

산림탄소 프로젝트의 구축

REDD 지침서



2011

This work was made possible by:



Cover Photo Credit: Shutterstock.

산림탄소 프로젝트의 구축

REDD 지침서

기술적 프로젝트 디자인

Joerg Seifert-Granzin

Forest Trends

2011년 7월

© 2011 Forest Trends. All Rights Reserved.

인용형식 : Seifert-Granzin, Joerg. REDD Guidance: Technical Project Design. In Building Forest Carbon Projects, Johannes Ebeling and Jacob Olander (eds.). Washington, DC: Forest Trends, 2011.

이 보고서는 Forest Trends에 의해 Building Forest Carbon Projects(REDD Guidance)라는 제목으로 2011년 영문판으로 발간되었다. 산림청에서 이 보고서를 번역한 것이며, 만약 차이가 있을 경우 원본인 영문판이 적용된다. 아울러 이 보고서를 번역해 주신 서울대학교 산림과학부 김성일 교수 연구팀에게 감사를 포함한다.



Forest Trends의 역할은 광범위한 생태계 서비스와 생산물로부터 발생한 인센티브를 증진시킴으로써 산림 및 이에 연결된 자연 생태계를 유지·복원·향상시키는 것이다. Forest Trends는 특히 통합 탄소, 물, 생물의 다양성이라는 인센티브 개발을 촉진함으로써 지역사회와 천연자원 관리인들에게 실질적인 환경 보전이라는 결과와 혜택을 가져다주고자 한다.

Forest Trends는 전략적 시장·정책 이슈를 분석하고 생산자, 공동체, 투자자 간 연결을 촉진하며 환경 보전 및 인간을 위해 작용하는 시장에 일조할 새로운 금융 수단을 개발한다.

www.forest-trends.org



Katoomba Incubator는 성공 가능성이 높은 생태계 서비스 프로젝트가 시장에 진입하거나 지속가능한 재정 상황에 이를 때까지 포괄적인 지원을 제공한다. Katoomba Incubator는 주로 공동체나 중소기업들에게 초점을 맞춘다. 이 집단은 생태계 서비스 제공에 일익을 담당하나 어려운 장애물과 재정적 어려움에 당면하기 때문에 기술적, 사무적, 법적 자원을 망라한 통합적 지원을 제공한다.

www.katoombagroup.org/incubator



EcoDecisión은 환경 보전을 위한 새로운 자원 조달 방법을 개발하는 사회적 기업이다. EcoDecisión은 기후 변화의 완화, 수자원 보호, 생물다양성 보존 등 신흥 생태계 서비스 시장을 선도하고 있다.

1995년 Jacob Olander와 Marta Echavarría에 의해 설립된 EcoDecisión은 에콰도르의 키토에 기반을 두고 남아메리카 전역을 무대로 활동하며 국내외 NGO, 기업, 정부 기관을 포함해 다양한 고객과 협력업체를 두고 있다.

www.ecodecision.com.ec

감사의 말씀

이 장은 Johannes Ebeling, Jeffrey Hayward(Rainforest Alliance), Jared Nunery(Rainforest Alliance), Jacob Olander(Forest Trends), Robert Seaton(Brinkman & Associates Reforestation), and Naomi Swickard(Verified Carbon Standard Association)의 검토와 조언을 참고했다.

이와 같은 기여에 감사하며 사실이나 판단에 대한 오류가 있을지라도 저자의 몫으로 할 것임을 밝힌다.

아울러 Forest Trends의 창설자이자 회장인 Michael Jenkins를 비롯해 Jacob Olander와 Gena Gammie, Anne Thiel, 그리고 Forest Trends 일동의 도움에 감사를 표한다.

Building Forest Carbon Projects



본 안내서는 포레스트 트렌즈 '산림탄소 프로젝트의 구축' 시리즈의 일부로서 다음의 링크에서 확인할 수 있다.

http://www.forest-trends.org/publications/building_forest_carbon_projects

이 간행물 전체에 걸쳐 참고 문헌을 언급하였으며 아래의 문서들이 해당된다.

단계별 개요와 안내

Jacob Olander and Johannes Ebeling

AR 안내서: 기술적 프로젝트 설계

Johannes Ebeling and Alvaro Vallejo

탄소 축적량 평가 안내서: 인벤토리와 모니터링 절차

David Diaz and Matt Delaney

지역사회 참여 안내서: 산림 탄소 프로젝트의 좋은 관례

Tom Blomley and Michael Richards

법률 안내서: 산림 탄소 프로젝트의 법적 및 계약상의 측면

Slayde Hawkins

비즈니스 안내서: 산림 탄소 마케팅과 재무

Phil Covell

사회적 영향 안내서: 산림 탄소 프로젝트에 대한 핵심 평가 주제

Michael Richards

생물다양성의 영향 안내서: 산림 탄소 프로젝트의 핵심 평가 주제

John Pilgrim, Jonathan Ekstrom, and Johannes Ebeling

약어

ACoGS	초원과 관목지의 전환 방지(Avoided Conversion of Grasslands and Shrublands)
ACR	미국 기후 레지스트리 (American Climate Registry)
ALM	농업 토지 관리 (Agricultural Land Management)
APD	계획된 산림 벌채 방지 (Avoiding Planned Deforestation)
AR	신규조림, 재조림 (Afforestation and reforestation)
A/R	신규조림 및 재조림 [CDM 프로젝트 범주] (Afforestation and reforestation)
ARR	신규조림 및 재조림 식생복원 (Afforestation, Reforestation and Revegetation (VCS Category))
AUFDD	비계획적 국경 벌채와 감소 방지(Avoiding Unplanned Frontier Deforestation and Degradation)
AUMDD	비계획적 모자이크 산림 벌채와 감소 방지 (Avoiding Unplanned Mosaic Deforestation and Degradation)
AWG-KP	교토의정서 하의 부속서 1 국가들 간 진전된 합의를 위한 작업반 (Ad-hoc Working Group on Further Commitments of Annex I Parties under the Kyoto-Protocol)
AWG-LCA	장기간의 협력 대응을 위한 작업반 (Ad-hoc Working Group on Long-term Cooperative Action)
BAU	일반 사업 시나리오 (Business as usual scenario)
CAR	Climate Action Reserve
CCB	지역사회와 생물다양성을 중시하는 온실가스 감축 인증 기준 (Climate, Community & Biodiversity[Alliance or standards])
CDM	청정 개발 체제 (Clean Development Mechanism)
COP	당사국총회 (Conference of the Parties)
CER	CDM 사업을 통해 인정받은 온실가스 감축량(탄소배출권) (Certified Emission Reduction)
CUPP	배출되지 않거나 일부 배출되는 습지의 보존 (Conservation of Undrained or Partially Drained Peatland)
EO	지구 관찰 (Earth observation)
ESA	유럽 우주 기구 (European Space Agency)
FPIC	무료, 선행의, 알려진 합의 (Free, prior, and informed consent)
FRA	산림 자원 평가 (Forest Resources Assessment)
GCF	정부의 기후 및 산림 프로젝트 (The Governors' Climate and Forest Task Force)
GHG	온실 가스 (Greenhouse gas)
GIS	지리정보시스템 (Geographic Information System)
GOFC-GOLD	산림과 토양 커버 역학의 지구적 관측 (Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics)
IFM	산림 경영 개선 (Improved Forest Management)
IPCC	기후 변화에 대한 정부간 패널 (Intergovernmental Panel on Climate Change)
IR	정보 요청 (Information request)
JI	공동이행제도 (Joint Implementation)
LtHP	저생산성 산림의 고생산성 산림으로의 전환 (Conversion of low-productive forests to high-productive forests)
LtPF	벌채가 일어나는 산림을 보호 산림으로 전환 (Conversion of logged forests to protected forests)
LULUCF	토지이용, 토지이용 변화 및 임업 (Land Use, Land-Use Change, and Forestry)
MMU	최소 지도 단위 (Minimum mapping unit)
MRV	측정, 보고, 검증 (Measurement, reporting, and verification)

목차

도입	1
1. 기준과 시장, 정책 환경	2
1.1. 새로운 REDD+정책 환경	2
1.2. 자발적 시장 기준: 전략적 선택	2
2. 기술적 지침과 방법론	6
2.1 적격 활동 : VCS, UNFCCC, IPCC의 예비 통합	6
2.2 VCS 프로젝트의 기술적 지침 및 방법론	8
3. 시간적 경계	12
3.1 프로젝트 시작일	12
3.2 프로젝트 발행 기간	12
3.3 역사적 준거 기간	12
3.4 기준치 기간	13
3.5 모니터링 기간	13
3.6 확인 기간	13
4. 공간적 경계, 계층화, 지대 설정	14
4.1 적격 지역	14
4.2 공간적 경계	15
4.3 계층화	15
4.4 지대 설정	16
5. 추진 요소, 원인, 동인의 분석	18
5.1 추진 요소, 원인, 동인 분석의 중요성	18
5.2 개념적 토대	18
6. 프로젝트 개입에 대한 정의	21
6.1 투명하고 보수적, 포괄적이며 적응력 있는 계획	21

7. 산림 황폐화 및 파괴율 감지	22
7.1 배출량 측정에서 산림 면적 모니터링의 역할	22
7.2 감지 제품 선택과 처리 방법론	23
7.3 변화 감지 결과의 확인	26
8. 기준치 수립하기	29
8.1 개념	29
8.2 모델링의 역할	30
8.3 모델링 작업	31
8.4 기준치 모델 개발의 주요 단계	32
9. 누출 평가와 관리	34
9.1 VCS AFOLU 프로젝트 누출에 대한 요구사항	34
9.2 인증된 REDD 방법론에서의 누출 평가	35
10. 영속성 및 위험성 평가	37
10.1 AFOLU 위험 평가를 위한 VCS 접근법	38
10.2 기타 절차상의 문제	42
11. 향후 방안	42
11.1 프로젝트 기반 활동 준비	42
11.2 착상에서 실행까지 - 기술적 개발 과정	43
11.3 인적 자원 : 외부 위탁과 내부 역량 확립	44
12. 결론	46
참조	48
용어	53

도입

산림 탄소 프로젝트 지지자들은 급격한 환경 변화와 프로젝트 설계에 있어 많은 기술적 문제들을 맞닥뜨리고 있다.¹⁾ UNFCCC(UN기후변화협약)에 따른 최종 규제 시장을 지켜보는 사람들은 새롭게 떠오르는 REDD+ 정책이 궁극적으로 프로젝트 기반이나 지방자치단체 차원의 REDD+ 활동의 틀을 제공할 것으로 기대한다. 그러나 기술적 요구사항은 아직 미흡의 상태다. 자발적 시장에서는 탄소인증기준(VCS)이 더욱 입지를 강화했으며 VCS 농업, 임업, 기타 토지이용(AFOLU) 등의 여러 방법론도 승인을 받아 세부적인 프로젝트 수준의 지침을 제공하고 있다.²⁾ 이 장에서는 VCS에 초점을 맞추고 있는데, VCS가 REDD 배출권 유형 중 가장 널리 수용된 기준을 만들기 때문이다. VCS 3.0 버전은 부상 중인 UNFCCC REDD+ 체제와의 통일성을 확보하려는 목적 하에서 가장 포괄적인 작업 지침을 제공하며 해당 기준을 준수하는 프로젝트가 결국 새롭게 떠오르는 국내·해외 시스템에 맞춰질 수 있다는 가능성을 증대시킨다.

본 간행물은 REDD+ 프로젝트 개발의 여러 단계에 필요한 기술적 옵션들에 대한 안내서이다. 적합한 활동의 선택, VCS 준수 방법론, REDD 프로젝트 회계 체제를 실행하기 위한 기술 및 도구 등에 대한 지침을 제공한다. 그러나 이는 VCS 문서, 템플릿, 승인된 방법론 등의 활용을 대체하려는 것이 아니며 대체도 불가능하다. 이 장에서는 적합한 활동을 정의하는 것에 대한 문제 논의에서 출발하여(제2절) 프로젝트 범위 설정(제3절, 제4절), 관련 동인 및 주체와 근본원인 평가(제5절), 해당 프로젝트 조정 설계(제6절) 등을 다룰 것이다. 한편 제7절~제10절까지는 원격 감지, 기준선, 누출, 위험 평가 등에 관련된 방법론적 문제들에 대한 내용을 다룬다. 각 절은 프로젝트 개발자들을 위한 구체적 권장사항과 외적 자원에 대한 내용이다. 이러한 권장사항이 전체에 해당하는 내용은 아니며 어느 정도까지는 저자의 선호도가 반영되었다. 단계별 안내의 각 장에 대한 참조는 본문에 포함되어 있으며 관련 방법론, 도구, 간행물에 대한 링크는 각 단계의 끝에서 찾을 수 있다.

이 장의 범위는 REDD 프로젝트의 기술적 설계로 한정된다. VCS 3.0 버전 AFOLU 체제는 현재 REDD 이외에 ARR(신규조림, 재조림 및 식생복원), ALM(농업 토지 관리), IFM(산림 경영 개선), PRC(Peatland Rewetting and Conservation)³⁾ 등 네 가지 기타 프로젝트 범주를 가지고 있다. 이 장에서는 해당되는 부분에 다른 AFOLU 범주의 보완적 활동들에 대한 선택사항과 일반적인 근본적 기술 요구사항을 언급하겠지만 기타 범주에 관한 세부 내용은 생략한다. 다만 ARR 활동의 경우 본 시리즈의 AR 안내서에서 별도로 다루기로 한다.

-
- 1) 본 간행물에서 프로젝트 제안자란 산림탄소 프로젝트의 전반적 조직, 관리, 법정 대리 등에 책임이 있는 일반적 개인이나 단체를 지칭한다.
 - 2) 새로운 VCS 프로그램인 VCS 버전3.0은 <http://v-c-s.org/program-documents>에서, AFOLU 프로젝트 관련 문서는 <http://v-c-s.org/develop-project/agriculture-forestry-projects>에서, 그리고 관련 방법론은 <http://v-c-s.org/methodologies/find>의 Sectoral Scope 14에서 찾아볼 수 있다.
 - 3) Avoided Conversion of Grasslands and Shrublands(ACoGS)를 새로운 AFOLU 카테고리로서 포함시킬지의 논의가 진행 중이다.

1. 기준과 시장, 정책 환경

1.1. 새로운 REDD+ 정책 환경

프로젝트 제안자들은 탄소배출 감축의 수량화 방법에 대한 기술적인 문제를 검토하기에 앞서, 자신의 프로젝트가 미래의 규제 제도나 현재의 자발적 제도, 혹은 이 두 가지의 통합형 제도 하에서 적격하도록 목표를 세울 것인지 여부를 결정해야 한다. 차후 UNFCCC REDD+ 준수 체제의 회계 원칙에 대한 협상이 아직 이루어지지 않았으므로 명확한 결정은 내리기 어렵다. 이미 완전히 구축된 자발적 시장 기반 회계 기준과 새로운 UNFCCC 준수 메커니즘은 간극으로 인해 향후 다양한 구현 수준의 탄소 측정에서 공존이 불가능할 수도 있다. 일례로 국가 표준 탄소배출 허용수준 설정을 위한 한도에 대해 국제 협상에서 열띤 논의가 벌어지고 있다. 자발적 제도 하에 증가하는 예상 기준치를 선택한 프로젝트의 경우, 국가 표준 탄소배출 허용기준을 과거의 산림 벌채 사례와 벌채율에만 근거하여 설정할 때 문제로 이어질 수 있다는 것이다.

REDD+ 프로젝트 설계에 앞서 정책 환경을 분석하여 선택사항들을 명확히 규정하는 것이 바람직하다. 많은 열대 국가들이 산림탄소협력기구(Forest Carbon Partnership Facility, FCPF)와 유엔 산림전용방지를 통한 온실가스 배출량 감축 프로그램(UN-REDD)/ REDD+ 파트너십(REDD+ Partnership)과 협약을 체결했으며 각각 다른 단계에서 동시에 국가 REDD+ 체계를 구축하고 있다. 프로젝트 제안자들은 각 주취국의 REDD 전략 개발 진행 상황을 숙지하여야 한다. REDD 전략의 요소가 프로젝트 활동의 적격성을 제한하거나 혹은 계층화, 생물자원 인벤토리 설계, 궁극적인 규제 정권에 대한 토지 이용 변화(LUC) 모니터링(프로젝트는 VCS 하에 여전히 적격성을 확보한다.) 등의 구체적인 법적 혹은 기술적 요건을 묵시적으로 수립할 수 있기 때문이다.⁴⁾ FCPF의 Readiness PIN (R-PIN)과 Readiness Preparation Proposal (R-PP), 그리고 각 국에서 제출한 UN-REDD의 National Joint Program Document와 같은 표준문서를 통해 어떤 유형의 자료와 방법론이 이미 나와있는지 알 수 있다.

또한 지방단체 차원이나 프로젝트 기반의 활동 중 어떤 것이 진행 중인지 반드시 파악해야 한다.⁵⁾ 인접한 현장에서 운영 중인 제안자들은(선택된 GHG 프로그램 기준에 부합하는 범위 내에서) 모니터링 작업의 공유 혹은 공동 표준 탄소배출 시나리오 개발 등을 고려해 볼 수도 있다. 프로젝트 제안자들이 다른 프로젝트와는 별도로 프로젝트를 설계하고 실행하는 것을 선호할지라도 지역이나 프로젝트 영역 설정을 조직화함으로써 지역이 겹치는 것을 방지하여 배출량 측정에 영향을 주지 않게 된다(4.4절 참조).

1.2. 자발적 시장 기준: 전략적 선택

대다수 관할 지역의 탄소 배출에 대해 법적 구속력이 있는 규제 체제가 부재하기 때문에 수많은 자발적 기준과 프로그램들이 REDD+ 프로젝트 개발을 위한 다수의 선택사항을 제시한다. 프로젝트 제안자들은 적절한 인증제도를 선택할 때 무엇보다도 다음과 같은 주요 요소들을 반드시 고려하도록 해야 한다. 첫

4) 이 주제에 대한 개요는 Carbon Stocks Assessment Guidance(탄소 축적량 평가 안내서)를 참조한다.

5) REDD에 대한 COP 결정 중 다수가 하위국가적 수준에서의 REDD 실행 관련 문제를 다루고 있으나 하위국가적 수준의 법률적 정의에 대한 합의가 이루어지지 않은 상태이다. 일부 국가가 이를 사법적 독립체(연방국가, 지방, 주, 지방자치제 당국)로 간주하는 반면 다른 국가들은 프로젝트나 섹터 기반 접근법을 비롯한 국가적 수준 이상의 잠재적 실행 척도 일체를 “하위국가적” 수준으로 간주하고 있다. 이 장에서는 “하위국가적”이라는 용어가 사법적 혹은 구역적 수준을 의미한다. 다양한 수준의 REDD+ 실행 관련 기술적, 법적, 정책적 측면에 대한 논의는 Chagas(2011)를 참조한다.

째로, 제도는 프로젝트에서 제안하는 REDD+ 활동의 유형을 모두 아우를 만큼 포괄적이어야 한다(제2절 참조). 둘째, REDD+에 대한 UNFCCC 협상으로 인해 사회경제적, 환경적 영향에 중점을 두게 되었다. 따라서 궁극적으로 UNFCCC REDD+ 제도에 소속시키고자 하는 프로젝트에 대해서는 이러한 영향을 평가하고 확인해야 한다. 셋째, 모든 인증제도는 IPCC의 유익한 활동 안내 및 지침(2003년, 2006년)과 일치해야 한다.

최근 시장 조사에서는 구매자 및 투자자들이 VCS에 따라 승인된 프로젝트를 선호한다는 사실이 명확하게 드러난다. VCS는 연관된 AFLOU 활동 일체를 아우르는 가장 포괄적인 기준이며 IPCC 지침에 기반하고 있다. VCS는 일반적으로 CCB 기준과 결합되어 다른 환경적, 사회경제적 영향을 다룬다. 결합된 인증제도는 현재 탄소 측정과 사회적, 환경적 우려를 다루는 데 있어 최적의 옵션이다. VCS 배출권(자발적 배출권)은 미국의 국가적, 지역적 기후 법안이나 기타 국가 프로그램(예: 일본) 등의 정황에서처럼 UNFCCC 이후의 규제 제도에 대비하고자 하는 구매자 및 투자자들이 특히 선호한다.

박스 1. 기타 국제 REDD+ 프로젝트 기준

American Carbon Registry (ACR) Forest Project Standard

<http://www.americancarbonregistry.org/>

ACR은 윈록 인터내셔널(Winrock Internation)이 진행하는 사업으로 프로젝트 측정을 위한 기준, 방법론, 의정서, 도구 등을 공표한다. ACR의 산림 탄소 프로젝트 표준은 전 세계적으로 AR, IFM, REDD 프로젝트에서 사용된다. 대체로 VCS와 유사한 접근법을 따르며, 혁신적인 대안적 리스크 유기 보장 접근법을 실행하고 있으나 현재까지는 주로 CDM과 VCS 기반 도구 및 방법론을 사용한다. ACR은 프로젝트에 Emission Reduction Tons(ERTs)를 발행한다.

Climate Action Reserve (CAR)

<http://www.climateactionreserve.org/>

CAR 프로그램은 캘리포니아 내 탄소 배출 보고와 상쇄를 모니터링하는 주 소재 비영리 단체 California Climate Action Registry(CCAR)에서 파생되었다. CAR의 산림의정서(Forest Protocol)는 AR, IFM, REDD를 다룬다. 현재는 미국 내 프로젝트에만 적용 가능하나 멕시코를 포함하여 북미 전역에 채택할 수 있도록 노력을 기하고 있다. 프로젝트에 Climate Reserve Tonnes(CRTs)를 발행한다.

Plan Vivo Standards

<http://www.planvivo.org/>

Plan Vivo는 AR, 혼농임업, 산림복구, REDD를 포함해 폭넓은 토지 이용 프로젝트를 수용한다. 이들은 더 광범위한 Plan Vivo형 생계전략에 따라 소규모 농민들과 함께 개발된다. 어느 표준들과 달리 Plan Vivo는 일반적으로 방법론을 제공하지 않는다. 대신 프로젝트별로 특수한 상황에 맞게 고유한 기술규격서를 고안해야 하며(CDM 등 기존 방법론의 요소를 활용하거나 고유한 접근법을 개발) 외부 전문가가 이를 검토한다. 농민들을 위해 충분한 창업 기금을 확보할 수 있도록 프로젝트에 미리 Plan Vivo 인증서를 발행한다(자금은 점진적인 방법으로만 지급된다.).

그 밖의 기준들은 탄소 배출권으로 이어지지는 않으나 REDD 프로젝트에 적용될 수 있다.

ISO 14064

<http://www.co2offsetresearch.org/policy/ISO14064.html>

ISO 14064는 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)가 개발한 온실가스 감축 프로젝트 측정 규격이다. 탄소배출권을 발행하지는 않지만 탄소배출권 판매를 목적으로 하지 않는 프로젝트에 대해 기후적 이점의 무결성을 추가로 보장하는 데 쓰일 수 있다. ISO 14064는 프로젝트의 유형이나 규모, 위치, 그 외의 측면에 규제를 가하지 않는다. 과학적 방법론을 승인하는 표준들과 달리 해당 표준 하에서 온실가스 감축 프로그램이나 기준에 의해 정의된 도구를 사용하여 일반적 지침만을 제공한다. 스톡홀름 환경연구소의 “ISO 14064-2,” 탄소 상쇄 연구 및 교육을 참조한다.

SOCIALCARBON

<http://www.socialcarbon.org/>

SOCIALCARBON은 탄소 상쇄 프로젝트의 사회적·환경적 상호 혜택을 입증하고 현지 이해관계자들의 활발한 참여를 증진하기 위한 목적으로 고안된 표준이다. 어떤 점에 있어서는 CCB와 유사하다. 해당 표준은 반드시 다른 검증된 탄소 측정 기준(VCS, CDM 등)과 함께 사용되기 때문에 자체적인 프로젝트 유형과 방법론을 정의하지 않는다. CCB 표준과 마찬가지로 SOCIALCARBON은 탄소배출권을 발행하지 않는다.

시장 및 환경 정책은 아직 초기 단계이며 이러한 다른 표준들은 자발적 시장과 사전 규제 시장에서 지속적으로 확연히 증가할 수 있다. 북아메리카에서 시행되는 프로젝트에 있어서 CAR 표준은 특히 다른 국제적 관할 지구를 탄소 상쇄원으로 포함시켜 규모를 확장시킬 경우 최대의 시장 잠재력을 가지게 될 것이다.⁶⁾ Plan Vivo는 소작농과 다양한 프로젝트 활동을 수반한 지역사회 기반의 활동, 특히 제한된 규모지만 유기적인 확장이 예상되는 초기 프로젝트 지역에 주력하는 프로젝트에 적합할 것이다.

VCS 3.0 버전은 프로젝트 기반 탄소배출 감소량이 관할권 수준에서 중복 측정되지 않는다는 증거를 요한다는 것을 유념해 두고,⁷⁾ REDD 협상을 담당하고 있는 정부 기관이나 청정 개발 메커니즘(Clean Development Mechanism, CDM) 주최국의 국가승인기구(Designated National Authority, DNA)와 측정 합동화 방안을 논하는 것이 중요하다. 몇몇 정부는 프로젝트 기반이나 하위국가적 REDD 활동을 위한 국가적 등록처를 설립하는 방안에 대해 이미 평가 중이다.

6) 현재 멕시코 CAR 의정서가 개발되고 있다.

7) 자발적 탄소 표준(VCS Standard (2011, 16)에 따르면 “프로젝트가 배출량 거래 프로그램에 포함된 활동에 힘입어 온실가스 배출을 줄이거나 온실가스 배출에서 설정된 법적 제한이 있는 관할권 또는 지역에서 발생하는 경우, 해당 프로젝트로 인한 온실가스 배출량의 감소나 제거가 배출량 거래 프로그램에 사용되거나 그 관할권 또는 지역에 있는 법적 제한 준수 목적으로 사용되는 것이 금지되어 왔으며 추후에도 그럴 것이라는 증거가 제공되어야 한다.” REDD+ 국가 혹은 관할 지역이 법적 구속력을 가지는 REDD(+) 합의나 거래 프로그램(예: GCF 회원국 간 거래)에 참여하는 경우, 프로젝트 제안자는 (하위)국가 당국으로부터 프로젝트 활동에 대한 승인 양식을 제시해야 할 수도 있다.

박스 2. REDD 프로젝트: 자발적 탄소시장과 2012년 이후 UNFCCC 두 마리 토끼 잡기

REDD+에 대한 UNFCCC 협상의 결과는 여전히 불확실하고 다른 탄소 시장 제도들이 세계 곳곳에서 부상하고 있다. 이러한 가운데 프로젝트는 경쟁적이며 심지어 배타적이기까지 한 제도들 사이에서 선택의 여지를 열어두기 위해 합의점을 찾아야 한다. 다음의 전략적 고려사항은 개발자가 자신의 활동과 변화하는 정책 환경 사이에서 일관성을 극대화하도록 도울 것이다.

VCS와 CCB 표준 양측의 인증을 모두 받은 프로젝트는 향후 UNFCCC REDD+ 규제 정권의 기술적 요구사항과 안전보장 조치를 만족할 가능성이 크다. 국가 수준의 REDD+ 사회적 환경적 표준 (Social and Environmental Standards: CCB Alliance와 CARE International가 2010년 발표)을 도입한 국가에서 시행되는 프로젝트는 VCS와 CCB 표준으로부터 추가적인 주요 지침 및 하위국가적 활동의 잠재적 요건에 대한 자문을 구할 수 있다. VCS 및 CCB 표준과 참가국 목록 위치에 대한 세부사항은 박스 3을 참조한다.

표준의 대부분이 IPCC 안내와 지침을 명백히 참조하지만, 해당 표준들의 규약과 방법론이 IPCC를 100% 준수하는 것은 아니다. 국가 CDM이나 온실가스 인벤토리 관계당국과 조기에 논의하여 간극 또는 불일치하는 부분을 파악하는데 도움을 받을 수 있다.

국가 표준 탄소배출 허용기준(RELs)과 프로젝트 기준선을 일치시키는 것은 쉽지 않은 과제가 될 것이다. UNFCCC 협상은 합의점에 도달하려면 아직 멀었다. 프로젝트의 재정적 실현 가능성을 과대 평가하지 않으려면 개발자들은 잠재적 시나리오의 하나로 가장 보수적인 기준선 접근법을 고려해야 한다(제8절 참조).

다양한 단계의 REDD+ 활동을 일관성 있게 실행하면(비록 속도는 다를지라도), 실행 및 MRV 비용이라는 부담을 공유할 기회가 생긴다. 프로젝트를 더 높은 이행 단계로 끌어올리면 누설로 인한 가치 하락을 막고 위험을 감소시키며 산림 벌채와 산림 황폐화를 감소시키려는 국가적 정책 접근과 일관성을 유지하면서 프로젝트 실적을 향상시킬 수 있다. 국가적 접근과의 일치 여부는 REDD+ 프로젝트 지원을 고려하는 개인 및 공공 기부자와 투자자들에게 이미 적격성 판단의 주요 기준으로 작용한다.

박스 3. 표준, 정책, 시장 환경 탐색을 위한 권장사항 및 주요 자료

- 국내 REDD+ 전략을 검토하라.
- 인접 지역의 하위국가적, 프로젝트 기반 활동을 파악하라.
- 필요시 프로젝트 아이디어 노트(PIN)를 면밀히 준비한 다음, 지지 서한 및 등록서를 받기 위해 DNA에 공식 제출하라.
- DNA 또는 다른 관련 정부 대표들과 프로젝트 혹은 프로그램 아이디어에 대해 논의하라.

프로젝트 제안자는 다음의 웹사이트를 참조할 수 있다.

산림탄소협력기구(Forest Carbon Partnership Facility, FCPF)에 제출된 국가 R-PINs과 R-PPs 확인:
<http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/node/203>

UN-REDD 국가 프로그램에 대한 상세 정보:

www.un-redd.org/AboutUNREDDProgramme/NationalProgrammes/tabid/584/language/en-US/Default.aspx

CDM 국가승인기구 목록:

<http://cdm.unfccc.int/DNA/index.html>

생체탄소기금(BioCarbon Fund)의 토지 이용 및 산림(LULUCF) 프로젝트 PIN 템플릿:

<http://wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=DocLib&CatalogID=7110>

CCB Alliance and CARE International이 2010년 발표한 REDD+ 사회적 환경적 표준에 대한 종합적인 정보와 계획서:

<http://www.redd-standards.org>

해당 사이트에서 표준을 채택한 국가도 확인 가능

2. 기술적 지침과 방법론

2.1. 적격 활동: VCS, UNFCCC, IPCC의 예비 통합

REDD+와 부속서 I 국가에 대한 LULUCF 보고 및 VCS 하에서 적격성을 가지는 AFOLU 활동 일체는 모두 IPCC의 안내와 지침에 기반한다. 그러나 자발적 산림 탄소 표준의 독자적인 개발, UNFCCC 하에서 협상 노선의 와해, 지속적으로 보고되는 부속서 I 국가들의 온실가스 인벤토리 등 모든 상황이 결합되어 적격한 활동과 전문용어가 혼란스럽게 뒤섞여 있는 상태다. LULUCF 활동의 기술명세서가 2001년 마라케시 협정(Marrakesh Accords)에 의해 강화되고 2010년 COP 16에서 확정되었으나, REDD+ 하의 인증 활동은 그러한 명확성이 없다. 그럼에도 불구하고 UNFCCC REDD+로부터 승인받은 기술명세서가 조만간 수립될 예정이며 자발적 시장 표준 및 온실가스 프로그램 활용의 뼈대를 마련할 것이다. VCS하에서 AFOLU 활동은 다양한 적격 프로젝트 범주로 분류되었다. 표 1에 IPCC 주요 카테고리, VCS AFOLU 프로젝트 활동, REDD+ 간의 관계가 소개되어 있다.⁸⁾

8) IPCC (2006, Vol. 1, Chapter 4.1.1)에 따르면 “주요 카테고리”는 예상치가 국가 전체의 온실가스 인벤토리에 막대한 영향을 미친다는 이유로 국가 인벤토리 시스템에서 우선순위가 매겨진 범주를 뜻한다. 농업, 조림, 토지 이용 변화 등에서 주요 카테고리는 절대치, 경향, 배출량의 불확실성과 제거 등의 관점으로 볼 때 중요한 토지 사용의 변화 등을 가리킨다.

표 1. REDD+, VCS , IPCC 의 인증을 받은 활동

UNFCCC REDD+ (COP 16)	VCS AFOLU Requirements (Version 3.0)	IPCC 2006 Key Categories
산림 벌채로 인한 배출량 감소	계획된 벌목의 방지	경작지, 초원, 습지, 정착지 혹은 기타 용도로 전환된 산림 토지
	비계획적 벌목 및 황폐화 방지 (AUDD)	
산림 황폐화로 인한 배출량 감소	비계획적 벌목 및 황폐화 방지 (AUDD)	산림 토지(관리 지역)로 남은 산림 토지
산림 탄소 축적량의 보존		산림 토지(관리 혹은 비관리 지역)로 남은 산림 토지
산림의 지속가능한 관리	IFM: 벌목 영향 감소 (RIL)	산림 토지(관리 지역)로 남은 산림 토지
산림 탄소 축적량의 강화	신규조림 및 재조림 식생복원 (ARR)	경작지, 초원, 습지, 정착지, 혹은 기타 용도에서 산림 토지로 전환
	IFM: 보호된 산림을 위한 벌목 (LtPF)	
	IFM: 회전 나이 및 벌목 주기 (ERA) 증가	산림 토지(관리 지역)로 남은 산림 토지
	IFM: 저생산성에서 고생산성 산림으로 변화 (LtHP)	
	ALM: 향상된 경작지 관리 (ICM)	경작지로 남은 경작지
	ALM; 향상된 초원 관리 (IGM)	초원으로 남은 초원
	ALM: 경작지와 초원 토지 이용 보존(CGLC)	경작지로 남은 경작지 초원으로 남은 초원
	PRC: 막힌 이탄지에 수분 공급(RDP)	습지로 남은 습지, 기타 용도로 전환된 습지
	PRC: 막혀 있거나 일부 막힌 이탄지의 보존 (CUPP)	

실제로 복합적 VCS⁹⁾ 활동들은 하나의 프로젝트로 결합될 수 있다. 특히 Peatland Rewetting and Conservation(PRC) 활동은 REDD 및 IFM 활동과 결합 가능하다. VCS AFOLU Requirements (2011)의 3.2절과 4.2.10-13절은 잠재적 활동 결합에 대한 구체적인 지침을 제공한다. 프로젝트 제안자들은 기준치 및 프로젝트 시나리오에 대한 측정과 추가성 입증의 결합하여 발생하는 경제성과 시너지 효과를 얻을 수 있다. 그러나 VCS가 모든 프로젝트 활동에 개별적인 위험 평가를 요구하지는 않는다(VCS, VCS 표준, 3.2 참조).

산림 황폐화 방지 활동을 실행하고자 하는 프로젝트들은 특정한 방법론적 문제들에 봉착한다. 공인된 몇 가지 VCS 방법론이 이미 존재하지만,¹⁰⁾ 주

VCS 3.0 버전은 산림벌채와 산림 황폐화를 다음과 같이 정의한다(IPCC 규격 준수).

산림벌채: 인간이 직접적으로 야기한 산림지에서 비산림지로의 전환

산림 황폐화: 가축 방목, 연료용 목재 추출, 목재 제거, 기타 활동 등 인간의 활동으로 인해 수관 피복 및 산림 탄소 매장량이 지속 감소하지만 산림이 비산림지로 전환되지는 않으며 IPCC의 2003년 유익한 활동에 대한 지침서에 따라 산림지로 남은 산림지 범주에 속함

9) VCS는 현재 초원과 관목지의 전환 방지(ACoGS)와 같은 새로운 AFOLU 프로젝트 유형 추가를 고려하고 있다. 이 표는 VCS 3.0 버전에서 이미 승인된 활동들을 보여준다.

로 상업적 벌목 작업과 연료목재 수집의 일부 경우에 국한된다. 한편 비계획적 황폐화 방지(AUDD에서 처럼)에 대한 포괄적인 방법론적 지침은 여전히 부재한 상태다. 이러한 프로젝트 진행에 있어 장애물 중 하나는 현재 및 향후의 황폐화 패턴, 특히 비계획적이고 불법적인 활동들에 대해 기준선 하에서 또는 프로젝트 시나리오 없이 적절하게 파악하는 것에 따르는 어려움이다(제8절 참조). 아울러 가동 중인 원격감지 기술은 불법 벌목, 연료용 목재 추출, 숲 생산, 방목, 산림 황폐화의 주변 효과 등으로 말미암은 광범위한 황폐화 영향을 감지하는 데 한계가 있다. 유사한 산림 황폐화 유형을 발생시키는 자연적 영향(예: 가뭄, 화재, 홍수 등)을 배제시키는 것 또한 실질적인 어려움이 되고 있다.¹¹⁾

산림 탄소 축적량을 보존하려는 REDD+ 내 표준은 VCS 확인을 요구하는 프로젝트의 경우 잠재적으로 오해의 소지를 가진다. 표 1에서 나타난 바와 같이, 산림 탄소 매장량 보존이 온실가스 분리나 감축 활동이라고 볼 수 없으므로 VCS는 상응하는 활동에 대비하지는 않는다. 그럼에도 불구하고 보호구역과 보호종, 또는 생태계에 초점을 둔 보존 활동은 (계획적 또는 비계획적)산림 벌채 및 산림 황폐화로 위협 받는 지역을 다루는 경우에 REDD 프로젝트 범주 하에서 적격성을 인정받을 수 있다.

물론 하위국가적 또는 프로젝트 기반의 활동 중 인증된 활동을 선택하는 것이 표준과 방법론이 정의하는 자격 기준에 전적으로 의존하는 것은 아니다. 처리 및 모니터링 비용, 활동 별 기준치 설정의 기술적 실현가능성, 잠재적 완화 방법(예: 향상된 산림 관리 또는 새로운 인센티브 제도)의 정치적 실현가능성 역시 중요한 역할을 한다. 프로젝트 개입은 본 문서 제6절의 기술적 설계와 관련해 더 자세히 논의된다. 아울러 프로젝트 개입 설계 시 고려해야 할 기타 측면도 본 간행물의 전반에 걸쳐 논의된다. 일반적인 논의에 관한 내용은 단계별 개요(Step-by-Step Overview)를 참조한다. 제안된 프로젝트 개입의 실현가능성과 사회경제적 지속가능성에 영향을 주는 주요 문제들에 대한 논의는 사회적 영향력, 지역사회 개입, 비즈니스 안내 문서를 참조할 수 있다.

2.2. VCS 프로젝트의 기술적 지침 및 방법론

몇 가지 주요 문서에 포함된 높은 수준의 VCS 요구사항은 프로젝트 개발자들에게 포괄적이면서도 일반적인 기술적 지침을 제공한다. 본 문서들은 상호참조가 가능하며 수시로 업데이트되고 있다.

- **VCS 표준**은 VCS 프로그램이 다루는 모든 프로젝트와 방법론에 필요한 일반적인 요구사항을 제공한다. 또한 확인 및 검증 절차를 수립하며 REDD+ 프로젝트에 있어 특별히 중요한 복합적 활동을 결합시키고 프로젝트를 분류할 때 필요한 규칙들을 담고 있다.
- **VCS AFOLU 요구사항**은 적격활동 및 기준치·누출·모니터링에 대한 적격 활동의 구체적인 규칙을 정의한다. AFOLU 요구사항은 프로젝트 제안자와 개발자가 반드시 읽어야 할 문서이며 REDD에 대한 VCS 체계의 이해를 돕는 주요 문서이다.
- VCS는 공인 감사의 이중 감사 절차를 통해 인증된 **방법론적 요소들**(방법론, 방법론 개정, 모듈, 도구 포함. 상자4 참조)을 제공한다. 또한 CDM의 도구와 방법론(VCS REDD 방법론에 일부 참조되어 있음)을 승인한다. 일반적으로 방법론 선택 시, 프로젝트가 충족하여야 하는 특정 적용가능성과 적법성 기준에 따라야 한다.

10) VCS홈페이지(www.v-c-s.org)에서는 제안되고 승인된 방법론의 최신 개요를 제공한다.

11) VCS하의 프로젝트가 AFOLU 위험 평가에 대한 파국적 반대에 따르는 잠재적 위험을 설명하고 완충 배출권을 기부해야 하는 반면(제10절 참조), 교토의정서 당사국들은 인간에 의한 배출량 측정 요소에서 불가항력이 어느 정도로 제외되어야 하는지 논의 중이다.

- **방법론**이란 특정 프로젝트 활동에 적용되는 일련의 기준 및 절차로서 프로젝트 범위 파악, 기준선 시나리오 결정, 추가성 입증, 온실가스 순 배출량 감축 또는 제거 수량화, 모니터링 절차 구체화 등에 쓰인다. 아울러 VCS는 CDM의 도구와 방법론(VCS REDD 방법론에 일부 참조되어 있음)을 승인한다. 일반적으로 방법론 선택 시, 프로젝트가 충족하여야 하는 특정 적용가능성과 적법성 기준에 따라야 한다.
- **모듈**은 특정 방법론적 작업 실행에 적용될 수 있는 방법론의 구성요소이다.
- **도구**란 특정 분석(예: AFOLU Non-Performance Risk Tool)의 수행 절차를 제공하는 모듈 유형을 뜻한다.

VCS 문서(요구서, 절차서, 템플릿, 양식)는 조정 및 업데이트 된다. 변동사항은 VCS 홈페이지에 게시되며 버전 번호가 플래그로 표시된다. 프로젝트 (및 방법론) 개발자들은 정기적으로 VCS 홈페이지를 방문하여 최신 버전의 문서들을 조회해 보아야 한다. “v3.x” 형식을 사용하며 증가하는 방법론 번호는 여전히 VCS 버전 3의 일부를 구성한다. 2011년 6월 기준으로 네 개의 REDD 방법론과 다섯 개의 인증된 IFM 방법론이 승인을 받았으며, 네 개의 REDD 방법론과 다섯 개의 ALM 방법론, 두 개의 IFM 방법론이 추가로 VCS 방법론 승인 절차(VCS Methodology Approval Process)를 밟고 있다.¹²⁾

그렇다면 프로젝트 아이디어, 적격한 프로젝트 활동(표 1 참조), 현장 특성, 사회경제적 혹은 정책적 환경에 적합한 방법론은 어떻게 선택할 수 있는가? 물론 첫 번째 항목은 승인된 방법론 그 자체이다. 이것은 한 눈에 보기에 매우 복잡한 문서이므로 수백 페이지에 달하는 분량을 무작정 읽기보다는 각 방법론의 서두에 제시된 방법론 요약과 적용가능성 기준을 먼저 확인하는 것이 좋다. 프로젝트 아이디어와 활동이 해당 방법론의 범위에 맞아떨어지면 공간적 경계 요건과 기준선 접근법(제4절, 제8절 참조)을 신중히 검토해야 한다. 프로젝트가 여러 방법론의 요구사항에 맞아떨어지는 경우도 있다. 그러한 경우 다음 단계에서 가능한 방법론 별로 복잡한 특징들을 주의 깊게 확인한다. 확인 시에는 주어진 상황 속에서 어떤 방법론이 다루기 쉬울지 이해하기 위해 각각의 기준을 설정하는 데 필요한 데이터 및 인적 자원에 특별한 주의를 기울여야 한다.

박스 4. 새로운 방법론의 범위

VCS 방법론의 수는 꾸준히 증가하고 있지만 이 글을 쓰는 시점에서는 일부 잠재적 REDD 활동이 아직 완전히 다루어지지 않은 상태이다.

- 현재 불법 벌목으로 인한 비계획적 황폐화를 다루는 인증된 방법론은 단 하나밖에 없다. (VM0006)
- 광범위한 CDM AR 방법론(AR-AM0014)이 존재하기는 하나, 맹그로브와 같은 연안 습지 산림의 REDD는 아직 방법론에 의해 다루어지지 않았다. VCS 협회는 맹그로브와 연안 및 갯벌 습지 등에 특화된 지침을 개발하여 표준 범위를 습지까지 확대하고자 한다. 불법 벌목 및 갯벌 산림의 벌채와 황폐화 등의 감소는 생물다양성 보존에 있어 공동 이익이 될 가능성이 크며 여러 REDD+ 국가에서 중요한 역할을 할 것이다.
- 여러 국가에서 산림의 정의와 적격 활동 사이의 연관성에 관련하여 특정한 어려움을 겪고 있다.

12) 승인된 VCS 방법론의 요소는 <http://www.v-c-s.org/methodologies/find>에, 개발 시 방법론 요소는 <http://www.v-c-s.org/methodologies/in-development>에 나와 있다.

인증된 AFOLU 활동의 VCS 범주들은(표 1 참조) 간단한 반면, UNFCCC 당사국들은 여전히 REDD+ 내 산림 농장과 혼농임업 체계의 역할에 대해 갈등하고 있다. 특정 조건 하에서 이러한 체계들은 자연 산림에 대한 압력을 감소시킴으로써 산림 회복 및 보존에 기여하는 동시에 상당한 탄소 및 사회경제적 이익을 제공할 수 있다. 그러나 UNFCCC와 자발적 메커니즘은 이러한 체계를 아무런 제약 없이 인증함으로써 산림 보존에 왜곡된 유인을 유발하지 않도록 주의해야 한다. 농업토지 관리(ALM)와 REDD 간 접점에서 보호 장치와 새로운 방법론을 통해 임목(예: 코코아, 감귤류, 라텍스 생산 식물, 캐슈, 기름야자나무, 코코넛, 망고, 차)의 역할을 정의해야 한다.

이 단계에서는 프로젝트 아이디어가 인증된 방법론에 부합하는지의 여부가 확실해져야 한다. 그렇지 않은 경우 VCS 방법론 승인 절차에서 개발 중인 방법론들을 검사해 볼 필요가 있다. 개발자들은 일부 방법론들이 아직 이중 심사 절차를 거치지 않았기 때문에 상당한 변화를 겪을 수 있음을 유념해야 한다. 또한 공공의 의견이 있다면 확인해서 개발 중인 방법론의 지각된 한계를 더 잘 이해해야 한다. VCS 홈페이지는 해당 방법론이 승인 절차의 어떤 단계(1차 평가, 2차 평가, VCS 검토)에 있는지 알려준다. 개발 중인 방법론의 최신 버전은 1차 평가 통과 후 게시된다.

프로젝트 아이디어가 인증된 방법론이나 현재 확인 진행 중인 방법론 중 어느 쪽에도 적합하지 않은 경우 프로젝트 제안자는 프로젝트의 계획된 활동이나 공간적 범위 (제4절 참조)를 조정하고 방법론의 개정편을 제출하거나 새로운 방법론을 개발해야 한다. 그러나 마지막에 언급한 신규 방법론 개발에는 상당한 시간과 비용이 추가로 들 것이므로 쉽게 결정해서는 안 된다. 프로젝트 제안자가 적용 가능한 방법론 파악에 어려움을 겪는 이유는 이러한 활동 유형의 온실가스 혜택을 입증 가능한 방법으로 수량화하는 것이 어렵기 때문일 것이다(예: 비계획적 황폐화로 인한 탄소 배출). 프로젝트 제안자는 이러한 장애물의 극복이 가능할 것이라고 단순히 추정해서는 안 된다. 온실가스 혜택을 유발할 수 있는 활동이라도 일반적으로 수용된 방식을 통해 모두 수량화 및 문서화할 수 있는 것은 아니다(단계별 개요 및 안내 참조).

VCS는 새로운 방법론의 감사 및 승인 절차를 수립했으며 방법론의 불필요한 확산을 막을 요건도 마련했다. 첫째, 개발자들은 “VCS 프로그램이나 인증된 온실가스 프로그램 하에서 승인되지 않았거나 승인 보류 상태인 방법론은 제안된 방법론의 목표 달성을 위해 개정할 수 없다”는 것(제5.2.1절)을 보여야 한다.¹³⁾ 둘째, 새로운 방법론은 개발자의 비용 부담으로 VCS 방법론 승인 절차(2011)에서 설명된 이중 심사 절차를 통과해야 한다. 마지막으로, 경험에 따르면 새로운 방법론 개발과 이중 심사는 복잡한 작업이며 복잡성과 길이, 품질, 개발자 및 모니터링자의 절차 관리 등에 따라 수개월에서 2년까지 걸릴 수 있다.

대신 프로젝트 개발자들은 승인된 방법론이 조정될 필요가 있다고 생각할 수 있다. 이러한 경우 기존의 방법론 개정이 더 합리적일 수 있다. 프로젝트 개발자들이 현장의 특성에 맞게 방법론을 개정할 필요성을 느끼는 것은 일반적인 일이다. VCS 3.0 버전은 방법론의 개정이나 편차를 줄 때 반드시 따라야 하는 절차를 제공한다(VCS 표준 제4.2절과 VCS 방법론 승인 절차 제6.2절에서 설명). 프로젝트 설계 과정 중 인증된 방법론을 수정할 때는 방법론 승인 절차를 다시 개시해야 한다. 타당성 확인 및 검증 기

13) VCS 방법 승인 절차(2011, 제5.3.1절)에 따르면, 제안된 활동이나 측정이 합리적인 변화를 통해 포함된 기존의 승인된 방법론에 속한 활동 또는 측정과 크게 유사할 때 방법론의 개정이 적합하다.

관들은 인증된 표준 및 방법론에 대한 프로젝트 감사의 권한만 있을 뿐, 개정안을 승인하는 권한은 없기 때문이다. 프로젝트 검증 과정 중 개정이 부족한 경우에는 “편차”가 허용될 수 있다. 이렇게 제한된 상황에서 방법론 편차는 “온실가스 배출 감축 및 제거의 모니터링 또는 측정(수량화는 제외)에 관련된 기준과 절차”일 때만 허용된다(VCS, 표준, 제3.5절).

이러한 선택사항 중 어느 것도 프로젝트의 요구사항과 상황을 충족시키지 못할 경우, 원칙적으로 프로젝트 제안자는 향후 재정적인 REDD+ 혜택을 활동이나 제안자에게 부여하는 법적 구속력 있는 합의에 기반하여 (하위)국가적 규제 체제에 활동을 포함시키고자 하는 협상을 고려할 수 있다.¹⁴⁾ 이와 같은 경우 프로젝트 제안자와 규제자는 적격 활동 및 프로젝트 수준에서 떠오르는 (하위)국가적 측정, 보고, 검증(MRV) 접근법을 사용하는 방법 등에 대해 합의를 이루어야 할 것이다. 현재 포함된 접근법이 적용된 사례는 없지만 실적 기반의 혜택 공유는 향후 UNFCCC에 속한 REDD+ 규제 체제의 구성 요소가 될 확률이 크다. 많은 국가들의 국내 REDD+ 법률 및 절차 초기 특성(예: 회계, MRV, 수익배분 관련)을 고려해 볼 때, 이렇듯 전례 없는 접근법의 위험 요소는 국내 REDD+ 체제에 통합되지 않을 경우 궁극적으로 “좌초될” 가능성이 있는 자발적 프로젝트 개발의 위험성과 비교 검토되어야 한다.

VCS 협회는 VCS Jurisdictional and Nested REDD Initiative의 개념 개발에 전략적 조언과 지침을 제공하는 하위 REDD+ 선택사항에 대한 자문위원회를 이미 수립했다. VCS Jurisdictional and Nested REDD Initiative는 관할권 및 하위 REDD를 운영 가능하게 하는 기준과 절차를 수립하게 된다. 결국 이 절차를 통해 VCS 기반과 준수 기반의 REDD+ 회계가 더 큰 통합을 이룰 것이다. 국내 기술 요구사항에 대한 프로젝트 제안자와 국가 및 사법 당국 간의 지속적 교류는 프로젝트 제안자들이 국가 또는 관할권 수준에서 프로젝트 자격 기준에 영향을 미치는 기회가 될 수 있다.

박스 5. 방법론 선택에 있어 REDD 프로젝트 개발자를 위한 권장사항 및 주요 자료

- 현 상황에서 가장 실행가능성이 높은 활동에 중점을 두어라.
 - 산림 벌채 및 황폐화의 압박을 다루는 활동
 - 이미 승인되었거나 제출된 방법론적 요소를 활용할 수 있는 활동
 - 실행 초기 단계에서 (상호) 혜택을 얻을 수 있는 활동
- 프로젝트 개발 중에는 수시로 VCS 지침 및 공지를 확인하여 대다수의 최신 문서가 사용되도록 하라. VCS 이메일 알림을 신청해 뉴스와 공지사항을 받아보라.
- 프로젝트가 국가 체제로 인식되거나 흡수될 가능성을 높이기 위해 정부기관과 가능한 한 긴밀히 공조하라.
- 단일 프로젝트 내 여러 가지 활동의 결합이 비용 측면에서 반드시 규모의 경제로 이어지지 않는다. 특정 활동을 둘러싼 찬반 결정을 내리기 전 향후 모니터링 및 실행 비용을 신중히 예측하라.
- VCS 방법론의 범위와 적용 조건을 검토해서 제안된 프로젝트 활동에 어떠한 방법론이 적합한지 결정하라. 새로운 방법론을 개발하는 것은 최후의 방책으로 두고, 기존의 방법론을 국가 및 관할권 체제에 맞추도록 하라.

14) 실제로 모든 프로젝트(현재의 VCS 규칙/요구사항에서 개발된 프로젝트 포함)는 (하위)국가적 체제 안에 활동을 포함시키고자 한다.

프로젝트 개발자가 참조할 수 있는 주요 자료들은 다음과 같다.

피어슨, 티모시, 사라 워커, 산드라 브라운 저. 토지 사용, 토지 사용 변화 및 산림 프로젝트에 대한 자료집. 원록 인터내셔널과 세계은행의 생체탄소기금, 2005.

검색: http://www.winrock.org/ecosystems/files/winrock-biocarbon_fund_sourcebook-compressed.pdf

GOFC-GOLD. 벌채로 인한 인위적 온실가스 배출 및 제거, 산림으로 남은 산림 지대의 탄소 매장량의 득과 실, 조림 등을 모니터링 및 보고하는 방법과 절차에 대한 자료집. 보고서 버전 COP16-1, 캐나다 앨버타: 캐나다의 천연 자원, 2010. 구할 수 있는 곳.

검색: <http://www.gofc-gold.uni-jena.de/redd/>

3. 시간적 경계

3.1 프로젝트 시작일

프로젝트 제안자는 프로젝트의 시작일을 규정해야 한다. “파종, 재배, 농업 또는 임업 관행의 변경을 위해 토지를 준비하거나 관리 또는 보호 계획을 실행하는 것(VCS, 표준, 2011, 제3.2.1절)”과 같은 특정 프로젝트 활동의 시작일이 프로젝트 시작일로 간주될 수 있다. 이러한 프로젝트 활동은 VCS AFOLU 프로젝트 활동에서의 추가성 입증 및 평가를 위한 도구(Tool VT0001)를 사용하거나 다른 표준을 위해 인증된 기타 추가성 도구를 사용하여 그 추가성을 입증하여야 한다.

프로젝트 시작일

프로젝트가 온실가스 배출 감축 또는 제거를 시작한 일자

자료: VCS 표준 (2011)

프로젝트 시작일을 정하려면 배출권 발행 기간, 기준치 기간, 모니터링기간, 확인 기간의 정의를 내려야 한다. REDD의 경우 적합한 활동 데이터의 가용성, 프로젝트 재정의 가용성, 프로젝트 참가자 및 이해관계자와의 사전 협약 수준 등이 시작일을 규정하는 데 영향을 미친다.

3.2 프로젝트 발행 기간

VCS 하의 REDD, IFM, PRC 활동 발행 기간은 “최소 20년에서 최대 100년까지이며 최대 네 번까지 갱신 가능하되 총 프로젝트 발행 기간이 100년을 넘지 않게 한다”(VCS, 표준, 2011, 제3.9절). AFOLU 프로젝트는 “프로젝트 발행 기간 동안 프로젝트의 관리와 실행을 위해 신뢰성 있고 탄탄한 계획을 가지고 있어야 한다.”(VCS, AFOLU 필요조건, 제3.3.1절). 프로젝트 발행 기간을 갱신하는 것은 기존 기준치 시나리오의 유효성 재평가 대상이다(VCS, 표준, 제3.9.1절).

3.3 역사적 준거 기간

기준치 시나리오의 예상안 수립을 위해 모든 VCS AFOLU 방법론은 산림 파괴 및 황폐화에 대한 역사적 속도와 유형 분석을 필요로 한다. 방법론마다 기준치 설정을 위한 데이터 활용 방식이 다르지만(더 자세한 논의는 제8절 참조), 향후 산림 파괴 추정 모델의 개발을 위해 이 데이터 사용이 가능하다. 만약 프로젝트 개발자가 참조 온실가스 배출 시나리오 수립을 위해 모델링 접근법을 사용한다면 최소 네 번의 시점(프로젝트 개시, 시작점으로부터 10년 전, 프로젝트 시작 전 다른 두 번의 시점)에 걸친 과거의 지상 관측 데이터가 요구될 것이다. 하나의 모델을 조정하는 데 최소 3년(혹은 두 개의 기간), 프로젝트

시작에 앞서 이를 입증하는 데 하나의 기간이 걸리도록 하는 것이 좋다. 그러나 자료의 품질(예: 구름의 방해를 받은 자료)과 가용성 때문에 시간적 범위를 정의하는 데 제약을 받을 수도 있다.

3.4 기준치 기간

VCS는 각각의 AFOLU 활동 범주(ARR, REDD, ALM, IFM, PRC) 하에서 기준치 기간의 시간적 범위에 대한 특정 요건을 수립했다. Avoided Unplanned Deforestation and/or Degradation(AUDD) 프로젝트의 경우 기준치 분석은 “산림 파괴에 대한 과거 패턴을 설명하고 향후 패턴을 예측할 수 있도록 최소 과거 10년 동안의 역사적 요소들에 기반해야 한다”(VCS, AFOLU 필요요건, 제4.4.8.2a절). 그러나 계획된 산림 벌채(Planned Deforestation, APD)의 경우는 다르다. 기준치가 프로젝트 구역이 벌채될 계획이었음을 입증하는 공식 전환 계획에 기반해야 하기 때문이다(VCS, AFOLU Requirements, 제4.4.8 1절). AFOLU 요구사항에는 프로젝트 제안자들이 10년마다 기준치를 재평가해야 한다고 명시되어 있다. 재평가는 기준치 접근법 자체와 더불어 산림 벌채의 동인과 주체를 다룬다. 재평가는 차후 검증이 이뤄질 때 동시에 입증될 것이다. 기준치 업데이트는 향후 (하위)국가적 기준치가 개발될 경우 이를 조정하기에 가장 적합한 시간을 제시할 것이다.

3.5 모니터링 기간

VCS는 비상임 총격 완충 배출권이 이 기간에 출시 혹은 발효될 수 있다고 명시함으로써(제10절 참조) 프로젝트가 5년마다 외부 검증을 받을 것을 권장한다. 제안자는 활동 데이터와 모델링 파라미터에 대한 적정 모니터링 기간과 주기를 정의해야 한다. 모니터링 계획에서 편차가 발생하는 것은 프로젝트가 적용된 방법론을 준수하는 한 일반적으로 허용된다.

프로젝트 제안자는 탄소 수입을 극대화하고 모니터링 결과를 프로젝트 관리와 통합하여 실적 향상을 이룰 수 있도록 하기 위해 더 빈번하게 모니터링 및 검증 활동을 실행하려고 할 것이다(단계별 개요 참조). 프로젝트 제안자는 데이터 수집 및 처리에 있어 계절적 한계에 따른 시간 지연을 예측하여 모니터링 기간을 향후 검증 단계와 적절히 동기화시켜야 한다. 새로운 국가나 관할권 REDD+ 제도가 존재할 경우, 국가 데이터 세트를 활용하고 여러 단계의 온실가스 측정 시 시간적 불일치를 방지하기 위해 모니터링 기간을 해당 제도의 MRV 활동과 동기화시킬 것을 권장한다(해당 데이터 세트가 적용 가능한 방법론과 호환되는 경우). VCU를 더 빠르고 빈번하게 발표하려면 검증 활동을 더 자주하는 것도 한 가지 방법이며 이에 따라 모니터링도 더욱 빈번해진다. 모니터링과 검증을 더 자주하려면 비용이 발생하지만(프로젝트 특성에 따라 검증 시 최대 ~\$20,000-\$40,000) 상당량의 탄소 배출량 감축에 해당 비용이 분배될 수 있는 프로젝트 규모라면 추가 지출도 정당화될 수 있다(사업지침서 참조).

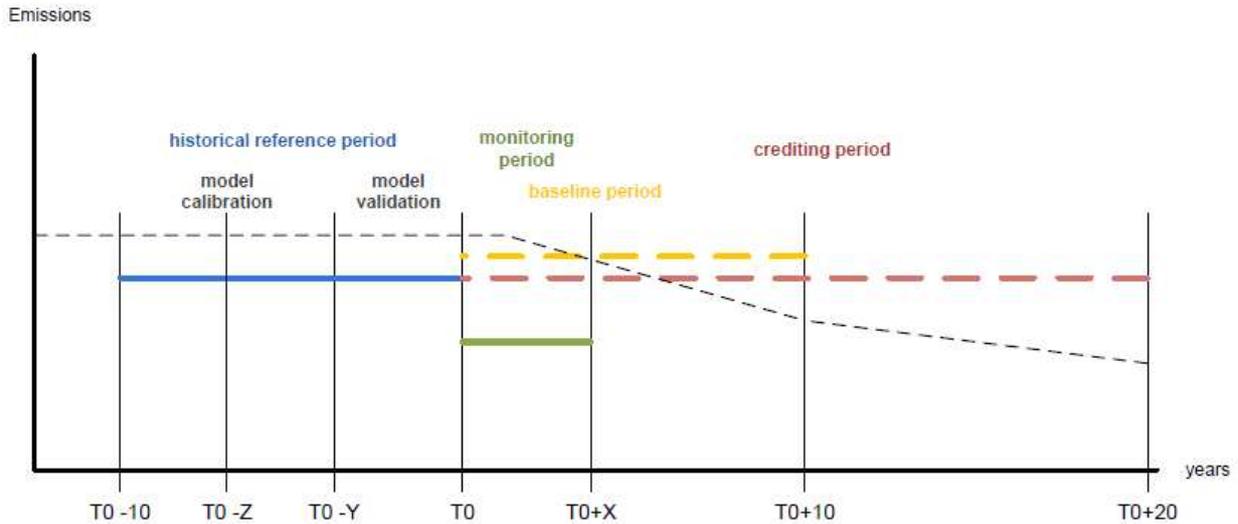
3.6 확인 기간

확인이란 프로젝트가 VCS 규칙을 준수하는지 여부를 결정하는 타당성 확인/검증 기관에 의해 프로젝트를 개별적으로 평가하는 것이다. 버전 3.0에서 VCS는 AFOLU 프로젝트가 활동 개시 이후 5년 이내에 확인을 완료해야 한다고 명시하고 있다. 해당 규정에 따라 현재 진행 중인 REDD 활동 대부분을 위한 확인 기간이 설정된다.¹⁵⁾

15) 이러한 규칙은 2013년 3월 8일 이후 확인이 완료된 프로젝트에만 국한되어 있다. 2002년 이전에 시작된 프로젝트의 별도 확인 규칙은 VCS 기준(2011, 제3.8.2절)에 소개되어 있다.

프로젝트 개발자는 ‘확인’이라는 용어가 모델링 및 계산과학 분야에서 다르게 쓰이며 이러한 경우에는 ‘모델이 실제 시스템의 행동을 대표하고 정확히 재현하는지 여부’를 파악하는 과정을 나타낸다는 사실에 유의해야 한다. (North and Macla 2007, 226)

그림 1. 프로젝트 접근법의 시간적 경계



박스 6. 시간적 경계를 정의할 때의 권장사항

- 국가 및 관할권의 산림 모니터링과 인벤토리 접근법의 시간적 구조에 대해 지지를 구하라. 데이터 공유에 관한 동시성과 합의로 상당한 비용 절감에 이를 수 있다.
- 적합한 데이터가 없거나 고비용으로 여러 자료 출처를 결합해서만 얻을 수 있다면 제안자는 데이터 가용성에 따라 시간적 경계를 조정하거나 데이터가 덜 요구되는 기준치 접근법을 선택할 것이다(제7절, 제8절).
- (박스 3에 참조된) 국가 REDD+ 계획서와 원격 감지 자료 아카이브(박스 11)를 참조한다.

4. 공간적 경계, 계층화, 지대 설정

4.1. 적격 지역

VCS는 프로젝트 현장 선택에 영향을 주는 몇 가지 법적 구속력을 띤 기준을 수립했다. 여기에는 특정 AFOLU 카테고리과 방법론적 요소에 특화된 기준을 비롯해 산림 정의 요구사항과 지역에 대한 통제 등이 포함된다.

산림 정의: VCS는 REDD 프로젝트의 경계가 프로젝트 시작일 이전 최소 10년 동안 성숙림, 이차림, 퇴화된 산림을 포함하여 산림으로서의 자격이 있는 지역만 아우를 것이라고 명시하고 있다. 프로젝트는 UNFCCC에 제출된 국가 공인 정의¹⁶⁾ 또는 FAO에 따른 정의¹⁷⁾와 같이 국제적으로 인정되는 산림의 정

의를 적용해야 한다. 이 부분이 강조되는 이유는 수많은 프로젝트가 비산림지에서 이뤄지는 활동 (예: 농업 생산성 향상 또는 연료용 목재를 위한 조림지 개선)을 포함하지만 해당 영역이 REDD 프로젝트 범위 내에 포함될 수 없기 때문이다. (단, 누출지대 혹은 참조지대의 일부가 될 수 있으며 복합적 프로젝트 활동(예: ALM)이 실행되고 적합한 방법론이 적용될 경우 프로젝트 영역에 포함될 수 있다.)

통제의 증거: VCS 하에서 프로젝트 제안자는 “VCS 표준에 명시된 바와 같이 프로젝트 제안자에게 부여되는 하나 이상의 사용권 관련 소유권의 증거로 프로젝트 전역에 대한 통제를 입증해야 한다.”¹⁸⁾ 경험에 따르면 프로젝트가 적절한 문서, 승인, 계약, 그 밖에 소유권이나 사용권의 증거 수립에 필요한 것을 제시할 수 없는 경우 주요 요구사항은 방해요인이 될 수 있다. 그러므로 프로젝트 제안자는 프로젝트가 해당 요건을 충족시킬 수 있는지 초기에 평가해야 한다. VCS가 프로젝트 제안자로 하여금 법적 구속력을 지닌 최종 프로젝트 범위 확정을 1차 검증시까지 연기할 수 있도록 허용한다는 사실도 주목해야 한다. 이 때 확인 시점에서 제안자가 프로젝트 범위 지역의 100% 이하에 대해 완전한 통제권을 가지는 경우에 대한 특정 규칙을 제공한다(VCS, AFOLU 요구사항, 제3.4.2.1절).

AFOLU 항목의 특정 기준: 적격 지역은 AFOLU 카테고리에 따라서도 결정된다. 예를 들어 벌목권 또는 조림지에서 Improved Forests Management(IFM) 활동이 이루어지는 프로젝트 지역은 반드시 “국가 혹은 지역 규제기관에 의해 목재 제품 관리에 대한 지정, 허가, 승인을 받아야 한다.” (VCS, AFOLU 요구사항, 제4.2.3절)

각 방법론의 특정 기준: 프로젝트 제안자는 잠재적 산림지역을 파악하면 선택된 인증 방법론의 적용 기준을 신중하게 검토해야 한다. 잠재적 프로젝트 적격 지역을 더 제한할 수도 있기 때문이다.

4.2 공간적 경계

VCS 하에서 AFOLU 프로젝트는 “AFOLU 프로젝트의 활동별 지리적 영역을 기술하기 위해 측지다각형”을 사용해 프로젝트 위치에 대한 구체적 정보를 제공하여야 한다. 해당 정보는 KML 파일로 제공되어야 한다(VCS, 표준 3.11 제3절).¹⁹⁾

4.3 계층화

잠재적 부지가 파악되면 해당 토지 구역의 계층화가 필요하다. 온실가스 측정의 맥락에서 볼 때 계층화는 “산림 간 변형(지층) 대신 각 산림 유형(지층) 내 변형이 최소화될 수 있도록(Maniatis and Mollicone 2010)” 탄소 매장량 측면에서 비교적 균일한 단위로 산림을 나누는 것을 목표로 한다. 각 지층 내 탄소 매장량의 변형을 최소화하면 상응하는 탄소배출 요소의 정확성이 증가하여 더 큰 불확실성

16) UNFCCC 당사국들은 REDD+ 활동에서 적용할 산림 정의의 틀을 어떻게 잡을 것인지 아직 합의에 이르지 못했다. 몇몇 당사국들은 CDM을 위한 마라케시 협정(Marrakesh Accords)에서 합의한 세 개의 경계 매개 변수(최소 임관: 10 - 30%, 최소 본래 성숙 정도의 나무 키: 2 - 5m, 최소 산림 면적: 0.05 - 1 ha)에 기반한 정의를 선택했다(CDM 규칙서 참조).

17) FAO(2001)는 산림을 가리켜 “높이 5m 이상의 나무들과 10% 이상의 차폐율을 갖거나 제자리에서 이 한계에 도달할 수 있는 나무들이 있는 0.5ha 이상의 면적에 걸친 토지”로 정의하였다. 대부분 농업 또는 도시적 이용도를 가진 토지는 여기에 포함되지 않는다.

18) VCS AFOLU Requirements(2011, 제4.2.5절), VCS Standard(2011, 제3.12.1절) 참조

19) 사실 측지학(geodetic)이라는 용어는 1m 이상의 기하학적 정확도 수준을 뜻한다. 측지학적 다각형들을 제공하려면 지형학자를 고용해야 하는데, 이 경우 지방 지적도가 없는 곳에서 프로젝트 설계비용을 엄청나게 인상시킨다. VCS와의 개인적 의사소통에 따르면 이 정확도 수준이 필수 사항이 되도록 의도한 것은 아니라고 한다.

에 의한 가치 절감의 위험을 감소시킨다.

IPCC(2006)는 VCS의 인증을 받은 REDD 방법론에 의해 폭넓게 반영된 기후, 토양, 생태학적 지역, 관리 관행에 따른 계층화를 권장하고 있다(Vol. 4 제3.3.2.1장 참조).²⁰⁾ 초기 가설을 세우려면 현존하는 식생도를 참고해야 한다. 계층화의 주요 목적은 모니터링에 따른 수고를 줄이는 것이다. 그러나 한 부지를 과도하게 계층화하여 불필요한 측정 및 모니터링 비용이 발생하게 될 위험이 있다. 초기 평가는 IPCC 배출 요인 데이터베이스에서 제공되는 디폴트 배출 요인과 함께 IPCC 티어 1 디폴트 계층화(IPCC 2006, Vol. 4, Annex 3A.5)를 사용하여 시작할 수 있다. 탄소 축적량 평가 지침서에는 계층화의 선택사항과 요건이 더 자세하게 논의되어 있다.

4.4 지대 설정

활동 유형에 따라 공간적 경계가 프로젝트 지역을 넘어설 수 있다. REDD 프로젝트는 일반적으로 누출 지대와 참조지역이라는 프로젝트 경계의 안쪽 지역을 포함한다. 프로젝트 지역, 참조지역, 누출지역, 누출 관리지역의 총 합은 방법론에 따라 프로젝트 지역 규모의 두 배를 쉽게 넘어설 수 있다.

비계획적 산림 벌채 및 황폐화(AAUDD) 방지 활동은 “프로젝트 제안자로 하여금 참조지역을 결정하고 분석하여 기준치를 개발할 것을 요구한다(참조지역이 프로젝트 지역과 인접할 필요는 없다). 기준치는 산림 벌채 및 황폐화의 추진 요소 및 동인, 풍경 구성, 사회경제적·문화적 상태 등의 측면에서 프로젝트 지역과 유사하여야 한다.”(VCS, AFOLU 요구사항, 제4.4.8.2c절). 프로젝트 지역에 영향을 미칠 것으로 예상되는 산림 벌채 및 황폐화의 기준치 비율을 수립하고 업데이트하기 위해 참조지역을 측정하고 모니터링 한다.²¹⁾ 방법론은 참조지역의 묘사에 관한 필수요건에 따라 달라진다. 일반적으로 방법론은 양적 매개변수(예: 추진체의 집합, 사회경제적 조건, 풍경 구성, 식생 유형)를 정의하는데, 지리정보시스템(GIS) 내 단순한 공간 모델을 사용해 참조지역의 공간적 경계를 묘사하기 위해 참조지역과 프로젝트 지역 간 구조적 유사성을 입증할 목적으로 양적 매개변수를 평가한다. 일부 VCS 방법론에서 참조지역이 프로젝트 지역과 인접할 것을 요구하는가 하면 그렇지 않은 방법론도 있다.²²⁾ 방법론마다 프로젝트 지역보다 훨씬 커질 수도 있는 참조지역 규모를 결정하는 기준에 차이가 있다.²³⁾ 때로 프로젝트 개발자들은 방법론이 요구하는 규모를 충족하는 프로젝트 지역과 유사성이 충분한 참조지역(예: 추진체의 집합 또는 생태적 특성의 관점에서)을 찾는 데 어려움을 겪을 것이다. 이러한 경우 최소 규모에 있어 더 융통성 있는 다른 방법론을 사용하거나 요구된 규모를 획득할 수 없다는 증거를 검증기관에 제시하는 방법을 권장한다. 확인에서 탈락할 위험을 방지하기 위해 프로젝트 검증 담당자와 이 문제에 대해 솔직하게 논하는 것이 좋다.

20) VCS는 계층화 규정을 명시하지 않는다. 그러나 인증된 REDD 방법론들은 참조지역의 규모와 위치에 대한 틀을 잡는 적절한 계층화 수립을 위해 특정 요구사항 및 접근법에 대비하기도 한다.

21) 참조지역의 공간적 경계 정의가 복잡해 보일 수 있는데, 사실 선택된 방법론에 따라 다르다. VCS 3.0 버전에서는 방법론이 참조지역을 정의하도록 요구하는 반면, 일부 방법론들은 참조 면적과 참조지역을 거의 동의어처럼 사용하고 있다. 사실 참조 면적과 참조지역은 둘 다 프로젝트 사례 속에서 토지 이용 변화의 강약, 변화율, 패턴 등에 관한 공간적 독립체를 가진다는 점에서 동일한 개념이다.

22) VMD0007은 프로젝트 지역에 인접한 산림 황폐화 지역의 위치를 측정하는 참조지역으로부터 “프로젝트 지역이나 누출지대에 반드시 인접하거나 이를 포함할 필요가 없이” 산림 황폐화 비율을 측정하기 위한 참조지역을 따로 구분한다. 반면 VM0006은 다른 접근법을 제공한다. 여기에서 참조지역이란 프로젝트 개시 이전(기준치 기간의 과거 부분을 살펴보면 그림 1 참조)의 프로젝트 지역과 누출 지역을 포함하지만, 프로젝트 기준치 시점(그림 1의 T0, T0+10)에서는 제외한다.

23) VMD0007이 참조지역의 최소 규모를 정의하는 특정 양식을 도입한 반면, 다른 방법론은 규모의 측정에 좀 더 유연하다.

박스 7. 공간적 경계, 계층화, 지대 설정에 관한 주요 자료 추천

- 소규모 프로젝트, 특히 기준치가 낮은 산림 벌채율 또는 지역을 주의하라. 경험에 의하면 REDD 프로젝트는 설계 및 확인 기간 동안 탄소배출 감축이 줄어드는 문제를 겪을 수 있으며, 이는 프로젝트의 재정적 타당성에 타격을 줄 것이다.
- 국가 REDD 계층화 제도가 이미 예비 설계되었는지 확인하고, 만약 그렇다면 현장을 국가적 계층화에 내포시켜라. 바이오매스 측정법에 비용이 많이 소요된다는 점을 유념하여 IPCC(2006)의 지침을 따르는 단순 계층화에서 출발하라. 복잡한 계층화는 추후에 높은 모니터링 비용을 발생시킬 수 있다.
- 프로젝트 지역의 추진체의 집합 및 사회경제적 특성과 가장 일치하는 방법으로 참조지역을 기술하라.
- 지역 선정, 지대 설정, 시간적 경계, 모델링 기술에 대한 결정을 내리기 전에 지상관측 데이터의 품질과 유효성을 확인하라. USGS Landsat 아카이브 이외에도 전 세계 지상국이 추가 Landsat 자료를 제공한다.

프로젝트 개발자는 특히 다음의 자료를 참고할 수 있다.

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama, Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

그 중에서도 특히 Volume 4의 3장 Representation of Land를 참조한다.

IPCC Emission Factor Database, available at:

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>.

International Ground Station (IGS) Network, available at:

http://landsat.usgs.gov/about_ground_stations.php.

탐사 수신국 목록 및 탐사 가능 범위를 제공한다.

USGS Global Visualization Viewer. Available at: <http://glovis.usgs.gov/>

지구 관측 데이터 검색을 위한 USGS 맵 인터페이스를 제공한다.

아울러 일부 방법론은 누출 관리지역이나 활동 변동에 노출된 누출지대를 정의하기 위해 특정한 규칙을 수립한다(누출에 대한 논의는 제9절 참조). 방법론이 누출지역 또는 지대의 최소 규모를 규정하지는 않지만 일부 방법론에서는 활동 변동 동인의 잠재적 움직임을 가늠하기 위한 공간적 분석(이동성 분석) 또는 프로젝트 이외의 지역에서도 동인이 시장 관련 활동을 계속할 경제 잠재력의 분석(기회비용 분석)을 요구한다. 두 가지 접근법 모두 사회경제적 데이터와 공간적 데이터를 GIS에서 처리하여야 한다.

5. 추진 요소, 원인, 동인의 분석

5.1 추진요소, 원인, 동인 분석의 중요성

REDD는 근본적으로 산림 벌채 및 황폐화의 추진요소, 원인, 동인을 해결하기 위한 것이다. 이러한 요소에 대한 일관적 분석 없이는 효과적으로 탄소 배출량을 감축하고 지속적인(영구적인) 성공을 거둘 수 있는 프로젝트 개입을 정의하기가 어렵거나 불가능하다(제6절 참조). 아울러 이 분석은 현장 프로젝트 실현가능성 평가(단계별 개요 참조) 및 프로젝트 개입 설계에 대한 평가에서 출발하여 프로젝트 개발의 수많은 필수요소를 분석하는 데 기여한다. 또한 기준치 모델링 접근법(제8절 참조) 결정 및 기준치 추정 모니터링뿐만 아니라 참조지역과 누출지대 정의에 꼭 필요하다(제4.4절 참조). 나아가 동인과 추진 요소에 대한 정의는 위험 평가에 영향을 미친다(제10절 참조). 마지막으로 추진요소, 원인, 동인의 임의 모델을 개발하는 것, 특히 산림 파괴로부터 파생되는 동인과 혜택의 동기를 이해하는 것은 프로젝트의 사회적 영향을 평가하고(사회적 영향 안내 참조) 지역사회를 참여로 이끄는 데(지역사회 참여 안내 참조) 필요한 구성요소이다.

추진요소, 원인, 동인의 분석이 일부 중요한 방법론적 결정을 이끌어낸다는 사실이 명백하더라도 그 개념적 토대는 상당히 모호하다. 현장의 잠재적 추진요소와 동인이 다양하기 때문에 VCS 표준과 VCS AFOLU 요구사항 모두 향후 기준치 유효성 재평가나 참조지역의 공간적 경계 수립에 있어 중요성이 언급되는 것 이상으로는 다루지지 않는다. 따라서 인증된 방법론들은 이러한 개념을 다르게 표현한다.²⁴⁾ 그러나 실제 추진요소, 프로젝트 제안자의 직접적 통제에서 일부 벗어난 근본 원인, 동인 등에 대한 확실한 이해는 프로젝트 성공 및 프로젝트 기준치 신뢰성의 중심점이 된다. 아울러 이러한 지침을 통해 프로젝트 개발자는 추진요소, 원인, 동인을 철저히 평가하고 문서화하게 된다.

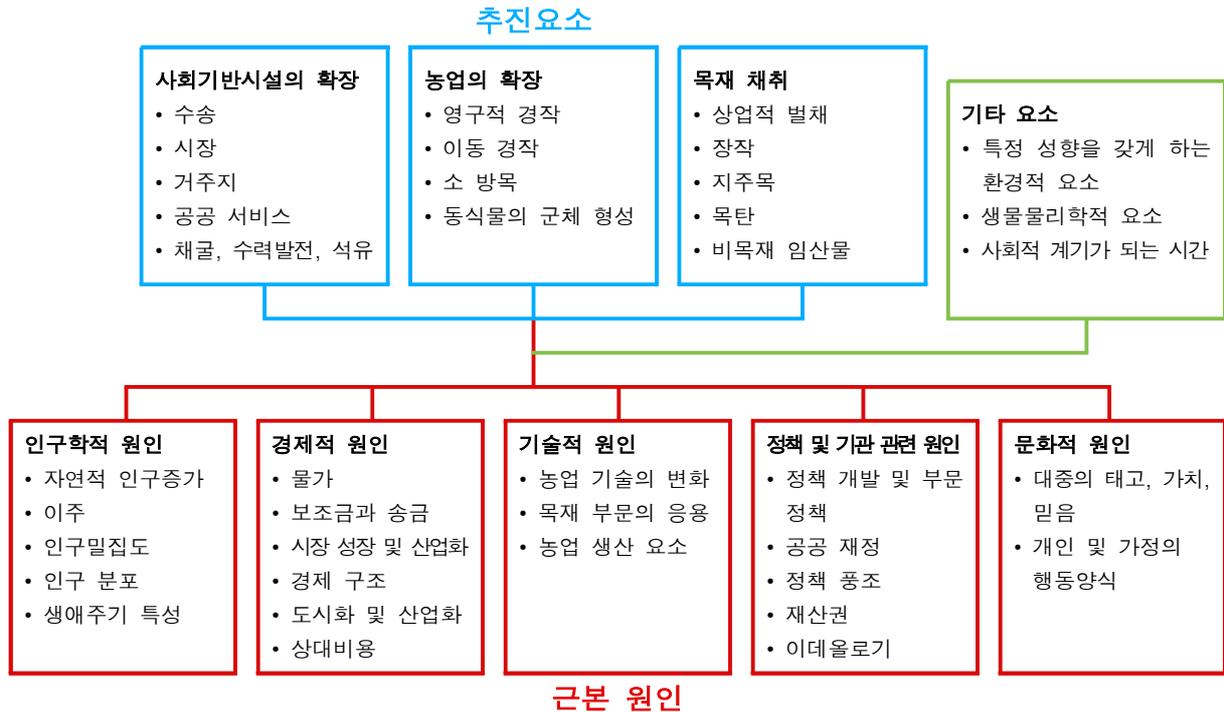
5.2 개념적 토대

가이스트와 랑방(2002)은 근인(소위 “추진요소”라고 부름)과 근본적인 원동력(“근본 원인”)²⁵⁾을 체계화하기 위한 틀을 개발했다. 이 틀 내에서는 임상 식물에 직접 영향을 미치는 즉각적 인간활동(사회기반 시설의 확장, 농업 확장, 목재 추출 및 기타 요인들)을 추진요소로 간주한다. 반면 인구학적, 경제적, 기술적, 문화적, 정책적, 제도적 요인들은 프로젝트가 부분적으로만 통제 할 수 있는 근본 원인으로 간주되는 일련의 핵심적인 사회적 절차를 구성한다.

24) VM0009는 근본 원인과 추진요소를 따로 구분하지 않는 대신 넓은 범주에서 광범위한 잠재적 추진요소를 기술하고 있다(28페이지). VM0006은 지리적 제약을 받는 요소와 지리적 제약이 없는 요소간 구별을 도입한다(10페이지). 아울러 벌채, 토지 전환, 목재용 나무 채취 등의 여러 유형을 열거하면서, 적격 활동에 대한 기술과 더불어 “산림 황폐화의 추진 요소는 황폐화/악화를 초래하는 동인에 의해 실행된 즉각적인 활동”이라고 “추진요소”에 대한 정의를 내리고 있다. (11페이지 각주 5) VM(D)007은 황폐화 동인의 행위에만 거의 초점을 맞추고 있다.

25) 이 장에서는 UNFCCC 협상에서 예측되는 추진요소와 근본 원인간 구별을 따른다.

그림 2. 산림 황폐화의 추진요소와 근본 원인



가이스트와 량방에서 채택(2002)

프로젝트 개발자는 먼저 특정 추진요소의 집합과 프로젝트 대상 산림에 영향을 주는 관련 요인에 대해 가설을 세운다. 개발자는 가용한 정보를 토대로 추진요소와 동인의 틀을 잡고 사전에 다뤄야 할 정보 부족 및 의문점을 파악할 것이다. 프로젝트 초기에는 근본 원인의 상대적 중요성을 평가하기가 훨씬 더 어렵다. 어떤 특정 원인이 각기 다른 동인의 행동양식을 구성하는지 알아야 하기 때문이다. 물론 이를 무시하면 오인이라는 결과를 낳는다. 따라서 개발자들은 초기 체제가 분명 변화한다는 사실을 인식해야 한다. 따라서 VCS는 10년 주기로 기준치 재평가를 요구한다.

최적의 조건 하에서 프로젝트 개발자는 각기 다른 추진요소의 중요성을 수량화할 수 있으며 추진요소와 근본 원인의 집합체를 완전히 이해하여 이를 모델링과 정책 체제로 변화시킬 수 있다. 이를 통해 신뢰성 있는 BAU(Business-As-Usual) 시나리오를 제공하며 산림 황폐화와 파괴를 감소시키기 위한 효과적 프로젝트 개입에 대해 보여준다. 하지만 이는 흔한 경우가 아니다. 프로젝트 설계의 초기에 개발자들은 산림 황폐화와 파괴 사전 평가²⁶⁾, 발표된 보고서, 전문가의 판단 등에 의존할 수밖에 없다. 과거 특정 요인의 중요성을 추적하는 데 필요한 신뢰성 있는 정보를 쉽게 얻을 수 없는 경우가 대부분이다. 게다가 추진 요소와 근본 원인 간 피드백 패턴은 보통 잘 이해되지 않거나 불확실하다. 따라서 개발자에게 산림 파괴의 양적, 구조적 측면에 관련된 불확실성을 줄이기 위해 사전 평가(제11.3절 참조) 동안 변화 감지 분석(제7.2.2절 참조)부터 시작할 것을 권장한다. 정보가 편집되면 2단계 접근법에 따라 추진요소와 동인 집합을 분석한다.

26) 추진요소, 원인, 동인의 분석은 과거 산림 황폐화 유형과 비율에 대한 신뢰성 있는 분석으로부터 큰 도움을 얻을 수 있다. 그러나 프로젝트 대다수는 전반적인 배출 감축 또는 제거 잠재력이 측정된 경우에만 프로젝트 개입 설계 및 추진요소와 동인의 분석에 기반하여 철저한 변화 감지 분석(제7.2.2절 참조)에 대한 투자를 고려할 것이다(제6절 참조).

- 적격 활동에 따라 프로젝트 개발자는 가용한 정보의 컴퓨터 검토를 실시하거나 산림 파괴의 시공간적 패턴²⁷⁾의 시각적 분석, 사회경제적 현장 작업, 포괄적인 참여 맵핑 연습 등을 통해 산림 황폐화(및 파괴)의 동인 기술로부터 출발할 수 있다.
- 동인을 파악하고 나면 추진요소 및 근본 원인에 관한 가용 정보를 포괄적으로 문서화해야 한다. 추진요소와 근본 원인을 동인 및 가용 데이터 소스와 연결시키는 매트릭스 형태를 취할 수 있다. 그러한 문서화는 사회적 영향 평가에 유용하게 통합될 수 있다(사회적 영향 안내의 1, 2단계에 기술된 바와 같음).

박스 8. 추진요소, 원인, 동인 분석의 추천 및 주요 요소

- 동인 및 추진요소 분석을 반복적이고 참여적이며 명료한 방식으로 개발하라. 향후 프로젝트 스텝, 이해관계자, 파트너가 동인, 추진요소, 근본 원인과 이들의 상대적 중요도를 각기 다르게 지각할 수도 있다. 분석의 근본 가정을 분명하게 하면 순조로운 개입과 관리에 도움이 된다.
- 동인, 원인, 추진요소 분석을 기준치 모델링 체계의 개념적 모델, 사회경제적 기준치의 정의, 그리고 해당할 경우 (하위)국가적 참조 시나리오와 일관되게 하라.

프로젝트 제안자와 개발자는 다음의 자료를 참고할 수 있다.

Chomitz, Kenneth M., Piet Buys, Giacomo De Luca, Timothy S. Thomas, and Sheila Wertz-Kanounnikoff. At Loggerheads: Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests. Washington, DC: The World Bank, 2007. Available at : http://siteresources.worldbank.org/INTTROPICALFOREST/Resources/2463822-1161184206155/3060670-1161608416166/PRR-AL_SAOOverviewwebnonembargo.pdf.

Participatory Mapping Toolbox, available at : <http://www.iapad.org/toolbox.htm>.

Geist, H., and E.F. Lambin. "Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation." *Bioscience*, 2002: 52(2): 143.

Participatory Mapping Toolbox, 검색: <http://www.iapad.org/toolbox.htm>.

Geist, H., and E.F. Lambin. "Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation." *Bioscience*, 2002: 52(2): 143.

본 시리즈 중 사회적 영향 안내 부분에서는 프로젝트의 변화 이론을 검토하는 데 필요한 관련 자료와 도구에 대해 논의하고 있다. 이는 대개(REDD+ 프로젝트의 경우) 추진요소, 원인, 동인의 세부 분석에 기반을 둔다.

UNFCCC 수준의 논의에서도 이 문제에 대한 중요성이 반영된다. REDD 결의 시 COP15 당사국들은 국가들이 산림 황폐화와 파괴의 추진요소를 파악하도록 요청했다(UNFCCC, 4/CP.15, 2009). 주어진 국가적 맥락에서 추진요소와 근본 원인을 이해하는 것은 참조 배출 수준을 수립하고 정책적 조치와 국가

27) 사전 처리된 공간 데이터가 없을 경우 Google Earth가 참조지역에서 실제로 발생하고 있는 일의 첫 화면을 제공한다.

적 전략을 형성하는 데 분명 중요한 일이다. 그러나 하위국가적 및 지역적 상황들이 동인의 행동양식을 다른 방식으로 만들 수 있다.

6. 프로젝트 개입에 대한 정의

6.1 투명하고 보수적, 포괄적이며 적응력 있는 계획

현장, 참조지역, 동인, 추진요소, 근본 원인을 파악하고 나면 이제 산림 황폐화의 기존 및 예상 원인을 해결할 실질적 선택 방안을 정의해야 한다. 당연하게 보일 수 있지만 탄소 축적량의 측정, 모니터링 때문에 REDD가 성공할 수 있는 것은 아니다. 추진요소-동인 분석에서 흔히 그러하듯이 많은 프로젝트가 산림 황폐화의 주요 추진요소를 목표로 한 실질적이고 효율적인 개입을 설계하는 데 충분한 노력을 기울이지 않는다. 여태까지 열대지역 산림 황폐화를 해결하려는 노력을 방해한 것은 비단 REDD를 통해 다뤄지기를 바라는 재정 부족 문제뿐만이 아니다. 더 큰 관점에서 보면 정책 및 프로젝트 차원에서 복합적인 사회경제적 추진요소들에 맞설 효율적이고 실용적인 조치가 부족하기 때문이다.

프로젝트는 어떻게 산림 황폐화를 줄일까? 기술적, 재정적, 정치적, 법적으로 어떤 대안이 실현 가능한가? 프로그램은 새로운 직접적 인센티브 제도를 만들어 내거나 산림 관리를 개선하거나 혹은 빈곤 감소를 추진해야 하는가? 프로젝트에는 모든 동인이 포함되는가, 아니면 이해관계자의 일부분만 포함하는가? 단기적으로 가장 유익한 완화 잠재력을 제공하기에 가장 쉬운 방법은 무엇인가? 이들은 프로젝트 평가, 설계, 계획 단계에서 던져야 할 질문의 일부일 뿐이다. (단계별 개요 참조) 제안된 하위국가적 또는 프로젝트 기반 개입이 노력할 만한 가치가 있는 것인지를 명확히 해야 한다. 어떤 조건 하에서는 산림 황폐화와 파괴 감소에 비용이 너무 많이 들거나 정치적으로 실현 불가능할 수도 있다.

이러한 질문을 초기 단계에 제기하는 데는 몇 가지 공식적 이유도 있다. VCS는 제안자들로 하여금 REDD 프로젝트 활동 중 인위적 온실가스 배출의 순 감축량에 대해 보수적인 사전 추정치를 제시할 것을 요구한다.

개발 및 천연자원 관리를 담당하는 지역사회는 프로젝트 개발자가 사회경제적, 환경적, 혹은 천연자원 문제, 개발 목표, 잠재적 개입 전략, 활동 간의 인과관계를 이해하는 데 도움을 줄 수많은 도구를 개발해 왔다. 아쉽게도 개발도상국들의 현실은 성공이라고 보기 어렵지만 이러한 도구들은 잠재적 개입 전략에 대해 가감 없이 파악하고 평가하도록 도와준다. 지역사회 참여 안내 부분에는 해당 도구와 전략에 대한 논의가 나와 있다.

프로젝트 관련 시나리오의 개입 전략과 활동이 파악되면 추가성 테스트를 거쳐야 한다. 이들의 배출량 감축 잠재성은 보수적으로 측정되어야 한다. 정책 변환과 사회경제적 적응에 시간이 필요함은 두말할 나위가 없다. 지나치게 과장된 목표나 비현실적인 계획으로 인해 프로젝트가 실현되지 못하는 상황을 막기 위해 배출량 감축 잠재력을 보수적으로 저평가할 것을 권장한다.²⁸⁾

28) 확인 및 검증에 필요한 시간은 어느 곳에서나 2~6개월 정도이며 프로젝트 활동 기금 조성을 위해 배출권 판매를 계획하거나 배출권 구매자에게 약속한 경우 이를 고려해야 한다.

박스 9. 프로젝트 개입 정의에 대한 권장사항과 주요 자료

- 논리적 프레임워크 접근법 등 프로젝트 사이클 계획 툴이나 문제나무 분석 등을 사용하여 다양한 프로젝트 개입 옵션을 살펴보라.
- 잠재적 시너지 효과, 보완적 접근법, 국가와 하위국가 정책 간 우선순위의 잠재적 갈등을 파악하기 위해 국가 REDD 정책의 정책 옵션을 수정하라.
- 기관 및 다양한 이해관계자를 참여시키는 방식을 통해 옵션들을 평가하라.
- 프로젝트 관리 시스템을 신중하게 정의하라. 역할과 책임이 명료하게 정의되어야 한다. 프로젝트의 원활한 기능 및 계획 툴을 사용하여 잡은 예상 시간 계획에 부합하는 시의적절성을 보장하기 위해 관리 시스템을 수립하여야 한다. 조정할 수 있는 관리 메커니즘을 고려하라.

프로젝트 참여자와 개발자는 다음의 자료를 참고할 수 있다.

EU 프로젝트 사이클 관리 지침은 법적 체제 접근법, 문제나무 분석 등과 같은 도구를 소개한다.
[http://www.acp-programming.eu/wcm/dmdocuments/pcm_manual_2004_en\[1\].pdf](http://www.acp-programming.eu/wcm/dmdocuments/pcm_manual_2004_en[1].pdf).

The Participatory Mapping Toolbox, 검색: <http://www.iapad.org/toolbox.htm>

프로젝트 관리 소프트웨어는 프로젝트 계획, 예산 결정, 통제에 도움을 줄 수 있다. MS 프로젝트 등 상업적 패키지 외에도 무료로 제공되는 몇 가지 도구가 있다. Project-Open (<http://www.project-open.com/index.html>) and GanttProject (<http://www.ganttproject.biz/>).

7. 산림 황폐화 및 파괴율 감지

7.1 배출량 측정에서 산림 면적 모니터링의 역할

산림 온실가스 배출 감축 및 제거의 측정은 기본적으로 두 가지 유형의 데이터에 기반을 둔다. 배출 계수는 여러 숲이나 다른 토지 이용 등급을 위해 탄소 축적량 또는 축적량 변화량을 측정하여 탄소 밀도를 제시한다(단계별 개요와 안내, 탄소 축적량 평가 안내 참조). 반면 활동 데이터는 주어진 기간 동안의 탄소 배출이나 제거로 이어진 인간 활동의 규모에 대한 데이터를 가리킨다(IPCC 2003). REDD의 경우, 활동 데이터는 토지 이용 변화의 규모와 미래를 계량화하기 위해 주로 원격 감지 제품을 처리함으로써 생성된다.²⁹⁾ VCS 방법론은 원격 감지를 위해 최대 네 가지 각기 다른 제품을 요구한다.

- 프로젝트 시작 10년전 산림 경계를 나타내는 공식적 산림 정의에 기반한 초기 산림 마스킹(제4.1절 참조)
- 주어진 기간 내 공간적 산림 황폐화 또는 파괴 패턴의 감지

29) 방출 계수 측정법을 산림 인벤토리에, 그리고 활동 데이터를 원격 감지에만 연결시키는 것은 지나친 단순화이다. 산림 인벤토리 접근법은 산림 파괴율을 통계적으로 규정하기 위해 널리 사용되어 왔다(GOFC-GOLD 2010). 또한 편광 레이더 영상을 통해 이미 균질적 임분의 지상 바이오매스를 측정할 수 있다(Lee and Pottier 2009). 레이더와 기타 원격 탐지 기술을 결합하여 운영 단계에 있는 지상 바이오매스를 계량하려는 노력도 이미 진행 중이다(Saatchi et al. 2007, 2011). 유럽 우주 기관(ESA)은 현재 2017년으로 예정된 BIOMASS 미션(세계적인 범위의 산림 바이오매스의 분포와 시간적 변화 측정)을 위한 준비 작업 중이다. 그러므로 머지않아 활동 데이터와 배출 계수 모니터링이 융합될 수 있을 것이다. 그러나 IPCC 안내 및 지침과 VCS는 여전히 활동 데이터와 배출 계수를 구분하고 있다.

- 산림에서 다른 토지 이용 범주로의 변화(또는 IPCC 측면에서 핵심 범주들)를 나타내는 역사적 토지 이용 변화 매트릭스
- 아울러, 신뢰할 수 있는 산림 계층화가 존재하지 않을 경우 산림 유형의 분류를 제공해야 할 수도 있다.

기본적으로 해당 제품들은 프로젝트 지역, 누출지대, 누출 관리 지역 내 프로젝트 실적 모니터링과 참조지역 내 향후 산림 황폐화 동태 예측을 위해 기준치를 수립하고 조정하는 데 사용될 것이다.

활동 데이터의 선택은 완화시킬 활동의 유형과 범위에 달려있다. 소규모 산림 황폐화의 영향 측정에는 농공산업 작물 생산의 영향 측정 시보다 해상도가 높은 제품들이 필요하다. 모니터링 빈도의 선택은 시간적 경계, 평가할 활동의 유형³⁰⁾, (하위)국가적 REDD+ 활동 내 산림 면적 모니터링을 위한 기존과 앞으로의 노력 등에 따라 달라진다. 과거 시간적 경계들은 규칙적으로 구름이 끼는 지역에서조차 구름을 배제한 광학 데이터의 가용성에 따라 선택되었던 것이 사실이다. 프로젝트의 공간적, 시간적 경계 역시 특정 제한요소를 만든다.

지구 관측을 위한 방법, 데이터, 도구, 처리 단계 등에 대한 논의는 이 장에서 다루지 않는다. 그러나 일부 VCS 방법론에 고려해야 할 부수적 요구사항이 있다는 점에 주목해야 한다. GOF-C-GOLD(2010)는 이 모든 측면에 대해 포괄적인 지침을 제시한다. 단, 원격 감지 데이터의 처리 및 분석은 전문화된 영역으로 이 분야의 전문가에 의해 수행되어야 한다. 다수의 프로젝트 제안자가 이러한 기술을 기관 내에서 찾을 수 없을 것이므로 외부 전문가나 기관을 섭외해야 한다. 다음 단락들을 통해 주어진 정보를 보완하고 이러한 방법들을 REDD+ 프로젝트에 적용하기 위한 핵심 논점을 생각해 보고자 한다.

7.2 감지 제품 선택과 처리 방법론

7.2.1 초기 산림 마스크

일반적으로 초기 산림 마스크는 과거 산림 황폐화 감지를 위해 처리한 영상들을 기반으로 한다. 시간적 경계의 요건에 따라(제3절 참조) 프로젝트 시작 10년 전의 산림 면적 범위를 설정하기 위해 산림 마스크를 수립하여야 한다. 대다수 프로젝트는 Landsat 2000 Global Land Cover를 선택한다. 세계적으로 구름이 없는 3천만 해상도 커버리지에 가장 근접하기 위해 광범위 Landsat 5 TM과 Landsat 7 ETM 커버리지를 이용해 최적화되어 있기 때문이다. 산림 마스크 처리는 특정 산림 정의에 의거하여야 한다. (제4.1절 참조) 중간급 해상도의 다스펙트럼 광학 데이터로 나무의 키를 감지할 수 없지만 최소 산림 면적과 임관(林冠)은 관리 분류 또는 비관리 분류를 통해 예측 가능하다. 최종 결과물의 최소측지단위(MMU)를 정의하는 것이 좋다. Landsat TM의 3천만 화소 해상도의 경우, 최대 0.8헥타르의 MMU만을 얻을 수 있으며³¹⁾ 이로써 감지 가능한 최소 산림 면적의 실질적 한계치가 정해진다. 운영 중인 중대형급 산림 모니터링 시스템은 사양에 따라 보통 1~6.5헥타르 범위 내에서 동작한다. 그러나 MMU 목표치를 정의할 때 프로젝트 지역 내 산림 황폐화 및 파괴 패턴을 고려해야 한다. 예를 들어 소규모 화전 활

30) 직접적 산림 파괴 평가는 산림 황폐화 모니터링보다 모니터링 빈도가 더 높아야 한다. 벌목 관행과 계절적 영향에 따라 연 2회 산림 파괴 유형 모니터링을 실시해야 할 수도 있다.

31) MMU는 별개로 지도에 기록해야 할 최소 크기의 면적 단위로 정의된다. 원천 영상의 지리적 정확도와 적용된 영상 처리 방법에 따라 결정된다. 일반적으로 MMU는 픽셀 기반 영상에서 지상의 특징들이 잘못 할당되는 것을 보완하기 위해 원천 이미지의 최소 3X3 픽셀에 해당하는 크기이다. Landsat TM(3천만 픽셀 해상도)의 경우, MMU가 90X90m = 0.81ha에 이를 수 있다(Knight and Lunetta 2003).

동을 조사하려면 상업적 소 방목에 주안점을 둔 황폐화 모니터링에 비해 더 작은 MMU가 필요하다.

7.2.2 산림 황폐화 모니터링

대다수의 REDD 프로젝트 활동은 1990년, 2000년, 2005년 USGS의 Global Land Cover(GLC)가 수집한 지도화된³²⁾ 랜드셋 데이터 상에서 수립된다. 2003년~2013년 동안의(박스 10 참조) 운량(雲量) 및 데이터 가용성 감소량 때문에 개발자들은 다양한 센서 제품과 처리 방법을 결합해야 한다. 모니터링 설계에 있어 미래의 감지 기술도 예측해야 한다. 편광³³⁾ 레이더 영상은 운영 중인 우주 (공수) 센서 기술을 비롯해 산림 면적과 그 변화를 감지하는 처리 기술도 이미 제공하고 있다. 그러나 지금까지도 REDD 활동에 대부분 사용되지 않았다. 아마도 광학 영상 처리와 확연히 다른 기술을 도입해야 한다는 어려움 때문일 것이다. 다행히 이 장의 끝에서 소개할 여러 가지 교육 도구들 덕분에 장애물을 줄일 수 있다.

대부분의 표준 원격 감지 소프트웨어 패키지는 내장된 기능을 통해 사전 처리 단계를 지원한다. 반면 구름 마스킹은 아직 해결되지 않은 과제이다. 물론 관리 또는 비관리 분류가 구름 마스킹에 사용될 수 있다. 하지만 이 방법을 사용하는 대신 구름에 의한 그림자와 유사한 방사특성을 갖는 그늘진 산림 지역을 감지하지 못하게 된다. 더욱 복잡한 절차들에서는 구름과 구름 그림자의 자동 감지를 위해 센서와 태양 기하학을 고려하고 있다(Martinuzzi, Gould and Ramos Gonzalez 2007). 규칙 기반 분류와 결합된 영상분할도³⁴⁾ 해결책을 제시할 수 있으나, 표준 소프트웨어(예: SPRING, ENVI)에 의해 일부만 지원된다.

다양한 변화 감지 및 분류 방법이 존재하지만 공동 등록되고 스택킹된 다중 시기 영상을 해석하거나 분류하는 것이 좋다.³⁵⁾ 적합한 분광밴드의 선택은 토지 이용 목표의 특성에 따라 달라진다. 산림 지역 변화가 감지되면 새로운 토지 이용을 분류하여 과거 토지 이용 변화 매트릭스를 수립할 수 있다. 토지 이용을 분류하기 전 변화 지역을 감지하면 분류할 잠재적 변화들의 범위를 상당히 좁힐 수 있다는 장점이 있다.³⁶⁾

대부분의 표준 분류 절차가 여전히 픽셀 기반이지만 객체 기반의³⁷⁾ 분할 및 분류도 잠재성이 있다. 그러나 공간적 래스터와 벡터 데이터 간 변환을 하게 되면 대신 MMU 값이 더 커지게 된다.³⁸⁾

32) 지도화(Orthorectification)는 험준한 지세 등의 이유로 발생한 지형 이동 때문에 평면 이미지를 교정하는 조정법이다.

33) 편광계(Polarimetry)는 광데이터와 마이크로파 데이터의 전기 진동 평면(수직, 수평, 또는 기타 다른 각도에서)의 간섭성 공간적 방위 제어를 뜻한다. 여러 가지 레이더 처리 기본 개념 중 하나이다.

34) 분할(Segmentation)이란 방사 혹은 기타 특성 (예: 감축)의 유사성을 가진 특성을 (반)자동적으로 기술하는 처리법이다.

35) 독자는 산림 변화 감지 및 분류를 위한 기존의 방법들을 개괄적으로 살펴보기 위해 GOF-C-GOLD(2010)의 표 2.1.3을 참고할 수 있다. 층 스택킹은 하나의 영상 파일 내에서 동일한 지리적 영역에 해당하는 여러 영상과 분광밴드를 겹치는 과정을 가리킨다. 각기 다른 연도에서 가져온 영상의 특정 밴드 조합은 산림 황폐화 감지에 도움을 준다.

36) 공간 개체들은 각기 다른 방사 반사율을 가진다. 위성 센서가 방사 반사율을 포착하여 정의된 반사율 범위를 나타내는 각기 다른 층(밴드)에 저장한다. 표시는 소재(예: 바위, 흙, 식물) 및 공간 개체(토지 면적, 토지 이용)의 고유한 반사율 패턴이다. 표시들은 특정 특징들을 위한 스펙트럼 라이브러리를 만들기 위해 통계적으로 모을 수 있으며, 이는 토지 면적과 이용을 분류할 때 참조로 활용될 수 있다.

37) 객체 기반 분할은 비 방사 특성에 방사 특성을 결합하여 공간 개체를 식별한다. 해당 접근법 하에서 습윤성 산림은 거친 질감, 비산림지역으로 분류되는 지역들 사이의 위치, 미리 정의된 공간적 강수 패턴과의 교차 등의 특성을 나타내며 근적외선 상의 사전 정의된 범위 내에서 구별되는 공간 개체로 보일 수 있다.

38) 여기에서 래스터 데이터는 넓은 의미에서 픽셀 기반 제품들(예: 위성 영상)을 의미하는 반면, 벡터 데이터는 점(예: 거주지), 선(예: 거리), 다각형(예: 프로젝트 지역) 등의 지리적 특성을 모두 포함한다.

eCognition과 같은 특정 상업 소프트웨어 툴은 여전히 고가이지만 이미 유사한 기능을 제공하는 무료 솔루션들도 나와 있다(예: Random Forest와 결합된 SPRING).

7.2.3 토지 이용 변화 매트릭스

주어진 기간 동안 산림 황폐화 패턴이 결정되면 변화가 일어난 지역의 최종 토지 이용을 분류하여 앞으로의 토지 이용 변화를 평가해야 한다. 평가 작업은 프로젝트 지역과 참조지역 내 일반적 토지 이용 패턴에 대한 지식을 요한다. 지상 검증자료나 현장 관측, 스펙트럼 라이브러리가 분류에 도움을 준다. 변화 감지 분석에 이용되는 위성 영상은 대개 파괴된 산림지역의 최종 토지 이용을 파악하기 위해 분류된다. 그러나 황폐화 모니터링에 적합한 일부 센서 제품(예: CBERS 2, coarses SAR data)은 각기 다른 토지 이용이나 토지 피복을 구별하는 데 필요한 방사 특성들을 제공하지 않는다. 향후 토지 이용 변화를 감지하는 데 다른 센서 데이터를 활용할 수 있지만 황폐화 패턴을 다른 데이터 소스와 결합시키면 잠재적으로 MMU나 정확도가 감소하게 된다.

7.2.4 산림 파괴 모니터링

산림 황폐화 감지 기술들은 완벽히 동작한다고 볼 수 있지만 산림 파괴 모니터링에는 아직 어려움이 남아 있다. 열대 산림지역의 재생력을 알아내려면 추수 기간의 시작부터 끝까지 걸친 영상을 매우 높은 빈도로 수집해야 한다. 벌목기간 사이의 기간이 2개월 이내에 끝날 수 있기 때문이다. 목탄 생산, 동물 방목, 연료용 목재 채취 등의 일부 산림 파괴 활동들은 원격 측정 기술로 평가할 수 없다. 더욱이 자연적 산림 파괴(폭풍, 자연적 화재, 가뭄)의 영향은 인위적 영향으로부터 구분하여 제외시켜야 한다.³⁹⁾

이 분야에서의 지침은 보통 선택적 벌목을 모니터링 하는 두 가지 접근법 - 직접적 접근법과 간접적 접근법-을 구별한다(GOFC-GOLD 2010). 먼저 직접적 접근법에서는 ENVI(Souza, Roberts and Chochrane 2005)의 프로그래밍 환경 내에서 Normalized Difference Fraction Index(NDFI)로 실행되거나 필요한 처리 절차와 스펙트럼 라이브러리를 모두 제공하는 사용이 간편한 단독형 애플리케이션 CLASLite⁴⁰⁾로 실행되는 Spectral Mixture Analysis를 사용하여 캐노피 손상을 지도에 나타낸다(Asner, et al. 2005). 반면 간접적 접근법은 공간적 기준(도로, 거주지, 숲 가장자리 등까지의 거리)을 활용하여 계층화 내 관리 카테고리로 자연 상태로 유지된 산림과 손상된 산림을 식별한다(Archard et al. 2007, Maniatis and Mollicone 2010)⁴¹⁾. 이러한 접근법에 따라 관리 계획, 지적도 정보, 기타 원천(원격 감지가 꼭 포함되는 것은 아님) 등은 관련 활동 데이터를 제공하여 산림 황폐화와 다른 적격 활동을 구분해야 한다. 결과적으로 잠재적인 탄소 배출 감축은 탄소 축적량과 플럭스의 변화를 추적하여 인벤토리 수준에서 평가되어야 한다.

두 가지 접근법 모두 장단점을 가지고 있다. NDFI와 CLASLite는 목재 채취율이 높은 편인 아마존에서

39) 불가항력으로 인한 탄소 배출의 포함 또는 배제 여부에 관한 문제는 UNFCCC 당사국 간에 여전히 논란이 되고 있다. VCS AFOLU Non-Performance Risk Tool은 프로젝트 제안자로 하여금 비영구적 위험 완충제를 결정 짓는 일련의 요소로서 프로젝트 경계에 영향을 주는 화재, 해충, 극한기후, 지질학적 사건 등 자연적 위험 요소를 평가하도록 요구한다(제10절 참조).

40) 조지 아스너가 개발한 카네기 랜드셋 분석 시스템 - Lite(CLASLite)는 다양한 다중스펙트럼 광학센서들을 이용해 산림 훼손을 지도로 만든다. CLASLite 소프트웨어와 역량 형성은 안데스-아마존 지역 내 비상업 기관들이 <http://claslite.ciw.edu/en/index.html>에서 이용할 수 있다.

41) 이 접근법은 네 개의 UNFCCC REDD+ 적격 활동 중 하나 (산림 파괴 제외)인 산림 황폐화를 IPCC 주요 범주인 '산림 토지로 남은 산림 토지'의 일부로 간주한다 (Maniatis and Mollicone 2010).

훌륭한 실적을 보유하고 있다. 그러나 접근법의 효능은 수확 패턴의 밀집도 및 계절과 극한 기상 조건이 캐노피 폐쇄에 미치는 영향의 배제 가능성에 달려있다. 또 다른 어려움은 합의된 산림 정의에 기반하여 감지된 훼손 신호의 범위를 자연 상태로 유지된 산림, 황폐화된 산림, 재생, 산림 파괴, 재초목 지역 간의 연계로 연관시킬 필요성에 관한 것이다. 이 연관관계는 산림 생태계의 종류에 따라 다른 것으로 보인다. 그러므로 공간적 범위 설정을 수립하기 위해 훼손 신호를 실지 검증하는 노력이 필요하다. 비간접적 접근법은 공간적 보조 데이터를 사용하여 쉽게 실행할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 손상된 산림의 경계가 한 번 설정되면 쉽게 바꾸지 못한다. 결과적으로 성능 획득은 방출 계수 수준에서만 추적할 수 있다. 자연 상태로 유지된 산림과 손상된 산림의 경계가 안정적으로 유지되기 때문이다.

고해상도 레이더 (TerraSAR-X)와 광데이터(RapidEye)를 결합시킨 절차에 초점을 둔 원격 감지 신기술은 개별적 나무의 벌채를 감지하고 자동 파악하는 데 장래성이 있다(Kuntz et al. 2010)⁴²⁾. 데이터 획득 및 절차의 비용 측면과 재정적 실현 가능성은 건별로 평가되어야 한다. 고해상도 영상이 지구 표면에 대한 시각적 인식에 부합할지라도 부수적인 절차 단계들(예: 질감분석)과 선진 분류 기법(객체 기반 영상분할)으로 획득한 해당 정보를 포착해야 한다는 점을 고려해야 한다. 한편 타당성 확인 측면에서도 다른 문제가 대두된다. 인증된 VCS REDD 방법론에서 요구하는 바와 같이, 고해상도 영상을 활용하여 영상처리 결과를 검증하는 것이 좋다. 고해상도의 기초 제품을 선택하면 개발자에게는 고해상도 확인원에 대한 대안이 남지 않는다.

7.3 변화 감지 결과의 확인

인증받은 일부 REDD 방법론에서는 산림 마스킹 및 감지된 토지 이용 변화 정확도를 위한 최소 한계값을 정의한다.⁴³⁾ 영상 처리의 종합적 정확도를 계산하고 보고하는 것이 좋다. 여러 가지 오류 유형 및 근원이 고려되어야 한다. 본래 속한 범주에서 지역을 제외하는 오류(생략의 오류 또는 생산자의 정확성)와 본래 속하지 않는 범주에 지역을 포함시키는 오류(커미션 오류 혹은 사용자의 정확성) 등 두 가지 유형의 오류는 소위 혼동 매트릭스라는 것을 만들어 평가할 수 있다. GOF-C-GOLD 2010이 정확도 평가의 구조에 대한 개요를 제공하는 반면 Strahler 등(2006)은 해당 틀에 대해 자세히 설명한다.

정확도 평가는 독립된 고해상도 데이터 소스에 기반하여야 하는데, 확인할 제품이 이미 고해상도 데이터에서 나온 것이라면 어려운 상황이 될 수 있다. 고해상도 광학센서 제품(Ikonos, QuickBird, RapidEye, GeoEye)은 여전히 가격이 높은데, 남아메리카 일부 지역에서는 무료 고해상도 CBERS 데이터가 부분적으로 사용된다. 고가의 지구 관측 데이터 이용비를 신중하게 예상하여 처리 과정 상 고해상도를 목표로 할 때의 한계편익과 균형을 맞추어야 한다.

42) GOF-C-GOLD (2010, 제2.9장)에서는 진화하는 기술들에 대한 개요를 제공한다.

43) 계획되지 않은 산림 파괴 기준치 (VMD0007)를 위한 Avoided Deforestation Partners 모듈은 ‘산림’ 등급과 ‘비산림’ 등급 모두 최소 90%의 지도 정확도를 요구한다.

박스 10. 원격 감지 제품 및 영상 처리 소프트웨어 선택

적합한 감지 제품을 선택하는 일은 아주 쉬운 일도 아니지만 동시에 그다지 복잡하지도 않다. 현재 거의 모든 감지 제품의 가용성과 품질은 데이터 제공업체에 온라인으로 접속하여 신속하게 확인할 수 있다. 그러나 안타깝게도 토지 이용 변화 모니터링을 위한 중해상도급 제품 중 대다수가 현재 고장이거나 작동을 멈출 수 있는 상황이다. CBER 2와의 연결이 끊겼고 Daichi-ALOS는 전력 공급을 잃었으며 2003년 이래 수집된 Landsat 7 ETM 데이터에는 주사선 정정 오류들이 있다. 또한 Landsat 5 TM은 예상된 수명 기한을 훨씬 넘긴 채 작동 중이고 SPOT 5는 아마 2013년에 작동을 멈출 것이다. 2013-2014년 사이에 산림 AFOLU 모니터링에 적합한 신규 센서 시스템들이 가동될 수 있을 것이라고 예상하고 있다. 따라서 REDD+ 프로젝트 개발자들은 일부 알려지지 않은 신규 센서 기술을 어느 정도 예측하여 과거의 중해상도 다중스펙트럼 광학 데이터를 2013년까지 사용 가능한 중간 솔루션과 통합함으로써 장기적으로 활동 데이터 측정의 일관성을 잡아야 한다.

대부분의 REDD+ 활동들은 기준치의 과거 부분에 있어 랜드셋 데이터와 어느 정도까지의 SPOT 데이터에 의존한다. 다행히 랜드셋 데이터는 일부 게이트웨이(GLOVIS, New Earth Explorer)들을 통해 무료로 이용 가능하며 SPOT 영상 역시 프랑스로 개발기구(AFD)에 의해 REDD+ 모니터링을 목적으로 특정 아프리카 국가들에 무료로 제공되고 있다. USGS에서 제공하는 데이터를 제외하고 전 세계의 여러 랜드셋 지상국들은 탐구 가치가 있는 추가 데이터를 저장 및 배포한다.

2003년(Landsat 7 ETM의 고장이 있었던 해)부터 2012년까지의 위기의 시기 동안 프로젝트 개발자들은 MRV 요구에 따라 맞춤형 솔루션을 찾아야 할 것이다. 일반적으로 구름이 (거의) 없는 범위를 얻기 위해 다양한 다중스펙트럼 광학 센서 제품(ASTER, SPOT, CBERS, DCM, AWIFS, ALOS AVNIR)을 모자이크 해야 한다. 남은 틈은 레이더 데이터 처리를 통해 메꾸어야 한다. 각기 다른 센서 제품의 처리와 결합은 간단하지 않다. 방사량 보정 및 해상도 맞춤 등을 필요로 하기 때문이다. 아울러 불확실성을 증가시키는데, 이는 수량화되어야 한다.

대안 중 하나는 각기 다른 처리 방법을 요구하는 레이더 데이터(ALOS PALSAR - 2011년 3월까지 수집된 데이터, Radarsat 1과 2, IRS, ERS 1과 2, Envisat ASAR)를 사용하는 것이다. 유럽우주기관(ESA)은 PolSARPro와 NEXT ESA SAR Toolbox(NEST)를 통해 항공 및 우주 레이더 센서 대부분에 필요한 종합 도구상자 및 튜토리얼을 자유롭게 제공한다. 2007년-2010년까지 아시아, 오세아니아, 사하라 사막 이남 아프리카 지역에서 무료 5천만 화소 ALOS PALSAR 데이터를 사용할 수 있다.

이미 여러 우주 기관들이 2012년 이후에도 AFOLU 모니터링에 적합한 신규 고해상도 광학 다중스펙트럼 센서를 만들기 위해 애쓰고 있다. 유럽우주기관은 Sentinel 2를 발사시키려 하고 NASA는 랜드셋 데이터 지속 임무를 개발 중이며 브라질의 국립우주연구소(INPE)는 CBER 3, 4를 개발하고 있다. 국가 및 하위국가 기관은 장기적 MRV 체제 고안 시, 이러한 데이터 소스를 고려해야 할 것이다. 마찬가지로 프로젝트 개발자 역시 프로젝트의 MRV 접근을 계획할 때 이러한 기술을 사용하여 관련 MRV 체제에 부합하도록 해야 할 것이다.

강력한 상업 영상 처리 패키지(ERDAS, ENVI, eCognition, PCI Geomatics) 뿐 아니라 종합적 기능을 제공하는 저비용 제품(예: IDRISI)도 있다. 아울러 오픈소스 원격 감지 소프트웨어(예: GRASS, SPRING, ILWIS)들도 살펴볼 만 하다.

박스 11. 레이더 처리를 위한 주요 튜토리얼과 소프트웨어

튜토리얼

Henderson, Floyd M., and Anthony J. Lewis. Principles and Applications of Imaging Radar: Manual of Remote Sensing, Volume 2. New York, New York: John Wiley & Sons, 1998.

레이더에 대한 가장 포괄적인 교재 중 하나이다. (가격 역시 가장 비싼 수준)

Lee, Jong-Sen, and Eric Pottier. Polarimetric Radar Imaging: From Basics to Applications. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.

가격이 저렴하면서도 더욱 간결하고 시사적인 교재로서, 지역 분류 및 산림 맵핑에 관한 장이 수록되어 있다. 레이더 처리의 세계에 입문하기에 좋다.

Lusch, David. Introduction to microwave remote sensing. East Lansing, MI: Basic Science and Remote Sensing Initiative, Michigan State University, 1999. Available at:

http://www.trfic.msu.edu/products/profcorner_products/Intro_Microwave.pdf.

마이크로웨이브 원격 감지에 대한 충실한 소개 (온라인에서 무료 이용 가능)

Canada Centre for Remote Sensing. Tutorial: Radar Remote Sensing. Natural Resources Canada, 2008. Available at: http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/downld_e.php.

마찬가지로 레이더 원격 감지에 관한 충실한 개요서

소프트웨어

Polsarpro: Polarimetric SAR Data Processing and Educational Tool. Version 4.2, European Space Agency, 2011. Available at: <http://earth.eo.esa.int/polsarpro/>.

European Space Agency에서는 숙련된 원격 감지 전문가를 위한 포괄적 사용 지침서를 포함한 무료 소프트웨어 툴박스를 개발했다. 초급자들에게 적합하지는 않으나 고급 레이더 개념에 대한 툴 및 이론을 제공한다.

Array Systems Computing Inc. Next ESA SAR Toolbox (NEST). European Space Agency. Available at: <http://nest.array.ca/web/nest>.

PolSARPro 이외에 ESA에서 본 툴박스를 배포하며 기능을 제공한다. 이는 과거에 표준 원격 감지 소프트웨어의 고가 레이더 확장에 의해 제공되었다. NEST는 폭넓은 매뉴얼과 사용 지침서도 제공하고 있다.

MapReady. Version 2.3.17, Alaska Satellite Facility (ASF), 2010. Available at: http://www.asf.alaska.edu/downloads/software_tools/mapready/version_history.

MapReady는 전처리, 시각화, 레이더 데이터의 지오코딩을 위한 훌륭한 툴박스이다. 레이더 사진의 내재 기복 왜곡을 계산하고 가려내는 역할도 한다.

SAR Training Processor. Version 1.1.10, Alaska Satellite Facility, 2009. Available at: http://www.asf.alaska.edu/downloads/software_tools/stp/version_history.

ASF 역시 SLC (Single Look Complex)를 거쳐 미가공 레이더 데이터로부터 지오코딩된 맵핑 제품으로 가면서 얻는 전처리에 중점을 둔 소프트웨어 툴 및 사용 지침서, SAR Training Processor를 발행했다.

8. 기준치 수립하기

8.1 개념

프로젝트 실적은 프로젝트가 실행되지 않을 경우 발생할 수 있는 배출량을 대표하는 합의된 기준과 비교하여 측정되어야 한다. 교토의정서에 기반하여 REDD+ 문맥상에서 각기 다른 여러 기준치 개념이 출현했는데 이들은 서로 구별되어야 한다. 다음 용어 중 상위 세 개는 흔히 프로젝트 수준의 회계를 위해 일반적으로 사용하는 용어인 반면, 하위 세 개의 용어는 국가적 혹은 사법적 회계의 문맥에서 더욱 일반적이다.

- CDM 프로젝트 활동을 위한 **기준치**는 “제안된 프로젝트 활동이 일어나지 않았을 경우 발생하는 온실가스 배출치로부터의 인위적 탄소 배출을 합리적으로 대표하는 시나리오”이다(UNFCCC, 3/CMP.1 Annex, 2005, 문단 44). 기준치는 VCS에서도 유사한 방식으로 묘사된다. CDM 용어가 널리 사용되고는 있지만 많은 UNFCCC 당사국들은 CDM 용어를 REDD+에 적용하기를 꺼려한다.
- **BAU(Business-as-usual)** 시나리오는 어느 시스템이 외부 프로그램이나 정책 개입에 종속되지 않을 경우 따를 수 있는 개발 계획을 가리킨다. 다시 말해 과거 및 현재의 관행이 지속되지 않는 시나리오를 뜻한다. 프로젝트 수준에서 기준치는 BAU와 동의어가 된다.
- **프로젝트 시나리오**(“with-project” 시나리오로도 불림)는 프로젝트 개입 혹은 정책 방안이 실행될 경우의 개발 계획을 의미한다.
- **참조 배출 수준(REL)**은 BAU 시나리오의 참조 시한 내에서 추정된 지리적 지역으로부터의 총 배출량이다.⁴⁴⁾
- **참조 수준(RL)**은 BAU 시나리오의 참조 시한 내에서 추정된 지리적 지역으로부터의 순배출량/총배출량 및 순배출량 감소/총배출량 감소이다. 여기에는 보존, 지속가능한 산림 관리, 프로젝트 미시행 시의 탄소 축적량 증대 등이 포함된다.
- **배출권 기준치**는 합의된 수준의 배출량으로서, 어떤 독립체가 수준 이하를 유지하면 거래, 보상, 미래의 규제 제도에 사용할 배출 감소권이 생긴다. 배출권 기준치는 BAU 참조 수준과 같거나 낮을 수 있지만 더 높아서는 안 된다(소위 ‘여유 보유분’이 생길 수 있을 만큼 높아서는 안 됨). BAU나 참조 수준 이하의 배출 기준치는 탄소 배출에 대한 공유된 국가적 책임 및 참조 배출량 수준의 불확실성을 반영하기 위해 고정될 수 있다.

VCS 하에서 ‘기준치’라는 용어는 프로젝트 수준의 활동에 사용된다. 그러나 일부 방법론 요소들은 이미 (하위)국가적 참조 (배출량)수준을 가리킨다. 기준치의 개발은 조건법적 증거를 필요로 한다는 점에서 어려움이 있다. 관찰 혹은 확인할 수 없지만 신뢰성 있는 향후 개발 계획을 제공해야만 한다. 프로젝트 활동을 통해 이 시나리오가 현실화되는 것을 막아야 하기 때문이다. 모델링은 이 시나리오를 개념화하는 수단이다. 프로젝트 범위(프로젝트 및 참조지역)를 포함하거나 하위국가적 또는 국가적 수준에서 발생하는 절차를 가리킬 수 있다.

44) UNFCCC 당사국들이 지속적으로 참조 배출 수준과 참조 수준을 지속적으로 참고하지만 해당 용어들은 아직까지 정의되어 있지 않다. 위에 언급한 정의는 열대우림 국가연합이 UNFCCC 워크샵에서 소개한 요소들(UNFCCC, Expert Meeting, 2009)을 포함한다.

8.2 모델링의 역할

산업 통계학자인 조지 박스가 “모든 모델링은 틀렸다. 하지만 몇몇은 쓸모가 있다”라고 언급했듯이 상식과 과학적 논의는 우리의 단기 또는 장기 시스템 활동 예측 역량이 제한적임을 알려주는 듯하다.⁴⁵⁾ 그 결과로 초래된 모델링에 대한 불신은 REDD+ 활동의 실행에 있어 배출량 감축이 결정되는 것에 반해 향후 토지 이용 변화의 신뢰성 있고 탄탄하며 보존적인 시나리오와 이에 따른 배출량 수준을 어떻게 수립할 지에 대한 논의에 영향을 준다. UNFCCC 회의에서는 참조 배출량 수준과 관련된 방법론적 논점에 대해 회의론 역시 제기되었는데 참조 시나리오를 역사적 데이터에 의거하여 수립하는 것에 대한 선호도 나타났다(UNFCCC, Expert Meeting, 2009).

모델링에 의거한 접근법과 역사적 동향의 추론에 기반한 접근법 사이에 논쟁이 감지되고 이에 따라 수년 간 기준치에 대한 논쟁이 야기되었다. 일부 모니터링자들은 토지 이용 변화 모델들이 학제적 복잡성으로 이어져 이들의 실적을 확인하는 것이 어렵게 되었다고 주장한다. 근본적으로 모델 사용을 더욱 지지하는 사람들은 ‘모델링 배출량’과 ‘모니터링 배출량’을 서로 대립되도록(그리고 일관성 없게) 양분한다.⁴⁶⁾

모델링의 정의와 범위를 확실히 파악하는 것이 중요하다. 과학적 측면에서 모델은 어떤 시스템에 대한 일련의 추정을 말한다(Hartmann 1996). 보통 이야기하듯 실상 현상들의 간소화된 묘사이다(Gilbert and Troitzsch 2005). 이에 따라 과거의 통계치나 통계적 회귀 또는 고급 시뮬레이션 기법을 이용하든 하지 않든, 산림 파괴를 예측하는 방법 일체는 과학적 모델링으로 간주할 수 있다(North and Macal 2007, Gilbert and Troitzsch 2005). 그러므로 논쟁은 순 모델링과 역사적 추정 사이의 비교라기보다는 모델링의 타당성에 관한 문제이다.

계획되지 않은 산림 황폐화 및 파괴 방지(AUDD) 활동에 관해 AFOLU 요구사항은 지난 10년간의 과거 요인들에 기반한 공간적 분석 및 추정을 통해 산림 황폐화 발생 가능성이 있는 장소를 파악할 기준 및 절차를 방법론을 통해 설정해야 한다는 점을 확고히 한다.⁴⁷⁾ 현재 인증된 AUDD 방법론(VM0007, VM0006, VM0009)에서는 감지된 산림 황폐화 동인에 기반해 향후 산림 황폐화 비율을 추정한다.⁴⁸⁾ 결정이 이루어지면 산림 황폐화 또는 산림 열화 비율의 통계적 모델을 사용하여 합의된 범위 내 각 위치에 대한 산림 황폐화 및 열화의 적합성을 예측하는 데 공간 모델을 쓰도록 할 수 있다.⁴⁹⁾ 따라서 현재 인증된 방법론에 의해 규정된 토지 이용 변화 모델링 접근법의 범위는 상대적으로 좁다. 다른 모델링 기법을 선택하려면 이중 감사를 조건으로 하는 새로운 방법론을 제시해야 한다. 현재 감사를 거친 기타

45) 수학자 데이비드 오렐은 오렐(Orell 2007)에서 날씨, 인간의 건강, 경제 실적의 발달을 예측하는 역량에 대해 흥미로운 통찰력을 제공한다.

46) 그렇게 함에 있어서 이 비평가들은 LULUCF 배출량 측정치 자체가 상대 성장 측정식 수립을 위한 통계적 모델링에 거의 완전히 의존한다는 사실을 무시한다(상대 성장 측정식 논의를 위한 탄소 축적량 평가 안내 참조).

47) “프로젝트 지역 산림의 어떠한 부분도 1000헥타르를 넘지 않으며, 인위적으로 정화된 토지나 프로젝트 지역 주변의 25% 이상이 프로젝트 시작일로부터 과거 10년 이내에 인위적으로 황폐화된 토지의 120m 내에 있는 것으로 입증된 곳에 의해 둘러싸여 있다.”라고 VCS AFOLU 요구사항(2011, 제4.2.9절)에 모호하게 정의된 모자이크 산림 황폐화 패턴의 특정 조건 하에서, 예측이 공간적으로 명확할 필요는 없다.

48) Terra Global Capital은 방법론(VM0006)에 있어서 베타 회귀의 사용을 요구한다. Avoided Deforestation Partners Module(VM0007)은 향후 산림 황폐화 비율을 결정하기 위해 세 가지 옵션(과거 평균치, 선형 회귀, 비선형 회귀)을 제공한다. WildlifeWorks(VM0009)는 로지스틱 회귀 모델을 사용한다.

49) 공간 모델링의 역할은 인증된 방법론마다 다르다. VM0007은 향후 산림 황폐화 패턴을 예측하기 위해 공간 모델링을 촉진한다. VM0006은 공간 모델링을 사용하나, 이는 토지 이용 토지 피복 등급 또는 산림층 별 황폐화 및 산림 파괴율을 계산하는 용도에만 해당된다.

AUDD 방법론들은 이러한 선택의 범위를 확장한다.⁵⁰⁾

기준치 접근법 선택에 앞서 (하위)국가적 REDD+ 활동을 분석할 것을 강력히 권고하는 바이다. 만약 한 나라 또는 관할구역이 현재 REDD+ 체제를 개발하고 있다면 머지않아 국가적 참조 (배출량) 수준의 수립 방법을 결정해야 할 것이다. 어떤 정부에서는 개발 조정 요인이나 모델링 접근법을 사용하여 개발 수율을 예상하는 것을 선호하는 반면 다른 정부에서는 과거 평균 기준을 철저히 고수할 수도 있다. 그러므로 (하위)국가적 REDD+ 기준치 접근법은 결국 어떤 식으로든 선택을 제한할 수 있으며 프로젝트를 개발자는 이 선택권을 미리 잘 고려해야 한다.⁵¹⁾ 국가나 주에서 참조 배출량 수준(REL)을 수립할 때까지 프로젝트는 향후 개정 시 REL에 맞춰 기준치를 조정하면서 VCS 준수 및 프로젝트 기반 기준치 접근에 부합하도록 할 것이다. 프로젝트가 새로운 (하위)국가적 기준치로 업데이트 (혹은 준수)할 때 배출 감축량이 상당히 변화하는 위험이 따른다는 사실을 제안자가 깨달아야 한다. 그러나 즉각적인 산림 황폐화 과정을 겪고 있는 실행 가능한 프로젝트 입장에서는, 관할권 수립을 (아마 수 년 간) 기다려야 하는 일이 분명 달갑지 않을 것이다.

8.3 모델링 작업

적합한 모델링 기법을 선택하기에 앞서 모델링의 목적을 명확히 정의해야 한다. REDD+ 기준치 개발은 주어진 영역(참조지역, 누출지대, 프로젝트 지역 포함)을 위한 두 가지 산물, 즉 향후 산림 황폐화 비율과 향후 산림 황폐화의 공간적 분배를 밝혀야 한다. 두 가지 작업 모두 여러 모델링 접근법 중 하나를 이용하여 수행할 수 있다. 일반적으로 산림 황폐화 예상 비율은 공간 할당을 야기한다. 따라서 배출 수준에 가장 큰 영향을 주는 기준치 비율 혹은 수준은 결정적인 변수가 된다. 참조 배출 수준은 국제적 수준에서 (그리고 아마 국가적 또는 하위국가적 수준에서도) 일부 기술적 입력을 통해 정치적 협상이 될 듯하다. 그러나 비율이 정치적으로 정해진다 해도, 공간 모델링은 산림 황폐화를 방지해야 할 부분에 대한 정치적 결정을 이끄는 데 중요한 역할을 할 수 있다.⁵²⁾

산림 황폐화는 통계적 접근법(다변량 통계, 회귀, 시계열 분석), 시스템 다이내믹스, 미시적 분석 시뮬레이션 모델, 대기 모델, 다층 시뮬레이션 모델, 세포 오토마타, 멀티에이전트 모델, 경제 전반의 일반 또는 부분적 평형 모델 기반의 최적화, 신경망, 비수치적 인터뷰 기법⁵³⁾(델파이 방식, 초점 집단)과 게임 등 수많은 방법 중 하나를 사용하여 수치적으로 추산할 수 있다.⁵⁴⁾ 적합한 모델링 기법을 선택하는 일은 동인과 추진 요소의 짜임관계, 모델 균형을 위한 데이터 가용성, 영역 크기, 프로젝트의 (하위)국가적 회계 체계로의 목표 통합 수준 등에 달려있다.

공간 모델링의 경우 토지 이용 변화의 미래 할당 시뮬레이션을 위해 일반 GIS 소프트웨어에 내장된 모

50) BioCarbon Fund가 제안한 모자이크 방법론과 아마조나스 지속가능 재단(FAS)이 제시한 선구 방법론은 모델링 선택을 특정 통계적 접근법으로 제한하지 않는다. Carbon Decisions에 의해 개발된 두 가지 방법론이 하나로 통합되었다.

51) 어떤 국가가 과거 평균 기준을 채택했다고 해서 이것이 국가 전역에 균등하게 분배된다는 뜻은 아니다. 과거 평균치에 기반한 국가적 참조 수준(RL)조차도 과거 평균치를 제외한 일부 기준에 의거하여 산림 영역에 할당하는 공식을 필요로 한다.

52) 사실 부속서 1 국가들이 교토의정서 하에서 배출량 감축을 위해 기울인 노력은 정치적 협상의 결과물이다. 그러나 포괄적 모델링을 기반으로 잠재적 개발과 향후 배출을 뚜렷이 이해하여 목표치를 협상한 국가들은 협상에서 이점을 가질 수 있었다. 과도한 목표치 설정을 피할 수 있었기 때문이다.

53) 2010년 이전, FAO의 산림 자원 평가에서 발표한 산림 황폐화 비율은 부분적으로 국가 기관의 전문적 판단에 기초한 것이다.

54) North and Macal(2007)과 Gilbert and Troitzsch(2005)를 참조한다.

들 뿐 아니라 여러 개의 단독 솔루션이 존재한다. Clark Lab의 IDRISI 패키지 (<http://www.clarklabs.org>)에는 몇 개의 LUC 모델링 기능(GEOMOD, Markov chains, Land Change Modeler(LCM))을 포함하는데, 이 중 LCM이 최신 기능이다. Dinamica EGO (<http://www.csr.ufmg.br/dinamica/>)는 무료로 이용 가능한 시각적 기공간 시뮬레이션 환경으로서 LUC 모델 개발에 유연성을 제공한다. 수많은 기타 공간 모델링 환경들이 그림을 보완한다(Verburg and Veldkamp 2005; Pontius et al. 2008).

8.4 기준치 모델 개발의 주요 단계

시공간 모델들이 수치적 모델링과 결합되는지의 여부에 관계없이, 유용한 기준치 모델 개발을 위해 필수적인 단계를 따라야 한다.

1. 특정 모델링 기법 선정에 앞서 모델링 목적, 추진요소, 행동양식과 관계, 추정, 매개변수, 기본 방정식, 제한 등을 구두로 묘사하는 **개념적 모델**을 먼저 수립해야 한다. 사실 버거운 작업일 수도 있다. 먼저 프로그래밍은 손쉽게 결과가 나오는 듯 하지만 시스템 거동을 간결하고 결론적으로 설명하는 것은 시간이 걸리며 다루기 어려운 문제이다. 안타깝게도 경험상 프로그래머들은 훌륭한 지침 없이도 상세함을 결여하는 경향이 있다. 둘째로 모델을 간단하게 유지하되 실상과 상호작용의 복잡성을 지키는 것도 어려운 문제다. 간단한 모델을 확장하는 것이 완전히 프로그래밍 된 모델의 복잡함을 줄이는 것보다 쉽다. 그러나 개념적 모델은 이러한 애로사항에도 불구하고 모델링의 목적 달성을 위한 핵심 요소이다.
2. 다음으로 프로그래머들은 더 낮거나 더 높은 객체 지향 프로그래밍 언어, 수치적이거나 시공간적 프로그래밍 환경, 이미 사용 가능한 모델과 툴 등을 사용하여 **개념적 모델을 실행**할 수 있다. 어떠한 모델링 기법이 선택되는지에 관계없이 모델 보정 및 확인을 위해 독립적인 데이터 세트를 사용하는 것이 중요하다.
3. 전반적 실적에 가장 큰 영향을 미치는 시스템 매개변수들을 파악하고 해당 주요 매개변수들의 불확실성을 수량화하며 특정 개발 계획의 가능성을 추정하기 위해(IPCC 2003) 체계적인 **민감도 분석**을 실행하는 것이 좋다. 보통 몬테카를로 시뮬레이션(MCS)이 사용되는데, 몇몇 통계 소프트웨어 패키지(예: 엑셀)와 모델링 환경(IDRISI, Repast)은 MCS 모듈을 포함한다. 감별기/검공기는 보통 매개변수 민감도에 대한 정보를 요구한다. VCS 하에서 타당성 있는 모델 불확실성 출처가 모두 평가되어야 하며 모델 불확실성을 제외하기 위해 보존 요인을 모두 적용시켜야 한다.
4. 마지막 단계에서 **검증과 확인(V&V)**은 유용한 모델과 일개 모형 사이의 차이점을 알려준다. 모델 검증은 어떤 모델이 의도대로 실행되는지, 올바르게 프로그래밍 되었는지, 알고리즘이 올바르게 실행되었는지, 모델에 오류나 실수, 버그 등이 있는지 여부를 알려준다. 모델 확인은 모델이 실제 시스템의 거동을 대표하고 올바르게 재현하는지 확인한다(그림 1 참조)⁵⁵⁾. 일부 인증된 방법론은 공간 모델 입증을 위한 특정 요구사항(예: 실적 기준)을 수립한다. 산림 황폐화 및 파괴 비율을 예측하는 비공간적 모델에 대한 확인과 입증은 훨씬 더 어렵다. 당장 사용할 수 있는 소프트웨어 툴이 없기 때문이다. 대신 표준 절차를 따르는 자체적 확인 및 입증 접근법이 개발되어야 한다(Oberkampf and Trucano 2002; North and Macal 2007).

55) 인증절차에 익숙한 사람들은 UNFCCC 하의 실제 현상과 일관성 점검을 검증이라고 부르는 반면 확인은 적용된 모델 일체의 과학적 고결성을 가리킨다는 것을 익히 보아왔을 것이다. 여기에서의 정반대의 용어 사용은 업계나 ISO 표준에 의한 프로그래밍에서 일반적이다(North and Macal 2007, Gilbert and Troitzsch 2005).

5. 마지막으로 모델은 포괄적으로 문서화되어야 한다. **모델 문서화**는 근본적인 추정을 모두 포함한다. 이것은 VCS 하의 순조로운 확인/검증을 위해서도 필수적이다. 일반적인 대수 기호에서 모델링 접근법을 공식화하고, 도입된 매개변수 및 변수들에 대해 종합적으로 문서화, 논평화 된 프로그래밍 코드로 실수 없이 참고사항에 올리는 것이 좋다.

박스 12. 기준치 수립을 위한 권장사항 및 주요 자료

- 간단한 통계적 접근법부터 시작하라. 간단한 통계적 접근법은 동등 비평된 출판물에 의해 전체 요소가 지지되지 않으므로 탄탄하고 투명하며 기준치가 거절될 위험을 감소시켜 준다.
- 인증된 기준치 접근법을 벗어나 자발적인 기준치 모델을 개발하는 것은 새로운 방법론을 개발하는 것을 의미하며 아울러 VCS 이중 인증 절차를 거쳐야 함을 뜻한다. 그러므로 이는 최후의 수단으로 보류해야 한다.
- 기준치 생성에 쓰인 것과 같은 모델은 프로젝트 사례도 포함하여야 한다. 근본적인 모델링 접근법이 프로젝트 개입을 포함하도록 하라.
- 프로젝트의 개념적 모델을 명확하게 하기 전에 모델링 접근법을 선택해서는 안 된다. 소프트웨어 환경 실험은 추후로 미루어라. 언급한 툴 대부분의 무료 버전이나 시험 버전을 사용할 수 있다.
- 어떤 모델을 선택하더라도 간단함을 목표로 삼아라. 조정 과정에서 더 커지고 복잡해질 것이다. 첫 단계에서 시스템의 모든 세부사항을 잡아내려고 애쓰지 않는다.
- 방법론에서 필요로 하지 않더라도 공간적 모델링은 정책 선택사항 실행을 이끄는 강한 잠재력을 가지고 있다.

주요 자료

Sohngen, B., and S. Brown. "Measuring leakage from carbon projects in open economies: a stop timber harvesting project as a case study." *Canadian Journal of Forest Research*, 2004: 34: 829-839.

본 논문은 볼리비아 목재 부문을 위해 개발한 부분 평형 모델에 관한 내용이다. 해당 접근법은 비공간 활동 자료(연간 목재 수확량)를 활용하여 모델링한 국가 부문 기준치에 프로젝트 기반 활동(벌목 중지 양해 획득)을 맞추는 방법을 보여준다는 점에서 IFM의 전형이다.

Gilbert, Nigel, and Klaus G. Troitzsch. *Simulation for the Social Scientist: Second Edition*. Berkshire, England: Open University Press, 2005. Available at: <http://cress.soc.surrey.ac.uk/s4ss/S4SS-sample-chapter.pdf>.

주요한 비공간적 모델링 기술을 소개하고 가용한 소프트웨어 패키지 목록을 제시한다. 해당 교재는 동일한 예시에 모든 기술을 적용하며 일부는 구글 도서에서 찾아볼 수 있다.

Bisschop, Johannes. *AIMMS: Optimization Modeling*. AIMMS 3, Haarlem, The Netherlands: Paragon Decision Technology, 2011. Available at: <http://www.aimms.com/downloads/manuals/optimization-modeling>.

다른 부분 평형 모델(농장)을 위한 간결하고 결정적인 개념 모델의 좋은 예시는 본 지침서의 11장에서 확인할 수 있다.

Dinamica Environment and Geoprocessing Objects. Available at: <http://www.csr.ufmg.br/dinamica/>

Dinamica ECO는 프리웨어이며 REDD 맥락에서 공간 모델링에 초점을 맞춘 여러 장들로 구성된 포괄적 지침서도 달려 있다.

9. 누출 평가와 관리

9.1 VCS AFOLU 프로젝트 누출에 대한 요구사항

교토의정서 하의 산림 황폐화 방지와 UNFCCC REDD+ 프로그램 실행을 위한 하위국가적 접근법 등에 대한 논의에 있어, 누출 혹은 프로그램이나 프로젝트의 특정 지역 이외의 지역에 프로젝트가 미치는 영향(특히 잘못된 온실가스 배출)을 어떻게 다룰지가 문제였다. 마찬가지로 누출은 프로젝트의 주요 방법론적 문제를 대표하며 프로젝트 고안 및 개발에 있어 범분야적 문제이다.

교토의정서 하에서 UNFCCC는 누출에 대해 “측정 가능하고 A/R CDM 프로젝트 활동에 기인하는 A/R CDM 프로젝트 활동 범위 밖에서 발생한 출처로부터의 온실가스 배출량 증가”라고 정의한다(UNFCCC, 5/CMP.1, 2005, 1e). 두 협상안간 구별을 유지하기 위해 포스트 교토 REDD+ 구성을 논의하는 당사국들은 CDM 용어를 사용하지 않고 이를 대신해 REDD+ 누출을 ‘배출 이동’이라고 부른다.⁵⁶⁾

VCS는 누출을 ‘프로젝트 범위 밖(그러나 동일 국가 내)에서 발생하며 측정 가능하고 프로젝트 활동에 기인하는 온실가스 배출 증가’로 특정짓는다는 점에서 특히 CDM 정의를 따르고 있다(VCS AFOLU Requirements, 4.6.1). VCS는 주최국 밖에서 누출이 발생할 수 있다는 점을 인정하지만 그러한 누출을 수량화할 필요가 없다고 규정한다. VCS AFOLU 요구사항은 개발자들로 하여금 프로젝트 범위 수립, 온실가스 배출량 및 감축량 측정, 모니터링 계획 개발, 프로젝트 설명에서의 누출 원인과 관리 설명 등에 있어 누출을 고려할 것을 요구한다.

프로젝트 제안자는 누출의 관리, 완화, 회계에 대한 책임이 있다. 개발자는 누출 관리 지역을 프로그램 전체 설계의 일부로 파악하여야 하는데, 프로젝트 지역으로부터 바뀌는 토지 이용 활동이 발생할 수 있다. 해당 지역이 파악되면 개발자들은 경제적 대안을 제시하거나 누출 관리지역 내 산림 황폐화 및 파괴를 줄이는 토지 이용의 관례 향상을 촉진하여 누출을 완화해야 한다. 개발자들은 이러한 관리 옵션을 신중히 선택해야 한다. 긍정적 누출(예: 온실가스 배출량 감소, 프로젝트 범위 밖에서 온실가스 제거 증가)이 프로젝트 회계에서 제외되더라도 옵션에 관련된 온실가스 배출량의 현저한 증가에 대해 책임이 있기 때문이다.

AFOLU 요구사항(제4.6.1절)에서는 고려해야 할 세 가지 누출 유형을 구분한다.

- **시장 누출**은 프로젝트가 상품 생산을 크게 줄여서 시장의 수요 공급 균형의 변화를 불러와 발생한 공급 부족을 메우기 위한 생산의 변화 시점에 발생한다.
- **활동 변화 누출**은 산림 황폐화 및 파괴의 실제 요인이 프로젝트 범위 밖으로 이동한 뒤 그 곳에서 산림파괴 활동을 지속할 때 발생한다.
- **생태학적 누출**은 프로젝트 활동이 프로젝트 지역과 수문학적으로 연결되어 있는 생태계로부터 온실가스 배출의 변화나 유동을 야기하는 PRC 프로젝트에서 발생한다.⁵⁷⁾

만약 탄소 축적량의 감소나 온실가스 배출의 증가 누락으로 인해 프로젝트에서 발생한 온실가스 편익

56) 칸쿤협약(The Cancun Agreements, UNFCCC, 1/CP.16, 2010)에서는 UNFCCC 하에서 REDD의 명확한 전반적 규칙이 부재함에도 불구하고, 당사국이 국가적 차원에서 배출권 이동을 모니터링 및 보고하며 배출권 이동을 어떻게 해결했는지(단락 71c)를 보고하도록 요구한다.

57) 생태학적 누수는 이탄지 재습윤화와 보존(PRC)활동의 일부일 경우에만 REDD에서 이슈가 된다.

총량 5% 미만의 누출이 발생했다면 이것은 최소허용치 혹은 사소한 것으로 간주되어 무시할 수 있다. VCS는 A/R CDM 프로젝트 활동에서 온실가스 배출의 중요성을 시험하는 톨의 사용을 권장한다(박스 13 참조). 누출은 모니터링 도구에 의해서 직접 판명⁵⁸⁾되거나 시장 누출의 경우처럼 AFOLU 요구사항 (2011, 40)의 표 3에 제시된 IFM 할인 요소를 사용하여 간접 판명될 수 있다.

AFOLU 요구사항은 AFOLU 범주마다 특정 규칙을 제공한다. 계획된 산림 파괴 방지(APD)의 경우, 누출 회계는 프로젝트 범위 밖의 산림 토지를 소유, 관리, 사용할 수 있는 산림 파괴 추진요소에 초점을 맞춘다. 이러한 토지들은 토지 이용이 프로젝트 활동의 결과로서 실질적 변화를 일으키지 않았다는 것을 증명하기 위해 확인하고 모니터링 해야 한다. 추진요소가 파악되지 않을 경우 해당 지역 내 가장 유력한 산림파괴 요소가 대신 사용될 수 있다. 반면 AUDD 활동에 있어 사회 경제적인 동인에 기반하여 잠재적 누출 원인을 파악, 설명, 모니터링 하는 것이 요구된다. 기준치에 불법 벌목 활동이 포함된 경우, 두 종류의 활동 모두 위에서 언급한 IFM 할인 요소를 사용하여 국내 시장 누출을 수량화해야 한다.

VCS 누출 요구사항은 이미 충분히 포괄적이지만 아직까지 확정된 것은 아니다. VCS 연합은 특히 시장 누출 평가의 일관성과 정확성에 대해 염려하고 있으며 농산품 위주의 시장 누출에는 이러한 기준에 맞추기 위한 포괄적 지침이 아직 존재하지 않는다. VCS 연합은 누출에 관한 AFOLU 안내를 검토하고 있으며 2011년 중 설명이 이루어질 것으로 예상된다. 여기에서 어떠한 조정도 소급되지 않을 것임이 중요하다.

9.2 인증된 REDD 방법론에서의 누출 평가

VCS가 승인한 REDD 방법론의 검토에서 알 수 있듯이 방법론마다 실질적으로 누출을 어떻게 다루는지에 대해 차이를 보인다. 일부는 시장 누출을 포함하고(VM0007, VM0004) 다른 일부는 포함하지 않는다(VM0006, VM0007). 시장 누출을 포함하는 방법론들은 접근법에서 차이를 보인다(예: VM0004는 전국 규모 시장 누출 평가 개발의 대안을 포함). 인증된 방법론들은 모두 활동 변화 누출의 평가를 비롯해 이러한 활동이 산림 황폐화와 파괴로 인한 배출을 움직이고 증가시키는 '누출지대(또는 누출구역)'의 한계 설정을 요구한다. 방법론들마다 해당 지역의 공간적 영역을 결정하는 접근법 상의 차이를 보인다. 그러나 누출을 포착하고 설명하기 위해 누출 지역을 모니터링 해야 한다.

이러한 방법론 일체는 개정된 VCS 버전 3.0 승인 이전에 개발되었으므로 개발 중인 신규 AFOLU 누출 요구사항에 100% 적합하지 않을 수도 있다. VCS 정책은 새로운 프로그램 요구사항이 이미 등록된 프로젝트에 대해 소급하지 않는다는 점과 승인 기간 만료 시까지 해당 프로젝트에서 이전에 인증된 방법론을 계속 사용할 수 있다는 점을 보여준다. 그러나 어떤 방법론이 신규 VCS 프로그램 요구사항과 실질적으로 충돌한다고 여겨지면 취소되거나 보류될 수 있다. 프로젝트는 보류 이후 방법론 사용까지 유효기간을 가진다. 개발자는 VCS 웹사이트에 게시되는 VCS 연합의 결정사항과 관련 정책 업데이트를 잘 점검하여 이미 인증된 방법론에 영향을 줄 수 있는 안내 및 도구 변경사항을 확인하는 것이 좋다.

58) 여기서 모니터링과 모델링의 개념적 차이가 모호하다. *AFOLU Requirements* (2011, 39-40)에는 Sohngen and Brown (2004)을 비롯해 IFM 시장 누출의 직접적 회계에 알맞은 여러 가지의 모델 목록이 나와 있다.

표 2. 인증된 VCS 방법론에서의 누출 범위

방법론	활동	시장 누출	활동 변화
VM0007	(비)계획적인 산림 황폐화 및 파괴 방지 ^a	기존 산림 황폐화에 판매를 위한 벌채가 포함되거나 장작과 석탄 생산으로 인한 산림 열화가 기준치에서 예상되는 경우에는 필수(모듈 VMD0008) 가변적 누출요인은 프로젝트와 이동 지역 내 판매 가능한 목재량의 관계에 기반하여 정의된다. 부수적 피해 요인과 수송 배출이 포함된다. 석탄과 장작에 대한 누출 요인은 고정적이다. (모듈 VMD0011)	잠재적 이동에 종속된 활동: 산림 토지의 목초지, 경지, 기타 용도로의 전환. 추진 요소들은 지역 내 요소와 지역 외 요소로 분류되며 기준치 산림 파괴에 대한 각각의 비례 기여가 추산되어야 한다. 누출지대가 요구된다. 외부 요인에 관해, 누출은 누출지대와 가용한 국가 산림 지역 모두에 영향을 주는 것으로 추정된다 (실제로 외부 요인에 의한 산림 파괴에서 거의 100%에 이를 정도로 매우 높은 누출 할인이 이뤄진다.). 적용 가능한 모듈: VMD0010
VM0004	계획된 토탄 습지 산림 보존 방지 ^b	프로젝트 지역이 새로운 토지 이용을 위해 정확되기 전 상업적 벌목이 이루어졌다면 시장 누출을 고려해야 한다. 개발자는 디폴트 시장 누출 할인을 적용하거나(VMD0011과 동일) 프로젝트에서 개발한 전국 규모 시장 누출 평가를 시행함으로써 누출을 평가할 수 있다.	이 방법론의 적용 가능성 기준에 따르면 프로젝트 내에 민간 거주지가 존재해서는 안 된다. 프로젝트 이전에 계획된 활동만이 프로젝트 지역 밖으로 이동할 수 있다. 열화된 비산림 토지로 이동할 것임을 증명할 수 없다면 누출은 없는 것으로 추정한다. 산림 파괴 추진요소의 통제 하에 있는 토지의 구획으로 정의된 누출 지역은 관리 계획 및 관례가 프로젝트의 결과로 실질적으로 변하지 않았음을 보여주거나 관리 변화로 인한 배출 영향을 수량화하기 위해 모니터링 되어야 한다.
VM0006	비계획된 산림 황폐화 및 파괴 방지 ^c	방법론의 적용 가능성 기준으로 인해 무시 가능하다(예: 목재는 참여 공동체 밖에서 판매되거나 전달될 수 없다.).	활동 변화의 동인은 아래 중 하나로 분류된다. 지리적으로 제한된 동인(예: 장작 수집, 석탄 생산, 지역 공동체에 의한 산림의 경지화, 거주지화, 지역과 국가 사용을 위한 벌목, 산불). 이러한 경우, GIS 접근법에 기반한 비용-수송을 사용하여 누출지대를 결정해야 하며 지리적으로 제한된 동인으로 인한 해당 지역 산림 파괴는 반드시 측정되고 모니터링 되어야 한다. 지리적으로 제한되지 않은 동인(상업적 벌목, 이주자로 인한 산림의 경지화). 이러한 경우, 벌목으로 인한 누출은 VCS 기본값을 사용하여 할인된다. 누출지대를 넘어서 이동한 이주민이 경지를 황폐화하여 발생한 누출은 기본값에 의해 100%로 설정된다. 누출 관리 및 방지로 인한 배출은 추산된다.

VM0009	계획되지 않은 산림전용의 방지	거론하지 않음	<p>산림전용과 황폐화 (땃감, 석탄, 대규모 벌목)의 활동 변화는 산림황폐화와 함께 산림 전용의 주범이다.</p> <p>개발자는 GIS 분석을 통해 프로젝트 지역과 꼭 인접할 필요가 없는 누출 지역을 결정해야 한다. 이러한 지역을 위해 개발된 누출 모델은 누출 지역을 위한 기준치 모델 유형이다. 관찰된 산림전용 혹은 황폐화가 해당 모델로 예측한 정도 (예: 프로젝트 없이 예측된 정도)보다 큰 경우 누출로 간주하며 프로젝트 배출권에서 공제한다.</p>
--------	------------------	---------	--

박스 13. 누출 평가를 위한 권장사항 및 주요 자료

- 프로젝트 개발자는 진화하는 VCS 누출 체제의 불확실성을 생각하여 먼저 인증된 방법론들을 고려하는 동시에 인증된 방법론에서의 누출 회계 요소가 추후에 조정되고 조화되어야 한다는 점에 주목해야 한다. 방법론은 신규 누출 요구사항과 맞지 않는 경우에도 사용 가능하며 방법론에 대한 확인은 유효기간이 끝나기 전 이루어진다. 그렇지 않은 경우에는 신규 누출 요구사항이 적용된다.
- 공간적 모델을 사용하여 활동 변화를 추적할 수 있지만 시장누수는 모델화가 어려우며 매우 복잡할 수 있다(Sohngen and Brown 2004 참조). 디폴트 할인 요소를 수용하는 것은 모델의 불확실성으로 인한 높은 모델 개발 비용과 위험을 피하기 위한 좋은 방법이다.

주요 자료

CDM A/R 방법론적 도구: 프로젝트 이전 A/R CDM 프로젝트 활동(버전 01) 내 농업 활동의 이동으로 인한 온실가스 배출량 증가 측정. 다음의 주소에서 확인 가능:
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-15-v1.pdf>.

A/R CDM 프로젝트 활동에서 온실가스 배출의 중요성 시험을 위한 CDM 툴(버전 1). 다음의 주소에서 확인 가능: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-04-v1.pdf>.

10. 영속성 및 위험성 평가

교토의정서 초기부터 산림 탄소와 관련된 배출 감축 및 온실가스 제거의 영속성은 LULUCF 논점 중 가장 논란이 많은 문제였다(Trines 2008). 산림 탄소는 특히 위험성이 높다. 자연 현상(가뭄, 홍수, 폭풍, 화재) 또는 산림 파괴의 동인, 근본 원인, 추진요소 통제를 위한 프로젝트나 정책이 실패하여 발생한 인위적 영향에 의해 배출 감축과 제거가 반전을 맞을 수 있기 때문이다. 심지어 기후 변화 그 자체도 산림 탄소 흡수원을 위협한다(Lewis et al. 2011)⁵⁹). 산림 탄소 배출 감축과 제거의 영속성에 대한 논의는 CDM 하에서 AR 활동으로 인해 온실가스 제거가 일시적 배출권만을 발생시키거나 규제 시장에서 모

두 제외되는 상황(유럽연합 배출권 거래제도의 경우와 마찬가지로)으로 이어질 수 있다. 그러나 자발적 탄소 시장은 포괄적 위험 회계 체제 내에서 발생한 REDD+ 및 AR 배출권을 수용한다.

VCS는 AFOLU 공동 버퍼 계좌에서 프로젝트 배출량의 일부를 확보해 두기 위한 기반으로 위험 평가를 사용한다. 이러한 배출 감축은 VCU가 아니며 거래될 수 없다. 이들은 VCU가 발행된 이후 상황이 뒤바뀌었을 때의 대비책으로 사용된다. 버퍼 계좌 내 감축량 관리의 개요는 단계별 개요 및 VCS 등록과 발행 과정(2011)에 설명되어 있다.

10.1 AFOLU 위험 평가를 위한 VCS 접근법

위험 평가는 공공 재정, 회사 재정, 감사, 보험, 환경 영향 평가, 프로젝트 관리 등에서 오랜 역사를 가지고 있으며 각 부문에서 각기 다른 위험의 틀을 잡기 위한 고유의 접근법을 개발해 왔다. VCS는 적정 위험 등급과 AFOLU 공동 버퍼 계좌에 예치할 버퍼 배출권의 수를 결정하기 위한 비영속성 위험 분석 실행 절차를 제공하는 AFOLU 비영속성 위험 도구(2001)를 통합했다. AFOLU 비영속성 위험 도구는 프로젝트 제안자가 주로 사용한다. 프로젝트 제안자는 정의된 기준에 기반하여 분석하고 틀의 안내에 따르며 VCS 비영속성 위험 보고 견본(2011)에 맞추어 프로젝트의 위험을 평가해야 한다.

AFOLU 프로젝트에서 VCS는 위험 요소 분류를 위해 세 가지 범주를 구분하고 있다. 내부 위험(프로젝트 관리, 재정적 실행 가능성, 프로젝트 활동의 추가성, 프로젝트 지속력), 외부 위험(토지 소유권, 지역 사회 참여, 정치적 위험), 자연적 위험(화재, 해충 및 질병 발생, 기상이변, 기타 자연적 위험)이 바로 그것이다. 각 위험 요소들은 차례로 2~10개의 하위 범주로 나뉘어 개별적으로 평가된다. 하위 범주는 구체적인 위험 양상을 설명한다. 용어 선택 및 초점은 조정될 수 없다. 비영속성 위험 도구는 각 위험 요소의 점수 할당 과정과 설명을 단계적으로 기술하는 데 있어 매우 명확하다.

특정 위험 요소(기회비용, 재정적 실행 가능성, 지역 사회의 참여)의 평가가 프로젝트 설계의 다른 단계(추가성 시험, 사회경제적 영향 평가)와 밀접하게 연관되어 있으며 동시에 진행될 수 있음을 기억한다. 예를 들어 기회비용과 재정적 실행 가능성 평가는 추가성 증명에 대한 관련 요구사항을 기반으로 이루어질 수 있으며 제안자가 이미 해당 시나리오 분석을 수행한 경우에만 실행 가능하다.⁶⁰⁾ 일부 위험 요인(예: 정치적 위험)들은 쉽게 평가될 수 있지만 자연적 위험이나 재정적 실행 가능성과 같은 다른 위험 요인은 상당한 분석적 작업을 요한다.

위험 요소에 대해 모든 하위 범주의 합이 계산되어야 한다. 세 개의 위험 범주별로 틀이 한계값을 정한다. 예를 들어 해당하는 모든 위험 요인과 내부 위험 하위 범주의 위험 등급 합계가 35 이상인 경우 프로젝트는 실패로 평가해야 한다. 이는 위험이 받아들일 수 없을 정도로 높으며 프로젝트가 승인받기에 적합하지 않다는 뜻이다. 또한 내부, 외부, 자연적 위험 등급의 총합으로 이루어진 전체 위험 등급이 60 이상인 경우 해당 프로젝트의 위험 분석 전체가 불합격이다.

59) 최근 기후 모델링에 따르면 2005년과 2010년의 아마존 가뭄은 아직 그대로 남아있는 남아메리카의 열대림이 대기 중 이산화탄소의 증가 완충에서 벗어나 가속화로 접어들게 할 수 있는 메커니즘을 보여준다. 반복적인 가뭄은 세계 탄소 순환에 중요한 10년 규모의 영향을 미칠 수 있다.

60) CDM을 위한 추가성 틀 및 VCS 방법론에 포함된 틀에서 프로젝트 제안자가 투자 분석과 장애 분석 중 하나를 선택하도록 하는 투자 분석을 반드시 요구하는 것은 아니다. 그러나 VCS *Non-Performance Risk Tool*은 최저생활 기준이 아닌 기준치 활동을 수반하는 프로젝트에 관해 재정 및 기회비용 평가를 모두 요구한다. 최저생활이 아닌 기준치 활동을 예상하는 프로젝트에서는 위험 평가에 입력할 투자 분석 옵션을 선택하는 것이 좋다.

내부, 외부, 자연적 위험의 합으로 전체 위험 등급을 결정하고 나면 합계값을 퍼센트로 환산해야 한다. 이 값은 AFOLU 공동 버퍼 계정에 예치될 버퍼 배출권의 숫자를 결정하기 위한 프로젝트 탄소 축적량의 총 변화량에 승수로 적용된다.

위험 보고가 평가되고 검증 시 버퍼 배출권이 예치된다. 버퍼 배출권은 VCU 일련번호가 부여된 채 발행되지 않는다.⁶¹⁾ 프로젝트는 5년마다 현재 확인하는 건의 위험 검증에 기반하여 위험 버퍼를 업데이트해야 한다. 이번에는 'TRD(Time Release Discount)'가 적용되며 (위험 등급의 개별적 산정) 버퍼 배출권의 일부를 방출하여 VCU로 전환할 수 있다.

TRD는 성공적으로 입증된 프로젝트 실적이 위험을 낮춘다는 것을 인지하며 프로젝트를 정기적으로 확인할 것을 권장한다.

차후 검증 시 위험 등급이 이전의 검증 건과 동일하다면, 버퍼 배출권은 같은 위험 등급 승수를 적용하여 예치되어야 한다. 그리고 나면 15%의 한시적 방출이 프로젝트에서 빚지고 있는 버퍼 배출권의 총 개수에 적용된다(예: 이전 기간에 예치된 버퍼 배출권의 개수 + 현재 검증시기의 새로운 버퍼). 표 3은 30%의 지속적인 비영속성 위험 등급을 가지고 5년마다 100tCO_{2e}의 공해배출 총량 감소를 나타내는 프로젝트에 대한 사례를 보여주고 있다. 이 표는 버퍼 원천징수 백분율이 시간이 지남에 따라 지속적으로 감소함을 보여준다.

프로젝트가 시간이 지나면서 비영속성 위험을 줄일 수 있다면 비축된 버퍼 배출권에 감소한 신규 위험 등급을 소급적으로 적용하는 이익을 얻을 수 있다. 추가적으로 15%의 TRD가 새로 상쇄된 버퍼에 적용된다. 표 5는 연간 배출 총량의 지속적 감소를 보이지만 검증시마다 위험 등급이 낮아지는 동일 프로젝트 사례를 보여준다. 예상한 대로 프로젝트에서 발생하는 전체(누적) 배출량에 대한 전체 위험 버퍼 비율은 프로젝트 전 기간 동안의 증가율로 감소하는데 30년 후에는(예: 첫 검증작업의 25년 후) 프로젝트 배출권 누적 총량의 4.4%로 떨어진다. 이는 위험 등급이 계속 30%인 경우 프로젝트 배출권 누적 총량인 13.3%와 비교한 수치이다. 따라서 30년에 걸쳐 전체 위험률을 최소 위험 등급인 10%로 낮추면 전체 VCU 양에서 추가로 8.9%를 얻을 수 있다. 만약 새로운 위험 등급이 마지막 검증작업 시 보고된 등급보다 높다면 버퍼 배출권은 방출되지 않으며 이전 기간의 총 배출 감소량에 대한 신규 위험값의 백분율을 적용하여 신규 버퍼 배출권을 예치해야 한다.

이러한 방식으로 프로젝트 제안자는 프로젝트가 지역 토지 이용자를 효과적으로 참여시키고 관련 기관 및 정치 지도자들과 긴밀히 협력하여 지원 및 역량을 구축하며 지속적으로 프로젝트 성공에 대한 잠재적 위험을 재평가한 것에 대해 실질적인 보상을 받는다.

61) 완충배출권 역시 VCS 발행 추가부담 적용 대상이 아니다.

표 3. 일관된 위험 등급으로 계산한 완충

검증을 5년마다 실시한다고 가정. 전반적 위험 등급은 30으로 유지된다고 가정.

첫 번째 검증으로부터의 연 수	프로젝트의 총 탄소 저장량 [tCO ₂ e]	프로젝트 탄소 저장 총량의 변화 [tCO ₂ e]	고정 완충 비율 (=전체적인 위험 등급)	TRD를 제외하고 빛지고 있는 완충배출권 [tCO ₂ e]	TRD요소(5년마다 15%복리 감소)	TRD를 포함한 현재의 완충배출권 [tCO ₂ e]	TRD를 제외한 이전에 축적된 완충배출권 [tCO ₂ e]	TRD를 포함한 이전에 축적된 완충배출권 [tCO ₂ e]	버퍼 크기: 프로젝트에 의해 지속적으로 방출되는 배출권 [tCO ₂ e]	프로젝트 총 배출권에 대한 완충 비율	사전에 축적된 완충배출권 [tCO ₂ e]	축적될 완충배출권의 총량 [tCO ₂ e]
0	100	100	30%	30.00	100%	30.00	0.00	0.00	30.00	30%	0.00	30.00
5	200	100	30%	30.00	85%	25.50	30.00	25.50	51.00	26%	30.00	21.00
10	300	100	30%	30.00	72%	21.68	60.00	43.35	65.03	22%	51.00	14.03
15	400	100	30%	30.00	61%	18.42	90.00	55.27	73.70	18%	65.03	8.67
20	500	100	30%	30.00	52%	15.66	120.00	62.64	78.30	16%	73.70	4.61
25	600	100	30%	30.00	44%	13.31	150.00	66.56	79.87	13%	78.30	1.57

표 4. 감소하는 위험 등급으로 계산한 완충

검증을 5년마다 실시한다고 가정. 전반적인 위험 등급은 시간의 경과에 따라 비선형적으로 감소한다고 가정.

첫 번째 검증으로부터의 연 수	프로젝트의 총 탄소 저장량 [tCO ₂ e]	프로젝트 탄소 저장 총량의 변화 [tCO ₂ e]	고정 버퍼 비율 (=전체적인 위험 등급)	TRD를 제외하고 빛지고 있는 완충배출권 [tCO ₂ e]	TRD를 제외한 이전 누적 완충배출권 [tCO ₂ e]	새로운 위험등급에 따른 이전 누적 완충배출권 조정 [tCO ₂ e]	소급적 적용과 TRD를 제외한 현재 위험 등급이 적용된 날짜를 가진 완충배출권 [tCO ₂ e]	TRD요소 (5년마다 15%복리 감소)	버퍼 크기: 프로젝트에 의해서 지속적으로 방출되는 배출권 [tCO ₂ e]	프로젝트 총 배출권에 대한 완충 비율	사전에 축적된 완충배출권 [tCO ₂ e]	축적될 완충배출권의 총량 (Released) [tCO ₂ e]
0	100	100	30%	30.00	0.00	0.00	30.00	100%	30.00	30%	0.00	30.00
5	200	100	25%	25.00	30.00	-5.00	50.00	85%	42.50	21%	30.00	12.50
10	300	100	20%	20.00	55.00	-12.00	60.00	72%	43.35	14%	42.50	0.85
15	400	100	15%	15.00	75.00	-30.00	60.00	61%	36.85	9%	43.35	(6.50)
20	500	100	12%	12.00	90.00	-42.00	60.00	52%	31.32	6%	36.85	(5.53)
25	600	100	10%	10.00	102.00	-52.00	60.00	44%	26.62	4%	31.32	(4.70)

10.2 기타 절차상의 문제

특정 조건 하에서 프로젝트는 완화 목표 달성에 실패할 뿐 아니라 배출 증가나 배출 제거 감소를 야기할 수 있다. VCS 등록 및 발행 과정은 반전 등의 상황에 AFOLU 버퍼 배출권이 취소될 수도 있게 하는 조건과 규모로 규정을 수립한다.⁶²⁾ 프로젝트 제안자가 통제할 수 없는 재앙적 반전 상황에서는 기준치와 위험 버퍼를 조정하는 추가 규정을 적용하여 프로젝트가 불가항력에 의한 위험과 손실을 보상하도록 한다.⁶³⁾

최종적으로 프로젝트 개발자와 제안자가 명심해야 할 것은 검증관이 매 검증마다 비영속성 위험을 재평가하리라는 사실이다. 그럼에도 불구하고 보수적인 실질적 위험 평가를 제공하는 것은 제안자의 몫이다.

11. 향후 방안

11.1. 프로젝트 기반 활동 준비

REDD(+) 정책 환경은 지속적으로 변한다. UNFCCC 협상이 계속되고는 있지만 대부분의 기술적 문제(참조 배출 수준, MRV, 국가적 REDD+ 체제의 IPCC 준수 정도)가 아직 심도 있게 논의되거나 해결되지 못했다. 동시에 하위국가적 및 프로젝트 수준의 활동에 초점을 맞추는 여러 자발적 계획이 등장했으며 각 계획은 독자적인 계획서와 방법론을 개발한다.

이 문서의 여러 부분에서 프로젝트 기반의 활동을 진행 중인 (하위)국가적 노력과 조화시키는 것에 대한 중요성을 강조한 바 있다. REDD+의 미래를 비롯해 프로젝트 기반, 하위국가적, 국가적 회계 체제를 어떻게 연결할 것인가 하는 문제에 대한 불확실성이 상당 기간 남아있겠지만 프로젝트를 더 높은 단계의 접근법(사법권, 부문 기반 접근법, 국가적 REDD+ 체제)과 통합할 필요성이 커지고 있다. 그러므로 프로젝트 기반 회계는 더 높은 단계의 방법론적 요소를 통해 프로젝트 기반 방법론의 완전성을 유지하면서 각기 다른 실행 단계 간의 일관성을 이룰 수 있도록 해야 한다.⁶⁴⁾ 현재 감사를 거쳐 인증된 방법론 중 일부는 기준치 접근법 및 국가적 REDD+ 준수 체제와 일치하는 측정 시스템에 대해 유연한 옵션을 제공한다. 프로젝트 개발자는 특정 방법론의 사용에 대한 찬반을 결정하기에 앞서 각기 다른 실행 단계들의 잠재적 시너지 효과 및 일관성을 검토해야 한다.

UNFCCC REDD+ 준수 계획을 넘어 다양한 탄소 시장 기준과 하위국가적 협력 하에서 나타나는 방법론적 옵션을 분석하는 것이 합리적이다. 기후산림대책위원회(GCF)는 브라질, 멕시코, 인도네시아, 나이지리아, 미국에 있는 16개 사법기관의 연합체로서 하위국가적 체제를 위한 설계 권고사항을 개발하고 있다.⁶⁵⁾ CAR(Climatic Action Reserve)의 미국을 위한 산림 프로젝트 프로토콜에 또 다른 기회가 있다.⁶⁶⁾

62) 역전은 관찰기간 동안 프로젝트의 공해배출, 제거, 누수를 고려한 총 온실가스 이윤이 적자인 경우를 말한다(VCS Program Definitions, 2011).

63) 재앙적인 역전 상황은 현재 AWG-KP에서 교토의정서에 적합한 LULUCF활동에 영향을 미치는 불가항력적인 힘에 대한 협상을 넘어선다는 것을 기억해야 한다. 과거에는 단체들이 이러한 위험을 인류로 인한 공해에서 제외되는 것으로 고려했다. 하지만, 인간에 의한 온실가스 배출이 직접적으로 극단적인 날씨에 영향을 줬기 때문에, 기후변화가 자연과 인간의 구분을 흐리게 하고 있다.

64) 사실, 두 접근방법은 발전하고 있다(Chagas, et al. 2011). 구성 요소로 분해되었거나 상향식 baseline 개발 프로젝트의 baseline이 나란히 나타나고 있으며 baseline의 모자이크, 혹은 패치워크를 이루어 국가(국내) 당국의 승인을 통해 국가(국내) 구조에 안착하려고 한다. 통합되었거나, 하향식 접근방식은 프로젝트에서 필요할 수 있는 국가(국내) baseline과 표준화된 방법론적 요소들을 제공한다.

CAR은 현재 멕시코에서 가능한 REDD 프로그램을 위한 프로젝트 회계 표준을 개발하고 있다. 두 개의 계획에 대한 기술적 제안들은 옵션 준비의 기술적 측면에 대한 (하위)국가 기관과의 논의에서 고려해 볼 가치가 있다.

나아가 VCS 연합은 최근 Jurisdictional and Nested REDD Initiative를 설립하였다. REDD 프로젝트, 정책, 프로그램의 통합된 관할권 규모 배출권에 대한 지침과 기준을 개발하고 프로젝트 활동이 더 큰 (하위)국가적 체제에 통합될 수 있는 길을 제시하려는 목적이다. 해당 이니셔티브를 통해 지역적 기준치를 설정하고 일관성 및 환경적 온전함을 확보하는 동시에 절차를 간소화하고 프로젝트 거래비용을 낮추는 지침을 개발한다.

11.2 착상에서 실행까지 - 기술적 개발 과정

표 5는 어떤 기술적 생산품이 REDD 프로젝트 개발 과정의 각 단계에서 요구되는지를 나타낸다(각 단계에 대한 심도 있는 논의에 관해서는 단계별 개요를 참조). 제시된 순서에서 강조한 바와 같이 산림 황폐화 및 파괴 분석에서부터 출발하는 것이 중요하다. 이러한 분석이 시공간적 범위 정의와 산림 황폐화의 동인, 추진요소, 근본원인에 대한 분석, 궁극적으로 프로젝트의 기술적, 재정적 실행 가능성에 매우 중요하기 때문이다.

표 5. REDD 개발 과정의 기술적 결과

단계	기술적 결과
프로젝트 아이디어와 사전 평가	산림 파괴와 열화 분석 (패턴 및 속도) 실행 가능성 평가 프로젝트 아이디어 노트
프로젝트 설계와 계획	동인과 추진요소 분석 프로젝트 범위의 사전 정의 사회경제적 영향 평가 생물다양성 영향 평가 프로그램 계획 (논리적 구조) 비영속성 위험 분석
프로젝트 설계 문서 개발 (탄소 회계)	새로운 방법론 설계 (해당시) VCS 프로젝트 설명 (= 프로젝트 설계 문서) 디자인 감독 계획 (산림 황폐화, 파괴의 비율과 패턴, 배출 및 제거, 동인, 사회경제적, 환경적 영향) 정부의 신규 요구사항 및 지침과 조화
프로젝트 실행 전략 개발	기술적 결과를 고려한 실행 가능성 재평가 프로젝트 시나리오 및 배출량 감소 사전 추정치 개발

65) Boyd, Gryze와 Durschinger (2010)에 의해 개발된 설계 초안은 아직 승인되지 않았다.

66) <http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/adopted/forest/current/> 참조.

기금 조성 및 투자 유치	장기적 재정 계획
승인, 확인, 등록	국가 회계 체제로의 편입 가능성
실행 및 모니터링	모니터링 보고 (산림 황폐화, 파괴 비율과 패턴, 배출 및 제거, 동인, 사회경제적, 환경적 영향) 손실 보고 (해당시)
검증 및 발행	비영속성 위험 보고 정보 요청(IRs) 및 시정조치 요청(CARs) 처리

11.3 인적 자원: 외부 위탁과 내부 역량 확립

설계와 측정, 그리고 공해배출 감소 및 제거의 보고는 여러 가지 전문적인 능력을 요구한다(정도와 시간의 길이에 따라). 이러한 능력은 중요한 시점(예: PDD 확인, 프로젝트 영향 검증, 누출 및 비영속성 위험 평가, 손실 발생 경우 등)에 활용할 수 있어야 한다. 경험상 실행 기관에서는 직원이나 자문위원의 변동에 관계없이 오랜 기간(10년, 최초 기준치 검토 이후까지)에 걸쳐 기술적 지식을 보유하고 있음을 보증할 필요가 있다. 이러한 요구사항은 프로젝트 제안자와 시행 파트너에게 주요한 책임과 제도적 책무를 안겨주는데, 이는 일반적인 자문 계약 기간을 넘어서는 것이다.

이러한 요구사항을 만족하기 위해 프로젝트 개발, 실행, MRV에 필요한 역량과 기술을 보완할 수 있는 협력자와 장기적인 제도적 동맹을 맺을 필요가 있다. 상업적 프로젝트 개발자는 또한 기술 및 거래의 전문가를 섭외하여 프로젝트 제안자의 자산을 보완할 수 있으며 프로젝트의 장기적 성공을 위한 중요한 투자도 가능하다.

방법론 적용이나 모니터링 계획 실행에 어떤 기술적 능력이 필요한지에 관해 절대적인 규칙은 없다. 그러나 적어도 표5에 나타난 결과물을 위해 탄소 회계 체제를 설계, 실행, 문서화하는 데 필요한 다음의 전문적 기술은 갖추어야 한다.

- 초기 바이오매스 인벤토리, 주기적 모니터링, 보고 등을 위한 산림 측정과 통계에 정통한 산림 감독관
- 지리적 데이터 처리, 데이터베이스 유지, 나아가 토지 이용 변화 모델링 등을 담당할 GIS 엔지니어
- 변화 감지 분석 및 연간 산림 모니터링 등을 처리할 원격 탐지 전문가. 불가능한 경우에는 해당 작업을 외부로 위탁하거나 국가 공식 REDD 데이터 세트를 사용할 수 있다.
- 선택된 방법론과 국가 MRV 시스템에 부합하는 모니터링 체제를 설계하고 분석적인 부분을 취합할 토지 기반 탄소 회계 전문가. 해당 작업은 숙련된 산림 감독팀이 맡거나 초기에 외부로 위탁할 수 있지만 최초 검증 작업 이전에는 프로젝트 제안자(또는 숙련된 장기적 실행 협력자)가 맡아야 한다.

GIS와 원격 감지가 보존 및 천연자원 관리 분야의 핵심 기술임에 주목할 필요가 있다. 이들의 중요성은 REDD+를 뛰어넘어 관련 기관의 개발을 위해 전략적으로 중요하다.

위에서 소개한 기술의 일부 또는 전체가 프로젝트 제안자와 장기 협력자 선을 넘어 외부에 위탁될 경우, 제안자나 실행 협력자가 최초 검증 이전에 적용된 방법론 요소를 완벽히 관리할 수 있도록 장기적 역량 구축 메커니즘과 재원이 반드시 확보되어야 한다.

박스 14. 기술적 프로젝트 설계의 통합에 관한 권장사항 및 주요 자료

- 프로젝트 기반의 접근법을 넘어서 생각하라. 향후 (하위)국가적 준수 체제에 프로젝트를 어떻게 부합시킬지 질문하라. 프로젝트 수준 및 (하위)국가적 회계 체제의 통합을 어렵게 할 수 있는 잠재적 장애물을 파악하라. 통합된 회계를 용이하게 할 수 있는 방식으로 프로젝트의 시공간적 범위를 조정할 것을 고려해 보라.
- 첫 번째 접수부터 승인까지 최초 제출부터 승인까지 최소 1년을 예상하여 새로운 방법론 개발에 드는 비용을 신중히 추산하라(방법론 개정에는 시간이 덜 든다). 가장 간단한 옵션을 추구하라. 회계나 실행 단계에서부터 복잡성이 증가하면 성공적인 실행을 막는 장애물이거나 부담으로 작용한다.
- 박스 9에서 언급된 계획 및 관리 도구를 사용하여 프로젝트 활동을 신중하게 계획하라.

주요 자료

Chagas, Thiago, Jacob Olander, Charlotte Streck, Robert O'Sullivan and Joerg Seifert-Granzin. Nested Approaches to REDD+: An Overview of Issues and Options. Washington, DC: Forest Trends and Climate Focus, 2011. Available at:

http://forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=2762.

각기 다른 접근법의 기술적, 법률적, 정책적 측면에 대해 다루고 있으며 UNFCCC를 넘어 관련 REDD 규정 체계에 대한 개요를 포함한다.

Laffoley, D.d'A. and G. Grimsditch (eds.). The management of natural coastal carbon sinks. Gland, Switzerland: IUCN, 2009. Available at:

<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2009-038.pdf>.

VCS. VCS Project Description Template. VCS Version 3, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011. Available at: http://www.v-c-s.org/VCSv3_templates.html.

박스 15. REDD 활동 설계에서의 일반적 위험

REDD 활동 개발에 있어 흔히 발생하는 위험이 있는데 프로젝트 가능 지역과 아이디어를 탐색하는 초기 단계에서부터 이 위험을 피해야 한다.

너무 작게 시작하는 것: REDD 활동의 배출 감축 가능성에 대한 첫 추정 시 완화 가능성을 과대평가하는 경향이 있다. 현장에서의 실제 산림 파괴 속도가 필요한 정확도에 따라 감지되지 않고 비영속성 및 누출 위험이 철저히 평가되지 않거나 혹은 프로젝트 활동의 완화 가능성이 너무 낙관적으로 추정된다. 프로젝트 활동의 전체적인 완화 가능성이 상대적으로 낮다면 이것이 분명 문제가 된다. 최악의 경우 위험이나 정확성의 감소가 배출량 감소를 낮추거나 프로젝트가 실행 가능하지 않게 될 수도 있다. 프로젝트 장소는 실질적인 완화 가능성이 반드시 발생하게 될 잠재적 할인에 대해 충분한 버퍼를 제공할 수 있는 곳으로 선택해야 한다.

너무 커지는 것: 프로젝트 지역이 너무 커지게 되면 관련된 이해당사자를 모두 개입시키는 거래비용이 프로젝트의 재정적 능력 밖으로 벗어날 수 있다. 제안자는 프로젝트 지역이 통제되고 있다는 것을 증명해야 함을 명심하라.

너무 복잡해지는 것: 대다수 열대 국가에서는 산림 황폐화와 파괴가 연속적으로 나타난다. 이는 한 지역에서 여러 개의 IFM 및 REDD 활동을 결합할 수 있는 가능성을 나타낸다. 그러나 이 옵션의 실행 가능성을 신중하게 따져보아야 한다. 공간적으로 통합되고 균형잡혀 있으며 때로 상호 연결되어야 하는 다양한 기준치들을 결합한다는 뜻이기 때문이다.

비용이 너무 많이 드는 것: 향상된 산림 관리와 산림 보존의 기회비용에 있어서 가장 쉬운 목표에 집중하는 것은 제안자들이 재정적 담보 상태를 피하는 데 도움이 된다. 철저한 비용-이익 분석은 프로젝트 재정에 필요한 관점을 얻도록 도와줄 것이다(독자들은 사업 지침서에서 프로젝트 비용 및 이익 평가 도구를 찾아볼 수 있다.).

너무 낙관적인 것: 시기 선정은 기술적, 재정적 실행 가능성에 많은 영향을 미친다. 프로젝트 활동의 실행과 프로젝트 결과물 및 영향에 대한 확인 및 검증에 있어서 지연이 일어날 수 있음에 대비하라. 지연을 예상하면 합의 기간을 넘어서까지 탄소 회계를 사용할 수 있도록 하기 위해 추가적인 자원과 인적 자원이 필요하다. 기술적 서비스 제공자와의 (하위)계약 상 (존재할 경우) 확인 및 입증 기간 동안 필요한 관련 문서 조정 시간을 최대 2달까지 예상하도록 하라.

12. 결론

본 문서는 REDD 프로젝트 개발자에게 개정된 VCS 버전 3.0을 안내하고자 작성되었다. 개발자가 조정 기간 동안, 특히 이전 버전의 기준 하에서 인증, 감사, 개발된 방법론을 사용할 때 겪을 수 있는 어려움을 염두에 두고 있다. 본 문서는 사용자가 REDD 회계 체제 시행을 위해 적격 활동, VCS 준수 방법론, 기술, 도구 등을 선택하도록 안내한다. 그러나 VCS 문서, 템플릿, 승인된 방법론 사용을 대체하고자 하는 목적은 없다. 이 문서들은 사전 평가, 프로젝트 설계, 확인과 검증 과정에서 지속적으로 참고해야 한다.

아울러 이 기술적 지침서에서는 진행 중인 UNFCCC 협상과 한편으로 새롭게 등장하는 자발적, 사법적 계획들로 인해 REDD+ 환경이 지속적으로 변하고 있음을 강조했다. 프로젝트 개발자는 양쪽에서 일어나는 개발을 잘 확인하여 각기 다른 수준의 REDD 정책과 실행에 있어 프로젝트 일관성 및 시너지 효과를 최대화하고 프로젝트 활동이 더 높은 수준의 탄소 회계 체제에 자리잡도록 해야 한다. 추가로 프로젝트 제안자와 개발자는 전략적 결정을 요하는 방법론적 교차로를 인식하고 있어야 한다(예: 시공간적 범위, 계층화, 활동 데이터, 동인, 기준치 접근법 등의 선택). 기술적 옵션들이 사법권 체제 내에 자리 잡으려면 2011년 하반기로 예정된 VCS 지침에 기반하여 더 개발되어야 한다. AFOLU 내에는 잘 알려지지 않은 방법론들도 있는데 이들은 미래의 방법론 또는 보완 부문에 의해 표준 수준에서 다루어질 것이다. 혼농임업, 임목, 조간대림, 비계획 벌채 등은 REDD+에서 새롭게 등장한 문제들이다. 이러한 활동을 이 풍경 기반 혹은 사법권적 접근법에 비용 효율적으로 분류되는 방법에 대해 심화된 지침이 필요하다.

적합한 활동 데이터와 산림 파괴 경향 및 패턴을 포착하기 위한 원격 감지 제품은 현재 단계적 폐지 혹은 범용 중해상도 센서 기술(Landsat, CBERS, ALOS)의 실패 단계에서 2014년 이후가 되어야 사용 가능한 새로운 지구 관측법 가용 단계로 이행하며 어려움에 직면해 있다. 프로젝트와 다양한 실행 수준의 협력을 통해 IPCC 준수 지구 탄소 회계 체제 수립에 있어 데이터 사용과 책임 분담이 용이해질 수 있

다.

장기적 신뢰, 개발 및 MRV 효율성 등을 획득하려면 프로젝트가 독자적 접근법을 넘어, 조화로우며 공식적으로 더 광범위한 노력에 연결된 회계 체제로 가는 것이 더욱 필요하다.

참조

- Archard, F., A.S. Belward, H.D. Eva, S. Federici, D. Mollicone, and F. Raes. Accounting for avoided conversion of intact and non-intact forests. Brussels, Belgium: Joint Research Centre of the European Commission, 2005.
- Array Systems Computing In.c. Next ESA SAR Toolbox (NEST). European Space Agency.
- Asner, G.P., D.E. Knapp, E. Broadbent, P. Oliviera, M. Keller, and J. Silva. "Selective logging in the Brazilian Amazon." *Science*, 2005: Vol. 310: 480-482.
- BioCarbon Fund. Methodology for Estimating Reductions of GHG Emissions from Mosaic Deforestation. RED-NM-001/ Version 01, Washington, DC: The World Bank, 2008.
- Bisschop, Johannes. AIMMS: Optimization Modeling. AIMMS 3, Haarlem, The Netherlands: Paragon DecisionTechnology, 2011.
- Boyd, William. Regulatory Design Options for Subnational REDD Mechanisms. Options Paper, GCF Task Force, 2010.
- Brown, S., M. Hall, K. Andrasko, F. Ruiz, W. Marzoli, and G. Guerrero. "Baselines for land-use change in the tropics: Application to avoided deforestation projects." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2007: 12(6): 1001-1026.
- Canada Centre for Remote Sensing. Tutorial: Radar Remote Sensing. Natural Resources Canada, 2008.
- CAR. Forest Project Protocol. Version 3.2, Los Angeles, CA: Climate Action Reserve, 2010.
- CCBA. Climate, Community & Biodiversity Project Design Standards Second Edition. Arlington, VA: CCBA, 2008.
- Chagas, Thiago, Jacob Olander, Charlotte Streck, Robert O'Sullivan, and Joerg Seifert-Granzin. Nested Approaches to REDD+: An Overview of Issues and Options. Washington, DC: Forest Trends and Climate Focus, 2011.
- Chomitz, Kenneth M., Piet Buys, Giacomo De Luca, Timothy S. Thomas, and Sheila Wertz-Kanounnikoff. At Loggerheads: Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests. Washington, DC: The World Bank, 2007.
- De Gryze, Steven, and Leslie Durschinger. An Integrated REDD Offset Program (IREDD) for Nested Projects under Jurisdictional Accounting. San Francisco, CA: Terra Global Capital, 2010.
- Ebeling, Johannes. "Risks and Criticisms of Forestry-Based Climate Change Mitigation and Carbon Trading." In *Climate Change and Forests: Emerging Policy and Market Opportunities*,

by Charlotte Streck, Robert O'Sullivan, Toby Janson-Smith and Richard Tarasofsky, 43–58. London: Royal Institute of International Affairs, 2008.

Ecosystem Marketplace. State of the Forest Carbon Markets 2011. Washington, DC: Forest Trends, 2011, forthcoming.

Epstein, Joshua M. Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2007.

FAO. Global Forest Resources Assessment 2010 Main Report. FAO Forestry Paper 163, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010

Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). "Project Design Document of Noel Kempff Mercado Climate Action Project." Version 02.03, 2006.

Geist, H., and E.F. Lambin. "Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation." *Bioscience*, 2002: 52(2): 143.

Gilbert, Nigel, and Klaus G. Troitzsch. Simulation for the Social Scientist: Second Edition. Berkshire, England: Open University Press, 2005.

GOFC-GOLD. A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals caused by deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. Report version COP16-1, Alberta, Canada: Natural Resources Canada, 2010.

Hamilton, Katherine, Unna Chokkalingam, and Maria Bendana. State of the Forest Carbon Markets 2009: Taking Root and Branching Out. Washington, DC: Ecosystem Marketplace, 2010.

Hartmann, S. "The World as a Process: Simulations in the Natural and Social Sciences." In *Simulation and Modelling in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*, by R. Hegelsmann, 77–100. Dordrecht: Kluwer, 1996.

Henderson, Floyd M., and Anthony J. Lewis. Principles and Applications of Imaging Radar: Manual of Remote Sensing, Volume 2. New York, New York: John Wiley & Sons, 1998.

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama, Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

IPCC. Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types. Hayama, Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003.

IPCC. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Hayama, Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003.

- Knight, J.F., and R.S. Lunetta. "An experimental assessment of minimum mapping unit size." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (U.S. Environmental Protection Agency), 2003: 2132–2134.
- Kuntz, S., et al. "A multi-stage inventory scheme for REDD inventories in tropical countries." 9th Seminar on Remote Sensing and GIS Applications in Forest Engineering. Parana, Brazil, 2010.
- Laffoley, D.d'A. and G. Grimsditch (eds.). The management of natural coastal carbon sinks. Gland, Switzerland: IUCN, 2009.
- Lee, Jong-Sen, and Eric Pottier. Polarimetric Radar Imaging: From Basics to Applications. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.
- Lewis, S.L. "The 2010 Amazon Drought." Science, 2011: Vol. 331 (6017): 554.
- Lusch, David. Introduction to microwave remote sensing. East Lansing, MI: Basic Science and Remote Sensing Initiative, Michigan State University, 1999.
- Maniatis, Danae, and Danilo Mollicone. "Options for sampling and stratification for national forest inventories to implement REDD+ under the UNFCCC." Carbon Balance Management, 2010: 5:9.
- MapREady. Version 2.3.17, Alaska Satellite Facility, 2010.
- Martinuzzi, Sebastian, William A. Gould, and Olga M. Ramos Gonzalez. Creating cloud-free Landsat ETM+ data sets in tropical landscapes: cloud and cloud-shadow removal. Gen. Tech. Rep. IITF-32, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, 2007.
- North, M.J., and C.M. Macal. Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- Oberkampf, William L., and Timothy G. Trucano. Verification and Validation in Computational Fluid Dynamics. SAND2002-0529, Albuquerque, New Mexico: Sandia National Laboratories, 2002.
- Orrell, David. The Future of Everything: The Science of Prediction. Toronto: First Thunder's Mouth Press, 2007.
- Pearson, Timothy, Sarah Walker, and Sandra Brown. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects. Winrock International and World Bank BioCarbon Fund, 2005.
- Polsarpro: Polarimetric SAR Data Processing and Educational Tool . Version 4.2, European Space Agency, 2011.
- Pontius Jr., Robert Gilmore, et al. "Comparing the input, output, and validation maps for several

- models of land change." *Annals of Regional Science*, 2008: 42: 11–37.
- REDD+ SES. REDD+ Social and Environmental Standards. Version 1, CCBA and CARE International, 2010.
- Saatchi, S. S., R. A. Houghton, R. C. Dos Santos Alvala, J. V. Soares, and Y. Yu. "Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin." *Global Change Biology*, 2007: 13: 816–837.
- Saatchi, Sassan S., et al. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010.
- SAR Training Processor. Version 1.1.10, Alaska Satellite Facility, 2009.
- Sohngen, B., and S. Brown. "Measuring leakage from carbon projects in open economies: a stop timber harvesting project as a case study." *Canadian Journal of Forest Research*, 2004: 34: 829–839.
- Souza, CM, DA Roberts, and MA Chochrane. "Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires." *Remote Sensing of Environment*, 2005: 98: 329–343.
- Strahler, Alan H., et al. *Global Land Cover Validation: Recommendations for Evaluation and Accuracy Assessment of Global Land Cover Maps*. GOFCC–GOLD Report No. 25, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
- Streck, Charlotte, Robert O'Sullivan, Toby Janson-Smith, and Richard Tarasofsky. *Climate Change and Forests: Emerging Policy and Market Opportunities*. London: Royal Institute of International Affairs, 2008.
- Trines, Eveline. "History and Context of LULUCF in the Climate Regime." In *Climate Change and Forests: Emerging Policy and Market Opportunities*, by Charlotte Streck, Robert O'Sullivan, Toby Janson-Smith and Richard Tarasofsky, 33–42. London: Royal Institute of International Affairs, 2008.
- UNFCCC. 1/CP.16 The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action Under the Convention. FCCC/CP/2010/7/Add.1, Cancun, Mexico: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2010.
- UNFCCC. 3/CMP.1 Annex: Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1, Montreal: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2005.
- UNFCCC. 4/CP.15 Methodological guidance for activities relating to 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. FCCC/CP/2009/11/Add.1, Copenhagen, Denmark: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2009.

UNFCCC. 5/CMP.1 Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol. Montreal: UNFCCC, 2005.

UNFCCC. Report on the expert meeting on methodological issues relating to reference emission levels and reference levels. Note by the secretariat. FCCC/SBSTA/2009/2, Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2009.

VCS. AFOLU Non-Permanence Risk Tool. VCS Version 3 Procedural Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Requirements. VCS Version 3 Requirements Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. Methodology Approval Process. VCS Version 3 Procedural Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. Program Definitions. VCS Version 3 Requirements Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. Registration and Issuance Process. VCS Version 3 Procedural Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. VCS Project Description Template. VCS Version 3, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

VCS. VCS Standard. VCS Version 3 Requirements Document, Washington, DC: Verified Carbon Standard, 2011.

Verburg, P. H., and A. Veldkamp. "Editorial: Introduction to the Special Issue on Spatial Modeling to Explore Land Use Dynamics." *International Journal of Geographical Information Science*, 2005, 19:2: 99–102.

White, Douglas, and Peter Minang. *Estimating the Opportunity Costs of REDD+: A Training Manual*. Version 1.3, Washington DC: World Bank Institute, 2011.

용어

CDM 프로젝트에 관해 독자들은 CDM 용어에서 제공하는 공식 정의를 활용하고자 할 것이다. 다음에서 확인 가능하다. http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos_CDM.pdf

VCS 역시 표준 프로그램 정의를 제공하며 다음에서 확인 가능하다.

<http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/Program%20Definitions%2C%20v3.0.pdf>

추가성(Additionality) - 탄소 추가성의 원칙이란 온실가스 수익이 탄소 배출권의 수익(혹은 예상 수익) 없이 발생하지 않은 경우 탄소 프로젝트가 배출권만을 얻을 수 있다는 뜻이다. 동일한 추가성의 원칙이 사회적, 생물다양성 이익에 적용될 수 있다.

귀속(Attribution) - 결과물에 대한 개입의 특정 기여에 대한 분리와 정확한 추정을 뜻하며 인과관계가 개입부터 결과까지 해당됨을 보여준다. 즉 귀속은 프로젝트에 의한 이익 (보통 공동 이익)이 다른 현상이 아닌 프로젝트로 인한 것임을 입증한다.

기준치(Baseline) - 참조 시나리오를 참조한다.

생물다양성 목표(Biodiversity target) - 생물다양성은 프로젝트가 생물 다양성에 긍정적 영향을 미치기 위해 무엇을 목표로 할지를 다룬다. 보통 High Conservation Values를 구성한다.

인과모형(Causal model) - 변화 이론을 참조한다.

상호이익(Co-benefits) - 산림 탄소 프로젝트에 의해 발생한, 온실가스 이익을 넘어서는 이익. 특히 사회적, 경제적, 생물다양성 영향에 연관된 이익이다.

통제(Control) - 산림 탄소 프로젝트의 영향 평가 맥락에서 프로젝트 개입이 없지만 프로젝트 지역과 유사한 지역. 통제는 참조 시나리오의 관찰, 결과물의 귀속 및 프로젝트의 영향 입증 등을 위해 사용된다.

조건법적 서술(Counterfactual) -개입이나 프로젝트가 없었을 경우 산출되었을 결과물. 예: 참조 시나리오의 최종 결과

평가(Evaluation) - 진행 중이거나 완결된 프로젝트, 프로그램이나 정책, 이에 대한 설계와 실행, 결과 등을 체계적이고 객관적으로 평가하는 것

온실가스 이익(GHG benefits) - 탄소 손실 감소로 얻은 배출량 감소, 또는 산림 탄소 프로젝트 활동으로 인해 증진된 탄소 격리를 통한 배출 제거

영향(Impact) - 산림 탄소 프로젝트의 긍정적·부정적, 우선적·부수적, 단기적·장기적 영향을 뜻한다. 영향은 직접적이거나 간접적, 의도적이거나 비의도적일 수 있다. 일련의 투입, 산출, 결과를 통해 얻어진다.

지표(Indicator) - 목표의 상태, 위협의 변화, 목적을 향한 진보 등의 특정 모니터링 정보를 어느 정도 반영하는 측정 가능한 변수.

투입(Inputs) - 산림 탄소 프로젝트를 위해 사용되는 재정적, 인적, 물질적 자원을 뜻하며 산출, 결과, 영향의 논의에 가장 연관이 많다.

누출(Leakage) - 산림 탄소 지역 밖에서 산림 탄소 프로젝트의 결과로 발생하는 온실가스 배출의 지리적 이동, 또는 사회적, 경제적, 생물다양성 영향을 뜻한다. 누출 평가는 프로젝트 지역 이외의 지역을 비롯해 인접 지역까지 고려해야 한다.

측정, 보고, 검증 시스템(Measurement, Reporting, and Verification System) - 실질적이고 측정 가능한 배출량 감소 및 탄소 축적량의 증진에 관련된 온실가스 이익을 신뢰성 있게 평가하기 위한 국가적, 하위국가적, 또는 프로젝트 수준의 과정과 기관

방법론(Methodology) - 프로젝트 활동을 설명하고 온실가스 배출을 추정, 모니터링 하는 일련의 인증된 과정

모니터링(Monitoring) - 목표 달성 정도를 보여주기 위해 특정 지표에 대한 체계적 데이터 모음을 사용하는 지속적 과정

다중 이익 프로젝트(Multiple-benefit projects) - 온실가스 이익에 더하여 환경과 사회에 충분한 상호 이익을 발생시키는 프로젝트

결과(Outcomes) - 개입의 결과로 얻어지거나 그럴 가능성이 있는 단, 중기적 영향.

산출(Outputs) - 산림 탄소 프로젝트로 인해 발생한 생산품, 자본재, 서비스.

프로젝트 지역(Project area) - 탄소 프로젝트 범위 안에 있고 프로젝트 제안자의 통제 하에 있는 토지 (CCB 표준은 프로젝트 지역 및 구역에 대해 별개의 언어를 사용한다.)

프로젝트 개발자(Project developer) - PDD 개발, 사회 및 생물다양성에 대한 영향 평가, 모니터링과 평가 등을 비롯해 프로젝트의 기술적 개발에 책임이 있는 개인이나 집단을 뜻한다. 이 용어가 반드시 상업적 독립체를 뜻하는 것은 아니지만 주로 현장 업무를 위해 계약된 외부 업체를 가리킨다.

프로젝트 설계 문서(Project Design Document) - 탄소 표준에 의한 프로젝트 평가의 기반으로 쓰이는 정확한 프로젝트 설명서로서, 보통 PDD로 축약된다. (VCS에서는 '프로젝트 설명서 (PD)'로 부른다.)

프로젝트 참여자(Project Participant) - CDM 하에서 CDM에 참여하기 위해 당사국에 의해 권한을 부여 받은 당사국(국가 정부) 혹은 (공/사)기관을 뜻한다. CER 배포를 결정할 독점권을 가지는데, VCS 하에서는 프로젝트 제안자와 동등하다. 자발적 시장에서 프로젝트 참여자란 프로젝트 실행에 직접 관여한

개인 또는 조직을 폭넓게 일컫는 말이다.

프로젝트 제안자(Project Proponent) - VCS에서 '프로젝트에 대한 전체적 통제권과 책임을 갖는 개인이나 집단'으로 정의한 법적 단체를 뜻한다. 하나의 프로젝트에 하나 이상의 프로젝트 제안자가 있을 수 있다. 탄소 제공자와 구매자는 프로젝트에서 발생하는 모든 배출권에 대한 권한이 있지 않은 이상 프로젝트 제안자가 될 수 없다.

프로젝트 구역(Project zone) - 프로젝트에 의해 영향 받을 수 있는 인접 공동체 범위 내의 프로젝트 지역과 인접 토지

REDD - 인센티브를 창출하고 산림 황폐화 및 파괴에 의한 배출량 감소를 할당하는 시스템

REDD+ - 인센티브를 창출하고 다음의 활동으로 인한 배출량 감소를 할당하는 시스템; (a) 산림 벌채에 의한 배출량 감소; (b) 산림 열화에 의한 배출량 감소; (c) 산림 탄소 축적량 보존; (d) 지속가능한 산림 관리; (e) 산림 탄소 축적량 증진.

참조 시나리오(Reference scenario) - 프로젝트가 없는 어떤 지역에 발생할 일에 대한 추측으로, 토지 이용 패턴, 산림 상태, 사회적 상태, 생물다양성 특징 등을 포함할 수 있다. "business-as-usual 시나리오" 또는 "기준치"라고 부르기도 한다.

시작 조건(Starting conditions) - 프로젝트 개입 시작에서의 조건을 뜻한다. CCB 표준에서는 "원 조건"으로, 영향 평가 부문에서는 때때로 "기준치"라고도 일컫는다. 그러나 CCB 표준과 탄소 표준이 산림 탄소 프로젝트의 "참조 시나리오"를 설명하기 위해 같은 용어를 사용한다는 점을 고려할 때 혼동의 우려가 있다.

변화 이론(Theory of change) - 어떻게 프로젝트가 의도한 목표(사회적, 생물다양성 목표 포함)를 이룰 것인지에 관해 프로젝트 설계팀에 의해 개발된 가설을 뜻한다. 가끔 인과모형을 의미하기도 한다.