

# 自然保全ボランティア活動の作業内容をGISにより定量化する方法の検討 —阿蘇グリーンストックによる半自然草原の防火帯作成作業の事例から—

竹内 亮<sup>1)</sup>・小野 夏実<sup>1)</sup>・藤野 友和<sup>1)</sup>・藤岡 薫<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 福岡女子大学国際文理学部

A method for quantifying the work content of nature conservation volunteer activities using GIS:  
A case study of firebreak creation in semi-natural grasslands by Aso green stock

Ryo TAKEUCHI<sup>1)</sup>, Natsumi ONO<sup>2)</sup>, Tomokazu FUJINO<sup>3)</sup> and Kaoru FUJIOKA<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> *International College of Arts and Sciences, Fukuoka Women's University*  
1-1-1 Kasumigaoka, Higashi-ku, Fukuoka 813-8529, Japan

(令和7年2月3日受理)

## 1. はじめに

地域住民の減少や高齢化により、自然資源の管理において自然保全ボランティア活動の重要性が高まっている。森づくり活動を行う団体だけでも、国内で3,350団体の存在が報告されている（森づくりフォーラム2022）。自然保全ボランティア活動では、活動時の事故やケガを防ぐためのリスク管理が課題となる。事故やケガのリスクを高める原因として、ボランティアの体力や経験と活動内容のギャップの存在がある。そのため、ボランティア参加者が自身の体力や経験に応じて、適切な難易度の作業場所を選択可能な仕組みが重要となる。野外活動におけるリスク管理の例として、登山では高低差や距離といった地形をもとにコース定数として登山者が登山ルートを選択する際の指標が作成されている（山本2016、古塚ほか2023）。自然保全ボランティア活動においても、活動場所に関する難易度や求められる能力といった特徴を適切に表すための指標の策定が、リスク管理のために有効だと考えられる。そうした指標の策定のためには、自然保全ボランティア活動の作業内容を作業場所ごとに定量化することが必要となる。

自然保全ボランティア活動の内容を定量化するための方法として、GIS（地理情報システム）の活用が考えられる。行政による自然資源管理の計画策定ではGISの活用が進んでいる。GISの活用による便益は、資源の分布の正確な把握、特に広域連携における管理・利用の計画策定の効率化や、地域住民との合意形成の際の活用があ

げられる（山本2009、大澤・仁多見2013、林ほか2011）。しかし、GISの導入及び運用の課題として、人材に関する課題、技術的な課題、外部組織との情報共有方法などの課題がある（山本2003）。また、GIS情報の精度を高めるためのデータの収集、更新方法も論点である（大森2022）。行政の自然資源管理と同様に、自然保全ボランティア活動の計画策定にもGISは有用と考えられるが、現状ではその活用実態や、活動内容の定量化におけるGISの有効性・課題は明確ではない。

本研究の目的は、自然保全ボランティア活動の作業内容を定量化し、活動場所の特徴を表す指標を作成する方法を明確にすることである。具体的には、下記の3点を明らかにする。1点目は活動に関する地理情報の取得方法および整理方法である。2点目は活動の情報と地理情報をGIS上で統合する方法である。3点目は、地理情報を活用する際の運用上の課題の検討である。

## 2. 研究手法

### 2.1 阿蘇グリーンストックの野焼き支援ボランティア活動について

本研究の調査事例である公益財団法人阿蘇グリーンストック（以下、阿蘇GS）の野焼き支援ボランティア事業の概要を説明する。阿蘇GSは、1998年より、熊本県阿蘇地域の半自然草原の管理のためのボランティア活動を実施している（図1）。活動対象となる半自然草原の大部分は、地域住民により構成される牧野組合が管理する

「牧野」として管理されてきた（高橋2009）。阿蘇地域には約156の牧野が存在しており、それぞれが紐づく地域の牧野組合により管理されている（熊本県2022）。しかし、牧野組合員の高齢化や組合員の減少により牧野組合による管理が困難になっている。そのため、阿蘇GSのボランティアの支援が草原管理において重要な役割を果たしている（町田ほか2024）。主要な活動内容は、野焼き時の延焼防止活動と、野焼きのための防火帯の作成作業である。現在、阿蘇GSが管理するボランティア会員数は約1,000人であり、大規模かつ長期的な自然保全ボランティア活動であることを示している。

安全管理や活動の指示において講習制度やリーダー制度によって高いリスク管理の体制を構築している（竹内・嶋田2020、竹内・井上2024など）。1度の活動で複数の牧野にボランティアを派遣している。各活動場所へのボランティアの配置は、参加申し込みをしたボランティアの活動への参加歴などを参考にして、職員が決定している。近年は活動規模の拡大に伴い適切なボランティアの配置が困難となることが懸念されている。具体的には、ボランティアの技量と作業の難易度のギャップによる事故のリスクの増加や、新規ボランティアが難易度の高い活動場所に派遣された結果、活動に定着しないという課題である。そのため、経験や年齢といった参加者の属性と参加場所の特徴を適切にマッチさせる仕組みが必要となる。

本研究では、特に労力が必要かつ転倒などによるリスクの高い作業である防火帯作成作業を分析の対象とした。防火帯作成作業は、全長約1.8mのエンジン式刈払い機を用いて幅2-3mの範囲を刈払いながら前進する作業である（写真1）。9月から11月にかけて行われており、2024年度の防火帯作成作業では、46の牧野に、1,156人（延べ人数）のボランティアを派遣している。

## 2.2 調査手法

阿蘇市内の牧野のうち、阿蘇GSが防火帯作成作業のルート把握している23の牧野を対象に調査を行った。調査内容は次の通りである。まず、ボランティア活動を定量化する目的や手順を明確にするため、阿蘇GS職員への聞き取りによってGISの活用状況を確認した。同時にこれまで蓄積された活動中のGPSログを取得した。また、防火帯作成作業の豊富な経験を有する職員2名に対して、防火帯作成作業の定量化に必要な要素について聞き取り調査を実施した。

次に、参与観察では、著者の一人がGPSロガー（Garmin社製；eTrex Touch25J, eTrex Solar）を携帯し、防火帯作業に計10回参加することで、GPSログの取得および活動の定量化に必要な要素について確認した。ま

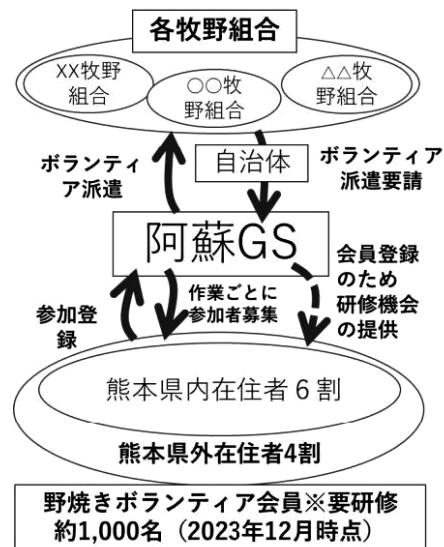


図1. 阿蘇GSのボランティア活動の仕組み（出典：竹内・嶋田2024を改変）



写真1. 防火帯作成作業の様子（著者撮影）

た、経験豊富なボランティア会員（リーダー）に対して活動の難易度に影響を与える要素についてアンケート調査を実施した。

調査で得た情報をもとに、地理情報データを用いてボランティア活動の定量化を行った。分析ではQGISを用いて、GPSログや、活動時の移動ルートについて距離や標高の変化などの要素を分析し、活動の地理情報の数値を明らかにした。明らかとなったルートごとの情報をRにより整理、分析し、作業場所の指標の作成のために有効な分析方法を検討した。最後にデータ解析の結果およびその活用方法について、阿蘇GSの職員と確認した。



### 3. 結 果

#### 3.1 地理情報を用いたボランティア活動の定量化方法の検討

阿蘇 GS は、支援対象となる牧野ごとの防火帯作成作業のルート（以下、牧野ルート）を把握していることがわかった。牧野ルートは、牧野を管理する地元住民への聞き取りをもとに、担当者の作業経験を加えて作成されている。牧野ルートの変更や誤りについては、実際に活動に参加したボランティアから報告を受け、修正している。牧野ルートは参与観察で収集した GPS ロガーの移動記録とほぼ一致する精度が高いものである（図 2）。ボランティア事業を担当する職員 3 名は、GIS (Google Earth) での牧野ルートの描画方法や編集方法、牧野ルートと衛星写真の統合について知識を有する。牧野ルートは、作業開始前の地元住民との打ち合わせや、ボランティアとの活動内容の共有の打ち合わせに用いられている。一方で、牧野ルートの課題は、標高情報や勾配といった情報が含まれていないことである。また、ルート上の各部位において作業に要する時間といったタイムスタンプ記録や斜行の繰り返しといった作業時の詳細な移動の把握が困難なことも課題である。以上から、牧野ルートのみから、作業時のリスクを含めて実際の活動内容をイメージすることは困難である。また、一つの牧野ルート情報であっても実際には複数の班に分かれて作業するため、作業場所の特徴を表す指標の作成という目的からは、牧野ルートを作業単位の作業ルートに分割することが必要となる。

阿蘇 GS は一部の牧野については、作業時に GPS ロガーを携帯して収集したデータ（以下、GPS 実測値）を有している。GPS 実測値には、タイムスタンプが記録されているため、作業場所ごとにかかる時間を定量化することが可能である。また、進行方向や急斜面でのスイッチバック移動などを把握可能なため、進行方向に対する傾斜をより詳細に把握することが可能である（図 2）。GPS 実測値の課題として、車両での移動は移動速度から判別できるが、現場での集合場所への移動や休憩時など、作業時とそれ以外のログを区別することが困難である。そのため、正確な作業時のデータの収集のためには、GPS 実測値の記録と停止を頻繁に切り替える必要がある。しかし、参与観察を踏まえると作業に労力が特段必要な場所では、休憩や移動が多いことを理由として、正確な記録は困難である。また、作業の際には同じ牧野内で 2 班から 4 班のグループに分かれて作業を実施することから、それぞれの班で正確性の高い GPS ロガーを起動させる必要がある。

次に防火帯作成作業に影響を与える地理的な要素を特

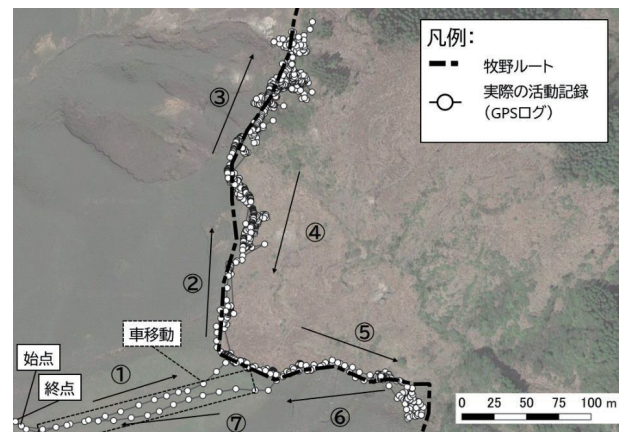


図 2 阿蘇 GS の牧野ルート情報と GPS ロガーの比較（著者作成）

定した。野焼き支援ボランティア活動では、作業場所となる牧野ごとに決められたルートで毎年、防火帯作成作業を行うこととなる。そのため、作業ルートの傾斜や、勾配、距離、土地被覆といった地理的特徴はボランティア側が変更するのが困難な要素として作業の難易度に影響を与える。阿蘇 GS 職員への聞き取り調査および参与観察から、野焼き支援ボランティア活動の定量化に必要な要素を特定した。ボランティア会員へのアンケートからは、各要素の中でも、「作業時の傾斜度」が特に影響の大きい要素であることが明らかになった（表 1）。傾斜度についてより詳細な影響をみると、傾斜度は作業の進行方向に対して横傾斜と縦傾斜が存在しており、特に縦傾斜が作業の難易度に最も影響する。特に急勾配を降りながらの作業は難易度が高く、事故やケガのリスクが高いと考えられていた。また、移動における高低差も作業に少なからず影響を与えている。そのため、作業ルートの傾斜度と距離、高低差を明確にすることは指標の作成において有効である。一方で、動物の掘った穴や、地面の濡れ具合、砂礫の存在などの足場の不安定さや、刈払う草の丈や太さなどの草の属性も作業の難易度に影響を及ぼす要素である。しかし、これらは、天候や作業を実施する日程などの不確定要素の影響が大きく、作業ルートの属性として定量化することが困難である。

#### 3.2 作業ルートの定量化と指標化の検討

3.1 から、防火帯作成作業の作業ルートごとの評価指標の作成を目的とする場合、作業内容の定量化の手順として次の内容が適当である。まず、阿蘇 GS が所有する牧野ルート情報を GPS ログや聞き取りを参考に作業場所ごとの作業ルートに分割する。次に、標高データ (DEM) を用いて作業ルートごとの移動距離、傾斜度、勾配を基本情報として定量化する。そうした基本情報に

表1. 作業内容に影響を及ぼす要素 (n=23)

質問：作業に影響を与える要素の順位を選択してください				
要素	1 番目	2 番目	3 番目	計
作業時の縦傾斜	17	3	3	23
作業時の横傾斜	1	8	6	15
移動距離の長さ	1	1	3	5
移動行程の高低差	0	3	5	8
足場の不安定さ	4	6	2	12
草丈や草の太さ	0	2	4	6

出所：ボランティア会員へのアンケートより筆者作成

作業時の GPS 実測値による進行方向の区別、現地視察による草丈や過去の事故発生などの情報を統合することである。

整理した行程に基づき、GIS を用いて防火帯作成作業の定量化を実施した。本研究の対象が、自然保全ボランティア活動団体における GIS の運用であるため、GIS ソフトウェアのなかでも導入の経済的なコストが低い QGIS で完結する作業内容を検討した。阿蘇 GS から提供いただいた23牧野の牧野ルート情報（ラインデータ）を140の作業ルートに分解した。作業ルートは阿蘇市の牧野で防火帯の幅として最も多い10m幅のポリゴンデータとなっている。QGIS において牧野ルート情報および国土地理院 DEM（5m メッシュ）より、それぞれの作業ルートの距離および勾配の平均値、最大値、標準偏差を算出した。勾配の平均値は作業ルートの傾斜具合の傾向を、最大値は最も急な傾斜部分の程度を、標準偏差は起伏の数の多さをそれぞれ代表している。同時に QGIS 上で作業ルートの傾斜をマップ上で可視化した（図3）。今回の分析では傾斜方向を示していないため、等高線から作業ルートの横傾斜および縦傾斜を判断する必要がある。また、5m メッシュのデータの制約として、路面の凹凸や部分的な穴などの正確な地形の把握のためには現地確認が必要となる。

一方で、GPS ロガーによる実測値については、作業ルートのうち一部のデータしか有していないこと、上述の作業時と移動時の区別の問題が解決できなかったことから、今回は補助的なデータとして用いた。具体的には、ルート情報の正確性や、傾斜度と必要な作業時間の関係の確認に使用した。同じルートであっても昇りと降りでは作業に与える影響に差異があるため、本来は GPS 情報や聞き取りから作業ルートにおける昇りと降りの区別を行うことが望ましい。また、本研究では、データの取得が困難であったため、草丈や路面のコンディションといった不確定な要素を作業ルートの指標に反映することは出来なかった。

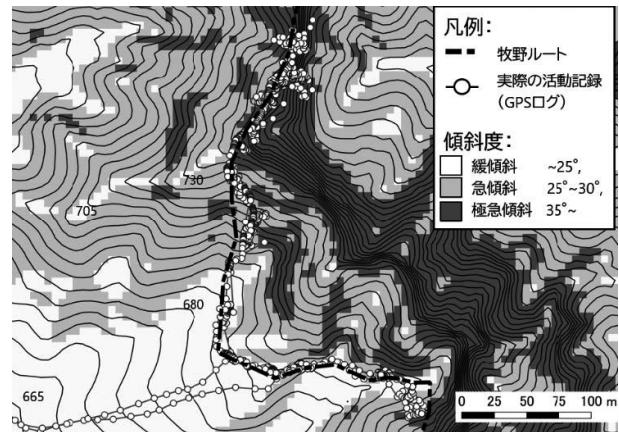


図3 作業ルートと傾斜情報の GIS 上での表示 (QGIS を用いて筆者作成)

### 3.3 定量化した作業ルートの特徴を示す指標の作成

作業ルートごとの防火帯作業の特徴を示す指標の作成のため、作業ルートの特徴を勾配の最大値、平均値、偏差値の3変数のクラスター分析により分類した。群内平方和による分析では、4以上のクラスターへの分類が妥当だと考えられる（図4）。阿蘇 GS 職員への聞き取りからは、5種類程度の区分を持つ指標が運用上望ましいということであった。140の作業ルートをデンドログラム法に基づき5クラスターに分類した。作業ルートの2変数間の分布は図5の通りである。

この作業ルートの分類は、作業ルートの難易度を表す指標として活用可能である。参与観察および阿蘇 GS 職員への聞き取りからは、一般的に1-5グループの順番で防火帯作成作業の難易度が高くなり、安全かつ効率的な実施のためにボランティアの能力が必要となる。特にグループ5に入る作業ルートは、危険性および難易度が高く初心者には危険な作業ルートであった。

より有効な指標を作成するためには、進行方向に基づく縦傾斜と横傾斜の区別、昇りと降りの区別を明確に反映することがより望ましい。また、草丈や深さ、砂礫、穴といった作業ルート上の危険箇所も同様に作業ルートに反映することが望ましい。

指標を活用することで、現場での作業内容の支持をより効率的に実施することが可能となる。また、ボランティアの参加申し込みフォームにルートの特徴を掲載することで、経験や体力と作業難易度のミスマッチの防止や、作業現場におけるボランティアの班分けに利用可能なことがわかった。しかし、情報の掲示方法によっては、高難易度の作業場所を避けるなど、ボランティアの参加希望場所に偏りが発生し、円滑な実施の支障となることが懸念される。



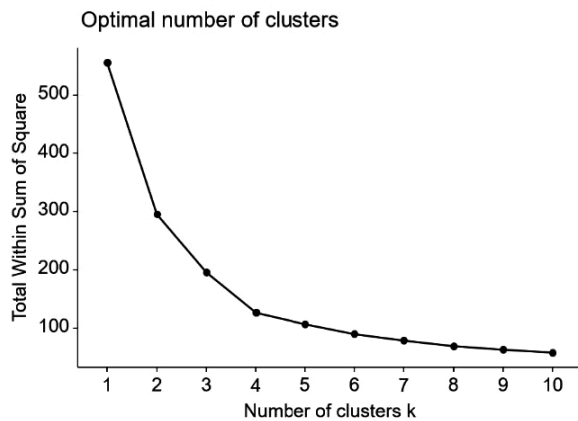


図4. 作業ルートのクラスター数と群内平方和 (R を用いて筆者作成)

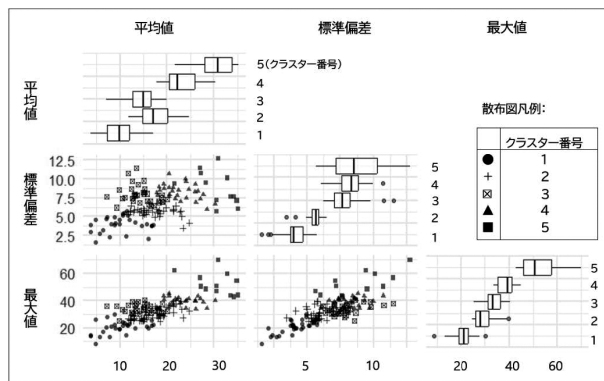


図5 作業ルートの平均傾斜、最大傾斜、標準偏差の2変数の分布図 (R を用いて筆者作成)

## 4. 考 察

### 4.1 GIS による自然保全ボランティア活動の定量化の有用性

結果から、GIS を用いて自然保全ボランティア活動の作業ルートの地理情報を定量化し、作業ルートの特徴を客観的に示すことは、活動の安全性の向上や効率的な運営に貢献すると考えられる。この便益は、防火帯作成作業に限らず、他の自然保全ボランティア活動においても有用だと考えられる。また、クラスター分析に基づき指標を作成することも、安全かつ効率的な活動運営に貢献すると考えられる。これは、参加者の能力と活動に必要な能力のギャップを小さくする点で、登山におけるコース定数と同様の役割である。

有用な指標の作成のためには、ボランティア活動の特徴を正確に把握し、反映する要素を選定することが重要となる。本研究の分析対象とした防火帯作成では、特に作業場所の傾斜の情報が重要であった。これは移動しながらの作業という活動の特徴を反映している。同じ阿蘇

GS の活動でも、延焼を防ぐことを目的とする野焼き支援の場合は、牧野と隣接する森林との距離や面積、樹種などが重要な情報となる。そのため、活動団体への聞き取りや、参与観察、アンケートといった質的調査は、自然保全ボランティア活動の定量化にあたり重要なプロセスである。

自然保全ボランティア活動では、活動団体、活動内容ごとに定量化すべき要素を取捨選択すべき点で、定型化されている自治体の都市計画や森林管理における GIS 運用と異なっている。また、今回は技術的に反映出来なかった作業時の移動方向といった動きの反映も、土地利用計画とは異なる GIS の運用方法が求められる。

### 4.2 GIS による自然保全ボランティア活動の定量化における課題

結果から、GIS による自然保全ボランティア活動の定量化には複数の課題が生じることが考えられる。本研究の事例である防火帯作成作業は、基本的には同じルートで実施されるため、作業毎に情報を更新する必要はない。しかし、自然保全ボランティア活動の作業ルートに頻繁に変更がある場合は、自治体での運用同様に GIS の情報取得や更新といった運用コストが課題となる。また、本研究の事例である防火帯作成作業と同様に、自然保全活動では天候や野生動物の活動による活動場所の変化など不確定な要素が多い。このような作業場所における不確定要素の情報収集の方法は、GIS 運用において課題である。この点について現地での測量によって路面の凹凸などをより詳細に把握可能である。実際に、登山における怪我や事故のリスクを下げることを目的に勾配や倒木等についてレーザー測量を用いた登山道の定量化などが行われている (国場ほか2024)。

しかし、情報収集の精度向上にはコストが発生するため、場合によっては、GIS 利用の恩恵よりも運用コストが高くなることが考えられる。そのため、自然保全ボランティア活動における GIS の利用では、情報の正確性と情報の取得の費用との間で適切にバランスをとる必要がある。また、指標の作成を目的とする場合、標高や傾斜などの基盤的な情報と不確定要素の統合方法を検討する必要がある。その際には、影響を及ぼす要素ごとに係数などの設定が必要になるが、その適切な設定方法なども従来の GIS 活用とは異なる論点となる。

### 4.3 GIS 活用における活動団体のマネジメント能力と職員のスキルの重要性

結果から、自然保全ボランティア活動の GIS を用いた定量化において活動をコーディネートする組織の職員のスキルが重要なことが示された。先行研究では、GIS の

課題として土地台帳など各種情報に入手困難なデータがあることが課題とされている（谷口2023）。分析に利用した牧野データも、聞き取りから新たに作成する必要がある。そのため、自然保全活動団体の職員が管理者から適切に聞き取りを行い、情報を作成するスキルが求められる。自然保全ボランティア活動におけるより効率的かつ正確な地理情報の収集のためには、近年研究の進むGISにおけるボランティア情報収集の研究（瀬戸2010）が参考になりうる。実際に阿蘇GSでも作業に参加したボランティアから現地の情報を収集していた。この情報収集においても、組織の有する高いマネジメント能力（竹内・井上2024）が機能したと考えられる。定量化により作成した指標は活用方法次第では、参加希望場所の偏りなど負の影響を生じさせる。そのため、適切な活用方法の検討をボランティアと検討する必要があるが、その際にも組織のマネジメント能力が重要となる。

また、取得した情報をGIS上で適切に統合し、表示するといったソフトウェア操作のスキルも必要である。この点において、自然保全ボランティア活動を行う団体においても自治体同様に職員のGIS運用のスキルを高めることが必要となる。

## 5. 終わりに

本研究では、阿蘇GSの野焼き支援ボランティア事業を例として、自然保全ボランティア活動におけるGISを用いた活動内容の定量化の方法とその活用について知見が得られた。自然保全ボランティア活動のより安全かつ効率的な運営においてGISの活用は有効だと考えられる。しかし、既存研究では考慮されてこなかった自然保全ボランティア活動ならではの課題も確認された。

本研究では、GISの活用が自然保全ボランティア活動の効率化や安全性の向上に実際にどの程度貢献するのかは明らかになっていない。そのため、今回の指標の有効性を実際の活動の中で検証することが必要である。その際には、実際の運用に向けたアプリケーションの開発なども実証的な研究課題として残っている。また、今後は参加者の属性が作業の難易度にどのように影響するのかを特定する必要がある。そのため、本研究で明らかとなった作業場所の定量的な評価をもとに、ボランティアの属性を反映したエージェントを動かすシミュレーションモデル分析が有効だと考えられる。

## 謝 辞

本研究においては公益財団法人阿蘇グリーンストックに協力

をいただいた。また、福岡女子大学辻信一教授に研究の企画段階および調査において助言いただいた。

## 付 記

本研究の実施には福岡女子大学奨励奨励交付金を活用した。

## 参考文献

- 大澤篤弘, 仁多見俊夫 (2014) 「都道府県および森林管理局における森林GISの運用状況」『森林利用学会誌』, 29 (4), 203-212.
- 大森浩司 (2022) 「GISの活用と推進」『地方自治ふくおか』, 77, 45-51.
- 国場有沙, 神谷大介, 平野順俊, 澤口侑, 大月庄治, 山本忍, 小宮涼, 庄司康太, 浅野達海, 今井龍一 (2024) 「3次元点群データを用いた登山道のデジタルアーカイブ化とその活用」『AI・データサイエンス論文集』, 5 (3), 557-562.
- 瀬戸寿一 (2010) 「情報化社会における市民参加型GISの新展開」, 『GIS—理論と応用』, 18 (2), 139-148.
- 高橋耕一, 田野倉直子, 趙賢一, 大塚生美 (2005) 「千葉市域の谷津の一体的保全に向けたGISによる自然環境の資質分析と評価」, 『農村計画学会誌』, 24 (4), 227-236.
- 高橋佳孝 (2009) 「多様な担い手による阿蘇草原の維持・再生の取り組み」『景観生態学』, 14 (1), 5-14.
- 竹内亮・井上智尋 (2024) 「熊本県阿蘇地域の「野焼き・輪地切り支援ボランティア活動」の継続要因の分析—ボランティアと活動資金のマネジメントに注目して—」『環境経済・政策研究』17 (1), 92-97.
- 竹内亮, 嶋田大作 (2021) 「阿蘇における野焼き支援ボランティア事業は新型コロナウイルス感染症にいかに対応したのか」『環境経済・政策研究』, 14 (1), 4-8.
- 谷口吉光, 植田行則, 藤山浩, 森山慶久, 新田直人, 高橋正也 (2024) 「地域資源共同管理のための農地GISマップの作成—三種町下岩川における共同研究の事例—」『八郎湖流域管理研究』, 7, 29-37.
- 町田怜子, 増井太樹, 茂木もも子 (2024) 「阿蘇地域における草原の野焼き支援ボランティア活動の変遷」『林業経済研究』, 70 (2), 30-41.
- 森づくりフォーラム (2022) 「森林づくり活動についての実態調査 2021年 調査集計結果表」, [https://moridukuri.jp/forum-news/2021research\\_report](https://moridukuri.jp/forum-news/2021research_report) (2025年1月15日最終閲覧).
- 山本佳世子 (2003) 「都道府県レベルでの地域統合型GISの構築に関する一考察」, 『第18回日本社会情報学会全国大会研究発表論文集』, 143-148.
- 山本佳世子 (2009) 「環境情報システムとしてのGISの到達点と今後—琵琶湖集水域における土地利用解析を事例として—」『環境科学会誌』, 22 (2), 143-154.
- 山本正嘉 (2016) 『登山の運動生理学とトレーニング学』, 東京新聞出版局.