

伊豆新島南東部における大海食崖の後退について —空中写真を用いた火砕丘の侵食量の測定—

磯部一洋*・安田 聡**

ISOBE Ichiyo and YASUDA Akira (1995) Large coastal cliff recession at the southeastern part of Niijima Island, Central Japan: Measurement of erosional volume of a pyroclastic cone using aerial photogaraphy. *Bull. Geol. Surv. Japan*. vol. 46(9), p. 457-475, 12 figs., 3 tables.

Abstract: Niijima Island, one of the Izu Islands, lies between 34°19.6'-34°25.7' north latitude and 139°14.7'-139°17.7' east longitude. Niijima extends from north to south and its length is 11 km with a maximum width of 3 km. It is mainly composed of rhyolitic monogenetic volcanoes.

The latest eruption occurred in 886 A.D. at the southern tip of ancient Niijima and formed the present day Mukaiyama volcano which is composed of pyroclastic flow or surge deposits forming low-lying hills, several pyroclastic cones and a lava dome.

The authors examined the coastal cliff recession using old maps of Niijima drawn in the Edo period and the oldest topographic 1 : 50,000 map of Niijima. The eastern part of Mukaiyama which faces the Pacific Ocean, has been eroded by violent wave action for more than 900 years since the eruption and the cone was eroded actively in 1912.

Topographic maps of the study area of the eastern part of Mukaiyama have been drawn on a scale of 1 : 2,500 based on aerial photographs taken in 1947, 1965, 1975 and 1990. The volume of material eroded from the large coastal cliff was calculated from 1965, 1975, 1990 topographic maps.

A summary of the recent coastal cliff recession is as follows. The cliff reached the rim of the cone by 1975 and the cliff-line has grown to 300 m in length along the rim by 1990. The volume of material eroded from the cone and hill amounts to about 1,000,000 m³ in 15 years from 1975 to 1990. The coastal cliff recession is closely related to the sedimentary structure of the cone. The cone consists of stratified pyroclastics with ash-fall layers which dip toward the ocean by about 35° that has resulted in landslip.

要 旨

伊豆諸島の一つである伊豆新島は、北緯 34°19.6'-34°25.7', 東経 139°14.7'-139°17.7' の間に横たわる。新島は南北に伸び、その長さは 11 km, 最大幅が 3 km で、流紋

岩質の単成火山群から主に構成されている。

最新噴火は旧新島の南端部で西暦 886 年に発生し、低い台地をつくる火砕流ないしサージ堆積物、数個の火砕丘と 1 個の溶岩円頂丘からなる現在の向山が形成された。

* 環境地質部

** 地質情報センター

Keywords : aerial photograph, map, Niijima, coastal cliff, recession, pyroclastic cone.

筆者らは海食崖の後退を江戸時代に描かれた三種類の古い新島の絵図と最も古い縮尺1:50,000の地形図「新島」を用いて調べた。その結果、太平洋に直面する向山の東側では台地の大部分が噴火から900年以上の期間に激しい海食作用によって侵食され、1912年には火砕丘も活発に侵食されていたことが明らかになった。

さらに、1947・1965・1975・1990年に撮影された空中写真を用い、縮尺1:2,500の向山の東部に関する地形図を作成し、1947年を除く3時期の大海食崖の侵食量を測定した。

最近における海食崖後退の概略は以下のとおりである。海食崖は1975年までに火砕丘の火口縁に達し、その上限は1990年までに火口縁上を長さ300mまでに成長した。大海食崖における火砕丘と台地の侵食量は、1975年以後の15年間に100万 m^3 に達している。著しい海食崖の後退は、堆積構造と密接に関係する。すなわち、火砕丘では降下し成層した火砕物は35°前後で海側へ傾斜し、一種の地すべりを生ずるものである。

1. まえがき

我が国における本格的な空中写真の撮影は、米軍によって第二次世界大戦直後に開始されて以来半世紀の歴史を持ち、これまでに地図の作成を始め、さまざまな分野で広く利用されてきた。また、変化の著しい火山地形や海岸地形などを対象に、撮影時期の異なる空中写真を用いた調査研究も数多く実施されてきた。

筆者らは、斜面と平野における地質過程の研究の一環として、我が国の中で激しい海岸侵食に曝されている伊豆新島の南東部の海岸(矢島, 1966)とその周辺について、空中写真を用いた調査研究を行うことにした。新島南部を広く占める向山火山の最も東側に位置する火砕丘には、太平洋に面する亀見ヶ森と呼ばれる海岸を中心として高さ200m前後で、幅300m、長さ1kmの大規模な海食崖(以下大海食崖と呼ぶ)が形成されている。この純白の大海食崖は南東へ約40km以上離れた三宅島(第1図)からもよく見え、新島を代表する景勝地になっている。

本研究では、数時期の空中写真から図化した地形図に基づいて過去約50年間の火砕丘の崩壊状況を検討し、さらに江戸時代以降の絵図や地図類から過去200~300年間の長期間の後退状況について調べた。その結果、大海食崖の形成が比較的新しいこと、大海食崖の年平均侵食量が約7万 m^3 であることが明らかになったので、以下に報告する。ただし、本稿は安田・磯部(1994)の資料について、加筆及び検討したものである。

2. 調査の概要

2.1 調査地域の地形・地質の特徴

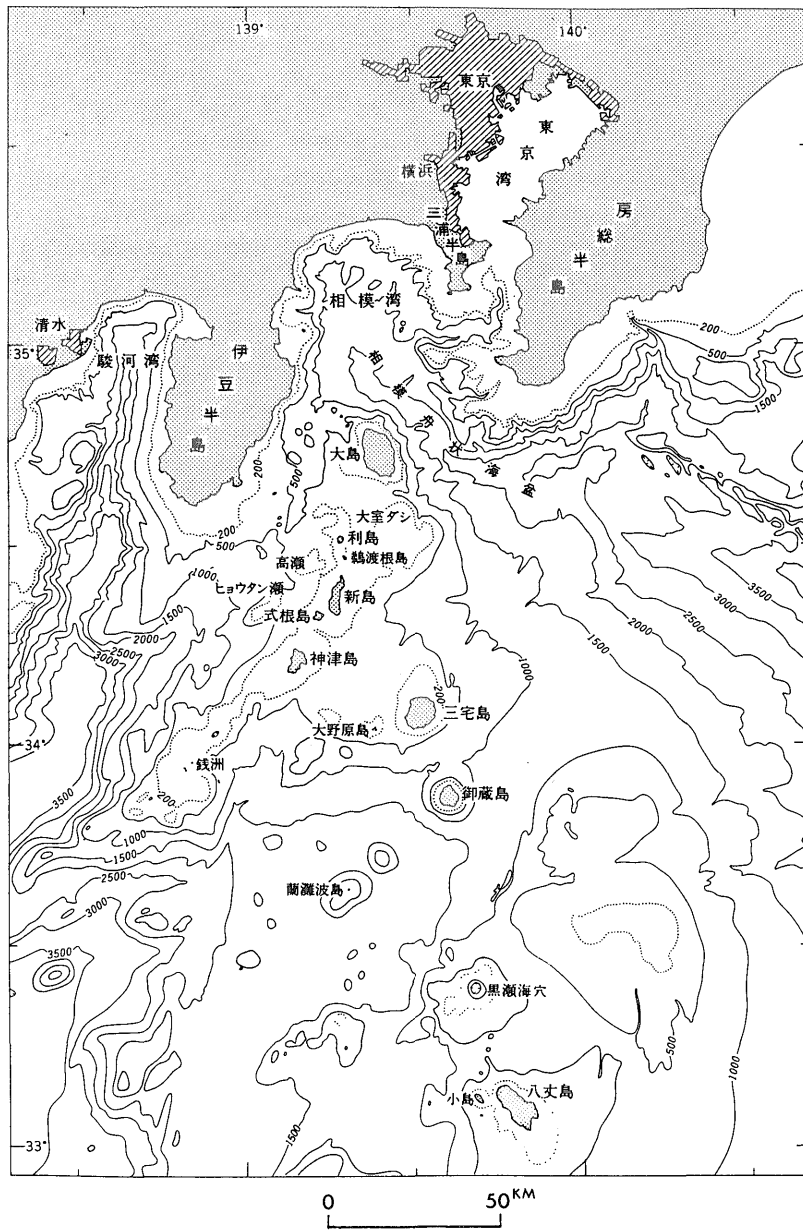
伊豆新島は、七島・硫黄島海嶺の北部を占める伊豆諸島の一つで、東京から南へ約160kmの太平洋上に位置する(第1図)。面積は22.8 km^2 と伊豆諸島で上位4番目に当たるが、南北に11km、東西に3kmと細長く小さな火山島である。

新島は式根島・神津島とともに火山フロントから南西へ派生する銭洲海嶺上にあり、これらの3島は主に流紋岩類からなる。そして、伊豆大島を始めとする火山フロント上の火山島が玄武岩・安山岩類からなるのと大きく異なっている。

新島は10万年前以降に次々に活動した流紋岩質の単成火山群からなり、西暦886年6月29日の最新噴火によって向山火山が島の南部に形成された(一色, 1987)。向山火山の噴火活動は、大きく三つのステージに分けられ、三つの地形単元にそれぞれ対応する。すなわち、単成火山に囲まれた浅海底で発生した、マグマ水蒸気爆発に伴う火砕サーージ堆積物からなる台地、噴火活動度の低下に伴ってできた火砕丘及び黒雲母流紋岩溶岩の湧出してできた円頂丘である(第2図)。

このうち火砕丘は、溶岩円頂丘の東側を取り巻くように分布し、向山火山の最高点で三角点のある大峯の標高は300.7mである(第8図参照)。大峯は火砕丘の内側にある二つの火口縁の接合部に位置し、そこから南東へ続く円弧状の火口縁の最も東側の亀見ヶ森が大規模に侵食され、その下部に崖錐を伴った大海食崖が存在する(第3図)。火砕丘の北方では、標高が80m以下の本村の集落や畑地のある台地へ、その南方では標高が140m以下の防衛庁ミサイル試験場のある端々の台地へそれぞれ続く。さらに、新島最南端の神渡鼻から長さ0.5kmの水道を隔て、黒雲母流紋岩溶岩の円頂丘である早島火山がある。この陸繋島状の早島は、後述する江戸時代の絵図類ではまだ陸続きに描かれ、丸島峰火山とともに本島最南部を激しい侵食から保護する役目を果たしている。

羽伏浦海岸南端付近の大海食崖に露出する火砕物は、北側で標高55m、南側で80m付近を境に上下2層に分けられる。その下部は、一色(1987)による向山火山の火砕サーージ堆積物(My 1)、横山・徳永(1978)による向山-1, 2ベースサーージ堆積物にそれぞれ当たる。後者による向山-1ベースサーージ堆積物は、黒雲母流紋岩の軽石質の火山灰・火山礫及び火山岩塊からなり、水平層やゆるやかな波状層が発達する。向山-2ベースサーージ堆積物は、斜層理などの発達した厚さ約20m以下のより細か



第1図 伊豆新島とその周辺の海底地形図 (一色, 1987) に一部加筆, 等深線はメートル単位.

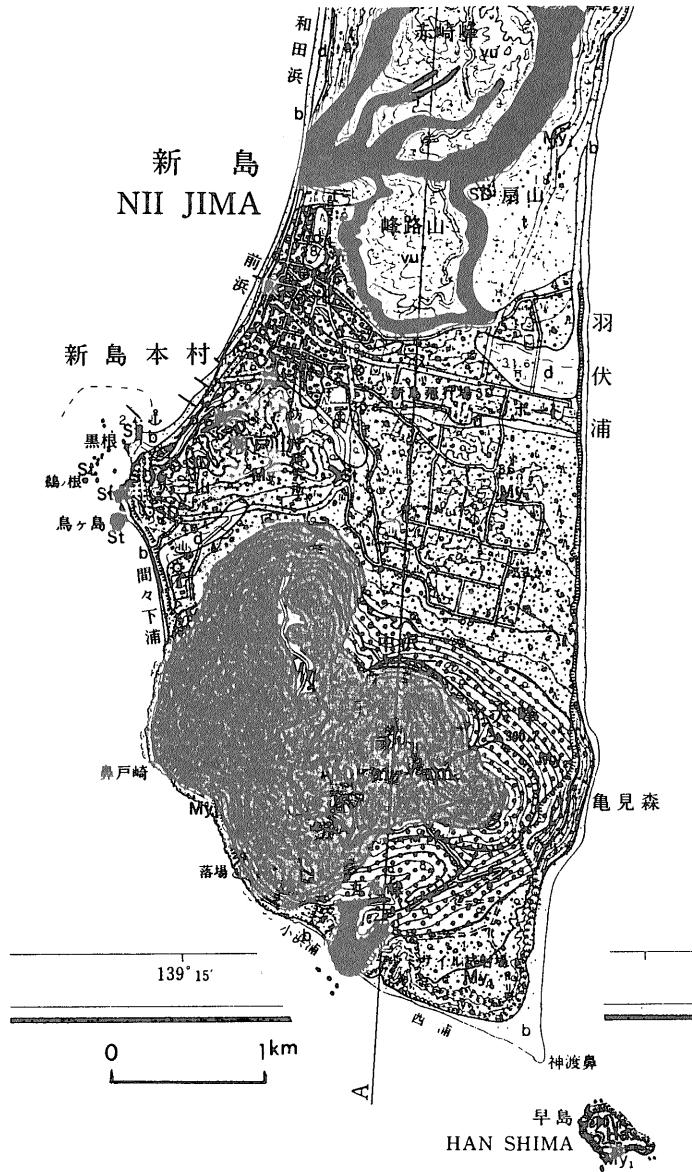
Fig. 1 Bathymetric map for Niijima Island and its surroundings after Isshiki (1987). Contour in meter.

い火砕サージ堆積物からなる。一方、その上部は黒雲母流紋岩の軽石質火山灰、発泡の少なく緻密な火山礫及び火山岩塊からなり、安息角に近い35°前後に傾斜した層理を持ち火砕丘本体を構成する堆積物(My 2)である(第2図)。

2. 2 図化及び測定内容

(1) 図化

本研究のために使用した空中写真と地形図は第1表に示すとおりである。写真を標定するための座標値は、三角点の刺針及び東京都作成の縮尺1:2,500の都市計画



第2図 新島南部の地質図
一色(1987)に一部加筆.

Fig. 2 Geologic map for the southern half of Niijima after Isshiki(1987)

図から求めたものを使用した。空中写真の図化と地形断面計測のための写真座標 X, Y 及び標高 H の観測には、精密図化機 (WILD A10 オートグラフ) を用いた。また、写真座標の読み取りと測地座標の変換には座標読み取り装置 (EK-22) 及びパーソナルコンピュータを、地形断面図作成には XY プロッターをそれぞれ使用した。

米軍による 1947 年撮影の空中写真は画質が劣悪なため細部図化は行わず、海食崖である崩壊地域 (以下崩落面と呼び一部に崖錐堆積物による斜面を含む) 界と汀線の図化のみとした。また、1990 年撮影の空中写真は撮影縮尺が約 1 : 40,000 であるために等高線間隔を 5 m とした。それら以外の細部図化は、第 1 表に示す縮尺・等高

伊豆新島南東部における大海食崖の後退について (磯部・安田)

完新世 Holocene	向山水山 Mukaiyama Volcano	海浜堆積物 Beach deposit		砂及び礫 Sand and gravel	
		砂丘堆積物 Dune deposit		砂及び礫(厚さ1m以上の部分を図示) Sand and gravel (deposit thicker than 1 m is shown)	
		崖錐及びそれに関連した堆積物 Talus and related deposits		礫及び砂 Gravel and sand	
	早島火山溶岩円頂丘 Lava dome of Hanshima Volcano	溶岩円頂丘 Lava dome		黒雲母流紋岩溶岩 Biotite rhyolite lava	
		火砕丘 Pyroclastic cone		軽石質火山灰・火山礫及び火山岩塊(黒雲母流紋岩質) Pumiceous ash, lapilli and block (biotite rhyolitic)	
		火砕サージ堆積物 Pyroclastic surge deposit		軽石質火山灰・火山礫及び火山岩塊(黒雲母流紋岩質) Pumiceous ash, lapilli and block (biotite rhyolitic)	
		末区分火山砕屑性堆積物 Volcaniclastic deposits, undivided		火山灰・火山礫及び火山岩塊(主として黒雲母流紋岩質) Ash, lapilli and block, mainly of biotite rhyolite	
	更新世 Pleistocene	赤崎峰火山 Akazakinomine Volcano	溶岩円頂丘 Lava dome		カミングトン閃石流紋岩溶岩 Cummingtonite rhyolite lava
			固結度が低い同質の礫からなる火山角礫岩 Loose monolithologic volcanic breccia		カミングトン閃石流紋岩 Cummingtonite rhyolite
		峰路山火山溶岩円頂丘 Lava dome of Minejiyama Volcano		紫蘇輝石普通角閃石カミングトン閃石流紋岩溶岩 Hypersthene-hornblende-cummingtonite rhyolite lava	
島分沢火山砕屑性堆積物及び大三山火山砕屑性堆積物 Shimawakezawa Volcaniclastic Deposit and Daisan-yama Volcaniclastic Deposit			火山灰及び火山礫(主として流紋岩質), 古銅輝石普通輝石安山岩火山礫層を伴う Ash and lapilli, mainly of rhyolite, associated with bronzite-augite andesite lapilli layer		
瀬戸山火山溶岩円頂丘 Lava dome of Setoyama Volcano			カミングトン閃石流紋岩溶岩 Cummingtonite rhyolite lava		
丸島峰火山溶岩円頂丘 Lava dome of Marujimamine Volcano		紫蘇輝石カミングトン閃石流紋岩溶岩 Hypersthene-cummingtonite rhyolite lava			

第1表 本研究に使用した空中写真と都市計画図一覧表

Table 1 List of using aerial photographs and planning map for Nijijima in this study.

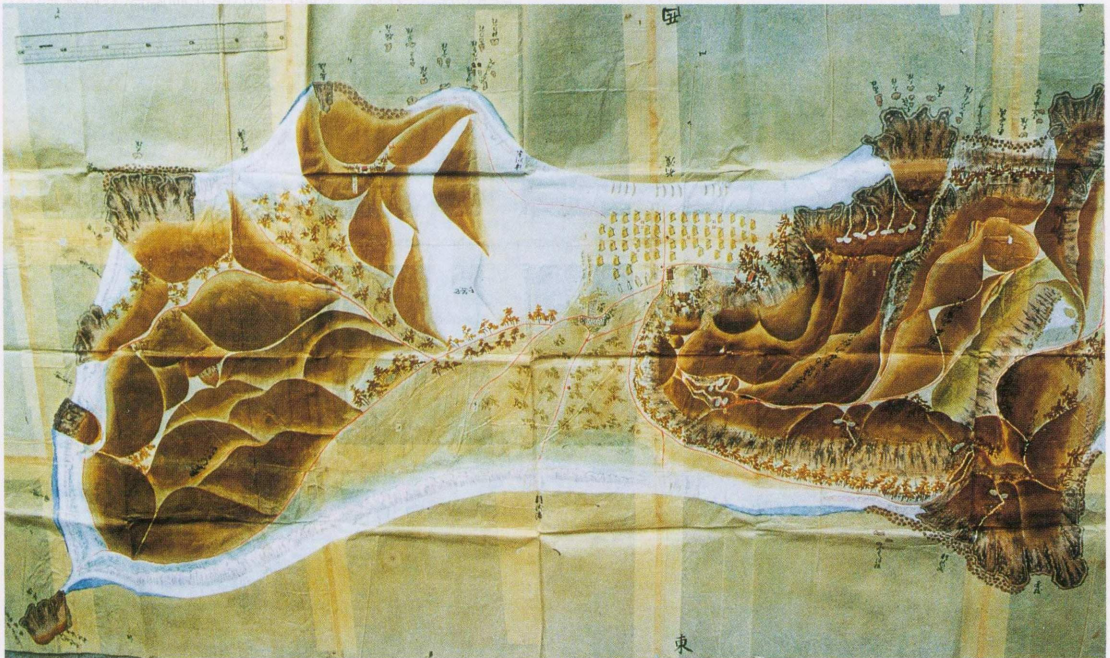
年月日	撮影・発行 機関	コース番号	写真の縮尺	図化・地 図の縮尺	等高線の 間隔(m)
1947.10.28	米軍	11-12VV	1:10,000		
1965. 7.16	国土地理院	KT-65-6X C2 no2-3	1:20,000	1:2,500	2
1975. 5. 2	〃	KT-75-2X C2 no2-3	1:20,000	1:2,500	2
1990.10.28	〃	KT-90-5Y C1 no7-8	1:40,000	1:2,500	5
1985. 6.	東京都都市計画局			1:2,500	2



第3図 大海食崖の斜め写真(1995年5月19日撮影, 新島村提供)

火砕丘をつくる地層はその山腹斜面同様に傾斜し, 火砕丘を載せる台地の地層は水平に近い。

Fig. 3 Oblique view of the large coastal cliff at the southeastern part of Niijima. The photograph was taken in May 1995. The layer of a pyroclastic cone dips as much as the cone slope, while the layer of a low-lying hill is nearly horizontal.



第7図 天明2年(1782)に新嶋地役人前田左近によって描かれた絵図(前田健二氏所蔵)

南東端は陸続きの早島, 火砕丘と狭い台地の境界に道路が通っている。左上のスケールは30cm。

Fig. 7 An old map for Niijima drawn in 1782. A small island named Hanshima was connected by a sandy bar with the main island, Niijima and the large coastal cliff did not exist in the Edo period.

線間隔のとおり、都市計画図に合わせて行った。さらに、細部図化は等高線版と地物版に分けて整理した。

図化の範囲は羽伏浦海岸南端部の亀見ヶ森において、向山火山の火砕丘からなる大海食崖を中心とする南北1.4 km、汀線から内陸へかけた東西0.7 kmの沿岸域である。

(2) 地形断面の作成

海食崖の崩落面に直交するように18測線の断面線を設け(第4図参照)、空中写真上では各断面線上の傾斜交換点の写真座標と標高値を0.1 m単位で読み取り、XYプロッターを用いて作成した。画質の劣悪な1947年撮影の空中写真と崩落面の標高が筆者らの計測値と一致しない1985年の都市計画図は、地形断面の作成に使用しなかった。そのため、1965年・1975年及び1990年の3時期について作成した。

(3) 崩落面の面積と海食崖の体積量の計算

海食崖における崩落面の面積計算は以下のとおり行った。4時期の空中写真上で海食崖頭部である崩落面の山側上限とその基部である下限(便宜的に汀線とする)を図化し、一辺25 mメッシュに細分して算出した。また、1985年の都市計画図についても同一の方法で崩落面の面積を算出した。ただし、崩落面の下限とした汀線付近には幅の狭い礫浜が発達することが多いが、礫浜の面積は崩落面に含め、求めていない。

次に、海食崖を構成する火砕物と一部崖錐堆積物を加えた体積量^{*)}の計算は以下のとおり行った。崩落面に一辺25 mメッシュを掛け、その交点の標高値を測定し柱体法によって体積量を算出した。計算に用いた空中写真は地形断面の作成と同じ1965年・1975年及び1990年の3時期のものである。

3. 測定結果

3.1 崩落面上限と汀線位置の変化

1947年から1990年までの5時期における崩落面上限と汀線の位置は、第4図に示すとおりである。崩落面上限は絶えず陸側へ後退を続けており、K測線からM測線へかけ最も後退が大きく、1947年から1985年までの38年間に100 m以上も後退した。一方、大海食崖の両端部で後退が小さく、特に南端で小さい。

汀線の位置は大きく見ると1947年のそれに比べて時間の経過とともに後退し、特にD測線からG測線へかけては1947年から1990年の汀線後退量が80 m以上に達する。ただし、1965年の汀線は他の時期の汀線に比べて大きく変動し、B測線では最も後退した。そのために、砂防工事の一環として異型ブロックがB測線付近の海食崖基部に1960年代後半に設置され、その後一時的に汀線が前進した様子が第4図から読み取れる。

3.2 地形断面の変化

まず1965年などの3時期の崩落面に設定された18測線について、地形断面図を作成した。その中から南北両端部に当たるA測線とR測線を含む6測線の地形断面の変化を第5図に示す。本図では縦横比を1対1とし、純白の崩落面のためにハレーションによって立体視が著しく困難なために推定に頼らざるを得なかった部分を点線で示す。さらに、地質構成と崩壊の関係を知るために、向山-1,2ベースサージ堆積物と火砕丘堆積物の3層の境界の標高を各測線について、横山・徳永(1978)の海食崖に沿う地質断面図から読み取り、その結果を第5図の各地形断面に加筆した。

第5図によれば、大海食崖の南北両端部では火砕丘の斜面が緩くなるために、崩落面上限高度が低く、変化も小さい。これに対し、大海食崖の中央部南側のL・O測線では、火砕丘の斜面が急であったために崩落面上限が一層高くなり、火口縁へ達し、逆にその上限高度が低下し始めている。

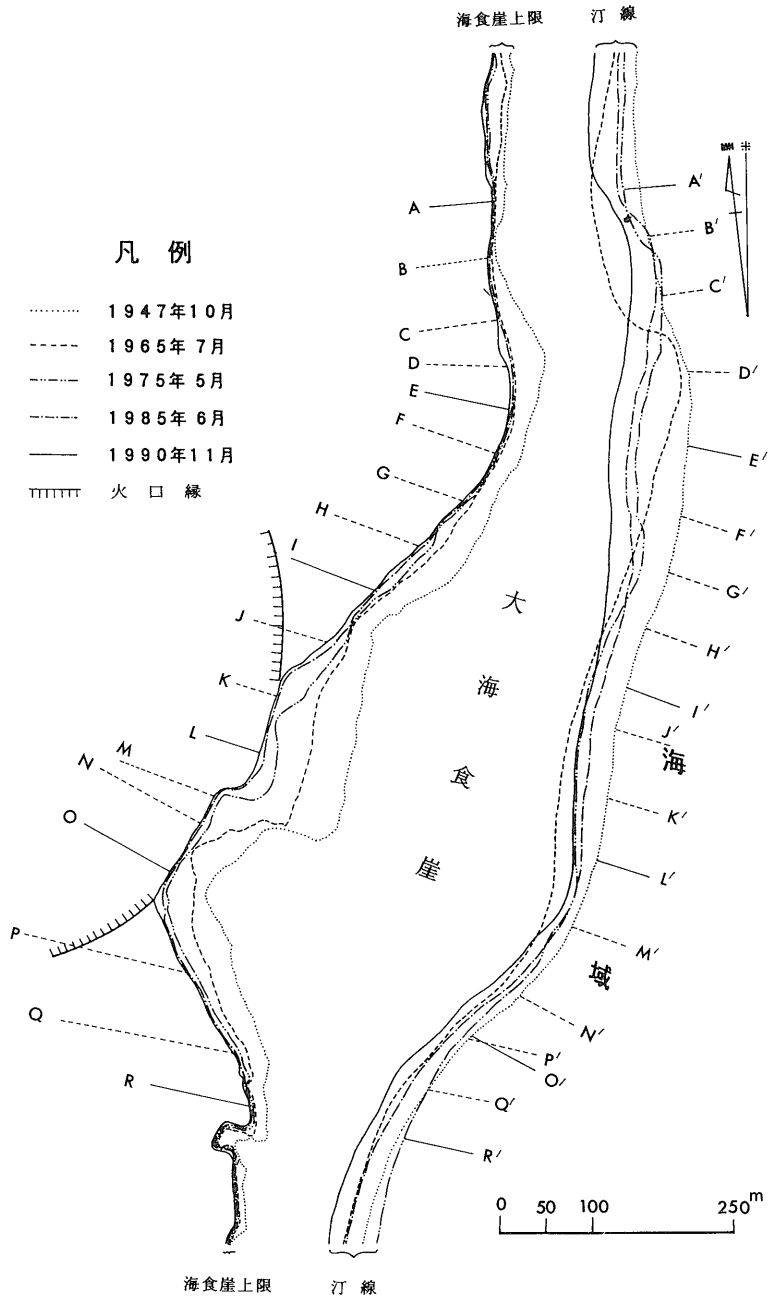
A測線からI測線では水平に近い向山-1,2ベースサージ堆積物^{*)}が海側へ突出して急傾斜の海食崖をなし、火砕丘堆積物が後退してへこむ。詳しく見ると、より細粒で塊状の向山-2ベースサージ堆積物からなる斜面の方が、向山-1のベースサージ堆積物からなる斜面に比べて傾斜を減少させる傾向にあり、火砕丘堆積物からなる上方の斜面へと移り変わっている。

露頭観察によれば、大海食崖中央部に広がる崩落面全体の傾斜は火砕丘堆積物の傾斜より若干大きく、数m以下の厚さで層理面に沿う崩壊が卓越する(第3・11図参照)。第6図の崩落面上の微地形にも、崩壊し難い堆積物が小崖をつくり平行に配列する様子が表れている。なお、大海食崖の中央部から南北へ離れるほど、崩落面と火砕丘堆積物の層理面が斜交を強めて崩壊し難くなり、大海食崖の規模も急減する。

さらに崩落面の中央部南側のL・O測線では、海食崖の基部が海岸侵食によって後退してできた上方へ凹型をなす斜面上に、崩落物質が堆積して大きな崖錐を形成する。

*1) 平均海面上にある堆積物の存在量に相当する。

*2) Sunamura(1987)によれば、ベースサージ堆積物の圧縮強度は約10 kN/m²とされる。

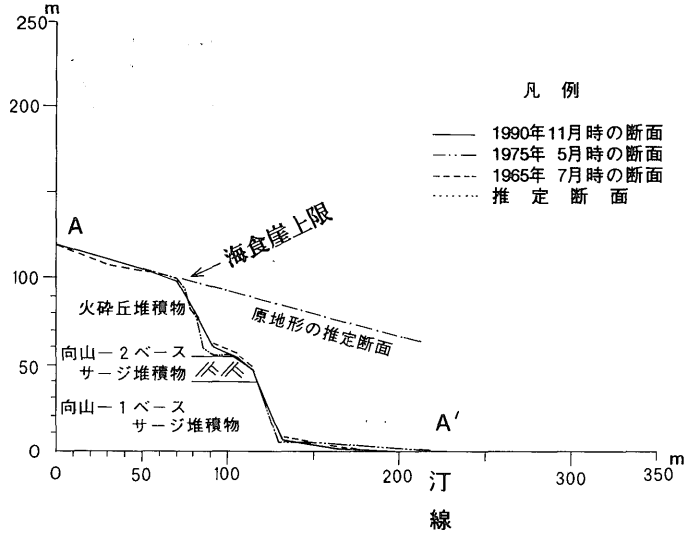


第4図 海食崖の崩落面上限と汀線の位置の変化図

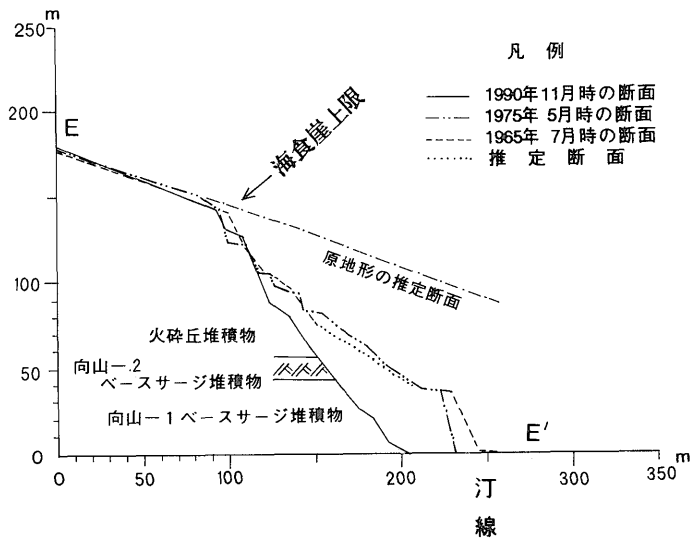
安田・磯部(1994)に測線と火口縁の位置を加筆。

Fig. 4 Change in the cliff-line and shoreline. Line A is the northern part of the coastal cliff profile.

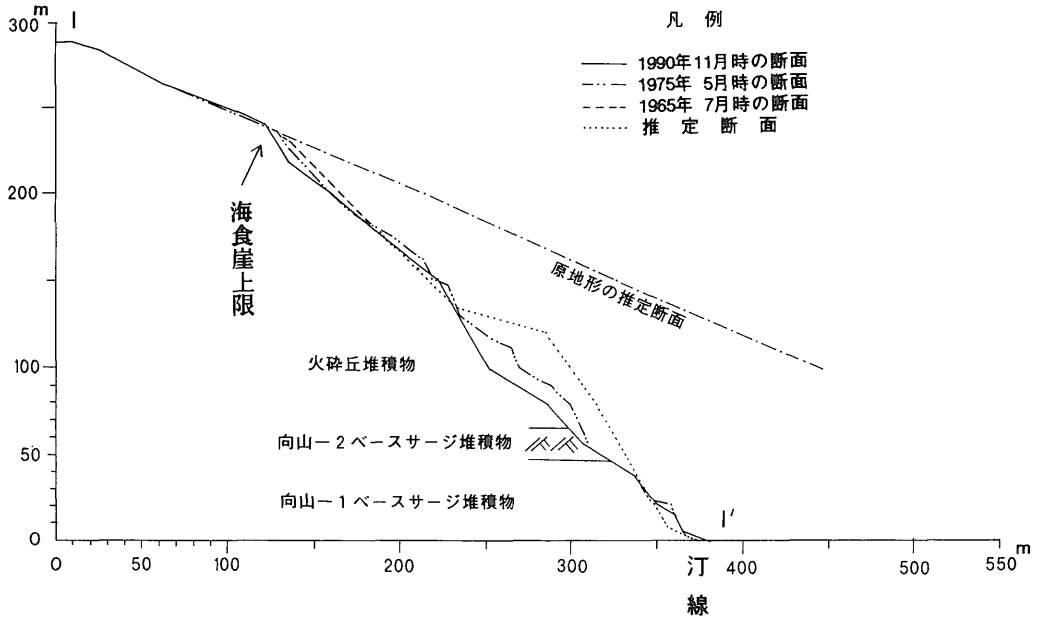
A-A' 測線



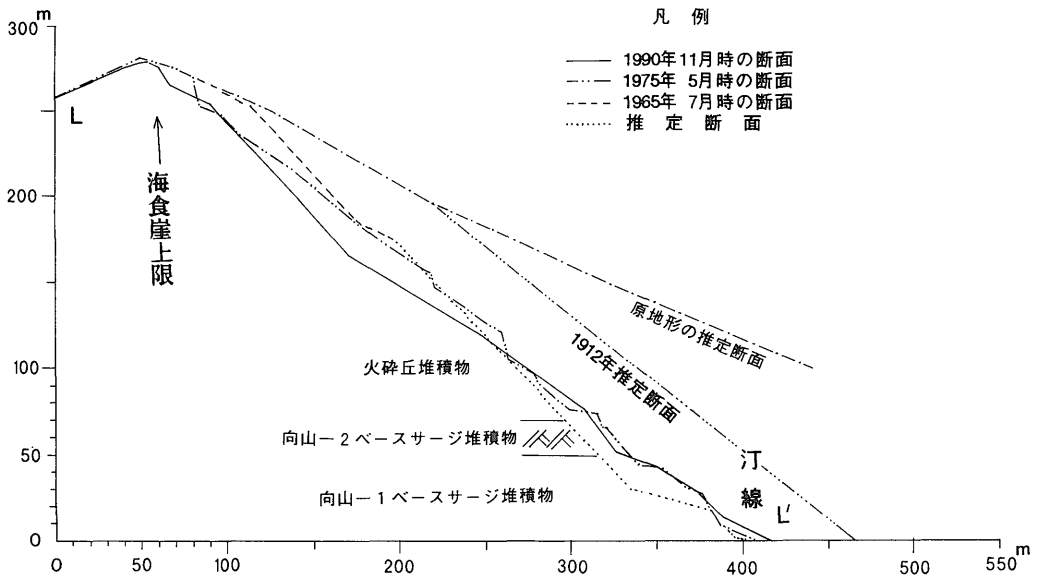
E-E' 測線

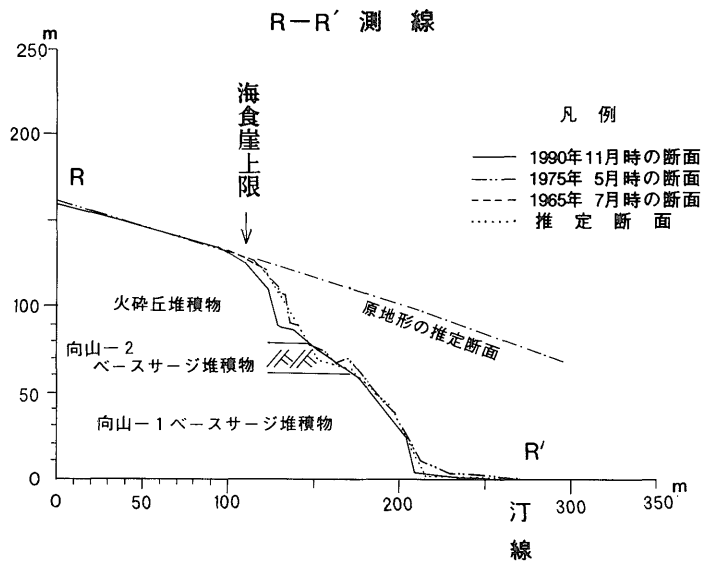
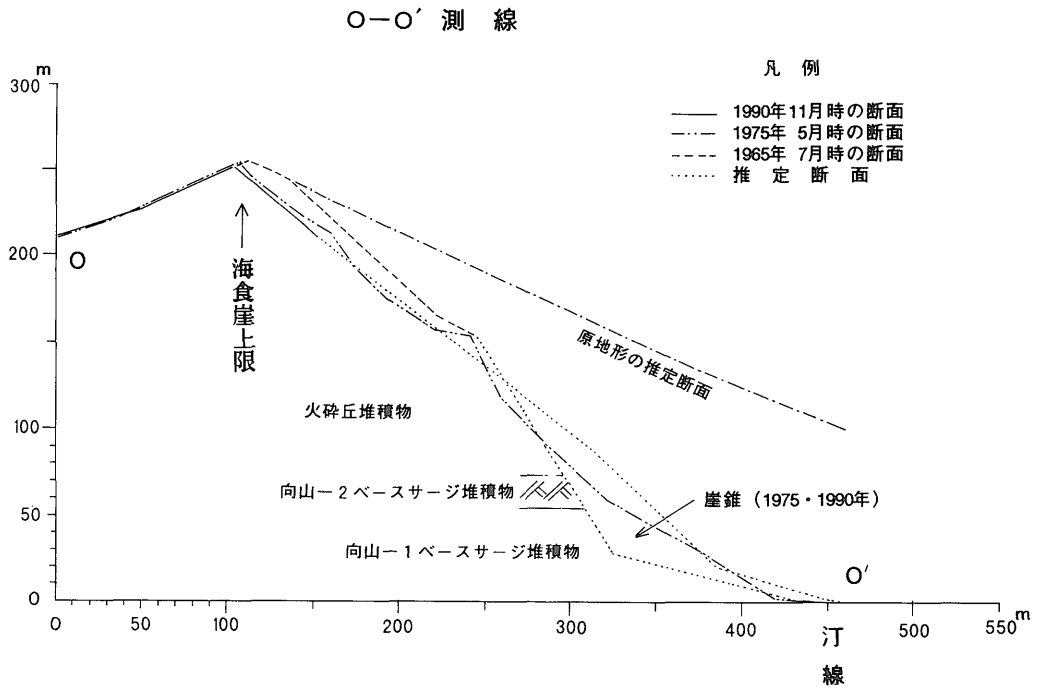


1-1' 測線



L-L' 測線

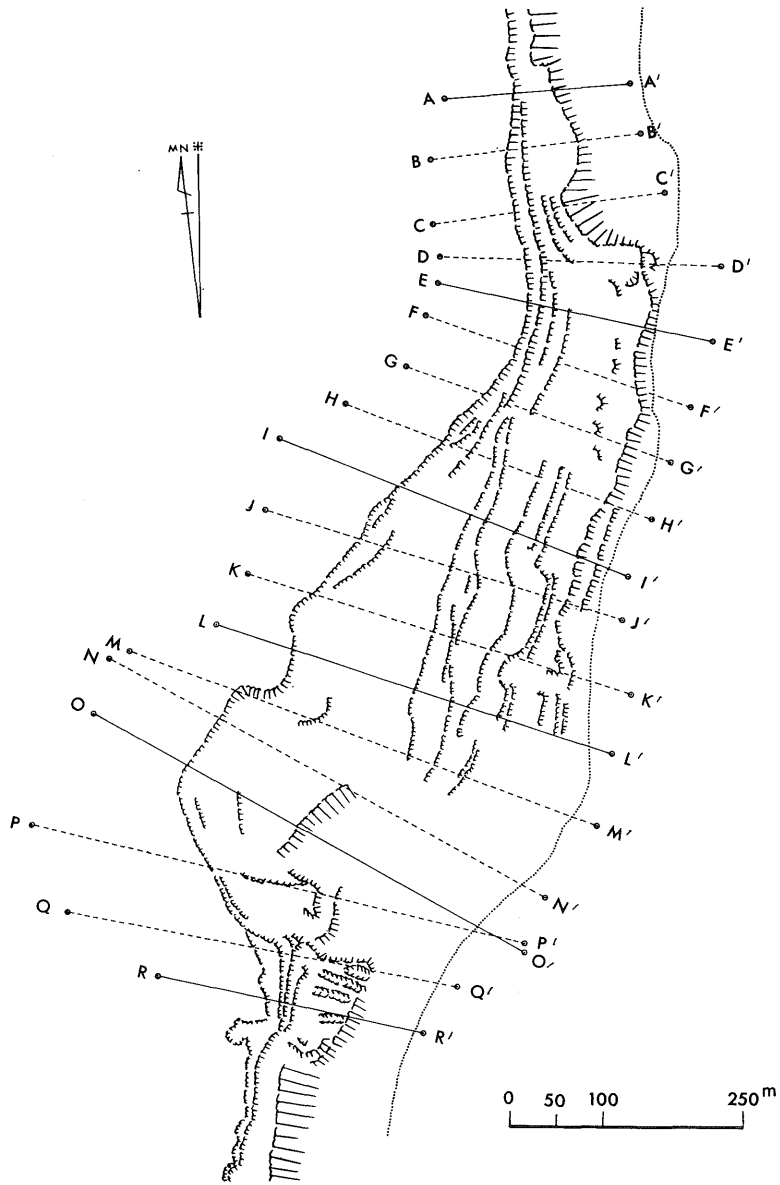




第5図 大海食崖の地形断面図

安田・磯部(1994)に地層境界と火砕丘の原地形(推定)を加筆。

Fig. 5 Cross section of the large coastal cliff for 6 lines. Layer boundaries and inferred initial profiles are drawn into each cross section.



第6図 崩落面上の微地形図(1975年5月)

安田・磯部(1994)に測線・汀線の位置を加筆。

Fig.6 Minor topography on collapse surface of the large coastal cliff in May 1975.

既に徳永・横山(1979)は、高さ100mに達する崖錐について述べ、磯部(1980a)も写真で紹介している。

3.3 崩落面の面積と海食崖の体積量の変化

5時期の崩落面について面積の測定を行った結果を第

2表に示す。1965年を最小とし、1985年を最大とするが、その経年変動幅は14%以下と小さい。すなわち、崩落面はほぼ同一規模で変化をしていることから、大海食崖は北側にある羽伏浦海岸の海食崖とほぼ同様に、平行的に後退していると見なせる。

第2表 5時期の崩落面の面積測定結果

Table 2 Change in coastal cliff area from 1947 to 1990.

年	km ²
1947	0.267
1965	0.252
1975	0.287
1985	0.287
1990	0.269

次に、大海食崖に関する体積量の測定結果を第3表に示す。崩落面の上限と汀線は、1947年以降明瞭に陸側へ移動しているために、3時期のうちで最も撮影の古い1965年の体積量が最大になるべきところが、逆に最小になりその前提条件と矛盾する。これは第5図における1965年の地形断面で明らかなように、点線で示した斜面の推定部分が他の2時期に比べてより多く、測定精度が小さいことによるためと考えられる。そこで、1965年の体積量を考察の対象から外し、1975年と1990年の体積量を比較すると、15年間に約100万m³も減少していることが分かった。

4. 海食崖の成長過程の検討

4.1 各種地図類からみた海食崖の後退

大海食崖のある向山火山とその火砕丘は、西暦886年の本島最新の噴火によって形成された。向山火山の最大成長時の大きさは、磯部(1980b)によって推定されたように、新島南部・式根島及び地内島を取り囲む30mの等深線以内の浅海域と見られる。噴火直後の火山体の後退量は、三宅島火山における有史以降の噴火例(磯部, 1985a)から推定して、かなり大きかったはずである。それ以来海岸線は海食作用によって後退を続けてきた。以下では新島南部を描いた絵図や地図類を用いて、江戸時代以降の海岸線の後退を定性的に検討する。

江戸時代の宝暦8年(1758)に描かれた新嶋絵図面(着色)によれば、集落・畑地のある本島中央部の低平な台地と島の南端部の台地を結ぶ海岸道路が火砕丘の海側を通り、大海食崖はまだ認められない。また、天明2年(1782)の新嶋図(第7図)でも、この海岸道路は北方の羽伏浦海岸から続く痩せ細った台地と火砕丘基部との境界付近に通じていることが読み取れる。さらに、伊能忠敬によって文化12年(1815)に手書着彩された新島沿海図(保柳, 1974)を調べても、砂浜と海食崖の幅を合わせた水平距離は羽伏浦海岸におけるものと大差のないことが分かる。したがって、羽伏浦海岸南端部の亀見ヶ森

第3表 3時期の海食崖の体積量測定結果

Table 3 Volume change in coastal cliff area from 1965 to 1990.

年	× 10 ⁴ m ³
1965	2,122
1975	2,578
1990	2,479

付近では、1815年頃まだ海岸侵食が火砕丘へ達していなかったと推定される。

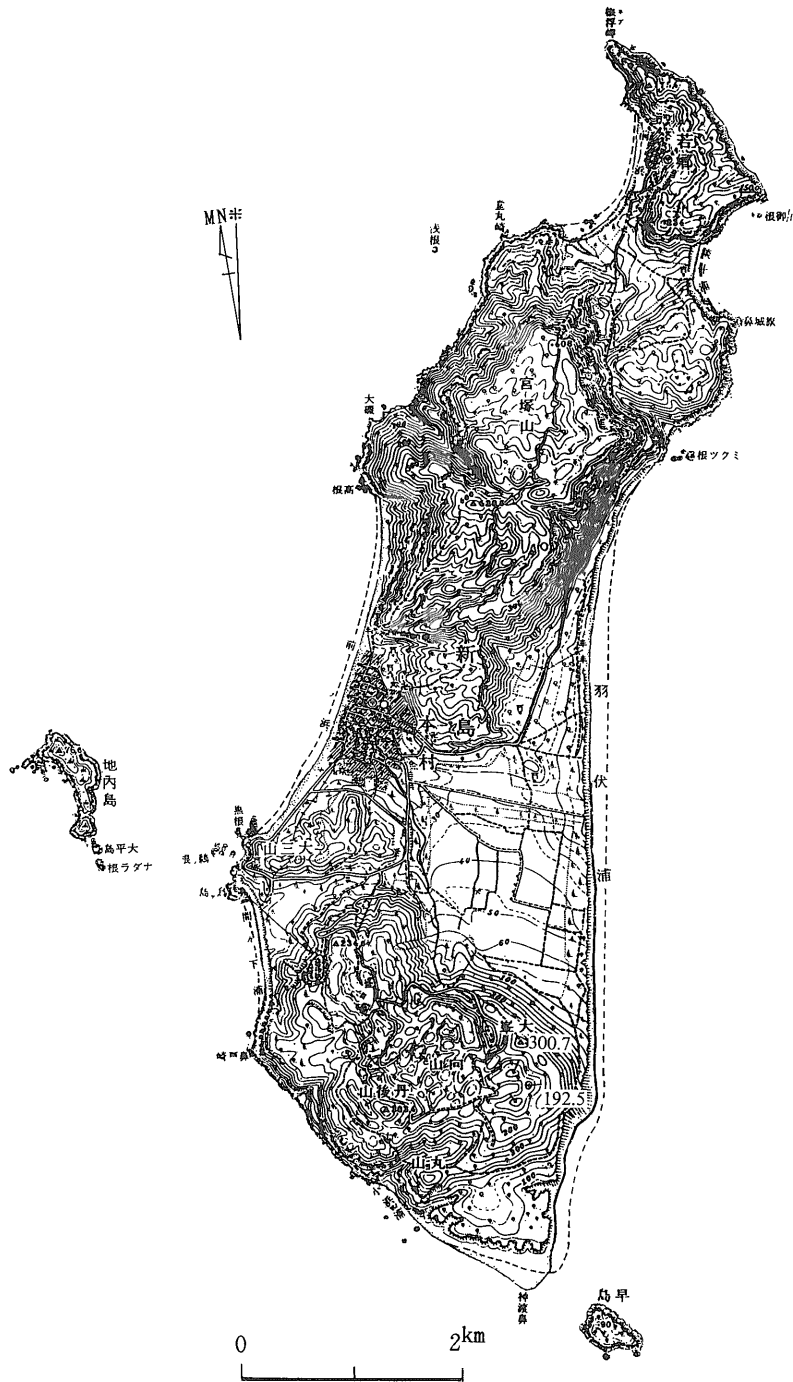
縮尺1:50,000の地形図の作成のために、新島で最初に測図が行われたのは1912年である。第8図の地形図には、伊能による新島沿海図の汀線を、前田(1972)とSunamura(1987)を参考にして破線で記入してある。本図を見ると、島の南東部において比高192.5m(K測線)の海食崖が描かれており、伊能による測量後の約100年間に海食崖が急速に拡大したことが分かる。それに伴って、北方の台地から伸びる海岸道路は、海食崖の上方に当たる火砕丘の中腹へ移し替えられている。

第8図からはまた、羽伏浦海岸から神渡鼻へかけた約7kmの東海岸の汀線が、約100年間に平均して150m前後も後退していることが分かる。しかし、羽伏浦海岸の後退量は短期間にもっと激しいことが矢島(1966)から予想される。すなわち、同海岸南部の海食崖基部は、1961年9月から1965年3月間に最大30m以上後退した。

4.2 火砕丘の原地形復元による海食崖後退の推定

向山火山の火砕丘は約1,100年前に形成され、火山礫などの堆積物からなるために、海食崖を除けば侵食が進行せずに火砕丘の原地形はよく保存されていると見なされる。そこで、1965年撮影の空中写真から図化した縮尺1:2,500の地形図に基づいて、火砕丘の山腹地形の復元を崩落面について試みた。すなわち、第9図において実線で示す火砕丘の等高線を足掛かりにし、火口縁を中心にその山腹を破線で示すような緩やかな曲線の等高線が、侵食される以前には取り巻いていたと仮定して火砕丘の原地形を復元した。

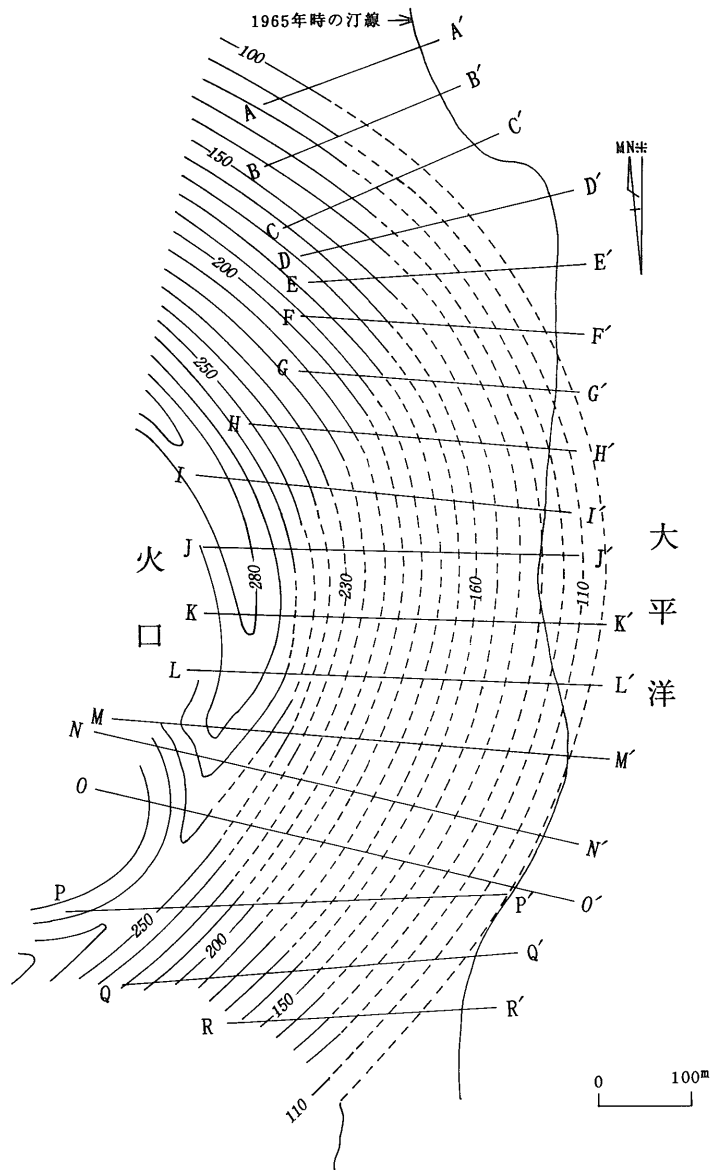
まず、火砕丘形成以後の侵食・後退の実体を知るために、第5図の各地形断面に原地形の推定断面を追加記入した。そして、中央部に当たるI測線の地形断面の変化をみると、推定断面と1965年以降の断面との差が海側ほど開き、侵食量は大きい。一方、羽伏浦海岸との接合部に当たるE測線では、向山-1ベースサージ堆積物が台地



第8図 新島の5万分の1地形図(27年応急修正版)

汀線は大正元年(1912)測図, 破線は伊能忠敬の新島沿海図による旧汀線の位置.

Fig. 8 Old topographic map of Niijima scaled 1: 50,000. A solid line surrounding the island is shoreline position in 1912 and dashed lines are the old shoreline position in 1815.



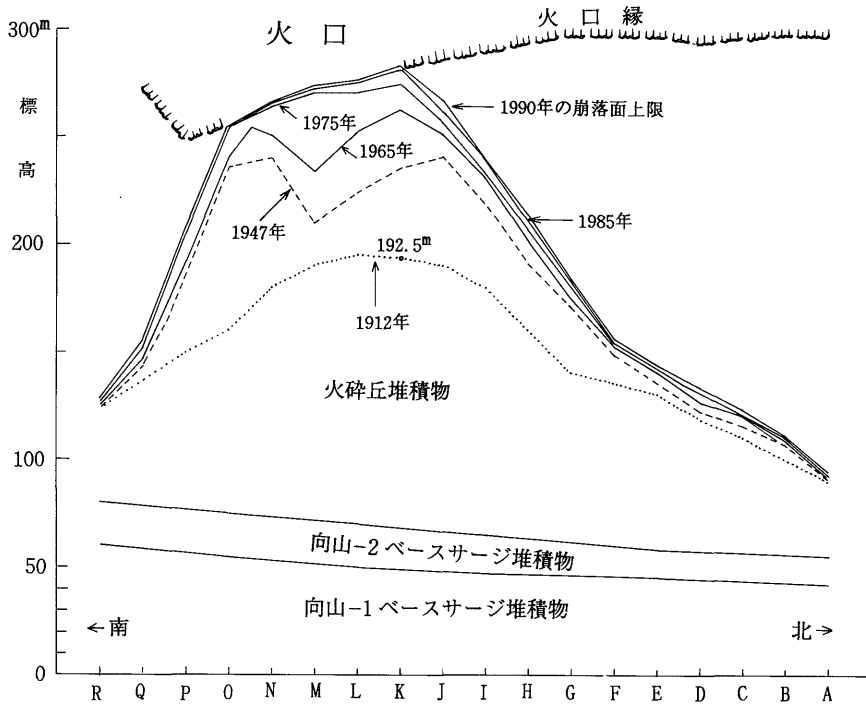
第9図 1965年7月の地形図から推定した火砕丘の原地形と測線の配置図
破線の部分が推定部分。

Fig. 9 Inferred initial topography of the pyroclastic cone from the map drawn by an aerial photograph taken in July 1965.

状に海側へ突出しているために、侵食量は小さい。

さらに、中央部南側のL測線における1912年の地形断面を以下のように推定し、第5図に記入した。すなわち、1912年の海食崖上限の高度を第8図から読み取り(第10図参照)、原地形の推定断面上に落とし、かつ1912年の地

形断面が1975年のそれと同じ傾斜であると仮定して描いたものである。それによれば、侵食により減少した海面上の断面積は1912-1975年に約14,400 m²、1975-1990年に約2,000 m²、年平均値で前者が約230 m²、後者が約130 m²と1975年以降に侵食速度が鈍ってきていること



第10図 測線ごとの火砕丘の火口縁高度と海食崖上限の高度変化図

測線は第4図に示すとおりであるが、理解を得易いように等間隔にした。また、第5図の地層境界高度も記入した。

Fig. 10 Altitude of the crater rim of pyroclastic cone and its change of the cliff-line for each line from 1915. Drawing the layer boundary based on Fig. 5.

が分かる。一方、1912年以前のその断面積は、噴火から1000年以上を経過しているにもかかわらずそれ以後と大差なく、大海食崖の形成の新しいことが第5図からも推定できる。

4.3 海食崖頂部の拡大

海食崖頂部に当たる崩落面上限の高度の推移から、大海食崖の成長過程を検討する。まず、1965・1975・1985・1990年における各測線の崩落面上限の高度を第5図・都市計画図及び安田・磯部(1994)から読みとり、精度は落ちるが1912年と1947年のそれについても第8図と第4・9図から各観測線毎に推定し、それぞれ記入したものが第10図である。本図には、大海食崖を構成する火砕丘堆積物などの地層境界も併記してある。

第10図によれば、大海食崖の両端部寄りのJ測線以北とO測線以南では、崩落面の上限高度は1947年以降に平行的に上昇している。これに対し、J～O測線間の中央部南側における上限高度は、M測線付近を境に南北にふ

たてに分かれて上昇したために、火砕丘の山腹が1947年と1965年には大きく残された状態にある。その部分も1975年までにほぼ崩落しきったために、L測線において大きな後退が発生した(第4・5図参照)。

崩落面上限が火砕丘の火口縁へ初めて到着したのは、第4図から明らかなように1965年直後のN測線とO測線間(第10図に加筆)である。火口縁の崩落は1990年までにK～O測線間の長さ300mに達し、さらに侵食は火口内部へ波及している(第11図)。

既に述べてきたとおり、大海食崖の中央部から南側で侵食がより進行している。大海食崖の侵食が南側でより一層著しくなるのは、台風などによる暴浪が南東方から入射し、かつ南側で水深がより大きく(矢島, 1966)、波のエネルギーの減衰が少ないためである。なお山口(1933)によれば、一般に伊豆諸島では海食崖の発達が島の南東部で著しいとされている。



第 11 図 火砕丘の火口縁に達した海食崖 (N測線付近)
海側へ傾斜した火砕丘堆積物と崩落直前の遊歩道。

Fig. 11 Enlarged coastal cliff-line to the crater rim near N Line. Small walking road is just before falling by erosion in November 1993.

4. 4 大海食崖後退による海浜堆積物の形成と周辺海岸への影響

亀見ヶ森にある大海食崖は、長さ 4 km と 1 km の羽伏浦海岸とイリワ海岸 (亀見ヶ森海岸とも呼ばれている) の間に発達する。そして、この大海食崖は直線的に伸びる南北双方の砂質海岸からわずかに突出し、巨大円礫の礫浜を形成することから、両海岸に対して岩石海岸に似た岬の役目を果たしている。

新島南部に分布する海浜堆積物は、主として向山火山による火砕物に含まれる流紋岩の砂礫及びデイスaito などの変質火山岩類の砂礫と、流紋岩の斑晶である石英・斜長石や火山ガラスの砂からなるとされる (磯部, 1985 b)。大海食崖の後退に伴って海岸へ供給される火砕物も、火山岩塊起源の巨礫などを除けば、大部分が沖合や沿岸方向へ流出することになる。現在大海食崖北部の海岸では、巨礫が水磨されて狭い礫浜 (磯) をつくり、水蒸気爆発などに伴って噴き上げられた基盤岩と推定される石質岩石の中には石灰岩礫も認められる (大森・磯部, 1974)。

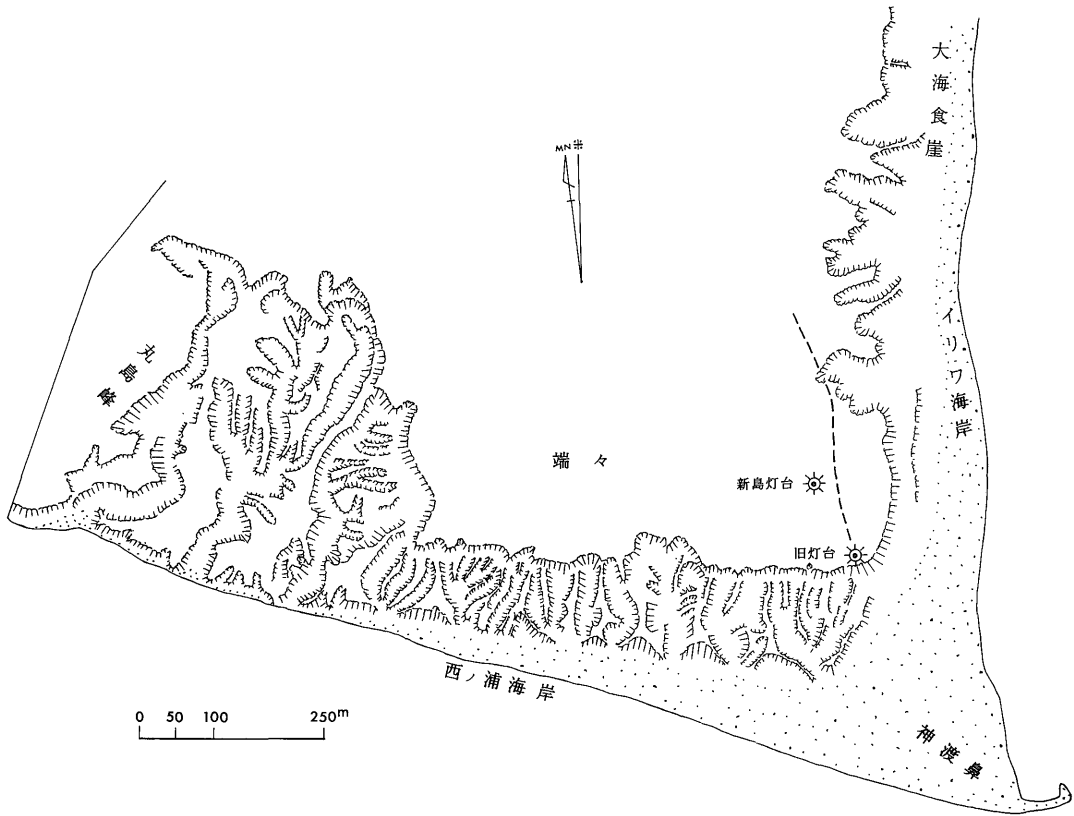
新島最南端の神渡鼻から丸島峰火山にかけた西ノ浦海岸では、大海食崖の形成以前に汀線が台地にかなり近づいていた (第 8 図)。その台地には、第 12 図に示すとおり

急斜面に囲まれ、谷底の広くその横断面が箱型に近い侵食谷が多数刻まれ、台地面より一段低い細長い瘦せ尾根が海食崖へ連なっている。現在西ノ浦海岸に面する台地末端部では、植被面積が増大し、侵食が不活発である。これは、大海食崖の形成によって海浜堆積物が北方の羽伏浦海岸へ供給されるだけでなく、西ノ浦海岸方向へも供給され、広い砂浜が台地末端を侵食から保護しているためと考えられる。一方、イリワ海岸の背後をなす台地末端部では、太平洋に直面する汀線の後退に伴って台地の侵食が活発化し、1955年に建造された旧灯台 (現在消失) へ通じる道路も侵食谷の伸長により陥没し付け替えられたほどである。

5. ま と め

伊豆新島南東部を撮影した 4 時期の空中写真を図化し、また江戸時代の絵図や最近の地形図などの地図類を用い、向山火山の火砕丘の後退について調査した。その結果、以下のことが明らかになった。

噴火後 900 年以上の期間に水平層や斜層理を持つ火砕サージ (ベースサージ) 堆積物からなる台地が専ら侵食され、その後の 100 年以内に海食崖が火砕丘に達し、火砕丘本体が急速に侵食され始めた。南と北に分かれた海食



第12図 端々の台地末端に発達する侵食谷 (1975年5月)
 Fig. 12 Erosional valley at the hill of southern end of Niijima in May 1975.

崖の崩落面上限は1975年までに火砕丘の火口縁に達し、中央部南側に残っていた火砕丘の山腹斜面も1947年から38年間に水平距離で100m以上後退した。さらに、大海食崖は1990年までに火口縁上を長さ300mも拡大し、1975-1990年に大海食崖の侵食量は約100万 m^3 に達した。現在大海食崖は火口縁から火口内へ進入し始め、崩落面の上限高度を逆に低下させている。より長期間の地形変化としては、現在の向山火山西側と同様に、円頂丘溶岩を載せた海食崖が東側にも出現することが予想される。

新島南東部にある大海食崖の後退が特に激しいのは地質構成と密接に関係し、火砕丘堆積物の層理面が海側へ 35° 前後傾斜し、かつその基部が波や流れによって侵食されて、層理面に沿う崩壊が繰り返され、海食崖が後退するためである。海岸へ供給された大量の火砕物は、周辺の砂質海岸へも運搬され、島の南端にある西ノ浦海岸では侵食が緩和され、神渡鼻には島の規模に不釣り合い

に大きな砂浜や砂嘴が発達する。

謝辞 本研究を行うに当たり新島村役場から資料の提供を、また現地調査時には新島村の方々から多くの協力を得た。また、十三社神社神官の前田健二氏からは江戸時代絵図の写真撮影の便宜を、一色直記博士には新島の地質について多数の教示をそれぞれいただいた。以上の方々に深く感謝する。

結びに当たり、本研究の機会を与えて下さった新島村前教育長の故山本清司氏に本稿を捧げる次第です。

文 献

保柳睦美(1974) 伊能忠敬の測量と地図。中村 拓 監修日本古地図大成、講談社、p. 31-35。
 一色直記(1987) 新島地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)、地質調査所、85p。
 磯部一洋(1980 a) わが国における海岸侵食と堆積

- その地質条件とダイナミックなプロセス
-。地質ニュース, no. 313, p. 6-15.
- (1980 b) 伊豆新島前浜海岸における最近の顕著な侵食と堆積について。地調月報, vol. 31, p. 489-509.
- (1985 a) 伊豆三宅島における噴火後の海岸変化と海浜堆積物。地調月報, vol. 36, p. 1-18.
- (1985 b) 伊豆新島前浜・間々下浦海岸における海浜堆積物の分布について。地理学評論, vol. 58(ser. A), p. 199-215.
- 前田長八(1972) 海底砂の採取と砂浜。東京都立新島高等学校生徒会, no. 13, 24p. (謄写印刷)。
- 大森昌衛・磯部一洋(1974) 伊豆七島新島海岸から発見された石灰岩礫について。地質学雑誌, vol. 80, p. 561-562.
- Sunamura T. (1987): Coastal cliff erosion in Nii-jima Island, Japan: Present, past, and future-an application on mathematical model-. *International Geomorphology* 1986 PartI, Edited by V. Gardiner, John Wiley & Sons Ltd, p. 1199-1212.
- 徳永 徹・横山勝三(1979) 伊豆新島向山火山の噴火様式と生成過程。地理学評論, vol. 52, p. 111-125.
- 山口貞夫(1933) 伊豆諸島の海蝕崖。地理学評論, vol. 9, p. 91-108.
- 安田 聡・磯部一洋(1994) 東京都新島村羽伏浦崩壊状況調査資料。地質調査所研究資料, no. 208, 26p.
- 矢島昭弘(1966) 伊豆新島・羽伏浦における海崖の後退に関する研究。昭和40年度東京教育大学卒業論文, 17p. (謄写印刷)。
- 横山勝三・徳永 徹(1978) 伊豆新島向山火山のベースサージ堆積物。火山 第2集, vol. 23, p. 249-262.

(受付: 1995年7月11日; 受理: 1995年9月4日)