

## 長崎市穴弘法火山の形成と噴火の推移

西川 正\*

Volcanic formation and eruption sequence at the ANAKOBO volcano, Nagasaki-City

Tadashi NISHIKAWA

### 1. はじめに

長崎市周辺には、新第三紀後期の長崎火山岩類と呼ばれる複数の火山体が分布し、これまで多くの報告がなされてきた(橋, 1957, 1958, 1961; 田島, 1975, 1993; 布袋, 1989a, 1989b, 1990, 1991, 1993, 2002, 2005, 2006; 長崎県地学会, 1971など)。

長崎火山岩類は、その多くが主に溶岩で構成されており、侵食の影響を考慮しても、当時の火山活動を比較的良好に保存していると思われる。

その一方で、火砕流や岩屑流が起源と思われる凝灰岩や火山角礫岩については、その分布が限られ、噴火活動の全体像を把握するのが困難にしている。その中で長崎市浦上地区に分布する「穴弘法溶結凝灰岩」<sup>あなこうぼう</sup>は溶結組織を持つ火砕流と考えられているが、他の火砕流堆積物と同様に、その分布は穴弘法の山体(第1図)周辺に限られる(布袋, 1986)。

そこで、本研究では布袋(1986)による先行研究を踏まえた上で改めて野外調査を行い、新たに見つかった露頭状況等の結果を基に、同溶結凝灰岩に関連する穴弘法における火山体の形成及び噴火過程について考察を行った。



第1図: 経が峰墓地から見る穴弘法

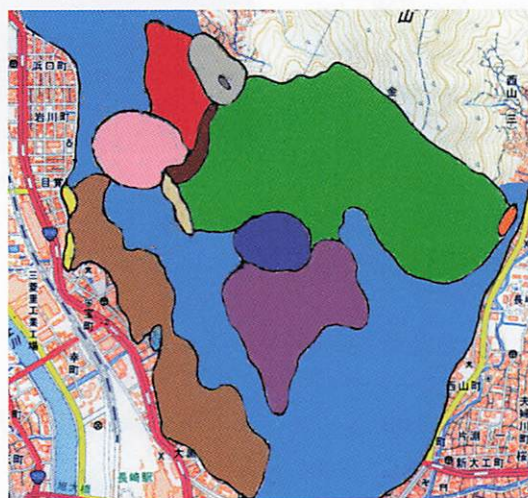
### 2. 調査結果及び穴弘法火山に関連する堆積物の再定義

本研究では、従来、穴弘法溶結凝灰岩が分布するとされる地域の野外調査を行い(第2図)、各露頭での岩相観察に基づき、穴弘法溶結凝灰岩と定義されてきた堆積物を含め、各層の火山地質学的な再分類を行った上で火山地質図を作成した(第3図)。以下、現在までの調査内容について報告する。なお、各堆積物における地名の名称については、布袋(2020)の地図内の小字名を参考にした。

長崎市穴弘法火山の形成と噴火の推移



第2図：本研究における調査地域と露頭分布（穴弘法周辺）（国土地理院地形図より抜粋）



第3図：穴弘法火山周辺における火山地質図（国土地理院地形図に加筆修正）

### (1) 浦上溶岩

布袋 (1986) でも定義されている本地域の最下部に分布する節理の発達した塊状溶岩である。穴弘法周辺では、西側の山王通り沿いから坂本小学校にかけて標高20m前後まで分布し、南の浜平方面に向かうにつれて標高100m前後まで見られるようになる。また、東側でも立山から西山にかけて広く溶岩が分布することから、この溶岩により構成される火山体は、調査地域南部の狭戸山・茶臼山・五社山などの直下で基盤を成し、穴弘法の山体はその北西麓に位置すると考えられる。一方、北側の金比羅山の溶岩類とは角閃石斑晶の量で明瞭に区別される。なお、布袋 (1986) では浦上溶岩の上位に浜平自破碎溶岩を区別しているが、筆者は現在のところ明瞭な違いを認識していないため、本研究では従来の穴弘法溶結凝灰岩の先火山体として浦上溶岩と総称しておく。

### 2) 穴弘法火砕丘堆積物

布袋 (1986) で坂本火山角礫岩と定義された堆積物である。同論文で模式地とされた坂本小東側の切通しは既に法面で覆われており、現在はその下部で、先述の浦上溶岩の上に5～20cm大の火山礫が1m程度の層厚で観察されるのみであり、露頭では個別の層か浦上溶岩のクリンカー一部であるか識別は困難である。布袋 (1986) では模式地にて最上部が溶結しており、穴弘法溶結凝灰岩に漸移的に変化すると指摘しているが、それに該当するものとして、穴弘法寺から100mほど西南西の道路脇で5～10cm大の灰色安山岩礫が集積した様子が観察される (第4図)。この露頭は均質の灰色火山礫と少量の粗粒火山灰で構成されており、布袋 (1986) で溶結化しているとしたものは、噴石の集積によるアグルチネートと考えることができる。また、①粗粒火山灰の量が火山礫に比べて著しく少なく降下火砕物の様相を示すこと、②穴弘法周辺に分布が限られることなどから、穴弘法火山の山体を構成する火砕丘堆積物と考えられる。また、よ

り南の坂本二丁目にも風化した軽石または火山礫の濃集層が観察される。

### (3) 瀬畑降下火山灰層

従来、穴弘法溶結凝灰岩は、浜平北部から穴弘法にかけて、標高100m前後の地点に分布するとされてきたが、今回、現在建設中の市道沿いの露頭観察などから、さらに4つに分類した。そのうち瀬畑降下火山灰層は、浜平北部の銭座変電所への送電線付近から山王陽光台住宅地の上部にかけて分布する。建設中の道路沿い (第5図) では、火山灰が中心で数cm大の軽石が濃集する薄層を時折挟む。この層は後述の北平火山角礫岩層に覆われることから、穴弘法溶結凝灰岩を噴出する以前に、穴弘法火砕丘を給源として噴出した降下軽石や火山灰の堆積層と考えられる。

### (4) 北平火山角礫岩層

山王陽光台住宅地の上から穴弘法の山体にかけて分布する火山礫層で、最大直径2mに及び火山礫が観察されるほか、10cm大の軽石も含まれる (第6図)。安山岩礫が主体で、異質岩片はほとんど観察されない。このような火山礫層は、始良カルデラにおける入戸火砕流噴火直前に火道の拡大により生じた亀割坂角礫岩層などと類似するが (荒牧, 1969など)、本層は穴弘法火砕丘の火口部分が溶岩で覆われた後、後述の穴弘法溶結火砕岩を生じた噴火の際に、溶岩部分が吹き飛ばされて直接堆積したものと考えられる。なお、軽石も含まれることから、噴火に直接関与した本質マグマも噴出したことが想定される。

### (5) 穴弘法溶結火砕岩

従来、模式地の産状とされてきた弱溶結構造を有する「穴弘法溶結凝灰岩」の部分である。但し、ASO-4火砕流や支笏火砕流のようなカルデラを伴う大規模珪長質火砕流で見られる溶結凝灰岩のように数10m厚の火砕流堆積物が全体的に弱～強溶結しているのではなく (横山ほか 1992, 吉田ほか, 2017, Cas and Wright, 1988

など)、溶結構造が見られるのは岩体のほぼ上部に限られることから、一般的な溶結凝灰岩と区別する上で「穴弘法溶結火砕岩」と再定義する。本火砕岩の分布は穴弘法の山体に限られており、垂直方向に様相が大きく変化する。下位にあたる現在建設中の穴弘法トンネル北口脇では、多くが3～10cm大の白色軽石から構成され、形状もほとんど角礫の原型を留めている(第7図)。中ほどの穴弘法寺北側あたりでは火山礫の割合が増し、対して軽石の割合が少なくなる(第8図)。模式地とされる穴弘法奥の院や穴弘法山頂への登山道沿いの上位部分では扁平に伸びた10～15cm大の灰色安山岩礫と同質の凝灰岩から成り、弱溶結構造が顕著である(第9図)。(4)で穴弘法溶結火砕岩の噴出前に溶岩が存在したことを想定する理由は、最上部を多く占める火山礫の存在による。

#### (6) 穴弘法溶岩

穴弘法山頂の狭い範囲で厚さ2m程度の溶岩が覆っている(第10図)。本溶岩の存在は、先述の穴弘法トンネル南口脇では岩脈が観察されることから支持される。塊状溶岩で岩相は穴弘法溶結火砕岩と大差はない。

#### (7) 西山二丁目火砕流堆積物

金比羅山東側にあたる西山二丁目バス停付近で軽石を含む火砕流堆積物が存在する(第11図)。分布はごく限られているが、数cm大の軽石を含み、火山礫も少ないことから、噴煙柱由来の火砕流堆積物と思われる。なお、この堆積物は穴弘法地域の浦上溶岩に相当する溶岩を覆うことから、長崎火山岩類分布域周辺に点在する水中火砕流堆積物(例えば茂木植物化石層など)とは異なるものである。穴弘法火山活動期にはまだ狭戸山や金比羅山が存在しないとすれば、位置的にみて本火砕流堆積物の起源は穴弘法火山と想定するのが妥当である。但し、穴弘法溶結火砕岩は溶岩礫を上位に多く含むことから、同溶結火砕岩の生じる前に流れたものであると考えられる。

#### (8) 緑町火砕流堆積物

(7)と同様、浦上側でも井樋の口から緑町、目覚町にかけての崖に火山灰主体の火砕流堆積物がわずかに観察される(第12図)。軽石は認められないことや、分布が極めて限られることから、小規模な火山灰流または二次的泥流堆積物と考えられる。

#### (9) 馬込岩屑流堆積物

北は銭座町から南の筑後町にかけて広く火山礫からなる層が分布しており、かつて御船蔵町の崖崩れ現場では、先述の浦上溶岩を覆う火山礫主体の堆積物が観察された。宝町の新幹線トンネル工事現場でも下位は最大1m大に達し上位で5～15cm大の安山岩礫主体の堆積物が観察される(第13図)。分布地域が長崎市に編入する前、馬込郷と呼ばれた一帯に広がることから、ここでは馬込岩屑流堆積物と定義する。その給源として穴弘法火山由来とすると、岩相の類似点から直接飛んできたものが北平火山礫岩層を構成し、流下したものは本岩屑流堆積物と解釈することができる。

#### (10) 山川溶岩

山王陽光台住宅地が山頂に広がる円形の溶岩ドームである。露頭は少なく、中腹の墓地内で溶岩を認めることができる程度である。同溶岩上部の工事道路沿いの露頭では、先述の瀬畑降下火山灰層を切る岩脈が観察され(第14図)、その走向は北西-南東方向であり、延長線上に同溶岩が位置することから、穴弘法火山の活動後に噴出した溶岩ドームと考えられる。また、もう一方の延長線上には同じく円形の茶白山溶岩が存在していることから、2つは同時期に噴火し、一方で茶白山を挟む狭戸山・五社山はそのメサ状の形状からも異なる噴火と考えられる。



第 4 図：穴弘法火砕丘堆積物



第 7 図：穴弘法溶結火砕岩（下位）



第 5 図：瀬畑降下火山灰層



第 8 図：穴弘法溶結火砕岩（中位）



第 6 図：北平火山角礫岩層



第 9 図：穴弘法溶結火砕岩（上位）



第10図：穴弘法溶岩



第13図：馬込岩屑流堆積物



第11図：西山二丁目火砕流堆積物



第14図：北西-南東走向に発達する岩脈



第12図：緑町火砕流堆積物

### 3. 考察

2. における調査結果から、穴弘法火山の形成と噴火の推移を考える上での考察を以下に述べる。

#### (1) 穴弘法火山は火砕丘を形成した単成火山

穴弘法火山は、何層も溶岩流を伴う複式成層火山ではない。穴弘法西方のごく一部に噴石濃集が認められることから、単成火山の活動として最初は火砕丘の形成から始まったと考え

られる。現在、その火砕丘堆積物がほとんど認められないのは、その後の差別侵食で大半が失われ、現在わずかに散見されると考えるのが妥当であろう（ちなみに火山地質図上で穴弘法火砕丘堆積物の分布範囲とした部分でも、実際にはその後の土石流堆積物で占められる地点が多い）。

#### (2) 穴弘法溶結火砕岩が残った理由

今回の調査結果からは、穴弘法溶結火砕岩は

当時の火山体内部に相当する部分にしか確認されない。また、穴弘法溶結火砕岩は下位と上位で大きく様相が異なるという特徴を示す。この2つの理由として、穴弘法溶結火砕岩の上部(扁平火山礫主体部)は噴火時に火口内に降下(*drain back*)した堆積物(但し、本噴火時にはすでに固結していた溶岩でアグルチネートとは異なる)で、下位の軽石は火道でマグマが破碎して軽石化したものの火口の外に噴出しなかった部分と考えると説明可能である。そして、最後に火口を覆うように溶岩が噴出したことなどの要因も重なり、上部を中心に弱溶結が生じ、その後、非溶結の火砕丘本体の差別浸食が進んだことで、現在は溶結火砕岩の部分が山体として残ったものと考えられる。

### (3) 穴弘法火山活動後の山川溶岩ドームの形成

本研究では、浦上溶岩以外に山川溶岩ドームを区分したが、この溶岩が穴弘法火山の活動後に噴出したと考えると、穴弘法火山と馬込岩屑流の関係をよく説明することができる。

もし穴弘法火山の活動期において、すでに山川溶岩ドームがある場合、同溶岩ドームが地形的に馬込岩屑流堆積物の南への流下を遮る形になるが、同溶岩が後の活動によるものであれば、岩屑流の南下を容易にし、馬込岩屑流堆積物の大半が穴弘法火山由来と解釈することを容易にする。なお、馬込岩屑流堆積物が浦上溶岩の山体の外側に張り付くように存在するのは、当時は浦上川水系の谷間を埋め尽くすように広がったが、その後の同水系の発達により、浸食が進んだ結果によるものであろう。

## 4. 穴弘法火山における火山活動史

2. の調査結果及び3. の考察をもとに、現在考えられる火山活動史について以下にまとめる(第15図、第16図)。

### (1) 穴弘法火砕丘の形成

浦上溶岩を構成する先火山の北西麓で噴火が発生し、噴石を放出しながら火砕丘を形成した(穴弘法火砕丘堆積物)。

### (2) 降下火山灰や火砕流の発生

噴石により火砕丘を形成するとともに、周辺に火山灰や軽石を堆積させるようになった(瀬畑火山灰層)。また、南西から南東にかけて火山灰や軽石を含む火砕流が発生するようになった(緑町火砕流堆積物・西山二丁目火砕流堆積物)。

### (3) 溶岩の噴出と噴火の鎮静化

噴火がいったん穏やかになり、火砕丘の火口を溶岩が覆った。このあと、噴火がいったん沈静化していた可能性がある。

### (4) 新たなマグマの注入と火口を覆った溶岩の崩壊、溶岩の噴出による火山活動の終息と溶結凝灰岩の形成

新たなマグマの注入により、溶岩に覆われた火口及び火道内の圧力が上昇し、表面を覆っていた溶岩を吹き飛ばして、一部は浦上溶岩の作る火山体北斜面に堆積し(北平火山角礫岩層)、残りは岩屑流として浦上溶岩の西斜面を覆いながら南下した(馬込岩屑流堆積物)。また、火口内に残った一部の火山礫や火道内で生成した軽石が、その後に噴出した溶岩(穴弘法溶岩)で火口に蓋をされたことから、上部は弱溶結を受けてそのまま取り残された(穴弘法溶結火砕岩)。

### (5) 山川溶岩・茶臼山溶岩の形成

穴弘法火山の活動後に、調査地域に新たなマグマの貫入が発生し、穴弘法火砕丘と馬込岩屑流堆積物の間を遮るように山川溶岩ドームが形成された。また、同時期に茶臼山溶岩ドームも形成された。

## 5. 今後の課題

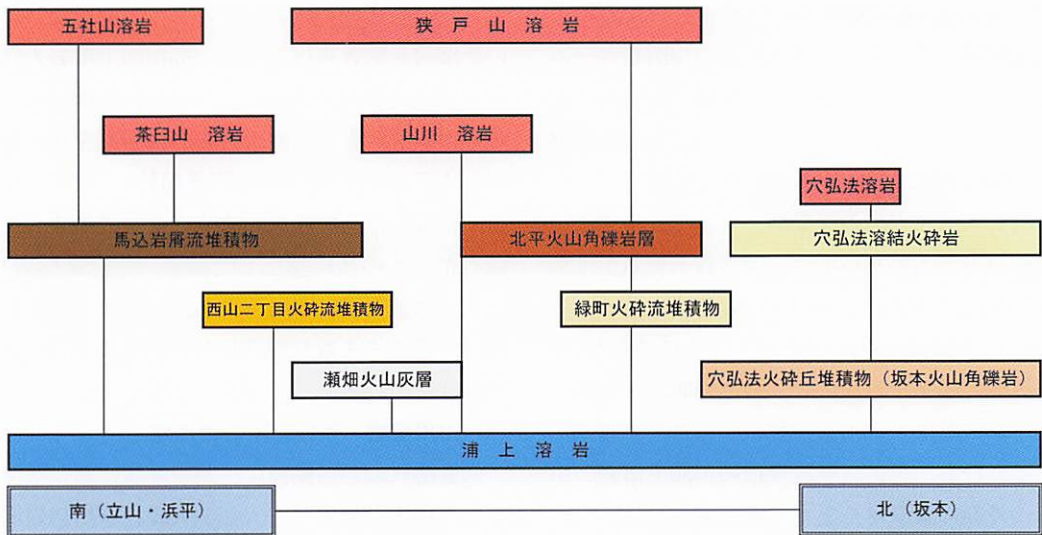
今回の結果から、長崎火山岩類においては降下火砕物による火砕丘のような山体が差別浸食によりある程度失われていることが明らかとなった。このことは、長崎火山岩類中央部に分布する火砕流などの給源を考察する上で重要である。一方、火道内などで火砕物が溶結するような場合には、火砕丘由来の火砕流堆積物にお

長崎市穴弘法火山の形成と噴火の推移

いても給源位置を特定することが可能である。そこで、今回の穴弘法火山の事例をもとに、他の火砕流堆積物についても噴火の給源や推移について考察を進めていきたいと考えている。また、長崎火山岩類では西川（2020）の小ヶ倉火砕流や、長崎市茂木、諫早市多良見町喜々津、大草など広範囲に水中火砕流堆積物が点在する。これらは一連のものである可能性があり、

両者の規模の違いや噴火のタイミング、長崎火山岩類の火山活動史とテクトニクスとの関係についても明らかにしていきたい。

最後に、本報告の執筆にあたり、編集の寺井邦久先生からは有益なコメントを頂き、阪口和則会長には原稿の提出に便宜を図って頂いたことに対し、この場を借りて御礼申し上げます。



第15図：野外調査に基づく穴弘法火山周辺の噴火層序



①浦上溶岩で構成される先火山体北西麓での噴火開始



⑤新たなマグマ中による噴火の再開，溶岩の崩壊と岩屑流の発生（穴弘法溶結火砕岩，馬込岩屑流堆積物）



②穴弘法火砕丘の形成及び降下火砕灰（瀬畑降下火山灰層）の堆積



⑥穴弘法溶岩の噴出と火口内堆積物上部の弱溶結化及び火山活動の終息



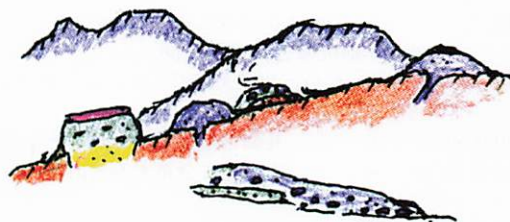
③穴弘法火砕丘からの火砕流の発生（緑町火砕流堆積物・西山二丁目火砕流堆積物）



⑦山川溶岩と茶白山溶岩ドームの形成



④穴弘法火砕丘上部の溶岩形成と火山活動の鎮静化



⑧狭戸山，五社山，金比羅山の火山活動とその後の差別浸食による現地形の形成

第16図：穴弘法火山の形成と噴火の推移

参考文献

- 荒木 真寿男 (1975) 11. 多良見町市布駅北東の地層. 長崎県地学会誌, 23, 31-33.
- 荒牧 重雄 (1969) 鹿児島県国分地域の地質と火砕流堆積物, 75 (8), 425-442.
- Cas, R. A. F. and Wright, J. V. (1988) Volcanic successions, modern and ancient : a geological approach to processes, products, and successions, Chapman & Hall, 528p.
- 布袋 厚 (1986) 長崎市穴弘法の溶結凝灰岩およびその周辺の火山層序. 長崎県地学会誌, 44, 1-8.
- 布袋 厚 (1989a) 班晶鉱物からみた長崎市金毘羅山の火山岩類. 長崎県地学会誌, 49, 19-25.
- 布袋 厚 (1989b) 長崎市西部城山台の火山地質. 長崎県地学会誌, 50, 26-36.
- 布袋 厚 (1991) 長崎市南部唐八景付近に分布する火山円礫層. 地学研究, 40, 2, 85-94.
- 布袋 厚 (1993) 長崎市東部帆場岳・現川周辺の火山地質. 長崎県地学会誌, 56, 1-10.
- 布袋 厚 (2002) 長崎市西部小江原・稲佐山周辺の火山地質. 長崎県地学会誌, 66, 1-12.
- 布袋 厚 (2005) 「長崎石物語：石が語る長崎の生い立ち」. 長崎文献社.
- 布袋 厚 (2006) 長崎市茂木・飯香ノ浦地域の岩屑なだれ堆積物. 長崎県地学会誌, 70, 17-30.
- 布袋 厚 (2020) 「復元！被爆直前の長崎：原爆で消えた1945年8月8日の地図」. 長崎文献社
- 石川 直衛 (1975) 長崎市古賀町古賀団地東部の地質. 長崎県地学会誌, 23, 34-36.
- 一色 直記 (1982) 神津島地域の地質 (地域地質研究報告). 地質調査所, 75p
- 鎌田 泰彦 (1975) 10. 喜々津駅付近 (国道34号線) の第三紀層. 長崎県地学会誌, 23, 28-30.
- 鎌田 泰彦 (2007) 「鎌田泰彦地質学著作集：長崎大学名誉教授・長崎県地学会名誉会長：平成18年度春の叙勲受章記念」.
- 鴨川 信行・松村 俊二・田島 俊彦 (1976) 長崎県西部神楽島のサヌキトイドと火道角礫岩について. 長崎県地学会誌, 25, 4-10.
- 川原 武・小山真人・千葉達朗 (1992) 3000年前に起こったカワゴ平軽石と与市坂熔岩流の同時噴火. 日本火山学会講演要旨集, 1992 (2), 69.
- 永尾 隆志・長谷 義隆・井川 寿之・長峰 智・坂口 和之・山元 正継・須藤 賢治・林田 賢一 (1995) 日本列島周辺の第三紀火山岩の岩石学的特徴と K-Ar 年代, 九州の平坦面を形成する安山岩の地質学的・岩石学的特徴：「洪水玄武岩」の提唱. 地質学論集, 44, 155-164.
- 松井 孝典・水野 篤行 (1966) 5 万分の1 地質図幅「大村」. 地質調査所, 40, 6p
- 長崎県地学会編 (1971) 長崎県の地学一日曜巡検ガイドブック. 長崎県地学会, 194p
- 長崎北高等学校地学部 (1973) 長崎西北部における長崎火山噴出直前の古地形図. 長崎県地学会誌, 20, 6-7.
- 長崎市史編さん委員会編 (2013) 新長崎市史 第1巻 (自然編、先史・古代編、中世編), 長崎市, 725p
- 西川 正 (2020) 長崎市南部における火山地質の再検討. 長崎県地学会誌, 84, 8-19.
- 西村 暉希 (1969) 長崎西北部の地質図. 長崎県地学会誌, 13, 9-12.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌「九州地方」. 朝倉書店, 3, 423p
- 小田 忠明 (1975) 14. 長崎市北部昭和町より西彼長与町の地質. 長崎県地学会誌, 23, 40-42.
- 白木 敬一・宮本 光隆・松尾 弘昭・植木 有子・東 高照・永尾 隆志・松本 征夫・田島 俊彦 (2000) 長崎県西彼杵半島南部の高 Mg 安山岩と玄武岩. 山口大学機器分析センター報告, 8, 24-37.
- 諏訪 由起子・石橋 秀巳・外西 奈津美・安田 敦 (2017) 伊豆半島, カワゴ平火山における噴火の準備過程：溶岩流中の角閃石斑晶からの制約. 日本火山学会講演予稿集, 2017, 226.
- 橋 行一 (1957) 長崎火山周縁の化石湖の研究-1：長崎市北東部喜々津町で見出された茂木植物群を含む湖成層と長崎火山. 長崎大学学芸学部自然科学研究報告, 6, 29-34.
- 橋 行一 (1958) 長崎火山周縁の化石湖の研究-2：長崎湾、香焼島の新第三系について. 長崎大学学芸学部自然科学研究報告, 7, 31-36.
- 橋 行一 (1961) 長崎市北部大草附近の古第三紀砂岩礫を含む凝灰角礫岩層. 長崎大学学芸学部自然科学研究報告, 2, 1, 19-29.
- 田島 俊彦 (1975) 13. 長崎市北部横尾付近の火山地質. 長崎県地学会誌, 23, 37-39.
- 田島 俊彦 (1985) 長崎市周辺に分布する火山岩類の Fission-track 年代. 日本地質学会学術大会講演要旨, 1985, 290.
- 田島 俊彦 (1993) 長崎市周辺における後期新生代の火山活動. 日本地質学会学術大会講演要旨, 1993, 560.
- 谷口 宏充 (1977) 神津島の火山地質, 火山, 22, 3, 133-147.
- 吉田 武義・西村 大志・中村 三千彦 (2017) 火山学, 共立出版, 392p.
- 横山 泉・荒牧 重雄・中村一明 [編] (1992) 火山, 岩波書店, 306p.