

# 学位論文の要旨

氏名

佐々木 寿

学位論文題目

地理情報システムと高分解能空間データを用いた活動的火山の地形解析に関する研究

本論文は、地理情報システム(GIS)と高分解能衛星画像や航空機レーザスキャナ等により取得される高分解能空間データを用い、活動的火山の各種地形解析についてまとめたものである。

第1章は、本研究の背景や目的、内容を概説した。

第2章は、本研究の基礎データとなる高分解能空間データの概要について示した。近年の技術革新により、空間データと呼ばれる地理情報に関するデータの分解能が向上している。本研究で使用した高分解能衛星画像(IKONOS衛星画像)および航空機レーザスキャナ(ALS)によるデータについて、計測原理や取得データについて説明した。数値地形標高モデル(DEM)および高分解能衛星画像は、1m程度の分解能が得られることから、これまで得られなかった地形情報を取得できる可能性を述べ、本研究の必要性を強調した。

第3章では、火山噴火時における空中写真や衛星画像などのリモートセンシングを用いた調査についてまとめた。雌阿寒岳2006年3月噴火ではデジタルオルソフォトを作成することにより、新火口の位置および泥流・降灰の分布域を正確に提示することができた。浅間山2004年噴火の事例では、高分解能衛星画像データ(IKONOS画像)を用いて、噴石着弾痕の分布を面的に示すとともに、釜山火口との関係を論じた。噴火後の火山近傍は立ち入りが規制されることが多いため、安全に状況を把握する手法として、高分解能空間データを用いた調査は、火山の活動予測や防災対応のための基礎情報取得に貢献することを提示した。

第4章は、火山地形判読を目的として、航空機レーザスキャナDEM(ALSDEM)を用いた新しい地形表現手法を開発し、その適用例について示した。ALSDEMからGISソフトで作成できる傾斜量図を作成し、地形の判読性を検討し、傾斜の最大値を調整することで、対象とする微地形を強調することができることがわかった。また、傾斜量図単独では高さ情報がなく、尾根・谷が逆転する欠点があることから、傾斜量図に標高値をカラー表示した高度段彩図を重ね合わせたカラー標高傾斜図(ELSAMAP)を新しく開発した。

ELSAMAPは、標高と地形の情報を同時に表現するため、両者の特徴を活かした直感的な地形判読が可能となった。ALSDEMを用いたELSAMAPは、数10cm単位の高度調整が可能であるため、標高の微妙な変化を判読するような地形、例えば低地の微地形、段丘地形、火山地形などの地形判読に特に有用である。ELSAMAPを用いた地形判読およびALSDEMを用いた詳細な地形解析は、空間分解能および時間的分解能の向上が期待でき、火山地形のみならず地形発達史を考察する基礎データとして重要なものとなりうる。

第5章は、第4章で提示した新しい地形表現であるELSAMAPを桜島火山の地形解析に適用し、大正溶岩の再検討を行なった。大正溶岩のユニット名は、著者により溶岩の名称が微妙に異なっており、特に最近の論文では溶岩区分の認識に混乱が見られること、大正溶岩の分布も正確とは言いがたいことから、東側に分布する大正溶岩を対象として、ELSAMAP、旧版地形図、空中写真、デジタルオルソフォトをGIS上で解析した。大正噴火前後の旧版地形図からDEMを作成し比較したところ、大正溶岩は沢・谷や凹地など低所を埋め、噴火前の海岸線付近に厚く堆積したことで、基盤の高まりに影響され溶岩流が二分されたことが明らかとなった。ELSAMAPを用いて溶岩流上面の標高を調整し、地形分類を行なったところ、地形境界は概ね既存研究と同じであったが、従来の二次溶岩流の区分について異なる結果が得られた。その結果、従来の“二次溶岩流”という名称を“搾り出し溶岩”と変えることにより、大正Ⅰ溶岩(T1)、大正Ⅱ溶岩(T2)との関係を明確にした新しい溶岩区分を提示した。

第6章は、1955年から今日まで長期間にわたって活発な噴火活動を続けている桜島火山の南岳火口の火口形状について考察した。ALSDEMと火山基本図から作成したDEMを用いて、1981年と2001年の火口形状の変化を定量的に把握し、火口底が20年間で200m以上低下していることがわかった。二時期のDEMの差分から、損失体積を0.037km<sup>3</sup>と推定した。火口が深くなった時期を調べるため、1980年から2001年までに6回撮影された空中写真を判読し、1990年代前半には2001年とほぼ同じ形状であることがわかった。空中写真による火口形状の判読と、爆発回数および噴石の到達距離などの噴火記録を照合し、1980年代の活発な活動により深い火口が形成されたこと、噴石の飛散に対し火口底深度が影響を与えている可能性があることが示唆された。

第7章では、本研究によって得られた成果を総括した。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 259 号	氏名	佐々木 寿
審査委員	主査	小林 哲夫	
	副査	宮町 宏樹	中尾 茂

**学位論文題目** 地理情報システムと高分解能空間データを用いた活動的火山の  
 地形解析に関する研究  
 (Studies on Geomorphological Analyses of Active Volcanoes using Geographical  
 Information Systems and High-resolution Digital Spatial Data)

### 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は地理情報システム(GIS)と高分解能衛星画像や航空機レーザスキャナ等により取得される高分解能空間データを用い、活動的火山の各種地形解析についてまとめたもので、全文7章より構成されている。

第1章は序論であり、第2章では本研究の基礎データとなる高分解能空間データの概要について示している。さらに第3章では火山噴火時における空中写真や衛星画像などのリモートセンシングを用いた調査についてまとめている。これらは噴火時においても、安全に状況を把握する手法として有効であることを示した。

第4章では火山地形判読を目的として、航空機レーザスキャナDEM(ALSDEM)を用いた新しい地形表現手法を開発し、その適用例について示した。新手法とは傾斜量図に標高値をカラー表示した高度段彩図を重ね合わせたカラー標高傾斜図(ELSAMAP)である。この手法は、火山地形のみならず地形発達史を考察する基礎データとして重要なものとなりうることを示した。

第5章ではELSAMAPを桜島火山の地形解析に適用し、東側に分布する大正溶岩の再検討を行なった。具体的にはELSAMAP、旧版地形図、空中写真、デジタルオルソフォトをGIS上で解析した。大正噴火前後の旧版地形図からDEMを作成し比較したところ、大正溶岩は沢・谷や凹地など低所を埋め、噴火前の海岸線付近に厚く堆積したことが明らかとなった。さらに現在は埋積されている火口位置を特定できた。溶岩の流動、集積の過程を詳細に検討し、従来の溶岩流の区分とは異なる結果が得られたため、新しい溶岩区分を提示した。この新しい溶岩区分は、岩石学的なデータとも調和しており、従来の研究にみられた溶岩対比での混乱を解消することができた。この成果はマグマの成因を考察するうえで、非常に重要な成果といえる。

第6章では、ALSDEMと火山基本図から作成したDEMを用いて桜島火山の南岳火口の火口形状の変化を定量的に把握した。1981年と2001年を比較すると、この20年間で火口底が200m以上低下していること、損失体積を0.037km<sup>3</sup>と推定した。またこの火口底深度の変化が、噴石の飛散に対し影響を与えている可能性を指摘した。最後の第7章は結論である。

以上、本論文は、新たに開発したカラー標高傾斜図(ELSAMAP)という地形表現手法を用い、桜島火山の大正溶岩の地形解析をまとめたものである。その結果、溶岩の流動、集積の過程を詳細に追跡することが可能となり、新たな火口・溶岩区分を提唱した。このように過去の噴火現象を詳細に解析したことは、火山地質学のみならずマグマ成因論の分野からも大いに評価されるものである。またこの解析手法は火山地形のみならず地形発達史を考察する基礎データとして重要なものであり、博士(理学)の学位論文として十分な価値があると判定した。よって、審査委員会は学位(博士)の学位論文として合格と判定する。

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第 259 号	氏 名	佐々木 寿
審査委員	主 査	小林 哲夫	
	副 査	宮町 宏樹	中尾 茂

平成19年2月13日、午後4時から行われた学位論文発表会において、審査委員を含む約20名の前で学位論文の内容が説明され、その後、以下に示すような質疑応答が行われた。いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

Q: 航空機レーザスキャナデータのフィルタリング処理はどのように行うのか?

A: 窓領域を設定し、その範囲の標高の高いデータから順番に除去していくのが処理の概要である。各メーカーが作成しているソフトで処理をする場合もあるが、処理に関する情報は非公開であり、詳細はわからないケースが多い。

Q: フィルタリングにより計測点数が減ると思うが、1mメッシュを作成したときの精度はどれくらいか?

A: 山間部のデータは樹木の影響を受け、地面に到達する計測点が少ないため、細かいメッシュデータを作った際の精度は低いと考えられる。どの程度の点群密度から、どの程度のDEMを作るべきかという方法論や地形再現性の評価手法などは確立していないのが現状である。  
今回対象とした大正溶岩は樹木の影響が少なく、溶岩の表面を捉えていることから、細密DEMを作成しても特に問題は生じなかった。

Q: 写真測量と航空機レーザスキャナで作成するDEMの精度に差があるのか?

A: 大正溶岩のような樹木が少ない場所では、写真測量で用いる自動相関等の処理でDEMを作成しても、精度の良いDEMが作成できるが、山間部では精度が下がる。  
航空機レーザスキャナは、計測点がランダムに散らばるため、取得したい地点に落ちないという問題点がある。一方、写真測量では、取得したい地点を自由に選ぶことができる。目的に応じて手法を使い分けることで、精度の高いDEMが作成できると考えられる。

Q: 溶岩区分の根拠としてSiO<sub>2</sub>を用いているが、他の元素間の比率などは検討しなかったのか?

A: もちろん他の元素間の比率なども重要であるが、古典的な山口の研究以来、溶岩区分はSiO<sub>2</sub>のみで行っており、その比較だけでも十分検討が可能であった。元素間の比率については今後検討したい。

Q: 第8火口を提唱したが、第7火口と第8火口からの溶岩流の境界は明瞭なのか?

A: ELSAMAP上でいろいろな高度補正をしながら検討したが、明瞭な境界は認められなかった。しかし第8火口からと推定される溶岩流地形は平坦で、かつ第7火口からの溶岩流よりも高い位置に分布している。また化学組成でも、大正溶岩で最もSiO<sub>2</sub>の値が低く、別火口を想定すべきと考えた。

その他、第8火口についての従来の記載や溶岩区分の妥当性等についても質疑がなされたが、それらすべてに対しても的確な応答をしていた。以上のことから、本委員会は本人が博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士(理学)の学位を与えるに足りる資格を有するものと認定した。