

산림부문의 국가온실가스 배출·흡수계수 개발 필요 우선순위 및 정량평가 방법론

한승현* · 이선정** · 장한나* · 김성준* · 김래현*** · 전의찬**** · 손요환**†

*고려대학교 대학원 환경생태공학과, **국립산림과학원 산림산업연구과,
국립산림과학원 연구기획과, *세종대학교 지구환경과학과

Priority for Developing Emission Factors and Quantitative Assessment in the Forestry Sector

Han, Seung Hyun*, Lee, Sun Jeoung**, Chang, Hanna*, Kim, Seongjun*,
Kim, Raehyun***, Jeon, Eui-Chan**** and Son, Yowhan**†

*Dept. of Environmental Science and Ecological Engineering, Graduate School, Korea University,

**Division of Forest Industry Research, Korea Forest Research Institute

***Division of Research Planning and Coordination, Korea Forest Research Institute

****Dept. of Earth & Environmental Sciences, Sejong University

ABSTRACT

This study aimed to suggest priority for developing emission factor (EF) and to develop the methodology of quantitative assessment of EF in the forestry sector. Based on the stock-difference method, 17 kinds of EFs (27 EFs based on forest types) were required to calculate the carbon emission in the forestry sector. Priority for developing EFs followed the standards, which is a development plan by the government agency, importance of carbon stock for greenhouse gas, and EFs by the species. Currently, the most urgent development of EFs was carbon fraction in biomass and carbon stock in dead wood. Meanwhile, the quantitative assessment of EF consisted of 7 categories (5 categories of compulsory and 2 categories of quality evaluation) and 12 verification factors. Category in compulsory verification consisted of administrative document, determination methodology of emission factors, emission characteristic, accuracy of measurement and analysis, and data representative. Category in quality evaluation consisted of data management and uncertainty estimates. Based on the importance of factors in the verification process, each factor was scored separately, however, the score needs to be coordinated by the government agency. These results would help build a reliable and accurate greenhouse gas inventory report of Korea.

Key words: Compulsory Verification, Emission Factor, Forestry Sector, Inventory Report, Quality Evaluation, Quantitative Assessment

1. 서 론

우리나라는 2008년 저탄소 녹색성장을 국가 비전으로 선언하고, 2010년 이전에는 「에너지기본법」에 의거하여 온실가스 인벤토리 보고서를 작성하였으며, 2010년 이후에는 「저탄소 녹색성장기본법」에 의거하여 온실가스 인벤토리 보고서를 작성해오고 있다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016). 최근 우리나라는 UN에 제출한 온실가스감축계획서(INDC)에서 2030년도 온실가스 배출전망

치 8억 5000만톤의 37%인 3억 1000만톤을 감축하기로 대내외에 발표하였다. 이에 따라 로드맵 수립, 탄소배출권거래제 시행, INDC 제출 등과 관련된 온실가스 인벤토리 산정의 중요성이 증대되고 있다(Yu *et al.*, 2015).

국가 온실가스 인벤토리는 IPCC 가이드라인(IPCC, 2003; IPCC, 2006)에 따라 배출량을 산정하고 있으며, 온실가스 배출량 산정은 배출량 산정 및 보고, 배출량 검증, 배출량 확정 단계를 거치게 되어있다. 산림부문은 IPCC 가이드라인에 따라 2013년 기준, 47.2백만 톤CO₂e의 흡수량을 기록하면서 국내

† Corresponding author: yson@korea.ac.kr

Received August 1, 2017 / Revised August 21, 2017 / Accepted September 1, 2017

온실가스 총 배출량인 694.5백만 톤CO₂eq의 약 7%를 차지한다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center, 2015). 또한 흡수량의 비중이 적지 않으며, 흡수량은 LULUCF 분야에서 이루어지고 있기 때문에 보다 신뢰성 있는 흡수량 산정이 요구된다(Son *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2015).

온실가스 인벤토리는 활동자료와 배출·흡수계수 기반으로 산정되고 있으므로, 부문별 신뢰 가능한 활동자료와 배출·흡수계수 확보가 중요하다(Son *et al.*, 2014; Park *et al.*, 2015). 그리고 배출·흡수계수는 현재 세계 각국에서 국가 상황에 맞는 국가고유 배출·흡수계수를 개발 중에 있다. 산림부문의 배출·흡수계수는 산림 바이오매스 및 토양탄소 조사·분석 표준 메뉴얼(National Institute of Forest Science, 2007)에 따라서 개발되고 있으며, 검증은 2013년부터 온실가스 정보센터에서 제시한 국가 온실가스 배출·흡수계수 개발·검증 메뉴얼에 따라 진행해왔다. Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*(2014) 보고서에서 부문별로 필요 배출·흡수계수 목록, 개발 현황, 개발 계획 등이 보고된 바 있다. 그러나 산림부문 탄소흡수량 산정방법론이 달라짐에 따라 필요 배출·흡수계수 목록이 달라졌으며, 또한 개발 및 검증이 지속적으로 진행됨에 따라 개발 현황 및 개발 계획 등에 대한 갱신이 필요한 상황이다.

국가 온실가스 인벤토리 보고서는 온실가스 감축 목표수립에 있어서 중요한 사항이므로, 「저탄소 녹색성장 기본법」에서는 배출·흡수계수의 검증에 대한 사항을 제시하고 있다. 그러나 현재 배출·흡수계수를 검증하는 방법론에는 정성적 평가와 정량적 평가가 혼재되어 있으며, 검증지침의 판정기준이 명확하지 않아 판정에 대한 검증자의 주관적인 판단이 개입될 여지가 있다(Ministry of Environment, 2016). 그리고 검증자에 따라 상이하게 나타날 수 있는 검증결과는 국가고유 배출·흡수계수의 신뢰도와 정확도를 보장하지 못하는 결과를 가져오게 된다.

본 연구에서는 산림부문 배출량 산정방법론에 따른 필요 배출·흡수계수 목록, 개발 현황 등을 분석하여 배출·흡수계수 개발 필요 우선순위 목록을 작성하고자 한다. 또한 기존의 배출·흡수계수 검증요소를 분석하여, 산림부문의 차별화된 검증항목과 정량평가방법론을 제시하고자 한다.

2. 산림부문 온실가스 배출량 산정 및 배출·흡수계수 검증

2.1 산림부문 온실가스 배출량 산정방법론

2006 IPCC 가이드라인에 의하면 산림부문의 배출·흡수인

은 산림지로 유지된 산림지, 타토지에서 전용된 산림지, LU-LUCF 기타 부문인 수확된 목제품(Harvested Wood Products; HWP)으로 구분된다. 산림지로 유지된 산림지와 타토지에서 전용된 산림지는 탄소저장고 형태에 따라서 입목 바이오매스(지상부 및 지하부 바이오매스), 고사유기물(낙엽층, 고사목), 토양탄소, 바이오매스 소각에 의한 Non-CO₂ 배출로 구분된다(Table 1). 바이오매스 소각에 의한 배출을 제외한 탄소저장고는 두 가지 산정방법론에 의거하여 탄소흡수량을 산정할 수 있다. 첫 번째, 획득손실법(Gain-loss method)은 연간 탄소 획득량에서 연간 탄소손실량을 제하면서 해당 탄소저장고의 연간 탄소축적변화량을 산정하는 방법이다. 두 번째, 축적차이법(Stock-difference method)은 고정 시간 안에서 탄소저장량의 차이를 통하여 연간 탄소축적변화량을 산정하는 방법이다. 탄소저장고별 산정방법론은 「2006 IPCC 가이드라인」 도입에 따른 개선방안 연구(국립산림과학원, 2013)에 기재되어 있다. 바이오매스 소각에 의한 Non-CO₂ 배출량은 산불 피해면적(활동자료)과 연소효율, 온실가스별 배출계수(배출·흡수계수) 등을 이용하여 산정한다(국립산림과학원, 2013). HWP는 축적차이법을 이용하여 산정하며, 산정하기 위한 구체적인 방법은 2003 GPG-LULUCF에서 제시한 일차부후모델을 따른다.

2.2 온실가스 배출·흡수계수 검증

배출·흡수계수 검증 체계는 관장기관의 검증 신청 후 온실가스 정보센터 및 외부전문가팀에 의한 검증, 국가 온실가스 통계 실무협의회 검토, 관리위원회 심의 및 확정을 통하여 공표한다. 배출·흡수계수의 평가 원칙은 국가 온실가스 인벤토리 평가 원칙과 유사하며, 배출·흡수계수의 정확성, 적합성, 객관성, 상응성, 투명성 등을 기준으로 평가한다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*, 2014). 국가 온실가스 배출·흡수계수의 검증 기준은 분야별로 구별되지 않고 통일되어 있으며, 개발 방법론, 계수 대표성, 측정·분석 정확성, 자료관리, 품질관리 및 품질보증(QA/QC), 불확도 등 6가지 대항목으로 구분된다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*, 2014).

3. 산림부문 배출·흡수계수

3.1 필요 배출·흡수계수 목록

산림부문 온실가스 인벤토리 보고를 위한 배출·흡수계수 목록은 산정방법론에 따라 다르다. 우리나라는 2013년 국가 온실가스 인벤토리 보고서까지는 획득손실법을 이용하여 탄소

흡수량을 산정하였으나, 2014년 보고서부터는 축적차이법을 이용하고 있다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center, 2014; 2015). 기존에 Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*(2014)에 의해 보고된 배출·흡수계수 목록은 획득손실법과 축적차이법에 필요한 배출·흡수계수가 혼재되어 있다. 그러나 현재 사용되는 축적차이법에 필요한 배출·흡수계수를 고려한다면 산림부문의 필요 배출·흡수계수 항목은 17개이다(Table 1). 이는 입목 바이오매스 4개, 고사유기물 2개, 바이오매스 소각 2개, HWP 3개 등의 배출·흡수계수 항목으로 구성된다. 본 연구에서 제시한 배출·흡수계수 항목은 Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*(2014)에서 보고한 22개의 배출·흡수계수 항목과 다소 차이가 있다. 기존 항목에서 바이오매스 방치비율, 조재율, 낙엽층 탄소저장량(t), 고사목 탄소저장량(t), 토양 탄소저장량(t) 등은 축적차이법에 사용되지 않으므로 제외하고자 하였다.

Table 1. Emission factors in the LULUCF-Forestry and LULUCF-HWP sector

Sector	Sub-category	Emission factor
LULUCF-Forestry	Biomass (above-, below-)	Basic wood density
		Biomass expansion factor
		Carbon fraction
		Below-ground biomass to above-ground biomass ratio
	Litter	Carbon fraction
		Carbon stock
	Dead wood	Carbon fraction
		Carbon stock
	Soil carbon	Carbon fraction
		Bulk density
		Rate of cobblestone
		Carbon fraction
Non-CO ₂ from biomass burning	Combustion factor	
	Emission factor	
LULUCF-HWP	Wood products	Density
		Half-life
		Carbon fraction

* HWP: Harvested wood products.

한편 목제품을 제외한 배출·흡수계수들은 임상별(침엽수, 활엽수)로 구분할 수도 있고, 보다 신뢰도 있는 온실가스통계를 위하여 수종별로 구분할 수 있다. 현재 국가 온실가스 인벤토리 보고서에서는 Tier 2 수준에 해당되는 임상별 국가고유 배출·흡수계수를 이용하여 산림부문 탄소배출량을 제시한다. 바이오매스 소각 파트는 연소효율에 대하여 심·중·경으로 구분하며(National Institute of Forest Science, 2013), 배출·흡수계수 항목에서 CO₂ 뿐만 아니라 CO, CH₄, NO_x, N₂O 등의 Non-CO₂ 배출·흡수계수가 요구된다(Won *et al.*, 2008). 기타에 속하는 HWP는 밀도, 반감기, 탄소함량에 대한 배출·흡수계수를 제품 형태에 따라서 제품(제재목, 패널), 1차제품(제재목, 합판, 파티클보드, MDF), 최종제품(구조재, 가설재, 가구재) 등으로 구분한다(National Institute of Forest Science, 2016).

3.2 필요 배출·흡수계수 목록 및 배출·흡수계수 개발 현황

부문별 배출·흡수계수는 온실가스 정보센터에서 검증과정을 수행하고 있다. 산림부문의 배출·흡수계수는 2013년(18개), 2014년(27개), 2015년(70개) 등 3차래에 걸쳐 115개가 검증된 상태이다. 검증된 배출·흡수계수는 임상별 배출·흡수계수와 수종별 배출·흡수계수로 구분된다(Table 2).

임상별 기준으로 입목 바이오매스의 목재기본밀도, 바이오매스 확장계수, 뿌리-지상부 비율 등과 고사유기물의 낙엽층 탄소함량비, 낙엽층 탄소저장량, 고사목 탄소함량비 등 그리고 토양탄소의 토양 탄소저장량, 토양 용적밀도, 석력함량, 탄소함량비 등은 검증이 완료되었다. 그러나 입목 바이오매스의 탄소함량비, 고사유기물의 고사목 탄소저장량과 바이오매스 소각에 의한 Non-CO₂ 배출, HWP 관련 배출·흡수계수는 개발 진행 중에 있다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*, 2014; Table 2).

수종별 배출·흡수계수는 22개 수종을 목표로 하여 개발 및 검증을 진행하고 있다. 입목 바이오매스의 경우 13개 수종을 대상으로 목재기본밀도, 바이오매스 확장계수, 뿌리-지상부 비율 등이 개발되었으며, 고사유기물 및 토양의 경우는 8개 수종을 대상으로 낙엽층 탄소함량비, 낙엽층 탄소저장량, 고사목 탄소함량비 등이 개발되었다. 9개 수종에 관한 입목 바이오매스 배출·흡수계수는 검증이 진행되고 있으며, 고사유기물 및 토양은 이미 개발된 8개 수종 외에 추가로 개발할 계획이 없는 상태이다. 입목 바이오매스와 고사유기물과 토양과의 연계성 및 완전성을 위해서 고사유기물 및 토양에 대해서 추가 배출·흡수계수 개발이 필요하나, 비용효과성을 고려

Table 2. The status of verification and development required for emission factors of forest types and species

	Forest type				Species				HWP
	Biomass	DOM	Soil carbon	Non-CO ₂ from biomass burning	Biomass	DOM	Soil carbon	Non-CO ₂ from biomass burning	HWP
Emission factors	8	8	8	16	88	32	32	176	9
Verification	6	6	8	0	39	24	32	0	0
Development required	2	2	0	16	49	8	0	176	9

* DOM: Dead organic matter.

할 때 현재 개발된 8개 수종 외에 개발은 어려운 실정이다.

이를 종합하면 LULUCF의 산림부문과 HWP 부문의 필요 배출·흡수계수 수는 임상별 기준으로 49개이며, 수종별 기준은 337개이다. 검증이 완료된 배출·흡수계수를 제외한 향후 개발이 요구되는 배출·흡수계수의 수는 임상별 기준으로 29개이며, 수종별 기준으로 242개이다.

4. 제 언

4.1 배출·흡수계수 개발·검증 우선순위

앞서 제시한 배출·흡수계수의 개발 및 검증 현황(Table 2)을 참고하여 미개발된 배출·흡수계수를 대상으로 개발·검증 계획 수립이 필요하다. 개발 우선순위는 다음과 같은 3가지 기준으로 도출하였다.

첫 번째, 산림부문 국가고유 배출·흡수계수의 개발 우선순위는 산림부문을 담당하는 국립산림과학원에서 제시한 개발 계획을 우선시로 고려한다(Greenhouse Gas Inventory & Research Center *et al.*, 2014). 임상별 입목 바이오매스, 고사유기물, 토양탄소는 2018년까지 검증할 계획이며, 바이오매스 소각 및 HWP의 경우는 2019년까지 검증할 예정이다.

두 번째, 현재까지 미개발된 배출·흡수계수 중에서 온실가스 비중이 높은 탄소저장고의 배출·흡수계수 항목들을 우선적으로 개발해야 된다. 국외 보고서에 따르면 산림에서 연간 온실가스 배출량에 영향을 미치는 탄소저장고를 살펴보면 입목 바이오매스의 비중이 가장 크다. 고사 유기물 및 토양의 경우, 연간 온실가스 배출량이 적거나 거의 없다. 따라서 우선적으로 입목 바이오매스를 중심으로 온실가스 배출·흡수계수가 개발되어야 한다. 한편, 온실가스 비중이 높지 않아 우선순위에 있지 않더라도 산림부문 온실가스 인벤토리의 완전성을 위해서 그 외 탄소저장고인 HWP 및 바이오매스 소각에 대해서 차순위로 개발할 필요가 있을 것으로 판단된다.

세 번째, 임상별로 개발된 배출·흡수계수들에 대해서 수종별로 개발하는 것이다. IPCC 가이드라인(2006)에서 바이오매스, 고사유기물, 토양탄소, 바이오매스 소각 등의 탄소저장고 배출·흡수계수는 수종에 따라 적용하는 것을 권장한다. 수종별 배출·흡수계수는 필수 항목은 아니지만 Tier 3수준의 신뢰성이 높은 온실가스 통계를 작성하기 위해서는 개발이 요구된다. 수종별 배출·흡수계수 개발·검증 우선순위는 2016 임업통계연보(Korea Forest Service, 2016)에 제시된 산림면적 및 임목축적을 참고하여 비중이 높은 순으로 우선순위를 둔다. 임목축적 기준, 침엽수는 소나무, 낙엽송, 리기다소나무, 잣나무, 편백, 기타 침엽수 등의 순이며, 활엽수는 참나무류, 기타 활엽수, 밤나무, 아까시나무, 자작나무 등의 순이다.

이와 같은 기준으로 현재 산림부문 개발필요 배출·흡수계수 우선순위를 파악할 수 있다. 첫 번째는 임상별 입목 바이오매스 탄소함량비이며, 두 번째는 임상별 고사목 탄소저장량이다. 세 번째는 온실가스 인벤토리 완전성을 위하여 임상별 바이오매스 소각에 의한 Non-CO₂(연소효율, 온실가스별 배출계수)와 HWP(목재기본밀도, 반감기, 탄소함량비)가 개발되어야 한다(Kang *et al.*, 2016). 그 다음 인벤토리의 신뢰도를 높일 수 있도록 수종별 배출·흡수계수의 개발이 고려되어야 한다. 그 중 우선적으로 입목 바이오매스와 관련된 배출·흡수계수 36개에 대해서 개발이 진행되어야 한다.

4.2 배출·흡수계수 정량평가 방법론

온실가스 정보센터에서 제시한 6가지 검증 항목과 각각의 검증요소를 분석하여 산림부문의 차별화된 배출·흡수계수 정량평가 방법론을 개발하였다(Table 3). 항목은 필수 검증 항목과 품질 평가 항목으로 구분하였다. 필수 검증 항목은 배출·흡수계수를 검증하는데 필수적으로 요구되는 최소요구수준의 항목이며, 품질 평가 항목은 최소요구수준이 충족되었을 때 배출·흡수계수의 수준 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 항

Table 3. Category and scoring of quantification assessment for emission factors in the forestry sector

Type	Category	Factor	Score
Compulsory verification (60)	1. Administrative document	Completeness	10
	2. Determination methodology of emission factors	Transparency	10
		Comparability	10
	3. Emission characteristic	Completeness	10
	4. Accuracy of measurement & analysis	Transparency	5
	5. Data representative	Temporal representative	5
		Spatial representative	5
Accuracy		5	
Quality evaluation (40)	6. Data management	Accuracy	10
		Quality assurance and quality control	10
	7. Uncertainty estimates	Transparency	10
		Accuracy	10
Total			100

목을 의미한다. 검증 항목은 7가지이며, 평가 요소는 12가지이다. 각각 검증요소의 배점은 검증요소의 중요성에 따라 5점 또는 10점을 부여하였다.

필수 검증 항목에는 행정적 완전성, 배출·흡수계수 결정 방법, 분야별 배출특성, 측정·분석의 정확성, 자료의 대표성 등 5가지가 포함된다. 첫 번째, 행정적 완전성은 개발된 배출·흡수계수에 대하여 검증신청 양식과 함께 필요 서류들을 제출하고, 이를 가지고 평가하는 것이다. 제출서류 점검표를 통하여 필요 서류 누락시 감점이며, 모든 서류가 구비되면 5점으로 한다.

두 번째, 배출·흡수계수 결정 방법은 투명성과 비교가능성으로 구분하며, 투명성은 IPCC에서 제시하는 개발 방법론, Annex 1 국가 등 선진국이 인정하는 개발 방법론, 국내외 공인된 연구결과에 따른 개발 방법론, 자체 개발 방법론 등으로 구분하여 어떤 기준을 선택하여 적절하게 수행하였는지를 평가하는 것이다. 공인된 방법은 10점이며, 자체 방법론은 그 기준에 따라 배점을 달리 한다. 비교가능성은 개발된 배출·흡수계수가 IPCC 가이드라인 및 국가 온실가스 인벤토리 보고서에 적용 가능하거나 비교 가능한지를 평가하는 항목으로 배점을 10점으로 한다.

세 번째, 분야별 배출특성의 완전성은 IPCC 가이드라인에서 제시하는 특성, 전문가 판단에 따른 특성 등을 적절하게 고려하였는지를 평가하는 것이며, 배점을 10점으로 한다. 산

림부문 배출·흡수계수는 2003 GPG-LULUCF와 2006 IPCC 가이드라인에서 제시한 산림의 관리형태, 통제방안, 산림조건, 산림연령, 산림형태, 지역, 기후대, 기후조건, 배출·흡수계수 개발에 적용된 기타 가정 등이 고려되었는지를 평가하는 것이다.

네 번째, 측정·분석의 정확성은 측정·분석 기관, 기기, 시험방법 등에 대하여 평가하는 것으로, 수행기관의 공인성, 측정·분석한 기기의 분석 범위, 시험방법(국제표준법, 국가표준법, 학술적 인정법 등)의 공인성, 분석과정의 표준운영절차 등을 검토하며, 10점으로 배점한다.

다섯 번째, 자료의 대표성은 시간적 대표성, 공간적 대표성, 자료의 정확성 등으로 구분하고, 각각 배점은 5점이다. 산림부문의 시간적 대표성은 표본 선정시 연도, 계절 등의 차이를 고려하였는지 평가하며, 공간적 대표성은 표본 선정 지역의 차이를 고려하였는지를 평가하는 것이다. 시간 및 공간의 편향성 없이 균등한 개수의 시료 및 표본을 활용할 경우 만점이며, 편향지수의 비율에 따라 배점을 달리한다. 자료의 정확성은 표본의 선정 방법, 표본 개수 결정 방법론 등을 평가하는 것이다. 표본의 선정 방법은 IPCC 가이드라인에서 우수실행으로 제시하는 3가지 방법(층화추출, 계통적 표본추출, 고정표본 조사구와 시계열 자료 활용)에 의거하였는지 확인하고, 표본 개수 결정 방법론은 표본 개수 결정 시 적용한 방법이 적절한지 확인하고, 표본점 추출개수의 변이계수와 허용오

차의 수준을 평가하는 것이다.

여섯 번째, 자료 관리는 정밀도와 QA/QC로 구분하고, 각각 10점으로 배점한다. 정밀도는 유효숫자 관리, 오차의 수준, 자료 선별의 적절성 등을 평가하는 것이다. QA/QC는 IPCC 가이드라인, 목표관리 지침, QA/QC 관련 국내 지침 등에 의거하여 수행된 결과와 그 결과의 보완사항에 대하여 반영 및 개선 정도를 평가하는 것이다.

일곱 번째, 불확도 수준은 불확도 산정방법론의 공인성, 불확도 범위의 수준을 평가하며, 배점은 10점으로 한다. 특히 불확도 범위는 IPCC 가이드라인이나 기타 공인된 문헌에서 제시하는 해당 배출·흡수계수의 불확도 값과 비교하여 수준에 따라 배점한다.

5. 결 론

본 연구에서는 필요 배출·흡수계수, 개발 현황을 분석하여 개발 필요 배출·흡수계수 우선순위를 제시하였다. 우선순위는 국가계획, 온실가스 배출량 비중, 통계작성 신뢰도 등의 순으로 기준을 제시하였으며, 이에 따라 개발 필요 배출·흡수계수 항목 우선순위를 부여하였다. 정량평가 방법론은 온실가스 정보센터의 배출·흡수계수 검증 기준을 분석하여 제시하였다. 정량평가 방법론은 필수 항목과 품질 평가 항목으로 구분하고, 전체 7가지 항목과 12개의 검증요소로 구성하였으며, 각각의 예상 배점을 부여하였다. 그러나 항목들에 대한 배점은 향후 온실가스 정보센터와 개발 수행기관간의 협의를 통하여 지속적으로 검토되어야 한다. 또한 12개의 검증요소별로 배점 기준표를 만들어 각각 항목의 0점부터 만점까지 수준을 확립할 필요가 있다.

산림부문 국가온실가스 통계 작성의 수준을 올리기 위해서는 배출·흡수계수 확보가 가장 중요한 사항이므로, 본 연구에서 제시한 우선순위는 온실가스 인벤토리 관련 국가계획을 수립하는데 있어서 중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 또한 배출·흡수계수를 검증하는 과정에서 주관적인 평가가 아닌 정량 평가안을 마련하는 것은 국가고유 배출·흡수계수의 공정성을 높일 수 있는 방안이다. 향후 배출·흡수계수를 고도화하기 위해서는 체계가 확립된 정량 평가안을 이용하여 미개발된 배출·흡수계수의 확보가 요구되며, 개발된 계수들에 대한 지속적인 관리 및 보완이 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 환경부 기후변화대응 환경기술개발사업(201600-

1300004)의 지원에 의한 연구 결과의 일부로 작성되었습니다.

REFERENCES

- Greenhouse Gas Inventory & Research Center. 2012. 2012 National greenhouse gas inventory report of Korea.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center. 2013. 2013 National greenhouse gas inventory report of Korea.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center. 2014. 2014 National greenhouse gas inventory report of Korea.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center. 2015. 2015 National greenhouse gas inventory report of Korea.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center. 2016. 2016 National greenhouse gas inventory report of Korea.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ministry of Trade, Industry and Energy, Ministry of Environment, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Statistics Korea, Korea forest Service, Rural Development Administration, National Institute of Agricultural Science, National Institute of Forest Science, National Institute of Animal Science, Korea Energy Economics Institute, Korea Energy Agency, Korea Environment Corporation, Korea transportation Safety Authority, Korea Research Institute for Human Settlements. 2014. Primary plan for development · verification of country specific emission factors (2015-2019).
- IPCC. 2003. Good practice guideline for land use, land-use change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC guideline for national greenhouse gas inventories.
- Kang JT, Son YM, Jeon JH, Yoo BO. 2015. Estimation of carbon stock by development of stem taper equation and carbon emission factors for *Quercus serrata*. Journal of Climate Change Research 6(4):357-366 (In Korean with English abstract).
- Kang JT, Son YM, Yim JS, Jeon JH 2016. Estimation of carbon stock and uptake for *Larix kaempferi* Lamb. Journal of Climate Change Research 7(4):499-506 (In Korean with English abstract).
- Korea Forest Service. 2016. The 46th statistical yearbook of forestry.

- Ministry of Environment. 2016. Development of quantification assessment technique and management system of country specific emission factors for waste and energy.
- National Institute of Forest Science. 2007. Survey manual for forest biomass and soil carbon.
- National Institute of Forest Science. 2013. Improvement plan in accordance with 2006 IPCC guideline.
- National Institute of Forest Science. 2013. Development of greenhouse gas inventory system in forest sector for Post-2012 climate regime.
- National Institute of Forest Science. 2016. Advancement of carbon account system in forest sector for Post-2020 climate regime.
- Park YJ, Lee HP, Baek CS. 2015. A study on the emissions of CO₂/non-CO₂ for the crown layer and surface layer of pine trees. *Journal of the Korean Society of Safety* 30(1): 111-118 (In Korean with English abstract).
- Son YM, Lee KH, Kim RH. 2007. Estimation of forest biomass in Korea. *Journal of Korean Forest Society* 96(4): 477-482 (In Korean with English abstract).
- Son YM, Kim RH, Kang JT, Lee KS, Kim SW. 2014. A practical application and development of carbon emission factors for 4 major species of warm temperate forest in Korea. *Journal of Korean Forest Society* 103(4): 593-598 (In Korean with English abstract).
- Won MS, Koo KS, Lee MB, Son YM. 2008. Estimation of non-CO₂ greenhouse gases emissions from biomass burning in the Samcheok large-fire area using landsat TM Imagery. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 10(1):17-24 (In Korean with English abstract).
- Yu SC, Ahn JW, Ok JA. 2015. A study on construction plan of the statistics for national green house gas inventories (LULUCF Sector). *Journal of Korea Spatial Information Society* 23(3):67-77 (In Korean with English abstract).