

林野庁補助事業

令和4年度
森林技術国際展開支援事業
報 告 書

令和5年3月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

巻頭言

2022 年 11 月にエジプトのシャルム・エル・シェイクで開催された気候変動枠組条約第 27 回締約国会議(COP27)では、会期を 1 日延長して「シャルム・エル・シェイク実施計画」が合意された。この合意により、気候の災害で「損失と被害」を受けた脆弱な国に対して資金提供を行う基金を創設することが決まった。気候変動の負の影響が顕在化してきており、排出削減の目標達成を待っている災害による「損失と被害」が多大なものになってしまうため、適応に向けた脆弱国への資金の流れを確保するという点において重要な決定となった。また、2015 年に採択されたパリ協定において定められた気候変動適応に関する世界目標(GGA: Global Goal on Adaptation)の達成のため、新たな枠組みづくりを次回の COP28 までに議論することとなり、気候変動の適応に向けた議論が加速化されてきている。そこで、これらの議論と並行して、科学的知見に基づいた適応のための技術開発が求められている。

近年、気候変動に起因するとみられる気象災害はその規模を増してきて入り、人間の社会生活にも大きな影響を及ぼしてきている。2022 年 2 月に公表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第 6 次評価報告書においては、人為起源の気候変動は自然起源の気候変動を超えて幅広い悪影響とそれに関連する損失と損害を自然及び人間に及ぼしていると明記されている。とりわけ、日本を含むアジアモンスーン地域では、人口が集中しており、海岸線も長いことから、巨大化した台風による山地災害や高潮被害などが甚大化しやすい状況にある。特にこの地域に位置する開発途上国においては、人口の急増や生産力増大のためにしばしば無秩序な林地から農地等への人為的な改変や沿岸域の養殖池や農地、水田の開発によるマングローブの消失により、本来、森林が有していた防災・減災機能が損なわれ、大きな自然災害が発生している。このような自然災害が発生する可能性のある地域は広範にわたるため、インフラ整備による対策には自ずと限界があり、森林の維持造成を通じて山地や沿岸域のレジリエンスを高めて自然災害の被害を軽減することが必要である。

令和 2 年 9 月に開設した REDD プラス・海外森林防災研究開発センターでは、こうした問題に対して我が国が蓄積してきた森林機能を活用した防災・減災技術を途上国で適用するため、令和 2 年度、令和 3 年度に引き続き、林野庁の「森林技術国際展開支援事業」を活用して、森林機能を活用した防災・減災技術を途上国で適用するための課題の調査、海外展開に向けた技術開発、普及啓発を行ってきた。本報告はその令和 4 年度事業の成果を取りまとめたものである。この成果が、海外において森林の機能を活用した防災・減災に関心を持つ国内の団体や、省庁等公的機関、各国政府、国際機関・団体等の活動に貢献することを願う。

令和 5 年 3 月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構森林総合研究所
REDD プラス・海外森林防災研究開発センター長 平田泰雅

目次

第1章 令和4年度 森林技術国際展開支援事業実施方針	1
1.1 事業の趣旨	1
1.2 事業の実施体制	1
1.3 主たる事業内容	4
第2章 事業運営委員会の開催・運営	7
2.1 事業運営委員会の設置	7
2.2 事業運営委員会の開催	7
第3章 途上国の森林の減災・防災の機能強化に係る課題等の調査・分析	9
3.1 背景と目的	9
3.2 国際機関案件への本邦企業の参画に関する現状と課題	11
3.3 防災・減災対策などに活用可能な森林分野の知見や技術	71
第4章 途上国の森林の減災・防災等の機能強化に資する技術等の開発	81
4.1 背景と目的	81
4.2 日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発	85
4.3 リモートセンシング技術を活用したリスクマップ作成	131
4.4 海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価	155
第5章 事業成果・治山技術に関する情報発信	183
5.1 背景	183
5.2 国際セミナー「森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画」の開催	183

5.3	海外ワークショップ（国際会合サイドイベント）	185
5.4	手引書の作成	187
5.5	技術者養成研修の実施と人材データベースの整備	187
5.6	インターネット等を活用した情報発信	189
巻末資料		191
1	運営委員会議事要旨	192
2	令和4年度の主な年間行事	230
3	令和4年度国内出張	231
4	令和4年度海外出張	233
5	ベトナム森林アカデミー研究者の日本への招聘	235
別添資料		
1	令和4年度国際セミナー プログラム	
2	令和4年度海外ワークショップ プログラム	

第 1 章 令和 4 年度 森林技術国際展開支援事業実施方針

1.1 事業の趣旨

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、第 6 次評価報告書(AR6)のうち第 2 作業部会(WG2)報告書の政策決定者向け要約(SPM)を公表した。WG2 は、気候変動に対する社会経済及び自然システムの脆弱性、気候変動がもたらす好影響・悪影響、並びに気候変動への適応のオプションについての評価を行う作業部会であり、今回の報告書は気候変動の影響・適応・脆弱性に関する最新の科学的知見を取りまとめたものである。この報告書では、短期的なリスクとして、地球温暖化は短期のうちに 1.5℃に達しつつあり、複数の気候ハザードの不可避な増加を引き起こし、生態系及び人間に対して複数のリスクをもたらすこと、長期的なリスクとして、2040 年より先、地球温暖化の水準に依存して気候変動は自然と人間のシステムに対して数多くのリスクをもたらすことが報告されている。

我が国においては、2019 年 6 月に「インフラシステム輸出戦略」が改訂されており、これには、「防災先進国としての経験・技術を活用した防災主流化の指導・気候変動対策」が、我が国の技術・知見を生かしたインフラ投資の拡大策の一つとして掲げられている。この具体的施策として、アジア太平洋地域においては、近年顕在化しつつある気候変動の影響による自然災害等の被害を回避・軽減する、適応策の立案・実施への支援などの推進の必要性に対応すべきとされているところである。

治山や防災林整備に関する技術を活用した国際協力は高い潜在性を有する一方、日本とは異なる条件下で技術を展開するために必要な、途上国への適用事例や課題の調査、海外展開に向けた技術開発・人材育成は不十分な状況である。本事業では、我が国の民間企業等が森林関連の防災技術を海外展開できるようにするため、①途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析、②我が国に強みのあるリモートセンシング技術や治山技術を、途上国の森林の防災・減災機能の強化に適用するための手法の開発、③事業成果・治山技術に関する情報発信等を実施する。

1.2 事業の実施体制

1.2.1 REDD プラス・海外森林防災研究開発センターについて

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所では、2010 年に「REDD 研究開

発センター」(以下「センター」と略)を開設し、REDD プラス(途上国における森林減少・劣化からの排出の削減)に関する最新動向の分析、科学的な評価手法の開発、開発途上国における実施体制整備の支援などに取り組んで来た。

近年、地球規模で集中豪雨や巨大台風の増加など極端気象が報告されており、山地災害の大規模化や頻度上昇、沿岸域での高潮被害の甚大化に対する効果的な対策が世界共通の課題となっている。このような問題に対し、解決策への期待が高まっており、日本の森林機能を活用した治山技術などの国土強靱化に資する技術的知見の途上国への適用における課題の調査、海外展開に向けた技術開発・人材育成が求められている。

こうしたことから、森林総合研究所では、途上国において森林を活用した減災・防災機能の強化による気候変動適応策についても取り組むため、「REDD 研究開発センター」の機能を強化した「REDD プラス・海外森林防災研究開発センター」を令和 2 年 9 月 1 日に開設することとした。

センターの主な活動内容は以下のとおりである。

1. REDD プラスに関する動向分析、科学的評価手法の改良、実施体制整備の支援
2. 途上国の森林を活用した減災・防災機能の強化に関する課題分析、技術開発
3. REDD プラス・海外森林防災に関する情報発信

1.2.2 参画メンバーと事業の実施体制

治山や防災林整備に関する技術を活用した国際協力は高いニーズを有するが、日本とは異なる条件下で技術を展開するには、途上国の状況を把握し、課題の抽出することや、海外に適応する技術の開発、技術を普及できる民間人材の育成が必要となっている。潜在的に、日本国内の治山・防災林技術を有する技術者は多く存在するが、こうした技術者が海外でも活躍することができる体制を技術面で整備することが重要である。

REDD プラス・海外森林防災研究開発センターは、センター長のもと、課題等の調査分析、技術等の開発、情報発信を推進する各ユニットと活動全体の推進を図る事務局から構成されている。本事業に参画している研究者は、多岐にわたる研究室、支所に在籍しつつ本センターにも所属している(表 1-2-2-1)。

事業の推進にあたっては、外部専門家から成る事業運営委員会から助言等を受けつつ、林野庁担当部署と密接に連携する。そのため、図 1-2-2-1 のような実施体制をとっている。

表 1-2-2-1 参画メンバー(令和4年度末時点)

氏 名	所 属	氏 名	所 属
平田泰雅	研究ディレクター	岡本 隆	森林防災研究領域
古市剛久	森林防災研究領域	村上 亘	森林防災研究領域
経隆 悠	森林防災研究領域	大澤 光	森林防災研究領域
鈴木秀典	林業工学研究領域	山口 智	林業工学研究領域
宗岡寛子	林業工学研究領域	志水克人	森林管理研究領域
岡本 透	関西支所	渡壁卓磨	関西支所
野口宏典	森林防災研究領域	ESTOQUE RONALD CANERO	生物多様性・気候変動研究拠点
藤間 剛	国際戦略科	江原 誠	生物多様性・気候変動研究拠点
小野賢二	立地環境研究領域	道中哲也	生物多様性・気候変動研究拠点
倉本恵生	森林植生研究領域	森 大喜	九州支所
黒川 潮	九州支所	杉元倫子	森林資源科学研究領域
小池信哉	国際戦略科	高畑啓一	生物多様性・気候変動研究拠点

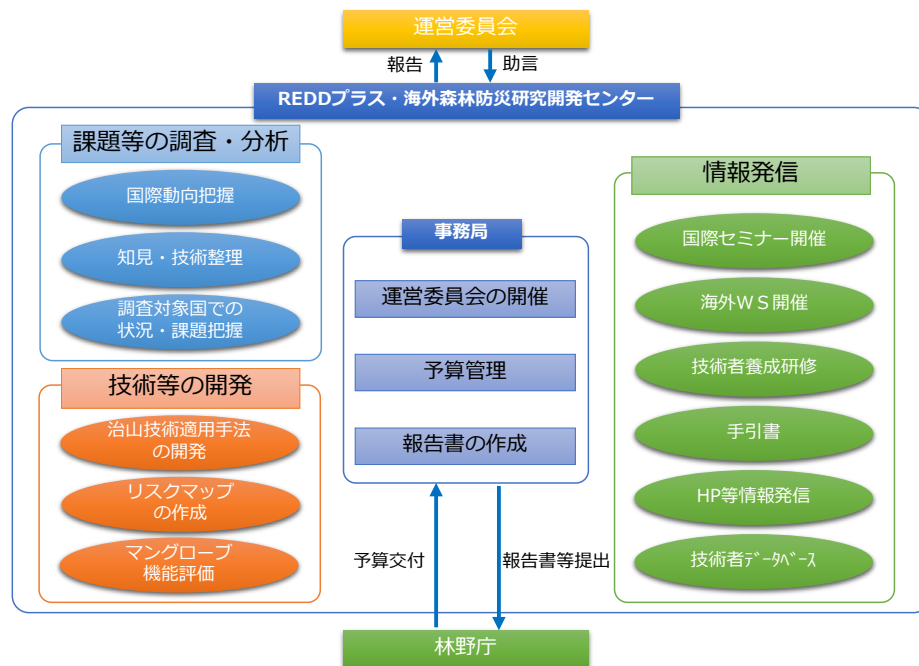


図 1-2-2-1 事業の実施体制

1.2.3 業務分担

研究題目 1 の「事業運営委員会の開催・運営」については高畑啓一が主担当として対応した。研究題目 2 の「途上国の森林の減災・防災の機能強化に係る課題等の調査・分析」については古市剛久が主担当として対応した。研究題目 3 の「途上国の森林の減災・防災等の機能強化に資する技術等の開発」については岡本隆が主担当として対応し、本研究題目のサブ課題 1 の「日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発」については岡本隆がリーダーを務め、サブ課題 2 の「リモートセンシング技術を活用したリスクマップの作成」については村上亘がリーダーを務め、サブ課題 3 の「海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価」については小野賢二がリーダーを務めた。また、サブ課題 1 とサブ課題 3 の社会系研究開発については江原誠がリーダーを務めた。研究題目 4 の「事業成果・治山技術に関する情報発信」については藤間剛が主担当を務め、研究題目 5 の「報告書等の作成」は高畑啓一が主担当として対応した。

表 1-2-3-1 業務分担(令和 4 年度末時点)

研究題目番号	主担当◎、副担当○
	平田泰雅（全体統括）
1	◎高畑啓一、平田泰雅、各研究題目主担当
2	◎古市剛久、藤間剛、岡本隆、村上亘、小野賢二
3	◎岡本隆
3-1	◎岡本隆、村上亘、大澤光、経隆悠、鈴木秀典、山口智、宗岡寛子、岡本透、古市剛久、黒川潮、（社系）◎江原誠、道中哲也
3-2	◎村上亘、志水克人、Ronald C. Estoque
3-3	◎小野賢二、野口宏典、平田泰雅、藤間剛、倉本恵生、森大喜、高畑啓一、（社系）◎江原誠、道中哲也
4	◎藤間剛、○高畑啓一、岡本隆、古市剛久
5	◎高畑啓一、全員

1.3 主たる事業内容

1.3.1 途上国の森林の減災・防災の機能強化に係る課題等の調査・分析

近年(主として 1990 年代以降)森林分野で発表された、森林による防災・減災技術に関連する学術論文や報告書等の文献情報を収集し、センターのデータベースに掲載した。また、F-DRR に関する業務実績がある民間企業や国際機関にヒアリング調査(メール、Web 会議を

含む)等による情報収集を行った。さらに、国際動向及びタイ、インド、フィリピンの3カ国について委託調査を行い、国および森林を取り巻く概況、対象国における自然災害の特徴、森林を活用した防災・減災に関する国の体制、事業展開におけるポイントについて概観し、レポートにとりまとめ、センターのホームページにて公表した。

1.3.2 途上国の森林の防災・防災等の機能強化に資する技術等の開発

本課題を遂行するため、現地カウンターパートであるベトナム森林科学アカデミー(以降VAFS)と共同で、ベトナムの山地災害及び沿岸域の防災・減災機能に関する現地調査を実施すると共に収集した情報の解析を行った。

山地災害の実態を明らかにするため、北西部イエンバイ省及びソンラ省内に設置した共同調査地(Muong Gion Commune)において現地調査を実施し、斜面崩壊の特徴とその周辺環境を把握した。斜面崩壊は、森林の防災・減災機能(F-DRR)が十分に発揮されない灌木林や竹林、農地の周辺で表層崩壊の形態で発生していた。また道路沿いの切土法面は多くが無対策なことや、ふとんかご以外の治山施設は普及度が低いことなどの現地インフラ情報を得た。さらに住民への聞き取り調査により、森林伐採による山地災害リスクの増加を懸念しつつも、生活のために山地斜面を利用せざるを得ない実情を把握した。

また山地災害に関するリスクマップ作成に資するため、ベトナム北部の時系列衛星画像を用いて、機械学習モデルに基づく森林撓乱と土地利用の推定手法を開発した。同モデルを用いたところ、ベトナム北部では1989-2019年の間に面積の11.3%が森林撓乱を受け、2019年現在では土地利用として多い順に森林、農耕地、草地・低木となることを推定した。

沿岸域の防災・減災機能については、スワントゥイ国立公園のマングローブ林を対象に現地調査を行い、現地の地盤状況、潮汐環境を把握した。また、時系列衛星画像の解析を行って当該地域のマングローブ分布域変遷を明らかにした。さらに、文献調査および主要情報提供者への聞き取り調査を行い、マングローブ林の保全や修復活動に関係する、当該地域の社会科学的な基礎情報を整理して把握した。

1.3.3 事業成果・治山技術に関する情報発信

2023年2月1日に、海外から5名(うち1名はオンライン参加)、国内から6名(うち1名は森林総研職員)の発表者を迎えて国際セミナー「森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画」を開催した。

また、参画研究者2名を気候変動枠組条約第27回締約国会議(COP27)に派遣し、11月11日には国際アグロフォレストリー研究センター(ICRAF)と共催でCOP27 オフィシャルサイ

ドイベント「Adaptation and NDCs in Africa and Asia: How much progress in the agroforestry and forestry sectors?」を、11月18日には ITTO と共催で日本パビリオンセミナー「気候変動の緩和と適応双方の推進に向けた森林分野の Nature-based Solution (NbS)」を開催した。

さらに、本事業で開発する森林を活用した防災・減災等の機能を強化する技術を途上国で展開するための研修会を12月5日～7日の3日間開催し、16名の技術者を養成した。

このほか、人材データベースの構築に係る人材情報の収集、手引書の作成、インターネットを通じた情報発信などを行った。

第2章 事業運営委員会の開催・運営

2.1 事業運営委員会の設置

着実に本事業の目標を達成するため、有識者からなる運営委員会を設置した。

運営委員会委員は、リモートセンシング、農村開発・マングローブ、国際林業協力、民間団体、気候変動適応策、治山技術等に関する知見を有する以下の6名である。西村委員は、10月の異動により野田委員と交代した。

氏 名	所 属
太田 徹志	九州大学農学研究院 准教授
長 宏行	公益財団法人 オイスカ 海外事業部 調査研究担当部長
野田 英夫 (西村 貴志)	独立行政法人 国際協力機構 (JICA) 地球環境部 次長 兼 森林・自然環境グループ長
眞弓 孝之	国土防災技術株式会社 事業本部 国際部 国際部長
水野 理	公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES) 統括研究ディレクター・プリンシパルフェロー
宮城 豊彦	東北学院大学 名誉教授 / 株式会社アドバンテクノロジー 技師長

2.2 事業運営委員会の開催

本事業の実施方針、事業計画および実施方法等のほか、事業の推進過程における諸課題に対する適時適切な助言を受け、最終的な事業成果の取りまとめ方法および内容について検討し決定することを目的に、以下のとおり、運営委員会を3回開催した。

(議事要旨は巻末資料1を参照)

① 第1回運営委員会

日時:令和4年7月7日(木)

場所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター(東京都港区新橋 4-24-8)

議事:令和4年度事業計画等について

② 第2回運営委員会

日時:令和 4 年 10 月 31 日(月)

場所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター(東京都港区新橋 4-24-8)

議事:令和 4 年度森林技術国際展開支援事業実施状況等について

③ 第 3 回運営委員会

日時:令和 5 年 2 月 2 日(木)

場所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター(東京都港区新橋 4-24-8)

議事:令和 4 年度森林技術国際展開支援事業の成果等について



図 2-2-1 第 2 回運営委員会の様子

第3章 途上国の森林の減災・防災の機能強化に係る課題等の調査・分析

3.1 背景と目的

気候変動に伴う土砂災害、高潮被害等の増加気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書では、温暖化の進行は人間活動の影響によることが「疑う余地がない」と結論付け、気候における最近の変化の規模は、何世紀、何千年もの間前例のなかったものと分析されている(IPCC 2021)。この温暖化の進行による極端現象の顕在化により、地球規模で豪雨の強度増加や頻度上昇、非常に気圧の低い低気圧、台風の発生頻度の増加が報告されており、斜面災害の大規模化や頻度上昇、沿岸域での高潮被害の甚大化に対する効果的な対策は世界共通の課題となっている。とくに、温暖湿潤な気候で、大河川や海岸沿いの平野に人口が集中し、災害に対する社会の脆弱性も高い東南アジア地域は、このような気候変動に伴う極端気象現象の増大が、洪水や土砂災害の被害の増大に直結しやすいと考えられる。また、東南アジア地域には近年の経済成長が著しい国も多く、経済成長に伴う社会経済環境の変化は都市社会に留まらず山間部社会にも及ぶことで都市域や山間域での災害リスクが変化し、多くの場合そのリスクは増大していると考えられている。気候変動の影響も指摘されているそうした災害リスクの増大に対応する防災へ取り組みが東南アジア各国政府にも認識され、多くの国で国家政策として取上げられていることは昨年度の調査により明らかになった。国際社会もそうした動きに呼応し、国際開発金融機関、国連機関、国際条約資金など(以下、「国際機関」と総称する)による支援が行われていることも昨年度の調査により明らかになった。日本政府は国際機関に対して多額の資金を拠出している主要なドナーであることが知られているが、その資金を使って実施される国際機関プロジェクトへの日本の参画、特に民間セクターの参画はあまり進んでいないのではないかと指摘がある。国際開発援助の共通理念としては、国際機関の多くがアン・タイド政策を堅持するなど、被援助国が自助努力を進め被援助国の民間企業が知識・技術・経営などの面で成長して国際機関プロジェクトの業務を受注することが望ましい。しかし、日本社会では財政赤字が国家課題として指摘されて久しく、少子高齢化に伴う人口減少の進行はその課題を一層深刻化している。そうした財政状況下でこれまでのような主要ドナーとしての立場が今後も維持できるかどうかは全く不透明であるとも考えられ、国際社会での日本の貢献のあり方については不断の検討が進められていくべき状況にあると言えよう。

このような背景の下、本章では、日本の政府開発援助を概観した上で、日本政府による国際機関への拠出状況、国際機関の資金動向、国際機関のプロジェクトの動向と日本企業の参画の現状を調べ、国際機関プロジェクトへの日本企業の参画促進へ向けた課題を整理する。また、同調査に関係したものを含め、防災・減災に活用可能な森林分野の知見や技術について情報収集した結果を整理する。

本章の一部(3.2節)は、「森林の減災・防災等の機能強化に関する企業参画基礎調査業務」として外部委託による支援も得て実施した調査の結果である。本年度の外部委託先はアジア航測株式会社であり、本章は外部委託調査事業報告書の内容を参照しつつ本研究所がとりまとめたものである。

3.2 国際機関案件への本邦企業の参画に関する現状と課題

3.2.1 日本の政府開発援助

3.2.1.1 枠組み

政府開発援助(Official Development Assistance: ODA)とは、開発途上地域の開発を主たる目的とする政府及び政府関係機関による国際協力活動のための公的資金とその資金による活動である。ODA は、贈与と政府貸付等に分けることができ、また、開発途上地域を直接支援する二国間援助と、国際機関等に対して拠出・出資する多国間援助がある(図 3-2-1-1)。



図 3-2-1-1 日本の政府開発援助(ODA)(引用:外務省 開発協力白書 2021)

二国間援助における贈与は、開発途上地域に対して無償で提供される協力のことで、日本が実施しているスキームとしては、返済義務を課さず、開発途上地域に社会・経済の開発のために必要な資金を贈与する無償資金協力和、日本の知識・技術・経験を活かし、開発途上地域の社会・経済の開発の担い手となる人材の育成を行う技術協力がある。なお、国際機関に対する拠出・出資のうち、対象国・事業を指定した拠出は、統計上、二国間援助の実績に含まれる。

また、日本が実施する二国間援助の政府貸付等(有償資金協力)には、低金利かつ返済期間の長い緩やかな貸付条件で開発途上地域に必要な資金を貸し付ける円借款と、開発途上地域での事業実施を担う民間セクターの法人等に対して融資・出資を行う海外投融資がある。

多国間援助には、世界銀行などの国際開発金融機関、国連開発計画(UNDP)や国連児童基金(UNICEF)などの国連機関等への拠出・出資などがあり、本章ではこの多国間援助の資金を主たる調査対象としている。

なお、本章では、国際開発金融機関(世界銀行、アジア開発銀行等)、国連機関(国連開発計画、国際食糧農業機関等)、国際条約資金(緑の気候基金、地球環境ファシリティ等)など国際的な開発活動に関わる主要機関等の総称として「国際機関」という用語を用いる。

3.2.1.2 予算額

1954 年以降の日本の開発協力の実績は、190 か国・地域に対して支援が行われ、累計額は 5,708 億ドル(約 69 兆円)、支出純額は 4,011 億ドル(約 50 兆円)となり、二国間拠出が累計約 4,600 億ドル(支出総額ベース)、国際機関向け拠出が累計 1,140 億ドルとなっている。図 3-2-1-2 の ODA 予算の推移を見ると、1997 年度の 1 兆 1,687 億円をピークとして下降傾向であり、近年下降傾向は食い止めているがほぼ横ばいの状況であり 2022 年度は 5,612 億円とピーク時と比べ半減している。

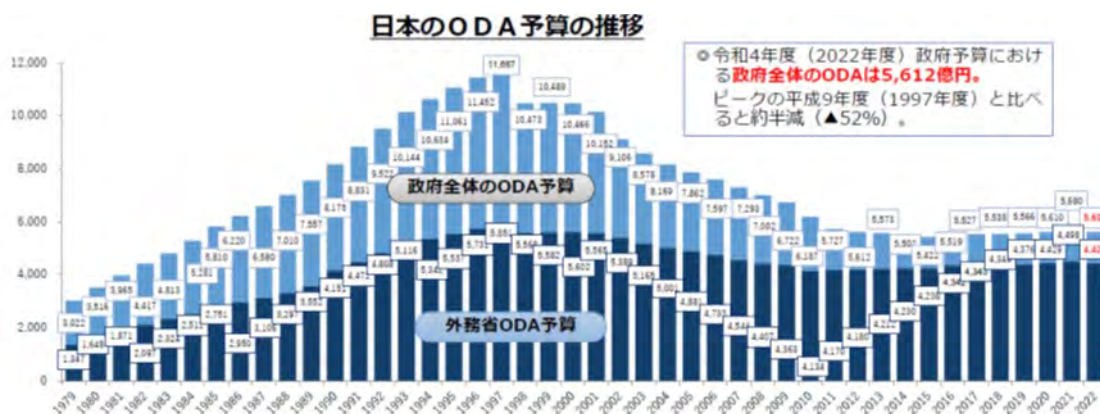


図 3-2-1-2 日本の ODA 予算の推移

(引用:外務省国際協力局 政府開発援助(ODA)Q&A 集(2022 年 9 月))

2020 年の日本の政府開発援助の実績は、2018 年から導入された贈与相当額計上方式(Grant Equivalent System:GE 方式)では、約 162 億 6,025 万ドル(約 1 兆 7,360 億円)となった。この結果、経済協力開発機構(OECD)の開発援助委員会(DAC)諸国における日本の拠出額実績額の順位は米国、ドイツ、英国に次ぎ第 4 位となった。

また、日本の援助手法別の実績を見ると、他の DAC 諸国とは異なる特徴があることが分かる。図 3-2-1-3 は、DAC 諸国別の ODA 支出総額に占める二国間、国際機関への拠出、無償、有償の割合を示したものである。日本は、他の DAC 諸国と比べ二国間無償の割合が最も少なく全体の 17%であり、二国間有償が全体の 50%と最も多い。

特に、米国、英国、オランダ、スウェーデン、イタリア、カナダ、ノルウェーといった国々が二国間無償と国際機関向け贈与での拠出を主とする一方で、日本は、二国間、国際機関向けの

有償協力を足した割合が ODA 全体の 56%と最も高い。日本の ODA に占める有償資金協力（円借款等）の割合が多いのは、開発を与えられたものとしてではなく、開発途上国自身の事業として取り組む意識を高めることが、効果的な開発協力のために重要との考えに基づいており、途上国の人々自らによる経済成長への努力を支援することを方針として掲げているためである。

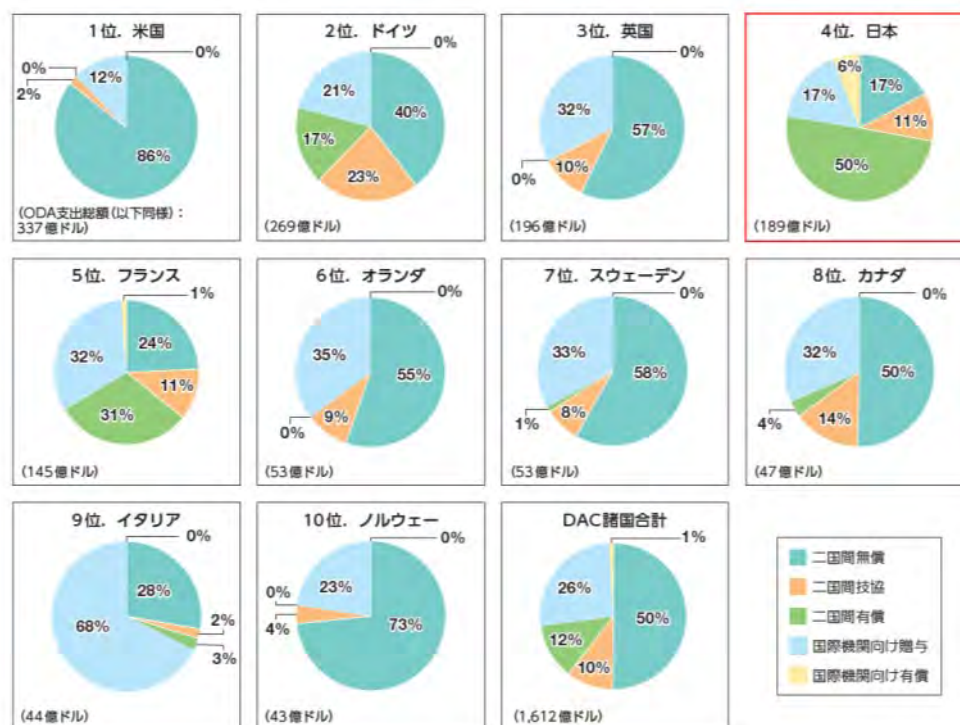


図 3-2-1-3 DAC 諸国の援手法別実績

(引用:外務省開発協力白書 2021、2019 年 DAC 実績上位 10 か国、支出総額ベース)

3.2.1.3 国際機関への拠出

我が国は、国際機関や基金等へ多額の拠出を行っており、外務省は各省庁の所管する国際機関等への拠出金・出資金の状況について毎年度取りまとめ、「国際機関への拠出金・出資金等に関する報告書」として公表している。2016 年～2020 年の政府開発援助実績（支出総額）に対する二国間拠出と多国間拠出の額を見ると、ほぼ毎年全体の 20%前後が多国間拠出として国際機関等へ拠出されていることが分かる（図 3-2-1-4）。

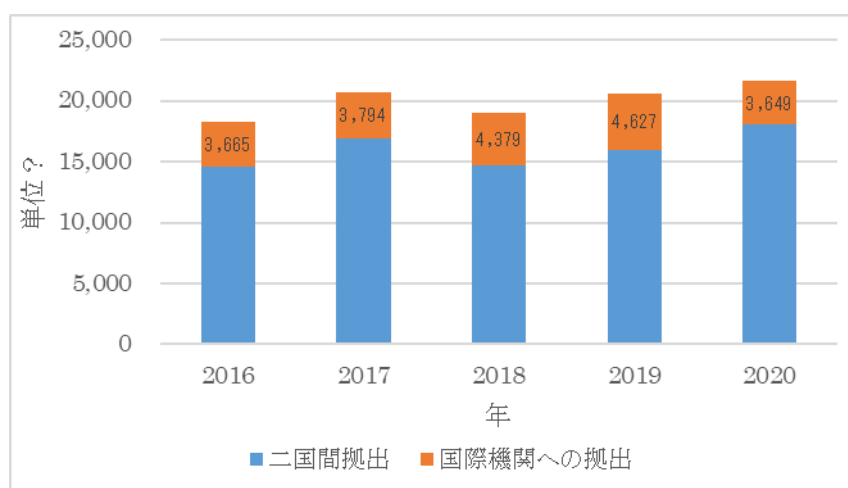


図 3-2-1-4 政府開発援助実績(支出総額)に対する国際機関への拠出推移
(支出総額ベース、単位:億円)

(出典:外務省開発協力白書 2018 年版～2021 年版のデータを基に作成)

業務実施機関である国際機関等へ支払われている拠出金・出資金について、大きく分けるとコアファンドとイヤーマークファンドがある。コアファンドは、ドナーから拠出金・出資金が組織または基金に提供され、一般予算等として利用される。一般予算はバスケット型ですべての拠出金・出資金が混在しているため、ここからさらに個別の事業などにも割り当てられる。一方、イヤーマークファンドは、用途を指定したプログラムやプロジェクトに割り振られるものである。例えば、世銀の Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) の準備基金 (Readiness Fund) は、REDD+ 支援 (準備を支援する) のプロジェクトのみに活用される資金であり、日本はこの基金にイヤーマークとして拠出していた実績がある。イヤーマークファンドには、ADB の貧困削減日本基金等のように単独のドナーによるシングルパートナー型の基金と、複数のドナーが共同で出資するマルチパートナー型の基金とがある。シングルパートナー型の基金でも、さらに複数のプロジェクトに細分化され利用されるため、日本が拠出した資金がどのプロジェクトに使われているのかを、外部から特定することは非常に困難である。

また、業務実施機関である国際機関等へ直接拠出されるもののほかに、多国間拠出ファンド (例えば GCF) に拠出される資金がある。これは、実施段階でさらに事業の実施機関 (GCF では認証機関 (Accredited Entity: AE)) に拠出され、そこから被援助国に資金拠出される流れとなる。GCF のような基金への拠出は、分担金のように一定額を毎年拠出する方法ではなく、まとめて拠出するような方法を取ることが多い。

上記のような資金の流れを図 3-2-1-5 で示す。

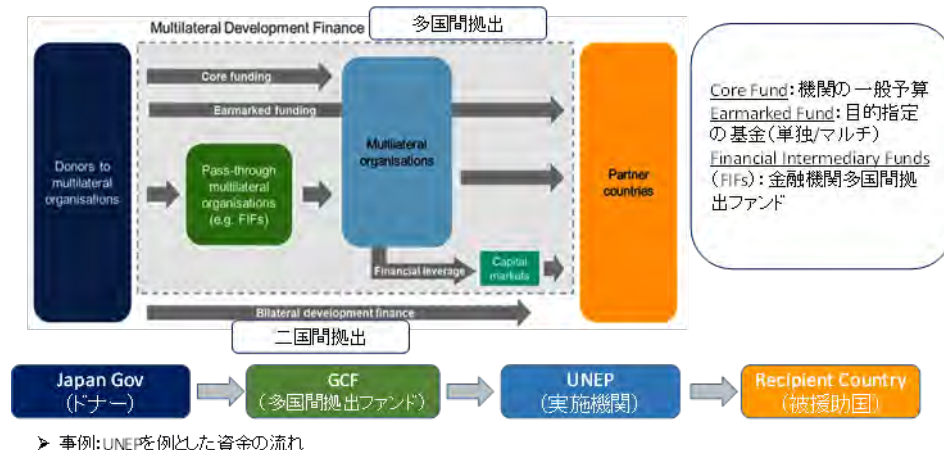
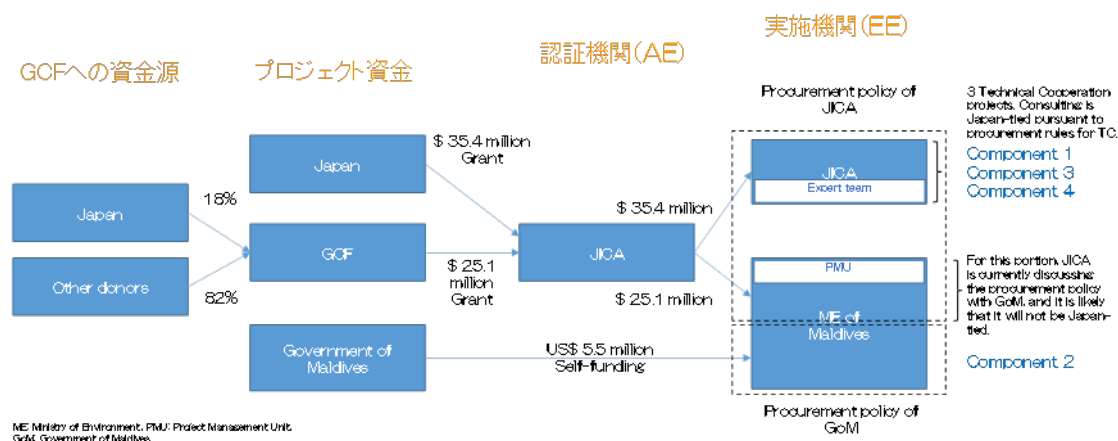


図 3-2-1-5 多国間拠出(国際機関等)への資金の流れ

また、1つのプロジェクトが複数のファンドから資金を得ている例を、GCFのJICAモルディブ沿岸プロジェクトを事例として図3-2-1-6に示す。本プロジェクトは、4つのコンポーネントで成り立っており、そのうちの3つのコンポーネントはJICA資金による事業で、1つのコンポーネントがGCF資金も加わる事業となっている。これら4つのコンポーネントがコファイナンス事業として1つのプロジェクトとなっている。さらにGCF資金によるコンポーネントはJICA及びモルディブ政府が実施者(あるいは「実施機関」; Executing Entity: EE)となり、GCF資金に加えてモルディブ政府からの資金も利用されている。



➤ GCFをパーティカルファンド、JICAをAEおよびEEとしたカスケード資金の流れ:モルディブ沿岸レジリエンスプロジェクトの事例(開始を保留中)

図 3-2-1-6 JICA モルディブ GCF 事業を例としたカスケード資金の流れ

「森林を活用した防災・減災の取組 国際動向レポート2021年度版」に基づき、森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関連すると考えられる主な国際機関・基金を表3-2-1-1に示す。このうち、適応基金(AF)や環境防災パートナーシップ(PEDRR)などは日本から資金拠出を受

けていない。また、生物多様性条約(CBD)事務局のようにアドボカシー活動を通じて F-DRR の導入に影響を与えることができる組織でも、プロジェクトに利用できる予算に関しては限定的である場合もある。世界銀行/地域開発銀行のように、目的や資金調達の仕組みが異なる様々な基金やプログラムを運営している組織もある。例えば、世界銀行グループには約 1,000 種類の基金やプログラムがあると言われる。

表 3-2-1-1 森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関連する主な国際機関・基金

略称	名称	タイプ
WB	世界銀行 (World Bank)	開発銀行・金融機関
ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)	
GCF	緑の気候基金 (Green Climate Fund)	
GEF	地球環境ファシリティ (Global Environment Facility)	多国間拠出基金
AF	適応基金 (Adaptation Fund)	
CBD	生物多様性条約 (Convention on Biological Diversity)	国連専門機関等 (基金・計画)
FAO	国連食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization)	
UNDP	国連開発計画 (United Nations Development Programme)	
UNDRR	国連防災機関 (United Nations office for Disaster Risk Reduction)	
UNEP	国連環境計画 (United Nations Environment Programme)	
GIFDRR	世界防災基金 (Global Facility for Disaster Risk Reduction)	その他国際機関等
IUCN	国際自然保護連合 (International Union for the Conservation of Nature)	
PEDRR	環境防災パートナーシップ (Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction)	
CNFRD	天然資源開発センター (Centers for Natural Resources Development)	

F-DRR に関連する国際機関における気候変動対策にかかる予算割合について、OECD の推計試算を示したものが表 3-2-1-2 である。同機関における F-DRR にかかる予算割合のデータはない。

表 3-2-1-2 気候変動対策に充てられる予算割合の推計試算

組織	副組織/基金名	割合
AF	適応基金 (Adaptation Fund)	100%
ADB	ADB譲許的財源 (Concessional)	16%
	ADB一般通常資本財源 (Regular Ordinary Capital Resources)	28%
FAO	国際食糧農業機関 (Food and Agriculture Organisation)	65%
GCF	緑の気候基金 (Green Climate Fund)	100%
GEF	地球環境ファシリティ 後開発途上国基金 (LDCF)	100%
	地球環境ファシリティ 一般信託基金 (General Trust Fund)	83%
	地球環境ファシリティ 気候変動特別基金 (SCCF)	100%
WB	国際開発協会 (IDA)	31%
	国際復興開発銀行 (IBRD)	34%

(出典:OECD、2022 “Imputed Multilateral Shares”2019 ベースで算出から抜粋。

注:計算方法は組織によって異なり、気候変動以外の目的を排除したものではないため、複数カウントが生じる可能性がある)

適応基金(AF)、緑の気候基金(GCF)、地球環境ファシリティ(GEF)といった基金は、本来の設立目的が気候変動対策であり、ほぼ全てが気候変動対策への資金である。世界銀行は「気候変動行動計画 2021-2025 (Climate Change Action Plan)」を掲げ、世界銀行グループ支援総額に占める気候変動対策資金の割合を 35%に拡大することを目指している。また、アジア開発銀行は、2024 年までに合計 350 億ドルの供与をコミットし、2030 年までの目標額を 1,000 億ドルに引き上げることを目指している。

3.2.2 国際機関の資金動向

本調査では、日本政府から主要な国際機関に拠出されている資金のうち、「森林を活用した防災・減災 (F-DRR)」に活用されている資金額、うち日本の民間企業等が活用している割合などを調べることを目的とし、インターネット及び文献調査による情報収集を行った。しかしながら、日本からの拠出金が国際機関等の具体的にどのプロジェクトに利用されたかを追跡することはほぼ不可能であることが判明した。そこで、主要な国際機関への日本からの拠出額(割合)、F-DRR に関連するプロジェクトの割合、F-DRR に関連する契約の割合及び日本民間企業の契約件数割合について調査結果をまとめた。

3.2.2.1 世界銀行 (World Bank)

【概要】

設立:1946 年(国際復興開発銀行 (IBRD))、1960 年(国際開発協会 (IDA))

本部:米国ワシントン D.C.

経緯・目的:第二次世界大戦後、国際通貨基金(IMF)とともに設立。当初の目的は、戦争

破壊からの復興と開発途上国における生産設備および生産資源の開発。近年は、開発途上国の貧困緩和と持続的成長のための支援が目的である。

日本との関係: 日本は、世界銀行への第二位の出資国である。特に、インフラ、防災(世界銀行東京防災ハブ)等の分野で日本と連携している。

世界銀行グループは、中所得国に貸し出しを行う国際復興開発銀行 (IBRD)、最貧国に超長期・低利の融資やグラント(無償)・保証を行う国際開発協会 (IDA)、民間セクターへの投融资を行う国際金融公社 (IFC)、民間投資に対する非商業的リスクへの保証を提供する多数国間投資保証機関 (MIGA)、国際投資紛争の調停手続きを支援する投資紛争解決国際センター (ICSID) の 5 つの機関から構成されている。世界銀行グループでは、約 1,000 種類のファンドを取り扱っている。一般に途上国政府に対し融資、技術協力等を行う「世界銀行」とは IBRD、IDA を指している。

【予算】

IBRD の金融モデルは、加盟国からの出資を基に、国際資本市場での債券発行を通じて得た資金を途上国政府に融資し、開発プロジェクトやプログラムの実施を支援するというものである。また、IDA は従来、市場からの資金調達を行わず出資国からの拠出を原資としていたが、2018 年、ハイブリッド型金融モデルを採用し、各国からの拠出金と債券市場で調達した資金の双方を組み合わせるようになった。

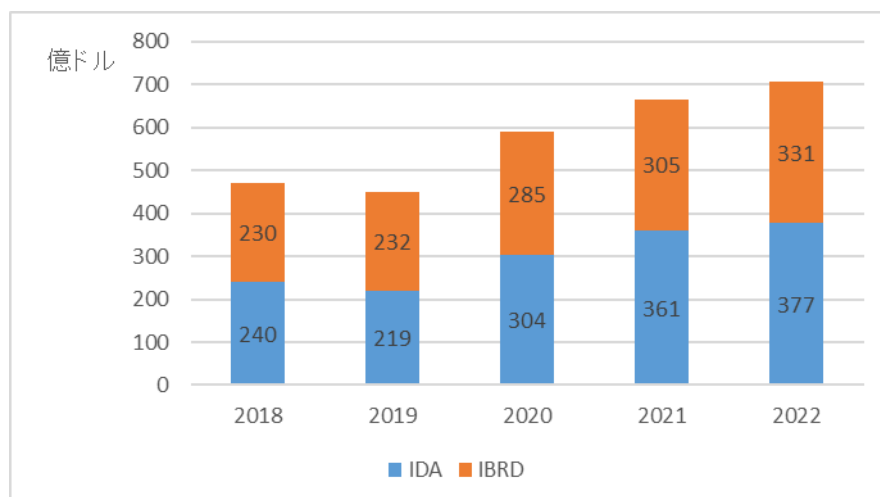


図 3-2-2-1 世界銀行新規支援承認額(出典:世界銀行 世界銀行と日本)

【日本の拠出額及び割合】

日本は世界銀行の主要な資金拠出国であり、2016年から2020年の5年間で約95億ドル、DAC諸国の拠出金全体の16%を占めている。

表 3-2-2-1 DAC 諸国による世界銀行への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020 年)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	IDA	1,539	1,483	1,814	1,838	913	7,587
	IBRD	175	116	126	517	235	1,169
	その他	99	139	179	119	212	748
	合計	1,813	1,738	2,119	2,475	1,360	9,505
DAC 合計	IDA	7,948	7,571	10,204	7,429	6,886	40,037
	IBRD	1,607	1,197	1,380	2,501	2,295	8,980
	その他	1,519	1,506	2,645	1,870	2,239	9,778
	合計	11,073	10,273	14,228	11,800	11,420	58,794
日本の割合		16%	17%	15%	21%	12%	16%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入)

表 3-2-2-2 DAC 諸国の拠出額上位 5 か国(2016～2020)

		単位：百万ドル
ドナー国	拠出額	DAC諸国中の割合
1. 英国	11,210.0	19.07%
2. 日本	9,505.0	16.17%
3. 米国	7,192.0	12.23%
4. ドイツ	5,360.3	9.12%
5. フランス	3,401.1	5.78%

(出典:OECD, 2022.(2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関するプロジェクト】

過去にどの程度、F-DRR 関連プロジェクトが実施されているか把握するためプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。なお森林等自然資源を活用した防災・減災を意味する Eco-DRR 等の用語は近年出現したキーワードであり、最新のトレンドはデータに反映されないのが実情である。そのため、プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるものその両方“forest+disaster”が含まれるものを 1947-2022 年の世界銀行統計データから抽出して(特定キーワード: forest, disaster, forest+disaster)、総件数における割合を表 3-2-2-3 に示した。“forest”が含まれるプロジェクト件数は 541 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 305 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 1 件であった。

表 3-2-2-3 世界銀行プロジェクトの類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

単位：百万ドル				
	総件数	プロジェクト名、概要の中のキーワード		
		“forest”	“disaster”	“forest” and “disaster”
件数	20,080	431	305	1
予算（百万ドル）	3,093,318.6	20,636.2	38,318.9	300.8
予算割合	100.00%	0.70%	1.20%	0.00%

(出典：世界銀行、2022 1947-2022. 調査チームによる抽出。

注：キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

さらに、disaster risk reduction や afforestation、erosion control など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-4 の結果となった。F-DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-4 世界銀行プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

単位：百万ドル			
プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	予算額	予算割合
disaster	305	38,318.9	1.24%
forest	431	20,636.2	0.67%
disaster risk reduction	33	2,647.7	0.09%
landscape restoration	15	823.8	0.03%
ecosystem based	19	634.1	0.02%
afforestation	17	625.8	0.02%
forest restoration	11	587.5	0.02%
reforestation	28	320.1	0.01%
erosion control	3	250.8	0.01%
nature based solution	1	85.0	0.00%
ecosystem based adaptation	1	7.3	0.00%

(出典：世界銀行、2022 1947-2022. 調査チームによる抽出。

注：キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関する契約受注実績】

世界銀行からの日本の民間企業及び個人の受注実績を表 3-2-2-5 に示す。公開されている契約データの総件数のうち日本企業の受注分のみを抽出し、その中で、プロジェクトの検索と同様に、F-DRR 特定キーワードで抽出した契約件数、予算における割合を示す。2001 年からの約 20 年間のデータでは、“forest”が 5 件、“disaster”が 4 件の合計 9 件のみであった。通常、1 つのプロジェクトで複数の契約が存在するため、プロジェクト件数に比べて契約件数が多くなっている。さらに、プロジェクト件数の類型化と同様に、F-DRR 特定キーワードで契約件数と当該予算の抽出を試みて、表 3-2-2-6 の結果を得た。F-DRR に関連するキーワードを含む契約の実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-5 世界銀行契約の類型化(キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

単位：百万ドル									
	契約総数		プロジェクト名、概要の中のキーワード						
			“forest”		“disaster”		“forest” and “disaster”		
	件数	予算額	件数	予算額	件数	予算額	件数	予算額	
合計	162,082	247,638.2	2,151	711.4	1,869	1,624.1	0	0.0	
日本	452	1,259.0	5	7.5	4	17.5	0	0.0	
日本の割合	0.30%	0.50%	0.20%	1.10%	0.20%	1.10%	0.00%	0.00%	

(出典:世界銀行 2022. 調査チームによる算出(2001 年～2021 年、2022 年 3 月現在)、
注:キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

表 3-2-2-6 世界銀行契約の類型化(その他関連キーワードによる抽出)

	件数	予算額	単位：百万ドル
プロジェクト名、概要の中のキーワード			%
disaster	1869	1,624.10	1.00%
forest	2151	711.4	0.44%
erosion control	14	83.2	0.05%
disaster risk reduction	45	72.3	0.05%
reforestation	134	51.5	0.03%
afforestation	42	10.4	0.01%
landscape restoration	16	9.1	0.01%
forest restoration	11	3.8	0.00%

(出典:世界銀行 2022. 調査チームによる算出(2001 年～2021 年、2022 年 3 月現在)、
注:キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

“forest”、“disaster”、“forest+disaster”のキーワードが含まれる契約受注国の上位は、
表 3-2-2-7 のとおりである。

表 3-2-2-7 世界銀行の契約相手の上位 5 か国(特定キーワードによる抽出)

総合	契約額	Forest	契約額	Disaster	契約額	Forest + Disaster	契約額
1. 中国	50,119.3	1. ロシア	78.8	1. バングラデシュ	409.6		n/a
2. インド	28,817.8	2. 国際機関等	56.1	2. インド	262.4		n/a
3. ブラジル	11,149.6	3. コンゴ民主	46.9	3. ベトナム	124.9	なし	n/a
4. 国際機関等	8,758.8	4. ウルグアイ	40.0	4. 中国	74.4		n/a
5. トルコ	7,326.7	5. アルゼンチン	37.7	5. カンボジア	71.0		n/a

(出典:世界銀行 2022. 調査チームによる算出(2001 年～2021 年、2022 年 3 月現在))

“forest”、“disaster”、“forest+disaster”のキーワードが含まれる契約受注の日本のサプライヤー上位 5 社は、表 3-2-2-8 のとおりである。機材や物品の調達、工事施工の割合が多く、コンサルタント業務と考えられるのは日本工営のデューデリジェンス(DD)調査、応用地質のフィージビリティ調査のみである。

表 3-2-2-8 日本のサプライヤーによる契約上位 5 社(特定キーワードによる抽出)(単位: 百万ドル)

プロジェクト名、契約内容の中のキーワード		
“forest”	“disaster”	“forest” AND “disaster”
- (株) フロンティア貿易 (4.2) 無線通信機器、ロシア	- 三菱商事 (13.1) 変電所	- なし
- (株) フロンティア貿易 (2.7) 無線通信機器、ロシア	- Mirai Construction Co., Ltd. (2.5) 護岸工事、沖合防波堤工事	
- 丸紅(株) (0.2) 4x4 トラック、カンボジア	- 日本工営(株) (1.6) デューデリジェンス (DD)	
- 丸紅(株) (0.2) 四駆車、ベトナム	- 応用地質(株) (0.3) フィージビリティスタディ	
- 丸紅(株) (0.1) 四駆車、ベトナム		

(出典:世界銀行 2022. 調査チームによる抽出(2001 年～2021 年、2022 年 3 月現在))

【調達情報】

詳細は後述するが、世界銀行は原則として全ての公示情報をウェブサイトで公開しており、調達規則、ガイドライン等も入手可能である。また、世界銀行東京事務所では月に一度「民間企業向け入門ワークショップ」を開催しており、民間企業の積極的な参入を歓迎している。

3.2.2.2 アジア開発銀行 (Asian Development Bank : ADB)

【概要】

設立: 1966 年

事務局: フィリピン国マニラ

経緯・目的: 国連アジア太平洋経済社会委員会の発案により、アジア・太平洋地域における経済成長および経済協力を助長し、地域内の開発途上国の経済開発に貢献することを目的として設立された。

日本との関係: 日本は ADB 創設当初からの加盟国であり、最大の出資国として設立以来、約 231 億 9 千万ドルを出資してきた。全加盟国・地域議決権数の 12.75%を持つ。

【予算】

ADB は政策対話や助言サービスを通じ、開発途上加盟国に対して資金や課題に応じた知識に基づく解決策を提供することにより、支援による開発成果の最大化を図っている。公的資金や民間資金等から、そして輸出信用機関からの協調融資を通じた資金も動員している。2021 年 12 月末時点で、ADB の累計拠出合意額は、融資が 3,420 億ドル、グラント(無償)

が117億ドル、技術協力が52億ドルにのぼる。ADBはOCR(Ordinary Capital Resources)と呼ばれるコアファンドと74の基金を持つ。

表 3-2-2-9 ADB コミットメント額(2017～2021 年、単位百万ドル)

	2017	2018	2019	2020	2021
A融資、グラントなど					
財源別					
一般通常資本財源および譲許的財源	19,687	21,576	21,643	28,172	19,452
貿易・サプライチェーン金融プログラム等	1,897	2,696	2,136	3,056	3,072
特別基金	2	6	0	60	5
B技術協力	201	241	237	294	230
	21,787	24,519	24,016	31,582	22,759

(出典:アジア開発銀行年次報告 2021)

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の拠出額合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-10 のとおりである。日本は ADB 設立以来、常に最大の出資国である。

表 3-2-2-10 DAC 諸国による ADB 銀行への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020)

		単位: 百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	コアファンド/信託基金	62	97	72	63	210	504
	アジア開発基金	361	306	311	315	322	1,615
	合計	423	403	383	378	531	2,118
DAC 合計	コアファンド/信託基金	265	510	279	317	420	1,792
	アジア開発基金	926	665	618	603	597	3,409
	合計	1,191	1,176	897	920	1,017	5,201
日本の割合		36%	34%	43%	41%	52%	41%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入、協調融資と非ソブリンは除く。2022 年 8 月現在)

ADB は、DAC 諸国からの資金に加えて、非 DAC 諸国(インド、中華人民共和国など)からの資金や ADB の証券発行、GCF 資金の実施機関として活動している。そのため、ADB のプロジェクト資金全体に占める日本の実際のシェアは表 3-2-2-11 より低くなる。

表 3-2-2-11 DAC 諸国の拠出額上位5か国(2016～2020)

ドナー国	拠出額	単位：百万ドル
		DAC諸国内割合
1. 日本	2,118	40.73%
2. オーストラリア	838	16.11%
3. 英国	557	10.71%
4. 米国	373	7.18%
5. カナダ	317	6.09%

(出典:OECD, 2022.11 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入、協調融資と非ソブリンは除く。2022 年 8 月現在)

日本の出資するその他の ADB 特別基金及び信託基金のうち気候変動対策や防災等に関連すると考えられる基金は、表 3-2-2-12 のとおりである。プロジェクトの支援では、「貧困削減日本基金」、「高度技術信託基金」、「アジアインフラパートナーシップ信託基金(LEAP;JICA が出資)」などの信託基金が活発に活用されている。各基金への年間拠出額は年次報告で報告されており、表 3-2-2-10 の「コアファンド／信託基金」に含まれると考えられる。

表 3-2-2-12 アジア開発銀行特別基金のうち気候変動、防災等に関連する基金

基金名	種類	拠出源	単位：百万ドル	
			累積拠出額	期間
貧困削減日本基金	信託基金	Japan	966.3	2000～
高度技術信託基金	信託基金	Japan	82.7	2017～
アジアインフラパートナーシップ信託基金	信託基金	Japan	736.1	2016～
日本特別基金 (Japan Special Fund)	特別基金	Japan	1,124.7	1988～
アジア・太平洋災害対応基金 (Asia Pacific Disaster Response Fund)	特別基金	ADB Japan	180	2009～

(出典:アジア開発銀行年次報告 2021)

【森林を活用した防災・減災(F・DRR)に関するプロジェクト】

前述の世界銀行と同様に F・DRR に関するプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるものその両方“forest+disaster”が含まれるものを 2005-2020 年の AEB 統計データから抽出して、総件数における割合を表 3-2-2-13 に示した。“forest”が含まれるプロジェクト件数は 82 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 266 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 11 件であった。

表 3-2-2-13 アジア開発銀行プロジェクトの類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

	総件数	プロジェクト名、概要の中のキーワード			単位：百万ドル
		"forest"	"disaster"	"forest" and "disaster"	
件数	6,269	82	266	11	
予算（百万ドル）	329,960	3,229	14,500	399	
%	100.00%	0.98%	4.39%	0.12%	

(出典:ADB 2022 2005-2020. 調査チームによる抽出、2022 年 5 月 12 日現在。

注) キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性はある)

さらに、disaster risk reduction や afforestation、erosion control など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-14 の結果となった。F・DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-14 アジア開発銀行プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	単位：百万ドル	
		予算額	%
disaster	266	14,500.20	4.40%
forest	82	3,228.90	0.98%
disaster risk reduction	36	1,507.90	0.46%
forest restoration	7	487.20	0.05%
reforestation	8	443.30	0.07%
erosion control	4	331.60	0.13%
nature based solution	9	229.70	0.15%
afforestation	4	193.80	0.00%
ecosystem based	24	152.60	0.06%
ecosystem based adaptation	6	7.30	0.10%
landscape restoration	2	5.00	0.00%
ecosystem based disaster risk reduction	1	0.00	0.00%

(出典:ADB 2022 1999-2020. 調査チームによる抽出、2022 年 5 月 12 日現在。

注) キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性はある)

<プロジェクト事例>

キルギス共和国：地すべりリスク管理セクタープロジェクトの準備

(Preparing the Landslide Risk Management Sector Project)

【概要】本プロジェクトは、キルギス共和国における地滑りリスクの軽減を目的とする。活動内容はハード的なもの(土木工事と設備を含む)とソフト的なもの(能力開発、計画、訓練を含む)の両方を含む。プロジェクトは、(i) 地すべり発生地域の保護、(ii) 地すべりリスク管理能力の向上、(iii) 災害保険適用範囲の強化という 3 つのアウトプットからなる。

【森林を活用した防災・減災 (F・DRR) に関する契約受注実績】

アジア開発銀行からの日本の民間企業及び個人の受注実績を表 3-2-2-15 に示す。公開さ

れている契約データの総件数のうち日本企業の受注分のみを抽出し、その中で、プロジェクトの検索と同様に、関連するキーワードで抽出した契約件数と当該予算が全体に占める割合を示す。2017年から2022年の約5年間のデータでは、“forest”が1件、“disaster”が2件の合計3件のみであった。さらに、プロジェクト件数の類型化と同様に、関連するキーワードで契約件数と当該予算の抽出を試みて、表3-2-2-16の結果を得た。F-DRRに関連するキーワードを含む契約の実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-15 アジア開発銀行契約の類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

契約者国別	カテゴリー	プロジェクト名、概要の中のキーワード								単位：百万ドル	
		“forest”				“disaster”		“forest and disaster”			
		件数	予算額	件数	予算額	件数	予算額	件数	予算額		
全体	Consulting	19,546	3,640.81	61	15.16	248	46.11	3	0.21		
	Goods	4,814	6,300.98	66	5.98	26	47.22	0	0.00		
	Services	5,795	38,037.48	125	46.63	181	1,651.77	0	0.00		
	Works	8,358	32,062.42	127	59.62	56	127.50	0	0.00		
	合計	38,513	80,041.69	379	127.39	511	1,872.61	3	0.21		
日本	Consulting	169	129.69	1	2.51	2	0.14	0	0.00		
	Goods	14	11.52	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
	Services	3	1.44	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
	Works	10	45.86	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
	合計	196	188.51	1	2.51	2	0.14	0	0.00		
日本の割合		0.51%	0.24%	0.26%	1.97%	0.39%	0.01%	0.00%	0.00%		

(出典:ADB, 2022. 調査チームによる算出(2017年～2022年))

(注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

表 3-2-2-16 アジア開発銀行契約の類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	単位：百万ドル		
	件数	予算額	%
disaster	511	18,72.6	2.34%
forest	379	1,27.4	0.16%
reforestation	9	17.2	0.02%
forest restoration	30	16.5	0.02%
disaster risk reduction	87	12.6	0.02%
afforestation	5	3.7	0.01%
ecosystem based	4	2.8	0.00%
ecosystem based adaptation	1	0.7	0.00%
nature based solution	2	0.2	0.00%

(出典:ADB, 2022.14 調査チームによる算出(2017年～2022年))

(注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある)

“forest”、“disaster”、“forest+disaster”のキーワードが含まれる契約受注国の上位は、表3-2-2-17のとおりである。

表 3-2-2-17 アジア開発銀行の契約相手の上位 5 か国(特定キーワードによる抽出)

		単位:百万ドル					
契約総数	契約額	Forest	契約額	Disaster	契約額	Forest + Disaster	契約額
1. インド	15,035.9	1. 中国	71.6	1. インドネシア	1,000.0	1. 英国	0.1
2. 中国	12,353.6	2. フィリピン	15.4	2. フィリピン	500.7	2. モンゴル	0.1
3. フィリピン	9,181.4	3. インドネシア	12.6	3. ネパール	124.9		
4. インドネシア	8,936.0	4. パキスタン	8.6	4. パキスタン	80.7		
5. パキスタン	6,035.2	5. モンゴル	3.6	5. トンガ	24.1		

(出典:ADB, 2022.14 調査チームによる算出(2017 年～2022 年))

“forest”、“disaster”、“forest+disaster”のキーワードが含まれる契約受注の日本のサプライヤー上位 5 社は、表 3-2-2-18 のとおりである。契約件数実績が少なく、forest で 1 社(日本工営)、disaster で 2 名の個人と、5 社にも満たない。また、個人専門家の場合は、氏名等の情報は公開されていない。

表 3-2-2-18 日本のサプライヤーによる契約上位 5 社(特定キーワードによる抽出)

カテゴリー	プロジェクト名、概要の中のキーワード		
	Forest	Disaster	Forest + Disaster
Consulting	- 日本工営(2.5) 技術支援コンサルティング、ミャンマー	- 個人 (0.1) ダム専門家、パキスタン - 個人 (0.1) DRR 専門家、モルディブ	-
Equipment	-	-	-
Services	-	-	-
Works	-	-	-

(出典 ADB, 2022.14 調査チームによる算出(2017 年～2022 年))

【調達情報】

アジア開発銀行は原則として全ての公示情報をウェブサイトで公開しており、調達規則、ガイドライン等も入手可能である。また、アジア開発銀行駐日代表事務所では基本的に年に一度、民間企業向けに調達制度等にフォーカスしたセミナーを開催している。ADBとの取引は、一部例外を除いて ADB 加盟国の企業のみが対象となる。

3.2.2.3 緑の気候基金 (Green Climate Fund : GCF)

【概要】

設立:2010 年 COP16 にて設立が決定、2011 年 COP17 にて委託機関として指定

事務局:韓国仁川市

経緯・目的:開発途上国の温室効果ガス削減(緩和)と気候変動の影響への対処(適応)を支援するため、気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC)に基づく資金供与の制度の運営を委託された基金である。

日本との関係:2015 年 5 月、日本が拠出を確定したことにより、活動開始に必要な資金が集まったとみなされ、GCF は活動を開始した。累積拠出額合計は日本が第一位である。

【予算】

初期支出(2015～2018 年):GCF 設立時は、43 か国の政府及び都市・地域が拠出を表明し、拠出表明総額は約 103 億ドルに達した。日本はこのうち 15 億ドルの拠出を行った。

第1次増資(2020～2023 年):GCF 第1次増資では、日本を含む 31 か国・2 地方政府が総額約 100 億ドルの拠出を表明した。日本は、最大 15 億ドルを新規に拠出する意向である旨を表明した。

表 3-2-2-19 主要国の拠出表明額(2021 年 3 月現在)

	初期拠出	第1次増資
英	12億ドル(7.2億ポンド)	18.5億ドル(14.4億ポンド)
仏	10億ドル(7.7億ユーロ)	17.4億ドル(15.5億ユーロ)
独	10億ドル(7.5億ユーロ)	17億ドル(15億ユーロ)
スウェーデン	5.8億ドル(40億クローネ)	8.5億ドル(80億クローネ)
米	30億ドル(うち10億ドル拠出)	拠出せず
日本	15億ドル	最大15億ドル
その他諸国	計20億ドル	計23.6億ドル
ブレッジ総額	約103億ドル (拠出は約83億ドル)	約100億ドル

(出典:外務省ウェブサイト 緑の気候基金)

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の拠出額合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-20 のとおりである。表 3-2-5-19 の基金総額の日本の拠出額と同じ計算となる。2020 年までの累積拠出総額で日本は最大の拠出国である。

表 3-2-2-20 DAC 諸国による GCF への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020 年)

		単位:百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	コアファンド	354	343	349	0	386	1,432
	プロジェクト/プログラム	0	0	0	0	0	0
	合計	354	343	349	0	386	1,432
DAC 合計	コアファンド	1,661	2,001	1,188	518	2,413	7,781
	プロジェクト/プログラム	0	0	0	86	0	87
	合計	1,661	2,001	1,188	604	2,414	7,868
日本の割合		21%	17%	29%	0%	16%	18%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入)

表 3-2-2-21 DAC 諸国の拠出額上位 5 か国 (2016~2020)

ドナー国	拠出額	単位：百万ドル DAC諸国内割合
1. 日本	1,431.92	18.20%
2. 英国	1,214.26	15.43%
3. 米国	1,000.00	12.71%
4. フランス	981.64	12.48%
5. スウェーデン	869.20	11.05%

(出典：OECD, 2022. (2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関するプロジェクト】

F-DRR に関するプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるもの、その両方“forest+disaster”が含まれるものを抽出して、総件数における割合を表 3-2-2-22 に示した。“forest”が含まれるプロジェクト件数は 10 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 1 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 0 件であった。

表 3-2-2-22 GCF プロジェクトの類型化 (特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

	総件数	プロジェクト名、概要の中のキーワード			単位：百万ドル
		“forest”	“disaster”	“forest and disaster”	
件数	143	10	1	0	
予算 (百万ドル)	21,149.20	822.90	59.40	0.00	
%	100.00%	3.90%	0.30%	0.00%	

(出典：UNFCCC 2022 2015-2020. 調査チームによる抽出、2020 年 11 月現在)

注) レディネス支援、民間セクターファシリティを除く。キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある。「レディネス支援」とは、開発途上国の様々な組織の能力向上支援 (キャパシティ・ビルディング) に対して資金を供与するプログラムである。また、「民間セクターファシリティ」とは、民間セクターによる緩和・適応活動に対する直接又は間接的な資金供給を行う役割を担うスキームである (出典：外務省ウェブサイト 緑の気候基金))

さらに、disaster risk reduction や afforestation、erosion control など関連するキーワード (その他関連キーワード) で抽出を試みたところ、表 3-2-2-23 の結果となった。F-DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-23 GCF プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	単位：百万ドル	
		予算額	%
forest	10	822.9	3.89%
ecosystem based	7	204.2	0.97%
ecosystem based adaptation	6	192.7	0.91%
reforestation	1	90.3	0.43%
forest restoration	1	79	0.37%
disaster	1	59.4	0.28%

(出典: UNFCCC15 2022 2015-2020. 調査チームによる抽出、2020 年 11 月現在)

(注) レディネス支援、民間セクターファシリティを除く。キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性はある)

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関する契約受注実績】

GCF は複数の実施機関 (UNEP、UNDP、FAO など) が利用する基金のため、契約情報を一元的に把握することができない。個別の情報は、各実施機関のデータの中に含まれている。

【調達情報】

GCF の具体的な調達ルールは公表されていない。プロジェクト調達ルールは、各認定機関 (Acredit Entity: AE)、あるいは各実施機関 (Executing Entity: EE) のルールとなっている。AE の調達方針等については、「3.2.3.1 ドナーの動向」(JICA) でも説明する。

3.2.2.4 地球環境ファシリティ (Global Environment Facility : GEF)

【概要】

設立: 1994 年正式開始 (1991 年からパイロットフェーズ発足)

事務局: 世界銀行内

経緯・目的: GEF は、5 つの環境関連条約 (気候変動枠組条約、生物多様性条約、砂漠化対処条約、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs 条約)、水銀に関する水俣条約) の資金メカニズムとして世界銀行に設置されている信託基金で、世銀、UNDP、UNEP 等の国際機関が GEF の資金を活用してプロジェクトを実施する。地球規模の環境問題に対応した形でプロジェクトを実施する際に追加的に負担する費用につき、原則として無償資金を提供する。そのため個々のプロジェクト全額を支給することはない。

日本との関係: 32 の代表国メンバー (うち先進国 14) で構成される評議会の一員であり、最大の資金拠出国である。

【予算】

GEF は 4 年ごとに増資を行い、現在は第 7 次増資期間中である。2019 年までに計 166 か国に対し約 190 億ドルの資金を提供した。

GEF には、3 つの主要な資金がある。

- ・GEF 信託基金(Trust Fund) : 主要な資金調達源
- ・後発開発途上国基金(LDCF) : 後発開発途上国専用
- ・特別気候変動基金(SCCF) : 気候変動の緩和適応分野のプロジェクトに充当

これまでのフェーズごとの資金規模は表 3-2-2-24 のとおりである。また、対象分野ごとの累計投入額は表 3-2-2-25 のとおりである。

表 3-2-2-24 GEF のフェーズごとの資金規模(単位億ドル)

	資金規模
GEF1(1994年7月～1998年6月)	20.1
GEF2(1998年7月～2002年6月)	26.7
GEF3(2002年7月～2006年6月)	29.3
GEF4(2006年7月～2010年6月)	31.4
GEF5(2010年7月～2014年6月)	43.4
GEF6(2014年7月～2018年6月)	44.3
GEF7(2018年7月～2022年6月)	40.7

(出典: 外務省ウェブサイト 地球環境ファシリティ)

表 3-2-2-25 GEF 資金対象分野

	対象分野	投入事業資金累計 (1991年～2021年) [単位: 百万ドル]
1)	気候変動	5,403
2)	生物多様性	4,916
3)	複数分野	6,559
4)	国際水域汚染防止	2,127
5)	残留性有機物質(POPs)	885
6)	化学物質・廃棄物	837
7)	土地劣化	746
8)	オゾン層保護	208

(出典: 外務省ウェブサイト、地球環境ファシリティ)

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-26 のとおりである。日本は第 1 次増資～第 5 次増資までは、米国に次ぐ第 2 位拠出国で、ほぼ同水準の拠出をしていた。第 6 次増資で 6.07 億ドル、第 7 次増資で 6.37 億ドル拠出し最大の拠出国となった。

5 年間で DAC 諸国の総支出額の 16% を占めており、日本から GEF への拠出のほとんど

は、信託基金として拠出している。

表 3-2-2-26 DAC 諸国による世界銀行への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	GEF Trust Fund	138	135	0	217	222	712
	GEF LDCF	0	0	0	0	0	0
	GEF SCCF	0	0	0	0	0	0
	合計	138	135	0	217	222	712
DAC 合計	GEF Trust Fund	712	734	867	784	642	3,739
	GEF LDCF	145	99	87	109	110	549
	GEF SCCF	71	41	43	49	49	253
	合計	928	874	997	941	801	4,541
日本の割合		15%	15%	0%	23%	28%	16%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入、2022 年 8 月現在)

表 3-2-2-27 DAC 諸国の拠出額上位 5 か国(2016～2020)

		単位：百万ドル	
ドナー国	拠出額	DAC諸国内割合	
1. 日本	712.1	15.68%	
2. ドイツ	709.4	15.62%	
3. 米国	622.0	13.70%	
4. 英国	409.1	9.01%	
5. フランス	319.2	7.03%	

(出典:OECD, 2022.(2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関するプロジェクト】

F-DRR に関するプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるものその両方“forest+disaster”が含まれるものを抽出して、総件数における割合を表 3-2-2-28 に示した。“forest”が含まれるプロジェクト件数は219件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は4件、その両方が含まれるプロジェクト件数は0件であった。

**表 3-2-2-28 GEF プロジェクトの類型化
(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)**

		単位：百万ドル		
	総件数	プロジェクト名、概要の中のキーワード		
		“forest”	“disaster”	“forest” and “disaster”
件数	4,624	219	4	0
予算 (百万ドル)	n/a	n/a	n/a	n/a
%*	100.00%	4.70%	0.10%	0.00%

(出典:UNFCCC, 2022. 調査チームによる抽出(LDCFとSCCFを除く)

注)プロジェクト金額が不明なため、件数で計算。キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性
がある)

さらに、ecosystem based や reforestation など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-29 の結果となった。F-DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-29 GEF プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	単位：百万ドル	
		予算額	予算割合
forest	219	n/a	4.74%
ecosystem based	16	n/a	0.35%
landscape restoration	13	n/a	0.28%
forest restoration	9	n/a	0.20%
disaster	4	n/a	0.09%
reforestation	1	n/a	0.02%

(出典: UNFCC, 2022. 調査チームによる抽出(LDCFとSCCFを除く)

注) プロジェクト金額が不明なため、件数で計算。キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性はある)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関する契約受注実績】

18 の GEF パートナー機関(世銀、ADB、UNDP、IUCN 等)が、GEF の資金を活用してプロジェクトを実施する。そのため、調達情報を一元的に把握することができない。個別の情報は、各実施機関のデータの中に含まれる。

【調達情報】

具体的な調達ルールを公表していない。プロジェクト調達のルールは、各実施機関のルールとみなされる。

3.2.2.5 国際食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization of the United Nations :FAO)

【概要】

設立: 1945 年

事務局: イタリア国ローマ

経緯・目的: (1) 世界各国国民の栄養水準及び生活水準の向上、(2) 食料及び農産物の生産及び流通の改善、(3) 農村住民の生活条件の改善、を通じた世界経済の発展及び人類の飢餓からの解放を目的とする。

日本との関係: 日本と FAO との連携をさらに強化するため、1997 年に駐日連絡事務所が横浜に設立された。

【予算】

FAO は国連機関であるため、その財源は分担金(加盟国の GDP など共通のルールに基づいて決定される)と任意拠出金である。また、FAO はプログラム・プロジェクトのための寄付金も受け取っており、使途指定の寄付金の比率が大きい。さらに、FAO は GCF や GEF などの資金でプロジェクトを実施する実施機関でもある。

表 3-2-2-30 FAO の予算額(加盟国の分担金)(2 か年予算)

2018年-2019年	約1,006百万ドル
2020年-2021年	約1,006百万ドル

(出典:外務省ウェブサイト 国際食糧農業機関)

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-31 のとおりである。農林水産省林野庁が拠出している国際機関は、ITTO と FAO のみである。一般予算にあたる資金(分担金)は外務省から拠出され、農林水産省林野庁は特定の事業に対して拠出している。2022 年度に、FAO に「山地流域強靱化事業(77 百万円)」を拠出している。

表 3-2-2-31 DAC 諸国による FAO への拠出額及び日本の拠出割合(2016~2020)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	Core Budget	14	14	25	39	35	126
	Projects/Prog.	15	6	21	33	18	92
	合計	29	20	45	72	52	219
DAC 合計	Core Budget	164	188	257	294	280	1,183
	Projects/Prog.	318	285	362	348	424	1,736
	合計	482	473	619	641	704	2,920
日本の割合		6%	4%	7%	11%	7%	7%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入)

表 3-2-2-32 DAC 諸国の拠出額上位5か国(2016~2020)

		単位：百万ドル
ドナー国	拠出額	DAC諸国内割合
1. 米国	798.0	27.33%
2. EU	792.7	27.15%
3. 英国	314.7	10.78%
4. ドイツ	269.5	9.23%
5. 日本	218.6	7.49%

(出典:OECD, 2022.(2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関するプロジェクト】

FAO プロジェクトの包括的なデータベースは見つからなかった。個々のプロジェクトは、<https://www.fao.org/in-action/fao-projects/en/> から検索することができる。また、上記の

「Enhancing community resilience to climate change in mountain watersheds (山地流域強靱化事業)」の情報は次の URL に掲示されている:

<https://www.fao.org/forestry/watershedmanagementandmountains/98466/en/>

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関する契約受注実績】

契約レベルの FAO 調達データは見つからなかった。

https://www.ungm.org/Shared/KnowledgeCenter/Pages/asr_data から一部集計検索が可能である。

2021 年、FAO は日本の企業から 539,000 米ドルのみを調達しており、ほとんどが自動車とその部品である。日本のシェアは年間 100 万ドル未満、米国と英国はそれぞれ 1,500 万ドル前後、イタリアは 2,000 万ドルから 3,000 万ドルの間で推移している。

【調達情報】

FAO ウェブサイトの調達情報のページからは非常に限られた情報しか得られない。

(<https://www.fao.org/unfao/procurement/travailleravecfao/en/>)

FAO と取引を行うには、UN Global Marketplace (UNGM) のベンダー登録ポータルを利用してベンダー登録する必要がある。FAO のホームページ上での調達リストは物品、サービスの調達情報が主である。また、物品、サービスにかかる調達は、国連機関の調達ポータルサイトである UN Global Marketplace (UNGM) にて入札案件の検索が可能である。
<https://www.ungm.org/Public/Notice> (「3-2-2-9 国連グローバルマーケットプレイス」)

3.2.2.6 国連環境計画 (United Nations Environment Programme: UNEP)

【概要】

設立: 1972 年

事務局: ケニア国ナイロビ

経緯・目的: 地球規模の環境問題に全般的に対処する国連機関。国連諸機関の環境関連活動の総合的調整・管理並びに国連内外の環境問題への取組に対する資金的及び技術的支援を通じた環境分野における国際協力の推進を目的とする。

日本との関係: 1972 年に UNEP が設立されて以来、2014 年にすべての国が参加する国連環境総会 (UNEA) 方式に変更されるまで、継続して UNEP 管理理事国をつとめてきた。近年では「水銀に関する水俣条約外交会議」を開催するなど、外務省、環境省などが

中心となって支援を強化している。

【予算】

収入は、国連の通常予算、環境基金、信託基金等からなる。事務局運営や主要な事業は環境基金により賄われており、予算の大部分を任意拠出に依存している。

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-33 のとおりである。

表 3-2-2-33 DAC 諸国による世界銀行への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	Core Budget	5	6	4	6	29	51
	Projects/Prog.	2		3	1	6	12
	合計	7	6	7	7	35	63
DAC 合計	Core Budget	88	86	84	88	115	461
	Projects/Prog.	62	68	65	139	89	424
	合計	151	154	150	227	204	885
日本の割合		5%	4%	5%	3%	17%	7%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入、2022 年 8 月現在)

表 3-2-2-34 DAC 諸国の拠出額上位 5 か国(2016～2020)

		単位：百万ドル
ドナー国	拠出額	DAC諸国内割合
1. EU	181.8	20.55%
2. ドイツ	169.8	19.18%
3. ノルウェー	103.9	11.74%
4. 米国	95.9	10.84%
5. フランス	71.6	8.09%
6. 日本	63.1	7.13%

(出典:OECD, 2022. (2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR)に関するプロジェクト】

F-DRR に関するプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるものその両方“forest+disaster”が含まれるものを抽出して、総件数における割合を表 3-2-2-35 に示した。“forest”が含まれるプロジェクト件数は 28 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 3 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 0 件であった。

表 3-2-2-35 UNEP プロジェクトの類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

	契約総数	プロジェクト名、概要の中のキーワード			単位：百万ドル
		“forest”	“disaster”	“ forest ” and “disaster”	
件数	714	28	3	0	
予算（百万ドル）	4,522.0	176.9	16.6	0.0	
%	100.00%	3.90%	0.40%	0.00%	

(出典:UNEP, 2022. 2005-2022. 調査チームによる抽出、
注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性があり、一部仏語の記述を調整)

さらに、disaster risk reduction や ecosystem based、eco-drr など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-36 の結果となった。F-DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-36 UNEP プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	予算額	%	単位：百万ドル
forest	28	176.9	3.91%	
ecosystem based	13	108.0	2.39%	
ecosystem based adaptation	10	77.0	1.70%	
landscape restoration	3	18.8	0.42%	
disaster	3	16.6	0.37%	
disaster risk reduction	2	15.7	0.35%	
eco-drr	1	11.6	0.26%	
ecosystem based disaster risk reduction	1	11.6	0.26%	
forest restoration	1	1.9	0.04%	
nature based solution	1	1.0	0.02%	

(出典:UNEP, 2022. 2005-2022. 調査チームによる抽出、
注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性があり、一部仏語の記述を調整)

<プロジェクト事例>

エチオピア生態系に基づく災害リスク軽減を通じたコミュニティの回復力の向上

(Up-Scaling Community Resilience through Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR))

【概要】生態系ベースの災害リスク軽減(Eco-DRR)モデルを開発・実施し、政府やコミュニティと共に、その能力の強化や Eco-DRR 政策介入の形成に取り組んでいる。

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関する契約受注実績】

一般・民間からアクセスできる調達データベースがない。

【調達情報】

UNEP の調達情報は見つからなかった。物品、サービスにかかる調達は、国連機関の調達ポータルサイトである UN Global Marketplace (UNGM) にて入札案件の検索が可能である。
<https://www.ungm.org/Public/Notice> (「3-2-2-9 国連グローバルマーケットプレイス」)

3.2.2.7 国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP)

【概要】

設立: 1966 年

事務局: 米国ニューヨーク

経緯・目的: 様々な形態の貧困の撲滅を通じた持続可能な開発の実現、危機に対する強靱性の構築及び持続可能な開発に向けた構造改革の促進という 3 つの柱を目標に据えて途上国のニーズに即した支援を 170 の国・地域で実施している。

日本との関係: 日本は UNDP にとって非常に重要なパートナー国であり、開発現場でのプロジェクト実施、政策提言、国際会議の開催など様々な協働をしている。駐日代表事務所は 1979 年事業開始。

【予算】

プロジェクトの資金調達には 2 種類のメカニズムがある。

- ・通常資金: プロジェクトは、UNDP のコア予算から資金を調達
- ・直接資金: プロジェクトは、1 つまたは複数の国および／または垂直基金から資金を調達。
直接資金は、DAC 諸国から受け取った UNDP の総資金の約 2/3 を占める。

日本は、コアファンド以外に、UNDP 内に使途を特定した「日・UNDP パートナシップ基金」、「日本パレスチナ開発基金」及び「TICAD プロセス推進支援拠出金」を設置して拠出しているほか、UNDP 経由の無償資金協力、補正予算等の形でも UNDP に拠出している。

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-37 のとおりである。

日本は UNDP の重要な出資国であり、5 年間で約 10 億ドル、DAC 諸国の出資額の 10% を占めている。

表 3-2-2-37 DAC 諸国による UNDP への拠出額及び日本の拠出割合(2016~2020)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	Core Budget	66.0	66.5	21.9	89.4	89.2	333.0
	Projects/Prog.	173.1	114.3	132.2	99.0	157.3	676.0
	合計	239.1	180.8	154.1	188.5	246.5	1,009.0
DAC 合計	Core Budget	576.1	613.2	614.3	669.5	740.6	3,213.7
	Projects/Prog.	1,204.6	1,261.6	1,512.6	1,486.7	1,678.7	7,144.2
	合計	1,780.7	1,874.8	2,126.9	2,156.3	2,419.3	10,357.9
日本の割合		13%	10%	7%	9%	10%	10%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、百万ドル未満を四捨五入、2022 年 8 月現在)

表 3-2-2-38 DAC 諸国の拠出額上位 5 か国(2016~2020)

		単位：百万ドル	
ドナー国	拠出額	DAC諸国内割合	
1. ドイツ	1,763.9	17.03%	
2. EU	1,716.1	16.57%	
3. スウェーデン	1,256.9	12.13%	
4. 日本	1,009.0	9.74%	
5. ノルウェー	997.6	9.63%	

(出典:OECD, 2022. (2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関するプロジェクト】

F-DRR に関するプロジェクト件数と当該予算が全体に占める割合を調査した。プロジェクト名及びプロジェクト概要に“forest”が含まれるもの、“disaster”が含まれるもの、その両方“forest+disaster”が含まれるものを抽出して、総件数における割合を示した。「通常資金」、「直接資金」でそれぞれ類型化を行った。「通常資金」(表 3-2-2-39)では、“forest”が含まれるプロジェクト件数は 233 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 637 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 0 件であった。

表 3-2-2-39 通常資金による UNDP プロジェクトの類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)

		単位：百万ドル		
	総件数	プロジェクト名、概要の中のキーワード		
		“forest”	“disaster”	“ forest ” and “disaster”
件数	17,422	233	637	0
予算(百万ドル)	4,184.7	16.9	192.3	0.0
%	100.00%	0.40%	4.60%	0.00%

(出典:UNDP, 2022. 調査チームによる算出、2022 年 8 月時点)

注) キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある。件数は、各プロジェクトの年ごとの実績の合計であり、プロジェクトの総数ではない。)

さらに、disaster risk reduction や afforestation、ecosystem based adaptation など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-40 の結果となった。F-DRR に関連するキーワードを含むプロジェクトの実績額の割合は非常に少なかった。

表 3-2-2-40 通常資金による UNDP プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	単位：百万ドル	
		予算額	割合
disaster	637	192.3	4.60%
disaster risk reduction	188	61.9	1.48%
forest	233	16.9	0.40%
ecosystem based	26	3.0	0.07%
forest restoration	9	0.6	0.01%
ecosystem based adaptation	16	0.5	0.01%
landscape restoration	6	0.5	0.01%
nature based solution	2	0.2	0.01%
afforestation	1	0.1	0.00%

(出典:UNDP, 2022. 調査チームによる算出、2022 年 8 月時点)

注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある。件数は、各プロジェクトの年ごとの実績の合計であり、プロジェクトの総数ではない。)

「直接資金」(表 3-2-2-41)では、“forest”が含まれるプロジェクト件数は 2 件、“disaster”が含まれるプロジェクト件数は 108 件、その両方が含まれるプロジェクト件数は 0 件であった。

表 3-2-2-41 直接資金による UNDP プロジェクトの類型化(特定キーワード forest, disaster, forest+disaster による抽出)(一部または全部を日本からの拠出)

	総件数	単位：百万ドル		
		プロジェクト名、概要の中のキーワード		
		“forest”	“disaster”	“forest” and “disaster”
件数	2,293	2	108	0
予算(百万ドル)	3,589.7	3.0	92.8	0.0
%	100.00%	0.10%	2.60%	0.00%

(出典:UNDP, 2022. 調査チームによる算出、2022 年 8 月時点)

注)キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある。件数は、各プロジェクトの年ごとの実績の合計であり、プロジェクトの総数ではない。)

さらに、disaster risk reduction、ecosystem based など関連するキーワード(その他関連キーワード)で抽出を試みたところ、表 3-2-2-42 の結果となった。防災よりも森林(forest)のキーワードの含まれるプロジェクトが少なかった。

表 3-2-2-42 直接資金による UNDP プロジェクトの類型化(その他関連キーワードによる抽出)(一部または全部を日本からの拠出)

プロジェクト名、概要の中のキーワード	件数	単位：百万ドル	
		予算額	割合
disaster	108	92.8	2.59%
disaster risk reduction	44	38.8	1.08%
forest	2	3.0	0.08%
ecosystem based	2	2.0	0.06%
nature based solution	1	1.0	0.03%

(出典:UNDP, 2022. 調査チームによる算出、2022 年 8 月時点)

注) キーワードによる抽出のため複数カウントの可能性がある。件数は、各プロジェクトの年ごとの実績の合計であり、プロジェクトの総数ではない。)

<プロジェクト事例>

・ケニア国森林造成・持続可能な森林経営プロジェクト(2022-2026)

(Tree Growing & Sustainable Forestry Finance Management)

【概要】UNDP の気候変動の取組の一つで、少なくとも 100 か国での NDC 目標を具体的な行動とする支援の一つ。ケニア国の NDC 実現のための気候計画の具体的な実施。郡政府の土地利用計画の主流化のための支援、森林普及サービスの強化、植林及び森林回復の活動を行う。(2.2 百万ドル、日本が 100%拠出)

・ジョージア国持続可能で気候に配慮した森林管理の実施支援(2022-2023)

(Support to Sustainable and Climate-Friendly Forest Management Practices in Georgia)

【概要】ケニア国と同様の NDC 支援のためのプロジェクト。Mtskheta 市で森林ビジネスサービスヤードを設立し、違法伐採の代替として再生可能なエネルギー源へのアクセスの実現、地域社会の持続的な森林管理への関与、地域雇用の促進を支援する。(0.8 百万ドル、日本が 100%拠出)

・タジキスタン国自然を基盤とした解決策による気候変動起因災害に対するコミュニティの回復力強化(2022-2023)

(Strengthening community resilience to climate-induced disasters through nature-based solutions in Tajikistan)

【概要】ケニア国と同様の NDC 支援のためのプロジェクト。Tebalay 川の効果的な流域管理を通じて、地域住民生活、生計活動に対する水文気象災害(鉄砲水、地滑り、土石流)

からの影響の低減を目指す。(1 百万ドル、日本が 100% 拠出)

【森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関する契約受注実績】

単一の調達データベースがないため、“forest”または“disaster”のキーワードに対応する日本から一部または全部の直接資金を受けたプロジェクトに限定して検索した。

UN Global Marketplace (UNGM) から一部の集約検索が可能である。

https://www.ungm.org/Shared/KnowledgeCenter/Pages/asr_data

2021 年、UNDP は日本から約 270 万米ドルを調達し、そのほとんどが教育・研修サービスであった。日本の市場シェアは 2015 年の 17.7 米ドルから減少傾向にある。

表 3-2-2-43 日本のサプライヤーによる契約上位 5 社(特定キーワードによる抽出)

カテゴリー	プロジェクト名、概要の中のキーワード		
	“forest”	“disaster”	“forest” AND “disaster”
Consulting	-	-	-
Works	-	-	-
Services	-	-	-
Equipment	- *Note) トヨタ・ジブラルタルは「Tree Growing & Sustainable Forestry Finance Management」(ケニア)に0.1百万台の機材を提供	-	-

(出典:WB, 2022 調査チームによる抽出)

【調達情報】

ウェブサイト上で公示リストが閲覧できる。分野、件名、国、調達内容が確認でき、件名をクリックすると TOR、提案書様式、見積書様式などがダウンロードでき、メールでの提出が可能である。

<https://procurement-notices.undp.org/>

[illegible]

3.2.2.8 国連防災機関 (United Nations office for Disaster Risk Reduction: UNDRR)

【概要】

設立:2000 年

事務局:スイス国ジュネーブ

経緯・目的:持続可能な開発に不可欠な要素としての防災の重要性を高め、災害による被害・損失の減少、災害リスクの軽減を目指し、災害に強い国やコミュニティの構築を目的とする。

日本との関係:防災に関する国際的な指針(現在は兵庫行動枠組 2005-2015 の後継枠組である仙台防災枠組 2015-2030)の実施促進、及び国際防災協力推進のための UNDRR による活動をさらに強化・充実させるために 2007 年に駐日事務所を開設した。

【予算】

本調査の他の組織と比較すると、UNDRR の予算は比較的少ない。2021 年のドナーからの拠出額は、43 百万ドルである。うち 56%がイヤーマーク拠出金である。

単位:百万ドル

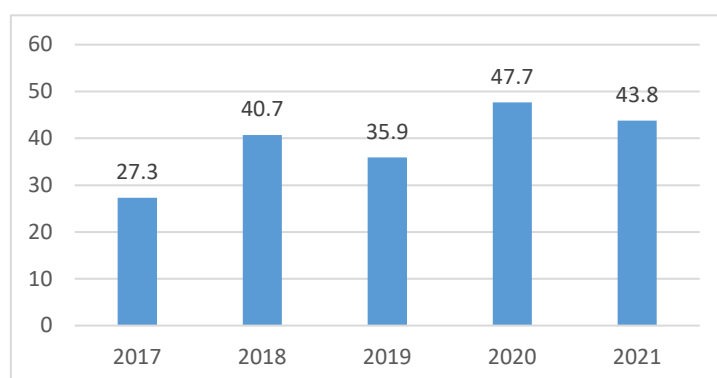


図 3-2-2-2 UNDRR への年間拠出額(2017-2021)

(出典:UNDRR Annual Report2017~2021、
注)他国際機関、プライベートセクターからの拠出金含む)

【日本の拠出額及び割合】

DAC 諸国の拠出金額合計に対する日本の拠出割合は、表 3-2-2-44 のとおりである。日本は拠出金のほとんどをコアファンドとして拠出している。

表 3-2-2-44 DAC 諸国による世界銀行への拠出額及び日本の拠出割合(2016～2020)

		単位：百万ドル					
	ファンド	2016	2017	2018	2019	2020	合計
日本	Core Budget	1.1	2.2	4.8	3.3	3.4	14.7
	Projects/Prog.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	合計	1.6	2.2	4.8	3.3	3.4	15.2
DAC 合計	Core Budget	4.9	6.1	11.6	9.6	12.3	44.5
	Projects/Prog.	6.0	7.4	11.4	13.9	22.0	60.6
	合計	10.9	13.5	23.0	23.5	34.3	105.1
日本の割合		14%	16%	21%	14%	10%	15%

(出典:OECD, 2022. 調査チームによる算出、十萬ドル未満を四捨五入、2022 年 8 月現在)

2021 年の拠出実績では、日本はスウェーデンに次いで第 2 位の拠出国となっている。

表 3-2-2-45 DAC 諸国の拠出額上位5か国(2016～2020)

		単位：百万ドル	
ドナー国	拠出額	DAC諸国内割合	
1. EU	26.4	25.14%	
2. スウェーデン	24.7	23.50%	
3. Japan	15.2	14.50%	
4. Germany	13.6	12.96%	
5. Norway	10.3	9.84%	

(出典:OECD, 2022. (2016-2020) 調査チームによる算出)

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関するプロジェクト】

プロジェクトの包括的なデータベースは見つからなかった。

【森林を活用した防災・減災 (F-DRR) に関する契約受注実績】

契約調達データは見つからなかった。

【調達情報】

調達情報は見つからなかった。

3.2.2.9 国連グローバルマーケットプレイス (United Nations Global Marketplace : UNGM)

国連グローバルマーケットプレイス(UNGM)は、29 国連機関が共用する調達データベースで、企業が UNGM へ 1 度、登録することで他の多くの国連機関調達部門に登録できる。主に物品・サービスの調達にかかる公示情報が共有されており、約 2 兆円規模(2018 年)のマーケットとなっている。上位企業は米国、インド、UAE、ベルギー、フランスと続き先進国が主要である。日本は 34 位(2017 年)である。2020 年の日本企業からの調達額は約 7.3 百万ド

ルであり、その 84%が車両 (Vehicles) である。

日本企業の UNGM への登録は 517 社(2018 年時点)で、うち 89 社は登録情報が不完全で国連側に情報が見えていない。外務省では日本企業の参入機会を設けるべく、国連機関等の調達部門の職員を招いて国連ビジネスセミナーの開催や国際機関等の調達情報をホームページ上で公開している。

https://www.mofa.go.jp/mofaj/fp/unp_a/page22_001871.html

公開資料の一部は下記のとおりで、UNG M への登録手順、公示データの検索手順、国連機関の入札手順、落札決定プロセス、契約書類の例等が説明されている。

ウェブサイト公開資料

- ・国連の調達活動 入札プロセスと契約の仕組み(2022 年)
- ・日本における国連調達の課題と可能性。商機を逃さないために知っておくべきこと
- ・国連調達マニュアル(英語)
- ・国連サプライヤー行動規範(英語)
- ・国連調達統計資料(英語)

また、日本企業支援窓口(国連調達関係)として、外務省本省内に企業支援窓口を設置し、企業からの相談を受け付けている。

総合外交政策局国連企画調整課(国連調達担当)

E-mail: un-procurement@mofa.go.jp

3.2.3 国際機関の案件動向と日本企業の参画

本節は関係機関・組織への聞き取り調査の結果である。国際機関案件への日本企業の関わりが少ないのではないかという指摘について検討すること、もしその指摘が正しければ、日本企業の海外展開を難しくしている状況あるいは課題とその課題の克服へ向けた視点を分析すること、を目的として聞き取り調査は実施された。聞き取りの対象者は、案件形成・案件発注をするドナー(国際開発金融機関、二国間協力実施機関)、国際機関案件に積極的に取り組み受注実績を持つ開発コンサルタント、国際機関案件の受注を含め自社製品の海外展開の経験や意思を持つメーカー、それら業界を俯瞰的に見ることのできる企業団体とし、事前に送付した質問票に沿ってそれぞれの視点から現状や課題を語って頂いた。聞き取ったオリジナル情報(会議録)は非公開という前提で聞き取りを行うことでより真実に迫る情報収集に努めた。聞き取り先によっては非公開／公開に関わらず提供する情報に違いはないとの意向の下

で対応頂いた。本節の記載内容はオリジナル情報を基にして要点を整理したものであり、その内容は聞き取り先にも確認したが、最終的には執筆者の責任で取りまとめたものである。

3.2.3.1 ドナーの動向

世界銀行、アジア開発銀行、JICA(GCF 認証機関としての立場に限定)に対し、各組織の調達原則やルール、公示情報の入手方法、受注企業上位国、日本企業との関わり、森林の防災・減災事業への取組みの情報収集を行った。

(1) 世界銀行

1) 世界銀行の調達原則

世界銀行は調達原則として“Value for Money”を掲げており、Economy、Integrity、Fit for Purpose、Efficiency、Transparency、Fairness を大原則としている。効果的、効率的、かつ経済的な資源の利用を意味し、リスク評価とともに、コストと便益、必要に応じた価格以外の属性やライフサイクルコストを評価することを強調している。

2) プロジェクトサイクルにおける民間企業の参入機会

世界銀行の事業実施は、図 3-2-3-1 及び表 3-2-3-1 のサイクルで実施される。民間企業が参入する機会は、Implementation の段階で借入国が調達ルールに則り、主導的に事業発注をする際に入札参加することである。表 3-2-3-1 にあるとおり、案件実施方針やプロジェクトの発掘を行うのは相手国政府と世界銀行であるため、プロジェクト形成段階に民間企業等が関わるプロセスは存在しない。しかしながら、民間企業とのコミュニケーションは様々な機会に存在し、技術情報や案件関連情報が交換されていると考えられる。

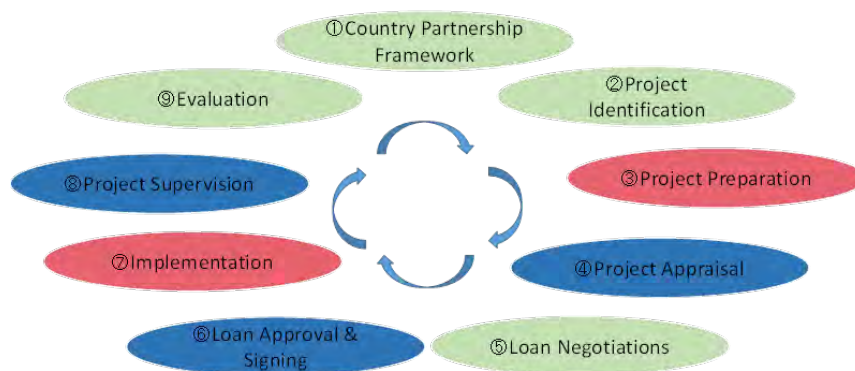


図 3-2-3-1 世界銀行のプロジェクトサイクル(出典:世界銀行民間企業向け入門ワークショップ資料から再構成)

表 3-2-3-1 世界銀行のプロジェクトサイクルと実施内容

担当	図3-9の中 での番号	実施項目	実施内容
共同	①	Country Partnership Framework	3～6年間の国別支援戦略、案件実施方針等を共同で決定する。 CPF (Country Partnership Framework) の作成。
共同	②	Project Identification	プロジェクトの発掘。 PID/ISDS (Project Information Document / Identification / Concept Stage) にプロジェクト概要、予算、プロジェクト実施機関等が記載
借入国	③	Project Preparation	借入国自身でフィージビリティスタディや環境影響評価等を実施する。調達戦略 (PPSD) や調達方式等が策定される。
世銀	④	Project Appraisal	世銀がプロジェクトの技術面、制度面、経済面、財務面を包括的に評価する。世銀が PAD (Project Appraisal Document) 作成、PPSD及び調達計画を精査。
共同	⑤	Loan Negotiations	双方協議
世銀	⑥	Loan Approval & Signing	プロジェクトの理事会承認手続き。ここまでで1年半程度かかるのが通例である。
借入国	⑦	Implementation	借入国がオーナーシップをもって実施する。プロジェクト調達は借入国が主導する。
世銀	⑧	Project Supervision	年2回実施。世銀担当者の重要なタスクであり、問題があった場合は解決のためのアドバイスや支援を行う。
共同	⑨	Evaluation	政府と世銀による共同評価

3) 調達情報の収集

世銀の調達公示情報の多くが世界銀行ウェブサイト上に公開されている。一般的なビジネス機会の絞り込みは以下のとおりである。

- どの国、どのセクターで事業展開に最も関心があるかを明確化
- ↓
- 世界銀行ウェブサイトで国、セクター、プロジェクトの情報を入手
- ↓
- 適切なコンタクトを特定
 - 借入国の政府・実施機関の担当者との接触
 - 世界銀行の本部・各国事務所との接触

世界銀行ウェブサイトでの情報の検索方法を下記に示す。

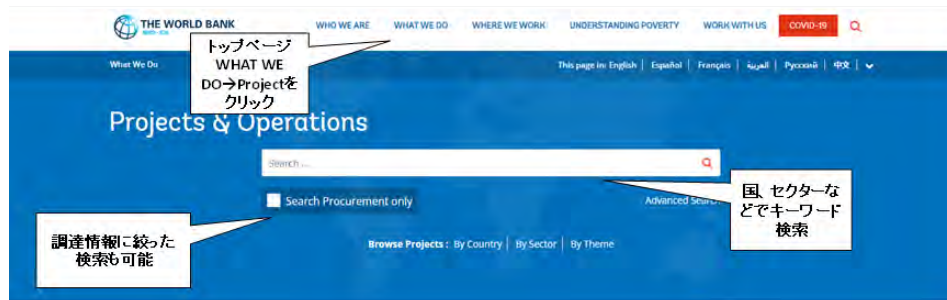


図 3-2-3-2 世界銀行ウェブサイト上の検索画面 1

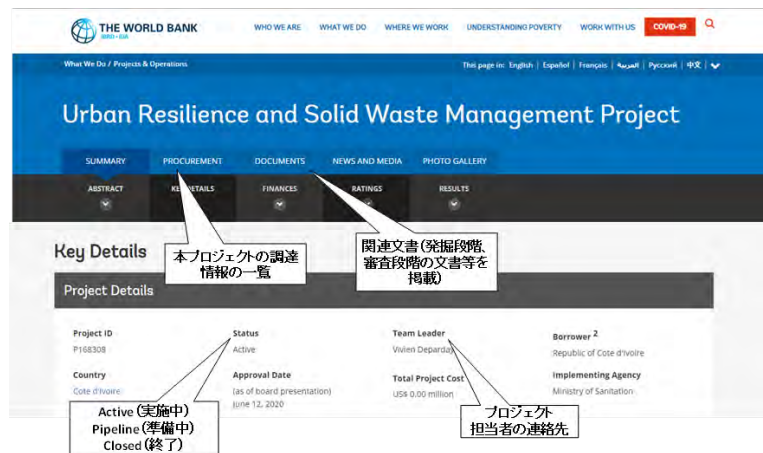


図 3-2-3-3 世界銀行ウェブサイト上の検索画面 2

多くのコンサルタント、業者等は正式公示の前から情報収集し、事業参画のための調査、提案書の準備を実施している。事前に押さえるべき基本情報は、表 3-2-3-1 に示した CPF (Country Partnership Framework)、PID/ISDS (Project Information Document/Identification/Concept Stage) (プロジェクト発掘段階)、PAD (Project Appraisal Document) (プロジェクト審査段階) の 3 つの文書である。これにより、どの国でどのような分野、内容の事業が開始するか知ることができ、PAD からは具体的な調達計画を知ることが可能である。これらの情報を効果的に利用することが、受注確度を高める準備において重要である。

また、新しい情報をタイムリーに入手するために便利なサービスがメールアラートサービスである (<https://alerts.worldbank.org/>)。世銀に関する様々な情報(ニュース、プロジェクト文書、調達情報等)を日々自動的にメール受信することができる。あらかじめ、国やセクターなど関心事項をキーワード設定することで、必要な情報を絞って入手することができる。

4) 事業受注実績上位国

国別の世界銀行業務における受注契約額ランキングの上位国は表 3-2-3-2 のとおりである。中国とインド企業の受注額が圧倒的に大きく、新興国として活発な受注実績をあげている。この2国の躍進は後述の各ドナー機関に対する聞き取り調査でも多く聞かれた。特に、中国とインドは自国が借入国として事業発注する件数、契約額も上位であり、結果的に自国での受注事業が実績として蓄積される。それらの経験を踏まえ、周辺国・地域等で国際機関等からの業務受注をさらに重ねていることが窺われる。

表 3-2-3-2 世界銀行受注契約額ランキング(上位 10 か国及び日本)

総計	受注額	うち資機材調達	受注額 (億 \$)	うち土木工事	受注額 (億 \$)	うちコンサルタント	受注額 (億 \$)	うちコンサルタント 以外のサービス	受注額 (億 \$)
1 中国	36.88	1 中国	3.65	1 中国	33.11	1 国際機関	1.46	1 米国	0.75
2 インド	12.79	2 スイス	3.63	2 インド	10.22	2 インド	1.28	2 国際機関	0.37
3 トルコ	4.34	3 国際機関	2.37	3 トルコ	3.09	3 トルコ	0.91	3 インドネシア	0.32
4 国際機関	4.22	4 トルコ	1.86	4 ナイジェリア	2.2	4 ナイジェリア	0.91	4 南アフリカ	0.31
5 スイス	4.19	5 インド	1.18	5 フランス	1.56	5 フランス	0.66	5 パキスタン	0.22
6 チュニジア	3.45	6 イタリア	1.14	6 日本	1.23	6 日本	0.63	6 スイス	0.19
7 ベトナム	2.78	7 ナイジェリア	0.61	7 ケニア	1.12	7 ケニア	0.43	7 スペイン	0.17
8 ナイジェリア	2.77	8 韓国	0.6	8 コンゴ民	1.1	8 コンゴ民	0.41	8 ポルトガル	0.16
9 イタリア	2.14	9 クロアチア	0.58	9 米国	0.91	9 米国	0.33	9 ナイジェリア	0.15
10 米国	1.75	10 ベトナム	0.55	10 ドイツ	0.83	10 ドイツ	0.31	10 インド	0.1
21 日本	0.93	31 日本	0.13	39 日本	0.17			日本	N/A

(出典:世界銀行民間企業向け入門ワークショップ資料及び説明 注)暫定値)

5) 東京事務所での情報提供の取り組み

上述の世界銀行の調達情報は、「民間企業向け入門ワークショップ」で入手した情報が主である。このワークショップはほぼ月1回定期開催されており、昨今のコロナ禍の状況も配慮されており、会場参加に加えてオンラインでの参加が可能である。そのため、世界銀行の事業参画に関心のある企業にとっては、手軽に参加することが可能である。このワークショップの開催からも世界銀行が日本の民間企業の参入を歓迎し、その支援をする方針があることがうかがえる。さらには世界銀行東京防災ハブも日本の技術や経験を活かすためにセミナー(ウェビナー)や情報共有の場を提供しており、企業の積極的な参入を期待していることが窺われる。

6) 世界銀行防災ハブと防災グローバルファシリティ(Global Facility for Disaster Reduction and Recovery:GFDRR)における取り組み

日本と世界銀行は、途上国の災害に対する強靱性を高めるための支援を目的として長期間、連携してパートナーシップを構築しており、2014 年からは日本—世界銀行防災共同プログラムを設立した。このプログラムの目標は、「途上国の開発投資の計画・実施における防災の主流化を支援する」、「日本及び世界の防災の経験・技術・知見を、途上国や世界銀行内に

おける防災主流化の取組につなげる」の 2 点である。技術協力、能力強化、および災害リスク管理分野における日本や世界の知見と優良事例を途上国や世界銀行のチームと共有することでプログラムの達成を目指している。

【重点分野】

1. 強靱なインフラ
2. リスクの特定、削減と備え
3. 災害リスクファイナンスと保険

本プログラムの運営管理、ナレッジの発信等を目的として、世界銀行東京防災ハブ（東京防災ハブ）が設置されている。主な活動の内容はウェブサイトで公開されている（<https://www.worldbank.org/ja/programs/tokyo-drm-hub>）。

防災グローバルファシリティ(GFDRR)は、途上国における自然災害や気候変動への脆弱性の理解の向上、リスク軽減策の技術支援をするために世界銀行内に設けられているグローバルパートナーシップである。400 を超える都市、国家、地域、国際機関等と協力し、無償資金援助、技術支援、研修、知見共有の機会を提供することによって、政策形成や実施における防災と気候変動リスク管理の主流化を促進している。GFDRR は 11か国から拠出を受け、国際機関、研究機関、大学、CSOs、財団、リスク保険に携わる民間セクター等様々なパートナーと協働し、世界銀行によって運営されている。

GFDRR は自然を基盤とする解決策 (Nature Based Solutions: NbS) を気候変動対策の重要なキーワードと捉えており、その利点は、洪水、異常気象、台風などの気候関連災害のリスクを減らすことによる気候変動への適応と考えている。山づくりを通じた森林等自然資源による防災・減災は、この NbS による防災と思想を共有するものであり、気候変動適応とさらに、多くの場合、生物多様性、水の安全保障、気候変動の緩和にも同時に貢献する。世界銀行東京防災ハブでは、世界銀行東京開発ラーニングセンターとの共催で、世界銀行の職員や世銀融資借り入れ国の政府機関の職員を対象に、日本・世界の経験、知見を共有するための研修の一環としてテクニカルディープダイブ(TDD)を 2023 年 2 月に実施した。TDD では、都市部・山間部等における NbS をトピックとして、NbS の概要、計画、地域参画、資金動員等に関するセッションに加えて、森林管理を学ぶための嵐山訪問などの現地視察を実施した。

東京防災ハブ担当者の聞き取り調査では、調査チームから、日本における治山事業の成り立ち、成果や山づくりによる防災・減災の効果について、説明及び意見交換を行った。途上国

で起こりつつある森林伐採、荒廃から引き起こされる自然災害による被害の拡大に対して、日本が戦後から取り組んできた治山事業による防災の知見が役立てるのではないかと、施設等での防災だけでなく、森林の持つ多面的機能との組み合わせによって、気候変動の適応、緩和のクロスカッティングな対策として有望であるのではないかと議論がなされた。東京防災ハブの重要な役割の一つは、日本-世界銀行防災共同プログラムに日本の知見を取り入れることであり、まさに本調査で取り扱う技術的な知見のインプットを歓迎するものであった。本テーマに造詣の深い専門家(特に政策面)の紹介が東京防災ハブから要望された。本防災共同プログラムに日本の意向や知見を反映させて案件形成に役立てることができれば、将来的に同種事業の展開が広がり、日本の民間企業の参入機会につながることを期待される。

(2) アジア開発銀行

1) アジア開発銀行の調達原則及びガイドライン等

調達に対する大きな考え方の多くは世界銀行と同様である。各開発銀行は定期的に情報共有や協議を行う場を設けており、共通する課題認識やその対策などについて共有するため、基本的な方針や規則などは類似している。以下のような調達原則、規則、ガイドライン等はアジア開発銀行のウェブサイトで公開されている。

➤ **ADB Procurement Policy**: 透明性、経済性、質の重視など、調達にかかる大枠の原則

➤ **Procurement Regulations for ADB Borrowers**: 方法等についてより細かく規定

コンサルタント業務では特に経験が重視され、会社と個人それぞれに類似業務、類似国あるいは類似機関での経験が要求される。事業ごとに必要とされる資格や経歴、施工実績は仕様書上で明示されている。例えば、工事などで特定の工法や設計による構造物建設の経験を持つ業者だけが入札参加できるといった条件が設定される場合もある。

2) 調達情報の収集

アジア開発銀行も世界銀行と同様にウェブサイトで公開されており、提案段階、承認段階から関連資料及び連絡先等のプロジェクト情報を入手することができる。

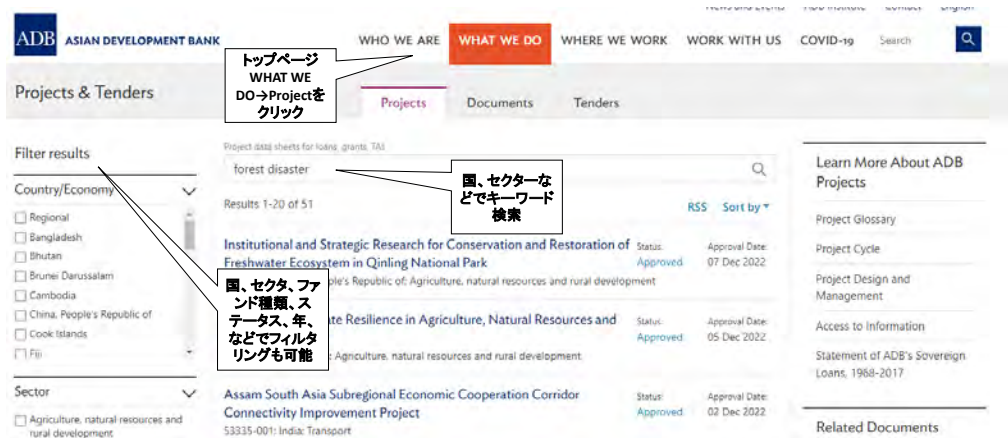


図 3-2-3-4 アジア開発銀行ウェブサイト上の検索画面 1

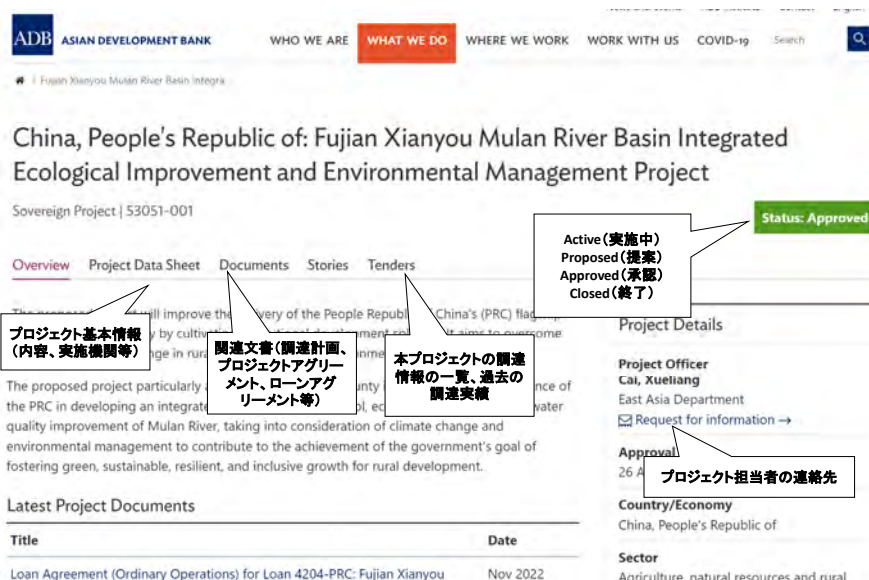


図 3-2-3-5 アジア開発銀行ウェブサイト上の検索画面 2

また、ADB との直接契約ではなく、再委託先として事業参加に関心がある企業のために、最終選考に残ったコンサルタント企業を公開しており (Shortlisted Firms) (図 3-2-3-6)、企業との直接連絡が可能となっている。

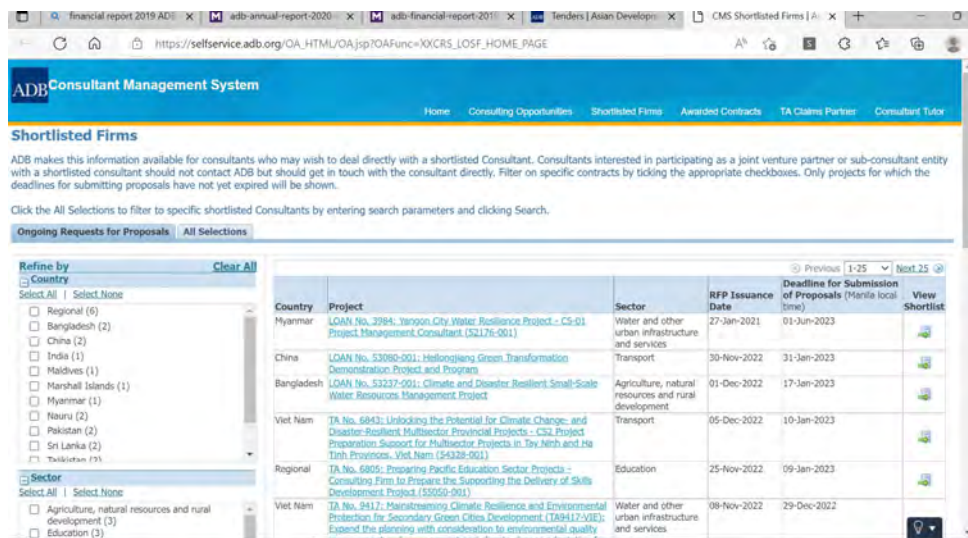


図 3-2-3-6 アジア開発銀行ウェブサイト上の検索画面 3

3) 事業受注実績上位国

アジア開発銀行の全体での上位契約国は表 3-2-3-3 のとおりである。上位国はいずれも借入国として自国で事業実施をしている国が主であり、事業実施国の国内企業による受注が多いことが読み取れる。また、特筆すべきはインドと中国であり、それぞれ自国での受注案件の事業規模を超えた契約受注額となっている。これは世界銀行案件の状況と同様であり、インドと中国の民間企業が自国での事業の実績及び経験を基に周辺国や周辺地域での事業へも参入し受注していることが分かる。

外国企業として事業の受注をする民間企業の特徴は、事業実施国の企業や人材をうまく活用している。大規模工事などの場合、地元の公共事業などの実績を持つローカル企業とのパートナーシップが役立つ。ローカル人材の活用により人件費を低減して、より低価格で入札が可能となり競争入札に有利となる。このように企業の母国ではなくローカルの人材を如何に上手く活用できるかが国際機関案件の受注に成功しているコンサルタント企業の潮流であり、例えば技術者チームの団長だけが先進国人材でそれ以外は国際人材や現地人材を活用してコストを下げるなどの工夫が案件受注への方策として求められている。

表 3-2-3-3 アジア開発銀行受注契約額ランキング(上位 10 か国及び日本)

機材、工事、その他		コンサルタント		総計	
国名	受注額 (百万ドル)	国名	受注額 (百万ドル)	国名	受注額 (百万ドル)
1 中国	3,294.9	1 インド	93.1	1 中国	3,329.5
2 インド	2,719.8	2 インドネシア	53.8	2 インド	2,812.9
3 バングラデシュ	1,108.4	3 日本	50.4	3 バングラデシュ	1,117.0
4 フィリピン	467.2	4 フランス	48.1	4 フィリピン	490.2
5 ベトナム	343.1	5 オーストラリア	35.1	5 ベトナム	355.1
6 パキスタン	297.7	6 中国	34.6	6 インドネシア	334.8
7 インドネシア	281.0	7 スペイン	34.2	7 パキスタン	311.4
8 スリランカ	231.7	8 韓国	28.5	8 スリランカ	241.1
9 モンゴル	159.9	9 シンガポール	18.3	9 モンゴル	169.8
10 ネパール	134.4	10 トルコ	16.6	10 ネパール	142.4
31 日本	7.7			21 日本	58.1
合計	9,961.4	合計	697	合計	10,658.4

(出典: 2021 Annual Procurement Report, ADB)

4) 調達課題とその取り組み

ADB の入札による受注企業の決定は、品質とコストの両面で評価するとされる。しかしながら実際には一定の質が担保されれば、コスト面の評価が影響することとなり、より経済的な価格を提示する企業が有利となる事例が見られる。しかし、価格重視の結果、工期が守られない、成果品の品質が悪いなどの問題が生じるケースも経験してきたという。そうした問題が発生した際は ADB が調査して相手国政府に対し解決のためのサポートを行っているという。過去の案件を通じて信用上の懸念がある企業が案件を受注することには問題があるのではないかとする議論が ADB 内でも共有されつつあり、対策へ向けた議論が重ねられているという。例えば、日本の公共工事での品質確保への対応などを参考にしながら、経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮することにより案件の品質が確保されなければならないという立場に立ち、例えば業者の過去のパフォーマンスを次の入札に反映させることなどが議論されているが、パフォーマンス評価の公平性を如何に担保するかなどの課題があるとのことである。

5) 駐日代表事務所での情報提供の取り組み

駐日代表事務所では、コロナ禍以前は基本毎年 1 回の調達制度等にフォーカスしたセミナーを対面で開催していた。調達制度そのものだけでなく、実際の ADB のプロジェクトがどのような形で実施されているかなど紹介する機会としていた。コロナ禍以降は、オンライン開催を基本として、ADB 本部や駐日代表事務所で開催される様々なセミナー、イベント情報を発信している。アジア開発銀行は日本企業との関わりを非常に重要視しており、積極的な参入を歓迎している。本聞き取り調査では、趣旨に賛同いただき、駐日代表事務所、ネパール事務所、インドネシア事務所と、それぞれの質問内容に適した職員に対応いただき多くの情報を得るこ

とができた。

6) 気候変動及び森林の防災・減災事業の取組み

ADB 駐日代表事務所には、森林分野、防災分野に関する技術的な担当者がいないことから、ADB インドネシア事務所で天然資源、農業、水資源分野などの事業を担当している専門官に別途聞き取り調査を行った。

インドネシア事務所では、環境・林業省の管轄下における防災・減災に焦点を当てたプロジェクトは実施していない。一方で、環境・林業省の管轄ではないが、『Policy-based Program for DRR in Indonesia 54117-001: Disaster Resilience Improvement Program』や『Flood Management in Selected River Basins Sector Project』といった防災プロジェクトを実施中である。洪水リスク軽減のプロジェクトは、公共事業・住宅省の管轄で構造物建設が中心であるが、地方政府も、プロジェクト資金により防災・洪水対策では上流域の谷沿いで小規模な構造物の建設、山の斜面への植樹、地域住民への災害に関する知識の普及に取り組んでいる。このように森林・林業セクター以外の防災プロジェクトの中で、実質的に森林・林業に関わる取組みが行われていると言える。インドネシア国では、豪雨や地震による地すべりが防災・減災の重要な課題であり、国土の地滑りリスクマップや国家災害リスクマップが作成されていることから、将来的な森林の防災・減災事業への発展が期待できる。

また、ADB インドネシアでは、NbS の導入が進んでおり、国家洪水リスク管理戦略に関する全国ワークショップでは NbS が議論されている。日本の治山技術は NbS アプローチの防災・減災の概念に合致している。意見交換では、東南アジア諸国の森林伐採、森林劣化から引き起こされる山地災害に今後、日本の治山技術や経験が活かされることが期待された。

(3) JICA (GCF 認証機関として)

1) JICA (GCF_AE) の調達の原則

JICA は 2017 年に GCF の認証機関 (Accredited Entity: AE) として認定された。日本で AE として認定されているのは、JICA、三菱 UFJ 銀行、三井住友銀行の 3 機関である (2022 年 12 月現在)。前述のとおり、日本は 2020 年までの累積拠出額で GCF への最大の拠出国であり、重要なプレゼンスを持っている。このような中、日本の機関が案件形成にかかわることが重要であるとの認識から、JICA が AE としての取り組みを始め、以下のような案件形成を進めている。

・東ティモール「Community-based Landscape Management for Enhanced Climate

Resilience and Reduction of Deforestation in Critical Watersheds」:実施フェーズ
・モルディブ「Building Climate Resilient Safer Islands in the Maldives」:実施前(理事会採択済み)

2) モルディブ GCF プログラム

JICA がモルディブ政府と実施する GCF プログラムは、4 つのコンポーネントに分かれており、3 つのコンポーネントは JICA 資金のみで実施する JICA 事業(技術協力プロジェクト及び無償資金協力事業)であり、もう 1 つのコンポーネントは、その JICA 事業(GCF 事業では JICA コファイナンス事業と呼ぶ)が連携しつつ、GCF 資金とモルディブ政府資金で実施する事業である(図 3-2-3-7)。一般に、GCF 事業はこのように GCF 資金+ドナー資金(JICA、UNDP 等)+当事国貢献の組み合わせで実施するケースが多い。モルディブ GCF プログラムでの 3 つの JICA 事業は GCF コファイナンス事業として認定されており、4 つのコンポーネント全体として GCF 事業として運営される。GCF プログラム全体としての成果や評価指標は存在するが、JICA 事業である 3 つのコンポーネントは通常の二国間援助の枠組みで実施される。

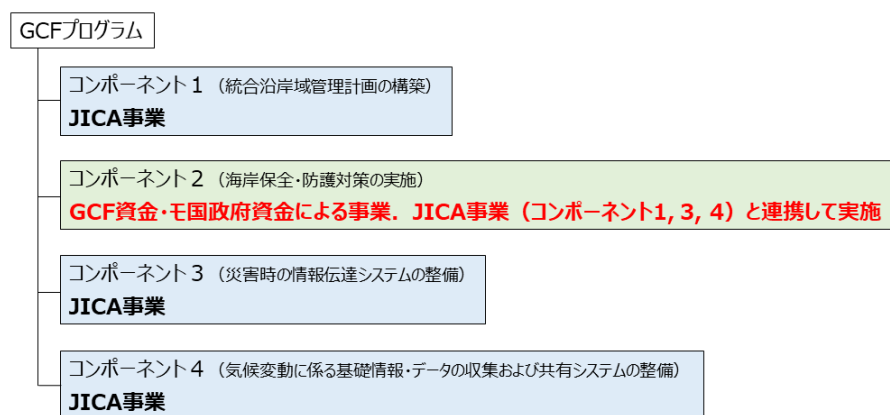


図 3-2-3-7 JICA がモルディブ政府と実施する GCF プログラムの概要(2023 年 3 月 17 日時点)

3) 調達方法の枠組み

JICA 事業の調達は JICA 調達プロセスで実施する。コファイナンス事業の調達は AE(ここでは JICA)の調達ルールに基づくことが基本であるが、各案件の内容や実施体制によっては、AE の調達ルールと同様の透明性や公平性等を持つ他ルールでの調達する可能性もある。

4) 日本企業との関わり

案件の形成、実施運営を行う AE が JICA という日本の組織である点で、GCF 資金案件への日本企業の参画機会が促進されるとの期待の声が聞かれる。しかし JICA 担当者からの聞き取りでは、GCF 資金案件においては透明性や公平性の観点から、特定の国籍の企業が有利や不利になることがないことに配慮した運営をしており、特殊な技術を必要とする業務でない限りは価格競争の原則が堅持されているという。

こうした JICA の原則や方針は国際的に活動する主要ドナーとして妥当であり、GCF は JICA の主要業務である二国間協力の枠組みではない。また、GCF は案件審査基準の一つとしてカントリー・オーナーシップ(受益国によるオーナーシップと当該プロジェクトの実施能力があるか)を設定している。一方、一般論として、日常業務では日本語を使いスタッフの多くが日本人である JICA が AE として実施する GCF 事業は日本企業から見れば大きな参入機会となることに変わりはない。日本企業にとって情報へのアクセス(口頭などでのコミュニケーションを含む)、技術内容に対する理解、契約や事業のスキームや進め方への理解など、国際機関から受注を得る難しさとは現実的に大きな違いがある。また、GCF 資金案件においても様々な面で JICA がこれまで培ってきた経験や流儀を活かして、あるいは既往 JICA プロジェクトとの関連で、実施される案件も少なくないと考えられ、そうした面で日本のコンサルタント企業には優位性があるとさえ言えよう。具体的な日本企業の参画機会は以下のとおりと考えられる。

- ・案件形成への関与

JICA が GCF 資金案件を形成する際に、日本のコンサルタントに調査を発注する場合がある。その段階で現地ニーズを踏まえつつ日本企業が蓄積してきた技術を考慮して案件構想の提案を行う。

- ・JICA 既存案件の出口戦略として案件形成

実施中の JICA 技術協力プロジェクトやセクター/プロジェクト基礎調査などを基にして案件形成を進める。既存プロジェクトをさらに展開する GCF 案件として JICA に提案していく。

- ・コファイナンス事業と連携する JICA 事業への参画

コファイナンス事業を担当するコンサルタントは基本的に国際競争入札を経て決まるため、そこへ参画するためにまずはコファイナンス事業と連携する JICA 事業への参画機会を得て、コファイナンス事業関与へのアドバンテージとする。JICA 事業(技術協力プロジェクト)の成果やノウハウからコファイナンス事業の基本設計が実施される場合は、その技術内容で大きなアドバンテージが得られる。

・Project Management Unit (PMU) の JICA 専門家メンバーとして参画：

GCF プログラム全体の PMU メンバーのうち JICA が調達する専門家として、あるいは JICA が GCF 資金案件の EE も兼ねる場合に JICA が調達する専門家として参画し、相手国政府主体の本体事業関与におけるアドバンテージとする。

3.2.3.2 日本企業関連団体の視点

日本企業の国際資金プロジェクトへの取り組み状況を、二つの代表的な企業団体から聞き取った。要点は以下の通りである。

(1) 国際機関プロジェクトへの日本企業の参入状況

日本の民間企業の参入機会が少ないという認識を持っている。将来的に日本の ODA 予算が縮小していくことが予想されるため、10 年後のコンサルタント業界が生き残るためにも JICA 事業等に依存している状況は脱却しなければならない。

(2) 国際機関プロジェクトへの日本企業の参入を難しくしている要因

国際機関案件と日本 ODA 案件との人件費単価が大きく異なることがとても大きい。価格という市場原理・競争原理に重きを置いた入札では日本企業には参入に限界がある。加えて、求められる技術水準の違いもあり、最新技術等を得意とする日本企業にとっては途上国で必要な一般的な技術水準での入札となった場合に、日本の技術はコスト面で不利になる。海外のコンサルタント企業に比べ、日本企業は言語やコミュニケーションの面で後れを取っているのではないか。

(3) 国際機関から案件受注実績を多く持つ民間企業や契約形態の特徴・傾向

現状の日本の開発コンサルタント企業の多くは国内での事業が圧倒的な割合を占めており、会社のトップも国内事業出身者が多く、国外事業での経験が必ずしも十分ではないことも多い。国際機関案件受注のための事業展開には一定の投資が必要であり、海外展開への経営方針を持って経営判断をするかどうか重要な点である。

(4) 森林・自然環境分野、森林等の自然資源を通じた災害防止等 (Nature-based Solutions、Eco-DRR) の分野で日本の民間企業への期待

森林等を通じた防災・減災に係る事業(治山事業)に特化した立場ではないが、途上国政府や国際機関等から日本の防災分野の経験や知見に対する期待を感じている。価格面での

課題を解決できれば、日本の治山技術に対するブランド力は大きいものと思われる。

(5) 日本の民間企業の国際機関案件への参画に対する具体的な考え

ODA 予算増加は見込めない中で JICA 事業への一極集中からの脱却を図るためにも、国際機関を始めとした JICA 以外の ODA に事業展開していかなければならない。ODA 資金だけでなく、民間資金の事業を拡大していくことが必要である。また、日本の優れた防災技術を海外に展開するには、国ごとに異なる社会インフラを理解することが重要である。日本では防災のために予算を投じる法制度が整っているが、他国では必ずしもそうではない。相手国政府が防災に対する必要性を理解して初めて防災分野の事業のニーズが出てくる。二国間の防災会議等で相手国に災害への事前投資(防災)で国民の生命財産を救うことの重要性を伝えることがまず必要である。日本で必要とされる技術が、相手国にとって必要とされるものであるとは限らない。相手国の社会インフラに応じた技術の適用が重要である。

(6) 国際機関プロジェクトへ日本の民間企業がより円滑に事業に関わるために必要なこと

業界の課題として国際機関事業へ展開するメリットを企業トップに向けて発信する。相手国が防災事業の意識を高めるための対話や働きかけを日本政府が更に行うよう働きかける。

(7) 国際機関プロジェクトへの参画へ向けた日本の民間企業への支援策

国際機関の取組みや調達に関する情報提供を行っている。ADB の職員を講師として招聘して受注や契約のノウハウを説明してもらうなど、国際機関プロジェクトで活躍する人材育成のための研修を行っている。また、企業を結ぶプラットフォームとして、複数の企業、技術を取りまとめるための場や役割を今後も担っていく。例えば、ミャンマー国の河川改良事業においては、必要な技術を具体化して、雨雲レーダー、水量計、それらのデータをまとめる危機管理センター、水文開閉のためのシステム等々、ICT 企業や機材メーカーなど複数企業に跨る技術のパッケージ化を推進する役割を担った。

3.2.3.3 コンサルタント企業の現状

国際機関案件に積極的に取り組み受注実績を持つ開発コンサルタント、及びその実力を持つが国際機関案件受注への取り組みは控えている開発コンサルタントから聞き取った内容の要点は以下の通りである。

(1) 国際機関プロジェクトへの参入状況

国際機関案件の受注実績が数多い企業は、自らの国際化に積極的に取り組み、実質的にグローバル企業になっている、あるいは国際機関案件の受注を重視している。そのことを可能にしていることの一つは、海外事業は海外人材(あるいは海外に強い人材)で行うという考え方である。

(2) 国際機関プロジェクトの案件受注への取り組み方針

国際機関案件に積極的に取り組んでいる企業では、国際機関が提供するプロジェクト業務を会社経営上の重要な位置に置き、資金源(売上)として重要であると認識している。新しい開発の流れ(「経済構造調整」、「Gender」、「Safeguard」、「蓄電池」、「水素」、「TOD」等)が日本の ODA に先駆けて作られる傾向にあるため、流れに乗り遅れないことが重要であるとの認識である。JICA 事業での経験、実績を足掛かりとして、国際機関の類似案件に参入してきたという経緯もある。参入当時は世銀、EBRD 等に日本タイドの基金やスキームがあったため、優位に受注につなげることができ、そうした国際機関の案件実績で足場を固めてきたという。

一方、国際機関案件への参入を控えている企業では、現状は JICA 事業だけで手一杯であり、国際機関案件の利益率の低さ、手続き上の複雑さなども積極的に応札しない理由であるという。重点を置いて活動している国の範囲で応札していくことはありえるという。

(3) 国際機関から案件において、プライム、JV、下請などでの受注難易度等の違い

共通して JV パートナー企業の重要性があげられた。規模の大きい受注契約を JV の共同体で受注する場合、その共同体となるパートナー企業は実施国現地の企業であるケースが多い。より良い現地企業は、類似経験(セクター、機関)が豊富で、クライアント(政府、国際機関)の特徴を把握している。このような現地企業と JV を組むことで受注確度を高めることができる。一方で、このような優良な現地企業は引き合いが強く、日本企業もパートナーとなるためのアドバンテージを有することが重要である。

(4) 森林・自然環境分野、森林等の自然資源を通じた災害防止等(Nature-based Solutions、Eco-DRR)の分野での受注実績

現状では Eco-DRR や F-DRR といった森林を活用した防災・減災事業は、国際機関ではほとんど行われていないと考えられる。一方で、日本は世界的に見て、治山事業の経験、知見が豊富な国であり、他国にはない技術も有している。

(5) 国際機関プロジェクトの受注を進める上での困難や課題

最も強調されたのが価格面での課題である。日本人の人件費は外国籍のそれと比べて高いので、日本人を多く事業に投入すれば利益は縮小する。いかに日本人の投入を抑えて、人件費の安価な外国人材を活用して事業ができるかが受注への鍵になっている。また、日本企業が外国に進出する上で、現地の法制度、税制度の理解が非常に重要である。例えば、ミャンマー国は日本と二重課税防止の租税協定を結んでおらず、結果的に両国での納税義務が生じている。そのような国では残念ながら撤退する企業も少なくない。また、国際機関の入札ではその機関の特有の手続き、業務フロー、文書様式などに精通して業務をスムーズに進める能力を持つことが高く評価される傾向にある。

(6) 国際機関プロジェクトの受注を進めるための取り組み

国際機関案件で競争力を高めるためには、価格と実績、の二点が非常に重要であることが語られた。受注実績が豊富な企業は、日本人の投入量を減らし、外国人材を積極的に登用する体制を取ることで人件費価格を削減している。海外では日本に比べフリーランス人材も多く、海外企業では LinkedIn、Devex などのサービスを通じた人材リクルートが行っているようだが、聞き取りを行った企業ではそのようなサービスはほぼ活用していないという。しっかりとした実力や信頼のある人材でなければ自社の事業やプロジェクトを任せられないことから、長年の業務経験をとおして築いてきた独自の人材ネットワークを活用している。国際機関案件の受注に向けた本社での人材育成ではなく、現地法人化(子会社)を強化して事業を遂行している。

事業実績は長期間かけて地道に実施案件を積み上げていく以外にはないが、その実施案件を積み上げる時期にいくつかの機会に恵まれたこともあったという。例えば、ミャンマーでの事業参入において他の国際機関に先駆けて日本の ODA が進出したことにより、後続の国際機関案件が JICA のマスタープランを基に形成されるなど応札する上で大きなアドバンテージが生じたという。また、国際機関案件への進出当時、ジャパントイドの案件が存在したため有利に受注を進めることができたという。また、JICA プロジェクトで共同実施した企業等からの声かけを受けて JV として受注に至ったこともあるという。

(7) 国際機関プロジェクトの受注に対する日本企業のアドバンテージ

「特にない」という回答があり、国際機関プロジェクトを受注できる企業の立ち位置を最も端的に表現していると思われた。ODA 事業における日本企業の仕事の丁寧さは相手国政府にとって手厚いやり方であることが、反面では高コスト化の一つの要因となっており、この点は日本の ODA が直面する難しい課題として注目に値するだろう。

(8) ドナーや日本政府に対しての要望や助言

アフリカなどのリスクが高い地域においては二重課税防止協定がある国での開発協力の取り組みが活発になっている印象を受ける。日本政府が多くの事業有望国において同協定を可能な限り締結することで参入障壁が多少下がるとのコメントがあった。他国在外公館の中には国際機関の担当官を複数置き、常時入札情報を得て、人材紹介もあわせて自国企業に働きかけを行っていることもあるという。そうしたサポートが受注実績にもつながっており、有効な自国の民間企業支援の一つと考えられているという。

3.2.3.4 メーカー企業の現状

国際機関案件の受注を含め自社製品の海外展開の経験や意思を持つメーカーを対象に聞き取った内容の要点は以下の通りである。

(1) 国際機関プロジェクトの案件受注への取り組み方針

国際機関プロジェクトの案件としては特にはない。

会社の多角的な展開を目指した新規事業の模索の一つとして、自社製品の海外市場への展開を目指している。JICA 案件で自社製品の活用実績から海外市場における販路拡大の可能性を感じた。

海外事業に関わった経緯は、自社製品を提供して JICA プロジェクトへ協力したことである。これを機に現地法人と契約し製品の現地生産を開始したが、結局継続的に商品が採用されるに至らなかった。

(2) 国際機関プロジェクトの受注を進める上での困難や課題

ホームページ上での公示情報の調べ方が分かりづらい。プロジェクト期間で自社製品が活用されても、それが継続的に自社製品の購入につながるケースが少ない。発注側の製品の品質にかかる基準や、知識が不足しており、価格のみでの競争になる場合が多い。中小企業の場合、海外展開に係る事業全般を一人で担当するケースも多く、本来業務は現地での商品展開、販売活路の開拓であり、国際機関の案件受注に特化した業務体制はない。そのため、多岐にわたる国際機関の案件情報を適時に入手するための労力をさけないのが現状である。

国際機関プロジェクトに限らず、モノを作るには工場が必要であり、簡単に海外に出ていくことはできない。製品の製造基準、検査基準や製品の最低限の品質をどこで担保するかなど、様々な決め事を各国で作る必要があるため商品展開が難しい。海外市場展開の難しさは、製

品の技術が盗まれ模倣品が横行することである。明確な品質基準がなければただ同じ形を真似されて、それがまかり通ってしまう。

(6) 国際機関プロジェクトの受注を進めるための取り組み

海外市場展開においては現地企業に対抗できる製品価格が求められる。日本で求められる高品質のものから、現地の基準に適した品質を適用してコストを下げる必要がある。また、公共事業に参入するための製品基準について、相手国政府の承認が取れば現地法人化をしたいと考えている。その国で事業展開がうまくいけば周辺国での展開の希望もある。また。自社の技術・製品だけの単独では事業受注することにつながらないので、個別技術を持つ企業の連合体としてのとりまとめ役が必要である。しかし、山地防災の事業規模(3~5 千万円程度)の場合、大手のゼネコン等が総括管理を配置することができず、個別の中小企業では単独で事業参画することができないものとする。

メーカーにとっては自社製品の現地販売がビジネス展開となる。国際協力事業では単発で終わることが多いのではないかという認識である。

(8) ドナーや日本政府に対しての要望や助言

個別技術、個別企業の連合体のとりまとめの役割をどこかで担ってほしい。昨今の SDGs の文脈で、事業に CO₂削減の要素を求められ、牧草の二酸化炭素固定の説明を求められるが、それらを科学的に説明するだけの根拠がない。政府や自治体の関連機関等から、そういった知見のインプットがあればビジネス展開に役立つかもしれない。

防災に対する意識が国ごとに異なる。JICA では日本の優れた防災技術の海外展開を進めているようだが、ODA 事業などを契機として、基準作りの技術指導が広まり、日本の基準がベースになれば、日本製品の需要も出てくるかもしれない。

国際機関案件の受注へ向けて、まずは海外で事業を展開する上で支援が必要である。技術的な知見のインプットや、相手国の基準作りなどに関与する ODA 事業の存在が海外展開を進める企業にとっても有用となる。

3.2.3.5 日本企業の参画に関する現状と課題

聞き取り調査の結果、国際機関プロジェクトへの参画に対するいくつかの課題が認識された。しかし、同じ日本の民間企業でも技術を売る開発コンサルタントと製品を売る製造メーカーは立ち位置が異なり、同列に論じることが難しい。ここでは、開発コンサルタントと製造メーカーとに分けてそれぞれの課題を整理し、考察を加える。

(1) コンサルタント企業の課題

事前の資料調査から得られた日本企業の受注実績の少なさを示すデータのとおり、ドナー及び企業団体、民間企業から、日本の民間企業の受注実績が少ないとの認識が得られた。その理由としてあげられたのが下記の点である。

1) 価格競争力

- ・日本の開発コンサルタントの人件費単価は国際機関案件の標準単価よりも高いため、日本の民間企業の入札価格では勝負できない。
- ・日本の厳しい品質基準に適う製品、技術も高コストの要因となっている。

2) グローバル人材・語学力

- ・事前情報収集、提案書作成、契約交渉、協議、傭人雇用、現地業務実施を全て英語(現地語)で対応でき、外国機関とのコミュニケーション能力、交渉能力のある人材が不足。
- ・現地で雇用できる信頼できる人材との関係構築、ネットワークの構築が必要。

3) 同国、同分野、同機関の経験・ノウハウ

- ・国際機関は同国・同分野・同機関での経験・評価を重く見て応札資料を評価・判断。
- ・JICA の業務実績では優位な評価を得られない。入札競争で勝つためには実績作りのため長期的な取り組みが必要となる。

日本の ODA 予算の縮小しており、今後少ないパイの中で企業同士が競合していくことが予想される。市場規模の大きな海外事業への展開は、安定した市場の確保、企業の成長を目指す上でも望ましい。既にコンサルタント業界でもこれらの課題は共有されているが、これらの対応がなかなか進まないという。その主な原因には以下のような点にもあると考えられる。

- ・国内の業務に重点を置く日本のコンサルタント企業の特質
- ・一定の技術力、経験を有し競争力のあるアジア新興国の台頭(特に中国、インド)
- ・JICA 事業と国際機関事業の実施方法の違い
- ・一国際企業/一現地企業としてのグローバル化の遅れ

日本の民間コンサルタント企業が欧米企業等と比べても国内に事業の重点が置いていることは企業団体の公開資料データでも示されている。海外への事業展開は、そのための人員

や体制の整備を含め、多く投資が必要である。海外事業を推し進めるには企業トップのリーダーシップが求められる。

また、全ての聞き取り調査対象組織から示されたとおり、国際機関事業における競争力が高い国は、アジアの新興国(特に中国とインド)であり、日本の国際競争力は高くないという現状がある。大きな理由は人件費コストの違いによる市場での価格競争力である。特に中国とインドは価格の安さだけでなく、自国での国内調達によるアドバンテージとそれを基にした豊富な実績の蓄積、新興国として一定の技術力を持つ点で強力である。先進国に比べれば自国人材の人件費は安い、自国以外での受注の際は、さらに安価な実施国の人材や企業リソースをうまく活用して事業実施している例も多い。

また、民間企業やドナー機関からは日本企業の真面目で丁寧な仕事ぶりは他国の企業に類を見ない特徴であるとの意見があった。外国籍企業はプロジェクト期間中に人員交替をすることも多く、国際機関の中には人員交替しないことで報酬が増えるようなインセンティブをつけることで人員交替を阻止することもあるという。また、工期の遅れなどの問題は珍しいことではなく、同じ国で事業をしていても日本企業が担当する JICA 事業の場合は契約上の約束事が必ず守られることが比較対象としてあげられた。このように、JICA 事業と国際機関事業においては、取り組み方や品質確保に関する責任の持ち方に隔たりがある。国際機関事業を受注するためには海外企業と組み、海外人材を使ってコストを削っていかねばならず、JICA 事業のスタンダードが身に付いた日本のコンサルタント企業はそうしたプロジェクト実施流儀には慣れておらず、また企業倫理的に受け入れられず、国際機関事業に消極的になる要因の一つとなっているとみられる。多くの国際機関も価格だけでなく価値を実現するため様々な対策を検討しており、品質が低い方に合わせることは本質ではないと見ている。そのため、質の維持とコストのバランスが常に大きな課題となる。

日本国内の受注実績豊富な企業においても、日本人材を極力投入せずに、現地人材やその他の外国籍人材を活用して海外事務所等の現地法人が主体的に事業実施にあたっているという。日本のコンサルタント企業がグローバル化することは、優秀な日本人材を活用して日本での事業実施の流儀のまま海外で事業を行うことではない。国際機関案件を受注するためには、日本の経験や流儀を一旦忘れてローカライズし、一国際企業/一現地企業として経営を実践することであるように思われる。

現在 JICA 事業の実績を持つ開発コンサルタント企業が、将来的に国際機関案件の受注を目指す上で取り組むべき方策は表 3-2-3-4 のとおりである。特に、既存の JICA 事業で国、分野の実績を蓄積すること、プロジェクトの活動を関係機関や企業とのネットワーク構築の機

会として意識的に活用することが有効である。

表 3-2-3-4 将来的な国際機関案件受注のために取り組むべき方策

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">◆ JICA 事業を通じた実績作り、現地企業、専門家とのネットワーク構築◆ 国際機関受注促進のための組織体制の整備(人員、予算)◆ 海外人材、経験者等の登用◆ 現地化及び現地拠点の活用による案件情報の質、量の増大◆ 現地パートナー企業との案件受注、JV 構成員としての実績作り◆ ローカル人材、フリーランス人材の登用による低コスト化 |
|---|

(2) メーカー企業の課題

製品の販売が本来業務である製造メーカーにとって、国際機関案件への取組みは意識されないことが多い。一方で、防災分野の製造メーカーは個人消費ではなく公共事業での取り引きを主とする。そのため、国際機関事業など国際協力における公共事業での取り引きに参画する可能性はあり、同事業を足掛かりにその国で販路拡大を図る機会はあるものと思われる。製造メーカーにとって国際機関の入札機会は企業の事業展開におけるチャンスになる可能性がある。製造メーカーが国際機関事業に参入する課題を以下に示す。

1) 価格競争力

- ・日本の製造メーカーの人件費単価、技術コストは国際機関案件の標準単価よりも高い場合が多いため、日本と同じレベルで入札価格を設定しても落札できない。
- ・日本の厳しい品質基準が高コストの要因となるため、現地に流通する製品の品質レベルに応じた品質設定が求められる。
- ・高度な技術が求められない分野では、現地企業と同水準の価格設定が求められる。

2) 製品の優位性の理解

- ・日本と同様の単価で販売を目指す場合、日本企業製品の高い品質や高い技術力への理解を広く得ることが必要になる。
- ・明確な品質基準や規格が定められた国でない場合、例え技術があっても、類似の廉価品の方が市場では優位となる。

3) 初期投資の大きさ

- ・製造メーカーは、現地の市場に参入するために現地で資材を調達し、現地で製品の生産する必要がある。そのため工場等の拠点、機材、人員雇用などの初期投資が大きく簡単には海外進出できない。

4) 相手国政府、受注プライム企業との関係構築

- ・単独で国際機関案件を受注することは困難である。特定の国際機関案件受託者から発注を受ける場合、その統括プライム企業との関係性が必要である。
- ・工事の一部として製品を納品する場合は、現地企業等の工事請負業者や相手国政府に製品を理解してもらう必要がある。
- ・日本の民間コンサルタント企業がプライムとなって受注している割合は高くないため、外国のコンサルタント企業との関係構築や売り込みも必要である。

日本の民間企業が持つ防災技術は世界的にも高品質ではある。製造メーカーが販路を海外に求めた場合、特殊な技術であれば高価格のまま市場展開できる可能性もある。一方で、高度な技術が求められない場合、現地に適した品質や仕様で低コスト化する必要がある。低コスト化においては、単に品質を現地製品に合わせるだけでは、日本の技術の優位性が活かされない。製品の品質の高さ、またその価格に見合うだけの価値を相手国や発注機関に理解してもらう取り組みが必要である。相手国に明確な品質基準や規格があれば、同基準に基づく正当な評価を得ることが期待される。各国の品質基準や制度、考え方などを予め把握することが重要である。

また、製品の生産体制を支えるための工場や拠点が必要である。進出してから相手国の事情を知るのではリスクが大きい。JICA の民間連携事業や中小企業ビジネス支援などは、企業進出が期待できる国において現地事情を調査するための有効なツールとして意義が大きい。

また製造メーカーの製品を事業実施主体となる相手国政府やプライムの開発コンサルタント企業に周知することで、製品の導入する機会を得ることが可能となる。今後、国際機関でも、日本の民間企業(開発コンサルタント)がプライム受注する案件件数が増えれば、製造メーカーにとっても間口が広がり機会の増大につながる可能性が高い。

3.2.4 国際機関案件への日本企業の参画促進へ向けた方向性

本節 3.2 の総括として、特に森林を活用した防災・減災(F-DRR)に関する日本の海外展開の展望にかかる提言をとりまとめた。本調査の目的は、特に防災(特に治山)及び気候変動適応に関する日本の民間企業の技術、知見の海外展開にあり、その足掛かりとして国際資金プ

プロジェクトの活用に着目したものである。本調査で、国際機関案件への日本企業の関わりの少なさ、その要因と課題が整理された。それらの調査結果から、森林を活用した防災・減災に関する森林セクターの事業そのものが非常に少ないことが明らかとなった。二国間援助である JICA 事業でさえ施設整備を基本とした考えが主流であり、山づくりを主とした治山技術に注目した案件形成はほとんどなされていない。発注される事業が存在しなければビジネス機会は非常に限られ、本分野で海外展開しようとする民間企業にとってのインセンティブが働かない。そのため、森林を活用した防災・減災に関する案件形成の促進も同時に取り組む必要がある。どのような案件を形成するかは、当該国政府が自国の成長戦略に則り重点分野を絞り決定していくことが基本であり、さらにプロジェクト実施機関(資金提供者)の課題戦略や専門性が反映される。出資国の戦略や方針を事業分野に反映するには、主に二国間協力やイヤーマーク基金等への拠出をすることとなる。

本調査の趣旨から見ると、将来的に森林を活用した防災・減災及び治山事業が広く展開していくことが望ましく、その点での今後の展開を、主に日本政府等による企業支援の取組としての提案を以下のとおりまとめた。

(1) 気候変動対策、NbS 等の国際潮流とのタイアップ

山づくりを通じた森林等自然資源による防災・減災は、気候変動の**適応**とさらに、多くの場合、生物多様性の保全、土壌や水の保全、森林による炭素の吸収の維持・増加や排出の抑制に寄与し、気候変動の**緩和**にも同時に貢献するクロスカッティングな課題である。世銀を始め、GCF、GEF など気候変動対策にかかる予算規模は年々拡大しており、国際的な潮流にもマッチしている。

さらに世銀では、NbS を気候変動対策の重要なキーワードと捉えており GFDRR と連携し NbS アプローチの展開を促進している。また、この NbS アプローチの中で**防災**に取り組むことは明記されており、まさに森林を活用した防災・減災、治山事業はこの枠組みに合致する。これらの国際的潮流に合わせた森林を活用した防災・減災/治山事業の重要性などの効果的なインプットを**国際的な議論、二国間対話**などの場で積極的に日本から発信することが望まれる。

(2) ラインミニストリーを超えた事業形成

二国間援助も多国間援助も多くの場合、相手国政府の窓口は事業分野の担当官庁の管轄

となる。その場合、当該の担当官庁の事業分野がプロジェクト内容にも大きく影響する。森林を活用した防災・減災、治山事業の展開を、森林・林業担当官庁を相手機関として案件形成する従来の考え方から、**異なる事業分野の一コンポーネント**としてのインプットというアプローチを拡大していくことも効果的である。例えば道路建設に付随した斜面災害防止のための法面防災や、洪水リスク削減のための構造物建設に付随した法面防災、植林等である。アジア開発銀行インドネシア事務所の聞き取りから、表向きは森林プロジェクトではなくとも、同様の活動が行われている例が実際にあることが分かった。森林・林業プロジェクトとしての案件形成にこだわらず様々なセクターに**防災コンポーネント**を取り入れられるようなアプローチの促進が期待される。これは案件形成に携わる事業者に対しての発信が効果的である。

(3) 二国間援助(JICA 事業)との連携

森林を活用した防災・減災/治山事業の展開を考える上で、国際機関事業へのインプットのみならず、**二国間援助 JICA 事業**での促進も重要である。日鉄建材の聞き取り調査によれば、フィリピンでは日本の防災製品の品質の高さを理解し、国内の安価な模倣品に頼らず海外製の製品をきちんと調達する土壌があるとの意見があった。これはフィリピンが世界有数の災害大国であること、日本がフィリピンに対して長期間に渡り防災分野のパートナー国として多くの支援を積み重ねてきたことが要因の一つであると考えられる。そういった協力を通して、**日本の技術、日本の製品に対する信頼**を得て、事前防災の重要性を理解して取り組む国情があらわれたと考えられる。また、JICA による東ティモール GCF 事業等も案件形成の基となったのは JICA 技術協力プロジェクトやセクター/プロジェクト基礎調査であるため、二国間援助(JICA 事業)での森林を活用した防災・減災/治山事業のプレゼンスの向上は、将来的に**国際機関等の事業への拡がり**やメーカーによる製品の市場展開にも効果が期待できる。

(4) 山づくりの多面的機能による価値評価/基準の動向研究

林野庁は森林の有する機能の定量的評価をウェブサイトで公開している(表 3-2-3-5)。森林の多面的機能のうち、物理的な機能を中心に貨幣評価が可能な一部の機能について、日本学術会議の特別委員会等の討議内容を踏まえて評価したものである。項目の中には、表面浸食防止、表層崩壊防止、洪水緩和、水資源貯留など防災的機能の評価も示されている。国際的な山地保全の**多面的機能の価値評価の試み／基準**についての研究動向等の調査分析は、治山事業の国際的な展開のための有用な情報となる。経済的な価値を対外的に示すことで政府の公共事業の予算執行の根拠ともなる。同様に、防災マップ、急傾斜地危険箇所、地

すべり危険箇所等のマッピング技術などとの組み合わせで、必要な箇所に適切な防災を行うことでの予算効果の提示にもつながると考えられる。

表 3-2-4-1 森林の有する機能の定量的評価

機能の種類と評価額	評価方法
二酸化炭素吸収 1兆2,391億円/年	森林バイオマスの増量から二酸化炭素吸収量を算出し、石炭火力発電所における二酸化炭素回収コストで評価(代替法)
化石燃料代替 2,261億円/年	木造住宅が、すべてRC造・鉄骨プレハブで建設された場合に増加する炭素放出量を上記二酸化炭素回収コストで評価(代替法)
表面侵食防止 28兆2,565億円/年	有林地と無林地の侵食土砂量の差(表面侵食防止量)を堰堤の建設費で評価(代替法)
表層崩壊防止 8兆4,421億円/年	有林地と無林地の崩壊面積の差(崩壊軽減面積)を山腹工事費用で評価(代替法)
洪水緩和 6兆4,686億円/年	森林と裸地との比較において100年確率雨量に対する流量調節量を治水ダムの減価償却費及び年間維持費で評価(代替法)
水資源貯留 8兆7,407億円/年	森林への降水量と蒸発散量から水資源貯留量を算出し、これを利水ダムの減価償却費及び年間維持費で評価(代替法)
水質浄化 14兆6,361億円/年	生活用水相当分については水道代で、これ以外は中水程度の水質が必要として雨水処理施設の減価償却費及び年間維持費で評価(代替法)
保健・レクリエーション 2兆2,546億円/年 注:機能のごく一部を対象とした試算である。	我が国の自然風景を観光することを目的とした旅行費用により評価(家計支出〔旅行用〕)

(引用:林野庁ウェブサイト 森林の有する機能の定量的評価)

3.3 防災・減災対策などに活用可能な森林分野の知見や技術

3.3.1 文献情報

森林を活用した減災・防災に関する学术论文や報告書等の文献情報を収集し、リスト化した(表 3-3-1-1)。本年度は 73 件である。

表 3-3-1-1(a) 収集文献リスト

	著者	年	タイトル	出典	巻号	頁
1	Issei Doi, Sumio Matsuura, Hikaru Osawa, Tatsuya Shibasaki, Shinichi Tosa	2022	How slope instability influences coseismic landslide susceptibility during earthquakes	Bulletin of Engineering Geology and the Environment	81(515)	
2	Schmitt, R. J., Bizzi, S., & Castelletti, A.	2016	Tracking multiple sediment cascades at the river network scale identifies controls and emerging patterns of sediment connectivity	Water Resources Research	52(5)	3941-3965
3	Le, T. P. Q., Garnier, J., Gilles, B., Sylvain, T., & Van Minh, C.	2007	The changing flow regime and sediment load of the Red River, Viet Nam	Journal of Hydrology	334(1-2)	199-214.
4	Le, N. D., Le, T. P. Q., Phung, T. X. B., Duong, T. T., & Didier, O.	2020	Impact of hydropower dam on total suspended sediment and total organic nitrogen fluxes of the Red River (Vietnam)	Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences	383	367-374
5	Vinh, V. D., Ouillon, S., Thanh, T. D., & Chu, L. V.	2014	Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta	Hydrology and Earth System Sciences	18(10)	3987-4005
6	Lu, X. X., Ourng, C., Le, T. P. Q., & Thuy, D. T.	2015	Sediment budget as affected by construction of a sequence of dams in the lower Red River, Viet Nam	Geomorphology	248	125-133
7	Eker R. and Aydin A	2018	Assesment of forest road conditions in terms of landslide susceptibility: a case study in Yigilca Forest Directorate, Turkey	Turk. J. Agric. and For	38(2)	281-290
8	Eker R. and Aydin A.	2016	Landslide Susceptibility Assesment of Forest Roads	Eur. J. Forest Eng.	2(2)	54-60
9	B. D. Fahey and R. J. Coker	1989	Forest road erosion in the granite terrain of southwest Nelson, New Zealand	Journal of Hydrology(N. Z.)	28(2)	123-140
10	Robert E. Bilby, Kathleen Sullivan and Stanley H. Duncan	1989	The Generation and Fate of Road-Surface Sediment in Forested Watersheds in Southwestern Washington	Forest science	35(2)	453-468
11	Alan D. Ziegler and Thomas W. Giambelluca	1997	Importance of rural roads as source areas for runoff in mountainous areas of northern Thailand	Journal of Hydrology	196	204-229
12	Brian G. McAdoo, Michelle Quak, Kaushal R. Gnyawali, Basanta R. Adhikari, Sanjaya Devkota, Purna Lal Rajbhandari, Karen Sudmeier-Rieux	2018	Roads and landslides in Nepal: how development affects environmental risk	Natural Hazards and Earth System Sciences	18	3203-3210
13	Alamgir M, Sloan S, Campbell MJ, Engert J, Kiele R, Porolak G, et al.	2019	Infrastructure expansion challenges sustainable development in Papua New Guinea	PLoS ONE	14(7)	
14	David Salter, John Howell and Stephen Eagle	2020	BIOENGINEERING FOR GREEN INFRASTRUCTURE	ADB		15pp
15	Tanyas, H., Görüm, T., Kirschbaum, D. et al.	2022	Could road constructions be more hazardous than an earthquake in terms of mass movement?	Natural Hazards	112	639-663
16	Suresh B, Dr. Vinay Dwivedi	2022	Soil Bioengineering to Deal with Soil Erosion and Landslides in Developing Nations	Technoarete Transact	1(2)	7-13
17	Sujatha, E.R., Sudarsan, J.S. & Nithiyantham, S.	2023	A review on sustainable reinforcing techniques to stabilize slopes against landslides	Int. J. Environ. Sci. Technol.		
18	Van Thang, N., Sato, G., Wakai, A., Hung, H. V., Manh, N. D., Kimura, T., ... & Kitamura, N.	2021	Landslide Investigation Results in Sapa Town, Lao Cai Province, Vietnam in December 2019	Journal of Disaster Research	16(4)	547-555.
19	Wakai, A., Watanabe, A., Van Thang, N., Kimura, T., Sato, G., Hayashi, K., ... & Manh, N. D.	2021	Stability analysis of slopes with terraced topography in Sapa, Northern Vietnam: semi-infinite slope assumption with specific lengths for slope failure	Journal of Disaster Research	16(4)	485-494
20	Dang, T. H., Coynel, A., Orange, D., Blanc, G., Etcheber, H., & Le, L. A.	2010	Long-term monitoring (1960–2008) of the river-sediment transport in the Red River Watershed (Vietnam): Temporal variability and dam-reservoir impact.	Science of the Total Environment	408(20)	4654-4664
21	Ranzi, R., Le, T. H., & Rulli, M. C.	2012	A RUSLE approach to model suspended sediment load in the Lo river (Vietnam): Effects of reservoirs and land use changes	Journal of Hydrology	422	17-29
22	Ngo, T. S., Nguyen, D. B., & Rajendra, P. S.	2015	Effect of land use change on runoff and sediment yield in Da River Basin of Hoa Binh province, Northwest Vietnam.	Journal of Mountain Science	12	1051-1064
23	Nguyen, T. C., Whelan, M., & Nichols, J. D.	2022	Soil erosion response to land use change in a mountainous rural area of Son La Province of Vietnam	Environmental Monitoring and Assessment	194(3)	149
24	Pham-Thi, T. H., Matsumoto, J., & Nodzu, M. I.	2022	Evaluation of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data on sub-daily rainfall patterns in Vietnam	Science of the Earth	44(1)	33-54

表 3-3-1-1(b) 収集文献リスト

	著者	年	タイトル	出典	巻号	頁
25	PHAM-THI, T. H., & Matsumoto, J.	2021	Intercomparison of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) using rain-gauge observations based on multiple temporal resolutions in Vietnam	Geog. Reps. Tokyo Metrop. Univ	56	33-44
26	Shimizu, K., & Saito, H.	2021	Country-wide mapping of harvest areas and post-harvest forest recovery using Landsat time series data in Japan	International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation	104	102555
27	Didit Adytia, Semeidi Husrin	2019	Numerical Simulations of Nonbreaking Solitary Wave Attenuation by a Parameterized Mangrove Forest Model	International Journal of Engineering & Technology	8 (1.9)	10-16
28	Daniel M. Alongi	2008	Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change	Estuarine, Coastal and Shelf Science	76	1-13
29	Tran Quang Bao	2011	Effect of mangrove forest structures on wave attenuation in coastal Vietnam	OCEANOLOGIA	53 (3)	807-818
30	F. Dahdouh-Guebas, L.P. Jayatissa, D. Di Nitto, J.O. Bosire, D. Lo Seen and N. Koedam	2005	How effective were mangroves as a defence against the recent tsunami?	Current Biology	15(12)	R444
31	Ahmad Mustafa Hashim, Sim Mong Pheng Catherine and Husna Takaijudin	2012	Effectiveness of Mangrove Forests in Surface Wave Attenuation: A Review	Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology	5(18)	4483-4488
32	Ahmad Mustafa Hashim and Sim Mong Pheng Catherine	2013	A Laboratory Study on Wave Reduction by Mangrove Forests	APCBEE Procedia	5	27 - 32
33	E.M. Horstman, C.M. Dohmen-Janssen, P.M.F. Narra, N.J.F. van den Bergb, M. Siemerink, S.J.M.H. Hulscher	2014	Wave attenuation in mangroves: A quantitative approach to field observations	Coastal Engineering	94	47-62
34	Semeidi Husrin, Agnieszka Strusińska, and Hocine Oumeraci	2012	Experimental study on tsunami attenuation by mangrove forest	Earth Planets Space	64	973-989
35	Kosuke Timura, Norio Tanaka	2012	Numerical simulation estimating effects of tree density distribution in coastal forest on tsunami mitigation	Ocean Engineering	54	223-232
36	H. Ismail, A. K. Abd Wahab, N. E. Alias	2012	Determination of mangrove forest performance in reducing tsunami run-up using physical models	Natural Hazards	63	939-963
37	Ernie Amira Kamil, Husna Takaijudin, Ahmad Mustafa Hashim	2021	Mangroves As Coastal Bio-Shield: A Review of Mangroves Performance in Wave Attenuation	Civil Engineering Journal	7(11)	1964-1981
38	Kiernan Kelty, Tori Tomiczek, Daniel Thomas Cox, Pedro Lomonaco and William Mitchell	2022	Prototype-Scale Physical Model of Wave Attenuation Through a Mangrove Forest of Moderate Cross-Shore Thickness: LiDAR-Based Characterization and Reynolds Scaling for Engineering With Nature	Front. Mar. Sci.	8	780946
39	Alexander M. Kerr, Andrew H. Baird, Stuart J. Campbell	2006	Comments on "Coastal mangrove forests mitigated tsunami" by K. Kathiresan and N. Rajendran [Estuar. Coast. Shelf Sci. 65 (2005) 601e606]	Estuarine, Coastal and Shelf Science	67	539-541
40	Ambar Kristiyanto, Haryo Dwito Armono, Soemarno	2013	Sea Wave Transmission at the Mangrove Forest of Rhizophora Sp	The International Journal Of Engineering And Science	2(7)	9-17
41	Wei Kit Lee, Serene H.X. Tay, Seng Keat Ooi, Daniel A. Friess	2021	Potential short wave attenuation function of disturbed mangroves	Estuarine, Coastal and Shelf Science	248	106747
42	Ikha Magdalena, Raynaldi La'lang, Renier Mendoza	2021	Quantification of wave attenuation in mangroves in Manila Bay using nonlinear Shallow Water Equations	Results in Applied Mathematics	12	100191
43	Darryl E. Maroisab & William J. Mitschb	2015	Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands - a review	International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management	11(1)	71-83
44	Mazda, Y., Magi, M., Kogo, M., & Hong, P. N.	1997	Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King delta, Vietnam	Mangroves and Salt marshes	1	127-135
45	Yoshihiro Mazda, Eric Wolanski, Brian King, Akira Sase, Daisuke Ohtsuka and Michimasa Magi	1997	Drag force due to vegetation in mangrove swamps	Mangroves and Salt marshes	1	193-199
46	Parvathy K G and P K Bhaskaran	2017	Wave attenuation in presence of mangroves: A sensitivity study for varying bottom slopes	The International Journal of Ocean and Climate Systems	8(3)	126-134

表 3-3-1-1(c) 収集文献リスト

	著者	年	タイトル	出典	巻号	頁
47	K.L. Phan, M.J.F. Stive, M. Zijlema, H.S. Truong, S.G.J. Aarninkhof	2019	The effects of wave non-linearity on wave attenuation by vegetation	Coastal Engineering	147	63-74
48	Quartel, S., Kroon, A., Augustinus, P. G. E. F., Van Santen, P., & Tri, N.	2007	Wave attenuation in coastal mangroves in the Red River Delta, Vietnam	Journal of Asian Earth Sciences	29	576-584
49	Reimann, S., Husrin, S., Strusińska, A., & Oumeraci, H.	2009	Damping Tsunami And Storm Waves By Coastal Forests-Parameterisation And Hydraulic Model Tests	FZK-Kolloquium'Potenziale für die Maritime Wirtschaft', Hannover.		
50	SV, S., Vethamony, P., Bhaskaran, P. K., Pednekar, P., Jishad, M., & James, R. A.	2019	Attenuation of Wave Energy Due to Mangrove Vegetation off Mumbai, India	Energies	12(22)	4286
51	Shepard, C. C., Crain, C. M., & Beck, M. W.	2011	The protective role of coastal marshes: a systematic review and meta-analysis	PloS one	6(11)	e27374
52	Teh, S. Y., Koh, H. L., Liu, P. L. F., Ismail, A. I. M., & Lee, H. L.	2009	Analytical and numerical simulation of tsunami mitigation by mangroves in Penang, Malaysia	Journal of Asian Earth Sciences	36(1)	38-46
53	Wang, Y., Yin, Z., & Liu, Y.	2022	Experimental investigation of wave attenuation and bulk drag coefficient in mangrove forest with complex root morphology	Applied Ocean Research	118	102974
54	Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A., & Tanavud, C.	2009	The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis	Estuarine, Coastal and Shelf Science	81(1)	27-37
55	Zhang, Y., Yang, Y., Yang, K., Tan, X., Sun, X., Leng, B., ... & Zhu, B.	2020	Non-linear wave attenuation quantification model improves the estimation of wave attenuation efficiency of mangroves	Estuarine, coastal and shelf science	245	106927
56	Kathiresan K, Rajendran N	2005	Coastal mangrove forests mitigated tsunami	Estuarine, Coastal and Shelf Science	65	601-606
57	Kerr MA, Baird AH, Campbell SJ	2006	Comments on "Coastal mangrove forests mitigated tsunami" by K. Kathiresan and N. Rajendran [Estuar. Coast. Shelf Sci. 65 (2005) 601-606]	Estuarine, Coastal and Shelf Science	67	539-541
58	Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A., & Tanavud, C.	2009	The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis	Estuarine, Coastal and Shelf Science	81(1)	27-37
59	Yanagisawa, H., Koshimura, S., Miyagi, T., & Imamura, F.	2010	Tsunami damage reduction performance of a mangrove forest in Banda Aceh, Indonesia inferred from field data and a numerical model	Journal of Geophysical Research: Oceans	115(C6)	
60	Hideaki YANAGISAWA, Toyohiko MIYAGI, Shigeyuki BABA	2021	Mitigation effects of mangrove forests on tsunami impacts in Upolu Island, Independent State of Samoa-Field surveys and numerical modeling of the 2009 event	MANGROVE SCIENCE	12	3-10
61	Forbes K. and Broadhead J	2007	The role of coastal forests in the mitigation of tsunami impacts	FAO, Bangkok		30pp
62	Duyen, T. N. L., Tien, N. D., Ngoc, N. N. K., Thuy, P. T., & Van Tich, V.	2022	Determinants of swidden communities' land-use decision-making for different crops in Son La and Nghe An provinces, Vietnam	Land Use Policy	119	106190
63	Ehara, M., Hyakumura, K., Nomura, H., Matsuura, T., Sokh, H., Leng, C.	2016	Identifying Characteristics of Households Affected by Deforestation in Their Fuelwood and Non-timber Forest Product Collections: Case Study in Kampong Thom Province, Cambodia	Land Use Policy	52	92-102
64	Ehara, M., Hyakumura, K., Sato, R., Kurosawa, K., Araya, K., Sokh, H., Kohsaka, R.	2018	Addressing Maladaptive Coping Strategies of Local Communities to Changes in Ecosystem Service Provisions Using the DPSIR Framework	Ecological Economics	149	226-238
65	Ehara, M., Matsuura, T., Gong, H., Sokh, H., Leng, C., Choeng, HN., Sem, R., Nomura, I., Tsuyama, I., Matsui, T., Hyakumura, K.	2023	Where do people vulnerable to deforestation live? Triaging forest conservation interventions for sustainable non-timber forest products	Land Use Policy	59	

表 3-3-1-1(d) 収集文献リスト

	著者	年	タイトル	出典	巻号	頁
66	Hirohiko Minematsu and Osamu Akita	1987	A New design criterion for a forest-road culvert	日林誌	69(12)	489-491
67	白澤純明・斎藤仁志・戸田堅一郎・多田泰之・大丸裕武	2018	高解像度DEMを利用した崩壊危険地推定—路線選定支援を目的として—	森林利用学会誌	33	123-131
68	川村喜一郎・大久保泰邦・Le Quoc Hung・熊谷勇河・藤田勝・Nguyen Ho Kharn	2020	2017年8月にベトナム北部で発生した土砂災害の調査報告と新しい調査方法の検討	第 10 回土砂災害に関するシンポジウム論文集		205-212
69	Hirohiko Minematsu and Osamu Akita	1987	A New design criterion for a forest-road culvert	日林誌	69(12)	489-491
70	白澤純明・斎藤仁志・戸田堅一郎・多田泰之・大丸裕武	2018	高解像度DEMを利用した崩壊危険地推定—路線選定支援を目的として—	森林利用学会誌	33	123-131
71	川村喜一郎・大久保泰邦・Le Quoc Hung・熊谷勇河・藤田勝・Nguyen Ho Kharn	2020	2017年8月にベトナム北部で発生した土砂災害の調査報告と新しい調査方法の検討	第 10 回土砂災害に関するシンポジウム論文集		205-212
72	海津正倫	1998	ガンジスデルタの地形と高潮災害	地学雑誌	107	137-141
73	松田義弘	2010	マングローブ環境物理学	東海大学出版		378pp

3.3.2 日本地球惑星科学連合 2022 年大会での研究動向と議論

2022 年 5 月に日本地球惑星科学連合 2022 年大会に参加し、ベトナムでの現地調査の進捗を発表し、関連する情報交換を行った(図 3-3-2-1)。



Topography, geology, rainfall and land-use of the landslide areas in northwestern Vietnam



Takahisa Furuichi ^{1, 2)}, Wataru Murakami ¹⁾, Takashi Okamoto ¹⁾, Katsuto Shimizu ¹⁾, Takuma Watakabe ¹⁾, Satoshi Yamaguchi ¹⁾, Hiromu Dainiwa ³⁾

¹⁾ Forestry and Forest Products Research Institute

²⁾ University of the Sunshine Coast

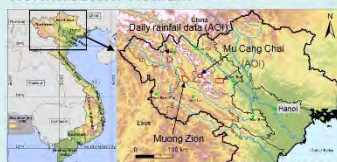
³⁾ Ishikawa Prefectural University

Contact: furuichi@ffpri.affrc.go.jp (Taka Furuichi)

Summary

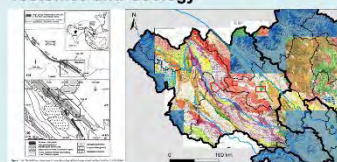
- The northwestern Vietnam has suffered from disasters by landslides and debris flows at higher rates than any other regions in the country. We reported last year (Furuichi et al. 2021) that analysis of satellite images indicated shallow landslides recently occurred in high-altitude mountainous areas underlain by igneous and pyroclastic rocks, and that deep-seated, devastating landslides also recently occurred in mountainous areas underlain by sedimentary rocks with fold structures.
- Field reconnaissance this year has revealed that thickness of a weathered layer on the slope where shallow landslides occurred is more or less 1 to 2 m, while a weathered layer in other lithology can be thicker, which may be related to distribution of terraced fields on the slopes. Forest cover appears to be a likely factor for landslide occurrence.
- Road-side failures are a common problem in the region, which may typically occur at locations where different types of the bedrocks contact, water comes out from a shallow valley or depression (shallow valley or depression), and a larger landslide previously occurred upslope. These geomorphological features will be highly indicative for landslide susceptibility evaluation, i.e. landslide risk mapping.

Northwestern Vietnam



- Regions of Vietnam (left) and study areas (Mu Cang Chai in Yen Bai Province and Muong Zion in Son La Province) in the northwestern region of Vietnam (right)
- The northwest region is most mountainous in the country, where the largest number of fatalities by landslides and debris flows has been recorded between 1991 and 2015. The highest mountains stretch along the area between the Red and Da Rivers.

Tectonics and Geology



- Tectonic setting (left) and geology (right) of northwestern Vietnam. Geology is based on the 1:200,000 geological and mineral resources maps of Vietnam published by Department of Geology and Minerals, Vietnam.
- The Red River Fault (RRF) is a major geological discontinuity that separates Indochina from South China. Geology to the south of the RRF is characterized by the fold structure lithologically consisted of Paleozoic and Mesozoic sedimentary rocks massively including limestone. The high mountains between the Red and Da Rivers are built by mostly Mesozoic volcanic and pyroclastic rocks. Metamorphic rocks occur along the fault.

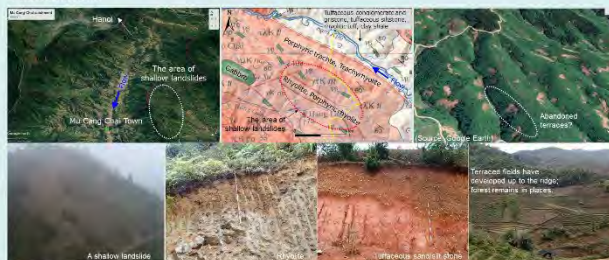
Rainfall



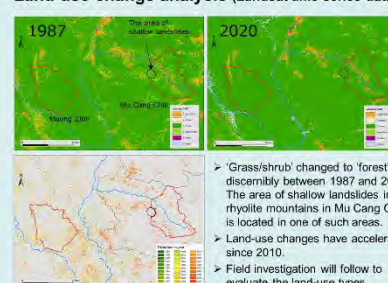
- Monthly rainfall in Son La City (above) and daily rainfall in a mountain area in Lai Chau (below; see the location in the topographic map to the left) in northwestern Vietnam
- A large landslide likely occurred during the heavy rainfall event in June 2018 in Lai Chau.

Shallow landslides in the rhyolite mountains (Mu Cang Chai)

- Shallow landslides are distributed on the slope facing south, suggesting the triggering rain occurred by southerly wind.
- Depth of the slip-surface was more or less 1 to 2 m deep, corresponding to the bottom of the weathered layer.
- On the mountain underlain by tuffaceous sedimentary rocks (the right bank of the river), weathered layers are thicker than that in the rhyolite mountain (the left bank of the river). Development (i.e. thickness) of the weathered layers is likely affecting distribution of terraced fields.
- Forest cover appears to be a possible factor for landslide occurrence. Abandoned terraced fields may also be prone to induce landslides.



Land-use change analysis (Landsat time-series data)



Catchment-scale sediment discharge

- A research focus will be given to sediment discharge at a catchment-scale as sedimentation downstream is an environmental issue in the region.
- Collaborative monitoring work will be initiated at a hydrometeorological station.



Reference
Furuichi T, Dainiwa H, Murakami W, Okamoto T. 2021. Landslides in humid-temperate mountainous areas in northwestern Vietnam perceived by satellite images. JpGU 2021, HDS10-03, Abstract.

Acknowledgement
This study is supported by Project for International Promotion of Japanese Forestry Techniques of the Forestry Agency, commissioned to the Forestry and Forest Products Research Institute, Vietnamese Academy of Forest Sciences provided kind and efficient assistance in the fieldwork.

Road-side failures in a sedimentary-rock area (Muong Zion)

- Road-side failures often occur at locations where 1) different types of the bedrocks contact, 2) water comes out from a shallow valley or depression upslope, and 3) landslides previously occurred along.
- Mapping of geological boundaries, stream/valley patterns, and mountain-slope landforms along the roads will provide an indication for landslide susceptibility/risk mapping.



[Site 1: Bedrock boundary]

[Site 2: A shallow valley]

[Site 3: A landslide upslope]

図 3-3-2-1 日本地球惑星科学連合 2022 年大会におけるプロジェクト成果の発表

また、関連するセッションに参加し、地球科学分野における斜面災害や土砂流出、気候変動に関する最新の研究動向を調査した。参加したセッションは以下の通りである。

- ・HDS-09: 人間環境と災害リスク
- ・H-GG01: 自然資源・環境に関する地球科学と社会科学の対話
- ・H-DS11: 湿潤変動帯の地質災害
- ・H-DS07: 地すべり
- ・CG35: 熱帯におけるマルチスケール大気海洋相互作用
- ・AS01: 東アジアの異常天候・都市災害と気候変動

注目された研究例としては、温暖化によって台風の発生頻度が全球レベルでは減るという計算結果である。4 度上昇シナリオでは現在の発生頻度から 33%減少すると予想されている(図 3-3-2-2)。発生頻度の変化には地域差があり、4 度上昇シナリオでは、本プロジェクトが注目する南シナ海～大陸部東南アジアでは台風発生／到来頻度は減少し、北太平洋の中緯度地域では台風発生頻度が増加すると予想されている(図 3-3-2-3)。一方、ベトナム国が独自に行った気候変動計算からは、温暖化によって平均日最大雨量がベトナムのほぼ全土で増加すると予測されている(図 3-3-2-4)。ベトナムでは台風だけでなく地域性あるいは局地性の大気擾乱(積乱雲の発生)も災害につながる豪雨を発生させている。気象学では一般に温暖化によって低緯度地域の大気は安定化すると理解されており、台風発生頻度で代表される大雨頻度は減るとの予測と調和的である。しかし一方で、ベトナム国の計算結果は、大雨頻度が減る中で、大雨の強度は高まるという見方を提示していることになり、山地災害リスクとの関連で注目される。

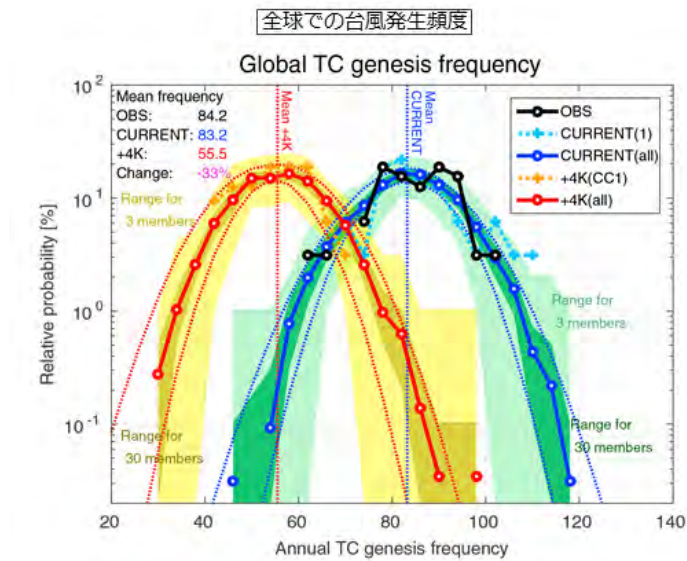


図 3-3-2-2 温暖化による全球での台風頻度の変化予測 (Yoshida et al., 2017. Geophysical Research Letters)

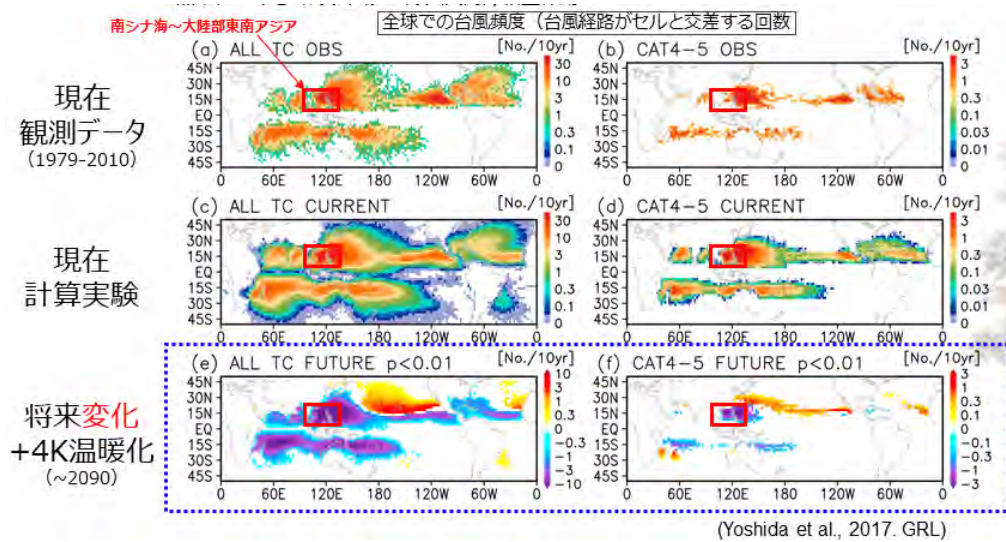


図 3-3-2-3 温暖化による台風発生頻度変化の分布. 図中で赤～黄色で示された地域では頻度増加, 水色から紫で示された地域では頻度減少を示す. (Yoshida et al., 2017. Geophysical Research Letters)

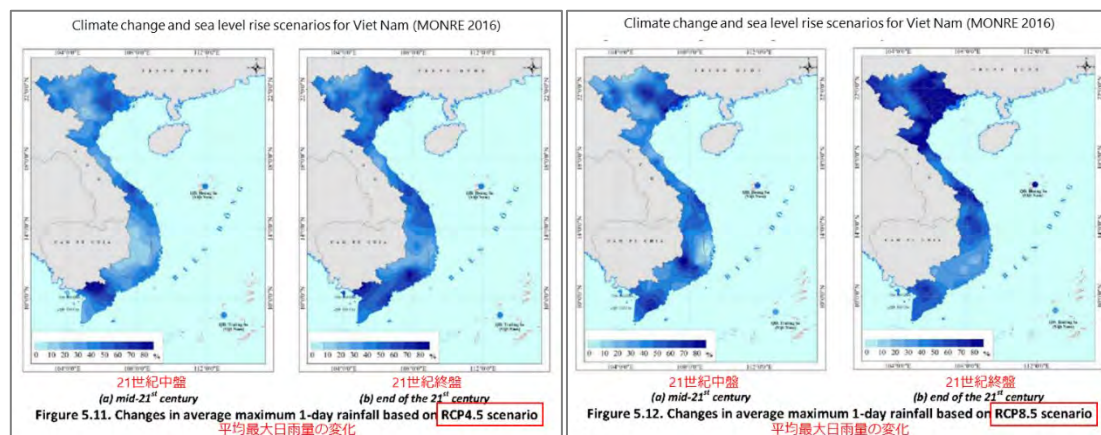


図 3-3-2-4 温暖化によるベトナムでの平均日最大雨量の変化予測. 左右の図では異なる温暖化シナリオの計算結果が示されている. 青色の凡例は増加度(%)を示す. (MONRE, 2016. Climate Change and Sea Level Rise Scenarios for Viet Nam)

3.3.3 日本地すべり学会 2022 年大会での研究動向と議論

2022 年 9 月の日本地すべり学会で開催された特別セッション「海外と日本の斜面对策技術の違い」(斜面防災技術国際化委員会共催)に参加し情報収集した。プログラムは以下の通りである:

- ・榎田充哉(国土防災(株)):海外と日本の斜面对策工設計ソフトの違い
- ・上野雄一(日特建設(株)):日本と諸外国での切土法面勾配の設定方法の比較
- ・岩佐直人((株)藤井基礎設計事務所):地山補強土工法に関する海外と日本の違いについて
- ・檜垣大介(日本工営(株)):ネパールにおけるバイオエンジニアリングによる斜面保護工法
- ・廣田清治(国際航業(株)):ヒマラヤ山脈南麓ブータン国の斜面对策

本セッションの背景の一つは、海外で日本の手法を活用するに当たっては日本の手法の課題や問題点を知っておくことが重要であるという認識である。日本の手法には時として理論的背景に乏しい(経験則に基づくのみで合理的な説明が伴っていない)設計基準等もあるのが現実であるが、そのことが知られていないため日本の技術者が現地で困難に直面することがあるという。海外の手法は理論的背景がしっかりしており、より進んでいる技術も多いという。本プロジェクトをはじめ森林技術の国際展開へ向けた取り組みでは日本の技術の優位性が抽象的に強調される場合が多いが、こうした認識は、日本の技術に優位性があるとする主張・理解に潜む盲点として留意しておく必要があろう。特に国際機関案件では国際的な人材を活用し

て事業を展開していく必要があることを踏まえてこの点の重要性を理解する必要があると考えられる。

また、プログラムの中で特に注目された情報の一つは、檜垣の報告にあったネパールにおける Bio-engineering である。英国人技術者を中心にネパール土木交通省の Geo-Environmental Unit が 1997 年にまとめた技術体系であり、その大目的は「生きた植生と土木構造物、または植物起源の材を使い、浅層の斜面安定と侵食軽減を図る」ことであるという。この目的は日本の治山技術に極めて類似しているといえよう。技術の個別目的は：

- ・道路法面对策
- ・流域保全
- ・斜面保護(表層の安定化)

であり、これら目的に対して、Bamboo fencing、Jute netting、Straw matting、Grass planting、Grass seeding、Trees、fruits and bamboo planting、Live wattling and terracing、Palisades、Vegetated stone pitching などの手法が用いられる(図 3-3-3-1)。檜垣の解説によれば、土砂移動プロセスの土層状態に合った植生を選択すること、それにマッチする構造物を組み合わせること、斜面をセグメントに分けて同じ土砂移動プロセスの範囲を特定してそれぞれに応じた植生・工法を適応することが鍵となるという。ネパールでのこうし

た先駆的な取り組みが現在どのように展開されているのかが分かれば、日本の森林技術企業等が国際機関案件へ参入していく際に有用な情報になると思われる。



上：1998年7月
下：2013年10月

図 3-3-3-1 Bio-engineering を施した場所の
土地被覆変化(檜垣 2022; 日本地すべり学会
特別セッション)

第4章 途上国の森林の減災・防災等の機能強化に資する技術等の開発

4.1 背景と目的

4.1.1 気候変動や土地改変に伴う山地災害、高潮被害等の世界的な激甚化

1950年頃以降、台風、ハリケーン、サイクロンを含む低気圧の異常な発達等に伴って、山岳地域の山地災害及び沿岸域の高潮災害の災害外力（ハザード）となる豪雨の強度増加や頻度上昇、潮位の異常上昇などの多くの極端現象が地球規模で観測されている。IPCCのRCPシナリオによる将来予測では、これらの極端現象は今後も21世紀にわたってより強く、また頻繁となると指摘されており、今後世界的な災害の激甚化が危惧されている。こうした気候変動に伴う極端現象は先進国のみならず開発途上国においても影響を受け、特に雨季に大雨が降る低緯度のアジア地域の開発途上国では、豪雨の強度や頻度が高まることが懸念されている。

一方、経済発展の著しい開発途上国では、人口の急増や生産力増大のために林地から農地等への人為的な改変がしばしば行われる。山岳地域における無秩序な森林伐採や排水機能を考慮しない道路開設は斜面の脆弱性を増大させ、豪雨時の斜面崩壊や表面侵食等の山地災害を引き起こすだけでなく、山麓に生活する人々の生計の手段である農地や家屋に被害が及び、時に人命をも奪う深刻な災害となる。また、沿岸域でのマングローブは、高い消波効果を発揮するだけでなく、マングローブの根系が護岸の役割を果たして海岸侵食を軽減することから、これを伐採して養殖池や農地、水田を開発することにより護岸の機能が失われ、高潮発生時に浸水被害が内陸部へ拡大する結果を招いている。こうした無秩序な土地改変は自然システムの脆弱性や暴露を高め、ハザードの増大と相まって極端現象に対する災害リスクを一層増大させている。

4.1.2 森林の防災・減災機能（F-DRR）を最大化する治山技術の可能性

国家の経済が急速に成長する際に、不適切な土地利用が原因となって山地災害が頻発化する事例は日本を含め世界各地で認められる。一般的に産業活動が活発化し人口が急増する経済成長期には伝統的な土地利用のルールが軽視される傾向が強く、災害リスクの高い土地が利用されることで山地災害の発生につながりやすい。わが国も明治期の近代化や第二次

大戦後の復興に伴う木材や薪炭の需要増大が山地の過度な利用を生み、山地災害の多発化を招いたことがある。こうした歴史を教訓に、わが国では現在にわたるまで「砂防」と「治山」の両事業による防災施策が講じられるようになった。前者の砂防事業は主にコンクリート製の防災施設の整備(グレーインフラ)を整備して荒廃流域の保全及び土石流等の土砂災害から人命や財産を直接的に守ることを目的とする。一方で我が国の治山事業は、その豊かな経験を糧に森林整備と補助的な施設を組み合わせ(グリーンインフラ)森林の防災・減災機能(Forest-based Disaster Risk Reduction; F-DRR)を最大化する独自の治山技術を発達させた。治山技術は山地災害に対するレジリエンスを高めるだけに留まらない。居住地周辺や沿岸域に整備された土砂流出防備林、水害防備林、防潮林、防風林、飛砂防備林などの防災林(保安林)は土砂流出や洪水、津波、高潮、強風など自然の猛威から生活空間を保護してくれるバッファゾーンとなる。このように、治山技術で整備された森林の防災・減災効果はきわめて幅広く多岐に渡るうえ、コンクリート構造物に過度に依存することがないため、今後本格的な災害対策を進めようとする開発途上国にとって過剰な財政負担への懸念を抑えられるという観点から適用可能性が高いと期待される。

近年の経済発展が著しい東南アジアの開発途上国は多雨気候のため歴史的に斜面崩壊のみならず洪水による被災者も極めて多く、将来の気候変動による土砂・洪水災害の大規模化が危惧されている。その例として、ベトナム社会主義共和国では2020年の10月から11月にかけて異例の数の台風や熱帯低気圧が続けざまに上陸、接近し、山岳地域及び沿岸地域に深刻な山地災害や洪水災害をもたらした。国際連合人道問題調整事務所(OCHA)によれば、一連の災害は同国に243人の死者・行方不明者の他、約150万人に直接的被害をもたらしたと発表されている。治山技術による山地域の森林整備は山地からの土砂流出量の低減を通じて河床上昇による洪水被害を緩和するため、山地災害のみならず水害までも含めた国土全体の総合的な防災対策に大きく貢献できると期待される。治山技術はさらに森林の炭素固定による温暖化対策への貢献も期待できるという点でも優れている。

治山技術はこのような多岐にわたる利点を持つ一方で、適切な土地利用計画や土地利用制限、住民の防災・環境意識を向上するための啓蒙を伴わないと効果を発揮しにくい技術体系でもあるという一面を併せ持つ。例えば、居住地の周辺に防災林が整備されても、適切な利用制限が無いと私的な乱獲が放置されて防災林の破壊につながることもある(いわゆるコモンズの悲劇)。しかし、世界的にSDGs(持続可能な開発目標)が重視される今日にあっては、このような土地利用計画や啓蒙を必要とするという治山技術の特性は、むしろ、住民の防災意識の向上につながりやすいという利点にもなりうる。

とくに災害が起こりやすいモンスーンアジア地域では、適切な土地利用の制限は局所的・短期的には経済活動を制限する側面もあるが、長期的な国家的視点で見れば、住民の安全につながることは疑いようがない。わが国でも、災害リスクの高い場所での宅地開発が災害につながっていると指摘される事例はきわめて多いが、防災・減災対策の策定がこれから本格化する発展途上国にあって、山岳地域においては計画的な土地利用と防災意識の普及啓発を必須とする治山技術を、沿岸地域においてはマングローブ等による高潮被害に対する沿岸域の防災・減災機能の評価と保全策を早期に導入しておき、土地の持つ災害リスクについて意識を深めておくことは、将来的に防災予算の低減や民生の安定にもつながるもので、未来への投資という点でも費用対効果は極めて高いと考えられる。

政府と住民の間の合意可能性が高く実効性の高いゾーニングを行うには、科学的知見にもとづいて、土地に潜む災害リスクを出来るだけ正確に評価するとともに、迅速・かつ効果的な形で住民に周知する必要がある。そのためには、地域の生態系や社会的文化的な背景の理解を踏まえ、近年発達が著しい情報技術の活用が不可欠であり、とくにリモートセンシングや、AI の技術を導入することで、ゾーニング技術を高度化することが期待できる。本課題では、日本の治山技術が蓄積してきた山地災害予測技術に、リモートセンシングや AI などの最新の情報技術を組み合わせて、途上国に対して森林の防災・減災機能を活用した防災技術の実装に貢献するものである。

4.1.3 本課題の目的

開発途上国のベトナム社会主義共和国(以下、ベトナム)の山岳地域と沿岸地域を調査対象地域に設定し、同国の森林や山岳地域及び海岸地域に関する歴史、社会経済を踏まえた上で、日本の治山技術を同国に効果的に適用させるための技術開発を行う。山岳地域においては、森林の防災・減災機能を強化する日本の治山技術やリモートセンシング技術を現地に適用し、有効性の検証と課題の改善を通じて適用技術を開発する。沿岸域においては、高い消波効果を発揮するマングローブ林の高潮時における防災・減災機能の評価するとともに、マングローブ林保全に関する技術的指針を提示する(図 4-1-3-1)。



図 4-1-3-1 途上国の森林の減災・防災等の機能強化に資する技術等の開発フロー

4. 1. 4 現地カウンターパートとの協力体制の構築

本課題を効率的に遂行するため、現地カウンターパートとして、ベトナム北西部山岳域の山地災害及び沿岸域の高潮災害に関する調査研究を推進するベトナム森林科学アカデミー (Vietnamese Academy of Forest Sciences) と令和 2 年度に MOU を締結し、以降、調査・研究における協力体制を構築している。

ベトナム森林科学アカデミーは、同国の農業農村開発省 (the Ministry of Agriculture and Rural Development; MARD) 傘下の特別科学組織 (Special scientific organization) として首都ハノイに本部を置く機関であり、同国における森林研究、開発及び拡大に関する科学研究、技術移転、大学院教育、国際協力等を実施している。

4.2 日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発

4.2.1 ベトナム北西部山間地における山地災害及び自然・社会環境に関する調査の流れ

調査対象国であるベトナムの山岳地域では、気候変動に伴う極端な豪雨の強度・頻度の増大や、市場経済の拡大等による森林から農地等への無秩序な土地改変によって、斜面崩壊をはじめとする山地災害が多発し林地の荒廃が進んでいる。同国の山地災害を防止・軽減することを目的として、森林の防災・減災機能を最大限に発揮させる日本の治山技術をベトナム国に効果的に適用するために必要な手法を、同国の自然環境条件や社会情勢を考慮しながら開発する。本目的の達成のため、ベトナム北西部山岳地域の荒廃林地を対象に現地踏査を実施し、斜面崩壊等の発生場や発生形態、植生被覆との関係等を把握する。また林地の荒廃には不適切な森林路網の作設に起因することも多いことから、林道等の整備状況についても調査する。さらに対象地域における森林の伐採、農地転換、居住地域の変遷など土地利用の実態や地域住民の山地災害に対する意識等を現地調査や文献調査によって把握する。この他、治山事業計画の策定に必要となる、同国の地形・地質・降水量等の広域データセットの整備状況を調査し、GIS 基盤データへの供用可能性を明らかにするための品質確認を行う。本課題の調査フローを図 4-2-1-1 に示す。本課題 4.2 はリスクマップ作成に関する課題 4.3 と強く連携することから、同図は課題 4.3 を含めたかたちとなっている。このようにして得られた、林地の荒廃、林道の整備、土地利用の情報を課題 4.3 に受け渡すことにより、リモートセンシング技術による斜面崩壊リスクマップ及び森林管理マップの作成の一助とする。また課題 4.3 と連携して山地災害リスクと木材生産の収益性に基いて、土地利用の判断基準となるような森林のゾーニング技術を開発する。

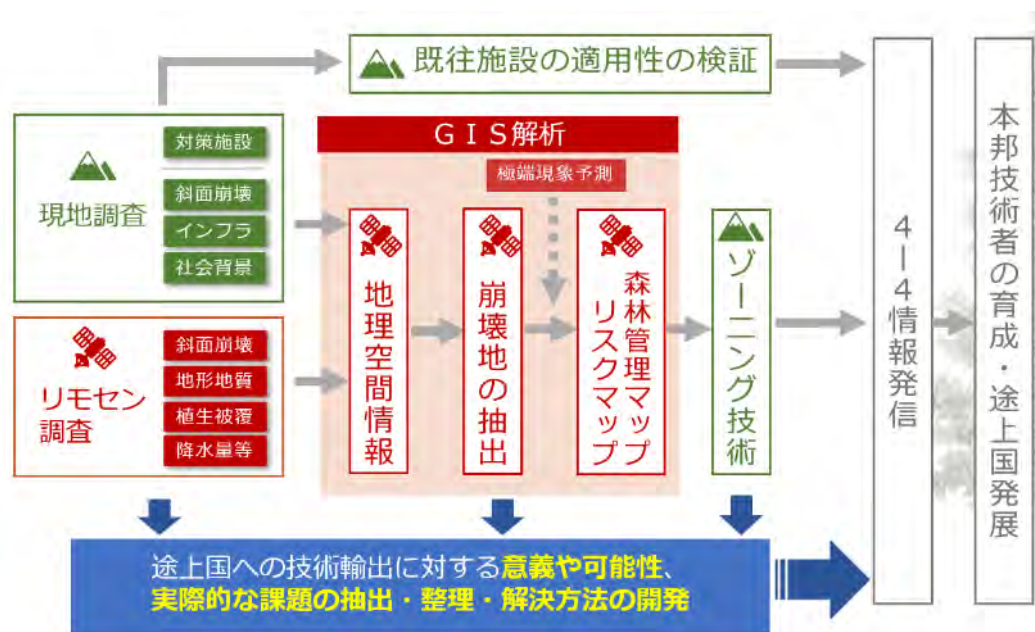


図 4-2-1-1 課題 4.2 及び 4.3 の調査開発フロー

4.2.2 ベトナム北西部における山地災害と防災対策に関する現地調査

4.2.2.1 ベトナム北西部の中山間地域における土砂流量観測

大陸部東南アジアの山地では斜面や溪流の侵食によって上流域から流出した土砂が下流域での災害リスクや環境リスクを高めるといった負のインパクトを与えていることが指摘されている。ベトナム北西部の山地もその例外ではない(図 4-2-2-1)。ベトナム北西部の主要部を成すダー川流域においても、流出土砂が河床に堆積して河床高度を上げることで洪水氾濫リスクを高めている、流出土砂がホアビン・ダム(Hoa Binh Dam)のダム湖を予想以上の早さで埋積し貯水能力を低下させ遂にはダム寿命を短縮する、といった問題が指摘されている。しかし上流域における侵食の実態調査は、土地利用の違いによる侵食量の違いを 10^{2-3} m^2 スケールの調査プロットで計測する、あるいは 10^{3-4} km^2 スケールの流域(ダム等)での既往観測データを分析するものが殆どであり、前者では特定の場所での特定の土地利用における表面侵食プロセスの特徴は理解されるものの災害や環境に有意な影響を及ぼす流域スケールでの侵食プロセスの検討が難しいこと、その対極として後者では複数のプロセスや流出源が広範囲で入り混じり侵食プロセスや流出源を地域ごとに特定することが難しいことなどが課題として挙げられている。本調査では、災害や環境に影響を及ぼす流域スケールで侵食プロセスと流出源を特定し、ベトナム北西部山地での土砂流出実態を明らかにすることを目的に、調査対象流域を設定して現地に土砂流出観測機器を新たに設置し、また調査対象流域内での土砂流出状況に関する

現地踏査を行った。

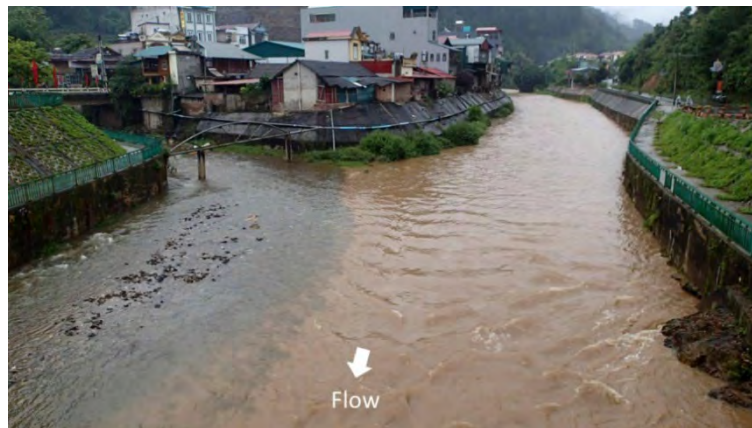


図 4-2-2-1 ムーカンチャイ市街のキム川本流(濁水)と支流(清水)の合流点. 土砂流出源は支流の流域ではなく、濁度の高い本流の流域にあることが分かる

(1) 調査対象地域

調査対象としたのはイエンバイ省ムーカンチャイ郡(Mu Cang Chai District、Yen Bai Province)のキム川(Nam Kim)流域である(図 4-2-2-2-A)。同流域はダー河の支流域であり、面積約 200km²、標高約 970m～約 2000m に立地し(図 4-2-2-2-B)、平均年降水量は 1730mm(1991-2020 年)である。地表地質は流紋岩及び流紋岩質凝灰岩が卓越し、頁岩がしばしば挟まれる(図 4-2-2-2-C)。キム川下流部から中流部まで谷に沿って急斜面が両岸に連続し(低位急傾斜部)、急斜面の上位には旧地形面と考えられる厚い風化層(場所によって赤色を呈する土壌)が分布する尾根状の緩斜面が見られ(緩傾斜部)、その更に上位に傾斜 30～40 度の急斜面が続く(高位急傾斜部)(図 4-2-2-2-D)。上流部は比高が小さくなり、斜面傾斜も概して緩くなる。地形にはこうした斜面形配置や線構造などのパターンが認められ、かつての地殻変動が関わる地質構造にも影響された地形発達が示唆される。斜面崩壊も多数発生しており、高位急傾斜部には 2017 年の大雨時に群発したと見られる表層崩壊、低位急傾斜部には 2010 年に発生しその後拡大を続けている地すべりが見られる。流域の山地斜面には古くからモン族が暮らし、低位急傾斜部及び緩傾斜部に棚田(灌漑により灌水)及び段々畑／棚畑を作り、水稻、キャッサバ、トウモロコシなどを栽培してきた。一方、流域の谷部にはタイ族が古くから暮らし、谷底の平坦面で水稻などを栽培してきた。主として緩傾斜部及び高位急傾斜部に分布する森林には薪炭材確保や農地転換のために住民が様々な強度で伐採した(時には劣化した)森林が見られる。

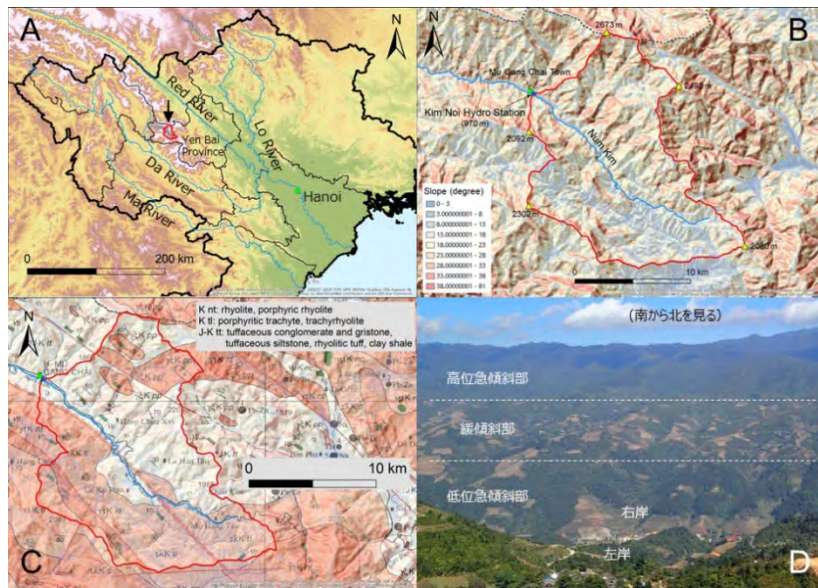


図 4-2-2-2 キム川流域の概要. A: 流域の位置(ベトナム北部の地形図). B: 流域の地形(起伏陰影図と傾斜図の重ね合わせ図). C: 流域の地質(1/200,000 地質図). D: 斜面傾斜による地形区分

(2) 土砂流出観測機材の設置

キム川流域にはキムノイ(Kim Noi) 気象水文観測所が自然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment: MONRE) によって設置され観測が行われている。2022 年 9 月現地調査において観測所敷地内に河川水位を連続観測する水位計(センシズ製レベルメモリーMW)、濁度計(JFE アドバンテック製 Infinity-Turbi; 中濃度濁度センサー(ホルマジン基準:0~1,000 FTU)、高濃度濁度センサー(カオリン基準:0~100,000 ppm)及び水温計を備える)、インターバルカメラ(Brinno 製 TLC200Pro)を設置した(図 4-2-2-3、図 4-2-2-4)。しかし、2022 年 12 月現地調査時にキムノイ観測所長からインターバルカメラが紛失したことが報告され、代替場所を検討・交渉し、2023 年 2 月現地調査時にキム川右岸の宿泊施設に再設置した(図 4-2-2-5)。



図 4-2-2-3 2022 年 9 月に設置した観測機材の位置(インターバルカメラはその後移設)



図 4-2-2-4 水位計及び濁度計設置工事(2022 年 9 月)



図 4-2-2-5 インターバルカメラの再設置工事(2023 年 2 月)

(3) 土砂流出観測・計測状況

3.1) 土砂流出の観測

2023 年 2 月の現地調査時に観測開始以来のデータを回収し、2022 年 9 月 13 日から 2023 年 2 月 14 日までの水位・濁度・水温データが得られた。このうち水位データには 2022

年雨季末期における数回の出水イベントが記録され(9月28日に最大水位イベント)、その後は乾季の低水位期に入ったことが分かる(図4-2-2-6)。10月15日以降の低水位期には周期的な日変動が記録されている(後述)。濁度データでは、最高水位を記録した9月28日のイベントでは約25000度(カオリン)、10月1日の高水位イベントにおいても25000度(カオリン)を超える顕著な高濁度が記録されている。9月28日イベントに比べ水位がより低かった10月1日イベントにおいて9月28日イベントより濁度が高かったことは侵食プロセスや土砂流出源が両イベントで異なっていたことを示唆しており、今後の分析で注目していく予定である。

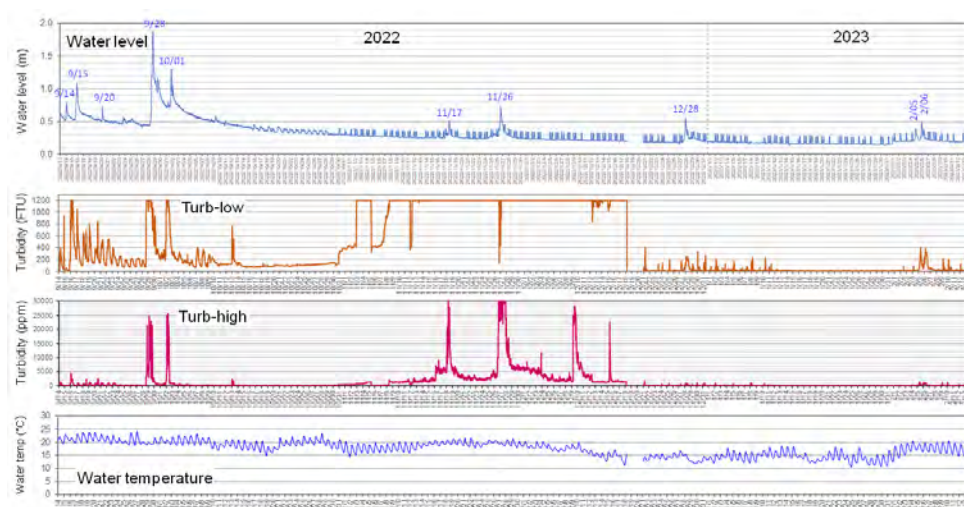


図4-2-2-6 水位、濁度、水温の観測データ(2022年9月13日～2023年2月14日). 10月30日から12月18日まで測器落下のため濁度データは無効(欠損).

3.2) 浮遊砂濃度の分析

濁度計で計測した濁度を浮遊砂量に換算するため、2022年9月調査時にVAFS及びキムノイ気象水文観測所に対して浮遊砂濃度分析に用いる採水試料の収集を依頼した。採水された試料は2022年12月の現地調査及び2023年2月の現地調査時に観測所から受け取り、ハノイへ持ち帰り、ハノイ滞在期間中にVAFS実験室にて分析した(図4-2-2-7)。分析に必要な資機材(濾過器、フィルター、吸引ポンプ等)は日本から持参した。濁度－浮遊砂量換算に十分なデータを得るためには2023年雨季の出水イベントでも採水を継続して分析する必要がある、そのためのVAFS及び観測所と入念な打合せを2023年2月調査時に行った。



図 4-2-2-7 観測所で収集した採水試料(左)と VAFS 実験室での浮遊砂濃度測定状況(右)

(4) 流域内土砂流出プロセス・流出源に関する現地踏査、現地計測、試料採集

4. 1) 現地踏査

2022 年 9 月、12 月、2023 年 2 月の現地調査で流域内の踏査を行い、地形、地質、土砂流出の概況を把握した。急斜面に村々が立地するためアクセス(道路)は限られているものの、キム川主谷両側の主要な地域(村;commune)での概査はほぼ終わることができた(図 4-2-2-8)。

キム川下流部左岸斜面に立地するキムノイ村(Kim Noi Commune)では低位急傾斜部から緩傾斜部にかけて棚田・棚畑が卓越しており(図 4-2-2-9a)、その棚田・棚畑での斜面崩壊や土砂流出は小規模であった。流域界を跨いだ隣の流域の高位急傾斜部では 2017 年に多数の表層崩壊が発生し、住民が崩壊土砂に巻き込まれ犠牲者が出たという。

キム川下流部右岸斜面に立地するモアゼ村(Mua De commune)での土地利用と斜面崩壊・土砂流出の状況はキムノイ村とほぼ同様である(図 4-2-2-9a)。

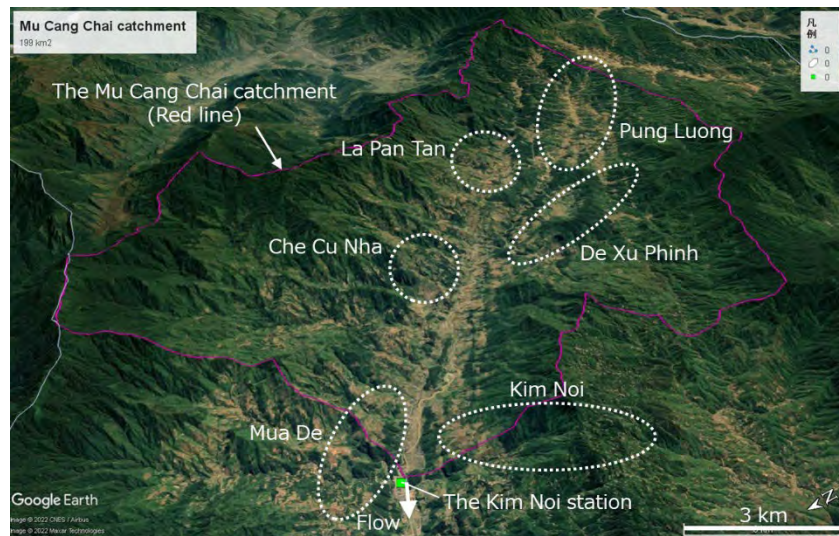


図 4-2-2-8 ムーカンチャイ流域(赤線)での現地踏査地域(白破線;それぞれの記載は村名)

キム川中流部右岸斜面に立地するシェークューニャ村(Che Cu Nha Commune)の低位急傾斜部には 2010 年に発生してその後拡大を続ける地すべりがある(図 4-2-2-2-9a;モアゼ村にも低位急傾斜部と緩傾斜部の境界付近に同様の地すべりがあり、奥山ボーリング(株)が調査を実施している)。この地すべりは土砂流出源となっている可能性が高いものの、その他の棚田・棚畑や劣化した林地からの顕著な土砂流出はみられなかった。村内の支流上流部には鉾山があり、時に灰白色の坑廃水をキム川へ排出し流域環境に影響を与えていると見られる。

キム川中流部左岸斜面に立地するデーシューピン村(De Xu Pinh Commune)には小水力発電所(Ma Lu Thang Dam)がある(図 4-2-2-9a)。3.1)節で指摘した乾季における水位の日変化はこの水力発電所の稼働と関係がある可能性がある。



図 4-2-2-9a 土砂流出に関する流域各地の概況. 説明は本文参照.

デーシューピン村の対岸のラーパンタン村 (La Pan Tan commune) にはキム川沿いに土砂捨て場が見られ、降雨時には顕著な土砂流出源となっている可能性が高い(図 4-2-2-9b)。

最上流部のプンルオン村 (Pung Luong commune) は河床と山地との比高が比較的小さく(流域内傾斜が比較的緩く)、支流域内のアクセスも良く、面的に土地利用が行われている(下流部から中流部での土地利用の拡がりは本流沿いの主要街道からの距離、すなわちアクセスの容易さ、に依存するように見える)。道路に沿った斜面崩壊の頻度も大きく(図 4-2-2-9b; Pung Luong 1)、降雨時にそうした斜面崩壊地あるいは道路や家屋敷地で発生する水流(図 4-2-2-9b; Pung Luong 2)が土砂流出に寄与していると見られる。近年では地形改変と呼べる規模での造成(切土)や盛土も行われており、流域最上流部の谷には近接した他流域の造成地から運び込まれたと見られる大規模な盛土(捨土)が見られた(図 4-2-2-9b; Pung Luong 3)。この盛土は降雨時の主要な土砂流出源としてだけでなく、豪雨時などには崩壊によって顕著な土石流出が生じる可能性がある。



図 4-2-2-9b 土砂流出に関する流域各地の概況(続き). 説明は本文参照.

4. 2) 浸透能の計測

林地及び利用された(劣化した)林地での降雨時の地表流発生の有無を明らかにするため、地表面の透水性を現地浸透能試験(単管式冠水型浸透能試験)によって調べた(図 4-2-2-10)。これまでに得られた林地 2 ヶ所、劣化林地 2 ヶ所、草地／劣化林地 1 ヶ所、合計 5 ヶ所でのデータでは、林地と劣化林地では浸透能に殆ど差がないこと、測定した草地／劣化林地では浸透能が著しく小さいことが示された。草地／劣化林地でのデータが示すように、浸透能は現況としての土地利用だけでなく、履歴としての土地利用の影響も強く受けることから、現況の土地利用データ(のみ)に基づいた土砂流出特性の分析では留意が必要である。



図 4-2-2-10 林地における現地浸透能試験の様子(2022 年 12 月)

4.3) 各支流及び流出源での採水試料の収集と分析

流域内での土砂流出源を特定するための一手法として、2022年9月(雨季)現地調査において、降雨により土砂流出が起こっている日(2022年9月14日)に流域内の本流と支流、及び明らかな土砂流出源において採水試料を収集した(図4-2-2-11)。収集した19試料はハノイへ持ち帰り、同年12月現地調査時にVAFS実験室で分析した(図4-2-2-12)。

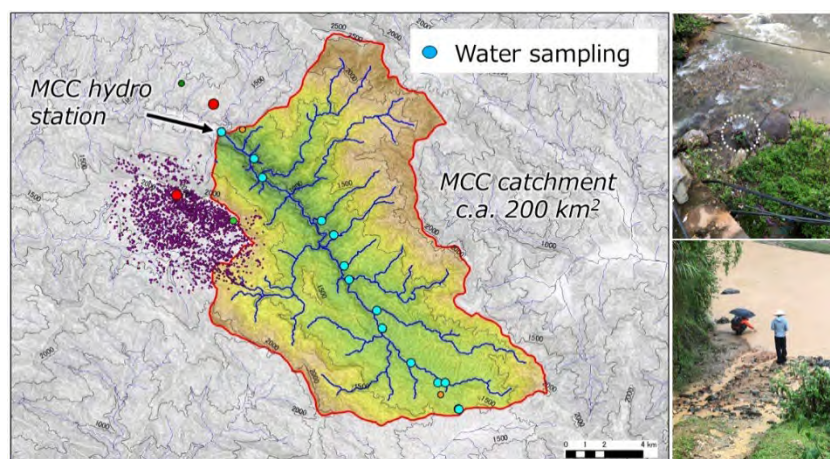


図4-2-2-11 2022年9月14日の採水地点と採水の模様



図4-2-2-12 2022年9月14日の流域内採水調査で得た試料(VAFS実験室にて撮影)

(5) ムーカンチャイ流域での土砂流出に関する所見(治山技術の展開へ向けて)

大陸部東南アジア山地での土砂流出の増加に関しては、既往研究の多くは林地から農地への土地利用変化が主たる原因であるとしている。しかし、ベトナム・イエンバイ省ムーカンチャイ郡の山地流域におけるこれまでの現地調査では、この図式を強く裏付ける観察や計測データは必ずしも得られていない。棚田や棚畑として利用されている急斜面では、斜面灌漑により凸斜面にも広く水が回されて谷部(凹斜面)への過度の水の集中を抑えるなど、農地として

の土地利用が斜面崩壊や土砂流出をむしろ抑制している場合があると考え推察することが出来る。棚田・棚畑の設計や利用の実態の詳細は調査途上であるが、今後の調査によって明らかにしていく価値があると考えられる。

しかしその一方、キム川流域においては降雨時に大量の土砂が流出していることは観測データからも明らかである。その主たる土砂流出源は、劣化森林ではなく、人工地形改変に伴って生じた裸地(道路を含む)、盛土地、斜面崩壊地である可能性が高いことがこれまでの調査から見えてきた。

この予察が実態である場合、日本の治山技術は人工地形改変に伴って生じた裸地、盛土地、斜面崩壊地を安定化させ、土砂流出を抑えることに貢献できると考えられる。このことはベトナム(及び類似する地域)における現地の土砂流出実態を踏まえた技術展開を可能にする知見として極めて重要であると考えられる。これまでのデータを詳細に分析しつつ、もし可能となれば、こうした視点からの調査を継続してデータ収集を進め、その実態を解明していく。

4.2.2.2 ベトナム北西部の中山間地域における治山施設の運用状況

日本の治山事業は、森林の維持造成を通じて、山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源の涵養、生活環境の保全・形成等を図るための重要な国土保全政策の一つである。同事業の一環として実施される治山施設の配置には、山腹工、溪間工、治山ダムなどの構造物の設置や、生育状況が芳しくない森林の整備、崩壊斜面上の土留工、崩壊斜面に面した溪流の縦横断浸食を防止する治山ダム(谷止工)等がある。これらの構造物は、長期的に森林の形成に寄与しつつ、下流への過剰な土砂流出を抑制するための防災施設としても位置づけられる(林野庁、2022)。日本の治山事業は 100 年以上の歴史を持ち、地域の森林環境の保全に大きく貢献してきた。

一方、開発途上国において、治山施設は一般的ではないため、森林の山地災害防止機能が十分に発揮されていないことが多い。その背景として、一部の治山施設は膨大な費用が必要となることも多く、開発途上国にとっては財政的な負担が大きい。また、治山施設の設計や施工には専門的な技術や知識が必要であり、開発途上国にはそれらを持つ人材が不足していることも大きな理由となっている。

本課題では、開発途上国における日本の治山技術の適用可能性を検討することを目的として、ベトナムの山岳地域における治山施設の運用に関する調査を行った。そのため、ベトナム北西部の Muong Gion commune 内の道路沿いの 10 箇所に設置されている治山施設について、施設の種類、使用された材料、サイズ、施工者と管理者、資金源、品質評価、および使用上の問題に関する詳細等を明らかにした(図 4-2-2-13～図 4-2-2-23、表 4-2-2-1)。

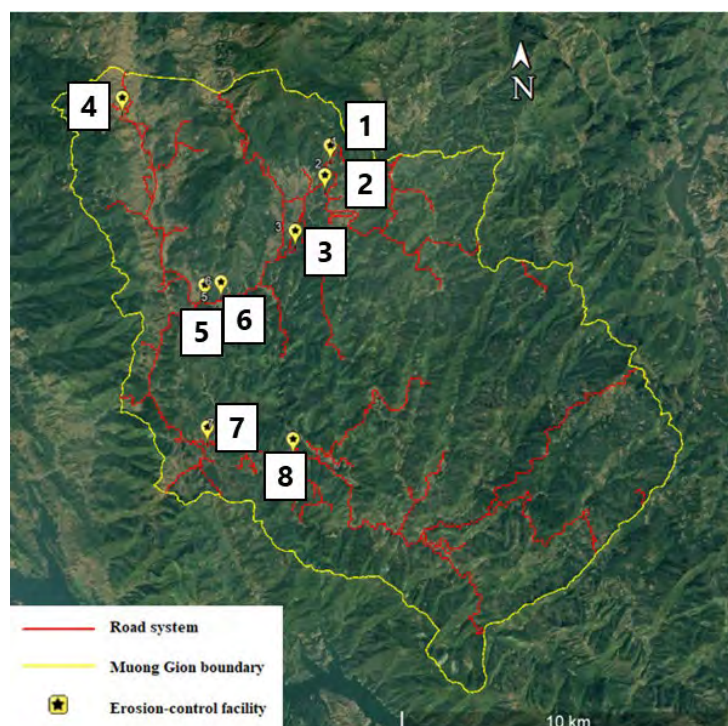


図 4-2-2-13 調査を行った治山施設の位置(図内の番号1～8)

表 4-2-2-1 調査対象とした治山施設の種類と位置座標

ID	施設種類 (英名)	座標 (UTM Zone 48N)	
		E	N
1	ふとん籠 (Gabion) 切土 (Cut soil)	366788	2411987
2	切土 (Cut soil)	366633	2411140
3	擁壁 (Retaining wall)	365741	2409523
4	ふとん籠 (Gabion)	360630	2413549
5	ふとん籠 (Gabion)	363505	2408045
6	擁壁 (Retaining wall)	363017	2407967
7	ふとん籠 (Gabion)	363024	2403706
8	ふとん籠 (Gabion)	365592	2403316

注: Muong Gion commune の調査ルート上で確認された治山施設は 8 施設に留まった。同 commune の境界付近において施設 9 および 10 を選択した(地図上の記載なし)。

(1) 治山施設 No. 1 ふとん籠及び切土

切土とふとん籠の土留工が組み合わせて使われている。サイズは 4 段階で、合計 30×0.7m のふとん籠が使われ、1 段あたり切土の高さは 7m である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源

は、ベトナム道路総局による嵐(Storm)や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、まだ新しいため堅牢であり、侵食制御に適しているとされる。Muong Gion commune が管理しており、現時点で、使用上の問題(修繕等)は特になく考えられる。

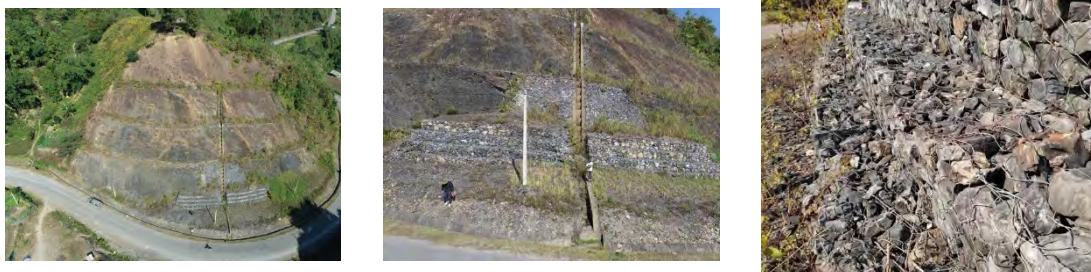


図 4-2-2-14 ふとん籠及び切土(No.1)

(2) 治山施設 No. 2 切土

切土が施工されており、サイズは $80 \times 10\text{m}$ である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐(Storm)や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は劣化しており、修繕と更新が必要であると考えられる。



図 4-2-2-15 切土(No.2)

(3) 治山施設 No. 3 擁壁

研磨されたコンクリート擁壁が使われており、サイズは $32 \times 0.4 \times 1.3\text{m}$ である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐(Storm)や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、圧縮されて強固になっている点は高く評価されるが、サイズの小ささが使用上の問題となる可能性がある。



図 4-2-2-16 擁壁(No.3)

(4) 治山施設 No. 4 ふとん籠

ふとん籠土留工が使われており、サイズは $26 \times 1.3 \times 2.6\text{m}$ (2 段階) である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐 (Storm) や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、硬く安定しており、良好である。Muong Gion commune の管理のもと、現時点では修繕は必要ないと考えられる。

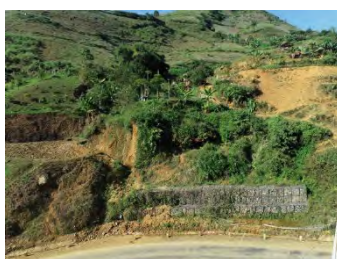


図 4-2-2-17 ふとん籠(No.4)

(5) 治山施設 No. 5 ふとん籠

ふとん籠の土留工が使われており、サイズは $74 \times 1.2 \times 2.4\text{m}$ (3 段階) である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐 (Storm) や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、堅牢であり侵食制御に適しているとされる。ただし一部のふとん籠が損壊しており、修繕が必要と考えられる。



図 4-2-2-18 ふとん籠(No.5)

(6) 治山施設 No. 6 擁壁

研磨されたコンクリート擁壁が使われており、サイズは $125 \times 0.7 \times 2.2\text{m}$ である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐(Storm)や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、圧縮度が高く堅牢になっており、非常に良好である。新しく完成したものであり、特段の修繕は必要ないと考えられる。



図 4-2-2-19 擁壁(No.6)

(7) 治山施設 No. 7 ふとん籠

ふとん籠の土留工が使われており、サイズは $62 \times 1 \times 1\text{m}$ (2 段階) である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐(Storm)や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、草本類に被覆され、古く劣化、損傷しており修繕が必要であると考えられる。



図 4-2-2-20 ふとん籠(No.7)

(8) 治山施設 No. 8 ふとん籠

ふとん籠の土留工に固定された鋼製のパイルが使われており、サイズは $17 \times 1 \times 1\text{m}$ (3 段階) である。設置業者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はクイン・ナイ地区の人民委員会である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐 (Storm) や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、深刻な損傷と劣化があり、浸食制御に適していないと考えられる。またパイルが曲がっている、ガボンが壊れている、草で覆われているなど、使用上の問題も多い。



図 4-2-2-21 ふとん籠 (No.8)

(9) 治山施設 No. 9 ふとん籠及び切土

ふとん籠の土留及び切土が使われており、サイズは $63 \times 0.1 \times 0.8\text{m}$ (2 段階) である。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質についての評価は、まだ良好であるが劣化しており、保守が必要であると考えられる。一部のガボンが損傷しており、使用上の問題となっている。



図 4-2-2-22 ふとん籠及び切土 (No.9)

(10) 治山施設 No. 10 ふとん籠、擁壁、及び切土

切土法面中に石の混在したコンクリート擁壁が使われており、サイズは $30 \times 30\text{m}$ (3 段階の切土)、 $30 \times 0.3 \times 0.14\text{m}$ (擁壁) である。道路側にはふとん籠土留工も存在する。設置業者および管理者は政府であり、設置業者は道路 279 管理ユニット、管理者はベトナム道路総局

である。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐や洪水の予防と克服のためのプログラムである。品質は、大きくて堅牢であり、品質は中程度で、侵食制御に適していると考えられる。擁壁のサイズがかなり小さいことは使用上の問題であり、更新が必要であると考えられる。



図 4-2-2-23 ふとん籠、擁壁及び切土(No.10)

(11) 治山施設の運用状況のまとめ

本調査では、ベトナム北西部中山間地域の Muong Gion commune の道路沿いに存在する 10 箇所の治山施設についての運用状況を調査した。その結果、これらの 10 件の治山施設は、サイズや構造は施設ごとに異なるが、斜面の崩壊と侵食の防止を目的として、ふとん籠や擁壁などの土留工法が用いられていることが明らかとなった。設置業者および管理者は、すべての施設で政府が関与しており、主に道路 279 管理ユニットが設置業者、ベトナム道路総局が管理者を務めている。資金提供源は、ベトナム道路総局による嵐や洪水の予防と克服のためのプログラムである。施設の品質には差があり、一部は新しく堅牢である一方で、他の施設は劣化や損傷があり、修繕や更新が必要とされている。使用上の問題もいくつか存在し、特に擁壁のサイズが小さいことや一部のふとん籠の損傷が挙げられる。

以上をまとめると、Muong Gion Commune 内の治山施設は、道路沿い斜面の崩壊と侵食防止を目的とした政府主導のプロジェクトで、土留め工法が主に使用されている。品質や状態には差があるが、適切なメンテナンスが行われることで、効果的に機能することが期待される。

これらの結果を踏まえ、設置費用や中長期的な維持コスト、地域の特性を考慮した施設の親和性を検討しながら日本の治山施設の適用可能性について、今後検討を行う必要があることが示された。

引用文献

林野庁(2022) 治山のしおり—国土強靱化に向けて—、林野庁治山課、16p.

4.2.2.3 ベトナム北西部山岳地における道路状況

山岳地の道路は、山地斜面における降雨浸透、流出のプロセスを変化させ、斜面災害や土

砂流出のリスクを高めると言われる。道路を斜面災害の起点にしないためには適切な排水施設の配置が重要となる。一方で、ベトナム北西部では伝統的に山岳地帯に住居を構える民族も多く、山岳地の道路は生活に欠かせないインフラとなっている。人々の生活の維持という観点からも、降雨による道の損壊を未然に防ぐ適切な排水が必要である。また、道の排水機能を維持するためには、定期的な維持管理作業も必要になる。そこで本年は、ベトナムの山岳地における道路排水施設の配置状況及び維持管理状況について調査を行った。

(1) 調査対象路線の概要

2022 年 12 月の現地調査では、規格の異なる 3 種類の山岳地道路で排水施設の配置状況や維持管理状況を調査した(図 4-2-2-24)。1 路線目はソンラ省モンゾン・コミューン内の Inter District Road と呼ばれる道路である。この路線はモンゾン・コミューンと隣接するコミューンとを結ぶ基幹的な路線である。2 路線目は同じくモンゾン・コミューン内の Rural Road で、山岳地帯に点在する住居や農地を結ぶ低規格な道路である。3 路線目はイエンバイ省ムーカンチャイ・コミューン内のバイク・徒歩用道路である。ムーカンチャイは近年「世界で一番美しい棚田」が注目を集め、3 年前に整備されたというこの道路も、観光シーズンには多くの観光客がバイクタクシーで棚田にアクセスする際に利用する。調査を行った 12 月はオフシーズンで観光客の姿はなかったが、山岳地に暮らすモン族の人々が、この道を利用して低地の町から建築資材をバイクで運ぶ姿が見られ、地元住民の生活にも寄与していることが窺えた。



図 4-2-2-24 調査対象路線

- (a) モンゾン・コミューン内の Inter District Road
- (b) モンゾン・コミューン内の Rural Road
- (c) ムーカンチャイ・コミューン内のバイク・徒歩用道路

(2) モンゾン・コミューン、Inter District Road における排水施設配置状況

図 4-2-2-25 に踏査で確認された排水施設の配置状況を示す。また、切取法面崩落等の発生場所も併せて示した。地域の基幹的な路線である Inter District Road は、幅員 6.5 m で、

踏査を行った約 2 km の区間全体がコンクリート舗装されており、現場打コンクリートの側溝が設けられていた。排水の基本的な考え方は、路面水や切取法面からの湧出水を側溝に集め、溪流横断部に設けた集水桝まで導水し、溪流水と共に暗渠で谷側に排水するというものである(図 4-2-2-26)。落葉樹が少ないせいか、あるいは整備からそれほど時間が経っていないためか側溝の閉塞はあまり見られず、十分な通水断面積が確保され良好に機能しているように見受けられた。蓋のない台形断面の側溝であり、側溝清掃作業も比較的容易であると推察される。日本の林道規程では、まとまった量の側溝水を 1 箇所へ排水すると流末箇所の侵食につながるため、短い間隔で横断溝等を設けて側溝水を分散的に排水することが推奨されている。しかし、踏査した区間において横断溝は 1 箇所も設置されておらず、側溝水はすべて溪流横断部の暗渠で排水されていた。長い所では 300 m 以上の側溝の水が 1 箇所の暗渠に排水されており、流末の侵食が認められる箇所もあった。溪流部の不安定土砂がごく少ないようであれば溪流部に集中的に排水するという方針も一つの選択肢ではあるが、現地の降雨強度や山地斜面の流出係数、各暗渠の集水面積等から排水量を推定し、流末部の侵食に対する脆弱性等も考慮しながら横断溝による分散排水の必要性について検討していく必要があると思われる。

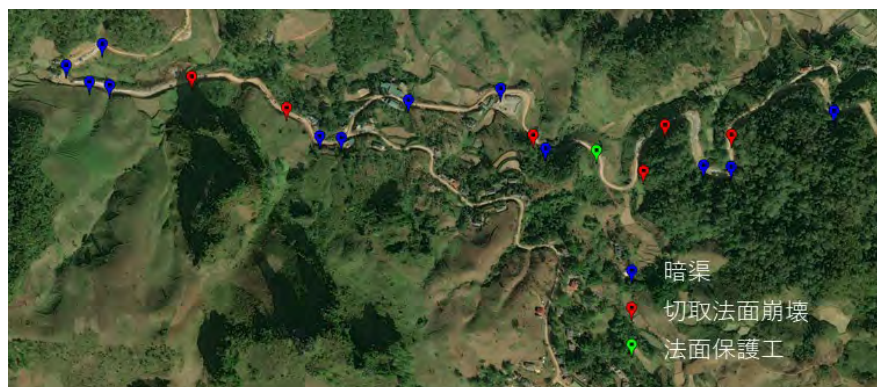


図 4-2-2-25 排水施設配置等の調査結果

横断溝は 1 箇所も設けられていなかった。切取法面崩壊にはごく小規模の物を含む。

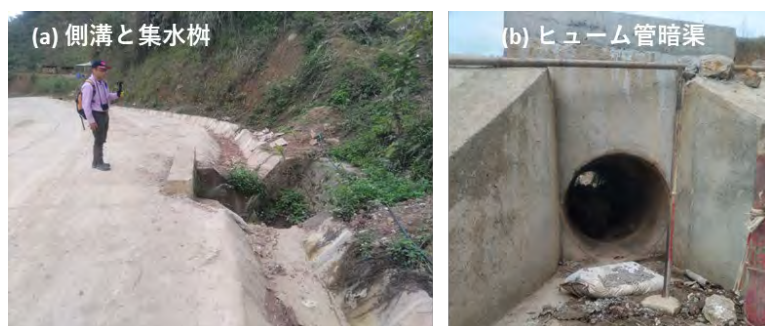


図 4-2-2-26 側溝、集水樹、暗渠による基本的な排水システム

- (a) 側溝と集水樹。側溝への土砂や落葉の堆積は少ない。
- (b) ヒューム管暗渠

踏査で確認された 12 箇所の暗渠のうちの一部は土砂で閉塞し、十分に通水断面積が確保できていない状態であった(図 4-2-2-27)。閉塞が見られる暗渠は設置勾配が緩く、排水の流速が小さいために土砂が堆積したものと考えられる。Minematsu and Akita (1987)によれば、管内で土砂堆積を起こさないための暗渠の設置勾配は、調査路線で多く見られた直径 60 cm 程度のヒューム管の場合、20%程度となっている。これは日本の溪流水の流送土砂粒径を考慮したもので、ベトナムでは多少異なる可能性もあるが、踏査で閉塞が確認された暗渠の設置勾配は 2~4%程度とかなり小さかった。河床勾配が緩い場所では暗渠の設置勾配も緩くなるのはやむを得ない面もあるが、呑口側での土砂捕捉等の対策が必要であると考えられる。調査路線を見る限り、側溝水もすべて暗渠で排水する方針が取られていることから、暗渠の機能維持は重要な課題と考えられる。



図 4-2-2-27 土砂堆積による暗渠の閉塞

法面保護工については、令和 3 年度現地調査の報告同様、この路線でもほとんど見られず、ふとんかご(角型じゃかご)が 1 箇所で設けられていたのみであった。切取法面の崩壊や侵食は、浅い凹地形の箇所を中心に大小さまざまな規模のものが散発していた(図 4-2-2-28)。ただし、風化の度合いの低い岩が露出する場所など、保護工無しでも崩壊せずに法面勾配を保つ場所も多く、全体として法面崩壊の発生頻度が極端に高いわけではなかった。法面崩壊発

生場所では、路面に崩落した土砂は撤去されていたが、側溝をふさいだ土砂はそのまま残されていた。道路機能維持のための最低限の復旧作業だけでなく、排水機能の回復も図られれば望ましいが、現地ではまず道路機能の維持が優先され、排水機能への配慮は希薄である可能性がある。



図 4-2-2-28 法面保護工と切取法面崩壊

- (a) 調査区間で確認できた法面保護工はこのふとんかご工のみであった。
- (b) 切取法面崩壊発生場所では土砂が側溝をふさいでいた。

引用文献

Hirohiko Minematsu and Osamu Akita(1987) A New Design Criterion for a Forest Road Culvert. 日林誌 69(12): 489-491.

(3) モンゾン・コミュン内、Rural Road の維持管理体制

この Rural Road は、山岳地域に点在する住居や農地を結ぶごく小規模な道路で、幅員は 3 m 程度、基本的に砂利舗装あるいは未舗装であったが一部コンクリート舗装された区間もあった。Inter District Road と異なり、計画的に配置された排水施設は見られなかったが、家庭からの排水や水田からの漏水が路面を流下するのを防ぐため、図 4-2-2-29 (a) のようなパイプで道路外に導水している様子が見られた。住民の生活に密着したこのような Rural Road の維持管理は、コミュンがコンクリート等の材料を支給するが、作業自体は住民が自ら行うということであった。調査を行った Rural Road も、路面侵食が懸念される急勾配の区間はコンクリート舗装されるなど、住民自らの手できめ細かな維持管理作業が行われていることが窺えた(図 4-2-2-29 (b))。Rural Road は住民の生活に必須のインフラであるため、住民は自らそれを維持管理しなければならないという意識を強く持っているようである。生活の利便性確保をモチベーションとして行われる維持管理作業であるが、結果的に道が良好な状態に保たれ、土砂流出の抑制や災害リスクの抑制にもつながるように思われた。とはいえ、路面侵食や小規模な切取法面崩壊は散発していた(図 4-2-2-30)。地形改変の規模が小さい Rural Road ク

ラスの道でも、その密度が過度に増加すれば、土砂流出への寄与が無視できない水準に至る可能性もある。また、ムーカンチャイ・コミュニティでは、もともと Rural Road のように未舗装で小規模であったものが近年になって拡幅・舗装されたと思われる道で切取法面崩落が多発している様子も目にした。一方でその道の拡幅・舗装により、山岳地帯に住む人々の生活の利便性は大きく向上しているようにも思われた。Rural Road クラスの道の密度の変化、あるいは拡幅・舗装といった動向は、山岳地域の人口動態や人々の生活スタイルの変化に影響されると考えられる。道路が土砂流出や災害リスクに及ぼす影響を考えるうえで、そのような社会的動向も併せて注視する必要がある。

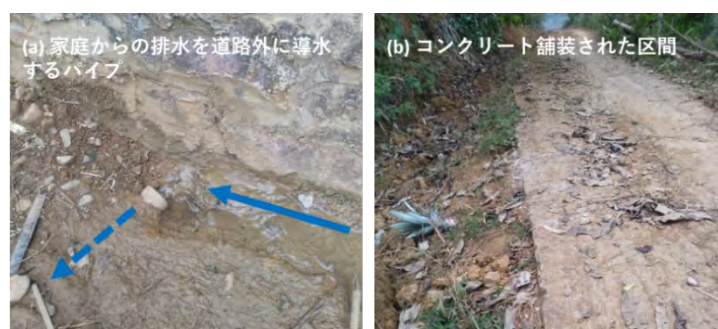


図 4-2-2-29 Rural Road に見られた排水施設と部分的なコンクリート舗装



図 4-2-2-30 Rural Road で見られた路面侵食、小規模な切取法面崩壊

(4) ムーカンチャイ・コミュニティ内、バイク・徒歩用道路における排水施設配置状況

この道路は棚田への観光アクセスに利用されることもあり、全線コンクリート舗装されているが、自動車の通行は禁止されており、バイクと徒歩用道路ということであった。この路線に側溝は設けられておらず、特徴的であったのは、路面流下水を排水するため、コンクリートを畝状に盛り上げた「水切り」が設けられていたことである。日本の作業道でも土を畝状に盛り上げた水切りが見られるが、それによく似ている。しかしながら、その多くが摩耗・破損し、機能していない状態であった(図 4-2-2-31)。これは恐らく、バイクが頻繁に通行することで摩耗・破損した

ものと推察される。畝状に盛り上げた水切りの上を通過する際は、4 輪車でも十分に減速しないと大きな衝撃を感じるが、2 輪のバイクでは危険を感じることもあると推察される。この路線は特にバイク用として整備されたものであるが、他の山岳地道路でもバイクの通行は非常に頻繁に見られた。ベトナム北西部の山岳地域に暮らす人々にとってバイクは生活に必須の「足」であることから、バイクの通行に十分配慮した路面排水施設が必要であると考えられる。

棚田の広がる一帯は地すべり地帯にもなっており、この路線沿いにも地すべりの滑落崖や後背亀裂が見られる場所もあった。細粒の粘土鉱物も見られ、水を含んで強度を失い洗堀されたのか、コンクリート舗装の下部に空洞ができている例もあった(図 4-2-2-32)。そのような地すべり地帯であるが、道路沿いには一面に棚田が広がっており、伝統的に共存してきたことが感じられた。道路開設前から強度に人為的な地形改変が行われてきた棚田地帯だが、伝統的な棚田と道路とで、土砂流出や災害リスクへの影響がどのように異なるかという視点からの評価も必要であると思われる。



図 4-2-2-31 バイク・徒歩用道路で見られた「水切り」

矢印の部分が摩耗あるいは破損しているため、路面流下水は道路外に排水されず、路面を流下し続ける。



図 4-2-2-32 コンクリート舗装下部にできた空洞

4.2.2.4 Muong Gion Commune における社会経済状況

本事業の主な目的の一つは、日本の治山技術をベトナム国に適用するうえで必要な手法を、同国の自然環境条件や社会情勢を考慮しながら開発することである。この目的の達成のためには、対象地域における人口や地域住民の生計手段、土地利用の実態等を現地調査によって把握する必要がある。そこで本年度は昨年度に続き、本事業が研究対象とするベトナム北部 Muong Gion Commune(以下、MGC)を対象に、社会科学分野の事前調査を行った。

この調査の対象は MGC を構成する全 19 の village¹である(図 4-2-2-33)。これら全 19 village において、(1)人口と主な生計手段、(2)土地利用、(3)住民が認識する土地利用変化とその要因、(4)災害の種類と被災内容、(5)インフラ情報及び住民の日常的な目的地について、文献調査および主要情報提供者へのインタビュー、フォーカスグループディスカッションといった手法を用いて、事前予備調査を実施した。以下、項目ごとに概要を報告する。

¹このうち R2 年度に 10 village、R3 年度に残りの 9 village においてデータ収集を行った。2022 年 12 月に、Huoi 村と Gion 村と合併した。本報告書では、合併前の実態を反映している。

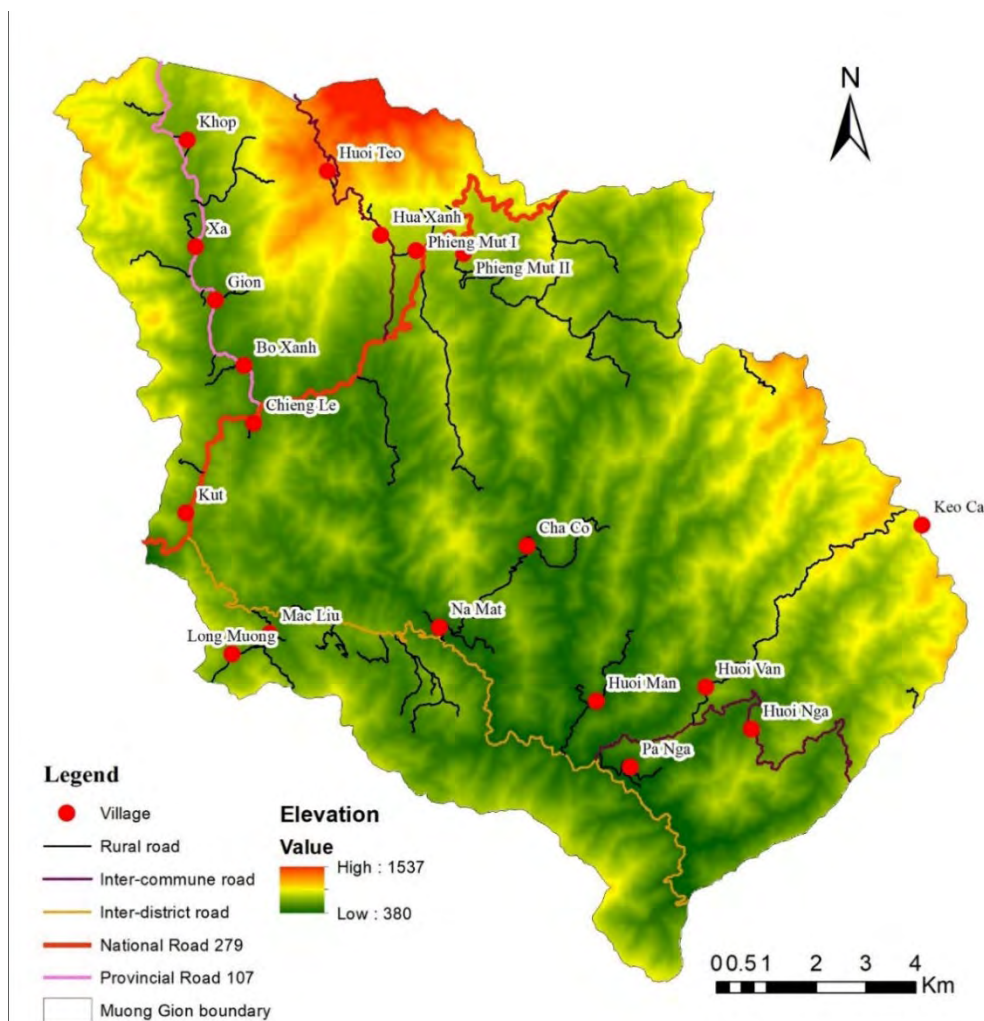


図 4-2-2-33 Muong Gion Commune における調査対象の全 19 village の地理的分布

(1) 人口と主な生計手段

全 19 village の人口の中央値が 553 人だが、人口が最も多い village は Xa 及び Bo Xanh で共に 1,283 人、最も少ない village は Huoi Teo で 152 人と、village の人口にはばらつきがある($SD=336.2$)。住民の平均年収は 1,000 米ドル前後である(図 4-2-2-34)。住民の収入は MGC 役所の所在地である Chiềng Lề を除き、農作物生産および家畜生産から成る農業から得られている(図 4-2-2-35)。Village において耕作面積が比較的広い農産物は、水稲米(平均値:16.2ha、中央値:12.0ha)、トウモロコシ(平均値:17.0ha、中央値:7.5ha)、キャッサバ(平均値:10.7ha、中央値:6.0ha)、大豆(平均値:2.2ha、中央値:2.0ha)、ピーナッツ(平均値:2.1ha、中央値:2.0ha)である。

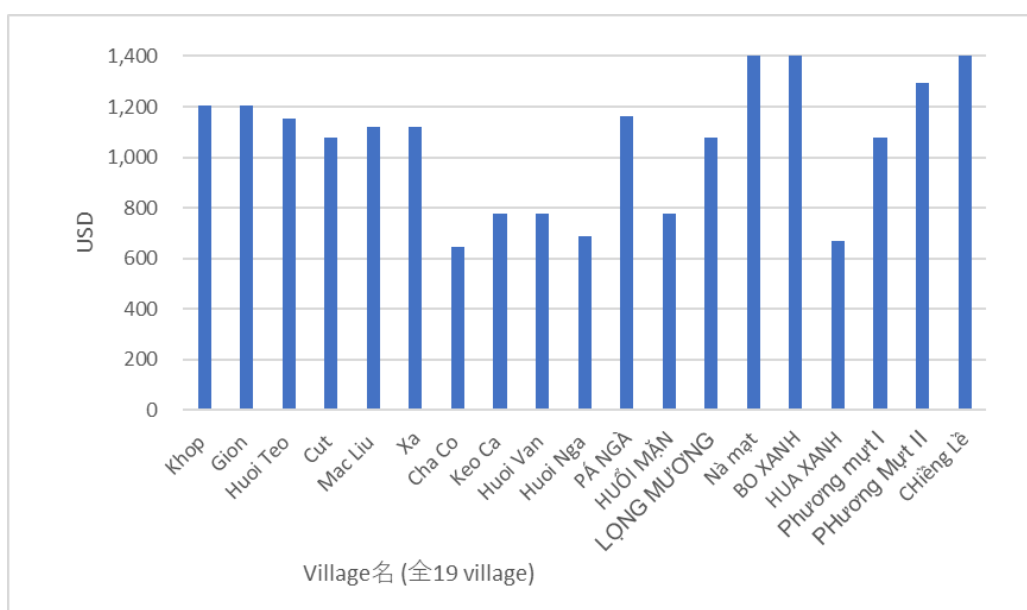


図 4-2-2-34 Village ごとの住民の平均年収(1USD=23,200VND)

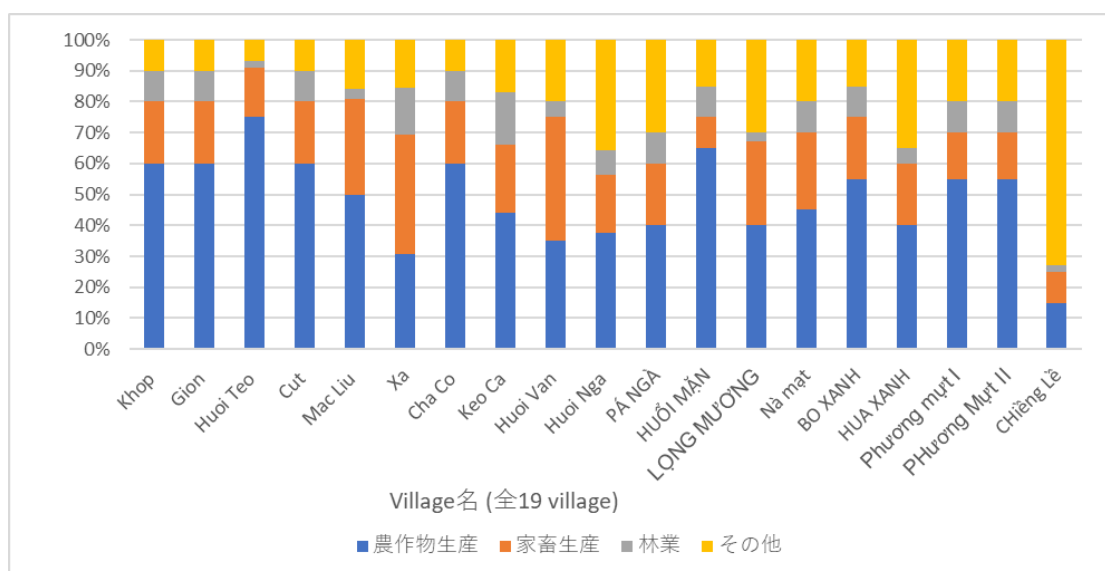


図 4-2-2-35 村民の平均年収の収入源の産業別内訳

(2) 土地利用

全 19 village の土地利用は、「住宅・特別利用地」、「農地」、「森林」²、「その他」に区分され、「その他」には、放棄された土地 (abandon land)や非森林地 (non forest)などが含まれている。「森林」が最も大きい割合を占めるのは BO XANH village (88.6%)となっている(図

² ここで示す「森林」は“Forested land in planned forestry land”のみを意味する。“Forested land in planned forestry land”に含まれない森林である“Forested land outside planned forestry land”も存在するがデータが不十分のためここでは割愛する。

4-2-2-36)。

「森林」は機能面から生産林と保安林に区分されるほか、管理主体の側面からは Community forest (CF)と Households forest (HF)に区分される(図 4-2-2-37)。ベトナムでは政府の森林割り当てプログラム(Forest Land Allocation Program: FLA) の下で Forest land は長年にわたり世帯または個人にのみ割り当てられてきたが、2004 年に施行された土地法の改正により、森林を含む土地の割り当てが、従来の世帯やコミュニンだけでなく、コミュニティにも行われるようになった(Sunderlin, 2006)。MGC にて CF に割り当てられている森林は、かつて主に択伐施業や焼畑耕作の対象だった森林が自然に再生した森林である。CF 内の森林の保護と利用については village が規則を策定することとなっており、いくつかの village は既に規則を策定・承認済みとなっていることが報告されている。

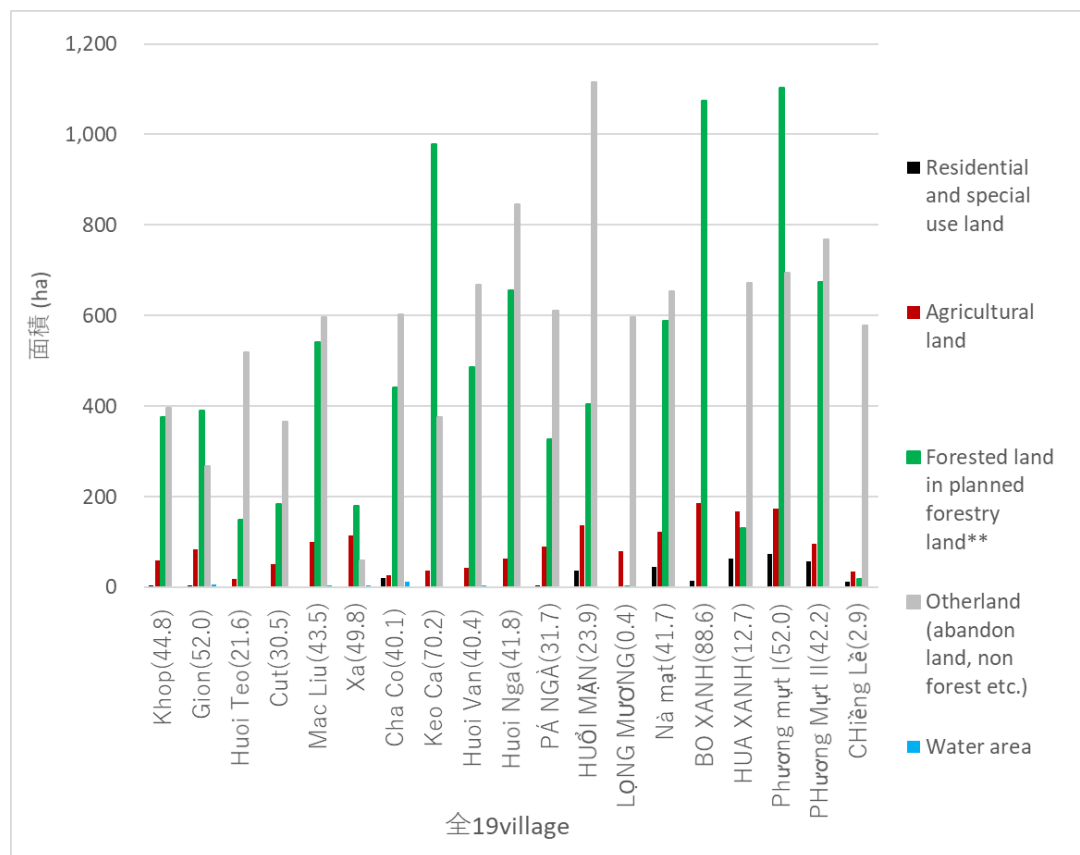


図 4-2-2-36 全 19village の土地利用区分(括弧内の数値は森林被覆率(%))

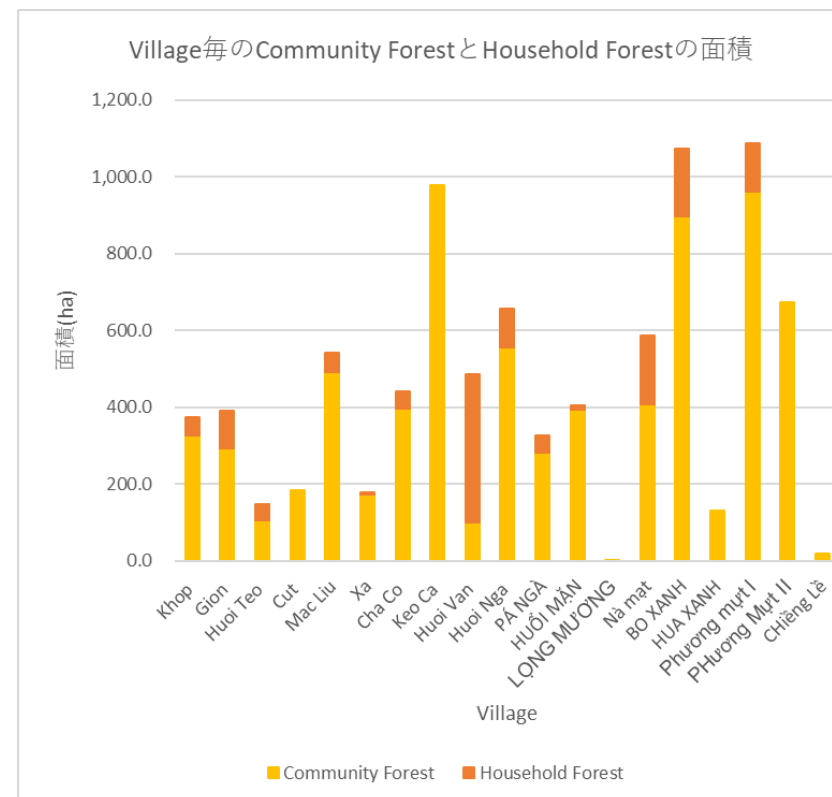
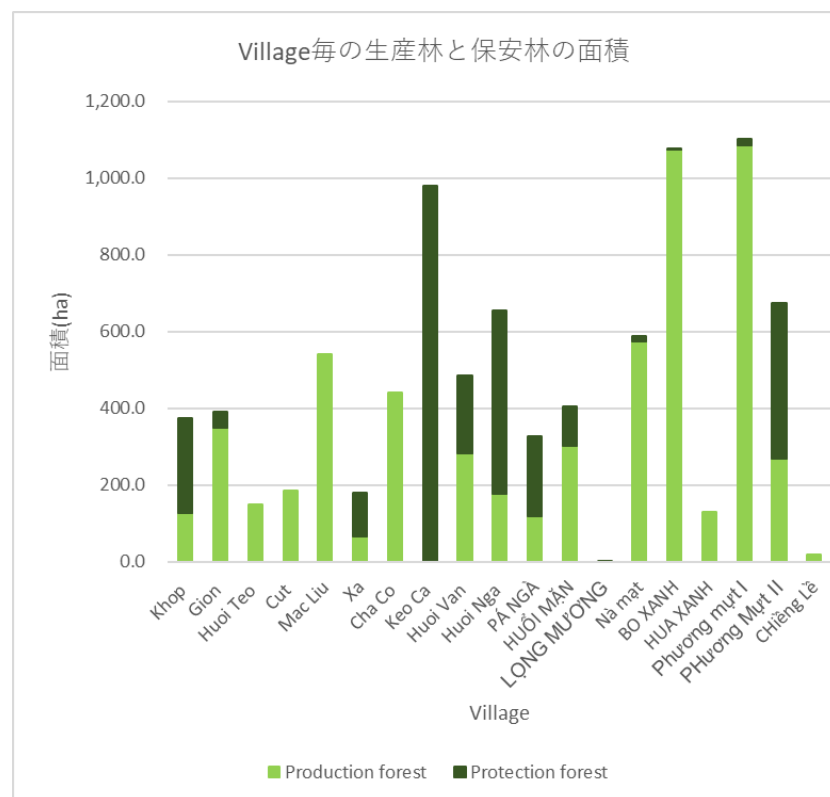


図 4-2-2-37 MGC 全 19village の森林の機能区分(左)及び管理主体区分(右)に基づく面積の比較(2020/21 年)

また CF の森林エリアには、森林環境サービスに対する支払い(PFES)制度が適用されている³。Village 毎の PFES 対象森林面積は図 4-2-2-38 の通り。PFES 制度により CF に対して支払われる額はコミュニティにより管理され、森林のパトロールや保護、森林火災の防止、新しい農村開発(道路や文化施設の維持・補修など)、その他の社会活動など、村の共通業務に使用されている。

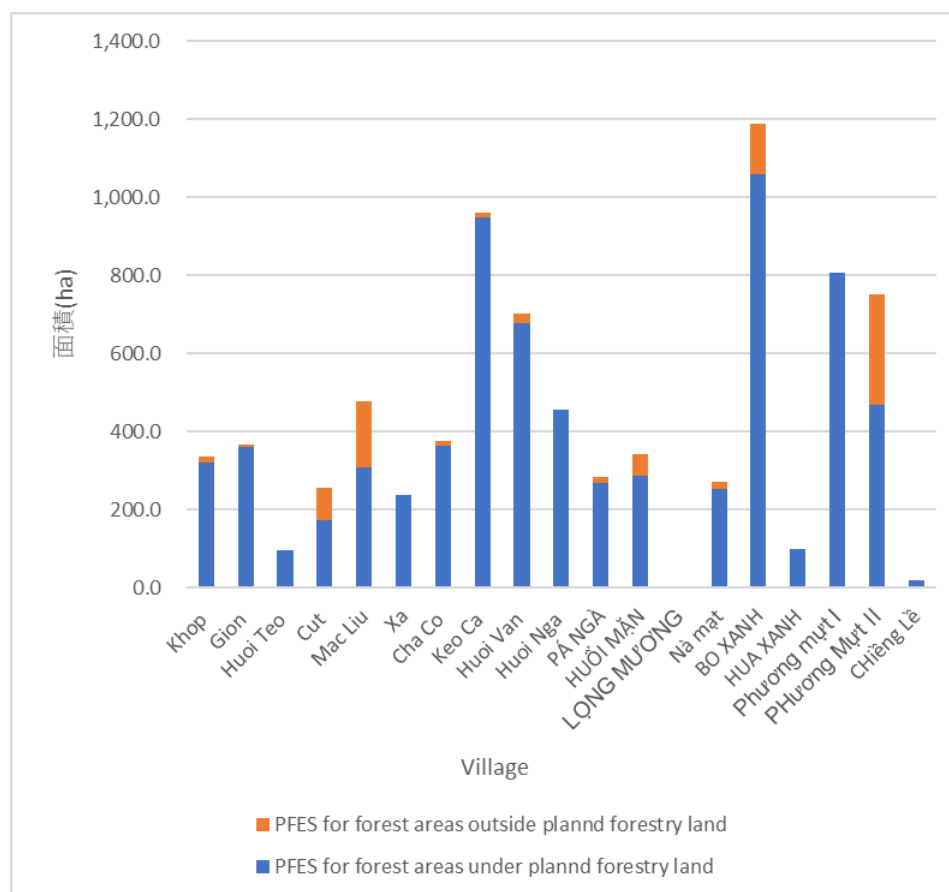


図 4-2-2-38 全 19village の森林環境サービスに対する支払い(PFES)制度対象森林面積

(PFES の支払い対象となる森林は Planned forestry land として区分された森林とその区分に入らない森林の両方である)

(3) 住民が認識する土地利用変化とその要因

³「森林環境サービスに対する支払い(PFES)」の運用は、中央と地方の両レベルで設立された森林保護開発基金(FPDF)に大きく依存している。Pham et al. (2013)によれば、2012 年 12 月現在、国内 63 州のうち 35 州が、法的要件に従って PFES の実施を監督する運営委員会を設立しており、そのうち 27 州は州の FPDF も管理している。こうした政府の支援により、PFES の実施(2009～2012 年)は、政府機関の能力強化、森林や森林保護・開発の役割に対する国民の意識向上につながり、1 兆 7820 億ドン(約 8500 万米ドル)の総収入となった。このうち水力発電所からの支払いが約 98%、水企業が約 2%、観光が 0.1%を占めている。PFES の収入は、国家森林予算の 0.8%に相当する。

2010~2020/21年の間にサンプル village における住民が認識した森林と農地の面積変化は表 4-2-2-2 の通りである。森林面積については、ほぼすべての village において住民は拡大したと認識している。この拡大の主な理由は JICA の持続可能な自然資源管理プロジェクト (Sustainable Natural Resources Management, SNRM) またはベトナム政府の 661 プログラムによる植林(マツ、*Pinus massonianna*)のほか、天然植生更新補助、森林保護パトロール活動、そしてそれらを下支えする PFES 制度の効果が挙げられた。すべての農地面積変化についての住民の認識は village ごとに異なる。農地面積拡大は主に新規の棚田や水田によるもので、農地面積縮小の理由には、土地劣化による生産性の低下や農業に投入する労働量が低下したことなどが挙げられた。

表 4-2-2-2 全 19village の住民が認識した森林と農地の面積変化とその要因

Village	森林面積	森林面積変化の要因	農地面積	農地面積変化の要因
Khop	↑	- 政府の支援による植林 (2014) ➢ 26.7ha: <i>Manglietia glauca</i> - SNRM/JICA (2016-2019) ➢ 28.3ha: 森林保護と ANR ➢ 7.8ha: <i>Pinus massoniana</i> を HF に植林 - 森林保護効果の向上と農地転用の制御 - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	→	
Gion	↑	661 プログラム(2010) ➢ 28ha: <i>Pinus massoniana</i> - SNRM/JICA (2016) ➢ 19ha: 森林保護と ANR - PFES による森林保護効果の向上 - 地元住民の意識の向上と責任の強化	→	
Huoi Teo	↑	- SNRM/JICA (2017-) ➢ 19.8ha: 森林保護と ANR ➢ 8.9ha: <i>Pinus massoniana</i> を HF に植林 - 森林保護効果の向上 - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	→	
Cut	↑	661 プログラム (2008-2010) ➢ 217ha: <i>Pinus massoniana</i> - SNRM/JICA (2016) ➢ 52.6ha: CF の ANR - ANR の改善 - 森林保護効果の向上と農地転用の制御 - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	→	

Village	森林面積	森林面積変化の要因	農地面積	農地面積変化の要因
Mac Liu	↑	• SNRM/JICA (2017-2018) ➢ 23.5ha: <i>Pinus massoniana</i> を CF と HF に植林 • 新規植林面積と ANR 面積の拡大 • 森林保護効果の向上と農地転用の制御 • PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↓	土地劣化（生産性低下）
Xa	↓ (2010-2015) ↑ (2016-2020)	• 宅地化 • SNRM/JICA (2017-2018) ➢ 55ha: <i>Pinus massoniana</i> を HF に植林 • 伐採や焼畑からの森林再生 • 森林保護効果の向上 • PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↑	灌漑システム
Cha Co	↑	• 政府の支援による植林(2015) ➢ 20.8ha: <i>Manglietia glauca</i> • SNRM/JICA (2016-2019) ➢ 30.8ha: 森林保護と ANR • 森林保護効果の向上 • PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↑	水田拡大
Keo Ca	↑	• SNRM/JICA (2016-2019) ➢ 8.2ha: 森林保護と ANR • 新規植林面積と ANR 面積の拡大 • 森林保護効果の向上と農地転用の制御 • PFES（支払い額の享受）による地元住民の意識向上と責任の強化	↓ (高地) ↑ (平地)	土地劣化（生産性低下） 最新機器導入（生産性向上）
Huoi Van	↑	• SNRM/JICA (2017) ➢ 6ha: CF での森林再生 • 地元住民が耕地耕作を諦め天然林がより良く保護され自然再生した • PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↓	農業分野の労働力不足（他分野への移行）

Village	森林面積	森林面積変化の要因	農地面積	農地面積変化の要因
Huoi Nga	↑	• SNRM/JICA (2016-2019) ➢ 102.8ha: CF 等での ANR • 661 プログラム (2008) ➢ 82ha: マツ • 休閑地が多かったこと • 上手く機能した森林管理・保護策により森林火災、違法伐採、焼畑が皆無だった • PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↓	土地劣化（休耕地化）
PÁ NGÀ	↑	• コミュニティと世帯の参加を伴う政府による植林及び森林再生事業（2015-2020） ➢ 156ha: <i>Pinus massoniana</i> (2016) ➢ 57ha: <i>Pinus massoniana</i> (2020) • 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった • PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 • 植林面積と自然再生による森林の面積の拡大	↑	農家が機械を使って新規に棚田を開発
HUỒI MẶN	↑	• コミュニティと世帯の参加を伴う政府による植林及び森林再生事業（2016-2020） ➢ 10.2ha: <i>Pinus massoniana</i> を CF に植林 (2016) • 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった • PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 • 植林面積と自然再生による森林の面積の拡大	→	
LỘNG MƯỜNG	↑	• 森林面積は 2017 年より微増 • 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった • PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 • 一部世帯が自身の土地に小規模植林を行った	→	

Village	森林面積	森林面積変化の要因	農地面積	農地面積変化の要因
Nà mạt	↑	661 プログラム (2001-2006) ➢ 36.25ha: <i>Pinus massoniana</i> - コミュニティと世帯の参加を伴う植林事業 ➢ 12.3ha: <i>Pinus massoniana</i> (2010) ➢ 51.6ha: <i>Pinus massoniana</i> (2016-2017) - 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった - PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 - 植林面積と自然再生による森林の面積の拡大	↑	水田の拡大
BO XANH	↑	- SNRM/JICA (2017&2019) ➢ 42.55ha: 森林再生 - コミュニティと世帯の参加を伴う植林事業 ➢ 3.2ha: <i>Pinus massoniana</i> (2010) ➢ 39.0ha: <i>Pinus massoniana</i> (2006) - 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった - PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 - 植林面積と自然再生による森林の面積の拡大	→	
HUA XANH	↑	- 森林面積は 2015-2020 年間に拡大 - 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった - PFES 制度での支払い受領や NTFP 採取といったベネフィットによる地元住民の意識向上と責任の強化 - 休閑地での森林再生	→	
Phuong Mưtll	↑	- 森林面積は 2010-2019 年間に拡大 - コミュニティと世帯の参加を伴う植林事業 ➢ 10.8ha: <i>Pinus massoniana</i> (2010) ➢ 26.5ha: <i>Pinus massoniana</i> (2011) - 森林保護策の改善により農地への転用が管理され、森林火災、違法伐採は皆無だった - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化 - 植林地と自然再生林の拡大	→	

Village	森林面積	森林面積変化の要因	農地面積	農地面積変化の要因
Phường Mực II	↑	- 森林面積は 2010-2019 年間に拡大 - 政府の支援による植林 ➢ 71.5ha: <i>Pinus massoniana</i> (2016) 3.3ha: <i>Pinus massoniana</i> (2017) - 植林地の拡大 - 休閑地の森林再生 - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化	↓ (高台) ↑ (平地)	土地劣化（生産性低下） 最新機器を導入して棚田を開発
CHIềng Lề	↑	- ほとんどの世帯が高台での作物栽培をやめ、森林が適切に管理・保護されている - PFES 制度での支払い受領による地元住民の意識向上と責任の強化 - 自然再生による森林の面積の拡大	↓	殆どの世帯が MG 市場での取引や他の職で生計を立てている

↑:面積の拡大、↓:面積の縮小、→:面積維持

SNRM/JICA:Sustainable Natural Resources Management(JICA の持続可能な自然資源管理プロジェクト)、PFES:Payments for Forest Environmental Services (森林環境サービスに対する支払い)、ANR:Assisted Natural Regeneration(自然再生補助)、NTFP: non-timber forest products(非木材林産物)

(4) 災害の種類と被災内容

2010~2020 年の間にサンプル village における住民が経験した災害は表 4-2-2-3 の通りである。すべての village が経験した Hailstone(ひょう)を除き、経験した災害の種類は village ごとに異なる。これら災害の中で本事業が取り扱う「ベトナム北部 MGC での治山技術」と関係の深い主な災害は Flood、Flash flood、Landslide、Forest fire であると考えられる。これら 4 災害による village での主な被災内容は、水田、畑、居住地、道路の破壊とそれに伴う修復費用や交通渋滞の発生、森林の消失等であった(表 4-2-2-4)。

表 4-2-2-3 全 19village が経験した災害

Village	Flood	Flash flood	Land slide	Forest fire	Hailstone	Cyclone	Hoar frost	Frost	Disease	Cold weather	whirlwind
Khop		✓	✓		✓	✓					
Gion		✓		✓	✓	✓	✓		✓		
Huoi Teo		✓			✓	✓		✓		✓	
Cut	✓		✓		✓	✓	✓			✓	
Mac Liu		✓			✓	✓					
Xa	✓		✓	✓	✓	✓					
Cha Co					✓	✓				✓	
Keo Ca					✓	✓				✓	
Huoi Van					✓					✓	✓
Huoi Nga					✓					✓	✓
PÁ NGÀ		✓	✓		✓	✓					
HUỒI MẶN		✓	✓		✓	✓	✓				
LỘNG MƯỜNG		✓			✓	✓	✓			✓	
Nà mạt		✓	✓		✓	✓				✓	
BO XANH		✓		✓	✓	✓	✓				
HUA XANH		✓			✓	✓				✓	
Phường mứt I					✓	✓	✓			✓	
Phường Mứt II					✓	✓	✓			✓	
CHIỀNG LỀ			✓		✓	✓	✓			✓	

✓ :あり

表 4-2-2-4 MGC における Flood、Flash flood、Landslide、Forest fire の具体的な被災内容

Village	Flood	Flash flood	Land slide	Forest fire
Khop		2017 年 8 月、90 世帯の農地(水田等 27,280m²) に深刻な影響 2020 年 6 月、27 世帯に影響 (600m² の苗代と 1,641m² の水田が破壊)		
Gion		5ha の農地を破壊		年間 2～3ha 発生し、大気汚染や森林消失を引き起こす
Huoi Teo		2017 年、16 世帯 1,790m² の水田に被害		
Cut	土で埋まった水田をショベルカーを借上げ改修		- 交通渋滞 - 道路の修復	
Mac Liu		水田と池に被害		
Xa	2020 年 6 月、27 世帯 3,000m² の土地に深刻な影響		2016 年に Pu Kho および Huoi Co Xo で発生	Pu Kho と Tenh Huon において毎年散発的に発生
PÁ NGÀ		2017 年 8 月に発生、33 世帯の農業生産に深刻な影響を及ぼし、13,740m² のトウモロコシ畑が破壊		
HUỒI MẶN		2017 年 8 月の大雨により発生、Pa Khoang 地区の 14,157m²、Pa Man 地区の 2,400m² の水田に深刻な影響	2020 年に発生、6 世帯が被災	
Nà mạt		2017 年 8 月大雨により発生、Na Mat 集落の 26 世帯 25,100 m²、Na Em 集落の 16 世帯 16.660 m² の水田に深刻な影響		

Village	Flood	Flash flood	Land slide	Forest fire
BO XANH		2017 年 8 月の大雨で発生、108 世帯、56,974m² の水田に深刻な影響		乾季に頻繁に発生、2～3ha の森林が被害を受け、環境汚染や生活用水へ影響
HUA XANH		2017 年 8 月の大雨で発生、5 世帯 438m² の水田に深刻な影響		
CHIềng Lề			QL279 道路と州道 TL107 道路沿いで発生	

(5) インフラ情報

MGC には国道 (National road No. 279) と Provincial road No. 107 が敷設されており、これらは Inter-district road、Inter-commune road と兼用されている (表 4-2-2-5)。National road No. 279 と Provincial road No. 107 は 1979 年に建設され、2001 年に改修・整備され、2005 年に完成した。Village によって異なるが、農村道路 (Rural road) は主に 2015 年から 2016 年にかけて建設された。また、2020 年には Inter-commune road が新設された (令和 2 年度の事業報告書 (図 4-2-3-2) で示した斜面崩壊及び道路調査が行われた village は、Khop、Gion、Cut、Mac Liu の 4 つである)。National road No. 279、Provincial road No. 107、Inter-district road、Inter-commune road の整備は、ベトナム道路庁、ソンラ交通局が担当している。Rural road の予算は、主に MG 人民委員会と村民の寄付で賄われている。通行車両の種類としては、大型車、四輪車、二輪車の 3 種が通行可能な道路は National road No. 279、Provincial road No. 107、Inter-district road、であり、主に二輪車 (オートバイ、自転車) と歩行者のための道路は Inter-commune road と Rural road である (まれに学生用バスが通る)。道路の状態は、ほとんどが良好または中程度の状態だが、一部、Inter-commune road と Rural road は landslide のため状態が悪く、まだ修復されていない。雨季に閉鎖される区間はない。ほとんどの道路には、浸食 (erosion) が起こりやすい危険な場所の警告板があり、landslide が発生した場合のみ、浸食 (erosion) が発生した部分を一時的に封鎖して道路を確保する。

水稻農耕を支える灌漑施設については、公共の灌漑ダムが Khop、Gio、Xa、HUỖI MẶN、Nà mạt、BO XANH、Phường Mực I、Phường Mực II に、水路が Huoi Teo、Cut、HUỖI MẶN、Nà mạt、BO XANH、Phường Mực I、Phường Mực II に建設されているものの、その他の村については個人で購入・作成した給水管等を利用して水を引いている。

Medical station (診療所) は MGC で唯一 Chiềng Lề village (ID19) に存在し、医師 3 名、看護師・薬剤師 6 名がいる。ドラッグストアは、Khop village (ID1) Gion village (ID2)、Phường Mực I village (ID17) に存在する。

教育施設については、Primary school (小学校) は 19village 中 14village に存在し、Secondary school (中学校) は、Nà mạt、Phường Mực I、Chiềng Lề の 3village に、High school (高等学校) は CHIềng Lề のみに存在する (表 4-2-2-6)。Village を跨いでの通学は、一方で Nursery school への通学で Mac Liu と Bo Xanh の住民が別の village (それぞれ Nà mạt、Chiềng Lề) へ通うという 2 ケースに限定されているが、他方で Primary school、Secondary school、High school への Village を跨いでの通学は、それぞれ 5 ケース、7 ケ

ース、8 ケースと比較的多い。

MGC のほとんどの Village の住民は買い物や商売のために日常的に Chiềng Lề village (ID19) に常設されている MGC 中央市場に通う(表 4-2-2-6)。また、週に 1 度の頻度でフェア(仮設市場)が Mac Liu、Huoi Van、PÁ NGÀ、LỌNG MƯƠNG、Phieng Mut I、Phuong Mựt II、Chiềng Lề において開かれており、village 内および近隣の住民が通っている。その他、日用品は、Khop、Huoi Teo、Hua Xanh、hương Mựt I のように village 内の食料品店で手に入る場合もある。

こうした日常的な目的地に通うために住民が用いる主な移動手段はオートバイ、自転車、徒歩であり、一部の village (Khop、Mac Liu、Pa Nga、HUỖI MẶN) では通学する生徒用にバスを用いている場合も報告されている。

このように買い物、商売、通学、通院のために地元住民は National road No. 279、Provincial road No. 107、Inter-district road、Inter-commune road、Rural road を利用して village 間を頻繁に移動している。

表 4-2-2-5 MGC 全 19village における主要道路の有無

ID	Village	国道	Provincial road	Inter-district road	Inter-commune road	New rural road	図 4-2-3-2 調査地点
1	Khop		✓ (No.107)		✓ (No.107)	✓	✓
2	Gion		✓ (No.107)		✓ (No.107)	✓	✓
3	Huoi Teo				✓	✓	
4	Cut	✓ (No.279)	✓ (No.107)	✓ (No.279)	✓ (No.279)	✓	✓
5	Mac Liu		✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓	✓?
6	Xa		✓ (No.107)		✓ (No.107)	✓	
7	Cha Co					✓	
8	Keo Ca						
9	Huoi Van				✓ (No.107)	✓	
10	Huoi Nga			✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓	
11	PÁ NGÀ		✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓	
12	HUỖI MẶN		✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓	
13	LỘNG MƯỜNG				✓ (No.107)		
14	Nà mạt		✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓ (No.107)	✓	
15	BO XANH	✓ (No.279)	✓ (No.107)	✓ (No.279)	✓ (No.279)	✓	
16	HUA XANH				✓		
17	Phường Mực I	✓ (No.279)		✓ (No.279)	✓ (No.279)	✓	
18	Phường Mực II	✓ (No.279)		✓ (No.279)	✓ (No.279)	✓	
19	Chiềng Lè	✓ (No.279)	✓ (No.107)	✓ (No.279)	✓ (No.279)		

✓ :あり(道路番号)

4-2-2-6 MGC 全 19village における学校、常設・仮設市場の有無と人々の移動手段

ID	Village	Nursery school	Primary school	Secondary school	High school	Drug store	市場、フェア（仮設市場）等	主な交通手段	目的地に行く際に主に使用されている道路
1	Khop	✓ (3)	✓ (5)			✓	1 日 10 世帯が訪れる食料品店 1 軒 - 住民は週に 1 度 MGC 中央市場へ通う	- バス（生徒用） - オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Provincial road No. 107 1 Rural road
2	Gion		(BO XANH へ通う)			✓	人々は週に 1 度 MGC 中央市場へ通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Provincial road No. 107 5 Rural roads
3	Huoi Teo		(Phường Mút II へ通う)				- 日常の買い物のための食料品店が 1 軒 - 住民は週に 1 度 Phiang Mut I のフェアに通う - 住民は週に 1 度 MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-commune road 1 Rural road
4	Cut		✓ (na)				週に約 10 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 自転車 - 徒歩	National road No. 279 1 Rural road
5	Mac Liu	(Nà mạt へ通う)	✓ (5)	(Chiềng Lề へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)		- 毎週金曜日に約 70 人が Village の中心部（セントラルハウス）でのフェアに参加 - 週に約 30 人が MGC 中央市場に通う	- バス（生徒用） - オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road 4 Rural roads
6	Xa	✓ (3)	✓ (5)				日常の買い物のためのローカル市場が 1 ヶ所	- オートバイ - 自転車 - 徒歩	National road No. 279 Provincial road No. 107 4 Rural roads

ID	Village	Nursery school	Primary school	Secondary school	High school	Drug store	市場、フェア（仮設市場）等	主な交通手段	目的地に行く際に主に使用されている道路
7	Cha Co	✓ (2)	✓ (1)				住民は週に1度 MGC 中央市場に通う	- 自動車 - オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road 2 Rural roads
8	Keo Ca	✓ (2)	✓ (5)	(Nà mạt へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)		週に約 10 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Inter-commune road Rural road
9	Huoi Van	✓ (1)	✓ (3)				- 毎週日曜日に約 40~50 人が Village の中心部（セントラルハウス）でのフェアに参加 - 住民は週に1度 MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Inter-commune road Rural road
10	Huoi Nga	✓ (4)	✓ (3)	(Nà mạt へ通う)			週に約 7~8 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Inter-commune road Rural road
11	PÁ NGÀ	✓ (1)	✓ (1)	(Chiềng Lề へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)		週に約 30~40 人が MGC 中央市場に通う	- バス（生徒用） - オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Rural road
12	HUỒI MẶN	✓ (1)	✓ (1) (PÁ NGÀ へ通う)	(Nà mạt へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)		- 毎週金曜日に約 100 人が PÁ NGÀ のフェアに通う - 週に約 2~5 人が MGC 中央市場に通う	- バス（生徒用） - オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Rural roads

ID	Village	Nursery school	Primary school	Secondary school	High school	Drug store	市場、フェア（仮設市場）等	主な交通手段	目的地に行く際に主に使用されている道路
13	LỘNG MƯỜNG	✓ (2)	✓ (2) (Mac Liu へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)	(Chiềng Lề へ通う)		- 週に約 5~6 人が village 内の nursery school に集まり売買する - 週に約 70 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Inter-commune road Rural road
14	Nà mạt	✓ (na)	✓ (na)	✓ (na)	(Chiềng Lề へ通う)		週に約 20~30 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-district road Rural roads
15	BO XANH	✓ (2) Chiềng Lề へ通う)	✓ (na)	Chiềng Lề へ通う)	Chiềng Lề へ通う)		週に約 150~180 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 自転車 - 徒歩	National road No. 279 Provincial road No. 107
16	HUA XANH	✓ (na)	?				1 日約 3~4 人が訪れる食料品店 1 軒	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-commune road Rural road
17	Phường Mẹt I	✓ (na)	(Phường Mẹt II へ通う)	✓ (na)	Chiềng Lề へ通う)	✓	1 日約 3~4 人が訪れる食料品店 1 軒 - 毎週金曜日に約 160 人が village 内のフェアに通う - 週に約 30 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 自転車 - 徒歩	National road No. 279 Inter-commune road 2 Rural roads
18	Phường Mẹt II		✓ (na)				- 毎週金曜日に約 200 人が village 内のフェアに通う - 週に約 100 人が MGC 中央市場に通う	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Inter-commune road Rural road
19	Chiềng Lề	✓ (na)	✓ (na)	✓ (na)	✓ (na)		- 毎週土曜日に village 内でフェアが開催 - MGC 中央市場が常設	- オートバイ - 徒歩	National road No. 279 Provincial road No. 107

✓:あり(教室数)、na:データなし

(6) 社会経済状況のまとめ

Muong Gion Comune 内にある全 19 village を対象とした文献調査やインタビュー等によって、village ごとの人口、主な生計手段、土地利用とその変化、近年の災害の種類と被災内容、インフラについて情報収集した。

全 19 village の人口の中央値が 553 人だが、人口が最も多い village は Xa 及び Bo Xanh で共に 1,283 人、最も少ない village は Huoi Teo で 152 人と、village ごとの人口にはばらつきがあった。Village における住民の主要収入源は、Chiềng Lề village を除き、農作物生産および家畜生産であり、平均年収は 1000 米ドル前後である。

森林被覆率は 0.4%~88%とばらつきがあるが、森林面積についてはほぼすべての village の住民は拡大したと認識している。拡大理由は JICA の持続可能な自然資源管理プロジェクト(SNRM)やベトナム政府の 661 プログラムなどの village 外部からの植林や Assisted Natural Regeneration (自然再生補助)の働きかけ、そして Payments for Forest Environmental Services (森林環境サービスに対する支払い)制度を通じた地元住民の意識向上と責任の強化による違法伐採や農地転用の抑制によるものと考えられた。

MGC の全 19 village において住民が認識した治山技術の関連の深い災害経験は Flood (洪水)、Flash flood (フラッシュフラッド)、Landslide (斜面崩壊)であり、これら 3 種の災害のうち Flash flood の報告が 19 village 中 10 village と最も多かった。これら 3 災害による village での主な被災内容は、水田、畑、居住地、道路の破壊とそれに伴う修復費用や交通渋滞の発生、森林の消失等であった。

地元住民は買い物、商売、通学、通院のために National road No. 279、Provincial road No. 107、Inter-district road、Inter-commune road、Rural road を利用して village 間を頻繁に移動している。住民が用いる主な移動手段はオートバイ、自転車、徒歩であり、一部の village では通学する生徒用にバスを用いている場合もあった。

引用文献

- Pham, T.T., Bennett, K., Vu, T.P., Brunner, J., Le, N.D., Nguyen, D.T., 2013. Payments for forest environmental services in Vietnam : from policy to practice, Payments for forest environmental services in Vietnam : from policy to practice. Bogor. <https://doi.org/10.17528/cifor/004247>
- Sunderlin, W.D., 2006. Poverty alleviation through community forestry in Cambodia, Laos, and Vietnam: An assessment of the potential. For. Policy Econ. 8, 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.08.008>

4.3 リモートセンシング技術を活用したリスクマップ作成

4.3.1 リスクマップに対するニーズと課題

気候変動により台風の巨大化や豪雨頻度・強度の増加、それにともない山地地形の国々では土砂災害の多発が懸念される。開発途上国においては限られたリソースで災害対策を立てる必要があることから、災害の発生の可能性と人間の営みを勘案した危険度を評価しておくことが必要である。しかし、開発途上国では危険度評価を行うために必要となる空間情報が未整備のため危険度評価が困難である。また、地上での情報収集には限界がある。このため、人口分布や生態系の防災・減災機能を既存の衛星画像といったリモートセンシングデータからどのように抽出するかが課題であり、AI 等最新技術を活用し信頼性の高い危険度把握の技術の開発が必要である。

本課題では、対象地域においてリモートセンシング技術および現地調査によって収集された既往の崩壊履歴および地形、地質、森林被覆、降水量等の各種情報を GIS 上で重ね合わせ、解析処理することにより、対象地域における森林管理に質する斜面崩壊リスクマップを作成することを目的とする。

本年度は、これまでに取得したベトナム国におけるリモートセンシングデータ、地形 (DEM)、地質情報、および斜面崩壊、林地荒廃に関する現地情報、および開発した広域でデータ取得される衛星画像を時系列解析および機械学習モデルにより推定した森林撓乱と土地利用変化を基に、対象地域において斜面崩壊に対するリスクマップを試作した。

4.3.2 調査（解析）対象地

調査(解析)対象としたのは、Yen Bai 省北西部の Mu Chang Chai District の Kim Noi Commune を中心とした 2017 年の豪雨にともなう崩壊発生範囲(図 4-3-2-1 の A の範囲)、および、Son La 省北東部の Quynh Nhai District の Muong Gion Commune(図 4-3-2-1 の B の範囲)である。Mu Chang Chai District (Kim Noi Commune)では 2017 年の豪雨により、多数の表層崩壊が発生していることが GoogleMap の衛星画像より確認されている(図 4-3-2-2)。Muong Gion Commune はカウンターパート(CP)であるベトナム森林科学アカデミー (VAFS)との共同試験地であり、2013 年の豪雨により多数の崩壊が発生したことが、Google Earth pro の時系列の衛星画像より確認されている。

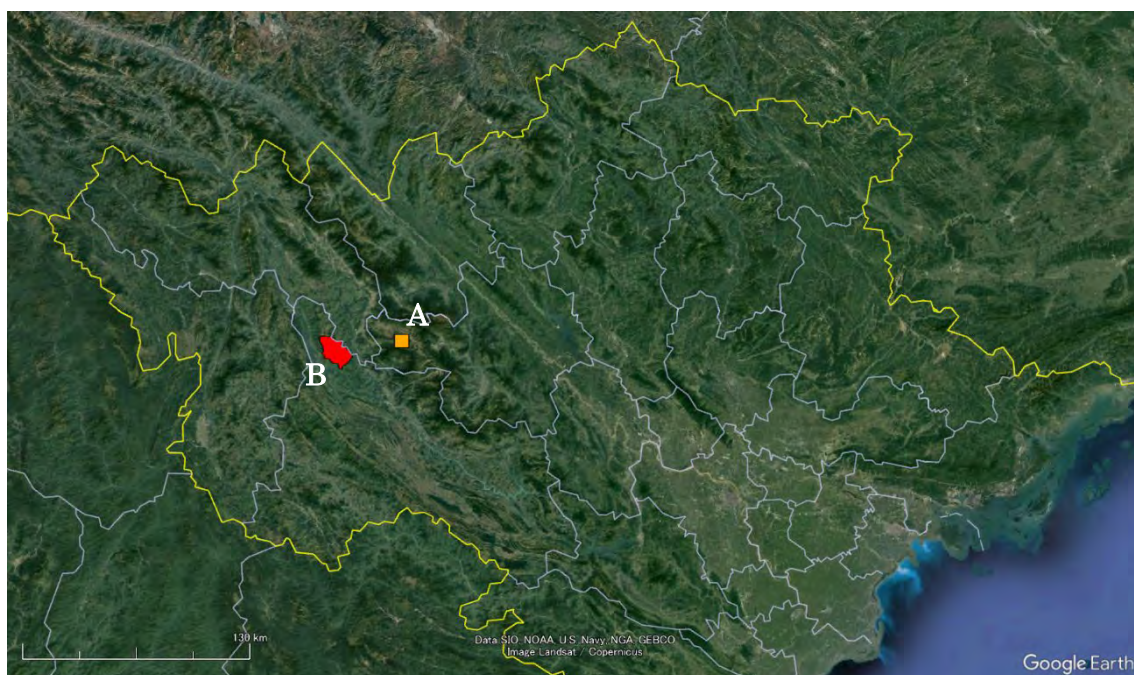


図 4-3-2-1 解析範囲の位置

- A: Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか)
- B: Quynh Nhai District (Muong Gion Commune)



図 4-3-2-2 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) で 2017 年の豪雨にともない発生した崩壊

4.3.3 使用データ

リスクマップを作成するにあたり、各調査地で使用したデータは以下のとおりである。

4.3.3.1 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか)

(1) 崩壊地の判読

Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) では Google MAP の衛星画像より QGIS を用いて 2017 年の豪雨にともなう崩壊発生個所を目視判読で特定し、ポリゴンデータとして抽出したものを使用した(図 4-3-3-1)。抽出した崩壊地は 2000 か所以上である。崩壊地のほとんどは表層崩壊であることが、現地調査から確認された(図 4-3-3-2)。

(2) DEM

DEM は CP より提供された ALOS DEM を使用した。解像度は 12.5m である。DEM より、傾斜、方位を算出し、標高データとともに解析に利用した。また、CS 立体図※および等高線図を作成し(図 4-3-3-3)、判読した崩壊地の地形状況についても把握した。

(3) 土地利用

本調査地の土地利用状況については、Google MAP の衛星画像より QGIS を用いて土地利用(森林、若齢林、棚田、草地、集落等)を目視判読で特定・分類し、ポリゴンデータとして作成したものを使用した(図 4-3-3-4)。本調査地では棚田が放棄され植林、あるいは自然侵入により森林化したと判断される斜面が多数認められることから、これについてはとくに「棚田跡」として区分した(図 4-3-3-5)。

(4) 地質情報

地質情報は CP より提供を受けた 20 万分の一地質図のポリゴンデータを使用した(図 4-3-3-6)。本調査地の大部分は中生代(白亜紀)の火成岩(流紋岩)である。現地での露頭観察から、多くの場所では風化が進んでいることが確認された(図 4-3-3-7)。

(5) 道路

本調査地の道路情報については、Google MAP の衛星画像より QGIS を用いて目視判読で特定し、ポリラインデータとして作成し、使用した(図 4-3-3-8)。なお、現地調査から、判読した道路の多くは車の移動は困難な道であったが、現地民はバイクで通行を行っていた(図 4-3-3-9)。

※CS マップとは DEM(標高図)より傾斜(Slope)図と曲率(Curvature)図を作成し、それぞれ

彩色して透過させることにより、地形を立体的に表現した図。尾根筋が暖色、谷筋が寒色、急傾斜および低標高が暗色、緩傾斜および高標高が明色で表現されている。

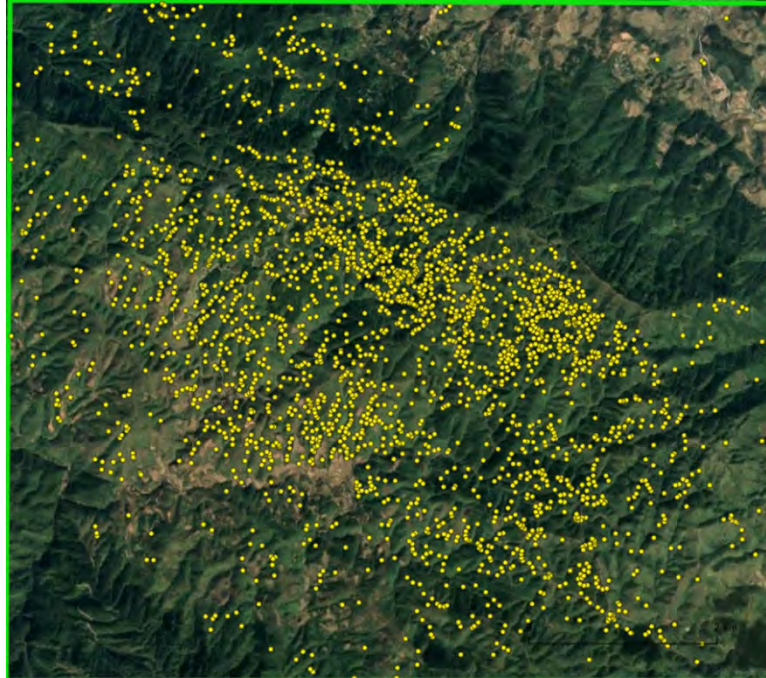


図 4-3-3-1 Mu Chang Chai District (Kim Noi Commune ほか) の解析範囲および範囲内で発生した崩壊

崩壊地(黄色ポイントシェープ)は GoogleMap の衛星画像より目視判読した。



図 4-3-3-2 Mu Chang Chai District (Kim Noi Commune ほか) で現地調査の際に確認した崩壊 2023 年 2 月 26 日撮影

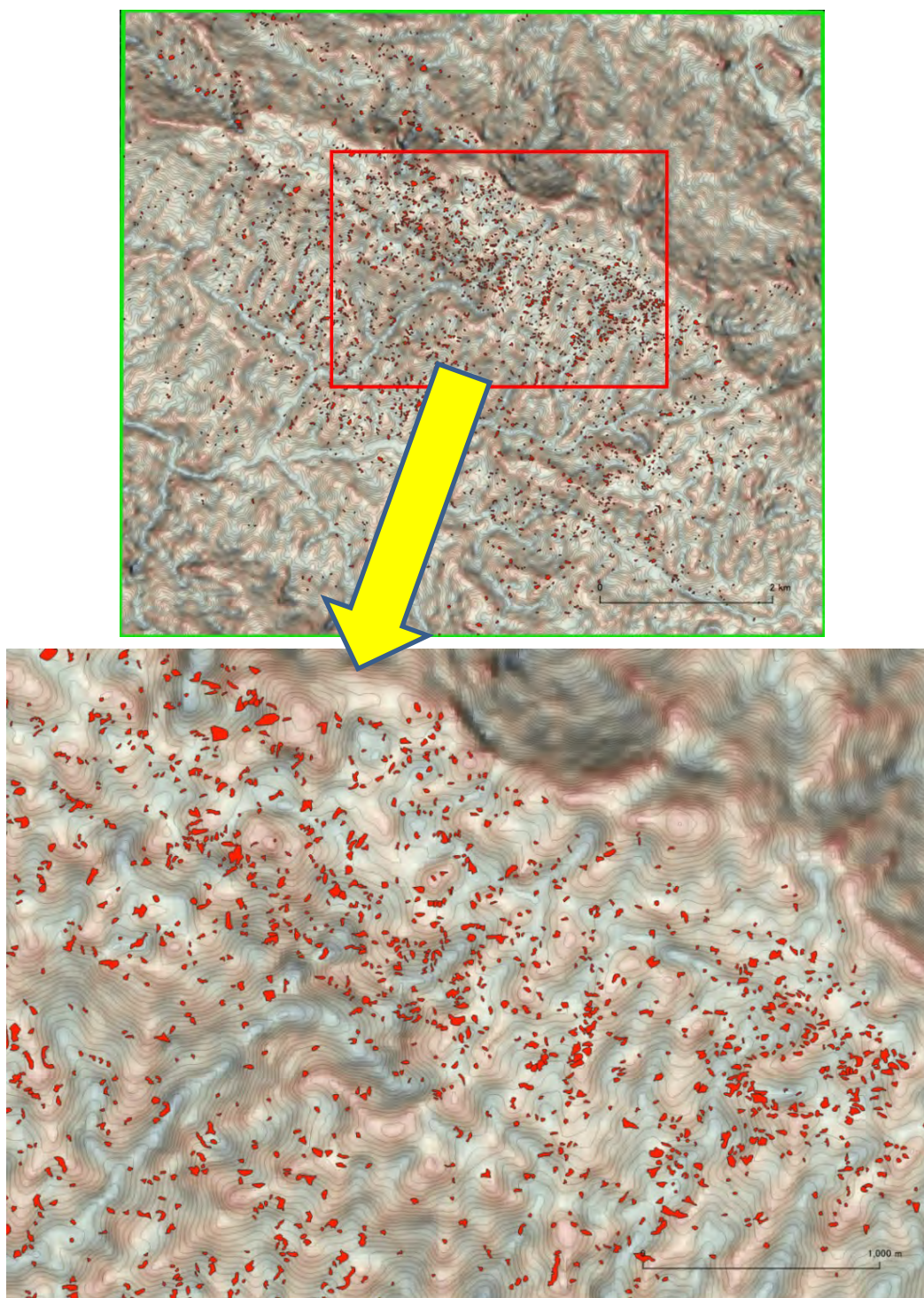


図 4-3-3-3 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の CS 立体図および、等高線図 (10m)

下の図は上図の赤枠の範囲の拡大図。赤いポリゴンが判読した崩壊地を示す。

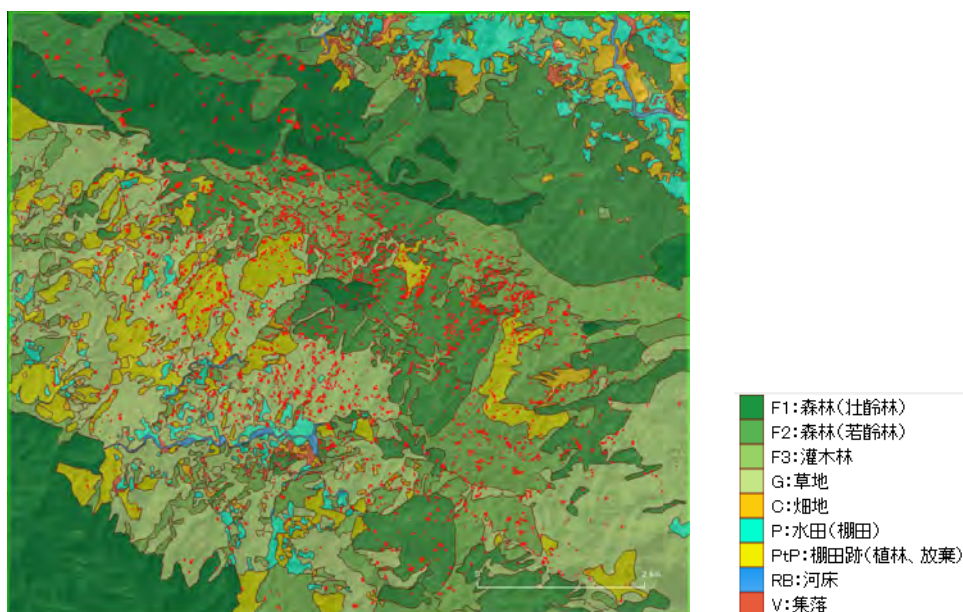


図 4-3-3-4 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の土地利用の判読結果

Google MAP の衛星画像より QGIS を用いて土地利用 (森林 (壮齡林)、森林 (若齡林)、灌木林、草地、畑、棚田、棚田跡 (植林あるいは放棄)、集落等) を目視判読で特定・分類し、ポリゴンデータとして作成した。赤いポリゴンは判読した崩壊地を示す。



図 4-3-3-5 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の崩壊地および棚田跡 (写真赤枠の範囲)

対象地域では棚田や畑地 (草地) として利用後、放棄あるいは植林したと思われる場所が多く認められた。2023 年 2 月 26 日撮影

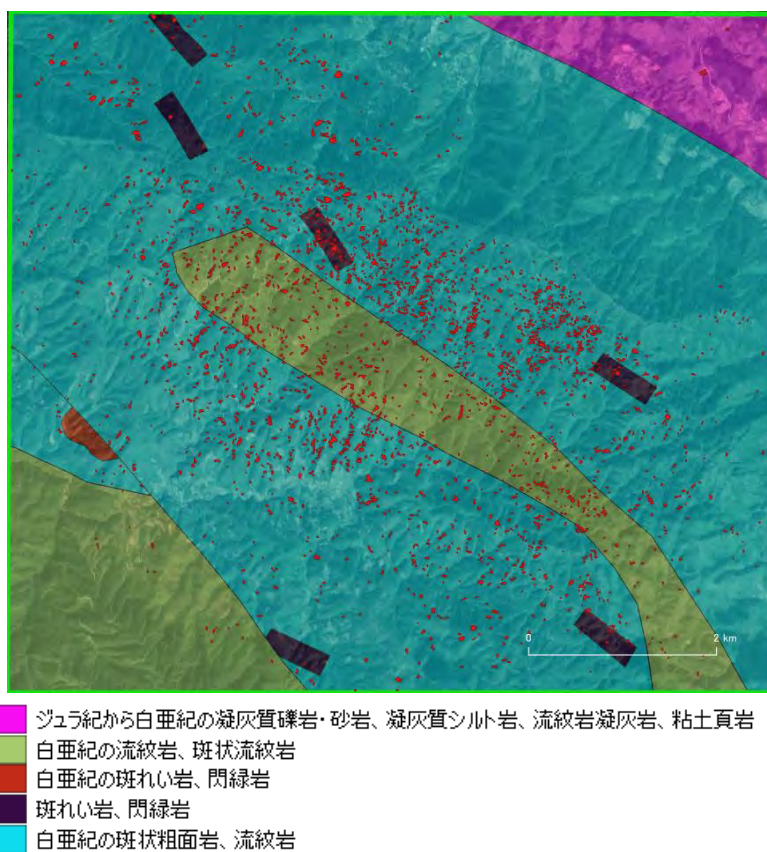


図 4-3-3-6 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の地質図



図 4-3-3-7 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の崩壊地(露頭)の状況

地質は白亜紀の流紋岩であるが、風化が進んでいた。

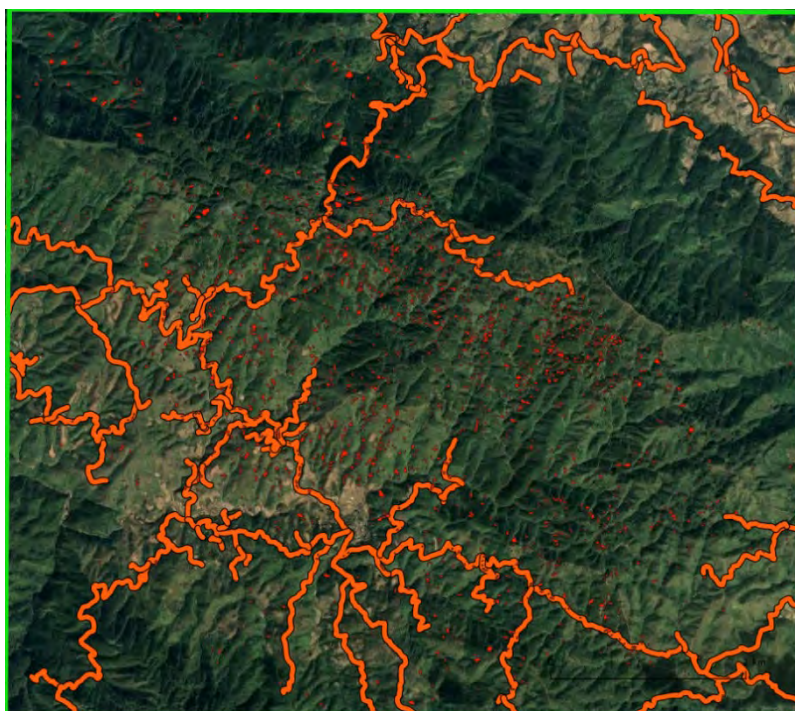


図 4-3-3-8 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の道路位置

Google MAP の衛星画像より QGIS を用いて目視判読で特定し、ポリラインデータとして作成した。



図 4-3-3-9 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) の現地で確認した道路

道幅は 1m 程度であるが、現地の人間はバイクで通行していた。2023 年 2 月 17 日撮影

4.3.3.2 Muong Gion Commune

(1) 崩壊地の判読

Muong Gion Commune では Google Earth pro の 2013 年の衛星画像より崩壊発生箇所を目視判読で特定し、ポリゴンデータとして抽出した崩壊地は約 400 か所である(図 4-3-3-10)。崩壊地のほとんどは崩壊幅が 10m 以下と Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか) に比べると小さい。また、崩壊地の多くは最近の衛星画像では植生に覆われ、判読ができない状況であった。

(2) DEM

DEM は CP より提供された ALOS DEM を使用した。解像度は 12.5m である。DEM より、傾斜、方位を算出し、標高データとともに解析に利用した。また、CS 立体図および等高線図を作成し(図 4-3-3-11)、判読した崩壊地の地形状況についても把握した。

(3) 土地利用

本調査地の土地利用状況については、Shimizu et al.(2023)の成果である衛星データから抽出した土地利用の分類とその変遷(森林攪乱の有無)結果を利用した(図 4-3-3-12 および図 4-3-3-13)。森林域については 2013 年以前に攪乱を受けた森林と攪乱を受けていない森林(2013 年より後に攪乱を受けた森林も含む)に区分して解析を行った(図 4-3-3-13)。

(4) 地質情報

地質情報は CP より提供を受けた 20 万分の一地質図のポリゴンデータを使用した(図 4-3-3-14)。本調査地の大部分は中生代の堆積岩(砂岩、泥岩)であり、北西部はチャートが分布する。なお、本調査地では断層あるいは地質境界が多く分布することから、これらについても崩壊要因として、検討することとした(図 4-3-3-15)。

(5) 道路

本調査地の道路情報については、CP より提供されたポリラインデータを使用した(図 4-3-3-16)。

引用文献

Katusto Shimizu, Wataru Murakami, Takahisa Furuichi, Ronald C. Estoque (2023) Mapping Land Use/Land Cover Changes and Forest Disturbances in Vietnam Using a Landsat Temporal Segmentation Algorithm., Remote

Sensing, 15:851, 2072-4292.

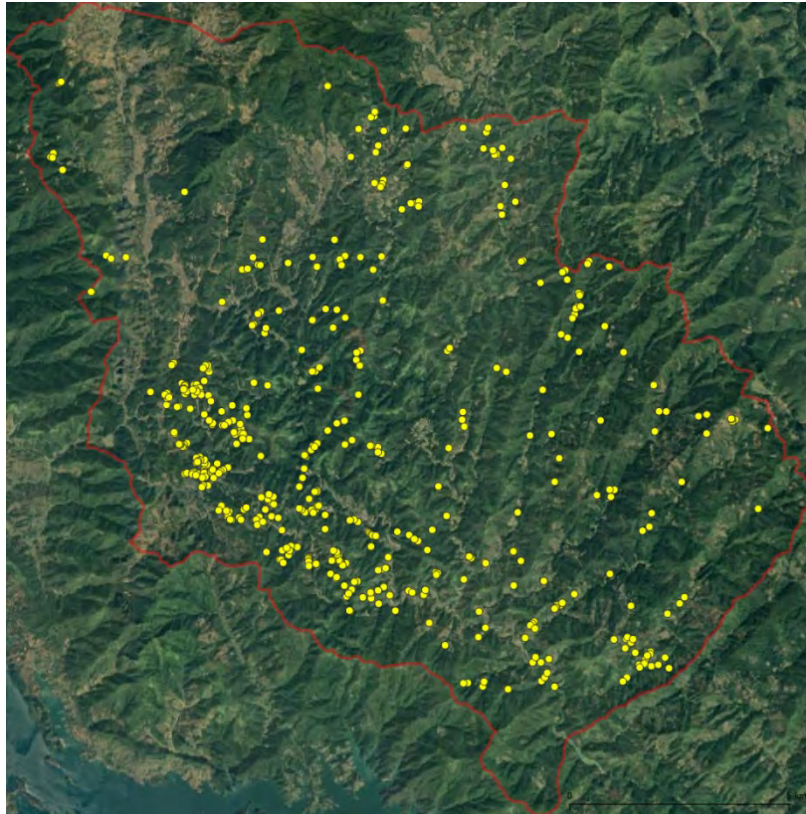


図 4-3-3-10 Muong Gion Commune の解析範囲および範囲内で発生した崩壊

崩壊地(黄色ポイントシェーブ)は Google Earth pro の 2013 年の衛星画像より目視判読した。

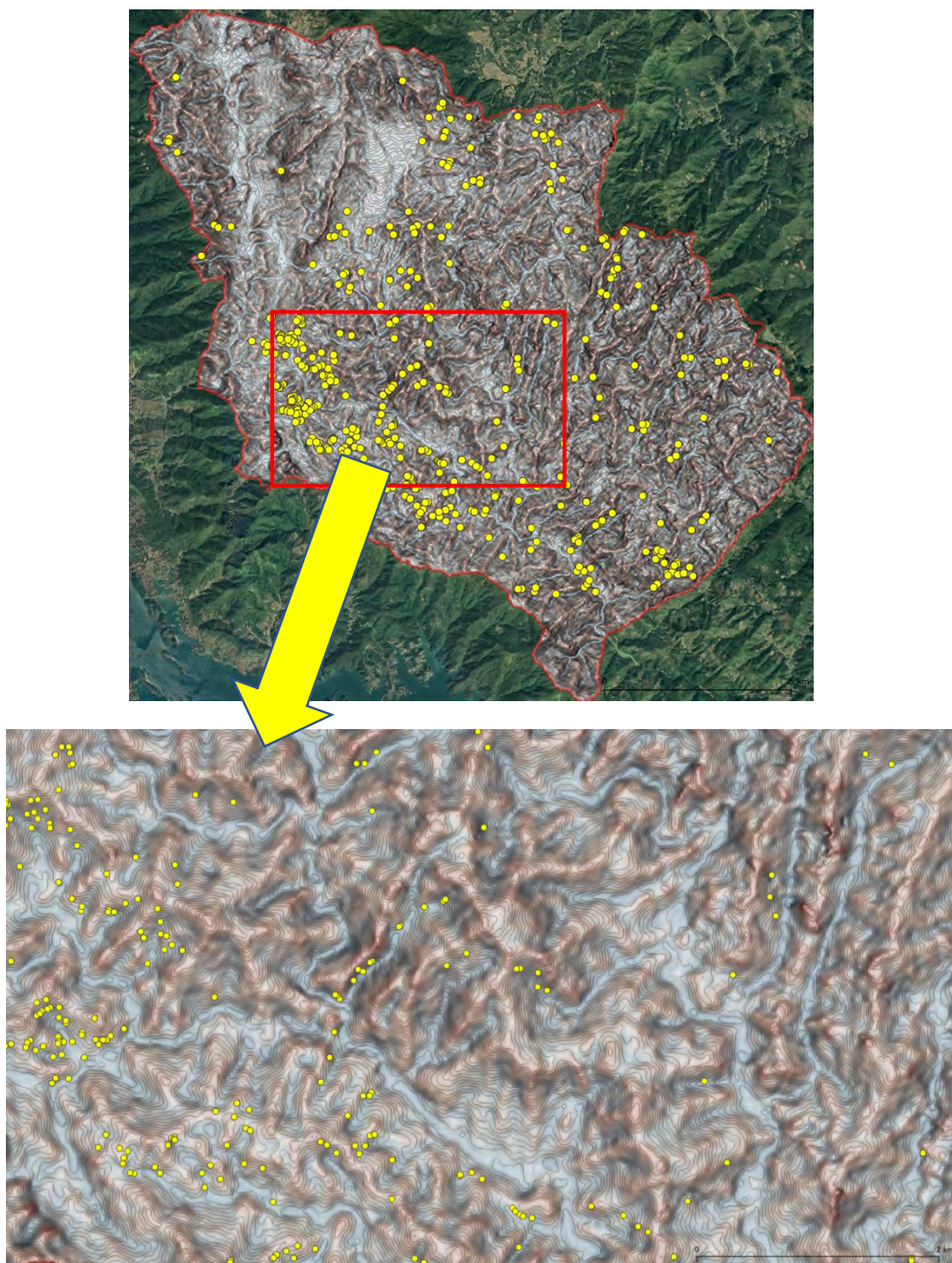


図 4-3-3-11 Muong Gion Commune の CS 立体図および、等高線図(10m)

下の図は上図の赤枠の範囲の拡大図。黄色いポイントは判読した 2013 年に発生した崩壊地を示す。

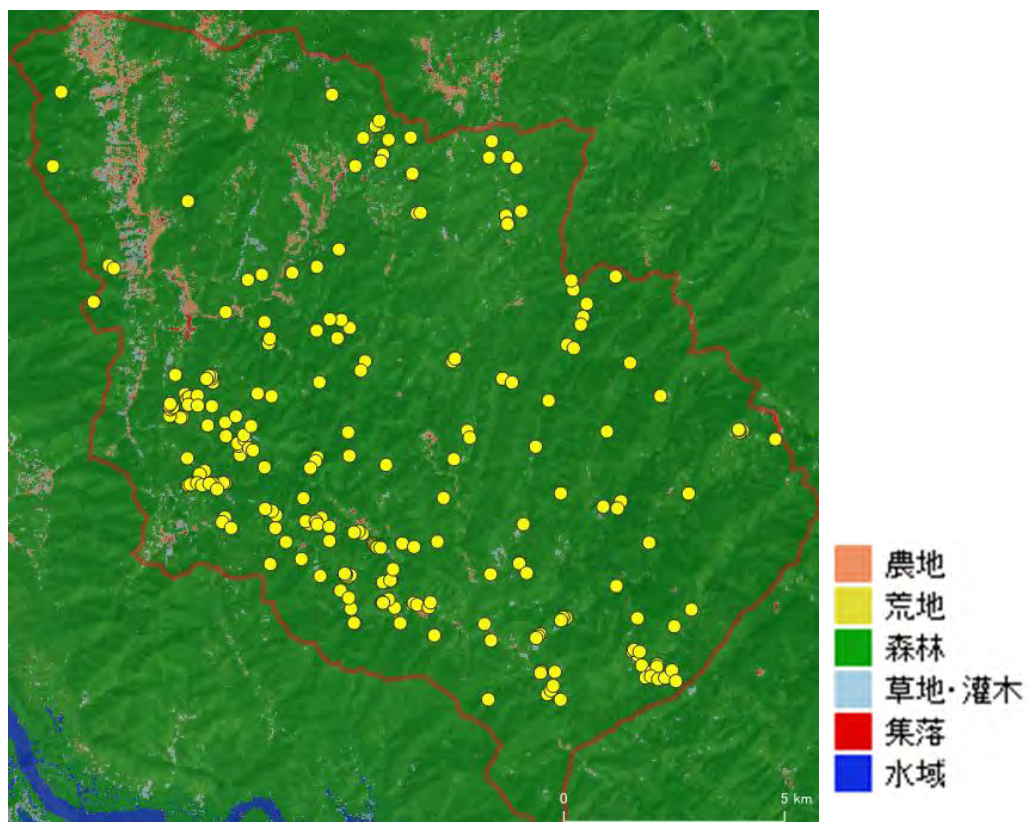


図 4-3-3-12 衛星データから抽出した Muong Gion Commune の土地利用の分類(2013 年時点)結果

黄色いポイントは判読した 2013 年に発生した崩壊地を示す。

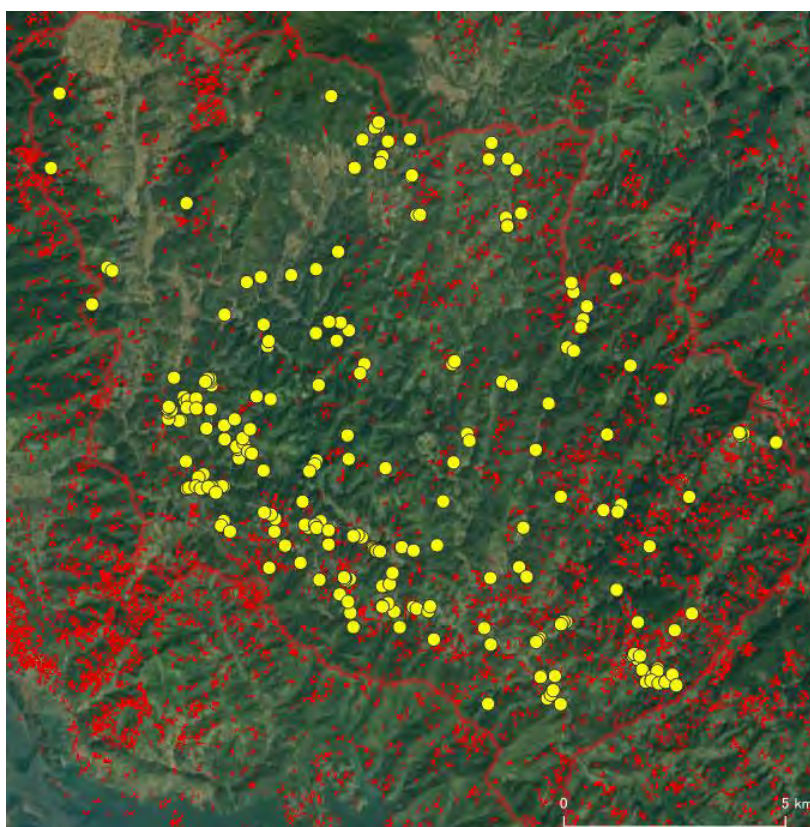
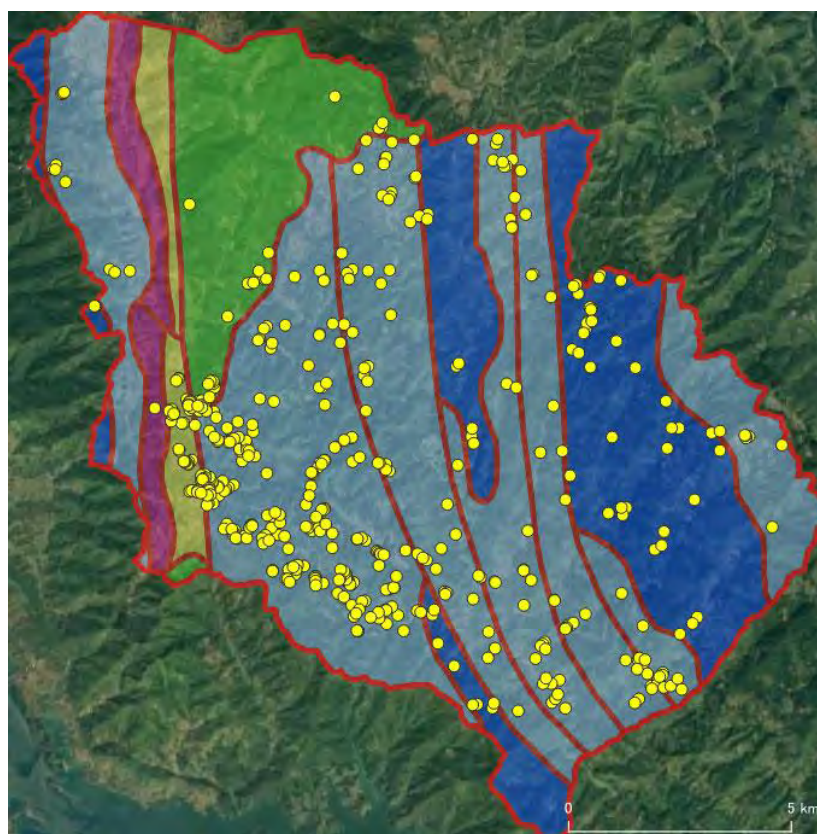


図 4-3-3-13 衛星データから抽出した Muong Gion Commune の 2013 年までの森林攪乱範囲(赤く示した範囲)

黄色いポイントは判読した 2013 年に発生した崩壊地を示す。森林攪乱は 2013 年以前に攪乱を受けた森林と攪乱を受けていない森林(2013 年より後に攪乱を受けた森林も含む)に区分して解析をおこなった。



- 白亜紀の砂岩、石英、まれに石灰岩、礫岩、砂岩、シルト岩からなる小石を含む礫岩
- 三畳紀の一部凝灰岩と混在している砂岩、シルト岩、石灰質シルト岩、粘土岩
- 三畳紀の石灰岩、泥灰岩、薄灰色の多孔質石灰岩
- 三畳紀のシルト岩、砂岩、粘板岩
- 三畳紀の黒色粘板岩、シルト岩、砂岩

図 4-3-3-14 Muong Gion Commune の地質図(1/20 万)

対象地域には地質境界や断層が多く分布することから、それらも解析に使用した。黄色いポイントは判読した 2013 年に発生した崩壊地を示す。



図 4-3-3-15 Muong Gion Commune の露頭観察で認められた地質境界(断層)

赤矢印のところが境界となっており、左右で地質が異なっていた。赤矢印の境界は水路となっており、調査時には水流も認められた。

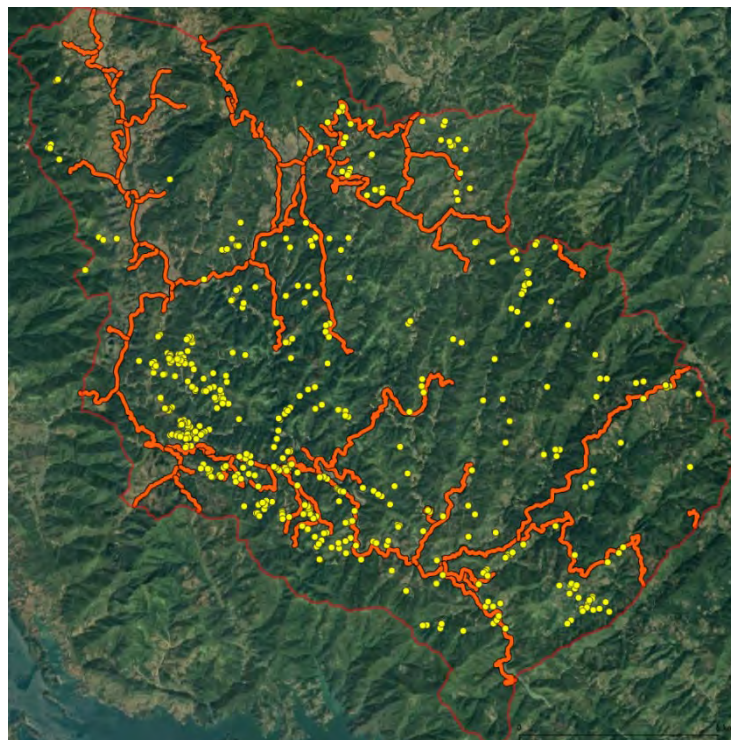


図 4-3-3-16 Muong Gion Commune の道路の分布

4.3.4 解析方法

4.3.3 において記述した各データについては、それぞれの解析範囲に 10m メッシュを作成し、メッシュごとに崩壊地の有無(目的変数)および各要因項目(説明変数:土地利用、標高、傾斜、方位、地質、道路等)を集計することでデータセットを作成し、解析に使用した(図 4-3-4-1)。リスク評価に際しては、影響すると判断された要因がどの程度、重要であるか検討しておく必要があるため、崩壊に対する各要因の重要度を機械学習(決定木およびランダムフォレスト)の教師なし分類で推定した。評価結果のマップ化には、R のランダムフォレスト(RF)を利用した。それぞれの調査範囲で整理したデータセットを用いて教師あり分類を行い、その結果を基に構築されたモデルからリスク評価を行い、結果をマップ化した。

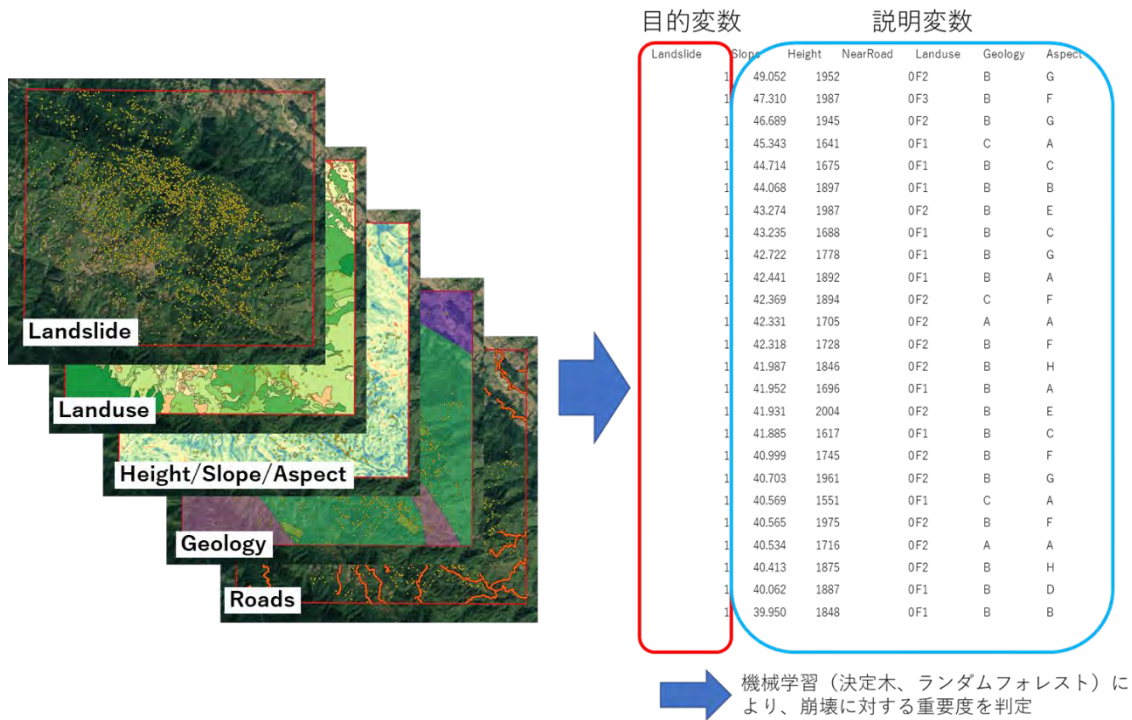


図 4-3-4-1 判読した崩壊箇所および利用した要因項目(左図)。

解析範囲に 10m メッシュを作成し、メッシュごとに崩壊地の有無(目的変数)および各要因項目(説明変数:土地利用、標高、傾斜、方位、地質、道路)を集計し、データセットを作成し、解析に使用した(右表)。

4.3.5 解析結果および作成したリスクマップ

4.3.5.1 Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか) におけるリスク評価結果および作成したリスクマップ

Mu Chang Chai District (KimNoi Commune ほか)における崩壊に対する各要因の重要度を機械学習(決定木およびランダムフォレスト)の教師なし分類で推定した結果を図 4-3-5-1 に示す。決定木やランダムフォレストといった機械学習では使用するデータセットの項目や解析の際の設定項目により結果が変わってくる。このため、結果の取り扱いには注意が必要であり、これらを基にしてリスク評価を行う際には、このことに留意する必要がある。一方で、それぞれの結果において、ある程度の傾向が認められる場合には、概ね信頼性が認められるものとする。今回の結果においては標高や傾斜といった地形要因が崩壊要因として上位にくる一方で、若齢林といった土地利用によって生じた若齢林の斜面も崩壊において重要な要因であることが示唆され、土地利用(森林管理)を考慮したリスク評価の必要性が示唆された。

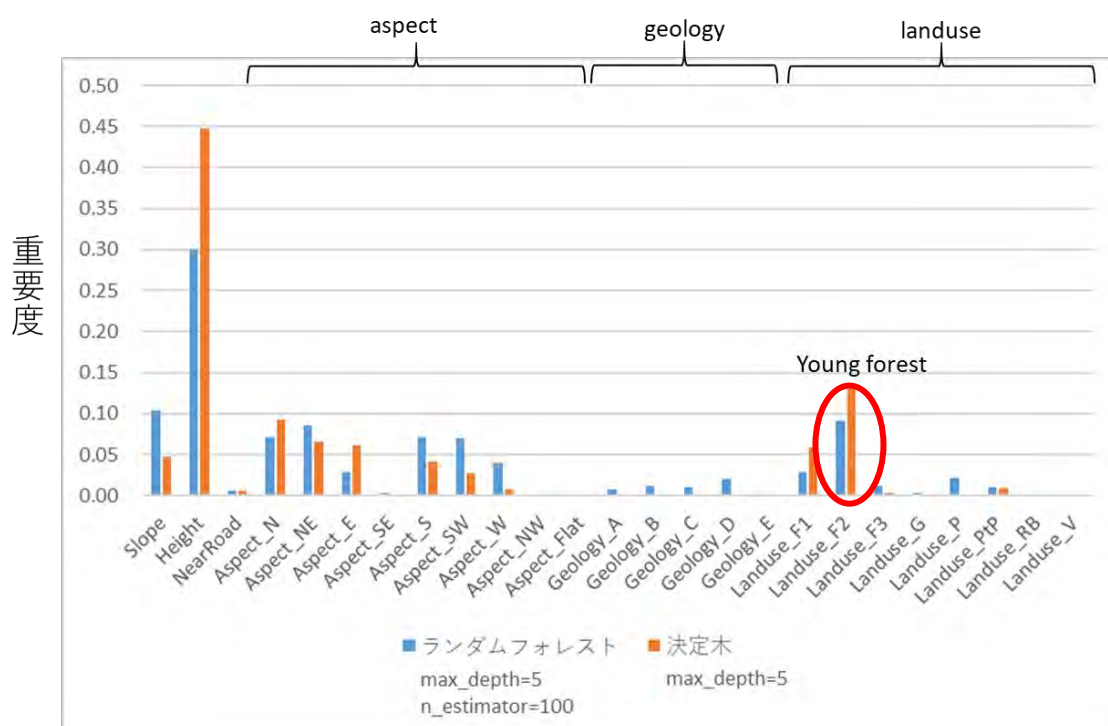


図 4-3-5-1 崩壊に対する各要因(変数)の重要度。

Landuse(土地利用)は GoogleMap を目視判読し、F1: 森林(壮齢林)、F2: 森林(若齢林)、F3: 灌木、G: 草地、畑、P: 水田(棚田)、PtP: 棚田に植林、RB: 河床、V: 村落に区分したものを使用した。今回の解析では、F2: 森林(若齢林: 赤枹)の斜面が決定木では 2 番目、ランダムフォレストでは 3 番目に崩壊の発生要因として重要となった。

評価結果をマップ化するにあたっては、データセットをトレーニングデータとテストデータに分割し、ランダムフォレストにより教師あり分類を行って、作成したモデルよりマップ化した。出力結果を図 4-3-5-2 に示す。図 4-3-5-3 は教師付き分類によって算出された崩壊に対する各要因の重要度である。本解析では、標高、傾斜といった地形要因が崩壊に対する要因として

重要であることは教師なし分類と同じ傾向を示すが、次に棚田跡(植林あるいは放棄)の重要性が高い結果となった。また、若齢林や灌木と区別した範囲でも重要性が相対的に高いが、壮齢林は重要度が低い、つまり崩壊に対して一定の抑制効果を持つ可能性が示唆された。

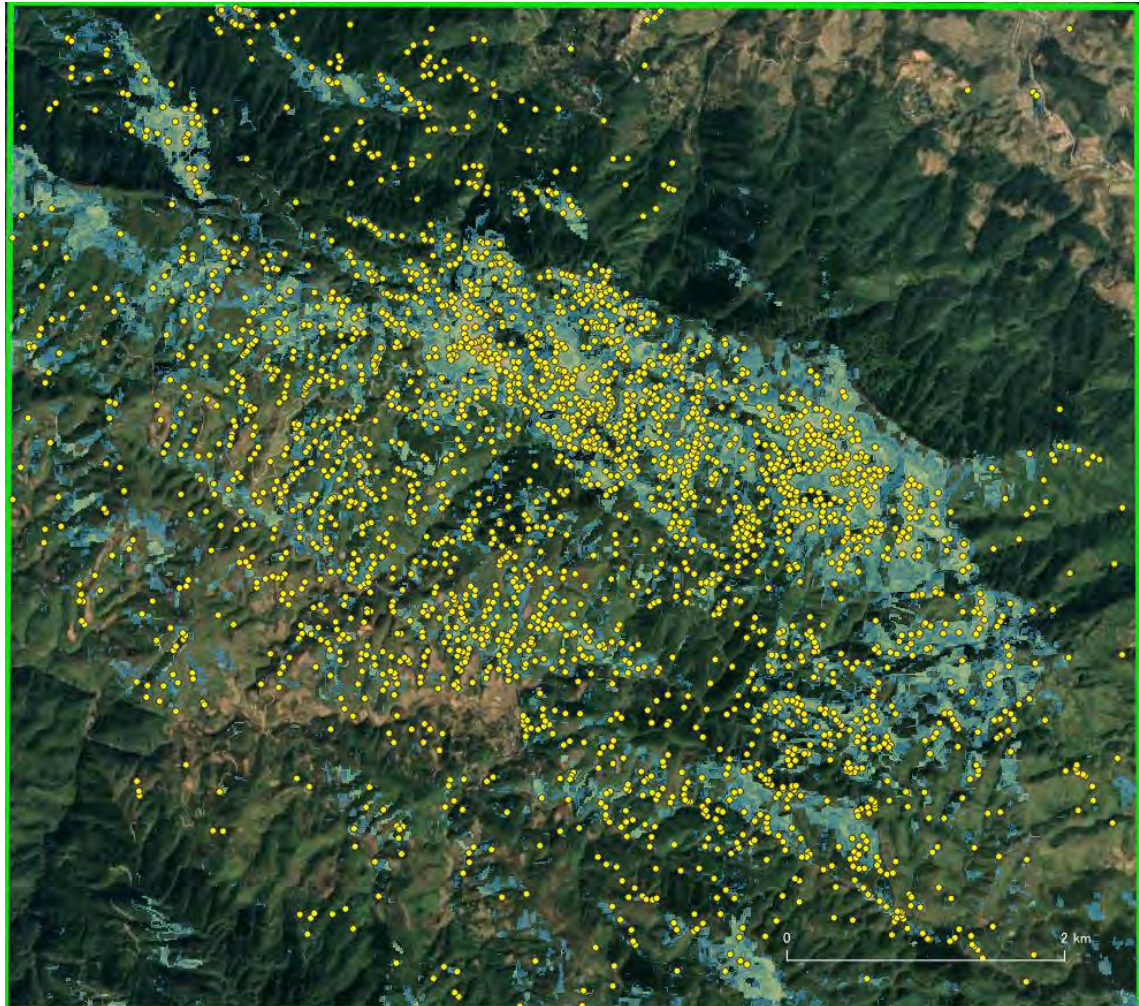


図 4-3-5-2 ランダムフォレスト(教師付き学習モデル)から作成した Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)のリスクマップ。

暖色の範囲が相対的に崩壊のリスクが高い範囲(黄色のポイントは実際の崩壊地)

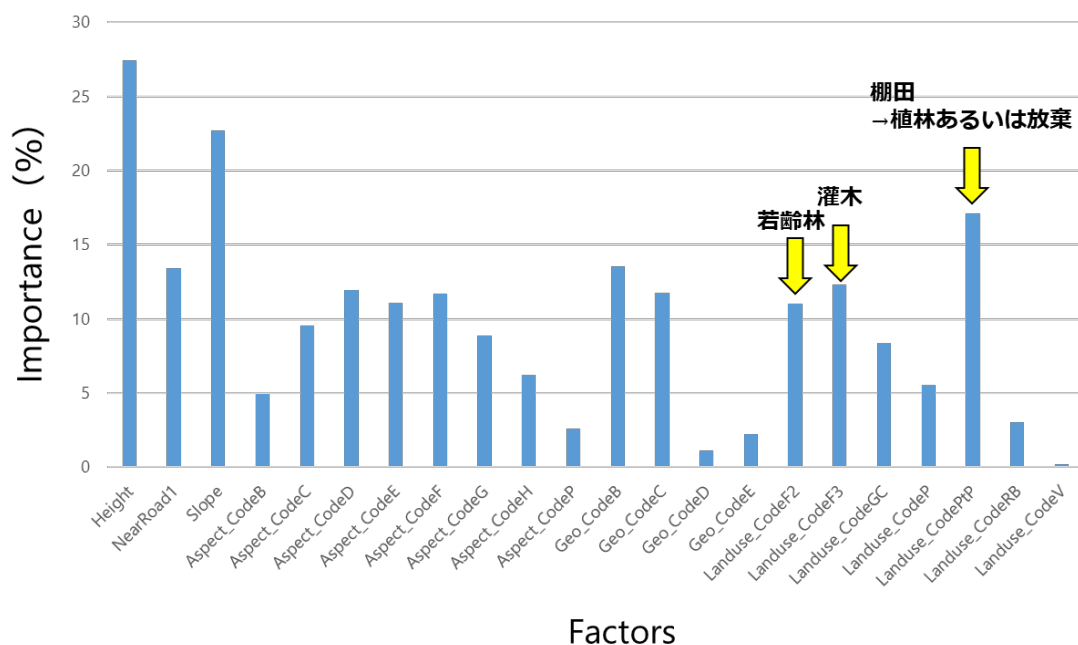


図 4-3-5-3 ランダムフォレスト(教師付き学習モデル)から作成した Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)での崩壊に対する各要因の重要度

標高、傾斜といった地形要因の次に棚田跡(植林あるいは放棄)の重要性が高い結果となった。若齢林や灌木と区別した範囲でも重要性が相対的に高いが、壮齢林は重要度が低い、つまり崩壊に対して一定の抑制効果を持つ可能性が示唆された。

4.3.5.2 Muong Gion Commune におけるリスク評価結果および作成したリスクマップ

Muong Gion Commue における崩壊に対する各要因の重要度を機械学習(決定木およびランダムフォレスト)の教師なし分類で推定した結果を図 4-3-5-4 に示す。本地域においては、標高、傾斜、方位(南東、南向き斜面)といった地形要因のほか、道路の近傍、地質(三畳紀:堆積岩類)、断層・地質境界の重要性が高いという結果となった。土地利用の影響については、攪乱を受けた森林で若干の重要度があるものの、Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)に比べると、崩壊に対する重要度が低いという結果になった。

ランダムフォレスト(教師付き学習モデル)から算出した Muong Gion Commue における崩壊に対するリスクの出力結果、および崩壊に対する各要因の重要度を図 4-3-5-5 および図 4-3-5-6 に示す。こちらについても、標高、傾斜といった地形要因のほか、道路の近傍、方位(南東向き斜面)、地質(三畳紀:堆積岩類)、断層、地質境界の重要性が高いという結果となった。その一方で、土地利用の影響については、重要度が低いという結果になった。

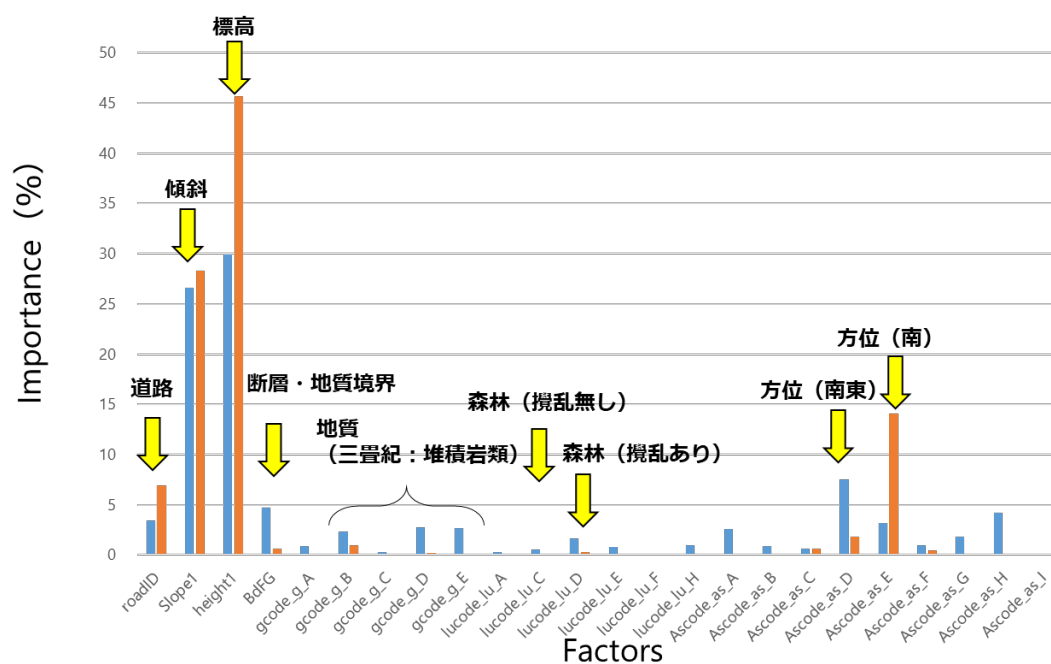


図 4-3-5-4 ランダムフォレスト(青:n=50 depth=6)および決定木(橙:depth=6)(教師なし学習モデル)から算出した Muong Gion Commune の崩壊に対する各要因の重要度

標高、傾斜、方位(南東、南向き斜面)といった地形要因のほか、道路の近傍、地質(三疊紀:堆積岩類)、断層・地質境界の重要性が高いという結果となった。土地利用の影響については、攪乱を受けた森林で若干の重要度があるものの、Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)に比べると、崩壊に対する重要度が低いという結果になった。

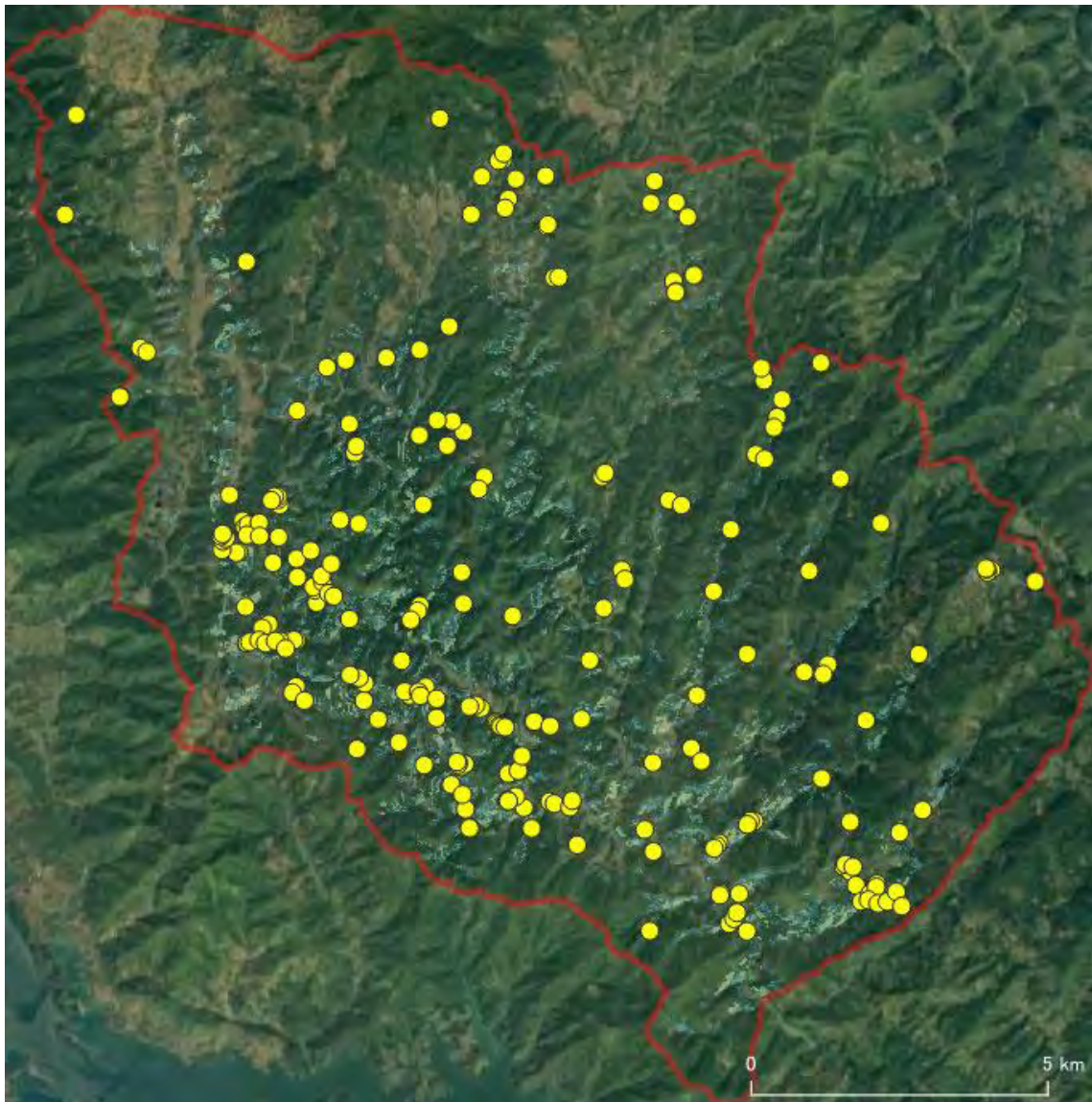


図 4-3-5-5 ランダムフォレスト(教師付き学習モデル)から作成した Muong Gion Commune のリスクマップ。

暖色の範囲が相対的に崩壊のリスクが高い範囲(黄色のポイントは実際の崩壊地)

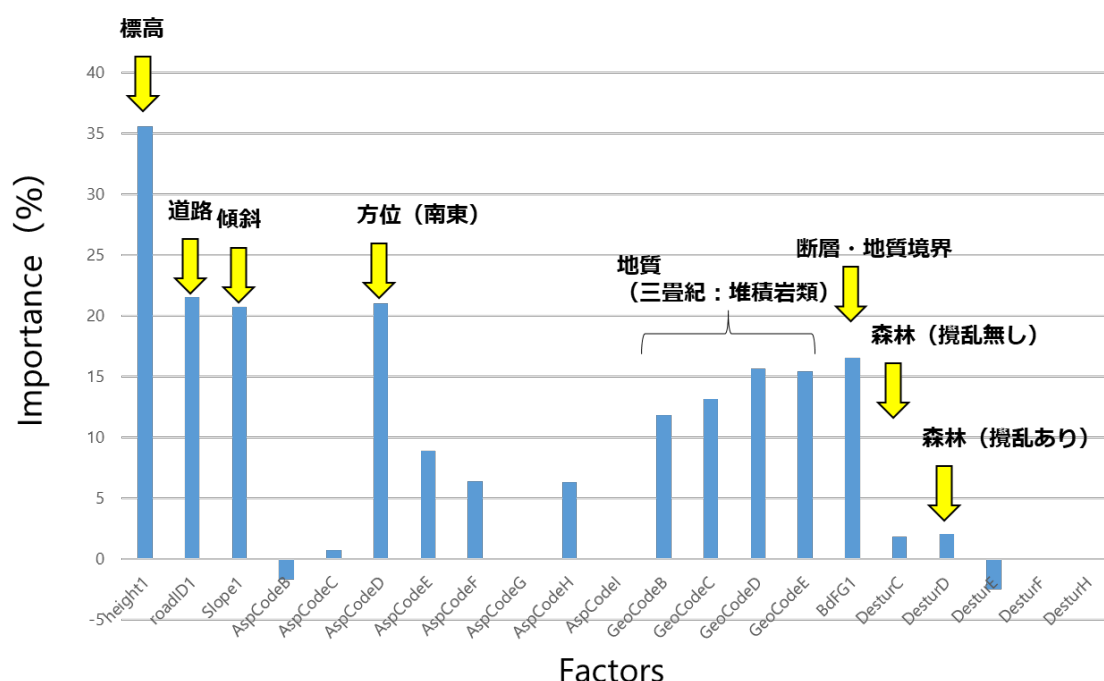


図 4-3-5-6 ランダムフォレスト(教師付き学習モデル)から算出した Muong Gion Commune の崩壊に対する各要因の重要度

標高、傾斜といった地形要因のほか、道路の近傍、方位(南東向き斜面)、地質(三疊紀:堆積岩類)、断層、地質境界の重要性が高いという結果となった。土地利用の影響については、重要度が低いという結果になった。

4.3.6 残された問題点と課題

今回行ったリスク評価は、入手し、整備したデータセットに基づくものである。前述するとおり、決定木やランダムフォレストといった機械学習では使用するデータセットの項目や解析の際の設定項目により結果が変わってくるため、結果の取り扱いには注意が必要であり、これらを基にしてリスク評価を行う際には、使用したデータの解像度等も含め、実際に現地で適応できるかどうかについて留意しながら、検証、改善していく必要がある。その上で、今後、改善できるかどうか、少なくとも現地での使用に耐えうるものとするには何を改善する必要があるか、その場合にはどのようなデータを整備しておく必要があるか等を、昨年までに開発した崩壊地の自動抽出ツール、土地利用区分および森林攪乱分布を把握する手法による解析結果を利用した場合の適応の可否、およびそれらの改善方法を含めて検討する必要があると考える。

今回の解析では、Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)では土地利用、とくに若齢林あるいは棚田跡(植林あるいは放棄)が斜面崩壊に対して重要な要因であることが推察されたが、Muong Gion Commune では土地利用(森林の攪乱)は重要な要因とならず、

むしろ道路や地質境界が相対的に重要な要因としてあがる結果となった。これについては利用した土地利用の判読結果が Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)では衛星画像を目視判読した結果なのに対して、Muong Gion Commune では機械学習を基にした判定結果を利用している点が、結果が異なった可能性として挙げられる。その一方で、実際の土地利用の形態の違いが、本結果に影響を与えている可能性も考えられる。Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)では、多くの斜面に棚田が形成され、利用されていた。現在、森林となっている場所も過去には棚田であったところも多いという特徴が現地調査から、認められた(図 4-3-6-1)。一方で、Muong Gion Commune での水田の多くは河川近傍あるいは扇状地といった比較的傾斜が緩やかな場所にのみ形成され、斜面は焼き畑(現在は規制されている)や燃料や建材となる樹木の伐採利用が主な利用となっていた(図 4-3-6-2)。このような斜面に対する利用形態の違いが、斜面崩壊に対して影響を与えた可能性がある。これについては、リスクマップを実用化に向けて検証、改善する上で、重要な今後の検討要因であると考えている。

また、行ったリスク評価およびそれに基づいて作成したリスクマップが現地のニーズに即さない可能性もある。これを回避するためには、現地の災害に対する意識を把握し、現地の社会、経済条件とのバランスを考慮しながら、現地において最良のものを提示する必要があると考える。これについては現地調査を行っている研究者、およびカウンターパートとの意見交換等を通して、実施していくことが必要であると考ええる。



図 4-3-6-1 Mu Cang Chai District (Kim Noi Commune ほか)で見られる棚田。



図 4-3-6-2 Muong Gion Commune での斜面での土地利用。

焼き畑(現在は規制されている)などでの利用が主体となっている。

4.4 海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価

4.4.1 気候変動下においてマングローブ林への期待が高まる沿岸域防災・減災

マングローブは熱帯や亜熱帯地域の沿岸部汽水域に生育する森林生態系で、海域と陸域の間で緩衝帯としての役割を果たしている。すなわち、マングローブは、高い一次生産能を背景とした膨大な炭素貯留機能(地球温暖化緩和機能)や、木材や燃料の生産、海陸双方に由来する生物への住み処提供など多様な生態系サービスに加え、防風や防潮、波浪に対する侵食防止などの沿岸部における防災・減災機能の発揮に関心が集まっている。

IPCC の第 6 次評価報告書(IPCC 2021, Climate Change 2021: The Physical Science Basis)では「人間の影響により大気、海洋、陸地が温暖化したことは明白である」とされた。すなわち、観測や複数の気候モデルシミュレーションの結果から、近年、世界平均海面水位の上昇が加速しており、1902～2010 年の間 0.16m 上昇し、2006～2015 年の海面上昇速度は 3.6 mm/年と報告された(環境省 2021)。これは、直近 100 年間では例がないスピードで、20 世紀における海面水位の上昇率に比べ、約 2.5 倍に相当するとのことである。地球規模での気候変動によって、海面上昇は着実に進行し、中心気圧が低下し大規模化した台風の発生も多発すると予測されている。このような気象環境の変化により、高波・暴風等による沿岸域における災害リスクの高まりが懸念される中、沿岸域潮間帯に分布するマングローブも存立の危機に曝されている。

一方で、熱帯・亜熱帯沿岸域の潮間帯に分布するマングローブは、クロマツ等の陸性の樹木で構成される海岸林と同様に、古来、防風・防潮・波力減衰など沿岸域の防災・減災を担ってきた(佐藤 1992, 2010, 松田 2011)ことは周知である。2004 年のインド洋大津波では、マングローブは津波被害の低減に貢献したとされ、改めて注目を集めた(Forbes & Broadhad 2007, Yanagisawa et al. 2009 など)。気候変動による海面上昇や大型台風による沿岸災害リスクの高まりが懸念される現在、熱帯・亜熱帯地域の沿岸部に分布するマングローブ林には、気候変動による海面上昇に伴う沿岸域の侵食防止や、海水温の上昇に起因して強大化が想定される台風による高潮リスクの軽減など、国土保全・沿岸護岸のための防災・減災を含む気候変動の適応策の一翼としての期待が高まっている(International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies 2011a, b, Huxham et al. 2017)。

しかし、現状は、港湾開発や魚介の養殖池造成、商業伐採などによりマングローブ林の消失や劣化は近年進行しており(宮城ほか 2003)、さらには海岸侵食や表層侵食が顕在化して

いる地域もみられる。このため、海面上昇のリスクに曝されている沿岸域のハザードを低減する行動として、マングローブの再植林による沿岸域の保全活動が積極的に推進されている(環境省 2021)。

その反面で、マングローブ生育適地の特殊性から、胎生種子の定着や植栽した実生の活着が阻害され、植林後の生育が良好でなかった事例も多々報告されている(International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies 2011a, b など)。これは、どのようなエリアにどのような樹種を植栽して回復させるのがよいのかというマングローブの「適地適木」に関する知見が不足していることに起因している。こうした背景から、海面上昇による高潮被害に対する沿岸域の防災・減災に関して、沿岸生態系における気候変動の緩和・適応策の鍵となるマングローブ林の機能の評価とともに、これまでのマングローブ林の修復植林活動実績を整理し、マングローブ林の保全や修復に関する技術的指針の提示が急務となっている。

4.4.2 マングローブによる防災・減災機能～「波力減衰」に関する既往研究レビューより

既述のように、マングローブは沿岸域で波を弱め、高潮等の災害リスクを減らすと、一般的に認知はされている状況だが、実際のところ、マングローブが波を弱めるメカニズムや具体的な軽減効果などは未解明な点が多い。とはいえ、マングローブの防災・減災に関するこれまでの研究においては、津波や台風、高潮など実際に災害に遭遇した被災地における現地踏査や波浪の現地観測による波力減衰評価(例えば、海津 1998、Yanagisawa et al. 2009、Mazda et al. 1997 など)、あるいは実験施設を利用した水理実験(Hashim and Catherine, 2013 など)、さらにはそれらから得られた種々のパラメータを利用し、流体モデルを用いた数値シミュレーション(Bao 2011 など)によって、古くから波力の減衰効果を評価する研究が取り組まれており、知見が集積されている。これらの既往研究では、マングローブによる波力減衰効果については、流体の物理的抵抗体となる、マングローブの林帯幅や森林構造の状況(具体的には、材積(バイオマス)、林齢、樹種、根系構造など)、あるいは植栽密度や立木密度、樹木の配置状況などがその規定要因であるとされている。

たとえば、Bao (2011) はマングローブによる波高(Wave height: Wh)の低減は、林帯幅(Band width: Bw)と受圧面積 b (樹高 Height: H 、植栽密度 Tree number: N 、林冠閉鎖率 Canopy closure rate: CC)を従属変数とする、次に示す関数で表現できるとしている

$$Wh = a \times \exp(b \times Bw) \quad \cdots (1)$$

なお、式(1)中の a は初期波高(Initial wave height: Iwh)を従属変数に持つ関数、 b は種々の森林パラメータを従属変数に持つ関数であり、次式で表される。

$$a = 0.9899 \times Iwh + 0.3526 \quad \cdots (2)$$

$$b = 0.48 - 0.0016 \times H - 0.00178 \times \ln(N) - 0.0077 \times \ln(CC) \quad \cdots (3)$$

以上の関数によると、林帯幅がより大きく、樹高がより高く、植栽密度も高く、林冠が閉鎖しているマングローブ林の方が、初期の波高に対する減衰はより効果的に機能しうることが表現されているといえる。そこで、Bao et al. (2011)の式といくつかの波を想定して簡単なシミュレーションを行ってみたところ、マングローブが発揮しうる波高減衰効果にはその林帯幅の大小が大きく影響していることを確認した。

4.4.3 ベトナム社会主義共和国 Nam Dinh Province 沿岸においてこれまで実施されてきたマングローブ保全・植林活動

マングローブ林は、塩性湿地や海草藻場とともに、熱帯～亜熱帯域の沿岸生態系を構成する主要な生態系である。東南アジアにおけるマングローブ林は、世界のマングローブ林面積の約 28%を占めている(Veettil et al. 2019)。

本課題において研究対象地域としているベトナム社会主義共和国(以下、「ベトナム」という。)には、2015 年現在、27 万 ha のマングローブ林が分布するとされる(FAO 2015)。面積ではインドネシアやマレーシア、インドなどには及ばないレベルであるが、ベトナムのマングローブ林は総延長 3,260km の海岸線の相当部分を占有し、生態学的にも、経済的にも、また環境保全・減災の観点からも重要な役割を持つ生態系として認識されている。また、ベトナムはインドシナ戦争、ベトナム戦争を経て 1940 年代には大きくマングローブの分布面積を減少させたが、その後の政府主導の積極的なマングローブ修復植林・保全活動により、現状のレベルまでマングローブ林の分布面積は回復している。

こうした状況は、本事業で調査対象地としている、ベトナム北部 Nam Dinh Province スワントゥイ国立公園(Xuan Thuy National Park: 以下、「XTNP」と言う。)のマングローブ林(特別利用林:Special use forests)も例外ではない。

本事業の中では、ベトナム森林科学アカデミー(Vietnamese Academy of Forest Science: VAFS)の協力を得て、XTNP 内に 11 箇所の固定調査地を設定している(図 4-4-3-1)。本章では、XTNP においてこれまで実施されてきた主要なマングローブ保全・植林活動 3 事例について、具体的内容を報告する。

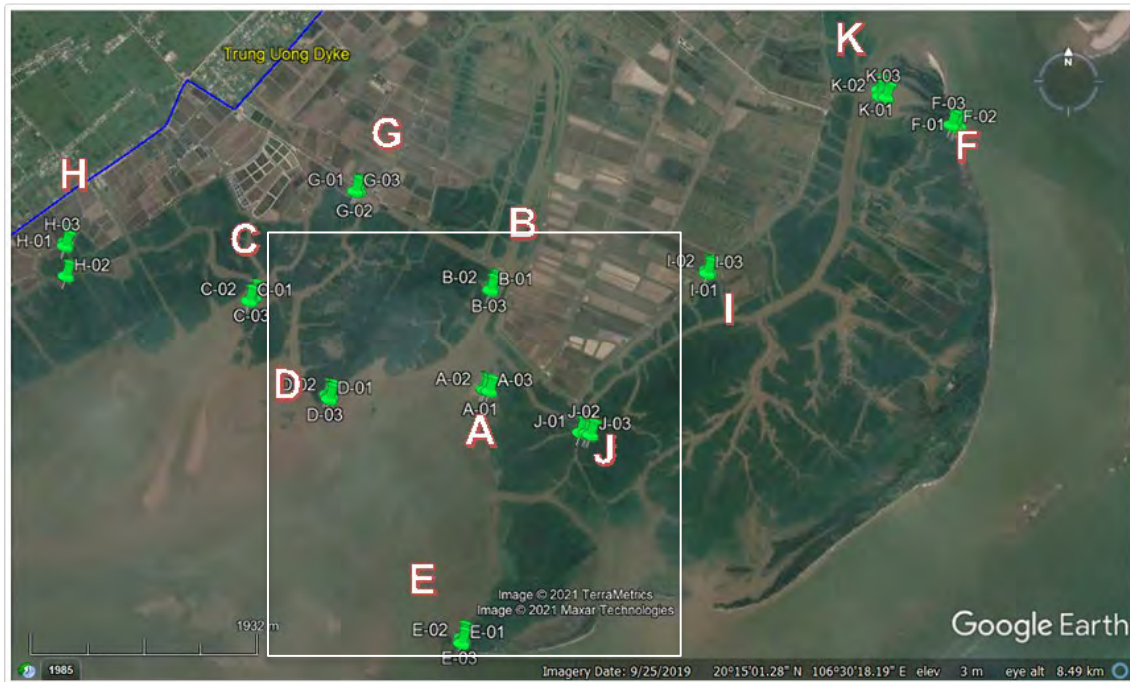


図 4-4-3-1 スワントウイ国立公園(Xuan Thuy National Park)内に設定した固定調査地

出典: Map data ©2020 Google Earth (2019 年 9 月 25 日撮影)

白線で囲まれた部分は 4.4.3.1 のプロジェクト対象地域を示す。

4.4.3.1 2015-2020 年ナムディン省沿岸マングローブ林の保全・開発プロジェクト

本プロジェクトは省内の 3 郡 (Giao Thuy District、Hai Hau District、Nghia Hung District) において行われた。調査対象地 Site A、B、C、D が本プロジェクト実施対象と一致している。プロジェクトの資金源は、the Support Program to Respond to Climate Change and Green Growth (SP-RCC) で、中央政府から配布された ODA 予算である (総予算額 49,149,537 million VND)。その他、具体の一般情報は以下の通りである。

- 資金源: 気候変動及びグリーン成長への対応支援プログラム (SP-RCC) の下、中央予算から配分された ODA。the Support Program to Respond to Climate Change and Green Growth (SP-RCC)
- 総予算: 49,149,537 百万 VND
- 管理機関: ナムディン省人民委員会 (Nam Dinh Provincial People's Committee)
- 実施機関: ナムディン省農業・農村開発局 (Nam Dinh Department of Agriculture and Rural Development)
- プロジェクトの目的

- 地球規模の気候変動と海面上昇の影響を抑えるため、ナムディン省の沿岸保安林の新規植林、復元、開発、波や塩分の侵入防止、堤防の保護、自然災害の防止
- 沿岸地域の安全性の向上。景観美、生態環境の改善と向上に貢献。雇用の創出、所得増加、森林に依存する住民の生活水準の向上、貧困撲滅、社会経済発展に貢献。沿岸の国境警備を強化し、地域の国防と安全保障を確保。

実施機関:ナムディン省農業・農村開発局(Nam Dinh Department of Agriculture and Rural Development)

- 新規植栽面積の合計:141.07 ha、うち Giao Thuy District 内の XTNP 分は 15.18 ha

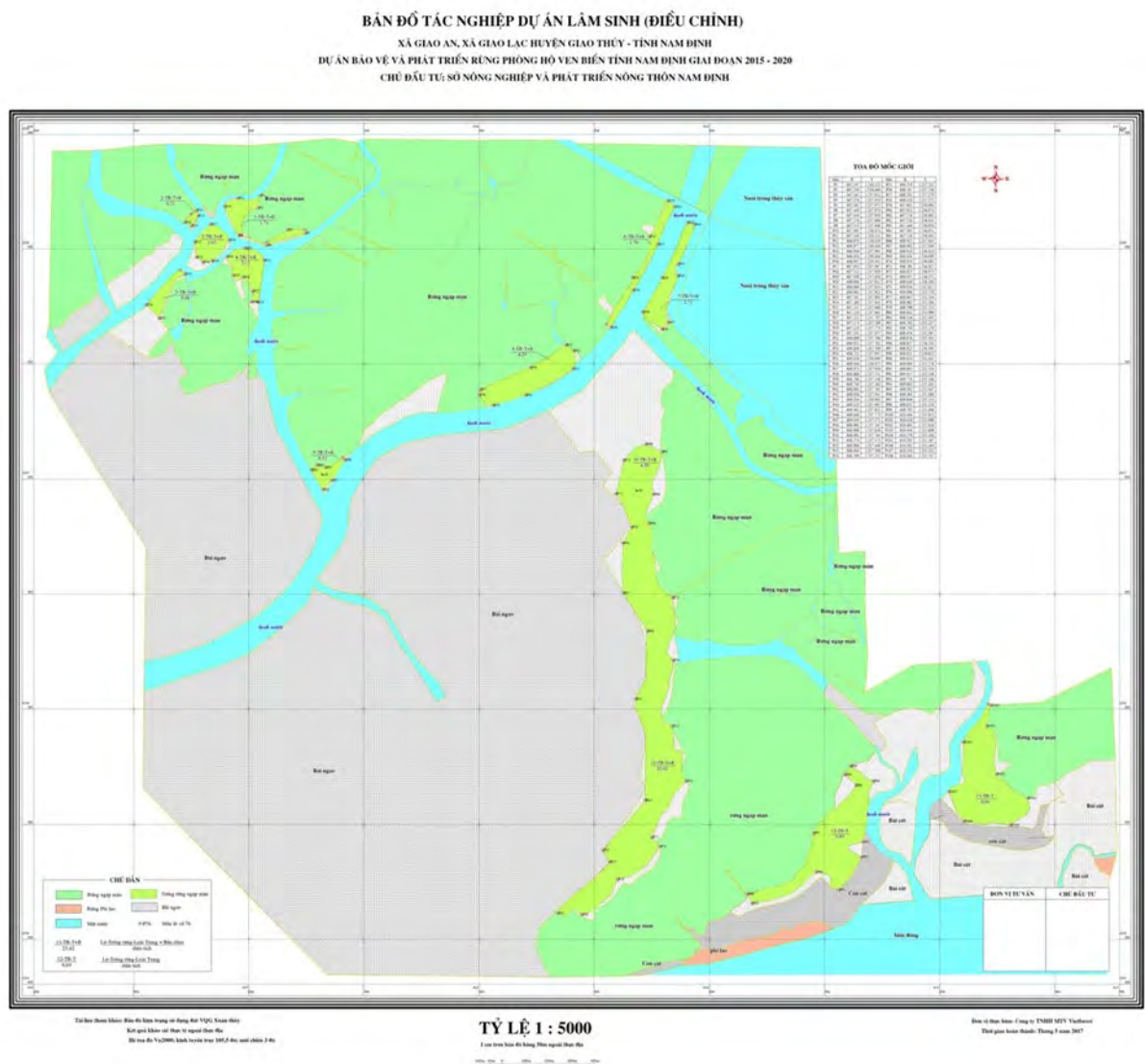


図 4-4-3-2 植栽地図 (Map of planting site)

- XTNP core zone 内における植栽状況等の情報

Sonneratia caseolaris のみの植栽、2,500 本/ha

植栽面積 15.18 ha (Plot 16: 1.71 ha; Plot 17: 1.02 ha; Plot 18: 1.77 ha; Plot 19: 1.18 ha; Plot 20: 1.06 ha; Plot 21: 0.55 ha; Plot 22: 4.74 ha; Plot 23: 0.21 ha; Plot 24: 0.22 ha; Plot 25: 0.91 ha; Plot 26: 0.5 ha; Plot 27: 0.12 ha; Plot 28: 0.4 ha; Plot 29: 0.41 ha; Plot 30: 0.14 ha; Plot 31: 0.24 ha)

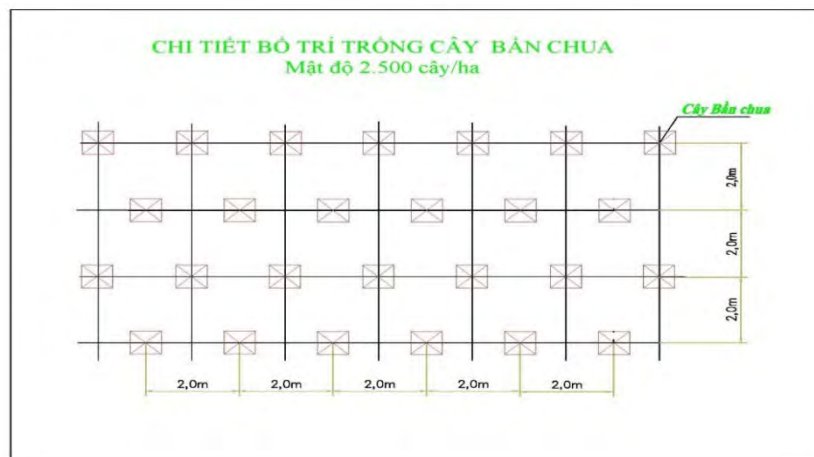


図 4-4-3-3 植栽配置図

- 植栽時期: 4 月、7 月～11 月
- 生産地: 苗木は現地または近隣 Thanh Hoa Province 北部で調達
- 苗木の規格: 苗木の齢> 18 ヶ月。*S. caseolaris* の苗木: 高さ 1.2m 以上、根本直径 2.0cm 以上、主茎の折れ、頂部の折れ、鉢の破損、害虫発生、病気感染なく、苗は順調に生育中。*S. caseolaris* 苗木: 22x25cm の ポリエチレンバッグで育苗。
- 植栽穴のサイズ: *K. obovata* (0.5x0.5x0.5m); *S. caseolaris* (0.5x0.5x0.5m)
 - 植栽穴を沖積層で覆う: 植栽地では、表層のシルトや肥沃な土壌は十分量供試して、養分を供給する。その下の土層には砂の割合が多いため、穴を掘った後、周囲の沖積層を集めて穴をふさぐ。
 - 木を守るために杭を刺す: 1 本の木に 1 本の杭を打ち、45 度に傾斜させ、杭の先端は海または波、風、水流の影響を受ける方向に対して垂直になるようにする。杭と木を結ぶ位置は、茎の 1/2～2/3 で、杭は 0.5～0.7m の深さに差し込む。杭の長さは約 1.5m、直径は 1.8～3cm。木を固定する杭は通常竹を使用。
- 植林活動への参加対象者
 - 建設請負業者が同社の労働者を動員し、プロジェクト地域 (Giao An コミューン、Giao

Lac コミューン、Giao Thien コミューン) の地元住民を雇用して植林活動に参加させている。

・植栽や手入れに参加する地域社会は、主に森林に依存し生計を立てている人々で、沿岸部の住宅地に点在。

- Giao Lac コミューン: Xom 7、Xom 8、Xom 21 (22Xom 中 3Xom、全体の 14%)

- Giao An コミューン: Xom 12、Xom 18、Xom 19、Xom 20、Xom 21、Xom 22 (22Xom 中 6Xom、全体の 27%)

- 植栽や手入れに参加した場合の賃金: 350,000 - 450,000 VND/人/日

- ・ **その他** : 当初の植栽面積はプロジェクト全体で 324.11ha だったが、実際の植栽面積が十分に確保できなかったため、後に 141.07ha に調整

- ・ **プロジェクトの結果(評価報告書より)**

プロジェクト期間中の生存率は、現行の規定に従って保証されている(初年度は 85%以上、2 年目は 70%以上、清算年は 50%以上)。現在、プロジェクトは清算と引き渡しの段階にある。

- ・ **プロジェクトの成果を評価するための地元住民や利害関係者へのインタビュー**

- インタビュー対象: 農業農村開発省のプロジェクト管理委員会の代表者、XTNP の関係者、マングローブの植林に参加した世帯。

(1) 成功した点

- 沿岸のマングローブの面積を増やし、波を防ぐための緑の壁を作り、沖積地の保護と沖積地の固定に役立つ。
- プロジェクト活動に参加する際、地域住民に直接収入をもたらす。

(2) 問題点、課題

- *S. caseolaris* と *K. obovata* の混栽の比率 1 対 1 は合理的でなく植栽密度が高すぎた。*S. caseolaris* の成長・発達が早く、*K. obovata* の成長・発達を阻害している。
- コリアンダー(セリ科の植物?)の根系が繁茂し、泥層を硬化させるため、水生生物の生息率が低下している。

(3) 植林の品質を向上させるための策

- 混合種の選択と適切な混合植栽率が必要。
- 立地条件に適した在来植物種を選定し、水生生物の繁殖・生息環境を確保。
- マングローブ林の植栽と手入れに参加する地元住民を直接雇用する。
- スアントゥイ国立公園の植林地域とコミュニティ人民委員会の指導者と技術者をプロジェクト管理委員会に参加させる。

4.4.3.2 スアントゥイ国立公園での *Avicennia marina*、*Rhizophora stylosa*、*Bruguiera gymnorhiza* の育苗・植林技術の改善及びマングローブの植林モデルの構築プロジェクト

本プロジェクトは、XTNP 内を対象に行われた。調査対象地 Site K が該当する。プロジェクトの資金源は、Nam Dinh Province 内の科学研究費である(総予算額 935,450 million VND)。その他、具体の一般情報は以下の通りである。

- 資金源: Scientific funding of Nam Dinh province
- 総予算: 935,450 百万 VND
- 管理機関 : ナムディン省科学技術局 (Department of Science and Technology of Nam Dinh province)
- 実施機関: 生態系・建築物保護研究所 (Institute of Ecology and Building Protection)
- プロジェクトの目的
 - *Avicennia marina*、*Rhizophora stylosa*、*Bruguiera gymnorhiza* のマングローブの苗床と植林のための技術開発と技術マニュアルの作成
 - 15,500 本の苗木を供給できる 0.3ha のマングローブ苗床のモデルの構築
 - *A. Marina*、*R. Stylosa*、*B. gymnorhiza* の 3 種のマングローブを 3 ha の規模(生存率 85%)で植林するモデルの構築
- 植栽面積: XTNP コアゾーン内 3 ha
- 植栽方法
 - ・ 植栽種: *A. marina*、*R. stylosa*、*B. gymnorhiza*
 - ・ 苗木の規格:
 - o 苗木の齢: 18 ヶ月。
 - o *A. marina* の苗木: 高さ 0.7-0.8m、根本直径は 1.5-2cm
 - o *R. stylosa* の苗木: 高さ 0.6-0.7m、根本直径は 0.8-1cm
 - o *B. gymnorhiza* の苗木: 高さ 0.5-0.6m、根本直径 0.8-1cm
 - ・ 苗木の繁殖:
 - o スアントゥイ国立公園内に生育する母樹から種子を採取
 - o 輸送を容易にするため、現地で繁殖
 - o 増殖用ポット(PE バッグ): 20x20cm
 - ・ 平均植栽密度は 4,444 本/ha で、5 つのゾーンに区分
 - o ゾーン 1: *A. marina* のみの植栽 0.2ha、密度は 6,666 本/ha。

- ゾーン 2: *A. marina* のみの植栽 0.3ha、密度は 4,444 本/ha。
- ゾーン 3: *A. marina* と *R. stylosa* の混植 1ha。
- ゾーン 4: *B. gymnorhiza* と *R. stylosa* の混植 1ha
- ゾーン 5: *B. gymnorhiza* のみの植栽 0.5ha。
- ・ 植栽穴のサイズ: 40×40×40cm
- ・ 1 年目と 2 年目に追加で植林を行い、その後、プロジェクトは実験植林地をスアントゥイ国立公園管理委員会に引き渡し、引き続き監視、手入れ、保全を行っている。
- **植林活動への参加対象者**
 - ・ 生態・建設保護研究所の技術スタッフ、スアントゥイ国立公園管理委員会のスタッフ、地元住民の雇用
 - ・ 参加する地元住民は、以下のバッファゾーンのコミュニティの住民:
 - Giao An コミュニティ: Xom 21、Xom 22、Xom 12 (22Xom 中 3Xom、全体の 14%)
 - Giao Thien コミュニティ: Xom 18、Xom 19、Xom 24、XomTan Hong (15Xom 中 4Xom、全体の 27%)
 - ・ 植栽や手入れに参加した場合の賃金: 400,000 VND/人/日
- **プロジェクトの結果(評価報告書より)**

初年度の生存率は 90%以上、モデルの受け入れと引き渡しの年は 85%以上に達し、マングローブ林は順調に成長している。現在、この地域のマングローブ林は開花、結実し、苗木を生産するために利用することが可能になっている。
- **プロジェクトの成果を評価するための地元住民や利害関係者へのインタビュー**
 - インタビュー対象: スアントゥイ国立公園関係者、植林活動に参加する世帯
- (1) 成功した点
 - 地元住民の雇用
 - *A. marina*、*R. stylosa*、*B. gymnorhiza* の播種と植栽の技術的プロセスの完了
 - *A. marina*、*R. stylosa*、*B. gymnorhiza* の種に適した植栽モデルを選択・開発し、現地でマングローブ面積の増加に寄与。
- (2) 限界点、課題
 - プロジェクトは、手入れや保全のための資金を提供することなく、植林地をスアントゥイ国立公園に引き渡される点
 - すべてのプロジェクト活動において、スアントゥイ国立公園との調整と利益共有への参加要請は限定的
- (3) 植林の品質を向上させるための策

- プロジェクト終了時に引き渡されるユニットの手入れや保全活動にかかる費用の見積り作成が必要。
- プロジェクト活動全般において、スアントゥイ国立公園管理委員会との調整と利益配分のさらなる強化

4.4.3.3 デンマーク赤十字社、日本赤十字社による防災・リスク低減のためのマングローブ植林プロジェクト

当該プロジェクトは、Giao Thuy District 内 15 communes (XTNP 近隣の Giao An commune、Ciao Lac commune、Giao Xuan commune を含む)と、Nghia Hung District、Hai Hau District を対象として、1997 年～2008 年および 2010 年～2015 年に実施された。XTNP 内の調査地は Site E、F、G、H、I、J が該当する。プロジェクトの資金源は、デンマーク赤十字社および日本赤十字社である(総予算額:デンマーク赤十字 30 billion VND、日本赤十字 3 billion VND)。その他、具体の一般情報は以下の通りである。

- **資金源:**

- デンマーク赤十字

防災のためのマングローブ林植林のための資金援助(1997-2005 年)

(総予算 :300 億 VND)

- 日本赤十字社

リスク低減のためのマングローブ植林への資金提供(期間:2006-2008 年、2010-2015 年)

総予算 30 億 VND

- **管理機関** :ベトナム中央赤十字社

- **実施機関**: ナムディン省赤十字社

- **プロジェクトの目的**

- マングローブ新規植林
- 災害リスクの低減
- 災害や自然災害を防ぐための地域住民の意識向上、暴風雨時の波の影響の抑制
- 経済発展の促進

- **植栽地とその面積**

- 15 communes of Giao Thuy district (Giao An commune、Giao Lac commune and Giao Xuan commune を含む)、Nghia Hung district and Hai Hau district (デンマーク赤十字の資金提供によるプロジェクト:総植林面積は 6,424ha で、そのう

ち Giao Thuy 郡の 3 つのコミューンにて実施。1,200ha の新規植林、900ha の追加植林。日本赤十字社の資金提供によるプロジェクト:90 ヘクタールの新規植林)

- 植栽方法等

- 植栽樹種: *Aegiceras corniculatum*, *Kandelia obovata*
- 実生を使った植栽
- 実生の植栽間隔: 0.5~1m
- 実生の規格: 実生長さ 20cm 以上、病虫害のない健康なもの、XTNP 内に分布する母樹から収穫された新芽を使用
- 植栽時期: 毎年 4~5 月 (この時期は胎生種子が熟し、植え付け用に収穫することができる)
- 植栽密度: 1 万~2 万本/ha。
- 追加植林: *S. caseolaris* マングローブ林への *R. stylosa* の追加植栽
- 植栽密度: 10,000 本/ha
- 植栽時期: 毎年 10~1 月

- 植林活動への参加者情報

- 植林活動に携わる労働者は、Giao An、Giao Lac、Giao Xuan、Giao Thien といった沿岸部のコミューンの赤十字社メンバーを中心とした地元住民
- コミューン人民委員会は、マングローブの植林と手入れを行う世帯 (赤十字社に加入している世帯が優先) と契約を結び、苗木を 180,000VND/ha、人件 380,000VND/ha で請け負った。

- プロジェクトの結果(評価報告書より)

生存率がほぼ 100% と高い。現在の密度は 300~400 本/400m²。樹高は 6~8m で、順調に生育中。地域によっては生育が悪く、先が乾燥し枯れてしまうところもある。

- プロジェクトの成果を評価するための地元住民や利害関係者へのインタビュー

- インタビュー対象: コミューンの赤十字社役員、スアントゥイ国立公園の役員、植林活動に参加する世帯

(1) 成功した点

- 堤防の保護、気候変動への対応、自然災害の防止など、実用的な効果をもたらす点。同コミューンの沿岸地域に住む人々は、雨季と荒天時の海の波の強さと風の強さが良い方向に変化することをはっきりと実感している
- マングローブ林の植栽地は、この地域の堤防をしっかりと守る地盤改良の効果がある。実際、マングローブに覆われた堤防部では、地滑りや浸食、高潮が減少し、堤防の決

壊が起こりにくなっている。また、年間の堤防修繕費も大幅に削減された。

- エビの養殖池のオーナーは、エビの養殖が溢れる心配がなくなった。養殖活動は徐々に安定し、人々は海に関連した経済発展を確信した。
- よく整備されたマングローブの植林地には沖積土が蓄積され、ここの海洋生物がますます豊かに成長するための生活環境が整い、この地域の住民にとって好ましい条件が整った。プロジェクトの受益者、特に貧困層は、漁業活動や蜂蜜のための養蜂から副収入を得ている。

(2) 限界点、課題

- 最初の植栽密度が高すぎるため、ほとんどの樹木の成長・発育が悪くなってしまった。地域によっては、木が倒れ、折れ、腐り、枯れてしまったところもある。
- 近年、樹木の劣化が進み、茎の上 3 分の 1(上から下)は乾燥し、腐り、折れていることが多い。また、芽が出始め、樹冠径が発達するが、果実はほとんどない。
- 2013～2015 年にかけて、*K. obovata* のみを植えた地域が、嵐の影響で枯れることが多くあった。樹形は直列に折れており、多くのギャップが形成されていた。

(3) 植林の効率を上げるための策

- 木が長く元気に成長できるように、適切な植栽密度を選択すること。
- その地域の森林管理・保全への支援を強化すること。

4.4.4 Nam Dinh Province スワントゥイ国立公園 (XTNP) マングローブ林の現況およびマングローブに対する住民意識

本章では、XTNP マングローブ林について、世界各地で実施されたマングローブ調査の既往報告と比較・解析した結果、および防災インフラとしてのマングローブ林に対して地元住民が有する意識等について予備調査結果を報告する。

4.4.4.1 ベトナム北部沿岸域 (スワントゥイ国立公園) において植栽されたマングローブ樹種メヒルギの生育状況および代表性評価

マングローブによる波力減衰効果は、波力に対して物理的に抵抗する立木の幹や根の大きさや量に大きく影響される。したがってマングローブ植林による波力減衰効果を考えるには、個々の植栽地については、ある程度の抵抗力を発揮する大きさに植栽木が育っているかどうか、十分な本数があるかどうかことが重要となる。地域的なスケールでは十分に生育したマングローブ林がどれくらいの林帯幅を持つかが重要となるが、十分な林帯幅の確保の点からも、個々の植栽地で植栽木の大きさと本数が十分に確保されていることが重要となる。

植栽木は植栽後の年数とともに大きくなるため、同じ環境条件であれば植栽木の大きさは植栽後の年数(林齢)に大きく影響を受ける。しかし実際の現場では植栽地の温度や降水量、土壌養分などの生育環境の影響も強く受ける。また植栽木の成長は植栽密度にも影響を受ける。マングローブに限らず単一人工林では本数密度と木の大きさ、とくに幹直径にはおおむね反比例の関係があり、森林の発達が進んで本数密度が減少すると同時に個々の木の大きさは増加する(安藤 1968、Analuddin et al. 2009)。植栽木どうしの競争が起きない段階では高密で植えることにより気象の影響が緩和されることもあるが(Dios et al. 2005)、樹冠どうしが隣り合うまで成長が進むと密度が高いほど樹冠の成長は抑えられ幹の肥大は抑制される。一方、植栽木は光を巡って競争し合いながら上方へ成長し樹高は高くなる。しかし樹高成長も温度・土壌栄養塩・水分などの生育条件に影響を受ける。本事業対象地のベトナム北部は世界のマングローブ林の分布域の北限近くに位置するため、同一樹種でもより低緯度の地域に比べて成長は落ちると予想される。以上のことから、マングローブ樹種の植栽時は植栽後の年数(林齢)と生育地の温度条件を表す緯度によって、概ね規定されると予想することができる。

一方で、生育温度(緯度)や植栽後年数(林齢)が同じであっても、局所的な生育環境によって植栽木の生育は左右される。マングローブ樹種の場合は、樹種により耐塩性が異なり、地形と潮位変動によって冠水様式と塩分濃度が異なることから、立地条件としては冠水頻度が成長を大きく左右する。具体的には海水が多く入りやすい海側や冠水頻度の高い河川側とそうでない内陸側で成長が異なる。また台風の襲来や冬の低温も影響を与える。こうした植栽場所の選択や攪乱を考慮した植栽木への対応が、植栽木の成長を通してマングローブ林造成による波力減衰効果(防災減災効果)を左右するものと考えた。

そこでまず、ベトナム北部沿岸域の生育温度(緯度)と植栽後年数(林齢)から、各植栽樹種の潜在的な成長を予測することとし、その予測に対する偏差から各植栽地の成長の良否を判定し、その良否に関連する立地環境や他の要因を探ることにした(図 4-4-4-1)。本年度はベトナム北部で最も多く植栽されてきたメヒルギ(*Kandelia obovata*)を対象に調査を実施した。ベトナム北部沿岸域では海側から内陸部に向かって、ヒルギダマシ(*Avicennia marina*)、ヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa*)、オヒルギ(*Bruguiera gymnorhiza*)の順に概ね分布し、メヒルギはヤエヤマヒルギとオヒルギの分布に重複して広がる(亀山ら 2019)。

Step1 文献収集データによる
マングローブ植栽木の成長ポテンシャルの推定

○緯度 ○林齢 を説明変数とした
植栽木樹高 (H) の推定モデル

Step2 現地の緯度と林齢から
マングローブ植栽木の潜在樹高を予測



Step3 現地調査の樹高を潜在樹高と比較し成長を評価

図 4-4-4-1 マングローブ植栽地の植栽木成長評価の基本手順

4. 4. 4. 2 ベトナム北部沿岸域でのマングローブ植栽地（メヒルギ）の潜在樹高の予測

ベトナム北部沿岸域の主要植栽樹種であるメヒルギの潜在樹高を予測するため、東・東南アジア域で調査されたメヒルギ植栽地に関する公表資料をレビューし、記載されている樹高、林齢、位置情報をもとにデータセットを構築し、各植栽地の林齢・緯度と樹高の関係を分析した。

収集値は植栽地 43 ケース・自然分布 12 ケースで、平均樹高は植栽地と自然分布では明確な差が見られなかったが、植栽地では緯度との間に傾向が見られた(図 4-4-4-2)。植栽地のみでみたところ、林齢にともない平均樹高が増加し、生育地緯度に伴っても増加する関係が認められた(図 4-4-4-3、図 4-4-4-4)。林齢と緯度の 2 変数を説明変数としたモデル(一般化線形モデル:Null deviance 171.106、Residual deviance 44.875、AIC 131.86)は植栽地の樹高を比較的良好に予測することができた(表 4-4-4-1、図 4-4-4-5)。

温暖な潮間帯に生育するマングローブ樹種は高緯度になるほど生育温度が低下するため樹高は低下すると予想される。しかしメヒルギでは緯度にともない予測樹高は増加した。同様の関係は小滝(1997)によって琉球列島でも報告されているが、他のマングローブ樹種(ヤエヤマヒルギやオヒルギ)との関係や、地域による植栽年代、文献公表値における林齢の偏りを考慮する必要がある。琉球列島の事例(小滝 1997)では、マングローブ林が広く分布する低緯度地域(西表島)では内陸側にオヒルギが分布し、メヒルギは海水が多く入りやすい海側前面や冠水頻度の高い河川前面に分布するために矮性化していることが多い。これに対し沖縄本島などの高緯度地域では生育温度によりオヒルギなどの分布や生育が制限されることで内

陸側の立地にもメヒルギが生育できるため、そうした立地では塩分濃度や滞水頻度による制限が少なく成長が比較的良好になるかもしれない。今回収集した公表値には奄美大島と沖縄本島の自然分布地の事例が含まれているが、それらの地域では内陸側で樹高が高く海側で低い傾向が認められた。

また、今回のモデル構築に用いた収集値では比較的高緯度(北緯 24 度以上)の植栽地のほとんどは林齢が高く、こうした公表値における地域別の林齢の違いや偏りが緯度にとまう平均樹高の関係に含まれてしまっている可能性も考えられる。さらに資料の検索をすすめて偏りを減らす、同じ林齢で比較するなどの対応が必要である。

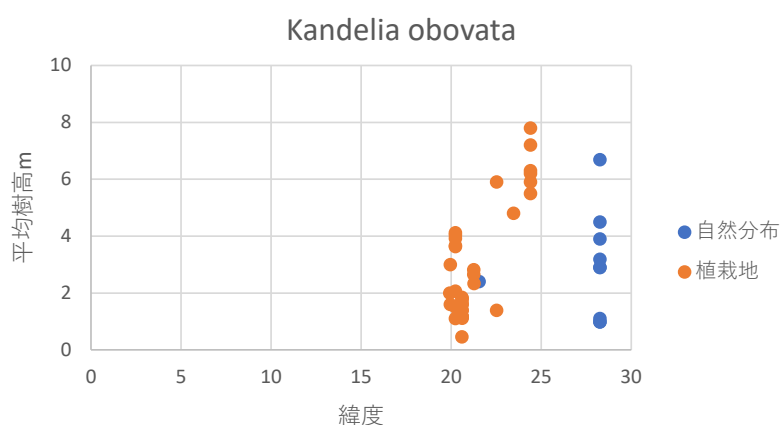


図 4-4-4-2 文献収集データによるメヒルギ(*Kandelia obovata*)の生育地緯度と平均樹高の関係(橙色:植栽地、青色:自然分布) XTNP の緯度は 20.20° ~20.25°

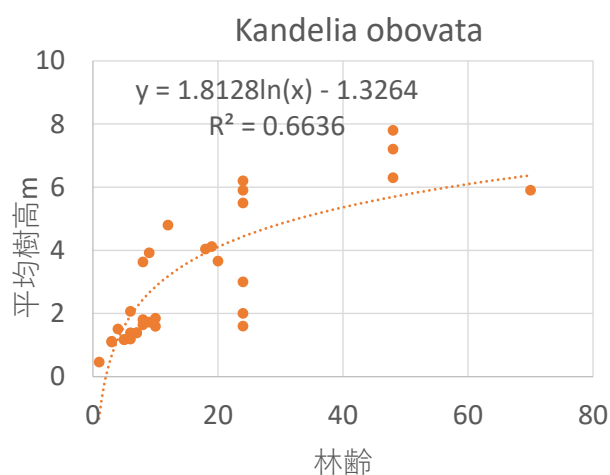


図 4-4-4-3 メヒルギ植栽地の林齢と平均樹高の関係

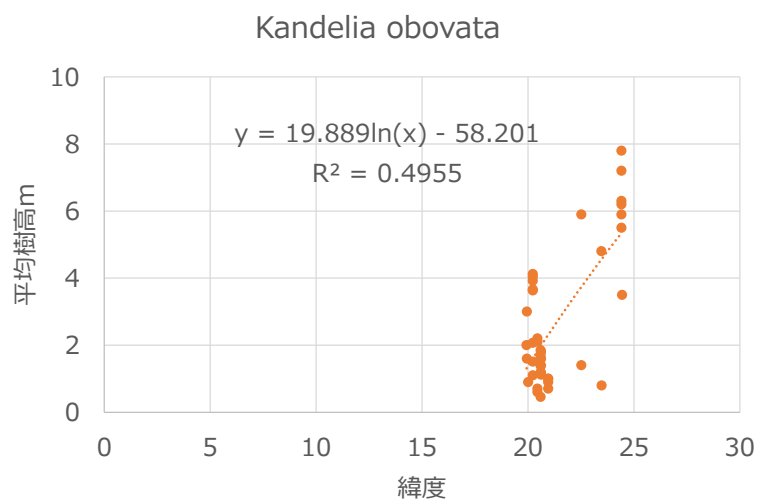


図 4-4-4-4 メヒルギ植栽地の緯度と平均樹高の関係

表 4-4-4-1 林齢と生育地緯度によるメヒルギの潜在樹高予測モデルのパラメータ

	Estimate	SE	tValue	Pr(> t)	
切片	-38.62	7.90	-4.89	0.00002	***
林齢 (自然対数)	1.07	0.17	6.24	0.00000	***
緯度 (自然対数)	12.73	2.63	4.83	0.00002	***

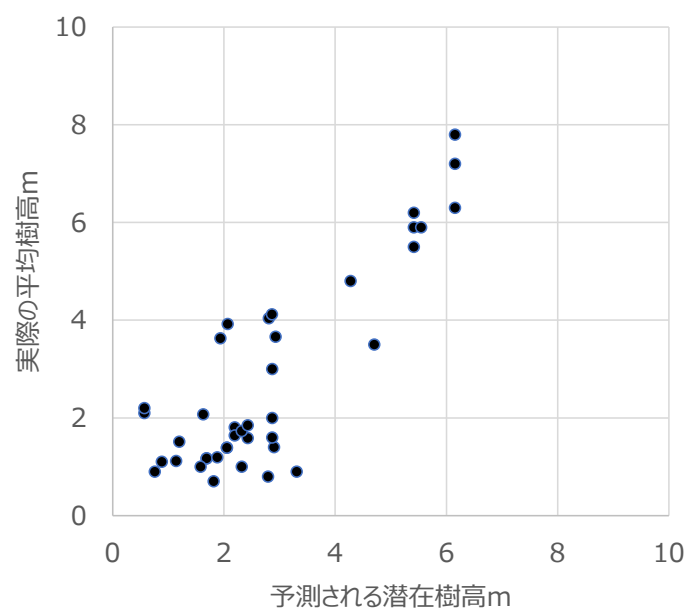


図 4-4-4-5 植栽地の林齢と緯度による予測樹高と実測樹高の関係(文献公表値)

4.4.4.3 予測樹高と実際樹高の比較によるベトナム北部沿岸域 (XTNP) 植栽地の生育評価

前項で述べた林齢と緯度による樹高予測モデルからベトナム北部沿岸域のメヒルギ植栽地の潜在樹高を予測し、実際の樹高と比較し生育状況を評価した。対象地はベトナム北部ナムディン省(Nam Dinh Province)のスワンツイ国立公園(Xuan Thuy National Park:XTNP)である。森林総合研究所がベトナム森林科学アカデミー(Vietnamese Academy of Forest Science:VAFS)の協力を得てXTNP内に設置した11箇所の固定調査地を対象に生育評価を実施した。各固定調査地には各3箇所のプロットが設けられ、プロット内の全立木の樹高計測がVAFSにより実施されている。このうちメヒルギが植栽されているプロットを分析対象とした。モデル予測は林齢と緯度の実数を用いた場合(予測1)と両者の対数変換値を用いた場合(予測2)の2通りで行い、予測残差が0.5を上回る場合を良好な成長(Good)、-0.5を下回る場合を貧弱な成長(Poor)と定義した。

メヒルギは33ヶ所のプロット中の25ヶ所(76%)で生育がみられた。そのうち10ヶ所(40%)が成長良好、8ヶ所(32%)が成長貧弱と総合判断された(表4-4-4-2)。2通りの予測式で評価が割れる場合は(5ヶ所と)少なかった。一方、モデル予測との比較で成長貧弱と判断された8ヶ所は現地調査の際の判断では生育良好または中庸と判断されていた。

生育貧弱と判断された植栽地は①外海および大河川(ホン川)河口に面した場所(F)、②干潟のうち海側最前面近く(C・D)、③内陸側の一部(I-02、J-03)に見られた(図4-4-4-6)。①ではツノヤブコウジ(*Aegiceras corniculatum*)が主に植栽されており、砂州の外海側に面した場所であることから波浪の作用と高い塩分濃度によりメヒルギの生育は抑えられていると推察される。地理的にはサイトEも外海に接するが外海側には砂州が発達し実際には内湾に面しており前面より少し奥にある。②では湾内にあるため波浪の影響は比較的少ないが高い塩分濃度と冠水頻度の影響を受けていると推察される。湾内の最前部分ではメヒルギの無いサイトAを含め、主な植栽木はベニマヤブシキである。その植栽密度や植栽時記録から判断すると、メヒルギは植栽ではなく、ベニマヤブシキ植栽地に天然更新してきたものと推察される。したがってメヒルギの生育が相対的に貧弱でも、ベニマヤブシキの生育が良好であれば、植栽地としては成長良好と評価できる。ベニマヤブシキはベトナム以外ではほとんど植栽されていないようであり、植栽木の成長に関する公表値がほとんどない。今後本事業においてベトナムの様々な立地で実測や情報収集を進め、立地条件と成長の関係分析を進めていく必要がある。また同じ林齢(7年生)で、メヒルギの樹高が2m前後に対してベニマヤブシキの樹高は4-5mである。植栽の盛んな2樹種であり、バイオマス、幹直径や樹冠量、地上部の根量につ

いても比較したうえで木の成長と波力減衰効果を検証する必要がある。③についてはサイト内での一部の場所で成長貧弱でありこれには局所的な立地条件が関係しているのかさらに分析を進める必要がある。これらのサイトでは小河川を船で移動してアクセスし調査を行っているが、河川に面しているか内側で成長が異なっているのか(成長貧弱なプロットは河川に面しているのか)、地盤高が異なるのか今後精査する必要がある。



図 4-4-4-6 XTNP 固定調査地の配置とメヒルギの生育

表 4-4-4-2 XTNP 固定調査地のメヒルギの予測樹高と実測樹高の比較と生育評価

Site	Plot	成長評価			平均樹高 (m)	予測樹高 1(m)	予測樹高 2(m)	残差 (予測1)	残差 (予測2)
		現地 調査	予測1	予測2					
B	B-01	G	M	M	1.8	1.5	1.8	0.2	0.0
	B-02	G	G	M	2.2	1.5	1.8	0.6	0.4
	B-03	G	G	M	2.2	1.5	1.8	0.7	0.5
C	C-01	G/M	P	P	0.9	1.5	1.8	-0.6	-0.8
	C-02	G	P	P	0.5	1.5	1.8	-1.1	-1.3
	C-03	G/P	P	P	0.4	1.5	1.8	-1.2	-1.4
D	D-01	G	P	P	1.0	1.5	1.8	-0.5	-0.7
	D-02	G	M	P	1.1	1.5	1.8	-0.4	-0.7
	D-03	G	M	M	1.3	1.5	1.8	-0.2	-0.4
E	E-01	P	G	G	3.9	3.0	3.2	0.9	0.7
	E-02	M	G	G	4.7	3.0	3.2	1.7	1.6
	E-03	G	M	M	3.0	3.0	3.2	0.0	-0.1
F	F-03	G	P	P	2.5	4.0	3.6	-1.5	-1.1
I	I-01	G	M	G	4.1	3.8	3.5	0.3	0.5
	I-02	G	P	P	2.8	3.8	3.5	-1.0	-0.8
	I-03	G	G	G	5.4	3.8	3.5	1.6	1.9
J	J-01	G	M	P	2.7	3.0	3.2	-0.3	-0.5
	J-02	G	G	G	4.0	3.0	3.2	1.0	0.9
	J-03	G	G	G	4.7	3.0	3.2	1.7	1.5
H	H-01	G	M	M	3.2	3.0	3.2	0.2	0.0
	H-02	G	M	M	3.0	3.0	3.2	0.0	-0.2
	H-03	G	M	M	3.4	3.0	3.2	0.3	0.2
G	G-01	G	M	M	3.0	3.0	3.2	0.0	-0.2
G	G-02	G	G	G	3.7	3.0	3.2	0.7	0.5
G	G-03	G	G	G	4.1	3.0	3.2	1.1	0.9

Site: 固定調査地、予測1: 林齢と緯度の実数による予測、予測2: 林齢と緯度の対数変換値による予測。成長評価: G: 良好 (Good)・M: 中庸 (Moderate)・P: 貧弱 (Poor)。現地調査の成長評価は調査者判断による。予測による評価は、残差>0.5を良好、残差<-0.5を貧弱とした。

4.4.4.4 XTNP におけるマングローブ林の防災減災機能の役割についての住民の意識調査結果

ここでは、令和4年12月にXTNPを訪問し、防災インフラとしてのマングローブ林に対して地元住民が有する意識等について予備調査結果を報告する。

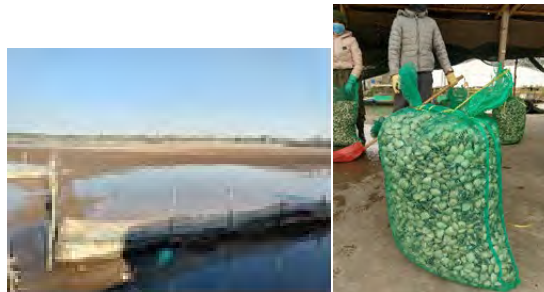
ナムディン省の沿岸部マングローブ植林地において、VAFS が選定した5つの村の村長に、主に(1) 近年で最も被害の大きかった災害の中でもマングローブ林と関係しそうな災害は何か、(2) マングローブが存在しなかった場合に深刻な影響をもたらすと考えられる災害は何か、(3) 何割の世帯が養殖池や干潟を利用しているか、といった質問を中心にヒアリングし

た。その結果、村によって差はあるが、質問(1)については、3 村では塩分の侵入が最も深刻な問題であることがわかった。乾季、特に 9 月から 4 月にかけては降水量が少なく、紅河上流からの淡水量も少ないため、高潮による塩水が養殖池に流入し、塩分濃度が上昇することが影響する。他の 2 つの村では、高潮と大雨の組み合わせが最も深刻な被害であることがわかった。雨季、特に 5 月から 8 月にかけては高潮と大雨により潮位が上昇するため、海水の侵入を防ぐために用水路のゲート(海と内側の用水路をつなぐゲート)を閉めなければならない村もある。そのため、大雨が降ると、水田に溜まった雨水が海に流れ出ず、水田に洪水が発生する。質問(2) については、暴風雨(Storm)であった。暴風雨は上述の「潮汐＋降雨」の影響をより深刻にする。暴風雨によって養殖池の土盛りが破壊され、池の中のエビが外に出やすくなり、強い波により水がかき回され、池の濁度が高まる。質問 (3) については、各村 1%～21%の世帯がエビ養殖池やアサリ養殖用に干潟(sand flats)を利用していた。



粗放的エビ養殖地

集約的エビ養殖地



養殖アサリ用の干潟の準備 養殖アサリ

次に、本プロジェクトが対象としている村の属する 3 つのコミューンの人民委員会関係者を訪問し、コミューン内で村の再編成の状況を聞き取った。VAFS が選定した当時は 6 村だったが、そのうち 2 村が合併したため本プロジェクトが対象とする計 5 村となった。また残りの 3 村のうち 2 村も他の村を吸収合併しており、当初よりも 1 村あたりの世帯数が増加していることが明らかになった。この再編成により 1 村あたりの平均世帯数は 435 世帯(289～526 世帯)となった。また、3 コミューンの土地利用図を撮影した。

最後に、スアントゥイ国立公園(XTNP)の資源環境保全部副長に、XTNP におけるマングローブの植栽地と樹種の選定に関する社会的要件についてヒアリングを行った。XTNP での

マングローブ植林活動では、マングローブを植える前に既にエビの養殖池があったという前提条件がある。この前提の下で、植栽地の選定を行うには、1) 地域住民の便益の考慮(植林活動に対する報酬額、堤防の保護効果、養殖池の保護効果、養殖池のエビへの餌や住民の生計の糧としての利用)、2) 有利な政策メカニズム(泥地での植林は、自治体によって管理されているため、自治体による植林方針がない限り、泥地での植林はできない)、3) 地元自治体の同意(地元住民に多くの利益をもたらすため、利害関係者間の対立が起きないようにする必要がある)、そして 4) 十分な予算・資金的支援といった要件が確認された。また、補足的な要件としては、地元の人々は、Pneumatophore root type / Aerial root type (*Sonneratia*, *Avicennia* などの地面から突き出た根)よりも、天然海産物を保護する Buttress root type (*Kandelia*, *Aegiceras*, *Bruguiera* などの枝から下に垂れ下がった根)や Prop root type (*Rhizophora* など)の種を求めていることも明らかになった。

このように、本出張により、住民が考える防災減災の観点からのマングローブ植林の便益や植林の成否に影響について、5 村での本格的な世帯調査を設計する上での事前情報が得られ、これらの情報をもとに次年度の質問紙を使った世帯調査のデザインについて VAFS と検討を開始した。

4.4.5 マングローブ林による防災・減災機能の評価のためのマングローブ根張り耐性評価手法の検討

4.4.1 において既述のように、潮間帯にのみ生育可能なマングローブは、古来クロマツ等の陸性の樹木で構成される海岸林と同様に、防風・防潮・波力減衰・浸食防備などの沿岸域の防災機能を担ってきた(佐藤 1992, 松田 2011)。2004 年のインド洋大津波では、マングローブは津波被害の低減に貢献し、注目を集めた(Forbes & Broadhad 2007, Yanagisawa et al. 2009 等)。その他にも、炭素固定、景観保全、保健休養、水産資源の提供等多面的機能を有する。これらのマングローブによる多面的機能を維持していくためには、激甚化する高波や強風に耐えうるマングローブの閾値を理解したうえで、予測されるそれらのリスクに対するマングローブ保全策を構築することが不可欠である。

波や風等の流体に対し樹木は抵抗体として働き、波や風からの外力を減衰する。波や風から受ける流体力(外力)が樹木の抵抗力を下回れば、樹木は抵抗体として働き続けるが、反対に外力が上回れば、幹折れしたり、根返りを起こしたりして、樹木に被害が発生する。こうした力に対する樹木の物理的耐性の「しきい値」は、主に陸域の森林を対象に数多く評価されてきた。これらの研究内容は、主に潮害、風害、津波被害を受けた被災地を対象とする「疫学的調査」(Kamimura & Shiraishi 2007, 首藤 1985 等)と、樹木を引き倒し、倒伏抵抗性を力学

的に解析する「実験的調査」(Peltola et al. 2000)に大別できる。

マングローブでもスマトラ沖やサモア沖地震に伴う津波抵抗性に関する「疫学的調査」(Kathiresan & Rajendran 2005, Yanagisawa et al. 2009, 2021 等)は行われてきた。マングローブ構成種の一つである *Rhizophora* 属の破壊限界は、胸高直径 0.2 m の個体で約 9 kNm、0.4 m では約 30 kNm と試算されている(Yanagisawa et al. 2009)。一方、現生のマングローブを対象とした「実験的調査」例は稀で、「疫学的調査」を検証した例はない。その理由としては、スマトラ沖地震以前にはマングローブの防災機能があまり注目されていなかったこと、近年のエビ養殖池への転換や薪炭利用等で劣化したマングローブに対する保全活動の世界的な高まりから各国で措置された伐採禁止により破壊的な調査が自重されてきたこと等が考えられる。そこで、ここでは、潮間帯に存立するマングローブの、波や風で引き起こされる幹折れや根返り等の倒伏に対する「しきい値」を評価する方法、すなわち、引き倒し試験の手法について検討した結果を報告する。

潮間帯における倒伏抵抗性評価のための手法検討は、沖縄県竹富町西表島浦内橋架け替え工事に伴う、伐採マングローブ(ヤエヤマヒルギ)を対象に、予備的な引き倒し試験として実施した。立木の倒伏抵抗性の指標としては、通常、樹木を引き倒す際に生じる力(引張荷重)と作用点からの距離などから計算する最大回転モーメントが用いられている。これらの値を求める手法として、引き倒し試験が一般的である。引張荷重は、立木とワイヤの間にロードセルを繋ぎ測定する(図 4-4-5-1)が、マングローブ林は潮間帯に成立しており、陸域の森林に比べて極度に泥濘んでいるため、海外での試験実施の前に、泥濘む潮間帯における試験手順の確認や、試験機器の操作上の留意点を明らかにすることを目的として行った。

ヤエヤマヒルギを対象とした引き倒し試験では、試験開始直後から手動ウィンチによってワイヤを牽引することで、試験木に対する引き倒し荷重は徐々に大きくなり、損傷が発生する直前に最大となり、損傷が発生すると減少に転じた(図 4-4-5-2)。ただし、ヤエヤマヒルギの場合、多くの支柱根によって幹が指示されているため、さらにワイヤを牽引すると、試験木への引き倒し荷重は再び大きくなる傾向は示したものの、最初の損傷発生時に至る前に次の損傷が生じて回転モーメントは再度減少する傾向がみられた。

マングローブ林において立木の引き倒し試験を実施する上での留意点として、以下のことが明らかとなった。

1. 感潮区域における試験実施となるため、試験箇所における潮汐動向を事前に把握し、確実に干出期間で試験を完了すること。
2. 手動ウィンチやロードセル、データロガー、ロープ等の機材・道具を、海水や砂泥に極力浸潤させないよう、ブルーシートを地面に敷くなどして、試験を実施すること。特に、大

きな荷重がかかる手動ウィンチは、ワイヤ巻き取りのギア部に砂が噛んだり、塩水による錆が発生したりすると、ウィンチ操作が困難になったり、荷重の解放がスムーズに出来なくなったりするため、留意する必要がある。

3. 地盤の状態によっては、試験実施者が泥濘に足を取られたりして、荷重が十分にかけられない事態も想定されることから、人員と試験時間に余裕を持った試験計画とすること。
4. 最大回転モーメントの測定には、引張荷重の測定とともに、倒伏した樹体の重力モーメントも求める必要があるため、試験対象木を伐倒して、高さ別に重力を測定するが、その際にも海水や砂泥による重量誤差が生じないように、留意する必要がある。

以上のように、予備調査により、潮間帯に存立するマングローブの、波や風で引き起こされる幹折れや根返り等の倒伏に対する「しきい値」を評価する際の留意点と、手順の確認ができた。これらの結果を元に、カウンターパートである VAFS と XTNP における現地調査内容、調査許可について協議を進め、令和 5 年 2 月、XTNP 内の *Sonneratia caseolaris* 13 個体、*S. apetala* 8 個体を対象に引倒し試験を行い(図 4-4-5-3)、倒伏に対する試験対象木の「しきい値」を評価するための、損傷発生箇所にかかる最大回転モーメントに関する生データと、樹木バイオマスデータを得た(表 4-4-5-1)。結果の詳細については現在解析を進めているところである。



図 4-4-5-1 ヤエヤマヒルギ林における引き倒し試験予備調査

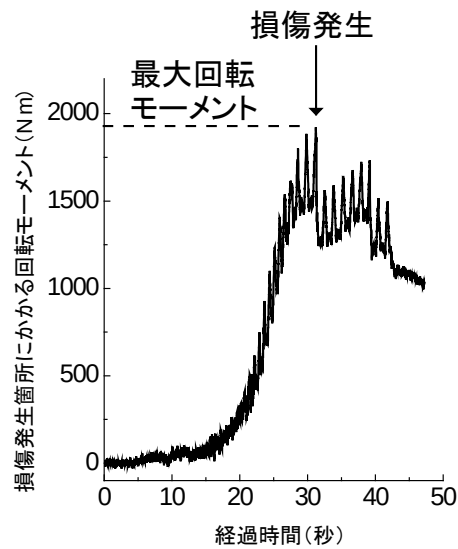


図 4-4-5-2 損傷発生箇所にかかる回転モーメントの時間経過の例(ヤエヤマヒルギ)

表 4-4-5-1 XTNP における調査対象木諸元データ

Species	Site	ID	Diameter _{0.3} *	Sum of Basal Area in DBH	Height
			(m)	(m ²)	(m)
<i>Soneratia caseolaris</i>	C	1	0.098	0.016	5.1
〃		2	0.013	0.052	5.2
〃		3	0.008	0.004	3.2
〃		4	0.009	0.015	4.7
〃	D	5	0.089	0.014	3.8
〃		6	0.078	0.015	3.9
〃		7	0.112/0.055	0.028	3.6
<i>S. apetala</i>		8	0.174	0.051	7.8
<i>S. caseolaris</i>	B	9	0.238	0.081	9.0
〃		10	0.160	0.055	8.0
<i>S. caseolaris</i>	K	11	0.054	0.003	3.3
〃		12	0.068	0.010	3.4
<i>S. apetala</i>		13	0.108	0.019	4.2
〃		14	0.088	0.011	4.3
〃		15	0.134	0.033	4.5
<i>S. caseolaris</i>	K	16	0.080	0.012	4.0
〃		17	0.059	0.005	3.2
<i>S. apetala</i>		18	0.058	0.007	3.3
〃		19	0.097	0.015	5.5
〃		20	0.073	0.008	5.6
〃		21	0.079	0.008	5.2



図 4-4-5-3 XTNP の *Sonneratia caseolaris* を対象とした引き倒し試験風景

上:試験開始前、下:試験終了後

4.4.6 まとめおよび今後の検討課題

今年度の当課題の調査では、①気候変動下における沿岸域マングローブ林の防災・減災機能に関する既往研究のレビューによる世界的動向の把握、②ベトナム北部、特に XTNP における過去のマングローブ保全・植林活動に関する情報収集、③XTNP のマングローブの現況把握、④防災インフラとしてのマングローブに対する XTNP 周辺における住民意識の予備調査、⑤防災インフラとしてのマングローブの破壊限界(しきい値)評価に関する予備調査を実施した。

既往研究のレビューからは、マングローブによる波力減衰効果は、流体の物理的抵抗体と

なる、マングローブの林帯幅や森林構造の状況(具体的には、材積(バイオマス)、林齢、樹種、根系構造など)、あるいは植栽密度や立木密度、樹木の配置状況などがその規定要因となっており、初期の波高に対する減衰効果は林帯幅がより大きく、樹高がより高く、植栽密度も高く、林冠が閉鎖しているマングローブ林の方が高いことが確認された。

XTNP における過去のマングローブ保全・植林活動については、ベトナム中央政府や地方自治体、さらに各国赤十字の援助による巨額な保全・開発プログラムが原動力となって、数千ヘクタールに及ぶマングローブ植林が実現してきた背景が明らかとなった。

また、既往研究報告値から作成した林例と緯度の2因子を説明変数とした一般線形化モデルを利用してXTNPのメヒルギの生育状況を評価したところ、調査地25箇所中10ヶ所(40%)が成長良好、8ヶ所(32%)が成長貧弱と評価された。成長貧弱と評価された箇所は、波浪の作用が高いか、地盤高が高いため、いずれも塩分濃度が高い立地環境が影響している可能性が推察された。

防災インフラとしてのマングローブに対するXTNP周辺における住民意識の予備調査では、住民が考える防災減災の観点からのマングローブ植林の便益や植林の成否に影響について、5村での本格的な世帯調査を設計する上での事前情報が得られ、今後行う予定である質問紙を使った世帯調査の始動に向けた体制が整えられた。

また、本年度は、沿岸域における防災・減災機能を持続的に発揮する上で必要不可欠であるマングローブの、波や風で引き起こされる幹折れや根返り等の倒伏に対する「しきい値」を評価するための手法検討をおこなった。その結果、陸域の防災林等でも評価手法として使用されている「引き倒し試験」がマングローブに対しても実施可能ではあるが、潮間帯で、極度に泥濘む立地条件であることから、試験実施時の安全上、あるいは操作上の留意点を、予備調査によって抽出できた。

今後は、マングローブの保全活動と地域住民の便益とのバランスや、沿岸域の防災インフラとしてのマングローブ林の機能発揮に向けた破壊限界評価、さらにはそれに対する住民意識など、造林、立地、社会科学、防災科学、それぞれの視点にたった調査アプローチから現地調査を進め、更なる検討に繋げることを目指す。

引用文献

- Analuddin K, Suwa R. and Hagihara A. (2008) The self-thinning process in mangrove *Kandelia obovata* stands. *Journal of Plant Research*, 122:53-59.
- 安藤貴 (1968) 同齡単純林の密度管理に関する生態学的研究. 林業試験場研究報告, 210:1-153
- Bao TQ (2011) Effect of mangrove forest structures on wave attenuation in coastal

- Vietnam. *Oceanologia* 53: 807-828
- de Dios V.R., Yoshida T. and Iga Y. (2005) Effects of topsoil removal by soil-scarification on regeneration dynamics of mixed forests in Hokkaido, Northern Japan. *Forest Ecology and Management* 215:138-148.
- Forbes K, Broadhad J (2007) The role of coastal forests in the mitigation of tsunami impacts. *FAO* 30 pp
- Hashim AM, Catherine SMP (2013) A laboratory study on wave reduction by mangrove forests. *APCBEE Procedia* 5: 27-32.
- Huxham M., Dencer-Brown A., Diele K., Kathiresan K., Nagelkerken I., Wanjiru C.(2017) Chapter 8: Mangroves and People: local ecosystem services in a changing Climate. In Rivera-Monroy, V. H., Lee, S. Y., Kristensen, E. Twilley, R. R. (Eds.). *Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective on structure, function and services*. Springer Nature, 245-274
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2011a) *Breaking the waves. Impact analysis of coastal afforestation for disaster risk reduction in Viet Nam*, Geneva 51pp.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2011b) *Planting protection. Evaluation of community-based mangrove reforestation and disaster preparedness programe, 2006-2010*, Geneva 67pp.
- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*
- 亀山哲, 宮本千晴, 須田清治, 浅野哲美 (2019) ベトナムの放棄エビ養殖池を対象としたマングローブ湿地の復元におけるリモートセンシング技術の応用. *日本リモートセンシング学会誌*, 39(5), 399-404.
- Kamimura K, Shiraishi N (2007) A review of strategies for wind damage assessment in Japanese forests. *J. For. Res.* 12:162-176
- 環境省 (2021) IPCC AR6 特別報告書 環境省地球環境局総務課脱炭素化イノベーション研究調査室 企画・監修 22pp
- Kathiresan K, Rajendran N (2005) Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarne Coastal Shelf Sci.* 65: 601-6-6
- 小滝一夫(1997) マングローブの生態. 信山社.
- 松田義弘 (2011) マングローブ環境物理学 東海大学出版 378pp
- Mazda Y, Magi M, Kogo M, Hong PN (1997) Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King delta, Vietnam. *Mangrove and Salt Mardhes* 1: 127-135
- 宮城豊彦, 安食和宏, 藤本潔(2003) マングローブーなりたち・人びと・みらいー. 古今書院 193pp

- Peltola H, Kellomäki S, Hassinen A, Granander M (2000) Mechanical stability of Scots pine, Norway spruce and birch: an analysis of tree-pulling experiments in Finland. *For. Eco. Manage.* 135:143-153
- 佐藤一紘 (1992) 6. 海岸浸食防備およびその他の機能. 日本の海岸林：多面的な環境機能とその活用 (村井宏他編) ソフトサイエンス社 513pp
- 佐藤一紘 (2010) 海面利用科学と海水科学—マングローブによる海上林から見えるもの— 日本海水学会誌 64:82-90
- 首藤伸夫 (1985) 防潮林の津波に対する効果と限界 海岸工学講演会論文集 32:465-469
- 海津正倫 (1998) ガンジスデルタの地形と高潮災害. 地形雑誌 107:137-141
- Veettil B.K., Ward R.D., Quange N.X., Trang N.T.T, Giang T.H. (2019) Mangroves of Vietnam: Historical development, current state of research and future threats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 218:212–236 FAO 2015
- Yanagisawa H, Koshimura S, Goto K, Miyagi T, Imamura F, Ruangrassamee A, Tanavud C (2009) The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis.
- Yanagisawa H, Miyagi T, Baba S (2021) Mitigation effects of mangrove forests on tsunami impacts in Upolu Island, Independent State of Samoa – Field surveys and numerical modeling of the 2009 event. *Mangrove Sci.* 12:3-10

第5章 事業成果・治山技術に関する情報発信

5.1 背景

我が国の森林整備・治山技術を途上国に提供するためには、本事業で収集した国際的議論や二国間及び多国間の支援枠組みの最新動向、また相手国のニーズに合わせて開発した技術など、事業成果に関する情報を、国内の民間事業者等に対して提供する必要がある。また気候変動枠組条約締約国や国連食糧農業機関の森林関係者等に対して、本事業の成果を、パリ協定の実施や国際的な山地災害防止のための支援メカニズムの議論へ効果的に反映することや、我が国の森林整備・治山技術が有する途上国での防災・減災対策における優位性等を情報提供することにより、途上国の治山技術導入への関心を高め、民間企業による治山事業の海外展開を促進することが期待される。

令和4年度は、会場参加とオンライン参加を併用したハイブリッド形式での国際セミナー開催、海外ワークショップとして国際会合でのサイドイベント開催とおよび講演を実施した。また治山技術の海外展開に関心のある技術者等を対象とする、治山技術の海外展開に関する国際動向や、途上国に適用可能な治山技術等を盛り込んだ手引書の作成を行った。さらに治山技術の海外展開に関心のある民間企業等の技術者等を対象とする、治山技術の海外展開に関する国際動向や途上国に適用可能な治山技術等に関する手引書を作成するとともに、ハイブリッド形式による技術者養成研修を実施した。当該研修の講師および受講した人材等の情報を集積したデータベースを構築し、国内外の関係機関等へ情報提供できる体制を整備した。当事業の成果について、REDD プラス・海外森林防災研究開発センター Website やメーリングリストを活用した情報発信を行った。

5.2 国際セミナー「森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画」の開催

開催概要

テーマ: 森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画

開催日時: 令和5(2023)年2月1日(水) 13:00-17:00

会場: 日比谷国際コンファレンススクエアおよびオンライン

主催: 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

後援: 林野庁、環境省、内閣府政策統括官(防災担当)、独立行政法人 国際協力機構

(JICA)

本セミナーは、森林技術国際展開支援事業の一環としてこの 3 年間取り組んできた、途上国の森林による防災・減災対策に活用可能な知見や技術についての調査・分析結果を基礎とし、民間企業による治山技術の海外展開について今後の課題と可能性を議論することを目的とした。

開会セッションでは、森林総合研究所所長と林野庁森林整備部長が、気候変動対策に森林が果たす役割について、それぞれの立場から言及しセミナーへの期待を述べた。

セッション1「途上国での F-DRR 技術の民間事業による展開に関する国際ニーズと資金スキーム」では、世界銀行、FAO、国際協力機構の専門家が話題提供をおこなった。セッション2「途上国での F-DRR 技術の適用に関する経験と展望」では、森林総研と、日本の民間企業の後援者が、それぞれの視点から経験と展望を共有した。セッション3「途上国での F-DRR 技術の適用ニーズと民間企業の参入ルート」では、ベトナム、フィリピン、インドネシアからの招へい者が登壇し、それぞれの国における森林機能を用いた防災・減災アプローチに関する現在の課題と今後の方向性について紹介した。これらの話題提供を踏まえ、「途上国における F-DRR アプローチに関する現在の問題点と今後の方向性」を主題に登壇者がパネルディスカッションを行い、参加者からの質問も交えた議論をおこなった。

セミナーでの話題提供とパネルディスカッションでの討論により、次の共通認識を醸成することができた。森林による防災減災 (F-DRR) を含め「自然に基づく解決策 NbS」は気候変動対策や生物多様性保全のための重要な概念として、国際社会で認知されている。F-DRR に関する現場での経験は、国際的な基準やガイドラインの策定に有益である。途上国において

F-DRR や治山技術を展開する際には、適切なエントリーポイントにアプローチすること、事情の継続性を維持する枠組みが重要である。国際協力事業の実施には、技術的な課題に限らず現地の社会、歴史、法的な側面に対応するノウハウが求められる。現地の組織、関係者から協力を得ることに加え、日本側からもどのような防災技術や情報を持っているか、何が必要か等現地協力者との十分な情報交換も重要である。

閉会セッションでは、森林総合研究所の REDD プラス・海外森林防災研究開発センターは、当セミナーの成果を含め、様々な情報を科学的なエビデンスを持って提供していくという方針が示された。

国際機関から民間企業まで国内外から合計 224 名 (講演者を除く、会場 30 名、オンライン 194 名) が参加した。オンライン参加国は、日本を含め 10 ヶ国であった。



図 5-2-1 セミナーの様子

5.3 海外ワークショップ（国際会合サイドイベント）

5.3.1 第 27 回気候変動枠組条約締約国会議（COP27）サイドイベント

「アジア・アフリカにおける適応と国が決定する貢献(NDC)～森林・アグロフォレストリー分野での進捗～」

開催日時:2022 年 11 月 11 日(金) 日本時間 22 時から

会場:COP27 会場+オンライン

主催:国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

World Agroforestry Center (ICRAF)

World Agroforestry Center (ICRAF)との共催により、アフリカとアジアにおける気候変動適応と自然に基づく解決策に対する森林およびアグロフォレストリーセクターの現状に関する COP27 公式サイドイベントを開催した。岡本治山研究室長が、「ベトナム山岳地域における住民の災害に対する意識」として、山地災害に対する地域住民の意識と課題を紹介した。その後の総合討論では NDC における今後の目指すべき方向性のひとつとして、途上国に対する科学的根拠に基づいた防災教育の重要性について言及した。

このイベントには 40 名の会場参加者があり、録画視聴を含め 250 名を超えるオンライン参

加があった。



図 5-3-1-1 COP27 サイドイベントの様子

5.3.2 第 27 回気候変動枠組条約締約国会議（COP27）ジャパンパビリオン・セミナーの開催

「気候変動の緩和と適応双方の推進に向けた森林分野の Nature-based Solution (NbS)」

開催日時:2022 年 11 月 18 日(水) 日本時間 22 時から

開催方式:COP27日本パビリオンおよびオンライン

主催:森林総合研究所

国際熱帯木材研究機関(ITTO)

参加者:会場 20 名とオンライン 33 名

平田研究ディレクター司会のもと、岡本治山研究室長が「ベトナム中山間地域における土地利用と土砂災害リスクに関する課題」と題する講演を行うとともに、総合討論において、気候変動適応に対する構造物(グレイインフラ)と森林(グリーンインフラ)の適切な組み合わせの重要性を述べた。



図 5-3-2-1 ジャパンパビリオンでのサイドイベントの様子

5.4 手引書の作成

本事業で開発する森林を活用した防災・減災等の機能を強化する技術を、途上国に展開する本邦技術者を養成するため、治山技術の海外展開に関心のある技術者等を対象とする、治山技術の海外展開に関する国際動向や、途上国に適用可能な治山技術等を盛り込んだ手引書に必要な記載項目を策定した。手引き書の構成は、REDD プラス・海外森林防災研究開発センターで出版した「REDD-plus COOKBOOK」を踏襲し、「導入編」、「計画編」、「技術編」、「情報編」の 4 部とし、各編の下に、章と Recipe が並ぶ構造とした。

導入編

第 1 章 森林の機能を活用した防災・減災とは

第 2 章 森林の機能を活用した防災・減災の重要な概念

計画編

第 3 章 森林の機能を活用した防災・減災の基礎知識

第 4 章 途上国における自然災害の概要と森林を活用した防災取組事例

技術編

第 5 章 山地災害の防止に向けた技術

第 6 章 自然災害リスクマップの作成

第 7 章 高潮に対する海岸林・マングローブの活用

情報編

第 8 章 発展途上国における森林を活用した防災・減災の取組動向

今後、「導入編」、「計画編」、「技術編」には事業報告書の内容を、項目ごとに Recipe として示すとともに、「情報編」にはカントリーレポートの要約を掲載し、内容の充実を図っていく計画である。

5.5 技術者養成研修の実施と人材データベースの整備

令和 4 年 12 月 5 日から 7 日にかけて、治山技術の海外展開に関する国際動向や途上国に適用可能な治山技術等に関する研修を、会場(MEETING SPACE AP 品川アネックス)とオンラインの併用により実施した。会場では 10 名、オンラインで 6 名が研修を受講した。



図 5-5-1 技術者養成研修の様子

表 5-5-1 技術者養成研修プログラム

	講義科目	講師(所属)
12月5日	気候変動適応策としての Eco-DRR 概論:森林の機能に注目して	中村太士(北海道大)
	世界の山地災害及び防災施策に関する国際的取組	稲田徹(アジア航測) 浅田陽子(MURC)
	日本における治山事業の歴史とその優位性	山名佑樹(林野庁)
12月6日	途上国における自然災害の概要と森林を活用した防災取組事例	川口大二(JICA)
	途上国における住民の土地利用と防災に関する意識	岩永青史(名古屋大)
	途上国における Google Earth Engine を用いた斜面崩壊地の自動抽出	大丸裕武(石川県立大) 村上亘(森林総研)
12月7日	治山事業の海外展開に係る政府開発援助及び国内外の資金ソース	池上宇啓(JICA) 古市剛久(森林総研)
	海外展開における事業者のベネフィットとリスク	菅野孝美(川崎地質) 鈴木聡(奥山ボーリング) 眞弓孝之(国土防災技術)
	研修レポート作成等	

研修受講生からは、次のような感想を得ることができた。

- ・植林・森林再生により、下流域での洪水被害を軽減するメリットを認識しました。
- ・様々な国において実際に現場を訪れ調査や事業に携わった講師の方々の生の声を聞くことができました。

- ・治山技術による森林資源量の変容と歴史に関する知見が高まり有用であったと感じる。
- ・網羅的な視点から具体的な事例をふまえ、F-DRR の概念、利点、注意点など多岐に富んだ内容を習得できた。
- ・海外展開していく上で、認識しておかなければならない事項を体系立てて説明して頂き、参考になりました。
- ・住民の草の根レベルの支援が行政を動かすという呼び水的な効果については、(中略)今後の支援戦略として重要な部分に繋がっていく予感がしました。
- ・途上国において防災・減災事業を実施する際のご苦勞や注意点について先生の実体験にもとづいて学ばせていただく貴重な学びの機会でした。

海外において森林技術を用いた防災・減災事業を実施する能力を有する技術者と需要者をつなぐための、人材データベースの整備に着手した。データベースには、技術者養成研修の受講生に加え、森林総研研究員や、技術者研修講師のような有識者のうち同意が得られた方の情報を搭載することとした。データベースへの収録情報は、氏名、所属、連絡先、専門分野、実績、活動地域、希望等とした。データベースは REDD プラス・海外森林防災研究開発センターで管理し、個人名、企業名等の個別データは公開せず、技術者および所属企業数、専門分野等のメタデータをウェブで公開する計画である。メタデータ公開後は、民間企業等から人材情報提供依頼を受けた場合、登録者に情報提供の承諾を得てから依頼者に伝えることとする。

5.6 インターネット等を活用した情報発信

治山・森林整備技術の国際展開を目指すポータルサイトとして、REDD プラス・海外森林防災研究開発センターのウェブサイト(日本語版・英語版)の充実を図った。同ウェブサイトでは、センターが主催する、セミナー・ワークショップの開催、文献等について情報発信を行った。

REDD プラス・海外森林防災研究開発センターでは、国内外の関係者に向け、動画の公開、センターのウェブサイトの掲載情報の速やかな周知、関連イベント、文献・報告書などのタイムリーな情報発信等を図るためメールマガジン「森林総研 REDD プラス・海外森林防災研究開発センターだより」を発行し、より広く国内の関係者への情報発信を図った。



図 5-6-1-1 REDDプラス・海外森林防災研究開発センターウェブサイト、トップページ



図 5-6-1-2 同、イベント(国際セミナー)のページ

卷末資料

令和 4 年度森林技術国際展開支援事業

第 1 回事業運営委員会

議事要旨

日 時:令和 4 年 7 月 7 日(木曜日)14:00-16:45

場 所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター ホール 401
(東京都港区新橋 4-24-8 2東洋海事ビル 4 階)

出席者:

1. 事業運営委員会委員(五十音順・敬称略)

太田徹志 (九州大学農学研究院 准教授)

長 宏行 (公益財団法人 オイスカ 海外事業部 調査研究担当部長)

西村貴志 (独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 次長(森林・自然環境グループ
長))

眞弓孝之 (国土防災技術株式会社 事業本部 国際部 国際部長)

水野 理 (公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES) プログラムディレクター)

宮城豊彦 (東北学院大学 名誉教授 / 株式会社アドバンテクノロジー 技師長)

2. 林野庁

谷本哲朗 (計画課海外林業協力室 室長)

岩間哲士 (計画課海外林業協力室 課長補佐)

古川洸太郎(計画課海外林業協力室 係長)

3. 森林総合研究所

村上 亘 (森林防災研究領域)

岡本 隆 (森林防災研究領域)

古市剛久 (森林防災研究領域)

小野賢二 (立地環境研究領域)

藤間 剛 (企画部国際戦略科)

高畑啓一 (生物多様性・気候変動研究拠点)

佐藤大樹 (生物多様性・気候変動研究拠点)

小池信哉 (企画部国際戦略科)

(以下、敬称、肩書略)

【開会】

1. 森林総合研究所挨拶

○森林総研(高畑)

- ・本日は、事業運営委員会にご出席いただき感謝する。本年度は本事業の3年目にあたり、これまでとは異なり、最初からベトナムに行く計画を立てている。また、国内の民間治山事業者が海外に出るための基盤整備としてアウトプットがスタートすることになっている。どうか、みなさまの忌憚のないご意見を願います。

2. 林野庁挨拶

○林野庁(谷本室長)

- ・本日は、みなさまには、お忙しいところをご参集いただき感謝する。また、森林総研のみなさまにも、海外の調査が難しい中を柔軟に対応いただき感謝する。令和2年度から始まった本事業は、今年度が事業のちょうど中間に当たる。昨年のCOP26の森林・土地利用に関するグラスゴーリーダーズ宣言では、気候変動の適応の中でも森林の果たす役割が重要であることに触れている。また、5月上旬に韓国で開催された世界林業会議でもNature Based Solutionがサブテーマの一つに設定され、成果文書であるソウル森林宣言にも取り上げられた。また同会議においては林野庁と森林総研、JICAの共催で、森林を活用した防災減災に関するサイドイベントも開催した。そういう中で森林の有する防災・減災機能の重要性を広める本事業を進めていく意義は大きいものがある。これまで、ベトナムを主なターゲットとして情報収集、実証を進めてきた。今年度は、本事業の大きな目的の一つである日本の治山技術を海外で展開するための技術者育成のために研修を始めるといった段階にもなっている。制約は完全になくならないが、本事業が終わった時点で、掲げた目標、成果が達成されるように進めていただきたい。委員のみなさまにも、忌憚のないご意見を願います。

3.委員の紹介

○森林総研(高畑)

- ・本日は、6名の全委員が出席である。
- ・今年度も宮城委員に座長をお願いしてもよろしいか。(異議なし)

4. 令和4年度森林技術国際展開支援事業計画

○宮城座長

- ・「4-1 事業全体概要」の説明をお願いします。

○森林総研(岡本)

【資料4「4-1 事業全体概要」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」の説明をお願いします。

○森林総研(古市)

【資料5「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・最新の気候変動のシナリオでは、熱帯地域における台風の頻度と強度が減少する一方で、地域的には対流性の雨の頻度と強度が増えるという理解でよろしいか。

○森林総研(古市)

- ・台風についてはそのとおりである。一方、温暖化すると熱帯の対流圏は安定化すること、が現在の気象学上の基本理解であるが、対流性の雨が地域的にどのように変化するかは、必ずしも十分にわかっていない。ただ、そういう仮説をもって理解を深めていきたい。

○宮城座長

- ・「本邦事業者の参画に関する調査分析」で、企業等からのヒアリングの例として川崎地質が出ているが、その事業を行ったのは平成 24 年～26 年であって、その後、状況がだいぶ変わっている。たとえば、幹線道路沿いの斜面災害を研究する学術的な組織ができあがっている。また、ベトナムの **MARD (Ministry of Agriculture and Rural Development)** の防災総局 (**Vietnam Disaster Management Authority**) の中に斜面災害専門部署ができた。これはかなり機能するようになって、さまざまなプロジェクトのコントロールタワーになっている。ここ数年の話だが、やはり、それらを踏まえて対応しないといけない。

○森林総研(古市)

- ・防災総局の中に斜面災害専門部署ができた話は初耳で、今後、フォローしたい。この 2 月にベトナムへ行ったときに、**MARD** の防災総研へ日本から派遣されている田中氏と会って話を伺ったが、その際にはその話は聞かなかった。その後のコンサルタントからの聞き取りの中で、イエンバイの **MARD** の出先が防災に積極的であるとの話があった。中央だけでなく、**MARD** の地方の取り組みも知っておいてもよいかもしれない。

○宮城座長

- ・資料 5 の 4 ページにある **Forum** に書いてあるような調査をしたり、リモセンなどでデータを取るときに、森林の樹木密度や森林構造がしっかりした場所ではデータが取りにくい。データは、地上レーダーを含めて、地上までパルスがどのくらい届くかにコントロールされるので、データを取りやすい所を選ぶという選択肢もある。

○森林総研(古市)

- ・それはこの後の報告での議論であるが、宮城委員のご指摘は考慮する価値がある。

○水野委員

- ・企業参入基礎調査において、国際資金に日本が関与していないという問題意識を持って調査するのはよいが、元々の研究課題である優れた技術を持つ本邦企業の参入ということを考えると、主たる調査対象をコンサルタントにするのではなく、事業に物とサービスを提供するサービスプロバイダを調べる必要があるのではないか。また、この調査は、すでに途上国に入っている企業がどのように考えていたのかという視点で設計されているように思える。しかし、ポテンシャルがあるはずなのに参入していない企業にヒアリングし、なぜ参入してい

ないのかを把握することが大事だ。さらに、「知見の整理」として情報を整理することは非常に有意義であるが、温暖化による海面上昇や台風の変化だけではなく、将来の社会構造の情報も合わせることによって災害リスクがわかってくる。そのいずれも見なくてはいけないということを踏まえた上で、バランスの取れた情報整理をする必要があるのではないかな。

○森林総研(古市)

- ・コンサルタントと業者の関係性を考えると、日本では業者が強いが、海外ではコンサルタントが相当強く、コンサルタントが入っていけば日本の業者も参入しやすいという見方もあったためにコンサルタントのことを少し強調して書いた。しかし、水野委員のご指摘も踏まえて対象企業を決めたい。また、海外進出に関心がなさそうな企業に聞くことも確かに重要であるので、できる限りのことはやりたい。さらに、これまで、気候変動適応について社会構造の変化も分析対象にするアプローチは取っておらず、今後このプロジェクトで社会経済を専門とするメンバーとも相談し調査分析に取り込むことができないかを検討する。

○太田委員

- ・「本邦事業者の参画に関する調査分析」での国際資金で実施されるプロジェクトに日本企業の関わりが少ないという見方は、国際資金を使って実施される防災プロジェクトに関しての話か。あるいは、他のいろいろな分野のプロジェクトでも日本の関与は少なく、それは日本企業の一般的な特徴ということか。

○森林総研(古市)

- ・両方が考えられる。たとえば、日本の会計制度とは異なる国際会計の下で事業を実施していくノウハウを得るには相応のコストがかかり、一定の体力のある規模の企業でないといとても大変であるというコメントがある。これは防災だけでなく、全体的なことだ。しかし、防災に関しても、中緯度と低緯度の自然環境の違いによって生じる気象、森林、土層(風化層)などの違いからくる防災分野特有の事情もあると思われる。

○林野庁(谷本室長)

- ・この基礎調査に協力した企業は、研修の対象にもなりうるのか。また、調査で得られた情報は研修のカリキュラムに反映されるのか。調査と研修の連携を想定されているのであれば、教えていただきたい。

○森林総研(古市)

- ・ヒアリング調査をする企業に対して、この調査の意義と共に研修についても紹介し、そのフォローアップをしたい。

○森林総研(岡本)

- ・ヒアリング等で繋がりができた企業に研修情報を提供するのは当然であり、場合によっては、研修の講師として企業を招き、その知見を他に伝えていただくことも考えている。

○宮城座長

- ・このプロジェクトのターゲットの幅広さと一筋縄ではいかない熱帯林のことを考えると、研修に参加する企業とすんなりマッチングができるかが心配である。たとえば、ベトナムでは **MARD** が山地災害を統括しているが現場の知識はないので、その人が来ても研修の実は上がらない。その一方で、**MARD** の傘下にある研究機関には若手の技術者が沢山いるので、そこにも目配りがきく戦略を持っていただきたい。

○宮城座長

- ・「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」の説明をお願いする。

○森林総研(岡本)

- 【資料 6「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」に基づいて説明】

○森林総研(岡本)

- 【資料 7「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 1)日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発」に基づいて説明】

○森林総研(村上)

- 【資料 8「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 2)リモートセンシング技術を活用したリスクマップ作成」に基づいて説明】

○森林総研(小野)

【資料 9「4・3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 3)海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価」に基づいて説明】

○眞弓委員

・今回のプロジェクトで導入する治山技術として、浸食や表層崩壊に対する山腹基礎工に着目されているが、地すべりや深層崩壊は対象から落ちているという理解でよいのか。また、資料で示された筋工、柵工は、ベトナムのどこに投入しようと考えているのか。入れる場所の具体的なイメージを教えてください。さらに、今年度は詳細な調査を行ないたいとのことだが、現地でどのような詳細調査を行う予定か。このプロジェクトの性格上、検討いただきたいのは、なぜ崩れたのかという崩壊のメカニズムである。私も先日ベトナムの災害発生地を見て回ったが、プランテーションの下方斜面が選択的にやられていた。プランテーションに灌漑水路を引き回して斜面上部に水を滞留させる仕組みを作っているため、そこから浸透した地下水が下流にある法面を崩していた。そういう観点で現地調査を行えば、一日に、せいぜい 2、3 箇所しか回れない。一つのアドバイスとして、DARD (Department of Agriculture and Rural Development) やコミュニティに対して対応に困っている斜面がどこにあるかと直接聞くと、彼らが調査優先度の高い場所に連れていってもらえる可能性が高い。

○森林総研(岡本)

・大規模な地すべりや山体の重力変形などは、それを防止軽減する効果が森林はきわめて小さいので、今回は対象にしていない。森林を造成維持していくことによって抑止できるものが対象なので、基本的には表層崩壊と表面侵食を防止することが大きなテーマになる。また、現地の方々の防災対策の意識は、基本的に道路が中心だった。ただ、その道路に影響を与える土砂は上の方からやってくるものが多く、その上の方を観察すると、非常に貧相な植生の斜面がたくさんあった。そこがなかなか森林化しない一つの大きな原因に、斜面では土砂が継続的に移動してしまうことがある。そこで、森林を回復させる一つの施設として筋工や柵工を入れられないかと考えている。その他にもいろいろな施設があるが、安価であることも非常に重要であるので、その点でも柵工や筋工を検討している。さらに、2 月にモンゾンコミュニティで起きている斜面崩壊を観察したが、なんらかの原因が見られることが多かった。土地利用が斜面崩壊を誘発している状況がたくさんあるので、眞弓委員がご指摘のとおり、起きた原因をつぶさに見ていく必要がある。また、私たちは一日で 4、5 箇所をなんとか見たが、

よくわからないところもあった。上部に行って、なぜ水が湧いているのかを見るのは本当に時間がかかる。カウンターパート、あるいは地元のコミュニティに困っているところを聞き、因果関係がはっきりしているところを事前に選定し、そこを見に行くという計画を立てたい。

○眞弓委員

- ・現場で灌漑水路の問題があると判断されたとしても、加えて地すべり末端部に位置するために不安定化している斜面の可能性があるので、やはり、事前に地形判読をして、他の要素も合わせて確認していただきたい。

○森林総研(岡本)

- ・地質、特に走向傾斜も含めた情報が少ないが、地質情報や地形情報も踏まえて検討したい。

○長委員

- ・最近、治山治水のお手本であった日本の山々の状態が急速に悪化していると感じる。熱海で起きた土石流はソーラーパネルが原因だそうだが、山の斜面に次々とソーラーパネルができ、いろいろなところから、これはまずい、なんとかしてくれという声が届いている。この事業で、治山治水の技術開発やリスクマップの作成といった努力がある一方で、そういった努力を根こそぎ壊そうという行為が日本で起きている。この事業の目的や事業に関わる研究者、専門家のみなさんの矜持を考えると、斜面でのソーラーパネルの開発は、防災減災、あるいは治山治水の観点から非常に懸念されるといったことを入れることも検討していただきたい。次に、最終的にマングローブの保全指針に科学的知見を反映させることはわかったが、陸上の防災減災の取り組みと比べて、マングローブは自然条件に非常に大きく左右される。本来は自然条件によって、植林、再生、保全が変わってくる。一方、調査対象地はマングローブ林が成立する上での複数ある自然条件の中のひとつに過ぎず、本当に一部のことしか見えていないということにもなりかねない。ゆえに、他の地域の事例をもっと収集し、幅を持たせた指針にしていくことが望まれる。

○森林総研(岡本)

- ・1950年代から、治山といえば森林の維持造成を通じた自然の力をもって災害を防ぐことであり、これについては、まったくぶれはないと思っている。ソーラーパネルの問題は、近年のエネルギー需給の背景が大きく変化しているために起きていると思われ、実際、それによる林地開発が増えていることは聞いている。私は確かなことをお答えする立場ではないが、無秩

序なソーラーパネルの設置は、当然、災害が起きる原因になる可能性がある。

○長委員

- ・しっかりと、やっていただきたい。

○林野庁(岩間課長補佐)

- ・長委員がおっしゃるとおり、各地でソーラーパネルの設置が問題になっていることは承知している。林地を大規模に開発する場合、林地開発許可制度があつて、1ha を超えるものは都道府県知事が許可することになっている。しかし、ソーラーパネルが問題になっているために、都道府県の許可の基準を 0.5ha 以上へと厳しくする検討が進められていると聞いている。山地でのソーラーパネル設置について、ハードルを上げるという動きがあることを報告させていただく。

○森林総研(小野)

- ・長委員のご指摘のとおり、他地域の事例を収集しながら、地域に限定されない形の指針作りを目指していきたい。文献も、昨年度のヒアリングに引き続き、みなさまのご助言をいただきながら考えていきたい。また、現地に行き実際に対象に触れることを通じて、マングローブに興味を持つ人材を増やしていくことは、本事業を含めて熱帯域の途上国の課題に対応していく上で非常に重要なことである。この課題を通じて、構成メンバーがそれぞれの分野でマングローブに取り組んでいけたらいいと思っている。みなさまの経験に基づいたご助言は非常に有益なので、今後もよろしくお願いします。

○西村委員

- ・資料 6 の 4 ページにある「本課題における調査の流れ」の「期待される成果」にあるように、日本の民間事業者に向けて適用技術を提言することが最終的な目標として設定されていると理解している。一方、これらの成果は日本の民間事業者を介するだけでなく、現地に直接裨益する物でもあるべき。以前もご紹介したとおり、JICA でも持続的自然資源管理のプロジェクトを実施中であり、また、防災のプロジェクトもある。これらのプロジェクトや現地の関係省庁、カウンターパートにも情報を提供・意見交換し、現地で使える形にさせていただくことを期待する。

○森林総研(岡本)

- ・今後、情報交換をさせていただき、また、JICAを訪問させていただけるとありがたい。最終的に日本の企業が使える技術であることが重要というのはそのとおりで、最終年度の成果をどうフィードバックしていくかというあり方を提示させていただきながら、委員のみなさまの考えをお聞かせいただきたい。

○宮城座長

- ・「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」の説明をお願いします。

○森林総研(藤間)

【資料 10「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」基づいて説明】

特段の質疑なし。

5.全体討議

○眞弓委員

- ・今日の発表で、あまりやる気のない企業もやる気にさせるという話があったが、企業ごとにいろいろな考え方があるだろう。私は、やる気がない企業に声をかけても、彼らは何の情報も持たないので何も引き出せないと思う。それよりも、やる気はあるが躊躇している企業に、どんなハードルがあって行けないのかを聞き取る必要がある。また、今日話を聞いて一番懸念したことは、日本企業のカウンターパートとして誰をイメージすればよいのかわからないことだ。日本の企業に行けと言っても、誰に会いに行けばいいのという話になってしまいかねない。相手は MARD なのか、防災総局なのか、DARD なのか、コミュニンなのか。本事業で検討している技術を、たとえば MARD や防災総局に持っていても、その技術を職員が学ぶという話にはならない。その技術を誰に届けるべきかについても、適切に情報収集／分析を行い、ターゲットを特定する必要がある。そういう意味では、やはり MARD と防災総局が何を考えているのかを聞きに行くことが大前提である。それを避けて、草の根的なところばかりを考えても、ベトナムが求めているものから外れてしまう可能性がある。技術を誰に届けるかが決まれば、日本の民間企業の誰にヒアリングすればいいのか、誰をセミナーに呼べばいいのかも、自ずと定まってくる。

○宮城座長

- ・出口戦略を具体的にシナリオ化することを考えると、計画している現地調査で行うことを出口戦略に繋がった形で説明できなければいけない。現地調査を出口戦略にどう繋ぐのかを、きちんと考えて欲しい。また、ベトナムの MARD は管理組織であって、研究機関でも実施機関でもない。各省には DARD があるが、この DARD は MARD とは関係のない独立した組織である。だから、何を、どこで、どのように繋げたらいいのかを考えるには、かなりの戦略が必要だ。ベトナム森林アカデミーが何を、どうしてきたのかの経緯をきちんと踏まえていかないと大変だろう。

○眞弓委員

- ・もう一つの重要な組織は人民委員会だ。コミュニティベースで動こうとしたときに、人民委員会を通さないと核心部分に届かない可能性があるし、協力も得にくい。

○森林総研(岡本)

- ・ご指摘のとおり、技術の展開先に関して、どちらかというと地元住民の方々に目がいきすぎていたと思う。実際に、現場で行うことの判断には MARD や DARD といった官庁の権限が大きいと聞いているので、もう一度、防災総局等にも伺い、我々の考え方が地元を受け入れられるのか、また問題点があるのかについてインタビューしたい。また、人民委員会は、我々が意識していなかったところである。ただ、モンゾンコミュニケーションに入る際に、我々が知らないところで、カウンターパートが人民委員会に通してくれていたのだと思う。そういう情報もくまなく集めておきたい。

○宮城座長

- ・各コミュニケーションで実際の調査ができていくということは、すでに、ベトナム森林アカデミーなどが人民委員会と調整していると思う。それを形にしておかないと、また行ったときにゼロから始めることになってしまう。

○眞弓委員

- ・土地利用を考えるのであれば、コミュニケーションを視界に入れておかなければならない。土地利用について、コミュニケーション毎にルールを決めて、コミュニケーションがそれを管理していくといったシナリオがイメージできたとき、初めて、みなさんがやろうとしていることが形になってくる。

○森林総研(岡本)

- ・今年の 2 月の調査時に、モンズンコミュニンの副長や各コミュニンにある村の代表者の方々が来られて、好意的に対応していただいたので、おそらくカウンターパートが非常に上手くやってくれたのだらうと思っている。これからいろいろなことをやる場合に、それを上手く利用していきたい。

○水野委員

- ・フィールドがベトナムに集中特化しているのはいいが、詳しい情報がベトナムに特化していることでもある。アウトプットである手引書では途上国としてかなり一般化しており、本当にそこまで一般化していいのかが非常に気になる。ベトナムならベトナムだけに特化するのも手ではないか。

○森林総研(岡本)

- ・その点は先生方に伺いながらになるが、これまでに 5 ヶ国の調査をし、基本的なことは全体的に調べてあるので、東南アジアを中心とした途上国の状況の研修はできる。

○太田委員

- ・研修の手引書の内容が概論や世界の趨勢、基礎などであるのに、項目 6 だけが「途上国における Google Earth Engine を用いた斜面崩壊地の自動抽出」となっている。これをリモートセンシングの活用といった大きなタイトルにすれば収まりがよいのではないか。

○森林総研(岡本)

- ・「途上国における Google Earth Engine を用いた斜面崩壊地の自動抽出」としたのは、これまでに我々の研究から出ているものがそこまでなので、このように書いた。将来、リスクマップの生成や土地被覆の抽出といったものができれば、ここをブラッシュアップしていくことも考えられる。

○西村委員

- ・課題のサブタイトルが「海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価」となっているが、同評価を行うには、まず対象地域の海面上昇による高潮被害のリスクがどうなっているのか、そして、そのリスクに対してどう対処するのが適切か、の整理が必要だと思われるが、これまでの報告には無いと思われる。この課題では扱うのか。

○森林総研(小野)

- ・高潮被害には、塩害、農地の浸水、住宅地の洪水、人命の損失、住民生活の破壊といったものが想定される。では、高潮被害に対してマングローブが防災機能を発揮するとはどういうことなのか。基本的には、津波や高潮に対して、海岸防災林は洪水被害、浸水被害を防ぐことができないと思う。風や波の力を弱めることが海岸防災林、海岸のマングローブに期待されている防災機能だと考えている。そして、どのくらいの防災機能を発揮しうるのかを、この3年間で評価していかなければいけないとも考えている。その方法は、マングローブには外力に対してどのくらいの耐力があるのかを調べることだ。ただ、日本でもベトナムでも、マングローブに外力を与えて破壊されることを評価する破壊調査がどの程度許されるのかが未知数であり、VAFSと協議しているところである。この破壊調査を一緒にできるところを見つけてくるのが、今年度の一つの目標である。破壊調査の可能性を探りながら新しい知見を得ることで植林による防災力向上ということを提示していけば、海外で植林をしている事業体のモチベーションも上がり、マングローブのプロジェクトが一層進んでいくことを期待している。

○西村委員

- ・リスクの内容によって、マングローブとグレーインフラの併用や優先順位の選択がなされる。本研究の位置づけを明確にいただいた方がいい。

○森林総研(小野)

- ・きちんと提示できるようにやっていく。

○宮城座長

- ・ベトナムは港湾建設指針を改定し、マングローブとグレーインフラのベストマッチングというシナリオも一つの可能性として想定している。そこで、力学的な証拠を出していくことは、ベトナムに限らず他の国でもきわめて大事なことである。

○森林総研(小野)

- ・提示できるように準備していく。

○森林総研(古市)

- ・西村委員から紹介のあったベトナム北西部（イエンバイ省）での治山プロジェクトについて我々も最近情報を得て、是非、詳細を教えて欲しいと思っていた。その担当者を教えていただき、情報共有して頂ければありがたい。これまでの調査を通じて次第に感じてきたことは、圧倒的な JICA のプレゼンスである。防災分野の民間企業が途上国への進出を考える際にまずアクセスするところは、やはり JICA であるという声が多い。その意味でも、単なる一プロジェクトに留まらず、治山分野の様々な案件や方向性について包括的な情報共有・意見交換をお願いしたい

○西村委員

- ・こちらこそ、よろしくお願いします。

○宮城座長

- ・討議を終える。

6.その他

○森林総研(高畑)

- ・みなさまに感謝する。次回も、よろしくお願いします。

<閉会>

以上

令和4年度森林技術国際展開支援事業

第2回事業運営委員会

議事要旨

日 時:令和4年10月31日(月曜日)14:00-16:30

場 所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター ホール 401
(東京都港区新橋 4-24-8 2東洋海事ビル 4階)

出席者:

1. 事業運営委員会委員(五十音順・敬称略)

太田徹志 (九州大学農学研究院 准教授)

長 宏行 (公益財団法人 オイスカ 海外事業部 調査研究担当部長)

野田英夫 (独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 次長(森林・自然環境グループ
長))

眞弓孝之 (国土防災技術株式会社 事業本部 国際部 国際部長)

水野 理 (公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES) プログラムディレクター)

宮城豊彦 (東北学院大学 名誉教授 / 株式会社アドバンテクノロジー 技師長)

2. 林野庁

谷本哲朗 (計画課海外林業協力室 室長)

岩間哲士 (計画課海外林業協力室 課長補佐)

古川洸太郎(計画課海外林業協力室 係長)

大仲幸作 (計画課海外林業協力室)

3. 森林総合研究所

平田泰雅 (REDD プラス・海外森林防災研究開発センター長、研究ディレクター)

村上 亘 (森林防災研究領域)

岡本 隆 (森林防災研究領域)

古市剛久 (森林防災研究領域)

小野賢二 (立地環境研究領域)

藤間 剛 (企画部国際戦略科)

高畑啓一 (生物多様性・気候変動研究拠点)

佐藤大樹 (生物多様性・気候変動研究拠点)

小池信哉 (企画部国際戦略科)

(以下、敬称、肩書略)

【開会】

1. 森林総合研究所挨拶

○森林総研(平田)

- ・本日は事業運営委員会にご出席いただき感謝する。コロナによる渡航制限が大きく緩和され、10月にベトナムのカウンターパートを日本に招聘し、また9月、12月、2月に現地調査が行える状況になったことを喜んでいる。引き続き、健康管理に注意しながら本事業を進めていきたい。エジプトで開催されるCOP27では、適応が占める位置が上がってきている。適応とNbSについて全体のワークショップが開催され、また公式サイドイベントや各国のパビリオンのサイドイベントも多く開催される。森林総合研究所も、本事業を通じて、公式サイドイベントをICRAFと、またジャパンパビリオンでのサイドイベントをITTOと開催する。また、マングローブも非常に注目され、マングローブのグループを作ろうという話も聞こえてきている。このような動きにも注意し、本事業で得た成果をそれらにいち早くインプットすることを考えながら本事業を進めていく。今回は今年度に行ったこと、またこれから行うことについて説明するので、忌憚なきご意見を願います。

2. 林野庁挨拶

○林野庁(谷本室長)

- ・本日は、委員のみなさまにはお忙しいところをご参加いただき感謝する。また、森林総研のみなさまにも、コロナ禍に加えて不安定な国際情勢と急速な円安の進行等による海外調査等への影響がある中、事業を精力的に進めていただき感謝する。本事業は今年で3年目であり、今回の事業運営委員会では中間報告として、これまでの活動と今後の予定についてご議論いただく。今月初めにローマでFAOの林業委員会が開かれたが、その中では、気候変動に対処するための森林を活用したNbSをテーマとする議題もあった。気候変動によって激甚化している森林火災や洪水などへの解決策として、各国からさまざまな方法が示されたが、日本からも、我が国が持つ治山技術の適用が途上国の森林の防災、減災の機

能強化に有効だということを、本事業を念頭に発言してきた。また、気候変動への適応の重要性が国際的に注目されている中で、COP27において本事業を通じて実施してするサイドイベントにも注目が集まるのではないかと思う。本事業に関して様々なご助言をいただきたく、ご議論をお願いする。

3.委員の紹介

○森林総研(高畑)

- ・現在、5名の委員が出席している。まもなく、長委員が到着する。また、西村委員が異動したため、新たに野田委員が就任した。

4. 令和4年度森林技術国際展開支援事業成果報告

○宮城座長

- ・「事業全体概要」の説明をお願いする。

○森林総研(平田)

【資料4「事業全体概要」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」の説明をお願いする。

○森林総研(古市)

【資料5「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・資料5の4枚目の「①本邦事業者の参画に関する調査分析」の説明で「(日本企業の契約が少ないことが、日本企業が先進諸国企業に比べ参入が進んでいないとは)一概には言えな

い可能性」とあるが、これはどういう意味か。

○森林総研(古市)

- ・可能性として指摘するが、この調査の結論を導くためには、まだ調査中ということである。

○宮城座長

- ・これには大きな問題があると思う。そもそも、外国に展開していく日本の企業が国内事業者の中で占める割合がよくわからない。私はすごく少ないと思う。海外展開の話も、ごく特定の人だけである。しかし、このプロジェクトでは裾野の広がりを非常に大きなものとして考えている。そこで、「一概には言えない」のその先をしっかりと知りたいと思った。

○森林総研(古市)

- ・宮城座長のご指摘はそのとおりであろうが、欧米先進国企業に比して日本企業が国際機関案件を受注できていないとは「一概に言えない」と言っているのであって、国際資金の側から見た際の考察であり、視点が逆の見方である。

○眞弓委員

- ・「知見や技術の整理」はよく理解できたが、12月に技術者研修を控えている今、「本邦事業者の参画に関する調査分析」にはすでに具体的な成果があるのか。

○森林総研(古市)

- ・8月から始めた調査であり、技術者研修まであと1ヶ月だが、11月に聞き取り調査を終えて情報収集が進む予定なので、その結果をとりまとめれば、もう少し話すことができると思う。

○眞弓委員

- ・今回のヒアリング対象に選ばれている民間企業は、すでに外へ向けて積極的に出ている。もちろん、彼らのコメントからも多くの学びを得られるが、どうして出ていけないのかという調査も必要だという議論が前回の委員会であった。もしそういう業者を加えられるならば、1社でも2社でも加えた方がいい。

○森林総研(古市)

- ・それは、「4 海外コンサルタンツ協会」と「5 日本防災プラットフォーム」で調査する。

○宮城座長

- ・「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」の説明をお願いします。

○森林総研(岡本)

【資料6「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」に基づいて説明】

○森林総研(岡本)

【資料7「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 1)日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発」に基づいて説明】

○森林総研(村上)

【資料8「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 2)リモートセンシング技術を活用したリスクマップ作成」に基づいて説明】

○森林総研(小野)

【資料9「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 3)海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・リスクマップで目視判読をしたものが現場でどのような状態であるのかは、これから調べるのか。

○森林総研(村上)

- ・その予定である。

○宮城座長

- ・Mu Cang Chai で小さな崩壊が高密度で発生しているが、あの範囲だけなのか。

○森林総研(村上)

- ・もう少し広い範囲だと思うが、一番崩壊が集中していたところを中心にして範囲を区切った。

○宮城座長

- ・表層崩壊が発生する激烈な集中豪雨が空間的にどのようなサイズで起きるのが気になっている。Google をずっと見ていくと、狭い範囲で集中的に表層崩壊が起きているところがたくさんあり、流域管理のコンセプトをどのようにしたらいいのかを考えておかななくてはならないと思った。

○森林総研(村上)

- ・雨に関しては、別に評価した方がいいと思っている。いま、宮城委員が話された視点で評価することも考えている。

○太田委員

- ・リスクマップの目標となる、ここまでいけば完成という精度があれば教えていただきたい。また、ランダムフォレストのインポートランスは変数を外したときにどれだけ精度が下がるのかを比較するもので、これが高いから崩壊が起きやすいということはない。プラスに効いているのか、マイナスに効いているのかは、別に評価した方がいい。さらに、降水量をモデルで外しているが、貢献モデルで確実に効いている変数を外した場合、その影響を他の要因に誤って割り振ってしまう。たとえば、降水量が多かった地点にたまたま特定の土地被覆が多かった場合、土地被覆のために崩壊が起きてしまったと誤って認識してしまう。効いている要因を入れて評価するか、あるいは同じ降水量の場所で要因を分析することが必要だ。

○森林総研(村上)

- ・完成精度は、今回のデータでどこまで期待できるのかがわかっていないため、まだ手探り状態である。かなり低いかもしれないと考えているが、さらに検討が必要である。また、インポートランスの効果を初めて知ったので、きちんと精査しながら進めていきたい。さらに、降水量を入れて評価することは難しい点もあるが、太田委員にご提案いただいた同じ降水量の場所であれば評価できるのかもしれないので、検討してみたい。

○長委員

- ・マングローブについてコメントするが、まず海面上昇のグローバルな原因には議論がまだあ

る。一方、ローカルでは、地下水の汲みすぎや高層ビルの建設が原因で沈下したという話も聞く。ジャワ島北部では 3 キロもある栈橋を作ったために潮流が変わり、大きな海面上昇の要因になっているとも言われている。建造物などによって潮流が変わった結果、生育環境が変わってしまうということがよくある。もし外部要因が十分に確認できていないと研究成果が役に立たなくなるので、お気をつけいただきたい。また、引き倒し試験は瞬時の力に対する耐性だと理解しているが、ジャワ島北岸で成木さえも倒れてしまう原因は連続して長期間続く波であり、少しずつであるが、根こそぎ削られてしまう。この問題も検討していただきたい。

○森林総研(小野)

- ・海面上昇の原因については、IPCC でも気温上昇が疑いのない原因であると報告されているが、人為的な影響によって生育環境が変わることも考えていくようにという長委員のご指摘であると思う。今回の実証対象である国立公園周辺でも堆積環境が変わって浸食しているところがある。その状況は、聞き取り調査を含めて把握していきたい。また、引き倒し試験は、今回の課題で防災機能評価に取り組まなければいけないので、高潮に対するマングローブの破壊限界に注目した目標として設定した。ただ、長期間にわたる波の影響で浸食が激しくなり、根こそぎ洗われていることもあるだろう。この点に関しては、堆積環境、浸食環境の変化を把握しながら、別の問題として検討することを考えていきたい。

○眞弓委員

- ・表層崩壊の発生機構にはいろいろなパターンがある。今回の説明はそのうちの一つとして「既崩壊面部分が難透水性を示し、その上に透水性が高い部分がある場合に崩壊リスクが高い」という災害シナリオを想定していると理解していいか。もしそうであっても、新たに崩壊リスクが高まっている場所、例えば重力性変形斜面や、切土法面の周辺の不安定化などは、既崩壊地との関係性では見つけにくいことが予想される。今回の取り組みの中で、いろいろある崩壊リスクをどう取り扱うのかについての考えを伺いたい。また、これまで、地形判読図を一度も目にしていないし、等高線のマテリアルも見せていただいたことがない。リスクマップのこのエリアであれば、それほど時間をかけずに等高線から地形判読できる。崩壊地のドットが等高線と共に示されていれば、それぞれのドットが等高線との関係性の中で読めるようになり、崩壊を生じたメカニズムとともに理解することが可能となる。目視判読が、等高線による判読結果なのか、オルソ画像の裸地になっているところをプロットした結果なのかも判然としない。単に裸地の箇所は、耕作地の可能性があるので確認が必要である。

○森林総研(岡本)

- ・今回、崩壊地の透水性の問題に着眼したのは斜面崩壊のメカニズムを探るためではなく、現地の川に流れてくる土砂の発生源の可能性を目的としたものである。一度、斜面崩壊が起きますと、水を蓄える層が消えて表面流が多発し、それが表面浸食に繋がっていくのではないかという視点で報告した。その上で、どういう形で崩壊地リスクが高まるのかを考えていく。ベトナムで、こういった形態で斜面崩壊が分布しているのかを掴み切れていないという現状の中では、たとえば急な勾配のところに当たりをつけるところから始めていかざるをえない。また、地形判読図に関しては、眞弓委員のご指摘のとおりであり、崩壊が谷頭斜面で起きているのか、あるいは尾根部が落ちているのか、あるいは人間の活動との関係はどうかなどをしっかりと見ていく必要がある。

○森林総研(村上)

- ・資料 8 の 6 枚目に **Muong Gion** の等高線図を示しているが、わかりづらくて申し訳ない。**Mu Cang Chai** でも同様の図を作っている。なお、地形判読による崩壊地の推定は、等高線図を見ながらではなく、**Google MAP** の画像を見ながら崩壊地と認識したものを抽出した。人為改変の可能性のご指摘もそのとおりで、私も作成後に疑問があつて外したりしている。今後、現地で確認したいと考えている。

○宮城座長

- ・「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」の説明をお願いします。

○森林総研(藤間)

【資料 10「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」基づいて説明】

5.全体討議

○宮城座長

- ・マングローブは世界中にあるので、その代表性を、空間スケールを踏まえて話す共通理解を得やすい。また、マングローブは海面上昇の影響を真っ先に受ける森林生態系であるが、海側はもちろんだが、陸側でも同じように大きな変動があるということを踏まえて説明すると理解しやすくなる。また、崩壊地の分布図は、基本的に **DEM** データなどから等高線を起こ

せば地形図ができるので、評価の前提としてあるべきだと感じた。

○水野委員

- ・本事業は全体で一つの意図を持ってやられていると思うが、その目的と、それに繋がる各ストーリーの位置づけをここで整理することには意味がある。森林が持つ多面的な機能が世の中に必ずしも十分に理解されておらず、それを裏付けるデータも少ないため、まず、いろいろな角度から分析することで森林を正当に評価してもらい、しっかりと使ってもらう。それに続いて、日本の優れた森林技術が正当に、国際的に評価され、使用されるような素地を作っていきたいという意図だと思っている。治山がいけないというのではないが、それぞれの要素がメインの目的とどう繋がるのかと考えたときに、いろいろな混乱がある気がする。たとえば、途上国の森林技術を整理しているが、これは何のために整理するのか。現地調査で土壌特性をいろいろと分析しているが、この調査が大きなストーリーの中でどうして必要とされ、役に立つのか。また、ハザードマップのところまで止まってしまうと、ストーリーから独立した感じがする。そこで、ハザードマップを基にして植林などをやることによってリスクをどれだけ下げられるかも合わせることで全体のストーリーの中に位置づける。それぞれのパーツをどう組み合わせ、補完させるか。全体の流れを頭に大きく描いた上で、それぞれの位置を改めて見ていただくと全体の流れがよりわかりやすくなる。

○森林総研(平田)

- ・水野委員のご指摘のとおりで、森林の防災、減災機能をしっかりと評価し、しっかりと活用していくことがメインであって、プロジェクトのリーダーとして、全体をとおしてきちんとチェックが入っていなかったことを深く反省している。今後も、グリーンインフラ、森林の機能を考えながら進めていく。また、マングローブに関しては、西表島の観光船による波といった海面上昇以外のダメージがあることも承知している。しかし、今回は、海面上昇に加えて、強い低気圧が通過することで強い波が押し寄せ、引き上げ効果と合わせてマングローブを乗り越えてしまうような、カタストロフ的な被害を受ける可能性に注目したい。ここでは防災、減災にハイライトを当てないといけなさと考えている。その上で、地域に応じたことを考えていく。さらに、リスクマップに関する各委員のご指摘はもつともである。目標がなくて調査をやっているという感じを受けられるのも当然だ。しかし、災害を簡単に予測できないという現状もあることから、リスクが高いかもしれないとコンサバティブに見ていくリスクマップも必要だと思っている。ただし、この判読結果の妥当性への疑問は私も持っている。担当者がまだ現地を見ていないので、実際にベトナムに行って現地を経験していくことで改善していければよいと考えている。

○宮城座長

- ・この事業は 5 年間の継続を想定しており、現在はちょうど中間点に来ている。これまでは、コロナのために身動きが取れず、鬱々とした状態が続いていた。そこで、遅れを取り戻すために、前のめりになって仕事をしなくてはならないという事情がある。それが今回の資料にかなり反映されていて、いろいろな実例を紹介してくれたのだらうと思っている。ただ、グリーンインフラのフレームはいったいどういうことなのかを共通理解として常にあるべきである。その上で、技術移転がある。これから先、どうまとめるのかをじっくり考えていかなければいけない。コロナのせいにばかりにしてはられないが、コロナには十分に気をつけて欲しい。

○眞弓委員

- ・この委員会に参加する中で治山技術とは何かという問題意識をあらためて持ったが、一言で言ってしまうと、山を見る見方が治山技術の粋なのだと思った。諸外国の技術と比べて日本の治山技術は丁寧で、斜面の状況に応じていろいろな組み合わせを提供できるが、その前提には、山がどういう状況にあるかを正しく評価するということがある。しかし、このプロジェクトが解析中心の技術提案になるならば、本来の治山の素晴らしさが抜け落ちてしまう気がする。やはり、現地とどう関連付けるかが重要なポイントであり、実際に山に入って山の状態を見極める技術、そういう目を伝えていくことが治山技術だと私は思う。私たちが山をどう見、またそれをどう評価しているのかという原点に立ち返ることがこの中間段階でやるべきことだと思う。

○森林総研(平田)

- ・確かに治山という言葉を使いすぎているが、この事業では崩れないためにどうするのかという観点が一番大事なことを考えている。大きな意味での森林管理、土地利用管理、あるいはランドスケープ管理に結びつくものを提供することを目指したい。

○森林総研(岡本)

- ・眞弓委員のご指摘のとおり、治山は山を見るが一番最初にあり、そして、そこに森林をきちんと維持造成することによって防災をしていくということが基本コンセプトであるということはい間違いのないことである。たとえ、その中に構造物があっても、その構造物は森林を上手く維持造成するための一つのきっかけである。治山という言葉の本事業で使うことは間違いではない。まず山を見て、そこに木を如何に上手く入れていくかを考える。そして、必要があれば

ば構造物も入れて木が育っていく手助けをするという考えは、林野庁が強く拘わられていることだと思う。

○野田委員

- ・日本側の取り組みがよくわかった一方、相手側がどう考えているのかをますます知りたくなった。途上国にこういう技術を導入するコスト、認証のような手続などが気になる。そういう問題を明らかにすると、民間企業にとって参入しやすくなると思う。これからの企業アンケートや国際セミナーでも、是非、こういった論点で話があるといい。

○宮城座長

- ・討議を終える。

6.その他

○林野庁(谷本室長)

- ・本日はいろいろなご意見とご議論をいただき感謝する。気候変動が進む中での適応の重要性、また森林の持つ防災、減災機能へのニーズの高まりがある今、日本が持つ技術と知見の提供することに本事業の趣旨がある。本日は委員のみなさま、森林総研のみなさま、そして林野庁も含めて、今後の方向性のすり合わせが図られた。今後も、平田ディレクターを中心に精力的に事業を進めていただきたい。

<閉会>

以上

令和4年度森林技術国際展開支援事業

第3回事業運営委員会

議事要旨

日 時:令和5年2月2日(木曜日)14:00-16:30

場 所:TKP 新橋汐留ビジネスセンター ホール 401
(東京都港区新橋 4-24-8 2東洋海事ビル 4 階)

出席者:

1. 事業運営委員会委員(五十音順・敬称略)

太田徹志 (九州大学農学研究院 准教授)

野田英夫 (独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 次長(森林・自然環境グループ長))

水野 理 (公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES) プログラムディレクター)

宮城豊彦 (東北学院大学 名誉教授 / 株式会社アドバンテクノロジー 技師長)

2. 林野庁

谷本哲朗 (計画課海外林業協力室 室長)

岩間哲士 (計画課海外林業協力室 課長補佐)

3. 森林総合研究所

平田泰雅 (REDD プラス・海外森林防災研究開発センター長、研究ディレクター)

村上 亘 (森林防災研究領域)

岡本 隆 (森林防災研究領域)

古市剛久 (森林防災研究領域)

小野賢二 (立地環境研究領域)

藤間 剛 (企画部国際戦略科)

高畑啓一 (生物多様性・気候変動研究拠点)

佐藤大樹 (生物多様性・気候変動研究拠点)

小池信哉 (企画部国際戦略科)

(以下、敬称、肩書略)

【開会】

1. 森林総合研究所挨拶

○森林総研(平田)

- ・本日は事業運営委員会にご出席いただき感謝する。第2回運営委員会の後、大きなイベントと調査を行った。まず11月のCOP27で、この事業に関する二つのサイドイベントをICRAFとITTOと共に開催した。このCOP27ではエジプトのイニシアティブでシャルム・エル・シェイク適応実施計画が全体で採択され、適応が今まで以上に強調されるようになった。これまでは、基本的には緩和を目標として交渉を積み重ねてきたが、気候変動に起因する自然災害が顕在化する中で、適応に対しても関心が高まり、今回の会合で基金を設立する運びになった。また、12月に、我々はベトナムに渡航した。今回は10名という大人数であり、初めて行く人も多かった。これまでもベトナム森林科学アカデミーにお願いして調査を進めてきたが、やはり現地を見ることで、自分たちが開発している技術についてしっかりと方向性を定める契機となった。また、昨日、国際セミナーを久しぶりに対面で開催した。一般的には、ハイブリッド形式ではオンラインに流れてしまいがちで、交流を図る上で残念な部分があるが、今回は盛りだくさんの内容のセミナーで休憩時間が非常に短かったにも関わらず、特に民間企業の方々が名刺交換をされ、お互いに関心のあるところの話を伺っていた。国際セミナーの大事な目的である交流が行われ、喜ばしく思っている。さらに、再来週からベトナムで調査を行う。ベトナム側に尽力していただき、マングローブの引き倒し試験も予定している。委員のみなさまのアドバイスを反映するチャンスを得るために、今回の運営委員会を早めに開催させていただいた。従って、どのように仕上げていくかという方向性も含めて、現時点までに仕上がったこと、またこの先に仕上げていくことを説明させていただく。みなさまからの忌憚なきご意見をよろしくお願いします。

2. 林野庁挨拶

○林野庁(谷本室長)

- ・本日は、委員のみなさまには、お忙しいところをご出席いただき感謝する。また、森林総研のみなさまには、昨日の国際セミナーの開催に感謝する。いま、お話があったが、COP27では、この事業の成果の発信としてサイドイベントを実施していただいた。また、12月には生

物多様性条約の COP15 がカナダのモントリオールで開かれ、2030 年までのターゲットの中で、Nature-based Solutions が盛り込まれた。どちらの COP においても、森林の持つ役割と重要性が位置付けられたと捉えている。さらに、11 月中旬に G20 サミットがインドネシアのバリで行われたが、インドネシアではマングローブ林の保全再生に力を入れているため、出席した VIP がバリ島の会場でマングローブを植樹するというセレモニーもあった。このように、気候変動、生物多様性、防災減災といった地球の環境課題に対する森林の役割が強く発信されていると感じている。今回の運営委員会では、これまで行われた人材育成、情報発信、調査の成果と、今後の調査について説明がある。今年度の成果のとりまとめに繋げるために、委員のみなさまからの忌憚ないご意見、アドバイスをよろしくお願いする。

3.委員の紹介

○森林総研(高畑)

・本日は、4 名の委員が出席している。眞弓委員と長委員は欠席である。

4. 令和 4 年度森林技術国際展開支援事業成果報告

○宮城座長

・「4-1 事業全体概要」の説明をお願いする。

○森林総研(平田)

【資料4「事業全体概要」に基づいて説明】

○宮城座長

・「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」の説明をお願いする。

○森林総研(古市)

【資料5「4-2 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に係る課題等の調査・分析」に基づいて説明】

○宮城座長

- ・今の話では、前回と比べて、具体的な成果があがっていることがわかった。日本の拠出金と国際的な資金獲得の比較を現場の状況も理解しながら進めていて、とても画期的なことだと思う。しかし、日本がこれだけ大きなドナーであるのだから、一つくらい、大成功例がないものだろうか。

○森林総研(古市)

- ・世銀のランキングでも ADB のランキングでも、日本のコンサルタントは事業を取っている。特にコンサルタント業務では日本企業も成功している例もあると思う。但しメーカー企業でも、たとえばトヨタはグローバルに成功している企業ではあるが、ここの数字には出ていない。他の日本のメーカー企業でもグローバル企業として成功している例はたくさんあると思う。また、日本の企業がサブ・コントラクターとして活躍していても、その実績はこの統計には反映されていない。申し上げたいのは、プライマリーで頑張っている企業は実際にあるし、サブとして地道に実力を付けている企業もいるということである。ただ、実力があるにも関わらず、経営判断として国内の事業で満足し、海外に出ようとしていない企業があることも事実である。

○宮城座長

- ・今の話から、やはり日本はガラパゴスだと感じる。しかし、その一方で、コンサルタントがそれなりの地位を占めていることにも注目すべきであり、コンサルタントに関わるところでもっとバリューを高めていくことはないのかと思う。だが、イギリス系の人たちの戦略には圧倒的に負けている。たとえば、斜面のことで **Sustainability marketing** をよく使うが、この言葉が出てきた経緯では、ケンブリッジのグループがよい戦略を持っていた。それまでは大きな地すべりが大きな災害を生むと思っていたのに、それよりも日頃の目の前にある小さい災害が大事だというコンセプトを出し、世界の人にもなるほどと思った。また、そのアプローチはものすごく簡単で、世界の途上国の人たちは先を争ってそれを使った。これは大成功の例だ。ここでもいろいろな議論をして、マングローブも斜面も両方やっているところで大きなコンセプトを据えることができればいいと思う。山作りが生み出す多面的な効果はグローバルにはあまり表だって見えてこないで、プレゼンテーションの工夫が必要なのかもしれない。あと、基本的なこととして、語学の壁はないのだろうか。

○森林総研(古市)

- ・語学は、コミュニケーション能力、交渉能力の一部として確実に必要である。また、現地の入札情報が現地語で出る場合があるので、英語だけでなく、現地語もわかるスタッフがいないとその情報は取れない。現地語がわかるスタッフも必要であり、それによって競争力が強まるという。

○水野委員

- ・私も、具体的に調査が進み、いい方向に進んでいると思う。なお、資金にアプローチするには、その仕組みに習熟することがとても大事である。いろいろな条件、原則に基づいて公募が出るので、仕組みを知らないと資金へのアクセスに限界がある。多くの場合、資金は基本的に途上国支援という文脈で作られるので、たとえばプロジェクトに現地のコンサルタントや現地の民間企業を使うことを優先するという要件がついていることが多い。こういうルールがある以上、それを踏まえた上でどこまでできるのかを考える必要がある。また、日本の拠出金が多いのに実際の企業の参画割合が少ないことでも、主要なドナーである先進国と比較して日本がうまくやっているのか、もっと改善の道があるのかを考える視点も重要である。さらに補足すると、資金には基本的に認証機関を通じてアクセスすることになっている。そこで、認証機関との連携が一つのポイントになる。日本では JICA と三菱 UFJ 銀行が認証機関になっているので、そこと上手く連携して、日本が参画するにはどうしたらいいのかを継続的に議論、相談することが重要である。今後に向けた課題として、どのような制約があったから資金をとれなかったのかがエビデンスと繋がっていると、今後に役立つだろう。

○森林総研(古市)

- ・仕組みに習熟する必要性はご指摘のとおりであり、資料 5 の 18 ページ 4) で「同国の、同種の、同機関の経験・実績を国際機関や現地政府は重視している」とあるのも、ご指摘の点の重要度を指摘したもので、世銀と ADB のどちらもが言っていることである。今後の具体的なアドバイスの一つは、特定国の特定分野で特設機関の案件に徹底的に向き合う、ということになるだろう。また、先進国と比べるべきだということもそのとおりではあるが、しかし、圧倒的なシェアを持っている中国とインドの企業は自分の国で勝っているのではなく、他の国で勝っていることから、やはり、日本はこれらの国と比べてどうなのかという視点は重要であると思う。さらに、認証機関 (Accredited entity) については我々も注目し、JICA から GCF 認証機関のスキームに限った聞き取りを行った。民間企業からすれば、日本の組織である JICA が GCF の資金に関する窓口になっていることでハードルがとても低くなるので、大きな期待がある、しかし、聞き取りでは、GCF との関係では煩雑な部分もあり、一筋縄ではいかないと

ということが JICA としてわかってきたということが語られ、JICA 自身が慣れていくプロセスに苦心しているということがよくわかった。その一方、日本の銀行が認証機関になっていれば、銀行なりの視野の広さを持った関係形成ができるかもしれない。銀行には銀行のキャパシティがあつて、資金マネジメントの専門性があるのであれば、資金管理事務は銀行に任せ、コンサルタントは技術的なことを担当するという日本国内でのタイアップによって国際資金を取ってくるフレームがあるのかもしれない。

○野田委員

- ・JICA は 2019 年に GCF 認証機関になり、これまでに 2 件について資金を獲得した。私が担当している自然環境保全分野は、特にスケールアップの必要がある分野なので、外部資金の獲得を、JICA の中でも先進的に行っている。しかし、課題はいろいろある。たとえば GCF では 10 億円(注:1,000 万米ドル。現在は 2,500 万米ドルまで引き上げられている)未満だと簡易なプロセスで承認が取れる GCF のシステムがあるのだが、実際はそれほど簡易ではない。また、GCF は他機関との連携を重要視するなど、方針を把握することも重要である。また、GCF だけでなく、他の資金についても情報を収集している。ところで、資料 5 の 5 ページにある世銀に拠出している国の表には出ていないが、中国とインドもかなり拠出している。他方で、彼らの企業が取っていることから、なんらかの戦略が実はあるのかもしれない、この 2 ヶ国は注目すべきである。また、コンサルタントと企業にヒアリングしているが、その中に地方のコンサルタントと企業はどれくらいあるのか。JICA の中小企業支援のスキームはまだ約 10 年の歴史しかないが、全 47 都道府県の企業が参画している。どうしても首都圏に偏りがちだが、地方にも技術、人材が多く眠っており、社によっては割と身軽に海外に展開しているので、是非、注目していただきたい。海外経験がなくとも、確かな技術を持っているコンサルタントは日本の仕事で手一杯で、海外に行く余力がないのかもしれないが、実はポテンシャルがあると思う。

○森林総研(古市)

- ・世銀や ADB のドナーに関する統計で中国とインドが外れているのは中国やインドが拠出額を公表していないからだが、中国とインドが拠出しているという指摘はそのとおりである。また、今回、ヒアリングをした 2 社のメーカーのうちの 1 社は地方の企業である。その中小企業は、野田委員もご指摘のとおり、海外で孤軍奮闘し、いろいろな経験を通じて現地事情にも通じるようになっておられ、本当に素晴らしい。地方の企業にも可能性は当然あると思う。今回コンサルタントとしてヒアリングしたのは開発コンサルタントが中心であるが、以前からのヒ

アリングも含め技術コンサルタントからも聞き取りは行っている。

○野田委員

- ・日本の森林、治山に関わっているコンサルタントはいると思う。

○森林総研(古市)

- ・開発コンサルタントでも高い技術を有している企業はあり、そういう点も踏まえつつ聞き取り先を選んだ。なお、今回の調査としてヒアリングしたのは、総合的な開発コンサルタント 2 社と比較的防災に特化している 1 社であった。

○太田委員

- ・世界銀行などで中国やインドが資金獲得に強いことはわかったが、たとえば日本と同程度の抛出国であるイギリス、アメリカ、ドイツ、オーストラリアなどはどうなのか。

○森林総研(古市)

- ・今回の調査で欧米企業の取り組みを詳しく調べるには至らなかったが、海外コンサルタンツ協会が「ECFA VISION 2030」と題する会員企業への政策提言を出しており、その中で欧米企業と日本企業を対象にして、国内マーケットと海外マーケットの売り上げ比率を出している。それによれば、日本は 9:1 であるが、欧米は 6:4 である。やはり、欧米企業は日本よりも海外での事業に投資することに関心を持ち、努力している。日本企業は先進国の中でも立ち後れていて、あまりに国内指向が強過ぎる。こういう認識を海外コンサルタンツ協会は持っている。

○宮城座長

- ・「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」の説明をお願いする。

○森林総研(岡本)

【資料6「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発」に基づいて説明】

○森林総研(岡本)

【資料7「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 1)日本の森林整備・治山技術を効果的に現地のニーズに合わせて適用するための手法の開発」に基づいて説明】

○森林総研(村上)

【資料8「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 2)リモートセンシング技術を活用したリスクマップ作成」に基づいて説明】

○森林総研(小野)

【資料9「4-3 途上国の森林の防災・減災等の機能強化に資する技術等の開発 3)海面上昇による高潮被害に対するマングローブ林の沿岸域防災・減災機能の評価」に基づいて説明】

○宮城座長

・資料 8 の 18 ページにある「リスクマップ(プロトタイプ)の作成結果」では等高線を作るための 12.5m の DEM データを用いているが、これが非常に上手く合っている。もう少しブラッシュアップすれば非常にインパクトが大きくなるので、是非、作り込みをきれいにしていただきたい。また、まだ現場には行っていないのか。

○森林総研(村上)

・まだ、現場には行っていない。しかし、現地の方に理解していただくことも含めて、引き続き、努力していきたい。

○宮城座長

・ベトナム中部でも激的な表層崩壊が発生している。ベトナムでは表層崩壊とデブリフローに関する評価が喫緊の課題になっているので、是非、答えを出してほしい。

○水野委員

・資料 7 で考え方がきれいに整理されたているので、とてもいいと思う。7 ページの「目的に応じた調査」でも課題を大きく二つに整理されたが、さらに A と B の繋がりを強く意識していただきたい。10 ページの「本調査での知見」でもこういった要因で表層崩壊が起きるのかを特定しているが、森林をこう使えば表層崩壊を防げるというように A と B を繋げることと、ある要因に対して森林がどういう効果を発揮するのかを更に考えていただきたい。また、最終目的

は森林の活用だが、たとえば土地改変も非常に重要なインパクトになりうるといった重要な知見もセットにして、防災の観点から相手国に伝えていくといい。さらに、表層崩壊と土砂流出とフラッシュフラッドという三つの要因をリスクマップにすべて入れることは不可能なのか。すべてが入った包括的なリスクマップがあれば、使い勝手がよりよいと思う。あと、総体的に森林のインパクトがあまり大きくないという結果が出ている。もちろん、分析結果として出てきたことを事実として伝えていくことは適切だが、森林の強さを使おうという方針を考えると、森林の重要性について更に分析を進める努力が必要である。

○宮城座長

- ・水野委員の話のとおりで、森林の評価はそれほど大きくはない。地形が崩れる話なので、地形の勾配などが大きいのは当然である。しかし、総体的に森林のインパクトが少ないから触れないということではなく、森林のマネジメントによって傾斜のポテンシャルが軽減されるということもある。だから、森林の機能にはこういうものがあると最初に言ってもらえばわかりやすい。

○森林総研(岡本)

- ・AとBの繋がりについては、水野委員のご指摘のとおりである。たとえば、山間地に道路を強引に通すと崩壊が多発することには、我々の林道の専門家によって森林への影響が少なくすむ技術的な提案はできる。ただ、あくまでも技術的な提言であって、現地の方々のニーズに合致させることが実は難しい。日本の技術が通用しない部分があることを、毎回、非常に強く認識している。また、森林以外の人為的な行為、人工的な土地改変が強い影響を与えることについて、たとえば現地の DARD や MARD 防災総局といった行政府の方々への情報提供と、彼らの考えについての情報収集をしていきたい。さらに、リスクマップに 3 種類を含めることについてだが、当初、我々が考えていたのは斜面崩壊のリスクマップであった。新たに土砂流出とフラッシュフラッドのリスクマップを作るには、まったく異なったモデルが必要になる。斜面崩壊は発生場だけの問題ですむが、他の二つは発生場とそこで発生した土砂がどこまで流れるのかという二要素からなるモデルを新たに組み立てなければならない。当初、それについて考えていなかったということと、日本でもその先進的なところについてやりあっている状態なので、今は技術的に難しい。さらに、モデルを精度よく検証するには、いろいろなパラメータの精度が非常に重要になる。それらが無い中でモデルを回しても、ちゃんとしたデータは出てこないことから、今のところは難しい。また、森林の影響度が小さいという点については宮城委員が言われたとおりである。地形、地質は人間の手では基本的に

変えることができない要素であり、それを甘んじて受け入れるしかないが、森林被覆は人間の手によって変えることができる要素であり、若干でもリスクが下げられれば、それは有用であると考えている。なお、ご指摘のように、森林の機能を最初に提示して話に入るよう考えていく。

○水野委員

- ・見せ方の問題だが、影響度、重要度の推定に関する表やグラフが出ると、事前に説明があっても、これを見た人は一生懸命にやる必要があるのかと思いやすいので、ここにも工夫の余地がある。

○森林総研(岡本)

- ・見せ方を工夫したい。

○森林総研(村上)

- ・Mu Cang Chai では放棄された棚田やまだ若齢林である場所で崩れやすいという結果が出ており森林の有無や土地利用が効いている。今回の Muong Gion 地域では、元々、崩壊地が少ないということもあるが、地形や地質の要因が崩壊に対して強く出ているものの、土地利用はそれほどでもなかった。ただ、崩壊地の数によっても、また解析するデータの項目や質によっても結果が変わってしまうので、これらの出し方を工夫していきたい。

○太田委員

- ・住民意識調査の準備が進んでいることはよくわかったが、19 の村が経験した災害の調査結果を見ると、寒さや雹といった今回のテーマから外れる災害が多いという印象を受けた。これから調査が本格的に進むのだろうが、質問をどのように分けるのかが課題ではないか。

○森林総研(岡本)

- ・アンケート調査では、当初、想定していなかった答えが出てきた。寒さの害が大きいことに驚いた。ただ、災害がひとたび起きたときのインパクトは、霜の害などよりも洪水、フラッシュフラッド、斜面崩壊では非常に大きい。たとえ、雹とか霜の害の数多くても、インパクトとして彼らが意識しているのは洪水、フラッシュフラッド、斜面崩壊であるという点を踏まえれば、この意識調査によって彼らのリアルな声が得られると思う。

○宮城座長

- この **Cold weather** は、決定的に彼らの生活に直結する。彼らが飼っている水牛は、雹にあたると死にやすくなる。彼らの一般家庭の年収は 15 万円ぐらいであるが、そのうちの 12-13 万円分は水牛を売って得ている。だから、生活者にとって、この災害は決定的に大事なものである。災害を斜面災害や土砂災害のようにクローズアップしてまとめれば、この問題は解決する。

○太田委員

- このようなリスクマップを作って森林を変えた場合の数値を出すことは重要だが、それを元にして政策を立案するにはレベルが違くと機械学習ではいわれている。そういう議論が医療分野でよく出ているので、もう少し表現を考えたほうがいい。

○森林総研(村上)

- 私の理解では、機械学習は教師なしでは単に傾向を見るものとして使われており、教師ありではモデルを構築していくということまでしかわかっていない。一昨年の **Landslide forum** で、ある研究者がまとめとして **All models are wrong** だけれど **Some are useful** と言っていた。現在はそういうレベルだが、皆、期待して頑張っている。私も、どうしたら有効に使えるのかを模索し、勉強している。

○太田委員

- 一般的に、教師なしではただのクラスタリングになる。一方、教師にランダムフォレストのようなものを使ったとしても、できてくるモデルは違うということがあるので、整理されるとよい。

○宮城座長

- これはイベント毎の **tentative result** でしかないので、もう少し広げてゾーニングに繋げるとか、ここに至るワンステップであるという限定付きで説明することが必要だろう。

○野田委員

- もし **JICA** が貢献できるとすれば、こういったものに関心がある国、企業、人に繋いでいくことだろう。技術はさることながら、そのコストと効果を理解することが、この件についての課題となる。途上国の開発課題にこういった技術を導入するには、どうしてもコストやいろいろな規

制があるので、それが将来的にわかるといい。

○宮城座長

・「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」の説明をお願いします。

○森林総研(藤間)

【資料 10「4-4 事業成果・治山技術に関する情報発信」基づいて説明】

特段の質疑なし。

5.全体討議

○宮城座長

・今回の運営委員会は、これまでの問題やポテンシャルの議論から大きく踏み出し、このような成果が出て、このような解決すべき課題があるといった **focusing** ができた。やはり、現場に行くと違う。ただ、議論の筋道のブラッシュアップが必要である。たとえば、斜面崩壊とデブリフローとフラッシュフラッドはベトナムでは一般的な表現だが、これらは日本の定義とまったく合っておらず、同じ議論をすることが非常に厳しい。また、粗朶を使う、筋工をやるという話は、ベトナムの人にはほとんど受け入れられない。なぜならば、道路沿いと河川沿いで崩れるものだというくらいの把握しかしていないからである。しかし、実際には粗朶を家の周りの斜面ではとても頻繁に使っているし、ポテンシャルは十分にあるので、使い方が一気に展開する可能性はある。ハードウェアとこういうデータベースのマッチングをやらないと、これからの事業展開もお題目だけ上げておしまいになってしまうので、具体的な方向に向けてすすめていただきたい。

○太田委員

・コロナでストップしていた事業が進んでいることがよくわかった。また、REDD+ Cookbook を今でもよく使っているので、今回の手引書ができあがることも非常に楽しみにしている。

○野田委員

・私の立場からは、確かな技術を途上国の開発課題の解決に生かしていきたい。やはり、基盤

にあるのは確かな技術である。引き続き、この事業をいろいろな関係者に伝えていきたい。

○宮城座長

・討議を終える。

6.その他

○森林総研(平田)

・この一年間、いろいろなご指導をいただき感謝する。JICA でよく言っている社会実装に関してももっと踏み込めればよいが、予算の限界もあつてできないことがある。たとえば、土地は landscape management に繋がる話しであるが、土地の所有権、移転、法律といったいろいろな問題を調べならず、難しい。こういうことは、我々の調査をたたき台にして、JICA の開発調査に、そして技術協力プロジェクトに移ればよいと思う。JICA のプロジェクトには、日本の民間も関心高く見守っているので、我々の成果をベースにして、開発調査に繋げていただきたい。今後も、ご指導とご協力をよろしくお願いする。

○林野庁(谷本室長)

・長時間にわたる議論に感謝する。委員からの示唆に富んだ指摘と、それに対する回答を伺い、全体的な状況をポジティブに評価していただけていると安心した。また、国際セミナーに出席し、実際に海外で活動された事業体の方とのやりとりを伺って、非常に課題の多い取り組みだと感じた。そういった取り組みの中で、本事業がよりよい成果に結びつくことを期待しており、引き続き、みなさまのご協力をお願いする。

<閉会>

以上

令和 4 年度の主な年間行事

開催日	行事名	開催場所
4 月 26 日	農林水産大臣より交付決定通知	
7 月 7 日	第 1 回事業運営委員会	TKP 新橋汐留ビジネスセンター
9 月 6 日 ～9 月 18 日	ベトナム現地調査	ベトナム
10 月 10 日 ～10 月 18 日	ベトナム森林アカデミー研究者の日本への招聘	つくば市・宮城県 栗原市
10 月 31 日	第 2 回事業運営委員会	TKP 新橋汐留ビジネスセンター
11 月 11 日	COP27 オフィシャルサイドイベント「Adaptation and NDCs in Africa and Asia: How much progress in the agroforestry and forestry sectors?」	エジプト シャルム・エル・シェイク
11 月 18 日	COP27 の Japan Pavillion セミナー「気候変動の緩和と適応双方の推進に向けた森林分野の Nature-based Solution (NbS)」	エジプト シャルム・エル・シェイク
12 月 5 日 ～12 月 7 日	技術者研修	MEETING SPACE AP 品川アネックス
12 月 14 日 ～12 月 24 日	ベトナム現地調査	ベトナム
2 月 1 日	国際セミナー「森林の防災・減災機能に強化する技術の海外展開と民間企業の参画」	日比谷国際コンファレンススクエア 8F
2 月 2 日	第 3 回事業運営委員会	TKP 新橋汐留ビジネスセンター
2 月 12 日 ～2 月 24 日	ベトナム現地調査	ベトナム
3 月 31 日	事業完了日	

令和4年度国内出張

出張期間	出張先	出張者	出張目的
5月9日	茨城森林管理署管内堂平 国有林 118 林班 常陸太 田試験地（常陸太田市）	古市剛久	斜面水門に関する現地調査
5月22日 ～5月23日	幕張メッセ（千葉県千葉 市）	古市剛久	情報収集
5月27日	幕張メッセ（千葉県千葉 市）	古市剛久	情報収集
6月7日 ～6月9日	森林総合研究所（茨城県 つくば市）	渡壁卓磨	プロジェクトに係る打合せ
6月14日	国際熱帯木材機関（横浜 市西区）	平田泰雅、藤間剛、岡本 隆、高畑啓一	COP27に係る打合せ
6月16日 ～6月17日	北海道札幌市、勇払郡厚 真町	古市剛久	土砂流出観測に関する現地 調査
7月7日	TKP 新橋汐留ビジネスセ ンター（東京都港区新橋）	藤間剛、岡本隆、村上亘、 古市剛久、小野賢二、高畑 啓一、佐藤大樹、小池信哉	第1回運営委員会
7月20日	国際協力機構（東京都千 代田区）	藤間剛、古市剛久、小野賢 二	情報収集と意見交換
8月9日	新百合トウェンティワン （神奈川県川崎市）	古市剛久	企業参画基礎調査打合せ
9月14日	宮城県栗原市	岡本隆、村上亘	招聘者（VAFS）対応事前調査
9月15日	林野庁（千代田区霞が関）	高畑啓一	森林技術国際展開支援事業 打合せ
9月28日 ～9月29日	博多国際展示場&カンフ ァレンスセンター（福岡 市）	古市剛久	情報収集
10月10日	成田国際空港（成田市）	岡本隆、古市剛久	招聘者（VAFS）対応
10月13日 ～10月15日	宮城県栗原市	平田泰雅	招聘者（VAFS）対応
10月13日 ～10月15日	宮城県一関市、陸前高田 市	小野賢二	招聘者（VAFS）対応
10月13日 ～10月15日	宮城県一関市、陸前高田 市、栗原市	岡本隆、村上亘、古市剛久	招聘者（VAFS）対応
10月17日	SGEC/PEFC ジャパン（東 京都千代田区）	藤間剛、古市剛久	招聘者（VAFS）対応
10月25日 ～10月26日	森林総合研究所（茨城県 つくば市）	黒川潮	プロジェクトに係る打合せ
10月31日	TKP 新橋汐留ビジネスセ ンター（東京都港区）	平田泰雅、岡本隆、村上 亘、古市剛久、小野賢二、 高畑啓一、佐藤大樹	第2回運営委員会

出張期間	出張先	出張者	出張目的
10月31日	日比谷国際ビルコンファレンススクエア、TKP 新橋汐留ビジネスセンター（東京都港区）	藤間剛、小池信哉	国際セミナー打合せ、第2回運営委員会
11月2日	神田平成ビル・二番町センタービル(千代田区)	古市剛久	企業参画基礎調査
11月7日	虎ノ門吉荒ビル 8 階(港区)、日本工営(千代田区)	古市剛久	企業参画基礎調査
11月11日	新宿グリーンタワービル(新宿区)、富国生命ビル・秋葉原 UDX(千代田区)	古市剛久	企業参画基礎調査
11月22日	富国生命ビル(千代田区)	古市剛久	企業参画基礎調査
11月25日	神田平成ビル(千代田区)	古市剛久	企業参画基礎調査
12月3日	東京農業大学世田谷キャンパス(世田谷区)	小野賢二	日本マグローブ学会
12月5日	MEETING SPACE AP 品川アネックス	平田泰雅、古市剛久	森林の防災・減災技術の海外展開に関する技術者研修
12月6日	MEETING SPACE AP 品川アネックス	村上亘、高畑啓一	森林の防災・減災技術の海外展開に関する技術者研修
12月7日	MEETING SPACE AP 品川アネックス	岡本隆、古市剛久	森林の防災・減災技術の海外展開に関する技術者研修
1月5日	林野庁（千代田区霞が関）	高畑啓一	森林技術国際展開支援事業打合せ
1月11日	国際緑化推進センター(文京区)	古市剛久	国際セミナー打合せ
1月31日 ～2月2日	日比谷国際ビルコンファレンススクエア（東京都千代田区）、TKP 新橋汐留ビジネスセンター（東京都港区）	藤間剛、古市剛久	国際セミナー「森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画」、第3回運営委員会
2月1日	日比谷国際ビルコンファレンススクエア（東京都千代田区）	浅野透、平田泰雅、岡本隆、村上亘、小野賢二、道中哲也、エストケ・ロナルド、高畑啓一、佐藤大樹、小池信哉	国際セミナー「森林の防災・減災機能を強化する技術の海外展開と民間企業の参画」
2月2日	TKP 新橋汐留ビジネスセンター（東京都港区）	平田泰雅、岡本隆、村上亘、小野賢二、高畑啓一、佐藤大樹、小池信哉	第3回運営委員会
3月15日 ～3月16日	森林総合研究所九州支所（熊本市）	岡本隆、大澤光	プロジェクトに係る打合せ
3月15日 ～3月16日	森林総合研究所関西支所（京都市）	古市剛久	プロジェクトに係る打合せ

令和 4 年度海外出張ベトナム現地調査

日程:2022 年 9 月 6 日～18 日(13 日間)

調査対象地:北西部山間地 イエンバイ省ムーカンチャイ及びソンラ省モンゾン

出張者名	用務
古市剛久	調査統括、今年度活動についての VAFS との協議、斜面崩壊の素因の分析のための現地調査、土砂流出観測機材の設置
大澤 光	樹木根系に着目した地質や土層の調査、水位計及び濁度計の設置
渡壁卓磨	斜面の立地環境に着目した土層厚や岩盤の風化状況に関する調査

日程:2022 年 12 月 14 日～24 日(11 日間)

調査対象地:北西部山間地 イエンバイ省ムーカンチャイ及びソンラ省モンゾン

北部海岸域ナムディン省スワントゥイ国立公園

出張者名	用務
岡本 隆	山岳調査全体統括、治山施設の技術的特徴を分析
古市剛久	林道・山間部道路と斜面崩壊や土砂流出との関係分析に係るデータの収集
鈴木秀典	路線設計および土地利用などの視点から、山岳地道路ののり面崩壊の実態やその原因等を把握
山口 智	山岳道路における排水施設の種類および構築材料、流末処理方法（浸食防止・流路状況）の視点から、現地の山岳地道路の実態やその技術的特徴を把握
宗岡寛子	山岳地域に開設された道路網が山地災害リスクに及ぼす環境評価の視点から、道路排水施設の設置箇所の確認・記録、機能状況の確認、集水区域の調査
道中哲也	現地住民の人口、収入源、土地利用及び住民のニーズなどの実態を調査
倉本恵生	マングローブの植栽・生育状況を把握、植林地事業地における成績不良地/良好地の判別を行うためのデータを収集
森 大喜	マングローブ植林地での施肥実験の実行可能性に関する予備調査
江原 誠	マングローブ植林地において、住民の意識、経済状況の聞き取り等調査
平田泰雅	マングローブ植林地のグランドトゥールース調査

日程:2023 年 2 月 12 日～24 日(13 日間)

調査対象地:北西部山間地 イエンバイ省ムーカンチャイ及びソンラ省モンゾン

北部海岸域ナムディン省スワントゥイ国立公園

出張者名	用務
村上 亘	既収集データより作成したリスクマップの適用についての現地での検証
古市剛久	斜面崩壊や土砂流出の実態把握と対策検討に必要なデータ収集
経隆 悠	降雨等の気象データとの組み合わせを念頭に土石流や斜面崩壊についての現地調査
道中哲也	住民の社会経済発展と災害の関係の視点から、現地住民の人口、収入源、土地利用及び住民のニーズなどの実態を調査
Estoque Ronald Canero	既収集データより作成したリスクマップの適用についての現地での検証
平田泰雅	これまでの成果を踏まえた VAFS 側との協議、ナムディン省スワントゥイ国立公園内のマングローブ調査
小野賢二	ナムディン省スワントゥイ国立公園内のマングローブ植林地内での引き倒し試験及びバイオマス調査
野口宏典	ナムディン省スワントゥイ国立公園内のマングローブ植林地内での引き倒し試験及びバイオマス調査
高畑啓一	ナムディン省スワントゥイ国立公園内のマングローブ植林地内での引き倒し試験及びバイオマス調査

ベトナム森林アカデミー研究者の日本への招聘

1. 招聘者

氏名	所属
Dr. Vu Tan Phuong (ヴー・タン・フーン)	ベトナム森林認証事務所・所長
Dr. Ha Van Tiep (ハ・ヴァン・ティエップ)	ベトナム森林科学アカデミーベトナム北西部森林科学センター・センター長
Ms. Nguyen Thuy My Linh (グエン・トゥイ・ミ・リン)	ベトナム森林科学アカデミー環境・気候変動部・副部長

2. 招聘行程

月日	場所	活動内容
10月10日(月)	来日	
10月11日(火)	森林総合研究所(つくば市)	(1) 共同調査に関する打合せ
10月12日(水)	森林総合研究所(つくば市)	(2) 国際連携推進セミナーの開催
10月13日(木)	高田松原津波復興祈念公園(岩手県陸前高田市)	(3-1) 現地検討会 2011年東北地方太平洋沖地震により被災した海岸林の再生事業に係る検討
10月14日(金)	荒砥沢地すべり(宮城県栗原市)	(3-2) 現地検討会 2008年岩手・宮城内陸地震を起因として発生した山地災害に対する復旧治山事業に係る検討
10月15日(土)	森林総合研究所(つくば市)	
10月16日(日)	森林総合研究所(つくば市)	
10月17日(月)	SGEC/PEFC ジャパン(東京都千代田区)	(4) 森林認証制度と防災に関する情報交換
10月18日(火)	帰国	

3. 招聘の概要

森林の防災・減災機能を活用する日本の森林整備技術や治山技術を、開発途上国に効果的に適用する手法を議論するため、当該事業のベトナム側カウンターパートから 3 名の専門家を日本に招聘し、以下の活動を実施した。

- (1) 共同調査の結果の情報共有及び今後の調査推進に関する打ち合せ(10月11日)
森林総合研究所において、森林技術国際展開支援事業参画者と令和 4 年度の共同調査

に関する打ち合わせを実施した。打ち合わせでは、これまでの共同調査で得られた成果を相互に報告し、理解を深めるとともに、令和 4 年度の現地調査内容について、具体的な意見交換を行った。

(2) 森林総合研究所国際連携推進セミナーの開催(10 月 12 日)

森林総合研究所において、ベトナムの森林保全及び気候変動対策に関する所内研究者との意見交換を目的として、国際連携推進セミナーを開催した。会場及びオンラインを通じて約 40 名が参加した。同セミナーの演題及び演者は以下の通りである。

- ー ベトナムの林業セクター: 国家と開発戦略 (Dr. Vu Tan Phuong)
- ー ベトナムの気候変動レジリエンス: 農業・林業における適応策 (Dr. Ha Van Tiep)

(3) 海岸林再生および治山事業に関する現地検討会の実施(10 月 13 日～15 日)

日本の森林整備技術や治山技術の途上国への適用性を議論するため、海岸林の再生事業及び山地災害に対する復旧治山事業に関する現地検討会を実施した。

岩手県陸前高田市の高田松原津波復興祈念公園において、2011 年東北地方太平洋沖地震に津波によって深刻な被害を受けた海岸林において、クロマツ等を中心とした海岸林の再生への取組状況を調査した。海岸林の適切な配置方法や樹種の選択、再生事業に係る事業コストについて意見交換を行い、途上国における同技術の適用性を検討した。

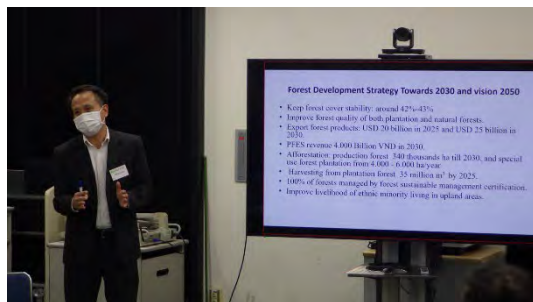
宮城県栗原市の荒砥沢地すべりにおいて、宮城北部森林管理署同行のもと、地すべり対策を中心とする治山事業の取組状況を調査した。同地すべりは、2008 年岩手・宮城内陸地震を起因として発生した国内最大規模の地すべりである。現地において、当時の被害状況について説明を受けたのち、地表伸縮計等の監視施設や、排土工、溪間工、集水井工などの治山施設を調査した。山地災害の発生機構、及び各施設の目的や事業コストについて意見交換を行い、これらの技術輸出の可能性について検討した。

(4) 森林認証制度と防災に関する情報交換(10 月 18 日)

SGEC/PEFC ジャパン (Sustainable Green Ecosystem Council/ PEFC National Governing Body in Japan) を訪れ、日本における持続可能な森林管理を促進するための認証制度の開発と運営について情報を収集した。さらに、日本とベトナムの森林認証制度が防災にどのように貢献できるかについて、情報交換や議論を行い、理解を深めた。



(1) 共同調査の結果の情報共有及び今後の調査推進に関する打ち合せ
(左: 治山技術及びリスクマップに関する打ち合わせ、右: マングローブに関する打ち合わせ)



(2) 森林総合研究所国際連携推進セミナー



(3) 海岸林再生および治山事業に関する現地検討会
(左: 高田松原津波復興祈念公園における海岸林の再生状況の調査、右: 荒砥沢地すべりにおける地表伸縮計による観測状況の調査)

編 集

〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
REDD プラス・海外森林防災研究開発センター

