

# 국제 해운 온실가스(GHG) 연구 동향 및 감축 편익 산정 방안 조사

A Study on Global Shipping Greenhouse Gas (GHG)  
Research Trends and Reduction Benefits

소애림



한국해양수산개발원  
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	소애림
내부연구진	연구책임자 소애림 한국해양수산개발원 해운연구본부 전문연구원

연구기간	2024. 1. 1. ~ 2025. 2. 28.
------	----------------------------

#### 보고서 집필내역

연구책임자	소애림 연구총괄, 제1장~제4장
-------	-------------------

---

# 목차

<b>01</b>	<b>서론_1</b>	
	제1절 연구배경 및 필요성	1
	1. 연구의 배경 및 필요성	1
	2. 연구의 목적	2
	제2절 연구 방법	3
<b>02</b>	<b>국제해운 온실가스 연구동향 분석_5</b>	
	제1절 연구 키워드 동향 분석	5
	1. 키워드 네트워크 동향 분석	5
	2. 키워드 네트워크 분석 결과	7
	제2절 키워드 네트워크 중심성 분석	10
	제3절 토픽 모델링 분석	14
<b>03</b>	<b>편익 산정 방법론 조사_17</b>	
	제1절 편익 산정 방법론 조사	18
	1. 비시장 재화의 편익(가치)추정 방법론	18
	2. 대표적인 편익 추정 방법론	19
	3. 주요 편익 추정 방법론의 문제점	24
	제2절 해운 관련 분야 편익(비시장가치) 산정 사례 조사	31
	1. 헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)	31
	2. 여행비용접근법(Travel Cost Model)	32
	3. 조건부가치추정법(CVM)	33
	4. 컨조인트분석법(Conjoint Analysis)	36

---

04	결론 및 시사점 _39	
	제1절 요약 및 결론	39
	제2절 연구의 한계점 및 정책 제언	43

참고문헌 _45
----------

---

# 표 목차

〈표 2-1〉 주요 키워드(연구동향 분석) .....	9
〈표 2-2〉 연결중심성 분석결과 .....	13
〈표 2-3〉 토픽 모델링 분석결과 .....	16
〈표 3-1〉 비시장재화의 가치 측정 방법론 .....	19

---

## 그림 목차

〈그림 2-1〉 월별 해운 온실가스 분야 온실가스 관련 논문 수 .....	7
〈그림 2-2〉 주요 학술지별 논문 수 .....	8
〈그림 2-3〉 빈출 키워드 워드 클라우드 .....	10
〈그림 2-4〉 키워드 중심성 네트워크 .....	12
〈그림 2-5〉토픽 모델링 분석결과 .....	14

---

## 약어 목록

- IMO(국제해사기구): International Maritime Organization
- MEPC(해양환경보호위원회): Maritime Environment Protection Committee
- GFS(연료표준제): Greenhouse Gas Fuel Standard
- ETS(배출권거래제): Emissions Trading System

# 01

## 서론

### 제1절 연구배경 및 필요성

---

#### 1. 연구의 배경 및 필요성

국제해사기구(IMO)의 MEPC(Maritime Environment Protection Committee; 해양환경보호위원회)는 지난 80차 회의에서는 2050년경<sup>1)</sup>까지 국제 해운의 탄소중립 실현을 선언하였다. 이는 기존 2050년까지 2008년 대비 50% 감축에서, 100% 감축으로 상향한 것으로 기후위기에 적극적으로 대응하겠다는 의지가 담겨있다.<sup>2)</sup>

또한 향후 국제 해운의 넷제로(Net-Zero) 실현을 위해 기술적 조치와 경제적 조치를 포함한 강화된 온실가스 규제를 시행할 예정이라고 밝혔다. 지난 MEPC 82차 회의에서는 선박의 연료 전환 가속을 위한 환경규제의 중기조치 개발에 대한 논의가 이뤄졌다.<sup>3)</sup> 중기조치는 기존 MEPC 80차에서 채택된 기술적 조치인 연료표준제(GFS ; Greenhouse Gas Fuel Standard)가 있으며 보다 엄격한 연료 효율과 저탄소 연료 채택을 의무화하는 계획이 포함되었다. 경제적 조치에는 탄소세(GHG Levy), 배출권거

---

1) '2050년경(net-zero GHG emissions by or around, i.e., close to, 2050)'

2) MEPC 80(2023) IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ship

3) MEPC 82(2024) IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ship



---

래제(ETS ; Emissions Trading System) 등이 후보군에 포함되어 있다.<sup>4)</sup>

IMO에서 추진하고 있는 국제 해운 분야 온실가스 규제 강화에 따라 최근 글로벌 전문가들에 의해 온실가스 감축 관련 다양한 연구가 진행 중에 있다. 따라서 우리나라 해운업계도 이에 대한 적극적인 대비책 마련이 매우 필요한 상황이며, 본 연구에서는 국제 연구 동향 파악을 통해 국제 온실가스 규제에 따른 국내 해운산업에 미치는 영향과 국내 해운산업 온실가스 절감 편익 산출 등을 위해 관련 연구 동향과 산정 방법론을 도출하고자 한다.

이러한 연구는 우리나라 해운산업 온실가스(GHG) 감축 편익 산출을 위한 기초자료로써 활용될 수 있으며, 특히 온실가스(GHG) 감축을 위한 국제선사의 탈탄소 연료 사용과 친환경 선박 도입 등과 같은 선사의 의사결정을 지원하고 정부 차원에서의 지원 정책 마련을 위한 기초 연구로 활용될 수 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 국제 해운 온실가스 연구동향의 파악과 온실가스 감축 편익 산정 방안을 조사하는 것이다.

이를 위해 첫째, 국제해운 온실가스 규제 관련 연구동향을 분석한다. 이와 더불어 둘째, 연구동향 분석을 통해 국제 해운 분야의 편익산정 관련 연구 방법론을 파악한다. 셋째, 편익산정 방법론 사례분석을 수행한다.

---

4) European Commission(2024)

## 제2절 연구 방법

---

본 연구는 국제 온실가스(GHG) 연구 동향 파악과 감축 편익 산정을 위해 문헌조사 및 사례 분석, 전문가 자문회의 등을 활용하였다.

국제 해운 온실가스 연구동향 파악을 위한 국내외 문헌조사는 다음과 같이 수행하였다. 해외 연구동향은 SPRINGER와 SCIENCE DIRECT를 통해 자료를 수집 및 분석하였다. 자료의 수집은 Springer 저널은 open API를 연계해 크롤링하였으며, Science direct는 직접 검색한 자료를 수집하여 분석에 활용하였다. 이후 추출한 저널의 제목과 초록을 통해 주요 키워드를 추출하였고, 이를 토대로 키워드 분석, 키워드 네트워크 연결성 분석, 토픽 모델링 분석 등을 수행하였다.

본 연구는 국제 해운 온실가스(GHG) 감축편익 산정 방법론에 관해 연구하는 것이다. 자료의 조사 및 수집 과정에서 해운 분야의 온실가스(GHG) 편익 산정 분야는 아직 초기단계인 것으로 판단이 되었으며, 추가적으로 주요 비시장 가치 추정 방법론을 조사하였으며, 해운 분야에 적용한 사례를 정리하였다.



## 02

# 국제해운 온실가스 연구동향 분석

### 제1절 연구 키워드 동향 분석

#### 1. 키워드 네트워크 동향 분석

국제 해운 온실가스 관련 연구의 최신 연구동향 분석을 위해서 키워드 네트워크 분석을 시행하였다. 키워드 네트워크 분석은 비정형 텍스트 데이터에서 주요 키워드들을 추출하여 텍스트에 숨겨져 있는 의미를 분석하는 방법이다. 이를 통해 키워드를 노드(Node)로 하는 네트워크 행렬을 기반으로 영향력 있는 주요 키워드들과 주제(Topic)들을 파악하는 기법이다. 일반적인 기술통계량적 연구동향 분석에 비해 연구논문들의 주요 키워드 간의 공출현(Cooccurrence) 관계를 기반으로 연구 주제의 변화와 토픽 간의 관계를 체계적으로 분석할 수 있다.(Rha, 2020)<sup>5)</sup>

연구동향 분석을 위한 분석 절차는 다음과 같이 수행하였다.

첫째, 분석대상 연구논문들을 취합하여 논문의 제목과 초록(abstract)에서 주요 키워드를 추출하였다. Springer 출판사의 API 정보와 Science Direct를 통해 취합한 자료를 분석에 활용하였다. 국제적인 학술지인

5) Rha (2020), p. 4344

---

Springer는 네이처(Nature)를 발간하는 세계적인 학술 전문 출판사로, 과학, 사회과학, 공학 등 2천 여개의 저널과 매년 6,500권 이상의 신간 학술지를 출판하는 대표적인 학술 데이터베이스이다. 국제 해운 분야 온실가스 연구 동향을 파악하기 위해 ‘Maritime Greenhouse Gas’, ‘Maritime environment’, ‘shipping greenhouse gas’, ‘shipping environment’, ‘Maritime GHG’, ‘shipping GHG’, ‘Maritime ETS’, ‘shipping ETS’, ‘Maritime carbon emission’를 검색어로 논문을 검색하여 수집하였고, 이학 및 공학 분야의 자료는 제외한 후 분석에 활용하였다.

둘째, 분석대상 논문(paper)들과 키워드(Keyword)들로 이루어진 이원모드 네트워크(2-Mode Network)를 구축한다. 이원모드 네트워크에서는 키워드 간 링크로 연결되어 있지 않으며, 키워드들의 공출현 관계를 파악하였다.

셋째, 이원모드 네트워크(2-Mode Network)를 기반으로 키워드 노드만으로 구성된 일원모드 네트워크(one-Mode Network)를 구축한다. 일원모드 네트워크(one-Mode Network) 변화의 알고리즘은 코사인 유사도(Cosine Similarity)를 활용하며 키워드 간 공출현의 정도가 높을수록 키워드 네트워크에서 링크로 연결된다.<sup>6)</sup>

넷째, 키워드 네트워크를 활용하여 중심성(Centrality) 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 연결중심성(Degree centrality)을 분석하였고, 연결 중심성이 높을수록 활발하게 연구되고 있는 주제로 추정할 수 있다.<sup>7)</sup>

다섯째, 토픽모델링(Topic Modeling) 분석을 수행하였다. 앞서 분석한 주요 키워드를 통해 주요 토픽별로 군집화하는 작업을 통해 주요 토픽별 연구 동향을 파악하였다.

---

6) 이호춘 외 4인(2023)

7) 이호춘 외 4인(2023)

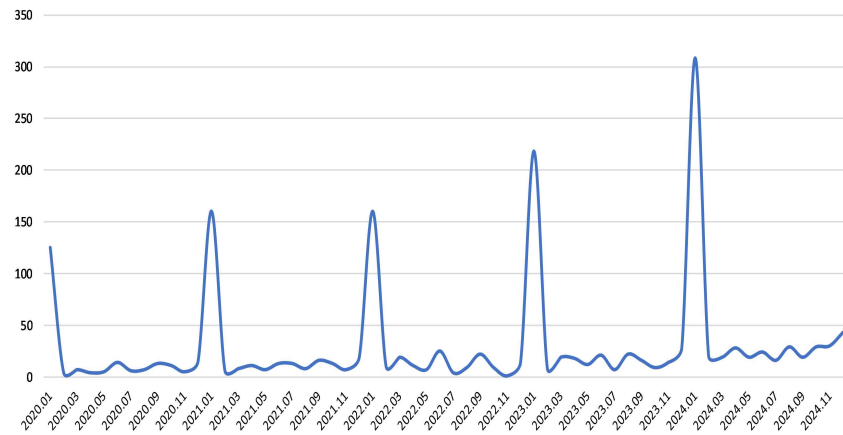
## 2. 키워드 네트워크 분석 결과

### 1) 분석 논문

본 연구에서는 해운 온실가스 관련 최신 연구동향을 분석하기 위해 Springer 저널과 Science Direct에서 검색된 논문 중 해운 온실가스 관련 주제 중 최근 5년 동안(2020년~2024년) 게재된 연구논문들을 분석대상으로 하였다. 최종적으로 1,764편의 논문들을 분석대상으로 선정하였다.

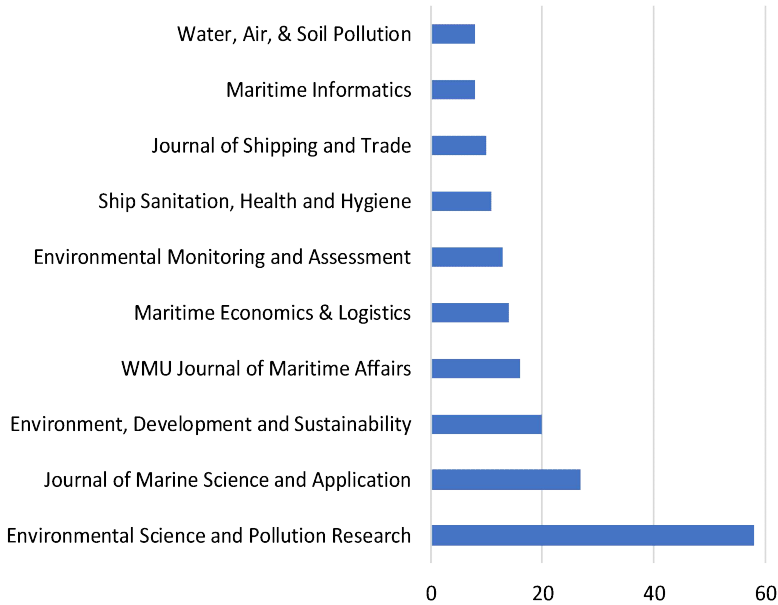
지난 5년 동안 해운 분야 온실가스 관련 논문들은 지속적으로 수행되어 왔고 특히 2024년 상반기에 가장 많이 연구되었음을 확인할 수 있다. <그림 2-1>와 <그림 2-2>는 각각 월별 해운 온실가스 분야 논문의 발간 수와 주요 학술지별 논문 편수이다.

〈그림 2-1〉 월별 해운 온실가스 분야 온실가스 관련 논문 수



자료: 저자 작성

〈그림 2-2〉 주요 학술지별 논문 수



자료: 저자 작성

## 2) 키워드 네트워크 분석

분석대상 1,764편의 논문들에서 연구자가 해운 온실가스 관련 키워드를 토대로 추출하여 네트워크를 구축하였다. 빈출 키워드는 〈표 2-1〉과 〈그림 2-3〉과 같다. 키워드를 통해 살펴본 결과 지난 5년 동안 해운 분야 온실가스 연구는 주로 기후변화 관련 모형도출, 에너지 효율 및 효과, 환경 및 대기 관련 정보의 수집, 온실가스 관련 기술적 해결 정책 등의 연구가 상당수 진행된 것으로 보인다. 주요 키워드는 ‘model’, ‘ship’, ‘impact’, ‘effect’, ‘performance’, ‘technology’, ‘marine’ 등이 도출되었다.

또한, 과거 기술적 연구가 대두되어 왔으나, 최근 해운 분야 온실가스 관련 ‘policy’, ‘role’, ‘management’, ‘framework’와 같은 정책적 차원의 연구도 진행되고 있는 양상을 보였다. 또한 해운 분야의 온실가스 관련 편익 산출 등의 연구 방법보다는 기술 개발 비용과 선박 연료 관련 연구가 주로 진행되고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2-1〉 주요 키워드(연구동향 분석)

구분	키워드	출현빈도	구분	키워드	출현빈도
1	model	443	16	efficiency	219
2	ship	343	17	information	214
3	impact	316	18	resource	210
4	effect	296	19	network	207
5	performance	295	20	industry	207
6	technology	291	21	activity	207
7	marine	265	22	operation	205
8	condition	256	23	solution	196
9	change	247	24	emission	196
10	role	243	25	framework	194
11	problem	241	26	region	180
12	energy	239	27	type	177
13	strategy	238	28	term	177
14	management	232	29	value	173
15	factor	225	30	policy	171

자료: 저자 작성



〈그림 2-3〉 빈출 키워드 워드 클라우드



자료: 저자 작성

## 제2절 키워드 네트워크 중심성 분석

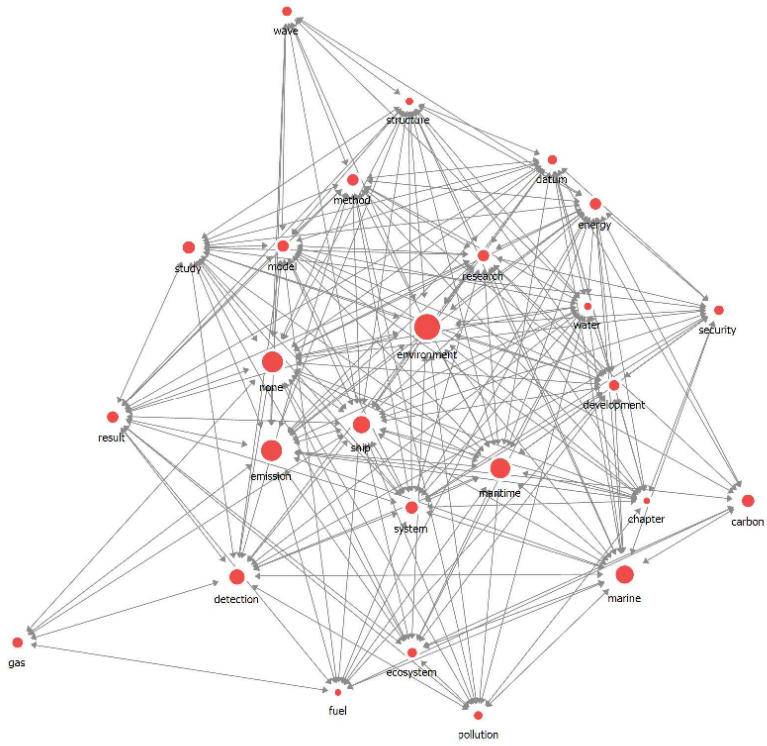
키워드 중심성 네트워크는 〈그림 2-4〉와 같다. 1,764편의 논문의 키워드는 총 172,694개이며 상위 25개 키워드를 중심으로 키워드 네트워크를 구축하였다.

키워드 네트워크 분석은 연결중심성(Degree Centrality)을 계산하였다. 연결중심성이 높은 값을 가지는 키워드들은 다른 키워드들과 활발히 링크로 연결되어 있음을 의미하고, 활발히 연구가 진행된 분야를 상징하는 키

위드로 간주할 수 있다. 연결중심성 분석결과는 <표 2-2>와 같다. 연결중심성(Degree Centrality) 분석 결과, 지난 5년 동안 해운 온실가스 연구 분야에서 가장 주목을 받았던 분야는 ‘Ship’, ‘Emission’, ‘maritime’, ‘energy’이다. 해당 연구들은 주로 국제 해운 온실가스 규제에 따라 친환경 선박 등의 건조 정책, 온실가스 배출량 산정, 선박 연료 관련 연구를 통한 GHG(Green House Gas) 감축 관련 연구가 주를 이루고 있다.

특히, 온실가스 배출 관련한 이론 및 데이터(datum)를 활용한 시스템적 추정 관련 연구가 대두되었고, 이와 관련한 친환경 선박 연료(fuel, energy), 친환경 선박 건조 관련 연구가 연계되고 있는 것으로 보인다.

〈그림 2-4〉 키워드 중심성 네트워크



자료: 저자 작성.

〈표 2-2〉 연결중심성 분석결과

키워드	키워드	연결중심성
1	ship	0.051705
2	emission	0.033725
3	maritime	0.023575
4	energy	0.022174
5	marine	0.021859
6	model	0.021423
7	research	0.018503
8	environment	0.016923
9	detection	0.015498
10	water	0.015319
11	datum	0.014733
12	development	0.014039
13	result	0.013535
14	fuel	0.012426
15	method	0.011993
16	system	0.011894
17	study	0.010766
18	ecosystem	0.008947
19	structure	0.008222
20	chapter	0.006695
21	pollution	0.004542
22	carbon	0.003632
23	security	0.003398
24	wave	0.001588
25	gas	0.001217

자료: 저자 작성

---

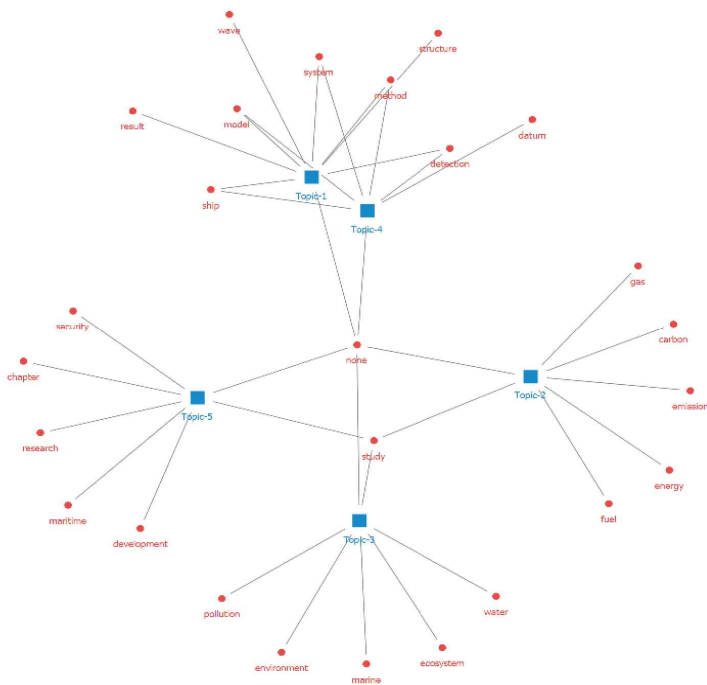
### 제3절 토픽 모델링 분석

---

토픽 모델링은 각 단어가 통계적으로 특정 토픽에 포함될 확률을 파악하여 문서의 주제를 추정하는 기법으로서, 텍스트 분석에서 널리 활용되는 방법이다.<sup>8)</sup> 본 연구에서는 LDA(Latent Dirichlet Allocation Model)을 통해 토픽모델링을 수행하였다.

본 연구에서 분석한 국제 해운 온실가스 관련 문헌의 주요 토픽은 다음 <그림 2-5>와 같이 5개로 구성되었다.

<그림 2-5> 토픽 모델링 분석결과



자료: 저자 작성

---

8) CYRAM(2017)

첫 번째 토픽은 선박에서 배출되는 환경오염 요인 관련해 데이터를 통해 탐지하는 방법에 대한 토픽으로 지난 5년 동안 관련 연구가 가장 대두된 것으로 나타났다. 최근 IMO를 중심으로 글로벌 온실가스(GHG) 감축 관련 규제에 따라 선박의 온실가스 배출량을 산정하기 위한 다양한 탐지 방법 및 모델링 방법이 연구되고 있는 것으로 보인다. 특히 탄소 배출 감소를 달성하기 위해 기존 화석 연료를 대체할 지속 가능한 에너지 대안과 관련하여 해상풍력 에너지 관련 연구가 많았으며 에너지 관련해 데이터를 기반한 연구가 다수 검출된 것으로 나타났다.<sup>9)</sup>

두 번째 토픽은 해운산업 온실가스 연구동향 관련 개발과 규제 관련 토픽이다. 앞서 언급한 바와 같이 IMO의 국제 온실가스 감축 관련해 해운산업 분야로의 적용을 위한 규제 관련 연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다. 특히 EU의 탄소 배출권 거래제도에 해운이 포함되었고 EU ETS 지침에 명시된 정책목표(배출량 감소, 비용 효율성, 경제적 효율성, 형평성 및 일관성) 기반의 연구가 다수 있었다.<sup>10)</sup>

세 번째 토픽은 해운 온실가스 관련해 시스템적 관점에서 선박의 에너지 연료 관련 토픽이다. 온실가스 규제 관련해 선박의 연료는 다양한 불확실성이 존재하며 친환경적인 연료 및 선박 구조 등에 관한 연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다. 특히 지속가능하고 경제적인 해운 산업 발전을 위해 재생에너지 기술을 도입해 연료 소비와 탄소 배출을 줄이는 대안 관련 연구가 최근 대두되고 있는 것으로 나타났다.<sup>11)</sup>

네 번째 토픽은 해운 분야의 환경 오염에 분석 등의 토픽이다. 해운 분야의 환경오염원을 규정하고 해당 오염원에 대한 감소장치 마련 등의 연구가 해당 토픽에 속한다.

9) Wu, W. et al. (2024)

10) Manolis Kotzampasakis(2025)

11) Melnyk, O. et al. (2024)

다섯 번째 토픽은 탄소 배출 관련 토픽이다. 특히 선박 및 항만에서의 오염원 배출 관련 경로를 파악하고 그에 따른 시나리오 분석 관련 연구가 가장 다수 진행되고 있는 것으로 나타났다. 해당 토픽에서는 전 세계 에너지 자원 데이터베이스의 예측에 따른 기후 요인(풍속, 풍향, 파고 등)을 활용하여 기후 요인에 따른 영향을 평가하는 연구가 다수 포함되었다.<sup>12)</sup>

〈표 2-3〉 토픽 모델링 분석결과

토픽	관련 주요 키워드
Topic-1	ship, model, method, detection, datum
Topic-2	maritime, chapter, development, regulation
Topic-3	system, energy, structure, research
Topic-4	environment, marine, pollution
Topic-5	study, emission, carbon, result

자료: 저자 작성

12) Huang, C. et al.(2024)

## 03

# 편의 산정 방법론 조사

2장에서 분석결과 해운 분야의 온실가스 관련 연구는 주로 선박 관련 기술적 분석과 연료 효율 관련 연구가 주를 이루고 있는 것으로 나타났다. 또한 현재 시점에서는 해운 분야의 온실가스 감축 편의 관련 연구보다는 해운산업의 지속가능한 공급망 개편 방안, 공급망 프로세스 통합관리 등을 통한 해양환경 비용 절감, 해운 분야의 이니셔티브 강화를 통한 혁신 등의 연구가 다수 수행된 것으로 나타났다.<sup>13)</sup> 선박 연료 관련 연구는 풍력, 수소, 암모니아, 메탄올과 같은 친환경 연료로의 전환에 따른 상대적 탄소 배출량 감소 등의 연구가 있었다.<sup>14)15)</sup>

따라서 본 장에서는 해운 분야의 환경경제학적 접근과 온실가스 및 유사 해운 분야의 환경 관련 연구에서 다루었던 편의 산정 방법을 위주로 조사를 수행하였다.

---

13) Christa sys, Alessio Tei(2025)

14) Federico Basciu et al.(2025)

15) Anastasia Christodoulou,et al.(2025)



---

## 제1절 편익 산정 방법론 조사

---

### 1. 비시장 재화의 편익(가치) 추정 방법론<sup>16)</sup>

시장을 통한 거래가 이루어지지 않아 가격 관찰이 어려운 비시장재화에 대한 가치를 측정하는 방법에 대한 연구는 다양한 방향에서 이루어져 왔다. 엄영숙(1999)<sup>17)</sup>에 따르면 비시장재화의 가치 측정 방법은 크게 물리적 연계방법과 행태적 연계방법으로 구분할 수 있다고 밝혔다.

#### 1) 물리적 연계방법

물리적 연계방법은 대기오염이나 소음과 같은 환경오염으로 인해 인간의 건강이나 농작물 등에 미치는 피해와 소비자의 후생 간에 과학적 또는 생태적인 관계를 분석해서 간접적으로 편익을 추정하는 방법이다. 물리적 연계방법의 기본 가정은 공공재와 소비자 사이에 어떠한 기술적 관련이 존재한다는 것으로 피해함수접근법(damage function approach), 유지비용 접근법(maintenance cost approach) 등으로 구분된다.

#### 2) 행태적 연계모형

행태적 연계 모형은 환경질의 변화가 실제 사람들의 후생이 미치는 영향을 분석하는 것이다. 이 방법은 Mitchell and Carson(1989)<sup>18)</sup>의 구분에 따라 나뉜다. 이 방법의 첫 번째 기준은 관측 자료가 사람들의 실제 행위에

---

16) 소애림(2012)

17) 엄영숙(1999)

18) Mitchell, R. and R. Carson(1989)

---

대한 관찰에 의한 것인가, 아니면 가설적인 상황에 대한 설문을 통해 얻어지는가에 관한 것이다. 두 번째 기준은 화폐적 가치가 직접 유도되는가, 아니면 다른 변수를 통해 간접적으로 추정되는가의 구분으로 다음 4가지 방법을 제시하였다.

〈표 3-1〉 비시장재화의 가치 측정 방법론

구분		실제행위	가설적질문
행태적 연계방법	직접적인 측정법	(직접 관찰) -경쟁시장 가격 -모의시장	(직접 가설) -입찰게임 -지불의사를 질문
간접적인 측정법	(간접 관찰) -여행비용접근법 -헤도닉 가격모형	(간접 가설) -조건부 순위 -조건부 행위 -조건부 투표	(간접 가설) -조건부 순위 -조건부 행위 -조건부 투표

자료 : Mitchell. R. and R. Carson(1989), Using Survey to Value Public Goods: The contingent Valuation Method, Resource for the Future, Washington D.C..

## 2. 대표적인 편익 추정 방법론<sup>19)</sup>

### 1) 헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)

헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model) 접근법은 환경재에 대한 시장이 명시적으로 존재하지 않는 경우에 그 대체시장으로서 주택시장이나 토지시장을 이용하여 주택이나 토지의 가격에 반영된 환경재의 가치를 간

19) 소애림(2012)

---

접적으로 측정하는 방법이다.<sup>20)</sup>

소비자 이론(Lancaster, 1966)에서 유도된 헤도닉 가격 방법(HPM:hedonic price method)은 재화 또는 서비스에 대한 개인 효용이 개인이 소유하고 있는 특성에 기인한다는 가정에 의존하고 있다. 각 특성 수준의 변화가 어떻게 개인 효용에 영향을 미치는가를 보여주는 방법으로 재화의 여러 가지 특성에 미치는 효과를 분리할 수가 있다. 헤도닉 가격에서 재화의 특성에 대한 함수로서 어느 특정 재화를 소비하여 지불하고자 하는 개인의 의사를 모형화한 것이다.<sup>21)</sup>

헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)은 1974년 Rosen이 “헤도닉 가격과 잠재시장(Hedonic Price and Implicit Markets)<sup>22)</sup>에 대해 이론적 기초를 제공한 이후 환경경제학을 비롯한 비시장적 환경재와 비시장의 화폐적 가치를 추정하기 위해 포괄적인 연구가 이어졌다. 헤도닉 가격 모형은 특정 재화에 대해 시장에서 직접 거래되지 않는 다른 요인이 가격 결정에 참여한다는 가정하에 소비자가 재화 구매 시 가격을 지급할 때 간주하였을 가능한 모든 속성으로 재화를 분해하여 각각의 속성에 대해 가치를 설정하는 이론이다. 환경경제학에서는 주택 가격의 차이가 주택의 다양한 속성의 차이에 의해 발생한다는 가정하에, 특히 대기오염과 같은 환경오염 수준이 주택 가격에 미치는 영향을 분석함으로써 우회적으로 환경재의 화폐적 가치 평가를 가능하다고 보았다. 따라서 이들은 주택시장을 중심으로 헤도닉 가격모형을 집중 연구 하였으며, 주택 가격과 환경적 쾌적함을 연결하는 올바른 모델의 구성, 이용 가능 자료의 최적 사용, 기본적인 경제 이론과 일치하는 후생 변화를 집중적으로 연구하였다.<sup>23)</sup>

---

20) 소애림(2012)

21) 소애림(2012)

22) Rosen, S(1974)

23) 소애림(2012)

## 2) 여행비용접근법(Travel Cost Model)<sup>24)</sup>

여행비용 접근법은 비시장재화의 가치 측정 방법으로는 가장 먼저 제안된 방법으로 비시장 재화인 환경재화의 가치를 그 환경재화와 관련된 시장에서의 소비행위에 연관시켜서 간접적으로 측정해 내는 방법이다.

여행비용 접근법은 특정 자연자산을 이용하기 위한 사람들이 얼마만큼의 지불의사(WTP)를 가졌는지를 추정하기 위해 해당 자연자산이 소재한 지역에 도달하는데 소요된 시간 등 기회비용에 대한 정보를 이용하여 적용한다. 등산, 낚시, 사냥, 숲의 이용 등 야외여가활동과 관련된 휴양시설의 가치측정에 많이 이용된다.

여행비용 측정방법의 기본적인 개념은 다음과 같다. 우선 관심이 되는 환경재(예: 국립공원)를 이용하는데 사용되는 여행비용함수(C)를 이동 거리, 여행시간, 입장료 등의 함수로 보고 추정한다. 다음으로, 각 여행자가 그 환경재(국립공원)를 얼마나 자주 방문(V)할 것인지를 예측하는 Trip Generating Function을 앞서 추정한 여행비용과 여행자의 사회-경제적 변수의 함수로 보고 추정해 낸다.<sup>25)</sup>

$$V = f(\text{여행비용}, \text{소득}, \text{나이}, \text{교육정도})$$

이후에는 추정된 결과를 이용하여 입장료가 상승할 때 어떻게 방문 수가 달라지는가를 계산하여 수요함수를 도출한 후 각 개인의 방문당 소비자 잉여를 계산해 냄으로써 편익을 추정하게 된다.

24) 소애림(2012)

25) 소애림(2012)

---

### 3) 조건부가치평가법(Contingent Valuation Method)<sup>26)</sup>

조건부가치평가법(CVM)은 환경적 쾌적함과 같은 비시장 재화 및 서비스의 가치를 추정하기 위해 사용된다. 즉 원하는 재화에 대한 시장이 개설되지 않은 상태에서 다른 시장 재화에 끼워 판매되는 가치를 측정하는 헤도닉 모형과는 달리 가상의 시장을 구성하거나 혹은 다른 지불수단에 대한 조건부로 응답자에게 비시장재화의 화폐적 가치에 대한 설문이 이루어질 수 있다. 따라서 조건부가치평가법에서 이용되는 모든 거래는 가설적(hypothetical)이라고 할 수 있다.<sup>27)</sup>

조건부가치평가법(CVM)은 그동안 수많은 연구에서 이용되었으며, 이 가운데 상당 부분은 실제적인 가치평가를 위해서라기보다는 방법론을 개선하기 위함이었다. 특히 환경재의 경우 피해가 광범위하고 지속적이지만 이에 대한 후생 감소를 측정할 적절한 방법론이 부재한 상황에서 조건부가치평가법(CVM)은 이의 측정 도구로 각 부문에서 상당히 환영을 받아 온 것이 사실이다.

조건부가치평가법(CVM)은 환경적 쾌적함과 같은 비시장재화 및 서비스의 가치를 추정하기 위해 가상의 시장을 구성하거나 혹은 다른 지불수단에 대한 조건부로 응답자에게 비시장재화의 화폐적 가치에 대한 설문을 수행한다.

조건부가치측정법은 목적으로 하는 환경재에 대한 가상의 시장을 만들어 설문지를 통하여 개별 소비자들이 참여하도록 유도하여 각각의 개인이 자신의 지불용의액(WTP : Willingness to pay)을 밝히도록 함으로써 가치를 측정하는 직접적인 방법이다.

---

26) 소애림(2012)

27) 소애림(2012)

이 방법의 성패를 결정짓는 가장 중요한 과정은 실제로는 존재하지 않는 환경재에 대한 가상시장을 소비자들이 잘 이해하고 솔직하게 자신의 지불용의액을 도출해 내도록 하는 설문지를 작성하는 단계이다. 응답자들이 가치평가의 대상물을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위하여 사진이나 그림을 제시하는 등 여러 가지 방안이 시도되고 있다.

마지막으로 직접질문법은 지불용의액을 아무런 자료를 제시하지 않고 직접 질문하는 방법으로 응답자들이 응답하기가 어려운 단점이 있고 비합리적인 응답이 발생할 가능성이 있어서 많이 사용되지는 않는 방법이다. 설문조사를 통해 수집된 응답자들의 지불용의액을 종속변수로 하여 다음과 같은 가치함수(Value Function)를 추정해 냄으로써 환경재에 대한 수요함수를 추정해 냄으로써 환경재의 가치를 얻어낼 수 있다.

#### 4) 컨조인트 분석법(Conjoint Analysis)<sup>28)</sup>

앞서 언급한 조건부가치평가법(CVM)은 WTP를 직접 묻기 때문에 응답자의 전략적 행위, 인식의 어려움 같은 문제점들을 가지고 있다. 반면 컨조인트 분석법은 응답자들에게 직접적으로 WTP를 묻지 않기 때문에 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법론이다.

컨조인트 분석법은 조건부가치평가법(CVM)의 단점을 극복한 방법론으로, 다중속성(Multiple Attribute)들로 구성된 환경영향들과 응답자의 지불의사액 간의 상충관계들을 동시에 추정할 수 있다.<sup>29)30)</sup> 컨조인트 분석법이 CVM과 다른 점은 설문지 응답자에게 주어진 재화에 대한 화폐적 평가를 제공하는 질문을 직접 하는 대신에 하나 이상의 특정 속성대안들을

28) 곽승준·류문현·신승식 외5인(2007)

29) Mackenzie, J. (1993)

30) Adamowicz, W., P. Boxall, M. Williams, and J. Louviere.(1998)

---

포함하는 선택이나 선택집합을 제시한다는 것이다. 이렇게 얻어진 응답자의 반응으로부터 응답자의 효용함수를 추론할 수 있으며 다시 효용함수의 여러 속성에 대한 화폐적 가치를 추정하는데 사용될 수 있다.<sup>31)</sup>

컨조인트 분석법은 수리심리학(Mathematical psychology)에서 태동하였지만, 주로 미국을 중심으로 시장조사(market research)에의 적용을 통해 급속하게 발전했다. 교통계획 분야에서 컨조인트 분석법이 통상적인 시장조사가기법으로 처음으로 사용되었으나, 수요예측과 여행시간의 가치에도 널리 적용되었다. 이후에 교통정책의 환경영향을 평가하는 유용함을 확인하는 연구들이 수행되었으며 공공교통의 사용가치와 비사용가치에 대해 함께 연구되었다.<sup>32)</sup>

### 3. 주요 편익 추정 방법론의 문제점<sup>33)34)</sup>

#### 1) 헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)

대체시장을 매개로 활용되는 헤도닉 가격모형은 몇 가지 문제점을 가진다.

첫째, 원하는 결과를 얻기 위한 자료의 수집이 용이하지 않다는 점이다. 헤도닉 가격모형은 주택 등의 거래 시 함께 거래되는 환경질의 가치를 간접적으로 추정하는 것으로 이를 통해 비시장가치를 추정하는 대상은 한정되어 있다. 따라서 헤도닉 모형의 치명적인 단점은 보편적으로 활용이 어렵다는 데 있다.

---

31) Green, P. E., & Srinivasan, V. (1990)

32) Hopkinson P. G., C. A. Nash, and N. Sheehy(1992)

33) 소애림(2012)

34) 신승식(1998)

둘째는 모형에 관한 문제점으로 헤도닉 가격함수는 다양한 변수들을 설명변수로 포함하기 때문에 모형이 태생적으로 다중공선성(multicollinearity)의 위험에 노출되어 있다는 점이다. 즉 특정 재화의 속성을 구분하는 데 있어서 한 속성의 증가는 다른 속성에 의해 영향을 받을 수 있다는 점이다. 예를 들어 주택의 헤도닉 가격함수 추정에서 환경적 속성은 이산화황의 농도가 짙은 곳에서는 잔류입자(TSP)의 농도도 짙어지는 경우가 많으며, 두 속성을 모두 설명변수로 사용하면 다중공선성이 발생하기 때문에 어느 하나를 대표적인 속성으로 사용하던가 혹은 이 둘의 가중평균치를 사용해야 한다. 또한, 환경적 속성에서 대기오염도가 낮다는 것은 지역의 속성에서 공원과 가깝다는 것과 매우 연관되어 있기 때문에 다중공선성이 발생할 수도 있다.

셋째, 헤도닉 가격함수의 구체적인 형태가 알려지지 않아 식별문제(Identification)의 어려움이 있다. 재화를 개별적 속성의 꾸러미로 분해하고 시장도 존재하지 않는 이들 각 속성에 대해 수요 및 공급함수를 추정하는 것은 속성에 대한 직접적으로 관찰가능한 가격 부재로 말미암아 추정상의 문제점을 야기할 수도 있다.

## 2) 여행비용접근법(Travel Cost Model)의 문제점

여행비용평가법은 휴양지를 이용하는 관광객 또는 방문객들의 실제 행위에 기초하기 때문에 좋은 방법으로 고려되고 있다. 그러나 이 방법의 적용 시에도 여러 가지 한계점들이 있다. 여준호(2005)<sup>35)</sup>는 여행비용접근법에 다음과 같은 문제점이 있다고 주장하였다.

첫째, 단일지역이 아닌 여러 지역을 여행하는 경우 여행비용 배분이

35) 여준호(2008)



---

상당히 어려워진다. 예를 들어 울진군 금강 소나무 군락지를 방문하는 동시에, 주변 명소인 온천을 이용하는 관광객이 지출한 비용을 구분하게 될 경우에 발생하는 문제점이다.

둘째, 여행횟수를 나타내는 변수를 선택하는 데 두 가지 기본적인 옵션, 즉 주어진 지역으로부터의 방문 또는 주어진 개인에 의해 이루어지는 방문이 있는데 어느 옵션이 더 나은가에 대한 일치된 결론이 없다. 전자는 지역별 집계자료를 이용하는 지역여행 비용평가법(Zone Travel Cost Method, ZTCM)이고, 후자는 개인별 자료를 이용하는 개인여행비용평가법(Individual Travel Cost Method, ITCM)이라 한다. 두 가지 방법은 각각의 장단점이 있으나 집계에 의한 정보 손실이 적은 ITCM이 보다 효과적이라고 알려졌다. 그러나 ITCM 역시 첫 번째 제기했던 방문횟수에 따른 여행비용 배분문제 등의 문제점이 제기된다.

셋째, 사용자의 편익만이 도출되어 자원의 가치평가를 실행할 때 비사용자 또는 잠재적 사용가능자의 가치가 고려되지 않으므로 여행비용평가법을 이용한 가치평가는 자원기능 총 가치의 일부분만을 나타낸다는 단점을 가지고 있다. 생물다양성의 가치 구분 시 크게 사용가치와 비사용가치로 나눌 수 있다. 이때 여행비용평가법은 응답자의 실제 관광행위와 관련된 사용가치에 초점이 맞추어져 있어 생물다양성이 갖는 총 가치를 평가하는데 한계가 있다.

넷째, 여행비용평가법은 표본선택 시 평가하고자 하는 휴양자원을 실제 이용자만을 대상으로 하기 때문에 잠재적 수요자가 갖는 편익을 평가하지 못하는 한계점도 지니고 있다.

마지막으로 여행비용 접근법은 그 적용의 범위가 여가 활동과 관련된 경우로 제한되는 약점이 있으며 방문자의 방문목적이 여러 개인 경우 정확한 소비자 잉여의 결정이 어렵게 된다.

### 3) 조건부가치측정법(CVM)의 문제점<sup>36)</sup>

조건부가치평가법은 시장에서 거래되지 않는 재화들의 비시장적 가치를 측정하기 위해서 사회과학 분야에서 발전시킨 도구이다. 적용 범위 역시 단순히 환경재화의 가치평가뿐만 아니라 여타의 유·무형의 사회적 가치를 측정하는 데까지 확장되고 있다. 그러나 조건부가치평가법은 설문기법 사용하여 가상적 상황을 설정하기 때문에 여러 가지 문제점이 제기되고 있다. 여준호(2005)는 조건부가치평가법에서 제기되는 주요 문제점들로 다음과 같은 점을 지적하였다.

첫째, 조건부가치평가법의 신뢰성 문제이다. 동일한 재화에 대한 가치 평가 시 설문시점이 상이할 경우 발생하는 추정 결과 값의 오차문제가 제기되고 있다. 이러한 문제는 상이한 질문방식과 가치추정방법, 그리고 모집단 차이 등으로 발생한다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 지불의사유도방법에는 개방형 질문법과 양분선택형질문법이 있는데, 이들은 대부분 두 방법이 동시에 고려되지 않고 독립적으로 평가되고 있다.

개방형 질문법은 응답자가 자신이 최대지불의사를 직접 제시하도록 하는 방식이고, 설문자의 취향이나 의도개입을 배제한다는 장점이 있는 반면, 응답자별로 보상잉여 개념과 평가대상 환경재에 대한 이해부족으로 분석결과에 신뢰성을 저해할 수 있다는 단점을 지니고 있다. 양분선택형은 제시된 금액으로 응답자들의 선택 과정을 단순화하여 높은 응답률을 자랑하고, 지나친 변이 가능성이 적다는 장점이 있는 반면, 많은 표본 수를 필요로 하며, 응답자에게 제시된 금액이 잘못 예상되었을 경우 추정된 지불의사금액에 대한 신뢰성을 저해할 수 있다는 단점이 있다. NOAA panel에서도 양분선택형질문법을 권고하고 있으나, 자연환경은 각각의 특이성을 갖고 있기 때문에 대체제가 존재하지 않는다. 따라서 NOAA의 권고사항이

36) 신승식(1998)

---

모든 환경재에 적용된다고 볼 수 없다.

따라서, 이러한 편의를 최소화하는 방법으로 두 가지 질문법을 동시에 고려하여 이들 간의 평균값을 사용하는 방법을 제안한다. 물론, 이 방법이 조건부가치 평가법이 갖는 많은 편의를 없앨 수는 없으나, 현재 제기되고 있는 평가방법별 차이에서 오는 차이를 완화하는 방법이 될 수 있다. 또한, 선행연구 결과를 활용하는 편익 이전기법을 사용하여 실제 추정치와의 차이를 비교하는 것도 좋은 분석방법이 될 것이다.

둘째, 평가대상의 가치구분 문제이다. 조건부가치평가법은 환경재뿐만 아니라 시장 재화의 사용 가치도 평가할 수 있다. 그러나 시장가격을 이용할 수 있는 시장재에까지 조건부가치평가법을 사용하는 것은 바람직하지 않다. 특히, 생물다양성과 같은 자연환경의 경우, 자연환경이 갖는 사용가치(휴양 및 농·임산물 제공기능 등)는 여행비용평가법과 헤도닉가격기법, 회피행동분석법 등과 같은 현시선호분석법을 사용하여야 한다. 미국 연방정부 역시, 사용가치는 현실 시장자료를 활용하여 간접적인 질문방식을 사용하는 현시선호분석법을 사용하고, 조건부가치평가법과 같은 진술선호법은 비사용가치(보존가치) 평가에 사용할 것을 권장하고 있다.

현재 자연환경의 가치는 크게 사용가치와 비사용가치로 구분된다. Swanson (1992)과 OECD (2006) 보고서에 따르면 자연환경의 비사용가치 중 선택가치(Option Value)를 사용가치로 보기도 한다. 선택가치는 소비자가 대상재화의 미래사용에 근거하고 있으므로 현시선호법으로는 그 가치를 평가하기 어려운 문제점이 있다. 따라서 선택가치는 자연환경이 갖는 비사용가치 범주에 포함되는 것이 타당하다.

현시선호법중 여행비용평가법은 실제 관광지를 방문하는 소비자를 대상으로 하기 때문에 미래 잠재수요를 평가하지 못하는 한계를 갖고 있다. 따라서, 자연환경의 총 가치를 평가하고자 할 때, 사용가치는 시장자료를

이용하는 현시선평가법을 사용하고 측정하고, 비사용가치는 조건부가치평가법을 사용하는 것이 제기된다.

이 외에도 조건부가치평가법 설문과정에서 발생하는 여러 편의 또한 중요하게 다루어야 할 문제이다. 가상시장에서 제시된 선택의 상황이 현실성이 부족하다면 응답자들이 이 과정을 단지 가설적인 것으로만 간주하고 그들의 진정한 평가를 표현하지 않을 가능성이 높은 데서 발생하는 가설적 오류(Hypothetical Bias), 개인들이 설문에서 전달된 정보에 따라 정책에 대한 영향을 기대함으로써 발생하는 편견 및 지불수단의 선택과 관련된 정보오류(Information Bias), 개인이 평가의 결과에 영향을 미치고자 하여 진정한 가치를 표현하지 않을 때 발생하는 전략적 오류(Strategic Bias) 등이 있다. 이러한 여러 가지 편의는 올바른 설문설계와 정확한 정보전달로 응답자에게 평가대상을 제대로 인지하게 한다면 위의 편의들은 해결될 수 있을 것이다.<sup>37)</sup>

#### 4) 컨조인트분석법(Conjoint Analysis)의 문제점<sup>38)39)</sup>

컨조인트 분석법은 양분선택형 질문법(DC Question format)을 사용하는 CVM과 마찬가지로 응답자들이 제시된 가상 상황들에 대해 그들이 만족하는 선택 및 서열(등급)을 표현하기 때문에 비시장 재화의 가치에 대한 지불의사액을 직접 화폐가치로 표현할 필요가 없다. 이러한 점은 응답자가 비시장재화에 대한 그들의 선호를 화폐가치로 표현하는데 어려움을 갖는 개방형 질문법을 사용하는 CVM에 대한 상대적 장점을 가진다. 그러나 열거한 장점에도 불구하고 컨조인트 분석법은 다음과 같은 단점도 가지고 있다.<sup>40)</sup>

37) 신승식 (2007)

38) 곽승준·류문현·신승식 외5인(2007)

39) Son, J.-H., Kim, J., Lee, W., & Han, S. (2022)

40) 곽승준·류문현·신승식 외5인(2007)

---

첫째, 컨조인트 분석법의 적용을 위해서는 비시장재화의 변화를 나타낼 수 있는 일반 응답자들에게 있어 선택 가능하고 적절한 대안들을 식별하는 것이 요구되는데, 이러한 대안들은 사전적으로 쉽게 알 수 없다. 이때 표적 집단(Focus group)은 선택 가능한 대안들을 결정하는 데 도움을 줄 수 있다.<sup>41)</sup>

둘째, 컨조인트 분석법은 서로 상충관계에 있는 선택대안들을 포함한 다수의 질문을 요구하기 때문에 응답자들에게 많은 인식상의 부담을 줄일 수는 있으나, 이 경우 상대적으로 더 많은 응답자들이 필요하다. 아울러 조건부 순위결정법의 경우 응답자가 질문에 싫증을 느끼거나 순위를 정하는데 어려움을 갖는 경우 각각 후반부와 초반부 응답들의 질이 떨어진다. 또한 일부 응답자들은 이러한 상충관계에 있는 질문들이 일반인이 아닌 전문가나 대답할 수 있다고 생각할 수도 있다.<sup>42)</sup>

셋째, 컨조인트 분석법 역시 CVM이 지니고 있는 단점들을 모두 해결하지 못한다. 예를 들어, CVM과 마찬가지로 컨조인트 분석법 역시 실제 상황이 아닌 가상적 상황에서의 선택행동이라는 점과 응답자들에게 친숙하지 않을 수도 있는 서비스를 설명하는 데 따르는 어려움 등이 있다.<sup>43)</sup>

---

41) 박승준·류문현·신승식 외5인(2007)

42) 박승준·류문현·신승식 외5인(2007)

43) 박승준·류문현·신승식 외5인(2007)

## 제2절 해운 관련 분야 편익(비시장가치) 산정 사례 조사 –

### 1. 헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)

E. Czermański, J. Zaucha(2024)의 연구에서는 폴란드 해양 지역의 공간의 가치 측정을 위해 헤도닉 가격모형을 활용하였다. 본 연구에서는 해운 산업을 위한 해양 지역의 가치의 추정을 통해 선주와 선박이 바다의 공간적 임대료를 산정하였고, 이를 통해 해양 공간 정책의 토대를 마련한 연구이다. 연구를 통해 해양의 단위 면적당 가치를 추정하였다.<sup>44)</sup>

신승식(2002)의 연구에서는 유조선의 유류 유출 방지에 대한 화주의 지불의사액을 용선료에 반영하였다. 분석을 위해 2차 Box-Cox 변환 함수를 적용하였고 74가지 기능적 형태의 헤도닉 가격 모델을 추정하였고, 세 가지 기준, 즉 예상부호, 추정 계수의 통계적 유의성, 평균 제곱근 오차(RMS%E) 측면에서 적합도에 따라 하나를 선택하였다. 본 연구를 통해 이중 선체 탱커의 전세 가격이 단일 선체 탱커의 전세 가격보다 가치가 크다는 것을 도출하였다.<sup>45)</sup>

Josep M. E. et al.(2024)의 연구에서는 코로나 19 전후 크루즈 업계의 사전 예약 가격 전략을 분석하기 위해 헤도닉 가격모형을 활용하였다. 일반적으로 관광 분야에서는 관광활동의 수익 관리가 중요하기 때문에 사전예약 관련 주제는 논란의 여지가 많은 이슈로 간주하고 있다. 해당 연구에서는 소비자 효용과 행동 관점 또는 보다 경제적, 재정적, 경영적 관점에서 분석을 한 연구이다. 예약 과정 관련 데이터는 최대 2년 전 출발 예약 정보를 헤도닉가격 모델을 적용하여 121개의 모델을 도출 및 분석하였다.

44) E. Czermański, J. Zaucha(2024)

45) 신승식. (2002)

---

연구에서 추가로 고려한 가격 결정 요인은 여행 일정의 숙박 횟수, 객실 유형, 크루즈 회사, 출발지, 선박 용량, 선박 등급, 출발월이 고려되었다. 분석 결과 일반적으로 예약이 빠를수록 가격이 비싼 것으로 나타났다. 이는 코로나 19 팬데믹 선언 이후 불확실성이 반영 및 부각된 것으로 연구자는 추론하고 있다. 또한 주로 크루즈 노선과 출발지에 따라 이질적이고 선택적인 사전 예약 전략도 추가로 나타나 상품에 따라 사전 예약이 더 저렴한 케이스도 있다고 밝혔다.<sup>46)</sup>

## 2. 여행비용접근법(Travel Cost Model)

Marius Mayer·Manuel Woltering(2018)의 연구는 여행비용접근법(TCM)을 활용하여 독일의 국립공원 15곳의 레크레이션 생태계 서비스(RES)를 평가하였다. RES 조사를 위해 24,548건의 인터뷰를 바탕으로 여행비용모델(TCM)을 적용하였다. 반응 함수는 각 공원에 대해 이중 로그 회귀모형으로 추정되었다. 독일의 자연보호구역(NLP)의 레크레이션 최저 소비자 잉여금은 총 3억 8,530만~6억 2,180만 유로(공원 보호 상태에 따라 여행 결정이 달라지는 방문객만 포함)이며, 상한선은 1억 6,900만~27억 5,100만 유로에 달하는 것으로 추정되었다. 해당 연구는 선택적으로 존재하는 것이 아니라 생태계와 방문객의 인식 및 가치평가를 통해 나오는 결과물로 비시장 가치를 평가한 연구이다.<sup>47)</sup>

Alexandra L. E. et al.(2022)의 연구는 기름유출로 인한 뉴질랜드 플렌티 해안 만의 레크레이션 사용 가치의 잠재적 변화를 추정하기 위해 여행비용 평가법과 우벌적 행동방법을 결합하여 가치를 추정하였다. 해양 기름 유출과 같은 오염 사건은 해안의 레크레이션 이용에 부정적인 영향을

---

46) Josep M. E. et al.(2024)

47) Marius Mayer·Manuel Woltering(2018)

미치기 때문에 해양 관련 정책을 위해 잠재적 영향을 추정하고 여행비용평가법과 우발적 행동 방법을 결합하여 가치를 추정하였다. 그 결과 소비자 잉여는 1인당 NZD 121인 것으로 추정되었다. 이 접근 방식은 다양한 해양 기반 레크레이션 활동을 제한하는 잠재적 환경오염 하에 해변의 사용 가치를 평가한 것으로 낚시, 서핑, 수영만 제한적 레크레이션은 NZD 9.83으로 추정되었고, 심각한 기름유출로 인해 모든 레크레이션이 중단될 경우 NZD 4.3으로 추정되었다. 해당 추정치는 기름 유출이 해안 지역 사회와 뉴질랜드 전체에 미칠 수 있는 전체 직접 사용 가치를 고려할 수 있도록 편익을 정량적으로 평가한 연구이다.<sup>48)</sup>

### 3. 조건부가치추정법(CVM)

Eun Chul C. et al.(2021)의 연구에서는 환경변화에 따른 해변 침식에 대한 가치를 추정하는 연구를 진행하였다. 해당연구에서는 해양 환경, 해변 인근 지역의 안전에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 해변 침식을 방지하기 위한 지불의사액(WTP)을 조사하였다. 전국의 가구 단위 조사를 수행하였고, 조건부가치추정법 중 스파이크 모델을 적용하였다. 가구당 평균 WTP는 연간 2,718.6원으로 도출되었으며, 전체 가구당 WTP는 연간 539억 원에 달하는 것으로 도출되었다.<sup>49)</sup>

Taylor Tae-hwee Lee· Ae-rim So(2022)의 연구는 국적 해운선사의 경제적 가치를 추정하기 위해 조건부가치추정법(CVM)을 사용하였다. 해당 연구에서는 일반 사람들이 해운업계 또는 해운회사를 어느 정도 중요하게 생각하는가?에 대한 비시장적 가치를 평가하고자 국적 해운선사의 경제

48) Alexandra L. Egan, John Rolfe, Sue Cassells, B. Louise Chilvers(2022),

49) Eun Chul C. et al.(2021)



---

가치를 추정하였다. 연구 결과 해운선사의 파산한다는 가정하에 이를 지원하기 위한 지불의사액(WTP)은 가구당 5년간 5,077.99원씩 지불할 의향이 있다고 답하였다.<sup>50)</sup>

김태영 외3인(2013)의 연구에서는 해양바이오에너지 개발사업의 온실가스 저감편익을 추정하였다. 해당 연구에서는 화석연료를 대체할 신재생에너지개발과 관련해 해양바이오에너지 개발사업으로 저감되는 온실가스의 저감편익을 조건부가치추정법(CVM)을 활용하여 추정하였다. 해당 연구에서는 단일경계 양분선택형 모형에 스파이크 모형을 적용하였으며, 그 결과 해양바이오에너지 개발사업의 온실가스 저감편익은 단일경계 양분선택형에서는 가구당 평균 지불의사액이 4,190원으로 추정되었다. 이를 설문을 진행한 지역으로 확장하면 연간 501억 원에 달하는 것으로 절감 편익이 추정되었다. 이와 같은 연구 결과는 해양바이오에너지 개발사업의 시행여부를 결정하는 비용편익분석이나 해양바이오에너지 개발사업정책에 있어서 편익의 유용한 정보로 활용할 수 있다.<sup>51)</sup>

Shuaibu M. et al.(2024)는 나이지리아 북동부 도로교통 분야의 탄소 배출량을 줄이는 가치를 추정하기 위해 조건부 가치추정법(CVM)을 활용하였다. 나이지리아 북동부의 도로교통 승객이 탄소 감소 노력에 어느 정도 기여할 수 있는지에 대한 지불의사를 연구한 것으로 400명의 도로 승객을 대상으로 탄소 배출 감소에 어느 정도 지불할 의향이 있는지에 대해 설문하였다. 해당 연구는 도로교통 이용 승객이 도로교통을 이용하는 동안 발생하는 탄소 배출량을 줄이기 위한 WTP는 개인당 월 평균 N66.15로 추정되었다.<sup>52)</sup>

Hye-Jeong L. et al.(2020)의 연구에서는 대기오염 문제 중 선박의 오

---

50) Taylor Tae-hwee Lee· Ae-rim So(2022)

51) 김태영 외3인(2013)

52) Shuaibu M. et al.(2024)

염물질 및 독성 물질 배출의 경제적 가치를 추정하기 위해 조건부가치추정법(CVM)을 활용하였다. 국제해사기구(IMO)는 선박 대기오염을 줄이기 위해 관련 규정을 강화하고 있고, 정부와 업계는 향후 IMO의 규정에 대응하기 위해 기존 선박연료에서 액화천역나스(LNG)를 대체하고자 한다. LNG 사용에 따른 비용 증가가 예상되므로 이에 대한 의사결정을 지원하기 위해 사회적 편익 추정을 하였다. 해당 연구에서는 LNG 연료 선박으로 수입되는 제품에 대한 국민의 지불의사(WTP)를 분석하였고, 현재 대부분의 한국에서 수입하고 있는 밀가루를 실증분석 대상으로 선택하였다. 그 결과 평균 WTP는 kg당 571원으로 도출되었다. 이 값은 기존 밀가루 가격의 약 36%에 해당하는 금액으로 한국 가구는 LNG 연료 선박을 통해 수입되는 밀가루에 상당한 프리미엄을 지불할 의향이 있는 것으로 도출되었다.<sup>53)</sup>

김순미·소애림(2020)의 연구는 바다목장과 바다숲의 비시장 편익을 조건부가치추정법(CVM)을 활용하여 산정하였다. 연안 수산자원 및 어업소득 감소에 대응하고 수산자원의 지속가능한 이용을 위해 수산자원 조성사업의 확대 및 고도화 등을 위해 정부는 바다목장과 바다숲 조성사업을 시행해 오고 있다. 바다목장과 바다숲 조성 사업은 정부의 막대한 재정이 필요하기 때문에 사업에 앞서 경제적 가치를 추정하고 타당성을 철저히 분석하기 위해 편익을 추정하였다. 해당 연구에서는 이중경계 이분선택(DBDC) 모형을 적용하였고, 성별, 연령, 교육, 소득 등 조사 대상자의 사회경제적 변수를 모형에 반영하였다. 연구를 통해 도출한 가구당 연간 지불의사액(WTP)은 바다목장이 4,608원, 바다숲이 7,772원으로 응답자들은 일반인들이 접근 가능한 낚시 등을 이용할 수 있는 바다숲 조성 사업의 편익이 더 크다고 응답하였다.<sup>54)</sup>

53) Hye-Jeong L. et al.(2020)

54) 김순미,소애림(2020)

---

## 4. 컨조인트분석법(Conjoint Analysis)

Shinichi Y. et al.(2024)의 연구에서는 운송업체의 운송에 영향을 미치는 중요한 요소와 북동항로의 잠재 수요를 위해 컨조인트분석법을 사용하였다. 해당 연구는 크게 세 가지 연구를 수행하였다. 첫째 해상 운송에서 선사에게 중요한 경로의 요인이 무엇인가?, 둘째, NEO에 대한 잠재적 수요는 무엇인가, 운송 비용은 수요에 어떻게 영향을 미치는가?, 셋째, 어떤 산업이 NET에 대한 잠재적 수요가 높은가에 대해 연구하였다. 연구 결과 운송시간, 지연 비율, 컨테이너 온도 및 운송 비용이 운송업체의 경로 선택에 영향을 미치고, 중요도 측면에서 비용>지연>시간>온도로 도출되었다. 다음으로 한계 지불의사(WTP)는 배송이 1일 감소할 경우 31.7달러/FEU로 도출되었고, 1~3일 지연율이 1% 감소할 경우 35.2달러/FEU, 컨테이너 내부 온도가 15~45℃에서 5~20℃로 감소하는 경우 456.0달러/FEU로 도출되었다.<sup>55)</sup>

Li, M. et al.(2021)의 연구는 해운 서비스의 세금 및 법률 시스템의 매력적인 지역 결정 관련 연구를 수행하였다. 가장 매력적인 지역에 위치를 결정하기 위해 각 대안 위치에서 각 요인의 영향을 이해하고 한 요인의 부정적 영향이 다른 요인의 긍정적 영향으로 상쇄될 수 있는지 파악하는 것이 중요하다고 언급하였으며, 해당 연구에서는 아시아(상하이, 홍콩, 싱가포르)의 세 가지 잠재적 사업 위치에서 해운 서비스를 선택하는 선호도와 요인 대체 가능성을 분석하였다. 명시적 선호도 조사는 다섯 가지 주요 요인 옵션에 직면한 산업 리더의 선택을 수집하도록 설계하였으며, 이산 선택 모델을 적용하여 이러한 요인의 대안 및 회사별 영향을 분석하였다. 해당 연구에서는 SP방법을 사용하여 가상 환경을 제공하고 다섯 가지 요인의 속성 값의 다른 조합에 대해 네 가지 독립대안(상하이, 홍콩, 싱가포르, 선

---

<sup>55)</sup> Shinichi Y.(2024)

택없음) 중 하나를 선택하도록 하였다. 다양한 요인 간의 가능한 상충관계를 고려하기 위해 DCM을 적용하여 효용을 극대화하는 데 가장 적합한 비즈니스 환경의 위치를 선택한다고 가정하고 위치 선택을 관찰 및 분석하였다. 추정된 대안별 매개변수는 세 위치의 사회경제적 및 법적 배경과 일치하며 회사별 매개변수는 해운 서비스가 고객, 즉 전주 근처에 위치할 필요가 없음을 시사하였다.<sup>56)</sup>

---

56) Li, M. et al.(2021)

## 04

# 결론 및 시사점

### 제1절 요약 및 결론

---

본 연구는 국제해사기구(IMO)의 MEPC(Maritime Environment Protection Committee; 해양환경보호위원회) 80차 회의에서는 2050년 경까지 국제 해운의 탄소중립 실현을 선언함에 따라 이에 대한 대응의 기초자료로 활용하고자 연구를 진행하였다.

연구를 위해 국제 해운 온실가스 주제와 관련하여 SPRINGER와 SCIENCE · DIRECT를 통해 해외 저널을 취합하였고, 추출한 저널의 초록을 통해 추출한 키워드를 토대로 분석을 수행하였다. 총 1,764편의 최근 5년 간의 논문을 분석하였으며, 특히 2024년 상반기에 가장 많은 연구가 수행되었음을 알 수 있었다.

수집된 저널데이터를 활용하여 키워드 분석 및 토픽모델링 분석을 수행하였다. 키워드를 통해 살펴본 결과 지난 5년 동안 해운 분야 온실가스 연구는 주로 기후변화 관련 모형도출, 에너지 효율 및 효과, 관련 정보의 수집, 온실가스 관련 기술적 해결 정책 등의 연구가 상당수 진행된 것으로 보인다. 주요 키워드는 ‘model’, ‘ship’, ‘impact’, ‘effect’, ‘performance’, ‘technology’, ‘marine’ 등이 도출되었다.

---

또한, 과거 기술적 연구가 대두되어 왔으나, 최근 해운 분야 온실가스 관련 ‘policy’, ‘role’, ‘management’, ‘framework’와 같은 정책적 차원의 연구가 다수 수행되고 있는 것으로 보여졌다. 또한 해운 분야의 온실가스 관련 편익 산출 등의 연구 방법보다는 기술 개발 비용과 정책 및 역할 관련 연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다.

키워드 중심성 분석 결과는 다음과 같다. 키워드 네트워크를 활용하여 연결중심성(Degree Centrality)을 계산하였다. 연결중심성이 높은 키워드들은 다른 키워드들과 활발히 링크로 연결되어있음을 의미하며, 활발히 연구가 진행된 분야를 상징하는 키워드로 간주할 수 있다. 연결중심성 분석 결과, 지난 5년 동안 해운 온실가스 연구 분야에서 가장 주목을 받았던 분야는 ‘Ship’, ‘Emission’, ‘maritime’, ‘energy’ 이다. 해당 연구들은 주로 국제 해운 온실가스 규제에 따라 친환경 선박 등의 건조 정책, 온실가스 배출량 산정, 선박 연료 관련 연구를 통한 GHG(Green House Gas) 감축 관련 연구가 주를 이루고 있다. 특히, 온실가스 배출 관련한 이론 및 데이터(datum)를 활용한 시스템적 추정 관련 연구가 대두되었고, 이와 관련한 친환경 선박 연료(fuel, energy), 친환경 선박 건조 관련 연구가 연계되고 있는 것으로 보여진다.

토픽 모델링 분석 결과는 다음과 같다. 본 연구에서는 LDA(Latent Dirichlet Allocation Model)을 통해 토픽모델링을 수행하였고 5개의 토픽으로 구성되었다.

첫 번째 토픽은 선박에서 배출되는 환경오염 요인 관련해 데이터를 통해 탐지하는 방법에 대한 토픽으로 지난 5년 동안 관련 연구가 가장 대두된 것으로 나타났다. 최근 IMO를 중심으로 글로벌 온실가스(GHG) 감축관련 규제에 따라 선박의 온실가스 배출량을 산정하기 위한 다양한 탐지 방법 및 모델링 방법이 연구되고 있는 것으로 보여진다. 특히 탄소 배출 감소를

달성하기 위해 기존 화석 연료를 대체할 지속 가능한 에너지 대안과 관련하여 해상풍력 에너지 관련 연구가 많았으며 에너지 관련해 데이터를 기반한 연구가 다수 검출된 것으로 나타났다.

두 번째 토픽은 해운산업 온실가스 연구동향 관련 개발과 규제 관련 토픽이다. 앞서 언급한 바와 같이 IMO의 국제 온실가스 감축 관련해 해운산업 분야로의 적용을 위한 규제 관련 연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다. 특히 EU의 탄소 배출권 거래제도에 해운이 포함되었고 EU ETS 지침에 명시된 정책목표(배출량 감소, 비용 효율성, 경제적 효율성, 형평성 및 일관성) 기반의 연구가 다수 있었다.

세 번째 토픽은 해운 온실가스 관련해 시스템적 관점에서 선박의 에너지 연료 관련 토픽이다. 온실가스 규제 관련해 선박의 연료는 다양한 불확실성이 존재하며 친환경적인 연료 및 선박 구조 등에 관한 연구가 진행되고 있는 것으로 나타났다. 특히 지속가능하고 경제적인 해운 산업 발전을 위해 재생에너지 기술을 도입해 연료 소비와 탄소 배출을 줄이는 대안 관련 연구가 최근 대두되고 있는 것으로 나타났다.

네 번째 토픽은 해운 분야의 환경 오염에 분석 등의 토픽이다. 해운 분야의 환경오염원을 규정하고 해당 오염원에 대한 감소장치 마련 등의 연구가 해당 토픽에 속한다.

다섯 번째 토픽은 탄소 배출 관련 토픽이다. 특히 선박 및 항만에서의 오염원 배출 관련 경로를 파악하고 그에 따른 시나리오 분석 관련 연구가 가장 다수 진행되고 있는 것으로 나타났다. 해당 토픽에서는 전 세계 에너지 자원 데이터베이스의 예측에 따른 기후 요인(풍속, 풍향, 파고 등)을 활용하여 기후 요인에 따른 영향을 평가하는 연구가 다수 포함되었다

이상에서 살펴본 바와 같이 최근 국제 해운 온실가스 관련 연구가 활발

---

하게 진행되고 있으나, 본 연구에서 도출하고자 하는 온실가스 감축 편익 및 비시장 가치 추정 관련 연구는 현재 미미한 실정인 것으로 보여진다. 현재 시점에서는 해운 분야의 온실가스 감축 편익 관련 연구보다는 해운산업의 지속가능한 공급망의 효율적 개편 방안, 공급망 프로세스 통합관리 등을 통한 해양환경 비용 절감, 해운 분야의 이니셔티브 강화를 통한 혁신 등의 연구가 다수 수행된 것으로 나타났다. 또한, 해양 및 관광 분야의 편익 관련 연구는 다수 존재하였으나 해운 분야의 환경 편익 관련 연구는 미미한 것으로 조사되었다. 선박 연료 관련 연구는 풍력, 수소, 암모니아, 메탄올과 같은 친환경 연료로의 전환에 따른 상대적 탄소 배출량 감소 등의 연구가 있었다.

따라서 본 연구의 3장에서는 해운 관련 분야의 환경경제학적 접근과 비시장가치(편익) 추정의 대표적인 방법론인 헤도닉 가격모형, 여행자비용평가법, 조건부가치추정법, 컨조인트가격모형에 대해 살펴보았다. 추가로 방법론별 해운 관련 주요 적용 사례를 정리하였다.

사례조사 결과 해운 및 유사 분야의 경제적 편익을 추정한 연구는 많지 않았고, 그중 광범위한 분야의 연구에서 조건부가치추정법(CVM)을 통해 연구되고 있음을 알 수 있었다. 추가로 우리나라의 KDI(한국개발연구원)에서 운영하는 한국환경정책평가연구원이 구축한 ‘환경가치 종합정보시스템’<sup>57)</sup>에서도 광범위한 환경재의 가치 평가는 CVM이 가장 많이 사용되고 있는 것으로 보인다.

---

57) [www.evis.kdi.re.kr](http://www.evis.kdi.re.kr)



## 제2절 연구의 한계점 및 정책 제언

본 연구에서는 국제 연구 동향 파악을 통해 국제 온실가스 규제에 따른 국내 해운산업에 미치는 영향과 국내 해운산업 온실가스 절감 편익 산출 등을 위해 관련 연구 동향과 산정 방법론을 도출하고자 하였다.

연구의 초기 단계에서 국제 온실가스 감축 편익 관련 선행 연구가 다수 있을 것으로 판단하였으나, 감축에 따른 연료 관련 연구 및 선박엔진의 효율화 관점에서의 연구가 대부분이었다. 유사한 연구는 각 연료별(메탄올, 수소, 풍력 등) 탄소 감소율과 효율성 등에 관한 연구가 있었으나, 본 연구에서 목표로 하는 편익산정 관련 연구와는 다른 것으로 판단되었다. 따라서 온실가스 감축 편익 연구는 거의 진행되고 있지 않는 실정인 것으로 보였다.

추가로 해운 분야가 아닌 건축 및 도로교통 분야의 감축 편익 연구도 살펴해보았다. 그러나 이와 같은 다른 산업의 연구들은 공간적 범위가 특정 지역이나, 특정 국가에 한정하는 연구로 본 연구에서 추정하고자 하는 국제 차원의 해운 분야의 온실가스 절감에 따른 편익을 산출하는 데에는 정확한 범위 설정 및 효용의 타겟 등을 규범하는 것이 선행되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구는 국제 해운 온실가스 관련 연구동향과 편익을 산정하는 연구로 공간적 범위가 우리나라에 국한된 것이 아니었으며, 우리나라 내에서도 항만구역, 내항, 외항 등 다양한 범주에서의 이질적인 편익이 존재할 것으로 판단된다.

현재 국제 해운 분야의 온실가스(GHG) 감축 관련 대비책 마련이 필요한 시점이며, 다양한 정책 지원사업 및 선사의 투자 등을 위해 온실가스 감축에 따른 편익 추정은 의사결정의 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 추후 본 연구에서 조사한 비시장가치 추정의 대표적인 방법인 헤도닉 가격

---

모형, 여행비용 접근법, 조건부 가치측정법, 컨조인트분석법 등을 적용하여 해운산업의 온실가스 감축 편익 등을 산정하면 선사의 정책 결정과 정부 차원의 지원 정책 마련 등을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

### 국내 문헌

- 김순미·소애림·신승식(2020), 조건부가치측정법(CVM)을 이용한 바다목장과 바다 숲의 비시장 경제가치 연구 수산경영론집 51(3) 1-15.
- 곽승준·류문현·신승식 외5인(2007), 환경·자원의 경제학적 접근, 산물출판, pp.162-175.
- 김태영 외 3인(2013), 해양바이오에너지 개발사업의 온실가스 저감편익 추정, 한국해양환경에너지학회, 16(3), pp.217-225.
- 소애림(2012), "피해함수접근법을 이용한 주요운송수단의 사회적 비용 산정." 국내석사학위논문 전남대학교 대학원
- 소애림·신승식(2012), 피해함수접근법을 이용한 주요운송수단의 사회적 비용 산정, 한국항만경제학회지 28(4), 1-37.
- 신승식(1998), 「환경재의 가치추정 방법 및 CVM과 Hedonic의 통신산업 외부성 추정 적용에 관한 3논문」.
- 신승식 (2002). 유조선 유류 유출 방지에 대한 화주의 지불의사액(WTP) 추정 - 헤도닉 가격모형(Hedonic Price Model)을 이용하여 -. 국제상학, 17(3), 161-176.
- 신승식 (2007). 주요 운송수단의 사회적 물류비용 추정 및 비교 연구- 도로, 철도, 연안 해운을 중심으로 -. 해양정책연구, 22(1), 97-132.
- 신승식 (2011). 주요 운송수단별 사회적 비용 내부화 비교 연구. 한국항만경제학회지, 27(2), 85-110.
- 엄영숙(1999), 「환경영향평가제도와 환경영향의 가치평가」, 자원·환경경제연구 제 8권 제 1호, pp. 127-160.

---

여준호(2008), 「생태계 비시장가치 추정 사례 및 추정방법의 장단점 분석」, 한국산림  
휴양학회지 제 12권 제 2호, pp. 1~9.

이호춘 외4(2024), 산업의 미래 변화 예측과 국내 대응 전략 연구. 한국해양수산개발  
원.

## 국외 문헌

- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., & Louviere, J. (1998). Stated preference approaches for measuring passive use values: Choice experiments and contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, 80, 64–75.
- Alexandra L. Egan, John Rolfe, Sue Cassells, B. Louise Chilvers(2022), Potential changes in the recreational use value for Coastal Bay of Plenty, New Zealand due to oil spills: A combined approach of the travel cost and contingent behavior methods, *Ocean & Coastal Management*, Vol 228, 106306, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106306>.
- Basciu, F., Casali, G., Maloberti, L., Pais, T., Vergassola, G., & Zaccone, R. (2025). Sustainable yacht refits: Structural solutions in methanol-powered conversion. *Ocean Engineering*. Elsevier.
- Christodoulou, A., Dong, T., Schönborn, A., Ölçer, A. I., & Dalaklis, D. (2025). Linking the employment of alternative marine fuels to a carbon price for shipping. *Marine Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106452>
- Christa S., Alessio T.(2025), Sustainable Maritime Supply Chain, MDPI.
- CYRAM. (2017). NetMiner semantic network analysis.
- Czermański, E., & Zaucha, J. (2024). Valuation of marine areas for merchant shipping: An attempt at shipping spatial rent valuation based on Polish Marine Areas. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1352598>
- Eun Chul Choi, Joo Suk Lee, Jeong-In Chang(2021), Willingness to pay for the prevention of beach erosion in Korea: The case of Haeundae beach, *Marine Policy*, Volume 132, 104667
- European Commission. (2024). Energy, climate change, environment, EU Emissions Trading System (EU ETS). Retrieved from [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en)
- Green, P. E., & Srinivasan, V. (1990). Conjoint analysis in marketing: New developments with implications for research and practice. *Journal of Marketing*, 54(

- 
- 4), 3–19. <https://doi.org/10.2307/1251756>
- Hopkinson, P. G., Nash, C. A., & Sheehy, N. (1992). How much do people value the environment? *Transportation*, 19, 97–115.
- Huang, C., Liu, C., Zhong, M., Sun, H., Gao, T., & Zhang, Y. (2024). Research on wind turbine location and wind energy resource evaluation methodology in port scenarios. *Sustainability*, 16(3), 1074. <https://doi.org/10.3390/su16031074>
- Hye-Jeong L., Seung-Hoon Y., Sung-Yoon H.(2020), Economic benefits of introducing LNG-fuelled ships for imported flour in South Korea, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol 78, 102220, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.102220>.
- Josep Maria Espinet-Rius, Ariadna Gassiot-Melian, Lluís Coromina(2024), Advance booking pricing strategies: A comparison of the pre- and post- Covid-19 situation in the cruise industry, *Tourism Management Perspectives*, Vol 52, 101260, <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2024.101260>.
- Li, M., Luo, M., & Wang, J. (2021). Maritime services location decisions—an empirical analysis and implications. *Maritime Policy & Management*, 50(2), 182–197. <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1971783>
- Mackenzie, J. (1993). A comparison of contingent preference models. *American Journal of Agricultural Economics*, 75, 593–603. <https://doi.org/10.2307/1243566>
- Manolis Kotzampasakis(2025), Maritime emissions trading in the EU: Systematic literature review and policy assessment, *Transport Policy*, Vol 165, 28–41, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.02.014>.
- Marius Mayer-Manuel Woltering(2018), Assessing and valuing the recreational ecosystem services of Germany's national parks using travel cost models, *Ecosystem Services*, Vol 31, Part C, 371–386, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.12.009>.
- Melnyk, O., et al. (2024). Technological overview and perspectives of wind energy for sustainable maritime transportation. In S. Boichenko, A. Zaporozhets, I. Shkilniuk, & A. Yakovlieva (Eds.), *Modern Technologies in Energy and Tra*

- nsport II. Studies in Systems, Decision and Control (Vol. 574). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-76650-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-76650-3_11)
- MEPC 80. (2023). IMO strategy on reduction of GHG emissions from ship.
- MEPC 82. (2024). IMO strategy on reduction of GHG emissions from ship.
- Mitchell, R., & Carson, R. (1989). Using survey to value public goods: The contingent valuation method. *Resource for the Future*.
- Mytilinaios, P. (2011, September 21). Determine the demand for shipping services in ports using stated and revealed preference techniques: The case of the major Greek ports. *Maritime Economics and Logistics*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2105/33103>
- Rha, J. S. (2020). Trends of research on supply chain resilience: A systematic review using network analysis. *Sustainability*, 12(11), 4343.
- Rosen, S. (1974). Hedonic price and implicit markets: Production differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55.
- Shuaibu M. et al.(2024),Readiness to finance carbon emissions offsets by road passengers in northeastern Nigeria: An application of contingent valuation technique, *Innovation and Green Development*, Vol 3, Issue 4, 100179, <https://doi.org/10.1016/j.igd.2024.100179>.
- Shinichi Y. et al.(2024), Important factors affecting transportation for shippers and potential demand for the Northeast Passage: A conjoint analysis of Japan, *Polar Science*, Vol 39, 101043, <https://doi.org/10.1016/j.polar.2023.101043>.
- Son, J.-H., Kim, J., Lee, W., & Han, S. (2022). Willingness to pay for the public electric bus in Nepal: A contingent valuation method approach. *Sustainability*, 14(19), 12830. <https://doi.org/10.3390/su141912830>
- Sustainable maritime supply chain. (n.d.). MDPI. Retrieved from <https://www.mdpi.com/books/reprint/10423-sustainable-maritime-supply-chain>
- Taylor Tae-hwee Lee· Ae-rim So(2022), Economic valuation of a national shipping company using a contingent valuation method (CVM): The case of Korea, *Marine Policy*, Vol 135, 104870. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.10>

---

4870.

Wu, W., Pan, Z., Zhou, J., Wang, Y., Ma, J., Li, J., Hu, Y., Wen, J., & Wang, X. (2024). Wind-speed-adaptive resonant piezoelectric energy harvester for offshore wind energy collection. *Sensors*, 24(5), 1371. <https://doi.org/10.3390/s24051371>

+



일반사업 2024-14-02

**국제 해운 온실가스(GHG)  
연구 동향 및 감축 편익 산정 방안 조사**

인쇄 2025년 2월 26일

발행 2025년 2월 28일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

비매품