

全世界

(全世界)  
アマゾン盆地及び南部アフリカ地域におけ  
る森林火災に係る  
情報収集・確認調査  
(最終報告書)

2025年2月  
独立行政法人国際協力機構

一般社団法人日本森林技術協会  
日本工営株式会社

|        |
|--------|
| 環境     |
| JR     |
| 25-015 |



## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| I. 業務の背景.....               | 1 |
| II. 業務の目的.....              | 1 |
| II.1. 調査対象地域.....           | 1 |
| II.1.1. アマゾン盆地.....         | 1 |
| II.1.2. 南部アフリカ.....         | 2 |
| III. 業務の実施状況.....           | 2 |
| パート1: アマゾン盆地における火災原因調査..... | 3 |
| 1. アマゾン盆地における火災原因調査.....    | 4 |
| 1.1. 地勢.....                | 4 |
| 1.2. 森林火災の発生状況とトレンド.....    | 4 |
| 1.2.1. ペルー.....             | 4 |
| 1.2.2. ブラジル.....            | 5 |
| 1.2.3. ボリビア.....            | 5 |
| 1.2.4. コロンビア.....           | 5 |
| 1.3. 森林火災のドライバー.....        | 6 |
| 1.3.1. 自然現象に関するもの.....      | 6 |

|        |                                  |    |
|--------|----------------------------------|----|
| 1.3.2. | 気候変動に関するもの.....                  | 6  |
| 1.3.3. | 開発政策・計画に関連するもの.....              | 6  |
| 1.3.4. | 環境政策・計画に関連するもの.....              | 6  |
| 1.3.5. | 社会経済に関連するもの.....                 | 7  |
| 1.4.   | 森林火災に関連する法規制、行政体制及び社会経済的な事項..... | 7  |
| 1.4.1. | ペルー.....                         | 7  |
| 1.4.2. | ブラジル.....                        | 7  |
| 1.4.3. | ボリビア.....                        | 8  |
| 1.4.4. | コロンビア.....                       | 8  |
| 1.5.   | 森林火災多発地域における支援ニーズ.....           | 8  |
| 1.5.1. | ペルー.....                         | 8  |
| 1.5.2. | ブラジル.....                        | 9  |
| 1.5.3. | ボリビア.....                        | 10 |
| 1.6.   | 他ドナーの森林火災に対する協力.....             | 10 |
| 1.6.1. | ペルー.....                         | 10 |
| 1.6.2. | ブラジル.....                        | 12 |
| 1.6.3. | ボリビア.....                        | 14 |
| 1.6.4. | コロンビア.....                       | 15 |
| 1.6.5. | 主要な森林火災ドライバーに対する対応策.....         | 16 |

|                                     |                                         |           |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| 1.7.                                | 我が国による今後の支援可能性 .....                    | 17        |
| 1.7.1.                              | ペルー .....                               | 17        |
| 1.7.2.                              | ブラジル .....                              | 18        |
| 1.7.3.                              | ボリビア .....                              | 19        |
| 1.7.4.                              | プロジェクト・プロファイル .....                     | 20        |
| <br>                                |                                         |           |
| <b>パート2: 南部アフリカにおける火災 原因調査.....</b> |                                         | <b>26</b> |
| <br>                                |                                         |           |
| <b>2.</b>                           | <b>南部アフリカにおける火災原因調査.....</b>            | <b>27</b> |
| <br>                                |                                         |           |
| 2.1.                                | 火災発生状況の分析手法 .....                       | 27        |
| 2.1.1.                              | 人工衛星 (MODIS、LANDSAT) による火災面積の把握手法 ..... | 27        |
| 2.1.2.                              | MODIS 衛星が検出した火災面積の精度検証 .....            | 27        |
| <br>                                |                                         |           |
| 2.2.                                | KAZA-TFCA における火災発生面積の分析 .....           | 30        |
| 2.2.1.                              | 解析手法.....                               | 30        |
| 2.2.2.                              | 火災発生面積の動態 .....                         | 30        |
| <br>                                |                                         |           |
| 2.3.                                | KAZA-TFCA における火災発生頻度の分析 .....           | 31        |
| 2.3.1.                              | 解析手法.....                               | 31        |
| 2.3.2.                              | 火災頻度分布とその傾向.....                        | 31        |
| 2.3.3.                              | 高頻度火災箇所と植生との関係 .....                    | 33        |
| 2.3.4.                              | 高頻度と低頻度の火災発生地の特徴 .....                  | 35        |

|        |                              |    |
|--------|------------------------------|----|
| 2.4.   | KAZA-TFCA における火災の原因分析 .....  | 38 |
| 2.4.1. | 火災の発生原因に係る文献調査 .....         | 38 |
| 2.4.2. | 火災発生頻度の多い箇所とその原因分析 .....     | 39 |
| 2.4.3. | 火災発生面積と気候要因との関係分析 .....      | 42 |
| 2.4.4. | 火災発生面積と農産物価格との関係分析.....      | 44 |
| 2.5.   | KAZA-TFCA における支援ニーズ .....    | 46 |
| 2.5.1. | GCF-SAP コンセプトノート(CN)案.....   | 46 |
| 2.5.2. | GCF ファンディングプロポーザル(FP)案 ..... | 46 |
|        | 別添資料データのみ：非公開                |    |

## 略語集

## 全般

| 略語      | 英語表記(スペイン語)                                                                                      | 日本語表記              |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ACTO    | Amazonian Cooperation Treaty Organization                                                        | アマゾン協力条約機構         |
| ACEER   | Amazon Center for Environmental Education and Research                                           | アマゾン環境教育・研究センター    |
| AICS    | Agenzia italiana per la cooperazione allo sviluppo                                               | イタリア開発協力庁          |
| ANP     | Protected Natural Area (Áreas Naturais Protegidas)                                               | 自然保護区              |
| BID     | Inter-American Development Bank (Banco Interamericano de Desarrollo)                             | 米州開発銀行             |
| BOP     | Base of the (economic) Pyramid                                                                   | 低所得貧困層             |
| COSUDE  | Swiss Agency for Development and Cooperation (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación) | スイス開発協力庁           |
| CAF     | Development Bank of Latin America (CAF-Banco de Desarrollo de América Latina)                    | ラテンアメリカ開発銀行        |
| FAO     | Food and Agriculture Organization                                                                | 国際連合食料農業機構         |
| FEMA    | Federal Emergency Management Agency                                                              | 米国連邦危機管理庁          |
| GCF     | Green Climate Fund                                                                               | 緑の気候基金             |
| GDP     | Gross Domestic Product                                                                           | 国内総生産              |
| GEF     | Global Environment Facility                                                                      | 地球環境ファシリティ         |
| GFMC    | Global Fire Monitoring Center                                                                    | 世界火災監視センター         |
| GIS     | Geographic Information System                                                                    | 地理情報システム           |
| GIZ     | German Association for International Cooperation                                                 | ドイツ国際協力公社          |
| GMBH    | Gordon and Betty Moore Foundation                                                                | ゴードン・アンド・ベティ・ムーア財団 |
| ICS     | Incident Command System                                                                          | 現場指揮システム           |
| ICT     | Information and Communication Technology                                                         | 情報通信技術             |
| IFM     | Integrated Fire Management                                                                       | 統合的の火災管理           |
| IGBP    | International Geosphere Biosphere Programme                                                      | 地球圏・生物圏国際協同研究計画    |
| ITTO    | International Tropical Timber Organization                                                       | 国際熱帯木材機構           |
| JAXA    | Japan Aerospace Exploration Agency                                                               | 宇宙航空研究開発機構         |
| JETRO   | Japan External Trade Organization                                                                | 日本貿易振興機構           |
| JICA    | Japan International Cooperation Agency                                                           | 国際協力機構             |
| JOFCA   | Japan Overseas Forestry Consultants Associate                                                    | 海外林業コンサルタント協会      |
| KfW     | Kreditanstalt für Wiederaufbau                                                                   | ドイツ復興金融公庫          |
| LANDSAT | Land Satellite                                                                                   | ランドサット(地球観測衛星)     |
| LULUCF  | Land-use, Land-use Change and Forestry                                                           | 土地利用、土地利用変化および林業   |
| MODIS   | Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer                                                    | 中分解能撮像分光放射計        |

| 略語      | 英語表記(スペイン語)                                                                   | 日本語表記                        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| NASA    | National Aeronautics and Space Agency                                         | 米国航空宇宙局                      |
| NGO     | Non-Government Organization                                                   | 非政府組織                        |
| NORAD   | Norwegian Agency for Development Cooperation                                  | ノルウェー開発協力庁                   |
| OAPN    | National Parks Autonomous Agency (Organismo Autónomo de Parques Nacionales)   | スペイン国立公園自治庁                  |
| OSM     | Open Street Map                                                               | オープンストリートマップ                 |
| REDD+   | Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Developing countries | 開発途上国における森林減少・劣化等に由来する排出の削減等 |
| ROF     | Rules of Organization and Functions                                           | 組織分掌規定                       |
| SAP     | Strategic Action Program                                                      | 戦略的行動計画                      |
| SATREPS | Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development       | 科学技術協力                       |
| UN      | United Nations                                                                | 国際連合                         |
| UNDP    | United Nations Development Programme                                          | 国際連合開発計画                     |
| UNOPS   | United Nations Office for Project Services                                    | 国際連合プロジェクトサービス機関             |
| USAID   | United States Agency for International Development                            | 米国国際開発庁                      |
| USFS    | United States Forest Service                                                  | 米国森林局                        |
| WB      | World Bank                                                                    | 世界銀行                         |
| WRI     | World Resources Institute                                                     | 世界資源研究所                      |
| WWF     | World Wide Fund for Nature                                                    | 世界自然保護基金                     |

#### ペルー国

| 略語    | 英語表記(スペイン語)                                                                                                                 | 日本語表記      |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ACCA  | Association for the Conservation of the Amazon Watershed (Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica)           | アマゾン流域保全協会 |
| AECID | Spanish Agency for International Development Cooperation (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) | スペイン国際開発庁  |
| APP   | Public-Private Partnership (Asociación Público Privada)                                                                     | 官民パートナーシップ |
| ARA   | Regional Environmental Authority (Autoridad Regional Ambiental)                                                             | 州環境局       |
| ARAU  | Regional Environmental Authority of Ucayali (Autoridad Regional Ambiental de Ucayali)                                       | ウカヤリ州環境局   |
| ARFFS | Regional Forestry and Wildlife Authority (Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre)                                 | 州森林・野生動物局  |
| BCRP  | Central Reserve Bank of Peru                                                                                                | ペルー中央準備銀行  |

| 略語       | 英語表記(スペイン語)                                                                                                                                               | 日本語表記                     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|          | (Banco Central de Reserva del Perú)                                                                                                                       |                           |
| CAS      | Administrative Service Contract<br>(Contrato de Administrativo de Servicios)                                                                              | 行政サービス契約                  |
| CENEPRED | National Center for Disaster Risk Estimation, Prevention and Reduction<br>(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres) | 国家災害リスク予防研究センター           |
| CEPLAN   | National Strategic Planning Center<br>(Centro Nacional de Planeamiento Estratégico)                                                                       | 国家戦略企画センター                |
| CGBVP    | General Volunteer Fire brigade of Peru<br>(Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú)                                                               | 全国ボランティア消防団               |
| CIFOR    | Center for International Forestry Research<br>(Centro de Investigación Forestal Internacional)                                                            | 国際林業研究センター                |
| COEN     | National Emergency Operations Center<br>(Centro de Operaciones de Emergencia Nacional)                                                                    | 国家緊急オペレーションセンター           |
| COER     | Regional Emergency Operations Center<br>(Centro de Operaciones de Emergencia Regional)                                                                    | 州緊急オペレーションセンター            |
| CONAGERD | National Council for Disaster Risk Management<br>(Consejo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres)                                                     | 国家防災会議                    |
| CONDESAN | Consortium for the Sustainable Development of the Andean Ecoregion<br>(Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina)                   | アンデス生態地域持続的開発コンソーシアム      |
| DL       | Legislative Decree<br>(Decreto Legislativo)                                                                                                               | 立法令                       |
| DS       | Supreme Decree<br>(Decreto Supremo)                                                                                                                       | 大統領令                      |
| ECOBONA  | Regional Program for the Social Management of Andean Forest Ecosystems<br>(Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos)    | アンデス森林生態系の社会的管理のための州プログラム |
| FCPF     | Forest Carbon Partnership Facility                                                                                                                        | 森林炭素パートナーシップファシリティ        |
| FIP      | Forest Investment Program                                                                                                                                 | 森林投資プログラム                 |
| FONCOR   | Regional Compensation Fund<br>(Fondo de Compensación Regional)                                                                                            | 地域補償基金                    |
| GBF      | Forest Fire Rangers Service<br>(Guardaparques Bombero Forestal)                                                                                           | 保護区警備・消防隊                 |
| GRU      | Regional Government of Ucayali<br>(Gobierno Regional de Ucayali)                                                                                          | ウカヤリ州地方政府                 |

| 略語        | 英語表記(スペイン語)                                                                                                         | 日本語表記           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| GORE      | Regional Government<br>(Gobierno Regional)                                                                          | 州政府             |
| IGN       | National Geographic Institute<br>(Instituto Geográfico Nacional)                                                    | 国家地理庁           |
| IGP       | Peruvian Geophysical Institute<br>(Instituto Geofísico del Perú)                                                    | 環境省 ペルー地球物理庁    |
| INBP      | National Fire Department of Peru<br>(Intendencia Nacional de Bomberos del Perú)                                     | 国家消防局           |
| INDECI    | National Institute of Civil Defense<br>(Instituto Nacional de Defensa Civil)                                        | 国家防災庁           |
| INEI      | National Institute of Statistics and Informatics<br>(Instituto Nacional de Estadística e Informática)               | 国家統計情報庁         |
| MEF       | Ministry of Economy and Finance<br>(Ministerio de Economía y Finanzas)                                              | 経済・財務省          |
| MIDAGRI   | Ministry of Development, Agriculture and Irrigation<br>(Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego)                   | 農業灌漑開発省         |
| MINAM     | Ministry of Environment<br>(Ministerio del Ambiente)                                                                | 環境省             |
| MINDEF    | Ministry of Defense<br>(Ministerio de Defensa )                                                                     | 防衛省             |
| MININTER  | Ministry of the Interior<br>(Ministerio del Interior)                                                               | 内務省             |
| MPFN      | Public Prosecutor's Office<br>(Ministerio Público Fiscalía de la Nación)                                            | 検察庁             |
| OTCA      | Amazon Cooperation Treaty Organization<br>(Organización del Tratado de Cooperación Amazónica)                       | アマゾン協力条約機構      |
| PCM       | Presidency of the Council of Ministers<br>(Presidencia del Consejo de Ministros)                                    | 首相府             |
| PLANAGERD | National Disaster Risk Management Plan<br>(Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)                        | 国家災害リスク管理計画     |
| PPRRIF    | Prevention and Risk reduction Forest Fires Plan<br>(Plan de Prevención y Reducción de Riesgos Incendios Forestales) | 森林火災リスク予防・低減計画  |
| SENAMHI   | National Service of Meteorology and Hydrology of Peru<br>(Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)  | 環境省 国家気象・水文局    |
| SERFOR    | National Forest and Wildlife Service<br>(Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre)                           | 農業灌漑省 国家森林野生動物局 |
| SERNANP   | National Service of Natural Protected Areas<br>(Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado)      | 環境省 国家保護区管理局    |

| 略語       | 英語表記(スペイン語)                                                                                                                                                  | 日本語表記             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| SGRD     | Secretariat of Disaster Risk Management<br>(Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres)                                                                   | 首相府内災害リスク管理事務局    |
| SINADECI | National Civil Defense System<br>(Sistema Nacional de Defensa Civil)                                                                                         | 国家災害リスク管理制度(旧)    |
| SINAGERD | National Disaster Risk Management System<br>(Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)                                                            | 国家災害リスク管理システム     |
| SINANPE  | National System of Natural Protected Areas<br>(Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado)                                                 | 国家自然保護地域システム      |
| SISFOR   | Geographic Information System for Forestry and Wildlife Supervisions<br>(Sistema de Información Geográfica de Supervisiones Forestales y de Fauna Silvestre) | 森林・野生動物監督地理情報システム |
| SNIFFS   | National System of Forest and Wildlife Information<br>(Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre)                                        | 国家森林・野生動物情報システム   |
| UNALM    | National Agricultural University La Molina<br>(Universidad Nacional Agraria La Molina)                                                                       | ラモリーナ農業大学         |

## ブラジル国

| 略語        | 英語表記(ポルトガル語)                                                                                                                                     | 日本語表記                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ABIOVE    | Brazilian Association of Vegetable Oil Industries<br>(Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais)                                    | ブラジル植物油産業協会          |
| ANA       | National Water Agency<br>(Agência Nacional de Águas)                                                                                             | 国家水資源庁               |
| BEA       | Environmental Emergency Battalion<br>(Batalhão de Emergência Ambientais)                                                                         | 環境緊急部隊               |
| CEMADEN   | National Center of Monitoring and Warning of Natural Disasters<br>(Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais)             | 国家自然災害モニタリング・警報センター  |
| CGF       | Fire Management Committee<br>(Comitê de Gestão do Fogo)                                                                                          | 火災管理委員会              |
| CIMAN     | Integrated Multiagency Operational Coordination Centre<br>(Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional)                            | 全国多機関統合的運営調整センター     |
| CIMAN- MT | Integrated Multiagency Operational Coordination Centre-Mato Grosso<br>(Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional de Mato Grosso) | マツグロソ州多機関統合的運営調整センター |

| 略語      | 英語表記(ポルトガル語)                                                                                                                        | 日本語表記                 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| CNPq    | National Council for Scientific and Technological<br>(Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)                | 国家科学技術・開発委員会          |
| COIAB   | Coordination of Indigenous Organizations of the Brazilian Amazon<br>(Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira) | ブラジルアマゾンインディオ組織連合     |
| COMDEMA | Municipal Environment Council<br>(Conselho Municipal De Meio Ambiente)                                                              | 市環境審議会                |
| CONAMA  | National Environment Council<br>(Conselho Nacional do Meio Ambiente)                                                                | 国家環境審議会               |
| CPCIF   | Forest Fire Prevention and Combat Course<br>(Curso de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais)                                 | 森林火災予防・森林火災対策の研修コース   |
| FUNAI   | National Indian Foundation<br>(Fundación Nacional del Indio (Brasil))                                                               | 国立先住民保護財団             |
| IAI     | Inter-American Institute for Global Change Research                                                                                 | 地球変動に関するインター・アメリカ研究機構 |
| IBAMA   | Brazilian Institute for the Environment<br>(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)               | ブラジル環境・再生可能天然資源院      |
| IBGE    | Brazilian Institute of Geography and Statistics<br>(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)                                | ブラジル地理統計院             |
| ICMBIO  | Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation<br>(Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade)                   | シコ・メンデス生物多様性保全院       |
| ICV     | Life Center Institute<br>(Instituto Centro de Vida)                                                                                 | 生活センター研究所             |
| IMAZON  | Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia<br>(Institute of People and the Environment of the Amazon)                           | 人々と環境のためのアマゾン研究所      |
| INCRA   | National Institute for Colonization and Agrarian Reform<br>(Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária)                    | 国家植民・農地改革院            |
| INPE    | National Institute for Space Research<br>(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)                                                | 国立宇宙研究所               |
| IPAM    | Amazon Environment Research Institute<br>(Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia)                                              | アマゾン環境研究所             |
| ISA     | Socio-Environmental Institute<br>(Instituto Socio-Ambiental)                                                                        | 社会環境研究所               |
| MAPA    | Ministry of Agriculture, Livestock and Supply                                                                                       | 農業畜産食糧供給省             |

| 略語       | 英語表記 (ポルトガル語)                                                                                                                                                               | 日本語表記                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|          | (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento)                                                                                                                       |                               |
| MCTI     | Ministry of Science, Technology and Innovation<br>(Ministério da Ciência e Tecnologia e inovação)                                                                           | 科学技術革新省                       |
| MD       | Ministry of Defence<br>(Ministério da Defesa)                                                                                                                               | 国防省                           |
| MDA      | Ministry of Agrarian Development<br>(Ministério do Desenvolvimento Agrário)                                                                                                 | 農地開発省                         |
| MMA      | Ministry of Environment<br>(Ministério do Meio Ambiente)                                                                                                                    | 環境省                           |
| PNMIF    | National Politics for Integrated Fire Management<br>(Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo)                                                                         | 国家統合的火災管理政策                   |
| POTIF    | Integrated Plan for the Prevention of Fires and the Fight against Forest Fires in the State of Mato Grosso<br>(Plano de Operações para a Temporada de Incêndios Florestais) | マツグロソ州における火災予防と森林火災対策に関する総合計画 |
| PPE      | Personal Protective Equipment                                                                                                                                               | 消防士の個人防具                      |
| PREVFOGO | National Center to Prevent and Combat Forest Fires<br>(Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais)                                                     | 国家森林火災予防対策センター                |
| RAISG    | Amazonian Network of Geo-referenced Socio-environmental Information<br>(Red Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada)                                        | アマゾンジョリファレンス社会環境情報ネットワーク      |
| REM-MT   | REDD+ Early Movers - Mato Gross                                                                                                                                             | マツグロソ州 REDD+ 初動プログラム          |
| SCI      | Incident Command System<br>(Sistema de Comando de Incidentes)                                                                                                               | 標準火災監視システム                    |
| SCR      | System of Regional Accounts<br>(Sistema de Contas Regionais)                                                                                                                | 地域別会計システム                     |
| Sisfogo  | National System of Fire Information<br>(Sistema Nacional de Informações sobre Fogo)                                                                                         | 国家火災情報システム                    |
| SISNAMA  | National System of Environmental<br>(Sistema Nacional do Meio Ambiente)                                                                                                     | 国家環境システム                      |
| SNUC     | National System of Protected Areas<br>(Sistema Nacional de Unidades de Conservação)                                                                                         | 国家保護区システム                     |
| TI       | Indigenous Territories<br>(Terras Indígenas)                                                                                                                                | 先住民族地域                        |
| UFMT     | Federal University of Mato Grosso<br>(Universidade Federal de Mato Grosso)                                                                                                  | マツグロソ連邦大学                     |

## ボリビア国

| 略語        | 英語表記(スペイン語)                                                                                                                                     | 日本語表記                      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ABT       | Land and Forestry Authority<br>(Autoridad de Bosques y Tierra)                                                                                  | 全国森林・林地監督庁                 |
| APMT      | Plurinational Authority of Mother Earth<br>(Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra)                                                         | マザーアース多民族機関                |
| CEJIS     | Center for Legal Studies and Social Research<br>(Centro de Estudios Juridicos e Investigacion Social)                                           | 法学・社会調査センター                |
| CIPCA     | (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado)                                                                                           | 農民調査・振興センター                |
| CONARAD   | National Council for Risk Reduction and Emergency and Disaster Response<br>(Consejo Nacional de Reducción de Riesgos y Atención de Emergencias) | 緊急事態および災害リスク削減と対応のための国家評議会 |
| DGGDF     | General Directorate of Forestry Management and Development<br>(Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal)                              | 森林管理・開発管理局                 |
| ETA       | Autonomous Territorial Entities<br>(Entidades Territoriales Autónomas)                                                                          | 自治体行政機関                    |
| FAN       | Friends of Nature Foundation<br>(Fundación Amigos de la Naturaleza)                                                                             | 自然の友基金                     |
| FFAA      | Bolivian Armed Forces<br>(Fuerzas Armadas de Bolivia)                                                                                           | ボリビア軍                      |
| GFDRR     | Global Facility for Disaster Reduction and Recovery                                                                                             | 世界減災復興ファシリティ               |
| INE       | National Institute of Statistics<br>(Instituto Nacional de Estadística)                                                                         | ボリビア国家統計局                  |
| INRA      | (Instituto Nacional de Reforma Agraria)                                                                                                         | 土地改革庁                      |
| MD        | Ministry of Defence<br>(Ministerio de Defensa)                                                                                                  | 国防省                        |
| MMAyA     | Ministry of Environment and Water<br>(Ministerio de Medio Ambiente y Agua)                                                                      | 環境水資源省                     |
| SAR - FAB | Search and Rescue - Bolivian Air Force<br>(Búsqueda y Rescate - Fuerza Aérea Boliviana)                                                         | ボリビア空軍ボランティア団体             |
| SATIF     | Early Warning System for Forest Fires<br>(Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales)                                                   | 森林火災早期警報システム               |
| SATRIFO   | Monitoring and early warning system for forest fire risks<br>(Sistema de monitoreo y alerta temprana de riesgos de incendios forestales)        | 森林火災リスク早期警報システム            |
| SENAMHI   | National Service of Meteorology and Hydrology<br>(Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)                                               | 国立気象・水文サービス                |
| SERNAP    | National Protected Areas Service<br>(Servicio Nacional de Áreas Protegidas)                                                                     | 国家保護地域庁                    |

| 略語        | 英語表記(スペイン語)                                                                                                                                                                                                        | 日本語表記                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| SIMB      | Forest Monitoring and Information System<br>(Sistema de Información y Monitoreo de Bosques)                                                                                                                        | 森林情報監視システム               |
| SINAGER   | Integrated Information and Early Warning System for Disaster Risk Management<br>(Sistema Integrado de Información y Alerta para la Gestión de Riesgo de Desastres)                                                 | 災害リスク管理のための総合的な情報・警戒システム |
| SISRADE   | National System for Risk Reduction and Disaster Attention<br>(Sistema Nacional de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres)                                                                                    | リスク軽減と緊急災害対応のための国家システム   |
| SRCMIB    | Regulation and Control System for the Integral Management of Forests<br>(Sistema de Regulación y Control para el Manejo Integral de Bosques)                                                                       | 森林管理のための規制管理システム         |
| TIPNIS    | Indigenous Territory and Isiboro Secure National Park<br>(Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Secure)                                                                                                    | イシボロセキュア国立公園と先住民の領土      |
| VIDECI    | Vice Ministry of Civil Defense<br>(Viceministerio Defensa Civil)                                                                                                                                                   | 市民保護次官室                  |
| VMABCCGDF | Vice-Ministry of the Environment, Biodiversity, Climate Change and Forestry Management and Development<br>(Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal) | 環境・生物多様性・気候変動・森林管理・開発副省  |
| UGR       | Risk Management Unit<br>(Unidad de Gestión de Riesgo)                                                                                                                                                              | 地方リスク管理機関                |
| UGRF      | Forest Risk Management Unit<br>(Unidad de Gestión de Riesgo Forestal)                                                                                                                                              | 森林リスク管理機関                |
| UMAIB     | Forest Information Monitoring and Analysis Unit<br>(Unidad de Monitoreo y Análisis de Información de Bosques)                                                                                                      | 森林情報監視分析機関               |

調査対象位置図 パート1 (アマゾン盆地地域)



調査対象位置図 パート2 (南部アフリカ地域と KAZA-TFCA)



## I. 業務の背景

世界中で頻発かつ大規模化する森林火災は、先進国・途上国を問わず全世界で広がりを見せており、国際社会におけるハイレベルなアジェンダの一つとして認識されている。

FAO が公表した森林火災管理に関するグローバルアセスメント(2006)によれば南米では森林火災の約 85%が人為由来とされている。人為活動の主なものとは森林から農用地への転換に伴う火入れであるが、従来発生地域の少雨が火災拡大に拍車をかけていたのに対し、2019 年は十分な降雨があったにもかかわらず過去最悪の状況を生み出した。その理由は、ブラジル政府の政策転換に起因した農地開発規模の拡大が主因ともいわれ、森林火災と政府の経済政策に密接な関係があることを窺わせる。

一方アフリカ大陸に目を向けると、FAO 報告書では、乾季と雨季が明瞭なアフリカ大陸は、生態系が森林火災によって維持されている側面があること、地域族長の管理のもと行われる伝統的火入れによってその景観が維持されてきたものの、植民地政策によって火入れの禁止が行われ、その結果管理外での不適切な火入れが増加したことをアフリカ大陸の森林火災の特徴として指摘している。このことは、アフリカ大陸の森林火災は新住民を含む地域住民の民族性や地域の慣習や生活様式と密接な関係があることを示唆している。

森林火災対応の先進国である米国及びオーストラリアにおいては、近年の山火事に見られるとおり一旦発生した森林火災の制御は非常に困難であり、消火活動のみならず、いかにして森林火災の発生そのものを抑制するかが重要となる。加えて、そのドライバー対策案を明確化する必要性が増していることに鑑みると、国の政策というマクロ的視点や農業活動といった森林以外のセクター、また、地域の慣習や気候条件といった文化人類学的な視点を複合的に分析することで森林火災ドライバーを特定し、適切なカウンターメジャーを示すことが求められている。

## II. 業務の目的

森林火災の対策は、発生の予防、発生の検知、火災消火、跡地復旧という一連のステージとして理解することができ、それぞれのステージにおける対策を総合的に行う統合火災管理アプローチが重要である。そのなかでも特に、森林火災の発生自体を抑制する予防のステージに重点を置き、効果的な統合火災管理の検討に役立てることが肝要である。なお、調査対象地域としては、大規模かつ広範囲に森林火災が発生している 2 つの大陸の乾燥林地帯に焦点を絞って検討を行う。上記を念頭に本件調査業務では、主要な森林火災の発生を防止するためのドライバー対策案を検討し、国際的な支援の流れのなかで今後我が国が行う支援可能性の検討を行うことを目的とする。

### II.1. 調査対象地域

上記の通り、本調査の対象地は大きく 2 つに分けられ、アマゾン盆地と南部アフリカを取り上げる。それぞれの対象地域と概要について以下に述べる。

#### II.1.1. アマゾン盆地

当該地域に含まれる調査対象国はブラジル、ペルー、ボリビア、コロンビアの 4 か国であり、のうちブラジルとペルー、ボリビアについては現地調査を実施する(本報告書巻頭の地図参照)。ア

アマゾン盆地は、アンデス山脈から始まり東へ流れるアマゾン川とその支流によって形成された約 670 万 km<sup>2</sup> の広大な地域であり、約 550 万 km<sup>2</sup> (210 万平方マイル) に及ぶ世界最大の熱帯雨林を有する。8 か国(ボリビア、ブラジル、コロンビア、エクアドル、ガイアナ、ペルー、スリナム、ベネズエラ)に跨るが、その中で最大の面積を有するブラジル、ペルー、コロンビア、ボリビアを本件調査の対象国とし、各国のアマゾン川流域及び辺縁部で調査を行う。

#### II.1.2. 南部アフリカ

当該地域に含まれる調査対象国はボツワナ、ザンビア、アンゴラ、ナミビア、ジンバブエ、コンゴ民主共和国の6カ国であり、そのうちボツワナとザンビアについては現地調査を実施する。南部アフリカ地域に位置する本件対象地域は、主に気候は乾燥から半湿潤気候に属している。カバンゴ-ザンベジ越境保護区(以下、「KAZA-TFCA」と呼ぶ)は 52 万 km<sup>2</sup> の面積を有しており、世界最大の越境保護地域である。オカバンゴ-ザンベジ川流域に位置しており、サバンナ、草地、乾燥林および湿潤林等が豊かな生態系を形成していると共に、豊富な動物相もその特徴の一つである。コンゴ民主共和国はアマゾンに次ぐ広大な熱帯雨林を有し、気候は熱帯性気候である。なお、本成果の直接的貢献先として SADC-JICA プロジェクトで案件形成中の KAZA-TFCA における森林火災管理が挙げられている。そのことから KAZA-TFCA 域内を集中的に原因特定、調査する範囲とした。

### III. 業務の実施状況

本件調査業務の当初契約期間は 2020 年 3 月 25 日から 2020 年 11 月 30 日であり、この契約期間内において、アマゾン盆地地域ではブラジルとボリビアに、南部アフリカ地域ではザンビアとボツワナで現地調査を実施する予定としていた。

しかしながら、新型コロナウイルス COVID-19 が 2020 年に本格化し、現地調査予定国におけるロックダウンなどの措置が取られたため、その推移を見守る必要が生じた。そこで、契約期間を複数回延長するなどして様子を見てきたが、それでも状況は一向に好転しなかったことから、現地ローカルコンサルタントを活用した調査方法に切り替えて、情報収集調査を実施することになった。

# パート1: アマゾン盆地における火災 原因調査

## 1. アマゾン盆地における火災原因調査

### 1.1. 地勢

アマゾン盆地は半分以上が熱帯雨林で占められるとともに、地球最大の淡水システムを有している。そのため、地球上の水循環と炭素循環に不可欠な役割を果たし、世界の気候を調整する重要な役割を持っている。年間降水量は、西部のアンデス山脈地域では年間 200mm 程度であるものの、中央から東部にかけては年間 6,000mm 以上に及ぶ地域もある。また、14 種類の気候帯と 21 種類の土壌帯にまたがり、3 万種以上の植物、約 3,000 種の魚類、約 60 種の爬虫類、約 35 科の哺乳類、約 1,800 種の鳥類が生息している世界有数の生物多様性の豊かな地域である。人口は約 4,850 万人で、主な経済活動は、天然・鉱物・森林資源の採取、漁業、農業、鉱業、小規模観光で、アマゾン流域の水資源の量と質に影響を与えている(CTO/SAP 2018)<sup>1</sup>。

アマゾン川流域の年間平均気温は摂氏 25 度から 28 度程度で、一般に年間を通じて高温多湿であるが、雨の多い雨季(12月～3月)と少ない乾季(6月～9月)に分けられる。年間降水量は 2,200 mm (Coe et al. (2016)<sup>2</sup>で、一年のうち 250 日以上の降雨日がある。アマゾン川流域の植生は、総じて類似した熱帯雨林であるが、科学的には 53 の生態系に分けられ、西のアンデス地域と南のセラード地域の自然条件や景観とは大きく異なる。森林伐採及び森林火災の発生件数は、アマゾン・バイオームの辺縁部、特にセラード・バイオームとの移行帯で最も多く、それらを指してブラジルでは「森林破壊の円弧地帯」という言葉も存在する。その多くは熱帯半常緑林であり、一般に季節性があり乾季は 5-6 月頃から 9-10 月頃まで続き、雨季とは景観が大きく異なる。この地域は長らく、牧草地や大豆畑への転換の対象であった。

また、アマゾン川の河口地域では、年間降雨量は 3,000 mm を超えている。一方で、アマゾン川中流地域に位置するブラジルのゴイアス州付近では、年間降雨量は 1,500～1,700mm に減少する。西部では、雨は年間を通じて比較的均等に分布し、北部では年の半ばに最も降雨量が多く、南東部では年末に最大の降水量が認められる。

### 1.2. 森林火災の発生状況とトレンド

#### 1.2.1. ペルー

2001 年以降の火災は、2005 年が最も多く、次いで 2007 年、2010 年となり、火災面積は他の年に比べて 2 倍以上となっている。土地被覆は、Evergreen Broadleaf Forests が 50%程度、Woody Savanna、Savanna 及び草地在が 50%程度を占める。ブラジル・マトグロッソ州に比べると、森林(Evergreen Broadleaf Forest)における火災の比率が大きいことが特徴である。また、1 年のうち、8 月が最も火災頻度が高く、9 月と 10 月が同程度で続く。このことは、雨季が始まる 9 月から 10 月に合わせて火入れをすることが大きな原因と言われている。

---

<sup>1</sup> <http://otca.org/en/project/strategic-action-program-sap/> (2023.02.24)

<sup>2</sup> Coe et al. (2016) The Hydrology and Energy Balance of the Amazon Basin, Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin, Nagy eds., p35-53.

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-49902-3> (2023.02.24)

### 1.2.2. ブラジル

ブラジルでは、その土地の持つ自然植生や気候などの特徴から、国土をアマゾン(Amazônia)、カアチンガ(Caatinga)、セラード(Cerrado)、大西洋岸森林(Mata Atlântica)、パンパ(Pampa)、およびパンタナル(Pantanal)の6種類に分類しており、これをバイオーム(生態系群)と呼んでいる。この分類とは別に、各種の政策や施策、税制などの適用範囲を区別するため、法律によりアマゾン地帯を指定しており、「法定アマゾン」と呼んでいる。この法定アマゾンを対象に2010年から2020年のMODIS/MDC64A1を解析した結果、年間平均の森林火災面積は121,076 km<sup>2</sup>(±52,506 km<sup>2</sup>)であり、2010年、2012年、2015年、2017年、および2020年は、森林火災面積の年間平均を上回っていたことが判明した。

2010年から2020年の森林火災面積のうち約22.2%±3.3%と10.3%±0.9%は、先住民の土地と保護区内で発生していた。また森林火災の多くは、法定アマゾン南部に位置する「森林破壊の弧」と呼ばれる場所で発生していた。このうち64%以上は、マットグロッソ州(36.6%)とトカンチンス州(27.9%)内で発生し、次いでマラニョン州(15.5%)とホンドニア州(12.4%)の順となっていた。残りの7.6%の森林火災は、ホライマ州(2.6%)、アマゾナス州(2.1%)、パラ州(2.0%)、アマパ州(0.7%)およびアクレ州(0.2%)で発生していた。

土地利用の種類では、サバンナ植生(30%)、草地(19%)、牧草地(17%)、森林(14%)、大豆作付け地(5%)で多く森林火災が発生していた。

### 1.2.3. ボリビア

国際連合食糧農業機関(FAO)によれば、ボリビアのアマゾン盆地における森林減少面積は、年間平均で2,703km<sup>2</sup>(1990~2000年)、2,015km<sup>2</sup>(2000~2010年)であったが、直近の2010~2020年には2,252km<sup>2</sup>(年間減少率0.43%)に再び増加している。直近の10年の年間森林減少率は、世界で9番目にあたる。

また、2010年~2021年の火災数は、2010年にピーク(83,119)となったが、年間平均32,993件程度である。最近では2019年と2020年に40,000件を超えたものの、2021年には34,429件まで減少している。

ボリビアでは、サンタクルス州の森林火災が過去10年で顕著となっており、その原因は、農地拡大などとされている。その背景には、焼畑に対する政府の規制が弱いことが関連していると言われている。

### 1.2.4. コロンビア

コロンビアの森林火災は、牛の放牧による土地開発が、森林火災の主要な原因であることが報告されており、Tinigua-Picachos-Macarena 保護区では2016年11月24日のFARC-コロンビア政府の和平協定以降6倍に増加している(Armenteras, Schneider and Dávalos, 2018)。

国際連合食糧農業機関(FAO)によれば、コロンビアにおける森林減少面積は、年間平均で2,223km<sup>2</sup>(1990~2000年)、1,928km<sup>2</sup>(2000~2010年)、1,666km<sup>2</sup>(2010~2020年)と減少している。

### 1.3. 森林火災のドライバー

#### 1.3.1. 自然現象に関するもの

自然要因による問題の中で自然現象に関連するものとは、例えば落雷による自然発火が挙げられる。ブラジル中西部に代表されるセラード生態系は、アフリカのサバンナ生態系に類する半乾燥の生態系であり、草原や河畔林などの異なった植生がモザイク状に分布する特異な景観を特徴とする。自然の景観は、必ず何らかの攪乱要因により特徴付けられるが、セラード生態系の特徴を維持するために最も大きな役割を果たしているのが、気温、降水量などの自然条件に加えて、太古より落雷により定期的に発生し続けて来た火災である。つまり、この景観を構成する動物相、植物相を維持するためにも森林火災が必要条件であると言え、そのためブラジルセラード地帯の一部の保護区では、定期的に火入れをすることによりセラード生態系を維持している。

#### 1.3.2. 気候変動に関するもの

近年、世界各地で気候変動、温暖化、それに伴う異常気象が報告されている。上述したような、自然の持つサイクルと回復力の範囲内で森林火災が発生している限りは、生態系の劣化を最低限に留めることが出来る。しかし気候変動により気温の上昇、降水量の減少、また乾燥化などが進むと、森林火災の発生頻度が上がったり、大型化、長期化する条件が生まれる。特に干ばつのような極端な条件が長く続くと、生態系の耐える能力が著しく弱まり、森林火災により極めて深刻な被害を生態系に与える場合がある。また気候変動の影響で大型化、長期化した森林火災は、対応する行政側の能力を超え、対策が取れなかったり、不十分になる恐れもある。このように気候変動は、森林火災に影響を与える重要なドライバーと考えられる。

#### 1.3.3. 開発政策・計画に関連するもの

近年、問題となっている森林火災の多くは人為的な要因によるものと考えられる。人為的な要因は、森林火災の発生頻度や大型化に繋がる「負のドライバー」と、森林火災の発生や大型化を防ぐ働きをする「正のドライバー」とに分けられる。正と負の両方のドライバーを理解し、その対策を検討することは、森林火災対策を検討する上で重要である。

負のドライバーを代表するものとして、地域開発を目的とした各国政府と地方自治体政府の政策、制度、計画が挙げられる。例えば、経済政策の一環で、森林から農地への土地利用の転換が進められていたら、森林伐採と、それに付随する森林火災が発生し易い環境が生まれる。また土地利用計画、開発ゾーニングや、更に農業、林業、土地開発の振興策(税制上の優遇、補助金等)など、住人が土地利用を転換する動機として働くものは、すべて負のドライバーとして認識する必要がある。

#### 1.3.4. 環境政策・計画に関連するもの

一方、上記と同じく政府の政策・計画であるが、森林火災の発生や、それらの大型化、長期化を防ぐ働きをする正のドライバーとして、森林、自然、水資源など、環境の保全に関する政策、制度、計画が挙げられる。この中で最も重要な役割を果たすものが、森林関連法、保護区関連法、各種の環境規制であり、更にそれらの政策・計画を実行するための行政機構、監視・規制体制、取り締まり体制、地方拠点、予算、人員、機材、優先地域の有無や規模は、森林火災の発生や大型化を防ぐ正のドライバーとして認識する必要がある。

### 1.3.5. 社会経済に関連するもの

社会経済に関連するドライバーとは、人間活動が原因となって起こる森林火災であり、この中には焚き火やタバコの不始末、焼畑や野焼きなどの火入れ、放火などが含まれる。これらは直接的なドライバーと言える一方、発生地周辺の人口分布や動態、産業構造(特に農業、林業、鉱業などの一次産業の活動状況)、更には道路、鉄道などの交通インフラなど、間接的なドライバーから大きな影響を受けることに注意が必要である。

またアマゾン盆地には、先住民の生活や文化を保護する目的で設立された保護区や居住地が点在している。それらの内部や周辺では、伝統的な焼畑を伴う森林火災など、他の地域とは異なった特徴を持つ土地利用が行われており、したがって森林火災ドライバーは他の地域とは異なる特徴を持つことに注意が必要である。また、そういった土地は、アマゾン盆地の奥地など中央政府や地方政府の監視や取り締まりの目が届きにくく、また消火体制が不十分な地域であることが多いため、森林火災が発生すると大型化する危険が大きいことも特徴の一つである。

## 1.4. 森林火災に関連する法規制、行政体制及び社会経済的な事項

### 1.4.1. ペルー

ペルーでは、森林火災対策に特化した法律・政策レベルの規定はないため、様々な自然災害や森林・野生生物の保全に関連する法規制および一般的な火災に対応する法令に準拠して、森林火災への対応が行われてきた。しかし、近年の森林火災被害の深刻化を受け、2021年1月時点において、同国初となる森林火災に対する法律の草案が発表された。同草案では、国家消防庁(INBP)が管轄する全国ボランティア消防団(CGBVP)が持つ責任範囲を、森林火災の防止・監視・管理活動にまで広げることが目的とされている。この草案が可決されれば、同国の森林火災対策のための政策・計画策定の根拠として、全国規模で森林火災対策の実施環境の整備が進む見通しである。

### 1.4.2. ブラジル

法定アマゾンには9州(アクレ州、アマパ州、アマゾナス州、マツグロソ州、マラニオン州、パラ州、ホンドニア州、ホライマ州、トカンチンス州)が含まれる。上記で述べたように、本報告書ではアマゾン盆地として「法定アマゾン」の全州を対象とするが、アマゾン盆地にはアマゾン、セラード、カーチンガ、パンタナルといった4つのバイオームが含まれる。

1965年に制定された森林法(No.4.771)は、森林の保全と利用に関連する最も包括的な法律であり、自然植生の保護についても定めている。同法の第27条において、森林およびその他の植生に対する火の使用を制限している。また開発行為を制限するため、土地の所有者に対して、アマゾンでは土地面積の80%、セラードでは35%を自然状態に維持することを義務付けている。1998年には、「火の取り扱い」に関する規定をより明確化し、火の使用や火災予防に対する規定やシステムが強化された。しかし、2012年の森林法改正では、森林内での火の使用について独立した条項としてその管理基準を明確に規定した一方で、第38条では、地目の転換に関する制限を引き下げており、森林内での農地開拓の実質的な規制緩和ともとれることから、これまで保護されてきた土地が脅威にさらされることが環境NGOや環境保護論者から指摘された。現に、2019年には、

森林火災について前年比で 195%増加したことが国家宇宙研究所(INPE)より報告され、これを受けた同国政府は 60 日～120 日間の火の使用の禁止を複数回にわたって発令している。

#### 1.4.3. ボリビア

ボリビアは 1990 年代から、森林における開発事業を許認可制とし、森林破壊を抑制するための政策を実施しているが、森林火災に特化した法律・政策レベルの規定はない。また、下表に示す通り、焼畑を禁止する一方で、2013 年から 2019 年には森林火災の一因でもある焼畑などによる農地転換・農業活動への規制緩和が行われるなど、森林火災対策への政府の姿勢には必ずしも一貫性が伴っていない。

#### 1.4.4. コロンビア

コロンビアでは森林火災のみに焦点を当てた法律は少なく、ほとんどは自然災害や森林、一般火災に関連した法律や規制の中で森林火災について規定されている。例えば森林火災を含む様々なリスクの発生前、発生時、発生後の対応を検討する「国家リスク管理システム法」(法律第 1523 号)、森林の所有者や占有者の義務を定める森林一般法(法律第 1021 号)などが挙げられる。他国と同様、森林火災の発生に直接または間接的に関与した場合の制裁を定めた刑法も存在する。

法律や規制とは対照的に、森林火災対策に焦点を当てた様々な計画や戦略が存在する。これらは、主に森林火災の予防のための行動に焦点を当てており、このうち「森林火災の予防に重点を置いたリスク管理のための教育戦略」は、地方自治体レベルの公社であるバジェ・デル・カウカ地域自治公社(CVC)によって作成されたものである。また国家森林開発計画では、森林火災予防のための農業についても規定されている。

### 1.5. 森林火災多発地域における支援ニーズ

#### 1.5.1. ペルー

ペルー全体で 2010 年～2021 年の間に年間平均 12,438 の火災ホットスポットが発生しているが、森林面積が大きいウカヤリ州では特に森林火災の発生件数が多い。現場における対策の強化が急務であるが、多くの困難に直面していることが聞き取りから判明した。関係者が認識している課題は表 1 に整理する。

表 1: ウカヤリ州における森林火災対応に関する課題

| 関係機関                    | 課題                                                                               |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 州緊急オペレーションセンター(COER)    | 森林火災に関する業務所掌に規定がない。そのため、森林火災に関する対応は限定的。また、マンドートとしても、災害時の調整業務が中心であり、森林火災への対応は限定的。 |
| ウカヤリ州政府(GRU)            | 森林火災に関するウカヤリ州政府(GRU)の役割規定の立法化が必要。                                                |
| ウカヤリ州消防団(CGBVP-Ucayali) | 消防団員の身分の保障(制度整備)が必要。<br>森林火災対応に必要な資金や機材の拡充が必要。                                   |
| 国家保護区管理局(SERNAP)        | 森林火災対応に必要な資金や機材の拡充が必要。                                                           |

出所: 日本工営(株)現地調査での聞き取りに基づく

上記の聞き取り結果からは、長期的な政策・制度面の課題から、短・中期的に現場で対処すべきプラクティカルな課題の両方があることがわかる。政策・制度面の課題としては、各機関のマンデートの整合性の見直しや消防士の身分保障制度の整備などの必要性が指摘できる。一方、短・中期的には、GEO-SERFOR などの既存の森林火災モニタリング・警報システムの円滑な運用とステークホルダー間の調整体制の強化、資金や機材の拡充・整備など、現場レベルでの森林火災対策実施に係る支援の必要性が指摘できる。

#### 1.5.2. ブラジル

マットグロッソ州の早期警報・モニタリングシステムは整備が進んでいるが、現場での火災発生時に迅速かつ適切な対応を実施するための支援の必要性が高いことが聞き取りで判明した。特に、延焼を抑えるための初期対応を可能にするための支援が最も必要とされている。以下、国家森林火災予防対策センター(PREVFOGO)への聞き取りに基づき、支援ニーズをまとめた。

##### **連携促進のための情報通信システム強化**

マットグロッソ州は、法定アマゾンを含む広大な面積を有しており、森林火災発生地の特定期間から、消防隊が到着するまでの時間の短縮が大きな課題である。迅速に初期対応を実施するためには、中央と地方レベルの緊急対策室間の連携、そして地方緊急対策室と各消防隊との連携強化が重要である。また、複数の関係機関からの情報を集約し、適切な判断と迅速な意思決定を図るためには、情報集約システムの構築も不可欠である。国家火災情報システム(SISFOGO)は情報を集約するシステムだが、州内のインフラは未整備で、システムを運用する専門家の能力強化も不十分であり、また、保守や更新に関しても課題が残るなど、特に国家火災情報システム(SISFOGO)の円滑な運用に係る支援が求められている。

##### **森林火災発生地初期対応能力の強化のための設備の拡充**

消防士の基本的な装備(PPE)や消火活動に必要な機材は、頻繁な更新が理想的であるが、高価なものも多く、現実的には難しいと考えられる。また、ピックアップ・トラック、トラクターやバイクなどの車両は火災発生時期には不可欠だが、頻繁に維持管理が必要であり、現状は十分に行えていない。さらに、ヘリコプターなどは、消防士の迅速な移動や危険な場所からの退避、大量の水を運搬するなど、広大な面積を対象とするマットグロッソ州の森林火災消火活動には重要であり、さらなる拡充が必要である<sup>3</sup>。

##### **消防士能力強化と住民の啓発・研修の実施**

消防隊は、毎年森林火災の時期に結成され、任期は年間6か月間である。このため、毎年、違う人材が消防隊に雇用されるため、消防士の経験による知見の蓄積は期待できない。効果的な消

---

<sup>3</sup> ブラジルでは農閑期に農業用航空機を森林火災の消火活動に活用するための政策(PL 4629/20)が議論されている。(Câmara dos Deputados. Agência Câmara de Notícias - CCJ aprova projeto que permite usar aviação agrícola no combate a incêndio florestal. 2021. <https://www.camara.leg.br/noticias/803852-ccj-aprova-projeto-que-permite-usar-aviacao-agricola-no-combate-a-incendio-florestal/>)

火活動を実施するためには、研修活動を継続して実施すること、そして、火災防止の観点から農業や文化・伝統的な目的で火を扱う村落部の住民に対しても研修・啓発活動を行う必要がある。

### 1.5.3. ボリビア

サンタクルス県において森林火災対応を実施している関係者への聞き取りの結果、森林火災研修や森林火災防止のための政策の欠如に加えて、森林火災対応を行う人材の能力の向上、関係者間の調整不足、ボランティア消防団の活動基盤の未整備、などが課題として明らかになった。以下に、聞き取りの結果をまとめる。

表 2: サンタクルス県森林火災対応関係者が直面する課題

| 関係機関                          | 課題                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ボリビア警察                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>タリハ市にある消防士養成学校の強化が必要</li> <li>警戒・モニタリングのための軍、警察、土地改革庁(INRA)、国家保護地域庁(SERNAP)、地方リスク管理機関(UGR)及び村落部の関係者の連携が限定的である。</li> </ul>                                     |
| サンタクルス県森林火災消防士                | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林火災抑止のために最前線に配属する人材強化が必要</li> <li>森林火災消防団の形成による総合的な森林火災管理と防火能力の強化が必要</li> <li>EU、JICA、カナダ、フランス等から森林火災に関する支援提供の打診はあるものの、調整メカニズムがなく、散発的な支援の実施にとどまる。</li> </ul> |
| サンタクルス県ボランティア団体               | <ul style="list-style-type: none"> <li>若い世代への啓発と森林火災発生時の情報発信強化が必要</li> </ul>                                                                                                                         |
| ロボレ市                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林火災に対応する消防局の設置および消火のための資機材の拡充が必要</li> </ul>                                                                                                                  |
| エントレ・リオス市                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>農業・畜産振興政策による農地・牧草地転換のため、森林火災が発生している。</li> </ul>                                                                                                               |
| チキタノ・サン・ホセ市<br>地方リスク管理機関(UGR) | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林火災の原因とメカニズムを解明するための予算の拡充が必要</li> </ul>                                                                                                                      |
| ボランティア消防団                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ボランティア消防団に対する物資支援が不足しており十分な活動ができない。火災発生地への移動するための車両燃料も不足している。</li> </ul>                                                                                      |

出所: 日本工営(株)(現地調査での聞き取りに基づく)

## 1.6. 他ドナーの森林火災に対する協力

### 1.6.1. ペルー

森林火災対策に特化してドナーの支援で実施されたプロジェクトは、アマゾン盆地における森林火災がグローバルな問題として注目されるようになった 2019 年以降は増えている。主に森林地域の持続可能な開発政策と、森林火災に対応するステークホルダーの能力向上を目的としたプロジェクトである。一方で、気候変動影響を考慮した森林景観の復元、排出量削減、持続可能な開発、災害リスク管理に関連したプロジェクトも実施されている。

ペルーにおける森林火災に関わる過去 10 年間の主な援助プロジェクトについて、ドナー、援助額、援助期間および主な活動などを、表 に整理した。

表 3: 森林火災に関わる地域協力プロジェクト(ペルー)

| プロジェクト名/略称                                                                                                               | 対象地域                        | ドナー                                                                                          | 援助額(USD)<br>援助期間                | 目的および<br>主要活動                                                     | 森林火災との関連                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ノルウェー、ドイツ、英国およびペルーによる共同意思表明<br>(Joint Declaration of Intent/JDI)                                                         | ペルー<br>全土                   | ノルウェー、ドイツ<br>英国                                                                              | USD<br>480,000,000<br>2019-2025 | ペルーの農業、林業、鉱業分野の排出量の大幅な削減と持続可能な発展の支援                               | 森林損失とホットスポットの監視の実施による森林火災防止に貢献                           |
| 排出削減プログラム(Emission Reduction Program /ERP)                                                                               | サンマルティン州<br>およびウカヤリ州        | 森林投資プログラム(FIP)、地球環境ファシリティ(GEF)、ノルウェー、米国国際開発(USAID)、ラテンアメリカ開発銀行(CAF)、森林炭素パートナーシップファシリティ(FCPF) | USD<br>226,155,000<br>2020-2024 | サンマルティン州とウカヤリ州に焦点を当てたアマゾン盆地の森林破壊の抑止                               | 伐採削減、温室効果ガスの排出削減を目指すことで、森林損失の原因となる森林火災対策を含む。             |
| ペルーの熱帯林および植林地における森林火災の防止と対応戦略<br>(Forest Fire Prevention and Response in Tropical Forest and Forest Plantations in Peru) | フニン州、パスコ州、カハルマカ州、ワヌコ州、ウカヤリ州 | 国際熱帯木材機構(ITTO)                                                                               | USD 1,324,000<br>2021-2022      | 森林生態系の保全に貢献し、生態系保護能力の強化<br>国・州政府の能力強化による森林火災管理の促進                 | ペルーの脆弱な地域における森林火災の防止と管理を対象とする。                           |
| ダテム・デル・マラニオン郡における湿地の回復力の構築<br>(Building the Resilience of Wetlands in the Province of "Datem del Marañón")               | ロレート州<br>ダテム・デル・マラニオン郡      | 緑の気候基金(GCF)                                                                                  | USD 9,100,000<br>2017-2022      | 森林地帯に住む先住民のレジリエンス能力強化<br>ロレート州の湿地生態系における、先住民の森林利用による温室効果ガス排出削減    | 森林火災をプロジェクトの環境リスクとして位置づけ、干ばつにより発生・拡大する森林火災リスクを軽減する活動を含む。 |
| 森林火災リスク予防・低減計画<br>(Prevention and Risk reduction Forest Fires Plan / PPRRIF)                                             | ペルー<br>全国                   | 国際協力機構(JICA)、国際熱帯木材機構(ITTO)、ドイツ国際協力公社(GIZ)                                                   | USD 511,827<br>2019-2022        | 森林や野生動物の損失を防ぐために森林火災の発生を減らす。                                      | 森林火災の影響を軽減する取り組みや森林火災対策などの意思決定者の能力強化を実施する。               |
| アンデスの森プログラム<br>(Andean Forests Program)                                                                                  | アンデス<br>地域 <sup>4</sup>     | スイス開発協力庁(COSUDE)                                                                             | USD 1,952,000<br>2014-2019      | 森林保全、炭素貯蔵、水資源、アンデアン地方の在来森林種の保全を通じて、政策、ツール、およびインセンティブスキームの統合と拡大を促進 | 森林火災の防止と管理に向けた取り組みについての行動計画の策定を促進する。                     |
| 気候変動対策支援プロジェクト<br>(Support to the Climate Change Management)                                                             | ペルー<br>全国                   | スイス開発協力庁(COSUDE)                                                                             | USD 6426,000<br>2018-2021       | ペルー政府の温室効果ガス削減・抑制目標に係る支援                                          | ウカヤリ州における森林管理がパイロットプロジェクトとしてプログラムされている。                  |

<sup>4</sup> ベネズエラ、コロンビア、エクアドル、ペルー、ボリビア、チリ、アルゼンチン

| プロジェクト名/略称 | 対象地域 | ドナー | 援助額(USD)<br>援助期間 | 目的および<br>主要活動 | 森林火災との関連                          |
|------------|------|-----|------------------|---------------|-----------------------------------|
|            |      |     |                  |               | 温室効果ガス削減に関連する活動として、森林火災対策に着目している。 |

出所: 日本工営(株)

## 1.6.2. ブラジル

ブラジルの法定アマゾンにおける森林火災に関わる過去 10 年間の主な援助プロジェクトについて、ドナー、援助額、援助機関および主な活動などを、表 4 に整理した。

表 4: 森林火災に関わる地域協力プロジェクト(ブラジル)

| プロジェクト名                                                       | ドナー                                 | 援助額(USD)<br>援助期間           | 活動目的と森林火災に関わる活動                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アマゾン森林基金<br>(Amazon Forest Fund) <sup>5</sup>                 | Earth Alliance                      | USD 5 百万<br>2019 年         | アマゾンの森林保全に関連した活動を実施する地元 NGO や先住民コミュニティへの資金支援を実施。<br>・NGO: 森林保護協会 (カヤボ族への支援) <sup>6</sup><br>・先住民組織: ブラジルアマゾンインディオ組織連合(COIAB) <sup>7</sup><br>・NGO: KABU 研究所(カヤボ族への支援) <sup>8</sup><br>・NGO: Raoni 研究所 (カヤボ族への支援) <sup>9</sup><br>・NGO: 社会環境研究所(ISA) <sup>10</sup> |
| 慢性的な火災緊急事態<br>(Fogo Emergência crônica) <sup>11</sup>         | イタリア                                | USD 3 百万<br>1999-2002 年    | ライフセンター研究所(ICV)が主体となり、アマゾンの 11 の自治体を対象に、干ばつ期に発生する森林火災という慢性的な緊急事態を改善するため、関連するステークホルダー(環境市議会(COMDEMA)、市役所、農務省、消防署、ブラジル環境・再生可能天然資源院(IBAMA)、労働組合)などへ働きかけ、啓発活動や、焼畑から農業観光への移行を奨励・促進。                                                                                    |
| 国立森林火災予防・対策センター支援                                             | アマゾン基金<br>(ノルウェー、ドイツ) <sup>12</sup> | USD 2.64 百万<br>2014-2020 年 | IBAMA 国立森林火災予防対策センター(PREVFOGO)のインフラ整備や運営体制の強化を支援し、アマゾン生物群における森林火災や無許可の焼失の監視・予防・対策に関する啓発と地元の関係者への環境教育の実施 <sup>13</sup> 。                                                                                                                                           |
| トカンチンス州森林保全プロジェクト<br>(Proteção Florestal Tocantins)           |                                     | USD 1.2 百万<br>2012-2019 年  | アラグアイア市に駐在する環境保護担当官のための訓練、統合管理メカニズムの強化、および機材の調達支援を通じたトカンチンス州の森林火災や無許可での火の使用に起因する森林破壊の監視、予防、対策支援を実施。                                                                                                                                                               |
| マトグロッソ州森林消防隊支援プロジェクト<br>(Bombeiros Florestais de Mato Grosso) |                                     | USD 2.25 百万<br>2011-2017 年 | ソリッソ市に駐在するマトグロッソ州の軍消防隊の航空・陸上作戦基地の航空機、車両、支援機材の供与、マトグロッソ州の森林火災や無許可での火の使用に起因する森林破壊を監視、予防、対策支援を実施。                                                                                                                                                                    |

<sup>5</sup> <https://ealliance.org/amazonforestfund/> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>6</sup> <https://florestaprotegida.org.br/> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>7</sup> <https://coiab.org.br/> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>8</sup> <https://www.kabu.org.br/> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>9</sup> <https://institutoraoni.org.br/> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>10</sup> <https://www.socioambiental.org/pt-br> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>11</sup> [https://antigo.mma.gov.br/estruturas/225/\\_arquivos/4\\_\\_amaznia\\_\\_encontrando\\_solues\\_225.pdf](https://antigo.mma.gov.br/estruturas/225/_arquivos/4__amaznia__encontrando_solues_225.pdf) (アクセス日 2022.2.20)

<sup>12</sup> [http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/carteira-de-projetos/busca/index.html?facet\\_category\\_exact=tema/combate-a-incendios-queimadas/&reloaded&page=2](http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/carteira-de-projetos/busca/index.html?facet_category_exact=tema/combate-a-incendios-queimadas/&reloaded&page=2) (アクセス日 2022.2.20)

<sup>13</sup> <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Prevfogo---Ibama/> (アクセス日 2022.2.20)

| プロジェクト名                                                                                       | ドナー                                              | 援助額(USD)<br>援助期間                                                | 活動目的と森林火災に関わる活動                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アクレ州森林火災ゼロ化プロジェクト<br>(Acre: Incêndios Florestais Zero)                                        |                                                  | USD 2,38 百万<br>2012-2016 年                                      | アクレ州の森林火災や無許可での焼畑による森林破壊を監視、防止、対策支援を実施。                                                                                                                                                                                                                                               |
| パラ州森林火災と違法焼畑防止プロジェクト<br>(Pará Combatendo os Incêndios Florestais e Queimadas Não Autorizadas) |                                                  | USD 3 百万<br>2012-2020 年                                         | パラ州の 14 の市町村に設置された消防隊の運営機関による、森林火災や無許可の焼畑による森林破壊を監視・防止・撲滅する活動の支援を実施。                                                                                                                                                                                                                  |
| ホンドニア州グリーン・プロジェクト<br>(Rondonia mais Verde)                                                    |                                                  | USD 2.70 百万<br>2012-2021 年                                      | 消火機材使用訓練を通じて、ホンドニア州の森林火災や無許可焼畑による森林破壊の監視、予防、対策の行動の支援を実施。                                                                                                                                                                                                                              |
| アマゾン森林火災消火活動支援プロジェクト <sup>14</sup>                                                            | 日本、国連プロジェクトサービス機関 (UNOPS)                        | USD 818,000<br>2020 年                                           | 防火服・防火手袋・ヘルメットセット・浄水器などを供与。2019 年 9 月に JICA を通じて実施したテントと寝袋など約 1,000 名分の緊急援助物資の供与の後継活動を実施。                                                                                                                                                                                             |
| ブラジル・ボリビアに対するアマゾン緊急火災基金(Emergency Amazon Fire Fund for Brazil and Bolivia) <sup>15</sup>      | 世界自然保護基金(WWF)                                    | USD 1.39 百万<br>2019-2021 年                                      | ボリビアとブラジルの森林火災に対応するため下記の用途で世界自然保護基金(WWF)より資金提供を実施<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- 手袋、保護メガネ、ダンパー、沿岸ポンプ、マチューテ、チェンソー、送水ポンプおよびホースなどの消火用具</li> <li>- 被災したコミュニティへの食料、水、医療品の提供</li> <li>- 通信用無線機、GPS</li> <li>- 遠隔地へ物資を届けるためのレンタカーと燃料</li> <li>- 火災リスク管理のための機材とトレーニング</li> </ul> |
| レム・マツグロツ・プログラム (REM MT) <sup>16</sup>                                                         | ドイツ開発銀行(KfW)、英国政府                                | USD 45,110<br>2021 年                                            | 持続可能な開発を促進し、REDD+メカニズム実施を目的として、アマゾン、セラード、パンタナルの家族農業のサブプログラム、先住民コミュニティ、先住民の領土における持続可能な生産、イノベーション、州政府機関の制度強化と公共政策の構築の適用と開発等への資金提供を実施。                                                                                                                                                   |
| マップファイア プロジェクト (MapFire) <sup>17</sup>                                                        | 地球変動に関するインター・アメリカ研究機構(IAI)                       | -                                                               | (1) アマゾン流域の火災の影響の定量化と現在および将来の火災確率の推定手法の開発。<br>(2) 火災発生診断の作成、山火事リスク管理のための火災監視と防止プロトコルの運用、地域ベースの戦略の課題とボトルネックを特定。<br>(3) 人口のリスク認識と能力/回復力の向上支援。<br>(4) アクター間の用語標準化や政策変更のための情報フローの特定によるアマゾン地域への技術的なレポート提供と、流域全体の保全戦略と政策策定を支援。                                                              |
| 火災の無いアマゾンプロジェクト (Amazon without Fire)                                                         | ラテンアメリカ開発銀行 (CAF)、ブラジル協力庁 (ABC)、イタリア開発協力庁 (AICS) | 2000-2010 年 (ブラジル)<br>2011-2017 年 (ボリビア)<br>2012-2022 年 (エクアドル) | 政府が推進する持続可能な土地利用政策の一環として農村地域における森林火災の削減と生活環境の改善のために、研修、普及、焼畑に代わる生計手段の提供等を実施。                                                                                                                                                                                                          |

出所: 日本工営(株)、\*USD = 5.57レアル/USD

<sup>14</sup> <https://www.gov.br/abc/pt-br/assuntos/noticias/brasil-japao-e-unops-cooperam-para-combater-incendios-florestais-na-regiao-amazonica> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>15</sup>

[https://files.worldwildlife.org/wwfmsprod/files/Publication/file/3a03p1z7t6\\_Amazon\\_May\\_Update.pdf?\\_ga=2.66923886.1982601132.1635451359-1690308615.1635451359](https://files.worldwildlife.org/wwfmsprod/files/Publication/file/3a03p1z7t6_Amazon_May_Update.pdf?_ga=2.66923886.1982601132.1635451359-1690308615.1635451359) (アクセス日 2022.2.20)

<sup>16</sup> <https://www.giz.de/en/worldwide/73732.html> (アクセス日 2022.2.20)

<sup>17</sup> <http://www.treeslab.org/map-fire.html> (アクセス日 2022.2.20)

### 1.6.3. ボリビア

ボリビアにおける森林火災に関わる過去 10 年間の主な援助プロジェクトについて、ドナー、援助額、実施機関、援助期間および主な活動などを、表 5 に整理した。

表 5: 森林火災に関わる地域協力プロジェクト(ボリビア)

| ドナー                                             | 実施機関                                                                       | 援助額(USD/<br>EUR)<br>援助期間                                                                | 活動目的と森林火災に関わる活動                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国際連合開発計画 (UNDP)/地球環境ファシリテーター(GEF)の小規模無償資金プログラム  | 自然の友基金(FAN)、オッキス、サンマルティン、トゥカパカ保護区、プエルトスアレスおよびプエルトキジャロ市、チキタノ・ヘルマン・ブッシュ先住民地区 | USD 39,646.8<br>2020 年 10 月 –<br>2021 年 2 月                                             | 3 保護区周辺のコミュニティを対象とした火災リスク管理能力強化。<br>チキタノ地域での森林火災回復とパンタナル地域の啓発・適応の成功事例をもとに、参加型の振り返りと啓発、研修、機材供与等を実施。                                      |
| オーキシリウム財団 (スイス)                                 | –                                                                          | USD 172,652<br>2011 年 9 月 –<br>2014 年 12 月                                              | チキタノ地区周辺のコミュニティ火災管理。<br>森林火災による気候変動や生物多様性、社会への影響の軽減、ボリビアの北部アマゾン地域でのコミュニティ森林管理の推進、早期警報システムの開発と実施、地域での火災モニタリングと防火、火災対策を目的とする。             |
| カナダ政府                                           | チキタノ森林保全基金<br>ノエル・ケンパ・メルカド博物館                                              | 2021 年 3 月                                                                              | 4 つのパイロット地区における森林火災によって消失した植生と残存植生の特性の比較評価。                                                                                             |
| カナダ政府                                           | 非政府組織<br>(Naturaleza, Tierra y Vida,<br>NATIVA)                            | USD 38,000<br>2021–2022 年                                                               | ボリビア(カーイヤ保全地)・パラグアイ(デフェンソレス保全地)における景観保全地域の森林火災に対する強靱性向上のため森林火災の早期警戒、予防、監視のシステムを確立。                                                      |
| 国際連合食糧農業機関(FAO)                                 | –                                                                          | USD 500,000                                                                             | チキタノ地区での森林火災の防止対策。                                                                                                                      |
| ラテンアメリカ開発銀行 (CAF)、ブラジル協力庁 (ABC)、イタリア開発協力庁(AICS) | 火災なきアマゾンプログラム(The Amazon Without Fire Program/<br>PASF)                    | EUR 4.83 百万<br>2000–2010 年<br>(ブラジル)<br>2011–2017 年<br>(ボリビア)<br>2012–2022 年<br>(エクアドル) | ボリビア・アマゾン地域の火災抑制のための火気代替エネルギー源の導入、環境保全、先住民コミュニティの生活改善、地方自治体の森林火災対策の計画立案と実施能力強化。                                                         |
| 国際連合食糧農業機関(FAO)                                 | –                                                                          | USD 434,169<br>2020 年 6 月 –<br>2021 年 5 月                                               | チキタノ地域におけるリスク管理とレジリエンスプロジェクト。<br>農業を基盤とした生計に影響を及ぼす干ばつ及び森林火災の脅威の特定。<br>近況対応強化、復興、包括的リスク管理の改善、農業や森林に依存した生計を営む最も脆弱性の高い先住民コミュニティのレジリエンスの強化。 |
| 国際連合児童基金 (UNICEF)<br>HELVETAS<br>(スイス、NGO)      | ワールドビジョン                                                                   | USD 22,966<br>2021 年                                                                    | チキタノ地域の先住民コミュニティの生計復興支援                                                                                                                 |
| エーケンシュタイン・ガイギー財団 (スイス)                          | –                                                                          | USD 41,557<br>2020–2023 年                                                               | ボリビア・アマゾンの持続的なランドスケーププロジェクト。<br>気候変動と災害レジリエンス強化(ジェンダー、社会公平、能力向上、パートナーシップ強化、栄養に関する活動含)。                                                  |

出所: 日本工営(株)

#### 1.6.4. コロンビア

コロンビアにおける森林火災に関わる過去 10 年間の主な援助プロジェクトについて、ドナー、援助額、実施期間および主な活動について、表 6 に整理した。

表 6: 森林火災に関わる地域協力プロジェクト(コロンビア)

| プロジェクト名                                                                       | ドナー                                        | 援助額 (USD)<br>実施期間                   | 目的・主な活動内容                                                                               | 森林火災関連                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| コロンビア・アマゾンの中心部における森林保全と持続可能性 <sup>18</sup>                                    | 世界銀行(WB)、地球環境ファシリティ(GEF)                   | USD 122.8 百万<br>2015–2024           | ガバナンスを改善し、持続可能な土地利用活動を推進し、森林破壊の抑制と保全に努める。                                               | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。                                                |
| 生態系サービスの流れを保証し、森林破壊と砂漠化のプロセスを緩和するための乾燥生態系における生物多様性の保全と持続可能な利用 <sup>19</sup>   | 国連開発計画(UNDP)、地球環境ファシリティ(GEF)               | USD 32.9 百万<br>2014–2020            | 持続可能な森林管理、再生、植林、保全を推進する。                                                                | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。                                                |
| 鉱山開発の影響を受けたチョコ生物地理地域(Choco Biogeographic Region)の景観における生物多様性の保全 <sup>20</sup> | 国連開発計画(UNDP)、地球環境ファシリティ(GEF)、世界自然保護基金(WWF) | USD 30.6 百万<br>2014–2018            | 統合土地管理のための国、県、地方の管理能力を向上させ、持続可能な環境管理とリスク管理を促進する。                                        | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。                                                |
| 生産地(Production Lands)における生物多様性保全のための制度・政策強化 <sup>21</sup>                     | 国連開発計画(UNDP)、地球環境ファシリティ(GEF)               | USD 2.2 百万<br>2011–2014             | リャノス地域(Llanos)におけるパイロット活動を通して、法・政策的枠組みの改善と制度強化を実施、それにより牧畜・林業生産地における生物多様性の自主的な保全活動を促進する。 | 森林火災への直接的な対策は含まれていないが、火災を生態系保全の脅威として位置付けているが、生産地における火の利用についても言及している。 |
| コロンビア農業生態系における生物多様性に関連する伝統的知識の活用 <sup>22</sup>                                | 国連開発計画(UNDP)、地球環境ファシリティ(GEF)               | USD 7 百万<br>2011–2012,<br>2013–2014 | 農業生物多様性とそれに関連する伝統的な知識を保護・管理することにより、持続可能な農業生態系を保全する。                                     | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。                                                |
| コロンビアのアブラヤシ収穫における生物多様性の主                                                      | 米州開発銀行(IDB)、地球環境ファシリティ(GEF)                | USD 14 百万<br>2012–2016              | アブラヤシ栽培の拡大が優先される地域において、農業生態学的手法の計画と採用を強化することにより、アブラヤシ                                   | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。                                                |

<sup>18</sup> <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P144271> (アクセス日 2022.11.23)

<sup>19</sup>

[https://www.undpopenplanet.org/projects/Conservation\\_and\\_sustainable\\_use\\_of\\_biodiversity\\_in\\_dry\\_ecosystems\\_to\\_guarantee\\_the\\_flow\\_of\\_ecosystem\\_services\\_and\\_to\\_mitigate\\_the\\_processes\\_of\\_deforestation\\_and\\_desertification/](https://www.undpopenplanet.org/projects/Conservation_and_sustainable_use_of_biodiversity_in_dry_ecosystems_to_guarantee_the_flow_of_ecosystem_services_and_to_mitigate_the_processes_of_deforestation_and_desertification/) (アクセス日 2022.11.23)

<sup>20</sup> <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/4916> (アクセス日 2022.11.23)

<sup>21</sup> <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/4111> (アクセス日 2022.11.23)

<sup>22</sup> <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/3604> (アクセス日 2022.11.23)

| プロジェクト名                                             | ドナー                                                                                      | 援助額 (USD)<br>実施期間 | 目的・主な活動内容                                                                                          | 森林火災関連                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 流化と生態系アプローチ <sup>23</sup>                           |                                                                                          |                   | ステムにおける生物多様性保全の主流化に貢献する                                                                            |                               |
| パラモ保全プロジェクト<br>(Páramos para la Vida) <sup>24</sup> | 地球環境ファシリテティ(GEF)、コロンビア政府                                                                 | USD 74 百万         | パラモ生態系 <sup>25</sup> の管理、生物多様性と関連する生態系サービスの参加型モニタリングの能力強化。                                         | 森林火災への直接的な対策は含まれていない。         |
| 国際消防協力提携プロジェクト <sup>26</sup>                        | 国際協力機構<br>－災害リスク管理ユニット(JICA－UNGRD)、火災基金、チリ国際協力庁 (AGCI)、スペイン国際開発庁 (AECID)、化学兵器禁止機関 (OPCW) | －                 | 消防機関やコロンビア立消防局(DNBC)の職員、請負業者のための方針、活動、責任、管理、ガイドラインを確立することで、ドナーや戦略的パートナー、民間セクターを通じた資源調達の最適な管理を実施する。 | 森林火災に対応する消防士の能力強化、設備強化が実施される。 |

出所: 日本工営(株)

#### 1.6.5. 主要な森林火災ドライバーに対する対応策

森林火災を引き起こす下位問題(原因)としてのドライバーは、極めて広範かつ多様である。さらに森林火災が発生する複合的な要因とその複雑な構造を鑑みると、ドライバー個別の対応策を分析するのは効率的また効果的ではなく、複合的な視点から支援フレームを構築することが必要である。

森林火災ドライバーの対策は多様であるものの、その防止や対応を担う各国政府の関係機関は、発生の予防、発生の検知、火災の消火、跡地の復旧などのステージや、火災の原因、発生した土地、また活動ごとにタスクを割り当てられ、それぞれの役割を果たすために協力して森林火災に対応していることが判明した。それらのタスクを特定し、適当なフレームに割り当てて分類することは、実現可能で解りやすい支援フレームを検討するために有効だと考えられる。

2019年にFAOは、加盟国を支援する火災管理へのアプローチを定めた「森林火災管理戦略」を策定した<sup>27</sup>。FAOは、森林火災管理戦略のゴールとして、①「統合火災管理(IFM)」に関する理解の促進、② 高品質のデータ収集および分析、システムとプロセスを特定または開発、③ 情報提

<sup>23</sup> <https://www.thegef.org/projects-operations/projects/4113> (アクセス日 2022.11.23)

<sup>24</sup> <https://www.undp.org/es/colombia/projects/paramos-para-la-vida>(アクセス日 2022年 11月 23日)

<sup>25</sup> パラモ生態系とは、連続した森林限界より上かつ雪線より下にある地域の生態系で、ロゼット植物、低木および草から主に構成される植生を持つ熱帯高山生態系を指す (Baruch, Zdravko (20 March 1984). "Ordination and Classification of Vegetation along an Altitudinal Gradient in the Venezuelan Páramos". *Vegetation*. 2. 55 (2): 115–126.)。

<sup>26</sup> [https://dnbc.gov.co/sites/default/files/2019-12/informe\\_de\\_gestion\\_cooperacion\\_internacional\\_i\\_sem\\_2017.pdf](https://dnbc.gov.co/sites/default/files/2019-12/informe_de_gestion_cooperacion_internacional_i_sem_2017.pdf) (アクセス日 2022.11.23)

<sup>27</sup> FAO 2019, “Strategy on Forest Fire Management” (<https://www.fao.org/3/cb6816en/cb6816en.pdf>)

供メカニズムの特定、地方またはコミュニティへの技術支援の3つを挙げている。「統合火災管理(IFM)」は、FAOの森林火災対策の主要なコンセプトとして位置付けられ、以下に示すような原因に重点を置いた5つの要素(5Rと呼ばれる)を使用して全体フレームを定めた上で、長期的で持続可能な解決策を模索することにより、森林火災対策の統合化を試みている。

表 7: 「統合火災管理(IFM)」の5つの要素(5Rs)

| 要素                     | 主要な目的                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------|
| レビュー(Review)           | 火災問題の分析と改善のためのオプションの特定。                                  |
| リスクの軽減(Risk Reduction) | 森林火災の予防、火災の根本的な原因への対策。                                   |
| 準備(Readiness)          | 森林火災に関連するモニタリング、燃料(堆積したバイオマス)の管理、人間活動の監視など、森林火災と戦うための準備。 |
| 対応(Response)           | 損害を与える森林火災への適切な対応の達成。                                    |
| 回復(Recovery)           | 地域福祉、インフラの修復、山火事で被害を受けた景観の回復。                            |

出典: FAO 2019を基に日本工営(株)作成

### 1.7. 我が国による今後の支援可能性

本セクションでは、本調査で判明した主要なアクターの支援ニーズを踏まえて、国ごとに支援の可能性を整理する。なお、ニーズの抽出においては下記の点を考慮した。

- (1) 対象各国の政策、制度、戦略の方向性と合致していること。
- (2) 対象各国の政府関係機関の実施能力を踏まえていること。
- (3) 日本の二国間援助による各種のスキーム(技術協力、SATREPS、無償資金協力、円借款、個別専門家・協力隊員派遣など)で対応できること。
- (4) 対象各国に対する日本及びJICAの援助方針と合致していること。
- (5) 対象各国に対するJICAの援助実績を踏まえること。

#### 1.7.1. ペルー

ペルーにおいて想定される主な協力内容のアイデアを、国家レベルと地方レベルに分けて以下に示す。

##### 中央レベル

表 8: 想定される主な協力内容のアイデア(ペルー、中央レベル)

| 想定されるプロジェクト名                                                                                                  | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                   | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類 | 相手国政府の実施機関の例<br>(下線は中心機関)                                                                                                                | プロジェクトの対象地域                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Improvement of data transfer of hotspots information to regional and local governments of the Peruvian jungle | To improve and speed up the transfer of information on hotspots to the regional and local governments level.    | Technical cooperation | Readiness | <u>SNCVFFS/MIDAGRI</u> , SINIA, CGBVP, regional and local governments                                                                    | Peru as a whole                                                        |
| Program of identification and replacement of crops that require the use of fires                              | To identify crops which require the use of fire for their proper cultivation and propose alternatives for them. | SATREPS               | Review    | <u>INIA/MIDAGRI</u> , National Agrarian University - La Molina ( <u>UNALM</u> ) (and other universities), regional and local governments | Peru as a whole                                                        |
| Elaboration of a manual for rural governments for the prevention and                                          | To promote appropriate non-fire methodologies for agricultural producers in forest land                         | Technical cooperation | Review    | <u>CGBVP</u> , <u>SERFOR/MIDAGRI</u> , CENEPRED, COER, INDECI, UNALM                                                                     | Peru (focusing on the areas with soils classified as for forestry use) |

| 想定されるプロジェクト名                                                                                     | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                         | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類 | 相手国政府の実施機関の例<br>(下線は中心機関)                                                                            | プロジェクトの対象地域                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| control of forest fires                                                                          |                                                                                                                       |                       |           |                                                                                                      | with records of agricultural activities) |
| Enhancement of a network for the early detection of forest fires that involves local governments | To enhance a network of entities for the early detection of forest fires that involves regional and local governments | Technical cooperation | Readiness | SERFOR/MIDAGRI, SERNANP (MINAM), regional and local governments., COER, CGBVP, CEPLAN, INDECI, CGBVP | Peru as a whole                          |

出所: 日本工営(株)

### 地方レベル

表 9: 想定される主な協力内容のアイデア(ペルー、地方レベル)

| 想定されるプロジェクト名                                                                                             | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                               | 想定されるスキーム                       | プロジェクトの分類          | 相手国政府の実施機関の例<br>(下線は中心機関)                                                                                                                                  | プロジェクトの対象地域                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Capacity development for the prevention and management of forest fires of regional government in Ucayali | To strengthen the capacity of regional government of Ucayali and CGBVP-Ucayali for forest fire response                     | Technical cooperation/Grant aid | Readiness Response | GORE Ucayali, CGBVP-Ucayali, SERFOR/MIDAGRI, SERNANP/MINAM                                                                                                 | Ucayali region with emphasis on rural areas |
| Optimize "slash-and-burn" technology in Ucayali's tropical forest ecosystem                              | The use of "slash-and-burn" technology is optimized in the tropical forest areas of Ucayali                                 | Technical cooperation/SAT REPS  | Review Readiness   | GORE Ucayali (Regional Directorate of Agriculture), National Agrarian University - La Molina (UNALM) (and other universities), INIA (MIDAGRI), CGBVP, NGOs | Ucayali region                              |
| Reinforcement and development of agroforestry techniques in Ucayali                                      | To increase the use of agroforestry techniques to diminish the use of the slash-and-burn technique and prevent forest fires | Technical cooperation           | Readiness          | GORE Ucayali (Regional Directorate of Agriculture), INIA/MIDAGRI, SERFOR/MIDAGRI, UNALM                                                                    | Ucayali region                              |
| Capacity development of communities for initial reaction and community warning on forest fire in Ucayali | To instruct the rural population of Ucayali how to react and proceed in the presence or possibility of forest fire          | Technical cooperation           | Response           | GORE Ucayali (Regional Directorate of Agriculture), CGBVP-Ucayali, CGBVP, SERNANP (MINAM), SERFOR (MIDAGRI)                                                | Ucayali region                              |

出所: 日本工営(株)

### 1.7.2. ブラジル

ブラジルにおいて想定される主な協力内容のアイデアを、国家レベルと地方レベルに分けて以下に示す。

### 国家レベル

表 10: 想定される主な協力内容のアイデア(ブラジル、国家レベル)

| 想定されるプロジェクト名                      | 想定されるプロジェクト目標                        | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類 | 相手国政府の実施機関の例<br>(下線は中心機関) | プロジェクトの対象地域       |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|-------------------|
| Advance in the implementation and | To advance in the implementation and | Technical cooperation | Readiness | PREVFOGO / IBAMA          | Brazil as a whole |

|                                                                                                                   |                                                                                                                                         |                       |                    |                |                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| proper utilization of the National Fire Information System (SISFOGO)                                              | proper utilization of the National Fire Information System (SISFOGO)                                                                    |                       |                    |                |                                                                                  |
| Improving the forest fire management in Conservation Units located in the transition of Amazon and Cerrado biomes | To strengthen the monitoring, the prevention, and the response to forest fires capabilities in the federal and state conservation units | Technical cooperation | Readiness Response | <u>ICMBIO</u>  | Brazil (Selected Protected Areas in the transition of Amazon and Cerrado biomes) |
| Prevention of fires through better understanding of future climate conditions                                     | To improve the efficiency of forecasting severe droughts and forest fires                                                               | Technical cooperation | Review             | <u>CEMADEN</u> | Brazil as a whole                                                                |

出所: 日本工営㈱

### 地方レベル

表 11: 想定される主な協力内容のアイデア(ブラジル、地方レベル)

| 想定されるプロジェクト名                                                                                                  | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                         | 想定されるスキーム                        | プロジェクトの分類                   | 相手国政府の実施機関の例<br>(太字は中心機関)                       | プロジェクトの対象地域                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Capacity development for forest fire prevention and response in the Amazon and Cerrado Biome Transition Zones | Through the introduction of Integrated Fire Management (IFM), to enhance the capacity of state-level fire departments | Technical cooperation/G rant aid | Readiness Response          | <u>PREVFOGO/IBAMA</u><br><u>BEA/CBMMT, SEMA</u> | States of Acre, Rondonia, Mato Grosso, Para and Tocantins |
| Capacity development for the prevention and combatting of forest fires of Mato Grosso                         | To improve the capabilities of the state level firefighting related organizations                                     | Technical cooperation/G rant aid | Response                    | <u>BEA/CBMMT, SEMA</u>                          | Mato Grosso State (or Tocantins or Maranhão)              |
| Capacity development of vulnerable communities about forest fire impacts in Mato Grosso                       | To increase the capabilities of vulnerable communities to prevent, combat and recover from forest fires               | Technical cooperation/G rant aid | Readiness Response Recovery | <u>SEMA, ICV, IPAM</u>                          | Mato Grosso State (or Tocantins or Maranhão)              |

出所: 日本工営㈱

### 1.7.3. ボリビア

ボリビアにおいて想定される主な協力内容のアイデアを、国家レベルと地方レベルに分けて以下に示す。

### 国家レベル

表 12: 想定される主な協力内容のアイデア(ボリビア、国家レベル)

| 想定されるプロジェクト名                                                                                   | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                         | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類 | 相手国政府の実施機関の例<br>(太字は中心機関) | プロジェクトの対象地域        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|--------------------|
| Strengthening of capacities on Integrated Fire Management (IFM) and prevention of forest fires | To reduce the risk of forest fires by strengthening capacities for Integrated Fire Management (IFM) and Fire Fighters | Technical cooperation | Readiness | <u>ABT</u>                | Bolivia as a whole |

| 想定されるプロジェクト名                                                                                                     | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                                                                                                      | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類             | 相手国政府の実施機関の例<br>(太字は中心機関)                                            | プロジェクトの対象地域        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Risk reduction through the prevention and control of forest fires                                                | To strengthen the capacities of local actors for planning, application of practices focused on the correct use of fire, early warning, and reflection and awareness on the problem of forest fires | Technical cooperation | Readiness             | <u>DGGDF/MMAyA</u>                                                   | Bolivia as a whole |
| Climate Smart Territories (CMT) for efficient and sustainable management to face climate change and forest fires | To develop alternatives to the use of fire through defining methodologies of CMT                                                                                                                   | SATREPS               | Review Risk Reduction | Gabriel Rene Moreno University and other universities with expertise | Bolivia as a whole |

出所: 日本工営㈱

### 地方レベル

表 13: 想定される主な協力内容のアイデア(ボリビア、地方レベル)

| 想定されるプロジェクト名                                                                                                   | 想定されるプロジェクト目標                                                                                                                                                                        | 想定されるスキーム             | プロジェクトの分類          | 相手国政府の実施機関の例<br>(太字は中心機関)                                                           | プロジェクトの対象地域              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dissemination and enlightenment for management methods of slash-and-burn technology that leads to forest fires | To control and improve the use of “chaqueos” technique to reduce the risk of forest fire spread                                                                                      | Technical cooperation | Readiness Response | <u>GAD - Santa Cruz, ABT</u>                                                        | Department of Santa Cruz |
| Restoration and conservation of ecosystem functions and biodiversity of affected areas by forest fires         | To counteract the negative effects that have deteriorated the ecosystems and the quality of life in the affected areas, through restoration, rehabilitation, and recovery activities | Technical cooperation | Recovery           | <u>GAD - Santa Cruz, MMAyA, Affected municipal governments (GAM)</u> by forest fire | Department of Santa Cruz |
| Control and management of permits for the use of agricultural burning                                          | To strengthen fire use monitoring and management capacity of fire on agricultural lands                                                                                              | Technical cooperation | Risk Reduction     | <u>GAD - Santa Cruz, ABT</u>                                                        | Department of Santa Cruz |

出所: 日本工営㈱

#### 1.7.4. プロジェクト・プロフィール

ショートリストの中から、2 件の事業プロフィールを以下に提案する。

##### 1.7.4.1. ペルー

#### プロフィール No.1: 森林火災の予防と管理のためのウカヤリ地方行政能力向上プロジェクト(ペルー)

|              |                                                                                                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名   | 森林火災の予防と管理のためのウカヤリ地方行政能力向上プロジェクト                                                                                                                                              |
| 2. プロジェクトの背景 | ウカヤリ地方の火災現場では、ボランティア消防団(CGBVP-Ucayali)に期待される役割が大きい。しかしながらボランティア消防団は、市街地における建物火災の消火、事故対応、医療援助などの訓練を受けているものの、森林火災に対処するための訓練は十分でない。一方、火災現場で必要とされる資機材などのリソースは極めて限られており、また、森林火災に関連 |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <p>する様々な機関との連携が必ずしも十分に行われていないため、効率的な防火・消火対策に繋がっていない。森林火災の現場での活動を効率化するためには、特に MIDAGRI、MINAM などの中央政府機関と州レベルの様々な機関との連携が必要であるが、州政府は十分な能力を有していない。</p> <p>このような背景の下、本プロジェクトは、地方部の森林火災の現場における火災対策の効率化を、資機材供与と技術移転の面から支援するとともに、中央、州レベルの関連機関との連携の強化を目的とする。</p> |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力<br>無償資金協力(資機材供与など)                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. 相手国政府の関係機関          | <実施機関>GORE Ucayali, CGBVP-Ucayali<br><協力機関>SERFOR/MIDAGRI, SERNANP/MINAM, COER                                                                                                                                                                        |
| 5. プロジェクトの対象地域         | ウカヤリ地方                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. プロジェクト目標            | ウカヤリ地方政府とボランティア消防団ウカヤリ支局の森林火災への対処能力が強化される。                                                                                                                                                                                                            |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | (1) 森林火災の警戒と初期対応能力の強化<br>(2) 地方部における森林火災の防止と対処に係る啓発活動の実施<br>(3) 関係機関との調整と連携の強化<br>(4) 資機材の供与と必要な訓練の実施(無償資金協力)                                                                                                                                         |
| 8. 期待される成果             | 1) 森林火災に対するコミュニティレベルの警戒と初期対応能力が強化される。<br>2) 森林火災を防止するためのコミュニティレベルの意識が啓発される。<br>3) 州政府機関の森林火災に対する初期対応能力が強化される。<br>4) 州政府機関と中央政府機関との連携が促進される。<br>5) 装備と使用技術の面で強化される(無償資金協力)。                                                                            |

出所: 日本工営㈱

## プロファイル No.2: ウカヤリ地方の熱帯林生態系における「焼畑」技術の適正化プロジェクト(ペルー)

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名             | ウカヤリ地方の熱帯林生態系における「焼畑」技術の適正化プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2. プロジェクトの背景と概要        | <p>焼畑農業は、ペルーの地方部において広く一般的に行われているが、火の管理意識の欠如などにより、当初意図していたエリア以外へも拡大するケースが多く、またそれを制御することは多くの場合は困難であるため、深刻な被害へ繋がった事例が多く報告されている。このような手法の利用を現状のまま放置することは、森林火災対策を行う上での大きなリスクを放置することを意味する。したがって焼畑の技術と火の管理を徹底することは、特に地方政府にとって、森林火災対策上の重要な責務と考えられる。しかしながら、焼畑の利用に関する技術的な指針はなく、また適切な利用を目的とする啓発活動なども十分に行われていない。また焼畑への依存を軽減するための生計向上策なども十分に行われていない。本プロジェクトは、ペルーで最も森林火災の被害が大きい州の一つであるウカヤリ地方政府をカウンターパートとして、中央政府機関との協力の下で、焼畑及び火の管理能力を向上させ、またコミュニティにおいて焼畑技術の利用の適正化を推進する。</p> |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力プロジェクト<br>科学技術協力(SATREPS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. 相手国政府の関係機関          | <実施機関>GORE Ucayali(Regional Directorate of Agriculture),<br>SERFOR(MIDAGRI)<br><協力機関>UNALM, SERNANP (MINAM), CGBVP-Ucayali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. プロジェクトの対象地域         | ウカヤリ地方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6. プロジェクト目標            | ウカヤリ地方の熱帯林地域において、「焼畑」技術の利用の適正化が促進される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | (1) 「焼畑」に関連した森林火災の予防策の特定と活動計画の策定<br>(2) 「焼畑」の使用に関する適正技術の開発<br>(3) 「焼畑」技術に依存しない農業・アグロフォレストリー技術の開発と普及                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | (4)「焼畑」技術の適正な使用に関する啓発活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8. 期待される成果 | <p>1) 森林火災の大規模化を防ぐための対策が進む(下草の管理、防火帯の設置)。</p> <p>2) 技術マニュアル(予防措置、焼畑の使用)が作成される。</p> <p>3) 「焼畑」技術に依存しない以下の技術が開発される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土地利用における土地の変化を伴わない代替農業技術</li> <li>○ アグロフォレストリー(Agroforestry)、シルボパスチャー(Silvopasture)、アグロシルボパスチャー(Agrosilvopasture)など、森林を活用した農業技術</li> <li>○ 焼畑農業の手法の改善と生産性の向上</li> </ul> <p>4) 「焼畑」技術に依存しない農業・アグロフォレストリー技術が普及される。</p> <p>5) 「責任ある火の使用」、「責任ある農業」に関して、また「焼畑」の危険性に対するコミュニティの意識が啓発される。</p> |

出所: 日本工営(株)

#### 1.7.4.2. ブラジル

##### プロフィール No.3: アマゾンとセラードのバイオームの移行帯における森林火災の防止と対策のための能力強化プロジェクト(ブラジル)

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名             | アマゾンとセラードのバイオームの移行帯における森林火災の防止と対策のための能力強化プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2. プロジェクトの背景と概要        | アマゾン盆地の南部に位置する「森林破壊の円弧」と呼ばれる地域は、アマゾンとセラード・バイオームの移行帯が大部分を占め、特に漸弱な生態系であるとされる。この地域は砂漠化リスクや、生物多様性の損失リスクが最も高い地域であるにも関わらず、森林火災の発生件数が最も多い地域であり、喫緊の対策が求められている。この移行帯には、5州(Acre, Rondonia, Mato Grosso, Para, Tocantins)が位置しており、これらの州で防火や消火などの対応能力を強化し、森林火災の発生件数を減少させ、また大規模火災を防ぐことは、ブラジル全体の森林火災対策において最も優先度が高い課題の一つである。本プロジェクトは、中央政府機関であるIBAMAを窓口機関として、各州での統合的防火管理の導入を強化することを目的とする。最も被害が深刻であり、過去に最も多くの支援を受けて来たマトグロソ州では、先進的な取組についてパイロット活動を行い、その後の他州への展開も視野に入れる。 |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力<br>無償資金協力(資機材供与など)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4. 相手国政府の関係機関          | 〈実施機関〉<br>(中央政府)PREVFOGO/IBAMA<br>(地方政府)BEA(Batalhão de Emergências Ambientais)/CBMMT(Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso), SEMA<br>〈協力機関〉ICMBIO, FUNAI                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. プロジェクトの対象地域         | アマゾンとセラード・バイオームに移行地帯の5州(Acre, Rondonia, Mato Grosso, Para, Tocantins)。但しパイロット活動はマトグロソ州を対象とする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. プロジェクト目標            | 統合的防火管理(IFM)の導入を通じて州レベルの消防関連の各組織の能力が向上する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | <p>(1) 火災管理に関する地域コミュニティ、大規模農家との連携促進</p> <p>(2) 延焼防止のための下草燃料の管理プログラムの策定と実施</p> <p>(3) 森林火災の防止と制御のための小規模インフラの整備</p> <p>(4) 州間で情報を共有するプラットフォームの設置</p> <p>(5) コミュニティ防災、初期対応に関する啓発及び訓練の実施</p> <p>(6) 州政府による統合森林管理(IFM)の促進</p> <p>(7) 資機材の供与(無償資金協力)</p>                                                                                                                                                                                                  |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. 期待される成果 | 1) コミュニティの意識啓発、初期対応の能力が向上する。<br>2) 延焼防止のための下草燃料の管理プログラムが策定され実施される。<br>3) 延焼防止のための小規模インフラが整備される。<br>4) 統合森林管理(IFM)の適用事例が増える。<br>5) 初期対応及び監視のための大規模農家との協力協定が締結される。<br>6) 地域コミュニティ、大規模農家による監視と早期警告行動が改善される。<br>7) 森林火災の摘発数と罰則の適用数が増加する。<br>8) 資機材、人員と能力が強化される。 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

出所: 日本工営㈱

**プロファイル No.4: 国家火災情報システム(SISFOGO)の実施と適切な利用促進プロジェクト(ブラジル)**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名             | 国家火災情報システム(SISFOGO)の実施と適切な利用促進プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2. プロジェクトの背景と概要        | SISFOGO は、ブラジルにおける森林火災の監視と抑制のための中心的なシステムである。IBAMA や連邦警察などの中央政府機関において収集された情報や分析結果は、SISFOGO に統合され、各州の森林火災の現場で役立てられることが期待されているが、現状では本システムは十分に機能しておらず、また現場での活動に十分に生かされていない。<br>PREVFOGO は、森林火災対策に特化して設立された IBAMA の一部局であり、SISFOGO の運用と改善を担当する。本プロジェクトは、PREVFOGO の SISFOGO の適切な利用のための能力強化を目的として、連邦保護区を管轄する ICMBIO と、先住民保護区を管轄する FUNAI の協力の下に様々な関連活動を実施する。 |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4. 相手国政府の関係機関          | <実施機関>PREVFOGO / IBAMA<br><協力機関>ICMBIO, FUNAI                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. プロジェクトの対象地域         | 法定アマゾン 9 州(ブラジル国土の約 60%を占める)<br><パイロットサイト>法定アマゾンのセラード・ハイムに位置する自然保護区及び先住民保護区                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. プロジェクト目標            | 国家消防情報システム(SISFOGO)有効性と適切な利用が促進される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | (1) 集中監視システムの開発および運用指針の作成<br>(2) 集中監視システムの運用に関する研修の実施<br>(3) SISFOGO の関係機関への情報提供と意思決定の効率化<br>(4) 森林火災の関連組織の連携の促進                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8. 期待される成果             | 1) モニタリングされている森林火災アラートを、直接森林火災に対応する地方自治体や消防組織、タイムラグなく視覚的に情報伝達をするシステムが構築される。<br>2) 森林火災管理に有用なデータおよび情報ネットワークとシステムの SISFOGO への統合が促進される。<br>3) 森林火災の予防と管理に関する連邦と州の関係者間のネットワーク化とコミュニケーションの効率化が促進される。<br>4) 森林火災の予防・対策のために官民連携が促進される。                                                                                                                     |

出所: 日本工営㈱

### 1.7.4.3. ボリビア

#### プロファイル No.5: 森林火災による被災地域の生態系機能及び生物多様性の回復・保全プロジェクト(ボリビア)

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名             | 森林火災による被災地域の生態系機能及び生物多様性の回復・保全プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. プロジェクトの背景と概要        | 森林景観の回復は、森林の生態学的な機能を回復させ、提供されるサービスによって地元住民の生活を改善するのに役立つことが知られている。ボリビアでは 2019 年に 50,000km <sup>2</sup> 以上が火災の影響を受けたが、そのうち、サンタクルス州では約 35,000km <sup>2</sup> (国内で焼失した合計の 65.75%)で被害を受け、そのうち約 17,000km <sup>2</sup> が森林であった。<br>このような背景の下でサンタクルス州では、2020 年に「サンタクルス州の火災の影響を受けた地域の回復計画」が策定された。本プロジェクトは、森林火災後の回復(Recovery)に着目し、本計画に沿った形で、環境水省、サンタクルス州政府(GAD) および地方自治体(GAM)の役割を支援し、またそれらの連携を促進することを目的とする。同プランは環境、社会、生産、観光・文化及びセクター横断・リスク・ガバナンスの 5 つの柱より構成されるが、本プロジェクトは特に環境にあるアクションの実施と、他機関との連携の促進を重視する。 |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4. 相手国政府の関係機関          | <実施機関><br>(中央政府)MMAyA<br>(地方政府)GAD - Santa Cruz, 森林火災の影響を受けた各自治体政府(GAM)<br><協力機関><br>Ministry of Defence                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5. プロジェクトの対象地域         | サンタクルス州(森林火災の影響を受けた 26 自治体)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6. プロジェクト目標            | 森林火災の被災地の生活の質を悪化させた負の影響を、復元、修復、および回復のための活動を通じて軽減される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | (1) 火災の影響を受けた森林と保護区における、天然更新の補助及び回復作業の実施<br>(2) 森林火災の影響を受けた森林と保護区、更にそれらを繋ぐコリドー地域における、生物多様性保全ための活動の促進<br>(3) 森林火災の影響を受けた森林と保護区における、流域アプローチに基づいた包括的な流域管理の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8. 期待される成果             | 1) 在来種の種子収集及び苗木生産、またそのための研修が実施される。(MMAyA)<br>2) 天然更新の補助と回復作業のマニュアル作成と研修が実施される。(MMAyA)<br>3) 火災の影響を受けた森林と保護区における、天然更新の補助及び回復作業のアクションプランが策定される。(GAD)<br>4) 被災コミュニティを特定と、林業およびアグロフォレストリー苗床が創設される。(GAD)<br>5) 生物多様性及び生態系機能に対する森林火災の影響調査が実施される。(MMAyA)<br>6) 森林火災の影響を受けた生態系機能、生物多様性の回復計画が策定される。(MMAyA)<br>7) 保全の優先地域、優先動植物が特定され、それらの保全活動が促進される。(MMAyA)<br>8) 統合的流域管理計画が策定される。(MMAyA, GAD)<br>9) 自然植生の回復のモニタリングが実施される(環境機能、炭素の固定と放出、水収支、地表水と地下水源、生物多様性コリドーの機能 など)                                     |

|  |                                                  |
|--|--------------------------------------------------|
|  | 10)関係機関との協力協定、また共同活動の合意文書が締結される。<br>(MMAyA, GAD) |
|--|--------------------------------------------------|

出所: 日本工営(株)

**プロフィール No.6: 森林火災に繋がる焼畑技術の管理手法の普及と啓発プロジェクト(ボリビア)**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. プロジェクト名             | 森林火災に繋がる焼畑技術の管理手法の普及と啓発プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. プロジェクトの背景と概要        | ボリビアで広く知られる「チャケオ」と呼ばれる焼畑農耕は、農地として利用するための土地を準備する技術として、ボリビアの農民によって一般的に使用されている。この「チャケオ」は、地方部における森林火災の主要な要因と考えられている。近年、気候変動の影響で干ばつの頻度が増えており、森林火災が森林生態系へ致命的な悪影響を与える恐れが高まっている中で、「チャケオ」の適切な管理は、喫緊の対応が必要な事項と認識されている。<br>サンタクルス州はブラジルと国境を接し、アマゾン・バイオームとセラード・バイオームの移行帯に位置している。2000年から2013年にかけてボリビアで発生した森林火災の71.3%が本州で発生したことなどから、森林火災のリスクが最も高い州と言える。森林火災の影響を受けた26自治体のうち、San Matías、San Ignacio de Velasco、Charagua、Concepción、Puerto Suárezが上位5自治体であった。本プロジェクトは、サンタクルス州政府と最も被害を受けた自治体政府と共同で、「チャケオ」利用を適切に管理することにより、森林火災の頻度を減らし、また火災後の植生回復を促すことにより、森林生態系への悪影響を軽減することを目的とする。 |
| 3. 適用可能性のある JICA のスキーム | 技術協力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4. 相手国政府の関係機関          | (中央政府)MMAyA<br>(地方政府)GAD - Santa Cruz,<br>各パイロット自治体政府(GAM)(San Matías、San Ignacio de Velasco、Charagua、Concepción、Puerto Suárez)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. プロジェクトの対象地域         | サンタクルス州<br>パイロット自治体(San Matías、San Ignacio de Velasco、Charagua、Concepción、Puerto Suárez)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. プロジェクト目標            | 森林火災の延焼の危険性を減らすために「チャケオ」技術の管理と使用方法が改善される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7. 主要な活動コンポーネント        | (1)「チャケオ」技術の使用の危険性に関する啓発活動の実施<br>(2) 初期対応、延焼防止及び監視のためのコミュニティ防災啓発・訓練の実施<br>(3) 初期対応、延焼防止及び監視のための関係機関の代表者から構成される連絡会議の形成<br>(4) 初期対応、延焼防止及び監視のための活動計画策定と小規模インフラの整備<br>(5) 代替農業技術の開発、それらの導入のためのマニュアルの作成<br>(6) マニュアルを使った代替農業技術に関する研修の実施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8. 期待される成果             | 1) コミュニティの意識啓発、初期対応の能力が改善される。<br>2) 地域コミュニティによる監視と早期警告行動が改善される。<br>3) 初期対応及び監視のための連絡会議が形成される。<br>4) 延焼防止のための小規模インフラが整備される。<br>5) コミュニティの「チャケオ」の依存度が軽減される。<br>6) 「チャケオ」の代替農業技術が普及される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

出所: 日本工営(株)

## パート2： 南部アフリカにおける火災 原因調査

## 2. 南部アフリカにおける火災原因調査

冒頭の「II.1. 調査対象地域」で述べたように、本成果は KAZA-TFCA における森林火災管理の向上に直接的に貢献することが期待されている。そのことから、KAZA-TFCA を解析対象範囲とした①森林火災面積や頻度などの現状の把握、②文献調査等による火災原因の検討、③火災が及ぼす将来への影響について調査を行った。

### 2.1. 火災発生状況の分析手法

#### 2.1.1. 人工衛星 (MODIS、LANDSAT) による火災面積の把握手法

林野火災の検知はアメリカ航空宇宙局 (NASA) が打ち上げた MODIS 衛星が全世界的に利用されている。本調査においては、本衛星画像データによる火災発生面積の抽出と合わせて、Landsat 衛星画像データを用いた火災跡地面積の解析を実施した。図1は KAZA-TFCA を対象地とし、MODIS 衛星と Landsat 衛星により検知された火災発生跡地の面積 (ha) を5時点 (2001-2005-2010-2015-2019) 分抽出し比較した図である。

その結果、MODIS 衛星 (青) で検知された火災発生跡地の面積が Landsat 衛星により検知された面積を、はるかに上回る面積が検出されていることがわかる。今後、いずれの検知面積がより確からしい値を示しているか検証を進める必要がある。

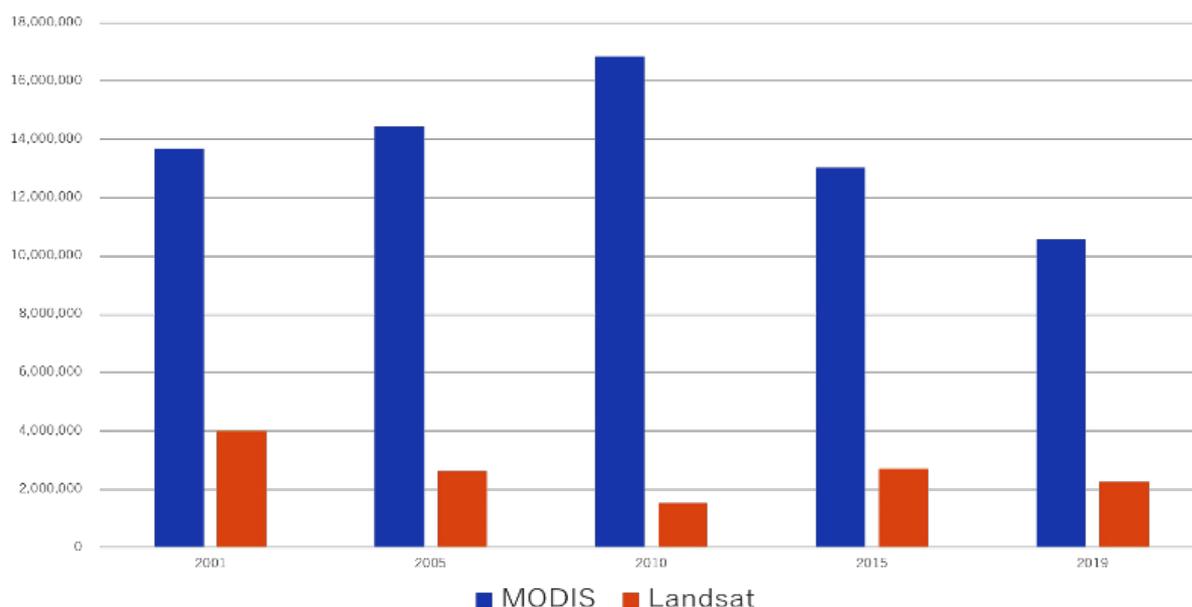


図1: MODIS と Landsat による火災発生跡地面積の比較

#### 2.1.2. MODIS 衛星が検出した火災面積の精度検証

上記の「2.1.1.」では MODIS 及び Landsat TM および Landsat 7 により検知された火災発生面積の検出面積量の比較であったが、両衛星データにより検知された火災発生面積に、10 倍以上の差があることが明らかになった。同地域、同年で検知面積に大きな差があることから、両衛星データの検知精度について検証を行った。

なお、検証方法としては、以下の 2 つの方法を採用した。

- 1) 文献調査
- 2) Landsat 8 衛星を利用した目視判読

### 2.1.2.1. MODIS 衛星による火災面積検知の精度検証(文献調査)

MODIS の火災跡地検知機能の精度について既存の文献から調査した。

#### ☑ 文献

**Boschetti, et al. (2019). Global validation of the collection 6 MODIS burned area product. Remote Sensing of Environment 235, 111490**

#### 方法

文献のなかでは Landsat8 で検出した火災跡地を真値とし、MODIS が検知した火災跡地の精度が比較検討されている。

#### ☑ 結果

MODIS では、表14に示す通り、世界平均で 40.2% 過剰に火災跡地を検出(CE: Commission Error)し、72.6% 実際の火災発生箇所を検知できていない(OE: Omission Error)との結果が示された。GCF-SAP 対象地である Tropical Savanna においては、OE が 60.7% あり、CE が 35.2% であると示された。

表14: 文献中に示された森林タイプ別の MODIS 火災検知精度

Estimated global and per-biome accuracy metrics and total burned area, and associated standard errors derived from the Table 4 estimated confusion matrices. See Equations [5–8] for the accuracy metric definitions and equation [10] for the associated standard errors. See equations [11–12] for the total burned area estimation, and equations [13–14] for the associated coefficient of variation.

| Biome                    | $\hat{O}A$<br>[%] | $\hat{SE}(\hat{O}A)$<br>[%] | $\hat{O}E$<br>[%] | $\hat{SE}(\hat{O}E)$<br>[%] | $\hat{C}E$<br>[%] | $\hat{SE}(\hat{C}E)$<br>[%] | $\hat{rel}B$<br>[%] | $\hat{SE}(\hat{rel}B)$<br>[%] | $\hat{B}$<br>[km <sup>2</sup> ] | $CV(\hat{B})$<br>[%] |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Tropical Forest          | 99.4%             | 0.4%                        | 90.6%             | 1.5%                        | 63.5%             | 8.0%                        | -74.1%              | 4.2%                          | 2647584                         | 14.5%                |
| Temperate Forest         | 99.9%             | 0.1%                        | 94.5%             | 2.1%                        | 55.7%             | 7.9%                        | -87.6%              | 3.5%                          | 319284                          | 23.3%                |
| Boreal Forest            | 99.9%             | 0.1%                        | 27.0%             | 9.8%                        | 23.9%             | 3.9%                        | -4.0%               | 9.1%                          | 138031                          | 34.6%                |
| Tropical Savanna         | 99.2%             | 0.1%                        | 60.7%             | 5.6%                        | 35.2%             | 2.5%                        | -39.3%              | 7.6%                          | 3934283                         | 13.8%                |
| Temperate Savanna        | 99.9%             | 0.1%                        | 63.4%             | 11.8%                       | 27.9%             | 7.9%                        | -49.2%              | 11.1%                         | 370586                          | 22.8%                |
| Mediterranean            | 99.8%             | 0.1%                        | 94.2%             | 8.2%                        | 58.8%             | 10.6%                       | -85.9%              | 16.1%                         | 124173                          | 42.4%                |
| Deserts/Xeric Shrublands | 99.9%             | < 0.1%                      | 64.9%             | 6.4%                        | 30.8%             | 6.0%                        | -49.3%              | 7.54%                         | 99598                           | 18.1%                |
| Global                   | 99.7%             | < 0.1%                      | 72.6%             | 3.9%                        | 40.2%             | 2.4%                        | -54.1%              | 5.3%                          | 7633539                         | 8.9%                 |

本論文においては、MODIS の解像度についても検討している。MODIS の解像度の低さから、例えば実際には1ha の火災であっても、地上解像度に関係する最小検知面積の制約から 25ha の火災として検知されてしまうことになる。

MODIS: 500m x 500m = 25ha

Landsat8: 30m x 30m ≒ 0.1ha

この差から、MODIS で検知される火災面積は過大評価されている可能性が高いことが言える。

### 2.1.2.2. MODIS 衛星による火災面積検知の精度検証(Landsat 8 を利用した目視判読)

文献調査で用いられた方法論を準用し、MODIS で検知された火災跡地と Landsat 8 の火災跡地を目視判読で比較した。

図2は火災発生前(No.1)と火災発生後(No.2,3)の画像である。No.1とNo.2の画像は共に Landsat8 であるが、No.2の画像では火災の発生地点が黒くなっており、火災発生地点が目視判読可能であることがわかる。図2のNo.2とNo.3において、黄色く囲っている箇所が火災発生跡地であり、かつ目視判読可能であるエリアとなる。No.3の画像はMODISで火災を検知した箇所を赤く示している。No.2で火災発生を目視判読できないが、No.3において、比較的大きく火災を検知できている箇所をピンク色の点線で示している。明らかに、MODISがより広い範囲で火災を検知していることが分かる。

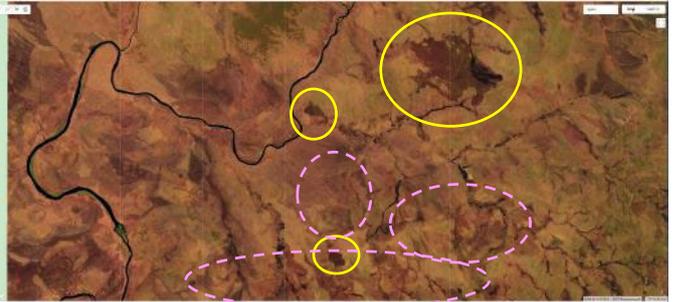
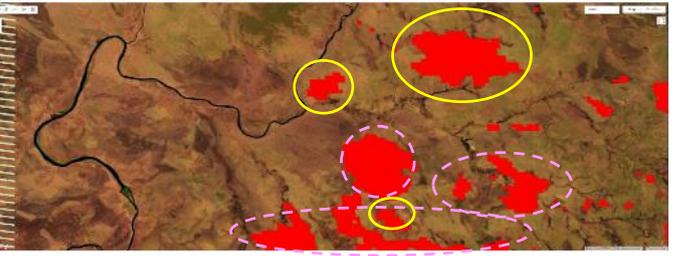
| No | 撮影日                   | 衛星           | 画像                                                                                   |
|----|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2015年<br>8月20日        | Landsat<br>8 |    |
| 2  | 2015年<br>8月27～<br>28日 | Landsat<br>8 |    |
| 3  | 2015年<br>27～28日       | MODIS        |  |

図2:MODIS が検知した火災エリアと Landsat8 画像との比較  
(図中の点線内の一部は過小推定であるものの、大部分が過大推定となっている。)

また、図3は KAZA-TFCA 全域において、2019 年に検知された火災跡地を示した図である。

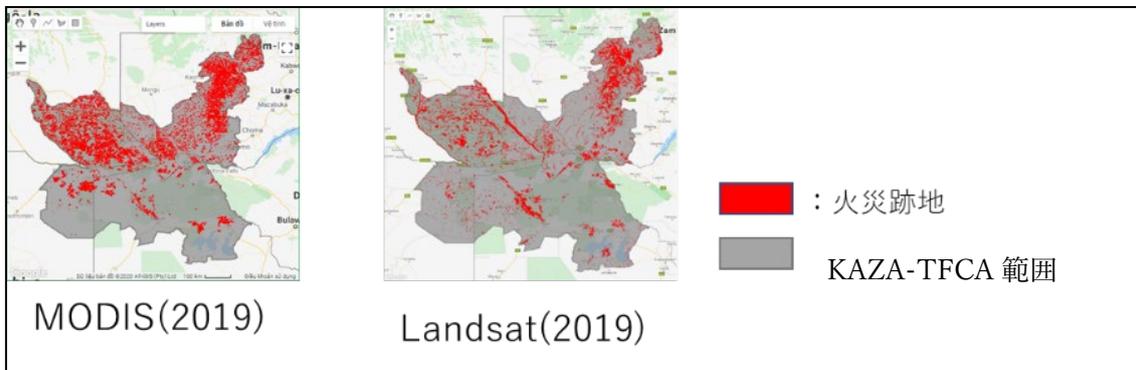


図3:KAZA-TFCA 全域において 2019 年に検知された火災跡地

## 【検証結果】

以上の結果から、南部アフリカ地域、特に KAZA-TFCA においては、MODIS により検知された火災跡地は、過大評価された値であることが示唆された。また、Landsat により検知された火災面積がより確からしいと考えられる結果となった。

したがって、今後は、Landsat を利用し、KAZA-TFCA における過去 20 年間の火災発生面積の分析を進めることとする。

## 2.2. KAZA-TFCA における火災発生面積の分析

先の調査で MODIS が検知した火災発生が過剰である可能性が示唆されたことから、Landsat を用いて 2000 年から 2019 年までの計 20 年間の KAZA-TFCA 4か国(アンゴラ、ボツワナ、ナミビア、ザンビア)の火災発生面積の解析を実施した。

### 2.2.1. 解析手法

- 次の Landsat 衛星により撮影された画像を利用。
  - 2001～2014:Landsat 5 および Landsat 7
  - 2015～2019:Landsat 7 および Landsat 8
- 雲被覆率が 30%以下の画像で検索画像をフィルタリング
- 衛星画像検索期間を当該年度の 1 月 1 日～12 月 31 日と設定
- 上記条件に該当した衛星画像を 1 枚に合成し、当該年度の雲なし画像として整理
- 地上解像度は 30m。

以上の条件および設定により火災発生跡地を抽出した。

### 2.2.2. 火災発生面積の動態

2000 年から 2019 年までの 20 年間の火災発生面積(km<sup>2</sup>)の動態は図4の通りである。最大で 2002 年の約 49,000 km<sup>2</sup>から、最小で 2019 年の 16,500 km<sup>2</sup>と、2 倍以上の差があり、年変動が大きいことが観察できる。火災発生面積は増加傾向と減少傾向が交互に起こっているとも見ることができる。

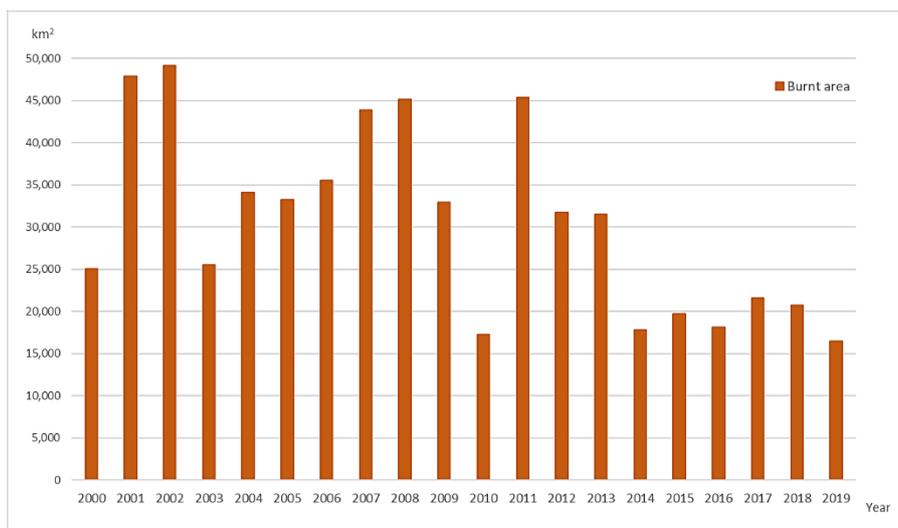


図4:2000 年から 2019 年までの KAZA-TFCA 域内の年別火災発生面積

### 2.3. KAZA-TFCA における火災発生頻度の分析

上記までは KAZA-TFCA 全域における各年の森林火災面積とその動向について分析した。一方、南部アフリカの半乾燥林は、生態系サイクルの一つとして天然性の森林火災が繰り返し発生する攪乱が重要な要素を担っていることが知られている。つまり、過去の森林火災面積の総数には同一箇所で繰り返し発生した森林火災面積が含まれている。森林火災の特徴を理解しその原因を分析するためには、火災発生頻度に基づく解析が必要である。

そのことから、これまでの衛星画像に基づく火災面積の動態把握に加え、火災発生頻度が高い場所の地域の特徴を把握することや火災発生頻度が高い場所と低い場所の特徴比較を目的とした解析を行った。

#### 2.3.1. 解析手法

使用した衛星データは Landsat (地上解像度 30m) を用い、火災面積の分析は収集した Landsat 衛星の独自解析による特定、解析対象期間は 2001 年から 2020 年とした。

図5に解析結果を示す。

20 年間の対象期間中、10 回以上森林火災が発生した地域も広く分布 (図中の西側地域) しており、単純平均すると 2 年に 1 回の火災発生頻度であると言える。

#### 2.3.2. 火災頻度分布とその傾向

地域的な分布傾向をみると、ザンビアでは Kafue 国立公園や Sioma-Nguwezi 国立公園、ナミビアでは Mudum 国立公園周辺、ボツワナでは Chobe 国立公園から Kasane 森林保護区、Kazuma 森林保護区で高頻度に火災が発生している様子が確認され、国立公園や保全林のような保護地域において火災が頻度高く発生している傾向がうかがえる。更に KAZA-TFCA 西側のアンゴラやナミビアの San 族が居住するとされるエリアに火災の高頻度エリアが確認できる。

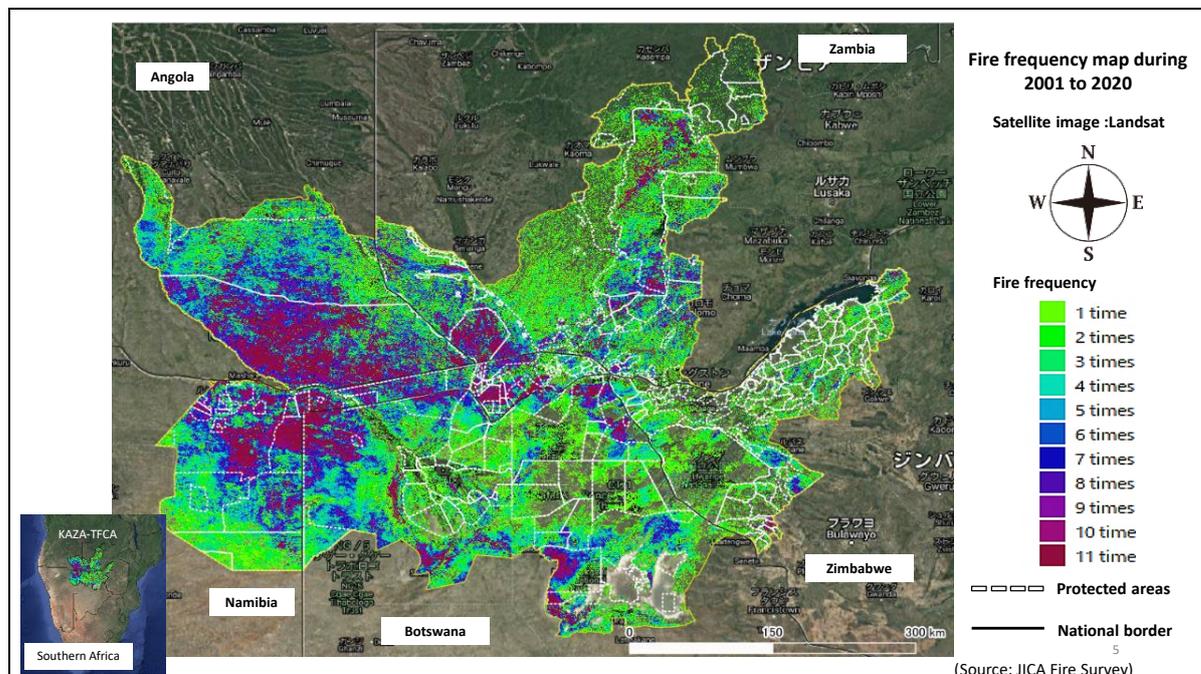


図5:2001年から2020年までのKAZA-TFCA域内における火災頻度マップ

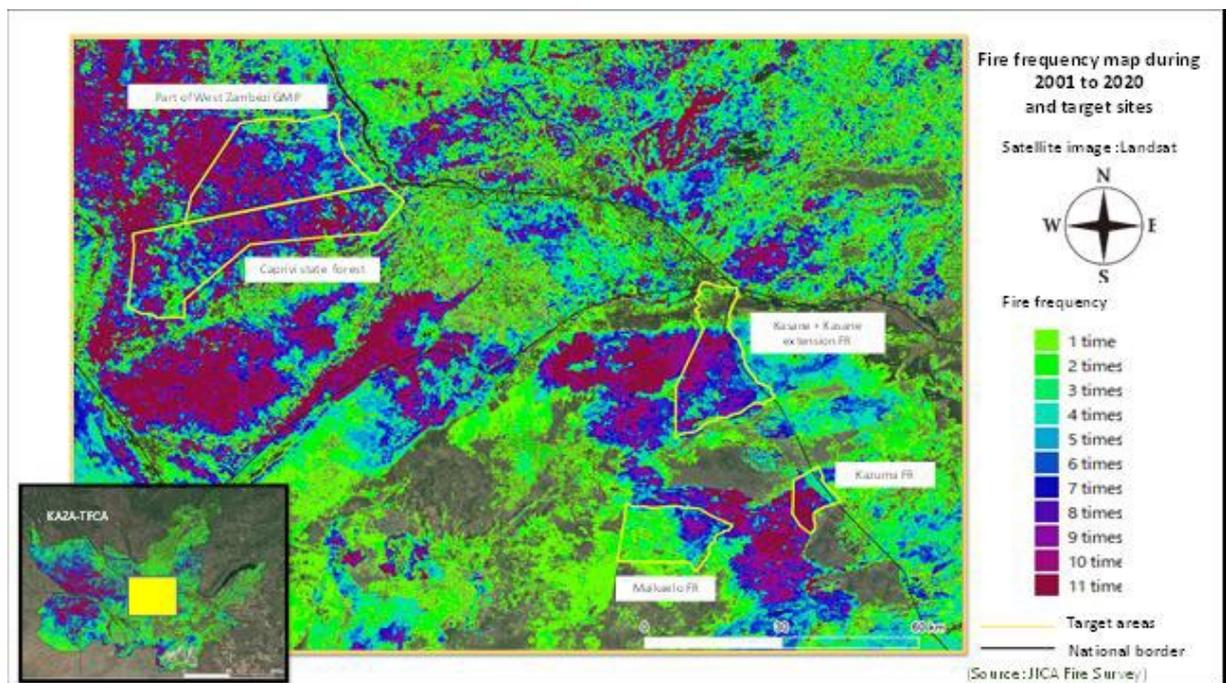


図6:2001年から2020年までのKAZA-TFCA域内における火災頻度マップ(一部拡大)

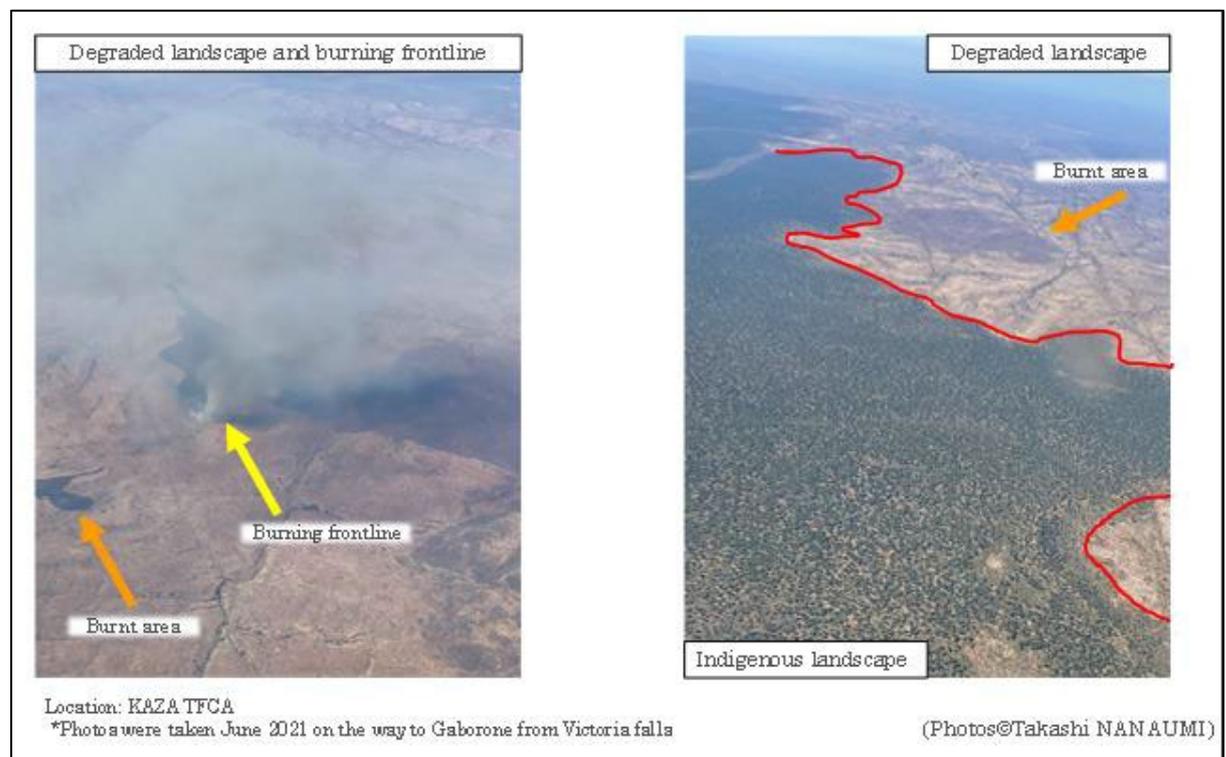


写真1:2021年に上空から撮影された火災状況と火災跡地の空撮写真

次に過去から現在に至るまでに火災発生頻度の増減傾向を確認するため、1991年～2000年、2000年～2010年、2011年～2020年の3期間に区切って、火災発生頻度分布マップ(図7)を作成した。

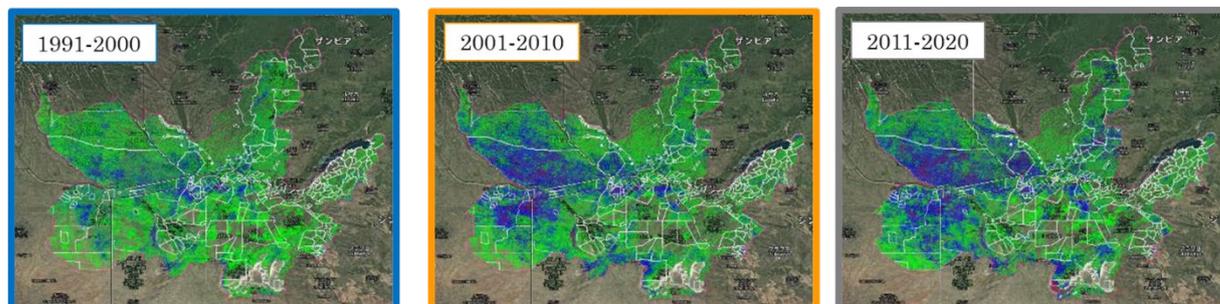
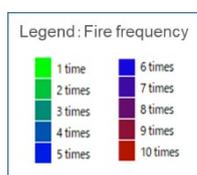


図7: 3つの期間別・火災発生頻度マップ



この分析によれば1991年から2000年の期間中における火災頻度はそれ以降の2期間に比べて低く、近年になって火災発生頻度が増したと解釈される。

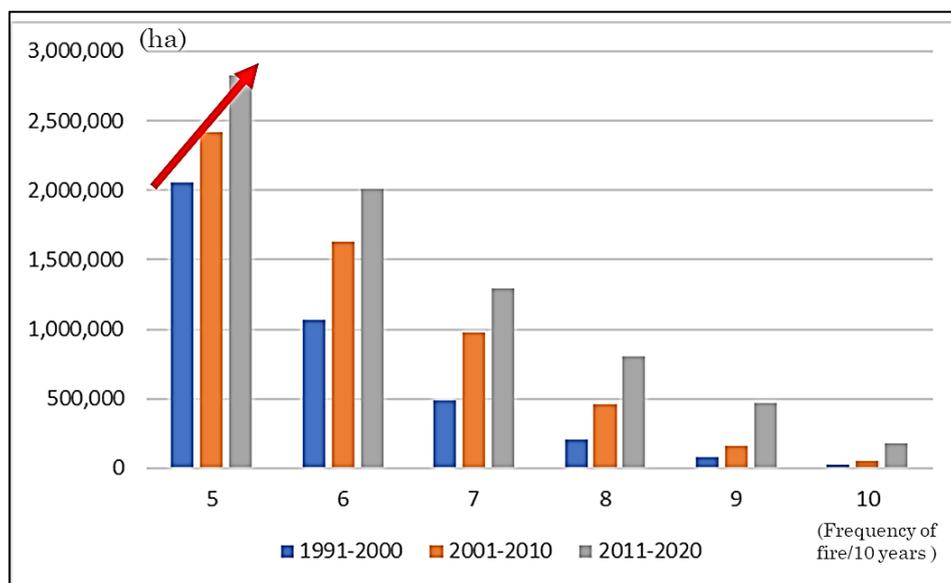


図8: 3つの期間別・頻度別の火災面積

図8は3つの期間別・頻度別に火災面積を集計したものである。いずれの火災発生頻度においても右肩上がりの増加傾向にあり、図7で観察された傾向が定量的に裏付けされている。

### 2.3.3. 高頻度火災箇所と植生との関係

次に森林火災及び高頻度火災発生地域がどのような土地被覆において生じているかを把握するための解析を行った。

図9はSentinal-2衛星データを用いて、調査団が独自に植生分布図を作成した結果である。

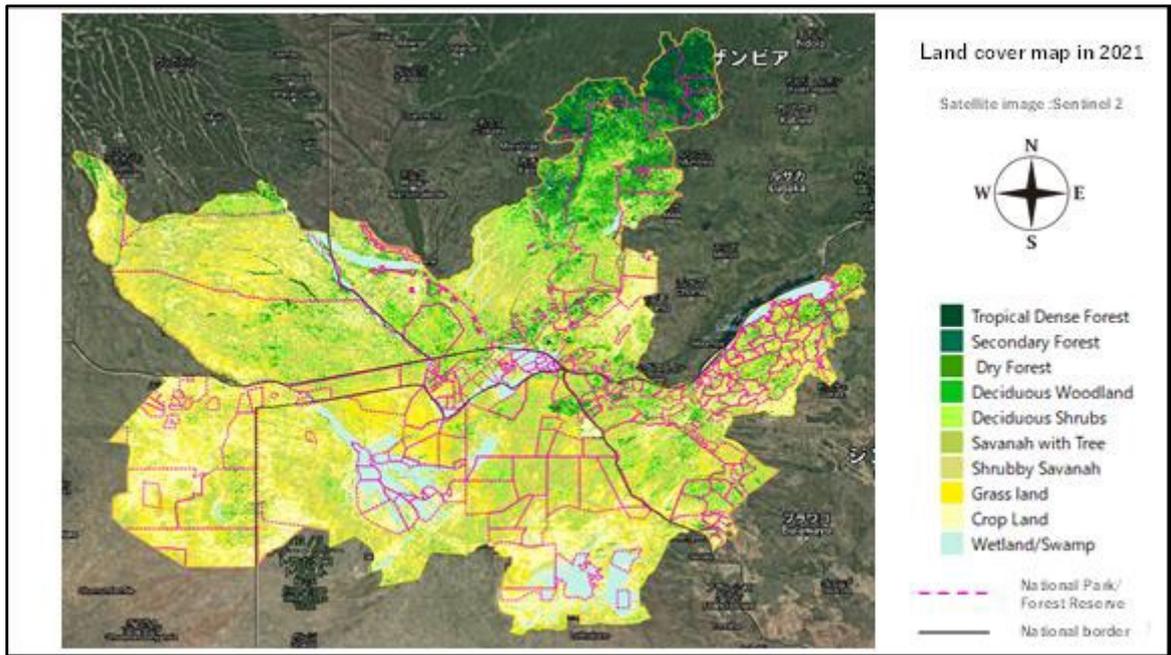


図9:KAZA-TFCA 域内の植生図(調査団による Landsat の独自解析)

これによると KAZA-TFCA の北東部(ザンビア国内)に熱帯密生林及び2次林が分布し、それ以外の地域では乾燥林や落葉低灌木林、更に草原が広く優占していることがわかる。次に、図7で作成した火災発生頻度マップ(2001年から2020年)のうち、5回以上の火災が同一地域で発生した箇所を「高頻度火災地域」として定義し、図9の植生分布図と重ね合わせ、高頻度火災地域と植生との関係を分析した。

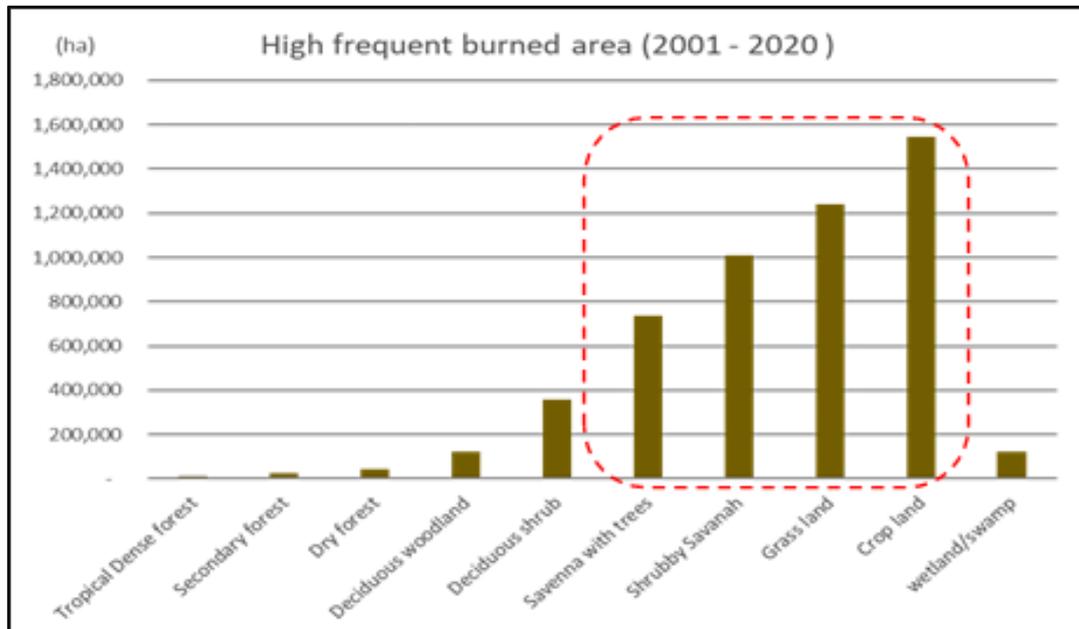


図10:高頻度火災箇所と植生の関係

これによると、図10に示す通り、高頻度火災地域には草原性サバンナ、低灌木性サバンナ、草地、農地が含まれていることが分かった。農地での繰り返し火入れについては、人為活動の一環であり適切な火災管理がなされていれば、自然資源に与える影響は少ないと思われる。

#### 2.3.4. 高頻度と低頻度の火災発生地の特徴

次に高頻度火災が植生に与える影響を分析するため、比較対象となる低頻度火災と隣接している箇所について高解像度衛星画像が格納されている Google Earth を用いて地上植生の違いなどを観察した。

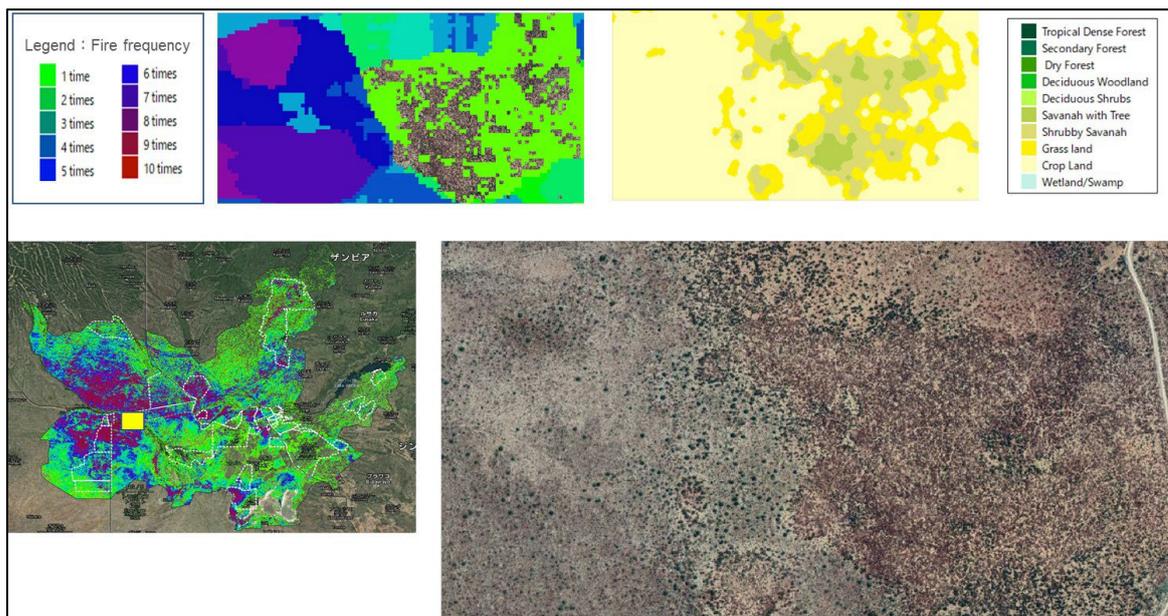


図11: 高頻度火災箇所と低頻度火災箇所における地上植生の違い(ボツワナ: Shakawe 付近)

図11は、ボツワナ北部のナミビア国境近くに位置する Shakawe 近辺の事例である。過去の火災発生頻度が5回以上の箇所と1~2回の箇所を高解像度衛星画像で確認すると、明らかに地上植生の繁茂状況に違いが見られる。高頻度火災の箇所は草原(Range land)もしくは草地(Grass land)が分布し、灌木が散在している様子がうかがえる。一方、低頻度火災の箇所は明確に単木樹冠が確認でき、立木密度も中程度あることが目視確認され、低灌木性サバンナ林と判読される。

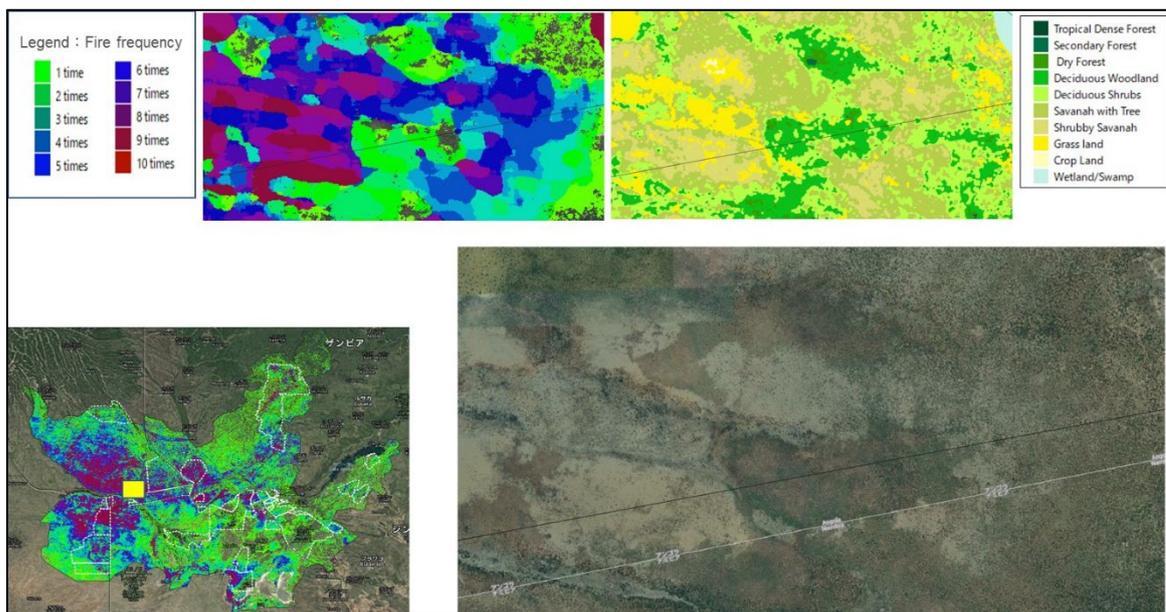


図12: 高頻度火災箇所と低頻度火災箇所における地上植生の違い(アンゴラ: Luiana percial reserve)

図12に示すアンゴラの事例では、先に示したボツワナの事例よりもより顕著に高頻度火災箇所と低頻度火災箇所の間で植生の違いが生じていることが確認できる。

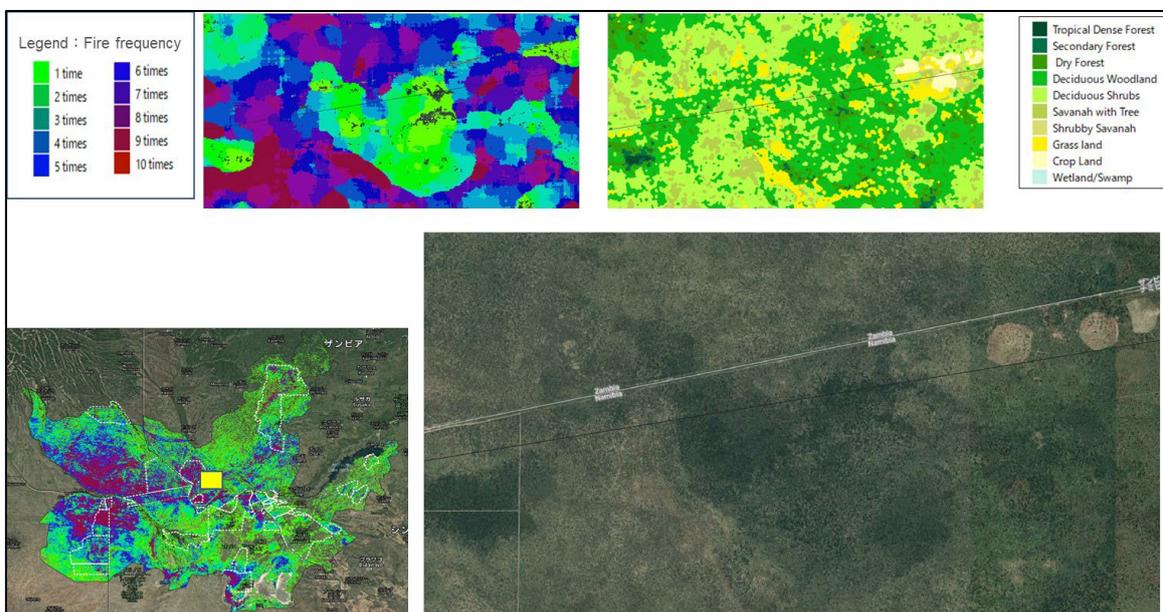


図13: 高頻度火災箇所と低頻度火災箇所における地上植生の違い(Namibia: Caprivi state forest)

更に、図13にナミビアの Caprivi 国有林の事例を示す。高解像度衛星画像上に横断している線はナミビアから KAZA-TFCA に入り、その後ザンビア側のビクトリアフォールズに向かう幹線道路で

あり、沿線には農業活動が見られる(図13の衛星画像右側の3カ所の丸いエリア)。他の2地域同様に高頻度火災箇所は草地が卓越し、低頻度火災箇所は低灌木性サバンナが維持されている。

顕著な違いとして、高頻度に火災が発生している地点は、地上植生が草原(Range land)もしくは草地(Grass land)に維持されているものの、火災頻度が低い場所では、はっきりと樹冠が確認でき、かつ火災高頻度発生エリアよりも密な樹冠の様子が観察できる。

以上のことから、高頻度に火災が発生するエリアでは、本来であれば遷移が進み森林が形成されるはずが、人為的な火災発生が制限要因となり Grass land として維持されている可能性が示唆された。このことは、Grass land については頻発する森林火災の影響により草原性サバンナ若しくは低灌木性サバンナが劣化した箇所とも考えられ、劣化した半乾燥林の土地被覆と解釈される。

このことを模式的に示すと、図14のように捉えることができる。

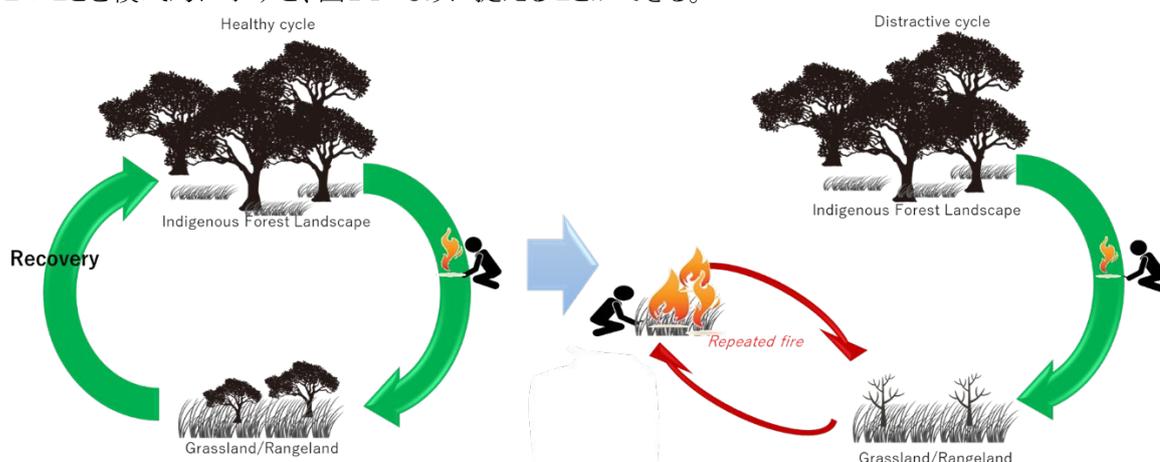


図14: 火災攪乱に支えられた生態系の修復プロセスと人為攪乱によるプロセスへの影響

図14の左側の図は、森林火災に支えられた半乾燥林生態系の正常なサイクルである。火災の発生後、生態系の修復機能により草地若しくは低灌木林から潜在植生に遷移する。一方、図14の右側の図は、火災の発生後、生態系の修復過程に遷移する前に、人為的影響により再度火災による攪乱をうけ、回復機能を消失させるほど劣化が進行した状態である。このように生態系のレジリエンスを超えたインパクトにより生態系そのものが劣化する状況は国際的に課題とされており、南部アフリカ半乾燥林において早急な対策が望まれる。

ここまでの分析により南部アフリカ地域のうち KAZA-TFCA 域内における森林火災の動態やその特徴、生態系に及ぼしている影響などについて把握することができた。

次節では検知された火災発生面積がどのような環境的または社会経済的な因子に影響を受けるかを明らかにするために、次の因子との関係性について解析を進める。

- ①火災発生の季節変動
- ②降水量との比較
- ③エルニーニョ、もしくはラニーニャ発生との関係
- ④社会経済的要因との比較

なお、コロナの影響により現地での社会経済調査が難しいため、インターネット Web 検索により取得可能な統計情報を基にデータの収集、分析を行った。

## 2.4. KAZA-TFCAにおける火災の原因分析

### 2.4.1. 火災の発生原因に係る文献調査

火災の発生原因から対策を検討する場合、発生原因が人為的なものなのか、もしくは落雷に代表されるような自然発生的なものなのかを検証する必要がある。文献をもとに、原因を検討した。南部アフリカ地域における火災発生原因を研究したものとして、以下の2つの論文を紹介する。

- 1) Archibald, S. et al. (2008) What limits fire? An examination of drivers of burnt areas in Southern Africa. *Global Change Biology*
- 2) Philip, C. G. et al. (2018) Classifying drivers of global forest loss. *Science* Vol. 361 (6407), 1108–1111.

Archibaldら(2008)は、落雷の発生数、火災面積を検証し、両者が反比例的な結果(図15)を示すことを明らかにした(グレーの棒グラフ:落雷の発生数、黒の実線:火災発生面積)。また火災の90%以上が乾季に発生していることを明らかにした。以上の結果から、乾季に発生する火災は人為的なものである可能性が高いことが示唆されている。

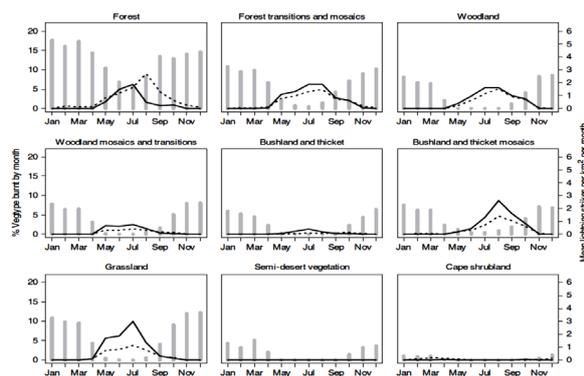


Fig. 2 Seasonal distribution of lightning strikes and burnt area in the 12 major vegetation types identified by White (1983). Grey bars show mean monthly lightning strike frequency; solid lines show the percentage of the area burnt defined by the Moderate Spatial Resolution Spectroradiometer (MODIS) burned area product (Roy et al., 2008b); dotted lines show the percentage of fire-affected area defined by the 1 km MODIS active fire product (Giglio et al., 2003).

図15: 落雷の発生面積と火災発生面積の比較

Philipら(2018)は、アフリカにおける森林減少のドライバーが農地の拡大によるものであることを示した(表15)。本調査対象地においては、地域住民が森林を切り開き開墾する際に火入れ行為が伴うことが、SADC 森林プロジェクトによる現地訪問時に確認されている。このことから、農地開拓に伴う火入れ、特に繰り返し行われる Repeated fire やこれに伴う火災延焼が生態系の回復力に負の影響を与え、生態系サービスの劣化に影響を与えていることが示唆された。

表15: 地域別の森林減少及び劣化に係るドライバーごとのトレンド

| Region                  | Map-based estimates              |                                                |                                          |                      |            |            |               | Sample-based estimates                   |                      |                |                |                   |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|------------|------------|---------------|------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------|
|                         | Hansen et al. (3)                |                                                | Current study: Driver of tree cover loss |                      |            |            |               | Current study: Driver of tree cover loss |                      |                |                |                   |
|                         | Tree cover loss (Mha, 2001–2015) | Tree cover loss (% of global total, 2001–2015) | Deforestation                            | Shifting agriculture | Forestry   | Wildfire   | Urbanization  | Deforestation                            | Shifting agriculture | Forestry       | Wildfire       | Urbanization      |
| North America           | 70                               | 21%                                            | 1%                                       | <1%                  | 56%        | 40%        | 2%            | 2 ± 1%                                   | 1 ± 1%               | 48 ± 11%       | 48 ± 11%       | 1 ± 1%            |
| Latin America           | 78                               | 25%                                            | 56%                                      | 31%                  | 13%        | 1%         | <1%           | 64 ± 8%                                  | 24 ± 7%              | 9 ± 3%         | <1 ± <1%       | <1 ± <1%          |
| Europe                  | 15                               | 5%                                             | None                                     | <1%                  | 99%        | 1%         | None          | None                                     | <1 ± <1%             | 95 ± 5%        | 5 ± 5%         | None              |
| Africa                  | 39                               | 13%                                            | 4%                                       | 92%                  | 4%         | <1%        | <1%           | 2 ± 1%                                   | 93 ± 3%              | 4 ± 2%         | <1 ± <1%       | 1 ± 2%            |
| Russia/China/South Asia | 64                               | 20%                                            | <1%                                      | <1%                  | 41%        | 58%        | <1%           | 2 ± 2%                                   | 1 ± 1%               | 38 ± 12%       | 59 ± 12%       | <1 ± <1%          |
| Southeast Asia          | 39                               | 13%                                            | 78%                                      | 9%                   | 13%        | <1%        | <1%           | 61 ± 13%                                 | 20 ± 10%             | 14 ± 6%        | 2 ± 6%         | <1 ± <1%          |
| Australia/Oceania       | 10                               | 3%                                             | 7%                                       | 10%                  | 29%        | 53%        | 1%            | 8 ± 6%                                   | 10 ± 4%              | 19 ± 9%        | 62 ± 14%       | 1 ± <1%           |
| <b>Global</b>           | <b>314</b>                       | <b>100%</b>                                    | <b>25%</b>                               | <b>21%</b>           | <b>31%</b> | <b>22%</b> | <b>&lt;1%</b> | <b>27 ± 5%</b>                           | <b>24 ± 3%</b>       | <b>26 ± 4%</b> | <b>23 ± 4%</b> | <b>1 ± &lt;1%</b> |

## 2.4.2. 火災発生頻度の多い箇所とその原因分析

図16は、火災発生頻度が高く(赤色)かつ広範囲にわたっているエリアがどのように分布するか検証した図である。火災発生頻度が高いエリアのうち、図16の水色で印をつけたエリアは国立公園と重なる。ナミビアの森林局職員および NGO IRDNC (Integrated Rural Development and Nature Conservation) 専門家からの聞き取りによれば、図16の左下に位置する Mudumu National Park 周辺における火災発生頻度の高さは、①国立公園管理のための Prescribed burning 実施、②Thatching grass の萌芽を促進させるための火入れ、および、③Devils claw (*Harpagophytum procumbens*) の成長を促進させるための火入れの 3 つのケースが考えられるとのことであった。

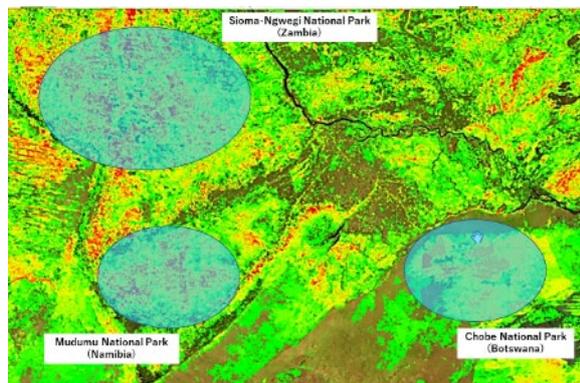


図16: 火災発生頻度が高くかつ広範囲に延焼しているエリア

①の Prescribed burning は大規模火災およびその延焼を防ぐために、国立公園管理者により地上可燃物の除去を行うために実施されている。②の Thatching grass は伝統的な家屋の屋根材として利用されており、地域住民の収入源となっている。なお、Thatching grass は束で売られており、一束 8~10 N\$(Namibian dollar)。③については、火が入ることで種子の休眠を打破する効果があり、また火入れをすることで、収穫時に他の植物のトゲによる負傷を防ぎ、また Devils claw を発見しやすくなる。なお、Devils claw は薬用効果が高く、ドイツやフランスといった欧州系の製薬会社が高額で買取を行っている。そのため住民の収入源となっており、2012 年時点では 50kg バックで 850 ~1,000N\$ (17~20N\$/kg)<sup>28</sup>で取引されていたようであるが、2020 年のニュース記事<sup>29</sup>によれば 45~53N\$/kg で取引されているとの情報もある。

左: 収穫後に売られる Thatching grass。一束 8~10N\$ で売られている。<sup>30</sup>  
右: 家屋の屋根に利用される Thatching grass<sup>31</sup>。



<sup>28</sup> JICA. 2012. Information Collection and Analysis for One Region One Initiative in Namibia Final Report. <http://jp.imgpartners.com/image/NAMIBIA2oOROI.pdf>

<sup>29</sup> The Namibian, <https://www.namibian.com.na/203823/archive-read/Devils-claw-sales-skip-middleman>

<sup>30</sup> New Era Newspaper (<https://neweralive.na/posts/harvesting-and-selling-thatch-grass-for-a-living>)

<sup>31</sup> Strohbach B. J. and Walters H. J. A. 2015. An overview of grass species used for thatching in the Zambezi, Kavango East and Kavango West Regions, Namibia. Dinteria No. 35: 12-42.



写真2: Thatching grass(上) と Devils claw(下)

また、これまで実施してきた解析の結果では、火災の延焼が農業生産を伴う人為的な活動との関連性が示唆されてきたことから、人がアクセスしやすい幹線道路の近く、かつ、衛星画像から農地である可能性が高いと判読できる場所について、火災発生頻度との関係を検証した。

図17および図18は、ナミビア Katima Mulilo の幹線道路沿いの解析画像である。画像を拡大すると、人為的な火入れと考えられる火災の発生が確認できる。火災の発生エリアは、矩形となっており、農地エリアと重なる。つまり、国立公園エリアで見られるような広範囲への延焼は見られず、火入れが農地内でコントロールされていると考えられる。

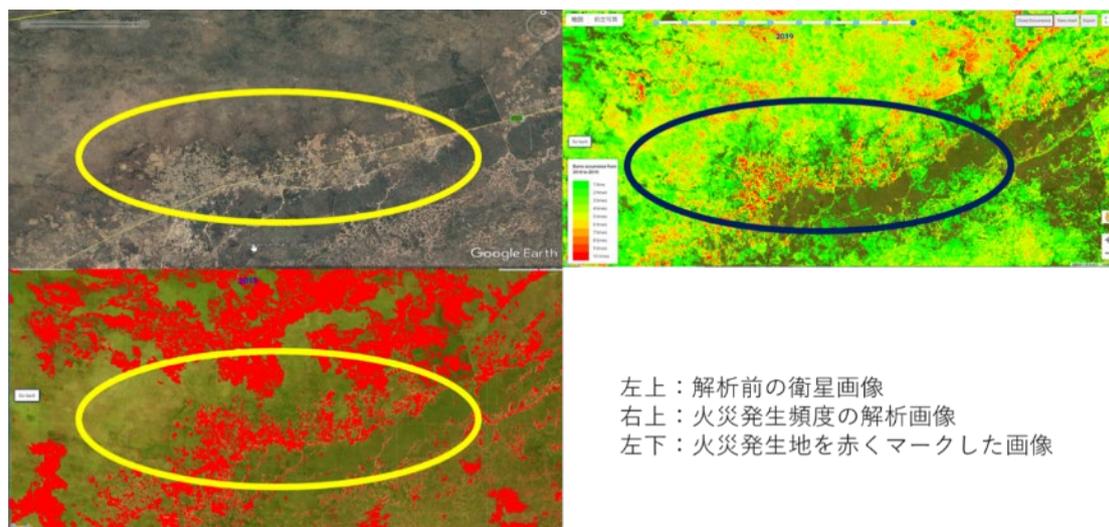


図17: ナミビアの幹線道路沿いで発生した火災。農地への火入れと考えられる場所。

<sup>32</sup> Mncwangi N et al. 2012. Devils Claw- A review of the ethnobotany, phytochemistry and biological activity of Harpagophytum procumbens. Journal of Ethnopharmacology, Vol.143, page 755-771

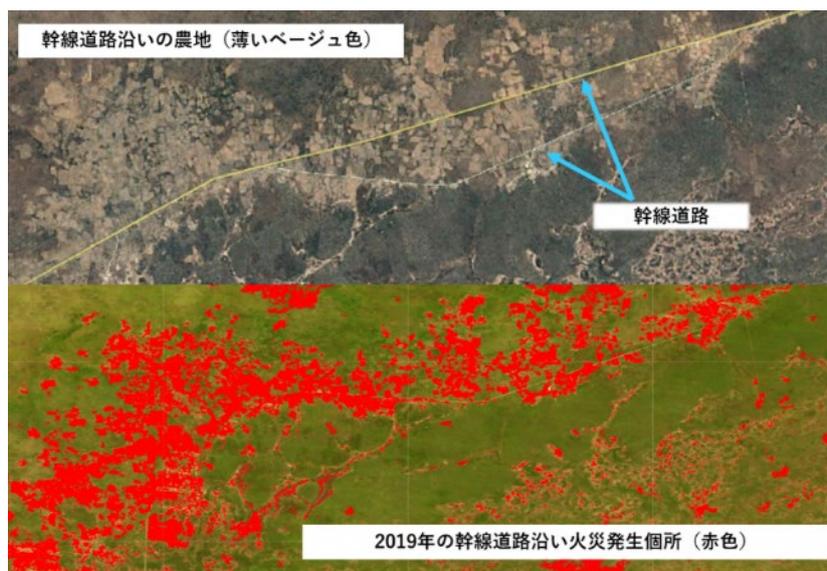


図18: 図17の左上及び左下図の拡大画像

図19は、農地エリアと国立公園エリアを示した図である。両者を比較すると、農地エリアは火災の広がりが矩形状となっており、コントロールされていることが観察できた。一方、国立公園エリアでは、より広範囲な火災の延焼が発生していることが観察できた。

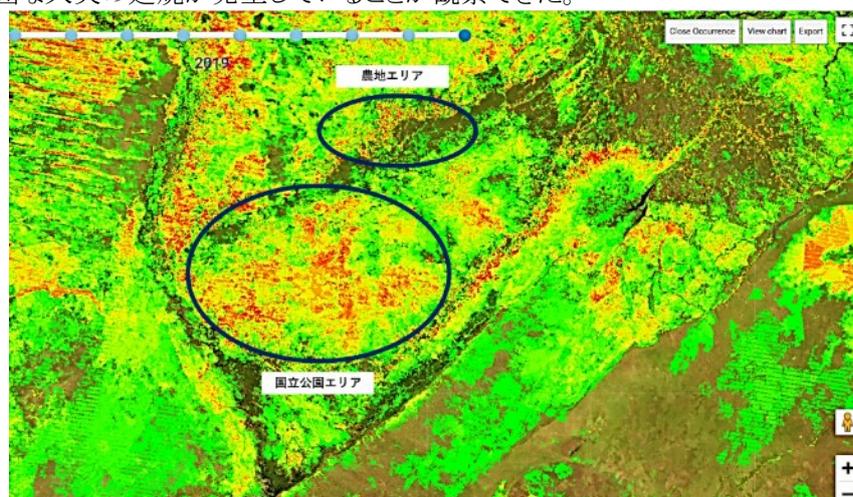


図19: 農地エリアと国立公園エリアの火災発生の様子の比較

これまでの解析および文献調査から、火災の発生および延焼の原因は人為的な農地拡大を目的とした火入れが原因であると推測してきた。しかしながら、今回火災発生頻度を解析した結果から考察すると、次の結果が得られた。

- (1) 農地エリアの火災は、開墾された矩形のエリア内で火災の延焼がコントロールされている。
- (2) 国立公園エリアの火災は、広範囲に延焼している。

上記の結果から、火入れのコントロールという観点から次のことが明らかになったと考えられる。

- 1) これまで通説とされてきた農地拡大による火入れは、火災の頻度は高いものの、火入れ範囲が農地内でコントロールされており、いわば Good fire であることが確認できた。

2) 仮に、Pre-scribed burning がコントロールされた火災と仮定した場合、コントロールされていない延焼の原因となり個人の土地、家畜および生態系に影響を与える Bad fire は周辺住民が収入を得るために行う、Thatching grass および Devils claw の収穫を目的とした火入れであると考えられる。

本解析で、国立公園周辺に暮らす住民の収入活動が火災延焼(Bad fire)である可能性が示唆された。そのため、この点をより明確にするための確認作業(現地聞き取り調査)を計画・実施した。

聞き取り調査の対象は次の通りである。また、調査の方法としては、Key Informant Interview および Focus Group Discussion 形式で行った。

- ・Thatching grass および Devils claw を収穫する住民(火入れ方法、頻度、場所など)
- ・その住民が属する Traditional Authority (TA の土地利用の許可や火入れの慣習について)
- ・国立公園の管理者(Prescribed burning について、計画および火の管理方法)
- ・森林局職員(森林で火災が発生した場合の消火を担当)

#### 2.4.3. 火災発生面積と気候要因との関係分析

「2.2.2. 火災発生面積の動態」の図4に示す作業では、Landsat で検知した KAZA-TFCA 域内の年別火災発生面積の 20 年間のトレンドを解析した。ここでは、気象との関係について考察するために、降水量及びエルニーニョ/ラニーニャと火災発生面積の関係について解析を行った。

取得可能な KAZA-TFCA 対象地域の降水量データ(2001～2019 年)およびエルニーニョ/ラニーニャ発生年と火災発生面積を比較した(図20)。その結果、降水量と火災発生面積の間には一定の傾向が観察できた。①降水量が前年より多かった年の後に火災発生面積が大きくなる傾向、②前年に火災発生面積が極端に小さかった年の後に火災発生面積が大きくなる傾向が観察できる。例えば 2008～2009/2010/2011 年にはこの傾向が顕著に表れている。2010 年と比べると、2008～2009 年の火災発生面積は 2 倍以上あり、降水量は 2010 年に多くなっている。その翌年 2011 年の火災発生面積が 2010 年と比べると、2 倍以上に増加している。

また、年間でどの時期に火災が発生しているか把握することを目的に、一部の年で年間の火災発生面積と乾季(11 月～翌年4月)の火災発生面積を比較した(図21)。これによると年間の 90% 以上の火災が乾季に発生していることが観察できる。なお、エルニーニョ/ラニーニャと火災発生面積に係る関係性は観察できなかった。

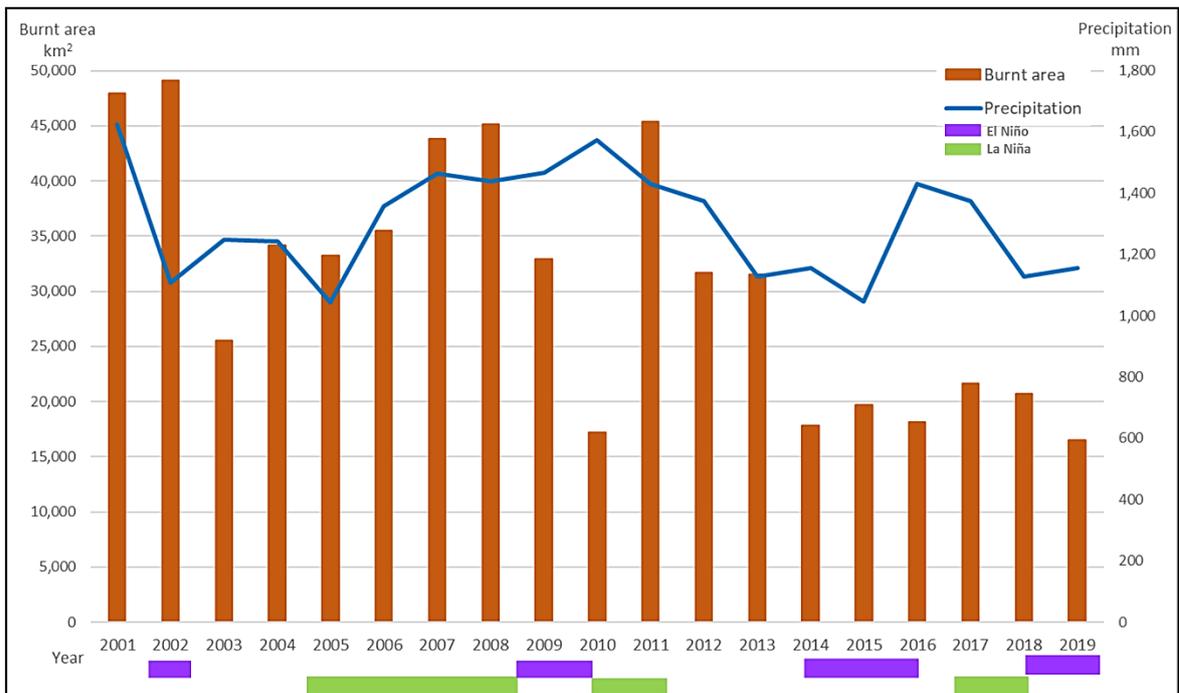


図20: 火災発生面積と降水量及びエルニーニョ/ラニーニャとの比較

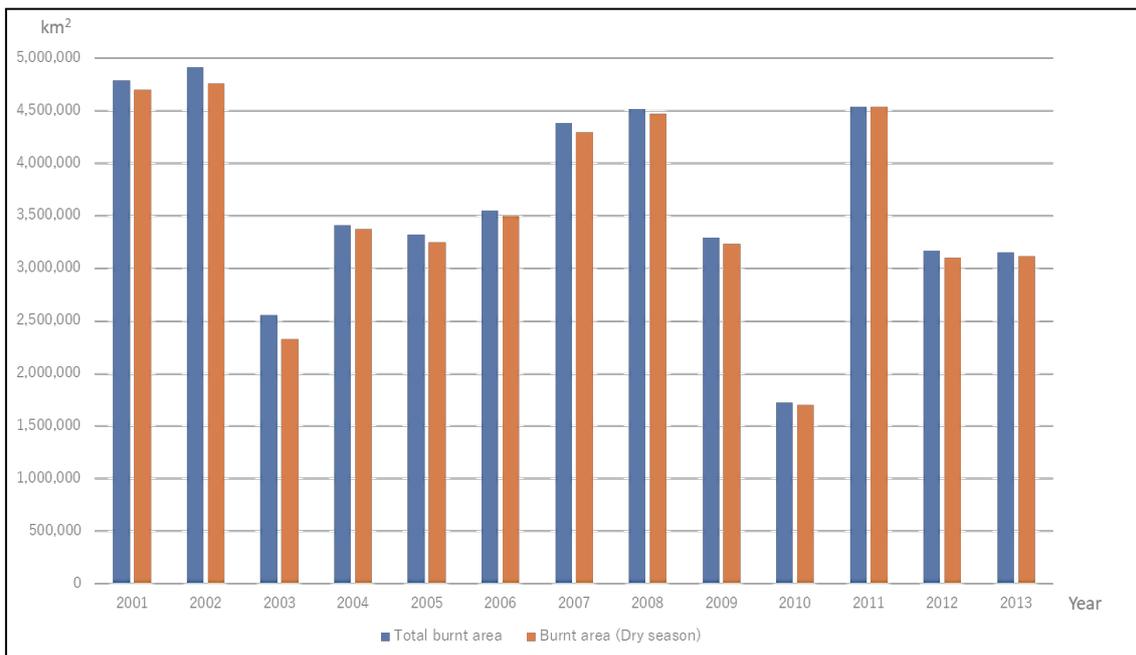


図21: 年間の火災発生面積と乾季の火災発生面積の比較

以上の結果から、火災後の雨量が多くなったことで草地や林地の芽吹きが促進され、火災発生  
の3要素「燃料、酸素、熱」のうち、燃料＝地上可燃物が地上に多量に蓄積された結果、乾季の  
火入れにより火災の延焼が広範囲にわたって発生したことが考えられる。

これまでの調査結果から、以下の点が明らかになってきた。

- 1) 火災の発生原因は人為的な可能性が高い。一方、火災の90%以上が乾季に発生しており、落雷は雨季に発生していることから、自然(気象)要因の可能性は低い。
- 2) 降雨が地上可燃物量を増加させることで、火災が延焼する可能性が高い。

上記を踏まえ、次節では人為的な火災発生原因に焦点を当てた検証を進める。具体的には、主な農作物となっているメイズ等の価格と火災発生面積との関係を調査する。

#### 2.4.4. 火災発生面積と農産物価格との関係分析

12月降水量及びエルニーニョ/ラニーニャと火災発生面積の関係について分析した。ここでは、火災の原因を人為的に発生するものと仮定した検証の一環として、当該地域において主な農作物となっているメイズの価格と火災発生面積との関係を分析した。

##### 2.4.4.1. 火災発生面積とメイズの価格

ナミビアとザンビアにおいて穀物価格と火災発生面積の比較を行った。穀物価格についてはFAOのFAO GIEWS FPMA Tool (Monitoring and analysis of food process)から取得した。ナミビアのデータはKAZA-TFCA域内であるKatima Muliloのメイズ価格を採用している。ザンビアについては対象地であるSeshekeの価格が確認できなかったことから、国レベルでのメイズ価格を採用している。そのためSeshekeのメイズ取引価格はグラフに示されているものから若干前後する可能性がある。

穀物価格の上昇と共に、火災発生面積も拡大している箇所を図22で赤い点線で囲み、穀物価格が下がると火災発生面積も抑えられている箇所を緑色の実線で囲んだ。これによると穀物価格と火災発生面積が比例関係にある可能性(特に、図22左側のナミビア)を一部では示唆しているものの、強い支配要因とまでは断言できず、更なる現地でのヒアリング調査による確認や補完調査などが必要である。

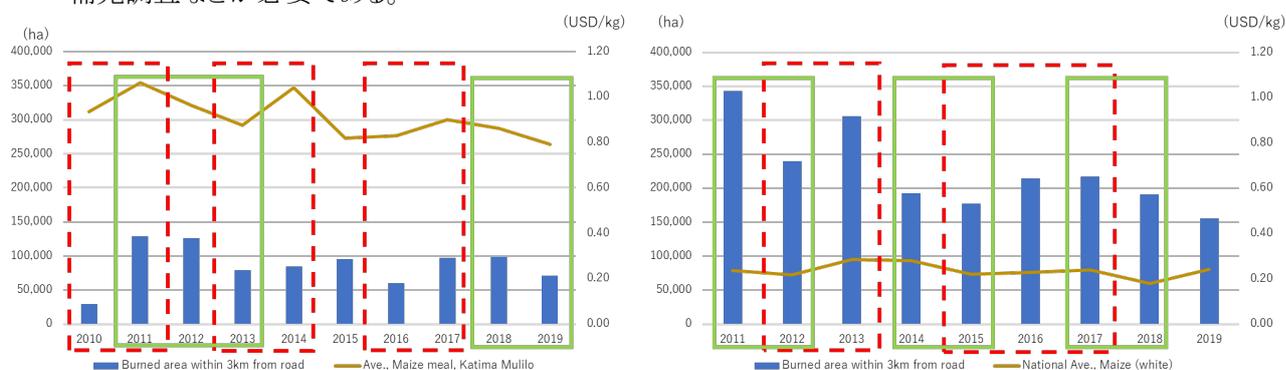


図22. 年間の火災発生面積と乾季の火災発生面積の比較(左図がナミビア、右図がザンビア)

##### 2.4.4.2. 将来的な気候変動と穀物の収量予測が火災発生に及ぼす影響

サブサハラ以南における穀物の収量や価格について、文献調査を行った。

De Pinto (2017)はBAU<sup>33</sup>シナリオの場合、2010～2050年までの40年間で表16に示すとおり穀物価格が上昇すると試算している。

<sup>33</sup> BAU: Business as usual (人為的な対策を取らなかった場合)

表16: 3つの穀物に係る 2050 年までの価格上昇予測

| 作物  | 2050 年までの価格上昇率 |
|-----|----------------|
| メイズ | 56～103%        |
| コムギ | 24～46%         |
| コメ  | 44～60%         |

(出展:De Pinto et al(2017))

同様に FAO (2018) によれば、気候変動は穀物の生産量を減少させ、結果として人々の栄養状態の質を低下させると報告し、南部アフリカでは穀物生産量が約 40%減少するとの試算が示された。KAZA-TFCA 地域においては主要な作物であるメイズの生産量減少が減少するとの予測もある (Schlenker & Lobell, 2010)。

また、穀物生産量は、気候変動下で上昇する可能性も示唆されているが、世界規模での生産量の減少が影響し、価格の高騰が予測されているとも述べている (De Pinto, 2017)。つまり、表16で示したように、穀物価格の上昇と火災面積が比例関係にあると仮定した場合、穀物価格の上昇が、農民にとっての農地拡大のインセンティブとなりうる可能性を秘めていると考えられる。

ナミビアの環境省が 2010 年に発表した気候変動に係る報告書によれば、2050 年までに降雨の季節性が失われる地域が大幅に拡大し農業活動への負の影響が予測されている。降雨の季節性が消失することにより天水農業が可能な地域の南限が北上し、GCF-SAP プロジェクトのナミビア側の活動対象エリアである Zambezi Region (Eastern Kavango and Caprivi) のみ、天水農業が可能なエリアになる (図23) と予測されている (MET, 2010)。将来、気候変動の影響により、当該地域における天水農業がより盛んになる可能性が示唆され、自然資源に対する人口圧に起因した火入れも多くなる可能性があると考えられる。

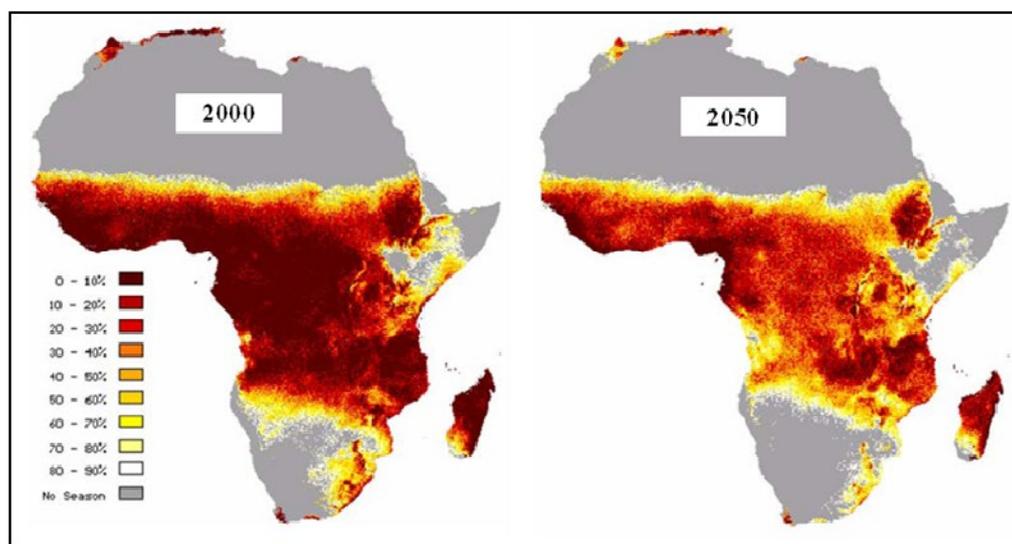


図23: 降雨の季節性が消失する確率

#### 2.4.4.3. 考察

以上の分析から、次の2点が示唆されたと考えられる。

- ・ 農作物価格と火災発生面積との間に比例関係がある可能性が高い。
- ・ 将来的に気候変動により、穀物収量の減少、価格の高騰、天水農業が可能な地域の縮小が予測される。

つまり、仮に火災が農業生産を行うための人為的かつコントロール下にある火入れ行為によるものである場合 (Good fire)、コントロール下の領域を超えて火災延焼に繋がり (Bad fire)、将来的に KAZA-TFCA 地域の森林生態系がこれらの活動により劣化する可能性があると考えられる。

#### [引用文献]

- De Pinto, Alessandro et al. 2017. The effects of widespread adoption of climate-smart agriculture in Africa south of the Sahara under changing climate regimes. In A thriving agricultural sector in a changing climate: Meeting Malabo Declaration goals through climate-smart agriculture, eds. Alessandro De Pinto and John M. Ulimwengu. Chapter 3, pp. 22-39. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- FAO. 2018. Maize markets in Eastern and Southern Africa (ESA) in the context of climate change
- MET. 2010. Climate change vulnerability and adaptation Assessment for Namibia's biodiversity and protected area system.
- Schlenker W. and Lobell D. B. 2010. Robust negative impacts of climate change on African agriculture. Environ. Res. Lett. Vol 5

#### 2.5. KAZA-TFCA における支援ニーズ

上記で分析したように KAZA-TFCA 地域の森林生態系は、気候変動の影響による穀物収穫の減少と価格の高騰により森林火災の発生面積が増大し、コントロールを超えた火災延焼や同じ場所での繰り返し火災 (Bad Fire) の発生といった危機に直面している。

このような状況から、KAZA-TFCA に対し、森林火災管理を中心とした土地回復支援を展開する必要があると考えられる。

土地回復支援は国際的資金を活用したプロジェクト形式とし、具体的には Green Climate Fund (GCF) や Global Environment Facility (GEF) などの資金を活用したプロジェクト案の検討を行った。特に、ここでは GCF における Simplified Approval Process (SAP) をテンプレートとした支援ニーズに応じた土地回復プロジェクトを草案した。同プロジェクト案として取りまとめたコンセプトノート (CN) 案及びファンディングプロポーザル (FP) 案を添付資料とした。

##### 2.5.1. GCF-SAP コンセプトノート (CN) 案

別添資料参照

##### 2.5.2. GCF ファンディングプロポーザル (FP) 案

別添資料参照