

해외 조림사업 방향성 모색을 위한 인도의 A/R CDM 사업 현황분석 및 평가

유소미* · 송철호** · 홍민아*** · 김휘진*** · 김지원*** · 고영진*** · 이우균****†

*고려대학교 환경생태공학과 석사과정학생, **고려대학교 오정리질리언스연구원 연구교수,

고려대학교 환경생태공학과 박사과정학생, *고려대학교 환경생태공학부 교수

Analysis and Evaluation of A/R CDM Projects in India for Abroad Afforestation Project

Yoo, Somie* · Song, Cholho** · Hong, Mina*** · Kim, Whijin*** · Kim, Jiwon*** · Ko, YoungJin*** · Lee, Woo-Kyun****†

*M.S. Student, Dept. of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

**Research professor, OJong Resilience Institute (OJERI), Korea University, Seoul, Korea

***Ph.D. Student, Dept. of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

****Professor, Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The Clean Development Mechanism (CDM) has been internationally implemented as a part of the Kyoto Mechanism to reduce Greenhouse Gases (GHG) for mitigating climate change. Although forest is considered as the only carbon sink and its significance has increased, the number of registered Afforestation/Reforestation (A/R) CDM projects has recently decreased. Also, the Paris agreement, the new regime of climate change, sets to outline Sustainable Development Mechanisms (SDMs) to substitute CDM including A/R CDM, but the rulebook does not finalize yet. Therefore, it is essential to review the status of registered A/R CDM projects to build a best practice model on forestry sectors before entering the new framework. This study would research A/R CDM projects implemented in India, which is the most active country to be interested in Afforestation and Reforestation. The used materials were 19 Project Design Documents for A/R CDM projects in India, including statistical and spatial data. Those documents were used to identify the status and analyze the environmental and socio-economic factors in the study area. As Sustainable Development Goals (SDGs) is important during project decision making process, the relationship between current CDM projects and SDGs, the other important framework to be achieved, used for the analysis. The major project areas were in Uttar Pradesh carried out by Divisional Forest Officer (DFO) from Indian administration. The climates of A/R CDM projects areas including Uttar Pradesh were mostly warm, dry, and well-drained, and the native plants were highly preferred. Unlike the other project areas, Uttar Pradesh was economically worse, which means that the area was highly related to SDG 2 and 15. This research could contribute to achieving SDGs by matching each goal with the environmental and socio-economic factors. Throughout the matching, host countries could select the suitable factors to achieve SDGs by implementing the A/R CDM projects. This study would suggest the framework which should be considered before implementing A/R CDM or other projects related to forestry sectors. As a result, it could be connected to respond to climate change, forest management, and GHG reduction ultimately.

Key words : Climate Change, Greenhouse Gas, India, A/R CDM, PDD, SDGs

1. 서론

기후변화는 주로 온실가스 배출에 의한 지구온난화에

기인한 것으로 산업화 등 인위적 요인에 따라 가속화되었다. 국제사회에서는 인간의 활동으로 일어난 온실가스 저감을 위해 1997년 유엔 기후변화협약 제3차 당사국총회

†Corresponding author : leewk@korea.ac.kr (145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul, 02841, Republic of Korea. Tel. +82-2-3290-3470)

ORCID 유소미 0000-0003-3460-6433
송철호 0000-0002-8491-9545
홍민아 0000-0001-9177-309X
김휘진 0000-0002-7093-7312

김지원 0000-0003-1856-4114
고영진 0000-0002-9345-3214
이우균 0000-0002-2188-359X

(COP; Conference Of Parties)에서 구체적인 감축 의무를 담고 있는 교토의정서(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)를 채택하였다. 교토의정서에 따라 온실가스 배출 감축 의무가 부여된 부속서1(Annex 1) 국가가 비부속서1(Non-Annex 1) 국가에서 온실가스 감축 사업을 시행함으로써 발생하는 감축분을 부속서1 국가의 감축분으로 활용할 수 있도록 하는 교토 메커니즘 중 청정개발체제(CDM; Clean Development Mechanism)를 활발하게 시행해왔다(UNFCCC, 2019).

이후 2015년 COP21에서 교토의정서 체계를 개선하여 특정 국가가 아닌 전세계 모든 국가에게 지구온난화 완화 의무를 부여하는 파리협정(Paris Agreement)을 채택하였다. 191개의 협약국이 자발적으로 감축 목표(NDCs; Nationally Determined Contributions)를 제시하도록 하였으며, 이는 기존 감축 의무대상국에게 할당되었던 감축 활동을 확대한 의미를 지닌다. 이후 기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change)는 1.5°C 특별보고서(SR1. 5; Special Report on Global Warming of 1.5°C)를 통해 더욱 활발한 온실가스 감축을 제안하게 된다. 이 과정에서 해당 보고서를 비롯하여 국제사회의 논의들에서 특히, 산림을 통한 온실가스 감축의 중요성을 강조하고 있다. 특히 파리협정 제 5조에서는 산림이 온실가스 흡수원이자 저장소로서 중요한 가치를 지니기 때문에 산림 보전 및 탄소흡수원 증진이 필요함을 강조하고 있다(Masson-Delmotte et al., 2018). UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)에서는 산림을 포함한 흡수원을 LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry)로 지칭하고 있으며(Cho, 2005), AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)에서는 연간 약 26억 tCO₂가 산림을 통해 대기에서 흡수된다고 추정되었다(IUCN, 2021). 또한, 다양한 선행연구를 통해 조림 및 재조림을 통한 탄소흡수 및 저장의 효과가 입증되어왔다(Pacala and Socolow, 2004; Turner et al., 2009; Lu et al., 2018; Lewis et al., 2019). 이러한 측면에서 산림을 통한 온실가스 감축의 중요성은 더욱 커지고 있으며 CDM 외에도 REDD+, 산림부문 탄소중립 전략 등 국내외적으로 온실가스 감축을 위한 다양한 노력을 행하고 있다.

UNFCCC에 따르면 2021년 기준 138개국에서 총 7,854건의 CDM 사업이 등록 및 승인되었다(UNFCCC, 2021a). 이 중 조림 및 재조림(A/R; Afforestation and Reforestation) CDM 사업은 24개국에서 총 67건이 시행

되고 있다. 이는 전체 CDM 사업 대비 약 0.85%로 타 CDM 사업 종류 대비 사업 건수가 적은 편이며, 국제사회에서 언급하는 산림 흡수원의 중요성에 비하면 극히 일부인 수치이다. 등록된 A/R CDM 사업 중에서 총 27건의 사업이 아시아 국가(대한민국, 중국, 인도, 라오스, 베트남)에서 시행 중이며, 이는 전체 A/R CDM 사업의 약 1/3을 차지하고 있다. 국내의 경우, 총 89건의 CDM 사업을 진행하고 있지만 A/R CDM 사업은 강원도 고성에서 시행한 단 1건 뿐이다(Kim et al., 2013).

한편, 우리나라는 2050 탄소중립 추진전략에 따라 산림부문에서 보다 많은 이산화탄소 저감을 목표로 하고 있다. 이산화탄소 저감 목표 수치는 세부 전략에 따라 1,400만 tCO₂-eq에서 3,400만 tCO₂-eq로 추정되며(Korea Environment Corporation, 2020) 수치 달성의 수단으로는 국내에서의 조림 및 재조림 등의 산림관리를 통한 감축 외에도 해외산림에서의 감축이 논의되고 있다. 또한, 최근 파리협정 제 6.4조에 기반한 새로운 시장 메커니즘(SDM; Sustainable Development Mechanism)에 산림부문 사업의 계승이 활발히 논의되고 있다는 점, 산림부문의 기존 A/R CDM에 대해 기존 교토의정서 하의 CER (Certified Emission Reduction)의 전환 규모가 논의된다는 점(Park, 2019)에서 산림부문에서 벤치마킹 될 수 있는 CDM 사업들에 대한 현황검토가 필요하다. 특히, 해외에서 A/R CDM 사업이 벤치마킹 될 수 있는 국가에 대한 검토를 통해 현재 우리나라에서 추진하는 국내외 CDM 사업에 대한 벤치마킹이 추가적으로 필요할 수 있을 것이다. 따라서 추후 산림부문 국내외사업을 추가적으로 시행하기 위한 밑바탕이 될 수 있도록 본 연구에서는 아시아에서 A/R CDM 사업을 가장 활발하게 수행하는 인도의 현황을 조사하여 조림사업의 방향성을 모색하고자 한다. 본 연구에서는 인도에서 시행한 A/R CDM 사업계획서(PDD; Project Document Design)를 중심으로 사업을 구성할 때 파악해야 하는 환경 및 사회경제적 요인을 분석하고 시사점 도출을 통해 향후 온실가스 감축 사업을 위한 대상지 선정에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구 범위 및 방법

2.1 연구 대상지

본 연구는 위도 20.5937° N, 경도 78.9629° E의 남아시아에 위치한 인도를 대상으로 수행되었다. 인도의 국가

면적은 세계에서 7번째이며, 국가 산림 면적은 10번째로 넓은 것으로 알려져 있다(FAO, 2020). 인도에서 등록된 일반 CDM 사업은 총 417건으로 전 세계에서 2번째로 등록 건수가 많다(UNFCCC, 2021b). 그 중, 산림부문과 밀

접하게 관련이 있는 A/R CDM은 인도에서 현재 총 19건의 사업을 시행하고 있으며, 이 수치는 아시아 및 전세계 통틀어서 가장 많다(Fig. 1).

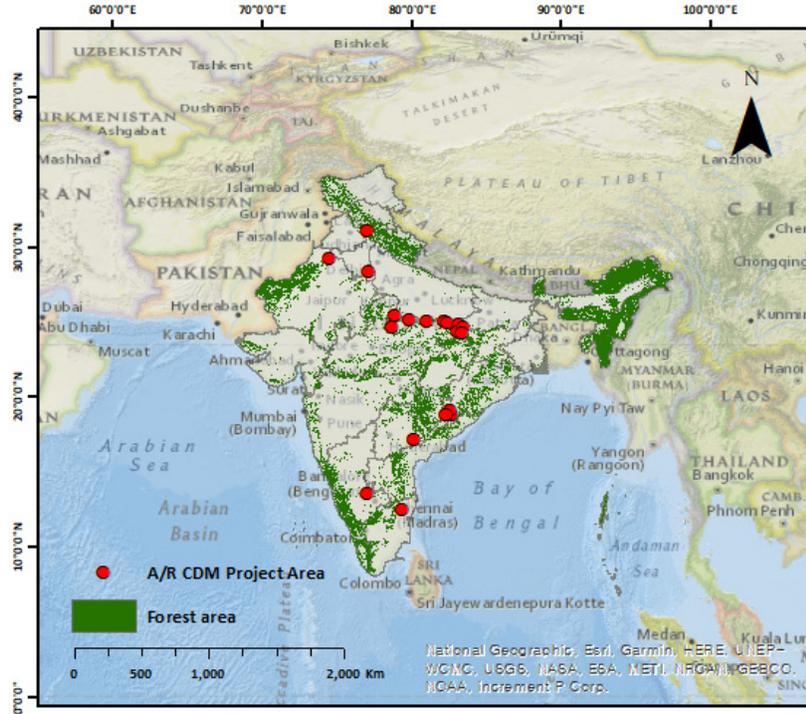


Fig. 1. A/R CDM project area in India

2.2 연구 방법

본 연구에서는 UNFCCC 포털 상에 등록되어있는 A/R CDM 사업 중 인도에서 시행하고 있는 19건의 PDD를 우선적으로 검토하였다.

PDD와 같은 사업계획서의 내용을 종합적으로 분석하고, 사업을 구성하는 데에 있어서 검토해야 하는 요인들을 파악하는 방법은 사업의 실행, 운영, 평가 과정에서 다양하게 적용되어 왔으며(Dechezleprêtre et al., 2009; Gong et al., 2010), 사업 시행에 앞서 중점적으로 고려되는 범위를 설정하기 위해서 검토가 필요하다는 다양한 연구사례가 보고되었다(Camero & Sowlati, 2014; MOE, 2016; Malvestio et al., 2018). 해당 사례들은 분석을 위해서 사업의 개요, 환경 및 사회적 요인 등으로 범위를 설정하였으며, 사업 내 키워드를 분석하거나 다양한 유사 사

례 등을 비교 및 검토하였다. 또한, 최근 기후변화 및 지속가능발전목표(SDGs; Sustainable Development Goals)의 중요성이 커짐에 따라 기후변화와 SDGs를 연계한 방법론이 널리 활용되고 있다(Kim et al., 2017; Moon et al., 2017; Kim et al., 2018). 특히, CTCN이나 GCF 등의 사업 계획서에서는 사업의 SDGs에의 기여를 명시하게 되어있는데, 이러한 SDGs 기여는 사업의 목적과 예상되는 편익, 그리고 향후 전략 수립하는 데에 있어서 중요한 요소로 나타나게 된다(GTC, 2018a; GTC, 2018b; GTC, 2019). 따라서 본 연구에서는 선행연구의 방법론을 참고하여 PDD와 관련 통계 및 공간자료를 바탕으로 사업 대상지의 현황 및 환경적 요인, 사회경제적 요인을 분석하였으며, 사업 목적 및 기대효과에 대한 내용은 SDGs와 관련된 키워드를 선정하였으며 이와의 연관성을 분석하였다(Fig. 2).

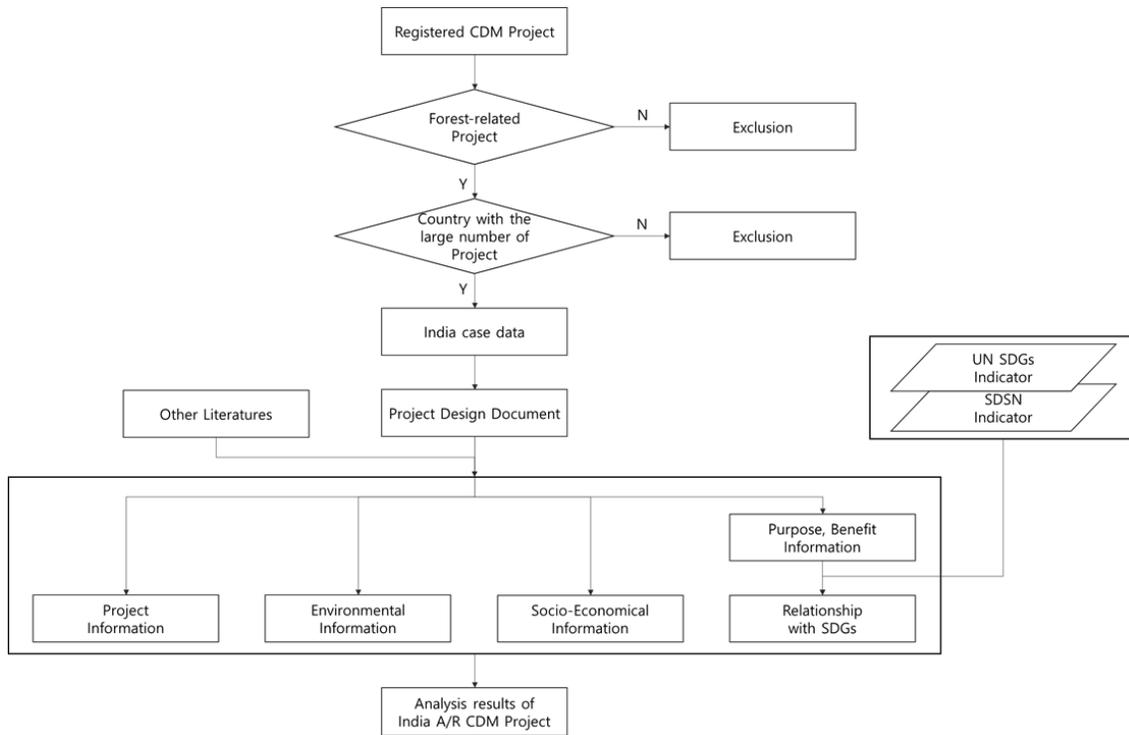


Fig. 2. Study Flowchart

2.3 연구 재료 및 활용

본 연구의 재료로는 19개 사업에 대한 PDD와 관련된 통계 및 공간자료들이 활용되었다. PDD는 UNFCCC 포털에 등록되어있는 자료를 활용하였으며, 통계자료의 경우에는

국가통계 및 지역 통계를 종합하여 활용하였다. 또한, 사업 대상지의 정보를 추출하기 위해 전지구 단위로 구축된 공간자료를 활용하였다. 이 외에 선행 문헌에 언급된 정보들을 통해 자료를 추가적으로 보완하였다(Table 1).

Table 1. Applicable data for analysis A/R CDM project

Criteria	Factors	Details	PDD included	Data type	Reference
Project	Location	-	○	-	PDD
	Total area	Project area	○	-	PDD
	Total GHG reduction	Expected GHG reduction	○	-	PDD
	Project participants	-	○	-	PDD
	Methodology	-	○	-	PDD
	Project Cost	-	△	-	PDD
	Credit Period	-	○	-	PDD

Criteria	Factors	Details	PDD included	Data type	Reference
Environmental information	Climate	Classification	△	Spatial Data	PDD, Luyssaert et al., 2007; Kottek et al., 2006
		Annual temperature(°C)	△	Statistic	PDD, Weatherbase, Climate-Data
		Annual precipitation(mm)	△	Statistic	PDD, Weatherbase, Climate-Data, CRIS
	Soil	AWC (Available water storage capacity)	×	Spatial Data	HWSD
		Drainage	×	Spatial Data	HWSD
Species	Rate of native species(%)	○	-	PDD, Hooper et al., 2002	
Socio-Economical information	Population	People per km ²	×	Spatial Data	Socioeconomic Data and Applications Center (sedac)
	HDI (Human Development Index)	-	×	Statistic	2018 data, Global Data Lab
	Poverty	State poverty (% of people below poverty line)	×	Statistic	SDGs India Index
	Unemployment rate	State unemployment rate(%)	×	Statistic	CMIE statistics
	GSDP (Gross State Development Product)	Indian states by GDP per capita (INR at Current prices)	×	Statistic	Statistics Times
SDGs	Project purpose	-	○	-	PDD, Jung and Lee, 1998; Moon et al., 2017; Ko et al., 2020 United Nations
	Benefit	-	○	-	PDD, Jung and Lee, 1998; Moon et al., 2017; Ko et al., 2020 United Nations

○ : Inclusion, × : Exclusion

2.3.1 사업계획서 요인

사업의 현황을 파악하기 위해서 PDD를 통해 사업 대상지의 위치, 사업면적 및 예상 연간감축량, 사업참여자, 방법론, 사업 비용, 그리고 CER 발행기간에 관한 정보를 수집하였다. 사업면적과 연간 예상감축량의 경우, 추후 탄소배출권 거래를 통한 편익을 산정할 수 있기 때문에 활용하였다.

2.3.2 환경적 요인

사업 대상지의 환경적 현황을 파악하기 위해서 환경적 요인으로 기후, 온도 및 강수량, 토양환경, 사업 시행 시 식재 수종에 대한 토착종 비율을 선정하였다. PDD 상 표기되어 확인 가능한 자료들을 바탕으로 우선 정리하였으

며, 정보가 불충분하여 교차검토가 필요한 부분들은 국가 통계자료를 활용하여 추가 검토하였다.

기후자료의 경우 조림 및 재조림 시 수종 선정 및 생장에 중요한 요소로(Luyssaert et al., 2007), 먼저 널리 알려진 쾨펜 기후대 분류를 통해 파악하였다(Kottek et al., 2006; Peel et al., 2007). 특정 기후대 안에서의 세밀한 환경 정보로 온도 및 강수 정보를 PDD를 기준으로 국가 통계자료를 이용하여 추가로 파악하였으며, 이는 PDD의 내용을 기준으로 하여 인도의 국가 정보를 활용하였다(Weatherbase, 2016; CRIS, 2019; Climate-Data, 2021). 토양의 경우, 식생의 생존에 중요한 가용 용수 및 토양 습윤 정보를 대표하여, 토양 유효 수분 함량(AWC; Available Water storage Capacity)과

배수의 정도를 토양과 관련된 요인으로 선정하였다. 해당 정보들은 HWSD (Harmonized World Soil Database)의 1부터 7까지의 등급으로 파악하였으며(Batjes et al., 2009), 유효 수분 함량이 많을수록 등급이 1에 가까운 값을 가지며 수분 함량이 적을수록 등급이 7에 가까운 값을 가진다. 배수의 경우 제대로 이루어지지 않을수록 배수 정도에 대한 등급이 1에 가까운 값을 가지며 배수가 원활하게 이루어질수록 등급이 7에 가까운 값을 가진다. 수종의 경우 유입종의 단일 식재는 서식지 조건, 물 균형 및 영양주기와 맞지 않아 토착 종에 대한 생물다양성을 억제시킬 수 있기 때문에(Hooper et al., 2002) 토착종 식재를 중요한 요인으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 PDD에 작성되어 있는 사업 시 식재 할 수종에 대한 토착종 비율을 요인으로 활용하였다.

2.3.3 사회경제적 요인

사회경제적 요인으로 인구수, 인구개발지수(HDI; Human Development Index), 지역별 빈곤율(%), 지역별 실업자 비율(%), GDP(Gross State Domestic Product)를 선정하였다. 이러한 요인들은 연구 대상지의 경제현황을 평가할 수 있는 지표이며 이를 활용하여 조립 및 재조립 사업 시 추후 정책 수립에 있어 원활한 지역사회의 협조에 활용할 수 있는 요인들이다(Cha et al., 2011; Yoo et al., 2011). 인구의 경우 SEDAC (Socioeconomic Data and Applications Center)에서 제공하는 인구 밀도 자료에 기반하여 2020년 기준 사업 대상지가 속한 주(state)의 평균 인구 수를 활용하였다. HDI는 인간개발에서 중요한 3가지 기본 치수인 장기적인 건강한 삶, 지식에 대한 접근성, 적당한 생활 수준에서의 장기적 발전에 대해 평가하기 위한 척도로 사업의 안정적인 수행에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(HDR, 2020) 본 연구에서는 2018년을 기준 HDI 평가값을 활용하였다. 지역별 빈곤율(%)은 국가 발전을 지속적으로 모니터링하는데 유용한 요인 중 하나이며, 사업 대상지 인근의 사회적 불안 요인과 인력 수급 등에 영향을 미치기 때문에 2020년 기준으로 이를 활용하였다(Thorat et al., 2017). 지역별 실업자 비율(%)은 인도 정부에서 2016년부터 지역별 통계자료를 구축하기 시작했으며 본 연구에서는 2016년부터 2020년까지 CMIE (Centre for Monitoring Indian Economy)에서 제공하는 월별 실업률의 평균값으로 활용하였다(CMIE, 2020). 한 사업 내 대상지역이 두 지역 이상일 경우에는 포함하고 있는 지역의 평균값을 이용하였다. 이는 사업 진행에 있어 인력 수급의 원활성을 파악하는데 필요한 요소이다. 지역 내 인당 총생산량을 뜻하는 GDP의 경우는 해당 국가의 지역 및 전체의 성장, 발전,

경제적 상황을 나타내는 지표로(Nayak et al., 2019) 지역 또는 국가의 경제상황을 가장 잘 나타내는 요인이다. 따라서 Statistics Times에서 제공해주는 2019년 기준의 지역 내 인당 총 생산량을 요인으로 활용하였다.

2.3.4 인도 사업계획서 내용을 바탕으로 SDGs와의 연관성 검토

SDGs는 2015년 제70차 UN 총회에서 2030년까지 달성하기로 결의한 의제로 17개의 목표를 제시하고 있다. 최근 기후변화와 함께 다양한 CDM 사업들이 지속가능발전목표와 연계되어 SDM으로의 전환이 논의되고 있는 시점에서 SDGs와의 연관성은 다양한 관련 사업의 의사결정에 중요한 요인으로 부각되고 있다(Kim et al., 2019; Lee et al., 2019). 이와 같이 SDGs의 중요성이 강조되는 만큼 다양한 선행연구에서 사업상의 내용에 언급된 용어적 측면과 기대 효과 등을 종합하여 연관성을 파악하였다(Moon et al., 2017; Ko et al., 2020). 본 연구에서는 UN에서 제시하고 있는 17개의 목표 및 세부목표, 지표내용에서 대표할 수 있는 키워드로 도출하여 활용하였다(United Nations, 2021). 이를 바탕으로 PDD에 작성되어 있는 내용이 용어적으로 사업목적 및 기대효과에 활용되었는지 확인하여 종합적으로 분석하였다. 사업목적 및 기대효과에서 UN-SDGs에서 도출한 키워드를 직접적으로 언급하거나 내용이 일치할 경우에는 직접적인 연관성이 있는 것(○)으로, 키워드의 직접적인 언급은 없지만 SDGs 목표와 간접적으로나마 연관성이 있는 내용은 간접적인 연관성이 있는 것(△)으로, 내용이 키워드와 연관성이 보이지 않을 경우에는 연관성이 없는 것(×)으로 구분하였다(Jung and Lee, 1998; Park et al., 2018).

3. 결과

3.1 사업계획서 현황 분석

PDD 검토 결과, 19개 사업 대상지의 위치와 자세한 정보는 Table 2와 같다. 인도 전역으로 사업 대상지가 분포되어 있으며, 이 중 중부지역인 Uttar Pradesh 경제지역에서 시행된 사업 건수가 인도 사업 A/R CDM 사업의 약 50%를 차지하고 있다. 해당 지역은 농업이 발달한 인더스강과 갠지스강 평원에 위치해 있다. 사업참여자의 경우 Uttar Pradesh 지역에서 시행된 사업의 경우, 정부 소속인 지역 Divisional Forest Officer (DFO)의 참여가 많은 편이며, 그 외의 사업 대상지의 경우 해외 투자 참여 기관이 많은 것을 확인할 수 있었다(Table 2).

Table 2. List of registered PDD for A/R CDM Projects in India

Project No.	Location		Coordinate*		Area (ha)	Total annual GHG reduction (tCO _{2e})	Project participants	Methodology	Project cost	Credit period
	District	State	Latitude	Longitude						
2345	Sirsa	Haryana	29.2333333	74.4833333	369.87	11,596	Haryana CDM Variksh Kisan Samiti, Ellenabad, Sirsa	AR-AMS0007	N/A	08.07.01 ~ 28.06.30 (Renewable)
2241	Khammam	Andhra Pradesh	17.247253	80.151443	3,070.19	57,792	ITC Limited, Paperboards and Specialty Papers Division (PSPD), Bhadrachalam	AR-ACM0003	N/A	01.07.02 ~ 31.07.31 (Fixed)
3000	Kancheepuram, Tiruvannamalai, Thiruvallur	Tamil Nadu	12.4999	79.4115	106.00	3,594	TIST Tree Planting India Private Limited, Climate Change Capital Carbon Fund II s.à r.l. (UK)	AR-AMS0007	N/A	04.01.01 ~ 33.12.31 (Fixed)
4531	Koraput, Kalahandi, Rayagada, Visakhapatnam, Vizianagaram, Srikakulam	Orissa, Andhra Pradesh	18.8135	82.7123	1,607.70	4,896	VEDA Climate Change Solutions Ltd., JK Paper Ltd (India) International Bank for Reconstruction and Development as a trustee for BioCarbon Fund (Canada)	AR-ACM0003	N/A	04.06.25 ~ 34.06.24 (Fixed)
4174	Dharamshala, Bilaspur	Himachal Pradesh	31.1468889	77.0121389	4,003.07	41,400	HP Mid-Himalayan Watershed Development Project (MHWDP) (India), International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) as a trustee for BioCarbon Fund (BioCF) (Spain)	AR-ACM0003	N/A	06.07.01 ~ 26.06.30 (Renewable)
4851	Chickballapur, Ananthapur	Karnataka, Andhra Pradesh	13.5833333	77.0666667	8,933.34	92,103	Agricultural Development and Training Society (ADATS)	AR-ACM0003	N/A	08.01.25 ~ 28.01.24 (Renewable)
5016	Nabarangpur, Koraput, Malkangiri, Vishakhapatnam, Vizianagaram, Srikakulam, Bastar	Orissa, Andhra Pradesh, Chhatisgarh	19.1561667	82.617	14,969.46	146,998	Mangalam Timber Products Limited (Private entity, project participant)	AR-ACM0003	N/A	01.06.25 ~ 31.06.24 (Fixed)

Project No.	Location		Coordinate*		Area (ha)	Total annual GHG reduction (tCO _{2e})	Project participants	Methodology	Project cost	Credit period
	District	State	Latitude	Longitude						
8283	Koraput	Orissa	18.9006389	82.3131389	380.20	1,130	Patneswari Agri. Cooperative Limited (Private entity, project participant)	AR-AMS0007	N/A	09.07.28 ~ 39.07.27 (Fixed)
9549	New Delhi	National Capital Territory of Delhi	28.4166667	77.15	358.50	12,138	Department of Environment, Forests and Wildlife, National Capital Territory of New Delhi, New Delhi	AR-AMS0007	18.6 million INR	08.07.01 ~ 38.06.30 (Fixed)
10181	Allahabad	Uttar Pradesh	25.095667	82.186010	506.63	3,794	Divisional Forest Officer (DFO), Allahabad Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10201	Chitrakoot	Uttar Pradesh	25.102300	80.983100	287.32	3,743	Divisional Forest Officer (DFO), Karwi (Chitrakoot) Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10217	Mirzapur	Uttar Pradesh	25.00875	82.38766	763.79	10,667	Divisional Forest Officer (DFO), Mirzapur Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10219	Chandauli, Varanasi	Uttar Pradesh	24.87822	83.20452	320.51	4,694	Divisional Forest Officer (DFO), Kashi Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10218	Lalitpur	Uttar Pradesh	24.72915	78.66054	416.09	5,375	Divisional Forest Officer (DFO), Lalitpur Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10213	Sonbhadra (Town Obra)	Uttar Pradesh	24.37156	83.07688	326.72	5,571	Divisional Forest Officer (DFO), Obra Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10214	Sonbhadra (Town Sonbhadra)	Uttar Pradesh	24.70886	83.43634	337.45	8,721	Divisional Forest Officer (DFO), Sonbhadra Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10215	Sonbhadra (Town Renukoot)	Uttar Pradesh	24.27408	83.36953	284.04	7,670	Divisional Forest Officer (DFO), Renukoot Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10216	Mahoba	Uttar Pradesh	25.176725	79.817708	265.46	4,356	Divisional Forest Officer (DFO), Mahoba Forest Division Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)
10220	Jhansi	Uttar Pradesh	25.47257	78.83592	268.87	3,370	Divisional Forest Officer (DFO), Jhansi Forest Division, Uttar Pradesh	AR-AMS0007	N/A	12.01.01 ~ 32.12.31 (Renewable)

*Uppermost coordinate were used if is indicated in PDD, representative coordinate of relevant region were used if is not indicated.

인도에서 시행한 19건의 사업 중 14건의 사업이 습지를 제외한 토지에 시행된 소규모 A/R 방법론인 AR-AMS0007 방법론을 사용하였으며 5건의 사업이 습지를 제외한 토지의 A/R 방법론인 AR-ACM0003 방법론을 사용하였다. 두 방법론은 사업 규모에서 차이를 보이며 AR-AMS0007 방법론을 적용한 사업의 사업 시행 면적은 평균 356.53ha이며 AR-ACM0003 방법론을 적용한 사업의 사업 시행 면적은 평균 6,916.75ha인 것으로 나타났다. 이에 따른 예상 연간감축량은 AR-AMS0007 방법론을 적용한 사업은 평균 6,172.79tCO₂-eq, AR-ACM0003 방법론을 적용한 사업은

평균 68,637.8tCO₂-eq인 것으로 나타났다. CER 발행기간의 경우 사업 대상지가 Uttar Pradesh 지역을 기준으로 2001 ~ 2009년과 2012년부터 배출권을 책정하는 사업으로 구분 지을 수 있었다.

3.2 인도 A/R CDM 사업의 환경적 요인 현황분석

인도의 A/R CDM 사업의 환경적 요인에 대한 내용은 Table 3과 같았다.

Table 3. Summary of Environmental Factors in A/R CDM projects in India

Project No.	Climate			Soil		Species(%)
	Classification*	Temperature(℃)	Precipitation(mm)	AWC**	Drainage***	
2345	BWh	25.5	315	N/A	4	85.7143
2241	Aw	27.8	916.9	1	4	0
3000	Aw	27.7	1,073.5	1	4	80.6452
4531	BSh	25.9	1,177.6	1	4	0
4174	Cwa	21.7	1,916.5	5	3	100
4851	Aw	25.5	580.5	1	4	N/A
5016	Aw	25.9	1,168.8	1	4	0
8283	Aw	25.1	1,256.6	1	4	0
9549	BSh	25.2	700	1	4	100
10181	Cwa	26.1	980	1	4	100
10201	Cwa	25	1,088.2	1	4	100
10217	Cwa	25.3	1,068.6	1	4	100
10219	Cwa	25.6	1,039.7	1	4	100
10218	Csa	25.3	1,095.3	1	4	100
10213	Cwa	25.3	1,115	1	4	100
10214	Cwa	25.3	1,115	1	4	100
10215	Cwa	25.3	1,115	5	3	100
10216	Csa	25.3	1,068.6	1	4	100
10220	Csa	25.3	989.6	1	4	100

*BWh: Hot desert climate, Aw: Tropical savanna climate with dry-winter characteristics, BSh: Hot semi-arid climate,

Cwa: Dry-winter humid subtropical climate, Csa: Mediterranean hot summer climate

**1 ~ 7, 1: above 150, 2: 125 ~ 150, 3: 100 ~ 125, 4: 75 ~ 100, 5: 50 ~ 75, 6: 15 ~ 50, 7: 0 ~ 15(mm/m)

***1 ~ 7, 1:Very Poor, 2: Poor, 3: Imperfectly, 4: Moderately Well, 5: Well, 6: Somewhat Excessive, 7: Excessive

기후의 경우 전체적으로 사바나기후(Aw), 온난스텝기후(BSh), 온난사막기후(BWh), 지중해성기후(Csa), 온대하우기후(Cwa)를 띄고 있다. 이 중 인도지역은 온대기후에

속하며 건기와 우기가 뚜렷한 지중해성 및 온대하우 기후대가 전체 사업 대상지 기후대의 58%를 차지하고 있다. 이와 관련하여 사업 대상지의 기온은 21.7 ~ 27.8℃, 강수

량이 적은 2345번 사업을 제외한 나머지 사업들의 강수량은 평균 1081.4 mm로 대부분 사업 대상지에서의 연중 강수량이 1,000 mm 이상인 것으로 나타났다.

토양의 경우, 대부분 지역에서의 유효 수분 함량 등급은 정보가 없는 2345번 사업을 제외하고 1(150 mm/m 이상)로 나타났으며 4174번과 10215번 사업의 경우 5(50 ~ 75 mm/m)로 나타났다. 유효 수분 함량 등급이 5인 2건의 사업은 배수 등급이 3(Imperfectly)으로 나왔으며 이를 제외한 나머지 지역에서는 모두 4(Moderately Well)인 것으로 나타났다. 이에 따라 대부분 배수 정도가 적당함을 확인하였다. 토착종 식재 비율을 확인한 결과, 토착종이 아닌 유입종만 식재한 사업은 4건 보고되었으며, 그 외의 사업들에서는 대부분 토착종 사용 비율이 매우 높음을 확인할 수 있었다. 특히, 토착종 사용 비율이 100%인 사업은 12건 보

고되었다. 토착종만을 사용한 사업의 경우, 다양한 수종 중 *Acacia catechu* (Khair), *Anogeissus latifolia* (Axel wood), *Boswellia serrata* (Salai), *Butea monosperma* (Palas), *Hardwickia binata* (Anjan), *Lannea coromandelica* (Mohin) 등의 토착종을 공통적으로 식재했다.

환경적 요인 종합 결과 대부분 온난건조하며 적당히 배수가 잘되는 환경을 지닌 많은 지역에서 토착종을 우선적으로 식재했으며, 특히 Uttar Pradesh 지역에서는 토착종만을 식재했음을 확인할 수 있었다.

3.3 인도 A/R CDM 사업의 사회경제적 요인 현황분석

인도의 A/R CDM 사업의 사회경제적 요인에 대한 현황 결과는 Table 4와 같이 나타났다.

Table 4. Summary of Socio-Economical Factors in A/R CDM projects in India

Project No.	Population (people per km ²)	HDI	State poverty (% of people below poverty line)	Unemployment rate(%)	GSDP(\$)
2345	174.175	0.708	11.16	17.1733	3,840
2241	205.4	0.650	9.2	5.64	2,480
3000	1,984.31	0.708	11.28	5.7733	3,184
4531	1,105.8	0.628	20.90	5.64	2,065.5
4174	406.12	0.725	8.06	11.1267	3,118
4851	777.76	0.666	15.06	4.7258	2,919.5
5016	890.869	0.623	27.24	5.5889	1,895.33
8283	337.757	0.606	32.59	5.65	1,651
9549	417.157	0.746	9.91	11	5,817
10181	303.188	0.596	29.43	8.5133	1,043
10201	335.983	0.596	29.43	8.5133	1,043
10217	190.474	0.596	29.43	8.5133	1,043
10219	254.601	0.596	29.43	8.5133	1,043
10218	190.474	0.596	29.43	8.5133	1,043
10213	254.601	0.596	29.43	8.5133	1,043
10214	170.474	0.596	29.43	8.5133	1,043
10215	186.901	0.596	29.43	8.5133	1,043
10216	260.223	0.596	29.43	8.5133	1,043
10220	466.825	0.596	29.43	8.5133	1,043

사업 대상지 인구의 경우 174 ~ 1,984명/km² 분포 형태를 보이며, 유독 사업 대상지에 인구가 많은 3000번 사업을 제외하고 평균 360.21명/km² 수준으로 나타났다. HDI의 경우 2020년 기준 인도 평균 0.645로 189개국 중 131위를 기록한 만큼 낮은 축에 속하는데 사업 대상지 또한 전체적으로 인도 평균에 근접한 수치로 나타났다. 빈곤율 또한 일부 지역을 제외하고는 20% 이상으로 나타났다. 인도 평균 빈곤율이 2020년 기준 21.92%인 점을 보았을 때 대부분의 사업대상 지역의 빈곤율이 높다는 것을 알 수 있다. 특히 Uttar Pradesh 지역에서 진행된 사업에 대해서 타 지역 사업들보다 HDI가 낮으며 지역에 따라 빈곤율 또한 상대적으로 높게 나타났다. 실업률의 경우, 일부 지역을 제외하고 인도 전체 평균인 5.36%보다 높게 나타났

다. Uttar Pradesh 지역의 경우, GSDP 값이 1,043\$로 인도 GDP인 2,099.6\$의 절반에 못미치는 것으로 나타났다.

전반적인 사회경제적 요인을 파악한 결과, 인도 A/R CDM 사업 대상지 중 Uttar Pradesh 지역에서 HDI나 소득률 등이 낮게 나타났고, 빈곤율과 실업률이 타지역에 비해 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

3.4. 인도 A/R CDM 사업과 SDGs와의 연관성 파악

PDD의 내용과 UN-SDGs와의 연관성을 파악하기에 앞서 우선적으로 UN에서 제시하고 있는 목표 및 세부목표에 대해 도출한 키워드는 Table 5와 같다.

Table 5. Keywords List of each SDGs

SDG	Keywords
1	Poverty Alleviation, Social Protection, Income Poverty, Microfinance
2	Food Supply, Food Security, Hunger, Agricultural Production,
3	Health Service, Health Care, Epidemiology, District Health Boards
4	Academic Achievement, Education Policy, Learning Outcomes, Professional Development
5	Gender Equality, Gender Gap, Women's Empowerment, Gender Inequality
6	Aquatic Ecosystems, Clean Water, Freshwater Ecosystems, Drinking Water
7	Energy Conservation, Renewable Energy Resources, Energy Storage, Power Consumption
8	Economic Development, Economic Growth Rate, Circular Economy, Employment Opportunities
9	Infrastructural Development, Industrial Performance, Sustainable Manufacturing, Product Innovation
10	Human Rights, Human Dignity, Social Exclusion, Health Care Disparity
11	Urban Development, Air & Water Pollutant, Public Transport, Urban Growth
12	Waste Management, Energy Conservation, Sustainable Production, Phase Change Material
13	Climate Change, Global Warming, Carbon Dioxide Emissions, Disaster Risk Reduction
14	Marine Ecosystem, Marine Habitats, Marine Biodiversity, Marine Organisms
15	Land Cover, Ecosystem Service, Species Diversity, Low Impact Urban Design and Development
16	Violent Crime, Terrorism, Criminal Tribunal, International Human Rights Law
17	Multi-stakeholder Partnerships, Global Citizenship, Knowledge-sharing, Enhance Capacity-building Support

해당 키워드를 바탕으로 PDD에 작성되어 있는 사업 목적 및 기대효과와의 연관성을 바탕으로 정리한 결과는 Table 6과 같았다.

Table 6. Relationship between Projects and SDGs from PDD

Project No.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
2345	○	○	×	○	×	×	×	○	○	×	○	○	×	×	○	×	○
2241	○	○	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○
3000	○	○	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○
4531	○	○	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○	○	×	○	×	○
4174	○	○	○	×	○	×	×	○	×	△	△	○	○	×	○	×	×
4851	×	○	×	○	×	○	×	○	○	○	△	○	○	×	○	×	○
5016	○	○	×	×	×	○	×	○	×	○	○	○	×	×	○	×	×
8283	○	○	×	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	×	○	×	○
9549	×	○	○	○	×	○	×	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○
10181	○	○	×	×	○	×	×	○	○	×	×	○	○	×	○	×	○
10201	○	○	△	×	×	×	×	○	○	×	○	○	○	×	○	×	○
10217	○	○	×	×	×	×	×	○	○	×	○	○	○	×	○	×	×
10219	○	○	×	×	○	○	×	×	○	×	×	○	○	×	○	×	○
10218	○	○	×	×	○	○	×	△	○	×	×	○	○	×	○	×	○
10213	○	○	×	×	×	×	×	△	○	×	○	○	○	×	○	×	○
10214	○	○	×	×	×	×	×	△	○	△	○	○	○	×	○	×	○
10215	○	○	△	×	×	×	×	△	○	×	○	○	○	×	○	×	○
10216	×	○	×	×	○	○	×	△	○	×	○	○	○	×	○	×	○
10220	○	○	×	×	○	○	×	△	○	×	○	○	○	×	○	×	○

○ : Relevance, △ : Indirect relevance, × : No relevance

종합 결과 19건의 모든 사업에서 SDG 2(기아종식), SDG 15(육상생태계)와 직접적인 연관성을 보이고 있으며 SDG 9(산업, 혁신과 사회기반시설), SDG 12(책임감있는 소비와 생산)는 17건, SDG 1(빈곤퇴치), SDG 13(기후변화대응), SDG 17(SDGs를 위한 파트너십) 목표에 해당하는 사업 건수는 16건으로 나타났다. 반면, SDG 16(평화, 정의, 제도)의 경우 1건의 사업에서만 연관성을 보이며, SDG 7(지속가능 에너지 사용)과 SDG 14(해양생태계)의 경우 어느 사업과도 연관성이 없는 것으로 나타났다. SDG 8(양질의 일자리 창출) 목표의 경우 6건의 사업과, SDG 3(웰빙 보장), SDG 10(불평등 감소), SDG 11(지속 가능한 도시) 목표의 경우 2건의 사업과 간접적인 연관성을 보였다.

4. 고찰

본 연구는 PDD에 기재되어 있는 내용과 관련 통계자료, 공간정보를 바탕으로 사업 대상지와 환경적 및 사회경제적 요인, 그리고 SDGs와의 연관성을 종합적으로 분석하였다. 인도는 19건의 A/R CDM 사업이 시행되고 있어 아시아 및 전 세계에서 가장 A/R CDM을 활발히 하는 국가이다. 이는 타 개도국에 비해 늦은 2009년에 산림 보전 관리 정책이 수립되었기 때문에(Aggarwal et al., 2009) 이를 극복하고자 A/R CDM 사업을 적극적으로 활용하고 있다고 파악된다. 본 연구에서 이러한 현황을 종합적으로 확인한 결과, 상대적으로 빈곤한 지역에서 주요 사업 기관이 두드러지게 나타나며 지역적으로 편중되어 있다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 사업 시행 시 대부분 토착종을 식재 수종으로 활용하였으며 이는 산림과 밀접한 관

련이 있는 SDG 15 외에도 식량 및 농업과 관련이 있는 SDG 2에 대한 연관성이 높게 나타난 것으로 확인되었다.

인도에서 A/R CDM 사업이 가장 많이 이루어진 지역은 50%가 넘는 사업이 진행된 Uttar Pradesh 지역이다. 이 지역은 인도 내에서 인구가 가장 많은 행정구역이며, 인더스-갠지스강 평원에 위치해있기 때문에 농업이 가장 발달한 지역 중 하나이지만, 인도에서 가장 빈곤한 지역 중 하나로 경제가 낙후되어 있다(Arjun, 2013; Madhusudhan, 2015; Kopf and Varathan, 2017). 이는 본 연구에서 분석한 사회경제적 요인들의 값이 대체로 낮게 나온 것을 통해서도 확인되었다. 또한, 산림 보전 관리 정책이 제대로 수립되기 전 수행하기 시작한 사업들과는 다르게 2009년 정책이 수립된 이후 공통적으로 인도 정부 소속인 지역 Divisional Forest Officer (DFO) 등의 참여로 사업이 수행되었다. 이는 타 지역 대비 사회경제적인 방면으로 낙후되어 있는 지역임에도 산림 관리를 통한 지역경제 개선과 참여 기관의 적극적인 노력으로 사업을 유사하게 수행했을 것으로 보이며 집중적으로 원활한 사업 진행을 위해서는 추진 기관의 적극적인 참여가 매우 중요함을 시사하고 있다(Murray & Bannister, 2004).

인도에서는 대부분 주 에너지원으로서 목재를 활용하고 있으며, 개발을 위해 산림을 전용하는 등 산림의 의존성이 강하기 때문에 산림 벌채가 매우 두드러지게 나타났다(Maikhuri, 1991, Singh et al., 2013). 그리고 이는 다양한 산림 황폐화를 일으키고 있는 것으로 알려져 있다(Pokhriyal et al., 2020). 따라서, 해당 지역에서는 산림 황폐화 문제를 극복하기 위해서 산림(SDG 15)과 산림을 이용하여 빈곤을 해결하기 위한 기아 종식(SDG 2)의 요구가 많은 것으로 나타났다. 일반적으로는 산림관리 및 생태계 서비스 등을 함께 고려한 외래종을 선택하는데(Wang et al., 2013), 인도에서는 외래종의 선택이 주변 농경지를 관리하는 데에 있어서 생물다양성 측면으로 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 토착종을 선택한 것으로 보인다(Lindenmayer & Hobbs, 2004; Abhilash et al., 2013; Dhanya et al., 2014; Guillemot et al., 2018).

SDGs 측면에서 SDG 2와 SDG 15의 높은 연관성은 인도에서의 농업이 경제에서 중요한 역할을 차지하기 때문으로 보인다(Madhusudhan, 2015). 다음으로 연관성이 높은 목표 중 SDG 17 파트너십은 위에서 서술했듯이 기관과의 협력 및 파트너십 구축이 중요하기 때문에 SDG 17도 높은 순위로 연관성이 있다고 분석되었다. SDG 1의 경우 전체적으로 경제성장률이 저조함 등 부진한 모습을

보이고 있으나 사업을 통한 빈곤 감소를 목표로 갖는 만큼 SDG 1과도 연관성이 있다고 볼 수 있다. 그 외에 A/R CDM 사업이 갖는 본연의 목적인 온실가스 감축과 이를 바탕으로 CER 전환을 통한 지역사회의 소비생산에도 밀접하게 연결이 되기 때문에(UNFCCC, 2018) SDG 12, 13과도 연관성이 있다고 볼 수 있다. 또한, 토착종을 활용함으로써 지역 주민들의 경제적 이익을 향상시킬 수 있다는 측면으로 SDG 8과도 연관성이 있음을 시사한다. 이는 A/R CDM 사업 수행 시 지역 주민의 소득과 연계된 혼농임업에 대해 고려해야 함을 시사한다. 이와 같이 사업별 SDGs 연계분석을 통하여 각 부문별 SDGs 달성에 기여할 수 있을 것이며, 향후 사업 개발에 있어서 이러한 SDGs 간의 관계를 세부적으로 살펴야 할 것이다.

한편, 본 연구 과정에서 사업에 대한 경제성을 파악할 수 있는 사업 비용에 대한 자료가 거의 없는 것으로 파악되었으며, 이는 인도뿐만 아니라 타 지역의 A/R CDM 사업에도 해당되며 사업을 통한 사회경제적 편익을 산정할 수 있으므로 향후 보완되어야 하는 주요 문제로 판단된다. 또한, 키워드 도출을 통한 PDD 내용상에서의 언급 정도로 연관성을 파악하여 정성적 방법을 통해 검토했다는 한계점이 존재하여 향후 SDGs를 평가할 수 있는 체계가 마련된다면 사업 시행계획을 평가하는 데에 있어서 보다 정량적으로 활용될 수 있을 것이다.

종합적으로 살펴보면, 인도는 아시아에서 가장 많은 A/R CDM 사업을 추진한 국가로 시행 시 현지 상황은 중요한 요인인 것으로 판단된다. 향후 우리나라 입장에서 추가적인 사업 추진을 위한 주요 대상지가 될 수 있으며 다양한 시사점을 제공하고 있다.

국내의 경우 1건의 A/R CDM 사업 외에도 사회공헌형 산림탄소상쇄제도를 활용한 외부사업을 시행하고 있으며(Kim et al., 2013) 산림탄소상쇄 외부사업의 경우 총 484건의 탄소상쇄 외부사업 중 1% 채 되지 않는 4건의 사업이 시행하고 있다(GIR, 2021). 국내에서 시행하고 있는 산림탄소상쇄 외부사업의 경우 민간기업, NGO 등 다양한 사업참여자들의 참여가 미흡하며 관련 제도에 대한 인지도 또한 낮은 실정이다(Lee et al., 2015). 효과적인 사업 시행을 위해서는 보다 활발한 산림부문 산업을 육성하는 등 다양한 정책을 마련해야 할 필요가 있다(So & Lee, 2012). 이를 바탕으로 국내에서 A/R CDM 사업 외에도 산림탄소상쇄 외부사업을 추가적으로 시행할 경우 다양한 지역적 현황과 경제적 요건을 파악하는 것이 중요할 것이다. 이를 통해 보다 원활한 사업을 수행할 수 있을 것

이며 알맞게 적용할 혹은 국내 지역별 실정에 맞게 적용할 필요가 있을 것이다.

우리나라가 해외에서 A/R CDM 사업을 수행할 경우 연구 대상지를 포함한 개도국에서의 A/R CDM 사업은 열대우림의 높은 성장률, 토지 가용성 및 연료목재의 필요성에 따른 시너지 효과가 예상되는 등의 큰 잠재력을 지니고 있기 때문에(Schlamadinger & Johns, 2007) 동일한 방법을 활용하면 국외에서 성공적인 사업을 수행할 수 있을 것으로 사료된다. 특히 현지 상황에 맞게 인력 고용 및 지역 경제발전 기여 등 SDGs 측면으로도 고려하여 성공적인 사업 수행을 할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 정확한 현지 분석이 중요하며 보다 정확한 정보 및 자료를 얻기 위해서는 해당 국가 혹은 지역과의 적극적인 파트너십 구축이 필요할 것이다(Murray & Bannister, 2004).

인도에서는 2012년 기준 486건의 CDM 사업이 등록되었으며, 이는 인도에서 가장 많은 사업이 등록된 해였다. 2020년 기준 12건의 사업이 등록되면서(UNFCCC, 2021a) 점차 감소하는 추세이지만 신기후체제 출범에 앞서 SDM으로의 전환이 논의되는 가운데 인도가 향후 사업을 수행하는데 있어 잠재적으로 가능성이 많음을 시사하고 있다(Dube et al., 2020). 한편, 2007년 COP13에서 채택한 발리로드맵(Bali Roadmap)은 A/R CDM과는 차별점을 갖는 자연림에 대한 보존이 인정되는 REDD (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries)를 언급했다(Singh et al., 2013). 이는 현재 파리협정 신기후체제 이후 개도국의 산림 전용 및 황폐화 방지를 통한 온실가스 배출을 감축시키는 산림 메커니즘인 REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries)로 이어졌으며 현재 논의가 이루어져 각광받고 있는 사업이다. 인도는 2018년 UNFCCC의 기술평가를 통하여 국가 수준의 산림 기준선(FRL; Forest Reference Level)을 설정하고 국가 REDD+ 전략을 수립하는 등(MoEFCC, 2018) REDD+를 통한 감축 이행을 위해 노력하고 있다. 또한, 파리협정에 따라 전세계적으로 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서 2021년 기준 324개의 글로벌 기업들이 RE100 (Renewable-Energy 100)에 가입하여 목표를 이행하고, ESG (Environment Social Governance)경영을 통해 산림을 보호함으로써 온실가스 감축 실현 방안을 모색하는 등 탄소중립을 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다(MOE, 2019; MOE, 2021), 따라서 본 연구의 내용을 바탕으

로 향후 A/R CDM 사업 혹은 전환 이후의 SDM과 REDD+ 사업과 같은 산림정책 및 사업을 함께 적용해야 하는 등 향상된 산림 사업이 이루어져야 할 것이다.

5. 결론

본 연구는 A/R CDM 사업이 가장 활발하게 시행 중인 인도에서의 사업 진행 현황과 다양한 요인들을 파악하였다. PDD와 외부 자료의 검토를 통해 환경적, 사회경제적 요인, 그리고 SDGs로 구분하여 현황분석을 하였으며, 이를 통해 사업 계획을 위해 고려해야 할 요인들을 파악할 수 있었다. 특히, 인도 사례에서 두드러지게 나타나는 지역적 편중성은 사업을 강력하게 추진할 수 있는 특정 기관들의 참여로 파악되었으며, 식재 시 대부분 토착종의 선택이 파악되었다. 본 연구의 결과는 산림부문에서 온실가스 감축을 위한 탄소흡수원으로써의 역할을 강조했다. 이는 향후 기후변화 대응을 위한 국내외 A/R CDM 사업을 수행하는 데 있어서 기초자료로 활용되고, CDM 사업과 SDGs 간의 연계성 확보에 도움을 줄 수 있다. 또한, 향후 A/R CDM과 REDD+의 병행 추진을 통한 산림관리 및 온실가스 감축에 기여할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 인도 한 국가의 사례만을 통해 분석을 수행하였으나, 인도뿐만 아니라 산림녹화와 배출권 확보, 기후변화 대응 모두 필요로 하는 지역 및 국가 모두에 본 연구의 분석을 참고하여 관련 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 기후변화 대응을 중심으로 한 A/R CDM 사업이 지속가능발전과도 밀접한 연관성을 갖는 시점에서, 기후변화라는 전지구적 문제 해결을 위한 사업개발이 더욱 이루어져야 할 것이다.

사사

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(21UMRG-B158194-02)과 산림청 임업진흥원의 열대림 탄소흡수량 MRV 및 관리체계 구축방안 연구(2018110C10-2020-BB01) 및 고려대학교 오정리질리언스연구원의 지원으로 수행되었습니다.

References

Abhilash ES, Parayil SP, Sathian B, Raju AR, Bilal NA,

- Salih KB. 2013. A study on the ecology and economic impact of major invasive weed species of coconut homesteads of Nattika, India. *Asia Pacific J Environ Ecol Sustain Dev.* 1(1):32-35.
- Aggarwal A, Das S, Paul V. 2009. Is India ready to implement REDD Plus. A preliminary assessment. The Energy and Resources Institute. New Delhi, India.
- Arjun KM. 2013. Indian Agriculture-Status, Importance and Role in Indian Economy. *Int J Agric Food Sci Technol.* 4(4):343-346.
- Cambero C, Sowlati T. 2014. Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives—A review of literature. *Renew Sustain Energy Rev.* 36:62-73.
- Cha J, Park, D, Lee JH, YOUN, YC, Choi JS. 2011. Feasibility Study on Small-scale A/R CDM Pilot Project in Mongolia. *J Korean For Soc.* 100(4):698-707.
- Cho YS. 2005. Energy Focus, In: Korea Energy Economics Institute. Trend of International Discussions and Prospects of Carbon sink and LULUCF. Seoul: Korea Energy Economics Institute. 2(10):6-21
- CMIE. 2020. Unemployment Rate in India: [accessed 2021 Apr 27]. <https://unemploymentinindia.cmie.com/>
- CRIS, 2021. India Rainfall: [accessed 2021 Apr 23]. [http://hydro.imd.gov.in/hydrometweb/\(S\(o5bott45ve3bdm45jl1u0lm2\)\)/DistrictRaifall.aspx](http://hydro.imd.gov.in/hydrometweb/(S(o5bott45ve3bdm45jl1u0lm2))/DistrictRaifall.aspx)
- Dechezleprêtre A, Glachant M, Ménière Y. 2009. Technology transfer by CDM projects: A comparison of Brazil, China, India and Mexico. *Energy policy.* 37(2):703-711.
- Dhanya B, Sathish BN, Viswanath S, Purushothaman S. 2014. Ecosystem services of native trees: experiences from two traditional agroforestry systems in Karnataka, Southern India. *Int J Biodivers Sci Ecosyst Serv Manag.* 10(2):101-111.
- Dube LC, Chatterjee S. 2020. Forest Carbon in Climate Change Supermarket: Is India Prepared to Sail?. *Environ Sci Proc.* 3(1):41.
- Batjes N, Dilkschoorn K, Engelen V, Fischer G, Jones A, Montanarella L, Petri M, Prieler S, Teixeira E, Wiberg D, Shi X. 2009. Harmonized World Soil Database (version 1.1). Rome, Laxenburg: FAO, IIASA.
- FAO, UNEP. 2020. The State of the World's Forests, Forests, biodiversity and people. Rome: FAO, UNEP.
- GIR. 2021. Domestic Project List: [accessed 2021 Apr 25]. <https://ors.gir.go.kr/home/orap/openList.do?maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10&condition.aplBizNm=&condition.qtaOjEnpNm=&pagerOffset=210>
- Global Data Lab. 2018. Human Development Indices (5.0): [accessed 2021 June 03]. https://globaldatalab.org/shdi/shdi/IND/?levels=1%2B4&interpolation=0&extrapolation=0&nearest_real=0
- Gong Y, Bull G, Baylis K. 2010. Participation in the world's first clean development mechanism forest project: The role of property rights, social capital and contractual rules. *Ecol Econ.* 69(6):1292-1302.
- GTC. 2018a. Climate Technology Center · Network(CTCN) Technical Assistance(TA) Guideline. Seoul: Green Technology Center(GTC).
- GTC. 2018b. Guideline for Utilization of GCF and Preparing Proposal. Seoul: Green Technology Center(GTC).
- GTC. 2019. Research on Technology Cooperation Governance between Korea and UNFCCC Climate Technology Centre and Network (CTCN): building its platform and expanding the programmatic approach. Seoul, Korea: Green Technology Center(GTC). Technical Report 2019-12.
- Guillemot J, Le Maire G, Munishamappa M, Charbonnier F, Vaast P. 2018. Native coffee agroforestry in the Western Ghats of India maintains higher carbon storage and tree diversity compared to exotic agroforestry. *Agric Ecosyst Environ.* 265:461-469.
- Hooper E, Condit R, Legendre P. 2002. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. *Ecol Appl.* 12(6):1626-1641.
- IUCN. 2021. Issues Brief: Forests and climate change: [accessed 2021 May 8]. <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/forests-and-climate-change>
- Jung YM, Lee J. 1998. Preliminary study on the analysis

- of term associations in Korean text. Korea Society for Information Management. 243-246.
- Kim J, Lee SK, Noh NJ, Yoon TK, Han S, Cui G, Lee W-K, Son Y. 2013. A Study on Greenhouse Gas Removals Estimation of a Small Scale Afforestation/reforestation CDM Pilot Project in Goseong, Gangwon Province. *J Korean Society of Forest Science*. 102(3):398-406.
- Kim M, Yoo S, Kim N, Lee W, Ham B, Song C, Lee W-K. 2017. Climate Change Impact on Korean Forest and Forest Management Strategies. *Korean J Environ Biol*. 35(3):413-425. (in Korean with English abstract)
- Kim N, Moon J, Song C, Heo S, Son Y, Lee W-K. 2018. Analysis of Linkage between Official Development Assistance (ODA) of Forestry Sector and Sustainable Development Goals (SDGs) in South Korea. *J Korean Soc For Sci*. 107(1):96-107.
- Kim S, Lee G, Han S, Ma J, Yang S, Lee S. 2019. A Study on Business Model connection of Climate-Development Fund through GCF Project Analysis. Seoul, Korea; Korea International Cooperation Agency. Technical Report. 2019.
- Kim YH, Kim LY, Bae JS, Jeon AJ, Song MG, Kim HJ. 2013. Project Design Guideline of Forest Carbon Offset for Social Contribution. Seoul: Korea Forest Research Institute.
- Ko Y, Hong M, Kim J, Song C, Park S, Kim R, Choi E, Lee W-K. 2020. Analysis on Inter-linkage between Korean-Sustainable Development Goals (K-SDGs) and Major Forest Policies and Plans. *J Clim Chang Res*. 11(6-1):583-596.
- Kopf D, Varathan P. 2017 Oct 23. If Uttar Pradesh were a country. *Quartz India*.
- Korea Environment Corporation. 2020. 2050 Carbon Neutral Strategy of The Republic of Korea: Towards a Sustainable and Green Society. Incheon, Repub Korea: The Government of the Republic of Korea. 2020.
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F. 2006. World Map of Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 15(3):259-263.
- Lee D, Kim D, Kim S. 2015, The Investment and Benefit Sharing Characteristics of Forest Carbon Projects in the International and Domestic Voluntary Carbon Markets. *Journal of Environmental Policy and Administration*, 23(4):1-27.
- Lee SK, Bak I, Yang R. 2019. Success Strategy to Implement Paris Agreement through the Technology Mechanism(CTCN)-CDM Linkage Model: The Bangladesh Case. *J Clim Chang Res*. 10(4):415-425.
- Lewis SL, Wheeler CE, Mitchard ET, Koch A. 2019. Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon. *Nature*. 568(7750):25-28.
- Lindenmayer DB, Hobbs RJ. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forests—a review. *Biological Conservation*, 119(2):151-168.
- Lu F, Hu H, Sun W, Zhu J, Liu G, Zhou W, Zhang Q, Shi P, Liu X, Wu X, et al. 2018. Effects of national ecological restoration projects on carbon sequestration in China from 2001 to 2010. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 115(16):4039-4044.
- Luyssaert S, Inglima I, Jung M, Richardson AD, Reichstein M, Papale D, Piao SL, Schulze ED, Wingate L, Matteucci G, et al. 2007. CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Glob Chang Biol*. 13(12):2509-2537.
- Madhusudhan L. 2015. Agriculture role on Indian economy. *Bus Eco J*. 6(4):1.
- Maikhuri RK. 1991. Fuelwood consumption pattern of different tribal communities living in Arunachal Pradesh in North-East India. *Bioresour Technol*. 35(3):291-296.
- Malvestio AC, Fischer TB, Montaña M. 2018. The consideration of environmental and social issues in transport policy, plan and programme making in Brazil: A systems analysis. *J Clean Prod*. 179:674-689.
- Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O, Roberts D, Skea J, Shukla PR, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T. 2018. Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the

- impacts of global warming 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and effects to eradicate poverty. Geneva, Switzerland: IPCC. Special Report 2018.
- Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEFCC), Government of India. 2018. National REDD+ Strategy, India.
- Ministry of Environment. 2016. Analysis of Green Climate Fund(GCF) trends and development of business proposals.
- Ministry of Environment. 2019. Declaring 100% conversion of Renewable Energy by Global Companies, RE100.
- Ministry of Environment. 2021. ESG Management Strategy Corporate Briefing through Forestry. [accessed 2021 Sep 01]. https://www.forest.go.kr/kfswb/cop/bbs/selectBoardArticle.do?nttId=3159969&bbsId=BBSMSTR_1036&pageUnit=10&pageIndex=1&searchtitle=title&searchcontent=&searchkey=&searchwriter=&searchWrd=&ctgryLrcls=&ctgryMdcls=&ctgrySmcls=&ntcStartDt=&ntcEndDt=&mn=NKFS_01_01&orgId=
- Moon J, Kim N, Song C, Lee S-G, Kim M, Lim C-H, Cha S-E, Kim G, Lee W-K, Son Y, Young S, Jin S, Son Y-M. 2017. Analysis on the linkage between SDGs framework and forest policy in Korea. *J Clim Chang Res.* 8(4), 425-442. (in Korean with English abstract)
- Murray GF, Bannister ME. 2004. Peasants, agroforesters, and anthropologists: A 20-year venture in income-generating trees and hedgerows in Haiti. *Agrofor Syst.* 61(1):383-397.
- Nayak PP, Khatei R, Khatei L. 2019. An Empirical Analysis of Variation in Gross State Domestic Product (GSDP) of Different States in India. *Int J Recent Sci Res.* 10(5):32658-32660.
- Pacala S, Socolow R. 2004. Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science.* 305(5686):968-972.
- Park SC. 2019. Outcomes from negotiation on the implementation rule of the Paris Agreement: Market Mechanism. Seoul, Korea; Korea Environmental Industry and Technology Institute. Report. 2019.
- Park SG, Park SC, Song C, Lim C-H, Lee SJ, Lee W-K. 2018. Analysis of Design Elements and Barriers to Link the Emission Trading Systems between the Republic of Korea and China. *J Clim Chang Res.* 9(4):471-485.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11(5):1633-1644.
- Pokhriyal P, Rehman S, Areendran G, Raj K, Pandey R, Kumar M, Sahana M, Sajjad H. 2020. Assessing forest cover vulnerability in Uttarakhand, India using analytical hierarchy process. *Model Earth Syst Environ.* 6(2):821-831.
- Schlamadinger B, Johns T. 2007. Forestry and climate change. In: Freer-Smith PH (ed). *Afforestation, reforestation and reduced deforestation to sequester carbon and reduce emissions.* UK: CAB International Wallingford. p. 73-79.
- SEDAC. 2015. Popular Density, v4.11: [accessed 2021 June 22]. <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v4-population-density-rev11>
- SDG India Index. 2021. India Index: [accessed 2021 June 22]. <https://sdgindiaindex.niti.gov.in/#/ranking>
- Singh A, Unnikrishnan S, Naik N, Duvvuri K. 2013. Role of India's forests in climate change mitigation through the CDM and REDD+. *J Environ Plan Manag.* 56(1):61-87.
- So J, Lee CK. 2012. Legal consideration of Forest Carbon Offset System. Korea Legislation Research Institute. 43: 289-315
- Statistics Times. 2019. Indian states by GDP: [accessed 2021 June 22]. <https://statisticstimes.com/>
- Thorat A, Vanneman R, Desai S, Dubey A. 2017. Escaping and falling into poverty in India today. *World dev.* 93:413-426.
- Turner WR, Oppenheimer M, Wilcove DS. 2009. A force

- to fight global warming. *Nature*. 462(7271):278-279.
- UNDP. 2020. Technical Note. Planetary pressures— Adjusted Human Development Index. New York, USA; UNEP. Human Development Report 2020.
- UNFCCC. 2018. CDM Methodology Booklet, 12th edition. Rio de Janeiro: UNFCCC.
- UNFCCC. 2019. What is the Paris Agreement?: [accessed 2021 Mar 11]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNFCCC. 2021a. CDM Project Activities: [accessed 2021 Sep 01]. <https://cdm.unfccc.int/sunsetcms/Statistics/Public/CDMinsights/index.html#reg>
- UNFCCC. 2021b. CDM Project Search: [accessed 2021 Feb 27]. <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- United Nations. 2020. Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- Wang F, Zhu W, Zou B, Neher DA, Fu S, Xia H, Li Z. 2013. Seedling growth and soil nutrient availability in exotic and native tree species: implications for afforestation in southern China. *Plant Soil*. 364(1-2):207-218.
- Weatherbase. 2016. India: Monthly - Weather Averages Summary: [accessed 2021 Apr 23]. <http://www.weatherbase.com/weather/city.php3?c=IN&name=India>
- Yoo SH, Cho YS, Son YH, Lee W-K. 2011. A policy recommendation for the successful CDM A/R projects. *J Energy and Climate Change*. 5(1):51-64.