

## 緊急発進ドローンを用いた救助支援システムの研究

石井 聖也<sup>†</sup> 神戸 英利<sup>‡</sup>東京電機大学大学院理工学研究科<sup>†‡</sup>

## 1. 研究背景・課題

## 1.1. 研究背景

我が国では毎年豪雨や地震等によって多くの産地被害が発生している.[1]

図 1 に昭和五十七年から令和三年までに発生した土砂災害発生件数の推移を示す.

## 土砂災害発生件数の推移(S57~R3)

国土交通省

■令和3年1月から12月の1年間に発生した土砂災害は972件であった。土砂災害は42都道府県で発生した。

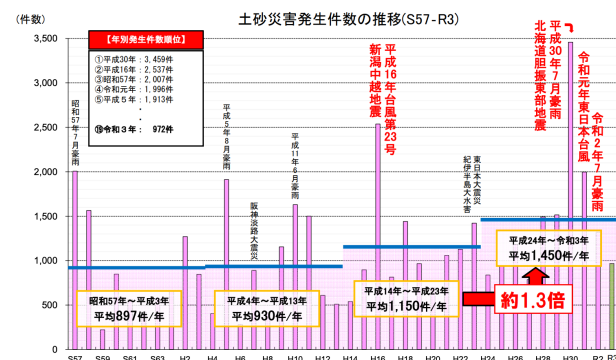


図 1 土砂災害発生件数の推移

図 1 より 10 年毎の土砂災害発生件数の平均は年々増加していることがわかる.

増加している土砂災害における救助活動においては次に示すような特性[2]を持っている.

- 1) 広範囲に及ぶ大規模な救助事案が瞬時に発生し, 多数の活動機関と連携して活動を行う
- 2) 災害初期段階においては対応力が不足しているため, 効率的・重点的な救助活動が必要
- 3) 災害現場が立体的かつ広範囲となり, 地上からの現場把握が困難
- 4) 二次被害の危険性が極めて高い環境での活動

以上の特性がある土砂災害において, 近年手軽かつ短時間で俯瞰的情報の入手, 二次被害の可能性が高いエリアの状況把握を期待されドローンが活用されている.

## 1.2. 研究課題

現状ドローン 1 台に対して 1 人以上の操縦者が必要であり, 人的資源が効率的でない. また, ドローンから入手した情報が救助に携わる関係機関に適切に共有されていない.[3]

## 2. 研究目的

本研究では 1 運航者による複数機運航による省人化, 捜索状況を反映させた共有地図の作成, 省人化・共有地図を組み込んだ救助支援システムの構築・検証を目的とする.

## 3. 提案手法

## 3.1. 提案手法概要

システム概要図を図 2 に示す.

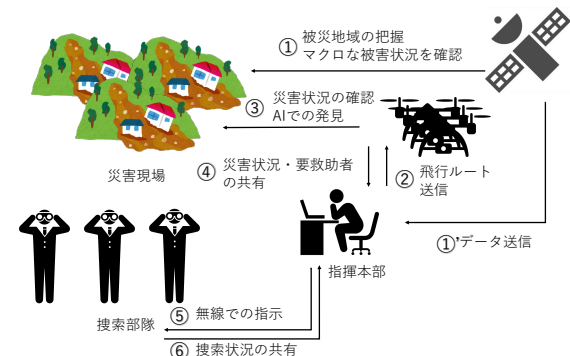


図 2 システム概要図

はじめに災害発生前後の衛星画像を取得する. 取得した 2 時期の衛星画像を比較し, 土砂災害発生地域を推定. 推定して地域の中から捜索危険度が高い地域を飛行するようなルートを策定する. ドローンを策定したルートで飛行させ, カメラを用いて災害状況の把握, 要救助者の発見を行う. 取得した情報は指揮本部に送信し, 情報を整理させたのち捜索部隊に共有する. 捜索部隊の状況を地図上に反映させた共有地図を関係機関と共有.

## 3.2. 衛星画像

本研究では, 5m×20m という中程度の分解能, 回帰日数が 10 日という高頻度で観測しているお宇宙宇宙機関のレーダ衛星 Sentinel-1A/1B の衛星画像[4]を用いる.

## 3.3. 要救助者の発見

要救助者の発見には物体検出アルゴリズムを用いる. 本研究では, R-CNN より高速であり SSD と比

Research on rescue support systems using emergency launch drones

<sup>†</sup>Seiya Ishii <sup>‡</sup> Hidetoshi Kambe

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

べて多くのバージョンが提案されている YOLO[5] を用いる。

## 4. 実装

### 4.1. 土砂災害発生地域の推定

本研究では災害が発生する前後の画像差分を取ることで災害発生地域を推定した。

平成 30 年 7 月 6 日に発生した広島県安芸郡熊野町の土砂災害を対象として推定を行った。

衛星画像は Sentinel-1A/1B の観測データが提供されている E0 Browser[6] から災害前である 2018 年 6 月 16 日 (06:08:18 JST) と災害後である 2018 年 7 月 11 日 (06:08:20 JST) に撮影された画像を取得した。2 時期の差分を計算し、差分の絶対値が 150 以上の閾値で二値化処理をした画像が図 3 である。



図 3 2 時期の差分による推定画像

実際の土砂災害が発生した地域と比較した画像が図 4 である。

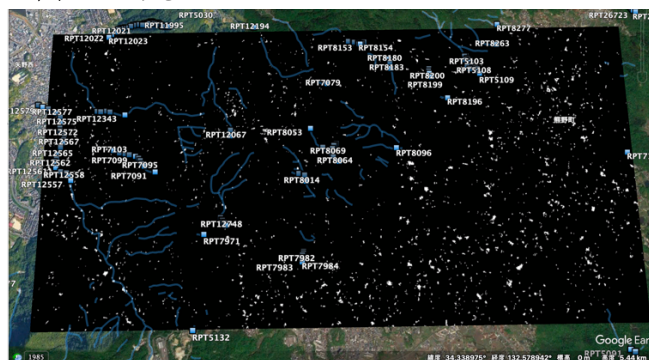


図 4 実際の被害地域と推定画像の比較画像

PRT と書かれている地点と青いラインで示されているのが実際の被害地域であり、白い点で示した地点が災害発生と推定した地点である。

実際の被害地域は国土地理院が 7 月 9 日から 19 日に変えて撮影した空中写真から、本災害で発生したと考えられる崩壊地等を判読したものをまとめた Geojson ファイル[7]を参考に、Google Earth プロに重ね合わせて表示させた。

## 5. 評価

土砂災害発生地域推定の精度評価は、国土地理院が提供している崩壊地等分布図(ライン)[7]と比較することで行いたいと考えている。また、救

助支援システム全体の評価に関しては、擬似的な環境を用意し、本システムを使用した場合としなかった場合の要救助者発見にかかる時間と搜索した面積を比較することで評価したいと現時点では考えている。

## 6. まとめと今後の予定

本研究の一部である被害地域の推定を災害前後 2 時期のレーダ衛星画像の差分を計算することで実装を行った。しかし、2 時期の差分を計算するだけでは災害に関係ない変位も災害地域として誤検出してしまった。この問題の解決には、いくつかの災害前画像の平均をとった画像で差分を計算することで災害以外での変化の影響を減少させるといった手法が有効であると考えられる。

また、ハザードマップや土石流警戒地域、急斜面の崩壊警戒地域等の過去に土砂災害が発生している地域や土砂災害が発生する可能性が高い地域を推定した地理情報を活用することでより精度を向上することができると考えている。

今後は被害地域の推定精度向上、フライトルート の策定、ドローンによる要救助者の発見、共有地図の実装を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 国土交通省, 令和 3 年度の土砂災害, 2022-7-20 参照  
<https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r3dosha/oshara/r3doshasaigai.pdf>.
- [2] 消防庁, 土砂災害時における消防機関の救助活動要領, 2022-7-21 参照  
[https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/items/post-52/05/kyuujo\\_youryou.pdf](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-52/05/kyuujo_youryou.pdf).
- [3] 内閣府, 多様化する救助事象に対応する救助体制のあり方に関する高度化検討会 第 1 回検討会の議事概要, 2022-7-22 参照  
[https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/items/post-102/02/shiryou2.pdf](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-102/02/shiryou2.pdf).
- [4] ESA, Sentinel-1, 2022-12-21 参照  
[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1)
- [5] J. Redmon, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," 2016.
- [6] E0 Browser, Sentinel-Hub, 2022-12-21 参照  
<https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>
- [7] 国土地理院, 平成 30 年 7 月豪雨 崩壊地等分布図 (ライン), 参照 2022-12-21  
<https://www.gsi.go.jp/kikaku/201807gou.html>