

## 국내 산림탄소상쇄 운영표준 및 VCS 방법론에 따른 산림경영 사업의 산림탄소흡수량 차이 분석 - 벌기령 연장 사업 방법론을 중심으로 -

김 영 환<sup>†</sup>

국립산림과학원 산림산업연구과

### Analysis of Forest Carbon Offset Credits from Forest Management Project based on to the Korean Forest Carbon Offset Standard and the VCS Methodology - Case Study on the Methodology for Forest Management through Extension of Rotation Age -

Kim, Young-hwan<sup>†</sup>

Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

In this study, it was intended to compare the two methodologies for forest management project through extension of rotation age: Korean Forest Carbon Offset Standard (KFOS) and Verified Carbon Standard (VCS). The amount of carbon removals and offset credits based on the two methodologies and their trends were analyzed in this study. The major difference between two methodologies were found at the process of estimation of baseline carbon removals. For instance, average carbon stock during the project period was used for estimation of baseline carbon removals in KFOS, while average carbon stock change during the 100 years was used in VCS. Due to the different approach for estimation of baseline carbon removal, the estimated offset credits were also different according to the two methodologies. In this study, 15 project scenarios were considered for comparison of two methodologies : 5 major coniferous stands in Korea (*Pinus densiflora* in Gangwon region, *Pinus densiflora* in Central region, *Pinus koraiensis*, *Larix leptolepis*, *Chamaecyparis obtusa*) with 3 project periods (30, 35, 40 years). The results showed that estimated carbon offset credits based on the KFOS methodology were higher for all 15 scenarios compared to those based on the VCS methodology. The KFOS showed a steep decline in the annual offset credit as project period gets longer, thus it is not desirable for projects with longer period. VCS is more acceptable for longer projects with a small difference according to the project periods. The results also indicated that *Pinus densiflora* in Gangwon, *Pinus koraiensis*, and *Larix leptolepis* are more desirable species for forest management project through the extension of rotation age.

**Key words:** Forest Carbon Offset Program, Forest Management, Rotation Age, VCS, Forest Carbon Credit

## 1. 서 론

산림탄소상쇄제도는 산림의 탄소흡수 기능을 증진시키기 위한 사업을 추진하고, 이를 통해 얻어진 이산화탄소 흡수량을 산림청에서 인증해주는 제도로서, 2013년 「탄소흡수원의 유지 및 증진에 관한 법률」(이하 ‘탄소흡수원법’) 시행으로 본격 운영되고 있다. 제도 시행 첫째 2건에 불과했던 사업등록 건수는 2014년 31건, 2015년 40건, 2016년 37건으로 늘어나, 2016년

말 현재 110건이 등록되었다. 2017년 올해에는 10월말까지 6건이 등록을 마쳤으며, 30여건에 대한 타당성 평가가 진행 중이다. 현재까지 등록된 전체 사업을 통해 연간 약 60,563톤의 이산화탄소를 흡수할 수 있을 것으로 예상되고 있다(Korea Forestry Promotion Institute, 2017).

산림탄소상쇄제도에 등록된 사업들의 연간 흡수량은 사업 유형별로 큰 차이를 보이고 있다. 신규조림/재조림 사업의 경우 등록건수가 56건으로 전체 등록건수의 51%를 차지하고 있

<sup>†</sup> Corresponding author: [kyhpeniel@korea.kr](mailto:kyhpeniel@korea.kr)

Received October 19, 2017 / Revised November 6, 2017 1st, November 24, 2017 2nd / Accepted December 4, 2017

으나, 연간 예상 흡수량은 1,162 tCO<sub>2</sub>으로 전체 예상 흡수량의 2%에 불과하다. 이는 70년대 및 80년대에 대부분의 산림이 복구되어 신규조림/재조림 사업대상지를 찾기가 어려워져 주로 소규모 사업들이 등록되는데 기인한다. 반면, 산림경영 사업의 경우 등록건수는 19건으로 17%에 불과하나, 예상 흡수량은 50,054 tCO<sub>2</sub>으로 전체 예상 흡수량의 대부분을 차지하고 있다. 따라서 산림탄소배출권의 확보를 위해서는 산림경영 사업을 적극적으로 발굴하여 추진할 필요가 있다(Kim, 2016; Kim and Bae, 2017).

2016년 「온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률」(이하 ‘배출권거래법’) 시행령이 개정되면서 탄소흡수원법에 따라 추진된 산림탄소상쇄 사업들의 흡수량 실적을 배출권거래제에서 거래할 수 있는 제도적 기틀이 마련되었다. 또한 신규조림/재조림, 식생복구, 목제품 이용 사업 등 산림탄소상쇄 사업의 방법론이 배출권거래제에 등록되면서 산림사업을 통한 상쇄배출권(이하 ‘산림탄소배출권’)의 거래가 점차 가시화되고 있다.

산림탄소배출권의 거래 활성화를 위해서는 산림경영 사업을 적극적으로 발굴할 필요가 있으나, 현재 산림경영 사업에 대한 방법론이 배출권거래제에 등록되지 않아서 사업등록이 어려운 상황이다. 배출권거래제에 사업 방법론을 등록하기 위해서는 방법론 승인 신청, 검토, 승인 등의 절차를 거쳐야 하며(MAFRA, 2016), 국제적 수준의 방법론을 개발해야 한다. 따라서 본 연구에서는 기존 국내 산림탄소상쇄제도의 운영표준과 국제 탄소표준인 VCS의 산림경영 방법론을 검토하여 두 가지 방법론에 따른 이산화탄소 순흡수량의 차이를 분석하였으며, 이를 통해 산림경영 사업 방법론 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 연구방법

본 연구에서는 국내 산림탄소상쇄제도의 운영표준과 국제 탄소표준인 VCS(Verified Carbon Standard)의 산림경영 사업 방법론을 검토하였다. 또한 두 가지 방법론을 토대로 우리나라 주요 수종에 대해서 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업 시나리오를 설정하여 이산화탄소 순흡수량의 차이를 분석하였다.

### 2.1 국내 산림탄소상쇄제도와 VCS의 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업 방법론

산림청은 국내 산림탄소상쇄제도의 운영을 위해 ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준’(이하 ‘운영표준’, KFS, 2014)을 고시하였다. 국내 산림탄소상쇄제도의 운영표준은 주로 미국 캘리포니아주의 상쇄제도인 CAR(Climate Action Reserve)을 벤

치마킹하여 지침서(Protocol) 형식으로 작성되었다. 운영표준에는 신규조림/재조림, 산림경영, 식생복구, 목제품 이용, 산림바이오매스 에너지 이용 등 전체 사업유형별로 베이스라인 흡수량 및 이산화탄소 순흡수량 산정을 위한 수식과 방법을 제시하고 있다. 특히 산림경영에 대해서는 벌기령 연장, 수종갱신, 택벌경영 등을 사업 활동으로 고려하고 있다. 본 연구에서는 운영표준을 토대로 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 순흡수량 산정 수식과 방법을 주로 검토하였다.

VCS에는 산림과 관련된 14개 사업 방법론이 등록되어 있으며, 산림경영과 관련해서 벌기령 연장을 포함한 8개 방법론이 등록되어 있다. 국내 산림탄소상쇄제도와 CAR이 지침서 형태로 방법론을 제시하고 있는 것과 달리 VCS는 사업유형 혹은 활동별로 별개의 방법론을 개발하여 사용하고 있다. 즉, ‘벌기령 연장을 통한 산림경영 방법론’(VM0003), ‘벌채위주 경영에서 보호위주 경영 전환을 통한 사업 방법론’(VM0010)과 같이 구체적인 활동별로 방법론이 등록되어 있다. 본 연구에서는 ‘벌기령 연장을 통한 산림경영 방법론’(VCS, 2013)을 주로 검토하였다.

### 2.2 주요 수종별 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업 시나리오 설정

국내 운영표준과 VCS 방법론에 따른 이산화탄소 순흡수량의 차이를 분석하기 위해서 강원지방소나무, 중부지방소나무, 잣나무, 낙엽송, 편백의 5개 수종에 대해서 벌기령 연장에 따른 산림경영 사업 시나리오를 설정하였다. 모든 수종에 대해서 사업대상지 면적은 1 ha, 임령은 40년, 지위지수는 ‘중’으로 가정하였다. 사업기간은 30년, 35년, 40년을 각각 적용하여 사업기간에 따른 흡수량의 차이를 함께 분석하였다(Table 1). 따라서 5개 수종, 3개 사업기간 등 총 15개의 산림경영 사업 시나리오를 토대로 국내 운영표준과 VCS 방법론을 적용하여 이산화탄소 순흡수량을 분석하였다.

각 수종별 벌기령은 ‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙’(2014)의 기준 벌기령을 적용하였으며(Table 2), 사업기간 동안 벌채를 하지 않고 벌기령을 연장하는 것으로 가정하였다. 베이스라인 시나리오의 경우에는 기준 벌기령에 도달하면 벌채를 시행하고, 벌채 후 동일수종으로 갱신조림을 실시하는 것으로 가정하였다.

### 2.3 산림경영 사업의 베이스라인 흡수량 및 이산화탄소 순흡수량 산정

벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 순흡수량

Table 1. Basic assumptions for forest carbon offset project

Species	Area (ha)	Stand age (yrs)	Site index	Project period (yrs)
<i>Pinus densiflora</i> (Gangwon)				
<i>Pinus densiflora</i> (Central)				30
<i>Pinus koraiensis</i>	1	40	Middel	35
<i>Larix leptolepis</i>				40
<i>Chamaecyparis obtusa</i>				

Table 2. Rotation age for major tree species in Korea

Species	National forests (yrs)	Public & private forests (yrs)
<i>Pinus densiflora</i> (Gangwon)	60	40
<i>Pinus densiflora</i> (Central)	60	40
<i>Pinus koraiensis</i>	60	50
<i>Larix leptolepis</i>	50	30
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	60	40

Source: Creation and Management of Forest Resources Act, 2017.

을 산정하기 위해서 우선 사업기간 동안의 재적성장 변화를 예측하여야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 ‘임목재적·바이오매스 및 임분수확표’(National Institute of Forest Science, 2015)를 참고하여 임령에 따른 각 수종별 재적을 구하였다. 즉 현재 임령이 40년, 사업기간은 30년, 35년, 40년을 각각 적용하였으므로, 수종별로 40년에서 70년, 75년, 80년까지의 재적변화를 각각 예측하고, 여기에 탄소흡수계수를 적용하여 사업에 따른 이산화탄소 흡수량을 예측하였다. 탄소흡수계수는 산림 및 토지이용 분야의 국가공인계수(GHG Inventory and Research Center, 2014)를 적용하였다(Table 3).

베이스라인 흡수량은 베이스라인 시나리오에 따라 수종별로 기준 벌기령에 도달하면 벌채를 시행하고, 벌채 후 동일수종으로 갱신조림을 실시하는 것으로 가정하여 100년간의 재적 변화를 예측하고, 탄소흡수계수를 적용하여 베이스라인 흡수량을 구하였다.

국내 운영표준과 VCS 방법론에서는 상쇄 사업의 이산화탄소 순흡수량을 산정하기 위해 사업에 따른 이산화탄소 흡수량에서 베이스라인 흡수량과 이차적 배출량을 제외한다. 국내 운영표준에서는 이차적 배출량을 다시 사업 활동에 따른 배출량과 누출량으로 구분하고 있으며, 연간 흡수량이 3,000톤 이하인 소규모 사업에 대해서는 각각 5%와 2%를 기본 값으

Table 3. National greenhouse-gas emission factors for the forest sector

Species	Wood density	Biomass extension factor	Root ratio	Carbon conversion factor
<i>Pinus densiflora</i> (Gangwon)	0.42	1.48	0.26	
<i>Pinus densiflora</i> (Central)	0.47	1.41	0.25	
<i>Pinus koraiensis</i>	0.41	1.74	0.28	0.5
<i>Larix leptolepis</i>	0.45	1.34	0.29	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	0.43	1.35	0.20	

Source: GHG Inventory & Research Center, 2014.

로 적용하고 있다. 본 연구에서는 사업대상지 면적을 1 ha로 가정하여 소규모 사업에 해당되므로 이차적 배출량 산정을 위해 국내 운영표준에 제시된 기본 값을 적용하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 국내 산림탄소상쇄제도와 VCS의 산림경영 사업 방법론 검토 결과

국내 운영표준과 VCS의 산림경영 사업에 대한 방법론을 검토한 결과, 공통적으로 사업에 따른 흡수량에서 베이스라인 흡수량과 이차적 배출량(사업활동에 따른 배출량 및 누출량)을 제외하여 이산화탄소 순흡수량을 산정하고 있다. 다만 국내 운영표준에서는 기계 및 차량 이용에 따른 배출량을 이차적 배출량으로 고려하고 있는 반면, VCS에서는 벌채부산물물의 소각에 따른 배출량을 고려하고 있는 차이가 있다.

VCS 산림경영 사업 방법론의 이산화탄소 순흡수량 산정

수식은 아래와 같다.

$$C_{IFM} = \Delta C_{ACTUAL} - \Delta C_{BSL} - LK \tag{1}$$

$$C_{ACTUAL} = \Delta C_P - GHG_E \tag{2}$$

$$\Delta C_P = \sum_{i=1}^t \Delta C_i \times \frac{44}{12} \tag{3}$$

$$C_{BSL} = \Delta C_{BSL,P} - GHG_{BSL,E} \tag{4}$$

$$C_{BSL,P} = \sum_{i=1}^{100} \Delta C_{BSL,AG|BG} \times \frac{44}{12} \times \frac{t}{100} \tag{5}$$

여기서,

$C_{IFM}$ : 이산화탄소 순흡수량( $tCO_2$ )

$\Delta C_{ACTUAL}$ : 사업에 따른 순흡수량( $tCO_2$ )

$\Delta C_{BSL}$ : 베이스라인 순흡수량( $tCO_2$ )

$LK$ : 누출량( $tCO_2$ )

$\Delta C_P$ : 사업에 따른 흡수량( $tCO_2$ )

$GHG_E$ : 사업활동에 따른 배출량( $tCO_2$ )

$\Delta C_i$ : 사업기간 동안의 탄소축적변화량 합계( $tC$ )

$t$ : 사업기간

$\Delta C_{BSL,P}$ : 베이스라인 흡수량( $tCO_2$ )

$GHG_{BSL,E}$ : 베이스라인의 사업활동에 따른 배출량( $tCO_2$ )

$\Delta C_{BSL,AG|BG}$ : 베이스라인의 지상부 및 지하부 바이오매스 탄소축적변화량 합계( $tCO_2$ )

VCS 방법론에서는 사업에 따른 흡수량과 베이스라인 흡수량 산정 시 입목 바이오매스뿐만 아니라, 고사목과 목제품의 탄소축적변화량도 함께 고려하였으나, 본 연구에서는 입목 바이오매스만을 대상으로 흡수량을 산정하였다.

국내 운영표준의 산림경영 사업에 대한 이산화탄소 순흡수량 산정 수식은 아래와 같다.

$$C_t = \sum_{i=1}^I (B_i - R_i) \times \frac{44}{12} - E - L \tag{6}$$

$$B_i = BG_i \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF \tag{7}$$

$$R_i = BG_{R,i} \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF \tag{8}$$

여기서,

$C$ : 사업기간 동안의 이산화탄소 순흡수량( $tCO_2$ )

$B_i$ : 사업기간 동안의 구획  $i$ 의 입목바이오매스 탄소흡수량( $tC$ )

$R_i$ : 사업기간 동안의 구획  $i$ 의 베이스라인 탄소흡수량( $tC$ )

$E$ : 사업기간 동안의 사업 활동에 따른 배출량( $tCO_2$ )

$L$ : 사업기간 동안의 누출량( $tCO_2$ )

$BG_i$ : 구획  $i$ 의 입목바이오매스 재적성장량

$BG_{R,i}$ : 베이스라인의 구획  $i$ 의 재적성장량

국내 운영표준과 VCS 방법론의 가장 큰 차이점은 베이스라인 흡수량 산정 방식에 있다. 국내 운영표준은 베이스라인 흡수량 산정을 위해 사업기간 동안의 평균 탄소축적을 이용하는 반면, VCS 방법론은 100년간의 평균 탄소축적 변화량을 이용한다. 즉, 국내 운영표준은 사업기간 동안의 평균 탄소축적을 구하여 사업기간 동안 유지되는 것으로 가정한다(Fig. 1). 따라서 사업 첫해에는 베이스라인 흡수량이 평균 탄소축적이 되고 이후에는 0이 되어, 결과적으로 평균 탄소축적이 해당 사업의 베이스라인 흡수량이 된다.

반면, VCS의 경우에는 100년간의 연간 탄소축적 변화량을 구하고 100으로 나누어 연간 평균 변화량을 구한다(Fig. 2). 여기에 사업기간을 적용하여 사업기간 동안의 베이스라인 흡수량을 구한다.

### 3.2 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 순흡수량 산정 결과

국내 운영표준과 VCS 방법론을 토대로 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 순흡수량을 산정한 결과, 방법론별로 이산화탄소 순흡수량에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 국내 운영표준을 적용한 경우, VCS 방법론을 적용한 경우보다 순흡수량이 높게 나타났다(Table 4). 중부지방 소나무림을 대상으로 사업기간 40년을 적용한 경우, 두 방법론에 따른 연간 순흡수량의 차이가 0.8톤으로 큰 차이를 보이지 않았으나, 잣나무림을 대상으로 사업기간 30년을 적용한 경우 연간 순흡수량의 차이가 3.8톤으로 매우 크게 나타났다(Table 5).

수종별로는 연간 재적성장량이 가장 높은 강원지방소나무가 방법론에 관계없이 연간 이산화탄소 순흡수량도 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 잣나무림과 낙엽송림의 순흡수량이 높았다. 반면, 중부지방 소나무림과 편백림은 상대적으로 순흡수량이 낮았다. 따라서 강원지방 소나무와 잣나무, 낙엽송이 벌기령 연장을 통한 산림탄소상쇄 사업에 적합한 수종으로 분석되었다(Table 5).

본 연구에서는 사업기간을 30년, 35년, 40년으로 구분하여

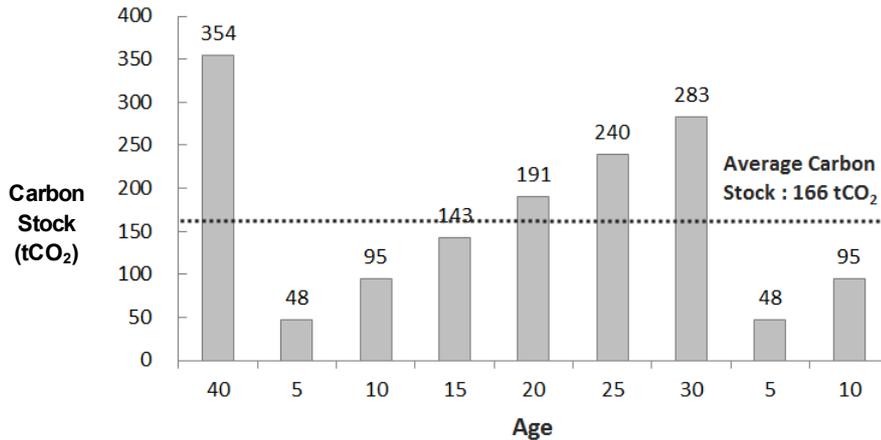


Fig. 1. Average carbon stock of the baseline scenario for *Larix leptolepis* during the project period.

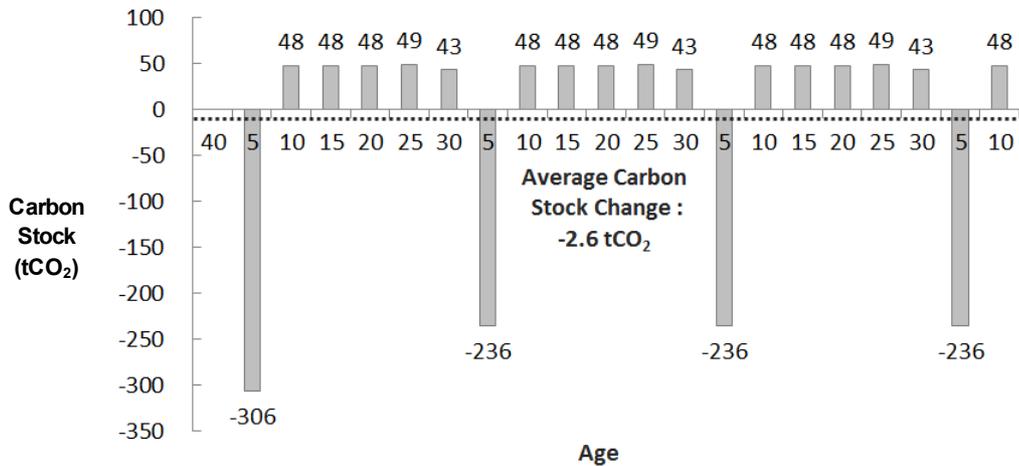


Fig. 2. Average carbon stock change of the baseline scenario for *Larix leptolepis* for 100 years.

사업기간에 따른 수종별 연간 이산화탄소 순흡수량의 차이를 분석하였다. 두 방법론 모두 사업기간이 늘어날수록 연간 순흡수량이 감소하는 것으로 나타났다. 특히 국내 운영표준을 적용한 경우 사업기간이 늘어남에 따라 순흡수량이 크게 줄어드는 반면, VCS 방법론을 적용한 경우에는 연간 순흡수량의 감소가 상대적으로 적었다(Fig. 3). 따라서 VCS 방법론을 적용하는 경우 사업기간에 따른 순흡수량의 편차가 적어서 장기적으로 사업을 추진하더라도 안정적으로 순흡수량을 확보할 수 있는 장점이 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 국내 산림탄소상쇄제도의 운영표준과 국제 탄소표준인 VCS의 산림경영 방법론을 검토하고, 두 가지 방

법론을 토대로 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 순흡수량의 차이를 분석하였다. 두 가지 방법론을 비교 검토한 결과, 공통적으로 산림탄소상쇄 사업에 따른 이산화탄소 흡수량을 구하고, 베이스라인 흡수량 및 이차적 배출량을 제외하여 순흡수량을 산정하고 있었다. 또한 사업에 따른 이산화탄소 흡수량을 구하기 위해서 두 가지 방법론 모두 사업 대상지의 재적 변화를 예측하고, 탄소흡수계수를 적용하여 탄소축적 변화량을 구하는 방식을 적용하고 있었다.

국내 운영표준과 VCS 방법론의 가장 큰 차이점은 베이스라인 흡수량 산정 방식에서 찾을 수 있었다. 국내 운영표준은 베이스라인 흡수량 산정을 위해 사업기간 동안의 평균 탄소축적을 이용하는 반면, VCS 방법론은 100년간의 평균 탄소축적 변화량을 이용하는 차이점이 있었다. 이러한 베이스라인 흡수량 산정방식의 차이로 인해 두 가지 방법론에 따른 산림

Table 4. Estimated total forest carbon offset credits during the project period from forest management projects for the major tree species in Korea (unit: tCO<sub>2</sub>/ha)

Species	Methodology	Project period (yr)		
		30	35	40
<i>Pinus densiflora</i> (Gangwon)	KFCS <sup>1)</sup>	334	338	337
	VCS	238	268	296
	Difference	96	70	41
<i>Pinus densiflora</i> (Central)	KFCS	217	203	189
	VCS	128	143	157
	Difference	89	60	32
<i>Pinus koraiensis</i>	KFCS	304	329	347
	VCS	187	211	234
	Difference	117	118	113
<i>Larix leptolepis</i>	KFCS	269	304	329
	VCS	210	240	269
	Difference	59	64	60
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	KFCS	198	191	184
	VCS	122	138	153
	Difference	76	53	31

<sup>1)</sup> KFCS: Korean Forest Carbon Offset Standard.

경영 사업의 이산화탄소 순흡수량에도 차이가 있었다.

5개 주요 수종에 대해서 사업기간을 30년, 35년, 40년으로 달리하여 벌기령 연장에 따른 산림경영 사업의 이산화탄소

Table 5. Estimated annual forest carbon offset credits from forest management projects for the major tree species in Korea (unit: tCO<sub>2</sub>/ha/yr)

Species	Methodology	Project period (yr)		
		30	35	40
<i>Pinus densiflora</i> (Gangwon)	KFCS <sup>1)</sup>	11.1	9.7	8.4
	VCS	7.9	7.7	7.4
	Difference	3.2	2.0	1.0
<i>Pinus densiflora</i> (Central)	KFCS	7.2	5.8	4.7
	VCS	4.3	4.1	3.9
	Difference	2.9	1.7	0.8
<i>Pinus koraiensis</i>	KFCS	10.0	9.4	8.7
	VCS	6.2	6.0	5.9
	Difference	3.8	3.4	2.8
<i>Larix leptolepis</i>	KFCS	9.0	8.7	8.2
	VCS	7.0	6.9	6.7
	Difference	2.0	1.8	1.5
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	KFCS	6.6	5.5	4.6
	VCS	4.1	3.9	3.8
	Difference	2.5	1.6	0.8

<sup>1)</sup> KFCS: Korean Forest Carbon Offset Standard.

순흡수량을 산정한 결과, 국내 운영표준을 적용한 경우 전반적으로 VCS 방법론을 적용한 경우보다 이산화탄소 순흡수량이 높게 나타났다. 하지만 사업기간에 따른 연간 이산화탄소 순흡수량의 편차가 크게 나타났다. 반면, VCS 방법론의 경우

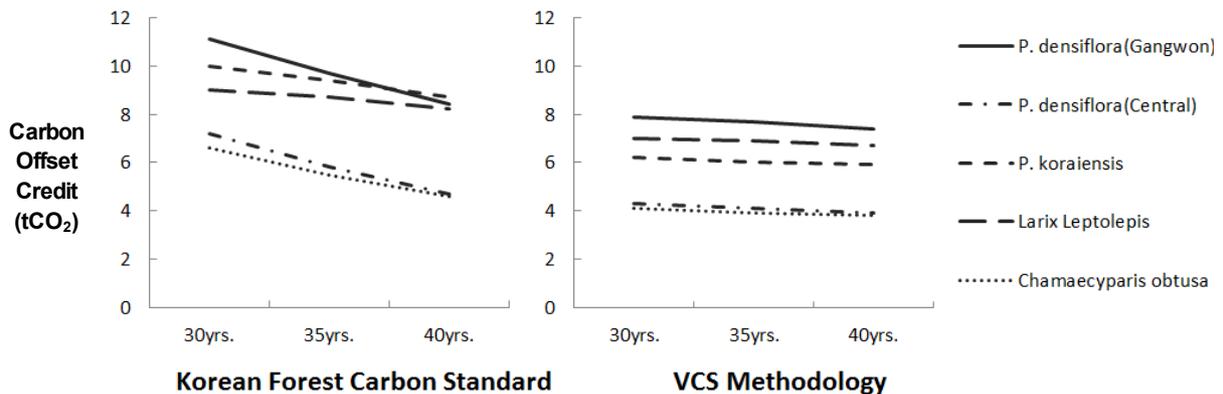


Fig. 3. Annual carbon offset credits by species and project periods.

이산화탄소 순흡수량은 상대적으로 낮았으나, 사업기간에 따른 연간 순흡수량의 편차가 적은 것으로 나타났다. 산림탄소상쇄 크레딧의 영속성을 확보하기 위해서 사업기간을 장기적으로 늘리는 것이 바람직한데, 이런 측면에서 VCS 방법론이 유리한 것으로 판단된다.

수종별로는 강원지방 소나무, 잣나무, 낙엽송 임분의 이산화탄소 순흡수량은 높은 반면, 중부지방 소나무와 편백 임분은 상대적으로 순흡수량이 낮은 것으로 나타나, 벌기령 연장을 통한 산림탄소상쇄 사업을 추진하는 데에는 강원지방 소나무림, 잣나무림, 낙엽송림을 대상으로 하는 것이 보다 유리한 것으로 분석되었다. 따라서 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 대상지를 선정할 때에는 해당 산림의 수종을 면밀히 검토하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 벌기령 연장을 통한 산림경영 사업의 시나리오를 설정하기 위해서 몇 가지 가정요인을 적용하였다. 즉, 사업대상지의 면적과 임령, 지위지수 등을 각 수종별로 일정하게 적용하였다. 하지만 사업대상지에 따라서 산림자원 현황이 매우 다양하므로 본 연구결과를 모든 산림에 동일하게 적용하는 데에는 한계가 있으며, 보다 다양한 사업 여건들을 적용하여 순흡수량이 어떻게 변화하는지 민감도를 분석하는 연구가 뒤따라야 할 것이다. 다만 본 연구의 목적이 배출권거래제와 연계 가능한 사업 방법론을 개발하는데 기초자료를 제공하는데 있으므로, 본 연구를 통해서 국내 운영표준과 VCS 방법론에 따른 흡수량의 차이와 그 경향을 파악했다는 측면에서 큰 의미가 있다.

## REFERENCES

Act on the Management and Improvement of Carbon Sink. 2013. Act No.11713, March 23rd, 2013.

- Creation and Management of Forest Resources Act. 2017. Act No.14360, June 3rd, 2017.
- Enforcement Decree of the Act on the Allocation and Trading of Greenhouse Gas Emission Permits. 2016. Presidential Decree No. 27181, Revised on May 24th, 2016.
- GHG Inventory and Research Center. 2014. National GHG emission/removal factors in 2014. GIR Official Announcement.
- Kim YH. 2016. Developing a large-scale carbon offset project based on forest management - In case of Jin-An leading forest management zone. *Journal of Climate Change Research* 7(2):137-142.
- Kim YH, Bae JS. 2017. Recent trend and prospect of forest carbon offset program in Korea. NIFOS Forest Policy Issue Paper-88.
- Korea Forest Service (KFS). 2014. (Revised) Carbon standard for the forest carbon offset program in Korea. KFS Official Announcement 2014-92.
- Korea Forestry Promotion Institute. 2017. Status of Forest Carbon Offset Project Registration.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. Guideline for validation and verification of emission reduction from exterior projects. MAFRA Official Announcement 2016-37.
- National Institute of Forest Science. 2015. Timber volume, biomass and stand yield table(3rd edition). p 261.
- Verified Carbon Standard. 2013. Methodology for Improved Forest Management through Extension of Rotation Age (IFM ERA). Approved VCS Methodology VM0003, Version 1.2, 29 August 2013.