

## 鹿児島県口永良部島火山最近約3万年間の噴火活動

下司 信夫\*・小林 哲夫\*\*

(2005年7月4日受付, 2005年11月21日受理)

Volcanic Activities of Kuchinoerabujima Volcano  
within the Last 30,000 Years

Nobuo GESHI\* and Tetsuo KOBAYASHI\*\*

Volcanic history of Kuchinoerabujima Volcano in the last 30,000 years is reconstructed based on tephra stratigraphy. Kuchinoerabujima is a volcanic island which is a cluster of at least nine volcanic edifices; Gokyo, Jyogahana, Ban-yagamine, Takadomori, Noike, Kashimine, Hachikubo, Furutake and Shintake. Eruptions within the last 30,000 years occurred from Noike, Hachikubo, Furutake and Shintake volcanoes. Two major pumice and scoria eruptions occurred between 15 and 11 ka after an inactive period since ca. 30 ka. Noike-Yumugi tephra (15–14 ka, DRE > 0.06 km<sup>3</sup>), erupted from the summit of Noike Volcano, consists of Yumugi pumice fall deposit and Nemachi pyroclastic flow deposit. Furutake-Megasaki tephra (12–11 ka, DRE ca. 0.8 km<sup>3</sup>) erupted from Furutake Volcano and consists of Furutake agglutinate, Furutake scoria flow deposit and Megasaki scoria fall deposits. Volcanic edifice of Older Furutake was built during the 12–11 ka eruption. Eruption style changed around 10 ka, after the collapse of Older Furutake Volcano. Activities of Younger Furutake and Shintake Volcanoes are characterized with effusion of lava flow and no major pumice eruption is recognized. Lithic tephra erupted from Younger Furutake and Shintake Volcanoes within the last 10,000 indicates repetitive Vulcanian-type and phreatomagmatic eruptions. All historical eruptions since 1841 occurred at and around Shintake crater and were Vulcanian-type explosions with emission of magmatic materials and phreatic explosions.

**Key words:** Kuchinoerabujima, eruption, tephra, Vulcanian eruption, phreatomagmatic explosion, pyroclastic flow

## 1. はじめに

口永良部島火山(標高 657 m)は鹿児島県薩南諸島に属する口永良部島\*を構成する活火山で、口永良部島の中央部を占める新岳・古岳をはじめとする複数の火山体の集合からなり、1841年以降数10年間隔で噴火の頻発する活動期と静穏期を繰り返している活動的な火山である(気象庁, 2005)。目撃記録の残る噴火はいずれも新岳の山頂火口およびその周辺から発生している。1931～1934年にかけて爆発的な噴火を繰り返し、特に1933年12月の噴火では東山麓にあった七釜集落に高温の火山礫が降下し多数の死傷者を生じた(本間, 1934a, b; 松

本, 1935; 田中館, 1938)。また1966年にも爆発的な噴火が発生し、山腹の広い範囲に投出岩塊が飛散したほか種子島にまで降灰が及んだ(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967, 荒牧, 1969)。1980年以降噴火は発生していないが、新岳では地震活動が活発であり、また継続的な山体の膨張も観測されている(井口, 2002)。また新岳および古岳の火口およびその周辺では噴気のみられるなど、火山活動は現在も活発な状態で推移している。

口永良部島火山の地質構造や噴火履歴についての研究は、噴火調査の一環として1930年代に本間(1934a, b)、松本(1935)、田中館(1938)らによって行われ、火山体の区分や大まかな地質構造の報告がなされた。また1966

\*鹿児島県熊毛郡上屋久町に属し、人口169名(平成12年)。

\* 〒305-0867 茨城県つくば市東1-1-1  
産業技術総合研究所地質情報研究部門  
Geological survey of Japan, National Institute of  
Advanced Industrial Science and Technology, 1-1-1  
Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-0867, Japan.

\*\* 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元1-21-35

鹿児島大学理学部  
Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35  
Korimoto, Kagoshima, Kagoshima 890-0065, Japan.

Corresponding author: Nobuo Geshi  
e-mail: geshi-nob@aist.go.jp

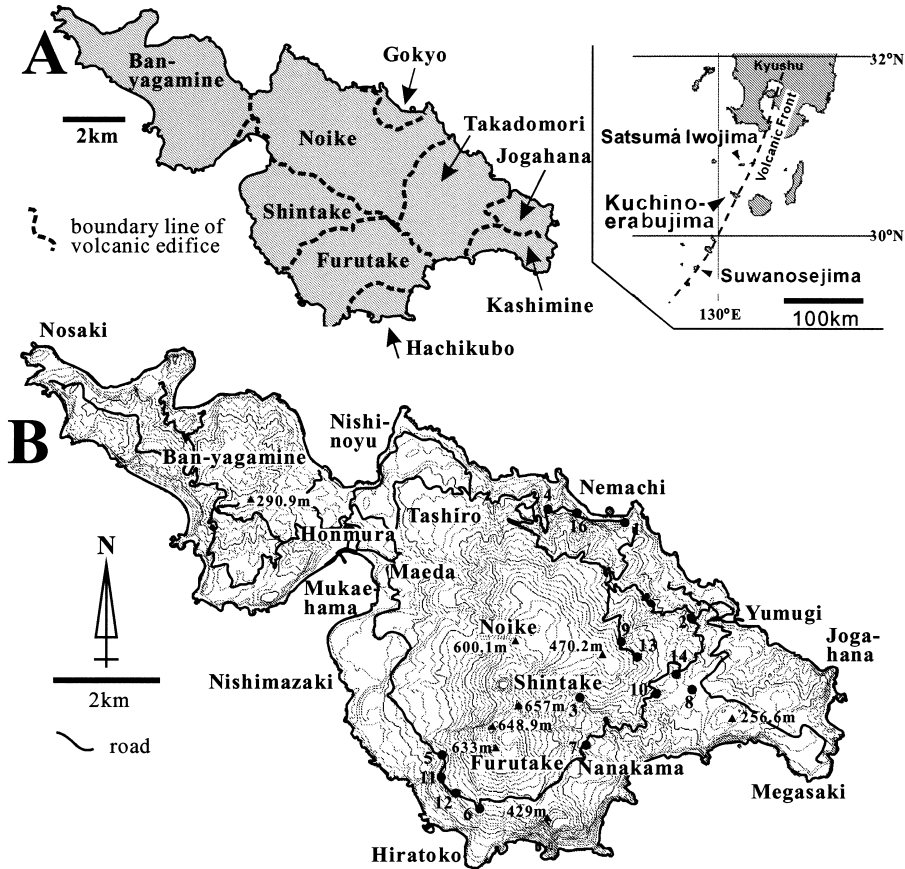


Fig. 1. A: Distribution of the volcanic edifices of Kuchinoerabujima volcano. Thick broken lines show the boundary of volcanic edifices. B: Topography of Kuchinoerabujima. Localities of the outcrops described in text are shown with solid circle with locality number. Interval of counter is 20m.

年噴火の直後にも荒牧(1969)によって地質概略が報告されている。近年、藤野・小林(1993)、小林・成尾(1998)、小林・他(2002)などによる地質報告がなされている。しかし、火山体の地質構造や成長過程、主要な噴火の年代、またその噴火活動の特徴についての知見は十分とはいえない。本火山は活発な活火山であるにもかかわらず歴史資料からよみとれる噴火史は1841年以降に限られているため、噴出物の地質学的調査によって噴火の特徴を明らかにすることは口永良部島火山の活動史や噴火メカニズムの解明にとって重要であり、近年強化されている口永良部島火山の地球物理学的観測の解釈にも有用な制約条件を与えることができるだろう。また口永良部島の火山防災にも寄与すると思われる。本報告では、口永良部島火山の活動履歴を明らかにするため、まず火山体を新たに9区分し、さらに比較的露頭条件が良好な始良 Tn 火山灰(以下 AT; 町田・新井, 1976)より

上位の約 30,000 年間の噴出物を中心にその分布や層序、構成物について報告する。

## 2. 口永良部島火山の地形・地質概略

### 2-1 地形

口永良部島火山は琉球弧の火山フロント上に位置する安山岩質の成層火山で、薩南諸島の口永良部島を形成している。口永良部島は長径約 13 km、面積約 38 km<sup>2</sup>であり、薩南諸島・トカラ列島の火山島の中では最大である(Fig. 1)。口永良部島の最高点の標高は 657 m、周辺の海底は水深 500~600 m で、火山体の比高は約 1,200 m である。口永良部島は全体として西北西-東南東方向に伸びた「ひょうたん」形をしており、活動時期や噴出中心の異なる複数の火山体の集合からなる。また、口永良部島の東方約 3 km の海底には、口永良部堆と呼ばれる底径 3.5 km、比高約 420 m (山頂部の水深は約 180 m) の火山

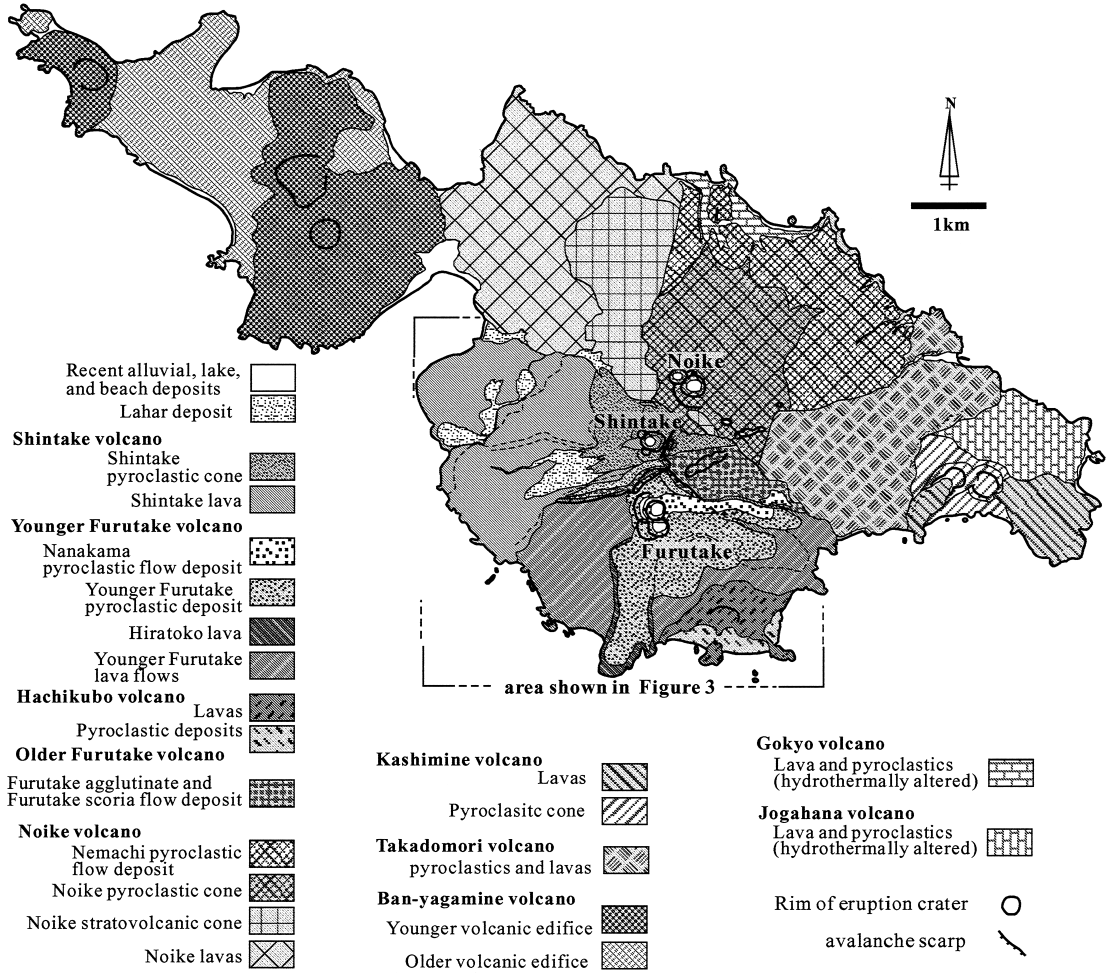


Fig. 2. Generalized geological map of Kuchinoerabujima volcano.

体が存在する。ここでは、陸上に露出する火山体について本間 (1934b), 松本 (1935), 荒牧 (1969) の区分を再検討し、その地形および火口の位置、噴出物の流下方向、被覆関係、および岩相から新たに9つの火山体に区分した (Fig. 1A)。新しい区分では口永良部島北西部は番屋ヶ峰火山からなり、島の中央部は古岳、新岳を中心として、野池、高堂森、カシ峯、鉢窪、後境および城ヶ鼻火山から構成される (Fig. 1)。口永良部島の表層地質の概略を Fig. 2 に、古岳・新岳を中心とする地域の表層地質および火口配置を Fig. 3 に示す。また、本文中で記載した代表的な露頭の位置を Fig. 1B に番号つき黒丸で示した。

## 2-2 火山体の区分

### 2-2-1 後境火山体・城ヶ鼻火山体

後境火山および城ヶ鼻火山は、口永良部島の北部～北東部の海岸線に沿って露出する熱水変質を被った火山岩

からなり、口永良部島の陸上に露出する火山体の中では最も下位にあたる。後境火山、城ヶ鼻火山は荒牧 (1969) により古期火山体とされたもののうち、北部の海岸線の寝待海岸に露出する火山体および北東部の湯向から城ヶ鼻付近に露出する火山体に相当する。これらの火山体はその構造や構成物が類似していることを考慮すると一連の火山体を構成していた可能性もあるが、現在の地表における分布域が連続していないことからここでは別々の火山体として記載する。

口永良部島主部の北側から東側海岸にかけての海食崖下部に露出する熱水変質を被った溶岩と火砕岩からなる火山体を後境火山とする。分布が限られているためその火山体構造は明らかではないが、後境付近に露出する火砕岩層・溶岩は南側に向かって傾斜していることから、現在の寝待―後境海岸よりも北側にその火山体中心が存

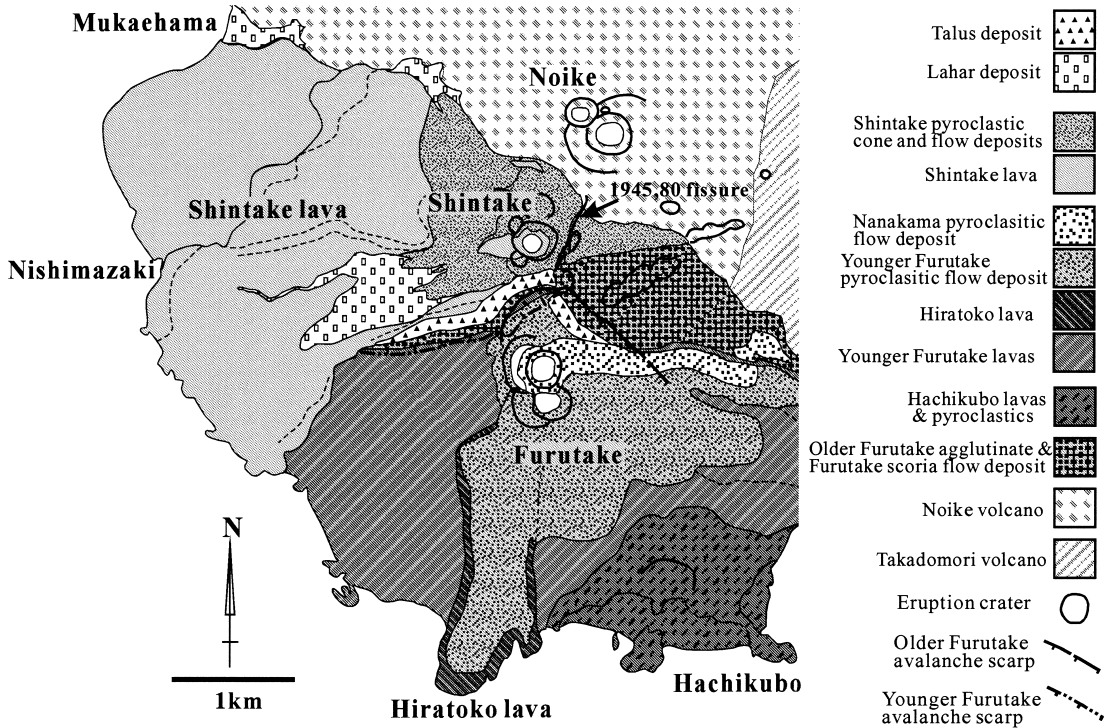


Fig. 3. Detailed geological map around the summit area of Furutake and Shintake Volcanoes with distribution of eruption crater and avalanche scarp.

在していたと思われる。

口永良部島の北東端に分布する、熱水変質を被った溶岩と火砕岩からなる火山体を城ヶ鼻火山とする。城ヶ鼻付近に露出する火砕岩層・溶岩もまた南側に向かって傾斜していることから、後境火山同様に現在の海岸よりも北側にその火山体中心が存在していたと思われる。

### 2-2-2 番屋ヶ峰火山体

番屋ヶ峰火山（標高 290.9 m）は開析が進んだ火山体で、口永良部島北西部を占める。本火山体は荒牧（1969）による番屋ヶ峰・先大平噴出物の分布範囲に相当する。火口地形の分布や溶岩流・火砕物の傾斜方向などから推測すると、番屋ヶ峰火山は活動時期や活動中心の異なる複数の火山体の集合からなると思われる。ここでは一括して番屋ヶ峰火山体とし、被覆関係および侵食、熱水変質の程度から、大きく古期山体と新期山体に区分した（Fig. 2）。古期山体は番屋ヶ峰火山の主に中央部から西部にかけて露出し、熱水変質により褐色から白色岩化した安山岩質溶岩および火砕岩から構成される。新期山体は古期山体を覆って、番屋ヶ峰火山の山頂部から東部および北西端部に分布する変質の弱い安山岩質溶岩流からなり、火砕丘堆積物や土石流堆積物を少量伴う。新期山

体を構成する溶岩流のうち東部に分布する溶岩流は現在の番屋ヶ峰山頂付近から海岸に向かって傾斜していることから、番屋ヶ峰山頂部から噴出したと考えられる。番屋ヶ峰の山頂部には、侵食によって拡大した火口と思われる凹地が認められる。番屋ヶ峰の東山麓に流下している、番屋ヶ峰火山新期山体最上部の溶岩流は野池火山の溶岩流に覆われている。また北西端に分布する新期溶岩流は、野埼付近の稜線上に認められる拡大した火口地形付近から噴出したと考えられる。

### 2-2-3 高堂森火山体

高堂森火山は島の北東部を占める成層火山体で、本火山体は荒牧（1969）による高堂森火山の分布範囲にほぼ一致する。高堂森火山はおもに安山岩質の溶岩流と火砕岩からなる。山頂部は侵食が進み火口地形などは残存していないが、山腹に分布する溶岩流の傾斜方向から推定すると高堂森火山の噴出中心は湯向西方の 470.2 m ピーク（Fig. 1）付近と考えられる。高堂森火山の西半分は野池火山、古期古岳、新岳の噴出物に、東端部はカシ峯火山噴出物に覆われる。

### 2-2-4 カシ峯火山体

口永良部島の東端部はカシ峯火山からなる。本火山体

は荒牧 (1969) による<sup>かしみね</sup>櫛峯噴出物の分布範囲にほぼ一致する。カシ峯火山は湯向南方の 256.6 m ピークをとり巻く火砕丘とそこから流下した数枚の安山岩質溶岩流から構成される。山頂部には東西に並んだ火口地形が認識できる。

### 2-2-5 野池火山体

野池火山は島の北半部を構成する成層火山体で、荒牧 (1969) の三角山噴出物分布域にほぼ相当する。野池火山は北西部の山麓に分布する複数の安山岩質塊状溶岩流とそれを覆う安山岩質火砕岩からなる成層火山体からなる。野池火山の山頂部にはゆるく北東に傾く平坦面があり、その西端に2つの火口(野池火口)が北西-南東方向に配列している (Figs. 2, 3)。野池火山の山頂部から北東側の中腹にかけては、後述する寝待火砕流堆積物および湯向降下軽石が厚く堆積しており、侵食があまり進んでいないならかな火砕丘地形が認められる。

### 2-2-6 鉢窪火山体

口永良部島南端部には、高さ 429 m の鉢窪火山がある。本火山体は荒牧 (1969) の鉢窪噴出物分布域にほぼ相当する。鉢窪火山は山頂部に明瞭な火口地形が残存しており、そこから噴出・流下した安山岩質溶岩流と火砕物からなる成層火山である。火山体の表層部には厚い溶岩流が発達する。

### 2-2-7 古岳火山体

古岳火山は島の南部を構成する成層火山体で、本火山体は荒牧 (1969) の古岳噴出物分布域にほぼ相当する。古岳火山は南に開いた崩壊壁をはさんで北側の古期古岳火山と南側の新期古岳火山に分けられる (Figs. 2, 3)。古期古岳火山は口永良部島最高点 (657 m) のピークを構成し、溶結した玄武岩質安山岩火砕岩から構成される。火山体の南側には比高 100~150 m の崩壊崖が認められ、全体として南に開いた馬蹄形の崩壊地形が復元できる (Fig. 3)。古期古岳火山体を構成する溶結火砕岩の成層構造の傾斜方向から推定すると、馬蹄形崩壊前の古期古岳火山は現在の古岳火口付近を中心とするほぼ円錐形の火山体を形成していたと推測される。

新期古岳火山 (標高 648.9 m) は安山岩質溶岩流と少量の火砕物から構成される成層火山で、古期古岳火山の崩壊地を埋めて成長している (Fig. 3)。山頂部は主に火砕物で覆われているが、山麓には山頂部から流下した複数の溶岩流が認められる。山頂部には複数の火口縁が重複した、やや南北に伸びた火口があり火口底からは噴気活動がみられる。新期古岳火山の北西斜面には、古期・新期古岳両火山体を切る、北側に開いた比高最大 200 m の崩壊崖が発達し、その北側に新岳火山が成長している。

### 2-2-8 新岳火山体

新岳火山 (標高 626 m) は古岳火山と野池火山の間に

成長した、口永良部島火山の中では最新の火山体である。本火山体は荒牧 (1969) の新岳噴出物分布域にほぼ相当する。新岳火山はその西山麓に広がる安山岩質の新岳溶岩とそれを覆う火砕丘から構成され、その山頂部には直径 250 m、深さ約 130 m の新岳山頂火口が開いている。また、山頂火口の東側には南北に伸びる延長約 700 m の割れ目火口が開いている (Fig. 3)。目撃記録が残る噴火はすべて新岳山頂火口およびその周辺部から発生しており、山頂火口周辺では活発な噴気活動が見られる。

## 3. 噴出物の層序と特徴

本論では口永良部島島内で露出の比較的良好な、主に野池火山体形成期以降に相当する AT より上位の過去約 3 万年間の噴出物 (Fig. 4) についてその区分および層序を報告する。AT の上位には、風化火山灰層を挟んで軽石質火砕流堆積物および降下軽石堆積物からなる野池一湯向テフラ (新称) が発達しており、その直上に薄い火山灰

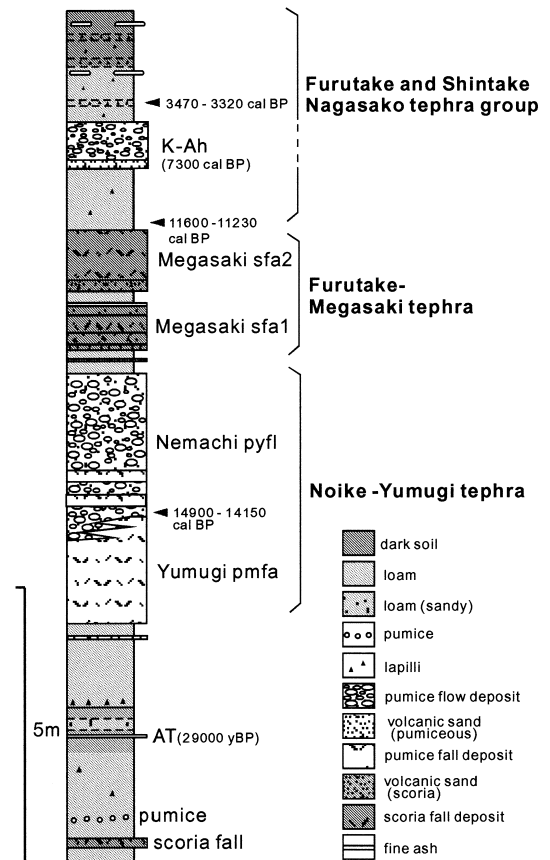


Fig. 4. Schematic stratigraphy of the tephra in the eastern part of the island (Yumugi area).

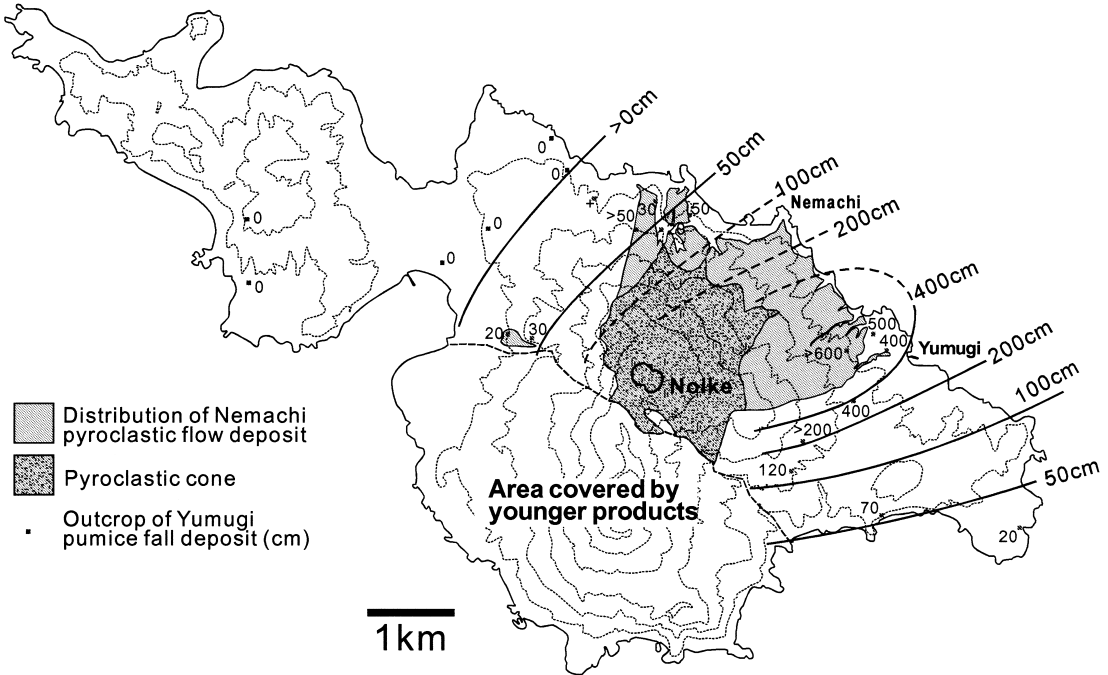


Fig. 5. Distribution of Noike-Yumugi tephra. Thickness unit is cm.

層を挟んでスコリア質火砕流堆積物および降下スコリア堆積物からなる古岳—メガ埼テフラ（新称）が堆積している。その上位には、火山角礫・岩塊を含む砂礫質火山灰層（古岳・新岳—永迫テフラ（新称））が堆積しており、その間に鬼界アカホヤテフラ（K-Ah: 町田・新井, 1978, 1992）が挟在する。ここでは、口永良部島島内で見られる主要な噴出物をその層序に従って記述する。

### 3-1 ATおよびそれ以前のテフラ

AT（町田・新井, 1976）は始良カルデラから約 29,000 年前（Kitagawa and van der Plicht, 1998）に噴出した広域テフラで、口永良部島島内では厚さ約 5 cm の灰白色ガラス質細粒火山灰層として発達する。AT は野池—湯向テフラの下位の暗色火山灰中に挟在している。AT は番屋ヶ峰火山、高堂森火山、カシノ火山の噴出物を覆う。また野池火山北西山麓の溶岩流を覆う。AT と野池—湯向テフラの間は主に暗色細粒火山灰からなり数枚の細粒火山灰質テフラをはさむ。細粒のスコリアや軽石が点在する層準がいくつか認められるが、大規模な噴火活動を示す降下軽石堆積物は認められない。

小林・成尾（1998）は後境火山体上にあたる地点 4 東方において角閃石・石英を含み、屋久島に分布する小瀬田火砕流（町田・新井, 1992, 2003）に対比される可能性のあるテフラ（後境テフラ）を発見した。屋久島の小瀬田火砕流からは  $0.58 \pm 0.08$  Ma の ITPFT 年代が報告

されている（森脇・他, 2000）。

### 3-2 野池—湯向テフラ

野池—湯向テフラは野池火山山頂部からおもに北～東山腹にかけて分布する軽石質噴出物で、湯向降下軽石堆積物（新称）と寝待火砕流堆積物（新称）からなる（Fig. 5）。

湯向降下軽石は、野池山北東山腹を中心に分布する安山岩質の降下軽石である。湯向降下軽石は島の北西部にあたる番屋ヶ峰地区を除くほぼ全島にわたって分布しており、島内における層厚分布から湯向降下軽石の分布主軸は野池山頂付近から口永良部島の北東山腹を通り東北東方向の海上に伸びていると推定される（Fig. 5）。分布主軸の延長上にあたる屋久島・種子島では該当するテフラは未報告である。湯向降下軽石は淘汰のよい角張った軽石からなり、本質物質はやや発泡の悪い灰白色の安山岩質軽石からなる。また降下軽石層の下部には少量の暗灰色のスコリアや縞状軽石が含まれる。

寝待火砕流堆積物は野池火山の北山腹にあたる田代東方から湯向付近にかけて広く分布する安山岩質の軽石質火砕流堆積物である。また小規模な分布が野池山西側山腹にも認められる。寝待火砕流堆積物の層厚は火口から北東に 1.3 km 離れた湯向西方で約 20 m 以上、北方に約 2.5 km 離れた寝待海岸付近（地点 1）で最大 5 m である。火口から約 2 km 以内の野池火山北山腹は広く寝待火砕流堆積物に覆われ、谷部でとくに厚く堆積している。野

池山の北側山腹では寝待火砕流堆積物は固く溶結し、本質物質は圧密によりレンズ状を呈する。また火口から北東に約3 km離れた湯向付近では、寝待火砕流堆積物は谷部を埋めた非溶結の軽石流堆積物として分布している。寝待火砕流はやや発泡の悪い灰白色～灰色の安山岩質軽石と、暗灰色の安山岩質スコリアからなり、灰白色の細粒火山砂～火山灰を伴う。火砕流堆積物の表層部はしばしば酸化して暗赤色～暗紫色を呈する。軽石の最大直径は20 cmで、やや円磨している。

火口から北東方向の湯向付近(地点2)では、湯向テフラの最下位には厚さ約1.5 mの淘汰の良い湯向降下軽石が堆積し、その上位に厚さ約5 m以上の非溶結寝待火砕流堆積物が覆っている。寝待火砕流堆積物の中にも、厚さ30～60 cmの淘汰の良い降下軽石層が複数枚挟まれている。

野池火山の山頂から北東山腹にわたる寝待火砕流堆積物の分布および湯向降下軽石の層厚分布(Fig. 5)から、これらのテフラの噴出源は野池火山の山頂付近と推測される。地点4(寝待へ降りる道沿い)で採取した寝待火砕流堆積中の炭化木片から14,900～14,150 calBP (Probability = 95.4%)の<sup>14</sup>C年代が得られていることから、野池一湯向テフラの噴出年代は、約15,000～14,000年前と推定される。

湯向テフラはその大部分が海域に飛散しており、また口永良部島外での分布が明らかでないため、その総量の推定は困難である。口永良部島の陸上に堆積している湯向降下軽石の総量は、等層厚線の囲む面積に層厚を乗じたものを累計して約0.04 km<sup>3</sup>(降下軽石層の見かけ密度を1.0×10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>として4×10<sup>10</sup> kg)と見積もられる。寝待火砕流堆積物については、陸上の分布におおよその層厚を乗じて体積は0.20 km<sup>3</sup>(火砕流堆積物の見かけ密度を1.5×10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>として3.5×10<sup>10</sup> kg)と見積もられる。さらに、野池山頂火口周辺に低い火砕丘状の地形を作っている噴出物がおおよそ0.23 km<sup>3</sup>(火砕丘堆積物の見かけ密度を1.5×10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>として3.5×10<sup>10</sup> kg)である。これらの合計から、口永良部島島内に堆積した湯向テフラの総量は約1.1×10<sup>11</sup> kg (DRE 0.06 km<sup>3</sup>)と見積もられる。ここでは海域に飛散した湯向降下軽石堆積物の総量を、降下軽石堆積物の層厚からテフラの体積を求める経験則(Hayakawa, 1985)を用いて推定する。この経験則は噴火様式の違いなどを反映したテフラの分布や粒径の違いに起因する大きな不確定性を含むが、おおよそのテフラの体積を求めるには有用であろう(たとえば奥野, 1995; 山元, 1997)。湯向降下軽石の等層厚線のうち400 cmの等層線の囲む面積は3.6 km<sup>2</sup>と見積もられ(Fig. 5), Hayakawa (1985)を用いると体積はおおよそ0.18 km<sup>3</sup>(降下軽石層の

見かけ密度を1.0×10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>として1.8×10<sup>11</sup> kg)と求められる。この推測値と前述の寝待火砕流堆積物、火口近傍の火砕丘の噴出量を合計すると、野池一湯向テフラの総量はおおよそ2.5×10<sup>11</sup> kg (DRE 0.11 km<sup>3</sup>)と見積もることができる。

### 3-3 古岳一メガ崎テフラ

古岳一メガ崎テフラは古期古岳火山体を構成する古岳溶結火砕岩(新称)と、その東山腹に分布する古岳スコリア質火砕流堆積物(新称)、および島東部を中心に島内のほぼ全域に降下した古岳一メガ崎降下スコリア(新称)からなる(Fig. 6)。

古岳溶結火砕岩は、口永良部島の最高点のピーク(標高657 m)を構成する厚さ200 m以上の玄武岩質安山岩アグルチネートからなる。657 mピークの南側に開いた崩壊壁に露出する古岳溶結火砕岩は強溶結部と弱溶結部が互層している。強溶結部は全体に緻密で粗い柱状節理が発達し、酸化度や気泡の分布の違いを反映したユータキシティック構造が顕著に見られる。強溶結部の一部は二次流動によって先端部が舌状に膨らんだ構造を示している。強溶結部と弱溶結部の境界は漸格的であり、弱溶結部では直径1～2 mの火山弾が識別できる。古期古岳と高堂森火山の境界に当たる地点3は、高堂森火山の溶岩流を覆って厚さ約30 mの弱溶結した火砕物が露出している。ここではスコリア質火山弾の最大径は2 mにおよび、しばしば顕著なパン皮状の表面構造をもつ火山弾が含まれる。

古岳溶結火砕岩は東山麓に向かうにつれて古岳スコリア質火砕流堆積物に漸移する。古岳スコリア質火砕流堆積物の層厚は火口から東方に約2 km離れた七釜付近で約20 mである。古岳スコリア質火砕流の本質物質はやや発泡の悪い黒色の玄武岩質安山岩質スコリアからなる。スコリアの最大直径は50 cmで、ほとんど円磨していない。パン皮状の表面構造を持つスコリア質ブロックが含まれる。火砕流堆積物の基質はおもにスコリア質の火山灰からなる。構成粒子の粒度の違いや堆積構造から判断すると古岳スコリア質火砕流堆積物は複数のフローユニットから構成されている。古岳スコリア質火砕流堆積物の中には、後述の古岳一メガ崎スコリア層の一部に相当する降下スコリア堆積物が挟まれる。

古岳一メガ崎降下スコリア層は、古岳を中心として口永良部島の中心部から東部にかけて分布する玄武岩質安山岩降下スコリア層である。島内における層厚分布から古岳一メガ崎降下スコリア層の分布主軸は古岳山頂付近から東方の海上に伸びていると推定される(Fig. 6)が、分布主軸延長上にあたる屋久島では該当するテフラは未報告である。古岳一メガ崎降下スコリア層は、湯向テフ

## A: Furutake-Megasaki tephra (Total)

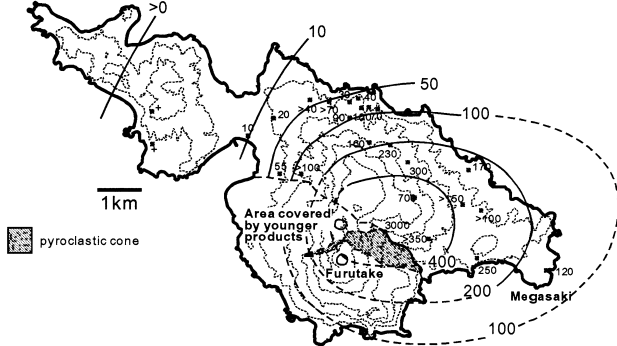
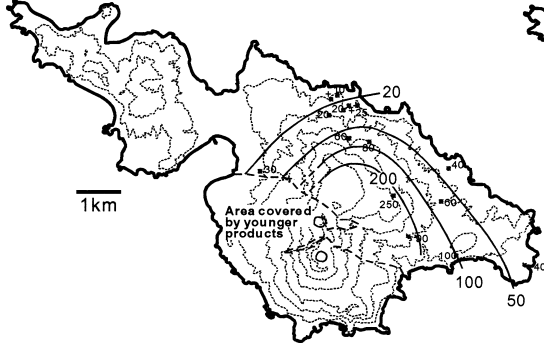
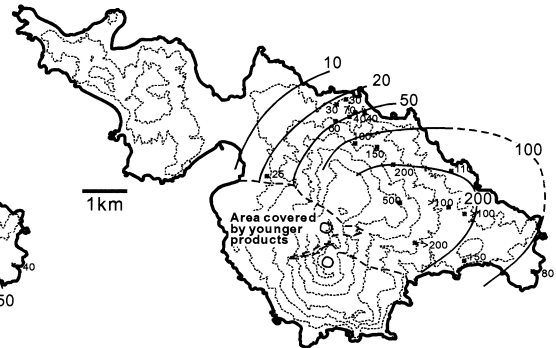
B: Lower unit  
(Furutake-Megasaki scoria fall 1)C: Upper unit  
(Furutake-Megasaki scoria fall 2)

Fig. 6. Distribution of Furutake-Megasaki tephra. A: Distribution of the pyroclastic cone deposit in the vicinity of the crater, and total thickness of scoria fall deposit. B: Thickness of the lower major scoria fall unit (Furutake-Megasaki scoria fall 1). C: Thickness of the upper major scoria fall unit (Furutake-Megasaki scoria fall 2).

ラの上位に 10~30 cm 程度の砂礫まじり暗灰色硬質火山灰層を挟んで発達する (Fig. 4)。古岳-メガ埼降下スコリアは主に黒色の玄武岩質安山岩スコリアからなり、風化すると鮮やかな赤褐色を呈する。降下スコリア層は少なくとも 2 層認められ、下位からメガ埼降下スコリア 1 および 2 と呼ぶ (Fig. 4)。二つの降下スコリア層の間にはスコリア混じり褐色火山灰が 5~10 cm 程度存在するが、多くの地点ではメガ埼スコリア 1 および 2 が直接重なっている。メガ埼スコリア 1 および 2 はそれぞれ、基底部の暗青色~暗灰色の成層した火山砂礫層とそれを覆う黒色のスコリア層からなる。火山砂礫層は発泡の悪い黒色スコリア片に富み、粒径は古岳火口から東に約 2.5 km 離れた七釜東方で 2~4 mm である。降下スコリア層は淘汰の良い角張ったスコリアから構成される。スコリア粒子は比較的発泡が良く、その平均粒径は七釜東方で 3~5 cm である。メガ埼降下スコリア 1 の下部には、直径 20 cm を超える大型のスコリア塊や石質岩片が集中している。また上部には、黒色スコリアに混じて灰白色の軽石片が散在する。これに対しメガ埼降下スコリア 2

は黒色のスコリアのみからなり、スコリア径は同一地点のメガ埼スコリア 1 に比べてやや小さい。メガ埼降下スコリア 1 の下位にも小規模な降下スコリア層が認められる地点があるが、その分布は不明である。

古岳-メガ埼テフラは 14,900~14,150 年前に噴出した湯向テフラの上位に最大数 10 cm の砂質火山灰層を挟んで堆積している。また地点 4 で古岳-メガ埼降下スコリア 2 の直上の砂質火山灰層中から採取した炭質物の年代は 11,630~11,230 calBP (Probability=93.7%) であった。また小林・他 (2002) は古岳-メガ埼降下スコリア 1 の基底部から採取した炭化木片から 12,435±50 BP の年代を報告している。これらの年代値から古岳-メガ埼テフラの噴出年代は約 12,500~11,500 年前と推定される。

メガ埼テフラの噴出に伴って形成された古期古岳火山体は南側に向かって崩壊しているためその総量を求めることは困難であるが、残存する古期古岳火山の山体 (古岳溶結火砕岩と古岳スコリア質火砕流堆積物からなる) を延長して現在の古岳火口付近を山頂とする円錐形の火山体を仮定すると、その火山体の体積は 0.60 km<sup>3</sup> (溶結火



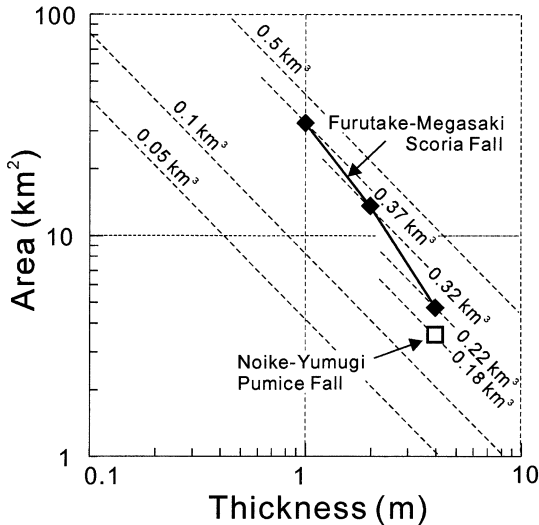


Fig. 7. Relationship between the area enclosed by isopachs and thickness for Noike-Yumugi pumice fall deposit and Furutake-Megasaki scoria fall deposit.

砕岩の見かけ密度を  $2.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  として  $1.2 \times 10^{12} \text{ kg}$  となる。また古岳一メガ崎スコリアの総量は、等層厚線のうち 400 cm の等厚線 (面積  $4.5 \text{ km}^2$ )、200 cm の等厚線 (面積  $13 \text{ km}^2$ ) および 100 cm の等厚線 (面積  $30 \text{ km}^2$ ) に Hayakawa (1985) の経験式を適用し、体積として  $0.22 \sim 0.37 \text{ km}^3$  (降下スコリア層の見かけ密度を  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  として重量  $2.2 \sim 3.7 \times 10^{11} \text{ kg}$ ) を得た (Fig. 7)。これらを合計すると、古岳一メガ崎テフラの総量は約  $1.6 \times 10^{12} \text{ kg}$  (DRE  $0.8 \text{ km}^3$ ) となる。

### 3-4 鬼界アカホヤテフラ (K-Ah)

K-Ah (町田・新井, 1978) は口永良部島の北方約 40 km の鬼界カルデラから約 7,300 年前 (福沢, 1995) に噴出した広域テフラで、鉢窪・新期古岳・新岳火山上を除く口永良部島のほぼ全域で確認できる。口永良部島内での本テフラは軽石質の幸屋火砕流堆積物 (宇井, 1973) と、それを覆うガラス質で細粒の火山灰のアカホヤ火山灰 (町田・新井, 1978) からなる。幸屋火砕流堆積物は鬼界カルデラに面した北側山腹で 50 cm ~ 1 m、尾根上で 30 cm 程度の厚さで、凹地では局所的に厚く堆積している。軽石片は直径 5 cm 以下の場合が多いが、局所的に厚く堆積している場所では直径 30 cm を超える大型の軽石塊が含まれる。そのような場所ではしばしば直径数 10 cm におよぶ外来岩片が伴われる。火砕流堆積物基底には粗粒砂~細礫サイズの緻密な岩片や結晶片からなる厚さ数 cm のグランドレイヤー (Walker *et al.*, 1981) が発達する場合が多い。火砕流堆積物を覆って、赤褐色細

粒火山灰からなるアカホヤ火山灰層が 30 ~ 50 cm の厚さで堆積している。

### 3-5 新期古岳溶岩群

新期古岳火山山腹には数枚の安山岩質溶岩流が認められる (Figs. 2, 3)。これらの溶岩流はいずれも塊状溶岩で、末端崖および側端崖の高さから推測される溶岩流の厚さは最大 50 m 程度と考えられる。現在新期古岳火山の表層に分布する溶岩流の上面には K-Ah が認められないことから、現在の表層部に分布する溶岩流は 7,300 年前より新しいと考えられる。古岳西山腹の一周道路沿い (地点 5) で新期古岳溶岩流に挟在する火山灰層中から採取した炭化木片から 5,570 ~ 5,560 calBP (Probability = 95%) の年代が得られた。新期古岳溶岩群の中で最も新しい溶岩流は南山腹から海岸にかけて流下した平床溶岩流である。陸上の平床溶岩の分布面積に厚さを乗じた総体積は  $5 \times 10^{-2} \text{ km}^3$  である。平床溶岩は後述のように 1,060 ~ 910 calBP の火砕流堆積物に覆われる (Fig. 3)。

### 3-6 新期古岳火砕丘堆積物および火砕流堆積物

新期古岳山頂部は成層した火砕物堆積物に覆われ、低い火砕丘状の地形を作っている (Figs. 2, 3)。ここではこれらを新期古岳火砕丘堆積物 (新称) と呼ぶ。古岳 648.9 m 三角点東側の火口壁に露出する新期古岳火砕丘堆積物の厚さは 80 m 以上であり、顕著な成層構造が発達する (Fig. 8)。古岳火口壁に露出する新期古岳火砕丘堆積物は淘汰の悪い火山角礫からなり、成層した砂礫質の薄層を頻繁に挟む。角礫の直径は最大 50 cm 程度で、明瞭な放射状冷却節理が発達するものが多数観察される。

新期古岳火砕丘堆積物中には複数回の噴火・堆積イベントで形成されたことを示す不整合面が見られる。また新期古岳火砕丘堆積物には複数の溶岩流が挟在している (Fig. 8)。古岳山頂南西部の 633 m ピーク付近では、安山岩質塊状溶岩が成層した火砕堆積物の間に挟まれている (Fig. 8)。この安山岩質溶岩はその位置と岩相から平床溶岩の西側溶岩堤防の上流側延長部と考えられ、新期古岳火砕丘堆積物が平床溶岩などの新期古岳溶岩群の噴出を挟んで断続的に噴出したことを示している。

古岳南東~南側山腹の一周道路付近では新期古岳火砕丘堆積物はブロックアンドアッシュフロー堆積物 (新期古岳火砕流堆積物 (新称)) に漸移する。一周道路沿いには薄い風化土壌を挟んで類似したブロックアンドアッシュフロー堆積物が複数枚発達している。新期古岳火砕流堆積物はいずれも淘汰の悪い火山角礫層からなり、含まれる火山角礫は発泡の悪い緻密な岩片がほとんどで、放射状冷却節理が発達する。基質は細粒物に乏しい火山砂からなりしばしば炭化植物片を多量に含んでいる。地点 6 で平床溶岩直上のブロックアンドアッシュフロー堆

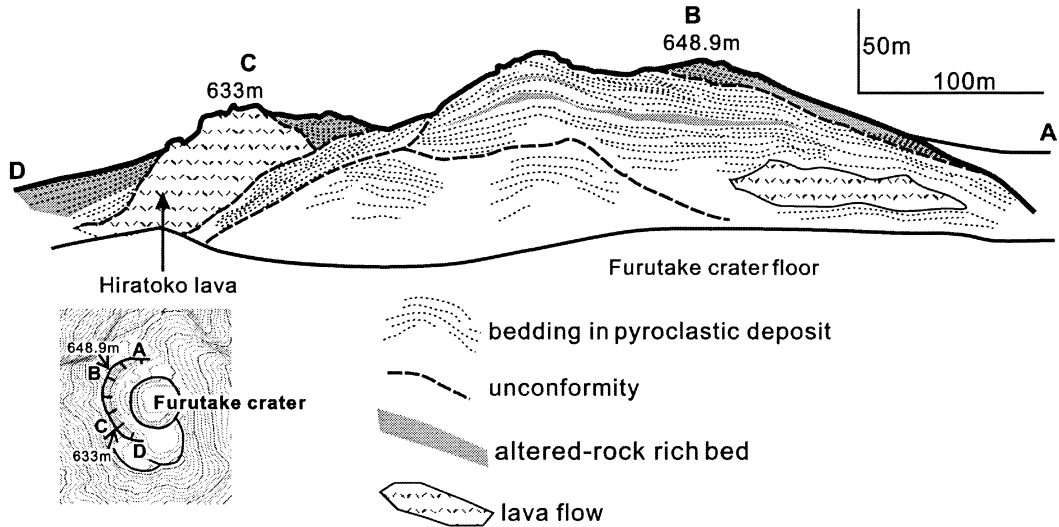


Fig. 8. Schematic illustration of the outcrop of Younger Furutake pyroclastic cone deposit exposed in the western rim of Furutake crater.

積物中から採取した炭化木片からは1,060~910 calBP (Probability=95%)の年代を得た。また、七釜南方(地点7)のブロックアンドアッシュフロー堆積物中の炭化木片の年代は3,220~2,950 calBP (Probability=95.4%)であった。

### 3-7 七釜火砕流堆積物

古岳火口から東側山腹の七釜付近にかけての地表直下に分布するブロックアンドアッシュフロー堆積物(藤野・小林, 1993; 小林・他, 2002)は層序から判断して新期古岳火砕流堆積物の中で最新の火砕流堆積物であり、ここではとくに七釜火砕流堆積物(新称)と呼ぶ。この火砕流堆積物は古岳火口からその東側の斜面に分布しているため(Fig. 3), その噴出源は古岳火口と考えられる。この火砕流堆積物に含まれる岩片は非変質で発泡の悪い緻密な安山岩からなり、放射状冷却節理が発達する。古岳東側山腹では七釜火砕流堆積物の層厚は約1mで、細粒物に乏しい緻密な岩片からなる基質の中に直径最大4mの安山岩塊が散在している。一周道路七釜2号橋付近(Fig. 1Aの地点7の北東約200m)では厚さ約70cmのブロックアンドアッシュフロー堆積物として分布している。七釜火砕流堆積物には炭化木片が多量に含まれており、藤野・小林(1993)は、この火砕流堆積物中の炭化木片から $200 \pm 80$  BPの年代を、小林・他(2002)は1725-1813年(Probability=58.0%)の補正暦年を報告している。

### 3-8 新岳溶岩

新岳溶岩は、新岳山頂部から西方に流下しニシマザキ海岸に達する安山岩質塊状溶岩流である(Figs. 2, 3)。新

岳溶岩は東西2.8km, 南北2.5kmにわたって分布し、少なくとも3つのフローユニットから構成される(味喜・他, 2002)。末端崖の高さから推定されるそれぞれのフローユニットの厚さは50~80mである。陸上の新岳溶岩全体の分布面積に厚さを乗じた総体積は $2.4 \times 10^{-1} \text{ km}^3$ である。味喜・他(2002)は、新岳溶岩の各フローユニットに対して古地磁気学的検討を行い、新岳溶岩のフローユニットはいずれも8世紀後半ないし11世紀に噴出したと推測している。

### 3-9 新岳火砕丘堆積物および火砕流堆積物

新岳山頂火口周辺には、新岳溶岩を覆って成層した火砕堆積物が分布し、低い火砕丘を形成している(Fig. 3)。ここではこれら新岳火口近傍の堆積物を新岳火砕丘堆積物(新称)と呼ぶ。新岳火砕丘堆積物は主に非変質で発泡の悪い緻密な安山岩質岩塊と火山砂・火山灰からなり、全体に成層構造が顕著に発達している。構成粒子の粒径や礫種の違い、不整合面などから複数の堆積ユニットが認識できる。この火砕物堆積物には放射状冷却節理を持つ緻密な火山弾やパン皮状火山弾が多数含まれる。これらの堆積物の表層部を覆って変質岩片に富み黄褐色を呈する厚さ最大2m程度の岩片質のテフラが発達する。これら新岳溶岩流より新しい火砕物層の全層厚は、新岳山頂火口周辺では20~30mであるが、火口から離れるにつれて急激にその層厚が減少する。

新岳西山腹の標高300m付近の涸れ沢沿いには、ブロックアンドアッシュフロー堆積物が露出している。含まれる岩片の大部分は緻密で、しばしば放射状の冷却節

理が発達する。少量のパン皮状火山弾が含まれる。新岳山頂を覆う火砕堆積物と同様の、緻密な安山岩質角礫から構成されることや、新岳火砕丘を取り巻いて分布することなどから、新岳火砕丘を形成する火砕物層と同時期の活動によって形成されたものと考えられる。

### 3-10 古岳・新岳<sup>ながさこ</sup>永迫テフラ群

島東部の湯向地区から七釜地区には、古岳—メガ崎テフラの上位に K-Ah を挟んで緻密な安山岩質の角礫を含む褐色～黒色の砂礫質火山灰層が堆積している (Fig. 9)。これらの降下テフラは、古岳—メガ崎降下スコリアの上位にあること、およびその層厚が古岳・新岳山頂部ほど厚いことから (Fig. 10A) から、新期古岳火山および新岳火山の成長に伴って噴出・降下したテフラであるとされる。ここではこれらのテフラ群を一括して古岳・新岳—永迫テフラ (新称) と呼ぶ。島東部の湯向地区では、古岳・新岳—永迫テフラは厚さ 3 m を越える。この火山灰層中には緻密な安山岩角礫や変質岩片が集中する N-m や N1～N6 などの特徴的なテフラ層が認められる (Fig. 9)。

永迫テフラ群に含まれるこれらのテフラはその岩相から主に 2 種類に分けられる。ひとつは N-m テフラや N-5 テフラに代表される、非変質で比較的均質な岩相の安山岩質火山礫および火山砂からなるテフラで、もうひとつは N-6 テフラに代表される、さまざまな程度に熱水変質を被った角礫を含み粘土質の細粒部を持つテフラである。非変質岩片を主体とするテフラを構成する岩片はほとんど発泡していない緻密な青灰色～灰白色安山岩からなる。これらの岩片には熱水変質の痕跡は見られず、新鮮な石基ガラスを保持している。非変質岩片は鋭利な破断面を持ち、また放射状冷却節理が特徴的に発達する。またしばしばパン皮状の表面構造を持つ火山弾が含まれる。同じ層厚に含まれる変質岩片は岩片全体の 1 割以下である。細粒部は角張った外形のガラス質粒子 (Fig. 11) と遊離した結晶片からなり、いずれもほとんど熱水変質の影響は見られない。またガラス質粒子は少量の気泡を含むが、軽石状の発泡組織を持つ粒子はごく稀である。このような非変質岩片を主体とするテフラ層中にはしばしば多量の炭化植物片が含まれる。一方、熱水変質岩片を主体とするテフラの岩片はさまざまな程度に熱水変質を受け褐色～白色岩化した安山岩からなる。また細粒部は粘土質であり、黄鉄鉱の微粒子が含まれる。

古岳・新岳火口から約 2.5 km 東方の湯向南方 (地点 8) では、K-Ah の約 1 m 上位に最大径 5～7 cm の新鮮な安山岩質角礫を多量に含むテフラが認められる (N-m テフラ)。その上位約 50 cm には黄褐色を呈する変質岩片に富むテフラ (N-6 テフラ) が認められる。N-m テフラ

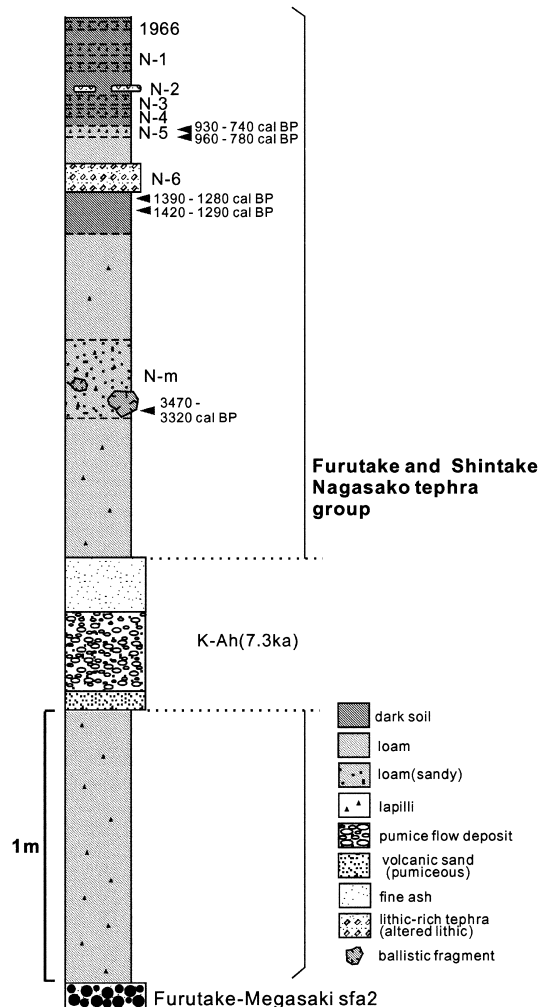


Fig. 9. Schematic stratigraphy of the tephra younger than ca 10 ka (Furutake and Shintake - Nagasaki tephra) in Yumugi area, eastern part of the island.

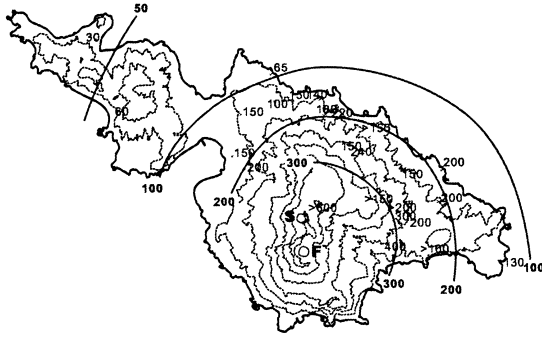
はほぼ全島にわたって追跡が可能であり、その最大礫径は古岳・新岳山頂部ほど大きいため、このテフラが現在の古岳火口あるいは新岳火口付近から放出されたことを示している (Fig. 10B)。また、N-6 テフラの層厚分布もこのテフラが現在の古岳火口付近から放出されたことを示している (Fig. 10C)。地点 8 で N-m テフラ中から採取した炭化木片から 3,470～3,320 calBP (Probability = 92.3%)、同地点の N-6 テフラ直下の炭化木片から 1,390～1,280 calBP (Probability = 95.4%) の年代がそれぞれ得られた\*。

\* 寝待西方の地点 16 にて N-m テフラの直上から縄文時代後期 (成尾英仁氏私信) の土器を採取した。

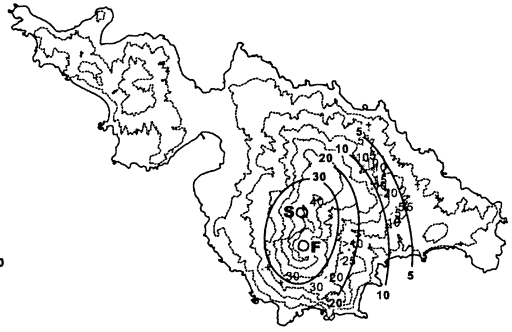
新岳火口から東北東に約1.8 km離れた湯向上方の林道沿い（地点9）には、N-6 テフラより上位に小規模なテフラが良く露出している。ここでは少なくとも5枚の礫質テフラを認識することができる（N-1~5; Fig. 12）。このうちN-2 テフラは変質岩片や粘土に富み、黄褐色を呈するためよく追跡できる。その分布はN-2 テフラが新

岳火口から放出されたことを示している（Fig. 10E）。これ以外のテフラは比較的新鮮な火山礫・火山砂からなり、より遠方では互いの識別は一般に困難となる。このなかで、N-5 テフラは新鮮・緻密な安山岩質岩片からなり、多量の炭化植物片を含ことで特徴付けられ、またN-6 テフラの直上に発達することから比較的容易に追跡で

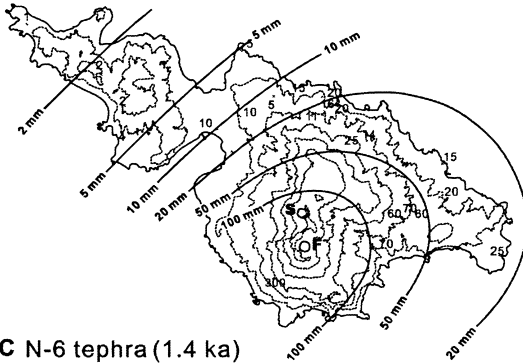
**A** Total thickness of tephra younger than K-Ah (cm)



**D** N-5 tephra (930-740 yBP)  
Thickness of tephra (cm)



**B** N-m tephra (3.5 ka)  
Maximum size of lithics (mm)



**E** N-2 tephra  
Thickness of tephra (cm)



**C** N-6 tephra (1.4 ka)  
Thickness of tephra (cm)

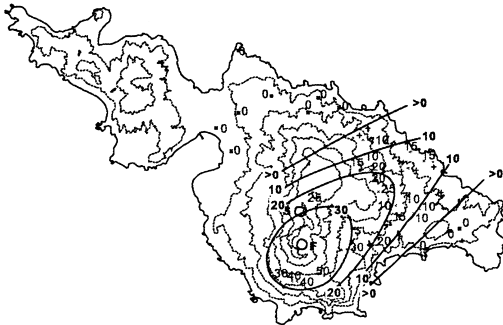


Fig. 10. A: Total thickness of Furutake and Shintake-Nagasako tephra younger than K-Ah (7.3 ka), B: maximum size of lithic fragments of N-m tephra (average of the largest three lapilli), C: distribution of the thickness of N-6 tephra, D: thickness of N-5 tephra, E: thickness of N-2 tephra. F: Furutake crater, S: Shintake crater. Thickness unit is cm.

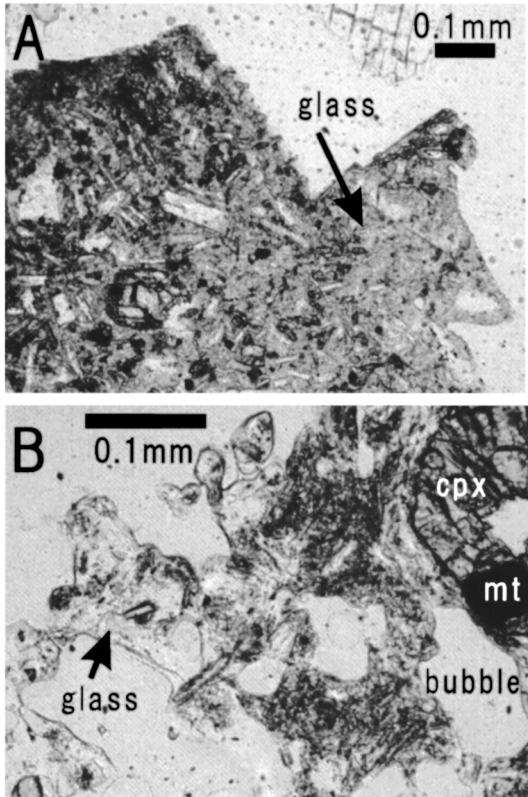


Fig. 11. Glassy grains in Furutake and Shintake-Nagasako tephra. A: Angular glassy grain, B: partly-vesiculated glassy grain.

きる (Fig. 9D). 地点9のN-5層中から採取された炭化木片からは930~740 calBP (Probability=95.4%)の年代を得た。

層厚に分布面積を乗じて求めた、島内に堆積している永迫テフラの総量は $7.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ であり、密度を $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ と仮定するとその重量は約 $1.2 \times 10^{11} \text{ kg}$ と見積もられる。

#### 4. 歴史時代の噴火と噴出物

記録に残る最古の噴火は1841年(天保12年)で、新岳山頂火口から噴火し現在の前田集落方向に火山礫が降下したとの記録があるがその詳細は不明である(気象庁, 2005)。1931年から35年にかけて新岳火口で噴火活動が活発化し、しばしば爆発的噴火が発生した(本間, 1934a, b; 松本, 1935; 田中館, 1938)。爆発的噴火に伴い赤熱岩塊の投出が目撃され、また広範囲に森林火災が発生した(田中館, 1938)。とくに1933年12月25日の噴火では東麓の七釜集落に高温の火山礫・岩塊が多数降下

し、集落が全焼し死者8名を出している(本間, 1934a, b)。現在七釜集落跡の地表には、このときの噴出物と思われる直径5~10cm程度の安山岩塊が散在している。これらの安山岩塊は新鮮・緻密で、放射状の冷却割れ目が発達している。また新岳北西山麓に位置する向江浜は、1932年から1934年にかけてたびたび二次的な土石流により、壊滅的な被害をこうむった(田中館, 1938)。現在向江浜付近に分布する土石流堆積物はその分布や堆積物中に金属片や木材片などがはさまれるため1932~34年にかけて断続的に発生したラハール堆積物と考えられる。

1945年11月3日に発生した噴火について正確な記録は残っていないが、新岳山頂東側に開口した側火口および割れ目火口から発生し噴出物は屋久島方面に飛散したらしい(気象庁, 2005)。この火口縁周辺には1945年噴出物と思われる最大厚さ2m程度の変質礫に富む黄褐色砂礫質テフラが局所的に分布している。これらは後述する1966年噴火噴出物に覆われている。

1966年11月22日には、新岳山頂火口から爆発的噴火が発生し、島の南部~東部を中心に降灰があったほか、北側山腹の広い範囲に投出岩塊が飛散した(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967)。高温の火山岩塊により北山腹を中心とする広範囲で山林火災が発生した。古岳山頂部から南山腹にかけての地表直下にはこの噴火に伴う噴出物と考えられる青灰色安山岩片に富む細礫~火山砂層が認められる。また新岳山頂北方から野池にかけての地表面は、直径数mにおよぶ新鮮な安山岩塊で覆われ、明瞭な衝突クレータが密集している。これらの火山岩塊や衝突クレータは1966年噴火時に目撃された火山岩塊の飛散地域(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967)に分布し、また後述する1980年噴火の粘土質噴出物に覆われているため1966年噴火の噴出物と考えられる。その後、1970年代にかけて新岳火口から断続的に小噴火が発生し、新岳火口周辺に投出岩塊を飛散させたほか山麓に少量の降灰をもたらした。現在これらの噴火に伴う噴出物を個別に認識することは難しい。

1980年9月28日には、新岳山頂の東側を南北に走る既存の割れ目火口から噴火し、南西方向に火山灰が飛散した(京都大学防災研究所・他, 1981)。噴出物はおもに既存の山体を構成するさまざまな程度に熱水変質を受けた岩塊と、粘土質の細粒物からなる(京都大学防災研究所・他, 1981)。現在割れ目火口周辺の地表面には、1966年噴出物を覆って最大厚さ1m程度の変質した黄褐色火山礫~粘土質テフラが局所的に残存しているほか、割れ目火口から南西側の新岳・古岳山頂部の地表には厚さ数cm程度の変質岩片を含む粘土質テフラが断片的に分布

している。これらの粘土質テフラは1980年噴火時に観察された降下火砕物の分布地域（京都大学防災研究所・他，1981）に分布していることや、変質岩片に富むことから1980年噴出物であると考えられる。

## 5. 考察

### 5-1 古岳火山の成長と崩壊

古岳火山には、大きく二つの山体崩壊地形が認められる。このうち古期古岳火山の崩壊地形は南側に開いた馬蹄形をしており、その中を埋めて新期古岳火山が成長している（Fig. 3）。従って、古期古岳火山の崩壊時期は古期古岳火山の形成と新期古岳火山の形成の間である。古期古岳火山は、約12,500～11,500年前の古岳—メガ埼テフラの噴出に伴って短期間に成長した。一方、新期古岳

火山の地表で得られた最も古い年代は南西山腹表層部の溶岩流に挟まれる火山灰層から得られた5,570～5,560年前（O21102L1; Table A1）であり、この頃までには新期古岳火山はほぼ現在の大きさまで成長していたと考えられる。また、新期古岳火山体上にはK-Ahは観察されない。これらから、古期古岳火山の崩壊は約12,000年前から約5,600年前の間で、おそらくK-Ahの堆積前に発生したと考えられる。

新期古岳の崩壊は北西側に開いた崩壊地形を示しており、その中に新岳溶岩が広がっている（Fig. 3）。新期古岳の崩壊壁は新期古岳火砕丘堆積物を切っていることから、およそ3,000年前以降に形成されたと考えられる。また新岳溶岩の噴出年代は約1,000～1,200年前（8世紀後半ないし11世紀; 味喜・他，2002）と推測されている

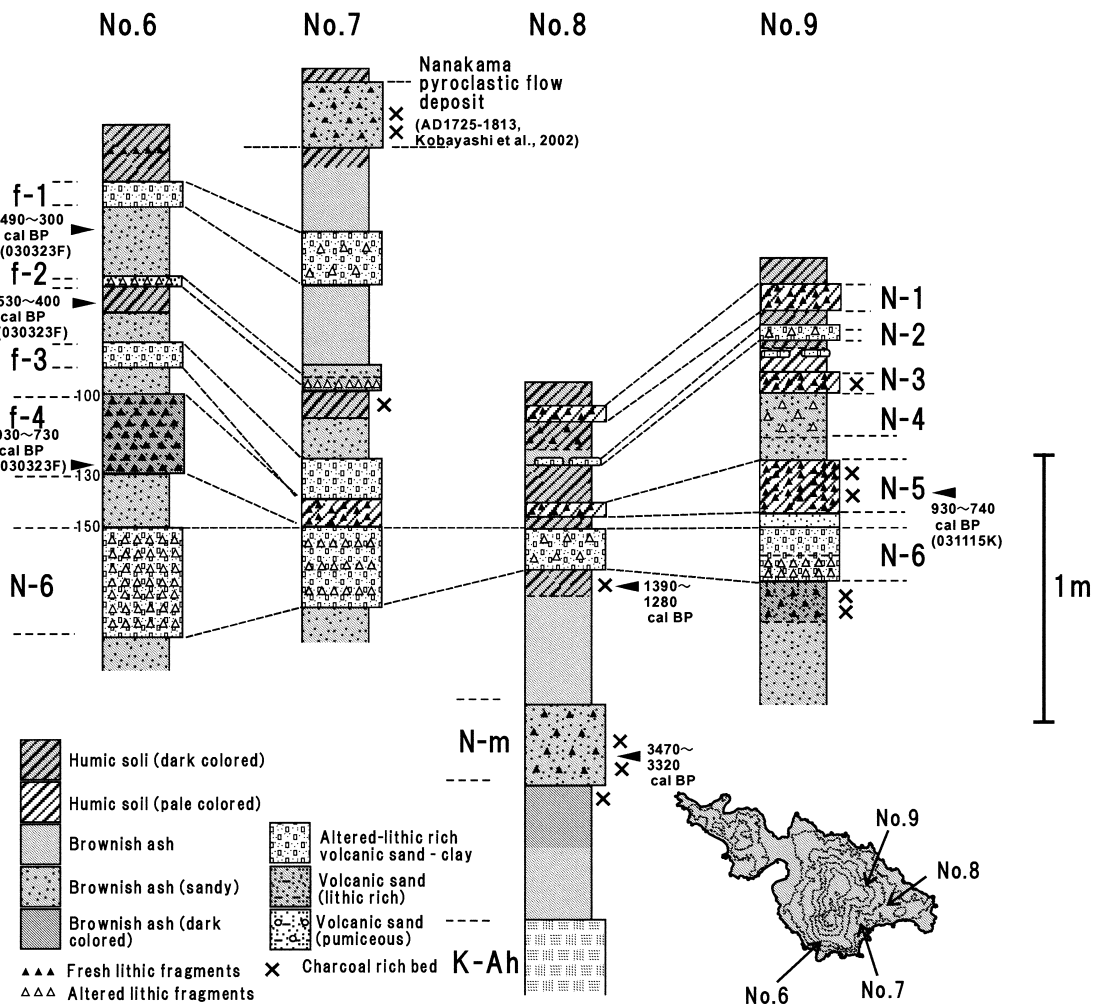


Fig. 12. Representative sections of the Furutake and Shintake-Nagasako tephra around Shintake and Furutake. Thickness unit is cm.

ことから、新期古岳の崩壊は約3,000~1,000年前に発生したと考えられる。

古岳火山体の崩壊地形に対応する崩壊堆積物は確認されていないため、その原因を正確に決めることは困難である。2回の崩壊とも崩壊地形内に崩壊直後から新しい火山体（新期古岳火山、新岳火山）が成長していることを考慮すると、山体崩壊に伴うマグマの急減圧によるプリニー式噴火は発生していないものの、新たなマグマの上昇による山体の不安定化が崩壊を促した可能性が考えられる（たとえば St. Helens 1980年噴火、Moor and Albee, 1982）。

### 5-2 新期古岳および新岳火山のマグマ噴火

口永良部島火山で発生した、1841年以降の目撃記録が残されている噴火はいずれも新岳山頂火口およびその周辺からの小規模な爆発噴火で、現存するこれらの噴火の噴出物は火山礫・火山砂および火山灰からなる。また過去約1万年間に新期古岳および新岳から噴出・堆積した永迫テフラ群は目撃記録のある噴火の噴出物と同様の火山礫を主体とするテフラであり、過去約1万年間にわたって目撃記録のある1841年以降と同様の小規模な爆発噴火を繰り返していたと推測される。

これまで、目撃記録のある1841年以降の噴火はすべて水蒸気爆発であり、高温のマグマ物質の放出はほとんどないと考えられてきた（たとえば気象庁, 1991）。しかし、1931~34年、1966年噴火で噴出したと思われるテフラは熱水変質を受けていない緻密で新鮮な岩片を主体とし、放射状の冷却節理が発達するものも多く見られる。またこれらの噴火時には赤熱岩塊の投出が目撃されていること（本間, 1934a, b）、火山弾の着地した地域には広範囲に山林火災が発生したこと（鹿兒島地方気象台・屋久島測候所, 1967）、1932年噴火では七釜集落が火山弾の着地により全焼していること（本間, 1934a, b）などは、高温の火山弾が噴出・着地したことを示している。さらに、田中館（1938）は、1931~34年の噴火活動期には火口底が赤熱していたことを報告しており、赤熱部の温度は700~800°Cに達していたと推測している。これらの観察事実から、非変質岩片を主体とするテフラを噴出した1931~1934年噴火や1966年噴火では、高温のマグマ物質が直接噴出したと推測される。

新期古岳・新岳火山から放出された永迫テフラ群のうち、非変質岩片主体とするテフラの岩片は1931~34年、1966年噴火による噴出物同様、ほとんど発泡していない緻密で新鮮な安山岩が主体で、熱水変質した岩片は1割以下である。これらの新鮮な岩片には放射状冷却節理が特徴的に発達し、また少量のパン皮状の構造を持つ火山弾も含まれる。このような非変質岩片を主体とするテ

ラ層中には多量の炭化植物片が含まれ、噴火に伴い森林火災が発生したことを示している。このような特徴もまた、これらの非変質岩片テフラが高温状態で噴出したことを示しており、1931~1934年噴火や1966年噴火同様に高温のマグマが直接噴出したことを強く示唆する。

一方、新岳東側の割れ目火口から噴出した1945年、1980年テフラに含まれる火山礫はさまざまな程度に熱水変質を被っている。また顕著な冷却節理をもつ新鮮な岩片は含まれない。また細粒物は熱水変質を被った粘土が主体でガラス質の粒子は含まれない。これらの特長は、熱水変質が進んだ岩石が水蒸気噴火に伴って噴出したことを示唆している。これらの変質岩片を主体とするテフラ中には、マグマ物質は含まれていないか、非常に少ないと考えられる。古岳・新岳—永迫テフラのうち、N-6テフラやN-2テフラは変質岩片を主体としていることから、1980年噴火などと同様の水蒸気噴火の産物と考えられる。

このように、過去約1万年間に噴出した古岳・新岳—永迫テフラの大部分は非変質岩片を主体とする高温の噴出物であり、新期古岳・新岳の成長過程では火口直下あるいは火口底に達したマグマ物質が爆発的に放出される“ブルカノ式噴火 (Morrissey and Mastin, 2000)”が継続していたと考えられる。また、新期古岳火口から噴出した七釜火砕流堆積物は非変質岩片を主体とする高温の噴出物であり、約200年前まで古岳火口からもマグマ噴火が発生し、山麓まで到達する火砕流が発生していたと考えられる。

### 5-3 口永良部島におけるブルカノ式噴火と溶岩流噴火

新期古岳火山および新岳火山から噴出した永迫テフラ群の噴出期間は、新期古岳溶岩群や新岳溶岩の噴出時期と重複していることから、最近約1万年間の噴火活動は古岳・新岳両火口からの溶岩の流出とブルカノ式噴火を繰り返し、その間に非変質岩片テフラを放出するような水蒸気噴火が伴われたと推測される。新期古岳火山および新岳火山の大部分は溶岩流から構成され、新期古岳・新岳の成長に伴って放出された火砕物である永迫テフラの総量は山頂付近の火砕丘堆積物も含めても約 $1.2 \times 10^{11}$  kgであり、新期古岳・新岳火山体の総量（約 $3 \times 10^{12}$  kg）の10分の1以下である。永迫テフラには降下軽石やスコリアなど、マグマの発泡による火砕噴火を示す噴出物がほとんど含まれないことから、過去約1万年間の口永良部島火山のマグマ噴出様式が溶岩流主体であったことを示している。

次に、個々の溶岩流の体積から一回の噴火で噴出したマグマの量を見積もる。新期古岳・新岳火山から噴出した溶岩流のうち、最大の溶岩流は新岳溶岩で $2.4 \times 10^{11}$

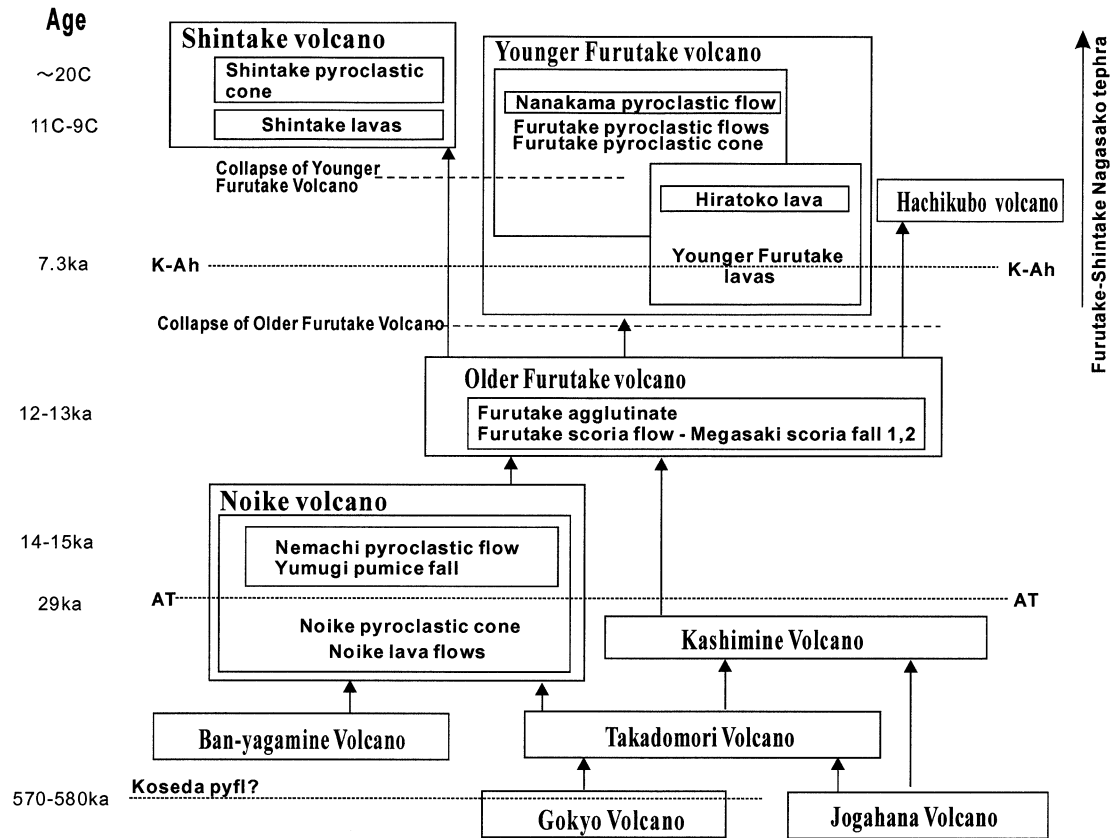


Fig. 13. Summary of the volcanic activity of Kuchinoerabujima volcano. Representative overlap-relationship shows with arrows.

km<sup>3</sup>であり、少なくとも3枚のフローユニットから構成されているため、個々のフローユニットの平均体積は $8 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ である。また新期古岳火山で最も新しい溶岩流である平床溶岩は $5 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ である。溶岩流の地形から判断して、これより古い新期古岳火山の溶岩流も、平床溶岩と同規模であると考えられる。従って新期古岳、新岳から噴出した1枚の溶岩流はおおよそ $10^{-2} \text{ km}^3$ のオーダーの体積を持つとみなすことができる。一方、新期古岳・新岳で繰り返されたブルカノ式噴火によって約1万年かけて放出されたマグマの総量は、永迫テフラの総量からおおよそ $5 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ と見積もられる（マグマ密度を $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ と仮定）。この量は1回の噴火で噴出した1枚の溶岩流の体積と同程度である。

このことは、一回の溶岩流を流出する噴火のマグマ噴出量が、ブルカノ式噴火によるマグマの噴出量に比べてはるかに大きいことを示しており、口永良部島火山では個々の噴火イベントにおけるマグマの上昇量が噴火形態をコントロールする重要な要因であることを示唆してい

る。すなわち新期古岳火山および新岳火山では、一度に大量のマグマが上昇した場合には溶岩流を流出する噴火に至り、ブルカノ式噴火は上昇するマグマの量が小さい場合に発生している。これらの噴火様式の違いは、おそらくマグマと地下水との接触の違いに支配されている。大量のマグマが上昇した場合には、地下水の影響が排除されてマグマが直接地表に流出して溶岩流噴火となり、少量のマグマが上昇した場合には海水準付近に豊富に存在する地下水との反応により、外来水の影響を受けたブルカノ式噴火あるいはマグマ水蒸気噴火に至ったのだろう。ブルカノ式噴火の産物と考えられる非変質岩片からなるテフラは冷却節理を持つ角礫状で緻密な岩片が主体であり、細粒部は角張った外形を示す発泡度の低いガラス質火山灰粒子に富む (Fig. 11)。これらはマグマが急冷されたことを示唆しており、外来水の影響を示唆している。

#### 5-4 口永良部火山最近3万年間の火山活動

口永良部島火山の最近約30,000年間の活動について現時点での知見をまとめる (Fig. 13)。口永良部島島内で



は、約29,000年前に噴出したATは細粒の風化火山灰中に挟在している。また、ATと湯向テフラの間に存在する溶岩流は知られていない。したがって、ATの降下を挟んで、約15,000年前まで口永良部島火山の噴火活動は比較的不活発で、少量の火山灰を放出する活動が継続していたと考えられる。

約15,000年前から11,000年前の間に、口永良部島火山では2つの大きな火砕噴火が発生した。約14,000～15,000年前に野池火山の山頂部で発生した噴火によって、総量0.18 km<sup>3</sup>の降下軽石が噴出した。また0.2 km<sup>3</sup>の軽石質火砕流が口永良部島北東斜面を中心に噴出・堆積した。約12,500～11,500年前には現在の古岳付近で玄武岩質安山岩マグマの噴出により大規模なスコリア噴火が複数回発生し、アグルチネートからなる古期古岳火山体が構築された。降下スコリアは島の東部を中心にほぼ全島に降下した。古期古岳はその後南側に向かって崩壊した。

古期古岳火山の崩壊地形内に、安山岩質マグマの噴出により新期古岳火山が成長した。新期古岳火山の噴火活動は溶岩流の流出が主体で、山頂火口からのブルカノ式噴火を伴った。大規模な火砕噴火は知られていない。新期古岳火山の最新の噴火は、18世紀後半から19世紀初頭に発生し、東斜面に火砕流が流下している。新岳火山の活動は複数の溶岩流(新岳溶岩)の流出と、それに引き続くブルカノ式噴火～水蒸気噴火である。新期古岳火山同様、大規模な火砕噴火は知られていない。新岳火山では20世紀に2回の活動の活発化が認められ、マグマ物質を放出するブルカノ式噴火が発生している。

## 謝 辞

京都大学防災研究所火山活動研究センターの井口正人氏には、口永良部島調査の全般にわたってご協力いただき、また重要な議論をしていただいた。福岡大学の奥野充氏、産業技術総合研究所の星住英夫氏には野外で討論いただいた。鹿兒島県立武岡台高等学校の成尾英仁氏、鹿兒島県埋蔵文化センターの東和幸氏には採取した土器試料の鑑定をしていただいた。京都大学防災研究所火山活動研究センターには、野外調査中の火山活動の監視と安全確保についてご配慮いただいた。2名の匿名査読者のコメントは本論の改善に大変有益であった。ここに記して感謝いたします。

## 引用文献

荒牧重雄(1969)口永良部島地質調査報告。火山, 14, 127-132。  
藤野直樹・小林哲夫(1993)口永良部島火山の地質と最近の噴火活動。地球惑星科学関連学会1993年合同大

会予稿集, 321。  
福沢仁之(1995)天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物。第四紀研究, 34, 135-149。  
Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 60, 507-592。  
本間不二男(1934a)昭和8年12月乃至昭和9年1月の口永良部島新岳の火山活動。地球, 21, 243-266。  
本間不二男(1934b)口永良部島火山地質と火山活動(一)。火山, 1, 20-39。  
井口正人(2002)口永良部島火山における火山活動—1992年～2002年—。全国主要活火山の集中総合観測・薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測, 77-86。  
鹿兒島地方気象台・屋久島測候所(1967)昭和41年11月22日の口永良部島新岳の爆発報告。福岡管区気象台要報, 22, 79-98。  
気象庁(編)(1991)日本活火山総覧(第2版)。400-404。  
気象庁(編)(2005)日本活火山総覧(第3版)。579-583。  
Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998) A 40,000 — years carve chronology from Lake Suigetsu, Japan: extension of the <sup>14</sup>C calibration curve. *Radiocarbon*, 40, 495-504。  
小林哲夫・成尾英仁(1998)口永良部島の地形・地質。鹿兒島県立博物館編, 鹿兒島の自然調査事業報告書V, 熊毛の自然, 96-103。  
小林哲夫・奥野充・中村俊夫(2002)口永良部火山の噴火史。全国主要活火山の集中総合観測, 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測, 169-184。  
京都大学防災研究所・東京工業大学工学部・鹿兒島大学理学部(1981)1980年(9月28日)の口永良部島新岳の噴火(概報)。火山噴火予知連絡会会報, 20, 1-9。  
町田洋・新井房夫(1976)広域に分布する火山灰—始良Tn火山灰の発見とその意義—。科学, 46, 339-347。  
町田洋・新井房夫(1978)南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ—アカホヤ火山灰。第四紀研究, 17, 143-163。  
町田洋・新井房夫(1992)火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会, 276p。  
町田洋・新井房夫(2003)新編 火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会, 336p。  
松本唯一(1935)口永良部島の地質に就いて。火山, 2, 1-19。  
味喜大介・井口正人・江頭庸夫・Solihin Agus(2002)口永良部島新岳の溶岩流の古地磁気学的年代測定。全国主要活火山の集中総合観測, 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測, 159-168。  
Miyashiro, A. (1974) Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. Jour. Science*, 274, 321-355。  
森脇広・Westgate, J.・Sandhu, A.・新井房夫(2000)南九州の中期更新世テフラのIsothermal plateau fission-track年代とその第四紀学的意義。地球惑星科学関連学会2000年合同大会予稿集, Qa-004。  
Moor, J.G. and Albee, W.C. (1982) Topographic and structural changes, March-July 1980 — Photogrammetric data. In *The 1980 Eruptions of Mount St. Helens* (Lipman, P.W. and Mullineaux, D.R. eds), 123-134。

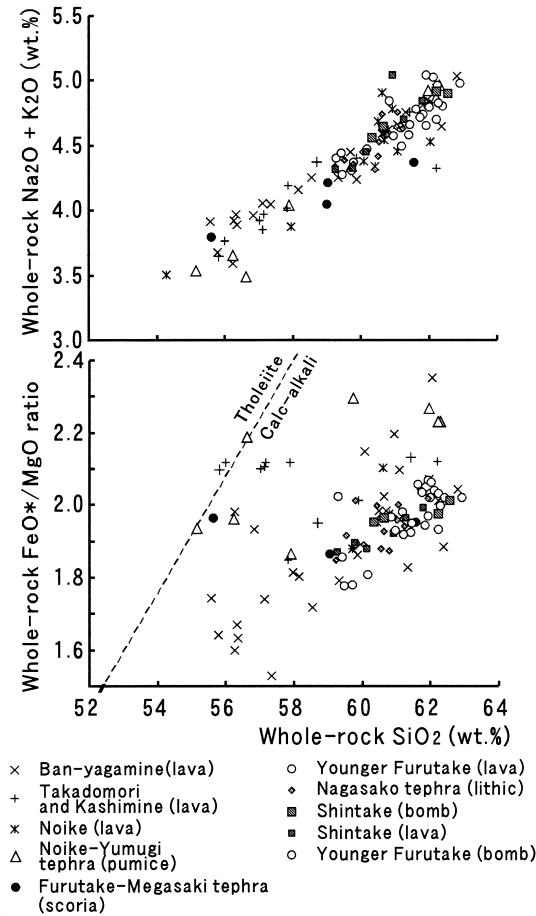


Fig. A1. Whole-rock Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O content and FeO\*/MgO ratio plotted against their SiO<sub>2</sub> content.

USGS Professional Paper, 1250, Washington.

Morrissey, M. M. and Mastin, L. G. (2000) Vulcanian eruption. In *Encyclopedia of Volcanoes* (Sigurdsson *et al.* eds), 463–475. Academic Press.

奥野 充 (1995) 降下テフラからみた水蒸気噴火の規模・頻度. 金沢大学文学部地理学報告, 7, 1–23.

Ramsey, B. C. (1995) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. *Radiocarbon*, 37, 425–430.

Ramsey, B. C. (2001) Development of the radiocarbon program OxCal. *Radiocarbon*, 43, 355–363.

田中館秀三 (1938) 口永良部島新岳噴火と火口の形態および向江浜の山津波. 火山, 4, 339–354.

宇井忠英 (1973) 幸屋火砕流—極めて薄く拡がり堆積した火砕流の発見. 火山, 18, 153–168.

Walker, G. P. L., Self, S. and Frogatt, P. C. (1981) The ground layer of the Taupo ignimbrite: a striking example of sedimentation from a pyroclastic flow. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 10, 1–11.

山元孝広 (1997) テフラ層序からみた那須茶臼岳火山の噴火史. 地質学雑, 103, 676–691.

## 付 録

### A1. <sup>14</sup>C年代測定

本研究では、口永良部島のテフラ中に含まれる炭化木片を13地点から18試料を採取し、炭素14年代測定を行った。測定結果をTable A1に、試料の採取地点をFig. 1中に示す。炭素14年代測定は加速器分析研究所 (IAA) および Beta Analysis Inc. USA (BA) に依頼し、加速器質量分析法 (AMS) を用いて測定した。試料はいずれも前処理として酸-アルカリ-酸洗浄を行った。炭素14年代はLibbyの半減期を用いて算出し、試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値を用いて補正した。測定誤差は<sup>14</sup>Cの総計測数に基づく統計誤差を $2\sigma$ で示した。測定結果の暦年較正はRamsey (1995, 2001) による補正プログラム OxCal ver. 3.10 (2004) を用いた。

Table A1. Results of AMS <sup>14</sup>C dating for the tephra of Kuchinoerabujima volcano.

Sample ID	Locality	No.*1	Latitude	Longitude	Geological Unit	Material	δ <sup>13</sup> C ‰	Δ <sup>14</sup> C ‰	14C date BP	Calibrated range (2σ) <sup>*2</sup> probability(%)	Laboratory <sup>*3</sup>
030323F1		11	30°23'00"	130°12'22"	Y-Furutake air fall	charcoal	-31.52±0.78	-39.3±4.3	320±40	490-300 BP (95.4%)	IAA
030323F2		11	30°23'00"	130°12'22"	Y-Furutake air fall	charcoal	-20.20±0.71	-51.0±3.7	420±30	530-430 BP (88.0%), 360-330 BP (7.4%)	IAA
021104D1-2		16	30°28'09"	130°13'26"	N-1?	charcoal	-27.7	---	470±40	560-460 BP (94.4%), 630-610 BP (1.0%)	BA
030320P1		13	30°26'57"	130°14'01"	N-5	charcoal	-26.31±0.62	-96.1±3.5	810±30	780-675 BP (95.4%)	IAA
030323F4		11	30°23'00"	130°12'22"	Y-Furutake air fall	charcoal	-29.95±0.81	-107.8±3.7	920±30	930-760 BP (95.4%)	IAA
031115K		9	30°27'08"	130°13'59"	N-5	charcoal	-27.30±0.84	-109.7±3.9	930±40	930-740 BP (95.4%)	IAA
030323E2		12	30°12'53"	130°12'30"	N-5	charcoal	-28.91±1.07	-112.5±3.8	960±40	960-780 BP (95.4%)	IAA
021102H3		6	30°25'47"	130°12'41"	Y-Furutake peif	charcoal	-25.8	---	1050±40	1060-910 BP (95.4%)	BA
021102B2		14	30°26'56"	130°14'24"	N-6	charcoal	-26.2	---	1420±40	1390-1280 BP (95.4%)	BA
021101I3		8	30°26'43"	130°14'36"	N-6	charcoal	-26.1	---	1470±40	1420-1290 BP (94.3%), 1490-1470 BP (1.1%)	BA
030323E1		12	30°23'00"	130°12'22"	N-m?	charcoal	-27.61±0.88	-291.3±3.0	2770±40	2960-2770 BP (95.4%)	IAA
031116H3		7	30°26'18"	130°13'40"	Y-Furutake pyfi	charcoal	-10.02±0.64	-305.0±3.1	2920±40	3220-2950 BP (95.4%)	IAA
021102B1		14	30°26'56"	130°14'24"	N-m	charcoal	-25.8	---	3160±40	3470-3320 BP (92.3%), 3290-3260 BP (3.1%)	BA
021104D1-1		16	30°28'09"	130°13'26"	N-m	charcoal	-28.4	---	3510±40	3900-3680 BP (95.4%)	BA
021102L1		5	30°26'19"	130°12'15"	Y-Furutake	charcoal	-25.5	---	4640±40	5470-5290 BP (94.2%), 5570-5560 BP (1.2%)	BA
030320F2		4	30°28'09"	130°13'13"	Furutake sfa	charcoal	-27.71±0.88	-710.1±2.0	9950±60	11630-11230 BP (93.7%), 11700-11670 BP (1.7%)	IAA
021104A		4	30°28'09"	130°13'13"	Nemachi ofi	charcoal	-22.79±0.90	-787.6±1.5	12440±60	14900-14150 BP (95.4%)	IAA
031112CA		15	30°27'24"	130°14'24"	Soil 1.5m beneath AT	soil	-14.90±0.83	-967.4±0.7	27510±180	27150-27900 BP (95.4%)	IAA

\*1: Sampling localities are shown in Figure 1A. \*2: Using OxCal Program v3.10 (Bronk, Ramsey, 1995, 2001)\*3: IAA: Institute of Accelerator Analysis Ltd. Japan, BA: Beta Analysis Inc. USA

## A2. 噴出物の岩石学的特徴

口永良部島火山の噴出物は大部分が斑晶質の安山岩からなり、少量の玄武岩質安山岩を伴う。安山岩質噴出物の斑晶鉱物組み合わせは斜長石+単斜輝石+斜方輝石+磁鉄鉱で、まれにカンラン石や石英斑晶が含まれる。口永良部島火山噴出物はいずれも全岩  $\text{FeO}^*/\text{MgO}$  比に対して  $\text{SiO}_2$  量が高く、Miyashiro (1974) のカルクアルカリ岩系列の組成を示す。新期古岳および新岳の噴出物の全岩  $\text{SiO}_2$  量の範囲は 59.2~62.9 wt.% である。新期古岳火山・新岳火山の噴出物の岩相および組成範囲はほぼ一致しており、岩石学的特徴から両者を区別することはきわ

めて困難である。

野池一湯向テフラの全岩  $\text{SiO}_2$  量の範囲は 55.2~62.3 wt.% で、番屋ヶ峰火山から新岳火山までの口永良部島噴出物の全岩  $\text{SiO}_2$  量の範囲にほぼ一致する。このうち暗色スコリアの組成は全岩  $\text{SiO}_2$  量 55.2~57.9 wt.% を示す一方、白色軽石の全岩  $\text{SiO}_2$  量は 62.0~62.3 wt.% で、いわゆるバイモーダルな組成分布を示す。古岳一メガ崎テフラは、全岩  $\text{SiO}_2$  量 55.6~59.0 wt.% で、口永良部島火山に知られている噴出物としては比較的  $\text{SiO}_2$  に乏しい組成を示す。

(編集担当 津久井雅志)