

신규조림·재조림 활동의 산림탄소흡수원 지수 개발

송민경* · 배재수 · 설미현
국립산림과학원 기후변화연구센터

Development of the Forest Carbon Sink Index on Afforestation and Reforestation Activities

SONG Minkyung*, Jae Soo Bae and Mi Hyun Seol

Center for Forest and Climate Change, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요약: 2013년 3월에 발효된 ‘탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률’ 제26조에서 규정한 신규조림·재조림 활동의 산림탄소흡수원 지수를 개발하였다. 특정 시점에서의 개별 산림탄소상쇄사업의 실적을 평가하여 상호 비교하고자 하는 법적인 목적에 따라 점수화 방법을 사용하여 산림탄소흡수원 지수값을 산출하였다. 탄소흡수원법을 바탕으로 하여 ‘탄소’(온실가스 감축), ‘인간’(사회경제적 영향), ‘자연’(환경적 영향)의 3대 기준을 설정하였다. 각 기준에 속하는 9개의 지표를 top-down 방식으로 선정하였고, 전문가 온라인 설문조사를 통하여 기준과 지표의 적합성을 검토하고 가중치를 도출하였다. 사회공헌형을 대상으로 하고 있는 국내 산림탄소상쇄사업의 특성을 반영하여, 기준과 지표 간 가중치의 간격을 최소화하는 점수가중치 부여 방식을 적용하였다. 국내에서 시행중인 5개 산림탄소상쇄사업을 대상으로 개발된 지수를 시범적으로 적용하여 평가한 결과, 상대적으로 가중치가 낮은 ‘인간’ 및 ‘자연’ 기준이 실제적으로 부정적인 사회경제적·환경적 영향을 저감하도록 유인하는 역할을 할 수 있음을 확인했다. 산림탄소흡수원 지수의 평가 결과를 바탕으로 우수 사업자에 대한 포상이 가능하며, 이는 국내 산림탄소상쇄사업의 참여 활성화를 위한 유인수단이 될 것이다.

Abstract: We have developed the Forest Carbon Sink Index on afforestation and reforestation activities, a regulation stated in article 26 of the ‘Law on the maintenance and enhancement of carbon sink (Carbon Sink Law)’, which took effect on March, 2013. According to the legal purpose to evaluate the performance of individual forest carbon offset projects and to compare each other at a certain point, values of the forest carbon sink index were calculated by the scoring method. Three criteria were established based on the Carbon Sink Law: ‘Carbon’ (real greenhouse gas reduction), ‘Human’ (socio-economic effect) and ‘Nature’ (environmental effect). Continuously, 9 indicators from the three criteria were selected by top-down approach; the adequacy of each criteria and indicators were reviewed through on-line Delphi survey; and finally weighted value of each criteria and indicators were assigned. To reflect the characteristics of the domestic forest carbon offset projects, which focus on corporate social responsibility-typed projects, we applied the score weighting method to minimize gaps among criteria and ones among indicators. After applying our newly developed forest carbon sink index to five domestic forest carbon offset projects, we could confirm that the criteria of ‘Human’ and ‘Nature’, which criteria are in relatively low weight, can play a role as an actual incentive to reduce negative socio-economic and environmental impacts. Based on performance evaluation of the five forest carbon offset project by the forest carbon sink index, the best or good performance project developers could be rewarded, and further the performance evaluation would work as an incentive to stimulate the involvement of domestic project developers in the field of forest carbon offset project.

Key words : forest carbon sink index, afforestation and reforestation, forest carbon offset projects, criteria, indicator

서론

본 연구의 목적은 2013년 3월에 발효된 ‘탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률’(이하 탄소흡수원법) 제26조에서

규정한 산림탄소흡수원 지수¹⁾를 개발하는 것이다. 탄소흡수원법은 ‘저탄소 녹색성장 기본법’ 제55조에서 규정한 산림의 탄소흡수 기능을 유지·증진하여 기후변화에 대응하고 저탄소 사회를 위하여 노력한다는 목적을 갖고 제정되었다(Ministry of Government Legislation, 2013).

탄소흡수원법은 산림의 탄소흡수 능력을 유지·증진하

*Corresponding author
E-mail: capolicy@forest.go.kr

기 위한 활동들을 구체적으로 명시하고 있다. 교토의정서 3.3조에서 규정한 신규조림 및 재조림 활동, 산림전용 방지 활동과 교토의정서 3.4조에서 규정한 산림경영 활동, 식생복구 활동뿐만 아니라 목제품 이용 활동과 산림바이오매스 에너지 이용 활동을 포함하였다. 탄소흡수원법은 산림재해 방지를 제외한 모든 활동을 통한 추가적인 온실가스 감축량을 자발적 탄소시장을 통해 거래할 수 있도록 하였다(탄소흡수원법 25조).

그러나 자발적 탄소시장을 기반으로 하는 산림탄소상쇄사업이 활성화되기 위해서는 다양한 유인 조치가 필요하다. 이러한 유인 조치 중 하나가 산림탄소흡수원 지수를 적용한 우수 산림탄소상쇄 사업자에 대한 포상 제도의 도입이다. 포상 제도의 이행은 산림탄소흡수원 지수의 개발을 전제로 한다. 탄소흡수원법 26조에서는 산림탄소상쇄사업의 주체가 되는 지방자치단체 및 공공기관과 민간에 대하여 탄소흡수원 유지 및 증진 실적에 대한 탄소흡수원 지수를 측정하고, 그 결과에 따라 포상할 수 있도록 규정하고 있다.

본 연구는 이러한 법적 필요성을 배경으로 산림탄소흡수원 지수를 개발하였다. 개발 과정에서 우리나라의 산림탄소상쇄제도는 규제적 탄소시장이 아닌 자발적 탄소시장과 연계되어 있다는 점, 기업의 이익 창출이 아닌 사회공헌을 목적으로 한다는 점 등 우리나라 산림탄소상쇄제도의 특성이 반영되도록 하였다.

연구내용 및 방법

1. 기준 및 지표 선정

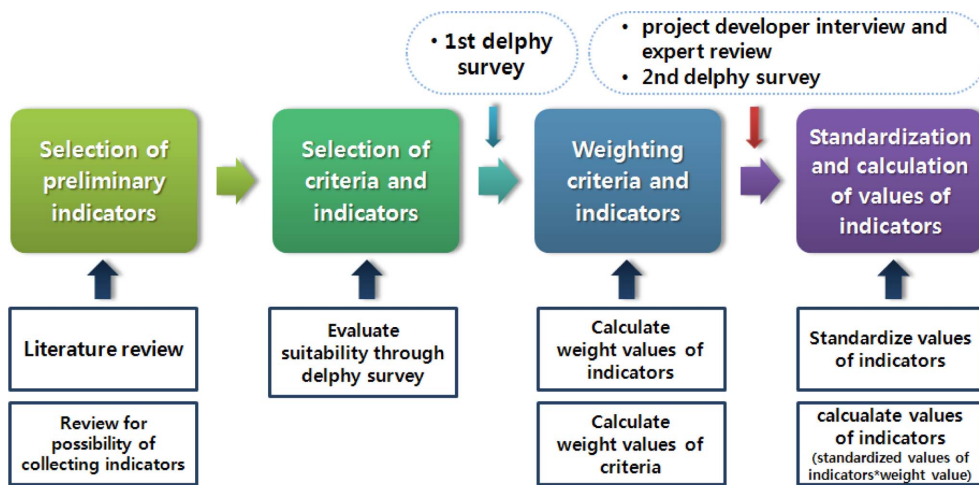
본 연구는 각 산림탄소상쇄사업의 실적을 측정하는 기

준 및 지표의 개념으로서 산림탄소흡수원 지수를 개발하였다. 즉, 특정 기준년도의 수량에 대비한 다른 해의 수량을 비율로 나타내는 수치로서의 일반적 지수 개념이 아닌 ‘특정한 시점에서 개별적인 산림탄소상쇄사업의 실적을 상호 비교하여 평가하는 점수로서의 의미’에 초점을 맞추어 산림탄소흡수원 지수를 정의하였다. 그 이유는 특정 시점에서의 개별 산림탄소상쇄사업의 실적을 평가하여 우수 사업자에 대한 포상이 이루어지도록 한 법적 의도를 반영하기 위해서다. 이러한 점수화 방법을 이용한 지수는 세계경제포럼에서 매년 발표하는 환경성과지수가 그 대표적인 예이다(Hsu et al., 2014).

지수를 개발하기 위한 절차는 ①예비지표의 선택 및 검증, ②지표 확정 및 가중치 부여, ③지수 산출의 단계로 이루어졌다(Figure 1).

먼저 산림탄소상쇄사업을 평가하기 위한 기준과 지표를 선정하기 위하여 국내·외 선행연구 및 관련 제도를 검토하였다. 탄소흡수원법과 기후변화협약의 간쿰합의문을 바탕으로 탄소흡수원 지수의 주요 원칙을 설정하였고, 국제적으로 통용되는 산림관련 기준 및 지표와 국제 산림탄소인증표준의 원칙을 검토하여 본 연구에서 개발한 원칙이 산림탄소흡수원 지수의 기준으로서 합리적인가를 살펴보았다.

지표를 선정하는 방식은 bottom-up 방식과 top-down 방식이 있다. Bottom-up 방식은 기존의 통계치에 기초하여 통계치 자체 혹은 2개 이상의 통계치의 조합을 통해 지표를 결정하는 반면, top-down 방식은 지표 선정의 목적을 먼저 설정한 뒤 이를 의미하는 주요 기준을 설정하여 그에 해당하는 지표들을 결정한다(Kim et al., 2005). 산림탄



※ Source: Institute for Climate Change Action(2010)

Figure 1. Procedure of index development.

1) 법적 용어는 ‘탄소흡수원 지수’ 이나 산림 활동과 연결되어 있다는 측면에서 이 논문에서는 ‘산림탄소흡수원 지수’로 부르고자 한다.

소흡수원 지수의 경우 top-down 방식을 적용하여, 산림탄소상쇄사업의 실적 평가라는 일차적인 목적과 산림탄소상쇄사업의 활성화라는 궁극적인 목적 아래 문헌검토를 바탕으로 기준을 설정하고, 각 기준에 해당하는 세부 지표를 연구자가 선정하였다. 선정된 지표의 적합성 여부는 전문가 설문조사를 통해 검증하였다.

2. 가중치 도출 및 지수화

지표의 가중치는 온라인 설문조사를 통해 각 지표의 중요도를 묻는 방법으로 산출하였다. 가중치를 부여하는 방식은 연구자에 의해 임의로 결정하는 방법과 다른 집단의 의견을 조사하여 결정하는 방법이 있다(Kim et al., 2005). 본 연구는 전문가 집단으로부터 의견을 수렴하는 델파이 조사 방법을 사용하였다. 총 42명의 전문가를 대상으로 1차 온라인 설문 조사를 실시하여 3대 기준과 9개 지표에 대한 중요도 점수를 5점 척도로(보통-약간중요-중요-매우중요-절대중요) 평가하도록 하였다. 1차 설문조사 결과 도출된 지표의 가중치에 대하여 국내 산림탄소상쇄사업 담당자 및 전문가의 의견을 청취하였고, 이를 반영하여 실시한 2차 전문가 설문조사를 통해 최종 지표 및 가중치를 도출하였다.

가중치를 도출하는 방법은 지표를 대상으로 서열 정보를 이용한 방법, 고유벡터 방법, 엔트로피 방법으로 구분할 수 있다(Kim et al., 1999). 이 중 서열 정보를 이용하는 방법은 중요도 값에 의거한 순위 정보에 의해 서열을 부여한 후 가중치를 도출하는 방법으로, 서열합가중치(rank sum weights), 역서열가중치(rank reciprocal weights), 그리고 서열을 정하기 위하여 적용한 점수를 직접 이용한 점수가중치가 있다. 서열합가중치는 각 지표값 간의 차이를 부여하되 역서열가중치보다는 그 변화의 정도를 완만하게 하는 방법이다. 점수 가중치 방법은 등급화된 서열 정보를 기수적인 방법으로 적용하는 리커트 척도 방법으로 얻은 값에 따라 차이가 나타나며(Kim et al., 2006), 지표 간 가중치의 폭을 줄일 수 있다. 본 연구에서는 사회공헌을 목적으로 하는 국내 산림탄소상쇄사업의 특성을 반영할 수 있도록 ‘탄소’ 기준과 ‘인간’, ‘자연’ 기준 간의 가중치의 폭을 최소화하기 위하여 점수가중치 방법을 적용하였다.

각 지표에 대해 가중치를 부여하기에 앞서 평가하고자 하는 모든 지표들의 최소치와 최대치, 즉 변동 폭을 일치시키는 표준화 작업을 해야 한다. 표준화 작업을 거쳐 변형된 값에 가중치를 적용하면 최종적인 지수값이 산출된다. 본 연구에서 개발하고자 하는 산림탄소흡수원 지수는

시간의 흐름에 따른 진척 정도를 평가하는 것이 아닌, 특정 시점에서의 각 사업별 실적을 상대적으로 평가하는 데 그 목적이 있다. 따라서 최종 지수값을 산정하는 방식으로 다음과 같이 점수화 방법을 이용하였다.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot S_j, \quad (S_j: j\text{번째 지표의 표준화된 점수}, \\ w_j: j\text{번째 지표의 가중치})$$

$$S = \sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i, \quad (S_i: i\text{번째 기준의 부분점수}, \\ w_i: i\text{번째 기준의 가중치})$$

위 첫 번째 수식의 S_j 는 표준화 과정을 거친 뒤 백분위로 전환된 j 지표의 값으로, 이 S_j 값에 각 지표의 가중치를 곱하여 얻은 값을 합산하여 기준 i 에 해당하는 부분점수 S_i 를 산출한다. 산출된 세 기준의 부분점수 S_i 에 각 기준의 가중치인 w_i 를 곱한 값을 합산하여 종합점수 S 를 얻게 되며, 이 값이 최종적인 산림탄소흡수원 지수값이 된다.

최종적으로 국내에서 시행중인 5개의 산림탄소상쇄사업에 각 지표를 적용하여 평가한 결과로 얻은 종합점수를 비교하여 고찰하였다. 산림탄소흡수원 지수를 적용하는 대상은 탄소흡수원법 시행령 제23조 제2항을 반영하여 ‘산림탄소상쇄사업을 등록한 지자체 · 공공기관 · 민간’으로 한정하였으며 사업의 유형은 사회공헌형으로 제한하였다. 또한 본 연구에서는 산림탄소흡수원 지수 개발의 대상 활동을 신규조립 · 제조립 활동으로 한정하였다. 이는 2013년 11월 현재 산림탄소센터²⁾에 신청하여 산림탄소상쇄사업으로 정식 등록된 4개의 시범사업과 1개의 본 사업 모두가 신규조립 · 제조립 활동이라는 측면을 고려하였기 때문이다. 5개의 산림탄소상쇄사업이 모두 이행 초기 단계에 있기 때문에 각 사업의 사업계획서에 기술된 사실을 근거로 하여 지표를 적용하고 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 산림탄소흡수원 지수 개발을 위한 평가 기준 설정

탄소흡수원법 시행령 제23조 제1항에 따르면, 탄소흡수원 지수의 설정에는 산림탄소상쇄 사업으로 인한 ①추가적이고 실질적인 온실가스 감축 실적, ②사회 · 경제 · 환경적 영향, ③그 밖에 탄소흡수원 유지 및 증진 지수 측정에 관하여 국제적으로 인정되는 기준이 고려되어야 한다. 이와 같은 법적 배경을 바탕으로 하여 ‘탄소’, ‘인간’, ‘자연’이라는 3가지 원칙을 세우고, 이를 산림탄소흡수원 지수의 3대 기준으로 설정하였다(Figure 2). 이는 각각 추가적이고 실질적인 온실가스 감축 실적(탄소), 사회 · 경제

²⁾ 산림탄소상쇄사업 계획서 검토 및 타당성 평가, 사업 계획 등록, 검증기관의 지정 · 운영 및 검증 결과에 대한 검토, 산림탄소흡수량의 인증서 발급 등 실질적으로 산림탄소상쇄체도의 실무를 담당하는 기구

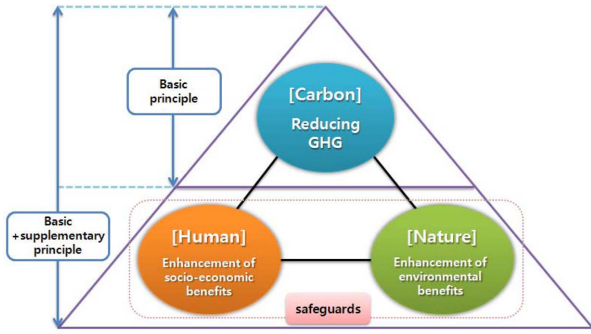


Figure 2. Three criteria of forest carbon sink index.

적 영향(인간), 환경적 영향(자연)을 함축적으로 반영한 것이다. 실질적인 온실가스 감축은 산림탄소상쇄사업의 기본적인 목적이라는 측면에서 ‘기본 원칙’으로 보았다. 산림탄소상쇄사업으로부터 발생하는 부정적인 사회·경제·환경적 영향을 최소화한다는 측면에서 ‘인간’과 ‘자연’ 기준을 ‘보완 원칙’으로 규정하였다. 이 보완 원칙들은 사업 이행으로 발생하는 부정적 영향을 막아주는 안전장치(safeguards)로서 역할을 한다. 또한 이 3대 기준이 산림탄소흡수원의 평가 기준으로서 적절한지를 검토하기 위하여 기후변화협약 제16차 당사국총회의 결정문인 칸쿰합의문과 국제적으로 널리 통용되고 있는 지속가능한 산림경영의 기준 및 지표, 국제 산림탄소표준의 원칙을 검토하고 비교·분석하였다.

1) 기후변화협약의 칸쿰합의문

칸쿰합의문은 기후변화협약 제16차 당사국총회의 결정문으로, 2005년부터 2010년까지 기후변화협약에서 논의된 다자간 국제 협상의 결과물이다(Bae, 2012). 이 합의문에서는 산림부문의 대표적인 온실가스 감축활동인 REDD+(Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) 결정문을 통하여 REDD+ 활동에 대한 지침을 규정하였다(Table 1). 이 중 ‘실질적인 온실가스 감

축’은 REDD+의 가장 우선적인 목적으로서 사업의 성공과 실패 여부를 판단하는 가장 기본적인 기준이 된다(Jaung and Bae, 2012). 한편 이 결정문은 REDD+ 활동을 이행할 때 고려해야 할 안전장치를 함께 명시하였다. 여기에는 환경 건전성의 추구하고 산림 및 다른 생태계의 다양한 기능 고려, 천연림 및 생물 다양성 보존, 빈곤 퇴치 기여, 원주민과 지역주민들의 지식 및 권리 존중·참여 보장, 비영속성과 누출에 대한 조치 등이 포함된다. 이러한 칸쿰합의문의 REDD+ 이행 지침 및 안전장치는 본 연구에서 선정한 3대 기준을 기본원칙(탄소)과 보완원칙(인간, 자연)으로 구분하여 그 성격과 기능을 부여한 것에 대한 국제적 근거가 된다. 산림탄소상쇄사업 역시 사업을 통해 실질적인 온실가스 감축을 이루어냈는지 사업을 평가하기 위한 핵심적인 판단 기준이 된다. 또한 산림탄소흡수원의 유지 및 증진 활동의 사회경제적·환경적 영향을 평가함으로써 산림탄소상쇄사업으로부터 발생하는 부정적인 영향을 최소화할 수 있도록 유인할 수 있다.

2) 국제 산림탄소표준

국제 산림탄소시장에서 사용되고 있는 산림탄소표준으로는 VCS(Verified Carbon Standard), ACR(American Carbon Registry), CAR(Climate Action Reserve’s), Plan Vivo 등이 있다. 이 중 가장 많이 이용되고 있는 것은 VCS로, 2011년도 기준 전체 산림탄소배출권 사업의 28%가 VCS를 이용하였다(Ecosystem Marketplace, 2012). 또한 국제 산림탄소표준을 이용하는 사업 가운데 29%는 사회경제적 혜택의 추가성을 인증받기 위해 CCBS(the Climate, Community and Biodiversity Standards)를 함께 이용하고 있다. 특히 VCS의 경우, VCS만을 충족시켰을 때 실버레벨(Silver Level)을 부여하고, 이에 추가적으로 CCBS의 인증까지 받았을 때 골드레벨(Gold Level)을 부여하여 사회경제적 혜택을 보장하는 사업에 대한 구분을 두고 있다(Table 2). 본 연구에서는 이러한 VCS와 CCBS

Table 1. Summary of REDD+ implementation guidelines and safeguards in the Cancun Agreements.

REDD+ implementation guidelines	<ul style="list-style-type: none"> • Contribute to the achievement of the objective set out in Article 2 of the Convention; stabilization of GHG concentrations in the atmosphere • Be consistent with the objective of environmental integrity and take into account the multiple functions of forests and other ecosystems • Be implemented in the context of sustainable development and reducing poverty, while responding to climate change • Be results-based
REDD+ safeguards	<ul style="list-style-type: none"> • Respect for the knowledge and rights of indigenous peoples and members of local communities • Transparent and effective national forest governance structures • The full and effective participation of relevant stakeholders, in particular indigenous peoples and local communities • Protection and conservation of natural forests and their ecosystem services, and to enhance other social and environment benefits • Actions to address the risks of impermanence and leakage

Source: Bae (2012)

Table 2. Principles and certification system of VCS and CCBS.

Principles		Certification
VCS	Relevance, completeness, consistency, accuracy, transparency, conservativeness	Silver: satisfy only carbon standard
CCBS	General section Original conditions in the project area, baseline projections, project design and goals, management capacity and best practices, legal status and property rights	Gold: satisfy carbon standard and CCBS
	Climate section Net positive climate impacts, offsite climate impacts ('leakage'), climate impact monitoring	
	Community section Net positive community impacts, offsite stakeholder impacts, community impact monitoring	
	Biodiversity section Net positive biodiversity impacts, offsite biodiversity impacts, biodiversity impact monitoring	
Climate change adaptation benefits, exceptional community benefits, exceptional biodiversity benefits		

Source: VCS Standard. (2013), and CCB Standards. (2008).

의 실버/골드 레벨의 인증체계에 착안하여, 산림탄소흡수원 지수 개발을 위한 3대 기준의 구분 및 평가 방법에 적용하였다. '탄소' 기준을 나머지 두 기준보다 우선하여 실질적인 온실가스 감축 실적을 기본적인 평가 요소로 삼았다.

3) 지속가능한 산림경영 기준 및 지표

산림탄소흡수원 지수 개발을 위해 세운 3대 기준을 중심으로, 국제적으로 널리 통용되고 있는 지속가능한 산림경영 원칙과 기준 및 지표들을 살펴보았다. 국가 수준의 몬트리올 프로세스와, 사업 수준의 FSC(Forest Stewardship Council), PEFC(The Programme for the Endorsement of

Forest Certification)의 주요 원칙 혹은 기준과 지표 안에서 탄소, 인간, 자연 등의 3대 기준이 어떻게 구체적으로 다루어지고 있는지를 검토하였다.

몬트리올 프로세스는 온대림의 지속가능한 산림경영을 모니터링하기 위한 7개 기준을 제시한다. 이의 검토 결과, 기준 1에서 4까지는 '자연'의 원칙과, 기준 5는 '탄소'의 원칙과, 기준 6과 7은 '인간'의 원칙과 비교 가능한 것으로 나타났다. FSC의 지속가능한 산림경영을 위한 10개 원칙과 가운데, 원칙 1에서 4까지는 법과 제도, 인권 등 '인간' 기준과 관련이 있었다. 원칙 5와 6, 그리고 9와 10은 자연으로부터 얻는 편익과 자연환경에 미치는 영향, 고보

Table 3. Relevance between principles of Forest Carbon Sink Index and principles/criteria of SFM standards.

Criteria	The Montreal Process	FSC	PEFC
Carbon	Criterion 5: maintenance of forest contribution to global carbon cycles	Principle 7: management plan Principle 8: monitoring and assessment	Criterion 1: maintenance and appropriate enhancement of forest resources and their contribution to the global carbon cycle
Human	Criterion 6: maintenance and enhancement of long-term multiple socio-economic benefits to meet the needs of societies Criterion 7: legal, policy and institutional framework	Principle 1: compliance with laws and FSC principles Principle 2: tenure and use rights and responsibilities Principle 3: indigenous peoples' rights Principle 4: community relations and worker's rights	Criterion 6: maintenance of other socio-economic functions and conditions Criterion 7: compliance with legal requirements
Nature	Criterion 1: conservation of biological diversity Criterion 2: maintenance of productive capacity of forest ecosystems Criterion 3: maintenance of forest ecosystem health and vitality Criterion 4: conservation and maintenance of soil and water resources	Principle 5: benefits from the forest Principle 6: environmental impact Principle 9: maintenance of high conservation value forests Principle 10: plantations	Criterion 2: maintenance of forest ecosystem health and vitality Criterion 3: maintenance and encouragement of productive functions of forests (wood and non-wood) Criterion 4: maintenance, conservation and appropriate enhancement of biological diversity in forest ecosystems Criterion 5: maintenance and appropriate enhancement of protective functions in forest management (notably soil and water)

Source: TMPWG. (2007), SmartWood Korea Interim FM Standard. (2008), and PEFC International Standard. (2010).

존가치림의 유지, 인공림의 지속가능한 관리 등 '자연' 기준과의 연관성이 있었다. PEFC는 148개 국가의 250여 개 기준을 반영하여 개발된 지속가능한 산림경영 인증체계에, 경제/생태/사회로 구성된 7개 기준과 66개 지표로 이루어져있다. 기준 1은 지구탄소순환에 대한 기여도를 핵심적으로 다루어 '탄소' 기준과, 기준 2에서 5까지는 산림 생태계의 건강도 및 활력도 유지, 산림의 생산적 기능 유지, 생물다양성 유지 및 증진, 산림경영의 보호적 기능 유지 및 증진 등 '자연' 기준과 관련이 있는 것으로 검토되었다. 끝으로 기준 6과 7은 사회경제적 기능과 조건의 유지, 법적 필수사항의 준수에 대한 것으로 '인간' 기준과의 연관성을 가진다.

이상과 같이 몬트리올 프로세스와 FSC, PEFC의 원칙 및 기준을 검토하여 Table 3과 같은 종합적인 결과를 얻었다. 탄소, 인간, 자연의 3대 기준이 국제적으로 통용되고 있는 지속가능한 산림경영의 기준 및 지표에 부합하는 것이라 판단된다.

2. 산림탄소흡수원 지수 개발을 위한 예비 지표 선정

국내·외 선행연구를 검토한 결과를 바탕으로 연구진이 top-down 방식을 통하여 산림탄소흡수원의 유지 및 증진 실적 평가를 위한 지표를 선정하였다(Table 4). 탄소, 인간, 자연의 3대 기준을 중심으로, 이를 구체적으로 평가할 수 있는 9개 지표를 선정하였다. 먼저 '탄소' 기준을 평가하는 지표로 ①효과성과 ②효율성이라는 지표를 선정하였다. 앞서 살펴본 SFM 관련 표준 원칙 및 기준 또한 산림의 탄소흡수원으로서의 기능 수행과 그로 인한 지구탄소순환에의 기여도를 주요 원칙 및 기준으로 사용하고 있다. 산림탄소상쇄사업 역시 사업을 통한 실질적인 온실가스 감축량의 효과성 및 효율성 평가는 핵심적인 지표가 된다. ①'효과성' 지표는 '추가적인 총 온실가스 감축량'으로 정해진 모니터링 기간 내³⁾에 발생하는 총 온실가스 감축량(tCO₂)을 측정하여 산출한다. ②'효율성' 지표는 '평균 온실가스 감축량'을 측정한다. 이 지표의 경우 1차 지표 선정 시 '평균 온실가스 감축 비용(tCO₂/백만원)'으로 측정하여 투입된 단위 비용 대비 온실가스 감축량의 효율성을 평가하고자 하였으나 국내 시범사업 담당자들과의 심층면담을 거쳐 '모니터링 기간 내에 발생하는 단위면적 당 온실가스 감축량(tCO₂/ha/yr)'으로 변경되었다.

'인간' 기준을 평가하는 지표로는 ③이해당사자 참여, ④지역사회 기여도, ⑤사회경제적 영향 평가의 3개 지표가 선정되었다. ③'이해당사자 참여' 지표는 사업을 이행하는 과정에서 사업에 관계되는 이해당사자들의 참여를

보장하고 협의를 이행하였는가의 여부로 평가한다. 협의 절차의 대표적인 예로는 사업 공청회·설명회 개최 등이 있으며 그 외에도 각 사업의 상황에 맞는 형식이 적용될 수 있다. 사업에 대한 정보를 이해당사자들과 충분히 공유하였는지에 대한 판단이 평가의 핵심이 된다. ④'지역사회 기여도' 지표는 해당 사업의 이행으로 인하여 사업 대상지 주변 지역 사회에 긍정적인 영향이 미쳤는지를 판단하며, 구체적으로 '해당 사업의 고용 인력 중 현지 채용 인원 비율'로 평가한다. ⑤'사회경제적 영향 평가' 지표는 사업의 이행으로 인한 사회·경제적 영향을 평가하기 위한 지표로, '사업 추진으로 인한 부정적인 사회·경제적 영향을 줄이기 위한 조치 수립 및 이행' 여부가 평가 기준이 된다. 이상의 세 가지 '인간' 기준에 해당하는 지표들은 칸쿰협의문 REDD+ 결정문의 안전장치 지침에서 명시한 바 있는 항목들이다.

마지막으로 '자연' 기준에 해당하는 지표는 ⑥생물다양성 증진, ⑦비영속성 처리, ⑧누출 처리, ⑨환경적 영향 평가이다. 이 네 가지 '자연' 기준에 해당하는 지표들은 칸쿰협의문 및 SFM 관련 표준 원칙 및 기준의 검토를 통하여 그 적합성을 확인하였다. ⑥'생물다양성 증진' 지표는 산림탄소상쇄사업 활동 유형 중 신규조림·재조림과 식생복구 사업, 그리고 산림경영 중 수종갱신 활동에만 해당하는 지표로서, 사업 활동으로 인하여 대상지의 기존 생태계에 부정적인 영향을 미치지 않고 생물다양성이 유지·증진되었는가를 평가한다. 이는 '전체 조림 수종 중 자생수종 비율'로 산출하여 평가한다. ⑦'비영속성 처리' 지표는 산림탄소상쇄사업이 이행되는 사업 기간 중 발생할 수 있는 온실가스 배출활동에 대한 평가이다. 이는 '산림전용 및 산림 재해 발생 여부'로 판단한다. ⑧'누출 처리' 지표는 사업으로 인해 발생하게 되는 누출 효과에 대한 평가이다. 모니터링 후 '총 온실가스 감축 실적에 대한 추가 누출 발생 여부'로 판단한다. ⑨'환경적 영향 평가' 지표는 사업의 이행으로 인한 환경 영향을 평가하기 위한 지표로, '사업 추진으로 인한 부정적인 환경영향을 줄이기 위한 조치 수립 및 이행' 여부가 평가 기준이 된다.

이상의 각 지표들은 사회공헌형 사업 중 거래형과 비거래형 사업에 동일하게 적용하되, 평가를 위한 근거 자료는 구별한다. ③'이해당사자 참여' 지표와 ④'지역사회 기여도'를 제외한 나머지 7개 지표에 대하여 거래형 사업의 경우 사업계획서, 모니터링 결과 보고서, 검증보고서, 인증보고서를 근거자료로 하고, 비거래형 사업은 사업계획서와 모니터링 결과 보고서를 근거자료로 한다. ③'이해당사자 참여' 지표와 ④'지역사회 기여도' 지표를 평가하는 자료는

³⁾ 산림청의 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준(2013)은 신규조림/재조림 사업의 경우 매 5년 주기로 모니터링을 실시하여 결과보고서를 작성할 것을 규정하고 있다.

Table 4. Criteria and indicators of Forest Carbon Sink Index.

Criteria	Indicators	Calculation method	Basis materials	
			Trade type	Non-trade type
Carbon	Effectiveness	① Additory GHG reductions (tCO ₂) – total GHG reductions within the period of monitoring [calculation] set the largest amount of GHG reductions among forest carbon offset projects as 1; evaluate other project’s GHG reductions relatively	PDD, monitoring report, verification report, validation report	PDD, monitoring report
	Efficiency	② Annual GHG reductions per unit area within the period of monitoring (tCO ₂ /ha/yr) [calculation] set the largest annual GHG reductions per unit area among forest carbon offset projects as 1; evaluate other project’s average GHG reductions relatively		
Human	Stakeholders participation	③ Establishment and fulfillment of consultation process with stakeholders (e.g. public hearing, presentation meeting, etc.) [calculation] fulfillment of consultation process: 1, nonfulfillment of consultation process: 0	Evidential document	
	Contributiveness toward community	④ Proportion of local employment in the number of total employs [calculation] standardize to 0-1(0%: 0, 100%: 1)		
	Socio-economic impact assessment	⑤ Establishment and fuifillment of a measure for reducing negative socio-economic impact [calculation] insufficiency: 0, normal: 0.5, good: 1		
Nature	Biodiversity	⑥ Proportion of native tree species in total planting trees [calculation] standardize to 0-1(0%: 0, 100%: 1)	PDD, monitoring report, verification report, validation report	PDD, monitoring report
	Impermanence	⑦ Occurrence of deforestation [calculation] do not occur: 1, occur: 0		
	Leakage	⑧ Occurrence of leakage [calculation] amount of calculated leakage of total GHG reductions 0-2%: 1, 2.1-10%: 0.5, over 10.1%: 0		
	Environmental impact assessment	⑨ Establishment and fulfillment of a measure for reducing negative environmental impact [calculation] insufficiency: 0, normal: 0.5, good: 1		

Korea Forest Carbon Offset Standard (KFS, 2013) regulates to estimate the leakage into 2% of net reductions in case of the project’s annual carbon dioxide net absorption is less than 100tCO without considering secondary emissions.

사업자에게 추가적인 요청을 통해 수립할 수 있다.

이상의 9개 지표를 선정한 뒤, 온라인(SurveyMonkey) 전문가 설문조사를 통하여 그 적합성을 평가하였다. 지표의 적합성은 지표의 가중치 도출을 위한 중요도 평가 시 각 지표의 부적합 여부를 물어 평가하였다. 설문 결과, 9개의 지표 중 산림탄소흡수원의 평가 지표로서 부적합하다고 판단하거나, 그 산출 방식 등에 이견을 제시한 전문가는 없었다.

3. 최종 지표 선정과 가중치 도출

산림분야 공무원, 산림관련 연구기관의 전문가, 산림관련 학계, 그리고 관련 NGO 소속의 전문가로 구성된 총 42명의 전문가를 대상으로 1차 온라인 설문 조사를 실시하였다. 42명 중 26명(응답률 62%)으로부터 응답을 얻은 중요도 점수 결과와 가중치 도출 결과는 다음 Table 5와 같다.

1차 결과에 대하여 연구 수행 당시 국내에 시행중이었던 4개의 산림탄소상쇄 시범사업 담당자들의 의견을 청취

하기 위한 심층 면담을 실시하였다. 면담 결과, 서열합 가중치와 역서열합 가중치 방법을 적용하여 가중치를 도출할 경우 ①효과성(총 온실가스 감축량) 지표의 가중치가 너무 높아 소규모 사업 참여자에게 불리하게 작용할 수 있다는 의견과, ②효율성(tCO₂/백만원) 지표의 경우 비용에 대한 정확한 정의와 산출 근거가 제시되지 않는 한 실질적으로 사업 단위의 비용을 제대로 산출하기 어려울뿐더러, 비용을 많이 들이더라도 열심히 사업을 이행하려는 참여자에게 도리어 불이익을 초래할 수 있으므로, ‘단위 면적 당 평균 온실가스 감축 실적(tCO₂/ha/yr)’으로 개선하는 것이 바람직하다는 의견이 있었다. 사회공헌형 산림탄소상쇄사업의 참여를 이끌어내기 위한 지표라는 차원에서 온실가스 감축 실적 대비 투자한 비용의 많고 적음이 절대적인 효율성을 대표할 수는 없으나, 사업을 통한 온실가스 감축의 효율성을 증대시키기 위한 인위적인 노력에 대한 평가는 반드시 필요하다. 더불어 공동연구진의 자문 결과, 1차 선정 지표 중 ⑥생물다양성 증진을 평가하는

Table 5. Weighted value of criteria and indicators of Forest Carbon Sink Index.

Criteria	Importance value	Weighted value (value sum weights)	Indicators	Preliminary questionnaire result				Secondary questionnaire result		
				Importance value	Rank sum weights	Rank reciprocal weights	Value sum weights	Importance value	Value sum weights	Ranking
Carbon	4.31	0.3838	Effectiveness	4.12	0.3333	0.3636	0.2075	4.12	0.1959	1
			Efficiency	3.50	0.1667	0.1818	0.1763	3.95	0.1879	2
Human	3.50	0.3117	Stakeholders participation	3.38	0.1111	0.0744	0.1038	3.38	0.1038	4
			Contributiveness toward community	2.92	0.0556	0.0496	0.0897	2.92	0.0897	5
			Socio-economic impact assessment	3.85	0.1667	0.1488	0.1182	3.85	0.1182	3
Nature	3.42	0.3045	Biodiversity	3.04	0.0333	0.0291	0.0696	2.70	0.0634	9
			Non-permanence	3.73	0.0667	0.0873	0.0853	3.73	0.0876	6
			Leakage	2.92	0.0167	0.0218	0.0668	2.92	0.0686	8
			Environmental impact assessment	3.62	0.0500	0.0436	0.0828	3.62	0.0850	7
Total		1		1		1		1		

Table 6. Evaluation on criterion ‘Carbon’ of five forest offset projects.

Indicators	Partial score of each project				
	A	B	C	D	E
Carbon					
1. effectiveness					
2. efficiency	77.08	74.13	39.86	15.19	92.16
Human					
3. stakeholders participation					
4. contributiveness toward community	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5. socio-economic impact assessment					
Nature					
6. biodiversity					
7. non-permanence	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8. leakage					
9. environmental impact assessment					
Total	91.20	90.07	76.92	67.45	96.99
Ranking	2	3	4	5	1

‘전체 조립 수종 중 고유수종 비율’을 고유수종이 아닌 자생수종으로 대체하는 것이 바람직하다는 의견이 있었다.⁴⁾

이상의 사업담당자 면담과 자문 결과에 대한 연구진의 검토를 거쳐 이를 반영한 최종 지표를 선정하였고, 이 중 개선된 지표에 대한 2차 온라인 전문가 설문조사를 실시하였다. 2차 설문조사는 1차 설문조사의 응답자 26명을 대상으로 하여 1차 조사와 동일한 방식으로 시행하였다.

최종 가중치를 도출하기 위해서는 점수 가중치 방법을 적용하였다. 이는 우리나라 산림탄소상쇄사업이 ‘사회공헌용’ 목적이라는 것을 고려하고, 사업참여자의 공통적 의견을 반영하여 ‘탄소’ 기준에 속하는 효과성과 효율성의 가중치를 낮추고, 지표간 가중치의 격차를 줄이기 위해서이다. 가중치를 부여하기에 앞서 각 지표별로 측정된 지표값 중 최대치에 상한치인 1의 점수를 부여하고 하한치

를 0으로 두어, 나머지 지표값들의 상한치에 대한 상대적 값을 산출하여 모든 지표값을 1과 0 사이의 값으로 표준화하였다. 이는 지표값 중의 최대치와 최소치를 각각 1과 0으로 설정하는 방법을 적용한 경우보다 지표값들 간의 상대적인 간격을 줄이는 방법이다. 이를 통하여 참여 사업들 간의 평가 결과의 간격을 줄임으로써 산림탄소흡수원 지수가 대규모 혹은 소규모의 다양한 자발적 참여자들에게 긍정적인 유인수단으로서 작용할 수 있도록 하였다.

4. 산림탄소흡수원 지수의 적용 및 평가

국내에서 시행중인 5개 산림탄소상쇄사업을 대상으로 하여 본 연구에서 개발한 산림탄소흡수원 지수를 적용하여 평가하였다. 본 결과는 현 시점에서 해당 사업의 사업 계획서를 통해 얻을 수 있는 정보에 기초하여 시범적으로

⁴⁾ 어떤 생물의 분포가 특정의 지역에 한정되는 것을 고유(endemism)라 하고, 이와 같은 생물의 종을 고유종이라 한다. 본 연구에서 지칭한 ‘고유수종’은 미선나무와 같이 우리나라에서만 생육하는 수종을 뜻하며, ‘자생수종’은 특정 지역에 국한되지 않고 그 분포 범위가 다양하여 도입 가능한 수종을 뜻한다. 산림청의 산림탄소상쇄 사업타당성평가 체크리스트에서는 사업대상지의 기후 및 지위 등을 고려하여 적절한 조립수종을 선정할 것을 제시하고 있다.

Table 7. Evaluation of five forest carbon offset project by Forest Carbon Sink Index.

Indicators		Partial score of each project				
		A	B	C	D	E
Carbon	1. effectiveness	77.08	74.13	39.86	15.19	92.16
	2. efficiency					
Human	3. stakeholders participation	37.93	0	66.70	37.93	0
	4. contributiveness toward community					
	5. socio-economic impact assessment					
Nature	6. biodiversity	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	7. non-permanence					
	8. leakage					
	9. environmental impact assessment					
Total		71.86	58.90	66.54	48.10	65.82
Ranking		1	4	2	5	3

평가한 것으로, 사업의 실제 이행 결과에 대한 모니터링 및 검증·인증 이후에는 그 결과가 달라질 수 있다.

Table 6은 ‘인간’ 및 ‘자연’ 기준의 지표들에 동일한 점수를 부여한 뒤 ‘탄소’ 기준에 해당하는 효과성과 효율성 지표에 대해서만 평가를 실시한 결과이다. 사업계획서 상에 명시되어 있는 사업기간 내 온실가스 감축량과 사업면적 정보를 바탕으로 하여 효과성과 효율성 지표를 시범적으로 평가하였다. 이 경우 전체 다섯 개 사업 중 가장 높은 효율성을 보이고 두 번째로 높은 총 온실가스 감축량을 달성하는 E 사업이 가장 높은 점수를 받았다. 한편 Table 7은 다섯 개 사업의 사업계획서 상에서 확인 가능한 자료를 기준으로 각 지표에 대한 평가를 시범적으로 수행한 결과이다. ‘인간’ 기준과 ‘자연’ 기준에 해당하는 지표들을 포함하여 9개의 모든 지표를 평가한 결과, 앞의 ‘탄소’ 기준만을 평가한 경우와 비교했을 때 그 순위에 큰 변동이 발생하였다. 효과성과 효율성 두 지표에서 모두 가장 낮은 점수를 받은 D 사업을 제외한 모든 사업에 그 순위 변동이 생겼다. 이는 가장 높은 가중치를 차지하는 ‘탄소’ 기준의 평가 결과가 전체 지표를 적용하여 평가한 결과에 반드시 직결되지는 않음을 보여준다. 다시 말해서 ‘탄소’ 기준의 가중치가 상대적으로 ‘인간’, ‘자연’ 기준의 가중치보다 높다고 하더라도, ‘인간’ 및 ‘자연’ 기준에 해당하는 지표들의 평가를 어떻게 받느냐에 따라 최종적으로 얻게 되는 점수는 달라질 수 있다. 보완 원칙인 ‘인간’ 및 ‘자연’ 기준이 실제적으로 산림탄소상쇄사업의 부정적인 사회·경제·환경적 영향을 저감하도록 유인하는 역할을 한다는 것을 보여주는 결과라 할 수 있다.

결론

본 연구는 탄소흡수원법 제26조의 규정에 따라 산림탄

소흡수원 지수를 개발하였다. 본 연구에서 개발한 지수는 신규조립·제조립 활동 탄소상쇄사업의 탄소흡수원 실적에 대한 사업별 상호 비교를 가능하게 한다. 또한 이 평가 결과를 바탕으로 우수 사업자에 대한 포상이 가능하며, 이는 국내 산림탄소상쇄사업의 참여 활성화를 위한 유인수단이 될 수 있다.

산림탄소흡수원 지수를 개발하는 과정에서 국내 산림탄소상쇄제도의 상황을 고려하였다. 현재의 지수는 개별 산림탄소상쇄사업의 실적을 평가하여 상호 비교하고 우수 사업자를 포상하고자 하는 법적인 목적에 따라 개발되었다. 따라서 시간의 흐름에 따른 발전 정도를 파악하는 개념의 지수가 아닌 각 사업을 점수화하는 방법을 사용하였다. 또한 기준 및 지표의 선정 과정에서 실제 사업에 참여하고 있는 사업담당자와의 심층 면담 및 전문가 검토를 통하여 산림탄소상쇄제도의 특성을 고려하였다. 사회공헌형을 대상으로 하고 있는 국내 산림탄소상쇄사업의 특성을 반영하여, ‘탄소’ 기준의 가중치가 ‘인간’ 및 ‘자연’ 기준의 가중치보다 과도하게 높게 부여되지 않도록 지표 간 가중치의 간격을 줄여주는 점수가중치 부여 방식을 적용하였다. 특히 효율성 지표의 경우 평가 요소에서 비용의 개념을 배제하여, 투자비용이 많고 적음에 따라 사업의 성과가 판단되지 않을 수 있도록 하였다.

현재 산림탄소상쇄제도는 시행 초기 단계에 있어 참여하고 있는 사업의 수가 극히 적고, 활동 유형 또한 신규조립·제조립 활동에 국한되어 있다. 이러한 상황을 배경으로 하여 개발된 현재의 산림탄소흡수원 지수는 국내에서 시행되고 있는 5개의 신규조립·제조립 사업을 기준으로 한 것이다. 따라서 이를 산림경영 사업·목제품 이용 사업·산림바이오매스 에너지 이용 사업에 적용하기 위해서는 일부 지표에 대한 조정이 필요하다. 향후 국내 산림탄소상쇄사업의 규모가 확장되고 유형이 다양해지면 그

에 따른 산림탄소흡수원 지수의 개선도 이루어져야 할 것이다. 또한 현재 ‘점수’의 개념으로 개발된 지수를 향후 국내 산림탄소상쇄사업의 활성화에 따라 시계열적인 발전을 파악할 수 있는 일반적인 지수의 개념으로 개선하여 활용하는 방안을 고려할 수 있을 것이다.

나아가 본 산림탄소흡수원 지수의 활용 측면에서, 산림탄소상쇄사업의 인증 체계와의 연계방안을 고려해볼 수 있다. 가령 산림탄소흡수원의 기본 원칙인 ‘탄소’ 기준을 일정 수준으로 충족했을 때 실버 레벨을 부여하고, 이와 더불어 ‘인간’과 ‘자연’ 기준을 일정 수준 이상 충족할 경우 골드 레벨을 획득할 수 있는 방안 등을 고려할 수 있다. 지수의 평가 결과 골드 레벨을 부여 받은 사업에 대하여 그에 상응하는 인센티브를 부여함을 통해, 산림탄소상쇄사업이 사회·경제·환경에 긍정적인 영향을 미치도록 유도할 수 있으며 또한 이는 사업자들이 산림탄소흡수원 지수 평가에 참여하도록 유인하는 수단도 될 수 있을 것이다.

인용문헌

- Bae, J.S. 2012. Development of Criteria for Evaluating Indonesia's REDD+ Strategy. *Journal of Korean Forestry Society* 101(4): 606-612 (in Korean).
- Climate, Community & Biodiversity Alliance(CCBA). 2008. Climate, Community and Biodiversity Project Design Standards second edition. [[http://www.climate-standards.org/ccb-standards/\(2013.10.14\)](http://www.climate-standards.org/ccb-standards/(2013.10.14))]
- Chung, Y.K. and Lee, J. 2003. Indexation of Sustainable Development Indicators. Korea Environment Institute. pp. 159. (in Korean)
- Hsu, A., Emerson, J., Levy, M., de Sherbinin, A., Johnson, L., Malik, O., Schwarts, J., and Jaiteh, M. 2014. The 2014 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. pp. 132. (<http://www.epi.yale.edu>)
- Institute for Climate Change Action. 2010. Developing Integrative Index on Climate Change Response of Local Government. pp. 135. (in Korean)
- Jaung, W. and Bae, J.S. 2012. Evaluating socio-economic equity of REDD+ in a rights-based approach: Rapid equity appraisal matrix. *Environmental Science & Policy* 22(2012): 1-12
- Kim, J.S., Kim, J.M., and Sung, J.H. 2005. A Study on Developing the Index for Forest Sustainability in Korea. *Journal of Korean Forestry Society* 94(3): 183-190. (in Korean).
- Kim, J.S., Sung, J.H., and Kim, J.M. 2006. Developing Forest Sustainability Indices of Province in South Korea. *Journal of Korean Forestry Society* 95(6): 696-704. (in Korean).
- Kim, S.H., Jeong, B.H., and Kim, J.G. 1999. Analysis on Decision Making and Application. Youngji publishers. pp. 487. (in Korean)
- Korea Forest Service. 2013. Korea Forest Carbon Offset Standard. pp. 198. (in Korean)
- Ministry of Government Legislation. 2013. Law on the maintenance and enhancement of carbon sink. (in Korean) [[http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=137332&efYd=20130323#0000\(2013.10.11\)](http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=137332&efYd=20130323#0000(2013.10.11))].
- Molly, P.-S., Hamilton, K., and Yin, D. 2012. Leveraging the Landscape, State of the Forest Carbon Markets 2012. Ecosystem Marketplace. pp. 105.
- The Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). 2010. PEFC International Standard, Requirements for certification schemes. [[http://www.pefc.org/standards/technical-documentation/pefc-international-standards-2010/676-sustainable-forest-management-pefc-st-10032010\(2013.10.14\)](http://www.pefc.org/standards/technical-documentation/pefc-international-standards-2010/676-sustainable-forest-management-pefc-st-10032010(2013.10.14))].
- Rainforest Alliance. 2008. Rainforest Alliance/SmartWood Interim Standard for Assessing Forest Management in Korea. [[http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/smartwoodkoreainterim_standardjun08.pdf\(2013.10.14\)](http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/smartwoodkoreainterim_standardjun08.pdf(2013.10.14))].
- TMPWG(The Montreal Process Working Group). 2007. Criteria and Indicators for Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests, The Montreal Process, Third Edition. [[http://www.montrealprocess.org/documents/meetings/working/an-6.pdf\(2012.7.27\)](http://www.montrealprocess.org/documents/meetings/working/an-6.pdf(2012.7.27))].
- Verified Carbon Standard(VCS). 2013. VCS Version 3 Requirements Document. v3.4. [[http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/VCS%20Standard%2C%20v3.4.pdf\(2013.10.14\)](http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/VCS%20Standard%2C%20v3.4.pdf(2013.10.14))].

(2014년 2월 28일 접수; 2014년 3월 19일 채택)