琉球列島久米島に分布する新第三系海成島尻層群の石灰質ナノ化石年代に関する新事実

Some new calcareous nannofossil ages of the Neogene marine Shimajiri Group in Kume-jima Island, Ryukyu Islands, Japan

河瀨俊吾* 田中裕一郎** 本山 功***
野田浩司**** 山里直哉*****
瀬川竜也*****

は じ め に

Shungo Kawagata*, Yuichiro Tanaka**
Isao Motoyama***, Hiroshi Noda****
Naoya Yamazato***** and Tatsuya Segawa*****

2001年11月12日受付.
2002年5月23日受理.

- * 高知大学海洋コア研究センター
Marine Core Research Center, Kochi University, Kochi
780-8520, Japan
- ** 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Ibaraki 305-
8567, Japan
- *** 筑波大学地球科学系
Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Tsukuba
Ibaraki 305-8571, Japan
- **** 国立科学博物館地質部
Department of Geology, National Science Museum,
Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan
- ***** 沖縄県在住
Aza-Minei 510-17, Osato-son, Shimajiri-gun, Okinawa 901-
1201, Japan
- ***** 明治コンサルタント株式会社
Meiji Consultant Co., Ltd., Shin-ohashi 1-8-11, Koto-ku,
Tokyo 135-0007, Japan

Calcareous nannofossil biostratigraphy was studied for the Neogene marine Shimajiri Group distributed in Kume-jima Island, Ryukyu Islands, southwestern Japan. Out of 21 samples examined in this study, 14 samples yielded calcareous nannofossils. As was reported in a previous study, Zones CN9 and CN12 of Okada and Bukry (1980) were recognized in this study. In addition, Subzone CN11b (early Pliocene) was newly identified in the lower parts of the sequence where the ages were previously assigned to the late Miocene (upper part of Zone CN9 or older). This result shows the difficulty of establishing the stratigraphy of the subjected group based mainly upon lithostratigraphy, particularly in the lower part. Additional biostratigraphic data are needed to establish the reliable stratigraphy of the marine Shimajiri Group in Kume-jima Island.

Key words : Okinawa, Kume-jima Island, Neogene, Shimajiri Group, calcareous nannofossils

琉球列島久米島の海成の新第三系島尻層群は、1970年代に微化石による地質年代の検討がなされ（名取ほか、1972；中川・村上、1975；Natori, 1976）、さらに最近になって中村ほか（1999）によって石灰質ナノ化石とストロンチウム同位体年代の研究結果が公表されたことで地質年代に関するデータは格段に充実してきたが、いまだ年代不明の層準もある。筆者らは久米島に分布する海成新第三系から産出する軟体動物化石および各種の微化石について検討している（例えば、Kawagata, 2001；本山ほか、2001）。Kawagata (2001) は形態変異を含む134種の底生有孔虫を記載・図示し、その大部分が現在の東シナ海大陸棚上や本邦太平洋岸の汽水域、湾環境、そして陸棚上の浅海環境に卓越する種から構成されることを明らかにした。しかしながら、これらの底生有孔虫群集に基づいて過去の浅海環境の変遷を復元するにあたり、上述のようにいまだ年代不明の層準があることが問題となっている。そこで本研究では、Kawagata (2001) と本山ほか (2001) の研究と同一の試料を用いて石灰質ナノ化石の検討を行った。その結果、これまで年代の分かっていなかった地層の一部の年代が新たに判明したので報告する。

地 質

沖縄県久米島は琉球列島のほぼ中央、沖縄本島の西方約90 kmに位置する小島である（Fig. 1）。同島の東部には広く新第三系島尻層群（Hanzawa, 1935のShimajiri Beds）が分布し、これまでの研究（福田ほか、1969；名取ほか、1972；中川・村上、1975；Natori, 1976；中西ほか、1977；小笠原・増田, 1983；中村ほか、1999）によると、その下部は浅海成の海成層からなり、上部は火山岩類からなる。海成層は調査地域のほぼ中央を南西-北東に走る久米断層の南北に分布する。断層の南側に広く分布する海成層は主に砂岩と砂質シルト岩からなり、下位の安山岩を主体とする中部中新統阿良岳層を不整合に覆う。また、断層の南東側に位置するフサキナ山の高所部とその周辺には凝灰岩層を挟在する凝灰質砂岩が分布する。断層の北西側の海食崖の下部には砂質シルト岩が、上部には大規模なクロスベッドを形成する砂岩が分布するが、下部の砂質シルト岩と上部の砂岩との関係は明らかではない。島尻層群の上部には安山岩を主体とする宇江城岳層が久米断層の北側を中心に広く分布し、下位の海成層を整合に覆う。宇江城岳層からは鮮新世後期を示すK-Ar年代（ 2.24 ± 0.10 Ma）が報告されている（Miki, 1995）。

Fig. 1. Location map of the study area.

Sampling localities are shown on the topographic map (Kumejima, scale 1:25,000) distributed by the Geographical Survey Institute of Japan. The lithologic boundaries are slightly modified after Nakamura et al. (1999). Calcareous nannofossil zones (this study; Nakamura et al., 1999) and Strontium isotope ages (Nakamura et al., 1999) are shown.

中川・村上 (1975) は久米島全域の層序を詳細に検討し、産出する浮遊性微化石の特徴から海成層の地質時代が鮮新世前期～中期に相当すると述べているが、浮遊性微化石帯との対比は行っていない。近年、中村ほか (1999) は石灰質ナノ化石層序および軟体動物化石殻を用いたストロンチウム同位体層序を検討し、同島に分布する海成層が中新世後期 (約 7.8～7.2 Ma) を示す上部中新統 (彼らの真謝層) と鮮新世後期 (約 3.2～3.1 Ma) を示す上部鮮新統 (彼らの阿嘉層) の 2 つの層序单元からなり、両ユニット間に約 4 m.y. の時間間隙が存在することを示唆している。

中川・村上 (1975) と中村ほか (1999) によって示された海成島尻層群の層序は推定された地質年代の違いこそあるものの、いずれも (1) 調査地域の南東に位置する真泊、宇根、真謝付近の海成層を最下部と考え、(2) 調査地域中央に位置するフサキナ山の南方から南西に位置する山城にかけて海成層の中部が分布し、(3) 調査地域北部の比屋定付近の海成層

が最上部であると考えている点で大きな差異は認められない。本研究においても当初はこのような従来の層序解釈に立脚して研究を進めていたが、後述するように、それに合わない年代が石灰質ナノ化石から求められた。そのため本研究では地層対比や地層区分を変更する必要性を感じながらも、新たな対比柱状図や地層区分を確立するまでには至っていない。したがって本論文では海成新第三系の地層名として海成島尻層群の名称を用い、引用の都合で必要なときにのみ中村ほか (1999) の真謝層や阿嘉層の名称を用いることとした。

石灰質ナノ化石および考察

石灰質ナノ化石分析用の堆積物試料を、島尻層群の海成層の 21 地点から採取した (Fig. 1)。採取した試料について、スミアスライドを作成し、偏光顕微鏡を用いて 1250 倍の倍率で種の同定を行い、各試料について約 200 個体の計数を行った。ただし、石灰質ナノ化石の保存状態が悪い試料で

Table 1. Occurrence of calcareous nannofossils from the marine Shimajiri Group of Kume-jima Island.

Abundance : C=common, F=few, R=rare, VR=very rare, Preservation : M=moderate, P=poor, + : species observed after counting 200 specimens, # : species observed but uncountable.

Sample	00022612	00022308	98080114	98073108	98081504	SP99040103	SP99040101	98073101	SP98072502	SP98072503	SP98072601	SP98072602	98080222-2	SP99071901
Abundance	C	C	F	F	VR	F	R	F	F	F	F	F	VR	VR
Preservation status	M	M	M	M	P	M	M	M	M	M	M	M	P	P
<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	2										1			
<i>Calsidiscus leptoporus</i>	1	1	3	1		2	5	3	4		3	2		
<i>C. macintyreii</i>	1			+								2		
<i>Ceratolithus rugosus</i>											1			
<i>Coccolithus pelagicus</i>	4	11	5	2	1	3	6	24	2		63	38		
<i>Cyclolithella annula</i>	1			1										
<i>Discoaster berggrenii</i>	+													
<i>D. brouweri</i>	1	1	1					1	1		1			
<i>D. pentaradiatus</i>														
<i>D. quinqueramus</i>	1	+	1			1				1				
<i>D. surculus</i>	+	1		+										
<i>D. variabilis</i>	1						1			1				
<i>Discolithina japonica</i>											1	1		
small <i>Gephyrocapsa</i>												2		
<i>Helicosphaera carteri</i>	+	1	5	1		1	2	60	26	36	20	50		#
<i>H. sellii</i>										3	1	4		
<i>Pseudoemiliania lacunosa</i>								5	10		8	9		
<i>Pontosphaera discopora</i>	+													
<i>Reticulofenestra munuta</i>	39	60	71	54	18	29	25	40	34	27	40	34	#	#
<i>R. minutula</i>	33	51	49	18	22	22	31	38	69	42	29	37	#	#
<i>R. perplexa</i>	27	7	10	25	11	50	3	9	7	7	6	4	#	#
<i>R. producta</i>	50	52	28	62	26	62	12	11	12	31	27	15	#	#
<i>R. pseudumbilicus</i>	23	21	16	27	17	18	10	3	9	13		1	#	#
<i>Sphaenolithus abies</i>	12	7	12	9	3	11	5	4	24	31				
<i>S. neoabies</i>	2		2		1	1		2	2	7				
<i>Umbilicosphaera</i> spp.	2	1	4		2	1					1			
total number	200	214	207	200	100	201	100	200	200	201	200	200	-11(?)	?
CN ZONE	9	9	9	-11	-11	-11	-11	11b	11b	11b	12	11b or 12	-11(?)	?

は計数は行わず、産出の有無のみを記録した。また、年代決定に有効な鍵種 (key species) の産出の有無を確認するために、21 mm×41 mm のカバーガラス全域についての観察も行った。

観察した 21 試料のうち、14 試料からのみ石灰質ナノ化石の産出が認められた (Table 1, Fig. 1). 石灰質ナノ化石が産出した地点の露頭柱状図を Fig. 2 に示す。

フサキナ山の南方から山城にかけての海成層のうち、試料 00022308 および 98080114 からは *Discoaster quinqueramus* が産出し、試料 00022612 からは *D. quinqueramus* と *Discoaster berggrenii* が産出することから、これらの試料は Okada and Bukry (1980) の石灰質ナノ化石帯 CN9 に対比される。一方、真謝および真謝北方の海成層 (試料 98073108, 98081504 および SP99040103) は *Reticulofenestra pseudumbilicus*, *Sphenolithus abies* および *Sphenolithus neoabies* が産出することから CN11 帯以下の化石帯に対比される。フサキナ山の南側の海成層 (試料 SP99040101) は *R. pseudumbilicus* と *S. abies* が産出するが、これら以外に化石帯を決定する鍵種 (key species) が産出しないことから CN11 帯以下の化石帯に対比される。

久米断層北側の海食崖下部の海成層 (試料 SP98072502 と SP98072503) および真謝北部の海成層 (試料 98073101) は *R. pseudumbilicus*, *S. abies* および *S. neoabies* の産出に加えて *Pseudoemiliania lacunosa* が産出することから CN11b 帯に対比される。海食崖上部の海成層 (試料 SP98072601) は *P. lacunosa* と *Discoaster pentaradiatus* が産出し、*R. pseudumbilicus*, *S. abies* および *S. neoabies* の産出が認められないことから CN12 帯に対比される。また、同じ露頭の試料 SP98072602 は *P. lacunosa* と *small Gephyrocapsa* が産出し、保存の悪い *R. pseudumbilicus* がわずかに認められるが *S. abies* と *S. neoabies* の産出は認められない。この *R. pseudumbilicus* を再堆積した個体と判断すれば、試料 SP98072602 は CN12 帯に対比されるが、再堆積でなく、ほかの種と同時に産出したと判断すると CN11b 帯に対比される。本研究で

Fig. 2. Columnar sections with sampling horizons at each location, where the calcareous nannofossils were observed in this study.

は、産出する個体の保存状態が悪いためいずれの化石帯に相当するかの判断は難しいので、CN11b or 12 帯に対比されることとする。調査地域の南東端に位置する海成層 (試料 98080222-2) と真謝北方の海成層 (試料 SP99071901) は石灰質ナノ化石の産出が認められるものの、その保存状態は極めて悪く、産出頻度も非常に少ないため化石帯の認定は困難である。

本研究で明らかになった石灰質ナノ化石帯と従来の石灰質ナノ化石帯およびストロンチウム同位体年代を比較すると以下になる (Figs. 1, 3). フサキナ山の南方から山城にかけての島尻層群からは石灰質ナノ化石帯 CN9 が得られた。これは、中村ほか (1999) によって明らかにされた同地域に分布する海成層 (彼らの真謝層) の石灰質ナノ化石帯 (CN9) およびストロンチウム同位体年代 (約 7.8~7.2 Ma) と整合的である。また、久米断層より北側の海食崖上部からは CN12 帯の年代が得られたが、この結果も中村ほか (1999) が彼らの阿嘉層に対して示した石灰質ナノ化石帯 (CN12) およびストロンチウム同位体年代 (約 3.2 Ma) と矛

Fig. 3. Comparison of the age models proposed for the marine Shimajiri Group of Kume-jima Island by the present and the previous study (Nakamura et al., 1999).

Geologic time scale is after Saito (1999) and Berggren et al. (1995).

盾しない。一方、中村ほか (1999) が先の CN9 帯の真謝層と同層準と見なしている海食崖下部の海成層は、本研究によって石灰質ナノ化石帯 CN11b に対比される下部鮮新統であることが明らかになった。また、真謝付近の海成層からは CN11b 帯が得られたが、この地層は中村ほか (1999) により彼らの真謝層の上部 (CN9 帯) とほぼ同一かそれより下位の層準に相当すると考えられている。

本研究によって従来の真謝層の下部とされていた海成島尻層群の中に真謝層の上部 (CN9 帯) よりも若い年代 (CN11b 帯および CN11 帯以下) を示す地層が含まれている可能性が出てきた。しかしながら、真泊や宇根付近の海成層の地質年代はいまだに確定していない。すなわち、久米島に分布する海成新第三系については、岩相と走向・傾斜のみによる露頭間の対比が難しいことから、今後、可能な限り多くの露頭について微化石年代を求めて、露頭や地層間の新旧関係の判断を確実にしていく必要性があるものと考えられる。

結 論

琉球列島久米島に分布する海成島尻層群から産出する石灰質ナノ化石を検討した結果、次の結果を得た。(1) 久米断層の北側に分布する、中村ほか (1999) の阿嘉層については、彼らが示したのと同様の年代 (CN12 帯) が得られた。(2) 久米断層の北側に分布する、中村ほか (1999) の真謝層から CN11b 帯の年代が得られた。(3) 久米断層の南側では、中村ほか (1999) の真謝層上部から、彼らが示したのと同様の年代

CN9 帯が得られた。(4) 久米断層の南側に分布する、中村ほか (1999) の真謝層下部からは、新たに CN11b ないし CN11 帯以下という年代が得られた。以上の (2) と (4) の新事実は、従来考えられていた層序関係と合わないことから、今後露頭単位での年代分析の充実と、それに基づく地層の累重関係の再構築の必要があると考えられる。

謝 辞

北海道大学の岡田尚武教授、東北大学の中森 亨助教授および島根大学の入月俊明助教授には原稿の査読に際し有益なコメントをいただいた。本研究には、文部省科学研究費補助金 (野田浩司, No. 09839006 ; 本山 功, No. 12740292) および筑波大学学内プロジェクト研究費 (河瀨俊吾) を使用した。記して御礼申し上げたい。

文 献

- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III and Aubry, M.-P., 1995, A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M.-P. and Hardenbol, J., eds., *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, SEPM Spec. Pub., no. 54, 129-212.
- 福田 理・本島公司・井島信五郎・木野義人・鈴木泰輔・小島健三・須田芳郎・清水道也・井上正文・後藤隼次・牧 真一・名取博夫・狛 武, 1969, 第 4 次沖縄天然ガス資源調査・研究報告。地調月報, 20, 101-124.
- Hanzawa, S., 1935, Topography and geology of the Riukiu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 2nd Ser. (Geol.)*, no. 17, 1-61.
- Kawagata, S., 2001, Late Neogene benthic foraminifera from Kume-jima Island, central Ryukyu Islands, southwestern Japan. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, Ser. B*, 22, 61-123.
- Miki, M., 1995, Two-phase opening model for the Okinawa Trough inferred from paleomagnetic study of the Ryukyu arc. *Jour. Geophys. Res.*, 100, 8169-8184.
- 本山 功・田中仁氏・山里直哉・兼子尚知・伊藤 孝, 2001, 沖縄県沖縄島, 久米島, 西表島, 与那国島の新第三系放散虫化石の研究。大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 12, 337-342.
- 中川久夫・村上道雄, 1975, 沖縄群島久米島の地質。東北大地質古生物研報, no. 75, 1-16.
- 中村羊大・亀尾浩司・浅原良浩・小澤智生, 1999, 琉球列島久米島に分布する新第三系島尻層群の層序と地質年代。地質雑, 105, 757-770.
- 中西克之・大城逸郎・藤田至則, 1977, 久米島の鮮新統一その陥没構造。琉球列島の地質学研究, 2, 41-53.
- Natori, H., 1976, Planktonic foraminiferal biostratigraphy and datum planes in the Late Cenozoic sedimentary sequence in Okinawa-jima, Japan. In Takayanagi, Y. and Saito, T., eds., *Progress in Micropaleontology*, Micropaleontol. Press and Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 214-243.
- 名取博夫・福田 理・石田正夫, 1972, 沖縄および宮崎における上部新生界浮遊性有孔虫層序 (予報)。石油技誌, 37, 416-421.
- 小笠原憲四郎・増田孝一郎, 1983, 琉球列島の第三系貝類化石とその古環境。地質論, no. 22, 95-105.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). *Marine Micropaleontol.*, 5, 321-325.
- 斎藤常正, 1999, 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準微化石層序。石油技誌, 64, 2-15.