

Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

SII-5-3 自然資本と社会関係資本に着目した地域循環共生圏の重層性構築
に関する研究

(JPMERF19S20530)

令和元年度～令和3年度

Creating the Circular and Ecological Economy Focusing on Natural Capital and Social Capital

〈研究代表機関〉
慶應義塾大学

〈研究分担機関〉
熊本大学
岩手大学
琉球大学

〈研究協力機関〉
阿蘇持続可能な社会研究所
ウィーン大学
里山エナジー株式会社
紫波グリーンエネルギー株式会社

令和4年5月

目次

| | | |
|---|------------------|----|
| I. 成果の概要 | ・・・・・・・・・・・・・・・・ | 1 |
| ● はじめに（研究背景等） | | |
| ● 研究開発目的 | | |
| ● 研究目標 | | |
| ● 研究開発内容 | | |
| ● 研究成果 | | |
| 5－1．成果の概要 | | |
| 5－2．環境政策等への貢献 | | |
| 5－3．研究目標の達成状況 | | |
| ● 研究成果の発表状況 | | |
| 6－1．査読付き論文 | | |
| 6－2．知的財産権 | | |
| 6－3．その他発表件数 | | |
| ● 国際共同研究等の状況 | | |
| ● 研究者略歴 | | |
| II. 成果の詳細 | | |
| II－1 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築・・・・・・・・ | | 19 |
| (慶應義塾大学) | | |
| 要旨 | | |
| ● 研究開発目的 | | |
| ● 研究目標 | | |
| ● 研究開発内容 | | |
| ● 結果及び考察 | | |
| ● 研究目標の達成状況 | | |
| ● 引用文献 | | |
| II－2 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案・ | | 32 |
| (熊本大学) | | |
| 要旨 | | |
| ● 研究開発目的 | | |
| ● 研究目標 | | |
| ● 研究開発内容 | | |
| ● 結果及び考察 | | |
| ● 研究目標の達成状況 | | |
| ● 引用文献 | | |

II-3 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示・・・ 44
(岩手大学、琉球大学)

要旨

- 研究開発目的
- 研究目標
- 研究開発内容
- 結果及び考察
- 研究目標の達成状況
- 引用文献

III. 研究成果の発表状況の詳細・・・・・・・・・・・・・・・・ 59

IV. 英文Abstract・・・・・・・・・・・・・・・・ 66

I. 成果の概要

課題名 SII-5-3 自然資本と社会関係資本に着目した地域循環共生圏の重層性構築に関する研究

課題代表者名 一ノ瀬 友博 (慶應義塾大学教授)

研究実施期間 令和元年度～令和3年

研究経費

81,000千円(合計額)

(各年度の内訳: 令和元年度: 27,000千円、令和2年度: 27,000千円、令和3年度: 27,000千円)

研究体制

(サブテーマ1) 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築(慶應義塾大学)(JPMEERF19S20507)

(サブテーマ2) 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案(熊本大学)(JPMEERF19S20508)

(サブテーマ3) 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示(岩手大学)(JPMEERF19S20509)

研究協力機関

阿蘇持続可能な社会研究所

ウィーン大学日本学研究科

里山エナジー株式会社

紫波グリーンエネルギー株式会社

本研究のキーワード 阿蘇地域、圏域、草原、創造的復興、社会ネットワーク、集落、土地利用、木質バイオマス、流域、レジリエンス

1. はじめに(研究背景等)

2016年4月に発生した熊本地震、特に4月16日の震度7の本震により阿蘇地域は広範囲にわたり大きな被害を受けた。特に、阿蘇大橋が落橋し、建物の倒壊により犠牲者が出た南阿蘇村黒川地区の被害は甚大で、2年以上経った現在でも住民の多くは仮設住宅での生活を余儀なくされている。被害が大きかった地域や、道路や鉄道といったインフラなどは、できるだけ早い復興が望まれるが、東日本大震災の津波災害と異なり、地震による被害は多々局所的で、直接的な被害を受けなかった地域も多かった。一方で、阿蘇地域は数々の水害と阿蘇山の噴火による被害を受けてきた地域でもあり、特に2012年7月の九州北部豪雨では、白川、黒川流域で大きな被害を引き起こし、その復興がようやく軌道に乗り始めた中での地震でもあった。

阿蘇地域(阿蘇市、南小国町、小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村の1市3町3村)は、活火山の上に6万人以上もの人口を擁し、一大農業生産地域であるとともに、日本有数の観光地でもある。それは火山や豊富な湧水、人の働きかけによって維持されてきた草原といった自然資源と切り離すことはできず、長い歴史の中で人々は共に生きるすべを身につけてきた。それはまさに地域の自然資本、それを支える社会関係資本と言える。

本研究は、「地域特性を活かした地域循環共生圏の創造に関する研究」として行われる研究である。地域循環共生圏は、「第二次循環型社会形成推進基本計画」において初めて示された。地域循環圏と自然共生圏の考え方を包含するもので、結果として低炭素社会の実現も含まれる。第五次環境基本計

画で、持続可能な地域のあり方として掲げられている圏域で、「循環」、「共生」が集落レベルや市町村レベルの狭域で完結し得るものから、流域レベルや都道府県レベルの広域でも完結し得ないものがあることから、集落・街区レベル、市町村レベル、都道府県レベル、流域レベルなど様々な階層の圏域があり得るとされている。加えて、多種多様で重層的な資源循環を進め、環境への負荷をできる限り低減しつつ地域経済循環を促し、地域を活性化させることを目指すものである。

2. 研究開発目的

本研究では、地域の自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明する。2012年の水害、2016年の地震から大きな被害を受けた阿蘇を事例対象地域とし、自然災害や人口減少といった社会的な課題に対し、地域のレジリエンスを高めるためには、圏域内のどのような要因に着目し、その連携をいかに構築するのか、その手法を開発することを最終目標とする。なお研究は、それぞれの視点に合わせて、3つのサブテーマ（1. 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築、2. 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案、3. 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示）によって構成されている。

3. 研究目標

| | |
|--------------------|---|
| 全体目標 | 阿蘇地域を対象に自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明する。 |
| サブテーマ1 | 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築 |
| サブテーマリーダー /所属機関 | 一ノ瀬友博／慶應義塾大学 |
| 目標 | 阿蘇地域の自然資本に基づく経済活動に着目し、地域循環共生圏の圏域の重層性を明らかにする。当該地域におけるこれまでの土地利用の変遷と将来人口推計を基に、将来の自然資本の分布を予測し、変化に耐えうる圏域を明らかにする。 |
| サブテーマ2 | 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案 |
| サブテーマリーダー /所属機関 | 上野眞也／熊本大学 |
| 目標 | 草原などの自然資源を守り、自然災害も乗り越える持続性を持った自立分散型の地域循環共生社会を阿蘇で実現するために、社会関係資本に基づく集落ベースのローカルガバナンスや危難からの創造的復興に関する研究知見を集め、そのメカニズムの解明と、地域循環共生圏構想に資する社会関係資本強化の政策介入法を考案する。 |
| サブテーマ3 | 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示 |
| サブテーマリーダー /所属機関 | 原科幸爾／岩手大学 |

| | |
|----|--|
| 目標 | 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の具体像として、森林資源利用ゾーンニングを示し、その時の利用可能量や創出される付加価値を示し、圏域の重層性や空間単位を提示する。 |
|----|--|

4. 研究開発内容

サブテーマ1：阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築

阿蘇地域を中心に形成された地域循環共生圏を把握するため、物質、エネルギー、社会ネットワークに関する情報を整理した。阿蘇地域を源流とする6河川の流域圏における人口の分布を捉えるため、上流域から下流域における人口について地理情報システムを構築した。阿蘇地域が上水源となっている福岡都市圏も分析の対象に加えた。国立社会保障・人口問題研究所の人口推計500mメッシュを採用し、2015年の人口を各水系の流域区分（上流、中流、下流）ごとに総計した。エネルギーに関連する資本とその流れは地域循環経済分析ツール2015年版を用いて分析した。人の流れは、観光課および観光協会にヒアリング調査を実施した。各市町村における宿泊客数や日帰り客数、観光客の居住地については都道府県レベルでおおよその割合を回答してもらった。都市部が農山村を支える野焼き支援ボランティア活動については、公益財団法人阿蘇グリーンストックにヒアリングを行った。

都市からの来訪者が阿蘇地域にどの程度関心を寄せているのかを明らかにするため、九州北部の3つの都市圏を対象に地域愛着に関するアンケート調査を実施した。地域愛着に関する複数項目を4段階評価で答えてもらい、主成分分析で得られた値を被説明変数に重回帰分析を行った。地域愛着を育むことが、災害復興支援や水や草原などの地域資源の保全に寄与しうることかを明らかにするため、地域愛着と支払意思額との関係を分析した。さらに、草原景観の損失が観光客の印象にどのような影響を与えるのかアンケート調査を行った。遠くの草原から近くの草原が失われた場合の景観についてそれぞれ11段階で評価してもらい、草原景観が失われた場合に阿蘇地域への来訪頻度が変わるか質問した。

阿蘇地域に設置された6か所の道の駅・直売所にて、熊本地震による影響や災害時における食の分かち合いの存在などについてヒアリングを行った。宿泊施設には、被災時の食料、エネルギー、人的支援の状況についてアンケート調査を実施した。新型コロナウイルス感染症という自然災害に対応するため、地域循環共生圏の基盤を成す社会関係資本がコロナ禍でどのように働いたのかを調査した。社会関係資本のストックが異なる都市と農村を対象に、福岡県と熊本県の地域住民が新型コロナウイルス感染症によりもたらされた社会経済的な変化にいかに対応したのか、Webアンケート調査を実施した。

将来における阿蘇地域の持続可能性を評価するために、2050年における土地利用と人口の予測を行った。人口推計500mメッシュを用いて2050年人口を流域区分ごとに総計し、2015年からの変化率を求めた。過去の変遷に基づき、2050年における土地利用を傾向延長的に予測した。土地利用データには1979年および2003年の現存植生図を採用した。土地利用は草地、水田、その他耕作地、放棄地、樹林地、火山植生、水域、ゴルフ場、市街地の9つのタイプに分類し、2003年から2050年における土地利用遷移行列を作成した。草地、水田、畑地の分布する確率が高い条件を二項ロジスティック回帰分析にて抽出した。土地利用の将来予測にはDynaCLUEモデルを用いた。樹林地から農用地（草地、水田、あるいは畑地）への転換は、保安林に指定された樹林地以外は可能とした。農用地が放棄された場合、まずは放棄地に転換され、指定された年数を経て樹林地に遷移することとした。

土地利用シミュレーションの結果は、特に対策を行わず、農用地が転換されてきたこれまでの傾向をそのまま推移させたもので、望ましくない未来を提示したものである。これに対して、阿蘇地域の自然資本を維持していく上で望ましい未来を描いたシナリオを3つ設定した。望ましい未来を実現させるためには、どこにどのくらいの支援（あるいは対策）を行う必要があるのかを明らかにするため、シナリオ分析を行った。分析の対象は、労働力に関する定量的な統計データが存在する草地とした。次の4つのシナリオを設定した。シナリオ1（現状維持）：特に対策を行わず、過去の土地利用変化の傾向が2050年まで続いた場合のシナリオ。土地利用の将来予測と同じ結果である。シナリオ2（重要な草原を維持）：重要な草原を維持する管理組織を優先的に支援した場合のシナリオ。草原維持の継続や生物多

様性保全に関わる項目について任意の基準を設定し、優先的に維持していくべき草原を選定した。151の管理組織のうち75の組織が対策の対象となり、対象となった草地はすべて維持されることとする。シナリオ3（管理組織が維持する草原をすべて維持）：草原を維持するすべての管理組織を支援した場合のシナリオ。ただし、労働力に関する情報が収集されていない個人所有の草原や既に機能が停止した組織の草原は対策の対象にはならない。対象となった草地はすべて維持されることとする。シナリオ4（草原増加）：2003年時の草地面積から減らさないとした場合のシナリオ。

阿蘇に広がる草原は主に、野焼きと輪地切りにより維持されてきた。人手を必要とする重労働であり、担い手の高齢化や後継者不足等で、こうした維持管理を継続していくことが困難になりつつある。草原の管理主体である社会システムが機能停止すると、阿蘇特有の自然資本が失われ、草原をベースとした様々な生態系サービスが失われる。そこで、どのような状況になると草原の維持管理が困難になるのか、そのティッピングポイントを労働力の側面から特定した。2016年の阿蘇草原維持再生基礎調査の回答結果を用いて、どういった管理組織が1) 草原維持を中長期的に継続できると表明しているのか、2) 野焼きや輪地切りに関する省力化を必要としているのかを分析した。草原の維持管理を強化するためにはどこにどのくらいの支援が必要なのか、得られた閾値を用いてシナリオ分析を行った。

サブテーマ2：集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案

重層的な地域構造と社会関係資本の関係性の解明として、草原や水源保全など地域循環共生圏に資する集合行為を生み出す場を念頭に、「集落」と「重層的な地域システム」がどのように相互に関係しあうことで「社会関係資本」が蓄積され、それが住民の行動に転換されているのか明らかにした。

阿蘇地域の集落における社会関係資本が、集落の自治や草原保全にどう関わっているのかを調べるため、まず調査地区を、役場等と協議して阿蘇市、西原村、南阿蘇村から複数箇所を選定した。区長や牧野組合長に、地区住民への悉皆調査実施の協力依頼をした。調査票は、農水省の農村協働力政策形成で開発してきたものに、草原保全活動など環境を守る行動を捉える要素を加味して再設計して、18歳以上の全住民を対象にした社会調査票を準備した。地域の役員の協力を得て、調査票の配布・回収をした。その調査票をもとに、地域資源のマネジメントにどのような人が、どのような地域活動として参加しているのか、その人たちの特性や価値観はどうか、人や組織の重層的関係性はどのようになっているのかについて集計、分析を行った。調査結果については、研究成果の地域への還元として、概要を纏めた報告書を調査集落全戸へ配布した。

草原、牧野の保全状況調査と課題の抽出を行った。草原保全の現状はどうか、共有地での管理活動を支えている入会制度や地域の社会慣行はどうなっているのかを調べるため、南阿蘇村の牧野管理者から聞き取りにより全牧野の状況把握を行った。既に放置された牧野を除いて、悉皆的な現地踏査を行った。資料によって齟齬が見られるため、牧野利用に詳しい地元の人へのインタビュー、草原や牧野に関する国、県、市町村、団体等が持つ統計資料や地図情報を収集し、データの精度を上げた。

集落の自治力やローカルルール形成力の調査では、まず先行研究を調べ、阿蘇の農村地域において、集落が入会地に関する独自の利用ルールを持ち、集合的な選択について取り決めができ、利害調整メカニズムを持っているなど、集落の自治力やローカルルール形成力がしっかりしている所は、集落の草原や水源保全機能、さらには災害へのレジリエンスが良好であるとの仮説を立てた。西原村の道路品評会や南阿蘇村の塩井社水源保全活動を事例として選考し、社会調査を行った。具体的には、地元役場や地域リーダーへ、地域活動の実態や実施方法、規模、その歴史などについて聞き取りと史資料集を行った。その後、実際の地域資源保全活動に住民とともに参加して参与観察を行い、共同作業を通してどのように住民の合意が形成・実施されるのかについて調べた。西原村の入会地の保全や集落運営に関する制度・慣習について、村内10集落の住民へインタビュー調査を行い、平時の地域活動と非常時の助け合いの関連性について考察を行った。

危難に直面した時の集落のガバナンスとレジリエンスに関する調査では、熊本大震災や水害などの危難時に、阿蘇の集落ではどのような連帯・共同行為が行われたのかについて調べた。災害からの復旧に

際し自発的な集落活動を展開し高いガバナンス力とレジリエンスがあると思われた地区として、南阿蘇村の川後田（かわごだ）および加勢（かせ）地区、西原村の布田（ふた）および大切畑（おおぎりはた）地区を役場と協議して選定し、社会調査と史資料の収集分析をした。これらの地区で区長や地域活動に熱心に参加している住民、女性グループにグループインタビュー調査を行った。

創造的復興に関するアクションリサーチとして、地域問題を、研究者と当事者である住民、行政が協働で研究し、得られた知見を地元に戻して現状を改善していくための実践的研究を展開した。研究活動拠点として南阿蘇村の旧白水庁舎を役場から借りて「阿蘇研究ラボ」を設置した。研究メンバーの一人が南阿蘇村に移住して、住民との関係性構築と調査研究を進めた。集落リーダーらの協力を得て、かつて阿蘇で展開された採草活動が分かる古写真を各家庭から集め、それを大きく拡大して、地域を知り、語り合うワークショップを集落と共同で開催した。

サブテーマ3：地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

阿蘇地域における木質バイオマスの利用可能性を調べるために、既存の地理情報の整理と地理情報システムの構築を行い、木質バイオマス資源賦存量と利用可能量の評価を行った。また阿蘇地域における熱需要を把握するために、統計資料を用いた潜在熱需要量の推計と、悉皆調査による薪利用実態の把握および宿泊施設を対象にした熱需要のアンケート調査を行った。燃料形態ごとに地域循環共生圏の圏域単位を明らかにするために、阿蘇地域における木質バイオマスの流通実態の調査を行い、原料供給および木質バイオマスの販路を調べることで木質バイオマスの利用圏域のスケールを検討した。

2019年度から研究協力者（大津愛梨）が予定していた温泉施設への小規模熱供給事業が実施されなかった。そのため当該項目については、事業体の形成や事業化ではなく、地産地消型再エネ利用モデルの提示とその基盤となるコミュニティ形成の考察を目的とした。表3.1に示す林業関係主体にヒアリングを行うことで、地域に存在する既存ネットワークを活かしたバイオマス利用のコミュニティ基盤について考察した。また、草原の森林化の実態把握を行った。

表3.1 ヒアリングを実施した阿蘇地域の森林管理主体

| 区分 | 管理主体名 |
|--------------|---------------------------|
| 行政（市町村） | 阿蘇地域振興局、小国町、高森町、南小国町、南阿蘇村 |
| 森林組合 | 阿蘇森林組合、小国森林組合 |
| 林業事業体 | 梅本林業、今村林業 |
| 木質バイオマス加工事業体 | 大仁産業、河津製材所 |
| NPO法人 | ふるさと創生、九州バイオマスフォーラム |
| 移住者 | 吉田俊朗氏 |

間伐材は木質バイオマスの主要な供給源として考えられることから、木質バイオマス需要が地元で創出されることで間伐遅れ林分の整備が進み、森林の防災力と水源涵養機能が向上することが期待できる。木質バイオマス利用が誘発するこれらの機能向上効果を定量評価するために、間伐の実施が、表面流出の発生頻度や流出量平準化を特徴づける要因である土壌の透水性や保水性にもたらす効果について検討した。具体的には、透水性と保水性を様々な植生間で比較することで、植生の違いや人工林の間伐が山地斜面の水源涵養・防災機能に及ぼす影響について検討した。調査は熊本県阿蘇市の14地点と南阿蘇村の11地点において行った。各地点では毎木調査により林分状況を把握するとともに、土壌を採取し、定水位法による透水試験および吸引法・加圧板法による保水性試験を実施した。また、簡易動的コーン貫入試験器を用いて表層土層厚と深さ毎の土壌硬度を計測した（図3.1）また、得られた結果を面的に展開するために、テーマ1サブテーマ2より提供された立木ポイントデータを活用することで間伐遅れ林分を抽出した。14の旧市町村ごとに、立木ポイントデータが取得できた施業班を対象に、間伐適正および間伐遅れ林分の面積を集計した。木質バイオマス利用により、これらの林分で間伐が推進された

ときに地域の水源涵養・防災力機能がどの程度発現するかについて、上記の試験結果に基づいて試算した。



図3.1 (左から) 現場での土壌採取、定水位法による透水試験、加圧板法による保水性試験、簡易貫入試験器を用いた土壌深調査の様子

5. 研究成果

5-1. 成果の概要

サブテーマ1：阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築

(1) 地域循環共生圏の階層的な圏域単位を分析する手法の提案

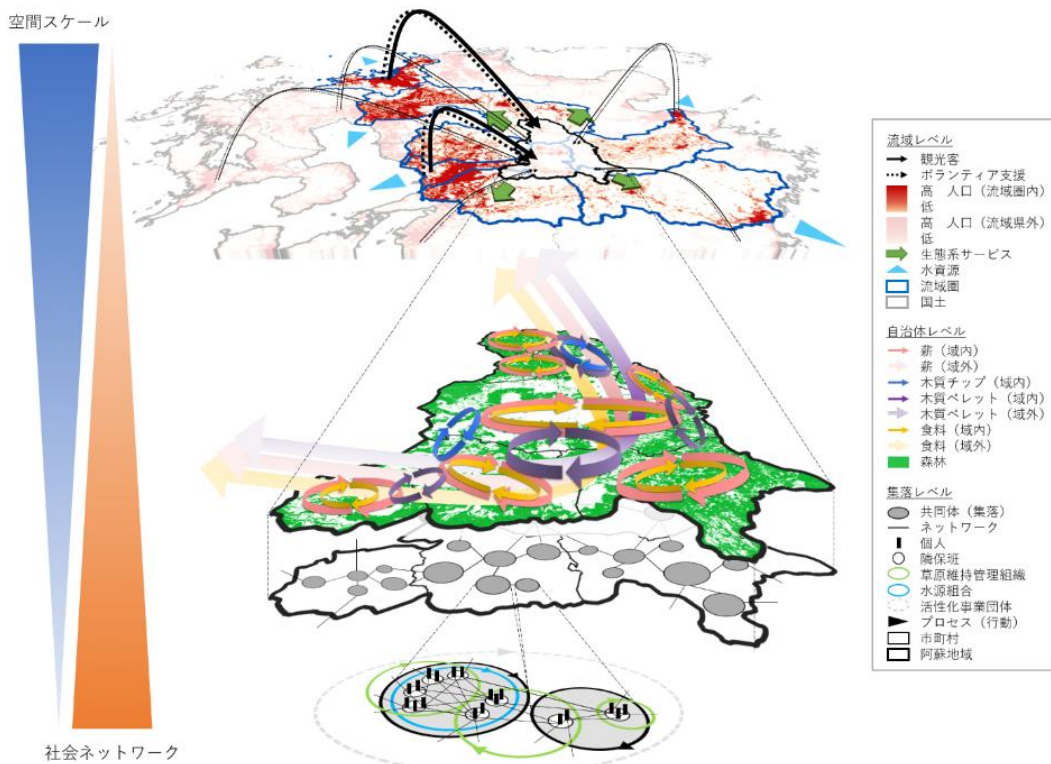


図1.3 階層的な圏域の単位を図示したダイアグラム

阿蘇地域の自然資本に基づく物質、エネルギー、人の流れを整理し、当該地域を中心に形成された地域循環共生圏を模式的に示した図が図1.3である。大きく分けて3つの階層（最も大きな空間スケールとして阿蘇地域を源流とした6つの流域圏が広がる九州北部、次の階層として阿蘇地域7市町村の範囲、最も小さい単位として集落）が確認された。それら3つの階層に対応するように社会ネットワークが形成されており、空間単位が小さくなるほどその結びつきは強くなる。草原や森林といった自然資本は、複層的な社会ネットワークに支えられており、それらが社会経済的な変化や災害に直面した際にレジリエンスを発揮する。こうした自然資源の空間的な分布、そしてそこに関わる人間による社会ネットワークの双方が地域循環共生圏の形成に重要な役割を果たすと考えられる。

阿蘇地域は、水資源の供給を通して、福岡都市圏も含めた流域人口500万人の暮らしを支えている。2015年の人口推計データによると、阿蘇地域が位置する上流域の人口は全体の4.4%、中・下流域では47.1%、福岡都市圏には全体の半数を占める48.5%の人口が居住しており、人口が下流域に大きく偏っていた。エネルギー面においては、阿蘇都市の再生可能エネルギーのポテンシャルはそれら市町村の合計エネルギー消費量の約5倍にも上ることが示唆された。しかし、豊富なエネルギー資源のほとんどは活用されていない。地域総生産額の3.8%にあたる77億円ものエネルギー代金が域外に流出していた。国立公園区域外での再生可能エネルギーの活用促進が求められる。阿蘇地域は毎年1,700万人もの観光客が訪れる日本有数の観光地である。宿泊客の15%は熊本県、35%は福岡県からの来訪者であり、日帰り客の50%は熊本県、35%は福岡県であった。野焼き支援ボランティアについても、熊本県および福岡県居住の会員が多く、それぞれ58%、29%であった。水循環および生態系サービスの需給関係を広域的に俯瞰すると、熊本県や福岡県が阿蘇地域の経済や人的交流を支える重要な地域である。

阿蘇地域への来訪経験を持つ熊本県および福岡県の都市住民を対象にWebアンケート調査を実施した結果、来訪経験が地域愛着の醸成に最も寄与することが示唆された。地域愛着の高い者の方が、阿蘇地域が非常事態に陥ったときに、災害復興に対して高い支払意思額を示す結果が得られた。草原維持や水資源の保全に対する支払意思額についても同様の結果が得られた。これらの結果は、地域の非常時や地域循環共生圏を支える自然資本が弱体化した際に、域外の人々が力になることを示唆する。また、景観評価アンケートを行った結果、草原景観が阿蘇来訪の大きな目的になっていることが示唆された。近景の草原が失われると評価が急落したことから、草原を身近に感じられることが重要であることがわかった。草原景観が失われた場合、半数以上の回答者が阿蘇に訪れる頻度が減るかもしれないと回答した。一連の結果は、阿蘇の社会生態システムにより維持されてきた二次的自然が縮小してしまうと、他地域との人的交流の機会が失われ、地域循環共生圏が弱体化する可能性を示唆する。

(2) 地域循環共生圏の重層性構築が災害時に果たす機能の分析

阿蘇地区、西原村、南阿蘇村の3つの道の駅が、熊本地震による甚大な影響を受けた。出荷できなくなった農作物は避難所に持ち込まれ、地域住民により炊き出しが行われた。近隣住民による食料供給のサブシステム（食の分かち合い）が機能した。また、農作物や加工品などは通信販売にて災害復興支援者の元に届けられ、熊本市を含む県内外からは多くの農業ボランティアが駆け付けた。域外との圏域形成が災害時の人的支援に重要な役割を果たしていたことが窺える。宿泊施設へのアンケート調査で得られた15の回答のうち、14の施設で被災を経験していた。断水や停電、物資の供給停止への対応について調査した結果、平時からの備蓄や災害時にもアクセス可能な自然資源（湧水や自己水源、薪など）が存在することが、個人あるいは個々の団体が非常事態に対応する上で重要であることがわかった。

都市と農村の社会関係資本に焦点を当て、新型コロナウイルス感染症拡大によりもたらされた急激な変化に人々がどのように対応したのかWebアンケートを用いて調査した。人口10万人あたりの感染者数は都市部で有意に多かったにも関わらず、コロナ禍における生活の大変さや自身が感染することへの不安については、都市と農村の間で有意な差が見られなかった。自身が感染した場合に、農村住民の方が近所の人に迷惑をかけてしまうこと、批判されるかもしれないことに不安を感じていたことから、農村地域の強い結束力が新型コロナウイルス感染症という外的要因に対して強い緊張感を生み、このような結果になったと考えられる。結合型社会関係資本の高いコミュニティは共助の力に優れており、コロナ危機に際しても、社会規範に基づく協調行動により感染拡大を防ぐ有効な武器になっていることが世界各地で報告されている。社会関係資本の醸成（感染症の場合は特に結合型）に働きかけることが、災害時における地域社会の対応力に大きく貢献することが示唆された。

(3) 土地利用の将来予測と将来人口推計に基づく阿蘇地域のレジリエンスと持続可能性の評価

過去の土地利用変遷に基づき、2050年における土地利用を傾向延長的に予測した結果が図1.9である。1979年には阿蘇地域の29%を占めていた草地が2003年には21%にまで減少し、こうした傾向が続くと2050年における草地面積の割合は9%にまで減少し、2003年時の草地面積の半分以上（56%）が失われることが明らかになった。北外輪山や阿蘇山の北西部など、比較的緩やかな地形でまとまりのある草地は維持され、急峻な場所や樹林地に囲まれた小規模な草地は消失する予測結果となった。消失した草地の

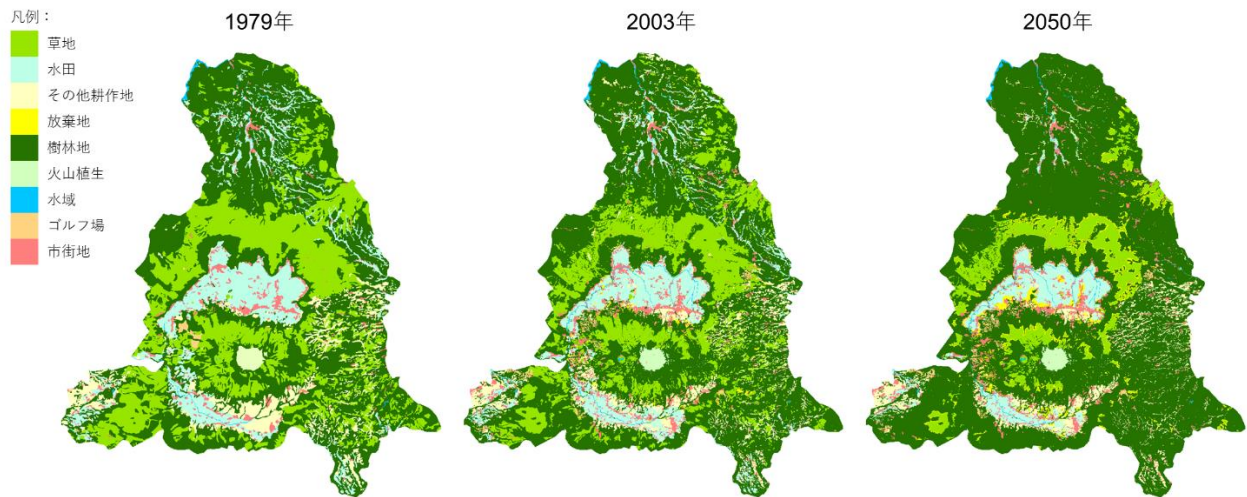


図1.9 1979年と2003年の土地利用図とシミュレーションによって予測された2050年の土地利用図

ほとんどは放棄地に転換され樹林地に遷移し、放棄地と樹林地の合計面積は2003年から2050年にかけて29%増加することが予想された。

労働力に関するティッピングポイントを特定した。野焼きの延焼を回避するために行われる防火帯づくりにおいては、一人当たりの輪地切り延長が60mを超えると支援が必要と回答していた。野焼きの実施にはまず人員の確保が不可欠であり、本来必要とされる出役者数と実際の出役者数を比較した結果、ひとつの組織あたり平均で13人不足していた。一人当たりの野焼き面積については、2haを超えると対策が必要と回答していた。この2haという値は、1999年の値と合致していることから（2016年は3.3haに拡大）、野焼きに対する支援や対策を立てていく際に良い目安となるだろう。これらの閾値を用いて、草原を維持していくためにはどこにどのくらいの支援が必要かを明らかにするため、2050年を想定したシナリオ分析を行った。

シナリオ1（現状維持）：特に対策を行わなかった場合の結果である（図1.11左）。

シナリオ2（重要な草原を維持）：支援対象となった75の組織が管理する草地はすべて維持されることにより、草原の減少は2003年時と比べ35%に留まる（図1.11中央）。それらの管理組織を対象に、一人当たりの輪地切り延長を60m以下に抑えようとする、2016年の輪地切り延長の約1/3にあたる約112kmの省力化が必要となる。野焼き支援には約900人の人員確保が必要であることがわかった。2016年における野焼き支援ボランティアの総出役者数は1192人であり、現時点では必要とされる人数は満たしている。草地からの転換が減少した分、放棄地と樹林地の合計面積は2003年時から22%の増加に留まった。

シナリオ3（管理組織が維持する草原をすべて維持）：現存する151の組織が管理する草地のすべてが維持されることにより、2003年時点の草原の76%は維持される（図1.11右）。個人所有の草地や機能停止となった管理組織の草地は支援対象にはならないため、24%の草原は失われる。すべての管理組織を対象で一人当たりの輪地切り延長を60m以下に抑えようとする、2016年の輪地切り延長の約半分にあたる187kmの省力化が求められる。野焼き支援には約2000人の人員確保が必要である。草地からの転換がさらに減少した分、放棄地と樹林地の合計面積は2003年時から18%の増加に留まった。

シナリオ4（草原増加）：2003年時の草地面積から減らさないとした場合シナリオである。草原維持の機運の高まりにより、2003年時の面積よりも増加している可能性もある。その場合、草原由来の放棄地および樹林地面積はゼロになる。

シナリオ2と3は、慣行的な草原管理を想定しており、輪地切りの省力化の手段は主にコンクリート舗装の恒久防火帯の整備である。一方でシナリオ4は、今の社会システムが大きく転換したときに実現される未来である。草原に点在する樹林地が輪地切りや火入れの作業効率の視点から大きな課題となっていることから、シナリオ4を実現する有効な手段として、現在例外的に行われている小規模樹林地の伐採が挙げられる。その際に、保安林の指定を解除することや、解除できなかった場合に火入れを前提とした林相転換を行うなど、抜本的な対策が必要になる。

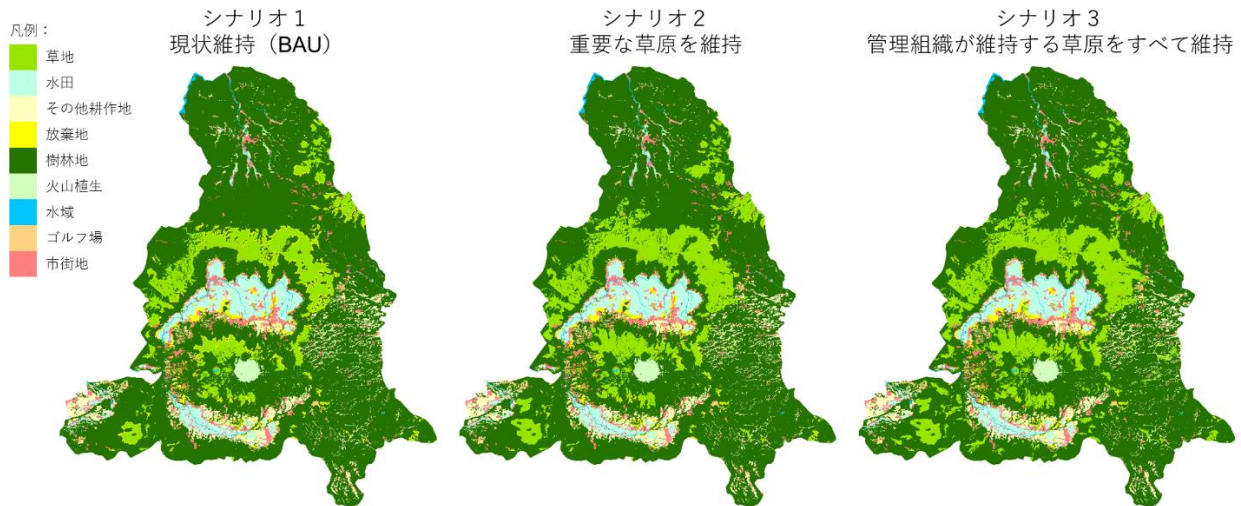


図1.11 シナリオ間の土地利用の比較。注) シナリオ1はシミュレーション結果と同じである。シナリオ4については土地利用の配置を制限していないため(全く異なる土地利用の配置も可能なため)、図には載せていない。

阿蘇地域を含めた6つの河川の上流域では、2050年における人口が半減することが予測されている。野焼き出役者の出し方は管理組織によって異なり、将来の出役者数を推定することは容易ではなく、今後減少していくことは確実である。実際には、野焼きを継続していくためにシナリオ2と3で概算された人数よりも、もっと多くの人員を確保していく必要があると考えられる。現在の野焼き支援ボランティアは火を入れることはできない。阿蘇地域全体で火引き要員を組織化することも、担い手の重層性を高める上で重要かもしれない。域内・域外の双方で担い手を確保することが重要である。

サブテーマ2：集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案

阿蘇の草原の現状は、燃料や緑肥、飼料、建材として草木の経済的価値が減少した1960年頃から、畜産の方法も変化し採草、放牧を行うことが減少した。草原を維持管理する作業は、専ら植生を草原状態に保ちつづけることが主目的になってしまったところが出てきた。これまで草原や水資源保全などの地域資源を守る活動は、牧野組合や集落住民の地域共同活動により維持されてきた。しかし近年、農村地域の高齢化が進み、輪地切りや野焼き活動への出役人数の減少が心配され、その不足を都市ボランティアの応援を得ながら継続されている。この草原保全活動の主体は、地域ごとにモジュール化された入会地に入会権を持つ集落や、その地域で畜産を営む牧野組合メンバーであり、彼らの自発的な貢献に草原保全活動は負っている。草原を維持することに関する地域社会の総意や行政・経済界の関心は高いものも、およそ22,000haにも及ぶ草原を現実に管理するのは、その面積規模の大きさ、火を使って草をマネジメントする伝承された技術、急傾斜の山腹のどこに火をつけるかなどの地域ごとのノウハウが要求される活動であり、行政にはそのような能力はない。「1000年の草原」と言われる阿蘇の草原は、入会地をもつ集落住民が営々と管理し続けたから維持されてきた二次的自然である。その伝統的方法の有効性は、歴史的に証明済である。

(1) 集落をエンパワーメントする社会関係資本を生かした政策介入

草原保全の現実的な政策は、集落が住民の協力を得て、地域活動を効率的に継続していくことである。つまり高齢化・人口減少の課題のなかにあるものの、集落の機能を維持するために集落のエンパワーメントをすることが求められる。集落機能強化策は農林水産省の直接支払制度の例があるが、生産性向上に資する農地だけが対象で、草原保全には使えない。対応策として、集落や入会地の合併や、専門家集団の育成などのアイデアも出されているが、地域性の高い資源管理は、まさにコモンズの管理であり、地域住民が関与しない方策は世界のコモンズ研究でもうまくいかないことが分かっている。集落機能を維持、向上させるためには、集落の社会関係資本を高めていくことが必要である。このため、集落

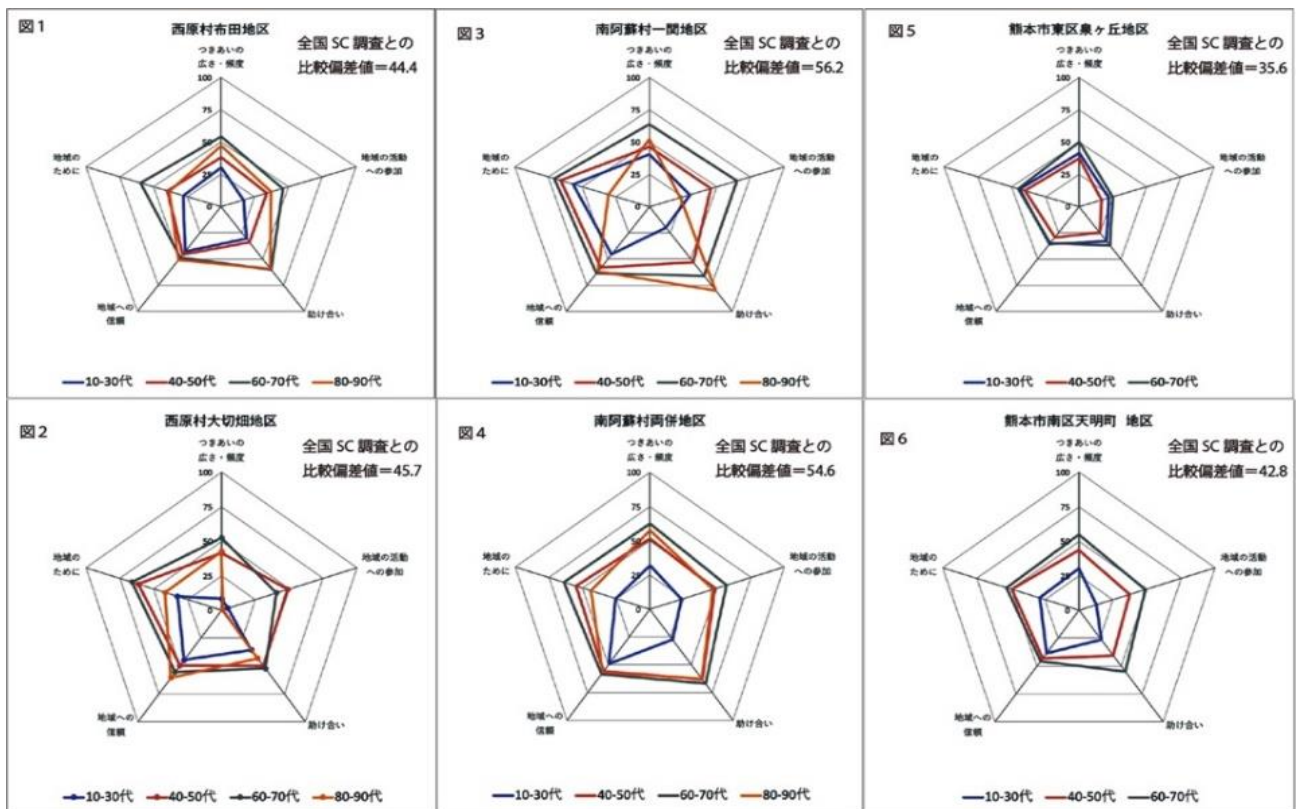


図2.4 典型的農村、大都市近郊農村、大都市の社会関係資本

ごとの社会関係資本の水準や、住民の価値観、ライフスタイルがどうなっているのかを調べ、そこから集落機能強化のための政策的介入法について考察した。

阿蘇市、西原村、南阿蘇村などの5集落で、アンケート調査、聞き取調査、意見交換のワークショップを行った結果、典型的農村、大都市近郊農村、大都市部で社会関係資本の蓄積は大きく異なり、都市化は一般的に社会関係資本を減少させる傾向がみられる(図2.4)。しかし集落のPTA活動や敬老会、祭り、清掃活動、伝統行事などが継続的に運営されているところでは、住民間に信頼、互酬性、共同活動の重要性への理解が高い。また、区役は各戸単位で出役するので、子が他出して集落にいない場合は全体の参加者数が減少するが、大都市近郊農村では兼業農家も多く、戸主の世代交代時に父から息子へ引き継がれていくことが確認された。社会関係資本が豊かであると、災害時には、互いに気遣いあい、助け合いが自然に起きてくる。しかし、混住化が進み、住民同士が互いに知り合う機会が減ってくると、皆で話し合い、共同で地域課題を解決しようという気運が減少し、社会関係資本も減少する。だが、この問題のありように気づき、地域づくり活動で、制度的、非制度的な住民のつながりを回復することで社会関係資本を強化する動きも芽生えてきている。このような集落の動きを支援して活性化していく公共政策が、地域循環共生圏政策には求められる。

(2) 集落コミュニティの重層性とその連携から生まれる社会関係資本のモデル分析—プロセス指向の多層型コミュニティ制度モデル—

草原の維持管理や、災害からの創造的復興に関わる集落組織の重層的関係性について、各種地域組織・制度の運用実態とその相互関係性を調べ、平時における3面の集落構造をモデル化した。また非常時に、その社会関係資本とネットワークがどう変化するのかについて考察した。

共同体に内在する数々の制度的プロセスや相互関係を、マクロ、メゾ、ミクロな視点でモデル化したものが図2.5のI~IIIである。共同体にかかる外部の圧力、様々な制度(共有資源)が、どの様な相互関係にあり、それらが自治の必要性に応じて、連携、再編、危機回避行動への転換などで、柔軟に重層性のシステムが対応するプロセスを、三つの視点から示した。これらの社会関係資本が、集落が主体となって草原を守る活動につながっている。政策形成において、どこに介入するかヒントがここにある。

制度/機関的な組み込みと相互的なダイナミクスとプロセス（行動）から見たコミュニティの重層的モデル

(Wilhelm/Manzenreiter・ウィルヘルム/マンツェンライター)

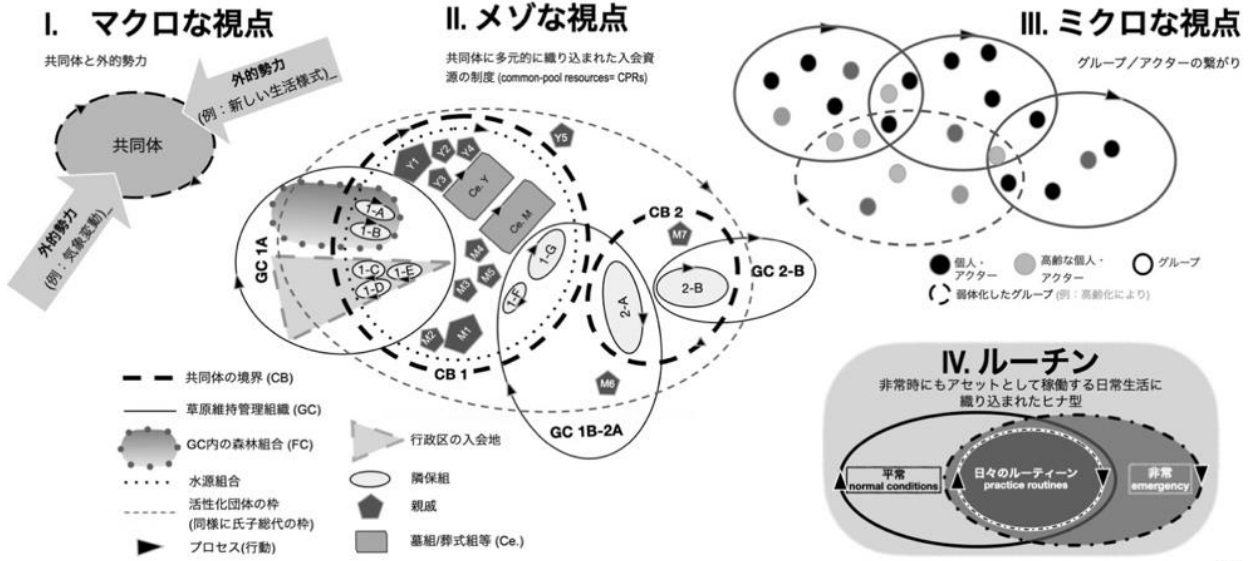


図2.5 基礎自治体から集落内組織、そして個人のネットワーク

次に、どのように自然災害などの脅威に対して、運命共同体としての集落が連帯して危機を乗り越え、平穏な生活を取り戻せるようにレジリエンスを発揮するかについて、図2.5のIVモデルのように、平時の社会関係資本の蓄積を生かして、非常時のレジリエンス態勢に変化していることが分かった。日常的なルーチンとして内在する共同活動が、非常時にはダメージを補うアセットとして機能しているわけである。また集落が継承してきた文化資本の伝承機能も重要であり、同時にそれは地元のローカル・プライドの醸成にも繋がっている。

(3) 集落における自治とローカルルール形成力、そして文化的景観との関わり

阿蘇では、古来より農業・林業・牧畜業などを生業に、また湧水は生活用水として使われてきた。そのような自然と暮らしの調和が、阿蘇特有の生活文化、伝統的な設え、文化的景観を生み出し、その地域文化の基層を造形してきた。集落における地域マネジメントの知恵や、ローカルルールの形成力（自治の基盤）について調べた結果、西原村の道路品評会や南阿蘇村の水辺管理の事例から、持続可能な地域循環共生圏づくりのために文化的景観の保全に関しローカルルールがうまく働いていることを確認した。景域における実地踏査、コミュニティマネジメントに関するヒアリング調査では、公共空間の設えとローカルルールとの関係性や、文化的景観の維持要因が析出された。

そこから、地域風土に根差した景域管理システムやローカルルールには集落ごとに違いが認められることを前提に考える必要がある。また、地域のサステナブルと対に考えるべき概念として、レジリエンスがある。平時には、硬直化した事象を時代や社会情勢に合わせ、少しずつ変化させていく駆動力になり、災禍などの非日常では、急激な変化をしなやかに受け止め、回復につなげる受容力となっている。強く抵抗する、あるいは単に元に戻す力というより、「変化を支える力」である。レジリエンスは、コミュニティや社会に風土として備わっており、日常と非日常の繋がりの中で育まれる力である。そしてこのような集落の力を不断に育てているのが、土地や水に奉仕する（Stewardship）などの住民による単純な共同作業であり、持続可能なコモンズ運営にはそのような社会関係資本を育む場が必要である。

(4) コミュニティのレジリエンスと創造的復興における集落ガバナンス

「災害復興」と「レジリエンス」が、コミュニティの自治組織の変化や、草地保全を含む地域資源管理とどのような関係があるのかを明らかにし、地域循環共生圏構想が住民レベルで意識され、参画されるためのエントリーポイントを模索した。災害時でも「自立分散型のコミュニティ」が形成されていた地区を対象に、聞き取り調査及び文献調査を行った結果、震災を機に「おこもり」をする女性の当番

に入るという変化によって、嫁に来て初めて集落に「仲間入りできた」と実感するなど、地域の活動に参加するだけでなく昔ながらの慣習の中に自分が組み込まれたことで、地域への帰属意識が芽生えた事例があった。新たなタイプの住民参加による、コミュニティレベルの創造的復興の可能性がここに窺える。

また災害などの緊急対応に期待できる集落でのつながりは、平時に構築されるものであり、それは非常時に使えるということ想定していたわけではなく、日常における自治会活動や地区行事などを通して蓄積されてきたものである。それが災厄に対する集落のレジリエンスを構築していることに気付くと、集落単位のレジリエンス構築の重要性が理解できる。コミュニティガバナンスに関して、こうした地区（集落）のレジリエンスに関わる地区行事は、婦人会など女性の参画が鍵となっていた。また、入会地をゴルフ場に貸し収益を得るなど、潤沢な集落財源の存在も地区行事を支える要素となっていることが分かった。地域集落が社会関係資本を蓄積していくには、人と人との関係性を暖めていくことが必須であることから、適切な集落活動にそのような仕掛けを埋め込んでおくことが有効である。

サブテーマ3：地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

(1) 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明

阿蘇地域における木質バイオマスの流通実態を調査することで、燃料形態ごとの流通スケールを明らかにした（図3.10）。

薪においては、単一市町村スケールと都市圏を含むスケールの2つがあった。小国町の学び舎の里では、木の駅プロジェクトを通じて、地域住民の手で町内から原料を調達し、その後の加工と燃料消費を1施設で完結させており、1市町村・1施設で循環圏域を完結させることに成功した事例として捉えることができる。一方、九州バイオマスフォーラムでは、薪ストーブユーザーに向けた薪の生産および販売を行っており、近隣1、2市町村+都市圏を含む広域で圏域を形成していた。

木質チップは隣接市町村のスケールであった。南小国町に位置する土木・産廃業を行う大仁産業では、木質チップの製造を行っており、CHPによる発電では年間400トンのチップを消費するとともに、町内および隣接する小国町への熱需要施設へのチップ供給も行っていた。2市町村連携による圏域の形成には、小国町で政策的に実施した先進的な取り組みに、南小国町の民間業者が対応するといった社会的背景の影響も大きいことがわかった。需給量確保に必要な圏域確保の観点から、木質チップからみた地域循環共生圏の圏域スケールをシミュレーションしたところ、需要啓発期（潜在需要の～25%）では、圏域形成には4程度の複数ユニット（旧市町村）の連携が必須であることが明らかとなり、需要が増加すると2、3ユニットという小さいユニット数でのチップ利用圏の成立が期待できることが分かった。

木質ペレットは隣接市町村から都市圏を含むスケールで圏域が形成されていた。南小国町の河津製材所では、ペレット製造・販売および約150台のストーブを販売しており、販路としては70台～80台が小国郷であり、残り半分が熊本県、大分県南部、福岡県八女や久留米など、製材所から半径50～60 km圏域で販売していた。かさ密度が高く比較的輸送コストに優れるペレットの特性を活かした地域循環共生圏を形成している例として捉えることができた。ヒアリングからは、福岡都市圏などでも高品質な薪やペレットへの需要があることがわかり、このことから都市圏も含めた需給圏域形成の可能性が示唆された。木質バイオマスからみた地域循環共生圏の形成・普及にあたっては、「燃料形態」「圏域スケール」別の成立事例の整理が重要と考えられる。

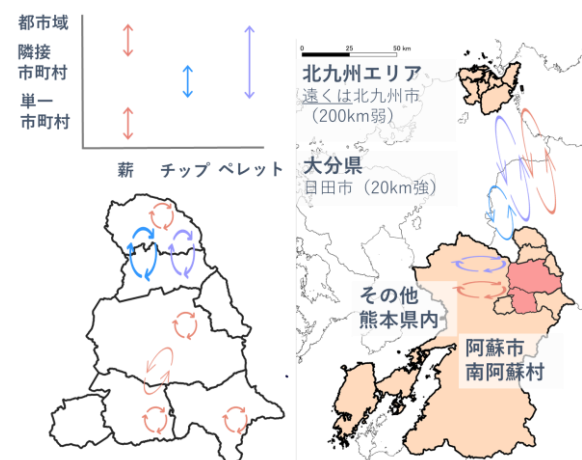


図3.10 燃料形態別の地域循環共生圏のスケール

(2) 森林管理および人材育成に関する検討

森林・木質バイオマスからみた地域循環共生圏形成のためのレバレッジ・ポイントを特定するために、原料供給セクターにヒアリングを行うとともに、阿蘇地域における林業主体間の関係性の調査と、草原の森林化に関して調査を行った。阿蘇地域内への木質バイオマス供給に関して、伝統的な森林資源供給主体である森林組合が共通して問題視するのは「費用（収益）」と「労働力不足」の2点であった。「事業は今の状況で1、2年待ちを余儀なくされている」ため、バイオマスを収穫するための余剰労働力の確保が難しい。また「山に残されている木質バイオマスを出すとされてもそちらのほうに費用がかかり過ぎ」「用材に比べ収益は少ない」ために「木質バイオマスを収穫する現場作業者の賃金こそ払えるが、山主への還元がない状態」であり、「積極的な収穫の動機づけにはならない」とのことである。一方で、小規模林業事業者である梅本林業では、刈り払いの資格（安全講習の受講）を持つ移住者のアルバイトを常時4～5名雇用していた。雇用している移住者のほとんどは農業との兼業をしている。阿蘇地域には多数の移住者がおり、その多くは農業を志すが、農業で生活するには、土地の確保等の点でハードルが高い。そのためアルバイトとして日当が稼げる林業に関心を持つ移住者が多く、梅本林業ではそのような移住者を雇用しており、林業労働が地域の雇用機会創出の貴重な場となっていることがわかった。他方で阿蘇地域では、平成28年より林業の担い手対策を検討するための協議会（阿蘇地域林業担い手対策協議会）を設置しており、管内の各市町村と事業者（森林組合および民間の小規模事業者）や、移住者として林業アルバイトに従事する者も含め、多様な林業関係者のコミュニティの場となっていることがわかった。森林組合から移住者まで含めたコミュニティが阿蘇地域には存在し、林業に関連する情報が一元的に集まる下地ができていることは、将来的な木質バイオマス原料の供給体制を検討していくうえで重要な要素であると捉えられる。将来的な圏域構成のレバレッジ・ポイントは、循環の起点となる原料供給にあると考えられるが、阿蘇地域林業担い手対策協議会のような林業関係主体間ネットワークが基盤となり、未利用材を調達する作業と収入機会を求める移住者およびその雇用を行う林業事業者が密接に連携することで、林業事業者の「負担」ではなく、地域住民の「雇用」に“価値転換”する仕組みの可能性が考えられた。

阿蘇地域林業担い手対策協議会を中心とした林業関係主体間ネットワーク

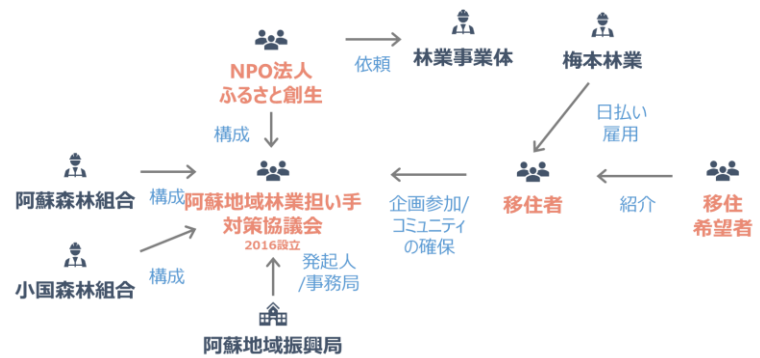


図3.23 阿蘇地域林業担い手対策協議会を中心とした林業関係主体間ネットワーク

草原の森林化について調査をした結果、根子岳東部山麓の牧野では、現在の草原を放置し低木のやぶと化すよりは、資産形成が期待できる人工林への転換の方が良いと集落が判断し、森林整備センターとの分収契約で森林として管理する形態がとられていた。資産形成や税制上の優遇の観点から、保安林制度が管理放棄に近い草原が針葉樹人工林に積極的に転換されているインセンティブになっている可能性が示唆され、草原の森林化の進行を抑制するには、森林化の内実（天然更新（やぶ化）、人工植栽）に応じた対応が必要であると考えられた。



図3.13 根子岳東部山麓の管理放棄草原
注) 図左下の斜面にスギが植栽されている

(3) 木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルの提示

阿蘇カルデラ内の様々な場所の土壌を分析したところ、透水性については土壌中に大きな孔隙が多い場所ほど高い傾向がみられ、多くの場所では比較的強い雨でも水が土壌中に十分浸透する能力が確認できた。しかし、中央火口丘や外輪山上の稜線部では著しく透水性が低く、少し強めの雨でも土壌表面に

てはないものの、近い将来にティッピングポイントを迎えてしまう環境保全、自然保護の問題に、今の世代が合意形成し、具体的なアクションを起こすための手法として貢献できる。

環境政策の観点から、草原などの自然資源を集落が保全するという、集落の内発的活動を活性化する施策モデルの有用性を明らかにすることで、農林水産省とは違う環境省独自の地域循環共生に資する地域活動支援のための環境直接支払制度や、草原環境保全のために管理道路整備へ公的投資をする必要性などが検討できた。また持続可能な地域社会として重要性が高まっている防災に関して、集落のレジリエンスや創造的復興支援策を社会関係資本による政策評価で行い、社会関係資本を向上させる観点を補助事業の中に埋め込むなど、新しい地域環境政策の検討材料が得られた。

木質バイオマスの利用方法やその規模に応じて、どの程度の空間範囲を単位として利用システムを構築するかという点において、地域循環共生圏の圏域の単位とその重層性の提示できた。木質バイオマスによる地域循環共生圏形成のレバレッジ・ポイントは、循環の起点となる原料供給にあると考えられた。阿蘇地域における木質バイオマス利用や森林管理に関する実態等を調査することで、そのような仕組みとして木の駅プロジェクト、林業関係主体間ネットワーク、都市域との広域流通を組み合わせた、木質バイオマスの原料である未利用材を調達する作業を、地域林業事業体の「負担」ではなく、地域住民の「雇用」や地域の「防災力向上」に「価値転換」する仕組みを検討した。これにより、木質バイオマスによる地域循環共生圏形成支援の施策考案のための基礎情報を提供し、環境政策へ貢献できた。

<行政等が既に活用した成果>

環境省でも地域循環共生圏の重層性を前面に出すようになっており、本研究で提案しているような枠組の図を公開している (http://www.env.go.jp/recycle/circul/area_cases.html)。2050年における土地利用シミュレーションの結果は、第三期草原再生全体構想（阿蘇草原再生協議会）の策定に向けた議論に活用された。

熊本県選出衆議院議員で元内閣府特命担当大臣（少子化対策、地方創生）の坂本哲志氏から、阿蘇の草原保全の課題について勉強したいとの相談があり、研究資料をもとに阿蘇の草原保全の現状と課題について説明した。草原保全を目指した国会議員団を結集したいということであった。

一般社団法人環境情報科学センターが2022年3月4日に50周年記念事業の一環として公開した「地域循環共生圏の実現に向けた研究の推進_CEISの提言」において、本研究の成果の一部が「地域循環共生圏の評価の枠組みと指標」として採用された。以下のURLにおいて公開されている。

https://www.ceis.or.jp/ceis_50anniversary.html

<行政等が活用することが見込まれる成果>

地域循環共生圏プラットフォーム事業の推進もあり、自治体や企業、NPOなど、ステークホルダーの関心は高まっている。しかし、それらの事業がいう地域循環共生圏は実に多様である。地域の課題は様々で、また地域循環共生圏は幅の広い概念であるので、画一的な枠組はそぐわないが、地域循環共生圏が持つ統合性を評価する指標が求められる。本研究では、地域循環共生圏の重層性に着目した評価の枠組を示すことができた。この成果を元にした評価手法の適用が望まれる。

草原保全や、地域循環共生圏の問題に対処する主体として、「集落」コミュニティがキーワードである。環境省の政策の実質化を図る観点で、コミュニティをエンパワーメントして、地域のレジリエンス高めていく新しいタイプの公共政策の有効性と重要性を示した。国土交通省においても人口減少下における国土管理のあり方が検討されている。地域循環共生圏を支える最小単位である集落に対し、省庁を横断した直接介入する支援策が求められる。

木質バイオマス利用による森林管理の推進が防災力や水源涵養力といった多面的機能向上に貢献し、薪等の非常用エネルギーを備蓄することが災害時のレジリエンスを高めることを、それぞれ試算結果と具体事例で示した。これらは、例えば災害対策という側面からも木質バイオマス利用のための支援策を講じていくロジックとして活用できる。また、木の駅プロジェクトや森林管理主体のネットワーク形成などの既存の取り組みのほか、移住者支援策などを有機的につなげていくことが有効であることを示した。今後は、これを実現するための省庁横断的な支援策が求められる。

5-3. 研究目標の達成状況

テーマ3の全体目標は、「阿蘇地域を対象に自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明する。」ことであった。地域循環共生圏の圏域と重層性の模式図は、図1.3に示した通りであるが、阿蘇地域を対象とし自然資本、社会関係資本、そしてバイオマスを中心とした物質循環の三つの視点からこの全体目標を達成することができた。加えて、下記に示すようにサブテーマ1と3では予想を上回る成果を上げることができ、学術的な成果という意味でも自然資本と社会関係資本の両者から地域循環共生圏の重層性を解明し、その方法を提示する初めての研究となったと言え、目標を上回る成果を上げたと言判断した。

サブテーマ1の目標は、「阿蘇地域の自然資本に基づく経済活動に着目し、地域循環共生圏の圏域の重層性を明らかにする。当該地域におけるこれまでの土地利用の変遷と将来人口推計を基に、将来の自然資本の分布を予測し、変化に耐えうる圏域を明らかにする。」ことであった。図1.9と図1.11に示したように土地利用予測と将来人口推計に基づくシナリオ分析を実施し、シナリオ実現のためのティッピングポイントを明らかにした。また圏域のレジリエンスを高める方策も示すことができた。本研究の将来の土地利用予測結果は、阿蘇草原再生協議会に注目され、今後の草原再生の議論に活用されている。既に研究成果が活用されており、目標を上回る成果を上げたと言える。

サブテーマ2の目標は、「草原などの自然資源を守り、自然災害も乗り越える持続性を持った自立分散型の地域循環共生社会を阿蘇で実現するために、社会関係資本に基づく集落ベースのローカルガバナンスや危難からの創造的復興に関する研究知見を集め、そのメカニズムの解明と、地域循環共生圏構想に資する社会関係資本強化の政策介入法を考案する。」ことであった。社会関係資本の視点から図2.5にあるようにコミュニティの重層性モデルを提示し、平時と災害等の非常にどちらにおいても地域循環共生圏の基盤となる集落の機能強化が重要であることを明らかにできた。さらに課題に応じた社会関係資本を強化する方策を示すことで、目標を達成できた。

サブテーマ3の目標は、「木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の具体像として、森林資源利用ゾーニングを示し、その時の利用可能量や創出される付加価値を示し、圏域の重層性や空間単位を提示する。」ことであった。図3.10に示したように木質バイオマスの燃料形態別の圏域のスケールを明らかにすることができたことに加え、図3.23にあるようにそれを支える社会ネットワークについても解明できた。よって、目標以上の成果が得られた。

6. 研究成果の発表状況

6-1. 査読付き論文

<件数>

10件

<主な査読付き論文>

1) Sasaki, K. and Ichinose, T.: Sustainability 14(4), 2277 (2022) (IF:3.25)

“The Impact of the COVID-19 Pandemic on the General Public in Urban and Rural Areas in Southern Japan”

2) Iwamoto, M., Nogami, S. Ichinose, T. and Takeda, K: Methods in Ecology and Evolution 13(5), 969-975 (2022) (IF:7.78)

“Unmanned aerial vehicles as a useful tool for investigating animal movements”

3) 谷本大樹、田中尚人：土木学会論文集, D3, 75(6), 309-316 (2020)

「阿蘇地域における文化的景観の保全方策に関する研究」

- 4) 茂田陵、田中尚人、王光耀：土木学会論文集，D4（2022）
「西原村の道路景観保全に関する研究」
- 5) 村上唯、山本信次、高田乃倫予：岩手大学農学部演習林報告 50，1-17（2019）
「森林組合による都市部への薪販売の現状と意義：葛巻町森林組合を事例として」
- 6) 原科幸爾、山本信次、伊藤幸男、高野涼、松本一穂：岩手大学農学部演習林報告 51，79-89（2020）
「阿蘇地域における防災力向上等の多面的付加価値の創出を意図した木質バイオマス利用ゾーニング」
- 7) 吉川紀愛、山本信次、高田乃倫予：岩手大学演習林報告51，pp. 1-13（2020）
「国立公園化による地域環境ガバナンスの変遷」
- 8) 高野涼、山本信次、伊藤幸男：林業経済 74(2)，1-18（2021）
「地域住民による森林整備を支援する森林政策の論点－森林・山村多面的機能発揮対策交付金を例に－」
- 9) 高野涼、伊藤幸男：東北森林科学会誌 26(2)，49-54（2021）
「木の駅プロジェクトを契機とした地域づくりの展開－秋田県二ツ井宝の森林プロジェクトを事例として－」
- 10) 山本信次、高田乃倫予、土屋ほのか：林業経済研究 67(3)，62-68（2021）
「原発事故が福島県内の市民活動としての薪利用に及ぼした影響」

6-2. 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

6-3. その他発表件数

| | |
|------------------|-----|
| 査読付き論文に準ずる成果発表 | 8件 |
| その他誌上発表（査読なし） | 26件 |
| 口頭発表（学会等） | 35件 |
| 「国民との科学・技術対話」の実施 | 15件 |
| マスコミ等への公表・報道等 | 6件 |
| 本研究に関連する受賞 | 0件 |

7. 国際共同研究等の状況

- ASO 2.0 Project, 阿蘇地域の集落調査、ウォルフラム・マンツエンライター・ウィーン大学教授・日本学研究所・オーストリア共和国、共同で社会調査、研究会や研究集会、レクチャーなどを開催、その成果はオーストリア及び日本で発表するとともに、論文として英文阿蘇研究図書を発刊。

8. 研究者略歴

研究代表者

一ノ瀬 友博

東京大学農学部卒業、博士（農学）、現在、慶應義塾大学環境情報学部長／教授

研究分担者

1) 佐々木 恵子

慶應義塾大学環境情報学部卒業、修士（政策・メディア）、現在、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員

2) 上野 真也

熊本大学法文学部卒業、博士（公共政策学）、現在、熊本大学名誉教授

3) 田中 尚人

京都大学工学部卒業、博士（工学）、現在、熊本大学熊本創生推進機構准教授

4) 安部 美和

北九州市立大学外国語学部卒業、博士（地球環境学）、現在、熊本大学熊本創生推進機構准教授

5) ヴィルヘルム ヨハネス

ボン大学日本文化研究所卒業、博士（哲学）、現在、熊本大学熊本創生推進機構特定事業教員

6) 原科 幸爾

東京大学農学部卒業、博士（農学）、現在、岩手大学農学部准教授

7) 山本 信次

東京農業大学卒業、博士（林学）、現在、岩手大学農学部研究科教授

8) 伊藤 幸男

岩手大学農学部卒業、博士（農学）、現在、岩手大学農学部准教授

9) 松本 一穂

名古屋大学農学部卒業、博士（農学）、現在、琉球大学農学部准教授

10) 高野 涼（研究期間：2019年度、2020年度）

岩手大学農学部卒業、博士（農学）、弘前大学農学生命科学部助教

11) 渡部 優（研究期間：2021年度）

信州大学農学部卒業、修士（農学）、現在、岩手大学大学院連合農学研究科博士課程

II. 成果の詳細

II-1 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築

慶應義塾大学

環境情報学部

政策・メディア研究科

一ノ瀬 友博

佐々木 恵子

[要旨]

本研究では、地域の自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の階層的な圏域の単位を分析する手法を提案し、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明することを目的とした。2012年の水害、2016年の地震により大きな被害を受けた阿蘇地域を対象地とし、自然災害や人口減少といった社会的な課題に対し、地域のレジリエンスを高めるためには、圏域内のどのような要因に着目し、その連携をいかに構築するのか、その手法を開発することを目標とした。階層的な圏域の単位については、流域圏を最大の圏域とし、阿蘇地域、そして集落の三層構造で捉える手法を明らかにした。その地域循環共生圏の重層性を阿蘇地域に適用し、阿蘇地震をはじめとした災害においてどのように機能したか明らかにできた。阿蘇地域における土地利用予測と将来人口推計に基づき、草原保全を目的とした4つのシナリオを作成した。持続的に草原を維持するための方策を提示した。

1. 研究開発目的

本研究では、地域の自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を構築する。2012年の水害、2016年の地震から大きな被害を受けた阿蘇を事例対象地域とし、自然災害や人口減少といった社会的な課題に対し、地域のレジリエンスを高めるためには、圏域内のどのような要因に着目し、その連携をいかに構築するのか、その手法を開発することを最終目標とした。なお研究は、それぞれの視点に合わせて、3つのサブテーマ（1. 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築、2. 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案、3. 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示）によって構成される。

2. 研究目標

テーマ3としての研究目標は、阿蘇地域を対象に自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明することである。

サブテーマ1の研究目標は、阿蘇地域の自然資本に基づく経済活動に着目し、地域循環共生圏の圏域の重層性を明らかにする。当該地域におけるこれまでの土地利用の変遷と将来人口推計を基に、将来の自然資本の分布を予測し、変化に耐えうる圏域を明らかにすることである。

3. 研究開発内容

(1) 地域循環共生圏の階層的な圏域単位を分析する手法の提案

阿蘇地域を中心に形成されている地域循環共生圏を把握するため、当該地域の自然資本に基づく経済活動（農業生産や観光など）に着目し、物質、エネルギー、人のストックとフローに関する情報を整理した。まずは、阿蘇流域圏（阿蘇地域を源流とする6河川の流域圏）における人口の分布を捉えるため、上流域から下流域における人口について地理情報システムを構築した。流域界については国土数値情報・流域メッシュデータ¹⁾を入手し、国土交通省河川整備基本方針・河川整備計画²⁾で用いられた流

域区分を参考に各水系を上・中・下流域に分類し、ポリゴンデータを作成した（以下、流域区分ポリゴン）。阿蘇地域が上水源となっている福岡都市圏も分析の対象に加えた。人口については国立社会保障・人口問題研究所の人口推計500mメッシュ³⁾を採用し、それぞれのメッシュを各水系の流域区分ポリゴンに割り振った。各メッシュに格納されている2015年人口を流域区分ポリゴンごとに総計した。地域循環経済分析ツール2015年版⁴⁾を用いて、エネルギーに関連する資本とその流れを分析した。域内の再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは、地域のエネルギー消費量の何倍生産できるかを指標にし、経済資本のフローは地域総生産額に占めるエネルギー代金の支払金額により評価した。

人の流れについては、阿蘇地域の観光課および観光協会にヒアリング調査を実施した。各市町村における宿泊客数および日帰り客数、さらには観光客の居住地について都道府県レベルでおおよその割合を回答してもらった。宿泊客数と日帰り客数にそれぞれの平均観光消費額⁵⁾を掛け、阿蘇地域における年間観光消費総額を推定した。また、都市部が農山村を支える草原維持ボランティア活動について、公益財団法人阿蘇グリーンストックにヒアリングを行った。

阿蘇地域を来訪する都市住民が当該地域にどの程度関心を寄せているのかを明らかにするため、地域愛着および自然環境に対する主観的価値に関するオンラインアンケートを実施した。当該地域との関わり具合を軸に取るため、本研究では①阿蘇地域居住者との血縁関係の有無、および②阿蘇地域との空間関係が異なる3つの都市圏（熊本、福岡、北九州）に着目し、阿蘇地域に対する関心の差異を分析した。調査はマクロミル株式会社に依頼し、2020年3月11日から19日までの調査期間に計930のサンプルを得た。既に提案された地域愛着に関する10項目⁶⁾について1（あてはまらない）～4（あてはまる）の4段階で答えてもらい、主成分分析を行った。固有値1以上を基準として得られた一つの主成分（寄与率57.3%）を被説明変数に、回答者の属性および来訪経験を説明変数に用いた重回帰分析を実施した。AICによるモデル選択をした。地域愛着を育むことが、災害復興支援や水や草原などの地域資源の保全に寄与しうるのかを明らかにするため、地域愛着の度合いと支払意思額（0円～20,000円の10段階）との関係をマン・ホイットニーのU検定を用いて分析した。自然環境に対する主観的価値に関する調査では、阿蘇地域が提供しうる13項目の生態系サービス（3つの供給サービス、5つの調整サービス、5つの文化的サービス）について1（重要ではない）～4（重要である）の4段階で答えてもらい、順序ロジスティック回帰分析を行った。説明変数は回答者の属性、来訪経験、環境問題への関心である。

下記のサブテーマ調査項目（3）に対応するため、草原景観の損失が観光客の印象にどのような影響を与えるのか、追加で現地でのアンケート調査を行った。①今現在の草原景観、②遠くの草原が失われた場合、③少し遠くの草原まで失われた場合、④すぐ近くの草原まで失われた場合の景観についてそれぞれ0（好まない）～10（好む）の11段階で評価してもらい（図1.1）、草原景観が失われた



図1.1 草原の景観評価アンケートに使用された写真（例：阿蘇吉田線）

場合に阿蘇地域への来訪頻度が変わるか質問した。2021年9月17日-26日および同年11月12日-14日に4つの観光施設にてアンケート調査を行い、また前者の期間に9つの観光施設で設置してもらった調査票を後者の期間に回収した。計508の有効回答を得た。

農林水産省の地域食料自給率計算シート⁷⁾を用いて、阿蘇地域のカロリーベース食料自給率を計算した。域内の農業生産物の流通先として、6か所の道の駅・直売所にて出荷量や売り上げ、出荷者、購入者に関するヒアリング調査を実施した。出荷者については、農作物を出荷する者の人数、居住地域およ

び農家区分について、購入者については観光客および地元住民の比率について話を伺った。阿蘇くじゅう国立公園管理事務所と7市町村の観光協会の協力を得て、テーマ1サブテーマ1およびテーマ3サブテーマ3と共同で実施した宿泊施設へのアンケート調査では、阿蘇地域で生産された食材の利用動向を調べた。

(2) 地域循環共生圏の重層性構築が災害時に果たす機能の分析

食料、エネルギー、人的ネットワークにおける地域循環共生圏の重層性が災害時にいかに機能したのかを明らかにするため、道の駅・直売所、宿泊施設、地域住民を対象にヒアリング調査およびアンケート調査を実施した。6か所の道の駅・直売所には、熊本地震による影響や災害時における食の分かち合いの存在などについてヒアリングを行った。宿泊施設には、上記の食材の利用動向と併せて、被災時の食料、エネルギー、人的支援の状況についてアンケート調査を実施した。

プロジェクト期間中に発生した新型コロナウイルス感染症は、国内外の経済活動や社会生活に未曾有の影響を与えた一種の自然災害である。こうした災害に迅速に対応するため、本プロジェクトでは、地域循環共生圏の基盤を成す社会関係資本がコロナ禍でどのように働いたのかを調査した。具体的には、社会関係資本のストックが異なる都市と農村を対象に、地域住民が新型コロナウイルス感染症によりもたらされた社会経済的な変化にいかに対応したのか、オンラインアンケート調査を実施した。調査はマクロミル株式会社に依頼し、2020年9月9日から30日までの調査期間に計913のサンプルを得た。調査対象地は阿蘇地域を含む熊本県と福岡県とした。一回目の緊急事態宣言下に経済的な影響を受けた人を対象に、人的ネットワークを通じた臨時収入の獲得について質問した。また、同時期の生活の大変さを1(大変ではなかった)～10(大変だった)の10段階で評価してもらい、新型コロナウイルスに感染することの不安について1(まったく不安ではなかった)～6(非常に不安だった)の6段階で評価してもらった。回答者の属性や近所付き合いの程度を説明変数に、順序ロジスティック回帰分析を行った。

(3) 土地利用の将来予測と将来人口推計に基づく阿蘇地域のレジリエンスと持続可能性の評価

将来における阿蘇地域の持続可能性を評価するために、2050年における土地利用と人口の予測を行った。人口については、社会保障・人口問題研究所の人口推計500mメッシュ³⁾を採用し、それぞれのメッシュを各水系の流域区分ポリゴンに割り振った。各メッシュに格納されている2050年人口を流域区分ポリゴンごとに総計し、2015年との変化率を求めた。土地利用については、阿蘇地域の過去の変遷に基づき、2050年における土地利用を傾向延長的に予測した。過去の土地利用データには1982年に公開された5万分の1現存植生図(1979年時の空撮画像)⁸⁾および2013年に公開された2万5千分の1現存植生図

(2003年時の空撮画像)⁹⁾を採用し、50×50mのラスターデータに変換した。土地利用は小川ほか¹⁰⁾を参考に、草地、水田、その他耕作地、放棄地、樹林地(広葉樹林、針葉樹林、低木林、竹林)、火山植生、水域、ゴルフ場、市街地の9つのタイプに分類した。2003年から2050年における土地利用遷移行列の計算には、米国クラーク大学が開発したLand Change Modeler for TerrSet 18.31¹¹⁾を用いた。操作対象は前者5つの土地利用タイプ(草地、水田、その他耕作地、放棄地、樹林地)とし、後者4つの土地利用タイプ(火山植生、水域、ゴルフ場、市街地)は変化しないこととした。土地利用のシミュレーションは、オランダのアムステルダム自由大学が開発したDynaCLUEモデル¹²⁾を用いて行った。2003年の土地利用図を用いて、草地、水田、畑地の分布する確率が高い条件を、二項ロジスティック回帰分析にて抽出した。考慮した説明変数は標高、傾斜、方位、河川からの距離、道路からの距離、樹林地からの距離、旧市町村レベルの人口密度および農家一戸あたりの平均耕地面積である。草地および水田からの畑地への転換は可能としたが、その逆は不可とした。樹林地からの農用地(草地、水田、あるいは畑地)への転換は、保安林に指定された樹林地以外は可能とした。農用地が放棄された場合、まずは放棄地に転換され、指定された年数を経て樹林地に遷移することとした。遷移に要する年数は場所や土地利用タイプによって3～15年とし、阿蘇谷や南郷谷など観光客の目に留まるような場所は50年(つまり、シミュレーション期間中は樹林地には遷移しない)とした。

土地利用シミュレーションの結果は、特に対策を行わず、農用地が転換されてきたこれまでの傾向を

そのまま推移させたもので、望ましくない未来を提示したものである。これに対して、阿蘇地域の自然資本を維持していく上で望ましい未来を描いたシナリオを3つ設定した。望ましい未来を実現させるためには、どこにどのくらいの支援（あるいは対策）を行う必要があるのかを明らかにするため、シナリオ分析を行うことにした。分析の対象は、全国レベルで消失に歯止めがかからない中、現在でもなお地域住民による共同管理が行われており、労働力に関する定量的な統計データが存在する草地とした。それぞれのシナリオ設定は、下記に記載した通りである。

シナリオ1：現状維持（Business as usual）

特に対策を行わず、過去の土地利用変化の傾向が2050年まで続いた場合のシナリオである。上述した土地利用の将来予測と同様の結果である。

シナリオ2：重要な草原を維持

重要な草原を維持する管理組織を優先的に支援した場合のシナリオである。限りある資源を温存し、守るところは確実に守るためのシナリオである。草原維持の継続や生物多様性保全に関わる項目（一斉野焼きの実施、野草地面積、草原性希少植物の生育地）について任意の基準を設定し、優先的に維持していくべき草原を選定した。151の管理組織のうち75の組織が対策の対象となり、対象となった草地はすべて維持されることとする。樹林地は草地が放棄された分だけ増加する。

シナリオ3：管理組織が維持する草原をすべて維持

草原を維持するすべての管理組織を支援した場合のシナリオである。それぞれの草原が持つ歴史や文化を重視したシナリオである。ただし、労働力に関する情報が収集されていない個人所有の草原や既に機能が停止した組織の草原は対策の対象にはならない。対象となった草地はすべて維持されることとする。樹林地は草地が放棄された分だけ増加する。

シナリオ4：草原増加

2003年時の草地面積から減らさないとした場合のシナリオである。草原維持の機運の高まりにより、2003年時の面積よりも増加している可能性もある。その場合、草原由来の放棄地および樹林地面積はゼロとなる。現状の草地面積が維持、あるいは増加していればよいので、土地利用の配置は厭わない。

阿蘇に広がる広大な草原は、放牧、採草、野焼きなど、人の手が加わることによって維持されてきた二次的自然である。野焼きの実施には、森林への延焼を防ぐ輪地切り（防火帯づくり）が欠かせない。有畜農家や入会権者、場合によっては地域総出で行う野焼きや輪地切りは人手を必要とする重労働である一方、担い手の高齢化や後継者不足など様々な要因で、こうした維持管理を継続していくことが困難になりつつある。草原の管理主体である社会システムが機能停止すると、阿蘇特有の自然資本が失われ、草原をベースとした様々な生態系サービスが失われることになる。自然資本を含め、阿蘇地域の持続可能性の鍵は社会システムが握っていると言ってもいい。そこで、どのような状況になると草原の維持管理が困難になるのか、そのティッピングポイントを労働力の側面から特定した。熊本県が2016年に実施した阿蘇草原維持再生基礎調査¹³⁾の回答結果を用いて、どういった管理組織が1) 草原維持を中長期的に継続できると表明しているのか、2) 野焼きや輪地切りに関する省力化を必要としているのかを分析した。草原の維持管理を強化するためにはどこにどのくらいの支援が必要なのか、得られた閾値を用いてシナリオ分析を行った（図1.2）。また、高齢化の課題も内在することから、人口構造上の閾値も併せて示した。

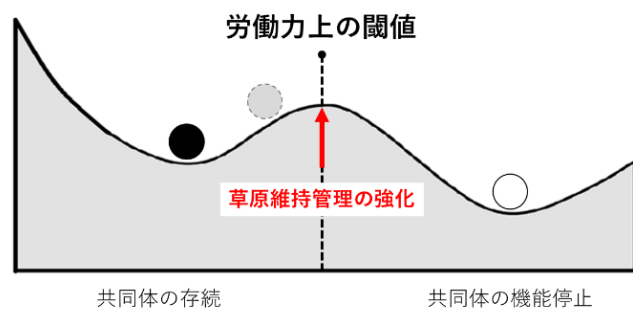


図1.2 労働力の閾値分析と省力化に向けたシナリオ分析の関係を図示したダイアグラム。

4. 結果及び考察

(1) 地域循環共生圏の階層的な圏域単位を分析する手法の提案

阿蘇地域の自然資本に基づく物質、エネルギー、人の流れを整理し、当該地域を中心に形成された地域循環共生圏を模式的に示した図が図1.3である。大きく分けて3つの階層が確認された。最も大きな空間スケールは、阿蘇地域を源流とした6つの流域圏が広がる九州北部である。次の階層としては、広域行政、観光振興など、行政的に明確な圏域が確認される阿蘇地域7市町村の範囲である。最も小さい単位としては集落を取り上げることができる。それら3つの階層に対応するように社会ネットワークが形成されており、空間単位が小さくなるほどその結びつきは強くなる。集落レベルの階層は、共同活動を通じた結合型社会関係資本により支えられている。それは集落間、場合によっては自治体をまたいだ社会ネットワーク（橋渡し型社会関係資本）を形成している。草原や森林といった自然資本は、複層的な社会ネットワークに支えられており、それらが社会経済的な変化や災害に直面した際にレジリエンスを発揮する。こうした自然資源の空間的な把握、そしてそこに関わる人間による社会ネットワークの両方が地域循環共生圏の形成に重要な役割を果たすと考えられる。サブテーマ1では主に、最も広域なレベルでの地域循環共生圏および農産物の循環について報告する。集落レベルにおける社会関係資本や木質バイオマスの循環に関する詳細はそれぞれ、サブテーマ2および3の報告を参照されたい。

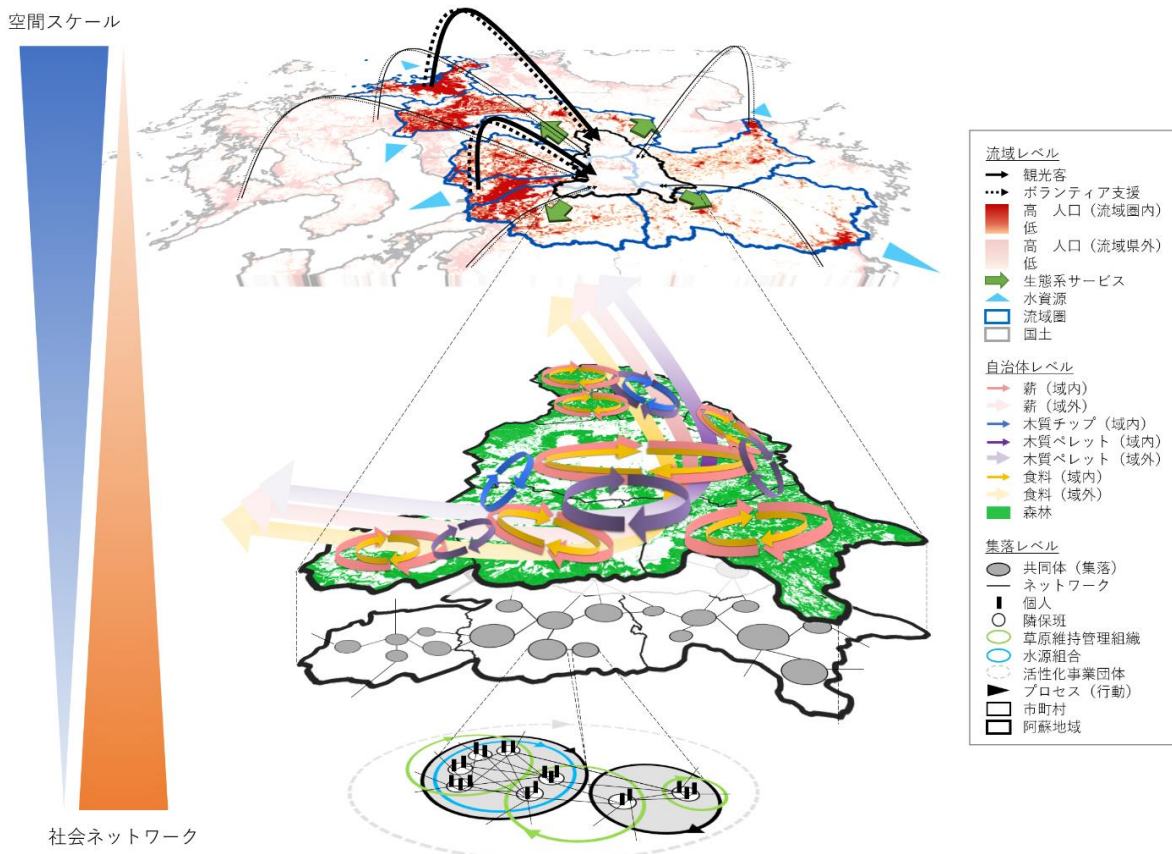


図1.3 階層的な圏域の単位を図示したダイアグラム

6つの一級河川の水源地である阿蘇地域は、水資源の供給という、福岡都市圏も含めた流域人口500万人の暮らしを支える重要な役割を担っている（流域レベルの青枠、以下、流域レベル省略）。2015年の人口推計データによると、阿蘇地域が位置する上流域の人口は全体の4.4%、中・下流域では47.1%、福岡都市圏についてはひとつの地域で全体の半数を占める48.5%の人口が居住しており、人口が下流域に大きく偏る傾向にあった（濃い赤い部分）。水道水のほぼすべてを地下水に依存する熊本地域では、阿蘇外輪山西麓での取り組みがメインではあるものの、下流受益地域が水源地を支援する流域連携が行われている。

エネルギー面においては、阿蘇地域は地熱や陸上風力といった再生可能エネルギー資源に恵まれた地域である。2015年版地域循環経済分析によると、阿蘇郡市の再生可能エネルギーのポテンシャルはそれら市町村の合計エネルギー消費量の約5倍にも上ることが示唆された。そのポテンシャルは小国町で特に高く、他の市町村においても、エネルギー消費量の約2倍から10倍の生産能力が示された（折れ線グラフ；図1.4）。しかし、地域の大部分が国立公園に指定されているため、豊富なエネルギー資源のほとんどは活用されていない。地域総生産額の3.8%にあたる77億円ものエネルギー代金が域外に流出していた。小国町では住民運営の地熱発電所を構えており、また風力発電も行われているため、阿蘇地域では唯一、エネルギー代金の流入が流出を上回っていた（緑の棒グラフ；図1.4）。風力エネルギーのポテンシャル自体はそう大きくはないものの、風力発電機の導入が最も進んでいる西原村では、エネルギー代金の損失は比較的小さかった。熊本連携中枢都市圏地球温暖化対策実行計画¹⁴⁾では、阿蘇地域（中枢都市圏の範囲上南側）を地産地消地域あるいは再生可能エネルギーの供給地域に位置付けている。こうした地域循環共生圏を形成するには、国立公園区域外での再生可能エネルギーの利用と促進が求められる。

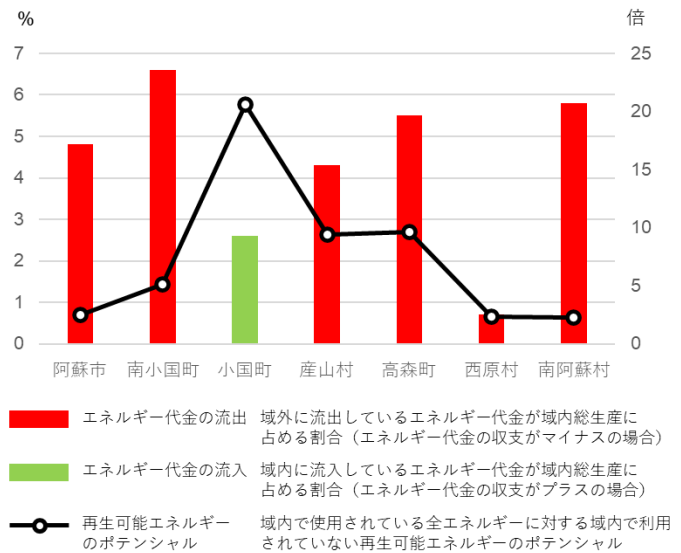


図1.4 エネルギー代金の収支と再生可能エネルギーのポテンシャル

阿蘇地域は水やエネルギーを供給する能力のほかにも、景観美やレクリエーション機会の提供といった様々な生態系サービスを提供しており（緑の矢印；図1.3）、毎年1,700万人もの観光客がこの地を訪れている（黒い実線の矢印）。阿蘇地域における観光消費額は705億円（2019年データ）と推定された。観光関連団体へのヒアリング調査の結果、宿泊客の15%は熊本県、35%は福岡県からの来訪者であり、日帰り客の50%は熊本県、35%は福岡県であった。草原維持を目的とした野焼き支援ボランティアについても同様に、熊本県および福岡県居住者による会員が多く、それぞれ58%、29%であった（黒い破線の矢印）。水循環および生態系サービスの需給関係を広域的に俯瞰すると、熊本県や福岡県（特に都市圏）が阿蘇地域の経済や人的交流を支える重要な地域であることが明らかになった。

阿蘇地域への来訪経験を持つ熊本県および福岡県の都市住民を対象に実施したWEBアンケート調査の結果を下記に示す。地域愛着に関する質問項目から得られた第一主成分（以下、地域愛着）について重回帰分析を行った結果、阿蘇地域と血縁関係のある者はない者と比べて有意に地域愛着が高く、また熊本都市圏は他の2つの都市圏よりも高い愛着を持つことが示された（表1.1）。北九州都市圏と福岡都市圏の間には有意な差は見られなかった。全サンプルのうち阿蘇地域を1-4回訪れた者は336人、5-19回は266人、20回以上は261人、1年以上の滞在経験のある者は67人で、来訪頻度あるいは滞在経験がある者ほど地域愛着が高い結果となった。来訪頻度の推定係数は他の変数よりも大きな値を示しており、地域愛着の醸成に最も寄与することが示唆された。また、地域愛着の高い者のほうが、阿蘇地域が非常

表1.1 地域愛着に関する重回帰分析の推定結果 (N=930)。括弧は標準偏差。***, **, *はそれぞれ有意水準0.01%, 1%, 5%であることを示す。

| | 推定係数 | p値 |
|-------------|--------------|-----|
| 切片 | -1.39 (0.20) | *** |
| 血縁関係:あり | 0.81 (0.14) | *** |
| 都市圏:福岡 | 0.22 (0.16) | |
| 都市圏:熊本 | 0.59 (0.18) | ** |
| 来訪頻度:5-19回 | 1.28 (0.17) | *** |
| 来訪頻度:20回以上 | 1.78 (0.19) | *** |
| 来訪頻度:1年以上滞在 | 1.72 (0.30) | *** |
| 性別:女性 | | |
| 年齢層: 30代 | -0.32 (0.21) | |
| 年齢層: 40代 | -0.51 (0.21) | * |
| 年齢層: 50代 | -0.52 (0.22) | * |
| 年齢層: 60代 | 0.17 (0.21) | |

事態に陥ったとき（例えば、2012年九州北部豪雨規模の災害が起きた際）に、災害復興に対して高い支払意思額を示す結果が得られた。草原維持や水資源の保全に対する支払意思額についても同様の結果が得られた。これらの結果は、地域の非常時や地域循環共生圏を支える自然資本が弱体化した際に、域外の人々が力になることを示唆する。阿蘇地域には親族を訪れる者、観光を訪れる者、地域活動に携わる者など、たくさんの関係人口（域外から様々な形で関わる人たち）が存在する。こうした地域への関心がある人を確保していくことが広域レベルでの社会ネットワークの重層性の構築につながり、地域レジリエンスの維持・向上に寄与するのではないかと考えられる。

上と同じアンケート調査の枠組みで、来訪者による生態系サービスへの主観的価値を調査した。まず、9割以上の回答者が阿蘇地域は生態系サービスを提供する上で重要であると認識していた。水供給、景観美、水の調節、食料供給、自然災害の抑制の順に重要度が高かった。回答者の様々な属性を考慮し、順序ロジスティック回帰分析を行ったところ、来訪経験あるいは滞在経験のある人ほど生態系サービスへの主観的価値が高くなる結果が得られた（図1.5）。地域を繰り返し訪れることは特に、地域性が最も反映される文化的サービスへの理解に寄与することが示された。

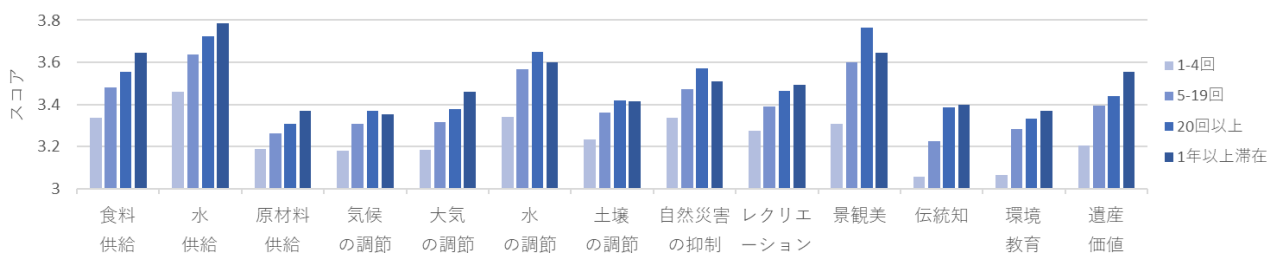


図1.5 来訪頻度とそれぞれの生態系サービスに対する主観的価値の関係 (N=930)

観光客を対象に実施した草原の景観評価アンケートの調査結果を図1.6に示す。半数以上の回答者が草原景観を目的に阿蘇地域を来訪していた。今現在の草原景観の評価が最も高く、遠くの草原が森林に置き換わっても平均値は大きく下がらなかったものの、すぐ近くの草原が失われると評価は急落し最も低い値を示した。草原景観が失われた場合、半数以上の回答者が阿蘇を訪れる頻度が減るかもしれないと回答し、そのうちの一定数は阿蘇を訪れなくなるかもしれないと答えた。一連の回答結果は、阿蘇の社会生態システムにより維持されてきた二次的自然が縮小してしまうと、他地域との人的交流の機会が失われ、地域循環共生圏が弱体化する可能性を示唆する。

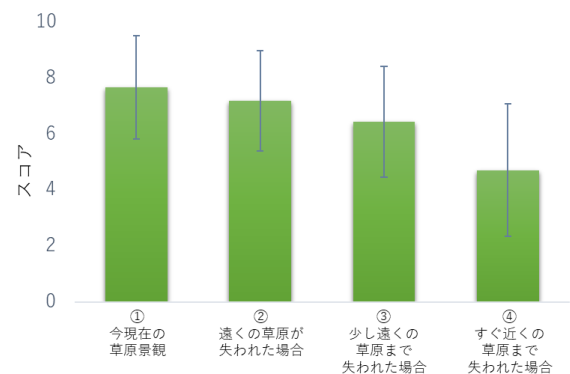


図1.6 草原景観の選好性の変化 (N=508)

阿蘇地域は年間22,000トンの米、20,000トンの野菜を生産し、9,000頭以上の肉用牛を飼育する一大農業生産地域である。阿蘇郡市の食料自給率（カロリーベース）は122%で、南阿蘇村（172%）、産山村（167%）、阿蘇市（151%）で高い数値を示した。阿蘇地域で生産された農畜産物の多くは域外の流通システムへと流れていくが、本報告書では、どのくらいの地場産食材が域内で流通しているかを直売所および宿泊施設に焦点を当てて調査した。まず、道の駅を含む直売所を利用する農業生産物出荷者の8割以上は地元住民であり、ほとんどの農産物はそれぞれの市町村から持ち込まれていた（図1.3 阿蘇地域レベルの黄色の矢印；図1.7）。地域で作られていない農作物は近隣の市町村から補完していた。出荷者の多くは兼業農家や高齢の専業農家であった。各施設における購入者の観光客と地元住民の比率は、直売所の立地や地域での位置づけでそれぞれ異なる。観光客をメインターゲットとする直売所が多いものの（阿蘇市阿蘇地区、南小国町、西原村）、地域住民による利用が主な施設（小国町）や観光客と地域住民の両者が利用する施設（阿蘇市波野地区、南阿蘇村）も存在した。地元での利用としては、民宿やレストランでの提供や食材の移動販売などが挙げられた。阿蘇地域で生産された食材の利用動向を調

べたアンケート調査では、15の宿泊施設から回答を得ることができた。9割以上の宿泊施設で、食事に提供される食材の2～3割以上は阿蘇地域で生産された食材であると回答した。25%の宿泊施設が半分以上と回答した。米、肉・肉加工品、乳製品、野菜、きのこ類の順によく使われていた。阿蘇地域や熊本県で生産された食材の今後の利用について、2/3の宿泊施設は「増えていると思う」、1/3は「今と変わらないと思う」と回答しており、地場産の食材需要は今後も増えていくことが予想される。

(2) 地域循環共生圏の重層性構築が災害時に果たす機能の分析

阿蘇地域に設立された6か所の道の駅・直売所にヒアリングを行った結果、熊本地震により甚大な影響を受けたのは阿蘇地区、西原村、南阿蘇村の3つの施設であり、震災前と比べて数千万から二億円強の売り上げが落ち込んだ。出荷できなくなった農作物は避難所に持ち込まれ、地域住民により炊き出しが行われた。近隣住民による食料供給のサブシステム（食の分かち合い）が機能したことにより、非常事態を乗り越えることができた。地域のレジリエンスが発揮されたと考えられる。また、出荷先を失った農作物や加工品などは通信販売にて災害復興支援者の元に届けられ、熊本市を含む県内外からは多くの農業ボランティアが駆け付けた。域外との圏域形成が災害時の人的支援に重要な役割を果たしていたことが窺える。

宿泊施設へのアンケート調査で得られた15の回答のうち、14の施設で被災を経験していた。断水経験を持つ12の施設のうち、8つの施設は近所の湧水（4件）、自己水源（3件）、備蓄の水（1件）で水を確保できていた。また、電力や暖房・給湯用の燃料が途絶えた13の施設のうち、発電機により電力を確保できていたのは3施設、備蓄あるいは近所・知人等から譲り受けた重油・LPG・薪で燃料を確保できていたのは4施設であった。それ以外の施設は、電力が回復するまで、あるいは燃料が供給されるまで待つしかなかったと回答していた。食料については、在庫を利用した施設が8割を超え（4件の無回答除く）、宿泊施設が地域や被災者に提供したモノとしては最も多い回答だった（6件）。その他、宿泊施設が提供したモノ・コトとしては避難場所（6件）、飲料水（3件）、温泉・お風呂（3件）、アメニティ用品（3件）であった。施設の復旧作業に携わった人や団体は自衛隊（2件）や災害ボランティア（1件）の他に、地域の人々（4件）、従業員の親族（3件）、取引先（2件）などが挙げられた。平時からの備蓄や災害時にもアクセス可能な自然資源が存在することが、個人あるいは個々の団体が非常事態に対応する上で重要であることがわかる。こういった自助のための備えは、場合によっては地元地域にも供給され、災害時に共助の力を発揮する基盤となっていることが推測される。

都市と農村の社会関係資本に焦点を絞り、新型コロナウイルス感染症によりもたらされた急激な変化に人々がどのように対応したのかをWebアンケートを用いて調査した。まず、第一波の感染拡大により収入源が減少した人は、短期や臨時の仕事を含めなんらかの形で損失を補完し、非常時を食い繋いだと仮定したが、913人中618人の回答者（70%）が仕事を探していなかった。また、なんらかの仕事を見つけたのは全体の10%も満たなかった。一回目の緊急事態宣言が出された期間は田植え期と重なっており、域外に住む子や親戚が帰省することができなかつたため、農村部では人的ネットワークを通じて臨時収入を得る機会があったと仮定したが、経済システムの非常時に機能する収入機会の重層性は確認されなかった。

人口10万人あたりの感染者数は都市部で有意に多かったにも関わらず、コロナ禍における生活の大

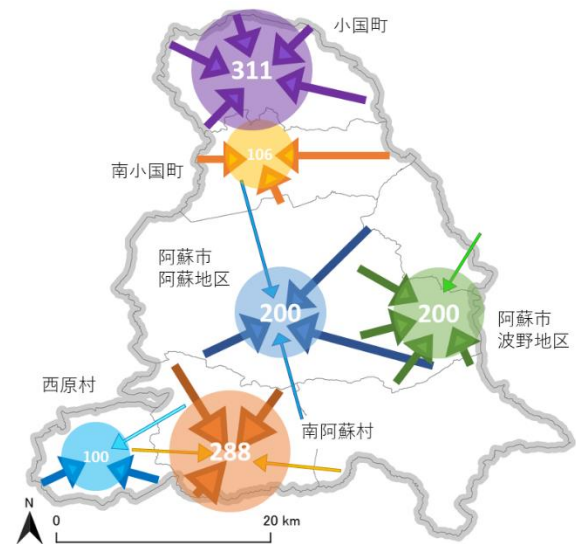


図1.7 道の駅および直売所を利用する農業生産物出荷者の範囲。数値は各施設を利用する農業生産物出荷者数を表し、太線の矢印はそれぞれの市町村地区内から出荷する利用者、細線の矢印はそれ以外の地域から出荷する利用者を示す。

変さや自身が感染することへの不安については、都市と農村の間で有意な差が見られなかった。自身が感染した場合に、農村住民の方が近所の人に迷惑をかけてしまうこと、批判されるかもしれないことに不安を感じていたことから、農村地域の強い結束力が新型コロナウイルスという外的要因に対して強い緊張感を生み、このような結果になったのだと考えられる。結合型社会関係資本の高いコミュニティは共助の力に優れており、コロナ危機に際しても、社会規範に基づく協調行動により感染拡大を防ぐ有効な武器になっていることが世界各地で報告されている。社会関係資本の醸成（感染症の場合は結合型）に働きかけることが、災害時における地域社会の対応力に大きく貢献することが示唆された。

(3) 土地利用の将来予測と将来人口推計に基づく阿蘇地域のレジリエンスと持続可能性の評価

過去の土地利用変遷に基づき、2050年における土地利用を傾向延長的に予測した結果が図1.8および図1.9である。1979年には阿蘇地域の29%を覆っていた草地在2003年には21%にまで減少し、その大部分は樹林地に置き換えられた。この期間は畜産業の低迷により有畜農家が激減した時期であり、急斜面の多い南郷谷の両斜面や南外輪山、個人所有の小規模な草地在山東原野で著しく失われた。こうした傾向が続くと2050年における草地面積の割合は9%にまで減少し、2003年時の草地面積の半分以上（56%）が失われることが示唆された。北外輪山や阿蘇山の北西部など、比較的緩やかな地形でまとまりのある草地は維持され、急峻な場所や樹林地に囲まれた小規模な草地は引き続き消失する予測結果となった。水田や畑地についても、2050年にはそれぞれ2003年時の60%と81%まで減少することが予想された。両脇を樹林地に囲まれ、谷状の地形に形成された水田が優先的に失われる結果となった。阿蘇谷や南郷谷においては水田から放棄地への転換が目立った。畑地には際立った傾向は見られなかったものの、南郷谷では一部水田から転換されたものも見られた。消失した農用地のほとんどは放棄地に転換され樹林地に遷移し、放棄地と樹林地の合計面積は2003年から2050年にかけて29%増加することが予想された。

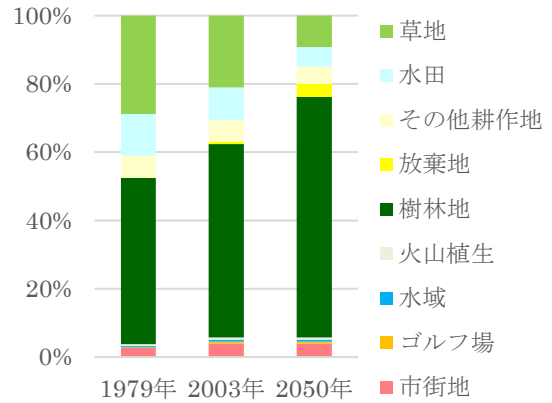


図1.8 土地利用面積の割合の推移。
2050年はシミュレーション結果。

2016年の阿蘇草原維持再生基礎調査における輪地切り・野焼きの維持管理の継続可能性意向調査結果によると、「10年以上継続可能」と回答した管理組織は全体の38%であった。39%の組織は「5年以上継続可能」、22%の組織は「既に困難」と回答していた。そこで、阿蘇草原維持再生基礎調査の回答結果を分析し、労働力に関するティッピングポイントを特定した。野焼きの延焼を回避するために行われ

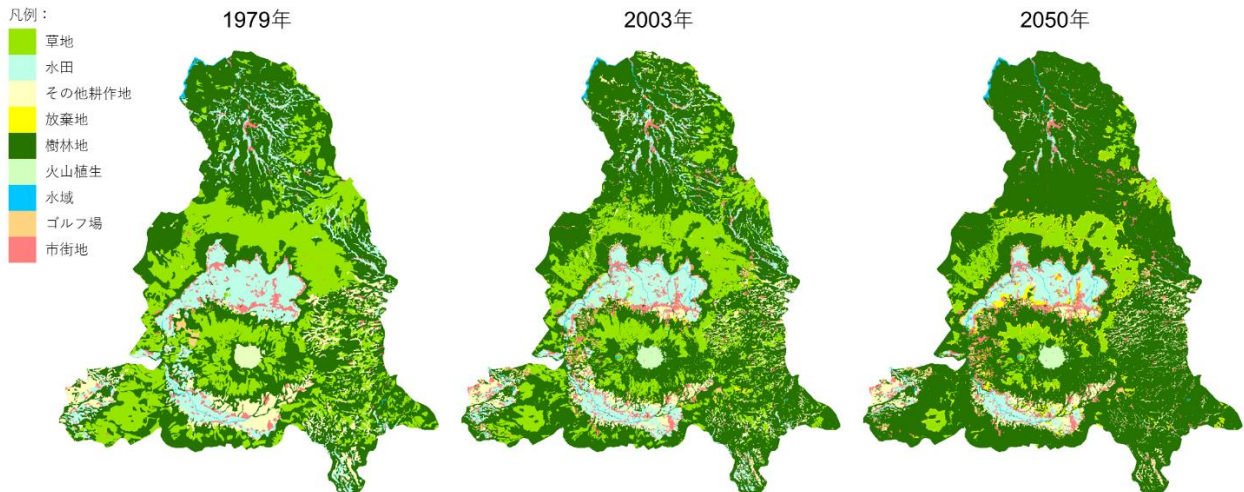


図1.9 1979年と2003年の土地利用図とシミュレーションされた2050年における土地利用図。

る防火帯づくりにおいては、一人当たりの輪地切り延長が60mを超えると、恒久防火帯の整備（図1.10）や小規模樹林地を伐採するための保安林解除に対する支援が必要と感じる管理組織が多い傾向にあった。野焼きの実施にはまず人員の確保が不可欠であり、本来必要とされる出役者数と実際の出役者数（地域住民）を比較した結果、ひとつの管理組織あたり平均で13人不足していた。地域の出役者数が20人を下回ると草原維持の継続が困難と答える傾向があった。一人当たりの

【管理道（コンクリート舗装等）を兼ねた恒久輪地の整備】

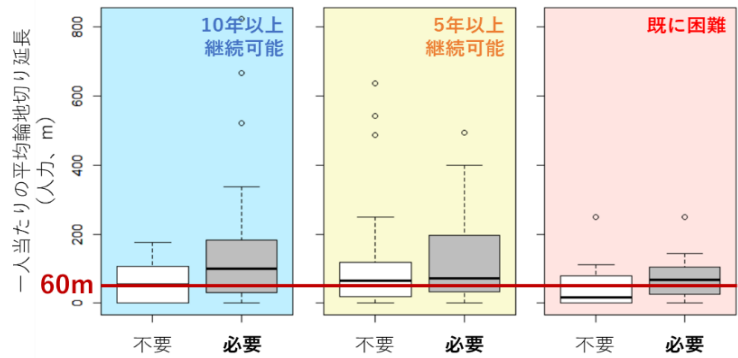


図1.10 一人当たりの輪地切り延長と輪地切りを継続のために支援が必要か否か。

野焼き面積については、10年以上の継続が可能で比較的平らな場所に草原を持つ管理組織を除いて、おおそ2haを超えると対策が必要と回答していた。この2haという値は、1999年における一人当たりの野焼き面積と合致していることから（2016年には3.3haに拡大）、野焼きに対する支援や対策を立てていく際に良い目安となるだろう。その他、高齢化に関する課題も見られた。例えば、輪地切りにおける地元出役者の平均年齢が上がると草原維持の継続可能年数は下がる傾向にあり、60歳を超えるとボランティアの拡充や地元住民の協力を求める傾向が見られた。野焼きも同様に、40代までの出役者が占める割合が小さくなると継続可能年数も下がる傾向が見られ、20%を切るとボランティアの拡充や地元住民の協力を求める傾向が見られた。ここで示した労働力や人口構造に関する閾値は2016年の統計情報に基づくものであり、高齢化により今後変動することが予想される。

こうした閾値設定の限界を念頭におきつつ、草原を維持していただくためにはどこにどのくらいの支援（あるいは対策）が必要かを明らかにするため、2050年を想定したシナリオ分析を行った。設定した4つのシナリオは図1.11、図1.12のような結果となった。

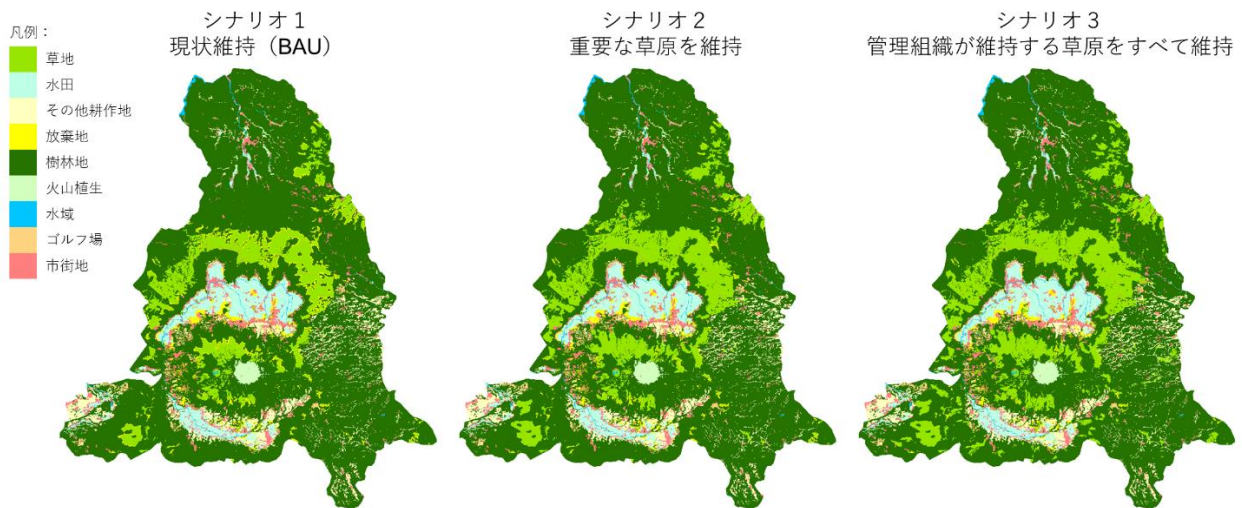


図1.11 シナリオ間の土地利用の比較。シナリオ1はシミュレーション結果と同じである。シナリオ4については土地利用の配置を制限していないため（今現在と全く異なる土地利用の配置も可能なため）、図には載せていない。

シナリオ1：現状維持（Business as usual）

特に対策を行わなかった場合のシミュレーション結果である（図1.11左）。詳細は上の土地利用シミュレーション結果を参照されたい。

シナリオ2：重要な草原を維持

野焼きの継続上、また、生物多様性の保全上、重要な草原を維持する管理組織を優先的に支援した場合のシミュレーション結果である（図1.11中央）。支援対象となった75の組織が管理する草地はすべて維持されることにより、草原の減少率は35%に留まり、65%の草原が維持される結果となった（図1.12）。地図上では、比較的まとまりのある草地にて樹林地や放棄地の浸食が解消された。それらの管理組織を対象に、輪地切りにかかる負担を軽減しようとする（一人当たりの輪地切り延長を60m以下に抑えようとする）、約112kmの省力化が必要となる。

阿蘇地域では毎年、350kmもの防火帯づくりが人力で行われていることから¹³⁾、おおよそ1/3の省力化が求められることになる。野焼きの実施に本来必要な人員を確保しようとする、概算で900人必要であることが示唆された。2016年における野焼き支援ボランティアの総出役者数は1192人であり¹³⁾、現時点で必要とされる人数は十分に満たしている。草地からの転換が減少した分、放棄地と樹林地の合計面積は2003年時から22%の増加に留まった。

シナリオ3：管理組織が維持する草原をすべて維持

草原を維持するすべての管理組織を支援した場合のシミュレーション結果である（図1.11右）。現存する151の組織が管理する草地のすべてが維持されることにより、76%の草原は維持された。しかし、個人所有の草地や機能停止となった管理組織の草地は支援対象にはならないため、24%の草原は失われた（図1.12）。草地の分布は2003年時とほぼ同様であるものの、山東原野や南郷谷を中心としたエリアでは放棄地や樹林地に転換されたままである。すべての管理組織を対象に一人当たりの輪地切り延長を60m以下に抑えようとする、2016年の輪地切り延長の半分にあたる187kmの省力化が求められる。また、野焼き支援には約2000人の人員確保が必要であることが示唆された。草地からの転換がさらに減少した分、放棄地と樹林地の合計面積は2003年時から18%の増加に留まった。

シナリオ4：草原増加

2003年時の草地面積から減らさないとした場合シナリオである。草原維持の機運の高まりにより、2003年時の面積よりも増加している可能性もある。その場合、草地から放棄地および樹林地に変化する面積はゼロになる。

シナリオ2と3は、慣行的な草原管理を想定しており、輪地切りの省力化の手段は主にコンクリート舗装の恒久防火帯の整備である。その他、重機や畜産動物による防火帯づくりなどの既存の取り組みも挙げられる。一方でシナリオ4は、今の社会システムが大きく転換したときに実現される未来である。草原に点在する樹林地が輪地切りや火入れの作業効率の観点から大きな課題となっていることから、シナリオ4を実現する有効な手段として、現在例外的に行われている小規模樹林地の伐採が挙げられる。その際に、保安林の指定を解除することや、解除できなかった場合に火入れを前提とした林相転換を行うなど、諸制度の見直しも必要になってくるであろう。その他、放棄地や樹林地を積極的に草原へと再生することで、草原面積の拡大を図ることができる。

阿蘇地域を含めた6つの河川の上流域では、2050年における人口が半減することが予測されている（図1.13）。野焼き出役者の出し方は管理組織によって異なり、将来の出役者数を推定することは容易ではないが、今後減少していくことは確かだろう。実際には、野焼きを継続していくためにシナリオ2

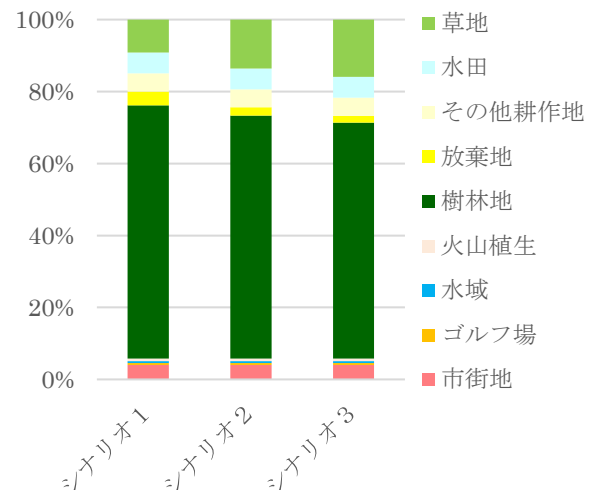


図1.12 土地利用面積のシナリオ間の比較。
シナリオ1はシミュレーション結果と同じである。

と3で概算された人数よりも、もっと多くの人員を確保していく必要があると考えられる。野焼き支援ボランティアは火を入れることはできない。地域全体で火引き要員を組織化し人口減少に対抗することも、担い手の重層性を高める上で重要かもしれない。域内・域外の双方で担い手を確保していくことが重要である。

望ましい未来を実現するにはまず、財源の確保が必要である。例えば、延長100m、幅2.5mのコンクリート舗装の管理道路を通そうとすると約250万円かかる（テーマ3サブテーマ2の調査結果）。恒久防火帯の整備で、シナリオ2の

112kmもの輪地切りを省力化しようとする、およそ28億円の財源が必要となる。シナリオ3（187km）では47億円と概算された。中山間地域等直接支払制度が集落の重要な財源となり、管理道路を兼ねた恒久防火帯の整備に一役買っている一方、全国一律に設定された採草放牧地の単価に疑問の声も多く聞かれた（例えば、緩傾斜の牧野20haで6万円の給付）。さらには、草が農業生産に使われていなければ、そもそも直接支払制度の支援対象にならない。草の利用価値が減少し続けてきた中で、草原生態系の生物多様性を支える多くの野草地が行き場を失っている可能性が高い。また、人口減少や高齢化に歯止めがかからず、草原の管理主体が機能停止になるかもしれない地域も確認された。その中には、比較的緩やかな地形で生物多様性の保全上重要な場所も含まれていた。そういった場所の管理を引き継ぐことは可能なのか、どのような主体が関わることになるのか議論しておく必要がある。2016年の野焼きおよび輪地切りは、延べ12,991人の住民およびボランティアにより実施された¹³⁾。地域や公益活動に携わる人々の多大な時間と労力の貢献により維持されている草原は、観光客や遠く離れた下流域の人々に多くの利益をもたらしてきた。草原の公益的機能の受益者が草原維持を担う組織（負担者）に直接利益を還元するような仕組みはいくつか見られたものの、十分に確立されていない。受益者負担として、海外諸国の国立公園では維持費として入場料を取るところも多い。本プロジェクトでも、宿泊施設に対して草原維持を目的とした宿泊税の導入について意見を伺ったところ、サンプル数は15件と限られていたものの約半数の宿泊施設が理解を示した。阿蘇地域には日帰り客も多く来訪するため、宿泊客以外の来訪者はどうするのかという声も聞かれた。観光地として国内外の競争が激しさを増しているものの、草原景観のアンケート調査結果によると、草原景観が失われた場合、阿蘇地域を訪れる頻度が減るかもしれないと答えた回答者は半数以上、訪れなくなると答えた回答者は2割弱存在した。観光客が草原を直接利用してなくても、風景として親しんでいることは明らかである。自然環境の保全に限らず、それを取り巻く人間活動が持続的であるためにも、ユーザーが草原維持のコスト負担を担うような仕組みが求められる。草原景観が阿蘇くじゅう国立公園の重要な構成要素なのであれば¹⁵⁾、国民の財産として広く薄くコスト負担を求めることも考えられる。国立公園の保全整備・管理運営に投入される国の予算は国民一人あたり約80円にすぎない¹⁶⁾。

5. 研究目標の達成状況

テーマ3の全体目標は、「阿蘇地域を対象に自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の三つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性を解明する。」ことであった。地域循環共生圏の圏域と重層性の模式図は、図1.3に示した通りであるが、阿蘇地域を対象とし自然資本、社会関係資本、そしてバイオマスを中心とした物質循環の三つの視点からこの全体目標を達成することができた。加えて、サブテーマ1と3では予想を上回る成果を上げることができ、学術的な成果という意味でも自然資本と社会関係資本の両者から地域循環共生圏の重層性を解明し、その方法を提示する初めての研究となったと言

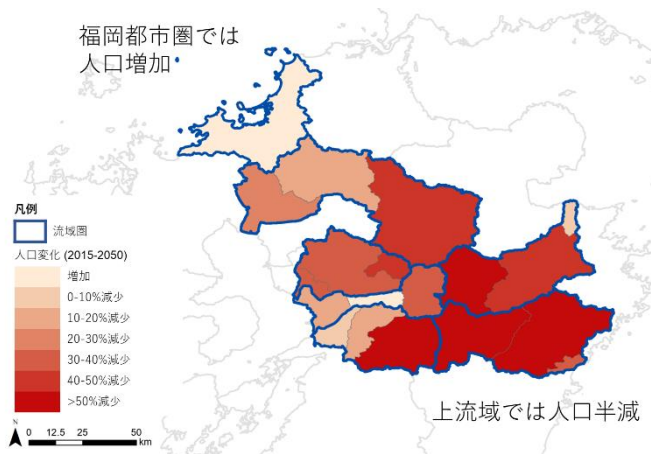


図1.13 2050年の人口推計と増減

え、目標を上回る成果を上げたと判断した。

サブテーマ1の目標は、「阿蘇地域の自然資本に基づく経済活動に着目し、地域循環共生圏の圏域の重層性を明らかにする。当該地域におけるこれまでの土地利用の変遷と将来人口推計を基に、将来の自然資本の分布を予測し、変化に耐えうる圏域を明らかにする。」ことであった。さらに3つに分けると、1) 階層的な圏域の単位を分析する手法を明らかにすること、2) 阿蘇地域においてその圏域の重層性がいかに機能したか分析すること、3) 阿蘇地域の土地利用変遷と将来人口推計に基づき、阿蘇地域のレジリエンスと持続可能性を評価することであった。1) については、流域圏を最大の圏域とし、阿蘇地域、そして集落の3層構造で捉える手法を明らかにした。2) については、その地域循環共生圏の重層性を阿蘇地域に適用し、阿蘇地震をはじめとした災害においてどのように機能したか明らかにできた。3) については、土地利用予測と将来人口推計に基づくシナリオ分析を実施し、シナリオ実現のためのティッピングポイントを明らかにした。阿蘇地域を中心とした地域循環共生圏のレジリエンスを高める方策を示すことができた。本研究の将来の土地利用予測結果は、阿蘇草原再生協議会に注目され、今後の草原再生の議論に活用されている。既に研究成果が活用されており、目標を上回る成果を上げたと言える。

6. 引用文献

- 1) 国土交通省 (2009) 流域メッシュデータ.
- 2) 国土交通省 (2021) 河川整備基本方針・河川整備計画.
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所 (2018) 500mメッシュ別将来推計人口データ.
- 4) 環境省 (2015) 2015年版地域経済循環分析自動作成ツールVer. 5.0.
- 5) 熊本県 (2018) 平成30年熊本県観光統計表.
- 6) Raymond, C. M., Brown, G., & Weber, D. (2010) The measurement of place attachment: Personal, community, and environmental connections. *Journal of Environmental Psychology* 30(4), pp. 422-434.
- 7) 農林水産省 (2020) 地域食料自給率計算シート.
- 8) 環境省 (1982) 第2回自然環境保全基礎調査 5万分の1現存植生図.
- 9) 環境省 (2013) 第6回・第7回自然環境保全基礎調査 2.5万分の1現存植生図.
- 10) 小川みふゆ、竹中明夫、角谷拓、石濱史子、山野博哉、赤坂宗光 (2013) 植生図情報を用いた全国スケールでの土地利用図の作成：生物の分布推定をおこなうユーザーのために. *保全生態学研究* 18(1), pp. 69-76.
- 11) Clark Labs (2009) Land Change Modeler in TerrSet.
- 12) Verburg, P.H., & Overmars, K.P. (2009) Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology* 24, pp. 1167-1181.
- 13) 熊本県 (2016) 阿蘇草原維持再生基礎調査.
- 14) 熊本連携中枢都市圏地球温暖化対策実行計画共同策定市町村 (2021) 熊本連携中枢都市圏地球温暖化対策実行計画.
- 15) 岡山俊直、岡野隆宏 (2016) 阿蘇くじゅう国立公園指定時における区域指定の経緯と草原景観の評価. *ランドスケープ研究* 9, pp. 74-82.
- 16) 環境省、国立公園の管理体制、<https://www.env.go.jp/nature/np/pamph5/04.pdf>、アクセス日：2022年3月31日.

II. 成果の詳細

II-1 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案に関する研究

国立大学法人熊本大学

熊本創生推進機構 上野 眞也
 同上 田中 尚人
 同上 安部 美和
 同上 ヨハネス・ヴィルヘルム

<研究協力者>

阿蘇持続可能な社会研究所 内田 安弘
 ウィーン大学日本学研究科 ウォルフラム・マンツェンライター

[要旨]

本研究は、集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法を提案することを目的とする。「集落」レベルにおける社会関係資本に着目し、阿蘇地域で草原や水源保全などの地域資源管理をうまく機能させていくための公共政策について、社会調査や住民との対話から、地域循環共生圏政策として実行可能な解決策を提案した。また集落レベルの自然災害からの復興プロセスには平時の住民の関係性、集落の社会関係資本の違いを生み出していることに着目し、集落ベースとしての創造的復興に関する提案を行った。

1. 研究開発目的

本研究の目的は、集落レベルにおける「社会関係資本」(Social Capital)に着目し、草原や水源保全などの地域資源マネジメントを、阿蘇地域で好循環に実現していくための公共政策はどうあるべきか。また集落レベルの自然災害からの復興プロセスに違いがなぜ生じるのかを解明し、創造的復興を提案することである。

具体的には、阿蘇の地域資源を生かし、草原や水源を始めとする地域資源を、暮らしの生業とともに保全してきた集落のコミュニティ機能は、どうすれば強化できるのか。災害を乗り越えることができる持続可能な社会を形成していくために、農村や都市は何ができるのか。どのレベルの地域制度の階層性が、平時や非常時に補完しあうシステムとして機能しているのか。生物多様性や牧野保全などの自然資源を、都市や広域組織の連携の中でどう維持していくのかなどについて考察し、阿蘇の地域循環共生に有効な公共政策の提案をする。

2. 研究目標

草原などの自然資源を守り、自然災害も乗り越える持続性を持った自立分散型の地域循環共生社会を阿蘇で実現するために、社会関係資本に基づく集落ベースのローカルガバナンスや危難からの創造的復興に関する研究知見を集め、そのメカニズムの解明と、地域循環共生圏構想に資する社会関係資本強化の政策介入法を考案する。

3. 研究開発内容

(1) 重層的な地域構造と社会関係資本の関係性の解明

サブテーマ2では、草原や水源保全など地域循環共生圏に資する集合行為を生み出す場において、ミクロな視角から、「集落」と「重層的な地域システム」がどのように相互に関係しあうことで「社会関係資本」が蓄積され、行動に転換されているのかの研究を行った。

阿蘇地域の集落における社会関係資本が、集落の自治や草原保全にどう関わっているのかを調べる

ため、まず調査地区を、阿蘇市、西原村、南阿蘇村から選定した。そして区長や牧野組合長に、地区住民への悉皆調査の協力依頼をした。調査票は、農水省の農村協働力政策形成で開発してきたものに、草原保全活動など環境を守る行動を捉える要素を加味して、18歳以上の全住民を対象に実施した。地域の役員の協力を得て配布・回収された調査票から、地域資源のマネジメントにどのような人が、どのような地域活動として参加しているのか、その人たちの特性や価値観はどうか、人や組織の重層的関係性はどのようになっているのかについて分析を行った。また調査結果については、研究成果の地域への還元として、概要を纏めた報告書を調査集落全戸へ配布した。

(2) 草原、牧野の保全状況調査と課題の抽出

草原保全の現状はどうか、共有地での管理活動を支えている入会制度や地域の社会慣行はどうなっているのかについて、南阿蘇村の牧野管理者から全牧野の状況把握を行い、既に放置された牧野を除いて、悉皆的な現地踏査を行った。また牧野利用に詳しい地元の人へのインタビュー、草原や牧野に関する国、県、市町村、団体等が持つ統計資料や地図情報を収集した。

(3) 集落の自治力やローカルルール形成力の調査

阿蘇の農村地域において、集落が入会地に関する独自の利用ルールを持ち、集合的な選択について取り決めができ、利害調整メカニズムを持っているなど、集落の自治力やローカルルール形成力がしつかりしている所は、集落の草原や水源保全機能、さらには災害へのレジリエンスが良好であるとの仮説に立ち、西原村の道路品評会や南阿蘇村の塩井社水源保全活動を事例として調査した。具体的には、地元役場や地域リーダーへ、地域活動の実態や実施方法、規模、その歴史などについて聞き取りを行った。その後、実際の地域資源保全活動に住民とともに参加して参与観察を行い、共同作業を通してどのように住民の合意が形成・実施されるのかについて調べた。また西原村の入会地の保全や集落運営に関する制度・慣習について、村内10集落の住民へインタビュー調査を行い、平時の地域活動と非常時の助け合いの関連性について考察を行った。

(4) 危難に直面した時の集落のガバナンスとレジリエンスに関する調査

熊本大震災や水害などの危難時に、阿蘇の集落ではどのような連帯・共同行為が行われたのかについて調べた。災害からの復旧に際し自発的な集落活動を展開し高いガバナンス力とレジリエンスがあると思われた地区として、南阿蘇村の川後田（かわごだ）および加勢（かせ）地区、西原村の布田（ふた）および大切畑（おおぎりはた）地区を選定した。これらの地区で区長や地域活動に熱心に参加している住民、女性グループを対象にグループ・インタビュー調査を行った。

(5) 創造的復興に関するアクションリサーチ

地域問題を、研究者と当事者である住民、行政が協働で研究し、得られた知見を地元に戻元して現状を改善していくための実践的研究として、創造的復興のアクションリサーチを行った。その拠点として南阿蘇村の旧白水庁舎を役場から借りて「阿蘇研究ラボ」を設置し、研究メンバーが移住して、住民との関係性構築と調査研究を進めた。集落リーダーらの協力を得て、かつて阿蘇で展開された採草活動が分かる古写真を各家庭から集め、それを大きく拡大して、地域を知り、語り合うワークショップを集落と共同で開催した。

4. 結果及び考察

以下(1)で集落の社会関係資本について、(2)で重層的な地域構造および草原保全の状況について、(3)ではローカルルール形成力、(4)創造的復興にかかるレジリエンスについて、調査研究結果と考察を論じる。そして(5)で結論と政策提言を述べる。

周知のように、阿蘇の自然生態系の特徴は、草木の植生遷移と、生業である農林畜産業が密接に関わりあって形成された二次的自然である。図2.1のように、自然な植生遷移を毎年の野焼きにより人為的に中断していることから、人と自然の関与の仕方が変わると、生態系は大きな変化を受け、放置すれば森林化に向けて遷移していく。そのため図2.2の生態系レジームシフト・モデル図のように、草原のレジーム内に留まっているA、B、Cの場合であれば草原状態は維持されるが、図2.2Dのように一度そのレジームシステムから外れてしまうと、もとのレジームには戻らないという脆弱性を内包してい

る。このような生態系の不可逆的な変化を、レジームシフトという。これを如何に防ぐかが、この研究の課題である。

阿蘇の草原をめぐる問題は、「千年の草原」といわれるように平安時代から営々と続けられてきた草原管理システムが、1960年頃から現代的な生業のあり方と調和できず、農畜産に関わる者が利益を感じにくい草原管理活動になってしまった。阿蘇の農業と畜産の兼業という一次産業のあり方は、農畜産物の自由化政策に翻弄され、飼料を提供する草原と農畜産家のつながりが絶たれてきた。しかしながら、阿蘇地域では今後も将来にわたって草原を守り続けたいという地域の総意はある。では、どのように公共政策として、この問題を考えるかということについて、以下述べていく。そのアプローチは、草原・牧野の管理主体となっている「集落」の機能に注目したものになる。

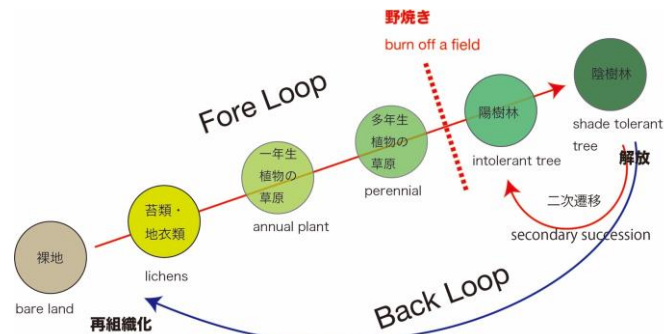


図2.1 植生の遷移と野焼きによる中断

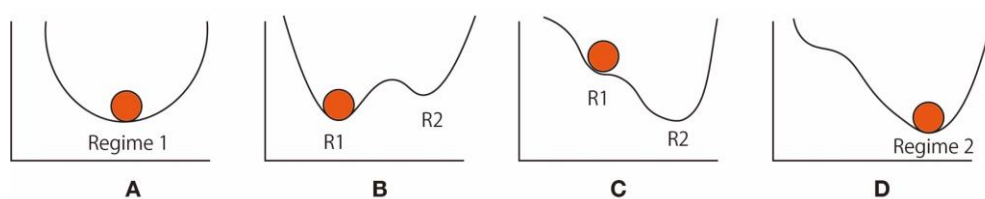


図2.2 生態系のレジームシフト・モデル図

出典：Brian Walker and David Salt, *Resilience thinking*.¹⁾

(1) 集落の社会関係資本

集落（村、部落、行政区）では、住民が共生していくために集落や地域資源をどうマネジメントしていくかについて、自分たちで話し合い、ローカルルールに合意し、住民が自ら共助活動に取り組むための地域内組織（制度）を持っている。構成メンバーは、隣保住民（組とか班）を核として、相互に役割を担いあい、労力を提供している。阿蘇地域の特徴は、農林畜産業の生業と草原や道路、水辺の管理が有機的に結びついていること、そしてそのつながりの微妙な違いが地域性となっていることである。集落は基礎自治体内における生活圏コミュニティの「モジュール」として概ね類似の制度で編成されているが、各地区の伝統と地理的特性、産業配置状況、住民のソーシャル・ネットワークの違いにより、独立したモジュールとして機能する。

たとえば阿蘇市手野地区では、草地の管理作業は主として牧野関係者が担う（入会権）が、南阿蘇村一関（いちぜき）地区や西原村では地区全戸で担う（総有）。南阿蘇村両併（りょうへい）地区では、入会権を共有財産に転換した持ち分の所有者が参加して管理する（共有）など、地域ごとに多様性がみられる。このように入会地の管理一つとっても、地域は一様ではなく、多様な価値観を持つ住民たちが、自発的に、あるいは「そういうものだ」という非自発的な受け止め方で、地域としての合意を図り、共同作業（区役）に参加して対応していることが、地域の特徴である。

それではミクロな視角から、「集落」と「重層的な地域システム」がどのように相互に機能しあうと社会関係資本が蓄積されていくのか、質的・量的調査分析の結果を見てみよう。この重層構造は、権力構造的な階層性ではなく、関係主体が相互依存関係にあり、その中で間主観的な文化資本が共有さ

れ、分厚い社会関係資本が醸成されている。阿蘇地域の観察では、集落機能の維持のみならず、自然資源の保全にも、「集落」の力が大きく寄与していることが明らかである。結論を先取りすれば、阿蘇で地域循環共生圏を実体化していくためには、「集落」機能をエンパワーメントする公共政策が求められる。

集落の社会関係資本調査では、集落コミュニティの自治や草原・水資源保全、そして災害時の対応や復興過程において、社会関係資本がどう関わっていたのかを調べた。この調査から、地域資源のマネジメントにどのような人が、どのような地域活動として参加しているのか、その人たちの特性や価値観はどうか、人や組織の重層的関係性はどのようになっているのかを解析した。その結果は、図2.3に見られるように、阿蘇地域では、典型的な農村タイプ集落と、大都市近郊農村タイプ集落、そしてその中間が見られた。

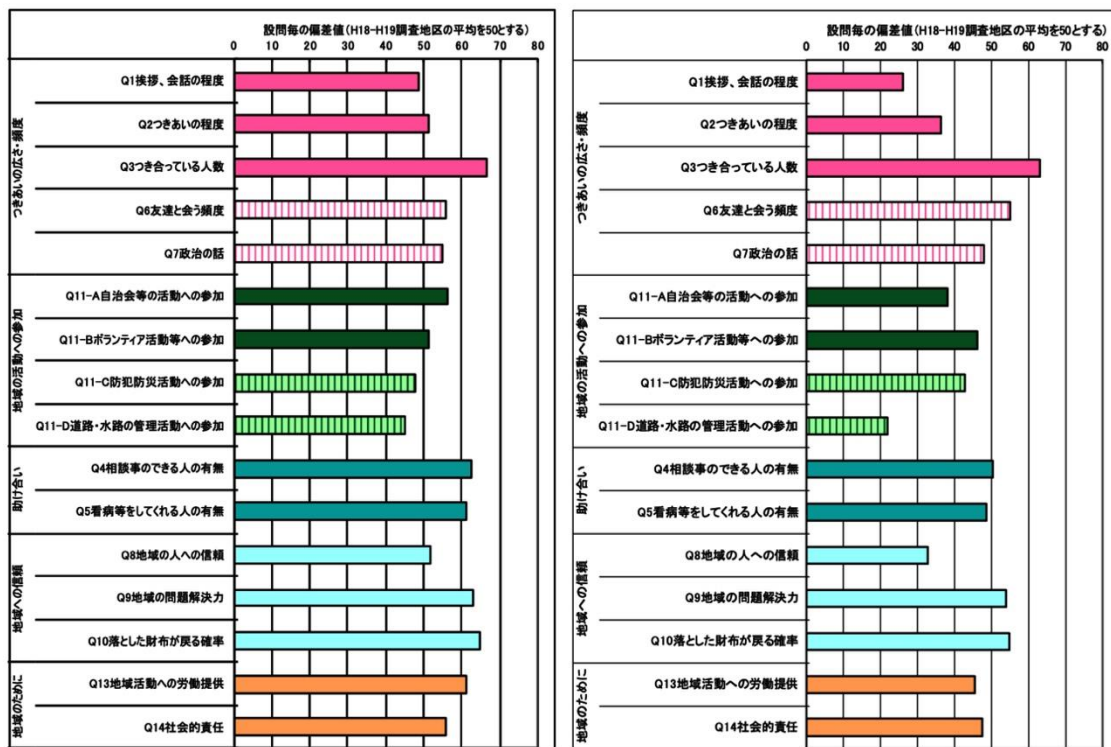


図2.3 農村型の社会関係資本の状況

注：左図は南阿蘇村一関2地区、右図は西原村布田地区の社会関係資本の調査結果。図中の0から80までのスコアは、全国の農村調査と比較した偏差値を示しており、50が全国平均である。

南阿蘇村白水（はくすい）の一関、両併の2集落での調査からは、既往研究と比較しても、集落内のお付き合い、相談できる人の数、地域の問題解決力、地域活動への労力提供といった要素において高い水準にあった。一関2区は、図2.3左のように典型的農村タイプであり、集落としてのまとまり、住民間の信頼感、人々の紐帯やネットワークに緊密さ、お互い様といった互酬性の規範が明瞭に窺われ、強い社会関係資本をもっている集落であることがわかった。

図中の0から80までのスコアは、全国の百数十ヶ所の農村において社会関係資本を調査したデータから得られた偏差値であり、50以上の項目は全国平均と比較して強い社会関係資本を持っていることを示している。もちろん人口減少はリスク要因であるが、現状は区長のもとで、集落の自治および地域資源の保全活動が健全に行われている。この地区は熊本地震の被害はほとんどなかった。一関集落は、住民のライフスタイルや地域とのつながり、生業を同じくする家々で構成されており、牧野の野焼きや輪地切りなど入会地の管理は住民全員で「利用する権利」と「管理の義務」を担う共同性の強い地区である。伝統的価値観を共有する結合型社会関係資本の強い集落は、時に外部者に対して閉鎖的で、「地区

のルールに従えば歓迎する」と、隣人になる者には同質性を求める傾向が強い。移住者は受け入れられにくく、「住み分け度」の高い地域となる。

他方、両併2区は、伝統的な価値観を持つ世代と、コミュニティから解放された若者世代の2つの社会関係性の特徴を持つ集落である。移住者を「歓迎する」とする住民の割合が高く、隣人に同質性を求める傾向は小さいため、「住み分け度」の小さな社会に向かっている。実際に移住者も多い。入会地は地域の財産としての共有性を守るために、個人名義の共有地として登記し、地元の権利者だけで草原の管理をしている。村外に転出するものは所有権を放棄しなければならないルールがある。つまり地区の共有資源を守るために、外部者はあまり受け入れず集落全戸で管理していく方式と、集落へ自由に他所者を受け入れるが草原の維持管理主体は旧来からの所有権者だけとする2種類の入会管理方式が併存している。

図2.3右は西原村布田地区であり、社会関係資本のスコアとしては低い。これは布田においては社会関係資本が弱く、住民協働が厳しいということを意味しているのであろうか。この地区は、布田断層という2016年の熊本地震の震源地であり、大きな被害を受けて、まだ再建できていない家や地区内道路、帰還できていない家族が多くいる。悉皆調査のアンケートには全世代の住人が回答しているが、若者が都市部へ通勤して働き、高齢層が農業や地域活動で共助活動を行っている典型的な大都市近郊農村地域の姿が見える。このことから、復興過程の最中にある集落については、平時の社会関係資本の把握の仕方だけではうまく実態を捉えられないという課題があることが分かった。

しかし西原村の子細な分析から、主に地域活動は壮年・高齢世代の男性が担い、若手は世代交代の時期までは村内外での仕事に専念するという、世代別役割分担が行われているという興味深い実態が分かった。たとえば熊本地震後、翌年の野焼きに初めて参加した若い世代は、「親父たちと一緒に山に入ったことはない。しかし親父や先祖がしてきたように、自分も草原を守り、子供たちに伝えていく」と語る。農村の佇まいを残す大都市近郊農村では、まだ社会の基層に自然と深くかかわる暮らしの経験伝承がなされていることが推測できる。住民へのインタビュー、記録映像、手記などの資料から、西原村は南阿蘇村と比べると農村性は薄れて都市的ライフスタイルが定着しているものの、地域資源と暮らしの関係は依然として昔からの慣行を続ける地域内制度と、それを受容し協力するマインドがしっかりと機能していることが確認できた。

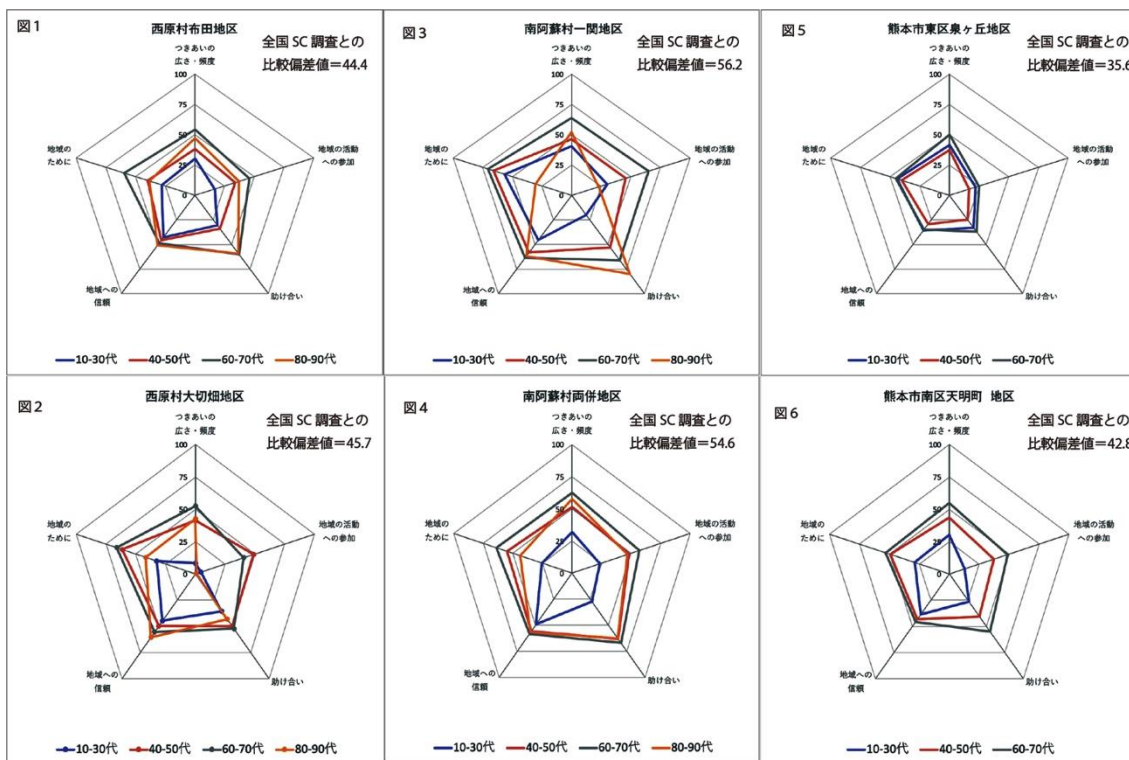


図2.4 南阿蘇村、西原村、熊本市の各地域の社会関係資本の違い

現代社会においては、農村地域でも個人主義的で都市的なライフスタイルや価値観は浸透している。それは様々な地区の決めごとに不一致がおきるということである。典型的な農村から典型的な大都市部までの社会関係資本の類型を示したものが図2.4である。たしかにレーダーチャートの図の面積の違いからも、都市化するほど、人々の関係性は希薄となり、協働の基盤である社会関係資本は細る傾向が見られる。自由で気促な都市の暮らしに比べ、農村地域は自助、共助で、公助の不足を補う共同活動が不可欠であり社会関係資本の蓄積は重要な地域ガバナンスの観点となっている。

(2) 阿蘇の集落コミュニティの階層構造と草原保全のパフォーマンス

草原管理の実態調査は概ね完了できたが、関係者とのワークショップはコロナの影響で一部変更せざるを得なかった。だが、パンデミックのお陰で、共同体の自治力やリスクの回避対応を観察でき、また年間を通じた自然のサイクルをより静かに観察する機会ともなった。以下、①共同体に内在する数々の制度的プロセスや相互関係をモデル化し、②如何に脅威に対してレジリエンスを発揮するか、③阿蘇地域が周辺に提供している文化的サービス、④新たな草原保全のステークホルダーの可能性について考察する。最後に⑤として、地域による牧野保全や利用の状況について纏める。

まず、①共同体に内在する数々の制度的プロセスや相互関係については、図2.5-I~IIIのように、共同体にかかる外部の圧力、様々な制度（共有資源）が相互依存関係にあり、それらが再編や危機回避する自治のプロセスとなっていることを示している。Iは共同体と外部とのマクロな関係性を表す。なかでもIIが重要なメゾ的な視点であり、集落内の各種組織、制度、グループが相互関係性を持って活動していることを示す。行政区の自治会、農家・畜産家・水利組合の集まり、入会地などの草原管理、葬式組などの互助組織のような10~20の地域組織が集落にはあり、住民が相互に役を担いあっている。IIIはミクロな個人の社会ネットワークを示す。このような重層的な社会ネットワークが、レイヤーを超えて協働しているところに農村共同体の特徴がある。地域における強制的な関係性に組み入れられることは都市住民が最も嫌う傾向があるが、後でみるようにこのような濃いネットワークが、地域資源を守る主体として集落で行動できる社会関係資本の源泉である。

② 図2.5-IVは、日常的なルーチンとして内在する共同活動が、非常時にはアセットとして機能する様子をモデルで表している。災害などの非常時に助け合いや、危機を乗り越えるレジリエンスに、平時の社会関係資本が移行する仕組みを示している。

制度/機関的な組み込みと相互的なダイナミクスとプロセス（行動）から見たコミュニティの重層的モデル

(Wilhelm/Manzenreiter・ヴィルヘルム/マンツェンライター)

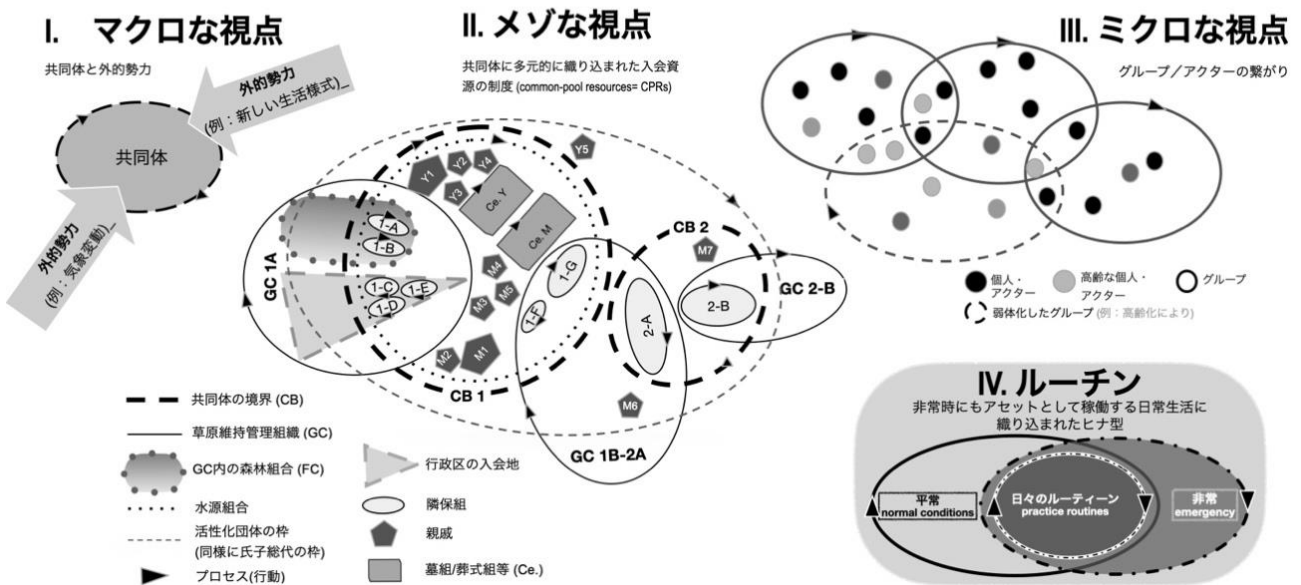


図2.5 基礎自治体から集落内組織、そして個人のネットワーク

③このようなコミュニティ活動が生きている阿蘇には、中世から続く草原・馬牛の飼育や、それに関わる伝統武術がいまも息づいている。たとえば流鏝馬（やぶさめ）は、熊本市水前寺出水神社や玉名市梅林天満宮の祭礼など他地域の伝統行事にも文化的サービスとしてその技を提供し、地域文化の伝統継承を下支えしている。このことは阿蘇地域のローカル・プライドにも結びついている（文化資本）。

④は、草原の新たなステークホルダーとして、環境省が取り組んでいるトレッキングやハイキング道（九州自然歩道・みちのく潮風トレイル）の維持管理業務のようなものを、地元の制度（入会権）を尊重しつつ、新たな牧道としても使える遊歩道に整備できないものか。その維持管理の担い手としては、障害者支援をしている遊歩NPOを育成するなど、省庁の境界を越えた取り組みは可能性がある。農水では「農福連携」というが「環福連携」である。

⑤草原・牧野の利用と管理状況

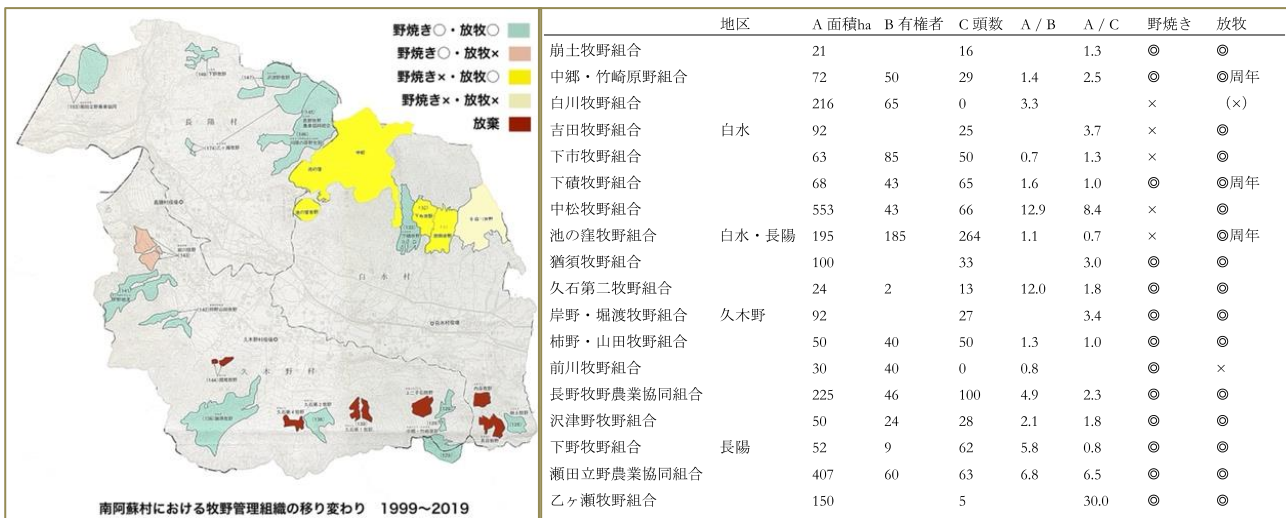
阿蘇地域の草原は、入会地を持つ各集落が、熊本や福岡からのボランティアの支援も得ながら管理保全活動をすることで維持されている。つまり入会地は、地域の暮らしと生業の重層的な関係の中で、歴史的に形成されてきた「内発的資源管理システム」の一つである。草原管理組織の多くは牧野組合であるが、農業協同組合法に定められた組織や、ムラが所有する財産区として法人化したものなど多様な形態がある。

阿蘇地域全体における畜産業は、豊富な牧草と放牧地という恵まれた地域資源を持ち、畜産にとって有利な条件であるが、現在は草刈りの手間や、牧野での飼育管理をコストと捉え、主に畜舎で育てる飼育法が広まった。また平場の田で栽培される飼料用イネなどが用いられ、わざわざ山の草原で草刈りをする事は減ってきた。確かに牛の健康や幸せ、飼料コストから、夏場、あるいは周年放牧する畜産家もいるが、かつてのような牧野の利用状況にはない。阿蘇の畜産の歴史は、役牛や役馬の生産から、乳牛に転換したものの経営に大失敗し、その後、肉牛のあか牛を繁殖させたり肥育したりする畜産へと変わってきた。熊本県が推奨する「くまもとあか牛」は育てやすいものの、その販売価格は黒牛に及ばなかった。しかし近年、あか牛ブランドが広まってきたことで牛肉としての価格も上がってきている。仔牛の繁殖農家は2021年ころから販売価格が上昇し、飼育頭数を増やす傾向も見られ始めた。だが、畜産農家数自体は減少している。

具体的に南阿蘇村における草原・牧野の利用・管理状況を見てみると（図2.6、表2.1参照）、2016年の熊本地震を機に、野焼きを中止した牧野が旧白水村に目立つ。その理由として、牧野の傾斜度が厳しい、牧道が地震で破損し使えない、数少ない有畜農家だけでは管理しきれない、H28年に野焼きで死亡事故があったことから慎重である、等が挙げられた。草原保全の担い手については、活動者は60歳以上が6割以上と高齢者人材で支えられており、担い手不足が課題である。

図2.6 南阿蘇村の牧野の管理状況

表2.1 南阿蘇村の牧野の利用状況



南阿蘇村の牧野の利用状況として、牧野管理組織の活動停止（放棄）は、有畜農家数の減少から旧久木野村に集中している。だが外からの移住者は増加を続けている。地震による被害が大きかった旧長陽村では、できる範囲で継続している。放牧も行っていない地区は、主に南阿蘇村の東西の端に見られる。一部ではあるが、ゴルフ場など商業施設に牧野を貸している集落は、賃料収入が入り潤沢な地域活動財源を得ている。白川牧野では、牛の頭数が比較的多い隣接する吉田地区の畜産農家に、有料で牧野を使わせている。2020年度現在で、一年を通しての放牧は、旧白水村の下積（45.9%）、中郷竹崎（48.3%）、池ノ窪（6.3%）の3牧野のみ行われている。頭数は全体の半分以下である。特に白川地区では草原の維持が困難となっており、再開に向けて熊本県阿蘇地域振興局と協議が行われた。南郷谷と呼ばれる南阿蘇村方面は、北の阿蘇谷と比較して、黒牛の割合が低く、あか牛が多く飼育されている。

阿蘇全体の野焼きについては、およそ160の牧野組合などと地域住民、そして野焼きボランティアが実動部隊として草原保全に取り組んでいる。最新の熊本県の調査によると2016年の熊本地震以降、地割れや道の損壊で野焼きが出来ない地域が1000ヘクタール以上発生したが、2021年度は1万5887ヘクタールと地震発生前とほぼ同じ水準にまで回復した。この復興には、日本中央競馬会（JRA）の支援事業を活用した復旧工事の進捗と、野焼きボランティアによる活動の下支えが効いている。このことから、地震により深刻な課題を抱えたものの、適切な投資が行われれば持続可能性の回復が可能であることが証明された。

制度面から牧野を見ると、阿蘇地域の「牧野規約」は昭和40年代に制定されたものが多い。当時の農業の構造改革（機械化、後にリゾート開発、役牛の肉牛化など）で規約改正の必要性が生じたと考えられる。慣行的な入会の利用ルールには、近代的な制度と前近代的なもの（例えばダワリなど）が混在しており、フォーマル（文書化された法則など）以外にインフォーマルなルールが多くみられる。南阿蘇村の牧野については調査から、（1）久木野地区においては移住者の流入により牧野維持組織を支える地元制度（ローカル・ルール）が薄れて行き、組織の崩壊へ繋がった。（2）白水地区は村内で最も農業が盛んな地域であるが、入会に関して集落の共有財産を「総有」として守るという伝統的価値観に対して、肉体的にも厳しい作業負担や野焼きで焼死するような危険まで負って集落で草原を保全する必要はないという主張が現れ、草原管理活動がいったん停止した。しかし近隣が野焼きを続ける中で再開が検討された（3）熊本地震による被害が最も大きかった長陽地区では、被災中に生れた強い連携や入会地からの収益性が、伝統的な入会地の維持管理に繋がっている。モジュール化された入会地の管理は、地域それぞれのローカルルールで運用される自由度を持つ。併せて近隣の入会地モジュールの動向も常に参照されており、阿蘇地域全体の草原を守ろうというベクトルは揺らぎつつも、それぞれのやり方で堅持されている（攪乱吸収力）。

入会地の集落が、草原管理を主体的に担う内発的システムは、効率的であるとともに、住民の地域循環共生を実践した生き方を評価することにもなる。草原が存在することによる利益は自然生態系の保全だけではなく、国立公園として国民が自然に触れる機会を提供するなどの多面的な効用がある。しかし草原保全の負担を阿蘇地域の集落だけに苦役として強いるのではなく、受益者である国民全体がフリーライダーとならずに応分のコスト負担をとる仕組みや、管理作業の効率化・省力化の技術向上、そして恒久防火帯として使える牧野の管理道路整備への公共投資が求められる。

管理道路としておよそ草原1haあたり1～3kmほどの牧道が必要である。その概算工事費として下関牧野を一事例として見積もると、延長100m、幅2.5mのコンクリート舗装工事をした場合、凡そ2,449千円である。原材料提供による地元民の協力を得ると、さらに低廉な価格で実現できると思われる。

（3）集落におけるローカルルールの形成

このような草原管理や集落運営に関わる地域力が生まれる源泉や仕組みを、ローカルルールの形成、すなわち自治力と捉える。西原村の道路品評会や南阿蘇村の水源地管理を事例として、持続可能な地域循環共生圏づくりや文化的景観の保全の観点を中心に、地域マネジメントにおけるローカルルール形成の意味について考察した。

具体的には、景域における実地踏査、コミュニティマネジメントに関するヒアリング調査を行い、

公共空間の設えとローカルルールとの関係性や、文化的景観の維持要因を分析した。たとえば西原村は、阿蘇圏内でも新住民の定着率が高い大都市近郊農村である。地域の区役として行っている道路清掃活動（道草切り）を、春秋の年2回、全村を挙げて43集落、約1500戸が参加して、106キロメートルの村道の道路清掃を行う。これは「道路品評会」と呼ばれ、戦後からずっと続く、地域住民による道路管理の品質を競い合うイベントである。道路品評会では審査委員たちによる厳格な採点がなされ、集落ごとにその出来具合がランキングされる。道草切りの後は、住民が楽しみにしている交流会（飲み方）が実施され、地域の紐帯を高めることに役立っている。区役としての「道草切り」－「道路品評会」の役割は、①地区が単体で道草切りをするのではなく、西原村の全地区を一律のルールで、相互評価（グッドプラクティスの共有）することにより、美しい村づくりと、西原村全体の連帯感を高めている。②道路清掃の度に飲み方が行われ、地区の自然環境や社会環境を自分たちで確認することで、地区内の社会関係資本が高まる。「日常－非日常」を繋ぐローカルルールを見つめ直すと、持続可能性や、地区内交流（共同）、そして地区間連携（協働）が重層的な地域組織の中で生きていることが分かる。

ローカルルールの形成と、レジリエンスや創造的復興、そして社会関係資本の関わりを考察する中で、集落運営には共同性や愛着を強化する制度的な仕掛けが重要であると分かった。区役としての共同活動を通して、集落内に「結合型社会関係資本(bonding)」が生まれ、また集落外部とのネットワークを生かした「橋渡し型社会関係資本(bridging)」も豊かになっていることが参与観察から確認された。

これまで論じてきたように阿蘇地域が地域循環共生圏であるためには、住民の共同活動は欠くことのできない要素であり、その実効性は集落自体が持つローカルルールの形成力と強く関係している。自助、共助、公助をバランス良く発揮させるためには、住民は自分が暮らす地域空間に対する愛郷心だけではなく、「市民」としての権利と義務を了解し、地域に対する誇りや責任をもって関わっていかうという「シビックプライド(civic pride)」の醸成が、日々の暮らしに埋め込まれ、それが自己組織化していくという仕掛けが効果的な社会秩序の形成につながっている。都市的生活や近代的価値観では、とかく個人の自由拡大が求められがちであるが、個人の存在が地域の中で承認され、循環型の環境が実現されるためには、共同性や愛着を基盤とする地域社会の存在と、個人の社会に対する健全な認識の関係性が重要である。

阿蘇地域においては、古来より湧水が生活用水として使われ、農業・林業・牧畜業などを生業にしてきたが、近年少子高齢化や熊本地震などにより、生活文化、伝統的な設え、ひいては文化的景観が損なわれる事例も認められる。それに伴い、地域マネジメントの拠り所となる集落運営の知恵や、ローカルルール（自治の基盤）も弱体化していると考えられる。図2.7に見られるように、集落人口が小さく、高齢化が著しく進んだ集落はその持続性が危惧される。他方で新興住民の移住で、若い世代がたくさんいる集落もある。集落における社会関係資本と、集落を越えた基礎自治体内における社会関係資本の重層性を生かした連携策が必要性を増している。

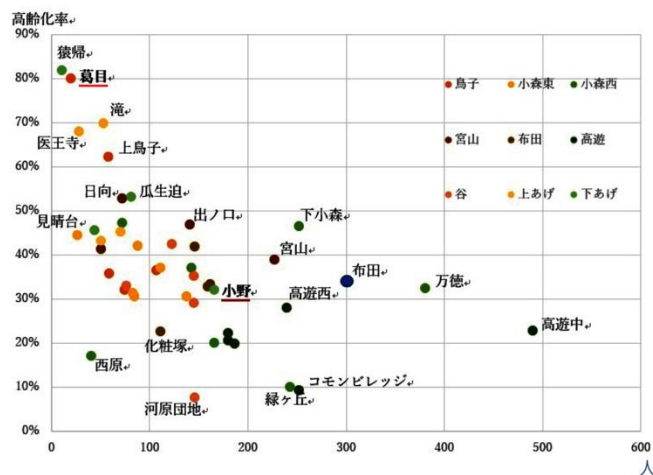


図2.7 西原村道路品評会における地区および道路清掃の担い手の特徴

研究の結果、地域風土に根差した景域管理システムやローカルルールには、地域集落ごとに大きな違いが認められた。また、コモンズとしての文化的景観保全や、自治を基盤とした地域文化の再構築が、これと関係していることがわかってきた。持続可能な集落マネジメントやコモンズ運営には、ローカルルールが形成される場、そして実践される場として、図2.8のように共につくる、土地や水に奉仕する (stewardship) などの単純な住民による共同作業の時間共有が必須な要件である。

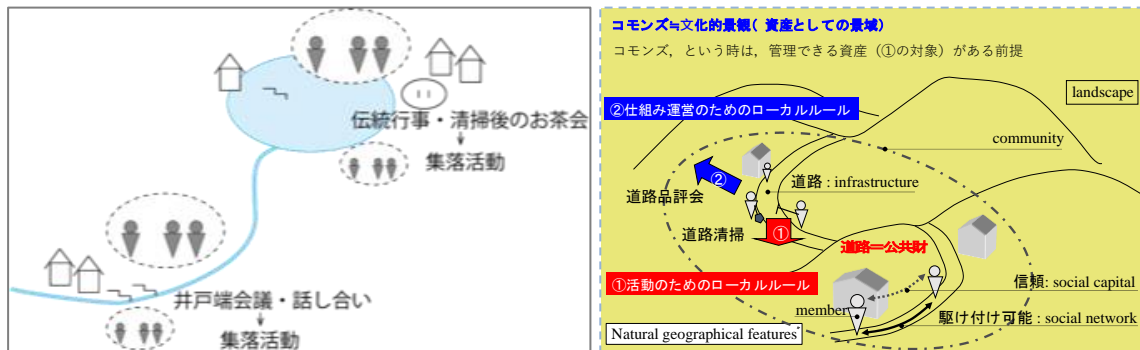


図2.8 ローカルルールが形成され、機能する場のモデル

(4) 創造的復興におけるガバナンス

研究では、災害時でも「自立分散型のコミュニティ」が形成されていた地区を対象に「災害復興」と「レジリエンス」をキーワードにしながら、①コミュニティのレジリエンスに関する要素、②災害復興地の時間軸に沿ったオーラルヒストリー、③住民ベースの創造的復興におけるガバナンス、④旧住民と移住者の協働と摩擦について聞き取りや文献調査をした。

集落が危難に直面したときの対応や復興について、熊本地震（2016年）の際に自主避難所を立ち上げて運営し、住民主体による復旧活動が行われた南阿蘇村川後田地区と加勢地区、西原村の布田地区、大切畑地区の4集落を調査した。住民への聞き取り調査から、危難時における地域の自主的な活動が可能であった背景には、日常的な暮らしにおける協働や地域行事のつながり、過去の被災体験、幼馴染などの旧知の関係などで重層的に社会関係資本が醸成されて、災害時においてそのような集落内の関係性の力が発揮されたと考える。

たとえば川後田地区では、行政の支援を待たず速やかに自分たちで集落内に避難所を開設し運営し、地震で落ちた屋根瓦の代わりにブルーシートを葺く作業を集落の住民総出で行った。大切畑地区では、地震で倒壊し家の下敷きになった人の救出を、住民達がすぐに駆けつけ屋根をチェーンソーで切り開いて救出した。また県道に繋がる崩落した集落内道路を、農業機械を使って応急復旧するなど、集落による共助活動がすぐに起動した。

しかし震災後4年経った時点で、加勢地区では地域組織の改編や災害公営住宅の新設が行われ、新住民が流入する変化が起きている。いま新たな住民を加えた集落としての関係性構築が課題となっている。川後田地区は年間行事も多く、住民同士の繋がりが強い反面、よそ者が参入しにくい状況もある。家長である高齢男性達の強い内部結束力は、結合型社会関係資本として地域活動を円滑に駆動させている。しかし、移住者や嫁世代は地域の行事にほとんど参加していない。次世代へ結束力を引き継ぐ仕掛けとして、女性の参画を進めることが有効と考えられる。川後田地区では、こうした地域のレジリエンスを育む年間を通した様々な地区行事の開催（表2.2）において、婦人会など女性の参画が大きく寄与している。特に震災に対して自立的な対応をした地区では、制度的には既存の婦人会組織が消滅していても、女性による独自の運営の仕組みを継続させていた。また、川後田地区は入会地をゴルフ場に貸し出して収益を得ることで、潤沢な自治会財源を得て、地区行事を継続する資源に充ててきた。コミュニティガバナンスの観点からは、入会地からの集落収益の確保ができることや、地区行事への女性たちの参画促進ができると優位であった。

またレジリエンスの観点で阿蘇地域全体をみると、熊本地震の際に阿蘇の交通は道路や橋、鉄道が崩壊し半ば途絶しかけたが、集落の暮らし自体は数週間、食料や水を自給し、助け合っていく能力をも

っていた。熊本市などの都市住民が避難所で無力な避難民化する脆弱性を見せた一方で、阿蘇地域では農的な生業が生存に必要な水や食料を常に備蓄し、人を孤立させない社会関係資本が自立分散型の社会基盤となっていた。簡単な生活道路の補修や食糧の確保、屋根の修理などを共助により助け合い、畜舎が壊れた牛のための飲み水は軽トラに農業用タンクを積んで川に汲みに行くなど、地域資源と持てる技を動員して対処するレヴィ=ストロースの言うブリコラージュ（あるものを寄せ集めて作る）といったレジリエンスの力を発揮した。

人と人の関係性の濃い集落は、社会関係資本も強く、復旧も円滑に進んでいる傾向が見られる。災害などの緊急対応に期待できる集落でのつながりは、平時に構築されるものである。しかし、それは非常時に使えるということを想定してつながりが作られているわけではなく、日常における自治会活動や地区行事などを通して蓄積されている社会関係資本であり、それが災厄に対する集落のレジリエンスの基盤となっている。「へこたれない力」であるレジリエンスには、集落の力を高めていくエンパワーメントが関わってくる。集落機能を応援することは、創造的復興に繋がる重要な政策的方向性であると考ええる。

表2.2 南阿蘇村川後田地区の集落活動概要と年間行事計画

| 組織他 | 内容 |
|---------|--|
| 集落組織 | 自治会（4班：本村、迎、大坪・田の口、新道）、婦人部、老人会、子供会 |
| 葬式組 | 2組：「上」・・・本村、迎、「下」・・・大坪・田の口、新道 |
| 地蔵の管理 | 上の地蔵：昔からの家のみ、下の地蔵：震災を契機に組を再編（新規参加者） |
| 寄回数（年間） | 自治会（総会1回、あとは随時）、婦人部：2回、老人会：毎月10日 |
| 区費（年間） | 区費なし。消防団費2000円／年。収益の大半は、ゴルフ場に貸している入会地。 |
| 区役供出金 | 原野関係のみ（出不足金 1回3,000円） |
| 入会地の管理 | 穴ヶ迫（3地区で共有、ゴルフ場が使用）、城成（6地区で共有、5地区で管理中） 全世帯に原野の権利あり。草刈りと管理のみ。有畜農家が1軒あるが放牧なし。 |

| 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|----------------------|-------------------------------------|-----|----|----------------|----|-----|---------------------|----------------------|-------------|------|-----|
| どんどや もぐら打ち 年賀会 | おこもり（彼 岸） 地蔵祭り 野焼き 区の総会 | お花見 | | 美化作業 田植えあがり | | 夏祭り | 災害記念農 休日 美化作業 | おこもり （彼岸） わち切り | 秋祭り わち焼き | 美化作業 | 忘年会 |

(5) 結論

草原保全などの地域資源保全分野の課題や、災害からの創造的復興には、「集落」コミュニティがいかに効率的に機能できるかが重要な観点である。集落では、構成員である個人が隣保組や縁戚関係などで互いにつながりあい、個人間のネットワークを形成している。そして日常の互酬的な行動や地域資源管理活動、祭礼等をとおして信頼と集落に固有な文化が育まれ、集落内組織のネットワークの中に社会関係資本が蓄積されていく。この社会関係資本は、地域の生業と呼応して地域の自然資源を守り、道路や水路を自律的に管理し、一旦災害が起これば助け合いがなされる社会基盤である。さらにそのような集落が地理的歴史的に近隣と集落間のネットワークを形成し、道路や水路や山野の管理、農林業、地域経済等を連携する広域調整を行う。広域圏は旧村単位や、合併市町村単位から、さらに郡市単位へとネットワークの重層性を拡張していく。公共政策としては、平時から集落コミュニティの内発的資源管理システムが、活発に地域循環共生圏の形成に寄与していることを、積極的に評価していくことが有効である。とりわけ阿蘇地域では、経済的取引による「営利行為」だけではなく、輪地切りや野焼き、道路清掃などへの住民やボランティアによる無償の公益活動、「非営利行為」が果たしている役割が大きい。

政策介入は、できるだけ小規模な集落単位への介入が有効である。また住民がともに共同活動することを事業の中に埋め込んだスキームが好成績である。オストラムらのコモンズ研究も、草原でも魚場でも湧水地でも、遠い政府が管理するよりも、身近な住民らによる管理が政策的に有効であることを明らかにした。阿蘇の地域集落単位による草原管理が営々と成功してきた理由の一つは、この特性を踏ま

えた制度化がなされていたからである。主体である集落住民を抜きに、入会地や集落の合併などのアイデアを外部から仕掛けても、この「地域で守る」という価値観に根ざしたシステムを壊してしまう恐れがある。すなわち集落機能のエンパワーメントの支援は、基礎自治体や大字単位などの広域組織ではなく、阿蘇での草原保全活動の主体であり当事者である住民の自治組織、集落を基盤とすべきである。

また創造的復興に関しては、人々にとっての復興は、インフラの整備だけにとどまらず、社会的な日々の生活を取り戻すことを含む。身体的な健康を増進し、幸福感を増大させるソーシャル・ネットワークを如何に支援し、再起動することができるかが重要である。

草原保全を持続化させる公共政策として、次の4項目を提言する。

- 1 (草原保全政策の明確化) 国として草原(原野)の価値を明確化し、国の政策の対象として計画へ明示的に位置付ける。第5次環境基本計画である地域循環共生圏構想には、「森林」だけで「草原」という文言は全く出てこない。また草原保全森林環境税・森林環境譲与税のような、総合的に草原保全に取り組むための財政制度の整備が待たれる。
- 2 (コミュニティ機能の強化) 草原維持の担い手である「集落」機能の維持・強化のため施策を整備する。農水省の直接支払い制度のような集落機能強化制度の創設が望まれる。
- 3 (草原管理の省力化対策) 担い手が減少する中では、作業の省力化や安全の確保のための次の投資が必要である。
 - ①恒久防火帯の設置、②草原(原野)アクセス道路整備へ投資、③小規模樹林地の伐採許可、④保安林の林相転換、⑤飛び火などによる山火事事故賠償保険制度
- 4 (草木資源の利用促進) プラスチックに代わる材料としての草木の利活用促進。牧草や萱の屋根材への利活用促進

5. 研究目標の達成状況

サブテーマ2では、人の関係性に着目し、集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法を提案することを目的として取り組んだ。「集落」「コミュニティ」がキーワードであること、そしてコミュニティ・レジリエンス・プログラムとして、生態系と人の暮らしの調和を追求することの重要性を示した。コロナ禍の発生で、住民に集まっていたことが難しくなったが、計画中断しない工夫をして研究を継続した。

研究目標に掲げた個々の目標については、以下とおりの計画目標を達成した。

- 1) 社会関係資本の調査分析と新たなコモンズ保全モデルの研究については、阿蘇市や南阿蘇村、西原村の集落住民に対して調査票方式による悉皆調査を行い、それぞれの集落の社会関係資本の状況について詳しい分析を行った。またそれを熊本市など他地域と比較し、阿蘇の集落住民に共有されている地域資源への思いや関わりについて特性が抽出できた。牧野管理の状況については、各牧野の管理組織・行政区役員などとの情報交換や、通年をとおした草原保全活動に参加観察して、現状と課題の分析を行った。これから集落のエンパワーメント政策の提言が導き出された。
- 2) 地域循環共生圏の形成研究については、集落の水源や村道の清掃活動、草原の輪地切りや野焼きなど地域資源を守る住民の共同活動について参加観察し、ローカルルールを自ら作り実践していく集落単位の内発的な資源管理システムの有効性が確認された。
- 3) コミュニティのレジリエンスの要素分析と創造的復興におけるガバナンス研究については、熊本地震で被災した地域の研究から、地域集落のレジリエンスを高める方策について提言した。

6. 引用文献

- 1) Walker, B., & Salt, D. (2012) Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island press.

II-3 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

岩手大学農学部

原科幸爾

山本信次

伊藤幸男

高野涼（令和1～令和2年度）

渡部優（令和3年度）

琉球大学農学部

松本一穂

<研究協力者>

里山エナジー株式会社 大津愛梨

紫波グリーンエネルギー株式会社 山口勝洋

[要旨]

本研究は、プロジェクト全体の目標である「阿蘇における地域循環共生圏の構築と創造的復興の統合提案」のうち、木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の構築を目指すものである。本研究では、木質バイオマスを中心とした資源利用と里地里山再生の視点から重層的な地域循環共生圏の具体像を示すために、1) 地域住民を中心とした地産地消型再エネ利用モデルの提示、2) 木質バイオマスの利用が防災力向上や多面的な付加価値（食料、資材、観光資源）を誘発する里地・里山モデルの提示、3) 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明の3点を目的とした。

設定した目的において、下記の通り達成することができた。1) 木質バイオマス関係主体へのヒアリングから、阿蘇地域における木質バイオマス原料供給体形成のためのレバレッジ・ポイントを特定し、未利用材調達を地域住民の「雇用」「地域防災力向上」に“価値転換”する仕組みを提示することができた。2) 阿蘇の様々な地表面における水源涵養・防災力機能を調査するとともに、立木ポイントデータを用いた間伐シミュレーションを行うことで、木質バイオマスの利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する効果を定量的に示すことができた。3) 阿蘇地域における木質バイオマスの流通を近隣都市圏も含め調べることで、燃料形態別に木質バイオマスからみた地域循環共生圏の圏域単体を明らかにした。また、薪や木質チップの潜在的な需要を踏まえた木質バイオマスフローを検討することで、将来的な地域循環共生圏の成立圏域についても考察を行うことができた。

1. 研究開発目的

本研究では木質バイオマスを中心とした資源利用と里地里山再生の視点から重層的な地域循環共生圏の具体像を示すために、1) 地域住民を中心とした事業体の形成および地産地消型再エネ利用モデルの提示と事業化、2) 木質バイオマスの利用が防災力向上や多面的な付加価値（食料、資材、観光資源）を誘発する里地・里山モデルの提示、3) 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明の3点を目的とする。なお、2019年度から研究協力者（大津愛梨）が予定していた温泉施設への小規模熱供給事業が実施されなかった。そのため1)については、事業体の形成や事業化ではなく、地産地消型再エネ利用モデルの提示とその基盤となるコミュニティ形成の考察を目的とした。

2. 研究目標

木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の具体像として、森林資源利用ゾーニングを示し、その時の利用可能量や創出される付加価値を示し、圏域の重層性や空間単位を提示する。

3. 研究開発内容

3. 1. 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明

1) 既存の地理情報の整理と地理情報システムの構築 対象地である阿蘇地域（当面は阿蘇カルデラ内）における森林簿や地形（標高、傾斜、斜面方向）、林道、各種規制等の既存の地理情報の整理とデータベース化を行い、地理情報システムを構築した。

2) 木質バイオマス資源賦存量と利用可能量の評価 1) の結果をもとに、集材コストと各種規制等を踏まえた上での集材可能範囲の特定と木質バイオマス資源賦存量と利用可能量の評価を行った。

3) 対象地における熱需要の把握 特に熱需要の大きそうな公共施設や観光施設、各種事業所を中心にヒアリングによる調査を行った。いくつかの地区をサンプリングし、薪利用世帯調査を行うことで、薪の潜在需要を推定した。

4) 資源調達範囲からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明 燃料形態ごとに地域循環共生圏の圏域単体を明らかにする。都市圏に比べ熱需要分布が疎な地域においては、木質バイオマス利用成立可否の判断にあたり空間的な圏域が重要な論点となる。阿蘇地域における木質バイオマスのフローを燃料形態別に明らかにすることで、適切な地域循環共生圏の圏域単体を解明した。

5) 都市も含めたより広域的かつ重層的な圏域の構築の検討 上記を踏まえて、阿蘇カルデラ内だけでなく、熊本市や福岡市も含めた都市圏との資源・資金・人材の交流・連携を通じた重層的な圏域の構築について検討した。

3. 2. 森林管理および人材育成に関する検討

6) 木質バイオマスに着目した地域循環共生圏構築のためのコミュニティ基盤に関する調査・考察 ここでは、地域循環共生圏の考え方に基づく広域的なネットワーク（人材や資金）による連携を念頭に、表3.1に示す林業関係主体にヒアリングを行うことで、地域に存在する既存ネットワークを活かしたバイオマス利用のコミュニティ基盤について考察した。

表3.1 ヒアリングを実施した阿蘇地域の森林管理主体

| 区分 | 管理主体名 |
|--------------|---------------------------|
| 行政（市町村） | 阿蘇地域振興局、小国町、高森町、南小国町、南阿蘇村 |
| 森林組合 | 阿蘇森林組合、小国森林組合 |
| 林業事業体 | 梅本林業、今村林業 |
| 木質バイオマス加工事業体 | 大仁産業、河津製材所 |
| NPO法人 | ふるさと創生、九州バイオマスフォーラム |
| 移住者 | 吉田俊朗氏 |

3. 3. 木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルの提示

7) 阿蘇の森林の水源涵養・防災力機能の評価手法の開発 森林の水源涵養・防災機能を評価する手段としては、流域の河川流出量の解析に基づく検討が一般的である。しかし、この方法では流域内に存在する個々の森林の効果を評価することは困難である。そのため、本研究では表面流出の発生頻度や流出量の平準化を特徴づける要因である土壌の透水性と保水性を様々な植生間で比較することで、植生の違いや人工林の間伐が山地斜面の水源涵養・防災機能に及ぼす影響について検討した。調査は熊本県阿蘇

市の14地点と南阿蘇村の11地点において行った。各地点では毎木調査により林分状況を把握するとともに、土壌を採取し、定水位法による透水試験および吸引法・加圧板法による保水性試験を実施し、土壌中の非毛管孔隙率と毛管粗孔隙率*を求めた。また、簡易動的コーン貫入試験器を用いて表層土層厚と深さ毎の土壌硬度を計測した（図3.1）。



図3.1 （左から）現場での土壌採取、定水位法による透水試験、加圧板法による保水性試験、簡易貫入試験器を用いた土壌深調査の様子

8) 森林管理による森林の水源涵養・防災力機能の発現シナリオの検討 当プロジェクトテーマ1サブテーマ2のグループより貸与を受けた、ステレオ画像解析より抽出した立木ポイントデータを活用し、森林区画ごとに立木密度を計算するとともに、森林簿データと照合することで間伐遅れ林分を抽出した。6)を踏まえて、木質バイオマス利用によりこれらの林分で間伐が推進したシナリオを想定し、地域の水源涵養・防災力機能がどの程度発現するかを検討した。

9) 木質バイオマス利用のためのゾーニング 1)で作成した情報に基づき、木質バイオマスの利用シナリオとして、広葉樹林の薪炭林としての活用、保安林等の林相転換による広葉樹林化、土砂災害による被害軽減を意図した灌木林や草地等への土地利用転換を想定し、それぞれのシナリオごとに条件を踏まえて抽出した民有林をGIS上で図示した。

10) 木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルの提示

7)～9)を踏まえ、地域住民が主体となった木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルを考察した。

4. 結果及び考察

4. 1. 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明

4. 1. 1. 木質バイオマス資源賦存量と利用可能量の評価

図3.2に、間伐により木質バイオマスの供給が期待できる森林を図示した。抽出条件は、阿蘇地域の森林のうち、林種が人工林で、保安林や国立公園に該当せず、平均傾斜が30°未満で、かつ林道から100m以内に位置する森林とした。面積にして21,887ha、年間の成長量にして445,881m³の森林が、木質バイオマスの供給源となる森林として考えられる（表3.2）。

図3.3は、阿蘇地域7市町村の木質バイオマスの供給可能量を推計した結果である。間伐推進ゾーンの森林の年成長量に、最大利用率として80%を乗じ、さらに伐採量に占めるバイオマス比率として50%を乗じることで算出している。南小国町、小国町、阿蘇市、高森町では木質バイオマスとして年間最大5000m³が利用可能である一方で、西原村や南阿蘇村、産山村では利用可能な資源量は少ないことがわかった（図3.3）。

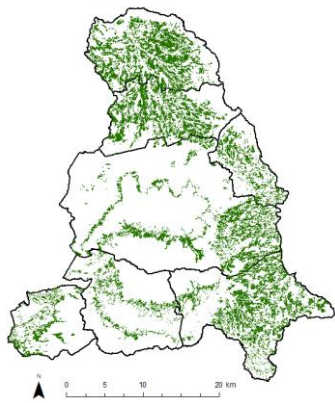
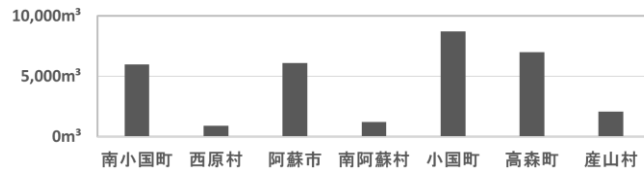


図3.2 間伐推進ゾーン

表3.2 間伐推進ゾーンの成長量

| | 面積 (ha) | | 蓄積 (m ³) | | 生長量 (m ³) | |
|------------|---------|--------|----------------------|--------|-----------------------|--------|
| スギ | 19,509 | (89%) | 10,764,125 | (93%) | 407,039 | (91%) |
| ヒノキ | 2,272 | (10%) | 742,988 | (6%) | 38,162 | (9%) |
| マツ | 106 | (0%) | 27,151 | (0%) | 604 | (0%) |
| その他 針葉樹 | 1 | (0%) | 60 | (0%) | 76 | (0%) |
| 総計 | 21,887 | (100%) | 11,534,324 | (100%) | 445,881 | (100%) |

図3.3 間伐推進ゾーン由来の木質バイオマス生産量



4. 1. 2. 阿蘇地域における木質バイオマスの潜在熱需要量調査

1) 阿蘇7市町村のエネルギー消費量推計

阿蘇7市町村のエネルギー消費量を推計するために、まず、資源エネルギー庁「都道府県別エネルギー消費統計」より、熊本県の宿泊業・飲食サービス業における石油製品の消費量を把握した。次に熊本県の「県民経済計算」および「市町村県民経済計算」から、宿泊業・飲食サービス業における県全体に占める各市町村の域内総生産額の割合を把握し、そして域内総生産額の割合をもとに石油製品消費量を按分することで、各市町村の宿泊業・飲食サービス業のエネルギー消費量を推計した（表3.3）。使用データには熊本地震の影響を考慮し2015年のものを使用した。

各市町村の潜在熱需要量が、各市町村の森林（図3.2の間伐推進ゾーン）に年間生長量に占める割合は、7市町村平均で20%前後であり、南阿蘇村で特に高い（74%）ものの、資源量的には、木質バイオマスで潜在熱需要を賄い得ることがわかった。

表3.3 宿泊業・飲食サービス業のエネルギー消費量推計：スギ原木換算（m³）

| 2015年 | スギ原木 (m ³) | | | 合計 | 年間生長量* 占める割合 |
|-------|------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| | 軽質油 | 重質油 代替分 | LPG 代替分 | | |
| 熊本県 | - | 120,234 | 127,337 | 247,571 | - |
| 小国町 | - | 1,483 | 1,570 | 3,052 | 7% |
| 南小国町 | - | 3,202 | 3,388 | 6,590 | 22% |
| 阿蘇市 | - | 4,290 | 4,551 | 8,841 | 29% |
| 南阿蘇村 | - | 2,132 | 2,259 | 4,390 | 74% |
| 高森町 | - | 509 | 542 | 1,051 | 3% |
| 産山村 | - | 149 | 158 | 307 | 3% |
| 西原村 | - | 342 | 361 | 703 | 16% |
| 7市町村計 | - | 12,115 | 12,829 | 24,943 | 16% |
| 3市町村計 | - | 6,930 | 7,352 | 14,282 | 21% |

2) 木質バイオマス熱需要アンケート調査結果

木質バイオマス熱需要のアンケート調査を行い、15の宿泊施設から回答を得ることができた。重油を使用している施設（6件）において、その消費量を減らしたい施設は約33%、現状維持と答えた施設は約47%であった（図3.4左図）。消費量を減らしたい理由として、費用削減のため（2件）、環境のため（1件）、熱源機メンテナンス省略のため（1件）が挙げられた。LPGを使用している施設（15件）において、その消費量を減らしたい施設は約20%、現状維持と答えた施設は約73%、増やしたい施設は7%であった。消費量を減らしたい理由として、環境のため（1件）、現状維持の理由として、設備投資後間もないため（1件）、増やしたい理由として、メンテナンスが容易なため（1件）があった（図3.4右図）。

現在、木質バイオマス燃料として利用している施設は5件あり、そのうち薪が約33%、木質チップが0%、木質ペレットが0%であった。5件の施設における薪の調達方法は、伐採を含めた自己調達が2件、知人等から譲り受けが1件、自己調達と譲り受けが1件、購入が1件であり、購入による調達は少ないのが現状であった。薪の消費量の増加を考えている施設は1件（暖炉増設のため）であり、その他は現状維持であった。木質チップおよびペレットを燃料として導入予定の施設は1件もなく、その解答理由も得ることができなかった。木質バイオマス燃料として普及させるには、導入メリットの周知の段階から十分な対応が必要な状況にあることがわかった。

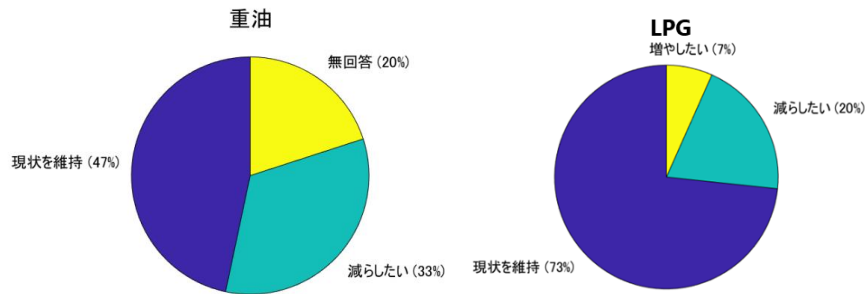


図3.4 宿泊施設において現在使用している燃料の今後の消費量の見込み (N=15)

4. 1. 3. 薪からみた地域循環共生圏

(1) 一般財団法人学び舎の里 (小国町) における地域循環共生圏モデル

小国町の学び舎の里では、木の駅プロジェクトを通じて、地域住民の手で町内から原料を調達している。その後の加工と燃料消費を1施設で完結させている (図3.5)。学び舎の里では、当初原料投入の労省力化の観点からチップ利用も検討したが、あえて手間はかかるものの加工が容易で加工施設の初期投資が小さい「薪」を選択した。1市町村・1施設で循環圏域を完結させることに成功した事例として捉えることができる。

(2) NPO法人九州バイオマスフォーラム (阿蘇市) における地域循環共生圏モデル

市場を通じた薪流通の実態把握のため、阿蘇市にある NPO 法人九州バイオマスフォーラムへのヒアリングを行った。九州バイオマスフォーラムでは、薪ストーブユーザーに向けた薪の生産および販売を行っており、薪の販売量は年間400m³(うち針葉樹：広葉樹=1：1)である。原木の集荷圏は基本的には阿蘇市内であり、薪の売り先は熊本県内が 7~8 割、そのうち半分は阿蘇市と南阿蘇村が占める。北九州エリアに2~3割であった。同じ「薪」であっても、小国町は異なり、近隣1、2市町村+都市圏を含む広域で圏域を形成している点に特徴があった (図3.6)。



図3.5 一般財団法人学び舎の里 (小国町) における地域循環共生圏モデル

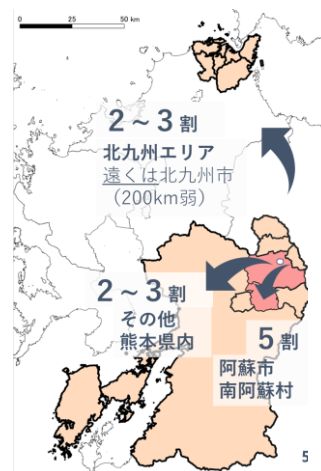


図3.6 NPO法人九州バイオマスフォーラム (阿蘇市) における地域循環共生圏モデル (小国町) における地域循環共生圏モデル

(3) 世帯における薪利用 (南阿蘇村、高森町)

薪利用の実態把握のため行った薪利用世帯 (薪ストーブ利用率) 調査の結果、南阿蘇村では約400t、高森町では約80tの需要が推定された。先述したバイオマスフォーラムの流通量と比べてもわかるよう

に、薪の需要量は少なくないことがわかった。また、移住者はかなりの割合（約7割）で薪ストーブを使用していることもわかり、今後の需要増に期待できる。薪は、ほとんどのケースで自己調達であったが、薪炭林ゾーニングの成長量からみれば、今後南阿蘇村で供給不足となる可能性もあり、将来的には高森町からの供給連携の必要も考えられる。

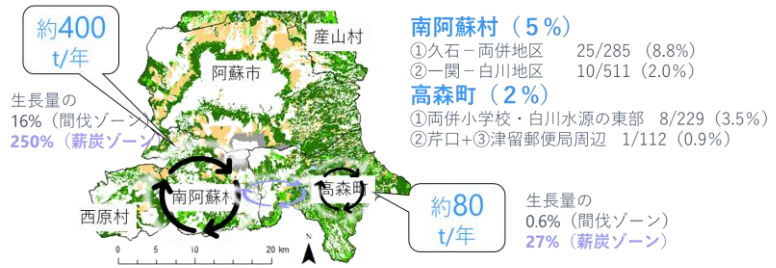


図3.7 薪利用世帯調査の結果

4. 1. 4. 木質チップからみた地域循環共生圏

(1) 小国郷における地域循環共生圏モデル

南小国町に位置する土木・産廃業を行う大仁産業では、小型のガス化CHPによる発電事業を行うために、木質チップの製造を行っている。原木は阿蘇森林組合南小国所・小国町森林組合から購入している。CHPによる発電では年間400トンのチップを消費するとともに、周辺の熱需要施設へのチップ供給も行っている（南小国町の交流促進センターへ80t/年、小国町の公立病院・老健施設に500t/年、老人ホームへ40t/年）。小国郷では、隣接する2市町村間で需要と供給を補完することで、木質チップの地域循環共生圏が形成されていることがわかった。

小国郷における木質チップ流通過程を調査する中で、地域循環共生圏の成立には、社会的背景も欠かせないこともわかった。図3.8に小国郷におけるチップフローを図示した。小国町では2013年に環境モデル都市に選定され、取り組みの一環として公立病院・老健施設（2016）チップボイラを設置した。南小国町でも（2017）二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金で、温泉施設にボイラを設置した。一方、南小国町の大仁産業では、FITを契機として小型ガス化CHPによるバイオマス発電を前提としたチップ製造を開始した。小国町で政策的に実施した先進的な取り組みに、南小国町の民間業者が対応することで、2市町村連携による圏域が形成されたといえる。

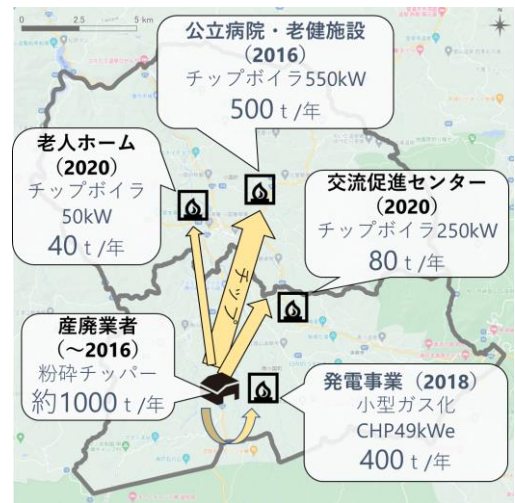


図3.8 小国郷の地域循環共生圏

(2) 木質チップからみた地域循環共生圏の必要最小圏域スケール

木質バイオマスの面的利用¹⁾の概念を援用し、阿蘇地域における木質チップの将来フローを考察した。この概念は、隣接市町村も含めた利用圏域の形成することで、木質バイオマスの必要需給量を確保しようとするものである。

需給量確保に必要な圏域の観点から、木質チップからみた地域循環共生圏の圏域スケールを明らかにした。具体的には、旧市町村を1ユニットと定義した場合に、面的利用圏域成立に必要な最小圏域スケール（構成ユニット数）をシミュレーションで解明した。圏域の成立要件は、各ユニットにおいて未利用材買取価格以下で収穫可能なバイオマスの総供給量が各ユニットの総需要量を上回ることおよび、各ユニットの総需要量で決定される木質チップ製造単価が木質チップ買取価格を下回ることの2点である。解析に用いた各ユニットの木質バイオマス潜在需給量は、

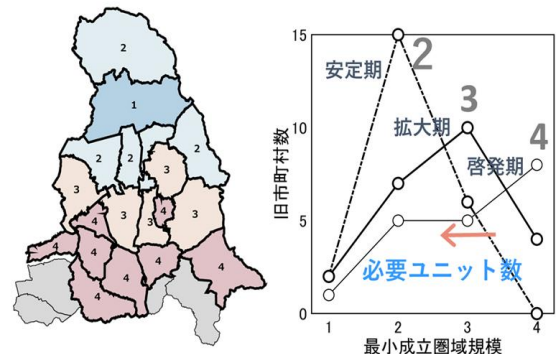


図3.9 木質チップからみた地域循環共生圏の必要最小圏域スケール

4. 1. 1とよび4. 1. 2の成果を利用した。図3.9左図は、需要啓発期（潜在熱需要量の最大25%まで木質チップの需要が存在すると仮定）において、各ユニットでのチップ利用成立に必要な圏域スケールを図示したものである。例えば、旧南小国村（現在の南小国町）は単独で成立する一方、旧北小国町（現在の小国町）での成立には、最低でも自身を含め2ユニットでの圏域形成が必要になる。需要啓発期（潜在需要の～25%）では、圏域形成には複数ユニットが必須であることや、3～4ユニットで成立するユニットが半数以上であることがわかった。図3.9右図に、熱需要シナリオ別の必要最小圏域スケールの分布を示す。需要拡大～安定期（潜在熱需要量の50%～75%）に移行するにつれ、必要最小圏域スケールのピークは4から2へ減少した。需要が少ない時期では、4など比較的多いユニット数での圏域形成が必要であるが、将来的に需要が増加すれば、2、3ユニットという小さいユニット数でのチップ利用圏の成立が期待できる。

4. 1. 5. 木質ペレットからみた地域循環共生圏

南小国町の河津製材所では、主に内装材の製造を行っており、製材過程で発生する鉋屑（200t/年）のうち100tを利用してペレット製造とその販売を行っている。小国杉の丸太を原木として購入している（2000～3000m³/年）。同製材所はペレットストーブ代理店でもあり、これまで約150台のストーブを販売している。販路としては70台～80台が小国郷であり、残り半分が熊本県、大分県南部、福岡県八女や久留米など、製材所から半径50～60km圏域で販売している。遠方の顧客にはメンテナンスに合わせ1年分の燃料の配達も行っている。1件あたりのペレット消費量は500kg～1t/シーズンである。

ペレット製造の契機は、日本製のストーブの存在に興味を持ったことにあり、内装材の製造工程で、ペレットの原料となる乾燥した鉋屑が大量に出ることも好条件となっている。ペレット販売需要の半分を都市圏で賄っていることは興味深く、遠方の顧客への宅配サービスなど、かさ密度が高く輸送コストに優れるペレットの特性を活かした地域循環共生圏を形成している例として捉えることができる。

4. 1. 6. 燃料形態別の地域循環共生圏の圏域スケール

図3.10に、燃料形態別に地域循環共生圏の圏域スケールをまとめた。阿蘇地域では、薪は単一市町村スケールと都市圏を含むスケールの2つがあった。木質チップは隣接市町村のスケールであり、木質ペレットは隣接市町村から都市圏を含むスケールで圏域が形成されていた。ヒアリングから、福岡都市圏などでも高品質な薪への需要があることがわかった。このことから都市圏も含めた需給圏域を形成することで需要確保が期待できる。木質バイオマスからみた地域循環共生圏の形成・普及にあたっては、「燃料形態」「圏域スケール」別の成立事例の整理が重要と考えられる。

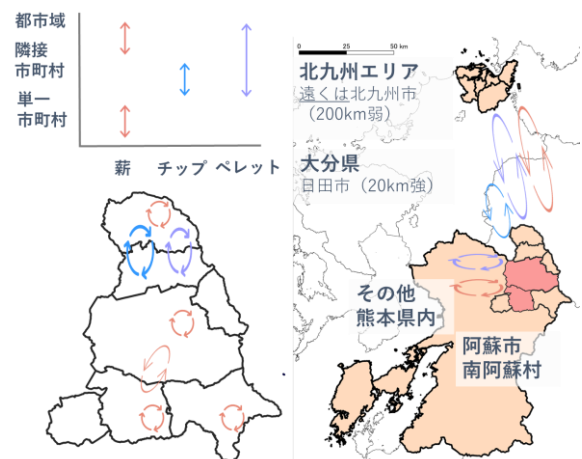


図3.10 燃料形態別の地域循環共生圏のスケール

4. 2. 森林管理および人材育成に関する検討

4. 2. 1. 阿蘇地域における木質バイオマス原料供給体形成のためのレバレッジ・ポイント

森林・木質バイオマスからみた地域循環共生圏形成のためのレバレッジ・ポイントを特定するために、原料供給セクター（以下の（1）～（3））にヒアリングを行った結果、下記のことがわかった。結果として、未利用材供給に関しては、労働力・収益の観点から積極関与が厳しい。一方で、収入機会を求める移住者と、移住者と林業を接続するネットワークが阿蘇地域に存在することが分かった。

（1）森林組合：阿蘇森林組合、小国森林組合

阿蘇森林組合では、大分県日田市にある日本フォレスト（株）に対し、約5000t/年（当該組合における全生産量の約2割）の木質バイオマス供給を行っていた（図3.11）。丸太のうち、用材として利用しない末端部や、傷や腐れで用材とならない材を木質バイオマスとして供給していた。木質バイオマス

の買取価格は、近隣の市場相場でトンあたり5,000～6,000円であるが、日本フォレストに直送すれば輸送費はかかるが7500円であり価格競争力を有する。

一方で小国森林組合では、傷などのあるC、D級材を木質バイオマスとして扱っていた。原木市場に集積したチップ材は、県内の木材加工事業体であり木質チップ生産も行う松本木材が買取りを行うとともに、大分県日田市の日本フォレストへ7000円/m³で直送を行っていた。小国町内で木質チップ生産を行う大仁産業とは、買取価格が折り合わなかったため（大仁産業の希望取引価格は6000円/m³）、取引はごく少量にとどまっている。

阿蘇地域内への木質バイオマス供給に関して、伝統的な森林資源供給体である両組合が共通して問題視するのは「費用（収益）」と「労働力不足」の2点である。「事業は今の状況で1、2年待ちを余儀なくされている」ため、バイオマスを収穫するための余剰労働力の確保が難しい。また「山に残されている木質バイオマスを出すとと言われてもそちらのほうに費用がかかり過ぎ」「用材に比べ収益は少ない」ために「木質バイオマスを収穫する現場作業者の賃金こそ払えるが、山主への還元がない状態」であり、「積極的な収穫の動機づけにはならない」とのことである。「町内で木質バイオマスが循環する必要性は理解」しているが「伐採してもチップにはなるが、収益につながらないとすると事業としては厳しい」とのことであった。

（2）林業事業体：梅本林業

梅本林業は、阿蘇市一の宮萩の草所在の造林・保育を中心とした林業事業体である。代表の梅本氏は後述するNPO法人ふるさと創生の役員でもあるため、森林経営計画をNPO法人ふるさと創生が作成し、梅本林業が実際の施業を行う体制を確立している。梅本林業の構成員は5名で、その他、刈り払いの資格（安全講習の受講）を持つ移住者のアルバイトを常時4～5名雇用している。雇用している移住者のほとんどは農業との兼業をしている。梅本林業でのアルバイト雇用を希望する移住者は多いが、労働安全への意識の観点から選抜を行い、実際に雇用するのは5名から10名の間となっている。採用に至るには、正社員の判断や国有林の事業を受託する関係上、資格の有無が重視される。

阿蘇地域には多数の移住者がおり、その多くは農業を志すが、農業で生活するには、土地の確保等の点でハードルが高い。そのためアルバイトとして日当が稼げる林業に関心を持つ移住者が多く、梅本林業ではそのような移住者を雇用している。東北大震災のあった2011年の頃から、阿蘇地域への移住者が増え、移住者の中には農業で生計を立てることを志向するも収入面で行き詰る者が多くいた。そのような移住者の一人に梅本氏が林業での日雇いの話をしたところ、雇用を希望する移住者が続出し、現在でも多くの移住者を日雇いで雇用している。移住者の日雇い労働者には、始めに植林、獣害対策、下刈り、除伐作業を担当させ、中でも長期間勤め技術を身に着けた者には間伐までカバーさせている。使用する機械は、刈払い機、チェーンソー、林内作業車、バックホウ（レンタル）のみである。

阿蘇市一宮萩の草に事務所を設けた際に、萩の草の共有林の手入れの依頼を受けたことを契機に、これまでの下請けによる事業形態から営業による事業形態に変化した。その中で、竹林や灌木が侵入した森林や風害林、路網整備が困難な森林の整備など、森林経営計画が策定できない森林を管理する必要性が生じ、森林・山村多面的機能発揮対策交付金を活用した整備を行っている。

（3）林業に従事する移住者：吉田俊郎氏

吉田氏は、NPO法人南阿蘇トラジション・タウンの活動をする傍らで、主に林業で生計を立てている。南阿蘇村に移住する以前に林業経験はなかったものの、地元の林業関係者が植林作業のアルバイトとして移住者を集めたことを契機に、林業に関わることとなった。現在は主に、梅本林業にて植栽や下刈り、間伐のアルバイトの依頼を受けている他、外輪山の登山道の草刈を請け負っている。梅本林業での雇用形態は日雇いであるが、働く日は比較的自由に決められ、週3、4日から大体月の半分の日数で就業している。収入の多寡については、稼ぎは少ないものの支出も必要最低限にすることで生活は十分にできて



図3.11 阿蘇森林組合東部貯木場
注) 日本フォレストに供給する木質バイオマスが積み上げられている

いるとのことだった。なお吉田氏は、9年前からオフグリッドの生活を実践しており、2kWの太陽光発電により生活に必要な電力は賅われている。また、暖房や給湯は基本的に薪を活用しており、自家用の米を1反の田んぼで生産されている。移住者で林業アルバイトに従事する者の中には、農業や内装業等と兼業する者もいる。

4. 2. 2. 阿蘇地域における森林管理主体-移住者ネットワーク

阿蘇地域では、間伐を推進する取り組みを進める中で、担い手不足が指摘されていた。林業の担い手も高齢化し、就業した人も3年以内に辞める人も多く定着率も低い。そこで平成28年より、先進的な取り組みとして、担い手対策を検討するための協議会（阿蘇地域林業担い手対策協議会）を設置している。協議会のメンバーは、管内の各市町村と事業体（森林組合および民間の事業体）で構成されている。林業担い手間の情報交換の場（「あその山モン座談会」）を定期的に設け、移住者として林業アルバイトに従事する者も含め、多様な林業関係者のコミュニティの場となっている。その他、高校生向けのガイダンス、技術と安全性の向上を目的とした伐木チャンピオンシップなどの、技術向上や情報交換の呼びかけを行っている。好評を得ている事業の一つに「トライアル雇用」がある。これは就業希望者に事業体で3日間インターンシップしてもらい取り組みである。受け入れ事業体に費用補助も行っている。特に令和2年度は、受け入れ者のうち7名中7名が実際に林業に就業しており、阿蘇地域内外からの担い手確保への貢献は大きい。

特徴的な活動を行う構成メンバーの一つに、NPO法人ふるさと創生がある。森林組合がカバーできない小規模所有林等の施業計画の作成を行うとともに、その作業を林業事業体等に委託している。ふるさと創生の仕事のみ受注しているのは10人前後である。委託者は、株式会社から様々な事情の個人（森林組合の仕事の空き時間を活用したい人、1日3～4時間だけ働きたい人）まで幅広い。植栽の場合、1本いくらかで払えるため、アルバイトを求めて来る人もいる。協議会構成メンバーには、先述したような移住者をアルバイトとして雇用する林業事業体も存在する。このように、森林組合から移住者まで含めたコミュニティが阿蘇地域には存在し、林業に関連する情報が一元的に集まる下地ができていることは、将来的な木質バイオマス原料の供給体制を検討していくうえで重要な要素となっている。

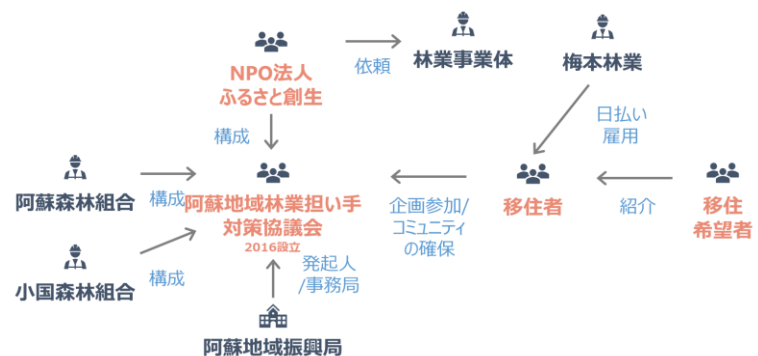


図3.12 阿蘇地域林業担い手対策協議会を中心とした林業関係主体間ネットワーク

4. 2. 3. 人工植栽による草原から森林への土地利用転換の実態

管理放棄された草原が森林化する経路には、天然更新と人工更新がある。前者の場合、草原近隣の森林から種子供給を受ける必要があるため、距離的な制約が存在する。後者の場合、植栽樹種（耐火性広葉樹、針葉樹）の選択が可能である。現在一部の草原で、耐火性樹種（クヌギ）への転換が試験的に実施されているが、その他の樹種の場合、草原の火入れ上のリスクとなる恐れがある（天然更新も同様）。このような中、人工林への植栽が積極的に選択された事例として、根子岳東部山麓（高森町）の牧野がある（図3.13）。当該牧野を管理する洗川（そそがわ）牧野組合は、これまで広大な面積の野焼きを請け負っていたが、大規模な火事を起こして以来、野焼きに対してリスクを感じていた。そのう



図3.13 根子岳東部山麓の管理放棄草原
注) 図左下の斜面にスギが植栽されている

え、集落の高齢化も進んでいたことから、野焼きによる草原管理を断念し、森林へ転換することを決定した。現在の草原を放置し藪と化すよりは、資産形成が期待できる人工林への転換の方が良いと判断し、森林整備センターとの分収契約（80年契約）で森林として管理することとなった。

植栽樹種は基本的には針葉樹であり、植栽から保育まで森林整備センターが担当する。さらに、保安林指定されると固定資産税の減免など税制上の優遇が得られる。国や県が支援している保安林の広葉樹林化にも支援はあるが、再造林地である必要など採択に難があるため、実施は見送られたそうである。

クヌギなどの堅果類の種子散布は重力散布によるため、阿蘇のように草原が卓越している場所においては、これらの広葉樹の天然更新は林縁部周辺でしか生じない。そのため、現在も進行している森林化は人工植栽が主な要因となっていると考えられる。そこで、高森町を対象に、現在の保安林のかつての植生区分の傾向を調べた。人工林の保安林（2019年時点）と、1988年時点の植生区分を重ね合わせ、保安林の図郭に含まれる植生カテゴリの面積を集計した（図3.14）。「ネザサーススキ群落」が、「スギ・ヒノキ植林」に次いで多い結果となり、「かつての草原が（保安林指定を受け）森林化する」という実態を裏付ける一つの定量的根拠とも捉えられる。

阿蘇地域においては、地下水涵養量確保、文化的景観、草原をベースとした生物多様性等を総合すると、草原を維持することが土地管理の上で望ましいと考えられるが、調査の結果、資産形成や保安林制度の観点から、管理が困難になった草原が針葉樹人工林に積極的に転換されているインセンティブになっている可能性が示唆された。草原の森林化の進行を鈍化させるには、森林化の内実（天然更新（藪化）、人工植栽）に応じたそれぞれの対応が必要である。地元住民が人工林化を選択する現状を踏まえると、森林化の抑制は簡単ではない。保安林の解除は、現時点では制度上困難なため、一度、非耐火性の林分の保安林に指定されてしまうと、その後長期間にわたり輪地切りの作業が必要となり、火入れによる草原の維持の労力上の障壁となる。現在の保安林のうち、輪地切りを要するものは耐火性樹種に積極転換を検討することや、今後、草原を森林化する際には耐火性樹種の植栽にインセンティブが付与される制度作りが望ましい。木質バイオマス需要を地元で創出することは、一度火の入った樹木であっても経済的価値の担保につながり、住民が広葉樹林化を選択する動機となることが期待できる。

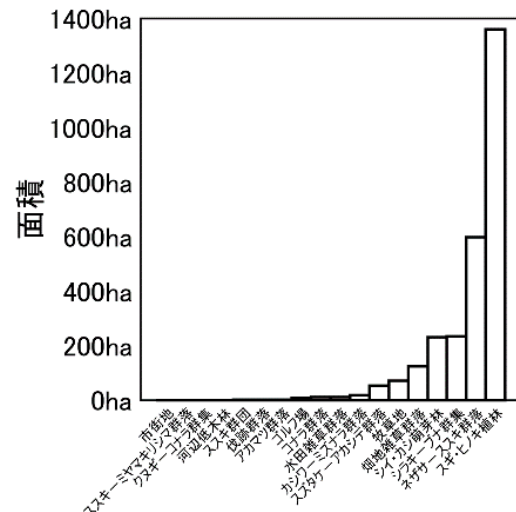


図3.14 現在の保安林のかつての植生区分

4. 3. 木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルの提示

4. 3. 1. 阿蘇の様々な植生における水源涵養・防災力機能

(1) 土壌の透水性

飽和透水係数は多くの地点が40mm/h以上であり、非常に激しい雨でない限りはホートン型地表流が発生しないことが分かった。また、飽和透水係数の違いは土壌中の非毛管孔隙率*によって指数関数的に説明された。しかし、中央火口丘上や外輪山上の稜線部（風衝地）では同じ非毛管孔隙率でも他の立地と比較して飽和透水係数が著しく低い値（20mm/h以下）を示した（図3.15）。これはやや強い程度の雨であっても降水強度が土壌の浸透能を上回り、ホートン型地表流が発生するレベルである。地表流は表面浸食を通じて山腹崩壊や土石流の誘因となるため、阿蘇ではこのような場所の防災対策がとくに重要であると考えられる。また、稜線部では草原よりも森林のほうが土壌の透水性が高く、森林がある程度の防災機能を発揮することが示唆された。一方、通常の斜面部では草原と森林が隣接した場所での調査を行うことができなかつたため、森林と草原の違いについてはさらなる検証が必要である。人工林について

ては間伐の有無によって立木密度に大きな違いがみられ、立木密度が1500本/ha以上の過密林分では土壌の透水性が低下するという特徴がみられた。このほか、土壌の飽和透水係数は全間隙率と土壌硬度（N値）の間にそれぞれ正、負の相関関係を示し、これらの指標による土壌の透水性の簡易的な推定も可能であることが示唆された（稜線部を除く）。

（2）土壌の保水性

本研究の各調査地では土壌の保水性を表わす毛管粗孔隙率*と飽和透水係数の間に明瞭な関係はみられなかった（図3.15）。土壌の保水性の評価は透水性で代替される場合も多いが²⁾、阿蘇地域の黒ボク土に関しては保水性と透水性はリンクしておらず、透水性とは独立して評価する必要があることが分かった。また、稜線部に特異的な特徴も保水性においては見られなかった。ただし、稜線部では透水性と同様に、草原よりも森林のほうが土壌の保水性が高かった。保水性と立木密度の関係は全調査地の値に対しては不明瞭であったものの、同じ地域内の森林間では負の相関関係がみられた。この関係から1haあたり100本間伐する毎に毛管粗孔隙率は0.2~0.7%増大することが示唆された（図3.15）。土壌の保水性が向上すると、降雨による河川流量の急激な増加が抑制されるとともに、土壌中の貯留水が徐々に流下することで無降雨時の渇水も起こりにくくなる。そのため、人工林の間伐は土壌の保水性の向上を介して山地斜面の防災・水源涵養機能を高める効果があることが示唆された。

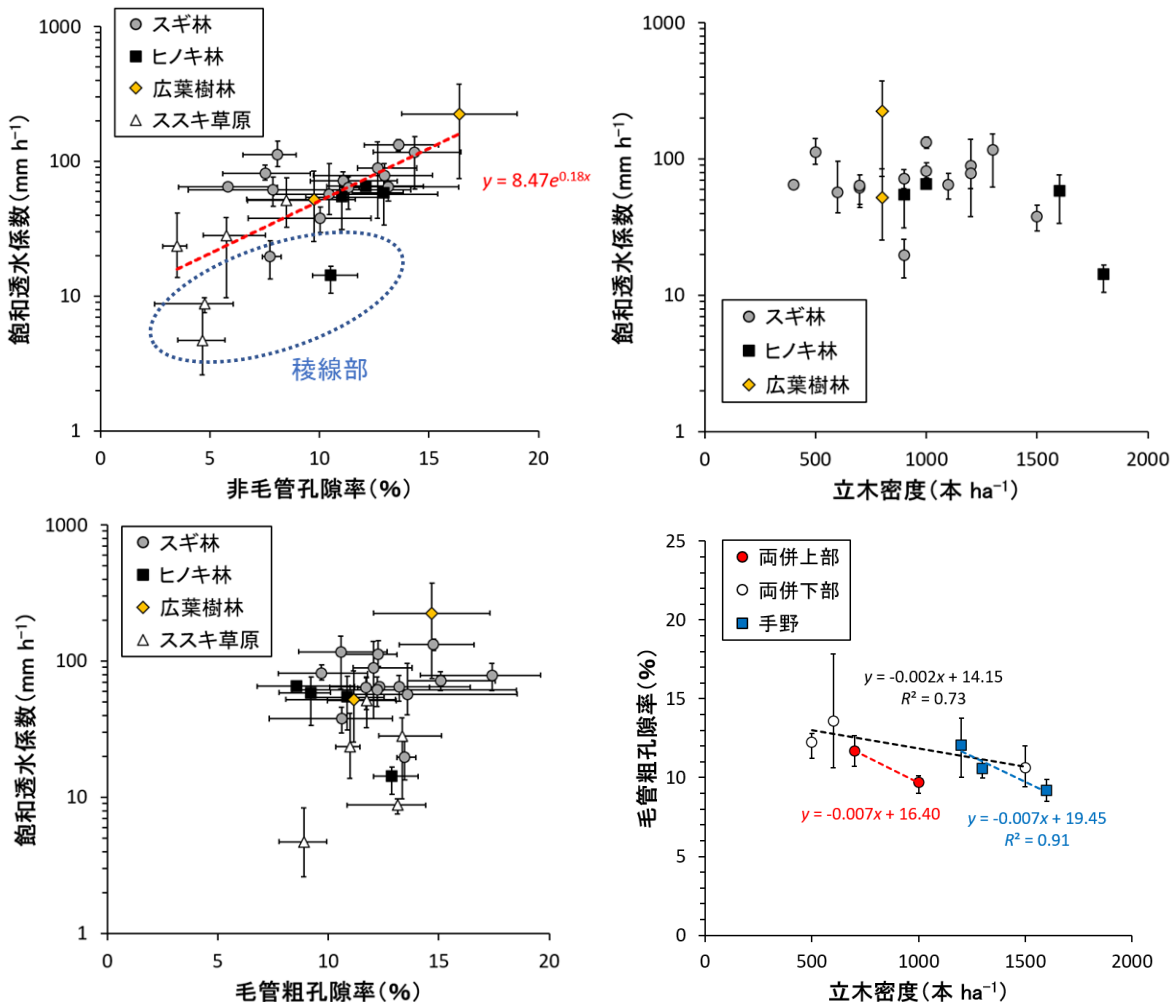


図3.15 （左上）飽和透水係数と非毛管孔隙率の関係．（右上）飽和透水係数と立木密度の関係．（左下）飽和透水係数と毛管粗孔隙率の関係．（右下）3地域における毛管粗孔隙率と立木密度の関係（スギ・ヒノキ林）．

（3）その他の機能

表層土層厚は調査地によって大きく異なり、0.9~3.8m（平均2.3m）であった。スギの一般的な根の最

大到達深は約2.5mとされている⁴⁾。そのため、阿蘇地域では多くの場所では、スギを成長させることで根系により表層土壌を緊縛し、表層崩壊を防止する機能を発揮させることが可能であることが示唆された。また、阿蘇のカルデラ内には斜面下部に多くの人工林が広がっており、間伐を推進して大径木化を促すことで、上流部からの立木や土砂を捕捉し、下流域の被害を軽減する効果も期待できると考えられた。

*土壌中の孔隙は大きいものから非毛管孔隙，毛管粗孔隙，毛管細孔隙に分類される。非毛管孔隙中の水は重力によって速やかに移動するため，直接流出（洪水流出）成分になりやすい。毛管粗孔隙中の水は毛管力によって一旦孔隙中に保持され，土壌中の圧力勾配に従ってゆっくり流下するため，基底流出成分になりやすい。そのため，毛管粗孔隙が多い土壌ほど保水性が高い。毛管細孔隙中の水は強い毛管力によって土粒子に吸着し，流出成分としては殆ど寄与しないとされている³⁾。

4. 3. 3. 木質バイオマス利用が誘発する森林整備推進による地域防災力の向上

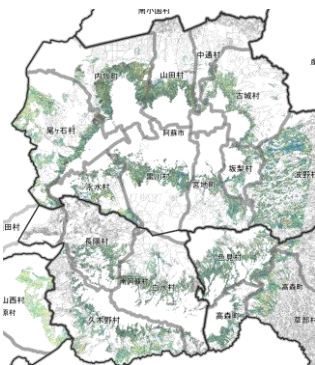


図3.16 立木ポイントデータ（注）データが存在する施業班のみ着色してある

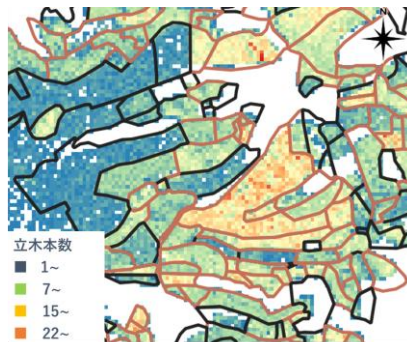


図3.17 立木密度と間伐遅れ林分（注）立木密度は10mメッシュ単位で計算し，施業班単位で平均値を算出した。間伐遅れの施業班を赤枠で表示している

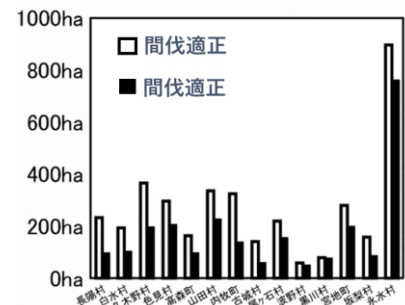


図3.18 間伐適正度別の林分面積（注）データが存在する施業班のみ着色してある

木質バイオマス需要が地元で創出されることで、地域の未利用材収穫のために、間伐遅れ林分の整備が進み、森林の水源涵養機能が向上することが期待できる。このように、木質バイオマス利用が誘発する森林整備推進による地域防災力の向上効果を定量評価するために、テーマ1-2より提供された立木ポイントデータを活用することで間伐遅れ林分を抽出した（図3.17）。14の旧市町村ごとに、立木ポイントデータが取得できた施業班を対象に、間伐適正および間伐遅れ林分の面積を集計した（図3.18）。この結果、14旧市町村における間伐遅れ林分の総面積は、2,413haにのぼることがわかった。

これらの林分における間伐推進による保水性向上効果の面的評価を行った。4. 3. 1の成果より、ある程度成熟した人工林で間伐遅れが適正化されることにより、毛管粗孔隙率が3.47%増加することがわかっている。平均表層土層厚を調査地平均値2.3mと仮定すれば、保水可能量の増分（毛管粗孔隙の総体積）の増分は、単位面積あたり $\{(1m \times 1m) \times 2.3m\} \times 3.47/100 = 0.08m^3/m^2 = 800m^3/ha = 80万\ell/ha$ と試算できる。従って、木質バイオマス利用の推進により間伐が進むことで、14旧市町村において、最大 $800m^3/ha \times 2413ha = 1,930,400m^3$ の保水力の向上効果が期待できると考えられる。

4. 3. 4. 木質バイオマス利用ゾーニング

木質バイオマスの供給シナリオごとにゾーニングを行った。まず、草地の維持（輪地切りの省力化）を念頭に置き、草地に囲まれた小規模樹林地の抽出を行った（図3.19）。抽出された林分は、かけられている制限の有無に応じて、普通林は「草原への土地利用転換」、制限林（主に保安林）は「耐火性樹種の広葉樹への樹種転換」が想定される。クヌギはシイタケ原木としても活用できる。

また、シイタケ原木生産林としての活用も期待できる広葉樹の薪炭林の抽出も行った（図3.21）。抽出条件は、平均傾斜 < 30°、非制限林（普通林）、林道から100m以内、樹種：広葉樹（クヌギなど）である。これらの林分では、短期伐採（萌芽更新）の施業を行うことで、ナラ枯れ対策とともに、重量

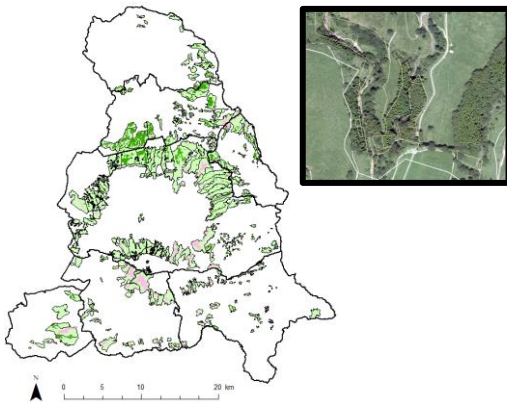


図3.19 草原に囲まれた森林
注) 普通林は緑に、制限林はピンクに着目してある



図3.20 土砂災害危険箇所
所に立地する民有林

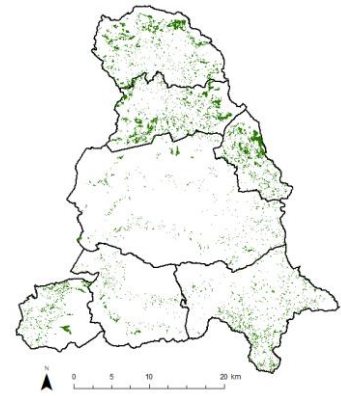


図3.21 広葉樹林の薪炭林

物の除去と根系の保存による防災効果が期待できる。また成長量で見れば、7市町村合計でクヌギ林が8,789m³/年、その他広葉樹が10,297m³/年、総計19,086m³/年(×0.68t/m³=12,966t/年)であった。南阿蘇村の薪の推定需要量が、約400t/年であったことから、薪利用にとっては少なからぬ賦存量があることがわかった。また、南阿蘇村を対象に土砂災害危険箇所に立地する民有林を抽出した(図3.20)。民家上部などの災害の危険度の高い場所(斜面崩壊時)においては、「土地利用転換(草地、灌木)」してバイオマス利用対象とするか、安全性を踏まえて慎重な検討が必要である。なお、間伐により木質バイオマスの供給が期待できる森林(間伐推進ゾーン)のゾーニングも行ったが、その詳細は4.1.1.で述べた通りである。

4.3.5. 木質バイオマス利用によるレジリエンスの向上

災害対応でみると避難所での薪の備蓄と薪ストーブの設置なども進めていくべきと考えられる。実際に、熊本県大津町(まち)では、「おおづ森の守り人」という森林ボランティアグループが町内の避難所に薪を備蓄して、熊本地震の際に燃料として活用した事例もある(図3.22)。また、先述した小国町の木魂館では、薪で沸かした風呂を避難者に無料開放することで、非常時における地域福祉の向上に貢献している。このような事例を、各避難所で一般的な取り組みとすることは災害時の対応力を向上させることにつながるものと考えられる。



大津町中央公園に備蓄された薪

薪を活用した炊き出し

図3.22 「おおづ森の守り人」の活動

4.3.6. 木質バイオマス利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する里地里山再生モデルの提示

阿蘇地域における木質バイオマスによる地域循環共生圏の現況を調査した結果、将来的な圏域構成のレバレッジ・ポイントは、循環の起点となる原料供給にあると考えられる。未利用材を調達する作業を、林業事業者の「負担」ではなく、地域住民の「雇用」、地域の「防災力向上」に“価値転換”する仕組みが必要である。ここでは、阿蘇地域で既に実現されている下記の4点を組み合わせた、地域循環共生圏を形成する仕組みを提案する。

- ① 小国町で実施されている木の駅プロジェクトをベースにした住民参加型のバイオマス原料集積拠点をつくる。原料となるC、D材を軽トラック等に積み込み、運搬する作業のみであれば、収入機会を求める移住者にとって比較的参加しやすい形態になると考えられる。集積した原料は、将来的に様々な燃料形態(薪、チップ、ペレット)へ加工可能とすることで、地域で木質バイオマス加工拠点・事業を導入する際のポジティブな検討材料になることが期待できる。
- ② 木の駅プロジェクトで懸念されるのが、原料供給適地の確保やそのマッチング、原料収穫のための伐採・集材工程での生産技術的課題である。この点に関し、阿蘇の林業担い手対策協議会が主体となって構築している林業関係主体ネットワークが対応できる可能性がある。当協議会には、

実際に森林施業を行う森林組合や林業事業体が参加しているため、施業後に林地残材が発生する現場の情報を一元化できる可能性がある。また、協議会構成メンバーであるNPO法人では、計画した施業を林業事業体や一人親方に委託する体制を採用しているが、これを木質バイオマス原料調達工程（①）に応用できる余地がある。具体的には、施業現場の情報（どこに林地残材がどのくらい発生しそうか）と集積希望者の情報（誰がいつ頃対応可能か）を突合せることで、円滑な原料調達ができる可能性がある。

③ 理想的には、森林・山村多面的機能發揮

対策交付金等を活用しつつ、間伐遅れ林分から積極的に木質バイオマス原料を調達できれば、地域の防災力を向上させるうえで望ましい。木質バイオマス原料調達にあたっては、伐倒から道端までの集材の工程を誰が担うかが課題となる。これらの工程は一般のアルバイトのみで完結するのは技術的に難しい部分もある。通常の出材収穫過程で、木質バイオマス収穫工程をどこまで行うのか、あるいは林業アルバイトの技術的講習の内容など、林業関係主体ネットワークを中心にした検討ができることが望ましい。

④ 流通させる木質バイオマス燃料形態としては、加工が容易で、アルバイト等の形態での雇用創出効果の高い薪から開始するのが良いと思われる。薪は公共空間に備蓄することで、被災時の炊き出しのエネルギー源として活用した実例もあり、個人宅でも備蓄することで、被災時の暖房・給湯・炊事に利用することができる（小さな避難所）。阿蘇地域は標高が高く、九州でも寒冷的な地域である。薪需要調査の結果からも特に移住者は薪利用を選好する傾向があったため、調達や補助の面から薪が気軽に利用できる環境ができれば、地域の魅力の一つになり得る。アンケート調査では、木質チップ・ペレット熱源の導入希望は少なかったが、薪利用が地域で普及・定着し、原料供給体制が整備されることで木質チップやペレットの普及に展開していく可能性もある。

以上のように、木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の基盤を支える階層的なコミュニティ・ネットワーク（図3.24）を確保することで、物質的なフローとしての地域循環共生圏の形成が期待できる。

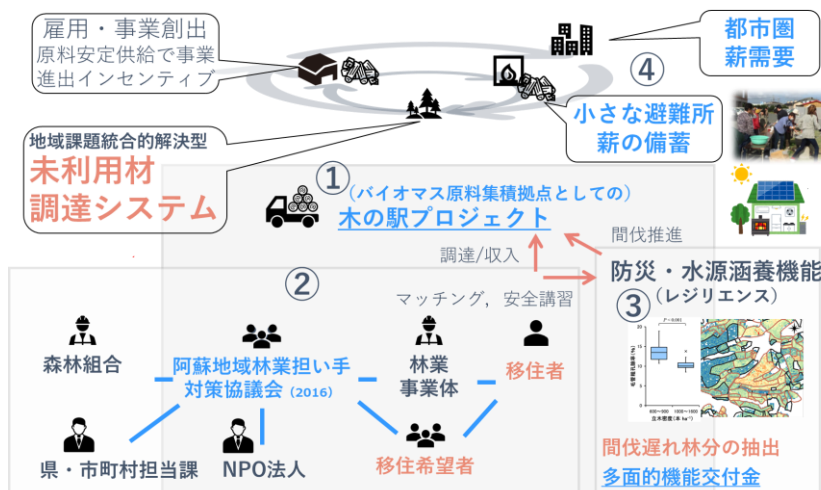


図3.23 未利用材調達を地域住民の「雇用」「地域防災力向上」に“価値転換”する仕組み

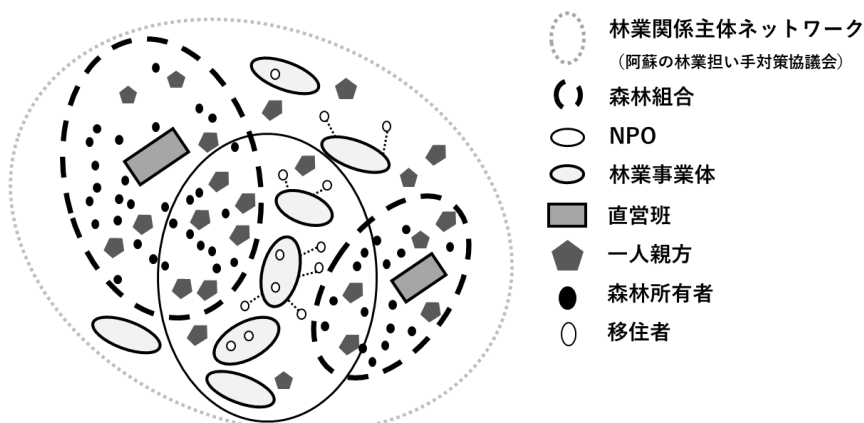


図3.24 地域循環共生圏を形成するステークホルダーとしての森林管理主体の関係

5. 研究目標の達成状況

本研究では、木質バイオマスを中心とした資源利用と里地里山再生の視点から重層的な地域循環共生圏の具体像を示すために設定した3つの目標について下記の通り達成し、目標以上の成果が得られたと言える。

1) 地域住民を中心とした地産地消型再エネ利用モデルの提示

木質バイオマス関係主体へのヒアリングから、阿蘇地域における木質バイオマス原料供給体形成のためのレバレッジ・ポイントを特定し、未利用材調達を地域住民の「雇用」「地域防災力向上」に“価値転換”する仕組みを提示することができた。

2) 木質バイオマスの利用が防災力向上や多面的な付加価値（食料、資材、観光資源）を誘発する里地・里山モデルの提示

阿蘇の様々な地表面における水源涵養・防災力機能を調査するとともに、立木ポイントデータを用いた間伐シミュレーションを行うことで、木質バイオマスの利用が防災力向上や多面的な付加価値を誘発する効果を定量的に示すことができた。

3) 木質バイオマス利用からみた地域循環共生圏の圏域単位の解明

阿蘇地域における木質バイオマスの流通フローを近隣都市圏も含め調べることで、燃料形態別に木質バイオマスからみた地域循環共生圏の圏域単体を明らかにするとともに、薪や木質チップの潜在的な需要を踏まえた木質バイオマスフローを検討することで、将来的な地域循環共生圏の成立圏域についても考察を行うことができた。

6. 引用文献

- 1) JWBA (2020) 地域で広げる木質バイオマスエネルギー. オンライン,
(<https://jwba.or.jp/library/jwba-mentekidounyu-guidebook/>). 2021年9月1日参照.
- 2) 木田幸男(2022) I. 緑地の保水能総論. 日本緑化工学会誌 47, pp. 387-388.
- 3) 小杉賢一郎 (2007) 森林土壌における雨水の浸透過程. 森林水文学編集委員会編, 森林水文学 森林の水のゆくえを科学する, 森北出版, pp. 40-64.
- 4) 荻住昇(1979) 樹木根系図説. 誠文堂新光社.

Ⅲ. 研究成果の発表状況の詳細

(1) 誌上発表

<査読付き論文>

【サブテーマ1】

- 1) Iwamoto, M., Nogami, S. Ichinose, T. and Takeda, K: *Methods in Ecology and Evolution* 00, pp.1-7. (2022) (IF:7.78)
“Unmanned aerial vehicles as a useful tool for investigating animal movements”
- 2) Sasaki, K. and Ichinose, T.: *Sustainability* 14(4), 2277. (2022) (IF:3.25)
“The Impact of the COVID-19 Pandemic on the General Public in Urban and Rural Areas in Southern Japan”

【サブテーマ2】

- 1) 谷本大樹、田中尚人：土木学会論文集，D3，Vol.75，No.6，pp.309-316（2020）
「阿蘇地域における文化的景観の保全方策に関する研究」
- 2) 茂田陵、田中尚人、王光耀：土木学会論文集，D4分冊，（2022）
「西原村の道路景観保全に関する研究」

【サブテーマ3】

- 1) 村上唯、山本信次、高田乃倫予：岩手大学農学部演習林報告50，pp.1-17（2019）
「森林組合による都市部への薪販売の現状と意義：葛巻町森林組合を事例として」
- 2) 原科幸爾、山本信次、伊藤幸男、高野涼、松本一穂：岩手大学農学部演習林報告51，pp.79-89（2020）
「阿蘇地域における防災力向上等の多面的付加価値の創出を意図した木質バイオマス利用ゾーニング」
- 3) 吉川紀愛、山本信次、高田乃倫予：岩手大学演習林報告51，pp.1-13（2020）
「国立公園化による地域環境ガバナンスの変遷」
- 4) 高野涼、山本信次、伊藤幸男：林業経済74(2)，pp.1-18（2021）
「地域住民による森林整備を支援する森林政策の論点－森林・山村多面的機能発揮対策交付金を例に－」
- 5) 高野涼、伊藤幸男：東北森林科学会誌26(2)，pp.49-54（2021）
「木の駅プロジェクトを契機とした地域づくりの展開－秋田県二ツ井宝の森林プロジェクトを事例として－」
- 6) 山本信次、高田乃倫予、土屋ほのか：林業経済研究67(3)，pp.62-68（2021）
「原発事故が福島県内の市民活動としての薪利用に及ぼした影響」

<査読付論文に準ずる成果発表>

【サブテーマ1】

- 1) Ichinose, T., Ishii, J. and Imoto, I. (2021) The Watarase retarding basin—a historical example of ecosystem-based disaster risk reduction in Japan, pp.441-464. In Mukherjee, M. and Shaw, R. (eds.) *Ecosystem-based disaster and climate resilience: integration of blue-green Infrastructure in sustainable development*, Springer Japan.

【サブテーマ2】

- 1) Ueno, S., Ōsuga, T., and Manzenreiter, W.: Empowering rural cooperation: Effects of agricultural policy intervention on rural social capital. In: Manzenreiter, W., Lützel, R., and Polak-Rottmann S. (eds.) *Japan's New Ruralities: Coping with Decline*

- in the Periphery, London: Routledge. pp.124-139. (2020)
- 2) Wilhelm, J. (2020) Sea Pineapples in Troubled Waters: On the local-global interdependencies of the sea squirt (hoya) industry in the aftermath of the 3.11 disaster. In: Manzenreiter, W., Lützeler, R., and Polak-Rottmann S. (eds.) Japan's New Ruralities: Coping with Decline in the Periphery, London: Routledge.
- 3) Wilhelm, J.: Das Grasland von Aso zwischen gesellschaftlicher Schrumpfung und Landschaftserhalt. In: Chiavacchi, D. and Wieczorek, I. (eds.): Japan Jahrbuch 2020: Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Vereinigung für sozialwissenschaftliche Japanforschung. pp. 222-249 (2020).
- 4) ヨハネス・ヴィルヘルム：日本地域政策学会・九州沖縄支部フォーラム(2019)
「南阿蘇村における牧野の管理」

【サブテーマ3】

- 1) 原科幸爾：日本地域政策研究 28, pp. 22-27 (2022)
「木質バイオマスに依拠した地域循環共生圏の形成 —熊本県阿蘇小国郷の事例—」
- 2) 原科幸爾：ランドスケープ研究85(2), pp. 104-107 (2021)
「地域循環共生圏の形成に木質バイオマス利用が果たす役割」
- 3) 原科幸爾、高野涼：環境情報科学50(1), pp. 57-62 (2021)
「国内における木質バイオマス利用の本質と意義」

<その他誌上発表(査読なし)>

【サブテーマ1】

- 1) 一ノ瀬友博：りそな一れ 18(11), pp. 7-10 (2020)
「広がるグリーンインフラ・ビジネスの可能性—従来のインフラによりグリーンの要素を組み込むアプローチ」
- 2) 一ノ瀬友博編著：慶應義塾大学出版会, 228pp (2021)
「生態系減災Eco-DRR - 自然を賢く生かした防災・減災」
- 3) 一ノ瀬友博：農村計画学会誌 39(4), pp. 362-365 (2021)
「東日本大震災からの復興に生態系減災は実装できたのか」
- 4) 一ノ瀬友博：環境情報科学 50(4), pp. 18-23 (2021)
「地域循環共生圏の評価と指標」
- 5) 一ノ瀬友博：BIOCITY 88, pp. 42-49 (2021)
「生態系減災と地域循環共生圏による応答—持続可能な社会を目指して」
- 6) 一ノ瀬友博：ランドスケープ研究 85(2), pp. 134-137 (2021)
「阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築」
- 7) 一ノ瀬友博：林業経済 74(2), pp. 3-7 (2022)
「生態系減災における森林の役割」
- 8) 一ノ瀬友博：日本地域政策研究 28, pp. 4-11 (2022)
「地域循環共生圏による持続可能社会の構築」
- 9) 一ノ瀬友博：季刊JARUS 128, pp. 1-2 (2022)
「地球環境時代の田園自然再生」
- 10) 一ノ瀬友博：都市計画71(1), pp. 68-71 (2022)
「グリーンインフラ・生態系減災による気候変動適応策」

【サブテーマ2】

- 1) ヨハネス・ヴィルヘルム：ランドスケープ研究84(4), pp. 368-371 (2021)
「阿蘇の景観と地域社会 (Landscape and society in Aso) 」
- 2) ヨハネス・ヴィルヘルム：農村計画学会39(3), pp. 305-306 (2020)

- 「コロナ渦の阿蘇で見えるもの、見えないもの-非常時における滞在型研究者の可能性と限界」
- 3) 上野真也：熊本大学政策研究, 10, pp.5-15 (2020)
「農村政策のソーシャル・キャピタル向上に関する質的比較(QCA)分析」
- 4) 田中尚人：熊本大学政策研究, 10, pp.17-27 (2020)
「長島町における異分野融合によりシビックプライド醸成に資する実践研究」
- 5) 安部美和、村上長嗣：熊本大学政策研究, 10, pp.29-39 (2020)
「農村集落におけるくらしの変化と熊本地震～南阿蘇村川後田区・加勢区の事例から～」
- 6) ヨハネス・ヴィルヘルム：熊本大学政策研究, 10, pp.41-53 (2020)
「コモنزの行方」
- 7) ヨハネス・ヴィルヘルム：熊本学園大学経済論集, 26 (1-4), pp.231-247 (2020)
「ヴィーン大学における阿蘇研究の過去と現在」
- 8) ヨハネス・ヴィルヘルム：熊本大学政策研究 No.10, (2021)
「SDGsにおける文化の位置付け:阿蘇地方を実例に」
- 9) Wilhelm, J.: Inoue, K., Saizen, I., and Tokito M. (eds.): Asian Rural Future 2030. Association of Rural Planning, Japan: Tokyo. pp.106-113 (2022).
“Why culture matters. Analysis and social meaning of a famed festival in Aso, Japan”
- 10) 安倍美和：日本地域政策学会誌, pp.28-35 (2022)
「阿蘇における入会地の価値変化」
- 11) ヴィルヘルム・ヨハネス (2022):熊本大学政策研究, p.12 (2022)
「阿蘇圏というオルガニズム：地域循環共生圏を問い直す」
- 12) 上野真也：日本地域政策学会誌, p.1 (2022)
「巻頭言—地域循環共生圏の形成に関する地域政策」
- 13) 上野真也：日本地域政策学会誌, pp.12-21 (2022)
「「地域循環共生圏」政策の系譜と地域政策と関係—阿蘇の草原保全を事例として」
- 14) ヴィルヘルム・ヨハネス:ランドスケープ研究 84(4), pp.368-371 (2021)
「阿蘇の景観と地域社会」
- 15) ヴィルヘルム・ヨハネス:熊本大学政策研究 11, pp.26-34 (2021)
「SDGsにおける文化の位置付け：阿蘇地方を実例に」

【サブテーマ3】

- 1) 高野涼、伊藤幸男、柳京熙：研究REPORT30, pp.1-10 (2021)
「生産森林組合の課題と展望」

(2) 口頭発表 (学会等)

【サブテーマ1】

- 1) Ichinose, T.: Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea (2019.10.31)
“Ecosystem-based disaster risk reduction - Learning from past heavy disasters” (Guest lecture)
- 2) Ichinose, T.: The 10th International Conference on Landscape and Ecological Engineering, Cheonan, Korea (2019.11.1)
“Sustainable reconstruction from disasters based on natural capital in Aso region, Kumamoto Prefecture”
- 3) Ichinose T.: Matsu Islands International Conference, Nangan, Taiwan (2019.11.27)
“Sustainable development and ecosystem management - examples in Awaji Island and Aso”

- Region, Japan” (招待講演)
- 4) 一ノ瀬友博：日本緑化工学会第51回大会岩手Web大会公開Webシンポジウム「震災復興とグリーンインフラ」(2020.9.5)
「過去の自然災害からグリーンインフラを考える」(基調講演)
 - 5) 一ノ瀬友博：2020年度環境情報科学研究発表大会一般公開シンポジウム「私の考える地域循環共生圏—地域循環共生圏の創造に向けての環境科学研究の役割」(2020.12.18)
「地域循環共生圏の重層性」
 - 6) Sasaki, K. and Ichinose, T.: Association of Rural Planning International Seminar (2021.02.27)
“How people associate with a place influences their perception toward ecosystem services”
 - 7) 佐々木恵子：第25回 慶應義塾大学 SFC Open Research Forum 2020 (2021.03.01-12)
「阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究」
 - 8) Hotes, S. and Ichinose, T. (2021.5.13) Land 2021 Webinar, online.
「Introduction of cultural landscapes: old and new challenges for sustainability」
 - 9) 一ノ瀬友博：国都市計画設計研究院交流セミナー，オンライン (2021.5.18)
「日本の農村地域の再評価と新たな農村開発 - 里山の保全と都市農村交流・観光」
 - 10) 一ノ瀬友博：シンポジウム「地域循環共生圏(SDGs)と地域政策-草原保全からのアプローチ」
コメンテーター，日本地域政策学会第20回全国研究大会，オンライン (2021.6.19)
 - 11) 一ノ瀬友博：2021年日本建築学会大会(東海)地球環境部門パネルディスカッション，オンライン (2021.9.8)
「グリーンインフラによるレジリエンスデザイン」
 - 12) 一ノ瀬友博：(公社)国土緑化推進機構「水と緑の森林ファンド」助成シンポジウム 森林へのまなざし-異分野共創・未来への投資，林業経済研究所，オンライン (2021.10.2)
「生態系減災における森林の役割」
 - 13) 一ノ瀬友博：第64回環境社会学会大会シンポジウム「グリーン化する社会の環境社会学—グリーンインフラとどう向き合うか?」，オンライン (2021.12.4)
「人口減少時代の生態系減災と地域循環共生圏」
 - 14) 一ノ瀬友博：令和3年度田園自然再生活動の集い，田園自然再生活動協議会・(一社)地域環境資源センター，オンライン (2021.12.14)
「気候変動と人口減少に対応した防災・減災と田園自然再生」

【サブテーマ2】

- 1) 田中尚人：関西大学先端科学技術シンポジウム (2020.1.23)
「熊本地震からの復興における風景の役割」(招待講演)
- 2) 上野眞也：ウィーン大学ASO 2.0研究会 (2020.1.31)
「社会関係資本とローカルガバナンス」
- 3) 茂田陵、田中尚人、内田安弘：土木学会西部支部研究発表会 (2020.3.7)
「西原村の道路品評会における公共財の維持管理に関する研究」
- 4) 吉永敦音、田中尚人：土木学会西部支部研究発表会 (2020.3.7)
「阿蘇の水辺におけるローカルルールに関する研究」
- 5) ヨハネス・ヴィルヘルム：西日本社会学会 (2020.5.24; コロナで文書発表のみ)
「新たなコモングの危機」
- 6) 安部美和：日本地域政策学会2020年度全国大会 (2020.06.11)
「南阿蘇村におけるくらしの変化と災害対応—女性たちのネットワーク」
- 7) 吉永敦音、田中尚人、王光耀：第61回土木計画学研究発表会 (2020.6.14)

- 「南阿蘇村の水辺景観保全に資するローカルルールに関する研究」
- 8) 田中尚人：鹿児島安心安全アカデミー（2020.8.23）
「日常と非日常をつなぐー「まちづくり」と言わないまちづくり」
- 9) 田中尚人：第15回防災計画研究発表会（2020.9.26）
「熊本地震からの復興における公民館の役割に関する考察」
- 10) Ueno, S.: 2020 Global Cities Forum in Shanghai, Shanghai Jiao Tong University
(2020.11.1)
“Analysis of complex resilience system: Sustaining grasslands ecosystems with community in Aso National Park”（招待講演）
- 11) 田中尚人：沖縄らしい景観まちなみづくりシンポジウム（2020.11.26）
「ふるさとの風景に支えられた新しい挑戦」（招待講演）
- 12) ヨハネス・ヴィルヘルム：草原学習館との草小積ワークショップ（2021.1.29）
- 13) Abe, M.: Association of Rural Planning International Seminar（2021.2.27）
“Identifying the “robustness” of rural communities against natural disasters”
- 14) Wilhelm, J.: Association of Rural Planning International Seminar（2021.2.27）
“Why culture matters: a case from Aso, Japan”
- 15) 古賀健太、田中尚人：土木学会西部支部研究発表会（2021.3.6）
「クロスロードゲームを用いたジレンマの構造に関する研究」
- 16) 田中尚人、水上雄盛、竹内裕希子：第39回日本自然災害学会学術講演会（2021.3.21）
「コミュニティアーカイブとしての復興誌づくりに関する考察」
- 17) 安部美和：日本地域政策学会第20回全国大会・環境政策分科会（2021.6.20）
「集落にとっての共有地の価値の変化」
- 18) ヴィルヘルム・ヨハネス：日本地域政策学会第20回全国大会・環境政策分科会（2021.6.20）
「研究者として地域の生活を共に送ることについて」
- 19) 田中尚人：日本地域政策学会第20回全国大会・環境政策分科会（2021.6.20）
「南阿蘇村における水辺の文化的景観保全に関する研究」
- 20) 上野眞也：シンポジウム「地域循環共生圏（SDGs）と地域政策ー草原保全からのアプローチ」, 日本地域政策学会第20回全国大会, オンライン（2021.6.19）

【サブテーマ3】

- 1) 高野涼、伊藤幸男、山本信次：林業経済学会2019年秋季大会（2019.11.23）
「多様な価値を重視した森林政策の論点ー森林・山村多面的機能発揮対策交付金を事例に」

(3) 「国民との科学・技術対話」の実施

【サブテーマ1】

- 1) 一ノ瀬友博：GCNセミナー(2019.8.31)
「生態系減災と地域循環共生圏」（主催：NPO法人地域自然情報ネットワーク、中央区立環境情報センター、参加者約20名）
- 2) 一ノ瀬友博：数理モデル研究会(2019.10.5)
「生態系減災（Eco-DRR）」（主催：数理モデル研究会、水源地環境センター、参加者約20名）
- 3) 地域循環共生圏シンポジウム「阿蘇における地域循環共生圏とは～地域振興につながる環境研究」（主催：環境省・熊本県・南阿蘇村・東海大学、2019年12月8日、東海大学阿蘇実習フィールド、参加者約100名）にて講演、研究成果の紹介
- 4) 日本生命財団学際的総合研究ワークショップ「気候変動と人口減少時代の防災・減災 生態系減災という方法」（主催：公益財団法人日本生命財団「南海トラフ巨大地震による津波を想定した生態系減災」研究会、2020年1月25日、参加者約200名）

- 5) 一ノ瀬友博：グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン全国大会（2020.11.8）
主催者企画ミーティング「GIを軸とした都市と農村の新たな関係性の構築」（主催：GIJ2020実行委員会、オンライン、参加者約100名）
- 6) 一ノ瀬友博：農村計画学会新型コロナタスクフォース中間報告（2020.12.12）
「コロナ禍の農山漁村における現状と課題」（主催：農村計画学会、オンライン、参加者約40名）
- 7) 一ノ瀬友博：オンライン市役所防災対策課／緊急ミーティング vol.5（2021.2.9）
「生態系減災と地域循環共生圏」（主催：オンライン市役所、オンライン、参加者約30名）
- 8) 一ノ瀬友博、佐々木恵子：環境研究総合推進費「阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究」報告会，国立阿蘇青少年交流の家（オンライン）（2021.11.25）
- 9) 一ノ瀬友博：神戸大学特別講義KOBE減災デザイン学，オンライン（2022.3.22）
「気候変動と人口減少に対応するための生態系減災」（主催：神戸大学、オンライン、参加者約30名）

【サブテーマ2】

- 1) 熊本大学政策フォーラム「地域循環共生圏を考える-阿蘇の草原維持と都市・農村の暮らしの共生-」（主催：熊本大学及び日本地域政策学会九州沖縄支部、2019年9月4日、熊本大学くすの木会館、参加者約60名）にて講演、研究成果の紹介。
- 2) ブックレット『地域循環共生圏を考える』熊本大学熊本創生推進機構、2019度12月（全79頁）を300部発刊し、国、県及び市町村等行政、団体、大学等へ送付して成果紹介。
- 3) 南阿蘇村下積地区における写真収集活動&射影会（全二回；アクションリサーチの準備）
- 4) 上野眞也、田中尚人、安部美和、ヴィルヘルム・ヨハネス：環境研究総合推進費「阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究」報告会，国立阿蘇青少年交流の家（オンライン）（2021.11.25）

【サブテーマ3】

- 1) 日本造園学会東北支部大会一般公開シンポジウム「地域循環共生圏の構築に向けて～公民連携と再エネ推進のまちづくり～」（主催：公益社団法人日本造園学会東北支部、2019年10月26日、岩手大学農学部、参加者約50名）にて講演、研究成果の紹介。
- 2) 原科幸爾、山本信次、伊藤幸男、高野涼、渡部優、松本一穂：環境研究総合推進費「阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究」報告会，国立阿蘇青少年交流の家（オンライン）（2021.11.25）
「地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示」

（4）マスコミ等への公表・報道等＞

【サブテーマ1】

- 1) 一ノ瀬友博，「特集環境×防災 総括インタビュー」，地球環境基金便り，No.50，pp.4-5，2021.

【サブテーマ2】

- 1) ヴィーン大学における阿蘇研究の紹介と自己の阿蘇研究について、第2回阿蘇世界文化遺産登録推進九州会議、ホテル・テルサ、2019年9月18日。
- 2) 「野焼き存続に危機感」『読売新聞』（熊本版）、2019年10月14日。
- 3) 田中尚人，「未知の災害に「新たな挑戦」を」，くまにち論壇，熊本日日新聞，2020年8月2日。
- 4) 田中尚人，「変化と向き合い真の持続を」，くまにち論壇，熊本日日新聞，2021年3月7日。
- 5) ヨハネス・ヴィルヘルム，「草原の昔と今」，季刊のぼろ，Vol.31，2021.

【サブテーマ 3】

特に記載すべき事項はない。

(5) 本研究費の研究成果による受賞

特に記載すべき事項はない。

IV. 英文Abstract

Creating the Circular and Ecological Economy Focusing on Natural Capital and Social Capital

Principal Investigator: Tomohiro ICHINOSE

Institution: Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

5322 Endo, Fujisawa City, Kanagawa, 252-0882, JAPAN

Tel: 0466-49-3636

E-mail: tomohiro@sfc.keio.ac.jp

Cooperated by: Kumamoto University, Iwate University, and Ryukyu University

[Abstract]

Key Words: Aso region, Build back better, Community, Grassland, Land use, Resilience, Social network, Unit of circular and ecological economy, Watershed, Woody biomass

Using the Aso region, we proposed a method to analyze the hierarchical units of a circular and ecological economy from three perspectives: economic activities based on the region's natural capital, community social capital relations, and material circulation focusing on biomass, to elucidate the multilayered nature of a circular and ecological economy that enhances regional resilience. We clarified a three-tiered approach to the hierarchical units of a circular and ecological economy, with the watershed area as the largest unit, the Aso region, and communities as the three-tier structure. The multilayered nature of the circular and ecological economy was applied to the Aso region, and how it functioned in the Aso earthquake and other disasters was clarified. Four scenarios were developed for grassland conservation based on land use projections and future population estimates for the Aso region. Measures to sustainably maintain grasslands were presented.

We aimed to propose a build back better method based on the restoration process and social capital at the community and municipal levels. Focusing on social capital at the community level, we proposed a feasible solution as a circular and ecological economy policy based on social surveys and dialogues with residents regarding public policies to make local resource management such as grassland and water source conservation function well in the Aso region. In addition, focusing on the fact that the relationship among residents during regular times and the community's social capital make a difference in the recovery process from natural disasters at the community level, we proposed a proposal to build back better on a community basis.

We presented a concrete image of a multilayered circular and ecological economy from the viewpoint of resource utilization centered on woody biomass and the restoration of the rural landscape. Based on interviews with entities involved in woody biomass, we were able to identify leverage points for forming a woody biomass feedstock supplier in the Aso region and present a mechanism for converting the procurement of unused wood into employment for residents and enhancement of local disaster prevention capability. By investigating the functions of water source recharge and disaster prevention capacity in various land surfaces in Aso and by simulating thinning using

standing tree point data, we quantitatively demonstrated the effect of woody biomass utilization in improving disaster prevention capacity and inducing multifaceted added value.