

三宅島2000年噴火後の森林植生の回復

亀谷 行雄・戸田 浩人¹・花岡 功大²・生原喜久雄¹

キーワード：三宅島，二酸化硫黄ガス，オオバヤシヤブシ，火山灰

緒 言

三宅島では2000年7月から8月にかけて雄山が噴火し、島の生態系に大きな影響を与えている。島の中心にある雄山の山頂から中腹の環状線林道にかけて多量の降灰があり、森林植生は壊滅的な被害を受けた。2008年9月現在、放出する二酸化硫黄ガスにより風下となる地域では、いまだ植生は回復していない。2005年に住民の帰島、観光受け入れが始まり、防災上からも森林植生の回復は急務といえる。

本研究では、森林植生の衰退と回復の状況を把握すると同時に、二酸化硫黄ガス濃度の高低および火山灰や土壌の理化学性が森林植生におよぼす影響を明らかにし、森林被害地の造林・緑化に役立てる。

材料および方法

1. 植生調査

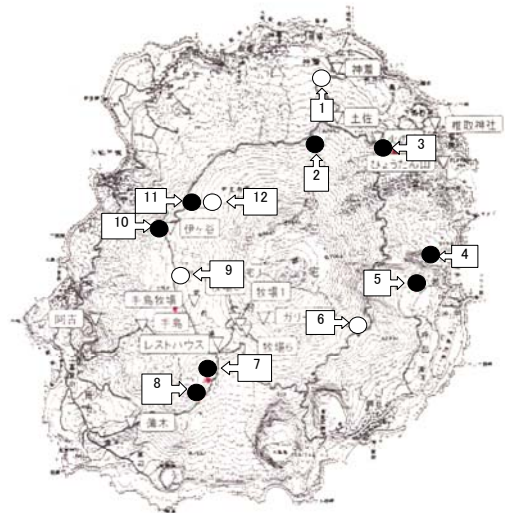
20m×30mの固定試験区を2004年に8箇所、10m×10mの固定試験区を2006年に4箇所、計12箇所を島の全周囲に設けた(図1)。なお、噴火前の林況は、試験区4、6がスギ人工林で他の試験区はすべて広葉樹林であった。

2004年11月～12月、2005年11月～12月、2006年11月、2007年10月に、ブラウン-ブランケBraun-Blanquet法により、樹木と草本について、それぞれの種類ごとに植被率を測定した。植被率は調査区の地表面に対する調査した植物の投影面積を百分率で表した。

2. 土壌調査

(1) 土壌試料の採取

2004年6月に試験区2～5、7、8、10、11(図1)において、各試験区内に3箇所ずつ土壌断面を作成し、



● 植生と土壌を調査した試験区 ○ 植生のみを調査した試験区
数字は試験区番号

図1 試験区位置図

堆積した火山灰および深さ10cmまでの鉍質土壌を採取し分析に供した。2006年6月にも同様に、鉍質土壌を採取し分析に供した。

(2) 土壌への火山灰浸出液の土壌浸透実験

2006年6月に火山灰が厚く堆積している試験区10の火山灰、および火山灰の堆積や植生被害が著しく少ない場所の深さ10cmまでの鉍質土壌を採取し、以下の室内で浸透実験に供した。セミマイクロSchollenberger法の器具を用い、4mmのふるいを通した火山灰10gまたは鉍質土壌8gをカラムに入れ、火山ガスの溶解した降水を仮想し、硫酸(H₂SO₄)で調節したpH3、5、7の3種類の溶液を、雨量換算で時間あたり150～375mm浸透させ、浸出液を採取した。同様の操作を浸出液の電気伝導度(EC)が安定するまで繰り返し行った後、浸出液をpHと溶存イオンの分析に供した。また、堆積した火山灰からの浸出液が鉍質土壌に浸透することを想定

¹東京農工大学大学院農学部・²永大産業(株)

し、火山灰を浸透させた3種類の溶液を鉍質土壌へ同様の操作で浸透させ分析に供した。なお、浸透実験の浸出液のECはECメーターで、pHはガラス電極法で、溶存イオンは飽和土壌水と同様にイオンクロマト法で測定した。

(3) 化学分析の方法

堆積火山灰および鉍質土壌の分析は以下のように行った。pH(H₂O)は土壌：水＝1：2.5で攪拌し1時間放置後、ガラス電極法により測定した。交換性Ca²⁺、Mg²⁺は1 mol酢酸アンモニウム溶液(pH 7)で、交換性Al³⁺は1 mol塩化カリウム溶液で、風乾土：溶液＝1：2.5で1時間振とう、抽出後、原子吸光法により測定した。植生調査を実施した12箇所のうち試験区2、3、4、5、7、8、10、11の8箇所(図1)で2004年と2006年に土壌調査を実施した。調査は、堆積火山灰の測定、火山灰および土壌A層の理化学性調査、室内での酸性雨の浸透実験を行った。

結果および考察

1. 植生調査

(1) 植生の状況

2004～2007年に、各試験区に出現した植物の種類を表1に示した。2004～2007年の間に試験区1～12に出現した植物種類数は、46種類であった。その内容は、木本類が36種類、草本類が10種類であった。さらに木本類36種類のうち8種類が、つる性の木本類であった。このように草本類に比べて木本類の出現数が多かった。ヒサカキ *Eurya japonica* Thunb. は2004～2007年に調査したすべての試験区において出現した。植被率10%以上で出現した草本植物の種類とその植被率を表2に示した。ハチジョウススキ *Miscanthus condensatus* Hackは量的に増加が顕著であり、その傾向は全島的にもみられるという報告もある(上條, 2006)。2006, 2007年の調査では、試験区4, 5, 7を除き、ハチジョウススキが40%以上の植被率で出現した。植被率が低い試験区においても、ハチジョウススキが増加することが考えられる。また、試験区4においてユノミネシダ *Histiopteris incise* J.Sm. が85%以上、試験区7においてオオシマカンスゲ *Carex oshimensis* Nakaiが70%以上の植被率で出現した。

試験区ごとのオオバヤシャブシ *Alnus sieboldiana* Matusm. (植被率10%以上)、ヒサカキ (植被率5%

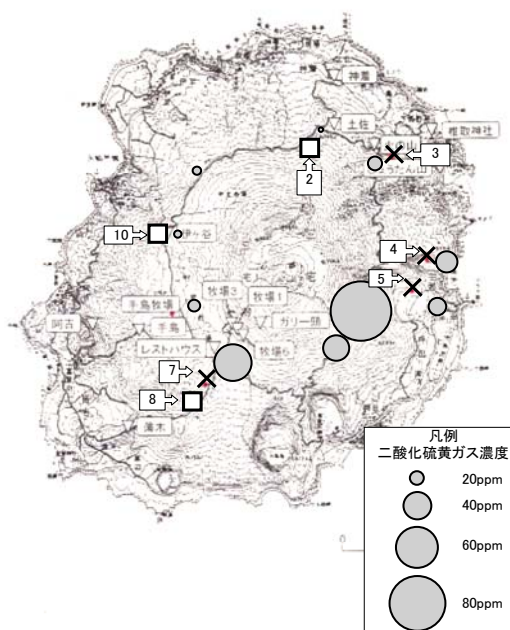
以上)の植被率の経年変化を、表3に示した。ヒサカキはすべての試験区で噴火前から生育し、噴火時も枯死することはなかった。また、オオバヤシャブシは噴火時に枯死したが、その後、種子から発芽し、試験区1, 2, 3, 8, 10, 11, 12で出現し、特に試験区2, 8, 10において高い植被率であった。

(2) 二酸化硫黄ガス濃度と植被率の関係

2005年4月から9月において、東京都三宅支庁産業課の協力を得て、試験区周辺の二酸化硫黄ガス濃度(以下、ガス濃度)を測定した。そのガス濃度の分布は、図2のとおりであった。ガス濃度は島の北側で低く、南側で高かった。

2005年におけるガス濃度と樹木との関係をみると、オオバヤシャブシではガス濃度の高い試験区4, 5, 7では植被率が低かったが(図2)、ヒサカキでは、植被率の低下はみられず、二酸化硫黄ガスに強い樹木と推定された(表3)。

以上のことから、ガス濃度が一定以下に低減すれば、三宅島の先駆的樹種であるオオバヤシャブシが生育し、森林としての回復の出発点になると考える。



三宅支庁データより

(二酸化硫黄ガス濃度の値は、日最高値が1 ppm以上の日を対象とし、その日最高値を2005年4月1日から9月30日まで積算し、月数の6で割って求めた。)

数字は試験区番号

□ オオバヤシャブシの生育がみられる試験区

× オオバヤシャブシの生育がみられない試験区

図2 オオバヤシャブシの植被率の状況と二酸化硫黄ガス濃度の関係(2005年)

表3 試験区ごとのオオバヤシャブシとヒサカキの植被率

試験区	試験区 設定年	樹木の種類	植 被 率 (%)			
			2004年	2005年	2006年	2007年
1	2006	オオバヤシャブシ			15	30
		ヒサカキ			10	10
2	2004	オオバヤシャブシ	10	40	45	50
		ヒサカキ	20	20	20	20
3	2004	オオバヤシャブシ			10	10
		ヒサカキ	10	10	10	10
4	2004	オオバヤシャブシ				
		ヒサカキ	5	5	5	5
5	2004	オオバヤシャブシ				
		ヒサカキ	5	5	5	5
6	2006	オオバヤシャブシ				
		ヒサカキ				
7	2004	オオバヤシャブシ				
		ヒサカキ	20	20	20	10
8	2004	オオバヤシャブシ	70	85	80	60
		ヒサカキ	20	20	20	20
9	2006	オオバヤシャブシ				
		ヒサカキ			5	5
10	2004	オオバヤシャブシ	10	30	45	70
		ヒサカキ	40	40	40	40
11	2004	オオバヤシャブシ			10	20
		ヒサカキ	10	15	30	30
12	2006	オオバヤシャブシ			10	15
		ヒサカキ			20	20

オオバヤシャブシは植被率10%以上，ヒサカキは植被率5%以上を示した。

2. 土壌調査

(1) 土壌の理化学性

2006年に堆積火山灰の厚さを調査して，分布図を作成した(図3)。火山灰は，雄山山頂の東～北側では厚く，南側で薄く堆積していた。試験区2，3，10,11は，10cm以上堆積していた。一方，試験区4，5，7，8は，10cm未満であった。特に試験区10，11では，15cm以上の堆積がみられた。

2004年において土壌A層はpH4.2以下と著しく酸性化しており(図4)，Alの溶出もみられた(図5)。また，2006年において土壌A層はスコリア層がみられた試験区3，8を除きpH4.3～4.8に上昇し，その上昇率は表層の堆積火山灰が厚い(>10cm)ほど大きかつ

た(図4)。

2004年の調査で，水溶性Caの分析から堆積火山灰では，多量の水溶性Caが存在するため(図6)，Alの溶出を押さえていると考えられる。また，硫酸性強酸性雨に対しては，石膏の形成による中和機構のあることが予測され，室内での浸透実験においても確認された。火山ガスの放出が終息していない現時点では，堆積火山灰が厚いほど直下の土壌A層の酸性化を抑制する効果が期待できる。

堆積火山灰が厚い(>10cm)試験区2，3，10，11では，土壌A層の水溶性Caが比較的多く保たれており，ガス濃度が低下すれば，この土壌A層を利用し緑化を推進することが可能である。また，試験区4，5，7，

8の堆積火山灰層が薄く、すでに土壌A層が酸性化し養分保持、供給力ともに衰えている場所は、酸性環境に強い下層植生が繁茂し、ガス濃度が低下してもオオバヤシバシの自然侵入は困難と予想される。

今後火山ガスの放出が終息した場合、森林植生の回復にとって、土壌A層の酸性化の抑制が課題であると考える。また、堆積火山灰の厚い島の北側では土壌A層が比較的健全に保たれており、森林回復が急速に進むと予測される。堆積火山灰の薄い南側では、北側に比べて、土壌A層が酸性化しているため森林回復が遅れると予想され、樹木の植栽等によって植生回復を図るためには、酸性化した土壌に石灰を混ぜるなど土壌改良が必要である。(戸田, 2005; 花岡, 2006; 戸田, 2007)

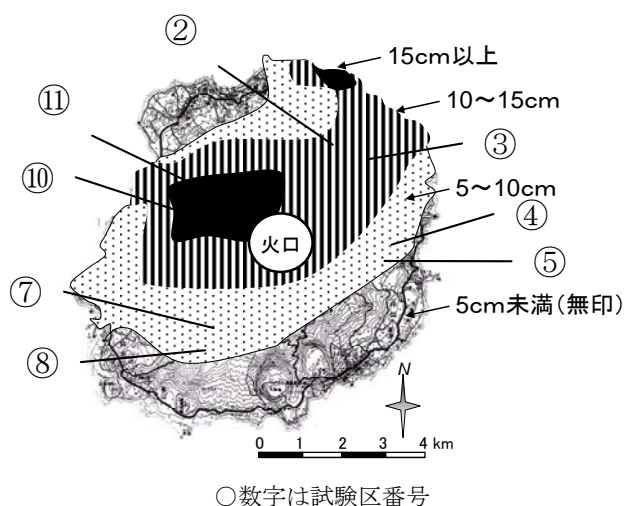


図3 堆積火山灰の厚さの分布 (2006年)

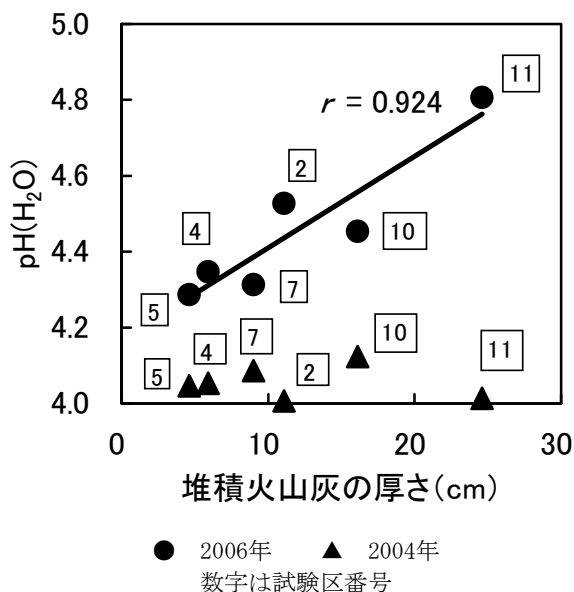


図4 堆積火山灰の厚さと土壌A層のpH(H₂O)

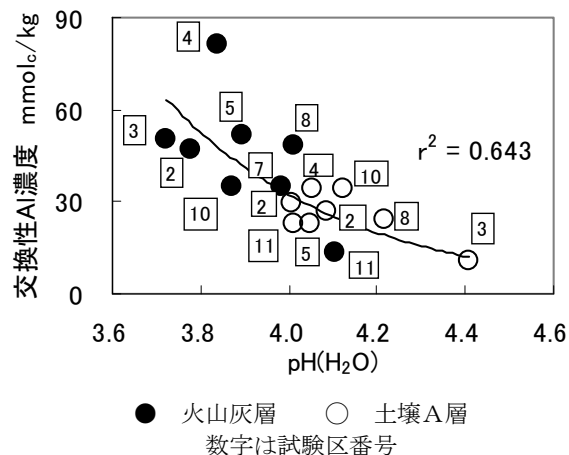


図5 pH(H₂O) と交換性Al濃度 (2004年)

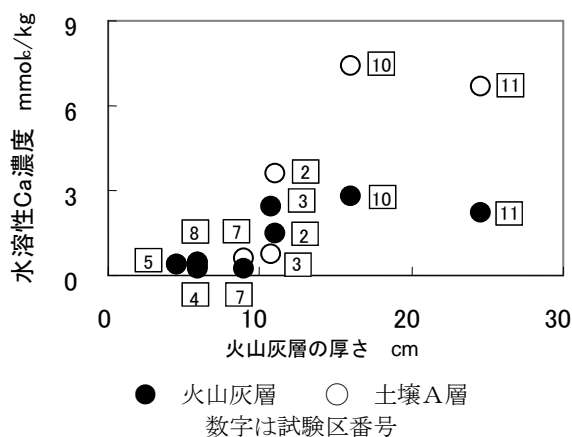


図6 火山灰層の厚さと水溶性Ca濃度 (2004年)

摘要

島の北側を中心とする試験区においては、森林植生の回復がみられ、二酸化硫黄ガス濃度が低い傾向であった。今後、火山ガスの放出が終息した場合、堆積火山灰が厚い島の北側の試験区ほど土壌A層の酸性化が抑制され、森林植生の回復が進むと考えられる。

引用文献

戸田浩人・亀谷行雄・花岡功大・生原喜久雄 (2005) 三宅島における噴火災害後の森林植生回復と土壌の理化学性. 日本森林学会関東支部大会論文集 56: 195-196.
 花岡功大・戸田浩人・生原喜久雄・亀谷行雄 (2006) 三宅島噴火災害地における火山灰層の科学性と森

- 林土壌表層への影響. 日本森林学会関東支部大会
論文集57 : 195-198.
- 上條隆志 (2006) 噴火後の植生の自然回復. 公開シン
ポジウム. 三宅島2000年噴火後の陸上生態系の変
化 : 5-7.
- 戸田浩人・花岡功大・岸本和也・生原喜久雄・亀谷行
雄 (2007) 三宅島における火山灰の表層土壌に対
する酸緩衝力の発現機構と地図化. 日本緑化学
会誌33 : 21-26.

Summary

Yukio Kametani, Hiroto Toda¹, Koudai Hanaoka², Kikuo Haibara¹ (¹Graduate School of Agric. Tokyo Univ. of Agric. Tech., ²EIDAI Co. Ltd.) (2008) : Examination of forest vegetation recovery in the Miyake-jima Island after the volcanic eruption in 2000

Key words : Miyake-jima island, sulfur dioxide, *Alnus sieboldiana*, volcanic ash

An investigation of the North district area of Miyake-jima island indicated that the forest vegetation collapsed because of the volcanic eruption in 2000 was recovered during 2004–2007. Low concentrations of sulfur oxides were observed around Miyake-jima Volcano. If sulfur oxides are not observed at Miyake-jima in future, the acidity reactions of soil layer A will be suppressed at regions where volcanic ash has accumulated in a thick layer.