

순천만 국가정원의 탄소 흡수 잠재량 평가 및 경제성 분석에 대한 연구

최종화 · 김희준 · 정순철 · 장광민*
에코네트웍(주) 기후변화사업본부

A Study on the Evaluation of Carbon Absorption Potential and Economic Analysis in Suncheonman National Garden

Jonghwa Choi · Heejoon Kim · Soonchul Jung · Kwangmin Jang[‡]
Econetwork Inc.

요 약

우리나라는 국가 온실가스 감축목표를 달성하고자 저탄소 녹색성장 기본법 및 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 등을 제정하고 배출권을 거래하는 제도를 도입함으로써 배출권거래제 상쇄제도를 운영하고 있다. 본 연구에서는 배출권거래제 상쇄제도 중 식생복구 사업의 방법론을 적용하여 사업대상지의 잠재적 탄소 흡수량을 평가하고 외부사업의 추진에 따른 경제성을 분석하였다. 연구결과 본 연구 대상의 연간 이산화탄소 흡수량은 1,179tCO₂-eq으로 평가되었다. 경제성 분석결과 갱신형으로 총 사업 기간을 60년으로 진행할 시 순이익은 21억원으로 경제성이 높은 것으로 나타났다.

ABSTRACT: Korea has enacted laws and operated the emission trading system to effectively achieve the country's greenhouse gas(GHG) reduction target by introducing a system for trading greenhouse gas emission rights. In this study, the potential carbon absorption is assessed by applying the methodology of the revegetation project in the business to the project site using the methodology of the emission trading system offset system, and then assessing the potential of the project site though economic analysis. The study found that the annual carbon dioxide absorption in this study was assessed at 1,179tCO₂-eq. Economic analysis shows that if the project is carried out to 60 years due to renewal, net profit is 2.1 billion won, which is more economical.

Key words: Carbon offset, Absorption Potential, Revegetation, Economic analysis

1. 서 론

1.1 연구 배경

우리나라는 국가의 온실가스 감축목표를 달성하고자 2012년부터 '온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률(이하 배출권거래법)'을 제정하고 2015년부터 온실가스 배출권거래제를 시행하고 있다. 배출권거래제도에서는 기업의 온실가스 감축의무를 비용-효과적으로 이행할 수 있도록 온실가스 배출권거래제 상쇄제도를 시행하여 외부사업을 통한 온실가스 감축실적을 확보할 수 있도록 허용하고 있다.

그러나 2019년 9월 기준으로 상쇄등록부 시스템에 등록된 산림부문 외부사업의 수는 총 4건에 불과하며 이를 통해 흡수되는 탄소의 양은 연간 약 238tCO₂에 불과해 온실가스 감축에 기여한다는 제도의 목표를 달성하지는 못하고 있다. 현재 산림청에서 운영하고 있는 자발적 상쇄제도인 사회공헌형 산림탄소상쇄사업은 상대적으로 인지도가 높고 2019년 9월 기준으로 216건의 사업이 등록되어 있는

반면에, 산림부문 외부사업은 2019년 9월 기준으로 현재까지 등록된 방법론은 4가지에 불과하다. 그 동안 산림부문 외부사업의 실적이 부진한 주요 원인은 사업 참여자의 입장에서 산림탄소상쇄사업은 많이 들어보고 실행하고 있지만 산림부문 배출권거래제 외부사업에 대해서는 접근이 어려웠기 때문으로 생각된다.

관련하여 2016년 6월에 배출권거래제법 시행령이 개정되면서 감축실적형 산림탄소상쇄사업의 경우 배출권거래제와 연계될 수 있게 된 점은 긍정적이라고 할 수 있으나, 사업 참여자 입장에서는 여전히 산림탄소상쇄사업을 통해 기대할 수 있는 수입이 실제로 사업에 참여하는 과정에서 소요되는 비용(산림 조림 건설비, 유지보수 비용 등)을 회수하고 나아가 수익을 창출하기에는 부족한 형편이다.

1.2 연구목적

배출권거래제 상쇄제도에 등록가능한 방법론은 신규조림/재조림, 목제품 이용, 식생복구, 수종갱신 총 4가지이며, 상쇄등록부에 등록되어있는 외부사업 중 산림 부문은

[‡] Corresponding author: 장광민 (13494) 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660, 유스페이스1 602호 Tel: 031-702-3300, Fax: 031-624-4737, Email: kmjang@econetwork.com

4건이다(상쇄등록부시스템 외부사업 현황 2019년 9월 기준). 2019년 9월 기준으로 배출권거래제 상쇄제도를 통해 얻어지는 외부사업의 인증실적은 1톤당 35,600원의 가격대에서 거래가 이루어지고 있으나, 사회공헌형 산림탄소 상쇄사업의 인증실적의 경우 자발적 매매시장이 형성되지 않아 외부사업의 형태로 감축사업을 추진하는 것이 사업의 경제성을 확보하는데 유리할 것으로 판단된다.

본 연구는 전라남도에 위치한 순천만 국가정원을 대상으로 식생복구 사업의 방법론을 적용한 외부사업을 실행했을 때의 잠재적 탄소흡수량을 도출해보고 외부사업의 실행 여부에 따른 차이를 분석하여 이를 통해 산림부문 외부사업 시행을 돕기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 연구방법

본 연구에서는 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업의 방법론 중 '식생복구 사업의 방법론'을 검토하였다. 또한 이 방법론을 토대로 순천만 국가정원에 식재되어 있는 수종에 대해서 식생복구를 통한 산림경영 사업 시나리오를 설정하여 이산화탄소 순흡수량을 분석하였다.

2.2 배출권거래제 외부사업 중 식생복구 사업의 방법론

온실가스 배출권거래제 상쇄제도에는 4개의 산림분야 방법이 등록되어 있다. 각각 「신규조림/재조림 사업의 방법론[14A-001-Ver01]」, 「목제품 이용 사업의 방법론[14A-002-Ver01]」, 「식생복구 사업의 방법론[14A-003-Ver01]」, 「수종 갱신을 통한 산림경영 사업의 방법론[14A-004-Ver01]」이 등록되어 있으며, 그 중 본 연구에서는 「식생복구 사업의 방법론」을 사용하여 이산화탄소 순흡수량을 산정하였다. 본 방법론에는 식생복구 시 베이스라인 흡수량 및 이산화탄소 순흡수량 산정을 위한 수식과 방법을 제시하고 있다.

본 연구에서 필요로 하는 사업 대상지를 추출하기 위해서는 여러 가지 적용조건이 필요하다. 우선 「식생복구 사업의 방법론[14A-003-Ver01],2017」을 확인해보면 해당

방법론의 적용 조건으로는 첫 번째로 사업대상지 면적은 최소 0.05 ha(500 m²) 이상이어야 하며, 두 번째로는 신규조림/재조림 사업 대상지 요건에 해당되지 않는 토지이어야 하고, 세 번째로는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제2조 제4호부터 제6호까지의 도시림, 생활림 및 가로수를 조성하는 사업이어야 한다. 첫 번째 면적 조건은 순천만 국가정원의 전체 면적을 토지대장을 통해 확인하면 770,611 m² 인 것을 확인할 수 있다. 두 번째 조건은 신규조림/재조림 방법론 중 사업 과정에서 굴삭기 등을 이용한 대규모 터파기를 통해 조림 대상지 정리작업을 시행한 경우 사업 적용이 불가능하다는 문구를 통해 해당 사업지는 신규조림/재조림 사업 대상지 요건에 해당되지 않음을 알 수 있다. 세 번째 조건은 관련 법률을 통해 해당 지역이 생활림에 해당하는 것을 확인했다.

2.3 순천만 국가정원 내 수목관리계획 수립을 위한 수목실태조사 자료 분석

본 연구에서 잠재적 탄소 흡수량을 산출하기 위해서는 순천만 국가정원 전체의 식재 현황을 확인할 수 있어야 한다. 2018년 12월에 순천만 국가정원 내 수목관리계획 수립을 위한 수목실태조사를 실시하였으며, 해당 자료를 통해 순천만 국가정원의 전수조사 야장을 확보할 수 있었고 본 자료를 통해 지역별, 수종별로 식재현황을 확인할 수 있었다. 파악된 식재 현황 중에서 관목, 지피에 대한 탄소 흡수량 계산법이 개발되어 있지 않은 관계로 본 연구에서는 순천만 국가정원에 식재되어 있는 식재 성상 중에서 교목만 분류해서 본 연구에 적용하도록 한다.

2.4 이산화탄소 순흡수량 산정

위 산림조사야장 자료를 토대로 흡수량을 산출하기 위해선 이산화탄소 흡수량을 계산할 수 있는 계산식이 필요하다. 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업의 방법론 중 「식생복구 사업의 방법론」을 참고해서 계산하였다.

해당 지역은 2009년 이전에 산림이 아니었던 지역으로 순천만 국가정원 사업이 시행되기 이전의 과거 위성사진

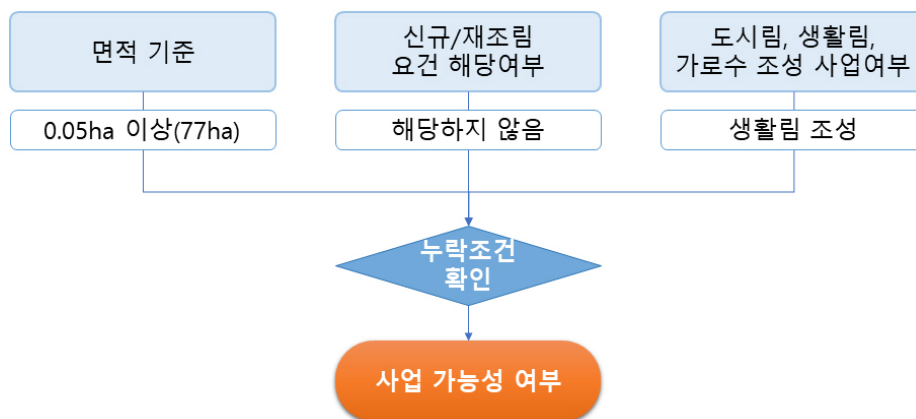


Fig. 1. The Process of extracting business area

을 통해 비교해보았을 때, 해당 지역은 논, 밭으로 이루어져 있는 것으로 확인됐다. 순천만 국가정원 사업이 시행되지 않았더라면 산림이 아닌 토지로 계속 방치될 예정이었기 때문에 해당 지역의 베이스라인 이산화탄소 흡수량은 "0"으로 산정한다.

이차적 배출량 중에서 사업 배출량은 사업 시행 과정에서 장비 등의 사용으로 발생하는 이산화탄소 배출량으로, 사업에 따른 연간 이산화탄소 흡수량이 3,000tCO₂-eq 미만인 경우에는 이산화탄소 흡수량의 5%를 사업 배출량으로 산정하며, 3,000tCO₂-eq 이상일 경우에는 실제 사업 배출량을 조사하여 산정한다. 사업 누출량은 사업추진으로 인해 사업 경계 외부에서 온실가스 배출량의 증가가 일어나는 것으로, 사업에 따른 연간 이산화탄소 흡수량이 3,000tCO₂-eq 미만인 경우에는 이산화탄소 흡수량의 2%를 누출량으로 산정하며, 3,000tCO₂-eq 이상일 경우에는

실제 누출량을 조사하여 산정한다.

본 연구에서는 2019년 9월 기준 산림부문 외부사업에 등록된 사업들과 산림탄소상쇄사업에 등록된 사업들을 토대로 자료를 확인했을 때, 일반적으로 사업의 규모가 크지 않고 연간 이산화탄소 흡수량이 3,000tCO₂-eq를 넘는 사업이 없으므로 순천만 국가정원을 기준으로 계산하는 본 연구의 경우에도 실제 사업 배출량, 누출량을 조사하여 산정하기 보다는 전체 탄소 흡수량의 5%와 2%를 사업 배출량과 누출량으로 계산하였다.

수종별 탄소 흡수계수는 국립산림과학원에서 발간한 「탄소저감이 도시숲(2012)」을 준용하여 수종별 그룹을 나눠 흡수계수를 사용하였으며, 수종 그룹을 나누는 자세한 내용은 아래에서 추가적으로 기술한다. 탄소함량비는 IPCC에 나와있는 계수를 적용하였다.

<Table 1>의 계산법을 적용하기 위해서는 <Fig 2>에서

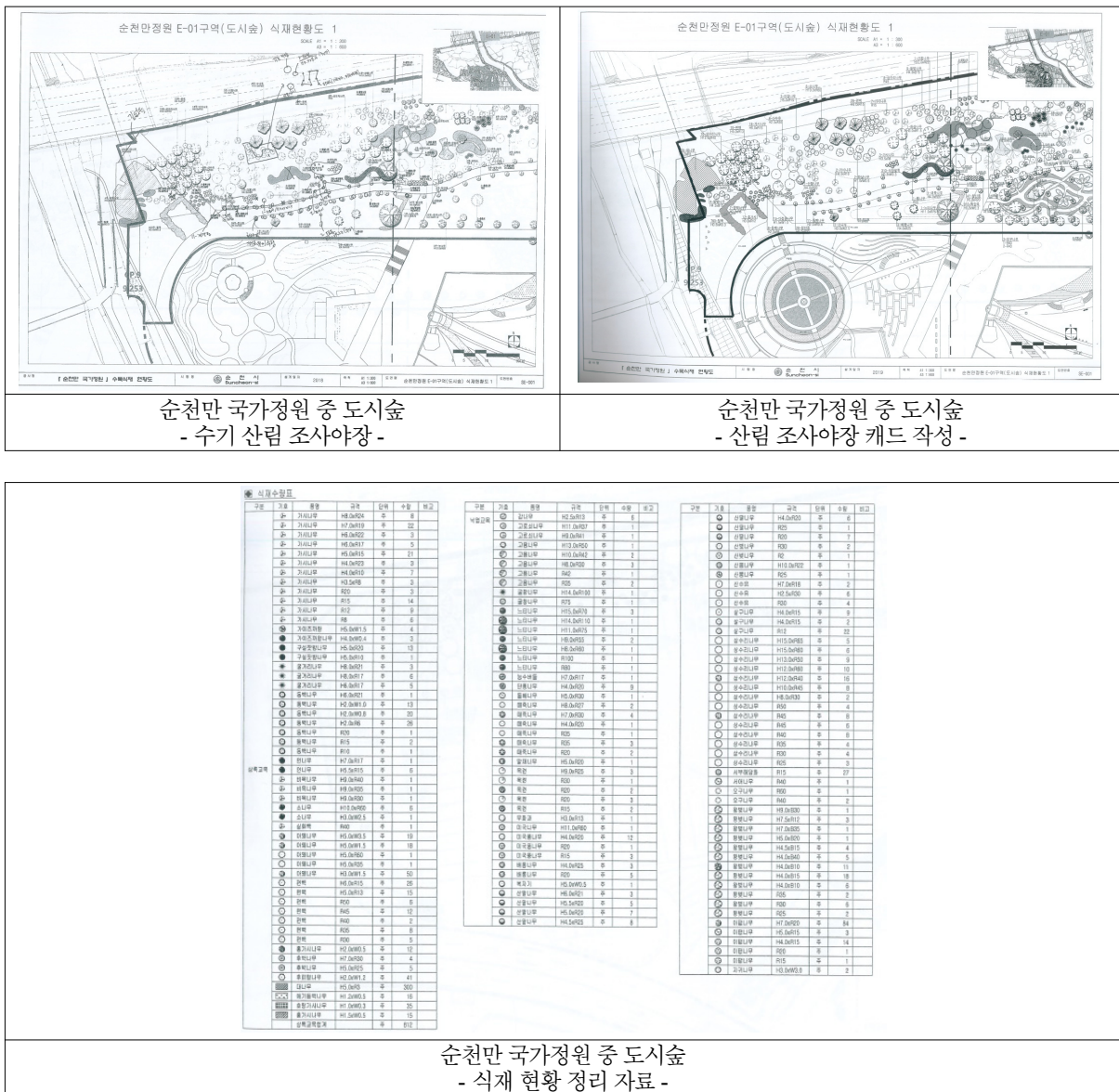


Fig. 2. Organization Current Status of Forest Resources Survey

정리한 식재 현황 자료를 통해 산정 대상 수종을 선정해야 한다.

$$B_i = BG_i \times N_i \times BEF \times (1 + RR) \times WD \times CF \times 3.664$$

<Fig 2>에서와 같이 산림 조사야장을 통해 정리된 식재 현황 중 식재 성상의 관목과 지피류는 제외한 뒤 교목만 분류한다면 본 연구에서 원하는 탄소 흡수량을 산출할 수 있다. 교목은 수종에 따라 탄소 흡수량이 달라지기 때문에 우선 「탄소지킴이 도시숲(2012)」에서 분류하는 수종 그룹에 따라 1차적으로 수종 그룹을 나눴으며, 본 산정식은 그룹당 식재 본수가 산정값에 중요한 영향을 미치므로 1차 분류한 수종 그룹별로 식재 본수를 확인하는 과정을 거쳤다.

「탄소지킴이 도시숲(2012)」에 따라 수종을 크게 17개의 그룹으로 나누었으며, 각각 A(Ulmaceae), B(Rosaceae), C(Platanaceae), D(Leguminosae), E(Oleaceae), F(Aceraceae), G(Magnoliaceae), H(Fagaceae 등), I(Cornaceae), J(Salicaceae), K(Cercidiphyllaceae 등), L(Gingkoaceae), M(Taxodiaceae), N(Taxaceae 등), O(Pinaceae), P(Cupressaceae), Q(Pinaceae)이다. 이 중 임령에 따라 탄소 흡수계수를 확인할 수 있는

수종그룹은 A, B, C, D, E, F, L, M이며 해당 그룹 외 그룹들은 침엽수, 활엽수로 나누어 활엽수는 가장 보수적인 값인 F그룹, 침엽수는 L그룹의 탄소 흡수계수를 적용하였다. 식재수종그룹을 분류하는 기준은 '국가생물종지식정보시스템(http://nature.go.kr)'의 식물도감 검색을 통해 수종을 기준으로 분류했으며, 수종이 검색이 되지 않는 경우에는 해당 수종의 학명에 따라서 그룹을 분류하였다.

식재 임령은 산림조사야장을 통해 확인할 수 없으므로 보수적으로 1년생이라고 가정하고 산정하였다. 해당 조건으로 탄소 흡수량을 산정하면 본 사업을 시행했을 시 이산화탄소 총 흡수량은 76,109tCO₂-eq이며, 이에 따른 사업 배출량은 3,805tCO₂-eq이며, 사업 누출량은 1,522tCO₂-eq이다. 해당 사업은 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」 제11조6항에 의해 사업기간을 60년 이상으로 설정할 수 없으므로 외부사업 중 프로그램 감축사업 갱신형으로 가정해 전체 사업기간을 60년으로 설정했을 때의 값이다.

이산화탄소 순흡수량은 프로젝트 탄소 흡수량에서 베이스라인 흡수량을 제외하고, 추가로 사업활동에 따른 배출량과 누출량을 제외한 값이다. 위와 같은 내용에 따라서 본

Table 1. Calculation of carbon dioxide though revegetation business methodology

기호	정의	단위
B_i	t기간의 이산화탄소 흡수량	tCO ₂ - eq/t기간
ΔC_p	t기간 동안 개체목 재적 성장량	tC
i	t기간 동안 식재본수	-
BEF	바이오매스 확장계수	-
RR	뿌리 함량비	-
WD	목재기본밀도	tdm/m ³
CF	탄소함량비	tC/tdm
3.664	탄소전환계수	CO ₂ /C

2. 사업 활동 흡수량 산정

2.1 결과 종합

(단위: tCO ₂ -eq)	
사업 활동 흡수량 총 합계 값	76,109.60
연간 사업 활동 흡수량	1,268.49

2.2 계산 결과 세부자료

기간	1구획				2구획				3구획				4구획			
	임령	수종	탄소축적량(tC)	탄소계산값(tCO ₂)	임령	수종	탄소축적량(tC)	탄소계산값(tCO ₂)	임령	수종	탄소축적량(tC)	탄소계산값(tCO ₂)	임령	수종	탄소축적량(tC)	탄소계산값(tCO ₂)
1	1년	A 노티	-	-	1년	B 빛류	-	-	1년	C 양버들	-	-	1년	D 회화	-	-
2	2년	A 노티	0.00	-	2년	B 빛류	0.00	-	2년	C 양버들	0.00	-	2년	D 회화	0.00	-
3	3년	A 노티	0.00	-	3년	B 빛류	0.00	-	3년	C 양버들	0.00	-	3년	D 회화	0.00	-
40	40년	A 노티	0.26	-	40년	B 빛류	0.18	-	40년	C 양버들	0.48	-	40년	D 회화	0.35	-
41	41년	A 노티	0.28	-	41년	B 빛류	0.19	-	41년	C 양버들	0.50	-	41년	D 회화	0.37	-
42	42년	A 노티	0.29	-	42년	B 빛류	0.19	-	42년	C 양버들	0.52	-	42년	D 회화	0.39	-
43	43년	A 노티	0.31	-	43년	B 빛류	0.20	-	43년	C 양버들	0.55	-	43년	D 회화	0.41	-
44	44년	A 노티	0.32	-	44년	B 빛류	0.22	-	44년	C 양버들	0.57	-	44년	D 회화	0.43	-
45	45년	A 노티	0.34	-	45년	B 빛류	0.21	-	45년	C 양버들	0.60	-	45년	D 회화	0.45	-
46	46년	A 노티	0.35	-	46년	B 빛류	0.22	-	46년	C 양버들	0.62	-	46년	D 회화	0.47	-
47	47년	A 노티	0.37	-	47년	B 빛류	0.23	-	47년	C 양버들	0.65	-	47년	D 회화	0.49	-
48	48년	A 노티	0.39	-	48년	B 빛류	0.24	-	48년	C 양버들	0.67	-	48년	D 회화	0.52	-
49	49년	A 노티	0.40	-	49년	B 빛류	0.24	-	49년	C 양버들	0.70	-	49년	D 회화	0.54	-
50	50년	A 노티	0.42	-	50년	B 빛류	0.25	-	50년	C 양버들	0.72	-	50년	D 회화	0.56	-
51	51년	A 노티	0.44	-	51년	B 빛류	0.26	-	51년	C 양버들	0.75	-	51년	D 회화	0.59	-
52	52년	A 노티	0.46	-	52년	B 빛류	0.26	-	52년	C 양버들	0.78	-	52년	D 회화	0.61	-
53	53년	A 노티	0.47	-	53년	B 빛류	0.27	-	53년	C 양버들	0.80	-	53년	D 회화	0.64	-
54	54년	A 노티	0.49	-	54년	B 빛류	0.28	-	54년	C 양버들	0.83	-	54년	D 회화	0.66	-
55	55년	A 노티	0.51	-	55년	B 빛류	0.28	-	55년	C 양버들	0.86	-	55년	D 회화	0.69	-
56	56년	A 노티	0.53	-	56년	B 빛류	0.29	-	56년	C 양버들	0.89	-	56년	D 회화	0.72	-
57	57년	A 노티	0.55	-	57년	B 빛류	0.30	-	57년	C 양버들	0.91	-	57년	D 회화	0.74	-
58	58년	A 노티	0.57	-	58년	B 빛류	0.31	-	58년	C 양버들	0.94	-	58년	D 회화	0.77	-
59	59년	A 노티	0.59	-	59년	B 빛류	0.31	-	59년	C 양버들	0.97	-	59년	D 회화	0.80	-
60	60년	A 노티	0.61	1,675.56	60년	B 빛류	0.32	29,109.38	60년	C 양버들	1.00	245.56	60년	D 회화	0.83	423.40

Fig. 3. Result of project absorption calculation for revegetation

연구 대상의 총 이산화탄소 잠재 흡수량은 70,777tCO₂-eq이며, 연간 이산화탄소 흡수량은 1,179tCO₂-eq가 된다.

2.5 경제성 분석

본 연구대상지인 순천만 국가정원에서 식생복구 사업을 통한 외부사업을 진행함으로써 얻게 되는 편익을 기준으로 잠재적 탄소 흡수량과 탄소 상쇄배출권 거래 가격의 가중치에 대한 민감도 분석을 실시하였다. 경제성 분석은 비용-편익분석을 통해 분석 하였으며, 물가상승률은 고려하지 않았다. 본 사업을 통한 예상 탄소흡수량은 기존 계산값처럼 유지된다고 가정하면 총 사업 기간 60년동안 70,777톤을 흡수하고, 배출권 가격이 유지된다고 가정했을 시 1톤당 35,600원으로 계산하여 민감도 분석을 실시하였다. 해당 사업을 실행하는 비용으로는 사업의 여부 판단 및 사업계획서 작성을 위한 컨설팅 업체와의 계약 비용과 추후 이루어질 모니터링에 따른 모니터링 비용, 검증 심사료를 포함한 가격을 비용으로 설정하였으며, 컨설팅 비용은 1회 4,000,000원, 모니터링과 검증 비용은 합쳐서 1회 8,000,000원으로 가정했다. 모니터링 및 검증은 '외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침'[환경부고시 제 2018-98호]의 제28조 3항에 따라 5년에 한 번씩 실시한다고 가정하고 산정해야 하므로 총 사업기간을 60년으로 설정했기 때문에 총 12번의 모니터링과 검증을 실시한다고

가정하였다. 이에 따라 발생하는 편익은 2019년 9월 기준으로 탄소 상쇄배출권을 판매했을 때 발생하는 수익을 전부 편익으로 설정하였다. 순천만 국가정원은 시에서 이미 자체적으로 운영을 하고 있으므로 국가정원을 관리함으로써 발생하는 인건비는 본 연구에서 산정 제외하였다.

계산 결과 탄소 흡수량이 예상값과 변동이 없고, 배출권 가격이 현재와 똑같이 유지가 된다고 가정했을 때 60년 동안의 총 순이익은 24억원 정도이며, 탄소 흡수량이 예상과 달리 10% 낮게 산정되고, 배출권 가격이 현재보다 10% 떨어진다고 가정할 최저 가격이 19억원, 각각 10% 높다고 예상했을 시에는 최대 가격 29억원이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

3. 결론 및 고찰

3.1 결론 및 고찰

계산 결과 산림부문 외부사업을 실행했을 때 최저 19원에서 최대 29억원이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 총 사업기간이 60년이므로 연간 최저, 최고 이윤을 확인하면 최저 3,200만원에서 최고 4,900만원으로 평균 연간 약 4,000만원 정도의 이윤을 얻을 수 있다. 추가적으로 본 연구는 20년에 한 번씩 갱신해서 진행되는 갱신형의 시점으로 분석을 한 자료이며, 산림의 특성상 고정형으로 진행하

Table 2. Calculation of carbon dioxide net absorb according to though revegetation methodology of Suncheonman

구분	베이스라인 흡수량	이산화탄소 흡수량	사업배출량	누출량	이산화탄소 순흡수량	연평균 흡수량
1구획 A 느티	-	1,676	84	34	1,558	26
2구획 B 벚류	-	29,109	1,455	582	27,071	451
3구획 C 양버즘	-	246	12	5	228	4
4구획 D 회화	-	423	21	8	393	7
5구획 E 이팝	-	906	45	18	842	14
6구획 F 중국단풍	-	29,253	1,463	585	27,204	453
7구획 L 은행	-	12,690	635	254	11,801	197
8구획 M 메타세콰이어	-	1,807	90	36	1,680	28
합계	-	76,109	3,805	1,522	70,777	1,179
인증유효기간동안 연평균흡수량	-	1,268	63	25	1,179	

		배출권 가격				
		하강(10%)	하강(5%)	유지	상승(5%)	상승(10%)
예상 탄소 흡수량	하강(10%)	1,940,925,572원	2,054,310,326원	2,167,695,080원	2,281,079,834원	2,394,464,588원
	하강(5%)	2,054,310,326원	2,173,994,233원	2,293,678,140원	2,413,362,047원	2,533,045,954원
	유지	2,167,695,080원	2,293,678,140원	2,419,661,200원	2,545,644,260원	2,671,627,320원
	상승(5%)	2,281,079,834원	2,413,362,047원	2,545,644,260원	2,677,926,473원	2,810,208,686원
	상승(10%)	2,394,464,588원	2,533,045,954원	2,671,627,320원	2,810,208,686원	2,948,790,052원

Fig. 4. Benefit from revegetation according to Carbon offset price and Estimated carbon absorbtion

기보다는 갱신형으로 신청해서 더 먼 미래의 산림자원까지 활용할 수 있도록 하는 것이 경제성으로 높은 것으로 판단된다. 이를 통해 순천만 국가정원에 외부사업을 도입하게 된다면 긍정적인 경제효과를 유발할 것으로 보이며, 배출권할당기업이 비용-효과적으로 온실가스 감축의무를 이행하는데도 도움이 될 것으로 예상된다. 또한 도시숲이나 생활림 조성과 같은 식생복구 활동은 우리나라의 모든 지자체에서 공통적으로 추진하고 있는 사업유형이므로 본 연구결과가 향후 식생복구를 통한 외부사업의 발굴 및 사업등록 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구에서는 경제성 분석 시 임금 상승률, 물가 상승률, 소비자물가지수 등 시장가격에 영향을 주는 인자를 고려하지 못하였으나, 향후 연구에서 이를 고려한다면 보다 정확한 경제성 평가가 이루어 질 것으로 판단된다.

4. 사 사

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'2017098A00-1819-BB01'의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

REFERENCES

- 1) 강석규, “해중림 조성사업의 경제성 분석: 제주 우도 서광리 어장을 중심으로”, *The Journal of Fisheries Business Administration* 42(1), 37-55.
- 2) 이재역, 윤윤중, 안두현, 권용수, 오재건, “연구과제의 경제성 평가모형”, *정책연구* 2000-15.
- 3) 김영환, “국내 산림탄소상쇄 운영표준 및 VCS 방법론에 따른 산림경영 사업의 산림탄소흡수량 차이 분석”, *Journal of Climate Change Research* 8(4), 369~375 (2017).
- 4) 김영민, 송명호, “온실가스배출 감축사업(KVER) 제지목재 분야 인증 감축방법의 경제성 분석”, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering* Vol.27, No.1 (2015), pp.039-043.
- 5) 국립산림과학원, “지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼” (2005).
- 6) “Climate Change and Forestry in California”, California Air Resources Board, <https://www.arb.ca.gov/cc/forestry/forestry.htm>.
- 7) 국립산림과학원, “탄소지킴이 도시숲” (2012).
- 8) 원현규, 김영환, 장광민, 김철민, 이경학, “경제림육성단지 관리방안과 장기경영계획 모델”, (2011).
- 9) 온실가스종합정보센터, “식생복구 사업의 방법론[14A-003-Ver01]” (2017).