

鹿児島県に分布する後期更新世海成層の堆積環境と ネオテクトニクス

大木 公彦

鹿児島大学理学部地球環境科学教室 (地質科学)
〒890-0065 鹿児島市郡元一丁目21-35
oki@sci.kagoshima-u.ac.jp

Paleoenvironments of the Late Pleistocene Marine Sediments in Kagoshima Prefecture and Neotectonics

Kimihiko Ōki

Faculty of Science, Kagoshima University, Korimoto 1-21-35, Kagoshima 890-0065, Japan

Abstract

Late Pleistocene marine sediments (the Shiroyama, Shirakawa, Kushira, and Natsui formations), overlain by the Ata Pyroclastic Flow, are sporadically distributed in Kagoshima Prefecture. Various lines of information (stratigraphy, lithology, and paleontology) imply that these marine sediments are all of the same age, falling within Oxygen Isotope Stage 7 or 5e. With the exception of the Natsui Formation, which only contains carbonate shells and tests entirely subjected to dissolution, the foraminiferal faunas of these marine sediments are dominated by the abundant occurrence of *Ammonia tepida*, an index species of inner and brackish water environments, and *Buccella frigida*, an index species of nearshore and cold water. The benthic foraminiferal assemblages and other fossils suggest that these marine sediments were deposited in inner bay or nearshore areas under the influence of brackish water. Foraminifera-bearing mud is generally 9 - 33 m below the present sea level, with the sample horizons of fossil foraminifera in the Shiroyama Formation situated 30 - 35 m above the present sea level. The southern part of the Yoshino Plateau where the Shiroyama Formation is distributed has been uplifted since the Late Pleistocene to tilt southwestward.

はじめに

地質時代の手成層の堆積環境を知るために底生有孔虫化石群集の持つ情報は重要である。もちろん、その情報は現世海底表層堆積物に含まれる底生有孔虫の生体および遺骸群集の分布に関するデータ、他の化石群集や堆積学的なデータと整合性を持たなくてはならない。

南九州には多くの火砕流堆積物（鈴木ほか、1985）が分布し、地層の層位関係を明らかにするための良い鍵層になっている。鹿児島市には、層位学的に加久藤火砕流堆積物と阿多火砕流堆積物の間に位置する城山層が分布している（大木・早坂、1970；大木、

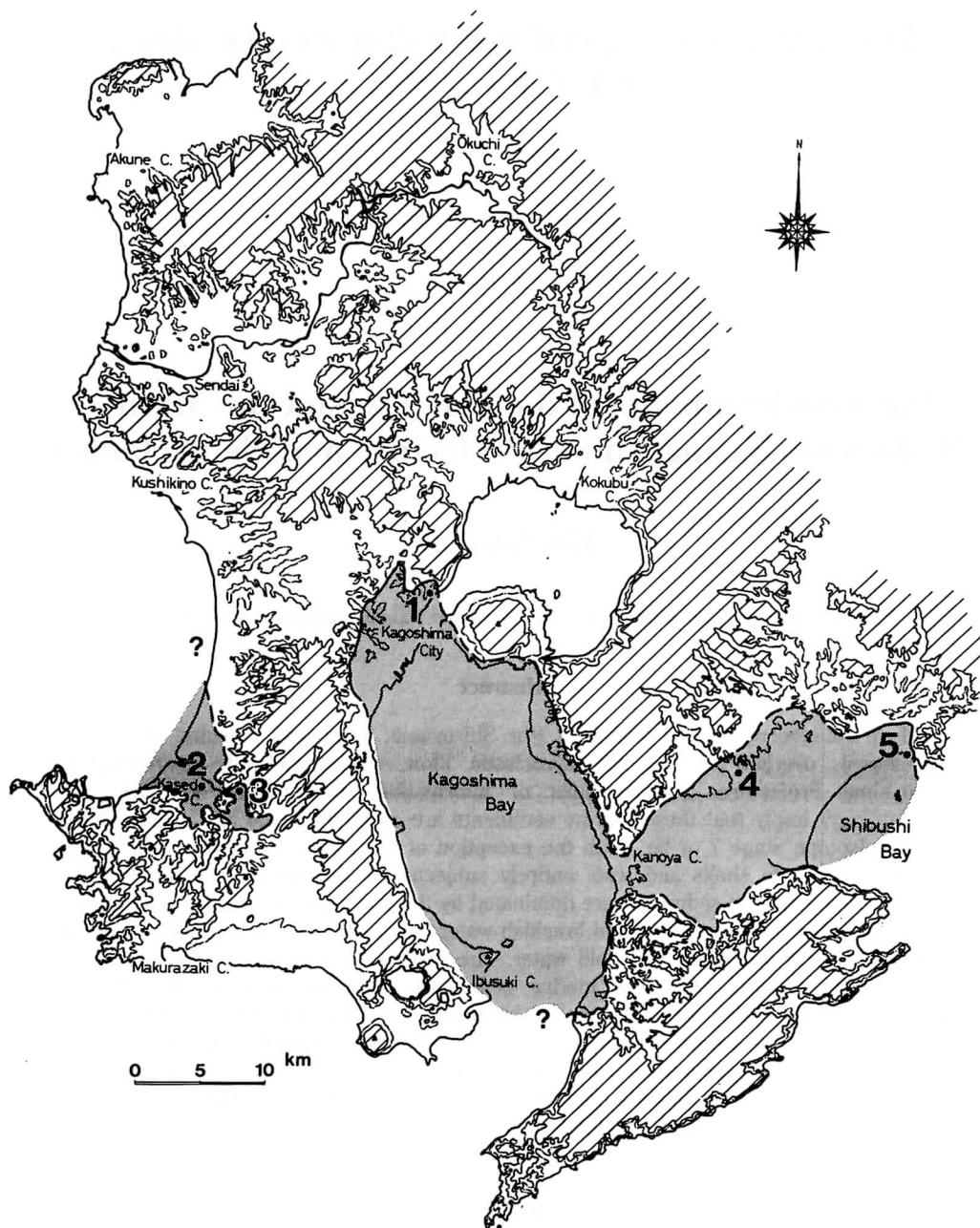


図1. 城山層, 白川層, 串良層および夏井層堆積時の古地理と化石採取地点 (1: 鹿児島市吉野町; 2: 加世田市; 3: 金峰町白川; 4: 串良町; 5: 志布志町夏井; 網掛: 海域; 等高線は100m, 200m, 斜線部は200m以上の山地)。

Figure 1. Paleogeography and fossil localities of the Shiroyama, Shirakawa, Kushira and Natsui formations (1: Yoshino Town, Kagoshima City; 2: Kaseda City; 3: Shirakawa, Kinpo Town; 4: Kushira Town; 5: Natsui, Shibushi Town; shadow: sea area; counter interval: 100m; slanted line area: more than 200m).

1974). 城山層と同層準と考えられる海成層は、薩摩半島南部の加世田市と金峰町 (Ōki and YAMAMOTO, 1992), 大隅半島中部の串良町 (菅原, 1986), 志布志町 (夏井層: 大木・早坂, 1973) からも見つかっている (図1). 本論では, これらの海成層の堆積環境を論じ, その分布状況から始良カルデラ周辺地域のネオテクトニクスについて触れる.

城山層と同層準と考えられる海成層

1. 城山層

大木・早坂 (1970) は, 小田 (1917), 大塚 (1931), 高柳 (1956), 湊・勝井 (1957), 太田ほか (1967) の報告した海成層について詳細な調査を行ない, これらの海成層を「城山層」として再定義した. 彼等は, 城山層中の2層準から採取した構成種の異なる貝化石群集を調べ, 城山層が海進に伴う堆積物であり, 下位の貝化石層から産する40 cm前後の重厚な殻を持つ *Crassostrea gigas* (Thunberg) が林立して牡蠣礁 (oyster bank) を形成していることから, その層準の堆積環境が海進初期の内湾汽水域であると結論づけた. その後, Ōki (1975) は, 鹿児島市吉野町磯に分布する城山層の底生有孔虫化石群集を調べ, 内湾浅海域の指標である *Ammonia tepida* (Cushman) と, 浅い冷水塊に生息する *Buccella frigida* (Cushman) が優勢種として挙げられることから, 高柳 (1956) の指摘したように, 底生有孔虫群集からも当時の堆積環境が泥の堆積する寒冷な内湾浅海域であるとした. このことは, 大木 (1969 MS) の報告した, 牡蠣礁の見られる泥層から得られた花粉化石の構成種とそれらの産出頻度に調和的である. ちなみに, *Pinus* (マツ) が最も優勢で30%以上を占め, *Abies* (モミ)・*Tsuga* (ツガ)・*Picea* (トウヒ) などが5%前後を占めている.

城山層は緩く西南西へ傾いているが, その基底面の海拔高度は, 最も低い場所が鹿児島市平之町で-100m (温泉ボーリングデータ), 最も高い場所が吉野町磯付近で35 mである. SHIMOYAMA *et al.* (1998) は, 吉野町磯における城山層のMT (Marine top) の海拔高度を52.3mと報告している.

2. 薩摩半島南部, 加世田市と金峰町から報告された海成層 (仮称: 白川層)

Ōki and YAMAMOTO (1992) は, 加世田市市街地と日置郡金峰町白川の2地点で行なわれた試錐の阿多火砕流堆積物直下の泥層から, 城山層に酷似した底生有孔虫化石群集を報告した. 本論文では, これらの海成層を, 最も分布高度の高い白川の地名をとって白川層と仮称する. 有孔虫化石のほかに, カキを含む貝化石が産出した. 礫, 砂, 泥から成る海成堆積物の下位の地層は分からないが, 周辺の地質から, 層位学的に四万十層群あるいは後期中新世の南薩層群を直接覆っている可能性が高い. 海成層の, 底生有孔虫化石が得られた層準の海拔高度は, 加世田市では-33m, 金峰町では-18mと-9 mである. 堆積当時の古地理から考えて内湾奥部に位置すると考えられる金峰町の試錐から得られた泥層は, *Ammonia tepida*が, 下位の層準 (-18m) では群集の95.1%を, 上位の層準 (-9 m) では80.4%を占めている (表1). 一方, 内湾でも沖合いに位置すると考えられる加世田市の泥層は, *Ammonia tepida*が15.9%と低くなり, *Buccella frigida*が45.1%と, 群集の半分近くを占めている. しかし, いずれの試料でも *Ammonia tepida*と *Buccella frigida*が群集の1位, 2位を占めることには変わりがない.

表1. 加世田市, 金峰町のボーリングコア (白川層) および城山層のシルト層から産出した *Buccella frigida*, *Ammonia tepida* の産出頻度 (%) (ŌKI and YAMAMOTO, 1992 による).

Table 1. Frequency (%) of *Buccella frigida* and *Ammonia tepida* in the cores (the Shirakawa Formation) collected from two boreholes drilled in Kaseda City and Kinpo Town, and in silt bed of the Shiroyama Formation, Kagoshima City (after ŌKI and YAMAMOTO, 1992).

Formation name Species name	Shirakawa F.			Shiroyama F.	
	Sample no.			Locality no.	
	A-1	B-1	B-2	no. 1	no. 2
<i>Buccella frigida</i>	45.1	1.5	1.1	9.9	19.4
<i>Ammonia tepida</i>	9.3	80.4	95.1	44.4	32.3

A-1 : 33 m below sea level; B-1: 9 m below sea level; B-2: 18 m below sea level.

no. 1 : Cliff at Ryukyujin-matsu, Yoshino Town, Kagoshima City.

no. 2 : Cliff in the garden of Villa Shigetomi-so, Yoshino Town, Kagoshima City.

3. 大隅半島中部, 串良町と志布志町から報告された海成層 (仮称: 串良層; 夏井層)

菅原 (1986) は, 肝属郡串良町で行なった試錐の阿多火砕流堆積物直下に海成層の存在を報告した. ここでは串良層と仮称する. この海成層の泥層から貝化石, 底生有孔虫化石が産出した. 海成層は海拔高度 -1.6m から -15.6m に分布し下位の地層は分からない. 底生有孔虫化石は -13.2m と -15.1m の2層準から得られた. 両層準とも *Ammonia tepida* が最優勢種である. *Buccella frigida* も含まれているが産出頻度は低く, *Elphidium subgranulosum aureum* Aoki, *Nonion japonicum* Asano が優勢種として挙げられる.

大木・早坂 (1973) は, 志布志町夏井の海岸に露出する海成層を夏井層として報告した. 夏井層は古第三系の日南層群を不整合関係で覆い, 阿多 (夏井) 火砕流堆積物に覆われる. この層の下半部を占める凝灰質シルト層は多くの巢穴化石が見られ, 貝化石, 植物の葉や種子の化石を産出するが, 貝化石の殻自体は溶け去っている. SHIMOYAMA *et al.* (1998) は, 夏井層のMT (Marine top) の海拔高度を6.1mと報告している.

考 察

1. 海成層の年代と堆積環境

城山層と同時代の海成層と考えられる地層は, いずれも噴出時期が10~11万年前 (大場, 1991) と考えられている阿多火砕流堆積物に覆われていることから11万年より古いと考えられる. 一方, 鹿児島市に分布する城山層は, 26~31万年のFT年代 (宮地, 1987, 1992) が得られている加久藤火砕流堆積物を不整合関係で覆っており, これらの海成層の堆積年代は約30万年から約10万年の間と推定される. すでに述べたように城山層は層相と産出化石から海進期の堆積物であると結論づけられるが, 約30万年から約10万年の間に存在したと考えられる海進期は, ^{18}O ステージ (EMILIANI, 1955) の8から7へ,あるいは6から5eへの2回の移行期が知られている. 前者は25万年前後, 後者は12万年頃 (下末吉海進) にあたるが, 現段階ではどちらの海進期であるか分からない. しかし, 古い海進期の海成層が残り, その後の海進期の海成層がすべて浸食されることは考えにくいことから, ^{18}O ステージ7の海成層が浸食された後の旧地形を覆うステージ5eの海成層と考えて, ほば間違いないであろう.

加世田市、金峰町、串良町の試錐から存在が明らかになった白川層、串良層および夏井層は、下位の地層まで達していないために城山層相当層か否かは断定できないが、分布状況、岩質、化石および周辺の地質から推測してほぼ同時代の堆積物であることは、ほぼ間違いない。下位の地層の分布状態および堆積直前の古地形等を考慮して、これらの海成層が堆積した海域を図1に示す。

鹿児島市、加世田市、金峰町、串良町に分布する海成層から産出した底生有孔虫群集は*Ammonia tepida*と*Buccella frigida*の2種で特徴づけられる。*Ammonia tepida*は、河川水の影響下にある内湾や沿岸浅海域、とくに河口部やラグーンから報告されている(CUSHMAN, 1931; MURRAY, 1979; JORISSEN, 1988; HOHENEGGER *et al.*, 1993; DEBENAY *et al.*, 1998)。一方、*Buccella frigida*は寒流の影響下にある沿岸浅海域から報告されている(MATOBA, 1970; MURRAY, 1979)。MURRAY (1979) は、*Buccella frigida* がやや沖合いの冷水塊を好み、汽水域で少なくなることを報告している。鹿児島市吉野町磯の城山層から報告した、牡蠣礁の発達する泥層中の*Ammonia tepida*の高い産出頻度(32.3%, 44.4%: ŌKI, 1975)は、牡蠣礁を形成する*Crassostrea gigas*が現在の潮間帯付近のごく浅い汽水域の泥底に生息する(例えば北海道サロマ湖)ことを考え合わせると、*Ammonia tepida*が地質時代においても内湾汽水域で優勢であったことを示唆している。また、表1に示す、薩摩半島南部(加世田市、金峰町)の海成層と鹿児島市の城山層から産出した*Ammonia tepida*と*Buccella frigida*の2種の産出頻度が、逆の関係にあることは、MURRAY (1979)の現生底生有孔虫の報告と調和的である。両者の産出頻度は、薩摩半島南部に分布する白川層の泥が、金峰町付近では内湾奥部の汽水域の堆積環境に、加世田市付近ではやや沖合いの浅海域に堆積したことを示している。

2. 南九州における構造運動

加世田市、金峰町、串良町の試錐から存在が明らかになった海成層は、いずれも現在の海水準より低い位置に分布している。とくに底生有孔虫化石の産出した泥層は-33mから-9mの間に分布している。このことは、当時の気候が、*Buccella frigida*や*Elphidium somaense*, *E. subarcticum*などの冷水塊を好む種が含まれていることより、現在に比べて寒く、海水準がやや低かったと推測されることに矛盾しない。

一方、鹿児島市に分布する城山層の、*Ammonia tepida*と*Buccella frigida*の2種で特徴づけられ、牡蠣礁の発達する泥層の分布高度は、城山岩崎谷付近で7m前後、磯琉球人松で30~35mである。このことは、25万年以降(12.5万年以降の可能性が高い)にこれらの地域を含む吉野台地が隆起傾向にあったこと、その隆起は北東部ほど隆起量の高い傾動運動を伴っていたことを示唆する。

大木・岡田(1997)は、国分層群、花倉層の時空分布から吉野台地が約1.0 Ma以降に隆起し、それは花倉層堆積時まで続いたと報告したが、城山層の分布高度から、この傾向は25万年以降も続いている可能性が高い。

謝辞：本論文を書く機会を与えて下さった鹿児島大学南太平洋海域研究センター(現鹿児島大学多島圏研究センター)長・井上晃男教授、英文要旨を査読して下さいった元東北大学教授石崎国熙博士に篤くお礼を申し上げます。

引用文献

- CUSHMAN, J. A. 1931. The foraminifera of the Atlantic Ocean. *United States National Museum Bulletin* 104, part 8, 173 p.
- DEBENAY, J., BENETEAU, E., ZHANG, J., STOUFF, V., GESLIN, E., REDOIS, F. and FERNANDEZ-GONZALEZ, M. 1998. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera) : morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology*, 34, 235-244.
- EMILIANI, C. 1955. Pleistocene temperatures. *J. Geol.*, 63, 538-578.
- HOHENEGGER, J., PILLER, W.E. and BAAL, C. 1993. Horizontal and vertical spatial microdistribution of foraminifers in the shallow subtidal Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. *Journal of Foraminiferal Research*., 23, 79-101.
- JORISSEN, F.J. 1988. Benthic foraminifera from the Adriatic Sea; Principles of phenotypic variation. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 37, 1-174.
- MATOKA, Y. 1970. Distribution of shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, northeast Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 42 1-85.
- 湊 正雄・勝井義雄 1957. 鹿児島県竜ヶ水・磯付近の地質. 地質学雑誌, 63 (740), 300-307.
- 宮地六美 1987. 南九州火砕流堆積物の対比について. 九州大教養地学研報, 25, 9-38.
- 宮地六美 1992. 南九州の大型火砕流堆積物のフィッシュン・トラック年代(2). 九州大教養地学研報, 29, 37-44.
- MURRAY, J.W. 1979. *British nearshore foraminiferids*. Academic Press, London, New York, San Francisco, 68p.
- 大場忠道 1991. 酸素同位体比層序からみた阿蘇4テフラおよび阿多テフラ. 月刊地球, 13, 224-227.
- 小田亨平 1917. 鹿児島市外吉野台の地質. 地質学雑誌, 24 (284), 233-244.
- 大木公彦 1969MS. 鹿児島市北部の地質及び地史. 鹿児島大学理学部地学科卒論, 64p.
- 大木公彦 1974. 鹿児島市西部地域における第四系の層序. 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), 7, 15-22.
- ŌKI, K. 1975. Foraminifera from the Shiroyama Formation (late Pleistocene) in Kagoshima City, South Kyushu, Japan. *Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ. (Earth Sci., Biol.)*, 8, 33-61.
- 大木公彦・早坂祥三 1970. 鹿児島市北部地域における第四系の層序. 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), 4, 15-29.
- 大木公彦・早坂祥三 1973. 鹿児島県下における火砕流堆積物の堆積様式の一考察. 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), 5-6, 7-17.
- 大木公彦・岡田博有 1997. 第四紀における始良カルデラ周辺地域の構造発達史. 月刊地球, 海洋出版株式会社, 214・19 (4), 247-251.
- ŌKI, K. and YAMAMOTO, H. 1992. Notes on marine Quaternary sediments newly found in the west coastal area of the Satsuma Peninsula, Kyushu, Japan, with special reference to the benthic foraminiferal assemblages. *Centenary of Japanese Micropaleontology* (ISHIZAKI, K. and SAITO, T. eds.), Terra Scientific Publishing Co., Tokyo, 189-205.
- 太田良平・郡山 栄・脇元康夫 1967. シラスの地質学的分類. 鹿児島県企画部, 43p.

- 大塚弥之助 1931. 第四紀. 岩波講座(地質・古生物), 岩波書店, 107p.
- SHIMOYAMA, S., KINOSHITA, H., MIYAHARA, M., TANAKA, Y., ICHIHARA, T. and TAKEMURA, K. 1998. Mode of vertical crustal movements during the Late Quaternary in Kyushu, Japan, deduced from heights of ancient shorelines. *Tectonophysics*, 302, 9-22.
- 菅原利夫 1986. 南九州東部の更新世軽石流凝灰岩の層位学的研究. 北村 信教授記念地質学論文集, 427-451.
- 鈴木達郎・山本温彦・大木公彦・小林哲夫・根建心具 1985. 鹿児島県火砕流分布図. 鹿児島大学特定研究, 8 p.
- 高柳洋吉 1956. 鹿児島県吉田貝層の有孔虫化石. 地質学雑誌, 62 (730), 380.

受領日1999年1月30日 (Received Jan. 30, 1999)