鹿児島県種子島の中新統茎永層群の層序と年代

井 上 恵 介*

Stratigraphy and geologic age of the Miocene Kukinaga Group in Tanegashima Island, Kagoshima Prefecture, Japan

Keisuke Inoue*

(Abstract)

The Miocene Kukinaga Group of Tanegashima Island off the southern part of Kyushu yields abundant warm-water molluscan fossils. It attains a maximum thickness of about 1800 m and is divided into the Tashiro, Kawachi and Osaki Formations in ascending order. The Tashiro Formation rests unconformably on the Paleogene Kumage Group of the Shimanto Terrane, with a conspicuous basal conglomerate. The Kawachi Formation conformably overlies the Tashiro Formation and consists mainly of massive mudstone with intercalations of pebbly conglomerates, medium-grained sandstones and lignites. It yields abundant molluscan fossils of intertidal to upper littoral zones. The Osaki Formation composed mainly of sandstone can be divided into following five members; the Utoura conglomeratic sandstone, Ohtakezaki alternation, Takezaki conglomerate and sandstone, Hirota alternation, and Yoshinobuzaki sandstone Members in ascending order. Many shallow sea molluscan fossils occur in these Members. The Kukinaga Group is unconformably overlain by the Quaternary Tajima Formation or volcanic ash sediments.

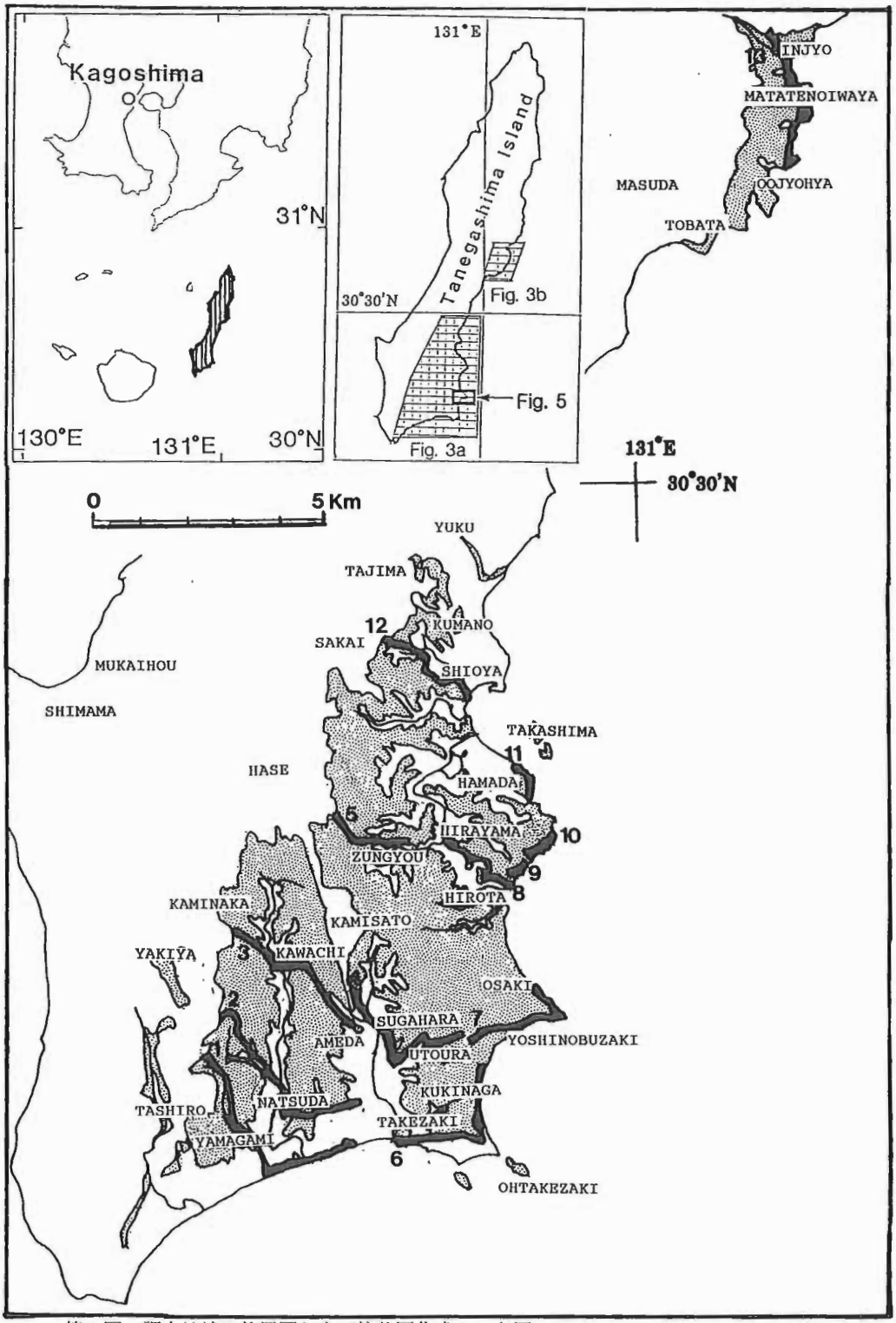
The Osaki Formation is assignable to the Middle Miocene (N13–15) in age on the biostratigraphy of planktonic foraminifers obtained from the Hirota alternation Member. The age of the Kukinaga Group in thus estimated to be the Middle to early Late Miocene based on those foraminifers and specific composition of molluscan assemblages.

The occurrence of tropical to subtropical molluscs and crustaceans suggests that marine climate around Tanegashima Island was tropical to subtropical conditions during the Middle Miocene age. A tropical to subtropical marine fauna named here "Kukinaga Fauna" was flourished under a strong influence of the warm water current at the time resulted from a remarkable warming of marine climate around 11 Ma (Climatic Optimum 2 of Barron & Baldauf, 1990).

はじめに

種子島の中新統茎永層群は，基盤の古第三系熊毛層群を斜交不整合に覆って，種子島の主に

* 名古屋大学理学部地球惑星科学教室. Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Nagoya 464-01
1992年10月13日受理



第1図 調査地域の位置図および柱状図作成ルート図

Fig. 1 Index map and locality map of studied area with routes of columnear section. The dotted areas show the distribution of the Kukinaga Group.

南東部に分布している．茎永層群の地質層序は，Hanzawa(1935)による調査以来，Hayasaka（1969, 1988），露木ほか（1980）等により明らかにされてきた．しかし，従来の層序は概略的であり，層序区分，地層の分布状況に不明な点が残されている．筆者は，茎永層群の地質調査を行い，従来の3累層区分を再確認すると共に，大崎累層を5部層に区分した．さらに大崎累層より地質時代決定に有効な浮遊性有孔虫化石を抽出し，明確に地質時代を特定できた．また，茎永層群より多産する貝類化石から推定される古生態学的情報を加えて，日本列島の新第三紀に見られるイベントの中で本層群がどのように位置づけられるか検討した．

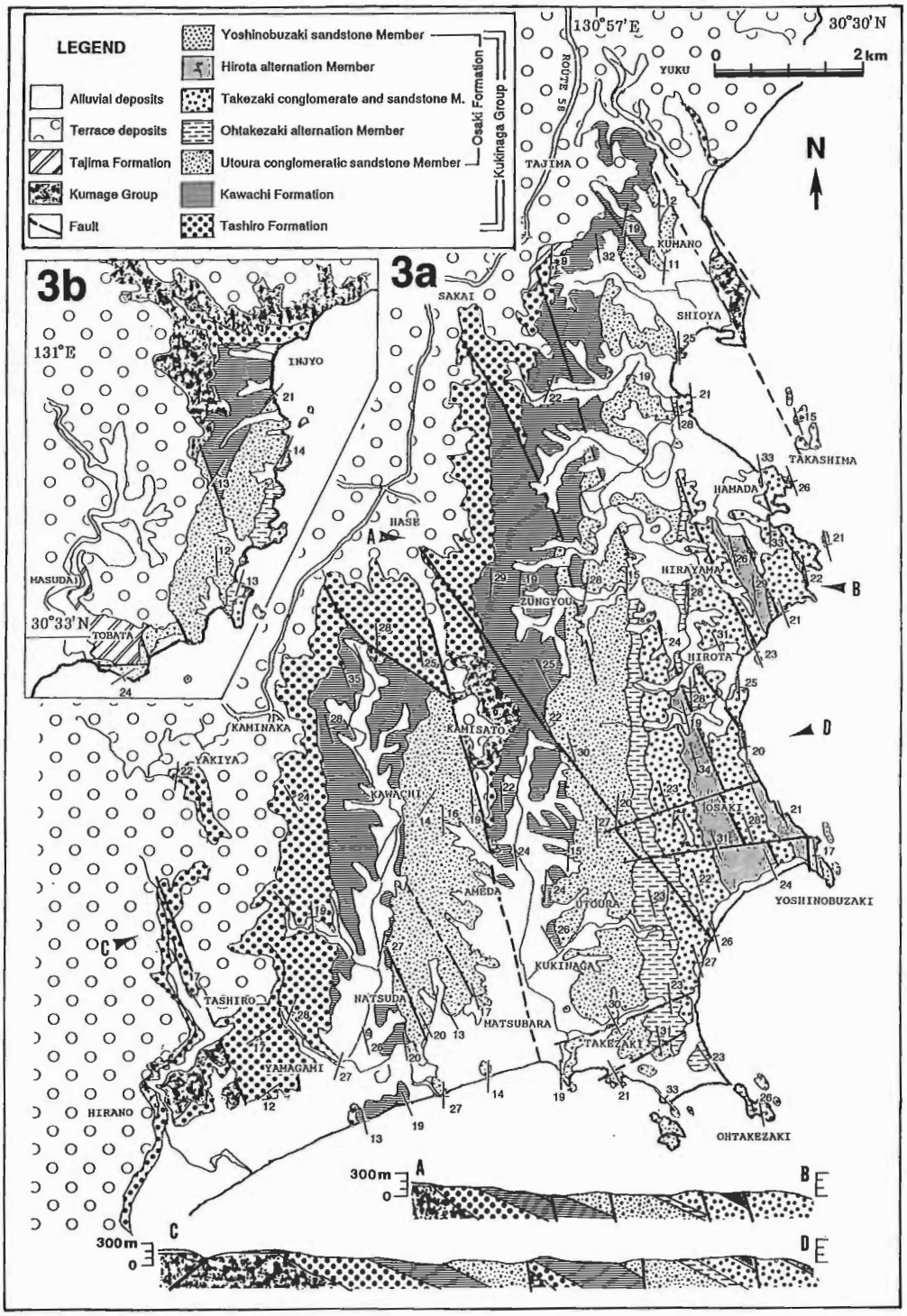
本研究を進めるにあたり，名古屋大学理学部糸魚川淳二教授には終始御指導・御助言をしていただいた．同学部の小澤智生助教授，延原尊美氏には，現地での調査を手伝っていただくとともに，御助言と励ましをいただいた．東北大学理学部斎藤常正教授には，大崎累層産浮遊性有孔虫化石の鑑定並びに，地質時代について貴重な御教示をいただいた．植物化石については，愛知県立旭稜高校教諭の伊奈治行氏に，十脚甲殻類化石については，名古屋大学の柄沢宏明氏にそれぞれ鑑定して頂くとともに有益な御教示をいただいた．地質調査所の佐藤喜男博士には野外調査などにおいて有益な御助言をいただいた．ここに記して厚く感謝いたします．

地　質　概　説

種子島は，琉球弧の最も東側に位置する島で，小西（1965）の構造区分に従えば，熊毛累帯に属する．種子島の基盤は，西南日本外帯に発達する四万十帯の延長である古第三系熊毛層群である．その上位に斜交不整合で茎永層群が単斜構造を呈して重なる．その走向はほぼ南北で，東に20°-30°傾斜している．中新統茎永層群は，下部の礫岩層から，泥岩層を経て，上部の砂岩層，あるいは砂岩泥岩互層へといたる整合一連の堆積物である．以上の地層は，第四系の田島累層や鬼界カルデラ起源の火山灰層に不整合で覆われている．位置図を第1図に，総合柱状図を第2図に示す．

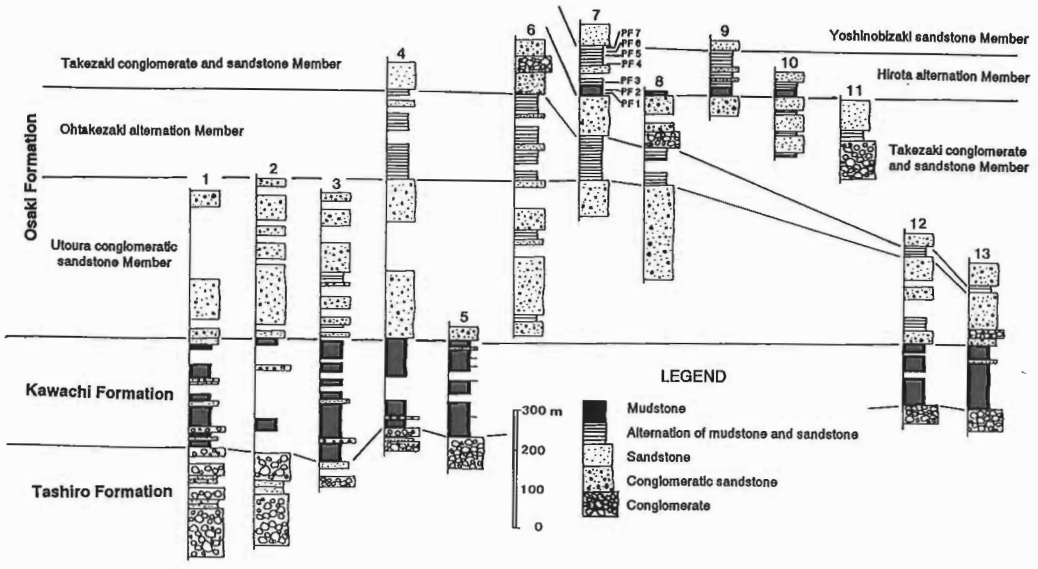
Age	Lithostratigraphic Unit			Thickness	Columnar Section	Lithofacies
Quat.	Tajima Formation			50m +		Pumiceous sandstone
Miocene Late	Kukinaga Group	Osaki Formation	Yoshinobuzaki sandstone M.	50 +		Massive sandstone
			Hirota alternation Member	130 +		Alternation of mudstone and sandstone, massive mudstone
			Takezaki conglomerate and sandstone Member	270 -350		Conglomerate and sandstone
			Ohtakezaki alternation Member	< 200		Alternation of siltstone and sandstone
Middle			Utoura conglomeratic sandstone Member	420 -480		Conglomeratic coarse sandstone
		Kawachi Formation		270 +		Mudstone with thick intercalations of sandstone and conglomerate
		Tashiro Formation		110 -330		Cobble to pebble conglomerate interbeded with sandstone
Paleogene	Kumage Group					Coarse to medium sandstone

第2図　総合柱状図
Fig. 2　Schematic stratigraphic column for the study area.



第3図　調査地域の地質図および地質断面図

Fig. 3　Geologic map and cross sections of the study area.



第4図　柱状図，および浮遊性有孔虫試料採取層準．柱状図作成ルートは第1図に示す．

Fig. 4　Columner sections of the Kukinaga Group and stratigraphic positions of the samples for planktonic foraminiferal study. Routes of the section are shown in Fig.1.

地　質　各　説

地質図及び地質断面図を第3図に，柱状図を第4図に示す．

1．熊毛層群（Kumage Group）

種子島の基盤である熊毛層群は，Hanzawa (1935) により定義され，これまで，Hayasaka et al.(1980) による地質層序学的研究と岡田ほか (1982) による放散虫化石を用いた地質年代学的研究がある．

本調査地域では，Hayasaka et al. (1980) の二十番累層相当層と推定される灰白色塊状中粒砂岩の熊毛層群が，南種子町の大曲，上中の東，中種子町坂井の東，そして熊野神社付近に露出している．下限は不明である．

2．茎永層群（Kukinaga Group）

Hanzawa (1935) は，基盤の熊毛層群を覆い，種子島の主に南東部に分布する地層に対して Kukinaga Beds (茎永層群) と命名した．その後，尾崎 (1954) をはじめとして茎永層群を対象とした地質学的・古生物学的研究が行われたが，残念ながら論文として研究結果が公表されなかった．そして，Hayasaka (1969) により改めて調査・研究が行われ，下位より田代累層，河内累層，そして大崎累層が設定された．

(1) 田代累層（Tashiro Formation）

［模式地および層厚］　南種子町下中および上中から田代への林道沿い．模式地において層厚約330mであるが，北に向かって層厚を減じ，中種子町坂井の東付近では，約110mである．

［層序関係］　下位の熊毛層群とは不整合関係で重なる．

［分布］　南種子町下中に広く分布し，中種子町坂井の東方まで南北方向に，徐々に北ほど薄くなりながら分布する．さらに北方の中種子町犬城では，局所的に分布し，海岸にわずかに露出している．このほか，南種子町焼野の南の道沿いにも分布する．

［岩相］　本層は，主として巨礫－中礫サイズの円礫からなる．礫種は，熊毛層群の中粒砂岩が大部分を占める．南種子町田代付近に分布する本累層下部層準では，礫径が大きい上に淘汰度は悪く，層理は未発達である．本累層上部では，礫径は中礫から細礫に変化し，青灰色極粗粒砂岩層の挟みや炭質物がみられる．しかし，その砂岩層や細礫層の多くはレンズ状で連続しない．そして礫岩層には層理が発達するとともに，一部スランプ相もみられる．南種子町下中海岸の田代累層最上部では，斜交層理が発達している．

(2) 河内累層 (Kawachi Formation)

［模式地および層厚］　早坂ほか (1983) では，南種子町河内付近を模式地としているが，その後の道路工事などにより地層の露出状況が悪化したので，本研究では，地層が連続的に露出している南種子町下中海岸沿いから夏田東付近までを本層の模式地とする．そこでは，下位の田代累層および上位の大崎累層との地層境界部分も明確である．しかし，累層名については，地形図上において新模式地に適当な地名がないこともあり，従来の河内累層を用いる．模式地において，層厚約270m．

［層序関係］　下位の田代累層とは，整合関係である．下中海岸の連続露頭の西端において，田代累層最上部の斜交層理の発達する礫岩の上に重なる厚い泥岩層下部より河内累層とする．南種子町管原から冷水にかけての道沿いでは，基盤である熊毛層群の塊状砂岩層に河内累層がアバットの関係で接し，田代累層を欠いている．

［分布］　南種子町下中から河内へほぼ南北に帯状に分布．そして上里断層をはさんで東側でも南種子町立茎南小学校付近より中種子町塩屋の西まで南北に分布する．中種子町増田地区では，犬城付近に分布する．

［岩相］　本累層は，主として黒色から暗褐色の塊状泥岩よりなる．南種子町下中海岸に分布する河内累層下部では，塊状泥岩に中礫岩層が多くはさまれ，泥岩層と礫岩層とが指交関係を示す層準もある．泥岩は，多くの場合炭質物を含んでおり，風化作用に対し弱い．また，極粗粒－粗粒砂岩層の挟みには，茶褐色のサンドパイプ状生痕化石がみられる．

南種子町茎永，水牛，中種子町塩屋付近に分布する河内累層上部では粗粒化し，中粒－粗粒砂岩層が発達する．下部層と上部層において比較的多くの大礫－中礫サイズの球形あるいは，5～15cmの厚さの層状の赤褐色泥岩ノジュールがレンズ状に存在する．これらのノジュールからは，十脚類化石や貝類化石が産出する．また，下部層，上部層には *Crassostrea gigas* (Thunberg) の密集した特徴的な薄層が，数枚みられる．

［化石］　本層からは多くの地点で貝類化石が産出する．泥質岩相より，*Vicarya yokoyamai* Takeyama, *Vicaryella* sp., *Cerithideopsilla* sp., *Telescopium telescopium* (Linnaeus), *Batillaria* cf. *murayamai* Yokoyama, *Crassostrea gigas* (Thunberg), *Donacilla picta* Dunker, *Anisocorbula* sp., *Atys* sp., *Anadara shimonakaensis* Hayasaka, *Cyclina sinensis* (Gmelin), 上部の泥質砂岩相より，*Suchium* sp., *Cycladicama cumingii* (Hanley), *Solen gordonis* Yokoyama, *Clementia papyracea* (Gary), 等が産出する．また，下中海岸及び水牛付近の数地点から，*Thalassina anomala* (Herbst), *Upogebia* sp., *Scylla ozawai* Glaessner, *Philyra* sp., *Macrophthalmus* sp., *Halice* sp.などの十脚甲殻類化石が多く産出する．このほかに，同じく下

中海岸の上部の砂岩層より腕足動物化石 *Lingula anatina* Lamarck が産出する．

(3) 大崎累層 (Osaki Formation)

大崎累層は下位の河内累層に比べ粗粒の堆積物より構成されている．岩相の違いにより，5部層に細区分し，下位より，宇都浦礫質砂岩部層，大竹崎互層部層，竹崎礫岩砂岩部層，広田互層部層，吉信崎砂岩部層を新たに設定した．

(3-i) 宇都浦礫質砂岩部層 (Utoura conglomeratic sandstone Member)

［模式地および層厚］　南種子町茎永地区宇都浦付近．模式地において，層厚約480m．

［層序関係］　下位の河内累層とは整合関係．

［分布］　南種子町夏田から河内の東へ南北に帯状に分布する．そして，上里断層をはさんで東側でも竹崎から平山まで分布する．中種子町増田地区では，大塩屋から馬立岩屋付近に分布する．

［岩相］　本部層は黄灰色の含細礫粗粒－中粒砂岩を主体とし，大礫から中礫サイズの礫を多く含む斜交層理砂岩から構成される．中種子町馬立岩屋付近では，特に粗粒化が著しく，中礫－細礫の角礫岩層を挟む無層理大礫岩層が発達する．この礫層は，熊毛層群に由来する中粒砂岩や黒色頁岩などの礫により構成されている．

南種子町茎永から竹崎にかけての本部層には，風食が進んだ露頭が数多くみられる．また南種子町水牛付近，中種子町大塩屋の本部層の表面は風化によって褐色－赤茶色を呈している．

宝満の池北などでは中粒砂岩層中に，堆積時の海岸線を示すヒメスナホリムシ(小山，1983)のものと思われる生痕化石がみられる．

(3-ii) 大竹崎互層部層 (Ohtakezaki alternation Member)

［模式地および層厚］　南種子町の宇宙開発事業団種子島宇宙センターの竹崎射場から南東沖合いの大竹崎．模式地においては，層厚約200mであるが，北に向かってしだいに層厚を減じる．

［層序関係］　下位の宇都浦礫質砂岩部層とは整合関係．

［分布］　南種子町南東部の竹崎射場から沖合いのゴウナ・大竹崎において最も厚く発達し，北へ帯状に分布する．しかしながら，本部層は北へ伸びるにしたがって徐々に層厚が減じるとともに，その分布幅も狭くなる．そして，中種子町熊野では，ほとんど認められなくなる．さらに北方では，中種子町の中之山レーダーの東付近に分布し，大塩屋東の海岸部に小露出がある．

［岩相］　本部層は，厚さ10-30cm 程度の泥質細粒砂岩層と厚さ 5 -20cm 程度の中粒－細粒砂岩層との互層からなる．泥質細粒砂岩部では，種々の生痕化石があり，生物擾乱が認められる．大竹崎の本部層中には，厚さ数mの粗粒－中粒塊状砂岩層も見られる．その砂岩層には，異地性の貝類化石片をふくむ巨礫大のノジュールが存在する．

［化石］　全般に，貝類化石を多産し，泥質細粒砂岩層の泥質部より，*Crassostrea gigas* (Thunberg), *Cyclina sinensis* (Gmelin), *Donacila picta* Dunker などを産出する．そして砂質部より，*Cycladicama cumingii* (Hanley), *Anadara shimonakaensis* Hayasaka, *Suchium* sp., *Clementia papyracea* (Gray) などを産出する．竹崎射場内の道沿いの露頭から，*Carcinoplax* sp.の十脚甲殻類化石が産出する．

大浦川河口の左岸と中種子町大塩屋東の海岸の限られた層準ではあるが，*Mucuna chaneyi* Ishida, *Quercus protoacuta* Suzuki, *Q. nathorstii* Kryshtofovich, *Q. mandralisca* Gaudin,

Machilus ugoana Huzioka, *M. nathorstii* Huzioka, *Comptonia naumannii* Huzioka, *Keteleeria ezoana* Tanai, *Cinnamomum* sp., *Parabenzoin protopraecox* Tanai の植物化石が産出した．これらの植物化石は台島型の植物群（Tanai, 1961）に相当する．

(3-iii) 竹崎礫岩砂岩部層（Takezaki conglomerate and sandstone Member）

［模式地および層厚］ 南種子町竹崎の種子島燈台下の海岸．模式地において，層厚約350m．

［層序関係］ 下位の大竹崎互層部層とは，整合関係．

［分布］ 南種子町の種子島燈台下より北に帯状に伸び，断層に切断されながらも，浜田港から千座岩屋付近にも分布する．中種子町大塩屋の東の黒瀬ノ鼻などの海岸にも分布する．

［岩相］ 本部層は，大礫－中礫を含む細礫岩と，生痕化石や偽礫を含む黄灰色粗粒－中粒砂岩とからなる．種子島燈台下の連続した露頭では，斜交層理の発達した大礫質細礫岩がみられる．浜田港，平山地区西之町付近そして熊野簡易郵便局の裏などでは，塊状無層理の中礫岩が露出しているが，水平方向への連続性は乏しい．

一方，黄灰色の粗粒－中礫砂岩は，中－細礫大の泥岩の偽礫を多く含む．そして，ウニ化石や貝類化石を含み，茶褐色で大礫サイズのノジュールもみられる．また浜田沖の竹島，千座岩屋の南および大浦川河口付近の本部層砂岩部には，コンボリュートラミナやトラフ型の斜交層理の発達が顕著で，中礫岩層が多く挟まれる．

本部層最上部の塊状砂岩層には，40-50cm の厚さの層状－レンズ形のノジュールが2-3枚挟まれており，上位の広田互層部層最下部の塊状泥岩層とともに，本部層の境界を認識する時の鍵層となっている．広田港，広田東および熊野の海岸に分布する本部層上部の砂岩層に，ヒメスナホリムシのものと思われる生痕化石が認められる．

［化石］ 本部層の砂岩層より，*Paphia exilis exilis* Shuto, *Phacosoma suketoensis* (Otuka), *Megacardita* sp., *Tibia fusus* (Linnaeus) の貝類化石が産出する．広田港南方より，ウニ化石 *Astriclypeus mannii minoensis* Morishita が産出する．

(3-iv) 広田互層部層（Hirota alternation Member）

［模式地および層厚］ 南種子町吉信崎から広田の東の海岸．模式地において，層厚約130m．

［層序関係］ 下位の竹崎礫岩砂岩部層とは，整合関係．

［分布］ 種子島宇宙センターの大崎射場から浜田南付近に分布する．

［岩相］ 本部層は，厚さ10-50cm 程度の泥岩層と厚さ5-20cm 程度の泥質砂岩層との有律的な互層からなる．本部層の最下部には，黒色塊状泥岩が発達する．この泥岩中に小礫サイズの赤褐色ノジュールがみられ，このノジュールから十脚甲殻類化石などが産出する．

［化石］ 塊状泥岩と泥岩質砂岩泥岩互層の泥質部より，*Cycladicama cumingii* (Hanley), *Striarca uetsukiensis* Hatai & Nisiyama, *Atrina* sp.などの貝類化石が多く産出する．また本部層の泥質部より *Callianassa* sp., "*Dardanus*" sp., *Cancer* sp., *Mursia* sp., *Parthenope* sp., *Scylla ozawai* Glaessner, *Carcinoplax* spp., *Actumnus* sp., *Macrophthalmus* sp.の十脚甲殻類化石が産出した．

(3-v) 吉信崎砂岩部層（Yoshinobuzaki sandstone Member）

［模式地および層厚］ 南種子町吉信崎東端．模式地において，層厚約50m．

［層序関係］ 下位の広田互層部層とは，整合関係．

［分布］ 南種子町の吉信崎最東端と，平山地区西之町東に南北帯状に分布し一部海岸に露出

している．

［岩相］　本部層は，全体として黄灰色中粒砂岩からなる．最下部は，無層理塊状砂岩となり，大礫から巨礫サイズのノジュールをはさむ．中部では，砂岩層に層理面が認められ，やや細粒のシルト質砂岩の薄層も挟む．

3．第四系　田島累層（Tajima Formation）

Hayasaka (1973) が，南種子町島間に産出する“pectinid-brachiopod fauna”を報告した際，主に種子島中部に分布する増田累層に相当する種子島南部の“鮮新統”に対し，模式地など不明確のままこの累層名を用いた．露木ほか (1980) では，本調査地域に分布している“鮮新統”に対し“増田層”を用いているが，その層序，分布について充分に明らかにされていない．本研究では，その実体について不明確な部分が残るものの，この累層名を用いることにする．

［模式地および層厚］　南種子町立上方中学校東の海岸から県道沿い．模式地では，層厚約50 m．本調査地域内では，約30mの厚さである．

［層序関係］　下位の熊毛層群，茎永層群とは，不整合の関係．

［分布］　本調査地域では，中種子町坂井の東の道沿いと，戸畑付近に分布する．

［岩相］　本調査地域内において本層は，斜交層理の発達する黄灰色凝灰質細粒砂岩を主体とする．層準によっては，小礫質砂岩であったり，軽石質砂岩であったりする．中種子町戸畑南の海岸露頭では，本層が下位の茎永層群に基底礫岩をもって斜交不整合に重なる．

［化石］　南種子町島間港付近の海岸から，Hayasaka (1973) によって多量の貝類化石，腕足動物化石が報告されているが，本調査地域内に分布する田島累層からは，大型化石は発見できなかった．八田 (1988) は，早坂他 (1983) の stop 9 より浮遊性有孔虫化石を抽出し，その地質時代は更新世（Blow, N22）であろうと推定している．

地　質　構　造

種子島に分布する中新統茎永層群は，走向はほぼ南北で，東に20°-30°傾斜した単斜構造を呈して基盤の熊毛層群に重なる．

南種子町には，北北西－南南東の走向で70°-80°の東傾斜の右逆すべり断層（岩松・横田，1989）が多く認められる．特に南種子町広田から浜田までの海岸にみられる走向すべり断層群は，茎永層群大崎累層の層序を分断し，地質構造を複雑にしている．このうち，南種子町河内北から雨田付近まで伸びる断層は，上里断層（早坂，1983）と呼ばれ，茎永層群を分断するように存在している．

中田 (1968) は，種子島の海岸段丘と地殻変動についての報告の中で，北西－南東方向の直線的な急崖を認めている．本調査地域内に限ってみれば，下田－油久断層崖，阿高磯断層崖がそれにあたる．茎永層群分布域に認められた右逆すべり断層は中田 (1968) の断層崖と同じ地殻変動で形成されたものであろう．

この他に西北西－東南東の走向をもつすべり断層が大崎射場，竹崎地区などの南種子町東部地域で認められる．また，田代から焼野にかけては，ほぼ南北走向で西傾斜の正断層が認められる．これらの断層は，中田 (1968) が述べている種子島における中新統以降の継続的な南西部が隆起する撓曲運動に起因する断層系の一部と推定される．

茎永層群の堆積盆地の形成過程と堆積環境

各累層，および各部層の分布あるいは岩相の特徴に基づいて，茎永層群の堆積盆地の形成過程と堆積環境を推定する．

茎永層群の地層分布の特徴として，南部ほど地層が厚く広く分布している事があげられる．このことから，堆積物は南から供給され，種子島南部の地域を中心として堆積したことが考えられる．次に，各累層堆積時の堆積場の中心を地層が最も厚い地点から推定すると，田代累層堆積時には南種子町下中付近，大崎累層後期には，吉信崎から広田付近が推定される．また，大崎累層堆積時における堆積物の供給源を砕屑粒子の大きさから推定すると，南西方向が推定される．その理由は，南種子町夏田から松原にかけて礫層の挟みも多く，粗粒であるのに対し，北方の河内から雨田にかけては，砂岩層に挟まれる礫層は少なく，比較的多くの暗灰色シルト質細粒砂岩層が多く挟まれるからである．下位の河内累層においても南部に分布している地層ほど礫層の挟みが多い．これらのことから，茎永層群堆積時には，南西にあった後背地が隆起するとともに，河川による削剝，運搬が盛んに行われたことにより，茎永層群を堆積させた砕屑物の供給の中心は，南種子町郡原から里にかけてであったと推定される．そして，堆積盆の中心は，上位の地層が堆積するにつれて北東方向へ移動したと推定される．

次に，各累層ごとに産出化石および堆積相に基づいて，茎永層群の堆積環境を下位より順に考察する．

田代累層堆積時は，デルタ域が想定される．河内累層になり汽水域を多くかかえる潮間帯が広がると共に，一部には，湾央部から湾口部の浅海域が出現し，また外洋水の影響も多少受ける上部浅海域も生まれた．大崎累層堆積時には，外洋に面した上部浅海域が想定され，侵食谷底などでは，陸域から河川により供給された礫により一気に埋積されたところもあった．大崎累層中部までは，上部浅海帯の範囲内で水深が変動していたが，大崎累層上部にかけては，下部浅海帯（水深約100m前後）まで深くなった後，再び上部浅海帯になったと推定される．

従来からも河内累層産熱帯性貝類の証拠として東南アジアなどのマングローブ沼に生息する *Telescopium* 属センニンガイの産出が知られていた（Iwasaki, 1970；Itoigawa, 1978）．今回，河内累層からは *Thalassina anomala* (Herbst) などの十脚甲殻類化石（柄沢，1990），大崎累層からは，*Tibia fusus* (Linnaeus) などの熱帯－亜熱帯性貝類が産出した．これらの事実は種子島が，茎永層群堆積時に熱帯－亜熱帯的海洋気候環境下に位置していたことを指示する．

一方，大崎累層大竹崎互層部層中より，台島型植物群に相当する植物化石が産出した．この事実は，大崎累層堆積時に種子島の陸上部は暖温帯の気候帯に属していた事を示唆する．つまり，浅海域では熱帯－亜熱帯性の貝類・十脚甲殻類化石が繁栄していたのに対し，陸上では，暖温帯の植物化石が繁茂していた状況を明らかにするものである．山野井（1986）は“海岸古気候事件のミステリー”として内陸部の植生と沿岸部の植生から導かれた古気候が一致しないことを指摘し，その理由を述べている．そこで述べられていることは，種子島においても適用できると考えられる．つまり，植物相が変化するには，暖温期間が短かったために，植物と貝類の化石が指示する気候帯に違いが生じたと考えられる．

茎永層群は，基盤である熊毛層群の東側にプログラデーションしながら堆積していったことが推定され，前弧海盆堆積物と判断される．

茎永層群の地質年代

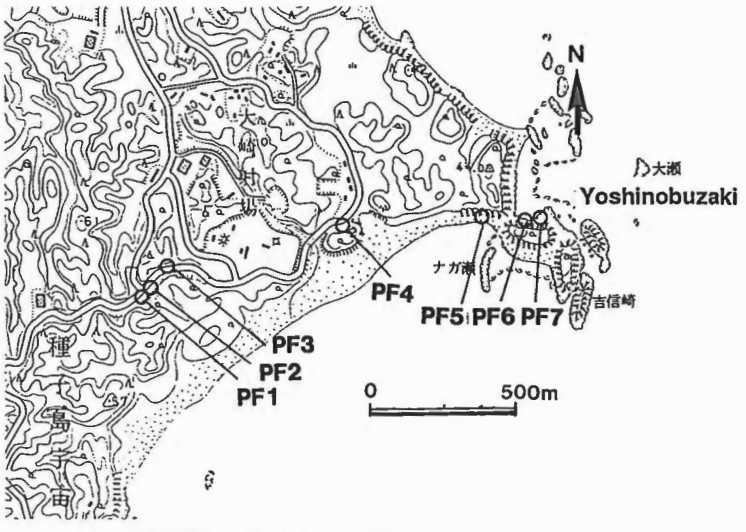
中期中新世初頭の日本付近に認められているトロピカルスパイク（Itoigawa, 1989）によってもたらされた貝類化石群集は，黒瀬谷ファウナ（Itoigawa, 1988；糸魚川，1990）としてまとめられている．従来，河内累層の地質時代は *Vicarya* の産出に基づいて，中期中新世（N8-N9）と推定されていた（早坂，1979）．

今回，河内累層より貝類化石を採集し，その種構成を検討した結果，*Vicarya yokoyamai* Takeyama, *Vicaryella* sp., *Striarca uetsukiensis* Hatai & Nisiyama, *Chicoreus (Rhizophorimurex)* cf. *capuchinus* (Lamarck) などの黒瀬谷ファウナに特徴的な要素も含むものの，同ファウナに必ず伴われる *Tateiwaia* 属の種が本累層から産出しなかったばかりか，*Batillaria* cf. *murayamai* Takeyama, *Crassostrea gigas* (Thunberg), *Paphia exilis exilis* Shuto, などの台湾や宮崎の“鮮新統”から報告されている種が産出した．貝類化石の要素から判断するならば，河内累層の地質時代は，16M a 以降（中期中新世）と推定される．

大崎累層の生層序学的研究として八田（1988）の浮遊性有孔虫化石を用いた研究があり，浮遊性有孔虫化石帯のN14-N18（Blow, 1969）が推定されている．

今回筆者は，八田（1988）が試料を採取した吉信崎付近を中心に試料を採取し，大崎累層広田互層部層の7地点より地質時代決定に有効な浮遊性有孔虫化石を抽出した．浮遊性有孔虫化石採取層準を第4図に，試料採取地点を第5図に示す．産出した浮遊性有孔虫化石は第1表に示される．本研究において，N13の *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (Blow), N14の *Globigerina nepenthes* Todd, が産出した．そして，Cordey（1967）によりN16から出現が知られている *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny)が産出しないことから，大崎累層の地質時代は，N13-N15と判断される．この結果は八田（1988）の結果と矛盾しない．

以上の結果から，浮遊性有孔虫化石と貝類化石からの年代学的証拠を総合して判断するならば，種子島の茎永層群の地質時代は，中期中新世から後期中新世初期と推定される．



第5図　浮遊性有孔虫試料採取地点図（国土地理院 1：25,000 地形図「種子島南部」による）

Fig. 5　Map showing the localities of the samples for planktonic foraminiferal study. (topographic maps: “Tanegashima nanbu”, scale 1：25,000 by the Geographical Survey Institute)

新第三紀のイベントと種子島の茎永層群

茎永層群から産出する貝類化石の古生物学的検討は，尾崎(1954)，Hayasaka（1969），Iwasaki（1970），Tsuda et al.,（1986）

第1表 浮遊性有孔虫化石一覧表
Table 1 Planktonic foraminifers from the Osaki Formation in Tanegasima Island.

Species \ Sample	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7
Globigerina bulloides d'Orbigny	●	–	–	●	–	–	–
G. nepenthes Todd	–	–	–	–	●	●	●
G. falconensis Blow	●	●	●	●	–	●	–
G. decoraperta Takayanagi and Saito	●	●	–	●	–	–	–
G. druryi Akers	–	–	–	●	–	–	–
G. cf. druryi Akers	–	–	–	–	–	●	–
G. quinqueloba Natland	●	–	●	–	–	–	–
G. praebulloides Blow	–	–	–	–	●	–	–
G. venezuelana Hedberg	–	–	–	–	●	–	–
Globigerinita gulitinata (Egger)	–	●	●	●	●	●	●
Globigerinella aequilateralis (Brady)	●	–	●	–	–	●	–
Globigerinoides obliquus Bolli	●	●	●	●	●	●	●
G. immaturus LeRoy	●	●	●	●	●	●	–
G. bollii Blow	●	–	–	–	–	–	–
G. quadrilobatus (d'Orbigny)	–	–	–	–	●	–	–
G. sacculifer (Brady)	–	–	–	●	–	–	–
Orbulina suturalis Bronnimann	●	●	●	–	●	–	–
O. universa d'Orbigny	●	–	●	–	–	–	–
Globorotalia siakensis LeRoy	–	–	●	●	–	–	–
G. clemenciae (Bermudez)	●	–	●	●	–	–	–
Globoquadrina dehiscens dehiscens (Chapman, Parr and Collins)	●	–	●	–	●	–	–
Sphaeroidenellopsis seminulina (Schwager)	–	–	–	–	●	–	–
S. subdehiscens (Blow)	●	–	●	●	●	●	●

らによって行われている．しかし，検討された貝類化石の多くは，河内累層産の汽水泥底群集であり，茎永層群全体を通しての貝類化石群集に関する報告はない．今回，河内累層からは *Thalassina anomala* (Herbst) などの十脚甲殻類化石（柄沢，1990），大崎累層からも，*Tibia fusus* (Linnaeus) などの熱帯－亜熱帯性貝類が産出した．これらの事実は種子島が，茎永層群堆積時に熱帯－亜熱帯的海洋気候環境下に位置していたことを指示する．

では，茎永層群から産出する化石群集は，世界的な新第三紀のイベントとどのように関連づけられるか年代論を含めて検討する．

いくつか認められているトロピカルスパイクのうち，*Vicarya* などを含む黒瀬谷ファウナ (Itoigawa, 1988) を成立させたものについては，中期中新世初頭の熱帯海中気候事件 (Mid-Neogene climatic optimum: Tsuchi, 1987) と呼ばれている．これに対し，Barron & Baldauf (1990) は，北太平洋の生物源珪質堆積作用を検討する中で，Climatic Optimum 1，2，3を認めた．このうち，Climatic Optimum 1は，Tsuchi (1987) の Mid-Neogene climatic optimum に等しい．Climatic Optimum 2は，N13-N14の時期に相当し，Climatic Optimum 3は，N17の時期に相当する．また，McGowran (1986) は，大型有孔虫の時空分布の資料から，熱帯フロントの新生代を通した変遷状況を推定している．両者の研究結果は調和的であり，新第三紀の期間における3回の世界的な海水面上昇の事実が認定される．そのような大きな海洋環境変化が，日本列島周辺の貝類相にも影響を及ぼしていると考えられる．

前述のように，黒瀬谷ファウナは，その成立時期，分布域の範囲，および貝類化石の種構成から判断して，Climatic Optimum 1を示すものであることはよく知られている．河内累層産の貝類化石についても，*Vicarya* を含み，そのほかの"Arcid-Potamid fauna"から構成されていることから，黒瀬谷ファウナと河内累層産の貝類化石は，同じ Climatic Optimum 1の熱帯フロントの影響を受けていたことが想定されてきた．しかし，潮間帯泥底群集を代表するウミニ

ナ科についてそれぞれの産出種を比較すると，本州と種子島では，*Vicarya* を除いて同属異種の種類が産出している．本州各地で多量の産出が知られる *Tateiwaia* 属に至っては，予想に反して種子島において筆者は発見できなかった．これらの事実より，本州の黒瀬谷ファウナと河内累層の潮間帯泥底群集の間に高い共通性を認めることはできない．そして，河内累層については，時代決定に有効な微化石が産出せず地質年代について確定できない以上，N8-9の Climatic Optimum 1の熱帯フロントと河内累層産の貝類化石を関連させて考えることができないと言える．

大崎累層の年代は，浮遊性有孔虫化石からN13-N15が指示され，かつ産出する熱帯－亜熱帯性貝類化石の証拠から Climatic Optimum 2の影響を受けたことは，確かである．さらに，河内累層と大崎累層のそれぞれ同じような堆積環境から産出する貝類化石を検討すると，両者に共通する種類がある．両累層に多産する貝類として，潮間帯泥底群集からは，*Crassostrea gigas* (Thunberg), *Donacila picta* Dunker, 上部浅海帯砂底群集からは，*Anadara shimonakaensis* Hayasaka, *Cycladicama cumingii* (Hanley), *Clementia papyracea* (Gray) があげられる．産出する貝類化石を比較すると，河内－大崎累層堆積時の両貝類相の共通性は，高いと言える．

河内累層からは，年代決定に有効な微化石が産出せず，年代を確定することはできなかったが，貝類化石の構成要素の比較検討結果を考慮した場合，Climatic Optimum 2に影響を受けたものと判断する方が妥当と判断される．そして，種子島に黒瀬谷ファウナと異なる“茎永ファウナ”と呼べる熱帯－亜熱帯性貝類群集を成立させたのは，中期中新世後期から後期中新世初期の Climatic Optimum 2の熱帯フロントの中緯度帯への北上に原因があると推定される．

種子島の茎永層群が，Climatic Optimum 2の影響を受け，中期中新世を通して熱帯－亜熱帯性貝類化石群集を産出することは，ほぼ同時代の東北日本において貝類化石動物群が亜熱帯性の門ノ沢ファウナから温帯性塩原－耶麻ファウナへと変化していることと対照的である．種子島と東北日本で，どうしてこのような産出化石に差異が生じたのであろうか．

次に，中期中新世当時の古海流の状況を検討しながら，両地域で見られた対象的なファウナの変化について考察を行う．

紿野（1975）は，日本海側の中新統の地層から産出するタコブネ類化石の証拠から「タコブネ海流」と呼んだ暖流の日本海への流入を認めていた．柳沢（1990）は，各地のタコブネ類化石の産出層について，珪藻化石による年代決定を行い，その多くが，中期中新世前期であることを明らかにした．しかし，新潟産のタコブネ類化石は，その産出層準が明らかに，米谷・井上（1981）の Planktonic Foraminifera Sharp Surface (PFSS) の上位であることを示した．つまり，Climatic Optimum 1が紿野の「タコブネ海流」の大半に相当し，種子島の熱帯－亜熱帯性貝類と新潟産のタコブネ類化石をもたらしたのは，Climatic Optimum 2であろうと推定される．そして Climatic Optimum 1と2の規模は，タコブネ類化石の産出量に比例した関係があると考えられる．

鎮西（1981）は，中新世前・中期に東北地方から中部地方にかけては，当時亜熱帯動物群を含む表層水の下に，亜寒帯の群集を含む水塊の存在を推定するとともに，深層潜流の存在について検討している．また，小笠原（1988）は，東北地方の女川層で代表される時期が一般に考えられているほど寒冷でなかったことを推定している．

これらの論考を合わせて考えるならば，Climatic Optimum 2の最温暖期に，当時亜熱帯動物群をもたらした表層水の下に，亜寒帯の群集を含む水塊が存在していたことが推定される．このような状況のもとで，新潟には関東付近の海峡を通して，暖かい表層水とともにタコブネ類化石などの亜熱帯性貝類がもたらされ，一方，東北各地には，*Sinum yabei* Otuka ほかの亜

熱帯性貝類が生息していたことが考えられる．そして，南の種子島は Climatic Optimum 2 による熱帯－亜熱帯の高温の水塊の影響を安定的かつ継続的に受けていたために，熱帯性貝類が多く生息していたのであろう．これは，中部日本以北では，亜熱帯フロントが北上・南下を繰り返す不安定な海況の下に，熱帯－亜熱帯性貝類が時折移動・定着したにすぎなかったことと，対象的である．このような海洋環境の違い，とりわけ暖流の影響の差が，対象的なファウナの変化を生じさせたのであろう．

最後に，西太平洋における中新世の熱帯フロントの推移を概観する．Ibaraki (1990) は，*Lepidocyclina* を産出する伊豆半島の地層の地質年代を共産する浮遊性有孔虫化石から，N14, N17に相当するとしている．さらに Hirooka et al. (1985) による伊豆半島の古緯度と Kodama et al. (1991) による種子島の古緯度を合わせて考慮するならば，それぞれ，N14 (約11M a) 当時，伊豆半島は北緯約23°，種子島は北緯約30°となり，伊豆半島はもちろんのこと種子島付近まで熱帯海洋環境が広がっていたことが推定される．そして，Climatic Optimum 2 において，亜熱帯フロントの北限が一般的には，種子島と本州との間の北緯約32°-34°であったものが，一時的に新潟県寺泊の北緯37°付近まで北上し，変動していたことが推定される．そしてこの推移は，McGowran (1986) が推定した，熱帯フロントの新生代を通した変遷状況とおおむね調和的である．

ま と め

1）種子島に分布する茎永層群について，従来の 3 累層を再確認すると共に，大崎累層について，新たに 5 部層，下位より，宇都浦礫質砂岩部層，大竹崎互層部層，竹崎礫岩砂岩部層，広田互層部層，吉信崎砂岩部層を設定した．

2）大崎層上部より，時代決定に有効な浮遊性有孔虫を検出し，従来より限定的に地質年代を特定できた．この結果を考慮すると茎永層群の地質時代は，中期中新世から後期中新世初期となる．

3）中期中新世から後期中新世初期の種子島周辺の海洋気候は，熱帯－亜熱帯であったと推定される．この状況は，Climatic Optimum 2 の熱帯フロントの中緯度帯への北上と関連していると考えられる．

文 献

Barron, J. A. and Baldauf, J. G. (1990), Development of Biosiliceous Sedimentation in the North Pacific during the Miocene and Early Pliocene. *In* Tsuchi, R., (ed.), *Pacific Neogene Events*. University of Tokyo Press, Tokyo, 43-63

Blow, W. H. (1969), Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *In* Bronnimann, P., and Renz, H.H., (eds.), *Proceedings of the First International Conference Planktonic Microfossils*. E. J. Brill, Leiden, 199-421

鎮西清高 (1981)，底生貝化石群からみた中新世における日本列島の海洋生物地理． 化石，no. 30，7－15

Cordey, W. G. (1967), The development of *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny, 1839) from the Miocene to Recent. *Palaeontology*, **10**, part 4, 647-659

Hanzawa, S. (1935), Topography and geology of the Riukiu Islands. *Tohoku Imp. Univ.*,

Sci. Rep., Sec. Ser. (Geol.), 17, 1-61.

八田明夫 (1988), 南西諸島, 種子島の茎永層群及び増田層産の有孔虫群集. 鹿児島大学教育学部研究紀要自然科学編, 40, 25-44.

Hayasaka, S. (1969), Molluscan fauna of the Kukinaga group in Tane-ga-shima, South Kyushu, Japan. *Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ., (Earth Sci., Biol.)*, no.2, 33-52.

——— (1973), Pliocene Marine Fauna from Tane-ga-shima, South Kyushu, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser. (Geol.), special volume*, 6, 97-108

早坂祥三 (1979), 種子島. IGCP-114 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料, 5-6.

Hayasaka, S. (1988), Geology of Tane-ga-shima. *Modern Geology,* 12, 169-183.

———, Fukuda, Y., and Hayama, A. (1980), Discovery of nolluscan fossils and the paleo-environmental aspects of the Kumage Group, in Tane-ga-shima, South Kyushu, Japan. *Prof. S. Kanno Memor. vol.,* 59-70.

早坂祥三・岡田博有・福田泰英・児島正憲 (1983), 種子島の地質. 日本地質学会巡検案内書 1983 鹿児島, 113-134

Hirooka, K., Takahashi, T., Sakai, H., and Nakajima, T. (1985), Paleomagnetic evidence of the northward drift of the Izu Peninsula, Central Japan. *In* Nasu, N., et al., (eds.), *Formation of Active Ocean Margin*, Terra Scientific Pub. Co., Tokyo, 775-787

Ibaraki, M. (1990), Geologic Ages of Lepidocyclina in Japan with Implicatins in the Northward Drift of the Izu Peninsula. *In* Tsuchi, R., (ed.), *Pacific Neogene Events*. University of Tokyo Press, Tokyo, 137-149

Itoigawa, J. (1978), Evidence of subtropical environments in the Miocene of Japan. *Bull. Mizunami Fossil Museum*, no.5, 7-21

——— (1988), The Miocene Kadonosawa Fauna of Japan. *Saito Ho-on Kai Spec. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem Vol.)*, 397-403

——— (1989), Tropical Spike in early Middle Miocene (ca.16Ma) of Southwest Japan. In Gengure, L., et al., (eds.), *Proc. International Symp. Pacific Neogene Continental and Marine Events.* Nanjing, 19-26

糸魚川淳二 (1990), 海生軟体動物化石の時空分布と系統 －日本の中新世を中心に－. 瑞浪市化石博物館専報, no.7, 83－99

岩松暉・横田修一郎 (1989), 断層調査法. 地学団体研究会, 139p., 東京

Iwasaki, Y. (1970), A Miocene molluscan fauna in the Philippines. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.,* no.77, 205-228

柄沢宏明 (1990), 西南日本の中新世十脚甲殻類群集 －特に潮間帯泥底群集について－. 瑞浪市化石博物館専報, no.7, 101-116

紺野義夫 (1975), 日本海の謎. 築地書館, 189p.

Kodama, K., Ozawa, T., Inoue, K., Maeda, Y., and Takeuchi, T. (1991), Paleomagnetism and Post-Middle Miocene Counter-Clockwise Rotation of Tanegashima Island off Kyushu, Japan. *J. Geomag. Geoelectr.,* 43, 721-740

小西健二 (1965), 琉球列島 (南西諸島) の構造区分. 地質学雑誌, 71, 437-457

小山修司 (1983), ヒメスナホリムシ (*Excirolana chiltoni japonica* (Thielman)) の生痕化石

の方向性による古地理復元の新方法. 地質学雑誌, 89 (2), 117-123.
米谷盛壽郎・井上洋子 (1981), 新潟堆積盆地における中新統中下部の有孔虫石群集と古地理の変遷. 化石, no.30, 73-78
McGowran, B. (1986), Cainozoic oceanic and climatic events: The Indo-Pacific foraminiferal biostratigraphic record. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 55, 247-265
中田高 (1968), 種子島の海岸段丘と地殻変動. 地理学評論, 41 (10), 601-614.
小笠原憲四郎 (1988), 東北日本の暖・寒流系貝類の消長からみた新第三紀の生物事件. 土隆一(編)新第三紀における生物の進化・変遷とそれに関するイベント, 大阪市立自然史博物館, 49-70.
岡田博有・岡部邦彦・鈴木清史・中世古幸次郎 (1982), 種子島, 熊毛層群(四万十層群)の放散虫化石群集. 大阪微化石研究会誌特別号, no.5, 409-413.
尾崎博 (1954), 種子ケ島南部の地質. 地質学雑誌, 60, 308-309.
Tanai, T. (1961), Neogene floral change in Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser.*4, 11 (2), 119-398
Tsuchi, R. (1987), Neogene events in Japan and the Pacific. *In* Tsuchi, R., (ed.), *Pacific Neogene Event Studies*, Kurofune Printing Co. Ltd., Shizuoka, 102-104
Tsuda, K., Itoigawa, J., and Yamanoi, T. (1986), Mangrove swamp fauna and flora in the Middle Miocene of Japan. *Palaeontol. Soc. Japan, Spec. Vol.*, no.29, 129-134
露木利貞・早坂祥三・大木公彦 (1980), 種子島表層地質. 土地分類基本調査, 鹿児島県
山野井徹 (1986), 花粉からみた新第三紀の海岸気候事件. 月刊海洋科学, 18 (3), 140-145
柳沢幸夫 (1990), 珪藻化石からみた北陸産タコブネ類化石の地質時代. 地質調査所月報, 41 (3), 115-127