

論文の内容の要旨

論文題目 高精細地形情報を利用した地域環境理解のモデル構築
(Model construction of regional environmental
understanding using high-definition topographic data)

氏 名 小倉 拓郎

地域環境は住民にとってその生活から切り離すことのできない背景要素であり、人間が日常生活を営む上で、地域住民がその居住地域における地域環境を理解することは、短期的にも長期的にも重要なことである。すなわち、地域環境に即した生活を営むことで、日常的な「豊かさ」を創出することが可能となる。しかし、短期的・長期的な地域環境の変動や状況を包括的に概観し、その微細な変化を感受したり大規模な変動を予測したりすることは、現状では多くの地域住民にとって困難である場合が多い。地域環境を住民がより身近に認知し理解を深めるためには、自然や歴史を背景とした地域環境そのものの情報化と、その伝達手法の構築が重要な基礎的手段となる。

近年、高頻度・高精細な地形計測手法が普及してきているが、地域の自然環境の変化を観測し定量化するために、これらが適用される事例が増えてきた。これにより、地域住民が身近に感じる時空間スケールでの自然環境の実態とその変化を、最適な解像度で情報化し、地域住民に伝達することが可能になると期待される。

また、地域住民との科学コミュニケーションを実施する上で、研究者が住民に対して研究成果の内容をわかりやすく発信することが求められている一方で、科学的研究に関する住民の基礎的な知識を定着させることも必要とされている。そのため、研究者によるアウトリーチ活動、サイエンスコミュニケーション活動の必要性や重要性は、これまでも強く主張されてきている。また、地域住民が科学に触れることができる最も身近な場として、学校教育が挙げられる。これらの活動は、地域住民と科学との接点として機能している一方、その効果的な体制や伝達手法の構築に関する知見はまだ十分とはいえない。

そこで本論文では、近年普及してきた高頻度・高精細な地形計測手法を用いて、地域の高精細地形情報を取得・分析する方法を構築する。これにより、地域住民が身近に感じる時空間スケールでの自然環境の実態とその変化を、最適な解像度で情報化し、地域住民に地域環境を理解するための効果的な伝達手法に関する評価を行い、地域環境に関する理解を深めるためのモデル構築を行うことを目的とする。

第1章では、本研究の背景について述べたあとで、本研究の目的と意義について述べた。研究の背景として、地域住民の地域環境に関する無関心さや、自然科学のリテラシーの欠如について取り上げたあと、自然環境に関する学校教育やアウトリーチ手法、地域の自然環境モニタリング手法を用いたアプローチが提案されてきている一方、高精細地形情報を取得することが可能となり、地域自然環境の地物を対象とした高精細地形情報の取得から、その成果を地域住民へ効果的に提供・発信できる可能性について述べた。

第2章では、自然科学のうち地形学を主な事例として、住民と科学との接点として大きな役割をもつ学校教育における地形学習の取り扱いについて整理した。その結果、特に文系科目である地理Aの教科書では、地形用語が多数扱われている一方、地形の小分類まで踏み込んだ詳細な地形用語が多用され、出現頻度に関わらず用語や地形の概念の解説に終始するような記述が施されていることが多く、用語の羅列になっている箇所も多く見られた。そのため、どのようにして地形が形成したのかなどといった、本来地形用語を習得する際に必要な日常生活との関わりを学習することが難しくなっていることを指摘した。次に、学習指導要領では、社会科・地理歴史科の地理の科目の学習範囲としては制限されている、地形プロセスの理解を促す教育方法を検討するために、高精細地形情報を用いた学習材を整備し、授業実践を試みた。対象は石川県川北町手取川流域の小学校の児童である。児童たちは、河川の状況を示す複数時期のオルソ画像から、流水と礫の運搬・堆積状況を読み取り、河川の営力の大小について理解することができた。また、この教材を使用したのち、過去に起こった大きな水害の写真や、将来想定される浸水被害マップを提示することで、河川営力の理解をベースとして災害を想像することができた。この学習ののち、地方公共団体が主催する防災訓練に参加したり、家庭で水害について話し合う機会を設けたりすることで、授業内で理解した河川営力や過去・未来の災害の規模を体系的に復習する機会を設けた。このように、普段見慣れた風景から、非日常的な自然環境の動態を想像することで、基本的な地形プロセスに関する知識の習得や、防災に関する意識の向上がみられた。

第3章では、地域の自然環境をより簡便に、かつ高精細な情報として取得し、地形の差分解析ができるUAS (Unmanned Aerial System) を用いたSfM (Structure from Motion) 多視点ステレオ写真測量について、その実用的な検証を行うことを目的とした。対象を滋賀県東近江市愛知川の河床耕耘事業地とし、2019年に発生した台風6号の通過に伴う地形変化の特定手法について検証した。その結果、対象とした河川区間では、河床耕耘後に発生した大規模な出水前後で耕耘箇所の砂礫堆の流出が確認できた。出水前後のDSMおよびオルソ画像の比較の際に、高精度な位置情報を用いてジオリファレンスした出水前の地形情報に、

低精度な情報を用いてジオリファレンスした出水後の地形情報を重ね合わせる手法について検討した。その結果、出水後のオルソ画像については3次多項式を用いた変換方法でRMSEは0.0052 m, DSM (Digital Surface Model) についてのRMSEは0.0053 mであり、立ち入ることの難しい水位上昇後の河川において、高精度な地上基準点 (GCP: Ground Control Point) の位置情報測定を用いずとも、差分解析が行える手法を検証した。

第4章では、第3章の研究を広く住民に知ってもらうために、愛知川流域にある博物館にてアウトリーチ活動を実施した。高精細地形情報から作成した3Dプリントを用いて、地域住民に自然地形に対する認識について聞き取り・アンケート調査を行い、その認識の差異について検証した。その結果、来場者が3Dプリントに触れる様子や感想から、2次元の地図からは読み取ることが難しい複雑な形状を直感的に理解することができていた。また、多時期の3Dプリントを利用することで、地形変化の抽出が容易にできるようになり、人間が営む日常生活レベルの時間スケールで生じる現象から、身近な地形変化速度の考察が可能となった。さらに、視覚障がい者の来場者からは、3Dプリントモデル内に基礎的な尺度となる物体を入れることで、地形全体の規模を想像することができるという意見があった。

第5章では、都市開発と歴史的風致の保存といった問題に直面している横浜市田谷地域を対象とし、その地域の小学校の児童を対象としたアウトリーチ活動について、歴史的風致や景観の保全といった課題についての探究的な環境学習を実践し、その効果を検証した。高精細地形情報を用いた地域の大型地形模型の制作や、文化財としての洞窟の輪切り模型の制作、防災情報の重ねあわせなどの授業を実践し、児童の反応から学習効果を検証した。模型製作授業の導入として、環境測量に関する授業を実施し、その興味と関心を契機として、自然環境計測に係わる事例を紹介することで、生徒の多くが自然現象に対する興味をもつようになった。模型製作の授業では、地域の地形の勾配や凹凸について、模型の基礎となるスチレンボードに触れたり切り取ったりするプロセスを通して、地域環境に関する興味や形状に関する考察を児童が行っていることがわかった。また、まとめの授業において、児童は作成した地形模型を閲覧することを通して地域環境に関する地理的想像を深めていた。さらに、防災情報を重ね合わせた地形模型を閲覧する学習では、児童らが風水害の被害を受けた箇所を直接模型の上にマッピングすることで、二次元の地図上では困難であった、地形と被災箇所に関する新たな考察が生まれ、三次元地形模型を利用した学習の効果が表れていた。

第6章では、総合考察として、第2章～第5章での実践で明らかになったことを踏まえて地域環境理解のために高精細地形情報がどのように有用であったのかを述べた。

第7章では、本論文を統括して研究成果としてまとめるとともに、今後の展開と展望に触れ、論文全体の結論とした。

筆者によって提案された高精細地形情報を用いた「日常尺度」レベルの地域環境理解は、自然現象の理解を人間の日常生活を通じた知覚・感覚により近づけることにより促進させた新規的な概念である。具体的には、高精細地形情報が対象とする時間スケール・空間スケール・次元が、従来の手法よりも日常生活スケールの世界を投影できるスケールに近接し、これにより、人生経験の短い子どもから長い大人まで、生活する感覚上の時間・空間スケールを基準とした自然現象の理解が実現できる。さらに、「日常尺度」レベルの地域環境理解から、非日常的な自然現象の理解（災害や、地質学的時間スケールの地形変化等）を促進させ、地域住民の日常的な「豊かさ」を創出することが可能となると考えられる。さらに、本論文により提示された地域環境理解のモデルは、地形学、地理学をはじめとした環境学分野の教育・普及に大きく貢献できる。