

研究課題番号	SⅡ-5-1
研究課題名	「自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた創造的復興に関する研究」
研究実施期間	令和元年度～令和3年度
研究機関名	九州大学
研究代表者名	島谷 幸宏

## 1. 研究開発目的

テーマⅠの目的は①研究の全体を総合化し創造的復興を地域循環共生圏の創造につなげるための基本的な考え方を提示すること及び②自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた創造的復興の具体的な方法を示すことの2点である。サブテーマごとの目的を以下に示す。

サブテーマ1は、(1)研究全体を総合化し創造的復興を地域循環共生圏につなげるための方法の提案、(2)草原の水供給サービスの定量化、(3)発災時の自然資源の活用手法(グリーンレジリエンス)の提案の3つである。

サブテーマ2は、創造的復興に寄与するため、(4)自然条件・社会条件と災害との関係性、(5)攪乱と生態多様性との関係性の解明、(6)土地利用の見直し、自然環境の適切な管理、伝統的な手法などによる災害リスクを低減する創造的復興手法(Eco-DRR)を提案することの3点である。

サブテーマ3は、(7)文化的サービス(特に景観)を考慮した国立公園内の災害復旧ガイドラインの作成、(8)建設工事における自然資源活用手法の提案の2点である。

## 2. 研究目標

### サブテーマ1 地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化

#### ・プロジェクト全体の総括

プロジェクト全体を総括し、「地域循環共生圏の構築と創造的復興」に関する包括的提案を行う。

#### ・草原の大都市圏への水供給サービスの定量的評価

阿蘇地域が大都市との共生圏を構築する際に重要な、草原の供給サービスの定量的評価を行う。

また、発災時に自然資源を有効に活用してレジリエンスを高めるための手法を開発する。

### サブテーマ2 自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興手法の提案

#### ・攪乱と生物多様性との関係性把握

・自然条件・社会条件と災害との関係性を把握し、土地利用の見直し、伝統的な手法、自然環境の適切な管理などにより災害リスクを低減する創造的復興手法の提案斜面崩壊によって植生が頻繁に破壊される箇所では、植生遷移が中断されることでいわゆる二次林が自然植生として成立する。

このような自然のサイクルが生物多様性にもたらす影響について解析し、現在の植生構造と自然災害の分布や頻度との関係を明らかにする。一方、潜在自然植生が森林である日本において、草原は人為的な半自然環境として維持されてきた。そこには草原特有の生態系があり、独自の生物多様性が存在している。阿蘇を代表する草原生態系の生物多様性が、草原管理方法、地形や気候とどのように関連し、維持されてきたのかを解明することを目的としている。

### サブテーマ3 災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法

#### ・文化的サービス、地域の資源循環に配慮した災害復旧・基盤整備手法の開発

阿蘇地域固有の生態系サービス・文化的サービスに特に景観の視点から光を当て、ともするとこれらに負の影響を及ぼしかねない土木的災害復旧の現在の方法論の見直しにつながるガイドラインを構築すること、そして、自然を適切に管理し、自然との関係性を考慮した土地利用を進める上で効果的な、阿蘇地域固有の自然資源を活用した工事手法を提案することを、目標としている。

### 3. 研究の進捗状況

#### サブテーマ1 地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化

プロジェクト全体のこれまでの成果を総合化した。今後、この内容をさらに充実させるためのタスクフォースを結成する。「草原の水共有サービスと経済的価値」では、現地でのササ・ススキの樹液量計測等により、ススキはササに比較して蒸散が低い結果が得られ、水涵養効果が高いということが示唆された。草原の経済価値推計に向けては、熊本と福岡における水の価値を示す推計モデルの開発を行い、阿蘇水源量を利用した生産関数と産業連関表の連結化を進めた。「グリーンレジリエンス手法の開発」では、地域での聞き取りを行い、阿蘇地域は自然資本と社会関係資本が豊富であることから、災害レジリエンスが高いことが示唆された。

以上のように研究は予定通り進捗している。

#### サブテーマ2 自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興手法の提案

斜面崩壊に関しては、斜面崩壊箇所、地形的要素、地質、植生、土地利用に関するデータを整備し、斜面崩壊要因分析を行い崩壊確率マップが示され、計画通り進捗している。今後は得られた崩壊確率に、崩壊が発生した際の外力（土砂、流木等）、暴露の受けやすさ（カルデラ内集落配置）等を加味し下流域に及ぼす影響を評価し、植生のあり方、土地利用や集落構造のあり方を提示する。草原・山地斜面における攪乱と生物多様性に関しては、現地調査を行い、航空写真を用いて作成した植生予察図の修正・確定を行い、予定通り進捗している。今後より詳細な群落組成を把握するために、コドラート調査を行い、微地形の解析と合わせて攪乱頻度と植生の関係について考察を行う。

草原については新たに調査地域を設定したので、詳細な種組成についてコドラート調査などを行い、既存のデータと合わせて解析することで、維持管理手法と種組成の関連について考察を行う。氾濫に関しては、土地利用の変遷、超過洪水に対する浸水被害を評価し、また、遊水地、河道、旧河道等における水生生物相を明らかにし、遊水地及び旧河道が高いポテンシャルを有していることを示すことができ、ほぼ計画どおり進捗した。今後は、伝統知・地域知に関する知見についても蓄積し、治水機能強化のための伝統的治水工法の提案、遊水地における生物多様性・生態系保全機能、地域コミュニティ、地域防災力の強化策を検討し提示する。

#### サブテーマ3 災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法

本年度はフィールドにおける災害復旧事業事例調査、地元木材資源の活用に関するケーススタディ、石材資源の活用に関するケーススタディ等を実施することができ、ほぼ計画通りの進捗とすることができた。二年度については、コロナ禍の影響により、フィールドを訪れることが不可能となっており、ネット等による情報収集等の遠隔から可能な取り組みのみを実施している状況にある。九州を対象とした非常事態宣言が解除されたことを受け、夏季に向けてこれまでの遅れを取り戻すべくフィールドワークを徐々に再開していきたいと考えている。

### 4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

#### サブテーマ1 地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化

地域循環共生圏を考えるとときに圏域の捉え方は重要であるが、交流をベースにした広域圏、市町村などの行政圏、草原などを支える集落の3つの圏域の重層性が明らかになりつつあり、またそのネットワークも重要である。地域循環共生圏の構築にあたっては地域資源からのアプローチが重要であり、有力な地域資源の絞り込み、それを活用する場合のネックとなる条件のクリア手法、適正な利用方法などを明らかにし、実行することによって、地域の活力発揮に寄与しうる。石材、木材などの自然資源の活用は一定程度のストック量がないと活用できないことが明らかとなっており、自然資源の利用のためにはフローの仕組みとともに、ストックの仕組みを整え、不足分は融通しあうことも必要である。

また、自然資本である草原や森林の管理は集落が基盤である、集落の社会関係資本の維持や新た

な展開を視座においた施策が必要である。社会関係資本の新たな展開には、圏域を大都市圏との交流が重要であり、今回の調査で明らかとなった草原の水資源涵養機能などを広域圏（流域圏）にある大都市に分かりやすく示すことが必要である。これは阿蘇草原再生協議会（事務局：九州地方環境事務所）の取組の推進につながるものである。

最終成果では、社会関係資本も視野に、それぞれの圏域において資源を適切に循環させ、レジリエンスの強化に資する仕組みの提言につなげたい。草原の発散量を樹液流計で測定したところ、C4植物であるススキ草原の発散量はスギと比べ著しく小さいことが明らかとなっている。この量を、面的に拡大することによって、単位面積当たりの水資源の保全量が算定でき、その結果、草原維持の水資源の観点からの根拠を示すことが出来る。

概算値で1日当たり1mm、年間200mm程度はスギに比べて水資源量は多いと予測された。この結果をテーマ2の成果をあわせて面的に拡大するとともに水循環モデルに組み込むことで下流域にもたらず草原の生態系サービスを可視化でき、行政的に価値のある成果となる。

自然の恵みを活用し、災害を減らし、災害から立ちあがることを、グリーンレジリエンスと定義する。災害直後には、電気、水道、ガス、交通網などが機能せず、生活に困窮することが全国で見られる。このような状況下で、自然資源を活用して災害直後を乗り切ることが有効である。

熊本地震時の災害直後のヒアリングから、熊本市内に比較し、阿蘇地域の方が自然資源の活用がなされていた。その要因は、阿蘇地域は自然資源が豊富であるとともに自然資源を活用するノウハウが個人およびコミュニティ共に蓄積されているからである。しかし、阿蘇においてもトイレ用水や洗浄水の不足、電気の不足などの問題が生じている。

今後は、災害直後に活用できる自然資源の量（水、食料、エネルギー）と活用力（個人、コミュニティ、ネットワーク）を明らかにし、集落単位での拠点整備に必要な要件を明らかにする。

#### サブテーマ2 自然災害と生態系サービスの関係性からみた創作的復興手法の提案

本研究では、気候変動への対応を踏まえ、阿蘇を含め、地形が険しく降水量が多い日において多発する斜面崩壊と河川氾濫に着目し、生態系を基盤とした災害リスクの低下と生物多様性保全の強化、その促進が持続的な地域社会に連関するための手法と価値を示すことを目的としている。これらは、気候変動、人口減少下における、流域単位での防災を念頭に置いた自然調和型地域づくり、次期生物多様性国家戦略や国土利用計画等につながる規範になる。

斜面崩壊に関しては、斜面崩壊に及ぼす植生を含めた崩壊要因分析、緩衝林の立地や樹種・樹齢の抽出を行った結果、広葉樹二次林が斜面崩壊に負に寄与していたこと、傾斜15～17度の斜面に配置されたスギや広葉樹の壮齢林が暴露回避のための緩衝林としての役割があることが示唆された。今後、これらの結果を踏まえ、崩壊土砂量や倒木による外力、暴露の受けやすさ（土地利用、集落配置）等を加味し、下流域に及ぼす災害リスク軽減のための植生管理、集落構造のあり方を提案する。

氾濫被害が頻発する低地においては、自然地形を踏まえた適切な土地利用、遊水地等の伝統的治水工法を活用した治水機能、生物多様性保全機能の強化が求められる。特に黒川流域においては低地への市街化が進行し浸水被害が増加していること、また、遊水地及び旧河道は生物多様性の保全において高いポテンシャルを有していること、遊水地の地盤を多様化することで生物多様性保全機能が強化されることを示した。今後は、伝統知・地域知に関する知見についても蓄積し、治水機能強化のための伝統的治水工法の提案、遊水地における生物多様性・生態系保全機能、地域コミュニティ、地域防災力の強化策を検討し提示する。

山地斜面に成立する自然林において、自然災害による攪乱の影響がモザイク状に見られることが明らかになった。傾斜の違いなどによって攪乱の規模や頻度が異なるためであり、攪乱からの回復の段階が一樣でないことによって生物多様性が維持されている。斜面崩壊などの攪乱も動的安定のサイクルとして生物多様性の維持に重要な役割を果たしていることが示されたことになる。人為的に維持されている草原生態系においては、地形や異なる管理方法をもたらす生物多様性の違いが明

らかになった。草原は地域社会との密接な関係があり、生物文化多様性の象徴とも言える生態系である。その持続可能な管理の正しいあり方を提案する。

### サブテーマ3 災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法

初年度に実施したフィールドサーベイから、阿蘇固有の文化的サービス、とりわけ文化的景観は、永い営みの中で、地形、水脈などの自然の恵み、そして石材や木材などの地域資源を巧みに活かしてきたことでかたちづくられていることが明らかになりつつある。今後さらに詳細なフィールドサーベイを実施し、本サブテーマの主たる目標である原則およびガイドラインの作成に資する資料を取りまとめていく予定である。

一方、事業者へのヒアリングの結果から、一般的な手法で実施されている多くの災害復旧事業や社会基盤整備事業は、地域性や歴史性に対して十分な配慮がなされているとは言えない状況にあることが確認され、原則およびガイドラインの必要性が明らかになった。

阿蘇の文化的景観の重要な構成要素である火山活動起源の溶結凝灰岩等の石材については、環境破壊につながる危惧があり新規の産出は困難である。現在進行中の大規模災害復旧事業で掘削工事の過程等で大量の石材が発生しており、これら発生材を保存し一定量の「ストーンバンク」的なストックを確保することができれば、今後長期にわたり環境破壊を伴わない石材の利活用サイクルを確立することが可能であると考えられる。今後地元自治体、熊本県、国土交通省等にヒアリングを行い、実現可能性について検討したい。

阿蘇産出の木材については、地元森林組他へのヒアリングの結果、治山用が僅かにあるものの建築系の用途が大半であり、土木的な用途への活用はほぼゼロであることが確認された。一方、長期の林業不振の結果から山には建築用材には向かない50年生以上の大径木が増大していることも把握できた（以上は阿蘇に限らず全国的な傾向）。これらの巨木からは、土木であれば使用可能な大きな材を得ることが可能であり、その道が開ければ、阿蘇の林業振興にも大きく寄与しうる。今後は木製ガードレイル等大径木を活用した木材の土木分野での利用オプションについて研究を進めていきたい。

上記に加えて、初年度には、コンクリート等外部から持ち込むことが必要な材料を用いた一般的な事業手法と、地域で確保可能な循環資源である石材・木材を活用した手法とを、地域内循環率と環境負荷コストについて比較した基礎的なシミュレーションを実施した。その結果、投下事業費の地域内循環率の向上、環境負荷コストの縮減等の効果があることが認められた。今後は、対象構造物の範囲を広げた上でより詳細な比較検討を進め、循環資源活用の効果を提示していきたい。

以上の他に、阿蘇および国内の国立公園に広く適用・応用が可能な原則およびガイドラインの開発の参考とする目的で、海外のナショナルパーク、世界遺産等を対象に、原則、ガイドラインに相当するルール等についての情報収集作業に着手する予定である。

## 5. 評価者の指摘及び提言概要

研究リーダーが直接担当しているので、3つのテーマの中では一番有望な感じであるが、それでも、サブテーマごとにバラバラな印象がする。ストーリー性をもたすべきである。サブテーマ間の関係を今一度分担研究者が理解できるようにリーダーが機会を与え、徹底を図ることが望まれる。創造的復興に纏め上げていくうえでテーマ1の役割が重要であり、是非、指導力を発揮して進めて欲しい。

創造的復興を実現するためには、地域資源の活用によって地域への負荷を低減しながら、新たな産業創出など地域の活性化（復興）に貢献できる社会のシステムを創出できるかがポイントになる。環境負荷を低減しながら雇用（あらたな経済活動等）を創出するのはどの様なシナリオを描けるのかが明確になって欲しい。

## 6. 評点

評価ランク：A