

광물산업의 국가온실가스배출계수 정량·평가항목 가중치에 관한 연구

윤영중* · 조창상** · 전의찬***†

*세종대학교 환경에너지융합학과, **세종대학교 기후변화센터, ***세종대학교 환경에너지공간융합학과

A Study on the Quantitative and Evaluation Weights of National Greenhouse Gas Emission Factors in the Mineral Industry

Yoon, Yoongjoong*, Cho, Changsang** and Jeon, Eui Chan***†

*Dept. of Environment and Energy, Sejong Graduate School,

**Sejong Climate Change Research Center,

***Dept. of Environment, Energy and Geoinformatics, Sejong University, Seoul, Korea

ABSTRACT

『The Framework Act on Low-Carbon Green Growth』 specifies the requirements for the development and verification of emission factors for establishing reliable national greenhouse gas statistics. The scope of the regulations covers the development and validation of energy, industrial processes, solvents and other product use, agriculture, land use, land use change and emission and absorption coefficients of the forestry and waste sector as defined in the 1996 IPCC Guideline and GPG 2000, The minerals sector to be covered in this study belongs to industrial processes.

As a representative method for quantifying and evaluating GHG emission factors, there are emission grade quality grading and DARS (Data Rating Rating System) in the ‘Procedures for Preparing Emission Factor Documents (1997)’ reported by US-EPA. However, the above two methods are not specific and comprehensive, and lack the details for accurate emission factor verification. Therefore, there is a need for a method for verifying and quantifying certified greenhouse gas emission factors that reflects characteristics of each industry sector in Korea and accord with IPCC G/L and GHG target management.

In this study, we conducted a weighted study on quantitative and evaluation lists of emission factor using questionnaires to develop a more accurate methodology for quantifying national greenhouse gas emission factors in the mineral sector. Quantification and evaluation of emission factor are classified into essential verification and quality evaluation. The essential verifications are : administrative compatibility, method of determining emission factors, emission characteristics, sampling methods and analysis methods, representativeness of data. The quality evaluations consisted of the quality control of the data, the accuracy of the measurement and analysis, the level of uncertainty, not directly affect the emission factor, but consisted of factors that determine data quality.

Key words: Mineral industry, GHG Emission Factor, Quantitative evaluation weights

1. 서 론

광물산업의 국가온실가스배출계수 검증·평가 요소를 도출하기 위해서는 검증대상인 광물산업의 배출계수의 개발 계획에 대해서 확인해 볼 필요가 있다. 2014년 관계기관 합동으로 발표한 “국가온실가스배출계수 배출·흡수계수 개발·검증 1차 계획 (안) (2015~2019)”에는 2015년부터 2019

년까지 5년간 「저탄소 녹색성장 기본법」 및 「국가 온실가스 총괄관리에 관한 규정」 등 상위규정에서 제시하고 있는 온실가스 통계 구축·관리의 이행을 위한 실천계획이 담겨 있다.

위 계획에서 광물산업의 국가온실가스배출계수 개발 및 승인 현황을 살펴보면 필요 배출계수는 총 5개로, 시멘트생산, 석회생산, 유리생산의 배출계수는 개발되었으나 검증을

†Corresponding author: ecjeon@sejong.ac.kr

Received December 27, 2017 / Revised January 15, 2018 / Accepted January 26, 2018

통한 승인은 이루어지지 않았고, 탄산염의 기타공정 사용 중 세라믹 소비와 소다회 소비의 배출계수는 개발이 필요하다. 세부적으로 보면, 시멘트생산과 석회생산은 온실가스·에너지 목표관리제 명세서의 사업장배출계수를 활용하여 국가고유배출계수를 개발하였으며, 유리생산은 자체 개발을 통해 국가고유배출계수를 개발하였다 (관계기관 합동, 2014). 향후 세라믹 소비와 소다회 소비의 배출계수가 개발될 예정이다. 따라서, 개발된 배출계수가 검증되기 위해서는 광물산업의 특성을 반영한 국가온실가스배출계수 정량·평가 방법론의 구축과 고도화가 필요하다.

현재 국가고유배출계수의 검증 및 평가는 온실가스종합정보센터에서 제시하고 있는 “국가온실가스배출·흡수계수 개발·검증 지침 (이하, 검증 지침)”에 따라 수행하고 있다. 국가온실가스배출·흡수계수 검증 지침에서는 분야별 핵심 고려사항으로 개발 방법론, 대표성, 측정·분석의 정확성, 자료관리, QA/QC, 불확도 등의 항목으로 검증을 진행하고 있다 (GIR, 2012). 하지만, 온실가스종합정보센터의 검증 지침은 정성, 정량 평가가 혼재되어 있고, 분야별 특성을 평가할 수 있는 항목이 제시되어 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 IPCC G/L에서 제시하고 있는 온실가스배출계수 정량·평가에 대한 5가지 검증원칙 (완전성, 투명성, 비교가능성, 정확성, 일관성)과 온실가스종합정보센터의 검증 지침에 제시되어 있는 핵심 고려사항을 포함한 광물부문의 국가온실가스배출계수 정량·평가 방법론을 개발하였다. 전문가 자문회의를 통해 개발된 방법론을 검토하는 과정 중, 평가점수 배점에 대한 연구 필요성을 체감하였고, 보다 고도화된 정량·평가 방법론 구축을 위해 전문가 집단을 대상으로 설문지를 활용하여 정량·평가 항목 배점에 대한 가중치 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

2.1 광물산업의 국가온실가스배출계수 정량·평가 방법론

본 연구에서는 가중치 연구에 앞서, 광물산업의 특성을 반영한 국가온실가스배출계수 정량·평가 방법론을 개발하였다. 정량·평가 항목은 IPCC에서 제시하고 있는 온실가스 배출계수 검증원칙과 온실가스종합정보센터의 검증지침을 참고하여 반영하였고, 전문가 자문회의를 거쳐 자체 개발하였다. 항목은 크게 필수검증항목과 품질평가항목으로 구분하였으며, 필수검증항목은 온실가스 배출량 산정에 필수적인

영향을 미치는 요소들로, 행정적 적합성 (완전성), 배출계수의 결정방법 (투명성, 비교가능성), 분야별 배출특성 (완전성), 시료채취 및 분석 방법 (투명성), 자료의 대표성(자료의 대표성, 측정·분석의 정확성)으로 구성하였다. 품질평가항목은 개발된 배출계수의 품질을 평가하는 요소들로, 자료의 품질관리 (표본수의 적절성, 시·공간적 대표성), 측정·분석의 정확성 (공인성), 불확도 수준 (정확성)으로 구성하였다. 정량·평가 항목별 배점은 총점 100점 만점에 필수검증항목 60점, 품질평가항목 40점으로 설정하고, 설문조사를 위해서 각 세부 항목의 가중치는 균등하게 하였다 (Table 1).

필수검증항목의 세부 항목별로 보면, 행정적 적합성은 서류 제출 여부로 평가하고, 배출계수 결정방법은 공인된 배출계수 개발방법의 적용 유무와 공인된 보고서와의 비교가능성 여부로 평가한다. 분야별 배출특성은 광물부문의 특성을 얼마나 반영했는지, 시료채취 및 분석방법은 공인된 시험방법을 사용했는지의 여부로 평가한다. 자료의 대표성은 최소분 석주기의 유무와 오차범위와 허용오차의 만족수준에 따라 평가한다.

품질평가항목은 자료의 품질관리의 경우, 표본수의 품질과 시·공간적 대표성의 고려된 정도로 평가하고, 측정·분석의 정확성은 공인기관의 인증서 제출 유무로, 불확도 수준은 개발된 배출계수의 불확도 제시 유무로 평가한다.

2.2 가중치 산정을 위한 설문지 구성

2017년 6~7월에 걸쳐, 3회의 전문가 자문회의를 통해 배출계수의 정량·평가 항목 간 중요도가 상이할 수 있으며, 가중치 배분에 대한 연구가 필요하다는 다수의 의견이 제시되었다.

이에 따라, 배출계수의 필수검증항목과 품질평가항목의 세부항목에 대한 가중치를 평가하는 설문지를 작성하였다. 설문은 시멘트업체의 배출계수 개발보고서 작성 담당자들 (14개 사업체, 14명 담당자)과 개발된 배출계수를 검증·평가하는 정부기관의 전문가 (3개 정부기관, 6명 전문가)들을 대상으로 실시하였다. 설문지의 회수율은 정부기관 67%, 산업체 57%였다.

설문지는 온실가스배출계수 검증 및 평가의 배경과 검증원칙, 정량·평가 항목을 설명하는 내용 (Table 1)과 평가점수 배점에 대한 메커니즘, 가중치 결정을 위한 설문내용으로 구성되어 있다. 점수 배점에 대한 메커니즘은 <Table 1>의 정량·평가 내용에 대해 평가하는 것으로 만

Table 1. Quantitative and evaluation lists of GHG emission factor of mineral industry

Type	Quantitative Evaluation lists		Contents of evaluation	Highest Score	
Essential verifications lists	Administrative compatibility	Completeness	Appropriation of document submission, information disclosure, and supplementary materials	10	60
	Methods of determining emission factors	Transparency	Apply certified emission factor development method, submit evidence	10	
		Comparability	Comparison with IPCC G/L, National Inventory Report, GHG Target management, and country or workplace emission factor	10	
	Emission characteristics by fields	Completeness	Accord with emission characteristics by sector	10	
	Sampling and analysis methods	Transparency	Use certified test methods and analytical specifications	10	
	Representation of data	Representativeness of data	Existence and nonexistence of approved minimum analysis cycle	5	
Accuracy of measurement and analysis		Present measurement and analysis error range	5		
Quality evaluations lists	Quality control of materials	Appropriateness of samples	Confidence level, error level, sample quality	10	40
		Spatial representation	Emission characteristics by region	5	
		Temporal representation	Temporal change of emission source	5	
	Accuracy of measurement and analysis	Accreditation	Analysis of qualified Institutions, submission of certificates	10	
Uncertainty level	Accuracy	Present uncertainty range of developed emission factors, comparative level	10		

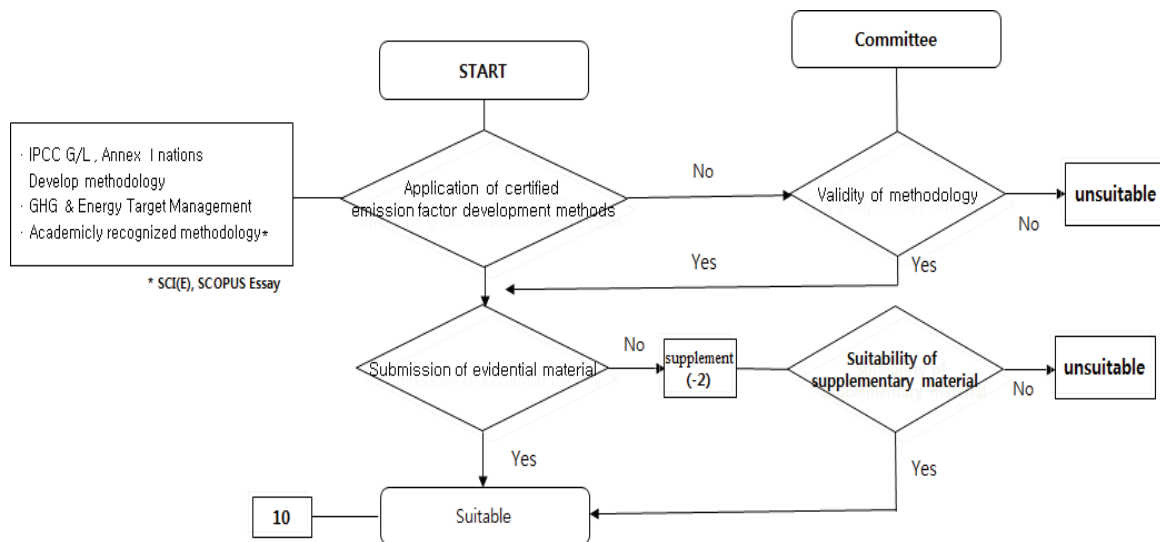


Fig. 1. Quantitative and evaluation of methods of determining emission factors (Comparability) (example).

Table 2. Questionnaire about quantitative and evaluation lists weights of mineral industry GHG Emission Factor (example)

Type	Evaluation list	Absolutely important	Very important	Important	Slightly important	Equal	Slightly important	Important	Very important	Absolutely important	Evaluation list								
A1	Essential verifications	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Quality evaluations
A2	Administrative compatibility(A)	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Methods of determining emission factors(B)
	Administrative compatibility(A)	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Emission characteristics(C)
	Administrative compatibility(A)	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Sampling and analysis methods(D)
	Administrative compatibility(A)	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Representation of data(E)

A1 : Comparing importance of essential verification and quality evaluation

A2 : Comparing the importance of administrative compatibility of essential verifications and other lists

족할 경우 점수를 부여하고, 불만족할 경우 보완하거나 재제출하는 방법이다 (Fig. 1).

가중치 결정에 대한 설문은 쌍대비교 (Pairwise comparison)를 통한 평가항목 간 상대적 중요도에 대한 질문으로, 필수검증항목과 품질평가항목 간, 필수검증항목의 세부항목 간, 품질평가항목의 세부항목 간 중요도 평가에 대한 질문으로 구성되어 있다 (Table 2).

평가항목에 대한 중요도 설문 외에 추가적으로 향후 광물산업의 국가온실가스배출계수 정량·평가 결과에 대한 활용 방법에 대해서도 질문하였다. 현재 개발된 정량·평가 방법론은 최소점수를 60점으로 설정하고 있으며, 그 이상일 경우 (점수 혹은 등급)에 대한 의미는 정의되어 있지 않고 있다. 따라서 높은 점수 (혹은 등급)의 국가온실가스배출계수에 대한 차별성 도출이 필요하다 (Fig. 2).

2.3 가중치 분석방법

본 연구에서는 AHP 설문을 통한 중요도 분석에서 많이 사용하는 가중치 분석방법을 사용하였다. 먼저 설문을

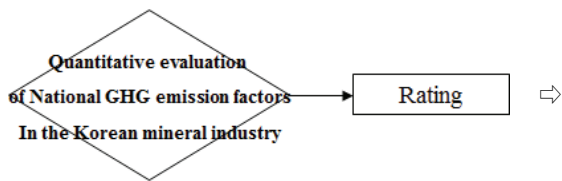
통해 평가항목 간 중요도를 체크하고, 각 항목에 대한 점수를 배점하여 기하평균과 n승근값을 구하고, 가중치를 산정하는 방식으로, 산정방법은 <Table 3>과 같다.

- ① AHP 표에 가중치 결정 항목이나 평가대상 항목을 기입한다 (아래 표는 평가항목이 5개인 경우).
- ② 각 칸 (cell)에 교차되는 가로항목과 세로항목을 비교하여 중요도에 따라 점수를 부여한다 (평가항목(b)에 대한 평가항목(a)의 중요도가 5점인 경우, 평가항목(b)에 대한 평가항목(a)에는 5점, 평가항목(a)에 대한 평가항목(b)에는 역수인 1/5을 부여).
- ③ 가로항목 각 칸의 점수를 곱하여, 기하평균을 계산한다.
- ④ 항목의 수대로 n승근을 하여 승근값을 구한다.
- ⑤ 승근값의 백분율을 구하여 가중치를 결정한다.

3. 연구 결과

3.1 산업체 대상 설문결과 분석

<Table 3>의 가중치 산정방법에 따라 산업체(A) 대상 설문결과를 분석해보면, 아래와 같은 정량·평가 점수 산정과 재배점이 가능하다 (Table 4, 5).



Score	Grade	Contents
90 ↑	A	?
80-90	B	?
70-80	C	?
60-70	D	Possible to use
60 ↓	E	Possible to use

Fig. 2. Application plan of emission factors quantitative and evaluation score (or Grade).

Table 3. Calculation method of weight(example)

	Evaluation list(a)	Evaluation list(b)	Evaluation list(c)	Evaluation list(d)	Evaluation list(e)	Geometric mean	Root value	Weight
Evaluation list(a)	1	5	5	1	3	75	2.371	37.3%
Evaluation list(b)	1/5	1	3	1/3	3	3/5	0.903	14.2%
Evaluation list(c)	1/5	1/3	1		3	1/25	0.525	8.3%
Evaluation list(d)	1	3	5	1	3	45	2.141	33.7%
Evaluation list(e)	1/3	1/3	1/3		1	1/81	0.415	6.5%
Rescore							6.355	100%

Table 4. Analysis of industry(A) survey results(Estimation of weights)

Question 1		Essential verifications	Quality evaluations	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of Essential verifications and Quality evaluations	Essential verifications	1	5	5	2.236	83%	83
	Quality evaluations	1/5	1	0.2	0.447	17%	17
					2.683		

Question 2		Administrative compatibility	Methods of determining emission factors	Emission characteristics	Sampling and analysis methods	Representation of data	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of Essential verifications lists	Administrative compatibility	1	3	1/3	1/5	1/5	0	0.525	8%	7
	Methods of determining emission factors	1/3	1	1/5	1/3	5	1/9	0.644	10%	8
	Emission characteristics	3	5	1	3	3	135	2.667	42%	35
	Sampling and analysis methods	5	3	1/3	1	5	25	1.903	30%	25
	Representation of data	5	1/5	1/3	1/5	1	0	0.582	9%	8
								6.322		

Question 2-1		Transparency	Comparability	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of emission factors determining methods lists	Transparency	1	3	3	1.732	75%	6
	Comparability	1/3	1	0.33	0.577	25%	2
					2.309		

Question 2-2		Representativeness of data	Accuracy of measurement and analysis	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of Representation of data	Representativeness of data	1	5	5	2.236	83%	6
	Accuracy of measurement and analysis	1/5	1	0.2	0.447	17%	1
					2.683		

Question 3		Quality control of materials	Accuracy of measurement and analysis	Uncertainty level	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of Quality evaluations lists	Quality control of materials	1	3	5	15	2.466	64%	11
	Accuracy of measurement and analysis	1/3	1	3	1	1	26%	4
	Uncertainty level	1/5	1/3	1	0	0.405	10%	2
						3.872		

Question 3-1		Appropriateness of samples	Spatial representation	Temporal representation	Geometric mean	Root value	Weight	Rescore
Comparing of Quality control of materials lists	Appropriateness of samples	1	3	1/3	1	1	26%	3
	Spatial representation	1/3	1	1/5	0	0.405	10%	1
	Temporal representation	3	5	1	15	2.466	64%	7
						3.872		

Table 5. Quantitative and evaluation recalculated score through the results analysis of industry(A) survey

Type	Quantitative Evaluation lists		Highest score	Total
Essential verifications lists	Administrative compatibility	Completeness	7	83
	Methods of determining emission factors	Transparency	6	
		Comparability	2	
	Emission characteristics by fields	Completeness	35	
	Sampling and analysis methods	Transparency	25	
	Representation of data	Representativeness of data	6	
Accuracy of measurement and analysis		1		
Quality evaluations lists	Quality control of materials	Appropriateness of samples	3	17
		Spatial representation	1	
		Temporal representation	7	
	Accuracy of measurement and analysis	Accreditation	4	
	Uncertainty level	Accuracy	2	

위의 방법론에 따라 산업체 전체의 온실가스배출계수 정량·평가 가중치 산정에 관한 설문을 종합해보면, 설문 참여자는 업무경력이 대부분 10~15년 미만으로, 온실가스배출계수 개발 보고서를 직접 작성하는 전문가 집단이다. 8개의 설문 회수 결과, 산업체는 필수검증항목 (84점)의 중요도를 품질평가항목 (16점)보다 높게 평가하였다. 세부적으로, 필수검증항목의 행정적 적합성과 분야별 배출특성의 상대적 중요도를 높게 평가하였고, 배출계수 결정방법 (비교가능성)과 불확도 수준의 중요도를 낮게 평가하였다 (Table 6).

이는 산업체의 업무 특성 상, 현재 제출할 수 있는 항목 (확보 가능한)에 대한 중요도를 높게 평가한 결과로 해석할 수 있다.

3.2 정부기관 대상 설문결과 분석

정부기관의 설문 참여자는 업무경력이 대부분 5~10년 미만으로, 온실가스배출계수 검증·평가에 대한 업무를 수행하고 있는 전문가 집단이다. 4개의 설문 회수 결과, 정부기관 전문가들도 대체로 필수검증항목 (78점)에 대하여 품질평가항목 (22점)보다 중요도를 높게 평가하였다. 세부적으로, 필수검증항목의 배출계수 결정방법 (비교가능성), 시료채취 및 분석방법, 자료의 대표성 (최소요구수준)의 중요도가 타 항목에 비해 상대적으로 높았고, 품질평가항목의 측정분석의 정확성과 불확도 수준에 대한 중요도가

상대적으로 낮았다 (Table 7).

이는 국가온실가스인벤토리 향상을 위해 배출계수의 품질을 고려해야 하는 정부기관의 특성이 반영된 결과로 해석할 수 있다.

3.3 설문결과 종합 분석

산업체 (8개)와 정부기관 (4개)의 설문을 종합한 결과, 필수검증항목과 품질평가항목의 점수는 각각 81점, 19점으로 재 배정되었다 (Table 8). 각 항목별로 보면, 필수검증항목의 행정적 적합성, 분야별 배출특성, 시료채취 및 분석방법의 중요도를 높게 평가하였고, 품질평가항목의 공간적 대표성과 측정·분석의 정확성, 불확도 수준은 상대적으로 낮게 평가하였다. 이와 같은 평가는 배출계수를 개발함에 있어 기본이 되는 항목들의 중요도를 높게 평가한 결과로 해석할 수 있다. 반대로, 측정·분석의 정확성과 불확도 수준은 현재 시멘트 업체의 ‘배출계수 개발보고서’에서 제출하지 않고 있는 목록이다. 따라서 평가항목에 포함될 경우, 추가 작업을 수행해야 하므로 중요도가 낮게 평가되었다.

위 결과를 바탕으로 광물산업 온실가스배출계수 정량·평가 방법론의 활용도를 높이기 위해, 각 세부항목별 배점을 아래 <Table 8>에서처럼 재산정하였다. 필수검증항목과 품질평가항목의 점수를 각각 80점, 20점으로 변경하였고, 세부항목에 대해서는 가중치를 고려하여 재배정하였다.

Table 6. Survey results of industry

Type	Quantitative Evaluation lists		Highest score	Recalculated score
Essential verifications lists	Administrative compatibility	Completeness	10	25
	Methods of determining emission factors	Transparency	10	17
		Comparability	10	3
	Emission characteristics by fields	Completeness	10	17
	Sampling and analysis methods	Transparency	10	12
	Representation of data	Representativeness of data	5	6
		Accuracy of measurement and analysis	5	4
Total of essential verifications			60	84
Quality evaluations lists	Quality control of materials	Appropriateness of samples	10	4
		Spatial representation	5	3
		Temporal representation	5	3
	Accuracy of measurement and analysis	Accreditation	10	5
	Uncertainty level	Accuracy	10	1
Total of quality evaluations			40	16

Table 7. Survey results of government agency

Type	Quantitative Evaluation lists		Highest score	Recalculated score
Essential verifications lists	Administrative compatibility	Completeness	10	14
	Methods of determining emission factors	Transparency	10	8
		Comparability	10	15
	Emission characteristics by fields	Completeness	10	11
	Sampling and analysis methods	Transparency	10	15
	Representation of data	Representativeness of data	5	3
Accuracy of measurement and analysis		5	11	
Total of essential verifications			60	78
Quality evaluations lists	Quality control of materials	Appropriateness of samples	10	11
		Spatial representation	5	2
		Temporal representation	5	3
	Accuracy of measurement and analysis	Accreditation	10	4
	Uncertainty level	Accuracy	10	3
Total of quality evaluations			40	22

Table 8. Survey result synthesis

Type	Quantitative Evaluation lists		Highest score	Recalculated score
Essential verifications lists	Administrative compatibility	Completeness	10	20(19)
	Methods of determining emission factors	Transparency	10	10(13)
		Comparability	10	10(9)
	Emission characteristics by fields	Completeness	10	15(14)
	Sampling and analysis methods	Transparency	10	15(14)
	Representation of data	Representativeness of data	5	5(5)
Accuracy of measurement and analysis		5	5(7)	
Total of essential verifications			60	80(81)
Quality evaluations lists	Quality control of materials	Appropriateness of samples	10	5(7)
		Spatial representation	5	2(2)
		Temporal representation	5	3(3)
	Accuracy of measurement and analysis	Accreditation	10	5(5)
	Uncertainty level	Accuracy	10	5(2)
Total of quality evaluations			40	20(19)

* The highlighted value is the result of editing to increase utilization.

The scores in parentheses are the result of the actual survey.

추가적으로 수행한 광물부품 국가온실가스배출계수 정량·평가 결과에 대한 향후 활용 방안은 산업체의 경우, ‘잘 모르겠다.’는 응답이 대다수였고, 정부기관의 경우, ‘등급에 따라 검증·평가 주기를 변경’하는 의견이 대다수였다. 예를

들어, 60점 미만은 재검증·평가를 실시하고, 60-70점은 ‘D’ 등급으로 배출계수 검증·평가 주기를 1년 단위로 재평가하고, 70-80점은 ‘C’ 등급-2년, 80-90점은 ‘B’ 등급-3년, 90-100점은 ‘A’ 등급-5년 등 평가 주기를 조정하자는 의견이다.

4. 결 론

본 연구에서는 광물산업의 국가온실가스배출계수 정량·평가 방법론을 개발하고, 정부와 산업체 (시멘트) 전문가들을 대상으로 설문지를 활용하여 배출계수 정량·평가 항목에 대한 가중치 연구를 수행하였다. 배출계수의 정량·평가 항목은 필수검증과 품질평가로 구분하였다. 필수검증항목은 행정적 적합성 (완전성), 배출계수의 결정방법 (투명성, 비교가능성), 분야별 배출특성 (완전성), 시료채취 및 분석 방법 (투명성), 자료의 대표성 (자료의 대표성, 측정·분석의 정확성)으로 배출계수 개발에 직접적인 영향을 미치는 요인들로 구성하였고, 품질평가항목은 자료의 품질관리 (표본수의 적절성, 시·공간적 대표성), 측정·분석의 정확성 (공인성), 불확도 수준 (정확성)으로 배출계수에 직접적인 영향을 미치지 않지만 데이터 품질을 결정하는 요인들로 구성하였다.

설문지는 온실가스배출계수 검증 및 평가의 배경과 검증 원칙, 정량·평가 항목을 설명하는 부분과 배출계수 평가 항목에 대한 세부내용 (평가에 대한 메커니즘), 가중치 결정을 위한 설문내용 (쌍대비교)으로 구성하였으며, 회수율은 정부기관 67%, 산업체 57%였다.

회수된 설문지의 분석 결과, 산업체는 필수검증항목 (84점)의 중요도가 품질평가항목 (16점)보다 높았다. 항목별로 분석해보면, 필수검증항목의 행정적 적합성과 분야별 배출특성의 중요도를 높게 평가하였고, 배출계수 결정방법 (비교가능성)과 불확도 수준에 대해서는 상대적으로 중요도를 낮게 평가하였다. 이와 같은 결과는 산업체의 업무 특성상, 현재 제출할 수 있는 항목 (확보 가능한)에 대한 중요도를 높게 평가한 결과로 해석할 수 있다.

정부기관도 필수검증항목 (78점)의 중요도를 품질평가항목 (22점)보다 높게 평가하였다. 항목별로 보면, 산업체와는 대조적으로 필수검증항목의 배출계수 결정방법 (비교가능성), 시료채취 및 분석방법과 자료의 대표성 (최소 요구수준)의 중요도를 높게 평가하였다. 불확도 수준의 경우는 산업체와 마찬가지로 중요도를 낮게 평가하였다. 이는 국가계수 관리시스템 구축 계획에 따라 배출계수 품질 향상을 고려해야 하는 정부기관의 특성이 반영된 결과로 해석할 수 있다.

종합적으로 분석한 결과, 필수검증항목과 품질평가항목의 점수는 각각 81점, 19점으로 산정되었다. 하지만, 방법론의 활용도를 높이기 위해 필수검증항목 (80점), 품질평가항목 (20점)의 점수를 조정하고, 가중치를 고려하여 세부

항목들에 대해 재 배점하였다. 변경된 항목들을 보면, 필수검증항목의 행정적 적합성은 10점에서 20점, 분야별 배출특성과 시료채취 및 분석방법은 10점에서 15점으로 변경되었다. 품질평가항목의 자료의 품질관리 (정밀도)와 측정·분석의 정확성, 불확도 수준은 10점에서 5점, 공간적 대표성과 시간적 대표성은 각각 5점에서 2점, 3점으로 변경되었다.

추가적으로 수행한 광물부문 국가온실가스배출계수 정량·평가 결과의 향후 활용 방안에 대해서는 ‘잘 모르겠다.’라는 의견이 대다수였다. 하지만, 몇몇의 정부기관 전문가들은 정량·평가된 배출계수를 등급화하여 평가 주기를 조정하자는 의견을 제시하였다.

본 연구에서는 산업체 대상 설문 참여자가 시멘트 업계 국한되어 광물부문의 특성을 다 담지 못했기 때문에 타 부문에도 이와 같은 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 배출계수의 정량 평가 시 세부항목의 최소점수를 제시하지 못한 한계점이 있다. 따라서 향후 국가온실가스인벤토리 신뢰성 향상을 위해서는 위의 한계점을 보완한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 환경부 “기후변화대응 환경기술개발사업 (2016001300004)”으로 지원받은 과제입니다.

REFERENCES

- Choi BH. 2011. The Importance Analysis of Green Building Factors Using The Analytic Hierarchy Process(AHP) Technique, Graduate School of Construction Engineering and Industry, Kyonggi University
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea. 2012. National Greenhouse Gas Emission and Absorption Coefficient Development and Verification Guideline(draft).
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea. 2015. 2015 National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea.
- IPCC. 1996. The 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 2 : Industrial processes.

- IPCC. 2006. The 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3 : Industrial processes.
- Kang YJ. 2008. Understanding and application of Delphi technique, EDI-08-20.
- Kim JH, Cho SH, Kwag JH, Choi DY, Jeong KH, Cheon DW, Lee SH, Kim JH, So KH and Park CH. 2011. The Weight Analysis of Evaluation Indicators for Assessing Livestock Manure Treatment System and its Technology by AHP, Jeonnam Research Institute, Journal of livestock housing and environment, Vol. 17(Suppl.) 51~60
- Korea Energy Agency. 2013. Report of Country-Greenhouse gas Emission Factor.
- Korea Energy Agency. 2013. Step 2 Development of National Greenhouse Gas Emission Factor in 2013, KEMCO-2013-44
- KRISS. 2010. A Study on the Greenhouse Gas Emissions and Inventories Industrial Sector.
- Kwon MY, Koo BJ, Lee KH. 2006. Establishing the Importance Weight Model of IT Investment Evaluation Criteria through AHP Analysis, College of Business Administration, Konkuk University, Information System Review, Vol. 8, No.1
- Ministry of Environment. 2014. Guidelines for greenhouse gas and energy target management, Environmental laws, 2014-186.
- Park JH. 2012. Weight Development of Checklist for the Evaluation of International Technology Transfer using AHP : With an Emphasis on the Licensing, College of Business Administration, Keimyung University, Journal of the Korean Data Analysis Society, Vol. 14, No. 4(B), pp. 2165-2176