

현안과제연구

Issue Report

2016. 8. 12.

2016년 충청남도 산림탄소상쇄 등록 및 활용방안 연구

표정기 충남연구원 기후변화대응연구센터 연구원, pyojk@cni.re.kr

이상신 충남연구원 기후변화대응연구센터 전임책임연구원, sinslee@cni.re.kr

본 연구의 목적은 국내·외의 산림탄소 시장의 변화사항을 파악하고 기후변화대응 산림부문 역량강화를 위하여 2016년 도내 산림탄소 상쇄 사업 등록 및 활용전략을 제시하는데 있음.

요 약

CONTENTS

< 요 약 >

1. 서론
2. 산림탄소 정책 동향
3. 충남 산림탄소상쇄 등록
4. 사업활용 및 활성화 방안
부록1. 보령시 사업계획서
부록2. 태안군 사업계획서

- 2016년 4월 22일, 세계 175개국이 미국 뉴욕 유엔본부에서 신기후체제의 초석이 되는 파리협정문(Paris Agreement)에 서명하여 2020년 이후 신(新)기후체제 출범에 관한 구체적인 행동에 합의하였음. 이에 따라 각 국은 자국의 기후변화 대응 및 지속적인 발전을 위한 다양한 정책 개발이 예상됨.
- 산림부문은 기후변화에 관한 종합적이고 체계적인 대응을 위하여 '2030 산림탄소전략'을 발표함. 아울러, 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 시행령이 개정(2016.6.1.)됨에 따라 산림탄소상쇄 제도를 우리나라 감축실적에 활용 가능한 법적 근거가 마련되었음.
- 충청남도는 현재까지 4건의 산림탄소상쇄 사업을 진행 중이고 예상되는 이산화탄소흡수량은 4,830tCO₂으로 연간 약 180tCO₂의 이산화탄소흡수가 가능함.
- 도내 산림탄소상쇄 사업 활용방안으로 도내 기업은 지자체와 산림탄소상쇄 협업 모형개발이 필요함. 지자체는 사업대상지를 제공하고 대상지에서 수행되는 구체적인 활동(입목식재)은 기업에서 부담하는 형식으로 주로 수행됨.
- 산주(혹은 임업인)는 충남 산림을 통한 주수의 창출과 함께 자발적 산림탄소상쇄 사업 등록을 통해 부가적인 수익창출이 가능함. 지자체는 산림탄소상쇄 사업을 통해 확보되는 수익을 취약계층 도민에게 지원하는 정책 모형 개발을 제안함.

- 2016년 4월 22일, 세계 175개국이 미국 뉴욕 유엔본부에서 신기후체제 초석이 되는 파리협정문(Paris Agreement)에 서명하여 2020년 이후 신(新)기후체제 출범에 관한 구체적인 행동에 합의하였음.
- 파리협정문은 전지구적 기후변화 대응을 위한 온실가스 완화, 기후변화 적응 등 포괄적인 방안을 포함하고 각 국은 자국의 기후변화 대응 및 지속적인 발전을 위하여 온실가스저감 및 청정기술 정책 개발이 예상됨.
- 우리나라는 신기후체제(Post-2020) 대응을 위하여 국내 상황을 고려하여 감축 목표치를 BAU대비 37% 감축(감축 25.7%, 구매 11.3%)으로 설정하고 부처별 감축로드맵 작성 중에 있음.
- 온실가스감축 목표달성을 위하여 2015년 시행된 배출권거래제를 시작으로 온실가스감축을 위한 국가적 노력이 독려될 것으로 예상됨. 상쇄제도는 배출권 거래제도의 활성화 및 유연성 확보에 기여하기 위하여 다양한 사업유형이 개발되고 있음.
- 상쇄제도중 ‘산림탄소상쇄’는 산림부문에 특화된 상쇄사업으로 산림사업을 통해 확보한 온실가스 감축실적을 거래하는 대표적인 상쇄제도임.
- 우리나라는 산림부문의 종합적이고 체계적인 기후변화 대응을 위하여 탄소흡수원 확충과 증진에 관한 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」을 제정하고 ‘2030 산림탄소전략’을 발표하여 국가온실가스 감축에 관한 산림부문 기여도를 구체화함.

- 아울러 산림부문은 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 시행령이 개정(2016.6.1.)됨에 따라 산림탄소상쇄 제도를 우리나라 감축실적에 활용 가능한 법적 근거가 마련되었음.
- 이러한 배경으로 충청남도는 기후변화 관련 국가 정책의 변화사항을 점검하고 도내 기후변화 대응역량 강화를 위하여 산림부문의 정책개발과 시책발굴이 필요한 상황임.
- 그러므로 본 연구의 목적은 국내·외의 산림탄소 시장의 변화사항을 파악하고 기후변화대응 산림부문 역량강화를 위하여 2016년 도내 산림탄소상쇄 사업 등록 및 활용전략을 제시하는데 있음.

1) 국 외

- 국내외적으로 다양한 부문에서 파리협정 이후 변화하는 다양한 정책에 대하여 대비하고 있음. 가장 민감하고 즉각적인 변화는 기업 중심의 탄소배출권 시장으로 다양한 기업에서 산림탄소상쇄사업을 활용하고 있음.

▶ 미국, 마이크로소프트(이하, MS)는 자국내 210ha의 산림을 보전하기 위하여 캘리포니아 규제 시장으로부터 탄소배출권을 구입함. 이것은 MS 경영에서 발생하는 온실가스를 100%상쇄할 목적임.

일본, 후쿠시마 미도리안전(주)은 지자체(고치현, 이케다시)와 함께 ‘료마의 숲’ (54ha)을 공동 경영하여 수확된 목재부산물을 활용하여 주택을 건설하고 탄소상쇄제품을 생산하여 수익을 창출하고 있음. 아울러, 쓰나미, 지진, 방사능 등 재해극복을 위한 경제적, 사회적 사업을 산림탄소와 연계하여 사용함.

국내, 롯데마트는 녹색매장을 운영하고 기후변화 및 미세먼지 등 이슈에 대응하고자 `14년부터 매년 ‘범국민 나무심기 프로젝트’를 진행하고 있음. `16년은 글로벌 유통망을 활용하여 중국 사막화 방지 나무 심기를 검토함.

- 2014년, 유엔 기후정상회의에서 공식화된 뉴욕산림선언에서는 2020년까지 천연림손실을 반으로 줄이고 2030년까지 산림전용을 종식하자는 목표를 설정하고 농업을 통해 발생하는 수익을 대신하여 산림을 선택함.

▶ 산림 전용에 따라 손실되는 대표적인 4가지 작물(팜오일, 콩, 축산물, 목재 및 펄프)이고 경제적 가치는 USD 4,050억(한화:447조3,225억)임. 이중 산림전용억제를 통해 42%(USD 1,7000억원)를 줄이고자 함.

2) 국 내

- 2차 국가기후변화적응 대책(`16~`20)은 1차 대책의 성과를 보완하고 발전하여 과학적인 기후변화 리스크 분석을 바탕으로 87개의 우선순위 기후리스크 중심으로 분야별 연계와 통합을 강화함. 이중 산림부문은 ‘기후변화에 취약한 국내 고유특산종 멸종위기 가속화’ 및 10개부분에 대하여 관련 정책이 수행될 예정임.
- 산림청은 기후변화에 대비한 산림부문 종합계획인 ‘2030 산림탄소전략’을 수립하여 국가온실가스 감축에 관한 산림부문 기여도를 구체화함.
- 아울러, 파리협정문의 탄소시장 관련 핵심이슈인 ‘자국의 자발적 탄소시장 인정’에 따라 국내 산림탄소상쇄 사업은 기존의 사회공헌형이 아닌 감축 실적형을 마련하여 우리나라 감축목표 달성에 기여할 것임. 이를 통해 산림탄소상쇄 사업의 전문화 및 활성화가 예상됨.
- 우리나라는 높은 사유림 비율(약 68%)을 나타내어 선도산림경영단지, 경제림육성단지 등 대규모 사유림 단지를 중심으로 탄소흡수량을 고려한 산림경영계획수립을 유도하는 등 대규모 산림탄소상쇄 사업 발굴을 예정함.

3) 충청남도 고려사항

- 충청남도는 우리나라 온실가스 감축목표 달성을 위하여 산림 부문 흡수량을 반영하도록 탄소흡수원(산림) 유지 및 증진을 위한 지속적인 노력이 필요함.
- 아울러, 산림의 공익성을 강조하여 기후변화 적응 정책 개발이 필요한 상황임. 또한, 지자체 단위에서 접근 가능한 사항으로 탄소시장에서의 산림활용, 영급불균형 문제 해결을 위한 지속적인 노력이 필요함.
- 향후 지자체 기후변화 대응 전략에서 산림부문 산림탄소상쇄 사업은 두 가지 전략이 필요함.
 - 산림탄소상쇄 프로그램을 통하여 부채산주들이 산림을 벌채하지 않고 유지·보존하도록 장려하기 위한 금전적 인센티브와 외부감축실적(KOC) 구매자들에게 충남 산림 보전 혹은 지속가능한 개발에 대한 투자 근거를 마련하는 전략이 필요함.
 - 도내 보전가치가 있는 장·노령림(약 50년 이상) 나무들은 대기 중의 공기를 정화해주는 온실가스 흡수력이 뛰어나고 뿌리들은 토양을 고정시켜 수질을 정화하고 산사태방지 등 다양한 이익조건을 홍보하여 산림탄소상쇄를 통한 경제적 지원 체계를 확립하는 것이 필요함.

1) 국가 산림탄소상쇄 사업 등록현황

- 최근(2016.8)까지 국가에 등록된 산림탄소상쇄 사업은 전체 83건으로, 2016년 연말까지 약 150건 등록이 예상됨[그림 1]. 사업이 활발한 지역으로 강원도와 수도권지역임. 이들 지역은 산림탄소상쇄 사업 초기부터 지속적인 관심을 통해 다수의 사업을 진행하였음.



[그림 1] 전국 산림탄소상쇄 사업대상지(출처: 산림탄소등록부)

- 국가 산림탄소상쇄 사업대상지 면적은 약 600ha이고, 사업기간동안 예상되는 총 이산화탄소흡수량은 1,397,569tCO₂이고 연간 약 13,000tCO₂의 흡수가 가능함. 사업별 등록 현황(건)과 참여유형은 [표 1]과 같음. 참여유형으로 거래형은 전체의 94%(1,319,270tCO₂)이고 나머지 6%(78,299tCO₂)로 구성됨.

[표 1] 사업 유형별 등록 현황

구분	사업 등록 현황(건)									예상 산림탄소 흡수량 (tCO ₂)
	산림조성		산림 경영	목제품 이용	산림바이오매스 에너지이용	식생복구	산지 전용억제	복합형	합계	
	신규조림	재조림								
거래형	5	13	9	0	3	11	0	0	41	1,319,270
비거래형	1	31	3	1	0	10	0	0	46	78,299
합계	6	44	12	1	3	21	0	0	87	1,397,569

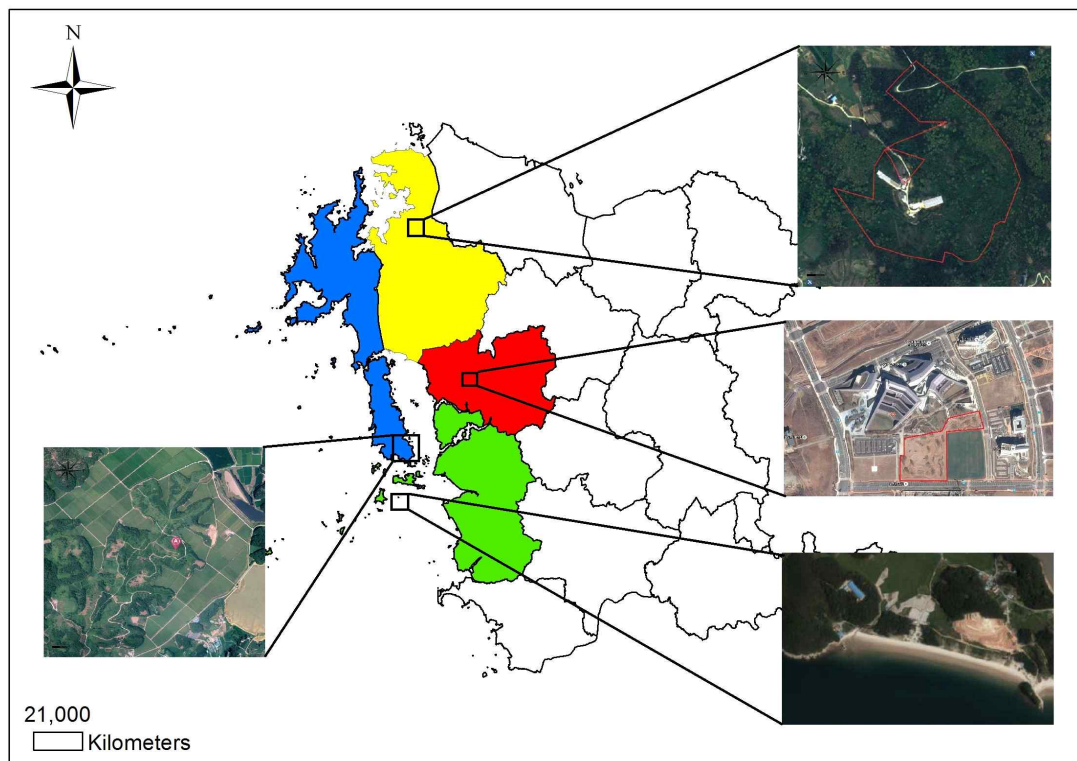
※자료 출처: 산림탄소등록부(<http://carbonregistry.forest.go.kr>)

- 현재 국가에서 산림탄소상쇄 사업으로 통해 흡수하는 이산화탄소량은 충청남도 온실가스 감축계획(2014)의 감축목표량 4,900,000tCO₂eq의 0.3% 수치임(발전 부문 포함).

※ 참고자료 : 2014년 충청남도 환경정책과 자료.

2) 충남 산림탄소상쇄 사업

- 충청남도는 현재까지 1건의 산림탄소상쇄 사업이 정식 등록되었고, 2016년 3건이 등록 예정임[그림 2]. 지역 분포는 홍성군 1건(등록), 서산시 1건(등록예정), 보령시 1건(등록예정, 부록1), 태안군 1건(등록예정, 부록2)으로 지역적으로 고른 분포를 나타냄.
- 이중, 태안군과 서산군 사업은 대부초지에 대한 조림사례로 전국적인 초지복구 사업의 모범 사례가 될 것으로 예상됨.
- 아울러, 보령시 원산도리에서 진행 중인 산림탄소상쇄 사업은 도서산림의 최초 복원 사례로 국가적인 우수사례가 되는 것으로 판단됨.



[그림 2] 2016년 충남산림탄소상쇄 사업대상지

- 충청남도에는 현재까지 4건의 산림탄소상쇄 사업을 진행중에 있으며, 주로 거래형 사업으로 재조림, 식생복구, 산림경영의 사업을 진행 중임[표 2]. 예상되는 이산화탄소흡수량은 4,830tCO₂으로 연간 약 180tCO₂의 이산화탄소흡수가 가능함.

[표 2] 충남 산림탄소상쇄 사업 등록 현황

위치	참여유형	사업유형	이산화탄소흡수량
보령시	거래형	재조림	713 tCO ₂ /20yr
서산시	거래형	식생복구	3,221 tCO ₂ /30yr
홍성군	비거래형	식생복구	198 tCO ₂ /10yr
태안군	거래형	산림경영	698 tCO ₂ /40yr

2) 충남 산림내 탄소저장량

- 충남 산림(437,851ha)에 저장된 탄소량은 24,275,147tC의 계산이 가능함. 충남 산림의 연간 생장에 따라 연간 1,019,556tC의 탄소가 저장되고 연간 3,738,373tCO₂의 이산화탄소를 흡수함.
 - ※ 임업통계연보(2015) 충남 산림축적 : 48,043,211 m³, 임상별 축적(침엽수: 22,019,966 m³; 활엽수: 13,066,964 m³, 혼효림: 12,956,281 m³)
- 상쇄사업을 통해 흡수되는 이산화탄소량은 전체 충남 산림의 연간 흡수량에 비하여 적은 수치이지만 저비용으로 다양한 잠재적 효과를 나타내므로 도내 산림탄소상쇄 사업 활성화를 위한 다양한 정책이 필요함.

1) 활용 방안

- 기업: 국가의 배출권거래제도에 속하는 기업은 산림탄소상쇄 사업을 통해 발생하는 외부감축실적(KOC, Korea Offset Credit) 확보가 주요한 참여 목적임. 참여하는 주요 사업은 식생복구와 재조림 사업이고 배분비율은 사업자 100% 혹은 50%이상을 나타냄. 지자체와의 산림탄소상쇄 협업 모형으로 지자체는 사업 대상지를 제공하고 대상지에서 수행되는 구체적인 활동(입목식재)은 기업에서 부담하는 형식으로 수행됨. 배출권거래제도에 속하는 도내 기업은 24개(GIR, 2015)가 있으며, 도 혹은 시군과 기업이 협업하는 다양한 사례 발굴이 필요함.

▶ 산림탄소상쇄 참여기업 및 공공기관: 대한통운, 금호타이어, DcPaper, 롯데마트, 신세계, ENVIONEER, 유한킴벌리, 이브자리, 강원대학교, 예금보험공사, 한국도로공사, K-water, 한국예탁결제원, 한국전력공사, 한국환경산업기술원 (2016. 3.)

- 산주: 산림탄소상쇄 사업을 통해 산주는 산림을 벌채하지 않고 유지•보존하도록 장려하기 위하여 금전적 인센티브 및 크레딧 구매자들에게 산림보전에 대한 투자 이유 및 근거 제공이 가능함. 향후, 충남 산림을 통해 수익을 창출하는 산주(혹은 임업인)에 의한 자발적 산림탄소상쇄 사업 등록을 통한 수익 창출이 가능함.

- 지자체: 산림탄소상쇄 활용에 대한 국외 사례로, 캐나다 브리티시 콜롬비아 주 정부는 ‘탄소중립정부’를 선언하고 매년 75만 톤을 상쇄하기 위해 원주민 거주 지역 국유림을 대상으로 대규모 산림탄소상쇄 사업을 추진하여 확보된 크레딧은 주정부가 구매하고 수익을 지역 원주민에게 배분함. 국외의 사례처럼 지자체에서 수행된 산림탄소상쇄 사업을 통해 확보되는 수익은 도민에게 지원하는 모형 개발이 필요함.

▶ 산림탄소상쇄 참여 지자체: 강원도, 강릉시, 고성군, 삼척시, 속초시, 양구군, 양양군, 영월군, 인제군, 정선군, 철원군, 화천군, 포천시, 대구광역시, 부산광역시, 서울특별시, 진안시, 제주특별자치도, 충청북도, 인천광역시

2) 활성화 방안

- 충남은 서해안과 인접하고 다양한 지리적 자원으로 산림탄소상쇄 사업의 높은 잠재력을 나타냄. 산림탄소상쇄 사업지의 지속적인 발굴을 위하여 세가지 토지 유형에 대한 검토가 필요함. 첫 번째로, 기 조림지중 과거 이력이 유희지(혹은 휴경지) 여부에 대한 검토가 필요함. 두 번째로, 과거 초지 사용을 위해 도·시·군에서 대부된 토지가 최근 조림된 사례에 대한 검토 및 사업 발굴이 필요함. 세 번째로, 서해안이 인접하는 일부 지역에 대하여 간척지 조림에 대한 파악이 중요함.
- 현재 충남 산림현황을 고려하였을 때, 산림탄소상쇄 사업대상지는 적은 실정이고 신규조림/재조림, 식생복구, 목제품이용 사업은 면적이 작거나 다양한 요인의 영향을 받는 것으로 판단됨. 그러므로 산림경영 혹은 산림 바이오매스 에너지이용 사업에 대한 고려가 필요함.

- 신기후체제 출범에 따라 목제품 및 목질계 바이오매스 에너지 이용에 대한 관심이 증가할 것으로 예상됨. 향후, 도 차원의 목제품 이용에 관한 공식 통계 및 목질계 에너지 생산에 관한 이용 자료가 필요할 것임.
- 산림탄소상쇄 산림바이오매스 에너지이용 사업은 사용 중인 화석연료를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체하여 온실가스 배출량을 줄이는 사업임. 최근 산림부산물을 이용하는 목재펠릿에 관한 정보 요구도가 높아지는 상황에서 관련 DB가 구축된다면 산림청에서 운영하는 상쇄제도 외에 타 부서 주관의 상쇄제도에 등록이 가능할 것으로 판단됨.
- 충남 산림탄소상쇄 활성화 방안으로 산정된 이산화탄소량을 최대한로 취하기 위하여 산림탄소상쇄 사업 참여자에 대한 분석이 필요함. 산림탄소상쇄 사업의 주요 참여자는 산주, 배출권 할당 기업, 지자체가 다수를 차지하고 산림탄소상쇄 사업 참여를 통해 발생하는 외부사업 인증실적(KOC) 공급자는 참여 목적에 따라 산주, 기업, 지자체가 참여함. 그러므로 사업 참여의 목적을 다양화 하는 정책이 필요함.
- 본 연구의 결과는 충남 산림탄소상쇄 사업 활성화의 기초 자료에 활용이 가능하고 충남 기후변화 대응 계획 수립에 기여할 것으로 판단됨. 아울러 산림탄소상쇄에 대한 국가적·사회적 관심이 높은 상황에서 충남 기후변화 대응 역량강화, 정책개발 및 산림탄소상쇄에 대한 연구 활성화를 기대해 봄.

◆ 참고 자료 ◆

- 관계부처합동. 2016. 제2차 국가기후변화적응대책. 관계부처합동.
- 국립산림과학원. 2016. 파리협정문의 주요 합의사항과 산림부문 논의동향 및 대응방안. 국립산림과학원.
- 산림청. 2015. 산림탄소상쇄사업 사례집. 산림청.
- 산림청. 2015. 임업통계연보. 산림청.
- 산림청. 2015. 산림탄소뉴스(가을). 산림청.
- 산림청. 2016. 산림탄소뉴스(봄). 산림청.
- 산림청. 2016. 산림탄소뉴스(여름). 산림청.
- 충남연구원. 2015. 충남 기후변화 대응역량 강화를 위한 산림탄소상쇄 사업 활용 전략. 충남연구원.
- 충남연구원. 2016. 신기후체제에 대비한 도내 산림분야 업무 분석. 충남연구원.

사 업 계 획 서

[재조림 사업]

2016년 8월 9일



행복충만
충청남도

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
----------	--------------

사업자	사 업 자	충남도청																				
	실무담당자																					
	실무담당자 연락처(Tel)																					
	e-mail																					
사업 유형		재조림																				
참여 유형		사회공헌형 ([0] 거래형 / [] 비거래형)																				
사업 기간		2013. 3. 25. ~ 2033. 3. 24.(30년간)																				
사업대상지 위치 및 면적		충남 보령시 오천면 원산도리 1859번지外 2필지 (3.51ha)																				
사업 내용		<table><tr><td>구역</td><td>식재수종</td><td>면적(ha)</td><td>본수</td></tr><tr><td>구획1</td><td rowspan="3">해송</td><td>3.0</td><td>13,500</td></tr><tr><td>구획2</td><td>0.21</td><td>945</td></tr><tr><td>구획3</td><td>0.3</td><td>1,800</td></tr><tr><td colspan="2">계</td><td>3.51</td><td>16,245</td></tr></table>			구역	식재수종	면적(ha)	본수	구획1	해송	3.0	13,500	구획2	0.21	945	구획3	0.3	1,800	계		3.51	16,245
구역	식재수종	면적(ha)	본수																			
구획1	해송	3.0	13,500																			
구획2		0.21	945																			
구획3		0.3	1,800																			
계		3.51	16,245																			
이산화탄소 순흡수량(예상)		713.4tCO ₂ /30yr (연간 23.8tCO ₂)																				
산림탄소흡수량 배분 비율		100 : 0 (사업자 : 토지소유자)																				

2 사업적합성

2.1 일반현황 분석

2.1.1 대상지 개요

- 본 사업대상지는 충청남도 보령시 오천면 원산도리 1859, 1860, 산119-2번지의 3개소로 구성되어 있으며 원산도해수욕장 인근에 위치하고 있음.
- 사업대상지의 토지소유권은 충청남도에 있으며 관리·운영권은 충청남도 산림환경연구소에 있음.
- 2013년부터 2015년까지 해안인근 산림에 해풍, 해일 등으로 인한 인명, 환경피해 발생을 우려하여 3.51ha의 면적에 해안방재림을 조성하였음.
- 현재, 사업대상지 인근 보령과 태안을 연결하는 해저터널, 지상교가 건설되어 다양한 지리적, 사회적 가치가 높을 것으로 예상됨.

대상지 전경	
	
근 경 (2016년)	원 경 (출처: 국토지리정보원)

2.1.2 사업대상지 토지이용변화

- 현재 사업대상지는 지목상 '임야'로 구분됨 (부록1. 토지대장).
- 사업대상지는 충청남도 도유지로 2002년부터 개인수익을 위한 불법건축물이 축조되어 숙박시설, 개인창고로 이용되고 나대지로 방치되었으나, 충청남도의 소송제기 후 승소하여 철거를 추진함.
- 이후 2010년 공공용지로 교환·취득후 재산 이관되어 현재 토지상황으로 변경됨(부록2. 토지이용계획 확인서).

종전 토지이용상황 (출처: 충남산림환경연구소 내부자료)



※ 붉은선: 과거 사업대상지에 축조된 건축물

2.1.3 사업대상지 적합성 평가

- ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준(산림청 고시 제2014-92호)’ (이하, 운영표준)에서 재조림사업은 본래 산림이었으나 1989년 12월 31일 이전에 다른 용도로 전용되어 현재까지 산림이 아닌 토지에 산림을 조성하여 탄소축적을 늘리는 인위적 활동으로 정의함.
- 운영표준에서 제시하는 거래형 사업대상지 요건으로 ‘산림이 아닌 토지로 재조림 사업 대상지 요건에 해당되지 않는 토지’로 정함.
- 국토지리정보원에서 제공하는 1985년 도서조사, 2014년 충청지구 항공사진을 비교하여 1990년 이전 사업대상지는 운영지침에서 제시하는 산림 정의(면적 0.5ha이상, 수관율폐도 10%이상, 평균 수고 5m이상)에 부적합하고 해안방재림 사업이후 산림이 조성된 것을 판단되어, 재조림 사업 조건에 적합함.
- 사업대상지는 1990년 이전 나대지로 방치되었으며 2002년부터 불법건축물이 축조되어 인근 주민의 개인수입원으로 활용되었음.
- 이에, 충청남도는 자진철거를 권고하였으나 불이행되어 강제 및 행정대집행으로 탄소흡수원 확충 및 원산도의 환경보호를 위하여 사업대상지를 구획하고 해안방재림을 조성하였음. 이러한 사업대상지 이력과 요건은 산림탄소상쇄 거래형 재조림사업 대상지로 적합함.

사업대상지 토지이용변화	
	
1985년 도서조사	2014년 충청지구(11블럭)

※출처: 국토지리정보원 공간정보(map.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.
- 해안방재림 조성사업은 2013년부터 2015년까지 해송 16,245본을 식재하는 사업으로 3년에 나누어 사업을 추진하였음.
- 이에 원산도 해안방재림 조성사업은 충남도청과 시공사간 계약일(2013년 3월 25일)에 관한 행정문서를 근거로 산림탄소상쇄 사업시작일로 정함 (부록3. 사업시작일 참고자료).

2.2 추가성 분석

추진하려는 사업이 법규나 관련정책의 요구에 의해 추진된 사업입니까?	(아니오)																								
<ul style="list-style-type: none">• 본 사업은 원산도 해수욕장 근해에 위치하여 해안방재림 조성사업을 산림탄소상쇄 재조림 사업으로 등록함.• 사업대상지는 충청남도의 자발적인 노력으로 본 사업이 시행되어 2013년부터 2015년까지 해송 16,245본을 식재함.• 사업대상지는 1990년대이전 항공사진을 통해 나대지임으로 확인하였음. 2002년부터 인근 주민은 불법건축물 축조를 통해 수익사업을 진행 중에 있었음. 이에 충청남도는 자발적 사업추진을 통한 탄소흡수원 유지 및 증진을 위하여 본 사업을 진행함.• 산림관계 법령인 ‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 및 ‘산지관리법’ 등 관련 법령 검토결과 해안지역에 대한 조림사업은 의무 조림사업이 아닌 것으로 파악됨. 아울러, 충청남도 지방 조례에서 해안방재림 조성에 관한 관련 규정은 전무한 상황임.• 이에 본 사업은 법규나 관련정책에 의하여 추진되는 사업이 아닌 것으로 판단됨.																									
정부 보조금을 받는 사업입니까?	(예)																								
<ul style="list-style-type: none">• 본 사업은 충청남도에서 추진한 불법건축물 철거 및 해안방재림 조성사업으로 총 205,962천원의 예산이 투입되었음.																									
사업을 추진하는데 장애가 되는 기술적/경제적/생태적/사회적 요인이 있습니까?	(예)																								
<p>[경제적 요인]</p> <ul style="list-style-type: none">• 산림탄소상쇄 운영표준 상 국가로부터 재정지원을 받는 사업에 해당할 경우 경제적 장애요인 분석을 실시하여 사업의 경제성이 없음을 증명해야 함.• 본 사업은 목재수확의 경제적인 활동보다 해안에서 발생하는 재해 예방의 공익기능 증진을 목적으로 단순비용분석을 통해 손익을 산출함.• 사업시행 후 30년간(2013~2043) 사업대상지 관리비용은 약 24,875천원이 소요됨. <table><tr><td>사업명</td><td>단가(원/ha/회)</td><td>시행횟수(회)</td><td>비용</td></tr><tr><td>풀베기(모두베기)</td><td>1,007,208</td><td>3</td><td>3,021,624</td></tr><tr><td>어린나무가꾸기</td><td>1,383,925</td><td>2</td><td>2,767,850</td></tr><tr><td>가지치기</td><td>298,028</td><td>1</td><td>298,028</td></tr><tr><td>숙아베기(간벌)</td><td>999,614</td><td>1</td><td>999,614</td></tr><tr><td colspan="3">합 계</td><td>7,087,116</td></tr></table>		사업명	단가(원/ha/회)	시행횟수(회)	비용	풀베기(모두베기)	1,007,208	3	3,021,624	어린나무가꾸기	1,383,925	2	2,767,850	가지치기	298,028	1	298,028	숙아베기(간벌)	999,614	1	999,614	합 계			7,087,116
사업명	단가(원/ha/회)	시행횟수(회)	비용																						
풀베기(모두베기)	1,007,208	3	3,021,624																						
어린나무가꾸기	1,383,925	2	2,767,850																						
가지치기	298,028	1	298,028																						
숙아베기(간벌)	999,614	1	999,614																						
합 계			7,087,116																						
※ 참고자료: 산림청. 2015. 숲가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침, 국립산림과학원. 2014. 산림 기능별 숲가꾸기.																									

<ul style="list-style-type: none"> • 사업자인 충청남도농업기술원은 본 사업의 추진을 위하여 약 230,837천원(식재비용:205,962천원+관리비용:24,875천원)의 비용을 지출하였음 • 본 사업을 통해 발생하는 경제적 수익은 없으므로 이것은 경제적 장애요인으로 간주됨. 	
해당 사업이 기존 사업과 정책, 기술, 운영 측면에서 차별성이 있습니까?	(예)
<ul style="list-style-type: none"> • 해당 사업대상지는 인근 주민에 의해 설치된 불법건축물을 철거하고 해안방재림으로 조성한 사례로 산림의 탄소흡수원 증진 및 자연재해방지등 공익 기능을 부각시키는 정책적 차별성이 있음. • 본 사업은 도유지 불법점유에 따른 행정집행의 어려움과 도민 편의를 위하여 사업대상지의 소송 후 반환지에 대하여 해송 조림을 추진하여 해안림조성의 모범사례가 되는 것으로 판단되어 기존 사업과 차별성이 있음. 	

3 이산화탄소 순흡수량 산정

(a)	산림바이오매스 탄소흡수량	209.2 tC
(b)	고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량 (선택)	0 tC
(c)	총 탄소흡수량 ($c=a+b$)	209.2 tC
(d)	베이스라인 흡수량	0 tC
(e)	사업활동에 따른 배출량	38.4 tCO ₂
(f)	누출량	15.3 tCO ₂
(g)	이산화탄소 순흡수량 ($g=(c-d)*44/12-e-f$)	713.3 tCO ₂

- 사업대상지에 식재되는 수종은 해송이고 3.51ha 면적에 해송 16,245본을 식재함.
- 수종 선정은 사업대상지 토질, 주위 경관, 해안방재림 목적을 고려하여 선정함.
- 본 사업이 이산화탄소 흡수량 산정과정에서 활용된 탄소계수는 국가 공인된 온실가스 종합정보센터 (GIR)에서 공개되어 있는 '2013년 국가 배출(흡수) 계수'의 탄소배출계수를 활용하여 이산화탄소흡수량을 산정함.
- 해송의 국가공인배출계수는 현재까지 발표된 사항이 없으므로 해송과 유사수종인 중부지방소나무를 대체수종으로 선정하여 이산화탄소흡수량을 산정함(부록4. 산림분야 국가공인 탄소배출계수).
- 사업기간은 30년으로 식재수목의 임령은 30년인 임목재적을 선택하고 이산화탄소흡수량 산정을 위하여 '산림탄소상쇄사업 사례집'의 주요 수종별 임분수확표를 이용하였음(부록5. 수종별 임분수확표).
- 본 사업계획서는 해송과 유사수종인 중부지방소나무(지위지수 '중', 임령 '30년')의 재적생장량 161.9m³/ha를 적용함.
- 운영표준의 재조림 산림바이오매스 탄소흡수량 산정식을 활용하여 30년 동안 3.51ha의 면적에 해송을 식재하였을 경우 713.8tCO₂의 이산화탄소흡수가 가능하고, 연간 23.8tCO₂/yr 순흡수량이 산정됨.

3.1 대상지 구획화

- 대상지 구획화는 운영표준의 신규조림/신규조림 규정을 참고하여 ‘사업대상지에 단일수종을 조림할 예정인 경우 별도로 사업대상지를 구획화 할 필요가 없다’와 ‘여러 수종을 조림할 예정일 경우에는 조림수종별로 구획화를 실시’한다는 규정을 적용함.
- 사업대상지는 해송 단순림으로 조성하는 사업으로 식재년도를 기준하여 3개 구역으로 구획하였음.
- 사업대상지 구획은 충청도청 산림녹지과에서 보유중인 조감도 및 설계서를 이용함.



- 사업대상지는 조림년도에 따라 3개 구역으로 구획하고 16,245본을 식재함. 구획별 면적 및 식재본 수는 아래와 같음.

구역	조림년도 (년)	면적 (ha)	식재본수 (본)
1	2013	3.00	13,500
2	2014	0.21	945
3	2015	0.30	1,800
계			16,245

구획별 사진



<1구역>



<2구역>



<3구역>

3.2 베이스라인 시나리오

3.2.1 사업전 토지이용

- 사업대상지는 2010년 소송 반환 전까지 개인 상업시설로 이용되고 일부는 나대지로 방치되었음. 이에 특별한 조림활동이 없는 경우, 산림의 조성은 어려운 상황임.
- 사업대상지에서 탄소흡수원 유지·증진활동이 시행되지 않고 기존의 토지상황이 유지되는 경우, 천연갱신에 의한 산림조성은 어려운 것으로 판단되어 인접지역의 토지현황을 참고하여 베이스라인 시나리오를 작성함.

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 산림 변화에 관한 이력기반 설정방식을 이용하여 이산화탄소저장량을 예측하고 베이스라인 시나리오를 구성함.

설정방식	적용성 분석
이력기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지에 대한 과거 사업이력이 존재하는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오를 설정함. • 현재상태: 사업대상지의 사업이력에 관한 구체적인 문서는 전무하나 과거 항공사진의 지적 측량자료를 참고하여 과거부터 나대지로 방치되어 산림 조성이 어려운 상황이었으며 2010년 사업대상지의 승소를 통해 해안방재림이 조성되고 탄소흡수원 역할이 가능하였음. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 가능한 설정방식</p>
법률기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지의 산림이용 및 관리를 제약하는 법률이나 규정이 있는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오 설정함 • 현재상태: 사업대상지는 '사방사업법 5조'에 근거하여 용도에 적합하도록 관리되어야 하나, 불법건축물의 점유로 행정권한에 따라 용도 변경이 어려운 상황이었음. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>
관행기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지 인접지역에서 일반적으로 수행되는 관리활동을 기반으로 베이스라인 시나리오를 구성함. • 현재상태: 사업대상지는 해안방재림 조성사업이 시행되지 않을 경우, 불법건축물과 나대지로 방치되어 입목 생장에 따른 탄소흡수원 역할 수행이 어려움. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>

3.3 이산화탄소 흡수량 산정

- 본 사업에서 예상되는 탄소저장고 및 흡수원은 운영표준에서 제시하는 탄소저장고중 입목식재에 의한 지상부(above-ground)와 지하부(below-ground) 바이오매스로 한정함.
- 운영표준에서 제시하는 식(1)을 이용하여 사업기간(30년)동안 흡수되는 탄소 및 이산화탄소 흡수량을 추정함.

$$C_t = \left(\sum_i (B_i + S_i - R_i) \times 44/12 \right) - E - L \quad \text{식(1)}$$

여기서 C_t : t 기간 동안의 이산화탄소 흡수량(tCO₂)

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

S_i : t 기간 동안 구획 i의 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량(tC)

R_i : t 기간 동안 구획 i의 베이스라인 흡수량(tC)

E : t 기간 동안 사업활동에 따른 배출량(tCO₂)

L : t 기간 동안 누출량(tCO₂)

3.3.1 산림바이오매스의 탄소흡수량(B_i)

- 산림탄소상쇄 재조림 사업은 1990년도 이전 산림이었으나 현재 산림이 아닌 지역에 입목 식재를 의미함. 입목의 임령에 따른 임분단위 재적을 산정하기 위하여 ‘산림탄소상쇄 사례집(녹색사업단, 2015)’을 참고하였음(부록5. 수종별 임분수확표)
- 사업대상지에 식재된 해송은 산림탄소상쇄 사례집(녹색사업단, 2015)’을 참고하되, 중부지방소나무(지위지수 중)의 재적(m³/ha) 정보를 활용하여 사업대상지 재적을 계산하였음.
- 단목재적과 식재본수를 이용하여 사업대상지 임분재적을 산정하고 국립산림과학원에서 개발하고 온실가스종합정보센터에서 인증하는 국가고유계수(tier2 수준)를 적용하여 탄소저장량을 계산함(부록4. 산림분야 국가공인 탄소배출계수).

3.3.2 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량(S_i)

- 조성된 산림의 토양과 고사유기물은 안정된 상태를 유지한다는 기존 보고를 참고하여 고사유기물과 토양탄소량은 ‘0’으로 산정함.

3.3.3 베이스라인 흡수량(R_i)

- 사업대상지의 베이스라인은 사업대상지의 과거 이력을 고려하여 산림이 아닌 토지로 고려하여 ‘0’으로 정함.

3.4 이차적 배출

- 운영표준 상 연간 이산화탄소 순 흡수량이 600tCO₂ 이하인 경우 사업활동에 따른 배출량은 순흡수량의 5%로 산정하도록 규정함.
- 본 사업은 이차적 배출을 고려하지 않은 연간 이산화탄소 흡수량이 25.6tCO₂ 이므로 사업활동에 따른 배출량은 흡수량의 5%로 설정하였음.
- 이에 본 사업은 사업기간(30년) 동안 사업활동에 따른 배출량을 767.1tCO₂/30yr의 5%인 38.4tCO₂/30yr로 설정하였음.

항목	이산화탄소흡수량	사업활동에 따른 배출량의 배출계수(%)	사업활동에 의한 배출량
사업활동에 따른 배출량	767.1	5	38.4

- 운영표준 상 연간 이산화탄소 순 흡수량이 600tCO₂ 이하인 경우 누출량은 순흡수량의 2%로 산정하도록 규정함.
- 본 사업은 이차적 배출을 고려하지 않은 연간 이산화탄소 흡수량이 25.6tCO₂ 이므로 누출량은 흡수량의 2%로 설정하여 30년 동안 누출에 따른 배출량은 15.3CO₂/30yr로 산정함.

항목	이산화탄소흡수량	누출량의 배출계수(%)	누출량
누출에 따른 배출량	767.1	2	15.3

4 사업추진 계획

4.1 사업대상지 정리

- 사업대상지는 충청남도 보령시 원산도에 위치한 지역으로 사업대상지의 전면적을 대상으로 2012년 기 조성된 불법건축물, 나대지를 정리하고 해안방재림을 조성하였음.

식재전	식재후
	
	
	

4.2 식재

- 식재 수종은 해안방재림 전문가 의견과 주변 경관을 고려하여 해송으로 정함.
- 사업대상지의 연간 이산화탄소흡수량 산정을 위하여 구역별 입목의 근원경, 수고, 식재본수를 조사함.
- 사업대상지 면적은 3.51ha이고 16,245본을 식재함.
 - 1구역(2013년 식재)에서는 3ha의 면적에 해송 4년생(1-1-2) 135,000본을 식재함.
 - 2구역(2014년 식재)에서는 0.21ha의 면적에 해송 4년생(1-1-2) 945본을 식재함.
 - 3구역(2015년 식재)에서는 0.3ha의 면적에 해송 4년생(1-1-2) 1,800본을 식재함.
- 1,3구역은 수고 2.5m의 성목식재사업으로 개별 수목별 지주목 설치함.

구역	식재연도	식재본수	규 격
1	2013	13,500	H 70cm 내외
2	2014	973	H 50cm 내외
3	2015	1,800	H 50cm 내외



4.3 가지치기 등 식생관리

연도	구획	면적(ha)	작업종	작업내용
2015, 2016	전면적	3.51	풀베기, 지주목 보수	식재간격을 고려하여 풀베기 작업시행
2017	전면적	3.51	풀베기	식재간격을 고려하여 풀베기 작업시행
2018	전면적	3.51	풀베기	식재간격을 고려하여 풀베기 작업시행
2020	전면적	3.51	덩굴제거, 어린나무가꾸기	식재 3년후 사업대상지 정리 및 어린나무가꾸기 새행

- 식재목은 고사 등 원인으로 생존율이 80% 미만의 경우, 기존 식재규격보다 우세한 수목으로 식재되어 2년간 관리됨.
- 사업대상지는 Ⅰ영급이하의 유령목이 주로 식재되어 안정된 산림이 유지될 수 있도록 관수, 전정, 지주목 훼손방지, 토양보습제 등을 투입하여 식재목의 안정적 활착에 기여함.
- 식재목 관리는 사업참여자인 충남도청에서 총괄하고 산림녹지와 산림환경연구소 책임으로 현장 관리됨.
- 사업기간 동안 진행되는 경영활동 외 2년 단위 병해충방제 약제살포 및 수목 전문가 진단을 계획하여 생태적으로 안정된 숲이 유지되도록 관리함.
- 본 사업에서 사업기간내의 임목생산과 관련된 사업계획은 없음.

4.4 숲가꾸기

- 본 사업의 숲가꾸기 계획은 산림청에서 발간한‘지속가능한 산림자원 관리지침’을 기반으로 계획을 수립하고 탄소흡수원 증진 및 해안방재림 조성에 따른 환경 피해 저감을 목적으로 함.
- 사업대상지는 해수욕장 백사장으로 운영되는 형태로 인하여 식재후 매년 풀베기작업이 필요하며 이에 2016년~2033년 기간 동안 사업대상지에 대한 풀베기작업 실시예정이며, 식재 5년 후인 2020년까지 2년 단위의 활착률 조사를 통한 고사목 등에 대한 보식을 계획함.
- 식재 후 10년 뒤인 2023년에 수형조절 가지치기 등을 통한 밀도 조절을 계획함.
- 가지치기 작업은 시행년도의 현장상황에 따라 추진여부가 결정될 예정이며, 필요시 상기 숲가꾸기 사업을 추진함.
- 또한 사업대상지 중 일부지역은 해수욕장이 인접하여 관광객으로 인한 피해발생 가능성이 있으므로 사업대상지에 대한 지속적인 관리를 추진하여 향후 피해발생가능성에 대한 최소화 방안 수립함.

5 비영속성 관리

- 사업기간동안 발생 가능한 교란에 대비하여 다음과 같은 교란별 대책을 수립함.

사업이행 위험도 분석		
재정적 위험도	재정지원 중단 가능성(a)	1 %
관리적 위험도	불법 벌채 발생가능성(b)	1 %
	산림전용 발생가능성(c)	5 %
	과다 벌채 발생 가능성(d)	1 %
사회적 위험도	관련 법률 및 제도의 변경 가능성(e)	1 %
산림재해 발생	산불 발생 가능성(f)	0.007 %
	산사태 발생 가능성(g)	0.012 %
	병충해 피해 가능성(h)	0.582 %
버퍼 예치율(%) : 9%		
$I = (1 - (1-1/100) * (1-1/100) * (1-5/100) * (1-1/100) * (1-1/100) * (1-0.007/100) * (1-0.021/100) * (1-0.582/100)) * 100 = 9.6\%$		
위험 완화 대책		
<ul style="list-style-type: none"> • 충남 보령시 오천면 원산도리 1859번지외 2필지에 대한 재조림 사업의 사업이행 위험도 분석결과 재정적, 관리적, 사회적 위험도 및 산림재해(산불, 산사태, 산림병해충) 발생확률을 고려하여 9%의 버퍼예치율을 제시함. 산림재해 방지 대책은 아래와 같음. 		
① 산불예방 조치계획		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 해안 인근에 위치하여 관광을 위한 유동인구가 많고 관할 시청의 상시적인 감시활동이 수행되어 산불 발생 가능성이 낮음. • 원산도 주민과 인근 산불감시원의 활동을 통해 산불 초기 발견이 가능하고 산불조심기간 동안 ‘산불조심’현수막을 설치하여 산불발생 가능성 저감에 일조함. • 산불 발생 시 해안이 인접하여 신속한 조기 진화가 가능함. 		
② 산사태 발생가능성		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 평지에 가까운 지형으로 산사태 가능성이 매우 낮음 		
③ 산림병충해 예방·방지 계획		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 해안방재림으로 충남도청의 병해충 발견을 위한 정기적인 예찰 및 조사활동을 실시함. • 식재된 수목에 대해 병해충의 피해가 발생하지 않도록 예찰 강화를 계획하고 병해충 발생시, 적합한 방제작업을 실시하여 확산을 방지하고 탄소저장량이 손실되는 경우에는 보식을 통하여 탄소저장량 유지 방법을 모색함. 		
④ 인위적 훼손 가능성		
<ul style="list-style-type: none"> • 본 사업대상지는 해안가에 인접하여 주민 안전을 위한 CCTV를 통한 상시 감시가 이루어지고 정기적인 방찰이 수행되어 인위적 훼손 가능성은 낮음. • 아울러, 충남도청 산림녹지과는 산림의 가치에 대한 대국민적 홍보 및 교육을 실시하여 장기적인 인위적 훼손 가능성 저감에 일조함. 		

① 재정적 위험도

- 재정적 위험도는 사업자가 최소 1년 이상 사업이행을 위한 예산 확보의 유·무에 따라 구분되며 산림탄소상쇄 운영표준 상에 기본 값은 1%, 5%로 규정하고 있음.
- 본 사업은 충청남도에서 추진한 사업으로 2013부터 2015년까지 해안방재림 조성을 완료하고 이에 도비가 투입되어 재정적 위험도는 기본값 1%를 적용함.

② 관리적 위험도

- 우리나라는 산림벌채에 대하여 사전허가가 필요하고 국가의 체계적인 관리가 이루어지고 있으므로 불법벌채 및 과다벌채 발생가능성은 낮은 상황으로 기본값 1%로 정함.
- 산지전용 발생가능성은 산림이용 구분에 따라 준보전산지와 보전산지로 구분되며 각각 5%, 1%의 기본값을 가짐. 사업대상지는 준보전산지로 지정되어 있으므로 5%의 기본값을 적용하여 위험도를 분석함.

③ 사회적 위험도

- 사회적 위험도는 운영표준을 참고하여 1%로 정함.

④ 산림재해 발생

- 산림재해 발생가능성은 충청남도 홈페이지(chungnam.net)에 구축되어 있는 관련 통계를 기준으로 부족분에 대하여 산림청의 임업통계연보를 참고하여 산정하였음.

⑤ 버퍼예치율의 산정

- 산정된 위험도를 근거로 운영표준의 버퍼예치율 산정방식에 이용하여 산정한 결과 9.6%의 버퍼예치율이 산정되었고, 소수점 이하 절사 규정에 따라 9%의 버퍼예치율을 제시하였음.

• 충청남도 산림면적 및 축적

-충남의 2008~2013년 기간 전체 산림면적 평균은 438,188ha이고 축적 평균은 46,266,234㎡임.

	평균	`08	`09	`10	`11	`12
면적(ha)	438,255	439,052	438,673	437,851	437,851	437,851
축적(㎡)	45,910,840	41,497,022	43,927,547	48,043,211	48,043,211	48,043,211

• 산불 발생 가능성

-충청남도는 해당사업지의 식재 5년간(2008년~2012년) 56건 산불이 발생하였고, 산림피해면적은 30ha으로 충남 전체 임야의 0.007% 비율임.

	합계	`08	`09	`10	`11	`12
발생건수 (건)	56	7	13	7	14	15
피해면적 (ha)	30	3	4	1	12	10

• 산사태 발생 가능성

-산림청 홈페이지에 게재되어 있는 광역지자체별 산사태 발생면적을 활용하여 산정하였으며, 2008년부터 2012년까지 충청남도 산사태로 인한 피해면적은 52.29ha이고 충남 전체 산림의 0.011% 비율임.

	합계	`09	`10	`11	`12
발생면적 (ha)	52.29	0.2	19.54	22.44	10.11

• 병충해 피해 가능성

-병충해에 의해 발생하는 운영표준에 근거하여 피해면적은 발생면적에서 방제면적을 차감하여 산정하였음.

-충청남도의 병충해로 인한 피해면적은 총 2,552ha이며, 충남 전체 임야면적에 대비하여 0.582%의 병충해 피해가능성을 나타냄

	합계	`08	`09	`10	`11	`12
발생면적 (ha)	59,629	20,964	14,870	11,242	8,984	3,569
방제면적 (ha)	62,181	19,901	14,606	9,809	9,313	8,552
피해면적 (ha)	-2,552	1,063	264	1,433	-329	-4,983

6 모니터링 계획

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.

모니터링 범위	① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량 ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량 ③ 산림전용 및 훼손에 의한 손실 ④ 이차적 배출 ⑤ 환경·사회·경제적 영향
모니터링 항목	① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량 • 본수, 흉고직경, 수고 ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량 • 피해 본수, 피해목 흉고직경, 피해목 수고 ③ 산림전용 및 훼손에 의한 손실량 • 산림전용 면적, 산림훼손 면적 ④ 이차적 배출 • 사업활동에 따른 배출량, 누출에 의한 배출량 ⑤ 환경·사회·경제적 영향 • 사업대상지역 고유수종, 주민 편익, 사업대상지 관련 민원접수사항

6.2 모니터링 계획

- 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준에서 규정되어 있는 모니터링 원칙과 기준에 따라 작성함.
- 본 사업은 신규조림/재조림 사업으로 30년 사업기간 중 5년 주기 6회 모니터링을 계획함.
- 식재목의 대부분은 II영급이하 유령목으로 초기 생장이 우수할 것으로 판단되어, 1회차 모니터링은 2018년으로 정함.
- 모니터링 관리는 운영표준 모니터링 원칙을 준수하고 충남도청 산림녹지과에서 실시하여 이산화탄소 흡수량의 제3자 검증이 가능하도록 사업기간 동안 자료 및 증빙서류를 보관하는 등 QA/QC 활동 수행함.

회차	1회차	2회차	3회차	4회차	5회차	6회차
연도	2018	2023	2028	2033	2038	2043

모니터링 범위	항목	시기	모니터링 방법 및 장비
① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량	본수	모니터링 회차별	실측조사(전수)
	재적량 (흉고직경, 수고)	모니터링 회차별	실측조사(전수)
	탄소배출계수 (목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리함량비, 탄소전환계수)	모니터링회차별	온실가스종합정보센터 자료 이용
② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량	피해 본수, 피해목 흉고직경, 피해목 수고	모니터링회차별	실측조사(전수)
③ 산지전용 및 훼손에 의한 손실	산림전용 면적,	모니터링회차별	해안방재림 관리대장 이용
	산림훼손 면적	모니터링회차별	실측조사(전수)
④ 이차적 배출	사업활동에 따른 배출량	모니터링회차별	운영표준 기본값 적용
	누출량	모니터링회차별	운영표준 기본값 적용
⑤ 환경·사회·경제적 영향	사업대상지역 고유수종	모니터링회차별	사업대상지 실측조사
	주민 편익	모니터링회차별	사업대상지 인근 주민 인터뷰
	사업대상지 관련 민원접수사항	모니터링회차별	행정포털이용

6.2.1 모니터링 단계의 탄소흡수량 산정

- 해안방재림의 성장자료는 드문 실정으로 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.

〈 모니터링 단계의 산림바이오매스 탄소흡수량 산정식 〉

$$B = V \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF$$

여기서 B : t 기간 동안 산림바이오매스의 탄소흡수량(tC)

V : t 기간 동안 재적생장량(m³)

BEF : 도시수목의 지상부 바이오매스 확장계수

RR : 도시수목의 뿌리함량비

WD : 도시수목의 목재기본밀도

CF : 도시수목의 탄소함량비

〈 해안방재림의 흉고직경 대비 줄기 재적식 〉

$$V(m^3) = a DBH^b$$

여기서 V : t 기간 동안 재적생장량(m³)

DBH : 흉고직경(cm)

a, b : 줄기재적량 상대생장식 계수

6.2.2 모니터링 대상 수목의 선정 및 식별

- 사업대상지내 식재된 입목의 구역별 본수를 조사하고 중복산정에 대하여 주의함.
- 구역별 모니터링을 위하여 식재목의 흉고직경과 수고를 측정함.
- 모니터링은 식재목 전수를 조사하고 간이 식별표를 부착하되, 생장이 우수한 일부 입목은 지속적인 관찰을 위하여 '수목식별표'를 부착하여 관리함.

〈수목식별표 예시〉

구 분	상쇄모니터링나무
번 호	구획명-일련번호
수종명	해송
관리자	충남도청 산림환경연구소
※ 이 나무는 원산도 산림탄소상쇄 사업의 모니터링을 위하여 선정되어 훼손을 금함.	

6.2.3 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량

- 흉고직경은 흉고직경테이프를 이용하여 흉고높이(1.2m)에서 2cm 괄약으로 측정하고 다간목은 가지별 측정 후 평균값을 이용함.
- 수고측정은 하가로프(사) VertexIII, 3m 측정봉을 이용하여 측정하고 초두부 측정에 유의함.
- 수종별 식재면적, 식재본수는 충청남도 산림환경연구소에서 제공하는 원산도 관련 사업문서를 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 이용함. '임목재적 바이오매스 및 임분수확표'를 이용하여 산정된 입목은 측정된 흉고직경, 수고를 이용하여 '수피포함 수간재적표'를 참고하여 산정함.
- 생장량은 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 사업계획서에서 적용된 탄소배출계수를 적용하되, 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 중복산정에 주의함.

6.2.5 사업활동에 및 누출에 따른 배출량

- 관련사항을 제시하였음.

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

- 관련사항을 제시하였음.

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 ³
설 명	산림바이오매스 재적 산정을 위한 2변수 재적식
적 용 값	입목재적 • 바이오매스 및 임분수확표
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
모니터링방법	-
측 정 장 비	-

7 환경 · 사회 · 경제적 영향 평가

7.1 사업추진으로 인한 환경적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 환경적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 과거 불법건축물로 이용되거나 나대지로 방치되었으나 행정집행후 해안방재림으로 조성됨에 따라 경관적, 환경적 산림 효과를 제공할 것으로 판단됨. • 사업추진을 통해 탄소흡수원 유지·증진 및 원산도민에게 휴식공간을 제공하여 높은 생태계 서비스를 제공할 것으로 평가됨.
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 주변 경관과 조화를 이루고 관련 시설과 연계하여 도민에게 산림치유, 휴식공간 제공이 가능하고 주기적인 모니터링을 실시하여 도서지역 산림정책 개발에 반영을 계획함. • 사업대상지 입구에 산림탄소상쇄사업 홍보판을 설치하여 지역민과 이용객의 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산으로 사업대상지가 지속적으로 유지될 수 있도록 관리함.
사업에 따른 부정적 측면의 환경적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 해수욕장이 인접하여 관광객에 기인하는 쓰레기 발생이 예상됨.
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 매년 도민과 관광객의 자발적 참여를 위하여 『쓰레기 ‘Zero’, Again 원산도』홍보를 계획함.

7.2 사업추진으로 인한 사회적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 도서내 해안방재림을 조성하여 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산하고 친환경 도 이미지 제고에 기여함. • 산림탄소상쇄 사업기간 동안 도서지역 산림의 중요성에 대하여 홍보하고 무인도내 나무심기 효과에 기여할 것으로 판단됨.
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 충남 이미지 제고를 위해 향후 식목행사를 도서지역에서 개최하고 도민의 자발적 참여가 가능하도록 충청남도 홈페이지(www.chungnam.net)를 이용하여 가족단위, 소규모단위 운영을 계획함. • 향후 사업대상지내 식목행사를 계획하고 참가 도민을 대상으로 묘목을 증정하고 명패를 부착하여 기후변화대응 인식 제고를 계획함. • 인근 도서 주민과 연계하여 도내 초·중·고교학생들의 실습장으로 활용될 수 있도록 유도하여 긍정적 학습효과의 확대를 기대함,
사업에 따른 부정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 없음
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 없음

7.3 사업추진으로 인한 경제적 영향

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

사 업 계 획 서

[산림경영 사업]

2016년 8월 11일



행복충만
충청남도

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
----------	--------------


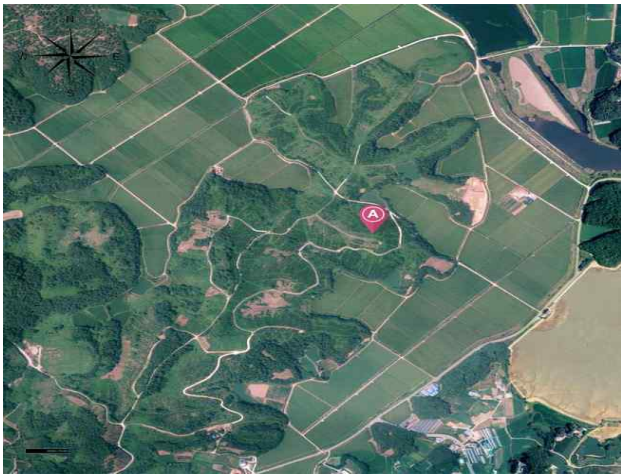
사업자	사업자	충남도청																														
	실무담당자																															
	실무담당자 연락처(Tel)																															
	e-mail																															
사업 유형		산림경영																														
참여 유형		사회공헌형 ([0] 거래형 / [] 비거래형)																														
사업 기간		2010. 4. 15. ~ 2050. 4. 14.(40년간)																														
사업대상지 위치 및 면적		충남 태안군 고남면 누동리 산6-514번지 (48.75 ha)																														
사업 내용		<table><tr><td>구획</td><td>수종</td><td>식재 년도</td><td>면적 (ha)</td><td>식재 본수</td><td>사업 방법</td></tr><tr><td>구획1</td><td rowspan="3">중부지 방소나 무</td><td>2007</td><td>12.56</td><td>37,000</td><td rowspan="4">벌기령 연장</td></tr><tr><td>구획2</td><td>2008</td><td>18.33</td><td>54,000</td></tr><tr><td>구획3</td><td>2009</td><td>17.86</td><td>53,000</td></tr><tr><td colspan="3">계</td><td>48.75</td><td>144,000</td></tr></table>						구획	수종	식재 년도	면적 (ha)	식재 본수	사업 방법	구획1	중부지 방소나 무	2007	12.56	37,000	벌기령 연장	구획2	2008	18.33	54,000	구획3	2009	17.86	53,000	계			48.75	144,000
구획	수종	식재 년도	면적 (ha)	식재 본수	사업 방법																											
구획1	중부지 방소나 무	2007	12.56	37,000	벌기령 연장																											
구획2		2008	18.33	54,000																												
구획3		2009	17.86	53,000																												
계			48.75	144,000																												
이산화탄소 순흡수량(예상)		698 tCO ₂ /40yr (연간 17.4 tCO ₂)																														
산림탄소흡수량 배분 비율		100 : 0 (사업자 : 토지소유자)																														

2 사업적합성

2.1 일반현황 분석

2.1.1 대상지 개요

- 사업대상지는 충청남도 태안군 고남면 누동리 산6-514번지로 (주)한국야쿠르트에 1979년 12월 12일 최초 대부되어 목초지와 사육시설로 사용됨.
- 사업대상지는 약 28년간 초지로 대부되었고 2007년 충청남도에 반환후 산림으로 조성되었음.
- 인근에 77번국도(안면대로) 및 임도를 통해 접근이 가능하고 서해안과 인접하여 높은 환경적 가치를 나타내는 것으로 예상됨.

대상지 전경	
	
근 경 (2016년)	원 경 (출처: 국토지리정보원)

2.1.2 사업대상지 토지이용변화

- 현재 사업대상지는 지목상 '임야'로 구분됨(부록1. 토지대장).
- 사업대상지는 충청남도의 도유지로 1979년 (주)야쿠르트에 초지이용 목적으로 대부되어, 2006년 반환되어 산림으로 조성됨(부록2. 토지이용계획).

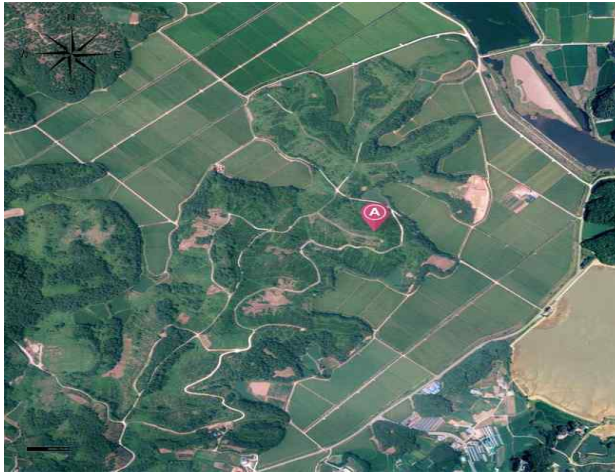
종전 토지이용상황 (출처: 국토지리정보원)



※1980년 토지이용 현황

2.1.3 사업대상지 적합성 평가

- ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준(산림청 고시 제2014-92호)’ (이하, 운영표준)에서 산림경영 사업은 산림의 지속적인 경영을 통해 산림의 건강성을 유지하고 왕성한 생장을 유도하여 탄소흡수량을 증대시키는 활동으로 정의함.
- 사업유형에는 ‘생장이 우수한 수종으로 산림을 갱신하여 탄소흡수량 증대’, ‘벌기령을 연장하여 탄소흡수량을 증대’, ‘택벌림으로 경영하여 탄소흡수량 증대’가 있음.
- 사업대상지의 과거부터 초지로 이용되었으나 대부초지 반환후 탄소흡수원 확충과 환경보호를 위하여 산림으로 조성하였음.
- 충청남도는 반환된 초지의 지속가능한 경영 및 탄소흡수원 확충을 위하여 사업대상지를 구획하여 2007년부터 2009년까지 중부지방소나무림을 조성하였음.
- 사업대상지 조림은 운영표준에서 제시하는 2010년 4월 14일 이전으로 현재 산림경영계획서에 따라 경영되고 있음. 이에 산림탄소상쇄 산림경영 사업의 벌기령 연장 방식이 적합함.
- 벌기령 연장의 적용 이유로 사업대상지는 충남 태안 고유 수종인 ‘안면송(이하, 중부지방소나무)’이 식재되어 ‘수종 갱신’ 방식은 부적합함. 또한, 사업대상지의 입목은 II영급 이하로 택벌 경영방식 적용에 사업주체와 논의가 필요하고 택벌경영에 대한 구체적인 기준이 부족함.
- 항공사진을 이용하여 과거 초지 이용을 확인하고 초지대부계약서(부록3)에서 문서이력을 확인하였음.

사업대상지 토지이용변화	
	
1985년 도서조사	2014년 충청지구(11블럭)

※출처: 국토지리정보원 공간정보(map.ngii.go.kr)

- 사업대상지는 토지대장상의 면적 71.8ha에서 사업제외지와 제외필지를 제외한 48.75ha에 대하여 산림경영계획을 수립하여 현재 산림경영 중에 있음(부록4. 산림경영계획서).
- 사업대상지의 토지대장상 변동사항은 아래와 같으며 2006년부터 현재까지 변동사항 없음.

날짜	변동원인	내용	지목	면적(m ²)
1968.06.13	소유권이전	충청남도 도유림 편입	임야	718,253
2006.11.02	임야 분할	산6-1번에서 분할	임야	718,253

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 태안군 대부초지 복구조림 사업은 충남도청과 시공사간 계약일(2006년 9월 13일)을 참고하되, 산림탄소상쇄 산림경영사업의 시작일은 녹색성장 기본법 시행일 (2010년 4월 14일) 이후로 정하였음(부록5. 사업시작일 참고자료).

2.2 추가성 분석

추진하려는 사업이 법규나 관련정책의 요구에 의해 추진된 사업입니까?			(아니오)
<ul style="list-style-type: none">• 본 사업은 대부 초지에 대하여 2007년 산림을 조성하여 산림탄소상쇄 산림경영 사업으로 등록함.• 사업대상지는 충청남도의 자발적인 노력으로 본 사업이 시행되어 2007년부터 2009년까지 중부지방소나무 144,000본을 식재함.• 사업대상지는 1990년대 이전 항공사진을 통해 초지사용을 확인하였음. 2006년 초지대부계약 종료에 따라 충청남도는 자발적 조림 사업 추진을 통해 탄소흡수원 유지 및 증진을 위하여 본 사업을 진행함.• 산림관계 법령인 ‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 및 ‘산지관리법’ 등 관련 법령 검토 결과 초지에 대한 조림사업은 의무 사업이 아닌 것으로 파악됨. 아울러, 충청남도 지방 조례에서 대부초지 조성에 관한 관련 규정은 전무한 상황임.• 이에 본 사업은 법규나 관련정책에 의하여 추진되는 사업이 아닌 것으로 판단됨.			
정부 보조금을 받는 사업입니까?			(예)
<ul style="list-style-type: none">• 본 사업은 충청남도에서 대부 초지에 대하여 산림 조성으로 총 205,962천원의 예산이 투입되었음.			
사업을 추진하는데 장애가 되는 기술적/경제적/생태적/사회적 요인이 있습니까?			(예)
[경제적 요인]			
<ul style="list-style-type: none">• 산림탄소상쇄 운영표준 상 국가로부터 재정지원을 받는 사업에 해당할 경우 경제적 장애요인 분석을 실시하여 사업의 경제성이 없음을 증명해야 함.• 본 사업은 목재수확의 경제적인 활동보다 초지에 탄소흡수원 유지 및 증진을 목적으로 단순 비용분석을 통해 손익을 산출함.• 사업시행 후 43년간(2007~2050) 사업대상지 관리비용은 약 345,496천원이 소요됨.			
사업명	단가(원/ha/회)	시행횟수(회)	비용
풀베기(모두베기)	1,007,208	3	3,021,624
어린나무가꾸기	1,383,925	2	2,767,850
가지치기	298,028	1	298,028
숙아베기(간벌)	999,614	1	999,614
합 계			7,087,116

※ 참고자료: 산림청. 2015. 숲가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침, 국립산림과학원. 2014. 산림 기능별 숲가꾸기.

<ul style="list-style-type: none"> • 사업자인 충청남도는 본 사업의 추진을 위하여 약 551,458천원(식재비용:205,962천원+관리비용:345,496천원)의 비용을 지출하였음 • 본 사업을 통해 발생하는 경제적 수익은 없으므로 이것은 경제적 장애요인으로 간주됨. 	
<p>해당 사업이 기존 사업과 정책, 기술, 운영 측면에서 차별성이 있습니까?</p>	(예)
<ul style="list-style-type: none"> • 본 사업은 1979년 도유림의 대부후, 2006년 반환되어 다양한 산림경영기술이 적용된 우수조림지로 중부지방소나무 조림을 추진하여 초지복구의 모범사례가 되는 것으로 판단되어 기존 사업과 차별성이 있음. 	

3 이산화탄소 순흡수량 산정

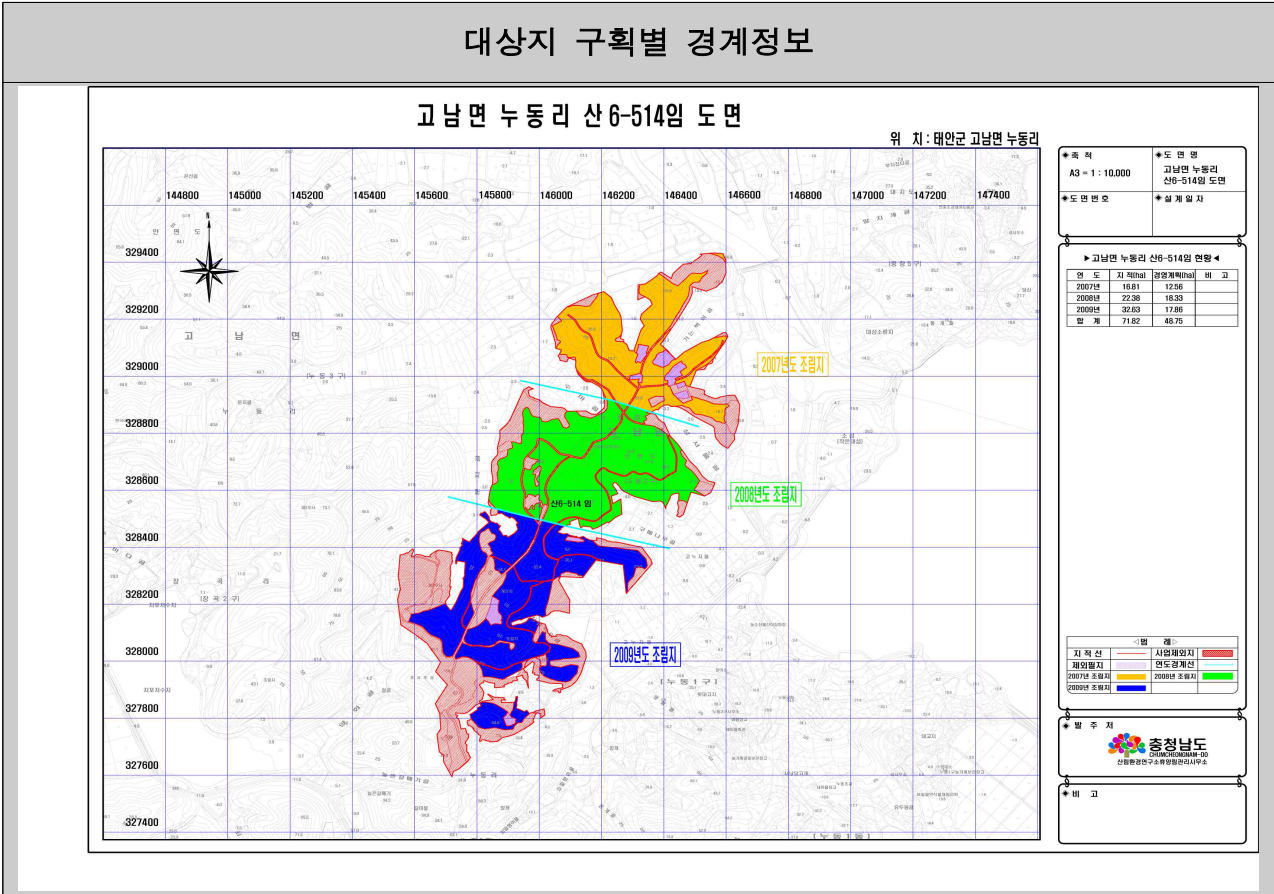
(a)	산림바이오매스 탄소흡수량	2561 tC
(b)	고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량 (선택)	0 tC
(c)	총 탄소흡수량 ($c=a+b$)	2561 tC
(d)	베이스라인 흡수량	2370 tC
(e)	사업활동에 따른 배출량	0 tCO ₂
(f)	누출량	0 tCO ₂
(g)	이산화탄소 순흡수량 ($g=(c-d)*44/12-e-f$)	698 tCO ₂

- 벌기령 연장에 따른 이산화탄소흡수량 산정을 위하여 국립산림과학원에 발간한 ‘임목재적·바이오매스 및 임분수확표(이하, 임분수확표)’를 활용함.
- 벌기령 연장사업을 추진하는 사업대상지는 산림청에서 공시하는 중부지방소나무의 벌기령(40년)으로 하되, 산림경영계획서에는 2020년 정량간벌 1회적용을 계획하였음.
※ 정량간벌에 관한 구체적인 기준은 없으며 현장 관계자의 인터뷰를 참고하여 약도간벌(재적기준 우량목 20%제거)실시를 가정하였음.
- 국립산림과학원에서 제공하는 임분수확표의 중부지방소나무 지위지수 ‘10’의 임령, 재적(m³/ha), 연평균 성장량을 이용하여 임령에 따른 임분단위 재적량을 산정함(부록7. 임분수확표(중부지방소나무)).
- 본 사업이 이산화탄소 흡수량 산정과정에서 활용된 탄소계수는 국가 공인된 온실가스 종합정보센터(GIR)에서 공개되어 있는 ‘2013년 국가 배출(흡수) 계수’의 중부지방소나무 탄소배출계수를 활용하여 이산화탄소흡수량을 산정하였음(부록6. 산림부문 국가공인 배출계수).
- 운영표준의 산림경영사업(벌기령 연장)을 적용하여 40년 동안 48.75ha의 면적에 중부지방소나무를 식재하였을 경우 698tCO₂의 이산화탄소흡수가 가능하고, 연간 약 17.4tCO₂/yr 순흡수량이 산정됨.

3.1 대상지 계획

- 대상지 계획은 운영표준을 참고하여 ‘사업대상지에 단일수종을 조림할 예정인 경우 별도로 사업대상을 구획화 할 필요가 없다’와 ‘여러 수종을 조림할 예정일 경우에는 조림수종별로 구획화를 실시’한다는 규정을 적용함.
- 사업대상지는 중부지방소나무 단순림으로 조성하는 사업으로 식재년도를 기준하여 3개 구획으로 구획하였음.
- 대상지 계획은 충청남도청 산림녹지과에서 보유중인 조감도 및 설계서를 이용함.

구획	식재년도	면적 (ha)	실제 조림면적 (ha)	식재본수 (본)
구획1	2007	16.81	12.56	37,000
구획2	2008	22.38	18.33	54,000
구획3	2009	32.63	17.86	53,000
총면적		71.82	48.75	144,000



- 구획별 실제 조림면적은 사업대상지의 면적에서 제외필지와 사업제외지를 제외한 면적임.
- ※ 제외필지: 충남 태안군 고남면 누동리 산6-514번지가 아닌 임지
- ※ 사업제외지: 대경목을 존치하는 지역 혹은 사업관리지가 인정하는 조림 제외 지역

구획별 사진



<구획1. 근경>



<구획1. 원경>



<구획2. 근경>



<구획2. 원경>



<구획3. 근경>



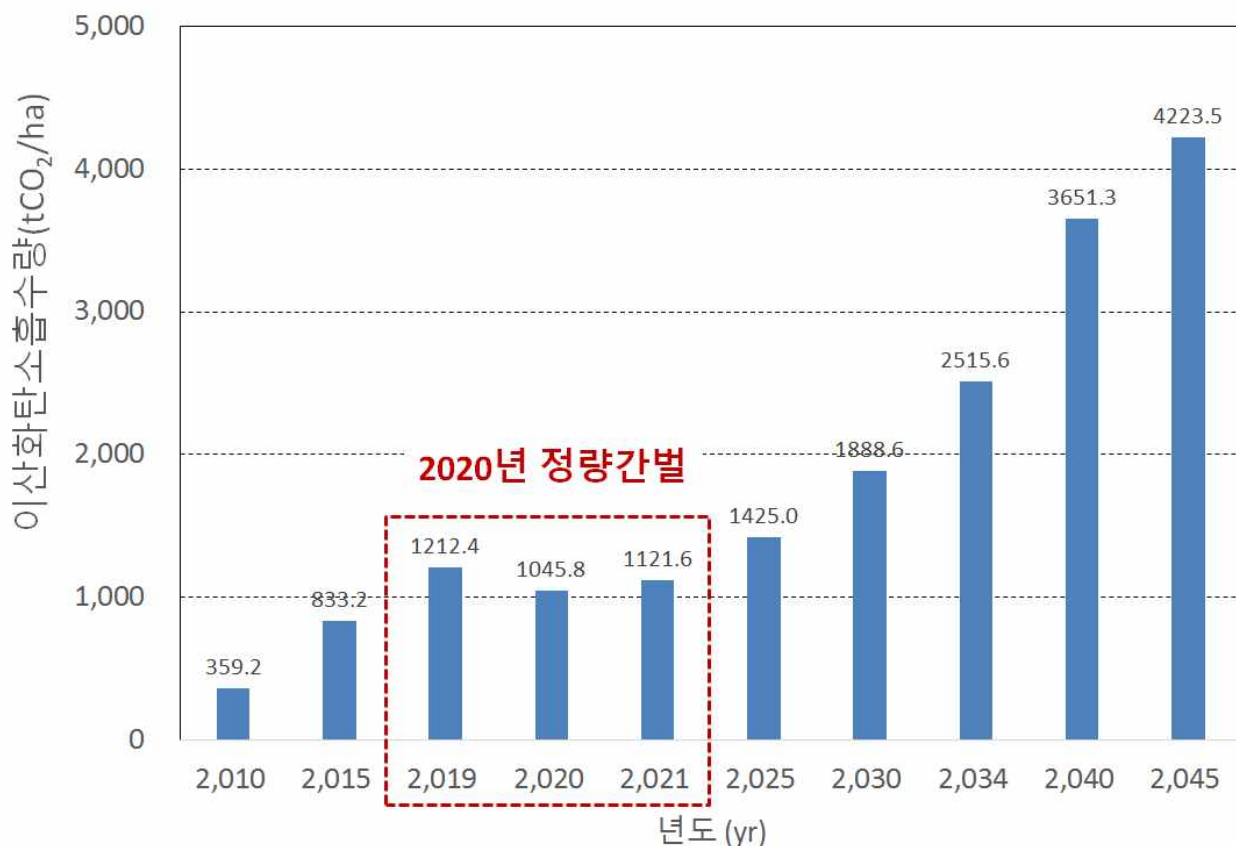
<구획3. 원경>

3.2 베이스라인 시나리오

3.2.1 사업전 토지이용

- 사업대상지는 2007년 조림전까지 초지로 사용되어 지속가능한 산림경영을 위한 산림복구사업으로 진행됨.
 - 사업대상지에서 탄소흡수원 유지·증진활동이 시행되지 않고 기존의 토지상황이 유지되는 경우, 천연갱신에 의한 산림조성은 어려운 것으로 판단됨.
 - 사업대상지는 2007년부터 2009년까지 중부지방소나무가 식재되어 벌기령(40년)까지의 생장량을 베이스라인으로 설정함.
 - 벌기령까지의 생장량을 베이스라인으로 설정하되, 사업대상지의 산림경영계획서를 참고하여 2020년의 정량간벌을 참고하여 산정하였음(부록4. 산림경영계획서).
- ※사업계획서상 정량간벌의 구체적인 양에 관한 명시는 전무하여 사업대상지 담당자와 면담을 통해 약도간벌(재적의 20%)로 정하였음.

베이스라인 흡수량



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 산림 변화에 관한 이력기반 설정방식을 이용하여 이산화탄소저장량을 예측하고 베이스라인 시나리오를 구성함.

설정방식	적용성 분석
이력기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지에 대한 과거 사업이력이 존재하는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오를 설정함. • 현재상태: 사업대상지는 1979년부터 초지로 대부되어(부록3. 초지대부계약서), 2006년 반환전까지 초지와 나대지로 방치되어 산림 조성이 어려운 상황이었으며 2007년 초지복구 사업(부록5. 사업시작일)이 진행되어 탄소흡수원 역할이 가능하였음. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 가능한 설정방식</p>
법률기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지의 산림이용 및 관리를 제약하는 법률이나 규정이 있는 경우, 이를 고려하여 베이스라인 시나리오 설정함 • 현재상태: 사업대상지는 초지로 대부되어 이용되다가 2006년 용도에 적합하도록 관리됨. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>
관행기반	<ul style="list-style-type: none"> • 필요조건: 사업대상지 인접지역에서 일반적으로 수행되는 관리활동을 기반으로 베이스라인 시나리오를 구성함. • 현재상태: 사업대상지는 조림사업이 시행되지 않을 경우, 초지와 나대지로 방치되어 입목 생장에 따른 탄소흡수원 역할 수행이 어려움. <p>⇒ 본 사업대상지에 적용 불가능한 설정방식</p>

3.3 이산화탄소 흡수량 산정

- 본 사업에서 예상되는 탄소저장고 및 흡수원은 운영표준에서 제시하는 탄소저장고중, 입목식재에 의한 지상부(above-ground)와 지하부(below-ground) 바이오매스로 한정함.
- 운영표준에서 제시하는 식(1)을 이용하여 사업기간(40년)동안 흡수되는 탄소 및 이산화탄소 흡수량을 추정함.

$$C_t = \left(\sum_i (B_i + S_i - R_i) \times 44/12 \right) - E - L \quad \text{식(1)}$$

여기서 C_t : t 기간 동안의 이산화탄소 흡수량(tCO_2)

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

S_i : t 기간 동안 구획 i의 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량(tC)

R_i : t 기간 동안 구획 i의 베이스라인 흡수량(tC)

E : t 기간 동안 사업활동에 따른 배출량(tCO_2)

L : t 기간 동안 누출량(tCO_2)

3.3.1 산림바이오매스의 탄소흡수량(B)

- 사업대상지에 식재된 중부지방소나무는 ‘임목 재적·바이오매스 및 임분수확표(산림청, 2012)’를 참고하되, 중부지방소나무(지위지수 10)의 재적(m^3/ha), 분수 정보를 활용하고 임분단위의 재적을 산정하고 생장률정보를 활용하여 벌기령까지 재적을 산정함.

3.3.2 고사유기물 및 산림토양의 탄소저장변화량(S)

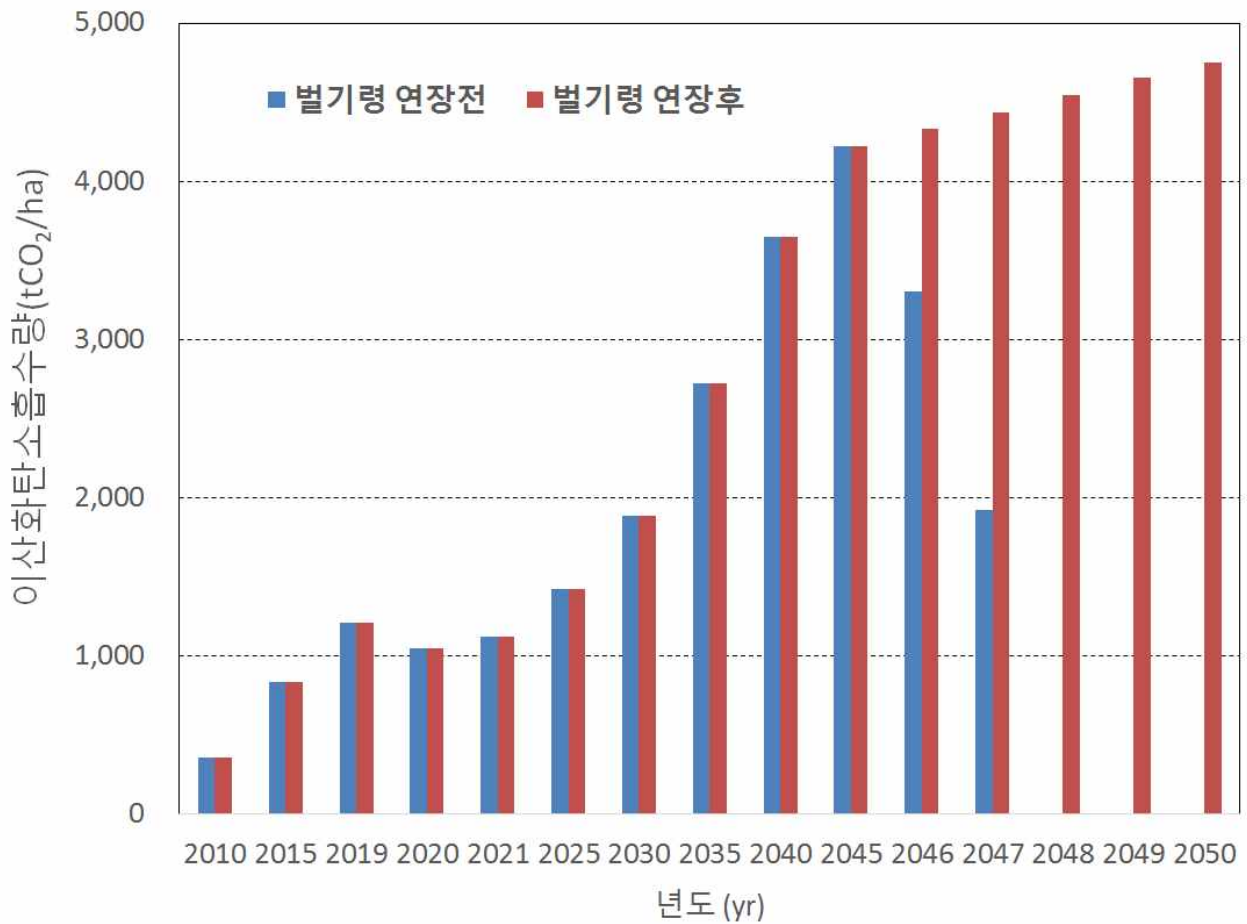
- 일반적으로 산림내 저장된 고사유기물과 토양의 탄소량은 변화량이 적다는 기존 보고를 참고하여 식생복구에 의해 조성된 산림의 토양과 고사유기물은 안정된 상태를 유지된다는 가정으로 고사유기물과 토양탄소량은 ‘0’으로 계산함.

3.3.3 베이스라인 흡수량(R)

- 사업대상지의 경영계획서를 참고하여 현재와 같이 사업이 진행되는 경우 이산화탄소저장량을 산정함.
- 사업대상지(48.75ha)가 중부지방소나무림으로 유지되는 경우, 벌기령(2046년)까지 탄소저장량은 2,370 tC 이고 이산화탄소량을 전환하여 8,690 tCO_2 의 베이스라인 흡수량을 산정함.

3.3.4 사업후 흡수량

- 2050년까지 벌기령을 연장하여 산정된 탄소량은 2,561tC으로 9,390tCO₂의 이산화탄소 흡수가 가능함.
- 증감량은 사업계획수립에 따른 탄소저장량과 베이스라인 탄소흡수량의 차이임.
- 순흡수량은 탄소저장량 산정의 특성상 임분 단위 누적치를 사용하므로 순흡수량 산정을 위해서는 전차기 수치를 제외하여야함.



이산화탄소 흡수량 산정표						
연도	사업기간	임령	베이스라인 탄소흡수량 (tC)	벌기령연장후 탄소흡수량 (tC)	순 탄소흡수량 (tC)	이산화탄소 흡수량 (tCO2)
2010	0	5	195.6	195.6	0	0
2011	1	6	50.3	50.3	0	0
2012	2	7	50.3	50.3	0	0
2013	3	8	50.3	50.3	0	0
2014	4	9	50.3	50.3	0	0
2015	5	10	50.3	50.3	0	0
2016	6	11	50.3	50.3	0	0
2017	7	12	50.3	50.3	0	0
2018	8	13	50.3	50.3	0	0
2019	9	14	50.3	50.3	0	0
2020	10	15	-89.4	-89.4	0	0
2021	11	16	40.2	40.2	0	0
2022	12	17	40.2	40.2	0	0
2023	13	18	40.2	40.2	0	0
2024	14	19	40.2	40.2	0	0
2025	15	20	40.2	40.2	0	0
2026	16	21	40.2	40.2	0	0
2027	17	22	40.2	40.2	0	0
2028	18	23	40.2	40.2	0	0
2029	19	24	40.2	40.2	0	0
2030	20	25	133.9	133.9	0	0
2031	21	26	180.6	180.6	0	0
2032	22	27	182.6	182.6	0	0
2033	23	28	54.8	54.8	0	0
2034	24	29	54.8	54.8	0	0
2035	25	30	98.5	98.5	0	0
2036	26	31	120.0	120.0	0	0
2037	27	32	120.5	120.5	0	0
2038	28	33	60.4	60.4	0	0
2039	29	34	60.4	60.4	0	0
2040	30	35	66.2	66.2	0	0
2041	31	36	69.1	69.1	0	0
2042	32	37	69.1	69.1	0	0
2043	33	38	61.1	61.1	0	0
2044	34	39	61.1	61.1	0	0
2045	35	40	41.1	41.1	0	0
2046	36	41	16.2	31.4	15	56
2047	37	42		31.4	31	115
2048	38	43		59.1	59	217
2049	39	44		59.1	59	217
2050	40	45		25.4	25	93
합계					189	698

3.4 이차적 배출

- 운영표준 상 연간 이산화탄소 순 흡수량이 600tCO₂ 이하인 경우 사업활동에 따른 배출량은 순흡수량의 5%로 산정하도록 규정함.
- 본 사업은 이차적 배출을 고려하지 않은 연간 이산화탄소 흡수량이 17.4tCO₂ 이므로 사업활동에 따른 배출량은 흡수량의 5%로 설정하였음.
- 이에 본 사업은 사업기간(40년) 동안 사업활동에 따른 배출량을 698tCO₂/40yr의 5%인 34.9tCO₂/40yr로 설정하였음.

항목	이산화탄소흡수량	사업활동에 따른 배출량의 배출계수(%)	사업활동에 의한 배출량
사업활동에 따른 배출량	698	5	34.9

- 운영표준 상 연간 이산화탄소 순 흡수량이 600tCO₂ 이하인 경우 누출량은 순흡수량의 2%로 산정하도록 규정함.
- 본 사업은 이차적 배출을 고려하지 않은 연간 이산화탄소 흡수량이 17.4tCO₂ 이므로 누출량은 흡수량의 2%로 설정하여 30년 동안 누출에 따른 배출량은 13.9CO₂/40yr로 산정함.



항목	이산화탄소흡수량	누출량의 배출계수(%)	누출량
누출에 따른 배출량	698	2	13.9

4 사업추진 계획

4.1 사업대상지 정리

- 사업대상지는 충청남도 태안군 고남면 누동리 산6-514번지에 위치한 지역으로 사업대상지의 전면적을 대상으로 2007년부터 2009년까지 초지 혹은 나대지를 정리하고 산림으로 조성함.

구획	연도	면적(ha)	실제 조림면적	작업 내용
구획1	2007년	20.0	11.2	중부지방소나무 식재
구획2	2008년	20.0	16.0	
구획3	2009년	31.8	21.5	

식재전	식재 후
	
과거 항공사진	2007년 1구획 식재시

4.2 식재

- 식재 수종은 초지 복구 전문가 의견으로 수림하고 인근 산림과의 조화를 고려하여 중부지방소나무를 식재하였음.
- 사업대상지의 이산화탄소저장량 평가를 위하여 저장량산정 및 모니터링이 가능한 구획을 식재년도로 구분하고 식재본수(수량)를 제시하였음.

구획	식재연도	식재본수	규 격
구획1	2007년	37,000	1-1
구획2	2008년	54,000	1-1
구획3	2009년	53,000	1-1



4.3 가지치기 등 식생관리

연도	면적(ha)	작업종
2010	71.80	풀베기
2011	53.43	비료주기, 어린나무가꾸기
2013	16.11	어린나무가꾸기
2014	48.75	어린나무가꾸기
2018	48.75	덩굴제거
2020	48.75	정량간벌

- 식재목은 2년 후, 고사 등의 원인으로 제거되는 경우는 별도 계획이 없으나, 생존율이 80% 미만의 경우는 기존 식재규격보다 우세한 수목으로 식재되어 2년간 관리됨.
- 사업대상지는 1-1 포트묘가 주로 식재되어 안정된 산림이 유지될 수 있도록 시비, 어린나무 가꾸기 등의 작업을 통하여 안정적 활착을 계획함.
- 식재목 관리는 사업참여자인 충남도청에서 총괄하고 산림환경연구소 책임으로 현장 관리됨.
- 사업기간 동안 진행되는 경영활동 외 2년 단위 병해충방제 약제살포 및 수목 전문가의 진단을 계획하여 생태적으로 안정된 숲이 유지되도록 관리함.

4.4 숲가꾸기

- 본 사업의 숲가꾸기 계획은 산림청에서 발간한 ‘지속가능한 산림자원 관리지침’을 기반으로 계획을 수립하고 탄소흡수원 증진 및 대부초지 산림조성에 따른 환경 피해 저감을 목적으로 함.
- 사업대상지는 식재후 매년 풀베기작업이 필요하여 2008년~20011년 기간 동안 사업대상지에 대한 풀베기작업 실시예정이며, 식재 5년 후인 2012년까지 2년 단위의 활착률 조사를 통한 고사목 등에 대한 보식을 계획함.
- 식재 후 10년 뒤인 2018년에 덩굴제거와 가지치기 등을 통한 고사율 조절을 계획함.
- 가지치기 작업은 시행년도의 현장상황에 따라 추진여부가 결정될 예정이며, 필요시 상기 숲가꾸기 사업을 추진함. 사업대상지 중 일부지역은 해안과 인접하여 관광객으로 인한 피해발생이 우려되어 사업대상지에 대한 지속적인 관리를 추진하여 향후 피해발생에 대한 방안을 수립함.

- 사업대상지에 대한 풀베기작업은 풀베기 시업방식에 따라 5~8회 실시가 필요하며, 이에 식재년도부터 5년간(2007~2012) 풀베기 작업 중 모두베기 시업방식을 활용한 풀베기 작성 추진 계획을 수립함.
- 2020년 정량간벌을 통한 우량 대경재 생산을 위한 가지치기와 숙아베기 작업 시행 예정임.

4.3 임목생산

- 현재까지 사업대상지에 대한 임목생산계획은 없음.

5 비영속성 관리

- 사업기간동안 발생 가능한 교란에 대비하여 다음과 같은 교란별 대책을 수립함.

사업이행 위험도 분석		
재정적 위험도	재정지원 중단 가능성(a)	1 %
관리적 위험도	불법 벌채 발생가능성(b)	1 %
	산림전용 발생가능성(c)	5 %
	과다 벌채 발생 가능성(d)	1 %
사회적 위험도	관련 법률 및 제도의 변경 가능성(e)	1 %
산림재해 발생	산불 발생 가능성(f)	0.007 %
	산사태 발생 가능성(g)	0.012 %
	병충해 피해 가능성(h)	0.582 %
버퍼 예치율(%) : 9%		
$I = (1 - (1-1/100) * (1-1/100) * (1-5/100) * (1-1/100) * (1-1/100) * (1-0.007/100) * (1-0.021/100) * (1-0.582/100)) * 100 = 9.6\%$		
위험 완화 대책		
<ul style="list-style-type: none"> • 충남 태안군 고남면 누동리 산6-514번지에 대한 산림경영 사업의 사업이행 위험도 분석결과 재정적, 관리적, 사회적 위험도 및 산림재해(산불, 산사태, 산림병해충) 발생확률을 고려하여 9%의 버퍼예치율을 제시함. 산림재해 방지 대책은 아래와 같음. 		
① 산불예방 조치계획		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 해안 인근에 위치하여 관광을 위한 유동인구가 많고 관할 산림환경연구소의 상시적인 감시 활동이 수행되어 산불 발생 가능성이 낮음. • 태안군 주민과 인근 산불감시원의 활동을 통해 산불 초기 발견이 가능하고 산불조심기간 동안 ‘산불조심’현수막을 설치하여 산불발생 가능성 저감에 일조함. • 산불 발생 시 해안이 인접하여 신속한 조기 진화가 가능함. 		
② 산사태 발생가능성		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 낮은 구릉형 산지 지형으로 산사태 가능성이 낮음 		
③ 산림병충해 예방·방지 계획		
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 대부초지복구림으로 충남도청의 병해충 발견을 위한 정기적인 예찰 및 조사활동을 실시함. • 식재된 수목에 대해 병해충의 피해가 발생하지 않도록 예찰 강화를 계획하고 병해충 발생시, 적합한 방제작업을 실시하여 확산을 방지하고 탄소저장량이 손실되는 경우에는 보식을 통하여 탄소저장량 유지 방법을 모색함. 		
④ 인위적 훼손 가능성		
<ul style="list-style-type: none"> • 본 사업대상지는 입구에서 시건장치를 통한 관리가 이루어지고 CCTV를 통한 상시 감시가 이루어지고 정기적인 방찰이 수행되어 인위적 훼손 가능성은 낮음. • 아울러, 충남도청 산림녹지과는 산림의 가치에 대한 대국민적 홍보 및 교육을 실시하여 장기적인 인위적 훼손 가능성 저감에 일조함. 		

① 재정적 위험도

- 재정적 위험도는 사업자가 최소 1년 이상 사업이행을 위한 예산 확보의 유·무에 따라 구분되며 산림탄소상쇄 운영표준 상에 기본 값은 1%, 5%로 규정하고 있음.
- 본 사업은 충청남도에서 추진한 사업으로 2007부터 2009년까지 복구조림을 완료하고 이에 도비가 투입되어 재정적 위험도는 기본값 1%를 적용함.

② 관리적 위험도

- 우리나라는 산림벌채에 대하여 사전허가가 필요하고 국가의 체계적인 관리가 이루어지고 있으므로 불법벌채 및 과다벌채 발생가능성은 낮은 상황으로 기본값 1%로 정함.
- 산지전용 발생가능성은 산림이용 구분에 따라 준보전산지와 보전산지로 구분되며 각각 5%, 1%의 기본값을 가짐. 사업대상지는 준보전산지로 지정되어 있으므로 5%의 기본값을 적용하여 위험도를 분석함.

③ 사회적 위험도

- 사회적 위험도는 운영표준을 참고하여 1%로 정함.

④ 산림재해 발생

- 산림재해 발생가능성은 충청남도 홈페이지(chungnam.net)에 구축되어 있는 관련 통계를 기준으로 부족분에 대하여 산림청의 임업통계연보를 참고하여 산정하였음.

⑤ 버퍼예치율의 산정

- 산정된 위험도를 근거로 운영표준의 버퍼예치율 산정방식에 이용하여 산정한 결과 9.6%의 버퍼예치율이 산정되었고, 소수점 이하 절사 규정에 따라 9%의 버퍼예치율을 제시하였음.

• 충청남도 산림면적 및 축적

-충남의 2008~2013년 기간 전체 산림면적 평균은 438,188ha이고 축적 평균은 46,266,234m³임.

	평균	`08	`09	`10	`11	`12
면적(ha)	438,255	439,052	438,673	437,851	437,851	437,851
축적(m³)	45,910,840	41,497,022	43,927,547	48,043,211	48,043,211	48,043,211

• 산불 발생 가능성

-충청남도는 해당사업지의 식재 5년간(2008년~2012년) 56건 산불이 발생하였고, 산림피해면적은 30ha으로 충남 전체 임야의 0.007% 비율임.

	합계	`08	`09	`10	`11	`12
발생건수 (건)	56	7	13	7	14	15
피해면적 (ha)	30	3	4	1	12	10

• 산사태 발생 가능성

-산림청 홈페이지에 게재되어 있는 광역지자체별 산사태 발생면적을 활용하여 산정하였으며, 2008년부터 2012년까지 충청남도 산사태로 인한 피해면적은 52.29ha이고 충남 전체 산림의 0.011% 비율임.

	합계	`09	`10	`11	`12
발생면적 (ha)	52.29	0.2	19.54	22.44	10.11

• 병충해 피해 가능성

-병충해에 의해 발생하는 운영표준에 근거하여 피해면적은 발생면적에서 방제면적을 차감하여 산정하였음.

-충청남도의 병충해로 인한 피해면적은 총 2,552ha이며, 충남 전체 임야면적에 대비하여 0.582%의 병충해 피해가능성을 나타냄

	합계	`08	`09	`10	`11	`12
발생면적 (ha)	59,629	20,964	14,870	11,242	8,984	3,569
방제면적 (ha)	62,181	19,901	14,606	9,809	9,313	8,552
피해면적 (ha)	-2,552	1,063	264	1,433	-329	-4,983

6 모니터링 계획

6.1 모니터링 범위 및 항목

- 본 사업은 거래형으로 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.

모니터링 범위	① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량 ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량 ③ 산림전용 및 훼손에 의한 손실 ④ 이차적 배출 ⑤ 환경·사회·경제적 영향
모니터링 항목	① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량 • 본수, 흉고직경, 수고 ② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량 • 피해 본수, 피해목 흉고직경, 피해목 수고 ③ 산림전용 및 훼손에 의한 손실량 • 산림전용 면적, 산림훼손 면적 ④ 이차적 배출 • 사업활동에 따른 배출량, 누출에 의한 배출량 ⑤ 환경·사회·경제적 영향 • 사업대상지역 고유수종, 주민 편익, 사업대상지 관련 민원접수사항

6.2 모니터링 계획

- 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준에서 규정되어 있는 모니터링 원칙과 기준에 따라 작성함.
- 본 사업은 산림경영 사업으로 40년 사업기간 중 5년 주기 8회 모니터링을 계획함.
- 식재목의 대부분은 II영급이하 유령목으로 초기 생장이 우수할 것으로 판단되어 1회차 모니터링은 2017년으로 정함.
- 모니터링 관리는 운영표준 모니터링 원칙을 준수하고 충남도청 산림녹지과에서 실시하여 이산화탄소 흡수량의 제3자 검증이 가능하도록 사업기간 동안 자료 및 증빙서류를 보관하는 등 QA/QC 활동 수행함.

회차	1회차	2회차	3회차	4회차	5회차	6회차	7회차	8회차
연도	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2050

모니터링 범위	항목	시기	모니터링 방법 및 장비
① 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량	본수	모니터링 회차별	실측조사(표준지)
	재적량 (흉고직경, 수고)	모니터링 회차별	실측조사(표준지)
	탄소배출계수 (목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리함량비, 탄소전환계수)	모니터링회차별	온실가스종합정보센터 자료 이용
② 산림바이오매스 손실에 의한 탄소배출량	피해 본수, 피해목 흉고직경, 피해목 수고	모니터링회차별	실측조사(표준지)
③ 산지전용 및 훼손에 의한 손실	산림전용 면적,	모니터링회차별	조림지 관리대장 이용
	산림훼손 면적	모니터링회차별	실측조사(표준지)
④ 이차적 배출	사업활동에 따른 배출량	모니터링회차별	운영표준 기본값 적용
	누출량	모니터링회차별	운영표준 기본값 적용
⑤ 환경·사회·경제적 영향	사업대상지역 고유수종	모니터링회차별	사업대상지 실측조사
	주민 편익	모니터링회차별	사업대상지 인근 주민 인터뷰
	사업대상지 관련 민원접수사항	모니터링회차별	행정포털이용

6.2.1 모니터링 단계의 탄소흡수량 산정

- 기존의 연구에서 개발된 흉고직경과 수고를 이용하는 상대생장식(allometric equation)을 활용하여 탄소저장량 및 흡수량을 계산하도록 운영표준에서 제시하고 있음.

〈 모니터링 단계의 산림바이오매스 탄소흡수량 산정식 〉

$$B = V \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF$$

여기서 B : t 기간 동안 산림바이오매스의 탄소흡수량(tC)

V : t 기간 동안 재적생장량(m^3)

BEF : 도시수목의 지상부 바이오매스 확장계수

RR : 도시수목의 뿌리함량비

WD : 도시수목의 목재기본밀도

CF : 도시수목의 탄소함량비

〈 초지복구림의 흉고직경 대비 줄기 재적식 〉

$$V(m^3) = a DBH^b$$

여기서 V : t 기간 동안 재적생장량(m^3)

DBH : 흉고직경(cm)

a, b : 줄기재적량 상대생장식 계수

6.2.2 모니터링 대상 수목의 선정 및 식별

- 사업대상지내 식재된 입목의 구획별 본수를 조사하고 중복산정에 대하여 주의함.
- 구획별 모니터링을 위하여 식재목의 흉고직경과 수고를 측정함.
- 모니터링은 식재목 전수를 조사하고 간이 식별표를 부착하되, 생장이 우수한 일부 입목은 지속적인 관찰을 위하여 '수목식별표'를 부착하여 관리함.

〈수목식별표 예시〉

구 분	상쇄모니터링나무
번 호	구획명-일련번호
수종명	중부지방소나무
관리자	충남도청 산림환경연구소
※ 이 나무는 충청남도 산림탄소상쇄 사업의 모니터링을 위하여 선정되어 훼손을 금함.	

6.2.3 표준지 설계 및 설치

- 본 사업의 지속가능한 탄소흡수량 모니터링을 위한 표본점 설계는 “지속가능한 산림자원 관리지침 (이하, 관리지침)”을 참고함.

실시설계 표준지(용역수행)의 조사·관리 지침
1. 표준지 조사비율을 사업대상지 면적의 1%이상으로 함 2. 단위 표준지의 면적을 표준지 당 100m ² ~400m ² 으로 함 등 ※ 출처 : 지속가능한 산림자원 관리지침(산림청, 2012)

- 관리지침의 표준지 조사비율은 사업대상지 면적 10ha의 1%인 0.47ha의 면적을 표준지로 설정
- 표준지는 개소당 0.04ha로 하여 직사각형(20m×20m) 또는 원형표준지(반지름 11.3m)를 표준점으로 설정하며, 총 12개의 표준점 설치하여 모니터링 실시 예정이고 구획별 면적을 고려하여 배분을 계획함.
 - 1구획 : 3개소, 2구획 : 4개소, 3구획 : 5개소
- 구획별 표준지 위치는 사업계획 단계에서 설치하지 않고 1차 모니터링 시행시 산림경영사업 추진현황을 참고하여 구획별 표준지를 선정함.

6.2.4 산림바이오매스 생장에 의한 탄소흡수량

- 흉고직경은 흉고직경테이프를 이용하여 흉고높이(1.2m)에서 2cm 괄약으로 측정하고 다간목은 가지별 측정 후 평균값을 이용함.
- 수고측정은 하가로프(사) VertexⅢ, 3m 측정봉을 이용하여 측정하고 초두부 측정에 유의함.
- 수종별 식재면적, 식재본수는 충청남도 산림환경연구소에서 제공하는 태안시 관련 사업문서를 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 이용함. ‘임목재적 바이오매스 및 임분수확표’를 이용하여 산정된 입목은 측정된 흉고직경, 수고를 이용하여 ‘수피포함 수간재적표’를 참고하여 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 사업계획서에서 적용된 탄소배출

계수를 적용하되, 온실가스종합정보센터에 갱신되는 수종 및 개발되는 수목에 대하여 적용을 검토함.

6.2.5 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 중복산정에 주의함.

6.2.6 사업활동에 및 누출에 따른 배출량

- 관련사항을 제시하였음.

6.2.7 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.

6.2.8 환경·사회·경제적 영향

- 관련사항을 제시하였음.

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 ³
설 명	산림바이오매스 재적 산정을 위한 2변수 재적식
적 용 값	입목재적 • 바이오매스 및 임분수확표
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
모니터링방법	-
측 정 장 비	-

7 환경 · 사회 · 경제적 영향 평가

7.1 사업추진으로 인한 환경적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 환경적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지는 과거 초지로 대부분이 충청남도에 반환후 산림으로 조성됨에 따라 경관적, 환경적 산림 효과를 제공할 것으로 판단됨. • 사업추진을 통해 탄소흡수원 유지·증진 효과에 따라 높은 생태계 서비스를 제공할 것으로 평가됨.
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 주변 경관과 조화를 이루고 관련 시설과 연계하여 도민에게 산림치유, 휴식공간 제공이 가능하고 주기적인 모니터링을 실시하여 도서지역 산림정책 개발에 반영을 계획함. • 사업대상지 입구에 산림탄소상쇄사업 홍보판을 설치하여 지역민과 이용객의 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산으로 사업대상지가 지속적으로 유지될 수 있도록 관리함.
사업에 따른 부정적 측면의 환경적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 대단위 면적에 단순림을 조성하여 생태적으로 다양화에 부정적 영향이 예상됨.
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 향후 산림경영계획상에서 생태적 다양성을 위한 활엽수 조림을 계획함.

7.2 사업추진으로 인한 사회적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 대부초지에 산림을 조성하여 자발적 온실가스 감축 분위기를 확산하고 친환경 도 이미지 제고에 기여함. • 산림탄소상쇄 사업기간 동안 도서지역 산림의 중요성에 대하여 홍보하고 무인도내 나무심기 효과에 기여할 것으로 판단됨.
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 충남 이미지 제고를 위해 향후 태안지역 식목행사를 사업대상지에서 개최하고 도민의 자발적 참여가 가능하도록 충청남도 홈페이지(www.chungnam.net)를 이용하여 가족단위, 소규모단위 운영을 계획함. • 향후 사업대상지내 식목행사를 계획하고 참가 도민을 대상으로 묘목을 증정하고 명패를 부착하여 기후변화대응 인식 제고를 계획함. • 인근 태안군 주민과 연계하여 도내 초·중·고교학생들의 실습장으로 활용될 수 있도록 유도하여 긍정적 학습효과의 확대를 기대함,
사업에 따른 부정적 측면의 사회적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 없음
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 없음

7.3 사업추진으로 인한 경제적 영향

사업에 따른 긍정적 측면의 경제적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 충청남도에서 계획 중인 『내 지역 산림가꾸기』 사업에 필요한 예산을 도내 기업의 사회공헌 활동과 연계하여 지방자치단체의 예산 절감이 가능함. • 산림탄소상쇄 참여기업은 기업의 이미지 제고에 활용하고 지자체는 산림관리에 민간 투자를 유치할 수 있는 계기로 활용이 가능함. • 인근에 휴양지로 유명한 안면도가 위치해 있기 때문에, 관광객 등을 대상으로 탄소상쇄사업지로서의 홍보효과가 기대됨.
긍정적 영향의 확대를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 본 사업은 도내 기업 및 지자체에서 산림탄소상쇄사업에 참여할 수 있는 모범사례로 발전시켜 지역사회와 유기적인 협조 체제를 구축하여 긍정적 영향의 지속적인 확대 방안을 모색함. • 홍보효과의 지속적 확대를 위하여 관련 지역에 팻말 설치를 계획함.
사업에 따른 부정적 측면의 경제적 영향
<ul style="list-style-type: none"> • 없음
부정적 영향의 제거를 위한 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> • 없음