

2015 年箱根山・大涌谷噴火における UAV を用いた無人調査について

国土交通省関東地方整備局河川部 酒井義尚

国土交通省関東地方整備局河川計画課 酒井良、小松澤展^{*1}

富士川砂防事務所 田中秀基、村松悦由^{*2}、樽林哲也、唐木理富

国際航業株式会社 ○金井啓通、江川真史、島田徹

(^{*1} 現 国土交通省関東地方整備局地域河川課 ^{*2} 国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画課 地震・火山砂防室)

1. はじめに

箱根山大涌谷では、2015 年 6 月 29 日晚から 30 日朝にかけて発生した小規模噴火に伴い、噴火警戒レベルが 3 (入山規制)に引き上げられ、想定火口域から 700m 程度の範囲への立入りが規制された。降灰を伴う火山噴火が発生した場合、降雨時に土石流が頻発する事が懸念されることから、国(地方整備局)は、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施し、市町村の避難勧告・指示の判断に資するための土砂災害緊急情報を通知することとなっている。

そこで関東地方整備局では、無人航空機(以下、『UAV』と称す)を活用した立入規制区域外からの空撮調査を計 2 回実施した。第 1 回調査(6 月 30 日-7 月 2 日)では緊急性に特化した火口周辺状況変化の把握、第 2 回調査(8 月 9 日)では火口周辺斜面を含むより広域的な状況把握を目的とした(図 1)。本調査では、現地状況や UAV 飛行状況を目視確認できない中、噴気の影響や大涌谷特有の急峻な地形、ロープウェイの架線等に留意し、適切な離着陸場所、飛行コース、撮影方法等を選定した。調査によって得られた画像から、新たに形成された火口・噴気孔位置や降灰状況、土砂移動現象等が把握できた。調査結果は関係機関に随時共有され、噴火対応の基礎資料として活用された。

本報では火山噴火対応における UAV 調査の留意事項を念頭に、調査実施の内容について報告する。

2. 調査概要

2.1 調査方法

噴火活動中の大涌谷に対する空撮調査を実施する上で、離着陸場所、飛行ルート、使用機材に求められる要件を表 1 にまとめた。離着陸場所の選定は、噴煙の影響が少ない火口の西側であり、大涌谷まで高低差の大きい尾根を越えていく必要がない箱根ロープウェイ姥子駅を選定した。飛行ルート及び高度は、図 1 に示した撮影目的に応じて計画し、大涌谷南側斜面やロープウェイ架線等との接触を避けるよう地形図や LP データから標高を読み取り設定した。使用機材は、5 kg 程度の重荷を搭載したうえで 20 分程度の飛行が可能な ZionQC730(エンルート社製 UAV)を使用し、噴煙による撮影視界の遮りを補うため画角の異なるカメラを 2 台(垂直写真用、斜め動画用)搭載した。

表 1 調査実施要件

項目	要件
離着陸場所	・高低差の大きい尾根越えの必要が極力ない位置か ・火口の西側(噴煙の風上)に位置するか
飛行ルート	・斜面、ロープウェイ架線、噴煙に接触しないか ・1フライト内に収まる距離か
使用機材	・噴煙の影響を考慮した撮影が可能か ・機体飛行状況、撮影画像のリアルタイム伝送が可能か ・長時間のフライトが可能か

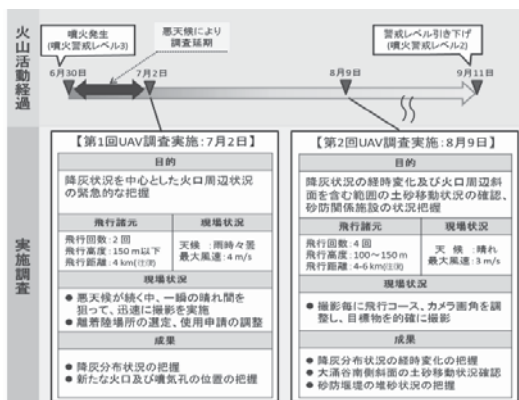


図 1 箱根山の火山活動経過と UAV 調査実施状況

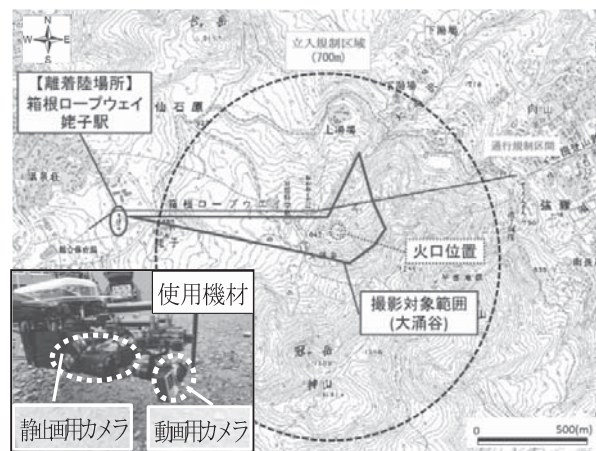


図 2 調査方法概略

2.2 調査成果

噴火以前に撮影された航空写真データと、計 2 回の UAV 調査結果を比較することで、6 月 30 日の小規模噴火による火山灰堆積範囲や、新たに形成された噴気孔・火口位置を同定した。また、砂防関係施設の堆砂状況や、大涌谷南側斜面および新火口周辺における噴火前後での土砂移動状況を把握することができた。(図 3)。

緊急的な状況下において、7 月 2 日の調査では UAV による調査から約 1 時間半で、関係機関へ静止画・動画データを送付し、火山噴火に関する現地の情報が不足する中でも迅速にデータを提供した。更に翌日には解析や判読を行い、各変状箇所に関する情報を共有した。また、本調査結果は、関東地方整備局 HP において 9 月 3 日に記者発表資料として概要が公表された。

3. 今後の UAV による緊急的調査に向けて

本調査は、火山活動の活発化に伴う立入規制区域外からの調査方法として、UAV 活用の有効性を実証した事例といえる。本調査での対応を踏まえ、火山噴火時における UAV による緊急的調査の作業手順と、各手順において事前に検討すべき事項を表 2 に整理した。

UAV 調査に先立って、平常時から火山周辺の飛行ルートや離着陸場所、周辺施設の地権関係を把握することで、火山噴火発生のような緊急時においても円滑、迅速な対応が期待できる。

なお、今回の調査は、2015 年 12 月改正以前の航空法に基づき実施したが、今後 UAV 調査を実施する場合は現行の航空法に準拠する必要がある。

参考文献

気象庁(2011)活火山総覧第 4 版 箱根山

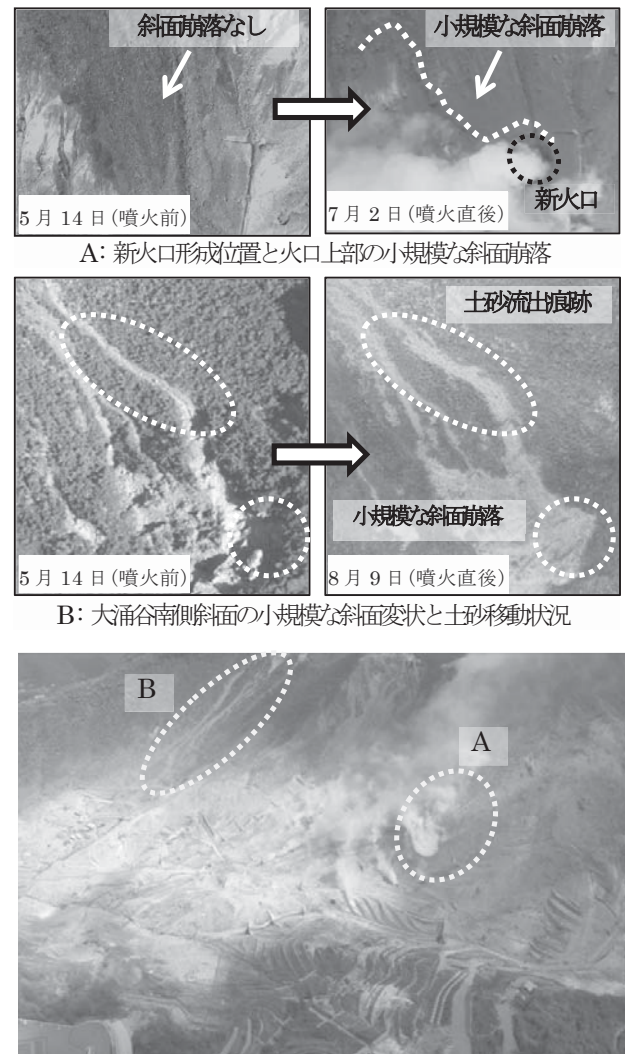


図 3 UAV により撮影した大涌谷周辺状況および判読した主な変状箇所

表 2 UAV を用いた緊急的調査を実施の流れと事前検討事項

作業手順	実施上の留意点	現場での対応	事前に検討すべき事項
(1) 資料収集・現地確認	離着陸場所に関連する地権者との調整	離着陸場所の地権者に使用許可申請をする必要があった	<ul style="list-style-type: none"> 離着陸場所候補の選定 離着陸および飛行時ルートの支障物確認 関係箇所の地権者確認 対象範囲における過去の航空写真データの収集
(2) 調査計画立案 (地権者、関係機関調整、計画修正を含む)	飛行コース、高度、飛行速度、撮影カメラアングルの設定	人工物や樹木、噴煙、斜面に接触しないようコース、高度を決定した。また飛行距離、高度に応じて飛行速度を変化させ、1フライトに収めるようにした 噴気により視界が遮られる箇所があったが、2台のカメラによる垂直撮影及び斜め撮影で視界を補う事ができた	<ul style="list-style-type: none"> 離着陸場所、飛行範囲、ルート、高度、撮影仕様計画 必要日数、必要人数、配置計画 飛行計画の伝達、関係機関指摘事項の反映 調査実施時の伝達内容、方法の確認
(3) 調査実施	飛行実施のタイミング判断	山岳地帯特有の風や霧、噴煙の状況を把握しつつ、撮影に適したタイミングで飛行を実施する必要があった	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時(墜落、天候急変、噴火活発化等)の対応計画 天候、火山活動等のリアルタイム情報入手方法の確認