

## P41.鹿児島県燃島の火山性活断層と地下構造

## Tectonic Analysis of Volcanic-related faults in Moejima, Kagoshima, South-west Japan

○ 吉永佑一 (大阪市立大学), 原口 強 (大阪市立大学), 井村隆介 (鹿児島大学), 今村朋裕 (京都府)  
Yuichi Yoshinaga, Tsuyoshi Haraguchi, Ryusuke Imura, Tomohiro Imamura

## 1. はじめに

鹿児島県燃島(新島)は、鹿児島湾奥部桜島火山の北東約1.5kmに位置する楕円形状の島(図-1)である。桑代ほか(1970)<sup>1)</sup>は歴史記録から1779年桜島安永噴火の際海底が隆起・形成されたとしている。鎌田(1977)<sup>2)</sup>は燃島に点在する溶岩塊が桜島本島の安永熔岩の鉱物組成に類似することから、安永熔岩が海中に流れ込み燃島の地下に貫入したことにより島が隆起したと考えている。

燃島は東西方向の正断層群によって特徴づけられ、中央部は地溝をなしている。これらの断層は「確実度I・活動度A」の活断層(活断層研究会, 1980<sup>3)</sup>)とされている。原口ほか(2004)<sup>4)</sup>は島の形成に関する歴史記録から、断層は火山活動に付随して生じた「火山活動に伴う断層」と断定している。

燃島の地質は、下位から燃島シルト層、燃島シラス層、燃島貝層、新島シラス層、火山灰層および土壌層に区別されている(鹿間, 1955<sup>5)</sup>; 木野ほか, 1976<sup>6)</sup>; Kano et al., 1996<sup>7)</sup>; 奥野ほか, 1998<sup>8)</sup>など)。亀山ほか(2005)<sup>9)</sup>は燃島シルト層の下位に州崎軽石層を新たに区分している。燃島貝層は層厚約1~1.5mで、100種類以上に及ぶ外洋暖流系の貝化石を有する(平田, 1964<sup>10)</sup>)。地層中の貝化石の90%を占めるベッコウガキの<sup>14</sup>C年代測定結果より、貝層の形成年代を6,000~2,300yrsBP(亀山ほか, 2005<sup>9)</sup>)と推定している。ベッコウガキが水深100~200mの棲息海域を示す(平田, 1964<sup>10)</sup>)ことから、燃島貝層は水深100m以上の海底下にほぼ水平に堆積したと考えられる。

本研究では燃島の火山性活断層と地下構造について解明することを目的としている。この際、断層の変位基準面として燃島貝層に着目し、その空間分布と断層の関係性を明らかにすることで断層の活動性を考察する。また、島内で実施した反射法地震探査および燃島周辺での海底地形調査から燃島の地下構造を明らかにする。

## 2. 地質概要

燃島は、東西性の断層によって北部地壘帯、中央部地溝帯、南部地壘帯と識別できる(図-2)。北部地壘帯は東岸側で州崎軽石層から上位の地層が分布し、西岸側で燃島シルトから上位の地層が分

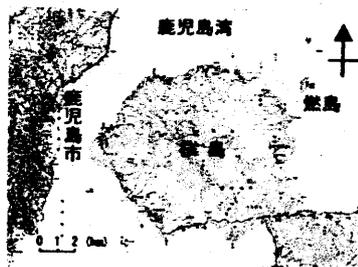


図-1 桜島と燃島

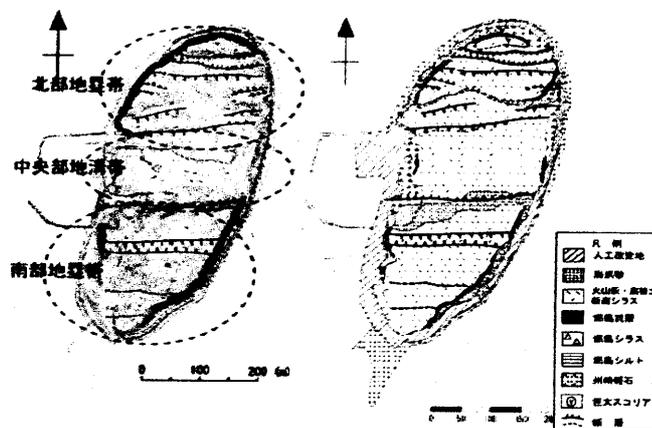


図-2 DEMによる燃島の地形図(左図、島内の実線と破線は断層)および燃島地質図(右図)

布していることから東へ傾動していると考えられる。地層の走向・傾斜はN15°E, 3~10°Nである。中央部地溝帯は、燃島シラスから上位の地層が分布しており、南方へなだらかに傾動している。南部地壘帯は州崎軽石層から上位の地層が分布している。南部地壘帯北側の地層は約10~15°S傾斜しており、南端に向かって緩やかな傾斜になる。南端には海浜砂嘴が形成している。

## 3. 断層の活動性の推定方法

断層による変形様式の推定には、燃島形成時の海底面を基準にする必要がある。しかしながら当時の海底面を示す地層を現在の燃島で識別することは難しい。このため、本研究では燃島貝層上面つまり約2300yrsBP当時の海底面を断層の変位基準面とした。

島の周囲の海食崖に分布する燃島貝層(写真-1)上面の標高はノンプリズムレーザー距離計(写真-2, レーザーテクノロジー社製「インパルスLRJ」)を用いて追跡した。標高の算出はレーザー距離計から燃島貝層上面と海上に分布する岩礁部の水際線までの高低差を計測し加算した。また計測時の潮位補正を行い、標高を算出した。



写真-1 燃島東岸で見られる燃島貝層(白破線の間は燃島貝層)

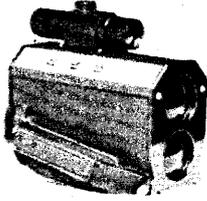


写真-2 レーザー距離計

4. 燃島貝層上面の空間分布

燃島貝層の分布とレーザー距離計による燃島貝層上面の標高データから、燃島両岸の投影断面図(図-3)を作成した。図-3より、燃島貝層を断層の変位基準にすると、数m~26mの垂直変位が見られる。断層で限られたブロックを細かく見ると、各ブロックが階段状に落ち込むことがわかる。島全体としては、中央部地溝帯を挟んで北側では北向き、南部では南向きに傾斜していることが示された。また、地表面に一部剝削が見られるものの、地表面形状と燃島貝層上面の形状を見るとほぼ平行であると判断される。島の両岸で計測した貝層上面の標高データと地表面の形状から、図-4で示すような燃島貝層上面の等高線図を作成し、燃島貝層上面の空間分布モデルを示した(図-5)。図-5より、断層で限られた各ブロックの傾斜角や傾斜の方向が各々異なっていることがわかる。

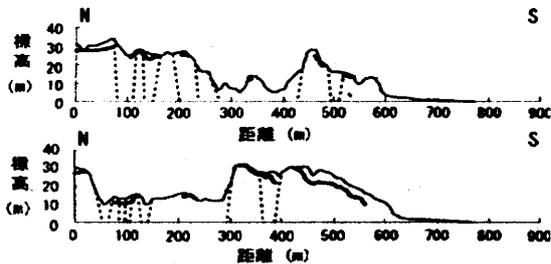


図-3 燃島両岸の投影断面図

(上図は西岸側、下図は東岸側、太線は燃島貝層、破線は断層)

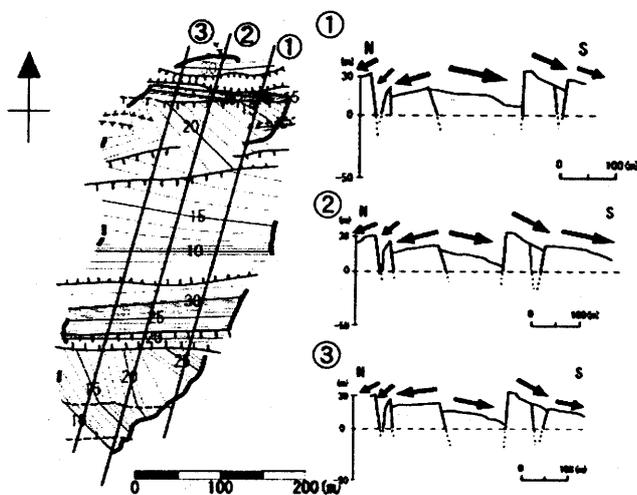


図-4 燃島貝層上面の等高線図(左)と断面図(右)  
(①-③は右図の測線)

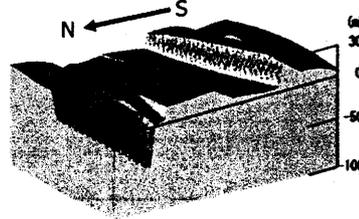
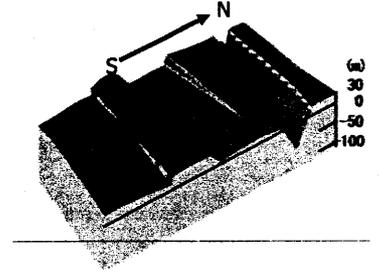


図-5 燃島貝層の空間分布モデル

(右上は南東側から見た鳥瞰図、左下は北西側から見た鳥瞰図)

5. 反射法地震探査の概要

探査は2004年12月23日に行った。測線は図-6で示すような燃島中央部の西岸沿いに南北約300mで設定し、島の中央部地溝帯と直交している。測線は一部で屈曲しているものの、ほぼ直線として近似できる。受振点は南方へ約5m間隔に設置し、発振点は受振点近傍に約5m間隔で設定した。標高は海拔約3~4.5mで、概ね水平として扱える。観測は重錘落下方式によるスタッッキングを繰り返し行った。

データ解析は図-7で示すようなデータ処理に基づいて、共通反射点(CDP, Common Depth Point)重合法を用いて行った。CDP重合法は地下に水平な反射面があると仮定し、その反射面上の共通する反射点記録をグループ化して、経路の違いにより反射波の走時の差を補正し、記録を足し合わせる手法である。解析ソフトはW-geosoft社製のVisual\_SUNT6を使用した。

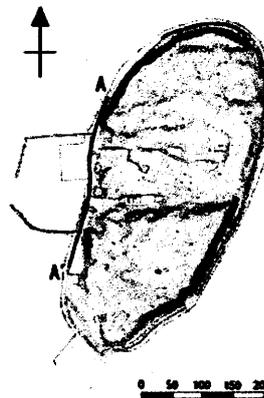


図-6 反射法地震探査の測線

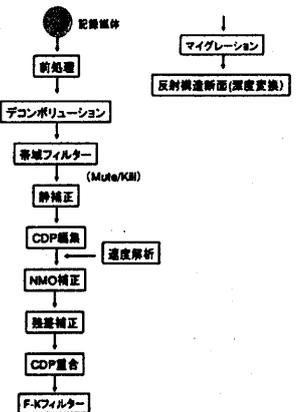


図-7 データ解析の流れ

6. 反射断面図の作成

反射法地震探査より得られたデータ解析の結果、図-8で示すような反射断面図を作成した。図-8より燃島中央部の地下構造は大

大きく3つに分類することができる。地下約50m以浅はほぼ水平に堆積している。地下約50~200mは南方へ緩やかに傾斜している。地下約200~300mでは上位に比べ急角度で南方へ傾斜している。このことは地表付近に現れた断層変位地形が地下で起こった構造運動をそのまま反映したものではないことが示唆される。

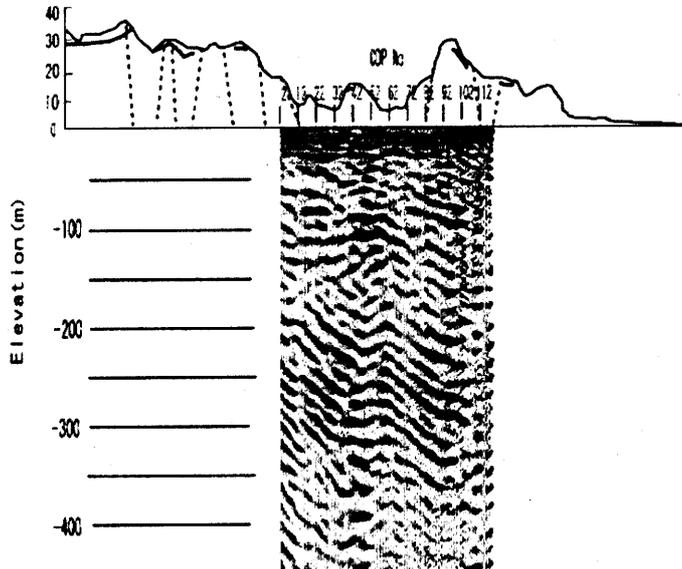


図-8 燃島中央部の反射断面図

5. 海底地形調査の概要

調査は2005年8月9日~8月10日に実施した。測線計画は海上保安庁(1990)の作成の海図による水深データをもとに、本調査海域の海底地形を十分把握できるように立案した。GPS測量による単独測位を用いて、計画測線に基づき図-9で示すような航路で音波探査を行った。音波探査にはOcean Data Equipment社製のStrata Boxを使用した。測定した水深データは潮位補正を行っている。音波探査は水深約2.5m以深の海域で計測できる。

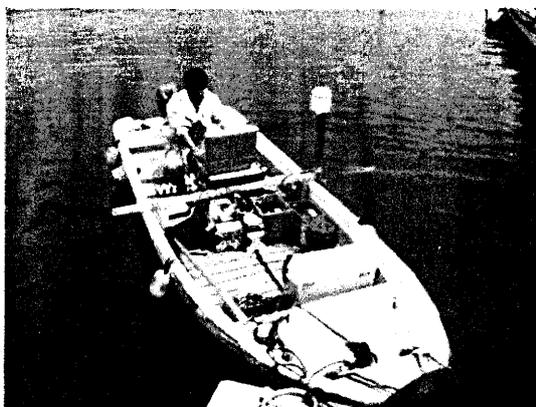


写真-3 音波探査作業の様子

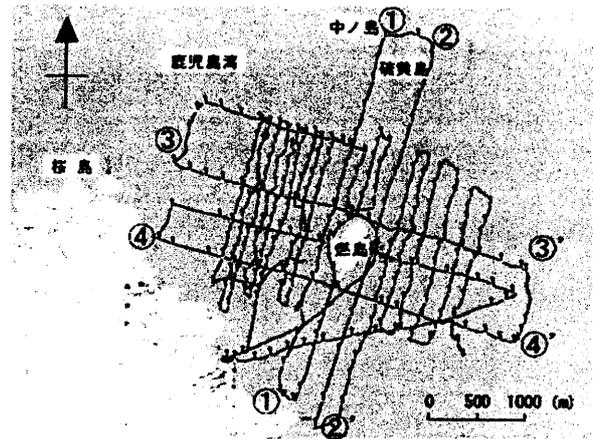


図-9 音波探査の航路図

(①-①', ②-②', ③-③', ④-④' は図-10の測線)

6. 海底地形の作成

音波探査の結果から図-10で示すような測線①-①', ②-②', ③-③', ④-④'の海底断面図を作成した。図-10の測線①-①', ②-②'より燃島南側では水深約110mにほぼ水平な海底面が広がっており、北側の平坦面に対し約30m低いことがわかる。また、測線③-③', ④-④'より燃島東部で水深約140mに水平な海底面が広がっていることがわかる。東西南北それぞれの水平な海底面の一部では、海底面より約1m下位に平行な第2層が見られた。このことは燃島の形成以前、当時の海底面は水深約140m以深にほぼ水平であったことが示唆される。燃島や中ノ島、硫黄島付近の海底の地形は周囲と比較して局所的に持ち上がっていることがわかる。また、燃島の海底下は水平な波食棚が広がっているのに対し、中ノ島、硫黄島付近の海底下では凹凸が激しいことが示される。

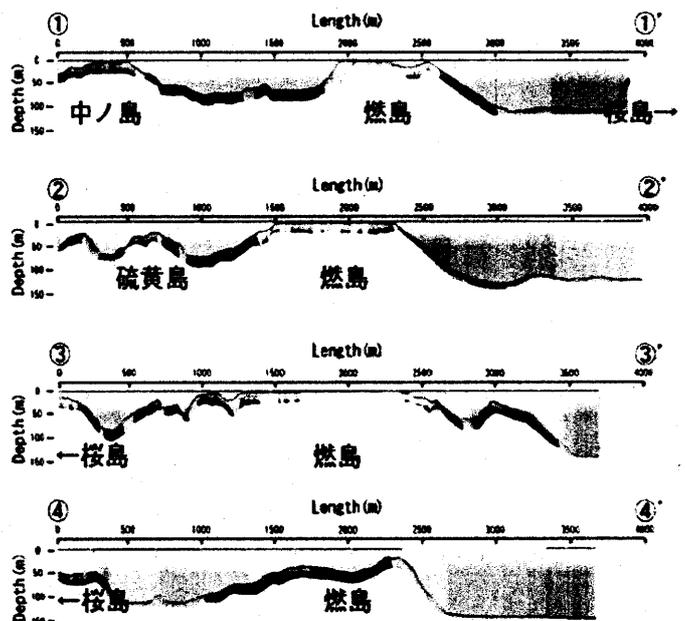


図-10 海底断面図

(①-①', ②-②', ③-③', ④-④' は図-9の測線  
①-①', ②-②'の断面図中央部の波食棚の部分が燃島)

## 7. 考察とまとめ

本研究では、燃島貝層の追跡および燃島貝層上面の標高計測結果から燃島の周囲の投影断面図を示し、等高線図(図-4)と燃島貝層の空間分布モデル(図-5)を作成した。その結果、中央部地溝帯を境に北部地壘は北向きに、南部地壘は南向きにそれぞれ傾動していることが明らかとなった。燃島貝層は水深100m以上の海底下にほぼ水平に堆積していたと考えられることから、島の東西方向に軸を持って隆起するような変動を受けたと考えられる。

反射法地震探査の結果から燃島中央部の西岸沿いにおける反射断面図を作成し、燃島の地下構造を明らかにした。その結果、中央部の地下約200~300m付近で南へ急傾斜しており、地表付近で認められた断層から推定される構造運動と地下での構造運動が異なっていることがわかる。浅部にかけて傾斜が緩くなり、極浅部で水平構造を示すことおよび地表で見られる燃島貝層の傾斜方向から、燃島が極浅部まで隆起した際、南北方向に側方移動するような変動を受けたと考えられる。

音波探査の結果から燃島の周辺海域における海底地形を示した。その結果、燃島の東側水深約140mに水平な海底面が広がっており、随所で海底面より約1m下位に第2層が海底面と平行に配列していることが明らかとなった。このことから燃島の形成以前は水深約140m以上のほぼ水平な海底面であったことが推測される。燃島の周辺海域を見ると、燃島を境に水平な海底面の水深が異なっていることがわかる。また燃島や中ノ島・硫黄島付近の海底地形が周辺に比べ局所的に持ち上がっていることから、燃島が段階的に隆起していると考えられる。

本研究では燃島の地表での火山性活断層と断層変位地形、地下構造および燃島周辺での海底地形について明らかとなった。今後、地表や海底でのボーリングコアを用いて燃島の地下の層序を明らかにし、より広範囲な測線での音波探査を行い、桜島北部海域の海底地形および燃島・中ノ島・硫黄島などの形成過程を解明していく予定である。

## 謝辞

本研究には、独立法人原子力安全基盤機構からの委託研究(代表横田修一郎)の費用の一部を使用した。記して謝意を表します。

## 文献

- 1) 桑代 勲・鹿児島短期大学地理学セミナー(1970)始良カルデラの研究(2)新島の誕生・地形と地質・海岸侵食, 知覧文化, 7, 1-22.
- 2) 鎌田政明(1977)桜島北部海域の海底火山活動と環境の異常, 文部省総合研究“海底火山活動による桜島北部海域の環境変化に関する研究”班, 18-28.
- 3) 活断層研究会(1980)日本の活断層一分布図と資料一, 東京大学出版会, 308-310.
- 4) 原口 強・田近 淳・井村隆介(2004)ノンテクトニック断層の

研究(その5)-ノンテクトニック断層としての火山性活断層の識別-日本応用地質学会 平成16年研究発表会講演論文集, 23, 81-82.

- 5) 鹿間時夫(1955)鹿児島県燃島貝層の層的位置, 地質学雑誌, 61, 598.
- 6) 木野義人・小野晃司・寺岡易司・衣笠善博・磯部一洋(1976)桜島北東側陸域の地質学的研究. 昭和50年度特別研究促進調整費「鹿児島県新島の海岸欠落に関する特別研究報告書」, 科学技術研究調整局, 29-54.
- 7) Kano, K., Yamamoto, T. and Ono, K. (1996) Subaqueous eruption and emplacement of the Shinjima Pumice, Shinjima (Moeshima) Island, Kagoshima Bay, SW Japan of Volcanology and Geothermal Research, 71, 187-206.
- 8) 奥野 充・松島義章・長岡信治・森脇 広・新井房夫・中村俊夫(1998)南九州, 鹿児島湾の燃島貝層中のベッコウガキの加速器<sup>14</sup>C年代, 福岡大学理学集報, 28(2), 123-128.
- 9) 亀山宗彦・下山正一・宮部俊輔・宮田雄一郎・秋山哲夫・岩野英樹・檀原 徹・遠藤邦彦・松隈明彦(2005)始良カルデラ堆積物の層序と年代について, 鹿児島県新島(燃島)に基づく研究, 第四紀研究, 44, 15-29.
- 10) 平田国雄(1964)燃島貝層, 鹿児島理科教育協会編「鹿児島の自然」, 鹿児島理科教育協会, 235-244.
- 11) 海上保安庁(1990)1:50,000海底地形図, 鹿児島北部