

현안연구

2024

# 국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

Pilot Study on  
Estimating Greenhouse  
Gas Emissions in the  
Tourism Industry  
for International  
Comparison

김상태



# 국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

Pilot Study on Estimating Greenhouse Gas Emissions in the Tourism  
Industry for International Comparison

김상태



한국문화관광연구원  
Korea Culture & Tourism Institute



## 연구 책임

김상태 한국문화관광연구원 차석전문원



---

# 목차

<b>제1장 서론</b> .....	<b>1</b>
제1절 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구의 배경	3
2. 연구의 목적	4
제2절 연구의 범위 및 방법	5
1. 연구의 범위	5
2. 연구의 방법	5
<b>제2장 온실가스 배출량 국제비교의 필요성 및 선행연구</b> .....	<b>7</b>
제1절 관광산업 온실가스 배출량 국제 비교 필요성	9
1. 정책적 중요성	9
2. 국제협력 및 표준화 요구	12
제2절 온실가스 배출량 산정 구조	14
1. 온실가스 배출량 산정 방식	14
2. SF-MST에서 제시하는 산정 가이드라인	16
제3절 산정 관련 국내외 선행연구	18
1. 선행연구 검토 기준	18
2. 국외연구 동향	18
3. 국내연구 동향	20
4. 연구의 차별성	21
<b>제3장 데이터 구축 및 산정모형</b> .....	<b>23</b>
제1절 산정 과정	25
제2절 환경산업연관표 작성	26
1. 환경산업연관표 구조	26
2. 전체 산업별 온실가스 배출량 산정(D)	27

제3절 산정모형	29
1. 환경산업연관모형	29
2. 관광산업 온실가스 배출량 산정	30
<b>제4장 분석결과</b>	<b>35</b>
제1절 관광산업 온실가스 배출량	37
1. 전체 배출량	37
2. 관광특성 상품 배출량	38
제2절 특성별 배출량	40
1. 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량	40
2. 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량	41
<b>제5장 결론 및 향후 연구방향</b>	<b>45</b>
제1절 결론 및 한계점	47
1. 결론	47
2. 한계점	49
제2절 향후 연구방향	51
1. SEEA를 활용한 온실가스 배출량 산정	51
2. 물 사용량, 폐기물 등 추가적인 환경영향 데이터 생산	51
<b>참고문헌 /</b>	<b>53</b>
<b>ABSTRACT /</b>	<b>57</b>
<b>부록 /</b>	<b>59</b>



---

## 표 목차

〈표 2-1〉 관광산업 온실가스 배출량 추세 및 감축 방안	11
〈표 2-2〉 하향식, 상향식 방식 특징	16
〈표 2-3〉 온실가스 배출량 산정 범위	19
〈표 2-4〉 한국관광공사(2021) 산정 결과	21
〈표 2-5〉 본 연구의 산정 내용	22
〈표 3-1〉 관광위성계정(관광특성산업)과 산업연관표 연계표	30
〈표 3-2〉 2019년 관광위성계정 국내관광지출	33
〈표 3-3〉 2019년 렌터카 비율	34
〈표 4-1〉 2019년 관광산업 온실가스 배출량	37
〈표 4-2〉 2019년 관광특성 상품, 서비스 세부 온실가스 배출량, 상위 10위	39
〈표 4-3〉 2019년 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량	40
〈표 4-4〉 2019년 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량	42
〈표 5-1〉 관광산업 온실가스 배출량 산정 기준	47
〈표 5-2〉 관광산업 온실가스 배출량	48
〈표 5-3〉 국외 선행연구 비교	49

---

## 그림 목차

[그림 2-1] 전지구와 우리나라 연도별 연평균기온(좌) 및 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ) 농도(우) 변화 추세	9
[그림 2-2] 기후변화로 인해 관측된 영향	10
[그림 2-3] SF-MST 구조	13
[그림 2-4] 온실가스 배출량 산정 방식	15
[그림 3-1] 산정과정	25
[그림 3-2] 환경산업연관표	26
[그림 3-3] 2019년 국내관광지출	33
[그림 4-1] 2019년 관광산업 온실가스 배출량	38
[그림 4-2] 2019년 관광특성 상품 세부 온실가스 배출량, 상위 10위	39
[그림 4-3] 2019년 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량	41
[그림 4-4] 2019년 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량	43

국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

제1장

서론



# 제1절 연구의 배경 및 목적

---

## 1. 연구의 배경

- 기후변화는 온실가스 배출 증가로 인한 전 지구적 현상으로, 이를 해결하기 위해 모든 국가의 국제적 협력이 필수적임
  - 1992년 UNFCCC(유엔기후변화협약) 체결, 2015년 파리협약(Paris Agreement) 등 다양한 협약을 통해 온실가스 감축 목표와 체제가 마련됨
- 2018년 IPCC 1.5도 특별보고서는 지구온난화를 1.5도 이내로 억제하기 위해 2050년까지 탄소중립 달성을 강조
  - 주요국과 한국은 탄소중립 실현을 목표로 다양한 정책과 노력을 추진하고 있음
- 탄소중립 달성을 위해서는 정확한 온실가스 배출량 산정이 중요하며, IPCC(2006)는 국가 간 비교 가능성과 일관성을 보장하기 위한 표준화된 산정 방법론을 제공
  - 국가별 및 분야별 배출량 산정 방식을 제시하며, 국제적 감축 노력 평가를 위한 기반 마련
- 관광산업은 전 세계 온실가스 배출량의 약 8%를 차지하며(Lenzen et al., 2018), 지속가능발전목표(SDGs) 달성을 위해 관광 분야의 감축 노력 또한 중요성이 대두됨
  - UN Tourism(2024)은 관광의 지속가능성 측정 프레임워크(Statistical Framework for Measuring Sustainable Tourism, 이하 SF-MST)를 개발하여, 온실가스 배출량 산정을 위한 가이드라인 제시
- SF-MST 가이드라인은 국가별 비교 및 국제적 정책 수립을 지원하기 위해 각국이 표준화된 방식으로 배출량 산정을 수행하도록 요구
  - 이를 통해 국제적인 관광산업의 지속가능한 발전과 탄소중립 목표 달성에 기여 가능

- 본 연구는 관광산업의 온실가스 배출량 산정 및 국제 비교를 위한 시범 연구로, 국제적으로 통용되는 가이드라인을 기반으로 배출량 산정 방식을 적용하여 지속가능한 발전에 기여하고자 함

## 2. 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 관광산업의 온실가스 배출량 산정 및 국제비교를 통해 지속가능한 정책 수립의 기초자료를 제공하는 데 있음
- 이를 위해, 국제적으로 활용되는 SF-MST 권고안과 국외 선행연구를 기반으로 관광산업의 온실가스 배출량을 산정하고, 국내 선행연구에서 활용된 산정 방법을 분석 및 개선하여 더욱 정교한 데이터를 도출하고자 함
- 또한, 관광 분야의 온실가스 배출량 산정 방법론을 체계적으로 검토함으로써 향후 지속적이고 일관된 산정 체계를 마련하고, 국가 간 비교 가능한 데이터를 생성하여 국제 지속가능 관광정책 수립에 기여하는 것을 목표로함
- 이를 통해 관광산업의 탄소중립 실현 및 지속가능한 발전 목표(SDGs) 달성에 기여하고자 함

## 제2절 연구의 범위 및 방법

---

### 1. 연구의 범위

- 공간 범위
  - 관광분야 온실가스 배출량 산정의 공간 범위는 국가
- 시간 범위
  - 2019년
    - ※ 온실가스 배출량 산정을 위해 활용하는 주요 통계인 관광위성계정의 최신 공개자료가 2019년 데이터로 한정되어 있음

### 2. 연구의 방법

- 선행연구 검토
  - SF-MST, 관광분야 온실가스 배출량 산정에 관한 국내외 선행연구 검토
- 환경산업연관표 작성
  - 에너지경제연구원의 에너지밸런스표, 한국은행의 산업연관표, 에너지원별 탄소 배출계수, 국가 온실가스 인벤토리를 활용하여 전체 산업별 온실가스 배출량 추정
- 관광분야 온실가스 배출량 산정
  - 온실가스 배출계수, 관광위성계정 소비지출액 데이터, 레온티에프 역행렬을 토대로 환경산업연관모형을 작성하여 관광산업 온실가스 배출량 산정

■ 관광분야 온실가스 배출량 분석

- 업종별 관광산업 온실가스 배출량
- 직접, 간접 온실가스 배출량
- 외국인, 내국인 온실가스 배출량
- 업종별 관광산업 온실가스 배출량
- 관광산업 온실가스 배출량 비율, 직접 온실가스 비율 산정



국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

## 제2장

# 온실가스 배출량 국제비교의 필요성 및 선행연구



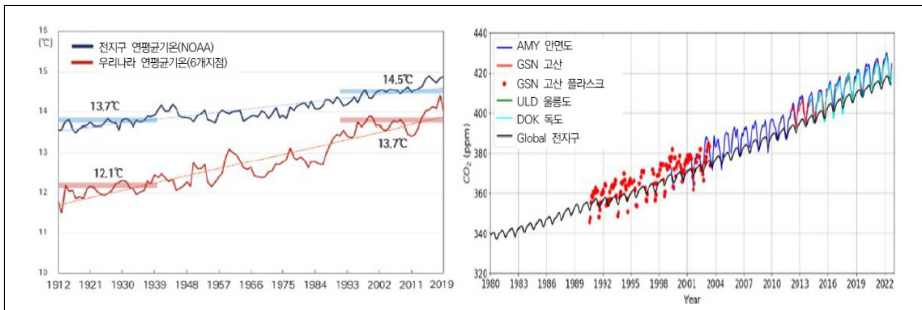
# 제1절 관광산업 온실가스 배출량 국제 비교 필요성

## 1. 정책적 중요성

### 가. 온실가스 증가와 기후변화

- IPCC(2023)에 따르면 온실가스 배출량은 화석연료의 사용과 대량 생산·소비 등으로 지속적으로 증가하고 있음
  - 우리나라의 최근 30년(1991~2020년) 연평균기온은 과거(1912~1940년)에 비해 1.6℃ 상승하였고, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 농도(2021년)는 전지구에 비해 +7.4 ppm 높게 나타남(기상청, 2023)

[그림 2-1] 전지구와 우리나라 연도별 연평균기온(좌) 및 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 농도(우) 변화 추세



자료 : 기상청(2023)

- 지난 100년간 기후변화는 빠르게 진행되어 직간접적으로 자연 및 인간 생태계에 영향을 주고 있음
  - IPCC(2023)는 기후변화로 인해 관측된 영향을 [그림 2-2]와 같이 제시하고 있으며 세부적으로 물 가용성 및 식량 생산, 인간의 건강과 복지, 도시·정주지 및 기반시설 등에 부정적인 영향을 보고하고 있음

- 특히 인간이 거주하는 도시 내 극한기후(태풍, 집중호우 등)로 인한 홍수, 해안 지역·기반시설의 피해, 그로 인한 지역 및 산업 부분의 경제적 피해가 나타나고 있음

[그림 2-2] 기후변화로 인해 관측된 영향



자료 : IPCC(2023)

## 나. 기후변화와 관광산업 영향

- 기후변화는 관광자, 관광지, 관광산업 전반에 긍정적, 부정적인 영향을 미치고, 이로 인한 다양한 변화가 발생함(UNWTO & UNEP, 2008)
  - 관광사업체는 주로 기후변화와 밀접한 관계가 있는 산악, 해안, 내수면, 도시에 주로 위치하고 있기 때문에 기후변화로 인하여 물리적인 환경 변화와 기상재해 등으로 피해를 입을 수 있음(김상태 외, 2017)
  - 또한 기후변화는 관광자의 관광활동 범위, 종류, 소비행태 등의 변화를 가져와 관광산업의 매출에 직접적인 영향을 줄 수 있음(김상태 외, 2017)
- 기후변화 위협은 전 세계에 걸쳐 발생할 수 있으며 관광분야 온실가스 감축을 위한 다양한 노력이 이어지고 있음
  - 특히 관광관련 국제기구를 중심으로 온실가스 감축을 위한 전 세계적 노력 방안을 제시하고 참여를 독려하고 있음

〈표 2-1〉 관광산업 온실가스 배출량 추세 및 감축 방안

구분	배출량 추세 및 탈탄소화	감축 방안	책임 주체
항공: ICAO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연료 소비는 2.8~3.9배(2010~40년), 4~6배(2010~50년) 증가</li> <li>- '탄소 중립 성장'이란 연간 1GtCO<sub>2</sub>를 지속적으로 배출하는 것을 의미</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 항공기 기술 발전</li> <li>- 운영 개선</li> <li>- 지속 가능한 대체 연료</li> <li>- 탄소 상쇄</li> </ul>	-
항공: IATA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년에서 2050년까지 배출량이 두 배로 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속 가능한 항공 연료: 65%</li> <li>- 상쇄/탄소 포집: 19%</li> <li>- 신기술: 13%</li> <li>- 인프라/운영 개선: 3%</li> <li>- 탄소세 반대</li> </ul>	항공사, 정부(규제, 인센티브), 항공기 및 엔진 제조업체, 연료 생산업체, 공항, 항공 관제 서비스 제공자
항공: ATAG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2050년까지 배출량이 2GtCO<sub>2</sub>로 증가</li> <li>- 2019~2050년 까지 연평균 성장률 2.3~3.3%</li> <li>- 2050년 넷제로 달성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신기술: 12~34% 감축</li> <li>- 인프라/운영: 7~10% 감축</li> <li>- 지속 가능한 항공 연료: 53~71% 감축</li> <li>- 부문 외 시장기반 조치: 6~8%</li> </ul>	항공 부문, 정부/정책 입안자, 에너지 산업, 금융 커뮤니티, 연구 기관
크루즈: Oxford Economics/ CLIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2050년 넷제로 달성</li> <li>- 2008년 대비 2030년까지 CO<sub>2</sub> 배출량 40% 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술 개선</li> <li>- 운영 효율성 향상</li> <li>- 육상 전력 활용</li> <li>- 대체/제로 탄소 연료</li> </ul>	크루즈 산업, 정부/규제 기관, 연료 가공 산업
호텔: Sustainable Hospitality Alliance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실가스 배출량 증가 예상</li> <li>- 2010~2050년 까지 배출량 89.5% 감축 필요</li> <li>- 2030년까지 66% 감축 필요(절반정도는 호텔이 직접 달성, 나머지는 공급망)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비 및 운영 효율성 증대</li> <li>- 재생 가능 에너지 사용</li> <li>- 전기사용 확대</li> <li>- 운영 구조조정 및 혁신</li> </ul>	호텔 소유자가 가치 사슬 및 목적지의 이해관계자와 협력, 고객 참여
관광 전반: WTTC- UNEP- UNFCCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2023년 이후 항공 온실가스 배출량 연평균 성장률 3%, 그 외 관광산업 5% 예상</li> <li>- 모든 기업은 가능한 빨리 넷제로를 달성할 필요</li> </ul>	<p>숙박:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 효율 개선</li> <li>- 운영 개선</li> <li>- 지속가능한 숙박용품, 제품, 식재료 등 조달</li> <li>- 저탄소 에너지로 전환</li> <li>- 폐기물 줄이기</li> </ul> <p>여행사:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여행 발자국 감축</li> <li>- 사무실 에너지 및 폐기물 관리</li> <li>- 업무여행 개선</li> </ul> <p>OTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저탄소 에너지원 사용</li> <li>- 지속 가능한 업무 여행</li> <li>- 사무실 개선</li> <li>- 지속가능한 업무용품 사용</li> <li>- 소비자 및 파트너 교육</li> </ul>	공급망 내외의 협업 중요, 정부/공공 부문의 중요한 역할

자료: Gössling et al.(2023)

## 2. 국제협력 및 표준화 요구

### 가. 온실가스 감축을 위한 국제 협력

- 온실가스 증가에 따른 기후변화는 전지구적 현상으로 일부 소수 국가가 아닌 모든 국가가 참여해 대응할 필요가 있음
- 국제사회는 온실가스 감축을 위해 1992년 유엔기후변화협약(UNFCCC) 체결부터 다양한 협약을 통해 온실가스 감축을 실행하고 있음
  - 1992년 ‘유엔기후변화협약(UNFCCC)’ 체결
  - 1997년 ‘교토의정서(Kyoto Protocol)’ 채택
  - 2015년 신(新) 기후체제 ‘파리협약(Paris Agreement)’ 체결
  - 2018년 IPCC 1.5도 특별보고서 발간
- IPCC(2018년)의 1.5도 특별보고서에 따르면 2050년까지 전 지구적 탄소중립이 필요하며 세계 주요국들과 우리나라는 2050년까지 탄소중립 달성을 목표로 하고 있음(가상청, 2023)

### 나. 온실가스 배출량 산정의 표준화

- 2050년까지 탄소중립을 위해서는 현재 배출량 통계와 연도별 감축 목표 통계 등이 요구됨
  - 특히 온실가스 배출량은 세부 분야별로 산정할 필요가 있고, 각 국가 또는 지역별 비교를 위해서는 일관된 방식으로 데이터를 산정할 필요
- IPCC(2006)는 ‘2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories’를 발간하여 온실가스 배출량의 국가 인벤토리를 산정하기 위한 방법론을 제공하고 있음
  - 각 국가는 IPCC 가이드라인에서 제공하는 방법론, 배출계수 등을 활용하여 온실가스 배출량을 산정하고 있음
  - IPCC 가이드라인을 토대로 각 국가별 온실가스 배출량의 비교가능성, 일관성을 보장할 수 있음

#### 다. 관광산업 온실가스 배출량 산정의 표준화 요구

- 관광산업의 온실가스 배출량 산정과 감축은 UN Tourism 주도로 진행이 되고 있음
  - 관광산업의 온실가스 배출량은 전 세계 배출량의 약 8%를 차지하며(Lenzen et al., 2018), 온실가스 감축은 전 세계가 공동으로 참여할 필요가 있음
- UN Tourism은 지속가능한 발전 목표(SDGs) 달성과 관광의 지속가능성을 담보하기 위해 SF-MST를 개발하였음(이성빈·류광훈, 2024)
  - SF-MST는 관광의 경제적·사회적·환경적 영향을 측정하기 위해 개발된 통계 표준임
  - 관광의 환경부문을 측정하기 위해 환경 및 경제의 관계에 대한 국제통계 표준인 환경경제통합계정(System of Integrated Environmental and Economic Accounts, 이하 SEEA)을 활용하여 관광을 통해 야기되는 환경적 영향을 통계적으로 측정하도록 권고함(이성빈·류광훈, 2024)
  - SF-MST에는 관광의 환경적 영향(온실가스, 고형 폐기물, 물 사용량 등)을 측정하기 위한 가이드라인을 포함하고 있음
- UN Tourism은 각 국가별로 가이드라인에 따라 일관된 방식으로 온실가스 배출량 산정을 요구하고 있으며, 산정 결과는 국가별 비교 및 국제관광 정책에 활용할 수 있음

[그림 2-3] SF-MST 구조



자료 : 이성빈·류광훈(2024)

## 제2절 온실가스 배출량 산정 구조

---

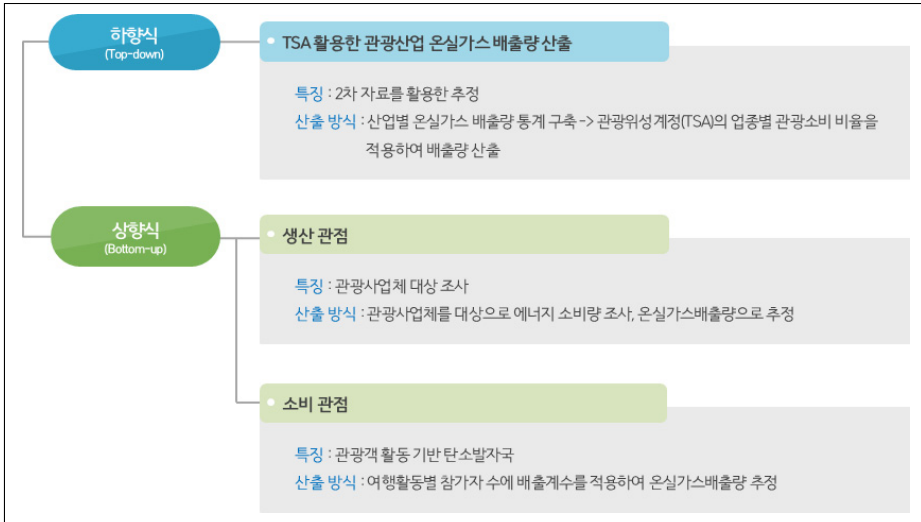
### 1. 온실가스 배출량 산정 방식

#### 가. 하향식, 상향식 방식

- 관광분야의 온실가스 배출량은 하향식 방식과 상향식 방식으로 산정할 수 있음  
(Becken & Patterson, 2006)
- 하향식 방식은 2차자료를 활용하여 산정하며 주로 산업별 온실가스 배출량 통계를 구축하고 관광위성계정의 관광업종별 관광소비 비율을 적용하여 산정함
- 상향식 방식은 생산관점과 소비관점으로 구분할 수 있음
  - 생산관점은 관광사업체의 온실가스 배출량을 산정하는 방식이며 구체적으로 관광사업체 대상 온실가스 배출량 조사 → 관광산업 전체 온실가스 배출량 산정 과정을 거침(사업체 대상 조사)
  - 소비관점은 관광객의 활동 시 발생하는 온실가스 배출량을 산정하는 방식이며 개인을 대상으로 직접조사하거나, 2차자료(여행활동별 참가자수, 온실가스 배출계수)를 활용하여 산정



[그림 2-4] 온실가스 배출량 산정 방식



#### 나. 하향식, 상향식 방식 특징

- 하향식 방식과 상향식 방식은 산정의 목적, 기초데이터의 유무, 예산 상황 등에 따라 다양하게 적용이 되고 있고 <표 2-2>와 같은 특징을 갖고 있음
- 하향식 방식은 국제, 국가 등 거시 온실가스 배출량 산정에 활용이 되고 주로 국가 온실가스 배출량, 관광위성계정 데이터 등을 활용해 산정함
  - 하향식 방식에 주로 활용하는 관광위성계정은 국제기준(Tourism Satellite Account: Recommended Methodological Framework 2008, 이하 TSA: RMF 2008)을 토대로 동일한 산업분류, 소비범위, 방법론 등을 적용하기 때문에 국가간 비교가능성이 높음
- 상향식 방식은 사업체, 개인활동 등 미시 온실가스 배출량 산정에 활용이 되고, 주로 1차자료를 조사하여 세부 범위별(Scope) 배출량 산정에 활용함
  - 다만, 개별 단위의 온실가스 배출량 산정은 큰 규모의 예산 소요, 세부측정의 어려움 등으로 연구가 제한적임
  - 일부 연구의 경우 관광객의 활동을 세분하고 각 활동별 총량을 산정한 후 배출 계수를 적용해 산정하고 있음

〈표 2-2〉 하향식, 상향식 방식 특징

구분	하향식(Top-down)	상향식(Bottom-up)
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 거시 온실가스 배출량</li> <li>- 주로 2차자료 활용</li> <li>- 국가간 온실가스 배출량 비교</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미시 온실가스 배출량</li> <li>- 주로 1차자료 활용</li> <li>- 업종별, 배출원별, 에너지원별 배출량 산정</li> </ul>

## 2. SF-MST에서 제시하는 산정 가이드라인

### 가. 직·간접배출량 추정

- SF-MST는 SEEA를 활용해 관광산업의 직접 온실가스 배출량 산정에 초점을 맞추고 있으나(UN Tourism, 2024: 4.163.), 관광 상품 및 서비스 공급망 전반에 걸친 환경적 연관성을 이해할 필요가 있음(UN Tourism, 2024: 4.164.)
  - 상품 및 서비스 생산에 관한 투입과 산출 정보를 활용하면, 전체 공급망을 따라 생산 과정에서 발생하는 온실가스 배출량과 관광객이 소비하는 산출물 사이의 연계를 파악할 수 있음
  - 다만, 간접배출량 추정은 SF-MST의 표준적 통계 산출물이 아니라 분석적 응용으로 간주해야 함(UN Tourism, 2024: 4.165.)

### 나. 관광객 소유 자가용 사용으로 인한 배출량 포함

- 관광으로 인한 온실가스 배출은 관광과 관련한 산업에서 발생하거나 그 외 개인이 여행목적으로 사용하는 자가용에서 온실가스가 직접적으로 발생할 수 있음(UN Tourism, 2024: 4.148.)
  - 관광 소비 활동의 대부분은 관광시설과 직접적인 연결을 통해 발생하므로 시설에 초점을 맞추는 것이 적절하나, 완전한 범위를 제공하기 위해서는 개인 관점에서 누락 가능성이 있는 부분을 포함해야함

#### 다. 항공운송으로 인한 온실가스 배출량은 ‘거주원칙’에 따라 산정

- 항공운송의 경우 출발지와 도착지가 달라 온실가스 배출의 책임 귀속에 대한 어려움이 있으나 SF-MST는 국민계정체계(System of National Account, 이하 SNA), SEEA, TSA: RMF 2008과 같이 거주 원칙을 적용함(UN Tourism, 2024: 4.153.)
  - 따라서 운송 사업자가 거주하는 것으로 간주되는 국가의 온실가스 배출량에 포함됨
  - 예를 들어, 대한항공의 온실가스 배출량은 전 세계 어디에서 항공편이 발생하더라도 한국에 귀속

## 제3절 산정 관련 국내외 선행연구

---

### 1. 선행연구 검토 기준

- 관광산업 온실가스 배출량 산정은 연구의 목적에 따라 하향식, 상향식 등 다양한 방식으로 산정하고 있음
- 본 연구는 국제 비교를 위해 온실가스 배출량 산정을 목적으로 하며, 이를 위해 하향식 방식에 관한 연구를 중점적으로 검토함
  - 하향식 방식은 국가 온실가스 배출량 산정에 활용하고 국제 비교가 가능한 장점이 있음
- 관광산업 온실가스 배출량 산정 과정을 중심으로 검토하고 각 연구의 공통점과 차이점을 분석함

### 2. 국외연구 동향

#### 가. 환경산업연관모형 적용

- 환경과 경제의 연결은 레온티에프(Leontief, 1970)에 의해 ‘산업연관표 확장’이라는 틀에서 지속적으로 발전·응용이 되고 있음
  - 산업활동으로 인한 다양한 오염물(온실가스, 물 등)의 발생을 설명하는데 적용이 되고 있음
- 관광분야 온실가스 배출량 산정의 대표 논문인 렌스 외(Lenzen et al., 2018)는 환경 산업연관모형을 적용하였고, 국외 대부분 연구도 ‘확장된 환경산업연관모형

(Environmentally Extended Input-Output Mode)’을 적용하여 온실가스 배출량을 산정하였음(Cadarso et al., 2015; Meng et al., 2016; Sun & Higham, 2021)

- 환경산업연관모형의 기본 원리는 온실가스 배출계수 행렬(산업별 산출액 당 발생한 온실가스 배출량)에 레온티에프 역행렬과 최종 수요를 결합하는 것임
- 여기서 최종수요는 관광위성계정의 소비지출액을 적용함
- 산정식에 따라 최종수요를 충족시키기 위해 관광산업에서 직간접적으로 발생시킨 온실가스 배출량을 산정할 수 있음

## 나. 온실가스 배출량 산정 범위

- 관광산업 온실가스 배출량은 관광위성계정의 국내소비 개념을 적용하여 ‘내국인의 국내여행’, ‘외국인의 국내여행’, ‘내국인의 국외여행 시 출발 전, 도착 후 국내소비’에 연관된 온실가스 배출량을 산정함(Sun, 2014)
  - 관광위성계정의 범위를 적용하여 수입제품 소비로 인한 온실가스 배출량을 포함
- 앞서 SF-MST 가이드라인에 맞게 ‘외국인의 국내여행’, ‘내국인의 국외여행 시’ 국제항공은 국적기 사용에 의한 온실가스 배출량을 적용함

〈표 2-3〉 온실가스 배출량 산정 범위

구분		TSA 기반
내국인의 국내여행 Domestic Tourism	국내생산(국내제품)	●
	국외생산(수입제품)	●
	국내항공	●
외국인의 국내여행 Inbound Tourism	국내생산(국내제품)	●
	국외생산(수입제품)	●
	국제항공(국적기)	●
	국제항공(외항기)	
내국인의 국외여행 Outbound Tourism	국내생산(국내제품) * 여행 출발 전, 도착 후 국내소비	●
	국외생산(수입제품) * 여행 출발 전, 도착 후 국내소비	●
	국외생산(국외소비제품)	
	국제항공(국적기)	●
	국제항공(외항기)	

자료 : Sun(2014); Sun et al.(2019)

#### 다. 여행 시 자가용 이용 배출량 포함

- 관광활동에서 이동은 큰 부분을 차지하고 특히 자가용 이용으로 인한 직접 배출은 중요한 배출원임
  - 선과 하이햄(Sun & Higham, 2021), 선 외(Sun et al., 2022)는 국제기준을 고려하여 여행 시 자가용 사용으로 인한 배출량을 추정해 온실가스 배출량에 포함

### 3. 국내연구 동향

- 국내 관광분야 타당한 방식 산정은 한국관광공사(2021), 홍순기·김남조(2023)가 최초로 시도하였음
  - 산업연관표, 에너지밸런스표, 관광위성계정 등을 활용하여 2019년 관광진흥법 기준 온실가스 배출량(한국관광공사, 2021), 2015년 부산 관광산업 온실가스 배출량(홍순기·김남조, 2023)을 산정하였음
- 한국관광공사(2021)는 본 연구와 동일한 연구 범위(2019년 기준, 국가 단위)를 다루었으며, 산정 결과는 <표 2-4>에 제시되어 있음
  - 환경산업연관모형은 적용하지 않고, 산업연관표의 에너지원별 투입액을 에너지원별 소비량으로 변환한 후(에너지밸런스표 활용), 해당 소비량에 국가 고유 배출계수와 관광위성계정의 중간투입비율을 적용하여 온실가스 배출량을 산정함
  - 온실가스 배출량 산정 범위는 ‘내국인의 국내여행’, ‘외국인의 국내여행’, ‘내국인의 국외여행 시 출발 전, 도착 후 국내소비’ 포함은 동일하나 관광위성계정 데이터 활용 시 중간투입계 적용, 산업연관표의 국산거래표 사용(수입제품 제외)은 국외 선행연구와 차이가 있음
  - 관광산업 범위의 경우 국외연구는 관광위성계정의 산업분류를 토대로 산정하였으나 한국관광공사(2021)는 관광진흥법 업종과 유사한 산업만 포함하고 있음
  - 여행 시 자가용 이용으로 인한 배출량은 포함하지 않음

〈표 2-4〉 한국관광공사(2021) 산정 결과

(단위: kt CO<sub>2eq</sub>, %)

구 분	2019년 온실가스 배출량	비율
숙박서비스	743	2.4
음식점 서비스	6,649	21.3
운송 장비 대여 서비스	13,307	42.6
여행사 및 기타 예약서비스	91	0.3
문화서비스	426	1.4
스포츠 및 오락 서비스	1,605	5.1
국가별 관광특성 상품	6,077	19.5
국가별 관광특성 서비스	2,306	7.4
<b>합 계</b>	<b>31,202</b>	<b>100.0</b>

#### 4. 연구의 차별성

- 앞서 국외 연구와 국내 연구의 특성은 ‘환경산업연관모형 적용’, ‘관광위성계정 국내소비 적용’, ‘수입제품 포함’, ‘항공 배출량 거주원칙 적용’, ‘여행시 자가용 이용 배출량 산정’으로 구분할 수 있음
  - 국외 연구의 경우 〈표 2-5〉와 같이 카다르소 외(Cadarso et al., 2015)는 여행시 자가용 이용 배출량은 산정하지 않고, 멩 외(Meng et al., 2016)는 수입제품, 여행시 자가용 이용 배출량은 포함하지 않음
  - 선과 하이햄(Sun & Higham, 2021), 선 외(Sun et al., 2022) 같이 비교적 최근 연구는 SF-MST의 가이드라인을 고려하여 산정하였음
  - 국내 연구의 경우 초기 연구이기 때문에 SF-MST 적용, 환경산업연관모형 검토는 포함하지 않았고, 관광진흥법을 기준으로 관광산업 온실가스 배출량을 산정하였음
- 본 연구는 국제비교를 목적으로 SF-MST와 국외 선행연구를 토대로 관광산업의 온실가스 배출량을 산정함
  - 온실가스 배출계수 행렬(산업별 신출액 당 발생한 온실가스 배출량)과 레온티에프 역행렬, 최종 수요로 구성한 환경산업연관모형을 적용

– 관광산업 배출량을 산정하기 위해 ‘관광위성계정 국내소비 적용’, ‘수입제품 포함’, ‘항공 배출량 거주원칙 적용’, ‘여행 시 자가용 이용 배출량 직접배출 산정’을 수행함

- 국외 두 연구(Sun & Higham, 2021; Sun et al., 2022)와 유사하고 국내 연구와 ‘환경산업연관모형 적용’, ‘수입제품 포함’, ‘여행시 자가용 이용 배출량 산정’, ‘관광산업 범위’에 차이가 있음

〈표 2-5〉 본 연구의 산정 내용

구분	Cadarso et al. (2015)	Meng et al. (2016)	Sun & Higham (2021)	Sun et al. (2022)	한국관광공사 (2021)	본 연구
환경 산업연관모형	○	○	○	○	×	○
관광위성계정 국내소비 적용	○	○	○	○	○	○
수입제품	○	×	○	○	×	○
항공 배출량 거주원칙 적용	○	○	○	○	○	○
여행시 자가용 이용 배출량	×	×	○	○	×	○

주 : ○는 적용, ×는 적용하지 않음



국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

### 제3장

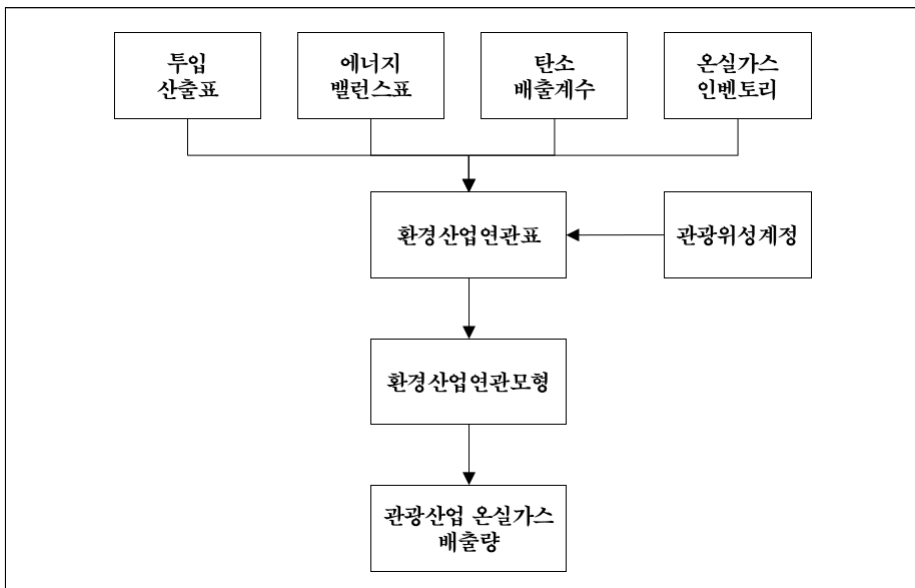
## 데이터 구축 및 산정모형



## 제1절 산정 과정

- 본 연구는 앞서 SF-MST와 선행연구를 고려하여 [그림 3-1]과 같은 과정을 거쳐 관광산업 온실가스 배출량을 산정함
- 산정을 위해 먼저 투입산출표, 에너지밸런스표, 탄소배출계수, 온실가스 인벤토리 자료를 토대로 환경산업연관표를 작성
  - 환경산업연관표는 온실가스 배출계수 행렬을 산정하기 위한 ‘산업별 온실가스 배출량’, ‘산업별 산출액’ 데이터를 포함하고 있음
  - 환경산업연관표를 토대로 온실가스 배출계수를 산정함
- 온실가스 배출계수, 관광위성계정 소비지출액 데이터, 레온티에프 역행렬을 토대로 환경산업연관모형을 작성하여 관광산업 온실가스 배출량을 산정함

[그림 3-1] 산정과정



## 제2절 환경산업연관표 작성

### 1. 환경산업연관표 구조

- 환경산업연관표(Environmentally Extended Input-Output Table)는 기존의 산업연관표에 에너지 사용량, 온실가스 배출량 등 산업별 환경데이터가 포함된 표이며, 환경산업연관모형의 기초 데이터임(Leontief, 1970; Miller & Blair, 2009; Tukker et al., 2006)
- 본 연구는 박유진 외(2022)가 작성한 환경산업연관표를 기반으로 관광산업의 온실가스 배출량을 산정함
  - 환경산업연관표는 [그림 3-2]와 같이 산업연관표(Z, f, X, V), 에너지밸런스(E), 에너지원별 탄소 배출계수(P), 에너지밸런스 기반의 이산화탄소 배출량과 국가 온실가스 인벤토리 데이터를 이용하여 산출한 산업별 온실가스 배출량(D)으로 구성됨

[그림 3-2] 환경산업연관표

Input-Output table			
	Industry (Product) (Unit: million KRW)	Final demand (Unit: million KRW)	Total output (Unit: million KRW)
Industry (Product) (Unit: million KRW)	Z	f	X
Value added (Unit: million KRW)	V		
Total input (Unit: million KRW)	X		
Environmental Satellite table			
	Industry (Product)	Carbon dioxide emission factor (Unit: ton CO <sub>2</sub> /TOE)	
Energy consumption (Energy balance) (Unit: TOE)	E	P	
GHG emissions base on energy balance and national GHG Inventory (Unit: ton CO <sub>2</sub> eq.)	D		

\* Shown here is a matrix.

자료 : 박유진 외(2022)

- 환경산업연관표 작성을 위한 기초자료는 ①한국은행 경제통계시스템에서 제공하는 2019년 투입산출표(생산자가격 기본부문), ② 에너지경제연구원에서 제공하는 2019년 에너지밸런스표, ③에너지 소비에 따른 이산화탄소 배출량을 계산하기 위한 탄소 배출계수(발열량 포함), ④ 환경부 산하의 한국 온실가스 정보센터에서 공표하는 2019년 국가 온실가스 인벤토리임

## 2. 전체 산업별 온실가스 배출량 산정(D)

### 가. 에너지 연소에 따른 온실가스 배출량

- 국내 산업별 에너지 사용은 에너지밸런스표에서 확인할 수 있으나, 에너지밸런스표의 산업분류가 대분류로 제시되어 세분할 필요가 있음
  - 에너지밸런스표의 산업별 에너지 사용 데이터를 투입산출표내 각 산업에서 에너지원을 구매한 금액 비율을 적용하여 투입산출표 기본부문(381)으로 배분
- 세부산업으로 배분한 에너지 사용량에 식 1을 적용하여 온실가스 배출량 산정
  - 탄소 배출계수는 2017년 발열량 기준으로 작성된 국가탄소배출계수를 이용함

$$CO_2 \text{ Emission} = \sum_{ij} [TA_{ij} \times (1 - FCS_{ij}) \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times OF_i \times 44/12 \times 10^{-3}] \quad (\text{식 1})$$

- 여기서, CO<sub>2</sub> Emission은 이산화탄소 배출량(1000ton), TA<sub>ij</sub>는 연료 사용량(1000TOE), FCS<sub>ij</sub>는 탄소몰입율, 41.868은 Joule-TOE환산계수(TJ/1000TOE), CF<sub>i</sub>는 전환계수(순발열량/총발열량), EF<sub>i</sub>는 배출계수(tC/TJ), OF<sub>i</sub>는 산화율, 44/12는 탄소기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kg CO<sub>2</sub>/kg C), i는 연료 유형, j는 부문임

### 나. 에너지 연소 외 온실가스 배출량

- 온실가스는 에너지 연소 외 농업, 폐기물, 석회 생산 등에 발생하기 때문에 나머지 부분을 산정하기 위해 국가 온실가스 인벤토리에서 공개하고 있는 산업별 온실가

스 배출량 자료를 환경산업연관표에 배분함

- LULUCF 부문과 메탄의 연료연소 중 고체연료 제조 및 기타 에너지 산업과 미분류부문과 탈루, 아산화 질소 연료연소 중 고체연료 제조 및 기타 에너지 산업과 미분류부문 제외
- 이산화탄소의 산업공정 중 소다회 생산 및 소비, 금속산업의 철강생산과 할로카본 및 육불화황 소비의 잠재배출량 부문 제외
- HFCs의 산업공정 중 할로카본 및 육불화황 소비 기타(잠재배출량)부문 및 정확히 구분이 어려운 경우 제외

## 제3절 산정모형

### 1. 환경산업연관모형

- 앞서 작성한 환경산업연관표를 토대로 환경산업연관모형을 적용하여 관광산업 온실가스 배출량을 산정함(Sun & Higham, 2021)
- 산정을 위해 먼저 전체 산업별 온실가스 배출량( $D$ )과 산출액( $X$ ) 데이터를 통해 온실가스 배출계수  $B$ 를 계산함

$$D = BX \quad (\text{식 } 2)$$

- 식에서  $D$ 는 온실가스 배출량,  $B$ 는 온실가스 배출계수(산업별 온실가스 배출량을 산업별 산출액으로 나눈 값),  $X$ 는 산출액임

- 산출된 온실가스 배출계수에 레온티에프 역행렬, 최종수요를 적용하여 관광산업 최종수요에 의한 직·간접 온실가스 배출량을 산정함

$$\epsilon = B(I - A)^{-1}Y \quad (\text{식 } 3)$$

- 식에서,  $\epsilon$ 는 관광산업 직·간접 온실가스 배출량,  $B$ 는 온실가스 배출계수,  $(I - A)^{-1}$ 는 레온티에프 역행렬,  $Y$ 는 관광소비지출액임

- 산정한 온실가스 배출량은 직접 배출량, 간접배출량으로 구분할 필요가 있으며, 식 4와 같이 산정함

$$B(I - A)^{-1}Y = BY + BAY + BA^2Y + \dots + BA^nY \quad (\text{식 } 4)$$

- 식에서 좌변은 식 3으로, 좌변의 레온티에프 역행렬을 풀어쓰면 우변과 같이 최종수요에 의한 순차적영향을 나타내는 공급망에 의한 온실가스 배출량을 산

정할 수 있음

- 우변의  $BY$ 는 최종 수요  $Y$ 를 생산하는 과정에서 직접 발생하는 온실가스 배출량,  $BA^1Y$ 는 최종 수요  $Y$ 를 생산하기 위해 1차적으로 필요한 중간 투입으로 인한 간접 배출량,  $BA^2Y$ 는 2차 중간 투입으로 인한 간접 배출량,  $BA^nY$ 는  $n$ 단계에 걸친 간접 배출량을 의미함
- 즉,  $BA^1Y + BA^2Y + \dots + BA^nY$ 는 관광 최종 수요  $Y$ 를 생산하기 위해 필요한 모든 중간 투입의 총합인 간접배출을 의미(Huang et al., 2009; Matthews et al., 2008)

## 2. 관광산업 온실가스 배출량 산정

### 가. 관광위성계정 적용

- 환경산업연관모형에서 관광위성계정은  $Y$ , 관광소비지출액 데이터로 활용함
- 이를 위해 먼저 관광산업을 구분하기 위해 관광위성계정 연계표(산업연관표 기본부문 381부문과 분류를 연계한 표)를 활용해 관광산업을 분류함
  - <표 3-1>은 관광위성계정 산업분류(관광특성산업)와 산업연관표 산업분류를 연계한 표임
  - 환경산업연관표는 산업연관표 기본부문을 기준으로 작성하였기 때문에 환경산업연관표, 산업연관표, 관광위성계정의 산업분류는 동일함
- 전체 산업에서 관광산업을 구분 후 관광위성계정의 국내관광지출(표 3-2, 관광소비지출액) 데이터를 환경산업연관모형  $Y$ 에 적용해 관광산업 온실가스 배출량 산정

<표 3-1> 관광위성계정(관광특성산업)과 산업연관표 연계표

관광위성계정	산업연관표
A. 소비상품	
A. 1. 관광특성상품	
1. 숙박서비스	숙박



관광위성계정	산업연관표
2. 음식점 서비스	.
2-1. 일반음식점	일반음식점
2-2. 기타음식점	기타음식점
2-3. 주점	주점
2-4. 비알콜음료점	비알콜음료점
3. 철도 운송 서비스	철도운송서비스
4. 도로 운송 서비스	도로여객운송서비스
5. 수상 운송 서비스	.
5-1. 연안 및 내륙수상운송서비스	연안 및 내륙수상운송서비스
5-2. 외항운송서비스	외항운송서비스
6. 항공운송 서비스	항공운송서비스
7. 운송 장비 대여 서비스	.
7-1. 육상운송보조서비스	육상운송보조서비스
7-2. 연료비	.
7-2-1. 휘발유	휘발유
7-2-2. 경유	경유
7-2-3. 액화석유가스	액화석유가스
7-3. 장비·용품 및 지식재산권 임대	장비·용품 및 지식재산권 임대
8. 여행사 및 기타 예약 서비스	여행사 및 여행보조 서비스
9. 문화서비스	.
9-1. 문화서비스(국공립)	문화서비스(국공립)
9-2. 연극, 음악 및 기타예술	연극, 음악 및 기타예술
9-3. 기타 문화서비스	기타 문화서비스
10. 스포츠 및 오락 서비스	.
10-1. 스포츠 서비스	스포츠 서비스
10-2. 오락 서비스	오락 서비스
11. 국가별 관광특성 상품	.
11-1. 화장품	화장품
11-2. 식음료품	.
11-2-1. 도축육	도축육
11-2-2. 가공육	가금육
11-2-3. 육가공품	육가공품
11-2-4. 낙농품	낙농품
11-2-5. 수산물 가공품	수산물 가공품
11-2-6. 수산동물 저장품	수산동물 저장품
11-2-7. 정곡	정곡

관광위성계정	산업연관표
11-2-8. 제분	제분
11-2-9. 떡, 빵 및 과자류	떡, 빵 및 과자류
11-2-10. 면류	면류
11-2-11. 과실 및 채소 가공품	과실 및 채소 가공품
11-2-12. 커피 및 차류	커피 및 차류
11-2-13. 소주	소주
11-2-14. 맥주	맥주
11-2-15. 기타 주류	기타 주류
11-2-16. 인삼 및 건강보조 식품	인삼 및 건강보조 식품
11-3. 의류	.
11-3-1. 봉제 의류	봉제 의류
11-3-2. 편조의류	편조의류
11-3-3. 가죽의류	가죽의류
11-3-4. 모피의류 및 모피제품	모피의류 및 모피제품
11-3-5. 의복 관련 장신품	의복 관련 장신품
11-3-6. 가방 및 핸드백	가방 및 핸드백
11-3-7. 신발	신발
11-3-8. 기타 가죽제품	기타 가죽제품
12. 국가별 관광특성 서비스	.
12-1. 의료 및 보건(산업)	의료 및 보건(산업)
12-2. 미용관련 서비스	미용관련 서비스
12-3. 기타 개인 서비스	기타 개인 서비스

자료 : 문화체육관광부(2020)

- 관광위성계정에서 활용한 데이터는 관광특성산업의 ‘내국인 국내여행 지출’, ‘외국인 국내여행 지출’, ‘내국인 국외여행 시 국내에서 지출’한 금액을 소비 데이터로 활용
  - 외국인의 경우 관광특성 상품(식음료, 쇼핑 등), 항공운송 서비스, 숙박서비스 등의 순으로 지출액이 크고, 내국인은 관광특성 상품(식음료, 쇼핑 등), 음식점 서비스, 운송 장비 대여 서비스 등의 순서로 지출액이 큼
- 본 연구는 관광위성계정의 범위를 적용하여 수입제품 소비로 인한 온실가스 배출량을 포함하고, ‘외국인 국내여행’, ‘내국인 국외여행 시’ 국제항공은 국적기 사용에 의한 온실가스 배출량을 산정함

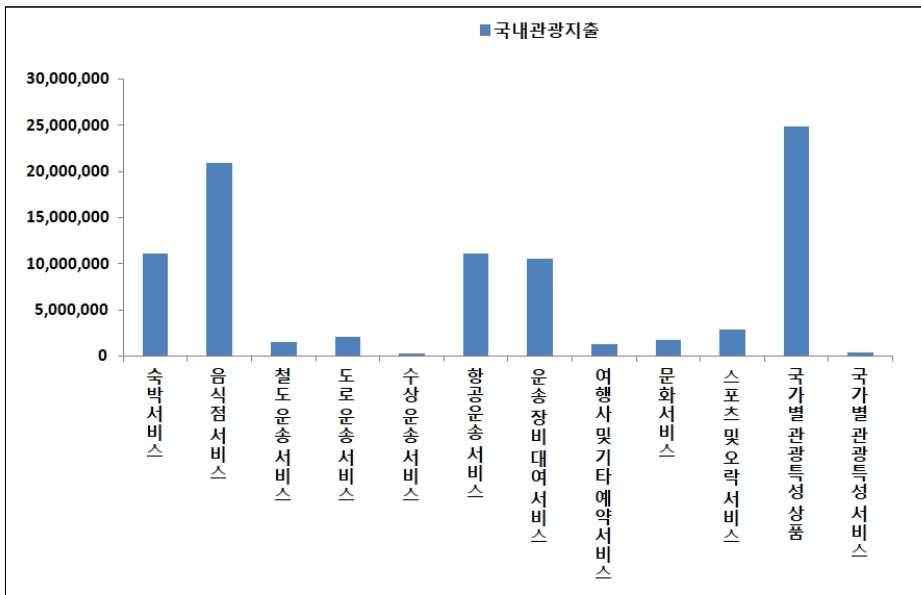
〈표 3-2〉 2019년 관광위성계정 국내관광지출

(단위: 백만원)

구 분	외국인지출	내국인지출	국내관광지출
숙박서비스	4,919,541	6,182,976	11,102,517
음식점 서비스	3,910,996	17,047,188	20,958,184
철도 운송 서비스	697,323	795,512	1,492,834
도로 운송 서비스	1,026,360	1,069,258	2,095,618
수상 운송 서비스	27,160	196,276	223,436
항공운송 서비스	5,322,358	5,785,402	11,107,760
운송 장비 대여 서비스	624,592	9,857,849	10,482,440
여행사 및 기타 예약서비스	6,339	1,269,650	1,275,988
문화서비스	226,742	1,503,970	1,730,713
스포츠 및 오락 서비스	1,842,972	1,001,038	2,844,010
관광특성 상품	7,652,546	17,143,177	24,795,723
관광특성 서비스	405,481	-	405,481

자료 : 문화체육관광부(2020)

[그림 3-3] 2019년 국내관광지출



자료 : 문화체육관광부(2020)

## 나. 여행 시 자가용 이용 산정

- SF-MST와 국외 선행연구를 고려하여 개인의 자가용 이동시 온실가스 배출량을 구분하여 산정함
  - 관광위성계정 ‘운송 장비 대여 서비스’에는 ‘개인의 자가용 사용으로 인한 연료 사용량’, ‘렌터카 이용 시 연료사용량’이 포함되어 있으며 여기서 ‘개인의 자가용 사용으로 인한 연료사용량’을 별도로 분리해 직접배출로 산정함
  - 구분 기준은 우리나라 전체 자동차 대수에서 렌터카 대수의 비율을 적용함(렌터카 비율 4.3%만 ‘운송 장비 대여 서비스’에 포함, 그 외는 여행 시 자가용 이용에 따른 온실가스 배출량에 포함)

〈표 3-3〉 2019년 렌터카 비율

구분	내용
2019년 승용차, 승합차 등록대수	19,989,316대
2019년 승용차, 승합차 렌터카 등록대수	855,368대
자동차 등록대수 대 렌터카 비율	4.3%

자료 : 국토교통부(2023). 자동차등록현황보고; 한국렌터카사업조합연합회(2020). 2019년도 4/4분기 업계현황

국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

## 제4장

# 분석결과



# 제1절 관광산업 온실가스 배출량

## 1. 전체 배출량

- 2019년 관광산업 온실가스 배출량은 총 50,057kt CO<sub>2</sub>eq이며, 이 중 가장 큰 비중을 차지하는 부문은 여행시 자가용 이용(25.0%)과 항공 운송 서비스(22.0%)로, 전체 배출량의 거의 절반에 달함
- 이어 관광특성 상품(19.5%)과 음식점 서비스(16.4%)가 높은 순위를 보이며, 숙박 서비스(7.0%)도 비교적 높게 나타남
- 한편, 도로 운송 서비스(3.1%), 철도 운송 서비스(1.5%), 수상 운송 서비스(0.3%) 등 다양한 교통수단에서도 배출이 발생하나, 자가용과 항공 부문에 비해서는 상대적으로 낮은 편임

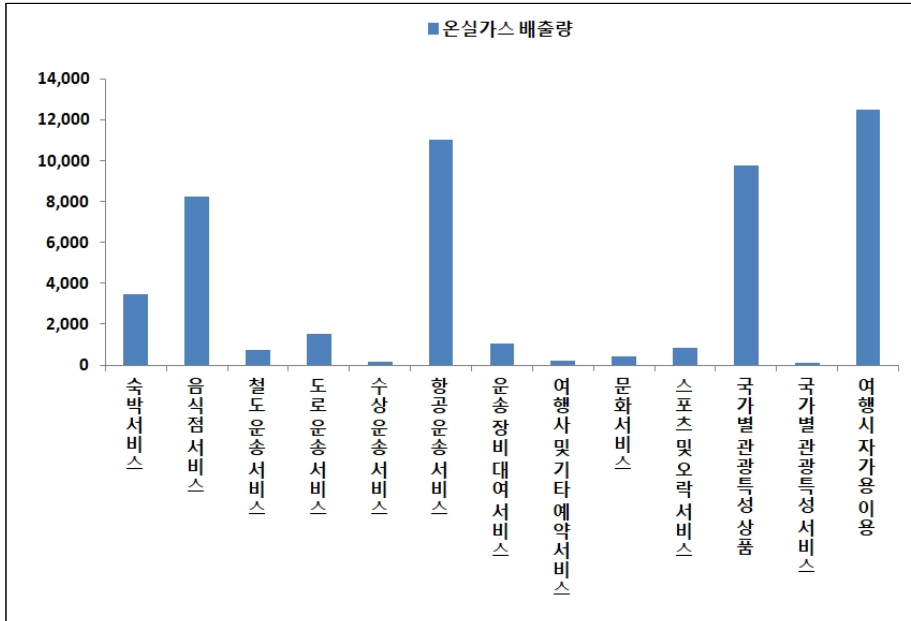
〈표 4-1〉 2019년 관광산업 온실가스 배출량

(단위: kt CO <sub>2</sub> eq, %)		
구 분	온실가스 배출량	비 율
숙박서비스	3,490	7.0
음식점 서비스	8,228	16.4
철도 운송 서비스	729	1.5
도로 운송 서비스	1,536	3.1
수상 운송 서비스	173	0.3
항공 운송 서비스	11,014	22.0
운송 장비 대여 서비스	1,030	2.1
여행사 및 기타 예약서비스	198	0.4
문화서비스	444	0.9
스포츠 및 오락 서비스	834	1.7
관광특성 상품	9,777	19.5
관광특성 서비스	103	0.2
여행시 자가용 이용	12,499	25.0
합 계	50,057	100.0

- 이 외에도 운송 장비 대여 서비스(2.1%), 문화 서비스(0.9%), 스포츠 및 오락 서비스(1.7%), 여행사 및 기타 예약서비스(0.4%), 관광특성 서비스(0.2%) 등 여러 부문에 걸쳐 온실가스가 발생함

[그림 4-1] 2019년 관광산업 온실가스 배출량

(단위: kt CO<sub>2eq</sub>)



## 2. 관광특성 상품 배출량

- 관광특성 상품은 쇼핑상품과 식음료품으로 구성되며 이를 세부 상품으로 분석하면 <표 4-2>와 같음
  - 관광특성 상품은 전체 배출량의 19.5%를 차지하고, 세부 상품 25개 중에서 상위 10개 상품의 배출량 비중은 87.3%임
  - 봉제 의류(20.2%)와 화장품(19.9%)의 온실가스 배출량이 가장 높게 나타났으며, 뒤이어 의복 관련 장신품(10.3%), 가방 및 핸드백(9.6%), 과일 및 채소 가공품(6.4%) 등이 주목할 만한 비중을 차지함



- 또한 수산동물 저장품(5.5%), 인삼 및 건강보조 식품(4.9%), 수산물 가공품(4.1%), 신발(3.4%), 커피 및 차류(3.0%) 등도 비교적 낮은 배출량이지만, 여러 종류의 상품이 고루 분포되어 있음을 알 수 있음

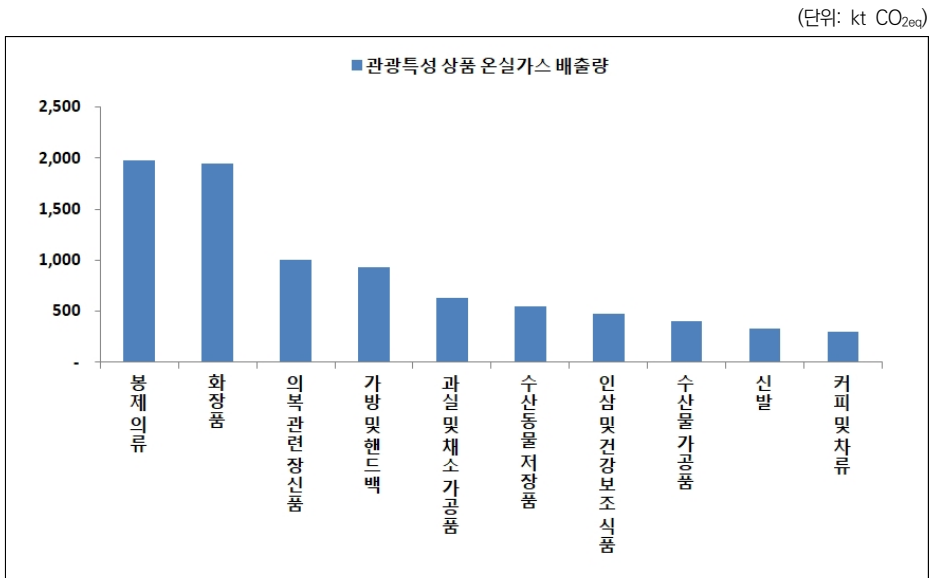
- 관광특성 서비스에서는 의료 및 보건(산업) 부문이 전체 배출량의 약 92.8%로 상당히 큰 비중을 차지하고 있음

〈표 4-2〉 2019년 관광특성 상품, 서비스 세부 온실가스 배출량, 상위 10위

(단위: kt CO<sub>2eq</sub>, %)

관광특성 상품	온실가스 배출량	비율	관광특성 서비스	온실가스 배출량	비율
봉제 의류	1,974	20.2	의료 및 보건(산업)	96	92.8
화장품	1,950	19.9	미용관련 서비스	7	6.4
의복 관련 장신품	1,005	10.3	기타 개인 서비스	1	0.8
가방 및 핸드백	934	9.6	-	-	-
과실 및 채소 가공품	627	6.4	-	-	-
수산동물 저장품	542	5.5	-	-	-
인삼 및 건강보조 식품	476	4.9	-	-	-
수산물 가공품	403	4.1	-	-	-
신발	328	3.4	-	-	-
커피 및 차류	297	3.0	-	-	-

〔그림 4-2〕 2019년 관광특성 상품 세부 온실가스 배출량, 상위 10위



## 제2절 특성별 배출량

### 1. 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량

- 2019년 관광산업의 전체 배출량 중에서 직접 배출량은 23,317kt CO<sub>2</sub>eq(46.6%), 간접 배출량은 26,740kt CO<sub>2</sub>eq(53.4%)로 나타남
- 온실가스 배출 구조를 살펴보면, 여행시 자가용 이용과 항공 운송 서비스, 도로 운송 서비스처럼 실제 연료 연소가 일어나는 교통수단 부문은 직접 배출 비중이 상대적으로 높음
  - 자가용 이용은 전체 배출량이 100% 직접 배출 형태이며, 항공 운송 서비스 역시 70% 이상을 직접 배출이 차지함

〈표 4-3〉 2019년 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량

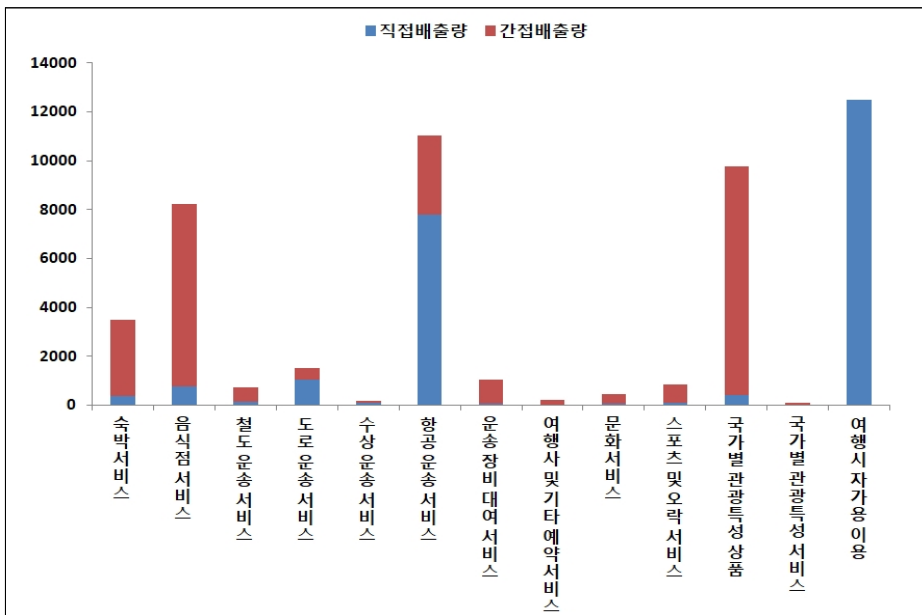
(단위: kt CO<sub>2</sub>eq, %)

구 분	직접배출량	비율	간접배출량	비율	전체
숙박서비스	358	10.3	3,131	89.7	3,490
음식점 서비스	781	9.5	7,447	90.5	8,228
철도 운송 서비스	124	17.0	605	83.0	729
도로 운송 서비스	1,051	68.4	485	31.6	1,536
수상 운송 서비스	86	49.5	88	50.5	173
항공 운송 서비스	7,791	70.7	3,223	29.3	11,014
운송 장비 대여 서비스	60	5.8	971	94.2	1,030
여행사 및 기타 예약서비스	16	8.2	182	91.8	198
문화서비스	44	9.8	401	90.2	444
스포츠 및 오락 서비스	90	10.8	744	89.2	834
관광특성 상품	409	4.2	9,368	95.8	9,777
관광특성 서비스	8	7.8	95	92.2	103
여행시 자가용 이용	12,499	100.0	-	-	12,499
<b>합 계</b>	<b>23,317</b>	<b>46.6</b>	<b>26,740</b>	<b>53.4</b>	<b>50,057</b>

- 반면, 숙박 서비스, 음식점 서비스, 관광특성 상품 등은 주로 외부 에너지 사용과 공급망에서 발생하는 온실가스로 인해 간접 배출 비중이 80~90% 이상으로 매우 높음
- 관광산업 내 교통수단은 연료 소비가 직접적으로 탄소 배출로 이어지는 구조이며, 그 밖의 업종은 외부 공급망에서 온실가스가 크게 발생하기 때문에 업종별 배출 특성에 따라 맞춤형 온실가스 감축 대책을 수립할 필요가 있음

[그림 4-3] 2019년 관광산업 직접, 간접 온실가스 배출량

(단위: kt CO<sub>2eq</sub>)



## 2. 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량

- 2019년 관광산업의 온실가스 배출량을 보면, 외국인 관광객으로 인한 배출이 13,103kt CO<sub>2eq</sub>(26.2%), 내국인 배출이 36,954kt CO<sub>2eq</sub>(73.8%)를 차지해, 내국인 관광 활동이 전체 배출량에서 상대적으로 더 큰 비중을 보임

- 업종별로 살펴보면, 숙박 서비스(44.3%), 철도 운송 서비스(46.7%), 도로 운송 서비스(49.0%), 항공운송 서비스(47.9%), 스포츠 및 오락 서비스(64.5%)는 외국인 비중이 비교적 높게 나타남

〈표 4-4〉 2019년 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량

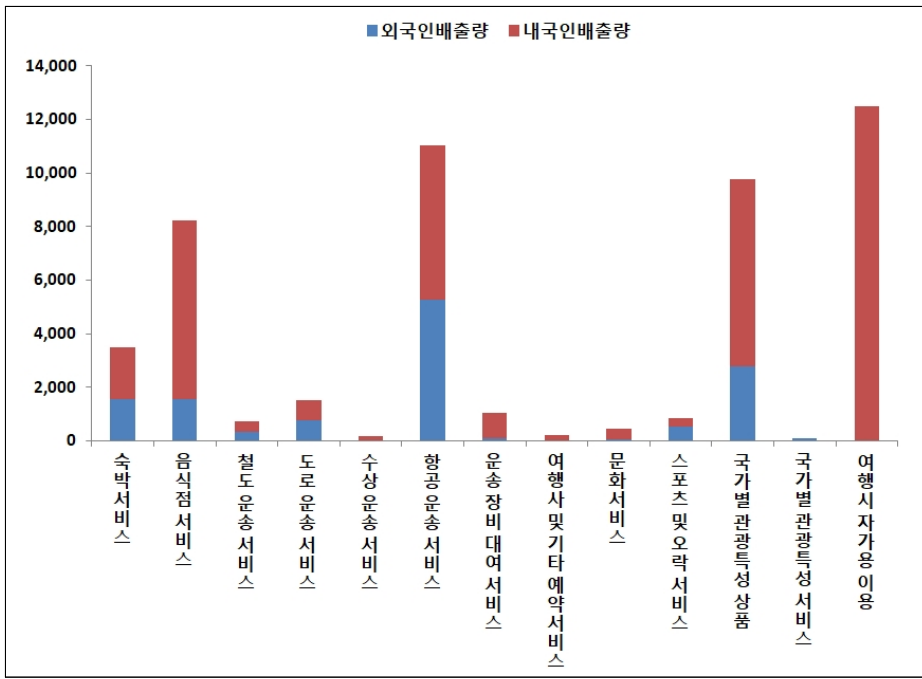
(단위: kt CO<sub>2eq</sub>, %)

구 분	외국인 배출량	비율	내국인 배출량	비율	전체
숙박서비스	1,546	44.3	1,943	55.7	3,490
음식점 서비스	1,549	18.8	6,679	81.2	8,228
철도 운송 서비스	341	46.7	389	53.3	729
도로 운송 서비스	752	49.0	784	51.0	1,536
수상 운송 서비스	21	12.2	152	87.8	173
항공 운송 서비스	5,277	47.9	5,737	52.1	11,014
운송 장비 대여 서비스	115	11.1	916	88.9	1,030
여행사 및 기타 예약서비스	1	0.5	197	99.5	198
문화서비스	58	13.1	386	86.9	444
스포츠 및 오락 서비스	538	64.5	296	35.5	834
관광특성 상품	2,801	28.6	6,976	71.4	9,777
관광특성 서비스	103	100.0	-	-	103
여행시 자가용 이용	-	-	12,499	100.0	12,499
<b>합 계</b>	<b>13,103</b>	<b>26.2</b>	<b>36,954</b>	<b>73.8</b>	<b>50,057</b>

- 반면 음식점 서비스(81.2%), 수상 운송 서비스(87.8%), 운송 장비 대여 서비스(88.9%), 여행사 및 기타 예약서비스(99.5%), 문화서비스(86.9%), 관광특성 상품(71.4%), 여행시 자가용 이용(100.0%)은 내국인 비중이 높게 나타남

[그림 4-4] 2019년 관광산업 외국인, 내국인 온실가스 배출량

(단위: kt CO<sub>2eq</sub>)





국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

## 제5장

# 결론 및 향후 연구방향





# 제1절 결론 및 한계점

## 1. 결론

### 가. 국제비교 가능한 데이터 생산

- 본 연구는 국제비교를 목적으로 관광산업의 온실가스 배출량을 타당한 방식으로 산정함
  - 산정을 위해 SF-MST 가이드라인, 국외 선행연구를 검토하였고, 산정 기준은 <표 5-1>과 같이 ‘환경산업연관모형’, ‘관광위성계정 국내소비 적용’, ‘수입제품 포함’, ‘항공 배출량 거주원칙 적용’, ‘여행시 자가용 이용 배출량 산정’임

<표 5-1> 관광산업 온실가스 배출량 산정 기준

- 환경산업연관모형
- 관광위성계정 국내소비 적용
- 수입제품 포함
- 항공 배출량 거주원칙 적용
- 여행시 자가용 이용 배출량 산정

### 나. 국내 관광산업 온실가스 배출 특성

- 2019년 기준 산정결과 관광산업 온실가스 배출량은 50,057kt CO<sub>2eq</sub>, 국가 온실가스 배출량의 7.2%를 차지하는 것으로 나타남
  - SF-MST에서 권고하는 직접 온실가스 배출량은 23,317 kt CO<sub>2eq</sub>, 국가 온실가스 배출량의 3.3%를 차지함
- 업종별로 보면 여행 시 자가용 이용(25.0%)과 항공 운송 서비스(22.0%)가 전체

배출량의 절반에 가까운 비중을 차지함

- 관광특성 상품(19.5%)과 음식점 서비스(16.4%), 숙박 서비스(7.0%)도 높은 배출량을 보이며, 교통수단 중에서는 도로·철도·수상 운송 서비스 등도 배출이 발생하나 자가용과 항공 부문에 비해 상대적으로 낮은 편임
  - 한편, 관광특성 상품을 세부적으로 보면 봉제 의류와 화장품 등 소수 품목이 온실가스 배출 대부분을 차지하며, 관광특성 서비스에서는 의료·보건(산업) 부문이 큰 비중을 차지함
- 배출원별로 교통수단(자가용, 항공 등)은 연료 연소로 인해 직접 배출 비중이 높은 반면, 숙박서비스, 음식점 서비스, 관광특성 상품 등은 외부 공급망에서 발생하는 온실가스로 인해 간접 배출 비중이 높음
- 외국인 관광객(26.2%)보다 내국인 관광객(73.8%)이 전체 배출에서 큰 비중을 차지하며, 업종별로는 숙박·스포츠·오락 등의 경우 외국인 비중이 비교적 높지만, 자가용 이용이나 음식점 서비스, 관광특성 상품 등은 내국인 배출량이 크게 나타남

〈표 5-2〉 관광산업 온실가스 배출량

2019년 관광산업 직접 온실가스 배출량	23,317	kt CO <sub>2eq</sub>
2019년 관광산업 온실가스 배출량(직간접)	50,057	kt CO <sub>2eq</sub>
2019년 국가 온실가스 배출량	699,214	kt CO <sub>2eq</sub>
2019년 관광산업 직접 온실가스 배출량 비율	3.3	%
2019년 관광산업 온실가스 배출량 비율(직간접)	7.2	%

#### 다. 국외 선행연구와 산정결과 비교

- 본 연구결과의 타당성을 검토하기 위해 국외 선행연구 결과와 ‘국가 전체 온실가스 배출량 대비 비율’을 검토함
  - 국외 선행연구의 경우 직접 배출량을 구분하기 어려운 경우가 많아, 직간접 배출량을 기준으로 비교함
- 국외 선행연구의 국가 전체 온실가스 배출량 대비 비율(직간접 포함)은 대부분 10%대 넘게 나타났으며, 노르웨이가 14.4로 가장 높음

- 본 연구는 산정 비율이 국외연구보다 낮게 나타났는데, 이는 관광위성계정 적용 시 관광특성산업 부분만 포함한 것이 원인으로 판단됨
  - 관광위성계정은 A.1. 관광특성상품, A.2. 관광연결상품, A.3. 비관광 관련 소비상품, B.1. 귀중품으로 구성되며 국내관광소비 구성 비율은 A.1. 관광특성상품 (93.3%), 그 외(6.7%) 임(문화체육관광부, 2020)
  - 향후 연구에서 관광특성상품 외를 포함할 경우 온실가스 배출량은 높아질 것으로 예상되며, 주로 간접배출량일 것으로 예상
- 스페인의 경우 2007년 데이터고, 여행시 자가용 이용 배출량이 제외된 수치기 때문에 국제기준을 적용하여 산정한다면 비율이 높아질 것으로 예상

〈표 5-3〉 국외 선행연구 비교

(단위: %)

구 분	본 연구	스페인 (Cadarsó et al., 2015)	뉴질랜드 (Sun & Higham, 2021)	노르웨이 (Sun et al., 2022)
산정연도	2019년	2007년	2013년	2019년
국가 전체 온실가스 배출량 대비 비율	7.2	10.6	10.8	14.4

주1 : 국외 연구의 경우 직접 배출량을 구분하기 어려운 경우가 많아, 직간접 배출량을 기준으로 국가별 비교

주2 : 본 연구는 관광위성계정 관광특성산업만 포함하여 산정

주3 : 스페인은 여행시 자가용 이용 배출량 미포함

주4 : 뉴질랜드는 수입제품에 의한 배출량 미포함

## 2. 한계점

- 본 연구는 관광산업의 온실가스 배출량 산정을 위해 국외 선행연구에서 주로 적용하는 환경산업연관표(Miller & Blair, 2009; Sun & Higham, 2021)를 이용하였으나 몇 가지 한계점을 갖고 있음
- 환경산업연관표 작성을 위해 산정한 전체 산업별 온실가스 배출량은 에너지밸런스표 데이터와 투입산출표 데이터를 토대로 추정된 결과(박유진 외, 2022)이기 때문에 작성방식에 따라 온실가스 배출량은 달라질 수 있음
- 본 연구는 관광위성계정, 에너지밸런스표, 투입산출표 등 기초데이터가 중요하며

작성기관에 의해 해당 데이터가 변경되면 관광산업 온실가스 배출량은 달라질 수 있음

- 각 국가의 통계자료 현황, 데이터 구조가 상이할 수 있기 때문에 국가별 데이터를 비교하기 위해서는 통계별 작성 방식, 산업범위 등을 확인하여 비교할 필요가 있음
- 본 연구에서 ‘직접 온실가스 배출량’은 국가 전체 온실가스 배출량 대비 3.3%(23,317kt CO<sub>2eq</sub>)로 산정 되었으나, SF-MST가 권고하는 SEEA 활용 시(UN Tourism, 2024: 4.163.) 직접 온실가스 배출량은 달라질 수 있음
  - 환경산업연관모형 적용, SEEA 적용 등 온실가스 산정 방식에 따라 산정 결과는 달라질 수 있으므로, 결과를 활용하거나 해석할 때 충분한 검토가 필요함

## 제2절 향후 연구방향

---

### 1. SEEA를 활용한 온실가스 배출량 산정

- SF-MST는 관광산업의 온실가스 배출량을 산정하기 위해 SEEA를 작성(UN Tourism, 2024: 4.140)하고 직접 온실가스 배출량 산정을 요구하고 있음
  - 물리적 공급표와 사용표를 토대로 온실가스 배출량 산정
- 반면 본 연구는 국내 SEEA가 부재하여 환경산업연관모형을 적용해 관광산업의 직접 온실가스 배출량을 산정함
- 향후 관광산업 온실가스 배출량은 국가 SEEA를 토대로 SF-MST를 적용해 산정할 필요가 있고, 이를 위해 산업통상자원부·환경부·통계청·한국은행과 데이터 협력을 할 필요가 있음

### 2. 물 사용량, 폐기물 등 추가적인 환경영향 데이터 생산

- 관광으로 인한 환경영향은 온실가스 배출뿐만 아니라 물 사용량 증가(물 부족), 폐기물 증가(쓰레기) 등 다양한 영역에서 발생할 수 있음
  - SF-MST는 앞서 [그림 2-3]과 같이 관광의 환경영향을 세분하여 제시함
- 관광의 지속가능성은 관광으로 인한 환경영향을 줄이는 것이 목적이며, 이를 위해 먼저 어떤 분야, 어떤 업종에서 부정적인 영향이 발생하는지 측정하고, 대응 전략을 수립할 필요가 있음
- 국외 선행연구는 관광의 물 사용량(Cazcarro et al., 2014), 폐기물량(Jones &

Munday, 2007)을 산정하여 제시하고 있으며, 이를 고려하여 국내 산정연구를 수행할 필요가 있음

- 다만, SF-MST의 권고를 고려하면 SEEA 데이터를 토대로 산정할 필요가 있으나, 현재 SEEA가 부재하여 환경산업연관모형을 적용하여 산정할 필요가 있음

---

## 참고문헌

- 국토교통부(2023), 자동차등록현황보고.
- 기상청(2023), 「탄소중립을 위한 기후변화과학의 이해」.
- 김상태·민웅기·김남조(2017), 기후변화에 의한 관광산업 취약성 분석 및 대응전략, 「관광연구」, 32(6), 273-292. 10.21719/IJTMS.32.6.14.
- 문화체육관광부(2020), 「한국 관광위성계정(KTSA) 개발 및 구축방안 연구」.
- 박유진·김준범·경대승·박흥석(2022), 환경산업연관분석(EEIOA)을 이용한 경제 부문별 온실가스 배출량 특성분석, 「대한환경공학회지」, 44(9), 208-335.
- 이성민·류광훈(2024), 「관광의 지속가능성 측정을 위한 통계 체계(SF-MST) 대응 방향 연구」, 한국문화관광연구원, 수시연구 2024-09.
- 한국관광공사(2021), 「글로벌 탄소중립 대응 관광정책 수립 전략연구」.
- 한국렌터카사업조합연합회(2020), 2019년도 4/4분기 업계현황.
- 홍순기·김남조(2023), 부산광역시 관광산업 탄소배출량 산정에 관한 연구 지역 관광위성계정을 활용한 하향식 방법론을 중심으로, 「관광학연구」, 47(2), 45-63.
- Becken, S. & Patterson, M.(2006), Measuring National Carbon Dioxide Emissions from Tourism as a Key Step Towards Achieving Sustainable Tourism, *Journal of Sustainable Tourism*, 14(4), 323-338.
- Cadarso, M. Á., Gómez, N., López, L. A., Tobarra, M. Á., & Zafrilla, J. E.(2015), Quantifying Spanish tourism's carbon footprint: the contributions of residents and visitors: a longitudinal study, *Journal of Sustainable Tourism*, 23(6), 922-946. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1008497>.
- Cazcarro, I., Hoekstra, A. Y., & Sánchez Chóliz, J.(2014), The water footprint of tourism in Spain, *Tourism management*, 40, 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.05.010>.
- Gössling, S., Balas, M., Mayer, M., & Sun, Y.-Y.(2023), A review of tourism and climate change mitigation: The scales, scopes, stakeholders and

strategies of carbon management, *Tourism Management*, 95, 104681.

- Huang, Y. A., Weber, C. L., & Matthews, H. S.(2009), Categorization of Scope 3 Emissions for Streamlined Enterprise Carbon Footprinting, *Environmental Science & Technology*, 43(22), 8509-8515.
- IPCC(2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. andanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC(2018), *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C*, An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-24. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>.
- IPCC(2023), *Climate Change 2023: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero(eds.)], IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647, 기상청 역(2023), 「기후변화 2023 종합보고서」.
- Jones, C., & Munday, M.(2007), Exploring the environmental consequences of tourism: A satellite account approach, *Journal of Travel Research*, 46, 164-172.
- Lenzen, M., Sun, Y.-Y., Faturay, F., Ting, Y. P., Geschke, A., & Malik, A.(2018), The carbon footprint of global tourism, *Nature Climate Change*, 8(6), 522-528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>.
- Leontief, W.(1970), Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach, *The Review of Economics and*



*Statistics*, 52(3), 262-271.

- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., & Weber, C. L.(2008), The Importance of Carbon Footprint Estimation Boundaries, *Environmental Science & Technology*, 42(16), 5839-5842.
- Meng, W., Xu, L., Hu, B., Zhou, J., & Wang, Z.(2016), Quantifying direct and indirect carbon dioxide emissions of the Chinese tourism industry, *Journal of Cleaner Production*, 126, 586-594.
- Miller, R. E. & Blair, P. D.(2009), *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions 2nd Edition*, Cambridge University Press.
- Sun, Y.-Y.(2014), A framework to account for the tourism carbon footprint at island destinations, *Tourism Management*, 45, 16-27.
- Sun, Y.-Y., & Higham, J.(2021), Overcoming information asymmetry in tourism carbon management The application of a new reporting architecture to Aotearoa New Zealand, *Tourism Management*, 83, 104231.
- Sun, Y.-Y., Gössling, S., Hem, L. E., Iversen, N. M., Walnum, H. J., Scott, D., & Oklevik, O.(2022), Can Norway become a net-zero economy under scenarios of tourism growth?, *Journal of Cleaner Production*, 363, 132414.
- Sun, Y.-Y., Lenzen, M., & Liu, B.(2019), The national tourism carbon emission inventory its importance, applications and allocation frameworks, *Journal of Sustainable Tourism*, 273, 360-379, DOI 10.1080/09669582.2019.15.
- Tukker, A., Huppes, G., Oers, L. v., & Heijungs, R.(2006), *Environmentally extended input-output tables and models for Europe*, Institute for Prospective Technological Studies.
- UN Tourism(2024), *Statistical Framework for Measuring the Sustainability of Tourism(SF-MST): Final Draft*.
- UNWTO & UNEP(2008), *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges*, Spain, Madrid: UNWTO.



---

# ABSTRACT

## **Pilot Study on Estimating Greenhouse Gas Emissions in the Tourism Industry for International Comparison**

Sang-tae, Kim

This study estimates the greenhouse gas (GHG) emissions of the tourism industry using a top-down approach for international comparison. The estimation methodology was developed based on the SF-MST framework and prior international studies. By integrating the environmental input-output model and the Korea Tourism Satellite Account, the direct GHG emissions of the tourism industry in 2019 were calculated at 23,317 kt CO<sub>2</sub>eq, accounting for 3.3% of national emissions. Including indirect emissions, the total GHG emissions reached 50,057 kt CO<sub>2</sub>eq, accounting for 7.2% of national emissions. Analysis by sector reveals that private vehicle use during travel (25.0%) and air transport services (22.0%) together account for nearly half of total emissions. Other significant contributors include tourism-specific goods (19.5%), restaurant services (16.4%), and accommodation services (7.0%). Transportation modes such as private vehicles and air transport exhibit a high proportion of direct emissions due to fuel combustion, whereas sectors like accommodation, restaurants, and tourism-specific goods demonstrate higher indirect emissions driven by greenhouse gases generated within external supply chains.

### **Keywords**

Tourism Industry, Greenhouse Gas Emissions (GHG), SF-MST, Tourism Satellite Account (TSA), Direct Emissions, Indirect Emissions



국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

부록

부록



## 1. 산업연관표, 에너지밸런스 매칭표

산업연관표	에너지밸런스
벼	농림어업
맥류 및 잡곡	
콩류	
감자류	
채소	
과실	
화훼작물	
약용작물	
잎담배	
천연고무	
종자	
기타식용작물	
기타 비식용작물	
낙농	
축우	
양돈	
가금	
기타축산	
영림	
원목	
식용 임산물	
기타 임산물	
수산업획	
수산양식	
농림어업 서비스	
무연탄	광업
유연탄	
원유	
천연가스(LNG)	
철광석	
기타 비철금속광석	
골재 및 석재	
석회석	
기타 비금속광물	
도축육	음식·담배
가금육	

산업연관표	에너지밸런스
육가공품	
낙농품	
수산물 가공품	
수산동물 저장품	
정곡	
제분	
원당	
정제당	
전분 및 당류	
떡, 빵 및 과자류	
면류	
조미료 및 첨가용식품	
유지	
과실 및 채소 가공품	
커피 및 차류	
인삼 및 건강보조 식품	
기타 식료품	
사료	
주정	
소주	
맥주	
기타 주류	
비알콜음료 및 얼음	
담배	
천연 및 화학섬유사	섬유 의복
기타섬유사	
천연 및 화학 섬유직물	
기타 섬유직물	
편조원단	
섬유표백 및 염색 임가공	
직물제품	
부직포 및 펠트	
기타 섬유제품	
봉제 의류	
편조의류	
가죽의류	
모피의류 및 모피제품	
의복 관련 장신품	
가죽	



산업연관표	에너지밸런스
모피	
가방 및 핸드백	
신발	
기타 가죽제품	
제재목	목재·나무
합판	
강화 및 재생목재	
건축용 목제품	
목재 용기 및 적재판	
기타 목제품	펄프·인쇄
펄프	
인쇄용지	
기타 원지 및 판지	
골판지 및 골판지가공품	
종이용기	
종이문구 및 사무용지	
위생용 종이제품	
기타 종이제품	
인쇄 및 기록매체 복제	
석탄코크스 및 석탄 관련제품	석유·화학
연탄	
나프타	
휘발유	
제트유	
등유	
경유	
중유	
액화석유가스	
정제혼합용 원료유	
윤활유 및 그리스	
기타 석유정제제품	
지방족 기초유분	
방향족 기초유분	
석유화학중간제품	
기타 기초유기화합물	
산업용 가스	
기초무기화합물	
염료, 안료 및 유연제	
합성수지	

산업연관표	에너지밸런스
합성고무	
화학섬유	
의약품	
비료 및 질소화합물	
살충제 및 농약	
도료	
잉크	
비누, 세제 및 치약	
화장품	
접착제 및 젤라틴	
사진용 화학제품 및 감광재료	
기타 화학제품	
플라스틱 1차제품	
건축용 플라스틱제품	
포장용 플라스틱제품	
운송장비 및 조립용 플라스틱제품	
기타 플라스틱제품	
타이어 및 튜브	
산업용 고무제품	
기타 고무제품	
판유리 및 1차 유리제품	비금속
전자기기용 유리제품	
산업용 유리제품(전자기기용 제외)	
기타 유리제품	
가정용 도자기	
산업용 도자기	
내화요업제품	
건설용 비내화요업제품	
시멘트	
레미콘	
콘크리트 제품	
석회 및 석고제품	
석제품	
연마재	
아스콘 및 아스팔트 제품	
기타 비금속광물 제품	
선철	1차금속
합금철	
조강	

산업연관표	에너지밸런스
철근 및 봉강	
형강	
선재 및 궤조	
중후판(두께 3mm 이상)	
열연강판	
강선	
철강관	
냉간압연강재	
표면처리강재	
기타 철강1차제품	
동 제련, 정련 및 합금제품	비철금속
알루미늄 제련, 정련 및 합금제품	
연 및 아연 제련, 정련 및 합금제품	
금은괴	
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금제품	
동 1차제품	
알루미늄 1차제품	
기타 비철금속 1차제품	
금속 주물	조립금속
건축용 금속제품	
구조물용 금속제품	
금속제 탱크 및 압력용기	
산업용 보일러 및 증기 발생기	
금속 단조 및 야금제품	
금속압형제품	
금속처리	
금속처리 가공품	
가정용 금속제품	
부착용 금속제품	
공구류	
나사 및 철선 제품	
금속포장용기	
기타 금속제품	
개별소자	기타제조
집적회로	
LCD 평판 디스플레이	
기타 전자표시장치	
인쇄회로기판 및 실장기판	
축전기, 저항기, 전자코일 및 변성기	

산업연관표	에너지밸런스
기타 전자부품	
컴퓨터	
컴퓨터 기억장치	
컴퓨터 주변기기	
유선통신기기	
이동전화기	
기타 무선통신장비 및 방송장비	
TV	
영상기기	
오디오 및 음향기기	
의료용 기기	
측정 및 분석기기	
자동조정 및 제어기기	
사진기 및 영상기	
기타광학기기	
시계	
발전기 및 전동기	
변압기	
전기변환장치	
전기회로 개폐 및 접속장치	
배전반 및 전기자동 제어반	
전지	
전선 및 케이블	
가정용 냉장고 및 냉동고	
주방용 및 난방용 전기기기	
기타가정용전기기기	
전구 및 램프	
조명장치	
기타 전기장비	
내연기관 및 터빈	
펌프 및 압축기	
밸브	
베어링, 기어 및 동력전달장치	
산업용 운반기계	
공기조절 장치 및 냉장 냉동 장비	
공기 및 액체 여과기	
사무용기기	
기타 일반목적용 기계	
농업용 기계	

산업연관표	에너지밸런스
건설 및 광물처리기계	
금속가공용기계	
금형 및 주형	
반도체 제조용 기계	
디스플레이 제조용 기계	
음식료품 가공기계	
섬유 및 의복가공 기계	
산업용 로봇	
제지 및 인쇄기계	
고무 및 플라스틱 성형기계	
기타 특수목적용 기계	
승용차	
버스	
트럭	
특장차	
트레일러 및 컨테이너	
자동차용 엔진	
자동차 부품품	
강철제 선박	
기타 선박	
선박 수리 및 부품품	
철도차량	
항공기	
모터사이클	
기타 운수장비	
목재 가구	
금속 가구	
기타 가구	
장난감 및 오락용품	
운동 및 경기용품	
악기	
문구용품	
귀금속 및 보석	
모형 및 장식용품	
기타 제조업 제품	
제조임가공서비스	
산업용 기계 및 장비 수리	
수력	기타에너지(에너지전환)
화력	

산업연관표	에너지밸런스
원자력	
자가발전	
신재생에너지	
도시가스	
증기 및 온수 공급	
수도	
하수, 폐수 및 분뇨 처리(국공립)	
하수, 폐수 및 분뇨 처리(산업)	
폐기물 수집, 운반 및 처리(국공립)	
폐기물 수집, 운반 및 처리(산업)	
자원재활용서비스	상업
주거용 건물	
비주거용 건물	
건축보수	
도로시설	
철도시설	
항만시설	
하천사방	
상하수도시설	
농림수산토목	
도시토목	
환경정화시설	
통신시설	
전력시설	
산업플랜트	
기타 건설	
도소매 및 상품중개서비스	상업
철도운송서비스	
도로여객운송서비스	수송부문
도로화물운송서비스	
연안 및 내륙수상운송서비스	
외항운송서비스	
항공운송서비스	
육상운송보조서비스	상업부문
수상운송보조서비스	
항공운송보조서비스	
하역서비스	
보관 및 창고서비스	
기타 운송 관련 서비스	

산업연관표	에너지밸런스
공영우편서비스	
소화물전문운송서비스	
일반음식점	
기타음식점	
주점	
비알콜음료점	
숙박	
유선통신서비스	
무선 및 위성 통신서비스	
통신 재판매 및 중개 서비스	
기타 전기통신서비스	
자상파 방송서비스	
유선, 위성 및 기타방송서비스	
정보제공서비스	
게임소프트웨어 출판	
소프트웨어 개발 공급	
기타 IT서비스	
신문 및 출판	
영상·오디오물 제작 배급	
영화상영	
중앙은행 및 예금취급기관	
금융투자기관	
기타 금융중개기관	
생명보험	
연금기금	
비생명보험	
금융 및 보험 보조 서비스	
주거서비스	
비주거용 건물 임대	
부동산 개발 및 공급	
부동산 관련 서비스	
연구개발(국공립)	
연구개발(비영리)	
연구개발(산업)	
기업내 연구개발	
법무 및 회계서비스	
시장조사 및 경영지원서비스	
광고	
건축 토목 관련 서비스	

산업연관표	에너지밸런스
공학 관련 서비스	
과학기술서비스	
기타 전문 서비스	
장비·용품 및 지식재산권 임대	
사업시설 유지관리 및 조경서비스	
인력공급 및 알선	
기타 사업지원서비스	
중앙정부	공공부문
지방정부	
사회보험(국공립)	
교육서비스(국공립)	
교육서비스(비영리)	
교육서비스(산업)	
의료 및 보건(국공립)	
의료 및 보건(비영리)	
의료 및 보건(산업)	
사회복지서비스(국공립)	
사회복지서비스(비영리)	
문화서비스(국공립)	상업부문
연극, 음악 및 기타예술	
기타 문화서비스	
여행사 및 여행보조 서비스	
스포츠 서비스	
오락 서비스	
산업 및 전문가 단체	
기타 사회 단체	
자동차 수리서비스	
전자통신기기 및 가정용품 수리서비스	
미용관련 서비스	
세탁	
가사서비스	
기타 개인 서비스	
기타	



## 2. 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수

### 가. 연료별 국가 고유 발열량

※ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침, 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수 (제15조제2항 관련)

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	45.0	42.2
휘발유	MJ/L	TJ/1000m³	32.7	30.4
등유	MJ/L	TJ/1000m³	36.7	34.2
경유	MJ/L	TJ/1000m³	37.8	35.2
B-A유	MJ/L	TJ/1000m³	39.0	36.4
B-B유	MJ/L	TJ/1000m³	40.5	38.0
B-C유	MJ/L	TJ/1000m³	41.7	39.2
프로판(LPG1호)	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄(LPG3호)	MJ/kg	TJ/Gg	49.5	45.7
나프타	MJ/L	TJ/1000m³	32.3	29.9
용제	MJ/L	TJ/1000m³	32.8	30.3
항공유	MJ/L	TJ/1000m³	36.5	33.9
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.4	39.2
윤활유	MJ/L	TJ/1000m³	40.0	37.3
석유코크스	MJ/kg	TJ/Gg	35.0	34.2
부생연료유1호	MJ/L	TJ/1000m³	37.1	34.6
부생연료유2호	MJ/L	TJ/1000m³	39.9	37.7
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.7	49.4
도시가스(LNG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	43.1	38.9
도시가스(LPG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	63.6	58.4
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	19.8	19.4
연료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.2	20.5
원료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	25.2	24.7
연료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	24.8	23.7
원료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	29.2	28.0
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.4	19.9
코크스	MJ/kg	TJ/Gg	29.0	28.9
전기(발전기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	8.9	8.9
전기(소비기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	9.6	9.6

## 나. 연료별 국가고유 배출계수

※ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침, 연료별 국가 고유 발  
열량 및 배출계수 (제15조제2항 관련)

구분	연료	탄소배출계수 (kgC/TJ)	이산화탄소배출계수 (kgCO <sub>2</sub> /TJ)
석유(16)	휘발유	19,548	71,600
	등유	19,969	73,200
	경유		
	B-A유	20,657	75,700
	B-B유	21,384	78,400
	B-C유	21,929	80,300
	나프타	19,157	70,200
	용제	19,172	70,200
	항공유(JET-A1)	19,931	73,000
	아스팔트	21,544	78,900
	석유코크스	26,086	95,600
	윤활유	19,979	73,200
	부생연료 1호	20,067	73,500
	부생연료 2호	21,729	79,600
	프로판(LPG1호)	17,641	64,600
	부탄(LPP3호)	18,107	66,300
가스(3)	천연가스(LNG)	15,312	56,100
	도시가스(LNG)		
	도시가스(LPG)	17,454	64,000
석탄(6)	국내무연탄	30,185	110,600
	수입무연탄 (연료용)	27,404	100,400
	수입무연탄 (원료용)	29,909	109,600
	유연탄(연료용)	25,951	95,100
	유연탄(원료용)	25,963	95,100
	아역청탄	26,468	97,000

## 다. 에너지열량 환산기준

※ 에너지법 시행규칙, 에너지열량 환산기준(제5조 제1항 관련)

구분	에너지원	단위	총발열량			순발열량		
			MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)	MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)
석유	원유	kg	45.7	10,920	1.092	42.8	10,220	1.022
	휘발유	L	32.4	7,750	0.775	30.1	7,200	0.720
	등유	L	36.6	8,740	0.874	34.1	8,150	0.815
	경유	L	37.8	9,020	0.902	35.3	8,420	0.842
	바이오디젤	L	34.7	8,280	0.828	32.3	7,730	0.773
	B-A유	L	39.0	9,310	0.931	36.5	8,710	0.871
	B-B유	L	40.6	9,690	0.969	38.1	9,100	0.910
	B-C유	L	41.8	9,980	0.998	39.3	9,390	0.939
	프로판(LPG1호)	kg	50.2	12,000	1.200	46.2	11,040	1.104
	부탄(LPG3호)	kg	49.3	11,790	1.179	45.5	10,880	1.088
	나프타	L	32.2	7,700	0.770	29.9	7,140	0.714
	용제	L	32.8	7,830	0.783	30.4	7,250	0.725
	항공유	L	36.5	8,720	0.872	34.0	8,120	0.812
	아스팔트	kg	41.4	9,880	0.988	39.0	9,330	0.933
	윤활유	L	39.6	9,450	0.945	37.0	8,830	0.883
	석유코크스	kg	34.9	8,330	0.833	34.2	8,170	0.817
	부생연료유1호	L	37.3	8,900	0.890	34.8	8,310	0.831
	부생연료유2호	L	39.9	9,530	0.953	37.7	9,010	0.901
가스	천연가스(LNG)	kg	54.7	13,080	1.308	49.4	11,800	1.180
	도시가스(LNG)	Nm3	42.7	10,190	1.019	38.5	9,190	0.919
	도시가스(LPG)	Nm3	63.4	15,150	1.515	58.3	13,920	1.392
석탄	국내무연탄	kg	19.7	4,710	0.471	19.4	4,620	0.462
	연료용 수입무연탄	kg	23.0	5,500	0.550	22.3	5,320	0.532
	원료용 수입무연탄	kg	25.8	6,170	0.617	25.3	6,040	0.604
	연료용 유연탄(역청탄)	kg	24.6	5,860	0.586	23.3	5,570	0.557
	원료용 유연탄(역청탄)	kg	29.4	7,030	0.703	28.3	6,760	0.676
	아역청탄	kg	20.6	4,920	0.492	19.1	4,570	0.457
	코크스	kg	28.6	6,840	0.684	28.5	6,810	0.681
전기 등	전기(발전기준)	kWh	8.9	2,130	0.213	8.9	2,130	0.213
	전기(소비기준)	kWh	9.6	2,290	0.229	9.6	2,290	0.229
	신탄	kg	18.8	4,500	0.450	-	-	-



## 집필 내역

---

연구 책임

김상태 한국문화관광연구원 차석전문원

원고 자문

박유진 솔브레인 기후변화대응팀 매니저

## 국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구

---

발행인 김세원

발행처 한국문화관광연구원

서울시 강서구 금남화로 154

전화 02-2669-9800 팩스 02-2669-9880

<http://www.kcti.re.kr>

인쇄일 2025년 1월 23일

발행일 2025년 1월 23일

인쇄인 (사)한국장애인인위크협회 일자리사업장

I S B N 979-11-7198-052-9 93300

DOI <https://doi.org/10.16937/kcti.rep.2024.e44>

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해 주십시오.

김상태(2024), 국제비교를 위한 관광산업 온실가스 배출량 산정 시범 연구, 한국문화관광연구원

아래의 DOI 또는 QR코드를 통해 이 보고서를 무료로 다운로드할 수 있습니다.  
<https://doi.org/10.16937/kcti.rep.2024.e44>



**한국문화관광연구원**  
서울특별시 강서구 금남화로 154  
**전화** 02-2669-9800  
**팩스** 02-2669-9880

**[www.kcti.re.kr](http://www.kcti.re.kr)**

