

# 충남 기후변화 대응역량 강화를 위한 산림탄소상쇄 사업 활용 전략

이상신 · 표정기 · 윤수향



## 발 간 사

2015년 12월, 파리에서 개최된 제21차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP21)에서 파리 협정(Paris Agreement)이 채택되어 신(新)기후체제(Post-2020)의 초석을 다지게 되었습니다. 2020년 만료 예정인 기존 교토의정서 체제를 대체하는 파리 협정이 발효되면 선진국에 국한되었던 감축의무는 각국이 제출한 온실가스 감축목표(Intended Nationally Determined Concentrations, 자발적 기여방안)에 따라 모든 국가가 전 지구적인 기후변화 대응에 참여하게 됩니다. 이에 따라, 우리나라도 기후변화 대응을 위한 다양한 온실가스 완화(Mitigation) 노력이 필요한 상황입니다.

이번 파리 당사국총회를 위해 우리나라가 제출한 감축목표에서 산업부문 감축목표가 하향 조정됨에 따라 신(新)기후체제(Post-2020)에서 지자체 역할은 더욱 강조될 것입니다. 이러한 상황에서 산림은 중요한 탄소흡수원으로 주목받고 있으며 기후변화를 완화시킬 수 있는 가장 효과적인 방법으로 국외 탄소시장에서 활발한 거래가 이루어지고 있습니다. 또한, 파리 협정에서 당사국들은 유엔기후변화 협약 중심의 시장 이외에도 자발적 형태의 시장도 인정하는 등 다양한 형태의 국제 탄소시장 매커니즘 설립에 합의하였습니다. 이를 근거로 산림 탄소상쇄제도를 통해 지자체 감축실적에 기여할 수 있는 방안이 수립될 것으로 기대되고 있습니다. 국가 기후변화 대응에 효과적으로 대처하기 위하여 충남연구원은 본 연구를 통해 국내외 탄소시장 및 타 분야 탄소상쇄 관련 동향을 파악하고 도내 산림탄소상쇄 잠재력을 평가하였습니다. 본 연구는 산림탄소상쇄사업 등록 현황을 비롯하여 자발적 시장, 규제 시장, 기후변화 관련 산림정책 등 포괄적인 내용을 담고 있습니다. 충청남도에서 산림탄소상쇄사업에 참여하려는 기업 및 산림탄소시장을 포함하는 탄소배출권 시장에 대한 다양한 정보를 얻고자 하는 기관 및 관심 있는 분들에게 도움이 되기를 기대합니다.

2015년 12월 31일  
충남연구원장 강 현 수



# 연구 요약

## 1. 서론

2015년 UN 기후변화협약 제21차 당사국총회(COP21)에서 신(新)기후체제(Post-2020) 협상이 체결되면서 195개의 선진국과 개도국이 참여하는 온실가스감축, 기후변화적응에 대한 포괄적인 대응 방안이 마련되고 이에 대한 효과적인 이행을 위하여 자국 여건을 감안한 기구의 신설 및 현존하는 제도의 활성화가 예상되고 있다. 우리나라는 교토의정서체제에서 부속서 II(non-annex I)에 포함되어 온실가스감축 의무는 없었으나 개도국의 감축선도와 국제적인 감축노력에 동참하기 위하여 2009년 기후변화협약 제15차 당사국 총회에서 2020년 온실가스배출전망치 대비 30% 감축이라는 국가감축목표를 발표하였고, 2015년 국가 온실가스감축목표를 2030년 온실가스배출전망치(Business As Usual, BAU) 대비 37%를 제시하였다. 전체 37%의 감축분에서 25,7%는 자체적인 감축이고 11.3%는 배출권구매, 상쇄 등의 방법을 활용하는 계획이다.

국제사회에서의 선도적 역할 및 국가 온실가스감축목표 달성을 위하여 2010년 저탄소녹색성장기본법을 제정하여 ‘온실가스·에너지 목표관리제’와 ‘배출권 거래제’를 도입하고 국내 상황에 적합한 상쇄제도 등을 개발하였다. 향후 2015년 시행된 배출권거래제를 시작으로 온실가스 감축 노력은 더욱 강조될 것으로 예상된다. 이러한 배경으로 충청남도는 국가 온실가스 감축 노력에 동참하고 기후변화 대응역량 강화를 위하여 관련 제도의 활성화 및 다양한 부분의 정책개발과 시책발굴이 필요한 실정이다. 상쇄제도는 배출권거래제도에 속하는 업체(혹은 업장)의 조직경계 외에서 수행되는 감축사업(외부감축사업)을 통하여 확보되는 감축분을 제도내에서 활용하는 것으로 배출권거래제도의 활성화 및 유연성 확보에 기여하여 다양한 사업이 개발되고 있는 실정이다.

산림부문은 기후변화 대응에 기여하고자 종합적이고 체계적인 탄소흡수원의 확충과 증진을 위해 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」을 제정하고 시행하였다. 제5차 산림기본계획에서는 ‘기후변화 대응 탄소흡수원 확충’의 핵심추진과제로 ‘Post-2012 대비 탄소흡수원 확충 및 온실가스 감축사업 강화’를 수립하여, 산림탄소상쇄실적 거래를 위한 산림부문의 기

본계획을 발표하였다. 온실가스 감축으로 인한 경제 부담을 최소화하고 국민의 자발적인 온실가스 감축 기회를 제공하기 위해 ‘산림탄소상쇄제도’를 명시하였으며 이를 통해 산림탄소상쇄 활동 및 온실가스감축 실적 거래의 근거를 마련하였다.

2015년부터 국내 탄소배출권거래 시장이 도입되고 운영됨에 따라 충청남도내 탄소흡수원 유지 및 증진 활동의 확대를 통한 산림탄소상쇄배출권 거래시장 활성화 및 안정적 운영을 위한 충청남도의 대응잠재력 평가 및 운영기반 마련이 필요하다. 그러므로 본 연구의 목적은 국가 온실가스감축목표 일조 및 도내 기후변화대응 역량강화를 위하여 산림탄소상쇄제도의 도내 잠재력을 평가하고 활성화 전략을 제시하는데 있다.

## 2. 산림탄소상쇄 및 사업유형

산림탄소상쇄(Forest Carbon Offset)는 산림을 이용하여 온실가스 감축사업을 시행하고 이를 통해 생성된 탄소배출권을 이용하여 다른 분야의 배출량을 상쇄하는 것을 의미한다. 산림탄소상쇄 사업으로 신규조림/재조림, 산림경영, 식생복구, 산림전용 억제, 목제품 이용, 산림바이오매스 에너지이용 사업과 두 가지 이상 사업이 복합적으로 수행되는 복합형 사업이 있다.

신규조림/재조림 사업은 산림이 아닌 지역에 인위적인 식재·파종 및 천연갱신 유도를 통해 산림을 조성하는 활동을 의미한다. 신규조림은 최소한 과거 50년 동안 산림이 아니었던 토지에 산림을 조성하는 활동이며 재조림은 본래 산림이었으나 1990년 이전에 다른 용도로 전용되어 현재까지 산림이 아닌 토지에 산림을 조성하는 활동이다.

산림경영 사업은 산림의 지속가능 경영을 통해 산림의 건강성을 유지하고 왕성한 생장을 유도하여 산림의 탄소흡수량을 증대시키는 사업을 의미한다. 산림경영 사업은 생장이 우수한 수종 갱신, 벌기령 연장, 택벌림 경영을 시행하는 등 경영방식 및 시업체계 개선을 통하여 탄소흡수량을 증대시키는 사업이다. 사업의 대상지는 기본적으로 산림인증(예, FSC인증)을 획득한 산림이나 산림경영계획이 작성되어있는 산림을 대상으로 한다.

식생복구 사업은 최소 0.05ha 이상의 토지에 식생조성을 통해 탄소축적을 늘리는 인위적 활동으로 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제2조 제4호부터 제6호」까지의 도시림, 생활림, 가로수를 조성하는 사업을 의미한다.

목제품 이용 사업은 숲가꾸기, 간벌, 주벌 등 산림경영활동을 통해 수확된 원목이나 이를 가공하여 생산된 목제품을 이용하는 사업을 의미한다. 목제품 이용 사업 참여자는 국내 산림으로부터 수확된 목재를 이용하여 제조된 목제품을 구입하거나 사용하는 최종 소비자로 한다. 목제품은 탄소저장고로서 이산화탄소 흡수기능은 없으나 목제품 내에 장기간(100년) 저장되는 탄소량을 이산화탄소량으로 환산하여 흡수량을 산정한다.

산림바이오매스 에너지 이용 사업은 사용중인 화석연료를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체하여 온실가스 배출을 줄이는 사업이다. 산림바이오매스 에너지이용사업 참여자는 최종적으로 산림바이오매스 에너지를 사용하여 온실가스 배출량을 저감한 자를 대상으로 한다.

산지전용 억제 사업이란 산지관리법 제14조의 산지전용 허가 시 부여받은 산림존치 또는 녹지 조성 면적 이상으로 산림을 존치하거나 녹지를 조성하는 사업을 의미한다. 산지전용 억제 사업의 탄소저장량 산정식은 신규조림/재조림 사업의 탄소저장량 산정식과 같다.

복합형 사업은 신규조림/재조림, 산림경영 등으로 발생한 임목 부산물을 이용하여 산림바이오매스 에너지로 활용하는 사업 또는 신규조림/재조림, 산림경영 등으로 수확한 임목을 이용하여 생산한 목제품을 활용하는 사업을 의미한다. 복합형 사업을 계획하는 사업자는 각 단위사업(신규조림/재조림, 산림경영, 목제품 이용, 산림바이오매스에너지 이용)에 대한 운영표준을 고려하여 사업을 추진해야한다.

### 3. 사업 유형별 도내 잠재력 평가

충청남도내 산림의 산림탄소상쇄 잠재력을 평가하기 위하여 산림청에서 제시하는 7종 사업 유형별(신규조림/재조림, 산림경영, 식생복구, 목제품이용, 산림바이오매스 에너지이용, 산림 전용 억제, 복합형) 잠재력을 평가하였다. 평가는 산림부분 국가승인통계인 임업통계연보를 이용하되, 잠재력 평가가 가능한 사업에 대하여 관련 통계를 수집하였다. 산림탄소상쇄사업은 사업시작일이 2010년 4월 14일(저탄소 녹색성장 기본법 시행일) 이후 추진된 사업에 대하여 등록이 가능하므로 2011년 이후 임업통계연보를 참고하여 사업별 관련 통계자료를 구축하고 ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준’에서 제시하는 탄소 및 이산화탄소저장량 산정식을 이용하여 계산하였다. 본 연구는 도내 산림의 산림탄소상쇄사업 등록 가능여부보다 기 수행된 산림경영활동에 대하여 이산화탄소흡수 가능량을 제시하는 데 목적이 있으므로 실제 산림탄소상쇄 사업 등록 및 적용은 사업건별 면밀한 검토가 필요하다.

#### (1) 신규조림/재조림

충청남도에서 신규조림/재조림 사업발굴을 통해 산정 가능한 탄소저장량은 평균 3,510tC이고 이것을 이산화탄소저장량으로 환산하여 평균 12,868tCO<sub>2</sub>의 계산이 가능하다. 이것은 충청남도 이산화탄소배출량(2007년 기준, 발전부문 배출량 제외) 41,036,591tCO<sub>2</sub> eq의 0.031%이고 농림수산업부분 배출량인 1,785,585tCO<sub>2</sub> eq의 0.721%의 수치이다. 그러나 산림탄소상쇄 사업은 단위사업별 등록되어 실제 등록을 위해서는 과거 토지이력<sup>1)</sup>에 관한 검토가 필요하다. 또한, 본 연구에서 제시된 이산화탄소흡수량은 이론적으로 산정 가능한 최대량이며 실제 사업등록이 있으며 향후 지자체 배출량에서 실제 기여도는 연구를 통해 파악이 가능할 것으로 판단된다. 특히 산림탄소상쇄 신규조림/재조림 사업의 도내 가능 여부를 판단하기 위하여 충청남도의 특징을 반영하여 네가지 토지유형에 대한 검토가 필요하다.

첫 번째로, 기 조림지중 과거 이력이 유흥지(혹은 휴경지) 여부에 대한 검토가 필요하다. 유흥지에 조림은 신규조림/재조림 가능성이 높고 토지 이력 검토를 통해 사업타당성 여부가 판단된다. 두 번째로, 과거 초지 사용을 위해 도·시·군에서 대부된 토지가 최근 조림된 사례에

---

1) 신규조림 사업 조건은 해당 토지가 과거 50년간 산림이 아닌 토지로 유지되어야 하며, 재조림은 20년간 비(非)산림으로 유지된 토지이어야 한다.



대한 검토 및 사업 발굴이 필요하다. 혹은 현재 지목상 초지로 방치되어 있는 토지에 대한 검토 및 조림사업 실시가 필요하다. 세 번째로, 충청남도는 서해안이 인접하는 지정학적 위치에 있으므로 간척지 조림에 대한 파악이 중요하다. 간척지를 대상으로 산림이 조성되는 경우 관련 지침에 따라 신규조림 가능성이 크기 때문이다. 마지막으로 4대강 사업에 따라 조성된 수변에 대한 식재이력을 조사하고 신규조림 등록 가능성 여부를 판단하는 것이다. 충남에는 대표적인 4대강 사업지중 금강이 있으며 사업에 따라 조성된 녹지면적에 대한 과거이력 조사가 필요하다. 위에서 제시한 네 가지 토지유형에 대하여 조림실적이 존재하거나 예정되어 있다면 도내 산림탄소상쇄 신규조림/재조림 사업에 등록이 가능하다. 본 연구에서 제시한 신규조림/재조림의 이산화탄소흡수량 산정은 임업통계연보상 조림실적을 기반으로 도내 사업 잠재력을 평가하였으나 실제 사업가능성 여부는 낮은 실정이다. 그러나 본 연구를 통해 제시한 지역에 대한 과거 토지정보(4대강 수변주변, 간척지, 초지, 유휴지)가 DB화되고 현재 임상도와 비교된다면 향후 충청남도 산림탄소상쇄 사업 활성화 및 사업의 잠재적 참여자에게 유용한 정보가 될 것이다.

## (2) 산림경영

산림탄소상쇄 운영표준에서 제시하는 산림경영 사업은 산림인증을 획득한 산림, 산림경영계획이 작성되어 있는 산림을 대상으로 한다. 충남 산림에서 산림인증(FSC인증)을 획득한 산림은 없으므로 산림경영계획서가 작성된 산림이 우선적으로 고려된다. 산림경영계획서가 작성된 면적은 기존의 산림면적을 포함하는 것으로 평균 174,890ha가 산림탄소상쇄 사업 대상이 되는 것으로 조사되었다. 경영계획이 작성된 산림중 사업 대상이 되는 산림면적을 파악하기 위하여 임업통계연보에서 제시하는 ‘조림지 및 숲가꾸기 현황’ 자료를 수집하였다. 산림경영사업의 유형별(산림 갱신, 벌기령 연장, 택벌림 경영) 등록 가능한 산림사업은 ‘큰나무가꾸기’가 있다. 2010년부터 현재까지 수행된 ‘큰나무가꾸기’면적은 96,557ha로 산림경영계획 작성면적의 약 55%이다. 현재 자료 현황을 통해 산림탄소상쇄 산림경영사업 가능면적 추정이 가능하지만 구체적인 이산화탄소흡수량 산정은 불가능하다. 본 연구에서 제시한 산림탄소상쇄 산림경영사업 대상면적은 96,557ha이고 산주 혹은 지자체의 관행적 사업이 아닌 탄소흡수원 유지 및 증진을 위한 목적으로 수행된 사업에 대한 검토가 필요하다. 산림탄소상쇄 산림경영 사업은 법적으로 산림경영이 가능한 산림을 대상으로 도내 민유림면적에서 시업제한지를

제외한 면적을 대상지로 할 수 있다. 그러므로 충남 산림을 대상으로 수행되는 경영활동에 대한 수집과 산림탄소상쇄 사업과의 연결여부 검토가 필요하다.

충청남도는 2016년 1,245ha의 선도 산림경영단지 운영을 확정지었다. 해당면적의 필지수는 340개소이고 대단위 면적에 다양한 산림경영은 전국적 모범사례가 될 것으로 예상된다. 이러한 도내 산림경영현황은 산림탄소상쇄 산림경영사업 적용이 가능하다. 예를 들어 낙엽송 임분 등 생장이 우수한 도내 주요 인공 침엽수림을 대상으로 대경재 생산을 위한 벌기령을 연장사업, 충남을 중심으로 대단위 벌채가 진행 중인 리기다소나무림과 불량활엽수림을 대상으로 수종갱신 사업, 참나무림이나 활엽수림을 대상으로 택벌 경영 사업을 발굴하여 잠재량을 분석하는 연구가 필요하다.

산림탄소상쇄 사업에서 현재 우리나라 산림상황을 고려하였을 때, 신규조림/재조림 사업의 대상지는 적은 실정이고 식생복구, 목제품이용, 산림 바이오매스 에너지이용 사업은 면적이 작거나 다양한 요인의 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 그러나 기 조성된 산림을 대상으로 하는 산림경영 사업은 사업 발굴이 수월하여 높은 잠재량을 나타내고 있다.

### (3) 식생복구

도시녹지는 대표적인 식생복구 사업으로 2013년부터 관련 통계가 보고되었다. 충남에서 2013년 이후 조성된 도시녹지는 15개소이고 72ha의 면적이다. 도내 조성된 산림공원은 14개소이고 이중 1개소는 산림청과 충청남도가 진행한 ‘도시숲 조성’ 시범사업으로 현 충남도청 앞에 위치한 ‘행복나눔의 숲’이다. 충남도청은 ‘행복나눔의 숲’에서 산림탄소상쇄 사업을 진행하여 10년간 198tCO<sub>2</sub> (3.2ha)의 이산화탄소흡수량을 등록하였다. 이러한 사례를 참고하여 단순 비교하는 경우 식생복구 사업을 통해 최대 445tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소흡수량 산정이 가능하다. 도내 가로수 현황을 파악하기 위하여 2010년부터 식재된 임업통계연보상의 가로수 조성 현황을 파악하고 수종별 임령에 따른 탄소저장량과 유사 수종 판단은 ‘탄소지킴이 도시숲’을 참고하였다. 2010년부터 식재된 가로수에 저장된 탄소저장량은 643tC/yr이고 이것을 이산화탄소저장량으로 환산하여 2,359tCO<sub>2</sub>/yr의 이산화탄소흡수량 산정이 가능하다. 이것은 2007년 기준 충청남도 이산화탄소배출량(발전부문 제외) 41,036,571tCO<sub>2</sub> eq의 0.01%이고 농림수산업부분의 0.13%의 수치이다.

#### (4) 산림전용억제

도내 산림전용 억제 사업의 이산화탄소저장량 및 잠재력 평가를 위하여 2011년 이후 임업 통계연보의 타용도 전용 허가 면적을 참고하였다. 산지전용 억제사업은 산지전용 허가시 의무 녹지소정 면적 이상으로 산림을 조성하는 경우 이것을 등록하는 사업으로 현재 비거래형사업 만 진행되고 있다. 본 연구는 관련 자료의 부족으로 구체적인 이산화탄소흡수량 산정은 불가능하였다.

#### (5) 목제품이용

임업통계연보는 목재 수입·출, 펄프, 각목 생산에 관한 정보를 제공하고 목제품 이용에 관한 공식 통계는 전무한 상황으로 산림탄소상쇄 목제품이용 사업의 잠재력 평가는 불가능하다. 그러나 2012년 강원도에서 등록한 산림탄소상쇄 목제품이용 사업은 연간 1tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소 흡수가 가능한 것으로 보고되었다. 현재 충남은 2곳(청양, 금산)에 목재체험장이 조성되었고 2016년 7월 공주시에 1개소가 건설 예정 중으로 해당 목조건축물에 대한 산림탄소상쇄 목제품이용 사업 타당성 평가가 필요하다. 향후 충청남도에서 목재를 이용한 다양한 사업이 예상 되어 목제품 이용에 관한 통계자료 구축이 필요하다.

#### (6) 산림바이오매스 에너지 이용

산림탄소상쇄 산림바이오매스 에너지이용 사업은 사용 중인 화석연료를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체하여 온실가스 배출량을 줄이는 사업이다. 임업통계연보에서 목재펠릿 생산 통계는 2015년 신설되어 해당 사업의 이산화탄소흡수량 산정은 불가능하다. 최근 산림부산물을 이용하는 목재펠릿에 관한 정보 요구도가 높아지는 상황에서 관련 DB가 구축된다면 산림청에서 운영하는 상쇄제도 외에 타 부서 주관의 상쇄제도에 등록이 가능하다.

#### 4. 충남 산림탄소상쇄 사업 이산화탄소 흡수량

산림탄소상쇄 사업은 산림 전 분야(조림, 경영, 목재이용 등)를 포함하여 사업별 이산화탄소 흡수량 산정방식이 상이하고 다양한 시나리오 설정이 필요하다. 본 연구는 산림탄소상쇄 사업을 통해 흡수 가능한 이산화탄소량 산정을 위하여 다양한 통계자료와 문헌을 참고하였다. 현재 자료수준에서 산정 가능한 산림탄소상쇄 사업은 신규조림/재조림, 식생복구사업이고 이외 사업은 자료 구축이 필요하다. 현재 자료수준에서 도내 산림탄소상쇄 사업을 통해 흡수 가능한 이산화탄소량은 30년간 456,812tCO<sub>2</sub>, 연간 15,672tCO<sub>2</sub>이다. 이것은 2007년 기준 충청남도 온실가스배출량의 0.037%이고 농림수산업부분의 0.853%이다. 산림탄소상쇄 사업별 비율은 신규조림/재조림 사업을 통해 흡수 가능한 이산화탄소량은 최대 386,047tCO<sub>2</sub>/30yr으로 전체 흡수량의 83.7%이고 식생복구사업은 약 16.3% 비율을 나타내었다. 그러나 산림탄소상쇄 사업은 단위사업별(project base) 등록을 진행하므로 본 연구에서 제시한 이산화탄소흡수량은 도내 산림탄소상쇄 사업의 잠재력을 잠정적으로 평가하고 도내 기업을 대상으로 상쇄사업 홍보에 활용이 가능하다.

#### 5. 충남 산림탄소상쇄 활성화 방안

산정된 이산화탄소량을 최대로 취하기 위하여 산림탄소상쇄 사업 참여자에 대한 분석을 실시하였다. 산림탄소상쇄 사업의 주요 참여자는 산주, 배출권 할당 기업, 지자체가 다수를 차지하고 있다. 산림탄소상쇄 사업 참여를 통해 발생하는 외부사업 인증실적(KOC) 공급자는 참여 목적에 따라 산주, 기업, 지자체가 참여하고 수요자는 배출권을 할당받은 기업이 주를 이루고 있다. 비거래형 사업은 홍보 효과를 위해 기업, 지자체에서 참여하고 있다.

충청남도 산림탄소상쇄 사업 활성화를 위하여 사업 참여자의 특징에 따라 공급자와 수요자를 구분하고 요구도를 분석하여 활성화 요인을 도출하였다. 도출된 활성화 요인은 사업별 이산화탄소흡수량을 최대로 취하기 위하여 '상쇄사업관련 연구인프라 구축', '체계적 정보제공 시스템 구축', '상쇄크레딧 및 유사제도 활용체계 구축', '국가정책에 기반한 지자체차원 홍보 체계 구축'이 필요하다. 도출된 사항을 바탕으로 본 연구는 충청남도 산림탄소상쇄 활성화 전략을 제시하고 단기, 중·장기 세부사업으로 구분하였다. 상쇄사업관련 연구 인프라 구축을 위한 세부사업으로 '충남 산림탄소상쇄 활용 잠재력 분석연구', '충남 산림탄소상쇄 지원단

발족', '산림탄소상쇄 크레딧의 배출권거래 활용 사업'을 제안하였다. 체계적 정보제공 시스템 구축을 위한 세부사업으로 '산림탄소상쇄 사업을 활용한 충남 산림의 경제성 평가', '산림탄소상쇄 활성화 워크숍 개최', '충남 산림탄소상쇄 적지 분석 체계 개발', '산림탄소상쇄를 포괄하는 충남 산림정보시스템 구축'을 제안하였다. 상쇄크레딧 및 유사제도 활용체계 구축을 위한 세부사업으로 '공유림 대상의 산림탄소상쇄 등록 지원사업', '공공부문 온실가스 목표관리제 연동을 위한 제도 보완 사업', '사유림 산림탄소상쇄 등록 지원사업', '충청남도 산림탄소상쇄 활성화 지원조례 제정', '충남 상쇄크레딧 확보 지원사업'을 제안하였다. 국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축을 위한 세부사업으로 '산림탄소상쇄 등록사업에 대한 홍보 방안 마련 사업', '산림탄소상쇄 참여기업에 대한 도 지원체계 연구', '산림탄소상쇄 지원단을 통한 정규 홍보프로그램 마련', '산림탄소상쇄 우수 기업 선정 및 지원 사업'을 제안하였다.

## 6. 결 론

본 연구는 국내 산림탄소상쇄 사업에 대하여 조사하고 산림탄소상쇄 사업유형별 이산화탄소흡수 잠재량을 산정하여 활성화 요인, 활성화 전략 및 단기, 중·장기 세부사업을 제시하였다. 본 연구의 결과는 충남 산림탄소상쇄 사업 활성화의 기초 자료에 활용이 가능하고 충남 기후변화 대응 계획 수립에 기여할 것으로 판단된다. 아울러 산림탄소상쇄에 대한 국가적·사회적 관심이 높은 상황에서 도내 기후변화 대응 역량강화, 정책개발 및 산림탄소상쇄에 대한 연구 활성화를 기대해 본다.



# 목 차

제1장 서 론 .....	1
1. 배경 및 필요성 .....	1
2. 연구 범위 .....	3
3. 목 적 .....	3
제2장 기후변화 대응 동향 및 선행연구 검토 .....	4
1. 국내외 기후변화 대응 동향 .....	4
1) 국외 기후변화 동향 .....	4
2) 국내 기후변화 대응 동향 .....	9
3) 충남 기후변화 대응 계획 .....	11
2. 선행 연구 .....	13
1) 배출권 거래제도 .....	13
2) 상쇄 제도 .....	13
3) 산림탄소상쇄 .....	15
4) 국내·외 제도 비교 .....	22
제3장 충남 산림 현황 및 특성 .....	33
1. 우리나라 산림면적 및 축적 변화 .....	33
2. 충남 산림 현황 및 특성 .....	34
1) 산림면적 .....	34
2) 산림축적 .....	36
3) 영급구조 .....	37

4) 충남 산림 특성 .....	37
3. 충남 산림바이오매스 자원량 .....	39
1) 이론적 자원량 .....	40
2) 지리적 자원량 .....	41
3) 기술적 자원량 .....	42

#### 제4장 충남 산림탄소상쇄 잠재력 ..... 43

1. 신규조림/재조림 .....	43
2. 산림경영 .....	53
3. 식생복구 .....	56
4. 산지전용억제 .....	59
5. 목제품이용 .....	60
6. 산림바이오매스 에너지 이용 .....	60
7. 충남 산림탄소상쇄 사업 이산화탄소흡수량 평가 .....	61

#### 제5장 충청남도 산림탄소상쇄사업 활용전략 수립 ..... 62

1. 산림탄소상쇄 사업참여자 분석 .....	62
2. 산림탄소상쇄사업 활성화 요인 제안 .....	64
1) 사업에 대한 낮은 이해도 .....	64
2) 상쇄사업 관련 정보 부족 .....	65
3) 체계적 지원시스템 부재 .....	65
4) 홍보극대화 방안 미흡 .....	65
3. 산림탄소상쇄사업 활성화 전략 .....	66
1) 상쇄사업관련 연구 인프라 구축 .....	66
2) 체계적 정보 제공 시스템 구축 .....	67



3) 상쇄배출권 및 유사제도 활용체계 구축 .....	69
4) 국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축 .....	71
4. 산림탄소상쇄 세부사업 도출 .....	73
5. 충남 산림탄소상쇄 사업 활용 .....	75

제6장 결론 및 제언 .....	76
-------------------	----

참고 문헌 .....	78
-------------	----

부 록 .....	79
-----------	----

## 표 목 차

[표 2-1] 교토의정서와 파리협정문 내용 비교 .....	8
[표 2-2] 제도간 사업규모 비교 .....	23
[표 2-3] 제도간 사업참여 형태 비교 .....	24
[표 2-4] 제도간 사업시작일 및 유효기간 비교 .....	25
[표 2-5] 제도간 검증기관 비교 .....	26
[표 2-6] 제도간 중계인 참여 비교 .....	27
[표 2-7] 제도간 거래소 비교 .....	28
[표 2-8] 의무이행 및 자발적 시장 참여 동기 .....	30
[표 2-9] 온실가스 배출권거래제의 시장 안정화 정책 .....	31
[표 2-10] 제도간 배출권거래 연계 비교 .....	32
[표 3-1] 우리나라 산림 면적 변화 추이 .....	35
[표 3-2] 충남 도내 임상별, 시도별 산림축적 .....	38
[표 3-3] 산림바이오매스 정의적 구분 .....	39
[표 3-4] 충남 산림의 바이오매스 총저장량 .....	40
[표 3-5] 시업지 연간 바이오매스 생장량 .....	41
[표 3-6] 시업지 연간 바이오매스 생장량(뿌리제외) .....	42
[표 4-1] 충남 침엽수 조림 실적 .....	44
[표 4-2] 충남 활엽수 조림 실적 .....	44
[표 4-3] 수종별 생장 및 고사모형 모수 .....	45
[표 4-4] 주요 수종별 탄소배출계수 .....	48
[표 4-5] 도내 조림지의 연간 탄소저장량과 이산화탄소흡수량 .....	49
[표 4-6] 신규조림/재조림 사업의 연간 이산화탄소흡수량 .....	50

[표 4-7] 충남 산림경영계획 작성현황 .....	53
[표 4-8] 충남 조림지 및 숲가꾸기 현황 .....	54
[표 4-9] 충남 도시숲 조성 현황 .....	56
[표 4-10] 충남 가로수 조성 현황 .....	57
[표 4-11] 가로수의 연간 탄소저장량과 이산화탄소흡수량 .....	58
[표 4-12] 충남 산림의 타용도 전용허가 현황 .....	59
[표 4-13] 충청남도 산림탄소상쇄 사업별 면적과 연간 이산화탄소흡수량 .....	61
[표 5-1] 산림탄소상쇄 주요 참여자 특성 .....	63
[표 5-2] 제도간 사업규모에 따른 제도 보완 .....	68
[표 5-3] 충남 1호 산림탄소상쇄 사업개요 .....	75

## 그 림 목 차

[그림 1-1] 산림탄소상쇄 제도 개념 .....	2
[그림 2-1] 기후변화협약의 주요 당사국 총회 및 내용 .....	5
[그림 2-2] 2030년 온실가스 감축목표 .....	10
[그림 2-3] 충남 제2차 녹색성장 5개년 계획 비전체계 .....	11
[그림 2-4] 상쇄제도 운영 흐름도 .....	14
[그림 2-5] 신규조림/재조림사업을 통한 이산화탄소흡수 .....	15
[그림 2-6] 산림갱신을 통한 탄소흡수량 증대 .....	17
[그림 2-7] 벌기령 연장을 통한 탄소흡수량 증대 .....	17
[그림 2-8] 택벌림 경영을 통한 탄소흡수량 증대 .....	18
[그림 2-9] 목제품을 이용한 탄소 저장 .....	19
[그림 2-10] 의무적 시장과 자발적 시장의 거래특징 비교 .....	29
[그림 3-1] 충청남도내 시·군 산림면적 .....	34
[그림 3-2] 충청남도내 시·군 임목축적 .....	36
[그림 4-1] 신규조림/재조림 이산화탄소변화량 산정절차 .....	43
[그림 4-2] 입목수확표를 이용한 주요수종의 임령과 재적생장 .....	46
[그림 4-3] 입목수확표를 이용한 주요수종의 임령과 본수 .....	47
[그림 5-1] 충청남도 산림탄소상쇄 활성화 전략 수립 절차 .....	62
[그림 5-2] 사업참여자 분석을 통한 산림탄소상쇄 활성화 요인 제안 .....	64
[그림 5-3] 활성화 요인에 따른 산림탄소상쇄 활성화 전략 수립 .....	66
[그림 5-4] 지자체 배출권을 인정하는 일본 사례 .....	70
[그림 5-5] 상쇄실적을 이용한 홍보 사례 .....	71
[그림 5-6] 일본의 산림탄소상쇄활용 예 .....	72
[그림 5-7] 충남 산림탄소상쇄 활성화 전략 .....	74

# 제1장 서론

## 1. 배경 및 필요성

2015년 유엔기후변화협약 제21차 당사국총회(Conference Of the Parties, 이하 COP)에서 신(新)기후체제(Post-2020) 협상이 타결되어 195개의 선진국과 개도국이 참여하는 온실가스감축에 대한 대응 방안이 마련되고 효과적인 이행이 가능하도록 자국 여건을 감안한 제도 신설 및 현 제도의 활성화가 예상된다. 우리나라는 교토의정서체계에서 부속서Ⅱ(non-annex I)에 포함되어 온실가스감축 의무는 없으나 개도국의 감축선도와 국제적인 감축노력에 동참하기 위하여 2009년 기후변화협약 제15차 당사국 총회에서 2020년 온실가스배출전망치(Business As Usual, 이하 BAU) 30% 감축이라는 국가감축목표를 발표하고 2015년 국가 온실가스감축목표를 2030년 BAU 37%를 제시하였다. 국제사회에서 선도적 역할 및 국가 온실가스감축목표 달성을 위하여 2010년 저탄소녹색성장기본법을 제정하여 ‘온실가스·에너지 목표관리제’와 ‘배출권거래제’ 도입 및 국내 상황에 적합한 추가정책을 개발하였다. 특히 2015년 시행된 배출권거래제를 시작으로 온실가스 감축 노력은 더욱 강조될 것으로 예상된다. 상쇄제도는 배출권거래제도에 속하는 업체(혹은 업장)의 조직경계 외에서 수행되는 감축사업(외부감축사업)을 통하여 확보되는 감축분을 제도권 내에서 활용하는 것으로 배출권거래제도의 활성화 및 유연성 확보에 기여하기 위하여 다양한 사업유형이 개발되고 있다. 이러한 배경으로 충청남도는 국가 온실가스감축 노력에 동참하고 기후변화 대응역량 강화를 위하여 관련 제도의 활성화 및 다양한 부분의 정책개발과 시책발굴이 필요하다.

산림부문은 종합적이고 체계적인 기후변화 대응을 위하여 탄소흡수원 확충과 증진에 관한 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」을 제정하고 시행하였으며 「제5차 산림기본계획」에서는 ‘기후변화 대응 탄소흡수원 확충’의 핵심추진과제로 ‘Post-2012 대비 탄소흡수원 확충 및 온실가스 감축사업 강화’를 설정하여 산림탄소상쇄실적 거래를 위한 산림부문 기본계획을 수립하였다. 최근에는 신기후체제에 대응하고자 ‘2030 산림탄소전략’을 발표하여 국가온실가스 감축에 관한 산림부문의 기여도를 구체화하였다.

온실가스 감축 노력으로 인한 국가경제부담을 최소화하고 국민·기업 등에 자발적인 온실가스 감축 기회를 제공하기 위해 동 법률에서 ‘산림탄소상쇄제도’를 제시하여 이를 통해 산림탄소상쇄 사업으로 확보한 온실가스 감축 실적을 거래할 수 있는 근거를 마련하였다. 산림탄소상쇄는 다양한 사업유형 및 높은 완성도를 나타내어 대표적인 상쇄제도이고 타 시·도에서 높은 활용도를 나타내고 있다[그림 1-1]. 이에 충청남도는 산림탄소상쇄사업 참여를 통해 국가 온실가스감축에 일조하고 도내 기후변화 대응역량 강화를 위하여 관련 정책 개발이 필요하다.



[그림 1-1] 산림탄소상쇄 제도 개념<sup>2)</sup>

2) 출처 : 산림청, 2014. 산림탄소상쇄제도 가이드북.

## 2. 연구 범위

본 연구는 충청남도 산림탄소상쇄 사업 활용 및 정책방안 제시를 위하여 유사 제도를 조사하고 활성화 요인을 분석하였다. 활성화 요인을 통해 활성화 전략을 제시하고 실제 산림탄소상쇄 사업을 실행하였다. 산림탄소상쇄에 관한 연구보고, 논문, 정책자료를 검토하여 산림탄소상쇄의 개념 및 범위를 구명하고 구체적인 사업유형, 사업현황, 이산화탄소량 산정식을 참고하여 도내 산림탄소상쇄 사업 잠재량을 분석하였다. 선행연구를 분석하고 실제 사업을 등록하여 산림탄소상쇄 사업의 도내 활성화 전략을 도출하고 구체적인 단기, 중·장기 세부사업을 제시하였다.

## 3. 목 적

2015년부터 국내 탄소배출권거래 시장이 도입되고 운영됨에 따라 충청남도 산림탄소상쇄 활성화 및 안정적 운영을 위한 기반마련이 필요하다. 그러므로 본 연구의 목적은 국가 온실가스감축목표 달성에 일조하고 도내 기후변화대응 역량강화를 위하여 산림탄소상쇄제도의 도내 잠재량을 평가하고 활성화 전략을 제시하는데 있다.

## 제2장 기후변화 대응 동향 및 선행연구 검토

### 1. 국내외 기후변화 대응 동향

#### 1) 국외 기후변화 동향

##### (1) 기후변화협약

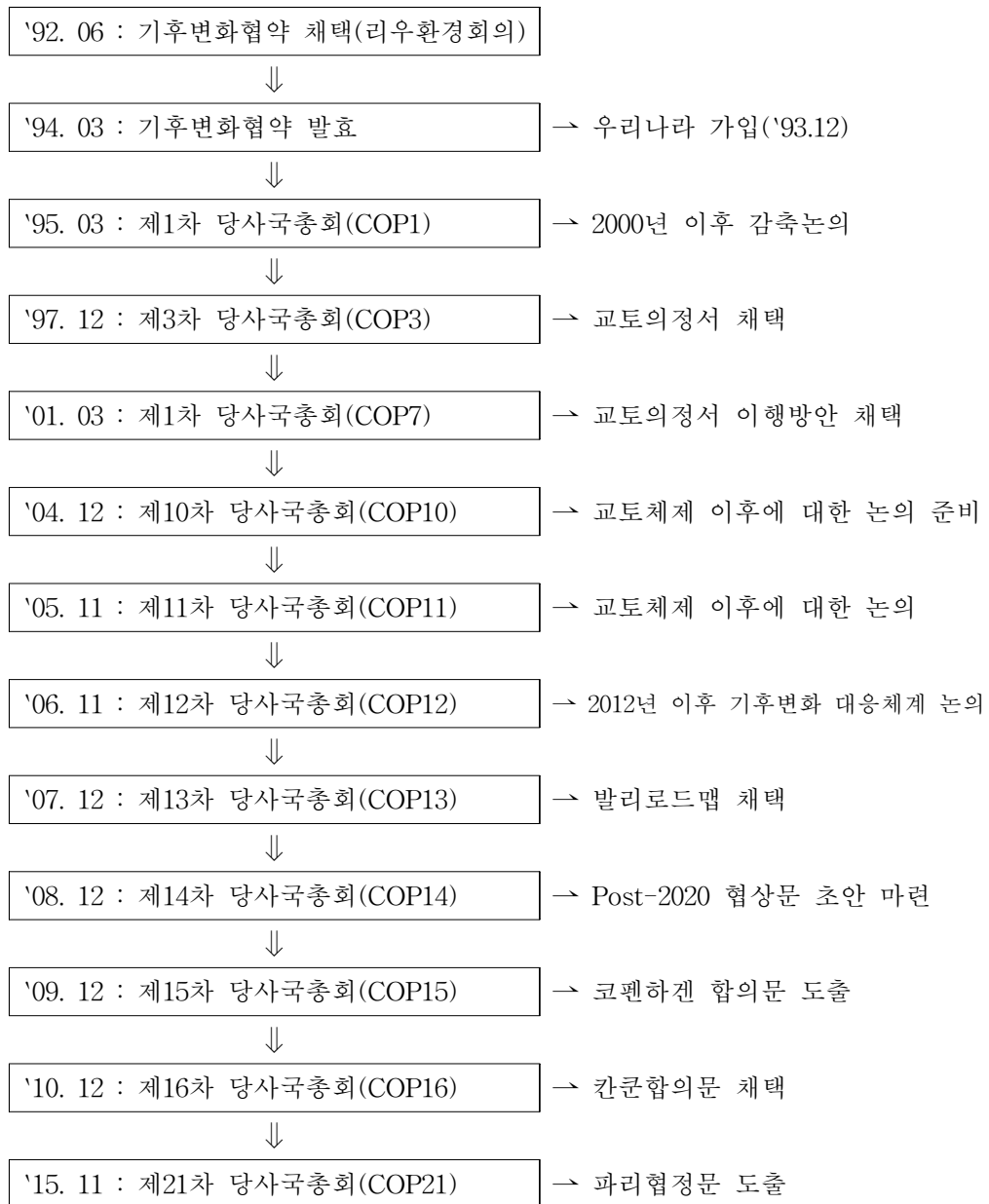
지구온난화에 따른 기후변화에 대처하기 위하여 국제사회는 1988년 UN총회의 결의를 근거로 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)와 유엔환경계획(United Nations Environment Program, UNEP)에서 기후변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)을 설치하고 1992년 6월 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)에서 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)을 채택하였다.

우리나라는 1993년 12월 전 세계에서 47번째로 가입하였다. 기후변화협약의 전제 사항은 지구온난화 방지를 위하여 모든 당사국이 참여하되, 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국은 차별화된 책임을 부과하는데 있다. 의무사항으로 모든 당사국은 지구 온난화 방지를 위한 정책 및 국가 온실가스배출 통계가 수록된 국가보고서를 국제사회에 제출하도록 권고하였다. 주요 기후변화협약 및 결과물은 [그림 2-1]과 같다.

##### ① COP3 (결과물: 교토의정서(Kyoto Protocol))

기후변화협약에 의한 온실가스 감축에서 법적 구속력은 없으나 실질적인 감축을 위하여 과거 산업혁명을 통해 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국(37개국)을 대상으로 제1차 공약기간(2008~2012)동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축을 내용으로 하는 교토의정서가 제3차 당사국총회('97, 일본 교토)에서 채택하여 2005년 2월 16일 공식 발효되었다. 우리나라는 2002년도에 비준하였고('08. 5월 기준 총 184개국 서명, 76개국 비준), 2005년 11월 캐나다 몬트리올에서 제1차 교토의정서 당사국총회를 개최하였으며 제3차 교토의정서 당사국총회에서 탈리로드맵을 채택하였다.





[그림 2-1] 기후변화협약의 주요 당사국 총회 및 내용

② COP16 (결과물: 칸쿤합의문)

전 지구적 기온상승을 산업화 이전 대비 2℃ 이내로 억제하는 것을 장기 목표로 설정하고 국제적으로 발표된 감축공약을 확인하여 지속적인 감축공약 강화논의를 합의하였다. 녹색기후기금(2013년, 20년간 연간 1천억 불)과 단기재원(2010년, 12년간 300억불)을 마련하고 칸쿤 적응 체계(Cancun Adaptation Framework) 채택, 적응위원회 설치, 기술집행위원회와 기술센터로 구성된 기술 체계를 설립하여 온실가스 감축기술을 개발하고 관련 기술의 개도국 이전을 협상하였다.

③ COP17 (개최지: 남아공 더반)

교토의정서 제1차 의무공약기간(2008~2012)이 만료됨에 따라 EU, 호주, 뉴질랜드, 스위스, 노르웨이 등 선진국들은 2차 공약 기간 설정을 약속하였으며, 2020년 이후부터 우리나라를 포함한 중국, 인도 등 개도국이 참여하는 단일화 형태의 온실가스 완화체제 설립을 위한 협상 개시에 합의하였다. 녹색기후기금(Green Climate Fund, 이하 GCF) 설계위원회 보고서가 채택되어 기금의 조속한 출범을 결정하였다.

④ COP18 (개최지: 카타르 도하)

2020년까지 교토의정서 2차 공약기간 개시를 위한 의정서를 개정하였고 우리나라에 GCF 유치를 인준하였다.

⑤ COP19 (개최지: 폴란드 바르샤바)

2020년 이후 새로운 기후체제 출범을 앞두고 각국의 온실가스 감축목표 설정에 합의하고 GCF의 초기재원 조성을 위한 논의 기반을 마련하였다.

⑥ COP20 (개최지: 페루 리마)

Post-2020 감축목표 등 각국의 자발적 기여 방안(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 제출 범위, 제출시기, 협의절차, 제출정보 등을 포함하는 당사국총회 결정문을 채택하였다. 2020년 이후 신(新)기후체제를 규정하는 협정문("2015 Agreements") 작성을 위한 주요 요소(elements)를 도출하였다.

### ⑦ COP21 (결과물: 파리협정문)

지구 평균온도의 상승폭을 산업화 이전과 비교해 2℃보다 상당히 낮은 수준으로 제한하여 섭씨 1.5℃까지 제한하는 데 노력하기로 기후변화 회원국 전체가 합의하였다. 온실가스를 다년간 배출해온 선진국이 개도국에 비해 높은 책임이 부과되고 개도국의 기후변화 대응에 지원하기로 합의하였다. 아울러, 선진국은 2020년부터 개도국의 기후변화 대응 사업에 매년 최소 1천억달러(약118조 1천500억원)를 지원하고 선진국과 개도국 모두 책임을 분담하여 전 세계가 기후변화 대응에 동참한다는 협정문을 발표하였다. 협정문은 법적 구속력이 존재하며 2023년부터 5년마다 당사국은 온실가스 감축 이행 여부를 보고하고 감시하기로 하였다.

### (2) 국제사회 기후변화대응

과거 교토체제에서는 의정서에 명시된 온실가스감축 목표 달성을 위하여 선진국은 제1차 공약기간 이전부터 자국의 온실가스감축 노력을 다양한 방법을 통하여 지속적으로 이행하였다. EU는 2002년까지 기준년도인 1990년 배출량의 -2.9%의 감축 성과를 보이고 현 추세에서 2010년까지 -0.5% 수준의 감축이 예상되어 온실가스감축 목표달성을 위하여 2005년부터 온실가스 배출권거래 제도를 시행하고 미국은 교토의정서의 온실가스 감축 의무체계 불합리성을 주장하여 신재생에너지 기술에 투자를 집중하고 2012년까지 온실가스 배출집약도(온실가스 배출량/GDP)를 18%까지 감축한다는 자체 계획을 수립하였다. 일본은 자국내 감축 목표량을 설정하고 CDM, JI 등을 통하여 국외협력사업의 활성화를 유도하고 2005년부터 온실가스 배출권거래 제도를 시행하였다. 현재 COP21에서 채택된 파리협정문에 따라 각국은 다양한 기후변화 대응 정책을 개발하고 있다. 주요 협의문인 교토의정서와 파리협정문의 차이는 [표 2-1]과 같다.

[표 2-1] 교토의정서와 파리협정문 내용 비교

항목	교토의정서	파리협정문
개최지	일본 교토(COP3)	프랑스 파리(COP21)
채택	1997년 12월 채택, 2005년 발효	2015년 12월 12일 채택
대상국가	주요 선진국 37개국	195개국 협약 당사국
적용시기	2020년까지 기후변화 대응방식 규정	2020년 이후 신(新)기후체제
목표 및 주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화의 주범인 주요 온실가스 정의</li> <li>• 온실가스 총배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2%감축</li> <li>• 온실가스 감축 목표치 차별적 부여(선진국에만 온실가스 감축 의무 부여)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지구 평균온도의 상승폭을 산업화 이전과 비교해 2℃보다 작은 범위 1.5℃까지 제한하는 데 노력</li> <li>• 온실가스를 오랜 기간 배출해온 선진국이 더 많은 책임을 지고 개도국의 기후변화 대처를 지원</li> <li>• 선진국은 2020년부터 개도국의 기후변화 대처 사업에 매년 최소 1천억 달러(약118조 1천500억원) 지원</li> <li>• 선진국과 개도국 모두 책임을 분담하며 전 세계가 기후 변화를 완화하는데 동참</li> <li>• 협정은 구속력이 있으며 2023년부터 5년마다 당사국이 탄소감축 이행여부 검토</li> </ul>
국내 대응	감축의무 부과되지 않음	2030년까지 배출전망치(BAU)대비 37%감축안 발표

## 2) 국내 기후변화 대응 동향

### (1) 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획

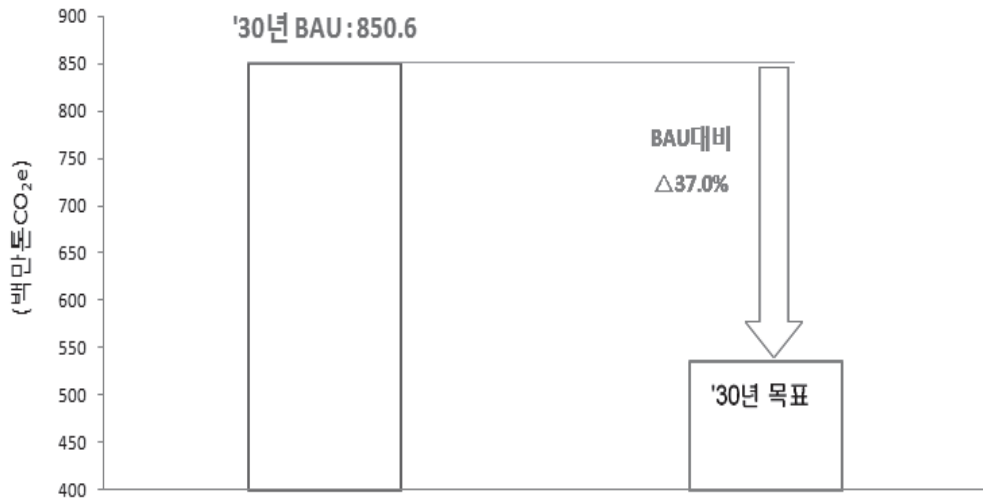
우리나라의 기후변화 대응 정책은 저탄소 녹색성장 기본법 제9조에 의거하여 국가 발전전략 중 기후변화대응, 에너지, 지속가능발전에 관한 정책 사항을 포함하도록 명시하였다. 기후변화대응 기본원칙에 따라 20년을 계획 기간으로 하는 기후변화대응 기본계획을 5년마다 수립하도록 하였다. 녹색성장 기본법과 국가전략을 바탕으로 기후변화대응 종합기본계획을 수립하고 각 부처는 녹색성장 국가전략 5개년 계획에 따라 세부이행계획을 수립하고 기후변화에 계획적으로 대처하고 있다.

### (2) 국가기후변화 적응 대책(2016~2020)

우리나라는 환경부를 중심으로 2016년부터 2020년까지 시행예정인 국가기후변화 적응 대책을 수립하였다. 본 대책은 환경부에서 총괄하고 12개 부처가 공동으로 건강, 재해 등 7개 부문별 적응 대책과 이것을 지원하는 3개의 적응기반 대책에 관한 내용을 포함하고 있다. 국가 기후변화 적응대책의 비전으로 ‘기후변화적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원’이고 우리나라 기후변화 대응의 대표적인 정책이다.

### (3) 우리나라 온실가스 감축 계획

우리나라는 전 분야에서 2030년까지 BAU (850.6백만톤 CO<sub>2</sub> eq) 대비 37%인 314.7백만톤을 줄여, 535.8백만톤의 이산화탄소 배출을 발표하였다[그림 2-2]. 이 중에서 25.7%는 자체적으로 감축하고 11.3%는 국제 탄소배출권 활용을 계획하고 있다.



[그림 2-2] 2030년 온실가스 감축목표<sup>3)</sup>

3) 출처 : 환경부 보도자료(2015.06.30)

### 3) 충남 기후변화 대응 계획

충청남도는 기후변화에 체계적으로 대응하고자 도내 현안을 반영하여 ‘충남 제2차 녹색성장 5개년 계획’을 수립하고 중요도에 따라 4가지의 2차 계획 방향을 제시하였다[그림 2-3].

- 경제와 환경 이외에도 사회적 측면을 포괄하는 포용적(inclusive) 녹색성장 지향
  - 사회적 약자(취약계층)에 대한 정책적 배려를 통한 사회적 형평성 제고
- 지난 5년간 기 추진된 정책기반을 활용하되, 선택과 집중에 의한 실질적 성과달성에 집중
  - 정책성고가 담보된 기존사업과 정책효과가 높은 신규 사업의 적정배분
- 주민의 실질적 참여 유도 및 확대
  - 공공주도의 사업추진에서 탈피하여 공감, 소통, 참여를 유도하는 주민주도적 사업 포함
- 지역주도의 능동적, 실천적 계획 수립
  - 국가계획과의 정합성을 유지하되, 충남 고유의 녹색성장 여건과 잠재력 반영



[그림 2-3] 충남 제2차 녹색성장 5개년 계획 비전체계

(1) 5개년계획 내 5대 정책방향

① 실효적 온실가스 감축

- 주거, 수송, 건설분야 등 실생활 부문의 온실가스 감축
- 실질적 온실가스 감축을 위한 지역발전시설세 확대 노력

② 저소비·고효율 에너지체계 구축

- 농·축·수산, 폐기물 및 폐자원, 태양광을 활용한 신재생에너지 생산
- 공공·가정·산업부문 에너지 절약 및 효율화 제고

③ 창조적 녹색산업 생태계 조성

- 친환경 자동차 및 차세대 전지 산업기반 및 녹색기업 지원생태계 조성
- 전통 제조업의 녹색산업화 및 관련기업의 자발적 CO<sub>2</sub> 배출량 감축 유도

④ 안전하고 쾌적한 녹색생활 기반 구축

- 녹지조성(탄소흡수원 확충)과 녹색도시 및 생태관광 기반 구축
- 안정적 수자원 관리 및 기후변화 대응형 의료체계 구축

⑤ 녹색성장 실천문화 정착

- 주민과의 소통, 공감, 참여를 유도하는 녹색교육 및 에너지 절약운동 전개
- 실질적인 녹색생활 실천문화 확산

(2) 충청남도 온실가스 배출량

충청남도의 2007년 온실가스 총배출량은 1억197만tCO<sub>2</sub>이고 발전부문 배출량을 제외한 소비기준의 온실가스 배출량은 4,104만 tCO<sub>2</sub>로 나타났다. 충남 발전 전력의 70%가 수도권에서 사용되며 『국가 온실가스·에너지 목표관리제』에 의해 관리된다는 점에서 이번 연구용역에서는 발전부문을 분석에서 제외하였다. 소비기준 온실가스 배출량(2007년 기준) 4,104만 tCO<sub>2</sub> 중 부문별 온실가스 배출량 비중은 산업 부문(64%), 가정·상업부문(19.9%), 수송부문(15.1%), 농축산부문(4.4%), 폐기물부문(2.0%)의 순으로 조사되었다.



## 2. 선행 연구

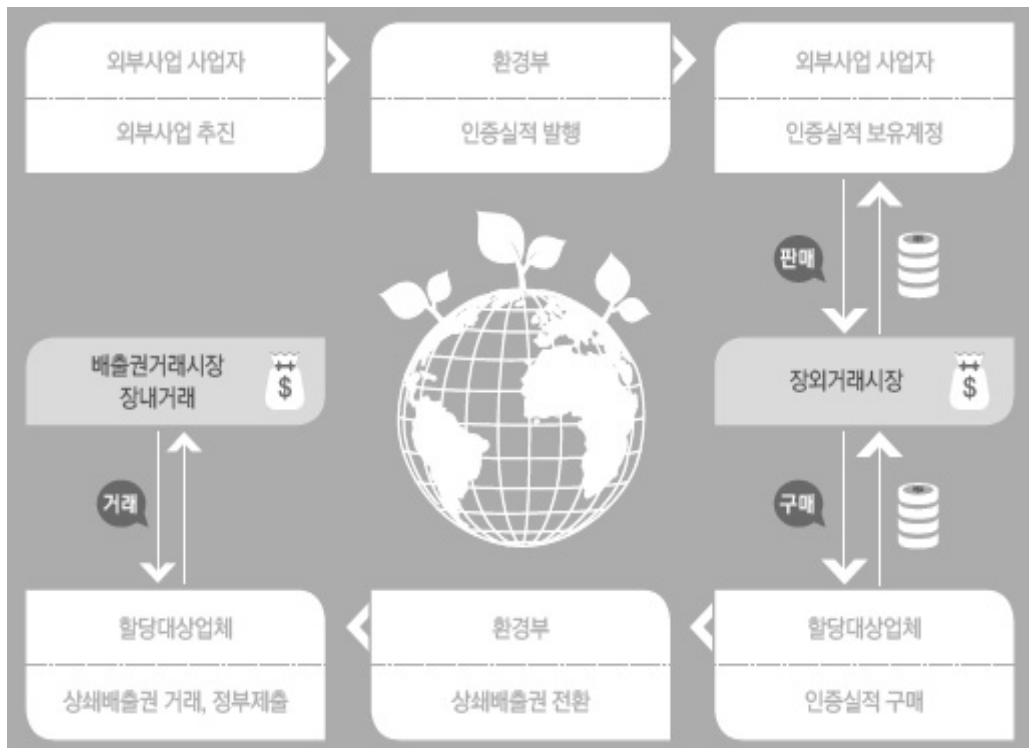
### 1) 배출권 거래제도

탄소배출권이란 하나의 주체가 일정량 탄소를 배출할 수 있는 권리를 의미한다. 예를 들어 제품의 생산과정에서 발생하는 탄소량을 배출권으로 할당하여 이것을 제도 내에서 거래 가능하도록 하는 것이다. 제도 시행에 따라 탄소배출에 대한 사회적 발생 비용은 기업에게 전가되고 온실가스배출은 감소되어 기후변화라는 전 지구적 문제 해결에 동참하는 것을 주요 내용으로 하고 있다. 기후변화 문제를 시장 원리에 따라 운영하고 해결하는 방법으로 다량의 온실가스배출 사업장을 대상으로 총량 단위의 온실가스 감축목표(Cap)를 설정하고, 배출권의 거래(Trade)를 통해 감축의무를 달성할 수 있도록 하는 시장 기반의 국가 정책이다.

### 2) 상쇄 제도

상쇄제도는 배출권거래제 할당대상업체(이하, 할당업체)의 온실가스 감축의무 이행을 위한 수단으로 외부사업 사업자는 외부사업을 통해 발행받은 인증실적(Korean Offset Credits, KOC)을 배출권거래제 할당업체에게 판매하고 할당업체는 보유 또는 구매한 외부사업 인증실적을 상쇄배출권(Korea Credit Units, KCU)으로 전환하여 감축의무 이행에 활용하는 제도이다. 상쇄제도는 조직경계 외에서 수행되는 사업만 인정한다. 외부사업은 배출권거래제 할당업체 사업장 외부의 배출시설 또는 활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축하거나 흡수·제거하는 사업을 의미한다.

외부사업 추진에 따른 온실가스 감축량 인증실적의 활용으로 할당업체는 외부사업을 통해 인증된 온실가스 감축량을 상쇄배출권으로 전환하여 온실가스감축 목표달성에 활용하거나 배출권거래시장에서 거래할 수 있다. 다만, 상쇄배출권의 이용 한도는 할당업체가 환경부장관에게 제출하는 배출권의 10% 이내이다. 상쇄제도의 운영 흐름도는 [그림 2-4]와 같다.



[그림 2-4] 상쇄제도 운영 흐름도<sup>4)</sup>

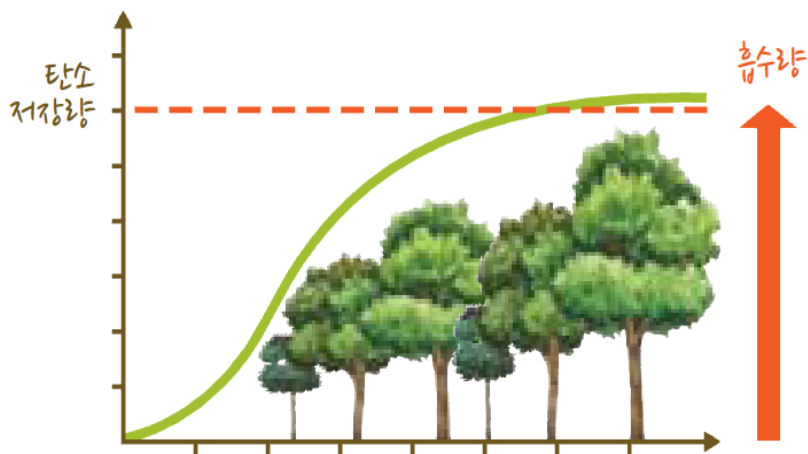
4) 출처 : 환경부, 2015. 온실가스 배출권거래제 상쇄제도.

### 3) 산림탄소상쇄

산림탄소상쇄(Forest carbon offset)는 산림을 이용하여 온실가스 감축사업을 시행하고 이를 통해 생성된 인증실적을 이용하여 타 분야의 배출량을 상쇄하는 것을 의미한다. 산림탄소상쇄를 위한 감축활동으로 산림조성(신규조림/재조림), 산림경영, 식생복구, 산림전용 억제, 목제품 이용, 산림바이오매스 에너지 이용이 있다. 사업별 방법은 아래와 같다. 본 보고서에서 사용된 그림 및 사업별 탄소저장량 추정식은 2014년 산림청에서 발간된 ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준(이하, 운영표준)’을 인용하였다.

#### (1) 신규조림/재조림 사업

신규조림/재조림 사업은 산림이 아닌 지역에 식재, 파종, 천연갱신을 유도하여 산림을 조성하는 활동을 의미한다. 신규조림은 최소한 과거 50년 동안 산림이 아니었던 토지에 산림을 조성하는 활동이며 재조림은 본래 산림이었으나 1990년 이전에 다른 용도로 전용되어 현재까지 산림이 아닌 토지에 산림을 조성하는 활동이다. 신규조림/재조림을 통해 조성된 산림은 임목 생장에 따라 대기중 이산화탄소를 흡수하여 전 지구적 기후변화에 이바지 한다[그림 2-5].



[그림 2-5] 신규조림/재조림사업을 통한 이산화탄소흡수

신규조림/재조림 사업은 사업기간 동안 줄기, 가지, 잎 등의 지상부 산림바이오매스와 뿌리 등 지하부 산림바이오매스 탄소흡수량을 계산하고 베이스라인흡수량과 이차적 배출량(사업 활동에 따른 배출량 및 누출량)을 제외하여 이산화탄소 순흡수량을 산정한다. 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장 변화량은 선택사항으로 사업자가 원하는 경우 포함이 가능하다. 신규조림/재조림 사업의 이산화탄소 순흡수량 산정식은 아래와 같다.

$$C_t = \left( \sum_i (B_i + S_i - R_i) \times 44/12 \right) - E - L$$

여기서,  $C_t$  : t 기간 동안의 이산화탄소 흡수량( $\text{tCO}_2$ )

$B_i$  : t 기간 동안 구획 i의 산림바이오매스 탄소흡수량( $\text{tC}$ )

$S_i$  : t 기간 동안 구획 i의 고사유기물 및 산림토양 탄소저장변화량( $\text{tC}$ )

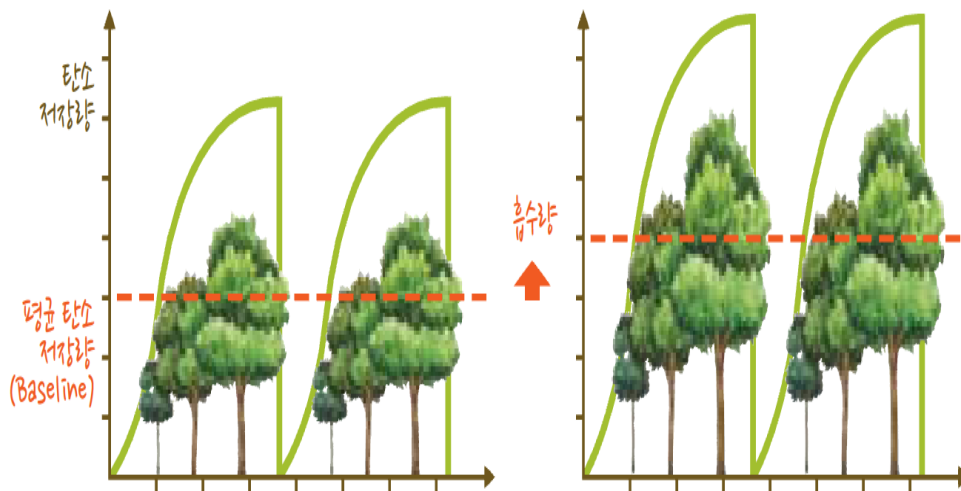
$R_i$  : t 기간 동안의 구획 i의 베이스라인 흡수량( $\text{tC}$ )

$E$  : t 기간 동안의 사업 활동에 따른 배출량( $\text{tCO}_2$ )

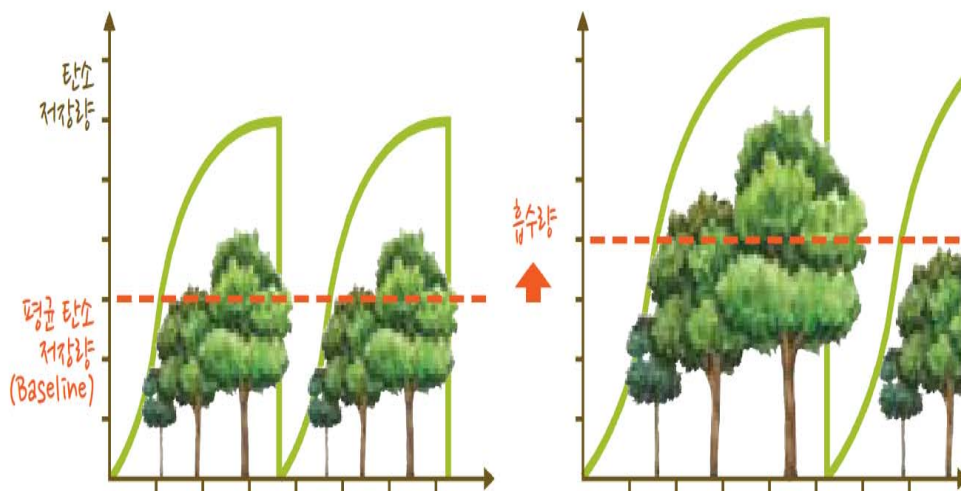
$L$  : t 기간 동안의 누출량( $\text{tCO}_2$ )

## (2) 산림경영 사업

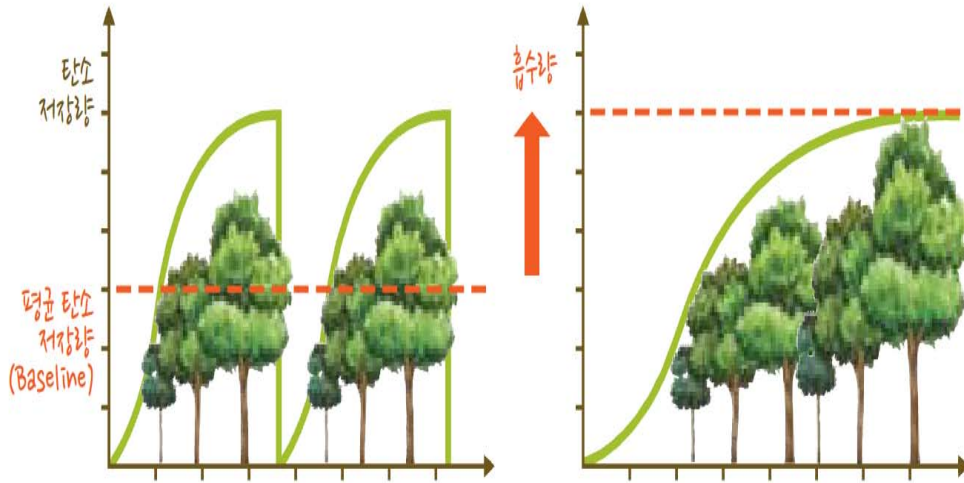
산림경영 사업이란 산림을 지속가능한 방식으로 경영하여 산림 건강성을 유지하고 우수한 생장을 유도하여 산림의 이산화탄소흡수량을 증대시키는 사업을 의미한다. 산림경영 사업은 생장이 우수한 수종으로 갱신, 벌기령 연장, 택벌림 경영 등의 경영방식 및 시업체계를 개선하는 유형이 있다. 산림인증을 획득한 산림이나 산림경영계획이 작성되어 있는 산림을 대상으로 수행되고 유형별 개념은 [그림 2-6], [그림 2-7], [그림 2-8]과 같다.



[그림 2-6] 산림갱신을 통한 탄소흡수량 증대



[그림 2-7] 벌기령 연장을 통한 탄소흡수량 증대



[그림 2-8] 택벌림 경영을 통한 탄소흡수량 증대

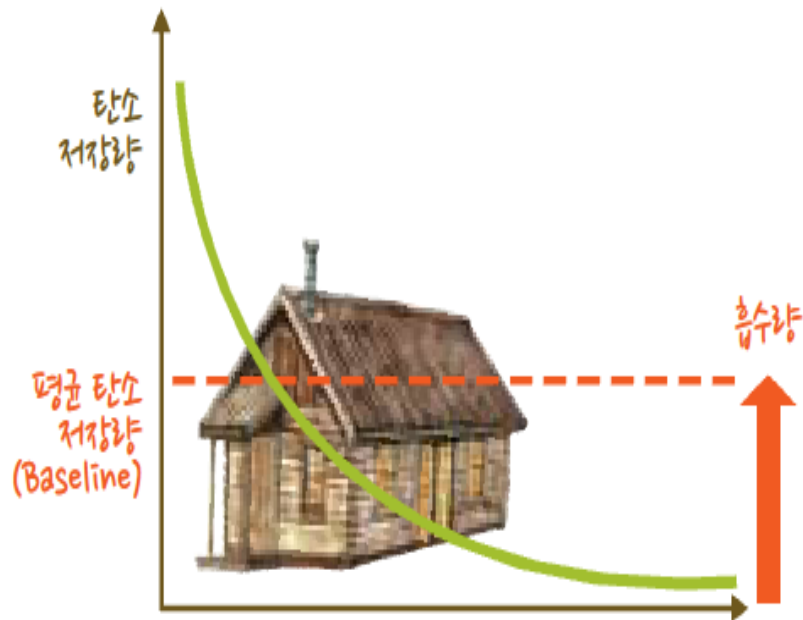
산림경영 사업은 사업기간 동안 줄기, 가지, 잎 등의 지상부 바이오매스와 뿌리 등 지하부 바이오매스의 평균 이산화탄소흡수량에서 베이스라인 흡수량과 이차적 배출량(사업활동에 따른 배출량 및 누출량)을 제외하여 이산화탄소 순흡수량을 산정한다. 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장 변화량은 선택사항으로 사업자가 원하는 경우 포함하고 구체적인 산림경영사업 산정식은 신규조림/재조림과 같다.

### (3) 식생복구 사업

식생복구 사업은 최소 0.05ha 이상의 토지에 산림식생을 조성하여 탄소축적을 늘리는 인위적 활동으로 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제2조 제4호부터 제6호까지의 도시림, 생활림, 가로수를 조성하는 사업을 의미한다. 식생복구 사업의 탄소저장량 산정식은 신규조림/재조림 사업의 탄소저장량 산정식과 같다.

#### (4) 목제품 이용 사업

목제품 이용 사업은 숲가꾸기, 간벌, 주벌의 산림경영활동을 통해 수확된 원목이나 이를 가공하여 생산된 목제품을 이용하는 사업을 의미한다[그림 2-9]. 목제품 이용 사업 참여자는 국내 산림으로부터 합법적인 절차에 의해서 수확된 목재를 이용하여 만든 목제품을 구입 또는 사용하는 최종 소비자를 대상으로 한다.



[그림 2-9] 목제품을 이용한 탄소 저장

목제품은 탄소저장고로서 이산화탄소 흡수기능은 없으나, 목제품 내에 장기간(100년) 동안 저장되는 평균 탄소량을 이산화탄소량으로 환산하여 흡수량을 산정한다. 목제품의 이산화탄소 흡수량 산정에는 아래 식을 이용한다.

$$C_t = \frac{t}{T} \left( \sum_i H_i \times 44/12 \right) - L$$

여기서,  $C_t$  : t 기간 동안 이산화탄소 흡수량( $\text{tCO}_2$ )

$T$  : 100년

$H_i$  : 100년 동안 목제품 유형 i의 평균 탄소저장량( $\text{tC}$ )

$L$  : t 기간 동안 누출량( $\text{tCO}_2$ )

#### (5) 산림바이오매스 에너지 이용 사업

산림바이오매스 에너지 이용 사업은 사용되는 화석연료를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체하여 온실가스배출량을 감축하는 사업이다. 기존 화석연료를 이용하는 온실가스배출량에서 목재펠릿, 목재 칩 등 산림바이오매스 에너지를 이용하는 배출량과 보조 연료 사용 등 사업활동에 따른 배출량, 누출량을 제외하여 이산화탄소 감축량을 산정한다. 산림바이오매스 에너지 이용 사업 참여자는 최종적으로 산림바이오매스 에너지를 사용하여 온실가스 배출량을 저감한 주체를 대상으로 한다. 산림바이오매스 에너지 이용사업의 이산화탄소 흡수량 산정에는 아래 식을 이용한다.

$$C_t = \sum_i (R_i - A_i) - L$$

여기서,  $C_t$  : t 기간 동안 이산화탄소 감축량( $\text{tCO}_2$ )

$R_i$  : t 기간 동안 구획 i의 베이스라인(기존 화석연료) 배출량( $\text{tCO}_2$ )

$A_i$  : t 기간 동안 구획 i의 사업 활동에 따른 배출량( $\text{tCO}_2$ )

$L$  : t 기간 동안 누출량( $\text{tCO}_2$ )



#### (6) 산지전용 억제 사업

산지전용 억제 사업은 산지관리법 제14조의 산지전용 허가 시 부여받은 산림존치 또는 녹지 조성 면적 이상으로 산림을 존치하거나 녹지를 조성하는 사업을 의미한다. 산지전용 억제 사업의 탄소저장량 산정식은 신규조림/재조림 사업의 탄소저장량 산정식과 같다.

#### (7) 복합형 사업

복합형 사업은 신규조림/재조림, 산림경영 등으로 발생한 임목 부산물을 이용하여 산림바이오매스 에너지로 활용하는 사업 또는 신규조림/재조림, 산림경영 등으로 수확한 임목을 이용하여 생산한 목제품을 활용하는 사업을 의미한다. 복합형 사업을 추진하고자 하는 사업자는 각 단위사업(신규조림/재조림, 산림경영, 목제품 이용, 산림바이오매스에너지 이용)에 대한 운영표준을 고려하여 사업을 추진해야 한다.

#### 4) 국내·외 제도 비교

충청남도 산림탄소상쇄사업 활성화를 위하여 국내·외 유사 제도를 부문별 비교하여 고려사항을 제시하였다. 국외 사업에는 청정개발체제(Clean Development Mechanism, 이하 CDM<sup>5)</sup>), VCS(Verified Carbon Standard)<sup>6)</sup>, 일본의 J-credit을 참고하고 국내 사업은 농림축산식품부에서 시행중인 농업탄소상쇄<sup>7)</sup>, 산업통상자원부에서 시행중인 중소기업 온실가스 배출 감축사업<sup>8)</sup>(Korea Voluntary Emission Reduction, 이하 KVER)을 비교하여 사업 특징을 파악하고 도내 산림탄소상쇄사업 활성화를 위한 정책개발에 참고하였다.

현재 산림청에서 운영하는 산림탄소상쇄 사업은 환경부에서 진행 중인 상쇄제도와 차이점이 있으며 산림부분에 특화된 상쇄제도이다. 현재 환경부에서 인정하는 산림부문 상쇄사업은 ‘신규조림/재조림’사업으로 산림청 자체적으로 산림 특화사업을 개발하여 환경부에서 인정하는 상쇄배출권(KCU) 전환이 논의되고 있다. 본 장에서 사용된 산림탄소상쇄제도와 타제도간 비교그림은 2013년 산림청에서 발간된 ‘국내 산림탄소시장 활성화 및 해외배출권 활용 방안 연구’를 인용하였다.

---

5) CDM(Clean Development Mechanism : 청정개발체제) 사업은 전 세계적으로 심화되고 있는 지구 온난화 현상을 완화시키기 위하여 선진국(Annex I 국가)과 개도국(Non-Annex I 국가)이 공동으로 추진하는 온실가스 감축사업이다.

6) IETA, WBCSD(World Business Council for Sustainable Development), WEF(World Economic Forum)와 같은 선도적인 NGO그룹들에 의해 워싱턴 DC에 설립된 비영리 단체로, VCS 프로그램 설립을 통하여 자발적 탄소시장에 대한 투명성과 신뢰성을 제공하며 자발적 감축실적에 대한 품질 보증을 목적으로 설립된다.

7) 농림수산식품부는 녹색농업기술을 활용하고 온실가스 배출을 감축한 농가에게 인센티브를 제공하여 자발적 온실가스 감축활동을 촉진하고자 ‘농업 탄소상쇄사업 시범 운영 규정’을 제정·고시하여 2012년부터 농업탄소상쇄 시범사업을 시행하고 있다.

8) 정부에서는 기업들의 자발적인 온실가스 감축을 활성화하기 위하여 온실가스 감축사업을 등록받고 있으며, 등록 후 온실가스 배출량을 감축하는 기업에게 2007년부터 재정적 인센티브를 제공한다.

### (1) 사업규모

산림탄소상쇄는 별도의 사업 규모에 대한 제한은 없다. 타 제도에서는 사업 규모를 구분하여 차등적인 지원 또는 프로세스를 운영하고 소규모 사업자들의 참여를 장려하고 있다[표 2-2]. 단, 산림탄소상쇄의 사업계획서 작성에서 연간 이산화탄소 순흡수량이 600tCO<sub>2</sub> 이상인 경우, 사업활동에 따른 배출량(이차적 배출량)을 조사하여 산정하도록 하고 있다. 타 도에서 수행된 산림탄소상쇄 사업을 참고하였을 때, 충청남도에서 수행되는 대부분의 산림탄소상쇄 사업은 소규모 사업이 될 것으로 판단된다.

[표 2-2] 제도간 사업규모 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• small scale 사업은 별도 운영됨</li> <li>• 이에 대한 구분은 사업 유형마다 다름</li> <li>• A/R CDM에서 16,000tCO<sub>2</sub>-eq/yr 이하는 소규모 사업으로 구분됨</li> </ul>
	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업 규모에 대한 제약없음</li> <li>• 일반 사업은 300,000tCO<sub>2</sub>-eq/yr 이하임</li> <li>• 큰 사업(Large scale)은 300,000tCO<sub>2</sub>-eq/yr 초과로 구분됨</li> <li>• 사업 규모에 따라 검증 요구 조건 등이 달라짐</li> </ul>
국내	농업탄소상쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모 감축사업(20,000tCO<sub>2</sub>-eq/yr 이하)에 대하여 타당성평가 완화 및 번들형 사업 참여 가능 등의 혜택 제공</li> </ul>
	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모감축사업(100~500tCO<sub>2</sub>-eq/yr), 일반사업(500tCO<sub>2</sub>-eq/yr 이상)으로 구분</li> <li>• 사업 규모가 작은 중소기업에게 검증비용 및 행정서류 작성 컨설팅 비용 일부 지원</li> </ul>

## (2) 사업참여 형태

산림탄소상쇄제도는 사업 형태에 대하여 별도 구분 및 제한은 없으나 타 제도에서 번들링이나 프로그램 사업등 그룹형태의 참여 개념을 이용하여 소규모 사업자들의 참여를 장려하고 있다[표 2-3]. 향후, 사업 형태를 다양화하여 소규모 사업자의 참여 확대방안에 대한 고려가 필요하다.

[표 2-3] 제도간 사업참여 형태 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모 사업은 pCDM과 번들링 사업 등으로 참여 가능</li> <li>• 사업 절차 및 행정비용 등에서 혜택 있음</li> </ul>
	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단체 사업(Grouped project)이 있음</li> <li>• 모니터링 평가시 체계적인 표본을 추출하여 진행</li> </ul>
	J-credit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산림탄소상쇄의 번들링 개념이 있으며 행정비용을 나누어 부담 가능</li> </ul>
국내	농업 탄소 상쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 번들링 사업, 프로그램 사업, 지역단위 사업 등 타당성 평가 절차 간소화 제도가 있음</li> </ul>
	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소규모일 경우 번들링과 p-KCER 사업<sup>9)</sup>으로 진행 가능</li> </ul>

9) p-KCER: 동일한 내용의 감축사업을 묶어서 하나의 사업으로 신청하는 사업

### (3) 사업 시작일 및 유효기간

산림탄소상쇄제도에서 사업 시작일과 관련하여 운영표준은 다음과 같이 제시한다. 2010년 4월 14일(저탄소 녹색성장 기본법 시행일)을 기준으로 ‘사업실행과 관련된 계약일’, ‘사업을 위한 작업 실행 또는 장치 등의 설치 시작일’, ‘사업실행과 관련된 최초 지출을 시작하는 날’ 중 가장 빠른 시점으로 제시한다.

국외 제도중 VCS는 'CDM에 준하는 품질의 크레딧을 발급하되, 제도 참여를 용이하게 하는 것'을 목적으로 하며 CDM에 등록되었으나 인정받지 못하는 등록 이전 사업 실적을 VCS에서 인정받을 수 있도록 하였다. 즉, 사업 실적의 인정 기간을 제도 도입 이전이나 등록 이전 실적의 소급분을 인정하고 있다. 이러한 산림경영 특징을 고려한 제도별 유연한 조치는 장기간 모니터링을 필요로 하여 초반 실적이 발생하지 않는 신규조림/재조림 사업에 적합한 것으로 판단된다[표 2-4]. 현재 도내에는 신규조림/재조림 사업의 사업대상지는 드문 실정으로 향후 조림에서도 대상지의 과거이력 검토가 필요하다.

[표 2-4] 제도간 사업시작일 및 유효기간 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트 실행 경비지출이 일어난 시점</li> <li>등록일 이후로만 설정 가능</li> </ul>
	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 감축의 실제 발생시점</li> <li>AFOLU<sup>10)</sup>는 2002년 1월 1일 이후 사업으로 등록가능</li> </ul>
	J-credit	<ul style="list-style-type: none"> <li>2008년 10월 21일 이후, 설비 갱신 또는 설비도입일 인정</li> <li>2008년 4월 1일 이후만 인정</li> </ul>
국내	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>감축실적이 실제로 발생하는 날부터 감축실정을 산정</li> <li>해당 일자는 등록 신청 일을 기준으로 1년 이내</li> </ul>

10) IPCC 2006 Guideline 4권: Agriculture, Forestry and Other Land Use

#### (4) 검증기관

산림탄소상쇄 운영지침은 검증기관에 대하여 ‘온실가스·에너지 목표관리제의 검증기관 또는 배출권거래제의 검증기관 중 산림탄소센터 장이 지정하는 기관 혹은 임업진흥원’으로 명시하여 해당 기관에서 온실가스감축량 검증이 가능하도록 하였다. 타 제도에서는 검증기관에 제도 고유의 추가적인 자격요건을 설정하여 제도에 적합한 전문성을 겸비한 검증기관이 제도에 참여할 수 있도록 하고 있다. 산림분야에 대한 지식 부족으로 제도 진입이 어려운 검증기관에 게 일정 기간의 교육을 제공하고 검증 자격을 부여하여 전문지식을 겸비한 이해관계자가 제도에 참여하도록 정책적 기반이 마련되어야 한다[표 2-5].

[표 2-5] 제도간 검증기관 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>CDM EB의 결정에 따라, 신청 기관 중 일정 요건이 갖추어졌다고 판단되는 경우 타당성평가와 검증능력을 구분하여 지정</li> </ul>
	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>CDM DOE 등록 기관</li> </ul>
	J-credit	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 14065-certified 기관에서 수행</li> <li>검증심사원에 대한 자격 기준을 별도로 마련</li> </ul>
국내	농업탄소상쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침(환경부고시 제2012-211호)에 따라 지정된 검증기관</li> <li>국제기후변화협약으로부터 인정받은 청정개발체제(CDM; Clean Development Mechanism) 검인증기관(DOE; Designated Operational Entity)</li> <li>온실가스 감축실적 검증 전문기관 지정 및 관리에 관한 규정(지식경제부 고시 제2011-72호)에 따라 지정된 검증기관</li> </ul>
	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>일정 수준의 학력조건 및 경력조건을 갖춘 검증인 중 에너지관리공단(전담기관)에서 주최하는 교육을 수료한 인력</li> <li>상단 인원이 5인 이상 확보 기관이 검증기관으로 인정</li> </ul>

#### (5) 중계인 참여

산림탄소상쇄는 발생하는 크레딧을 산림청에서 전량 구매하기 때문에 사업자에 대한 제한 및 중계인에 대한 규정이 전무한 상황이다. 산림탄소상쇄사업의 특성상 크레딧 발급까지 사업 진행과정에서 전문성이 필요하고 이러한 점은 사업 참여의 높은 장벽이 되고 있다[표 2-6]. 현재 산림탄소상쇄 사업은 사업계획서 작성, 모니터링 보고서 작성, 타당성 평가 대응, 검·인증, 상쇄실적 판매 등 전문성을 요구하는 부분에 대하여 산림탄소상쇄 전문인력이 필요하고 산림청은 ‘산림탄소관리사’양성을 위하여 관련 법률 마련하고 있다.

[표 2-6] 제도간 중계인 참여 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	• 관련사업의 전문 중계인 있음
	VCS	• 관련사업의 전문 중계인 있음
	J-credit	• 동시행자 개념이 있어, 대기업에서 사업비용 등을 지원하고, 중소기업에서 실제 감축 활동을 수행
국내	농업탄소상쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공급자가 사업관리자와 사업수행자로 나뉨</li> <li>• 사업관리자가 수행자들을 대표하여 행정서류 작성 및 검·인증 대응 등을 담당</li> </ul>

## (6) 거래소

탄소흡수원법에서 거래형 산림탄소상쇄제도에 대해 거래소지정이나 설치, 운영 가능성을 제시하고 있으나 현재까지 별도 거래 방안 혹은 장소에 대한 제시는 전무한 상황이다 [표 2-7]. 이것은 발생하는 배출권의 전량을 산림청에서 구매하고 한국거래소 장외시장에서 거래되기 때문이다. 현재와 같이 별도 거래소나 전자 시스템을 구축하지 않는 경우 장기적인 측면에서 산림탄소상쇄 활성화는 어려울 것으로 판단된다. 그러나 지자체 차원의 수요자와 공급자를 연결하는 시스템이 개발되고 이것을 산림청 혹은 산림탄소상쇄 관장 부서에서 인증한다면 도내 산림탄소상쇄 활성화에 높은 기여가 가능할 것으로 판단된다.

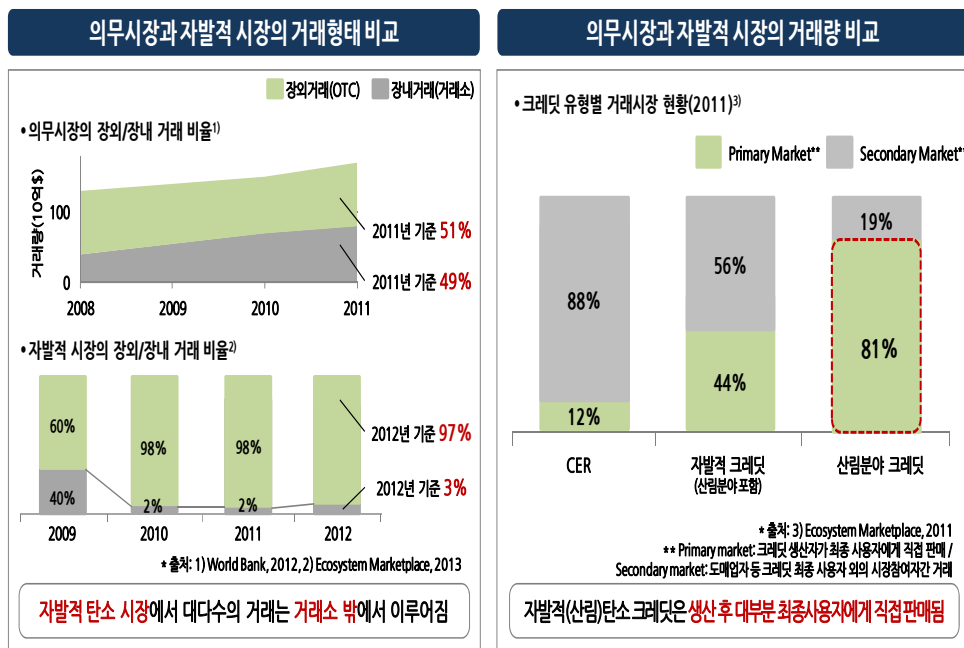
[표 2-7] 제도간 거래소 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	• ECX, Bluenext 등에서 장내거래 및 OTC <sup>11)</sup> 거래
	VCS	• Climex 등에서 장내, 장외 거래 • Markit 등록부에서는 해당 품목을 취급하는 거래소와 별도로 간단한 거래 서비스를 제공
	J-credit	• 제도의 고유 거래시스템 구축
국내	농업탄소 상쇄	• 전량 정부구매로 진행 • 사업자간 별도의 거래 기능 없음
	KVER	• 전량 정부구매로 진행되어 사업자간 별도 거래 기능 없음

11) 정규(법정)거래소 이외의 거래장소를 의미한다.



충청남도에 배출권거래 시스템을 구축하거나 국가 시스템과 연계하는 등 기반 구축을 통해 도내 상쇄배출권 공급자 및 수요자 간 거래정보 공유를 용이하게 하여 거래의 효율성을 높일 수 있다. 자발적 시장에서는 경매 형태의 거래 정보, 거래 플랫폼을 제공하는 대신 등록부를 구축하여 관련 정보의 교환이 가능하다. 국제적으로 산림분야에서 발생한 배출권은 구매자와 생산자를 직접 연결하는 형태의 거래보다 중간자 개입을 통해 거래가 이루어지는 것을 파악할 수 있다[그림 2-10]. 그러나 상쇄제도의 목적은 거래량, 가격보다 배출권거래제도의 유연성 확보 및 활성화 목적이기 때문에 거래량에 대한 정보가 필요한 배출권거래제도 시스템에 대한 필요성은 낮은 것으로 보고되고 있다.



[그림 2-10] 의무적 시장과 자발적 시장의 거래특징 비교<sup>12)</sup>

12) 출처 : 산림청. 2014. 국내 산림탄소시장 활성화 및 해외배출권 활용 방안 연구.

#### (8) 거래규제

산림탄소상쇄제도는 거래 규제나 가격 안정화에 관한 정책은 마련되어 있지 않다. 이것은 상쇄사업을 통해 발생하는 배출권은 산림청에서 전량 구매하기 때문으로 배출권 가격은 한국 거래소에서 고시되는 탄소가격을 적용한다. 국제 자발적 상쇄제도에서 별도의 거래 규제 정책을 마련하지 않으나 배출권거래제 등 의무 제도에서는 배출권 가격의 폭락/폭등 등 시장 불안 정성을 막기 위한 정책이 마련되어 있다. 국내의 농업탄소상쇄와 KVER은 일정가격으로 실적을 전량 정부에서 구매하는 구조이며 국내 배출권거래제는 시장 안정화 정책을 법으로 규정하고 있다[표 2-9].

농업탄소상쇄제도는 제도 설립 목적이 ‘배출권 거래’가 아닌 농촌의 자발적 온실가스 저감 활동을 촉진시키는데 있으므로 저감 실적에 대하여 전량 정부구매 등 인센티브 지급을 하는 정책을 추진하였다. 배출권거래제도에서는 시장 안정화를 위한 적절한 가격조절 정책이 있으나, 상쇄제도는 자발적 시장의 성격상 거래를 강제적으로 규제하기 어렵기 때문에 가격 변화에 대한 능동적인 조절 정책은 전무한 상황이다[표 2-8].

[표 2-8] 의무이행 및 자발적 시장 참여 동기

구분	의무이행 시장	자발적 시장
목적	온실가스 배출량 감소를 통한 국가/지역 감축목표 달성	기업의 사회적 책임이나 홍보
구매동기	온실가스 감축의무의 이행	배출한 온실가스의 자발적 상쇄

[표 2-9] 온실가스 배출권거래제의 시장 안정화 정책

온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률	
법률	시행령
<p><b>제23조(배출권 거래시장의 안정화)</b></p> <p>① 주무관청은 배출권 거래가격의 안정적 형성을 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 또는 해당할 우려가 상당히 있는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 할당위원회의 심의를 거쳐 시장 안정화 조치를 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 배출권 가격이 6개월 연속으로 직전 2개 연도의 평균 가격보다 대통령령으로 정하는 비율 이상으로 높게 형성될 경우</li> <li>2. 배출권에 대한 수요의 급증 등으로 인하여 단기간에 거래량이 크게 증가하는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우</li> <li>3. 그 밖에 배출권 거래시장의 질서를 유지하거나 공익을 보호하기 위하여 시장 안정화 조치가 필요하다고 인정되는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우</li> </ol> <p>② 제1항에 따른 시장 안정화 조치는 다음 각 호의 방법으로 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제18조에 따른 배출권 예비분의 100분의 25까지의 추가 할당</li> <li>2. 대통령령으로 정하는 바에 따른 배출권 최소 또는 최대 보유한도의 설정</li> <li>3. 그 밖에 국제적으로 인정되는 방법으로서 대통령령으로 정하는 방법</li> </ol>	<p><b>제30조(시장안정화조치 기준 등)</b></p> <p>① 법 제23조제1항제1호에서 “대통령령으로 정하는 비율”이란 3배를 말한다.</p> <p>② 법 제23조제1항제2호에서 “대통령령으로 정하는 경우”란 최근 1개월의 평균 거래량이 직전 2개 연도의 같은 월 평균 거래량 중 많은 경우보다 2배 이상 증가하고, 최근 1개월의 배출권 평균 가격이 직전 2개 연도의 배출권 평균 가격보다 2배 이상 높은 경우를 말한다.</p> <p>③ 법 제23조제1항제3호에서 “대통령령으로 정하는 경우”란 최근 1개월의 배출권 평균 가격이 직전 2개 연도의 배출권 평균 가격보다 100분의 60 이상 낮은 경우를 말한다.</p> <p>④ 주무관청은 다른 시장 안정화 조치로는 목적을 달성하기 어렵다고 인정되는 경우 할당위원회의 심의를 거쳐 법 제23조제2항제2호에 따른 배출권 최소 또는 최대 보유한도를 설정할 수 있다. 다만, 시장 안정화 목적이 달성되었다고 인정하는 경우에는 즉시 보유한도 설정을 철회하여야 한다.</p> <p>⑤ 제4항에 따른 배출권의 최소 및 최대 보유한도는 다음 각 호의 구분에 따른 범위에서 정하여야 한다. 다만, 직전 6개월간 배출권 평균 보유량이 2만5천 배출권 미만인 거래 참여자(할당대상업체는 제외한다)의 경우에는 그 최대 보유한도를 달리 정할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 최소 보유한도: 할당대상업체에 할당된 해당 이행연도 배출권의 100분의 70 이상</li> <li>2. 최대 보유한도: 할당대상업체에 할당된 해당 이행연도 배출권(할당대상업체가 아닌 거래 참여자의 경우에는 직전 6개월간 배출권 평균 보유량을 말한다)의 100분의 150 이하</li> </ol> <p>⑥ 법 제23조제2항제3호에서 “대통령령으로 정하는 방법”이란 다음 각 호의 방법을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제36조제2항에 따른 배출권 차입한도의 확대 또는 축소</li> <li>2. 제38조제4항에 따른 상쇄배출권 제출한도의 확대 또는 축소</li> <li>3. 일시적인 최고 또는 최저 배출권 매매가격의 설정</li> </ol>

(9) 배출권거래 연계

현재 산림탄소상쇄제도는 환경부에서 운영 중인 배출권거래제도와 연계가 필요하다[표 2-10]. 국내·외 배출권거래제는 배출권 거래만으로 할당기업별 할당량을 충족하기 위해 외부 감축사업(상쇄 제도 포함)에서 실적을 구매하도록 한다. 향후 도내 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 6개 거래형 사업에 대하여 상쇄배출권(KCU) 전환이 가능하도록 관련 정책이 필요하다.

[표 2-10] 제도간 배출권거래 연계 비교

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>CDM사업에서 발생하는 크레딧(CER)</li> <li>JI사업에서 발생하는 크레딧을 인정</li> </ul>
	J-credit	<ul style="list-style-type: none"> <li>자국 내 탄소중립 인증 제도에서 발생하는 크레딧 인정</li> <li>국가의 배출량 거래제 이용 가능</li> </ul>
국내	농업탄소상쇄	<ul style="list-style-type: none"> <li>별도의 사업보다 환경부에서 시행하는 상쇄제도에 포함됨</li> </ul>
	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지관리공단 탄소중립제도 표준 상쇄방안에서 KCER구입을 통해 온실가스 배출량의 상쇄 선택 가능</li> <li>향후 목표관리제의 조기감축실적으로 인정 예정</li> </ul>

## 제3장 충남 산림 현황 및 특성

### 1. 우리나라 산림면적 및 축적 변화

우리나라의 국토면적은 2010년말<sup>13)</sup> 현재 10,003천ha이며 산림법상 실질적인 산림면적은 6,369천ha로서 국토의 63.7%를 차지하고 있다. 우리나라의 국토면적 대비 산림 면적 비율은 OECD 국가중 핀란드(72.9%), 스웨덴(68.7%), 일본(68.5%)에 이어 네 번째로 높은 비율을 나타내고 있다. 하지만, 국토면적은 지속적으로 증가하는 반면 산림면적은 지속적으로 감소하여 산림면적 비율은 1990년 66.3%에서 63.7%로 점차적으로 감소하는 추세를 나타내고 있다. 현재 전국 산림의 임상분포를 보면 침엽수림 2,581천ha(40.5%), 활엽수림 1,719천ha(27.0%), 혼효림 1,865천ha(29.4%), 죽림·무림목지 204천ha(3.1%)로 침엽수림이 가장 많은 분포를 나타내고 최근 10년간 임상별 산림면적 변동추이에서 침엽수림은 감소하고 활엽수림 및 혼효림 면적은 증가하고 있다.

전국 산림의 소유별 구분에서 사유림은 4,338천ha로 전국 산림의 68.1%를 차지하고 국유림이 1,543천ha(24.2%), 공유림이 488천ha(7.7%)로 2009년도에 비해 국유림이 약 13천ha가 증가한 것으로 조사되었다. 최근 10년간 소유별 산림면적 변동추이에서 사유림은 매년 감소추세를 보이는 반면, 국유림 면적은 산림청의 적극적인 사유림 매입정책에 따라 지속적인 증가 경향을 보이고 공유림은 소폭 감소추세를 나타내고 있다. 임목축적은 국유림 229백만m<sup>3</sup>(28.6%), 공유림 60백만m<sup>3</sup>(7.5%), 사유림 511백만m<sup>3</sup>(63.9%)로서 2009년도에 비해 각각 10.6%, 13.8%, 16.9% 증가된 것으로 나타났으며, 체계적으로 관리되고 있는 국유림의 ha당 임목축적은 148.5m<sup>3</sup>/ha로 사유림 임목축적보다 약 1.3배 높은 것으로 나타났다.

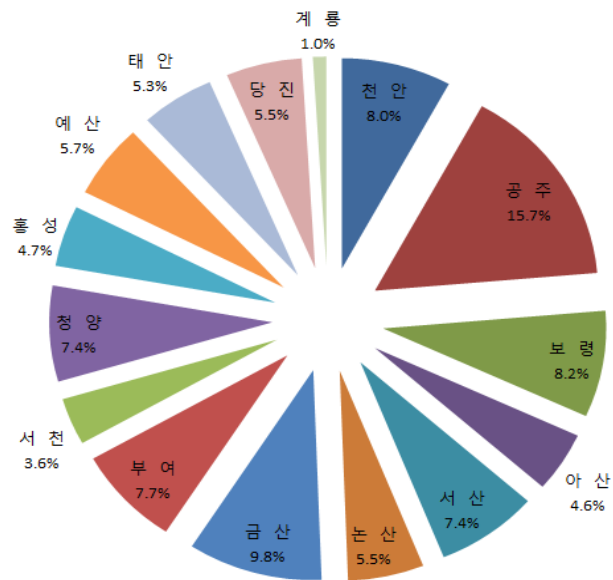
---

13) 우리나라의 산림통계는 5년 간격으로 수행되는 국가산림자원조사(National Forest Inventory, 이하 NFI)를 통해 산정된다. 그러므로 2015년 임업통계연보에서 제공되는 산림면적과 축적량은 2010년의 조사수치이다.

## 2. 충남 산림 현황 및 특성

### 1) 산림면적

충남 산림면적은 437천ha로 전국 산림면적(6,342천ha)의 6.9%, 도 전체면적의 50.7%를 차지하고 있다. 소유별 산림면적은 국유림 31천ha(7%), 공유림 21천ha(5%), 사유림 362천ha(88%)의 분포를 나타내고 도내 15개 시·군의 산림면적비율은 [그림 3-1]과 같다. 공주와 금산에서 가장 높은 산림 비율을 계룡에서 가장 적은 산림 면적을 나타내었다.



[그림 3-1] 충남도내 시·군 산림면적

충청남도의 산림면적은 1990년대부터 지속적인 감소추세이고 우리나라 산림이 감소하는 것과 유사한 경향을 나타내고 있다[표 3-1]. 이것은 우리나라의 도시화, 기후변화 때문으로 산림이 축소되고 있는 것과 유사한 경향이다. 우리나라 산림면적 대비 충청남도 산림면적은 1990년부터 약 7%이고 평균 411천ha 면적을 유지하고 있다.

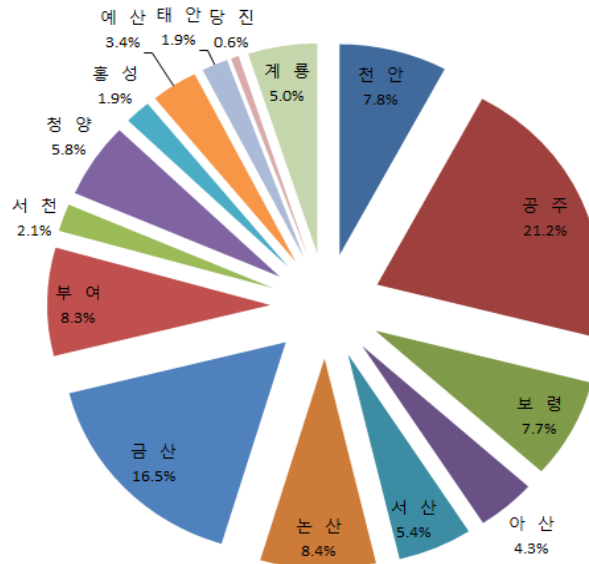
[표 3-1] 우리나라 산림 면적 변화 추이

(단위 : ha)

년도	전국 산림면적	충남 산림면적	전국대비 비율
1990	6,476,030	447,682	6.91%
1991	6,467,665	431,591	6.67%
1992	6,463,764	431,161	6.67%
1993	6,459,834	393,194	6.09%
1994	6,455,550	430,053	6.66%
1995	6,451,885	429,912	6.66%
1996	6,447,936	429,025	6.65%
1997	6,441,304	445,342	6.91%
1998	6,436,304	444,881	6.91%
1999	6,430,001	444,443	6.91%
2000	6,422,128	443,493	6.91%
2001	6,415,920	442,887	6.90%
2002	6,411,893	442,354	6.90%
2003	6,406,332	441,910	6.90%
2004	6,400,301	441,544	6.90%
2005	6,393,949	441,066	6.90%
2006	6,389,393	440,428	6.89%
2007	6,382,449	439,810	6.89%
2008	6,374,875	439,052	6.89%
2009	6,370,304	438,673	6.89%
2010	6,368,843	437,851	6.87%
2011	6,347,783	437,851	6.90%
2012	6,339,881	437,851	6.91%
2013	6,339,368	437,851	6.91%
2014	6,342,194	437,851	6.90%

## 2) 산림축적

충청남도 산림의 입목 축적은 48,043천m<sup>3</sup>로 국유림 3,900천m<sup>3</sup>, 공유림 2,118천m<sup>3</sup>, 사유림 42,025천m<sup>3</sup>로 구성되고 ha당 평균 입목축적은 109.73m<sup>3</sup>(국유림 118, 공유림 102, 사유림 109)로 전국(125.62m<sup>3</sup>) 평균의 87%의 수준을 나타내고 도내 산림의 연도별 면적은 감소하고 있으나 연간 성장량이 벌채량을 초과하여 산림축적은 지속적으로 증가할 것으로 판단된다. 이에 따라, 증가하는 벌채량에 맞추어 도내 목재생산은 증가할 것으로 예상된다. 도내 시·군별 산림축적은 공주와 금산에서 가장 높은 것으로 조사되었으며 충남의 주요 공업단지인 당진에서 가장 낮은 산림축적률을 나타내었다[그림 3-2].



[그림 3-2] 충청남도내 시·군 입목축적



### 3) 영급구조

충남 산림은 III~IV영급이 대부분(66%)을 차지하는 불균형적인 영급구조로 향후 노령림으로 편중이 심화되는 구조를 보일 것으로 전망되고 III영급 이하 49%, IV영급 32%, V영급 이상 15%, 무입목지 4%의 분포를 나타내고 있다. III, IV영급이 대부분을 차지(67%)하는 현재 영급구조는 향후 2050년에는 VII영급 이상이 70%를 차지할 것으로 전망된다.

### 4) 충남 산림 특성

충남 산림탄소상쇄의 잠재량을 분석하기 위하여 이용한 산림축적 자료는 임업통계연보(2015)의 자료를 이용하여 지역별 산림축적자료를 제시하였다. 충남 산림면적은 437천ha로 충남 면적의 약 50.73%이고 우리나라 산림의 6.9%로 9개권역 중 7번째<sup>14)</sup>이다.

도내 시군에 분포하는 임상별 산림축적은 [표 3-2]와 같다. 전국에서 7번째로 높은 산림면적으로 공주, 금산에서 높은 축적을 나타내고 최근 진행된 산업화, 도시화로 충남의 산림은 전체적으로 줄어드는 추세이다. 입목축적은 54,392,745m<sup>3</sup>이고 ha당 117.1m<sup>3</sup>/ha으로 전국평균(142.2m<sup>3</sup>/ha)에 비해 낮은 수치이다. 침엽수림 41%, 활엽수림 29%, 혼효림 25%로 전국평균과 유사한 임상비율을 나타내고 있다. 충청남도의 산림은 높은 해발고의 산보다 언덕 형태의 구릉형 산지가 대부분으로 산림경영에 용이하고 목재생산에 유리한 특성이 있다.

---

14) 9개 권역(경기권, 강원권, 충북권, 충남권, 전북권, 전남권, 경북권, 경남권, 제주권)

[표 3-2] 충남 도내 임상별, 시도별 산림축적

(단위 : m<sup>3</sup>)

구분	합계	침엽수림	활엽수림	혼효림
충청남도	48,043,211	22,019,966	13,066,964	12,956,281
천안시	3,841,062	1,334,759	1,626,687	879,616
공주시	7,694,942	2,616,772	2,410,665	2,667,505
당진시	2,325,891	982,846	583,076	759,969
보령시	3,539,431	1,450,540	1,044,601	1,044,290
아산시	2,217,763	876,690	734,932	606,141
서산시	3,366,181	1,646,483	866,686	853,012
논산시	2,609,842	1,110,295	745,571	753,976
계룡시	463,658	141,609	121,034	201,015
금산군	4,410,952	2,365,682	1,219,171	826,099
부여군	3,471,277	1,674,924	785,171	1,011,182
서천군	1,537,500	992,762	239,895	304,843
청양군	3,713,170	2,143,168	487,484	1,082,518
홍성군	2,010,443	1,173,933	266,046	570,464
예산군	2,592,290	1,193,945	599,128	799,217
태안군	2,186,071	1,504,616	457,952	223,503

### 3. 충남 산림바이오매스 자원량

본 연구는 충남의 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 사업유형별 잠재력을 평가하고 활성화 전략을 제시하는데 목적이 있다. 사업유형별 잠재력을 평가하기 위하여 산림내 저장된 바이오매스량 산정이 선행되어야 한다. 이것을 기반으로 탄소, 이산화탄소저장량을 산정해야한다.

이산화탄소저장량 평가 전 충남 산림에 저장된 바이오매스를 산정하고 실제 이용가능한 바이오매스를 추정하였다. 산림내 바이오매스 평가는 3가지로 구분된다. 첫 번째, 이론적 바이오매스는 충남에 분포하는 전체 산림에 저장된 바이오매스로 실제 이용은 불가능하고 이론적으로 존재하는 양이다. 두 번째, 지리적 바이오매스는 이론적 바이오매스에서 임도를 통해 실제적으로 접근이 가능한 산림에 분포하는 바이오매스이다. 세 번째, 기술적 바이오매스는 지리적 바이오매스에서 현재의 기술수준으로 수집이 가능한 자원량을 나타낸다[표 3-3]. 본 장에서 정의된 개념적 용어와 수치는 2014년 국립산림과학원에서 발간된 ‘한국의 산림 바이오매스 자원량 및 지도(map)’를 참고하였다.

[표 3-3] 산림바이오매스 정의적 구분

정의	(타)에너지부분	산림부분
이론적 바이오매스 자원량	우리나라에 존재하는 에너지 총량. 자원조건과 기후조건을 고려한 가장 상위 잠재량 개념	충남 산림에 저장된 바이오매스 에너지 자원량
지리적 바이오매스 자원량	활용을 위한 설비가 입지 가능한 지리적 여건을 고려한 에너지 잠재 량	사업지 <sup>15)</sup> 의 연간 바이오매스 잠재량
기술적 바이오매스 자원량	기술 수준으로 산출될 수 있는 에너지 잠재량	사업지의 연간 바이오매스 성장량중 뿌리와 잎을 제외한 바이오매스 잠재량

15) 산림지중 간벌, 시비, 가지치기 등 경영활동 가능 지역

## 1) 이론적 자원량

도내 산림의 총 바이오매스 자원은 47백만톤이고 임상별로 침엽수 17백만톤, 활엽수 17백만톤, 혼효림 13백만톤의 분포를 나타내고 있다[표 3-4]. 지역별로는 산림축적량에 비례하여 공주와 금산에서 가장 많은 바이오매스량을 나타내었다. 이론적 바이오매스인 총 바이오매스 자원량은 축적(stock)의 개념으로 산정된 자원량을 모두 이용한다는 것은 불가능하고 축적에 탄소전환계수(Carbon Fraction factor)를 곱하여 탄소량으로 전환된다.

[표 3-4] 충남 산림의 바이오매스 총저장량

(단위: ton)

구분	합계	침엽수림	활엽수림	혼효림
충청남도	47,866,872	17,348,344	17,090,129	13,428,398
천안시	4,090,778	1,051,585	2,127,525	911,669
공주시	7,979,201	2,061,614	3,152,881	2,764,707
당진시	2,324,591	774,331	762,598	787,662
보령시	3,591,367	1,142,802	1,366,221	1,082,343
아산시	2,280,134	690,697	961,209	628,228
서산시	3,314,799	1,297,175	1,133,528	884,095
논산시	2,631,316	874,742	975,124	781,450
계룡시	478,205	111,566	158,299	208,340
금산군	4,314,534	1,863,793	1,594,539	856,201
부여군	3,394,527	1,319,582	1,026,916	1,048,029
서천군	1,411,851	782,144	313,756	315,951
청양군	3,448,025	1,688,487	637,575	1,121,964
홍성군	1,864,088	924,879	347,958	591,251
예산군	2,552,577	940,645	783,593	828,340
태안군	2,016,003	1,185,406	598,950	231,647

## 2) 지리적 자원량

본 연구는 지리적인 접근이 가능한 개념보다 대표적인 산림활동인 간벌등 실제 사업이 이루어지는 산림지인 ‘사업지’에서의 바이오매스를 지리적 바이오매스로 제시하였다[표 3-5]. 지리적 바이오매스는 이론적 바이오매스와 유사한 경향을 나타내고 이러한 결과는 시·군별 간벌을 위한 기반시설인 임도 길이가 유사하기 때문이다.

[표 3-5] 사업지 연간 바이오매스 생장량

(단위: ton/yr)

구분	합계	침엽수림	활엽수림	혼효림
충청남도	1,772,127	642,270	632,711	497,146
천안시	151,449	38,932	78,765	33,752
공주시	295,406	76,325	116,726	102,355
당진시	86,061	28,667	28,233	29,161
보령시	132,960	42,309	50,580	40,071
아산시	84,415	25,571	35,586	23,258
서산시	122,720	48,024	41,965	32,731
논산시	97,417	32,385	36,101	28,931
계룡시	17,704	4,130	5,861	7,713
금산군	159,733	69,001	59,033	31,698
부여군	125,672	48,854	38,018	38,800
서천군	52,270	28,957	11,616	11,697
청양군	127,653	62,511	23,604	41,537
홍성군	69,012	34,241	12,882	21,889
예산군	94,502	34,825	29,010	30,667
태안군	74,636	43,886	22,174	8,576

### 3) 기술적 자원량

기술적 바이오매스 자원은 실제 산림 현장에서 기술적으로 채취하여 이용가능한 바이오매스 자원량을 의미한다. 입목의 뿌리는 많은 경비와 노력이 소비되어 실제 채취하여 이용은 불가능한 실정으로 기술적 바이오매스 산정에서 뿌리, 잎 부분은 제외하였다[표 3-6].

[표 3-6] 사업지 연간 바이오매스 생장량(뿌리제외)

(단위: ton/yr)

구분	합계	침엽수림	활엽수림	혼효림
충청남도	1,355,518	878,302	865,403	688,425
천안시	115,135	30,463	58,868	25,804
공주시	225,214	59,722	87,239	78,253
당진시	65,826	22,431	21,101	22,294
보령시	101,543	33,105	37,803	30,635
아산시	64,386	20,009	26,596	17,782
서산시	93,965	37,577	31,364	25,024
논산시	74,440	25,340	26,981	22,118
계룡시	13,509	3,232	4,380	5,897
금산군	122,346	53,992	44,120	24,234
부여군	96,305	38,227	28,414	29,664
서천군	40,282	22,658	8,682	8,943
청양군	98,311	48,913	17,641	31,756
홍성군	53,155	26,793	9,628	16,735
예산군	72,377	27,249	21,682	23,446
태안군	57,469	34,340	16,573	6,557

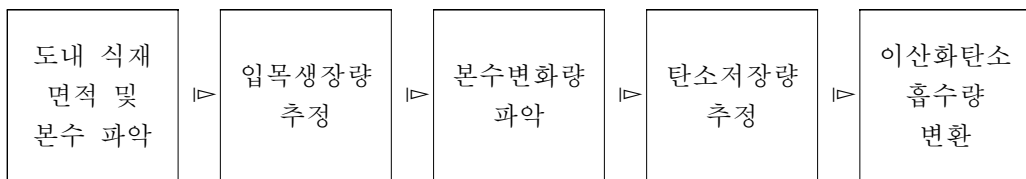
## 제4장 충남 산림탄소상쇄 잠재력

충청남도내 산림의 산림탄소상쇄 잠재력을 평가하기 위하여 산림청에서 제시하는 7개 사업 유형별(신규조림/재조림, 산림경영, 식생복구, 목제품이용, 산림바이오매스 에너지이용, 산림 전용 억제, 복합형) 잠재력을 평가하였다. 평가는 산림부분 국가승인통계인 임업통계연보를 이용하되, 잠재력 평가가 가능한 사업에 대하여 관련 자료를 수집하였다.

산림탄소상쇄사업은 사업시작일이 2010년 4월 14일(저탄소 녹색성장 기본법 시행일) 이후 추진된 사업에 대하여 등록이 가능하므로 2011년 이후 임업통계연보를 참고하여 사업별 관련 통계자료를 구축하고 ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준’에서 제시하는 탄소 및 이산화탄소저장량을 산정하였다. 본 연구는 도내 산림의 산림탄소상쇄사업 등록가능 여부보다 사업별 수행된 산림경영활동에 대하여 이산화탄소흡수량을 제시하는 데 목적이 있으므로 실제 산림탄소상쇄 사업 등록은 타당성 검토가 필요하다.

### 1. 신규조림/재조림

신규조림/재조림 사업을 통해 식재된 입목의 이산화탄소저장량 및 변화량을 추정하기 위하여 도내 식재본수와 면적, 임령에 따른 입목재적변화량, 단위면적당 본수변화량, 수종별 탄소배출계수(목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리함량비) 정보가 필요하고 신규조림/재조림 사업의 이산화탄소저장량 산정 절차는 [그림 4-1]과 같다.



[그림 4-1] 신규조림/재조림 이산화탄소변화량 산정절차

충청남도에 식재된 수종별 본수와 면적을 파악하기 위하여 2011년 이후 임업통계연보의 임상별 식재, 면적정보를 참고하였다[표 4-1, 표 4-2]. 도내 침엽수 조림은 면적과 본수에서 지속적인 감소추세를 나타내며 가장 많은 식재본수를 나타낸 수종은 소나무이고 편백은 높은 증가추세를 나타내고 있다. 이러한 결과는 도내 기후변화에 따라 충청남도 식재적합 수종은 남부지역 주요 수종인 편백으로 변화하고 있기 때문이다[표 4-1].

[표 4-1] 충남 침엽수 조림 실적

(단위 : 면적(ha); 본수(1,000본))

연 도	합계		소나무		잣나무		낙엽송		삼나무		편백		해송		기타	
	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수
2010	1421	3288	643	1391	228	595	50	110	9	25	30	64	326	796	136	307
2011	1282	2642	738	1135	150	382	73	210			5	6	172	457	144	452
2012	1179	2599	666	1255	133	385	34	100			64	116	134	346	148	397
2013	1132	2532	601	1176	30	71	57	165			97	259	125	334	222	527
2014	1274	2750	722	1365	34	65	50	138			173	373	128	360	169	450

[표 4-2] 충남 활엽수 조림 실적

(단위 : 면적(ha); 본수(1,000본))

연 도	합계		고로쇠		느티나무		벚나무		상수리		자작나무		기타	
	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수	면 적	본 수
2010	1801	3457	2	3	105	282	16	12	139	397	109	312	1430	2452
2011	1846	3950	26	63	120	305	5	9	175	299	17	49	1503	3225
2012	1473	3338	1	1	92	275	10	4	195	497	17	51	1158	2510
2013	1348	2805	1	1	27	81	3	1	175	374	6	16	1136	2333
2014	1392	3312	1	1	87	257	8	1	323	941	7	22	966	2092



활엽수 식재면적과 본수는 2010년부터 평균 1,600ha의 면적에서 약 3,200천본이 식재되었다. 식재되는 면적 감소에 비해 본수 감소는 적은 것으로 조사되었다. 이것은 임업통계연보에서 제시하지 않는 기타수종의 식재 때문으로 판단된다. 충남의 활엽수 조림은 참나무류인 상수리나무 식재는 증가하고 자작나무의 식재 비율은 감소하는 추세이다[표 4-2].

임령에 따른 입목의 생장 변화를 추정하기 위하여 chapman-richards 모형<sup>16)</sup>과 본수변화량을 파악하기 위하여 allometric 모형<sup>17)</sup>을 이용하였다. 수종별 임령에 따른 재적과 본수정보는 ‘입목재적·바이오매스 및 입분수확표(산림청, 2012)’의 입분수확표를 참고하여 추정된 모수는 [표 4-3]과 같다. 수종별 추정된 모형의 적합도(fit index)는 92%이상 높은 적합도를 나타내어 임령에 따른 재적과 본수 추정에 사용이 적합한 것으로 판단된다.

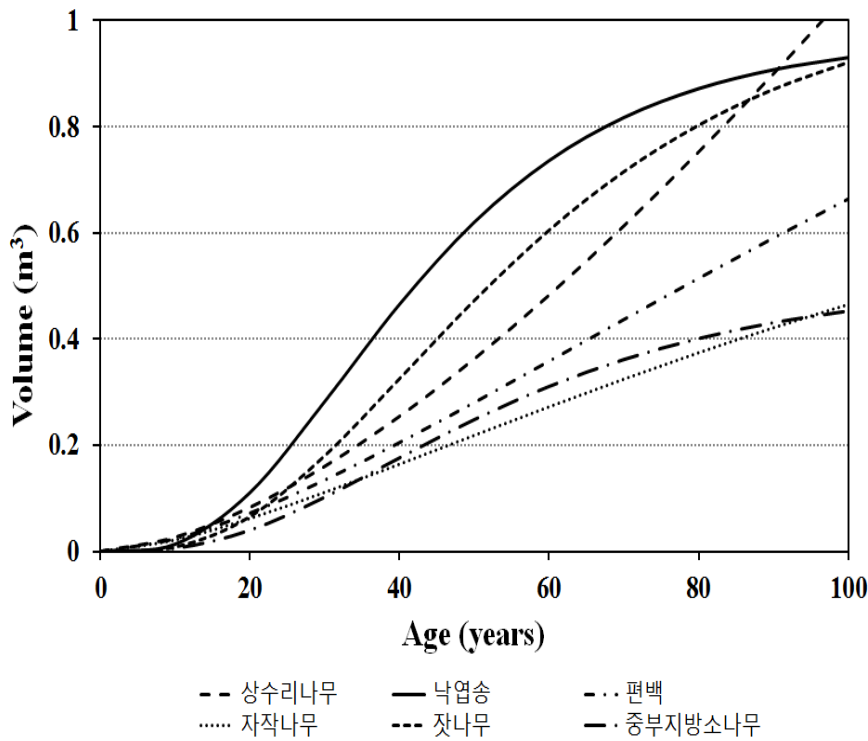
[표 4-3] 수종별 생장 및 고사모형 모수

수종	chapman-richards 모형			allometric 모형	
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
굴참나무	1.421	0.010	1.822	20767.606	-0.829
낙엽송	0.970	0.046	4.311	156507.571	-1.565
상수리나무	15.260	0.002	1.671	6873.510	-0.586
자작나무	0.915	0.010	1.649	10530.629	-0.655
잣나무	1.058	0.033	3.878	44272.620	-1.136
중부지방소나무	0.510	0.034	3.655	25778.267	-0.867
편백	1.735	0.008	1.708	7968.637	-0.543

16) chapman-richards model form:  $V = a_0[1 - \exp(-a_1A)]^{a_2}$ , where V=volume;  $a_{0,1,2}$  =parameter of this model; A=age.

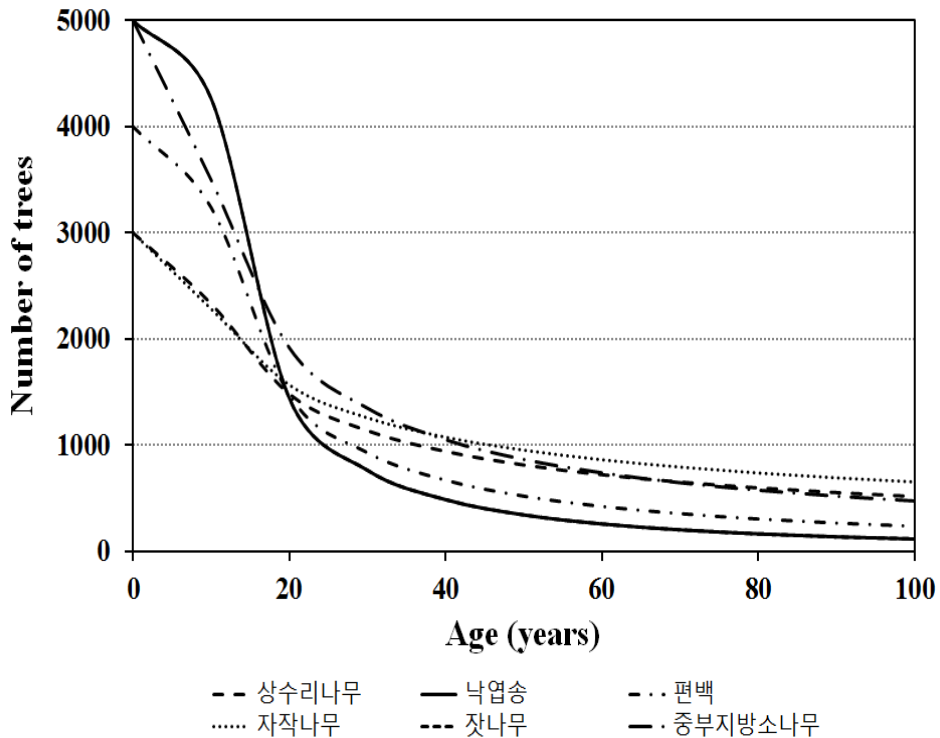
17) allometric model form:  $N = b_0A^{b_1}$ , where N=number of trees;  $b_{0,1}$  =parameter of this model; A=age.

[표 4-2]를 이용하여 추정한 임령에 따른 수종별 재적과 본수는 [그림 4-2, 그림 4-3]과 같다. 대부분의 수종에서 임목생장에 관한 선행연구와 같은 S자형곡선(Sigmoid curve)을 나타내어 본 연구에 적용이 가능하다[그림 4-2]. 임업통계연보에서 식재정보를 제공하는 수종은 기타수종을 제외한 11종으로 산림청에서 제공하는 임분수확표에는 부족한 수종 정보가 있다. 그러므로 종간 유사성, 선행연구를 참고하여 삼나무는 편백 정보를 해송 및 기타수종은 중부지방소나무 정보를 참고하였다.



[그림 4-2] 임목수확표를 이용한 주요수종의 임령과 재적생장

임령에 따른 본수변화를 파악하기 위하여 추정된 모수를 적용한 수종별 본수정보는 [그림 4-3]과 같다. 초기 식재본수는 ‘산림의 기능별 숲가꾸기 기술’을 참고하되, 추정된 모수를 이용하여 임령에 따른 본수를 추정하였다[표 4-3]. 낙엽송, 중부지방소나무, 낙엽송은 ha당 5천본, 잣나무 ha당 4천본, 상수리나무, 자작나무, 편백은 ha당 3천본을 적용하였다.



[그림 4-3] 임목수확표를 이용한 주요수종의 임령과 본수

임업통계연보에서 수집된 수종별 식재정보는 임분수확표를 기반으로 추정된 모형을 이용하여 임령에 따른 본수와 재적량을 산정하였다. 추정된 정보의 탄소량 전환을 위하여 탄소배출계수가 필요하고 본 연구는 국가온실가스종합정보센터에 보고된 수종별 탄소배출계수를 이용하여 이산화탄소흡수량으로 전환하였다. 본 연구에서 사용된 수종별 탄소배출계수는 [표 4-4]와 같다.

[표 4-4] 주요 수종별 탄소배출계수

임상	수 종	목재기본밀도	바이오매스확장계수	뿌리함량비
침엽수	중부지방소나무	0.47	1.41	0.25
	낙엽송	0.45	1.34	0.29
	리기다소나무	0.5	1.33	0.36
	해송	0.48	1.52	0.29
	갯나무	0.41	1.74	0.28
	삼나무	0.35	1.31	0.23
	편백	0.43	1.35	0.2
	기타 침엽수	0.46	1.43	0.27
활엽수	굴참나무	0.72	1.34	0.32
	상수리나무	0.72	1.45	0.31
	신갈나무	0.66	1.6	0.39
	줄참나무	0.66	1.55	0.43
	불가시나무	0.83	1.7	0.19
	기타 활엽수	0.68	1.51	0.36

식재된 수목의 30년간 생장을 가정하였을 때, 충남에 식재된 조림자료를 바탕으로 산정된 연도별 탄소저장량과 이산화탄소흡수량은 [표 4-5]와 같다. 연도별 흡수량정보는 식재된 입목의 연도별 이산화탄소흡수량으로 숲가꾸기, 간벌 등 경영활동으로 변화가 가능하지만 평균적인 흡수량 변화는 적을 것으로 판단된다. 침엽수에 비해 활엽수에서 높은 흡수량을 나타내는 것은 활엽수의 탄소배출계수가 높기 때문으로 임상별 탄소저장량 비교에 관한 선행 연구와 유사한 결과이다[표 4-5]. 2013년에서 연간 이산화탄소흡수량이 감소하는 것은 식재본수가 감소하였기 때문이다.

[표 4-5] 도내 조림지의 연간 탄소저장량과 이산화탄소흡수량

년도	탄소(tC)			이산화탄소(tCO <sub>2</sub> )		
	계	침엽수	활엽수	계	침엽수	활엽수
2010	3,702	1,199	2,504	13,575	4,395	9,180
2011	3,652	923	2,729	13,391	3,384	10,007
2012	3,414	944	2,470	12,519	3,462	9,058
2013	2,983	939	2,044	10,939	3,443	7,496
2014	3,795	1,047	2,748	13,917	3,840	10,076

※제시된 탄소저장량, 이산화탄소흡수량은 입목의 식재시부터 30년까지의 연도별 흡수 가능량이다.

충청남도에서 신규조림/재조림 사업발굴을 통해 산정 가능한 탄소저장량은 평균 3,510tC으로 이것을 이산화탄소저장량으로 환산하면 평균 12,868tCO<sub>2</sub>의 계산이 가능하다[표 4-6]. 이것은 충청남도 이산화탄소배출량(2007년 기준, 발전부문 배출량 제외) 41,036,591tCO<sub>2</sub> eq의 0.031%이고 농림수산업부분 배출량인 1,785,585tCO<sub>2</sub> eq의 0.721%의 수치이다. 그러나 산림탄소상쇄 사업은 단위사업별 등록되어 실제 등록 가능 여부는 구축된 자료의 실제 사업별 이력정보와 과거 토지이력<sup>18)</sup>에 관한 검토가 필요하다. 또한, 본 연구에서 제시된 이산화탄소 흡수량은 이론적으로 산정 가능한 최대량으로 실제 사업등록 후 도내 온실가스배출량에 기여하는 정도는 연구를 통해 파악이 가능하다. 산림탄소상쇄 신규조림/재조림의 활성화를 위하여 사업 가능지역을 DB로 구축하여 사업참여를 희망하는 기업, 개인에게 정보를 제공하고 연결하는 시스템 연구가 필요하다.

[표 4-6] 신규조림/재조림 사업의 연간 이산화탄소흡수량

산림바이오매스 탄소흡수량	3,510	tC
고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량 (선택)	0	tC
총 탄소흡수량 (c=a+b)	3,510	tC
베이스라인 흡수량	0	tC
사업활동에 따른 배출량	0	tCO <sub>2</sub>
누출량	0	tCO <sub>2</sub>
이산화탄소 순흡수량 ( $g=(c-d)*44/12-e-f$ )	12,868	tCO <sub>2</sub>

18) 신규조림 사업 조건은 해당 토지가 과거 50년간 산림이 아닌 토지로 유지되어야 하며, 재조림은 20년간 비(非)산림으로 유지된 토지이어야 한다.

본 연구는 산림탄소상쇄 신규조림/재조림 사업의 도내 적용가능성을 평가하여 30년간 연평균 12,868tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소흡수가 가능한 것으로 조사되었다. 그러나 운영표준에서 제시하는 신규조림/재조림 대상지의 전제 조건으로 신규조림은 과거 50년, 재조림은 20년간 산림이 아닌 토지로 유지되어야 한다. 그러나 임업통계연보에서 제공하는 조림 정보는 임분 갱신을 위한 조림이 대부분이고 실제 우리나라 산림에서 사업대상지 조건을 만족하는 지역은 적은 것으로 보고되고 있다. 그러므로 실제 도내 신규조림/재조림 사업의 잠재력 평가를 위하여 사업대상지의 과거 이력에 대한 조사가 필수적으로 선행되어야 한다. 향후, 신규조림/재조림 사업의 가능 여부를 판단하기 위하여 충청남도의 특징을 반영하는 네가지 토지유형에 대한 검토가 필요하다.

첫 번째로, 기 조림지중 과거 이력이 유희지<sup>19)</sup>(혹은 휴경지) 여부에 대한 검토가 필요하다. 유희지 조림은 신규조림보다 재조림의 가능성이 높기 때문에 토지 이력을 검토하고 사업 타당성 평가가 필요하다. 두 번째로, 과거 초지 사용을 위해 도·사·군에서 대부분 토지의 조림 사례에 대한 검토 및 발굴이 필요하다. 혹은 현재 지목상 초지로 되어 있지만 방치되고 있는 토지에 대한 검색 및 조림사업 시행이 필요하다. 세 번째로, 충청남도는 서해안이 인접하는 지정학적 위치에 있으므로 간척지 조림에 대한 파악이 중요하다. 간척지를 대상으로 산림이 조성되는 경우 관련 지침에 따라 신규조림의 가능성이 크다. 마지막으로 사대강 사업에 따라 조성된 수변 녹지에 대한 식재이력을 파악하고 신규조림 등록 가능성 판단이 필요하다. 충청남도에는 대표적인 사대강 사업지중 금강이 있으며 사업에 따라 조성된 녹지면적에 대한 이력조사가 필요하다.

---

19) 이전 국토이용관리법에서 유희지 요건으로 첫째 토지 취득 후 2년 이상 방치되어 있는 토지, 둘째 토지의 이용에 관한 계획상 개발을 특히 촉진할 필요가 있는 토지, 셋째 ① 도시계획구역에서 1,000㎡(읍·면 도시계획구역은 1,200㎡), ② 시가화조정지구(市街化調整地區) 내에서는 800㎡(인구 50만 이상의 시는 1,000㎡), ③ 이상의 구역 외에서는 1,500㎡, 농지는 1,000㎡, 임야는 1만 3200㎡(경사 30° 이상의 임야는 3만 ㎡) 이상의 면적을 가진 토지, 넷째 ① 토지가 본래의 용도에 쓰이지 않고 있는 토지, ② 토지의 이용이 주변 유사용도에 비하여 현저히 뒤떨어진 토지, ③ 도시구역 내의 건축가능지로서 지상정착물의 면적이 건축가능 최대면적의 1/7에 미달하는 경우 등을 유희지로 본다.

이상에서 제시한 네가지 토지유형에 대하여 조림실적이 존재하거나 예정되어 있다면 도내 산림탄소상쇄 사업중 신규조림/재조림에 대한 정도 높은 잠재량 평가가 가능할 것으로 판단된다. 본 연구에서 제시한 산림탄소상쇄 신규조림/재조림 사업의 이산화탄소흡수량은 임업통계 연보상 조림실적 정보에 근거하여 산정한 최대 이산화탄소흡수량으로 실제 흡수가능량과 차이가 있다. 그러나 본 연구를 통해 제시한 조림된 지역에 대한 과거 토지정보(사대강 수변주변, 간척지, 초지, 유휴지)가 DB화되고 현재 임상도와 매칭이 된다면 향후 충청남도 산림탄소상쇄 사업의 활성화 및 잠재 참여자에게 유용한 정보가 될 것이다.



## 2. 산림경영

도내 산림경영 사업의 이산화탄소흡수량 평가를 위하여 2011년 이후 임업통계연보내 조림지 및 숲가꾸기, 산림경영계획 작성현황을 조사하였다[표 4-7, 표 4-8]. 산림탄소상쇄 운영표준에서 제시하는 산림경영 사업가능 조건은 산림인증을 획득한 산림이나 산림경영계획이 작성되어 있는 산림을 대상으로 한다. 충남 산림에서 산림인증(FSC인증)을 획득한 산림은 없으므로 산림경영계획서가 작성된 산림이 사업대상지가 된다. 산림탄소상쇄 산림경영 사업이 가능한 산림경영계획이 작성된 산림 면적은 도내 산림면적의 약 48%이고 대부분은 국유림, 민유림으로 구성되어 있다. [표 4-7]에서 산림경영계획서가 작성된 면적은 기 작성된 산림면적을 포함하는 것으로 평균 174,890ha가 산림탄소상쇄 사업대상지가 된다.

[표 4-7] 충남 산림경영계획 작성현황

(단위: ha)

연도	산림경영계획 작성대상 면적				
	합계	대상	작성	작성율	미작성
2010	409,294	409,294	230,071	56	179,223
2011	404,864	394,299	173,648	44	220,651
2012	382,043	382,043	156,897	41	225,146
2013	382,043	315,040	155,932	49	159,108
2014	382,043	315,040	157,901	50	157,139

산림탄소상쇄 산림경영 사업면적을 파악하기 위하여 임업통계연보에서 제시하는 ‘조림지 및 숲가꾸기 현황’을 수집하였다[표 4-8]. 산림경영사업의 유형별(산림 갱신, 벌기령 연장, 택벌림 경영) 등록 가능성이 있는 산림사업으로 ‘큰나무가꾸기’가 있다. 2010년부터 현재까지 수행된 ‘큰나무가꾸기’면적은 96,557ha이고 산림경영계획작성 면적의 약 55%이다.

[표 4-8] 충남 조림지 및 숲가꾸기 현황

(단위: ha)

연도	조림지숲가꾸기			어린 나무 가꾸 기	큰나무가꾸기				기타
	계	풀베 기	덩굴 제거		계	숙아 베기	천연 림보 육	공익 림가 꾸기	
2010	13,849	11,765	2,084	1,360	28,407	8,884	19,523		10,996
2011	12,627	10,862	1,765	787	26,935	13,075	13,860		8,928
2012	9,797	8,601	1,196	1,081	19,473	11,449	8,024		10,550
2013	10,391	7,653	2,738	1,392	12,889	5,940	5,587	1,362	6,951
2014	9,923	8,568	1,355	3,630	8,853	4,759	1,913	2,181	2,024

임업통계연보상의 관련 자료를 수집하고 분석하였을 때, 현재는 사업 등록가능 면적추정이 가능하고 구체적인 이산화탄소흡수량 산정은 불가능하다. 본 연구를 통해 제시 가능한 산림탄소상쇄 산림경영 사업의 대상면적은 96,557ha이고 이중에서 실제 산주 혹은 지자체가 관행적 방식이 아닌 탄소흡수원 유지 및 증진 목적으로 수행된 사업에 대한 검토가 필요하다. 산림탄소상쇄 산림경영 사업은 법적으로 산림경영이 가능한 산림을 대상으로 하여 도내 민유림면적에서 시업제한지를 제외한 면적을 대상으로 가정할 수 있다.

우리나라는 체계적이고 전문적인 산림경영을 위해 2012년에 국유림을 대상으로 5~6천ha 규모의 6개 경영단지를 지정하고 경영전문관을 선발하여 종묘에서 벌채·이용까지 관리하는 책임경영제도를 도입하고 운영 중에 있다. 2013년부터 사유림의 경영활성화 모델을 개발하기 위해 지자체 공모를 통해 1,000ha 이상의 8개 경영단지를 선정하고, 단지 내 산림은 산주를 대신해 전문 경영주체가 책임지고 경영하도록 선도 산림경영단지 정책을 추진하였다.

충청남도는 2016년 1,245ha의 선도 산림경영단지 운영을 확정지었다. 해당면적의 필지수는 340개소이고 대단위 면적의 산림경영은 전국적인 모범사례가 될 것으로 예상된다. 선도산림경영단지를 포함하는 도내 산림상황은 산림탄소상쇄 산림경영사업 적용이 가능할 것으로 판단된다. 예를 들어, 생장이 우수한 주요 침엽수 인공림을 대상으로 대경재 생산을 위한 벌기령 연장, 대단위 벌채가 진행 중인 리기다소나무림과 불량활엽수림의 수종갱신, 활엽수림을 대상으로 하는 택벌경영에 대한 산림탄소상쇄 사업 검토가 필요하다. 그러나 현재까지 선도산림경영단지 경영계획은 조림, 숲가꾸기, 벌채가 대부분이고 위에서 제시한 탄소흡수원 증진 활동은 드문 실정으로 산림탄소상쇄 사업 적용의 높은 잠재력을 나타내지만 구체적인 사업 실행 및 자료 수집은 어려운 상황이다. 그러므로 선도산림경영단지에 대한 산림탄소상쇄 사업 잠재량 산정을 위해서 사업대상지 발굴과 탄소흡수원 유지·증진에 관한 자료 수집이 필요하며 본 연구에서는 연구범위의 한계로 분석을 실시하지 못하였다.

현재 우리나라 산림상황을 고려하였을 때 산림탄소상쇄 신규조림/재조림 사업대상지는 드문 실정이고 식생복구, 목제품이용, 산림 바이오매스 에너지이용 사업은 면적이 작거나 외부적 요인의 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 그러나 조성된 산림을 대상으로 산림탄소상쇄 산림경영사업은 사업 발굴이 수월하여 산림탄소상쇄 사업 활용성이 높을 것이다.

### 3. 식생복구

산림탄소상쇄 식생복구 사업은 최소 0.05ha이상의 토지에 식생조성을 통해 탄소축적을 늘리는 인위적인 활동으로 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제2조제4호부터 제6호까지 도시림, 생활림, 가로수를 조성하는 사업을 의미한다. 도내 산림탄소상쇄 식생복구 사업의 이산화탄소저장량 및 잠재력 평가를 위하여 2011년 이후 임업통계연보에서 식생복구 사업의 범주에 포함 가능한 도시녹지와 가로수의 조성 현황을 파악하였다[표 4-9, 표 4-10].

#### (1) 도시녹지

도시녹지는 대표적인 식생복구 사업으로 2013년 임업통계연보부터 보고되었다. 충남에서 2012년 이후 조성된 도시녹지는 15개소, 72ha의 면적이고 도내 조성된 산림공원은 14개소이고 1개소는 산림청과 충청남도가 진행한 도시숲 모델 시범사업으로 현 충남도청 앞에 위치한 ‘행복나눔의 숲’이다[표 4-9]. 도심내 조성된 공원의 식생복구사업 등록을 위해서 조성된 공원의 탄소흡수원 증진활동에 관한 입증이 필요하고 이를 위해 사업계획서 작성시, 베이스라인 시나리오 설정에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 베이스라인 시나리오는 산림탄소상쇄사업이 시행되지 않고 현재의 관리체계가 유지된다는 전제하에서 사업대상지 내 이산화탄소흡수량에 대한 변화 예측으로 ‘이력기반’, ‘법률기반’, ‘관행기반’ 시나리오가 있다.

[표 4-9] 충남 도시숲 조성 현황

년도	계		녹색쌈지숲		산림공원		생활환경 숲		도시 숲 모델(시범)	
	개소	면적	개소	면적	개소	면적	개소	면적	개소	면적
2012	8	20			7	17			1	3
2013	4	35			4	35				
2014	3	17			3	17				

충남 홍성군에 조성된 ‘행복나눔의 숲’에서 산림탄소상쇄 사업을 진행하여 10년간 198tCO<sub>2</sub> (3.2ha), 연간 약 20tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소 흡수가 가능한 것으로 분석되었다[부록 1]. 충청남도 식생복구사업등록을 위하여 산림공원을 이용하는 경우 ‘행복나눔의 숲’의 이산화탄소흡수량 결과를 바탕으로 단순 가정하였을 때, 연간 445tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소흡수가 가능할 것으로 산정 되었으나 구체적인 이산화탄소흡수량은 14개소에 대한 사업타당성 평가 후 산정이 가능하다.

## (2) 가로수

도내 가로수 현황을 파악하기 위하여 2010년부터 식재된 임업통계연보상 가로수 조성현황을 파악하고 가로수종별 임령에 따른 탄소저장량과 유사 수종 판단은 ‘탄소지킴이 도시숲(국립산림과학원, 2012)’을 참고하였다[표 4-10]. 가로수는 다양한 수종이 식재되어 본 연구는 인벤토리 산정의 보수적 원칙에 따라 조사되지 않은 수종은 느티나무 자료를 적용하였다.

[표 4-10] 충남 가로수 조성 현황

(단위: 본)

년도	계	벚나무	은행나무	느티나무	메타세쿼이아	단풍나무	백합나무	배롱나무	이팝나무	곰솔	기타
2010	15,354	3,992	570	65				2,105	3,234	130	5,258
2011	12,931	1,517	1,848			1,518	530	1,374	3,126		3,018
2012	11,424	848	828		289			1,540	2,623		5,296
2013	8,999		903		246	492		438	1,995	351	4,574
2014	7,420			304	160	293		499	1,733	38	4,393

가로수는 식재시 임령 파악이 불가능하므로 가로수의 식재환경을 고려하여 임령을 20년으로 가정하였다. 아울러 30년간 사업기간을 고려하여 이산화탄소흡수량을 산정하고 연간 탄소저장량 및 이산화탄소흡수량을 제시하였다. 개체목별 재적 산정은 불가능하므로 수종별 평균 흉고직경을 이용하여 저장된 탄소량을 산정하고 도내 가로수 식재자료를 기반으로 이산화탄소흡수량을 계산하였다[표 4-11].

2010년부터 식재된 가로수에 저장된 탄소량은 연간 643tC/yr이고 이산화탄소흡수량으로 환산하여 연간 2,359tCO<sub>2</sub>/yr의 흡수가 가능하다. 이것은 2012년 기준 충청남도 이산화탄소배출량 41,036,591tCO<sub>2</sub> eq의 0.01%이고 농림수산업부분의 0.13%의 수치이다.

산림탄소상쇄 식생복구 사업이 타 사업에 비하여 낮은 이산화탄소흡수량을 나타내는 것은 가로수의 생육을 위하여 대부분 Ⅱ, Ⅲ영급 입목이 식재되기 때문으로 생장에 따른 탄소저장능이 낮기 때문이다. 현재 산림탄소상쇄 식생복구사업은 도심내 공원을 대상으로 등록되기 때문에 가로수를 이용한 사업등록 사례는 전무한 상황이다. 그러나 도시녹지에 대한 중요성이 강조되는 상황을 고려하였을 때, 가로수에 대한 사업타당성 평가가 필요하다.

[표 4-11] 가로수의 연간 탄소저장량과 이산화탄소흡수량

년도	탄소(tC)	이산화탄소(tCO <sub>2</sub> )
2010	164	602
2011	141	517
2012	136	498
2013	110	402
2014	93	340
합계	643	2,359

## 4. 산지전용억제

도내 산지전용억제 사업의 이산화탄소흡수량 평가를 위하여 2011년 이후 임업통계연보의 타용도전용 허가면적 현황자료를 참고하였다[표 4-12]. 산지전용억제 사업은 산지전용 허가 시 산림을 준치하거나 의무 녹지조정면적 이상으로 산림을 조성하는 사업을 의미하고 현재 비거래형 사업만 진행되고 있다. [표 4-12]에서 보전산지는 공장, 도로, 골프장에서 준보전 산지의 경우 택지, 도로에서 증가세를 나타내고 있다. 현재 산지전용에 관한 자료에서 산림탄소상쇄 산지전용억제 사업에 대한 잠재력 평가는 불가능한 상황이다. 산지전용사업 자료에서 산림탄소상쇄 사업에 대한 잠재력 평가는 산지전용 사업별 전용 허가 면적중 녹지면적과 실제 조성된 녹지면적 혹은 비전용된 면적정보가 부족하여 산정이 불가능하다. 따라서 도내 산림탄소상쇄 산지전용억제 사업의 활성화를 위하여 관련 통계자료 조사 및 구축이 필요하다.

[표 4-12] 충남 산림의 타용도 전용허가 현황

(단위: ha)

년도	비농업용																
	계			택지		공장		광업		도로		골프장		묘지		기타	
	계	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전	보전	준보전
2010	1523	436	1087	6	133	114	330	6	4	13	68	149	174	5	6	143	372
2011	690	131	559	2	133	20	139			24	54	38	-9	1	4	46	238
2012	473	9	464	5	133	7	83			5	50	-59	-6	1	4	50	191
2013	528	98	430	2	110	-2	56			20	50	7	11	6	5	65	198
2014	801	160	641	1	154	43	77			29	106	45	11	1	7	41	286

## 5. 목제품이용

임업통계연보에서 제공하는 목제품 관련 정보는 목재수출입, 펄프, 각목 생산에 관한 부분이고 목제품 이용에 관한 공식 통계는 전무한 상황이다. 향후 도내 산림탄소상쇄 목제품이용 사업을 고려하였을 때, 2012년 강원도 화천에 조성된 목재체험장의 산림탄소상쇄 사업 등록 사례 참고가 가능하다. 강원도는 동 지역에서 생산되는 목재를 이용하여 목재체험장을 건설하고 연간 1tCO<sub>2</sub>의 이산화탄소흡수량을 인정받았다. 해당 사례는 이산화탄소흡수실적보다 홍보 측면에서 높은 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다.

향후 충청남도에서 목조건축물에 관한 통계가 마련되고 면밀한 검토가 이루어진다면 목제품이용 사업 등록이 가능하다. 현재 충청남도에 2곳(청양군 대치면, 금산군 남이면 소재)의 목재체험장이 완공되었고 2016년 7월 1개소(공주시)의 목재건축물 개장을 앞두고 있다. 그러므로 이들 건축물에 사용된 목재의 출처와 투입된 목재량에 관한 정보가 필요하다.

## 6. 산림바이오매스 에너지 이용

산림탄소상쇄 산림바이오매스 에너지 이용은 기 사용되던 화석연료를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체하여 온실가스 배출량을 줄이는 사업으로 참여대상자는 산림바이오매스 에너지를 사용하여 온실가스 배출량을 저감한 주체가 된다. 그러나 목재펠릿에 관한 생산통계는 2015년부터 조사되어 산림탄소상쇄 산림바이오매스 에너지 이용사업 조사는 불가능한 상황이다. 하지만 친환경에너지 중 산림부산물을 이용하는 목재펠릿 등에 관한 정보가 도차원에서 통계로 작성된다면 산림청에서 운영하는 산림탄소상쇄제도 외에 환경부 주관의 상쇄제도에 대한 등록이 가능하다.



## 7. 충남 산림탄소상쇄 사업 이산화탄소흡수량 평가

산림탄소상쇄사업은 6개 사업유형과 1개의 복합형사업으로 구성되어 있다. 6개 사업은 산림의 대부분 분야(조림, 산림경영, 목제품이용)를 포함하므로 사업별 산정방식이 다르고 사용되는 자료의 정확도는 상이하다. 그러므로 사업별 이산화탄소흡수량 산정과정에서 다양한 시나리오와 가정이 필요하다. 본 연구에서 충남 산림탄소상쇄 사업을 통한 이산화탄소흡수량은 30년간 456,812tCO<sub>2</sub>/30yr, 연간 15,672tCO<sub>2</sub>/yr로 산정되었다[표 4-13].

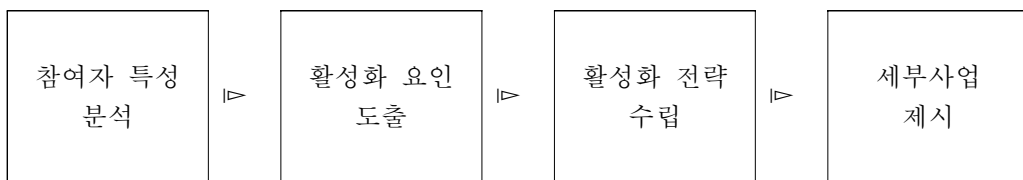
이것은 2012년 기준 충남 이산화탄소배출량의 0.01%이고 농림수산업부분의 1.02%이다. 이산화탄소흡수량의 구성비율에서 신규조림/재조림사업을 통해 이산화탄소흡수량은 최대 12,868tCO<sub>2</sub>/yr으로 83.7%이고 식생복구사업은 약 16.3%의 비율을 나타내고 있다. 그러나 본 연구에서 제시한 사업별 이산화탄소흡수량 정보는 6개 사업중 2개 사업만 산정하여 제시한 것으로 4개 사업에 대한 통계가 구축되고 정보가 수집된다면 모든 사업에 대한 이산화탄소흡수량 평가가 가능할 것이다. 산림탄소상쇄 사업은 단위사업별 등록(project base)을 진행하므로 본 연구에서 제시한 수치는 도내 기후변화 대응 정책중 산림부분 잠재력을 잠정적으로 평가하고 도내 기업들을 대상으로 상쇄사업 홍보에 활용이 가능하다.

[표 4-13] 충청남도 산림탄소상쇄 사업별 면적과 연간 이산화탄소흡수량

사업	면적 (ha)	연간 이산화탄소흡수량 (tCO <sub>2</sub> /yr)	비고
신규조림/재조림	14,148	12,868	
산림경영	96,557	N.A	산림경영 사업별 자료 부족
식생복구	72	2,804	
산지전용억제	N.A	N.A	사업별 계획면적과 실제면적 정보 필요
목제품이용	N.A	N.A	관련 통계 구축 필요
산림바이오매스 에너지이용	N.A	N.A	관련 자료 부족

## 제5장 충청남도 산림탄소상쇄사업 활용전략 수립

본 연구는 충청남도 산림탄소상쇄 사업 활성화를 위하여 사업 참여자를 외부사업 인증실적(KOC) 공급자와 수요자로 구분하고 특성을 분석하였다. 분석된 특성을 바탕으로 활성화 요인을 도출하고 전략을 수립하였다. 수립된 전략을 바탕으로 충청남도 산림탄소상쇄 사업 활성화를 위한 세부사업을 제시하였다[그림 5-1].



[그림 5-1] 충청남도 산림탄소상쇄 활성화 전략 수립 절차

### 1. 산림탄소상쇄 사업참여자 분석

충청남도 산림탄소상쇄사업 활용전략 수립을 위해 산림탄소상쇄 사업 참여자에 대한 분석을 실시하였다[표 5-1]. 현재까지 산림탄소상쇄 사업의 주요 참여자는 산주, 기업, 지자체가 대다수를 차지하고 있다. 공급자는 관심유형에 따라 산주나 기업, 지자체 등이 참여하고 수요자는 배출권을 할당받은 기업이 주를 이루며, 비거래형 사업은 기업뿐만 아니라 지자체도 홍보효과를 주요 목적으로 참여하고 있다. 공급자로서의 참여자는 산림탄소 상쇄의 관심유형에 따라 공급자 특성이 명확히 구분되어 산림탄소상쇄사업 유형에 따른 공급자 참여를 위한 정책이 필요하다. 현재 우리나라의 산림탄소상쇄 사업 수요는 주로 기업이나 지자체의 홍보 위주로 시행되고 있어 산림탄소상쇄 모든 사업에 대하여 상쇄배출권(KCU)으로 활용할 수 있는 장기 전략이 필요하다.

[표 5-1] 산림탄소상쇄 주요 참여자 특성

공 급	사업	산림경영	신규조림/재조림, 식생복구	목제품이용, 산림 바이오매스 이용
	참여자	산주 및 임업인	기업, 지자체	기업, 일반인, 지자체
	특성	<ul style="list-style-type: none"><li>• 보유 산림을 활용한 수익창출이 주목적</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 국내외 직간접적</li><li>• 산림조성 기존 사례 다수 존재</li><li>• 해당 기업 홍보에 목적이 있음</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 경제적 이익과 홍보 효과 목적으로 함</li></ul>

수 요	사업	신규조림/재조림	산림경영, 식생복구, 산림 바이오매스 이용, 목제품이용
	참여자	배출권 할당 기업, 중개인	지자체, 배출권이 할당되지 않은 기업
	특성	<ul style="list-style-type: none"><li>• 상쇄배출권을 활용한 할당량 충족에 이용</li><li>• 기업의 홍보 효과에 높은 관심을 나타냄</li><li>• 온실가스 감축 이미지를 통해 친환경 기업 강조</li><li>• 장외시장을 이용한 외부사업 인증실적(KOC)의 판매 고려</li></ul>	

공 통	특성	<ul style="list-style-type: none"><li>• 산림탄소상쇄에 대한 이해 부족</li><li>• 상쇄사업 등록을 위한 자료 필요</li></ul>
--------	----	--

## 2. 산림탄소상쇄사업 활성화 요인 제안

충청남도 산림탄소상쇄 사업 활성화 요인은 사업참여자의 분석결과를 통해 ‘사업에 대한 낮은 이해도’, ‘상쇄사업 관련 정보 부족’, ‘체계적 지원시스템 부재’, ‘홍보극대화 방안 미흡’의 활성화 요인을 도출하였다[그림 5-2].



[그림 5-2] 사업참여자 분석을 통한 산림탄소상쇄 활성화 요인 제안

### 1) 사업에 대한 낮은 이해도

산림탄소상쇄 사업 참여자 분석에서 활성화의 주요 요인으로 사업에 대한 이해도 부족이 있다. 현재 국가 배출권거래 상쇄제도와 관련하여 타 기관에서도 유사한 제도를 운영하고 있으며 유사한 방법론의 사업도 존재한다. 하지만 산림청에서 운영 중인 산림탄소상쇄와 타 기관 상쇄사업의 차이와 사업가능여부에 대한 이해가 부족한 상황이다.

## 2) 상쇄사업 관련 정보 부족

산림탄소상쇄 사업 활성화를 위한 고려 사항으로 사업 참여자에게 배출권거래 상쇄제도에 대한 정보 제공이 필요하다. 상쇄사업에 참여하는 수요자는 국가로부터 탄소배출권을 할당받은 기업이 대부분이고 외부사업자에게 구매한 인증실적(KOC)의 상쇄배출권(KCU)전환하여 배출권거래제도에 대응을 목적으로 한다. 이러한 국가 기후변화대응 정책에 대한 정보와 산림탄소상쇄 사업 연동 등에 대한 정보 제공이 필요하다.

## 3) 체계적 지원시스템 부재

수요자와 공급자 특성분석에서 사업별 참여 목적과 발생하는 가치에 대한 이용 방안은 상이하다. 그러므로 각 부분의 요구에 부응하는 맞춤형 지원체계와 공급자와 수요자를 연결하는 시스템 개발이 필요하다.

## 4) 홍보극대화 방안 미흡

산림탄소상쇄를 참여하는 공급자와 수요자의 대부분은 사업 수행을 통하여 자사의 친환경 활동 및 기업이미지 마케팅에 많은 요구도를 나타내고 있다. 그러므로 산림탄소상쇄 사업 추진을 통한 지속적인 홍보 기반이 마련되어야 한다.

### 3. 산림탄소상쇄사업 활성화 전략

산림탄소상쇄 활성화 요인을 바탕으로 ‘상쇄사업 관련 연구인프라 구축’, ‘체계적 정보제공 시스템 구축’, ‘상쇄크레딧 및 유사제도 활용체계 구축’, ‘국가정책에 기반한 지자체차원 홍보 체계 구축’의 활성화 전략을 수립하였다[그림 5-3].



[그림 5-3] 활성화 요인에 따른 산림탄소상쇄 활성화 전략 수립

#### 1) 상쇄사업관련 연구 인프라 구축

도내 산림탄소상쇄사업 활성화 요인으로 산림탄소상쇄 사업에 대한 이해도 증진을 위하여 ‘상쇄사업 관련 연구인프라 구축’ 전략이 필요하고 아래와 같은 사항을 제안하였다.

##### (1) 산림탄소상쇄 이해관계자 자문그룹 결성

임업진흥원은 산림탄소상쇄에 대한 자문그룹을 결성하여 산림부문 기후변화 정책개발에 효과적으로 대응하고 있다. 충청남도에서도 산림탄소상쇄에 대한 활성화를 위하여 신뢰할 수 있는 산·학·연과 시민단체, 환경단체를 포함하는 충청남도 산림탄소상쇄 이해 관계자 자문 그룹을 결성하여 투명하고 객관적인 대화 프로그램을 개발해야 한다. 활동 내용으로는 국내·외 산림탄소상쇄 정책동향 모니터링, 타 도와의 정보교류 장 마련, 산림탄소상쇄 국내·외 연구동향 토론회를 통한 정책수립 방안 도출이 가능하다. 이를 통해 사업참여자, 충청남도, 학계의 공개적인 대화와 협조는 산림 관련 정책의 투명성 제고에 기여할 것이다.

## (2) 산림탄소상쇄 관련 전문가 육성

현재 우리나라의 기후변화 관련 정책이 개발되고 관련 비용이 급격히 증가하는 추세에 비하여 산림 및 산림탄소상쇄 관련 전문가는 매우 부족한 상태이다. 따라서, 기후변화대응 정책 개발에 따른 사회적 비용을 최소화하고 산림탄소상쇄에 대한 원활한 진행을 위하여 전문가 육성이 필요하다. 산림 혹은 산림탄소상쇄 관련 전문가 그룹을 결성하여 국내·외 연구에 동참하고 정보 수집 및 사업환경을 개선하여 발생 가능한 민원을 사전에 방지하고 국가의 손실을 줄여야 한다.

## 2) 체계적 정보 제공 시스템 구축

사업에 참여하는 기업들은 관련 정보의 부족과 함께 사업유형별 특성을 고려한 자료 확보가 필요하다. 이를 위하여 충청남도는 도내 기업의 참여 방안을 마련하고 자료 부족에서 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 목제품 이용통계마련, 산림바이오매스 에너지이용 DB구축, 목질계 바이오매스에너지 생산설비 마련이 필요하다. 체계적 정보 제공을 위한 시스템 구축을 위하여 아래와 같은 정책이 필요하다.

### (1) 객관적인 정보제공과 지속적인 정보관리

현재까지 도에서 실시한 산림탄소상쇄 사업에 대하여 제공되는 정보는 제한적이었다. 그래서 도내 사업참여자는 어느 사업을 시행해야 하는지, 어느 정도 이산화탄소흡수가 가능한지에 대한 정보가 부족한 상황이다. 따라서 충청남도 산림탄소상쇄 사업주체는 관련 내용을 주기적(사업별, 연도별)으로 사업 참여희망자에게 전달할 필요가 있다. 특히 사업별 흡수가능한 이산화탄소량 산정자료 관리가 필요하다. 이러한 정보제공과 정보관리는 산림탄소상쇄 활성화에 이바지할 것이다.

## (2) 산림탄소상쇄 기술적 정보 제공

타 상쇄제도와 비교하였을 때, 대부분의 상쇄 관련 정책에서 사업계획서, 모니터링보고서 작성비용을 제공하고 소규모 사업자 혹은 개인 참여를 위한 기준을 제시하고 있다[표 5-2]. 산림탄소상쇄 사업은 사업계획서 및 모니터링계획서 비용을 지원하고 있으나 소규모 사업을 위한 사업규모별 절차 및 체계에 대한 지원은 드문 실정이다. 그러므로 충청남도 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 참여를 원하는 도내 소규모 사업자를 위한 관련 정보창구 개설과 기술적 지원 체계 마련이 필요하다. 일본에서는 일반 조합의 산림탄소상쇄 사업참여를 통해 다양한 수익을 창출하는 것으로 보고되고 있다.

[표 5-2] 제도간 사업규모에 따른 제도 보완

구분	사업명	특징
국외	CDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>소규모 사업, 개발도상국 사업 등 규모가 작아 사업추진이 어려운 사업자들의 참여를 확대하기 위해 번들링 개념, 프로젝트 CDM 개념, 소규모 사업 추가성 평가 완화 등의 방안을 도입</li> </ul>
	VCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>대규모 사업과 일반사업, 소규모 사업 등으로 사업을 구분</li> <li>사업참여요건(추가성 검증)·검증요건을 완화, 타당성평가 단순화 등 행정적인 절차를 축소 및 행정비용 지원</li> </ul>
국내	KVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>중소사업장의 참여확대를 위해 2016년 ‘중소사업장 KVER 인프라 구축 지원사업’을 실시</li> <li>주요 내용으로 사업계획서 및 모니터링 보고서 작성지원, 중소사업장 감축사업 발굴 및 온실가스 인벤토리 구축 지원, KVER 사업설명회 및 국내외 사례조사를 통한 방법론 개발</li> </ul>



### 3) 상쇄배출권 및 유사제도 활용체계 구축

현재 산림탄소상쇄는 6개의 사업과 1개의 복합형으로 구성되어 있다. 본 연구에서 수행된 충남 산림탄소상쇄 잠재력은 주로 신규조림/재조림사업, 식생복구사업에 한정되어 있다. 목제품이용사업, 산림바이오매스에너지이용 사업에 관한 관련 통계는 드문 실정으로 이에 대한 자료 구축이 필요하다.

#### (1) 체계적인 산림탄소상쇄 사업 등록 및 상쇄배출권 확보 지원

충남 서부에 밀집한 화력발전소는 목재펠릿을 이용하여 혼소를 하고 있으나, 이것은 발전소 부과되는 친환경에너지 공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard, 이하 RPS)에 따라 사용되는 것으로 상쇄제도의 진입은 어려움 상황이다. 또한, 환경부주관의 상쇄제도에서도 산림청 산림탄소상쇄 사업내 산림바이오매스 에너지이용 사업과 유사한 방법론[목재펠릿을 활용한 연료전화 사업의 방법론]이 개발되어 있다. 그러므로 RPS제도와 환경부 주관의 상쇄제도와 비교하여 도 차원의 통계자료 구축을 통하여 활성화 기반을 조성하는 것이 우선적으로 필요하다. 또한, 충청남도 산림에서 발생하는 목재부산물을 이용한 산림바이오매스에너지(목재펠릿, 목재칩) 제조시설 신설이 고려되어야 한다. 향후, 신재생에너지인 목질계 바이오매스 에너지 수요는 증가할 것으로 예상되어 관련 시설 건설과 통계 자료 확보는 충청남도 산림탄소상쇄 및 기후변화 대응에 일조할 것이다.

## (2) 유사제도 활용 체계 구축

실제 상쇄사업 참여자는 국가 배출권거래제도에 속하는 일정 규모 이상의 기업으로 부여받은 할당량 대체를 위한 상쇄배출권 활용이 목적이다. 일본 J-Credit내 J-VER 예시 중에서도 산림경영 사업이 시행된 산림을 통해 온실가스 완화 및 흡수량에 관한 배출권을 지자체(도도부현) 프로그램에 등록되어 일본 J-VER에서 동일효력을 나타내고 있다[그림 5-4]. 그러나 우리나라에서 국가와 지자체가 연동되는 실적인정은 시기상조의 사안으로 국가 배출권거래제도의 정착후 고려되어야할 사항이다. 실제 지자체에서 산림탄소상쇄 사업에서 발생하는 외부사업 외부실적의 활용 가능한 부분으로 공공기관 대상의 ‘공공부문 온실가스 목표관리제’와의 연결이다. 대부분의 상쇄사업은 높은 경비와 복잡한 행정 절차가 있지만 산림탄소상쇄 사업은 시·군에서 매년 수행되는 사업에 대하여 산림탄소상쇄 사업 조건만 고려한다면 지속적인 수행이 가능하기 때문이다.



[그림 5-4] 지자체 배출권을 인정하는 일본 사례<sup>20)</sup>

20) 출처 : 산림청, 2015. 산림탄소상쇄심포지엄자료, 산림청.

#### 4) 국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축

산림탄소상쇄 사업은 발행되는 외부사업 인증실적의 거래여부에 따라 거래형과 비거래형으로 나뉘고 있다. 거래형은 산림탄소상쇄 사업을 통해 획득한 산림탄소흡수량을 등록부에 등록함으로써 자발적인 산림탄소시장에서 거래할 수 있는 유형이고 비거래형은 거래(기업 홍보 등)의 목적으로 사용하기 위하여 참여하는 유형이다. 비거래형 산림탄소상쇄사업의 주요 목적은 사업주체의 친환경이미지 제고를 통한 홍보효과에 있다. 그러나 홍보효과는 일회성으로 진행되어 사업비용 대비 지속적인 홍보효과 방안이 필요하다. 일본에서는 J-VER 상쇄실적을 이용한 다양한 사업이 진행 중에 있다. 이를 통해 사업참여자는 별도 판매수익과 지속적인 홍보효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다[그림 5-5]. 그러므로 도 차원의 공식적인 산림탄소상쇄 참여 표식을 마련하여 제공한다면 높은 사업참여와 친환경 도 이미지 제고에 일조할 것이다.

J-VER 오프셋 크레딧의 캐릭터(사카모토 료마) 상품  
※배지 니트 모자(7.5kg-CO2/개 오프셋 크레딧 포함)



[그림 5-5] 상쇄실적을 이용한 홍보 사례<sup>21)</sup>

21) 출처 : 산림청, 2015. 산림탄소상쇄심포지엄자료, 산림청.

산림탄소상쇄 사업계획서는 전문적인 지식과 관련 경험을 바탕으로 작성되기 때문에 실제 사업 참여에 많은 어려움이 있다. 그러므로 충청남도의 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 기후변화 대응 체계를 확립하고 부문별 구체적인 정책 개발이 필요하다. 지자체 소상공인을 대상으로 산림탄소상쇄 사업참여자를 모집하고 산림탄소상쇄에서 발생하는 인증실적은 참여자에게 인센티브로 돌려주는 정책 개발이 필요하다. 일본에서는 산림탄소상쇄 사업 참여를 통해 다양한 방법의 홍보 및 이익 창출 수단으로 활용되고 있다[그림 5-6].



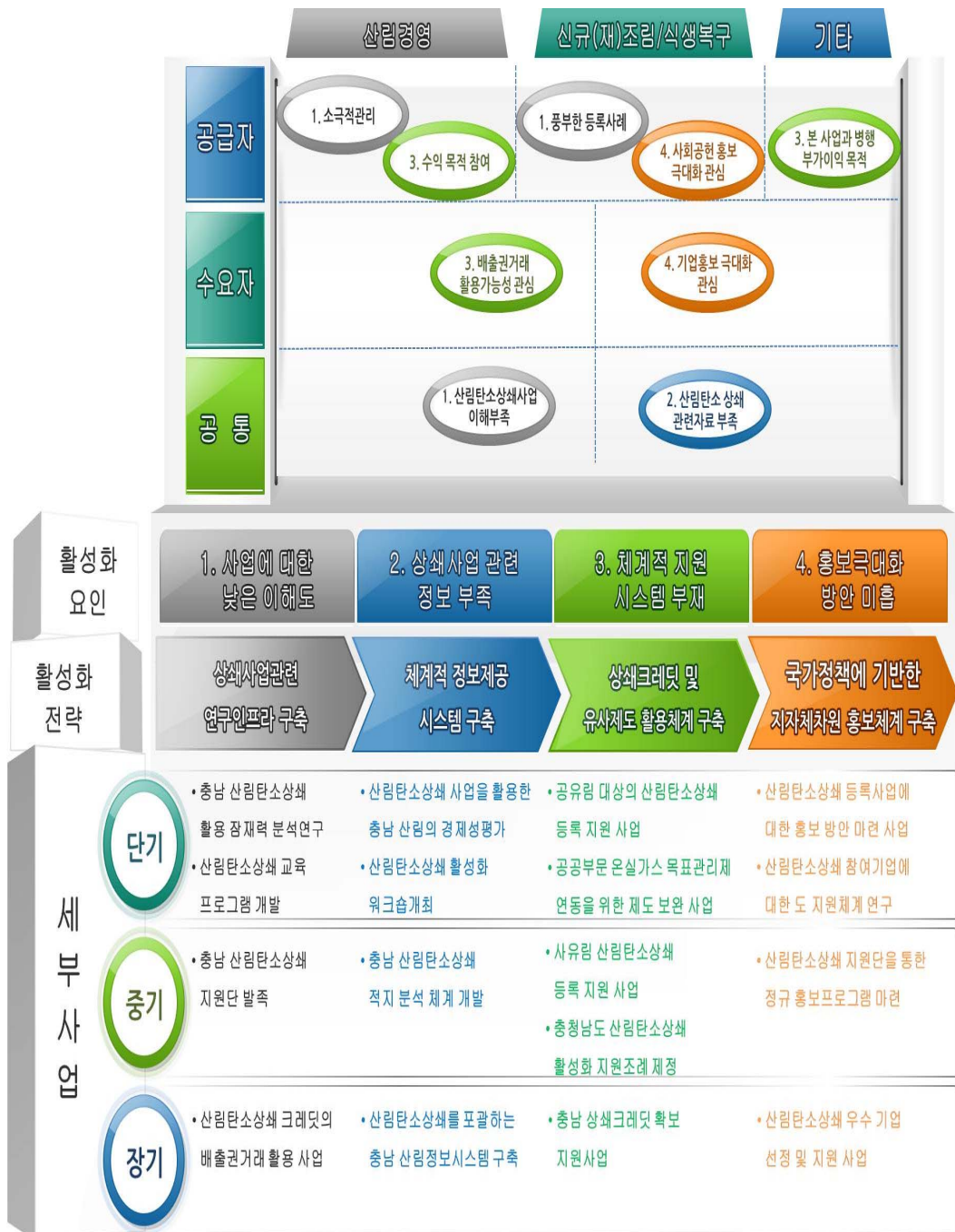
[그림 5-6] 일본의 산림탄소상쇄활용 예22)

22) 출처 : 산림청. 2015. 산림탄소상쇄심포지엄자료. 산림청.

#### 4. 산림탄소상쇄 세부사업 도출

충남 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 본 연구에서 제시한 활성화 전략별 세부사업을 제시하였다. 세부사업은 사업의 여건을 고려하여 단기, 중기, 장기로 구분하고 [그림 5-7]과 같다.

상쇄사업관련 연구인프라 구축을 위한 세부사업으로 ‘충남 산림탄소상쇄 활용 잠재력 분석 연구’, ‘충남 산림탄소상쇄 지원단 발족’, ‘산림탄소상쇄 크레딧의 배출권거래 활용 사업’을 제안하였다. 체계적 정보제공 시스템 구축을 위한 세부사업으로 ‘산림탄소상쇄 사업을 활용한 충남 산림의 경제성 평가’, ‘산림탄소상쇄 활성화 워크숍 개최’, ‘충남 산림탄소상쇄 적지 분석 체계 개발’, ‘산림탄소상쇄를 포괄하는 충남 산림정보시스템 구축’을 제안하였다. 상쇄크레딧 및 유사제도 활용체계 구축을 위한 세부사업으로 ‘공유림 대상의 산림탄소상쇄 등록 지원사업’, ‘공공부문 온실가스 목표관리제 연동을 위한 제도 보완 사업’, ‘사유림 산림탄소상쇄 등록 지원사업’, ‘충청남도 산림탄소상쇄 활성화 지원조례 제정’, ‘충남 상쇄크레딧 확보 지원사업’을 제안하였다. 국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축을 위한 세부사업으로 ‘산림탄소상쇄 등록사업에 대한 홍보 방안 마련 사업’, ‘산림탄소상쇄 참여기업에 대한 도 지원체계 연구’, ‘산림탄소상쇄 지원단을 통한 정규 홍보프로그램 마련’, ‘산림탄소상쇄 우수 기업 선정 및 지원 사업’을 제안하였다.



[그림 5-7] 충남 산림탄소상쇄 활성화 전략



## 5. 충남 산림탄소상쇄 사업 활용

본 연구에서 제시된 세부사업(공유림 대상의 산림탄소상쇄 등록사업 지원) 실행을 위하여 충남 홍성군에 조성된 ‘행복나눔의 숲’을 대상으로 산림청에서 운영 중인 산림탄소상쇄등록부에 등록하였다. 사업 개요는 [표 5-3]과 같으며 산림탄소상쇄 식생복구 사업계획서는 [부록 1]에서 제시하였다.

[표 5-3] 충남 1호 산림탄소상쇄 사업개요

사업 자	사 업 자	충남도청																				
	실무담당자	이 태 윤																				
	실무담당자 연락처(Tel)	041-635-4510																				
	e-mail	tylee1234@korea.kr																				
사업 유형		식생복구																				
참여 유형		사회공헌형 ([ ] 거래형 / [0] 비거래형)																				
사업 기간		2013. 5. 9. ~ 2023. 5. 8.(10년간)																				
사업대상지 위치 및 면적		충청남도 홍성군 홍북면 신경리 540 (3.2ha)																				
사업 내용		<table><tr><td>구 분</td><td>면적(ha)</td><td>주요 식재 수종</td></tr><tr><td>단풍숲</td><td>0.6</td><td>고로쇠나무, 복자기 등</td></tr><tr><td>향토숲</td><td>1.2</td><td>상수리나무, 신갈나무 등</td></tr><tr><td>향기숲</td><td>0.8</td><td>이팝나무, 화백, 소나무 등</td></tr><tr><td>무궁화 동산</td><td>0.6</td><td>소나무, 무궁화</td></tr><tr><td>계</td><td>3.2</td><td></td></tr></table>			구 분	면적(ha)	주요 식재 수종	단풍숲	0.6	고로쇠나무, 복자기 등	향토숲	1.2	상수리나무, 신갈나무 등	향기숲	0.8	이팝나무, 화백, 소나무 등	무궁화 동산	0.6	소나무, 무궁화	계	3.2	
		구 분	면적(ha)	주요 식재 수종																		
		단풍숲	0.6	고로쇠나무, 복자기 등																		
		향토숲	1.2	상수리나무, 신갈나무 등																		
		향기숲	0.8	이팝나무, 화백, 소나무 등																		
		무궁화 동산	0.6	소나무, 무궁화																		
계	3.2																					
이산화탄소 순흡수량(예상)		198 tCO <sub>2</sub> /10yr (연간 20 tCO <sub>2</sub> )																				
산림탄소흡수량 배분 비율		100 : 0 (사업자 : 토지소유자)																				

## 제6장 결론 및 제언

본 연구는 충청남도 산림탄소상쇄사업 활성화를 위하여 국내외 제도를 비교하고 도내 잠재력을 평가하였다. 이를 토대로 도내 산림탄소상쇄 활성화방안을 제시하고 단기, 중장기 전략을 제시하였다. 산림탄소상쇄사업의 주요 참여자는 산주, 기업, 지자체이고 수요자는 배출권을 할당받은 기업으로 현재 배출권거래제도에 따라 변화한다. 그러므로 이러한 제도변화에 능동적으로 대처하고 상쇄배출권 이외에 다른 동기부여가 산림탄소상쇄 활성화를 위한 주요 정책의 목적이 되어야 한다. 이에 본 연구는 충남 산림탄소상쇄 사업별 잠재량을 산정하고 수요자와 공급자를 분석하여 활성화를 위한 고려사항을 제시하였다. 도출된 고려사항을 바탕으로 활성화 요인을 도출하고 단기, 중·장기에 수행되어야 할 세부사업을 제시하였다.

산림탄소상쇄사업은 6개 사업유형과 1개의 복합형사업으로 구성되어 있다. 본 연구에서 충남 산림탄소상쇄 사업을 통해 30년간  $461,266\text{tCO}_2/30\text{yr}$ , 연간  $13,956\text{tCO}_2/\text{yr}$ 의 이산화탄소 흡수량 산정이 가능하다. 이것은 충청남도 이산화탄소배출량(2007년 기준, 발전부문 배출량 제외)  $41,036,591\text{tCO}_2 \text{ eq}$ 의 0.031%이고 농림수산업부분 배출량인  $1,785,585\text{tCO}_2 \text{ eq}$ 의 0.721%의 수치이다. 이산화탄소흡수량의 구성비율에서 신규조림/재조림사업을 통해 이산화탄소흡수량은 최대  $12,868\text{tCO}_2/\text{yr}$ 으로 83.7%이고 식생복구사업은 약 16%의 비율을 나타내고 있다. 그러나 본 연구에서 제시한 사업별 이산화탄소흡수량 정보는 6개 사업중 2개 사업만 산정하여 제시한 것으로 4개 사업에 대한 통계가 구축되고 정보가 수집된다면 수준 높은 이산화탄소흡수량 산정이 가능하다. 산림탄소상쇄 사업은 단위사업별 등록(project base)을 진행하므로 본 연구에서 제시한 수치는 도내 기후변화 대응 정책중 산림부분 잠재력을 잠정적으로 평가하고 도내 기업들을 대상으로 상쇄사업 홍보에 활용이 가능한 것으로 판단된다.

산정된 이산화탄소량을 최대로 하기 위하여 산림탄소상쇄 사업에 참여자에 대한 분석을 실시하였다. 현재까지 산림탄소상쇄 사업의 주요 참여자는 산주, 기업, 지자체가 대다수를 차지하고 있다. 공급자는 관심유형에 따라 산주나 기업, 지자체 등이 참여하고 수요자는 배출권을 할당받은 기업이 주를 이루고 있다. 비거래형 사업은 기업뿐만 아니라 지자체도 홍보효과를



위해 참여하고 있다. 공급자로서의 참여자는 산림탄소 상쇄의 관심유형에 따라 공급자 특성이 구분되어 산림탄소상쇄사업 유형에 따른 공급자 참여를 위한 정책이 필요하다. 현재 우리나라의 산림탄소상쇄 사업 수요는 주로 배출권 할당기업 및 지자체의 홍보 위주로 시행되고 있어 향후 배출권으로 활용할 수 있는 정보 제공 전략이 필요하다.

충청남도내 산림탄소상쇄 사업활성화를 위하여 사업 참여자의 특징에 따라 공급과 수요자를 구분하고 이에 따른 요구도를 분석하여 고려사항을 도출하였다. 도출된 고려사항은 사업별 이산화탄소흡수량을 최대로 취하기 위하여 ‘사업에 대한 낮은 이해도’, ‘상쇄사업 관련 정보 부족’, ‘체계적 지원시스템 부재’, ‘홍보 극대화 방안마련’을 해결 사항으로 도출하였다. 도출된 사항을 바탕으로 충남 산림탄소상쇄 활성화를 위하여 본 연구는 ‘상쇄사업 관련 연구인프라 구축’, ‘체계적 정보 제공시스템 구축’, ‘상쇄크레딧 및 유사제도 활용 체계 구축’, ‘국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축’을 활성화 전략을 제안하고 활성화 전략별 단기, 중·장기 세부사업을 제시하였다. 상쇄사업관련 연구인프라 구축을 위한 세부사업으로 ‘충남 산림탄소 상쇄 활용 잠재력 분석연구’, ‘충남 산림탄소상쇄 지원단 발족’, ‘산림탄소상쇄 크레딧의 배출권거래 활용 사업’을 제안하였다. 체계적 정보제공 시스템 구축을 위한 세부사업으로 ‘산림탄소상쇄 사업을 활용한 충남 산림의 경제성 평가’, ‘산림탄소상쇄 활성화 워크숍 개최’, ‘충남 산림탄소상쇄 적지 분석 체계 개발’, ‘산림탄소상쇄를 포괄하는 충남 산림정보시스템 구축’을 제안하였다. 상쇄크레딧 및 유사제도 활용체계 구축을 위한 세부사업으로 ‘공유림 대상의 산림탄소상쇄 등록 지원사업’, ‘공공부문 온실가스 목표관리제 연동을 위한 제도 보완 사업’, ‘사유림 산림탄소상쇄 등록 지원사업’, ‘충청남도 산림탄소상쇄 활성화 지원조례 제정’, ‘충남 상쇄크레딧 확보 지원사업’을 제안하였다. 국가정책에 기반한 지자체차원 홍보체계 구축을 위한 세부사업으로 ‘산림탄소상쇄 등록사업에 대한 홍보 방안 마련 사업’, ‘산림탄소상쇄 참여기업에 대한 도 지원체계 연구’, ‘산림탄소상쇄 지원단을 통한 정규 홍보프로그램 마련’, ‘산림탄소상쇄 우수 기업 선정 및 지원 사업’을 제안한다.

본 연구를 통해 제시된 충남 산림탄소상쇄 활성화를 위한 세부 추진 전략은 충남 기후변화 대응 역량강화에 도움 되고 나아가 국가온실가스 감축목표 달성에 일조할 것이다.

## 참고 문헌

- 국립산림과학원. 2011. 일본의 산림 탄소상쇄 사업 지침. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2012. 탄소지킴이 도시숲. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2012. 해외산림탄소상쇄 프로그램 운영 표준. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2014. 세계 산림탄소 정책과 시장 동향. 국립산림과학원.
- 김상수, 이충국. 2014. 산림탄소상쇄 운영표준 개정에 따른 강원도 산림탄소상쇄사업 활성화 방안. 한국기후변화대응연구센터.
- 김영환. 2015. 온실가스 배출권거래제 연계를 통한 산림탄소상쇄제도 활성화 방안. 국립산림과학원.
- 김영환. 2016. 산림탄소상쇄제도 활성화를 위한 산림탄소흡수량 정부구매제도 도입. 국립산림과학원.
- 녹색사업단. 산림탄소상쇄제도 홍보리플렛. 녹색사업단 산림탄소센터.
- 산림청. 2008. 제 5차 산림기본계획. 산림청.
- 산림청. 2009. 기업·시민 참여 산림탄소상쇄 사업모델 및 실행 매뉴얼 개발. 산림청.
- 산림청. 2011. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청. 2012. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청, 산림과학원. 2012. 임목재적 바이오매스 및 임분수확표. 산림청.
- 산림청. 2013. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청. 2014. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청. 2014. 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준. 산림청.
- 산림청. 2015. 산림탄소 거래 동향 및 전망에 관한 국제 심포지엄 자료집. 산림청.
- 산림청. 2015. 산림탄소상쇄제도 가이드북. 산림청.
- 산림청. 2015. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청. 2015. 2015년도 주요업무 세부추진계획. 산림청.
- 에너지관리공단. 2012. 에너지기후변화편람. 에너지관리공단.
- 에너지관리공단. 2012. 탄소중립 가이드라인. 에너지관리공단.
- 온실가스종합정보센터. 2015. 국가온실가스 인벤토리보고서. 온실가스종합정보센터.
- 이충국. 2013. 지자체의 산림탄소상쇄 제도 활성화 전략. 기후변화대응연구센터.
- 이충국. 2013. 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 시행에 따른 강원도의 시사점 및 활용전략. 한국기후변화대응연구센터.
- 충청남도. 2010. 충남 기후변화 대응 종합계획 수립 최종 보고서. 충청남도.
- 한기주, 윤여창. 2009. 해외 배출권 시장 사례 분석과 국내 배출권 시장도입에 있어서 산림분야 참여에 관한 고찰. 환경정책연구 8(1): 3-27.
- VCS Standard: VCS Version3 Requirement Document, VCS, 2012.

# 부 록

부록1 : 충남1호 산림탄소상쇄 사업계획서

부록2 : 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률

# 사 업 계 획 서

## [식생복구 사업]

2015년 12월 14일



# 목 차

- 1 사업 개요
- 2 사업적합성
- 3 이산화탄소 순흡수량 산정
- 4 사업추진 계획
- 5 비영속성 관리
- 6 모니터링 계획
- 7 환경 · 사회 · 경제적 영향 평가

1	사업 개요																				
업자	사 업 자	충남도청																			
	실무담당자	이태윤																			
	실무담당자 연락처(Tel)	041-635-4510																			
	e-mail	tylee1234@korea.kr																			
사업 유형		식생복구																			
참여 유형		사회공헌형 ([ ] 거래형 / [0] 비거래형)																			
사업 기간		2013. 5. 9. ~ 2023. 5. 8.(10년간)																			
사업대상지 위치 및 면적		충청남도 홍성군 홍북면 신경리 540 (3.2ha)																			
사업 내용		<table><tr><th>구 분</th><th>면적(ha)</th><th>주요 식재 수종</th></tr><tr><td>단풍숲</td><td>0.6</td><td>고로쇠나무, 복자기 등</td></tr><tr><td>향토숲</td><td>1.2</td><td>상수리나무, 신갈나무 등</td></tr><tr><td>향기숲</td><td>0.8</td><td>이팝나무, 화백, 소나무 등</td></tr><tr><td>무궁화 동산</td><td>0.6</td><td>소나무, 무궁화</td></tr><tr><td>계</td><td>3.2</td><td></td></tr></table>		구 분	면적(ha)	주요 식재 수종	단풍숲	0.6	고로쇠나무, 복자기 등	향토숲	1.2	상수리나무, 신갈나무 등	향기숲	0.8	이팝나무, 화백, 소나무 등	무궁화 동산	0.6	소나무, 무궁화	계	3.2	
구 분	면적(ha)	주요 식재 수종																			
단풍숲	0.6	고로쇠나무, 복자기 등																			
향토숲	1.2	상수리나무, 신갈나무 등																			
향기숲	0.8	이팝나무, 화백, 소나무 등																			
무궁화 동산	0.6	소나무, 무궁화																			
계	3.2																				
이산화탄소 순흡수량(예상)		198 tCO <sub>2</sub> /10yr (연간 20 tCO <sub>2</sub> )																			
산림탄소흡수량 배분 비율		100 : 0 (사업자 : 토지소유자)																			

## 2

## 사업적합성

### 2.1 일반현황 분석

#### 2.1.1 대상지 개요

- 사업대상지는 충청남도 홍성군 홍북면 신경리 소재 충청남도 소유의 공공용지로, 2013년 산림청의 녹색자금을 지원받아 약 3.2ha의 면적에 도시림을 조성함.
- 사업대상지에 조성된 『행복 나눔의 숲』은 충청남도의 주요 시설인 충청남도청과 충남경찰청, 충청남도교육청이 인접하고 내포신도시의 중앙에 위치하여 주변도로, 생활권과 접근성이 우수함.
- 현재, 사업대상지 인근으로 다양한 관공서, 주민시설이 위치하고 다양한 생태, 환경적 복지시설이 건설될 예정임.



#### 2.1.2 사업대상지 토지이용변화

- 현재 사업대상지는 지목상 '공원'으로 구분됨 (부록1. 토지대장).
- 사업대상지는 2014년 3월 14일 이전까지 약 70개 지번과 9종의 지목으로 구성되어 농지, 축사 등으로 이용되었으나 충남도청 이전으로 현재 토지상황으로 변경됨 (부록2. 토지이용계획; 부록3. 종전 토지이용상황).

종전 토지이용상황 (출처: 충남개발공사 내부자료)

### 2.1.3 사업대상지 적합성 평가

- 84



- 이에 산림탄소상쇄 사업자는 산림청 주관의 녹색자금을 이용하여 탄소흡수원 확충 및 도민 산림서비스 제공을 위하여 사업대상지를 구획하고 도시림을 조성하였음. 이러한 토지이용 변화사항은 운영표준에서 제시하는 식생복구 사업대상지로 적합함.



※출처: 국토지리정보원 공간정보(air.ngii.go.kr)

#### 2.1.4 사업시작일

- 운영표준에서 제시하는 사업시작일은 저탄소 녹색성장 기본법 시행일(2010년 4월 14일) 이후 사업을 기준으로 ‘사업실행과 관련된 기준일’, ‘사업을 위한 작업 실행 또는 장치 등의 설치 시작일’, ‘사업실행과 관련된 최초 지출일’중 가장 빠른 시점을 기준으로 제시하고 있음.
- 이에 『행복 나눔의 숲』조성사업은 충남도청과 시공사간 계약일(2013년 5월 9일)을 산림탄소상쇄사업시작일로 정함 (부록4. 사업시작일 참고자료).

## 2.2 추가성 분석

- 본 사업은 비거래형 사업으로 운영표준에 근거하여 추가성 분석을 생략함.

### 3 이산화탄소 순흡수량 산정

(a)	산림바이오매스 탄소흡수량	75 tC
(b)	고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량 (선택)	0 tC
(c)	총 탄소흡수량 ( $c=a+b$ )	75 tC
(d)	베이스라인 흡수량	21 tC
(e)	사업활동에 따른 배출량	0 tCO <sub>2</sub>
(f)	누출량	0 tCO <sub>2</sub>
(g)	이산화탄소 순흡수량 ( $g=(c-d)*44/12-e-f$ )	198 tCO <sub>2</sub>

#### 3.1 대상지 구획화

- 사업대상지 구획은 사업대상지 운영주체(충남도청 환경녹지국 산림녹지과)에서 보유중인 조감도 및 설계서를 이용하여 대상지를 구획함.





- 사업대상지는 테마에 따라 ‘단풍숲’, ‘향토숲’, ‘향기숲’, ‘무궁화동산’으로 구획하고 교목(42종)의 2,046본을 식재함.
- 구획별 면적 및 식재본수는 아래와 같음.

구 획 번 호	구 획	면 적 (ha)	식재본수
1	단풍숲	0.6	363
2	향토숲	1.2	865
3	향기숲	0.8	683
4	무궁화동산	0.6	153
계			2064

구획별 사진



〈향기숲〉



〈단풍숲〉



〈향토숲〉



〈무궁화 동산〉



## 3.2 베이스라인 시나리오

### 3.2.1 사업전 토지이용

- 2009년 충남도청 착공전, 사업대상지는 농지, 축사로 이용되었으나 2013년 충남도청 착공후 식생복구 사업이 진행됨.
- 사업대상지에서 탄소흡수원 유지·증진활동이 시행되지 않고 기존의 토지상황이 유지되는 경우, 천연갱신에 의한 산림조성은 어려운 것으로 판단되어 인접지역의 토지현황을 참고하여 베이스라인 시나리오를 작성함.
- 사업대상지의 인접지역은 초본, 관목이 우점하는 상황으로 운영표준에서 제시하는 초본이나 관목의 베이스라인 흡수량을 산정하기 위하여 IPCC 2006 가이드라인 기본값을 적용함 (부록7. 2006 IPCC GL 초지 배출/흡수계수).

### 3.2.2 베이스라인 시나리오 구성

- 운영표준에서 제시하는 베이스라인 시나리오는 이력기반 설정방식, 법률기반 설정방식, 관행기반 설정방식 중 선택하여 정의하도록 규정하고 설정방식별 적용성 분석은 아래와 같음.
- 본 사업은 산림탄소상쇄사업이 시행되지 않고 현재 체계가 유지된다는 가정아래, 사업대상지의 산림변화에 관한 이력기반 설정방식을 이용하여 이산화탄소저장량을 예측하고 베이스라인 시나리오를 구성함.

설정 방식	적용성 분석
이력 기반	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요조건: 사업대상지에 대한 과거 사업이력이 존재하는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오를 설정함.</li> <li>• 현재상태: 사업대상지의 사업이력에 관한 구체적인 문서는 전무하나 과거 항공사진과 충남개발공사의 지적 측량을 통해 과거부터 농지로 이용되어 산림 조성이 어려운 상황이었으며, 2013년 충남도청 이전과 함께 공공용지로 구분되어 탄소흡수원 역할이 가능하였음.</li> </ul> <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 가능한 설정방식</p>
법률 기반	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요조건: 사업대상지의 산림이용 및 관리를 제약하는 법률이나 규정이 있는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오 설정함</li> <li>• 현재상태: 사업대상지는 ‘도시공원 및 녹지 등에 관한 법률’에 용도에 맞도록 관리되어야 하나, 공공용지로 분류되어 도지사의 권한에 따라 용도 변경이 유연한 상황임.</li> </ul> <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>
관행 기반	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요조건: 사업대상지 인접지역에서 일반적으로 수행되는 관리활동을 기반으로 베이스라인 시나리오를 구성함.</li> <li>• 현재상태: 사업대상지는 도시림 조성사업이 시행되지 않을 경우, 충남도청 주차장으로 활용되거나 초지로 유지되어 입목 생장에 따른 탄소흡수원 역할 수행이 어려움.</li> </ul> <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>

### 3.3 이산화탄소 흡수량 산정

- 본 사업에서 예상되는 탄소저장고 및 흡수원은 운영표준에서 제시하는 탄소저장고중, 임목식재에 의한 지상부(above-ground)와 지하부(below-ground) 바이오매스로 한정함.
- 운영표준에서 제시하는 식(1)을 이용하여 사업기간(10년)동안 흡수되는 탄소 및 이산화탄소 흡수량을 추정함.

$$C_t = \left( \sum_i (B_i + S_i - R_i) \times 44/12 \right) - E - L$$

식(1)

여기서  $C_t$  : t 기간 동안의 이산화탄소 흡수량(tCO<sub>2</sub>)

$B_i$  : t 기간 동안 구획 i의 산림바이오매스의 탄소흡수량(tC)

$S_i$  : t 기간 동안 구획 i의 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화  
량(tC)

$R_i$  : t 기간 동안 구획 i의 베이스라인 흡수량(tC)

$E$  : t 기간 동안 사업활동에 따른 배출량(tCO<sub>2</sub>)

$L$  : t 기간 동안 누출량(tCO<sub>2</sub>)

#### 3.3.1 산림바이오매스의 탄소흡수량( $B_i$ )

- 식생복구사업에서 산림은 가로수, 도시공원 등 주거지(settlement)에 분포하는 산림을 의미하며 이것은 일반 산림의 생장량과 차이가 있으므로 운영표준에서 제시하는 ‘임목재적·바이오매스 및 임분수확표(산림청, 2012)’를 기준으로 산정하고 제시되지 않은 수종은 국립산림과학원에서 발간한 ‘탄소지킴이 도시숲(국립산림과학원, 2012)’을 참고하였음.
- 사업대상지에 식재된 수종중 소나무(상록교목)는 ‘임목 재적·바이오매스 및 임분수확표(산림청, 2012)’를 참고하되, 중부지방소나무(지위지수 10)의 재적(m<sup>3</sup>/ha), 본수 정보를 활용하고 개체목의 재적을 산정하여 해당 사업대상지 재적을 계산함.
- 상록교목 중 잣나무, 편백, 신편백(편백 임분수확표 이용), 화백(편백 임분수확표 이용)은 위와 같은 방법으로 재적을 산정하되, 보수적 기준에 의해 수종별 최소 지위지수 및 임령을 적용함.

- 낙엽교목은 ‘탄소지킴이 도시숲’의 ‘도시숲 주요 가로수목의 그룹별 수령에 따른 탄소저장량’ 정보를 활용함 (부록5. 임령에 따른 탄소저장량). 단, 홀수 임령은 제시된 임령에서 1년을 제외하여 탄소저장량을 산정함.
- 2종의 참고자료에서 제시하지 않은 수종은 종(species), 속(genus), 과(family)를 파악하여 적용하고 이외 수종은 인벤토리의 보수적 원칙에 따라 느티나무의 성장정보를 적용함.
- 단목재적과 식재본수를 이용하여 사업대상지 임분재적을 산정하고 국립산림과학원에서 개발하고 온실가스종합정보센터에서 인증하는 국가고유계수(tier2 수준)를 적용하여 탄소저장량을 계산함.

### 3.3.2 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량( $S$ )

- 일반적으로 산림내 저장된 고사유기물과 토양의 탄소량은 변화량이 적다는 기존 보고를 참고하여 식생복구에 의해 조성된 산림의 토양과 고사유기물은 안정된 상태를 유지된다는 가정으로 고사유기물과 토양탄소량은 ‘0’으로 계산함.

### 3.3.3 베이스라인 흡수량( $R$ )

- 사업대상지의 베이스라인은 인접지역의 토지상황을 고려하여 초본, 관목지의 이산화탄소저장량을 산정함.
- 운영표준은 초본, 관목으로 유지되는 토지에 대한 베이스라인 흡수량을 산정하도록 제시하고 있으므로 사업대상지가 초지로 유지되는 경우, 2006 IPCC GL에서 제시한 기본값을 적용함.
- 사업대상지(3.2ha)가 초지로 유지되는 경우, 탄소저장량은 21.6tC이고 이산화탄소 분자량 비율을 이용하여 79.2tCO<sub>2</sub>의 베이스라인 흡수량을 산정함 (부록7. 2006 IPCC GL 초지 배출/흡수계수).

## 3.4 이차적 배출

- 본 사업은 비거래형 사업으로 사업에 따른 배출량( $E$ )과 누출량( $L$ )은 고려하지 않음.



## 4 사업추진 계획

### 4.1 사업대상지 정리

- 사업대상지는 충남도청 이전지역으로 사업대상지의 전면적을 대상으로 2013년 정리작업을 시행함.

연도	구획	면적(ha)	작업 내용
2013년	-	3.2	식재 예정지 정리

행복나눔의 숲(착공전, 준공전 사진)



착공전

준공전

## 4.2 식재

- 식재 수종은 충청남도의 주요시설(도청, 경찰청, 교육청)별 요구사항과 관련 전문가 의견을 수렴하여 사회적 요구와 주변 산림과의 조화를 고려하여 선정되었고 우리나라 국화인 무궁화의 심미적 가치를 위해 특별 테마구역을 조성하였음.
- 사업대상지의 이산화탄소저장량 평가를 위하여 저장량산정 및 모니터링이 가능한 상록, 낙엽교목으로 구분하고 규격과 식재본수(수량)를 제시하였음.

연 도	구 분	본 수	수 종	규 격	구 획				수량(본)
					향기숲	무궁화동 산	단풍숲	향토숲	
201 3, 201 4	상록 교목	723	소나무	H5.5xW2.5xR25	14	20	19	11	64
			소나무	H5.0xW2.5xR20	38	31	31	38	138
			소나무(반송)		0	0	1	0	1
			실편백	H2.0xW1.5	50	0	0	0	50
			편백	H2.5xW1.0	62	53	0	0	115
			화백	H2.5xW1.0	147	3	0	0	150
			갯나무	H2.5xW1.2	0	0	0	205	205
	낙엽 교목	134 1	감나무	H3.0xR10	3	6	0	0	9
			계수나무	H4.0xR10	10	0	40	0	50
			꽃사과	H3.5xR10	9	0	0	0	9
			꽃사과	H3.0xR8	11	0	0	0	11
			느티나무	H6xR40	0	0	1	0	1
			느티나무	H4.5xR20	6	0	0	5	11
			느티나무	H4.0xR15	16	6	6	0	28
			매죽나무	H3.0xR8	20	0	0	0	20
			산딸나무	H2.5xR6	15	0	0	0	15
			산벚나무	H3.5xB8	0	4	26	0	30
			산벚나무	H4.0xB10	30	0	0	0	30
			산사나무	H2.5xR6	15	0	0	0	15
			산수유	H2.5xR6	61	9	0	0	70
			왕벚나무	H3.5xB8	41	0	0	0	41
			이팝나무	H3.0xR8	45	5	0	0	50
			자귀나무	H3.0xR8	11	0	0	0	11
			자귀나무	H2.5xR6	12	6	0	0	18
			층층나무	H3.5xR8	21	0	0	0	21
			칠엽수	H2.5xR8	25	0	0	0	25
			팔배나무	H3.5xR8	20	0	0	0	20
			고로쇠나무	H3.0xR10	0	0	32	0	32

			대왕참나무	H3.5xR10	0	0	13	47	60
			마가목	H3.0xR10	0	0	24	0	24
			복자기	H3.0xR10	0	0	33	0	33
			산단풍	H3.0xR10	0	0	29	0	29
			신나무	H2.5xR10	0	0	11	0	11
			애기단풍	H2.5xR10	0	0	16	0	16
			중국단풍	H4.0xR15	0	5	21	0	26
			청단풍	H3.0xR10	0	0	49	0	49
			홍단풍	H3.0xR10	0	5	12	0	17
			갈참나무	H3.0xR8-R10	0	0	0	70	70
			굴참나무	H3.0xR10	0	0	0	29	29
			떡갈나무	H3.0xR8	0	0	0	84	84
			모감주나무	H3.5xR10	0	0	0	22	22
			자작나무	H3.5xB8	0	0	0	65	65
			자작나무	H3.0xB6	0	0	0	47	47
			벽오동	H4.0xB10	0	0	0	30	30
			상수리나무	H3.5xR10	0	0	0	115	115
			신갈나무	H3.0xR8-R10	0	0	0	60	60
			졸참나무	H3.0xR10	0	0	0	26	26
			회화나무	H4.0xR10	0	0	0	11	11



### 4.3 가지치기 등 식생관리

연도	구획	면적(ha)	작업종	작업내용
2015	전면적	3.2	풀베기, 덩굴제거	수목보호 작업
2016			병해충방제, 지주목 보수	

- 식재목은 2년 후, 고사등 원인으로 제거되는 경우는 별도 계획이 없으나, 생존율이 80% 미만의 경우는 기존 식재규격보다 우세한 수목으로 식재되어 2년간 관리됨.
- 사업대상지는 II영급이하의 유령목이 주로 식재되어 안정된 산림이 유지될 수 있도록 관수, 전정, 지주목 훼손방지, 토양보습제 및 개량제 투입등 식재목의 안정적 활착을 계획함.
- 식재목 관리는 사업참여자인 충남도청에서 총괄하고 환경녹지국 산림녹지과 책임으로 현장 관리됨.
- 사업기간 동안 진행되는 도시림의 경영활동 외 2년 단위 병해충방제 약제살포 및 수목 전문가의 진단을 계획하여 생태적으로 안정된 숲이 유지되도록 관리함.
- 본 사업에서 사업기간내의 임목생산과 관련된 사업계획은 없음.

## 5 비영속성 관리

- 불가항력적으로 발생하는 탄소량 손실에 대비하여 이산화탄소 흡수량의 일부를 버퍼로 예치 하여야 하나 본 사업은 비거래형으로 운영표준에 근거하여 버퍼 흡수량을 제시하지 않음.
- 사업기간동안 발생 가능한 교란에 대비하여 다음과 같은 교란별 대책을 수립함.

위험 완화 대책	
산불 발생 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업대상지는 도심권에 위치한 도시림으로 유동인구가 많고 도청의 상시적인 감시활동이 수행되어 산불 발생 가능성이 낮음.</li> <li>• 도민 및 인근 근로자의 감시활동을 통해 산불의 초기 발견이 가능하고 산불조심기간 동안 『산불조심』현수막을 설치하여 산불발생 가능성 저감에 일조함.</li> <li>• 산불 발생 시 내포소방서가 인접하여 신속한 초기 진화가 가능함.</li> </ul>
산사태 발생가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업대상지는 평지에 가까운 지형으로 산사태 가능성이 매우 낮음</li> </ul>
병충해 피해 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업대상지는 도시림으로 충남도청의 상시적 관리로 병해충 발견을 위한 정기적인 예찰 및 조사활동을 실시함.</li> <li>• 식재된 수목에 대해 병해충의 피해가 발생하지 않도록 예찰을 강화할 계획이며 병해충 발생시, 적합한 방제작업을 실시하여 확산을 방지하고 탄소저장량이 손실되는 경우에는 보식을 통하여 탄소저장량 유지 방법을 모색함.</li> </ul>
인위적 훼손 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 사업대상지는 충청남도의 주요 시설이 밀접한 지역으로 CCTV를 통한 상시 감시가 이루어지고 정기적인 방찰을 통하여 인위적 훼손 가능성은 낮음.</li> <li>• 아울러, 충남도청의 산림녹지과는 산림의 가치에 대한 대국민적 홍보 및 교육을 실시하여 장기적인 인위적 훼손 가능성의 저감에 일조함.</li> </ul>

### 6.1 모니터링 범위 및 항목

- 본 사업은 비거래형으로 운영표준에서 제시하는 6종의 모니터링 범위 중 ‘① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량’, ‘② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량’, ‘④ 산림전용 및 훼손 여부’에 대하여 항목을 선정하고 계획을 수립함. 제시한 항목외 사항은 비거래형 사업에서 불필요 사항이거나 발생가능성이 낮음.

<p><b>모니터링 범위</b></p>	<p>① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량 ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량 ③ 사업활동 및 누출에 따른 배출량 ④ 산림전용 및 훼손 여부 ⑤ 환경·사회·경제적 영향 ⑥ 기타</p>
<p><b>모니터링 항목</b></p>	<p>① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수종, 분수, 흉고직경, 수고</li> </ul>           ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교란에 의한 피해 수종, 피해 분수, 피해목의 흉고직경, 피해목의 수고</li> </ul>           ④ 산림전용 및 훼손 여부  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시공원 유지 활동 관리대장</li> </ul> </p>

## 6.2 모니터링 계획

- 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준에서 규정되어 있는 모니터링 원칙과 기준에 따라 작성함.
- 본 사업은 식생복구사업으로 10년의 사업기간 중 5년 주기 2회의 모니터링을 계획함.
- 식재목의 대부분은 II 영급이하 유령목으로 초기 생장이 우수할 것으로 판단되어, 1회차 모니터링은 2016년으로 설정하였음.

회차	1회차	2회차
연도	2016	2021

- 모니터링 관리는 운영표준의 모니터링 원칙을 준수하고 사업참여자인 충남도청에서 실시하여 이산화탄소 흡수량의 제3자 검증이 가능하도록 사업기간 동안 자료 및 증빙서류를 보관하는 등 QA/QC 활동 수행함.

모니터링 범위	항목	시기	모니터링 방법 및 장비
① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수 량	식재면적	사업착공시	사업 관련 서류
	수종별 식재본수	사업착공시	사업 관련 서류
	잔존본수	모니터링회차 별	모니터링목 실측자료
	재적량	모니터링회차 별	모니터링목 실측자료
	생장량	모니터링회차 별	모니터링목 실측자료
	목재기본밀도	모니터링회차 별	국립산림과학원자료 적용
	바이오매스확장계 수	모니터링회차 별	국립산림과학원자료 적용
	뿌리함량비	모니터링회차 별	국립산림과학원자료 적용
	탄소전환계수	모니터링회차 별	국립산림과학원자료 적용
②산림 바이오매스 손실에 의한 탄소배출 량	교란발생 및 손실 량	모니터링회차 별	관리대장 이용

③ 사업활동 및 누출 에 따른 배출량	해당없음(비거래형)		
④ 산림전용 및 훼손 여 부	교란발생 및 손실 량	모니터링회차 별	관리대장 이용
⑤ 환경사회경제적 영 향	해당없음(비거래형)		
⑥ 기타	해당없음(비거래형)		

### 6.2.1 모니터링 단계의 탄소흡수량 산정

- 도시림의 수종별 생장자료는 드문 실정이고 두목작업등이 시행되어 정도 높은 탄소흡수량 산정이 어려운 것으로 판단됨. 그러므로 기존의 연구에서 개발된 흉고직경과 수고를 이용하는 상대생장식(allometric equation)을 활용하여 탄소저장량 및 흡수량을 계산하도록 운영표준에서 제시하고 있음.
- 국립산림과학원에서 발간한 연구신서인 ‘탄소지킴이 도시숲(국립산림과학원, 2012)’을 참고하여 식재된 주요 수목의 그룹별/유형별 흉고직경을 설명변수로 줄기재적식을 이용하여 재적량을 산정하고 탄소배출계수를 적용하여 탄소저장량을 추정함 (부록6. 흉고직경에 따른 줄기재적식).

<p style="text-align: center;">〈 모니터링 단계의 산림바이오매스 탄소흡수량 산정식 〉</p> $B = V \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF$ <p>여기서 <math>B</math> : t 기간 동안 산림바이오매스의 탄소흡수량(tC)  <math>V</math> : t 기간 동안 재적생장량(m<sup>3</sup>)  <math>BEF</math> : 도시수목의 지상부 바이오매스 확장계수  <math>RR</math> : 도시수목의 뿌리함량비  <math>WD</math> : 도시수목의 목재기본밀도  <math>CF</math> : 도시수목의 탄소함량비</p>	
<p style="text-align: center;">〈 도시 수목의 흉고직경 대비 줄기 재적식 〉</p> $V(m^3) = a DBH^b$ <p>여기서 <math>V</math> : t 기간 동안 재적생장량(m<sup>3</sup>)  <math>DBH</math> : 흉고직경(cm)  <math>a, b</math> : 줄기재적량 상대생장식 계수</p>	



### 6.2.2 모니터링 대상 수목의 선정 및 식별

- 사업대상지내 식재된 입목의 구역별, 수종별 분수를 측정하고 수종별 분수 조사시 탄소저장량이 중복 산정되지 않도록 현장에서 관리함.
- 구역별, 수종별 모니터링을 위한 대표목을 선정하고 식별표를 부착하여 관리함. 대표목의 선정은 기 조사된 입목에서 흉고직경과 수고의 평균값을 참고하여 수종별 분수의 10%를 선정함.
- 모니터링 대상이 되는 대표목은 정확한 구별과 지속적인 보호를 위하여 수목식별표를 부착하여 관리함.

#### 〈수목식별표 예시〉



구 분	상채모니터링나무
번 호	구획명-일련번호
수종명	0000
관리자	충남도청 산림복지과
※ 이 나무는 『행복나눔 숲』의 모니터링을 위하여 선정되어 훼손을 금함.	

### 6.2.3 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량

- 모니터링 대표목의 흉고직경은 흉고직경테이프를 이용하여 흉고높이(1.2m)에서 2cm 팔약으로 직경을 측정하되, 다간목은 가지별 측정 후 평균값을 이용함.
- 수고측정은 하가로프(사) VertexⅢ, 3m 측정봉을 이용하여 측정하고 초두부 측정에 유의함.
- 수종별 식재면적, 식재본수는 『행복 나눔의 숲』 사업관련 서류를 참고함.
- 잔존본수는 모니터링 시기의 전수 조사를 통해 파악하고 사업계획서상 보고된 본수와 모니터링 기간 동안 측정된 실측본수가 다른 경우, 차이에 대한 원인을 제시함.
- 재적량 산정은 선정된 대표목의 흉고직경, 수고를 이용하여 측정함. 재적량 산정은 모니터링 보고의 일관성을 유지하기 위하여 ‘임목재적 바이오매스 및 임분수확표’를 이용하되, 부족분에 대하여 ‘탄소지킴이 도시숲’을 이용함. ‘임목재적 바이오매스 및 임분수확표’를 이용하여 산정된 입목은 측정된 흉고직경, 수고를 이용하여 ‘수피포함 수간재적표’를 참고하고 ‘탄소지킴이 도시숲’을 참고하여 적용한 입목은 ‘우리나라 도시숲 주요 수목의 수종별 흉고직경 대비 줄기 재적식’을 이용하여 산정함.
- 성장량은 사업계획서내 보고된 수치와 모니터링기간 동안 실측된 자료간 차이를 이용하여 모니터링 기간별 변화량을 산정함.
- 이산화탄소저장량 산정을 위해 적용된 탄소배출계수(목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리함량비, 탄소전환계수)는 모니터링 보고의 일관성을 유지하기 위하여 기 적용된 탄소배출계수를 적용함. 단, 온실가스종합정보센터에 갱신되는 수종 및 개발되는 수목에 대하여 적용을 검토함.

### 6.2.4 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량

- 사업대상지에서 발생 가능한 손실 사건으로 화재, 병해충, 고사에 의한 산림바이오매스 훼손이 있음.
- 화재, 병해충에 의한 손실은 매년 작성되는 유지·보수 대장을 이용하여 손실목, 제거목의 흉고직경과 본수를 파악하여 손실량을 산정함.
- 임분 경쟁에 의한 자연 고사는 유지·보수 대장을 이용하여 파악하되 보식목에 대하여 중복산정을 유의함.

#### 6.2.5 사업활동에 및 누출에 따른 배출량

- 본 사업은 비거래형 사업으로 운영표준에 근거하여 누출에 의한 배출은 고려하지 않음.

#### 6.2.6 산림전용 및 훼손 여부

- 사업대상지는 산림전용, 용도변경의 가능성은 낮음.
- 사업대상지에서 발생하는 인위적 훼손에 대하여 정기적으로 작성되는 관리대장상의 '6.2.4 산림바이오매스 손실에 의한 탄소흡수량'과 구분이 가능하도록 기재하고 이를 파악하여 산정할 계획임.

#### 6.2.7 환경·사회·경제적 영향

- 본 사업은 비거래형 사업으로 운영표준에 근거하여 해당 사항 없음.

### 6.3 모니터링 데이터 및 매개변수

자 료 명	수종 및 본수
단 위	본
설 명	식재된 수목의 수종 및 본수
적 용 값	사업대상지 측정값
모니터링방법	현장조사를 통한 수종별 본수 측정
측 정 장 비	—

자 료 명	흉고직경, 수고
단 위	cm, m
설 명	지면에서 1.2M 지점 측정
적 용 값	사업대상지 측정값
모니터링방법	현장조사를 통한 대표목의 흉고직경, 수고를 직접 측정
측 정 장 비	직경테이프(흉고직경), VertexIII 혹은 수고측정봉

자 료 명	재적량
단 위	m <sup>3</sup>
설 명	산림바이오매스 재적을 산정하기 위한 줄기 재적식
적 용 값	입목재적•바이오매스 및 임분수확표, 탄소지킴이 도시숲
모니터링방법	현장조사를 통해 측정된 흉고직경, 수고 이용
측 정 장 비	—

자 료 명	탄소배출계수(목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리함량비, 탄소함량계수)
단 위	—
설 명	이산화탄소흡수량 산정을 적용되는 계수
적 용 값	온실가스종합정보센터에서 승인하는 국가공인계수, 탄소지킴이 도시숲에서 제공하는 도시수목 탄소배출계수
모니터링방법	—
측 정 장 비	—

## 7

## 환경 · 사회 · 경제적 영향 평가

## 7.1 사업추진으로 인한 환경적 영향

## 사업에 따른 긍정적 측면의 환경적 영향

- 사업대상지는 과거 농지 혹은 축사로 이용되었으나, 충남도청 이전으로 식생복구를 통해 심미적, 경관적 산림 효과를 제공할 것으로 판단됨.
- 사업추진을 통해 탄소흡수원 유지 · 증진 및 충남도민에게 휴식공간을 제공하여 높은 생태계 서비스를 제공할 것으로 평가됨.

## 긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획

- 주변 경관과 조화를 이루고 주변 공원시설과 연계하여 도민에게 산림치유, 휴식공간 제공이 가능하도록 주기적인 모니터링을 실시하여 정책 반영을 계획함.
- 사업대상지 입구에 산림탄소상쇄사업 홍보판을 설치하여 지역주민과 이용객의 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산으로 사업대상지가 지속적으로 유지될 수 있도록 관리함.

## 사업에 따른 부정적 측면의 환경적 영향

- 도민의 공원시설 이용에 따른 쓰레기 투기가 예상됨.

## 부정적 영향의 제거를 위한 조치계획

- 매년 도민의 자발적 참여를 위하여 『쓰레기 투기 'Zero', 산불 'No'』홍보활동을 계획함.

## 7.2 사업추진으로 인한 사회적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충청도청은 ‘행복나눔의 숲’을 조성함으로써 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산하고 친환경 도 이미지 제고에 기여함.</li> <li>• 산림청과 지자체 협업을 통해 도시림이 조성됨에 따라 도민에게 산림에 대한 인식 제고 및 도민이 참여하는 식목행사로 도민과 지자체 공무원간 소통의 장이 될 것으로 판단됨.</li> <li>• 산림탄소상쇄사업 기간 동안 산림이 대기 중 이산화탄소를 흡수할 수 있도록 생활 속에서 나무 심기 효과에 기여할 것으로 판단됨.</li> </ul>
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경 도 이미지 제고를 위해 향후 식목행사에서 도민의 자발적 참여가 가능하도록 충청남도 홈페이지(<a href="http://www.chungnam.net">www.chungnam.net</a>)를 이용하여 가족단위, 소규모단위 운영을 계획함.</li> <li>• 향후 사업대상지내 식목행사를 계획하고 참가 도민을 대상으로 묘목을 증정하고 명패를 부착하여 기후변화대응 인식 제고를 계획함.</li> <li>• 충청남도 교육청과 연계하여 도내 초·중·고교학생들의 실습장으로 활용될 수 있도록 유도하여 긍정적 학습효과의 확대를 기대함</li> </ul>
사업에 따른 부정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>

### 7.3 사업추진으로 인한 경제적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 경제적 영향
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충청남도에서 계획 중인 『충남도민 내 나무 갖기』 캠페인에 필요한 예산을 민간기업의 사회공헌 활동과 연계하여 지방자치단체의 예산 절감이 가능함.</li> <li>• 참여기업의 경우, 사회공헌 활동으로서 기업의 이미지 제고에 활용하고 지자체는 산림관리에 민간 투자를 유치할 수 있는 계기로 활용이 가능함.</li> </ul>
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 사업은 도내 기업 및 지자체에서 산림탄소상쇄사업에 참여할 수 있는 모범사례로 발전시켜 지역사회와 유기적인 협조 체제를 구축하여 긍정적 영향의 지속적인 확대 방안을 모색함</li> </ul>
사업에 따른 부정적 측면의 경제적 영향
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>

## 부록2. 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률

### 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률

[시행 2013.3.23] [법률 제11713호, 2013.3.23, 타법개정]

산림청(산림정책과) 042-481-4199,4133

#### 제1장 총칙

**제1조(목적)** 이 법은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제55조에 따라 산림의 탄소흡수 기능을 유지하고 증진시킴으로써 기후변화에 대응하고 저탄소 사회 구현에 이바지함을 목적으로 한다.

**제2조(정의)** 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 다만, 별도의 인용이 없는 경우 국제연합 {UN: United Nations}에서 기후변화에 대응하기 위하여 정의한 내용을 적용한다.

1. "산림"이란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 산림 중에서 대통령령으로 정하는 토지를 말한다.
2. "신규조림"이란 최소한 과거 50년 동안 산림이 아니었던 토지에 대하여 인위적인 식재·파종 및 천연갱신 유도를 통하여 산림으로 전환하는 것을 말한다.
3. "재조림"이란 본래 산림이었다가 다른 용도로 전용되어 대통령령으로 정하는 시점 이전까지 산림이 아니었던 토지에 대하여 인위적인 식재·파종 및 천연갱신 유도를 통하여 산림으로 전환하는 것을 말한다.
4. "산림경영"이란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제6조에 따라 산림을 지속가능한 방식으로 보전·이용하기 위한 일체의 활동 중에서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
5. "식생복구"란 신규조림이나 재조림 외에 식생 조성을 통하여 그 입지에서의 산림탄소흡수량을 증가시키는 인위적인 활동을 말한다.
6. "목제품"[HWP: Harvested Wood Products]이란 수확된 목재 및 목재를 원료로 가공된 제품을 말한다.
7. "산림바이오매스 에너지"란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제2조제7호에 따른 임산물(林産物)과 임산물이 혼합된 원료(폐목재를 포함한다)를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.
8. "산지전용 및 산림황폐화로 인한 배출 감축"[REDD+: Reduced Emissions from



Deforestation and forest Degradation]이란 산지전용 및 산림황폐화로 인한 온실가스 배출을 감축하고 산림탄소흡수량을 유지·증진하기 위하여 합의한 활동을 말한다.

9. "토지이용, 토지이용 변화 및 임업"[LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry]이란 국토를 토지이용 목적과 형태에 따라 산림, 농지, 초지, 습지, 주거지, 그 밖의 범주로 구분하여 각 토지이용 범주별 인위적인 활동에 따른 온실가스 흡수량·배출량과 토지이용변화에 따른 온실가스 흡수량·배출량을 산출하기 위하여 규정한 정의·방식·규칙을 말한다.
10. "탄소흡수원"이란 탄소를 흡수하고 저장하는 임목, 죽, 고사유기물, 토양, 목제품 및 산림바이오매스 에너지를 말한다.
11. "산림탄소흡수량"이란 제2호부터 제8호까지와 관련된 활동을 통하여 온실가스 흡수를 증대시키거나 배출을 저감한 탄소량을 말한다.
12. "산림탄소상쇄"란 산림탄소흡수량을 온실가스 감축에 사용하는 것을 말한다.
13. "온실가스"란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조제9호에 따른 온실가스를 말한다.
14. "지구온난화"란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조제11호에 따른 지구온난화를 말한다.
15. "기후변화"란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조제12호에 따른 기후변화를 말한다.

**제3조(산림청장 등의 책무)** ① 산림청장은 산림의 탄소흡수 기능을 유지하고 증진시킬 수 있도록 산림을 지속적으로 관리하여야 한다.

② 산림청장은 산림의 탄소흡수원 기능을 유지하거나 증진시키기 위하여 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」 및 관련 국제규범에 따른 원칙을 고려하여야 한다.

③ 산림청장은 국내 및 국제 탄소시장과의 연계를 고려하여 시장기능을 최대한 활용하여야 한다.

④ 산림청장과 지방자치단체의 장은 공공기관, 민간단체 및 기업과 국민(이하 "사업자"라 한다)이 탄소흡수원 유지 및 증진을 통한 온실가스 감축활동을 자율적이고 적극적으로 수행할 수 있도록 장려하고 필요한 시책을 지원하여야 한다.

⑤ 사업자는 탄소흡수원을 최대한 유지 및 증진할 수 있도록 노력하여야 한다.

**제4조(다른 법률과의 관계)** 이 법은 탄소흡수원의 유지 및 증진과 관련하여 다른 법률에 우선하며 그 기본이 된다.

## **제2장 탄소흡수원 증진 종합계획의 수립 등**

**제5조(탄소흡수원 증진 종합계획의 수립 등)** ① 산림청장은 이 법의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 탄소흡수원의 유지 및 증진에 관한 정책목표와 기본방향을 정하는 탄

소흡수원 증진 종합계획(이하 "종합계획"이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

② 종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 목표와 기본방향
2. 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 국내외 여건 및 전망에 관한 사항
3. 탄소흡수원 유지 및 증진 기술의 개발·보급에 관한 사항
4. 탄소흡수원 유지 및 증진을 위한 국제협력 및 해외시장 진출에 관한 사항
5. 산림부문 온실가스 정보 및 통계 구축에 관한 사항
6. 산림탄소등록부의 구축과 운영에 관한 사항
7. 그 밖에 연구개발, 전문인력 양성, 재원조달, 교육·홍보 등 효과적인 탄소흡수원 유지 및 증진을 위하여 필요한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항

③ 산림청장이 종합계획을 수립하거나 변경할 때에는 미리 관계 중앙행정기관의 장과 협의하고, 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다) 및 관련 이해관계자의 의견을 들은 후 제7조에 따른 탄소흡수원증진위원회의 심의를 거쳐야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 심의를 거치지 아니한다.

④ 산림청장은 관계 중앙행정기관의 장과 지방자치단체의 장에게 기본계획의 수립 및 시행에 필요한 자료의 제출 또는 협조를 요청할 수 있다. 이 경우 관계 중앙행정기관의 장과 지방자치단체의 장은 특별한 사유가 없으면 요청에 따라야 한다.

⑤ 종합계획에서 과학기술 연구개발에 관한 것은 「과학기술기본법」 제9조에 따른 국가과학기술심의회 심의를 거쳐야 한다. <개정 2013.3.23>

⑥ 그 밖에 종합계획의 수립·변경의 절차 및 내용에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제6조(연차별 실행계획의 수립·시행)** ① 산림청장은 종합계획을 효과적으로 실행하기 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 연차별 실행계획(이하 "실행계획"이라 한다)을 수립·시행하여야 한다.

1. 국내외 탄소흡수원 유지 및 증진 세부추진계획
2. 탄소흡수원 관련 법·제도 개선에 관한 사항
3. 그 밖에 해당 계획연도의 탄소흡수원 유지 및 증진을 위하여 필요한 사항

② 실행계획의 수립 절차와 방법은 대통령령으로 정한다.

**제7조(탄소흡수원증진위원회)** ① 다음 각 호의 사항을 심의하기 위하여 산림청에 탄소흡수원증진위원회를 둔다.

1. 종합계획의 수립·변경

2. 제17조에 따른 국외 산지전용 억제등의 시책 수립·지원
  3. 제27조에 따른 산림탄소상쇄 운영 등에 관한 표준의 제정·운용
  4. 제28조에 따른 산림탄소흡수량 측정·보고·검증 결과의 심의
  5. 그 밖에 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 사항 중 대통령령으로 정하는 사항
- ② 제1항에 따른 탄소흡수원증진위원회의 구성, 위원의 임면(任免), 그 밖에 위원회의 운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제8조(탄소흡수원 정보 및 통계의 작성)** ① 산림청장은 탄소흡수원 유지 및 증진 활동을 원활하게 추진하고 국제적으로 인정받기 위하여 「기후변화에 관한 국제연합 기본 협약」 및 관련 국제규범에 적합하도록 다음 각 호의 탄소흡수원 정보 및 통계를 작성하여야 한다.

1. 제9조에 따른 신규조림등의 실적
  2. 제10조에 따른 보호지역 산림관리 실적
  3. 제13조에 따른 목제품 유통 및 이용 실태
  4. 제14조에 따른 목재산업 에너지 정보
  5. 제15조에 따른 산림바이오매스 에너지 활용 실적
  6. 제16조에 따른 산림전용 억제 및 산림황폐화 방지 실적
  7. 제18조에 따른 복합형 탄소흡수원 유지 및 증진 실적
  8. 그 밖에 산림탄소 배출량·흡수량, 배출·흡수 계수의 토지이용, 토지이용 변화 및 임업 등 대통령령으로 정하는 탄소흡수원 정보 및 통계
- ② 산림청장은 제1항에 따른 탄소흡수원 정보 및 통계를 체계적으로 관리하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 탄소흡수원 정보 체계를 구축하고 운영하여야 한다.
- ③ 산림청장은 관계 중앙행정기관의 장과 지방자치단체장의 장에게 탄소흡수원 정보 및 통계 작성에 필요한 자료의 제출 또는 협조를 요청할 수 있다. 이 경우 관계 중앙행정기관의 장과 지방자치단체의 장은 특별한 사유가 없으면 요청에 따라야 한다.
- ④ 제1항에 따른 탄소흡수원 정보 및 통계 작성에 필요한 절차와 방법은 대통령령으로 정한다.

## 제3장 탄소흡수원 유지 및 증진 활동

### 제1절 탄소흡수원 확충

- 제9조(신규조림등)** ① 산림청장은 탄소흡수원의 유지 및 증진을 위하여 신규조림·재조림·식생복구 및 산림경영(이하 "신규조림등"이라 한다)을 실시하거나 사업자가 자발적으로 실시하고자 할 때에는 이에 필요한 기술지원 등을 할 수 있다.
- ② 산림청장은 사업자에게 신규조림등의 실시를 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따

라 「국유림의 경영 및 관리에 관한 법률」 제21조에 따른 국유림의 대부등을 할 수 있다.

③ 신규조림등으로 추가된 산림탄소흡수량은 제18조제1항에 따른 산림탄소상쇄 실적(이하 "상쇄실적"이라 한다)으로 사용할 수 있다.

④ 산림탄소상쇄를 목적으로 하는 신규조림등은 제27조에 따른 산림탄소상쇄 운영 등에 관한 표준(이하 "운영표준"이라 한다)을 적용한다.

**제10조(보호지역 탄소흡수원 유지 및 증진)** ① 산림청장은 대통령령으로 정하는 보호지역의 탄소흡수원을 유지하고 증진하기 위하여 그 지정목적 달성에 지장이 없는 범위에서 관리하거나 사업자가 자발적으로 관리할 수 있도록 필요한 기술지원 등을 할 수 있다.

② 보호지역 관리로 추가된 산림탄소흡수량은 상쇄실적으로 사용할 수 있다.

③ 제1항에 따른 보호지역별 차별화된 관리방안은 운영표준을 적용하여야 한다.

**제11조(재해방지 탄소흡수원 관리)** ① 산림청장은 산불, 산사태, 병충해, 이상기후로 인한 재해로부터 탄소흡수원을 보호하기 위하여 내화수림대 및 해안방재림 조성 등 필요한 시책을 수립하고 추진하여야 한다.

② 재해를 방지하기 위하여 신규조림등을 하는 경우에는 특별한 사유가 없으면 지구온난화에 대비한 지역별 육성수종을 고려하여 선정하고 시업하여야 한다.

## **제2절 탄소저장 목제품 및 산림바이오매스 에너지의 이용증진**

**제12조(목제품이용증진)** 산림청장은 목제품에 저장된 탄소를 유지하고 증진할 수 있도록 목제품의 이용증진 시책을 수립하고 시행하여야 한다.

**제13조(목제품이용실태조사)** ① 산림청장은 목제품에 저장된 탄소의 흐름을 파악하기 위하여 목제품 생산 전 과정에 관한 유통 및 이용 실태를 조사(이하 "목제품이용실태조사"라 한다)하여야 한다.

② 목제품 제조 및 유통 업체는 산림청장이 목제품이용실태조사를 위하여 필요한 자료를 요청하는 경우에는 특별한 사유가 없는 한 정하여진 기한 내에 산림청장에게 제출하여야 한다.

③ 제12조에 따른 목제품이용증진 활동을 통하여 추가적으로 목제품에 저장된 탄소량은 운영표준에 따라 상쇄실적에 사용할 수 있다.

④ 제1항 및 제2항에 따른 목제품이용실태조사 절차와 내용 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제14조(목재산업 에너지 효율화)** ① 산림청장은 「한국표준산업분류」에 따른 목재·제

지 관련 제조업부문의 에너지 효율화 대책을 수립하고 시행하여야 한다.

② 목재·제지 관련 제조업체는 대통령령으로 정하는 절차와 방법에 따라 사업장별로 매년 온실가스 배출량 및 에너지 소비량을 작성하여 산림청장에게 제출하여야 한다.

**제15조(산림바이오매스 에너지 활용 촉진)** ① 산림청장과 지방자치단체의 장은 산림바이오매스 에너지 원료의 안정적인 공급을 위하여 산림바이오매스를 공급하는 산림을 지속적으로 조성하여야 한다.

② 산림청장과 지방자치단체의 장은 산림바이오매스 에너지 활용 촉진을 위한 시책을 수립하여 추진하여야 한다.

③ 산림청장과 지방자치단체의 장은 산림바이오매스 에너지 시장의 안정화를 위하여 산림바이오매스 에너지 및 이용시설의 종합 모니터링 및 품질관리를 대통령령으로 정하는 바에 따라 직접 또는 위탁하여 실시할 수 있다.

④ 제2항에 따라 산림바이오매스 에너지 활용을 통하여 저감된 온실가스 배출량은 상쇄실적으로 사용할 수 있다.

⑤ 산림탄소상쇄를 목적으로 하는 산림바이오매스 에너지 활용 촉진 활동은 운영표준을 적용한다.

### 제3절 산지전용 억제 및 산림황폐화 방지 등

**제16조(산지전용 억제 및 산림황폐화 방지)** ① 산림청장은 산지전용 및 산림황폐화로 인한 온실가스 배출을 저감하기 위하여 산지전용 억제 및 산림황폐화 방지(이하 "산지전용 억제등"이라 한다) 대책을 수립하고 시행하여야 한다.

② 산지전용 억제등을 위하여 산지 소유자의 요청에 따라 보호지역으로 지정된 이후에 추가적으로 감축된 온실가스 배출량은 상쇄실적으로 사용할 수 있다.

③ 제2항에 따른 보호지역의 종류와 지정 절차·방법, 온실가스 배출량 상쇄 기준 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제17조(산지전용 억제등의 연구 및 지원)** ① 산림청장은 산지전용 억제등에 관한 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」 및 관련 국제규범에 효과적으로 대응하기 위하여 관련 연구를 수행하거나 민간의 연구를 지원할 수 있다.

② 산림청장은 국외에서 산지전용 억제등을 통하여 국제시장에서 거래가 가능한 탄소배출권을 확보할 수 있도록 국제협력 및 지원 체계를 구축할 수 있다.

**제18조(복합형 탄소흡수원 유지 및 증진)** ① 지방자치단체의 장 및 사업자는 제9조, 제10조, 제13조 및 제15조부터 제17조까지의 개별 탄소흡수원 유지 및 증진 활동을 결합한 복합형 탄소흡수원 유지 및 증진 활동(이하 "복합 탄소흡수원 활동"이라 한다)에 따른 산림탄소흡수량을 상쇄실적으로 사용할 수 있다.

- ② 복합 탄소흡수원 활동의 종류와 온실가스 배출 감축량 산정에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

#### 제4장 산림탄소상쇄 등

**제19조(산림탄소상쇄)** ① 산림청장은 제9조, 제10조, 제13조 및 제15조부터 제18조까지의 탄소흡수원 유지 및 증진 활동을 통하여 지방자치단체의 장이나 사업자가 추가로 확보한 산림탄소흡수량을 다음 각 호의 어느 하나로 활용할 수 있는 산림탄소상쇄 기반을 구축하여야 한다.

1. 감축실적[크레딧]형 산림탄소상쇄: 다른 법률이나 규정에 따라 온실가스 감축의무가 있는 지방자치단체의 장이나 사업자가 온실가스 감축목표를 상쇄하는 데 사용할 수 있도록 국제적으로 통용되는 기준을 적용
  2. 사회공헌형 산림탄소상쇄: 지방자치단체의 장이나 사업자가 사회에 공헌하기 위하여 자발적으로 산림탄소흡수원을 유지하고 증진시키고자 하는 경우로 대통령령으로 정하는 완화된 기준을 적용
- ② 제1항에 따른 산림탄소상쇄를 실시하고자 하는 지방자치단체의 장이나 사업자는 농림축산식품부령으로 정하는 사업계획서 등을 작성하여 제23조에 따른 산림탄소센터의 장(이하 "산림탄소센터장"이라 한다)에게 제출하여야 한다. <개정 2013.3.23>
- ③ 산림탄소센터장은 사업계획서 등을 검토하여 사업의 타당성이 인정된 경우에는 제24조에 따른 산림탄소등록부에 등록하여야 한다.
- ④ 산림탄소센터장은 제3항에 따라 등록된 사업이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 등록을 취소하고, 지체 없이 지방자치단체의 장이나 사업자에게 통보하여야 한다.
1. 사업계획서에 기술된 내용이 허위인 경우
  2. 제20조에 따라 사업자가 작성한 모니터링결과보고서의 내용이 거짓인 경우
  3. 그 밖에 등록된 사업이 부득이한 사유로 수행될 수 없다고 대통령령으로 정하는 경우

**제20조(산림탄소흡수량 모니터링 및 검증)** ① 제19조제3항에 따라 산림탄소상쇄사업을 등록한 지방자치단체의 장이나 사업자는 운영표준에 따라 산림탄소흡수량을 주기적으로 모니터링하고 그 결과보고서(이하 "모니터링결과보고서"라 한다)를 산림탄소센터장에게 제출하여야 한다.

- ② 산림탄소센터장은 제1항에 따라 제출받은 모니터링결과보고서를 객관적으로 검증하기 위하여 국제적으로 통용되는 검증 기준에 적합한 국내외 제3의 검증기관(이하 "검증기관"이라 한다)을 지정하여 운영할 수 있다.
- ③ 검증기관은 운영표준에 따라 사업자가 제출한 모니터링결과보고서 등 근거자료를

검토하고 필요한 경우 현장조사를 실시한 후에 검증보고서를 작성하여 산림탄소센터 장에게 제출하여야 한다.

④ 검증기관의 지정 및 운영에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제21조(산림탄소흡수량 인증)** ① 산림탄소센터장은 운영표준에 따라 검증보고서를 검토하여 그 내용이 타당하다고 인정하는 경우에는 산림청장의 인증을 거친 후에 모니터링 결과보고서를 제출한 지방자치단체의 장이나 사업자에게 인증서를 발급하여야 한다.

② 제1항에 따라 인증을 받은 사업이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 산림탄소센터장은 그 인증을 취소하고, 지체 없이 지방자치단체의 장이나 사업자에게 통보하여야 한다.

1. 제19조제4항에 따른 등록취소 사유에 해당하는 경우
2. 그 밖에 인증된 사업이 부득이한 사유로 지속될 수 없다고 대통령령으로 정하는 경우

③ 산림청장은 제1항에 따른 인증의 객관성과 전문성을 확보하기 위하여 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률」 제29조의2에 따른 한국임업진흥원에 인증 업무를 위탁할 수 있다.

**제22조(산림탄소흡수량의 유효기간등)** ① 제21조제1항에 따라 인증받은 산림탄소흡수량의 유효기간과 연장가능횟수(이하 "유효기간등"이라 한다)는 사업 종류와 규모에 따라 대통령령으로 정한다.

② 유효기간등이 경과하거나 상쇄실적으로 사용된 산림탄소흡수량은 유효기간이 경과된 날, 상쇄실적으로 사용된 날부터 그 효력이 상실된다.

③ 유효기간등 및 제2항에 따라 효력이 상실된 산림탄소흡수량 정보는 산림탄소등록부에 기재하여 산림탄소흡수량의 이중사용을 방지하여야 한다.

**제23조(산림탄소센터의 지정 및 육성)** ① 산림청장은 산림탄소상쇄제도의 효율적인 시행을 위하여 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제62조에 따른 녹색사업단 산하에 다음 각 호의 사항을 수행하는 산림탄소센터를 둔다.

1. 산림탄소상쇄제도의 운영 및 관리에 관한 사항
2. 해외 산림조사 및 탄소배출권 확보사업에 관한 사항
3. 그 밖에 탄소흡수원의 유지 및 증진에 관하여 산림청장이 정하는 사항

② 산림청장은 산림탄소센터의 업무수행을 위하여 필요한 자금의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.

③ 산림청장은 산림탄소센터의 업무수행과정에서 부정이 발생하거나 지정요건에 적합하지 아니하다고 판단하는 경우에는 대통령령으로 정하는 기준과 절차에 따라 업무를 정지시키거나 지정을 취소할 수 있다.

**제24조(산림탄소등록부의 구축 및 운영)** ① 산림청장은 탄소흡수원 유지·증진 활동과 산림탄소흡수량 정보·통계의 투명한 관리와 유통을 위하여 산림탄소등록부를 구축하고 운영하여야 한다.

② 산림탄소등록부에 포함되는 탄소흡수원 유지·증진 활동, 산림탄소흡수량 정보·통계의 종류와 구축 절차 및 운영 방법에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제25조(산림탄소흡수량 거래 등)** ① 제21조제1항에 따라 인증받은 산림탄소흡수량은 다음 각 호의 어느 하나로 거래하거나 사용할 수 있다.

1. 감축실적[크레딧]형 산림탄소상쇄: 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조에 따른 기후변화대응 및 에너지의 목표관리 및 같은 법 제46조에 따른 총량제한 배출권 거래제 등 대통령령으로 정하는 온실가스 감축목표의 상쇄 및 매매

2. 사회공헌형 산림탄소상쇄: 대통령령으로 정하는 온실가스 및 에너지 절감 사업에 참여

② 산림탄소흡수량은 대통령령으로 정하는 바에 따라 1이산화탄소 톤으로 환산한 단위로 거래한다.

③ 산림탄소흡수량을 거래하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 산림탄소등록부에 거래계정을 등록하여야 한다. 이 경우 1이산화탄소톤당 대통령령으로 정하는 일정 비율의 등록비를 납부하여야 한다.

④ 산림청장은 산림탄소흡수량의 공정한 가격 형성과 매매, 그 밖의 거래의 안정성과 효용성을 도모하기 위하여 국제적으로 통용되는 탄소거래소를 지정하거나 설치·운영할 수 있다.

⑤ 탄소거래소, 거래 대상자, 거래방법, 거래절차, 최소거래단위 및 등록비 등 산림탄소흡수량 거래에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

## **제5장 탄소흡수원 증진 기반 조성**

**제26조(탄소흡수원 지수의 개발 및 공표)** ① 산림청장은 지방자치단체 및 공공기관과 민간을 대상으로 탄소흡수원 유지 및 증진 실적에 대한 탄소흡수원 지수를 측정하고, 개인정보, 기업경영상 비밀 등 「개인정보 보호법」, 「부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률」, 「산업기술의 유출방지 및 보호에 관한 법률」 및 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률」에 위배되지 아니하는 범위에서 그 결과를 공표할 수 있다.

② 산림청장은 탄소흡수원 지수 측정 결과 기후변화대응 수준이 우수하다고 인정되는 지방자치단체 및 공공기관과 민간에 대하여 포상을 실시할 수 있다.

③ 제1항에 따라 탄소흡수원 지수 측정대상이 되는 단체, 기업 및 공공기관은 특별한 사유가 없는 한 측정에 적극 협조하여야 한다.



④ 탄소흡수원 지수 설정, 측정대상 선정 및 측정, 공표 방법 및 절차, 포상에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제27조(산림탄소상쇄 운영 등에 관한 표준)** ① 산림청장은 이 법에 따른 탄소흡수원 유지 및 증진 활동에 적용할 수 있도록 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」 및 관련 국제규범에 적합하도록 운영표준을 작성하여 제7조에 따른 탄소흡수원증진위원회의 심의를 거친 후 고시하여야 한다.

② 운영표준에 포함되는 내용은 다음 각 호와 같다.

1. 제9조에 따른 신규조림등에 관한 사항
2. 제10조에 따른 보호지역의 탄소흡수원 관리에 관한 사항
3. 제12조에 따른 목제품이용증진 활동에 관한 사항
4. 제15조에 따른 산림바이오매스 에너지 활용 촉진 활동에 관한 사항
5. 제20조에 따른 산림탄소흡수량 모니터링 및 검증에 관한 사항
6. 제21조에 따른 산림탄소흡수량 인증에 관한 사항
7. 그 밖에 산림탄소상쇄 운영을 위하여 대통령령으로 정하는 사항

**제28조(산림탄소흡수량의 측정·보고·검증)** ① 산림청장은 산림부문의 온실가스 흡수량·배출량 및 이의 산정에 사용된 흡수·배출 계수, 산림탄소흡수량 관련 각종 정보 및 통계를 측정·보고·검증할 수 있는 체계를 구축하여야 한다.

② 산림청장은 제1항에 따라 측정·보고·검증된 산림탄소흡수량을 제7조에 따른 탄소흡수원증진위원회의 심의를 거쳐 확정된 후 산림탄소등록부에 등록하고 매년 공표하여야 한다.

③ 산림청장은 국제기준을 최대한 반영한 산림탄소흡수량 측정·보고·검증 표준을 작성하여 전문성·투명성·신뢰성을 제고하여야 한다.

④ 제1항부터 제3항까지에 따른 산림탄소흡수량에 대한 세부적인 측정·보고·검증에 대한 방법 및 절차 등은 대통령령으로 정한다.

**제29조(연구개발 및 기술의 이용·보급 촉진 등)** ① 산림청장은 탄소흡수원 유지·증진, 탄소흡수원 평가 및 기후변화 적응을 위한 연구개발을 수행하거나 공공기관·연구소·대학 등에 연구개발을 위탁할 수 있다.

② 산림청장은 제1항에 따른 연구개발 성과가 우수하다고 인정하는 경우에는 관련 기술의 보급과 이용을 촉진하기 위한 시책을 수립하고 추진하여야 한다.

③ 제1항에 따른 연구개발 위탁 방법 및 절차와 제2항에 따른 시책수립에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제30조(탄소흡수원 특성화 학교)** ① 산림청장은 탄소흡수원 유지 및 증진에 필요한 전문인력을 양성하기 위하여 다음 각 호의 대학원과 고등학교를 각각 탄소흡수원 특성화

대학원 또는 탄소흡수원 특성화 고등학교(이하 "탄소흡수원 특성화 학교"라 한다)로 지정할 수 있다.

1. 「고등교육법」 제29조에 따른 대학원 및 같은 법 제30조에 따른 대학원대학 중에서 대통령령으로 정하는 기준에 적합한 대학원이나 대학원대학
2. 「초·중등교육법」 제45조에 따른 고등학교 및 같은 법 제54조에 따른 고등기술학교 중에서 대통령령으로 정하는 기준에 적합한 고등학교나 고등기술학교
- ② 산림청장은 제1항에 따라 지정된 탄소흡수원 특성화 학교의 운영에 필요한 행정적·기술적·재정적 지원을 할 수 있다.
- ③ 산림청장은 제1항에 따라 지정된 탄소흡수원 특성화 학교가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 지정을 취소하고, 지체 없이 대학원이나 대학원대학의 장 또는 고등학교나 고등기술학교의 장에게 통보하여야 한다.
  1. 제1항에 따른 지정 요건에 적합하지 아니하게 된 경우
  2. 거짓이나 부정한 방법으로 탄소흡수원 특성화 학교로 지정된 경우
  3. 탄소흡수원 특성화 학교가 지원받은 자금을 지원목적 외의 용도로 사용한 경우
- ④ 탄소흡수원 특성화 학교의 지정 및 취소의 기준과 절차, 지원 범위 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제31조(교육훈련 및 홍보)** ① 산림청장은 탄소흡수원의 지속적인 유지 및 증진에 필요한 국내 인력 양성 및 해외 협력과 국내외 전문가 육성을 위한 교육훈련을 실시하여야 한다.

- ② 산림청장은 지방자치단체의 장 및 사업자의 자발적 탄소흡수원 증진 활동 참여를 위한 홍보를 실시할 수 있다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 교육훈련 방법·내용 및 홍보에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

**제32조(탄소흡수원 유지 및 증진 활동 지원)** ① 산림청장 또는 지방자치단체의 장은 사업자의 탄소흡수원 유지 및 증진 활동에 대하여 인센티브 등 행정적·재정적 지원을 할 수 있다.

- ② 산림청장은 지방자치단체의 탄소흡수원 유지 및 증진 활동과 지역별로 특성화된 탄소흡수원 유지 및 증진 연구·개발을 지원할 수 있다.
- ③ 산림청장은 사업자가 국외 탄소배출권 확보 사업을 원활히 수행할 수 있도록 행정적·재정적으로 지원할 수 있다.
- ④ 산림청장은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조제5항에 따라 지정된 온실가스 배출업체 및 에너지 소비업체에 대하여 다음 각 호에 해당하는 지원을 할 수 있다.
  1. 산림탄소상쇄 도입을 위한 기술 및 재원

2. 온실가스 배출통계 작성을 위한 기술적 사항

3. 그 밖에 산림청장이 정하는 사항

⑤ 산림청장은 이 법에 따른 산림탄소상쇄 인증을 받은 산림과 목제품 및 산림바이오매스 에너지에 대하여 산림탄소상쇄우수제품 인증을 할 수 있으며, 외부에서 식별이 가능하도록 표지를 부착하게 할 수 있다.

⑥ 산림청장은 제5항에 따른 산림탄소상쇄우수제품에 대한 인증업무를 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률」 제29조의2에 따른 한국임업진흥원에 위탁할 수 있다.

**제33조(산림탄소흡수량 시장 및 관련 산업의 육성)** ① 산림청장은 산림탄소흡수량 시장을 활성화하고 관련 산업을 육성하기 위하여 다음 각 호의 사항을 시행할 수 있다.

1. 산림탄소흡수량 시장 모델의 개발 및 확산에 관한 사항

2. 산림탄소흡수량 거래 가격의 분석 및 거래소 설립에 관한 사항

3. 산림탄소흡수량 유지·증진 활동 정보 서비스 체계 개발과 보급에 관한 사항

4. 온실가스·에너지 목표관리제 대상 사업장 산림탄소상쇄기술 개발 및 보급에 관한 사항

5. 산림바이오매스 에너지 생산시설의 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등 산림바이오매스 에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요한 사항

6. 산림탄소흡수량 유지 및 증진 컨설팅 등 기후변화 관련 서비스 사업 활성화에 관한 사항

7. 그 밖에 산림탄소흡수량 시장 및 관련 산업의 육성을 위하여 대통령령으로 정하는 사항

② 제1항 각 호에 따른 산림탄소흡수량 시장 활성화 및 관련 산업 육성의 대상·절차·방법은 대통령령으로 정한다.

**제34조(국제협력 및 지원의 증진)** ① 산림청장은 탄소흡수원 유지 및 증진을 위하여 다음 각 호의 사항을 마련하고 추진하여야 한다.

1. 제9조, 제10조, 제12조, 제14조 및 제15조에 해당하는 국외 탄소배출권 확보에 관한 사항

2. 제31조에 따른 국외 탄소흡수원 유지 및 증진에 필요한 전문인력 양성 및 국제 전문인력 교류에 관한 사항

3. 제32조제3항에 따른 공공기관 또는 민간단체, 기업의 국외 탄소배출권 확보 사업 지원에 관한 사항

4. 그 밖에 기후변화 대응을 위한 외국과의 양자 및 다자간 협력 및 지원 사업 등 대통령령으로 정하는 사항

② 산림청장은 대통령령으로 정하는 탄소 관련 국제기구 및 관련 기구와 지속적인 협

력관계를 유지하고 관련 정책교류 및 연구 등을 수행하여야 한다.

## 제6장 보칙

**제35조(청문)** 산림청장은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 처분을 하려는 경우에는 미리 청문을 하여야 한다.

1. 제19조제4항에 따라 산림탄소상쇄 등록을 취소하려는 경우
2. 제21조제2항에 따라 산림탄소흡수량 인증을 취소하려는 경우
3. 제23조제3항에 따라 산림탄소센터의 업무를 정지시키거나 지정을 취소하려는 경우
4. 제30조제3항에 따라 탄소흡수원 특성화 학교의 지정을 취소하려는 경우

**제36조(실태조사 및 검사)** ① 산림청장은 이 법에서 정한 사항을 수행하기 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 산림탄소센터 또는 산림청장의 재정지원을 받는 공공기관, 민간단체 및 기업 등에 대하여 그 사업에 관한 사항을 보고하게 하거나 필요한 자료를 요청할 수 있다.

② 산림청장은 이 법에서 정한 사항을 수행하기 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 관계 공무원으로 하여금 산림탄소센터 등에 출입하여 관계 서류나 시설·장비 등을 검사하게 할 수 있다. 이 경우 관계 공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 이를 관계인에게 제시하여야 한다.

**제37조(권한의 위임)** 이 법에 따른 산림청장의 권한은 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 일부를 그 소속 기관의 장, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게 위임할 수 있다.

**제38조(과태료)** ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 500만원 이하의 과태료를 부과한다.

1. 제36조제1항에 따른 보고나 자료제출을 거부, 기피, 방해하거나 거짓으로 자료를 제출하거나 보고한 자
2. 제36조제2항에 따른 검사를 거부, 기피하거나 방해한 자

② 제1항에 따른 과태료는 대통령령으로 정하는 바에 따라 산림청장, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 부과·징수한다.

**부칙** <제11360호, 2012.2.22>

**제1조(시행일)** 이 법은 공포 후 1년이 경과한 날부터 시행한다.

**제2조(경과조치)** 사업자가 이 법 시행 전에 「산림탄소상쇄제도 시범운영규정」에 따라 인증받은 이산화탄소 흡수량은 제21조제1항에 따라 산림탄소흡수량으로 인증받은 것으로 본다.

**부칙** <제11690호, 2013.3.23> (정부조직법)

**제1조**(시행일) ① 이 법은 공포한 날부터 시행한다.

② 생략

제2조부터 제5조까지 생략

**제6조**(다른 법률의 개정) ①부터 <354>까지 생략

<355> 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 일부를 다음과 같이 개정한다.

제19조제2항 중 "농림수산물부령"을 "농림축산식품부령"으로 한다.

<356>부터 <710>까지 생략

**제7조** 생략

**부칙** <제11713호, 2013.3.23> (과학기술기본법)

**제1조**(시행일) 이 법은 공포한 날부터 시행한다.

제2조부터 제5조까지 생략

**제6조**(다른 법률의 개정) ①부터 <26>까지 생략

<27> 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 일부를 다음과 같이 개정한다.

제5조제5항 중 "국가과학기술위원회"를 "국가과학기술심의회"로 한다.

<28> 생략

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 이상신 충남연구원 전임책임연구원

공동연구 · 표정기 충남연구원 센터연구원

윤수향 충남연구원 센터연구원

전략연구 2015-43 · 충남 기후변화 대응역량 강화를 위한 산림탄소상쇄 사업 활용 전략

글쓴이 · 이상신, 표정기, 윤수향

발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남연구원

인쇄 · 2015년 12월 31일 / 발행 · 2015년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)

전화 · 041-630-3923(서해안기후환경연구소) 041-630-3912(대표) / 팩스 · 041-630-3999

ISBN · 978-89-6124-328-5 03350

<http://www.cni.re.kr>

© 2015. 충남연구원

▪ 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있다.

무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉된다.

▪ 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.