

한국의 REDD+ 프로그램 이행 적지 분석 및 활성화 방안 연구¹

박홍철² · 오충현^{3*}

A Study on Analysis of the Suitable Sites to Implement REDD+ Program and Plan of Activation in South Korea¹

Hong Chul Park², Choong Hyeon Oh^{3*}

요약

본 연구는 한국의 16개 시·도 지역을 대상으로 산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 REDD+ 프로그램 이행 적지를 도출하고, REDD+ 프로그램 활성화 방안을 모색하는 것에 목적을 두고 있다. 이를 위해 Forest Carbon Index 개념을 활용하여 비용 대비 잠재이익, 거래 가능한 탄소배출권 발행량 등을 산출하였다. 분석결과 16개 시·도 지역 중 경기도, 인천광역시, 서울특별시, 대구광역시, 강원도가 5위 안에 포함되었다. 최적지로 도출된 경기도의 경우, 현재까지의 산림전용 감축면적이 높아 탄소배출 감축량이 16개 대상지 중 가장 높게 나타났다. 또한 프로그램 이행에 따른 잠재 이익도 높은 편에 속하였다. 나아가 적지분석 결과를 토대로 한국 내 REDD+ 프로그램의 활성화를 위한 방안 4가지를 제안하였다.

주요어: 산림전용, 산림황폐화, 배출권, 기후변화, 탄소

ABSTRACT

This study was performed to prevent deforestation and forest degradation and vitalize REDD+ program through suitable site analysis at the 16 districts of South Korea. For this, we worked out profit potential, opportunity cost, carbon credits through making it use of conception of the Forest Carbon Index. As a results, Gyeonggi-do, Incheon Metropolitan City, Seoul Metropolitan Government, Daegu Metropolitan City, Gwangwon-do included in the top 5 among the 16 districts of South Korea. In case of Gyeonggi-do as best suitable site, reduction of carbon emission was best high due to reduction area of deforestation. And profit potential was also high in accordance with practice of REDD+ program. Furthermore, we proposed four plans to activate REDD+ program in South Korea on the basis of the results.

KEY WORDS: DEFORESTATION, DEGRADATION, CREDIT, CLIMATE CHANGE, CARBON

1 접수 2013년 12월 12일, 수정(1차: 2014년 3월 10일, 2차: 2014년 3월 18일), 게재확정 2014년 3월 19일
Received 12 December 2013; Revised (1st: 10 March 2014, 2nd: 18 March 2014); Accepted 19 March 2014

2 동국대학교 대학원 바이오환경과학과 Graduate School, Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., Seoul 100-715, Korea (nivea4man@hotmail.com)

3 동국대학교 바이오환경과학과 Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., Seoul 100-715, Korea

* 교신저자 Corresponding author: ecology@dongguk.edu

서론

북극 및 남극지대 기온상승에 따른 빙하감소, 도시열섬현상의 심화, 홍수, 가뭄 및 해수면 상승 등 이상기후 현상에 의한 자연재해가 세계 곳곳에서 발생하고 있다. 이러한 이상기후의 원인이 되는 기후변화에 대한 과학적 근거를 두고, 수많은 과학자들에 의한 연구보고서와 논문이 등장하고 있으나, 일부 논란은 여전히 지속되고 있다. 이러한 논란 속에서도 기후변화가 인류의 생존을 위협할지도 모른다는 불안과 걱정은 전 세계적으로 쉽게 사라지지 않았으며, 지속적인 지구촌의 불안과 걱정은 1992년 6월 브라질 리우데자네이루에서 기후변화협약(UNFCCC)의 체결이라는 결과를 낳았다. 정식 명칭인 ‘기후변화에 관한 유엔 기본협약’은 지구의 기후시스템을 위협하는 온실가스의 농도 안정화를 목적으로 하고 있으며, 온실가스 규제문제, 재정지원, 기술이전 등의 내용을 담고 있다(Korea Forest Service, 2009).

이후 1997년 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) COP (Conference of the Parties) 3에서 교토의정서 채택을 계기로 기후변화에 대한 본격적인 국제사회의 관심이 집중되기 시작했다. 협약의 체결로 이산화탄소, 메탄가스, 프레온가스 등의 지구온난화 원인물질의 배출규제가 강화되었으며, 이산화탄소 흡수원인 산림에 대한 관심과 연구가 서서히 두각을 나타내기 시작하였다. 교토의정서 체결 10년 후인 2007년, 발리행동계획을 통해 REDD (Reducing emissions from deforestation and forest degradation) 즉, 개발도상국에서의 산림전용 및 산림황폐화 방지로부터의 탄소배출감축이 포스트-교토(Post-kyoto) 체제의 주요한 기후변화협약 의제로 결정된다. 이를 계기로 온실가스 농도 안정화를 위한 대책으로 산림의 중요성이 급부상하기 시작하였다(Korea Forest Service, 2009). 실제로 산림은 온실가스 흡수원이자 배출원으로 전 지구적 기후변화 완화에 중요한 역할을 수행하고 있다. 이 중 산림전용 및 바이오매스 부패 등에 의한 이산화탄소 배출량은 2004년 기준으로 전 세계 온실가스 배출량의 약 17.3%를 차지할 정도이다(IPCC, 2007; Cha *et al.*, 2012). 이렇듯 전 세계적으로 산림전용 및 산림황폐화 방지를 통한 온실가스 감축활동은 교토의정서 체결 이후 탄소배출량 감축을 위한 주요 메커니즘으로서 그 역할과 중요성에 대해 더욱 큰 관심을 받고 있다(Stern, 2006; Ebeling and Yasue, 2008; Kim, 2013). 향후 건강한 산림의 지속가능성 유지는 기후변화 완화를 위한 중대한 사안이 될 것으로 판단된다.

REDD 개념은 개발도상국 내 산림에서의 온실가스 배출이 지속적으로 증가하자 배출의 주원인인 산림파괴를 방지함으로써 온실가스 배출을 감축하자는 취지에서 비롯되었으며, 초기 산림전용 방지활동을 뜻하는 RED (Reducing

emissions from deforestation)에서 산림황폐화 방지활동이 추가되어 발전된 개념이다. 이후 그 중요성을 인정받아 산림에서의 다양한 형태(산림경영, 조림, 바이오매스에너지 활용 등)를 통한 새로운 탄소흡수원 확충이라는 개념을 추가해 REDD+ (Reducing emissions from deforestation and forest degradation and enhancement of carbon stocks)로 점차 그 활동영역을 확대하고 있다(Park and Oh, 2012).

발리행동계획 수립 이후, 2011년 말 남아프리카공화국 더반에서 제17차 유엔기후변화협약 당사국총회가 개최되었으며, REDD+ 분야가 에너지 분야와 함께 주요한 탄소감축활동으로서 활성화 될 수 있는 다양한 논의가 이루어지게 된다. 또한, 교토의정서의 최소 5년 연장 합의가 이루어졌고, 2020년 이후 전 세계의 국가가 모두 참여하는 새로운 온실가스 감축체제(포스트-2020 신기후체제)에 대한 협상을 2015년까지 완료하기로 결정되었다. 이에 따라 과거 개발도상국 지위를 인정받아 의무감축국에 해당되지 않았던 한국은 2020년 이후 모든 당사국과 같은 입장에서 의무적인 탄소배출량 감축실적을 달성해야 할 상황에 놓일 가능성이 높아졌다. 게다가 2013년 COP 19에서 ‘바르샤바 REDD+ 프레임워크’가 채택되고 REDD+ 메커니즘의 방법론, 결과 기반 단계의 재정 지원 보장, 거버넌스 체계가 논의됨(UNFCCC, 2013)으로써 포스트-2020 신기후체제에서 REDD+ 메커니즘의 도입 가능성이 높아질 것으로 판단된다. 이에 대응해 한국은 산림부문에서 산림 조성 및 관리와 저탄소 재료인 목재의 이용을 통해 온실가스 배출저감활동 증진을 위한 산림탄소 상쇄제도의 개발 및 배출권 거래기반 구축에 노력 중이다(Cha *et al.*, 2012). 최근 국내법 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」이 제정되면서 REDD+ 개념을 아우르는 사업 및 활동에 대한 법적인 정의가 이루어졌고, 이에 따른 연구 및 지원에 대한 법률적 근거를 마련하는 등 국내에서도 REDD+에 대한 관심과 지원이 증가하고 있는 추세이다.

전 국토의 64%가 산림으로 이루어져 있는 한국의 자연환경 특성상 기존 에너지 부문에서의 탄소배출 억제정책과 탄소저감 기술개발에 못지않은 REDD+ 메커니즘에 대한 관심과 연구가 필요하다. 그러나 산림을 통한 배출권 인정은 방법론의 적용 및 절차가 복잡하고 사업 등록까지 오랜 시간이 소요되며 발행되는 배출권이 임시적이라는 단점이 있다(Cha *et al.*, 2012). 특히 세계 최대 배출권 시장인 유럽 배출권거래제도(EU ETS)는 산림 및 토지이용 부문(AFOLU; Agriculture, Forestry and Other Land Use)의 배출권 거래를 허용하지 않고 있다. 이에 따라 VCS (Verified Carbon Standard), CFS (Carbon Fix Standard), CAR (Climate Action Reserve), J-VER (Japanese Verified Emission Reduction) 등 다양한 산림탄소상쇄 표준에 따른 비규제(자발적) 시장이 형성되었다. 이들 비규제 시장은

산림을 통한 배출권의 검·인증 과정을 간소화하고, 절차 및 배출권 인정범위를 확대함으로써 규제시장에서 거래될 수 없는 다양한 배출권의 거래를 수용하고 있다. 이러한 장점으로 인해 다양한 정부와 기업, 개인이 사회 공익적 차원의 산림을 통한 탄소흡수 사업 및 활동을 실행하고, 여기서 발생한 배출권을 비규제 시장에서 거래할 수 있게 되었다. 한국에서도 일부 시민사회단체들에 의해 사회 공익적 차원에서 산림을 통한 탄소흡수 사업 및 활동이 실행되어 왔지만, 활동규모가 작고 나무심기에 치중되는 등 산림을 통한 단편적인 기후변화대응 활동 정도로 판단된다. 한국이 국제적으로 기후변화대응노력을 인정받고, 내부적으로 산림생태계의 보호와 보전을 추구하기 위해서는 REDD+ 사업 및 활동의 국내의 실행이 보다 중요해 질 것으로 판단된다. 이에 대한 첫 걸음으로 REDD+ 메커니즘을 도입한 국내 수준의 REDD+ 프로그램 실행이 필요하며, 이를 위해 보다 전략적이고 적극적인 정책개발과 학술적 연구가 필요하다.

이와 같은 연구 필요성에도 불구하고 REDD+에 대한 국내 연구는 국외 연구에 비해 미진한 실정이다. REDD+에 대한 국외 연구로는 몇몇 국가에 대해 다양한 REDD+ 기저선 접근법을 적용하여 비교한 연구(Griscom *et al.*, 2009), 인도네시아를 대상으로 한 REDD+ 사업 최적지 규명에 관한 연구(Harris *et al.*, 2008), 카메룬을 대상으로 한 REDD+ 활동의 비용-이익 연구(Bellassen and Gitz, 2008), REDD+ 활동에 대한 기회비용 및 위험요소를 고려한 국가별 평가 지표화 연구(Deveny *et al.*, 2009) 등 국가규모 및 지역규모에서의 REDD+ 이행을 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다.

국내 연구로는 한국의 산림전용 및 산림황폐화 방지를 통한 탄소배출감축 프로그램 이행의 기저선 접근법 연구(Park and Oh, 2012), 기후변화협약 REDD+ 메커니즘의 이해와 향후 협상전망(KREI, 2010), 개도국의 산림전용으로 인한 온실가스 배출량 감축 및 산림탄소축적 증진 활동의 탄소배출권 잠재력 평가(Bae and Bae, 2009) 등이 있다. 그러나 국내 지역여건을 고려한 REDD+ 프로그램 이행을 위해 보다 깊이 있고 다양한 연구가 필요한 실정이다. 특히, 기후변화 대응 및 산림생태계 보전과 같은 사회 공익적 효용을 위한 정책적 수단으로서 REDD+ 프로그램이 지역적 여건에 따라 전략적으로 활용될 수 있다는 것을 인지할 필요가 있다. 나아가 이러한 가능성을 선별하고, 비용 및 노력 대비 가능성과 효과 증진에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 한국의 16개 시도지역별 REDD+ 프로그램 이행을 위한 지역 우선순위를 도출하고자 하며, REDD+ 프로그램의 제도적 활성화를 위한 방법을 모색하는 것에 목적을 두고 있다.

연구방법

1. 연구 범위 및 대상지

본 연구에서 다루고 있는 REDD+ 프로그램은 산림전용 및 황폐화로 인한 온실가스 배출 감축 활동과 공익적 차원의 산림보전 활동이 주요하게 이루어지는 프로젝트 기반 사업을 의미하며, 비영리 목적의 정책사업이 포함될 수 있다. 또한 본 연구에서 언급하고 있는 수익성과 재정지원, 탄소거래 등은 REDD+ 프로그램의 참여유인과 지속성 확보를 위한 인센티브 제공 수단으로서 고찰하였다. 따라서 본 연구는 REDD+ 프로그램을 객관적 경제원리에 입각한 사업성 판단에 집중하기보다, 국가정책 차원에서 투입되는 비용 대비 기후변화 대응 차원의 이익을 비교·분석하여 정책적 효용이 높은 지역과 낮은 지역을 판별하는데 집중하였다.

연구 대상지는 전국 9개 자치도(강원도, 경기도, 경상남도, 경상북도, 전라남도, 전라북도, 제주도, 충청북도, 충청남도)와 6개 광역시(광주광역시, 대구광역시, 대전광역시, 부산광역시, 울산광역시, 인천광역시), 1개 특별시(서울특별시)로 설정하였다. 단, 세종특별자치시는 2012년에 출범한 광역자치단체로서 과거 자료 수집의 어려움이 있어, 충청남도와 충청북도에 포함시켜 연구를 진행하였다.

2. 연구 방법

1) 기본개념 및 원칙

산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 REDD+ 프로그램 이행 적지 분석을 위해서는 산지개발에 따른 이익에 대한 기회비용과 산지보전을 위해 발생하는 보전비용에 대한 고려가 필요하다. 또한 인센티브를 통한 장기적인 산지보전의 지속가능성 유지를 위해, REDD+ 프로그램 이행시 배출권 거래시장에서 거래 가능한 탄소배출권 발행 가능성 파악이 중요하다. REDD+ 프로그램은 신규조림 및 재조림과는 달리 개발이 아닌 보전을 통해 수익을 창출하고, 이를 통해 자연자원의 지속가능성을 추구해야 한다. 따라서 산주, 사업이행자, 행정기관 등 다양한 이해관계자의 협조와 이해가 필요하다. 산주의 의지가 보전에 절대적 영향을 미치며, 산림을 보호하고 관리하는 사업이행자의 역량, 행정기관의 수익보전을 위한 지원정책이 REDD+ 프로그램의 지속성을 높여준다.

REDD+ 프로그램 이행 적지 분석은 사업비용(Cost) 및 탄소배출권(Credits) 발행량 같은 표면적인 부분이 잠재이익(Profits Potential)과 직결되며, 이는 외적 요인이라 할 수 있는 해당 지역의 산림환경여건에 따라 크게 좌우된다. 이

러한 외적 요인 외에 REDD+ 프로그램 이행에 부정적인 영향을 끼치는 탄소배출권의 비영속성(non-permanence)을 함께 고려해야 종합적이고 현실적인 결론이 도출될 수 있을 것으로 판단된다. 산림을 통한 탄소흡수 사업은 일반적으로 다양한 위험(Risk)이 존재한다. 이 중 사업을 통해 흡수·저장된 탄소가 자연적 또는 인위적인 요인에 의해 전부 또는 일부분이 다시 대기 중으로 배출될 수 있는 잠재적 위험(Cha *et al.*, 2012)이 REDD+ 프로그램에 주요한 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 이에 대한 위험관리가 필요하며, 이는 곧 탄소배출권의 비영속성 관리와 직결된다.

이러한 내·외적 요인을 종합적이고 현실적인 분석을 위해 본 연구에서는 Deveny *et al.*(2009)에 의해 개발된 FCI(Forest Carbon Index)의 개념(Figure 1)을 도입하여 적용 가능한 지표와 평가기법을 참고하였다. FCI는 전 세계 국가별 산림 자원통계자료를 바탕으로 기후변화 대응을 위한 산림의 보전가치를 평가하기 위한 모델로, 잠재적 이익과 위험요소를 고려하여 최종적인 산림의 가치를 도출하고 있다. 잠재적 이익은 경제적·생물학적 잠재이익을 고려하고, 위험요소는 거버넌스(Governance)와 실행력, 준비상태 등을 고려한다.

본 연구는 잠재적 이익 평가를 위해 REDD+ 프로그램 이행에 따른 잠재이익과 잠재비용을 고려하였다. 잠재이익은 발생하는 탄소배출권의 거래이익을 기준하였고, 잠재비용은 보전에 따른 기회비용, REDD+ 프로그램 이행비용, 배출권 거래시장에서의 거래비용을 고려하고자 하였다. 또한 REDD+ 프로그램 이행에 영향을 미치는 기준과 고려사항들을 지표화하고, 이를 평가함으로써 한국의 산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 REDD+ 프로그램 이행 적지를 도출하였다.

단, 평가의 목적과 객관성, 현실성을 유지하기 위해서 다음의 전제조건을 설정하여 이를 검증하는 과정을 거쳤다. 첫째, REDD+ 프로그램 이행을 통한 배출권 발행량이 많을수록, 사업비용 대비 잠재적 이익이 높을수록 높은 평가점수를 받을 수 있어야 한다. 둘째, REDD+ 프로그램 이행을 위한 최적지는 현재의 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량이 높다고 해서 유리하게 작용되어서는 안 된다. REDD+ 프로그램의 이행을 통해 높은 효과를 얻기 위해서는 현재 산림자원의 풍부성이 아닌, 과거 산림 면적 대비 얼마나 산림을 전용하지 않았는지가 중요하게 작용할 수 있어야 하기 때문이다. 따라서 최종적인 평가점수는 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량과의 독립성을 유지할 수 있어야 분석결과를 신뢰할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 전제조건에 대한 검증은 최종적인 평가점수와 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량, 산지전용 감축면적, 산지전용 감축에 따른 탄소배출 감축량, 잠재 이익, 탄소배출권 발행량 간의 상관관계 및 유의성 분석을 통해 확인하였다.

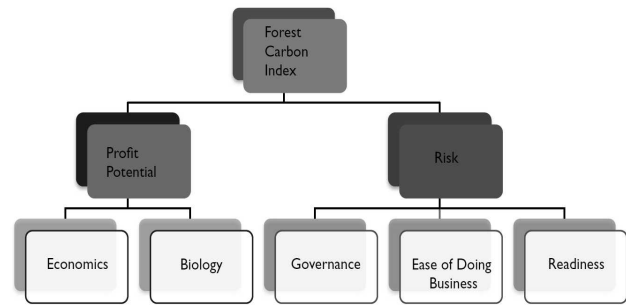


Figure 1. FCI framework(Deveny *et al.*, 2009)

2) 잠재이익 산출

REDD+ 프로그램 이행을 통해 발생하는 잠재 이익은 예상되는 비용 대비 수익이 보장되어야 발생 가능하다. 이때 산지보전 활동을 통해 발생하는 각종 비용이 주요한 영향을 끼치게 되며, 이 비용은 주요하게 기회비용(Opportunity Cost), 거래비용(Transaction Cost), 이행비용(Execution Cost)으로 구분된다. 이 중 산림 개발을 통해 얻을 수 있는 이익을 포기하는 것에 대한 기회비용이 가장 높은 비율을 차지하고 있다(White and Minang, 2011).

기회비용은 산지를 전용하여 택지개발을 할 경우와 목재 생산을 목적으로 벌목할 경우로 크게 구분할 수 있다. 택지개발의 경우 개발 유형과 주변의 인문·경제·사회 환경에 따른 개발비용 및 수익이 동일한 시·도 지역 내에서도 각기 다르다. 따라서 택지개발에 따른 표준화된 장·단기적 수익률을 연구 대상지별로 예측하는 것은 본 연구범위 내에서는 어려울 것으로 판단된다. 또한 택지개발은 산림전용에 따른 개발을 전제하고 있어, 산림 황폐화 문제에 대해 간과할 수 있다는 단점이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 REDD+ 프로그램에 대한 기회비용 산정시 택지개발의 경우는 배제하였으며, 산림전용 및 산림 황폐화를 포괄할 수 있는 벌목생산을 고려하였다.

벌목에 따른 기회비용 산출은 FCI (Table 1)의 산출원리를 참고하였으며, 구체적인 산출항목별 계산방법은 한국 실정에 맞게 변형하여 연구에 적용하였다. 기존 FCI산식은 임업을 목적으로 벌목한 후, 향후 100년간 산지를 임대하였을 경우를 가정하여 연차별 할인율(Discount rate)을 고려해 돌아오는 이익을 기회비용으로 산출하는 방법이다. 그러나 한국의 경우 산지 임대거래에 의한 표준화된 임지별 산지가격을 연구 대상지별로 추정하기 어려울 것으로 판단된다. 또한, 할인율 적용에 있어서 경제협력개발기구(OECD) 회원국에 대해 5%를 적용한 연구사례(Kindermann *et al.*, 2008)가 있지만, 이는 국가단위에서 연구한 사례로 시·도 지역단위 분석을 진행하고 있는 본 연구에서는 적용이 부적

합할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 기회비용 추정을 위해 ha당 임목축적량과 임목시가표준액, 비영속성보정계수(Non-permanence Factor)를 고려하여 목재생산을 목적으로 발생하는 벌목생산에 대한 경제적 이익을 기회비용으로 적용하였다.

이를 위해 2010년 기준 임업통계연보(Korea Forest Service, 2011)의 국내 16개 시도 지역단위별 자료를 사용하여 ha당 임목축적량을 적용하였다. 또한 임목시가표준액의 적용은 산림청에서 시행하고 있는 국유림임산물매각규칙 시행요령의 가격 산출 공정에 따라 시장가역산법(Market evidence methods of stumpage appraisal)을 적용하여 조재율, 원목 시장가격, 자본회수기간, 월이율, 기업이윤, 생산비를 대입하여 산출하였다(Table 2). 각 투입인자의 값은 법률정보센터에서 작성한 2013년 부동산 시가표준액표의 내용을 기준하였으며, 용재목 판매가격은 벌채비, 운반비, 임도개설비, 벌채업자 정상이윤을 공제한 금액을 적용하였다.

Table 1. Equations of FCI(Deveny *et al.*, 2009)

Description	Equations
Opportunity costs (W/ha)	Standard market price of a standing tree × Growing stocks × Non-permanence Factor
Profit potential (W)	(Credit price - Opportunity cost) × Quantity of credit

Table 2. Equations of current price base of standing tree

Description	Equations
Current price base of standing tree	$Y = f \times \left(\frac{a}{(a + mp + r)} - b \right)$

* Y: Total price of unit cut volume (W/m³),
 f: Log yield output (%),
 a: Market price of unit cut volume (W/m³),
 m: Pay-off period time (number of months),
 p: Monthly rate of interest (%), r: capital income (%),
 b: production cost (W/m³)

비영속성보정계수는 자연적 혹은 인위적인 현상에 의해 이산화탄소가 다시 대기 중으로 배출될 탄소흡수상의 위험과 시장불안, 가격변동, 유통관리, 벌채인허가 등의 사업이행상의 위험을 고려하여 적용하는 계수이다. 비영속성을 고려하는 방법으로 기존의 연구 및 적용사례를 살펴보면, 주요하게 버퍼(buffer), 할인(discount), 보험(insurance), 보전합의(conservation easement) 네 가지가 있다. 버퍼는 예기치 못한 흡수원의 손실위험에 대비하여 사업을 통해 발생한 배출권의 일부를 별도의 버퍼계좌에 예치하는 방식이다. 버퍼계좌에 예치된 배출권은 거래가 불가능하다. 그러나 이 방식은 평가도구 개발 및 적용이 복잡하고, 불완전한 평가

도구 사용 및 주관적 평가에 따른 분쟁의 가능성이 있다. 할인은 흡수원의 손실에 대한 위험분을 반영하여 발생하는 배출권을 할인하여 사업 이행자에게 전달하는 방식을 말한다. 위험성이 높을수록 할인은 커져 본래의 배출권량보다 적은 양의 배출권을 얻게 되며, 위험성이 낮을수록 본래의 배출권량을 할인 없이 전량 얻게 된다. 사업운영 및 제도 운영기관에 있어서 다른 방법보다 관리가 용이한 방법으로 제도의 효율성을 높일 수 있다는 장점이 있다. 보험은 보험회사를 통해 흡수원의 손실분에 대해 합의된 톤당 가격으로 보상하거나 시장에서 배출권을 구매하여 보충해 주는 방식이다. 다양한 산림탄소상쇄제도에서 관심을 나타내고 있으나 실질적인 보험상품 개발 및 적용 사례는 미미하다. 보전합의는 흡수원에 대한 손실방지를 위해 법적 강제력을 행사하는 것을 의미한다. 산림의 소유권 및 토지이용에 대한 법적 제제를 가하여 영속성을 보장할 수 있는 강력한 방법이지만, 산림탄소 사업에 대한 참여의 의욕을 낮출 수 있다는 단점이 있다(Cha *et al.*, 2012; Ebeling and Vallejo, 2011; CCFM, 2009). 본 연구에서는 REDD+ 프로그램의 사회공익적 차원의 제도적 활성화를 포함하여 다루고 있기 때문에, 비교적 운영·관리가 용이한 할인을 적용 방법을 선택하여 비영속성보정계수 적용하였다. 비영속성보정계수의 계정은 할인을 방식을 적용하여 기회비용을 산출한 Deveny *et al.* (2009)의 연구결과를 참고해 0.8을 적용하였다.

REDD+ 프로그램을 이행하면서 발생하는 전체 비용 중 기타 부대적인 이행비용과 탄소시장에서의 배출권 거래비용의 합계는 5~20%로, 나머지 80~95%는 기회비용이 차지하고 있다(White and Minang, 2011). 배출권 거래비용의 경우 한국의 탄소배출권 거래제도가 시범적으로 이뤄지고 있는 상황에서 배출권 거래과정에 발생하는 유·무형의 비용을 판단하기 어려운 상황이다. 게다가 REDD+ 메커니즘에 의해 발행된 배출권과 시장 메커니즘과의 연계는 국가별 이견에 따라 국제적인 합의점을 얻어내는 데 어려움을 겪고 있다. REDD+ 메커니즘으로 인해 선진국 의무감축에 대한 부담이 개발도상국으로 전이될 가능성이 높다는 점을 이유로 몇몇 개발도상국들이 시장 메커니즘과의 연계를 반대(UNFCCC, 2013)하고 있는 것이다. 따라서 REDD+ 메커니즘에 의해 발생한 배출권 거래가격의 추정에 대해서는 국내외적으로 이견이 발생한 가능성이 높을 것으로 판단된다. 특히 한국에서 REDD+ 메커니즘을 통한 탄소배출권을 검·인증하거나 거래할 수 있는 체계가 정립되어 있지 않다. 국외 시장에서 거래한다고 할지라도 배출권의 품질관리, 인정범위, 거래단위, 거래시장의 종류에 따라 거래가격이 천차만별이기 때문에, 배출권 거래시장에서의 시세를 통한 표준화된 화폐가치로의 환산이 어렵다는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 거래비용 산정에 있어 위와 같은

한계를 가진다는 점과 이행비용 산정의 경우 전체 비용 대비 차지하는 비율이 낮다는 점을 감안하여 이행비용과 거래비용을 배제한 기회비용만을 고려하였다. 또한 REDD+ 메커니즘에 의한 배출권의 화폐가치 환산 한계에 따라, 연구대상지별로 발행되는 배출권의 유형과 품질에 차이가 없다는 가정 하에 배출권 1톤당 거래가격을 동일하게 설정하여 잠재이익을 평가·분석하였다.

3) 탄소배출 감축량 산출

REDD+ 프로그램 이행을 통한 잠재이익은 해당 산지의 거래 가능한 탄소배출권 발행량이 주요한 영향을 미친다. 이러한 탄소배출권 발행량을 추정하기 위해서는 감축 가능한 탄소배출량을 산정해야 하며, 이를 계정하기 위한 적절한 기저선 접근법(Baseline Approach)을 선택해야 한다. 기저선 접근법의 선택 후 과거 일정기간 동안의 산림통계자료 분석을 바탕으로 기저선을 설정하였다. 설정된 기저선 대비 프로그램 이행 기간 동안의 산림전용면적을 기준으로 대상지가 탄소배출을 감축하였는지, 혹은 초과하였는지를 평가하며, 이를 통해 거래 가능한 탄소배출권(Credits) 발행 혹은 미래 의무 감축분인 초과탄소배출량(Debits)의 양을 산정하였다. 국제적으로 다양한 기저선 접근법이 사용되고 있지만, 한국의 사·도지역별 산림여건을 고려하고, 형평성에 어긋나지 않는 기저선 접근법의 적용이 신뢰성 즉, 탄소배출권의 품질을 높여줄 수 있다.

만약, 적합한 기저선 접근법의 선택이 고려되지 않을 경우, 실제 배출감축량 대비 탄소배출권의 과다 혹은 과소 발행 문제가 발생할 수 있어, 사업 이행자에게 부당한 이익이 돌아갈 여지가 있다. 이는 REDD+ 프로그램 이행을 위해 들이는 비용 및 노력에 비례하는 이익의 분배가 공정하게 이루어져야 함을 의미한다. 결국 신뢰성 있는 기저선 접근법의 선택은 REDD+ 프로그램의 온실가스 흡수에 대한 비용 대비 효과 증진, 프로그램 참여자 만족도 증진을 위해 중요

한 요소가 되며, 이를 만족시킬 수 없는 REDD+ 프로그램은 참여유인이 떨어지게 되어 활성화되기 힘들 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 대상 지역별 탄소배출권 발행의 형평성 구조와 불리한 산림여건 지역에 대한 참여요인 구조를 갖출 수 있는 기저선 접근법을 도입하고자 하였다. 한국의 산림여건에 적합한 REDD+ 기저선 접근법에 대한 선행연구가 Park and Oh(2012)에 의해 이루어졌으며, 해당 연구에서 개발된 기저선 접근법인 MCAK (Modified Corridor Approach for Korea) 접근법을 본 연구에 적용하였다.

MCAK 접근법은 기저선을 기준으로 일정범위의 완충영역(Buffer Area)을 적용하여 최고수준(Maximum Level)과 최저수준(Minimum Level)의 감축률을 설정하는 방법이다. 최고수준의 기저선 보다 높은 감축률을 보인 지역은 추가 이익(Incentive)이 발생되며, 최저수준 기저선보다 낮은 감축률을 보인 지역은 탄소배출권을 발행할 수 없는 구조로 이루어져 있다(Figure 2, Table 3). 또한 완충영역에 해당하는 감축률을 보인 지역은 최고수준 기저선 대비 감축률에 따른 할인율을 적용하여 탄소배출권을 발행한다(Park and Oh, 2012). MCAK 접근법의 완충율과 가중치는 Park and Oh(2012)의 선행연구에서 사용된 설정치를 적용해 완충률(Buffer Rate)을 20%, 가중치(Weight Value)를 3으로 설정하여 대상지별 탄소배출 감축량을 산출하였다.

REDD+ 프로그램은 이행 기간 설정 후 성과를 평가하여 탄소배출권을 발행한다. 따라서, 2005년부터 2010년까지를 REDD+ 프로그램 이행 기간으로 가정하여, 미래의 REDD+ 프로그램 이행에 대한 잠재적 효과를 분석하였다. 1995년부터 2010년까지 15년 동안의 각 대상지별 산림면적, 산림전용면적, 임목축적량 자료를 바탕으로 이행기간 동안의 탄소배출 감축량을 산출하여 평가에 적용하였다. 대상지별 산림자료는 임업통계연보(Korea Forest Service, 2011) 및 통계청 온라인 웹 자료를 사용하였다.

Table 3. Equation of the MCAK (Park and Oh, 2012)

Approach	Equations (Assuming that 20% buffer)*
	For in corridor (buffer area):
	$\Delta_{KCAK} = (ac_{05-10} - ac_{95-05} * 120\%) * C_{2010} * \left(1 - \frac{(ac_{95-05} * 80\% - ac_{05-10})}{(ac_{95-05} * 80\% - ac_{05-10} * 120\%)}\right)$
Modified corridor approach for Korea (MCAK)	For upper corridor:
	$\Delta_{MCAK} = [(ac_{05-10} - ac_{95-05} * 120\%) * C_{2010}] * \alpha$
	For lower corridor:
	$\Delta_{MCAK} = zero\ credit$

* C_{2010} : Carbon stock in forest in the year 2010 (ton-CO₂/ha),

ac_{95-05} , ac_{05-10} : Annual change in forest area in the periods 1995-2005, 2005-2010 (ha), α : Incentive weight value = 3

4) 최종 평가

대상지별 기회비용을 기준으로 잠재 이익을 도출하고 산림전용 면적을 기준으로 탄소배출권 발행량을 도출하여 16개 대상지에 대한 최종 평가를 진행하였다. 잠재 이익과 탄소배출권 발행량의 중요도는 동일한 것으로 가정하였다. 또한 최종적으로 평가된 수치를 상대화하여 잠재 이익과 탄소배출권 발행량간의 비교가 가능하며, 각 대상지별 격차를 보기 쉽게 비교할 수 있도록 0점부터 100점 분포로 점수화하여 표기하였다. 평가점수가 높은 순으로 REDD+ 프로그램 이행을 위한 최적지라고 판단할 수 있다. 또한, 평가를 위해 도입한 인자들의 상관관계를 파악하고, 평가의 목적과 객관성 확보를 위해 앞에서 제시한 전제조건에 부합하는지를 판단하였다. 이를 위해 IBM SPSS 17.0 프로그램을 사용하여 Pearson 상관분석과 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 한국의 REDD+ 적지 분석 결과

Table 4의 산림면적(Forest Area)은 각 대상지의 총 산림 면적을 의미하며, 산림면적비율(Forest Area Ratio)은 전체

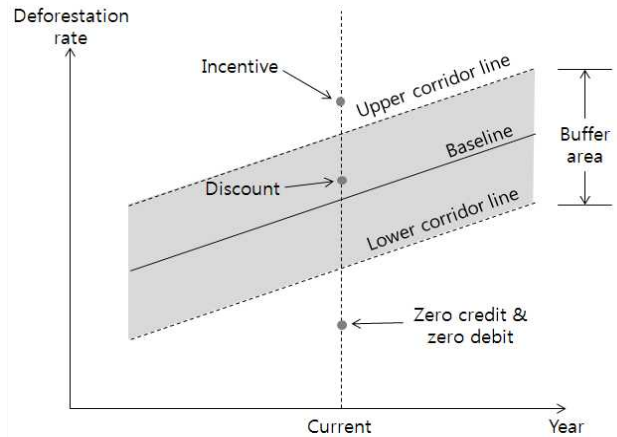


Figure 2. Conceptual diagram of MCAK (Park and Oh, 2012)

면적에 대한 산림면적의 비율을 의미한다. 수목 탄소저장량(Tree Carbon Storage)은 대상지 산림 내 전체 수목이 저장하고 있는 탄소의 누적 저장량을 의미하며, 산림전용 감축면적(Deforestation Reduction Area)은 1995년부터 2010년까지의 산림전용 면적을 토대로 2005년부터 2010년까지의 과거 대비 산림전용면적 감축 정도를 의미한다. 탄소배출 감축량(Actual Emission Reduction)은 산지전용 방지를 통

Table 4. The stats of final score in all province

No.	Province*	Forest area (ha)	Forest area ratio (%)	Tree carbon storage (Mt)	Deforestation reduction area (ha)	Actual emission reduction (Mt CO ₂)	Potential profit score	Carbon credits score	Final score	Ratio (%)
1	GG	526,985	51.83	113,924	869	190	91.54	98.04	94.79	100.00
2	IC	40,427	39.27	7,993	80	16	71.25	100.00	85.63	90.33
3	SO	15,719	25.97	3,168	19	4	71.68	58.82	65.25	68.84
4	DG	48,974	55.39	100,848	14	3	93.35	19.61	56.48	59.58
5	GW	1,368,571	81.98	339,479	235	55	100.00	11.76	55.88	58.95
6	GN	706,990	67.12	156,513	246	57	82.61	21.57	52.09	54.95
7	CB	495,806	66.70	102,972	97	20	83.13	15.69	49.41	52.12
8	GB	1,342,798	70.57	287,110	-360	-81	90.60	0	45.30	47.79
9	US	68,917	65.08	15,746	-19	-4	85.14	0	42.57	44.91
10	JB	446,516	55.35	95,794	-95	-22	84.30	0	42.15	44.47
11	DJ	30,175	55.89	6,237	-17	-4	83.71	0	41.86	44.16
12	GJ	19,667	39.24	3,852	5	1	73.31	7.19	40.25	42.46
13	BS	35,786	46.64	8,356	-34	-8	80.36	0	40.18	42.39
14	JN	694,787	56.73	112,152	123	21	66.23	7.84	37.04	39.07
15	CN	437,851	50.73	81,505	-94	-18	72.16	0	36.08	38.06
16	JJ	88,874	48.07	17,419	13	3	0	6.54	3.26	3.44

*GG: Gyeonggi-do, IC: Incheon Metropolitan City, SO: Seoul Metropolitan Government, DG: Daegu Metropolitan City, GW: Gwangwon-do, GN: Gyeongsangnam-do, CB: Chuncheongbuk-do, GB: Gyeongsangbuk-do, US: Ulsan Metropolitan City, JB: Jeolabuk-do, DJ: Daejeon Metropolitan City, GJ: Gwangju Metropolitan City, BS: Busan Metropolitan City, JN: Jeolanam-do, CN: Chungcheongnam-do, JJ: Jeju Special Self-governing Province

해 감축하게 되는 탄소배출량을 의미한다. 잠재 이익 점수(Potential Profit Score)는 위에서 제시한 방법론에 의해 분석된 것으로, 프로그램 이행에 따른 기회비용 및 비영속성을 고려한 잠재적인 이익을 100점 만점으로 환산한 점수를 의미한다. 탄소배출권 점수(Carbon Credits Score)는 위에서 언급한 MCAK 기저선 접근법을 통해 분석된 것으로, 프로그램 이행에 따른 탄소배출권 발행 가능량을 100점 만점으로 환산한 점수를 의미한다. 최종 평가점수(Final Score)는 잠재이익 점수와 탄소배출권 점수를 합산하여 산술평균한 값으로 이 값이 높을수록 REDD+ 프로그램 이행 효과가 높은 곳으로 판단할 수 있다.

16개 시·도 지역별 산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 REDD+ 프로그램 이행 적지 분석 결과 경기도가 가장 높은 평가점수를 나타내 REDD+ 프로그램 이행을 위한 최적지로 분석되었다. 인천광역시와 서울특별시, 대구광역시, 강원도가 상위 5위권 내에 있었으며, 제주도가 가장 낮은 평가점수를 받아 REDD+ 프로그램 이행에 대한 효과가 낮은 것으로 나타났다.

Table 4에 높은 순위를 기록한 대상지를 살펴보면, 경기도의 경우 현재까지의 산림전용 감축면적이 높아 탄소배출 감축량이 16개 대상지 중 가장 높게 나타났다. 프로그램 이행에 따른 잠재 이익도 높은 편에 속해 1위를 나타낸 것으로 판단된다. 인천광역시와 서울특별시의 경우 탄소배출 감축량은 비교적 낮지만, ha당 탄소배출권 발행량이 높은 수준으로 나타나 각각 2위와 3위를 나타낸 것으로 판단된다. 반대로, 대구광역시와 강원도의 경우 ha당 탄소배출권 발행량이 낮은 수준이지만, 비용 대비 잠재 이익이 1위와 2위를 기록할 정도로 높게 나타나 최종적으로 4위와 5위를 나타낸 것으로 판단된다. 그 밖에 경상북도, 울산광역시, 전라북도, 대전광역시, 부산광역시는 최종 평가에서 2위와 3위를 나타낸 인천광역시와 대구광역시보다 잠재이익에서 높은 평가를 받았음에도 불구하고, ha당 탄소배출권 발행량이 낮아 하위권으로 밀려난 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 REDD+ 적지 평가 방법의 목적과 객관성, 현실성을 유지하기 위한 전제조건을 앞에서 제시한 바 있다. 이에 대한 검증에 위해 최종적인 평가점수와 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량, 산지전용 감축면적, 산지전용 감축에 따른 탄소배출 감축량, 잠재 이익, 탄소배출권 발행량 간의 상관관계 및 유의성 분석을 실시하였다.

그 결과, 산지전용 감축면적, 산지전용 감축에 따른 탄소배출 감축량, 잠재 이익, 탄소배출권 발행량 항목에서 0.5이상의 양의 상관관계를 나타냈으며, 유의성 검정 결과 모두 유의한 것으로 나타났다. 이 외에 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량 항목은 낮은 상관계수를 나타냈으며, 유의성이 없는 것으로 나타났다(Table 5). 최종적인 평가점수가 탄소배출권의 발행량이 많을수록, 사업비용 대비 잠재이익이 높을수록 높게 평가되는 신뢰성을 나타냈으며, 산림면적, 산림면적비율, 수목 탄소저장량이 무조건 높다고 해서 유리하게 작용하지 않는 독립적 관계를 보여주었다. 또한 산지전용 감축면적, 산지전용 감축에 따른 탄소배출 감축량 항목과 같은 과거 대비 산림전용을 얼마나 많이 줄였는지에 대한 항목이 최종평가에 있어서 중요하게 작용하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 본 연구에서 개발한 한국의 산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 REDD+ 프로그램 이행 적지 분석 방법은 신뢰할 만한 수준으로 판단된다.

다만, 수도권 지역의 최종점수가 높게 나타나 도시계획에 의한 택지개발 및 기업의 부동산 개발에 의한 기회비용이 낮게 평가되었을 수 있으며, 반대로 산림을 보전하여 얻게 되는 장기적인 사회간접비용 절감에 따른 잠재이익 역시 낮게 평가되었을 수 있다. 이러한 점은 본 연구의 한계라고 할 수 있으며, 향후 산림의 택지개발에 의한 산업·경제적 가치와 산림 보전을 통한 장기적인 사회간접비용 절감 효과의 계량화를 위한 표준화된 방법이 연구되면 개선 가능할 것으로 판단된다.

최근의 보고서(Global Canopy Programme *et al.*, 2014)에 따르면, 2015-2020년 사이에 REDD+ 메커니즘을 통한 배출권 수요가 공급의 3%에 불과하며 지구 온도 상승을 2℃ 이내로 제한하기 위해서 REDD+ 메커니즘이 중요한 역할을 수행할 수 있도록 국제적으로 활성화되어야 한다고 밝혔다. 또한 이를 위해 산림과 토지이용 활동으로부터 배출되는 온실가스 감축 총량의 25%를 REDD+가 담당해야 한다고 밝혔다. 이에 따라 한국 역시 외적으로는 개발도상국들과의 협력을 통해 해외 REDD+ 사업 및 활동을 확대하여 국제사회에 역할을 다해야 하며, 내적으로는 국가적 차원의 기후변화 대응 및 산림생태계 보전 효과 증진을 위한 시·도 지역별 REDD+ 프로그램 도입 및 정착 계획을 수립해야 한다. 이때 본 연구의 결과가 각 시·도 지역별 REDD+ 메커니즘 활용을 위한 개선점 및 강화요인을 스스로 파악하

Table 5. The result of correlation analysis between the each variable

Variable	Forest area (ha)	Forest area ratio (%)	Tree carbon storage (Mt)	Deforestation reduction area	Actual emission reduction	Potential profit score	Carbon credit score	Final score
Final score	0.065	-0.012	0.093	.572*	.584*	.595*	.843**	1

*significant at 5%, **significant at 1%

는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대하며, 이를 바탕으로 효과가 낮은 지역과 높은 지역 모두가 참여할 수 있는 한국 내 REDD+ 프로그램 활성화 방안이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

2. 한국의 REDD+ 프로그램 활성화 방안

한국의 REDD+ 프로그램 활성화를 위한 네 가지 방안을 아래와 같이 제시하고자 한다.

첫째, 산림면적이 높고, 과거 산림전용률이 낮아 REDD+ 프로그램 이행을 통해 동일한 비용 대비 탄소배출권을 발행하기 어려운 지역을 위한 추가적인 이익(Incentive) 마련이 필요하다. 이 부분은 한국에서의 REDD+ 프로그램 활성화를 위해 대표적으로 극복해야 할 한계점이다. ha당 탄소배출권 발행량의 경우, 과거에 높은 산림전용률을 나타냈던 유형이 그렇지 않았던 곳보다 더 많은 이익을 가져갈 가능성이 비교적 높다(Park and Oh, 2012)는 측면에서 형평성의 문제와 참여를 떨어뜨리는 요인이 될 수 있다. 이러한 문제는 과거 산림전용률을 기준하여 배출권을 발행하는 REDD+의 기본개념 하에서 오는 한계점으로, 이는 기저선 접근법의 신뢰성을 일정부분 증진시킨다 할지라도 발생할 수밖에 없는 현상으로 판단된다. 실제로 강원도, 경상남·북도, 울산광역시, 충청북도가 산림면적비율이 높고, 산지전용률이 낮아 타 지역에 비해 REDD+ 프로그램을 통한 이익 발생이 불리하다는 선행연구(Park and Oh, 2012)가 있다. 이러한 REDD+ 프로그램 이행에 불리한 지역을 일반적으로 'HFLD(High Forest, Low Deforestation)' 지역으로 유형분류하며(da Fonseca *et al.*, 2007), 이 지역에 대한 REDD+ 참여유인과 형평성 보장에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 문제의 해결은 국가단위 혹은 지역단위의 적용 규모에 적합한 기저선 접근법의 수정·보완으로 일정 부분 해결이 가능하지만, REDD+ 프로그램을 통한 새로운 이익분배 시스템을 구축하는 것이 근본적인 문제 해결에 보다 적합(UNFCCC, 2006)할 것으로 판단된다. 이를 위해 국가차원의 REDD+ 프로그램 지원을 위한 국가차원의 기금(Funding)을 조성하여, REDD+ 프로그램 신규지역 혹은 HFLD 지역에 REDD+ 프로그램을 지속적으로 이행할 수 있는 경제적인 지원책이 필요하다. 또한 지역별 협의체를 구성하여 REDD+ 프로그램을 통해 발생한 이익의 일정 비율을 원천징수(Withholding) 하고, 이를 REDD+ 프로그램 신규지역 혹은 HFLD 지역에 재분배할 수 있는 메커니즘이 필요하다. 또한 국가차원의 지원정책 및 REDD+ 프로그램 홍보활동을 통해 시민들의 인식을 제고하며 산주의 참여를 유인하는 정책이 필요하다.

둘째, 향후 시행·보급될 한국의 탄소배출권 거래시장과의

긴밀한 연계를 통해 지속가능한 유통구조를 확립할 필요가 있다. 한국에서의 배출권 거래구조가 확립되기 위해서는 먼저 국제시장에서의 REDD+ 메커니즘에 대한 배출권 거래구조가 재정립될 필요가 있다. 그러나 REDD+ 메커니즘은 신규 및 재조림, 산림경영활동과는 달리 청정개발체제(CDM) 활동으로 수용되지 못하였기 때문에 국제시장을 통한 배출권 거래에 한계가 있다. 이러한 한계에도 불구하고 REDD+ 사업 및 활동의 중요성이 증대되면서 기존의 탄소시장과의 연계 필요성이 점차 확대되고 있지만, REDD+ 메커니즘과 시장 메커니즘과의 연계는 국가별로 이견을 보이고 있어 명확한 국제적 합의점이 도출된 바 없다(UNFCCC, 2013). 대부분의 선진국과 개발도상국들은 REDD+ 활동의 시장 메커니즘과의 연계 필요성을 주장하고 있으나, 브라질, 남아프리카공화국, 인도, 중국 등은 REDD+ 사업 및 활동에 의한 결과를 선진국 의무 감축 상쇄에 활용할 시 선진국 의무 감축에 대한 부담이 개발도상국으로 전이될 가능성이 높다는 점을 이유로 시장메커니즘과의 연계를 반대(UNFCCC, 2013)하고 있는 실정이다. 그러나 REDD+ 사업 및 활동의 활성화를 위해 보다 많은 재원을 확보하기 위해서는 무엇보다 시장 메커니즘과의 연계가 필요할 것으로 판단된다. 국외 탄소시장과의 연계가 어려운 경우, 국내 수준의 자발적 탄소시장을 건립하고 REDD+를 통한 배출권 거래를 활성화시켜 지속적인 수요와 공급을 창출해야 할 것으로 판단된다. 향후 국내·외 시장 메커니즘과의 연계가 이루어진다면 비용 효율적인 REDD+ 배출권을 구매하여 국가 감축의무를 상쇄하는 데 활용할 수 있으며, 개인이나 기업의 입장에서라도 배출권 판매가 가능하기 때문에 이 분야에 대한 연구 및 기술발전이 증대될 것으로 판단된다.

셋째, 한국의 REDD+ 프로그램 활성화 이후 국제영역에서 인정받고, 이를 국가정책에 반영하기 위해서는 측정·보고·검증 가능한 시스템(MRV; measurable, reportable, verifiable) 구축 능력을 확보해야 한다. MRV 시스템은 REDD+ 활동을 국제영역에서 인정받기 위한 시스템으로 활동내용이 측정 가능하고, 보고 가능해야 하며, 검증 가능하도록 만들어진 시스템(Peck, 2010)을 일컫는다. MRV 시스템은 향후 국외 시장 메커니즘과의 연계를 고려할 때 보다 구체적이고 과학적인 방법론을 통해 발전해야 할 중요한 부분이라고 판단된다. 또한, 구체적인 MRV 시스템에 기반한 REDD+ 사업 및 활동 모니터링 연구를 통해 객관적인 효과 검증 및 비용 대비 효과를 증진시킬 수 있는 기술 및 정책의 발전을 도모할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위해 REDD+ 프로그램 이행 초기부터 탄소배출량 계정방법, 검증인증 체계, 탄소배출권 품질관리, 산림면적 및 탄소저장량 변화 모니터링 등에 대한 체계적이고 과학적인 연구가 필요하다.

넷째, 한국의 산림생태계 보전과 미래시대를 대비한 장기

적인 REDD+ 프로그램의 기획 및 활용전략이 필요하다. 국제적으로 진행되는 REDD+ 사업 및 활동은 주로 인도네시아, 브라질 등 산림면적이 높아 보전 필요성이 높은 개발도상국에서 실행된다. 이러한 REDD+ 사업 및 활동이 한국에서 실행되는 것은 규모적인 측면에서 투자비용 대비 탄소 감축 효과가 개발도상국에 비하여 미미할 수도 있다. 그러나 이러한 한계점은 탄소배출량 감축이라는 탄소적 가치에 국한된 가치범위 내에서 존재하는 단점이라고 할 수 있다. 최근 몇 년간 국제적으로 REDD+ 사업 및 활동이 탄소적 가치의 추구에서 멈춰서는 안 되며, 산림생태계의 생물다양성 보전 및 생태계서비스 기능 증진과 같은 비탄소적 가치에 대한 중요성이 대두되고 있는 상황이다. 이러한 상황은 UNFCCC 총회 결정문에서도 언급되고 있으며, UNCBD와의 연계를 위한 노력으로 이어지고 있다(UNFCCC, 2013; UNEP and UNCBD, 2011; REDD+SES, 2012). REDD+ 사업 및 활동은 더 이상 개발도상국의 탄소적 가치 생산만을 위해 실행되었던 기후변화 대응전략이 아니며, 한국을 포함한 전 세계 어디든 산림이 있는 곳이라면 비탄소적 가치의 추구를 위해 적용 가능한 활동을 인식되고 있다. 현재 높은 산림면적비율로 UNFCCC에서 인정받을 수 있는 신규조림 및 재조림 사업을 위한 공간 확보가 어려운 한국은 나무심기뿐만 아니라 기존의 숲을 보호·보전하기 위한 포괄적인 기후변화 대응정책이 필요하다. 이러한 측면에서 한국에서 실행되는 REDD+ 프로그램은 새로운 전환점과 기회를 만들어낼 수 있을 것으로 보이며, 탄소적 가치와 비탄소적 가치 증진을 위해 전략적으로 도입해야 할 중요과제라고 판단된다. 따라서 한국에서 실행되는 REDD+ 프로그램은 1차적으로 산림생태계의 기능 증진과 사회공헌차원의 기후변화대응정책의 일환으로 실행될 필요가 있으며, 국가 온실가스 감축의무를 상쇄하기 위한 목적으로 개발도상국에서 추진하고 있는 REDD+ 사업 및 활동과는 그 목적과 성격을 달리해야 할 것으로 판단된다.

또한 미래 통일시대에 대비하여 북한 산림황폐화 복구 수단으로서 REDD+ 프로그램의 활용방안을 마련해야 할 것으로 판단된다. ‘행복한 통일시대의 기반 구축’을 국정 목표로 설정한 이번 정부는 남북 환경공동체 건설을 위한 ‘그린데탕트’ 방안을 제시한 바 있고, 북한의 김정은 정권도 산림황폐화의 폐해를 인식하고 10년 내에 수림화를 완성하겠다는 의지를 표명한 바 있다. 북한 면적의 80% 정도를 차지하는 산지는 예로부터 자연생태계를 아우르는 공간이자 주민들의 중요한 생활 터전이었다. 그러나 북한이 경제난과 식량난을 겪으면서 환경파괴로 이어졌고 그 결과 북한 내 산림이 기능을 제대로 하지 못하는 등 자연생태계가 위기를 맞고 있다(Kong, 2005). 북한 산림의 타 용도 전환은 북한 내부의 정치·경제·사회적 변화와 밀접한 연관을 가지

고 있다. 북한이 지향하고 있는 사회주의 체제에서의 자연은 인민대중을 위해 존재하는 것으로서 ‘개조’할 수 있는 대상으로 인식한다. 따라서 자연은 인민경제 발전과 인민생활에 종합적으로, 효과적으로 이용하기 위해 관리해야 하는 국토자원의 한 부분으로 정권 초기부터 자립적 경제건설을 위해 가용할 수 있는 자원(Park *et al.*, 2011)으로 최대한 활용하고자 했던 대상인 것이다. 게다가 최근 기후변화에 따른 집중호우 현상이 잦아지면서 산림전용으로 인한 피해는 점점 확대되고 있는 양상이다(Park *et al.*, 2011). 이러한 상황에서 남북한 공동 REDD+ 프로그램 이행 협력체계가 구축된다면 한반도 전체 산림환경의 질적 개선이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위한 준비로 북한지역의 토지이용 변화를 모니터링하고 탄소축적변화 측정 및 산림전용 및 산림황폐화의 원인 규명에 대한 연구가 필요하다. 나아가 본격적인 남북한 공동 REDD+ 프로그램이 이행될 경우에 대비해 국제사회가 요구하는 수준의 MRV 시스템 및 배출기준선(REL) 및 산림기준선(RL)의 설정방법을 갖추기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

REFERENCES

- Bae, J.S. and K.K. Bae(2009) Assessment of the potential carbon credits from reducing emissions from deforestation and enhancement of forest carbon stock activities in developing countries. *Jour. Korean For. Soc.* 98(3): 263-271. (in Korean with English abstract)
- Bellassen, V. and V. Gitz(2008) Reducing emissions from deforestation and degradation in Cameroon-assessing costs and benefits. *Ecological Economics* 68(1-2): 336-344.
- CCFM(2009) A Framework for Forest Management Offset Protocols. Canadian Council of Forest Ministers, 142pp.
- Cha, J.H., J.H. Lee, K.J. Han, J.S. Bae, M.H. Seol and R.W. Joo(2012) Research on the solution of non-permanence problem of forest carbon offset project focused on the introduction of buffer system. *Jour. Korean For. Soc.* 101(1): 83-90. (in Korean with English abstract)
- da Fonseca, G.A.B., CM. Rodriguez, G. Midgley, J. Busch, L. Hannah and R.A. Mittermeier(2007) No forest left behind. *PLoS Biol.* 5(8): pp. 1645-1646.
- Deveny, A., J. Nackoney and N. Purvis(2009) Forest Carbon Index. Climate Advisers and Resources for the Future. Washington, 80pp.
- Ebeling, J. and A. Vallejo(2011) Building Forest Carbon Projects - Step-by-step Overview and Guide. DC: Forest Trends, 67pp.
- Ebeling, J. and M. Yasue.(2008) Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation and human development benefits. *Philosophical*

- Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Science 363(1498): 1917-1924.
- Global Canopy Programme, Amazon Environmental Research Institute, Fauna and Flora International, and UNEP Finance Initiative(2014) Stimulating Interim Demand for REDD+ Emission Reductions: The Need for a Strategic Intervention from 2015 to 2020. A Report of the Interim Forest Finance(IFF) Project, Rep. Global Canopy Programme, Oxford UK, 48pp.
- Griscom, B., D. Shoch, B. Stanley, R. Cortez and N. Virgilio(2009) Implication of REDD+ Baseline Methods for Different Country Circumstances during an Initial Performance Period. The Nature Conservancy, 35pp.
- Harris, N.L., S. Petrova, F. Stolle and S. Brown(2008) Identifying Optimal Areas for REDD+ Intervention: East Kalimantan, Indonesia as a Case Study. Environmental Research Letters 3(3): 035006, 11pp.
- IPCC(2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996pp.
- Kim, Y.K.(2013) A Study on the Application of Tiered-approach to Integrate Biodiversity Safeguards into REDD++ Design and Implementation. Ph. D. Dissertation, Korea University, Seoul, Korea, 226pp. (in Korean with English abstract)
- Kindermann, G., M. Obersteiner, B. Sohngen, J. Sathaye, K. Andrasko, E. Rametsteiner, B. Schlamadinger, S. Wunder and R. Beach(2008) Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. Proceedings of the National Academy of Sciences 105(30): 10302-10307.
- Kong, W.S.(2005) Environment and ecosystem of North Korean mountain. Presented at the Annual Meeting of the Korean Geographical Society, pp. 53-55. (in Korean)
- Korea Forest Service(2009) Climate Change and Forest. Korea Forest Service, pp. 87-98. (in Korean)
- Korea Forest Service(2011) The Statistical Yearbook of Forestry 2011. Korea Forest Service, pp. 166-167. (in Korean)
- KREI(2010) Understanding of the UNFCCC REDD+ Mechanism and Prospect of REDD+ Negotiations. Korea Rural Economic Institute, 111pp. (in Korean with English abstract)
- Park, H.C. and C.H. Oh(2012) A study of baseline approach for implementing program of reduced emissions from deforestation and forest degradation in South Korea. Korean J. Environ. Ecol. 26(4): 484-497. (in Korean with English abstract)
- Park, K.S., S.Y. Lee and S.Y. Park(2011) A study on the basic directions for forest rehabilitation programs considering to economic and social conditions of North Korea. Jour. Korean For. Soc. 100(3): 423-431. (in Korean with English abstract)
- Peck, K.Y.(2010) Thoughts for REDD+ moving forward. Symposium on the Out-look if REDD+ and Strategy by Countries at University of Chungnam, KGPA, Korea, December 16, pp. 8-13. (in Korean)
- REDD+SES(2012) REDD+ Social and Environmental Standards Version 2. Rep. Redd-standard, Washington DC, USA, 27pp.
- Stern, N.(2006) Stern Review: The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 662pp.
- UNEP and UNCBD(2011) REDD-plus and Biodiversity. Secretariat for the Convention on Biological Diversity, 68pp.
- UNFCCC(2006) Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries: Potential Policy Approaches and Positive Incentives. Submission to the UNFCCC/SBSTA, UNFCCC/SBSTA/2006/L.25 ; Joint Submission by Joanneum Research, Union of Concerned Scientists, Woods Hole Research Center, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia, 20pp.
- UNFCCC (2013) FCCC/CP/2013/Add.1, Report of the Conference of the Parties on its Nineteenth Session, Held at Warsaw from 11 to 23 November 2013.
- White, D. and P. Minang(2011) Estimating the Opportunity Costs of REDD+. World Bank Institute. Washington, 262pp.