



주요국 국가온실가스인벤토리보고서의 사업장 정보 활용 동향

유종익^{†*} · 박성권^{**} · 이준우^{***}

^{*}한국기후변화연구원 녹색사업부 부장, ^{**}온실가스종합정보센터 정보관리팀 사무관, ^{***}(주)케이이씨엠

Current Status of Facility-Specific Data Use in National Inventory Report for Annex I States

Yoo, Jong Ik^{†*} · Park, Sung Kwon^{**} and Lee, Jun Woo^{***}

^{*}Director, Div. of Green Business, Korea Research Institute on Climate Change, Chuncheon, Korea

^{**}Deputy Director, Greenhouse Gas Inventory & Research Center, Seoul, Korea

^{***}Director, KECM Co., Ltd.

ABSTRACT

The National Inventory Report (NIR) and Common Reporting Format (CRF) have been submitted annually under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) as mandatory for Annex 1 States. The Republic of Korea, as a non-Annex 1 country, has the obligation to submit National Communications, however, a NIR and CRF have been prepared since 2012.

This paper reviews existing NIRs by Annex 1 States, due to the use of facility-level data for reflecting the national inventory, which focuses on activity data and emission factors that advance national inventory quality. The facility-level data from mandated schemes, such as the emission trading scheme, have been used with consideration for their characteristics in most NIRs from Annex 1 States.

The Republic of Korea has accumulated facility-level data through the field report by greenhouse gas (GHG) and the Energy Target management and GHG emission trading schemes since 2007, and can be used for national inventory development, especially in the energy and industrial processes and product use (IPPU) sectors.

Key words: National Inventory Report, GHG Statistics, Tier 3, Facility Level Data, Paris Agreement

1. 연구의 배경 및 목적

2015년 제21차 COP (당사국 총회, Conference of Parties) 에서 ‘신기후체제’에 대한 파리협정이 채택됨에 따라 제14조에 근거하여 2023년부터 5년 단위로 국가별 감축목표에 따른 국제이행점검 (global stocktaking)이 진행될 예정이며, 196개 당사국은 국가온실가스 인벤토리와 온실가스 감축목표 달성 경과 등을 의무적으로 보고해야 한다 (United Nations, 2015).

현재 적용되는 국가 온실가스 인벤토리 지침은 2013년 제19차 기후변화협약당사국총회결정문 (Decision 24/CP.19)에 따라 Annex 1 국가는 NIR 작성 시 2006 IPCC G/L (기후변

화 정부간협의체 지침서, Intergovernmental Panel on Climate Change Guideline, 이하 IPCC G/L)의 의사결정도에 의한 단계별 접근방법을 적용하여야 하며[11절], 가능한 한 국가배출계수 및 세부 활동자료 사용을 요구하고 있다[12절] 또한 Tier3¹⁾ 모델은 투명성 향상을 위해 추가정보를 제시할 것으로 요구하고 있다[50절] (UNFCCC, 2013).

우리나라는 2012년부터 저탄소녹색성장기본법 제45조 및 동법 시행령 제36조에 근거하여 NIR 및 CRF를 매년 작성하고 있으며 온실가스종합정보센터는 2011년 5월 ‘2009년 국가 온실가스 통계 산정·검증·보고지침’을 부문별 온실가스 관장기관에 최초 배부하였고 매년 지침을 수정·보완하여 제공하고 있다 (GIR, 2017).

[†] **Corresponding author:** yoo.jongik@kric.re.kr (24239, 11, Subyeongongwon-gil, Chuncheon-si, Gangwon-do, Republic of Korea, Tel. +82-33-259-0180)

Received October 8, 2019 / Revised October 28, 2019 1st, November 20, 2019 2nd / Accepted December 6, 2019

우리나라의 NIR 작성 지침은 1996 IPCC G/L을 중심으로, GPG 2000 (우수사례, Good Practice Guidance), GPG-LULUCF, 2006 IPCC G/L을 적용하고 있다. 에너지 부문은 최종에너지소비를 고려한 에너지밸런스를 기준으로 국가배출량을 산정하는 하향식 통계 활용방법을 적용하고 있으며 산업공정부분은 산업별 배출활동을 국가 및 산업별 협회의 통계자료와 사업장 조사자료 등을, 폐기물부분은 국가통계자료를 기반으로 산정하고 있다. 매우 제한적이긴 하지만, 사업장데이터를 활용은 일부 산업공정분야 (시멘트 생산, 석회생산, 석회석 및 백운석 소비, 질산 생산, 아디프산 생산, 알루미늄 및 마그네슘 생산의 SF6 소비, 할로카본 및 육불화황 생산, 반도체 제조, 액정표시장치 제조 등)에 대해 2017년부터 활용하고 있다 (GIR, 2018).

본 연구에서는 국가 이행점검 및 Decision 24/CP.19에 따른 국가 온실가스 인벤토리 품질 제고 방안 마련을 위해 해외 주요국가 NIR 작성 현황을 파악하고 각 국가가 활용하는 제도 및 사업장 활동자료와 배출계수의 활용 동향을 파악하였다. 또한 국내 온실가스 의무 보고제도에서 확보되는 명세서 정보를 활용하여 NIR 작성에 적용하는 수준 및 범위에 대한 고찰을 통해 선행연구와 더불어 사업장 데이터를 국가인벤토리에 적용하는 방안을 점검하였다.

2. 국가별 NIR 내 사업장 정보 활용 동향

UNFCCC 홈페이지를 통해 제출되고 있는 부속서 1 국가들의 NIR은 전체 43개국 및 유럽연합 중 벨기에, 이탈리아 및 카자흐스탄이 GPG 2000을 사용하고 있으며 대다수인 40

개국이 2006 IPCC G/L을 사용하고 있다 (Kang et al., 2019).

2019년 UNFCCC홈페이지를 통해 제출된 총 43개의 NIR 중, 36개 국가의 NIR을 분석 한 바 Table 2에 나타난 바와 같이 라트비아, 터키, 우크라이나를 제외한 33개 국가는 사업장 온실가스 배출량 의무보고체계를 활용하여 NIR작성에 반영하고 있다 (UNFCCC, 2019). 유럽의 국가들이 대부분 Annex 1국가에 해당함에 따라 가장 많은 국가가 활용하는 온실가스 배출량 의무보고제도는 EU ETS이며, 뉴질랜드 및 스위스는 자체 배출권거래제를, 호주, 캐나다 및 미국은 일정 규모 이상의 온실가스 배출시설을 대상으로 하는 자체 의무 보고제도를 통해 사업장 자료를 확보하여 NIR작성에 활용하고 있다. 일본의 경우, 산업별 협회를 통해 확보되는 사업장 자료를 활용하는 것으로 나타났다. 사업장 자료의 활용은 대부분 배출량, 활동자료, 발열량 및 배출계수 등 구체적인 자료를 직접적으로 NIR에 반영하는 경우와 국가배출계수를 개발하는 기초자료로 활용하고 있는 것으로 파악되었다.

상기 33개 NIR 중 Table 3에 나타난 바와 같이 Tier 3 수준 자료의 확보가 가능한 국가로서, 가장 오래된 배출권거래제 경험을 가진 영국 및 독일과 국가 정책으로 사업장 데이터를 확보하고 있는 호주와 일본을 대상으로 국가의 NIR 작성을 위한 활동데이터의 출처와 사업장 데이터의 활용 현황을 구체적으로 파악하였다.

3. 주요국가의 NIR 내 사업장 정보 활용 특징

3.1 영국 NIR의 사업장 정보 활용

영국은 2002년부터 배출권거래제를 운영하면서 사업장 온

Table 1. Sources of data for Korean NIR

SCC	Source of EFs & other coefficient	Activity Data
Energy	'96 IPCC Default, Tier 2	Energy Balance
IPPU	'96 IPCC Default, GPG2000, Tier 2	Industrial Asso., Field Report*, Trading Statistics
Agriculture		National Statistics
LULUCF	'96 IPCC Default, GPG-LULUCF, Tier 2	National Statistics
Waste	'96 IPCC Default, GPG2000, Tier 2	National Statistics

* Field report had been used onward 2017

Source : Author revised based on the Rep. of Korea National Inventory Report, 2019

- 1) Tier는 배출량 산정 등급으로서, Tier 1은 IPCC Guideine에서 제공하는 기본 방법론으로서 국제적으로 통용되는 계수 및 영향인자를 적용하며, Tier 2는 국가별 특성을 반영한 계수 또는 영향인자를 적용하는 산정등급이고, Tier 3는 사업장 특성에 따른 고유값을 반영하는 등급이다. Tier 1~3의 계산에 의한 배출량 산정방법과 달리 Tier 4는 배출원의 배출량을 직접 측정하는 방식이다.

실가스 배출 관련 정보를 축적하였다. NIR 작성을 위한 자료는 공식적인 통계 이외 산업 및 NGO, 무역협회 등의 비공식 통계를 활용하고 있다. EU-ETS (유럽 연합 배출권거래제,

European Union Emission Trading Scheme)에서 확보되는 원시자료는 인벤토리 작성을 위한 활동자료, 배출계수 및 배출량 정보로 활용 된다 (Brown P. et al., 2019).

Table 2. Facility level data usage in Annex1 NIRs

Country	Source	Facitly data usage					Others / Remarks
		ED	AD	NCV	EF		
Australia	NGER	○	○	○	○		QC for Tier 2 procedures
Austria	EU ETS		○	○	○		-
Belgium	EU ETS	○	○	○	○		Vaires by region
Bulgaria	EU ETS						QC for country specific EF
Canada	GHGRP	○	○	○	○		Vaires by region
Croatia	EU ETS	○	○	○	○		Reporting onward 2013~
Cyprus	EU ETS	○	○	○	○		-
Czech Republic	EU ETS						QC for Tier2 EF
Denmark	EU ETS	○	○	○	○		-
Estonia	EU ETS						QC for Tier 2 procedures
European Union	EU ETS	○	○	○	○		-
Finland	EU ETS		○				-
Germany	EU ETS	○	○	○	○		QC for Tier 2 procedures
Greece	EU ETS						QC for Tier 2 procedures
Hungary	EU ETS	○	○	○	○		-
Iceland	EU ETS	○	○	○	○		-
Italy	EU ETS	○	○	○	○		-
Japan	Industrial asso.		○	○			-
Liechtenstein	EU ETS						only 2 facilities use for NIR
Luxembourg	EU ETS		○	○	○		-
Malta	EU ETS	○		○			-
Netherlands	EU ETS						-
New Zealand	NZ ETS	○	○				-
Norway	EU ETS, VA		○	○	○		-
Poland	EU ETS		○	○	○		-
Portugal	EU ETS		○	○	○		-
Romania	EU ETS						Report comparison of ETS and NIR
SLOVAK Rep.	EU ETS						Compare ED with Energy Sector
Sweden	EU ETS						Cross check for AD and EF
Switzerland	Swiss ETS		○	○	○		-
United Kingdom	EU ETS	○	○	○	○		QC for Tier 2 procedures
United States	EPA's GHGRP		○		○		-

ED : Emission Data, AD : Activity Data, NCV : Net Carolific Value, EF : Emission Factor, NGER : National GHG Emission Registry, GHGRP : GHG Reporting Program, VA : Voluntary Agreement

Source : Summarized by author based on the National Inventory Report from each States

NIR의 부록 7 (Brown P. et al., 2019 - Annex 7)에서는 NIR 작성에 활용되는 EU-ETS 정보를 요약하여 나타내고 있다. BIES (영국 NIR 담당 기관, Dept. for Business, Energy and Industrial Strategy)는 EU-ETS 활동자료를 국가에너지 수급통계와 비교 및 데이터 품질에 대한 점검을 실시하고 검증된 최신 EU-ETS 자료를 통해 고품질의 연료 조성 분석 결과를 확보하여 NIR에 반영하고 있다. 특히 발전소, 석유정제, 시멘트 킬른 등 에너지 집약도가 높은 배출원의 인벤토리 배출량 평가 개선에 활용된다.

Table 4에 나타난 바와 같이 발전 부문의 배출계수는 2006년부터 EU-ETS의 Tier3 평균값을 적용하고 있으며 발전 연료의 연료 종류별 혼합비율 자료의 세부 활동자료를 바탕으로 석탄의 배출계수를 역계산하여 적용하고 있다. 산업공정의 경우 EU-ETS 자료는 운영자별 다른 기준으로 활동자료와 배출계수를 제공하므로 직접 사용이 어렵기 때문에 IPCC 배출계수를 활용하여 배출량에서 역계산 하고 있다.

특히 EU-ETS의 Tier3 비율이 해당 연료 사용량의 50%를 초과하면 Tier3 배출계수 평균값을 인벤토리에 직접 적용하는 것으로 파악되었다. 또한, 일부 산업공정에 대해 배출량을 직접 NIR에 반영하는 경우에는 사업장 정보를 직접 확인하는 절차를 가지고 있다.

3.2 독일 NIR의 사업장 정보 활용

독일 연방환경청 (DEHSt)은 온실가스 인벤토리를 위한 Central System on Emissions (CSE)를 통해 사업장의 배출량 정보를 포함한 온실가스 배출량 산정과 관련된 통계, 배출권 거래제 정보 등은 모두 하나의 시스템에 통합되어 관리되며 인벤토리 계획 및 보고 프로세스, 데이터 품질관리 등의 역할을 수행하고 있다 (Ulrike M. Doering et al., 2002).

에너지부문의 활동자료는 독일 연방 통계청 (Federal Statistical Office, DESTATIS)의 에너지 사용량 통계 (Energy Balance)를 근거로 하여 산정된다. 고정연소시설의 연료와 관련이 있는 탄소배출계수, 천연가스 압축기의 연료 공급량, 정련공정의 촉매재생 및 소성에서의 코크스 연소에 의한 배출, 코크스 시설의 비산배출에 대해서는 EU-ETS의 정보를 활용한다 (Kristina Juhrich, 2016). 산업공정의 경우, 독일연방청 통계 및 산업별 협회 통계가 활동자료로 활용되며 배출계수는 일부공정 (2.A.3 유리, 2.B.7 소다회 등)에서 ETS 자료를 사용하고, 그 외에는 산업별 협회 및 연구개발을 통해 확보된다. EU-ETS모니터링 데이터는 발열량, 배출계수, 연료량 및 데이터 품질 등을 확보할 수 있음에 따라 연간 국가 배출 인벤토리의 품질을 개선하기 위해 원칙적으로 개별 부문을 확인하고 데이터 격차를 식별하기 위해 활용되고 있다. 배출권 거래제 정보는 Tier 3 및 4 (측정)에 해당하는 계수만 배출량 산정에 적용하며, 명확한 배출계수인 경우 기존 배출계수를

Table 3. Summary of data use in selective NIRs

State	Focal Point	Source of activity data	Teir 3 use	Facility Level data Source	Emission factor use
United Kingdom	Dept. for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS)	- Energy/Fuel & Statistics, Pollution Inventory, Transport Statistics, Food & Farming Statistics - Industry & NGO, Trade Associations, individual companies	Energy, IPPU	EU ETS, other individual companies	ETS (facility developed) or IPCC 2006 & literatures
Germany	Federal Env. Agency (UBA)	Federal Statistics Office, Industry Association, Facility report	Energy, IPPU	Industry Association, Facility report, EU ETS	National Specific factor or IPCC2006
Australia	Dept. of Env. and Energy (DoEE)	Australian Bureau of Statistics, Australian Energy Statistics, National Greenhouse and Energy Reporting Scheme(Industry input), FullCAM	Energy, IPPU, Waste	Mandatory reporting facilities by NGER ACT 2007	National Specific factor, IPCC2006, US EPA, Facility developed
Japan	Global Env. Bureau Low- carbon Society Promotion Office	Relevant Ministries/Agencies, Relevant Organization	Energy, IPPU	Relevant Organization collect from facilities	National Specific using facility report

Source : Summarized by author based on the National Inventory Report from each States

Table 4. Summary of the use of EU ETS data in the UK inventory

SCC	Sub-categories	EU ETS data used			comments
		Factors	Activity	Emissions	
1A1a	Power stations - coal, fuel oil natural gas, sour gas	○			-
1A1a	Power stations - pet coke			○	Some additional data is sourced from process operators
1A1b	Refineries - pet coke & OPG			○	EU ETS figures only used where higher than DUKES based emissions
1A1b	Refineries - natural gas	○			-
1A1c 1B2	Upstream oil and gas production - Gas oil, natural gas, LPG, OPG			○	-
1A1c	Gas industry - natural gas		○		-
1A1c 1B1b 1A2a 2C1	Integrated steelworks	○	○		Use of various EU ETS data in complex carbon balance - factors for some fuels, activity data for others
1A1c	Collieries - Colliery methane	○			-
1A2b	Autogenerators - coal	○			-
1A2f	Lime - coal			○	-
1A2f	Lime - natural gas		○		-
1A2g	Industry - pet coke & waste solvents			○	No alternative data available for this emission source.
1A2g	Industry - colliery methane	○			
2A1	Cement			○	Data used is actually from industry trade - association, but this is based on EU ETS returns
2A2	Lime			○	-
2A3	Glass			○	-
2A4	Bricks			○	-
2B7	Soda ash			○	-
2B8g	Ethylene & other petrochemicals			○	-
2C1	Electric arc furnaces - reductants			○	-

Source : UK Greenhouse Gas Inventory Report 2019 Annex 7

대체하는데 활용된다 (Ralph O et al., 2017).

에너지 및 산업공정부문에서 배출권거래제 이외 Tier 3 수준의 자료는 사업장으로부터 직접 보고받는 자료로서 Table 5에 나타냈다 (Michael Strogies and Patric Gniffke, 2019). 해당 데이터들은 국가 통계 (에너지밸런스), 산업별 협회 (농업 산업협회-비료사용량, 시멘트 협회-시멘트생산량) 등과 교차 점검을 통해 활동자료 및 배출계수 확인에 사용하고 있다.

3.3 호주 NIR의 사업장 정보 활용

호주의 NIR은 환경 에너지부 (Department of Environment

and Energy, 이하 DoEE)가 National Greenhouse and Energy Reporting Act 2007 (Cwlth) (이하 NGER Act)에 근거하여 전담하고 있다. 온실가스 관리를 위한 IT System은 AGEIS (Australian Greenhouse Emissions Information System)이며 국가 통계관리 및 통계관련 기관과 국가 온실가스 에너지 보고 체계 (National Greenhouse and Energy Reporting System, 이하 NGERs)로부터 자료를 제공 받는다. NGERs는 에너지 산업공정 및 폐기물 부문의 사업장이 에너지 생산, 사용 또는 온실가스 배출량 기준치 이상인 경우 CER (Clean Energy Regulator, 이하 CER)을 통해 사업장 수준 데이터를 보고받는다 (Australian National Greenhouse Accounts, 2019).

Table 5. Examples of facility level data usage for German NIR

SCC	Name	GHGs	Activity & Emission Factor
1.A.4 (station-ary)	Other : residential, commercial/ institutional, agriculture, forestry and fisheries	CO ₂ CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, NMVOC, SO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • [Activity] Energy Balances for the Federal Republic of Germany, as prepared by the Working Group on Energy Balances • [EF] Determination is based on a <u>category-specific ‘bottom-up’ approach</u> by different system
2.A.1	Mineral industry: Cement production		<ul style="list-style-type: none"> • [Activity] <u>Summation of figures for individual plants</u>(until 1994, BDZ German cement- industry association had been used), Reported to DEHSt • [EF] <u>Mass-weighted figures for individual plants</u>, i.e. the VDZ determined the emission factor by aggregating plant-specific data
2.B.1	Chemical industry: Ammonia production	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • [Activity] <u>Operators transmit their plant-specific data</u> to the <u>Industrieverband Agrar (IVA)</u> then anonymises the data, for confidentiality. Then transmits it, in plant-specific form, to the Federal Environment Agency (UBA) • All ammonia plants are subject to EU-ETS requirements. Carbon content determination should meet the ETS requirements
2.B.2	Chemical industry: Nitric acid production	N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • [Activity & EF] Operators sent data to the <u>Industrieverband Agrar (IVA)</u> industrial association. After carrying out quality assurance, the IVA aggregated the data, to protect confidentiality, and then transmitted the so-aggregated data to the Federal Environment Agency (AD and EF)

Source : Author revised based on the German National Inventory 2019

CER은 EERS (Emission and Energy Reporting System, 이하 EERS)를 활용하여 사업장 정보수집, 데이터 검증 및 유관 기관과의 정보공유를 담당하고 있다. CER은 정확한 정보의 보고를 위해 보고의무를 가진 사업장과 직접 접촉하고 데이터의 초기검사, 전사 오류검사 및 법령 또는 법규 준수 측면에 대한 외부감사를 수행할 수 있도록 명령할 수 있다.

2016~2017 회계기간 동안 73개소의 자발적 감사를 포함하여 380건의 감사가 이루어졌으며 배출대상의 98%가 보고서를 정시에 제출되었다.

Table 6은 호주의 NIR 작성에 사용되는 데이터의 출처를 나타냈다. 의무보고시스템은 사업장에서 직접 입력하는 것으로서 NGERs를 의미한다.

사업장 및 설비단위의 배출량 평가 방법론은 관련 등록부와 일관성을 확보하기 위해 National Greenhouse Accounts 체계에서 평가한다. 배출량 평가방법과 자료의 통합은 설비 수준에서의 배출량 변화가 국가 인벤토리에서 효율적이고 정확하게 확인될 수 있도록 하는데 중요한 역할을 하며, 사업장에서 사용하는 온실가스 산정 및 보고 방법론은 국가 인벤토리 방법론을 활용하고 기본 배출계수는 AGEIS에서 결정한다.

NGER 배출량 산정방법은 4가지로 구분된다. 활동자료 및 배출계수 선정 등의 수준에 따라 구분되며 우리나라 온실가

스 에너지 목표관리제 운영 등에 관한 지침 상의 산정등급 (Tier) 1~4와 유사하다. 사업장 수준의 자료가 활용되는 경우는 국가 또는 샘플링을 통한 설비 특정 자료를 사용하는 Method (Tier) 2 및 연료 및 원료의 채취 및 분석을 통한 설비 특정 자료를 사용하는 Method (Tier) 3가 해당된다 (Department of the Environment and Energy, 2017).

3.4 일본 NIR의 사업장 정보 활용

일본의 NIR 관리주체는 Low-carbon Society Promotion Office, Global Environment Bureau이며, 실무기관은 Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (GIO), Center for Global Environmental Research (CGER), National Institute for Environmental Studies (NIES) 등 세 개 기관이다. 또한 경제산업성 등 9개의 온실가스 배출 및 산업활동과 관련된 정부부처가 제공하는 정보를 토대로 NIR이 작성된다. 해당 부처는 관련 단체 즉, 전기산업협회, 석탄에너지 센터, 시멘트 협회, 일본 철강연맹, 일본제지협회 등 산업별 협회를 통해 사업장 데이터를 수집한다 (Greenhouse Gas Inventory Office of Japan, 2019). 수집된 정보는 실무기관에서 전문가를 활용하여 데이터 품질관리 절차를 수행한다.

Table 7은 각 부문별 배출량 산정을 위해 사업장 정보를 활용하는 경우를 나타냈다. 대부분의 활동자료는 각 기관에

Table 6. Principal data sources for the estimation of Australia’s inventory

SCC	Principal data sources	Principal collection mechanism
Energy sector (1A1, 1A2, 1A4, 1A5)	Department of the Environment and Energy, NGER	Mandatory data reporting system, Published statistics
Energy sector (1B)	NGER, Coal Services Pty Ltd, QLD DNRM, WA DMP, SA DSD, APPEA, ESAA, DIIS, NSW DIRE, Department of the Environment and Energy	Mandatory data reporting system, Published statistics
Industrial processes and product use (2)	NGER Department of the Environment and Energy	Mandatory data reporting system, Mandatory reporting of HFCs under import licensing arrangements
Waste (5)	NGER Department of the Environment and Energy	Mandatory data reporting system, Published statistics

Source : Author revised based on the Australian National Inventory, 2019

서 수집하는 통계자료를 활용하며, 배출계수 적용을 위해 사업장 정보를 활용하는 것으로 파악되었다.

농업 및 LULUCF 분야에서는 일부 부문 (3.C. Rice cultivation CH₄ only, 4.A. Forest land, 4.B. Corp land, 4.C. Grass land 및 4.G. Harvested wood products-CO₂ only)에 대해 산정방법론 Tier 3 수준을 적용하고 있다.

4. 국내 사업장 정보 현황과 향후 NIR 작성 시사점

국가 인벤토리보고서의 정확성과 투명성 제고를 위해서는 사업장 자료를 활용한 상향식 통계를 기반으로 하는 Tier 3 방법론의 적용이 검토되어야 한다. NIR 작성 시 상향식 통계의 활용하는 선행연구로서 Shin (2015)은 에너지 고정연소 부문에 대해 사업장 자료를 활용한 국가 온실가스 배출계수 개발에 있어서 대표성을 확보하는 방법을 제시하였으며, Choi et al. (2014)은 화학 및 금속분야를 중심으로 사업장 자료를 국가 배출량으로 활용할 수 있는 방안에 대해 연구하였다. 또한, KEA (Korea Energy Agency 2017)는 2006 IPCC G/L적용을 위한 활동자료 수집방법에 대해 국가인벤토리 개선을 활동자료 적용 측면에서 광물산업, 금속산업, ODS 대체물질로서 제품사용 부문에 대한 인벤토리 개선방안 연구를 수행한 바 있다.

우리나라의 경우, 2007년부터 확보되는 명세서는 온실가스 배출권거래제 및 온실가스 에너지 목표관리제 (이하 목표관리제)를 통해 제3자 검증을 거친 사업장 고유의 정보이다. NIR의 배출량과 비교하여 명세서를 통해 확보되는 배출량의 coverage는 Fig. 1과 같다.

연도별 명세서 제출 건수는 2007년 최초 392개 관리업체가 제출하였고 2018년 명세서 제출 대상 관리업체가 1,005개로 증가함에 따라 명세서에 제출된 배출량은 650백만 tonCO_{2eq}이다. 이중, 에너지전환에서 중복 산정되는 Scope 2 배출량을 제외하면 2016년 기준 510백만 tonCO_{2eq}로서, NIR 배출량의 73%를 차지한다. 그러나 명세서 정보는 사업장에서 제출한 배출량 산정 관련 정보이지만, 사업장 단위 내 배출시설별 정보를 구분해야 하며, 하나의 배출시설이더라도 다수의 배출활동이 포함되어 있어 국가 배출량의 coverage를 정확히 파악하기 위해서는 이에 대한 구분 또한 필요하다.

명세서 정보는 온실가스 에너지 목표관리제 운영 등에 관한 지침 (환경부, 2017)에 따라 작성되며, 배출활동별 배출량 현황을 보고함에 있어서 배출활동별 배출시설에 대한 산정방법에 따른 적용 계수 및 매개변수, 활동자료 등을 상세히 보고하도록 되어 있다.

에너지전환부문의 경우, 사업장에서 사용되는 연료의 종류에 따라 tier 3수준의 데이터로서 연료사용량, 순발열량, 온실가스별 배출계수가 확보된다. 주요 활동자료인 연료사용량은 NIR작성에 활용되는 에너지밸런스 공급량과 비교할 수 있으며, 이때 원료로 사용되는 공급량과 구분하여 비교하여야 한다. 명세서의 배출계수 및 매개변수는 에너지원별 배출량 점유율을 고려하여 국가 배출계수 개발에 활용하여 대푯값으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

산업공정부문에 있어서 모든 산업 활동이 명세서를 통해 보고되는 경우에는 해당 산업 부문 배출량을 NIR에 직접 적용이 가능하다. 이 때, 배출량 산정에 있어서 NIR에 반영하기 위해서는 국가 통계 산정 방법과 비교 분석하여 항목별 연계 사항을 도출하여야 한다. 시멘트 생산의 경우 명세서 보고내

Table 7. Examples of facility level data usage for Japan NIR

SCC	Name	GHGs	Activity & Emission Factor
1.A.1	Energy Industries	CO ₂	· [EF] Determination is based on a facility level data by each industrial association
		CH ₄ , N ₂ O	· [EF] Average of each furnace type facility level EF value
1.A.2	Manufacturing industries and construction	CO ₂	· [Activity] Each facility level energy consumption data
1.A.3.b	Road transportation	CH ₄ , N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> · [EF] On the basis of the raw emission factors data provided by Japan Automobile Manufacturers Association using car registration year. Then averaging the arranged emission factors of JAMA weighted by the number of vehicles of each car registration year of each car type · For “Measured data”, is developed as weighted averages calculated from emission factors estimated by each class of running speed and proportion of distance traveled for each class of running speed given in MLIT’s Road Transport Census. · N₂O emission factors for natural gas trucks are established from actual measurement data.
2.B.3	Chemical industry: Nitric acid production	N ₂ O	· [EF] Actual measurement data provided from the sole producer of adipic acid as an end product in Japan.
2.B.4.a	Caprolactam Production	N ₂ O	· [EF] Japan Chemical Industry Association, including production amounts, emission factors, and emissions for all five plants producing caprolactam in Japan.

Source : Author revised based on the Japan National Inventory, 2019

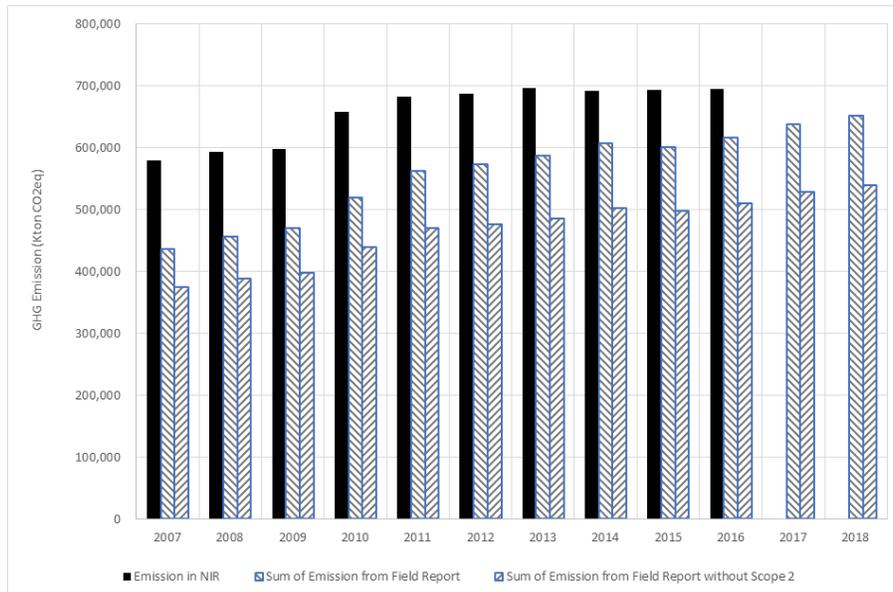


Fig. 1. Coverage of NIR emission by field report (Emission values of NIR in 2017 & 2018 are not published). Source : Author reversed based on the Field reports

용은 5종의 활동자료 (부산물, 폐기물, 조합원료, 킬른먼지 및 클링커)와 각 활동자료에 따른 14종의 매개변수 (배출계수, 원료투입량, 클링커 생산량, 반출량 등)인 것에 비해 NIR 작성을 위해서는 클링커 배출량만 산정함에 따라 산정대상 항목

의 결정과 배출량 증감에 대한 분석이 병행 되어야 한다. 국내 온실가스 배출권거래제 및 온실가스·에너지 목표관리제 명세서를 활용한 NIR작성 시 고려해야 할 사항을 검토하였다.

에너지부문의 경우, 에너지전환의 활동자료는 명세서 활동 자료의 합이 국가 에너지 밸런스보다 같거나 낮게 나타나야 하며, 에너지밸런스의 활동자료 중, 연료 및 원료로 사용되는 화석연료는 산업공정부분과 구분하여 정합성 검토를 하여야 한다. 즉, 명세서 내 화석연료의 연료 및 원료 사용 구분에 대한 분석을 통해 활동자료의 정합성을 확인하고 활동자료 사용여부를 결정하여야 한다. 다만, 배출계수 및 기타 매개변수의 경우 명세서를 통해 확보되는 자료가 제3자 검증이 확보된 자료임에 따라 국가 배출계수 및 매개변수 개발에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

산업공정부분의 경우, 명세서에서 확보되는 사업장 데이터 중, 배출시설의 특성 상 특정 배출원이 국가 배출량 전체를 차지하는 경우는 국가 통계와 사업장 활동자료의 정합성 확인하고 명세서 상의 활동자료, 배출계수 및 매개변수 등의 정보를 우선적으로 활용할 수 있다. 한편, 배출원별 명세서 활동자료가 점유하고 있는 비율을 고려하여 대표 배출계수 및 매개변수 활용에 대한 분석이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

사 사

이 연구는 환경부의 한국환경산업기술원 기후변화대응 환경기술개발사업 “과제번호 2018001300001 (상 하향식 온실가스 인벤토리 통합 최적 관리기술 개발 및 실증 고도화연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Australian National Greenhouse Accounts, 2019, National Inventory Report 2017 Volume1, Department of the Environment and Energy, Australian Government

Brown P, Broomfield M, Cardenas L, Choudrie S, Jones L Karagianni, E, Passant N, Thistlethwaite G, Thomson A. 2019. UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2017

Choi EH, Shin ES, Yi SM. 2014. Quality Improvement of Greenhouse Gas Inventories by the Use of Bottom-Up Data. Journal of Korean Society for Atmospheric Environment. 30 (2): 161-174. (in Korean with English abstract)

Department of the Environment and Energy, 2017, National Greenhouse and Energy Reporting Scheme Measurement Technical Guidelines for the Estimation of Emissions by

Facilities in Australia - Applies to the estimation of emissions in the 2017-18 reporting year, Australian Government

GEA (German Environment Agency). 2016. CO₂ Emission Factors for Fossil Fuels. Umwelt Bundesamt.

GIR (Greenhouse gas inventory & research center). 2017. Greenhouse Gas Inventory Expert Forum Manage Investigation Research Report. Seoul. Korea: Greenhouse Gans Inventory & Research Center. National report.

GIR (Greenhouse Gas Inventory & Research Center). 2018. Guidelines for National Greenhouse Gas Statistics Measuring · Reporting · Verification. Seoul. Korea: Greenhouse Gas Inventory & Research Center. National report.

Kang SM, Roh JY, Cho CS, Lee HS, Jeon EC. 2019. Analysis of Factors for Emission Change in the Waste Incineration Sector caused by Change of Guidance in the Greenhouse Gas Emissions Estimate Method. Journal of Climate Change Research 10 (1): 35-46. (in Korean with English abstract)

Korea Energy Agency. 2017. Final Report of Study on Inventory Improvement for Industrial Processes and Product Use (Mineral Industry etc)

Michael Strogies, Patric Gniffke, 2019, National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2017 Federal Environment Agency, Umwelt Bundesamt Ministry of Environment, 2017, The Administrative Guideline for the Greenhouse gas and Energy Target Management System

National Institute for Environmental Studies. 2019. National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan. National Institute for Environmental Studies. National report.

Ralph O. Harthan, Graham Anderson, Hannes Böttcher, Klaus Hennenberg, Anke Herold, Wolfram Jörß, Matthias Koch, 2017, Margarethe Scheffler Methodische Anpassung der deutschen THGEmissionsinventare an die überarbeiteten ‘UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention’, Umwelt Bundesamt

Shin ES. 2016. Study on National Greenhouse Gas Emission Factor related to Representative Determinants and Minimum Requirements: Focus on Stationary Combustion in Energy Sectors [dissertation]. Seoul national University.

- Ulrike M. Doering, Christoph Schlenzig, Ulrich Schellman, 2018, The System of the German Emission Inventory, 11th International Emission Inventory Conference, 2002
- UNFCCC. 2013. Decision 24/CP.19, Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention, Annex I Guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part I: UNFCCC reporting guidelines on annual greenhouse gas inventories.
- UNFCCC. 2019. [Accessed 2019 Aug 25]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>
- UNITED NATIONS. 2015. Paris Agreement.