

令和1年度（2019年度）学士（社会科学）論文

レジリエンス社会構築のための生態系を活用した防災・減災

令和2年（2020年）1月31日

山梨大学生命環境学部地域社会システム学科

学籍番号 L16SS009

北村璃子

- 要旨 -

本研究の目的は、レジリエンス社会構築のための「生態系を活用した防災・減災（Ecosystem-based disaster risk reduction ; Eco-DRR）」の重要性を分析することである。分析においては、6つの先行事例を整理し、Eco-DRRの便益に焦点を当てる。背景として、地球温暖化の影響により自然災害が増加していることが挙げられる。東日本大震災によって、レジリエンスの重要性が注目されることとなった。

本研究では、先行事例を、事業の目的、事業内容、便益あるいは効果の観点で整理し、Eco-DRRの重要性を分析した。結果として、災害時における生態系の緩衝帯としての利用や、整備・維持管理の低コスト化、災害に強い地域コミュニティの形成、経済的便益の取得が可能であることがわかった。また、平時の生態系サービスの発揮や地域活性化への寄与、さらに、気候変動対策に貢献することもわかった。レジリエンス社会構築には、地域ごとに生態系の保全・管理を行い、人工構造物とのハイブリッドなEco-DRRを実施することが、有効であると考えられる。

謝辞

本論文を作成するにあたり、指導教員の渡邊幹彦教授から、丁寧かつ熱心なご指導を賜った。ここに感謝の意を表す。また、多くのご指摘を下さったゼミの同期の皆様に感謝する。ただし、本論文に誤りがあれば、それは全て筆者の責任である。

目次

1. はじめに.....	5
1.1 目的.....	5
1.2 背景.....	5
1.3 意義.....	6
2. レジリエンス	6
2.1 定義.....	6
2.2 由来.....	9
2.3 グローバルリスクとレジリエンス	10
2.4 レジリエンス・シティの指標.....	11
2.5 レジリエンスと生態系を活用した防災・減災	12
3. 先行事例.....	14
3.1 県民緑税を活用した森林整備（兵庫県）	14
3.1.1 事業の目的.....	14
3.1.2 事業内容	15
3.1.3 便益あるいは効果	17
3.2 六甲山における森林再生（兵庫県）	18
3.2.1 事業の目的.....	18
3.2.2 事業内容	18
3.2.3 便益あるいは効果	19
3.3 ベトナム赤十字社によるマングローブ林の保護・再生（ベトナム）	19
3.3.1 事業の目的.....	19
3.3.2 事業の内容.....	20
3.3.3 便益あるいは効果	20
3.4 千歳川河川整備による洪水緩和（北海道）	25
3.4.1 事業の目的.....	25
3.4.2 事業の内容.....	26
3.4.3 便益あるいは効果	26
3.5 ニュージーランドの湿原保全による洪水緩和（ニュージーランド）	26

3.5.1 事業の目的.....	26
3.5.2 事業の内容.....	26
3.5.3 便益あるいは効果	27
3.6 蕪栗沼と周辺地域における湿地復元（宮城県）	28
3.6.1 事業の目的.....	28
3.6.2 事業の内容.....	28
3.6.3 便益あるいは効果	28
4. 結論 — 事例の分析によるレジリエンス社会構築への示唆	29
参考文献	32

1. はじめに

1.1 目的

本研究の目的は、レジリエンス社会構築のための「生態系を活用した防災・減災 (Ecosystem-based disaster risk reduction; Eco-DRR)」の重要性を分析することである。この分析は、レジリエンス指標と事例の整理を通じて、実施される。また、分析においては、Eco-DRR の便益に焦点を当てる。

1.2 背景

本研究を実施する理由は、地球温暖化の影響により自然災害が増加していることである。日本は災害大国で、地震や豪雨、台風、豪雪など数多くの災害が発生している。記憶に新しいのは、2019年9月・10月に発生した台風による災害である。台風15号、19号、21号による豪雨や暴風で甚大な被害が発生した。死者は計100人、行方不明者は9人、住宅被害は12万1,366棟にも及んだ。堤防の決壊は7県71河川140カ所、土砂災害は20都県690カ所で確認されている¹。千葉県や長野県、宮城県などでの被害が特に大きく、政府は台風15号と19号による災害を「激甚災害」に指定した。

日本でレジリエンスが強く意識されるようになったのは、2011年3月11日に発生した東日本大震災による。この震災による死者は1万9,689人、行方不明者は2,563人、負傷者は6,233人、住宅被害は全壊したものだけで12万1,995棟にも及び、東北地方に甚大な被害をもたらした²。ここで重要なのは、自然災害による被害だけではなく、災害のあとの復興のための、当時の社会のシステムが脆弱であったということである。物流と生産で、できるだけ途中のプロセスで在庫を持たない「ジャスト・イン・タイム方式」が行き渡っていた。さらに、部品を安く仕入れるために、調達先を絞って一社に依存する企業も多かった。物流と生産が、在庫を持たず、コストが安くて済む、効率の良い仕組みを重視していたことで、震災後の機能が完全に麻痺してしまったのである。このように、私たちの社会は、短期的な経済効率やコストを重視するあまり、平時にはその重要性が見えにくい、中長期的なレジリエンスを失っていたのである。

また、震災後の停電によって、オール電化の家は全ての機能が止まってしまったという事例がある。さらに、一人暮らしの人が被災した際、近所の人との関係が築かれていないと、安否確認も救助もされないのではないかと不安視する声もあがった。このように、暮らしの

¹ 朝日新聞デジタル (2019)。

² 総務省消防庁 (2019)。

レジリエンスが重要となることが明らかになった³。

1.3 意義

日本では前述のような震災や台風被害をはじめ、数多くの災害が発生しており、被災した地域では甚大な被害が発生している。そういった地域のレジリエンスを向上させるための1つの手段として、Eco-DRRが有効であるとされている。本研究では、Eco-DRRを実施している事例をもとに、それをういた防災・減災の重要性について分析し、我々が暮らす社会のレジリエンス向上について検討する。日本のみならず世界中で自然災害が急増している現在、災害による被害をできるだけ軽減するための防災・減災だけではなく、災害時の対応や災害後の復興を迅速に行うためにもレジリエンスを向上させることが重要である。このようなことが重要なのは、世界経済フォーラムのレポート「グローバルリスク報告書 2013年版」でも、メインテーマとして取り上げられているため、本研究は意義があるといえる。

2. レジリエンス

2.1 定義

レジリエンス (resilience) は、「システム、企業、個人が極度の状況変化に直面したとき、基本的な目的と健全性を維持する能力」と定義される⁴。近年分野を問わず広い領域で用いられている概念であり、世界的に重要視されている。現代社会には、前述したような災害や社会のシステム、暮らしの中の問題だけではなく、人口減少・高齢化社会において不安定化する雇用や、拡大する格差、金融危機、人と人とのつながりや絆がどんどん弱くなっている地域や社会など、様々な問題がある。そういった問題への適応、対策としてもレジリエンスは重要となる。災害、異常気象、経済、地域、社会、暮らしなど、あらゆる分野において、レジリエンスの向上が求められている。ただし、分野によって少しずつ違った意味で用いられ、複数の定義が存在しているため、代表的なものを以下に示す。

第1の代表的な定義は、「外的な衝撃に耐え、それ自身の機能や構造を失わない力」である⁵。近年日本では、政府が「国土強靱化 (ナショナル・レジリエンス)」の取り組みを行うなど、レジリエンスという用語が使われるようになってきた。「国土強靱化」というとハードな面を強固なものにするイメージがあるが、それだけではない。枝廣 (2015) は、東日本大震災の2

³ 枝廣 (2015)、pp.14-22。

⁴ ソッリ・ヒーリー (2013)、pp.3-32。

⁵ 枝廣 (2015)、pp.14-22。

つの事例を挙げている。1 つが、「東洋一の堤防」とハード面を強固にして安心していた状況で、それが決壊して大きな被害が出た地域の事例である。もう 1 つが、「かつてここまで津波が来たから、この下には家を建てないように」という石碑の教えを守り続けたことで、全員の人命を守った地域の事例である。このように、ハードな面を強固にすることだけがレジリエンスの高さにつながるわけではない。逆に、ハードな面が強固すぎると、レジリエンスが失われるのである。

第 2 の代表的な定義は、「システム、企業、個人が極度の状況変化に直面したとき、基本的な目的と健全性を維持する能力」である⁶。レジリエンスを向上させるためには、状況の変化に適応しつつ、自己の目的を達成する能力を維持する「適応能力の維持」が必要であるとされている。

レジリエントなシステムは決して完璧ではなく、むしろ適度な失敗を必要としている。それによりシステムが解放され、資源を再構築できるからである。例えば、小規模な森林火災によって、耐火性の樹種が非耐火性の樹種によって駆逐されないようにすることで、大規模な火災を防ぐことができるというものである。一見完璧なシステムは極めて脆弱であることが多く、ときとして失敗を伴うダイナミックなシステムはこの上なく頑強になりうるとされる。さらに、レジリエンスの戦略として、十分な備えを持つこと、資源の調達先を多様化すること、システムの運用と稼働状況に関する制度の高いリアルタイムのデータを収集すること、システムの構成要素に十分な自律性を与えること、一部の混乱が全体に波及しないように防火帯を設けることが挙げられている。

第 3 の代表的な定義は、「レジリエンスとは、一時的に崩したバランスを素早く取り戻す『復元力』あるいは『回復力』のことであり、都市や農山村など性質の異なる地域ごとに発揮される必要がある」というものである⁷。レジリエンスは自然的・文化的背景によって国ごと地域ごとに様々であるため、これが低下する要因を知り、回復・向上させるためにどのような方策が有効であるかを熟考することが重要となる。そのために、「伝統知」に学ぶことがまず必要であり、「自然」の声を素直に聴き、「風土」を理解して、科学技術に奢ることのない「最適な道」を謙虚に探ることが重要であるとされている。さらに、押す（すなわち、インフラで守る）だけではなく、引く（すなわち、土地利用を撤退する）ことによってできる余裕を持ち、国土の受容性や包容力を高めるといったように、「強靱化」ではなくむしろ「柔軟化」を目指すことが、国土構造や社会状況に内在する脆弱性の問題に対して重要である。

第 4 の代表的な定義は、「思いがけぬ外部の衝撃に対して、本来の機能を持ち耐えて、回復

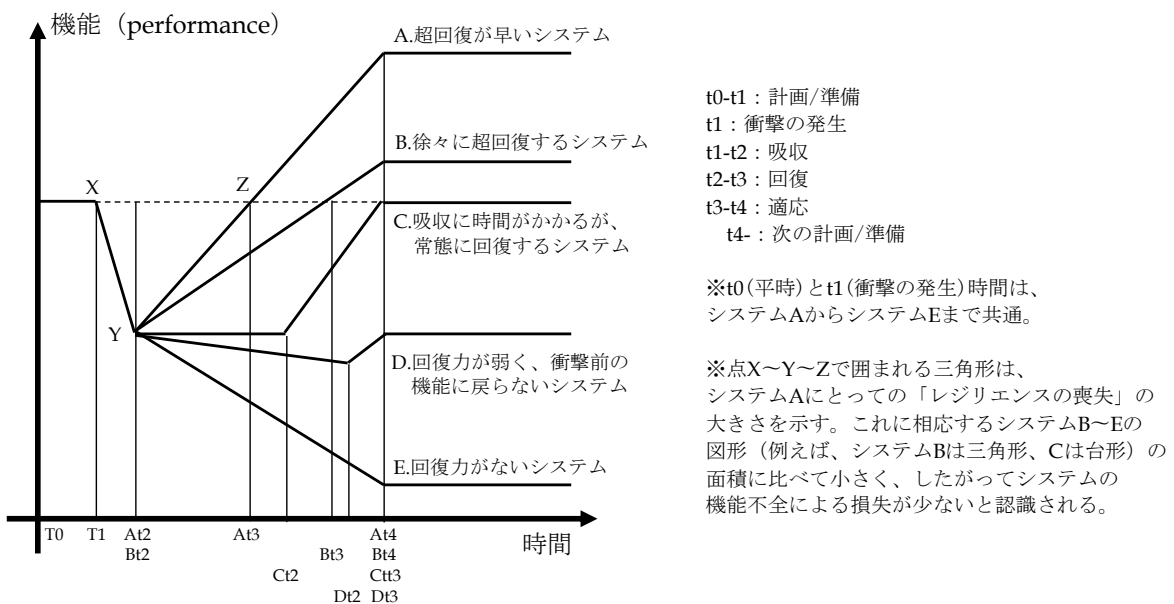
⁶ ソッリ・ヒーリー (2013)、pp.3-32。

⁷ 林・鈴木 (2015)、pp.3-5。

させる能力」である⁸。レジリエンスは、日本ではインフラ整備や災害対応などにおいて用いられているが、欧米では、防災だけではなく、金融・経済制度、労働市場や都市計画、さらには難民流入やサイバー攻撃、国家安全保障などの幅広い政策分野、さらには、企業経営のリスク管理や危機対処に積極的に活用されている。

さらに、「ある制度が、逆行する外部の事象に対して計画・準備（plan and prepare）し、それが発生すれば衝撃を吸収（absorb）し、回復（recover）し、そして適応（adapt）する能力」と定義している。この定義に示されるレジリエンスの構成要素は、制度が、衝撃の発生から事態の終息に至るまでの時間経過を横軸にとり、機能（パフォーマンス）の度合いを縦軸とした図 2.1 に 4 段階で示される。

図 2.1) レジリエンスの概念図



出所：安部（2019）より筆者作成。

第1の段階は、計画・準備（Plan/Prepare）である。普段から「想定外」を減らし、あり得る事態を描き、個々のシナリオで発生するあらゆるリスクを評価しておく。制度が、逆境でも必要な機能を維持できるよう、前もって対策を用意しておくことであり、防災計画や避難訓練が、この段階でレジリエンスを高める具体策であるとしている。

第2の段階は、吸収（Absorb）である。実際に事態が発生した場合、その衝撃の影響や結果を受け止めながら、制度としての機能やサービスを一定水準で発揮し、提供し続ける局面である。主体による状況把握、緊急対応体制の設立を含む円滑な初動、関係者間の連携、住民への

⁸ OECD (2019)。

情報提供など、正確かつ迅速な一つひとつの対応が決定的に重要となる。そのためには、事前の計画・準備が大きくものを言う。図 2.1 で、システム A と B は、比較的レジリエントの「喪失」が少なく、サイクルの中に「超回復」を収める、レジリエンスに優れた制度と見ることができる。

第 3 の段階は、回復 (Recover) である。事態が一旦収まった際に、傷んだ機能を元に戻す行程である。迅速であればあるほど良いが、事態の大小や原因の性質、事前の計画・準備の周到さ、吸収の首尾不首尾により、想定外の時間と労力を要することも多い。ここでも、先行するふたつの段階で逆境にどう対応できるかが、回復の質と速度や、次の段階での超回復につながられるかを左右する。

第 4 の段階は、適応 (Adapt) である。一連の対応から教訓を得て、更にレジリエントな制度構築と能力向上を目指す。洪水被害を受けた場合、堤防を高くするという対策だけでは不十分で、水勢に関する早期警戒情報の収集、伝達方法や貯水ダムの運用の改善、河川計画の見直しまでが視野に置かれる。図 2.1 で、システム D と E は、持続可能な制度とはみなされず、究極的には既存の制度を断念・廃止し、基本政策やパラダイムの抜本的転換を図ることが必要となる。

2.2 由来

レジリエンスは、もともと心理学の分野で用いられた概念である。トラウマ体験やストレス状況など、ネガティブな出来事から立ち直れる力がレジリエンスであるとされる。重い障害を持つ患者や、トラウマ経験のある人、両親の離婚や貧困といった逆境に生きている子供たちなどの研究において「障害や逆境にもかかわらず、うまく適応して健康的に生きている人がいるが、それは何があるからなのか」という研究が進められ、結果的にレジリエンスは、誰もが普通に持っているものだと考えられるようになった。レジリエンス要因は、本人の特性や能力といった「個人内要因」と、外的要因である「環境要因」であり、この 2 つが相互に作用しながらその人のレジリエンスをつくり出しているとされている。

心理学的な定義は、研究者や研究の内容、目的によって様々である。「ストレスのある状況や逆境でも、うまく適応し、精神的健康を維持し、回復へと導くもの」というところは共通しているが、その「導くもの」は、「心理的な特性」「能力」「プロセス」など、いろいろな側面が対象として考えられている⁹。

以上のように、心理学の分野で用いられてきたレジリエンスという概念は、他分野にも広がり、生態学、金融や経済システム、ビジネス、防災などでも用いられるようになったのである。

⁹ 枝廣 (2015)、pp.48-66。

2.3 グローバルリスクとレジリエンス

世界経済フォーラムでは、毎年、有識者への調査に基づいて、世界が直面しているリスクについて報告している。そのグローバルリスク報告書では、グローバルリスク展望の変遷として、発生の可能性が高いグローバルリスクと影響が大きいグローバルリスクの上位 5 位をそれぞれまとめている。これは、世界経済フォーラムが毎年実施している、グローバルリスク意識調査（Global Risk Perception Survey ; GRPS）の結果から作成されている。「グローバルリスク報告書 2018 年版」にあるグローバルリスク展望の変遷の、2008 年、2012 年、2018 年を抜粋したものが以下の表 2.1 である。

表 2.1) グローバルリスク展望の変遷

		2008	2012	2018
発生 の 可能 性 の 高 い グ ロ ー バ ル リ ス ク	1	資産価格の崩壊	極端な所得格差	異常気象
	2	中東の情勢不安	長時間にわたる 財政不均衡	自然災害
	3	破綻国家& 破綻しつつある国家	温室効果ガス 排出量の増大	サイバー攻撃
	4	石油・ガス価格の急騰	サイバー攻撃	データの不正利用 または窃盗
	5	先進国における 慢性疾患	水供給危機	気候変動の緩和や 適応への失敗
グ ロ ー バ ル リ ス ク の 影 響 が 大 き い	1	資産価格の崩壊	大規模でシステミックな 金融破綻	大量破壊兵器
	2	グローバル化の抑制 (先進国)	水供給危機	異常気象
	3	中国の経済成長鈍化 (<6%)	食糧不足危機	自然災害
	4	石油・ガス価格の急騰	長期間にわたる 財政不均衡	気候変動の緩和や 適応への失敗
	5	パンデミック (広域感染症)	エネルギー・ 農産物価格の急激な変動	水危機

■ 経済 ■ 環境 ■ 地政学 ■ 社会 ■ テクノロジー

出所：The World Economic Forum(2018)より筆者作成。

表 2.1 から 10 年間で環境リスクが発生可能性、影響ともに上位になったことがわかる。これは、ハリケーンや異常気象、4 年ぶりの二酸化炭素排出量の増大が目をつけた 1 年を反映し

ている。GRPS では、近年環境リスクが特に目立つようになっている。喫緊の環境問題としては、異常気象・気温、生物多様性の喪失の加速、大気・土壌・水質汚染、気候変動の緩和・適応の失敗、低炭素社会への移行に伴うリスクなどが挙げられる。このような問題を対処するためにも、レジリエンスをさらに向上させる必要がある¹⁰。

2.4 レジリエンス・シティの指標

都市のレジリエンスに焦点を当てたものが、「100 Resilient Cities」である。これは米国のロックフェラー財団によって開始された、世界の 100 都市のレジリエンスを高める取り組みを支援するプロジェクトである。100 Resilient Cities は、レジリエンスの点で優れた都市を計 100 都市選定する。選定された都市は、財団から資金的援助を受けながらさらなるレジリエンス向上を図る。その選定は、表 2.2 に示す RCF (Resilient City Framework) に則り、「リーダーシップ・戦略」、「インフラ・環境」、「経済・社会」、「健康・福利」の 4 大領域に対して行われる。狭義の防災能力だけでなく、内外のストレス・ショックへの適応を図る持続的発展のための包括的な指標となっている¹¹。

表 2.2) RCF (Resilient City Framework)

リーダーシップ・戦略	リーダーシップと効率的なマネジメントの推進
	幅広いステークホルダーをエンパワーする
	長期的・統合的計画を推進する
インフラ・環境	信頼性の高い通信とモビリティを提供する
	重要なサービスの継続性を確立する
	自然および人工的資産を生産・増強させる
経済・社会	経済的繁栄を支援する
	社会の安全安心と公正を確立する
	集合結束のためのコミュニケーションを促す
健康・福利	生活における必需を充足する
	生計と雇用を支援する
	公共医療サービスを確立する

出所：上田(2017)より筆者作成。

¹⁰ The World Economic Forum (2018)、pp.8-17。

¹¹ 上田 (2017)。

2.5 レジリエンスと生態系を活用した防災・減災

2.5.1 生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR) とは？

ミレニアム生態系評価 (Millennium Ecosystem Assessment ; MA) は、国連の呼びかけにより 2001 年から 2005 年の間、実施された。その目的は、生態系の変化が人間の福利に及ぼす影響を評価することであり、生態系の保全と持続的な利用を進め、人間の福利への生態系の貢献を高めるための行動を科学的に示すことにあった。ミレニアム生態系評価は、生態系と人間の福利との間のつながり、特に「生態系サービス」に焦点を当て、生態系サービスにおける変化がいかに関人の福利に影響するかを検証した。

図 2.2) 生態系サービスと人間の福利の関係

生態系サービス		
供給サービス	調整サービス	文化的サービス
<ul style="list-style-type: none"> ◆食糧 ◆淡水 ◆木材および繊維 ◆燃料 ◆その他 	<ul style="list-style-type: none"> ◆気候調節 ◆局所災害の緩和 ◆水質調整 ◆土壌侵食の抑制 ◆淡水制御 ◆水質浄化 ◆疾病制御 ◆その他 	<ul style="list-style-type: none"> ◆審美的 ◆精神的 ◆教育的 ◆レクリエーション的 ◆その他
基盤サービス		
<ul style="list-style-type: none"> ◆栄養塩の循環 ◆土壌形成 ◆一次産業 ◆その他 		



福利を構成する要素			
安全	豊かな生活の基本資材	健康	良い社会的な絆
<ul style="list-style-type: none"> ◆個人の安全 ◆資源利用の確実性 ◆災害からの安全 	<ul style="list-style-type: none"> ◆適切な生活条件 ◆十分に栄養のある食糧 ◆住居 ◆商品の入手 	<ul style="list-style-type: none"> ◆体力 ◆精神的な快適さ ◆清浄な空気および水 	<ul style="list-style-type: none"> ◆社会的な連帯 ◆相互尊敬 ◆扶助能力
選択と行動の自由			
<ul style="list-style-type: none"> ◆個人個人の価値観で行いたいこと、そうでありたいことを達成できる機会 			

出所：Millennium Ecosystem Assessment (2007) より筆者作成。

生態系サービスとは、生態系から人々が得られる恵みのことである。食糧・水・木材・繊維のような「供給サービス」や、気候・洪水・疾病・廃棄物・水質に影響する「調整サービス」、

レクリエーションや審美的・精神的な恩恵を与える「文化的サービス」、そして栄養塩循環・土壌形成・光合成のような「基盤サービス」が含まれる。我々の暮らしは、基本的に生態系サービスの供給に依存しており、安全で豊かな生活を営むためには、健全な生態系が維持され、様々な生態系サービスが総合的に発揮されることを目指すことが重要である。

さらに、生態系サービスは、製造資本・人的資本・社会資本の利用を通して人間の福利に深く関連している。人間の福利には、以下に示すような多数の要素がある¹²。

- ◆ 豊かな生活のための基本的物資
 - 安全で適切な生活
 - 常に十分な食糧
 - 住居、衣料、商品の入手、など
- ◆ 健康
 - 快適に感じること
 - 清浄な大気や水が入手できるような健全な自然環境を有すること、など
- ◆ 良好な社会関係
 - 社会的連帯
 - 相互尊重
 - 他人を助け、子供に必要なものを供給する能力、など
- ◆ 安全
 - 天然資源および他の資源への安全なアクセス
 - 個人の安全
 - 天災および人災からの安全、など
- ◆ 選択と行動の自由
 - 個人の価値観で行いたいこと、そうありたいことを達成することができる機会、など

選択と行動の自由は、他の構成要素や教育などの他の要因の影響を受ける。また特に公平と公正に関して、他の福利の要素を達成するための前提条件でもある。人間の福利は連続的なものであり、極度に喪失した貧困な状況から、高度に実現された状況までを含んでいる。生態系は前述した4つのサービスを通して、人間の福利を支えており、我々の社会経済システムを駆動させる上でも必要不可欠なものなのである¹³。

ミレニアム生態系評価では、生態系サービス「供給」「調整」「文化」「基盤」の24項目が評

¹² Millennium Ecosystem Assessment (2007)、pp.xiii-xviii。

¹³ Millennium Ecosystem Assessment (2007)、pp.83-90。

価された。その 24 のサービスのうち 15、すなわち約 60%が劣化し続けるか、あるいは非持続的に使われていることが明らかとなった¹⁴。

次に、生態系を活用した防災・減災（Ecosystem-based disaster risk reduction ; Eco-DRR）とは、生態系と生態系サービスを維持することで、危険な自然現象に対する緩衝帯・緩衝材として用いるとともに、前述の機能により、人間や地域社会の自然災害への対応を支える考え方である¹⁵。「環境と災害リスク削減に関する国際的なパートナーシップ（Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction ; PEDRR）」は、Eco-DRR について、「持続的でレジリエントな発展を目指して、生態系の持続的な管理や保全、復元を行うこと」とし、「湿原や森林、沿岸の適切に管理された生態系は、自然のインフラとして機能し、多くの災害への物理的な暴露を低減させ、地域の暮らしを継続させ、食糧、水、建設資材等を提供することにより人々とコミュニティの社会経済的なレジリエンスを高める」としている¹⁶。

生態系は攪乱を受けても自律的に回復する能力（レジリエンス）を持っている。そのため、自然現象と人命・財産との緩衝帯として用いたとしても、生物多様性と生態系サービスの維持・確保ができる。災害時に、健全な生態系は水や燃料等、生存に必要な資源の供給源になり、木材は緊急の土木材料として利用できる。さらに、自律的に回復した生態系がもたらす供給サービスは、地場産業の回復を支える。このように、生態系は災害発生後の地域社会の復興にも貢献するのである。

3. 先行事例

本章は、先行事例を整理する。以下に、6つの事例を示す。これらの事例について、事業の目的、事業内容、便益あるいは効果の観点で整理する。これらの事例では、Eco-DRR が重要な位置を占めている。このような事例を取り上げたのは、Eco-DRR を実施したことによる便益、効果が明確に示されているからである。尚、これらの事例は、環境省が、実績のある生態系を活用した防災・減災の参考事例として挙げており、分析する上で有効であると考えられる。

3.1 県民緑税を活用した森林整備（兵庫県）

3.1.1 事業の目的

本事業の目的は、(1)森林の荒廃による災害時の被害の拡大防止、(2)緑が減少している都市における緑の持つ公益的機能の保全である。同事業は、県民緑税の税収を活用し、災害防止を目

¹⁴ Millennium Ecosystem Assessment (2007)、p.1-2。

¹⁵ 環境省自然環境局 (2016)。

¹⁶ PEDRR Official Website。

的とした「災害に強い森づくり」と呼ばれる森林整備や、環境改善や防災性の向上を目的とした都市の緑化を進めている。

3.1.2 事業内容

本事業の主な内容は、県民緑税の実施である。同税では、県内の個人に対して800円/年、法人に対しては資本金等の額に応じて課税している。詳細を以下の表3.1に示した。

表 3.1) 県民緑税の仕組み

課税方式	県民税均等割の超過課税					
納税義務者	<ul style="list-style-type: none"> ◆個人：1月1日現在で県内に住所等を有する人 (一定の所得基準を下回る等により均等割が課税されない人は対象外) ◆法人：県内に事務所、事業所等を有する法人等 					
超過税率 (年額)	<ul style="list-style-type: none"> ◆個人：800円（個人県民税均等割の標準税率年1,000円に上乘せ） ◆法人：超過税率は標準税率の均等割額の10%相当額 					
	資本金等の額	1千万円以下	1千万円超 1億円以下	1億円超 10億円以下	10億円超 50億円以下	50億円超
	超過税率	2,000円	5,000円	13,000円	54,000円	80,000円
課税期間	5年間 <ul style="list-style-type: none"> ◆個人：平成28年度分～令和2（2020）年度分 ◆法人：平成28年4月1日～令和3（2021）年3月31日の間に開始する事業年度分 					
税収規模	5年間で約120億円（個人約100億円・法人約20億円）					
税収の規模の明確化	県民緑基金により他の財源と区別して管理し、用途についても、県民緑税条例で森林および都市の緑の保全、再生のための事業に限定している。					

出所：兵庫県ホームページより筆者作成。

この税収を財源として、「災害に強い森づくり」と称した、(1)緊急防災林整備、(2)里山防災林整備、(3)針葉樹林と広葉樹林の混交林整備、(4)野生動物育成林整備を行っている。この事業内容の詳細を以下の表3.2に示す。

表 3.2) 災害に強い森づくり事業

事業	事業内容
緊急防災林整備	危険溪流や急傾斜地で、45年生以下のスギ、ヒノキ林を対象に、間伐木を利用した土留工を設置する。
	表層土砂の安定化、下層植生の早期回復促進を目的とする。
里山防災林整備	集落裏山の里山林で、簡易防災施設の設置、森林整備、歩道整備等を行い、災害の未然防止を図る。
	地域住民の防災意識向上、自主的な管理、防災の備え等を喚起する。
針葉樹林と広葉樹林の混交林整備	針葉樹一斉林の災害の危険性が高い部分を小面積伐採する。
	伐採跡地に広葉樹の苗木を植栽し、災害への抵抗力があり、水土保持機能の高い森林を造成する。
野生動物育成林整備	人と野生動物の棲み分けを図り、野生動物による地域被害を解消する。
	バッファゾーン（見通しの良い地帯）を設け、森林の奥地に広葉樹林を整備する。

出所：兵庫県（2010）より筆者作成。

ここで、それぞれの事業内容について補足する。1つ目は、間伐対象人工林の機能強化のための緊急防災林整備である。土石流や流木災害が発生する恐れのある危険溪流や斜面の防災機能を高める必要のある急傾斜地で、45年生以下のスギ、ヒノキ林を対象に、間伐木を利用した土留工を設置するものである。表層土砂の安定を図り、下層植生の早期回復を促すことを目的としている。

2つ目は、集落裏山の里山林の防災機能の強化のための里山防災林整備である。山地災害の危険度の高い集落裏山の里山林で、簡易防災施設の設置や森林整備、歩道整備等を行うことで災害の未然防止を図るものである。加えて、地域住民の防災意識の向上を図り、自主的な管理や防災の備えなどの喚起を図る。

3つ目は、大面積に広がった高齢人工林の機能強化のための針葉樹林と広葉樹林の混交林整備である。針葉樹一斉林の気象災害等の危険性が高い部分をパッチワーク状に小面積伐採し、跡地に広葉樹の苗木を植栽することで、気象災害に抵抗力があり、水土保持機能の高い森林を造成する。

4つ目は、野生動物による被害地域の解消のための野生動物育成林整備である。農作物被害や人への精神的・身体的被害が生じている地域において、人と野生動物の棲み分けを図るため、バッファゾーン（見通しの良い地帯）を設け、森林の奥地に広葉樹林を整備するものである¹⁷。

¹⁷ 兵庫県（2010）。

3.1.3 便益あるいは効果

同事業の便益と効果を、それぞれ以下の表 3.3、表 3.4 に示す。

表 3.3) 森林整備事業ごとの便益

事業	便益
緊急防災林整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆土砂流出量が7割減少。 ◆表土の安定により根系が発達し、根系の崩壊防止力が約2倍に増加。 ◆幹の直径の成長が早くなる傾向が見られ、抵抗力が促進されている。 ◆降雨の浸透能が未整地に比べて約2倍に向上。
里山防災林整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆人家裏では9割以上、林内では約6割の土砂流出を抑制。 ◆住民の75%が倒木に対し、53%が土砂災害に対し、安心感が増したと回答した。 ◆住民の7割以上が管理しやすくなったと回答、裏山の適正管理が期待できる。
針葉樹林と広葉樹林の混交林整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆抵抗力が高い広葉樹林によって耐風性が向上。 ◆広葉樹植栽地の表面侵食防止機能が向上。 ◆針葉樹一斉林の伐採により、林床植生が回復。 ◆他の樹種の侵入が期待され、多様で公益的機能の高い森林が成立する可能性がある。 ◆浸透能は伐採後に一時低下するも、広葉樹林の成長に応じて回復する。将来的には高い水源かん養機能が期待できる。
野生動物育成林整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆シカの農地被害 被害農地205区画農地197区画で被害減少 ◆イノシシの出没痕跡 10カ所から3カ所に減少 ◆サルの農地被害 被害農家152戸のうち70戸で被害減少 ◆集落住民の78%が事業の実施を評価。 ◆この事業実施をきっかけに、野生動物被害対策につながる取り組みを始めた人が多く存在した。

出所：兵庫県（2010）より筆者作成。

表 3.4) 災害に強い森づくり事業による効果

数量的評価	土砂流出防止機能	年間の土砂流出防止量 合計26,351m ³ 10tダンプトラック約4,200台分に相当
	水源かん養機能	年間の水資源の平均貯留量増加分 合計4,279千m ³
	二酸化炭素吸収機能	年間の二酸化炭素吸収量 合計53,407t 1年間に約1万6百世帯（人口約2万5千人）から排出される二酸化炭素を吸収
経済的効果	投資額77億円に対して、535億円の効果が得られた	

出所：兵庫県（2010）より筆者作成。

ここで数量的評価について補足する。1つ目は土砂流出防止機能である。年間約 26,000 m³、10t ダンプトラック 4,200 台分の土砂流出を抑止したとされている。2つ目は水源かん養機能である。年間約 430 万 m³の貯留量が増加したとされている。3つ目は二酸化炭素吸収機能である。年間約 53,000t 分、1年間に約 1 万 6 百世帯（人口約 2 万 5 千人）から排出される二酸化炭素を吸収したとされている。次に経済的効果は、投資額 77 億円に対して、535 億円の効果が得られたとしている。

3.2 六甲山における森林再生（兵庫県）

3.2.1 事業の目的

本事業の目的は、(1)土砂災害防止、(2)水源かん養である。兵庫県の六甲山系では、長年の人為的影響によって森林が失われ、禿山になっていたため、洪水や土砂災害による被害が頻発していた。これを受けて、森林再生のための植林事業が行われた。

3.2.2 事業内容

1895年に県によって砂防事業による植林等が開始され、その後1938年からは国の直轄事業となり、20世紀後半には森林の量的回復がほぼ達成された。この事業では、土壌肥沃化の効果が高いヤシャブシやニセアカシア等の樹種が導入され、大きな成果を挙げた。

近年は、多様な生態系サービス及び生物多様性へのニーズが高まり、さらに防災機能の強化に向けた砂防事業の強化が求められている。また、山麓の都市化が進んだことから、レクリエーションの場の提供、景観保全、生物多様性保全などの効用の発揮が期待されるようになった。これを受けて、従来の砂防事業に加え多面的な整備事業として、1996年に「六甲山系グリーンベルト整備事業」に着手した。

この事業は、従来の砂防堰堤を中心とする溪流工事に加えて、山腹工として砂防樹林帯の保全・育成を図ることにより、土砂災害を防止するのに加えて良好な都市環境の創出にも寄与しようとするものである。斜面の土砂移動を防止するための、谷止め工や土留工等の実施や、植生による斜面の安定化のための植栽工を行っている。また、山麓の住民や企業との協働活動も実施している。

3.2.3 便益あるいは効果

六甲山系における森林の公益的機能の評価としてコンジョイント分析が行われており、公益的機能に対する限界支払意志額が算出されている¹⁸。コンジョイント分析とは、対象物の属性とレベルを複数考えてアンケートを取り、その対象物に対する傾向や需要を分析する手法である。今回の分析では、「公益的機能（土壌流出防止能力、保水能力、大気浄化能力）の程度」、「ハイキングコースの延長」、「野鳥の種数」、「負担額（1年あたりの市民税の上昇額）」の属性が用いられている。算出された限界支払意志額は以下の通りである。

- ◆ 土壌流出防止能力： 142.2 円/%
- ◆ 保水能力： 114.1 円/%
- ◆ 大気浄化能力： 137.1 円/%
- ◆ ハイキングコース： 8.4 円/km
- ◆ 野鳥の種数： 29.2 円/種

市民は、山地の災害防止機能や水源かん養機能等、防災や生活環境の保全に関わる機能を高く評価している。また、レクリエーション機能や生態系保全機能にも価値を見出していることがわかる。必ずしも直接的な利用を伴わない生態系保全機能をより高く評価している点は、市民が森林の非利用価値に高い価値を見出していることを表している。

3.3 ベトナム赤十字社によるマングローブ林の保護・再生（ベトナム）

3.3.1 事業の目的

本事業の目的は、台風や嵐による高潮などの沿岸災害の被害を抑制することである。ベトナム赤十字社がマングローブ林を保護・再生する事業を行っている。

マングローブ林は、高い防波効果を持つ。沖合で高さ 1m の波が発生した場合、遮るものがなければ、岸に到着する波の高さは 75cm になる。しかし、沖合 1.5km までの全域にマングローブが植えられていた場合は、波がマングローブにより砕かれ、高さが 2～5cm にまで抑えら

¹⁸ 柘植（2001）。

れるのである。ベトナムは低地に位置しているため、毎年台風や嵐による高潮などの沿岸災害の被害を被っている。また、戦争による空爆や枯葉剤による環境汚染、過去 50 年間にわたる開発、エビの養殖地造成による伐採などの理由によってマングローブ林が減少している。減少の悪影響は、高潮などによる田畑の塩害、台風による被害の拡大などとされている。このようなことから、マングローブ植林のニーズが高まり、防災対策として行われるようになった。

3.3.2 事業の内容

1997 年から日本赤十字社が国際赤十字を通じて、マングローブ植林を含めた災害対策事業を支援している。同社はまず、ベトナム北部に位置する 6 省を対象に植林を開始した。また、2006 年からは新たに 2 省を加えて活動を行った。植林だけでなく、学校やコミュニティーで防災教育を行い、住民の災害対応能力の強化を図った。

事業が順調に進み、新たに植林できる土地がなくなったため、2011 年からは土砂崩れの危険性が高い山間部の 2 省を加えた 10 省を対象に、コミュニティーの災害対応力や回復力の向上を目標とした取り組みを行った。それが「第 4 次 5 カ年計画」である（表 3.5）。

表 3.5) 第 4 次 5 カ年計画（概要）

事業実施社	ベトナム赤十字社
事業期間	2011年1月～2015年12月
対象地域	ベトナム社会主義共和国 合計10省72県356コミュニティー
事業費総額	5年間で2億1,500万円（予定）
上位目標	事業地に選定された災害に脆弱なコミュニティーが、2015年までに災害によるリスクおよび気候変動によるインパクトから守られ、災害からの回復力がより高まる。
目標1	効率的に山間部の森林植林活動及び沿岸部のマングローブ林保全等を実施するため、事業対象コミュニティーの能力を強化する
目標2	災害リスクや気候変動の影響から自らを守るよう、コミュニティーの能力を強化する
目標3	持続可能なコミュニティー主体の災害リスク軽減活動を効率的に企画立案し、活動できるよう、ベトナム赤十字社の組織基盤を強化する

出所：日本赤十字社（2014）より筆者作成。

3.3.3 便益あるいは効果

1997 年からの植林事業による実績と副次的効果は以下の通りである。

<実績>

- ◆ 2012 年時点でマングローブ植林面積が 1 万 77ha に達した（東京ドーム 2,155 個分に相

当)。これは対象 8 省のマングローブ林の 23.8%を占める。

- ◆ 防風林としてモクマオウや竹も植林している。
- ◆ 2013 年に台風の直撃を受けたハイフォン省の事業実施コミュニティは 1 人も死者が出なかった。

<副次的効果>

- ◆ 植林により、堤防の維持費が年間 730 万米ドル削減された。
- ◆ マングローブ林周辺の生態系が豊かになり、エビやカニなどの魚介類を捕獲して生計を立てている住民の収入が増加した。
- ◆ 竹の根元に生える竹の子も貴重な収入源になっている。
- ◆ 気候変動の影響緩和; 2025 年までに吸収される温室効果ガスは少なくとも 1,630 万 t にのぼるとされている。これは 2 億 1,800 万ドル相当の価値を持つと評価されている。年間約 42 万 5,000 人のベトナム人が排出する量に値する。

「第 4 次 5 カ年計画」による事業内容とその成果を以下に示す。

○ 「第 4 次 5 カ年計画」の 2013 年における事業内容と成果¹⁹

<目標 1>

- ◆ 森林保護実施主体を明確化
 - 沿岸部 8 省において植林され生存している 8,206ha のマングローブ林が地元住民及びベトナム赤ボランティアの手で保全されている。
 - マングローブ保全により、2013 年 6 月 8 月 10 月に発生した台風の被害を防止。
- ◆ 森林保全・管理グループへの研修実施
 - 60 コミュニティ 956 人がマングローブ林及び森林の植林・管理知識及び技術を習得した。
 - 67 コミュニティ 1,017 人が森林保全活動に必要な備品（雨具・長靴等）を支給され、主体的に活動に参加できるようになった。
- ◆ 山間部における森林植林を 5ha（8,960 本）実施
 - 近隣コミュニティへの災害防止機能を果たした。
- ◆ 赤十字支部へのモニタリング及び技術指導の実施
 - 34 名が山間部の森林植林に携わり、植林知識を身につけた。2011 年以降、山間部で植林した森林は合計 25.6ha に上り、今後 30 年間地元住民の手で管理・保全されるこ

¹⁹ 日本赤十字社（2014）。

ととなる。

- これまでに植林された山間部の森林を通じて地元住民は 1ha あたり年間 2,000 スイスフランの収益を上げることができると試算されている。

<目標 2>

- ◆ 早期警報システムに必要な資機材を提供
 - 35 コミュニティが災害時の早期警報システムを完備した。
 - 19 コミュニティが災害及び気候変動に関する知識を習得し、防災及び気候変動対策を実施した。
 - 各コミュニティが災害時に対応するための十分な備品資機材を完備した。
- ◆ 14 県 526 人のコミュニティ代表者に対して 29 回の防災及び気候変動対策に関する防災研修を開催
 - 防災研修を受けたコミュニティ代表者等が、自らの地域の防災対策を指揮・管理できるようになった。
- ◆ 教員 350 人及び児童（小学 4～5 年生）を含む地元住民に対して防災及び気候変動対策にかかる研修を開催
 - 防災研修を受けた教員 350 人を通じて、各校の小学 4～5 年生の児童及び青少年赤十字参加者に対して防災教育が行われた。
- ◆ メディアを通じた防災及び気候変動対策啓蒙活動の実施
 - 全国単位、省単位、コミュニティ単位、それぞれに対して防災に関する知識の普及が図れた。全体で 282 万 9,123 人に対して防災知識が普及されたと推定される。
- ◆ 100 コミュニティが災害への脆弱性と活動実施能力の評価手法調査（VCA）を実施し、前年に確認されたコミュニティの能力評価を更新
 - 新たに 14 コミュニティが VCA 実施研修を受けたことで、住民も巻き込んで防災計画が作成され、実行に移された。
- ◆ 実施された VCA に基づき、各コミュニティに適した防災活動を実施
 - 19 件の小規模防災活動が完了した。例えば、災害時避難道路の整備、清潔な水の確保による感染症の予防、蛇籠の設置等による洪水対策等が実施され、合計 43,617 人が災害抑止・健康改善等の直接的利益を享受し、39,458 人が間接的な利益を享受した。
- ◆ 20 コミュニティで防災訓練を実施（合計 4,096 人が参加）
 - 訓練を通じてこれまでに作成した防災計画を改めて見直し、現実的な計画に修正できた。その結果、2013 年 6 月と 11 月の台風直撃も、防災訓練を実施したコミュニティでの被害は皆無であった。
- ◆ 19 の災害対応チーム（合計 373 人）に対して災害対応研修を実施

- 12の災害対応チームに対して活動に必要な備品（スピーカー、雨具、懐中電灯、救命道具）が支給され、主体的に災害対応活動に参加できるようになった。併せて、彼らがベトナム赤のボランティア登録をしたことで、今後も活動を継続されることが期待される。

<目標3>

- ◆ ベトナム赤事業担当職員 26 人に対して、事業の企画・モニタリング・報告・評価手法に関する研修を実施
 - 研修を受けたベトナム赤事業担当者を通じて 100 コミュニティでの VCA 実施手法がアップデートされた。
- ◆ ベトナム赤会計担当職員 89 人に対して、適切な会計管理手法・会計報告書作成に関する研修を実施
- ◆ コミュニティレベルにおけるボランティア採用・管理体制の強化
- ◆ ベトナム赤各省支部の職員に対して、社資募集にかかる知識と手法に関する指導を実施
 - 事業管理体制が改善され、ベトナム赤内部の情報共有も活発化している。また、他機関との情報共有・連携体制も促進された。
 - ベトナム国内における災害対応・防災事業実施機関としてのベトナム赤の評価が向上した。

○「第4次5カ年計画」の2014年における事業内容と成果²⁰

<目標1>

- ◆ 森林を保護、管理するパートナーを決定
- ◆ コミュニティの森林保護チームを構成し、研修を実施
 - 10 省の 86 人のコミュニティ赤十字職員及びボランティアは、約 9,000ha のマングローブ林、保護林を適切に管理している。
 - クアンニン省では植林したマングローブが増殖し、マングローブ林が 20ha 拡大した。
- ◆ ニンビン省において 24.6ha のマングローブ植林
ハティン省、ホアビン省、ビンフォック省で 25.6ha の森林を保全
 - ニンビン省で、24.6ha に 995,562 本のマングローブを植林。ハティン省、ホアビン省、ビンフォック省で 25.6ha の森林が保全された。
 - これらの 4 省で、2012 年から合計 115.6ha となった。
- ◆ 事業実施地域の支部へのモニタリング及び技術支援

²⁰ 日本赤十字社（2015）。

- ▶ ハティン省、ビンフック省の13コミュニティの170人の森林保護チームのメンバーにレインコート、長靴等の森林保護用の資材が供与された。

<目標2>

- ◆ 学校教師及び児童を含む住民に対して、防災・気候変動に関する知識を普及。
 - ▶ 490人のコミュニティ代表に対して、23回の防災・気候変動に関する研修を実施した。
 - ▶ 160人の小学校教師に対して、8回の防災・気候変動に関する研修を実施した。防災知識に加え、参加型教育の手法、教材の活用法等の学習も実施した。
 - ▶ ナムディン省、ホアビン省の12の小学校及び中学校で、3,915人の児童が防災教育を受け、両親にもその知識を伝達した。
- ◆ 一部の地域において災害への脆弱性と活動実施能力の評価手法調査（VCA）の実施。昨年度実施したVCAの見直しの実施。
 - ▶ 6省24のコミュニティで、4,759人の住民が参加し、VCAが更新された。
- ◆ 防災対策の実施
 - ▶ VCA結果に基づき、16の小規模な災害被害軽減活動を支援し、26,201人が裨益。例えば、暴風時避難用のコミュニティハウスの建設、幼稚園の建設、水浄化システムが設置され、排水システムの設置、拡声器システムの設置、ゴミ収集用資機材及びトイレが建設された。
- ◆ 災害対応ユニットへの研修
 - ▶ 17のコミュニティの災害対応ユニットメンバー430人に対して、防災及び災害対応の基礎研修を実施した。
- ◆ 早期警報システムの供給
 - ▶ 6つの早期警報システムを強化。停電時に備えた発電機や、追加のスピーカーが備え付けられ、12,041人の住民に対して災害時に適切な警報と避難指示を提供できるようになった。
- ◆ 防災訓練の実施
 - ▶ 14の防災訓練が実施され、2,575人の住民が参加、7,326人の住民が見学した。台風来襲前の避難の練習や、救急法の演習、救助訓練などが行われた。
- ◆ メディア等を通じた防災・気候変動に関する知識の普及
 - ▶ リーフレットや拡声器システム、テレビニュース、雑誌、新聞、国営テレビなど、各レベルで入手できる様々なツールを活用し、防災・気候変動についての知識や事業の目的等について普及を行った。

<目標 3>

- ◆ ベトナム赤職員に対する企画立案・モニタリング・評価・報告書作成の研修実施
 - 15人のベトナム赤本社職員、10人の支部職員が企画・モニタリング・評価・報告書作成にかかる研修を受講した。
- ◆ ベトナム赤会計担当職員が資金管理及び会計報告を正確に実施できるよう支援
- ◆ ボランティア運営及びリクルート能力を強化
- ◆ ベトナム赤支部の資金確保に関する知識を向上
 - 連盟がベトナム赤の新事業担当者を支援した。
 - 持続発展性を高めるための戦略及び計画を作成した。
 - タイ赤十字社者職員15名及び日本赤十字社方の訪問団2団を受け入れ、事業紹介を実施した。

さらに長期的なインパクトが、3つ挙げられる。1つ目は、マングローブ・保護林による災害抑止・気候変動への効果である。植林・保全されたマングローブ林は、堤防の保護や、沿岸地域の環境保全、高潮や暴風の威力の軽減など防災・減災の役割を果たしている。また、二酸化炭素を吸収することから、気候変動の軽減、地球温暖化の抑止にも貢献するものと考えられる。さらに、土壌を肥沃にし、生態系を豊かにすることから、水産養殖の役割も担っており、地元住民の生活向上につながっている。

2つ目は、地元住民の災害対応・防災能力の向上である。住民は、自然災害への対応や防災活動に、より活発に参加するようになってきている。地元住民を対象とした事業であることから、地元住民の防災意識を高め、主体的に災害に対応する能力を培うことに寄与する。

3つ目は、ベトナム赤の能力向上、組織基盤強化である。ベトナム赤各省事業担当者への研修を通じて、事業管理体制及び能力が向上。さらに、支部の防災能力と災害対応能力も向上した。

3.4 千歳川河川整備による洪水緩和（北海道）

3.4.1 事業の目的

本事業の目的は、千歳川における水害対策である。この目的達成のために、本事業は、河岸の植生復元・遊水地群整備による洪水緩和策を行っている。千歳川の中下流域は、定平地を流れる地形条件などにより、ほぼ2年に1回という頻度で水害に見舞われている。同域は、洪水時には石狩川本川の高い水位の影響を受け（背水）、長時間、長い区間にわたって水位が高くなる。また、それによって宅地や農地などに降った雨水が流れ込むことができず、内水氾濫を引き起こしやすいという特徴がある。

3.4.2 事業の内容

千歳川の治水対策を住民参加により検討し、遊水地活用と堤防強化により治水機能を強化する「千歳川河川整備計画」が策定された。洪水を安全に流下させるための対策の中の、生態系が関係する内容を抜粋したものが表 3.6 である。

表 3.6) 洪水対策の内容

堤防の整備・河道の掘削	<p>◆河道断面が不足している区間では、洪水時における推移を低下させるため、掘削を行う。掘削にあたっては、魚類等の生息の場となっている水際、瀬と淵、河畔林等の保全に努める。</p> <p>◆土砂の流出に配慮し、必要に応じて植生の復元や、河岸保護工などの対策を行い、サケ、マス等の魚類や水生生物の生息・生育環境の保全に努める。</p>
遊水地群の整備	洪水時の水位上昇を抑えるために、流域の4市2町の千歳川本支川の地先に、洪水調節容量が概ね5千万立方メートルの遊水地群を分散して整備する。6つの遊水地を整備している。

出所：千歳川河川事務所ホームページより筆者作成。

3.4.3 便益あるいは効果

6つの遊水地の中で唯一完成しているのが舞鶴遊水地である。この遊水地周辺では、タンチョウ²¹の飛来が頻繁に確認されるようになり、タンチョウの生息地となることが期待されている。また、2009年9月、2010年8月、2011年9月、2012年9月、2014年9月に発生した千歳川流域の洪水において、南九号川からの洪水を遊水地に貯留して浸水被害を軽減させた。試算では、2014年9月に約115haの浸水被害を防いだとされる。経済的便益は、2,640億円にのぼる²²。

3.5 ニュージーランドの湿原保全による洪水緩和（ニュージーランド）

3.5.1 事業の目的

本事業の目的は、(1)生態系の保全、(2)洪水緩和・水質管理である。同事業の対象地であるワンガマリノ湿地は、絶滅の危機に瀕している種を含め、多様な在来の湿地帯の鳥類にとって重要な生息地となっている。239種の動植物が生息しており、1988年の調査では990万ドルに匹敵する価値があると試算された。1989年には、ワンガマリノ湿地の一部である5,690haがラムサール条約登録湿地となった。

3.5.2 事業の内容

◆ 洪水緩和・水質管理のために、ワンガマリノ湿地とその南に位置するワイカレ湖を運河で

²¹ 日本で繁殖する唯一の野生ツル。絶滅の危険が増大している種である、絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。開拓などの影響により、一時は生息を確認できなくなっていた。

²² 国土交通省（2017）。

つなぎ、水の流れを制御することで、自然の貯水池として機能させた。

- ◆ 湿地の入り口に制御門を設置することで、洪水時の川からの逆流を防止した。

これらの施設と生態系を併用し、洪水時のワンガマリノ湿地、ワイカレ湖、ワイカト川の水の流れを計画的に制御することで防災機能を高めた。

この制度を構築するための資本コストは、22年間（1961年～1982年）で約1,600万ドル、2007年の総更新費用は1億9,500万ドルであったとしている。また、より多くの湿地保全のため、2007年には年間220万オーストラリアドルの資金が割り当てられた。

3.5.3 便益あるいは効果

ワンガマリノ湿地とワイカレ湖は、最大9,480万m³の水を貯水することが可能であることから、ワイカト川の洪水ピークを抑え、周辺の土地の被害を低減させた。また、洪水防止機能の経済的価値だけで、毎年60万ドル、1998年に起きた大規模な洪水の際の洪水防止機能の価値は400万ドルであると試算された。

さらに、これらの防災機能に加えて様々な生態系サービスを通じて得られる便益がある。

そのうちの1つが、野鳥狩りである。湿地の7,290haのうち約730haがAuckland/Waikato Fish & Game Councilによって所有・管理されている。毎年何万もの野鳥が湿地や川を利用しており、多くのハンター達が利用している。ハンター達は、狩りだけではなく、日々の管理や野鳥・非対象湿地種のために湿地生息地を保全するボランティア活動も行っている。過去20年間で、水鳥の生息地を回復するために数十万ドルが費やされたとしている。

さらに、長期的な農業ができない限界の農地を沼地に戻して、野鳥の生息地と狩猟の機会を拡大する提案や、放牧地から湿地への再生も行っている。また、何百ヘクタールもの私有湿地や農地が、主に狩猟のために個人によって購入されている。その農地は湿地に戻すことが許可されており、既存の湿地は肥沃な湿地として維持されている。

The Gamebird Habitat Trustは、野鳥の狩猟免許や免許の販売手数料、関連製品の販売によって集める資金を湿地保全に分配している。毎年3万以上の狩猟免許が販売されているため、手数料だけで年間6万ドルを超える収益が出ている。

野鳥狩り以外にも、遊漁や観光、バードウォッチングなどがある。バードウォッチングは海外からも観光客が訪れるほどで、国内外需要に応じて湿地を通る遊歩道の計画・設計のために65,000ドルの資金が割り当てられている。

さらに、泥炭湿地は泥炭形成の過程で1haあたり年間最大0.5t、マスカ（常緑低木）は年間最大9tの二酸化炭素を吸収する効果がある。また、湿地は乾期の農地灌漑用水としても利用できるという便益がある。

3.6 蕪栗沼と周辺地域における湿地復元（宮城県）

3.6.1 事業の目的

本事業の目的は、(1)治水、(2)景観や生態系の保全である。蕪栗沼（かぶくりぬま）に隣接する休耕田を湿地に復元する事業が行われた。蕪栗沼は、国の天然記念物であるマガンを含めた220種類以上の鳥類のほか、メダカやゼニタナゴなど127種にもものぼる絶滅危惧種が確認されている生物多様性の宝庫である。2005年11月には、蕪栗沼とその周辺の水田がラムサール条約湿地に登録された。

3.6.2 事業の内容

- ◆ 隣接し休耕されていた白鳥地区50haの水田に遊水地機能に支障のない範囲で常時湛水を行い、湿地に戻すことで蕪栗沼が150haに拡大した。保全策と市民による水位の責任管理体制の確立もあって、大規模なガン類の越冬地が形成された。
- ◆ 日本で越冬するマガンの8割以上が宮城県北部に集まると言われている。渡り鳥が同じ場所に集中しすぎることにより、伝染病が発生した際に大きな被害を受ける恐れや、沼の水の汚染が懸念されたため、マガンのねぐらを分散させるために冬の田んぼに水を張る「ふゆみずたんぼ（冬期湛水）」が始まった。

3.6.3 便益あるいは効果

休耕田を湿地に復元したことで、蕪栗沼の規模が150haに拡大した。これによりガン類や白鳥類の飛来数が増加し、全国的に有名な水鳥の一大飛来地となった。さらに、渡り鳥の集中越冬を防ぐための「ふゆみずたんぼ（冬期湛水）」の発見に結びついた。また、「ふゆみずたんぼ」では以下のような副次的効果が得られることもわかった。

- ◆ イトミミズの施肥効果及び抑草効果
冬の間に田んぼに水を張った場所では、10aあたり換算でイトミミズが2,000万匹を優に超す数があることがわかった。イトミミズの活動が活発になると、柔らかい表面土壌が形成され、雑草が発芽しにくくなる効果があると考えられている。
- ◆ 良質な天然の肥料
日中はハクチョウ類がふゆみずたんぼを休み場として利用する。鳥類の糞はリン酸を多く含んでおり、良質な肥料となる。
- ◆ 雑草の抑制
鳥類が田んぼの落穂だけでなく、雑草も食べてくれることがわかり、除草剤が不要となった。
- ◆ ブランド米

ふゆみずたんぼ農法で生産された米は、「ふゆみずたんぼ米」というブランド米として販売されている。収穫量は慣行栽培米の9.5俵(570kg/10a)から7俵(420kg/10a)以下に減少したが、これは農薬・化学肥料不使用によるものだけではなく、稲株数を減らして病害虫に強い稲体づくりを図っているためだと考えられる。ふゆみずたんぼ農法を採用している農家には幾つかの減収補填が行なわれている。さらに、慣行栽培米(60kgあたり14,000~15,000円)と差別化を図り、付加価値の高い米(60kgあたり23,000~24,000円)として販売されているため、結果的に農家の収入の安定化にも繋がっている。

以上のように、本事業により、天然の肥料・雑草の抑制・害虫の防除などの効果を得られ、農薬や化学肥料不使用の安心、安全な良質な米が生産され、人と自然の共生が可能となった。

そして、2005年には、蕪栗沼はその周辺水田とともに、国際的に重要な湿地の保全と賢明な利用を目指すラムサール条約湿地に登録されたのである。

4. 結論 — 事例の分析によるレジリエンス社会構築への示唆

表 4.1) 先行事例の代表的な便益

事業名	代表的な便益
県民緑税を活用した森林整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆土砂流出防止量 26,351m³/年 ◆水資源平均貯留量増加分 4,279m³/年 ◆二酸化炭素吸収量 53,407t/年 ◆投資額77億円に対して、535億円の経済的便益
六甲山における森林再生	<ul style="list-style-type: none"> ◆コンジョイント分析によって算出された限界支払意志額 ○土砂流出防止能力：142.2円/% ○保水能力：114.1円/% ○大気浄化能力：137.1円/% ○ハイキングコース：8.4円/km ○野鳥の種類数：29.2円/種
ベトナム赤十字社による マングローブ林の保護・再生	<ul style="list-style-type: none"> ◆台風被害の防止 ◆堤防の維持費の削減 ◆地元住民の生活向上 ◆住民の災害対応・防災能力の向上
千歳川河川整備による洪水緩和	<ul style="list-style-type: none"> ◆舞鶴遊水地周辺のタンチョウ飛来数の増加 ◆洪水における浸水被害の防止 ○経済的便益は2,640億円
ニュージーランドの湿原保全による 洪水緩和	<ul style="list-style-type: none"> ◆洪水防止機能 経済的価値は年間60万ドル ◆野鳥狩り、遊漁、観光、バードウォッチングなどによる収益 ○収益を活用して湿地を保全 ◆泥炭湿地の二酸化炭素吸収能力 1haあたり年間最大0.5t
蕪栗沼と周辺地域における湿地復元	<ul style="list-style-type: none"> ◆沼の規模が150haに拡大、全国的に有名な水鳥の一大飛来地を形成 ◆蕪栗沼と周辺水田のラムサール条約湿地への登録 ◆「ふゆみずたんぼ(冬期湛水)」の発見 ◆ふゆみずたんぼ農法による良質な米の生産により、人と自然の共生を実現

出所：兵庫県(2010)、柘植(2001)、日本赤十字社(2014)、国土交通省(2018)、Department of Conservation, New Zealand(2007)、荒尾(2012)より筆者作成。

本研究では、レジリエンス社会構築の手段の1つである、「生態系を活用した防災・減災(Eco-

DRR)」の国内外の実施事例を取り上げ、事業の目的・内容・便益や効果を整理することで、Eco-DRR の重要性を分析した。前述の内容をあらためて表 4.1 にまとめた。以下に分析からの発見を整理する。

第 1 に、Eco-DRR は、災害時に生態系を緩衝帯として用いることができる。実際に、森林整備によって、土砂流出量が減少している。また、マングローブ林や防風林によって、台風被害の防止、高潮や暴風の威力の軽減といった効果が出ている。河川整備や湿地の保全では、洪水時の浸水被害が軽減されている。以上のように、生態系や自然の保護・整備を行い、防災・減災機能を高めることによって、レジリエンスが向上することがわかる。

第 2 に、Eco-DRR は、低コストで整備・維持管理が可能である。ベトナムの「マングローブ林の保護・再生事業」では、マングローブを植林することにより、年間 730 万米ドルの堤防の維持費を削減している。地域の生態系を防災・減災に活用することで、人工構造物による防災・減災よりも、初期の設置費用・維持管理費用を抑えることができる。インフラの老朽化により、社会資本の維持費が年々増加している日本において、今後長期的に行っていく防災・減災の手段として非常に有効であると考えられる。

第 3 に、防災・減災機能を発揮させるための管理を行えば、Eco-DRR は、平時の生態系サービスの発揮に寄与する。防災・減災機能を高めた結果、他の生態系サービスがより高まる相乗効果が期待できるのである。兵庫県の「災害に強い森づくり事業」では、森林整備によって植生を回復させ、耐風性や水源かん養機能、二酸化炭素吸収機能を向上させた。ベトナムの「マングローブ林の保護・再生事業」では、植林によってマングローブ林周辺の生態系が豊かになり、二酸化炭素の吸収源としても機能している。

第 4 に、Eco-DRR は、地域の活性化に寄与する。前述したように、平時には、水や食糧、燃料、美しい景観など、多様な生態系サービスを発揮するため、地域の第一次産業や観光を支える。ベトナムの「マングローブ林の保護・再生事業」では、マングローブ林周辺の生態系が豊かになったことで、エビやカニなどの魚介類や竹の子が増え、住民の収入が増加した。ニュージーランドの「湿原保全による洪水緩和事業」では、湿地周辺で野鳥狩りや遊漁、バードウォッチングなどが行われており、多くの便益が発生している。それと同時に、ハンター達による湿地の保全や整備のボランティア活動が行われている。宮城県の「蕪栗沼と周辺地域における湿地復元事業」では、沼の規模が拡大したことで、同地は、全国的に有名な水鳥の一大飛来地となった。また「ふゆみずたんぼ（冬期湛水）」では、周辺の水田で生産された米が「ふゆみずたんぼ米」というブランド米として販売され、ふゆみずたんぼ農法を採用している農家の収入の安定化につながっている。このように、Eco-DRR を実施することで、防災・減災機能だけではなく、地域活性化という副次的効果が得られるのである。

第 5 に、Eco-DRR は、気候変動への対策として貢献する。前述したように、近年世界中で自然災害が増加しており、「異常気象」、「自然災害」、「気候変動の緩和や適応への失敗」がグ

ローバルリスクの上位に挙げられている。森林や湿地などの生態系は、炭素貯留機能を有しているため、気候変動の緩和策として有効である。兵庫県の「災害に強い森づくり事業」では、年間 53,407t、1 年間に約 1 万 6 百世帯（人口約 2 万 5 千人）から排出される二酸化炭素を吸収したとされる。ベトナムの「マングローブ林の保護・再生事業」では、2025 年までに少なくとも 1,630 万 t の二酸化炭素を吸収するとされている。これは、年間約 42 万 5,000 人が排出する量に値する。また、マングローブ林による高潮や暴風の威力の軽減は、気候変動の適応策としても有効である。ニュージーランドの「湿地保全による洪水緩和事業」では、泥炭湿地は泥炭形成の過程で年間最大 0.5t、マヌカ（常緑低木）は年間最大 9t の二酸化炭素を吸収する効果があるため、湿地は吸収源としても機能していると考えられる。以上のように、Eco-DRR は、気候変動の緩和・適応策として有効である。

第 6 に、災害に強い地域コミュニティが形成される。地域住民が Eco-DRR の実施に参加し、地域本来の生態系や、災害履歴、災害に脆弱な場所、災害対策など多くの情報を共有することで、主体的に災害への備えができる。さらに、維持管理作業を通して、地域の人々や組織が交流する機会が生じ、人のつながりが構築される。このようなことから、地域住民が生態系の防災・減災機能を損なうような変化に気付くことができ、素早い対応が可能となる。結果的に、あらゆる面から災害に強い地域コミュニティが形成され、地域全体のレジリエンスを高められるのである。

第 7 に、経済的便益が得られる。先行事例の一部には、経済的便益が得られたものがある。兵庫県の「災害に強い森づくり事業」では、投資額 77 億円に対して、535 億円の事業効果を得られた。ベトナムの「マングローブ林の保護・再生事業」では、年間 730 万ドルかかっていた堤防の維持費を削減できた。さらに、マングローブ林の二酸化炭素吸収量が、2025 年までに少なくとも 1,630 万 t にのぼり、2 億 1,800 万ドル相当の価値を持つと予想されている。北海道の「千歳川河川整備による洪水緩和事業」では、2014 年 9 月の降雨による洪水において、千歳川流域約 115ha の浸水被害を防ぎ、貨幣換算した便益は 2,640 億円にのぼると試算された。ニュージーランドの「湿地保全による洪水緩和事業」では、湿地と湖による洪水防災機能の経済的価値が毎年 60 万ドルであるとされている。また、1998 年に発生した大規模な洪水の際の洪水防災機能の価値は 400 万ドルと試算された。

以上の発見から、レジリエンス社会構築における Eco-DRR の重要性が確認できる。生態系を適切に管理し、生態系と生態系サービスを活かして、堤防など人工構造物を利用した防災・減災対策とうまく組み合わせることで、単なる人工構造物か Eco-DRR かという二分法を超えて、より高い防災・減災機能を発揮できると考えられる。各地域でまずその地域の脆弱な点を把握し、地域全体で情報を共有した上で、適切な生態系の保全・管理を行い、人工構造物とのハイブリッドな Eco-DRR を実施することで、地域のレジリエンスが向上する。レジリエンス社会構築のためには、これを地域ごとに実施していくことが求められると考える。

参考文献

- 朝日新聞デジタル (2019) 「台風 19 号を非常災害と激甚災害に指定 政府が閣議決定」 (最終アクセス日 : 2019 年 11 月 18 日)
<https://www.asahi.com/articles/ASMBY5F08MBYUTIL02M.html>
- 安部憲明 (2019) 『「レジリエンス」の理論化と応用を目指す OECD』 国際貿易投資研究所、季刊国際貿易と投資 115 号、pp.150-159 (最終アクセス日 : 2019 年 11 月 20 日)
<http://www.iti.or.jp/kikan115/115abe.pdf>
- 荒尾稔 (2012) 『冬季湛水 (ふゆみずたんぼ) による人と水鳥との共生「蕪栗沼の奇跡」』 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1、pp.113-120 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 27 日)
http://inba-numa.com/html/file/torikumi/mitameshiseika/mitameshiseika_07.pdf
- 上田遼 (2017) 「地域のレジリエンス向上を目指して」 株式会社富士通総研 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 13 日)
<https://www.fujitsu.com/jp/group/fri/column/opinion/2017/2017-8-1.html>
- 枝廣淳子 (2015) 『レジリエンスとは何か 何があっても折れないところ、暮らし、地域、社会をつくる』 東洋経済新報社
- 外務省 (2015) 「仙台防災協力カイニシアティブ」 (最終アクセス日 : 2018 年 11 月 10 日)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000070615.pdf>
- 外務省 (2018) 「後発開発途上国 (LDC : Least Developed Country)」 (最終アクセス日 : 2018 年 11 月 7 日)
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/ohrlls/ldc_teigi.html
- 外務省 「SDGs 全文 日本語 外務省仮訳」 (最終アクセス日 : 2019 年 1 月 6 日)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000101402.pdf>
- 蟹江憲史 (2017) 「持続可能な開発目標とは何か - 2030 年へ向けた変革のアジェンダー」 ミネルバ書房
- 環境省 「日本の事例 No.4 兵庫県六甲山系における防災等の多面的機能の回復に向けた砂防事業」 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 20 日)
https://www.env.go.jp/nature/satoyama/syuhourei/pdf/cj_4.pdf
- 環境省 「六甲山系における森林の公益的機能の評価」 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 27 日)
https://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/valuation/pu_d10.html
- 環境省自然環境局 (2016) 「生態系を活用した防災・減災に関する考え方」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)
<http://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr/pamph01.pdf>
- 環境省自然環境局 (2016) 「生態系を活用した防災・減災に関する考え方 参考事例」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)

<http://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr/pamph03.pdf>

環境省生物多様性ホームページ（2010）「蕪栗沼のふゆみずたんぼ、生態系サービスへの支払い（PES）～日本の優良事例の紹介～」（最終アクセス日：2020年1月6日）

<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/shiraberu/policy/pes/satotisatoyama/satotisatoyama01.html>

環境省ホームページ「保護増殖事業 タンチョウ」（最終アクセス日：2020年1月20日）

<https://www.env.go.jp/nature/kisho/hogozoushoku/tancho.html>

環境ビジネスオンライン「環境用語集 スマートグリッド」（最終アクセス日：2019年1月7日）

<https://www.kankyo-business.jp/dictionary/000181.php>

久保田義喜(2007)『アジア農村発展の課題－台頭する四カ国一地域－』筑波書房

経済産業省 貿易経済協力局（2009）「BOP ビジネスの現場とこれまでの取組について」（最終アクセス日：2018年12月15日）

http://www.meti.go.jp/policy/external_economy/cooperation/bop/bopkenkyukai/kenkyukai_1/1_shiryo4.pdf

国土交通省（2017）「平成29年度予算に向けた再評価について（平成29年2月時点）」（最終アクセス日：2020年1月27日）

http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h2902/pdf/sai.pdf

国土交通省北海道開発局 札幌開発建設部 千歳川河川事務所ホームページ「千歳川の洪水の特徴」（最終アクセス日：2019年12月3日）

https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/titose_kasen/kluhh40000002iqd.html

国土交通省北海道開発局 札幌開発建設部 千歳川河川事務所ホームページ「河川整備計画の概要」（最終アクセス日：2019年12月3日）

https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/titose_kasen/kluhh40000002e9k.html

国土交通省北海道開発局 札幌開発建設部 千歳川河川事務所ホームページ「河川環境の整備と保全」（最終アクセス日：2019年12月3日）

https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/titose_kasen/kluhh40000002vei.html

国連人口基金東京事務所（UNFPA Tokyo）「国際人口開発会議（INPD）」（最終アクセス日：2019年1月15日）

<https://tokyo.unfpa.org/ja/icpd>

国連人口基金東京事務所（UNFPA Tokyo）「用語集（性と生殖に関する健康）」（最終アクセス日：2019年1月15日）

<https://tokyo.unfpa.org/ja/glossary>

- 小松原康子 (2018) 「目標 1 貧困をなくそう」 IDCJ 国際開発センター SDGs 室 (最終アクセス日 : 2018 年 10 月 7 日)
- https://idcj.jp/sdgs/img/IDCJ_SDGs_HANDBOOK_GOAL1.pdf
- 滋賀県 (2012) 「滋賀県流域治水基本方針ー水害から命を守る総合的な治水を目指してー」 前半 (最終アクセス日 : 2019 年 7 月 7 日)
- <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020555.pdf>
- 滋賀県 (2012) 「滋賀県流域治水基本方針ー水害から命を守る総合的な治水を目指してー」 後半 (最終アクセス日 : 2019 年 7 月 7 日)
- <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020556.pdf>
- 総務省消防庁 (2019) 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災) について (第 159 報)」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)
- <https://www.fdma.go.jp/disaster/higashinihon/items/159.pdf>
- ゾッリ, A.・ヒーリー, A.M. (著)、須川綾子 (訳) (2013) 『レジリエンス復活力ーあらゆるシステムの破綻と回復を分けるものは何か』ダイヤモンド社、序章「レジリエンスとは何か」、pp.3-32、第 3 章「多様性を密集させるー都市と熱帯雨林」、pp.121-154、第 9 章「レジリエンスの習得」、pp.347-369
- 宝 馨・立川康人・児島利治・可児良昭・池淵周一 (2004) 『降雨流出に及ぼす山腹斜面の影響ーいわゆる「緑のダム」の洪水調節効果の流域水文学的検討ー』京都大学防災研究所年報 第 47 号 B (最終アクセス日 : 2019 年 7 月 7 日)
- <http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no47/47b0/a47b0t16.pdf>
- 柘植隆宏 (2001) 「市民の選好に基づく森林の公益的機能の評価とその政策利用の可能性ー選択型実験による実証研究ー」環境科学会誌 14(5)、pp.465-476 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 22 日)
- https://www.jstage.jst.go.jp/article/sesj1988/14/5/14_5_465/_pdf/-char/ja
- 内閣府「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM : プリズム) (最終アクセス日 : 2019 年 1 月 7 日)
- <https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/index.html>
- 日本赤十字社「ベトナム災害対策事業概要」(最終アクセス日 : 2020 年 1 月 7 日)
- http://www.jrc.or.jp/activity/international/results/pdf/vietnam_DM_project_summary_100621.pdf
- 日本赤十字社 (2014) 「ベトナム災害対策事業 2013 年活動報告書」(最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)
- <http://www.jrc.or.jp/activity/international/results/pdf/kokusai.20140325.vietnamhoukokusyo.pdf>

日本赤十字社 (2015) 「ベトナム災害対策事業 2014 年活動報告書」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)

<http://www.jrc.or.jp/activity/international/results/pdf/01.%202014年事業報告書.pdf>

日本赤十字社ホームページ、活動実績「ベトナム (マングローブ植林/災害対策)」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)

http://www.jrc.or.jp/activity/international/results/180525_001037.html

日本赤十字社ホームページ、トピックス「ベトナム災害対策事業 第 4 次 5 カ年計画が終了」 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 27 日)

http://www.jrc.or.jp/activity/international/news/151227_004035.html

林吉嗣・鈴木康弘 (2015) 「レジリエンスと地域創生 伝統知とビッグデータから探る国土デザイン」 株式会社明石書店

兵庫県 (2010) 『災害に強い森づくり事業検証報告書 2010』、第 1 章「「災害に強い森づくり」の事業概要」、第 4 章「事業評価」 (最終アクセス日 : 2020 年 1 月 6 日)

<https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk21/documents/000158238.pdf>

<https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk21/documents/000158240.pdf>

兵庫県「災害に強い森づくり事業実績と効果パンフレット」 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 27 日)

<https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk21/documents/000163397.pdf>

兵庫県ホームページ「県民緑税」 (最終アクセス日 : 2019 年 12 月 27 日)

https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk22/pa04_000000001.html

Millennium Ecosystem Assessment (編)、横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会 (監訳) (2007) 『国連ミレニアム エコシステム評価 生態系サービスと人類の将来』 株式会社オーム社

United Nations Global Compact Network Japan (UNGCI) 「国連グローバル・コンパクトの 10 原則」 (最終アクセス日 : 2018 年 11 月 10 日)

<http://www.ungcjin.org/gc/principles/index.html>

The World Economic Forum (2018) 『第 13 回グローバルリスク報告書 2018 年版 (日本語版)』、マーシュジャパン株式会社/マーシュブローカーズジャパン株式会社

Blanchard, O. and Johnson, D. R. (2013) *Macroeconomics (Global Edition) (Sixth Edition)* Pearson

Department of Conservation, New Zealand (2007) *The economic values of Whangamarino Wetland*, Last Accessed on 25th July 2019.

Available at

<https://www.doc.govt.nz/Documents/conservation/threats-and-impacts/benefits-of-conservation/economic-values-whangamarino-wetland.pdf>

International Labour Organization (ILO) (2017), *World Social Protection Report 2017-19*, Last Accessed on 13th January 2020.

Available at https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_604882.pdf

International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2016) *Helping nature help us: Transforming disaster risk reduction through ecosystem management, Part 2 Regional lessons*, pp.42-72, Last Accessed on 4th July 2019.

Available at https://www.preventionweb.net/files/51240_2016070.pdf

The Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction (PEDRR) Official Website, *About Us, Ecosystem-based Disaster Risk Reduction*, Last Accessed on 24th January 2020.

Available at <https://pedrr.org/about-us/>

United Nations Children's Fund (UNICEF) (2017) *Is Every Child Counted? Status of data for children in the SDGs*, Last Accessed on 15th November 2018.

Available at

<https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2016/09/SDGs-and-Data-publication.pdf>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) (2016) *Global Report on Trafficking in Persons 2016*, Last Accessed on 26th November 2018.

Available at

https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/glotip/2016_Global_Report_on_Trafficking_in_Persons.pdf

United Nations Statistics Division (UNSD) (2016) *The Sustainable Development Goals "Goal 1"*, Last Accessed on 7th January 2019.

Available at <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/goal-01>

United Nations Statistics Division (UNSD) (2016) *The Sustainable Development Goals "Goal 5"*, Last Accessed on 7th January 2019.

Available at <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/goal-05/>

United Nations Statistics Division (UNSD) (2016) *The Sustainable Development Goals "Goal 9"*, Last Accessed on 7th January 2019.

Available at <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/Goal-09/>

United Nations Statistics Division (UNSD) (2018) *The Sustainable Development Goals Report "Overview"*, Last Accessed on 7th January 2019.

Available at <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/overview/>

World Bank, *Poverty and Shared Prosperity 2018: Extreme Poverty*, Last Accessed on 30th October 2018.

Available at <http://www.worldbank.org/en/publication/poverty-and-shared-prosperity>