

氏名（本籍）	田村 知也（ 埼玉県 ）		
学位の種類	博 士（ 理学 ）		
学位記番号	博 乙 第 2965 号		
学位授与年月日	令和 2 年 5 月 31 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	アトラノリンがケイ酸塩鉱物の溶解に与える影響： 地衣類による火山地域の岩石風化に関する実験的考察		
主査	筑波大学准教授	博士（理学）	興野 純
副査	筑波大学教授	理学博士	荒川 洋二
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	黒澤 正紀
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	丸岡 照幸

## 論 文 の 要 旨

審査対象論文で著者は、地衣類が岩石風化に及ぼす効果について明らかにするために、地衣類に被覆された溶岩に対する透過型電子顕微鏡観察と、地衣成分による溶解実験を組み合わせ、検討を行っている。

本論文は、第1章と第2章に分けて構成されている。

第1章では、著者は東京都伊豆大島の三原山に産する玄武岩質溶岩に着生する樹状地衣 *Stereocaulon vesuvianum*（ハイイロキゴケ）と溶岩の界面を透過型電子顕微鏡を用いて詳細に観察し、その構造や組織、化学組成から、地衣類による溶岩の溶解モデルを考案している。

著者は序論において、まず火山地域の岩石が風化する際には地衣類が少なからず影響を及ぼしていることが古くから指摘されていることに触れ、しかしながら、地衣類と岩石の相互作用に関する研究でこれまでに用いられている偏光顕微鏡や走査型電子顕微鏡、粉末X線回折といった手法では、その現象を解明するためには十分ではないとしている。その上で、地衣類と岩石界面をナノメートルスケールで観察することの必要性を挙げ、界面に形成される二次生成物の相同定および化学組成分析が同時にできる透過型電子顕微鏡を用いた研究の重要性を述べている。

次に著者は、実験方法として試料採取地の伊豆大島の地質概要、地衣類同定方法、偏光顕微鏡観察、粉末XRD測定、SEM観察、ラマン分光分析、走査型透過X線顕微鏡分析法について述べ、さらに本論文で重要な位置づけとなる透過型電子顕微鏡の試料作製方法と観察方法について詳しく述べている。

続いて著者は、結果および考察において、透過型電子顕微鏡観察から樹状地衣 *S. vesuvianum* と溶岩の界面は厚さ300-1000 nmの非晶質シリカ層が覆っていることを示し、その厚さが *S. vesuvianum* が未着生の溶岩の表面の非晶質シリカ層よりも厚いことから、溶岩表面への *S. vesuvianum* の着生が非晶質シリカ層の形成に有利に作用している可能性があることを述べている。そして著者は、非晶質シリカ層とケイ酸塩鉱物との間で起きている現象は、溶解と再沈殿が同時に進行する「界面溶解－再沈殿連動モデル」であることを提案している。

第2章では著者は、地衣類の中で代表的な地衣成分の一つであるアトラノリンに着目し、アトラノリンを用いた鉱物の溶解実験を実施し、アトラノリンが灰長石と普通輝石の溶解に及ぼす効果について検証している。

著者は、アトラノリンを溶解させた水溶液に灰長石と普通輝石を浸漬させて60日間暗室で静置し、その間の溶液の濃度変化を誘導結合プラズマ発光法を用いて調べ、試料表面の形態変化を透過型電子顕微鏡によって観察している。

著者はこの実験から、溶解時間が7日を境にアトラノリンがケイ酸塩鉱物の溶解に与える影響が変化していることを見出した。溶解反応が7日より短い場合は、アトラノリンによる錯体形成反応が卓越し、灰長石および普通輝石からCaおよびMgが溶出しており、アトラノリンによって溶解反応が促進されていた。一方、7日以降では、アトラノリンによる効果は超純水を用いた場合とほとんど差がみられなかった。そして、60日間反応させた灰長石と普通輝石は十数ナノメートルの非晶質層がそれらの表面を覆っていた。著者は、形成された非晶質層がアトラノリンの錯体形成反応が遮断された可能性があることを指摘している。著者はこれらの結果から、地衣成分が鉱物の溶解に最も効果的に作用しているのは、地衣類が菌糸を伸ばし鉱物に貫入して菌糸が鉱物のフレッシュな界面と接触しているときであると述べており、最後に火山地域での一次遷移における地衣類の役割についての考察をまとめている。

## 審 査 の 要 旨

岩石に着生した地衣類が岩石風化に与える影響は古くから指摘されてきたが、従来の手法では地衣類と岩石の境界面で起きている現象を直接観察することは困難であった。著者は、天然試料の観察と室内実験を実施し、高分解能透過型電子顕微鏡の手法を駆使して、地衣類と岩石界面で起きている現象をナノメートルスケールで詳細に調べた。本研究は、これまで困難であった地衣類と岩石界面の観察方法の開発という点だけでなく、地衣成分が鉱物の溶解と非晶質物質の形成に寄与している証拠を示しており、地球惑星科学の発展に重要な役割を果たしていると考えられる。

令和2年4月13日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。