



## 生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR) の実践

～その効果、国際動向と JICA の取組～

# はじめに

本ハンドブックは、主として開発途上国において、生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）を進める際の考え方や留意点を整理したものです。防災・減災に生態系を活用することで、地球温暖化対策への貢献、生物多様性・生態系の保全など、ダムや堤防などの人工構造物には無い様々な便益をもたらします。生態系の多様な便益を活用できる Eco-DRR は、日常的に食料や生計を周辺の生態系サービスに依存することが多い開発途上国において、防災・減災の有効な手段の1つとして注目されています。本ハンドブックでは、日本や JICA の国際協力における Eco-DRR の具体的な実施事例を紹介するとともに、計画段階を中心に、計画、実施、評価の各プロセスにおけるポイントなど示しました。

なお、生態系の防災・減災機能については、定量的に明らかになっていない部分も多いため、Eco-DRR 実施に当たっては、対象とする地域の状況や必要な防災・減災機能の程度に応じ、Eco-DRR と合わせて人工構造物による防災施設の設置の有無を検討することも必要です。本ハンドブックを参考としながら、地域の実情を踏まえて、Eco-DRR に積極的に取り組んでいただくことを期待しています。

## 目次

1	自然災害リスクの増大と Eco-DRR に対する期待の高まり	01
2	Eco-DRR の考え方	02
3	Eco-DRR の推進を巡る国際的な動向と日本の取組	04
4	Eco-DRR が途上国にもたらすメリット	06
5	Eco-DRR の具体的な手法	08
6	Eco-DRR の実施に向けた検討の進め方	18

1	4		
2	4		
3	4		
5	6	7	8

### ◆写真の解説

1. 地震で崩壊した山地（中華人民共和国四川省）
2. フトン籠等施工後（同地）
3. 作業風景（同地）
4. 写真1の施工3年後
5. マングローブ植林指導・モニタリング（ミャンマー国エーヤワディーデルタ）
6. 山地で採取され、地元で利用されている薪（マケドニア国東部）
7. 山地周辺で販売されている蜂蜜、キノコなどの非木材林産物（マケドニア国西部）
8. 海岸での海岸保全林の造林（ベトナム国中南部）

# 自然災害リスクの増大と Eco-DRR に対する期待の高まり

## 世界的な自然災害リスクの増大

温室効果ガスの増加に伴う気候変動の影響により、海水面の上昇のほか、集中豪雨、異常熱波、早魃等の発生頻度が世界的に増加傾向にあり、洪水や斜面崩壊、高潮被害等の自然災害が発生するリスクが、高緯度地域や熱帯地域、標高が高い地域を中心として世界的に高まっています。

また、開発途上国を中心に人口は増加傾向にあり、2050年までに世界人口は100億人に迫ると予測されています。こうした急速な世界人口の増加や経済成長に伴う都市化の進展も、自然災害の被害リスクを高めています。特に、開発途上国における急速な人口増加や都市への人口集中は、災害リスクの高い地形・地質の場所や、社会防災インフラ整備の遅れた地域への開発、土地利用の進展をもたらし、災害の被害を受けるリスクの増大に拍車をかけています。

世界の自然災害発生件数と被害状況のデータをみるといざいれも増加傾向にあり、社会経済にも甚大な影響をもたらしており、発生と被害の両面において、自然災害のリスクが高まっています(図1)。

## Eco-DRR に対する期待の高まり

自然災害が一層深刻化する一方で、地域の持続可能な発展や、自然環境保全に対する社会的な関心も高まっています。また、世界的に都市化や開発が進んでおり、貴重な生態系や野生動物の保全に対する関心も高まっています。

こうした中、増大する自然災害リスクに対して生態系が果たす役割に注目し、これを積極的に活用するアプローチとして、

生態系を活用した防災・減災 (Ecosystem-based Disaster Risk Reduction: Eco-DRR) が近年注目を集めています。

生態系は様々な防災・減災機能を有しています。森林は、土砂災害防止、土壌保全や水源涵養等の多面的機能を有しており、これによって、土壌侵食や斜面崩壊、雪崩、風害、雪害等が防止され、洪水も緩和されます。また、サンゴ礁は海岸線を守り、湿地は洪水を緩和するなど、生態系はさまざまな防災・減災機能を有しています。

これらの防災・減災機能に加えて、例えば森林は、農林水産物や水の供給、保健休養の場など多面的な機能を有しており、これによってもたらされる多様な便益(生態系サービス)は、地域社会の持続的な社会経済活動の基盤とも言えるものです。特に、開発途上国において、健全な生態系、野生生物は、農林漁業や観光の重要な資源であり、地域の持続可能な発展に欠かすことはできません。さらに、生物多様性の保全や地球温暖化の原因である温室効果ガスの吸収源としても重要な役割を果たしています。

このように、Eco-DRR は、森林等の生態系が有する防災・減災機能を発揮させることで、自然災害リスクの軽減のみならず、地域社会の発展や生物多様性の保全、地球温暖化対策にも貢献し得る取組です。

こうした状況を踏まえ、開発途上国を中心として、Eco-DRR への関心が高まっており、Eco-DRR を適用した事業が開発途上国において一層展開されることに期待が寄せられています。

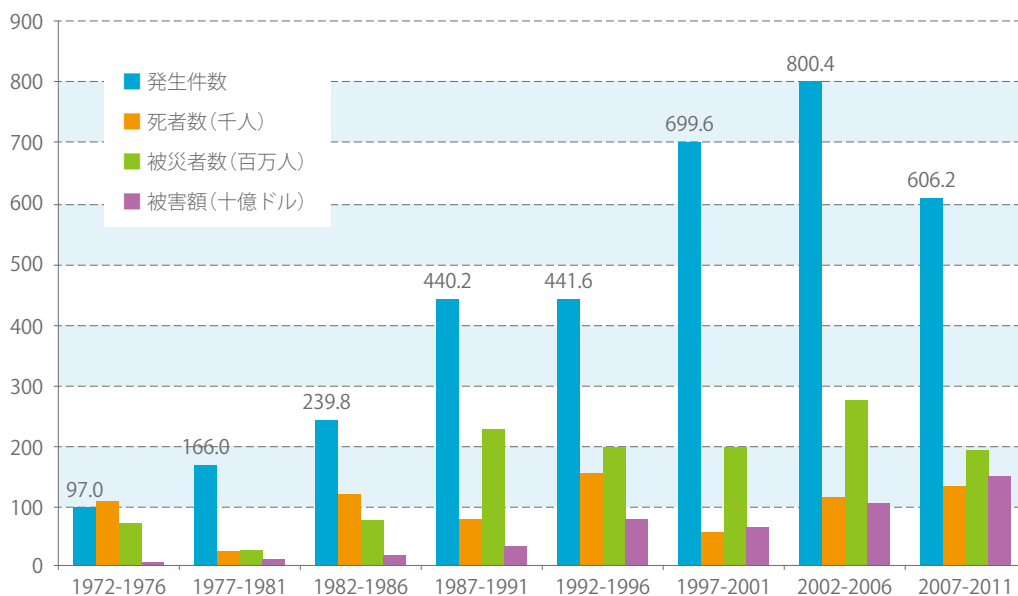


図1 世界の自然災害発生件数、被害状況等の推移(出典：内閣府, 2013)

# Eco-DRR の考え方

## Eco-DRR の災害リスク低減の考え方

Eco-DRR の基本的な考え方は、自然的な土地利用を維持することによる暴露の回避(居住、利用しない選択)と、森林やサンゴ礁など、生態系の物理的な防護による脆弱性の低減(危険現象の影響の緩和)により、自然災害リスクを下げることです。

### 脆弱性の低減

脆弱性の低減とは、災害に対する社会の脆弱性を低減することです。

海岸林が海からの風や飛砂から人家や農地を守り、津波エネルギーを減衰するなど、生態系は、危険な自然現象を軽減する物理的な緩衝として働きます。また、生態系は災害時や復旧時に食料や資源の供給源となるなど人間の暮らしを支えます。

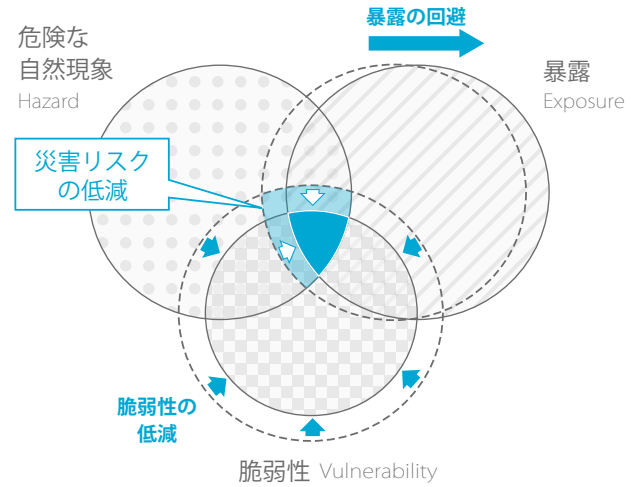


図2 自然災害のリスク低減のアプローチ  
暴露を回避(居住、利用しない選択)または脆弱性の低減(危険現象の影響の緩和)により、災害リスクは下げられる。  
(出典：ADRC, 2005 をもとに作成)



写真1 海岸林(クロマツ)が減衰効果を発揮し、津波での直撃を免れたホテル  
(東北地方太平洋沖地震直後。宮城県東松島市野蒜海岸 2011年5月19日)

Column

1

### 保全対象、災害リスクと Eco-DRR

～人工構造物を補助的に用いて、自然生態系を回復させることにより、防災・減災に活用した例～

ニカラグアのカリブ海側の半島の先端に位置するブラフは、漁業を中心とする人口4千人程度の村です。1988年に襲来したハリケーン・ファンによって、ブラフと本土を繋ぐ砂浜が破壊され、ブラフは本土から分断されました。

2007年に、ニカラグア政府が、消波ブロックを設置したところ、自然の漂砂現象によって砂浜が回復しました。

砂浜は地域の子供たちの遊び場等として利用されているほか、ブラフが本土と陸路で繋がったことで、災害時の陸路避難の可能性が生まれ、脆弱性の軽減が期待されます。また、砂浜の背後には、低木林が再生しつつあり、砂浜の安定化や防風効果などが期待されます。

一方、主要交易港である太平洋岸のコリント港周辺など、人

## ■ 暴露の回避

暴露の回避とは、土砂災害の起こるリスクの高い急斜面の近くや、津波・高潮の影響を受けやすい海岸沿岸部など、自然災害に対して脆弱な土地における住居や道路等インフラ施設の建設を避けて、人命や財産が危険な自然現象に曝されることを回避することです。



写真2 安全な地域への住民の移住が進められている斜面崩壊が激しいマケドニアの山村(テトゴ市 2016年5月17日)

## 生態系による防災・減災と人工構造物による防災・減災の比較

Eco-DRR は、生態系を活用することで防災・減災機能を発揮すると同時に多様な便益を生み出します。

Eco-DRR は生態系を活用することから、人工構造物に比べて特定の災害に対する防災機能の確実な発揮は劣りますが、多様な生態系サービスを同時に発揮させることができ、周囲の生態系への負荷が少ない等の強みがあります。

Eco-DRR の導入にあたっては、このような生態系の特徴を勘案した上で検討することが重要となります。

表1 生態系インフラと人工構造物インフラの特徴

特徴 / インフラの種類	生態系	人工物
防災機能の確実な発揮 (目的とする防災機能とその水準の確実性)	△	◎
多機能性 (多くの生態系サービスの同時発揮)	◎	△
不確実性への順応的な対処 (計画時に予測できない事態への対処の容易さ)	○	×
環境負荷の回避 (材料供給地や周囲の生態系への負荷の少なさ)	◎	×
短期的雇用創出・地域への経済効果	△	◎
長期的な雇用創出・地域への経済効果	○	△

凡例 : ◎大きな強み ○強み △どちらかといえば弱み ×弱み

注: 防潮堤築造と沿岸生態系の緩衝空間としての保全・再生を想定して対比

出典: 日本学術会議(2014)をもとに作成

口や重要施設が集中している場所では、高潮などに備えるため強固な海岸保全施設(コンクリート構造物)の整備が行われています。

このように、保全対象や災害リスク、地域と生態系との関わり等により適切な防災・減災対策の手法は異なります。地域社会の現状を踏まえた、総合的な視点から、Eco-DRR を検討していくことが重要です。

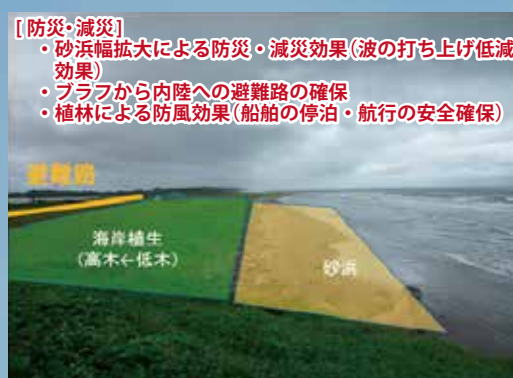


写真3 ニカラグア・プラフでの対策案(養浜等)

# Eco-DRR の推進を巡る国際的な動向と日本の取組

## Eco-DRR を巡る国際動向と日本の取組

世界的な自然災害リスクや地球環境問題の高まりを受けて、近年国際的にも、生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)を推進する動きが加速しています。

2015年3月に仙台で開催された第3回国連防災世界会議で「2015-2030年仙台防災枠組」が採択され、生態系に基づくアプローチの国際的な推進等が優先取組事項の中に位置付けられました。国際自然保護連合(IUCN)や国際連合環境計画(UNEP)を始めとした国際機関やNGOなども、2008年に設立された「環境と防災に関するパートナーシップ(PEDRR)」等の枠組みを通じて、Eco-DRRを国際的に推進しています。

また、気候変動枠組条約(UNFCCC)のCOP21パリ協定(2015年11月)やラムサール条約第12回締約国会議(COP12)、生物多様性条約(CBD)のCOP13決議(2016年12月)など、地球環境問題に関する近年の国際的な合意においても、生態系に基づく防災へのアプローチが推奨されているほか、2015年に国連総会で採択された2030年持続可能な開発目標(SDGs)の掲げ

る複数の目標にアプローチするものとしてもEco-DRRは注目されています。

こうした動きに日本も積極的に貢献しています。2012年に林野庁・JICA共催の国際セミナー「自然災害における森林の役割と森林・林業の復興」が開催され、その結果が2014年の国連食糧農業機関(FAO)林業委員会で自然災害を緩和する森林に関する情報発信の決定に繋がりました。

また、2014年の生物多様性条約締約国会議(CBD-COP12)では、「生物多様性の保全及び持続可能な利用と生態系の再生が生態系の機能やレジリエンスを向上させることにより、沿岸や流域を保護し、災害に対する脆弱性を緩和することに留意」とした「カンウォン宣言」が、日本の提案により採択されました。

表2 Eco-DRRに関連する条約や国際的なイニシアティブ

条約や組織の名称	Eco-DRRに関する合意や活動内容
国連国際防災戦略事務局(UNISDR)	2015-2030年仙台防災枠組に、以下を優先取組事項として記載している。 ① 生態系に基づいたアプローチの国際的な推進 ② 山岳部や河川、氾濫原等の災害リスクの高い地域における災害リスク評価 ③ 生態系の持続可能な利用・管理と災害リスク低減を統合した環境・天然資源管理アプローチの実施
環境と防災に関するパートナーシップ(PEDRR)	IUCNやUNEPを始めとした10以上の国際機関、NGO等が連携し、Eco-DRRを国際的に推進しているパートナーシップの枠組みである。Eco-DRRの推進と実施拡大、ならびに国際や国、地方レベルの開発計画への主流化に取り組んでいる。「防災と気候変動適応のための生態系管理の改善によるコミュニティのレジリエンス向上」をビジョンに掲げる。
気候変動枠組条約(UNFCCC)	COP21パリ協定(2015年11月)に気候変動適応策における生態系への配慮の必要性に言及している。UNFCCCの意思決定を科学的根拠の面から支援するIPCCの特別報告書では、適応や災害リスク管理への生態系に基づくアプローチが推奨されている。
ラムサール条約第12回締約国会議(COP12)	決議13の中で、湿地生態系による防災上の役割を認め、湿地を基盤とした防災を国家戦略や関連政策等に組み込むことや、湿地の災害リスクを評価すること等を締約国に奨励している。
生物多様性条約(CBD)	COP13決議(2016年12月)で締約国に対して気候変動適応と緩和、防災等への生態系に基づくアプローチを推奨している。また、生態系がもたらす多様な便益を考慮することの重要性にも言及している。
2030年持続可能な開発目標(SDGs)	目標11(都市や居住地域の安全とレジリエンス)、目標13(気候変動対策)、目標14(海域の資源や生態系の保全と持続可能な利用)、目標15(陸域の資源や生態系の保全と持続可能な利用)に関連している。

## JICA の Eco-DRR に関する取組

JICA では、従来より災害多発地域や水源等の流域で森林造成・管理に取り組むなど、世界各地の開発途上国で、生態系を活用した防災・減災を支援してきました。

JICA は「自然環境保全分野事業戦略 2014-2020」の戦略課題の一つに「森林等生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR)」を位置づけ、土砂災害、沿岸防災等の防災・減災支援や、気候変動、生物多様性保全等の支援の一部に Eco-DRR の観点を反映するなど、Eco-DRR の活動に取り組んでいます。

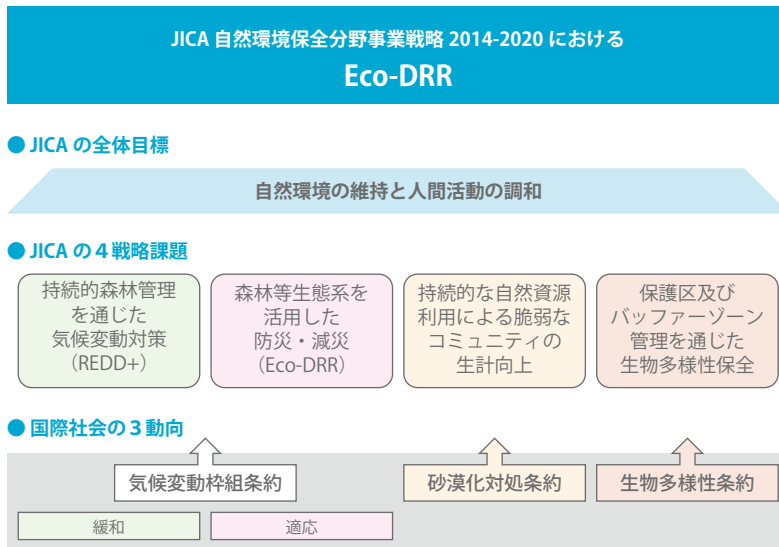


図3 JICA の Eco-DRR に関する取組 (出典：JICA, 2015)



写真4 中華人民共和国 四川省震災後森林植生復旧計画プロジェクト (2010年～2015年)



写真5 ベトナム国 第2次中南部海岸保全林植林計画(2009年～2015年)



写真6 マケドニア国 森林火災危機管理能力向上プロジェクト (2011年～2014年)



写真7 イラン国 アンザリ湿原環境管理プロジェクト(2007年～2012年)

# Eco-DRR が途上国にもたらすメリット

## 防災・減災における生態系活用の有効性

### ■ 生態系が平時にもたらす多様な便益

健全な生態系は、災害時には自然災害の脅威から人や資産を守る緩衝材の役割を果たすとともに、復興時には資源供給等の役割を担い、さらに平時では、地域に様々な生態系サービスをもたらします。主な生態系サービスは以下の通りです。

- **防災・減災サービス**：災害発生時に生態系の物理的な機能により被害を軽減
- **供給サービス**：水、食料、木材、燃料等、建築資材等。特に、災害発生後には避難時の生活に欠かせない水、食料、燃料等を提供し、復興に向けて建築資材や収入源等を提供
- **調整サービス**：流域貯水、水質浄化、炭素固定、気候緩和、作物の花粉媒介、病害虫制御等
- **文化サービス**：地域住民の信仰、文化や帰属意識の源、観光資源等

途上国の農村地域では、住民が周辺の生態系から得られる食料、木材や燃料等(供給サービス)に依存している場合が多く、また調整サービスや文化サービスも地域の生計や社会の持続可能性を支える欠かせない要素です。こうした多様な生態系の便益を活用することが可能な Eco-DRR は途上国に適した防災・減災手段の 1 つと言えます。

### ■ 地球温暖化対策への貢献

森林や草地、藻場の生態系には、地球温暖化の原因となる二酸化炭素を固定する機能があります(調整サービスに含まれる)。気候変動枠組条約のパリ協定に基づいて各国に地球温暖化対策が求められているなか、Eco-DRR を通した生態系の保全、再生または復元により、炭素固定の機能が期待でき、温室効果ガス排出削減目標に貢献することが期待されています。

また、人工構造物インフラが、コンクリートの製造過程等で多くの温室効果ガスを排出するのと比較し、排出量をより抑えた防災・減災の手法と言えます。さらに、地球温暖化の影響により高まっている土砂災害、洪水、高潮の被害を緩和する適応策としても機能します。

### ■ 生物多様性・生態系の保全

世界各地の生物多様性が豊かな地域では、保護区設定等による生物多様性・生態系保全の取組が広く展開されています。Eco-DRR は、このような地域に隣接して人が居住する場所で防災が求められた場合に、生物多様性・生態系保全と防災の両立を可能にする取組です。

### ■ 各国の状況に応じた柔軟な対策の検討が可能

防災・減災に生態系を活用した場合、ダムや堤防などの人工構造物に比べて、初期の整備費用やその後の維持管理費用を低く抑えることが可能です。また、人工構造物と比較して維持管理が容易である点、現地で調達可能な資機材を活用可能なことから、地域住民も管理が行える点、森林等の生態系の機能には持続性がある点なども、Eco-DRR の利点です。

途上国において対策を行う際には、整備や維持管理に係る予算や体制を踏まえて、人工構造物と生態系による対策を総合的に活用することで、各国の技術的側面、人材や組織体制、予算などの状況に応じて、地域全体の災害リスクを低減することができます。

Column

2

## 各国の状況に応じた対策の検討と既存情報の活用 ～マケドニアにおける危機管理センターの役割～

マケドニア危機管理センター(CMC)は大統領府直下におかれた独立政府機関で、自然災害のみならず、難民対策も含め、幅広い国家の危機に対応し、省庁間に情報を共有するための機関です。

JICAの「森林火災危機管理能力向上プロジェクト(2011～2014年)」では、マケドニアの気象局や森林公社等の関係機関

がもともと有していた情報を収集・集約し、これらの情報に基づいて森林火災のホットスポットを特定し、消防局が火災発生時に即座に対応できるように、機材や人員をホットスポット付近に集結させるための情報提供を行いました。

これにより、近年では森林火災による焼失面積が減少しているとの報告があります。同様の体制は Eco-DRR の導入にも応用可能です。例えば、CMC が一元管理する災害リスク、生態系



## Eco-DRR 導入における留意点

森林等の生態系を活用した防災・減災機能には、様々な利点がありますが、一定の限界もあります。Eco-DRR 導入に際しては、主に以下のような点に留意することが必要です。

### ■ 降雨、地震、津波などの外力に対する不確実性の考慮

降雨、地震、津波などの外力に対し、生態系による対策だけで確実に安全を確保することは困難です。特に、近年の気候変動による降雨量の急激な増加により、生態系を活用した対策を実施しても、土砂災害、洪水等の被害が起こる可能性があることを想定する必要があります。そのため、人家、学校等の公共施設や災害時要援護者施設など、重要な保全対象施設が周辺にある地域では、人工構造物の防災施設を整備するなどの対策を講じる必要があります。

### ■ 生態系が防災・減災機能を発揮するまでに一定の期間が必要

既存の生態系を保全するのではなく、例えば森林生態系を再生、造成する場合、樹木等が成長し土砂流出防止等の防災・減災機能を十分発揮するまでには時間がかかります。例えば、ユーカリなどの早成樹でも地面にしっかりと根を張るまでには5年～10年はかかります。そのため、災害リスクの高まっている場所など緊急的な対応が必要な場合には、人工構造物の設置と生態系の融合などの対策を検討する必要があります。

### ■ 防災・減災機能を発揮するには、広域的な対策が必要

防災・減災機能を発揮させるためには、ある程度の空間（面積）を確保する必要があります。例えば、山地森林の水源涵養機能の効果を高めるためには、流域全体での取組が重要です。

の価値に関する地図情報を重ね合わせて分析することにより、Eco-DRR 実施の優先地域を特定できます。この情報が森林公社や観光国立公園省など、現地に事務所をもつ所轄省庁に提供されることで、現地レベルでも Eco-DRR の実施が促進されることが期待されます。

このように各国の防災に関わる体制や情報を整理・把握することは、Eco-DRR を検討する上で重要になります。

### ■ 地域住民の理解向上と合意形成の必要

災害のいちばんの当事者は地域住民です。災害対策には人工構造物によるもの、生態系を活用するものを含め複数の選択肢がありますが、それぞれの長所や上述した留意点について地域住民が理解した上で、地域の望ましい将来像に沿った対策をとる必要があります。地域によっては、過去の災害の経験に基づいて蓄積された災害対策の知恵が受け継がれている場合があり、地域住民の参加はこうした知恵を防災に活かしていくためのきっかけづくりになります。

### ■ 生態系を活用した防災・減災の機能評価の活用と効果のモニタリング

自然災害対策において、複数の選択肢からより合理的なものを選択するためには、定量的な評価や科学的知見に基づく根拠が重要です。評価の結果や科学的知見は地域住民の理解向上に欠かせないだけでなく、関心が異なるステークホルダーが参加する中で、対策方針の選択等、意思決定をする場合の共通理解の形成に役立ちます。したがって、事業の実施にあたっては、生態系の防災・減災機能およびその他便益を含めた機能を評価するために、定量的な情報を収集・蓄積し、Eco-DRR の効果や手法のモニタリングを行うことが重要です。



写真8 CMC と関連する組織（森林公社（PEMF）等）の間で、森林火災リスク情報を共有することを目的に JICA プロジェクトで構築された地理情報システム（マケドニア森林火災情報システム：Macedonian Forest Fire Information System, MKFFIS）。

# Eco-DRR の具体的な手法

## 防災・減災における生態系活用の有効性

Eco-DRR の取組は、災害リスクを考慮した空間計画に基づく自然災害からの暴露の回避(コラム3参照)と、生態系を適切に管理することによる脆弱性の低減に重点がおかれます。

生態系による防災・減災の効果は、自然災害に対して脆弱な土地の生態系を維持・保全して開発を避けること(暴露の回避)と、危険な自然現象を軽減する物理的な緩衝帯としての生態系の働きを活用すること(脆弱性の低減)のいずれか、またはこれらの組み合わせによって発揮され、右記の4つの類型に分類されます。

自然災害には様々なものがあり、これに対して効果のある生態系の活用方法も多様です。Eco-DRR において代表的な森林生態系を例として取り上げると、

### ▶ 山地災害の防止等

### ▶ 洪水、濁水等、流域災害被害の緩和

### ▶ 津波・高潮等、沿岸域災害被害の緩和等

の3つの活用方法があります。

#### ① 生態系の保全・管理(保護区の設定等)

現存の生態系が期待する機能を発揮できるよう、保護区の設定や適切な維持管理体制の構築等により、生態系を健全な状態に保全・管理する。

#### ② 劣化した生態系の再生(森林等の適切管理等)

自然再生などにより、劣化した生態系を健全な状態に再生する。

#### ③ 新たな生態系の造成(新たな造林等)

海岸防災林など防災・減災の機能の発揮を目的として新たな生態系を造成する。

#### ④ 生態系と人工構造物の融合(治山事業等)

防災・減災機能の補強や生態系の保全・再生など地域が必要とする機能を発揮させるよう人工構造物と①～③を融合して用いる。

Column

## 3 生態系を活用した災害からの暴露の回避

災害は、人の生命や財産などが被害を受けることで発生します。つまり、氾濫原や湿地など、災害が発生しやすい地域においては、人の生活や経済活動が活発に行われない土地利用を促すことも、災害への対策として重要です。

一方で、氾濫原などの災害発生リスクの高い土地は、生態系の変化が起こりやすく、また、希少な動植物の息の場となりやすい場所でもあります。

このため、災害の発生しやすい地域では、災害の影響からの緩衝帯として空間を確保し、生物多様性保全や環境学習、自然レクリエーションの場として管理することも、Eco-DRR の重要な取組です。

実際、災害からの暴露の回避という視点で、災害の発生しやすい地域を整備、管理するという考え方は、ニューヨークの沿岸地域の災害復興やオランダ河川管理など、世界中で始まって

おり、気候変動が進む中、予期できない災害への対応策として重要視されています。このような災害リスクを避けるための土地利用の計画は、都市計画や地域づくりにおいて、災害からの回避だけでなく、景観の向上や、レクリエーション機会の提供など、魅力的な生活環境を創り出すために有効です。



写真9 表層崩壊による災害発生状況(リオデジャネイロ)  
(出典: Schaffer W. B., et al. 2011)



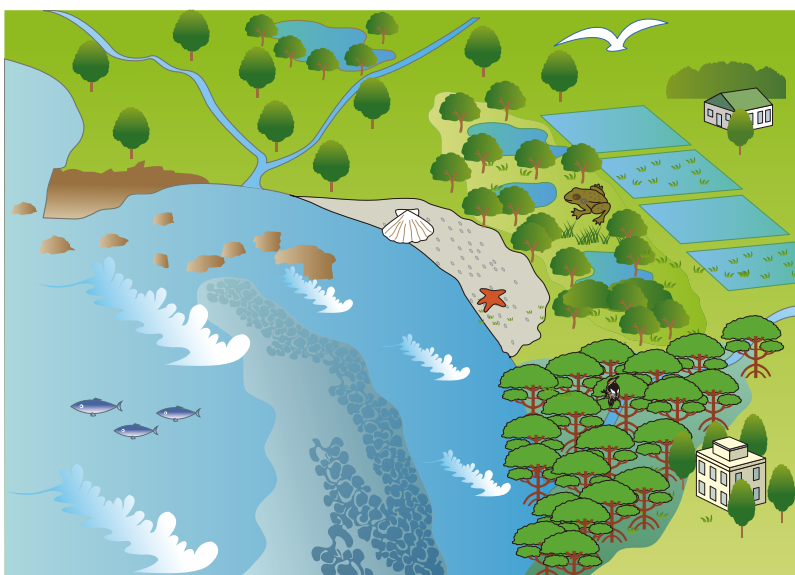
### ◀ 山地災害の防止等

樹木の根系による土層の安定化や下層植生による表土保護により、表層崩壊・土砂流出の防止、災害発生時の被害を緩和



### ◀ 洪水・濁水等 流域災害被害の緩和

森林土壌や地表植生の雨水浸透促進による、河川の洪水防止、洪水時の被害緩和



### ◀ 津波・高潮等 沿岸域災害被害の緩和等

根系、樹幹の津波、高波、高潮への抵抗による、流速、浸水範囲、浸水深の減少

## 防災・減災機能

山地生態系(山地林等)の代表的な防災・減災機能は、表層崩壊防止機能、土砂流出防止機能などです。

山地林の中では、地中に張り巡らされた樹木の根が土壌を固定する作用、樹木や地表の植生が降雨から表土を保護する作用等により、斜面崩壊や土砂の流出が抑制されます。また、土壌には細かな空間があり、落葉落枝や林床植生が土壌の表面を保護し、雨水の多くが地中に浸透するため、山地林には裸地や荒廃地に見られる「表面侵食」を防ぐ効果もあります。

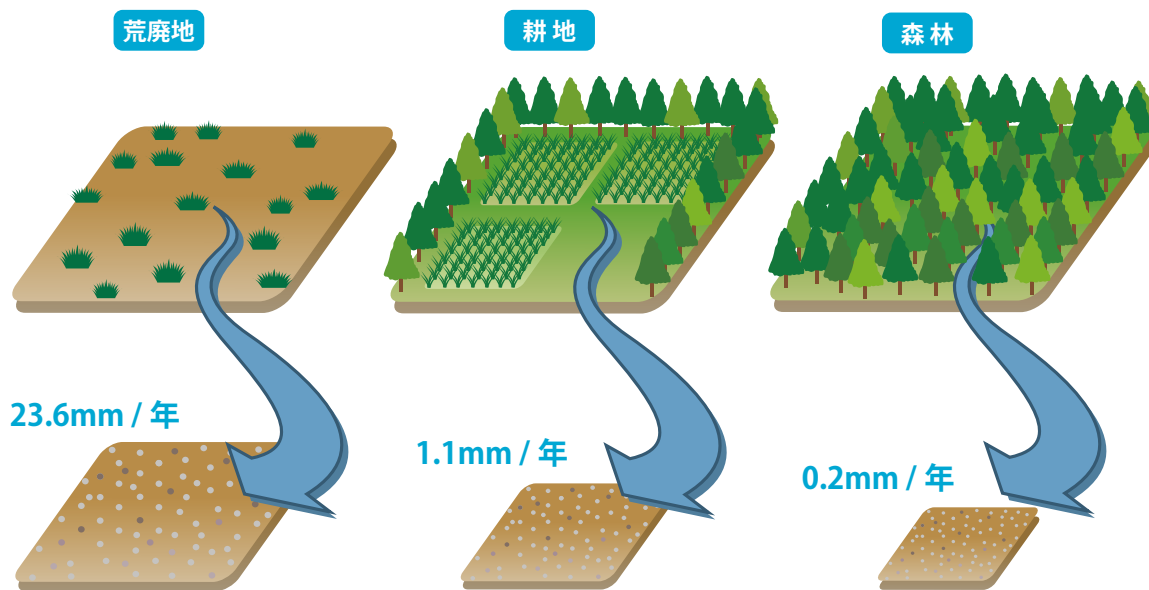
下図の調査結果によれば、地表面の侵食が、荒廃地では年間23.6mmの深さであるのに対して、耕地では、年1.1mm、森林では年0.2mmにとどまることから、樹木の根系が表層土を斜面につなぎ止め、「表面侵食」を防いでいると推定できます。ま

た、崩壊発生箇所数を調べた日本の事例(国土交通省,1998)では、森林がある場所と比較し、草地では3倍、裸地では18倍多くなると報告されています。

山地生態系(山地林等)のこうした機能は、樹木の過度の伐採や過放牧、あるいは人工林の管理放棄等による荒廃などによって低下します。

## 平時の多面的機能

山地生態系は、木材供給、薪炭等の燃料供給、キノコや山菜の生産、水源涵養、水質浄化、炭素固定といった多様な機能をもつだけでなく、地域の信仰や文化の礎となり、多様な生物の生息地としての役割を果たしています。



注：侵食量の測定結果のうち、傾斜13°以上のものの平均値をとったもの

図4 平均年侵食深の比較事例(出典：丸山,1970)

Column

4

## 人工構造物との組み合わせによる森林造成 ～四川の森林復旧～

四川省では2008年5月の四川大地震により、多くの山腹崩壊が発生しました。このため、この崩壊地を森林に復旧し、土砂の流出を防ぐ必要がありました。しかし、このような崩壊地では、単に植林をするだけでは、降雨のたびに土砂が移動し、植栽木が倒されたり、埋まったりして森林を造成することは困難です。そこで、JICAの支援による「四川省震災後森林植生復旧計

画プロジェクト(2010年～2015年)」が実施され、すぐに防災・減災効果を発揮する、フトン籠、木柵等の簡易な人工構造物を設置し、崩壊した山腹斜面の表層土砂移動を止め、その後植栽することにより、森林を復旧しました。植栽木はニセアカシア、ラジアータパイン、スモモ、カエデ、ヤナギ、コノテガシワやビワ、クルミなど果実が収穫できる木など多様な樹種を植えました。災害のない平時には、これらの樹木が周辺住民へ薪炭材や果実を供給します。また、葉や果実は動物の餌となり、多様な生物を育みます。

対策の例

表 3 山地生態系の対策の例

区分	対策の例
① 生態系の保全・管理	<p>日本では災害脆弱性の高い区域について森林を「保安林」として指定し、森林伐採を規制し、森林の保全を推進します。また、住民に対して啓発活動を行い、適正な森林管理を促す取組を行います【コラム 3】。</p> <p>森林保護区の周囲に一定の区域（グリーンベルト）を設置して、そこで住民の生産活動を認めながら、森林の伐採を抑制することも行います。</p>
② 劣化した生態系の再生	<p>人工林については、間伐等適正な森林施業を行うことにより、下草が多く、土壌侵食の起こりにくい森林を育成します（右図）。天然林については、天然更新が促進されるよう管理するとともに、必要に応じ新たな植え込みを行います。</p> <div data-bbox="582 645 1380 918" style="text-align: center;"> </div> <p>図 5 間伐前後のイメージ（出典：森林・林業学習館、2017） 樹木が適度な間隔を保ち、太陽光が地面に十分届く環境の中で豊かな森林が育つ。</p>
③ 新たな生態系の造成	<p>荒廃地への新規植林や人為的に遷移の誘導を行います。途上国では住民のニーズに応じて薪炭林等を選定して造成することも行います【コラム 4】。</p> <p>また、等高線に沿って多年生草本を植栽する「植生筋工」によって森林を再生する方法もあります【コラム 5】。</p>
④ 生態系と人工構造物の融合	<p>崩壊が起きている山腹には、土留工、木柵工等を行います。また、土壌が不安定な場所では、斜面からの土砂移動を防止するため石積み等の作設を行うとともに森林を造成します【コラム 4】。</p> <p>崩壊地への直接的な対策が困難な場合には、溪流での対策（ダム工等）と合わせて土砂流出の軽減を図ります。</p> <div data-bbox="1037 1153 1420 1444" style="text-align: right;"> </div> <p>写真 10 山腹工（柵工等の後ろに植林）と治山ダムを融合した例（出典：林野庁、2014）</p>

期待される便益の種類

【防災・減災】

土砂崩壊防止  
土砂流出防止  
洪水防止

【平時】

木材 燃料  
非木材林産物  
流域貯水 水質浄化  
炭素固定 気候緩和  
生物多様性



写真 11 四川省森林造成施工中

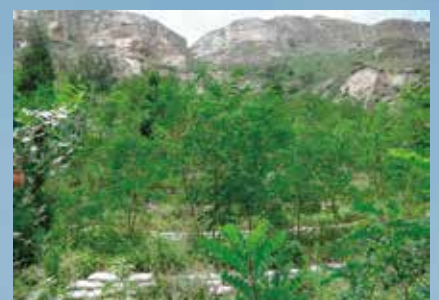


写真 12 施工後（3年後）

## 防災・減災機能

流域生態系（水源林・内陸湿地等）の防災・減災機能の主なものは、流域貯水機能と洪水緩和機能です。

森林土壌には地中に張り巡らされた植物の根や有機物によって形成される土壌の空隙が多く存在し、これが降雨の地中への浸透・地下水の涵養を促します。地下水の一部は長時間を経て地表に湧出するため、河川等に流れる水の量を安定化させ、渇水を防止する効果もあります。

また、内陸湿地には雨水や上流から流入する河川の水を一時的に貯留する働きがあります。こうした作用により、豪雨の際にも下流の河川の水位上昇が抑えられるため、洪水が抑制されます。さらに、土砂流出や出水の際にも河畔林や湿地は緩衝帯となって被害を軽減する働きがあります。

例えば、滋賀県田上山の調査では、下図で示されるように、森林での洪水のピーク流出量が裸地の 1/10 以下にもなっています。

また、内陸にある湿地は、流れ込む川の水を一時的に貯留して下流の洪水を抑制する効果があります。

## 平時の多面的機能

水源林等の流域生態系の機能としては、前出の山地生態系と同様に、保水機能・土砂流出防止機能・水質浄化機能や多様な生物への生息地の提供などがあります。また、適度な間伐・択伐により木材、燃料などにも利用されます。内陸湿地には、貯水機能や水質保全機能のほか、湿地にみられる貴重な水生動植物の生息地の供給などの働きがあります。また、内陸湿地の多くが都市・集落に近接した平野部に位置することが多いため、古くから人間生活との関わりが強く、地域信仰や習慣に根ざした歴史・文化的機能や、都市近郊の残り少ない水辺自然環境のレクリエーションの場としての機能などがあります。

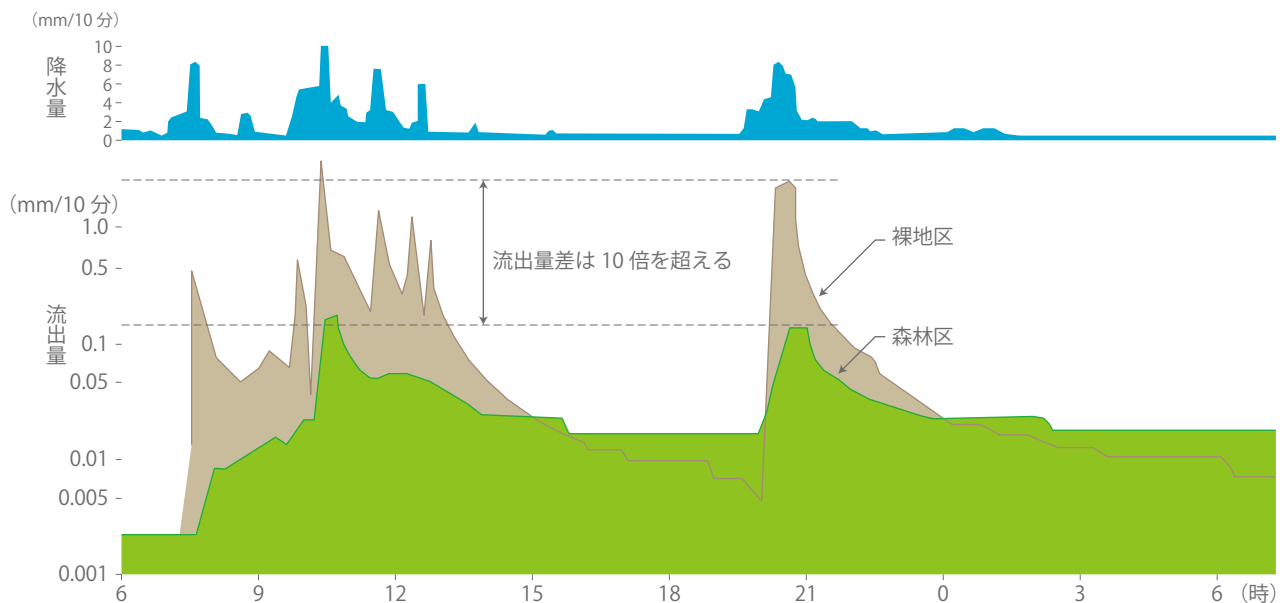


図6 森林と裸地の洪水時流出量の比較事例（出典：福島，1977）

Column

5

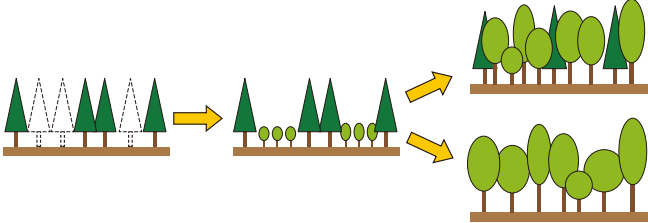
## 地域住民の経済活動を考慮した防災・減災 ～ニカラグアの森林管理～

ニカラグアのレオン県では、平地から山地まで農耕及び放牧が行われ、地域住民がそこで生計を立てていました。これらの土地利用により森林の荒廃が深刻化し、森林の水土保全機能が低下し、降雨時の河川の急激な増水や、乾期の水不足、傾斜地の崩壊等が地域の課題となっていました。そこで、JICAの支援による「住民による森林管理計画プロジェクト(2006年～2011年)」が実施され、防災・

減災を目的として、住民自身が森林管理技術を学びました。それに基づいて植林やアグロフォレストリー、シルボパストラルを進めるとともに、住民参加により石積み工や植生筋工、谷止工などにも取り組みました。また、プロジェクトでは、植込みによる森林造成や森林の管理強化に取り組むとともに、薪炭材、コーヒーなどの有用樹種の植林など、地域住民の経済活動も考慮した取組が実施されました。さらに、地域住民が森林を育成することから受けられる便益、つまり、生態系が平時にもたらす多様な便益を認識するための啓発普及活動も取り入れ、より持続性の高い取組となっています。

対策の例

表4 流域生態系の対策の例

区分	対策の例
① 生態系の保全・管理	<p>洪水調整や水源涵養に重要な区域について、水源林や湿地の保護区指定などにより開発を規制します。地形図を作成して流域のゾーニングを行い土地利用の管理を行います【コラム7】。</p> <p>家畜の多い場所では、植栽木の食害を防ぐため放牧禁止区域の指定を行い管理している例もあります。</p>
② 劣化した生態系の再生	<p>単一樹種の森林から多様な樹種で成り立つ森林への誘導を行います。例えば針葉樹林が密生している森では、下層植生が育たずに、水源涵養機能が低くなります。洪水緩和、水量調節機能に加えて森林の多面的機能を高めるため、間伐等により下層植生を増やしたり、多様な樹種からなる多様な生物の生息環境を確保した森林への誘導を行います。</p>  <p>図7 多様な森林への誘導のイメージ(針広混交林化、広葉樹林化)(出典：林野庁, 2011)</p>
③ 新たな生態系の造成	<p>流域荒廃地への新規植林や人為的な遷移の誘導、湿地の造成等を行います。</p> <p>過度な利用や森林・湿地の農地への転用が生態系劣化の原因の場合には、生態系の機能を維持しつつ地域住民の生活ニーズに応えるために、荒廃した土地に新規に植林を行うほか、既存の農牧地の一部に樹木を植栽し、樹間で家畜・農作物を飼育・栽培する「農林業」(アグロフォレストリー/シルボパストラル)の導入の選択肢があります【コラム5】。</p> <p>アグロフォレストリーの一つとして、土中に窒素を固定するマメ科の樹木を列状に植栽し、列間にトマト、トウモロコシ等の農作物を栽培する方法もあります。こうして、住民のニーズに対応しながら、新たな森林を造成します。</p>
④ 生態系と人工構造物の融合	<p>流域での植栽とともに、周辺に人家や施設があり、洪水発生のリスクが高い場所には、溪間にダム等の横断構造物を設けて、溪流の侵食や崩壊を防止するとともに、下流への土砂流出を抑制します。遊水地のように防災・減災のために人工的に確保された空間では、生態系そのものの防災・減災機能はほとんどありませんが、生物の良好な生息環境や、景観の保全・創出に重要な役割を果たします。</p>  <p>写真13 木製の治山ダム(出典：林野庁, 2014)</p>

期待される便益の種類

【防災・減災】

土砂崩壊防止  
土砂流出防止  
洪水防止

【平時】

木材 燃料  
非木材林産物  
流域貯水 水質浄化  
炭素固定 気候緩和  
生物多様性



写真14 石積工(レオン県アチュアバ市)



写真15 農牧林業：シルボパストラル(同左)

## 防災・減災機能

沿岸生態系の防災・減災機能は、マングローブや砂浜、干潟、サンゴ礁等、生態系によって異なりますが、主な機能として、

- ①波や流れのエネルギー減衰効果
- ②沿岸部での浸水時の貯留効果
- ③強風・飛砂・塩害に対する防護効果
- ④津波・高潮時に発生する漂流物の制止効果

の4つが挙げられます。

浅場やサンゴ礁は天然の防波堤として波のエネルギーを減衰し、砂浜や干潟はその浜幅によって後背地への波の打上げを抑制し、マングローブ林を含む海岸林は津波や高潮のエネルギーを減衰させる効果があります。

2009年に発生したサモアでの地震津波において、サモアのウパル島東部で10mを越える津波が観測されましたが、マングローブ林が津波による流れの力（水流圧力）を40%減衰させたことが数値シミュレーションによる解析結果で明らかにされ（右図参照）、実際にマングローブ林がある地域の方が被害が少ないことが報告されています。

沿岸湿地や干潟は内陸湿地と同様に、河口付近の洪水や、津波・高潮による浸水時に一時的に水を貯留することで、浸水域の拡大を防いだり、住民の避難時間を確保する効果があります。

マングローブ林を含む海岸林は波のエネルギー減衰効果だけでなく、強風、飛砂、塩害から家屋や農地、交通機関等を保護する働きもあります。また、2009年に発生したサモアでの地震津波では、津波によって破壊された家屋の残骸や車等の大きな漂流物がマングローブ林によって止められており、被害の拡大を抑制していたことも報告されています（右写真参照）。更にその時の津波では、子供がココヤシ等の樹木にしがみつき津波から難を逃れたという報告もあります。

## 平時の多面的機能

海岸林には資材としての木材供給、薪等の燃料供給、炭素固定等の働きがあります。さらに、マングローブ林にはこれらの他に、漁場や水産生物の増殖場も含めた多様な生物の生息地の提供、水質浄化の働きもあります。

また、沿岸湿地、磯浜、砂浜、干潟、サンゴ礁等には水質浄化の他、海水浴等の観光資源、炭素固定、漁場や水産生物の増殖場も含めた多様な生物の生息地の提供などの働きがあります。

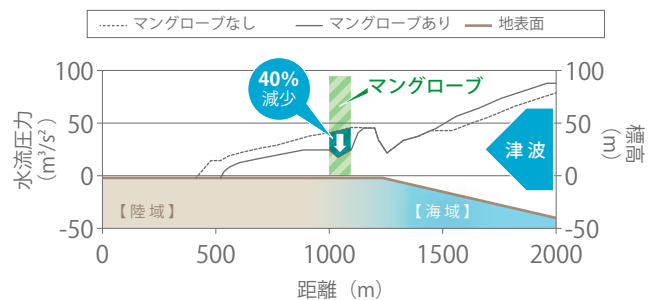


図8 マングローブ林による津波減衰効果(水流圧力)  
(出典：柳澤ほか, 2010)



写真16 マングローブ林内で停止した津波漂流物  
(出典：Tanaka, N. et al, 2007)

Column

6

## 強風・潮害対策のための海岸林整備 ～ベトナム・第2次中南部海岸保全林植林計画～

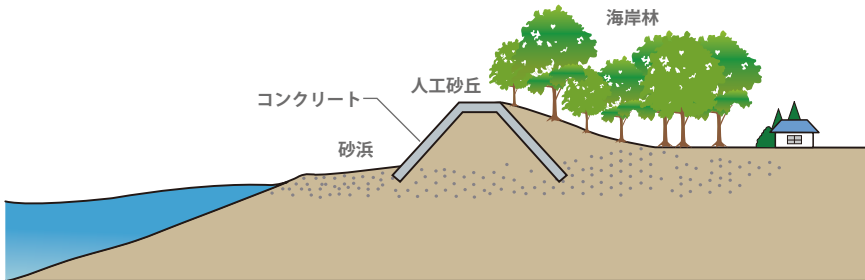
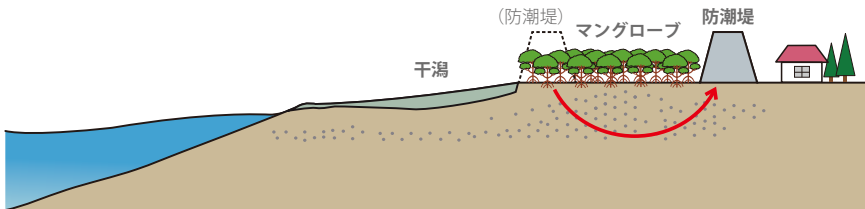
ベトナム中南部クアンガイ省の沿岸部には、植生のほとんどない砂丘が続いていて、海から吹きつける強風やこれに伴う飛砂により、人家や農作物、交通網が被害を受けていました。2009年から2015年にかけて日本の支援を受けて実施された「第2次中南部海岸保全林植林計画」では、こうした被害を軽減することを目的に、沿岸の砂丘への植林が行われました。この

事業により、海岸沿い総延長18.2kmにわたり、414ヘクタールのモクマオウ（*Casuarina equisetifolia*）の海岸林が整備されました。これにより、主な目的とされた強風被害・潮害防止のほか津波・高波・高潮被害防止の効果が見込まれるだけでなく、平時には燃料の供給、炭素固定、気候緩和等の便益が期待されています。



## 対策の例

表5 沿岸・海洋の生態系の対策の例

区分	対策の例
① 生態系の保全・管理	津波、高波、高潮の対策上重要な沿岸植生やマングローブ林、湿地、磯浜、砂浜、干潟、サンゴ礁等の保護区指定などによる保全・管理等を行います。
② 劣化した生態系の再生	津波または高潮に対して減災効果を発揮するために必要な規模のマングローブ植林や湿地の再生、侵食された砂浜の養浜、波浪減衰効果を発揮するための天然の防波堤となるようなサンゴ礁の再生等を行います。
③ 新たな生態系の造成	津波または高潮に対して減災効果を発揮するために必要な規模の海岸林の造成、波浪減衰効果を発揮するための浅場となる人工的な岩礁(魚礁)の整備等を行います【コラム6】。
④ 生態系と人工構造物の融合	<p>人々の居住地や財産が海岸に近接している場合、海岸線に防潮堤または人工砂丘を設置し、その上に海岸林を造成したり、防潮堤をセットバック(陸側に後退)して海側に海岸植生を配置する等、人工構造物と海岸生態系を併せた対策を行います。</p>  <p>図9 「人工砂丘+海岸林造成」のイメージ</p>  <p>図10 「防潮堤のセットバック+マングローブ林造成」のイメージ</p>

### 期待される便益の種類

#### 【防災・減災】

津波・高波・  
高潮被害防止  
強風被害防止

#### 【平時】

燃料 炭素固定  
気候緩和  
生物多様性



写真17 施工前



写真18 施工後(2年後)

## Eco-DRR に関する日本の知見

### ■ 日本における Eco-DRR の経験・技術

日本では、降水量が多く地形が急峻なうえ、過度の薪炭利用等が続いたため、約 150 年前までは全国で禿山が存在し、土砂災害や洪水による被害が多発していました。これに対応するため、日本は植林や治山事業に取り組み、森林の多面的機能の発揮を通じた防災・減災の技術を発展させ、知見を蓄積してきました。

このような知見・技術としては、保安林制度、森林計画制度、治山事業等があります。以下に主な森林分野における Eco-DRR に関連する日本の制度や事業を紹介します。

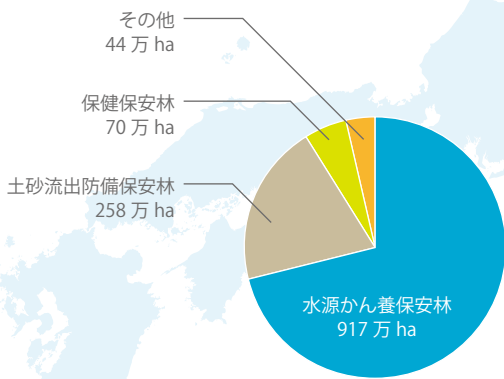


図 11 保安林の種類別面積 (延べ面積)  
平成 27 年 3 月 31 日現在 (出典：林野庁業務資料)

### (1) 保安林制度

保安林は、日本において、山地災害防止や水源涵養等の目的を達成するため、指定される森林です。防災・減災、観光・地域産業振興、環境保全など、さまざまな目的に合わせた森林の機能を確保するため、立木の伐採や土地の形質の変更等が規制されています。

### (2) 森林計画制度

日本では、長期的な視点に立った計画的かつ適切な森林の取り扱いを推進するための計画制度があります。このうち、市町村が作成する市町村森林整備計画では、地域の森林づくりの目標となるゾーニングについて、発揮させる機能と望ましい森林施業をセットで区域を設定しています。

### (3) 治山事業

治山事業は、「(1)保安林制度」で示した、災害に関する目的を達成するために行う森林の造成事業又は森林の造成もしくは、維持等に必要の事業です。対象事業としては、山腹の斜面崩壊を抑制するための治山ダム整備、植林などがあります。

Column

7

### 日本の技術活用 ～空間計画としてゾーニングを取り入れた事例～

土岐川流域は日本の中部地方にある岐阜県多治見市および土岐市に広がっています。この流域では、1930 年代まで燃料を得るための山林の伐採や陶土の採掘が行われ、その結果一面が禿山となりました。このため、少しの雨でも土砂が流れ出し、災害が頻発していました。そこで、この流域では昭和 20 年代 (1940 年中頃) から植生を導入し土砂流出を軽減する「山腹工」などの緑化工を実施し、緑の回復を図ってきました。

しかしながら、近年になって山麓での都市化が進み、土砂災害が人家や公共施設に被害を及ぼす危険性が高くなっています。そのため、流域全体をカバーする土砂災害ハザードマップ (図 12) を用いて土砂災害危険箇所を特定し、危険箇所を含む山麓斜面の一連を緑地帯 (グリーンベルト) として整備 (図 13) することにより、土砂災害を軽減すると同時に自然環境・景観を保全する活動を進めています。

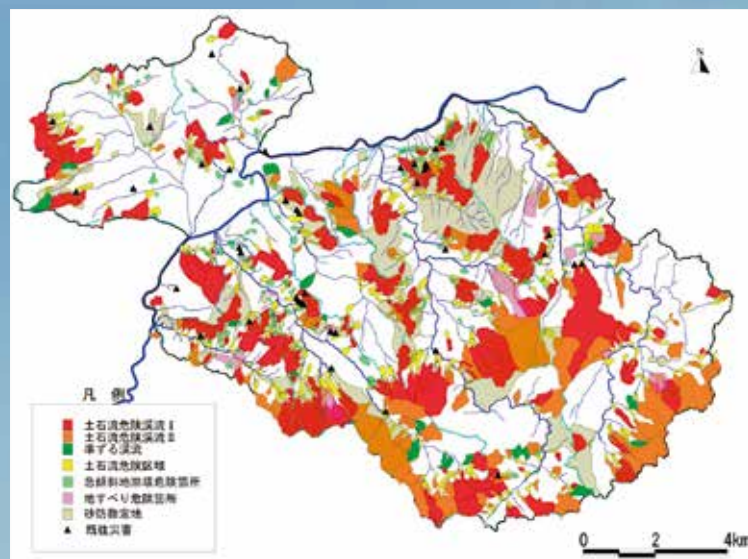


図 12 土砂災害ハザードマップ

## JICA が海外で実施してきた Eco-DRR 関連の取組

JICA では、生態系の機能を活用した土壌流出防止等のプロジェクトを長年にわたり実施しており、途上国に合った以下のような方法で、森林や農地を再生、保全、管理している事例が数多く存在します。

### (1) アグロフォレストリー / シルボパストラル

アグロフォレストリー(Agroforestry)とは、農業(Agriculture)と林業(Forestry)を組み合わせた言葉です。農地に等高線状に樹木を植栽するとともに、樹木の下で農作物を栽培する方法があります。これにより、農業収入を確保しつつ、森林の土砂流出防止機能を発揮させることが可能です。アグロフォレストリーでは、多くの場合果樹等の有用な樹種を植栽し、林産物や非木材生産物による収入も得られるように支援しています。また、放牧地に樹木を植栽するシルボパストラルも実施しています。

### (3) 農業技術導入と組み合わせた支援

焼畑移動耕作を減少させ、森林を保全を図るため、また、土地生産性の低い農地において収穫量の向上を図り、住民の生計活動を支援するために、簡易灌漑施設の導入や農業技術の改善支援・研修等を実施して、農地の生産性を高め、農業収入を確保する取組も、生態系保全・活用とあわせて実施しています。

### (2) 計画的な土地利用の検討

途上国では森林からの過剰な薪炭材などの採取や、過剰な焼畑による農地への転用が、森林減少の主な要因となっています。そのため、森林の周りにバッファゾーンを設けて住民の一定の資源利用を認めたり、土地利用を管理するためのゾーニングを行い、適切な農地利用と森林管理を行うことで、住民の生計を維持しつつ、より効果的な防災・減災機能が発現されるよう支援しています。

### (4) 森林火災対策

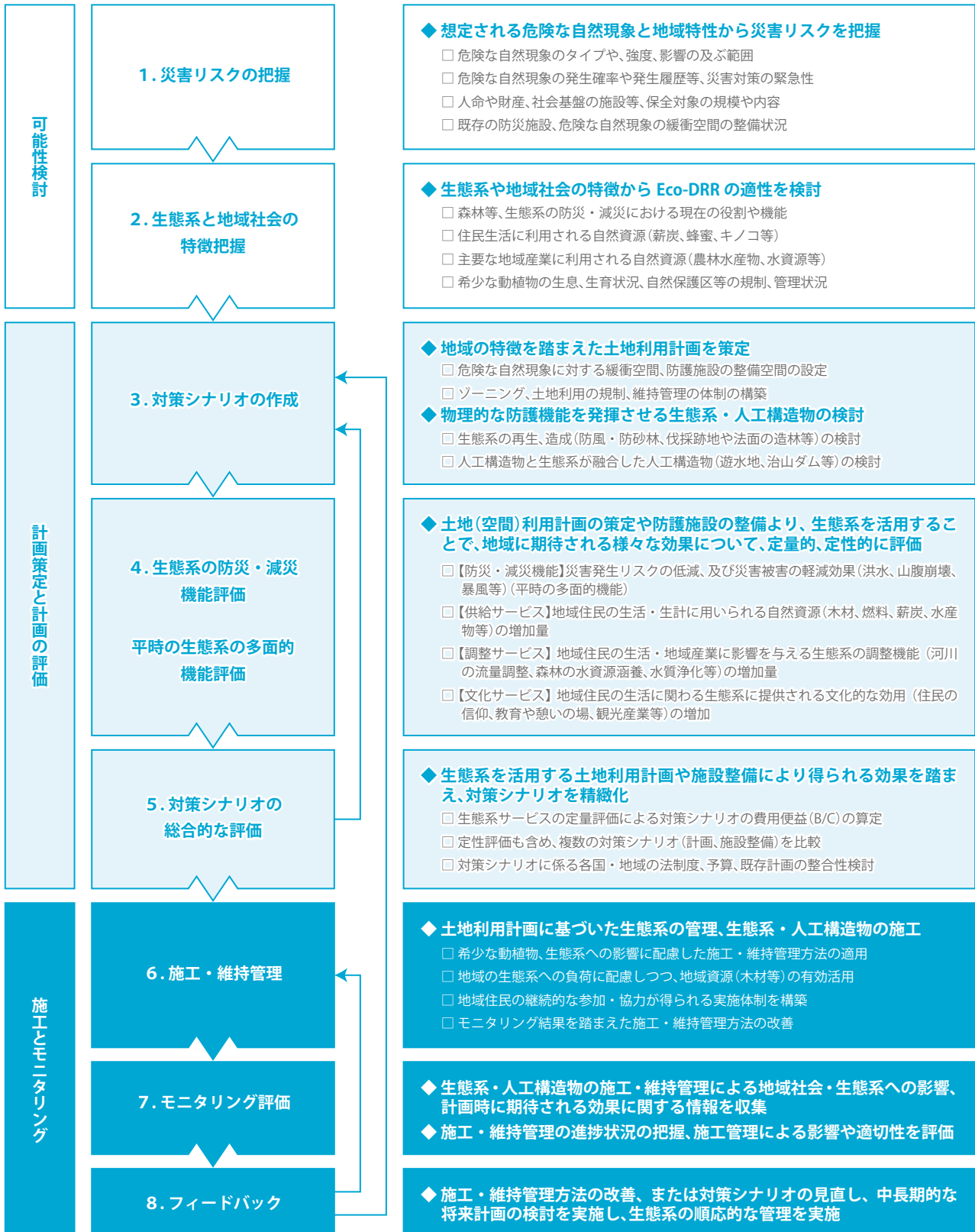
森林火災により多くの森林が消失し、防災・減災に関わる森林の機能が低下している途上国に対しては、その対策として、地域における森林消防隊の組織化、消火資機材の供与、地域住民に対する森林火災予防の啓発活動等を支援しています。また、衛星等の情報を活用した、森林火災の予防・早期警戒に対する能力の向上も行っています。



図 13 緑地帯の整備 (出典：国土交通省, 2010)

# Eco-DRR の実施に向けた検討の進め方

Eco-DRR は、生態系の仕組みや多様な機能を活用し、地域の防災・減災と持続可能な発展を目指す取組です。Eco-DRR の実施においては、地域の災害リスクや生態系の特徴、社会的、経済的なニーズを的確に把握し、防災減災を始め、様々な生態系の機能を効果的に引き出す災害対策シナリオを実現させるため、生態系のモニタリングを行いながら施工・維持管理を行います。



## 検討のポイント

### 総合的な視点

- ◆生態系による物理的な防災機能(⇒ p.2 参照)の強化とともに、災害リスクの高い場所の居住や社会資本整備の回避(⇒ p.2「暴露の回避」参照)をする取組をおこなう。
- ◆災害後の避難や復旧も含め、災害への対応能力や、平時の多様な便益(⇒ p.6 参照)等、総合的な防災・減災機能を発揮を目指す。

### 土地利用計画からのアプローチ

- ◆危険な自然現象の発生地点、人と資産、生態系の位置により、災害リスクや生態系の防護機能は変化(⇒ p.16～17 コラム7 参照)するため、地域の地形地質や災害履歴を踏まえて、災害リスクの高い土地利用の回避と、生態系を活用できる土地利用計画を策定する。

### セクターを越えた連携

- ◆一般に災害対策と環境保全を担う省庁、部局は異なるが、Eco-DRRの実施には行政組織をまたぐ事業連携、民有地を含む対策が求められ、セクターの連携により、健全な生態系の維持に向けた土地や資源利用を誘導し、防災効果を高める視点も欠かせない。(⇒ p.6～7 コラム2 参照)

### 地域の社会経済活動への展開

- ◆Eco-DRRの効果を発揮するためには、広大な空間が必要な場合があり、また住民による土地や資源の利用の制限を伴うこともあるため、住民の権利や社会経済活動への影響も考慮する必要がある(⇒ p.12～13 コラム5 参照)。

### 生態系の機能の限界

- ◆生態系による物理的防護の機能は、人工構造物に比べると、防災・減災の効果発現までに時間が掛かり、効果発現量の不確実性が高い。
- ◆生態系のみでは、緊急な対策には不向きであり、降雨、地震、津波などの外力に対する効果に安定性を欠くため、人工構造物との組み合わせた対策シナリオを検討する(⇒ p.10～11 コラム4 参照)。

### 評価や科学的知見の活用

- ◆災害対策の複数の選択肢からより合理的なものを選択するためには、定量的な評価や科学的知見は、地域住民の理解向上に欠かせないだけでなく、関心の異なる関係者間で意思決定をする場合の共通理解の形成に役立つ。

### 順応的管理の実施

- ◆Eco-DRRは、自然の環境変動、社会的背景の変化に左右されるため、土地利用計画や施設の施工の効果は、当初の目標とは異なる結果になる可能性がある。
- ◆事前事後のモニタリング調査は大変重要であり、その結果を常に監視、評価しつつ、必要に応じて目標や手法を含めた計画や施工方法の見直しを行い、見直しを計画当初から念頭に置き、多様な主体との合意形成を進めることが必要である。(⇒ p.12～13 コラム5 参照)

## 生態系を活用した防災・減災の JICA 取組実績

JICA では、従来から森林等生態系の保全と防災効果との関わりに着目した技術協力プロジェクトを多数実施しています。JICA がこれまでに実施した Eco-DRR に関連の深いプロジェクト 15 件において、対象とされた災害の種類と活用した生態系、

生態系の防災機能を高めるために行われた対策の内容、生態系の活用手法は下記のとおりです。JICA では森林による土砂災害や洪水の防止と風害の軽減、マングローブによる沿岸災害への対応について重点的に取組を行ってきました。

表 6 Eco-DRR と関連のある JICA 事業事例

災害種	生態系	国名	プロジェクト名	対策の内容	活用手法			
					①	②	③	④
山地災害 洪水・濁水等、流域災害	山地生態系 (山地林等) 流域生態系 (水源林・内陸湿地等)	中華人民共和国	四川省震災後森林植生復旧計画	崩壊地の森林復旧技術			●	●
		ニカラグア共和国	住民による森林管理計画	造林技術(植生筋工)、育苗		●	●	●
		パナマ共和国	パナマ運河流域保全計画	薪炭林の造成、畑周辺の植林、苗畑等高線栽培、テラス栽培、水田	●		●	
		中華人民共和国	四川省モデル森林造成計画	育苗、造林、簡易治山、普及地元農民による造林	●		●	●
山地災害	山地生態系 (山地林等)	チリ共和国	半乾燥地治山緑化計画	治山技術、緑化造林技術、育苗技術			●	●
		ガーナ共和国	移行帯参加型森林資源管理計画	森林保全計画策定、森林保全外周部グリーンベルト設置			●	
		ネパール連邦民主共和国	地方行政強化を通じた流域管理向上	土壌保全活動 過剰伐採の防止			●	●
		ベトナム社会主義共和国	北部荒廃流域天然林回復計画	植林、天然更新造林技術 苗木生産		●	●	
		ドミニカ共和国	サバナ・イエグア・ダム上流域の持続的流域管理計画	植林、育苗技術、焼畑からの転換 アグロフォレストリー、簡易灌漑	●		●	
洪水・濁水等、流域災害	流域生態系 (水源林・内陸湿地等)	パナマ共和国	アラフェラ湖流域総合管理・参加型村落開発	国立公園内の過剰伐採防止、土地利用の見直し、植林、農林業生産技術の導入等	●	●	●	
		ベトナム社会主義共和国	森林火災跡地復旧計画	デモンストレーションファーム(植林)、材木加工研修、森林火災予防、アグロフォレストリー研修		●	●	
津波・高潮等、沿岸域災害	沿岸・海洋の生態系 (マングローブ・砂浜等)	ベトナム社会主義共和国	第2次中南部海岸保全林植林計画	海岸保全林 414ha 造成			●	●
		フィリピン共和国	統合的沿岸生態系保全適応管理	沿岸生態系保全・適応管理 マングローブ林の緩衝機能の評価		●		
		ミャンマー連邦共和国	エーヤーワディ・デルタ住民参加型マングローブ総合管理計画	マングローブ林の補強・造成、コミュニティ・フォレストリー(CF)の管理計画の作成及び研修プログラムの開発	●	●		
		インドネシア共和国	マングローブ生態系保全と持続的な利用の ASEAN 地域における展開	マングローブ管理センターの設置、マングローブ生態系管理に関する国家戦略の策定、マングローブ生態系保全が必要な地域での行政的支援、ASEAN との協力体制の整備	●	●		

活用手法凡例：①生態系の保全・管理、②劣化した生態系の再生、③新たな生態系の造成、④生態系と人工構造物の融合

## JICA の取組の特徴

JICA のプロジェクトでは、森林保全や簡易治山技術等の技術的な支援とあわせて、下表にあるような政策や法制度の強化、関係者の能力向上などの支援も同時に実施することで、

相手国の防災にかかわるキャパシティービルディングを行い、より効果的な Eco-DRR の実施や取組の持続性確保を図っています。

表 7 Eco-DRR 関連事業における JICA の取組の特徴

支援枠組み	主な支援内容
政策の強化、見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災や生態系管理にかかる政策の見直し</li> <li>・ ガイドライン、技術マニュアル等の作成や改善支援</li> </ul>
職員の能力向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生態系を活用した防災・減災に関する各種技術、ソフト面での対策に関する研修</li> </ul>
ステークホルダーへの働きかけや防災・減災体制整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 政府職員、地域住民、現地活動 NGO 等が円滑に生態系管理や防災・減災活動に関われるような体制の整備や組織横断的なプラットフォーム等の仕組み作り</li> </ul>
地域住民のエンパワーメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Eco-DRR 技術に関する研修やデモンストレーション活動を通じた技術の普及</li> <li>・ 生態系を持続的に管理するための住民組織化やグループ活動の促進</li> </ul>
地域の防災マネジメントのシステム整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域の防災に関する知識の集積と普及</li> <li>・ 生態系管理計画を含む防災計画作り</li> </ul>

## ● 参考資料

- ADRC (2005) 「Total Disaster Risk Management-Good Practices」
- CBD (2016) 「DECISION ADOPTED BY THE CONFERENCE OF THE PARTIES TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY XIII/4. Biodiversity and climate change」, Convention on Biological Diversity.
- 福嶋義宏 (1977) 「田上山地の裸地斜面と植栽斜面の雨水流出解析」, 第 88 回日本林学会大会発表論文集
- 外務省 (2012) 「2009 年度ベトナム社会主義共和国第二次中南部海岸保全林植林計画」, 国際協力 国別プロジェクト概要
- IPCC (2012) 「Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change」, Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- 環境省 (2016) 「自然と人がよりそって災害に対応するという考え方」
- 国土交通省 (1998) 「吉野川上流域濁水対策検討業務成果」
- 国土交通省 (2010) 「土岐川流域グリーンベルト」 [http://www.cbr.mlit.go.jp/tajimi/sabo/tokigawa/tokigawa\\_gbindex.html](http://www.cbr.mlit.go.jp/tajimi/sabo/tokigawa/tokigawa_gbindex.html)
- 国際協力機構 (2006) 「ベトナム国・海岸保全林植林計画事業化調査報告書」
- 国際協力機構 (2010) 「ニカラグア共和国・住民による森林管理計画終了時評価報告書」
- 国際協力機構 (2015a) 「中華人民共和国 四川省震災後森林植生復旧計画プロジェクト終了時評価調査報告書」
- 国際協力機構 (2015b) 「JICA's Eco-DRR Cooperation in Developing Countries」
- 丸山岩三 (1970) 「森林水文」, 林業教育研究会編(実践林業大学, 22)
- 内閣府 (2013) 「平成 25 年版防災白書」, [http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/zuhyo/zuhyo01\\_00\\_09.htm](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/zuhyo/zuhyo01_00_09.htm)
- 日本学術会議 (2001) 「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について」
- 日本学術会議 (2014) 「復興・国土強靱化における生態系インフラストラクチャー活用のすすめ」
- PEDRR (2013a) 「The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction」
- PEDRR (2013b) 「Disasters, Environment and Risk Reduction (Eco-DRR) Master Module」
- 林野庁 (2011) 「次期森林・林業基本計画に掲げる目標の考え方について」
- 林野庁 (2014) 「治山のしおり」
- 森林・林業学習館 (2017) <http://www.rinya.maff.go.jp/j/rinsei/singikai/pdf/11030121.pdf>
- Schaffer W. B., et al. 2011. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Série Biodiversidade 41. Brasília: MMA
- Tanaka, N., Sasaki, Y., Mowjood M.I.M., Jinadasa, K.B.S.N. (2007) 「Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: experience of the recent Indian Ocean tsunami」, Landscape and Ecological Engineering, Vol.3, pp. 33-45, 2007.5
- UN (2015) 「Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development」, United Nations. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- UNISDR (2015) 「Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030」, Retrieved from [http://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf)
- UNFCCC (2015) 「Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change」, Retrieved from <http://doi.org/FC/CP/2015/L.9>
- 柳澤英明・宮城豊彦・馬場繁幸 (2010) 「2009 年サモア地震津波におけるマングローブ林の津波減災効果」土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.66, No.1, 土木学会, pp.251-255.



独立行政法人 国際協力機構

地球環境部 森林・自然環境グループ

E-mail: [gegdn@jica.go.jp](mailto:gegdn@jica.go.jp)

URL: <http://www.jica.go.jp/index.html>