Check for updates

Journal of Climate Change Research 2024, Vol. 15, No. 5-1, pp. 747~756
DOI: https://doi.org/10.15531/KSCCR.2024.15.5.747

국외산림탄소축적증진사업 대상국 선정을 위한 유형화 연구

정유진* · 김준순**†
*강원대학교 산림경영학과 박사과정학생, **강원대학교 산림과학부 교수

Classification of developing countries for participation in the Reducing Emission from Deforestation and forest Degradation (REDD+) initiative

Jung, Youjin* and Kim, Joonsoon**†
*Department of Forest Management, Kangwon National University, Chuncheon, Korea
**Division of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

ABSTRACT

South Korea has set national greenhouse gas reduction targets for 2030, including a goal of 37.5 million tCO_2eq reduction through international efforts. Within the forestry sector, this target incorporates a reduction of 5 million tCO_2eq through the Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+) initiative in developing countries. To achieve South Korea's Nationally Determined Contributions (NDCs), it is essential to expand REDD+ projects to additional countries. Successful implementation requires strategic selection of target countries considering social, political, and economic variables. This study aims to identify and classify countries suitable for participation in South Korea's REDD+ by analyzing forest conditions, socio-economic factors, political characteristics, and existing cooperation agreements with South Korea. Principal Component Analysis was used to extract common factors, followed by hierarchical and non-hierarchical cluster analyses to classify countries. The analysis categorized potential REDD+ partner countries into four clusters: foundation building, potential growth, upper-middle income, and priority access. The first cluster comprised 41 countries, including Belize and Honduras; the second cluster consisted of 16 countries, such as Tanzania, Bhutan, and Fiji; the third cluster included 29 countries, like Costa Rica, Ecuador, Argentina, and Chile; and the fourth cluster comprised 25 countries, including Laos, Cambodia, and Ghana. This study provides cooperation strategies and investment insights for the public and private sectors in selecting REDD+ partner countries. It also serves as a key resource to help South Korea achieve international emission reduction targets and meet NDC commitments.

Key words : REDD+, Nationally Determined Contributions (NDCs), Paris Agreement, International Cooperation, Cluster Analysis

1. 서론

국외산림탄소축적증진(Reducing Emission Deforestation and forest Degradation, REDD+) 사업은 개발도상국의 기후변화 대응을 위한 중추적인 정책 프레임워크로 부상하였다. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)는 REDD+를 농업, 임업 및 기타 토지 이용(Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU) 부문에서 배출감축 잠재력이 가장 큰 활동으로 명시하며, 이는 연간 0.4 ~ 5.8 $GtCO_2eq$의 감축이 가능하다고 평가하였다(IPCC, 2019). REDD+는 기후변화 완화(Mitigation)뿐만 아니라 환경적 및 사회적 편익을 지역주민에게 제공하며, 지속가

†Corresponding author : jskim@kangwon.ac.kr (Kangwon National University, 1 Kangwondaehakgil, Chuncheon-si, Gangwon State, 24341, Korea. Tel. +82-33-250-8338)
ORCID 정유진 0000-0003-2693-8761 김준순 0000-0002-6740-2034

Received: September 6, 2024 / Revised: September 25, 2024 1st, October 7, 2024 2nd / Accepted: October 21, 2024

능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)를 달성하는 데에도 유용한 수단이 될 수 있다(Bastos Lima et al., 2017).

파리협정 이후, REDD+는 국가결정기여(Nationally Determined Contributions, NDCs) 목표 이행의 중요한 도구로 주목받고 있으며, 여러 국가가 NDC에서 REDD+를 높은 감축 잠재력을 가진 우선 과제로 언급하였다(Angelsen et al., 2018; UN-REDD Programme, 2022). REDD+ 사업을 통해 획득한 감축실적은 사업국의 NDC 달성뿐만 아니라, 파리협정 제6.2조에 따라 다른 국가의 NDC에도 활용될 수 있다. 이는 제6.2조에서 규정한 협력적 접근법과 연계하여 국가 간 감축실적 이전(Internationally Transferred Mitigation Outcomes, ITMOs)을 통해 사업국에서 발생한 감축실적을 타국으로 이전할 때 가능하다(Jung et al., 2022). 이에 따라, 우리나라 산림청도 2030년까지 REDD+ 사업을 이행하여 500만 tCO_2eq의 국제감축실적을 확보하고 NDC 달성에 기여하고자 한다(KFS, 2023).

산림청은 2012년부터 캄보디아, 미얀마 등 동남아시아를 중심으로 REDD+ 시범사업을 추진하였다. 그러나 현재까지 진행된 시범사업은 자발적 탄소시장에서 개발된 사업이므로 NDC에 배출감축량을 반영할 수 없는 한계가 있었다. NDC에 활용되기 위해서는 UNFCCC에서 인정하는 국가 및 준국가(Sub-national) 수준의 REDD+ 사업을 통해 감축실적을 확보해야 하지만(Song et al., 2023), 산림청이 추진한 시범사업은 프로젝트 수준에서 이루어졌기 때문에 NDC에 반영하기 어렵다. 이를 극복하기 위해 산림청은 국제감축사업으로 인정받을 수 있는 수준의 REDD+ 사업을 착수하여 확대해 나가고자 한다. 이미 라오스를 대상으로 준국가 수준의 REDD+ 사업을 착수하였으며, 다른 개발도상국으로의 사업지 확대 방안을 모색하고 있다.

국내에서는 농림업, 교육, 교통 등 다양한 분야의 공적개발원조(Official Development Assistance, ODA) 및 국제개발협력 사업 대상국을 선정하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다(Choi, 2013; Choi et al., 2016; Heo et al., 2018; Hwang, 2019; Jang et al., 2022; Kim et al., 2010; Lee et al., 2013; Lee, 2019; Park et al., 2013). 그러나 REDD+ 사업 대상국과 관련된 연구는 매우 부족한 실정이다. Bae and Seol (2012)은 온실가스 감축잠재력과 한국과의 산림협력 현황을 고려하여 38개의 REDD+ 대상 국가를 선정하였다. 이는 온실가스 감축잠재력이 높은 국가 중 산림청과 협력관계가 있거나 AFoCO 회원국인 국가를 중심으로 선정하였다. Kim KH et al. (2020)도 REDD+ 협력국을 선정하였는데, 앞선 연구와 공통으로 고려한 요소에 NDC에 산림 및 REDD+ 포함 여부, 바르샤바 REDD+ 프레임워크(Warsaw Framework for REDD+, WFR) 4대 이행요건의 충족 여부, 우리나라의 REDD+ 시범사업 국가 등을 추가로 반영하였다.

그러나 두 연구 모두 REDD+ 사업의 잠재 가능성이나 우리나라와의 협력관계를 고려하였으나, 대상국의 정치 및 사회·경제 상황을 반영하지 못한 한계가 있었다. ITMOs를 획득하기 위해서는 우리나라와 상대국 간 기후변화협정 체결이 선행되어야 하므로, 해당 국가의 안정적인 정치적 상황이나 우리나라와의 긍정적인 협력관계를 고려하는 것이 중요하다. 또한, REDD+는 토지 소유권 문제나 지역 주민의 협력 등 사회적 요인도 성공에 영향을 미치기 때문에, 다각적 요인을 반영한 대상국 선정과 추진 전략을 마련해야 한다(Chhatre et al., 2012; Di Gregorio et al., 2012).

따라서 본 연구에서는 개발도상국의 산림 및 환경, 사회경제적 요인, 정치적 특성, 우리나라와의 협력 체결 여부 등 다양한 요인을 통계학적 분석 기법을 통해 분석하고, 이를 바탕으로 우리나라가 REDD+ 협력을 추진할 수 있는 국가의 유형을 구분하고자 한다. 또한, 우리나라 REDD+ 사업의 효율적인 지원 방안을 제시하고, 협력 국가의 우선순위를 도출하여 사업 대상국 확대를 위한 시사점을 제공하고자 한다.

2. 연구자료 및 방법

2.1. 연구자료

우리나라의 REDD+ 사업 대상국을 유형화하기 위하여 본 연구에서는 기존 농림업 분야 ODA (Choi et al., 2016; Heo et al., 2018; Jang et al., 2022; Kim et al., 2010), 타 분야 ODA (Choi, 2013; Hwang, 2019; Park et al., 2013), REDD+ 대상국 분석 및 기금 결정요인(Bae and Seol, 2012; Kim DH et al., 2020; Kim KH et al., 2020)과 관련한 선행연구에서 활용한 변수를 검토하여 연구의 목적에 적용할 수 있는 변수를 선정하였다.

REDD+ 이행 현황은 바르샤바 REDD+ 프레임워크의 4대 이행기반 구축 여부, NDC에 산림 및 REDD+의 포함 여부, 우리나라와의 협력관계는 산림청 양자협력국, 외교부의 기후변화 기본협정 체결 여부와 중점협력국을 고려

하였다. 산림 현황은 산림률과 2010∼2020년 기준 연간 순산림변화율, 사회경제 요인으로는 1인당 GDP (current US$), 인간개발지수(Human Development Index), 지속가능발전목표 평가 지수를 사용하였다. 정치적 상황은 세계거버넌스지수(World Governance Indicators)에서 제공하는 정치적 안정, 정부 효율성, 부정부패를 선정하여 총 13개의 변수를 설정하였다(Table 1).

REDD+ 이행 현황에 대한 평가는 '여부'로 구분되는 범주형 변수의 경우 유무에 따라 0 또는 1로 평가했으며, 바르샤바 REDD+ 프레임워크의 경우 각 국가가 이행기반을 얼마나 마련했는지에 따라 4개의 이행 요소를 바탕으로 0∼1 사이의 점수로 환산하였다. 구체적으로, 4대 이행기반 중 하나를 이행했을 경우 1/4 (0.25), 두 개를 이행했을 경우 2/4 (0.5), 세 개를 이행했을 경우 3/4 (0.75), 네 개 모두를 이행한 경우 4/4 (1.0)로 점수화하였다. 그 외 산림률, 1인당 GDP 등 연속형 변수는 변수별 범위가 상이하므로 사전에 표준화를 진행하여 분석을 수행하였다.

분석 대상은 2024년 기준 OECD 개발원조위원회(Development Assistance Committee, DAC)에서 발표한 수원국과 바르샤바 REDD+ 프레임워크 참여 국가로 설정하였다. OECD DAC에서 구분하는 원칙에 의해 수혜국은 1인당 국민총소득(GNI)에 따라 최빈국(Least Developed Countries/UN 지정 인적자원지수, 경제적 취약성 지수 고려), 기타 저소득국(Other Low Income Countries/2022년 1인당 GNI ≤ $1,135), 하위 중소득국(Lower Middle Income Countries and Territories/$1,136 ≤ 2022년 1인당 GNI ≤ $4,465), 상위 중소득국(Upper Middle Income Countries and Territories/$4,466 ≤ 2022년 1인당 GNI ≤ $13,845) 등 총 4가지로 분류하였다. OECD DAC 수원국에는 포함되지 않으나 WFR에 포함된 칠레를 포함하여 총 142개국을 대상으로 하였으며, 분석의 정확도를 높이기 위해 결측치가 있는 31개국을 제외하고 최종적으로 111개국을 분석대상으로 선정하였다. 대륙별 분포는 아프리카 48개국, 아시아 30개국, 아메리카 21개국, 유럽 10개국, 오세아니아 2개국으로 나타났다.

2.2. 연구방법

본 연구에서는 우리나라의 REDD+ 사업 대상국 선정을 위해 문헌검토, 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA), 계층적 및 비계층적 군집분석의 단계로 진행하였다(Fig. 1).

먼저, 선행연구 및 문헌 검토를 통해 REDD+ 국가 선정 시 고려해야 하는 변수를 설정하고, 주요 요인을 추출하기 위해 주성분 분석을 실시하였다. 주성분 분석은 다수의 변수 간에 존재하는 상관관계를 바탕으로, 데이터의 주요 변동성을 설명하는 새로운 변수(주성분)를 추출하여 차원을 축소하는 방법이다. 이를 통해 데이터의 복잡성을 줄이고, 많은 변수를 요약하여 분석을 용이하게 할 수 있다. 또한, 여러 변수를 소수의 주성분으로 축약하여 변수 간의 상관관계를 반영하는 공통인자를 도출하는 데 유용하다 (Jolliffe, 2002). 다음으로, 데이터의 적합성을 평가하기 위해 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)와 Bartlett의 구형성 검정을

Table 1. Variables

Categories	Variables	Year	Source
REDD+	Warsaw Framework for REDD+	2024	UNFCCC
	Forest/REDD+ in NDC	2020	Kim KH et al., 2020
Cooperation with South Korea	Bilateral Forest Cooperation	2023	KFS
	Framework Agreement for Cooperation on Climate Change	2024	MOFA
	Priority partner countries	2024	MOFA
Forest	Forest rate	2022	FAO
	Net annual forest change rate	2022	FAO
Socio-economic	GDP per capita	2023	WB
	Human Development Index	2023	UNDP
	SDGs Index	2024	SDSN
Political status	Political Stability	2023	WB
	Governance Effectiveness	2023	WB
	Control of Corruption	2023	WB

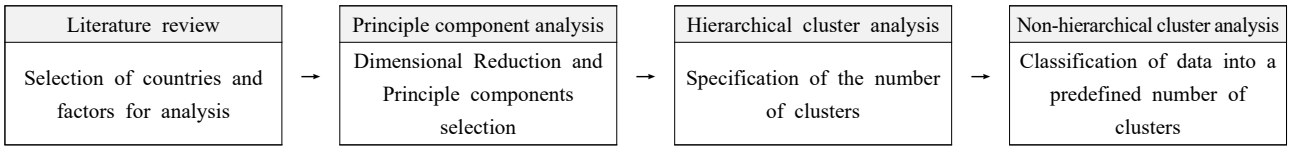

Fig. 1. Analytic process

실시하였다. 적합성을 확인한 후, 군집의 수를 사전에 파악하기 위해 계층적 군집분석에서 Ward 방법을 사용하였다. Ward 방법은 군집 내 오차 제곱합의 증가를 최소화하며 군집을 병합하는 방식으로, 사전에 군집의 수를 결정하는 데 활용된다. 이 과정에서 군집 간 유사성은 제곱 유클리드 거리(Euclidean Distance)를 통해 측정하였다.

적절한 군집의 수를 결정한 후, K-means 비계층적 군집분석을 실시하였다. K-means 군집분석은 사전에 결정된 군집의 수를 바탕으로 데이터를 반복적으로 재배치하여 군집 내 분산을 최소화하는 방식이다. 이를 통해 국가 간 특성에 따라 국가들을 군집화하고, 각 군집의 특성과 차이점을 분석할 수 있다. 즉, 국가 간 특성에 따른 유사성을 바탕으로 분석하여 우리나라 REDD+ 사업 대상국의 유형을 도출하고, 각 유형의 특성과 차이점을 분석하였다.

3. 연구결과

3.1. 주성분 분석을 이용한 주요 요인 도출

분석 결과, KMO 값은 0.722로 나타나 주성분 분석에 적합한 표본임을 확인하였다. Bartlett의 구형성 검정에서 카이제곱 값은 787.621로 높게 나타났으며, 유의확률은 0.000으로 통계적으로 유의하였다. 13개 변수 중 4개의 주요 요인이 추출되었으며, 이 4개의 요인은 전체에 대해 76.25%의 설명력을 가진다. 요인 추출 시 고유치가 1 이상인 요인만을 선택하였으며, 베리맥스(varimax) 회전을 사용하여 특정 변수가 어느 요인에 의하여 설명되는지 파악하고자 하였다. 요인 적재값이 0.5 이상인 변수만을 선택하여 주요 요인을 도출하였다(Table 2).

추출된 요인은 주요 변수들의 특징을 바탕으로 명명하였다. 제 1요인은 1인당 GDP, SDG 지수, 인간개발지수에서 요인 적재값이 0.7 이상으로 나타나, 이들 간 상호 관련성이 높다고 판단하여 '사회경제요인'으로 명명하였다. 제 2요인에서는 정치적 안정, 정부효율성, 부정부패 변수가 0.7 이상의 적재값을 보여 '정치 및 거버넌스', 제 3요인은 국가 NDC에 REDD+ 계획 포함 여부, WFR 4대 기반 구축, 국토 면적 대비 산림률(%)을 포함하여 '산림 및 REDD+ 현황'으로 정의하였다. 마지막으로, 제 4요인은 기후변화 기본협정 체결, 산림청 양자협력국, 정부 중점협력국의 변수를 포함하여 '우리나라와의 협력'으로 분류하였다. 연도별 순산림변화율(%)도 변수로 포함하였으나 요인 적재값이 기준치인 0.5 이하로 나와 주성분에서 제외하

Table 2. The results of principle component analysis

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Framework Agreement for Cooperation on Climate Change	0.085	0.036	0.136	**0.697**
Bilateral Forest Cooperation	0.398	-0.069	0.047	**0.600**
Priority partner countries	-0.164	0.076	-0.026	**0.851**
Forest/REDD+ in NDC	-0.314	-0.011	**0.799**	0.047
Warsaw Framework for REDD+	0.144	-0.013	**0.830**	0.262
Forest rate	0.140	0.175	**0.827**	-0.088
Political Stability	0.280	**0.737**	0.293	0.002
Governance Effectiveness	0.348	**0.854**	-0.013	0.147
Control of Corruption	0.130	**0.923**	-0.023	-0.060
GDP per capita	**0.889**	0.223	0.104	-0.156
SDGs Index	**0.777**	0.430	-0.076	0.249
Human Development Index	**0.887**	0.311	-0.029	0.162

였다. 한편, 산림률은 REDD+ 기반 변수들과 하나의 주성분으로 묶여 두 요인이 상호 연관되어 있음을 확인하였다.

3.2. 국가 유형화

계층적 군집분석을 통해 각 국가 간 유사성을 측정하고 군집의 개수를 예측하였다. 덴드로그램(Dendrogram) 분석 결과, 4개의 주요 군집으로 분류하는 것이 가장 적합한 것으로 판단하였다. 계층적 군집분석은 변수의 규모와 이상치에 영향을 받기 쉽다는 단점이 있어 이를 보완하고자 계층적 군집분석을 통해 얻은 군집해로부터 각각의 최초 군집 중심값을 구한 후, 비계층적인 군집분석인 k-mean 군집분석을 실시하였다. 비계층적 군집분석은 초기 군집 수를 설정한 후, 각 개체를 반복적으로 재배치하여 군집 내의 분산을 최소화하는 방식으로 진행되었다. 군집의 수를 4개로 설정하였으며, 분류된 국가는 Table 3와 같다. 전체 111개 국가 중 군집 1은 수리남, 우간다, 잠비아 등 41개 국가, 군집 2는 베닌, 나미비아, 부탄 등 16개 국가, 군집 3은 칠레, 멕시코, 태국 등 29개 국가, 군집 4는 방글라데시, 스리랑카, 페루 등 25개 국가로 분류되었다(Fig. 2).

각 군집은 해당 국가들이 공유하는 4가지 특성들을 기반으로 구성되었는데, 군집 중심값을 확인하여 군집 간 유사성과 차이를 명확히 구분할 수 있었다. 군집 1은 산림 및 REDD+만 양의 값을 나타냈으며, 나머지 요인은 모두 음수 값을 보였고 정치 및 거버넌스 수치가 다른 군집에 비해 가장 낮았다. 이는 정치, 사회 환경이 취약하나 산림 면적이 높고 REDD+를 위한 기반 구축이 잘 되어 있는 국가들로 구성된 군집이다. 군집 2는 정치 및 거버넌스의 수치가 가장 높은 값을 보였으며, REDD+ 기반에 대해 가장 낮았다. 정치적인 상황은 다른 국가에 비해 안정적이나 WFR에서 요구하는 4대 이행기반을 아직 마련하지 못한 국가로 이루어져 있다. 군집 3은 사회경제 요인과 정치 및 거버넌스의 수치가 양의 값을 나타내고, 우리나라와의 협력관계는 저조하였다. 이는 중상소득 국가가 많고 1인당 GDP도 가장 높았다. 그러나 외교부 협력관계가 있는 국가는 없었으며, 산림청과 양자협력을 맺은 국가가 일부 있었다. 마지막으로 군집 4는 우리나라와의 협력관계가 가장 긍정적인 국가가 많았으며, 기후변화 기본협정을 체결하거나 논의 중인 국가가 모두 포함되었다. 추가로 사회경제 요인, 산림 및 REDD+의 군집 중심값도 양의 값을 나타냈다. 우리나라와 협력관계가 양호하면서 REDD+ 기반도 잘 구축된 국가가 분포한다.

대륙별 국가분포를 비교한 결과, 군집 1과 군집 2에는 아프리카 국가가 가장 많이 포함되어 있었다. 반면, 군집 3은 아시아와 아메리카 대륙에 있는 국가가 다수였으며,

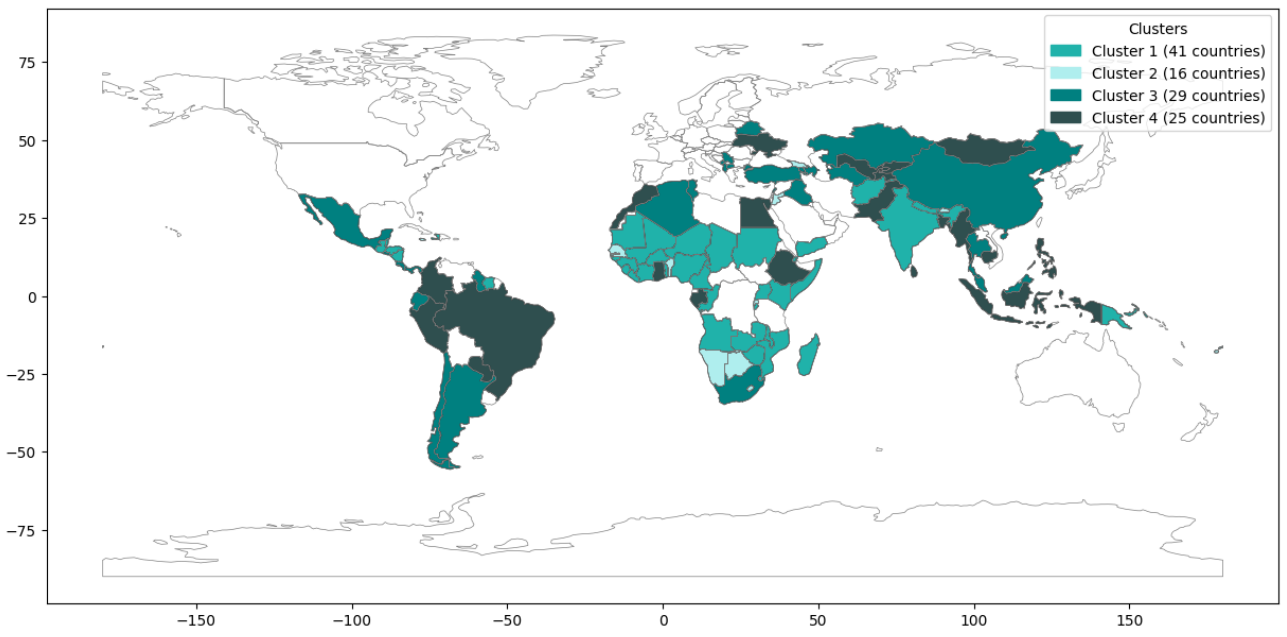

Fig. 2. Distribution of countries by clusters

Table 3. Classification of countries by cluster and the value of cluster centroids

Cluster	Countries		PC1	PC2	PC3	PC4
Cluster 1	Asia (4)	Afghanistan, India, Nepal, Yemen	-0.74193	-0.54375	**0.31174**	-0.49844
	Africa (29)	Angola, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Central African Republic, Chad, Comoros, Congo, Côte d'Ivoire, DR Congo, Djibouti, Eswatini, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mozambique, Niger, Nigeria, Sierra Leone, Somalia, Sudan, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe				
	America (6)	Belize, Guatemala, Haiti, Honduras, Nicaragua, Suriname				
	Others (2)	Papua New Guinea (Oceania), Montenegro (Europe)				
Cluster 2	Asia (3)	Bhutan, Georgia, Jordan	-0.54169	**1.62706**	-0.46121	-0.35989
	Africa (11)	Benin, Botswana, Cape Verde, Gambia, Lesotho, Mauritius, Namibia, Rwanda, Sao Tome and Principe, Senegal, Tanzania				
	America (1)	Jamaica				
	Others (1)	Fiji (Oceania)				
Cluster 3	Asia (9)	China, Iraq, Kazakhstan, Lebanon, Malaysia, Maldives, Thailand, Turkey, Turkmenistan	**1.24622**	**0.02652**	-0.21260	-0.46742
	Africa (3)	Algeria, South Africa, Tunisia				
	America (9)	Argentina, Chile, Ecuador, Guyana, Costa Rica, Dominican Republic, El Salvador, Mexico, Panama				
	Others (8)	Albania, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, North Macedonia, Serbia (Europe)				
Cluster 4	Asia (14)	Bangladesh, Cambodia, Indonesia, Iran, Kyrgyzstan, Laos, Mongolia, Myanmar, Pakistan, Philippines, Sri Lanka, Tajikistan, Uzbekistan, Vietnam	**0.11783**	-0.18033	**0.03053**	**1.58997**
	Africa (5)	Egypt, Ethiopia, Gabon, Ghana, Morocco				
	America (5)	Bolivia, Brazil, Colombia, Paraguay, Peru				
	Others (1)	Ukraine (Europe)				

군집 4는 다른 군집에 비해 아시아 국가가 가장 많이 분포하였다. 우리나라와의 협력관계를 살펴보면, 군집 4가 우리나라와 협력관계에 있는 국가들을 가장 많이 포함한 군집으로 나타났다. 특히 베트남, 몽골, 우즈베키스탄은 세 가지 조건을 모두 충족하는 국가들이며, 기후변화 기본협정을 논의 중인 국가로는 인도네시아와 페루가 포함되었다. 정치 및 거버넌스 관련 변수의 평균값 분석 결과, 군집 2에서만 양의 값을 보였다. 사회경제적 측면에서는 아프리카 국가가 다수를 차지한 군집 1에 최빈국이 가장 많이 포함되었으며, 1인당 GDP 평균도 군집 1에서 가장 낮게 나타났다. 인간개발지수와 SDGs는 상호 비례적인 관계를 보이고 있었다. 산림 및 REDD+ 관련 분석에서는, 군집 1에서 4대 기반 중 1개 이상을 구축한 국가가 가장 많았으며, 이와 비례하여 해당 군집 내 국가들은 NDC에서 산림 및 REDD+ 분야 계획도 포함하고 있음을 확인할 수 있었다. 한편, 평균 산림률은 군집 간에 큰 차이 없이 군집별로 약 30% 정도로 유사하게 나타났다.

앞선 요인분석과 군집분석의 결과를 바탕으로, 최종적으로 국가를 네 가지 유형으로 구분하였으며, 각 군집의 특성과 상황을 반영하여 명명하였다. 먼저, 군집 1은 '기초 구축형 국가'로 명명하였다. 이 군집에 속한 국가들은 정치·사회 환경과 소득 수준이 낮지만, REDD+ 기반을 구축하고 관련된 계획을 다수 포함하고 있어 법적 기초 기반을 지원하는 협력이 필요하다. 군집 2는 '잠재 성장형 국가'로 구분하였다. 이 군집에는 정치적으로 안정적이며, 향후 발전 가능성이 큰 국가들이 포함되어 있다. 그러나 REDD+ 기반이 미흡하므로 다자협력기구와의 협력을 고려할 수 있으며, 안정된 정치 환경을 바탕으로 REDD+ 사

업을 발전시킬 잠재력을 가지고 있다. 군집 3은 '중상위 소득형 국가'로 명명하였다. 이 군집에는 중상소득 국가들이 다수 포함되어 있으며, 이들 국가와는 기존 협력 관계를 바탕으로 기술 및 정책 지원을 추진할 수 있다. 다른 군집에 비해 이미 상당한 경제적 역량을 보유하고 있어, 보다 구체적인 REDD+ 전략과 정책적 지원을 통해 효과적인 감축 실적을 기대할 수 있다. 마지막으로, 군집 4는 '우선 접근형 국가'로 구분하였다. 이 군집에 속한 국가들은 우리나라와의 협력 관계가 긍정적이며, 타 군집보다 REDD+ 4대 기반이 잘 구축되어 있다. 이들 국가는 REDD+ 사업을 통해 효율적으로 감축 실적을 확보할 수 있는 우선적인 대상 국가로서, 신속하고 전략적인 접근이 필요하다.

4. 고찰

유형별 특성에 따라 국가 지원 전략을 제시하고자 하였다. 첫째, '기초 구축형 국가'는 REDD+ 기반은 구축되어 있으나 우리나라와의 협력관계가 낮은 국가가 많으므로 우리나라와의 우호 관계 형성이 우선 과제이며, 협력 협정 체결을 위한 노력이 필요하다. 대부분 국가의 소득 수준이 매우 낮으므로 소득 지원사업을 포함한 공적개발원조(ODA) 사업을 병행하는 것이 중요하다. 또한, 정치적 상황이 불안정하고 법·제도의 기반이 부족하므로, 전략 수립이나 정책 기반 마련을 위한 지원이 필수적이다. 41개 국가 중 1순위로 벨리즈와 온두라스가 포함되며, 이들은 4대 기반을 모두 구축하고 있으며 산림률이 높고 산림전용률도 −0.2% 이하이다. 2순위로 2개 이상의 기반을 구축하고 산림률과 산림전용률의 조건을 충족하는 국가는 라이베리아, 수리남, 파푸아뉴기니(3개 기반 구축), 잠비아, 콩고민주공화국, 모잠비크, 과테말라 등을 고려할 수 있다. 특히, 파푸아뉴기니와 콩고 분지는 세계적인 열대우림 지역으로, 탄소흡수원으로 가치가 높고 풍부한 생물다양성으로 인해 중요성이 더욱 부각되는 지역이다. Bae and Seol (2012)의 연구에서 2차 협력국으로 제시한 국가 중 콩고민주공화국, 파푸이뉴기니가 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 그러나 콩고민주공화국의 경우 최근 일부 지역을 중심으로 발생한 무장단체의 분쟁 등 정치 상황이 취약하므로 협력을 위한 심층적인 사전 조사가 필요하다.

둘째, '잠재 성장형 국가'는 다른 군집에 비해 정치적 상황이 긍정적으로 평가되나 REDD+ 관련 전략이 미비한 경우가 많아, 4대 기반 구축을 지원하는 것이 필요하다. 정치적 안정성으로 인해 지속적인 사업 이행 가능성이 크고, 정치적 변동에 대한 위험이 낮아 사업 개발을 적극적으로 고려할 수 있다. 이를 위해 국제기구 등 다자협력기구와의 협업을 모색할 필요가 있다. 16개 국가 중 1순위로 1개 이상의 기반을 구축한 국가는 탄자니아(음트와라 주(州)는 출국권고 지역으로 제외), 부탄, 피지가 포함되며, 이 중 부탄은 이미 산림청과 양자협력 관계를 맺고 있어 이를 활용한 지원이 가능하다. 2순위로 산림률이 높고 산림전용이 발생하여 기반구축을 고려할 수 있는 국가는 산림청과 양자협력인 베냉(다른 서부 아프리카보다 치안 상태가 양호하나 북부 부르키나파소 접경지역은 출국권고 지역으로 제외), 정부중점협력국인 세네갈을 중심으로 다자협력기구와의 협력을 추진할 수 있다. 3순위로 우리나라와의 협력관계는 없지만, 산림 조건도 충족하면서 정치적으로 안정적으로 평가되는 보츠와나, 나미비아, 감비아 등을 기반구축을 위한 협력 대상으로 포함한다.

셋째, '중상위 소득형 국가'는 산림청과의 기존 양자협력 관계를 활용하여 아시아와 아메리카 대륙에서 추가 사업지를 발굴하는 전략이 적합하다. 이들 국가는 소득 수준과 사회 환경이 타 유형에 비해 높아서, 기술 개발, 정책 및 인프라 지원 등 고도화된 접근 방식을 통해 지원할 수 있다. 29개 국가 중 1순위는 코스타리카, 에콰도르, 아르헨티나, 칠레로, 기존 산림청 협력관계를 유지하고 있으며 4대 기반이 대부분 구축된 국가들로 구성된다. 획득한 감축실적 이전 기반을 마련하기 위한 기후변화 기본협정 체결 후보로 고려할 수 있다. 또한, 코스타리카를 제한 3개 국가는 국가산림모니터링 시스템이 미비하므로 이에 대한 전략을 마련할 수 있다. 2순위로 우리나라와 협력관계는 없으나 4대 기반 중 국가산림모니터링 시스템만 구축하지 못한 국가는 멕시코, 가이아나, 파나마가 포함된다. Jang et al. (2022)의 결과에서도 파나마의 협력 여건을 긍정적으로 평가하며 삼각협력 등의 방식으로 협력을 고려할 것을 제안하여 본 연구에서 도출된 결과와 일치하는 것을 확인하였다.

마지막으로, '우선 접근형 국가'는 REDD+ 사업을 통해 효율적으로 감축 실적을 확보할 수 있는 우선적 대상이다. 이러한 국가들은 신속하고 전략적인 접근이 필요하며, 기후변화 협정 체결을 추진하거나 REDD+ 기반 구축을 지원함으로써 보다 효과적인 협력을 기대할 수 있다. 기본협정 체결을 논의 중인 국가들은 우선적으로 기반 구축 지원을 통해 사업을 추진하며, 단계적이고 시간 및 비용 측면에서 효율적인 접근 전략을 수립하는 것이 중요하다.

25개 국가 중 1순위로 4대 기반을 모두 구축하고 우리나라와의 협력이 긍정적인 라오스, 캄보디아, 가나를 포함하며, 라오스는 현재 국제감축사업을 수행 중인 국가이고 캄보디아는 산림청의 사업지 발굴을 위한 조사 예정지로 고려되므로 현 정책과 일치하는 결과를 확인하였다. 가나는 기후변화 기본협정을 논의하고 있으므로 국가의 정치적 상황을 고려하여 사업 추진 대상으로 검토가 필요하다. 2순위로 4대 기반 중 3개를 구축하고, 기후변화 기본협정 체결을 완료한 국가는 베트남, 가봉이 있으며, 기후변화 기본협정을 논의 중인 국가는 인도네시아, 콜롬비아, 브라질이 포함된다. 현 산림청의 정책 기조에 따르면 베트남을 대상으로 예비타당성 조사를 진행하고자 하며, Kim KH et al. (2020)의 연구에서도 인도네시아, 캄보디아, 브라질, 콜롬비아 등을 우선협력 대상국으로 선정하였으므로 본 연구결과와 일치하였다. Jang et al. (2022)에서도 기후변화 분야에서 REDD+ 협력 대상국을 아시아에서 인도네시아, 미얀마, 라오스, 중남미에서는 파라과이, 브라질, 콜롬비아, 아프리카에서는 탄자니아, 카메룬, 수단, 모잠비크를 제시하였다. 본 연구에서 도출된 우선 접근형에서 라오스, 베트남, 인도네시아, 콜롬비아, 브라질이 일치하였다. 그러나 콜롬비아는 나리뇨, 바예델카우카, 아라우카, 카우카 주(州) 등은 출국 권고 지역이므로 해당 주를 제외한 접근을 고려해야 한다. 3순위로 우리나라와 기후변화 기본협정 체결을 논의 중이나 REDD+ 기반이 부족한 국가는 페루와 스리랑카가 있다. 특히, 페루는 기존 산림청 양자협력국이면서 산림률도 높고 산림전용율도 음의 값을 가지는 국가이나, 특정 지역은 출국권고 지역으로 분류되므로 해당 주를 제외한 지역에 사업 추진을 고려해야 한다.

본 연구는 우리나라 NDC 목표 달성을 위한 국제감축사업으로서 REDD+ 대상국을 선정하는 것을 목적으로 한다. 기업이 주도적으로 추진하는 REDD+ 또는 자발적 탄소시장 표준의 REDD+ 사업 개발 등 목적에 따라 대상국 선정 시 고려할 수 있는 변수가 달라질 수 있다. 민간투자 촉진을 위해 경제적, 법적 안정성 및 인프라 개발 가능성 등 기업이 평가할 수 있는 요인을 추가로 분석할 필요가 있다. 또한, 기존 ODA 연구에서 사용된 방법과 유사하게 전문가 집단의 설문조사를 통해 평가지표별 가중치를 도출하고 이를 반영한 후속 연구를 기대해 본다. 더불어, 국제사회는 태평양 도서국(Pacific Small Island Developing States, PSIDS)의 기후변화 대응을 위한 협력을 강화할 것을 촉구하고 있다(Park and Kim, 2022). 이에 따라, 결측치로 인해 분석에 포함되지 못한 마이크로네시아 연방, 솔로몬제도, 팔라우 등 산림면적이 높은 태평양 도서국에 대한 추가적인 검토도 필요하다.

5. 결론

본 연구는 국제감축실적 확보를 위한 REDD+ 대상국을 유형별로 구분하고, 각 유형의 특성에 따른 협력 방향을 제시하였다. 13개의 변수를 산림 및 REDD+, 정치 및 거버넌스, 우리나라와의 협력, 사회경제요인으로 구성된 4개의 주성분으로 축약하였다. 또한, 111개 국가를 군집분석하여 기초 구축형, 잠재성장형, 중상위소득형, 우선접근형의 4개 군집으로 분류하고 명명하였다. 전 세계 개발도상국을 대상으로 국제적인 통계자료를 활용하여 정량적으로 평가하고자 하였으며, 기존 연구에서는 고려하지 않은 국가의 정치, 사회, 경제적인 지표를 포함하여 분석하였다는 데 의의가 있다.

현시점에서는 우선 접근형 국가와의 협력을 강화하여 빠르게 감축 실적을 확보하는 동시에, 국제기구와의 협력, ODA 병행 등 군집별로 특화된 협력전략의 수립이 필요하다. 이 연구의 결과는 정책 결정자들이 REDD+ 사업을 전략적으로 계획하고 실행하는 데 있어 중요한 지침을 제공할 수 있다. 특히, 국가 유형별 분석 결과는 REDD+ 사업의 전략적 추진을 위한 기초 자료로 활용될 수 있으며, 맞춤형 접근 전략을 통해 우리나라의 NDC 목표 달성에 기여할 수 있는 REDD+ 사업의 효과성을 극대화할 수 있을 것으로 기대한다.

파리협정 제5조에서 강조하듯이, REDD+는 산림을 통한 온실가스 배출 감축 수단으로서 국제적으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 우리나라는 REDD+를 통한 6.2조 기반 국제감축사업을 선제적으로 대응하기 위해 「개발도상국 산림을 통한 온실가스 배출 감축 및 탄소 축적 증진 지원에 관한 법률」을 제정하고 제도적 기반을 마련하였다. 본 연구의 결과는 제도적 기반을 마련한 시점에서 우리나라가 국제사회에서 REDD+ 협력을 보다 적극적이고 효율적으로 접근할 수 있도록 시사점을 제공한다. 이를 통해 글로벌 탄소 감축목표 달성에 기여함과 동시에, 국제적 기후 리더십을 강화할 기회를 가질 수 있다. 따라서, 향후 우리나라의 REDD+는 특정 국가와의 협력 강화뿐만 아니라, ODA 또는 국제기구와의 협력 모델을 구체적으로 설계하고 추진하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

사사

본 연구는 한국연구재단 박사과정생연구장려금지원사업(NRF-2023S1A5B5A19094514)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Reference

Angelsen A, Martius C, De Sy V, Duchelle AE, Larson AM, Pham TT. 2018. Transforming REDD+: Lessons and new directions. Bogor, Indonesia: CIFOR. doi: 10.17528/cifor/007045

Bae JS, Seol MH. 2012. Selection of bilateral cooperative countries between Korea and developing countries for REDD+: Based on forest coverage rate and deforestation rate (in Korean with English abstract). J Korean Soc Int Agric 24(4): 397-403.

Bastos Lima MG, Kissinger G, Visseren-Hamakers IJ, Braña-Varela J, Gupta A. 2017. The Sustainable Development Goals and REDD+: Assessing institutional interactions and the pursuit of synergies. Int Environ Agree Polit Law Econ 17(4): 589-606. doi: 10.1007/s10784-017-9366-9

Chhatre A, Lakhanpal S, Larson AM, Nelson F, Ojha H, Rao J. 2012. Social safeguards and co-benefits in REDD+: A review of the adjacent possible. Curr Opin Environ Sustain 4(6): 654-660. doi: 10.1016/j.cosust.2012.08.006

Choi DJ. 2013. Target country selection framework for Korea's education ODA policy toward African countries (in Korean with English abstract). J Korean Assoc Afr Stud 40: 173-200.

Choi EH, Shin HE, Lee HS, Yoo BI, Park H. 2016. Analysis of forest development needs by country in Latin America and Korea's cooperation strategy. Seoul, Korea: National Institute of Forest Science. Research Report No. 656.

Di Gregorio M, Brockhaus M, Cronin T, Muharrom E. 2012. Politics and power in national REDD+ policy processes. Analysing REDD+: challenges and choices. In: Angelsen A, Brockhaus M, Sunderlin WD, Verchot L (eds). Analysing REDD+: Challenges and choices. Bogor, Indonesia: CIFOR. p. 69-90.

Heo J, Seok H, Cha W, Lee Y, Jeong D. 2018. International development cooperation strategy in agriculture and forestry sectors for focus countries (in Korean with English abstract). Naju, Korea: Korea Rural Economic Institute. Research Report R857.

Hwang SD. 2019. Selection model of prioritizing countries for Korean e-Government ODA programs (in Korean with English abstract). J Korean Assoc Reg Inf Soc 22(2): 59-71. doi: 10.22896/karis.2019.22.2.003

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019. Summary for policymakers. In: Shukla PR, Skea J, Calvo Buendia E, Masson-Delmotte V, Portner HO, Roberts DC, Zhai P, Slade R, Connors S, van Diemen R, et al. (eds). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press. p. 1-36. doi: 10.1017/9781009157988.001

Jang EK, Choi GY, Moon JY, Jeon CH, Choi EH, Choi HS. 2022. Exploring countries eligible for official development assistance towards global forest conservation focusing on green ODA criteria (in Korean with English abstract). J Korean Soc For Sci 111(2): 330-344. doi: 10.14578/jkfs.2022.111.2.330

Jolliffe IT. 2002. Principal component analysis for special types of data. In: Principal component analysis. New York: Springer. p. 338-372. doi: 10.1007/0-387-22440-8_13

Jung J, Chung SY, Lee G, Park S, Chun J. 2022. Utilizing Paris Agreement Article 6 for achieving Korea's NDC toward 2030 (in Korean with English abstract). Sejong, Korea: Korea Institute for International Economic Policy. ODA Study Series 22-05.

KFS (Korea Forest Service). 2023. The 2nd international forest cooperation strategy. Daejeon, Korea: Author.

Kim DH, Kim DH, Kim HS, Kim SI, Lee DH. 2020. Determinants of bilateral REDD+ cooperation recipients

in Kyoto Protocol regime and their implications in Paris Agreement regime. Forests 11(7): 751. doi: 10.3390/f11070751

Kim KH, Lee B, Kim S. 2020. The status and development of bilateral international cooperation in the forestry sector: The selection of priority partner countries for Korea's REDD+ programs (in Korean with English abstract). Korean J Agric Sci 47(4): 1083-1096. doi: 10.7744/KJOAS.20200091

Kim Y, Heo J, Kim J, Park B, Lee T. 2010. Mid- to long-term approach to the international agricultural development and cooperation projects (in Korean with English abstract). Seoul, Korea: Korea Rural Economic Institute. Research Report D-301.

Lee W, Kim B, Lee S. 2013. Research on selection criterion of Korean science and technology ODA programs (in Korean with English abstract). Int Dev Coop Rev 5(1): 153-178.

Lee YM. 2019. Investigating the classification and ordering of global partnership countries for technical vocational education and training, using cluster analysis (in Korean with English abstract). J Pract Eng Educ 11(1): 117-123. doi: 10.14702/JPEE.2019.117

Park B, Lee H, Koo JW. 2013. An analysis on the criteria and methodology of priority recipient selection for country partnership strategy (in Korean with English abstract). Sejong, Korea: Korea Institute for International Economic Policy. ODA Study Series 13-03 / Research Report 13-35.

Park NY, Kim YS. 2022. Strategic competition among major powers surrounding the pacific island countries and its implications. Sejong, Korea: Korea Institute for International Economic Policy. KIEP Basic Material 22-07.

Song MK, Kim RH, Lee HS, Lee YJ. 2023. Understanding Paris Agreement Article 6.2 and Forests: Article 6.2 and REDD+. Seoul, Korea: National Institute of Forest Science. Forest Science News 23-16.

UN-REDD Programme. 2022. Linking REDD+, the Paris Agreement, Nationally Determined Contributions and the sustainable development goals. Geneva, Switzerland: UN-REDD Programme Secretariat. Brief Series.