

桜島における火山灰の移動・堆積過程と pH 変動について

林野庁治山課（現：国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所） 木下篤彦
国土防災技術株式会社 ○大野亮一・佐藤亜貴夫

1. はじめに

桜島地区民有林直轄治山事業施工区域では、これまでに標高 400~500m まで治山施設の設置や緑化工等が行われ、下流保全対象への直接被害軽減が図られてきている。しかし、いまだにまとまった降雨の際には、上流山腹荒廃部において表面流や土砂流出が生じる状態にある。一般に、火山地帯では降灰により表面流が発生しやすくなることが知られ、堆積火山灰が時間の経過もしくは降雨により堅く固化し、地表面浸透能が低下するため、と考えられている。土壌表層の固化現象としてはクラスト（雨撃層）と呼ばれる構造が知られる。地頭菌・下川（1989）は「一般山地とは異なる土壌構造」が桜島に存在することを指摘するが、その構造がクラストかどうかについての言及はない。

本研究では、桜島における浸透能の低下が具体的にどのようなメカニズムで生ずるのか把握するため、火山灰の物理・化学特性に着目し、表面流による移動・再堆積過程を詳細に検証するとともに、緑化の成否に影響する浸透水の pH 変動について追跡実験を行った。

2. 火山灰の工学的特性

図 1 に示す 9 箇所（●）に試験プロットを設定し、各種調査を実施した。そのうち、火山灰の工学的特性に関する試験結果の抜粋を表 1 に示す。

表 1 工学的特性試験の結果（9 試料）

砂粒子密度	2.65~2.76 g/cm ³
X 線回折試験	材料の主体は長石。粘土鉱物ほぼゼロ。
アロフェン	アロフェン含有量ほぼゼロ。
スランブ試験	流動限界となる含水比 22~30%
粒度試験	砂礫以上 63~89%、シルト以下 11~37%

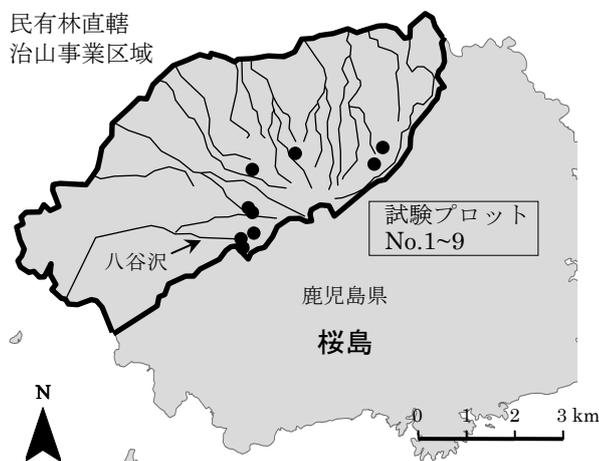


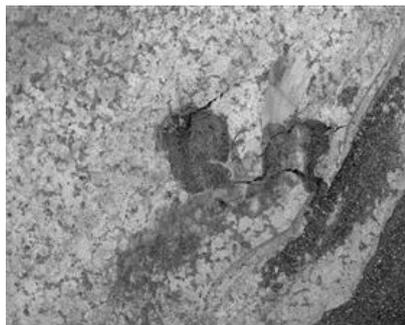
図 1 調査地位置図

試験結果を基に、桜島火山灰の特徴をまとめると以下のようなものである。

- ・粒子材料の主体は長石類で、粘土鉱物はほとんど含まれない。
- ・シルト未満の粒子成分が少なく砂礫が中心。そのため、常時の自然含水比は小さい。
- ・流動限界となる含水比が低いため、降水により含水比が少し上昇しても容易に流動化しうる。

3. 現地における火山灰堆積層の表面観察

八谷沢上流など、火山灰が豊富に分布する箇所で火山灰表層の堆積状況を観察すると、火山灰が固化し、塊状のブロックを指で掴める箇所が確認された。粘土鉱物を有さない桜島火山灰でクラスト構造が形成されるのか定かでないが、明らかに降灰直後の堆積形態とは異なる構造である。つまり、桜島斜面においても何らかの固化作用が存在し、透水能の低い土壌表面が形成されている。なお、現地でジョウロ散水し、表面流を発生させたが、その場で固化層を形成させることはできなかった。



4. 火山灰の運搬移動・再堆積時の堆積構造

現地観察により、降灰直後と異なる火山灰の堆積構造が認められた。固化層は、斜面中腹よりも斜面下部や平坦部に多くみられたことから、表面流により運搬された火山灰の二次堆積層と推定された。そこで、降雨装置を用いた室内実験により、火山灰の移動・運搬、再堆積を再現し、二次堆積層の構造について検証を行った。

図2は、表面流により移動した火山灰が再堆積した箇所をCTスキャンにより撮像したものである。0.7mm離れた箇所のスライス画像を比較すると、上部に粗な粒子が堆積し、下部に細密粒子が堆積する構造がみられた。なお、実験開始前の画像にはこのような堆積構造はみられず、再堆積時に図3に示す二層構造が形成されたものと考えられる。

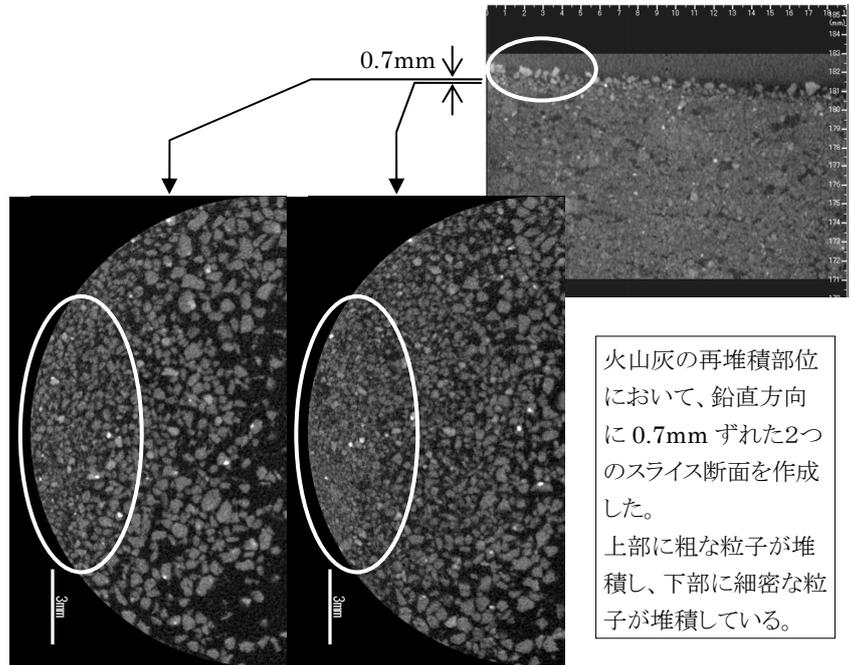


図2 火山灰堆積構造のCT撮像

5. 浸透水のpH変化

緑化工の成否は土壌の酸性度に大きく左右される。浸透水が火山灰を通過したときのpH変化を室内実験で調べた。

ほぼ中性 (pH7.5) の水を厚さ 20cm の火山灰土層に注水し、深度間隔 5cm で採水・測定した (図4)。測定された浸透水のpHを図5に示す。浸透水は深度5cmからpHが低下し、底面付近ではpH4前後まで下がる。なお、注水を繰り返すと地表に近い層から順にpHの回復がみられた。降下浸透過程においても、細粒分が深部に集積する傾向がみられ、深部ほどpHの回復が遅くなっている。

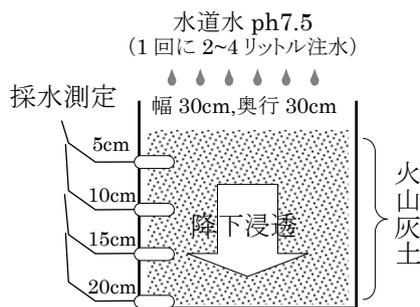


図4 浸透水 pH の追跡実験

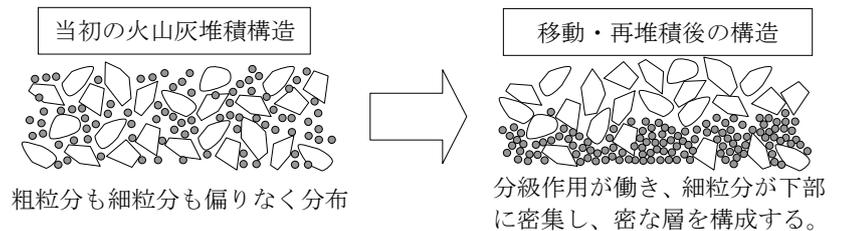


図3 火山灰の移動・再堆積

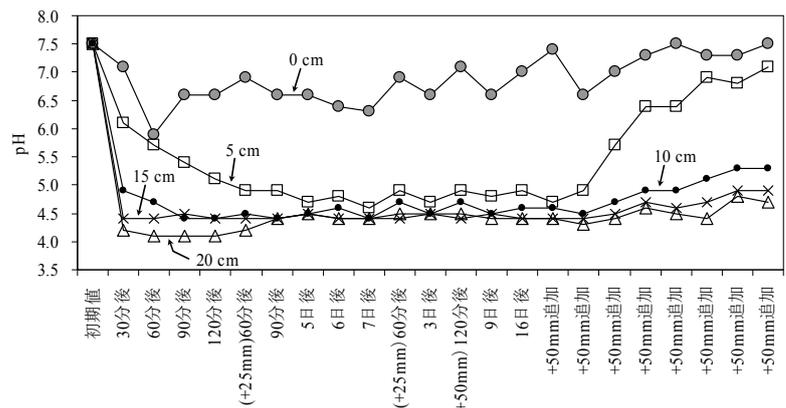


図5 実験による浸透水 pH の変化 (土層深度別)

6. まとめ

桜島火山灰の水文素過程について、以下の知見を得た。降灰後、表面流により移動・再堆積すると、分級作用により細粒分が下方に凝集し、相対的に透水能の小さい領域を形成する。また、火山灰層を通過した浸透水はpH4付近まで急激な低下をみせるが、通水を繰り返すうちに細粒分が流脱するとpHの回復につながりやすい。分級作用などによる火山灰細粒分の集中は透水能のみならず、pHにも影響を与える可能性がある。

地頭藪隆・下川悦郎 (1989) : 火山灰に覆われた桜島山腹斜面における表面流出, 砂防学会誌, Vol.42, No.3, p.18-23.