

기본연구 2012-02

연안해상교통 온실가스 인벤토리 구축방안 연구

A Study on the Establishment of Greenhouse Gas Inventory
for Coastal Transportation Mode

2012. 12.

전형진 · 김우선 · 이언경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

◆ 보고서 집필 내역

● 연구책임자

- 전 형 진: 제1장, 제2장, 제6장

● 연구진

- 이 언 경: 제3장
- 김 우 선: 제4장, 제5장

◆ 산·학·연·정 연구자문위원회

- 박 한 선(선박안전관리공단 실장)
- 김 영 준(에너지관리공단 팀장)
- 백 진 수(국토해양부 주무관)

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

◆ 연구감리자

- 임 진 수(한국해양수산개발원 선임연구위원)

머 리 말

우리나라 교통체계는 에너지, 경제·산업, 생활, 문화활동과 밀접하게 상호 영향을 주고 받기 때문에 교통수단별로 ‘맞춤형’ 정책이 없을 경우 적합한 온실가스 감축방안을 마련하기 쉽지 않다. 교통부문별로 적합한 온실가스 방안을 마련하기 어려운 가장 근본적인 이유는 교통수단별 온실가스 배출량과 온실가스 발생활동에 대한 정보 부족에 있는 것으로 판단된다.

현재 온실가스 인벤토리 구축은 국가 전체로 이루어지고 있으나 국가단위의 온실가스 인벤토리를 통해서는 교통부문 또는 수송수단별 특성에 맞는 ‘맞춤형’ 정책을 마련하기 곤란할 뿐만 아니라 실천력이 약할 것으로 판단된다.

따라서 해상부문 온실가스 배출에 대한 기초자료 구축과 인벤토리 구축방안 마련이 매우 중요하다. 온실가스 감축을 위해서는 온실가스 배출활동의 분류, 발생량 추정과 함께 인벤토리를 시급히 구축하여 해상교통부문에 적합한 온실가스 수요관리방안을 마련하는 것이 중요하다.

온실가스 저감활동을 전개해 나가는 데 필요한 목표와 전략체계를 설정하기 위해서는 가장 먼저 현재 어떠한 온실가스가 어디서 어떻게 얼마나 발생하고 있는지를 파악할 수 있는 체계가 마련되어야 한다. 즉 ‘온실가스 인벤토리(Greenhouse Gas Inventory)’라 불리는 관리도구를 구축하여 온실가스 배출현황을 제대로 파악할 수 있어야 한다.

온실가스 인벤토리는 선박의 온실가스 배출원별로 모든 온실가스의 지속적인 파악·기록·유지관리·보고를 포함하기 때문에 해운기업의 온실가스 감축노력을 위한 기본자료이다. 온실가스 목표관리제는 인벤토리의 구축을 전제로 하여 시행되는 것으로 정부는 온실가스 목표관리제의 강제적 대상기업으로 하여금 자체적으로 온실가스 인벤토리를 구축하게 하고 있다.

또한 연안해운을 위한 온실가스 인벤토리 가이드라인은 없으므로 연안 해운에 적합한 인벤토리 가이드라인, 인벤토리 명세서 등을 마련하는 것이 필요하다. 인벤토리 매뉴얼을 포함한 인벤토리 구축을 위한 활동, 구축된 인벤토리의 검증 및 인증, 그리고 인벤토리 관리인력 고용 등에 대한 정부 차원의 지원대책이 마련되어야 할 것이다.

나아가 인벤토리를 구축한 연안해운기업에 대한 별도의 지원대책을 마련하고, 목표관리제 참여기업이 사실상 5개 업체에 불과, 연안해운의 온실가스 감축에 한계가 예상되어 실질적 온실가스 감축계획을 마련하는 것이 시급하다. 목표관리제에 참여하기 위해서는 인벤토리 구축이 선행되어야 한다는 점에서 선박보유량이 많은 기업을 대상으로 인벤토리 구축을 지원하고 이들 기업을 목표관리제에 참여하도록 유도하는 것이 중요하다.

본 연구는 연안해상교통에 적합하면서도 실효성 있는 온실가스 인벤토리 구축방안을 도출하고, 나아가 온실가스 감축을 위한 인벤토리의 활용방안을 모색하는 데 초점을 맞추어 연안해상교통에 적합한 온실가스 인벤토리 구축방안 및 관리방안을 도출하였다.

본 보고서는 한국해양수산개발원의 전형진 부연구위원과 김우선 전문연구원, 이언경 전문연구원이 집필하였다. 필자들은 연구수행과정에서 많은 조언을 제공한 정봉민 연구감리위원, 국토해양부 백진수 주무관, 선박안전관리공단 박한선 실장에게 깊은 사의를 표하고 있다. 또한 본 보고서가 출판되기까지 행정 및 편집업무를 수행한 오영숙 행정원에게도 감사를 드리고 있다. 마지막으로 이 보고서의 내용 및 연구결과는 필자들의 의견이며, 한국해양수산개발원의 공식견해가 아님을 밝혀 두고자 한다.

2012년 12월

한국해양수산개발원

원 장 김 학 소

차 례

Executive Summary	i
-------------------	---

제1장 서 론	1
---------	---

1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 연구의 방법론	3
4. 본 연구의 기대효과	4

제2장 온실가스 인벤토리 구축의 개요	5
----------------------	---

1. 인벤토리의 의미	5
1) 인벤토리의 개념	5
2) 인벤토리 구축의 필요성	7
3) 인벤토리 구축의 목적	7
4) 인벤토리의 기본원칙	8
2. 인벤토리 작성기준 및 관리절차	10
1) 인벤토리 작성기준	10
2) 인벤토리 관리절차	12
3. 인벤토리 구축방법	14
1) 구축절차	14
2) 온실가스 인벤토리 품질관리 시스템	19
3) 구축형태	20
4. 인벤토리 검증체계	23

제3장 온실가스 배출량 산정체계 25

1. 온실가스 배출활동 분석	25
1) 온실가스 배출원 규명(경계 설정)	25
2) 온실가스 배출활동 분류체계	26
2. 배출활동별 온실가스 배출량 산정방법 및 자료수집 방법	30
1) Tier별 배출량 산정방법	30
2) Tier별 배출계수	32
3) 온실가스 배출량 산정 프로세스 및 자료수집 방법	35
3. 온실가스 배출량 산정 사례: 연안해운	42
1) 관리 대상 업체 선정	42
2) 연안해운 온실가스 배출량 산정 결과	43

제4장 국내외 유사사례 분석 46

1. 국내 사례	46
1) 도로수송	46
2) 철도수송	48
3) 항공수송	48
2. 해외사례	49
1) 도로수송	49
2) 철도수송	51
3) 항공수송	53

제5장 온실가스 인벤토리 구축방안 56

1. 온실가스 인벤토리 구축을 위한 가이드	56
-------------------------------	----

1) 개요	56
2) 감축계획 및 수립절차	57
3) 배출량 전망 대상범위	58
4) 기준연도 및 목표연도	58
5) BAU 전망	59
6) 감축수단별 감축량 산정	61
2. 온실가스 인벤토리 명세서 작성	62
1) 연안선박에 대한 일반정보	62
2) 연안선박 조직경계 입력	63
3) 연안선박 온실가스 배출(총괄표)	63
4) 배출활동별 배출량 현황(세부)	64
3. 온실가스 인벤토리 검증시스템 구축	65
1) 배출량 등의 검증절차	65
2) 검증절차별 세부방법	67

제6장 온실가스 인벤토리 인증 및 관리방안 ————— 80

1. 인증제도 도입여건 분석	80
1) 도입배경 및 목적	80
2) 도입여건 검토	81
2. 인벤토리 인증제도 도입방안	83
1) 기본방향	83
2) 법적 근거 검토	83
3) 인벤토리 인증제도 내용	85
4) 인벤토리 인증기업 사후관리	90
3. 인벤토리 구축 지원방안	91

1) 인벤토리 구축활동 및 R&D 지원	91
2) 인증기업 지원방안	91
4. 전문인력 양성방안	94

제7장 결론 및 정책제언 96

1. 결론	96
1) 온실가스 인벤토리는 온실가스 감축활동을 위한 기본자료이다	96
2) 온실가스 인벤토리는 목표관리제의 기본전제이다	96
3) 온실가스 인벤토리는 국가 환경정책에 매우 중요하다	97
4) 연안해운에 적합한 인벤토리 가이드라인을 수립해야 한다	98
5) 연안해운 온실가스 인벤토리 구축을 적극 지원해야 한다	98
6) 인벤토리 구축 지원을 통해 목표관리제 대상을 확대해야 한다	99
2. 정책제언	100
1) 연안선박 운항거리 통계 개발	100
2) Tier 2/3 배출계수 개발 필요	100
3) 연안해운 인벤토리 인증제도 도입	101
4) 인벤토리 구축활동 및 R&D 지원	102
5) 인벤토리 인증기업 지원	102
6) 전문인력 양성방안	103

참 고 문 헌 104

부 록 107

표 차례

표 2-1. 온실가스 인벤토리 구축의 필요성	7
표 2-2. 온실가스 인벤토리 구축의 목적	8
표 2-3. 온실가스 인벤토리 가이드라인(국제표준)	11
표 2-4. 온실가스 인벤토리 관리 절차	13
표 2-5. 조직경계 및 운영경계	16
표 2-6. 활동량 데이터가 정확할 경우의 데이터 수집	18
표 2-7. 활동량 데이터가 부족할 경우의 데이터 수집	18
표 2-8. 온실가스 배출량 정량화 방법	19
표 3-1. 연안해상교통 운영경계(직·간접 배출원)	26
표 3-2. 연안해상교통 수준별 온실가스 배출량 분류체계	27
표 3-3. 배출활동별 온실가스 배출 분류체계	28
표 3-4. Tier 1: 에너지소비량을 이용한 방법	30
표 3-5. Tier 2: 국가 고유 배출계수를 이용한 방법	31
표 3-6. Tier 3: 선박운항을 고려한 방법	32
표 3-7. 선박부문 Tier 1 배출계수(Kg/TJ)	33
표 3-8. Tier 2 국가 고유 발열량 계수	34
표 3-9. 내항화물선 선종별 및 항만별 연료소비량 추정	37
표 3-10. 내항화물선 유류사용량 추정을 위한 자료 수집 방법	38
표 3-11. 내항여객선 유류사용량 추정을 위한 자료 수집 방법	38
표 3-12. 내항여객선 및 화물선 온실가스 배출량 산정을 위한 자료수집 방법 ·	39
표 3-13. 내항여객선 선종별 온실가스 배출량 산정 예시	39
표 3-14. 내항여객선 및 내항화물선 온실가스 배출량 원단위 산정방법 ·	40
표 3-15. 내항여객선 및 화물선 수송실적 자료 수집 방법	41

표 3-16. 내항여객선 온실가스 배출량 원단위 산정결과 예시	41
표 3-17. 온실가스 배출량 일제조사 대상	42
표 3-18. 단계별 관리업체 선정 기준	43
표 3-19. 연안해운 온실가스 배출량(2009년 기준)	44
표 4-1. 핀란드의 임업과 산업기계의 배출계수	50
표 5-1. 기준연도와 목표연도	58
표 5-2. MARKAL 모형과 LEAP 모형의 비교분석	60
표 5-3. 연안선박의 일반정보 명세서	63
표 5-4. 사업장의 조직경계 입력	63
표 5-5. 연안선박 온실가스 배출(총괄표)	64
표 5-6. 배출활동별 배출량 현황(세부)	65
표 5-7. 검증대상과 검증초점 정리	73
표 5-8. 검증기법 정리	74
표 5-9. 모니터링 유형에 따른 검토사항	76
표 5-10. 오류의 평가방법	78
표 6-1. 온실가스 목표관리제 대상 연안해운기업	80
표 6-2. 온실가스 인증을 위한 법적 근거(안)	84
표 6-3. 온실가스 인벤토리 인증 평가항목(안)	87
표 6-4. 온실가스 인벤토리 평가항목별 심사기준(안)	88
표 6-5. 온실가스 인벤토리 평가항목별 등급부여 기준(안)	88
표 6-6. 연안해운 온실가스 인벤토리 인증기업 지원방안	92
표 6-7. 병역법 개정사항	93
표 6-8. 해운항만물류 전문인력 양성사업 교육과정 개편(안)	95

그림 차례

그림 2-1. 온실가스 인벤토리의 기본원칙	10
그림 2-2. 온실가스 인벤토리 구축 절차	14
그림 2-3. 온실가스 인벤토리 품질관리 시스템 개념도	20
그림 2-4. 웹기반 실시간 온실가스 인벤토리 시스템 개념도	21
그림 2-5. 프로그램 형태의 온실가스 인벤토리 시스템	22
그림 2-6. 엑셀툴 기반 온실가스 인벤토리 시스템 이미지	23
그림 2-7. 인벤토리 검증 절차	24
그림 3-1. 연안해운 온실가스 배출활동별 배출량 경계 설정	25
그림 3-2. 연안해운 온실가스 배출량 산출 프로세스	36
그림 3-3. 내항화물선 선종별 온실가스 배출량	45
그림 3-4. 내항여객선 항만별 온실가스 배출량	45
그림 4-1. 이동연소 온실가스 배출량 산정 절차	47
그림 4-2. 일본의 물류분야 CO ₂ 배출량 산정방법 공동지침 구조	51
그림 4-3. UIC의 온실가스 배출정보 제공 웹사이트 예	52
그림 4-4. 독일 DB의 기후변화대응 프로그램	52
그림 5-1. 온실가스 감축계획 수립절차	57
그림 5-2. BAU 전망방법	59
그림 5-3. 배출량 등의 검증절차(제8조 제1항 관련)	66
그림 6-1. 온실가스 인벤토리 인증절차 및 과정	85

Executive Summary

A Study on the Establishment of Greenhouse Gas Inventory for Coastal Transportation Mode

1. Purpose

- The study aims to present measures to build a greenhouse inventory suitable for coastal transportation by considering characteristics of coastal transportation, greenhouse gas emitting activities, emission amount and greenhouse gas reduction plans.
- It proposes effective management measures for greenhouse gas inventory, such as inventory certification, its support and human resource training along with the inventory establishment.
- The study seeks usage measures of the inventory since it can be used in preparing various policy measures for green house gas reduction.

2. Methodologies and Feature

1) Methodologies

- To use methodologies of other industries or transportation modes for their greenhouse gas inventory establishment

- To analyze the inventory of Japanese coastal transportation modes and management policies
- To hold advisory meetings and seminars with experts and managers of greenhouse gas

2) Feature

- The study is focused on developing a greenhouse gas inventory adequate for coastal transportation mode and seeking its use strategies for greenhouse gas reduction.

3. Results

1) Summary

- A greenhouse gas inventory identifies, records, maintains and reports all types of greenhouse gases according to their emission sources. Therefore, the inventory is the basic for greenhouse gas reduction.
- The greenhouse gas management target is carried out on the premise that the inventory already exists. Thus, the Korean government mandatorily requires all target companies to build their own greenhouse gas inventories.
 - Since there are no guidelines for greenhouse gas inventory of coastal shipping, it is important to prepare guidelines and inventory specifications for coastal shipping.
- Governmental supports should be prepared for inventory manuals,

verification or certification of the inventory, employment of those who manage the inventory and other activities.

- Moreover, separate supports should be provided for shipping companies which build their inventories.
- Only five companies are participating in the green house management target, which puts limit on greenhouse gas reduction. Therefore, greenhouse gas reduction plans should be practical.
- Participation in the target system firstly requires establishment of inventories. Therefore, companies with many vessels should receive support for inventory establishment and be encouraged to join the management target system.
- The following policy support are necessary to increase participation of companies in inventory establishment and the management target system.
 - Statistics on sailing distance of coastal ships should be developed for exact estimation of their greenhouse gas emissions.
 - The modules can be divided into the Fleet Module for ship data management, the Transport Activity Module for sailing characteristics management, and the Emission Module for energy consumption and emission coefficient management.
 - Firstly, an inventory for costal shipping companies should be developed with support, and then a certification system for the inventory needs to be introduced. Companies which are certified should receive support as well.
 - The Korea Shipping Association should be equipped with and operate a center for greenhouse gas inventory. And the necessary money needs to be provided.

2) Policy contribution

- The study will help the government to prepare policies for inventory establishment and greenhouse gas management of coastal transportation mode.

3) Expected benefits

- The study can be used as the basic material for greenhouse gas reduction policies of the government. Its emission estimation methods according to green emission activities will help to prepare greenhouse gas reduction measures for coastal transportation modes.
 - In particular, the measures for greenhouse gas inventory management will be a great help to meet governmental reduction targets, including the management target.
- The study categorized greenhouse gas emission activities of the shipping sector (Tier 1, Tier 2 and Tier 3), proposed methodologies to analyze or use data of emission activities and presented ways to estimate greenhouse gas emissions. In this regard, the study is of value as the basic research for greenhouse management.
- The guidelines of the study will help coastal shipping companies to voluntarily build their greenhouse gas inventory and manage their greenhouse gas emissions.

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성

근래에 들어 환경위기의 직접적 원인중 하나인 온실가스(Greenhouse Gas) 발생을 최소화하는 데 범세계적 관심과 노력이 집중되고 있으며 우리나라도 ‘저탄소녹색성장’을 새로운 경제발전의 패러다임으로 설정하여 각 산업별 및 기관별로 종합적이고 구체적인 온실가스 저감(低減)활동이 수행될 수 있는 기반을 마련하는 데 주력하고 있다.

또한 유엔 기후변화협약 당사국총회(United Nations Framework Convention on Climate Change, 이하 UNFCCC)에서 발리로드맵이 채택되어 우리나라도 2013년부터 온실가스 의무감축국으로 포함될 가능성이 높아짐에 따라 수송 산업에서도 온실가스 관리와 저감은 더 이상 미룰 수 없는 필수사항이 되었다.

정부는 저탄소 녹색성장을 위해 온실가스 발생량 관리를 국가 차원에서 진행중에 있다. 온실가스 감축은 기후변화협약과 관련하여 진행되고 있으며, 정부는 에너지, 환경, 그리고 산업 등 분야별로 접근하여 감축정책을 모색하고 있다. 즉 우리나라는 에너지를 사용하는 부문별 관점에서 기후변화 대응을 위한 다양한 정책을 모색하고 있다.

그러나 우리나라 교통체계는 에너지, 경제·산업, 생활, 문화활동과 밀접하게 상호 영향을 주고 받기 때문에 교통수단별로 ‘맞춤형’ 정책이 없을 경우 적절한 수준의 온실가스 감축방안을 마련하기 쉽지 않다. 이에 따라 교통산업 내에서 세부 교통수단별로 기후변화협약, IMO 등 국제환경규제에 대응할 수 있는 온실가스 감축정책을 모색하는 것이 필요하다.

현재 온실가스 감축에 대해 교통부문별로 적합한 방안을 마련하기 어

려운 가장 근본적인 이유는 교통수단별 온실가스 배출량과 온실가스 발생 활동에 대한 정보 부족에 있는 것으로 판단된다. 현재 온실가스 인벤토리 구축은 국가 전체로 이루어지고 있으나 국가 단위의 온실가스 인벤토리를 통해서만 교통부문 또는 수송수단별 특성에 맞는 ‘맞춤형’ 정책을 마련하기 곤란할 뿐만 아니라 실천력이 약할 것으로 판단된다.

따라서 해상부문 부문 온실가스 배출에 대한 기초자료 구축과 인벤토리 구축방안 마련이 매우 중요하다. 온실가스 감축을 위해서는 온실가스 배출활동의 분류, 발생량 추정과 함께 인벤토리를 시급히 구축하여 해상교통부문에 적합한 온실가스 수요관리방안을 마련하는 것이 중요하다.

온실가스 저감활동을 전개해 나가는 데 필요한 목표와 전략체계를 설정하기 위해서는 가장 먼저 현재 어떠한 온실가스가 어디서 어떻게 얼마나 발생하고 있는지를 파악할 수 있는 체계가 마련되어야 한다. 즉 ‘온실가스 인벤토리(Greenhouse Gas Inventory)’라 불리는 관리도구를 구축하여 온실가스 배출현황을 제대로 파악할 수 있어야 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 연안해상교통에 적합하면서도 실효성 있는 온실가스 인벤토리 구축방안을 도출하고, 나아가 온실가스 감축을 위한 인벤토리의 활용방안을 모색하는 데 초점을 맞추고 있다. 본 연구의 목적을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 연안해상교통의 특징, 온실가스 배출활동 및 배출량, 그리고 저감활동 등을 종합적으로 고려하여 연안해상교통에 적합한 온실가스 인벤토리 구축방안을 도출한다.

둘째, 실효성 있는 온실가스 인벤토리 관리방안을 도출하고자 한다. 왜

나하면 온실가스 인벤토리는 구축과 함께 적합한 관리방안을 마련해야만 실제적인 효과를 기대할 수 있기 때문이다. 즉 온실가스 인벤토리 구축과 함께 인벤토리에 대한 인증 및 지원, 관리인력 양성 등이 동시에 이루어져야 효과적인 인벤토리 관리가 가능하다.

셋째, 연안해상교통에 대한 온실가스 인벤토리 구축의 중요성이 부각되고 있음에도 불구하고 아직까지 세부적인 구축방안을 수립한 바 없다. 따라서 인벤토리 구축은 온실가스 감축을 위한 다양한 정책방안을 마련하는 데 활용할 수 있다는 점을 고려하여 인벤토리의 활용방안을 모색하고자 한다.

3. 연구의 방법론

본 연구를 수행하기 위해 국토해양부, 한국해운조합, 에너지관리공단, 에너지경제연구원 등과의 협력을 통해 우리나라 연안해상교통의 온실가스 인벤토리 구축실태, 인벤토리 구축에 대한 인식, 정부 차원의 지원방향 등 전반적인 현황을 파악하였다.

그러나 우리나라 연안해운기업이 온실가스 인벤토리를 구축하고 이를 온실가스 저감활동에 활용하는 사례를 찾기 어렵고, 이에 대한 선행 연구 문헌도 없다는 점에서 타 산업 및 분야의 인벤토리 구축사례를 최대한 활용하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구는 선행 연구문헌과 자료들을 최대한 활용하여 연구내용의 구성체계를 마련하고, 기존 문헌에서 제시되는 다양한 방법론을 활용하여 연안해상교통에 적합한 인벤토리 구축방안을 제시하였다.

또한 연구의 방법론과 내용의 질적 향상을 국내의 검증된 전문가와 연구자들을 중심으로 자문회의를 운영하는 한편 워크숍, 세미나 등을 통해

연구결과를 홍보하고, 연구결과에 대한 피드백을 받아 최상의 연구결과를 도출하였다.

나아가 우리와 유사한 법률체계를 갖고 있는 일본의 연안해상교통의 온실가스 인벤토리 구축 및 관리사례를 벤치마킹하여 우리나라 연안해운 기업이 활용할 수 있는 인벤토리 구축방안과 이를 지원하는 정부정책을 마련하는 데 활용하였다.

4. 본 연구의 기대효과

본 연구는 정부의 온실가스 감축정책 수립시 기초자료로 활용할 수 있으며, 해상교통부문의 온실가스 배출활동별로 배출량 산정방법을 제시하여 온실가스 저감방안을 마련하는 데에도 활용될 것으로 예상된다. 특히 온실가스 인벤토리 관리방안을 제시하여 목표관리제 등 정부의 온실가스 감축 목표를 달성하는 데 긴요하게 이용될 것이다.

둘째, 해운부문의 온실가스 배출활동의 분류(Tier 1, Tier 2, Tier 3별로) 체계 마련하고, 해운부문의 온실가스 배출활동자료 조사방법 및 활용방안 제시하는 동시에 해운부문 온실가스 배출량 산정방법을 제시하여 해상부문 온실가스 배출관리에 대한 연구에 많이 활용되어 학술적으로도 효과가 크다고 판단된다.

셋째, 온실가스 인벤토리에 대한 가이드라인 및 매뉴얼을 제공하여 연안해운기업이 자발적으로 온실가스 인벤토리를 구축하고 배출관리를 시행함에 있어 이용가치가 매우 크다.

제 2 장 온실가스 인벤토리 구축의 개요

1. 인벤토리의 의의

1) 인벤토리의 개념

온실가스 인벤토리(Greenhouse Gas Inventory, GHG Inventory) 작성·구축은 기업에서 자발적으로 온실가스¹⁾를 효과적으로 감축해야 할 필요성이 제기되고, 인벤토리 구축을 통하여 기후변화협약 및 국가 정책에 대응하고, 기업의 환경 경영 목표를 달성하기 위해 시작된다.

온실가스 인벤토리는 기업 활동으로 인해 배출되는 온실가스를 파악하고, 배출량을 기록, 산정, 보고 및 관리하는 총괄적인 온실가스 관리 시스템을 의미한다. 즉 기업의 온실가스 인벤토리는 기업의 총괄적인 온실가스 관리를 목적으로 정해진 조직(사업장) 안에서 온실가스 배출원 또는 흡수원을 규명하고 이들 각각의 온실가스 배출량 또는 흡수량을 산정하고 분석한 정보를 이해관계자에게 전달하기 위한 문서 및 시스템이다.

온실가스 인벤토리를 효과적으로 관리하기 위해서는 시스템 내에 온실가스 배출량 산정 기능뿐만 아니라 배출량 산정 분석 통계 및 데이터베이스가 구축되어야 한다. 또한 국가 및 기업 내부 온실가스 배출에 관련한 보고서를 작성할 수 있어야 한다.

그리고 기업에서 실시되는 각종 온실가스 감축 활동에 대한 현황 및 계획, 실적을 파악할 수 있고, 향후 국가 할당 또는 기업목표 대비 현재의 목표 달성률 등이 분석되어 기업의 온실가스 배출을 관리해야 한다. 한편

1) 교토의정서에서 규정하고 있는 6가지 온실가스(이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCS), 과불화탄소(PFCS), 육불화황(SF₆))

온실가스 감축 목표를 설정하기 위해서는 기업의 과거 온실가스 배출량 통계를 토대로 기준연도를 설정하여 기준연도 대비 온실가스 감축 계획 목표를 설정한다. 설정된 목표를 토대로 해당 사업장은 온실가스 배출 감축노력을 실시하며, 목표 달성 및 이행여부를 관리하게 된다.

온실가스 인벤토리는 통상적으로 기업에서 자발적으로 탄소를 관리해야 할 필요성이 제기되어 실시되며, 인벤토리 구축을 통하여 기후변화협약 및 국가정책에 대응하고, 기업의 환경 경영의 주도권을 확보하기 위한 목표를 담고 있다.

온실가스 인벤토리를 구축하기 위해서는 별도의 관리시스템을 개발해야 하며, 시스템 내부에서 온실가스 배출량 산정을 포함하여 배출량 분석통계 및 DB를 구축해야 한다. 또한 국가 및 기업 내부 온실가스 배출에 관련한 일련의 보고를 작성할 수 있어야 한다.

또한 온실가스 인벤토리를 구축하면 기업에서 실시되는 각종 온실가스 감축활동에 대한 현황 및 계획을 파악할 수 있으며, 이를 통해 발생하는 크레딧(감축실적)의 판매, 구입, 인정에 관련된 모든 현황 및 계획을 파악할 수 있으며, 더불어 향후 국가 할당(또는 자발적 목표) 대비 현재의 목표달성률 등이 분석됨으로써 기업의 실질적인 기후변화협약 대응을 위한 온실가스 배출관리가 가능하다.

그러나 온실가스 인벤토리 시스템을 구축하기 위해서는 단순히 온실가스 배출량을 산정하는 것에 비해 많은 비용이 소요된다. 또한 온실가스 인벤토리 시스템을 구축하고, 이를 온실가스 배출관리에 활용하기 위해서는 온실가스 관리를 위한 모든 자료를 지속적으로 보완해야 한다.

따라서 온실가스 인벤토리는 기업활동으로부터 배출되는 각각의 배출원별 모든 온실가스의 지속적인 파악·기록·유지관리·보고를 포함하여, 기업의 온실가스 배출량을 산정하고 분석하여 온실가스 감축노력을 이행하는 기업의 총괄적인 온실가스 관리시스템으로 볼 수 있다.

2) 인벤토리 구축의 필요성

온실가스 인벤토리를 구축해야 할 필요성은 기업 및 국가 차원에서 볼 수 있다. 먼저 기업차원에서 온실가스 배출관리와 관련하여 리스크를 관리하고 온실가스 감축기회를 규명하는 것이 중요하고, 자발적인 온실가스 감축프로그램에 참여하고 의무적 감축활동 보고의무에 대비하기 위해 필요하며, 온실가스 배출권을 활용하는 새로운 비즈니스모델을 창출하고 동시에 기업이미지를 제고하는 홍보활동으로 활용할 수 있다.

국가 차원에서는 온실가스 인벤토리를 기후변화협약에 대한 대응정책 수립 및 온실가스 감축정책 발굴에 활용할 수 있으며, 그러한 정책의 이행 결과를 평가하고 피드백하는 데 활용할 수 있고, 나아가 기후변화협약의 이행과 관련하여 국제협상을 진행하고 국가목표를 제시하는 데 이용할 수 있다.

| 표 2-1 | 온실가스 인벤토리 구축의 필요성

구 분	활동 내용
기업 차원	○ 온실가스 배출과 관련된 리스크 관리 및 감축기회의 규명 ○ 자발적인 온실가스 프로그램에 참여 또는 의무적 보고프로그램 준수 ○ 새로운 비즈니스기회 선점 및 창출 ○ 기업이미지 제고 및 고객의 다양한 요구 반영
정부 차원	○ 기후변화협약 대응정책 수립 및 온실가스 감축정책의 발굴 ○ 기후변화협약 및 온실가스정책의 이행결과 평가 ○ 국제협상 진행 및 국가목표 제시

3) 인벤토리 구축의 목적

온실가스 인벤토리는 기업이 감축할 수 있는 온실가스 발생량을 확인하고, 온실가스 발생량과 감축활동을 공개하여 사회적 책임을 수행하고, 국가의 온실가스 보고의무 강제화에 대비하고, 나아가 배출권시장에 참여할

수 있는 방안을 마련하기 위한 데이터를 수집하기 위한 목적으로 구축하는 것이다.

이러한 관점에서 온실가스 인벤토리는 기업이 자발적으로 온실가스 배출관리시스템을 구축하기 위한 최초의 활동이며, 국제 및 국내 환경정책에 대응하기 위한 기업 차원의 전략적 활동이라고 볼 수 있다. 즉 온실가스 인벤토리는 적극적인 온실가스 저감활동을 전개해 나가는 데 필요한 목표와 전략체계를 설정하기 위해 현재 어떠한 온실가스가 어디에서 어떻게 얼마나 발생하고 있는지를 파악하는 것이다.

표 2-2 | 온실가스 인벤토리 구축의 목적

구 분	활동 내용
감축잠재량 확인	○ 향후 발생가능한 리스크 확인 ○ 비용효율적인 저감 기회 확인 ○ 온실가스 목표치 측정·보고 절차 수립, Baseline Protection
배출량 공개 및 사회적 책임 수행	○ 투자자 및 NGO에 온실가스 정보공개 ○ 온실가스 레지스트리 등 국가 등록 프로그램 참여
국가 정책에 대응	○ 향후 정부의 강제적 보고 및 리스크파악 대처
배출권시장 참여	○ 향후 내부 배출권 거래를 위한 준비 ○ 외부 Cap & Trade 프로그램에 참여 ○ 탄소세 예측
환경보호의 대외적 홍보	○ 조기 행동에 대한 Credit 확보

자료: 에너지관리공단, 「Inventory 구축 및 명세서 작성」, 2011. 1.

4) 인벤토리의 기본원칙

온실가스 인벤토리를 구축함에 있어 적절성, 완전성, 일관성, 투명성, 정확성 등 5가지 기본원칙을 준수하는 것이 중요하며, 아울러 비용상의 효율성을 갖추는 것이 바람직하다. 이러한 원칙들을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 적절성(Relevance)이란 온실가스 인벤토리를 구축하는 이용자의

의도와 요구에 맞추어 적합한 온실가스 배출원, 흡수원, 저장소, 테이터의 방법론을 선택하는 것이다.

둘째, 완전성(Completeness)이란 인벤토리 범위내에서 발생하는 모든 배출원을 포함시켜야 하며, 포함시키지 못하는 배출원이나 예외적 사항에 대해서는 반드시 별도로 명시하는 것이다.

셋째, 일관성(Consistency)이란 시간적 경과에 따라 온실가스 배출량의 의미있는 비교를 위해 배출량 산정방법 및 범위 등의 일관성을 유지하고 변화되는 사항을 명확히 기술하는 것이다.

넷째, 투명성(transparency)은 인벤토리의 조사과정, 절차, 산정방법 등의 정보를 명확하고 제3자가 이해할 수 있도록 공개하는 것으로 검증절차의 신뢰성을 확보하는 데에 중요하다.

다섯째, 정확성(Accuracy)은 온실가스 배출량의 추정 또는 측정된 수치가 추정 또는 측정가능한 범위내에서 실제 배출량과 차이가 크지 않아야 하며, 추정 또는 측정의 불확실성을 최소화하는 것이다.

마지막으로 비용의 효율성은 온실가스 배출량을 산정함에 있어 기술적으로 실행하기 불가능하거나 지나치게 비용이 많이 소요되지 않는 한 가장 정확성이 높은 방법을 채택하여 온실가스 배출량을 산정해야 함을 말한다.

적절성(Relevance)	의도된 사용자의 요구에 적합한 온실가스 배출원, 흡수원, 저장소, 데이터 및 방법론을 선택한다.
완전성(Completeness)	인벤토리 범위내 발생하는 모든 배출원을 포함해야 하고, 예외 사항에 대해서는 반드시 명시해야 함
일관성(Consistency)	시간의 경과에 따른 배출량의 의미있는 비교를 위해 범위, 산정방법 등의 일관성을 유지하고, 변화 사항에 대해 명확히 기술해야 함
투명성(Transparency)	인벤토리 조사과정, 절차, 가정 등의 정보가 명확하고, 제3자가 납득할 수 있도록 공개하는 정도로, 제3자 검증시 투명성이 높아짐
정확성(Accuracy)	배출량의 추정 또는 측정치는 측정가능한 범위내에서 실제 배출량보다 높거나 낮지 않아야 하며, 불확실성을 최소화 해야 함
비용효율성	기술적인 실행 불가능성, 지나친 고비용이 들지 않는 한, 가장 높은 정확성을 얻을 수 있도록 배출량을 산정해야 함 (EU-ETS)

자료: 원재연, 「지자체 온실가스 인벤토리 구축전략 및 사례」 2009.10.14. 발표자료

| 그림 2-1 | 온실가스 인벤토리의 기본원칙

2. 인벤토리 작성기준 및 관리절차

1) 인벤토리 작성기준

먼저 기업의 온실가스 배출량 산정을 위한 가이드라인은 국제표준화기구(International Organization for Standardization: ISO)의 ISO 14064-1과 세계자원연구소/세계지속가능발전협의회(World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development: WRI/WBCSD)의 GHG Protocol,²⁾ 정부간

2) WRS/WBCSD, “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard: revised edition”, 2008. 11.

기후변화위원회(Intergovernmental Panel on Climate Change, 이하 IPCC)의 가이드라인³⁾이 있다.

ISO 14064-1은 원칙, 개념 중심의 가이드라인으로 계산방법에 대한 언급이 없고, GHG Protocol은 기업 온실가스 가이드라인 중 가장 영향력 있는 가이드 라인이며, IPCC 가이드라인은 범세계적으로 다양한 산업분야의 온실가스를 측정하고 관리하는 데 활용되고 있다.

국내 기업 온실가스 배출량 산정을 위한 가이드라인은 에너지 관리공단의 ‘기업 온실가스 배출량 산정 지침서’와 업종별 온실가스 배출량 산정을 위한 ‘Good Practice 가이드라인’이 있다.

기업 온실가스 배출량 산정 지침은 국외 가이드라인을 참고로 하여 기업에서 공통으로 사용할 수 있는 지침서이다. 온실가스를 배출시키는 배출원의 구분은 직접(고정연소, 이동연소, 공정배출, 탈루배출) 및 간접 배출원으로 파악하고 있다.

| 표 2-3 | 온실가스 인벤토리 가이드라인(국제표준)

구분	가이드라인	내용
ISO	ISO 14064-1	- 온실가스 인벤토리, 프로젝트의 정량화, 모니터링, 보고 및 타당성 평가 및 검증에 대한 명확성 및 일관성을 제공 - 원칙, 개념 중심의 가이드라인으로 계산 방법에 대한 언급이 없는 단점 존재
WRI/WBCSD	GHG Protocol	- 개발 목적은 기업체의 온실가스 목록과 온실가스 감축사업에 대하여 국제적으로 표준화된 산정방법 및 보고기준을 개발하여 그 측정값에 대한 신뢰도를 높여 탄소배출권거래 등에 활용되도록 하는 것임 - 대부분의 기업에서 채택하고 있는 가장 영향력 있는 가이드라인

3) IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: revised edition, 2007.4.

| 표 2-3 | 온실가스 인벤토리 가이드라인(국제표준) (계속)

구분	가이드라인	내용
IPCC	IPCC Guidelines	• IPCC, IEA, OECD가 공동으로 국가 온실가스 배출량 보고를 위해 개발 • 유엔기후변화협약당사국총회(UNFCCC: United Nation Framework Convention on Climate Change)에 온실가스 인벤토리 결과를 보고하기 위해 국제적으로 합의된 방법론 • 산업별, 가스별 온실가스 배출량 산정 방법론과 국제 표준이 되는 온실가스 종류 및 온난화 지수를 제시

자료: WRS/WBCSD, “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard: revised edition”, 2008.11; IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: revised edition, 2007.4.; 최성운, “온실가스 배출량 인벤토리의 이해”, 「에너지 기후변화 기획특집」, August, 2009. 기반으로 재구성

2) 인벤토리 관리절차

온실가스 산정 및 보고원칙은 적절성, 완전성, 일관성, 투명성, 정확성, 비용효과성을 유지하는 것이다. 적절성을 유지하기 위해서는 기업의 온실가스 배출량을 적절하게 반영하고, 기업 내외부 정책결정자들이 의사결정 시 필요한 정보를 제공해야 한다. 완전성을 확보하기 위해서 선택된 조직경계내의 모든 온실가스 배출원과 활동들에 대한 배출량을 산정·보고하고, 제외된 배출원과 활동들의 제외사유를 밝혀야 한다.

일관성을 유지하기 위해서 시간경과에 따라 의미 있는 비교가 가능하도록 일관된 방법론을 사용하여야 한다. 즉 시간축 상에서 데이터, 조직경계, 방법론 등의 변경 시 기록을 남겨야 한다. 투명성을 확보하기 위해서는 감사추적 프로세스에 따라 실제적이고 일관성 있게 관련된 문제 및 측정 방법론·데이터소스 등을 보고해야 한다.

정확성을 유지하기 위해서는 판단 가능한 수준에서 온실가스 배출 수치가 실제 배출량을 초과하거나 미달되지 않도록 불확실성을 최소화해야

한다. 비용효과성을 유지하기 위해서는 기술적으로 실행이 불가능 혹은 과다하게 고비용이 들지 않는 한 가장 정확도가 높은 결과를 얻을 수 있도록 배출량을 산정해야 한다.

기업들이 가장 많이 사용하는 WRI/WBCSD에서 명시된 온실가스 관리 절차는 온실가스 산정 및 보고원칙, 사업목표와 인벤토리 설계, 조직경계 및 운영경계 설정, 시간의 흐름에 따른 배출량 추적, 온실가스 배출량 규명 과 산정, 인벤토리 품질관리, 온실가스 감축량 산정, 온실가스 배출량 보고·검증, 온실가스 목표 설정 등 11단계이다.

| 표 2-4 | 온실가스 인벤토리 관리 절차

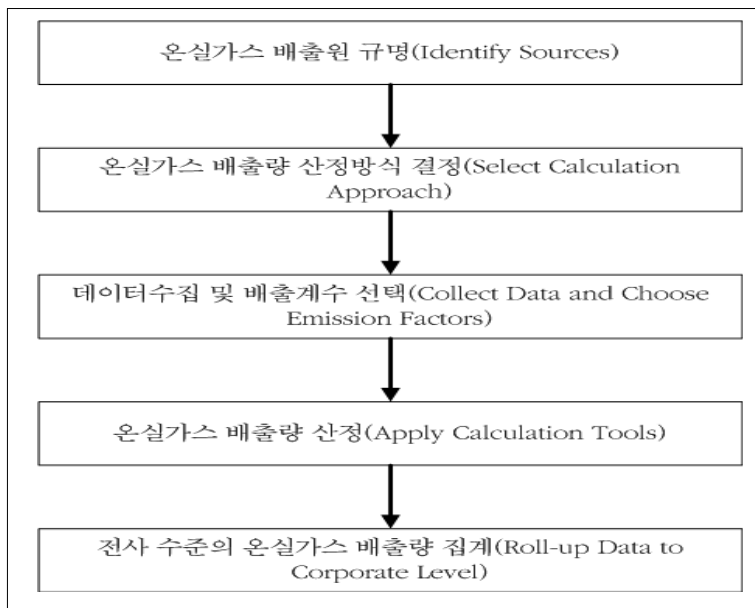
온실가스 인벤토리 관리절차		세부 내용
1	온실가스 산정 및 보고원칙	• 적절성, 완전성, 일관성, 투명성, 정확성 확보 필요
2	사업목표와 인벤토리 설계	• 온실가스 인벤토리 관련 사업목표에 따라 ① 온실가스 위험관리 및 감축 기회 정의, ② 목표달성을 위한 온실가스 프로그램 보고서 작성, ③ 정부의 보고 프로그램에 참여, ④ 탄소세 측정 및 탄소배출거래제도 시장 참여, ⑤ 초기 활동의 신뢰할만한 인벤토리 결과가 실제 시행 시 적용되도록 인벤토리를 설계
3	조직경계 설정	• 기업의 온실가스 배출량 산정 및 보고 대상이 되는 조직 범위 설정
4	운영경계 설정	• 온실가스를 관리 및 통제하게 될 직·간접 사업 범위를 정의
5	시간의 흐름에 따른 배출량 추적	• 기준연도를 설정하고 시간의 흐름에 따른 사업목표 변경에 따라 온실가스 배출량을 추적·재산정
6	온실가스 배출량 규명과 산정	• 온실가스 배출원을 규명하고, 배출량 산정 방식을 선정하고, 데이터 수집 및 배출계수를 선택, 배출량을 산정하고, 전사차원으로 온실가스 배출량을 집계
7	인벤토리 품질관리	• 온실가스 인벤토리 품질 제고 및 불확실성을 줄이기 위해서 지속적인 품질 개선 작업 수행
8	온실가스 감축량 산정	• 시설 및 지역 수준의 직·간접 온실가스 감축량을 집계하고, 결과값을 가지고 감축량을 예측
9	온실가스 배출량 보고	• 온실가스 배출량 보고서를 작성
10	온실가스 배출량 검증	• 온실가스 배출량 실행 결과를 평가하여 차이를 검증
11	온실가스 목표 설정	• 목표 형태, 조직 및 운영 경계, 목표연도 등을 설정

자료: WRI/WBCSD의 “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard”, 2008.; KMI, 「우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구」, 2009.12(부록)에서 재인용

3. 인벤토리 구축방법

1) 구축절차

기업 온실가스 인벤토리 구축은 기업이 정한 조직(사업장) 경계 안에서
 서의 직·간접적인 온실가스 배출원을 규명하고, 배출원으로 인한 각각의
 온실가스 배출량을 산출, 목록화하여, 온실가스 배출현황을 파악하는 작업
 이다.⁴⁾ 온실가스 인벤토리 구축은 배출원 규명, 온실가스 배출량 산정방식
 결정, 데이터수집 및 배출계수 선택, 배출량 산정, 배출량 집계 등 다섯 단
 계를 거쳐 진행된다.



자료: WRI/WBCSD의 “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard”, 2008.; KMI, 「우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구」, 2009.12(부록)에서 재인용

| 그림 2-2 | 온실가스 인벤토리 구축 절차

4) 에너지관리공단, 「기업온실가스 인벤토리 구축현황 및 향후 계획」, 2009. 2.

(1) 온실가스 배출원 규명(경계설정)

온실가스 산정의 기본단위로는 기업의 최소 법적 단위인 법인 혹은 단위사업장별로 온실가스 배출량을 산정할 수도 있다. 대부분 국내 온실가스 인벤토리 구축 가이드라인에서는 통제접근법과 지분할당접근법을 통해 조직 경계를 정의하고 있다.

조직경계가 설정되면 운영경계를 설정해야 한다. 온실가스 배출원은 직접영역(Scope 1), 1차 간접영역(Scope 2), 2차 간접영역(Scope 3)으로 나뉘어진다. 직접영역은 사업자가 직접 소유하고 통제하는 배출원에서 온실가스가 발생하는 것으로 네 가지 유형이 존재한다.

네 가지 유형에는 고정연소 배출(보일러, 버너, 엔진, 소각로 등의 연소에서 발생), 이동연소 배출(자동차, 트럭, 버스, 기차, 선박, 항공기 등의 운송에서 발생), 공정처리 배출(시멘트 공장에서의 석회생산, 석유화학공정의 촉매 분해 과정에서 발생), 탈루성 배출(잠금, 포장 장비의 균열, 폐수처리상의 유출 등에 의해서 발생)이 있다.

1차 간접영역은 사업자가 소비하는 전력 등으로 인해 발생하는 유형이다. 2차 간접영역은 직접영역과 1차 간접영역에 속하지 않는 모든 배출원이 해당된다.

| 표 2-5 | 조직경계 및 운영경계

구분	내용	
조직 경계	통제 접근법	• 기업의 통제권하에 있는 운영으로부터 나오는 온실가스 배출량을 100% 산정하는 방법
		운영통제 • 기업 혹은 종속기업 중 하나가 운영상의 정책 도입과 실행에 대한 모든 권리를 가지는 경우, 운영에 대한 통제권을 가짐
		재정통제 • 기업 혹은 종속기업이 경영활동에서 경제적 이득에 대한 재정상, 운영상 정책을 이끄는 경우, 재정통제권을 가짐
	지분 할당 접근법	• 기업이 운영상의 지분할당(소유비율)에 따라 온실가스 배출량을 산정하는 방법
운영 경계	직접 배출원 (Scope 1)	• 사업자가 직접적으로 소유하고 통제하는 배출원에서 발생하는 유형 - 고정연소 배출량: 발전터빈, 보일러, 히터, 소각로, 엔진, 난로 등과 같이 연료 연소를 통해 열, 스팀, 전력을 생산하는 과정에서의 배출량 - 이동연소 배출량: 자동차, 트럭, 기차, 비행기, 선박, 바지선 등과 같은 수송장치 연료 연소로부터의 배출량 - 공정처리 배출량: 석유화학공정, 촉매열분해에서의 CO₂, 알루미늄 용융에서의 PFC 배출량과 같은 물리적이거나 화학적 공정으로부터의 배출량 - 탈루성 배출량: 석탄더미, 폐수처리, 광산, 냉각탑, 가스공정 설비 등 비즈니스 활동 관련 탈루배출량뿐만 아니라 접합부 위, 봉인부분, 틈 메운 곳 등 의도적 및 비의도적인 배출량
	1차 간접 배출원 (Scope 2)	• 외부로부터 구입되어 사업자가 소비하는 전력 등으로 인해 발생하는 유형 • 구매된 전기를 통해 전기, 열, 스팀을 만드는 경우
	2차 간접 배출원 (Scope 3)	• 직접배출원과 1차 간접 배출원을 제외한 그 밖의 간접 배출원 - 종업원들의 출퇴근 및 출장 - 다른 조직에 의한 한 조직의 제품, 재료, 인원, 폐기물 수송 - 아웃소싱 활동, 계약 하청생산 및 프랜차이즈 - 한 조직에 의해 생산되었으나 다른 조직에 의해 관리되는 폐기물로부터 발생한 온실가스 배출량 - 전기, 증기 및 열 이외의 조직이 소비한 에너지 제품의 생산 및 유통으로부터 발생한 온실가스 배출량 - 구매된 원재료 또는 제1차 재료의 생산으로부터 발생한 온실가스 배출량

자료: WRI/WBCSD의 “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard”, 2008; 최성운, 「온실가스 배출량 인벤토리의 이해」, 에너지 기후변화 기획특집, August, 2009. 기반으로 재구성

(2) 온실가스 배출량 산정방식 결정

온실가스 배출량 산정방식은 모든 배출원에서 직접 모니터링 하는 방법과 배출원별 활동량에 배출계수를 곱하여 간접적으로 추정하는 방법, 배출원별 샘플을 추출하여 샘플에 대하여는 직접 측정하고 그 값을 가지고 전체 값을 추정하는 방법이 있다.

모든 배출원을 직접 모니터링하는 방법은 실제로 불가능하거나 비용이 너무 많이 들고, 배출계수를 곱하여 계산하는 방식은 투자비용 및 시간은 적게 들어가나 현실과 차이가 발생할 수 있다. 한편 샘플조사는 실제 측정치에 근거하므로 정확도는 높으나 샘플링 오류 발생가능성이 클 수 있다. 그러므로 사업자가 소요 비용 및 시간을 고려하고 기업의 가용 데이터 등을 고려하여 배출량 산정방식을 선정하는 것이 바람직하다.

(3) 데이터 수집 및 배출계수 선택

데이터 수집 및 배출계수의 경우 배출원별 활동량 데이터가 정확하다면 배출계수를 활용할 수 있다. 조직 내에서 온실가스 배출량 데이터를 수집하는 방법은 집중식과 분산식이 있다.

집중식은 각각의 설비를 운영하는 개별사업장 혹은 부서에서는 연료사용 데이터, 운영시간 등 활동 데이터만을 산출하여 본사의 주관부서에 보고하고 본사에서 온실가스 배출량을 계산한다.

분산식은 각각의 설비를 운영하는 개별 사업장 혹은 부서에서는 활동 데이터 및 연료 사용 데이터를 바탕으로 온실가스 배출량을 산출하여 본사 주관부서에 보고하고 본사는 이를 집계한다.

만약 활동량에 해당하는 데이터가 전사 차원에서 체계적으로 관리되지 않아 데이터가 부족하다면 활동량 추정을 통한 계산을 실시할 수 있다. 예를 들어 수송수단을 운행함으로써 발생하는 온실가스 배출량을 측정하는

경우, 일정기간 동안 운행에 소요된 유류량에 온실가스 배출계수를 곱하여 계산한다.

| 표 2-6 | 활동량 데이터가 정확할 경우의 데이터 수집

구분	사업장 단위		전체조직(본사) 단위
집중식	• 활동 데이터 산출	→	• 사업장 온실가스 배출량 계산 = 사업장 보고 활동 데이터 × 배출계수 • 전체조직 배출량 취합, 선정
분산식	• 사업장 온실가스 배출량 계산 = 사업장 보고 활동 데이터 × 배출계수	→	• 전체조직 배출량 취합, 선정

자료: 최성운, 「온실가스 배출량 인벤토리의 이해」, 에너지 기후변화 기획특집, August, 2009.

| 표 2-7 | 활동량 데이터가 부족할 경우의 데이터 수집

구분	사업장 단위		전체조직(본사) 단위
집중식	• 활동 데이터 산출	→	• 사업장 온실가스 배출량 계산 = 연료사용량(=운행거리/연비) × 배출계수 • 전체조직 배출량 취합, 선정
분산식	• 사업장 온실가스 배출량 계산 = 연료사용량(=운행거리/연비) × 배출계수	→	• 전체조직 배출량 취합, 선정

자료: 최성운, 「온실가스 배출량 인벤토리의 이해」, 에너지 기후변화 기획특집, August, 2009.

(4) 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정은 IPCC 가이드라인, GHG Protocol 웹사이트 (www.ghgprotocol.org) 등에서 제공하는 측정 툴을 활용하거나 기업 자신이 개발한 측정 방법론을 활용하여 산정할 수 있다. 대부분 온실가스 배출량 산정은 실시간 활동데이터 결과에 IPCC 가이드라인 등의 문서화된 배출계수를 적용하여 산출되고 있다. 실시간 모니터링이 어렵거나 많이 비용이

들어갈 때 연료사용량을 이용하여 산정한다. 한편 온실가스 배출량을 정량화하는 방법은 산정, 측정, 조합에 의한 방법 세가지가 있다.

| 표 2-8 | 온실가스 배출량 정량화 방법

구분	방법
산정에 의한 방법	• 온실가스 활동데이터와 온실가스 배출 또는 제거 계수의 곱 • 모델의 사용 • 특정 시설별 연관성 • 물질 수지 접근법
측정에 의한 방법	• 온실가스 배출량을 연속적 측정 • 온실가스 배출량을 간헐적 측정
산정 및 측정의 조합에 의한 방법	• 배출원의 간접측정 활동에 문서화된 온실가스 배출계수를 곱하는 방식으로 계산

자료: 에너지관리공단, 「온실가스 인벤토리 검증 가이드라인」, 2008.

(5) 전사 수준의 온실가스 배출량 집계

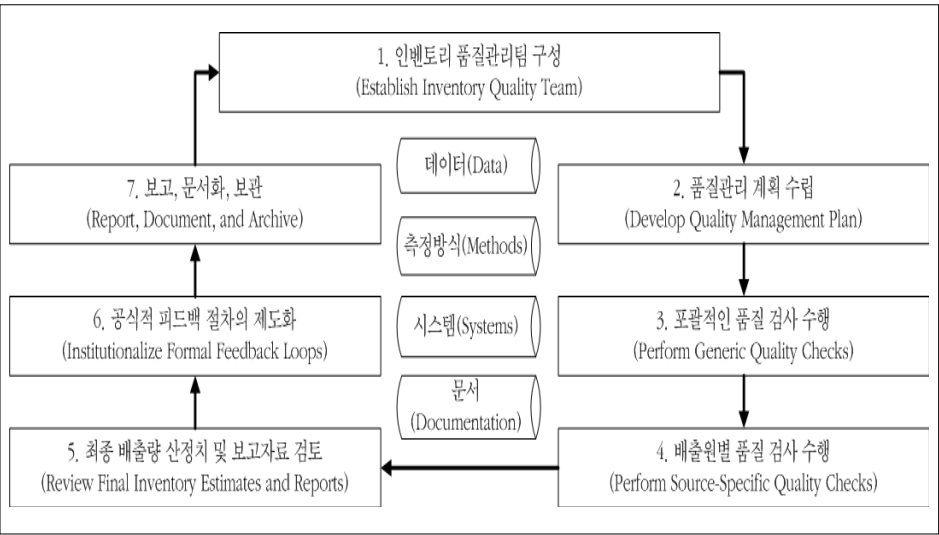
마지막으로는 전사 수준의 온실가스 배출량 집계 단계로서 중앙집중식 방식과 분산식 방식이 있다. 중앙집중식 방식은 개별 시설들이 사업활동 및 연료 사용 데이터를 전사에 보고하면 전사 차원에서 온실가스 총배출량을 측정하는 형태이다.

분산식 방식은 개별 시설들이 사업활동 및 연료 사용데이터를 수집하여 온실가스 배출량을 직접 계산하여 그 값을 전사에 보고하는 형태이다. 중앙 집중식 방식은 모든 시설이 표준화되어 있는 경우 적당하고, 분산식은 시설별 장비 종류가 다양하여 세부지식 등이 요구될 경우에 적합하다.

2) 온실가스 인벤토리 품질관리 시스템

온실가스 인벤토리에 대한 품질 관리를 하기 위해서는 i) 인벤토리를 정확하게 측정할 수 있는 방법론, ii) 배출원별 활동수준별 배출계수 및 배

출과정 등에 대한 데이터, iii) 인벤토리를 관리하기 위한 시스템, iv) 측정방식, 데이터, 시스템, 가정 등에 대한 문서가 전제되어야 한다. 온실가스 인벤토리 품질관리를 하기 위해서는 인벤토리 품질관리팀을 구성하고, 품질관리 계획을 수립하고, 품질검사를 수행한 후, 배출량 산정치 및 보고 자료를 검토하고, 피드백을 거쳐, 보고 및 기록을 해야 한다.



자료: WRI · WBCSD의 “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard”, 2008.; KMI, 「우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구」, 2009.12(부록)에서 재인용

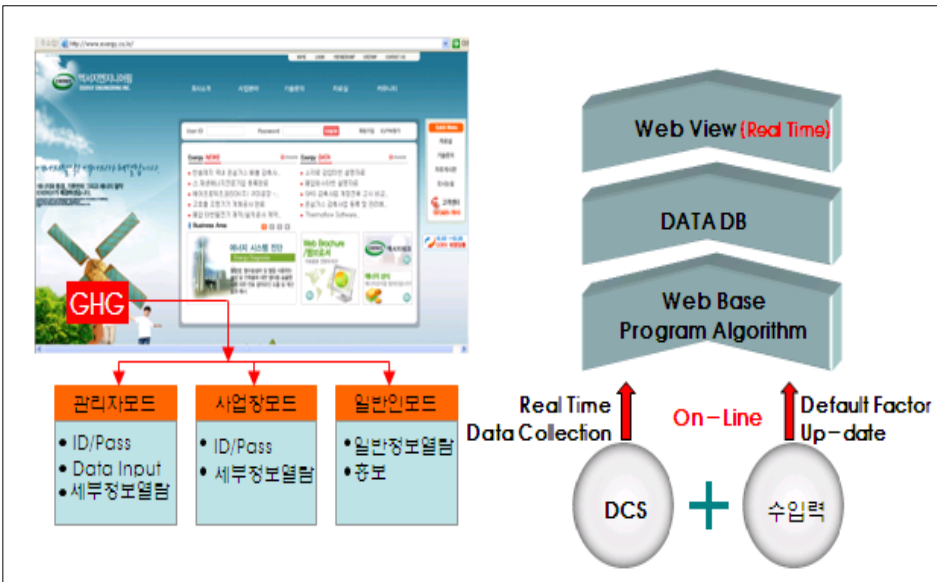
| 그림 2-3 | 온실가스 인벤토리 품질관리 시스템 개념도

3) 구축형태

온실가스 인벤토리 시스템 구축 형태는 웹기반 실시간 시스템, 프로그램 형태의 시스템, 엑셀 툴을 활용한 배출량 산정 등 세 가지다.

(1) 웹기반 실시간 온실가스 인벤토리 시스템

사업장의 실시간 데이터수집시스템(Data Collection System, DCS)을 통해 모니터링된 데이터는 웹 인터페이스를 통해 인벤토리 시스템 서버로 연결되어 데이터베이스에 저장되어 구축된 알고리즘에 따라 배출원별 온실가스 배출량을 산정한다. 이 시스템은 정확성이 높고 실시간 확인 등의 장점이 있는 반면에 높은 구축비용 및 장시간의 구축기간이 단점이다.



자료: 이충국, 「온실가스 인벤토리 소개 및 국내사례」, (주)엑서지엔지니어링, 2007. 12.

| 그림 2-4 | 웹기반 실시간 온실가스 인벤토리 시스템 개념도

(2) 프로그램 형태의 인벤토리 시스템

프로그램 형태의 온실가스 인벤토리 시스템은 웹기반 혹은 독립적인 프로그램 형태로 구축되어 각각의 담당자가 데이터를 정기적으로 직접 입력·저장하면 프로그램에서 각 데이터를 자동 취합한다. DSC가 갖추어지

지 않았거나 복수의 사업장을 가진 기업에 적당한 시스템이다.

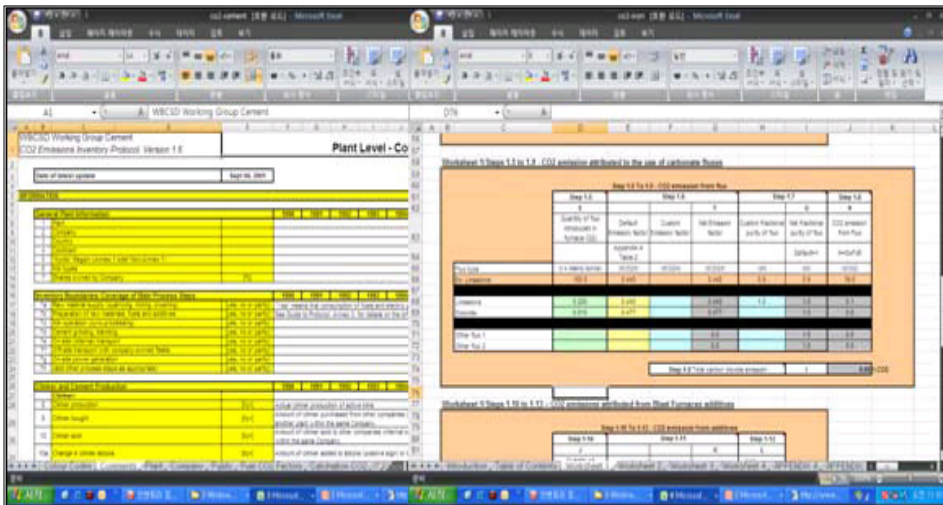


자료: 이충국, 「온실가스 인벤토리 소개 및 국내사례」, (주)엑서지엔지니어링, 2007. 12.

| 그림 2-5 | 프로그램 형태의 온실가스 인벤토리 시스템

(3) 엑셀 기반 온실가스 인벤토리 시스템

Excel 프로그램을 이용하여 총량 Base의 배출량 산정을 하며, 정부보고 등을 대응하기 위한 방법으로 구축된다. 이 시스템은 구축비용이 싸다는 장점은 있지만, 배출원별 배출량 파악이 힘들고 정확성이 낮다는 단점을 가지고 있다.

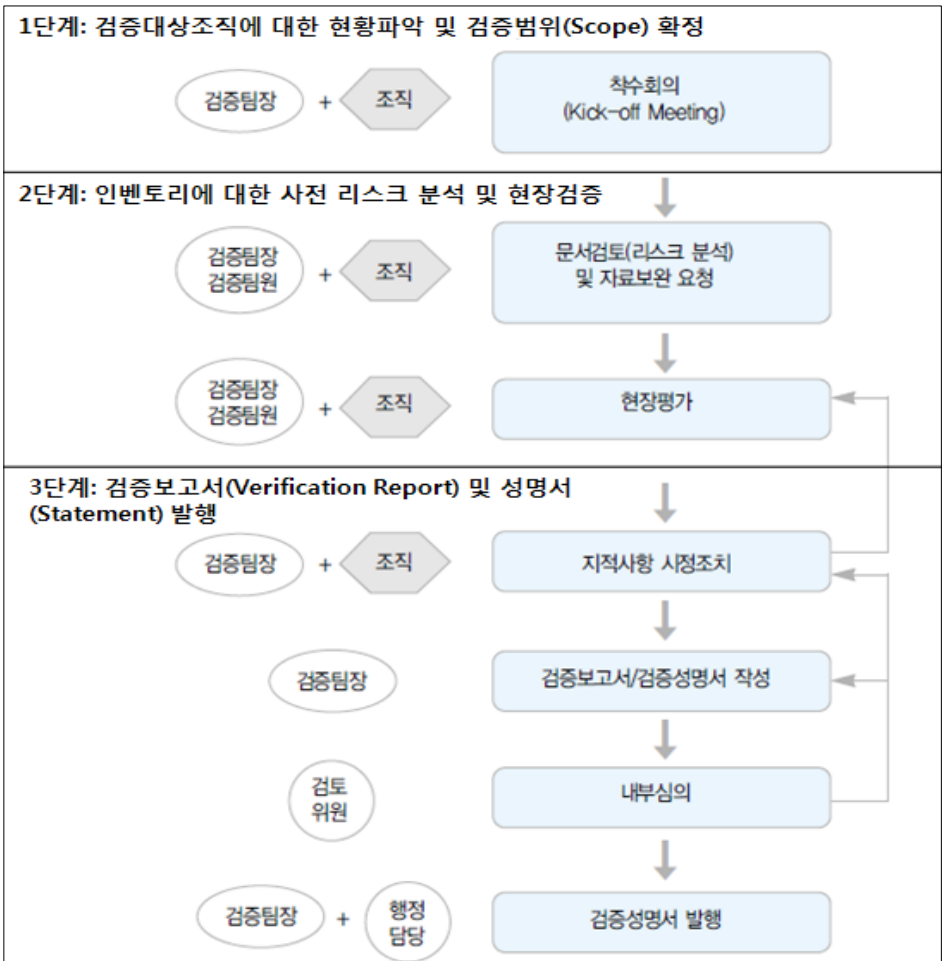


자료: 이충국, 「온실가스 인벤토리 소개 및 국내사례」, (주)엑서지엔지니어링, 2007. 12.

| 그림 2-6 | 엑셀 기반 온실가스 인벤토리 시스템 이미지

4. 인벤토리 검증체계

온실가스 인벤토리 검증이란 독립성과 전문성을 보유한 제3자 전문 검증기관이 절차에 따라 기업이 자체적으로 작성한 온실가스 인벤토리 보고서를 평가하는 것이다. 즉 기업이 자체적으로 구축한 온실가스 인벤토리를 제3자 전문기관이 검증함으로써 대외적으로 배출량 통계의 신뢰성과 객관성을 확보하게 된다. 이로 인하여 검증된 인벤토리는 국가 통계작성 및 향후 있을 배출권 거래제의 기초 자료로 활용된다. 인벤토리 검증 절차는 검증대상조직에 대한 현황파악 및 검증범위 확정, 인벤토리에 대한 사전 리스크 분석 및 현장검증, 검증보고서 및 성명서 발행 등 3단계이다.



자료: 최성운, 「온실가스 배출량 인벤토리의 이해」, 에너지 기후변화 기획특집, August, 2009

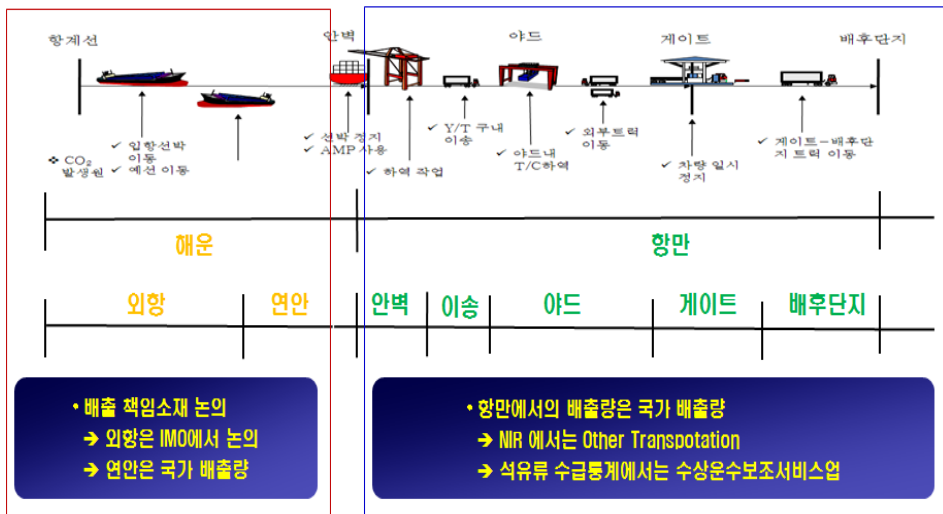
| 그림 2-7 | 인벤토리 검증 절차

제 3 장 온실가스 배출량 산정체계

1. 온실가스 배출활동 분석

1) 온실가스 배출원 규명(경계 설정)

일반적으로 온실가스 배출원은 기계 등 공정설비 기준으로 기술하나, 선박부문은 교통부문의 배출원은 배출활동으로 정의한다. 선박의 배출시설은 수상항해선박, 어선, 기타선박 등 단위선박이 기준이 된다. 선박은 주로 디젤 엔진 또는 증기나 가스터빈 등 연료 연소에 의해 온실가스가 발생한다. 즉 선박으로 배출되는 온실가스는 선박의 운항횟수, 운항 조건, 엔진 효율, 운항거리, 운항단계별 운항시간, 연료 종류, 운항속도 등 배출활동에 따라 달라진다. 그러므로 선박에서 발생하는 온실가스 배출원은 단위 선박별 배출활동으로 분류하여 정의한다.



자료: KMI, 「교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문」, 2011.

| 그림 3-1 | 연안해운 온실가스 배출활동별 배출량 경계 설정

연안해운에서 배출되는 온실가스는 출항항만의 부두에서 도착항만의 부두까지의 작업과정에서 발생된다. 즉 출항항만에서 출항, 출항항만과 도착항만 간의 해상운송, 도착항 입항 전 정박 및 대기, 입항 및 부두 접안 동안 온실가스가 배출되고 있다.

연안해운의 온실가스 배출량은 직접적으로는 출항지에서 도착지까지의 해상구간 운송, 선박의 정박 및 대기, 선박의 이·접안, 입출항 시 항내 이동 등에서 발생한다. 간접적으로 배출되는 것은 정박지에서의 도선서비스, 항로를 벗어난 해상구역에서의 급수, 급유, 물품공급 부분이다. 그런데 간접활동 중 급수(항만용역업), 선박급유업, 물품공급업은 항만운송사업법상 항만운송관련사업으로 분류되므로 해운부문 온실가스 배출원에서 제외한다.

표 3-1 | 연안해상교통 운영경계(직·간접 배출원)

구분	직접배출원	간접배출원
연안해상교통 운영경계	○ 해상구간 운송 ○ 선박의 정박 및 대기 ○ 선박의 이·접안 ○ 입출항시 항내 이동	○ 도선서비스

자료: KMI, 「교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리 시스템 부문」, 2011.

2) 온실가스 배출활동 분류체계

(1) 대상선박 수준별 분류체계

연안해운 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 대상 선박을 운항구역, 운항대상, 선종, 톤급 및 선령, 연료유 종류 등 위계를 갖고 체계적으로 분류해야 한다.

| 표 3-2 | 연안해상교통 수준별 온실가스 배출량 분류체계

구 분	분류기준	내 용
제1수준	운항구역	• 내항: 국내항과 국내항간
제2수준	선박종류	• 여객선 • 화물선
제3수준	선박용도	• 여객선 ✓ 일반여객선(초쾌속선, 쾌속선, 고속선, 일반선) ✓ 차도선 ✓ 카페리 • 화물선 ✓ 컨테이너선 ✓ 시멘트운반선(전용선 및 용선) ✓ 철강제품운반선(전용선, 로로선, 부선) ✓ 모래운반선 ✓ 유조선(제품운반선, 가스운반선, 케미칼운반선, LPG운반선, 아스팔트운반선) ✓ 예부선 ✓ 일반화물선 ✓ 기타 선박(폐기물운반선, 공사자재운반선)
제4수준	운송대상	• 사람(사람이 소유하는 차량 및 화물 포함) • 화물
제5수준	선령/톤급	• 여객선: 선령 • 화물선: 톤급

자료: KMI, 「교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문」, 2011.

제1수준은 운항구역으로 분류하는 것으로 국내항과 국내항간을 운항하는 내항선을 대상으로 한다. 제2수준은 운송대상에 따른 분류로 주로 사람(일부는 차량 및 화물을 포함)을 운송하는 여객선과 화물을 운송하는 화물선으로 구분한다. 제3수준은 여객선 및 화물선을 세부적인 선박 종류로 구분하는 것으로 여객선에는 일반여객선(초쾌속선, 쾌속선, 고속선, 일반선이 포함), 차도선, 카페리가 있으며, 화물선은 시멘트운반선, 철강제품운반선, 모래운반선, 컨테이너선, 유조선(제품운반선, 가스운반선, LPG 운반선, 케미칼운반선, 아스팔트운반선 등), 예부선, 일반화물선, 기타선박 등이 있

다. 제4수준은 운송대상으로 분류하는 것으로 주로 사람(일부는 차량 및 화물을 포함)과 화물로 구분할 수 있다. 카페리의 경우 사람 및 화물을 운송한다. 제5수준은 선박 톤급 또는 선령으로 다시 구분하는 것이다. 일반적으로 여객선은 선박 톤수가 크지 않은 경우가 대부분이므로 선령으로 분류하고, 화물선은 톤급이 매우 다양하므로 톤급으로 세분한다.

(2) 배출활동별 분류체계

연안해운 온실가스 배출활동은 해상구간 운항, 항내 이동, 선박 이·접안, 선박의 정박 및 대기 등으로 구분된다. 그리고 온실가스 배출량은 원칙적으로 배출활동별로 구분하여 직접 측정·산정하는 것이 가장 정확하나, 정확한 측정이 불가능할 경우 일반적으로는 배출활동별로 소요되는 연료량을 기준으로 산정한다. 배출활동별로 사용하는 연료가 다른데, 일반적으로 선박이 운항중이거나 항내 이동시에는 중유(B-C, MDO, MF 등)를 사용하고, 정박 및 대기, 접안 시에는 경유를 사용한다.

표 3-3 | 배출활동별 온실가스 배출 분류체계

구 분	분류계층				배출활동	사용 연료
	제1수준	제2수준	제3수준	제4수준		
여 객	내 항	여객선	카페리	사 랑	운 항	경유
					항내이동	경유
					접 안	경유
				화 물	운 항	경유
					항내이동	경유
					접 안	경유
	내 항	여객선	차도선	사 랑	운 항	경유
					항내이동	경유
					접 안	경유
				화 물	운 항	경유
					항내이동	경유
					접 안	경유

| 표 3-3 | 배출활동별 온실가스 배출 분류체계(계속)

구 분	분류계층				배출활동	사용연료
	제1수준	제2수준	제3수준	제4수준		
	내 항	여객선	일반선 고속선 쾌속선 초쾌속선	사 랑	운 항	경유
					항내이동	경유
					접 안	경유
화 물	내 항	화물선	컨테이너선	컨화물	운 항	중유
					정박/대기	중유
					항내이동	중유
					접 안	경유
	내 항	화물선	시멘트 운반선	시멘트	운 항	중유
					정박/대기	중유
					항내이동	중유
					접 안	경유
	내 항	화물선	철강제품 운반선	철제품	운 항	중유
					정박/대기	중유
					항내이동	중유
					접 안	경유
	내 항	화물선	유조선	석유 제품	운 항	중유
					정박/대기	중유
					항내이동	중유
					접 안	경유
				가스/ LPG	운 항	중유
					정박/대기	중유
					항내이동	중유
					접 안	경유

자료: KMI, 「교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문」, 2011.

2. 배출활동별 온실가스 배출량 산정방법 및 자료수집 방법

1) Tier별 배출량 산정방법

Tier 1 산정방법은 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 기본 배출계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이다. Tier 1에서는 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.⁵⁾

| 표 3-4 | Tier 1: 에너지소비량을 이용한 방법

$$E_{i,j} = \sum (Q_{ik} \times EC_i \times EF_{ij} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

i, j : 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량($\text{CO}_2\text{-e ton}$)

Q_i : 연료 종류 (i)의 연료 소비량(ℓ)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량($\text{MJ} / \ell\text{-연료}$)

EF_{ij} : 연료 종류 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

($\text{CO}_2 = 1, \text{CH}_4 = 21, \text{N}_2\text{O} = 310$)

i : 연료 종류

자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호)

Tier 2 산정방법은 국가 고유 배출계수를 이용하여 선박 종류, 연료 종류, 엔진 종류에 따라 배출량을 산정하는 방법이다. 즉 Tier 2는 기술적 분류에 의한 방법이다. 선박 운항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류(저속, 중속, 고속엔진)별 연료 사용량을 활동자료로 사용하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.⁶⁾

5) 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호).

6) 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호), 2012.11.

| 표 3-5 | Tier 2: 국가 고유 배출계수를 이용한 방법

$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$ $E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-e ton) $Q_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진종류 (l)의 연료소비량(ℓ) EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ / ℓ-연료) $EF_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진 종류 (l)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수 (kg/TJ) $F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310) i : 연료 종류 k : 선박 종류 l : 엔진 종류

자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호)

Tier 3 산정방법은 실제 운항 정보를 기반으로 작성하는 것으로 선박엔진에 대한 제원, 연료사용, 가동주기 등 선박 운항 정보에 대한 수집이 가능할 때 사용가능하다. Tier 3는 선박활동도를 이용한 방법이다. 이 방법에 의해 선박의 온실가스 배출량은 개별 선박별 운항에 있어서 운항 모드—항만 선착장 접근, 항만 정박, 항만 출발, 항해—에 따른 연료소비와 내연기관에 의한 대기배출물질의 배출패턴을 파악하고 실제 배출량을 측정한다. 즉 실제 배출량을 측정하기 위해서는 선박별 운항자료 수집, 항만간 이동 거리 및 항로 특성 파악, 선박 제원에 대한 자료 수집, 선박종류 및 기관·엔진 종류별 운항시간·항만정박시간·연료소비량 등을 조사해야 한다. 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.⁷⁾

7) 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호)

| 표 3-6 | Tier 3: 선박운항을 고려한 방법

$$E_{b,m,j,y,z} = N_{b,m,j,y,z} \times HRS_{b,m,j,y,z} \times P_{b,m,j,y,z} \times LF_{b,m,j,y,z} \times EF_{b,m,j,y,z}$$

E : 연료소모량 or 배출량 N : 척수
 P : 선박 출력(kWh) LF : 부하율(load factor)
 HRS : 연간가동시간(annual sailing hours) EF : (SFOC or 배출계수-g/kWh)
 b : 선박 종류 m : 연료 종류
 j : 기관 종류 y : 기관용량 종류 z : 기술적용 종류
* SFOC : 연료소비율(Specific Fuel Oil Consumption)

자료: 국토해양부·교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12.

2) Tier별 배출계수

국내외 선박 온실가스 배출계수는 일반적으로 온실가스별 연료 소모량으로 표시된다. 국내외 선박에 대한 온실가스 배출계수는 주로 IPCC 가이드라인 값을 사용한다. 각국마다 연료 품질이 다르기 때문에 그 값의 차이는 존재한다. 하지만 CO₂의 경우 연료의 탄소함량을 이용한 배출계수 산정 후 배출량을 산정한 결과와 배출농도 실측을 통한 배출량 산정 결과치가 상당히 비슷하다. 그러므로 Tier 1수준에서는 IPCC 가이드라인의 값을 활용하여 사용할 수 있다. 이에 국내의 선박 온실가스 배출계수는 IPCC 기본값을 사용한다.

Tier 1의 선박부문 배출계수(kg/TJ)는 IPCC 가이드라인(2006)의 기본 배출계수를 사용한다.

| 표 3-7 | 선박부문 Tier 1 배출계수(Kg/TJ)

구 분		유종별 CO ₂ 배출계수(kg/TJ)
휘발유		69,300
등 유		71,900
경 유		74,100
중질유		77,400
LPG		63,100
기타유	정제가스	57,600
	파라핀왁스	73,300
	백 유	73,300
	기타석유제품	73,300
천연가스		56,100
구 분	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O(kg/TJ)
선 박	7	2

자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호); 원자료는 「2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인」.

Tier 2의 선박부문 배출계수는 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제46조 제2항⁸⁾에 따라 연료 종류, 선박 종류, 엔진 종류별로 특성화된 국가 고유 배출계수를 사용한다.

8) 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제46조(배출계수 등의 활용) 제2항: 관리업체가 산정등급 2(Tier 2)에 따라 배출량 등을 산정·보고하는 경우에는 센터가 확인·검증하여 공표하는 국가 고유 배출계수 등을 활용한다. 다만, 연료별 국가 고유 발열량 값은 별표 19를 우선적으로 활용한다.

| 표 3-8 | Tier 2 국가 고유 발열량 계수

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	44.9	42.2
휘발유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	32.6	30.3
등유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	36.8	34.3
경유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	37.7	35.3
B-A유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	38.9	36.4
B-B유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	40.5	38.0
B-C유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	41.6	39.2
프로판	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄	MJ/kg	TJ/Gg	49.6	45.6
나프타	MJ/ℓ	TJ/1000m³	32.3	30.3
용제	MJ/ℓ	TJ/1000m³	33.3	31.0
항공유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	36.5	34.1
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.5	39.2
윤활유	MJ/ℓ	TJ/1000m³	39.8	37.0
석유코크	MJ/kg	TJ/Gg	33.5	31.6
부생연료1호	MJ/ℓ	TJ/1000m³	36.9	34.3
부생연료2호	MJ/ℓ	TJ/1000m³	40.0	37.9
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.6	49.3
도시가스(LNG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	43.6	39.4
도시가스(LPG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	62.8	57.7
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	18.9	18.6
수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	24.7	24.4
유연탄(연료용)	MJ/kg	TJ/Gg	25.8	24.7
유연탄(원료용)	MJ/kg	TJ/Gg	29.3	28.2
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	22.7	21.4
코크스	MJ/kg	TJ/Gg	29.1	28.9
전력(발전기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	8.8	8.8
전력(소비기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	9.6	9.6

주: “총발열량”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.

자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제46조 제2항 별표 19

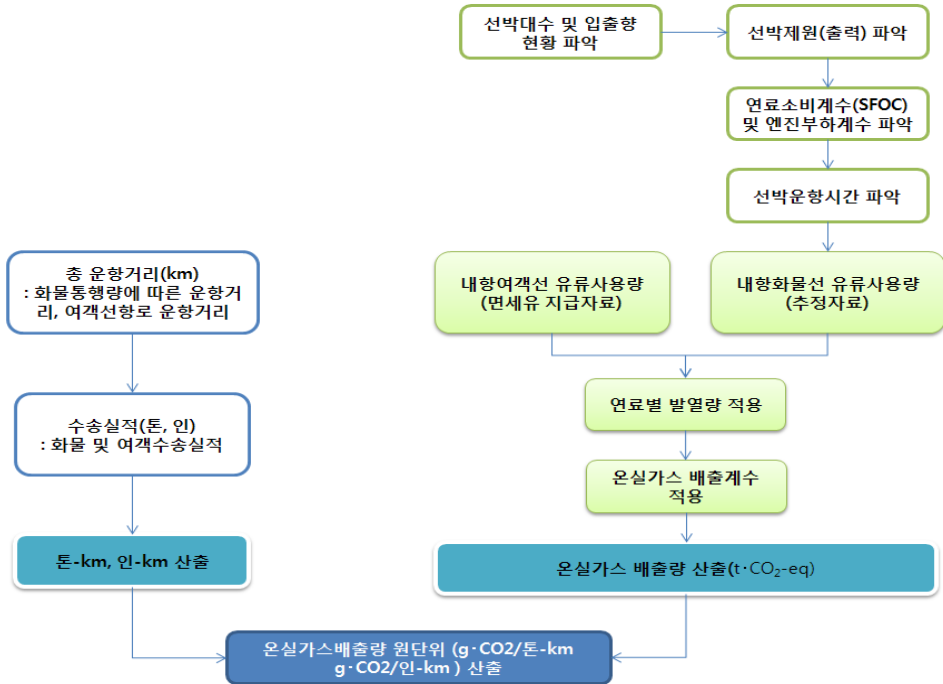
Tier 3의 배출계수는 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제47조(시료의 시험·분석방법 및 기준) 규정에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다. 즉 연안해운 부문에서 Tier 3 수준의 온실가스 배출계수를 구하기 위해서는 세부 선종별로 모든 선박에 대한 배출계수를 개발하여 적용해야 한다.

한편 Non-CO₂(CH₄, N₂O)는 연료의 탄소함유량만으로는 실측값과 유사한 결과값을 얻을 수 없다. 그 이유는 선박 기술과 연료 및 운영 특성에 따라 크게 달라지기 때문이다. 그러므로 Non-CO₂ 인자는 Tier 2 혹은 Tier 3 수준의 배출계수를 개발하여 적용해야 한다.

3) 온실가스 배출량 산정 프로세스 및 자료수집 방법

연안해운의 온실가스 배출량 산정 지표는 화물 및 여객 수송실적(톤-km, 인-km)당 CO₂ 배출량으로 표현된다. 즉 1톤의 화물 및 1인의 여객을 1km 수송하는 데 배출되는 CO₂ 배출량을 의미한다.

연안해운 온실가스 배출량 산정 지표인 $g \cdot CO_2/\text{톤-km}$ 와 $g \cdot CO_2/\text{인-km}$ 는 내항여객선 및 내항화물선의 유류소비량을 이용한 CO₂ 배출량, 화물 및 여객의 총 수송실적으로 산출된다.



| 그림 3-2 | 연안해운 온실가스 배출량 산출 프로세스

(1) 내항화물선 유류사용량 추정

내항화물선은 별도의 유류통계나 취합자료가 존재하지 않기 때문에 개별 선박운항자료를 기반으로 추정해야 한다. 즉 Tier 1 단계의 유류사용량은 전체 유류사용량으로 추정하는 Top-down 방식이다. 내항화물선의 유류소비량 총량은 대한석유공사의 석유류 수급통계 상의 “내항선박 유류소비량 - 내항여객선 유류소비량(면세유 지급자료)”으로 계산한다. 그 다음 내항화물선의 운항자료를 기반하여 선종별, 항만별 유류소비량을 할당한다. 즉 선종별, 항만별 유류소비량은 등록선박 대수 및 개별선박에 대한 선종, 기관형태, 엔진부하에 대한 활동자료, 연간 운항시간 등을 고려하여 연료사용량을 추정한 후 온실가스 배출량을 산정한다.

| 표 3-9 | 내항화물선 선종별 및 항만별 연료소비량 추정

$$\begin{aligned}
 & \text{내항화물선 연료소비량 추정 (톤/년)} \\
 & = \Sigma \text{선박척수} \times \text{평균출력(kW)} \times \text{운항시간(hr)} \times \text{SFOC(g-fuel/kWh)} \\
 & \quad \times \text{부하계수(\%)} \times 106 \\
 & * \text{SFOC: 연료소비율(Specific Fuel Oil Consumption)}
 \end{aligned}$$

자료: 국토해양부 및 교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12.

한편 Tier 2 단계의 선박별 유류 사용량을 측정하기 위해서는 개별 선박별 운항자료를 기반으로 연료 소비량을 추정하여 계산해야 한다. 내항화물선 운항 자료를 기반으로 한 연료소비량 추정을 위해 필요한 자료는 등록대수 및 입출항 현황, 선박제원, 부하계수 및 연료소비계수, 선박운항시간 등이다. 이들 자료를 획득하기 위해서는 한국해운조합의 내항화물운송 산업등록업체, 국토해양부 통계연보뿐만 아니라 Port-MIS 자료 등을 참조해야 한다.

| 표 3-10 | 내항화물선 유류사용량 추정을 위한 자료 수집 방법

구분	자료수집 방법
등록대수 및 입출항 현황	• 내항화물선 등록대수 - 한국해운조합 ‘내항화물운송사업 등록업체’ • 내항화물선 입출항 현황 - 국토해양부 국토해양수산통계연보 - Port-MIS의 각 항만별 입출항 현황
선박제원	• 내항화물선 선박제원(총톤수, 출력) 분석 - 한국해운조합 내항화물운송사업등록업체 - 선박안전기술공단, 한국선급의 선박 검사등록 DB
부하계수	• 운항모드별 부하율 - MEET(1999)-Fourth Framework program, Strategic Research, DG VII
연료소비계수	• 엔진형태, 최대부하율 등 엔진기술에 영향 - IMO, 2010. Report of the Working Group on Energy Efficiency Measures for Ships.
선박운항시간	• 선박운항시간 추정 - 한국교통연구원 ‘전국 지역간 화물 통행량 분석’ - 선종별 운항거리+선속

자료: 국토해양부 및 교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12.

(2) 내항여객선 유류사용량 추정

내항여객선은 면세유를 사용하기 때문에 면세유를 공급하는 기관인 한국해운조합에서 제공하는 여객선의 유류사용량을 파악해야 한다. 즉 내항 여객선의 유류사용량은 한국해운조합에서 지급하고 있는 면세유 사용실적⁹⁾ 자료를 기반으로 선종별, 경로별, 항만별 배출량 산정이 가능하다.

| 표 3-11 | 내항여객선 유류사용량 추정을 위한 자료 수집 방법

구분	자료수집 방법
유류소비량	◦ 연안여객선 유류소비량 - 한국해운조합의 면세유 사용실적(지급자료)

9) 「조세특례제한법」(제106조의2 제1항2호)

(3) 온실가스 배출량 산정(tCO₂-eq)

Tier 1의 에너지소비량(유류사용량)을 기준으로 한 온실가스 배출량 산정을 위해 필요한 자료는 연료별 발열량 및 온실가스 배출계수 등이다.

| 표 3-12 | 내항여객선 및 화물선 온실가스 배출량 산정을 위한 자료수집 방법

구분	자료수집 방법
연료별 발열량	◦ 에너지기본법
온실가스 배출계수	◦ IPCC(2006) 기본 배출계수

한국해운조합에서 확보된 내항여객 유류사용량(활동자료), 에너지기본법의 발열량, 2006 IPCC Guideline의 기본 배출계수인 온실가스 배출계수를 활용하여 Tier 1 산정방법을 적용하여 선종별, 항만별, 톤급별, 선령별 온실가스 배출량을 구할 수 있다. 예를 들어 내항여객선에 대한 선종별 온실가스 배출량 산정결과는 <표 3-13>과 같다.

| 표 3-13 | 내항여객선 선종별 온실가스 배출량 산정 예시

1수준	2수준	3수준	4수준	연료	활동자료 (에너지 사용량)	발열 계수	CO ₂ 배출계수	CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수	온실가스 배출량			
					L(디젤), mwh(전기)	MJ/ℓ	CO ₂ kg/TJ (디젤), CO ₂ kg/mwh (전기)	CO ₂ kg/TJ (디젤), CO ₂ kg/mwh (전기)	CO ₂ kg/TJ (디젤), CO ₂ kg/mwh (전기)	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	CO ₂ eq ton
내항	여객	일반선	일반 항로	경유	974,160	35.40	74,100	7	2	2,555,358	241	69	2,582
내항	여객	고속선	일반 항로	경유	1,857,282	35.40	74,100	7	2	4,871,911	460	131	4,922
내항	여객	차도선	보조 항로	경유	3,961,008	35.40	74,100	7	2	10,390,279	982	280	10,498
내항	여객	패속선	일반 항로	경유	5,664,254	35.40	74,100	7	2	14,858,131	1,404	401	15,012
내항	여객	카훼리	일반 항로	경유	56,438,298	35.40	74,100	7	2	148,045,557	13,985	3,996	149,578

자료: KMI, 「교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문」, 2011.

(4) 온실가스 배출량 원단위 산정

연안해운 부분의 온실가스 배출량 원단위는 화물 또는 여객 수송실적 (톤·km, 인·km)당 CO₂ 배출량으로 표현된다. 이러한 온실가스 배출량 원단위(gCO₂eq./톤·km, gCO₂eq./인·km)는 연안해운 분야 물류체계 효율을 평가하는 주요한 요소로 작용할 수 있다.

연안해운(내항여객선 및 내항화물선)의 원단위 온실가스 배출량의 산정방법은 온실가스 배출량을 내항화물선 및 내항여객선의 수송실적으로 나누어서 계산한다.

표 3-14 | 내항여객선 및 내항화물선 온실가스 배출량 원단위 산정방법

구분	수식
내항여객선의 온실가스 배출량 원단위(gCO ₂ eq./인·km)	$= (\text{온실가스 배출량(톤CO}_2\text{eq.)} \times 10^6) \div \text{내항여객선 수송실적(인} \cdot \text{km)}$
내항화물선의 온실가스 배출량 원단위(gCO ₂ eq./톤·km)	$= (\text{온실가스 배출량(톤CO}_2\text{eq.)} \times 10^6) \div \text{내항여객선 수송실적(톤} \cdot \text{km)}$

자료: 국토해양부 및 교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12.

내항화물선의 수송실적은 한국교통연구원에서 매년 발간하는 ‘전국 지역간 화물 통행량 분석’ 자료를 가지고 계산한다. 내항여객선의 수송실적은 국토해양부 ‘국토해양수산통계연보’의 국내 여객 수송실적을 활용한다. 한편 내항여객선의 항로별, 항만별 등의 운송실적을 계산하기 위해서는 한국해운조합의 항로별, 항만별 운송실적을 가지고 계산한다. 내항화물선의 항로별, 항만별 운송실적은 개별사업자를 대상으로 한 직접조사 등을 통해 수집 가능하다.

| 표 3-15 | 내항여객선 및 화물선 수송실적 자료 수집 방법

구분	자료수집 방법
수송실적	• 내항화물선 수송실적 - 한국교통연구원의 ‘전국 지역간 화물 통행량 분석’ - 항만별 수송실적은 개별사업자 직접조사 • 내항여객선 수송실적 - 국토해양부 국토해양수산통계연보상의 국내 여객수송 실적 자료 - Port-MIS의 각 항만별, 선종별 입출항 현황 - 한국해운조합의 항로별, 항만별 등의 수송실적 자료 - 한국해운조합의 내항여객선 항로현황 및 연간 운항거리

자료: 국토해양부 및 교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12. 기반으로 재정리

내항여객선의 온실가스 배출량 원단위를 계산하기 위해서는 수송실적 및 온실가스 배출량이 산정되어야 하며 그 값을 가지고 앞에서 설명한 원단위 산정방법에 따라 계산하며, 그 결과 예시는 다음과 같다.

| 표 3-16 | 내항여객선 온실가스 배출량 원단위 산정결과 예시

1수준	2수준	3수준	연료	수송실적	온실가스 배출량	온실가스 배출량 원단위	활동자료 출처
				인-km	톤CO ₂ eq	kgCO ₂ /인 · km	
내항	여객	일반선	경유	11,351,036.93	4,728.00	0.00041653	개별선사
내항	여객	고속선	경유	17,026,555.39	7,058.00	0.00041453	개별선사
내항	여객	차도선	경유	205,129,453.06	85,290.00	0.00041579	개별선사
내항	여객	쾌속선	경유	36,485,475.84	15,012.00	0.00041145	개별선사
내항	여객	초쾌속선	경유	180,805,802.50	75,252.00	0.00041620	개별선사
내항	여객	카훼리	경유	359,990,028.29	149,678.00	0.00041578	개별선사

자료: KMI, 『교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문』, 2011.

3. 온실가스 배출량 산정 사례: 연안해운

1) 관리 대상 업체 선정

국토해양부는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 및 시행령 제29조 제1항에 따라 최근 3년 평균 온실가스 배출량과 에너지 소비량이 법정 기준량 이상인 업체를 온실가스·에너지 목표 관리 대상업체로 관리하고 있다. 이에 국토해양부는 2012년 3월에서 5월 동안 내항여객 및 화물운송업체 총 775개사 2,181척 중 1,208척(부산 973척 제외)에 대해 최근 3년간(2009~2011년) 연도별 연료유 소비량을 조사했다.

표 3-17 | 온실가스 배출량 일제조사 대상

구분	총계			여객선			화물선		
	업체수	척수	보유톤수	업체수	척수	보유톤수	업체수	척수	보유톤수
2009	801	2,265	1,823,392	69	164	78,550	732	2,101	1,744,842
2010	784	2,230	1,870,663	65	166	78,787	719	2,064	1,791,876
2011	775	2,181	1,956,031	67	168	99,956	708	2,013	1,856,075
평균	786	2,225	1,883,362	67	166	257,293	719	2,059	1,797,597

자료: 국토해양부, 선박안전기술공단, 『연안해운 에너지 소비량 및 온실가스 배출량 일제조사 결과』, 2012.

조사대상 내항여객선 및 내항화물선에 대한 조사결과 2012년 관리업체 선정기준에 해당하는 연안해운 업체가 없었다.

한편 2014년 온실가스·에너지 목표관리 강제 목표 대상이 되는 후보 선사는 쌍용해운, (주)한진, 동양시멘트 3개사다. 이중 국토해양부의 감축 관리 대상 선사는 쌍용해운이다.¹⁰⁾ 현재 선박안전기술공단이 쌍용해운의 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 조사·분석·관리 등 정부 대행업무를

시행할 예정이다. 이에 2013년 쌍용해운 모든 선박에 대한 선종별, 항로별 (항만별), 선령별, 톤급별 등으로 상세한 내항화물선에 대한 유류사용량 및 온실가스 배출량이 조사·산정될 것이다. 그리고 이러한 실측을 통해 Tier 2단계의 연안해운 배출계수 등을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

| 표 3-18 | 단계별 관리업체 선정 기준

적용시기	에너지 소비량 기준	연간 선박연료(HFO)* 사용량
	온실가스 배출량 기준	
2011.12.31까지	500 TJ	12,376톤
	125 Kton CO ₂ -eq	40,136톤
2012.1.1이후	350 TJ	8,663톤
	87.5 Kton CO ₂ -eq	28,095톤
2014.1.1이후	200 TJ	4,950톤
	50 Kton CO ₂ -eq	16,054톤

주: 선박연료유(HFO)의 CO₂ 배출량 환산계수(CO₂/FUEL)는 3.1144 (MEPC.1/Circ.684 Appendix)
 자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 별표5

2) 연안해운 온실가스 배출량 산정 결과

국토해양부 주관으로 시행하는 연안해운 에너지 소비량 및 온실가스 배출량 일제조사는 지방해양항만청과 선박안전기술공단이 주축이 되어 실시한다. 이 조사에서 내항여객선의 유류사용량을 산출하기 위해 한국해운조합의 면세유 사용 실적을 조사하고, 내항화물선에 대해서는 지방항만청과 선박안전기술공단이 조사표 작성을 통한 직접조사를 실시한다. 조사표

10) 한진과 동양시멘트는 지식경제부 관할의 온실가스 감축목표 대상이다. 쌍용해운의 보유선박은 18척, 총톤수는 9만 7,534톤, 에너지 사용량은 891TJ, 온실가스배출량은 63ktCO₂-eq이다(자료: 『해양한국』 2012.10.30일자, 「연안해운 온실가스 감축활동 본격 시동」).

미제출 선사에 대해서는 IMO 방법을 활용한 추정조사를 실시하고 있다.

2011년 연안해운 에너지 소비량 및 온실가스 배출량 일제조사를 실시한 후 『온실가스·에너지 목표 관리 운영 등에 관한 지침』의 온실가스 배출량 산정방법에 따라 온실가스 배출량을 계산했다. 그 결과 2011년 기준 연안해운 전체 에너지 소비량은 지난 3년간 연평균 3% 정도 증가하고 있다. 한편 연안해운 온실가스 배출량 원단위는 온실가스 배출량을 수송실적으로 나누는 등 온실가스 배출량 원단위 산정방법에 따라 계산한다.

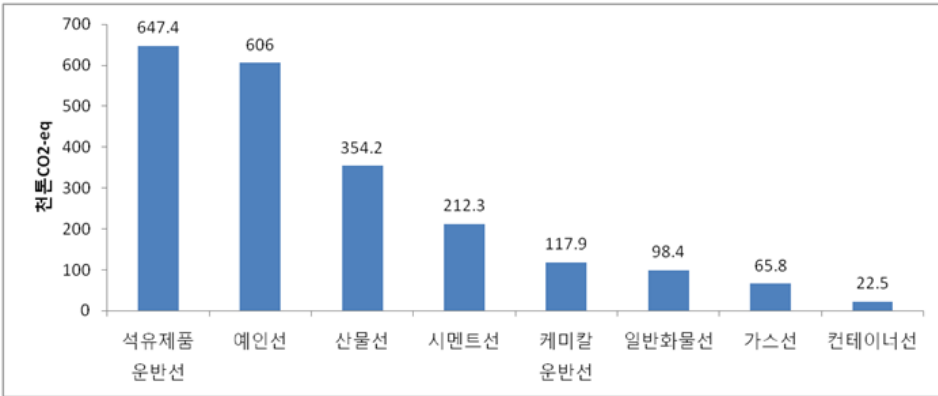
현재 정부 공식으로 발표된 연안해운 온실가스 배출량은 교통안전공단이 2011년 12월에 발표한 값(2009년 기준)이다. 연안해운 온실가스 배출량은 연간 2,470천톤CO₂-eq(2009년)인데 그 중 내항화물선의 배출량은 2,124천톤 CO₂-eq(86%)이고, 내항여객선의 배출량은 345.9천톤CO₂-eq(14%)이다.

표 3-19 | 연안해운 온실가스 배출량(2009년 기준)

구분	에너지 소비량(TJ)	온실가스 배출량(천톤CO ₂ -eq/년)
화물선	27,834	2,124
여객선	2,682	346
소계	30,516	2,470

자료: 교통안전공단, 『선박부문 온실가스 배출량 조사: 연안화물선 및 여객선의 온실가스 환경 지표 조사』, 2011. 12.

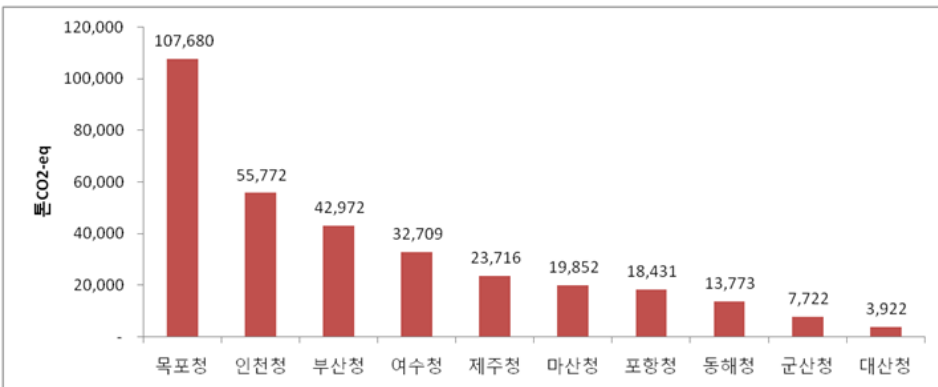
내항화물선의 온실가스 배출량은 선종별 운항자료를 가지고 IPCC 기본 배출계수를 이용하여 산정한다. 내항화물선 중에서 가장 많은 온실가스를 배출하는 선종은 석유제품운반선(30.5%), 예인선(28.5%), 산물선(16.7%), 시멘트선(10.0%) 등의 순이다.



자료: 교통안전공단, 『선박부문 온실가스 배출량 조사: 연안화물선 및 여객선의 온실가스 환경지표 조사』, 2011. 12.

| 그림 3-3 | 내항화물선 선종별 온실가스 배출량

내항여객선의 온실가스 배출량을 산정하기 위하여 한국해운조합의 면세유 수급자료 및 IPCC 기본 배출계수를 이용하여 산정한다. 내항여객선이 입출항하는 항만 중 가장 많은 온실가스를 배출하는 해양항만청은 목포청(33.0%), 인천청(17.1%), 부산청(13.2%), 여수청(10.0%), 제주청(7.3%) 등의 순이다.



자료: 교통안전공단, 『선박부문 온실가스 배출량 조사: 연안화물선 및 여객선의 온실가스 환경지표 조사』, 2011. 12.

| 그림 3-4 | 내항여객선 항만별 온실가스 배출량

제 4 장 국내외 유사사례 분석

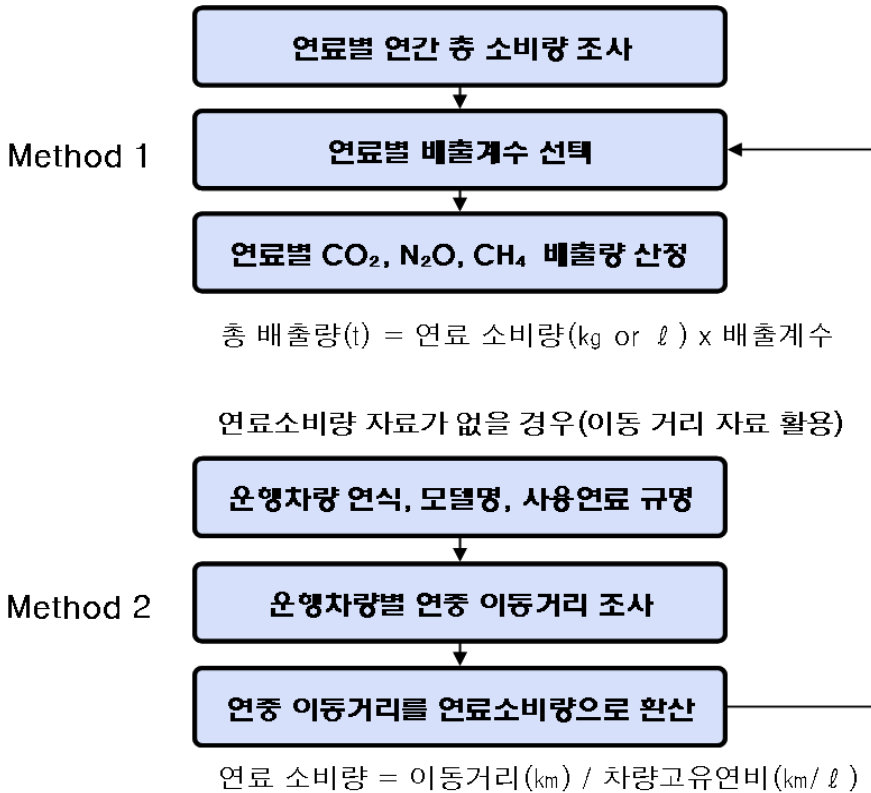
1. 국내 사례

1) 도로수송

우리나라의 경우 주행속도에 따른 배출계수는 한국에너지기술연구원
에서 2001년 수행된 ‘자동차 오염물질 배출량 산정연구’에서 제시된 속도
별 주행모드를 이용하여 환경부 국립환경과학원에서 산출한 차종에 따른
차속별 배출계수(Tier 3)가 제시되고 있다.

환경부(대기오염물질 배출량 산정방법 편람 2007. 8. 국립환경과학원)
에서 제시하고 있는 도로이동오염원 배출량 산정을 위한 인자(Activity)로
차종, 연료형태, 일일평균 주행거리, 도로별 평균 주행속도, 행정구역별 및
차령별 자동차 등록대수, 도로별 교통량 측정 자료, 권역배분을 위한 행정
구역별 도로별 구성비로 정의되고 있다.

이동연소 배출량 산정은 화물수송분야의 환경부하 문제와 밀접한 연관
성이 있는 수송수단에 대한 온실가스 배출량을 산정방법을 보여준다. 도로
부문은 승용차, 소형트럭과 같은 소형차량, 트랙터 트레일러, 버스와 같은
중형차량과 오토바이를 포함하고, 연료연소에 따른 배출량뿐만 아니라 촉
매변환기와 관련된 배출량도 포함된다. 일반적으로 사용되고 있는 직접배
출원 중 수송수단(도로, 비도로 포함)으로부터 발생하는 온실가스 배출량
산정 절차는 <그림 4-1>과 같다.



자료: 환경부, 「온실가스 배출량 산정 지침」, 2006.

| 그림 4-1 | 이동연소 온실가스 배출량 산정 절차

지식경제부 에너지관리공단 등에서는 ‘기후변화에 관한 정부간 협의체 (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)’ 가이드라인에서 제시하는 연료사용량을 이용하여 온실가스 배출량을 산정하는 방법(Tier 1)에 의해 수송부분에서 배출되는 온실가스 배출량 산정을 하고 있다.

국립환경과학원에서 제시한 도로이동오염원 배출량 산정을 위한 인자(Activity)의 경우 교통부분 수송실적으로 사용되는 원단위(ton, ton-km, 통행, 통행-km, 대, 대-km 등)의 활동범위를 반영하지 못하고 있으므로 이에 따른 활동범위별 배출계수 산정이 필요하다.

그러나 현재까지 진행된 온실가스 배출량 산정방법과 배출계수 추정단위인 활동구분에 있어 교통부분에서 현실적으로 적용가능하고 저감대책방안에 대한 효과 측정이 가능한 Tier 2, 3 수준의 새로운 방법론과 활동에 대한 정의와 그에 따른 배출계수 산정이 필요하다. 본 과업에서는 IPCC에서 제시하고 있는 CO₂ 및 non-CO₂ 배출량 산정방식인 연료량을 기준으로 한 온실가스 배출량 산정방법을 발전시킨 연비사용법, 수송실적에 따른 온실가스 배출량 산정법 등의 다양한 산정방법이 개발될 필요가 있다.

2) 철도수송

국토해양부의 철도차량기술과에서는 2008년부터 Eco-Green 철도구현을 위한 “ERP(Eco-green Railway Program) 2020” 프로그램을 작성·추진 중에 있으며, 관련 기관 전문가들로 구성된 상시적인 협의체를 운영하고 있다. 코레일에서는 기후변화대응에 대한 역량강화를 위해 “ECO-RAIL 2015”를 선포하여 다각도의 노력을 강구하고 있다.

그러나 현재까지 철도로부터 기인하는 온실가스 총 배출량에 대한 데이터는 Tier 1 수준에서의 실태 파악 수준에 머무르고 있는 실정이며, Tier 2, 3 수준의 배출계수 및 모니터링 수집장치 개발을 통해 체계적인 온실가스 저감 및 관리를 위한 시스템 구축이 필요하다.

3) 항공수송

국토해양부의 ‘항공교통센터’는 군 통제부서와 공역 사용에 대해 실시간 협조체제를 강화해 2005년부터 민간항공기에 직선으로 운항할 수 있는 항로를 열어줌으로써 비행거리를 단축시켜 연간 약 4만 8,000톤가량의 CO₂ 배출량 감소를 추진하고 있다.

또한, 국토해양부는 2007년 11월부터 2008년 6월까지 약 8개월간 김포 공항에서 연속강하접근¹¹⁾(Continuous Descent Approach, CDA)에 따른 비행을 성공적으로 시행함으로써 항공기 소음과 배출가스 등을 획기적으로 감소시킬 계기를 마련하였다.

이 절차에 따라 비행을 할 때에는 구간별로 최대 40% 항공기 연료절감과 구간별 최대 50%의 항공기 소음 및 배출가스 절감이 가능한 결과를 시뮬레이션 결과를 통해 분석하였다. 향후 CDA의 국내 지방공항에 적용가능성 여부와 실제 운항에 따른 실증분석을 계획하고 있다.

항공부문 온실가스 배출량 산정 방법 및 배출계수 추정은 철도나 해운과 마찬가지로 Tier 1 수준에서의 실태 파악 수준이며, Tier 2, 3 수준의 배출계수 및 모니터링 수집장치 개발을 통해 체계적인 온실가스 저감 및 관리를 위한 시스템 구축이 필요하다.

2. 해외사례

1) 도로수송

해외의 경우 자국의 배출가스 시험모드 등에 근거한 배출계수 및 평가 프로그램을 활용하여 온실가스 배출량 산정을 하고 있다. 예를 들면, 미국의 경우 시가지 주행 및 고속도로 주행모드 등 자국의 배출가스 시험모드에 근거한 배출계수를 차종, 사용연료 및 연식에 따라 산출하여 MOBILE 6과 같은 자동차에 특화된 평가 프로그램을 통해 온실가스의 배출량 및 정책 수립에 따른 효과 등에 평가를 수행한다.

11) 연속강하접근은 항공기의 첨단항법시스템을 이용하여 기존의 계단식 접근방식을 개선, 최적의 착륙각도를 자동으로 계산, 연속적으로 강하하도록 하는 차세대 비행방식임.

유럽의 경우 연료사용량을 근거로 하는 Tier 1의 방법과 유사한 방법으로 차종별 배출량을 산정하여 COPER(Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) VI과 같은 평가프로그램을 사용하여 온실가스에 대한 평가를 수행하고 있다.

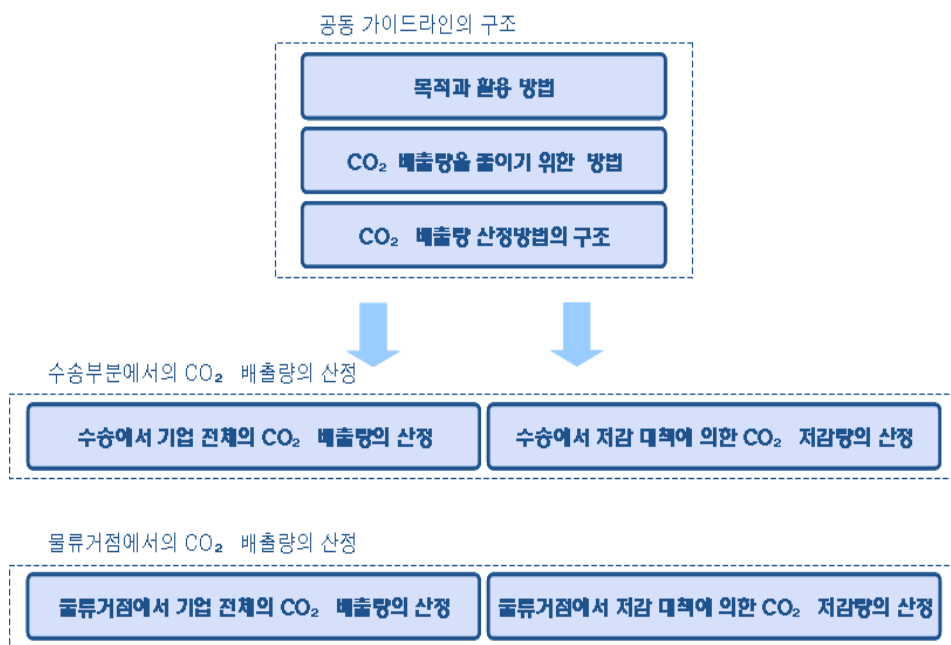
일본의 경우에도 Tier 1의 방법을 사용하여 도로 수송분야에서의 온실가스 평가를 수행하고 있다. 일본의 경우 물류분야에 적용하는 온실가스 배출량 산정 지침을 작성하고 화주 기업과 물류 사업자 및 국가·지방자치단체에 배포하여 온실가스 배출량을 산출하고 있다.

핀란드와 캐나다 및 영국은 각 국가 인벤토리를 작성하였거나 작성하는 과정에 있어 이동연소에 대한 온실가스 배출량을 산정하고 있으며, WRI/WBCSD의 배출계수를 사용하고 있다.

표 4-1 | 핀란드의 임업과 산업기계의 배출계수

Source	Fuel	CH ₄ (mg/MJ)	N ₂ O (mg/MJ)
Forest machinery-diesel	light fuel oil	3.9	31.5
Forest machinery-Otto engine	gasoline	138.3	0.3
Construction machinery-diesel	light fuel oil	4.1	30.8
Construction machinery-Otto engine	gasoline	133.3	1.7
Other machinery-Otto engine	gasoline	93.8	1.1
Other machinery-diesel	light fuel oil	4.0	30.9
Other machinery-diesel	LPG	63.9	3.2

자료: WRI/WBCSD, The Greenhouse Gas Protocol

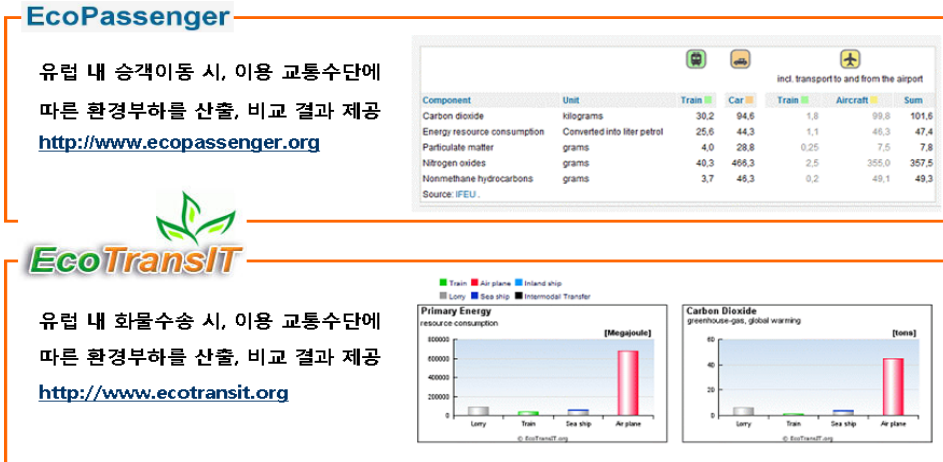


| 그림 4-2 | 일본의 물류분야 CO₂ 배출량 산정방법 공동지침 구조

2) 철도수송

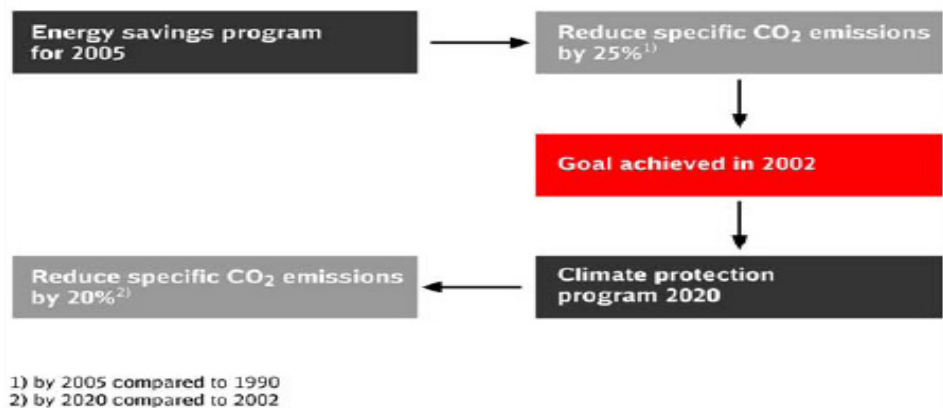
유럽철도연합인 UIC(Union Internationale des Chemins de fer)에서는 2007년말 철도부문의 CO₂ 감축 가이드라인을 제시하였다. EcoPassenger 및 EcoTransIT의 웹사이트를 개설하여 이동거리에 따른 수송수단별 CO₂ 배출량에 대한 비교 정보를 실시간으로 제공하고 있다.

UIC에서는 1990년에서 2020년까지 철도의 CO₂ 배출원단위를 최대 30%까지 저감하는 목표를 설정하였으며, 이를 위해 기술, 운행, 운영, 입찰 측면에서 에너지 효율 개선을 위해 다양한 프로젝트를 진행하고 있다.



| 그림 4-3 | UIC의 온실가스 배출정보 제공 웹사이트 예

독일 DB에서는 “Energy Saving Program for 2005”를 통해 2005년까지 1990년 대비 CO₂ 배출원단위 25% 감축목표를 설정하여 2002년에 조기 달성하였으며, 이에 2020년까지 2002년 대비 20% 저감하기 위한 “Climate Protection Program 2020”을 추진하고 있다.



| 그림 4-4 | 독일 DB의 기후변화대응 프로그램

스위스 SBB는 ‘Energy Saving Program’을 수립하여 2015년까지 2006년 대비 10%의 에너지 절약(총 230GWh)을 목표로 철도분야의 CO₂ 저감에 노력하고 있다. 시설물/철도차량/운행패턴/캠페인 등의 4개 분야로 나누어 시설물의 에너지 소비 최적화, 철도차량의 기술적 개선(브레이크 최대출력 및 추진시스템 효율 증가 등), 에코드라이빙 도입, 대외홍보활동 전개 등의 세부실천계획을 수립하였다. 철도차량의 운행시 트래픽 플로우(traffic flow)를 최적화하고 에너지 소비량에 대한 실시간 측정을 통해 운전자에게 피드백을 제공함으로써 에코드라이빙 교육 실시에 따른 효과를 극대화하였다.

일본 JR-East에서는 2030년까지 1990년 대비 50% CO₂ 감축목표를 달성하기 위해 다양한 저감방안을 수행하고 있다. 회생제동, VVVF(Variable Voltage Variable Frequency) 등을 장착한 에너지 효율 철도차량(energy-savings railcar)의 85% 이상 도입하였다. 또한, 연료전지 하이브리드 철도차량 및 Eco-Station 기술(동경역 및 타카사키역 등 태양열 패널 설치) 개발, 에너지 원 전환 등을 통해 매년 CO₂ 감축목표를 달성하고 있다.

교토의정서 미비준 국가인 미국의 Amtrak에서는 수송업체 최초로 2003년부터 시카고의 탄소배출권 거래시장 CCX(Chicago Climate Exchange)에 참여하고 있다. 2010년까지 철도차량의 주요 에너지원인 디젤소비를 저감하여 CO₂ 배출량을 1998~2001년 기준으로 6% 감축하고자 하였으며, 주요 방안으로는 전철화, 연료 교체, 디젤 하이브리드 기관차 도입, 공회전 개선 등이 있다. 탄소상쇄프로그램에 참여하여 승객이 철도의 이용에 따라 발생시키는 탄소배출량에 대해 온실가스 저감사업에 투자할 수 있는 기회를 제공하고 있으며, 환경분야 종사자에 대한 관련교육을 강화하고 있다.

3) 항공수송

2000년 IATA 회원 항공사들은 2000~2010년 동안 연료효율을 10% 개선

하기로 결의하였다. 이러한 IATA의 연비효율 목표의 달성은 상당부분 새로운 항공기의 도입에 대한 투자에서 비롯되었으며, 좌석점유율 증가 또한 중요한 역할을 차지하고 있다.

IATA는 회원 항공사의 연료절감대책의 실질적인 개선을 위하여 가이던스 발간, 훈련프로그램 등을 계획하고 있다. 일례로 IATA의 Go team은 항공사들의 높은 환경 효율의 달성을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

2005년 10월 이후 Go team은 57개의 항공사와 함께 협력하여 6.6Mt의 이산화탄소를 절약한 연료절감 대책을 확인하고 실행하였다. 각 팀은 운영, 비행 계획과 ATC, 정비와 엔지니어 분야의 전문가들로 구성되어 있다.

이들은 IATA의 매뉴얼 『Guidance Material and Best Practices for Fuel and Environmental Management』를 이용해 중량 절감, 예비연료, 항공기구조(Slat, Flaps 등), 엔진 물 세척, 그리고 항공기 관리능력의 최적화를 포함한 다양한 해결책을 제시하였다.

IATA는 ICAO, 정부기관, 그리고 ANSPs(Air Navigation Service Providers)와 함께 비행경로의 최적화를 위해 활동하였다. 2006년 아프리카, 남·북아메리카, 아시아, 유럽에서 350개 이상의 비행루트를 개선하였고, 그 결과 6백만 톤의 이산화탄소 배출을 저감하였다.

유럽과 중국(IATA-1) 사이의 짧아진 경로는 연간 비행시간 2,860시간, 연료 27,000톤, 이산화탄소 84,800톤 저감하고 있다. 카이로와 트리폴리 사이의 새로운 경로는 비행시간 16분, 연간 이산화탄소 7,000톤의 배출을 저감하고 있다. 북대서양의 이용자 우선 경로 비행은 하루에 180번의 비행에서 4분에서 7분의 비행시간을 줄이고, 연간 이산화탄소 200톤의 배출량을 저감하고 있다. 이와 더불어 2007년 IATA는 연료와 이산화탄소 이익을 달성할 수 있는 240개 이상의 경로를 확인하였다.

IATA는 또한 터미널 운영의 효율성 달성에 주목하고 있다. 이는 80개의 공항에서 이륙, 착륙, 접근 절차 시 지역항법시스템(Required Area

Navigation, RNAV) 혹은 항행성능시스템(Required Navigation Performance, RNP)을 이용함으로써 상당한 환경적 이익을 얻을 수 있다.

또한 항공부문 배출권 거래제도를 2006년 12월 20일 지침개정을 통해 민간항공분야에서도 EU배출권 거래제(Direct 2006/0304(COD))의 적용받도록 하여 2008년 11월 입법을 완료하였다. 배출권 거래제를 2011년부터는 EU지역 내의 운항에 대하여, 2012년부터는 EU지역 내를 출발지 혹은 도착지로 하는 모든 운항에 대하여 적용하도록 하였다.

한편 국제항공부문의 배기가스 배출은 빠른 속도로 증가하고 있으며, 이러한 항공기 배출가스는 오존 및 비행운 형성 등 기후변화에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 하지만, 국제항공부문의 배출가스는 현재 교토 의정서상 Annex I 국가들이 감축시켜야 할 국가 총량에서 제외되어 있어 국제 기후정책에 포함되지 않고 있다.

제 5 장 온실가스 인벤토리 구축방안

1. 온실가스 인벤토리 구축을 위한 가이드

1) 개요

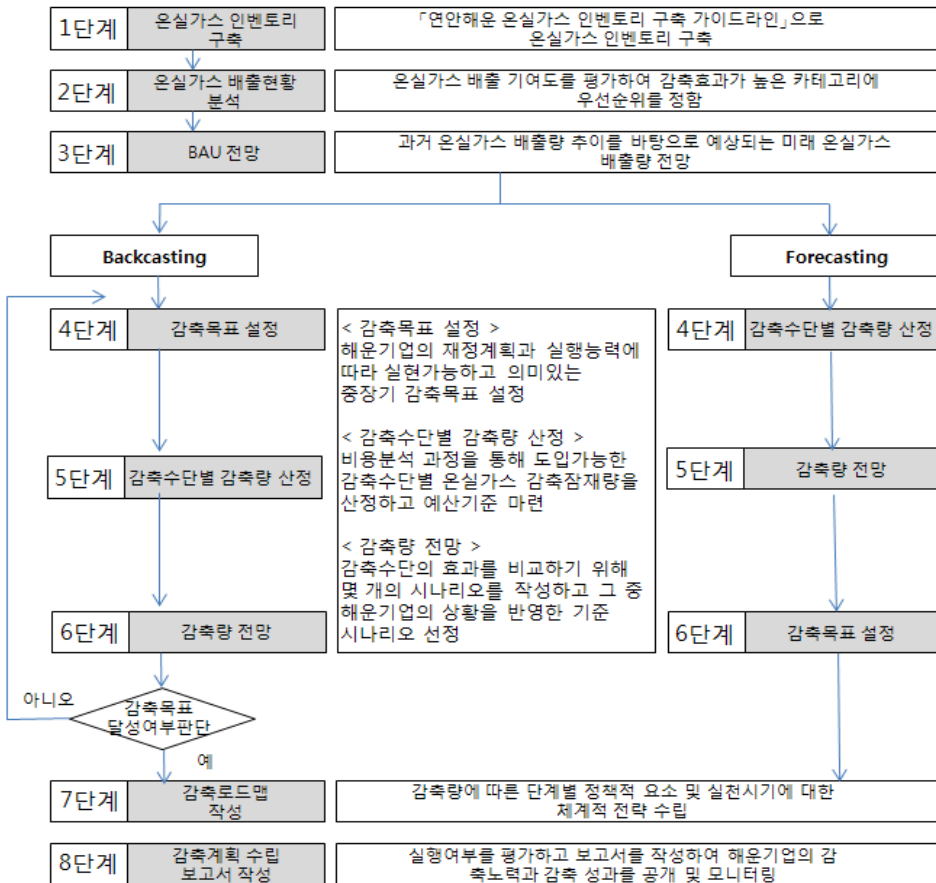
본 가이드라인은 「온실가스 인벤토리 구축 가이드라인(이하 ‘인벤토리 가이드라인’)」의 후속 가이드라인으로 온실가스 인벤토리 구축결과를 바탕으로 미래 배출량(BAU)¹²⁾을 예측하고 온실가스를 얼마나 어떻게 감축할 것인지를 결정하는 온실가스 감축계획 수립 가이드라인이다. 온실가스 감축계획을 수립함으로써 온실가스 감축을 위한 구체적인 행동과 노력이 수반될 수 있으며 온실가스 인벤토리 구축을 통해 감축노력에 대한 점검이 가능하다. 인벤토리 가이드라인은 카테고리별로 배출량 산정방법이 정해져 있으나, 온실가스 감축계획은 정해진 기준이 있는 것이 아니라 해운부문의 재정계획, 실행능력 및 제반여건에 따라 BAU 전망방법, 감축량 산정방법이 다양하게 존재할 수 있어 가이드라인에 모두 포함하기는 어렵다.

본 가이드라인에서는 해운부문에서 적용할 수 있는 수준의 BAU 전망방법 및 온실가스 감축량 산정방법에 대해 최대한 다양한 방법을 객관적으로 제시하고자 하였으며, 가이드라인에 제시된 방법 외에 해운부문에서 더 합리적인 방안이 있다면 그 방법을 적용해도 무방하다. 감축계획 수립에 해운기업이 자율적으로 계획을 수립하고 방법을 선택할 수 있으며 선택이 어려울 경우 가이드라인에서 제시하는 대안을 활용할 수 있도록 하였다. 또한, 인벤토리 가이드라인에서 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에

12) BAU(Business As Usual, 미래 전망치): 인위적으로 온실가스 감축노력을 하지 않을 경우 미래의 온실가스 배출 총량을 추정한 값.

관한 지침(이하 목표관리지침)」 보고를 위한 카테고리를 분리하여 제시하였듯이 본 가이드라인에서도 목표관리지침의 감축목표 달성을 위해 활용할 수 있는 감축수단을 제시하고 해운부문에서 적용할 수 있는 기타 감축수단에 대해서도 제시한다.

2) 감축계획 및 수립절차



| 그림 5-1 | 온실가스 감축계획 수립절차

3) 배출량 전망 대상범위

배출량 전망 대상범위는 해운부문 온실가스 인벤토리 가이드라인을 통해 구축된 인벤토리에서 실질적으로 배출량 전망 및 감축계획 수립에 포함될 카테고리에 대해 범위를 설정하는 것이다. Scope3은 총 배출량 합계에서 제외된 ‘메모항목’이므로 대상범위에서 제외하고, Scope1 중 흡수원(산림에 의한 흡수)도 감축계획 수립을 위한 목적에 부합되지 않으므로 제외하도록 한다.

4) 기준연도 및 목표연도

온실가스 감축목표 설정 시 이용되는 특정연도를 ‘기준연도’라고 하며 절대량 감축의 기준이 되는 온실가스 배출량을 ‘기준배출량’이라고 한다. 기준연도의 배출량을 기준배출량으로 설정하기도 하지만, 본 가이드라인에서 기준배출량은 목표관리제와 호환성을 위해 2007~2009년의 연평균 온실가스 배출량을 기준배출량으로 한다.

목표연도는 연차적으로 온실가스 감축을 위해 단기, 중기, 장기 등 미래의 연도로 목표를 설정하는 것이다. 목표연도는 목표관리제를 고려하여 단기 2020년, 국가 중기 온실가스 감축목표를 고려하여 중기 2030년으로 설정한다. 일반적으로 단기 목표는 비용이 적게 들고, 바로 효과를 볼 수 있으며 가장 손쉬운 감축방법을 선택하고 중기목표는 장기투자와 인프라 구축 등이 수반되는 감축방법이다.

| 표 5-1 | 기준연도와 목표연도

항 목	내 용
기준연도	2007년~2009년의 연평균 온실가스 배출량
목표연도	단기 2020년, 중기 2030년

5) BAU 전망

BAU는 과거의 온실가스 배출현황을 바탕으로 온실가스 감축을 위해 아무런 행동도 취하지 않을 경우 미래의 온실가스 배출량을 예측하는 것으로 온실가스 감축목표를 설정하고 감축잠재량을 산정하기 위해서 꼭 필요한 단계이다.

온실가스 배출량 전망을 위해서는 계량경제학적 방법과 기술경제적인 상향식 모형(Bottom-up Model) 크게 두 가지 방법이 있다. 계량경제학적 방법은 과거의 자료를 이용하여 회귀분석 또는 시계열 분석 등을 통하여 단기적인 온실가스 배출량을 전망하는 데 사용된다. 반면, 상향식 모형은 경제성장률, 물리적 에너지자원의 필요량, 기술진보, 인구성장 등의 구조변화가 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하여 장기적인 온실가스 배출량을 전망하는 데 사용된다.



| 그림 5-2 | BAU 전망방법

상향식 모형은 MARKAL(MARKet ALlocation) 모형과 LEAP(Long-range Energy Alternative Planning system) 모형이 있다. MARKAL 모형은 국가 중기 온실가스 감축목표 설정에 사용된 모형으로 에너지 생산과 소비되는 기술의 세부사항과 사적, 공적인 부분의 정책결정과 계획을 제공할 수 있다.

또한, 거시경제와 에너지 사용 사이의 상호작용의 이해관계에 대한 정보도 제공한다. LEAP 모형은 시물레이션 기법에 기반을 두어 모형의 구조를 신축적으로 조정할 수 있으며 각 부문별로 상이한 방법론을 추가적으로 결합시킬 수 있다. 에너지부문과 이에 영향을 주는 요인을 몇 개의 모듈로 나누어 하나의 분석시스템으로 구축하는 ‘모듈패키지’ 형태를 띄고 있어 각 모듈은 그 특성에 따라 서로 다른 계산 기법을 적용할 수 있다.

표 5-2 | MARKAL 모형과 LEAP 모형의 비교분석

구 분	MARKAL	LEAP
데이터요구사항	중상	중하
시계열	장기	장기
모형방식	상향식, 최적화	상향식, 시물레이션
분석방법	에너지소비나 기술을 선택하는 경제주체의 의사결정 과정을 최우선으로 고려함. 이윤, 비용, 에너지소비량 혹은 온실가스 배출량 등과 같은 목적함수를 최적화하여 정책이나 기술변화의 효과를 최적해의 값을 통해 분석	에너지 소비를 결정하는 변수들 간의 인과관계를 다양한 기법을 통해 파라미터를 확보함. 외생적 충격에 의한 파라미터의 변화나 이에 영향을 주는 주요 경제변수의 변화가 에너지시스템에 미치는 영향을 분석
특징	모형 구조를 최적화할 수 있으나, 신축적으로 조정을 못한다는 한계가 있음	모형 구조를 신축적으로 조정할 수 있으며, 부문별로 상이한 방법론을 추가적으로 결합할 수 있으며, 최소비용 도출시 사용

해운부문의 온실가스 배출량전망은 상향식모형에서 사용되는 여러 인자(경제성장률, 기술진보, 유가 등)를 적용하기 어려우며 비교적 단기 온실가스 배출량을 전망하기 때문에 본 가이드라인에서는 계량경제학적 방법을 사용하여 2030년까지 온실가스 배출량을 예측한다. 하지만 해운부문 모델링을 전문적으로 연구하는 통계학 전문가와 협력하여 MARKAL이나 LEAP 모형과 같은 모델링 방법으로 온실가스 배출량 전망이 가능하다면 적용할 수 있다.

6) 감축수단별 감축량 산정

해운부문에서 구축한 온실가스 인벤토리를 기반으로 온실가스 배출량을 저감하기 위하여 수행하는 계획 또는 활동을 감축수단이라 한다. 일반적으로 온실가스 감축 가이드라인은 감축수단에 대해 수행 대상과 방법을 제시한다. 하지만 적용 대상마다 그 방법과 감축량 계산 방법이 달라질 수 있으므로 감축량을 정량적으로 산정할 수 있는 식을 제공하지 않고 있고 자체적으로 감축량을 전망하도록 하고 있다. 따라서 해운부문이 감축계획을 수립하고 감축량을 전망하는 데 있어 기준 마련 및 편의성 제공을 하기 위하여 본 가이드라인은 일부 감축수단에 한하여 온실가스 감축량 산정식과 사례를 기술한다. 하지만 기본적으로 감축량 전망은 감축활동을 수행한 곳에서 획득한 정보를 토대로 예측되어야 하며, 본 가이드라인에서 제공한 산정식과 수치들은 이것들을 얻을 수 없을 때 대안으로 이용해야 한다.

그리고 선정한 감축수단으로 온실가스 감축량을 전망하는 데 있어 중복산정에 유의해야 한다. 온실가스 인벤토리 구축 시 중복산정으로 인해 배출량이 과대 산정되는 것과 같이 감축량 전망도 과대 산정될 가능성이 존재한다.

그리고 앞서 언급한 대로 감축수단은 그 종류가 매우 다양하며, 가이

드라인에 제시된 것은 해운부문에서 공통으로 적용할 수 있는 일부를 수록한 것이다. 따라서 각 해운회사에서 상황에 알맞게 감축수단을 개발·적용할 수 있다. 하지만 해당 감축수단은 정량적으로 계량이 가능해야 하며, 구축한 온실가스 인벤토리에 배출량(Scope1, 2)에 포함된 부분에 한정돼야 감축량으로 인정받을 수 있다. 감축수단은 반드시 계량화가 가능해야만 적용 가능한 것은 아니며, 교육 등 정성적인 수단도 가능하다. 다만 정성적인 부분은 감축량 제시가 곤란하다. 교육과 캠페인 같은 수단들은 직접적으로 온실가스를 감축할 수는 없지만, 해운부문 관련자들에게 기후변화에 대한 의식을 고취시켜 해운부문의 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있다는 점에서 중요하다.

2. 온실가스 인벤토리 명세서 작성

1) 연안선박에 대한 일반정보

연안선박에 대한 일반정보는 행정구역, 관리관청, 대상연도, 사업자등록번호, 구분번호, 선박명(엔진출력), 건조연도, 유류사용량, 유류종류, 소재지, 작성자 이름, 작성자 전화, 휴대폰, 주요 운송품, 연간운송량 및 연간운송거리로 구성된다.

| 표 5-3 | 연안선박의 일반정보 명세서

(1)	행 정 구 역		(2)	관 리 관 청		(3)	대 상 년 도	2010
(4)	사업자등록번호		(5)	구 분 번 호		(6)	선박명 (엔진출력)	
(7)	건 조 년 도		(8)	유 류 사 용 량	kl/yr	(9)	유 류 종 류	
(10)	소 재 지	사업장: (전화:) (관리업체 법인) :						
(11)	작 성 자 이 름		(12)	작 성 자 전 화		(13)	휴 대 폰	
(14)	주 요 운 송 품		(15)	연 간 운 송 량		(16)	연 간 운 송 거 리	

2) 연안선박 조직경계 입력

사업장 조직경계를 확인·증빙할 수 있도록 연안선박 기항항, 선박사진, 터미널규모 및 사진의 4가지로 분류하여 제시한다.

| 표 5-4 | 사업장의 조직경계 입력

(19)	조직경계 관련 서류 구분	

3) 연안선박 온실가스 배출(총괄표)

연안선박 온실가스 배출 총괄표는 고유번호, 배출활동코드, IPCC, CRF

| 표 5-6 | 배출활동별 배출량 현황(세부)

(1)	고유번호(ID)											
(2)	[별표8]배출활동 코드						배출 활동명					
								(17)	시트 번호	1		
(3)	[별표4]배출선택 코드						배출 시설명	보일러 /보조엔진 /주엔진	(4)	선 박 명	(5)	엔진 출력
(6)	(7)		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
연료 코드 [별표3]	혼합연료 정보		계산법 (Tier 1~3) □					실측법 (Tier 4) □				
			입력항목		단위	값	적용Tier	불확도 (%)	측정항목		단위	측정값
	□ 자체분석 □ 시험기관		활동자료	[t, kℓ, Nm3]				배출 가스 농도	CO ₂	[%]		
			순발열량	[TJ/t,TJ/kℓ TJ/Nm3]					CH ₄	[ppm]		
연료명	구분	성분(%)	배출 계수	CO ₂	[tCO ₂ /TJ]				N ₂ O	[ppm]		
				CH ₄	[tCH ₄ /TJ]				O ₂	[%]		
				N ₂ O	[tN ₂ O/TJ]				기타 가스			
				기타					온도	[℃]		
				산화율	-				배출가스 유량	[m3]		
			배출량(Scope1)		[tCO ₂ -eq]			배출량		[tCO ₂ -eq]		

3. 온실가스 인벤토리 검증시스템 구축

1) 배출량 등의 검증절차

온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침에서 규정하고 있는 배출량 등의 검증절차를 살펴보면 <그림 5-3>과 같다.

절 차	개 요	수행주체
↓		
검증개요 파악 및 계약 체결	- 검증대상에 대한 개요파악 - 검증범위 확인 - 현장검증 일정 협의 - 배출량 산정기준 및 데이터관리시스템 확인	검증기관 + 피검증기관
↓		
문서검토	- 계약내용 및 검증대상 현황 파악 - 배출량 보고서 및 이행계획 검토 - 배출량 산정기준에 따른 명세서의 적합성 평가 - 중요성이 있는 데이터와 정보 평가 - 데이터 관리·보고시스템 평가 - 전년 대비 변경사항 확인 - 문서검토 결과 시정 조치 요구	검증팀 + 피검증기관
↓		
리스크 분석	중요한 오류 가능성 및 모니터링 계획의 준수와 관련된 오류의 리스크를 평가	검증팀
↓		
데이터 샘플링 계획 수립	리스크를 반영한 중요한 샘플링 대상 데이터 및 방법론 등	검증팀
↓		
검증계획 수립	- 검증 수행대상 및 방법 - 인터뷰대상 및 검증 일정 등	검증팀
↓		
현장검증	- 데이터 및 정보 검증 - 측정기기 교정 관리 - 데이터 및 정보시스템 관리상태 확인 - 이전 검증결과 및 변경사항 확인 등	검증팀 + 피검증기관
↓		
검증결과 정리 및 평가	- 문서검토 및 현장검증 결과 정리 - 오류의 평가 - 부적합 사항 결정 및 시정조치 요구 - 시정조치 결과 타당성 확인 심사	검증팀

자료: 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 2011. 3.

| 그림 5-3 | 배출량 등의 검증절차(제8조 제1항 관련)

2) 검증절차별 세부방법

(1) 검증 개요 파악 및 계약체결

검증기관은 피검증기관의 온실가스 배출량 검증에 대한 계약을 체결하기 전에 다음 사항을 파악하고 내부 검토(필요시 사전 리스크 평가 포함)를 거쳐 계약을 체결하여야 한다.

피검증기관의 사업장 운영현황·공정 전반 및 온실가스 배출원 등의 현황을 파악해야 한다. 피검증기관에게 검증 목적·기준·범위 및 검증 팀·검증일정을 협의하고, 검증 계약 검토를 위해 모니터링 계획 승인여부, 조직경계 및 운영경계 대상 사업장 수, 온실가스 배출량 파악, 경영시스템 구축 및 인증유지 여부(ISO 9001, ISO 14001, 녹색경영체제 등), 내부 검증 실시 여부, 컨설팅 기관 컨설팅 여부 및 검증 희망 시기 등 필요한 관련 자료를 수집한다.

(2) 문서검토

① 개 요

온실가스 배출량 보고서가 검증 기준에 적합하게 산정·보고되었는지 확인하고, 관련 근거 수집 과정 상의 중요성 결정 및 오류 발생 가능성 및 불확도를 파악하기 위하여 문서검토를 수행한다.

② 관련자료 접수

문서검토 수행을 위해 “피검증기관 명세서 및 이행계획”을 접수한다.

③ 온실가스 산정기준 평가

「온실가스 배출량 산정·보고 지침」의 산정기준의 이행 여부 및 이행계획 제출 시 첨부한 모니터링 계획의 준수 여부를 확인한다. 동 과정에

서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증체크리스트에 기록하고, 검증계획 수립 시 반영하여야 한다. 관련 확인 항목은 다음과 같다.

- 배출원별 범위(Scope) 분류 상태
- 배출량 산정 방법
- 적절한 배출계수 적용 여부
- 데이터관리 시스템
- 모니터링 계획에 따른 관련 데이터 모니터링 실시 여부 등

④ 명세서 평가 및 주요 배출원 파악

검증팀은 피검증기관이 작성한 명세서 등에 대하여 다음 사항을 파악하여야 한다. 주요 배출원(온실가스 배출량의 총량 대비 누적합계가 100분의 95를 차지하는 배출원)의 데이터에 대하여 현장 검증 등 검증계획 수립 시 우선 반영한다.

- 온실가스 배출원 및 흡수원 파악
- 배출량 계산 방법의 정확성
- 온실가스 활동도의 선택 및 수집에 대한 타당성
- 온실가스 배출 계수 선택에 대한 타당성
- 배출량 계산 결과의 정확성
- 온실가스 산정기준과의 부합성 등

⑤ 데이터 관리 및 보고시스템 평가

온실가스 배출원 관련 데이터 산출·수집·가공·보고 과정 및 책임권한을 파악하고, 데이터 관리과정에서 발생할 수 있는 중요한 리스크를 산출한다. 아래에 해당되는 사항이 있을 경우 주요 리스크가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 검증계획 수립 시 반영하여야 한다.

- 데이터 산출 및 관리시스템이 문서화되지 않은 경우
- 데이터 관리 업무의 책임권한이 명확히 이루어지지 않은 경우
- 별도의 정보시스템을 사용하여 배출량 등의 산정에 필요한 데이터를 따로 만든 경우. 즉, 배출량 정보시스템이 조직의 일반 자산관리 시스템과 분리된 경우
- 계산, 분석, 확인, 보고 업무가 분리되지 않고 동일한 인원에게 의해 수행될 경우

⑥ 전년도 대비 운영 및 배출원 변경사항 확인 및 반영

전년도 명세서 등과 비교하여 조직의 운영상황 및 배출원·배출량 데이터의 변경 사항 등을 파악하여 주요 리스크가 예상되는 부분을 식별하여 검증계획에 반영한다. 관련 항목은 다음과 같다.

- 장비, 시설의 신축 또는 폐쇄 등 변경사항
- 모니터링 및 보고과정의 변경사항
- 배출원 및 배출량의 변경사항
- 데이터 관리시스템 및 절차 변경사항
- 이전 연도 검증보고서에 언급된 개선 요구사항 등

⑦ 문서검토 결과에 대한 피검증기관의 조치 요구

상기의 문서검토 과정에서 발견된 문제점 및 보완이 필요한 사항을 피검증기관에 통보하고, 관련 자료 및 추가적인 설명을 요구하여야 한다. 동 과정을 통해 확인되지 않은 사항은 검증계획 수립 시 반영하여 현장검증을 통해 확인할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 리스크 분석

① 목 적

문서검토 결과를 바탕으로 온실가스 배출원 관련 데이터 관리 상의 취약점 및 중요한 불일치 또는 오류 발생 가능성을 평가함으로써 적절한 대응 절차를 결정하기 위한 목적이다. 리스크를 평가하고, 그 정도에 따라 검증계획을 수립함으로써 전체적인 리스크를 낮은 수준으로 억제할 필요가 있다.

② 리스크의 분류

피검증기관과 검증팀의 검증과정에서 발생할 수 있는 리스크는 고유리스크, 통제리스크 및 검출리스크가 있다.

- 고유리스크: 검증대상의 업종 자체가 가지고 있는 리스크(업종의 특성 및 산정방법의 특수성 등)
- 통제리스크: 검증대상 내부의 데이터 관리구조 상 오류를 적발하지 못할 리스크
- 검출리스크: 검증팀이 검증을 통해 오류를 적발하지 못할 리스크

③ 리스크 평가

명세서 등의 중요한 오류 가능성 및 모니터링 계획의 준수와 관련된 부적합 리스크를 평가하기 위하여 다음 사항 등을 고려하여야 한다. 검증팀장은 리스크 평가 결과를 검증 체크리스트에 기록하고, 그 사항을 현장 검증 시 중점적으로 확인하거나, 객관적 자료를 확보하여 중요한 오류가 발생하지 않음을 확인하여야 한다. 리스크 평가 시 고려 사항은 다음과 같다.

- 배출량의 적절성 및 배출원에서 발생하는 온실가스 비율

- 경영시스템 및 운영 상의 복잡성
- 데이터 흐름, 관리시스템 및 데이터 관리환경의 적절성
- 이행계획 제출 시 첨부된 모니터링 계획
- 이전 검증 활동으로부터의 관련 증거

(4) 데이터 샘플링 계획의 수립

① 개요

데이터 샘플링 계획에는 검증 의견을 도출하기 위하여 확인이 필요한 데이터의 종류 및 검증 방법을 기술하여야 한다. 원칙적으로 배출량을 산정하기 위한 모든 데이터를 확인하여야 하나, 검증기간의 제한 및 자료의 방대함으로 인해 전체 데이터를 확인하기 어려운 경우 적절한 샘플링을 통해 데이터를 확인할 수 있다.

② 대표 샘플을 결정하기 위한 방법론

기업 배출량 검증의 경우, 대상 모든 사업장을 검증하는 것을 원칙으로 한다. 단, 기업 전체 배출량의 5% 미만이며 유사한 공정 및 배출원을 다수 보유한 사업장을 검증하는 경우, 전체 사업장 수에 제곱근을 하여 산출된 숫자를 최소한의 방문사이트에 대한 샘플 수로 산정하여 진행할 수 있다.

전체 데이터를 확인하기 어려운 경우 데이터의 종류와 분포상황을 분석하여 모집단을 대표할 수 있도록 샘플을 추출하여야 한다. 만약, 추출한 데이터 검토 결과 오류가 발견되지 않을 시에는 확인을 마무리할 수 있다. 그러나, 오류가 발견될 경우 계산의 정확도를 확인하기 위하여 샘플 수를 확대하여 추가적인 확인을 실시하여야 한다.

③ 고려사항

데이터 관리시스템이 효율적일수록 오류 발생 가능성이 줄어들어 추출

해야 할 샘플 수가 줄어들며, 데이터의 수작업 전환 등 오류 발생 가능성이 높은 부분일수록 검증되어야 할 데이터의 샘플 수는 증가한다.

주요 배출원(온실가스 배출량의 총량 대비 누적합계가 100분의 95를 차지하는 배출원), 2-라-2)에 해당하는 경우 및 사전리스크 분석 결과 오류 발생 가능성이 높게 평가된 항목에 대하여 샘플 수를 늘리는 등 우선적으로 샘플링 계획에 반영하여야 한다. 기타 고려사항은 다음과 같다.

- 검증범위 및 검증기준
- 대표 샘플을 결정하기 위한 방법론
- 잠재적 오류, 누락 또는 허위 진술의 리스크
- 검증의견을 도출하기 위해 필요한 증거의 양 및 유형

(5) 검증계획의 수립

① 개요

문서검토 및 사전리스크 분석 결과를 바탕으로 현장에서 확인할 데이터와 검증대상, 적용할 검증기법, 실시 기간 및 데이터 샘플링 계획을 결정하여야 한다. 수립된 검증계획을 최소 1주일 전에 피검증기관에 배포함으로써 효율적인 검토 및 현장검증이 실시될 수 있도록 해야 한다. 업무의 진척 상황 및 새로운 사실의 발견 등 검증의 실시과정에서 최초의 상황과 변경된 경우 검증계획을 수정할 수 있다.

② 검증계획의 수립

검증팀장은 아래 항목을 포함한 검증계획을 수립하여야 한다. 각각의 단계에 대해서는 제시된 절차를 따라야 한다.

- 검증대상·검증 초점, 검증 수행방법 및 검증절차
- 데이터 샘플링 계획

- 현장검증 시 인터뷰 대상 부서 또는 담당자
- 현장검증을 포함한 검증 일정 등

(가) 검증대상과 검증초점

검증대상은 배출원, 산정식, 활동데이터, 계수 및 계산이다. 각각의 검증초점은 적절성, 완전성으로 구분된다.

배출원은 「배출량 산정·보고 지침」에서 정한 범위에 존재하는 배출원의 포함 여부와 모든 배출원의 포함 여부이다. 산정식은 해당 배출원별 적절한 산정식 사용 여부이다. 활동데이터는 적합한 산정식 및 Tier 적용 여부, 측정·집계 및 데이터 처리의 정확성 여부 및 모든 활동 데이터의 포함 여부이다. 계수는 해당 산정식 및 Tier에 적절한 계수 적용 여부이다. 계산은 계산의 정확성 여부이다.

| 표 5-7 | 검증대상과 검증초점 정리

검증대상	초점	개 요
배출원	적절성	「배출량 산정·보고지침」에서 정한 범위에 존재하는 배출원의 포함 여부
	완전성	모든 배출원의 포함 여부
산정식	적절성	해당 배출원별 적절한 산정식 사용 여부
활동데이터	적절성	적합한 산정식 및 Tier 적용 여부
	정확성	측정·집계 및 데이터 처리의 정확성 여부
	완전성	모든 활동 데이터의 포함 여부
계 수	적절성	해당 산정식 및 Tier에 적절한 계수 적용 여부
계 산	정확성	계산의 정확성 여부

(나) 검증 기법

검증기법의 대상은 열람, 실사, 관찰, 인터뷰, 재계산, 분석 및 역추적이다. 열람은 문서와 기록을 확인하는 것이다. 실사는 측정기기 등을 통해

수집된 데이터 및 정보 등을 확인하는 것이다.

관찰은 업무 처리과정과 절차를 확인하는 것이다. 인터뷰는 검증대상의 책임자 및 담당자 등에 질의, 설명 또는 응답을 요구하는 것이다. 재계산은 기록과 문서의 정확성을 판단하기 위하여 검증심사원이 직접 계산하고 확인하는 것이다.

분석은 온실가스 활동데이터 상호간 또는 또는 기타 데이터 사이에 존재하는 관계를 활용하여 추정치를 산정하고, 추정치와 산출량을 비교·검토하는 것이다. 역추적은 대표적인 데이터 혹은 배출원의 배출량을 선택하여 원시데이터의 발생부터 배출량 산정까지의 흐름을 근거자료로써 추적하는 것이다.

| 표 5-8 | 검증기법 정리

기 법	개 요
열 랍	문서와 기록을 확인
실 사	측정기기 등을 통해 수집된 데이터 및 정보 등 확인
관 찰	업무 처리 과정과 절차를 확인
인터뷰	검증대상의 책임자 및 담당자 등에 질의, 설명 또는 응답을 요구(외부 관계자에 대한 인터뷰도 포함)
재계산	기록과 문서의 정확성을 판단하기 위해 검증심사원이 직접 계산하고 확인
분 석	온실가스 활동 데이터 상호간 또는 기타 데이터 사이에 존재하는 관계를 활용하여 추정치를 산정하고, 추정치와 산출량을 비교·검토
역추적	대표적인 데이터 혹은 배출원의 배출량을 선택하여 원시 데이터의 발생부터 배출량 산정까지의 흐름을 근거자료로써 추적

(다) 모니터링 실시 현황의 평가

이행계획 제출 시 첨부한 모니터링 계획에 적합하게 모니터링 및 불확도 관리를 실시하고 있는지 여부를 확인하여야 한다.

(6) 현장검증

① 개 요

명세서 등에 작성한 내용과 관련 근거 데이터 등의 정확성을 확인하기 위하여 사전에 수립된 검증계획에 따라 현장검증을 실시한다. 이 경우 사전리스크 분석결과 발견된 중대한 오류가 예상되는 부분을 집중적으로 확인함으로써 정해진 기간 내에 검증의 신뢰성을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 검증과정에서 발견된 사항은 객관적 증거를 확보한 후, 검증체크리스트에 기록한다.

② 데이터 검증

(가) 활동데이터 추적검증 및 활동데이터 샘플링

활동데이터의 추적검증을 위한 방법은 에너지 소비 데이터분석, 생산 데이터분석, 원료의 소비데이터를 분석하는 것이다. 각각에 대한 설명은 다음과 같다.

- 에너지 소비 데이터(유류 구매전표, 재고 관리기록, 유류 배달기록부, 측정기기의 기록 등)
- 해당되는 경우, 운항 데이터(선박 운항일수, 선박 운항거리, 여객선의 경우 탑승인원, 화물선의 경우 적재중량 등)
- 해당되는 경우, 물질수지를 맞추기 위한 원료의 소비 데이터(원료 구매전표, 배달기록부 등)
- 데이터 샘플링계획에 따라 추출된 데이터의 정확성 여부를 확인

(나) 단위 발열량, 배출계수 등의 검증 및 활동데이터 샘플링

- 모니터링 계획과 명세서 상의 계수 일치 여부
- 명세서에 기재된 연료, 폐기물 등의 실태 여부

- 검증대상이 자체 개발한 배출계수의 타당성 여부
- 물질(유류, 투입된 화학물질 등)성분분석기록 등 배출계수 및 배출량 산정에 사용된 근원데이터 및 분석결과기록의 적절성 및 정확성 확인 등
- 샘플링 계획에 따른 데이터 샘플링을 통해 현장에서 취합된 데이터 처리의 정확성 및 신뢰성 확인

(다) 모니터링 유형에 따른 검토사항

모니터링 유형은 구매기준, 실측기준 및 근사법으로 구분할 수 있다. 구매기준은 신뢰할 수 있는 원 데이터의 근거, 데이터 처리의 정확성, 데이터 측정방법 및 출처의 변경, 데이터 수집기간과 산정기간의 일치 여부 및 재고량의 변화 등이다.

실측기준은 계측기의 검교정 상태, 모니터링 계획과 동일한 측정방법의 사용여부 및 기록의 정확성/단위 조작의 적절성/유효숫자의 처리 등이다. 근사법은 모니터링 계획과 동일한 계산방법 사용 및 기초데이터의 적절성, 합리성 등이다.

표 5-9 | 모니터링 유형에 따른 검토사항

모니터링 유형	주요 검토사항
구매기준	• 신뢰할 수 있는 원장 데이터의 근거 • 데이터 처리의 정확성 • 데이터 측정방법 및 출처의 변경 • 데이터 수집기간과 산정기간의 일치 여부 • 재고량의 변화 등
실측기준	• 계측기의 검교정 상태 • 모니터링 계획과 동일한 측정방법의 사용 여부 • 기록의 정확성/ 단위 조작의 적절성/ 유효숫자의 처리 등
근 사 법	• 모니터링 계획과 동일한 계산방법 사용 • 기초 데이터의 적절성, 합리성 등

③ 측정기기 검교정 관리

현장에서 사용되고 있는 모니터링 및 측정장비의 검교정 관리상태를 확인하여야 한다. 확인 항목은 다음과 같다.

- 측정장비별 검교정 관리기준 및 검교정 주기
- 검교정 책임과 권한
- 측정장비 고장 시 데이터 관리방안
- 검교정기록(검교정 성적서 등) 관리방안
- 검교정 결과가 규정된 불확도를 만족하는지 여부 등

④ 시스템 관리상태 확인

검증대상의 온실가스 관리업무가 지속적으로 운영됨을 확인하여야 한다. 확인 항목은 다음과 같다.

- 온실가스 업무 절차에 대한 표준화 및 책임권한
- 온실가스 관련 문서 및 기록의 체계적인 관리 체계
- 온실가스 관련 업무 수행자에 대한 교육훈련 관리체계 등

⑤ 이전 검증결과 및 변경사항 확인

이전연도에 산정·제출된 명세서 등 검증결과 자료를 참조하여 배출원의 중요한 변화, 배출량의 변화상태 등 기타 확인이 필요한 변경사항을 파악하고, 이에 따른 배출량 변화가 타당하게 반영되어 있는지 확인하여야 한다.

(7) 검증결과의 정리 및 평가

① 수집된 증거 평가

문서검토 및 현장검증 완료 후, 수집된 증거가 검증의견을 표명함에

있어 충분하고 적절한지를 평가하고, 미흡한 경우에는 추가적인 증거수집 절차를 실시하여야 한다.

② 오류의 평가

수집된 증거에 오류가 포함된 경우에는 그 오류의 영향을 평가해야 한다. 측정기기의 불확도와 관련하여 다음과 같은 사항이 발견된 경우에는 배출량 산정에 끼치는 영향을 종합적으로 평가하여 검증보고서 상에 반영하여야 한다.

- 불확도 관리가 되지 않은 계량기를 사용한 경우(모니터링 계획에 따라 사전 승인된 경우는 제외)
- 이행계획에 첨부한 모니터링 계획과 실제 모니터링 방법 간에 차이가 발생한 경우
 - 활동데이터와 관련된 측정기기가 누락된 경우
 - 계획과 다른 측정기기를 사용하는 경우
 - 측정기기에 대한 불확도 관리(검교정 등)가 되지 않은 경우

샘플링된 데이터에서 오류를 발견한 경우에는 실제 데이터에도 동일한 오류(잠재적 오류)가 있을 수 있으므로, 잠재오류가 허용 가능한 수준으로 낮아질 때까지 점검을 통해 수정을 요구한다.

| 표 5-10 | 오류의 평가방법

오류 발생분야	오류 점검시험 및 관리 방법	
입 력	• 기록카운트 시험 • 유효 특성 시험 • 소실데이터 시험	• 한계 및 타당성 시험 • 오류 재보고 관리
변 환	• 백지시험 • 일관성 시험	• 한계 및 타당성 시험 • 마스터파일 관리
결 과	• 결과분산 관리	• 입/출력 시험

③ 검증 결과의 정리

문서검토 및 현장검증 결과 수집된 자료에 대한 평가를 완료한 후, 아래와 같이 분류하고 별지 제2호의 서식에 따라 발견사항을 정리한다. 온실가스 총 배출량 산정에 직접적인 오류를 일으킬 수 있는 ‘부적합 사항’은 검증대상에 즉시 통보하여 수정조치를 요구하여야 한다.

- 부적합 사항: 온실가스 배출량 및 이의 산정에 영향을 미치는 오류로서 총배출량 산정에 직접적인 영향을 끼칠 수 있는 발견사항
- 개선권고사항: 온실가스 관련 데이터 관리 및 보고시스템의 개선 및 효율적인 운영을 위한 개선 요구사항(즉각적인 조치를 요구하지 않으며, 시스템의 정착 및 효율적 운영을 위해 조직 차원에서 개선 활동을 추진할 수 있음)

제 6 장 온실가스 인벤토리 인증 및 관리방안

1. 인증제도 도입여건 분석

1) 도입배경 및 목적

온실가스 인벤토리 구축에 대한 인증이 필요한 이유는 연안선박에 대하여 조만간 목표관리제가 시행된다는 데에 있다. 온실가스 목표관리제는 녹색성장기본법에 의해 시행 중이며, 동법 시행령 제29조 제1항에 따라 해운법에 따른 내항화물선 및 여객선을 운영하는 사업자를 대상으로 시행할 예정이다.

녹색성장기본법시행령 제29조 제1항에 따른 적용대상 기준은 다음 <표 6-1>과 같다. 이러한 기준에 따르면 2014년 1월부터 (주)쌍용해운 목표관리제 적용대상에 포함되는 것으로 나타났다.

표 6-1 | 온실가스 목표관리제 대상 연안해운기업

적용시기	구분	온실가스 배출량		에너지 소비량	
		기 준	선박연료사용량	기 준	선박연료사용량
2011. 12. 31.까지		125,000톤	40,136톤	500테라줄	12,376톤
2012. 1. 1.부터		87,500톤	28,095톤	350테라줄	8,663톤
2014. 1. 1.부터		50,000톤	16,054톤	200테라줄	4,950톤

주: 선박연료는 HFO(Heavy Fuel Oil/ 중유) 기준이며, 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준에 따라 유류 사용량 산정

이에 따라 최근 정부는 연안해운 온실가스 목표관리제의 효율적 수행 방안을 확보하고 기업체의 이행역량 증진 등을 도모하기 위해 2012년 9월

27일 쌍용해운(주)와 “연안해운 온실가스·에너지 목표관리 시범사업협약”을 체결한 바 있다. 이러한 협약에 따른 쌍용해운(주)는 최근 3년간의 연료소모량을 바탕으로 온실가스 배출량 및 에너지 소비량에 대한 감축목표를 국토해양부와 협의하여 설정하고, 앞으로 1년 동안 온실가스 감축활동을 추진해 나갈 예정이다.

이와 더불어 정부는 총톤수 5,000톤 이상의 연안해운기업에 대해서도 목표관리제 자발적 참여를 유도하여 온실가스 감축을 추진할 계획을 갖고 있다. 국내 연안해운기업 789개사 중에서 총톤수 5,000톤 이상의 기업은 화물운송업체 76개사, 여객운송업체 4개사로 총 80개 업체이다. 강제 관리업체 2개사를 포함한 목표관리제 대상기업이 80개에 이를 것으로 볼 때 온실가스 목표관리제 시행에 대한 충분한 대비가 필요하다.

그러나 극소수 연안해운기업을 제외하고는 목표관리제에 대비할 역량을 갖고 있지 못한 실정이다. 목표관리제 시행을 위한 선결조건으로 온실가스 인벤토리 구축이 필요하나 거의 대부분의 연안해운기업들은 스스로 온실가스 인벤토리를 구축할 능력이 부족하다는 점에서 온실가스 인벤토리 구축을 지원할 뿐만 아니라 인벤토리를 인증하고 이에 대한 적절한 지원대책을 마련하는 것이 중요하다.

연안해운기업을 대상으로 하는 인벤토리 인증은 연안해운기업의 자발적인 에너지 감축 및 효율적 이용을 유도하여 온실가스를 감축하는 데에 목적을 두고 있다. 또한 인벤토리 구축을 통해 연안선박의 온실가스 배출관리를 효율화할 수 있기 때문에 연안해운의 청정화를 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 도입여건 검토

위에서 설명한 바와 같이 연안해운기업의 거의 대부분이 자체적으로

온실가스 인벤토리를 구축할 수 있는 역량이 매우 부족한 실정이다. 거의 대부분의 연안해운기업은 선박의 엔진 교체 등 수리, 청정 연료유 사용 등으로 온실가스 목표관리제에 대응할 계획을 갖고 있다. 그러나 온실가스 배출활동별로 온실가스 배출량을 확인하고 그 원인을 파악할 수 있는 인벤토리 구축에는 별다른 대비책이 없는 실정이다.

이는 근본적으로 온실가스 인벤토리에 대한 연안해운 사업자들의 인식 부족에서 나타나는 것으로 볼 수 있다. 즉 인벤토리에 대한 개념이나 목적 등에 대한 이해도가 낮고, 인벤토리를 관리할 수 있는 전문인력이 사실상 없다는 점에서 인벤토리 구축을 정부가 지원할 필요성이 크다.

온실가스 인벤토리는 선박의 모든 활동에서 배출되는 온실가스를 배출 활동별로 분류하고 배출량을 파악하여 온실가스 배출의 원인과 배출량 감축을 위한 방안을 모색하기 위한 것이다. 이에 따라 온실가스 인벤토리 구축을 위한 표준화된 매뉴얼이 필요하다.

온실가스 인벤토리 구축을 위해서는 온실가스 인벤토리 구축 매뉴얼 작성부터 선박의 활동별로 온실가스 배출량을 최소화하는 배출관리가 필요하다. 그러나 온실가스 인벤토리 구축에는 많은 비용과 인력이 소요되나 사업규모가 영세한 연안해운기업이 이를 스스로 부담하기 곤란할 것으로 예상된다.

따라서 인벤토리 매뉴얼을 포함한 인벤토리 구축을 위한 활동, 구축된 인벤토리의 검증 및 인증, 그리고 인벤토리 관리인력 고용 등에 대한 정부 차원의 지원대책이 마련되어야 할 것이다. 또한 인벤토리를 구축한 연안해운기업에 대한 별도의 지원대책을 마련하여야 할 것이다.

2. 인벤토리 인증제도 도입방안

1) 기본방향

인벤토리 구축을 위한 모든 활동 및 온실가스 배출관리에 충실한 연안 해운사업자를 온실가스 인벤토리 인증업체로 인증해야 할 것이다. 온실가스 인벤토리 구축활동이란 온실가스 인벤토리 매뉴얼 작성, 선박의 모든 활동에 대한 유류사용량 및 온실가스 발생량을 확인하는 문서 작성, 그리고 온실가스 배출관리를 위한 조직 및 관리체계를 갖추는 것을 말한다.

온실가스 인벤토리 인증대상으로는 해운업에 따른 내항화물운송사업자 및 내항여객운송사업자로서 온실가스 인벤토리 검증을 받은 사업자로 하여야 한다.

또한 온실가스 인벤토리 인증을 심사하기 위해서는 인벤토리 매뉴얼, 선박의 활동별 유류사용량 및 온실가스 배출량을 확인하는 문서, 온실가스 배출관리계획 등을 포함한 심사기준을 마련하는 것이 필요하다.

2) 법적 근거 검토

연안해운기업의 온실가스 인벤토리 인증을 위한 법적 근거는 녹색성장 기본법이나 해운업에 마련하는 방안을 검토할 필요가 있다. 먼저 녹색성장 기본법은 우리나라 녹색성장에 대한 기본법으로 온실가스 목표관리제를 규정하고 있으나 온실가스 인벤토리 인증에 대한 세부 규정이 없다.

또한 녹색성장기본법은 녹색성장 관련 최상위 법으로의 성격을 갖고 있어 연안해운 하나만을 온실가스 인벤토리 인증에 대한 세부 규정을 두는 것이 바람직하지 않다.

반면 해운법은 연안해운과 관련하여 필요한 모든 규정을 갖고 있는 특정 사업을 위한 개별법으로서의 성격을 갖고 있어 연안해운사업자의 온실

가스 인벤토리 인증에 대한 세부 규정을 신설하는 것이 용이하다. 따라서 여기에서는 해운법에 온실가스 인벤토리 인증에 관련된 규정을 신설하는 방안을 제시하고자 한다.

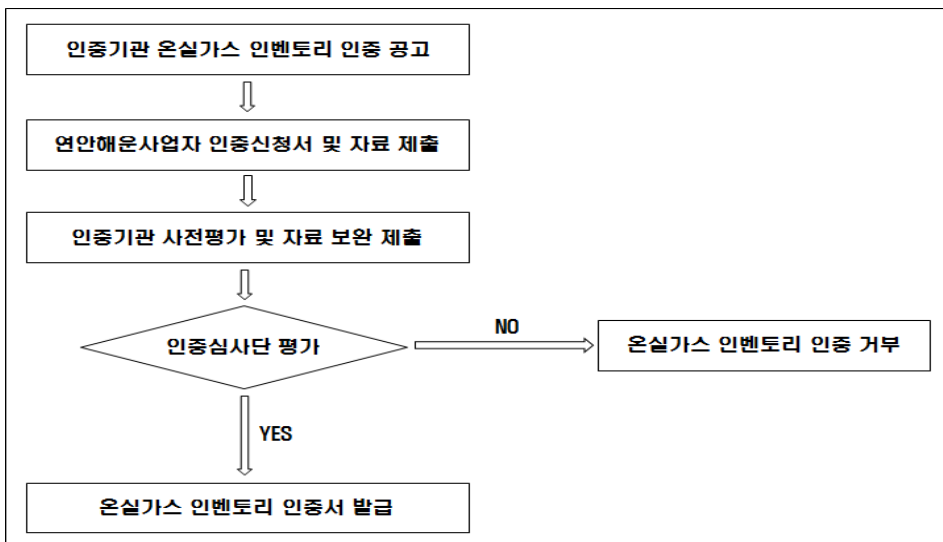
| 표 6-2 | 온실가스 인증을 위한 법적 근거(안)

현행 법률 (해운법)	개정안 (해운법 일부개정)
<신 설>	제41조의 4(온실가스 인벤토리 인증) ① 국토해양부장관은 내항운송사업자에 대하여 온실가스 인벤토리 구축을 지원할 수 있다. ② 제1항에 따라 온실가스 인벤토리를 구축한 사업자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토해양부장관에게 인증을 신청하여야 한다. ③ 국토해양부장관은 제1항에 따른 인벤토리 인증을 받은 내항운송사업자에 대해서는 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 인증서를 발급할 수 있으며, 인증업체는 인증표시를 할 수 있다. ④ 제1항에 따른 온실가스 인벤토리 인증을 받지 아니한 내항운송사업자는 인증표시나 이와 유사한 표시를 하여서는 아니 된다. ⑤ 국토해양부장관은 제1항에 따른 온실가스 인벤토리 인증을 위한 심사업무를 타 법에 의해서 선종된 온실가스 인벤토리 검증기관에 위탁할 수 있다. ⑥ 국토해양부장관은 인증업체에 대하여 온실가스 인벤토리 구축 및 배출관리활동에 따른 자금의 지원을 할 수 있다. ⑧ 제1항에 따른 온실가스 인벤토리 인증의 기준·절차·방법, 제3항에 따른 인증표시의 방법 등에 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.

3) 인벤토리 인증제도 내용

(1) 인증절차 및 과정

온실가스 인벤토리 인증절차 및 과정을 단계별로 보면 다음과 같다. 첫째, 온실가스 인벤토리 인증기관(이하, 인증기관)은 연안해운사업자를 대상으로 온실가스 인벤토리에 대한 인증공고를 한다. 둘째, 연안해운사업자는 인증기관에 인증신청서와 신청서의 내용을 입증하는 자료를 제출한다. 셋째, 인증기관은 신청기업이 제출한 신청서와 입증자료를 토대로 사전평가를 실시하고, 보완할 내용에 대해서는 추가자료를 요청한다. 넷째, 인증심사단은 인증기관이 제시한 평가기준에 따라 신청기업이 인증자격 유무를 심사하고 결과를 인증기관에 통보한다. 다섯째, 인증기관은 인증심사단의 평가가 합격이면 인증서를 발급하고, 불합격이면 인증서 발급을 거부하게 된다.



| 그림 6-1 | 온실가스 인벤토리 인증절차 및 과정

(2) 인증대상

온실가스 인벤토리 인증대상은 해운법상의 내항화물운송사업 및 내항 여객운송사업자(이하, 내항운송사업자)이며, 온실가스 인벤토리 인증심사는 인증신청기업에 한하여 시행한다.

(3) 인증심사 및 평가 원칙

연안해운업의 특성을 반영하여 심사기준 및 평가항목을 마련하는 것이 중요하다. 특히 사업활동이 왕성하고 인벤토리 구축 및 온실가스 배출량 감축의지가 큰 기업이 인증을 받을 수 있도록 심사기준 및 평가항목을 마련하는 것이 필요하다.

(4) 인증평가항목 및 심사기준

① 인증 평가항목

연안해운의 온실가스 인벤토리 인증의 평가항목은 첫째, 내항운송사업 활동은 운항선박의 수, 운송실적(화물량 또는 여객), 유류사용량 등이 포함될 수 있다.

둘째, 인벤토리 구축활동으로는 인벤토리 구축을 위한 매뉴얼 작성에서부터 선박의 활동별로 온실가스 배출량을 확인하고, 이에 대한 온실가스 배출계수 산정을 위한 배출관리시스템의 수준, 온실가스 인벤토리 검증실적 등이 포함될 수 있다.

셋째, 온실가스 배출관리계획에는 온실가스 감축목표, 온실가스 인벤토리 및 온실가스 배출관리시스템 활용을 위한 전문인력의 수 등이 포함될 수 있다.

| 표 6-3 | 온실가스 인벤토리 인증 평가항목(안)

대분류	평가항목	특정항목(평가지표)
사업활동 (20)	운항선박수 (5)	운송사업에 투입되는 실제 선박수
	운송실적 (5)	운송실적이 얼마인가(화물 또는 여객)
	유류사용량 (10)	선박운항에 따른 유류사용량이 얼마인가
인벤토리 구축활동 (40)	매뉴얼 (10)	인벤토리 매뉴얼의 존재
	배출량 관리 시스템 (20)	온실가스 배출관리시스템의 수준
		- 배출량 및 배출계수 산정 및 기록 등
	인벤토리 검증실적 (10)	인벤토리 검증실적
		- 공인 검증기관의 증명서 확인
온실가스 배출관리 계획 (40)	감축목표 (20)	현재 온실가스 배출량 대비 감축량 비율
	전문인력 (20)	온실가스 인벤토리 및 배출관리시스템 운영 인력의 수

② 인증 심사기준(예)

평가항목별로 심사기준은 A~E의 5개 등급을 부여하되 A는 평가점수의 100%, B는 평가점수의 80%, C는 평가점수의 60%, D는 평가점수의 40%, E는 평가점수의 20%를 적용하여 산정한다.

다만, 계량적으로 비교하기 어려운 평가항목은 심사위원의 객관적인 평가기준을 기준으로 평가하되 인증기관이 평가의 중점 요소를 제시하도록 하며, 계량적 비교가 가능한 항목은 인증기관에 산정한 점수를 그대로 인정하여 적용할 수 있다.

또한 인벤토리 매뉴얼 작성 여부나 검증실적 등과 항목은 매뉴얼이나 검증실적이 있다면 점수를 100% 부여하고, 없다면 점수를 부여하지 않는 방식으로 산정하는 것이 필요하다.

| 표 6-4 | 온실가스 인벤토리 평가항목별 심사기준(안)

대분류	평가항목	평가방법	평가점수
사업활동 (20)	운항선박수 (5)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	
	운송실적 (5)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	
	유류사용량 (10)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	
인벤토리 구축활동 (40)	매뉴얼 (10)	있다(100%), 없다(0%)	
	배출량 관리 시스템 (20)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	
	인벤토리 검증실적 (10)	있다(100%), 없다(0%)	
온실가스 배출관리 계획 (40)	감축목표 (20)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	
	전문인력 (20)	A(100%), B(80%), C(60%), D(40%), E(20%)	

한편 사업활동, 인벤토리 구축활동, 온실가스 배출관리계획 등의 세부 항목별로 등급을 부여하는 기준을 제시하면 다음과 같다.

| 표 6-5 | 온실가스 인벤토리 평가항목별 등급부여 기준(안)

평가항목	평가방법
운항선박수	A(5척 이상), B(4척), C(3척), D(2척), E(1척)
운송실적	A(100만톤 초과), B(80~99만톤), C(60~79만톤), D(40~59만톤), E(40만톤 미만)
유류사용량	A(1만kl 초과), B(8,000~9,999만kl), C(6,000~7,900kl톤), D(4,000~5,900kl톤), E(4,000kl 미만)
매뉴얼	있다(100%), 없다(0%)
배출량 관리시스템	주관적 평가(인증기관 평가의 증점요소 제시)
인벤토리 검증실적	있다(100%), 없다(0%)
감축목표	A(15% 초과), B(12~15%), C(8~10%), D(4~6%), E(4% 미만)
전문인력	A(5명 이상), B(4명), C(3명), D(2명), E(1명)

③ 인증자격 부여

인벤토리 인증 평가항목별 점수를 합하여 60점 이상을 획득한 신청기업에게는 인증자격을 갖춘 것으로 간주하고, 인증심사 통과 후 5일 이내에 인증서를 발급한다.

(5) 인증심사단

인증심사단은 인증 평가 및 심사기준에 따라 인증 신청기업의 인증자격을 심사하여 그 심사결과를 심사결과 인증기관에 즉시 보고하여야 한다.

인증심사단 구성은 연안해운 또는 온실가스 인벤토리 및 배출관리에 대한 전문지식이나 경험을 갖춘 산학연 전문가, 관련단체, 정부기관 등을 포함하여 20인 이내로 구성한다.

인증심사단은 인증심사위원은 풀제를 통해 구성하며, 개별 인증신청기업 심사를 위해 기업별로 인증심사위원 풀에서 5인 이내의 심사위원을 위촉하여 구성하고, 심사위원장은 선정된 인증심사위원 중에서 선정한다.

(6) 인증기관

인벤토리 인증기관으로 정부가 공인한 24개 온실가스 인벤토리 검증기관을 활용하는 것이 바람직하다. 온실가스 인벤토리 검증이나 인증에 관한 업무는 공통적인 사항이 많고, 검증기관의 인력만큼 온실가스 인벤토리에 대한 전문지식과 기술을 가진 인력을 찾기 어려운 실정이다.

2012년 10월말 기준으로 온실가스 인벤토리 검증기관은 한국품질보증원, 한국생산성본부인증원, 한국능률협회인증원, 한국산업기술시험원, 한국표준협회, DNV 인증원 등을 포함하여 23개 검증기관이 있다.

4) 인벤토리 인증기업 사후관리

온실가스 인벤토리 인증업체가 지속적으로 인증자격을 유지하여 온실가스 감축목표를 달성할 수 있도록 유도하기 위해서는 인증기업이 인증 후에도 인증자격을 유지하는 지를 평가하는 등의 사후관리가 필요하다. 이를 위해 다음의 두가지 방안을 제시할 수 있다.

첫째, 인벤토리 공인 인증기간을 제한하고 인증자격을 재심사하여 인증을 갱신하거나 취소하는 절차를 마련해야 할 것이다. 이를 위해 인벤토리 인증 유효기간을 3년으로 제한하고, 인증기간 만료 후에도 공인 인증을 유지하기를 원하는 업체가 인벤토리 인증의 갱신을 신청하도록 하는 것이다. 공인 인증 갱신을 위해서는 공인 인증 유효기간 만료 6개월 내에 인증 갱신을 신청하고, 최초 인증과 동일한 절차를 거쳐야 하며, 인증심사를 통과할 경우 인증서를 갱신하도록 해야 할 것이다.

둘째, 연안해운 온실가스 인증제도의 실효성을 제고하기 위해서는 인벤토리 평가기준에 따라 연안해운기업의 인벤토리 구축 실적을 조사하고 인증심사를 대행하는 전문조직이 필요하다. 이러한 전문조직으로 기존의 공인 검정기관을 활용할 수 있다. 정부가 지정한 공인 검정기관은 자체 내에 연안해운 인벤토리 인증센터를 두어 평가, 인증서교부, 교육·훈련, 사후관리 등을 책임져야 할 것이다. 검정기관 내의 인벤토리 인증센터는 연안해운기업을 평가기준에 따라 심사하고, 심사기준을 충족하면 인증서를 교부한다. 또한 인증센터는 해당 연안해운기업의 인벤토리 관리책임자가 우수국제물류주선업체의 자격을 지속적으로 유지하기 위해 숙지해야 하는 사항들에 대해 교육하는 업무를 수행하고, 심사를 위한 인증심사단을 구성하고 심사평가 방법에 대해서도 교육시키는 것이 필요하다.

3. 인벤토리 구축 지원방안

1) 인벤토리 구축활동 및 R&D 지원

위에서 설명한 바와 같이 거의 대부분의 연안해운기업들은 온실가스 인벤토리를 자체적으로 구축할 만한 인력이 없고, 인벤토리 구축에 따르는 비용을 부담하기에도 벅찬 실정이다.

따라서 연안해운기업 개별적으로 온실가스 인벤토리를 구축할 경우, 인벤토리 매뉴얼 작성에서부터 선박의 활동별 온실가스 배출량 및 배출계수 산정 및 목록유지, 인벤토리 검증 및 인증까지 인벤토리 구축 및 관리에 따르는 비용을 지원할 필요가 있다.

이러한 관점에서 한국해운조합을 중심으로 연안해운 온실가스 인벤토리 구축센터를 설치하여 운영하는 방안을 검토할 필요가 있다. 한국해운조합은 인벤토리 표준 매뉴얼 작성, 기업별 온실가스 인벤토리 구축과 온실가스 배출관리에 대한 컨설팅업무를 수행하고, 인벤토리 관리시스템 구축을 지원하는 방안을 마련해야 할 것이다. 또한 정부 차원에서 연안해운기업이 개별적으로 또는 한국해운조합 지원하에 온실가스 인벤토리를 구축하는 데 따르는 비용을 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다.

2) 인증기업 지원방안

연안해운기업들이 온실가스 인벤토리 구축 및 인증에 적극적으로 참여하도록 유도하기 위해 다양한 지원제도를 개발하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 공인 인증센터가 중심이 되어 실효성 있는 지원정책을 개발하고 추진효과를 검토한 후 법·제도화 시키는 것이 필요하다. 온실가스 인벤토리 인증기업에 대한 지원제도를 다음과 같이 제시할 수 있다.

| 표 6-6 | 연안해운 온실가스 인벤토리 인증기업 지원방안

구 분	내용
세제지원	온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 대한 세액공제
보 조 금	온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 대한 비용의 일부를 보조
금융지원	○ 온실가스 인벤토리 인증기업에 대해 신용담보한도 확대 ○ 기존 대출 상환을 특정기간 동안 월별로 분할납부할 수 있도록 보증
병역특례	○ 온실가스 인벤토리 인증기업 취업선원에 대한 병역특례제도 도입 ○ 온실가스 인벤토리 인증기업에 대한 외국인선원 승선 확대 허용

첫째, 온실가스 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 대해 세액공제 혜택을 부여하는 것이다. 왜냐하면 온실가스 인벤토리 구축은 온실가스 배출관리의 효율성 제고를 목적으로 추진하는 것으로 결과적으로 연안해운기업의 온실가스 감축에 많은 기여를 하기 때문이다.

둘째, 온실가스 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 필요한 비용의 일부를 보조하는 방안을 검토할 수 있다. 연안해운 온실가스 인벤토리 구축은 선박으로부터의 온실가스 배출활동을 효율화하여 온실가스 감축을 도모하는 것으로 인벤토리 자체의 관리를 위한 시스템 구축과 전문인력 확보에 많은 비용이 소요된다. 또한 연안해운기업들의 영세한 규모를 고려할 때 인벤토리 구축에 소요되는 비용도 연안해운기업의 입장에서는 많은 부담이 될 수 있다.

셋째, 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 보조금 지원이 어려울 경우 인벤토리 인증기업에 대해 신용담보한도를 확대하거나 대출금 상환을 특정기간 동안 월별로 분할하여 납부할 수 있도록 보증하는 방법으로 금융상의 지원을 할 수 있다.

넷째, 많은 연안해운기업이 젊고 유능한 선원을 확보하지 못하여 인재에 의한 사고가 많다는 점에서 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 취업

하는 젊은 선원에 대해 병역특례를 부여하는 방안을 검토할 필요가 있다. 즉 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업이 젊은 선원을 쉽게 고용할 수 있도록 병역특례제도를 확대하는 방안을 검토할 필요가 있다. 또는 외항선박에 비해 연안선박은 외국인선원의 승선자수가 적어 선원확보에 많은 어려움을 겪고 있으므로 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해서는 외국인선원의 승선인원을 외항선박 수준으로 확대하는 방안을 검토하는 것이 필요하다.

| 표 6-7 | 병역법 개정사항

구분	현행 법률	수정(안)
병역법 제37조 (산업기능요원 편입 대상)	제38조(산업기능요원 편입 대상) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람은 원할 경우 제36조에 따른 산업기능요원으로 편입할 수 있다. .. (중략).. 1. 지정업체로 선정된 공업·광업·에너지산업·건설업·수산업 또는 해운업 분야의 기간산업체에 종사하고 있는 사람(수산업 또는 해운업 분야의 경우에는 승선하여 종사하고 있는 사람이나 승선하여 종사할 사람만 해당한다) (중략) 4. 후계농업경영인, 농업회사법인의 농업기계운전요원 및 사후관리업체에 종사하고 있는 사람으로서 관할 시장·군수·구청장의 추천을 받은 사람 및 어업인후계자로 국립수산물과학원장(제주특별자치도는 도지사를 말한다. 이하 이 절에서 같다)의 추천을 받은 사람(이하 생략)	제38조(산업기능요원 편입 대상) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람은 원할 경우 제36조에 따른 산업기능요원으로 편입할 수 있다. ..(중략).. 1. 지정업체로 선정된 공업·광업·에너지산업·건설업·수산업 또는 해운업(온실가스 인벤토리 인증기업 포함) 분야의 기간산업체에 종사하고 있는 사람(수산업 또는 해운업 분야의 경우에는 승선하여 종사하고 있는 사람이나 승선하여 종사할 사람만 해당한다)

4. 전문인력 양성방안

온실가스 인벤토리 및 관리를 위해서는 전용 관리시스템과 이를 위한 전문인력이 필요하다. 따라서 연안해운기업의 온실가스 인벤토리 구축이 확대되기 위해서는 별도의 관리시스템을 구축하고, 이를 운영하는 전문인력을 확보하는 것이 중요하다. 온실가스 인벤토리 구축 및 관리를 위한 전문인력을 양성하기 위해서는 다음과 같은 지원대책이 마련되어야 한다.

먼저 온실가스 인벤토리 인증기업에 소속된 관리책임자가 온실가스 인벤토리 및 배출관리시스템 운영에 필요한 교육·훈련 프로그램 참여할 경우 교육비를 지원하고, 교육받은 인력이 인벤토리 관리기술을 사내에 전파하도록 유도하는 것이다.

다음으로 온실가스 인벤토리 인증기업에 소속된 일반직원이 인벤토리 관리전문인력을 육성하는 교육 프로그램을 참가하는 경우, 정부에서 교육비의 일정부분을 지원하는 것이 필요하다. 이에 대한 법적 근거는 고용보험법 제27조(사업주에 대한 직업능력개발 훈련의 지원) 및 제31조(직업능력개발의 촉진)에서 찾을 수 있다.

이와 더불어 국토해양부에서 실시하는 「해운항만물류 전문인력 양성사업」에 연안해운 온실가스 인벤토리 관리전문가 교육과정을 신설하는 방안도 검토할 필요가 있다. 현재 국토해양부에서는 다음과 같이 「해운항만물류 전문인력 양성사업」을 실시하고 있다. 즉 온실가스 인벤토리 관리전문가 과정을 「해운항만물류 전문인력 양성사업」에 별도로 신설하여 추진하는 것이 필요하다.

| 표 6-8 | 해운항만물류 전문인력 양성사업 교육과정 개편(안)

교육과정	교육기관	비고
항만분야 장기과정	한국해양대학교	현재 시행중
국제교류 및 협력	"	"
항만분야 단기과정	동서대학교	"
국제교류 및 협력	부산대학교	"
포트아카데미 과정	포트아카데미연구원	"
해운분야 장기과정	중앙대학교	"
한중 국제물류	"	"
해운분야 단기과정	해사문제연구소	"
네트워크 구축사업	한국해양수산개발원	"
온실가스 인벤토리 전문가과정	(미정)	신설 추진

제 7 장 결론 및 정책제언

1. 결론

1) 온실가스 인벤토리는 온실가스 감축활동을 위한 기본자료이다

온실가스 인벤토리는 기업활동으로 인해 배출되는 온실가스를 파악하고, 배출량을 기록, 산정, 보고 및 관리하는 관리시스템으로 정해진 사업장 안에서 온실가스 배출원을 규명하고 이들 각각의 온실가스 배출량을 산정하고 분석한 정보를 이해관계자에게 전달하기 위한 문서 및 시스템이다.

온실가스 인벤토리를 구축하게 되면 해운기업에서 실시하는 온실가스 감축활동에 대한 현황 및 계획을 파악할 수 있으며, 이를 통해 발생하는 크레딧(감축실적)의 판매, 구입, 인정에 관련된 모든 현황 및 계획을 파악할 수 있다. 또한 향후 국가 할당(또는 자발적 목표) 대비 현재의 목표달성률 등을 분석할 수 있게 되어 해운기업의 실질적인 온실가스 배출관리가 가능하

다. 즉 온실가스 인벤토리는 선박의 온실가스 배출원별로 모든 온실가스의 지속적인 파악·기록·유지관리·보고를 포함하기 때문에 해운기업의 온실가스 감축노력을 위한 기본자료가 된다. 동시에 해운기업의 총괄적인 온실가스 관리시스템으로 볼 수 있다.

2) 온실가스 인벤토리는 목표관리제의 기본전제이다

온실가스 목표관리제는 기업의 과거 온실가스 배출량 통계를 토대로 기준연도를 설정하여 기준연도 대비 온실가스 감축 계획 목표를 설정하고, 설정된 목표를 토대로 해당 사업장에서 온실가스 배출 감축노력을 실시하

며, 목표달성 및 이행여부를 관리하는 것이다.

온실가스 목표관리제는 인벤토리가 구축되어 있지 않으면 시행 자체가 곤란하다. 즉 온실가스 목표관리제는 인벤토리의 구축을 전제로 하여 시행되는 것이다.

이에 따라 정부는 온실가스 목표관리제의 강제적 대상기업으로 하여금 자체적으로 온실가스 인벤토리를 구축하게 하고 있으며, 나아가 구축된 인벤토리에 대한 정부가 지정한 24개 공인 검증기관으로 하여금 검증을 받도록 하고 있다.

3) 온실가스 인벤토리는 국가 환경정책에 매우 중요하다

온실가스 인벤토리는 국가적 차원에서 기후변화협약에 대한 대응정책 수립 및 온실가스 감축정책 발굴에 활용할 수 있다. 나아가 기후변화협약의 이행과 관련하여 국제협상을 진행하고 국가목표를 제시하는 데 이용할 수 있다.

온실가스 인벤토리는 국가 전체적으로 감축할 수 있는 온실가스 발생량을 확인하고, 온실가스 발생량과 감축활동을 공개하여 유엔 등 국제기구에 대한 온실가스 보고의무 강제화에 대비하고, 나아가 배출권시장에 참여할 수 있는 기반을 마련하기 위한 목적으로 구축하는 것이다.

이러한 관점에서 온실가스 인벤토리는 국가 전체적으로 자발적으로 온실가스 배출관리시스템을 구축하기 위한 활동이며, 국제 환경정책에 대응하기 위한 국가 차원의 전략적 활동이라고 볼 수 있다. 즉 온실가스 인벤토리는 국가적인 온실가스 저감활동을 전개해 나가는 데 필요한 목표와 전략 체계를 설정하기 위해 현재 어떠한 온실가스가 어디에서 어떻게 얼마나 발생하고 있는지를 파악하는 것이다.

4) 연안해운에 적합한 인벤토리 가이드라인을 수립해야 한다

온실가스 인벤토리 가이드라인이란 온실가스 인벤토리 구축결과를 바탕으로 미래 배출량(BAU)¹³⁾을 예측하고 온실가스를 얼마나 어떻게 감축할 것인지를 결정하는 온실가스 감축계획의 수립을 위한 것이다. 즉 가이드라인을 통해 온실가스 감축계획을 수립하여 온실가스 감축을 위한 구체적인 행동지침을 마련할 수 있다.

온실가스 배출량은 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」의 산업별 또는 부문별로 산정방법이 정해져 있으며, 감축계획에 의해 작성되는 인벤토리 명세서는 통일된 기준이 정해져 있다. 그러나 온실가스 감축계획의 수립절차에 대해서는 정해진 기준이 없다. 현재 연안해운을 위한 온실가스 인벤토리 가이드라인은 없으므로 연안해운에 적합한 인벤토리 가이드라인, 인벤토리 명세서 등을 마련하는 것이 필요하다.

5) 연안해운 온실가스 인벤토리 구축을 적극 지원해야 한다

연안해운기업의 거의 대부분이 온실가스 목표관리제에 대해서도 선박의 엔진 교체 등 수리, 청정 연료유 사용 등으로 온실가스 목표관리제에 대응할 계획을 갖고 있다. 그러나 온실가스 인벤토리 구축에는 별다른 대비책이 없는 실정이다.

온실가스 인벤토리 구축을 위해서는 인벤토리 구축 매뉴얼 작성부터 선박의 활동별로 온실가스 배출량을 최소화하는 배출관리가 필요하다. 그러나 온실가스 인벤토리 구축에는 많은 비용과 인력이 소요되나 사업규모가 영세한 연안해운기업이 이를 스스로 부담하기 곤란할 것으로 예상된다.

13) BAU(Business As Usual, 미래 전망치): 인위적으로 온실가스 감축노력을 하지 않을 경우 미래의 온실가스 배출 총량을 추정한 값.

따라서 인벤토리 매뉴얼을 포함한 인벤토리 구축을 위한 활동, 구축된 인벤토리의 검증 및 인증, 그리고 인벤토리 관리인력 고용 등에 대한 정부 차원의 지원대책이 마련되어야 할 것이다. 또한 인벤토리를 구축한 연안해운기업에 대한 별도의 지원대책을 마련하여야 할 것이다.

6) 인벤토리 구축 지원을 통해 목표관리제 대상을 확대해야 한다

정부는 저탄소녹색성장법 제29조에 의거하여 2014년 1월부터 (주)쌍용해운에 대해 강제적으로 목표관리제를 시행하고, (주)한진 및 (주)동양시멘트도 2014년 1월부터 자발적으로 목표관리제를 참여할 계획이다. 또한 (주)씨월드고속페리는 2016년 1월 강제적 관리대상으로 지정되어 있으며, (주)라파즈한라시멘트는 이미 산업발전부문(지식경제부)의 강제적 관리대상으로 지정되어 있다.

이처럼 목표관리제 참여기업이 사실상 5개 업체에 불과하여 이들 기업만을 대상으로 하는 목표관리제는 연안해운의 온실가스 감축에 한계가 예상되어 실질적 온실가스 감축계획을 마련하는 것이 시급하다. 따라서 선박보유량이 많은 선사들을 대상으로 자발적으로 목표관리제 참여할 수 있도록 유도하는 것이 필요하다.

온실가스 목표관리제에 참여하기 위해서는 인벤토리 구축이 선행되어야 한다는 점에서 선박보유량이 많은 기업을 대상으로 인벤토리 구축을 지원하고 이들 기업을 목표관리제에 참여하도록 유도하는 것을 검토할 필요가 있다.

2. 정책제언

1) 연안선박 운항거리 통계 개발

연안선박의 온실가스 배출량을 정확히 산정하기 위해서는 연안선박의 운항거리 통계 개발을 적극 추진해야 한다. 연안화물선의 경우 거의 대부분 부정기 운항을 하고 있어 운항거리를 정확히 파악하기 어렵다. 주기적인 운항활동 조사를 통해 운항거리 통계를 개발해야 할 것이다.

연안선박의 운항거리 및 기본적인 재원의 데이터베이스 확보를 위해서 2013년 상반기 중 사업계획을 확정하여 조속추진해야 한다. 선박운항거리를 자동측정하고 검증할 수 있는 운항기록장치를 개발하여 관련기기를 설치한 선박에 대해서는 면세유 제공등의 인센티브를 제공해야 한다.

이 사업은 새로운 연안선박부문의 에너지 소비량을 파악하여 연안해운 선박의 에너지사용량 저감을 위한 정책추진 대안 개발 및 신기술 개발을 위한 기초자료로 활용할 수 있다.

2) Tier 2/3 배출계수 개발 필요

Tier 1 배출계수는 IPCC에서 배출계수를 제시하고 있어서 사용할 수 있다. 그러나, Tier 2/3의 경우 자국의 상황에 맞춰서 개발할 수 있다. 우리나라의 경우 Tier 2(연료별 배출계수), Tier 3(활동도 자료별 배출계수)의 개발이 이루어지지 않고 있다. 각 Tier별 배출계수는 우리나라 연안해운의 온실가스 배출량을 저감하기 위한 정책개발에 필수적인 사항이다.

연안선박의 온실가스를 효과적으로 관리하기 위해서는 선박의 재원(특성)을 관리하는 Fleet Module, 선박 운항특성을 관리하는 Transport Activity Module, 에너지 소비계수 및 배출계수를 관리하는 Emission Module 3개의 모듈로 나누어 관리해야 한다.

Emission Module에서는 연료소비계수와 배출계수 및 배출관련 기술과 관계된다. 연료소비계수는 엔진형태, 최대부하율, 엔진연령과 관계가 있다. 연료의 발열량과 엔진기술에 영향을 받는다. 즉 배출계수는 연료종류 및 엔진 형태에 따른 배출계수를 개발하여야 한다.

3) 연안해운 인벤토리 인증제도 도입

극소수 연안해운기업을 제외하고는 목표관리제에 대비할 역량을 갖고 있지 못한 실정이다. 목표관리제 시행을 위한 선결조건으로 온실가스 인벤토리 구축이 필요하나 거의 대부분의 연안해운기업들은 스스로 온실가스 인벤토리를 구축할 능력이 부족하다는 점에서 온실가스 인벤토리 구축을 지원할 뿐만 아니라 인벤토리를 인증하고 이에 대한 적절한 지원대책을 마련하는 것이 중요하다.

또한 온실가스 인벤토리에 대한 연안해운기업자들의 인식부족도 심각한 문제라고 볼 수 있다. 즉 인벤토리에 대한 개념이나 목적 등에 대한 이해도가 낮고, 인벤토리를 관리할 수 있는 전문인력이 사실상 없다는 점에서 인벤토리 구축을 정부가 지원할 필요성이 크다.

따라서 연안해운기업을 대상으로 하는 인벤토리 구축을 지원하고 구축된 인벤토리에 대한 인증제도를 도입하고, 인증기업에 대해 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다. 온실가스 인벤토리 구축이 연안해운기업의 자발적인 에너지 감축 및 효율적 이용을 유도하여 온실가스를 감축하는 데에 목적을 두고 있다는 점에서 연안해운의 청정화를 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 인벤토리 구축활동 및 R&D 지원

거의 대부분의 연안해운기업들이 온실가스 인벤토리를 자체적으로 구축할 만한 인력이 없고, 인벤토리 구축에 따르는 비용을 부담하기에 벅찬 실정에 있으므로 인벤토리 매뉴얼 작성에서부터 선박의 활동별 온실가스 배출량 및 배출계수 산정 및 목록유지, 인벤토리 검증 및 인증까지 인벤토리 구축 및 관리에 따르는 비용을 지원할 필요가 있다.

특히 사업자단체인 한국해운조합에 연안해운 온실가스 인벤토리 구축 센터를 설치하여 운영하는 방안을 검토할 필요가 있다. 나아가 한국해운조합은 인벤토리 표준 매뉴얼 작성, 기업별 온실가스 인벤토리 구축과 온실가스 배출관리에 대한 컨설팅업무를 수행하고, 인벤토리 관리시스템 구축을 지원하는 방안을 마련해야 할 것이다.

또한 정부 차원에서 연안해운기업이 개별적으로 또는 한국해운조합 지원하에 온실가스 인벤토리를 구축하는 데 따르는 비용을 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다.

5) 인벤토리 인증기업 지원

연안해운기업들이 온실가스 인벤토리 구축 및 인증에 적극적으로 참여하도록 유도하기 위해 다양한 지원제도를 개발하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 공인 인증센터가 중심이 되어 실효성 있는 지원정책을 개발하고 추진효과를 검토한 후 법·제도화 시키는 것이 필요하다. 온실가스 인벤토리 인증기업에 대한 지원제도를 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 온실가스 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 대해 세액공제 혜택을 부여하는 것이다.

둘째, 온실가스 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 온실가스 인벤토리 구축을 위한 시설투자에 필요한 비용의 일부를 보조하는 방안을

검토할 수 있다.

셋째, 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 대해 보조금 지원이 어려울 경우 인벤토리 인증기업에 대해 신용담보한도를 확대하거나 대출금 상환을 특정기간 동안 월별로 분할하여 납부할 수 있도록 보증하는 방법으로 금융상의 지원을 할 수 있다.

넷째, 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업에 취업하는 젊은 선원에 대해 병역특례를 부여하는 방안을 검토할 필요가 있다. 즉 인벤토리 인증을 받은 연안해운기업이 젊은 선원을 쉽게 고용할 수 있도록 병역특례제도를 확대하는 방안을 검토할 필요가 있다.

6) 전문인력 양성방안

온실가스 인벤토리 및 관리를 위해서는 전용 관리시스템과 이를 위한 전문인력이 필요하다. 온실가스 인벤토리 구축 및 관리를 위한 전문인력을 양성하기 위해서는 다음과 같은 지원대책이 마련되어야 한다.

첫째, 온실가스 인벤토리 인증기업에 소속된 관리책임자가 온실가스 인벤토리 및 배출관리시스템 운영에 필요한 교육·훈련 프로그램 참여할 경우 교육비를 지원하고, 교육받은 인력이 인벤토리 관리기술을 사내에 전파하도록 유도하는 것이다.

둘째, 온실가스 인벤토리 인증기업에 소속된 일반직원이 인벤토리 관리전문인력을 육성하는 교육 프로그램을 참가하는 경우, 정부에서 교육비의 일정부분을 지원하는 것이 필요하다.

셋째, 국토해양부에서 실시하는 「해운항만물류 전문인력 양성사업」에 온실가스 인벤토리 관리전문가 교육과정의 신설을 검토할 필요가 있다.

참 고 문 헌

〈국내 문헌〉

- (주)그린에너지Enc, 「Natural Daylight System」, 2010.
- 국토해양부, 『국가물류기본계획 수정계획(2011~2020)』, 2011.
- _____, 『국가물류기본계획 제2차 수정계획』, 2011.
- _____, 『저탄소 녹색성장 기본법』, 2010. 1.
- 국토해양부·교통안전공단, 『2011년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서』, 2011. 12.
- 국토해양부·선박안전기술공단, 『연안해운 에너지 소비량 및 온실가스 배출량 일제조사 결과』, 2012.
- 교통안전공단, 『선박부문 온실가스 배출량 조사: 연안화물선 및 여객선의 온실가스 환경지표 조사』, 2011. 12.
- 김은수, 「IMO 선박 재활용 협약의 유해물질 목록 규정과 선사의 대응전략」, 『해양물류연구』, 2009.
- 김진석 외, 「온실가스 관측 및 원격 모니터링 기술 개발」, 한국대기환경학회, 2011.
- 물류혁신네트워크연구소, 『해운·항만산업의 미래신조류』, 2009, p. 216.
- 에너지경제연구원, 『온실가스 인벤토리 작성 및 통계작성체계 개선방안』, 2005. 12.
- 에너지관리공단, 『Inventory 구축 및 명세서 작성』, 2011. 1
- _____, 『온실가스 인벤토리 검증 가이드라인』, 2008.
- 이충국, 「온실가스 인벤토리 소개 및 국내사례」, (주)엑서지엔지니어링, 2007. 12.
- 원재연, 「지자체 온실가스 인벤토리 구축전략 및 사례」, 2009.10.14. 발표자료.

- 최성운, 「온실가스 배출량 인벤토리의 이해」, 에너지 기후변화 기획특집, 2009.
- 지식경제부, 「녹색기술 인증제 운영요령 개정고시」, 2011. 5.
- 환경부, 『대기오염물질 배출량 산정방법 편람』, 2007. 8.
- _____, 『온실가스 배출량 산정 지침』, 2006
- KMI, 『우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구』, 2009. 12.(부록)
- KMI, 『교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발: 해운부문 온실가스 산정 및 관리시스템 부문』, 2011.
- 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」, 환경부 고시(제2012-211호).

〈국외 문헌〉

- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: revised edition, 2007. 4.
- WRI/WBCSD, The Greenhouse Gas Protocol.
- WRS/WBCSD, “The Greenhouse Gas Prootocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard: revised edition”, 2008. 11.
- EU, Transvisions Final Report, 2009.
- EVO, Modal Shift Projects in the Netherlands, Summary of results of the modal Shift Scans Project carried out at one hundred shipping companies, The Netherlands, 2000.
- IEA/OECD, CO₂ Emission from Combustion, 2009.
- OECD/ITF, Greenhouse Gas Reduction Strategies in the Transport Sector: Preliminary Report, 2008.
- OECD, Maritime Transport Committee, Transport and Sustainable Development,

2000. 10. 10.

PROMOTIQ, Conditions for the Promotion of a New Generation of Intermodal Transport Services and Operators, 4th framework programme, Final summary report, 1999.

U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration, Bureau of Transportation Statistics.

U.S. Maritime Administration, “Domestic Trade”, Presentation Material, October, 2009.

〈온라인 자료〉

Port of Long Beach(<http://www.polb.com>)

Japan Sustainable Building Database(<http://www.ibec.or.jp/jsbd/>)

에너지관리공단 홈페이지(www.kemco.or.kr)

한국해운조합 홈페이지(www.haewoon.or.kr)

영국 국가온실가스 인벤토리시스템(<http://www.ghgi.org.uk>)

부 록

1. 온실가스 인벤토리 검증기관 (2012년 10월 현재)

지정번호	지정월	기관명	연락처	비 고
2011-1	2011.4	(재)한국품질재단	02-2025-9074	
2011-2	2011.4	(유)삼일회계법인	02-709-0800	
2011-3	2011.4	(주)한국품질보증원	031-469-9001	
2011-4	2011.4	딜로이트안진회계법인	02-6676-2314	
2011-5	2011.4	(주)디엔브이인증원	02-3789-0471	
2011-6	2011.4	한국표준협회	02-2624-0154	
2011-7	2011.4	(주)비에스아이 코리아그룹	02-777-4123	
2011-8	2011.4	로이드인증원(주)	02-736-6231	
2011-9	2011.5	이큐에이아이씨씨(주)	02-532-9002	
2011-10	2011.5	한국에스지에스(주)	02-709-4649	
2011-11	2011.5	(주)신화엔지니어링 종합건축사사무소	042-670-3185	
2011-12	2011.5	한국생산성본부인증원(주)	02-738-9001	
2011-13	2011.5	한국화학융합시험연구원	02-2164-0011	
2011-14	2011.5	(주)한국능률협회인증원	02-6309-9031	
2011-15	2011.5	산림조합중앙회	02-3434-8350	
2011-16	2011.6	한국가스안전공사	031-310-1611	
2011-17	2011.6	환경보전협회	02-3407-1567	
2011-18	2011.6	티유브이슈드코리아(주)	02-3215-1126	
2011-20	2011.8	한국산업기술시험원	02-860-1684	
2011-21	2011.8	삼정회계법인	02-2112-3973	
2011-22	2011.10	대일이엔씨기술(주)	02-2025-7555	
2011-23	2011.10	지속가능인증원(주)	02-2636-9003	
2011-24	2011.10	(주)메트릭스코퍼레이션	02-6244-0722	
2011-25	2011.12	(주)기성이엠에스	02-2025-0035	

2. 연안해운기업 온실가스 배출량 상위 48개사(2012년 1월)

번호	선사명**	총톤수	척수	온실가스배출량*(Kton CO ₂ -eq)					비 고
				2011	2014	2016	2018	2020	
1	쌍용해운(주)	97,534	18	73	81	85	88	92	'14 강제적 관리대상
2	SK해운(주)	58,440	2	22	25	26	27	28	
3	(주)한진	54,726	19	52	57	60	63	65	'14 관리대상 자발적 협약
4	동양시멘트(주)	44,978	9	47	51	54	57	59	'14 관리대상 자발적 협약
5	(주)동방	35,998	9	30	33	34	36	37	
6	GS칼텍스(주)	29,312	2	18	20	21	22	23	산업발전부 문 (지경부)
7	(주)삼선로직스	28,582	3	12	13	14	15	15	
8	광양선박(주)	23,282	8	28	31	32	33	35	
9	삼호아이앤디(주)	23,261	6	7	8	9	9	9	
10	명진선박(주)	21,815	15	6	7	7	8	8	
11	(주)삼한강	21,612	13	26	29	31	32	33	
12	보성해상개발(주)	21,194	27	26	28	30	31	32	
13	일신로지스틱스	19,908	1	8	10	10	11	11	
14	현대해운(주)	19,787	15	6	7	8	8	9	
15	삼부해운(주)	18,275	7	30	34	36	38	40	
16	한선해운(주)	15,761	3	12	13	14	14	15	
17	일신해운(주)	14,752	4	10	12	12	13	14	
18	(주)대성해운	12,332	22	7	8	8	9	9	
19	(주)대흥	12,050	4	16	18	19	20	21	
20	세방(주)	11,758	3	2	2	2	3	3	
21	한진해운신항(주)	11,438	2	14	14	15	17	18	
22	(주)씨엔엠	11,063	2	7	8	8	9	9	

번호	선사명**	총톤수	척수	온실가스배출량*(Kton CO ₂ -eq)					비 고
				2011	2014	2016	2018	2020	
23	성신선박(주)	10,630	11	12	12	13	13	14	
24	경우해운(주)	10,341	4	13	14	15	16	16	
25	두라해운(주)	10,095	4	11	12	12	13	13	
26	대상해운(주)	10,029	10	14	15	15	16	16	
27	금진해운(주)	9,796	7	17	18	18	19	19	
28	(주)현진케이에스	9,121	6	5	6	6	6	7	'10 배출량
29	케이마린(주)	8,882	3	12	12	13	13	14	
30	(주)세주	8,817	3	8	9	10	11	11	
31	삼성해운(주)	8,528	4	8	9	9	10	10	
32	라파즈한라(주)	4,840	1	18	20	21	22	23	산업발전부 문 (지경부)
33	씨월드고속훼리	16,082	12	45	49	52	54	56	'16 강제적 관리대상
34	(주)한일고속	10,144	4	21	23	24	25	26	
35	(주)청해진해운	7,995	8	36	40	42	43	45	
36	(주)장흥해운	6,670	2	28	31	33	34	36	
37	(주)남해고속	5,516	6	19	21	22	23	24	
38	카훼리레인보우	4,734	1	12	13	13	14	14	
39	카훼리코리아나	4,388	1	11	12	12	13	13	
40	동양고속훼리(주)	4,166	1	9	10	11	11	11	
41	(주)대아고속해운	3,423	3	33	37	38	40	42	
42	(주)에이치엘해운	2,075	12	5	5	6	6	6	
43	(주)한림해운	1,915	17	5	5	6	6	6	
44	(주)동양고속훼리	1,841	4	8	9	9	10	10	
45	조양운수(주)	1,021	6	4	4	5	5	5	
46	(주)고려고속훼리	861	6	4	4	5	5	5	
47	우리고속훼리(주)	734	3	7	7	8	8	9	
48	에이스마린(주)	299	1	6	6	7	7	7	

3. 연료유 사용량 조사표

☐ 일반 정보

업체 정보	업 체 명			
	사업자등록번호			
	주 소			
보유선박 정보		2009	2010	2011
	척 수			
	톤수(GT 합계)			
	화물 및 운송량			
작성자 정보	성 명			
	부 서 명			
	연락처	전 화		
		Fax		
		E-mail		

☐ 연료유 사용량(2009~2011년 사용 기준)

(단위 : kl)

구 분		사용량(구입량)		
		2009	2010	2011
경질유	MGO			
중질유	B-A			
	B-B(LRFO)			
	B-C			
블랜딩유	MDO			
	MF-30			
	MF-60			
	MF-80			
	MF-100			
	MF-120			
	MF-150			
	MF-180			
	MF-240			
	MF-280			
	MF-320			
	MF-380			
총 계	-			

4. 온실가스 배출계수 산정방법 (액체연료)

1) 배출시설

배출시설

▶ 원유, 휘발유, 경유 등 액체 화석연료를 연소하는 보일러, 버너 등

온실가스별 산정방법론

▶ CO₂: Tier1, 2, 3, 4
▶ N₂O, CH₄: Tier1

배출량 산정방법론

▶ Tier1~3

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times F_{eq,j} \times 10^{-9}$$

▶ $E_{i,j}$: 연료(i)연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(CO ₂ -e ton)	▶ $EF_{i,j}$: 연료(i)의 온실가스(j)의 배출계수(kg-GHG/TJ-연료)
▶ Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, ℓ-연료)	▶ f_i : 연료(i)의별 산화계수
▶ EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순 발열량, MJ/ℓ-연료)	▶ $F_{eq,j}$: 온실가스(j)별 CO ₂ 등가계수 (CO ₂ = 1, CH ₄ = 21, N ₂ O = 310)

▶ Tier4
- 연속측정방식 적용

에너지관리공단

2) 연료사용량

연료사용량

▶ Tier1: 측정되는 연료사용량의 측정불확도 ± 7.5% 이내

▶ Tier2: 측정되는 연료사용량의 측정불확도 ± 5.0% 이내

▶ Tier3: 측정되는 연료사용량의 측정불확도 ± 2.5% 이내

▶ Tier4: 연속측정방식 이용



3) 순발열량

순발열량

- ▶ Tier1 : 별표 17 IPCC 2006 G/L의 값
- ▶ Tier2 : 별표 18 국가 고유 발열량
- ▶ Tier3 : 지침 46조(시료의 시험, 분석방법 및 기준)에 따라
사업자 자체 개발 또는 연료공급자가 분석 후 제공하는 값
- ▶ Tier4 : 연속측정방식 이용



4) 배출계수

배출계수

- ▶ Tier1 : IPCC 기본 배출계수
- ▶ Tier2 : 센터가 고시하는 국가 고유 배출계수
- ▶ Tier3 : 사업자 개발 또는 연료공급자 분석하여 제공하는 값
- ▶ Tier4 : 연속측정방식 이용



Tier3 배출계수 개발방법

$$EF_{i,CO_2} = \frac{C_i}{100} \times \frac{D_i}{BC_i} \times \frac{44}{12}$$

- ▶ EF_{i,CO_2} : 연료(i)의 CO₂ 배출계수(kg-CO₂/GJ-연료)
- ▶ C_i : 연료(i)의 탄소 함량(퍼센트, %)
- ▶ D_i : 연료(i)의 밀도(kg-연료/k1-연료)
- ▶ EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, GJ/k1-연료)

산화계수

- ▶ Tier1 : 1.0 적용
- ▶ Tier2 : 0.99 적용





6. 온실가스 배출량 관리절차



연안해상교통 온실가스 인벤토리
구축방안 연구

2012年 12月 29日 印刷
2012年 12月 31日 發行

編輯兼 發行人	金	學	韶
發行處	韓國海洋水產開發院 서울시 마포구 매봉산로 45		
전 화	2105-2700	FAX : 2105-2800	
등 록	1984년 8월 6일 제313-1948-1호		

組版・印刷 / 서울기획문화사 2272-1533 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337