수를 적용하였으며, 로그함수 추세분석을 통해 부문별 온실가스 배출량을 전망한 결과 지수함수 분석 결과와 마찬가지로 선형 추세분석 결과와 유사한 것으로 나타났다. 다만 선형 추세분석 결과와 비교해 보면, 지수함

수 분석의 결과처럼 크게 정확도가 증가하거나 감소하는 등 변경된 부문은 없는 것으로 나타났다(〈표 5〉 참조).

〈표 5〉 로그함수 분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지	
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114	122
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118	156
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115	146
전망치	2018	56,973	50	466,172	392,467	92,311	397,926	48,664	65,026	110	385
	2019	54,931	46	464,237	384,968	92,613	394,530	47,140	66,272	109	454
	2020	52,890	43	462,303	377,472	92,915	391,135	45,616	67,517	107	523
정확도	차이	12,461	275	87,191	4,059	2,400	113,948	22,475	4,860	21	939
	비율	93.0%	33.5%	94.1%	99.6%	99.1%	110.7%	86.3%	102.5%	93.9%	321.4%

## 2) 회귀분석

회귀분석은 독립변수(인구, 세대수 등 영향인자)와 종속변수(배출량) 간의 관련성을 함수식을 통해 파악하고 예측하는 방법이다. 회귀분석이란 현상을 지배하고 있는 변수나 인자의 효율적인 관계식을 밝히고 형태를 파악하는 통계적인 기법을 의미하며, 특정 변수값(독립변수)의 변화와 다른 변수값(종속변수)의 변화가 가지는 수학적 선형의 함수식을 파악함으로써 상호관계를 추론하는 방식이다(환경부·한국환경공단, 2019). 독립변수는 종속변수의 영향 인자를 의미하며, 독립변수가 1개인 경우를 단순 회귀분석이라 할 수 있다.

### (1) 단순 회귀분석

단순 회귀분석 방법을 이용해 BAU 전망 시 각 부문별 배출량의 증감에 영향을 주는 독립변수의 선택이 중요하며, 부문별 독립변수는 지자체 온실가스 관리 가이드라인(환경부·한국환경공단, 2019)를 참조하여 선정하였다. 유의미한 독립변수를 적용할 수 없는 제조업 및 건설업, 농림수산업, 토지 부문을 제외하고 가정, 상업, 공공, 도로수송, 폐기물, 산업공정 및 제품사용, AFOLU

(토지제외) 부문에 적용하였다. 가정, 산업공정 및 제품 부문의 경우 인구수(명)를 독립변수로 사용하였고, 상업, 공공, 폐기물 부문의 경우 인구수(명), 지역내총생산(GRDP)을 독립변수로 사용하여 각 결과를 산정하였다. 또한, 도로수송 부문의 경우 자동차등록대수(대)를 독립변수로 사용하였고, AFOLU(토지제외) 부문의 경우 경지면적(m<sup>2</sup>)을 독립변수로 사용하였다. 독립변수로 인구수와 지역내총생산 지수 2종을 적용하였기에 분석 결과를 <표 6>, <표 7>과 같이 독립변수별로 나누어 제시하였다. 인구수를 기준으로 분석한 결과 가정, 상업, 공공, 산업공정 및 제품 사용 부문의 경우 오차가 작고 정확도가 높게 나타났으나 폐기물 부문의 경우, 앞서 수행한 추세분석 방법들의 결과에 비해 정확도가 낮게 산정되었다. 다만, 폐기물 부문에 대해 지역내총생산을 기준으로 분석한 결과 배출량과 전망치의 오차가 절반 이상 줄어들며 정확도가 높게 산정되는 것으로 분석되었다. 또한 공공부문의 경우에도 지역내총생산을 기준으로 분석하였을 때 정확도가 크게 증가하였으며, 앞서 수행한 추세분석 방법들과 비교했을 때 가장 정확도가 높게 산정되었다.

〈표 6〉 단순 회귀분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도 ①:  
독립변수 인구수 기준

[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소				폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	
	가정	상업	공공	도로수송				
	(인구수)	(인구수)	(인구수)	(자동차등록대수)				
배출량	2018	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114
	2019	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118
	2020	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115
전망치	2018	466,941	391,871	95,120	391,452	41,490	62,820	112
	2019	465,615	386,365	95,630	393,543	39,641	65,433	112
	2020	463,221	376,417	96,551	392,936	36,301	67,706	112
정확도	차이	84,127	4,312	7,062	108,288	46,462	2,003	11
	비율	94.3%	99.6%	102.5%	110.1%	71.7%	101.0%	96.8%

〈표 7〉 단순 회귀분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도 ②:  
독립변수 GRDP 기준

[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소				폐기물 (GRDP)	산업공정 및 제품사용 (인구수)	AFOLU (토지제외) (경지면적)	
	가정	상업	공공	도로수송				
	(인구수)	(GRDP)	(GRDP)	(자동차등록대수)				
배출량	2018	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114
	2019	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118
	2020	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115
전망치	2018	466,941	396,620	92,506	391,452	49,472	62,820	112
	2019	465,615	387,784	92,924	393,543	47,671	65,433	112
	2020	463,221	380,670	93,261	392,936	46,221	67,706	112
정확도	차이	84,127	6,109	1,547	108,288	20,531	2,003	11
	비율	94.3%	100.5%	99.4%	110.1%	87.5%	101.0%	96.8%

(2) 다중 회귀분석

단순 회귀분석과 동일한 개념으로 전망하지만, 독립변수를 2개 이상으로 고려하는 경우 다중 회귀분석(다중독립변수)이라고 한다. 다중 회귀분석의 경우 에너지 부문 중 가정, 상업, 공공, 도로수송 부문만 적용이 가능하며, 독립변수는 지자체 온실가스 관리 가이드라인(환경부·한국환경공단, 2019)을 참조하여 산정하였다. 가정 부문의 경우 인구수(명), 세대수(세대)를 독립변수로 사용하였고, 상업, 공공 부문의 경우 인구수(명), 지역내총생산(GRDP)을 독립변수로 사용하였다. 수송 부문의 경우 자동차등록대수(대), 지역내총생산(GRDP)을 독립변수로 사용하였다. 다중 회귀분석 결과, 상업과 공공부문에 정准确도가 높은 것으로 분석되었으며, 도로수송 부문의 경우 앞서 수행한 방법들에 비해 가장 큰 오차가 발생하며 정准确도가 낮게 산정되었다(〈표 8〉 참조).

〈표 8〉 다중 회귀분석에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도

[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소				
	가정	상업	공공	도로수송	
	(인구수, 세대수)	(인구수, GRDP)	(인구수, GRDP)	(자동차, GRDP)	
배출량	2018	509,688	407,065	97,301	378,895
	2019	481,738	389,546	95,652	371,535
	2020	488,478	362,354	87,286	319,213

전망치	2018	465,488	397,864	96,558	392,110
	2019	461,209	388,786	96,210	413,607
	2020	454,758	382,101	97,914	422,826
정확도	차이	98,448	9,786	10,444	158,900
	비율	93.3%	100.8%	103.7%	114.9%

### 3) 상관분석

#### (1) 에너지 소비량 예측

에너지 소비량 예측은 해당 지자체의 최종 에너지 소비량의 인벤토리 기간 평균 에너지 소비 증가율로 부문별 배출량을 예측하는 방법이다(환경부·한국환경공단, 2019). 최종 에너지 소비량은 인벤토리와의 시차를 맞추기 위해 2020 지역에너지 통계연보(산업통상자원부·에너지경제연구원, 2020)에서 제시하는 서울시의 최종 에너지 소비량 자료를 사용하였고, 에너지 부문의 6개 부문에 대해 적용하였다. 대부분의 부문에서 배출량과 전망치의 오차가 작고 준수한 정확도로 산정되었으며, 특히 농림수산업 부문의 경우 앞서 수행한 추세분석, 회귀분석 방법들에 비해 오차가 큰 폭으로 줄어들어 정확도가 크게 향상된 것을 확인하였다(〈표 9〉 참조).

〈표 9〉 에너지 소비량 예측에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						
	제조업 및 건설업	농림수산업	가정	상업	공공	도로수송	
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213
전망치	2018	68,204	121	479,989	403,442	92,115	386,052
	2019	68,162	121	479,696	403,196	92,059	385,816
	2020	68,120	121	479,404	402,950	92,003	385,581
정확도	차이	27,232	51	40,814	50,624	4,062	87,807
	비율	115.4%	87.8%	97.2%	104.4%	98.6%	108.2%

(2) 국가 BAU 전망결과 적용

2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안(관계부처합동, 2018)의 국가 온실가스 배출 전망 결과를 적용하여 부문별 BAU를 전망하는 방식이다. 국가 BAU 전망에서는 에너지부문과 비에너지부문으로 구분하여 부문별 배출량을 2020년까지의 연평균 증가율과 2021년부터 2030년까지의 연평균 증가율로 나누어 적용하고 있으며, 본 연구에서도 에너지부문과 비에너지 부문으로 구분하여 2021년부터 2030년까지의 연평균 증가율을 적용하였다. 배출량의 절대적인 값이 매우 작아서 과거값의 변동성, 편차 등에 영향을 크게 받는 농림수산업, AFOLU(토지 제외), 토지 부문에서 앞서 적용한 방법론들에 비해 매우 개선된 정확도 결과가 도출되었다. 특히 토지 부문의 경우 추세분석 방법론 적용 결과가 유의미한 오차 범위를 벗어나게 산정되었으나 국가 BAU 전망 결과를 이용한 방법에서 높은 정확도로 산정되었으며, 이를 토대로 국가의 BAU 대비 감축 전략, 감축 목표 등을 적극적으로 검토해 볼 수 있을 것이다(〈표 10〉 참조).

〈표 10〉 국가 BAU 전망결과 적용에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지	
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895	56,033	64,131	114	122
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535	57,048	62,335	118	156
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213	50,814	67,489	115	146
전망치	2018	69,569	124	489,600	411,520	93,959	393,782	59,286	66,080	113	-144
	2019	70,919	126	499,098	419,504	95,782	401,421	60,822	67,792	116	-147
	2020	72,295	128	508,780	427,642	97,640	409,209	62,397	69,548	119	-151
정확도	차이	35,528	36	17,575	99,701	7,143	134,768	18,610	9,465	0	866
	비율	120.0%	91.3%	101.2%	108.6%	102.5%	112.6%	111.4%	104.9%	100.1%	-104.3%

(3) 국가에너지기본계획 적용

제3차 에너지기본계획(산업통상자원부, 2019)의 부문별 최종 에너지 수요 전망의 연평균 증가율을 적용하여 온실가스 배출량을 전망하는 방법이

며, 에너지기본계획을 통해 전망 가능한 에너지 부문 6종의 온실가스 배출량을 전망하였다. 에너지기본계획에서는 산업, 가정, 상업, 공공, 수송 부문으로 구분하여 2030년까지의 수요 전망과 2040년까지의 수요 전망을 각각 제시하고 있으며, 본 연구에서는 2030년까지의 부문별 수요 전망치의 연평균 증가율을 적용하였다. 또한, 가정 부문의 경우 1인당 에너지 소비 증가율로 제시하고 있기 때문에 인벤토리 기간의 배출량에 인구수를 나누어 1인당 배출량을 산정하고 인구수 예측 결과에 연평균 증가율을 적용하여 BAU를 전망하였다(산업통상자원부, 2019). 대부분의 부문에서 앞서 적용한 전망 방법들에 비해 오차가 크게 산정되었으며, 공공부문의 경우 비교적 오차가 작아 정확도가 높게 산정되었다(〈표 11〉 참조).

〈표 11〉 국가에너지기본계획 적용에 의한 동대문구 온실가스 배출량 전망치와 정확도  
[단위: 톤CO<sub>2</sub>eq]

연도		에너지-연료연소					
		제조업 및 건설업	농림수산업	가정	상업	공공	도로수송
배출량	2018	59,829	137	509,688	407,065	97,301	378,895
	2019	60,461	147	481,738	389,546	95,652	371,535
	2020	56,964	130	488,478	362,354	87,286	319,213
전망치	2018	69,337	123	479,802	410,955	93,462	388,605
	2019	70,447	125	479,322	418,352	94,770	390,937
	2020	71,574	127	478,843	425,883	96,097	393,283
정확도	차이	34,103	38	41,937	96,225	4,090	103,182
	비율	119.2%	90.7%	97.2%	108.3%	101.5%	109.6%

### 3. 동대문구 온실가스 배출량 BAU 전망 방법의 결정 및 전망 결과

사전 예측을 통해 부문별 BAU 전망 방법 적용 후 최근 3개년도 실제 배출량과 비교하여 적용한 전망 방법 중 가장 오차가 작은 방법을 채택하였다. 즉, 인벤토리 구축연도가 2005~2020년이므로, BAU 예측 시 적용 인벤토리는 2005~2017년으로 하고, 검증 인벤토리는 최근 3개년도인 2018~2020년 인벤토리로 비교하였으며, 2018~2020년 배출량 합이 실제 배출량의 합

에 가장 근접한 1개의 전망 방법을 선택하였다. 부문별, 전망 방법별로 정확도를 비교한 결과, 각 부문별 적합한 전망 방법으로 선정된 결과는 다음과 같다(〈표 12〉 참조). 제조업 및 건설업, 상업, 폐기물 부문은 지수합수 분석을 이용한 방법이 선정되었으며, 농림수산업, 가정, AFOLU(토지제외), 토지 부문은 국가 BAU 전망 결과 이용한 방법이 선정되었다. 또한 공공, 산업공정 및 제품사용 부문은 단순회귀분석을 이용한 방법이 선정되었고, 도로수송 부문은 증가율 분석을 이용한 방법이 선정되었다.

〈표 12〉 동대문구 부문별 온실가스 배출량 전망방법별 정확도 결과  
[단위: 톤CO<sub>2e</sub>q]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용	AFOLU (토지제외)	토지
	제조업 및 건설업	농림수산업	가정	상업	공공	도로수송				
증가율 분석	35,673 120.1%	136 132.8%	44,617 97.0%	16,417 101.4%	4,569 101.6%	73,409 106.9%	37,115 122.6%	9,212 104.7%	13 96.2%	2,401 -466.2%
선형 추세분석	12,523 92.9%	275 33.5%	87,262 94.1%	4,360 99.6%	2,407 99.1%	113,739 110.6%	22,487 86.3%	4,887 102.5%	21 93.9%	940 321.8%
지수합수	10,014 94.4%	270 34.7%	87,486 94.1%	3,101 100.3%	2,015 99.3%	114,183 110.7%	9,801 94.0%	6,858 103.5%	20 94.3%	462 209.0%
로그합수	12,461 93.0%	275 33.5%	87,191 94.1%	4,059 99.6%	2,400 99.1%	113,948 110.7%	22,475 86.3%	4,860 102.5%	21 93.9%	939 321.4%
단순 회귀분석①			84,127 94.3%	4,312 99.6%	7,062 102.5%	108,288 110.1%	46,462 71.7%	2,003 101.0%	11 96.8%	
단순 회귀분석②			84,127 94.3%	6,109 100.5%	1,547 99.4%	108,288 110.1%	20,531 87.5%	2,003 101.0%	11 96.8%	
다중 회귀분석			98,448 93.3%	9,786 100.8%	10,444 103.7%	158,900 114.9%				
에너지 소비량 예측	27,232 115.4%	51 87.8%	40,814 92.2%	50,624 104.4%	4,062 98.6%	87,807 108.2%				
국가 BAU 전망결과 이용	35,528 120.0%	36 91.3%	17,575 101.2%	99,701 108.6%	7,143 102.5%	134,768 112.6%	18,610 111.4%	9,465 104.9%	0 100.1%	866 -104.3%
국가에너지 기본계획 전망결과 적용	34,103 119.2%	38 90.7%	41,937 97.2%	96,225 108.3%	4,090 101.5%	103,182 109.6%				
전망방법 결정	지수 합수	국가 BAU 전망결과 이용	국가 BAU 전망결과 이용	지수 합수	단순 회귀 분석②	증가율 분석	지수 합수	단순 회귀 분석①	국가BAU 전망결과 이용	국가 BAU 전망결과 이용

앞서 결정한 카테고리별 BAU 전망 방법을 전체 인벤토리 기간인 2005~2020년에 적용하여 미래 배출량을 최종 예측하였다. 즉, 전망 방법 결정에 활

용된 2018~2020년도의 배출량 값까지 포함하여, 각 부문별 선정된 방법에 의 해 2030년까지 전망 분석을 적용하였다. 각 부문별 온실가스 배출량을 최종 전 망한 결과는 다음과 같다(〈표 13〉 참조).

〈표 13〉 동대문구 부문별 온실가스 총 배출량 전망 결과 [단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq]

연도	에너지-연료연소						폐기물	산업공정 및 제품사용*	AFOLU (토지제외)	토지	합계
	제조업 및 건설업	농림 수산업	가정	상업	공공	도로 수송					
2005	71.5	0.2	494.6	486.0	78.2	429.4	57.6	53.0	0.1	-0.3	1,670.3
2006	78.0	0.3	488.1	481.1	87.4	382.0	134.8	47.9	0.1	-0.1	1,699.7
2007	108.8	0.0	487.7	470.6	87.1	425.0	51.9	57.6	0.1	-0.2	1,688.8
2008	76.6	0.0	477.1	458.6	92.6	462.3	48.5	58.5	0.1	-0.3	1,674.4
2009	86.7	0.0	475.7	451.7	97.2	467.3	42.0	57.7	0.1	-0.3	1,678.3
2010	69.4	0.0	496.0	480.1	96.5	468.5	42.3	61.9	0.1	0.0	1,714.9
2011	63.3	0.0	481.1	463.7	94.5	438.3	43.2	62.5	0.1	0.4	1,646.8
2012	68.5	0.0	489.3	446.6	93.5	417.9	60.4	58.4	0.1	0.5	1,634.8
2013	45.9	0.0	488.4	429.6	92.0	409.9	58.5	59.7	0.1	0.4	1,584.2
2014	50.5	0.0	448.0	401.9	87.3	386.4	60.2	64.4	0.1	-0.1	1,499.0
2015	64.2	0.1	459.7	402.8	84.8	406.6	57.6	64.1	0.1	0.1	1,540.1
2016	75.2	0.1	470.7	409.7	89.2	402.8	57.1	62.3	0.1	0.2	1,567.4
2017	68.2	0.1	480.3	403.7	92.2	386.3	57.8	67.5	0.1	0.1	1,556.2
2018	59.8	0.1	509.7	407.1	97.3	378.9	56.0	68.3	0.1	0.1	1,577.4
2019	60.5	0.1	481.7	389.5	95.7	371.5	57.0	69.2	0.1	0.2	1,525.5
2020	57.0	0.1	488.5	362.4	87.3	319.2	50.8	70.8	0.1	0.2	1,436.2
2021	54.8	0.1	494.9	372.6	93.7	313.6	52.1	73.5	0.1	0.2	1,455.5
2022	53.5	0.1	501.5	366.1	94.0	308.2	51.7	67.2	0.1	0.2	1,442.4
2023	52.2	0.1	508.1	359.8	94.3	302.8	51.2	68.8	0.1	0.2	1,437.5
2024	50.9	0.1	514.8	353.5	94.7	297.5	50.8	70.6	0.1	0.2	1,433.0
2025	49.6	0.1	521.6	347.4	95.0	292.3	50.3	72.1	0.1	0.2	1,428.7
2026	48.4	0.1	528.5	341.3	95.3	287.2	49.9	73.5	0.1	0.2	1,424.5
2027	47.3	0.1	535.4	335.4	95.7	282.2	49.5	74.8	0.1	0.2	1,420.5
2028	46.1	0.1	542.5	329.6	96.0	277.3	49.0	76.0	0.1	0.2	1,416.8
2029	45.0	0.1	549.7	323.8	96.3	272.5	48.6	77.0	0.1	0.2	1,413.2
2030	43.9	0.1	556.9	318.2	96.7	267.7	48.2	78.0	0.1	0.2	1,409.9

## V. 결론

본 연구에서는 지자체 온실가스 인벤토리를 활용하여, 별도의 온실가스

관리 조치가 없을 경우의 미래 온실가스 부문별 배출량을 의미하는 BAU 전망 분석을 수행하였다. 가정, 상업, 공공, 도로수송 부문의 경우 배출량 산정을 위한 활동자료와 BAU 전망 분석에 필요한 영향인자 자료의 획득과 시차 일치가 가능하며, 가이드라인에서 소개하고 있는 통계적 전망 분석의 모든 방법을 적용하여 전망해 볼 수 있었다. 다만 토지 부문의 경우 지자체 단위의 분석에 활용할 영향인자 자료 획득이 불가하여 가장 적은 종류의 전망 분석 방법을 적용하였으며, 이는 국가 혹은 광역지자체 단위로 제공되는 토지 부문 영향인자 자료를 공간적 축소 기법을 적용하여 기초지자체 단위의 자료로 재가공하여 적용하는 등으로 보완할 수 있다. 다만, 공간적 축소 기법을 적용하기 위해 사용할 수 있는 적합한 참조 자료에 대한 연구 혹은 지침이 부족할 실정으로, 신뢰도 있는 적용 결과를 확보하기 어려운 실정이다. 또한, 농림수산업, AFOLU(토지제외), 토지 부문의 경우, 인벤토리 배출량의 절대적인 값이 작다 보니, 통계분석 적용 시 발생하는 오차가 결과에 영향을 크게 주어, 전망 결과의 검증 시 상대적으로 극단적인 정확도가 도출되었다.

2030년 BAU 전망 결과 온실가스 총 배출량은 1,409.9 천톤CO<sub>2</sub>eq.이며, 이는 2020년 배출량인 1,436.2 천톤CO<sub>2</sub>eq. 대비 약 1.8% 감소한 것을 알 수 있다. 이는 동대문구에서 별도의 온실가스 관리 조치를 시행하지 않더라도 온실가스 배출량은 감소함을 의미하며, 이를 토대로 온실가스 감축 전략 수립 시 보다 적극적인 감축정책을 도입할 수 있다. 특히 도로수송 부문의 경우 다양한 전망 방법을 적용해 본 결과 증가율 분석이 가장 정확도가 높은 것으로 나타났는데, 분석 기간(2005~2017)의 시계열이 갖고 있는 증가 경향성이 검증 기간(2018~2020)에도 적합한 것으로 판단할 수 있다. 즉, 도로수송 부문의 배출량은 과거부터 감소하는 경향을 갖기 때문에 감축 정책을 수립할 때 상대적으로 큰 효율을 기대할 수 있다. 가정부문의 경우 국가 BAU 전망 결과를 이용한 전망 분석에서 정확도가 높게 나타났으며, 이는 국가 가정부문 온실가스 인벤토리와 경향성이 유사함을 알 수 있다. 이를 근거로 동대문구 가정부문 감축정책을 수립할 때, 국가의 가정부문 감축정책을 수용하는 등 국가 정책과의 연계성을 고려한 정책을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구를 통해 연구 대상지의 온실가스 배출원 부문별로 BAU 전망을 수행하였고, 이를 토대로 어느 부문의 배출량이 지속적으로 증가할 것으로 예상되는지 혹은 배출량이 증가한다면 어느 정도로 증가하는지 등을 분석하였다. 특히 기초지자체의 모든 배출원을 대상으로 BAU 전망을 수행한 연구가 부족한 실정에서, 체계적인 방법을 이용한 전망을 수행했다는 점에서, 본 연구결과가 향후 기초 지자체의 기후 정책 수립 시 실질적으로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

## ■ 참고문헌 ■

- 관계부처합동, 2018, 제1차 자원순환기본계획(2018~2027).
- 동대문구, 2023, 동대문구 2050 탄소중립 녹색성장 기본계획(2023~2033).
- 산업통상자원부, 2019, 제3차 에너지기본계획(2019~2040).
- 산업통상자원부·에너지경제연구원, 2020, 2020 지역에너지 통계연보.
- 외교부, 2015, 보도자료(2015-06-30), 2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU(851백만톤) 대비 37%으로 확정.
- 정영선·조수현, 2020, 2020년 이후 국가 건물부문 온실가스 배출량 단기 전망 연구, 『대한건축학회논문집』, vol.36, no.10, pp.117-125, DOI: 10.5659/JAIK.2020.36.10.117.
- 정현철·이종식·최은정·김진엽·서상욱·정학균·김창길, 2015, 2020년 이후 농업부문 온실가스 배출량 전망과 감축잠재량 분석, 『한국기후변화학회지』, vol.6, no.3, pp.233-241, DOI: 10.15531/KSCCR.2015.6.3.233.
- 진상현·황인창, 2012, 지역할당 방식을 이용한 지자체의 온실가스 배출량 전망: 에너지 부문을 중심으로, 『서울도시연구』, vol.13, no.3, pp.47-63.
- 한국환경공단, 2017, 지자체 온실가스 배출량 산정지침(Ver.4.1).
- 환경부·한국환경공단, 2019, 지자체 온실가스 관리 가이드라인(Ver.1.1).
- H Ambarita, Soeharwinto, N Ginting, M Basyuni and Z Zen, 2018, "Inventory and projection of greenhouse gases emissions for Sumatera Utara Province", IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 126 (2018) 012114 doi: 10.1088/1755-1315/126/1/01211.
- Pavan K. Nagar, Mukesh Sharma, Shubham Gupta and Dharendra Singh, 2019, "A framework for developing and projecting GHG emission inventory and preparing mitigation plan: A case study of Delhi City, India", Urban

Climate 28 (2019) 100462, doi: 10.1016/j.uclim.2019.100462.

United Nations, 1992, "UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE".

\_\_\_\_\_, 2015, "ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT".

Xuekun Fang, Xia Hu, Greet Janssens-Maenhout, Jing Wu, Jiarui Han, Shenshen Su, Jianbo Zhang and Jianxin Hu, 2013, "Sulfur Hexafluoride(SF6) Emission Estimates for China: An Inventoryfor 1990–2010 and a Projection to 2020", Environmental Science & Technology 2013, 47, doi: 10.1021/es304348x.

---

**이준형:** 인하대학교 대학원 수자원분야 박사과정으로 재학 중이며, 동 대학원 토목공학 석사학위를 취득하였다. 기후변화, 수자원 이용, 자연기반해법 분석이 주요 관심 분야이며, 통계기반 시계열 자료처리, 수리 및 수문모형 등을 이용한 분석 연구를 수행하고 있다(lee\_junhyeong@naver.com).

**김태용:** 서울시립대에서 공학박사학위를 취득하였고 현재 환경정책 연구 및 건설팅업체인 ㈜에코파이를 운영하고 있다. 주로 기후변화 대응, 자연환경 보전 등에 대한 연구사업을 하고 있으며 주요 연구로는 "탄소중립 녹색성장 기본계획 수립(2024)", "기후위기 적응대책 수립(2023)", "습지생태계 가치평가 및 탄소흡수 가치증진 기술개발사업(2022)" 등을 수행하였다(kty5902@naver.com).

**강유진:** 인하대학교 대학원 수자원분야 박사과정으로 재학 중이며, 동 대학원 토목공학 석사학위를 취득하였다. 수자원 이용, 수자원 관리 및 정책, 수문 및 기후 데이터를 활용한 AI 기반 수자원 예측이 주요 관심 분야이며, 수문·기후 데이터를 활용한 딥러닝 기반 예측 모델, 지속가능한 수자원 정책 및 통합관리 방안 등에 대한 연구를 수행하고 있다(rkddb1215@naver.com).

**김유민:** Purdue University 토목공학 박사과정으로 재학 중이며, 고려대학교 대학원에서 토목공학 석사학위를 취득하였다. 주요 연구 관심 분야는 수문모형 기반 하도추적, 자연유출 해석, 수문자료 기반 매개변수 추정이며, 최근에는 딥러닝 및 머신러닝을 활용한 시계열 수문자료 분석과 유역 특성 기반 경험식 연구에도 집중하고 있다(dukeymkim@gmail.com).

**유원찬:** 인하대학교 대학원 수자원분야 석사과정으로 재학 중이며, 한남대학교 토목환경공학과를 졸업하였다. 다양한 모델을 이용한 분석 연구를 수행 중이며 홍수추적, 기후변화가 주요 관심 분야이다(wcryou46@gmail.com).

투 고 일: 2025년 03월 26일  
심 사 일: 2025년 04월 01일  
게재확정일: 2025년 04월 02일