

始良カルデラの3次元地震波速度構造と震源再決定  
3D Seismic Velocity Structure of Aira Caldera and relocated hypocenter distribution

○為栗健・八木原寛・井口正人

○Takeshi TAMEGURI・Hiroshi YAKIWARA・Masato IGUCHI

Ground deformation and volcanic earthquakes are observed around Aira caldera. The ground around Aira caldera started to inflate after 1992. The inflation source is located at 10km beneath the centre of the Aira caldera, from observations of GPS and leveling measurements. Seismic experiment was carried in November 2008 in order to research structure and magma supply system of Sakurajima volcano and Aira caldera. Research depth of seismic tomography was until 3-4km. The structure around inflation source at 10km beneath the Aira caldera was not clear from the seismic experiment. So, we observe natural earthquakes by temporary seismic stations, in order to clarify three-dimensional seismic velocity structure at deeper part of the Aira caldera. We estimated three-dimensional seismic velocity structure using arrival times of P- and S-waves of natural earthquakes and seismic experiment data. There is a region where the P wave velocity is about 10% lower than the surrounding area at a depth of about 5km in the northeastern part of the Aira caldera and the S wave velocity is lower than the surrounding area by more than 25% at a depth of about 15km under the centre of Aira caldera near the inflation source revealed by GNSS and levelling measurements.

### 1. はじめに

始良カルデラは九州南部の鹿児島湾奥に位置する東西 20km, 南北 20km の広がりをもった火山性陥没地形で, 入戸火砕流を生じた始良カルデラの最後の噴火とされるのは約 2.9 万年前である (奥野, 2002). その後, カルデラ南縁に桜島火山が形成され, 現在も活発な噴火活動を継続している. 1992 年以降, 始良カルデラ周辺の地盤の隆起・膨張が続いており, GPS 観測および水準測量から膨張源 (マグマ溜り) は始良カルデラ中心下の深さ約 10 km と見積もられている (例えば, Iguchi, 2013; Yamamoto et al., 2013). 地盤変動解析では球状圧力源を仮定し位置と体積変化量を求めているが, 噴火の規模予測においてはマグマ溜りの蓄積総量を知る必要がある. Alanis et al. (2012) は近地地震の走時を用い南九州の地震波速度構造を推定した結果, 始良カルデラ下 20km 付近に  $V_p/V_s$  比の高い領域の存在を明らかにしている. しかしながら, 深さ 10km の圧力源付近の詳細な速度構造は明らかになっていない. 本研究では人工地震データおよび自然地震データを用いて, 始良カルデラ直下の主マグマ溜りの位置と大きさを推定するために地震波速度構造解析を行なった.

### 2. データおよび解析方法

桜島および始良カルデラの構造, 桜島火山のマグマ供給系を明らかにするために, 2008 年 11 月にダイナマイトを用いた人工地震探査が行われた. トモグラフィ法や屈折法による探査深度は深さ 3-4 km 程度であり, 始良カルデラ直下 10km 付近に推定されている膨張源まで探査深度が及んでいない. そこで, 膨張源の深度に波線が通過する自然地震データを用いた. て, 始良カルデラの 3 次元地震波速度構造の解析を行った.

2009 年以降, 南九州一帯において臨時地震観測点を設置し (最大時 17 点), 自然地震観測を行っている. 臨時観測点に既存観測点 (桜島火山観測所, 防災科学技術研究所 Hi-net および鹿児島大学の JDX データ流通網の観測点) のデータを含め, 48 点における自然地震 424 イベントの P 波, S 波到達時を用いて 3 次元地震波速度構造解析を行った. また, 2008 年人工地震探査データ (8 発破点, 458 観測点) を合わせることで浅部構造の解像度を向上させた. 波線数は自然地震で P 波が 18,340, S 波が 11,412, 人工地震 P 波が 3,121 である. 速度構造は Thurber (1983) のグリッド空間を用い, グリッド間隔は 4km で解析を行った. Resolution が 0.6 以上の領域についてチェッカーボードレス

トを行い、始良カルデラ内の深さ 20km 以浅は解の信頼性があつた。

### 3. 解析結果および議論

始良カルデラ内北東部の深さ 1km に S 波速度が周辺より 20% 程度低速になる領域が見られる。また、深さ 5km に P 波速度が 10% 程度低速になる領域が見られる。この付近の海底には若尊火山があり活発な熱水活動が発生していることから、それが低速の速度構造を反映していると考えられる。始良カルデラ周辺の GNSS および水準測量観測から始良カルデラ中央部の深さ約 10km 付近に圧力源が推定されており、桜島の火山活動に応じて膨張・収縮が見られることから、その圧力源がマグマ溜まりだと推定されている。速度構造解析からは P 波も S 波も顕著な異常は見られなかった。グリッド間隔が 4km であるた

め、圧力源となっている領域のサイズは本解析のグリッドサイズ以下の可能性があり、例えば薄いシル形状などが考えられる。始良カルデラ中央部の深さ 15km 付近に周辺より 25% 以上 S 波速度が低速になる領域があり、最も大きな速度異常が見られている。地盤変動から推定されている深さ 10km の圧力源位置の下部にあたる。S 波異常域はグリッドサイズ 4km×4km×4km 以上の大きさを持っている。この S 波異常の位置が始良カルデラの主マグマ溜りの可能性があり、地盤変動観測から得られる圧力源はこの主マグマ溜りの上部を押し上げる形で観測されているのかもしれない。今後は自然地震のイベント数を増加させてグリッド間隔を小さくし、S 波低速領域と圧力源の位置関係や速度異常領域の大きさを詳細にする予定である。