

氏名（本籍）	ZHANG XIULONG		
学位の種類	博 士（ 農 学 ）		
学位記番号	博 甲 第 9851 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Photosynthesis Properties of Pioneer Species on Volcanically Devastated Sites in Miyake-jima Island, Japan (三宅島火山荒廃地における先駆植物の光合成特性)		
主査	筑波大学教授	博士（農学）	上條 隆志
副査	筑波大学准教授	博士（地球環境科学）	清野 達之
副査	筑波大学助教	博士（農学）	川田 清和
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	廣田 充

## 論 文 の 要 旨

審査対象論文は、火山噴火荒廃地に侵入定着し、生態系形成の初期発達を担う遷移初期植物の生理生態学的特徴に着目したものであり、伊豆諸島三宅島の2000年噴火跡地に生育する遷移初期植物3種を対象とした野外調査と光合成特性の測定に基づく研究成果からなる。

第1章で著者は、研究背景として火山噴火と植生遷移について文献レビューを行った。さらに著者は、土壌系も破壊された状態から始まる一次遷移に着目して、遷移初期植物が栄養塩の利用性が極端に低い遷移初期段階において、どのような適応戦略を示すかについてレビューした。さらに著者は、火山荒廃地における遷移初期植物の成長戦略として、窒素の利用性の低さへの適応に着目する必要性、ハワイや富士山などの研究例を除くと火山に生育する遷移初期植物については、全体に生理生態学的な知見が不足していること、火山における遷移初期植物が荒廃地の緑化植物として有効なことについて指摘した。

第2章で著者は、調査対象地である三宅島について、噴火の歴史、2000年噴火の特徴と生態系に与えた影響、既存の植生遷移に関する知見、調査対象種であるハチジョウススキ (*Miscanthus condensatus*)、オオバヤシャブシ (*Alnus sieboldiana*)、ハチジョウイタドリ (*Fallopia japonica* var. *hachidoensis*) の3種の特性について記述した。3種の内、オオバヤシャブシは窒素固定植物であり、ハチジョウススキはC<sub>4</sub>植物となる。また、2000年噴火によって、様々な遷移段階の植物群落がある三宅島が、遷移初期植物の光合成特性と立地条件との関係を検討する上で、適した調査地であることについて述べた。

第3章で著者は、三宅島2000年噴火跡地で最も優占するハチジョウススキに着目して、その生理生態学的特性を検討した。著者は、ハチジョウススキの光合成特性と立地条件、特に土壌窒素との関係について検討するため、三宅島南西部の火山灰が30 cm以上堆積し、裸地（ハチジョウススキが疎らに生育）・ハチジョウススキ草原・オオバヤシャブシ低木林が連続的に分布する地域を調査地に設定した。ハチジョウススキの葉の特性については、採取した葉を用いて、葉面積当たりの葉重量、葉面積当たりの窒素含量を定量した。光合成特性については、携帯用光合成測定器 LCPro を用いて、光合成速度、蒸散速度を測定した。測定は

基本的に現地に生育する個体を用いて行い、さらに、得られたデータセットから著者は、最大光合成速度、光合成窒素利用効率、光補償点を求めた。得られた値を既存の研究例と比較した結果、ハチジョウススキの光合成窒素利用効率が高いことが示唆された。また、これらの葉の特性と光合成特性に対する環境要因の影響を明らかにするために、一般化線形混合モデルを構築し、解析を行った。その結果、葉面積あたりの窒素含量や最大光合成速度は、土壌窒素含量から正の効果を受けることが示された。これに対して、光合成窒素利用効率は、土壌窒素含量が少ないほど増加する、すなわち、より効率的に窒素を利用することが示された。このことは、窒素不足となる遷移初期段階において、本種が光合成窒素利用効率を上げることで生存を可能にしていることを示唆している。また、光合成窒素利用効率は直前の降雨によっても増加し、土壌窒素含量の少ない裸地に近い環境に生育するハチジョウススキにおいて降雨の効果がより顕著なことが示された。

第4章で著者は、遷移初期植物3種の光合成特性を比較した。その結果、葉面積当たりの葉重量はハチジョウイタドリで最も高く、葉面積当たりの窒素含量はオオバヤシャブシで最も高く、最大光合成速度はハチジョウススキが最も高かった。また、光合成窒素利用効率はハチジョウススキで最も高く、オオバヤシャブシで最も低かった。このように3種は、遷移初期段階においてほぼ同時に侵入するが、その光合成特性は大きく異なることが示された。これらの結果を基に著者は、窒素の利用戦略の観点から、このような種間の相違が生じたメカニズムについて議論した。

第5章で著者は、遷移初期植物種3種が生態系の発達に与える効果について、窒素の供給による遷移の促進効果と光合成速度に依存する生態系の生産力の面から考察した。促進効果については、窒素固定能力を持つオオバヤシャブシが最も寄与し、生態系の生産力向上にはハチジョウススキが最も寄与するものと考えられた。最後に著者は、これら3種を用いた荒廃地の緑化について論じ、オオバヤシャブシの窒素固定能力とハチジョウススキの高い光合成能力を組み合わせさせた緑化の有効性について論じた。

## 審 査 の 要 旨

審査対象論文が焦点を当てた火山遷移初期段階は、植物を含む生物と無機的環境が相互作用を開始し、生態系が形成される過程を観測することができる。著者は、三宅島2000年噴火という巨大な攪乱跡地を活用して、火山荒廃地で遷移初期植物がどのようにして生育を可能にしているかについて、現場での光合成特性の測定により明らかにした。また、得られた成果を基に、遷移初期植物が生態系を形成してゆくメカニズムについて考察した。窒素不足に対する植物の反応等に関する研究は数多く存在するが、実際の火山遷移という自然のプロセスの中で、遷移初期植物がどのように窒素不足の環境下で生存を可能にしているかについて実証的に示された研究は少ない。特に種間の比較といった包括的な研究例はないに等しく、本論文の成果は高いオリジナリティーを持つものである。また、本論文の成果は、在来種を用いた生物多様性を重視した緑化技術の発展にも貢献しうるものである。以上のように、審査対象論文は、遷移初期植物の生理生態学的研究として、さらには遷移初期植物を用いた緑化技術の進展に寄与しうる研究として高く評価される。

令和3年1月27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最終試験を行い、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（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。