

災害と生態系

変化する気候の中でのレジリエンス

ソースブック



Co-funded by the
European Union

CNRD

Centers for Natural Resources
and Development



NORWEGIAN MINISTRY
OF FOREIGN AFFAIRS

Technology
Arts Sciences
TH Köln

UN 
environment
United Nations
Environment Programme



RIHN

国連環境計画により2019年10月初版発行

© 2019, United Nations Environment Programme

国連環境計画

P.O. Box 30552, Nairobi, KENYA Tel: +254 (0)20 762 1234

Fax: +254 (0)20 762 3927

E-mail: unepub@unep.org Web: www.unenvironment.org

日本語訳版は、総合地球環境学研究所Eco-DRRプロジェクト (RHIN 14200103 代表：吉田丈人) の一環として制作された。

©2022国連環境計画、総合地球環境学研究所Eco-DRRプロジェクト、日本語翻訳版

本書は、出典を明記することを条件に、教育または非営利目的であれば、著作権者の特別な許可なく、全体または一部をいかなる形式でも複製することができる。国連環境計画の書面による事前許可がない限り、転売やその他の商業目的で使用することはできない。本書の内容は、必ずしも国連環境計画または協力機関の見解を反映したものではない。また、使用されている名称や表示は、国連環境計画または本書に貢献した団体による、国、領土、都市、地域の法的地位やその権限、または国境や境界線の画定に関わるいかなる見解を示唆するものではない。

欧州委員会が本書の制作を支援したことは、内容を保証するものではなく、著者のみの見解を反映したものであり、欧州委員会は本書に含まれる情報のいかなる利用に対しても責任を負うものではない。

引用：Sudmeier-Rieux, K., Nehren, U., Sandholz, S. and Doswald, N. (2022) 災害と生態系—変化する気候の中でのレジリエンス ソースブック。
ジュネーブ：国連環境計画、ケルン応用科学大学

ISBN : 978-4-910834-06-1

DOI : 10.20568/00004420

日本語版監修：古田尚也 (大正大学, IUCN日本リエゾンオフィス, 総合地球環境学研究所)

翻訳：岡野直幸、水野理 (地球環境戦略研究機関)

カバー画像：© Philippa Terblanchè.

写真：本書に掲載されている画像は、特にクレジットがない限り、国連環境計画のスタッフが撮影したものである。

デザインとレイアウト：Lynda Monk/Red Kite Creative Ltd.

日本語版組版：有限会社サイレック

UNEPは、グローバルに、そして自らの活動において、環境に配慮した活動を推進する。本誌は、環境に配慮した再生紙を使用している。また、UNEPの配布方針は、二酸化炭素排出量の削減を目的としている。

略語一覧

CBD: Convention on Biological Diversity
生物多様性条約

CCA: Climate Change Adaptation
気候変動適応策

COP: Conference of the Parties
締約国会議

CI: Conservation International
コンサベーション・インターナショナル

DRR: Disaster Risk Reduction
災害リスク軽減

EbA: Ecosystem-based Adaptation
生態系を活用した適応

Eco-DRR: Ecosystem-based Disaster Risk Reduction
生態系を活用した災害リスク軽減

GWP: Global Water Partnership
世界水パートナーシップ

ICZM: Integrated Coastal Zone Management
統合的沿岸管理

IFM: Integrated Fire Management
統合的火災管理

IFRC: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
国際赤十字・赤新月社連盟

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
国連気候変動に関する政府間パネル

IUCN: International Union for the Conservation of Nature
国際自然保護連合

IWRM: Integrated Water Resource Management
統合的水資源管理

MDGs: Millennium Development Goals
ミレニアム開発目標

NbS: Nature-based Solutions
自然を活用した解決策

NGO: Non-Governmental Organization
非政府組織

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
米国海洋大気庁

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development
経済協力開発機構

PAM: Protected Area Management
保護地域管理

PEDRR: Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction
環境・災害リスク軽減のためのパートナーシップ

SDGs: Sustainable Development Goals
持続可能な開発目標

SFDRR: Sendai Framework for Disaster Risk Reduction
仙台防災枠組

SPREP: Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme
太平洋地域環境計画事務局

SREX: Special Report on Extreme Events (IPCC)
気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害のリスク管理に関する特別報告書 (IPCC)

UNCCD: United Nations Convention to Combat Desertification
国連砂漠化対処条約

UNECE: United Nations Economic Commission for Europe
国際連合欧州経済委員会

UNDP: United Nations Development Programme
国連開発計画

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
国連気候変動枠組条約

UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (formerly UNISDR)
国連防災機関 (旧 UNISDR)

UNEP: United Nations Environment Programme
国連環境計画

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development
持続可能な開発のための世界経済人会議

WMO: World Meteorological Organization
世界気象機関

目次

略語一覧	1	第6章	
要旨	4	生態系を活用した災害リスク軽減と適応の諸原則	72
謝辞	5	6.1 生態系を活用した災害リスク軽減と適応	73
第1章		6.2 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の中核要素	73
ソースブックの背景と内容	6	6.3 おわりに	81
1.1 はじめに	7	第7章	
1.2 本書の構成	11	システム思考, 災害リスク軽減と気候変動適応の ための自然システムの利用の諸原則	84
第2章		7.1 システム思考の原則	85
災害, リスク軽減, 気候変動へのイントロダクション	14	7.2 ランドスケープシステム, 生態系, 災害	89
2.1 ハザードと災害	15	7.3 おわりに	90
2.2 災害リスク軽減	26	第8章	
2.3 おわりに	29	レジリエンスおよび変革の実現	92
第3章		8.1 キーコンセプトとなる「レジリエンス」	93
災害リスク軽減, 気候変動適応と 主要な国際的アクター	32	8.2 レジリエンス, 災害リスク, 気候変動適応	95
3.1 災害リスク軽減, 気候変動適応, 国際政策	33	8.3 おわりに	98
3.2 災害リスク軽減と気候変動適応に関連する 主な国際的アクターと協定	36	第9章	
3.3 おわりに	43	災害前後における生態系管理の貢献	100
第4章		9.1 生態系管理と災害管理のフェーズ	101
災害対応における生態系と人間の連関	46	9.2 生態系管理と災害後の復旧	102
4.1 生態系と自然ハザード, 災害の相互関係	47	9.3 生態系管理と災害予防	107
4.2 社会・生態システム	50	9.4 おわりに	111
4.3 生態系による災害リスク軽減可能性	53	第10章	
4.4 おわりに	55	リスク評価への生態系の取り込み	112
第5章		10.1 脆弱性, ハザード, リスクの評価	113
生態系を活用した災害リスク軽減と 生態系を活用した適応	58	10.2 脆弱性とリスクを評価するための 共通のアプローチ	114
5.1 生態系を活用した災害リスク軽減	59	10.3 リスク評価・マッピングへの生態系の統合	118
5.2 生態系を活用した適応	61	10.4 おわりに	122
5.3 生態系を活用した災害リスク軽減と生態系を 活用した適応の共通点と相違点	63		
5.4 生態系を活用した災害リスク軽減と 生態系を活用した適応の統合の利点	68		
5.5 おわりに	70		

第11章	
生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための 計画ツール	124
11.1 災害リスクを軽減する空間計画	125
11.2 生態系を活用した災害リスク軽減と 適応のための参加型農村評価	127
11.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応のため の地理情報システムとリモートセンシング	127
11.4 環境影響評価	132
11.5 おわりに	136

第12章	
ジェンダー、災害リスク軽減、生態系を活用した 災害リスク軽減と適応のための コミュニティベースのツール	138
12.1 災害リスク軽減とジェンダー	139
12.2 コミュニティ、自然資源、リスク管理	144
12.3 おわりに	146

第13章	
生態系を活用した災害リスク軽減と適応に資する 持続可能な土地・水管理ツールとアプローチ	150
13.1 生態系を活用した災害リスク軽減と 適応に資する管理ツールとアプローチ	151
13.2 災害リスク軽減と適応に資する 統合水資源管理の例	156
13.3 おわりに	158

第14章	
災害リスク軽減と気候変動適応のための 生態工学的的手法	160
14.1 生態工学的的手法	161
14.2 生態工学的的手法の可能性と限界	163
14.3 おわりに	167

第15章	
生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための 経済学的分析ツール	170
15.1 災害リスク軽減の意思決定に用いられる 主な経済学的分析ツール	171
15.2 災害後ニーズ評価	173
15.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の 費用便益分析	174
15.4 生態系の評価	176
15.5 生態系サービスへの支払い	179
15.6 おわりに	181

第16章	
国の政策、戦略、計画、プロジェクトに生態系を 活用した災害リスク軽減と適応を 主流化するための諸原則	184
16.1 政策、プログラム、プロジェクトに生態系を 活用した災害リスク軽減と適応を統合する ための重要なエントリーポイント	185
16.2 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の 主流化に利用可能な財源	188
16.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の 主流化に向けた課題	189
16.4 おわりに	190

第17章	
生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための レジリエンス概念の活用に関するアプローチ	192
17.1 プロジェクト開発	193
17.2 生態系を活用した災害リスク軽減と適応を 通じたレジリエンス構築プロジェクトの 5つの成功要因	201
17.3 おわりに	202

第18章	
結論－生態系を活用した災害リスク軽減と 適応のための今後の課題と可能性	204

要旨

災害は、人々の生命を奪い、インフラを破壊し、生態系に損害を与え、開発を損なうものであり、気候変動によってその頻度が増加する可能性もある。そのため、災害リスク軽減（DRR）と気候変動適応（CCA）に関する最新の知見が必要とされている。その中でも、災害リスクを軽減し、気候変動に適応するための生態系を活用したアプローチについての理解を深めることが重要である。本書では、災害リスク軽減と気候変動適応における生態系（管理）の重要性について説明し、生態系を活用した災害リスク軽減及び気候変動適応（Eco-DRR/EbA）を計画・実施するための指針を示している。

災害リスク軽減は、曝露、脆弱性、ハザードを低減することで、リスク要因を減らすことを目的としている。各リスク要因を増大させるものは様々にあるが、その中の多くが劣悪な環境管理に直接または間接的に関連している。このことについては、仙台防災枠組（SFDRR）、気候変動枠組条約（UNFCCC）、生物多様性条約（CBD）など、国際的な政策分野で重要な国際条約や枠組などで、多くの言及およびマンデートの提示がなされており、生態系の機能を改善、維持、管理することで、レジリエンスを向上させる必要性が認められている。

生態系は、すべてのリスク要因に対応できる重要なサービスを提供している。たとえば、マングローブ林が波を減衰させたり、森林が雪崩を防いだりすることで、ハザードへの曝露を減少させる。適切に管理された生態系はハザードを軽減することができる一方、劣化した生態系は、地滑りや砂漠化などのハザードを引き起こす傾向がある。さらに、生態系はコミュニティに食料、水、生計を提供することで、脆弱性を軽減することもできる。

Eco-DRRとは、災害リスクを軽減するために生態系を持続的に管理・保全・修復し、持続可能で強靱な開発を実現することである（Estrella and Saalismaa 2013）。一方、EbAとは、人々が気候変動の悪影響に適応することを支援するために、総合適応戦略の一環として生物多様性と生態系サービスを利用することである（CBD 2009）。この2つのアプローチは、DRRとCCAという異なる分野で別々に発展してきたためにいくつかの違いがあるが、実際には多くの点で重なり合っている。

本書の読者が、Eco-DRR/EbAおよびその基本原則について、重要な示唆を得ることを期待する。Eco-DRR/EbAには、「複数の利益をもたらす」「後悔しない戦略を提供する」などの特徴がある。さらに、DRR/CCAに対する生態系を活用したアプローチは、グレーインフラよりも時間の経過とともに費用対効果が高まることが多い。ただし、場合によってはグレーインフラとグリーンインフラの組み合わせの方が最適であることもある。最後に、ジェンダーに配慮したEco-DRR/EbAは、変革的レジリエンス、つまり災害リスクを持続的に軽減するレジリエンスの基本となる。本書では、Eco-DRR/EbAの主流化にはまだ知識のギャップや様々な課題があると結論づけている。とくに、DRR/CCAのための生態系への投資を、地域固有のプロジェクトから他地域へと一般化可能なガイドラインへとスケールアップする方法などは、まさにEco-DRR/EbAの今後の主な課題であろう。例えば、ある地域で浸食を減らすために役立つ植生が、別の地域では機能しないことがある。本書はこれらのギャップや課題のいくつかを克服するための答えを提供することを目的としている。本書をもとに、新しい研究に取り組み、開発計画にEco-DRR/EbAを組み込む方法を見つけ、この新しい分野の発展に向け成長しつつある実践のためのコミュニティに参加をしてほしい。

参考文献

CBD (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Technical Series No. 41. Secretariat of the Convention of Biological Diversity: Montreal. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf> Accessed: 24 July 2019.

Estrella, M. and Saalismaa, N. (2013). Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): An overview. In *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. (eds.). UNU Press, Tokyo, 25-54. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed: 24 July 2019.

謝辞

本書は、ドイツ・ケルンのケルン応用科学大学、同大学を拠点とする国際的な大学ネットワークである自然資源と開発センター (CNRD)、国連環境計画 (UNEP) 危機管理局、環境的持続可能性のためのグローバル大学パートナーシップ (GUPES) らの共同プロジェクトから生まれたものであり、PEDRR の技術支援を受けている。ケルン応用化学大学、UNEP、Eye on Earth プログラム、EU、ドイツ連邦経済協力開発省 (BMZ)、EXCEED プログラム、ドイツ学術交流会 (DAAD) から資金提供を受け、「生態系を活用した災害リスク軽減」に関する大規模公開オンライン講座 (MOOC) を開発することができた。

上記の組織やMOOCの詳細については、それぞれのウェブサイトを参照されたい。

著者

Sudmeier-Rieux, K., Nehren, U., Sandholz, S. and Doswald, N.

謝辞

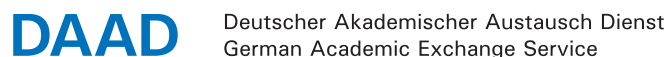
この原稿にさまざまな形でご協力いただいた多くの方々に感謝の意を表する (アルファベット順)。Aya Aboulhosn, Teresa Arce Mojica, Niloufar Bayani, Brock Blevins, Rita Cozma, Prim Devakula, Gesa Dickhoff, Marisol Estrella, Michelle Ford, Sruthi Herbert, Ishrat Jahan, Harrhy James, Mike Jones, Molly Frances Kellogg, Marwa Khalifa, Wolfram Lange, Toshihisa Nakamura, Sabine Plog, Fabrice Renaud, Leila Rharade, Lars Ribbe, Nicole Rokicki, Meenakshi Sajeev, Harald Sander, Guenther Straub.



ドナー



資金協力:



第1章

ソースブックの
背景と内容



1.1 はじめに

災害は、人々の命を奪い、インフラを破壊し、生態系に損害を与え、開発を阻害する。そして、気候変動は、世界の多くの地域で既存の災害リスクを悪化させると予想されている。実務家、政策立案者、研究者は、災害リスク軽減（DRR）と気候変動適応（CCA）の最新動向について、認識を深める必要がある。現在では、災害リスクを軽減し、気候変動に適応するための生態系を活用したアプローチについて理解が深まっている。こうした解決策は、災害の影響に対するレジリエンスを高めるために、保護のための緩衝機能や、食料や水を提供したりするものとして、より一般的になりつつある。災害リスク軽減と気候変動適応のための生態系を活用したアプローチ（Eco-DRR/EbA）は、IPCC（2012）では「後悔しない（no-regret）」戦略とされており、炭素貯蔵・吸収、生物多様性の保全、貧困削減など、災害の有無にかかわらず複数の社会・経済的利益をもたらす。

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の締約国会議（COP）が開催された2007年以降、DRRとCCAのための「自然を活用した解決策」（NbS）と呼ばれる取組の推進が、国際的に注目を集めている。国際自然保護連合（IUCN）やザ・ネイチャー・コンサーバンシー（TNC）などの自然保護団体は、一部加盟国の支援を受けて、2008年のCOP14に提出した資料の中で、生態系を活用した適応（EbA）という概念を、UNFCCCの下での将来の適応枠組みの重要な要素として提示した（Vignola *et al.* 2009）。

DRRの分野では、EbAが推進される以前から生態系の重要性が認識され、議論されてきた。このことは、兵庫行動枠組2005-2015（HFA）の中で、とくにHFA優先順位4の「根本的なリスク要因を削減する」という項目に見てとれる。「環境と災害リスク軽減のためのパートナーシップ」（PEDRR）は、2008年以来、こうした認識の進展に貢献し、世界の災害および開発計画においてEco-DRRの主流化を提唱してきた。

環境と災害リスク軽減のためのパートナーシップ
 PEDRRは、国連機関、NGO、専門機関のグローバル連合。Eco-DRR/EbAの実施を拡大し、確実なものにすること、および、仙台防災枠組に沿って、世界、国、地方レベルでの開発計画にEco-DRR/EbAを主流化することを目的とする。
 詳細：www.pedrr.org

仙台防災枠組(SFDRR)

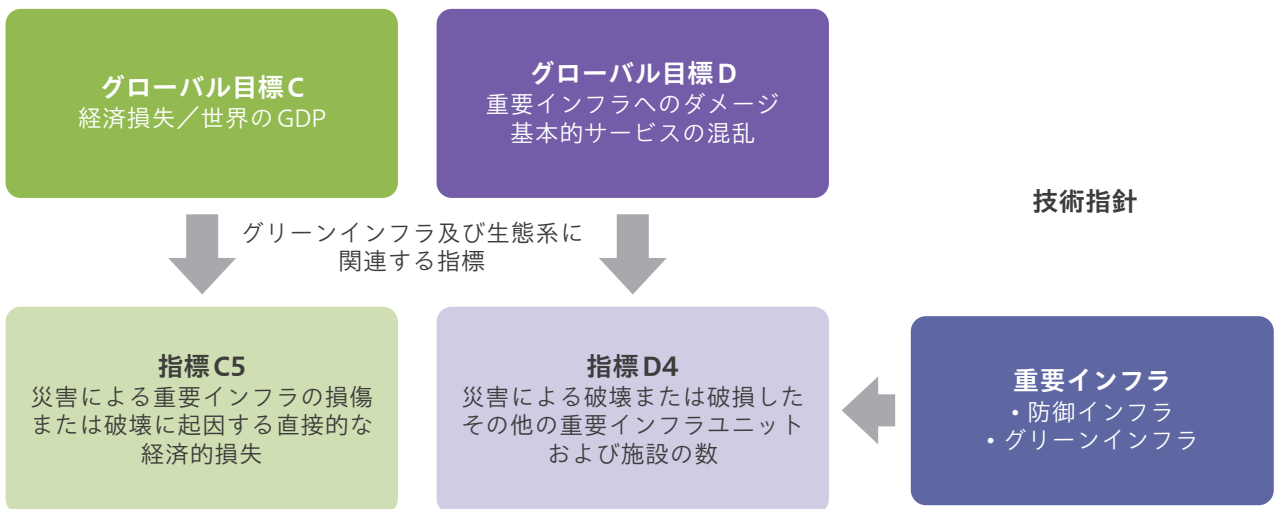


図1.1 SFDRRにおけるグリーンインフラと生態系に関する指標
 出典:Sebesvari *et al.*2019. 作図:L. Monk

メタデータにおける指標評価に用いられる関連する各計測方法の定義を支援

定義

EbA：人々が気候変動の悪影響に適応することを支援するために、総合適応戦略の一環として生物多様性と生態系サービスを利用すること (CBD 2009)。

Eco-DRR：災害リスクを軽減するために、生態系を持続的に管理・保全・修復し、持続可能で強靱な開発を目指すこと (Estrella and Saalismaa 2013)。

EbM：気候変動の緩和を目的に、生態系の炭素貯蔵・吸収サービスを利用すること

アドボカシー活動の甲斐もあり、ポスト2015アジェンダである仙台防災枠組では、災害リスク軽減とレジリエンスの構築のための持続可能な生態系管理の役割がより明確に認識されるようになった。さらに、仙台枠組モニター (SFM) には、7つのターゲットに対する進捗状況を監視するための38の指標が含まれており、グリーンインフラについても2つの指標で報告することになっている (図1.1)。ただし、これまでグリーンインフラについて報告した政府はない。

SFDRRでは生態系を活用したアプローチ、SFMではグリーンインフラなど、文書によってNbSを表す用語が異なっていることや、CCAの議論ではEbA、DRRの議論ではEco-DRRなど、枠組みによって異なる用語が使われていることが、混乱や不明瞭さが生じ、政府による取組や報告の妨げになることもある。そのため、明確な用語とコミュニケーションを確保することが重要である。

環境管理の重要性は以前から指摘されており、また環境管理は持続可能な開発の柱の一つでもあるが、災害や気候変動等の問題への対応としては技術的・構造的な解決策がいまなお主流である。その一因は、NbSを実施するための証拠や理解、ガイダンスが不足していることである。ただし、政策の進展やアドボカシー、プロジェクトへの資金提供の増加により、自然の解決策や生態系を活用したアプローチの実施は増加している。

多くの開発途上国や新興工業国では、人口増加や経済成長に伴い、生態系への圧力が増大し災害に対する保護機能が低下しているため、この点は特に重要である。マングローブ、沿岸砂丘システム、山林など、ランドスケープや生態系の劣化は世界各地で見られており、適切な対策が講じられなければ、今後も続くばかりか、さらに加速する可能性もある。

用語

ランドスケープの生態系や自然の要素の活用を指す用語は複数存在する：

自然の解決策 (NS) または自然を活用した解決策 (NbS) は、IUCNによって「社会課題に順応性高く効果的に対処し、人間の幸福と生物多様性に恩恵をもたらす、自然あるいは改変された生態系の保全、管理、回復のための行動」と定義されている (Cohen-Shacham *et al.* 2016)。これは、災害リスク軽減や気候変動適応のために行われるものを含む、すべての自然管理アプローチを包括する用語である。

グリーン・ブルー (または自然) インフラ (GI または NI) は、護岸や堤防などの「グレー (ハード) インフラ」と呼ばれるものの対立概念として使われることが多い。

「水の浄化、空気の質、レクリエーションのための空間、気候変動の緩和と適応、多くのコミュニティに利益をもたらす降雨の管理など、幅広い生態系サービスを提供するために設計・管理された、環境の特徴を伴う戦略的に計画された自然と半自然のネットワーク」 (UNISDR, 2017: 96)

自然の緩衝材：グリーンインフラと類似。

生態系を活用したアプローチ：生態系を活用した適応 (**EbA**)、生態系を活用した災害リスク軽減 (**Eco-DRR**)、生態系を活用した緩和 (**EbM**) など。

グリーン・ブルースペース：これらの用語は都市の気候変動適応によく使われ、都市の冷却と水の管理のために、屋上緑化、公園、緑の回廊などの「グリーン」の領域と、池や水辺などの「ブルー」の領域を提供することを示している。



図1.2
ハイチ(左側)とドミニカ共和国(右側)の国境 © UNEP

図1.2は、ハイチ(道路の左側)とドミニカ共和国(道路の右側)の植生被覆レベルの違いを示す印象的な図である。ハイチでは、深刻な環境悪化が主なリスク要因の一つとなっており、ハザードイベントに対する脆弱性とリスクの増大につながっている。例えば、2004年の熱帯性暴風雨「ジャンヌ」は、ハイチ、特にゴナイブ市で多数の土砂崩れを引き起こし、1,600人以上の死者を出した。一方、隣国のドミニカ共和国では、同じ暴風雨による被害は非常に少なく、18人の死傷者が報告されたのみだった(NOAA, 2014)。

2004年のスリランカの事例は、自然による沿岸保護に関するものである。この例では、インド洋津波の影響を人間の活動が悪化させたことが指摘される。図1.3は、2004年のインド洋大津波で大きな被害を受けたスリランカ南部のヤーラ国立公園である。上の写真では、砂丘に守られたエコツーリズム・リゾートの緑色の屋根がわずかに見える。ここでは、波の高さはわずか5cmで、死傷者も出なかったという。下の写真は、エコツーリズム・リゾートからほど近い海岸沿いにあるヤラ・サファリ・リゾートで、海へのより良い眺望を得るために砂丘が取り払われていた。ここでは、波の高さが7メートルに達し、27人の死者が出た。これは、砂丘のような生態系がいかに沿岸災害から人々やインフラを守ることができるかを示す好例である。また、津波のようなハザードは、人々が危険な場所に住んでいたり、環境を悪化せたりすることで、災害になり得ることを示している。

図1.3
スリランカのヤーラ国立公園と、それ
に隣接するエコツーリズム・リゾート
© B. McAdoo



スリランカのヤラ・サファリ・リゾート
© B. McAdoo



ほとんどの災害、あるいは少なくともその深刻な影響の一部は回避可能である。災害の影響は、劣化した環境条件によって引き起こされたり、悪化したりすることが多い。Eco-DRR/EbAは、自然ハザードや海面上昇などの気候変動の影響を防止、軽減、緩和するために、生態系（山林、湿地、マングローブなど）をシステム的に活用するアプローチである。Eco-DRR/EbAでは、生態系がDRRサービスを提供するだけでなく、供給、調整、文化的などその他の生態系サービスをも提供し、災害や気候変動に対する地域のレジリエンス向上に貢献していることを考慮している。すなわち、Eco-DRR/EbAアプローチへの投資は、DRRやCCAへのレジリエンスを高めるだけでなく、特に生活、人間の福祉、生態系の健全性を支えるなど、複数の利益をもたらすのである。ただし、人工的な構造物に限界があるように、沿岸砂丘やマングローブなどの生態系が提供できる、熱帯サイクロンや津波などのハザードイベントからの保護にも限界がある。こうした保護機能は、生態系の健全性とハザードの大きさに依存している。生態系の保護機能に関する科学的証拠は蓄積され続けており、本書もそれらに依拠している。

本書は、災害管理者や実務者、CCA専門家、開発計画者、プロジェクト実施者、政策立案者、およびDRR、CCA、開発、自然資源管理の各分野で活躍する学生や専門家（環境工学、地域・都市・環境計画、地理学、生態学、景観生態学、農業科学などの諸分野を含む）など、増大する災害・気候リスクに対処するための新たな解決策を知りたいと考えるすべての人を対象としている。

1.2 本書の構成

本書は、DRRとCCAの概念を読者に理解してもらい、DRRとCCAにおける生態系（管理）の重要性を説明し、Eco-DRR/EbAを計画・実施するためのガイダンスとツールを提供することを目的としている。ただし、本書は一般的な原則と問題の概要を示すことしかできない。なぜなら、各地域の状況はユニークであるため本格的な調査が必要であるし、また、各地域で利用可能なリソースは異なるからである。本書および章末掲載の資料が、Eco-DRR/EbAの主流化に役立ち、この新たな分野の参照点となることを願っている。

第2章から第5章では、災害とリスク軽減、気候変動と適応、DRRとCCAにおける生態系（管理）の役割について紹介している。第2章では、災害の概要、DRRとは何か、気候変動が災害リスクにどのような影響を与えるのかを説明している。また、本章ではDRRにおけるジェンダー問題を導入するが、これは後続の章でさらに詳しく説明する。DRRやCCAを計画する際に、ジェンダーに配慮することは非常に重要である。これは、公平性や平等性を求める政策上の要請だけでなく、より周縁化された集団に存在する脆弱性に対処するためでもあり、また、女性やその他のマイノリティが提供できる長期的なレジリエンスへの貢献のためでもある。第3章は、DRRとCCAとの相違点や統合の動向、Eco-DRR/EbAに関連する主な国際合意およびアクターを議論する。第4章では、生態系とDRRの関連性を紹介し、第5章では、Eco-DRRとEbAの相違点と共通点を明らかにし、両者の統合を論じている。

第6章から第8章では、DRRと適応のための生態系を活用したアプローチ、システム思考、レジリエンスの諸原則を論じている。第6章では、基本的なパラダイムの理解に役立つEco-DRR/EbAの基本原則を示し、実践上の課題についても簡単に述べる。第7章では、システム思考について説明し、それがEco-DRR/EbAの対策を立てる上でどのように重要なのかを示す。第8章では、CCAやDRRにおける国際的政策合意やプロジェクト開発目的に頻繁に見られる概念である「レジリエンス」とは何かについて考察する。この章では、短期的な対処から長期的な変革まで、レジリエンスを考えるいくつかの方法を紹介する。

第9章では、DRRをより具体的に考えるために、災害のフェーズを「救援」「復旧」「復興」「予防」の4つに分類している。この章では、災害の各フェーズに生態系やジェンダーへの配慮を盛り込むためのアイデアを紹介している。

第10章から第15章では、Eco-DRR/EbAのためのさまざまなツールについて解説する。具体的には、リスク評価、計画、ジェンダーやコミュニティベースのツール、管理ツール、生態工学的手法、そして経済学的分析ツールについて詳しく説明している。

本書で用いる用語

本書では、国連防災機関（UNDRR）[旧：国連国際防災戦略事務局]（UNISDR）（2017年）が示した用語を使用する。UNDRRは、防災政策・実務を推進する主たる国連機関である。ただし、これらの用語の多くには、複数の定義があることに留意する必要がある。例えば、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の定義は、DRRコミュニティで使用されている定義とは大幅に異なるため、混乱が生じている。だが、両者の間で用語の統合に向けた試みが進められている：

<http://www.preventionweb.net/english/professional/terminology>

第10章では、リスク評価を紹介し、生態系を組み込んだプロジェクトの例を解説する。第11章では、参加型農村評価、地理情報システムを用いた空間計画、環境影響評価などの計画ツールの概要を紹介している。リスク評価と計画は、DRRとCCAの実施に不可欠な要素である。第12章では、DRRのジェンダー面について掘り下げ、DRRにジェンダーをうまく組み込むことがいかにレジリエンスに向上に貢献するかを強調する。Eco-DRR/EbAの計画と実施にコミュニティ全体を参加させることは、持続可能性のために重要であり、またそうすることで、コミュニティ内の対立に対処し、より良い未来のために協力する方法を発見することができる。第13章では、主な管理手段を説明している。すなわち、統合水資源管理（IWRM）、統合沿岸域管理（ICZM）、持続可能な土地管理、統合防火管理（IFM）、保護地域管理（PAM）である。第14章では、生態工学と総称されるグリーンインフラやグリーンとグレーのハイブリッドアプローチの利用について、実例や可能性、限界に触れつつ説明している。第15章では、ファイナンスの重要性と、費用便益分析や生態系評価など、意思決定に利用できるツールを紹介している。また、生態系サービスへの支払いという概念も簡単に紹介する。この概念は、もともと気候変動の緩和・排出削減スキームで使用されてきたものだが、DRR/CCAに関連する他の生態系サービスにとっても重要である。

最後の3つの章は、以上のすべてを統合することを目的とする。第16章では、Eco-DRR/EbAを主流化するための重要なエントリーポイントについて述べる。この章では、Eco-DRR/EbAにおける資金調達の重要性を改めて強調し、国内および国際的な政策のエントリーポイントの例をいくつか示す。第17章では、Eco-DRRの一般的な運用枠組みを示す。そして、レジリエンスを目指すプロジェクト計画を作成する際に考慮すべき5つのポイント/論点の構成を示す。最後に第18章では、Eco-DRR/EbAの今後の可能性と課題についてまとめている。

参考文献・追加リソース

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf> Accessed: 24 July 2019.

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* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Billir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge and New York, New York: Cambridge University Press.

NOAA Website <https://www.nhc.noaa.gov/> Accessed: 24 July 2019

Sebesvari, Z., Woelki, J., Walz, Y., Sudmeier-Rieux, K., Sandholz, S., Tol, S., Ruíz García, V. and Renaud, F. (2019). Opportunities for Green Infrastructure and Ecosystems in the Sendai Framework Monitor. *Progress in Disaster Science*, 2, 100021 DOI: 10.1016/j.pdisas.2019.100021.

Vignola R., Locatelli B., Martinez C., and Imbach P. (2009). Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policy-makers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation of Strategies for Global Change*, 14, 691-696. DOI: 10.1007/s11027-009-9193-6.

UNISDR (2017). *Technical Guidance for Monitoring and Reporting on Progress in Achieving the Global Targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. https://www.unisdr.org/files/54970_techguidancefdigitalhr.pdf Accessed 24 July 2019.

第2章

災害, リスク軽減, 気候変動への イントロダクション

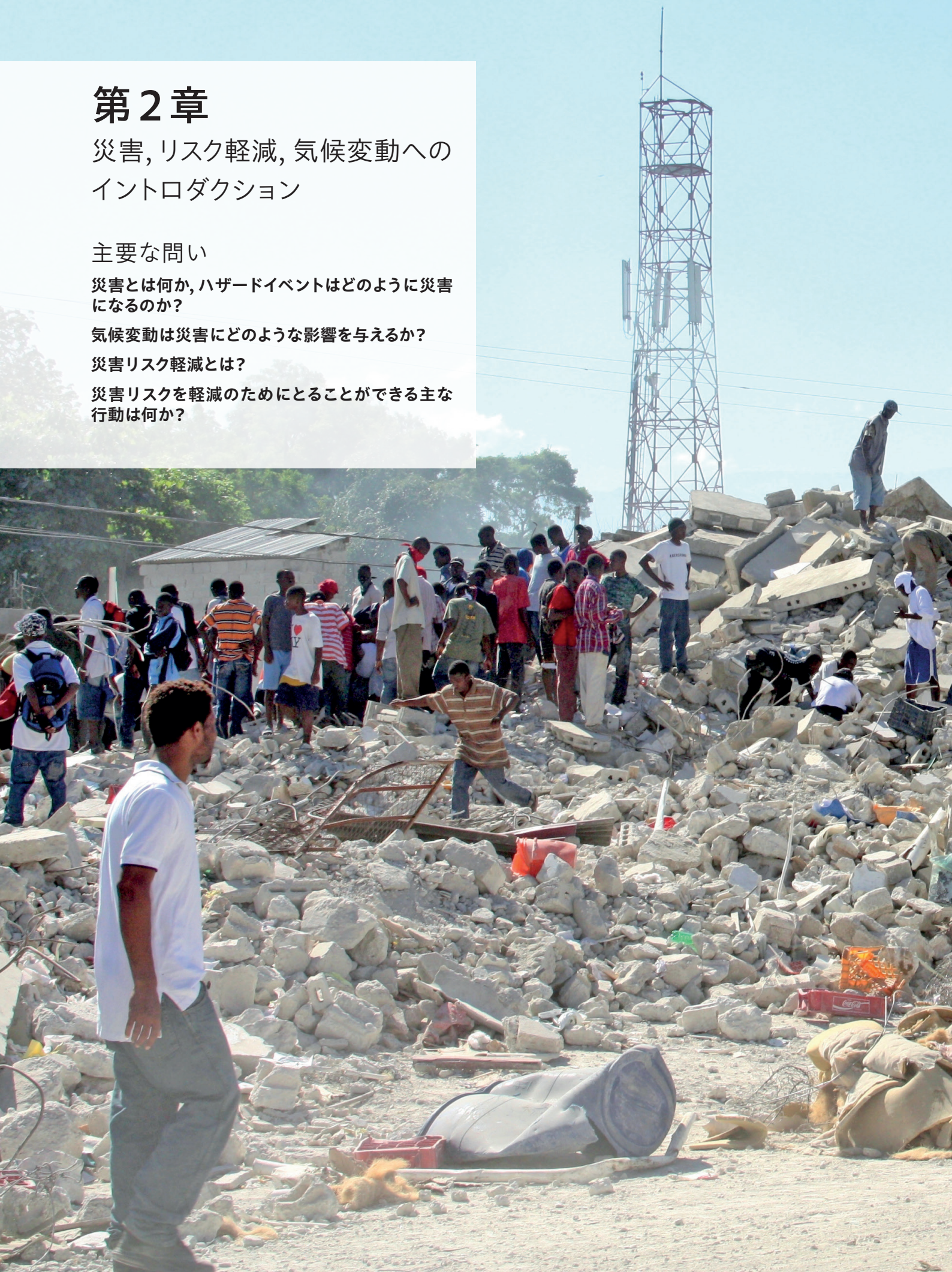
主要な問い

災害とは何か, ハザードイベントはどのように災害になるのか?

気候変動は災害にどのような影響を与えるか?

災害リスク軽減とは?

災害リスクを軽減のためにとることができる主な行動は何か?



2.1 ハザードと災害

ある災害が災害に関する公式データベース「EM-DAT」に登録されるためには、以下の4つの基準のうち少なくとも1つを満たす必要がある。

- 10人以上が死亡したという報告
- 100人以上の被災者が出たという報告
- 緊急事態の宣言
- 国際的な支援の要請

つまり、地滑り、熱帯サイクロン、洪水、雪崩などの自然ハザードは、コミュニティや社会が自らのリソースを使ってそれらに対処する能力を超えた場合に、災害となる。たとえ深刻なハザードであっても、(直接的または間接的に)誰も影響を受けなければ災害とはならない。例えば、人里離れた無人の地域で発生した雪崩は、災害とは見なされない。このように、災害になるかどうかは、事象の規模だけでなく、社会がどのように対処しているかにも大きく左右される。例えば、同規模の洪水でも、より大規模な洪水を頻繁に経験しているバングラデシュなどでは洪水と見なされず、一方大規模な洪水をあまり経験しないスウェーデンなどでは災害と見なされるということがありうる。災害は様々な方法で分類することができるが、もっとも基本的な区別は、技術的ハザードに起因する人為的な災害¹(化学事故、石油流出、産業汚染)と、自然ハザードに関連する災害との区別である。

自然ハザードはいくつかの方法で分類されるが、通常、地球物理学のハザードと生物学的ハザードの2つに大別される (Burton *et al.* 1993)。図2.1はEM-DAT(2015)で用いられている分類を示している。土砂災害には、地震によるものと、最も一般的な降雨によるものとがある。洪水と山火事は、地質学的、水文学的、気象学的な現象の組み合わせに起因している。UNISDR (2009)は、生物学的ハザードを「生命の損失、負傷、病気、その他の健康への影響、財産の損傷、生活やサービスの喪失、社会的・経済的混乱、環境破壊を引き起こす可能性のある、病原性微生物、毒素、生理活性物質への曝露を含む、有機物に起因する、または、生物学的媒介物によってもたらされる、プロセスないし現象」と定義する。UNISDRによる2015年の世界防災白書では、自然ハザードは「物理的ハザード」と呼ばれているが、この用語はまだ公式に自然ハザードに取って代わるものではない。本書では、地球物理学のハザード、水文気象学的ハザード、気候学的ハザードを取り上げているが、これらは最も一般的なハザードであり、生態系の管理や回復によってある程度まで軽減することができる。

自然ハザード

地球物理学のハザード

- 地震
- 火山噴火
- 津波
- 土砂崩れ

水文気象学的ハザード

- 雪崩
- 洪水
- 高潮
- サイクロン
- 干ばつ
- 熱波
- 暴風
- 山火事

定義: 災害

広範な人的、物的、経済的、環境的な損失及び影響をもたらす、コミュニティや社会の機能の深刻な崩壊で、影響を受けたコミュニティや社会が自らのリソースを用いて対処する能力を超えてしまうもの

UNISDR 2009



図2.1 災害の類型 EM-DAT 2015

1. 場合によっては、「環境災害」という言葉が、人為的な災害や技術的な災害を意味するものとして用いられる。

もう一つの重要な区別は、突発的災害と緩慢に進行する災害との区別であり、あるいは別の見方からすれば、集中的ハザードと分散的ハザードの区別である (UNISDR 2011)。UNDRR (旧 UNISDR) は、死者数と住宅破壊に着目し、集中的災害と分散的災害の間のしきい値を定義している。具体的には、以下のようなしきい値である。死者数：30人未満 (分散的)、30人以上 (集中的)、住宅破壊：600棟未満 (分散的)、600棟以上 (集中的) (UNISDR 2015)。

地震、津波、突発的な地滑りは集中的ハザードの例であり、干ばつや緩やかに動く地滑りは分散的ハザードの例である (ただし、非常に突発的で激しい干ばつは集中的なものと考えられる)。分散的ハザードは、コミュニティの脆弱性やレジリエンスにも影響を与え、気候変動の影響により一部の地域では増加する可能性がある (IPCC 2012)。

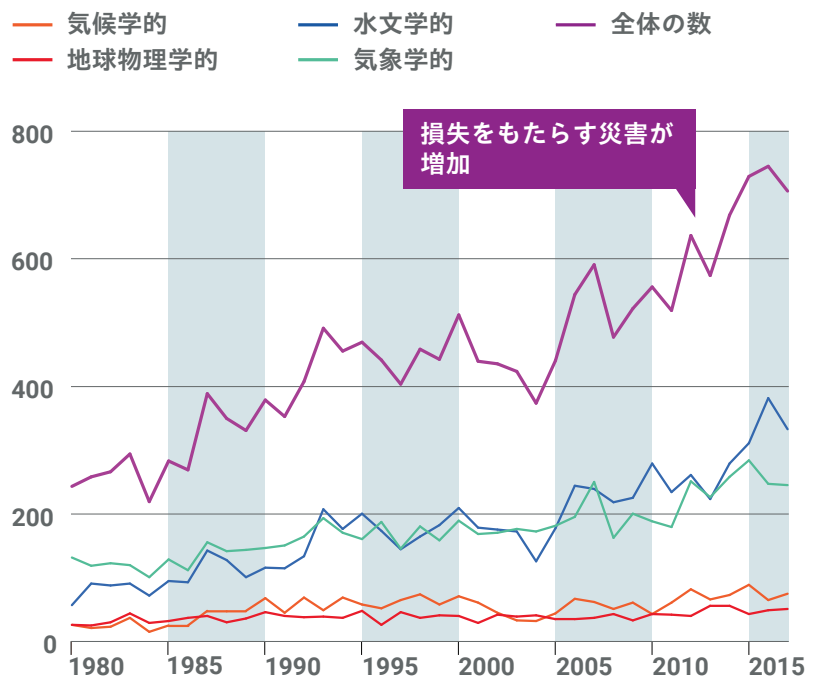
災害の傾向と統計

過去20年の間に、災害はより頻発するようになった (図 2.2)。影響を受けた人の数こそ減少してはいるが、死亡率は同じ期間に増加しており、人口増加も影響して、2004年から2017年の間に年間平均99,700人以上の死者数に達している。

これは、2004年のアジア津波、2008年のサイクロン「ナルギス」、2010年のハイチ地震など、この時期に発生した大規模な災害で多くの人命が失われたことを反映している (図 2.3)。

各国は、災害管理の改善により集中的災害による死亡率の削減にかなりの成果を上げているが (早期警告システム、準備プログラム、避難計画)、一方で分散的災害のリスクは増大しており、これは貧困と貧弱なガバナンスという根本的なリスク要因に各国が十分に対処していないことを示している

図 2.2
1980-2015年の災害数
Munich Re NatCatSERVICE 2017



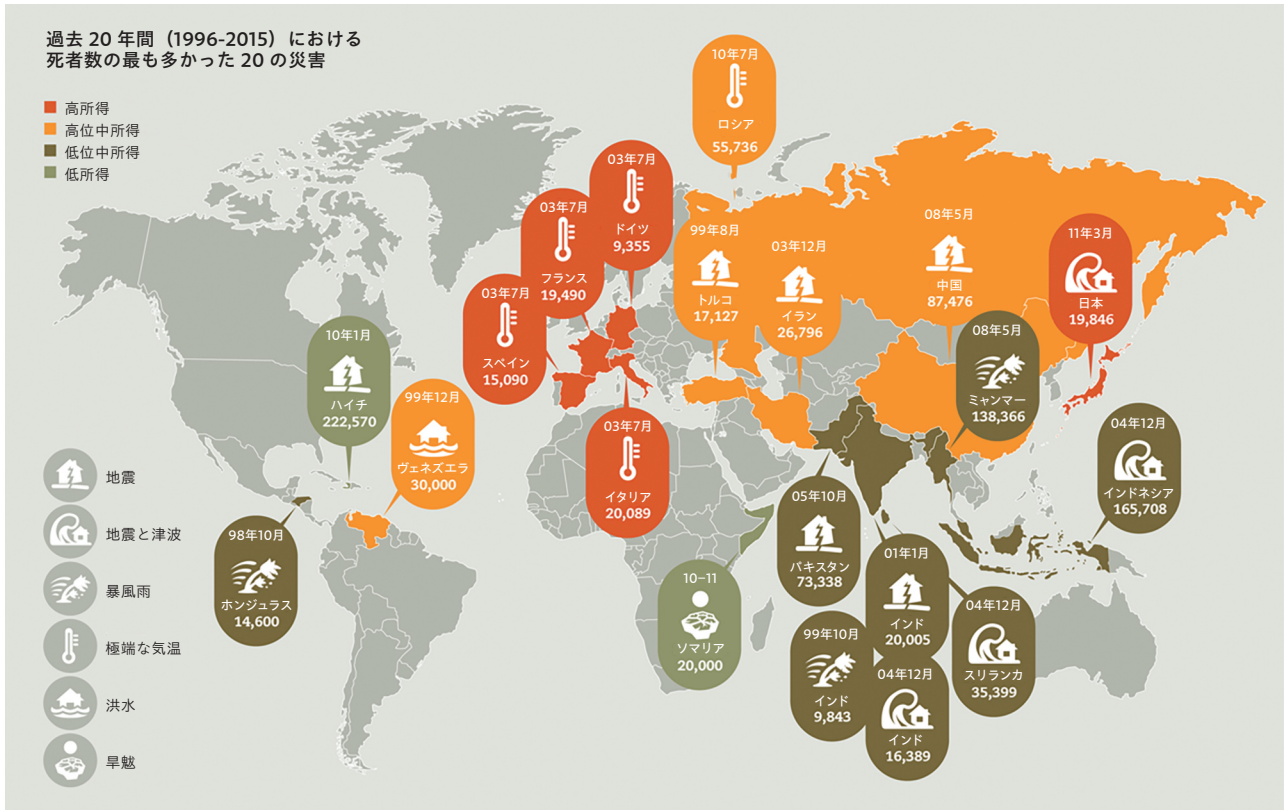
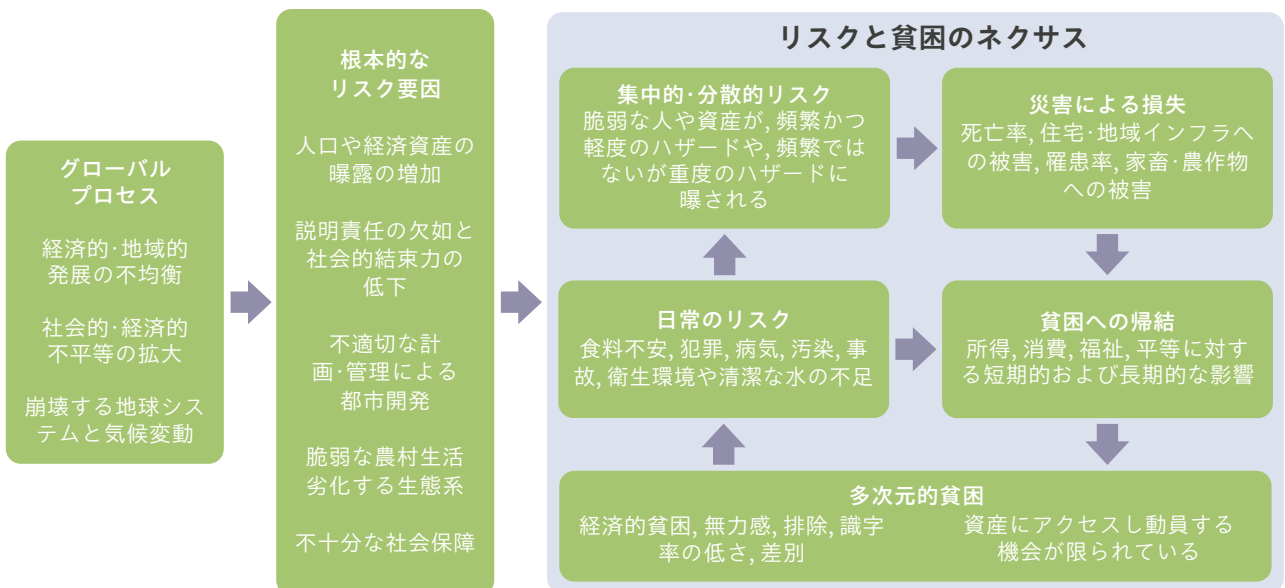


図 2.3 災害による死者は、少数の集中的災害によるものが多い UNISDR 2015

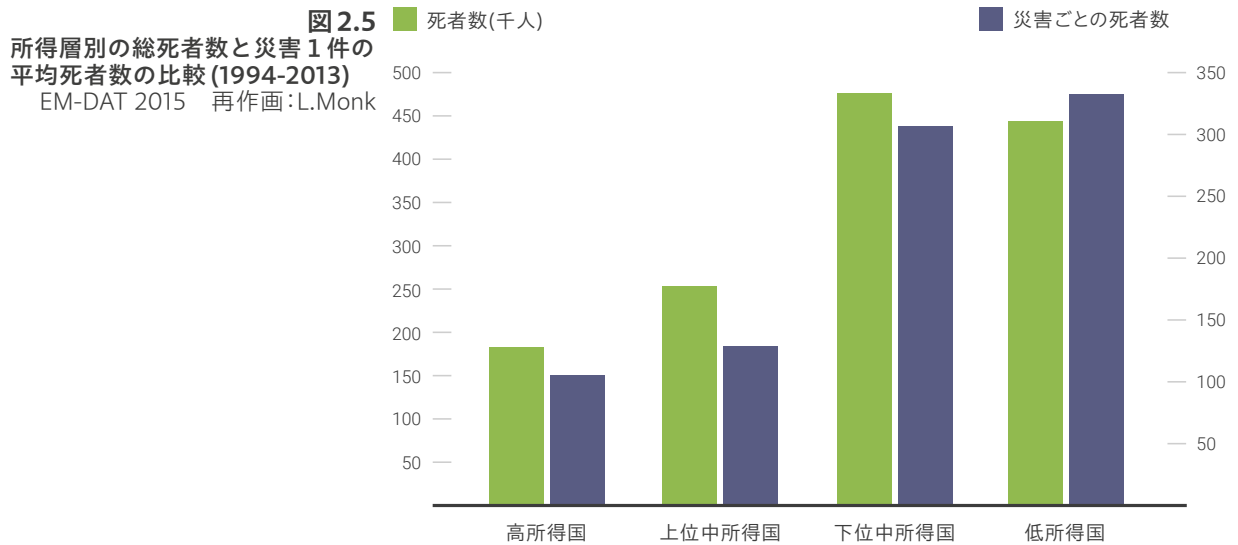
(UNISDR 2015)。図 2.4 は、グローバルなプロセスと根本的なリスク要因が、リスクと貧困のネクサスにどのように影響するかを示している。人々の脆弱性に影響を与える根本的なリスク要因を減らせば、災害の規模を小さくすることができる。

この事実は、UNDRR の統計にも反映されており、1990 年以降に国際的に報告された災害で記録された死者数のほぼ 90% が低・中所得国で発生している (UNISDR/UNDRR 2015, 2019)。EM-DAT によると、2004 年から 2013 年の間に、災害 1 回あたりの平均で、高所得国 (105 人) の 3 倍以上 (332 人) の人が低所得国で亡くなっている。全体の 56% の災害が高所得国と上位中所得国で発生しているが、死者数は全体の 32% に過ぎず、それに対し下位中

図 2.4 リスクと貧困のネクサス UNISDR 2015 再作画:L. Monk



所得国と低所得国では44%の災害が発生し、死者数は全体の68%を占めている (EM-DAT 2015) (図2.5)。



道路や病院などの重要なインフラが整備されることで、これらの災害の被害を受けている人々が、ハザードを回避したり、被害から早期に回復したりできるようになる。経済発展が進めば、気象現象のより正確な監視や携帯電話へのアクセスの大幅な増加を通じた早期警報システムの進歩などにより、災害への準備や対応の改善につながるはずである。

図2.6は、アジアが最も多くの災害が発生している大陸であり続けていることを示している。EM-DATによると、2018年には、災害の53%がアジアで発生し、災害の影響を受けた人の85%がアジアにいる。

世界で最も多くの人々に影響を与えている自然ハザード起因の災害は気象

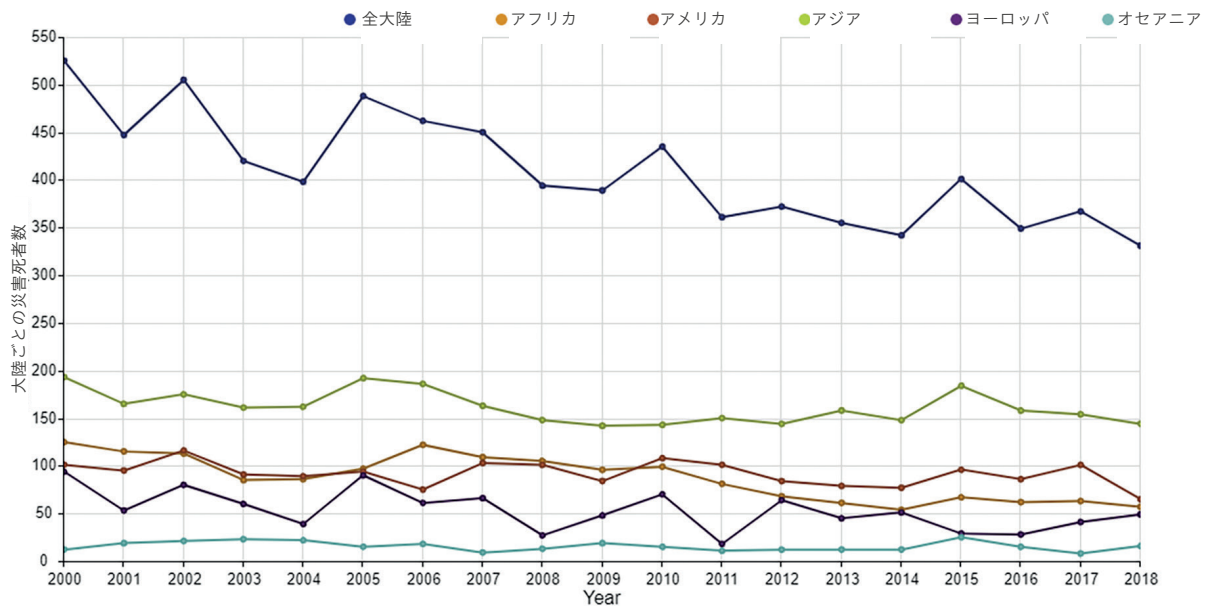


図2.6 大陸別にみた世界の災害状況 2000-2018
EM-Dat 2019

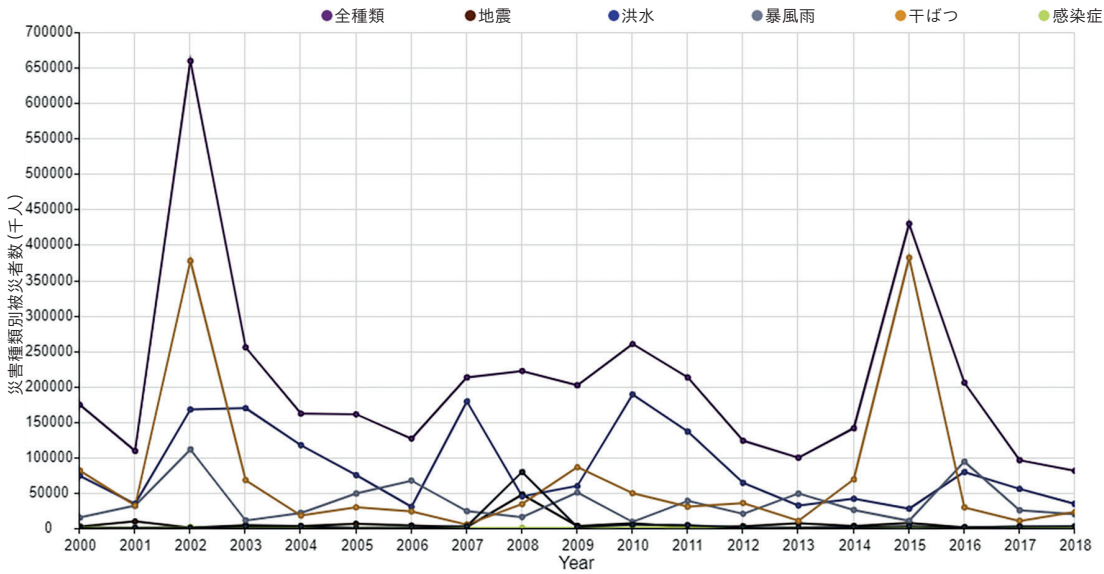


図 2.7
災害の種類別発生割合(2000-2018年)
EM-DAT 2019

災害であり、干ばつ、洪水、暴風雨が災害の主な原因となっている(図 2.7)。

UNDRR(UNISDR 2015)によると、災害による絶対的な経済損失は増加しているが、相対的に見ると、災害による経済損失の世界的な増加は統計的に有意ではない。ただ、絶対的な経済損失は高所得国に集中しているものの、相対的に見れば、低所得国の方がはるかに大きな被害を受けている。1994年から2013年の間に、高所得国が災害によって推定1兆6,600億米ドルの損失を記録したのに対し、低所得国は710億米ドルしか記録していない。これをGDPに換算すると、高所得国では0.3%、低所得国では5.1%の損失に相当する(図 2.8)。低所得国では経済損失の過少報告も特に多く、これらの統計は低所得国における災害の不均衡に大きい影響を表している。

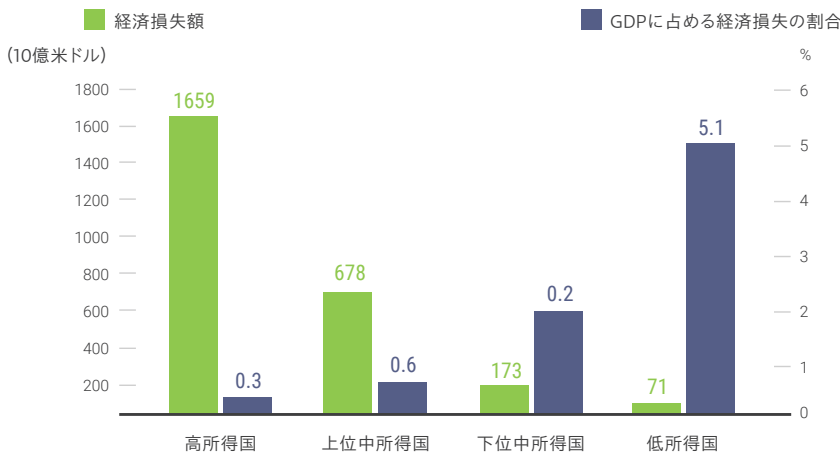


図 2.8
1994-2013年の経済損失額の絶対値と、そのGDPに占める割合
EM-DAT 2015の様子
再作画:L.Monk

災害とジェンダー

自然ハザードはその対象の差別をしないが、人間は差別を生み出しうる。自然ハザードが人々に影響を与える災害になった場合、同じコミュニティの中でも人によって異なる影響を受ける可能性がある。階級、人種、ジェンダー、カースト、民族、宗教など様々な不平等の軸が、災害が個人やコミュニティに与える影響を左右する（図2.9）。このことは、災害の影響がジェンダー化されていることを示唆している。災害の最中や災害後も、社会的不平等が、影響の負担や援助、さらには災害後に発生する暴力の観点から露呈することがある。

図2.9
2007年ハイチの洪水
© UNEP



災害のジェンダー的影響については、Neumayer and Plümper (2007) が調査している。この研究は、1981年から2002年の間に自然ハザードによって引き起こされた4,605件の災害に関するデータを分析した。災害時の死亡率を調べることで、災害時とその直後には平均寿命の男女差（一般に男性よりも女性の方が長い）が減少することを示した。また、災害が強ければ強いほど、女性の平均寿命への影響が大きくなることも明らかになった。このことから、「日常の社会経済的パターンに組み込まれた社会的に構築された女性のジェンダー特有の脆弱性が、男性に比べて相対的に高い女性の災害死亡率につながっている」と主張している（Neumayer and Plümper 2007:551）。社会構造における既存の差別に起因するジェンダー特有の脆弱性に関するこの主張は、「男性に比べて女性に及ぼす災害の悪影響は、女性の社会経済的地位が上昇すると消える」（Neumayer and Plümper 2007:562）という発見によっても補強されている。ただし、入手可能なデータでは、災害のジェンダー化された影響について一般的な結論を出すことまではできていない。

その後の調査では、複数の災害において、死傷者や被災者の数で女性が男性を上回ることが多いことがわかっている。インドネシアでは、2004年の津波の後にオックスファムが調査したアチェ・バサル地区の4つの村で、676人の生存者のうち女性は189人しかいなかった。男性生存者が女性生存者をほぼ3対1の割合で上回った。北アチェ地区の4つの村では、366人の死者のうち284人が女性であり、死者の77%が女性であった。最も被害の大きかったクアラ・カンコイ村では、男性1人に対して女性が4人、つまり死者

の80%が女性だった (Oxfam 2005)。

2011年の東日本大震災では、主として岩手、宮城、福島の3県が被災した。最も被害が大きかったのは福島県で、女性8,363名、男性7,360名が亡くなった (さらに63名の性別不明者)。女性の死者数は男性の死者数を約1,000人上回り、その大半は70歳以上であった (Government of Japan 2014)。とはいえ、これらの統計ではコミュニティ内のもともとの男女比は必ずしも明らかではない。

フィールドワークに基づいた観察や、実務者や専門家の証言は、脆弱性と災害影響のジェンダー差という分析を裏付けている。例えば、ドレスコードによって女性の迅速な行動が制限されていること、少女や女性が泳ぎや木登りを教えられていないことが洪水からの生存可能性に与える影響、早期警報への不十分なアクセスが、女性が被災地を離れる可能性に与える影響、女性は家事や介護に従事しておりすぐに被災地を離れることができないこと、などが挙げられる。

Pincha (2008) は、2004年のインド洋津波で被災したインドのタミル・ナードゥ州での活動を踏まえて、ジェンダー規範の影響について述べている。彼女によれば、

「タミル・ナードゥ州の津波では、裸を見せることへの羞恥心という強く内面化された価値観によって、波の勢いでサリーが脱げてしまった女性たちは安全な場所に逃げるができなかった。女性たちは、服を脱いで海から上がるよりも、溺れることを選んだ。この事件以来、彼女たちの多くは、サリーを捨てたり上げたりして逃げなければならない場合のために、最低限の衣服となる肌着を使い始めた。」 (Pincha 2008:24)

ジェンダーに基づく社会的期待が、男性により多く影響を与える状況もある。一般的な社会関係におけるジェンダーの役割は、特定の状況下でより多くの男性が命を落とすことにもつながる。例えば、1998年に中央アメリカを襲ったハリケーン「ミッチ」では、女性よりも男性の方が多く犠牲になったと推定されている (Bradshaw and UNECLAC 2004)。最近では、南インドのケララ州で起きた2018年の洪水で、洪水や地滑りで亡くなった433人の命のうち、268人が男性、98人が女性、67人が子どもだったと報告されている (Government of Kerala 2018)。

災害の復旧・復興には、ジェンダーの側面も重要な役割を果たす。2015年にネパールで発生したゴルカ地震の後に実施された災害後ニーズ調査 (第15章も参照) では、インフラ、社会、生産部門への災害の影響が、貧困世帯の生計維持能力に大きな負担をかけ、児童労働、早婚、性やジェンダーに基づく暴力などのネガティブな対処戦略を助長していることが明らかになった。例えば、遠隔地の集落では、女性や少女が水や薪を集めるのに3時間もかかるようになった。このような基本的な家事を女性が担当することを期待する社会的規範は、女子教育に長期的な悪影響を及ぼす可能性がある (Government of Nepal 2015)。これらの災害の経験から、ジェンダー化された社会生活は一般的に女性の脆弱性を高め、一方で勇敢にリスクを取ることへの社会的期待は男性の命を奪う可能性があることがわかる。

男性と女性以外のジェンダー・マイノリティは、とくに社会的に疎外されている場合、災害時や災害後にさらに脆弱となりうる (Gorman-Murray *et al.* 2014)。様々な国で行われた研究では、差別や支援へのアクセスが、LGBTI (レズビアン、ゲイ、トランスジェンダー、インターセックス) コミュニティやその他のジェンダー・マイノリティへの災害の影響を大きくするこ

とが明らかになっており、フィリピンのバクラはその一例である (Gorman--Murray *et al.* 2014; Gaillard *et al.* 2016)。

障害があること、宗教的マイノリティであること、人種/カースト/階級/宗教などの抑圧されたグループに属することなど、その他の不利な条件も災害のジェンダー的影響を悪化させる。UN Department of Economic and Social Affairs (2019) は、「障害を持つ個人は、災害、緊急事態、紛争の状況において、避難、対応 (シェルター、キャンプ、食料配給を含む)、復興へのアクセスが困難なことで、不均衡な影響を受けている」とする。Enarson and Fordham (2000 (200:50)) は、アメリカとイギリスの洪水復興を調査し、「洪水は経済的、人種・民族的、ジェンダー的な不平等を反映し、悪化させた」と述べている。

災害リスクの主な要因としての曝露

災害とジェンダーに続き、本節では災害リスクの要因としての曝露の重要性を探る。本書の主な主張の一つは、災害は主に沿岸、河川、急斜面などに住む人々の曝露に起因しており、そのほとんどは実際には予防可能であるということである (UNISDR 2011)。そのため、各種の災害がどのようにして予防可能なのか、また、予防可能な災害の発生を減らすためにどのような行動を取るべきかを知ることが重要である。図 2.10 は、ネパール東部のある都市の都市成長を示している。この都市では、5年間 (2004年～2009年) の間に 200 世帯以上が川のほとりに定住し、そのほとんどが掘っ立て小屋であった。そして、2013年に河川からの大洪水が発生し、都市のこの地域に大きな被害をもたらした (赤枠)。

この例が示すのは、ネパールだけでなく世界中で、災害リスクの主な要因が曝露であるということである。

図 2.10
Sabine Plog 氏による地図
左: 2004年のネパール, ダラン,
Seuti Khola 川
右: 2009年のネパール, ダラン,
Seuti Khola 川
© Sudmeier-Rieux 2009

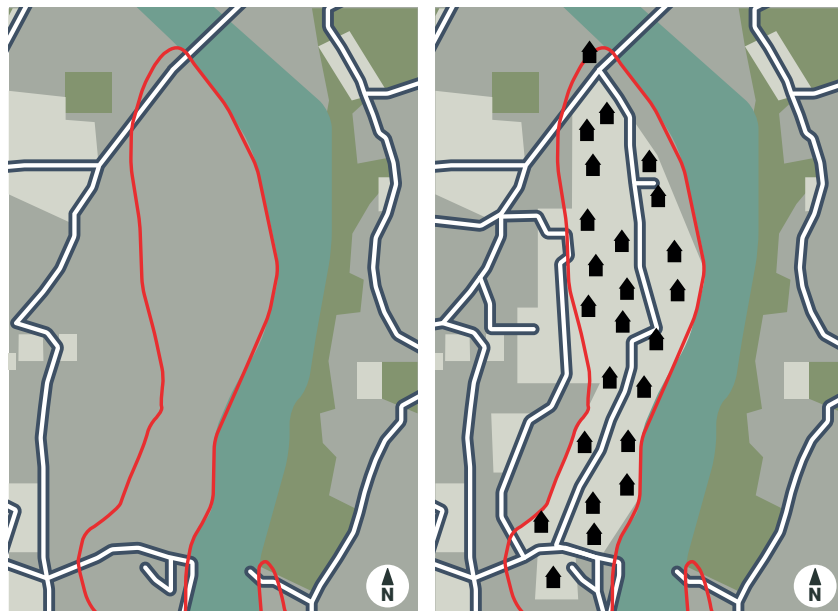


図 2.11 は、1980 年から 2010 年にかけて、さまざまなカテゴリーの国の人口のハザードへの曝露を比較したものである。この図では、低所得国、下位中所得国、上位中所得国、OECD加盟国を区別している。低所得国の人々は、1980年から2010年にかけてほぼ線形的に、基準年である1970年からみると250%も増加しており、最もハザードに曝されていることが明らかに

曝露の増加(1970年=100)

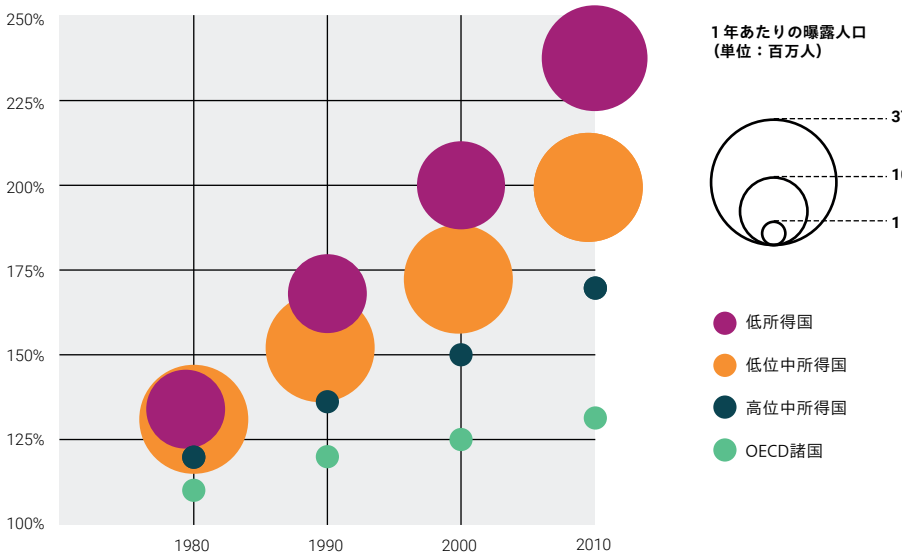


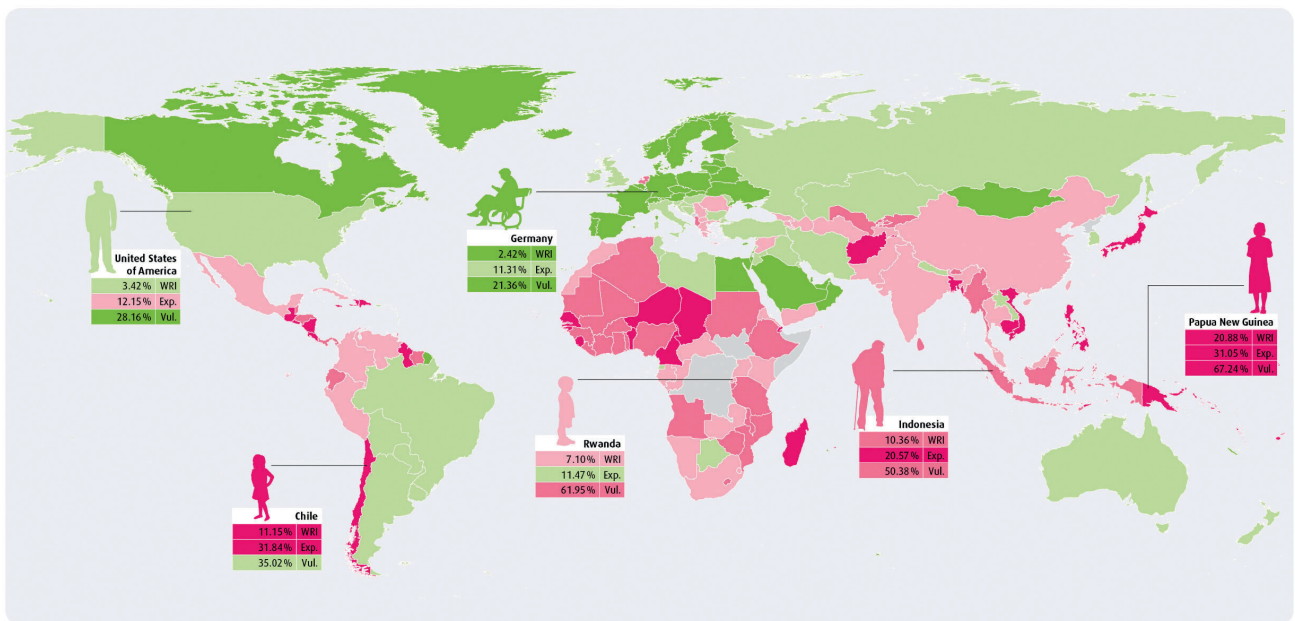
図 2.11:
1980年から2010年までの間に、ハザードイベントに対する人口の曝露が増加している
出典: UNISDR 2011

なっている。対照的に、OECD諸国の人々は、増加傾向が平坦化しており、ハザードへの曝露人口そのものも少ないことがわかる。

曝露と脆弱性に起因する災害リスクが最も高いのは、熱帯・亜熱帯地域である(図 2.12)。



WorldRiskIndex 2018



WorldRiskIndex (WRI) in %	Exposure in %	Vulnerability in %
very low 0.36 - 3.15	very low 1.02 - 9.53	very low 20.97 - 32.01
low 3.16 - 5.45	low 9.54 - 11.70	low 32.02 - 40.77
medium 5.46 - 7.13	medium 11.71 - 14.50	medium 40.78 - 48.60
high 7.14 - 10.43	high 14.51 - 17.73	high 48.61 - 63.00
very high 10.44 - 50.28	very high 17.74 - 86.46	very high 63.01 - 76.47
no data available	no data available	no data available



10 countries with highest risk	10 countries with highest exposure	10 countries with highest vulnerability
Yanatu 50.28	Yanatu 86.46	Central African Republic 76.47
Sierra Leone 25.42	Sierra Leone 55.92	Dominican Republic 74.78
Philippines 25.14	Brunei Darussalam 52.71	Niger 73.23
Solomon Islands 23.29	Philippines 49.94	Erithra 72.36
Guyana 23.23	Sierra Leone 46.50	Guinea-Bissau 71.64
Papua New Guinea 20.84	Guyana 45.54	Liberia 71.44
Guatemala 20.66	Costa Rica 44.28	Mozambique 71.18
Brunei Darussalam 18.82	Guatemala 38.58	Sierra Leone 70.88
Bangladesh 17.74	Solomon Islands 37.81	Burundi 69.87
Fiji 16.58	Mauritius 37.24	Madagascar 69.48

Data source: IFH, based on the PREVIEW Global Risk Data Platform, ChRS, CIESIN and global databases; detailed information at www.WorldRiskReport.org

© Bündnis Entwicklung Hilft 2018

図 2.12
世界リスク指標 2018

クレジット: 2019 Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, NatCatSERVICE

気候変動

「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇し、温室効果ガス濃度は増加している」。

IPCC 2013, SPM-3

(訳注：気象庁による翻訳を参照した。)

気候変動と災害リスク

極端現象に関する特別報告書 (SREX) (IPCC 2012) では、気候変動と極端な気象現象や災害の発生との関連性について、詳細な見解が示されている。この報告書では、科学者の間での合意や証拠の度合いを確信度として示している (表 2.1)。

1950年以降に収集された観測データから、いくつかの極端な災害事象に変化が見られることがわかっている。観測された極端現象の変化に対する確信度は、データの質と量、およびこれらのデータを分析する研究成果の利用可能性に依存しており、これらは地域および極端現象ごとに異なる。地域または地球規模での特定の極端現象に関して、観測された変化の確信度を「低い」とすることは、極端現象の変化の可能性を示唆するものでも排除するものでもない。極端な事象は稀であり、頻度が低いため、その頻度や強度の変化を評価するために利用できるデータはきわめて限られている (IPCC 2012)。極端現象に関する気候変動の影響は、ハザードの種類や地理的な場所によって異なる。

現象	確信度
モデルは21世紀末までに 気温の極値がかなり上昇 することを予測している	日々の気温について、極端に高い気温の頻度と程度が増大し、極端に低い気温については頻度と程度が減少する状況が21世紀において生じることは ほぼ確実 である。継続的な高温あるいは熱波の期間、頻度及び/又は強度がほとんどの陸域で増加する 可能性が非常に高い 。
激しい降水 の頻度あるいは総降雨量に占める大雨の割合	世界の多くの地域で増加する 可能性が高い 。これは高緯度地域と熱帯地域及び冬季における北半球中緯度地域において顕著である。
熱帯低気圧 の平均最大風速と世界全体での発生頻度	平均最大風速は増加する 可能性が高い が、その風速増加はすべての海域で生じるわけではない。発生頻度は、減少するか実質的に変化しない 可能性が高い 。
温帯低気圧 の平均発生数	各半球で平均した発生数が減少するという予測については 確信度が中程度 である。
降水量の減少および/または蒸発散量の増加による、21世紀中の 干ばつ の強まり	季節や地区によっては強まるという予測についての 確信度は中程度 である。
洪水 の発生	変化の 確信度は低い (証拠が限定的であることおよび地域的変化の原因が複雑であることのため)
沿岸部における高い潮位	平均海面水位の上昇が上昇傾向に寄与する 可能性が非常に高い 。
斜面の不安定、山体崩壊、及び氷河湖の決壊による洪水 などの高山における現象	熱波の変化、氷河の後退及び/又は永久凍土層の融解が影響を及ぼすとの予測については、 確信度が高い 。
自然の気候変動性の大規模なパターン (モンスーン、エルニーニョ南方振動) の変化	変化に関する予測については、 確信度が低い 。

表 2.1

気候変動の影響を受けるハザードと、それぞれの信頼度 (IPCC 2012 より改変) (訳注：環境省による翻訳を参照した。)

IPCC第5次評価報告書（AR5）2013-2014は、気候変動に関する科学的知見の現状をまとめたものである。本報告書は、各作業部会（WG）報告書と統合報告書（SYR）で構成されている。AR5は次のように分かれている。

- 第1作業部会：自然科学的根拠
- 第2作業部会：影響、適応及び脆弱性
- 第3作業部会：気候変動の緩和

第1作業部会報告書では、気候変動が自然圏（大気、水圏、雪氷圏、岩石圏、生物圏）に及ぼすさまざまな影響を詳細に取り上げ、気候モデルの検討や、観測された変化が人間活動によるものかどうかについての議論を行っている。

第2作業部会報告書では、気候変動によってリスクと潜在的な便益のパターンがどのように変化しているかを評価している。「気候変動に関連する影響とリスクを、適応と緩和を通じてどのように低減し、管理できるかを検討している。適応に関連するニーズ、選択肢、機会、制約、レジリエンス、限界、その他の側面を評価する」（IPCC 2014: 3）。

第2作業部会の主な結論は以下のとおりである。

- ここ数十年、気候変動は、全ての大陸と海洋にわたり、自然及び人間システムに影響を与えている。
- 多くの地域において、降水量又は雪氷の融解の変化が水文システムを変化させ、量と質の面で水資源に影響を与えている（確信度が中程度）。
- 陸域、淡水及び海洋の多くの生物種は、進行中の気候変動に対応して、その生息域、季節的活動、移動パターン、生息数及び生物種の相互作用を移行させている（確信度が高い）。
- 広範囲にわたる地域や作物を網羅している多くの研究に基づく、作物収量に対する気候変動の負の影響は、正の影響に比べてより一般的にみられる（確信度が高い）。
- 現在のところ、気候変動による人間の健康障害により世界規模で生じている負担は、他のストレス要因の影響に比べて相対的に小さく、十分に定量化されていない。
- 気候以外の要因や、不均等な開発過程によってしばしばもたらされる多元的不平等から、脆弱性や曝露に違いが生じる（確信度が非常に高い）。これらの違いが気候変動による異なるリスクを形成する。
- 熱波、干ばつ、洪水、低気圧、火災といった最近の気候関連の極端現象の影響は、一部の生態系及び多くの人間システムが、現在の気候の変動性に対して深刻な脆弱性を持ち、曝露されていることを明らかにしている（確信度が非常に高い）。
- 気候関連のハザードは、特に貧困の中で生活する人々にとってしばしば生計に負の結果をもたらしつつ、他のストレス要因を悪化させる（確信度が高い）。
- 暴力的紛争は、気候変動に対する脆弱性を増大させる（証拠が中程度、見解一致度が高い）。

（IPCC 2014）（訳注：環境省による翻訳を参照した。）

現在、IPCC第6次評価報告書の作成が進められており、2021年に発行される予定である。

定義：災害リスク

「特定のコミュニティや社会において将来の特定の期間に発生しうる、人命、資産、生活などにおける潜在的な災害による損失」

UNISDR 2009

定義

リスクの構成要素

ハザード

「生命の損失、負傷などの健康への影響、財産への損害、生活やサービスの喪失、社会的・経済的混乱、環境破壊などを引き起こす可能性のある危険な現象、物質、人間の活動、条件」

曝露

「人、物、システム、その他の要素がハザードゾーンに存在し、それによって潜在的な損失の対象となること」

脆弱性

「ハザードの影響を受けやすくするコミュニティ、システム、資産の特徴や状況」

UNISDR 2009

2.2 災害リスク軽減

災害リスク（災害が発生することのリスク）とは、特定のコミュニティや社会において将来の特定の期間に発生しうる災害による、人命、資産、生活などにおける潜在的な損失のことである。災害リスクという語は、金融リスクなどの他の種類のリスクと区別するために用いられる。リスクとは、将来の損失の可能性を意味する。

リスクは3つの要素（ハザード、脆弱性、曝露）で表現されることが多く、これらは方程式として表されることもある。

リスク＝ハザード×脆弱性×曝露

これら3つの要素は、それぞれの要素ごとに災害リスクを軽減する行動や政策が必要となるため、相互に区別することが重要である。このリスクの式（およびその数多くのバリエーション）は、政治的な目的やリスク測定など（例えば、居住に適さない危険な地域を決定するためのリスクマップの作成）、異なる目的に応じて使い分けられている。

脆弱性は、物理的、社会的、経済的、環境的など、いくつかの要素で構成されている。脆弱性の解釈には様々な方法があるため、脆弱性はリスクの中でも最も評価が難しい要素と考えられている。例えば、地質学者は地滑りによるインフラの損失の度合いとして脆弱性を測定するかもしれないし、経済学者は一人当たりのGDPや世帯収入を、社会学者は識字率や社会的地位を用いて脆弱性を測定するかもしれない。

リスクの各要素に影響しリスクを高める要因には様々なものがあるが、その多くは劣悪な環境管理に直接または間接的に関連している（図2.13）。実際、環境問題、ガバナンス、社会的要因、意識や準備の欠如は、ハザードを生み出し、曝露と脆弱性を増大させる要因となる。

したがって、災害リスクを軽減するためには、これらの要因に対処することが重要である。先述のとおり、災害リスクを軽減するためには、曝露に対する取り組みが最も直接的な可能性を秘めている。ハザードと脆弱性の軽減に取り組むことは、長期的プロセスであり、社会における複数のセクターや組織にまたがるため、より困難なものとなる。

ハザード

生態系の劣化による保護の低下

気候変動による特定のハザードや地域に対する影響

脆弱性

貧困、環境悪化、危険な生活環境

貧弱なガバナンスとハザードイベントへの備えのなさ

社会的不平等、社会的疎外、低い対処能力

曝露

都市計画プロセスの欠如

急峻な斜面や河川・沿岸沿いなど、不適切な居住地

避難計画や早期警報システムの欠如

図2.13
リスクの構成要素ごとの災害リスク増大につながる要因の例

出典：著者

女性と災害リスク軽減

先述のとおり、女性は災害による影響の受け方が異なる場合がある。女性の脆弱性が軽減されれば、災害リスク軽減に大きな影響を与えることができる。そのためには、以下のような取り組みが必要である。

- **ハザード**—地域によっては、天然資源の管理者としての女性の役割を、環境悪化やハザードの可能性を減らすために活用できる。UN WOMEN (2016) によると、女性は「変化の担い手、リーダー、革新者である。適応や能力強化に関連するものを含め、気候変動への対応策を考案する際、女性は受動的な受け手ではなく、解決策を見極める上で積極的な役割を果たすべきである」。(UN WOMEN 2016:3)
- **曝露**—女性は、そのジェンダー特有の役割と責任により、特定の自然ハザードに対して男性よりも曝露される可能性がある（ただし、ときにはその逆もあり得る）。女性は、災害管理サイクルの各段階において、男性とは異なる形で関与し、また影響を受ける可能性がある（**図 2.14**）。具体的には、災害前のリスクと脆弱性の評価から、リスク軽減、災害への備え、さらには、災害後の救援、早期復旧・移行、復興、開発、継続的なリスク軽減等の各段階である。女性は、自分や家族の被害を軽減するために、避難手順や早期警報システムについて常に情報を与えられている必要がある。また、エンパワーメントされた女性は、サイクルの各段階で様々な影響力を持つことができる。同様の趣旨で、UNDRRは、ジェンダーの視点をどのようにDRRに組み込むことができるかについての2008年の報告書で次にように述べている（UNISDR 2008）。「女性が準備と対応の取り組みに積極的に参加するよう支援された場合、家庭やコミュニティにおける女性の役割が大いに活用される。家庭やコミュニティ、ないし天然資源の管理者として責任をもつ女性は、変化する環境に適応するための戦略を開発することに向いている」（UNISDR 2008: v）。
- **脆弱性**—前述の通り、ジェンダーは貧困やその他の不平等に関係しており、一般に男性よりも女性の方が脆弱であると考えられている。これには様々な要因があり、社会文化的規範、経済的要因、政策立案者や実務者のジェンダー面での偏った視点などがある。脆弱性と災害の影響を受ける可能性との間には明らかな関連性があるため、災害リスク軽減対策はジェンダーへの配慮を具体的に示すことが必要である。すなわち、ジェンダーに基づく不平等に対し、階級、性的指向、民族、マイノリティ、障害、転居、婚姻状況などの諸要素との関連性も念頭に置きつつ対処することが必要である。

例
非構造物
構造物
ハイブリッドな対策

非構造物対策

防災訓練，早期警戒・モニタリング，捜索・救助隊の訓練，防災用品の備蓄……

曝露を減らすための土地利用計画／ゾーニング，緊急時の対応に関するガイドラインの作成……

構造物・ハイブリッドな対策

浸水を避けるため，防潮堤や堤防，ダム建設，住宅基礎を高くする……

湿地や斜面の森林を回復する生態工学……

災害リスク軽減対策

災害リスク軽減にはいくつかの段階があり（図2.14），行動は通常，2つの主要な対策のカテゴリーに分けられる。

- 1) **構造物対策**：ハザードの影響を軽減または回避するための物理的な構造物によるもの。
- 2) **非構造物対策**：防災・準備のための知識，政策，法律，国民の意識向上，訓練，教育などによるもの。

これらの対策は，災害管理サイクルの異なる段階で実施される。これらの対策に関わる関係者は，政府機関から地域コミュニティまで多岐にわたる。

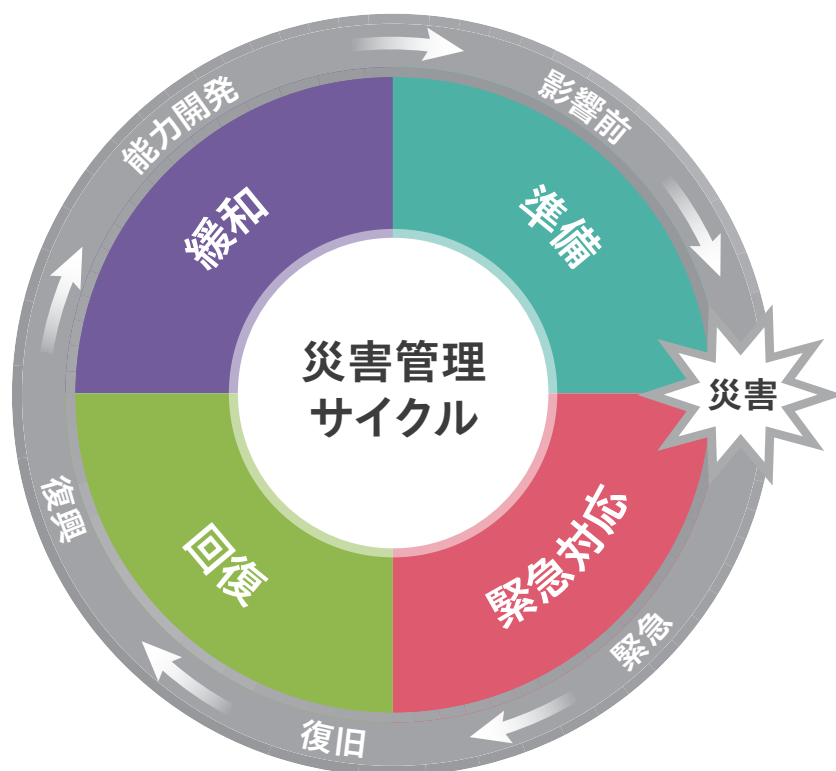


図2.14
 災害管理サイクル
 再作図：L.Monk

災害管理サイクルは，4つのカテゴリーで構成されている（より詳細な議論は第9章を参照）。まず，第1段階として，一般に災害が発生したらすぐに始まるのが緊急対応であり，人命救助を中心とした迅速な救援が必要となる。第2段階では，復旧と復興が行われる回復のプロセスが始まる。第3段階の災害リスクの緩和は，脆弱性を減らし，能力を高めることを意味する。最後に，次の災害が発生したときに災害の影響を軽減するための，計画を立てる準備が重要である。これらの段階については，後の章で，脆弱性の低減による予防に重点を置いて再考する。

2.3 おわりに

災害は多くの人々に影響を与えるが、ハザードイベントとその影響、つまり災害リスクの分布は世界的に不平等である。災害には様々な種類があるが、中には他の災害よりも壊滅的なものがある。それは、突発的で広範囲に影響を与えるもの（地震、嵐、津波など）や、長期間にわたって多くの重要なシステムに影響を与えるため、対処が困難なもの（干ばつなど）がある。

曝露と脆弱性は、理解すべき2つの重要な要素である。洪水を起こしやすい河川の近くなど、曝露が高くなりうる地域に人々が定住しないようにすることで、災害リスクを簡単に軽減することができる。曝露を減らすには、防潮堤や早期警報システム、避難計画など、一時的に曝露を減らすことができる対策が必要である。脆弱性は、貧困、環境悪化、ガバナンス、準備などの根本的なリスク要因と結びついており、脆弱性を軽減するためには多面的な介入が必要である。持続可能な開発目標（貧困の削減、対処能力の向上など）は、脆弱性に取り組むための重要な指標である（UNISDR 2015a）。

災害リスク軽減とは、災害発生後、あるいは災害発生前のさまざまな段階で、リスクを軽減し、準備を強化することである。これには、構造物対策および非構造物対策を含め、幅広い対策が含まれる。災害リスク管理の各段階と実施される対策の種類については、次の章で説明する。

気候変動は、災害リスクを増大させる、災害リスク軽減対策を進める上で考慮しなければならない追加要素である。気候変動は、ハザードの頻度を増加させるだけでなく、実施した対策の持続可能性に影響を与える可能性もある。例えば、温度条件が変化し、現在の建築資材やグリーンインフラが異なる温度に対応できない場合、災害リスク軽減対策が損なわれる可能性がある。

災害リスク軽減と気候変動適応は、国際的にも国内的にも重要な政策の中で実施されている。次の章では、災害リスク軽減と気候変動適応の政策状況について説明する。

参考文献

- Burton, I., Kates, R.W., and White, G.F. (1993). *The environment as hazard*. New York: Guilford Press.
- Bradshaw, S., and UNEP and Human Settlements Division (ECLAC) (2004). *Socio-economic impacts of natural disasters: a gender analysis*. Santiago: UN, ECLAC, Sustainable Development and Human Settlements Division, Women and Development Unit. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5596/1/S045330_en.pdf Accessed 24 July 2019.
- EM-DAT: The Emergency Events Database – Université Catholique de Louvain – CRED, D. Guha-Sapir – Brussels – Belgium. www.emdat.be. Accessed 26 April 2019.
- EM-DAT (2015). *The Human Cost of Natural Disasters 2015: A global perspective*. International Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Louvaine: CRED.
- Enarson, E., and Fordham, M. (2000). Lines That Divide, Ties That Bind: Race, Class, and Gender in Women's Flood Recovery in the US and UK. *The Australian Journal of Emergency Management*, 15(4), 43–52.
- Gaillard, J. C., Sanz, K., Balgos, B. C., Dalisay, S. N. M., Gorman-Murray, A., Smith, F., and Toelupe, V. (2016). Beyond men and women: a critical perspective on gender and disaster. *Disasters*, 41(3), 429–447. DOI: 10.1111/disa.12209.
- Gorman-Murray, A., Morris, S., Keppel, J., McKinnon, S. and Dominey-Howes, D. (2014). The LGBTI community in the 2011 Queensland floods: marginality, vulnerability and resilience. *LES Online*, 6 (1), 4-20.
- Government of Kerala (2018). *Kerala Post Disaster Needs Assessment Floods and Landslides - August 2018*. https://www.recoveryplatform.org/assets/publication/PDNA/CountryPDNAs/Kerala_India_floods%20and%20landslides_PDNA_2018_Executive_Summary.pdf Accessed 24 July 2019.
- Government of Japan, G.E.B. (2014). *Natural Disasters and Gender Statistics: Lessons from the Great East Japan Earthquake and Tsunami: from the "White Paper on Gender Equality 2012"*. https://unstats.un.org/unsd/gender/Mexico_Nov2014/Session%207%20Japan%20paper.pdf Accessed 24 July 2019.
- Government of Nepal National Planning Commission (2015). *Nepal Earthquake, Post-Disaster Needs Assessment. Vol A: Key Findings*. Kathmandu: Government of Nepal. <http://www.nra.gov.np/uploads/docs/PDNA%20Volume%20A%20Final.pdf> Accessed 24 July 2019.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2014). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1-32.
- Neumayer, E., and Plümpner, T. (2007). The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981–2002. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 551–566. DOI:10.1111/j.1467-8306.2007.00563.x.
- Oxfam (2005). *The tsunami's impact on women*. Oxfam Briefing Note. <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/women.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Pincha, C. (2008). *Gender sensitive disaster management: a toolkit for practitioners*. Mumbai: Oxfam America. <https://www.fsnnetwork.org/gender-sensitive-disaster-management-toolkit-practitioners> Accessed 24 July 2019.
- UN Women (2016). *Gender-responsive climate policy with a focus on adaptation and capacity-building, and training for delegates on gender issues*. <https://unfccc.int/sites/default/files/582.pdf> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2005). *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building Resilience of Nations and Communities to Disasters*. <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2008). *Gender perspectives: integrating disaster risk reduction into climate change adaptation*. Geneva: UNDRR. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/3391> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2011). *Global Assessment Report, Revealing Risk, Redefining Development*. Geneva: UNDRR. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/19846> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2013). *Disaster Statistics*. <https://www.unisdr.org/we/inform/disaster-statistics> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2015). *Global Assessment Report, Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management*. Geneva: UNDRR. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/42809> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2015a). *Disaster Risk Reduction and Resilience in the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Geneva: UNDRR. https://www.unisdr.org/files/46052_disasterriskreductioninthe2030agend.pdf Accessed 18 March 2019.
- UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR. https://gar.unisdr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf Accessed 24 July 2019.
- World Bank (2010). *Natural Hazards, Unnatural Disasters, The Economics of Effective Prevention*. Washington, D.C.: World Bank. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/15136>. Accessed 24 July 2019.

データベース

EM-DAT website: www.emdat.be

DesInventar database website: www.desinventar.net

NatCatService – Munich Re: www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/georisks/natcatservice/default.aspx

災害 / 気候データ

NOAA, USA uses space technology for hurricane and tropical storm predictions: www.noaa.gov

PREVIEW Global data on disasters and risk: www.preview.grid.UNEP.ch

USGS, USA monitors earthquake activity around the world and other geological phenomenon: www.usgs.gov

World Meteorological Organisation: www.wmo.int

IPCC: www.ipcc.ch



第3章

災害リスク軽減, 気候変動適応
と主要な国際的アクター

主要な問い

CCAとDRRの関連性は?

主要な国際的アクターは誰か, またCCAとDRR関
する主要な政策合意は何か?

3.1 災害リスク軽減、気候変動適応、国際政策

第2章で見たように、災害の発生数や被災者数は増加しており、その主な要因は、災害の多い地域に住む人々の増加である。さらに、気候変動が災害の発生を加速させている。災害リスク軽減（DRR）と気候変動適応（CCA）とは、目標や対策は似ているが、異なる政策分野で実施されている。国際的には、DRRはUNDRRの管轄、CCAはUNFCCCの管轄となっている。

DRRとCCAという2つの分野は、政策や制度の違いを主な背景に、別々のものとされている。しかし、両分野におけるCCAとDRRに関する国際協定等は、それぞれの任務は別のものであるにも拘らず、互いに言及している。CCAとDRRの間にはいくつかの共通点があるため（相違点もあるが）、これらの分野の統合が求められるとともに、その兆候が見られている。

本章では、CCAを定義し、CCAとDRRの類似点と相違点を見た上で、CCAとDRRに関連する国際的な合意やアクターの概要を説明する。

気候変動への適応

CCAとは、「現実のまたは予想される気候およびその影響に対する調整の過程である。人間システムにおいて、適応は危害を和らげまたは回避し、もしくは有益な機会を活かそうとする」(IPCC 2014:118)。CCAは、IPCC第4次評価報告書（AR4）で示された、曝露、感受性、適応能力をその構成要素とする脆弱性の概念に基づいている。この概念整理は、DRR分野における災害リスクの概念整理とは異なっていた。SREXの見解を取り入れたIPCC第5次評価報告書（AR5）（IPCC 2012）では、リスクの概念整理にDRRの方程式を用いるようになったが、脆弱性の要素の中に感受性と適応能力が含まれていることには注意が必要である（図3.1）。これらの違いから、DRRとCCAそれぞれにおけるリスク評価の方法も、大きく異なるときがある。評価については、後の章で説明する。

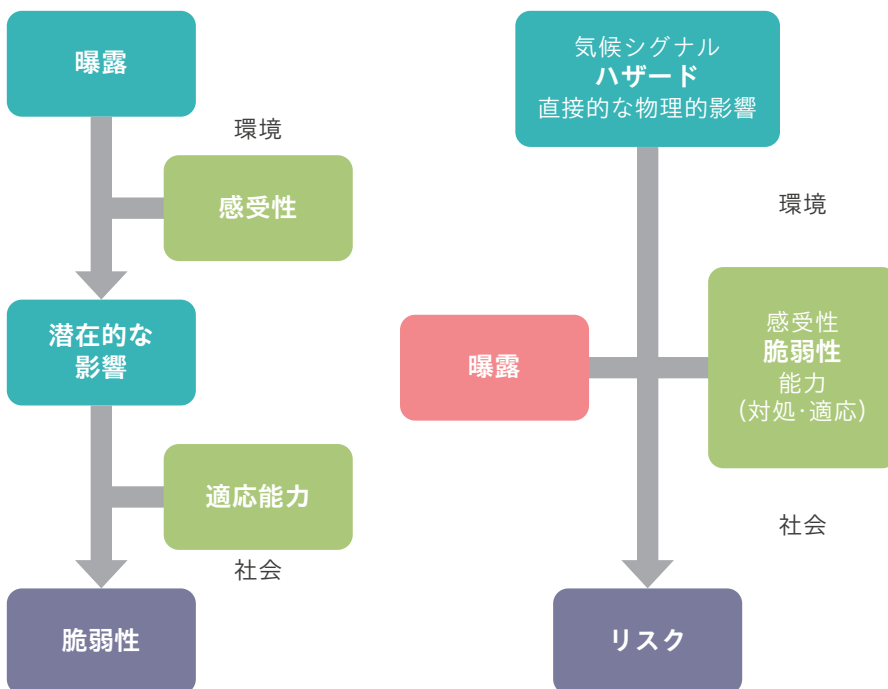


図3.1 気候変動の脆弱性（AR4）と気候変動のリスク（AR5）の構成要素の比較
出典:Adaptationcommunity.net.
再作画:L. Monk

DRRとCCAには、用語およびリスクや脆弱性を生み出す要因の理解以外にも、共通点や相違点がある。

DRRとCCAの共通点と相違点

1. **焦点となるハザードの種類。**CCAは一般的に気象災害に焦点を当てているが、DRRは様々な種類の災害を網羅している。
2. **時間軸。**CCAは一般的に長期的アプローチ（将来の予測）をとり、不確実性の概念を取り入れているのに対し、DRRは一般的に短・中期的に災害を防ぐことに重点を置いている。
3. **対象となる活動の範囲。**DRRは、早期警戒から対応、復旧・復興まで、より広い範囲のリスク管理を網羅している。CCAは通常、予防と軽減、時には準備もカバーしているが、緊急事態、災害対応、復旧、復興についてはあまり言及しない。CCAは、将来の出来事をモデル化して予測し、災害防止に役立つデータを提供するという点では、確実に進歩している。
4. **関係するアクターと制度の種類。**この2つの分野は大幅に重なり合っているが、異なるアクター、制度、条約等が展開している。この点については、後述する。
5. **脆弱性の定義。**DRRとCCAでは、これまで全く異なる用語が用いられてきており、とりわけ違いのある用語の一つが「脆弱性」だった。しかし、現在はDRRの用語法に収斂しつつある。

表3.1は、主な違いと統合の兆しの概要を示している。Mitchell and van Aalst (2008) によれば、DRRは人道的支援と災害後の経験に由来し、CCAは科学的理論に由来する。著者らは、多くの相違点と統合の兆しを列挙している。

IPCC第5次評価報告書第2作業部会報告書「影響、適応、脆弱性」(2014年)では、適応の経験、適応の選択、将来のリスク、適応の機会が強調されている。この報告書では、沿岸域と水の管理、環境保護と土地利用計画、統合水資源管理、アグロフォレストリー、自然地域のコミュニティ管理、保護地域管理、沿岸地域のマングローブ再植林など、すでにCCAの一部となっている多くの生態系を活用したアプローチが強調されている。

将来の気候変動に適応するための推奨事項は以下の通り。

- 気候変動に対する脆弱性と曝露を、脆弱なグループの保護、経済の多様化の支援、情報提供、政策・法的枠組み、資金援助などを通じて軽減する。
- 他の目的のためにコベネフィットのある行動を支援し、官民金融パートナーシップ、融資、環境サービスへの支払い、資源価格の改善、課税と補助金、規範と規制、リスク共有と移転のメカニズムなどのインセンティブを提供する。

相違点		統合の兆候
DRR	CCA	
地質学的, 水文気象学的, 気候学的, 生物学的, および技術的/産業的なすべてのタイプのハザードに関連している。	気候関連のハザードに対応するだけでなく, 気候変動の緩慢な影響(海面上昇, 気温上昇, 融雪, 生物多様性の喪失など)にも目を向ける。	どちらも気候関連ハザードの増加, 気候の極端現象に焦点を当てている(洪水, 暴風雨, 地滑り, 干ばつなど)。DRRは海面上昇などの緩やかな気候変動の影響にも対応し始めている。
時間軸: 短期~中期 最も関心があるのは現在, つまり既存のリスクに対処すること。	時間軸: 長期 未来への関心が高い。 不確実性や新たなリスクへの対応。	DRRはますます未来予測志向になっている。すでに起きている気候変動がCCAにとってのエントリーポイントとなる。
起源と文化 災害発生後の人道支援	起源と文化 科学的な理論	特になし
アクター: 伝統的には人道, 市民保護セクター	アクター: 伝統的には科学者及び環境保護コミュニティ	DRRとCCAの両方とも, ますます学際的になり, セクターを超えた多分野のステークホルダーが関与している。 (例:工学, 水, 農業, 健康, 環境, など)
一般的には, 災害への備え(早期警戒, 危機管理計画など), 予防, 軽減から, 災害対応, 復旧などの災害後の活動まで, より広範囲に及ぶ。	一般的には, 予防, 軽減, 準備, 適応能力の構築に 限定された活動 であり, 通常, 災害後の活動は含まれない。	DRRとCCAは, 災害への備えや予防・軽減の分野でとくに重なりあっており, 気候変動の主流化, 災害後の復旧・復興への関心が益々高まっている。
幅広い開発・確立されたツール	ツールの種類が少なく, 開発中	CCAのためのツールがより多く必要であり, DRRから学ばなければならないという認識が高まっている。
多くの場合, 低~中程度の 政治的関心	新しいアジェンダ, 高い 政治的関心	気候関連の災害事象が, 気候変動との関連を前提に分析・議論される傾向が強まる。

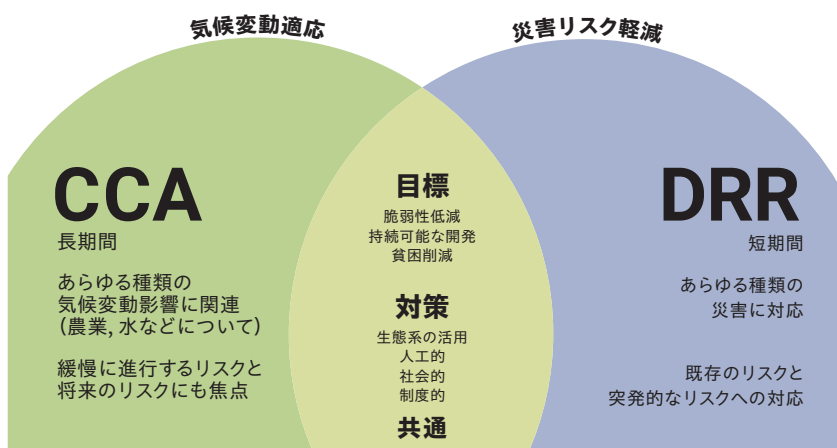
表 3.1
災害リスク軽減(DRR)と気候変動適応(CCA)の比較

Doswald and Estrella 2015. Mitchell and van Aalst 2008をもとに改変

- 気候変動緩和と適応の間のコベネフィットと相乗効果を支援する：
 - i) エネルギー効率の向上と, よりクリーンなエネルギー源の確保により健康被害や気候変動をもたらす大気汚染物質の排出量を削減。
 - ii) 都市の緑化と水のリサイクルにより, 都市部のエネルギーと水の消費量を削減。
 - iii) 持続可能な農林業。
 - iv) 炭素貯蔵やその他の生態系サービスのための生態系の保護。

上記のCCA対策の提案は、DRR対策と非常によく似ている（前章参照）。では、主な違いは何か？ 先述のように、CCAは、長期的な影響、または緩慢に進行する変化を念頭に、人間のシステムが長期的に、地球規模で、かなりの不確実性を伴う新しい状況に適応することを必要とする。DRRの影響は突発性のものが多いが、極端現象のみならず小規模な累積的事象に起因する場合もあり、後者は生活に壊滅的な影響を与えるにもかかわらず過小評価されがちである。災害の影響は、完全に回復するまでに何年もかかる可能性があるものの、気候変動の影響と比較すると短期的なものと考えられがちである。また、ハザードイベントに対処し回復する能力が社会ごとに異なるため、災害は地域固有のものとも考えられている。しかし、実際のところ、地域レベルでの取り組みを見ると、CCAとDRRとの間にほとんど違いはない。政府やNGOは残念ながらCCAとDRRに関するマニフェストや活動を分けているが、コミュニティは区別していないことが多い。図3.2は、CCAとDRRの主な違いと共通点をまとめたものである。

図3.2
CCAとDRRの比較(時間軸, 災害の種類, 焦点, 目標, 対策の観点から)
クレジット: W.Lange and S.Sandholz
デザイン: S.Plog



次の章では、生態系を活用した管理アプローチ（IWRM, ICZMなど）がCCAとDRRの両方に対応し、CCAとDRRの事実上の架け橋として機能していることを、より詳しく探る；Dörschner *et al.* 2017。

3.2 災害リスク軽減と気候変動適応に関連する主な国際的アクターと協定

主な課題の一つは、DRRとCCAのそれぞれを推進するアクターが、異なる国際条約等に基づき別個のマニフェストを持つ機関に存在し、DRRとCCAに関連する異なる用語を使用していることである。幸いなことに、用語を合理化し、機関間の調整を改善するための大きな努力がなされている（表3.2）。

本節では、DRRとCCAを扱う最も重要な国際機関や条約等を挙げている。また、CCAとDRRの要素を盛り込んだ環境条約やイニシアティブを挙げ、それらで生態系（管理）の重要性が強調されていることを指摘する。CCAとDRRにおける環境と生態系を活用したアプローチの主流化に向けては、まだ長い道のりがあるが、近年確実な前進が見られる。

	CCA	DRR
組織と制度	国連気候変動枠組条約 (UNFCCC)	国連防災機関 (UNDRR)
	気候変動に関する政府間パネル (IPCC)	環境・災害リスク軽減のためのパートナーシップ (PEDRR)
	リオ条約のその他の2条約: 生物多様性条約 (CBD) と国連砂漠化防止条約 (UNCCD)	国際赤十字・赤新月社連盟 (IFRC)
	学術研究機関	国際, 国内, 地域の市民社会組織
	環境・エネルギー当局	防災当局 (Eco-DRR の場合は環境当局も)
	自然保護の非政府組織 (NGOs)	Eco-DRR のための自然保護 NGOs
国際会議	締約国会議 (COP)	防災世界会議
戦略	UNFCCC への国別報告書	国際防災戦略 (ISDR)
	後発開発途上国のための国家適応行動計画 (NAPAs)	仙台防災枠組 2015-2030 (SFDRR)
	国家適応計画 (NAP) と国が決定する貢献 (NDC)	仙台枠組モニター
資金調達	特別気候変動基金	防衛・緊急対応
	後発発展途上国基金 (LDCF)	国際的な人道支援
	適応基金	多国間銀行
	緑の気候基金	二国間援助
	多国間・二国間融資	多国間・二国間融資

表 3.2
CCA と DRR の主なアクター, 条約等, 戦略, 資金調達
出典: Doswald and Estrella 2015

仙台防災枠組 2015-2030 (SFDRR)

兵庫行動枠組 (HFA) は、2005年から2015年の間における災害リスク削減のための重要な国際合意だった。2005年に兵庫県神戸市で開催された国連防災世界会議において、168カ国の政府によって採択された。「国際防災の10年」に先立ち、HFAの実施および更新のため、1999年に国連総会において国連防災機関 (UNDRR) が設立された。様々な国連機関、世界銀行、多くの国際NGOや政府間グループがDRRに関わり、各国におけるDRR戦略の実施を支援している。

現在、2015年から2030年までの主要な合意事項として、仙台防災枠組 (SFDRR) がある。SFDRRは、HFAの後継として、HFAで達成できなかった目標を達成することを目的としている。SFDRRは、3月15日から18日にかけて日本の仙台で開催された第3回国連防災会議において、187の国連加盟国によって採択された。

仙台枠組の優先行動

- 優先行動1:**
災害リスクの理解
- 優先行動2:**
災害リスクを管理する災害リスクガバナンスの強化
- 優先行動3:**
災害リスク軽減とレジリエンスへの投資
- 優先行動4:**
効果的な災害対応への備えの向上と、復旧・復興過程における「より良い復興」

これは、3年間にわたるステークホルダーとの協議と政府間交渉の成果である。UNDRRは、この新しい枠組みの実施、フォローアップ、レビューをサポートする主要機関である。この枠組みは2030年までのもので、自発的かつ非拘束的であり、国家が災害リスクの軽減において主要な責任を負うことを認識している。この枠組みでは、環境と災害リスク軽減の関連性が明確にされており、災害リスク軽減のための政策、行動、活動に生態系を活用したアプローチが含まれている。SFDRRが環境に焦点を当てているのは、「環境と災害リスク軽減に関するパートナーシップ (PEDRR)」の提唱によるところも大きい。

SFDRRは、地域レベルおよび国レベルのリスクを軽減し、災害に起因する経済的、物理的、社会的、文化的、環境的な損失を削減することを目的としている。SFDRRは、枠組みの指針となる7つのグローバル目標と4つの優先行動を示している。

- 優先行動1：災害リスクの理解
- 優先行動2：災害リスクを管理する災害リスクガバナンスの強化
- 優先行動3：災害リスクの軽減とレジリエンスへの投資
- 優先行動4：効果的な災害対応への備えの向上と、復旧・復興過程における「より良い復興」

SFDRRでは、劣悪な土地管理、天然資源の非持続的な利用、生態系の劣化を、対処すべき根本的なリスク要因として挙げている。さらに、リスク評価（優先行動1）、リスクガバナンスと計画（優先行動2）、レジリエンスへの投資（優先行動3）に生態系を含めることが言及されている。このように、環境は、SFDRRの7つのグローバル目標を達成するための基盤となる。

SFDRRは、気候変動と適応について言及している。しかし、「この枠組みで言及される気候変動の問題は、条約締約国の権限としてUNFCCCの管轄下にある」と述べて、その抑制的な関与も示している。

仙台枠組モニター (SFM) は、政府間専門家ワーキンググループによって推奨された7つの目標に対する38の指標で構成されており、SFDRRの7つの目標と、持続可能な開発目標 (SDGs) の1, 11, 13に反映されている関連要素の実施状況を追跡している。

PEDRRとは？

環境と災害リスク軽減のためのパートナーシップ (PEDRR) は、2008年に正式に設立された国連機関、NGO、専門機関で構成される世界的なアライアンス。災害リスク軽減に係る国際戦略のグローバル分野別プラットフォーム (ISDR) として、PEDRRは生態系を活用した災害リスク軽減の実施促進と規

模拡大、およびそれらがグローバル、国、地域レベルの開発計画において、**SFDRR**に沿って主流化されることを目指す。技術的、科学的な専門知識を提供し、生態系を活用した災害リスク軽減のベスト・プラクティスの適用が拡大することを支援する。PEDRRは、「**災害リスク軽減 (DRR) と気候変動適応 (CCA) のための改善された**

生態系管理の結果としてのレジリエントなコミュニティ」というビジョンを掲げている。その目的は、専門的知見を収集し、科学および実務家の経験に基づいて、DRRとCCAのための生態系管理に向けた政策変更を提唱し、ベストプラクティスを提示することにある。

参照：<http://pedrr.org/>

7つのグローバル目標は以下のとおり。

- a) 災害による世界の10万人当たりの死者数について、2020年から2030年の間の平均値を2005年から2015年までの平均値に比して低くすることを目指し、2030年までに世界の災害による死者数を大幅に削減する。
- b) 災害による世界の10万人当たりの被災者数について、2020年から2030年の間の平均値を2005年から2015年までの平均値に比して低くすることを目指し、2030年までに世界の災害による被災者数を大幅に削減する。
- c) 災害による直接経済損失を、2030年までに国内総生産（GDP）との比較で削減する。
- d) 強靭性を高めることなどにより、医療・教育施設を含めた重要インフラへの損害や基本サービスの途絶を、2030年までに大幅に削減する。
- e) 2020年までに、国家・地方の災害リスク軽減戦略を有する国家数を大幅に増やす。
- f) 2030年までに、本枠組の実施のため、開発途上国の施策を補完する適切で持続可能な支援を行い、開発途上国への国際協力を大幅に強化する。
- g) 2030年までに、マルチハザードに対応した早期警戒システムと災害リスク情報・評価の入手可能性とアクセスを大幅に向上させる。

（訳注：内閣府による仮訳を参照した）

各目標には、その目標に向けた進捗状況をモニタリングするための3～8個の指標がある。国レベルでは、SFDRRの4つの優先行動の進捗状況を測定するためのカスタム指標を作成することができる。これらの指標は、各国の優先事項に基づいており、各国のDRR報告に反映される。

生態系とグリーンインフラは、SFMの指標D-4とC-5で考慮することができる（ボックス参照）。しかし、これらはあまり実用的ではなく、簡単なものでもない。SFMの中で各国のニーズに応じてカスタム目標やカスタム指標を設定すれば、生態系の損失とEco-DRRの進捗の両方の状況を報告するためのより実用的な手掛かりが得られるかもしれない（Sebesvari *et al.* 2019）

国連気候変動枠組条約

1992年、各国政府は**国連気候変動枠組条約（UNFCCC）**を採択した。5年後の1997年12月には、**京都議定書**が採択された。この議定書は、先進国に排出量削減目標の設定とその達成を法的に義務付けるものである。京都議定書の第1約束期間は2008年から2012年まで、第2約束期間は2013年に始まり、2020年に終了する予定である。CCAにおける主要な国際アクターには、気候変動の科学的評価を行う代表的な組織であるIPCCがある。IPCCは1988年に国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）によって設立され、気候変動とその潜在的な社会・経済・環境への影響に関する知識の現状について、明確かつ最新の見解を提供している。適応については、2007年の報告書（AR4）で初めて取り上げられた。AR5は、CCAに関する科学的根拠と政府へのガイダンスを提供する重要なランドマークとなる報告書である。AR6は2021年に発表予定である。

仙台枠組モニターとグリーンインフラ

SFDRRグローバル目標の達成状況のモニタリングと報告のための技術ガイダンス（UNISDR 2017）では、グリーンインフラは、損傷や破壊を受けた可能性のあるインフラのカテゴリーの中で参照されている。

グリーンインフラは、そのため、グローバル目標CとDに関連している。目標C5の指標「災害による重要インフラの損傷や破壊に起因する直接的な経済的損失」と、目標D4の指標「災害に起因するその他の破壊または破損した重要インフラユニットおよび施設の数」について、脚注で、「関連する場合にはグリーンインフラも含めるべきである」とされている。

この報告オプションにもかかわらず、各国はこれまでの報告でグリーンインフラを考慮していない。このような状況を変えるためには、グリーンインフラを理解し、そのモニタリング方法を指導し、情報共有や能力強化のためのプラットフォームを提供することが有効である。

京都議定書の約束期間終了に伴い、2015年11月30日から12月12日までフランス・パリで開催されたUNFCCC第21回締約国会議（COP21）でパリ協定が起草された。協定は2015年12月12日に採択され、2016年4月22日（象徴的には、アースデイでもある）にニューヨークで署名のために開かれた。この協定は、世界の温室効果ガスの排出量を削減する必要性について、195の国が合意したものである。パリ協定は、2016年11月4日に発効した。

パリ協定では、すべての締約国が、国が決定する貢献（NDC）を通じて最善の努力を払い、今後数年間でその努力を強化することが求められている。NDCは、温室効果ガスの排出量を削減し、気候変動の影響に適応するための各国の取り組みを具体的に示したものである。これには、すべての締約国が排出量目標とその実施について定期的に報告することが含まれる。

パリ協定の主な要素としては、地球温暖化を「2℃より十分低く保つ」という目標と、気候変動の影響に対処する能力を強化するために、先進国が気候資金を通じて途上国の気候変動への適応を支援すること、また、損失と損害に焦点を当てることが挙げられる（UNFCCC 2015）。

パリ協定は、DRRと環境に影響を与えるが、DRRやSfDRRについては直接言及していない。パリ協定の第8条では、締約国に「気候変動の悪影響（気象についての極端な事象及び緩やかに進行する事象を含む。）に伴う損失及び損害を回避し、及び最小限にし、並びにこれらに対処することの重要性を認め、並びに損害及び損害の危険性を減少させる上での持続可能な開発の役割を認識する」ことを求め、早期警報、準備、リスク評価・管理に関する指針を与えるなど、損失・損害に対処するためのアプローチの実施を促進するためにワルシャワ国際メカニズムがある（UNFCCC 2015）。ワルシャワ国際メカニズムは、2013年11月にワルシャワで開催された第19回COPで設立された。

その他の関連協定およびイニシアティブ

- DRRやCCAに関連して、1996年に発効した**国連砂漠化対処条約（UNCCD）**は、長期的な戦略によって、砂漠化や干ばつの影響、干ばつリスクを緩和することを目的としている。

UNCCD 2018-2030新戦略枠組は、広大な劣化した土地の生産性を回復し、13億人以上の人々の生活を改善し、脆弱な人々への干ばつの影響を軽減するために、土地劣化の中立性（LDN）を達成するための最も包括的な世界的コミットメントである。

- 1993年に発効した**生物多様性条約（CBD）**は、3つの主要な目的を持っている：1) 生物多様性の保全、2) 生物多様性の構成要素の持続可能な利用、3) 遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分。

2010年、CBDの第10回COPにおいて、締約国は生物多様性と生態系を気候変動への適応と災害リスクの軽減に結びつける決定を採択した（Decision X/33, para 8）。メキシコのカンクンで開催されたCBDのCOP13では、決定X/33を支持し、決定XIII/4でCCAとDRRのための生態系を活用したアプローチについて記述した。

2016年のCBD締約国会議

「締約国、その他の政府および関連組織に対し、気候変動への適応と緩和、および災害リスク軽減のための生態系を活用したアプローチを、セクターを超えた戦略的計画に統合することを奨励する。」

CBD, Decision XIII/4, para 4

- **湿地保護に関するラムサール条約**は、ウルグアイのプンタ・デル・エステで開催された第12回締約国会議（2015年6月1日から9日）で、「湿地と災害リスク軽減に関する決議」を採択した。この決議は、水資源と湿地の利用と管理の方法が持続可能なDRRに大きな役割を果たすことと、明確に関連している。また、高潮などの災害に対する自然の緩衝材としての健全な湿地の役割を認識しており、湿地の保護、管理、回復が災害リスクに対する重要な生態系を活用した解決策とされている。
- DRRとCCAは、**国連欧州経済委員会（UNECE）の国境を越えた水流及び国際湖沼の保護及び利用に関する条約**との関連でも、言及されている。この条約は、国境を越えた水の生態系を保護し、持続的に管理することで、災害（干ばつなど）のリスクを減らし、CCAを促進することを目的としており、DRRとCCAに関連している。この条約は1996年に発効したが、2013年に発効した改正により、国境を越えた水分野の協力のための法的拘束力のある枠組みとなった。
- **持続可能な開発目標（SDGs）**は、世界のDRRとCCAの政策アジェンダにおいて重要なイニシアティブである。SDGsをその核とする「持続可能な開発のための2030アジェンダ」の宣言において、リオ+20会議は、DRR、CCAと持続可能な開発との間に明確な関連性を持たせることを求めた。SDGsは、上記の国際条約等の中でも最も影響力のあるものの一つであり、上記の多くの条約等がリンクされているアンブレラ的な合意と考えることができる。SDGsは、2015年にミレニアム開発目標（MDGs）に取って代わったもので、DRRとCCAの側面を含む17の国際的な持続可能な開発目標を示している。特にDRRとCCAに関連するSDGsは以下のとおり。目標1：貧困の撲滅、目標6：清潔な水と衛生、目標7：安価でクリーンなエネルギー、目標9：産業、イノベーション、インフラ、目標11：持続可能な都市とコミュニティ、目標13：気候変動対策、目標14：海域の保全、目標15：陸域の保全。
- 最後に、**国際自然保護連合（IUCN）**は、DRRとCCAに関する情報を提供し、さまざまなプロジェクトを実施している。2014年に開催された「世界公園会議」では、DRRとCCAにおける保護地域の重要性について、多くのハイレベルなイベントが開催された。この会議の成果である「シドニー約束」では、特に海洋における保護の規模を拡大し、世界の保護地域・保全地域を統治・管理するすべての人々の関与を得ること、すべての人々が保護地域を通じて自然の素晴らしさを体験できるようにすること、生物多様性の損失を食い止め、気候変動を緩和するとともにそれに対応し、災害のリスクと影響を軽減し、食料と水の安全保障を改善し、人間の健康と尊厳を促進するための自然の解決策に投資すること、などに合意した。

RIO+20

「リオ+20」とは、1992年の地球サミットから20年後の2012年6月にブラジルのリオデジャネイロで開催された「国連持続可能な開発会議」の略称である。この会議の最大の成果は、「私たちが望む未来」という文書である。また、主な成果の一つは、参加国が持続可能な開発目標を策定するプロセスの開始に合意したことであった。

www.un.org/futurewewant

図 3.3
スーダンで開催された、環境と気候変動対策における女性の役割に関する環境フォーラム

© UNEP 2017



国際条約等におけるジェンダーと DRR および CCA との関連性

「ジェンダーと開発」(GAD) アプローチは、「開発における女性」(WID) と「女性と開発」(WAD) を発展させ、女性だけに焦点を当てるのではなく、ジェンダーの社会的構築に焦点を当てたアプローチである。GAD は権力の分析を行っており、現在ではプログラムや政策の成功のための重要な要素として定着した「エンパワーメント」という用語を使用している。エンパワーメントとは、「選択する能力を否定されてきた人々が、その能力を獲得するプロセスを意味する。言い換えれば、エンパワーメントには変化のプロセスが伴う」(Kabeer 1999: 2)。そのため、WID や WAD がそうであったように、ジェンダー問題を経済的資源の再配分の問題であるとは考えていない。むしろ、ジェンダー問題には必然的に権力の再分配が伴うものであり、現在の政策目標にもこの理解が反映されている(図 3.3)。GAD では、LGBTI (レズビアン、ゲイ、トランス、インターセックス) などのジェンダー・マイノリティもその政策領域内で考慮することができる。しかし、他の性的・ジェンダー的マイノリティよりも女性に焦点が当てられていることから、そうした視点は実際の政策や行動に反映されていない (Gaillard *et al.* 2016)。

開発におけるジェンダーの主流化に関するこの理解は、持続可能な開発のための 2030 アジェンダと SFDRR の両方に反映されている。SDG5 は、ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と少女に力を与えることを目的としている。SFDRR では、特に、ジェンダー、年齢、障害、文化的な視点を、災害リスク軽減に関するすべての政策と実践に統合し、女性と若者のリーダーシップを促進することが求められている (United Nations 2015)。また、「災害リスクを効果的に管理し、ジェンダーに配慮した災害リスク軽減政策、計画、プログラムを設計、資金調達、実施するためには、女性の参加が不可欠である。また、災害に備えて女性をエンパワーするとともに、災害後の状況で代替の生計手段を確保するための能力を構築するために、適切な能力向上策を講じる必要がある」(United Nations 2015 :23) と具体的に指摘されている。

UNCCD と CBD には、女性の権利とジェンダー平等に関するマンドートが含まれている。UNFCCC は、排出削減のみに焦点を当てていたため、当初は盛り込まれていなかったが、2001 年以降、複数の決定事項やプログラムにジェンダーに関するマンドートが盛り込まれている (Aguilar *et al.* 2015)。CCA の必要性和女性への影響から、ジェンダー問題が議題として取り上げられるようになったのは、国連の報告書 (United Nations 2009) にある「女性は不平等な権利によって気候関連のリスクにさらされており、コミュニティの適応と対処能力を成功させるには、女性のエンパワーメントと差別的慣行の減少が不可欠である」という指摘がきっかけである。そのため、UNFCCC での適応に関する決定には、ジェンダーに強く配慮した表現が組み込まれている。

DRR と CCA のジェンダー的側面は、原則として認識されつつあるが、政策から適切な実践への移行ははまだ限られているのが現状と言える。

3.3 おわりに

災害の軽減は、さまざまな政策の観点から幅広い政治的コンセンサスを得ており、独立した国連機関が主導しており、緩和と適応を含む気候変動の分野のように、法的枠組に規律されていない (Hannigan 2012)。一方、気候変動対策は、UNFCCC をはじめとする多国間環境条約を通じて、財政的にも政治的にも注目されている。DRR と CCA の融合は進んでいるが、その融合の意義はすべての者に受け入れられているわけではない。特に DRR の研究者の中には、適応とレジリエンスの言説は、貧困、悪いガバナンス、構造的不平等に根ざしたリスクの根本原因に対処するのではなく、応急処置のようなものだと考える者もいる (Hannigan 2012)。Pelling (2011) によれば、従来の CCA アプローチは保守的で、DRR の研究者が提唱する根本的なリスク要因に対処するための変革をほとんど受け入れていないという。

気候変動コミュニティでは、緩和が依然として優先されているが、パリ協定で適応の必要性がこれまでよりも認められたことから、国際開発協力における CCA の重要性が高まっている。社会変革 (transformative change) に関する議論は、緑の気候基金 (GCF) など、さまざまなところから CCA に入ってきている。GCF は、UNFCCC の資金メカニズムの一環として 2010 年に設立された。GCF は、低排出で気候変動に対してレジリエントな開発に投資するための気候資金の流れを加速し、気候変動に対するグローバルな対応のパラダイムシフトを促進することを目的としている。


DRR と CCA とは、特に気象災害への取り組みに関して、相当の部分が重複している。CCA は DRR よりも長期的かつ緩慢に発生する災害にも焦点を当てており、両者の区別は CCA が将来予測を行う点において一層鮮明である。とはいえ、気候変動の影響は現在すでに起きているため、CCA と DRR はより密接に連携する可能性がある。しかし、Doswald and Estrella (2015) は、2 つの分野には大きな重複があるものの、しばしば「縦割りアプローチ」につながる人為的な区分があり、予算や行動、生態系を活用したアプローチを不必要に分断していると結論づけている。しかし、Eco-DRR/EbA は、2 つをつなぐ自然の橋として機能することができる (Doswald *et al.* 2017)。このことについて、次の章で詳しく説明する。

主要な国際条約等およびその関連機関

- 生物多様性条約 (<https://www.cbd.int/>)
- 湿地に関するラムサール条約 (<http://www.ramsar.org/>)
- 仙台防災枠組 (<https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/what-sendai-framework>)
- 持続可能な開発目標 (www.sustainabledevelopment.un.org)
- 国連候変動枠組条約 (www.unfccc.int) とパリ協定 (https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)
- 気候変動に関する政府間パネル (www.ipcc.ch)
- 国連砂漠化防止条約 (<http://www.unccd.int>)
- 国連防災機関 (www.undrr.org)
- 国際自然保護連合 (www.iucn.org) と世界公園会議 (www.worldparkscongress.org)
- 国連欧州経済委員会 (UNECE) 国境を越えた水域及び国際湖沼の保護及び利用に関する条約 (www.unece.org/env/water.html)

参考文献

- Aguilar, L., Granat, M., and Owren, C. (2015). *Roots for the future: The landscape and way forward on gender and climate change*. Washington, DC: IUCN and GGCA. <https://genderandenvironment.org/roots-for-the-future/> Accessed 24 July 2019.
- Doswald, N. and Estrella, M. (2015). *Promoting ecosystems for disaster risk reduction and climate change adaptation: opportunities for integration*. Geneva: UNEP. <https://www.preventionweb.net/publications/view/44969> Accessed 24 July 2019.
- Doswald, N., Estrella, M. and Sudmeier-Rieux, K. (2017) Ecosystems' Role in Bridging Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. In: Kelman, I., Mercer, J. and JC Gaillard. *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction, including Climate Change Adaptation*.
- Gaillard, J. C., Sanz, K., Balgos, B. C., Dalisay, S. N. M., Gorman-Murray, A., Smith, F., and Toelupe, V. (2016). Beyond men and women: a critical perspective on gender and disaster. *Disasters*, 41(3), 429–447. DOI: 10.1111/disa.12209
- Hannigan, J. (2012). *Disasters Without Borders*. Cambridge: Polity Press.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. IPCC Special Report on Extreme Events, Summary for Policymakers. Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2014). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1-32.
- Kabeer, N. (1999). Resources, Agency, Achievements: Reflections on the Measurement of Women's Empowerment. *Development and Change*, 30(3), 435–464. DOI: 10.1111/1467-7660.00125.
- Mitchell, T and van Aalst, M. (2008). *Convergence of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. A Review for DFID*. https://www.preventionweb.net/files/7853_ConvergenceofDRRandCCA1.pdf Accessed 24 July 2019.
- Pelling, M. (2011). *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*. London and New York: Routledge.
- Sebesvari, Z., Woelki, J., Walz, Y., Sudmeier-Rieux, K., Sandholz, S., Tol, S., Ruíz García, V. and Renaud, F. (2019). Opportunities for Green Infrastructure and Ecosystems in the Sendai Framework Monitor. *Progress in Disaster Science*, 2, 100021 DOI: 10.1016/j.pdisas.2019.100021. UNISDR (2005). *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building Resilience of Nations and Communities to Disasters*. <https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf> www.preventionweb.net Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2011). *Global Assessment Report, Revealing Risk, Redefining Development*. Geneva: UNDRR. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/19846> Accessed 24 July 2019.
- UNISDR (2017). *Technical Guidance for Monitoring and Reporting on Progress in Achieving the Global Targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR https://www.preventionweb.net/files/54970_techguidancefdigitalhr.pdf Accessed 24 July 2019.
- United Nations (2009). *Report of the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights on the relationship between climate change and human rights*. <https://www.ohchr.org/EN/Issues/HRAndClimateChange/Pages/Study.aspx> Accessed 24 July 2019.
- United Nations (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Geneva: UNDRR. https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrrren.pdf Accessed 24 July 2019.
- UNFCCC (2015). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> Accessed 24 July 2019.



第4章

災害対応における 生態系と人間の連関

主要な問い

生態系と自然ハザード、災害との間にはどのような相互の関連性があり、それはどのようにして生まれるのか？

生態系とは何か、人間は生態系とどのように関わっているのか？

生態系はどのように災害リスクを軽減するのか？

4.1 生態系と自然ハザード、災害の相互関係

生態系は、人間が直接または間接的に依存する様々な財やサービスを提供している (Christensen *et al.* 1996)。ミレニアム生態系評価 (2005) では、生態系サービスの4つの主なカテゴリーを定義している。すなわち、人間の福利を支える基盤サービス (例：栄養循環、受粉)、供給サービス (例：食料、木材)、調整サービス (例：浸食防止、炭素貯蔵、気候調節)、文化的サービス (例：レクリエーション、精神性) である (図4.1)。災害軽減は調整サービスとみなされ、災害時の安全性を高めることで人間の福祉に直接貢献する。このように、健全な生態系は緩衝材としての役割を果たし、供給サービス、調整サービス、文化的サービスを人々が享受する上での基盤を提供する。周知のように、過去数十年の間に、様々な地球環境問題につながる環境への悪影響を軽減するために多くの努力がなされてきた。それにもかかわらず、地球システムはますます危機的な状態に向かっている。

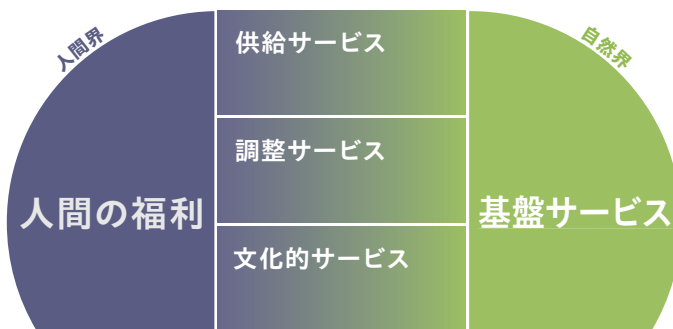


図4.1
生態系サービスと人間の福利の関連性
クレジット: Nehren 2014, modified from MA 2005.
再作画: S. Plog

2009年、ストックホルム・レジリエンス・センターのJohan Rockström氏とオーストラリア国立大学のWill Steffen氏を中心とする科学者グループは、「人類が安全に活動できる空間」を定義するための新しい枠組、プラネタリーバウンダリーを構想した (Rockström *et al.* 2009)。この概念は、気候変動、海洋酸性化、成層圏オゾン層破壊、生物地球化学的循環 (リンと窒素)、世界の淡水利用、土地利用の変化、生物多様性の喪失、大気エアロゾルの負荷、化学汚染という9つの主要な地球システムのプロセスに基づいている。これらのプロセスのそれぞれについて、プラネタリーバウンダリーと呼ばれるしきい値が定義されている。

Rockström *et al.* (2009) によると、「これらのプラネタリーバウンダリーを1つ以上踏み越えることは、大陸規模から惑星規模のスケールのシステムにおいて、非線形で急激な環境変化を引き起こすしきい値を超える危険性があり、有害であり、場合によってはそれに留まらず破滅的である可能性がある」 (Rockström *et al.* 2009:1)。2009年には、9つのプラネタリーバウンダリーのうち、気候変動、生物多様性の損失、生物地球化学的循環 (リンと窒素) の一部である窒素循環の3つがすでに踏み越えられていた。

最近では、Steffen *et al.* (2015) が、2009年と同じ手順に基づいた新しい研究を発表したが、2つのプロセスの名称を若干変更し、最近の多くの科学論文を検討している。さらに、生物圏の完全性 (旧生物多様性の喪失)、生物地球化学的フロー、土地システムの変化、および淡水の利用について、地域レベルのバウンダリーが作成された。主な結果として、著者らは、2009年にすでに越えられた3つのバウンダリーに加えて、土地システムの変化のバウンダリーも越えられていると述べている。

この研究の筆頭著者によれば、このバウンダリーを踏み越えると、人間の福利の観点から見て、地球の状態に致命的な影響を与える可能性があるという。プラネタリーバウンダリーのコンセプトである9つの主要な地球システムプロセスを詳しく見てみると、生態系の状態と密接な関係があることがわかる。例えば、土地システムの変化による生態系の喪失や劣化が、生物多様性の保全に影響を与え、炭素の貯蔵や吸収を減少させることは明らかである。

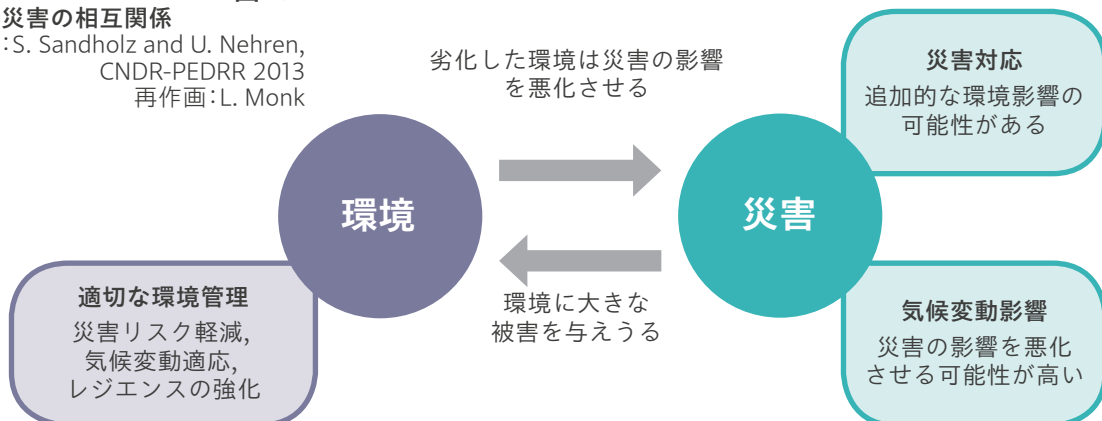
この他にも、生態系、自然ハザード、災害の間など、自明ではないものの多くの相互関係がある。自然ハザードという言葉は、これらの種類のハザードが、地震、嵐、洪水、干ばつなどの自然現象であることを示している。しかし、自然といっても、人間がこれらのハザードの頻度や強度に何の影響も与えていないわけではない。例えば、SREX (IPCC 2012) では、気候変動が、熱波、沿岸部の異常高水位、高山地帯の山体崩壊など、いくつかの種類のハザードの頻度や強度に影響を与えている。生態系の喪失や劣化が人為的な気候変動に大きく影響することに鑑みれば、生態系の喪失や劣化と自然ハザードの発生頻度や強度とは間接的な関係があることがわかる。人々がこれらのハザードにさらされ、それらが人々の対処能力を超えた場合、ハザードは災害となる。

しかし、生態系の喪失と劣化、自然ハザードと災害の間には直接的な関係もある(図4.2)。環境と災害は様々な形で相互に影響し合っている。災害は環境に甚大な被害をもたらし、劣化した環境は災害の影響を悪化させる。気候変動は、災害の影響を悪化させる可能性が高く、また、様々な形で環境に影響を与える(例：季節の変化、種の生息適性の変化)。災害への対応の過程で、緊急時の手順や環境上の危機管理計画の欠如により、さらなる環境への影響がもたらされることも多い。健全な環境管理への投資、特に災害予防と災害後の復旧段階での投資は、災害リスクを軽減し、その結果、よりレジリエントで持続可能な開発に貢献することができる。このように社会、環境、生態系サービスが相互に関係しているため、環境管理という解決策が気候変動への適応に応用されるケースが増えている。

図 4.2

環境と災害の相互関係

出典：S. Sandholz and U. Nehren, CNDR-PEDRR 2013
再作画：L. Monk



これらの相互作用は、沿岸砂丘とマングローブという2つの沿岸生態系で説明することができる。建設資材を得るために沿岸砂丘から砂を取り去ったり、集落や観光インフラを建設するために砂丘を破壊したりすると、高波（津波を含む）や暴風雨に対する緩衝機能が低下する（図4.3）。砂丘の背後に位置する居住地やインフラは、これまで沿岸砂丘システムの緩衝機能により保護されていたが、現在は風や波の影響にさらされている。つまり、災害リスクを軽減し、気候変動に適応するためには、砂丘システムの保全および持続可能な利用が必要だったのである。



図4.3

左:チリの前砂丘

風や波を防ぐ緩衝材の役割を果たしている
沿岸インフラ整備のために、この砂丘の一部が取り除かれている
これにより、チリ中央部の海岸で発生する嵐や波、さらには津波に直接さらされることになる

右:チリ中央部の海岸砂丘の破壊

© U. Nehren

マングローブは、サンゴ礁の魚やその他の海洋生物にとって重要な繁殖地である。そして、マングローブには生物学的機能があるだけでなく、嵐や波を緩和し、海岸浸食を防ぐ機能もある。マングローブを破壊すると、自然の沿岸保護機能が低下し、サイクロンや高潮による海岸浸食のリスクが高まる。これは、例えば、インドネシアのジャワ島で実際に起こったことである（図4.4）。さらなる海岸浸食を防ぐため、一部の被災地では、研究者、NGO、地元コミュニティの支援を受けて、マングローブの復元が行われている。



図4.4

左:インドネシア・ジャワ島中部の北海岸に位置するスマラン市の近くでは、マングローブが農業システムや居住地に取って代われ、他の要因と相まって海岸浸食が進行している

右:この10年間で、マングローブが復元され、さらなる海岸浸食を防ぎ、沿岸地帯を守っている

© U. Nehren

つまり、生態系の劣化は、直接・間接的に、自然ハザードが災害を引き起こしやすくする。そして、2012年の世界リスク報告書によれば、「すべての暴風雨やその他の自然ハザードが災害になるわけではない」（Alliance Development Works 2012）。この生態系の機能は、DRRの意思決定において考慮されていないことが多い重要なポイントである。したがって、災害リスクを軽減するための適切な手段として、生態系の保全、持続可能な管理、修復を考慮に入れる必要がある。

人新世

「人新世」とは、人類の活動が地球の生態系に重大な影響を与えた時に始まったとされる、非公式の地質学的時代区分

Crutzen and Stoermer 2000

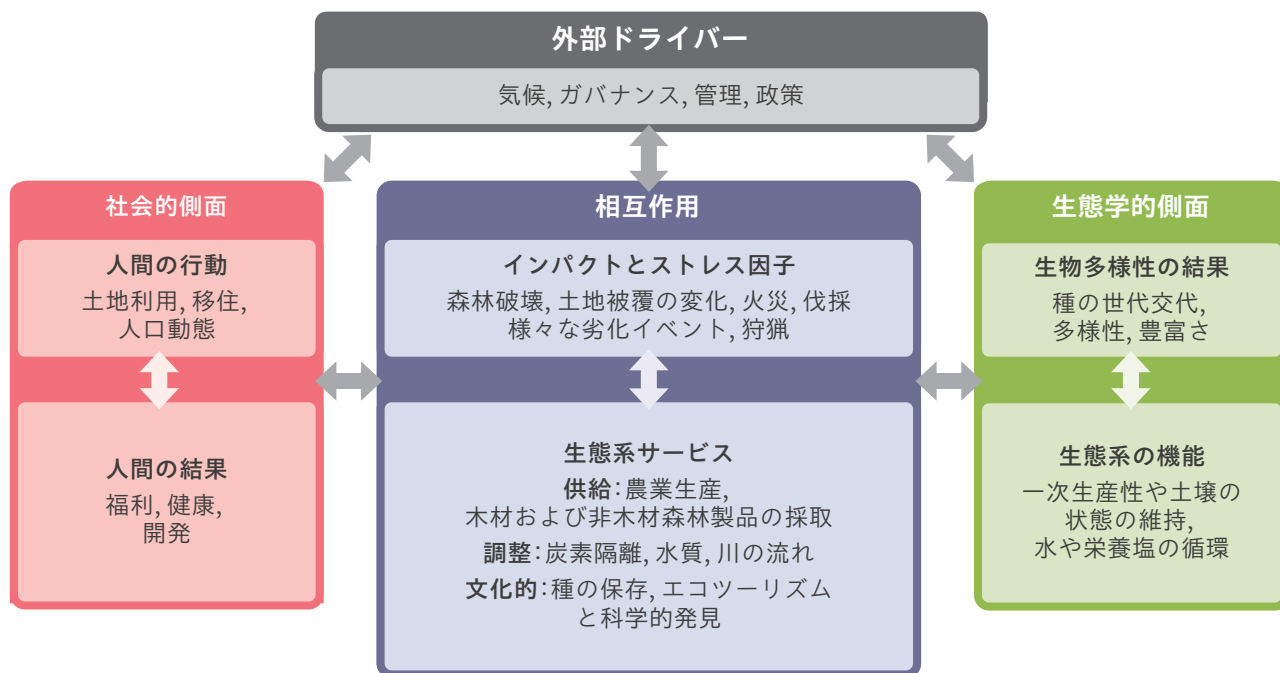
4.2 社会・生態システム

CBDでは、生態系を「植物、動物及び微生物の群集とこれらを取り巻く非生物的環境とが相互に作用して一の機能的な単位を成す動的な複合体」と定義している (United Nations 1992)。生態系の定義は他にもあり、中には人間を生態系の一部として明示的に含むものもある。社会・生態システム (SES) という用語が、人間と自然が相互に結びつき複雑でダイナミックに相互作用するシステムであることを指すためによく使われる (図4.5)。SESは次のように定義できる (Redman *et al.* 2004)。

- 生物物理的要因と社会的要因が、レジリエントかつ持続的な方法でたえず相互作用する首尾一貫したシステム
- いくつかの空間的、時間的、組織的なスケールで定義され、それらが階層的に関連している可能性のあるシステム
- 生態系と社会システムの組み合わせによって流通と利用が調整されている一連の重要な資源 (自然、社会経済、文化)
- 絶え間なく適応していく動的で複雑なシステム

図4.5
社会・生態システム
2010年にCollinsらが発表した一般的な社会・生態システム枠組みをもとに再構成

再作画:L. Monk

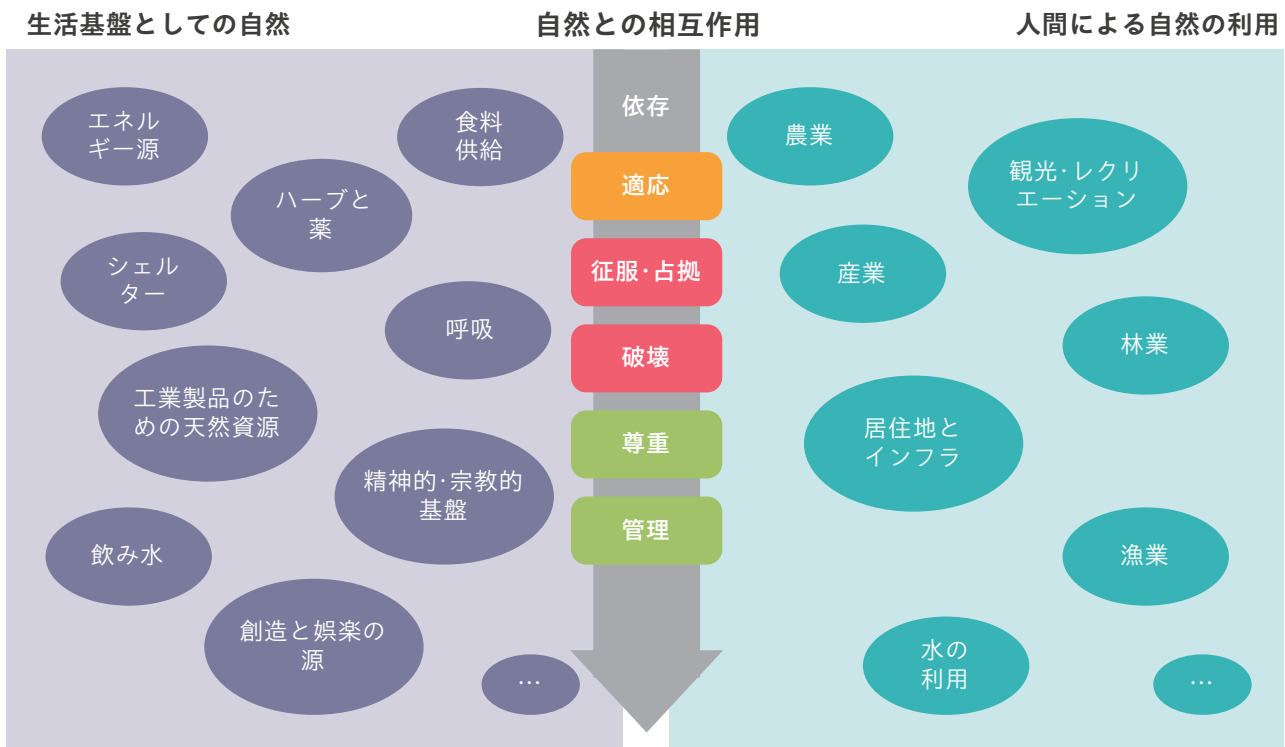


私たちが歴史の中で環境と関わってきたことで、環境は大きく変化し、その結果、SESは以前とは異なる風景になっている。現在のSESを理解するためには、こうした変化に目を向けることが重要である。このようにSESを系統的に理解することで、人間の行動を生態系の変化に結びつけることもできる。気象学者のPaul Crutzenと生態学者のEugene F. Stoermerが「**Anthropocene** (人新世)」と呼ばれる新しい地質学的エポックを提唱したほど、人間の生態系への影響は大きくなっている (Crutzen and Stoermer 2000)。

ロンドン地質学会の地質年代学委員会では、18世紀後半の産業革命の始まりを新しい時代の出発点とする提案がなされた。その時点以降、大気中の炭素排出量は著しく増加し、動植物の絶滅率も上昇している。つまり、地球への影響という点で、人間が地質学的インパクトを持つ要素となったのである。人新世の正確な定義については現在も議論が続いており、1万2,000年前の新石器時代の革命から1945年7月16日に米国ニューメキシコ州アラモゴードで起きた最初の核爆発まで、その開始点については幅広い提案がある。

人間の進化過程を追いながら自然との相互作用を詳しく見てみると、それが劇的に変化してきたことがわかる(図4.6)。アフリカのアウストラロピテクスの初期の祖先は、環境に依存し、自然条件に適応しなければならなかったが、233万年前から144万年前に生きていたホモ・ハビリスの部族は、すでに手斧やなたなどの道具を開発していた(Hartwig 2004)。さらに40万年前には、ホモ・エレクトスが火を制御して使うようになった(Bowman *et al.* 2009)。これらの発明は、自然環境を征服、占領し、部分的に破壊するための最初のステップと見ることができる。しかし、当時は人口密度が低く、地理的な拡大も限られていたため、その影響はかなり限定的であったと考えられる。これは、現代まで生き残った数少ない狩猟採集民の部族を見ても同じことが言える。

図4.6
人間と自然との相互作用。自然は人間の生活の基盤であり、人間はいくつかの方法で自然を利用していることがわかる。進化の過程で、人間と自然の関係は、純粋に適応することから、自然を尊重し管理することへと変化してきた
デザイン:Hoang and Nehren
再作画:L.Monk



約12,000年前に始まった新石器革命（農業革命とも呼ばれる）により、人類は定住し、農業や畜産のために土地を計画的に利用するようになった（Barker 2009）。これにより、世界の多くの地域で土地被覆が根本的に変化した。また、都市化と人口増加のきっかけにもなった。人間と自然の相互作用の次の段階は、産業革命によって始まった。産業革命の特徴は、手工業から機械工業、化学工業、鉄工業への移行が急速に進んだことであり、日常生活のほぼすべての側面に影響を与えた。Lucas（2002）によると、産業革命の影響で、歴史上初めて、一般大衆の生活水準が持続的に向上し始めたという。しかし、産業革命は、地球規模での大規模な環境破壊を伴っていたため、人間と自然の相互作用においても大きな転換点となった。

今日、少なくとも世界の人口の大部分が、人類史上最高の平均寿命と生活水準を享受している（UNDP 2014）。その一方で、私たちは環境、社会、経済に関する深刻な課題に直面している。これは、約50年前にローマクラブが発表し、高く評価された報告書「成長の限界」ですでに述べられているとおりである（Meadows *et al.*1972）。地球環境の課題に関するより最近の出版物としては、特に「ミレニアム生態系評価」（MA 2005）、「IPCC第5次評価報告書」（IPCC 2014）、「世界防災白書2019」（UNDRR 2019）、「生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書」（IPBES 2019）などがある。

人類が直面するグローバルな課題は、国際的な開発課題、特に「持続可能な開発目標（SDGs）」においても取り上げられている。これらの概念や国際合意は、持続可能な開発という指針のもと、将来の世代を含めた人間の福利を確保するために、自然を尊重し管理することを目的としている。

図4.7
ハザードの発生を抑えるための生態系の種類の例



山林や丘陵地の植生は、地滑り、落石、雪崩、土壌浸食のリスクを軽減することができる。さらに、森林は水を蓄え、降雨後の流出を抑えることができる。その結果、洪水や干ばつのリスクを軽減する。

写真：ブラジルの山林
(リオデジャネイロの大西洋岸森林) © U. Nehren



湿地や河川の生態系は、水を蓄えてゆっくりと放出することで流出の速度と量を抑えるため、洪水対策の役割を果たすものとして重要である。沿岸湿地の干潟、三角洲、河口は、高潮や高波の高さや速度を低減することができる。

写真：ニカラグアの湿地 © U. Nehren

4.3 生態系による災害リスク軽減可能性

世界の多くの生態系がすでに大きく劣化していることから、私たちは地球の生態系の状態を改善するために、生態系の保全、持続可能な管理、さらには生態系の回復を試みている。そうすることで、生態系の劣化による脆弱性を減らし、災害リスクを軽減することができる。さらに、生態系は人間の福利に必要な重要なサービスを提供し、ある種の自然ハザードを軽減することもできる。

実際、多くの場合、生態系を活用したアプローチは、災害リスクの方程式の3つの要素（曝露、脆弱性、ハザード）すべてに対する影響を軽減することができる。健全な生態系は、例えば、グリーンベルトが自然の緩衝材として機能している海岸線など、特定のケースで曝露を軽減すると考えられる。生態系は、生活や人間の福祉を支える多くの生態系サービスを提供しているため、脆弱性も軽減する。健全な生態系は、自然のバッファーとして機能することで、ハザードの影響を軽減することもできる。その例を図4.7に示す。表4.1は、さまざまな生態系のハザード軽減機能の概要を示している。しかし、すべてのハザードが生態系によって効果的に緩和されるわけではないこと（例えば、地震）、また、2004年のインド洋津波や2011年の東北地方太平洋沖地震・津波の場合は、海岸林が限られた保護機能しか発揮できなかったように、ハザードの大きさが制限要因となる場合があることも、忘れてはならない。



サンゴ礁、塩性湿地、マングローブ、砂丘などの沿岸生態系は、熱帯低気圧、高潮、洪水、その他の沿岸災害、そしてある程度の津波に対する自然の緩衝材として機能する。さらに、沿岸の湿地帯は、塩水の侵入を防ぎ、海面上昇に適応する。

写真：インドネシアのサンゴ礁 © S. Sandholz



乾燥地の生態系は、樹木や草、低木が土壌を保護し、水分を保持することで、干ばつや砂漠化のリスクを軽減することができる。また、シェルターベルトやグリーンベルトなどの生きたフェンスは、風食や砂嵐を防ぐ役割を果たす。

写真：ケニアの乾燥林 © U. Nehren

表 4.1
生態系のハザード軽減機能 (Estrella and Saalismaa 2013 より引用)

生態系	ハザード軽減	
山森, 山腹の植生	<ul style="list-style-type: none"> 植生のカバーと根の構造が侵食を防ぎ、土壌を結合して斜面を安定させることで地滑りを防ぐ¹。 森林は岩石の落下を防ぎ、雪を安定させ、雪崩のリスクを低減させる²。 	<ul style="list-style-type: none"> 集水域の森林、特に原生林は、雨水の浸透を促進することにより、洪水のピーク流量を遅らせ、洪水のリスクを低減する。ただし、土壌が完全に飽和している場合を除く³。 流域の森林は水の涵養と浄化、干ばつの緩和、飲料水の供給にとって重要である⁴。
湿地, 氾濫原	<ul style="list-style-type: none"> 湿地帯や氾濫原は、沿岸地域、内陸の河川流域、氷河融解の影響を受ける山岳地域の洪水を制御する⁵。 泥炭地や湿潤草原などの湿地帯は、水を蓄えてゆっくりと放出するため、大雨や春の雪解け後の流出速度と量を抑えることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 沿岸の湿地、干潟、三角州、河口は、高潮や高波の高さや速さを軽減する⁶。 湿地、湖、氾濫原は、雨季の降雨を干ばつ時にゆっくりと放出する。
沿岸域 (マングローブ, 塩性湿地帯, 珊瑚礁, バリアー島, 砂丘)	<ul style="list-style-type: none"> 沿岸生態系は、ハリケーン、高潮、洪水などによる災害から沿岸を守るもので、特にサンゴ礁、海草藻場、砂丘・海岸湿地・海岸林の複合的保護が効果的である⁷。 サンゴ礁やマングローブ、塩性湿地などの沿岸湿地は、(低)波エネルギーを吸収し、波の高さを下げ、暴風雨や高潮による浸食を軽減する⁸。 	<ul style="list-style-type: none"> 沿岸湿地は、土砂と有機物を捕捉することにより、塩水の侵入を防ぎ、海面上昇に(ゆっくりと)適応する⁹。 砂丘(関連する植物群落を含む)やバリアー島などの非多孔性の自然バリアは、波エネルギーを散逸させ、大きさによっては波、潮流、高潮、津波に対するバリアとして機能する¹⁰。
乾燥地	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥地における自然植生の管理と回復は、樹木、草、低木が土壌を保護し、水分を保持することから、干ばつの影響を改善し、砂漠化を抑制することに貢献する。 シェルターベルトやグリーンベルトなどの生きたフェンスは、風食や砂嵐を防ぐバリアとして機能する。 	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥地での植生被覆の維持や、陰性作物の使用、栄養価の高い植物や植物リターの使用などの農法は、干ばつへのレジリエンスを高める¹¹。 乾燥した土地では、適切な火入れを行い、物理的な防火帯を作ることで、燃料の負荷を減らし、不要な大規模火災のリスクを減らすことができる。

1 Dolidon *et al.* (2009), Peduzzi (2010), Norris *et al.* (2008)

2 Bebi *et al.* (2009), Dorren *et al.* (2004).

3 Krysanova *et al.* (2008).

4 World Bank 2010.

5 Campbell *et al.* (2009)

6 Batker *et al.* (2010), Costanza *et al.* (2008), Ramsar (2010), Zhao (2005)

7 Badola *et al.* (2005), Batker *et al.* (2010), Granek and Ruttenberg (2007).

8 Mazda *et al.* (1997), Möller (2006), Vo-Luong and Massel (2008), Narayan *et al.* (2016).

9 Campbell *et al.* (2009).

10 Intergovernmental Oceanographic Commission (2009), UNEP-WCMC (2006).

11 Campbell *et al.* (2009), Krysanova *et al.* (2008).

4.4 おわりに

生態系と災害の間には間接的、直接的な相互関係がある。生態系の劣化が災害リスクにつながることは知られており、社会・生態システムへの介入は災害リスクにマイナスまたはプラスの影響を与える。生態系を活用したアプローチは、災害や気候変動のリスクを軽減するための効果的なツールであり、リスク方程式の3つの要素すべてを軽減する数少ないアプローチの1つである。すなわち、ハザードの影響を緩衝・軽減し、生態系サービスを提供することで脆弱性を軽減し、高曝露地域に自然のインフラを設置することで曝露を軽減することができる。

しかし、人工的構造物に限界があるように、ハザードの大きさによっては生態系が提供できる保護にも限界がある (Vosse 2008)。生態系が提供できる保護の大きさは地域によって異なるため、災害リスク管理者やエンジニアに加えて生態学者の専門知識も活用して、自然に逆らうのではなく、可能な限り自然とともに機能する保護システムを設計する必要がある。さらに、生態系を活用した解決策には多くの土地が必要となるため、そのための土地が十分でないという場合もあるだろう (Doswald and Osti 2011)。

これらの限界はあるものの、生態系に働きかけることで、災害リスクの軽減や気候変動への適応を推進することが可能である。さらに、生態系が提供するサービスに起因する多くの恩恵を受けることができる。そのため、DRRとCCAの両方において、生態系を活用したアプローチが解決策として浮上している。次の章では、Eco-DRRとEbAについて詳しく説明し、両者の相違点と類似点についても考察する。

参考文献

- Alliance Development Works (2012). *World Risk Report*. Berlin: Alliance Development Works. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WRR_2012_en_online150.pdf Accessed 24 July 2019.
- Badola, R. and Hussain, S. A. (2005). Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. *Environmental Conservation*, 32 (1), 85-92. DOI: 10.1017/S0376892905001967.
- Barker, G. (2009). *The Agricultural Revolution in Prehistory: Why did Foragers become Farmers?* Oxford: Oxford University Press.
- Batker, D.P., de la Torre, I., Costanza, R., Swedeen, P., Day, J.W., Boumans, R. and Bagstad, K. (2010). *Gaining ground—wetlands, hurricanes and the economy: The value of restoring the Mississippi River Delta*. Tacoma: Earth Economics.
- Bebi, P., Kulakowski, D. and Christian, R. (2009). Snow avalanche disturbances in forest ecosystems – State of research and implications for management. *Forest Ecology and Management*, 257 (9), 1883–1892. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.01.050.
- Bowman, M., Balch, K., Artaxo, P.; Bond, J., Carlson, M., Cochrane, A., D'Antonio, M., Defries, S., Doyle, J.C., Harrison, S.P., Johnston, F.H., Keeley, J.E., Krawchuk, M.A., Kull, C.A., Marston, J.B., Moritz, M.A., Prentice, I.C., Roos, C.I., Scott, A.C., Swetnam, T.W., van der Werf, G.R. and Pyne, S.J. (2009). Fire in the Earth System. *Science*, 324 (5926), 481-484. DOI: 10.1126/science.1163886.
- Campbell, A., Kapos, V., Scharlemann, J. P.W., Bubb, P., Chenery, A., Coad, L., Dickson, B., Doswald, N., Khan, M. S. I., Kershaw, F. and Rashid, M. (2009). *Review of the literature on the links between biodiversity and climate change: impacts, adaptation and mitigation*. Technical series 42. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-42-en.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Christensen, N.L., Bartuska, A.M., Brown, J.H., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., Franklin J.F., MacMahon, J.A., Noss, R.F., Parsons, D.J., Peterson, C.H., Turner, M.G., and Woodmansee, R.G. (1996). The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6(3), 665–691. DOI: 10.2307/2269460.
- Collins, S.L., Carpenter, S.R., Swinton, S.M., Orenstein, D.E., Childers, D.L., Gragson, T.L., Grimm, N.B., Grove, J.M., Harlan, S.L., Kaye, J.P., Knapp, A.K., Kofinas, G.P., Magnuson, J.J., McDowell, W.H., Melack, J.M., Ogden, L.A., Robertson, G.P., Smith, M.D., and Whitmer, A.C. (2010). An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and Environment*, 9, 351-357. DOI: 10.1890/100068.
- Costanza, R., Pérez-Maqueo, O.M., Martínez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J. and Mulder, K. (2008). The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio*, 37, 241-248. DOI: 10.1579/0044-7447(2008)37[241:TVOCWF]2.0.CO;2.
- Crutzen, P. J., and E. F. Stoermer (2000). The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41, 17–18. <http://www.igbp.net/publications/globalchangemagazine/globalchangemagazine/globalchangenewsletters/no4159.5.5831d9ad13275d51c098000309.html> Accessed 24 July 2019.
- Dolidon, N., Hofer, T., Jansky, L. and Sidle, R. (2009). Watershed and forest management for landslide risk reduction. In *Landslides – Disaster Risk Reduction*. Sassa, K. and Canuti, P. (eds.). Springer, Berlin. 633-646.
- Dorren, L., Berger, F., Imeson, A., Meier, B. and Rey, F. (2004). Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 195, 165-176. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.02.057.
- Doswald, N. and Osti, M. (2011). *Ecosystem-based approaches to adaptation and mitigation – good practice examples and lessons learned in Europe*. BfN Skripten 306. Bonn: BfN. https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_306.pdf Accessed 24 July 2019.
- Estrella, M. and Saalisma, N. (2013). Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR): An overview. In *The Role of Ecosystems for Disaster Risk Reduction*. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (eds.). Tokyo: United Nations University Press. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 24 July 2019.
- Granek, E.F. and Ruttenberg, B.I. (2007). Protective capacity of mangroves during tropical storms: A case study from 'Wilma' and 'Gamma' in Belize. *Marine Ecology Progress Series*, 343, 101-105. DOI: 10.3354/meps07141.
- Hartwig W.C. (2004). *The Primate Fossil Record*. Cambridge: Cambridge University Press, reprint.
- Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) (2009). *Tsunami risk assessment and mitigation for the Indian Ocean. Knowing your tsunami risk – and what to do about it*. UNESCO Manuals and Guides 52. Paris: UNESCO. https://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/Manual/IOC-M&G-52_eo.pdf Accessed 24 July 2019.
- IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (eds). Bonn: IPBES Secretariat.
- 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* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge

University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
Accessed 24 July 2019.

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva: IPCC. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>
Accessed 24 July 2019.

Krysanova, V., Buiteveld, H., Haase, D., Hattermann, F. F., van Niekerk, K., Roest, K., Martinez-Santos, P. and Schlüter, M. (2008). Practices and lessons learned in coping with climatic hazards at the river-basin scale: floods and drought. *Ecology and Society*, 13, 32. DOI: 10.5751/ES-02345-130232.

Lucas, R. E., Jr. (2002). *Lectures on Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press.

Mazda, Y., Magi, M., Kogo, M. and Hong, P.N. (1997). Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong Kong delta, Vietnam. *Mangroves and Salt Marshes*, 1, 127–135. DOI: 10.1023/A:1009928003700.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers J. and Behrens III, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.

MA (2005). *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington, D.C.: Island Press.

Möller, I. (2006). Quantifying saltmarsh vegetation and its effect on wave height dissipation: Results from a UK East coast saltmarsh. *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, 69(3-4), 337-351. DOI: 10.1016/j.ecss.2006.05.003.

Narayan, S., Beck, M.B., Reguero, B.G., Losada, I.J., van Wesenbeeck, B., Pontee, N., Sanchirico, J.N., Ingram, J.C., Lange, G.-M. and Burkes-Copes, K.A. (2016). The Effectiveness, Costs and Coastal Protection Benefits of Natural and Nature-Based Defenses. *Plos One*, 11 (5), e0154735. DOI: 10.1371/journal.pone.0154735.

Norris, J. E., Stokes, A., Mickovski, S. B., Cammeraat, E., van Beek, R., Nicoll, B. C. and Achim, A. (eds). (2008). *Slope stability and erosion control: ecotechnological solutions*. Dordrecht: Springer.

Peduzzi, P. (2010). Landslides and vegetation cover in the 2005 North Pakistan earthquake: a GIS and statistical quantitative approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 623-640. DOI: 10.5194/nhess-10-623-2010.

Ramsar Convention on Wetlands (2010). *Flood control. Wetland ecosystem services. Factsheet 1*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_01_e.pdf Accessed 24 July 2019.

Redman, C., Grove, M. J. and Kuby, L. (2004). Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. *Ecosystems*, 7, 161-171. DOI: 10.1007/978-90-481-8782-9_27.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, Crutzen, P. and Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32. DOI: 10.5751/ES-03180-140232.

Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S.E., Feltzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. and Sorlin, S. (2015). Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347 (6223), 1259855. DOI: 10.1126/science.1259855.

UNDP (2014). *Human Development Report 2014: Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Increasing Resilience*. <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-en-1.pdf> Accessed 24 July 2019.

UNEP-WCMC (2006). *In the Front Line: Shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs*. Cambridge: UNEP-WCMC. <https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/in-the-front-line-shoreline-protection-and-other-ecosystem-services-from-mangroves-and-coral-reefs> Accessed 24 July 2019.

UNISDR (2015). *Global Assessment Report 2015. Making development sustainable, the future of disaster risk management*. Geneva: UNDRR <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/42809> Accessed 24 July 2019.

UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR. <https://gar.unisdr.org/> Accessed 24 July 2019.

United Nations (1992). *Convention on Biological Diversity*. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> Accessed 24 July 2019.

Vo-Luong, P. and Massel, S. (2008). Energy dissipation in non-uniform mangrove forests of arbitrary depth. *Journal of Marine Systems*, 74, 603–622. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2008.05.004.

Vosse, M. (2008). *Wave attenuation over marshlands: determination of marshland influences on New Orleans' flood protection* [dissertation] University of Twente. <https://www.utwente.nl/en/et/wem/education/msc-thesis/2008/vosse.pdf> Accessed 24 July 2019.

World Bank (2010). *Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-based Approaches to Climate Change*. Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/817801468341068096/pdf/518380PUB0Clim101Official0Use0Only1.pdf> Accessed 24 July 2019.

Zhao, B. et al. (2005). Estimation of ecological service values of wetlands in Shanghai, China. *Chinese Geographical Science*, 15 (2), 151-156. DOI: 10.1007/s11769-005-0008-8.

第5章

生態系を活用した災害リスク軽減と生態系を活用した適応

主要な問い

生態系を活用した災害リスク軽減(Eco-DRR)と生態系を活用した適応(EbA)とは何か、それらの共通点と相違点は何か？

Eco-DRRとEbAのさらなる統合のメリットは何か？



5.1 生態系を活用した災害リスク軽減

生態系を活用した災害リスク軽減（Eco-DRR）の考え方は比較的シンプルである。生態系の持続的な管理である自然資源管理の手法と、早期警報システムや緊急計画などのDRRの手法とを組み合わせることで、より効果的な防災を実現し、人々やコミュニティへの災害の影響を軽減し、災害からの復旧を支援するというものである。

湿地帯、森林、沿岸システムなど、適切に管理された生態系は、自然インフラとして機能し、多くの災害に対する物理的な曝露を軽減するとともに、地域の生活を維持し、食料、水、建築資材などの不可欠な天然資源を提供することで、人々やコミュニティの社会経済的なレジリエンスを高める（Renaud *et al.* 2013, Renaud *et al.* 2016）。また、生態系の管理は、複数のステークホルダーに対して、社会的、経済的、環境的なさまざまな利益をもたらし、それらがリスクの低減にフィードバックされる。

ケーススタディ

スイス

スイスでは、アルプスにおける落石、雪崩、浅い地滑りなどの頻発する災害から重要なインフラを守る災害リスク軽減プログラムの中で、保護林が重要な役割を果たしている（図5.1）。スイス政府は、保護林の管理に年間1億2,000万ドル以上を投じて、若木と老木のバランスを取り、様々な種類の木を混生させることで、健全で強い森林を維持している。

個人が所有する森林であっても、政府の森林局が保護・管理している。私有地の所有者が伐採による収入を失うことになる場合に、地方政府が金銭補償をすることもある。地域の人々が保護林を好むのは、それがレクリエーションの場にもなるし、美観も良く、雪崩防止柵やロックネットよりも威嚇的でないからである。

保護林計画は、50～100年の時間的スパンを持っており、森林を維持しようとする国民の意思に支えられている。多くの科学研究、森林管理ガイドライン、費用便益分析があり、保護林の費用は人工的構造物に比べて長期的には5～10分の1であることが実証されている（Wehrli and Dorren 2013）。

定義：Eco-DRR

生態系を活用した災害リスク軽減（Eco-DRR）とは、持続可能でレジリエントな開発を行うことを目的とし、災害リスクを低減するために生態系を持続可能な形で管理・保全・回復することである。

Estrella and Saalismaa 2013



図5.1
スイスのダボスにある保護林
© UNEP

アルプスにおける保護林を維持していない地域では、雪崩防止柵のような人工的対策が行われている。しかし、ここ数年は、可能な限り人工的ではない保護対策にシフトしてきている。それは、雪崩防止柵に比べて多くの付加価値を得られる保護林が、人々により好まれているからである。しかし、場合によってはその両者を併用することが有用であり、必要であることもある。

ブラジル

ブラジル史上最悪の気象災害の一つが、2011年1月にリオデジャネイロ州のノバフリブールゴ、テレソポリス、ペトロポリス、サン・ジョゼ・ド・ヴァーレ・ド・リオ・プレットの各自治体で発生した。1月11日から12日にかけての24時間続いた降雨の後、サントアントニオ川の水位が急激に上昇し、同州周辺の多くの地域で洪水、地滑り、土砂崩れなどが発生した（図5.2）。ブラジル政府によると、900人以上の死者が報告され、物的損害は12億ドル以上、345人以上が行方不明となり、最終的に35,000人以上が家を失った（SBF 2011）。

地滑りの被害を受けた地域のほとんどは、農業用地や住宅地など、ある程度人間が介入した川岸であった。自然の生態系に覆われた地域や、十分に保護された原生植物のある地域で発生した地滑りは、生態系が攪乱された地域で発生した地滑りに比べて規模が小さかった。自然の植生に覆われた地域で発生した地滑りは、常に人間活動の影響を受けた地域の近くに位置していた（SBF 2011）。

ブラジル環境省（MMA）やリオデジャネイロ州政府などの当局は、脆弱性や災害リスクを軽減し、気候変動に適応するための基盤として、「レジリエントなランドスケープ」の概念を用いている。

地滑り、土石流、洪水のリスクを軽減するために、リオデジャネイロ州政府、自治体、地域社会など多くの関係者によってさまざまな対策が講じられた。このような開発や対策の実施は、2011年の大災害以前から行われていたが、大災害後はさらに加速した。

図5.2
2011年に発生したブラジルの地滑り
© S. Sandholz



リオデジャネイロ州政府は、地滑りや土石流の被害を受けた地域を修復し、ハザードを軽減するために、主に構造物を用いた人工的な対策に投資している。ただし、生態系を活用したアプローチも一定程度考慮されており、斜面の安定化対策、河川公園や水辺の再植林、水を浸透させるための自然水路の建設などが行われている。政府の報告書では、DRR対策を実施する上での障壁が指摘されており、それらには制度的な調整、行政組織のあり方、さらには汚職と関連することも含まれる (Sandholz *et al.* 2018)。

スイスとブラジルの両事例、およびオランダ、グアテマラ/メキシコ、ブルキナファソ/ニジェール、米国のその他の事例についての詳細は、Eco-DRR ケーススタディソースブックを参照 (Nehren *et al.* 2014)

定義：

EbA

生態系を活用した適応 (EbA) とは、人々が気候変動の悪影響に適応することを支援するために、総合適応戦略の一環として生物多様性と生態系サービスを利用すること。

CBD 2009

5.2 生態系を活用した適応

EbAは国際的な気候政策の中で「新しい」アプローチとして登場したもので、「人々が気候変動の悪影響に適応することを支援するために、総合適応戦略の一環として生物多様性と生態系サービスを利用すること」(CBD2009)と定義される。EbAの概念は、上述のEco-DRRが扱う自然ハザードのリスク軽減だけでなく、植樹時期の変更等、気候変動適応のための環境管理の取組の経緯にも由来している。EbAは現在、IPCC第5次評価報告書に含まれているほか、事例集の作成、研究、ガイドラインやツールの開発など、政策分野での関心が高まっている (IPCC 2014)。多くの機関がEbAの基準やガイドラインを作成している (IUCN 2016, FEBA 2017)。

ケーススタディ

マリ

世界銀行が資金提供しているプロジェクト「マリにおける気候変動下での自然資源管理」は、マリの対象コミュニティにおいて、持続可能な土地・水管理手法の採用を拡大することを目的としている。この目的は、生態系を活用した適応を実施するための能力強化、生物多様性の保全、貧困削減活動への支援を実施することで達成される。これは、人々が気候変動に適応し、最終的に彼らのレジリエンスを高めることができるよう、地域の保全、修復、持続可能な管理を行う統合的なアプローチである (World Bank 2013)。

山岳EbAプログラム

ウガンダ、ペルー、ネパールで行われたUNEP/UNDP/IUCNによる山のEbAプログラムは、EbAによって気候変動に対する脆弱性を減らし、レジリエンスを高めることを目的としている (UNDP 2015)。気候変動に対する脆弱性を評価するための方法論と、EbAのための意思決定ツールが開発され、生態系に関し実際に適用された。各国のパイロットサイトでは、EbAの対策が実施され、気候変動の影響に対する生態系のレジリエンス向上と地域の生活の脆弱性の低減に貢献した (図 5.3)。

図 5.3
ペルーの Nor Yauyos-Cochas
ランドスケープ

保護地域
© UNDP



最近の IPCC の報告（2012 年，2014 年）では，適応策の一環として生態系を活用した対策の重要性が強調されており，緩和と適応のコベネフィットやシナジー効果をもたらす要素の一つとして，生態系の保護が挙げられている。実際に，IPCC（2014）では，世界各地で行われている生態系を活用した対策を以下のように整理している。

- 「適応計画の中には，沿岸管理及び水管理，環境保全及び土地計画，並びに災害リスクマネジメントの中に統合されているものもある；
- 準国家レベルの開発計画，早期警戒情報システム，統合的水資源管理，アグロフォレストリー及びマングローブの沿岸林再生等における気候に対する適応行動を主流化する；
- 保護地域，環境保全協定及びコミュニティによる自然地域のマネジメントといった生態系を活用した適応が行われている。一部の地域では，農業分野において，レジリエントな（強靱な）作物品種，気候予報，統合的水資源管理が採用されている。」

（IPCC 2014: 8-9 より抜粋）（訳注：環境省による翻訳を参照した。）

5.3 生態系を活用した災害リスク軽減と生態系を活用した適応の共通点と相違点

気候変動や気候災害への対処としての環境管理は以前から存在しており、多くの証拠もあるが (Doswald *et al.* 2014), EbA, Eco-DRR, EbAとEco-DRRのハイブリッドプロジェクトについてはその多くはまだ始まったばかりである。そのため、いまだ情報は不足している。そのため、理論と実践の両面を鑑みながら、事例ごとの共通点と相違点を検討していくことが有益である。そうした理解は、プロジェクトの設計および統合に資する。

UNEPの論文 (Doswald and Estrella 2015) では、生態系を活用した34のプロジェクト、イニシアティブがレビュー・分析されている。この論文は、EbAプロジェクト、Eco-DRRプロジェクト、Eco-DRR/EbAのハイブリッドプロジェクトの三分類のもと、EbAとEco-DRRの各プロジェクトが実際にどのように行われているかを理解し、それらの統合の契機を見つけることを目的としている。この論文から、以下のようなEbAとEco-DRRの共通点と相違点が導き出された。

生態系を活用した災害リスク軽減と生態系を活用した適応の目的

EbAとEco-DRRはどちらも、生態系の持続可能な管理、保全、回復という類似した手段を用いて目標を達成することを目指している。しかし、EbAはCBD (CBD 2009) との関係からか、Eco-DRRよりも生態系サービスや生物多様性を重視している。一部のEbAプロジェクトでは、人々の適応を支援する方法としつつ、生物多様性と生態系サービスのレジリエンスを維持・向上させることの方に主眼が置かれている。

Eco-DRRでは、(少なくとも目的としては) 生物多様性の保全は焦点を当てないのが普通である。そうではなく、環境管理や生態系サービスを通じて、人々のレジリエンスを高めたり、災害によるリスクを軽減したりすることが目的とされている。例えば、UNEPによるコンゴ民主共和国におけるEco-DRRプロジェクトは、ルカヤ川集水域が提供する生態系サービスの恩恵 (洪水調節や水質汚染緩和など) を最大限に活かすことで、コミュニティの能力を強化することを目的としている (UNEP 2016)。適切な段丘管理は、浸食を軽減する一つの方法であり、統合水資源管理 (IWRM) に貢献する (図5.4)。



図5.4
コンゴ民主共和国の段丘
© UNEP

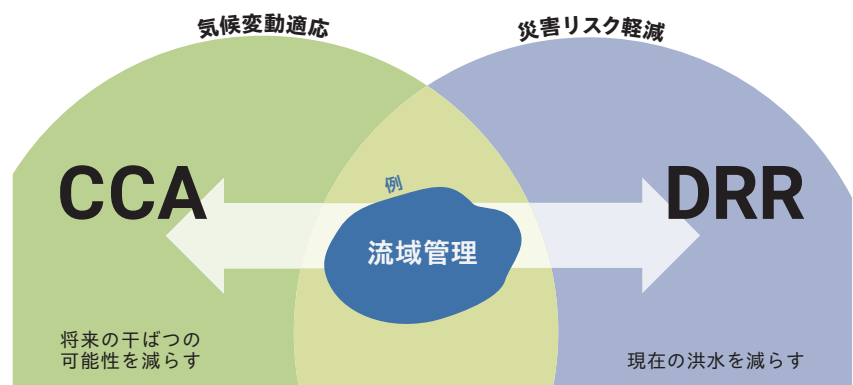
EbAとEco-DRRのハイブリッドプロジェクトでは、リスクの低減やレジリエンスの向上を目指して適応策を幅広く適用することが多い。例えば、エチオピアの「レジリエンスのためのパートナーシップ」プロジェクトでは、「現在の災害に対するコミュニティの脆弱性を軽減するだけでなく、人々が将来に備え、気候変動に適応するための方策を取り入れる」ことを目的とする。

一般に、EbAとEco-DRRの目的の違いは必ずしも明確ではない。その違いは実際のところ、実施機関間の違いであることも多い。生物多様性保全団体が関与している場合は、より生態系に焦点を当てている。これは、どちらのアプローチが正しいとか間違っているということではない。なぜなら、いずれの場合でも、生物多様性や生態系を活用して、人々が適応したり、リスクを軽減したりすることを最終的な目的としているからである。

図5.5では、流域単位で水資源を管理する方法である流域管理を例に挙げている。その主な目的は、水の量が多いときは洪水を防ぐことができ、少ないときは将来的な干ばつの可能性を防ぐことができるように、水を管理することである。これは、CCAとDRRの両方の目標を満たすものである。

図5.5
洪水や干ばつの管理には、流域管理などの生態系を活用した管理手法が用いられる

© W. Lange and S. Sandholz
再作画: S. Plog



政策・制度の背景

政策レベルでは、CCAとDRRに生態系管理を含めることの重要性が認識されている。UNFCCCのパリ協定では、「社会経済システムおよび生態系のレジリエンス構築」を含む適応策に取り組むよう締約国に呼びかけており（UNFCCC 2015）、SfDRRでは、環境悪化が災害リスクの主要な要因であると認識されている。そのため、環境はSfDRRの7つのグローバル目標（第3章参照）の成果を達成する上で重要な役割を果たしている。EbAと並び、Eco-DRRも実践や政策の場に登場している。第3章では、Eco-DRRが言及されている様々な政策について説明した。その中には、SfDRR（2015年）、UNFCCC下のパリ協定（2015年）、SDGs、CBD（決議X/33など）が含まれる。

図5.6は、2014年と2015年に合意された主要な国際的枠組みで、Eco-DRR/EbAに関する優先事項や決定事項が含まれているものを示している。

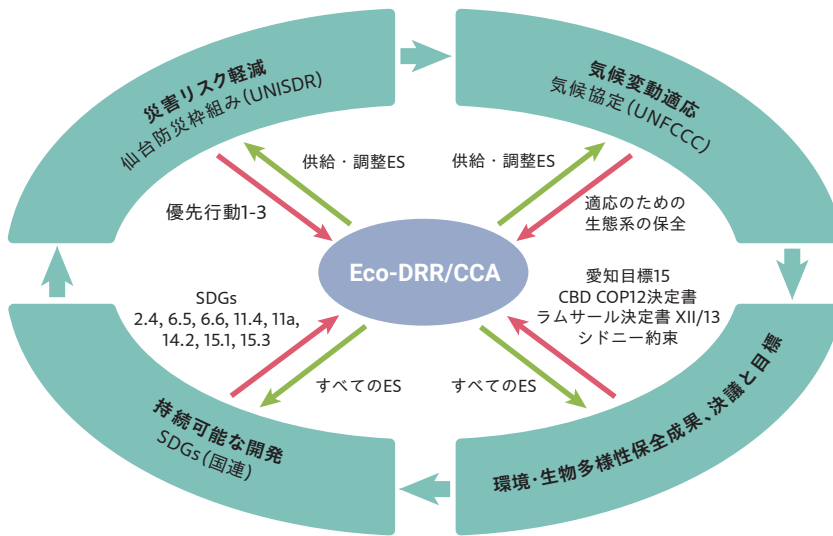


図5.6

主な国際的枠組み等におけるEco-DRR/EbAに関する主要な決定事項や優先行動

緑の矢印は様々なレベルの生態系サービス(ES)を示し、赤の矢印はEco-DRR/EbAに関連する各協定の主要な条項を示している 出典：Renaud et al:Renaud et al. 2016, Copyright permission granted.

出典：Renaud et al. 2016.

再作画：L. Monk

Eco-DRRとEbAのプロジェクトは、環境に重点を置いていることから、ほとんどの場合、環境に関連する機関や環境保全NGOがその実施に参画している。特殊な例として、Partnership for ResilienceによるEco-DRR/EbAプロジェクトでは、国際赤十字・赤新月社連盟(IFRC)、Cordaid、CAREなどの人道的組織や災害管理組織が協力している。

また、Eco-DRRとEbAのプロジェクトは、一般的に、環境に係る省庁や農業、水、都市開発などの主要な開発セクターのアクターと提携する。両者とも、国や地方の開発政策、プログラム、計画にEco-DRRとEbAを主流として取り入れることの重要性を認識している。そのためにも、Eco-DRR、EbA、およびEco-DRR/EbAハイブリッドはすべて、省庁や、市民社会、大学、企業や民間部門を含む様々なステークホルダーが結集し、協力することが重要なのである。

EbAプロジェクトは特定の政策の一部としても行われる。例えば、ヨーロッパでは、EU水枠組み指令の下で行われているEbAプロジェクトがある。また、EbAは土地管理や人口に関するガイドラインや政策の策定にも関連する(例：CIによる南アフリカでのEbAプロジェクトや、コロンビアでのGEF資金によるプロジェクト)。CIによる南アフリカのEbAプロジェクトは例外的で、地域のDRR戦略にEbAを組み込むのみならず、国レベルの政策に影響を与えることも試みている(Bourne 2013)。この例を除くと、EbAプロジェクトが一般に国のDRR政策と連携しようとしているかどうかについては情報が不十分である。

一方、Eco-DRRプロジェクトは、DRRと環境政策の両方に働きかけ、影響を与えることを目的としている。コンゴ民主共和国のUNEP Eco-DRRプロジェクトでは、社会人道省と協力して、災害管理の枠組みや戦略に環境管理の観点を含めることを目指した(図5.7)。とはいえ、DRRにおいて環境省が果たす役割が限定的であることから、こうした方向での取組の実現には多くの課題もある。

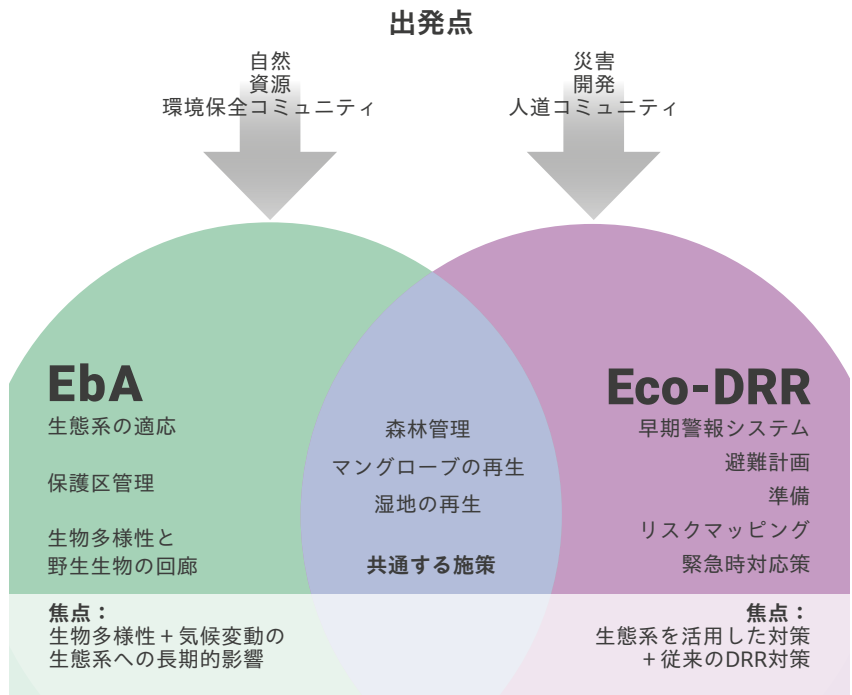
図5.7
Eco-DRR を主流化するための国家メカニズムの構築(コンゴ民主共和国, ルカヤ)

© H. Partow/UNEP



CCAとDRRが重なり合っているのと同じく、EbAとEco-DRRも、とりわけ生態系を活用したアプローチに焦点を当てている点で重なり合っている。さらに、生態系を活用したアプローチを用いてCCAとDRRを統合した「ハイブリッドプロジェクト」も存在する。しかし、CCAとDRRでは政策や制度が大きく異なるため、EbAとEco-DRRは相互に連携せずに推進される傾向がある。また、ハイブリッドプロジェクトは、参画する専門家次第で、EbAまたはEco-DRRのどちらかにより近づく傾向がある(図5.8)。

図5.8
EbAとEco-DRRの出発点
対策が重なる部分が多い
© S.Sandholz, W.Lange
redraw by S.Plog



プロジェクトで対象となるハザードや生態系の種類

干ばつ、洪水、暴風雨、地滑り、浸食、火災などは、EbAとEco-DRRの両方のプロジェクトで扱われているハザードである。その他、Eco-DRRでは津波、地震、砂嵐、雪崩などのハザードを扱い、EbAでは特に海面上昇や気温・降雨パターンの広範な(潜在的な)変化を扱っている。また、Eco-DRRとEbAのハイブリッドプロジェクトでは、氷河湖決壊洪水(GLOF)も扱われている(図5.9参照)。

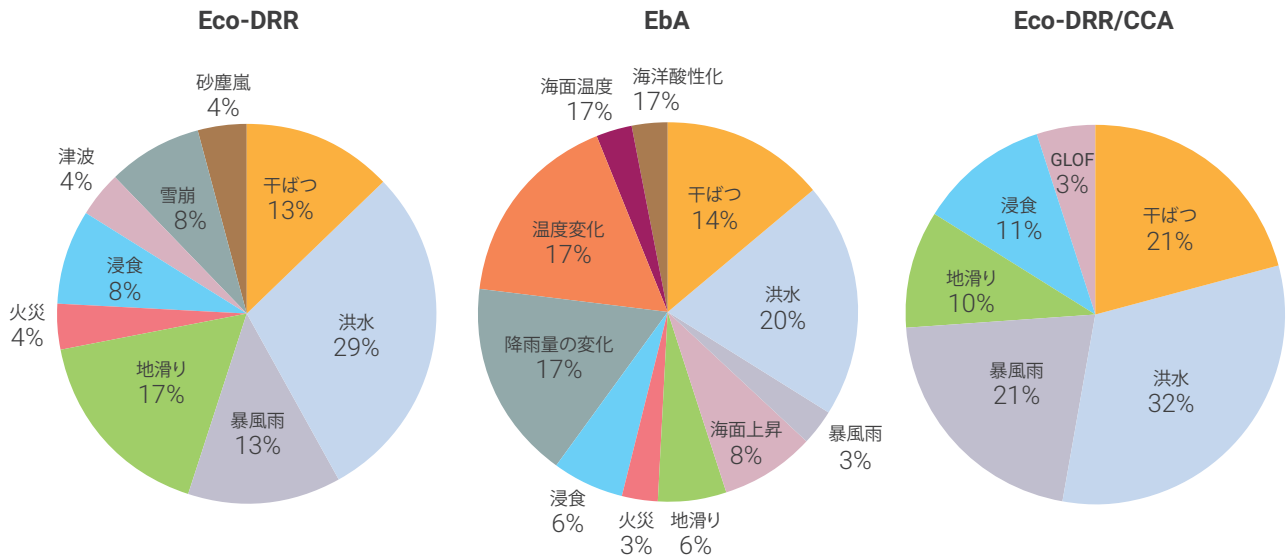


図5.9
EbA, Eco-DRR, Eco-DRR/EbAの
各プロジェクトが扱うハザードの種類

出典: Doswald and Estrella 2015
再作画: L. Monk

両アプローチが扱う影響の種類には、さらなる違いが見られる。Eco-DRRでは主に生活、生命の損失、食料安全保障、水の安全保障、健康面での影響を扱っているのに対し、EbAでは生活、食料、水の安全保障といったEco-DRRで扱っている問題に加えて、生物多様性の喪失、生態系の変化（サンゴの白化や生息適性域の変化など）、病気や害虫の発生可能性の増加といった長期的な影響も扱っている。

これらのプロジェクトは、乾燥地、海洋、山岳、森林、内陸水域、そして海洋と都市の生態系を幅広くカバーしている。ただし、都市部のプロジェクトでは、災害リスク軽減（Eco-DRR）よりも適応（EbA²）を目的とした活動が多い。ただし、これは現在政治的に気候変動がより重要視されていること（Mercer 2010）に起因する傾向と思われる。

生態系を活用した適応プロジェクトおよび生態系を活用した災害リスク軽減プロジェクトが実施する活動の種類

Eco-DRR と EbA はともに、リスク／脆弱性評価を行い、どのような対策を講じるかを決定する。ただし、地域の気候モデルは詳細な計画を立てるのに十分な精度ではないことが多く、気候の一般的な傾向を考慮するにとどまる場合が多い。Eco-DRRでは、リスク評価において、過去と現在の災害に焦点を当てる傾向がある。これらの点はEbAでもよく考慮されるが、分析の深さという点で違いがでる。

EbAプロジェクトでは、保護地域管理（PAM）や生物多様性と野生生物の回廊の強化などの、生態系の回復や気候条件の変化に対するコミュニティの適応を支援する方法がよく取り上げられる。また、生物多様性保全や、気候変動が生態系や人々に与える長期的な影響に焦点を当てることもある。一方、Eco-DRRプロジェクトでは、早期警報、避難計画などのDRRの典型的な側面と、生態系を活用した対策を組み合わせている。典型的な対策としては、森林管理、マングローブの再生、湿地帯の再生、統合水資源管理（IWRM）などが挙げられる。IWRMは、自然の流域境界を考慮し、水と気候の問題に対処するためのより包括的なアプローチである。

2. なお、これらのプロジェクトでは、「生態系を活用した適応」という言葉は使われていない。ほとんどの場合、グリーンインフラや解決策との関連のなかで、CCAに言及している。

5.4 生態系を活用した災害リスク軽減と生態系を活用した適応の統合の利点

ここまで見てきたように、生態系とそのサービスは、CCAとDRRの議論において、最重要とは言えないまでも、主要な役割を果たしている。実際、環境は、社会が直面している多くの災害の背景であり、問題の一部であり、また解決策でもある。環境条件は、災害に対する脆弱性やリスクを高めることも、また低減することもある。

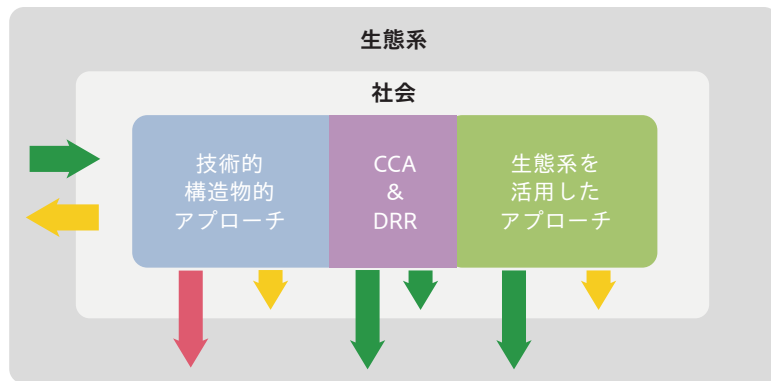
ミレニアム生態系評価（MA 2005）でも指摘されているように、生態系は現在の人為的な圧力に対して脆弱であり、劣化していると言われている。生態系サービスを提供する生態系の能力は、気候変動や災害の影響、CCAやDRRの下で行われる持続可能性の乏しい対策によって、さらに損なわれる可能性がある。

したがって、気候変動や自然ハザードに直面しても、社会にとって重要な生態系サービスを確保するためには、生態系の戦略的管理が必要である。しかし、生態系を活用した解決策だけでは、必ずしも効果的で実用的ではない場合もあることには留意すべきである（図5.10）。

図5.10

生態系、社会、気候変動適応策(CCA)と災害リスク軽減策(DRR)の関係。この図は、計画された適応戦略のさまざまなシナリオ(技術的・構造的(青)、生態系の活用(緑)、その両方を含む統合された枠組み(紫))が生態系と社会に与える影響(被害および費用、便益)を示している。緑の矢印はプラスの影響、赤の矢印はマイナスの影響、黄色の矢印はプラスとマイナスの両方の影響を示している。それぞれの戦略が社会に与える影響は、プラスとマイナスの両面あり、この例ではマイナスは費用と実現性に起因するものである。

出典: Doswald and Estrella 2015年
再作画: L. Monk



CCAやDRRにおいて生態系を活用したアプローチを用いることの利点は、災害の影響を軽減する能力の他に、地域コミュニティに社会的、経済的、文化的な多様な利益をもたらしてくれることにある。

生態系を活用したアプローチ、特にCCA（つまり、EbA）に関しては、そのメリットを示すケーススタディや科学的な出版物が数多くある。さらに、EbAという言葉が明確に使われていないにもかかわらず、多くのセクター（沿岸保護、農林業、都市部など）でその利用が主流になっていることを示す研究もある（Doswald and Osti 2011）。ただし、EbAとEco-DRRを例示するために使用されたケーススタディには重複しているものがあることには留意されたい（ProAct Network 2008, Doswald and Osti 2011, Renaud *et al.* 2016）。なお、これらのケーススタディのなかには、その後、Eco-DRRではなくEbAと「ラベル付け」されたものがあること背景には、国際的議論の場の関心の変遷が挙げられよう。

多くのケーススタディでは、気候関連のハザードや、海面上昇や沿岸域の塩害などの気候変動の影響に対処するために、生態系に焦点が当てられている。これは、生態系を活用したアプローチが、地震や火山噴火などの非気候性の災害にはあまり適用されていないためであるが、研究では、植生回復や森林管理が地震による落石や地滑りのリスクを軽減することができることも示されている（例：スイスの保護林の場合につき、Peduzzi 2010を参照）



図5.11
アフガニスタン、バーミヤン州
© UNEP

アフガニスタンのバーミヤン州におけるUNEPによるEco-DRRプロジェクト(図5.11)、インドのオリッサ州におけるPfRによるEco-DRR/EbAプロジェクト、南アフリカにおけるCIによるEBAプロジェクトなどのように、州政府や自治体など、準国家レベルや地域レベルで異なるアクターやセクターを巻き込むことが重要である。

Eco-DRR/EbAにさまざまなステークホルダーを巻き込むための国のメカニズムには、災害リスク軽減や気候変動適応に関する国家プラットフォームや委員会(存在し機能している場合に限る)、人道支援機関、作業部会、地方自治体や地域レベルの適応計画委員会などがある。課題は、これらの国のメカニズムやプラットフォームが、DRRやCCAの議題に生態系に係る考慮事項を確実に組み込むことにある。

Eco-DRR, EbA, Eco-DRR/EbAプロジェクトでは、異なるセクターの様々なステークホルダーをまとめるための明確な努力がなされているにもかかわらず、一般的には、プロジェクトがDRRとCCAのどちらを重視しているかによって、政策レベルでは依然として分断されたまま作業を行う傾向が残っている。しかし、より統合されたEco-DRR/EbA政策に向けたアドボカシー活動に注力し、DRRコミュニティと気候変動コミュニティの間の政策上の隔たりを克服することには、大きな可能性がある。DRRとCCAの間のギャップを埋め生態系を活用したアプローチを推進する上で、政府の環境省庁や環境・保全系の国内NGOの役割がより重要になる。さらに、DRRやCCAのための国の調整・計画メカニズムも、Eco-DRR/EbAの統合的アプローチを促進し、主流化するための重要なエントリーポイントとなる。

国レベルでの協力体制が重要である一方、地域レベルでは、非公式・公式のグループやネットワークを形成して、共同作業を行ったり、知識を共有したりすることが、プロジェクトを長期的に存続させ、気候変動や災害に対する耐性を高めるためにも重要である。さらに、プロジェクトを成功させるためには、当初から地域コミュニティを参画させることも重要である(例:コロンビアの国家統合適応プロジェクトから得られた教訓)。

5.5 おわりに

ここまで、Eco-DRR と EbA の相違点や共通点を見てきた。全体的なアプローチや実施方法、特に理論的なレベルでは重要な違いがあるが、実践例を見ると、その違いは内容の違いというよりも、単なる用語の問題であることが多い。実際、多くの場合、「リスク軽減」を「適応」に置き換えることができ、またその逆も可能である（常にではないが）。これは特にプロジェクト実施のレベルで見られることであり、EbAとEco-DRRの活動はその意図や目的も含め互いにほぼ区別できない。

しかし、EbAとEco-DRRでは政策や資金調達の方法が異なるため、一般的には別々のコミュニティがこれらに取り組んでいる。そこで、Eco-DRRとEbAのハイブリッドプロジェクトが、統合のための相互のニーズに鑑みコミュニティが合流する中で生まれてきている。しかし、ハイブリッドプロジェクトは、プロジェクトに参加している人や、データの利用可能性、求められる成果（一般的な気候変動よりも、気象関連の災害や極端現象がより重視されるなど）によって、Eco-DRRまたはEbAのどちらかとして認識される傾向にある。

災害軽減は幅広い政治的コンセンサスを得ており、国際的に承認されたDRRのグローバルな枠組み(SFDRRなど)によって導かれているが、CCAの場合のように法的フレームワーク(パリ協定など)によって規律されているわけではない(Hannigan 2012)。一方、CCAは、財政的にも政治的にも大きな注目を集めている。DRRとCCAの融合は実際に起こっているが、それはすべての人に受け入れられているわけではない。特にDRRの研究者の間では、適応とレジリエンスは、貧困、貧弱なガバナンス、構造的不平等などの災害リスクの根本原因に対処するための真の救済策ではなく、応急処置的な解決策に近いと考えられている(Hannigan 2012)。Pelling (2011)によると、従来のCCAのアプローチは保守的で、根本的な脆弱性を真に減らし、気候変動リスクに対処するために必要な変革をほとんど受け入れていないという。同様に、レジリエンスもまた、多くの学者や実務家によって応急処置的なアプローチであるとみなされてきた。しかしながら、レジリエンスの概念が広く受け入れられるにつれ、この概念はDRRとCCAの統合の契機となりつつある。

DRRとCCAのコミュニティの間のシナジーは、不適切な適応やリスクの増加を避けるため、また対策の重複を避けるために最大限に活用されるべきである。EbAはまだ発展途上であり、Eco-DRRの知見から学ぶことができる可能性がある。たとえば、災害リスク軽減に焦点を当てるEco-DRRは、気候変動影響の不確実性に直面するEbAの意思決定に資する可能性があるだろう。反対に、EbAは、気候や環境の変化に敏感な順応型管理を行うことから、Eco-DRRプロジェクトの長期的な持続性確保に資する。政策、制度、資金調達のトラックが別々であり続けるであろうことを考えると、統合はプロジェクトレベルでまず達成される可能性が高い。

プロジェクトレベルでの協働を推進することは、将来の良い教訓となり、生態系を活用したアプローチによるCCAとDRRの統合を促進する。これにより、CCAとDRRのための多元的ガバナンスツールの開発、複合災害と気候変動の評価の統合、両戦略のためのコミュニティベースのアプローチが促進される。両コミュニティにおける知識の隔たりは、学習と知識をサポートする専門的研究と、適切なモニタリングと評価のフレームワークによって、埋められるべきである。

参考文献

- Bourne, A. (2013). *Adapting to climate change in the Namakwa District municipality: learning exchange among municipalities doing adaptation planning*. Namaqualand District Municipality: Lets' Respond Workshop. 30-31 October 2013. Workshop Summary. Arlington: Conservation International.
- Bourne, A., Donatti, C., Holness, S. and Midgely, G. (2012). *Vulnerability assessment for the Namakwa District, South Africa*. Conservation South Africa. Arlington: Conservation International.
- CBD (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Technical Series No. 41, Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Doswald, N., Munroe, R., Roe, D., Guiliani, A., Castelli, I., Stephens, J., Moller, I., Spencer, T., Vira, B. and Reid, H. (2014). Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. *Climate and Development*, 6 (2), 185-201. DOI: 10.1080/17565529.2013.867247.
- Doswald, N. and M. Estrella (2015). *Promoting ecosystems for disaster risk reduction and climate change adaptation: opportunities for integration*. Geneva: United Nations Environment Programme. <http://www.preventionweb.net/publications/view/44969> Accessed 24 July 2019.
- Doswald, N. and Osti, M. (2011). *Ecosystem-based approaches to adaptation and mitigation – good practice examples and lessons learned in Europe*. BfN Skripten 306. Bonn: BfN. https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_306.pdf Accessed 24 July 2019.
- Estrella, M. and Saalimaa, N. (2013). Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): an overview. In *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M.(eds) Tokyo: United Nations University Press. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 24 July 2019.
- FEBA (2017). *Making Ecosystem-based Adaptation Effective: A Framework for Defining Qualification Criteria and Quality Standards*. FEBA technical paper developed for UNFCCC-SBSTA 46. Bertram, M., Barrow, E., Blackwood, K., Rizvi, A.R., Reid, H., and von Scheliha-Dawid, S. (authors). Bonn: GIZ, London: IIED, and Gland: IUCN. https://www.iucn.org/sites/dev/files/feba_eba_qualification_and_quality_criteria_final_en.pdf Accessed 24 July 2019.
- Hannigan, J. (2012). *Disasters Without Borders*. Cambridge: Polity Press.
- IPCC (2014). *Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IUCN (2016). *The Ecosystem-based Adaptation Handbook*. Gland: IUCN. https://www.iucn.nl/files/klimaat_water_voedsel/eba_handbook.pdf Accessed 24 July 2019.
- MA (2005). *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington, D.C.: Island Press.
- Mercer, J. (2010). Disaster risk reduction or climate change adaptation: are we reinventing the wheel? *Journal of International Development*, 22, 247-264. DOI: 10.1002/jid.1677.
- Peduzzi, P. (2010). Landslides and vegetation cover in the 2005 North Pakistan earthquake: a GIS and statistical quantitative approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 623–640. DOI: 10.5194/nhess-10-623-2010.
- Pelling, M. (2011). *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*. London and New York: Routledge.
- ProAct Network (2008). *The role of environmental management and eco-engineering in disaster risk reduction and climate change adaptation*. ProAct Network. https://www.unisdr.org/files/4148_emecoengindrrcca1.pdf Accessed 24 July 2019.
- Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (2013). *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. Tokyo: United Nations University Press. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 24 July 2019.
- Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. and U. Nehren (2016). *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice*. Warren: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-43633-3.
- Sandholz, S., Lange, W. and Nehren, U. (2018). Governing green change: Ecosystem-based measures for reducing landslide risk in Rio de Janeiro. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32, 75-86. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.01.020.
- SBF (2011). *Areas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Areas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?* Série Biodiversidad 41. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/gestao/265-serie-biodiversidade-41-areas-de-preservacao-permanente-e-unidades-de-conservacao-x-areas-de-risco-o-que-uma-coisa-tem-a-ver-com-a-outra> Accessed 24 July 2019.
- UNDP (2015) *The reserve adapts to climate change: Nor Yauyos Cochas Landscape Reserve, Lima and Junin regions of Peru*. Mountain Ecosystem-based Adaptation Project. https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/downloads/2015_brochure_peru_mt_eba_community_vs_eng_undp_peru.pdf Accessed 25 July 2019.
- UNEP (2016). *Applying ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) in integrated water resource management (IWRM) in the Lukaya basin, Democratic Republic of Congo*. Geneva: UNEP. <https://www.unenvironment.org/resources/report/river-partners-democratic-republic-congo> Accessed 24 July 2019.
- UNFCCC (2015) *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf Accessed 25 July 2019.
- Wehrli, A. and L. Dorren (2013). Protection forests: A key factor in integrated risk management in the Alps. In *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and M. Estrella (eds) Tokyo: UNU Press. 343-415. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 24 July 2019.
- World Bank (2013). *Mali - Natural Resource Management in a Changing Climate Project (English)*. Washington DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/862221555569811026/Mali-Natural-Resources-Management-in-a-Changing-Climate-in-Mali-Project-Restructuring> Accessed 24 July 2019.

第6章

生態系を活用した災害リスク軽減と適応の諸原則

主要な問い

生態系を活用した災害リスク軽減と適応の中核となる要素とは何か？

生態系を活用した災害リスク軽減と適応の課題は何か？

6.1 生態系を活用した災害リスク軽減と適応

前章で見たように、DRRやCCAの戦略やプロジェクトにEco-DRRやEbA、あるいはハイブリッドプロジェクトを統合することは非常に有益である。また、構造物による対策、つまり堤防や防潮堤などのグレーな対策と、グリーンな対策（Eco-DRR/EbA）を組み合わせることも可能である。実際、生態系を活用したアプローチがいつも十分に効果的とは限らないため、このようなグリーン・グレーのハイブリッドな対策は、通常、大変有用である。

EbAについては、IUCN、WWF、CI、UNEPなどの様々な組織で作成された多くの文献があり、ハンドブック、ガイドライン等が存在する。*AdaptationCommunity.net*は、EbAに関心のある人にとって有用なリソースである。一方、Eco-DRRについてはそうした資料等がそれほど多くは存在しないため、以下の章では主にEco-DRRに焦点を当てる。ただし、以下の多くはEbAやハイブリッドプロジェクトにも応用可能である。

6.2 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の中核要素

以下の原則は、Eco-DRR/EbAの中核となる要素であり、DRRとCCAにおける生態系の役割をよりよく理解するためのガイダンスである。

- 1.生態系は、災害からの保護を含め、様々な機能やサービスを提供している。
- 2.Eco-DRR/EbAは、「後悔しない」戦略である。
- 3.グリーンインフラは、DRR/CCAにおいて、グレーインフラよりも長期的に見て費用対効果が高いことが多い。

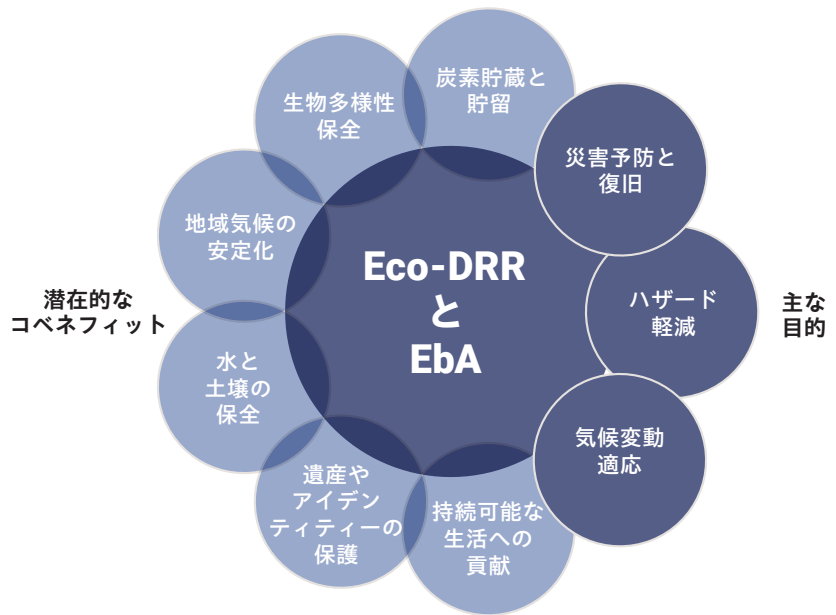
以上に加えて、

- 4.Eco-DRRとEbAは、持続可能な生活と開発に根ざしている。
- 5.適切な環境管理は、気候変動や災害に伴うリスクに対処するために不可欠である。
- 6.環境的アプローチを災害リスク管理やCCAに統合するには、多様なセクターと学問分野の協働が必要であり、同時に地域のステークホルダーが意思決定に参加する必要がある。
- 7.Eco-DRR/EbAには限界があり、他の戦略と組み合わせる必要がある場合もある。

1. 生態系は、災害からの保護を含め、様々な機能やサービスを提供している。

Eco-DRR/EbAが工学的な構造物対策と異なる主な点の一つは、生態系が提供する複数の便益である（図6.1）。生態系は、防災・復興、災害軽減、CCAといった主な便益に加えて、清潔な水、食料、繊維などの財を提供することで、持続可能な生活に貢献している。このように、生態系はしばしば生活のための最も強力な基盤となるため、開発途上国の貧困削減にも効果がある。また、生態系は、遺産を保護したり、地域のアイデンティティーを支えることもよくある（山、森、泉などに神秘的な価値が与えられている場合など）（Sandholz 2016）。水や土壌の保全に関するサービスは、災害の軽減と密接に関連している。例えば、上流の流域で森林を再生すると、地滑りや洪水のリスクが軽減される。

図 6.1
Eco-DRR/EbA の複数の便益
U.Nehren 2014, から改変
Estrella and Saalisamaa 2013



侵食防止，土壌の肥沃度維持，水の浄化など，他にもいくつかのサービスがある。また，健全な生態系は地域の気候を安定させ，植生の種類によっては，炭素を貯蔵・隔離することで気候変動の緩和にも貢献している（Lal 2004, Grenier *et al.* 2013）最後に，特定の生態系は高い生物多様性の価値を持ち，ストレスが加わった際に耐性を発揮する（Thompson *et al.* 2009, Willis *et al.* 2010）。

生態系の物理的リスクの軽減能力は，生態系の健全性と構造，およびハザードイベントの強度に依存する。生態系は，自然インフラ，防護壁，緩衝材としての役割を果たすことで，一般的な自然ハザードである地滑り，洪水，雪崩，高潮，山火事，干ばつへの物理的な曝露を低減することができる（Renaud *et al.* 2013, 2016）（**図 6.2**, **図 6.3**）。



図 6.2
チリ中央部のバルパライソ地域の海岸砂丘は，効果的な自然の海岸防護である
© U. Nehren



図 6.3
インドネシア，スマランの mangローブ林
© U. Nehren

日本の海岸林に関するいくつかの研究によると、2011年の津波の際には、海岸の植生が大きな残骸（船など）を受け止めることで、一定の保護効果があったことが判明した (Tanaka 2012)。その結果、日本政府は、重要なインフラを内陸に移すべく厳しい土地利用ガイドラインを設けて、海岸沿いに国立公園システムを拡大している (Onishi and Ishiwatari 2012)。

また、チリでは津波の影響に対する海岸砂丘の保護的役割が認識されており (Nehren *et al.* 2016)、1960年に観測史上最大の地震 (マグニチュード9.5) と津波に見舞われたアラウカリア州のプエルト・サベドラでは、津波の影響軽減のために砂丘の植生を回復させることが検討されている (Acevedo 2013)。

ドイツ、オランダ、英国、スイスなどのヨーロッパのいくつかの国、およびドナウ川流域国の国境を越えた取り組みは、コンクリート製の河道等の人工的インフラを撤去し、湿地帯や河川を復元して保水力を向上させることによって、「水のための空間を作る」ことで洪水を軽減することを目指している。例えば、オランダは23億円を投じて氾濫原を再構築し、その結果、主要河川沿いの400万人の洪水リスクを軽減した (Deltacommissie 2008) (図6.4)。これらの取り組みは、リスク軽減に加えて、特に生物多様性の保全、観光、レクリエーションにおける湿地の価値を考慮した、統合的なランドスケープ・生態系アプローチの例である。

もう一つの好例はマングローブで、熱帯サイクロンや高潮の影響を大幅に軽減することができる (Das and Vincent 2009)。ただし、マングローブが津波の影響をどの程度軽減できるかについてはまだ議論がある (Danielsen *et al.* 2005; Kerr and Baird 2007; Alongi 2008; Cochard 2008)。マングローブは、漁業や観光活動の支援、重要な野生生物の生息域の提供、大量の炭素の貯蔵、沿岸の水質改善など、他の様々なサービスも提供している (Saenger 2002, Wicaksono *et al.* 2016, Nehren and Wicaksono 2018)。



図6.4
オランダ、ライン川下流のレーネン
© M. van Staveren

Eco-DRRとEbAの メリット

生態系はハザードを防止・軽減
できる

生態系は自然の緩衝材として
機能することで曝露を低減でき
る

生態系は、災害前、災害中、
災害後の生活を支えることで、
脆弱性を軽減できる

……ただし、すべての解決策に
は限界がある……。

2. Eco-DRR/EbAは「後悔しない」戦略である

ここで「後悔しない (no-regrets)」とは、生態系アプローチへの投資がもたらす複数の利益を念頭に置いている。IPCC SREX (IPCC 2012) でも、適応力を高め、災害リスクを低減するための「後悔しない」行動として、生態系管理への投資にも言及している。例えばグリーンベルトへの投資は、「後悔しない」戦略である。グリーンベルトは、構造物対策が組み合わされているか否かにかかわらず、ハザードからの保護に加えて、特に生活基盤、炭素隔離、生物多様性など、他の多くの利益をもたらす可能性がある。

UNEPは、DRRに関する国連総会での演説の中で、リスク方程式の3つの要素すべてに対応する数少ないアプローチの一つとして、生態系管理の役割を強調した(左のボックスと図6.5を参照)。

統合的水資源管理 (IWRM)、保護地域管理 (PAM)、統合的沿岸管理 (ICZM)、統合的火災管理 (IFM) など、生態系管理ですでに使用されているさまざまなツール、手法、アプローチは、リスク軽減戦略にも盛り込むことができる(第13章参照)。また、リスク軽減は、空間計画や土地利用計画の一部とすることもできる。リスク情報(時間的・空間的な災害の種類、コミュニティの社会経済的な脆弱性、曝露されている要素など)を改良し、日常的に活用することは、リスク情報・知見を統合的生態系管理の介入・設計に反映させ、ひいてはDRRへの付加価値を高めることにもつながる。例えば、高地の流域の修復は、地域のハザード、水循環、地形、社会経済的な森林製品の需要、森林再生活動に最も適した在来種の木の種類などの情報・知見を活用して行われるなら、洪水の軽減にも効果を発揮するものとなる。

3. グリーンインフラは、DRR/CCAにおいて、グレーインフラよりも長期的に見て費用対効果が高いことが多い。

DRRとCCAにおいて、生態系を活用したアプローチを推進する鍵のひとつは、その潜在的な費用対効果である。しかし、費用対効果の推定には困難が伴う。



図6.5
スリランカの波を緩和する砂丘
© B. McAdoo



緑地帯は斜面を安定させ、集落の曝露を減らすことができる
© UNEP

実際、自然によるアプローチと工学的なアプローチの費用対効果を比較した例はごくわずかしかない。例えば、ニューヨーク市は、老朽化した下水道システムを改善して洪水を減らすためのインフラ投資について、グリーンインフラとグレーインフラを比較した。グリーンインフラ計画の費用は53億米ドル、グレーインフラ刷新にかかる費用は68億米ドルと見積もられていた。また、グリーンインフラは時間の経過とともに効果が現れるのに対し、グレーインフラは10～15年後に新たな投資が必要となることも留意された(図6.6)(NYC 2010)。

また、CI, SPREP, UNEP, UN Habitatがフィジーのラミ市を対象に実施した研究では、同市の適応策を評価するために費用便益分析を行った。この調査では、マングローブの植林や河川の緩衝材の再植などのグリーンな対策と、防潮堤の建設や排水路の増設などの工学的対策を比較した(Rao *et al.* 2013)。この研究では、1米ドルあたり、工学的対策は9米ドル、生態系を活用した対策は19.5米ドルの便益をもたらすと結論付けている。一方、(洪水)被害の回避という点では、工学的な対策の方が生態系を活用した対策よりも15～25%高い保護効果があることも明らかにしており、市の沿岸防衛・適応戦略の一環として、グリーンとグレーのハイブリッドなインフラを利用することを推奨している(Rao *et al.* 2013)

グレーインフラストラクチャー コスト：68億ドル
下水道

グリーンインフラストラクチャー コスト：53億ドル
緑化された屋根・緑化された歩道・上流および都市部の湿地・池

経年変化

図6.6
ニューヨーク市におけるグリーンインフラとグレーインフラの経年変化による便益の比較 出典：ニューヨーク市NYC 2010. より
S. Sandholzが修正。再作画：L.Monk



健全な生態系は、災害の前、中、後の生活を支える
© UNEP

定義：生活 (livelihood)

生活は、生計の手段として必要な能力、資産（物質的・社会的資源を含む）、活動からなる。生活は、天然資源基盤を損なうことなく、ストレスやショックに対処して回復し、現在および将来にわたって能力と資産を維持または向上させることができるとき、持続可能である。

Chambers and Conway 1991,
UNISDR 2010

4. Eco-DRRとEbAは、持続可能な生活と開発に根差している

DRRの本質は、災害が起こりやすい地域での持続可能な開発を促進することである。土地や生態系の劣化は、一部の人々に対するリスクやコスト、貧困の増加をもたらすため、健全な土地や生態系の管理は、現在および将来の世代の生活を維持するために不可欠である。そのため、Eco-DRR/ EbAアプローチは、災害リスクを軽減するために、生態系の保全や回復、生態系インフラの導入を計画的に行うことに留まらない。むしろ、このアプローチは、災害リスクを軽減し、持続可能な開発を支援することを目的とした、総合的な土地管理に不可欠な要素なのである。

Eco-DRR戦略は、貧困削減や、持続可能な生活手段の開発を通じた天然資源の非持続的利用への対応など、長期的な開発課題への対応と結びついている必要がある。また、健全な環境の維持管理のためのコミットメントを獲得・維持するためには、特に地域コミュニティに短期的にも目に見える便益を与えることが重要である。

Nehren *et al.* (2016) は、チリ、ジャワ、インドネシア、ベトナムの沿岸砂丘システムから得られる複数の生態系サービスを明らかにした。すなわち、これらの砂丘システムは、暴風雨、高潮、津波などの沿岸災害に対する緩衝材としての役割を果たす一方で、淡水の供給、観光・レクリエーション・レジャーのためのエリアの提供、動植物、いくつかの文化的サービスを通じて、地域の生活に直接貢献している。これらのサービスは、健全な生態系に依存している。したがって、建設用に砂を採掘したり、居住地や観光施設のために砂丘を除去したりすることによる供給サービスの損失は、持続可能な開発を妨げ、沿岸地域社会のレジリエンスを低下させ、災害リスクを増大させることになる。

5. 適切な環境管理は、気候変動や災害に伴うリスクに対応するために不可欠である。

気候変動が自然および人間のシステムに影響を及ぼし、特定のハザードを悪化させることが予想されるという多くの証拠がある (IPCC 2012)。環境管理と気候変動やハザードとの間には2つのタイプの関連性がある。

• ハザードイベントと気候変動が生態系に影響を与える

これらが、陸上、海洋、淡水の多くの種の地理的活動範囲を変化させつつあり、「人々の生活を支える陸域及び内水の生態系と生物多様性、生態系の財・機能・サービスが失われるリスク」が高い (IPCC 2014: 12)。

• 生態系の健全性の低さがハザードイベントの規模や適応可能性に影響を与える

良く管理された生物多様性の高い生態系は、気候関連のリスクに対するレジリエンスが高く、人々が生活を持続させるために必要な資産をより多く維持し、気候変動に対する脆弱性を軽減するのに役立つ (Elmqvist *et al.* 2003)。

このように、生態系を復元・保全することで、生態系のレジリエンスを高め、人々に必要なサービスを提供するだけでなく、人々の気候変動への適応を助けることができる。とくに土地利用によって分断されている生態系では、種の再配置や新しい気候に適した種の植え付けなどを通じて、気候変動への適応を助けるための生態系の管理が必要になることもある。

6. 環境的アプローチを災害リスク管理やCCAに統合するには、多様なセクターと学問分野の協働が必要であり、同時に地域のステークホルダーが意思決定に参加する必要がある。

Eco-DRR/EbAを成功させるためには、多様なセクターが協力し、複数の学問分野にまたがるアプローチとチームが必要となる。例えば、都市エンジニアや土地開発者と、生態学者や災害管理専門家が一緒に仕事をしたり、地域の伝統的な知識を持った人が参加したりするなど、異なる技術や専門知識を持った人が協働する必要がある。

分野横断的、複合的な協働を確立し、既存のプラットフォームを活用することで、利用可能なデータの共有が促進され、Eco-DRR/EbAの取組の設計・実施における科学的・技術的な厳密さを確保し、ステークホルダーの賛同を得ながら、生態系を活用したアプローチを国、地域、地方の開発計画に統合するために必要な政治的支援を得ることができる。

持続可能な生態系管理によるリスク低減を推進するためには、生活についての地域のニーズやその優先順位を理解し、地域の伝統的な知識を活用し、地域のステークホルダーを意思決定に関与させることが重要である。地域コミュニティは、その地域の自然資源の直接の利用者であり、地域の生態系に関する彼らの知識は、Eco-DRR/EbAの取組の計画に活用されるべきである。生態系管理がもたらす生活およびリスク軽減の面での複合的なメリットを示すことで、地域の人々の意識を高めることも、取組への支持を獲得・維持するために不可欠である。

地域のステークホルダー（地方自治体、インフォーマルなリーダー、女性グループ、コミュニティベースの組織、住民など）の参加が限られていたり、不足していたりすると、取組は失敗しがちである。そのため、防災委員会、森林利用組合、農民組合など、Eco-DRR/EbAを推進するコミュニティのアクターを特定することが重要である。また、長期的な計画と対策の実施には、地方レベルと上位機関（地域や国）との協力が不可欠となる。

7. Eco-DRR/EbAには限界があり、他の戦略と組み合わせる必要がある場合もある。

生態系への投資は、リスク軽減のための唯一の解決策ではなく、他のリスク管理手段と組み合わせて使用する必要がある。生態系を活用したアプローチを効果的に行うためには、地域の生態系の状況、社会文化的・経済的状況と生活、既存のハザード、介入の技術的要件を十分に理解した上で行う必要がある。ハザードイベントの種類と強度、ないし生態系の健全性次第では、しきい値が超えられ、ハザードの影響に対する十分な緩衝機能を提供できないケースも考えられる。

例えば、マングローブは、高潮に対しては保護能力を発揮したとしても、津波に対してはそれほどの保護能力はないかもしれない (Spalding *et al.* 2014)。このため、生態系管理を主たるリスク低減戦略として推進してしまうと、誤った安心感を与える可能性がある。一方で、構造物による工学的手段の多くについてもそれは同様であり、河川の堤防や防潮堤のすぐ後ろに人口が定住しても、予測不可能な異常現象から身を守るには十分ではないという例が数多くある。さらに、生態系を活用したアプローチは、多くのスペースや土地を必要とするため、例えば都市のランドスケープの中では利用できないか、または実用的ではないかもしれない。

重要な資産を守るためには、生態系を活用したアプローチと人工的インフラ（堤防など）を組み合わせたハイブリッドなアプローチが有効な場合もある。

また、早期警報システムや災害対策の強化は、人命や主要な資産を守るために最も重要であり、生態系を活用した対策に焦点を当てているときも、忘れてはならない。

8. 課題

最後に、Eco-DRR/EbAを実施する上で、いくつかの課題があることも認識する必要がある。

8.1 ハザードイベントに対して生態系が提供する保護能力は地域によって異なる場合がある。

生態系の保護能力を定量化することは困難であるが、その能力は、ハザードイベントに抵抗するための生態系の健全性と地域のパラメータに依存する。例えば、一般的に、急斜面の植生は、浸食や軽度の地滑りを減らすのに有益である (Papathoma-Köhle and Glade 2013)。しかし、あまりにも古くて重い木は地滑りを引き起こす可能性がある。

マングローブは、10年に1度の頻度で生じる規模の沿岸暴風雨の際に波のエネルギーを吸収するのには役立つかもしれないが、その幅や健全性次第では、100年に1度の規模の暴風雨には耐えられないかもしれない。そして、気候変動の影響により、100年に1度の規模の暴風雨が、将来的には10年に1度の頻度で発生するようになるかもしれない。グリーンベルトやその他の自然インフラを使用する際には、人工的構造物と同等の保護を確保するために、現地の状況をより詳細に調査する必要がある。人工的な解決策はより簡単に数値化できる場合が多い一方、生態系の保護能力については、この10年間で定量化のための科学研究が多く行われてはいるものの、さらなる研究が必要とされている。

8.2 生態系の便益は、構造物対策の便益と定量比較することが難しい場合がある。

生態系の保護能力を測定して構造物対策の能力と比較することが難しいだけでなく、生態系の全体的な経済的価値の測定も難しい。そのため、DRRやCCAに向けた投資の意思決定に用いられる古典的な費用便益分析を、生態系に対して行うことは難しい。したがって、意思決定者への適切な情報提供のために、新たな経済評価や費用対効果の研究やツールが必要となる。

8.3 Eco-DRR/EbAへの投資には、政治的意志、長期的戦略、セクター間協力が必要である。

Eco-DRR/EbA戦略は、長期的に見た場合に限り効率性が高いということが多いため、相当な政治的意思と長期的計画が必要となる。スイスでは、保護林の管理に投資することが、今後50年間の管理計画を含む国家戦略となっており、国民の大きな支持を得ているのもそのためである。しかし、このような長期的な計画や政治的意思は、必ずしも簡単に得られるものではない。また、地域をまたぐ、さらには国境を越えた取り組みも必要である。例えば、スイスのアルプス山脈のある村落を保護する森林が他の自治体に属しているという場合、交渉に基づいた長期的な協力が戦略の一部となるだろう。

6.3 おわりに

本章では、Eco-DRR/EbAの基本原則を説明した。生態系を基盤としたアプローチは持続可能な開発の考え方に則している。だが、これらのアプローチを本格的に実施するためには、特に学際的、ランドスケープ的、多部門的なアプローチを必要とすることが多く、パラダイムシフトが求められる。こうしたアプローチの必要性は益々認知されつつあるが、リスクに配慮した土地利用管理、ICZM、IWRM、その他の生態系を活用したアプローチなど、長期的な災害管理に投資するための知識や意欲はまだ不足している。これは、直ちに効果を発揮する構造物による手法が好まれる傾向があるためである。それらは確かに状況によっては最も適切なアプローチであるかもしれないが、高コストであるし、生態系のように長期的な生活のための複数の利益をもたらすこともないだろう。次の章では、Eco-DRR/EbAの計画と実施の指針となる詳細とツールを紹介する。EbAとその計画・実施については多くの文献があるので、それらの資料も参照されたい。

追加的リソース

- **A landscape approach for disaster risk reduction in 7 steps:**

<https://www.wetlands.org/publications/landscape-approach-disaster-risk-reduction-7-steps/>

- **Mangrove restoration: to plant or not to plant' has been translated in 6 languages and there are more versions in development:**

<https://www.wetlands.org/publications/mangrove-restoration-to-plant-or-not-to-plant/>

- **Adaptation community: https:**

[//www.adaptationcommunity.net/ecosystem-based-adaptation/international-eba-community-of-practice/](https://www.adaptationcommunity.net/ecosystem-based-adaptation/international-eba-community-of-practice/)

参考文献

- Acevedo, R. (2013). *Bosques en las dunas: una barrera natural contra maremotos*. Tendencias, La Tercera, 10 August 2013.
- Alongi, D.M. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76 (1), 1-13. DOI: 10.1016/j.ecss.2007.08.024.
- Cochard R., Ranamukhaarachchi, S.L., Shivakoti, G.P., Shipin, O.P., Edwards, J.P. and Seeland, K.T. (2008). The 2004 tsunami in Aceh and Southern Thailand: A review on coastal ecosystems, wave hazards and vulnerability. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 10 (1), 3-40. DOI: 10.1016/j.ppees.2007.11.001.
- Das, S. and Vincent, J.R. (2009). Mangroves protected villages and reduced death toll during Indian super cyclone. *PNAS*, 106, 7357-7360. DOI: 10.1073/pnas.0810440106.
- Danielsen, F., Sorenson, M.K., Olwig, M.F., Selvam, V., Parish, F., Burgess, N.D., Hiraishi, T., Karunagaran, V.M., Rasmussen, M.S., Hansen, L.B., Quarto, A. and Suryadiputra, N. (2005). The Asian tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science*, 310 (5748), 643. DOI: 10.1126/science.1118387.
- Deltacommissie (2008). *Working together with water. A living land builds for its future. Findings of the Delta commissie. Summary and conclusions*. <http://www.deltacommissie.com/en/advies> Accessed 24 July 2019.
- Elmqvist, T., Folke, C., Nyström, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B., and Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1 (9), 488-494 DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2003\)001\[0488:RDECAR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0488:RDECAR]2.0.CO;2)
- Estrella and Saalismaa (2013). Ecosystem-based disaster risk reduction: An overview. In *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and M. Estrella (eds). Tokyo: UNU Press. 26-55. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed July 25 2019.
- Grenier, J.T., McGlathery, K.J., Gunnell, J. and McKee, B.A. (2013). Seagrass Restoration Enhances "Blue Carbon" Sequestration in Coastal Waters. *PLoS One*, 8(8), e72469. DOI: 10.1371/journal.pone.0072469
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation IPCC Special Report on Extreme Events, Summary for Policymakers. Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2014). *Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Kerr, A.M. and A.H. Baird (2007). Natural barriers to natural disasters. *BioScience*, 57, 102-103. DOI: 10.1641/B570202.
- Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677),1623-7. DOI: 10.1126/science.1097396
- Nehren, U., Hoang H.D.T., Marfai. M.A., Raedig, C., Alfonso de Nehren, S., Sartohadi, J. and Castro, C. (2016). Assessing ecosystem services and degradation status of coastal dune systems for Eco-DRR and EbA: Case studies from Vietnam, Indonesia, and Chile. In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*. F.G. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella and U. Nehren (eds). Springer Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research 42, 401-434. Cham: Springer.

Nehren, U. and Wicaksono, P. (2018). Mapping and modeling soils carbon stocks in an oceanic mangrove ecosystem in Karimunjawa Islands, Indonesia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 214, 185-193. DOI: 10.1016/j.ecss.2018.09.022.

NYC (2010). *Green Infrastructure Plan, A Sustainable Plan for Green Waterways*. New York: City of New York. http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan_LowRes.pdf Accessed 24 July 2019.

Onishi, T. and Ishiwatari, M. (2012). *Learning from Megadisasters, Urban Planning, Land Use Regulation, and Relocation*. KNOWLEDGE NOTE 2-7. Washington, D.C.: World Bank. <https://www.gfdrr.org/en/publication/learning-megadisasters-knowledge-note-2-7> Accessed 24 July 2019.

Papathoma-Köhle M. and Glade T. (2013). The role of vegetation cover change for landslide hazard and risk. In *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. G. Renaud, Karen Sudmeier-Rieux and Marisol Estrella (eds). Tokyo : UNU-Press, 293-320.

Rao, N.S., Carruthers, T.J.B., Anderson, P., Sivo, L., Saxby, T., Durbin, T., Jungblut, V., Hills, T. and Chape, S. (2013). *An economic analysis of ecosystem-based adaptation and engineering options for climate change adaptation in Lami Town, Republic of the Fiji Islands*. A technical report by the Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme. – Apia, Samoa: SPREP 2013. <https://www.eldis.org/document/A64826> Accessed 24 July 2019.

Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (2013). *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. Tokyo: United Nations University Press. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 24 July 2019.

Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. and Nehren, U. (2016). *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice*. Warren: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-43633-3.

Saenger, P. (2002). *Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Sandholz, S. (2016). Ecosystem potentials for disaster risk reduction and climate change adaptation in the urban landscape of Kathmandu Valley, Nepal. In *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice*. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. and Nehren, U. (eds). Warren: Springer International Publishing. 335-360.

Tanaka, N. (2012). Effectiveness and limitations of coastal forest in large tsunami: conditions of Japanese pine trees on coastal sand dunes in tsunami caused by great eastern Japan earthquake. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Series B1*, 68, 7-15. DOI: 10.2208/jscejhe.68.11_7


Spalding, M. D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L. Z., Shepard, C. C., & Beck, M. W. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean and Coastal Management*, 90, 50–57. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007.

Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Technical Series no. 43. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

UNDP (2016). *Making the case for ecosystem-based adaptation*. <http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/poverty-reduction/making-the-case-for-ecosystem-based-adaptation/> Accessed 24 July 2019.

Wicaksono, P., Danoedoro, P., Hartono and Nehren, U. (2016). Mangrove biomass carbon stock mapping of the Karimunjawa Islands using multispectral remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 37(1), 26-52. DOI: 10.1080/01431161.2015.1117679.

Willis, K.J., Bailey, R.M., Bhagwat, S.A. and Birks, H.J. (2010). Biodiversity baselines, thresholds and resilience: testing predictions and assumptions using palaeoecological data. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 (10), 583-589. DOI: 10.1016/j.tree.2010.07.006



第7章

システム思考, 災害リスク軽減
と気候変動適応のための自然
システムの利用の諸原則

主要な問い

システムとは何か, なぜシステム思考が重要な
のか?

ランドスケープシステムとは何か, それは生態系や
災害とどのように結びついているのか?

7.1 システム思考の原則

システム思考は、ギリシャの哲学者・科学者であるアリストテレス（紀元前384～322年）に由来する。アリストテレスは、生物学、物理学、経済学など、あらゆる種類のシステムが、その構成要素の総和だけでは説明できないことに気づいた。この観察に基づいて、彼はホーリズムの一般原理を定義し、古典的な著作である『形而上学』（原題：τ μετ τ φυσικὰ）で発表した。「全体は部分の総和に勝る。」アリストテレスをはじめとする哲学者や科学者たちの初期の著作から、ひとつの学問分野が生まれた。システムの性質を研究するシステム科学である。今日、システム思考は、多くの科学分野だけでなく、日常生活のほぼすべての分野で重要性を増している。例えば、都市システム、交通システム、衛生システム、農業システム、コンピュータシステム、バーチャルシステム、生態系などが挙げられるだろう。では、システムやシステム思考の原理はどのように定義すればよいのだろうか。ここでも、微妙に異なる多くの定義がある。

よく使われているのは、Churchman (1968) による「システムとは、相互作用または相互依存している実体の集合である。これらは具体的なものでも抽象的なものでもよく、統合された全体のことを指している」という説明である。さらに、システムは、規定された境界内の要素とその相互関連プロセスや、物質、エネルギー、情報の交換によっても定義される。そして最後に、システムに共通するのは、ミクロレベルでの要素の振る舞いがシステム全体の特性に影響するという点である。これは「創発」と呼ばれる。システム思考とは、「システムとして捉えられた各要素が、全体の中でどのように影響し合っているかを理解するプロセス」と定義できる。

熱力学では、3種類のシステムを区別している（図7.1）。

1. 孤立系システムとは、境界層を超えた相互作用を持たないシステムのことである。このようなシステムは自然界には存在しないが、制御された実験室での実験には使用される。
2. 閉鎖系システムとは、その境界を越えてエネルギーを伝達するが、物質は伝達しないシステムのことである。
3. 最後に、開放系システムとは、その境界を越えて物質とエネルギーの両方を周囲の環境に伝達するシステムのことである。

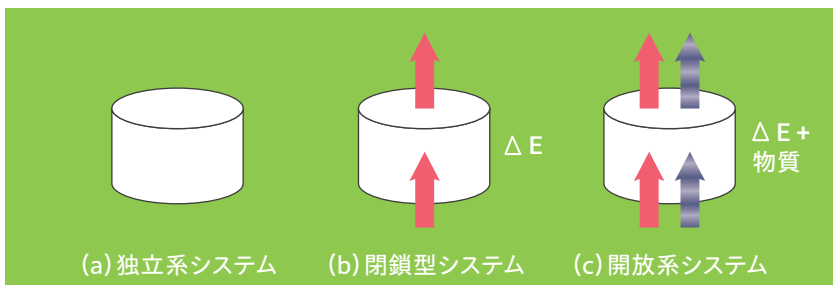


図7.1
異なる種類のシステム
デザイン: U.Nehren

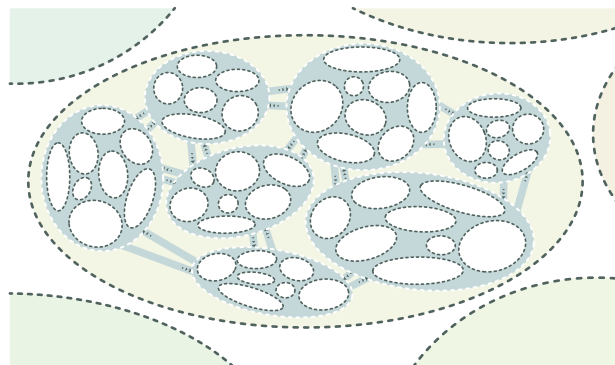


図7.2
生態系のヒエラルキー。左の写真は、ブラジルのアマゾン中央部にある熱帯低地雨林。このような熱帯低地雨林の氾濫原には、中央の写真にあるリオ・ネグロのイガポーの森のように、季節ごとに独特の特徴を持つ氾濫河川林が見られる。右の写真のブロメリアの水の溜まったロゼットがマイクロ生態系で、このブロメリアは熱帯雨林の樹木に着生する着生植物と呼ばれる植物である。
© D. Sattler

生態系は、生物群集が相互に作用し、また生態系の境界外の環境とも相互作用するため、開放系システムである。生態系の中には階層があり、大きなシステムの中に小さなシステムがあり、それらが複雑な機能的ネットワークでつながっている。例えば、巨大な生態系とされるアマゾンの熱帯雨林がその例である（図7.2）。アマゾンの熱帯雨林の中には、気候、地形、地質などの要因によって、河岸林や山地林など、さまざまな種類の小さな生態系が存在している。

非常に小さなスケールでは、ブロメリアのような種でさえ、水生昆虫や両生類、さらには爬虫類に自己完結的な微小な生態系を提供しているため、生態系と考えることができる。したがって、生態系は入れ子状のシステムでもある（図7.3）。つまり、アマゾンの熱帯雨林の中にある小さな森の生態系のように、大きなシステムの境界線の中で、異なるサブシステムが相互に影響し合っているのである。

図7.3
入れ子になったシステム
デザイン: S. Plog



なぜシステム思考が重要なのか？

本書の冒頭で、人間の福利を支え、長期的には人間の生存を保証するためには、自然を持続的に管理する必要があることを指摘した。しかし、健全な生態系管理を行うためには、自然と人間の複雑な相互作用を理解した上で、正しい判断を下す必要がある。

したがって、システムの観点から考え、現実を説明し、動的なプロセスを考察するためのモデルを開発することが重要である。1845年、著名な博物学者・地理学者であるアレクサンダー・フォン・フンボルトは、地理学、植物学、人類学、地質学、天文学など、当時の科学分野のさまざまな部門の知識の統合を試みた5巻の著作『コスモス』（Humboldt 1862）を発表した。彼の全体論的な研究は、「すべての自然の統一」を完全に説明することを目的としており、観察と包括的な測定に基づいて優れた科学的成果を生み出した。近代的な機器と技術を用いた彼の定量的な方法論は、「フンボルトの科学」として知られるようになった。

アレクサンダー・フォン・フンボルトやチャールズ・ダーウィンのような博物学者は、その時代の自然科学のさまざまな分野について包括的な知識を持っていた。それに対し、今日の科学者は、高度に専門化した分野で特殊な問題に取り組むことが多くなっている。ただし、科学における全体論的なアプローチは、決して過去のものではない。専門的な科学知識を包括的な科学モデルに統合することは、自然資源管理に関する現代的課題の一つである。フンボルトの時代とは異なり、今日では、学際的な研究チームが協力して知識を共有し、コンピュータを使って、増え続けるデータをより複雑なモデルに統合することができる。一方、研究者だけでなく、実務家もシステムの複雑性という課題に直面している。以下、その一例を紹介する。

これまでの森林伐採と土地利用の変化の結果、今日、大西洋岸森林バイオームは、牧草地と農地が大半を占める高度に断片化されたランドスケープとなっており (Nehren *et al.* 2013; 図7.4)、残存する森林は元の森林被覆のわずか11.4～16.0%を占めるにすぎない (Ribeiro 2009)。大西洋岸森林バイオームでは、森林の消失と劣化が非常に激しいにもかかわらず、残された森林のパッチワークは生物学的多様性と固有性が非常に高い (Galindo Leal and Gusmão-Câmara 2003)。このような生物学的豊かさと、人間による介入の継続的な脅威を踏まえ、大西洋岸森林バイオームはいわゆる「生物多様性ホットスポット」と考えられている (Myers *et al.* 2000)。



ブラジルのリオデジャネイロ州では、残された熱帯雨林を保全するために様々な取り組みが行われている。しかし一方で、都市のスプロール化やインフラの整備が進み、森林の分断が進んでいる。この現象は、多くの開発途上国や新興国、特に経済成長している大都市圏の近くでよく発生する。

生態系サービスへの影響という点では、大規模な生物の回廊を確立するために実施される森林保全と再植林は、調整サービス (斜面の安定化、浸食の抑制、洪水の抑制、炭素の貯蔵と隔離など) を向上させるなど、多くの利点がある。また、より大きな野生生物のための回廊やハビタットのネットワークを構築することで、生物多様性の保全が可能となる。リオデジャネイロ州でこのような森林保全・再生策を実施できる地域は、畜産・農業生産システムが展開している農村地域およびその付近である。ただし、首都圏に近い地域 (車で1～2時間程度) では、集中的な野菜生産システムが見られるため、一部の地域では、生態系保全が食料生産と競合することになる。これは、課題であると同時に、可能性でもある (Martinelli and Filoso 2009, Nehren *et al.* 2019)。

図7.4

リオデジャネイロの大西洋岸森林では、山の熱帯雨林生態系がそのまま残っている (左)

熱帯雨林が農業や牧畜システムに広く取って代われ、森林は小さなパッチワークになっている (中央)

斜面での森林伐採により、土壌浸食プロセスが加速している (右)

© U. Nehren

実際、広い面積の農地や牧草地を再生林に置き換えることは、この地域が必要とする食糧生産の供給サービスに影響を与える。その結果、次のようなシナリオが考えられる。農家は集約的な農業生産による主な収入源を失い、十分な代替収入の機会がなければ、その生活に悪影響が及ぶ。そして、一部の家族は雇用を求めて近隣の都市に移住する。だが、都市では、生活空間を見つけ新しい環境に順応しなければならない。それと同時に、彼らは農村の文化的アイデンティティの一部を失うだろう。

このような状況は複雑である。システムの観点に戻ると、この例では、森林生態系、農業システム、社会システム、経済システム、文化システムなど、いくつかの相互作用するシステムがある。これらのシステムは相互に強く関連して競合や協働をしている。それだけでなく、ここに明示されていない他の多くのシステム（気象システムなど）とも関係している。すべての関係を体系的に把握することはできないにしても、その複雑さを認識し、主な因果関係の連鎖を明らかにしなければならない。

したがって、特定の状況で森林再生を行うことを考える際には、それが農業システムや農村の生活に影響を与える可能性があり、さらにより大きなスケールでも影響を与える可能性もあることを認識して、慎重に森林再生スキームを計画し、地元のステークホルダーやコミュニティを巻き込み、農業のニーズとのバランスを取り、適切な樹種を選択することが重要である。さらに、生物多様性と生態系のプロセスを考慮し、大規模なモノカルチャーによる森林再生は避けなければならない。それは、森林が病気にかかりやすくなり、地域の生活に悪影響を及ぼす可能性があるからである。

さらに、生態系の保全と回復を、生活の維持や生計の理想的な改善、災害リスクの軽減と組み合わせることができる可能性がある。森林再生や生態系の回復などのアグロフォレストリー・システムは、保護サービスを提供しながら生活の機会を創出するのに適しているため、代替収入源となる可能性がある。さらに考慮すべきなのは、生態系サービスに対する支払い（PES）スキームである。これは、農家や土地所有者が自分の土地を持続的に管理することで、流域生態系サービスの機能向上と気候変動の緩和に貢献するというインセンティブ・システムとして機能するものである（Rodrigues Osuna *et al.* 2014）。全体として、自然システムとしての森林生態系を保全するだけでなく、社会生態系全体を保全することに注意すべきである。自然システムと人間システムの有機的な関係を見失えば、状況を悪化させる可能性がある。

沿岸砂丘、マングローブ、藻場、サンゴ礁、湿地、保護林など、小さな生態系要素であっても、農業、林業、都市、工業など、人間の影響を強く受けた地域を含むランドスケープ全体の中で考慮し、管理する必要がある。

7.2 ランドスケープシステム、生態系、災害

地理学や景観生態学では、環境を記述、分析、管理するための理論的枠組みとして、ランドスケープシステム概念が用いられている。ランドスケープシステムは、自然のサブシステムから構成される。Leser (1997)によれば、これらはいわゆる「地球環境因子」であり、気候、地形、岩石、水、そして「生物環境因子」である植物相と動物相である。土壌は生物学および非生物学的化合物で構成されているため、土壌は中間的なカテゴリーに属する。人間のシステムは、これらの自然のサブシステムと相互作用し、ランドスケープの形成に基本的な影響を与える(図7.5)。

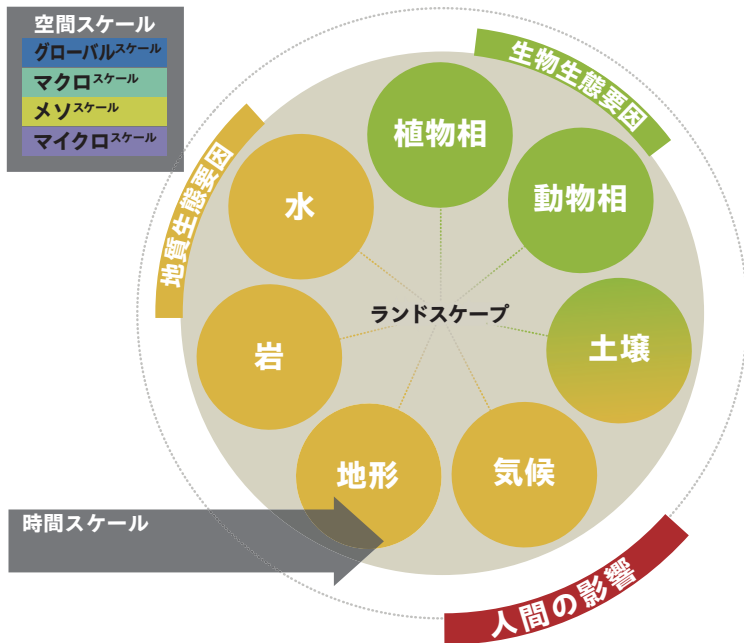


図7.5
ランドスケープシステムの概念モデル
(Leser 1997に基づき、Nehren 2008が修正
デザイン:S. Plog)

ランドスケープの諸要素にとって、時間スケールと空間スケールが重要である。例えば災害リスクを軽減するために土地管理の意思決定を行う際には、時間スケールと空間スケールを考慮する必要がある。空間スケールは、グローバルスケール、マクロスケール、メゾスケール、マイクロスケールに分類される。例えば、気候変動はグローバルスケール、ナイル川のような大きな流域での越境洪水リスク管理はマクロスケールに属する。メゾスケールの例としては、地区やコミュニティにおけるマングローブや海岸砂丘の管理があり、斜面の安定化はマイクロスケールにあたる。ただし、これらのスケールは明確に区分できるものではない。特定の生態系サービスの確保のための管理を検討するには、時間スケールについて考えることが非常に重要である。新たに植林された森林が十分に成熟して、ランドスケープの保護やその他の生態系サービスを提供できるようになるまでには、時間がかかるのである。

7.3 おわりに

生態系アプローチとランドスケープアプローチは、どちらもEco-DRRとEbAに非常に有効である。生態学者や生物学者は、システムの生物学的構成要素に焦点を当てているため、生態系アプローチを使用する傾向がある。彼らの概念モデルはこのような生態系の統合を中心にしているため、「農業生態系」や「都市生態系」などという呼称を用い、生態系のパターンやプロセスに重点を置いている。これに対し、ランドスケープアプローチでは、システム内の非生物的な構成要素や人間と自然の相互作用に重点を置いている。したがって、ランドスケープアプローチは空間計画に非常に役立つ。さらに、例えば、斜面の安定化対策を計画する際にも非常に役立つ。ここでは、森林被覆のタイプに加えて、表層地質、土壌、水、地形的条件、影響を受ける居住地やインフラを考慮しなければならない。

ランドスケープは開放系システムであり、明確に定義された境界線を持たないことを忘れてはならない。そのため、管理に関する決定を行う際には、管理対象に応じて、異なる物理的単位が使用されることが多い。例えば、水管理の問題では、流域や集水域が明確に定義できる地水学的単位が使用される。一方、保護目的で山林を管理するに際しては、森林被覆と標高を考慮してランドスケープの境界を定義することになる。天然資源管理に関連する政治的決定は、主に行政単位に基づいて行われ、通常は国、連邦政府の州、県、地区、コミュニティなどといった境界によって定義される。そのため、DRRのために流域や緑の回廊を管理するには、行政上の境界を越えて協力する必要がある。

参考文献

- Aristotle (1924). *Metaphysics*. 2 vols. Ross, W. D. (ed.). Oxford: Clarendon Press.
- West Churchman, C. (1968). *The Systems Approach*. New York: Dell Publishing.
- Galindo Leal, C. and de Gusmão-Câmara, I. (2003). *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook* (State of the Hotspots, Book 1). Washington DC: Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International.
- Humboldt, A.V. (1845-1862). *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*. <http://gutenberg.spiegel.de/autor/alexander-von-humboldt-294>. Accessed 25 July 2019.
- Leser, H. (1997). *Landschaftsökologie*, 4th edition. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Martinelli, L.A. and Filoso, S. (2009). Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. *Biota Neotrop*, 9(4). DOI: 10.1590/S1676-06032009000400001.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. and Kents, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858. DOI: 10.1038/35002501.
- Nehren, U. (2008). *Quartäre Landschaftsogenese und historische –degradation in der Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro*. PhD thesis, Faculty of Physics and Geosciences, University Leipzig.
- Nehren, U., Kirchner, A., Sattler, D., Turetta A. and Heinrich, J. (2013). Impact of natural climate change and historical land use on landscape development in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciências* 85(2), 497-518. DOI: 10.1590/S0001-37652013000200004.
- Nehren, U., Sudmeier-Rieux, K., Sandholz, S., Estrella, M., Lomarda, M. and Guillén, T. (2014). *The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction Case Study and Exercise Source Book*. Cologne/Geneva: Center for Natural Resources and Development and the Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction. <https://www.preventionweb.net/publications/view/54582> Accessed 25 July 2019.
- Nehren, U., Schlüter, S., Raedig, C., Sattler, D. and Hissa, H. (2019). Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro. *Springer Series on Environmental Management*. Cham: Springer International Publishing.
- Ribeiro, M., Metzger, J. P., Camargo Martensen, A., Ponzoni, F. J. and Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142(6), 1141-1153. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.02.021.
- Rodríguez Osuna, V., Börner, J., Nehren, U., Bardy, R., Gaese, H. and Heinrich, J. (2014). Priority areas for watershed service conservation in the Guapi-Macacu region of Rio de Janeiro, Atlantic Forest, Brazil. *Ecological Processes*, 3(16), 1-22. DOI: 10.1186/s13717-014-0016-7.

第8章

レジリエンスおよび変革の実現

主要な問い

なぜ、災害や適応に対するレジリエンスという言葉が広まったのか？

レジリエンス、DRR、CCAの関連性とは？

8.1 キーコンセプトとなる「レジリエンス」

レジリエンスは、持続可能な開発目標と仙台防災枠組（SFDRR）において重要な用語あり、政府、市民社会、民間部門による、災害リスク軽減（DRR）対策への投資促進に向けた議論におけるキーコンセプトとなっている。近年、人道援助機関と開発援助機関は、それぞれの任務がさらに曖昧になっていることを認識している。人道援助機関は主に災害後の段階に焦点を当て、開発援助機関は主に予防に焦点を当てるということで良いのだろうか？また、DRRとCCAとを統合し、これらをより効果的に開発活動に主流化する方法についても、活発な議論がなされている。レジリエンスの概念は、人道、気候変動、DRR、持続可能な開発目標の間の一貫性を強化する可能性を提供する。さらに、レジリエンスは、ネガティブな印象を持つ脆弱性やリスク軽減などよりも、地域の能力や適応可能性の向上に焦点を当てたポジティブな印象が強いことから、魅力的なコンセプトとなっている。

しかし、国際的な議論の中でレジリエンス概念の評判が高まっているにもかかわらず、理論的な理解は限られており、複数の、しかも矛盾した定義がなされている。例えば、IPCCとUNDRRでさえ異なる定義を用いている。ポスト2015年の各政策文書をより詳細に見ていくと、レジリエンスの語が度々使われているにもかかわらず、パリ協定やSDGsにはその定義がなく、SFDRRだけが定義を示していることに驚かされる。また、運用面では、レジリエンス概念が複雑であるため、DRR政策に反映するために、指標および測定方法を決定することが主な課題となっている。レジリエンスの強化は、多くの国際的、国家的な開発政策の新たな目標となっているものの、レジリエンスとは何か、どうすれば強化できるのか、いつレジリエンスが達成されたと言えるのかななどを説明するガイダンスやベンチマークはほとんどない（Sudmeier-Rieux, 2014）。本章では、DRRとCCAの分野におけるレジリエンス概念と国際的な議論におけるその貢献を探り、レジリエンス、DRR、生態系を活用したアプローチの間にはどのような関連性があるのかを検討する。

19世紀に工学で生まれたこの用語は、まず生態学や児童心理学で普及し、その後気候変動や防災の文献にも広まった。UNDRRでは2005年から「災害リスクに対する国家と地域社会のレジリエンスを高める」として、そのマニフェストにこの用語を含めている。

UNDRRやIPCCの定義を見てもわかるように、レジリエンスを構成する要素はかなり多い。「弾力」、「資源の豊富さ」、「吸収」、「機能、アイデンティティ、構造の保持」、「適応、学習、変革」などである。これらの要素のうち、例えば最後に挙げた2つの要素などは、一見すると矛盾しているようにも見える。

システム科学におけるレジリエンスとは、「システムが許容可能な劣化パラメータの範囲内で重大な破壊に耐え、許容可能な時間とコストおよびリスクの範囲内で回復する能力」である（Haimes 2009）。システム思考によれば、レジリエンスのその他の特性として、衝撃に対するシステムの鈍感さの度合いを意味する「頑健性」や、システムの特定の構成要素が、システム自体の性能に悪影響を及ぼすことなく、損傷した構成要素の機能を引き受ける能力を意味する「冗長性」がある（Haimes 2009）。

定義：レジリエンス

「適応、学習及び変革のための能力を維持しつつ、本質的な機能、アイデンティティ及び構造を維持する形で対応又は再編することで、危険な事象又は傾向もしくは混乱に対処する社会、経済及び環境システムの能力」

IPCC 2014。Arctic Council 2013での定義に基づく。（訳注：環境省による翻訳を参照した。）

「ハザードにさらされているシステム、コミュニティ、社会が、適時かつ効率的な方法で、その影響に抵抗、吸収、適応し、また自らを変革しその影響から回復する能力であり、リスク管理によって本質的な基本構造と機能を維持・回復することを含む。」

UNISDR 2017

建築工学の分野では、建物の耐震性 (seismic resilience) は、以下の要素を持つシステムの一側面である。

1. 低い故障発生率
2. 人命の損失、損害、経済的・社会的な悪影響など、故障による影響の軽減
3. 短時間での復旧可能性

(Bruneau and Reinhorn 2006, as quoted by Bahadur *et al.* 2010)

Tierney and Bruneau (2007) は、「R4 枠組み」を用いて、レジリエンスを以下のように説明している。

頑健性 (Robustness)

システムおよびその他の分析単位が、著しい性能低下や損失なしに、災害の影響に耐える能力

冗長性 (Redundancy)

重大な機能低下や損失が発生した場合に、システムまたは他のユニットが代替可能である程度

資源の豊富さ (Resourcefulness)

問題を診断し、優先順位をつけ、金銭的、情動的、技術的、人的資源を動員して解決策を講じる能力

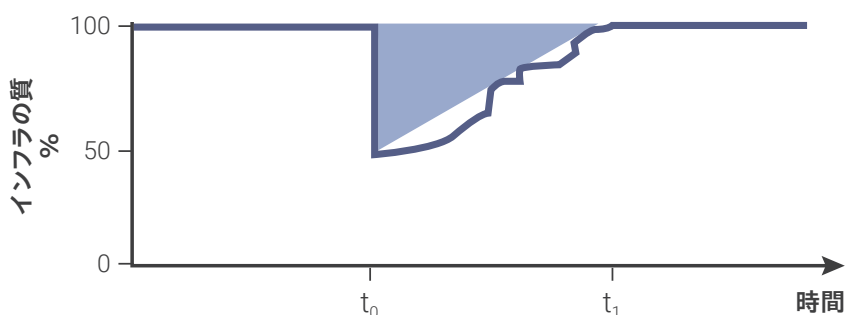
迅速性 (Rapidly)

損失を抑え、混乱を回避し、素早く機能を回復する能力

(Tierney and Bruneau 2007 から改変)

図 8.1 は、レジリエンスの三角形を示している (Tierney and Bruneau 2007)。この図では、 t_0 時点での攪乱と、それに続く一定の回復時間 (t) が描かれている。一例として、地震で壊れた橋が挙げられる。この例では、レジリエンスとは、橋を再建するための時間とコストであると言える。

図 8.1
インフラの質と時間の関数としての
レジリエンスの三角形
Tierney and Bruneau 2007 より改変
再描画: L.Monk



経済学では、レジリエンスは、システムが潜在的な損失を回避することを可能にするシステム固有の能力と適応反応のことを指す (Rose 2007)。最近では、レジリエンスの社会的側面も重視されている。

このように、レジリエンスの概念は、攪乱の最中およびその後の時間軸のもと、さまざまな要素によって構成されると考えられる。

8.2 レジリエンス、災害リスク、気候変動適応

「通常の状態に戻る」という狭い意味で定義された場合、レジリエンスは、長期的な能力構築や潜在的な脆弱性の軽減ではなく、衝撃や逆境に対処するための対処能力や回復戦略に近くなる。一般に、適応 (adaptation) が状況にゆっくりと対応して変化していく長期的なプロセスであるのに対し、対処 (coping) はストレスや衝撃に対処するための短期的な戦略である。いずれも、災害の結果や影響を評価した上での決定や選択に基づき、システム (例えば、生活) を調整することを求めている。

レジリエンスを単なる対処として捉えると、適応とは異なってくる面が多い (類似する面もあるが)。そして、この理解では、望ましくない変化であってもレジリエントであると捉えられてしまいかねない。例えば、衝撃やストレス要因に対処はしていても、結局は原状回復になっているという場合である。適応には、学習と変化が必要であり、少なくともある程度の現状への介入が必要である。

こうした望ましくない「レジリエンス」状態は、世界中で多くの例がある。例えば、過酷な環境で生活し、日々の経済問題や健康問題だけでなく、洪水などの大小の衝撃にさらされている集団がある。このような人々は、しばしば「立ち直り (bouncing back)」の能力は高い。例えば、第2章で紹介したネパールの例を考えてみると、人々は毎年洪水が起こる氾濫原に非常に簡素な家を建ててしまっている (図8.2, 8.3)。

このような人々は、小規模な洪水が頻繁に発生しても、家を再建して回復することに慣れているため、定義次第では高いレジリエンスを持っていると考えられる。しかし、大規模で危険な洪水リスクや、伝染病リスクなど、様々な高いリスクを抱えている。



図8.2
ネパールの脆い家
© K. Sudmeier-Rieux

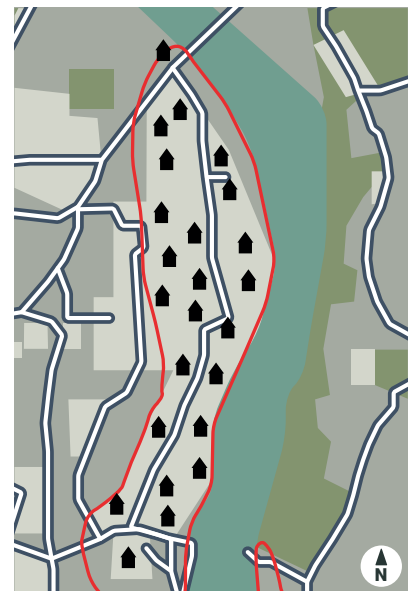
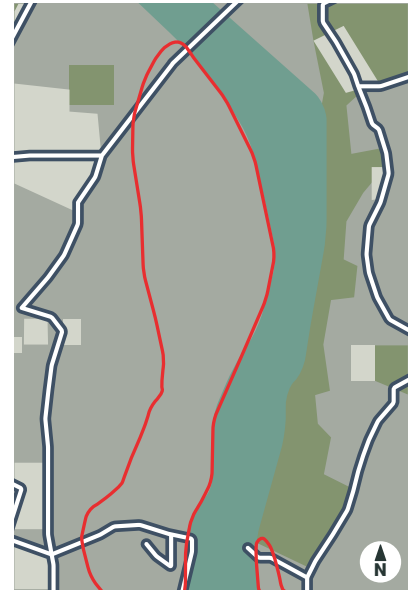


図8.3
Googleマップから描画
上の写真:2004年のネパール・ダランのセウティ・コラ川
下の写真:2009年のネパール・ダランのセウティ・コラ川
クレジット:S. Plog



図 8.4
アフガニスタンのパーミヤン
© UNEP

アフガニスタンのパーミヤン州の例を見てみよう(図8.4)。人々は何世紀にもわたってこの高山の谷間に住み、冬や春の鉄砲水に対処する戦略を身につけてきた。レジリエンスの最も一般的な定義である「立ち直る」ことに従えば、これらの人々は高いレジリエンスを持っていると言える。しかし、これらの人々は、山岳災害のリスクが高い地域に住み続け、経済的にも健康的にも日々困難な状況に置かれている。そのため、「通常の状態」に戻る能力が高いからといって、必ずしもリスクを下げることができているわけではない。

災害に対するレジリエンスという概念の限界は、自給自足レベルのコミュニティは衝撃に対処する能力が非常に低く、機能しない状態に陥るしきい値を容易に超えてしまうという点にある。こうした人々にとって、「通常の状態」は必ずしも望ましい状態ではないため、緊急対策ではなく長期的な開発に向けた介入を行う必要がある。したがって、通常の状態に回復する能力と定義されるレジリエンスの向上を目指すだけでは、災害や気候変動の影響に対する根本的なリスク要因や脆弱性を軽減することはできない(Sudmeier-Rieux, 2014)。

立ち直りから前進へ：変革的レジリエンス

Manyena *et al.* (2011) は、「立ち直り (bouncing back)」という考え方が、災害が変化を伴うことを考慮していないという認識のもと、別の概念、「災害から前向きに立ち直る力 (the ability to bounce forward following a disaster)」を提示している。これは、コミュニティやシステムの「ポジティブな変革(positive transformation)」とも言える。レジリエンスの主流の定義が、安定性や現状維持という保守的な概念を表しているとすれば、「変革可能性(transformability)」は、根本的なリスク要因に対処し、防災や脆弱性の軽減策を含む新たな開発経路を示すために、より適切な概念であると言える。CCAの概念の影響を受けているIPCCのレジリエンスの定義は、「適応、学習、変革」というプロセスを包摂することで、この「前進 (bounce forward)」の必要性を部分的に反映させることを目的としている。

概念的な「前向きな立ち直り」としてのレジリエンスは、元々の意味から離れ、防災や災害後の対策を行うための枠組みとなることを期待されている。この観点からレジリエンスを捉えることは、パラダイムシフトであり、脆弱性の根本的な原因に対処し、災害後の回復能力を向上させるために必要なプロセスを反映している。

図 8.5 は、時間軸に沿って、異なるタイプのレジリエンスを示している。この時間軸の中では、様々な衝撃やストレスがあり、それに対する反応やレジリエンスの種類も異なる。具体的には、回復（または受動的レジリエンス）、適応、変革と、違う用語で表現することができる。この図では、単純なボールと曲線の図を使って、これらの違いを説明している。回復ではボールが元に戻り、適応では曲線が外側に移動し、変革ではボールがより高い状態に移動している。Chelleri *et al.* (2015) は、回復を工学的なレジリエンスの定義に、適応と変革を社会・生態的なレジリエンスの定義に当てはめている。

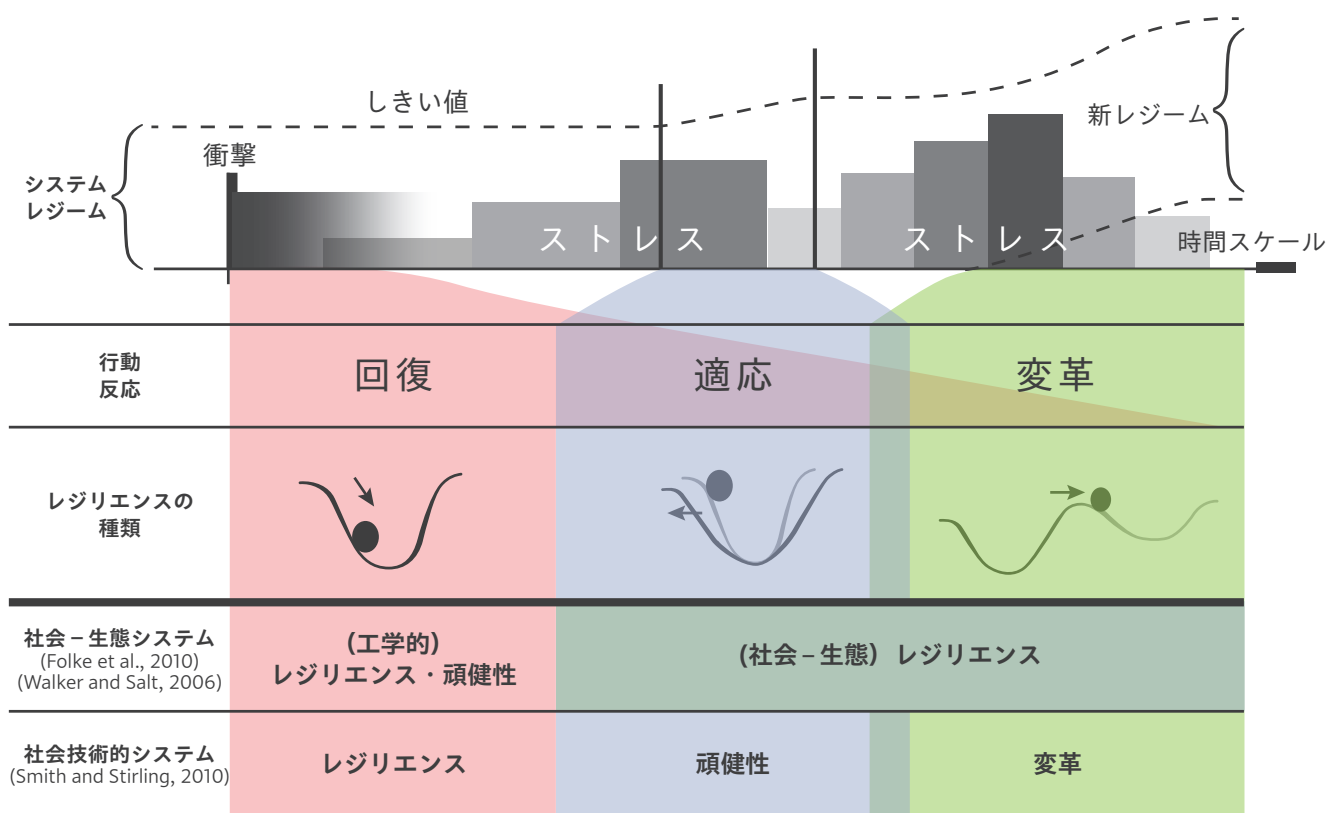


図 8.5
考え方の違いや様々な段階に応じた
レジリエンスの種類
© Chelleri *et al.* 2015. 再作画 L. Monk

この観点から、変革的レジリエンスという概念が、DRR、適応、貧困削減に取り組むための共通のプラットフォームを提供し、現在主流となっているハザード対処型の技術主導のDRRからの脱却を促がすと主張されている。変革的レジリエンスは、DRRへのより体系的なアプローチの導入および複雑なシステムへの理解をもたらす可能性があり、また、生態系を活用したアプローチなど、DRRやCCAにおいて長期的に重要でありながら軽視されてきた側面に対して、よりしっかりとしたエントリーポイントを提供することになる。

8.3 おわりに

「通常の状態に戻る」という伝統的な定義でのレジリエンス（または受動的レジリエンス）は、災害管理サイクルの一段階としての、危機後のより効率的な回復プロセスを表現するには有用な概念かもしれないが、長期的には、必ずしも、集団の日常的なリスク、幸福度、持続可能性を変化させたり、脆弱性を軽減したりするものではない。言い換えれば、人々が脆弱でリスクにさらされていたとしても、レジリエンスを備えているとも言えてしまう場合もある。変革をもたらすレジリエンスという概念に目を向けることは、気候変動や災害リスクの課題に対処するために必要なパラダイムシフトに向かう一助となる。レジリエンスがどのように理解されているか（受動的か変革的か）に注意する必要があるものの、レジリエンスの概念はDRRとCCAの間の有用な架け橋となりうるものである。さらに、レジリエンスは生態系を活用したアプローチにとっても重要な概念である。なぜなら、生態系システムと社会・生態システムは、いずれも回復、適応、変革というスケールで機能しているからである。このような複雑なプロセスを理解することは難しいが、システムレベルの対応に向けて必要なことである。

主な課題の一つは、DRRとCCAのためのレジリエンスの概念の具体的な活用の方法である。どの定義を選択するかにかかわらず、レジリエンスの評価と測定は依然として困難である。レジリエンスを成果ではなく能力と捉えれば多少は簡単になるかもしれないが（FSIN Resilience Measurement Technical Working Group 2014）、それでも、さまざまなレベルの複数の指標が必要になるだろう。これらの問題は、第17章でさらに検討する。

参考文献

- Bahadur, A., Ibrahim, M. and Tanner, T. (2010). *The Resilience Renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters. Strengthening Climate Resilience Discussion Paper 1*. Brighton: Institute of Development Studies. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/2368/The%20resilience%20renaissance.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Accessed 25 July 2019.
- Bruneau, M. and Reinhorn, A. (2006). Overview of the Resilience Concept. Paper No. 2040. *8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering*. San Francisco, California, 18-22 April 2006. <https://www.eng.buffalo.edu/~bruneau/8NCEE-Bruneau%20Reinhorn%20Resilience.pdf> Accessed 25 July 2019.
- Chelleri, L., Waters J.J., Olazabal, M. and Minucci, G. (2015). Resilience trade-offs: addressing multi-scale and temporal aspects of urban resilience. *Environment and Urbanization*, 27(1), 181-197. DOI: 10.1177/0956247814550780.
- IPCC (2014). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.). Cambridge/New York, NY: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_en-1.pdf Accessed 25 July 2019.
- Haimes, Y. (2009). On the Definition of Resilience in Systems. *Risk Analysis*, 29(4), 498-501. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2009.01216.x.
- Frankenberger, T., Spangler, T., Nelson, S. and Langworthy, M. (2012). Discussion Paper. *Enhancing Resilience to Food Security Shocks in Africa*. Discussion Paper. https://www.fsnnetwork.org/sites/default/files/discussion_paper_usaid_dfid_wb_nov_8_2012.pdf Accessed 25 July 2019.
- FSIN Resilience Measurement Technical Working Group (2014). *Technical Series No. 1. Resilience measurement principles: towards an agenda for measurement design*. Technical Series 1. http://www.fsincop.net/fileadmin/user_upload/fsin/docs/resources/FSIN_29jan_WEB_medium%20res.pdf Accessed 25 July 2019.
- Manyena, S.B., O'Brien, G. O'Keefe, P. and Rose, J. (2011). Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability? *Local Environment*, 16(5), 417-424. DOI: 10.1080/13549839.2011.583049.
- Mitchell, T. and Harris, K. (2012). *Background Note. Resilience: A risk management approach*. London: Overseas Development Institute. <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7552.pdf> Accessed 25 July 2019.
- Poulsen, L. (2013). Costs and Benefits of Policies and Practices Addressing Land Degradation and Drought in the Drylands. White Paper II. *UNCCD 2nd Scientific Conference: Economic assessment of desertification, sustainable land management and resilience of arid, semi-arid and dry sub-humid areas. Bonn, 9-12 April 2013*. Bonn: UNCCD Secretariat. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/888White_Paper_2.pdf Accessed 25 July 2019.
- Rose, A. (2007). Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions. *Environmental Hazards*, 7(4), 383-398. DOI: 10.1016/j.envhaz.2007.10.001.
- Sudmeier-Rieux, K. (2014) Resilience – an emerging paradigm of danger or of hope? *Disaster Prevention and Management*, Volume 23, issue 1.
- Tierney, K. and Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and Measuring Resilience, A Key to Disaster Loss Reduction. *TR News*, 250, 14-17. Washington, D.C.: Transportation Research Board of the National Academies. http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews250_p14-17.pdf Accessed 25 July 2019.
- UNISDR (2017). *Disaster terminology*. <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology> Accessed 25 July 2019.



第9章

災害前後における生態系管理 の貢献

主要な問い

生態系管理はどのようにして異なる災害フェーズ
に貢献できるのか？

災害前から災害後まで、どのようにしてジェンダー
への配慮ができるのか？

9.1 生態系管理と災害管理のフェーズ

まず、ハザードイベントが災害後の緊急対応、復旧・復興段階のきっかけとなるという、災害管理の支配的な考え方(図9.1)に疑問を投げかけることから始めたい。この考え方だと、災害管理のフェーズは、復旧・復興段階後に、災害軽減と災害対応準備の活動などからなる災害前のフェーズに戻ることになる。

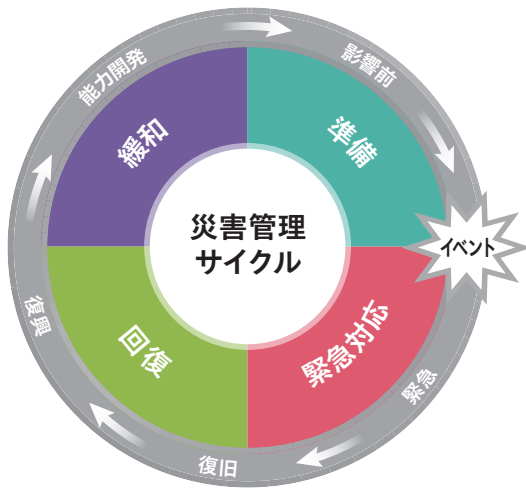


図9.1 災害管理サイクル

このような取り組み方では、災害後の対応や、早期警報システムや緊急時の備えなどの災害前の準備活動に重点が置かれ、ほとんどの予算がこれらに使われる。こうした災害管理が一般的に行われてきた。しかし、過去10年間、この考え方は、NGO、開発機関、UNDRRのような国連機関から異議を唱えられてきた。彼らは、長期的な計画と、災害の影響を軽減するために根本的なリスク要因を減らすための投資を通じて、災害予防へのパラダイムシフトを提唱している(図9.2)。ここでは、古いパラダイムのようにリスクを管理するだけでなく、貧困削減、リスクに配慮した土地利用計画、持続可能な開発への投資を通じて災害リスクを軽減することに重点が置かれている。

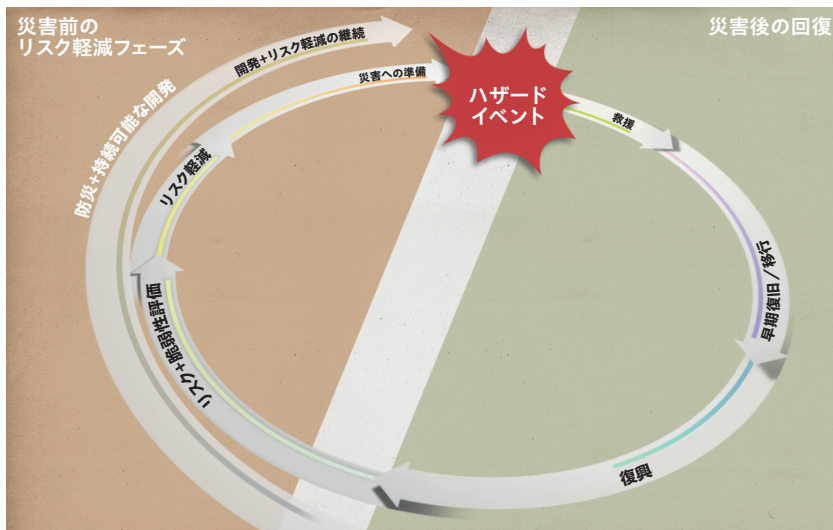


図9.2 災害リスク軽減のスパイラル
出典: Tony Lloyd-Jones (editor), Max Lock Centre, University of Westminster, 2009より改変
再作画: S. Plog

生態系を活用した活動は、災害発生直後の初期段階から、復旧、復興、そして予防の段階まで、DRRスパイラルのすべての段階で実施することができる。**表9.1**は、DRRスパイラルの4つの主要段階と、主要な生態系管理要素を示している。

本章では、DRRスパイラルの各段階を概観し、より包括的なDRR活動のポートフォリオの一部として、古典的なDRR活動に加えて、生態系を活用した活動を導入するための選択肢を探る。

また、世界の経験やデータから、女性は、水、薪、飼料、薬草、林産物、自然に優しい農業などの生活の手段を環境から見出すことに貢献できるため、環境保護において重要な役割を果たすことがわかっている。そのため、ここではジェンダーの視点も盛り込まれる。女性は天然資源を保護・保全・回復するための豊富な知識を持っていることから、しばしば「自然環境保全の受託者」と呼ばれている。ゆえにここでは、DRRにとって貴重な女性の活動の例を紹介する。また、災害リスク軽減のサイクルの中で女性がどのような役割を果たしているのかも検討する。この検討、Eco-DRRの各段階に女性を包摂するための将来の戦略に役立つだろう。

9.2 生態系管理と災害後の復旧

フェーズ 1. 救援

災害発生時とその直後に行われる救援フェーズの主な目的は、人命救助である(図9.3)。主な関係者は、通常、隣人や地域住民、そして時に、地元の消防団、捜索救助チーム、国軍などである。

救援は、緊急時対応計画、頻繁な救助・救急訓練、確立された避難計画がある場合に最も効果的となる。人命救助に主眼が置かれているため、水源の汚染や廃棄物の水路への投棄を避けるという基本的な配慮以外に、環境に配慮する余裕はないかもしれないが、環境危機管理計画が、救援訓練の一環として行われることもある。建設資材、薪、食料の確保などのために、生態系サービスを利用することができる。また、緑のオープンスペースを一時的なシェルター(キャンプ)に利用することができる。

石油の流出や地下水の汚染など、災害時に有害物質が放出されることは「環境緊急事態」と呼ばれる。このような緊急事態への対処は、Eco-DRR/EbAの範疇を超えており、適切な技術で対処しなければならない。

女性は、緊急時に助けを必要とする人ではなく、助け手になることができる。この変化は、女性エンパワーメントの長期的な活動や、女性を含む災害対応訓練によってもたらされるだろう。こうすることで、トップダウンのアプローチのもと、女性が情報を持たず災害に適切に対応するための意思決定ができないという状態よりも、効率的な救援が可能となるだろう。パプアニューギニアで行われたMercer *et al.* (2008)の調査では、参加型のアプローチの必要性が強調されている。この調査では、洪水対策として河川敷から高台への移転を求められたシンガス村の人々の対応について検討している。

ハザード発生後の時間軸	目的	主な活動	生態系管理の要素
フェーズ1. 救援			
数時間から数日間	人命救助	捜索と救護, 緊急事態対応	環境的に影響を受けやすい地域や動植物生息域への有害物質の投棄の回避, 生態系からの供給サービス(食料, 木材, シェルターなど)の利用の可能性
フェーズ2. 早期復旧, 移行			
数日から数ヶ月間	生活の安定	一時的な避難所, 基本的なサービスの提供 例: 水, 食料	迅速な環境評価, 回復のための物資の持続可能な調達, 廃棄物管理
フェーズ3. 復興			
数ヶ月から数年間	生活の再構築	住宅の再建・提供とインフラ, 雇用創出	環境に配慮した復興, 持続可能な物資調達, 廃棄物管理の改善, 生態系の回復, グリーンインフラ, DRRのための生態系管理の改善
フェーズ4. 予防 A) リスクと脆弱性の評価			
継続的に更新	リスクの分析と評価	ハザードと曝露のマッピング 脆弱性評価 リスクマッピング	生態系マッピングとリスク/ハザードマッピングの組み合わせ
フェーズ4. 予防 B) 開発計画とリスク軽減			
一定間隔で連続したプロセス	ハザード, 脆弱性, 曝露の低減	評価に基づいた, リスクに配慮した土地利用計画	生態系と土地の管理計画, 計画とゾーニングに含まれる生態系の保全と回復
フェーズ4. 予防 C) 準備			
継続的に更新	将来の災害に対する準備を整える	早期警報システム, 避難計画の作成と維持	環境危機対策プログラムに生態系を含める

表9.1
DRRスパイラルの4つの主要フェーズ
クレジット: 著者



図9.3
2010年1月12日に発生したハイチ地震で倒壊したスーパー
© UNEP

村人たちはこの移転に直接の異議を唱えなかったものの、自らの生活が川の生態系に依存しているため、トップダウンで出された指示に従うつもりもなかった。対照的に、参加型アプローチであれば、ハザードの影響を受けた人々が、緊急戦略の策定を含めたすべての段階に関与することができる (Mercer *et al.* 2008)。

フェーズ 2. 早期復旧

早期復旧段階の主な目的は、生計の確保、「普通の生活」への復帰、行方不明者や持ち物の発見、瓦礫の撤去と仮設避難所の設置、食料と水の確保である (図9.4)。この段階は、災害が発生してから数日から数週間、数ヶ月間行われる。主な関係者は、通常、隣人、地域住民、市民保護、人道的機関、NGOである。この段階は、災害復旧計画がある場合に最も効果的である。

図9.4
2010年ハイチ地震後の貴重品探索
© UNEP Haiti



初期の復旧段階における大きな課題は以下のとおりである。

- 仮設住宅の立地
- 人間の排泄物による飲料水の汚染
- 廃棄物管理と衛生問題

初期の復旧段階では、すでに環境への配慮が可能であり、また、そうすべきである。それは、長期的に見て生命や生活に損害を与える可能性のある行動を避けることを意味している。

仮設住宅の不適切な立地や衛生設備の不足は、容易に水質汚染を引き起こし、長期的な環境問題や人間・社会問題につながる可能性がある。動物の通り道の近くに仮設住宅があると、人と動物の危険な衝突につながることもある。

その他の環境面での推奨事項は以下のとおりである。

- 汚染源を水源に近づけない
- 洪水・汚染の原因となる水路へのゴミの投棄を避ける
- 疾病予防には水と衛生環境の管理が重要である

女性のリーダーシップが発揮されるのは、災害後にコミュニティが復旧に向けて試行錯誤するときである。Enarson and Morrow (1998)は、1992年にハリケーン「アンドリュー」に襲われたマイアミで、女性による再建 (*Women will Rebuild*) 連合が結成され、「災害時の女性のニーズを可視化し、救援資金の分配に影響を与え、復旧に対する統制を含む男性支配の権力構造に挑戦する」ことに成功したと記録する (Enarson and Morrow 1998: 178)。2015年のネパール地震後の例でも、女性団体がいかに復旧プロセスに貢献したかが示されており、災害復旧の取り組みが、ジェンダー関係に挑戦し、リセットするための時間にもなることが改めて確認されている。ネパールでは、制約的な社会規範により、独身/寡婦の女性が災害後の復旧活動に参加することが制限されていた。夫の死後13日間の喪に服す期間は、女性が誰かに触れたり、何かを食べたりすることが制限されており、そのため女性のニーズを満たすことができなかった (Mawby and Applebaum 2018: 17)。多くの場合、ネパール人男性は、仕事で国外にいたり、内戦に参加していたり、紛争で死亡したりして、コミュニティを不在にしていた。そのため、女性が復旧の責任を負わなければならなかった。このような状況のなか、ネパールの女性市民社会組織 (CSO) が活躍した。「女性CSOの活動は、ネパールのコミュニティのニーズに徹底的に対応した、強固な復旧を実現するのに役立った。そして、女性の将来の不安定さを軽減し、地位を向上させ、社会への参画を可能にすることで、多層的な不安定さへの着実な対応をもたらした」。(Mawby and Applebaum 2018:19)。

実際、UNDP *et al.* (2010) が指摘しているように、復旧努力や長期的な開発戦略において、ジェンダー不平等に対処し、またそれを継続することで、将来同様の脆弱性をもたらさないようにすることが重要である。そのためには、「復旧関係者を巻き込み、国の政策の見直しから災害後の評価まで、すべての災害復旧計画活動にジェンダーの視点を組み込む包括的なアプローチ」が必要である (UNDP *et al.* 2010: 10)。

フェーズ3. 復興

この段階は通常、災害発生から数ヶ月から数年間行われ、生活を以前の通りか、さらに良い状態へと戻し、家屋、インフラ、ビジネスを再建することを目指す。主な関係者は、隣人や地域住民、政府、人道支援機関、開発機関、民間企業などである。この段階は、「より良い復興」や、環境に配慮した復興を示す復興計画やガイドラインがある場合に、より効果的に実行される (図9.5)。



図9.5
2016年のハリケーン「マシュー」後の
ハイチ
© UNEP

復興期の課題

- 適切な立地や計画のもとでの住宅再建
- 持続可能性のない建設資材の調達回避
- 適切なインフラ計画（例：水の供給、道路へのアクセス）
- 廃棄物と瓦礫の管理
- 持続可能な方法での清掃
- 将来のリスクを軽減するため、復興計画に生態系を含める

より良く、より環境に優しい復興は多くの場合に可能であるため、環境への配慮をこの段階で慎重に行う必要がある。生態系の回復や、DRRのためのグリーンインフラの構築の可能性についても考慮する必要がある。ハザードが発生しやすい不適切なエリアにあった居住地を移転する必要がある場合も多い。また、例えば、海岸の砂丘から砂を掘り出したり、急斜面の森林を伐採したりするなど、持続可能性のない方法で建築資材を調達することは避けなければならない。それは自然の提供する保護機能を低下させ、その結果、人々の将来の災害に対する脆弱性を高める可能性がある。

また、環境に悪影響を与えるおそれのある建築資材の生産プロセスも、回避または改善する必要がある。廃棄物と瓦礫の管理を持続可能な方法で行うことや、清掃プロセスが長期的な損害を引き起こさないようにすることも大切である。例えば、スリランカでは、2004年の南アジア津波の後、海岸の清掃が外来種の拡散を招き、災害そのものよりも大きな被害をもたらした (Sudmeier-Rieux *et al.* 2013)

災害後の取り組みは、「男性世帯主に資源を分配すること、男性にばかり職業を提供すること、女性の小規模な事業を無視すること、支援や意思決定を男性リーダーにのみ求めること」など、さまざまに社会的・ジェンダー的不平等を助長する可能性がある (Drolet *et al.* 2015:438) ほとんどの災害後ニーズ調査では、復旧・復興におけるジェンダーに関する項目が含まれており、ジェンダーは、調査のその他の項目にも影響を与える横断的なトピックであると考えられている (Hinzpeter and Sandholz 2018)。

復興期における女性と男性の貢献度は、社会的背景によって異なってくる。女性は、水や食料の供給に関連する仕事や、家庭内でのケアの仕事をより多く行うかもしれない。一方、男性の仕事とされていた復興作業や農作業にも積極的に参加することもある。例えば、パキスタンでは、災害前には多くの女性が家庭外での社会的交流を厳格に規律する法律を守っていたが、災害後の復興作業では、女性も男性と一緒に家庭外での労働に参加するようになった (Drolet *et al.* 2015)。また、「疎外された集団に属し貧しい生活をしていると、多くの場合、災害時に頼るべき資源を蓄積することができない。災害リスクからの保護を含め、基本的なサービスや収入へのアクセス等の社会保障を得ることは、普遍的人権であり、それらは経済的安定性、健康増進、福祉の向上を通じてレジリエンスの構築に貢献する」(Drolet *et al.* 2015:445)。したがって、災害後の復興計画においては、女性やすべての被災者、グループが意思決定に関与することが重要である。長期的な課題は、持続可能な生活を築くことにある。国連の調査による、パットン (Pattan) というNGOによる介入の例を以下に示す。

パキスタンにおけるジェンダーに配慮した復興活動

開発と災害支援に長い歴史を持つパキスタンのNGOであるパッタンは、1992年に洪水の被害を受けた40の村で活動を開始した。パッタンのスタッフは、警報システムが不十分であること、地域組織が存在しないこと、洪水対応にコミュニティが参加していないこと、災害が女性と男性で異なる影響を与えることを認識していないことなど、洪水緩和・準備プログラムの弱点を指摘した。パッタンは、開発政策やプロジェクトに防災戦略を組み込み、災害対応プログラムにジェンダーの視点を取り入れることで、コミュニティの洪水対応の改善を試みた。まず、災害への準備、対応、復旧をテーマにしたプロジェクトへのコミュニティの参加を促すフォーラムを開催した。しかし、ほとんどの村で性別による隔離が行われていたため、女性はフォーラムに参加することができなかった。そこで女性たちは、パッタんに、女性のためのフォーラムも開催するよう求めた。このフォーラムは、すぐに、災害支援プロジェクトにおける女性の参加のための主要な手段となった。男性スタッフはコミュニティの女性と交流することができないため、パッタンは女性スタッフを採用し、女性が問題なく参加できるよう配慮した。

フォーラムでは、女性のニーズが確実に評価され、対処されるよう、女性スタッフに訓練を行った。また、フォーラムでは、スタッフにジェンダー研修を実施し、すべてのプログラムのジェンダーへの影響を分析した。さらに、女性が食料の配布を担当し、また配布の際には女性の名前で世帯を登録することで、女性が世帯主の世帯や一夫多妻制下の女性が確実に支援を受けられるようにした。また、パッタンは住宅再建にも女性を参加させた。従来、家は男性が所有するものだった。しかし、パッタンは、プロジェクトの資金で建てた家を妻と夫の両方の名前で登録するようにコミュニティを説得した。また、建設を始める前に離婚や別居をした場合、家に残る方が元の配偶者に家の価値の半分を支払うという契約を交わすようにした。女性たちへのインタビューによると、家を持つことで、家族やコミュニティでの女性の地位が飛躍的に向上し、意思決定プロセスへの参加も増えたという。

Swoebel (2000) *Unsung Heroines: Women and Natural Disasters Gender Matters*, Information Bulletin No.8, US Agency for International Development.

9.3 生態系管理と災害予防

救援、復旧、復興の段階は、災害後の管理サイクルの中に基本的に含まれている。一方、災害前の段階における予防的取り組みは、災害管理の中で継続的に行われるべきものだが、残念ながら重視されておらず、多くの場合、災害が起きて始めて政府やNGOが予防に取り組み始めるということになりがちである。

フェーズ4. 予防

予防は多面的で、いくつかの要素を含み、構造物対策と非構造物対策の両方を含む。この節では、予防における以下の要素について考える。

準備

早期警報、緊急避難訓練

リスクと脆弱性の評価

予防のためのリスクの分析と評価

開発と長期的なリスク軽減

脆弱性と曝露を減らし、レジリエンスを高めるための手順と生態系管理の計画

ジェンダーは、災害管理計画を立てる際には重要視されないことが多いが、女性を脆弱にしている条件を認識し、災害予防と準備戦略においてジェンダーを特に考慮する必要がある。Myers (1994: 15-16)は、ジェンダーをどのようにして災害予防と準備の構成要素に組み込むことができるかを詳しく説明している(表9.2参照)。

災害準備活動	各活動に特有のジェンダーに関する検討事項
啓発・広報活動	災害への備えを目的とした教育キャンペーンで、女性を対象を含め、適切に扱う 非公式の教育者としての女性の能力の活用する 女性の家事労働の負担を考慮した研修制度を設計する
脆弱性の評価	リスクの高いコミュニティにおける女性の脆弱性を考える
ハザードマップ	女性のニーズとそれらへの対処戦略に基づいた指標を考慮する 草の根レベルで女性の声を聞く
ベースライン情報の提供	脆弱層を最低でも男女別に集計する
早期警戒システムの確立	適切なメディアを使用し、特に女性や子供など、あらゆる層の人々に警報が届くようにする 女性が早期警戒の訓練に参加できるようにする
防災訓練の実施	女性が防災訓練に参加できるようにする 女性の家事時間を考慮して訓練を行う 社会の文化的規範を踏まえたシミュレーションをする
食料や資材の備蓄	女性のニーズを考慮した資材備蓄を行う 医療物資に産婦人科用の医薬品・機器を含める 現地の調理習慣に対応した補助食品を確保する
緊急対応チームの訓練	緊急対応中に女性が取り残され、さらに弱い立場に追い込まれることがないようにする 災害救助の過程で女性被災者を勇気づける 救済策が女性のキャリアに負担をかけ、後に予期せぬ問題を引き起こすことのないように注意する トラウマによって必然的にもたらされるジェンダー間の動揺や対立を予測する
コミュニティベースのDRRアプローチの開発	早期の段階で女性に意見を求める 女性が被害者であり、災害計画者や対応者が男性のみであると想定しないように計画を作成する 女性の強みを活かした計画を作成する

表 9.2
災害準備活動の様々な段階で取り組むべきジェンダー問題
Myers 1994 から引用

準備

災害への備えは、HFA と SFDRR の目的の一つであり、各国の報告によれば、2007 年から 2011 年の間に最も進展した分野の一つである (図 9.6)。

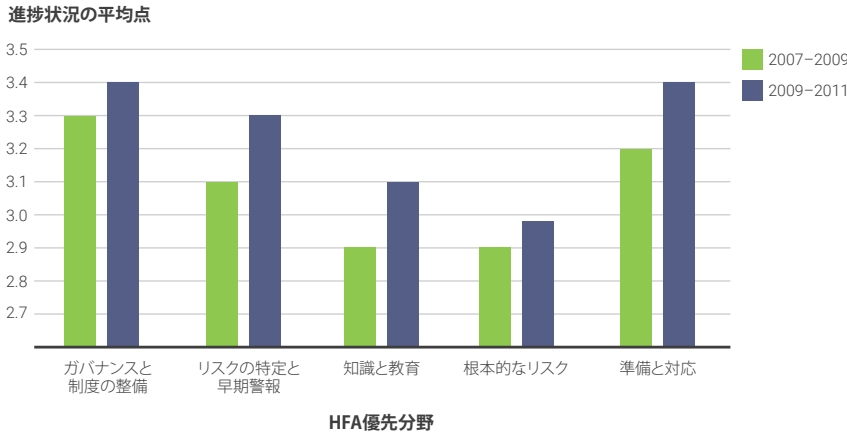


図 9.6 HFA進捗レポート, 2007-2011年
出典:UNISDR 2011
再作画:L. モンク

災害への備えは、DRRにおいて最初に優先される要素の一つである。それは、災害発生時に、避難によって一時的に人々の曝露を減らすため、命を救う非常に効果的な方法であることが多い。準備には、高度に洗練された早期警報システムを利用することもあれば、ローカルな知見やハザードイベントの経験を用いることもある (図 9.7, 9.8)。

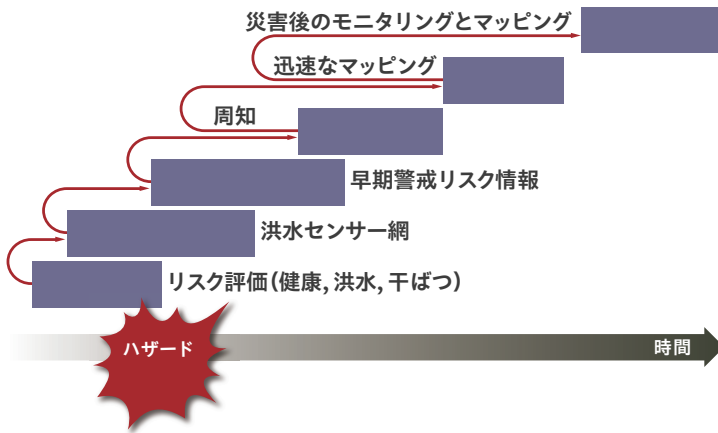


図 9.7 インドネシアの津波早期警戒システムの一部
ドイツ航空宇宙センターより
クレジット: DLR, Szarzynski
再作画:S.Plog

しかし、災害への備えは、潜在的な災害への対応を目的としているもので、必ずしもリスクの根本的な原因を解決するものではないため、より開発志向の解決策が必要となる。例えば、洪水早期警報システムは、早期の避難を促すことで沿岸地域の防災力を高めるが、長期的に災害リスクを効果的に軽減するためには、洪水の発生しにくい地域への移転が必要であるかもしれない。ただし、移転は社会的・文化的に非常に難しい問題であり、地域社会が容易に受け入れられるとは限らない。



図 9.8 アメリカ領サモアに設置された津波警報システム
© B. McAdoo

リスクと脆弱性の評価

災害の危険にさらされている地域では、リスクを軽減する土地利用や都市計画の基礎となるリスクマップ、ないしハザードマップが存在することが理想である (Zimmermann *et al.* 2005)。このような地図は、自治体や住宅所有者に、将来の建設のためにどの地域を避けるべきかというガイダンスを提供する。国によってはリスクマップやハザードマップの作成が義務づけられており、土地利用や都市計画の重要な基礎となっている。この点については、第10章と第11章でさらに詳しく説明する。

地図によって、建設禁止区域を設定したり、保険会社に情報を提供したりすることで、高リスク地域の住宅所有者が保険に入りやすくする（ことで高リスク地域での居住を避けるように促す）ことができる。しかし、多くの場合、リスクマップ、ハザードマップは、災害が発生してから作成されている。

生態系サービスと災害リスクの関連性への認識の高まりから、生態系サービスを組み込んだリスク/ハザードマップが数少ないながらも増えてきている。例えば、西アフリカの11カ国の海岸全体を対象に、生態系サービスと沿岸リスクを示した地図が作られている。

開発と長期的なリスク軽減

貧困、環境悪化、ガバナンスの問題などの脆弱性の要因への対処は、持続可能な開発目標でもあり、DRRやCCAの観点も含めてよく検討された対処であるならば、その実施により、長期的に災害リスクを低減できる可能性がある。生態系を活用したアプローチはとりわけ重要である。なぜなら、適切に管理・保全された生態系は、災害からの保護を強化したり、災害を回避・軽減したりするサービスを提供するとともに、CCAにも役立つその他のサービスの提供もするからである。

この章の追加的リソース

SPHERE Projectは、人道的対応における最低限の基準を提供し、環境への配慮も含まれている。

www.sphereproject.org

UNEPによる「環境を人道的行動と早期復興に統合するためのトレーニングツールキット」

<http://postconflict.UNEP.ch/humanitarianaction/training.html>

WWFによる「復旧を緑化する人道的支援のためのトレーニングツールキット」

www.green-recovery.org

環境緊急事態に関しては以下を参照。

<http://www.unocha.org/what-we-do/coordination-tools/environmental-emergencies>

9.4 おわりに

災害リスク軽減は、救援、復旧、復興、予防の4つのフェーズからなるスパイラルとして捉えることができる。生態系とジェンダーへの配慮は、DRRスパイラルの各フェーズで考慮する必要がある。救援と復旧という最初の2つのフェーズでは、重要な生態系とそのサービスを保全し、さらなる被害を最小限に抑えることが重要である。人命救助に比べて環境への配慮が後回しになりがちなの段階では、環境危機管理計画と迅速な環境評価の手順を確実に実施することが重要である。復興期は、「より良い復興」を実施する機会であり、生態系へのアプローチはこれに含まれる。最後に、予防の段階では、Eco-DRR/EbAを取り入れるための作業の大半が行われることとなる。次の章では、Eco-DRR/EbAの実施のためのツールについて詳しく説明する。

参考文献

- Drolet, J., Dominelli, L., Alston, M., Ersing, R., Mathbor, G., and Wu, H. (2015). Women rebuilding lives post-disaster: innovative community practices for building resilience and promoting sustainable development. *Gender and Development*, 23(3), 433–448. DOI: 10.1080/13552074.2015.1096040.
- Enarson, E., and Morrow, B.H. (1998). Women Will Rebuild Miami: A Case Study of Feminist Response to Disaster. In *The Gendered Terrain of Disaster: Through Women's Eyes*. Enarson, E. and Morrow, B.H. (eds.). Praeger. 171-184. http://www.gdonline.org/resources/women_will_rebuild_miami.pdf Accessed 25 July 2019.
- Hinzpeter, K. and Sandholz, S. (2018). Squaring the circle? Integrating environment, infrastructure and risk reduction in Post Disaster Needs Assessments. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32, 113-124. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.05.016.
- Lloyd-Jones, T. (ed.), Kalra, R., Mulyawan, B. and Theis, M. (2009). *The Built Environment Professions in Disaster Risk Reduction and Response: A guide for humanitarian agencies*. Westminster: Max Lock Centre, University of Westminster. https://www.ifrc.org/PageFiles/95743/B.a.07.Built%20Environment%20Professions%20in%20DRR%20and%20Response-Guide%20for%20humanitarian%20agencies_DFDN%20and%20RICS.pdf Accessed 25 July 2019.
- Mawby, B. and Applebaum, A. (2018). *Rebuilding Nepal: Women's Roles in Political Transition and Disaster Recovery*. Georgetown Institute for Women, Peace and Security. <https://giwps.georgetown.edu/wp-content/uploads/2018/04/Rebuilding-Nepal-Womens-Roles-in-Political-Transition-and-Disaster-Recovery.pdf> Accessed 25 July 2019
- Mercer, J., Kelman, I., Lloyd, K., and Suchet-Pearson, S. (2008). Reflections on Use of Participatory Research for Disaster Risk Reduction. *Area*, 40(2), 172–183. DOI: 10.1111/j.1475-4762.2008.00797.x.
- Myers, M. (1994). 'Women and children first': Introducing a gender strategy into disaster preparedness. *Gender & Development*, 2(1), 14–16. DOI: 10.1080/09682869308519991
- Swoebel, M. (2000). *Unsung Heroines: Women and Natural Disasters*. *Gender Matters, Information Bulletin No. 8*. Office for Women in Development, U.S. Agency for International Development. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACL189.pdf Accessed 25 July 2019.
- Sudmeier-Rieux, K, Ash, N. and Murti, R. (2013). *Environmental Guidance Note for Disaster Risk Reduction: Healthy Ecosystems for Human Security*. Revised Edition. Gland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-008-2013.pdf> Accessed 25 July 2019.
- UNDP, UNISDR, and IRP (2010). *Guidance Note on Recovery: Gender*. Kobe: IRP Secretariat. https://www.unisdr.org/files/16775_16775guidancenoteonrecoverygender1.pdf Accessed 25 July 2019.
- UNEP (2010). *Risk and Vulnerability Assessment Methodology Development Project (RiVAMP) Linking Ecosystems to Risk and Vulnerability Reduction, The Case of Jamaica, Results of Pilot Assessment*. Geneva: UNEP Division of Environmental Policy Implementation (DEPI). https://www.preventionweb.net/files/13205_RiVAMPexsummary.pdf Accessed 25 July 2019.
- UNISDR (2011). *Global Assessment Report, Revealing Risk, Redefining Development*. Geneva: UNDRR. <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/home/index.html> Accessed 25 July 2019.
- UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR. https://gar.unisdr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf Accessed 24 July 2019.
- Zimmermann, M., Pozzi, A. and Stoessel, F. (2005). *Vademecum, Hazard Maps and Related Instruments. The Swiss System and its Application Abroad, Capitalization of Experience*. Bern: PLANAT/Swiss Development Cooperation. http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2001-2005/PLANAT_2005_-_Vademecum.pdf Accessed 25 July 2019.



第10章

リスク評価への生態系の 取り込み

主要な問い

脆弱性評価, ハザード評価, リスク評価とは何か,
なぜそれが必要なのか?

脆弱性とリスクを評価するための最も一般的なア
プローチは何か, また, どのようにしてそれらの評
価に生態系を統合することができるか?

10.1 脆弱性、ハザード、リスクの評価

まず、「リスク」の概念を簡単におさらいする。リスクとは、潜在的な被害を意味し、ハザード、脆弱性、曝露の3つの要素で構成されている。これは、最もよく使われている国連防災機関（UNDRR）の定義である。潜在的な被害がない場合（つまり、ハザードイベントが人口やインフラ、その他の価値ある資源のない遠隔地で発生した場合）は、たとえハザードがあったとしてもリスクはない。

リスク＝ハザード×曝露×脆弱性

リスク評価を行う際の基本的な考え方は、ハザードイベントによる損害や人的被害の可能性を低減することである。そのため、統合的なリスク管理計画を策定するための最初のステップとして、リスク、すなわち長期的に人々が被る損失の可能性を評価することになる。次のステップは、これらのリスクを伝え、リスクを軽減するための適切な対策を講じることである。私たちは、単純な手書きの地図であれ、データに依存する地理情報システム（GIS）の地図であれ、地図を通してリスクを伝えることがよくある。しかし、文化によって、オーラルヒストリー、歌、大道芸など、現在や将来のリスクを伝える方法は他にもある（図10.1）。

一部の国では、リスク評価が義務化されており、土地利用計画の重要な一部となっている。例えば、フランスでは「リスク防止計画」が法律で定められており、建設を許可する地域を指定することでリスク管理を行っている。

この法律を施行するのは、地域の政府代表であるプレフェであるが、その制定にあたっては、通常は市民がゾーニングについて助言したり、異議を唱えたりする市民参加のプロセスを経る。しかし、一旦策定されれば、プレフェは法律を施行しなければならず、例えば、赤色の高リスクゾーンでは建設許可を与えることができない（Pigeon 2017）。リスクマップはこの一連のプロセスにおいて重要な役割を果たす。

スイスでは、19世紀以降の連邦法が、地方自治体による住民保護活動の基盤となっていた。1991年と1994年に制定された新しい法律により、地方自治体（カントン）は、土地利用計画や緊急事態管理の一環として、また、構造物対策・非構造物対策の費用や便益を決定するために、ハザード評価を行うことが義務付けられた（Zimmermann *et al.* 2005）。スイスでは、これらの法律を実施するために、「ハザードマップ」と「危険度マップ（danger maps）」という2つの拘束力ある手段があり、これらは、何らかの自然ハザードの影響を受けるほとんどの自治体で用いられている。ハザードマップは、単にハザードを種類ごとに図示したものである。一方、リスクマップは、災害の種類や発生場所だけでなく、ハザードの様々な再現期間（0～30年、30～100年、100～300年）で設定されたハザードの強度と確率を赤、黄、青で表しているのが特徴であり、最もよく使用されている。これらの色分けは、災害リスクを表現するためのスイス特有の方法である。他の国では、赤、オレンジ、黄色を使って高、中、低のハザードゾーン（ないしリスク）を表現していることが多い。また、スイスの場合には、ハザードのカテゴリーごとに再現期間が設定されていることにも留意すべきである。ハザードマップの作成には1km²あたり約500米ドル（2005年の値）のコストがかかり、1つの自治体で危険度マップを作成するには約1年かかる（Zimmermann *et al.* 2005）

定義：災害リスク

人命、健康状態、生活、資産、サービスなど、特定のコミュニティや社会が、ある特定の未来の期間に被る可能性のある災害による損失

コメント：災害リスクの定義は、災害は継続的に存在するリスクの状態の結果であるという概念を反映している。災害リスクは、しばしば定量化が困難な様々な種類の潜在的損失からなる。

とはいえ、一般的なハザード、人口や社会経済的発展のパターンに関する知識があれば、少なくとも大まかには、災害リスクを評価し、マッピングすることができる。

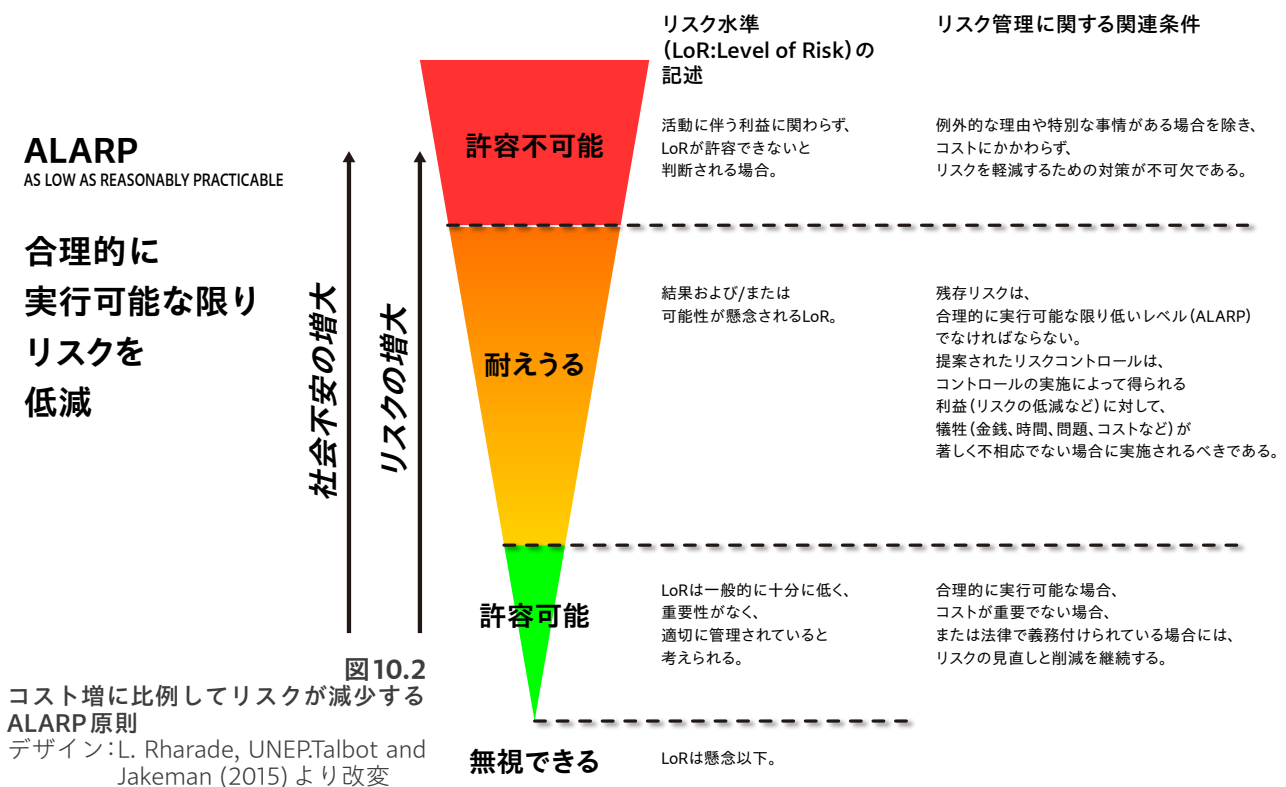
UNISDR 2017



図10.1
津波早期警戒コミュニケーションの一例

© B. McAdoo

このような地図情報を踏まえ、リスクを低減するための最も費用対効果の高い手段を決定するのは、社会、すなわち意思決定者や市民社会の役割である。リスクをゼロにすることは物理的に不可能であるし、状況によってはリスクを大幅に減らすことが非常に高価で経済的にも不可能な場合がある。多くの場合、意思決定者は、特定の対策の経済的コストを考慮しつつ可能な限りリスクを低減することを検討しなければならないが、一定レベルのリスクを受け入れることを決定することになる。社会がどの程度までリスクを低減することができるかを決定するために、意思決定者は、いわゆるALARP（合理的に実行可能な限りリスクを低減する）原則を用いることができる（図10.2）。例えば、学校、病院、老人ホームなどが安全に作られるようにするためには多くのコストをかけても良いと考える場合があるだろう。



10.2 脆弱性とリスクを評価するための共通のアプローチ

目的、スコープ、予算、時間、データの入手可能性などに応じて、リスク評価を策定する方法は数多くある。すなわち、調査規模、データの入手可能性、分析の目的、評価が参加型で行われるか専門家主導で行われるかなどの様々な要素に応じて、評価手法が用意されている (Van Westen *et al.* 2006)。これらは、定性的、半定量的、定量的な方法に分類される。ここでは、脆弱性評価、ハザード評価、リスク評価の違いを理解するための基礎知識と、生態系のデータをどのように統合するかについて、簡単な概要を紹介する。

リスクが一般に脆弱性、曝露、ハザードの関数として考えられることについては相応の合意があるが、リスクを計算するための方法は標準化されておらず、評価の目的に応じてリスク計算の方法は異なる。多くの場合、まずはリスクの関数の各部分、とくに脆弱性とハザードに焦点を当てて評価し、最後にリスクを評価する。リスク評価は、さまざまなレベルで考えることができる。

脆弱性評価

脆弱性は、リスクの要素の中で、おそらく最も評価が難しいものである。まず、自然科学者や物理学者は、社会科学者とは全く異なる方法で脆弱性を評価する。彼らは、あるハザードに対する家屋やランドスケープの物理的なダメージを脆弱性とする。彼らは、脆弱性を建物へのダメージの度合いとして定量的に計算することもある。

一方、社会科学者やNGOの専門家は、通常、社会的な脆弱性と能力の評価を組み合わせ、いわゆる「脆弱性と能力の評価 (VCA)」を行う。収集されるデータは、多くの場合、豊富だが質的なものであり、リスク評価に必要な量的データに変換することは必ずしも容易ではないが、不可能というわけではない。具体的には、所得、教育レベル、世帯の状況などの社会経済的なデータを指標として使用することが多い。

多くの脆弱性は、ある生態系における希少な天然資源をめぐる競争や紛争などを含め、生態系の劣化に関連する状況から生じる。そのため、生態系サービスへのアクセスの悪さや生態系の劣化に起因する脆弱性の側面を考慮することで、地域住民の脆弱性に対する理解を深めることができる。

ハザード評価

ハザード評価は通常、より標準化されており、解釈に左右されることは少ない。通常、ハザードに関するデータには、イベントが発生する確率（再現期間）とハザードの強度の2種類がある。これらのデータとしては、調査対象地域に存在する限り、過去の記録や気候予測などを用いる。複数のハザードが存在する場合には、発生しうるすべてのハザードをより包括的に把握できるマルチハザードマップを作成することが有効である。このために使用するデータは、高品質のGISデータか、デジタル情報が存在しない場合には、図面や3Dマップを使ってローカルな知見から情報を引き出すこともできる(図10.3)。



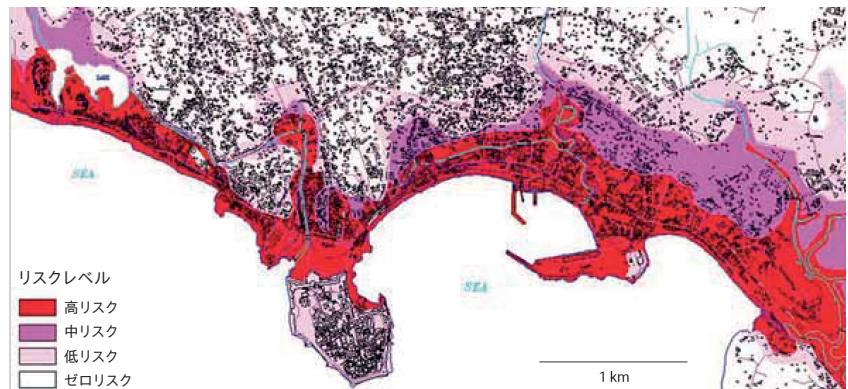
図10.3
コンゴ民主共和国における参加型3D
マッピング
© UNEP

リスク評価

リスク評価には膨大なデータ収集と専門知識が必要なため、多くのNGOや地方自治体では脆弱性やハザードの評価に重点が置かれていることが多い。しかし、完全なリスク評価を行うためには、最終的には曝露に関するデータが必要となる。曝露に関するデータは、衛星画像や家計調査、その他の人口統計から収集することができる。

リスク評価は通常、リスクマップの形で行われる(図10.4)。

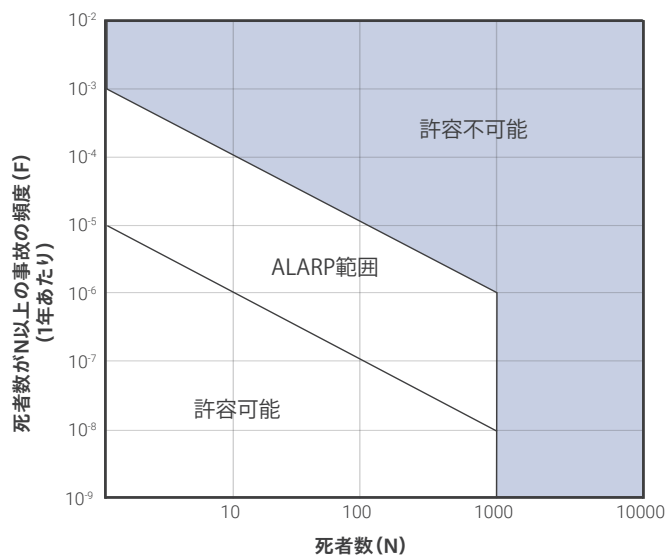
図10.4
スリランカ、ガレ市の津波リスクマップ
© Hettiarachchi/UNDP 2011



よく整備されたリスクマップでは、ハザードの予想再現期間の観点も踏まえ、高、中、低のリスクを持つ地域を示している。スケールは、近隣、地区、あるいは全世界と、目的に応じて様々である。そのため、リスクマップの作成には膨大なデータと専門知識が必要となる。

また、リスクはリスクカーブで表すこともできる。例えば、確率と損失から算出した年単位のリスクの総和を示す、頻度(Frequency)と死者数(Number of Fatalities)によるF-Nカーブがある。これは、社会的リスクの基準や施設の安全レベルを表現するのに用いることができる。図10.5は、危険施設のために作成された香港政府リスクガイドライン(HKGRG)のものであるが、F-Nカーブを用いた自然ハザード評価の良い例といえる。

図10.5
香港政府の危険施設のリスクガイドラインにおけるF-Nカーブの例
UNEP, HKGRGより改変



「個人リスクとは、潜在的な危険に起因する個人の1年間の死亡確率の予測増加量である。個人リスクのガイドラインでは、個人リスクの最大値は年間10万分の1、すなわち年間 1×10^{-5} を超えてはならないとされている。社会的リスクは、人口全体に対するリスクを表している。図10.5は、施設での事故による人口のN人以上の死亡の頻度 (F) をプロットしている。HKGRGでは2つのF-Nカーブを使用しており、社会的リスクを「許容可能」または「許容不可能」で示している。中間領域は、社会的リスク許容範囲のボーダーラインであることを示し、「合理的に実行可能な限りリスクを低減する」(ALARP) まで、リスクを低減する必要があることを示している。これは、「リスクを低減できるすべての実用的かつ費用対効果の高い手段が考慮されるべきことを意味する」³。

コミュニティリスク評価を行う上では、リスクと資源の参加型マッピングから、社会的・制度的ネットワーク分析まで、さまざまなツールがある。特に開発分野では、CAREやUNEPなどの国際機関が、より良い環境管理を通じてCCAとDRRの両面に対応できるよう、参加型評価に関する様々なハンドブックを作成している (以下の囲み記事を参照)。

コミュニティリスク評価および脆弱性評価のためのツールの例

CRISTAL- コミュニティベースのリスクスクリーニングツール - 適応

と生活は、プロジェクト計画者や管理者が、適応やリスク軽減をコミュニティレベルのプロジェクトに組み込むことを支援するために開発されたツール。IISD, SEI, IUCNが開発した。

(<https://www.iisd.org/cristaltool/>)

気候脆弱性・能力分析ハンドブックは、CAREが開発したツールで、5カテゴリーの生活資源それぞれに対するハザードの影響を評価し、コミュニティベースの適応のための枠組みを提供している。

(http://www.careclimatechange.org/index.php?option=com_contentandview=articleandid=25andItemid=30)

気候変動適応のための脆弱性と影響の評価-VIAモジュール (UNEP) は、気候変動が生態系や人間の福利に与える影響を評価する。

(<http://www.UNEP.org/ieacp/climate/>)

CEDRA - 気候変動・環境劣化リスクと適応の評価

(Tearfund) は、気候変動や環境劣化によって引き起こされるリスクを分析し、環境変化によるコミュニティへの影響を理解しようとするNGOを支援する。

(http://tilz.tearfund.org/en/themes/environment_and_climate/cedra/)

3. 出典:http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_1252006/html/eiareport/Part2/Section13/Sec2_13.htm

気候変動による脆弱性の評価

CCAのために行われる評価は、一般に、脆弱性と影響の評価(VIA)である。VIAでは、上述のステップと同様の手順を踏むが、さらに将来の気候変動シナリオに焦点を当て、気候変動に対する脆弱性と気候変動による影響をそれぞれ評価する。将来の脆弱性を予測するためには、地球規模や地域規模の様々な気候モデルや、将来の変化に関する様々なシナリオが存在する(IPCC 2013)。これらの分析は、地図やマトリックスの形で提示されることが多い。しかし、評価の規模によっては、全球モデルや地域モデルは、粒度が粗すぎるために使用できない場合がある。また、ステークホルダーとともに将来のシナリオを作成し、それを用いて将来のリスクを導き出すという方法もある(EbAのためのVIAの手順については、WWF 2013を参照)。

10.3 リスク評価・マッピングへの生態系の統合

リスク評価プロセスの各ステップは、生態系の状態や分布を考慮しながら行うことができる。生態系に関するデータの層を一つ増やすことで、リスクの構成要素と生態系の特性との接点に関する追加情報を提供し、脆弱性、ハザード、リスク評価を改善することができる。評価のレベルに応じて、生態系がどの程度ハザードからの防御を提供しているかというコミュニティからの定性的なデータを利用することや、天然資源や動植物生息域の調査を通じて得られる生態系サービスのデータを含めることなどができる。また、主要な動植物生息域の位置だけでなく、その健全性や劣化度合い、それらがハザードに対する保護や緩衝機能に影響を与えているかどうかについての情報も盛り込むことができる。これらの情報を統合するためには、生物学者や生態系の専門家による協力が必要になるだろう。

自然資本プロジェクトによるInVEST(第11章参照)など、自然資本や生

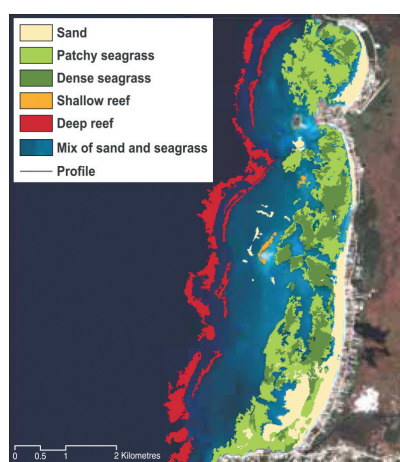


図10.6
ジャマイカ、ネグリルの動植物生息域
© UNEP 2010

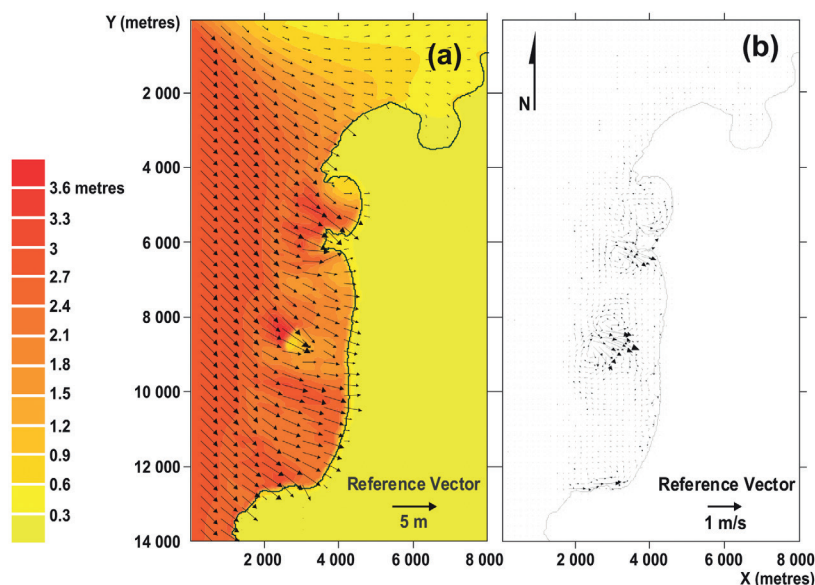


図10.7
波と潮流のモデル化。ネグリル海岸での波の高さ(a)と潮流(b)の数値モデルを示す。条件は沖合の波高(Hrms)=2.8m, Tp=8.7s。北西から波が押し寄せている。浅瀬のサンゴ礁の付近では、波の高さが減少し、沿岸の潮流のパターンが変化していることがわかる。© UNEP 2010。

生態系サービスと災害との関係をモデル化するために使用できる様々なオープンソースモデルがある。

リスクと脆弱性の評価手法開発プロジェクト (RiVAMP)

RiVAMP (UNEP 2010) は、災害リスクと脆弱性の分析において生態系と気候変動要因を考慮するための評価ツールとして考案された。2009年に実施されたこのプロジェクトは、国や地方自治体の意思決定者が、リスク軽減や気候変動適応における生態系の役割を認識し、開発の選択肢を効果的に評価できるようなることを支援するために実施された。このプロジェクトでは、科学的な評価として、リモートセンシングによる生態系の機能の確認、暴風雨への曝露のモデル化と統計分析、ステークホルダーとの協議による生態系劣化の主な要因の特定と環境と災害の関連性に関する認識の評価を行った。特に、熱帯サイクロンやそれに関連する災害(高潮、地滑り、洪水)、深刻化する海面上昇等に曝されている脆弱な小島嶼開発国(SIDS)や、その他の沿岸地域を対象としている。RiVAMPの手法は、ジャマイカでパイロット調査が行われた。主要な生態系の位置(図10.6)、波と潮流、サンゴが波高を下げる仕組みのモデル化(図10.7)などを活用して、さまざまな再現期間の暴風

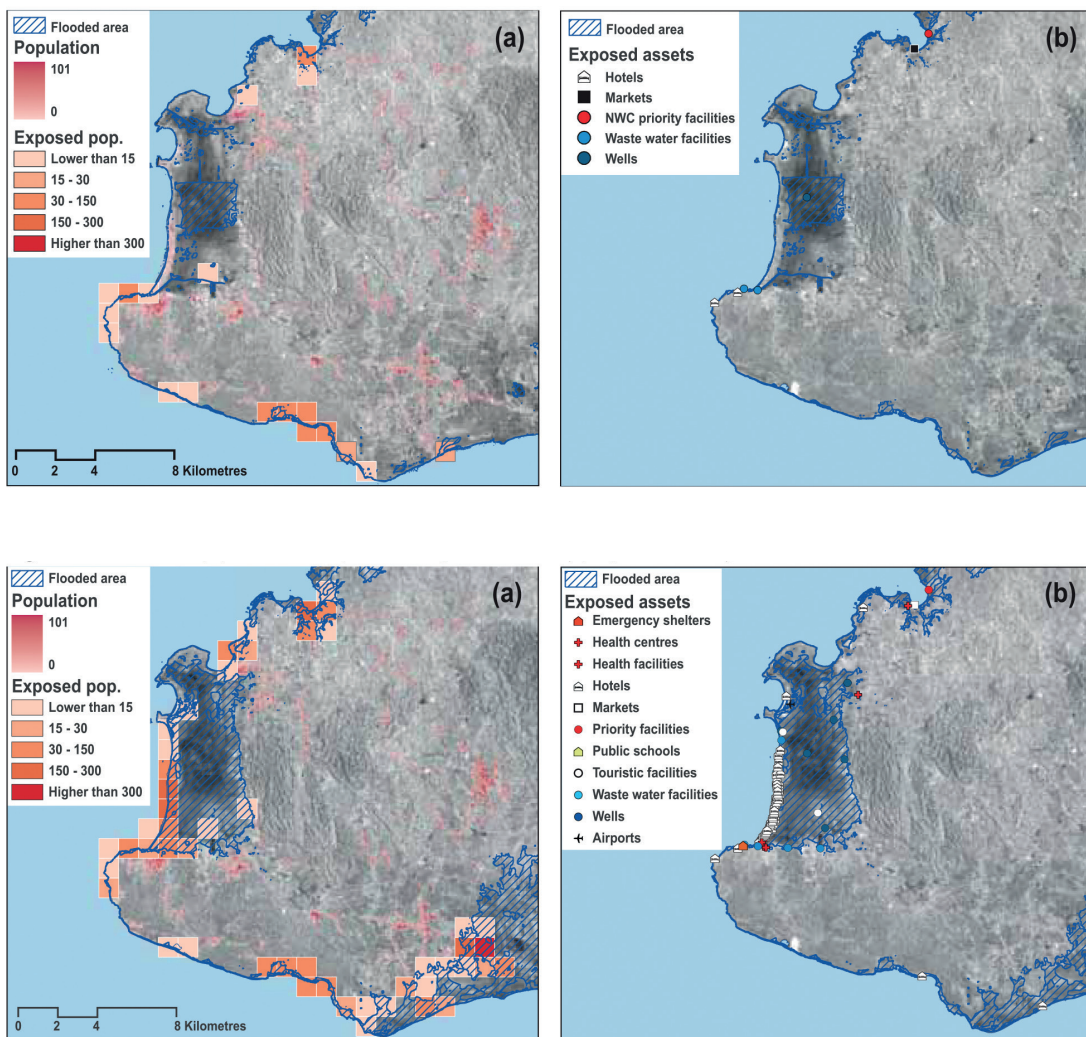
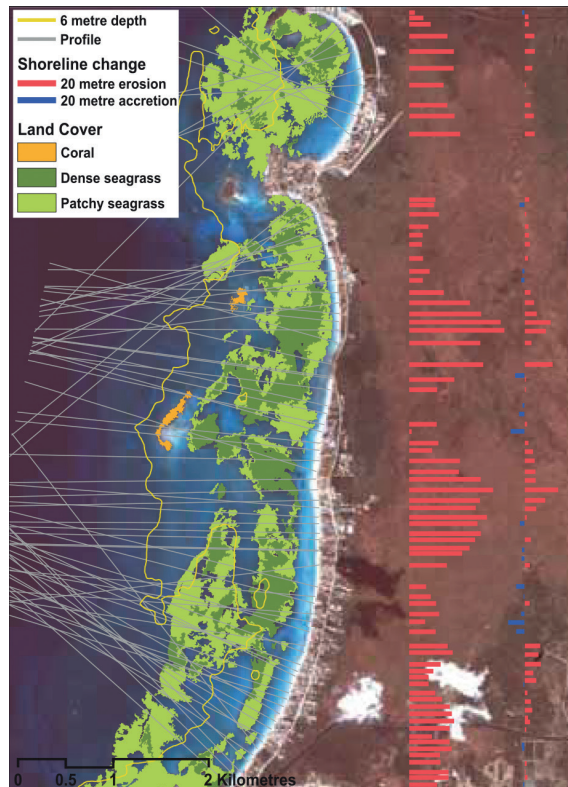


図10.8 10年の再現期間の暴風雨に対する人口と資産の曝露(上)と50年の再現期間の暴風雨(下) a)は人口, b)は資産の再現期間における曝露 © UNEP 2010.

図10.9
生態系サービスと併せて表示した時間
経過による海岸線の浸食

© UNEP 2010



雨に対する人口や資産の曝露状況をマッピングしている (図10.8)。

UNEPがジャマイカのネグリルで実施したRiVAMPプロジェクトでも、生態系サービス（この場合はサンゴ礁と海草）と海岸浸食との関係性を評価する手法を開発した (図10.9)。このハザードマップでは、1968-2006年と2006-2008年の2つの期間における海岸浸食を比較し、沿岸の生態系サービスの劣化が、ジャマイカで最も有名なビーチの一つであるネグリルの海岸浸食の進行につながったことを示している。

このプロジェクトでは、コミュニティと協議をしつつマッピングを行い、ネグリルのコミュニティの脆弱性を高める原因となった環境変化を記録した。これにより、自然のインフラを守ることの重要性について、地域の関係者の意識を高めることができた。

生態系を活用した災害リスク軽減のためのUNEPによる 機会マッピング

このイニシアチブでは、世界規模のデータセットを開発し、生態系と人口のハザードへの曝露を地球規模の地図上で視覚的に比較することで、生態系の管理（回復または保全）によって最も多くの人々を守ることができる機会のある地域を見つけることを目指している (図10.10)。

様々な種類の生態系の、様々な自然ハザードへの物理的曝露に関するデータセットを、10×10kmの解像度のグリッド上にグローバルに集約している。各生態系タイプに覆われた面積が測定され、各グリッドセルの人口の曝露が計算される。

そして、特定のハザードへの曝露を、特定のタイプの生態系被覆と組み合わせる。各生態系タイプは、特定の種類のハザードの曝露低減にのみ効果があるため（例えば、サンゴはサイクロンによる高潮や津波を低減できるが、地滑りには効果がない）、生態系の被覆率とハザードの曝露のクロスマッ

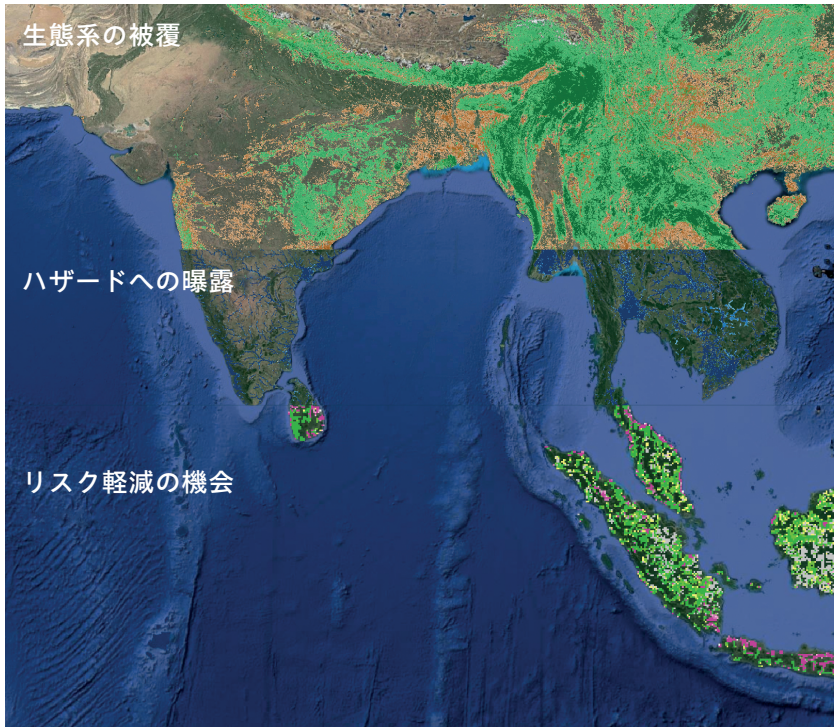


図10.10
 インプット(生態系の被覆率, ハザードへの曝露)とアウトプット(グローバルおよび国レベルでのリスク軽減の機会)の例
 © UNEP 2019

	津波	サイクロン	高潮	土砂崩れ	洪水
森林	✓	✓	✓	✓	✓
マングローブ	✓	✗	✓	✗	✗
海草	✓	✗	✓	✗	✗
サンゴ礁	✓	✗	✓	✗	✗

表10.1
 選択されたハザードと生態系の組み合わせ(✓=有効。✗=非有効)
 出典: UNEP/GRID-Geneva, 2016

ピングは、いくつかの生態系とハザードの組み合わせに絞って実施している(表10.1)。

生態系とハザードの組み合わせは、それぞれ6つのカテゴリーに分けられ、それらは、特定のハザードへの曝露を軽減するための生態系の種類と、推奨されるEco-DRR行動を表している(図10.11)。

この6つのカテゴリーの色分けを使用することで、ユーザーは簡単に、地図上で以下を特定できる

- 与えられたハザードに対する曝露レベル
- 与えられた生態系被覆のレベル
- 実施すべき優先行動

地図上のカテゴリーを比較することで、ユーザーは生態系を活用した解決策を適用して曝露を低減できるエリアと、必要な行動(生態系の保護または回復)を特定することができる。

2種類のプロダクトが用意されている。

- 国を超えた比較が可能なグローバルプロダクト。Eco-DRRの機会カテゴリーは、世界各国と比較した相対的なものであり、解像度は粗い。(10×10kmグリッド)。
- 特定の国を対象とした分析が可能な「国別」プロダクト。Eco-DRRの機会カテゴリーは、同じ国の他のグリッドセルと相対的に関係するのみであり、

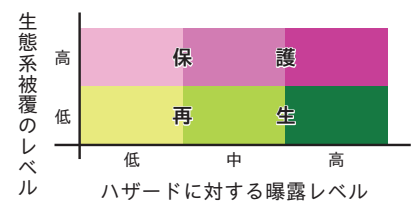


図10.11
 Eco-DRRの機会のカテゴリー
 © UNEP 2019

データが取得可能であれば、解像度が高い。

10.4 おわりに

OECD (2012)によれば、リスク計算のためのデータの調和と標準化の取り組みを推進するために、ベストプラクティス、方法論、基準を開発し、共有する必要がある。災害リスクに関する統合研究 (IRDR)、国際災害データベース (EM-DAT)、DesInventar、UNEPのPREVIEW、世界地震モデル (GEM) など、調和を図るための取り組みはいくつかある (下記の「データソース」を参照)。しかし、少数の例外を除いて、生態系の劣化や生態系サービスに関するデータをリスク評価の一部として取り入れる試みはほとんど行われていない。RiVAMPプロジェクト、UNU World Risk Report (2013)、PREVIEW グローバルリスクデータプラットフォームなどが、例外として挙げられる。また、リスク軽減のためにグレーインフラの代替として (適切な場合に) グリーンインフラの導入を考慮したリスク評価の例もほとんどない。このように、この分野は、まだ初期段階にあり、新しい研究とイノベーションが期待される分野なのである。

この章の追加リソース

機会マッピング

<http://EcoDRRmapping.grid.UNEP.ch>

沿岸修復とスーパーstorm「サンディ」

http://cdnapi.kaltura.com/index.php/extwidget/preview/partner_id/1012331/uiconf_id/24075381/entry_id/0_s8hef17v/embed/dynamic

RiVampに関する情報

<https://www.unenvironment.org/resources/report/risk-and-vulnerability-assessment-methodology-development-project-rivamp-linking>

参考文献

Alliance Development Works and United Nations University (2013). *World Risk Report*. Berlin: Alliance Development Works. http://collections.unu.edu/eserv/UNU:2018/WorldRiskReport_2013_online_01.pdf Accessed 26 July 2019.

Höppner, C., Bründl, M. and Buchecker, M. (2010). *Risk Communication and Natural Hazards*. Birmensdorf: CapHaz-Net WP5 Report, Swiss Federal Research Institute. WSL. https://www.wsl.ch/fileadmin/user_upload/WSL/Projekte/CAPHAZ/CapHaz-Net_WP5_Report_final.pdf Accessed 25 July 2019.

IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf Accessed 25 July 2019.

McAdoo, B.G., Dengler, L., Eeri, M., Prasetya, G. and Titov, V. (2006). Smong: How an Oral History Saved Thousands on Indonesia's Simeulue Island During the December 2004 and March 2005 Tsunamis'. *Earthquake Spectra*, 22(S3), 661–69. DOI: 10.1193/1.2204966.

OECD (2012). *Global Modeling of Natural Hazard Risks: Enhancing Existing Capabilities to Address New Challenges*. Paris: OECD. <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/Final%20GRMI%20report.pdf> Accessed 25 July 2019.

Pigeon, P. (2017). Dike Risk: An Applied Issue Revealing Academic Links Between Disaster Risk Reduction, Sustainable Development, Climate Change And Migration. *In Identifying Emerging Issues In Disaster Risk Reduction, Migration, Climate Change And Sustainable Development*. Sudmeier-Rieux, K., Fernandez, M., Penna, I., Jaboyedoff, M., and Gaillard, J.C. (eds.). New York: Springer. 67-80. DOI: 10.1007/978-3-319-33880-4_5.

Talbot, J. and Jakeman, M. (2015). *The external context – what's outside the door? Risk the effect of uncertainty on objectives*. http://31000risk.blogspot.fr/2011_04_01_archive.html Accessed 26 July 2019.

UNEP (2010). *Risk and Vulnerability Assessment Methodology Development Project (RiVAMP) Linking Ecosystems to Risk and Vulnerability Reduction, The Case of Jamaica, Results of Pilot Assessment*. Geneva: UNEP Division of Environmental Policy Implementation (DEPI). https://www.preventionweb.net/files/13205_RiVAMPexsummary.pdf Accessed 25 July 2019.

UNISDR (2017). *Disaster terminology*. <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology> Accessed 25 July 2019.

van Westen, C., van Asch, T. & Soeters, R. Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult? *Bull Eng Geol Environ* (2006) 65: 167. <https://doi.org/10.1007/s10064-005-0023-0>

WWF (2013). *Operational Framework for Ecosystem-based Adaptation: Implementing and Mainstreaming Ecosystem-based Adaptation Responses in the Greater Mekong Sub-Region*. Gland: WWF. http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_wb_eba_project_2014_gms_ecosystem_based_adaptation_general_framework.pdf Accessed 25 July 2019.

Zimmermann, M., Pozzi, A. and Stoessel, F. (2005). *Vademecum, Hazard Maps and Related Instruments. The Swiss System and its Application Abroad, Capitalization of Experience*. Bern: PLANAT/Swiss Development Cooperation http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2001-2005/PLANAT_2005_-_Vademecum.pdf Accessed 25 July, 2019.

データソース

DESINVENTAR ウェブサイト:
<http://www.desinventar.org/>

EM-DAT ウェブサイト:
<http://www.emdat.be/>

GRID (Global Resource Information Database).
<https://unepgrid.ch/en>

NatCatSERVICE – Munich Reウェブサイト:
<http://www.munichre.com/natcatservice>

PREVIEW グローバルリスクデータプラットフォーム – UNEP/ GRID ウェブサイト:
<https://preview.grid.unep.ch/>

第11章

生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための計画ツール

主要な問い

Eco-DRR/EbAを実現するための計画ツールにはどのようなものがあるか？

空間データ、GIS、リモートセンシングはEco-DRR/EbAにどのように利用できるのか？

環境影響評価とは何か、そしてそれはどのようにEco-DRR/EbAに貢献できるのか？



11.1 災害リスクを軽減する空間計画

まず、計画ツール、管理ツール、公的プロセスを区別することが重要である(図11.1)。計画は土地を特定の目的に割り当てるための未来志向のアプローチであり、管理は一定の生態系の状態を達成または維持するためのアプローチである。また、環境影響評価などの公的プロセスも考慮する必要がある。第13章では、管理ツールについてさらに詳しく説明する。



図11.1 災害リスク軽減に適した計画・管理手法 © S. Sandholz

計画には、非空間的な要素と空間的な要素の両方が含まれる。非空間的な要素としては、必要な資源の列挙、計画がカバーする期間、戦略や行動、関係者などが挙げられる。災害は特定のエリアを襲うため、災害によるリスクを軽減する計画を立てる際には、空間的な要素が非常に重要である。したがって、空間計画を立てることは、ローカル、地域、グローバルのいずれの水準でも、農業、工業用地、人間の居住地、保護地域など、さまざまな目的のための土地利用を規定、規制、決定するのに役立つ。計画の実施は、世界中で人口が増加していることから、ますます困難になっている。

大規模な空間計画は、都市部や農村部のより詳細な計画を策定したり、農業やインフラ開発のセクター計画を策定したりする際の基礎となる。空間計画は、活動や投資の場所を左右することから、災害による損失を防止または軽減し、環境リスクを管理する上で、大きな役割を果たしている。さらに、EbAを含むCCAにおいても、対策をとるエリアを決定する上で、空間計画の重要性が増している。

空間計画の目標

- 土地利用を整理し、その後の都市計画や農村／半農村における土地利用計画の策定の基礎となる（後に詳細な計画へと発展する）。
- 持続可能な開発（社会、環境、経済）を促進する。
- 情報や知識へのアクセスを向上する。
- 自然資源と文化遺産の保護を強化する。
- 複数の要求や競合する利害の間でバランスを取る。
- ハザードイベントの影響を低減するために、以下を行う：ハザードが発生しやすい地域での開発の制限、リスクレベルに応じた住宅・土地計画、ゾーニングと規制、ハザード軽減のためのインフラの設計。

ケーススタディ

オランダの「川のための空間(Room for the River)」プログラムは、洪水リスクを軽減すると同時に、川の近くに住む人々の生活の質を向上させることを目的としている。これは、空間計画すなわち様々な目的に応じた空間の割り当てに基づいている（**図 11.2**）。主な目標は、流域に余裕を持たせることによって、オランダの河川エリアの安全性を高め、全体的な環境の質を向上させることである。空間計画に関わる問題の多くは、土地に対する評価がセクターごとに異なり、その評価がしばしば対立することに起因する。土地利用計画は政治的に行われ、往々にして、短期的な利益が持続可能性や将来的な安全性よりも優先される。このような対立は、土地の不足によっても深刻化する。例えばオランダでは、限られた土地資源を賢く配分しながら、将来の開発や気候変動適応を可能にしなければならない。このことから、洪水リスクを軽減するために、川岸の地域は建設可能地域とは見なされなくなった。

「川のための空間」プログラムは、空間計画は常に妥協の産物であることを示している。川岸や保水地が人間の使用に適していない場合、土地資源を他の目的に割り当てて開発する必要がある。トレードオフを回避し、持続可能な解決策を見出すためには、意思決定プロセスにコミュニティを参加させることが重要である。

図 11.2
オランダの河川改修
© M. van Staveren



11.2 生態系を活用した災害リスク軽減と 適応のための参加型農村評価

参加型農村評価 (PRA) は、参加型行動学習 (PLA) とも呼ばれ、地元の人々の知識や意見を取り入れ、活用することを目的としており、開発プロジェクトにおいて重要な計画ツールとなっている (Chambers 1994)。また、計画立案によく使われる高度なマッピングやモデリングのような技術に依存しないため、より利用しやすい。さらに、PRAは可能な限り包摂的であることが必要であるため、文字を必要としないコミュニケーションや情報収集の方法を用いることが多い。参加型マッピングのように、シンボル、図面、口頭でのコミュニケーションが用いられる (図11.3)。

PRAで使用される主なツールには次のようなものがある。

- フォーカスグループ、(半構造化) インタビュー、コンサルテーション
- コミュニティマッピング、マトリックスのスコア化、順位付け、時間軸、季節カレンダー
- 参加型マップ、トランセクトウォーク、ダイアグラム



図11.3
ソロモン諸島でのココナッツの葉を使った参加型リスクマッピング
© J.C. Gaillard

11.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための 地理情報システムとリモートセンシング

空間データとは、地理的に参照されるあらゆるデータを指す (do Carmo Dias Bueno 2011)。これは、データが地球上のある場所と結びついていることを意味する。GISとは、地理的情報システムの略称で、複数の層の空間データを入力、検索、処理、分析、出力するための情報システムまたはコンピュータシステムのことである。GISは、ハードウェア、ソフトウェア、データ、ブレインウェア (=ユーザー) で構成されている。GISでは、異なる空間的情報層を重ね合わせることができる。GISの空間分析機能の重要な用途の一つは、土地利用計画の意思決定を支援することにある。GISは、リスク低減や適応に関する意思決定のための素晴らしいツールになり得る。入力データは、地図、フィールドデータ、衛星画像など多岐にわたる。

GISソフトウェアの最も一般的な出力は、地図、統計、表、チャート、またはデータベースである(図11.4)。

例えば、ハイチ南部の小さな自治体では、Eco-DRR/EbAの支援にGISが活用されている(図11.5, 図11.6)。ハイチ南部は、高潮や洪水の原因となる暴風雨に頻繁に見舞われている。これまで述べてきたように、サンゴ礁、砂丘、藻場、マングローブなどの沿岸生態系は、暴風雨とそれに続く洪水の影響を軽減することができる。しかし、ハイチの他の多くの地域と同様、この自治体でも生態系の劣化によってリスクが高まっている。2013年以降、UNEPはコミュニティや自治体と協力して、沿岸の動植物生息域を保護し、災害リスクを低減するための活動を行っている。人口の大部分が沿岸の生態系に直接依存して生活しているため、生態系の保護は人々の脆弱性を減らすことにもつながる。

図11.4
空間計画とリスク評価のための地理的
情報

デザイン:S. Plog

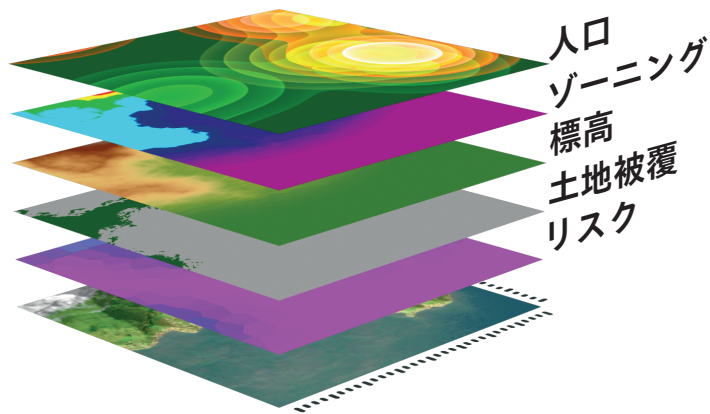


図11.5
漁業が重要な収入源であるハイチ南部のポートサルートの
© UNEP

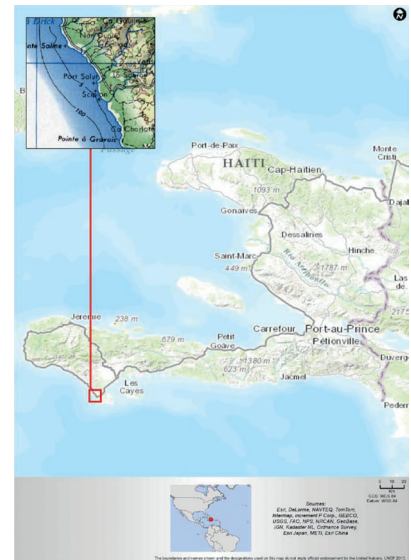


図11.6
ハイチ南部のポートサルートの地図
© UNEP

Eco-DRR/EbA プロジェクトでGISを活用するにあたっては、まず、地域を理解すべく人口統計、標高、水深、海岸線の種類などの地理物理学的なベースラインデータを収集した(図11.7, 11.8)。これらに加えて、地元のコミュニティから提供された、暴風雨や生態系の変化に関する歴史的な記録に関する情報も収集した。

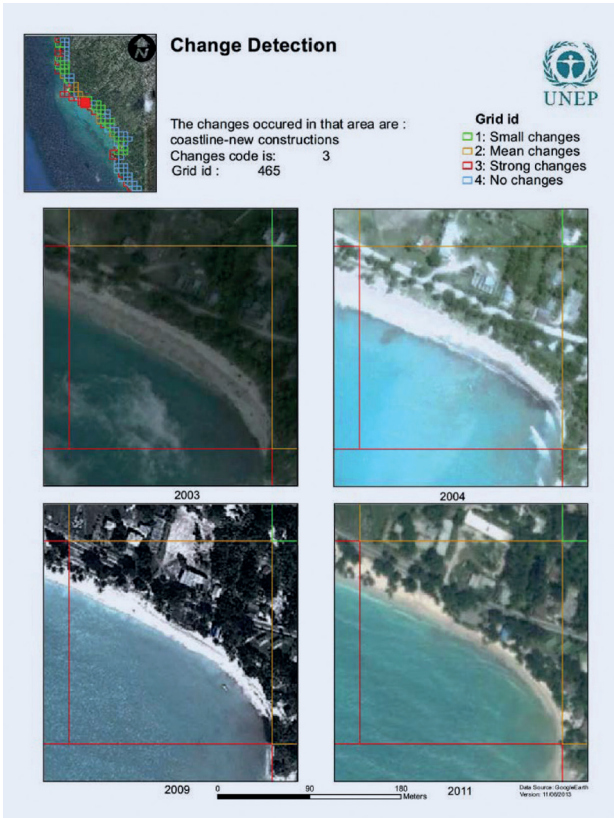


図11.7
ポートサルートの海岸線を長年にわたって衛星画像で撮影した結果、砂浜が侵食されていることがわかった
© UNEP 2016



図11.8
河川氾濫(水路から25m以内)および海岸氾濫(海岸線から50m以内)にさらされる建物の位置
© UNEP 2016

その後、リモートセンシングを用いて生態系をマッピングした。リモートセンシングは、生態系や土地利用のモニタリングに利用できる。例えば、衛星画像は、森林や湿地の時間的な変化を捉えられる。また、ハリケーンの追跡や洪水のモデル化など、ハザードや曝露の評価にも利用できる。リモートセンシングは、都市の成長が環境に与える影響を軽減したり、ハザードが発生しやすい地域への都市スプロールを防止したりするなど、土地利用計画に利用できる情報を提供することができる (NOAA 2015)。

定義：リモートセンシング

「リモートセンシングとは、航空機や人工衛星などから、離れた場所にある物体や地域の情報を取得する科学である」。

NOAA 2015

リモートセンシングの詳細については、追加資料を参照：

<http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/satellite-imagery-educational-resources/9309>

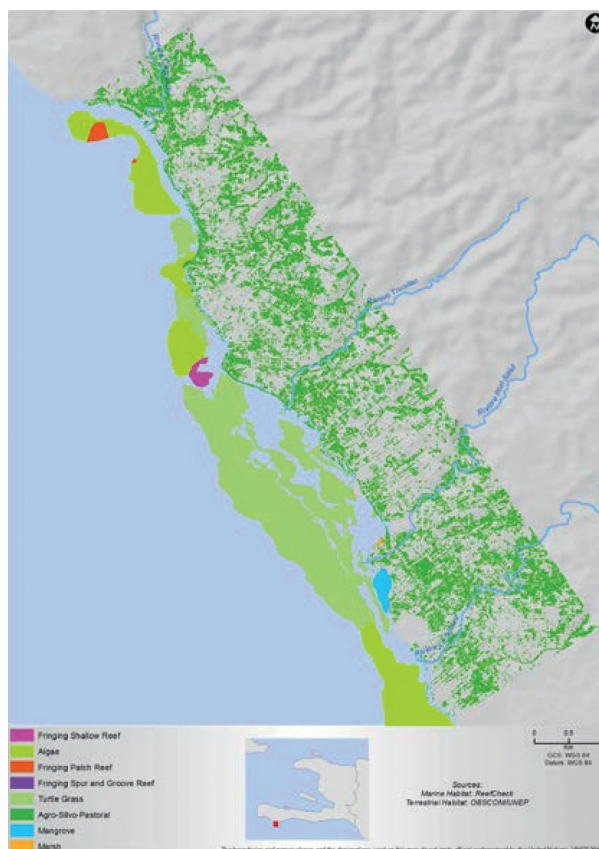


図11.9 リモートセンシングと海洋および陸域のフィールド調査に基づくポートサルートの動植物生息域マップ

© UNEP

ポートサルートの高解像度衛星画像を用いて、沿岸生態系の地図を作成した。現地調査では、地図を検証し、地理的位置情報システム（GPS）機器を用いて沿岸の動植物生息域の劣化や健全性に関する情報を追加した。その結果、生態系の種類とその位置を示す地図が完成した（図11.9）。

この情報をもとに、自然資本プロジェクトが開発したオープンソースのGISモデル「InVEST（生態系サービスとトレードオフの統合的評価）」による評価が行われた。InVESTは、複数のシナリオを提供しながら、人間の生活を維持するための財やサービスをマッピングし、測定し、評価する一連のモデリングツールである。

InVEST沿岸脆弱性モデルを用いて、海岸線のどの地域が洪水や高潮にさらされやすいかを特定し、また、動植物生息域の保全や回復によってハザードへの曝露を軽減できる場所も特定した（図11.10）。このモデルは、動植物生息域の保護的役割を曝露評価に含めている点が特徴的である。モデルによる評価は、動植物生息域の劣化のシナリオを変えて複数回実行した。図11.10によると、現在の状況では、自治体の一部の地域だけが暴風雨に強くさらされている。しかし、将来的にすべての動植物生息域が破壊されたとしたら、自治体のほとんどが沿岸ハザードに強くさらされることになる。海草、サンゴ礁、マングローブ、沿岸植物の保全と回復を行うことで、収入増をもたらしながら、自治体の損害を軽減することができる。

InVESTモデルの出力は、土地利用計画の策定や環境保全に関する意思決定に活用される。2013年には、ポートサルートがハイチ初の海洋保護地域のひとつに指定され、空間分析の結果をもとに保護地域の管理計画が策定されている。

自然資本プロジェクト

「自然資本プロジェクトは、経済と自然保護の調和を図ることを目的としている。スタンフォード大学、ネイチャー・コンサーバンシー、WWF、ミネソタ大学による革新的なパートナーシップで、社会に対する自然の恩恵を評価している。私たちは、自然資本を意思決定に容易に取り入れることができるツールを開発し、世界各地でこれらのツールを適用し、このアプローチを通じて意思決定を変えるためにリーダーを巻き込んでいる。」

<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/>

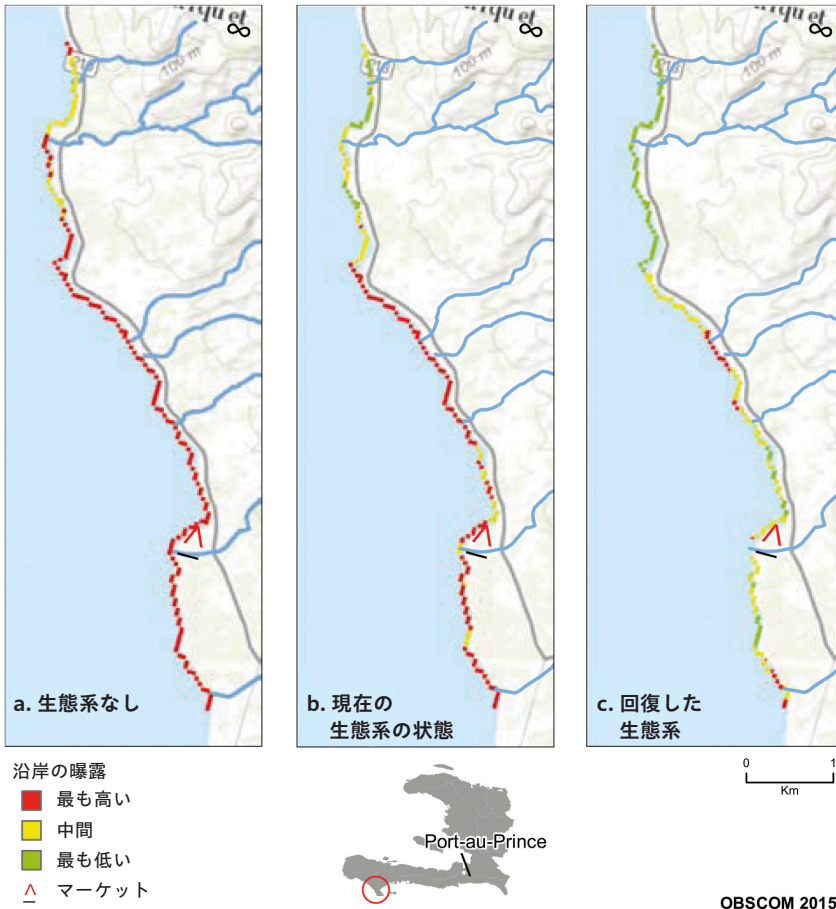


図11.10 動植物生息域がある場合とない場合の曝露シナリオ © UNEP

他のモデルと同様、InVESTにも限界がある。例えば、使用されている用語は2014年以前のIPCCの用語に基づいているため、UNDRRの用語とは異なっている。しかし、生態系サービスを考慮した曝露（InVESTではこれを脆弱性と呼んでいる）の様々なシナリオを作成するためのオープンソースモデルとしては、現在最も先進的なモデルの一つである。

空間的多基準評価 (SMCE)

資源が限られていて、同時に達成できない複数の目的が存在する場合、意思決定が問題となる。このような状況では、GISやモデルから得られる予想結果について判断するために、空間意思決定支援システムや空間計画支援システムを利用する。このシステムは、個人がトレードオフを分析することや、グループがどこで妥協できるかを理解することを支援し、複数の目的に向かって徐々に改善をしていくための経路を示す(Boerboom *et al.* 2009)。

例えば、ある架空の島の政府が、リスクを減らすために対策を提案しているとしよう。最初のステップは、ステークホルダーが決定した基準に基づいて、どの対策が最適なのかを判断することである。その基準とは、経済的、社会的、生態学的な適合性や、ハザード軽減の効果などである。海岸線に沿ったマングローブの再生や、山の急な斜面に保護林を設置するなど、リスク軽減のための最適な選択肢を見つけるために、データのレイヤーをGISで重ね合わせることができる。

定義：環境影響評価

プロジェクト、プログラム、政策の実施により起こりうる環境影響を体系的に検討する分析プロセス

Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F, No.67, United Nations, New York, 1997.

11.4 環境影響評価

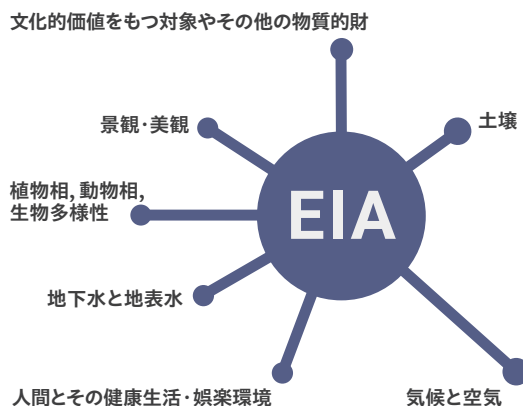
環境影響評価 (EIA) とは、道路やダム、工業用地などのプロジェクト案が環境に与える影響を特定し、評価するための公的かつ体系的なプロセスである。EIAは、各プロジェクトの企画、実施、拡張、修正、さらには廃止にも関わる。EIAの必要性は、プロジェクトの規模、場所、潜在的な環境影響の性質や大きさによって異なる。例えば、世界銀行は3つのカテゴリーを設けている。

- プロジェクトサイトを超越する重大な有害環境影響を及ぼす可能性があるため、完全または包括的なEIAが必要
- サイト固有の潜在的な有害環境影響があり、限定的なEIAが必要
- EIAは不要

(World Bank Operational Policy 4.01, Environmental Assessment, January 1999).

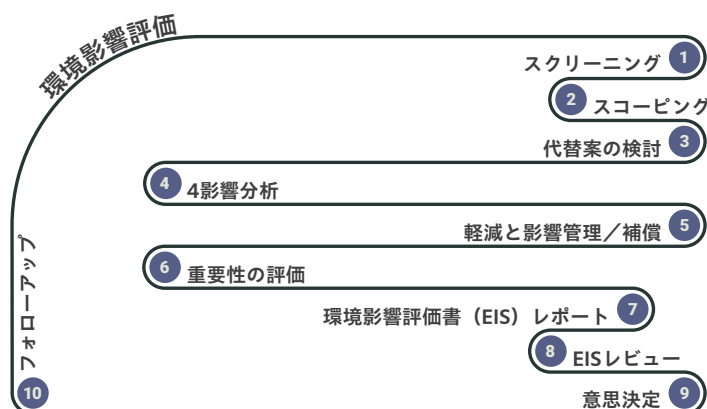
環境影響評価では、保護すべき財やサービスを評価対象とするが、これは図11.12にあるように、生態系サービスと類似している。

図11.12 文化的価値をもつ対象やその他の物質的財
EIAで保護される財やサービス
クレジット:S.SandholzとM.Khalifa
デザイン:S. Plog



EIAは10のステップで構成されている (図11.13)。ダムを建設する計画を考えてみよう。最初のステップは、EIAが必要かどうかのスクリーニングである。これは、国ごとに異なり、プロジェクトの規模、地域によっても異なる。EIAが必要な場合、ステップ2として、ダム建設がもたらす影響を特定するためのスコーピングが行われる。続いて、代替案の検討が行われる。ステップ4は、ダムがもたらす影響の分析である。

図11.13 EIAのステップ
クレジット:S.SandholzとM.Khalifa
デザイン:S. Plog



次に、現場での負の影響を最小化するための対策、あるいは代替的または追加的な何らかの対策、例えば、ダムサイト内ではない河川の再整備プロジェクト（図11.14）などを検討する。ステップ6では、軽減することのできない影響を許容できるかどうかを分析する。そして、ダムプロジェクトの承認または却下のために、環境影響評価報告書が作成される。さらに、最後のステップとして、プロジェクトの影響と軽減策の効果を確認するためのモニタリングプロセスを確立する。

プロジェクトの計画においてEIAを必須とするケースは、増加している。例えば、ヨーロッパのほとんどの国では必須となっている。EIAは、特にリスク評価が組み込まれている場合、Eco-DRR/EbAにも役立つ。

このように、EIAはより良い意思決定のための有用なツールであり、世界中で使用されている。しかし、それには限界もある。例えば、国際的な二国間援助のためのEIAの一貫性に関する問題は、OECDの開発援助委員会の審議会で取り上げられた（OECD 2016）。そして、二国間援助機関の職員と開発途上国のカウンターパートの両方を支援するために、この点に関する実践的なガイドが作成された。これは、異なる機関が使用している様々なEIA手続きを要約し、一貫性を確保するための2つの重要な手段を提供している。

- 開発援助プロジェクトのEIAのためのTORの枠組み。
- EIAを管理するための包括的なチェックリスト。（OECD 2016）

EIAは、主に2パターンの法規定に基づき、統合的計画プロセスの一環となっている。すなわち、EIAの要件と手続きを盛り込んだ一般的な環境法または資源管理法か、包括的規定、枠組み規定、促進法等の形をとるEIA固有の法律である。しかし、すべての国に適した単一のEIAのモデルはない。例えば、独立したEIA当局を設立している国もあれば、EIAプロセスが環境省や計画当局によって管理されている国もある。カナダは、EIAプロセスをプロジェクトにのみ適用することで区別し、政策や計画には戦略的環境影響評価（SEA）を適用している。SEAの詳細については後述する。

EIAとEco-DRR/EbAとの関係は？

EIAにDRRやCCAを組み込むことで、EIAは災害リスクや気候変動を開発と統合するための強力なツールとなる可能性がある。また、EIAは、災害の再発を防ぎ、持続可能性を促進するために、災害後の活動でも適切に実施されるべきである。

初期のEIAでは、プロジェクトが自然環境や生物環境に与える影響（大気や水質への影響など）に主眼が置かれていた。その後、プロジェクトの社会的、健康的、生態学的な影響も考慮するようになった。この背景には、EIAプロセスへの一般市民の参加の影響もあり、また、法律、ガイダンス、実務における環境EIAの定義の進歩も反映されている。新たな定義には、特に人間の健康と安全、あるいは土地、天然資源、原材料の利用に対する影響の評価が含まれている（Bhatt and Khanal 2009）。

環境とDRRを統合した国家政策は、途上国よりも先進国で顕著に見られる。だが、フィリピンでは興味深い例もある。2011年、フィリピンの環境資源省は、EIAのプロセスにDRRとCCA戦略を統合するためのガイドラインを作成した（下記の囲み記事参照）。

フィリピンの例に示されているように、**災害リスク分析をEIAプロセスに組み込むことができる**。EIAプロセスは、プロジェクトの潜在的な影響に関するリスクマップやシナリオ構築のためのデータを提供することができる



図11.14
ドイツの河川の再整備
© Zumbroich Consulting

め、EIAから得られる情報は早期警報の改善に役立つ。ゆえに、開発計画プロセスにおけるEIAは、ハザードの状況や脆弱性のパターンを評価するためにも使用することができる。EIA報告書には、環境モニタリング計画も含まれており、そのモニタリングの変数には、潜在的なリスクの早期シグナルを含めることができる。災害の予防や軽減の段階で適用されるEIAは、例えば、軽減方法の選択 (Gupta and Yunus 2004)、技術投資、開発地域の選択などの指針を提供することによって、DRRの計画策定に役立つ。

災害後の状況では、迅速な環境影響評価 (REA) を実施することで、救援、復旧、復興の計画段階で持続可能性への配慮を確実に行うことができる (Gupta et al. 2002)。ただし、REAはEIAに代わるものではなく、EIAが適切に実施されるまでの緊急時のギャップを埋めるものである。EIA法制の主要な国際的進展については、下記も参照のこと。

戦略的環境影響評価

EIAには、数少ない法的拘束力のある環境文書であるという利点があるが、その一つの限界は、EIAが、累積的な影響の結果として大規模な環境・社会的影響となる場合を評価できないことである。そこで、この限界を克服するために開発されたのが、戦略的環境影響評価 (SEA) である。これは「環境配慮を政策、計画、プログラムに統合し、経済的・社会的配慮との相互関係を評価することを目的とした、戦略的意思決定のための分析的・参加型アプローチ」と定義することができる (OECD-DAC 2006)。

世界銀行は、エネルギー、農村開発その他のセクターにおける政策を見直し、環境問題への視点をマクロレベルで統合することで、国別援助戦略における環境枠組みを確立した。

フィリピンにおけるEIA DRR/CCAガイドライン

フィリピン環境資源省が2011年に採択した「フィリピン環境影響評価システム (PEISS) における災害リスク軽減 (DRR) および気候変動適応 (CCA) に関する環境影響評価 (EIA) 技術ガイドライン」は、プロジェクトレベルでのCCAおよびDRRの推進と、PEISSの下でのEIA要件の合理化を目的としている。具体的には、

- PEISSで要求されている、特定の産業タイプに合わせてカスタマイズされたEIAレポート作成のために、拡張された基準を提供する；
- プロジェクト提案者がEIAプロセスを通じて計画段階でDRRとCCAの要素を統合するためのガイダンスを提供し、国際的なベストプラクティスを取り入れることで、プロジェクトのレビューと実施を促進する。

また、このガイドラインは、EIA実務者やステークホルダーに以下を提供するために策定された。

- EIA報告書の作成に役立つ、災害や気候変動のリスクの内実の理解
- EIAにおいて災害リスクや気候変動をどのように考慮する必要があるかについての、プロジェクトごとの方針
- 災害リスクと気候変動影響の評価のための情報源、および、EIAプロセスにDRRとCCAの要素を組み込むためのガイダンス

Thummarukudy and Kanwar 2014

それは、プログラムや地域レベルで、SEAの利用を拡大することを意図している。実際、世界銀行の幅広い環境政策は、プロジェクトの悪影響を最小限に抑えるための「害を及ぼさない (do no harm)」アプローチから、長期的な持続可能性を促進する戦略の一環としてのSEAの活用へと移行している (UNEP 2002)。これに伴い、現在では、政策、計画、プログラムのSEAについて正式な規定を設けている先進国や経済移行国が増えてきている。また、多くの開発途上国も、SEAの要素を含む計画システムを持っている。SEAのための法的、政策的、制度的な取り決めは、EIAのものよりも多様である。

SEAとEIAには多くの共通点があり、共通の基盤がある。SEAは、EIAでカバーされていないレベルや種類の意思決定への対応を念頭に開発された。そのため、SEAは、特に計画やプログラムのレベルにおいて、EIAの取り決め、手順、方法論を導入し、適用し、実施してきている。また、他のプロセスモデルも適用されており、特に政策レベルでは、統合的評価や環境「テスト」が、スクリーニングや報告などのEIAで行われる基本的なステップを包含している。

SEAはEco-DRR/EbAとどのように関係するか？

EIAと異なり、SEAは、戦略的意思決定の初期段階において、環境への配慮を政策、計画、プログラムに統合するという、より広い範囲に焦点を当てている。SEAは特定のセクターや地域に適用されることもあり、理想的には個々のプロジェクトの特定や設計に先立って行われる。例えば、スリランカでは、政府がUNDPおよびUNEPと協力して、統合戦略環境評価 (ISEA) プロセスを実施し、北部州の紛争後の再建のための持続可能な開発枠組みを、主要な災害 (高潮、洪水、強風、海面上昇、津波) を考慮しつつ定義した (PEDRR 2011)。

過去10年間におけるEIAの法律、政策、制度的取り決めの主要な国際的發展

環境と開発に関するリオ宣言では、**国の意思決定の手段としてEIA**を活用することが求められている (原則17)。また、その他の原則もEIAの実践に関連している (予防的アプローチの適用に関する原則15など)。気候変動枠組条約と生物多様性条約 (1992年) は、**実施メカニズムとしてEIA**を挙げている (それぞれ第4条、第14条参照)。

国際的な金融・援助機関が開発途上国での融資やプロジェクトに適用するEIAの要件と手続きもある。

EIAに関するEC指令 (1997年) の改正により、1999年までにすべてのEU加盟国がこれを遵守することが求められた。また、EU加盟過程にある一部の移行国のEIA法にも反映されている。

特定の計画やプログラムのSEAに関するEC指令 (2001年) が、2004年までに各加盟国によって実施されることになっている。

越境的文脈におけるEIAに関するUNECE (エスポー) 条約 (1991年) は、EIAに特化した最初の国際条約として1997年に発効した。

ドーハ閣僚宣言では、国レベルで環境レビューを行うことを希望する国を対象に、国家間で専門知識や経験を共有することを奨励している (2001年11月)。

環境に関する、情報へのアクセス、意思決定における市民参加、司法へのアクセスに関する条約**UNECE (オーフス) 条約 (1998年)** は、プロジェクトや計画、プログラムや政策のレベルでの意思決定を対象としており、その一環としてEIAやSEAも対象とされている (それぞれ第6条、第7条参照)。

UNEP 2002

本章の追加リソース

ブルーソリューションズは、私たちの青い惑星の持続可能な管理と公平なガバナンスのための知識と能力を集約し、共有し、生み出すためのグローバルなプラットフォームである。

<http://bluesolutions.info/>

海洋空間計画を円滑に進めるためのウェブサイト「海洋空間計画コンシェルジュ」

<http://geointerest.frih.org/msp/>

ITCが開発した無料のSMCEソフトウェア

<http://www.itc.nl/ilwis/downloads/ilwis33.asp>

NASA ARSETでは、応用リモートセンシングのトレーニングや無料のウェビナーを提供している。

<http://arset.gsfc.nasa.gov/>

GISソフトウェアおよびアプリケーションについて：

<http://freegis.org/>

<http://www.esri.com/software/arcgis/explorer>

11.5 おわりに

空間ツールは、Eco-DRR/EbA にとって非常に有望である。ハイチの例は、空間分析と意思決定を支援するためにGISとリモートセンシングを適用することの無限の可能性の一つに過ぎない。他の多くのツールと同様に、空間ツールは、データを収集して生態系の健全性を追跡することと、災害後の被害を評価することに、それぞれ使用されてきた。この2つの使用方法を融合させることへの関心が高まっているのが最近の動向であり、生態系サービスに関する空間データを、防災に利用したり、土地利用計画の改善に用いたり、Eco-DRR/EbAに関する研究に利用したりすることなどが試みられている。これらの可能性があるものの、世界の多くの地域では正確で高解像度の空間データが不足しており、それがこのツールを使用する際の制約となっている。しかし、InVESTモデルのような特定のソフトウェアは、データの乏しい国でも適用することができる。また、幸いなことに、ほとんどの国が空間データのインフラに投資をしている。

本章で紹介したツールやアプローチそれ自体は新しいものではなく、何十年もの間、天然資源管理の柱となってきたものである。革新的なのは、土地利用計画やコミュニティベースの天然資源管理をリスク軽減対策と組み合わせることだが（次章参照）、このようなアプローチはまだ主流にはなっていない。幸いにも、多くの国では、土地利用計画のアプローチにおいて、リスク評価やリスク・ゾーニングを義務付けている（オーストリアにおける洪水、暴風雨、地震、雪崩のリスクゾーンの検討や、オランダにおける洪水のリスクゾーンの検討などの例がある）。これらは有望な進展だが、人口増加による圧力の増大、土地需要の増加、気候変動の影響によるリスクの増加により、計画上の新たな課題も生じている。それと同時に、コミュニティの参加が重要であると考えられるようになり、その実現はEIA法の主流となってきている。コミュニティは、災害発生時の最初の対応者であることが多く、リスクのある地域に関する深い知見を持っているため、災害リスクの軽減において重要な役割を担っている。一方、トップダウンの災害リスク管理と対応のアプローチでは、地域固有のニーズに対応できない可能性がある。

EIAとSEAは、こうした目的実現のために非常に有望であり、環境資源の保全を目的とした数少ない法制化されたツールでもある。これまでのところ、いくつかの例外を除いて、EIAにDRRを統合する努力はほとんどなされていない。EIAやSEAにDRRを統合することには、Eco-DRR/EbAを制度化に向けた大きな可能性がある。

参考文献

- Abaza, H., Bisset, R. and Sadler, B. (2004). *Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Towards an Integrated Approach*. Geneva: UNEP. <https://unep.ch/etu/publications/textONUBr.pdf> Accessed 26 July 2019.
- Bhatt, R.P and Khanal, S.K. (2009). Environmental Impact Assessment System in Nepal – An Overview of Policy, Legal Instruments and process. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 5(2), 160-170. DOI: 10.4314/ajest.v4i9.71316.
- Boerboom, L., Flacke, J., Sharifi, A. and Atlan, O. (2009). *Web-based spatial multi-criteria evaluation (SMCE) software*. https://www.academia.edu/27497880/Web-Based_Spatial_Multi-Criteria_Evaluation_SMCE_Software Accessed 25 July 2019.
- Chambers, R. (1994). The Origins and Practice of Participatory Rural Appraisal. *World Development*, 22(7), 953-969. DOI: 10.1016/0305-750X(94)90141-4.
- do Carmo Dias Bueno, M. (2011). *Spatial Data: Use and Dissemination*. IBGE. https://unstats.un.org/unsd/demographic/meetings/wshops/Chile_31May11/docs/country/brazil02-s10.pdf Accessed 26 July 2019.
- Gupta, A.K., Kumar, A., Misra, J, and Yunus, M. (2002). Environmental Impact Assessment and Disaster Management: Emerging Disciplines of Higher Education and Practice. In *Environmental Education*. Srivastava, P. and Singh, D.P. (eds.). New Delhi: Anmol Publishers. 7- 23. DOI: 10.13140/RG.2.2.32500.55682.
- Gupta, A.K. and Yunus, M. (2004). India and WSSD (Rio +10) Johannesburg: Issues of National Concern and International Strategies. *Current Science*, 87(1), 37-43. <http://www.iisc.ernet.in/~currsci/jul102004/37.pdf>. Accessed 26 July 2019.
- Natural Capital Project. InVEST: *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*. http://www.naturalcapitalproject.org/pubs/InVEST_brochure.pdf Accessed 26 July 2019.
- NOAA. *What is remote sensing?* <http://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html> Accessed 16 February 2015.
- OECD (2006). *DAC Guidelines and Reference Series: Applying Strategic Environmental Assessment: Good Practice Guidance for Development Cooperation*. Paris: OECD. <https://www.oecd.org/environment/environment-development/37353858.pdf> Accessed 26 July 2019.
- OECD (2016). *Improving Partnerships for Effective Development: The Working Party on Aid Effectiveness*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Philippines Department of Environment and Natural Resources Environmental Impact Assessment (2011). *Technical Guidelines for Incorporating Disaster Risk Reduction (DRR) and Climate Change Adaptation (CCA) Concerns under the Philippine EIS System (EIA DRR/CCA Technical Guidelines)*.
- PEDRR (2011). *Demonstrating the Role of Ecosystem-based Management for Disaster Risk Reduction. 2011 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. PEDRR. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/PEDRR_2010.pdf Accessed 26 July 2019.
- Sadler, B. (1999). *A framework for environmental, sustainability assessment and assurance. Handbook of environmental impact assessment*, Oxford: Blackwell.
- Sadler, B. (1996). *Environmental Assessment in a changing world: Evaluating Practice to Improve Performance. International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment*. Ottawa: International Association for Impact Assessment/Canadian Environmental Assessment Agency.
- Sadler, B. and Verheem, R. (1996). *Strategic environmental assessment: key issues emerging from recent practice*. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1104cbo-action-policy-en.pdf> Accessed 26 July 2019.
- Thummarukudy, M. and Sharma Kanwar, S. (2014). *BACKGROUND PAPER Prepared for the 2015 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015: Disaster Risk Reduction is an integral objective of environment related policies and plans, including for land use, natural resource management and adaptation to climate change*, Geneva: UNEP. <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/bgdocs/UNEP%202014.pdf> Accessed 26 July 2019.
- UNEP (2002). Training session outline: Topic 2: Law, policy and institutional arrangements for EIA systems. In *EIA Training Resource Manual*. Sadler, B. and McCabe, M. (eds.). Geneva: UNEP. https://unep.ch/etu/publications/EIA_2ed/EIA_E_top2_body.PDF Accessed 26 July 2019.
- UNEP (2016). *Coastal Partners: applying ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) through a ridge-to-reef approach in Port Salut, Haiti*. Geneva: UNEP.
- World Bank (1999). OP 4.01 – Environmental Assessment. *Operational Manual*. <https://policies.worldbank.org/sites/ppf3/PPFDocuments/090224b0822f7384.pdf> Accessed 26 July 2019.
- World Bank (2012). *Strategic environmental assessment in the World Bank: Learning from recent experience and challenges*. Washington, D.C.: World Bank <http://documents.worldbank.org/curated/en/729811468331017746/Strategic-environmental-assessment-in-the-World-Bank-learning-from-recent-experience-and-challenges> Accessed 26 July 2019.



第12章

ジェンダー、災害リスク軽減、生態系を活用した災害リスク軽減と適応のためのコミュニティベースのツール

主要な問い

なぜDRRではジェンダーへの配慮が重要なのか？

Eco-DRR/EbAにおいて、ジェンダーへの配慮をどのように実践に取り入れることができるか？

生態系の管理においてコミュニティはどのような役割を果たしているのか、また、自然資源やリスクの管理にコミュニティはどのように関わることができるのか？

12.1 災害リスク軽減とジェンダー

コミュニティベースのDRRの重要な要素の一つは、女性、特に恵まれない場所に住む女性や、ジェンダー・マイノリティ・グループなど、危機的状況下で疎外されている声を統合することである。ジェンダー問題とりわけ力関係の問題は、ジェンダー対応の政策やプログラムを設計する際に十分に考慮されていないことが多い。文化的な規範や制度的な障壁は、コミュニティベースのDRRに女性やその他のジェンダー・マイノリティを包摂することの妨げになる。国連をはじめとする国際機関が採用しているジェンダー主流化アプローチでは、計画されたすべての政策やプログラムの設計、実施、モニタリング、評価、資源配分にジェンダーの視点を取り入れることが重要視されている。

第2章と第9章で見たように、女性の経験とニーズを考慮に入れ、DRRのプロセスに女性を参加させるべきである。何より、人間の安全保障は基本的人権であり、さらに女性のエンパワーメントはDRRプログラムの成功に大きな違いをもたらす (UNISDR 2008)。実際、ジェンダーに配慮しないアプローチでは、社会全体を考慮していないことになるため、潜在的に脆弱性や曝露を高めてしまう可能性がある。災害後の対応から災害前の準備まで、DRRプロセスのすべての段階で女性を参加させることで、コミュニティの対応力とリソースを向上させることができる (図12.1)。

ジェンダーバランスのとれたDRRの利点

「ジェンダーバランスのとれた災害リスク軽減は、脆弱性を軽減し、コミュニティ全体の生活を維持するための費用対効果の高いWin-Winオプションである。」

Margareta Wahlström,
国連事務総長補(災害リスク軽減担当)



図12.1
天然資源ガバナンスと管理に効果的に参加するための女性の能力向上
© UNEP 2015

成功したDRRプログラムの例は数多くあり、それらは、a) 地域の災害リスク管理能力を強化するための知識を、特に女性がどのように保持しているか、b) 女性がどのように環境保全の活動と起業家精神の育成を同時に行うことができるか、c) 伝統的なジェンダーの役割に挑戦しつつ、気候変動の悪影響に立ち向かうための出発点として、女性のジェンダー特有の役割をどのように活用することができるか、を示している。

ケーススタディ

ボリビアにおける脆弱性の低減 (UNISDR 2008)

ボリビアで行われた「ボリビアの『ヤプチリ (種をまく人)』の土着知識による脆弱性の軽減」という取り組みは、農業生産やリスク管理に関するより良い意思決定のために、気候予測に係る伝統的な知識を支援・活用することを目的としていた。次第に、農村地域の女性と男性の両方の能力を強化することに焦点が当てられるようになった。ヤプチリと呼ばれる技術提供者のグループが地域で結成され、他の農家に市場価格でトレーニングサービスを提供するようになった。このサービスは、他の技術者によるトレーニングサービスと比べ、効率は20%程度低いものの、価格は10分の1である。このプロジェクトは、2006年10月から2008年7月まで、2回の農業サイクルをカバーした。第1サイクルでは、現地の動植物を観察して気候を予測することに重点を置いた。これにより、リスクに対してより配慮のある作付計画の策定が可能になった。この最初のサイクルでは、収穫量の損失が30~40%減少した。続く第2サイクルでは、女性の市場参加へのエンパワーメントに重点を置いた。その年は、霜、洪水、干ばつ、雹による収穫量の損失が、80~90%減少した。

この活動は、地元の専門家を介して土着の知識を集約し、普及させることで、地域の災害リスク管理能力を強化した。これにより、この地域の厳しい水文気象災害、特に霜、雨、雹などの災害に対する脆弱性や、気候変動によって激化すると予測されている極端な暑さや乾燥に対する脆弱性が、ともに軽減された。ヤプチリが気候変動に直面している地域への働きかけを強化することは、これらの変化に対する地域のレジリエンスを高める上で重要なステップとなる。ヤプチリのシステムには、女性の伝統的なスキルや役割に基づく専門知識が含まれていた。

バングラデシュにおける災害対策の実施における女性のリーダーシップ

バングラデシュ南部の海岸沿いの遠隔地の村には、国の精緻な災害管理システムがまだ行き届いていない地域がある。このような状況を踏まえ、「飢餓に抵抗する行動 (ACF)」は、10の村でDRRのパイロット・プロジェクトを実施し、それぞれの村に村落防災委員会 (VDMC) と女性委員会を設置した。このプロジェクトの対象は4,000世帯以上で、そのほとんどが災害リスクにさらされている女性世帯や貧困層の女性の世帯だった。プロジェクト終了直後の2013年5月に熱帯性暴風雨「マーセン」が発生した際、女性たちは、説明を受けた災害対策を実践した。

彼女らは、国の災害管理システムの介入を受けずに、命と生活を自ら守ることができた。

準備実施の成功は女性のリーダーシップによるところが大きい。実際、プロジェクトの対象となった世帯の多くは、女性世帯主を含む、非常に貧しく災害リスクに大きくさらされた女性たちであった。またこのプロジェクトでは、その他のジェンダー的側面・問題で

ある、暴力、セクシャルハラスメント、復興支援へのアクセスの制限など、地域固有の脆弱性にも対処した。女性委員会は、このような問題を提起し、解決するための重要な触媒の役割を果たした。女性委員会は、一般的な問題や女性特有の問題 (健康、妊娠、月経衛生管理など) について話し合う場を提供した。女性委員会のメンバーの多くはこれまで村の会合に参加する機会がなく、このパイロット・プロジェクトへの参加は、選ばれた村の女性たちにとって初めての経験であった。

UNISDR (2015) Women's Leadership in Risk-Resilient Development からの引用。グッドプラクティスと教訓。

それらは、農作物や種子の保管、市場へのアクセスなど、農業の成功と安定した生計のために不可欠なものであった。このシステムのジェンダー要素は、女性に割り当てられた農作業に改善の余地があることが特定されたところから生まれた。例えば、女性は伝統的に種子等の保管を担当しているが、コミュニティのすべての女性が高い水準でこれを管理しているわけではなかった。その点、ヤプチリの女性たちは、ジャガイモの各品種や穀物、葉など、多くの種類の種子をそれらに適した方法で保管していた。さらに、どのような条件でどこに種をまくべきかについても研究し、知見を有していた。彼女たちは、リスク管理戦略に役立つ知識を持っており、他の女性農民のリスク管理の支援を行った。さらに、ほとんどの場合、ヤプチリの女性たちは、知識を伝えるだけでなく、農家の女性の分析能力を高めることにも貢献していた。また、彼女らは、順応型のリスク管理や、気候や気象災害に関連する生物指標のモニタリングにおいても積極的な役割を果たした。

マリの持続可能な生活 (UNISDR 2008)

マリのシンシベレ (Sinsibere) プロジェクトでは、農村部の女性にとって、木材の販売に代わる持続可能な収入源を開発することで、砂漠化の防止を目指した。菜園やシアバターを使った石鹸などの製品づくりがその例である。これらの代替収入源の成功には、参加した女性グループのために開発された小規模ローンシステムが重要な役割を果たした。このシステムにより、村での女性の起業が可能になった。このプロジェクトは、市議会と地域住民が共同で策定した「地域環境計画」に基づいており、当初からプロジェクト担当者と地域コミュニティが協力して取り組んできた。女性たちが小規模ローンや小口商売を管理できるように、識字率や計算能力の向上のためのコースも設けられ、起業が促されている。

ブラジルの食料安全保障 (UNISDR 2008)

ピンターダスは、ブラジルの北東部に位置し、人口の42%、1,880万人が貧困層である最貧地域である。そのうち約半数は農村部に住み、所得や平均寿命は全国平均を大きく下回っている。この地域は、降水がほとんどない半乾燥気候で、気温が高く、地下水位の深度が深く、砂質の土壌で、長期間の干ばつが続くという特徴がある。農村部における水不足は、衛生設備や農業に使える水を制限してしまうため、村全体の経済発展に深刻な影響を与えている。

ピンターダスのソーラープロジェクトは、小規模農業のためのエネルギー効率の高い灌漑技術を用いた、革新的なグッドプラクティスである。女性やその他の家族メンバーも簡単に利用法を学ぶことができ、灌漑も家庭レベルで利用することができる。

女性も男性も、小規模農業を改善するための新しい灌漑・水管理技術の扱い方を学んだ。これはピンターダスの歴史の中でも画期的なことである。このプロジェクトでは、参加型のプロセスを採用し、地元の女性協会と協力して草の根活動として行っており、ジェンダー分析は、受益者全員が効果的に利用できる技術を選択する上で重要な要素となっている。この取り組みにより、気候変動の影響を受けて激甚化が予想されるこの地域の長期的な干ばつを前に、食料や水が不足するリスクを軽減できている。



図12.2
スーダンにおけるEco-DRRの計画 © UNEP 2017



図12.3
スーダンでの再緑化 © UNEP 2017

スーダンのEco-DRR (UNEP2016)

欧州委員会の資金援助を受け、2012年から2015年にかけてUNEPと Practical Action Sudanが主導し、地元コミュニティや州政府と連携したプロジェクトが行われた。北ダフルの乾燥地の持続的な管理を通じて、食糧安全保障と災害への耐性を向上させ、コミュニティの緊張を緩和したことで、2017年にLand for Life賞を受賞した。計画から研修、実施までのすべての段階で、女性が参加した(図12.2)

コミュニティ林や植林による自然資源の管理とエンドスケープの再生は、コミュニティ林業や家庭におけるアグロフォレストリーを支援しつつランドスケープを再生する重要な取り組みであり、女性が実施していた(図12.3, UNEP2016)。

変化の担い手としての女性：必要性和機会としてのEco-DRR/EbA

多くの女性が自然資源の管理に重要な役割を果たしていることを考えると、Eco-DRR/EbA戦略は、女性グループ、計画者、政策立案者に対し、SDG5（ジェンダー平等を達成し、すべての女性と少女に力を与える）と15（陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用を促進し、森林を持続的に管理し、砂漠化と戦い、土地の劣化を止めて回復させ、生物多様性の損失を食い止める）の目標に同時に取り組む機会を提供する。また、ジェンダーと開発（GAD）フレームワークの示唆やSFDRRの期待される成果（DRRにおけるジェンダーの重要な役割にも言及しており、特に、DRRにはジェンダーを含めた社会全体の関与とパートナーシップが必要であることを強調している）を目指した努力とも統合することができる。女性の知識は、政策の議論や計画の過程で認識されなかったり、重要でないと思われたりすることが多いが、環境の変化に対処し、災害に備えるための強力なツールとなり得る。ジェンダーに配慮したEco-DRR/EbA戦略を用いて災害に備えることによる長期的な利益は、以下の通りである。

- 干ばつ、土地の劣化、海面上昇など緩慢に進行する気候関連の災害に対するジェンダーに起因する脆弱性の軽減
- 災害は、緩慢に進行するものか急激に発生するものかを問わず、人々や国の発展に困難をもたらす。災害の影響を最小限に抑えることは、国民の福祉のためにも、災害による経済的影響や社会的コストを削減するためにも、重要である。

- 女性の福利を確保することは、家庭での子どもたちの福利を確保し、前向きな社会的ダイナミクスを維持することにもつながる。
- 長期的には、Eco-DRR/EbAは、複雑に諸課題と関連するジェンダーの課題に対処する機会であり、「誰も置き去りにしない」という持続可能な開発目標に貢献する。

社会的規範が女性を災害に対しより脆弱にする可能性がある一方で、女性のユニークな立場と強みを活かしてEco-DRR/EbA戦略を計画することもできる。注意すべきなのは、Eco-DRR/EbA対策が、主に労働力や時間の面で女性に新たな負担を強いることのないように計画することである。効果的なEco-DRR戦略には何ができるかについての一般的な推奨事項は、以下の通りである。

1. よりやりがいのある生産活動やコミュニティでの役割を果たすためのスキルを身につける。
2. 自然資源の管理、ガバナンス、意思決定において、女性がリーダーシップを発揮できるようにするためには、女子／女性に教育を施すことが有効である。
3. 男子／男性に家事に関する役割を分担するよう教育することで、女性の負担を減らし、コミュニティでの役割に時間を割くことができるようになる。
4. 脆弱性を減らすために、資源の所有権やアクセス権を変更する。

これらを実現するためには、力関係も徐々に変化させていく必要があり、その過程で女性や男性のジェンダー的役割も変化していく可能性がある。ある社会が社会的、環境的、政治的、経済的变化に適応していく中で、ジェンダーの力関係も変化していく可能性がある。ジェンダー関係の変化は、社会の中から起こることもあれば（女性がジェンダーに基づく不平等に異議を唱える場合など）、外部からの圧力によって起こることもある。社会的関係に配慮しつつ、女性が行うケアやコミュニティでの役割を認識し、それに報いることで、女性の参加が促進され、最終的にはエンパワーメントにつながる。このように、Eco-DRR/EbAは、SDGsの5と15、そして仙台防災枠組に沿って、ジェンダーと開発の枠組みを通して社会的規範を再定義するユニークな機会を提供することができる。

性的・ジェンダー的マイノリティと災害リスク軽減

様々な努力と成功例があるにもかかわらず、DRRとCCAに女性が参加するにはまだ長い道のりがあるが、他の性的・ジェンダー的マイノリティのDRRとCCAにおける主流化はさらに遅れている（McSherry *et al.* 2014）。これらのマイノリティに属する人々は、そのニーズが考慮されておらず、明示的・暗示的な様々な方法で差別されているため、災害に対して非常に脆弱であることが研究で示されている（Gorman- Murray *et al.* 2014; Gaillard *et al.* 2016）。

しかし同時に、これらのマイノリティの人々は災害時に大きなレジリエンスを発揮し、社会の財産となることもある（Gorman-Murray *et al.* 2014, McSherry *et al.* 2014）。インドネシアで、ワリア（warias）とは、女性の特徴やアイデンティティを取り入れた男性のことを指す。2010年のメラピ山の噴火の際、多くのワリアは、性別が二元的に規定されていることや、敵意を向けられることを恐れて、臨時避難所に滞在しないことを選択した（Balgos *et al.* 2012）しかし、ワリアのグループとして公式に設立されたジェンダー権擁護団体（PLU）は、避難所で無料のヘアカットやメイクアップを提供し

たり、ニューハーフコンテストを開催して避難者のための募金を集めるなどして、危機に対応した (Balgos *et al.* 2012)

フィリピンで、バクラ (bakla) とは、女性のアイデンティティを持つ男性のことで、しばしば女性の仕事をする事で知られる。災害時には、避難所が男女別であることから、彼らは不快な経験をする事になり、その他の差別や嫌がらせを受けることもあった。フィリピンのコミュニティ DRR プロジェクトでは、バクラのニーズや避難時の潜在的な役割を知るために、バクラを参画させた。フォーカスグループでの議論や若者のバクラを含めた計画により、ある村ではバクラに対する差別やハラスメントを減らすことができた (McSherry *et al.* 2014)。

ジェンダーバランスのとれた Eco-DRR プロジェクト

ジェンダーに配慮した上で、Eco-DRR プロジェクトや生態系管理と DRR の関連性を考慮した政策を行うために、チェックリストを作成した (章末の「追加リソース」を参照)。このチェックリストを作成した背景には、次の2つの理由がある。それらは、a) ジェンダーに基づく格差に真剣に取り組むことを目的とした現在のグローバルな政策環境、b) 政策立案者がジェンダーに対応した政策を立案できるような、十分に比較可能な国や地域レベルのデータセットの欠如、である。

ジェンダーに基づく格差に取り組み、ジェンダー平等を推進することは、CEDAW 一般勧告、持続可能な開発目標、仙台防災枠組、愛知ターゲット、国連気候変動枠組条約など、国連のあらゆる分野の政策アプローチに反映されている。Eco-DRR 対策が一般的な政策環境に沿ったものであることの確認は、時宜を得たことである。

世界各地で発生した災害とその影響に関する文献は容易に入手できる。これらは災害のジェンダー的な影響についての証言を提供しているが、国や時間を超えて比較可能で、ジェンダーで分類された集計データは、質的にも量的にも不足している。そのため、ジェンダーに対応した DRR 政策やプログラムを策定するためには、ジェンダーに関する文献調査から得られた信頼性の高い指針が必要となる。このチェックリストは、この課題を達成することを目的としており、政策立案者、プロジェクト計画者、プロジェクト実施者にとって有用なものである。ただし、このチェックリストは、プロジェクトの指針として使用されるべきであり、ジェンダーに配慮したプロジェクトであるとラベル付けするための単なるチェックボックスではないことに留意されたい。

このチェックリストで使用されているジェンダーマーカーは、UNEP による「ジェンダーマーカー2ページ」シリーズを参考にしており、「新しいプロジェクト文書にどの程度ジェンダーが組み込まれているか」⁴を評価している。このチェックリストで使用されている4つの基準の説明は、同シリーズの第一巻にある。

12.2 コミュニティ、自然資源、リスク管理

ほとんどの計画プロセスでは、簡単な情報提供から複雑な共同意思決定スキームまでさまざまな形ではあるが、参加型プロセスが義務付けられている。コミュニティは、持続可能な土地管理と DRR において重要な役割を果たす。

4. ジェンダーマーカーシリーズは以下から参照できる:

<https://drive.google.com/drive/folders/0B-nbHeF2bGUMY2NFTE5KeVZ6YjQ>

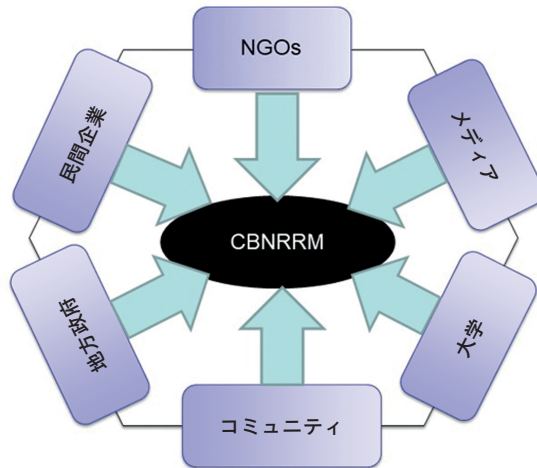


図12.4
CBNRRMのステークホルダー
© S. Sandholz 2013

彼らは自分たちの環境について専門的な知識を持っていることが多く、きれいな水や地元で手に入る資源に強く依存して生活している。そのため、計画に彼らの知識を活かすことは有益であると同時に、計画や政策の中で彼らの権利を明確に位置付けることで、彼らのレジリエンスを高めることができる。災害発生時、コミュニティは孤立していることが多く、外部からの支援が届くまでの間、命と生活を守るために自分たちのスキルや資源に頼らなければならない。外部からの支援が到着するまでの間、コミュニティが放置されることがよくあるが、地域の生態系とその財を維持するための知識があれば、命を繋ぐことができる。このような恩恵を持続させるための管理手法は、コミュニティベースの自然資源・リスク管理（CBNRRM: Community-based Natural Resource and Risk Management）と呼ばれ、ある地域の自然資源の持続可能な管理とリスク管理とを組み合わせたアプローチである。

それは、自然資源の「共同管理」（IUCN 2007）と、コミュニティベースの災害リスク軽減（Abarquez and Murshed 2004）の概念とを組み合わせたものである（図12.4）。

通常、コミュニティレベルでは、資源管理と災害・気候変動リスク管理は相互に関連しており、また関連させて考えるべきものだが、制度レベルでは隔たりが存在し続けている。自然資源管理とリスク管理を結びつけ、またそれらを結び付けるコミュニティの能力を高めることで、より強力なアプローチが可能になる。

しかし、コミュニティは極めて多様である。一般に「コミュニティ」という言葉は、ある地域に共通の関心を持つ人々の集団（村の住民、宗教団体、地域の市民社会組織など）を指すが、これらの人々は必ずしも同質的ではなく、またときには紛争もある。したがって、CBNRRMでは、コミュニティ内および外部の利害関係者との間で、対話と協力の仕組みを構築することが重要である。コミュニティ自身の他に、全体的な管理スキームに関与する可能性のあるアクターとしては、政府機関、民間セクター、NGO、メディア、学界などが挙げられる。これらのアクターも、プロジェクトの長期的な持続可能性を確保し、一貫性のない、ないし矛盾した計画の併存を避けるために極めて重要である。

前述のスーダンのEco-DRRプロジェクトでは、牧畜民と農村という全く異なるニーズを持つコミュニティのアクター間の対話を確立する必要がある、それが緊張と対立を生んだ。このプロジェクトでは、水災害に対するコミュニティのレジリエンスを高め、持続可能な乾燥地管理を促進するために、す



図12.5
 スーダンEco-DRRプロジェクト
 左:スーダンにおける、移動ルートの
 位置と目的について合意形成
 右:資源争いの防止
 © UNEP 2017

すべてのステークホルダーを集めて、コミュニティレベルで土地と水資源のガバナンスを改善した(図12.5)。

そのためには、いくつかの工夫が必要だった。

- 水資源管理委員会を設立し、水の貯留構造物の管理、洪水や干ばつの早期警告と準備、水の配分の適正化に責任を持たせる。この委員会は、より広範なランドスケープ管理プログラムや政府、NGOとも連携する。
- 動物が農地に入り込んだり、農地が放牧地を侵食したりすることによる紛争の可能性を低減するために、牧畜民コミュニティの移動ルートを画定する。

CBNRRMは、コミュニティの人々が積極的に生態系を管理し、災害への備えに取り組むことでリスクを低減できる環境を作るものである。次の章では、空間計画やコミュニティ・アプローチと組み合わせて使用できる環境管理ツールについて詳しく説明する。また、早期警報の設置や、シェルターを持つことなどを通じて、コミュニティが災害への備えをしておくことも重要である。

12.3 おわりに

災害の影響を軽減し、持続可能で公平な開発を実現するためには、あらゆるレベルのDRRやCCAに女性を含めることが重要である。また、女性だけでなく、LGBTIグループなどの他のジェンダー・マイノリティも、取り残される可能性や、性別を必要とするサービスや差別的なサービスにアクセスできないなどの影響を受ける可能性があるため、すべてのジェンダーの多様性に配慮することが不可欠である(Gaillard *et al.* 2016)。

NGOや国際開発機関は、国際レベルで行われているアドボカシーや活動のおかげで、ジェンダーへの配慮を仕事に取り入れるようになってきている(Aguilar 2015)。女性やその他のジェンダー・マイノリティを指導者レベルでエンパワーすることは重要だが、このようなレベルの人はまだ少ないのが現状である。DRRにおけるエンパワーメントとエンゲージメントは、多くの成功をもたらし、災害の影響を軽減してきた。特に一部の国では、Eco-DRR/EbAの観点から、女性やその他のマイノリティが自然資源管理に関与することで、大きな変化をもたらしつつある。

自然資源や災害リスク管理へのコミュニティの参加は、単なる相談や個別の活動にとどまらない。それは、コミュニケーションの促進や能力強化、コミュニティから政府まであらゆるレベルの組織との連携を必要とするものであり、困難を伴うこともある。しかし、リスク評価から計画、そして最終的な管理までのプロセスをコミュニティとともに行うことで、理解と革新が促され、最終的にはプロセスそのものが長続きすることにつながる。

ジェンダーマーカー 1: 文脈		
1	プログラムは、国際レベルでのジェンダー分析を行っているか？	Y/N
2	プログラムは、国レベルでのジェンダー分析を行っているか？	Y/N
3	プログラムは、現場レベルでのジェンダー分析を行っているか？	Y/N
4	プログラムでは、ジェンダー分析を補足・実証するための統計や事例を紹介しているか？	Y/N
5	プログラムに、現場レベルでのジェンダー分析に特化した専門家やパートナー組織が含まれているか？	Y/N
ジェンダーマーカー 2: 実装		
デザイン		
1	プログラムは、ジェンダーに取り組むための国際的なアプローチや枠組みに沿っているか？（例：ジェンダー主流化、ジェンダーと開発、SDGsのジェンダー要素、仙台枠組、CEDAW一般勧告No.37、愛知ターゲット14、UNFCCC）	Y/N
2	プログラムは、ジェンダーに基づく不平等に対処するための具体的な方策を提案しているか？	Y/N
3	提案された施策は、特定のジェンダーギャップを解消するための活動と成果との間の因果関係を明確に示しているか？	Y/N
4	計画されたプログラムは、ジェンダーの固定観念に基づいているか？	Y/N
5	計画されたプログラムは、固定観念にとらわれたジェンダーの期待を強化するものか？	Y/N
6	計画されたプログラムには、既存のジェンダー規範に挑戦するような要素があるか？	Y/N
7	計画された活動は、女性の日常生活や責任を考慮しているか？（例：女性の都合のつく時間帯に研修を実施することなど）	Y/N
8	家庭外で働く女性は、計画されたプログラム活動に参加できるか？	Y/N
9	家庭内で働く女性は、計画されたプログラム活動に参加できるか？	Y/N
モニタリングと評価		
10	計画されたプログラムは、女性と男性の間の階級・人種・民族・カーストなどのアイデンティティの違いを考慮しているか？	Y/N
11	プログラムは、ジェンダーに対応したデータ収集ツールを使用しているか（例：ジェンダー特有の活動を考慮したアンケート、個別ないし合同の実施を通じ女性と男性の有意義な参加を可能にすることに配慮したフォーカス・グループ・ディスカッションやステークホルダー会合、男女両方へのインタビューなど）？	Y/N
12	プログラムは男女別の表示が可能なツールを使用しているか？（例：時間の使い方のパターン、収入を得るための仕事、収入を伴わないリプロダクティブな仕事、コミュニティでの仕事）	Y/N
13a	計画されたプログラムは、いずれかのコミュニティの女性に何らかの形で悪影響を与える可能性があるか？	Y/N
13b	「はい」の場合、プログラムには、女性が潜在的に直面する可能性のある反発やリスクを軽減するための計画が含まれているか？	Y/N
14	計画されたプログラムは、男性や他の女性と比較で、特定のグループの女性に報酬を伴わない追加的な負担を与えているか？	Y/N
スタッフ		
15	プログラムは、スタッフのジェンダーバランスが取れているか？	Y/N
16	プログラムのスタッフの中に、指導的立場にある女性がいますか？	Y/N

ジェンダーマーカー 3: ログフレーム		
1	プログラムは、短期的に、女性の参加、影響力、および女性の能力やリーダーシップに関する態度の変化といった、ジェンダー的成果をもたらし、ないし目標とすることができるか？（例：ジェンダー研究、研修プログラム、パンフレットの配布を通じた意識向上、女性の参加拡大につながる機会や場の創出、現場レベルの活動での女性の指導的地位の確保など）	Y/N
2	プログラムは、中期的に、女性の参加、影響力、および女性の能力やリーダーシップに関する態度の変化といった、ジェンダー的成果をもたらし、ないし目標とすることができるか？	Y/N
3	プログラムは、長期的に、女性の参加、影響力、および女性の能力やリーダーシップに関する態度の変化といった、ジェンダー的成果をもたらし、ないし目標とすることができるか？	Y/N
4	プログラムは、ジェンダーごとに集計された結果を明示的に示しているか？（例：アンケート/調査分析で、階級、人種、障害、年齢などその他の脆弱性を考慮しても、Eco-DRR活動への女性の参加や、女性リーダーの数が増えたか？）	Y/N
5	プログラムは、いずれかの段階で、ジェンダー化された仕事のパターンに挑戦したり、変えたりするような成果をもたらす可能性があるか？（例：女性が報酬を得られるEco-DRR関連の仕事の創出、女性の有償労働への参加の増加、世帯員全員による無給の仕事の分担、ケアの仕事の分担、水汲みや薪集め、水の管理などのリプロダクティブな仕事の負担の分担や軽減。）	Y/N
ジェンダーマーカー 4: 予算		
1	プログラムの予算は、ジェンダーに配慮しているか？（例：国際的、国内的、地域的なジェンダー専門家を特別に雇用するための配分、個人やグループの起業活動を強化するための女性向け融資の提供、災害後シナリオのDVの被害者への支援のための配分などはあるか？）	Y/N
2	プログラム予算には、ジェンダー平等を推進するための費用が計上されているか？（例：ジェンダーセンシティブな研修/意識向上プログラムの開催、パンフレットの印刷/配布、女子の通学用自転車の供与、女子/女性の研修用奨学金、育児支援など）	Y/N
3	予算には、女性と男性に対するジェンダー的な期待や、仕事のパターンを変えるための投資があるか？（例：女性が特定のトレーニングプログラムに参加するためにお金を払うことで、それらのプログラムの参加に要する女性の時間と努力を正當に評価する。）	Y/N

参考文献

- Abarquez, I. and Murshed, Z. (2004). *Community-based Disaster Risk Management: field practitioners' handbook*. Bangkok: Asian Disaster Preparedness Centre. <http://www.adpc.net/pdr-sea/publications/12handbk.pdf> Accessed 26 July 2019.
- Aguilar, L., Granat, M., and Owren, C. (2015). *Roots for the Future: The landscape and Way forward on Gender and Climate Change*. Washington, DC: IUCN and GGCA. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2015-039.pdf> Accessed 26 July 2019.
- Balgos, B., Gaillard, J.C. and Sanz, K. (2012). The *warias* of Indonesia in disaster risk reduction: the case of the 2010 Mt Merapi eruption in Indonesia. *Gender and Development*, 20(2), 337-348. DOI: 10.1080/13552074.2012.687218.
- Berkes, F., Kofinas, G. P., and Chapin III, S. F. (2009). Conservation, Community, and Livelihoods: Sustaining, Renewing, and Adapting Cultural Connections to the Land. In *Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-based Natural Resource Management in a Changing World*. Chapin III, S. F., Kofinas, G. P., and Folke, C. (eds.). New York: Springer. 129-148.
- Borrini-Feyerabend, G., Pimbert, M., Farvar, M.T., Kothari, A. and Renard, Y. (2004). *Sharing Power. Learning by doing in co-management of natural resources throughout the world*. London: IIED, Tehran: IUCN CEESP CMWG.
- Brink, E., Aalders, T., Ádám, D., Feller, R., Henselek, Y., Hoffmann, A., Ibe, K., Matthey-Doret, A., Meyer, M., Negrut, N.L., Rau, A.-L., Riewerts, B., von Schuckmann, L., Törnros, S., von Wehrden, H., Abson, D.J. and Wamsler, C. (2016). Cascades of green: A review of ecosystem-based adaptation in urban areas. *Global Environmental Change*, 36, 111-123. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2015.11.003.
- Gaillard, J. C., Sanz, K., Balgos, B. C., Dalisay, S. N. M., Gorman-Murray, A., Smith, F. and Toelupe, V. (2016). Beyond men and women: a critical perspective on gender and disaster. *Disasters*, 41(3), 429-447. DOI: 10.1111/disa.12209.
- Gorman-Murray, A., Morris, S., Keppel, J., McKinnon, S. and Dominey-Howes, D. (2014). The LGBTI community in the 2011 Queensland floods: marginality, vulnerability and resilience. *LES Online*, 6(1), 4-20. <https://ro.uow.edu.au/sspapers/3675/>. Accessed 26 July 2019.
- IUCN (2007). *Co-management of natural resources : organising, negotiating and learning-by-doing*. Gland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/7839> Accessed 25 July 2019.
- McSherry, A., Manalastas, E.J., Gaillard, J.C. and Dalisay, S.N.M (2014). From Deviant to *Bakla*, Strong to Stronger: Mainstreaming Sexual and Gender Minorities into Disaster Risk Reduction in the Philippines. *Forum for Development Studies*, 42(1), 27-40. DOI: 10.1080/08039410.2014.952330.
- PEDRR (2011). *Demonstrating the Role of Ecosystem-based Management for Disaster Risk Reduction*. 2011 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. PEDRR. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/PEDRR_2010.pdf Accessed 26 July 2019.
- Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (2013). *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. Tokyo: United Nations University Press. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995> Accessed 26 July 2019.
- Rex, H.C. and Trohanis, Z. (2012). Making women's voices count: integrating gender issues in disaster risk management: overview and resources for guidance notes. *East Asia and the Pacific Region sustainable development guidance note; no. 10. Gender and disaster risk management*. Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/10/16875436/making-womens-voices-count-integrating-gender-issues-disaster-risk-management-overview-resources-guidance-notes>. Accessed 25 July 2019.
- UNEP (2016). *Wadi Partners: food security and disaster resilience through sustainable drylands management in North Dafur, Sudan*. Geneva: UNEP.
- UNISDR (2008). *Gender perspectives: integrating disaster risk reduction into climate change adaptation*. Geneva: UNDRR. https://www.unisdr.org/files/3391_GenderPerspectivesIntegratingDRRCCGood20Practices.pdf Accessed 25 July 2019.
- UNISDR (2012). *How To Make Cities More Resilient – A Handbook For Local Government Leaders*. Geneva: UNDRR. http://www.unisdr.org/files/26462_handbookfinalonlineversion.pdf Accessed 5 January 2015.
- UNISDR (2014). *Gender Responsive Disaster Risk Reduction: A contribution by the United Nations to the consultation leading to the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction (WCDRR) 2014*. Geneva: UNDRR. https://www.preventionweb.net/files/40425_gender.pdf Accessed 5 January 2015.
- UNISDR, UNDP and IUCN (2009). *Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive Policy and Practical Guidelines*. Geneva: UNDRR. https://www.unisdr.org/files/9922_MakingDisasterRiskReductionGenderSe.pdf Accessed 5 January 2015.
- UNISDR (2015). *Women's leadership in risk-resilient development: good practices and lessons learned*. Bangkok: Thammada Press Co., Ltd https://www.unisdr.org/files/42882_42882womensleadershipinriskresilien.pdf Accessed 26 July 2019.
- Wiesner, D. (1995). *EIA the environmental impact assessment process: What it is and what it means to you. A manual for everyone concerned about the environment and decisions made about its development*. Dorset: Prism Press.
- World Bank (2003). *A User's Guide to Poverty and Social Impact Analysis, Poverty Reduction Group and Social Development Department*, Washington, DC: World Bank. http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/490023-1121114603600/12685_PSIUsersGuide_Complete.pdf Accessed 25 July 2019.
- World Bank (2012). *Gender and Disaster Risk Management – Guidance Notes: Making Women's Voices Count Addressing Gender Issues in Disaster Risk management in East Asia and the Pacific*. World Bank. https://www.preparecenter.org/sites/default/files/gender_and_drm_guidance_note_1.pdf Accessed 25 July 2019.

第13章

生態系を活用した災害リスク軽減と適応に資する持続可能な土地・水管理ツールとアプローチ

主要な問い

Eco-DRR/EbAに資する主な管理ツールやアプローチはどのようなものか？

それらのツールはどのように機能し、Eco-DRR/EbAをどのように統合することができるのか？

13.1 生態系を活用した災害リスク軽減と適応に資する管理ツールとアプローチ

本章では、長期的なリスク軽減に資する主要なEco-DRR/EbA管理ツールとアプローチを概観する。これらは、空間計画とコミュニティベースの参加という横断的なテーマのもとで統合的に活用される必要がある。

本章では、統合的水資源管理（IWRM）に焦点を当てるが、以下についても簡単に説明する。

- 持続可能な土地管理（SLM）
- 統合的沿岸管理（ICZM）
- 統合的火災管理（IFM）
- 保護地域管理（PAM）

ここで紹介されているツールとアプローチのほとんどは、自然資源管理の文脈で見られるものである。これらは、災害リスク軽減や気候変動適応のために適切であり、非常に効果的である。しかし、災害管理者は災害リスクの軽減における生態系の役割を必ずしも考慮していないため、DRRとの関連でこれらのアプローチが活用されることは一般的とは言えない。

統合的水資源管理（IWRM）は、水関連の災害が災害の中でも世界中で最も多くの人々に影響を与えていることから、Eco-DRR/EbAに資する一般的なアプローチの一つである。IWRMは、経済的・社会的福祉の最大化を目指して水・土地・関連資源を管理するための、ガバナンスと開発プロセスである。優れたIWRMは、集水域管理の改善、衛生サービスの向上、汚染の低減、優れたガバナンスなどに向けたより良い政策であり、それらはすべてDRR/CCAの実践に役立つ（**図 13.1**）（Blackwell and Maltby 2006, Butterworth *et al.* 2010）。

ツールとアプローチ

本書では、IWRMやICZMを、水資源や沿岸地域に関する計画上の問題に対処する管理アプローチないしプロセスと呼ぶ。それぞれの管理アプローチには、意思決定者やプロジェクト管理者が、適切な管理行為の選択を十分な情報を踏まえて行うための一連のツール（GIS、土地利用とリスクのマッピングなど）がある。

統合的水資源管理

それは何か？ 水、土地関連資源を管理するためのガバナンスと開発プロセス。

なぜ水が重要なのか？ 多くの災害は、水の量が多すぎたり少なすぎたりすることが原因である。

どのようにして行われるのか？ 柔軟かつ常識的なアプローチにより、対策を可能にする環境を整え、制度的な枠組みを定め、適切な管理手段を開発する。

REFERENCES:

世界水パートナーシップ（GWP）

<http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-WRM/>

衛生設備を含むすべての淡水関連問題に関する国連の機関間メカニズム（UN Water）

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

持続可能な水管理における能力開発（Cap-Net UNDP）

<http://www.cap-net.org/>



図 13.1
モロッコの貯水池
© S. Sandholz

持続可能な土地管理 (SLM) とは、生態系サービスと生活の維持を目的とした農業と林業の管理手法を指す。アグロフォレストリー・システムは、農業と林業を組み合わせ、生産性が高く、同時に健全な土地利用システムを構築するものである。土壌の安定性が向上し、流出が減少することで、地滑りや洪水などの災害が減少すると同時に、生活に利益をもたらすことができる (図13.2) (Sanz *et al.* 2017)。



図13.2
ブラジルのアグロフォレストリー・システム
© U. Nehren

持続可能な土地管理

それは何か？ 農業と林業を組み合わせた複合的なアプローチ。

なぜそれを行うのか？ 生産性の高い農林業システムと持続可能な土地利用を組み合わせるため。

どのように行われるのか？ 土壌、水、動物、植物を利用して、変化する人間のニーズを満たす商品を生産すると同時に、これらの資源の長期的な生産能力と環境機能の維持を確保すること。

REFERENCES:

世界の保全のためのアプローチと技術の概観

<https://www.wocat.net/>

国連食糧農業機関 (FAO) の持続可能な土地管理に関する調査

<http://www.fao.org/nr/land/sustainable-land-management/en/>

統合的沿岸管理 (ICZM) とは、計画策定、資源管理、情報基盤整備、コミュニティ参加などの要素を含む、沿岸域を管理するための学際的なアプローチである。ICZMはもともと自然資源管理の手法であったが、沿岸のリスクを軽減するために資源や人々の計画・管理を調整するなど、災害リスクを考慮するようになってきている。

世界人口の多くが海面上昇や高潮の危険にさらされている沿岸地域に居住しており (Marfai and King 2008)、多くの沿岸地域が同様の土地利用計画で構成されていることから、ICZM の重要性は高まっている (参照: Coast Conservation Department 1997)。ローカルな規模では、マングローブの再植林や自然の緩衝材としての砂丘の保護など、Eco-DRR/ EbA 対策が重要性を増している (図13.3)。その他の手法としては、管理された再調整 (managed realignment) があり、これは、海の保護を拡大させて、塩湿地や浸水域などの自然生態系によって沿岸のリスクを緩衝しようとするものである。



図13.3
インドネシア・ジャワ島の洪水に見舞われた海岸線
© S. Sandholz

統合的沿岸管理

それは何か？ 沿岸域を管理するための学際的なアプローチ。

なぜそれが必要なのか？ 沿岸地域は複数の災害にさらされており、人口も多い。

どのように行われるのか？ 計画策定、資源管理、情報基盤整備、コミュニティ参加を含む。

生態系を活用した対策、人工的な対策、非構造物対策の組み合わせを採用する。

REFERENCES:

欧州沿岸域政策

<http://ec.europa.eu/environment/iczm/home.htm>

世界銀行 – プロジェクトとオペレーション: ICZM

<http://www.worldbank.org/projects/P097985/integrated-coastal-zone-management?lang=en>

統合的火災管理（IFM）の目的は、特定のランドスケープや地域の自然環境や社会経済状況に対する火災の有益な影響／有害な影響のバランスをとり、人間の生活や生態系の機能を脅かす山火事災害のリスクを軽減することである（図13.4）（Bryant 2008, Myers 2006）。



図13.4
チリの森林火災早期警戒システム
© U. Nehren

統合的火災管理

それは何か？ 火災を防止、メンテナンス、制御し、または火入れを利用するための技術的な判断や行動。

なぜそれが必要なのか？ あるランドスケープの中で、自然環境や社会経済状況に対する火災の有益な影響／有害な影響のバランスをとるため。

どのように行われるのか？ 早期警戒、能力開発、時には制御された火災など、さまざまな要素がある。

REFERENCES:

321 火災管理:

<http://www.321fire.co.mz/>

世界火災監視センター (GFMC)

<http://www.fire.uni-freiburg.de/>

ザ・ネイチャー・コンサーバンシー

<http://www.nature.org/ourinitiatives/habitats/forests/howwework/integrated-fire-management.xml>

保護地域 (PA) とは、明確に定義された地理的空間であり、法的またはその他の効果的な手段により、自然を長期的に保全し、それに伴う生態系サービスや文化的価値を確保するために特定、指定、管理されている。保護地域では、DRRとCCAの目標を管理計画に盛り込むケースが増えている (図13.5) (Murti and Buyck 2014)。



図13.5
ネパール保護地域緩衝地帯のコミュニティ森林
© S. Sandholz

保護地域管理 (PAM)

それは何か？ 保護地域が将来にわたって価値を維持するように管理するためのアプローチ。

なぜそれが必要なのか？ 地球上の約20%を占める自然保護地域は、レジリエントな生態系に向けた効果的な長期的管理のベンチマークとなっている。

どのように行われるのか？ 生態系と自然資本の価値、脅威、脆弱性を網羅した評価、およびそれらの保全のための提言を行う。

REFERENCES:

国際自然保護連合 (IUCN)

http://www.iucn.org/about/work/programmes/gpap_home/gpap_capacity2/gpap_bpg/

都市の保護地域に係る IUCN 刊行物

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-022.pdf>

保護地域管理センター

<http://warnercnr.colostate.edu/hdnr-research-outreach/outreach/center-for-protected-area-management-and-training>

ここで紹介した各アプローチは、地域のリソースに応じて、特定の地理的エリアや生態系の長期的に持続可能な管理を目的としている。これらのツールは、例えばコミュニティベースのアプローチでSLMとIFMを結びつける場合など、組み合わせることも可能である (第12章参照)。

13.2 災害リスク軽減と適応に資する 統合水資源管理の例

これらの統合的管理アプローチはどのように機能し、Eco-DRR/EbA をどのように統合することができるのだろうか。洪水や干ばつのリスクを軽減するために、IWRMにEco-DRR/EbA対策を統合することを例に挙げて、この疑問に答えてみたい。

多分野における政策と同様に、IWRM は、水資源管理が農林業やエネルギー、都市計画などのさまざまなセクターと密接に関連していることを認識し、統合的なアプローチをとっている (Butterworth *et al.* 2010, Hey and Heltne 2014)。

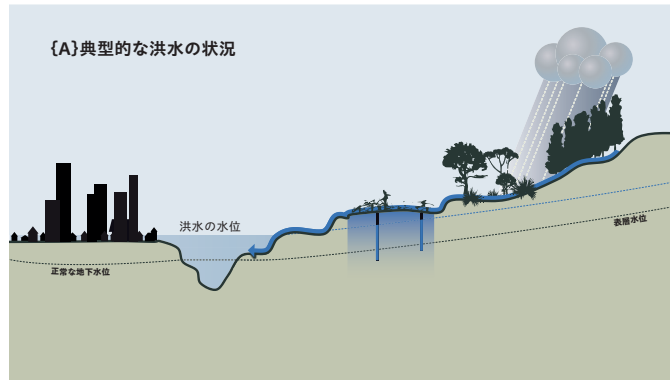
IWRM は通常、例えばミシシッピ川流域など、流域レベルで実施される (The Wetlands Initiative 2004)。IWRM は、重要な生態系の持続可能性を損なうことなく社会福祉を最大化するために、源流域と河川沿岸域、地表水と地下水、水質と水量を含む水循環全体を包括的に管理し、水の利用可能性と異なる水利用者からの要求を調和させることを目的としている。

IWRMは、DRRやCCAの政策やその実施の要素、特に非常に高い損失や損害を伴うことが知られている洪水や干ばつなどの水関連の災害との関連性を通じて、Eco-DRR/EbAの要素を含むことができ、またそうすべきである。

洪水や干ばつにつながる水循環

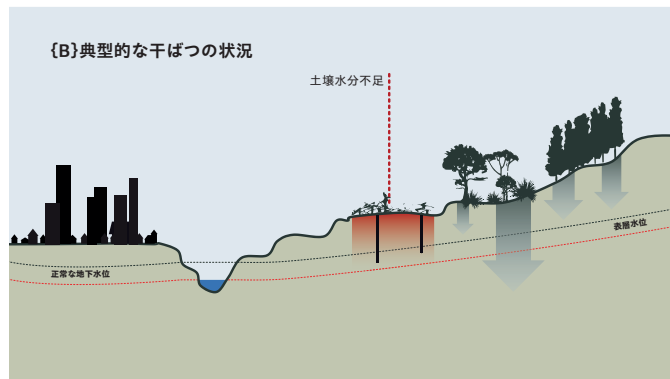
強い雨が降ると、表面流出が発生し、下流に浸水する (図13.6)。

図13.6
典型的な洪水の状況
コンセプト:L. Ribbe
デザイン:S. Plog



干ばつが長引くと、農業、人間、生態系が利用できる水が土壌や地下水で減少する (図13.7)。

図13.7
典型的な干ばつの状況
コンセプト:L. Ribbe
Design: デザイン:S. Plog



IWRM とリスク軽減

貯水は、何世紀にもわたって、気候変動の影響を軽減するための重要な管理手段となってきた。それは、洪水のピークを抑制し、渇水期に備えて水を蓄えるのに役立つ。流域内の生態系の管理方法は、大規模な貯水池の建設に代わる、または追加的な貯水の方法を提供する上で重要な役割を果たす。どんな流域でも、水は土壌、湿地、帯水層に自然に蓄えられるからである。

洪水や干ばつにうまく対処するために、次のような方法を含め、さまざまな形で貯水量を増やす生態系機能を利用することができる。

- 1) 雨水利用のための等高線トレンチやバンドによるランドスケープ管理 (図 13.8)。
- 2) マルチングによる浸透量の増加、土壌中の有機物の増加を通じた、土壌の空隙率と土壌の貯水量の増加などの土壌管理 (図 13.8)。
- 3) 森林再生やアグロフォレストリーの導入により、降雨の影響を遮断し、水の深い浸透を支援するための植生を管理 (図 13.8)。

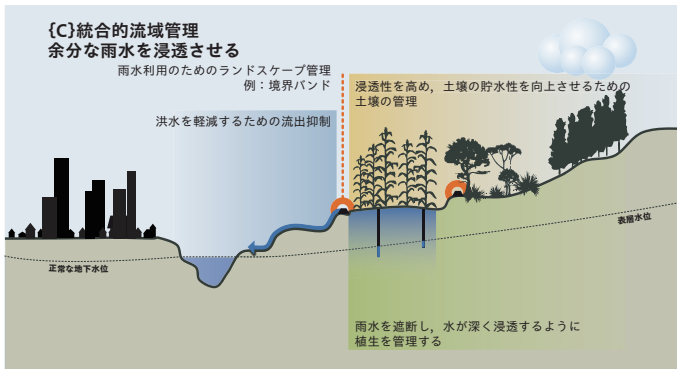


図 13.8
統合的流域管理: 余分な雨水を浸透させる
コンセプト L. Ribbe; デザイン: S. Plog

- 4) 浸水リスクを抑制するための生態系を活用したその他の選択肢には、河岸植生の密度や河川形態の調整など、氾濫原内の貯留や排水を制御する対策がある。これらの対策を組み合わせることで、ピーク時の表面流出量を抑制し、浸水リスクを低減することができる (図 13.9)。

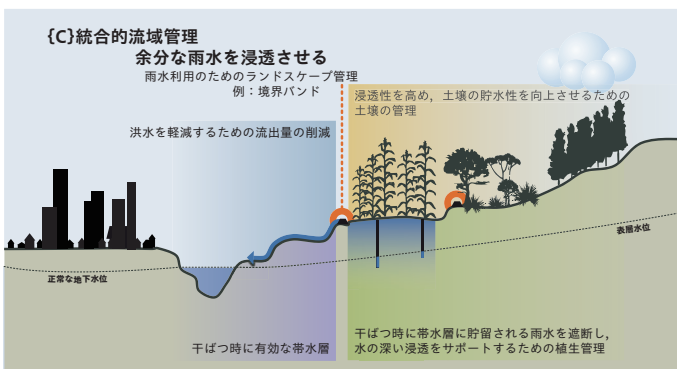


図 13.9
統合的流域管理: 余分な雨水を浸透させる
コンセプト L. Ribbe; デザイン: S. Plog

同時に、これらの対策は、長期的な干ばつの際の最後の水の供給源となる地下水の貯蔵量増加にも役立つ。

適切なIWRMには、生態系を活用したアプローチが中心的な役割を果たすことが望まれる、統合洪水管理と統合干ばつ管理とが含まれる(WMO/GWP Integrated Drought Management Programme 2014, WWF2002)。適切な流域管理の実践による雨水の浸透は、IWRMが洪水と干ばつとともに軽減するのに貢献する例である。ハザードマップや気候変動の将来予測を利用することで、リスクを軽減するための絞った対策を確実に行うことができる。現在および予測される気候に適しており、多様性に富み、さらに斜面の安定化、浸透、水利用に必要な根系および機能を持つような植物を植えることも、Eco-DRR/EbAにおいて重要な考慮事項である。

13.3 おわりに

ここで提示されたツールやアプローチは新しいものではなく、何十年の間、自然資源管理の柱となってきた。最近では、災害リスク軽減と自然資源管理を組み合わせることが重視され、CCAの視点も考慮されつつある。このような生態系を活用したアプローチは、早期警報、災害事前準備、リスクマップ作成などの古典的なDRR活動と組み合わせることで、リスクを減らし、命を救うという点で、より効果的で持続可能なものとなっている。

IWRMやその他の統合的アプローチは、Eco-DRR/EbA対策を盛り込むための複数の機会を提供する。これらの対策は、通常、生態系の機能を改善することを目的としている。IWRMにおいては、土壌、地下水、氾濫原などの集水域の適切な区画に水を蓄えることで、一方では洪水のピークを軽減し、他方では渇水期に備えて水を蓄えることができる。ICZMは、海岸線、海洋資源、河川や流出水などを対象とし、海に流入する水を包括的に管理することを目的としている。包括的なICZMは、尾根からサンゴ礁まで(ridge-to-reef)のアプローチをとることができる。

SLMは、放牧、農業、林業などの土地利用を管理することで、土地の劣化を緩和する。IFMは火災の抑制に役立ち、PA管理は保護地域を効果的に管理するためのアプローチである。保護地域は比較的手つかずの生態系を有していることが多く、Eco-DRR/EbAにとって大きな資産となる。

管理技術は生態系に依存するため、その適切な使用にはローカルな知見や先住民の知識が非常に重要になる。植生を回復する際には、使用する種の多様性と種類を考えることが重要である。これについては、次の章で詳しく説明する。生態工学的手法は、保護サービスのために特定の種を使用する場合に用いられることもある用語である。

参考文献

- Adikari, Y. and Yoshitani, J. (2009). *Global Trends in Water-Related Disasters: an insight for policymakers*. Paris: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181793> Accessed 24 July 2019.
- Blackwell, M.S.A. and Maltby, E. (eds.) (2006). *Ecoflood guidelines: how to use floodplains for flood risk reduction*. Luxembourg: European Commission. https://d3n8a8pro7vhm.cloudfront.net/yycars/pages/20/attachments/original/1498666598/EU_Ecoflood_Guidelines_HOW_TO_USE_FLOODPLAINS_FOR_FLOOD_RISK_REDUCTION_compressed.pdf?1498666598 Accessed 24 July 2019.
- Butterworth, J., Warner, J., Moriarty, P., Smits, S. and Batchelor, C. (2010). Finding Practical Approaches to Integrated Water Resources Management. *Water Alternatives*, 3(1), 68-81. <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol3/v3issue1/77-a3-1-4/file> Accessed 24 July 2019.
- Bryant, C. (2008). *Understanding bushfires: trends in deliberate vegetation fires in Australia. Technical and background paper. No. 27*. Canberra: Australian Institute of Criminology. <http://www.aic.gov.au/publications/current%20series/tbp/21-40/tbp027.aspx> Accessed 24 July 2019.
- Cap-Net/UNDP, Nile IWRM- Net, UNDRR and UNOCHA (2009). *Training Manual: Hydro-climatic Disasters in Water Resources Management*. Pretoria: Cap-Net/UNDP. https://www.unisdr.org/files/10358_ManualforHydroclimaticDisastersinWa.pdf Accessed 24 July 2019.
- Coast Conservation Department (1997). *Revised Coastal Zone Management Plan, Sri Lanka*. Colombo: Coast Conservation Department of the Ministry of Fisheries and Aquatic Resources Development. <https://www.crc.uri.edu/download/SLCZPlan97.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Critchley, W. and Siegert, K. (1991). *Water Harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. Rome: FAO. <http://www.fao.org/docrep/U3160E/u3160e00.htm#Contents> Accessed 24 July 2019.
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., Sandwith, T. and Sekhran, N. (eds.) (2010). *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland/ Washington, DC/New York: IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF. http://cmsdata.iucn.org/downloads/natural_solutions.pdf Accessed 24 July 2019.
- Fernando, H.J.S., Mendis, S.G., McCulley, J.L. and Perera, K. (2005). Coral poaching worsens tsunami destruction in Sri Lanka. *Eos Transactions, American Geophysical Union*, 86(33), 301-306. DOI: 10.1029/2005EO330002.
- Hey, D.L. and Heltne, P.G. (2014). Thinking like a river: A Riverine National Park for the Upper Mississippi River. *Ecological Engineering*, 68(8), 8-13. DOI: 10.1016/j.ecoeng.2013.12.058.
- Hey, D. L., Montgomery, D. L., Urban, L. S., Prato T., Forbes A., Martell M., Pollack J., Steele Y., and Zarwell R. (2004). *Flood Damage Reduction in the Upper Mississippi River Basin: An Ecological Alternative*. URL: Chicago, Illinois: The Wetlands Initiative. https://www.wetlands-initiative.org/images/pdf-docs/publications/FLOOD/research/flood_damage_reduction_in_umrb.pdf https://static1.squarespace.com/static/567070822399a343227dd9c4/t/568d6213c647ad1e518d2b07/1452106259180/flood_damage_reduction_in_umrb.pdf Accessed 24 July 2019.
- Johnson, B.L., Richardson, W.B. and Naimo, T.J. (1995). Past, present and future concepts in large river ecology. How rivers function and how human activities influence river processes. *BioScience*, 3(45), 134-141. DOI: 10.2307/1312552.
- Kay, R. and Alder, J. (1999). *Coastal Planning and Management*. London: CRC Press.
- Kramer, R. A., Richter, D.D., Pattanayak, S. and Sharma, N.P. (1997). Ecological and Economic analysis of Watershed Protection in Eastern Madagascar. *Journal of Environmental Management*, 49(3), 277-295. DOI: 10.1006/jema.1995.0085.
- Marfai, M.A. and King, L. (2008). Potential vulnerability implications of coastal inundation due to sea level rise for the coastal zone of Semarang city, Indonesia. *Environmental Geology*, 54(6), 1235-1245. DOI: 10.1007/s00254-007-0906-4.
- Murti, R. and Buyck, C. (eds.) (2014). *Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Gland: IUCN. <https://www.iucn.org/sites/dev/files/2014-038.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Myers, R. L. (2006). *Living with Fire— Sustaining Ecosystems and Livelihoods Through Integrated Fire Management*. Tallahassee, Florida: Global Fire Initiative/The Nature Conservancy. http://www.conservaiongateway.org/Documents/Integrated_Fire_Management_Myers_2006.pdf Accessed 24 July 2019.
- Plate, E.J. (2002). Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, 267(1 and 2), 2-11. DOI: 10.1016/S0022-1694(02)00135-X.
- Sanz, M.J., de Vente, J., Chotte, J.-L., Bernoux, M., Kust, G., Ruiz, I., Almagro, M., Alloza, J.-A., Vallejo, R., Castillo, V., Hebel, A., and Akhtar-Schuster, M. (2017). *Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation. A Report of the Science-Policy Interface*. Bonn: UNCCD. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD_Report_SLM_web_v2.pdf Accessed 24 July 2019.
- WMO/GWP Integrated Drought Management Programme (2014). *National Drought Management Policy Guidelines – A Template for Action* (D.A. Wilhite). Geneva/Stockholm: WMO/GWP. https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1164_en.pdf Accessed 24 July 2019.
- WWF (2002). *Managing floods in Europe: the answers already exist. More intelligent river basin management using wetlands can alleviate further flooding events*. WWF background briefing paper. WWF, Brussels, Belgium.



第14章

災害リスク軽減と気候変動適応
のための生態工学的手法

主要な問い

生態工学的手法とは何か？

その可能性と限界は何か？

14.1 生態工学的手法

DRRの構造物対策としては、防潮堤や堤防などの「グレー」なインフラが用いられることが多い。多くの場合、その有効性は証明されているが、これらも失敗することがあり、また、限られた便益しか得られない。それに対しグリーン・ブルーインフラ (GBI) は、DRRとCCAのために、ここ10年で注目を集めている。さらに、仙台モニターの目標CとDでは、それは重要なインフラとして認識されており、報告対象にもなっている。

自然インフラとグリーンインフラという言葉は、しばしば同じ意味で使われるが、自然インフラと再構築されたインフラとを様々なレベルで区別することもできる。グリーンインフラとは、「グリーンベルト」や「保護林」、「護岸」など、ランドスケープを構成する要素を指す。ブルーインフラとは、都市部の池やサンゴ礁などの水景を指し、両者を合わせてGBIと呼ぶ (Sebesvari *et al.* 2019)。Da Silva and Wheeler (2017) は、「自然」、「ブルー」、「エコロジカル」インフラよりも、グリーンインフラという用語を使うことを提案しているが、その背景には、それが最も広く使われている用語であり、米国やEUの政策でも採用されているということがある。また、グリーンインフラはSFMの技術ガイドラインで使用されている用語にも対応している。

人工的なインフラ (またはグレーインフラ) と生態学的でグリーンなインフラを組み合わせることは、しばしばハイブリッドな解決策と呼ばれる。生態工学的手法は、DRRのための人工的なインフラ (堤防、防波堤、防潮堤など) と、自然インフラやグリーンインフラとも呼ばれる生態系の提供する保護機能を組み合わせたものである (Dow Chemical Company, Shell, Swiss Re, Unilever, and TNC 2013)。

DRRのための人工インフラは、主に地滑りや洪水、波や風からの保護など、特定の機能のために設計されている。また、飲料水や灌漑用水の貯蔵、水力発電など、付加的な効果をもたらす場合もある。

しかし、このような手段は、多くの場合、非常にコストがかかり、メンテナンスにも手間がかかる。さらに、寿命が限られていることもある。特にCCAの文脈では、増大する極端現象に適応するために必要なインフラの規模を予測するのが難しい場合がある。人工的なインフラは、高額なコストと技術的な要件が制約要因となることもあるため、必ずしも実現可能とは限らない。

DRR/CCAのための生態系インフラは、Eco-DRR/EbAという包括的な用語を使って議論されており、人工的な解決策と比較して、より低コストかつ多くの地域で実施可能で、さらに複数の利益を提供することができる (Jaffe 2010, European Commission 2016) (図14.1)。多くの場合、自然のインフラの維持・回復は、生態系が提供するあらゆる恩恵を考慮すれば、人工的なインフラと比較して、費用対効果が高い。例えば、海岸のグリーンベルトや自然の緩衝材としての湿地帯は、人工的に建設されたものよりも設置や維持のための費用が少ないことが多い。さらに、災害の有無にかかわらず、追加的なコベネフィットを提供してくれる (Narayan *et al.* 2016, Wamsler *et al.* 2016)。それに比べて人工的なインフラは、比較的簡単に定量化できる、防災やハザード軽減といった便益を提供することができる。そのため、人工的な解決策が用いられがちであるが、それらが提供するコベネフィットは比較的少ないということに留意すべきである。

定義：グリーンインフラ

「グリーンインフラとは、水の浄化、空気の質の向上やレクリエーションのためのスペースの確保、気候の緩和と適応、雨天時の影響の管理など、幅広い生態系サービスを提供するために設計・管理された、その他の環境の特徴をも持つ自然・半自然地域の戦略的に計画されたネットワークであり、多くのコミュニティに利益をもたらす。」

仙台モニター枠組みの技術ガイドライン - UNISDR 2017

定義：生態工学

「生態工学とは、人間社会と自然環境を統合し、双方に利益をもたらす持続可能な生態系を設計することである。それは、両者にとって価値のある生態系を設計、構築、管理することを含む。人と環境のための生態工学は、工学、生態学、経済学、自然科学などの基礎科学と応用科学を組み合わせ、水域や陸域の生態系の修復や構築を行うものである。この分野は技術と環境のインターフェースであり、生態系を設計・利用する機会が増えるにつれ、その幅と深さを増している。」

生態工学グループ
<http://www.ecological-engineering.com>

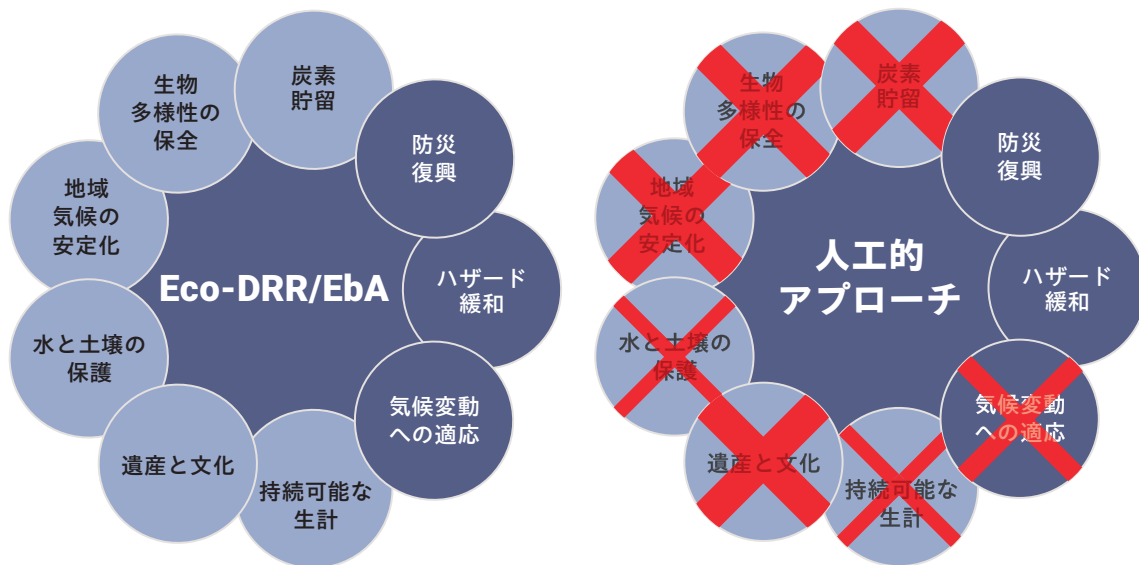


図14.1
Eco-DRR/ EbAの複数の利益の人工的インフラとの比較
 クレジット:U. Nehren, S. Sandholz
 デザイン:S. Plog

DRRのための生態工学的手法を効果的に行うには、ハザードの発生頻度に関する信頼性の高いデータと、地域の地理的・水文学的・生態学的条件に関する専門的な理解が必要である。多くの場合、生態工学的手法は、グレーインフラのみの場合と比較して、リスクを軽減するための最も費用対効果の高い適切な解決策となる。Eco-DRR/EbAの費用対効果、グレーインフラとグリーンインフラの違いについては、第15章で詳しく説明する。グリーン/ブルーインフラは、グレーインフラを保護することもできるため、維持管理コストを削減し、グレーインフラの持続可能性を高めることもできる。

Eco-DRR/EbAの利点を認識するだけでなく、その限界を認識する必要がある。それは、災害の種類と強度、生態系の種類と健全性、そして生態系の適切な管理に依存する。米国陸軍工兵隊は、何十年にもわたって河川を直線化し、ダムや堤防を建設してきたが、その多くを改め、自然に逆らうのではなく、自然を活かした建設をすることの重要性を認識するようになった。そして、生態系の修復と生態系エンジニアリングのためのガイドラインを作成した⁵。また、スイスのある地域では、河川を自然の状態に戻すことで洪水を軽減するために、10年以上にわたる河川の再自然化プロジェクトに着手している (Département du territoire 2009)。

5. USACE publications: <https://www.publications.usace.army.mil/USACE-Publications/Engineer-Manuals/> Accessed 30 August 2019.

生態工学的手法の例

生態工学的手法	生態工学的手法の例
生態系の積極的な回復	<ul style="list-style-type: none"> 湖沼の曝気 堤防（河川，運河），湿地帯，露天掘りの影響を受けた地域の修復 道路への補修工事の適用
生態系の財とサービスの持続可能な利用	<ul style="list-style-type: none"> 生態系の伝統的な利用 農業と林業の統合 農業と水産業の統合 前浜への砂の補充によるダイナミックな沿岸管理
廃棄物処理 （生態系の自然循環の模倣）	<ul style="list-style-type: none"> 有機物質の構成 農業利用のためのトイレでの尿分離 塵埃や汚染物質の吸収除去のための植生の利用
「人工の」生態系の創出	<ul style="list-style-type: none"> ビオトープとしての人工的な湿地 水に対する緩衝材や植物・動物の生息地としてのグリーンルーフ 庭園，公園，風道，野生生物の回廊の創出と管理 - 生息地と回廊の機能

Van Bohemen (2012) から更新・修正

14.2 生態工学的手法の可能性と限界

生態系にも限界はある。生態系インフラを構築するには、時間がかかり、新たなスペースが必要になることもある。例えば、地滑りや雪崩から森林を効果的に守るためには、木が成長する時間が必要である。生態系インフラは、早期警報システム、災害事前準備、十分な危機管理計画など、命を守るためのDRR対策に取って代わるものではない。

状況、特に災害リスクの種類（予想される災害の大きさや居住密度など）に応じて、自然のインフラは人工的なインフラを補完するものと考えべきである（ただし、人工的なインフラが環境への追加的な影響を及ぼさないか留意する）。災害リスクの専門家と一緒に環境の専門家を参加させ、場所や状況に応じた計画を立て、将来の気候シナリオを考慮することが重要である。生態系インフラは、長期的なメンテナンスが確保されていない場合や、不適切な種が選択された場合なども、失敗する可能性がある。場合によっては、生物学的な限界、空間的な制約、優先的な土地利用との不適合、コストなどの理由で、緩衝材としての自然インフラが実現できないこともある（図14.2）。

都市の海岸線のレジリエンスに係る自然の役割

ハリケーン「サンディ」の後、「都市の海岸線のレジリエンスプロジェクト」は、自然を活用した要素（ムール貝の養殖場や復元された沼地など）が、密集した都市環境において、グレーの防備（護岸や水門など）と組み合わせうまく利用できることを発見した。そうすることで、海面上昇、高潮、沿岸の洪水から効率的かつ純便益の高い保護を提供することができる。本研究では、自然とグレーの防備の組み合わせが最も便益が大きいと明らかにした。分析によると、ハイブリッド型の代替案は、ある地域では、最大で、100年に1度の暴風雨から244百万ドル相当の損失を回避することができる。

TNC 2015

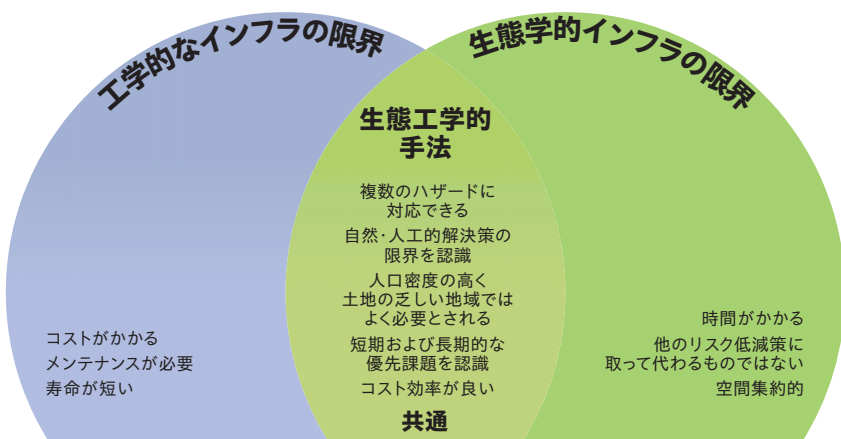


図14.2 生態工学的手法の可能性
クレジット：S. Sandholz
Layout S. Plog

グリーンな解決策とグレーな解決策の評価

評価基準	グリーンインフラ	グレーインフラ
工学的アプローチ	- グリーンな解決策は、カスタムメイドで、その場所特有の設計が必要であり、標準化や複製が容易ではない	+ 人工的な解決策は、標準化と複製を可能にし、プロジェクトコストと納期を大幅に削減することができる
物理的フットプリント (訳注:必要となるスペース)	- エネルギー密度が低いため、大きな物理的フットプリントが必要になることが多い	+ エネルギー密度が高いため、通常、物理的フットプリントは小さくて済む
環境フットプリント	+ 自然を活用した自己再生型のグリーンな解決策により、環境への影響を低減することができる	- 材料やエネルギーを大量に消費するプロセス(製造、流通、運用)により、環境フットプリントが大きくなることが多い
機能提供のスピード	- グリーンな解決策は、一定のサービスや能力を提供できるまでに成長するのに時間(数年)がかかる場合がある	+ 人工的な解決策は、稼働初日から一定のサービスと能力を提供する。
外的要因の影響の受けやすさ	- グリーンな解決策は、異常気象、気温や降雨量の季節変化、病気などの影響を受けやすいが、自然のシステムは災害後も自然に再生される	- グレーインフラは、停電、産業機器の機械的故障、価格変動などの影響を受けやすい
運用・保守コスト	+ モニタリングとフィードバックのみが必要であり、コストは著しく低いことが多い	- 消費電力や運用・保守のためにコストが大幅に高くなることが多い
資本増強の必要性	+ グリーンな解決策のライフタイム中の資本増強は、通常、重要ではない。耐用年数の終了に伴う交換/廃棄は、選択した技術によっても異なるが、多くの場合は、解決策が自立しており、減価償却する性質のものでないため不要である	- グレーな解決策は、性能に限界がある減価償却資産であり、通常、寿命が尽きると大幅な交換や撤去が必要となる

Joint Industry White Paper, TNC 2013 より修正

生態工学的手法は、成長分野として登場したばかりであり、多くの可能性がある。特に都市部では土地が不足しており、大規模な移転をしなければグリーンインフラのための十分なスペースが確保できない場合がある。その一方で現在、都市部では、屋上緑化、不浸透面の排水促進のための植物ボックスへの置き換え、透水性舗装、雨水処理のための人工的な湿地の整備、都市の冷涼化を促進するための植樹の増加など、都市緑化に向けた多くの革新的な取り組みが行われている。多くの都市や地域が、グリーンな解決策を導入している。例えば、コロンビアのボゴタでは、従来の水処理技術に代わるものとして、上流のランドスケープの保全と復元を進めている。また、ベトナムのホーチミン市では、海岸線を暴風雨の被害から守るため、堤防を建設する代わりにマングローブを復元した (Talberth *et al.* 2012)。

もう一つの例は、都市部と農村部におけるグリーンインフラの導入促進を目的として、グリーンインフラ戦略を採択したEUである。この戦略は、その目標においてEU生物多様性戦略や資源効率の高いEUに向けたロードマップなどをサポートしている、横断的なものである (European Commission 2016)。

河川沿いの都市は、通常、水辺ギリギリまで建物が建っており、緩衝地帯がない。このようなケースでは、河川の流域全体の関係者が協力して、上流に自然の水を貯める場所を作る必要がある。また、特定の都市部では、洪水防止壁などの人工的な構造物と、レクリエーションにも利用できる生態系を活用した構造を含めて、ランドスケープを再設計する必要がある。

ミュンヘン市では、洪水対策、生物多様性保全、レクリエーション機会の改善のために、複数のアプローチを組み合わせ、人工的な河川敷をより自然な形状と機能に復元した (Arzet and Joven n/a)。

別の例として、マングローブベルトは、沿岸のダイナミクスに適している場合には、人工的な沿岸防波堤と一緒に使用することができる。同様に、人工的な堤防を保護するために、湿地帯を利用して波の影響を軽減し、その効果と寿命を高めることができる。人工的な選択肢を併用したハイブリッドな解決策の必要性は、地域の状況によっても異なる (図 14.3)。例えば、森林は雪崩が発生しやすい斜面の雪を安定させることができるが、森林の規模や強度によっては、一度発生した雪崩を止めることはできない。

生態系の回復とは？

生態系の回復とは、「劣化、損傷、破壊された生態系の回復を支援するプロセス」である。

Society for Ecological Restoration
International Science and Policy
Working Group 2004.



生態系インフラと人工インフラを組み合わせることは以下の点で合理的である。

- ハイブリッドアプローチは、両方のタイプの対策のポテンシャルを生かし、例えば、洪水や地滑りなど、複数の災害に対応することができる。
- 自然と人工的な解決策を組み合わせることで、相互に補完し合い、限界を最小限に抑えることができる。ただし、人工的な対策が、持続不可能な方法で生態系や自然のプロセスに深刻なダメージを与えないことが重要である。
- ハイブリッドアプローチは、土地が不足している人口密集地でも導入可能であり、また、短期的および長期的な優先課題の両方に対応することができる。

図14.3

左上: オーストリアのスノーフェンスと森林によるハイブリッド雪崩対策 (出典: S. Sandholz)

右上の写真: ドイツの河川の再整備 (出典: Zumbroich Consulting)

左下: スリランカのハイブリッド沿岸保護 (出典: B. McAdoo)

右下: ブラジルのジオテキスタイルを使用したハイブリッド地滑り保護 (出典: W. Lange)

ハイブリッドな解決策の費用対効果の高さは、多くのケーススタディによって証明されている。2010年にグリーンインフラ計画を開始したニューヨークの例を見てみたい(図14.4)。

当時、グレーインフラである下水道の整備が急務であり、その費用は68億ドルと見積もられていた。その代替として、市は53億ドルをかけた「グリーンインフラ」計画への投資を決定した。この計画には、屋上の緑化、歩道の緑化、上流や都市部での湿地帯や池の整備などが含まれており、都市の冷却、美観、雨水の貯留など、DRRだけでなくCCAにも貢献している。グリーンインフラは初期コストが低く、時間経過とともにメリットが出てくる。それに対し、グレーインフラは10～15年後に新たな投資が必要となる(NYC 2013)。

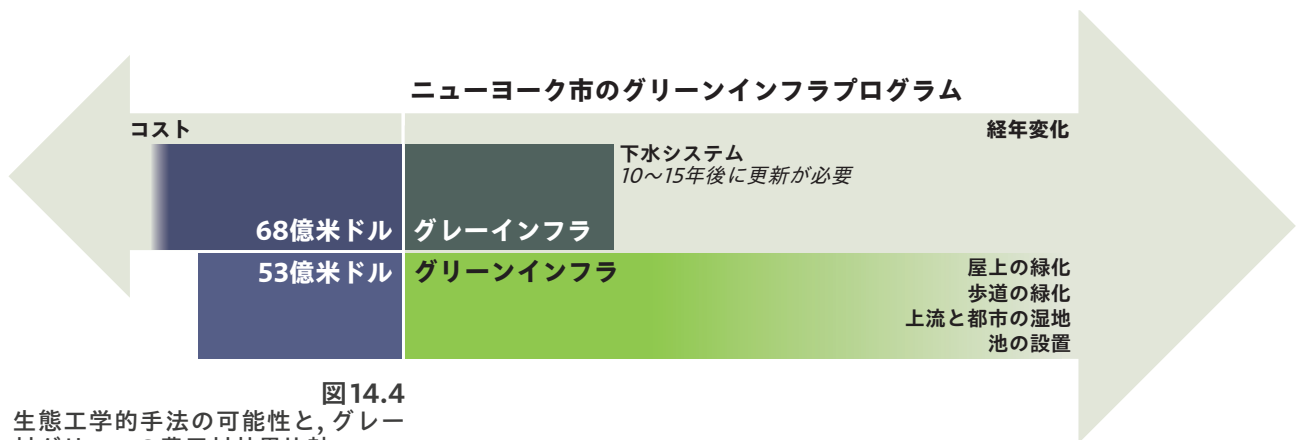


図14.4
生態工学的手法の可能性と、グレー
対グリーン費用対効果比較
クレジット: NYC 2010
デザイン: S. Plog

モニタリングの初期の結果では、以下のことが示された。

- すべてのグリーンインフラは、降雨量1インチ以上の暴風雨に対して効果的である
 - グリーンインフラは、大量の雨水を保持し、より効果的な雨水管理を可能にする
 - 植物の成長と定着により、雨水や流出水の浸透と蒸発散を改善する
- また、以下のようなコベネフィットが注目される。
- 植生による炭素隔離は、ニューヨークの温室効果ガス削減目標の達成に貢献している。
 - グリーンインフラによる遮光と断熱性の向上により、エネルギー需要が減少している。
 - グリーンインフラは、土壌の健康状態や都市のハビタットを改善する機会をもたらす、受粉媒介者およびその他の野生生物を支える。
 - 植生は空気質の向上を支える。
 - 植生は人間の福祉の増進を支える。
 - グリーンインフラは、グリーンジョブの確立につながる可能性がある(NYC 2013から修正)。

世界資源研究所(WRI)は、米国メイン州とノースカロライナ州の2つの主要流域を対象に、新たに始まった流域サービスのための支払い(PWS)プログラムを支援するための調査を実施した。水道事業者にとって、森林や川岸の緩衝帯などのグリーンインフラを保護するPWSは、ろ過施設などのグレーインフラを新たに導入するよりも、水質基準を満たすための費用対効果の高いアプローチとなる。

予備調査結果として、これらのグリーンインフラのパッケージに投資することで、低コストシナリオのグレーインフラと比較して、6800万ドル（51%）のコスト削減が可能であることが示されている (Talberth *et al.* 2012)。

EUは、グリーンインフラがどのようにして洪水リスクを軽減できるか、およびその財政的、経済的、社会的な影響について研究を行った。2002年から2013年の間にEUで発生した363件の洪水を分析した結果、被害総額は1,500億ユーロに達すると推定された。グリーンインフラの可能性については、「洪水対策への投資は通常、コストの6～8倍の便益をもたらす、その際、グリーンインフラを用いれば、コスト削減だけでなく、環境面でも大きな便益をもたらす可能性がある」としている。グリーンインフラは、先行投資こそ多額になりうるが、従来の対策と比較し、コスト削減になるとともに、洪水被害の軽減の効果をもたらすだけでなく、それに加えて非常に大きな環境上の便益をもたらす可能性が高いことがわかった (Udo *et al.* 2014)。

14.3 おわりに

生態工学的手法は後悔しない戦略であり、その効果はすでに証明されている (Dudley *et al.* 2010, Trzyna 2014, UNEP *et al.* 2014, Narayan *et al.* 2016)。生態系が致命的なダメージを受けていない場合、グレーとグリーンのアプローチは補完的に組み合わせることができる。さらに、仙台モニターにグリーンインフラが盛り込まれたことで、グローバルなDRRコミュニティは、グリーンインフラとブルーインフラを含むレジリエントなインフラへの投資を奨励している。目標C5の指標は災害によって破壊された重要インフラから生じる直接的な経済損失、また目標D4の指標は災害によって破壊されたその他の重要インフラユニットや施設の数であるが、この2つの指標について、仙台モニターの脚注で、グリーンインフラが報告対象になることが明示的に示唆されている (Sebesvari *et al.* 2019)。

生態工学的手法に関する知識は、各国で行われた研究や、Engineering With Nature (Bridges *et al.* 2018) やEcoShape (2014) などによるガイドラインによって提供されている。しかし、その実施方法は、気候条件や生態系保全の必要性に応じて、地域ごとに異なる可能性がある。幸い、様々な国、規模、環境において、その費用対効果が高いことを証明するケーススタディが増えている。ただし、DRRのための生態系インフラと人工的インフラには、それぞれ限界と機会、長所と短所がある。人工的な解決策を訓練されてきたエンジニアにとって、災害リスクを軽減し、気候変動の影響に適応するため、ハイブリッドな解決策は新たに検討する価値がある。同様のことが、グリーンな解決策の観点から考えるように訓練された環境管理者にも言えるだろう。生態工学的手法を専門とする工学プログラムはほとんどないが、このテーマへの関心の高まりは、この革新的な分野での新たな機会を開くはずである。

例:水と関係する環境 農業手法

ベルギーのシント・トロイデン村では、土壌浸食や泥水による洪水対策として、集水域に芝生の水路、芝生の緩衝帯、溜め池などが設置された。

これらの対策の総コストは、泥状の洪水による被害回復と清掃のコスト (54€/ha/年) に比べて、低かった (126€/ha/20年)。副次的な効果としては、下流域の水質改善、下流域の浚渫費用の削減、住民の心理的ストレスの軽減、生物多様性の向上などが挙げられる。生物多様性の向上とランドスケープの質の向上は、新たな農業、エコツーリズムの機会を生み出した。

European Commission 2016

参考文献

- Arzet, K. and Joven, S. (n/a). *The Isar experience: Urban river restoration in Munich*. https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf Accessed 24 July 2019.
- Bridges, T. S., Bourne, E.M., King, J.K., Kuzmitski, H.K., Moynihan, E.B. and Suedel, B.C. (2018). *Engineering With Nature: an Atlas*. Vicksburg, Mississippi: U.S. Army Engineer Research and Development Center. DOI:10.21079/11681/27929.
- Da Silva, J. M. C. and Wheeler, E. (2017). Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15(1),32–35. DOI: 0.1016/j.pecon.2016.11.005.
- Département du territoire (2009). *Renaturation des cours d'eau du canton de Genève, bilan de 10 ans d'actions*. Genève: Office cantonal de l'eau. <https://www.ge.ch/document/renaturation-rivieres-genevoises-bilan-10-ans-actions-1998-2008> Accessed 24 July 2019.
- Dow Chemical Company, Shell, Swiss Re, Unilever, and TNC (2013). *The Case of Green Infrastructure. Joint-Industry White Paper*. <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/the-case-for-green-infrastructure.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Downing, J., Blumber, L. and Hallstein, E. (2014). *Reducing Climate Risks with Natural Infrastructure*. San Francisco: TNC. <https://www.conservationgateway.org/ConservationByGeography/NorthAmerica/UnitedStates/california/Documents/Reducing%20Climate%20Risks%20w%20Natural%20Infrastructure.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., Sandwith, T. and Sekhran, N. (eds.) (2010). *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland/ Washington, DC/New York: IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF. http://cmsdata.iucn.org/downloads/natural_solutions.pdf Accessed 24 July 2019.
- Ecological Engineering Group (n/a). Definition of Ecological Engineering. <http://www.ecological-engineering.com/defs.html> Accessed 24 July 2019.
- Ecoshape (n/a). *Building with Nature*. <https://www.ecoshape.org/en/> Accessed 24 July 2019.
- European Commission (2016). *Supporting the Implementation of Green Infrastructure – Final Report*. Luxembourg: European Commission. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9756febd-41ac-11e6-af30-01aa75ed71a1/language-en> Accessed 24 July 2019.
- Jaffe, M. (2010). Reflections on Green Infrastructure Economics. *Environmental Practice*, 12(14), 357-365. DOI: 10.1017/S1466046610000475.
- Narayan, S., Beck, M.W., Reguero, B.G., Losada, I.J., van Wesenbeeck, B., Pontee, N., Sanchirico, J.N., Ingram, J.C., Lange, G.-M. and Burks-Copes, K.A. (2016). The Effectiveness, Costs and Coastal Protection Benefits of Natural and Nature-Based Defenses. *PLoS ONE*, 11(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0154735.
- New York City (2013). *NYC Green Infrastructure. 2013 Annual Report*. http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2014.pdf Accessed 24 July 2019.
- New York City (2010). *Green Infrastructure Plan, A Sustainable Plan for Green Waterways*. New York: City of New York. http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan_LowRes.pdf Accessed 24 July 2019.
- Sebesvari, Z., Woelki, J., Walz, Y., Sudmeier-Rieux, K., Sandholz, S., Tol, S., Ruíz García, V. and Renaud, F. (2019). Opportunities for Green Infrastructure and Ecosystems in the Sendai Framework Monitor. *Progress in Disaster Science*, 2(2019), 100021 DOI: 10.1016/j.pdisas.2019.100021.

Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group. (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Tucson: Society for Ecological Restoration International. https://c.ymcdn.com/sites/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser_primer.pdf Accessed 26 July 2019.

Talberth, J., Gray, E., Branosky, E., and Gartner, T. (2012). *Insights from the Field: Forests for Water*. Washington: World Resources Institute. http://pdf.wri.org/insights_from_the_field_forests_for_water.pdf Accessed 24 July 2019.

Talberth, J., Gray, E., Branosky, E., and Gartner, T. (2012). *Insights from the Field: Forests for Water*. Washington: World Resources Institute. http://pdf.wri.org/insights_from_the_field_forests_for_water.pdf Accessed 24 July 2019.

TNC (2013). *The case for green infrastructure*. Joint-Industry White Paper. <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/the-case-for-green-infrastructure.pdf> Accessed 26 July 2019.

TNC (2015). *Urban coastal resilience: valuing nature's role. Case Study: Howards beach, Queens, New York*. TNC. <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/urban-coastal-resilience.pdf> Accessed 26 July 2019.

Trzyna, T. (2014). *Urban Protected Areas: Profiles and Best Practice Guidelines*. Gland: IUCN. http://cmsdata.iucn.org/downloads/bpg_urban_protected_areas.pdf Accessed 24 July 2019.

Udo J., Garrett L., Daly E., Elding C., Fleet D., Fenn T., Hartman M. (2014). *Study on Economic and Social Benefits of Environmental Protection and Resource Efficiency Related to the European Semester*. Luxembourg: European Commission, HKV and RPA. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ef0c52c7-ed27-4b86-a4c3-e34d1bab4d1c> Accessed 24 July 2019.

UNEP, UNEP-DHI, IUCN, TNC and WRI (2014). *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. Geneva: UNEP. http://www.UNEPdhi.org/-/media/microsite_UNEPdhi/publications/documents/UNEP/web-UNEP-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf Accessed 24 July 2019.

UNISDR (2017). *Technical Guidance for Monitoring and Reporting on Progress in Achieving the Global Targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR https://www.preventionweb.net/files/54970_techguidancefdigitalhr.pdf Accessed 24 July 2019.

van Bohemen, H. (2012). (Eco)System Thinking: Ecological Principles for Buildings, Roads and Industrial and Urban Areas. In *Sustainable Urban Environments*. Van Bueren, E.M., van Bohemen, H., Itard, L., Visscher, H. (eds.). Dordrecht: Springer. 15-70. DOI: 10.1007/978-94-007-1294-2_2.

Wamsler, C., Niven, L., Beery, T.H., Bramryd, T., Ekelund, N., Jönsson, K.I., Osmani, A., Palo, T. and Stålhammar, S. (2016). Operationalizing ecosystem-based adaptation: harnessing ecosystem services to buffer communities against climate change. *Ecology and Society*, 21(1), 31. DOI: 10.5751/ES-08266-210131.



第15章

生態系を活用した災害リスク軽減と適応のための経済学的分析ツール

主要な問い

政府、プロジェクト管理者、コミュニティは、DRRに関する意思決定を行う際に、どのような経済学的分析ツールを使用しているか？

Eco-DRR/EbAの文脈で費用便益分析をどのように行うか？

生態系サービスへの支払いとは何か、そしてそれをどのようにEco-DRR/EbAに応用できるか？

15.1 災害リスク軽減の意思決定に用いられる 主な経済学的分析ツール

災害リスクを軽減するための意思決定は、国際レベルから地域レベルまで様々なスケールで、種々の経済学的分析ツールを用いて行われることが多い。政府によるマクロレベルでのDRRに関する意思決定と、地域のステークホルダーによる意思決定とは異なるが、その原則は非常によく似ている。すなわち、可能な限り、一定の期間に最小限の投資とコストで、ハザードイベントから最善の保護を受けたいということである。また、DRRや適応策への投資に関する意思決定には、一定の制約がある。それは、限られた財源、期間、専門知識などである。特に発展途上国では財源が乏しく、その限られたDRRと適応に使える予算を、技術的、生態学的、社会経済的な各対策に振り分けることも考える必要がある。

多くの場合では、災害後に、重要な財政的決定やDRRの実施が行われる。災害は経済的な損失をもたらすが、これは、経済規模の大きい国であれば容易に吸収でき、実際に成長を促すこともある一方で、途上国にとっては全体的な経済後退につながるものが一般的で、回復には何年もかかる可能性がある。災害後に行われる災害後ニーズ評価（PDNA）は、損失を評価し、何に対処と投資をすべきかを、セクターを超えた総合的なアプローチで評価するのに適したツールである。生態系を活用した管理やその他の予防措置が検討され、災害対策資金の一部も活用しながら実施されるのは、多くの場合この段階である。

費用便益分析（CBA）は、意思決定を導くための最も一般的な経済学的分析ツールの一つであり、多基準評価もその一つである。本章では、意思決定のための最も一般的な経済学的分析ツールであり、したがって Eco-DRR/EbA にも関連する、費用便益分析に焦点を当てる。一方で、生態系評価を理解することも重要である。通常、DRRへの投資は、構造物対策と非構造物対策に分けて検討される。構造物対策の例としては、建物の改修や、人工的（グレー）または生態学的（グリーン）なインフラへの投資が挙げられる。非構造物対策としては、緊急訓練、早期警報システム、空間計画などが挙げられる（図15.1）。

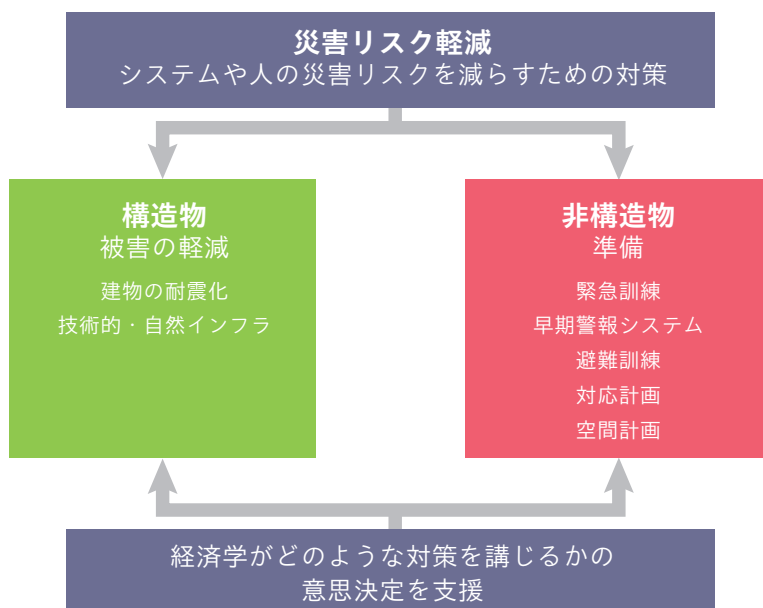
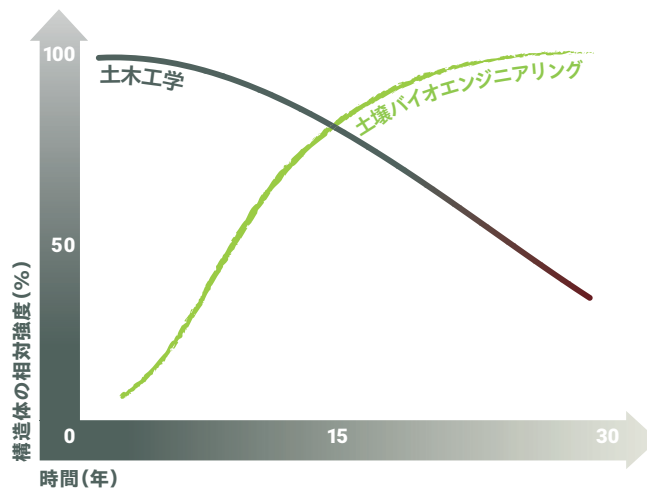


図15.1
災害リスクを軽減するための構造物対策・非構造物対策
デザイン:L. Rharade. 再作画:L. Monk

残念ながら、多くの政府は、生態系やグリーンインフラへの投資をDRR対策の一環として考慮していない。しかし、CBAでは、生態系を活用した対策への投資は、長期的には純便益が高く、技術的な対策では得られない付加的な利益をもたらすことが示されている。長期的に見ると、グリーンインフラの利益は増大する一方で、グレーインフラは更新や高い維持費を必要とする。**図15.2**は、土木工学的対策（ガビオン壁など）の構造強度を、土壌の生物工学／グリーンインフラ対策（必要に応じて再緑化された斜面など）と比較したものである。数年後には、人工的な壁は交換する必要があるが、斜面の植生は成長を続けその性能が強化されていく（第14章のニューヨークグリーンインフラプログラムなど）。

図15.2
時間変化による土木工学とグリーンインフラ(ここでは土壌バイオエンジニアリング)の強度比較
出典:CESVI 2013より改変
デザイン:S. Plog



第14章で述べたように、土木構造物が持続不可能な生態系の破壊を引き起こさない限り、グレーとグリーンのインフラを組み合わせることで保護を最適化することは、可能であり、多くの場合必要である。

災害後ニーズ評価 (PDNA) とは？

指導原則：

PDNAは、国連開発グループ、世界銀行、EUが共同で開発したガイドラインのもと、政府主導で行われるものである。PDNAは、

- －国際社会が被災地政府の復旧・復興を支援するためのプラットフォームを提供する
- －復旧・復興計画のための、調整された信頼可能な情報基盤を提供する
- －リスク軽減策や資金計画を含む

－持続可能な開発との有機的な関係を提供する

方法論：

PDNAは、「損害・損失評価」(DALA)、「人的復旧ニーズ評価」(HRNA)、「復旧枠組み」で構成される。

これまでのPDNAでは、世界銀行と国際開発金融機関は損害と損失の評価に、国連機関は人間への影響とニーズの確認に、それぞれ焦点を当ててきた。

これらの損害、損失、ニーズの分析を組み合わせ、[復興枠組み]が策定される。

DALAは定量的な性質のもので、ハザードイベントから生じる損害と、それに伴う経済的損失を評価するために使用される。

その方法は、1970年代に国連ラテンアメリカ経済委員会 (ECLAC) によって開発されたもので、資産にもたらされた被害（物理的な資産、資本ストック、財産）と損失

15.2 災害後ニーズ評価

災害は、人々や都市に壊滅的な打撃を与えるだけでなく、大きな経済的影響をもたらす。以下の表は、2009年にフィリピンで発生した台風「オンドイ」と「ペベン」に相当する規模以上の災害の経済的影響を示している。

DISASTER	国	年	被害総額 (百万米ドル)	規模 (対GDP比%)
地震	パキスタン	2005	2,876	0.4
東アジア津波(アチェ)	インドネシア	2005	4,452	1.6
サイクロン「シドル」	バングラデシュ	2007	1,640	2.8
サイクロン「シーズン」	マダガスカル	2008	333	4.0
サイクロン「ナルジス」	ミャンマー	2008	4,060	19.7
暴風雨と洪水	イエメン	2008	1,638	6.0
台風「ケツァナ」「パルマ」	フィリピン	2009	4,383	2.7

表15.1

フィリピンの台風「オンドイ」と「ペベン」に相当する規模以上の災害の損害、損失、規模 出典:世界銀行のフィリピン台風「オンドイ」「ペベン」に関する災害後のニーズ評価より作成
デザイン:L. Rharade

PDNAは、災害後のコストを評価するための重要なツールである。その主な目的は、災害の影響の全容を評価し、復興のためのニーズを明確にすることであり、それは、復興戦略の設計の基礎となり、ドナーにとっての資金提供の指針となる。PDNAは、被害を受けたインフラ、家屋、生計、サービス、ガバナンス、社会システムの復旧を見据え、将来の災害リスクを軽減し、レジリエンスを高めることに重点を置いている。とりわけ、インフラ、農業、社会など、災害リスク防止の取組がとりわけ重要な部門を対象としているため、「より良い復興」アプローチにおいて、Eco-DRR/EbAを主流化する大きな可能性を秘めている (Hinzpeter and Sandholz 2018)。

を提供する。(財・サービスの流れ、収入、コスト)を評価する標準的なツールである。

DALAでは、国民経済の成長、対外部門、財政収支への影響の可能性に加え、家族や個人の収入の低下や生活の質の低下による影響などにも着目する。

HRNAは、災害の社会的影響に焦点を当て、災害が地域の生活パターンや社会構造、制度にどのような影響を与えるかを分析する。

HRNAには、家計簿などの一次データの分析が含まれており、被災したコミュニティの視点から復旧・復興の状況を把握することができる。

復興枠組みは、PDNA内のセクター別評価からの復興提言をまとめたものである。これは、国の復興のための短期、中期、長期の優先課題をまとめたものである。

Global Facility for Disaster Risk Reduction and recovery PDNA

推定される損害、損失、ニーズ

フィリピンで発生した台風「オンドイ」と「ペベン」は、GDPの約2.7%に相当する大きな損害と損失をもたらした。

損害：

この暴風雨は、GDPの60%以上を占める地域 (GDP全体の約38%を占める首都圏を含む)を直撃した。PDNAによると、被災地における物的資産の損害は、推定で、682億フィリピンペソで、これは**14.5億米ドルに相当する**。

損失：

生産部門への悪影響は、主に在庫、原材料、作物の、破損や損失によるものだった。また、電力や水の不足、機械の損傷、従業員の欠員などにより事業が中断され、全体として生産能力の低下を招いた。資産の破壊や損害は暴風雨の際に発生したが、それに伴う経済活動への影響は、その年を超えて続くものである。一部のセクター・事例では、震災後の復旧・復興活動のスピードや効率性に関する問題の影響で、2010年から2011年にかけてまで影響が及んだ。

ニーズ：

復旧に必要な資金として9億4,290万米ドル、短期(2009-10年)から中期(2011-12年)にかけての復興に必要な資金として34億8,000万米ドルが必要となった。

(Teves and Hofman 2011)

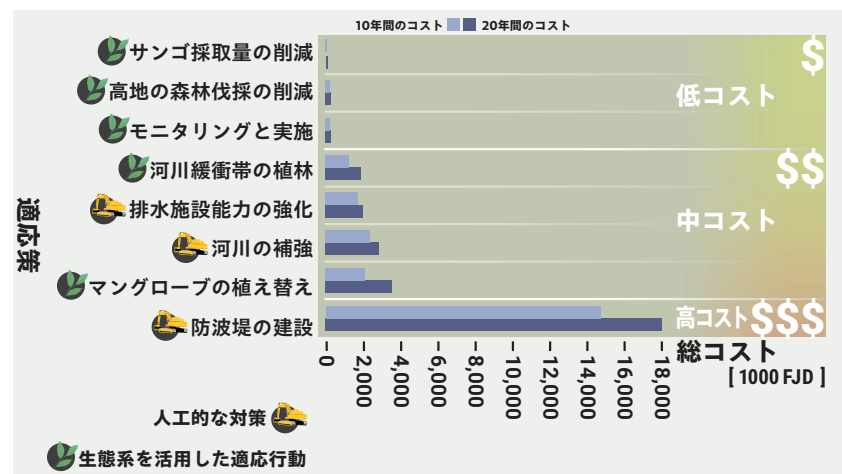
フィリピンの台風「オンドイ」と「ペペン」の後に行われたPDNAでは、経済への損害と損失、災害による社会的・経済的影響を定量化し、これらに対処するための復旧・復興戦略を提示した(World Bank 2011)。その後、フィリピンでは、ハリケーン「ハイヤン」の影響を契機に、「2011年国家緑化プログラム」が策定された。これは、2011年から2016年までの6年間で、全国150万ヘクタールに15億本の木を育て、地域のレジリエンスを向上させようとしたものである。このように、Eco-DRR/EbAは、PDNAの中で計画することができる。

2018年の洪水後のインドのケララ州のPDNA報告書では、Eco-DRR/ EbAを取り入れ、1) 統合水資源管理、2) リスク情報に基づいた、土地利用に対する生態系に優しいアプローチ、3) 包摂的で人間を中心としたアプローチ、4) 知識・イノベーション・技術などを通じ、グリーンでレジリエントな状態へとより良い復興を試みることを提案している(Kerala PDNA 2018)。

15.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の費用便益分析

CI, SPREP, UNEP, UN Habitat は、フィジーのラミ市において適応策を評価するための費用便益分析を行った(図15.3)。この分析では、マングローブの植樹や河川の緩衝帯の再植樹などのグリーンな対策と、防潮堤の建設や排水施設能力の強化などの人工的な対策とを比較した。

図15.3 適応策の選択肢(フィジー, ラミ)
出典: Rao et al. 2013 から改変。デザイン: S. Plog



この研究では、生態系を活用した対策は、人工的な対策と比較して、投資コスト当たりの便益が大きいと結論づけている(図15.4)。また、(洪水)被害の回避という点では、人工的な対策の方が生態系を活用した対策よりも15~25%保護効果が高いことも明らかになった。これを踏まえて、都市の海岸防衛および適応戦略の一環として、グリーンインフラとグレーインフラのハイブリッドを使用することを推奨している。

適応策	コスト(1000FJD)	
	10年後	20年後
マングローブの植え替え	\$1,781	\$3,016
河川緩衝帯の植林	\$935	\$1,584
モニタリングと実施	\$89	\$155
高地の森林伐採の削減	\$65	\$114
サンゴ採取量の削減	\$44	\$78
防波堤の建設	\$12,377	\$15,188
河川の補強	\$1,975	\$2,424
排水施設能力の強化	\$1,348	\$1,655
人工的な対策		
生態系を活用した適応行動		

図15.4
フィジー、ラミにおける適応策のコスト
出典: Rao et al. 2013 から改変
デザイン: S. Plog

フィジーのラミにおける研究を踏まえると、DRR/適応策へのグリーン、ハイブリッド、グレーそれぞれの投資に関する意思決定のためのシナリオを作成する手順は以下のとおりである(図15.5)。

1. **ハザードや脅威の種類と、候補となるグリーンおよびグレーの構造的なDRR/CCA対策を特定する。**脆弱性・能力分析(VCA)を利用して、最大の脅威やハザードを特定することができる。
2. **各対策を実施するためのコストを見積もる。**各対策の導入コスト、メンテナンスコスト、人件費、機会費用はどの程度か？
3. **不作為のコストを推定する。**不作為によるコストは、予想される損害損失として表すことができ、インフラ、家庭、企業に対する過去の損失、修理費用、提供される救援物資の費用、保健・教育費用などの既存のデータを用いて推定することができる。対策を講じることで、暴風雨による被害の一部が軽減されることが期待される。これらの便益は「回避されたコスト」と想定される。
4. **シナリオを作成する。**シナリオ作成では、特定のハザードやマルチハザードの状況に対し、グリーンな対策、ハイブリッドな対策、完全にグレーな人工的対策まで、さまざまな対策を想定する。気候変動によって不確実性が増していることを考慮し、シナリオにはより多くの極端現象の可能性を含める必要がある。
5. **各シナリオについて費用便益分析を行い、回避される損害を考慮する。**その際には、正味現在価値(NPV)、年換算正味現在価値、および費用便益比を含める必要がある。NPV分析では、便益の現在価値(提案された投資による便益または金銭的節約)から費用の現在価値(提案された投資による支出)を差し引いた差を推定する。年換算NPV(ANPV)は、一連の適応策の有効期間中の平均的な年間純便益、すなわち年換算したキャッシュフローである(Rao et al. 2013)。
6. **開発、生活、環境の質、炭素隔離に係る生態系サービスのうち、金銭的に評価できるものと評価できないものを意識しつつ、価値を推定する。**これには、参考資料に掲載されているグローバルな経済評価研究と、ローカルな経済評価研究とを組み合わせる行うことができる。また、生態系の恩恵の評価については、以下の節を参照されたい。
7. **生態系サービスのコベネフィットを、直接的なものと同接的なものを含めて詳細にまとめる。**

8. 災害リスクを軽減するための**非構造的な手段を検討する**。例えば、能力開発, 早期警報システム, 法律, 政策, 規制措置などである。
 9. **構造物対策と非構造物対策の異なるシナリオを検討する**。その結果をステークホルダーに提示し, 議論の基礎とする。様々なオプションから誰が便益を得るのか, また, 様々なシナリオに関連した隠れた社会的または環境的コストは何かを検討する。
- 注意点: シナリオの限界も明らかにし, 手法を改善する方法も提案するように心がける。

図15.5
 グリーン, ハイブリッド, グレーのシナリオを特定するステップ
 Rao et al. 2013 より
 デザイン: K. Sudmeier



15.4 生態系の評価

経済学では, 生態系サービスの価値を見積もる際には, 通常, 金額による評価が用いられる。これらは, 直接的な市場評価, 間接的な市場評価, 調査に基づく評価 (仮想評価やグループ評価など) の3つの基本的なタイプに分類される (de Groot et al. 2010)。データが不足している場合, 経済学者はよく「代替コストまたは回避コスト」を用いる。これは, 生態系 (サンゴ礁など) が破壊され, 人工的な構造物 (防潮堤など) で代替しなければならなくなった場合に発生するコストを意味する。また, 生態系 (山の斜面にある森林など) に守られていないインフラ (道路や住宅など) を再構築しなければならない場合のコストをも含む。Emerton (2009) によると, インドネシアの海岸沿いでは, 強い波が発生した場合に道路や家屋を再建するためのコストは5万米ドル/km, 観光用の砂浜を維持するためのコストは100万米ドル/kmと見積もられているが, いずれもサンゴ礁によって自然に保護・維持されているため (Emerton 2009), 社会的に多額の費用を節約することができている。フィジーのラミのケースを考えると, 代替コストには防波堤の建設費用が含まれており, またおそらく頻繁な砂浜の砂の補充の費用も見込む必要がある。さらに, ここには, 生態系が提供する水のろ過, 観光, 美観など, 他の多くの価値は含まれていない。このように, 費用便益分析を用いて生態系の価値を評価することには, 生態系の全体的な価値を考慮していないという限界があると考えられる。

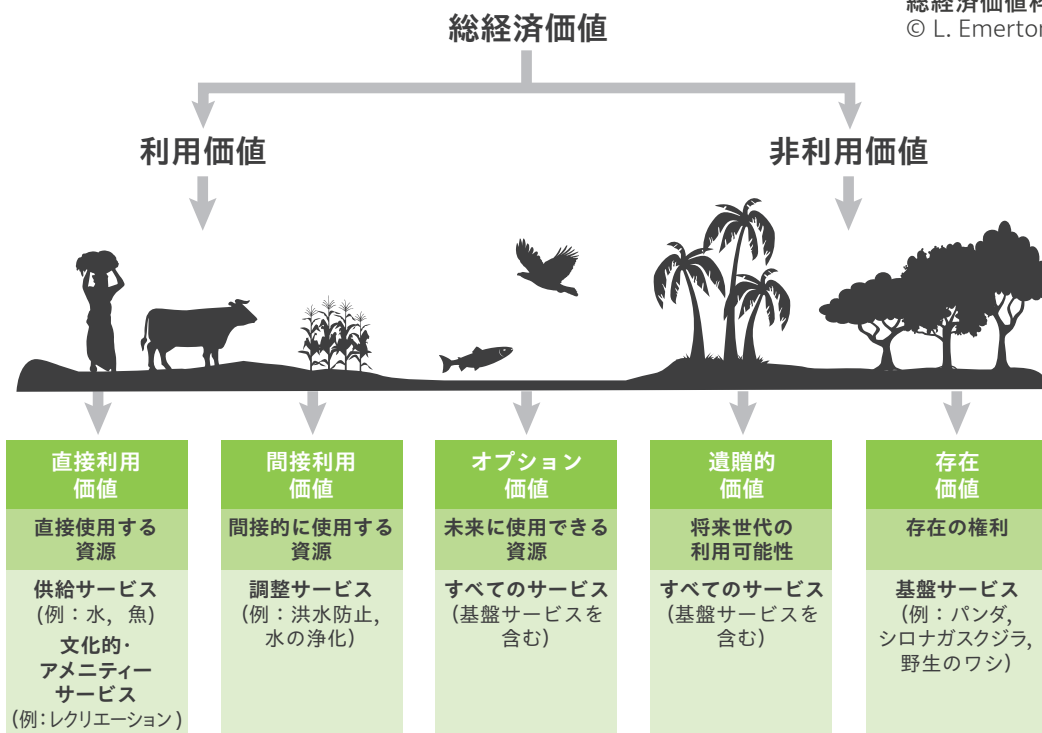
生態系の総経済価値

生態系と生物多様性の経済学 (TEEB) シリーズは、生態系の価値に関する最も包括的な研究の一つであり、生態系評価についての認識を高めるきっかけとなった。また、他の研究でも生態系の経済的価値を評価している (例えば、Costanza *et al.* 1997, Daily 1997)、総合経済価値 (TEV) の概念 (図 15.6) は、生態系の功利的価値を見るための枠組みとして広く使われるようになった。この枠組みでは、一般に、TEVを利用価値と非利用価値の2つに分けている (Emerton 1998, de Groot *et al.* 2010)。

利用価値は、直接利用価値、間接利用価値、オプション価値の3つの要素で構成されている。直接利用価値とは、採取、消費、または直接的に使用する財を指す。間接利用価値とは、空気や水の浄化、受粉など、環境が提供するサービスのことである。最後に、オプション価値とは、生態系財や価値のオプション利用を将来にわたって維持することに関する価値である。(de Groot *et al.* 2010)。

非利用価値とは、直接的または間接的に利用しなくても環境がもたらす利益を考慮することである。多くの場合、これは絶滅危惧種の保護などの倫理的価値に関連している。最後に、遺贈的価値とは、将来の世代に価値を伝えようとする意思に基づくものである。このように価値を分類することは非常に有効であり、それによって、価値づけの困難なものにも価値を見出すことができる。しかし、多くの意思決定者は、残念ながら、生態系サービスの直接利用価値、ないし間接利用価値しか、考慮していない (de Groot *et al.* 2010)。

図 15.6
総経済価値枠組み
© L. Emerton (1998)



ヴェオリア・ウォーターのケーススタディ

持続可能な開発のための世界経済人会議（WBCSD）が、ヴェオリア・ウォーター社（フランスの大手水道会社）の事業所の一つで生態系サービスの調査を行った。リヨン（フランス）の北東部に位置するクレピュー・シャルミー集水域は、グラン・リオンの人口（約130万人）の90%に水を供給するヨーロッパ最大の集水域である。また、500種の植物と幅広い種類の動物が生息しており、生物多様性の観点からもユニークな場所である。ヴェオリア社は、このサイトの水質と生物多様性を保全するために、生態系管理計画を策定した。この調査の目的は、この場所の生態系管理から生じる隠れた便益を調査することだった。実際の調査の実施は、ヴェオリア社のCSR（企業の社会的責任）部門が、環境コンサルタント会社エコワットの協力を得て担当した。本調査では、WBCSDが2011年に発表した「企業のための生態系評価ガイド（CEV）」の推奨事項に沿ったアプローチを採用している。

水の浄化と炭素隔離という、2つの主な生態系サービスが評価された。

水の浄化は、ローヌ川の沖積土と、クレピュー・シャルミーの島々にある草地や湿地のハビタットによって行われている。クレピュー・シャルミーが管理体制によって保護されていないならば、適切なレベルの水質を保証するために従来型の水処理計画が必要になると考えられるため、この生態系サービスは、「回避コスト／代替コスト法」を用いて評価された。**炭素隔離機能**は、クレピュー・シャルミーの島々では、土壌、森林、芝生によってもたらされている。この継続的な炭素隔離は、それを維持する活動の正の外部性と見ることができる。回避された水処理コストに対応する**経済的利益**（企業内部の利益）は、水生産にかかる年間総コストの80%に相当し、生態学的管理コストの16倍にもなる。自然遺産と炭素隔離の価値を含む**経済学的便益**（社会に発生する外部便益）は、水の生産にかかる年間総コストの2倍、生態系管理コストの45倍に相当する。また、生態系管理体制によって得られる**生態系サービスの便益**は、ヴェオリア社（サイト管理者）とグラン・リオン（サイト所有者）が、つねに清浄な水道水を飲むために毎年支払っている水道料金のうち、飲料水に該当する部分（税金や手数料を除く）の29%に相当する額である。

全体的に見て、この調査では、このサイトの生態系サービスの維持におけるヴェオリア・ウォーター社のポジティブな影響が確認されている。また、生態系管理に関連する経済学的便益の大きさに比べて、生態系管理のコストが控えめであることも強調されている（WBCSD 2012）。

流域のケーススタディ

図 15.7 は、森林に覆われた流域では水処理のコストを大幅に削減できることを、流域面積の割合と水処理コストを比較して示している。このケーススタディでは、十分に機能している生態系が、主要な物理的インフラによる洪水制御や海岸線の保護と同等の、利用可能な水と濾過能力を提供できることを示している。自然のインフラは、多くの場合、人工的なインフラと同等のサービスや便益を、より低いコストで提供することができる。

しかし、現在の DRR と CCA の実践のギャップに鑑みれば、生態系を活用したアプローチについて、物理的なインフラと比較した費用や便益の分析をこれまで以上に進めていく必要がある。

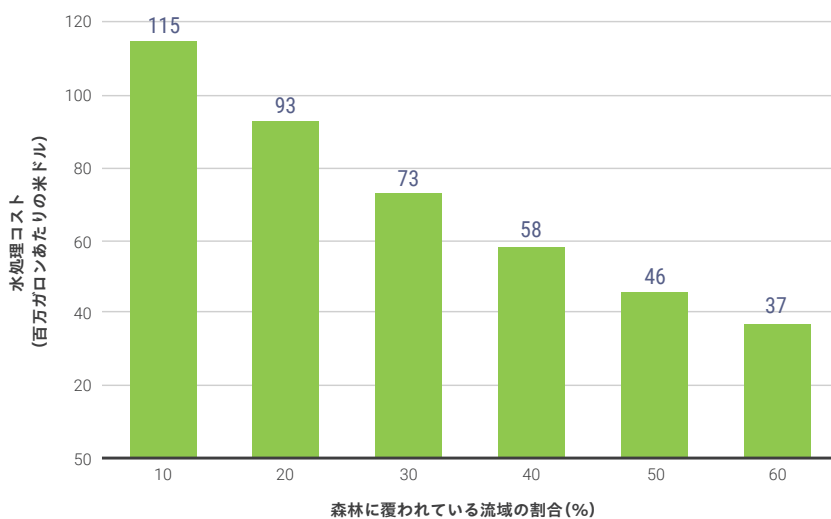


図 15.7

森林に囲まれた流域では、水処理のコストが大幅に削減される

出典: The Trust Public Land and American Water Works Association (2004) から改変

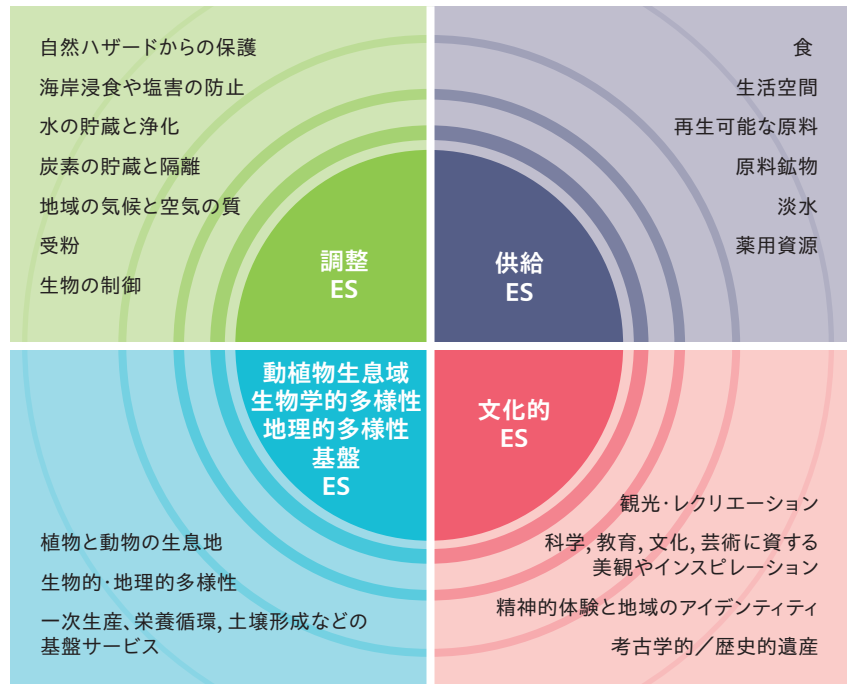
デザイン: L.Rharade and H.Van Rossum
再作画: L.Monk

15.5 生態系サービスへの支払い

生態系サービスへの支払い (PES) は、健全な生態系管理を支援するためのインセンティブベースのメカニズムである。その基本には、生態系は人間の福利を支えるさまざまなサービスを提供しているという考えがある。これらのサービスを保護し、効率的に利用するために、土地所有者や農家は、水の汚染や土壌の劣化など、持続可能でない土地利用を回避するために、土地を適切に管理するための支払いを受ける。つまり、PES は、生態系サービスの提供者と受益者の間の金銭的取引と言える。

図 15.8 は、チリ中部、ベトナム中部、インドネシア・ジャワ島での事例をもとに、海岸砂丘が提供する生態系サービスを示したものである。海岸砂丘は、海岸浸食や塩害の防止・軽減以外にも、様々な生態系サービスを提供している。例えば、砂丘は沿岸の帯水層を保護し、動植物に生息域を提供し、観光やレクリエーションなどの文化的サービスも提供している。これらのサービスの中には、砂や鉱物のように人間にとって直接的な経済的価値を持つものもあれば、水の貯蔵や浄化、漁場の提供、地域コミュニティにとっての文化的価値など、間接的に生活を支えるものもある。

図15.8
沿岸砂丘の生態系サービス(ES)
出典:Nehren et al. 2016
再作画:L. Monk



PESのアプローチは、生態系サービスの概念に基づいている。ミレニアム生態系評価 (MA 2005) で評価された24の生態系サービスのうち、PESに適用されているのは、**気候変動緩和のための炭素隔離、水源サービス、生物多様性保全**の3つのみであることが多い。多くの国のPESスキームはこの3つのサービスを対象としており、ブラジルの大西洋岸森林のPESスキームに含まれているような、景観の美しさの維持といった他のサービスを含むものはほとんどない。PESスキームの多くは政府が主導する資金提供のもとNGOが関与するものであるが、民間企業が関与する例もある。例えば、民間の水供給会社が上流の利用者に農薬を使わないようにお金を払うケースなどがある。

DRRとCCAは通常、PESスキームでは直接扱われない。しかし、炭素隔離、流域保護、生物多様性保全を目的とした森林再生や森林管理は、洪水や干ばつ、地滑りなどのリスクを軽減するなど、DRRやCCAにも貢献する。DRRに直接取り組んでいる数少ない例としては、スイスの保護林がある。この例では、国が土地の所有者に対して、雪崩や地滑り、落石を防ぐための保護林の木を伐採しないように、報酬を支払っている。

近年、PESのアプローチや、生態系や生物多様性の経済学的便益を世界的規模で評価している、生態系と生物多様性の経済学 (TEEB) (2010, 2011, 2013, 2014) の活動が注目を集めている。DRRやCCAに直接または間接的に対応するPESスキームも、今後ますます重要になってくると考えられる。その拡大のためには、例えば、沿岸砂丘の場合、DRRやCCAとしての保護サービスの価値を評価して、意思決定者にその重要性を納得させることが重要である。生態系が提供する生態系サービスを評価し、可能であれば収益化することが推奨される。

直接的・間接的な生態系サービスの価値を考慮して初めて、例えばDRRやCCAのための保全・修復対策に関わるコストと効果を包括的に推定し、沿岸防護のための技術的対策と比較することができる。しかし、特にデータの乏しい地域では、生態系サービスの定量化には限界がある。そのため、他地域の対照可能なデータを転用したり、簡易評価を実施したり、半定量的な指標やモデルを開発したりする必要がある。

15.6 おわりに

災害による経済的損失は、経済規模の大きい国であれば容易に吸収でき、ときには成長を促すこともあるが、途上国に対しては経済の全体的な後退をもたらす、回復に何年もかかる可能性がある。災害対策基金は、Eco-DRRを含む予防的DRR活動に資金を提供するための最良の機会となりうる。PDNAは、生態系の損失・損害を認識し、修復・保全のための投資を推奨するための最初のステップである。

復興やDRRのための意思決定は、経済学的評価に基づいて行われることが多い。このような分析に、生態系を活用したアプローチを盛り込んでいくことが重要である。生態系サービスを評価することは、最初は難しいことかもしれない。しかし、費用便益分析に生態系を加味していくことで、人工的なアプローチとの比較が可能になってくる。

また、災害リスクの軽減や適応のための構造物対策と非構造物対策には、多様な時間軸があることを覚えておく必要がある。例えば、構造物対策（グレー／グリーンインフラを含む）は通常15～20年を想定して設計されているが、グリーンインフラの効果は一般的に時間の経過とともに高まる。また、研修などの非構造物対策の効果は、長期的に続く可能性がある。一方、災害リスクの軽減に関連するものも含め、すべての生態系の便益を金銭価値に換算することは容易ではなく、また可能でもない。さらに、将来の便益は、全体の状況が時間とともに変化するため、高い不確実性を伴っている。そのため、特にハザード関連の対策を優先する場合には、将来的なハザードの発生確率も考慮しなければならない。

最後に、DRRと開発を合わせて考えた場合、生態系が必要不可欠な存在であることも念頭におく必要がある。また、グレーインフラとグリーンインフラは、適切に設計されていれば併用することが可能であり、人間の安全保障のための保護と生活基盤の維持のために不可欠なものとなる。

参考文献

- CESVI (2013). *Soil Bio-engineering techniques for slope protection and stabilisation, Natural Resources management Hand Book*, Kujand, Tajikistan.
- Costanza, R. and Daly, H.E. (1992). Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology* 6(1), 37-46. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260. DOI:10.1038/387253a0. Accessed 24 July 2019.
- Costanza, R., Pérez-Maqueo, O.M., Martínez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J. and Mulder, K. (2008). The Value of Coastal Wetlands for Hurricane Protection. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37(4), 241-248. [https://bioone.org/journals/AMBIO-A-Journal-of-the-Human-Environment/volume-37/issue-4/0044-7447\(2008\)37\[241:TVOCWF\]2.0.CO;2/The-Value-of-Coastal-Wetlands-for-Hurricane-Protection/10.1579/0044-7447\(2008\)37\[241:TVOCWF\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/AMBIO-A-Journal-of-the-Human-Environment/volume-37/issue-4/0044-7447(2008)37[241:TVOCWF]2.0.CO;2/The-Value-of-Coastal-Wetlands-for-Hurricane-Protection/10.1579/0044-7447(2008)37[241:TVOCWF]2.0.CO;2.short) Accessed 24 July 2019.
- Daily, G.C. (ed.) (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press: Washington, DC.
- Daily, G.C. and Matson, P. A. (2008). Ecosystem services: From theory to implementation. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 105(28), 9455-9456. DOI: 10.1073/pnas.0804960105.
- de Groot, R. S., Kumar, P., van der Ploeg, S., et al. (2010). Estimates of Monetary Values of Ecosystem Services. In *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Kumar, P. (ed.). Earthscan: London. 367-401.
- Emerton, L. (1998). *Economic Tools for Valuing Wetlands in Eastern Africa*. Nairobi: IUCN., <http://www.mekonginfo.org/assets/midocs/0001620-society-economic-tools-for-valuing-wetlands-in-eastern-africa.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Emerton, L. (2009). *Investing in Natural Infrastructure: the Economic Value of Indonesia's Marine Protected Areas*. Bali: TNC. DOI: 10.13140/2.1.2420.3844.
- Emerton, L. (2013). Using valuation to make the case for economic incentives: promoting investments in marine and coastal ecosystems as development infrastructure. In *Economic Incentives for Marine and Coastal Conservation: Prospects, Challenges and Policy Implications*. Essam, M. (ed.). London: Earthscan. 17-38. DOI: 10.4324/9780203728345.
- Hinzpeter, K. and Sandholz, S. (2018). Squaring the circle? Integrating environment, infrastructure and risk reduction in Post Disaster Needs Assessments. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32,113-124. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.05.016.
- Kerala PDNA (2018) *Kerala post-disaster needs assessment. Floods and landslides 2018*. https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Climate%20and%20Disaster%20Resilience/PDNA/PDNA_Kerala_India.pdf Accessed 25 July 2019.

MA (2005). *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington, D.C.: Island Press.

Nehren, U., Hoang, H.D.T., Marfai, M.A., Raedig, C., Alfonso de Nehren, S., Sartohadi, J. and Castro, C. (2016). Ecosystem Services of Coastal Dune Systems for Hazard Mitigation: Case studies from Vietnam, Indonesia, and Chile. In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*. Renaud, F.G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M., and Nehren, U. (eds.). Springer Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research 42, 401-434. Berlin: Springer Nature.

Rao, N.S., Carruthers, T.J.B., Anderson, P., Sivo, L., Saxby, T., Durbin, T., Jungblut, V., Hills, T. and Chape, S. (2013). *An economic analysis of ecosystem-based adaptation and engineering options for climate change adaptation in Lami Town, Republic of the Fiji Islands. Technical Report*. Apia: SPREP. http://ian.umces.edu/pdfs/ian_report_392.pdf Accessed 24 July 2019.

TEEB. (2010). *Ecological and Economic Foundations. The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Earthscan: London.

TEEB. (2011). *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. Earthscan: London. <http://www.teebweb.org/publication/teeb-manual-for-cities-ecosystem-services-in-urban-management/> Accessed 24 July 2019.

TEEB. (2013). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for Water and Wetlands. The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. Earthscan: London. <http://www.teebweb.org/publication/the-economics-of-ecosystems-and-biodiversity-teeb-for-water-and-wetlands/> Accessed 24 July 2019.

TEEB. (2014). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) Challenges and Responses. The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. Earthscan, London. <http://www.teebweb.org/publication/teeb-challenges-responses-publ/> Accessed 24 July 2019.

Teves, M.B. and Hofman, B. (2011). *Philippines - Typhoons Ondoy And Pepeng: Post-Disaster Needs Assessment - Main Report*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2776> Accessed 24 July 2019.

WBCSD Water – Veolia Environment (2012). *Veolia water-Crepieux Charmy study*.

World Bank. (2010). *Haiti earthquake PDNA Assessment of damage, losses, general and sectoral needs. Annex to the Action Plan for National Recovery and Development of Haiti*, Washington. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/06/19/000333038_20120619012320/Rendered/PDF/701020ESW0P1190R0Haiti0PDNA020100EN.pdf Accessed 24 July 2019.



第16章

国の政策, 戦略, 計画, プロジェクトに生態系を活用した災害リスク軽減と適応を主流化するための諸原則

主要な問い

政策, プログラム, プロジェクトにEco-DRR/EbAを組み込むための重要なエントリーポイントは何か?

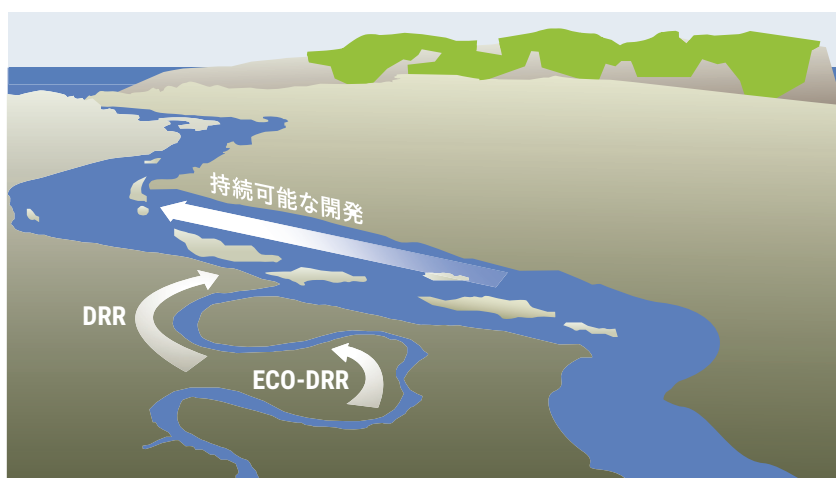
Eco-DRR/EbAの主流化のためにどのような財源があるか?

Eco-DRR/EbAを主流化するための課題は何か?

16.1 政策、プログラム、プロジェクトに生態系を活用した災害リスク軽減と適応を統合するための重要なエントリーポイント

主流化とは、あまり一般的でない概念やアプローチを、より一般的なアプローチに統合することである。ここでは、持続可能でレジリエントな開発を実現するために、生態系管理をDRRやCCAに統合することを指している(図16.1)。本章では、これを様々なスケールで実現するための方法を紹介する。

開発におけるEco-DRR/EbAの主流化には、複数のエントリーポイントがあり、様々な利点がある。それは、開発で得た便益を守り、将来の災害に対する根本的な脆弱性を軽減し、生態系を活用した活動を支援するための関連部門の資源や予算を増やすことができる。



重要情報:世界防災白書

世界防災白書 (GAR) は、国連防災機関 (UNDRR, 旧 UNISDR) が2009年から隔年で発表している報告書である。GARの詳細及び過去の報告書については、以下から取得可能である。

<https://www.preventionweb.net/sendai-framework/gar>

図16.1
DRRと持続可能な開発におけるEco-DRRの主流化
デザイン:S. Plog

最初のエントリーポイントは、グローバルな政策および国家政策である。CBDを含む23団体が構成されるグローバル連合であるPEDRR等の組織は、SFDRR、気候変動枠組条約、SDGs、CBDなどの主要な国際合意にEco-DRR/EbAを盛り込むために、各国政府と協力している。

国際レベルでは、世界防災白書 (GAR) が政策立案者への情報提供という点で重要である。2015年に発表されたGAR15は、災害リスクのガバナンス強化に焦点を当てており、また過去の様々なテーマのGARは、災害リスクの根本的な要因に言及している。GAR15では生態系を活用したアプローチが盛り込まれ、生態系サービスを最大化するためのグレーインフラとグリーンインフラを融合させた新しいアプローチが強調されている (UNISDR 2015)。このように、GAR15はEco-DRRとEbAを一定程度主流化した重要な報告書である。また、GAR17では、リスクアトラスが提供された。そして、最新のGARは、2019年の防災グローバルプラットフォーム会合で発表された。GAR19は、単独の災害リスクではなく、重層的な次元、スケールでの影響をもたらすリスクの多元的性質を検討している。また、リスクを生み出す上での環境悪化の重要性を強調し、システム思考を推奨するとともに、早期行動を呼びかけている (UNDRR 2019)。

次のエントリーポイントは、国家開発戦略・計画、国家貧困削減戦略、土地利用計画、セクター別開発政策・計画などの国家計画・戦略である。これには、国家環境政策や気候変動適応計画なども含まれる。

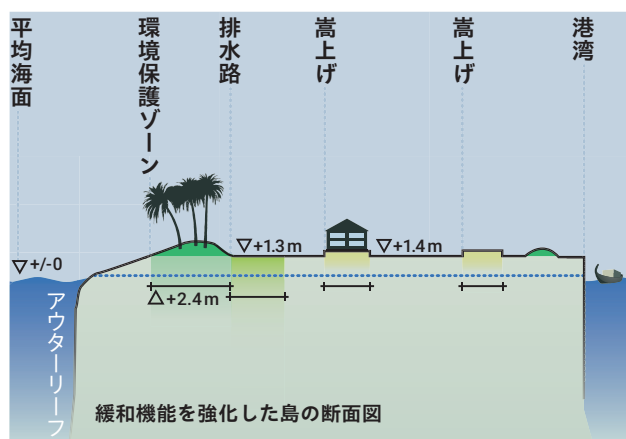
例えば、モルディブの第7次国家開発計画は、Eco-DRR/EbAを主流化した興味深い例である。モルディブは、インド洋に浮かぶ島国で、26の環礁が二重に連なっている。平均地上高は1.5メートルで、地球上で最も海拔が低い国である。そのため、洪水、高潮、熱帯低気圧、津波、そして海面上昇の影響を受けやすいという特徴を持つ。実際、2004年に発生したインド洋津波は、モルディブの環礁に大きな被害をもたらした。

第7次国家開発計画（2006-2010）には、Eco-DRR/EbAの観点が盛り込まれている。例えば：

- 自然システムの多面的な恩恵、沿岸保護のための「ソフトエンジニアリング」
- 洪水防止のための統合的沿岸管理 (ICZM)
- 水資源管理
- 環境ガバナンス (例：EIA プロセス)
- 安全で持続可能な開発のための土地利用計画

モルディブの「安全な島プログラム」は、リスクに配慮した土地利用計画の一例である。このプログラムは、自然ハザードの後に移住を余儀なくされた人々に、安全な避難場所を提供するものである。いくつかの大きな島を指定して、環境保護ゾーン、生態学的に安全なゾーン、高潮、高波、津波などの影響を軽減する構造物を提供している。さらに、垂直方向の避難を可能にするために、高台や建物が設けられている。図16.2はその模式図を示している。

図16.2
強化された緩和機能が提案されている島の断面図
Government of Maldives 2007を修正
デザイン:S. Plog



もうひとつの例は、2012年にコロンビア政府が制定した災害リスク管理法 (act 1523) である。「災害リスク管理のための国家システム」と題されたこの法律は、災害リスク管理を持続可能な環境管理と結びつけている (第1条)。これには、災害対応メカニズムの改善だけでなく、災害への備え、リスクに関する知識、予防および災害後双方のための新たな地域的資金の確保といった要素が含まれている。同法は、その一般原則の一つとして環境の持続可能性に言及し (第3条)、生態系サービスとリスクマップを組み合わせた環境土地計画 (environmental territorial planning) を奨励している。

Eco-DRR/EbAの第三のエントリーポイントは、開発プロジェクトである。それは、初期評価、問題点やステークホルダーの分析、プロジェクトの設計と実施、モニタリングと評価まで、プロジェクトサイクルのすべての段階を含む (図16.3)。

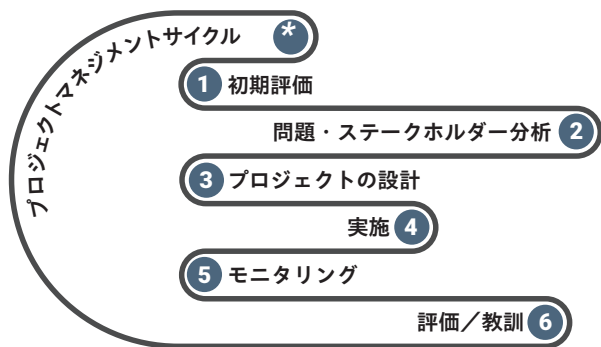


図16.3
プロジェクト管理サイクル
デザイン:S. Plog

Eco-DRR/EbAの主流化を可能にする要素

資源の配分、パイロット事業のスケールアップ、能力開発、統合された構造とプラットフォームはすべて、Eco-DRR/EbAの主流化を可能にする機会となりえる。さらに、個人や複数のステークホルダーの参加のためのインセンティブは、人々がこれらのアプローチに取り組むために重要である(図16.4)。

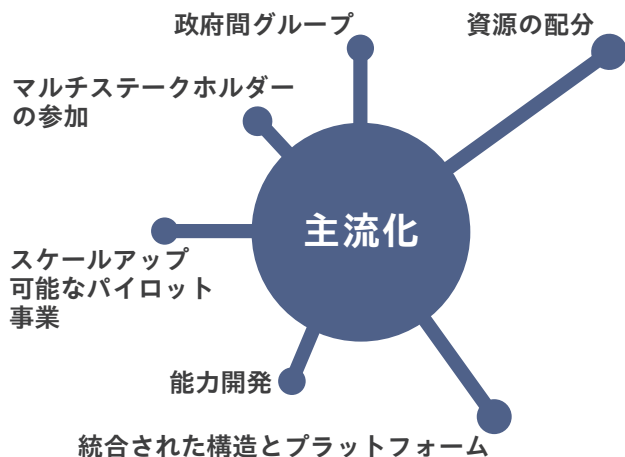


図16.4
主流化を可能にする要素
© UNEP. デザイン:S. Plog

- 主要アクター**
- 政府
 - コミュニティ
 - 国際開発機関(ドナー)
 - NGO
 - コミュニティベースの組織
 - 学界・研究機関
 - メディア
 - 民間企業

Eco-DRR/EbAの主流化には、経済的利益と環境的便益のバランスをとるだけでなく、ステークホルダーの競合する便益のバランスをとる必要もある。これらの課題は、単独のグループや機関で対処することはできない。すべてのステークホルダーの効果的な参加を促進するには、分野横断的なアプローチが必要である。つまり、開発におけるEco-DRR/EbAの主流化は、各レベルで、さまざまなアクターやセクターを巻き込みながら進めていく必要がある(図16.5)。



図16.5
主流化のためにはバランスが重要
デザイン:S. Plog

16.2 生態系を活用した災害リスク軽減と 適応の主流化に利用可能な財源



図16.6
フィリピンのタクロバンで、2013年の台風「ハイヤン」の後、生活再建を支援するためにコミュニティとパートナーズ・フォー・レジリエンスが行ったマングローブの再植林

© Nicola Ward/Climate Centre

Eco-DRR/ EbAのために活用できる国家予算は様々ある。DRR予算、災害基金、国家環境基金、気候変動基金、リスク移転手段などである。以下にいくつかの例を示す。

ハリケーン「ハイヤン」の被害を受けたフィリピンでは、「2011年国家緑化プログラム」が実施された。それは、2011年から2016年までの6年間で、全国150万ヘクタールを対象に、15億本の木を育てることを目標として実施された(図16.6)。その目的は、気候変動を緩和し、貧困を削減し、コミュニティや沿岸の生態系を強い波や土壌浸食から守ることにあった。

DRRに特化していないセクター別の予算(農業、林業、水資源など)も、Eco-DRR/EbAに使用することができる。例えば、環境的にも経済的にも長期に持続可能な「災害対策」を考慮して、Eco-DRR/EbAを盛り込むことができる。

最後に、Eco-DRR/EbAのための国際的な資金としては、適応基金や緑の気候基金(GCF)などの多国間気候基金が考えられる。これらの基金は、低排出で気候にレジリエントな開発に投資することで、気候変動に対応することを目的としている。GCFは、開発途上国における温室効果ガス(GHG)の排出を抑制または削減し、脆弱な社会が気候変動の避けられない影響に適応するのを支援するための資金を提供するために設立された。その他の気候変動関連の資金も、DRRやEco-DRR/EbAの主流化に利用可能であり、実際に利用されてきている。また、開発援助も、災害前ではなく災害後に投資されるものではあるが、DRRに投資するもう一つ的手段といえる(Kellett and Caravani 2013)。

コロンビア

- 災害リスク軽減のための国家基金は、「知識」「軽減」「災害管理」「回復」「財政的保護」という使用目的ごとに分けられている。
- 各部門や自治体は独自の資金源を持つべきである(第54条)。
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

バングラデシュ

- コミュニティが脆弱性の軽減に投資するための地域災害リスク軽減基金

メキシコ

- メキシコ自然災害基金(FONDEN)は、国家的災害後の復興に十分な資金を確保するために設立された。
- 国家予算の0.4%を、公共インフラ、低所得者向け住宅、自然環境を重視した復興にあてている。
- もう一つの基金であるファンドメキシコ災害予防基金(FOPREDEN)は、規模は小さいが、政府のあらゆるレベルの予防活動に特化して資金を提供している。

16.3 生態系を活用した災害リスク軽減と適応の主流化に向けた課題

国家レベルでDRRに特化した予算が組まれることは、まだ稀である。より一般的なのは、災害後に流入する大量の資金を、Eco-DRR/EbAを含む予防事業に充てることである。Eco-DRR/EbAに使用できるさまざまな国家予算が一応は存在しているものの、これらの資金を実際に活用するには多くの課題があることに留意する必要がある。例えば、以下のような課題がある。

- 優先順位の競合
- 長期リターンの投資と短期の選挙サイクルの齟齬
- DRRの効果定量化の難しさ
- Eco-DRR/EbA専用の予算の欠如

その他の課題としては、政治的意思の欠如、Eco-DRR/EbAに関する専門知識やリソースの不足、Eco-DRR/EbAのような分野横断的なアプローチに対応するにあたっての組織的制度的制約などが挙げられる。さらに、人工的なアプローチ、つまりグレイインフラが好まれることが多いことも課題である (Gupta and Nair 2013)。

とはいえ、Eco-DRR/EbAの主流化にはいくつかの進展が見られる。例えば、前述のように、EIAにはDRRの要素が徐々に組み込まれている。クック諸島では、観光、漁業、農業などのいくつかの分野で、開発のためのインフラ事業にEIAを義務づけている。ドイツでは、2001年に制定された環境影響評価法により、幅広いプロジェクトや活動がEIAの対象となっており、EIAにおいて災害リスクや脆弱性の要因についての評価をどの程度取り上げるべきかを示されている。また、モルドバでは、農業政策、保護地域法を含む環境政策、PES、EIA、CCAの各プロジェクトやプログラム等にDRRを組み込んでいる。最後に、中国のEIAに関する法律（2003年）の枠組みでは、自然ハザードや技術的・化学的リスクに関する情報を組み込まなければならないとされている。

これらの例が示すように、災害リスク分析はEIAに組み込むことができ、その際にはEIAで生成されたデータを活用することもできる。すなわち、EIAは、プロジェクトの潜在的な影響に関連したリスクマッピングやシナリオ構築のためのデータを提供することができるため、EIAによって生成された情報は早期警戒の改善に役立つ。したがって、EIAは、開発計画プロセスの中で、ハザードの状況や脆弱性のパターンを評価するためにも利用することができる。また、EIA報告書には、環境モニタリング計画も含まれている。モニタリング項目は、一般に、潜在的な災害の早期シグナルをカバーしている。災害リスクの軽減と予防の段階で適用されるEIAは、例えば、防災方法の選択 (Gupta and Yunus 2004)、技術投資、対策場所の選択に係る指針を提供する。また、災害後の状況では、迅速な環境影響評価 (REA) を実施することで、持続可能性への配慮を、救援、復旧、復興の計画段階に織り込むことができる (Gupta 2002 *et al*, Hauer and Kelly 2018)。REAはEIAに代わるものではないが、EIAを適切に実施できるようになるまでの緊急事態状況下で不足を埋めることはできる。

こうしたEIAやREAと並行して、環境影響評価のプロセス自体にハザードや災害リスクの分析を組み込むことも重視されている。ProVention ConsortiumとCaribbean Development Bankは、DRRを主流化するためのツールを発表し、そこに「環境影響評価」に関するガイダンスを含めている

(Benson and Twigg 2007)。この重要な文書は、自然ハザードとそれに関連するリスクに対処するためのプロジェクトの設計において、当然の出発点である環境影響評価に焦点を当てている。同書は、プロジェクトが環境に与える影響や、自然ハザードがプロジェクトにもたらす潜在的な脅威を含め、災害リスクの観点からプロジェクトにかかるインパクトを分析するためのガイダンスを提供している。この文書では、環境影響評価を通じ、開発プロジェクトにおいて、提案された環境影響緩和策がどのようなリスク軽減効果をもたらすかを定量化することを求めている (Caribbean Development Bank and CARICOM Secretariat 2004)。

16.4 おわりに

生態系管理をDRRやCCAの戦略に統合するには、社会、経済、環境の便益のバランスをとることだけでなく、コミュニティや国の中のさまざまなステークホルダーの多様な便益のバランスをとることも必要である。そのため、すべてのステークホルダーの効果的な参加と、分野横断アプローチを推進する必要がある。つまり、開発におけるEco-DRR/EbAの主流化は、さまざまなレベルで、さまざまなアクターやセクターを巻き込みながら進めていく必要がある。

主流化のための重要な課題は、1) 分野横断的な統合、2) 持続可能な開発に関する政策や実践へのEco-DRR/EbAの主流化を促進するための条件整理やインセンティブの導入、3) 能力強化と意識の向上、であり、これらはすべて必須条件である。

Eco-DRRとEbAは、GARやIPCC報告書のような影響力のある政策的・科学的報告で主流になりつつある。実際、SFDRR、SDGs、パリ協定、CBD、ラムサール条約などの国際的な枠組みや合意には、政府やその他のステークホルダーがEco-DRR/EbAの実施・主流化方法を検討することを推奨する決定、目標、ゴールなどが、様々な要素とともに含まれている。問題は、これをいかに統合的に行うかということであるが、これには、時間、政治的意志、そして科学的証拠に基づくガイダンスが不可欠である。

参考文献

Benson, C. and Twigg, J. (2007). *Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations*. Geneva: ProVentium Consortium Secretariat. https://www.preventionweb.net/files/1066_toolsformainstreamingDRR.pdf Accessed 24 July 2019.

Caribbean Development Bank and CARICOM Secretariat. (2004). *Sourcebook on the Integration of Natural Hazards into Environmental Impact Assessment Process. NHIA-EIA Sourcebook*. Bridgetown: Caribbean Development Bank. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8516/Source_Book_Natural_hazards.pdf?sequence=3&isAllowed= Accessed 24 July 2019.

Government of Maldives, Ministry of Planning and National Development (2007). *Seventh National Development Plan, 2006-2010. Creating New Opportunities*.

Gupta, A.K., Kumar, A., Misra, J, and Yunus, M. (2002). Environmental Impact Assessment and Disaster Management: Emerging Disciplines of Higher Education and Practice. In *Environmental Education*. Srivastava, P. and Singh, D.P. (eds.). New Delhi: Anmol Publishers. 7- 23. DOI: 10.13140/RG.2.2.32500.55682.

Gupta, A. and Nair, S. (2013). Applying environmental impact assessments and strategic environmental assessments in disaster management. In *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. Renaud F., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (2013). Tokyo: UNU Press. 416-436. <http://collections.unu.edu/view/UNU:1995>. Accessed 26 July 2019.

Gupta, A.K. and Yunus, M. (2004). India and WSSD (Rio +10) Johannesburg: Issues of National Concern and International Strategies. *Current Science*, 87(1), 37-43. <http://www.iisc.ernet.in/~currsci/jul102004/37.pdf>. Accessed 26 July 2019.

Hauer, M., and Kelly, C. (2018). *Guidelines for Rapid Environmental Impact Assessment in Disasters*. US Agency for International Development. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/REA_2018_final.pdf Accessed 24 July 2019.

Kellett, J. and Caravani, A. (2013). *Financing Disaster Risk Reduction. 20 year story of international aid*. ODI and GFDRR. <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/8574.pdf> Accessed 24 July 2019.

UNISDR (2015). *Global Assessment Report: Making Development Sustainable: The Future Of Disaster Risk Management*. Geneva: UNDRR. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_EN.pdf Accessed 24 July 2019.

UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNDRR. https://gar.unisdr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf Accessed 24 July 2019.

World Bank (2011). *Philippines - Typhoons Ondoy and Pepeng: post-disaster needs assessment: Executive summary*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/551271468296967206/Executive-summary> Accessed 24 July 2019.

第17章

生態系を活用した災害リスク軽減
と適応のためのレジリエンス概念
の活用に関するアプローチ

主要な問い

レジリエンスについて、まず初めに問うべき5つの質問
とは何か？

レジリエンスに関するプロジェクトを設計する際に考慮
すべき5つのステップとは何か？

レジリエンスに関するプロジェクトを成功させる5つの
要素とは何か？

17.1 プロジェクト開発

これまでの章では、Eco-DRR/EbAの重要性、その原則とツールについて説明してきた。Eco-DRR/EbAによってレジリエンスを高めるためには、調整および順応的管理を可能にする学習の枠組みを用いて、プロジェクト開発を検討すべきである。プロジェクトを成功させるためには、まず以下の5つの質問(図17.1)を考える必要がある。

1. プロジェクトの目的は何か？

レジリエンスを目標とする場合、「立ち直る」レジリエンス、いわゆる「受動的レジリエンス」と、変革をもたらす「前向きに立ち直る」レジリエンスとを区別して考えることが重要である(第8章参照)。どのような種類のレジリエンスを高めることが期待されているのか、また、予算次第ではあるが、他にどのようなプロジェクトの目的がありうるのかを考える必要がある。

2. プロジェクトが対象としているシステムは何か？

ここでは、システムが機能している規模、システムの主要な内部構成要素、そしてシステムが位置しているより大きな社会的・生態的環境を知る必要がある。誰に、また何に、レジリエンスを与えたいのか？

3. どのタイプの攪乱に対するレジリエンスを定義するか？

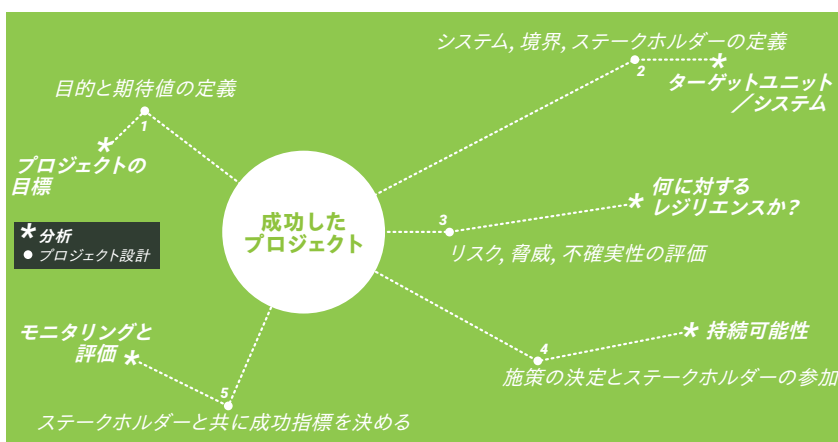
何に対するレジリエンスを高めたいのかを理解することによって、必要な介入策も変化する。例えば、ある集団が地震には強く、伝染病には弱いという場合、そのことに応じた対策が必要になるだろう。

4. どのようにしてプロジェクトを持続可能にするのか？

つまり、プロジェクト終了後に、その活動をどのように継続していくのか。これはすべてのプロジェクトに共通する課題だが、特にレジリエンスの構築には、プロジェクト実施者と現地パートナーの双方による長期的な対策とコミットメントが必要とされるため、とりわけ留意する必要がある。

5. プロジェクトをどのようにモニタリングするのか、また、成功したレジリエンス構築プロジェクトの構成要素は何か？

プロジェクトは、レジリエンスを達成したり、レジリエンス構築のためのメカニズムを導入したりするか？



定義

「受動的レジリエンス」とは、救援を主なものとする緊急状況での介入を意味しており、それにより社会が変化することに対しては抵抗がある。それに対し、「変革的レジリエンス」とは、変化に向けた高い柔軟性を意味する。これには、リスク要因に対処するための介入、すなわち、生態系管理、リスクに配慮した土地利用計画、構造的な脆弱性とリスクを軽減するための女性リーダープログラムなどが含まれる。

(Sudmeier-Rieux 2014)。

生態学では、生態系の自然な攪乱に関連するレジリエンスを以下のように考える。すなわち、ストレスや衝撃の結果として、システムが適応し、攪乱前の均衡を回復する、あるいは、異なる状態に変化する能力。また、「適応能力」ともいう。

(Folke 2006, Holling 1973)。

システムのすべての部分が、あらゆる種類のショックや攪乱に対処し、回避することができる一般的な回復力。既知または未知のしきい値を越えて、別のレジームやシステムに移行すること。これらは「対処能力」とも呼ばれ、本書では適応能力と同義に用いている。

(O'Connell 2019)

図17.1
プロジェクト開発のための質問
© K. Sudmeier-Rieux and
S. サンドホルツ
デザイン: S. Plog.

次のセクションでは、Eco-DRR/EbAプロジェクトのためにレジリエンス概念を活用するための5つのステップについて詳しく説明する。

1. プロジェクトの目的

どのようなプロジェクトでも、まずは目的と期待される成果を明確に定義する必要がある。実務家の中には、目的を定義する前に、システム、コンポーネント、その境界、コンポーネント間の動的な相互作用の分析から始めることを好む人もいるだろう。

ハザードイベントに対するインフラの物理的なレジリエンス、災害に対する社会的なレジリエンス、気候の変化に対する生態学的なレジリエンス、これら3種類のより具体的なレジリエンスについて考えてみたい (O'Connell *et al.* 2015)。物理的レジリエンスとは、主に電力網などのインフラが衝撃に耐えられるようにすることを指す。これはエンジニアリングの視点であることが多い。社会的レジリエンスは、自然ハザードを念頭においた生活の改善、脆弱性の軽減、適応能力の向上を指すことが多い。これは多くの場合、開発を担当する機関の視点である。最後に、生態学的レジリエンスとは、人間と自然の相互作用を考慮した上で、生態系がどのように機能を維持できるかを考えるものである。これは多くの場合、生態学者の視点である。Eco-DRR/EbAプロジェクトは、これらすべてのタイプのレジリエンスを組み合わせようとするもので、イノベーションの最先端に位置している。すなわち、物理的レジリエンス（場合によっては、防潮堤を建設する必要がある）、社会的レジリエンス（当然ながら、生活と適応能力を向上させる方法を検討する必要がある）、生態学的レジリエンス（ほとんどの社会は、その保護、福利、生活のために天然資源に依存している）を組み合わせるものである。

2. プロジェクトの対象

2.1. スコープを明確にする。主に受動的レジリエンス（ショックを受けても立ち直れるように対処能力を高めること、あるいは回復）を対象としているのか、それとも変革的レジリエンス（より長期的かつ包括的アプローチで、リスク軽減や生活改善の検討にも取り組むこと）に取り組むのか。この両者（立ち直ることと前進すること）は、両立できると考えるべきである。災害の影響を受けた人々は、前に進むために、まず「通常の状態」に戻って回復する時間が必要だろう。そしてその衝撃が、変革的レジリエンスにつながるプロセスのきっかけになりうる。例えば、災害後の「より良い復興」という概念がある。人々はまず回復し、災害から学び、どうすれば次の災害から身を守れるかを理解し、適応し、社会を再構築する必要があるし、また可能であるならば、リスク低減のために、より安全な場所、安全な方法で生活を再建する必要がある。

プロジェクトのスコープは、利用可能な時間、リソース、組織のミッション（人道的なものか開発関連のものかなど）によって決まることがほとんどである。図17.2は、受動的なものから変革的なものまで、レジリエンスの階段を示している。ここでは、立ち直りと回復から、生活の改善、リスク軽減への投資、脆弱性と力関係に対処するための生態系管理へと、徐々に焦点が移っていく。

変革的レジリエンスの目標は、生活、福祉、持続可能性、リスクの低減の改善である。これはユートピアのように思えるかもしれないが、災害は、コミュニティや社会が適切な条件のもとで改善された状態に移行するために必

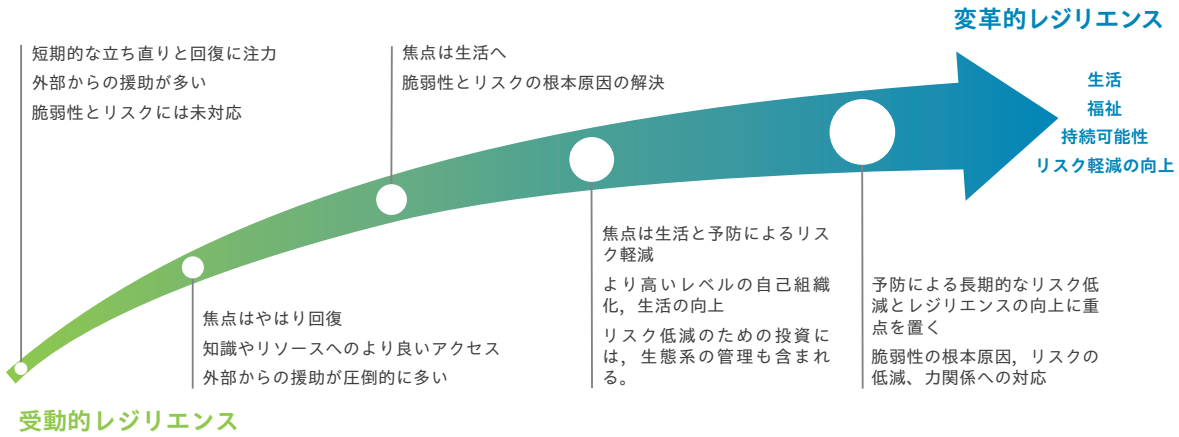


図 17.2
レジリエンスの階梯: 受動的レジリエンスから変革的レジリエンスへ
デザイン: K. Sudmeier-Rieux
作画: L. Monk

要な、社会的・政治的な変革を促すきっかけとなることがあるのである。例えばフィリピンでは、「2011年国家緑化プログラム」をはじめとする大規模な国際的・国家的プログラムのおかげで、「ハイヤン」後にそうした変革が起きた。

しかし残念なことに、多くの場合、追加的資源やガバナンスの改善がなければ、災害は開発努力を損ない続け、変革の可能性はほとんどない。ここでは、受動的レジリエンス、つまり災害前の段階に戻るものが、唯一の現実的な選択肢となってしまふ。

受動的レジリエンスと変革的レジリエンスでは、実際にどのような対策が必要か? これらの異なるタイプのレジリエンスを達成するために、プロジェクトの目標と現場での行動はどのように異なってくるのか?

2.2. システム、コンポーネント、その境界、コンポーネント間の動的な相互作用を定義する。ステークホルダーを、それらの相互の関係を含め特定する。関係者の間に対立や争点はあるのか、それとも協力の機会のある分野がある

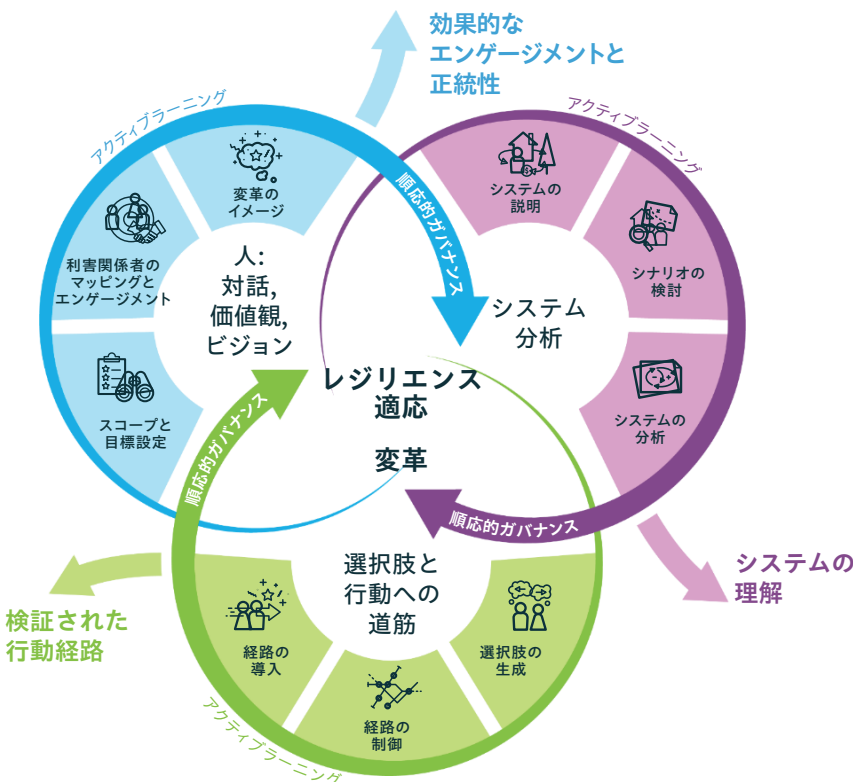


図 17.3
レジリエンス、適応経路、変革アプローチ (RAPTA) (バージョン 2)
出典: O'Connell et al. 2019

RAPTA 枠組み

レジリエンス、適応経路、変革アプローチ (RAPTA) は以下の3つのモジュールから成る。

1: 人-対話, 価値観, ビジョン

2: システム分析

3: 選択肢と行動経路

「モジュールは、2つの継続的なプロセス (アクティブラーニング: 前例のない急速な変化に対応する能力を構築する学習方法の確立。順応型ガバナンス: 介入策を設計する際、およびその実施と評価のために、モジュール間の反復的かつ柔軟で応答性の高い相互作用を調整すること)により支援される。

これは、システム評価を踏まえた強靭性、適応、変革の経路を示すことで、特定の持続可能性目標の達成につながるものである。」

O'Connell *et al.* 2019: 4

のか。シンプルな脆弱性と能力分析 (VCA), 相互の関連性を示すために行う参加型ベン図の作成, 参加型リスクマッピングなど, 使用できるツールは多くある。あるいは, 社会・生態系のリスクと不確実性を評価するレジリエンス評価, 「レジリエンス, 適応経路, 変革アプローチ (RAPTA)」 (O'Connell *et al.* 2019) など, 洗練されたシステム力学のモデリングを検討することもできる (図17.3)。

システムの転換点やしきい値を考えてみる。これらは, システムないし「システムレジーム」のありうる様々な状態の間の境界を意味する (Renaud *et al.* 2010, O'Connell *et al.* 2019)。健全で資源が豊富なシステムは, 不健全, 損傷している, あるいは脆弱なシステムよりも, そのシステムの境界内に留まるために自己修復する柔軟性とダイナミックさを備えている。ハザードイベントなどの衝撃に直面した場合, 健全なシステムは迅速に回復する可能性が高いのに対し, 脆弱なシステムはしきい値を超えて異なる状態, 「低度状態 (lower state)」になる可能性がある。重度に汚染された山道沿いの, 森を例に挙げてみよう。森は健康状態が悪くなり, 強い風雨などの衝撃に耐えられなくなるかもしれない。その結果, 以前と同じようには機能しなくなり, 新たな状態へと移行する可能性がある (例: 保水力の低下, 土壌の安定化, 生物多様性の低下など)。もちろん, ある状態からしきい値を超えて改善された状態に戻ることもあるが, そのためには追加の時間と資源が必要になる (例: 道路沿いの汚染を減らす, 木を植え直す, 再生を促すなど)。

衝撃を受けた人間システムにも, 同様のしきい値や転換点があるかもしれない。ハリケーン「カトリーナ」の後のニューオーリンズの状態を考えてみると, カトリーナから数週間, 数ヶ月, そして数年後には, 街の状態が変わったと言っても過言ではない。都市の再建には時間と資源が必要だったが, 何年経ってもカトリーナ以前の状態には戻っておらず, この新しい状態が改善された「変革」であるかどうかについては, 議論に決着がついていない。

3. 現在のリスク, 脅威, 不確実性の評価

リスク評価は, 正式なリスクマップ作成や, コミュニティベースでリスク分析によって行うことができる。簡単なSWOT (強み, 弱み, 機会, 脅威) 分析を行い, どのような脅威やリスクを軽減するために, どのような対策が適切であるかを検討しよう。また, ステークホルダーの主な利害も検討しよう。地滑りや洪水の心配よりも, 生活, 教育, 雇用, 道路へのアクセスなど, 日常的なリスクの緊急性が高いことに気づくかもしれない。ここでも, 上記のRAPTAフレームワークの使用を検討できる。

4. 持続可能性をプロジェクトに組み込む

ここでは, リスクに対処し, レジリエンスを高めるためにどのような対策を講じるか, また, プロジェクト終了後も, 提案された対策を実行するためにステークホルダーをどのように巻き込むかを決定する必要がある。ステークホルダーの関与は持続可能性の一側面であり, 地域の自発性, すなわちプロジェクトの支援がなくてもコミュニティが発展し続けられる能力を考慮する必要がある。能力強化は, このステップで非常に重要な役割を果たす。これには, 「やりながら学ぶ」ことや, より正式な研修プロセスが含まれる。

Eco-DRR/EbAを通じた変革的レジリエンスを目指す場合は, 災害リスク軽減と生活ニーズへの対応の両方を可能にする施策への投資を検討しよう。例えば, ステークホルダーを巻き込んで流域管理協議会を設立し, 上流と下

流の利用者が等しく便益を得られるようにすることが考えられる。また、浸食防止のために植物とともに根の深い果樹を植え、地元の学校に植生のモニタリングと管理を任せることなども考えられる。

5. モニタリングと評価

5.1. ステークホルダーと協力して、成功の指標を定義する。レジリエンスの指標は、レジリエンスを「学習する能力」「自己修復する能力」「回復する能力」などの動的な側面について評価するか、進捗を評価するか、あるいは結果に注目して評価するかによって異なる。結果指標は、プロジェクト開始時のシステムの状態のスナップショットを、プロジェクト中および終了時と比較するようなものである。言い換えれば、結果の指標は、具体的な結果が達成されているかどうかを測定する（例えば、新しい道路に軽減策が施されているなど）。一方、プロセス指標は、ダイナミックなプロセスの状態を伝えるものである（ステークホルダー対話、能力強化研修など）。評価の結果は、評価の対象とされる時間軸にも左右される場合がある。例えば、地すべりの緩和に関する能力強化の研修ワークショップが、参加者の態度に変化をもたらし、新たな対策に向けたプロセスが行われるかもしれない。

5.2. 指標の開発。プロジェクトに応じて、システムの主要な構成要素とそれらの間の相互作用に基づいて、上記の両方のタイプの指標を開発することを検討すべきである。指標を開発するプロセスでは、主要なステークホルダーや専門家、特に女性（グループ）を特定し、どのような指標を提案するかを相談し、それらを入手可能なデータやデータ収集の可能性と照らし合わせるなどを行う。現場では、科学的な厳密さが求められる一方で、（量的・質的にかかわらず）適切なデータを収集するための現実の困難やコストに直面することも多い。質的・量的指標を作成するための参加型ツールとしては、富のランキング、選好のランキング、マトリックス・ランキング、マトリックス・スコアリング、参加型測定などがよく知られている（Chambers 2007, Mayoux and Chambers 2005）。これらの手法は十分に検証されており、生活、脆弱性、ハザード、自然資源管理などを研究している研究者や実務者の間でよく使われている。射程とリソースに応じて、システムのダイナミクス、変化の主な要因とその影響を判断するために、上で紹介したRAPTA枠組みの使用も検討してほしい。

既定のレジリエンス指標というものは存在しないため、目的が明示されていること、指標がその目的に適合していることを確認する必要がある。指標が、対象となるシステムに関する基礎的な理論や、そのシステムの振る舞いに則していることを確認しよう。また、データの入手可能性、再現性、作業者によるバイアスの可能性、必要なスキルのレベルなど、プロジェクト活動の実施可能性を確認することも重要である。

主に社会的レジリエンスに関してよく利用される プロセス指標例

- 多角性 (例: 複数の収入源, バックアップ電源システムの確保, 冗長性)
- 時間効率とコスト効率 (例: 危機後の復旧期間の短さ, ないし迅速さ)
- リソースへのアクセス (例: 貯金, 家族の結束, 権限, (自然) 資源, 教育, 情報)
- 衝撃を吸収するための社会的または自然的システムの緩衝能力 (例: 自然的, 物理的, または経済的な保護手段, または頑健性)。
- 自己修復, 準備, 計画 (例: 早期警報, 保護措置, 応急処置)
- 事後に学習し, 改善する能力 (例: 危機のたびに準備が改善する)
- 効果的なガバナンス/組織/制御メカニズム (例: 市民の保護, 曝露を減らすためのゾーニングの実施)
- コミュニティの参加と計画への地元の知識の盛り込み (例: 地元のリスクマップや避難計画など)
- 重要なしきい値を特定し, 危険回避のために監視する (例: 飲料水に含まれる大腸菌の量を監視し, 危険なレベルに達する前に対処する)
- 柔軟性 (例: 組織内, 生活システム, 経済システム, 水管理システム)

出典: Bahadur *et al.* (2010); Moench and Dixit (2007)

以下の指標は、ネパールの山岳民族のレジリエンスを評価するために開発された**進捗指標と結果指標**を組み合わせたものである (Sudmeier-Rieux *et al.* 2013; 図17.4)。これらの指標は、すべてがSMART (訳注: 具体的 (Specific), 測定可能 (Measurable), 達成可能 (Achievable), 関連性が高い (Relevant), 期限付き (Time-bound) の頭文字) な指標とは言えず、評価が難しく、時に重複しているという問題がある。しかし、これらの指標は、上述のプロセス指標のいくつかと組み合わせることで、レジリエンスについての指標セットの一例となる。また、この図は、グローバルな指標セットの開発の難しさも示している。というのは、これらの指標はしばしば地域固有だからである。

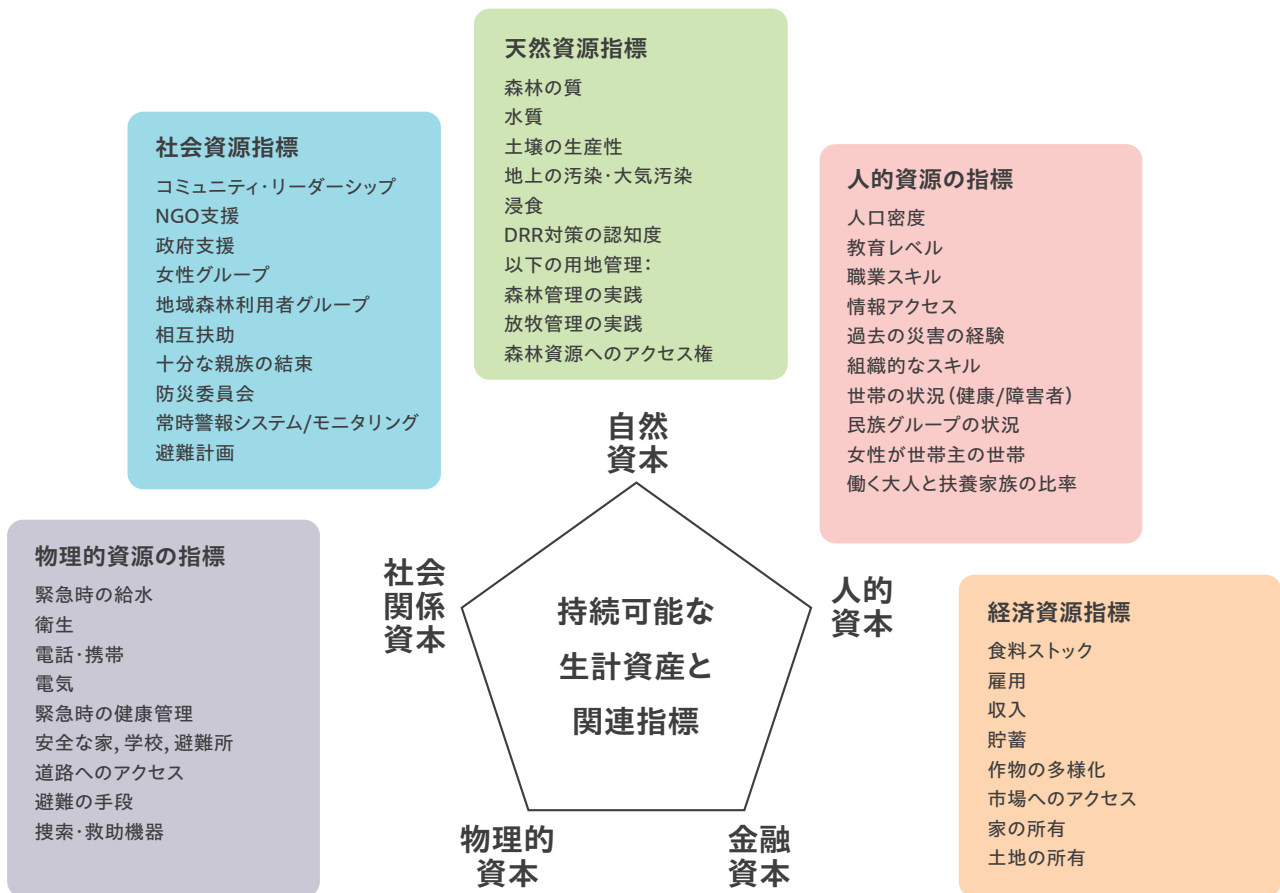


図17.4

ネパールの地滑りの影響を受けたコミュニティを評価するために開発されたレジリエンスの結果指標

出典:K. Sudmeier-Rieux (2013)

Design:S. Sandholz

作画:L.Monk

このように、結果や進捗の指標だけでなく、物理的、社会経済的、環境的な指標を活用することも検討してほしい。また、異なるステークホルダーが、異なるタイプのレジリエンスを取り上げ、矛盾したビジョンを持っている可能性があることに留意されたい。したがって、プロジェクトの初期段階から、レジリエンスをどのように定義し、評価するかを慎重に決定することが重要である。

Eco-DRRの指標

Eco-DRRに関する指標について以下を参照、

"Environmental Guidance Note for Disaster Risk Reduction"

Sudmeier-Rieux *et al* (2013)

https://www.iucn.org/about/union/commissions/cem/cem_resources/cem_ems/?uPubsID=4888

レジリエンス、適応、変革可能性について知っておくべき10のこと

レジリエンスとは、社会、経済、環境の各システムの個別のダイナミクスではなく、複雑でダイナミックにリンクした社会・生態システム（SES、農業生態系はその一例）に関するものである。

レジリエンスは、一連のSESが衝撃や攪乱に対応してどのように自己修復するかということを意味し、対応力の限界を決定する。

レジリエンス、適応、変革は、技術的に言えば、価値中立的なシステム特性である。つまり、これらは「良い」ものでも「悪い」ものでもない。「望ましい」あるいは「望ましくない」システムや目標を定義するのは、システムそれ自体、システムの状態、あるいはより広範な持続可能性の目標などである。望ましいかどうかは価値判断であり、システムのステークホルダーの価値観によって異なる。重度に劣化したシステムの修復は困難であり、少なくとも開発プロジェクトや人の一生の間では不可能である。

ある面でシステムをレジリエントなものにすると、その他の面やスケールではレジリエンスが失われることがあり、レジリエンス構築プロジェクトにはトレードオフがある。

レジリエンスを理解し管理するためには、特殊なレジリエンスと一般のレジリエンス、適応と変革を考慮する必要がある。ここで、特殊なレジリエンスとは、特定の種類の妨害に対するシステムの特定部分のレジリエンスを表す。また、一般のレジリエンスとは、新奇で予期しないものを含む、あらゆる種類の攪乱を吸収するシステムの能力であり、適応能力（適応可能性）と関連している。

システムを単独のスケールで理解することはできない。すべてのシステムは、複数の（入れ子状の）スケールで機能しており、スケール間の相互作用はある特定のスケールのレジリエンスに影響を与え、それゆえに相互作用するスケールの全体に影響を与える。

レジリエンスの損失の多くは、視野の狭い「最適化」と「効率化」の推進に起因する。すなわち、現在「使用されていない」余力や、「冗長な」機能的能力が取り除かれたことによる意図しない結果である。

レジリエンスとは、変動性を抑えることや変化しないことではない。攪乱を回避し、システムを一定に保とうとすると、レジリエンスはむしろ低下する可能性がある。また、適応と変革の能力を含むレジリエンスを維持・構築するためには、レジリエンスの限界を探ることも必要である。

適応と変革は相補的なプロセスである。管理者は、より大きなスケールのシステムがレジリエンスを維持できるように、より小さなスケールのシステムを変更する必要がある場合がある（例えば、より広い集水域が存続できるように、集水域の一部の活動を変更するなど）。望ましくないレジームシフトが回避できず発生してしまった場合は、意図的な変革が求められる。これを達成するための能力を変革性という。

適応経路アプローチは、長い期間の中で、どのような意思決定をいつするのが適切なのかを示すのに役立つ。社会的学習、共創、実験と反復、シナリオプランニング、生活イノベーションを可能にする柔軟性を備えている。それは、目標が必ずしも明確でなく、意思決定上の対立があり、社会・生態システムが複雑で非常にダイナミックであり、将来に向けてどのように変化していくかが予測できないような状況において、適切な枠組みを提供する。

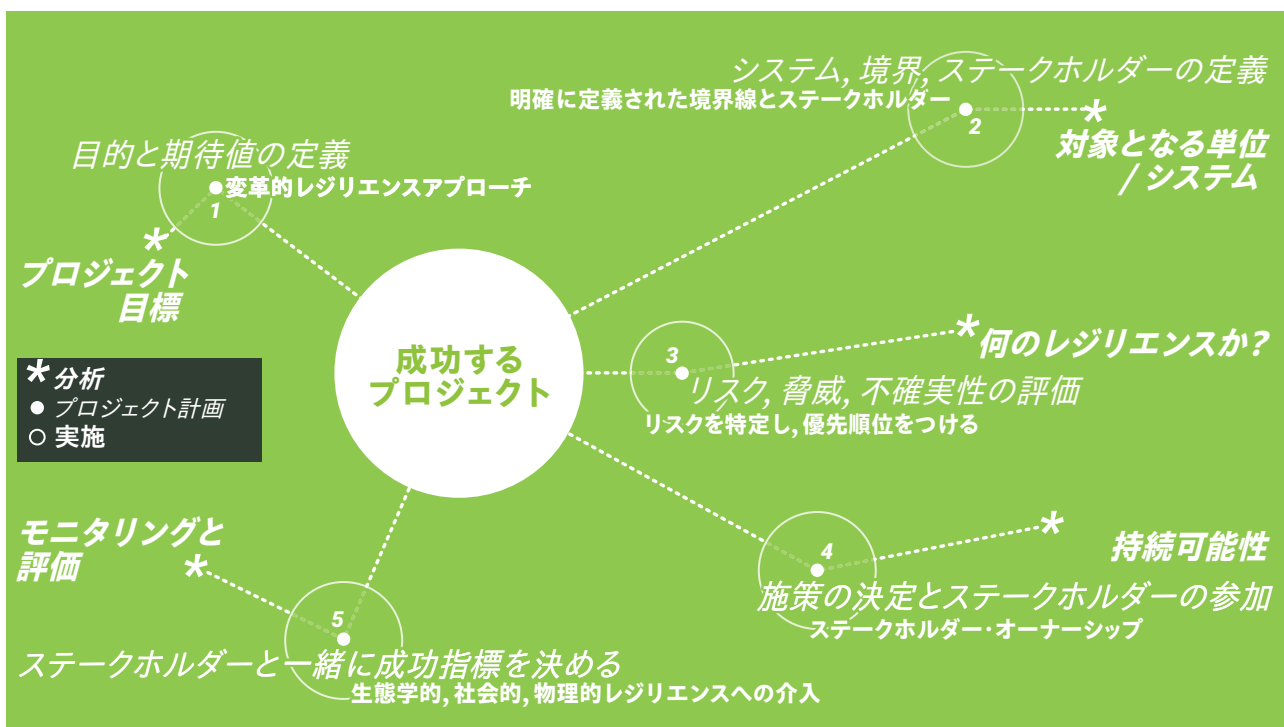
O'Connell *et al.* 2019

17.2 生態系を活用した災害リスク軽減と 適応を通じたレジリエンス構築プロジェクトの 5つの成功要因

本章の最後に、本書が考えるレジリエンス構築プロジェクトの5つの成功要因を紹介する(図17.5)。

1. プロジェクトの目的を明確に定義しており、レジリエンスを受動的、変革的、またはその中間のいずれかと定義している。変革的なレジリエンスには、社会的、生態学的、物理的なレジリエンスの側面が含まれる可能性が高い。
2. プロジェクトの境界およびステークホルダーが明確に定義されている。自然および人間のシステム構成要素とその相互関連性が特定されている。レジリエンス評価の実施を検討している。
3. 現在のリスクと脅威が特定され、その重大性や影響度の観点から評価され、これらのリスクと脅威を軽減するための実行可能な対策について優先順位付けがされている。
4. 持続可能性、すなわちプロジェクト終了後もプロジェクト活動を継続できる地元の能力を確保するために、ステークホルダーの懸念に対処し、オーナーシップを引き渡すように設計されている。また、包摂性が考慮されており、ジェンダーに関する特定の関心事がプロジェクトの設計に含まれている。
5. 生態学的、社会的、物理的なレジリエンスの様々な側面を考慮した介入策が選ばれており、Eco-DRR/EbAの概念が含まれている。

図17.5
レジリエンス構築プロジェクト成功
の要因
コンセプト: K. Sudmeier-Rieux
デザイン: S. Plog



17.3 おわりに

本章では、プロジェクトレベルでレジリエンス概念を活用する方法について、簡単で実用的な指針を示すことを試みた。実際には、社会的、経済的、政治的、生態学的な現実の間の、複雑でダイナミックな状況や相互作用に起因する困難に直面することが多い。ある場所でレジリエンスの向上を担当しているプロジェクト管理者は、システムのレジリエンスに関係する変数が、プロジェクトの介入、社会生態系の構成要素間の相互作用、災害の発生などの結果として常に変化していることに気づくだろう。プロジェクトの介入の結果と関連変数の変化の主要因をモニタリングし、人々が自分たちのシステムに関連変数の変化がどのように作用するかを学べるようにすることは、レジリエンス構築プロジェクトのより重要な側面の一つである。

レジリエンスを高めたり、管理したり、測定したりする簡単な方法はない。なぜなら、この概念を解釈する方法は、プロジェクトの範囲、あなたのバックグラウンド、そして上司があなたに達成してほしいと望むことにもよっても様々に変化するからである。しかし、本章では、定量的および定性的な用語でレジリエンスを定義し、運用するためのいくつかの手順とツールを提供することを試みた。本章の追加リソースでは、レジリエンスと変革可能性について、より詳細な学術的分析を希望する人のための文献を挙げている。レジリエンスは規範的な用語と考えるべきではないことを忘れてはならない(O'Connell *et al.* 2015)。「受動的なレジリエンス」(または災害前の状態への回復)は、災害直後、少なくとも短期的には、時間軸と利用可能な資源次第で、適切な目的であると言いうるかもしれない。だが、とくにそれが変革的レジリエンスへの踏み台として機能する場合は、より最適なものと言えるだろう。つまり、変革的レジリエンスは、長期的なリスク軽減や生活条件の改善とより相性が良いのである。

参考文献

- Bahadur, A., Ibrahim, M. and Tanner, T. (2010). *The resilience renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters*. Brighton: Institute of Development Studies. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/2368/The%20resilience%20renaissance.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Accessed 24 July 2019.
- Chambers R. (2006). Vulnerability, Coping and Policy. *IDS Bulletin*, (37)4, 33-40. DOI: 10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x.
- Chambers, R. (2007): Who Counts? The Quiet Revolution of Participation and Numbers. *Working Papers*. Brighton: Institute of Development Studies.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16, 253-267. DOI: /10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
- Gaillard, J.C. (2010). Vulnerability, Capacity, and Resilience: Perspectives for Climate and Development Policy. *Journal of International Development*, 22, 218-32. DOI: 10.1002/jid.1675.
- Gaillard, J.C. and Maceda, E.A. (2009). Participatory three-dimensional mapping for disaster risk reduction. *Participatory Learning and Action*, 60, 109-118. <https://pubs.iied.org/pdfs/G02818.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Gaillard, J.C. and Pangilinan, M.L. (2010). Participatory Mapping for Raising Disaster Risk Awareness Among the Youth. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 18(3), 175-9. DOI: 10.1111/j.1468-5973.2010.00614.x.
- Gaillard, J.C., Pangilinan, M., Cadag, J. and Le Masson, V. (2008). Living with increasing floods: insights from a rural Philippine community. *Disaster Prevention and Management*, 17(3), 383-395. DOI: 10.1108/09653560810887301.
- Holling, C.S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23. <http://www.jstor.org/stable/2096802> Accessed 30 August 2019.
- Mayoux, L. and Chambers, R. (2005). Reversing the paradigm: quantification, participatory methods and pro-poor impact assessment. *Journal of International Development*, 17, 271-298. DOI: 10.1002/jid.1214.
- Moench, M. and Dixit A. (2007). *Working with the Winds of Change: Towards Strategies for Responding to the Risks Associated with Climate Change and Other Hazards*. Kathmandu: ISET. https://www.preventionweb.net/files/2652_windschange.pdf Accessed 24 July 2019.
- O'Connell, D., Maru, Y., Grigg, N., Walker, B., Abel, N., Wise, R., Cowie, A., Butler, J., Stone-Jovicich, S., Stafford-Smith, M., Ruhweza, A., Belay, M., Duron, G., Pearson, L., and Meharg, S. (2019). *Resilience, Adaptation Pathways and Transformation Approach. A guide for designing, implementing and assessing interventions for sustainable futures (version 2)*, CSIRO. <https://research.csiro.au/eap/rapta/> Accessed 30 August 2019.
- Renaud, F.G., Birkmann, J., Damm, M. and Gallopin, J.C. (2010). Understanding multiple thresholds of coupled social-ecological systems exposed to natural hazards as external shocks. *Natural Hazards*, 55(3), 749-763. DOI: 10.1007/s11069-010-9505-x.
- Resilience Alliance. (2007). *Assessing Resilience in Social-Ecological Systems, a Workbook for Scientists, Version 1.1*. http://library.uniteddiversity.coop/Transition_Relocalisation_Resilience/resilience_workbook_for_scientists.pdf Accessed 24 July 2019.
- Sudmeier-Rieux, K., Ash, N., and Murti, R. (2013). *Environmental Guidance Note to Disaster Risk Reduction, Revised*. Gland: IUCN. https://www.iucn.org/about/union/commissions/cem/cem_resources/cem_ems/?uPubsID=4888. Accessed 27 July 2019
- Sudmeier-Rieux K., M. Jaboyedoff and Jaquet, S. (2013). Operationalizing "resilience" for disaster risk reduction in mountainous Nepal. *Disaster Prevention and Management*, 22(4), 366-377. DOI: 10.1108/DPM-02-2013-0028.
- Sudmeier-Rieux, K. (2014). Resilience – an Emerging Paradigm of Danger or of Hope? *Disaster Prevention and Management*, 23(1), 67-80. DOI: 10.1108/DPM-12-2012-0143.
- Twigg, J. (2007). *Characteristics of a Disaster-Resilient-Community: A Guidance Note*. Benfield: Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group. https://www.preventionweb.net/files/2310_Characteristicsdisasterhighres.pdf Accessed 24 July 2019.
- Twigg, J. (2009). *Identifying Partnership Needs and Opportunities. Disaster Studies Working Paper 18*. Aon Benfield UCL Hazard Research Centre, <https://www.ucl.ac.uk/hazard-centre/sites/hazard-centre/files/wp18.pdf> Accessed 24 July 2019.



第18章

結論

生態系を活用した災害リスク軽減と
適応のための今後の課題と可能性

DRRやCCAにおける生態系（管理）の重要性は、国際的にも注目を集めており、リオ三条約（UNFCCC, CBD, UNCCD）やSFDRRなどの国際合意や、気候変動対策に関する計画（国家適応計画や国が決定する貢献など）、その他の開発計画やDRR計画など、多くの国の政策で言及や義務付けをされている。しかし、生態系を活用したアプローチが主流になったと言えるには、まだ程遠い状況にある。今なお、グレーインフラや早期警報システムなどの非構造物によるアプローチが主流である。さらに、DRRやCCAの重要性が認識されているにもかかわらず、災害予防ではなく、災害後の救援、復旧、復興というパラダイムが依然として主流となっている。気候変動による災害リスクの増加などのグローバルな規模の課題に対応するために、受動的で対処的なアプローチから、プロアクティブで変革的なアプローチに移行することが可能であり、また必要である。

Eco-DRR/EbAのメリット

Eco-DRR/EbAを人工的な対策と区別する主な要素の一つは、生態系が提供する**複数のコベネフィット**である。そのコベネフィットには、生活支援、貧困削減、文化・アイデンティティの保護、水・土壌資源の保護、地域気候の安定化、生物多様性の保全、炭素貯留・隔離などが含まれる。Eco-DRRとEbAは後悔しない戦略であり、このことは2014年のIPCC AR5でも明確に述べられ、SFDRRにも反映されている。

災害や気候変動のリスクの軽減にあたって、生態系を活用したグリーンな解決策が、グレーインフラのみの場合と比較して、**純便益が大きい**ことを実証する事例が、この15年から20年の間に増えている。ただし、特に人口密度の高い地域においては、持続可能性を損なう生態系の破壊を引き起こさない限り、グリーンとグレーのハイブリッドな解決策が最も適切であることもある。

最後に、生態系管理は、**リスク方程式の3つの要素すべてに対応できる**数少ないアプローチの1つである。これは、環境悪化と人々の曝露の増加が災害リスクの最も重要な要因の2つであることを考えると、理にかなっている。

- 生態系は、ハザードを防止したり軽減したりすることができる。
- 生態系は、自然の緩衝材として機能することで、曝露を減らすことができる。
- 生態系は、災害前、災害時、災害後の生活を支えることで、脆弱性を軽減することができる。

生態系を活用したアプローチは、DRRやCCAを解決する特効薬ではないことは明らかで、解決すべき課題は他にも数多くある。ただ、ジェンダーに配慮したEco-DRR/EbAは、変革的なレジリエンスを実現するための重要なステップであることは確かである。ジェンダーに配慮したEco-DRR/EbAのアプローチに対する認識が高まっているにもかかわらず、それらを主流化するにはまだ多くの課題がある。

今後の課題

プロジェクト単位で成功したプロジェクトの 主流化とスケールアップ

プロジェクト単位で成功したEco-DRR/EbAプロジェクトは数多く存在している。だが、プロジェクトの規模から、より国家的なプログラムへと主流化・拡大していくことは、各国の状況次第で困難である。とはいえ、それは可能なのであって、たとえばスイスはその良い例である。スイスでは、アルプス山脈の災害リスク軽減プログラムにおいて、森林が重要なインフラを落石、雪崩、浅い地滑りなどの頻繁に発生する災害から守るための主要な要素となっている。さらに、いくつかの州では、洪水のリスクを軽減するために大規模な河川の再整備が行われており、同時に生物多様性の保護やレクリエーションエリアの提供も行われている。しかし、この例は、土地の管理が完全に政府の管理下にあり、実施の手段を持っている国のものであることに留意すべきである。そうではない状況では、よりコミュニティ主導のアプローチが必要かもしれない。そのような場合は、環境管理のメリットをアピールし、計画の中に生活やコミュニティへの配慮を盛り込むことが重要である。実際、コミュニティが土地管理に直接関与していない場合でも、土地を特定の方法で使用すると不満が生じる可能性があるため、コミュニティとの協議や関与は不可欠である。例えば、波の力を弱めるためにある土地が洪水の「犠牲」になるように管理された再調整は、土地の所有者や利用者のニーズや理解促進を踏まえずに行われたならば、そうした人々を怒らせてしまうかもしれない。

DRR/CCAにおけるジェンダーと包摂性に関しては進歩が見られるが、DRR/CCAへのジェンダーに配慮したエンゲージメントを確保することは、依然として喫緊の課題である。災害やEco-DRR/EbAの女性やその他のマイノリティへの影響や、そうした人々の役割を理解するには、さらなる研究と、平等性と公平性を確保するための努力が必要である。

もう一つの課題は、グローバルな政策を国や地域レベルの政策や法的枠組みに転換して、Eco-DRR/EbAの主流化と規模拡大を促進することである (Estrella *et al.* 2016)。

知識

まだ知られていないことも多くある。Eco-DRR/EbAが多くの状況で機能していることを示す強固な経験的証拠は確かにある。だが、Eco-DRR/EbAの課題のひとつは、DRRにおける生態系の役割について十分かつ拡張可能なデータがあるとは言えないことである。生態系の保護機能は地域固有のものであるため、例えば、様々な種類の生態系やハザードに係る標準的な生態工学的手法のガイドラインを確立することは困難である。そのため、同じ対策を他の場所で再現・拡張して同じ結果を得るということは難しく、このことがEco-DRR/EbAを計画・実施する際の不確実性を高めている。また、生態系評価の実施も難しいため、生態系の費用や便益に関するデータの入手も同じく困難である (第15章)。

その他の知識ギャップのある分野としては、生態系と関連する社会・生態システムが崩壊に至るティッピングポイント、干ばつなどの緩慢に進行する災害を軽減するための生態系の効果、災害が生態系の健康とレジリエンスに与える影響、生態系による効果的な保護のサービスが提供されるまでに要する時間などがある。さらに、気候変動の生物多様性への影響については多くの研究が行われているが、気候変動自体が不確実であるため、自然インフラを運用において、この点の理解を織り込むことは容易ではない。このことは、実験室やシミュレーションで知識を得やすいグレーインフラに頼る方が簡単だと考えられてきた理由のひとつでもある。ただし、グリーンインフラや、グリーンとグレーのアプローチを組み合わせたハイブリッドな解決策は、コスト面でも防護力の面でも効果的であり、生活や水の確保といったコミュニティの根本的な問題を解決する多くの便益をもたらすことも、多くの研究で示されてもいる。このように、これらの点に関する継続的な研究は不可欠である。しかし、研究の必要性もさることながら、不確実な状況下では、Eco-DRR/EbAの実施に順応的管理や学習アプローチを適用することが前進する唯一の方法であるともいえよう。それゆえ、モニタリングと評価を、副次的でドナーの要求を満たすためだけのものとして軽視しないことが重要である。

Eco-DRR/EbA とグリーン/ブルーインフラの モニタリングのための指標開発

災害リスクを生み出す社会・生態学的要因は、レジリエンスの概念と同様に複雑に絡み合っている。この複雑さは、Eco-DRR/EbAとその成果について指標を開発して測定し、モニタリングすることを困難にしている。幸い、SFDRRをはじめ、レジリエンスと生態系を活用したアプローチの両方について、指標の開発とモニタリングの改善に向けた取り組みが多くある。そのための最初のステップは、生態系、生態系サービス、それら状態とリスクに関するベースライン情報を特定し、提供することである。すべての側面をカバーするためには、プロセスと結果にわたる一連の指標セットを作成することが必要かもしれない。持続可能なモニタリングと評価の仕組みを構築することは困難だが、既存の（準）国家レベルの報告メカニズムを活用したり、何らかの形でコミュニティベースのアプローチを用いたりして創造的に行えば、可能となるだろう。

Eco-DRR/EbAの一般的なガイドラインを提供する本書が、これらの課題を克服するための背景知識や刺激を提供することで、私たちが一步前進するきっかけとなることを願う。

機会

前章では、Eco-DRR/EbAの多くの可能性について説明したが、災害リスクを軽減に係る生態系の限界についても現実的に考える必要がある。また、Eco-DRR/EbAは単独の戦略ではなく、ハイブリッドソリューション、早期警報、その他の災害予防・準備対策など、他のリスク軽減戦略と組み合わせる必要があることが多い。

第3章で見たように、SFDRR、パリ協定、SDGsに生態系の活用が盛り込まれ、CBDやラムサール条約でも生態系とDRRを結びつける必要性が認識されたことで、Eco-DRR/EbAに新たな機会が生まれている。地域レベルで

は、Eco-DRR/EbAのフィールドプロジェクトの数も増加している (Doswald and Estrella 2015)。

第16章で指摘したように、Eco-DRR/EbAによって災害リスクに真に効果的に対処するためには、それらを国や地域レベルでの開発計画や財政に十分に統合する必要がある。SFDRR で求められているように、Eco-DRR/EbA の主流化は、環境影響評価 (EIA) や戦略的環境影響評価 (SEA) などの環境戦略や計画だけでなく、国の環境政策や法律の枠組みにおいて、より直接的に取り入れる必要がある (Estrella *et al.* 2016)。Eco-DRR/EbAのエントリーポイントとして特に有望なプログラムには、保護地域管理やIWRMなどがあり、第13章ではEco-DRR/EbAの成功例をいくつか紹介した。

また、DRRを目的とした生態系の管理・修復への投資を促す新たな金融手法も登場している。これには、生態系サービスへの支払い (PES) (第15章) や、Eco-DRR/EbA プロジェクトへの地方政府コミュニティ間の共同出資や官民共同出資などがある。本書では詳述していないが、排水処理、大気浄化、洪水防止、土地回復のための自然インフラの整備を促進する民間セクターの取り組みも有望である (WBCSD 2016)。また、保険セクターも、保険損害を軽減する方法を模索するとともに、Eco-DRR/EbA 対策を実施することによる新たなビジネスチャンスを模索するなど、ますます積極的になっている (UNEP 2014)。

今後に向けて

主たる課題は、開発計画においてEco-DRR/ EbAを主流化し、大規模化することである。これは、Eco-DRR/EbAが複数の分野にまたがる性質を持っていることに鑑みても、困難なことである。一方で、既存の法的・制度的枠組みの多くは、重複したり、不明瞭な制度的マנדートを持っていたり、強制力のない法的枠組みであったりすることなどに鑑みれば、このような統合的アプローチを必ずしも支援・促進するものとは言えない。しかし、分野横断的な関与のための「傘」となる枠組みとして機能する開発計画やイニシアチブを通じた取り組みによって、このような課題を克服することができるかもしれない (Estrella *et al.* 2016)。

そして、疎外される人々を減らし、平等性と公平性を向上させることでコミュニティ全体のレジリエンスを高めることができるため、Eco-DRR/ EbAに女性やその他のマイノリティを包摂すべきである。さらに言えば、多くの社会的・文化的理由により、女性は天然資源の重要な管理者であることが多い (図18.1)、より緑豊かでレジリエンスのある世界の構築に向けた重要な味方にもなりえる。



図18.1
ネパールにおけるEco-DRR/EbAの変化の鍵を握る女性たち
クレジット: K. Sudmeier-Rieux

Eco-DRR/EbAの基礎を概観する本書が、具体的な取り組みの例や課題を示すとともに、Eco-DRR/EbAの生態学的、政治的、経済的な可能性を追求する研究に取り組む学生や研究者のために、新たな研究分野や多くの機会を提供することを願ってやまない。

参考文献

- Chelleri, L., Waters J.J., Olazabal, M. and G. Minucci (2015). Resilience trade-offs: addressing multi-scale and temporal aspects of urban resilience to climate and environmental changes. *Environment and Urbanization*, 27 (1), 181-198. DOI: 10.1177/0956247814550780.
- Doswald, N. and Estrella, M. (2015). *Promoting ecosystems for disaster risk reduction and climate change adaptation: Opportunities for Integration*. Geneva: United Nations Environment Programme. http://pedrr.org/pedrr/wp-content/uploads/2013/11/Discussion_paper_FINAL_web.pdf Accessed 24 July 2019
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., Sandwith T. and N. Sekhran (eds) (2010). *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA: IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF. https://www.iucn.org/downloads/natural_solutions.pdf Accessed: 24 July 2019
- Dudley, N., Buyck, C., Furuta, N., Pedrot, C., Renaud, F. and K. Sudmeier-Rieux (2015). *Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction, A Handbook for Practitioners*. Tokyo and Gland, Switzerland: MOEJ and IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2015-001.pdf> Accessed: 24 July 2019
- Estrella, M., Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and Nehren, U. (2016). Defining new pathways for ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in the post-2015 sustainable development agenda, In *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation: linking science, policy and practice*. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. Estrella, M. and U. Nehren (eds). Cham: Springer International Publishing AG. DOI: 10.1007/978-3-319-43633-3.
- Laddey, R., Kumamoto, M. and Treichel, P. UNDP. (2011). *Africa Adaptation Programme Experiences Gender and Climate Change: Advancing Development through An Integrated Gender Perspective*. New York: UNDP. Available online at: <http://www.africa.undp.org/content/dam/rba/docs/Reports/AAP%20Discussion%20Paper%20En.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Murti, R. and Buyck, C. (2014). *Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Gland: IUCN. https://www.iucn.org/about/union/commissions/cem/cem_work/tg_drr/?uPubsID=5082 Accessed 24 July 2019.
- National Institute of Disaster Management (n/a). *Mainstreaming Disaster Risk Reduction In Environment Sector Guidelines And Tools*. Ministry of Home Affairs, Gov't of India. Available online at: <http://nidm.gov.in/pdf/pubs/DRR-environment.pdf> Accessed 24 July 2019.
- Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (2013). *The Role of Ecosystems for Disaster Risk Reduction*. Tokyo: UNU-Press. <http://unu.edu/publications/books/the-role-of-ecosystems-in-disaster-risk-reduction.html#overview> Accessed 24 July 2019.
- Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. and Nehren, U. (2016). *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice*. Warren: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-43633-3.
- Sudmeier-Rieux, K., H. Masundire, A. Rizvi and Rietbergen, S. (2006). *Ecosystems, Livelihoods and Disasters: An integrated approach to disaster risk management*. Gland/Cambridge: IUCN. https://www.preventionweb.net/files/568_10050.pdf Accessed 24 July 2019.
- Sudmeier-Rieux, K., Ash, N. and Murti, R. (2013). *Environmental Guidance Note for Disaster Risk Reduction: Healthy Ecosystems for Human Security and Climate Change Adaptation*. =2013 edition. Gland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-008-2013.pdf> Accessed 24 July 2019
- UNEP (2014). *Building disaster-resilient communities and economies*. Geneva: UNEP-FI. https://www.unepfi.org/fileadmin/documents/building_disaster-resilient_communities_economies_01.pdf Accessed 24 July 2019.
- UNISDR, UNDP and IUCN (2009). *Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive Policy and Practical Guidelines*. Geneva: UNDRR/UNDP/IUCN. https://www.unisdr.org/files/9922_MakingDisasterRiskReductionGenderSe.pdf Accessed 24 July 2019.

追加のウェブサイトリソース

Environment and Gender Index, IUCN: <http://genderandenvironment.org/egi/>

Gender and Environment, UNEP <http://www.UNEP.org/gender/data/AboutUs/tabid/54765/Default.aspx>

Global Gender and Climate Alliance: <http://gender-climate.org/>

Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction, UNEP: <http://pedrr.org>

UN Third World Conference on Disaster Risk Reduction, Sendai (Japan) 2015: <http://www.wcdr.org/home>

IUCN Commission on Ecosystem Management – Disaster Risk Reduction https://www.iucn.org/about/union/commissions/cem/cem_work/tg_drr/

Wetlands International – Reducing disaster risks - <http://www.wetlands.org/OurWork/DisasterRiskReduction/tabid/2752/Default.aspx>

UNEP- Disasters and Conflicts

<http://www.UNEP.org/disastersandconflicts/>

