

# 五島列島福江島の鬼岳火山群基底で発見された 約 40 万年前の寒冷期の海成層

長岡 信治\* 松岡 数充\*\* 松島 義章\*\*\*

## Marine Sediments at *ca.* 0.4 Ma Indicating Cold Condition Beneath Onidake Volcanoes of the Goto Islands, Western Japan

Shinji NAGAOKA \*, Kazumi MATSUOKA \*\* and Yoshiaki MATSUSHIMA \*\*\*

### Abstract

Miono Formation consisting of Pleistocene marine silty sands occurs from - 72.5 to - 75.7 m a.s.l. at the base of Onidake volcanics. The K-Ar dating for basaltic lavas overlaying and underlying the Miono Formation indicates that its age is *ca.* 0.4 Ma. The molluscan fossils of the formation show that it deposited on inner-bay muddy bottom with 5 to 10 m depth. The sediments include pollen and dinoflagellate cyst assemblages showing cool-environment. Assuming the Quaternary tectonics has probably been stable around the Goto Islands, the Miono Formation was deposited in a glacial stage around *ca.* 0.4 Ma with a sea-level 60 to 70 m below that in the present and cool environment.

**Key words :** Pleistocene, marine sediments, Onidake volcanoes, Goto Islands, K-Ar age, glacial stage, sea-level

**キーワード :** 更新世, 海成層, 鬼岳火山, 五島列島, K-Ar 年代, 氷期, 海水準変動

### I. はじめに

九州西方, 五島列島南部の福江島には, 第四紀単成火山が多く存在する。特に島の東部には, 中心の鬼岳をはじめ, その周辺に火ノ岳, 城岳, 箕岳, 臼岳等の 11 以上の玄武岩質単成火山が集中し (松井ほか, 1977; 河田ほか, 1994; 長岡ほか, 2002 など), 鬼岳火山群を形成している (長岡ほか, 2002)。1994 年 2 月, 鬼岳の北麓にある福江市三尾野町の運動公園建設現場で水源確保のため

の機械ボーリングが行われた (北緯 32° 40' 59", 東経 128° 50' 17", 日本測地系, 図 1 の X1 地点)。その際, 第四紀中後期の玄武岩質溶岩類の基底付近から海成層が発見された。この海成層は, 貝化石などを豊富に含んでおり, 西九州の第四紀の古環境を考える上で重要なデータを提供するものと期待される。そこで, 筆者らは, 鬼岳火山の下にある海成層の堆積環境や時代を明らかにするために, 含まれる貝化石やパリノモルフ (花粉, 渦鞭毛藻) の分析と海成層の上下にある玄武岩の K-Ar

\* 長崎大学教育学部地理学教室

\*\* 長崎大学水産学部沿岸環境学研究室

\*\*\* 神奈川県立生命の星・地球博物館

\* Department of Geography, Faculty of Education, Nagasaki University

\*\* Laboratory of Coastal Environmental Sciences, Faculty of Fisheries, Nagasaki University

\*\*\* Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

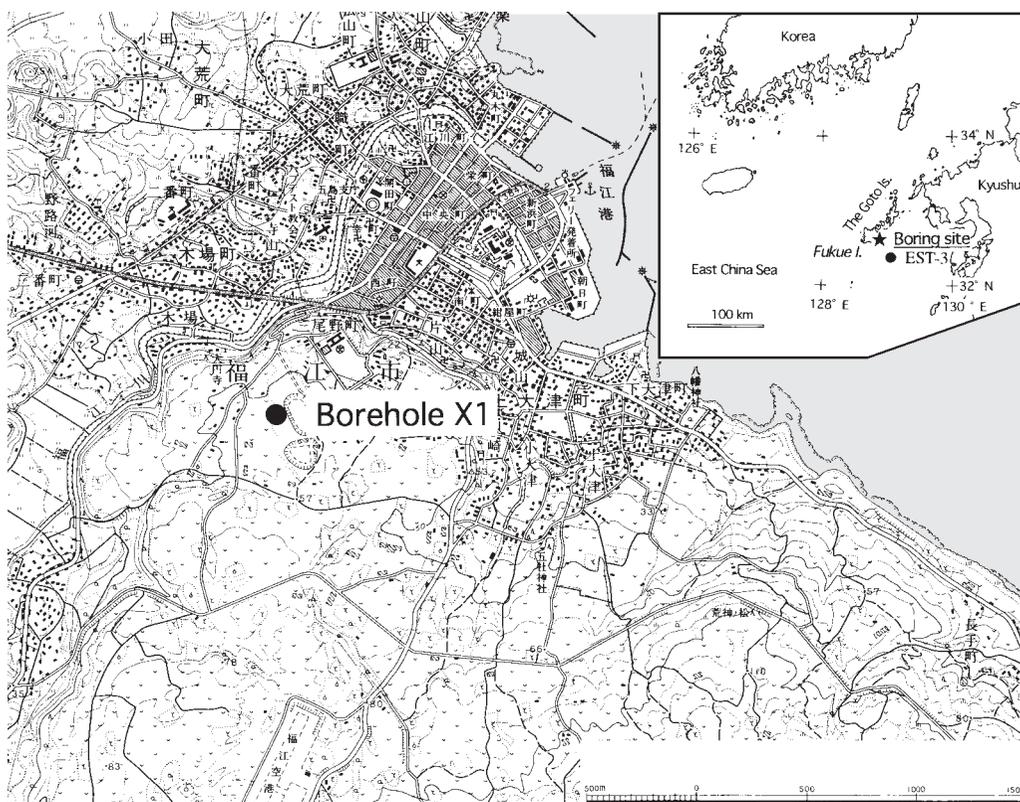


図 1 ポーリング地点図。  
Borehole X はボーリング地点，EST-3 は海底表層堆積物採取地点。  
(国土地理院発行の 25,000 の 1 地形図「五島福江」を使用)

Fig. 1 Locality of the boring site.  
Borehole X: boring site, EST-3: sampling site of surface sediment for dinoflagellates cyst analysis in Fig. 4.

年代測定を行った。本稿ではその結果を報告する。なお、地質記載は長岡と松岡が、貝化石の分析は松島が、花粉と渦鞭毛藻の分析は松岡が、全体のまとめは長岡が、それぞれ行った。また、K-Ar 年代は蒜山原地質年代学研究所に依頼した。

## II. ポーリング地点と試料の層序

ボーリングは、掘削孔径 200 mm と 150 mm で、鬼岳火山の北の標高 52 m の溶岩台地上の X1 地点で行われた (図 1)。なお、この標高は福江市発行の 1/2500 地形図から読みとったために、± 1 m の誤差を持ち、以下の堆積物記載の深度も同様の誤差を含んでいると考えられる。コアは長さ

140.4 m で、ほぼ 100% 回収された (図 2)。コア試料に認められた層序は下位から以下のである。

### 1) 五島層群 (標高 - 88.4 ~ - 84 m)

コア最下部にある中新世堆積岩で、本地域では第四紀火山岩類の基盤をなしている。コア試料では、厚さ 4 m 以上の黄褐色の均質な中粒の固結した砂岩である。全体に風化し脆弱化していることから、上位の BL-1 に覆われる以前に、地表に長期間露出していたと考えられる。

### 2) 玄武岩質溶岩 1: BL-1 (標高 - 84 ~ - 75.7 m)

厚さ 5 m の暗灰色の緻密な玄武岩質溶岩である。一部多孔質であるが、全体に均質で Flow breccia

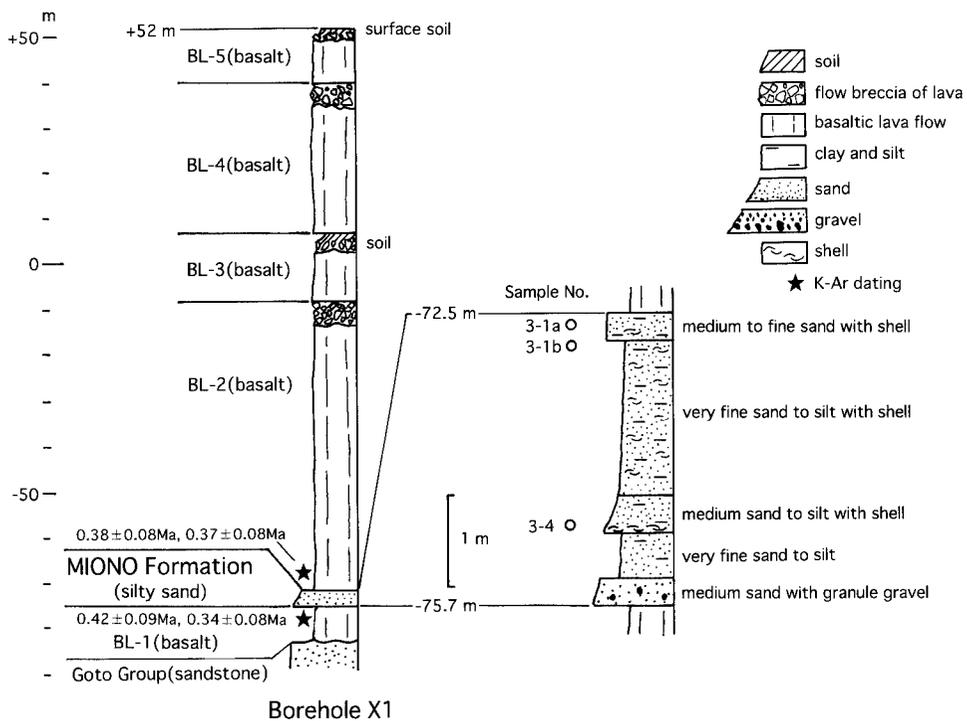


図 2 X1 地点のボーリング柱状図 (左) と三尾野層の柱状図の拡大 (右)。

Fig. 2 Columnar section of X1 core and Miono Formation.

を伴わない。長岡ほか (2002) で大円寺溶岩と呼ばれたものに相当する。

### 3) 三尾野層 (新称) (標高 - 75.7 ~ - 72.5 m)

BL-1 を直接覆う、厚さ 3.2 m の貝化石を豊富に含む青灰色のやや固結したシルト質細～中粒砂層である。全体に、ラミナなどは不明瞭で、塊状で淘汰が悪い。下位より、厚さ 30 cm の玄武岩の細礫を含む中粒砂層、厚さ 50 cm は淘汰のよいシルト～極細砂層、厚さ 40 cm の貝化石の多い不淘汰なシルト～中粒砂層、厚さ 170 cm の貝化石および木片の多いシルト質細砂層、厚さ 30 cm の貝化石を含む石灰質の中～細粒砂層に細分できる (図 2 右)。この地層に相当するものは周辺でこれまで報告されていないことから、本層をボーリング地点付近の地名にちなみ「三尾野層」と命名する。

### 4) 玄武岩質溶岩 2: BL-2 (標高 - 72.5 ~ 8 m)

厚さ 64 m の厚い玄武岩質溶岩である。最上部

5 m は Flow breccia である。下位の三尾野層との境界には土壌などの発達はなく直接接している。しかしながら、基底には水冷破碎やガラス質の急冷縁などの急冷構造が見られないことから、BL-2 は乾陸上堆積であり、三尾野層との間にはある程度の時間間隙が存在すると思われる。この溶岩は福江市街地の標高 10 m 以下に広く分布する木場溶岩 (長岡ほか, 2002) に連続することから、同溶岩に対比されると考えられる。

### 5) 玄武岩質溶岩 3: BL-3 (標高 - 8 ~ 7 m)

BL-3 は、厚さ 15 m の暗灰色の玄武岩質溶岩である。下位の BL-2 との間には土壌などの時間間隙を示す証拠はなく連続的に堆積していることから、BL-3 も BL-2 同様に木場溶岩に対比されると考えられる。最上部 5 m は破碎された Flow breccia となっている。この Flow breccia は赤褐色を呈し粘土化し、風化されていることから、BL-

3 と上位の BL-4 の間には時間間隙が推定される。

#### 6) 玄武岩質溶岩 4 : BL-4 ( 標高 7 ~ 40 m )

厚さ 33 m の暗灰色の玄武岩質溶岩である。BL-4 の最上部は厚さ 6 m の Flow breccia となっている。上位の BL-5 が鬼岳火山の噴出物 ( 松井ほか, 1977; 河田ほか, 1994; 長岡ほか, 2002 ) に対比されることから, それに連続的に覆われるこの溶岩も同火山に属するものと考えられるが, 同火山の多数の溶岩流のどのユニットに対比されるかは不明である。

#### 7) 玄武岩質溶岩 5 : BL-5 ( 標高 40 ~ 52 m )

厚さ 12 m の暗灰色の玄武岩質溶岩で, 最上部に厚さ 4 m の flow breccia を伴う。BL-5 と BL-4 の間には, 風化帯や土壌は見られず, BL-5 は BL-4 を連続的に覆っている。BL-5 は表層にあり, 陸上の鬼岳溶岩 1 ( 長岡ほか, 2002 ) の分布域内にあるので, 同溶岩に対比される。土壌の <sup>14</sup>C 年代測定から, 鬼岳溶岩 1 を含む鬼岳火山の噴火年代は, 約 1 万 8 千年前と推定されている ( 長岡ほか, 2002 )。

### III . 三尾野層の化石と堆積環境

三尾野層の堆積環境を推定するために貝化石, 花粉化石, 渦鞭毛藻シスト化石の分析を行った。

#### 1) 貝化石

貝化石は, 前章の層相の異なるユニットごとに採取された。特に, 下部には多く含まれていた。しかし, 構成種は層準ごとに大きく異なっていないこと, 統計的に処理できるサンプル数に達しなかったため, ここでは一括して構成種を記載した。三尾野層全体に含まれる貝化石は, 腹足類が 9 種, 二枚貝類が 12 種の計 21 種であったが, 種名まで同定できたのは, 腹足類の 5 種と二枚貝類の 7 種, 計 12 種である ( 表 1 )。この 12 種はいずれも現生種であり, その生態的特徴から見ると水深の小さな内湾の泥底に生息している *Dosinella penicillata* ウラカガミ, *Paphia undulata* イヨスダレ, *Scapharca broughtonii* アカガイ, *Fulvia mutica* トリガイ, *Anodontia stearnsiana* イセシラガイなどの内湾泥底群集構成種 ( 松島, 1984 ) が目立ち, そこへ主に内湾砂質底に多い *Niotha*

表 1 三尾野層の貝化石リスト .

Table 1 List of molluscan fossils of Miono Formation.

	Frequency
<b>Gastropoda</b>	
<i>Lunella coronata coreensis</i>	few
<i>Epitonium</i> sp.	few
<i>Crepidula gravispinosa</i>	few
<i>Neverita</i> sp.	few
<i>Niotha livescens</i>	common
<i>Hinia festiva</i>	common
<i>Reticunassa acutidentata</i>	few
<i>Siphonalia</i> sp.	few
<i>Inquisitor</i> sp.	few
<b>Pelecypoda</b>	
<i>Striarca symmetrica</i>	few
<i>Barabatia</i> sp.	few
<i>Arca</i> sp.	few
<i>Scapharca broughtonii</i>	common
<i>Pecten</i> sp.	few
<i>Ostrea</i> sp.	few
<i>Pillucina pisidium</i>	few
<i>Anodontia stearnsiana</i>	common
<i>Fulvia mutica</i>	common
<i>Fulvia</i> sp.	few
<i>Dosinella penicillata</i>	common
<i>Paphia undulata</i>	abundant

*livescens* ムシロガイ, *Hinia festiva* アラムシロと, さらに沿岸の岩礫底に生息する *Striarca symmetrica* ミミエガイ, *Lunella coronata coreensis* スガイ, *Crepidula gravispinosa* アワブネ, *Reticunassa acutidentata* ヒメムシロなどの貝殻が混じり合って堆積している。その貝殻は破損や摩滅しているものが多く, 保存状態は全体にあまり良くない。したがって, 正確な堆積環境を推定することは難しい。しかし, 多くの貝殻の保存が悪い中で, 唯一, 内湾泥底群集の主要構成種である *Paphia undulata* は, 保存のよい合弁殻が多数産出し, 現地性堆積を示す。これらのことから, 本地点は, 水深 5 ~ 10 m の上部浅海帯の内湾底で, 近くの岩礫海岸から砂や貝殻が運ばれて堆積する環境であったと推定される。

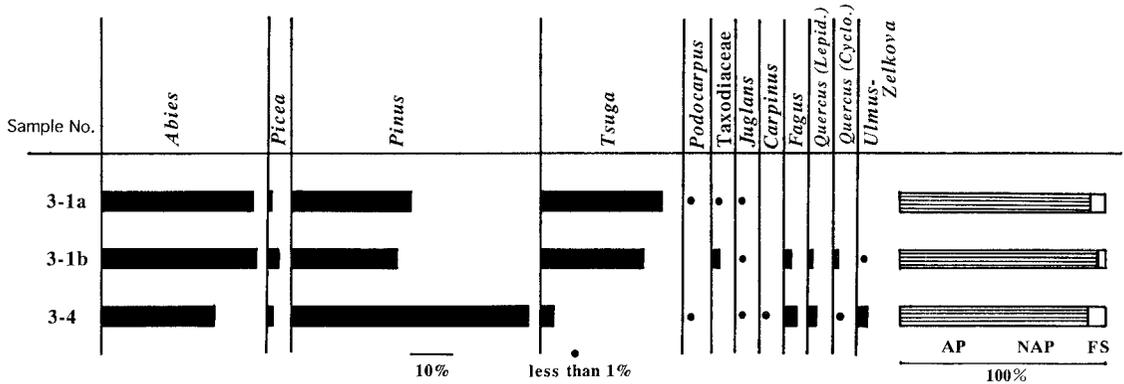


図 3 三尾野層の花粉分析ダイアグラム。

Fig. 3 Pollen diagram of Miono Formation.

## 2) 花粉化石

花粉分析用試料は、試料 3-1a を最上部の - 72.5 m 付近から、試料 3-1b を上部の - 72.8 m 付近から、試料 3-4 を下部の - 74.5 m 付近からそれぞれ採取した (図 2)。

花粉・孢子群集は *Abies*, *Pinus*, *Tsuga* などの針葉樹花粉が優占し、草本花粉やシダ植物孢子は極めて少ない。広葉樹では *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* など落葉性樹種がやや多産するのに対して *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) や *Castanopsis*, *Myrica* など暖温帯性の照葉樹は少ない (図 3)。貝化石群集からは沿岸内湾性の堆積場が推定されていることから、これらの針葉樹や落葉広葉樹は長距離の運搬によって搬入されたのではなく、堆積場の近傍に生育していたと判断できる。下部では *Pinus* の他、*Quercus* (*Lepidobalanus*), *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* が産するが、上部の 3-1a と 3-1b では *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹種が優占するので、上部の方がより寒冷化した気候を反映している可能性がある。

## 3) 渦鞭毛藻シスト化石

渦鞭毛藻シスト化石分析も花粉と同じ三つの層準で行った。優占グループは独立栄養性の *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites ramosus*, *Operculodinium centrocarpum* sensu Wall and Dale, と従属栄養性の *Brigantedinium* spp. である。その他、独立栄養種では *Lingulodinium*

*machaerophorum* や *Scrippsiella trochoidea* が、従属栄養種では *Selenopemphix nephroides*, *Selenopemphix quanta* が多い。全ての試料で *O. centrocarpum* の産出頻度が極めて高い (図 4)。Matsuoka (2000) は福江島南東方海域 (図 1 の EST-3 地点) の表層堆積物には *Spiniterites bulloideus* や *Spiniterites hyperacanthus*, *B. spp.* が優占する渦鞭毛藻シスト群集を報告しているが、その群集は三尾野層の渦鞭毛藻シスト群集と異なっている (図 4)。三尾野層に見られる *O. centrocarpum* が優占し、*Spiniferites* spp. や *Brigantedinium* spp. も多産する群集は、暖流と寒流の混合域である現在の三陸沖の表層堆積物に認められる (Matsuoka, 1976)。これとほぼ同様の渦鞭毛藻シスト群集は男女海盆海底堆積物の AT 火山灰降下層準にも認められ、それは現在のような対馬暖流の影響下ではなく、寒流系水塊の影響下での堆積であると推定している (Matsuoka, 2000)。三尾野層の堆積域も現在のような対馬暖流のみの影響下にあるのとは異なり、おそらく日本海からの寒流が五島沖まで南下していた環境であったと考えられる。

## IV. 三尾野層の年代

三尾野層の年代については、長岡ほか (1996) は含まれる貝化石の  $^{14}\text{C}$  年代測定を行い、三尾野層は 40,000 yrBP より古いという結果を得ている。

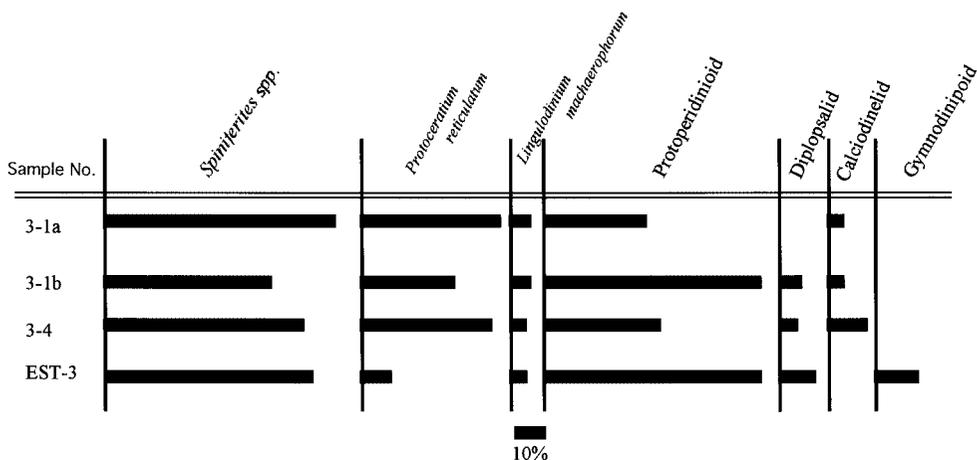


図 4 三尾野層の渦鞭毛藻ダイアグラム。  
EST-3 は福江島南方の表層堆積物の結果。

Fig. 4 Dinoflagellate cyst diagram of Miono Formation.  
EST-3 : Recent surface sediment off Fukue Island, the East China Sea.

表 2 玄武岩類の K-Ar 年代測定データ。

Table 2 K-Ar Dating of the basaltic lavas.

Sample name	K (wt. %)	<sup>40</sup> Ar (10 <sup>-8</sup> ccSTP/g)	K-Ar age (Ma)	Non Rad. Ar( % )
BL 2 (Koba Lava)	1.212 ± 0.024	1.75 ± 0.37	0.37 ± 0.08	93.3
		1.76 ± 0.35	0.38 ± 0.08	92.7
BL 1 (Daienji Lava)	1.192 ± 0.024	1.94 ± 0.43	0.42 ± 0.09	93.3
		1.58 ± 0.39	0.34 ± 0.08	94.1

今回、三尾野層下位の標高 - 76.0 m 付近の玄武岩 BL-1 と上位の標高 - 73.0 m 付近の玄武岩 BL-2 の 2 層準について全岩試料の K-Ar 年代測定を行った。測定は各試料 2 回行い、その結果、BL-1 から 0.34 ± 0.08 Ma と 0.42 ± 0.09 Ma, BL-2 から 0.37 ± 0.08 Ma と 0.38 ± 0.08 Ma の K-Ar 年代値が得られた(表 2)。BL-2 は、二つの値がよく一致しているが、一方、BL-1 については二つの値があまり一致していない。その原因の詳細は不明であり、再検討の必要もあるが、現時点では BL-1 と BL-2 の噴出年代は 30 万 ~ 50 万年前と推定される。よって BL-1 と BL-2 の間にある三尾野層の年代は、約 40 万年前と推定される。

## V. 結 論

三尾野層の分布高度 - 75.7 ~ - 72.5 m と貝化石の示す堆積環境の水深から、堆積当時の相対的海面高度は - 70 ~ - 60 m と推定される。ハイドロイソスタシーの影響が顕著なことや海成段丘が未発達なことから、五島列島の第四紀テクトクスは安定的と考えられている (Nagaoka *et al.*, 1996; 長岡, 2001)。したがって、この高度は堆積当時の海面高度とほぼ一致しているとみなせるであろう。また、本層の花粉および渦鞭毛藻シスト化石は、総じて現在より寒冷な環境を示している。これらのことから、三尾野層は海面が現在より 60 ~ 70 m 以上低下していた寒冷な氷期に堆積した海成層と推定される。

分布高度や化石，年代測定から，三尾野層は約40万年前，現在より低海面で寒冷な時期の内湾性海成層と結論できる。約40万年前の三尾野層と約2万5千年前の男女海盆堆積物と異なった堆積年代にも関わらず，類似した寒冷気候を示す微化石群集が出現することは，東シナ海東部の環境が温暖化と寒冷化の周期的な変化に対応していたことを示しているといえる。年代から見て，三尾野層は約34万年前の海洋酸素同位体ステージ10あるいは約44万年前のステージ12(Shackleton, 1987; Rohling *et al.*, 1998)などに対比できると考えられる。ステージ10の海面低下量はおおよそ122～134mの間，ステージ2より大規模な氷期と言われているステージ12のそれは約139mとされている(Rohling *et al.*, 1998)。しかし，三尾野層の花粉および渦鞭毛藻化石は，堆積時の気候が，現在より相対的に寒冷であることを示しているが，三尾野層が示す-60～-70mの海水準はおそらく最大海水準低下期ではないこと，上下にある玄武岩質溶岩のK-Ar年代値の誤差が10万年以上あることなどから，現時点では三尾野層がどちらのステージに対比できるか判断できない。なお，このような氷期の海成層が保存されたのは，三尾野層が堆積直後にBL-2の厚い溶岩流に覆われ，浸食から保護されたためと考えられる。

## VI. ま と め

五島列島福江島の鬼岳火山群北部で行われたボーリング試料の玄武岩基底付近の標高-75.7～-72.5mから海成層を三尾野層として記載した。三尾野層は，厚さ3.2mのシルト質砂層で，含まれる貝化石は浅い内湾底の堆積環境を示す。花粉化石は *Abies* や *Picea* などの針葉樹を主体とし，現在より寒冷な気候を示している。渦鞭毛藻化石は，現在のような対馬暖流の影響下にある五島列島付近の海域とは異なり，北上する暖流と日本海から南下していたと見られる寒流が混合するような海況を示している。このような事実から，海面が現在より60～70mほど低下した寒冷な時期に形成された地層と推定される。また，上下の玄武岩のK-Ar年代から，三尾野層の年代は約40万年

前と推定された。

## 謝 辞

福江市役所からはボーリングコアの提供を受けた。また，長崎大学名誉教授の鎌田泰彦博士には，以前採取されたコアや現地の情報などを提供いただいた。記して謝意を表します。なお現地調査で大変お世話になった福江市役所の中島栄一氏は，残念ながら2003年9月に亡くなられた。感謝と同時にここに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

## 文 献

- 河田清雄・鎌田泰彦・松井和典(1994)「福江」図幅地域の地質・地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所。
- 松井和典・鎌田泰彦・倉沢 一(1977)「富江」図幅地域の地質・地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所。
- Matsuoka, K. (1976) Recent thecate and fossilized dinoflagellates off Hachinohe coast north-eastern Japan. *Bull. Seto Marine Biological Laboratory, Kyoto University*, **33**, 351-369.
- Matsuoka, K. (2000) Paleoclimatological events in the East China Sea during the latest Pleistocene to Holocene. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium "Marine Environmental Study on the East China Sea and Yellow Sea" 9-18, Cheju National University, Cheju, Korea.*
- 松島義章(1984)日本列島における後氷期の浅海性貝類群集 特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), **15**, 37-109.
- 長岡信治(2001)大地形の発達史. 町田 洋・太田陽子・河名俊男・森脇 広・長岡信治編:日本の地形7「九州・南西諸島」. 東京大学出版会, 287-298.
- 長岡信治・松岡数充・松島義章・奥野 充・中村俊夫(1996)五島列島鬼岳火山群基底の海成更新統. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, **VII**, 243-251.
- Nagaoka, S., Yokoyama, Y., Nakada, M. and Maeda, Y. (1996) Holocene sea-level change in the Goto Islands, Japan. *Geogr. Repts. Tokyo Metropolitan Univ.*, **31**, 11-18.
- 長岡信治・古山勝彦・新井房夫・松岡数充(2002)五島列島南部の鬼岳単成火山群の噴火史. 日本第四紀学会講演要旨集, **32**, 124-125.
- Rohling, E.L., Fenton, M., Jorissen, F., Bertrand, P., Ganssen, G. and Caulet, J.P. (1998) Magnitudes of sea-level lowstands of the past 500,000 years. *Nature*, **394**, 162-165.
- Shackleton, N.J. (1987) Oxygen isotopes, ice volume and sealevel. *Quaternary Sci. Rev.*, **6**, 183-190.

(2003年5月15日受付, 2003年10月27日受理)