

XバンドMP レーダによる桜島の噴煙検知と降灰量調査について

国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所
一般財団法人 日本気象協会

國友 優、高橋英一、下窪和洋、阿蘇修一
○寺谷拓治、坂井紀之、桃谷辰也、齋藤泰治

1. はじめに

桜島では、2009 年 2 月以降、爆発的噴火が急増しており、2011 年には観測史上最多の 966 回を記録するなど、火山活動が活発化している。噴火による降灰量の増加に伴い、桜島島内における土石流の発生回数も、2009 年 12 回に対し、2011 年 31 回と増加している。

また、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止の推進に関する法律」の一部が改正され、土砂災害の急迫した危険がある場合には、市町村が避難勧告等の判断を適切に行うことができるように都道府県や国が緊急に調査を実施し、土砂災害が想定される土地の区域及び時期に関する情報を提供するとともに、一般に周知することが義務付けられている。緊急調査の要件は降灰深 1cm 以上とされており、桜島周辺の各自治体に対する迅速かつ正確な情報提供を実現するため、降灰に関する観測・監視体制を強化することが必要である。^{1) 2)}

本稿では、2011 年 7 月に試験運用が開始した桜島 X バンド MP レーダによる噴煙のリアルタイム観測・監視の可能性について報告する。

2. X バンド MP レーダ観測の概要

垂水国道維持出張所に設置されている X バンド MP レーダの位置図を図 1 に、X バンド MP レーダと C バンドレーダの特徴を表 1 に示す。

X バンド MP レーダ観測は、観測間隔の短縮と距離分解能の細分化に加え、二重偏波観測により偏波パラメータを得られることも大きな特徴である。

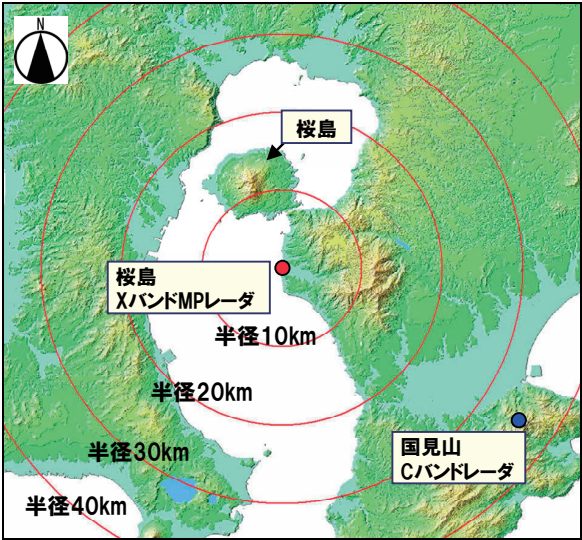


図 1 X バンド MP レーダの位置図

表 1 X バンド MP レーダと C バンドレーダの特徴

レーダ種類	国土交通省 X バンド MP レーダ	国土交通省 C バンドレーダ
周波数帯、波長	8～12 GHz、3cm 程度	4～8GHz、5cm 程度
走査方法	立体的 (CAPPI)	平面的 (PPI)
観測間隔	低仰角観測：1 分 CAPPI 観測：5 分	5 分
距離分解能	250m	1km
偏波観測	○	△ (釈迦岳で実施)

3. X バンド MP レーダによる噴煙検知事例

2011 年 9 月 14 日未明に桜島の昭和火口で噴火が相次ぎ、鹿児島市内では 1994 年以降で 3 番目に多い 24 時間降灰量 (217g/m²) を記録した。この噴火事例に着目して、X バンド MP レーダによる噴煙検知について評価した。

図 2 に X バンド MP レーダによる噴煙の検知状況を示す。海淵の監視カメラの映像では、噴火直後の 2 時 50 分に火口直上に噴煙柱が形成され、鹿児島市内に移流していく様子が確認できる。X バンド MP レーダでも、同時刻に噴煙柱が強いレーダ反射強度で観測されており、西方へ移流していく様子が観測されている。一方、C バンドレーダでは、噴火直後に弱いレーダ反射強度が観測されているものの、移流過程は観測されていない。

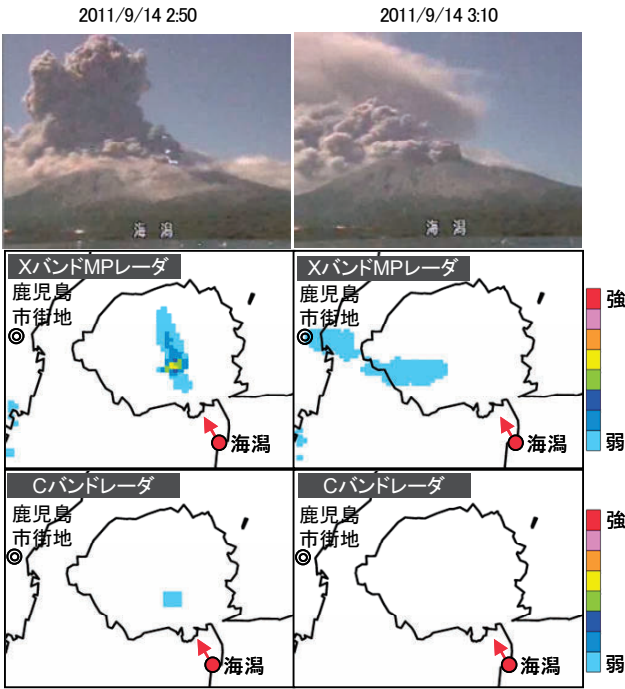


図 2 X バンド MP レーダによる桜島の噴煙検知状況

4. XバンドMP レーダによる CAPPI 観測

図 3 に噴煙の立体観測状況を示す。上図はボリュウムスキャンデータによって作成された上空 1,500m におけるレーダエコーの水平断面、下図はそれぞれ上図の赤線の鉛直断面である。

鉛直断面図から、噴火直後、1,900m まで到達した噴煙が上空の東風に流され、次第に高度を下げながら鹿児島市街地へ沈着していく様子が観測されている。

XバンドMP レーダ観測は距離分解能が 250m であるため、噴煙の形状を把握することができ、また、1 分更新でデータが取得できるため、噴煙の流向を把握することができる利点がある。

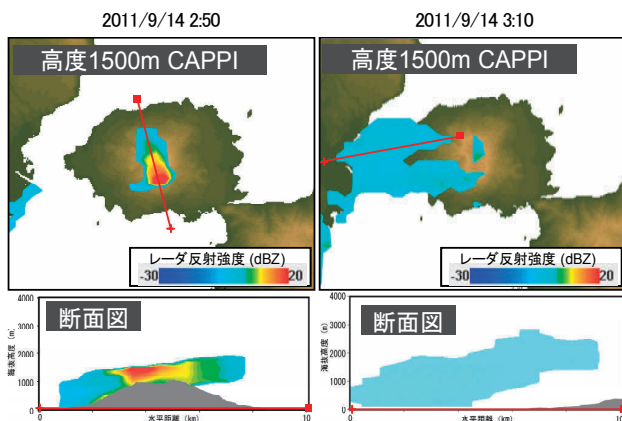


図 3 XバンドMP レーダによる噴煙の立体観測状況

5. レーダによる噴煙検知率

図 4 に 2011 年 6 月 1 日～12 月 31 日における X バンド MP レーダと C バンドレーダによる噴煙検知事例数および噴煙検知率を噴煙高度別に示す。期間中の噴火事例数は 815 回であるが、噴火高度が不明瞭な事例を除外し、629 事例を解析対象とした。また、噴火後レーダにより 1 回以上噴煙が観測できた場合を噴煙検知と判定した。

X バンド MP レーダは、C バンドレーダより噴煙検知率は高く、噴煙高度 1,000m 以上の噴火を 60%以上、1,600m 以上の噴火を 90%以上の割合で検知している。

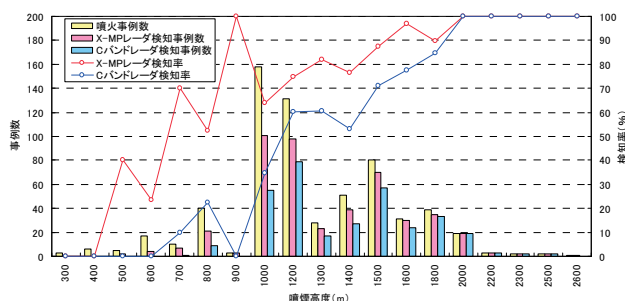


図 4 XバンドMP レーダとCバンドレーダの噴煙検知状況 (2011 年 6 月 1 日～12 月 31 日)

6. 詳細降灰量観測

降雨観測のように、X バンド MP レーダで観測されたレーダ反射強度から降灰量を推定するためには、X バンド MP レーダ観測値と降灰量の関連付けを行う必要がある。しかし、現行の降灰量観測は数週間から 1 ヶ月単位で観測されており、瞬時の測定値である X バンド MP レーダ観測値との対比が困難である。

そこで、10 分～1 日単位の降灰量データを取得するため、電子天秤による詳細降灰量観測を実施した (図 5)。

観測の結果、噴火直後に重量が増加するなど、比較的応答の早い観測が可能であることが分かった (図 6)。



図 5 電子天秤による詳細降灰量観測状況

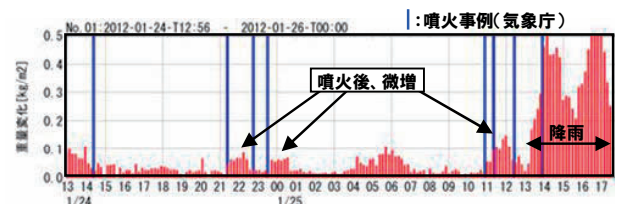


図 6 電子天秤による詳細降灰量観測結果

7. 今後の展望

本調査により、X バンド MP レーダが噴煙観測・監視に有効なツールであることが分かった。

今後は、X バンド MP レーダ観測値と降灰量の関係解析から、降灰量を定量的に推定する手法を確立し、土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の判断情報として活用できるように検討を進める。また、X バンド MP レーダで観測される偏波パラメータを活用して、降雨と噴煙を区別する手法を検討する。

参考文献

- 1) 國友 優：土砂災害防止法改正後の桜島における取り組み、砂防学会誌、Vol.64、No.5、2012。
- 2) 國友 優：桜島における土石流観測体制の現状と課題、土木技術資料、Vol.53、No.5、2012。
- 3) 辻本浩史、桃谷辰也、増田有俊、寺谷拓治：レーダによる新燃岳噴煙の検知、平成 23 年度砂防学会発表会概要集、p.492-493、2011。