배출권거래제와 산림탄소상쇄제도 연계 시 경제성 분석

- 산림경영사업을 중심으로

COLLEGE OF BUSINESS
Graduate School of Green Growth

이수빈

한국과학기술원 경영대학 녹색성장대학원

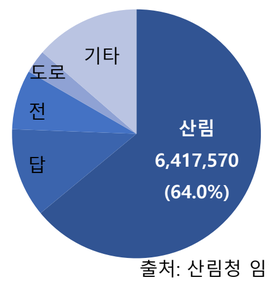
sblee87@business.kaist.ac.kr

2013년부터 시행된 산림탄소상쇄제도는 현재 자발적 시장이나 비거래 용도로만 활용되고 있으므로, 이를 2015년부터 시행되는 배출권거래제와 연계하면 효과적인 온실가스 감축 목표 달성을 가져올 것으로 보임. 이를 위해, 본 연구에서는 **산림탄소상쇄사업의 경제성을 분석**하여 추후 정부의 정책 결정을 돕고 할당대상업체의 온실가스 감축 의사결정에 기여하고자 함. 본 연구는 산림탄소상쇄사업 유형 중 **산림경영사업** 수행 시 **2013년부터 2020년**까지의 대한민국 전체 산림의 **이산화탄소 순흡수량과 비용 및 편익** 분석을 도출해내고자 함. 특히, 산림경영사업을 **수종 갱신**과 **벌기령 연장** 등 2가지 시나리오로 구분하여 시나리오에 따른 비용과 편익을 산정하고자 함. 먼저 2010년 산림 자료를 활용하여 산정한 결과, **편익이 비용보다 높게** 나타나 산림탄소상쇄제도와 배출권거래제 연계 시 **긍정적인 경제적 효과**를 유발할 것으로 여겨짐. 본 결과를 바탕으로, 추후 2013~2020년 예상 이산화탄소 순흡수량과 비용 및 편익 분석 연구도 진행할 계획임.

연구 배경

국토 이용 현황

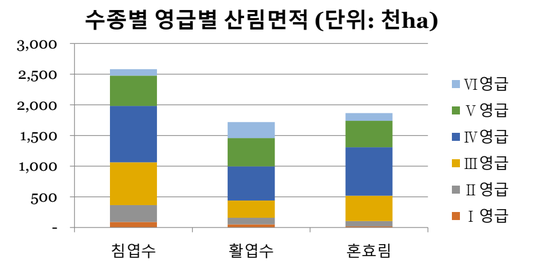
산림은 전체 국토면적의 64%로 가장 많은 면적을 차지하고 있음



출처: 산림청 임업통계연보(2014)

산림 현황

전체 산림면적 중 침엽수림(42%)과 Ⅳ영급 산림이(37%)이 가장 많은 면적을 차지함



출처: 산림청 임업통계연보(2014)

산림탄소상쇄제도

- **제도시행:** 2013년 2월
- **제도내용:** 산림을 이용한 업을 통하여 획득한 산림탄소 흡수량을 자발적 시장에서 거래하거나, 거래 외의 홍보 등으로 사용할 수 있는 제도
  *** 현재로선 배출권거래제 상의 상쇄 배출권으로 사용될 수 없음**
- **사업유형:** 1) 산림조성사업, 2) 산림경영사업, 3) 목제품이용사업, 4) 바이오매스에너지이용사업, 5) 복합형사업

배출권거래제

- **제도시행:** 2015년 1월
- **제도내용:** 정부가 기업에 온실가스를 배출할 수 있는 총량을 설정하고, 기업은 온실가스 감축과 배출권의 거래를 통해 온실가스 감축목표를 달성할 수 있는 제도

할당대상업체 지정 기준	2015 ~	
	업체	사업장
온실가스배출량 (tCO_2eq)	50,000 이상	15,000 이상
에너지사용량 (TJ)	200 이상	80 이상

연구 목적

배출권거래제에 산림탄소상쇄 제도 연계 시 경제적으로 미치는 영향에 대해 분석함으로써 추후 정부의 정책 결정을 돕고, 할당대상업체들의 온실가스 감축 의사결정에 기여하고자 함

산림탄소상쇄제도
- 거래형 보다 비거래형 사업이 주로 활성화 됨
- 자발적인 탄소시장에서는 산림탄소 배출권의 안정적인 수요를 기대하기 어려움

+

배출권거래제
- 온실가스 감축 부담에 대한 산업계의 반발
- 배출권거래제 시행에 대한 정부 및 기업의 준비가 미비함

✓ 산림탄소상쇄제도와 배출권 거래제 연계 시 운영표준 구성에 기여

✓ 기업들의 온실가스 감축 의사결정에 기여

연구 질문 및 범위

연구 질문

1. 산림탄소상쇄사업의 **이산화탄소 순흡수량**과 **편익(benefit)**은 얼마나 되는가?
2. 산림탄소상쇄사업의 **비용(cost)**은 얼마나 되는가?

연구 범위

1. **시간적 범위**
   2013년~2020년
2. **공간적 범위**
   대한민국 산림 전체
3. **내용적 범위**
   산림탄소상쇄사업 유형 중 **산림경영사업**

산림경영사업 시나리오 설정

본 연구 수행을 위해 **2가지 사업 시나리오**를 설정함

1) **수종 갱신:** 탄소 흡수량이 낮은 2가지 수종(리기다소나무, 잣나무)의 산림을 탄소 흡수량이 높은 수종(신갈나무)로 변경하는 경우
2) **벌기령 연장:** 법정 벌기령을 초과한 산림에 대해 벌기령을 연장하여 벌목하지 않는 경우

문헌 연구

연구분야	연구자	연구내용
베이스라인 흡수량 산정	김영환 외 (2014)	제 5차 국가산림자원조사를 표본점 자료로부터 각 수종별 자료를 추출하여 임분생장모델을 개발하고, 이를 토대로 베이스라인 흡수량을 산정함
	장광민 외 (2011)	산림의 탄소흡수량을 고려한 국유림경영계획을 수립하기 위해 CBM-CFS3 모델을 적용함
	유성진 외 (2012)	시공간정보를 이용하여 우리나라 식생의 탄소흡수량을 추정하기 위해 VISIT 모델을 적용함
탄소 저장량 및 흡수량 산정	김문일 외 (2013)	우리나라 주요 수종인 소나무를 대상으로, 미래 기후변화 시나리오에 따른 탄소저장량과 흡수량의 변화를 시공간적으로 예측함
	산림청 (2013)	사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준을 제시함
비용 산정	Kindermann, Georg, et al. (2008)	3가지 모델(GTM, DIMA, GCOMAP) 활용하여 산림 활동에 따른 탄소 저감 비용을 산정함
	한기주 외 (2007)	북한 지역을 대상으로 한 조림 CDM 사업의 경제적 타당성에 대해 분석함

연구 방법

이산화탄소 순흡수량 산정

이산화탄소 순흡수량이란 산림탄소상쇄사업을 통해 추가적으로 확보되는 이산화탄소 흡수량을 나타내는 것으로, 총흡수량에서 베이스라인 흡수량과 이차적 배출량을 제외하여 산정함

이산화탄소 순흡수량 (tCO_2) = **사업대상지 면적** (ha) x (**이산화탄소 흡수량*** (tCO_2/ha) - **베이스라인 흡수량*** (tCO_2/ha) - **이차적 배출량** (tCO_2/ha))

베이스라인 흡수량 (tCO_2/ha)*

산림탄소상쇄사업을 하지 않았을 경우 사업 경계 내에서 통상적으로 이루어지는 활동 가운데 **발생 가능성이 가장 높은 활동**을 고려한 이산화탄소 흡수량

산림경영사업의 경우, 지속 가능한 산림자원 관리 표준 매뉴얼(국립산림과학원, 2005)를 참고로 하여 베이스라인 시나리오를 설정함

1) 수종갱신: 사업대상지에서 과거에 조림되었던 수종을 적용
2) 벌기령 연장: 법정 벌기령을 적용하여 설정 (산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙 별표 3 적용)

이산화탄소 흡수량(tCO_2/ha)*

수종별/임령별 흡수·배출계수 적용하여 산정

수종		임령										
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
침엽수	강원지방 소나무	7.76	8.16	8.35	8.41	8.36	8.24	8.07	7.87	7.65	7.41	7.17
	중부지방 소나무	5.12	6.96	7.68	7.76	7.52	7.14	6.73	6.32	5.93	5.57	5.24
	잣나무	6.17	6.90	7.26	7.42	7.44	7.39	7.28	7.16	7.01	6.87	6.72
	낙엽송	9.47	9.62	9.62	9.55	9.44	9.31	9.18	9.06	8.93	8.82	8.71
	리기다 소나무	6.37	7.45	7.97	8.10	8.01	7.79	7.51	7.20	6.89	6.59	6.31
	편백	5.73	6.23	6.48	6.55	6.51	6.39	6.24	6.07	5.88	5.70	5.52
	그 외	6.77	7.55	7.89	7.97	7.88	7.71	7.50	7.28	7.05	6.83	6.61
활엽수	상수리 나무	9.94	10.46	10.68	10.72	10.67	10.57	10.43	10.28	10.11	9.93	9.76
	신갈나무	10.79	10.50	9.99	9.59	9.23	8.90	8.60	8.33	8.09	7.87	7.66
	그 외	10.37	10.48	10.34	10.16	9.95	9.74	9.52	9.31	9.10	8.90	7.43

편익 산정

배출권 가격에 따른 3가지 시나리오 별로 산림부문 탄소 흡수량에 해당 배출권 가격을 곱하여 편익을 산정함

비용 산정

산림청, 정부 브리핑, 현업 사용 기준 등을 활용하여 산림탄소경영사업 시나리오 별로 요구되는 비용을 산정함

배출권 가격에 따른 3가지 시나리오

- **시나리오 1.** 배출권 가격이 10,000원인 경우
- **시나리오 2.** 배출권 가격이 15,000원인 경우
- **시나리오 3.** 배출권 가격이 20,000원인 경우

	시설비용	원료투입비용
시나리오1 수종갱신	• 식목 및 시비 • 관리 및 시설	• 비료 • 묘목

	산림관리 비용	벌목 시 기회비용
시나리오2 벌기령 연장	• 관리 및 시설	• 목재유형별 매출액

연구 중간 결과

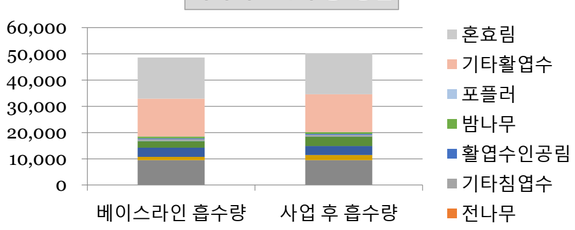
2010년 산림 자료를 바탕으로 시나리오 별 이산화탄소 순흡수량과 편익 및 비용을 산정함

이산화탄소 순흡수량 산정

산림경영사업 시나리오에 따른 순흡수량

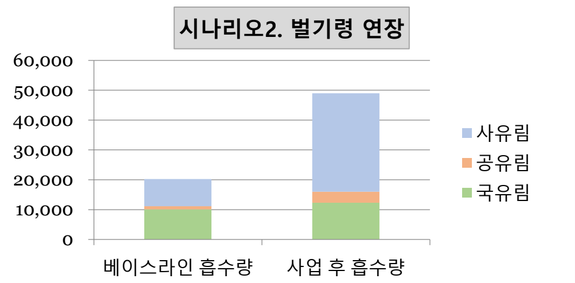
구분	이산화탄소 순흡수량
시나리오1	1,668 천 tCO_2
시나리오2	28,717 천 tCO_2

시나리오1. 수종 갱신



* 사업 후 흡수량에서는 리기다나무, 잣나무가 신갈나무로 대체됨

시나리오2. 벌기령 연장



* 법정 벌기령은 국유림/공·사유림 기준이 다르므로 별도 적용하였음

편익 산정

시나리오에 따른 편익 산정 (단위: 백만원)

시나리오		산림경영사업	
		1. 수종 갱신	2. 벌기령 연장
배출권 가격	10,000원 / tCO_2	16,685	287,166
	15,000원 / tCO_2	25,027	430,749
	20,000원 / tCO_2	33,369	574,333

비용 산정

시나리오에 따른 비용 산정 (단위: 백만원)

구분	비용	
시나리오1 수종 갱신	시설비용	2,229
	원료투입비용	508
	합계	2,737
시나리오2 벌기령 연장	산림관리비용	253
	벌목 시 기회비용	13,894
	합계	14,147

결론 및 추후 연구 계획

결론 및 고찰

- 2010년 산림에서 산림탄소상쇄사업으로 인한 **편익은 비용보다 높게** 산정됨
- 배출권거래제와 산림탄소상쇄제도 연계 시 **긍정적인 경제효과**를 유발할 것으로 보임
- 단, 본 연구 수행 시 이차적 배출량에 대한 가정은 고려되지 않음

추후 연구 계획

- 2013~2020년 **예상 탄소 흡수량** 추정
- 2013~2020년 **편익 및 비용** 산정
- 기존 국가 온실가스 감축 목표 이행 로드맵에 **산림부분을 반영**하기 위해 고려해야 하는 요소 도출

De Jong, Ben HJ, Richard Tipper, and Guillermo Montoya-Gómez. "An economic analysis of the potential for carbon sequestration by forests: evidence from southern Mexico." Ecological Economics 33.2 (2000): 313-327.
Kindermann, Georg, et al. "Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation." Proceedings of the National Academy of Sciences 105.30 (2008): 10302-10307.
김문일, 이우균, and 남기준. "미래 기후변화 시나리오에 따른 우리나라 소나무의 탄소 저장량 및 흡수량 추정." 한국산림휴양학회 학술발표회 자료집 (2013): 748-750.
김영환, et al. "산림탄소상쇄 사업설계를 위한 주요 수종별 베이스라인 흡수량 산정-산림경영형 사업을 대상으로." 산림과학 공동학술발표논문집 2014.단일호 (2014): 86-86.
배재수, and 배기강. "논문: 개도국의 산림전용으로 인한 온실가스 배출량 감축 및 산림탄소축적 증진 활동의 탄소배출권 잠재력 평가." 한국임학회지 98.3 (2009): 263-271.
배재수, 김영환, and 한기주. "제 14 장 산림탄소시장의 동향과 산림경영의 새로운 기회." 한국농촌경제연구원 기타연구보고서 (2013): 523-557.
사지원, 이건원, and 김세용. "미개발지 건물 및 녹지부문 탄소저감 시나리오에 따른 탄소저감 잠재력 분석연구." 한국도시설계학회지 15.2 (2014): 103-112.
유성진, 이우균, and 손요환. "생태계 모형과 시공간 환경정보를 이용한 우리나라 식생 탄소 수지 추정." 대한원격탐사학회지 28.1 (2012): 145-159.
장광민, et al. "논문: 산림탄소축적을 고려한 국유림 장기경영계획 수립을 위한 CBM-CFS3 모델의 적용." 한국임학회지 100.4 (2011): 591-597.
한기주, and 윤여창. "북한 지역을 대상으로 한 조림 CDM 사업의 경제적 타당성 연구." (2007).
국립산림과학원, 지속 가능한 산림자원관리 표준 매뉴얼 (2005)
산림청. 2014 임업통계연보 (2014)
산림청. 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 이행을 위한 사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준 (2013).
산림탄소센터, http://carbon.kgpa.or.kr, 산림청, www.forest.go.kr, 온실가스종합정보센터, www.gir.go.kr

*** 본 연구는 녹색성장대학원 엄지용 교수 지도로 수행중인 연구임**