

桜島噴火を想定した場合のVTOLタイプUAVを用いた緊急対応に関する報告

国際航業株式会社 ○金井啓通、皆川淳

国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 岩男忠明*、久保世紀、木崎原康一、山下聡*

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター 梶木敏仁、小林実和

株式会社 WorldLink&Company SkyLink Japan 渡辺一生

(所属は2022年3月末時点)

1. はじめに

火山噴火発生時の砂防部局による緊急対応の一環として、緊急減災対策砂防計画に基づく緊急ハード・ソフト対策や土砂災害防止法に基づく緊急調査があり、これらを実施する上で、火山体周辺の状況（降灰状況、インフラ破損状況、土石流発生状況など）を把握することが重要である。しかし火山噴火時には噴火警戒レベルに応じた立入規制がなされ火山体周辺、特に立入規制範囲内に関する上記情報を取得するのは困難となる。有人ヘリコプターにより情報を入手する方法もあるが、火山活動状況によってはヘリに搭乗する調査実施者に危険が及ぶ可能性がある。これに対し近年発生した火山噴火では無人航空機（以下、UAV）を用いて安全な場所からの無人調査が実施され始めている（2015年箱根火山大涌谷、2018年本白根山など）。

2. 桜島におけるUAV調査時の課題

桜島は大規模噴火（大正噴火や昭和噴火規模相当）が発生またはその可能性が高まると、島内居住地域に重大な影響を及ぼすことが懸念されることから、噴火警戒レベル4、5が発令され島外避難が実施される。桜島は周囲を海に囲まれるため、立入規制下においては、航行距離が短い回転翼タイプUAVでは島内の限られた範囲の状況しか把握できない。

以上を踏まえ、本報告では長距離飛行が可能なUAVを用いた桜島島外からの長距離無人調査に関する飛行試験結果とその利活用案について報告する。

3. 使用した機体

本検討では桜島島外から島内に向けて観測を行うため、数十kmオーダーの長距離航行可能なVTOL

(Vertical Take Off and Landing: 垂直離着陸)タイプUAV (WINGCOPTER) を使用した。VTOLタイプUAV

は近年国内外で開発が進められる回転翼と固定翼両方の駆動機構を備えた機体である。垂直離着陸機構によるホバリングが可能であり、従来の固定翼機の運用時に必要となった広域な離着陸スペースを必要とせず、運用時の制約条件が少ない。またホバリング機能を有することから、物資輸送分野でも活用が期待される。

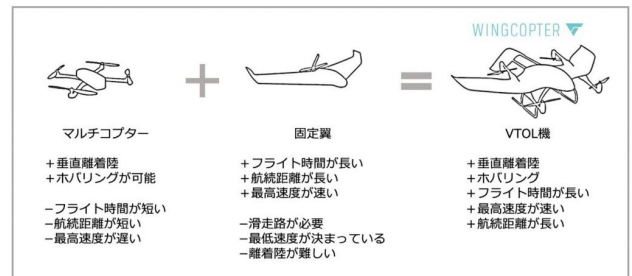


図. 1 VTOLタイプUAVの概要

(出典: SkyLink Japan ホームページ)

4. 飛行試験の概要

本飛行試験では、桜島南西部の3河川（持木川、春松川、野尻川）の土砂移動状況、施設の状況を把握することを目的に空撮飛行を実施した。離着陸箇所は島外かつ周辺に人家および道路がなく、目標河川までの見通しに優れた垂水港を設定した。飛行ルートは、万が一墜落した際に建物や車両などとの接触を極力減らすために海上ルートとし対地高度は150mとした

(図. 2)。なお、今回の飛行内容は『無人地帯を目視外で飛行する（レベル3飛行）』に該当するが、安全管理の観点から、補助者（対空監視員、緊急離着陸箇所の予備操縦者）を配置し『無人地帯を目視外（補助者あり）で飛行する（レベル2飛行）』としている。

飛行試験で実施した3フライトの内最大の航行距離は往復約36kmであった。さらに取得した空撮画像からSfMソフトを用いて各流域のオルソ画像を作成した（地上解像度4cm/pixel、所要時間3時間程度）。



図. 2 飛行ルート概要



図. 3 作成したオルソ画像（撮影範囲全体）



図. 4 オルソ画像（拡大）（春松川 6 号堰堤）

5. VTOL タイプ UAV による無人調査の活用方法（案）

飛行試験の結果、撮影対象から数十 km 離れた位置からの無人調査が実施可能であることが示唆された。以上を踏まえた VTOL タイプ UAV を用いた無人調査の活用方法（案）を示す。

5. 1. 流域概況の把握

今回の撮影画像および作成したオルソ画像から砂防施設の堆砂状況や、ワイヤーセンサーの敷設状況が確認できた（図. 4）。このことから本手法により島内の

既存監視機器が噴火活動により機能停止した場合などに、流域の降灰状況、土砂移動発生状況、砂防施設の堆砂・破損状況等を把握する代替案としての運用が期待できる。また、機体の撮影画像を Ku-SAT 等衛星通信網に組み込むことで、UAV で撮影している映像を複数の関係機関とリアルタイムに共有することが可能となる。なお降灰状況の内、降灰厚さを把握する場合は、撮影した画像のみから降灰厚が測定できるよう標尺等を事前に設置しておく必要がある。

5. 2. クラウド 3 次元点群ビューワーの活用による 3 次元情報の解析・共有

クラウドサーバーに点群情報を読み込ませブラウザ上で表示、差分解析を行うビューワー（例：Fusion Space）に、今回撮影した画像から作成した点群を表示させることで、火山噴火後の土砂移動状況等を関係機関と共有することが可能になると考えられる。

5. 3. 垂直離着陸機構を活用した調査デバイス運搬

VTOL タイプの特徴である垂直離着陸機構を活用し、火山灰の厚さを計測するデバイス（例えば皆川ほか, 2021）を目標地点まで運搬、計測することで、立入規制範囲内の火山灰厚さを計測することが可能となる。しかしながら VTOL 機は垂直移動時に多量の電力を消費するため、本案の実現に向け今後対応可能な距離について実地試験等で検証を行うことが望ましい。

6. 緊急時の利活用に向けた課題

火山活動の状況によって、観測対象の溪流や離着陸場所が変化するため、様々な離着陸箇所からの飛行計画検討および飛行試験の実施を行うことで緊急時の実効性向上が期待できる。また、VTOL タイプ UAV は現状、固定翼・回転翼型 UAV に比べ、国内で広く普及しておらず緊急時の資機材調達に時間を要する可能性がある。本件については、国内で運用される他の VTOL 機でも試験飛行を実施しておくことで緊急時の利便性向上が期待できる。

【引用文献】

皆川ほか（2021）：噴火時を想定した規制区域内の降灰厚分布調査デバイスの開発，令和 3 年度砂防学会研究発表会概要集，065-066