

大分県津久見市無垢島の上部中生界と二枚貝化石群集

田中 均¹・高橋 努²・一瀬めぐみ³・坂本大輔⁴・
林 智洋⁵・本多栄喜⁵

Upper Mesozoic Formations and their Bivalve Faunas in Mukujima Island, Tsukumi City, Oita Prefecture

Hitoshi TANAKA, Tsutomu TAKAHASHI, Megumi ICHISE, Daisuke SAKAMOTO,
Tomohiro HAYASHI and Eiki HONDA

(Received October 1, 2007)

Mukujima Island is 16 kilometers northeast of Tsukumi City, Oita Prefecture, and is geotectonically occupied by the Chichibu Terrain of the Outer Zone of Southwest Japan. In this area the Upper Mesozoic strata are exposed in Jimukujima and Okimukujima Islands, and are lithostratigraphically divided into four formations, i.e. Mukujima, Jimukujima, Okimukujima and Bungo Formations in ascending order. In this paper, the stratigraphy is described in some detail, with remarks on correlation, and the features of the bivalve faunas are made clear.

The Mukujima Formation, about 65m thick, is characterized by the predominance of feldspathic quartz-sandstone. Several shallow marine bivalves which were conspecific with the bivalves from the Torinosu Group in Sakawa, Sakamoto, Yatsushiro and Tanoura areas, and Soma Group (Nakanosawa Formation) in Soma area, and the fragmental plant fossils occur from this formation. From the faunal aspects and lithological characters, the Mukujima Formation is best comparable to the Torinosu Group in Shikoku, and is assigned to the Late Jurassic.

The Jimukujima Formation about 550m thick is in fault contact with the Mukujima Formation. The formation is characterized by the frequent occurrence of red-colored rocks, with intercalation of brackish-water shell beds. From the fossil-contents (Ryoseki fauna) and lithological characters, the formation is comparable to the Ryoseki Formation of the Monobegawa area, the Koshigoe Formation of the Haidateyama area, the Togawa Formation of the Gokase area and the Kohara Formation of the Yatsushiro area.

The Okimukujima Formation about 150m thick conformably overlies the Jimukujima Formation. The formation begins with coarse-grained sandstone, and is followed by fine-grained sandstone with intercalation of alternating beds of sandstone and shale. Shallow marine bivalves, belonging to the Type Monobegawa fauna, are found. From the fossil-contents and the stratigraphic position, the formation is safely correlated with the Monobe Formation of the Monobegawa area, the Haidateyama Formation of the Haidateyama area, the Tsubana Formation of the Gokase area and the Mitsumineyama Formation of the Yatsushiro area. The Jimukujima and Okimukujima Formations belong to the Monobegawa Group and indicate the Northern-Tethyan faunas with the Hauterivian to Barremian Age.

The Bungo Formation about 550m thick, is in low angle fault contact with the Jimukujima Formation. The formation is mainly composed of massive, dark gray mudstone and lithologically unchangeable laterally, containing marine fossils such as Aptian ammonites and pelecypods at several horizons. From the fossil contents and lithological characters, the formation is comparable to the Osaka Formation of the Haidateyama area, the Takahata Formation of the Gokase area and the Kesado Formation of the Yatsushiro area. The Okimukujima faunal composition indicates a close resemblance to the Tethyan fauna in Aptian Age.

¹ 熊本大学教育学部理科教育 〒860-8555 熊本市黒髪 2-40-1

² 八千代エンジニアリング株式会社 〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12

³ 学校法人延岡学園 〒882-0001 宮崎県延岡市大峽町 7820 番地

⁴ 天草市牛深中学校 〒863-1901 熊本県牛深市牛深町 1211 番地 25

⁵ 熊本大学大学院教育学研究科 〒860-8555 熊本市黒髪 2-40-1

Data from biostratigraphic study, as well as field evidence, indicate that the Bungo formation is thrust over the Okimukujima formation bounded on very low angle faults.

Key words : Mukujima, Jimukujima, Okimukujima and Bungo Formations, bivalves, Tsukumi City

1. はじめに

大分県津久見市の北東の沖合約 16km に位置する無垢島は地無垢島と沖無垢島からなり、それらの島には、宮古統上部階無垢島層が露出しているとされていた(神戸・寺岡, 1968)。その後、寺岡(1970)は大野川盆地付近の白亜系を広域調査し、無垢島層が岩相の類似性から佩楯山層群腰越層に対比されるとした。無垢島の地質は岩相の相違により大きく4つに区分される。それらは下位より優白色の石英長石質アレナイト質砂岩が卓越する岩相、それと断層で隔てられ、主に赤紫色～淡緑色礫岩からなり少量の砂岩や泥質岩を含む岩相とその上位に整合的に重なる砂岩頁岩互層の岩相、そして最上位には低角度断層を介して石灰岩ノジュールを含む泥質岩優勢相である。今回、それぞれの岩相に対して下位より無垢島層、地無垢島層、沖無垢島層(高橋ほか, 2003, 2004, 2005)および豊後層(一瀬ほか, 2006)を記載するとともに二枚貝化石群集の属種構成の特徴や地質構造論についても触れる。

本研究を進めるにあたり、田代正之高知大学名誉教授には下部白亜系の地史について議論して頂いた。津久見市役所の原尻育史郎および竹田光徳氏をはじめとする職員の方々には、地質調査の際に多々便宜を図っていただいた。さらに、地元の金森達生氏および小松哲夫氏には沖無垢島までのアクセス等で大変お世話になった。また、民宿若松の方々には現地調査の際に大変お世話になった。以上の方々に厚くお礼申し上げる。

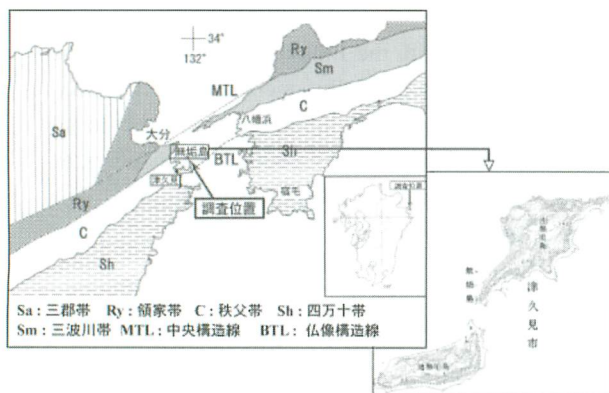


図1 位置図

2. 層序および産出化石

寺岡(1970)は無垢島層を岩相に基づき Mk1～Mk6の6部層に区分し、690mの層厚を持つとした。本研究では、岩相や産出化石の相違に基づき、下位より無垢島層、地無垢島層、沖無垢島層および豊後層に区分し、約1300mの層厚を示すとした。寺岡(1970)と層厚に大きな違いが認められるが、これは地質構造の解釈の相違による。

無垢島層(再定義): 地無垢島および沖無垢島に露出している下部白亜系に対して無垢島層と命名されていた(寺岡, 1970)。今回、地無垢島の南西側に狭く分布し、優白色の粗粒アレナイト質砂岩が卓越する岩相に対して命名する。本層は、寺岡(1970)の層序区分の Mk1 および Mk2 部層に相当する。

無垢島層は、下位より礫岩および礫質砂岩からなり、礫岩の礫は2cm以下の垂円礫の中礫で、大部分がチャートから構成されている。この礫岩および礫質砂岩は、しばしば粗粒アレナイト質砂岩と互層または指交する。その砂岩には波長1m以上、波高15cm前後の緩やかに傾くハンモック状斜交層理が観察される。上位層準では、長石質アレナイトを主とし、砂質頁岩・頁岩および炭質物を含む泥質岩の薄層あるいは炭層を挟むものから、種々の厚さの中・細粒砂岩・砂質頁岩・頁岩の互層に至る岩相を示す。この泥質岩優勢な互層部から希に二枚貝化石が産出する。二枚貝化石は、*Astarte ogawaensis* Kimura, *Astarte defecta* Tamura, *Paralleodon* sp. および *Gervillia* sp. がMK-1の露頭から産した。層厚は約65mである。

地無垢島層: 高橋ほか(2003)命名。寺岡(1970)の層序区分の Mk3 および Mk5 部層に相当する。下位の無垢島層とは断層で接している。本層は下位より厚く成層した赤紫色礫岩から始まり、淡緑灰色の礫岩をへて、粗粒～中粒砂岩および砂岩頁岩の薄層を狭在する上方細粒化を示す。礫岩層は、垂円形の大～中礫からなり淘汰は比較的良好。礫組成はチャートを主として砂岩、頁岩、酸性凝灰岩および安山岩質岩石を伴う。礫岩層に狭在する砂岩層は数cmから50cmの層厚を示し、層厚および岩相とも側方変化が著しい。その上位は、礫岩層から中粒砂岩、細粒砂岩、頁岩の互層と

変化する小堆積輪廻がいくつか見られる。礫岩層は、チャートを主とし、少量の砂岩、酸性凝灰岩、緑色岩を伴う細～中礫からなり、基質は砂質で赤紫色および緑灰色から淡緑色を呈し、厚さ5～10mである。砂岩

は中～粗粒で淡灰～灰色を呈するものや緑色～淡緑色を呈するものがあり、厚さは3～5m程度である。細粒砂岩・頁岩は、5～30cmのリズミカルな互層を呈し、上位ほど泥質岩が卓越する傾向にある。さらに上位に

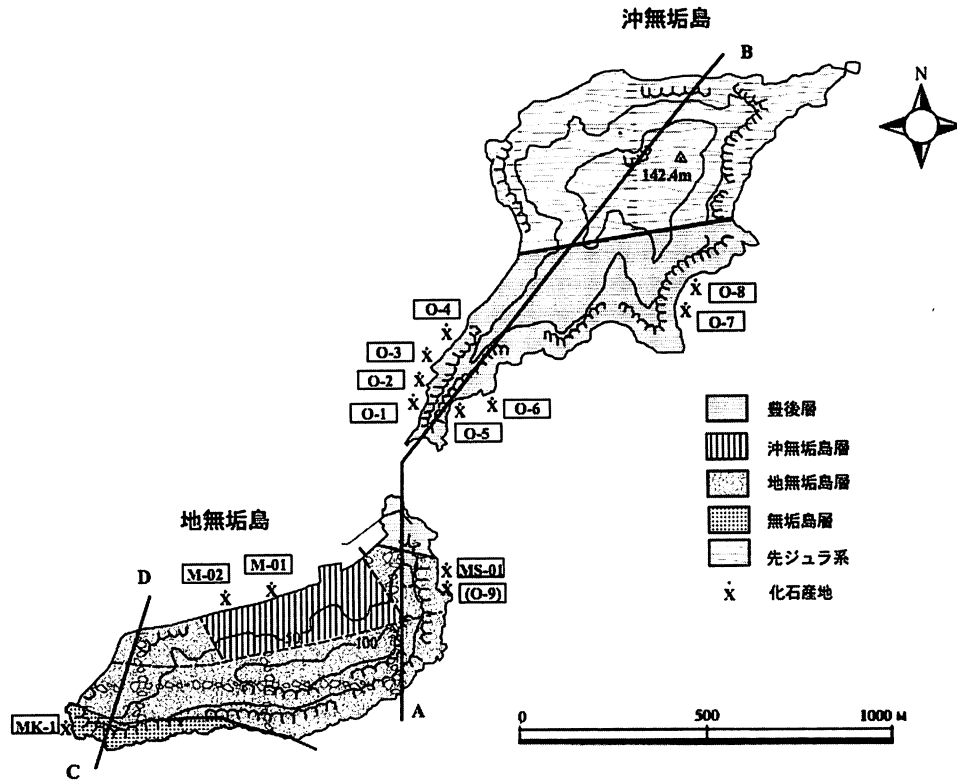


図2 地質図

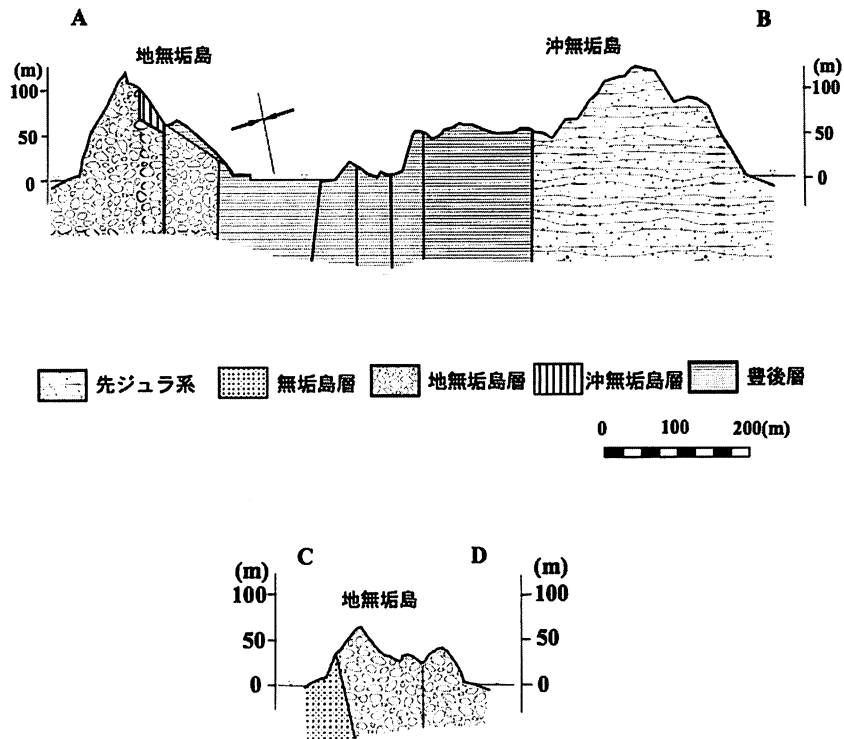
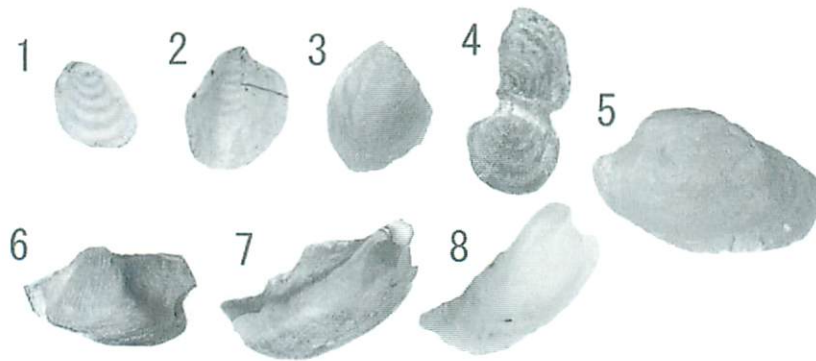
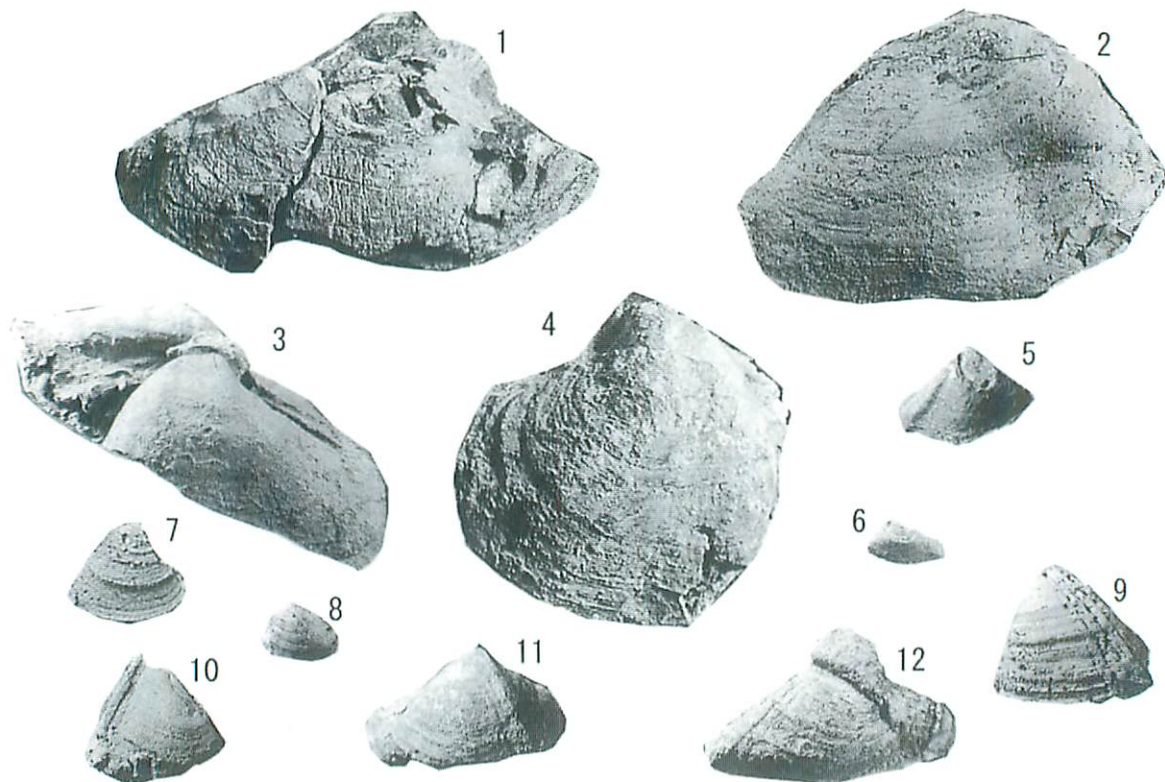


図3 断面図



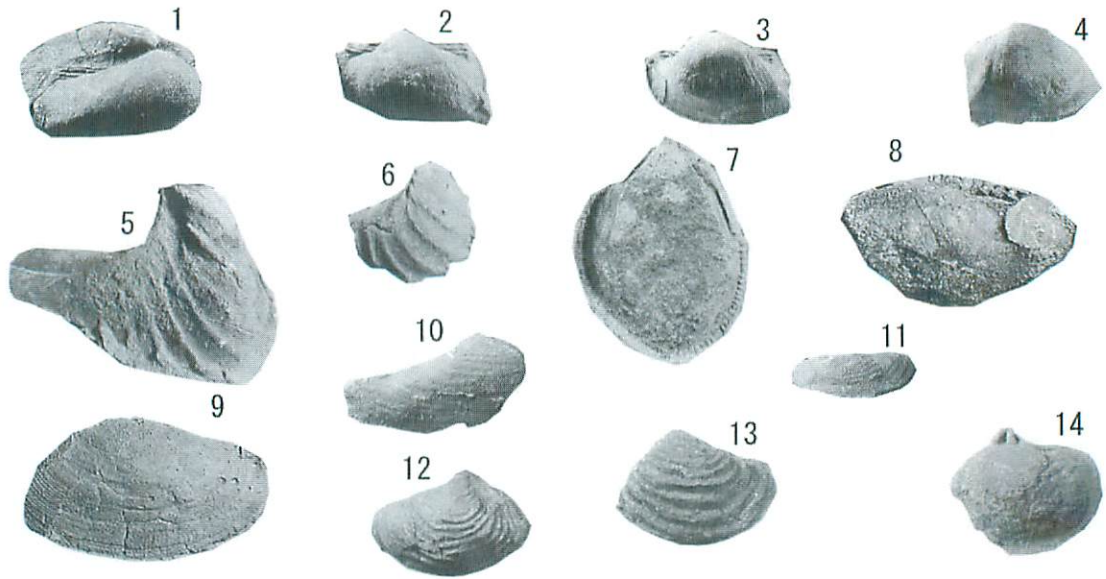
1,4. *Astarte ogawaensis* Kimura (1. external rubber cast of a left valve, 4. external rubber cast of a left valve) 2-3. *Astarte defecta* Tamura (2. external rubber cast of a right valve, 3. internal rubber cast of a right valve) 5. *Paralleodon* sp. (internal mould of a left valve) 6-8. *Gervillia* sp. (6. Internal mould of a left valve, 7. internal mould of a right valve, 8. external rubber cast of a right valve)

図4 無垢島層産二枚貝化石(化石産地 MK-1) 1 (×2) を除いてすべて原寸サイズ



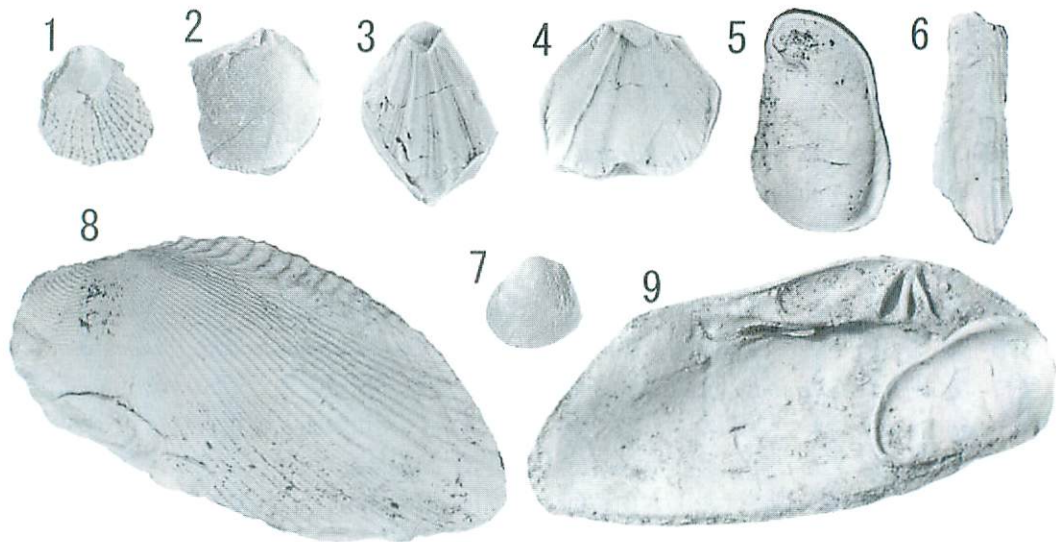
1-4. *Hayamina naumanni* (Neumayr) (1. Internal mould of right valve × 1, 2. Rubber external cast of right valve × 1, 3. Internal mould of left valve × 1, 4. Internal mould of right valve × 1) 5-6. *Costocyrena otsukai otsukai* (Yabe and Nagao) (5. Internal mould of right valve × 1, 6. Internal mould of left valve × 1) 7. *Costocyrena* cf. *peikangensis* (Hayami) (Rubber external cast of right valve × 3) 8. *Isodomella* cf. *shiroiensis* (Yabe and Nagao) (Rubber external cast of right valve × 1) 9-12. *Protocardia* sp. (9. Rubber external cast of left valve × 1, 10. Rubber external cast of right valve × 1, 11. Internal mould of right valve × 1, 12. Rubber external cast of right valve × 1)

図5 地無垢島層産二枚貝化石(化石産地 MS-01)



1-4. *Nanonavis yokoyamai* (Yabe and Nagao) (1. Internal mould of right valve×1, 2. Internal mould of left valve×1, 3. Internal mould of left valve×1, 4. Internal mould of left valve×1) 5-6. *Pterotrignia* cf. *pocilliformis* (Yokoyama) (5. Internal mould of right valve×1, 6. Internal mould of right valve×1) 7. *Yabea shinanoensis* (Yabe and Nagao) (Internal mould of left valve×1) 8-9. *Mesosacella* (?) *choshiensis* Hayami (Internal mould of left valve×2, 9. Rubber external cast of left valve×2) 10-11. *Plectomya* sp. (10. Internal mould of right valve×1, 11. Internal mould of left valve×1) 12-14. *Astarte subsenecta subsenecta* Yabe and Nagao (12. Internal mould of left valve×1, 13. Internal mould of right valve×1, 14. Internal mould of right valve×1)

図6 沖無垢島層産二枚貝化石 (化石産地 M-01, M-02)



1. *Plicatula* cf. *takahashii* Tashiro and Kozai (external mould of a left valve) 2. *Astarte* (*Astarte*) *yatsushiroensis* Tashiro and Tanaka (internal mould of a left valve) 3-4. *Neithea kochiensis* Hayami (6. external rubber cast of a left valve, 7. internal rubber cast of a left valve) 5. *Amphidonte subhaliotoidea* (Nagao) (internal mould of a left valve) 6. *Pinna* cf. *robinaldina* D'Orbigny (external rubber cast of a right valve) 7. *Pseudopsisidium* aff. *inflata* Tashiro and Kozai (internal mould of a left valve) 8-9. *Ptychomya densicostata* Nagao (8. external rubber cast of a left valve, 9. internal rubber cast of a left valve)

図7 豊後層産二枚貝化石 すべて原寸サイズ

は、砂質頁岩層および砂質頁岩・暗灰色頁岩の互層が発達するが、部分的に細礫岩および礫質砂岩をとまなうこともある。この上位の砂質頁岩層（化石産地 MS-01）から領石フォーナの特徴種である *Costocyrena otsukai otsukai*, *Hayamina naumanni*, *Protocardia ibukii*, *Isodomella shiroiensis* が多産する。層厚は約 550m である。

沖無垢島層：高橋ほか（2003）命名。本層は無垢島の北側海岸に分布し、地無垢島層に整合に重なる。礫質砂岩に始まり、厚く成層した砂岩頁岩互層をへて泥質岩優勢な互層にいたる。中位層準の砂岩頁岩互層からは浅海生二枚貝化石を産する。確認した浅海生二枚貝化石は、*Nanonavis yokoyamai*, *Pterotrigonia* (s.s.) cf. *pocilliformis*, *Yabea shinanoensis*, *Plectomya* sp. などである。なお、化石産地 M-01 からは、多種多様な浅海生二枚貝化石を産するが、M-02 からは、*Pterotrigonia* (s.s.) cf. *pocilliformis* を確認したのみである。層厚は約 150m 以上である。

豊後層：一瀬ほか（2006）命名。本層は津久見市沖無垢島の南北海岸に広く分布し、先白亜系および地無垢島層とは断層関係である。本層は塊状無層理の砂岩からはじまり、不明瞭な砂質泥岩と泥岩の互層をへて、厚い泥岩層からなる。この泥岩層には 5～20cm 規模の多数の泥質石灰岩の団球を伴う。二枚貝化石は泥岩層を除いて産出するが、保存不良の頭足類やウニの化石は泥質岩（化石産地 0-1, 0-2, 0-5 および 0-6）から産する。0-3, 0-4, 0-7 および 0-8 の化石産地から確認された主な化石は、*Astarte Yatsushiroensis*, *Plicatula* cf. *takahashii*, *Pinna* cf. *robinaldina*, *Ptychomya densicostata*, *Amphidonte subhalioidea* である（高橋ほか, 2004）。時代はアプチアンと考えられる。なお、地無垢島の領石フォーナを産する MS-01 より南側に規模の大きな崖崩れがあり、その転石中に *Neitheia kochiensis* (図 7 の 34), *Pterotrigonia* sp., *Astarte* (*Astarte*) cf. *yatsushiroensis* が見いだされた。転石中から海成二枚貝化石が発見された場所は、地無垢島層分布域内に位置し、崖崩れの頂部付近、すなわち山稜付近に海成層が分布していることを意味している。この海成層の岩相、地質構造および産出化石から判断すれば、主に沖無垢島に分布している豊後層が地無垢島層上に低角度で衝上していると考えられる（図 2 の地質図および図 3 の断面図参照）。

3. 地質時代および対比

無垢島層：無垢島層から産出する化石群には、帰属問題や地質時代を議論するのに重要な化石を含んでいる。本層から産出する *Astarte ogawaensis* Kimura, およ

び *Astarte defecta* Tamura は、四国の佐川地域（Kimura, 1956）、熊本県の坂本、八代、田浦地域（Tamura, 1959；田村, 1960）、簸瀬地域（Tamura, 1984）の鳥巢層群やその相当層および阿武隈地域（田村, 1959）の相馬層群からのみ報告されている。また、鳥巢層群に対比されている四国の美良布層は、下位層準に塊状のアレナイト質粗粒砂岩が 2 層あり（森野, 1993）、これらの粗粒砂岩の間には中～細粒砂岩や炭層が挟まれるなど、無垢島層の岩相に酷似している。これらの事実から、無垢島層は四国の鳥巢層群やその相当層に対比される。一般に、鳥巢層群は浅海性の堆積物で主に砂岩、泥岩からなり、礁性石灰岩（鳥巢石灰岩）を含むことが多い。それらの碎屑岩からアンモナイト、二枚貝、放散虫化石および石灰質ナンノなどを産し、年代的にはジュラ紀後期から白亜紀前期までの様々な年代を示すと考えられている。例えば、熊本県の簸瀬層からは *Campylites* が発見され、オックスフォードアンが暗示されている（Matsumoto and Tamura, 1985）。また、佐川町美都岐の石灰岩には含まれた暗灰色の泥岩から白亜紀の初期（バランギニアン）の石灰質ナンノ化石が発見され（相田・岡田, 1984）ている。相馬層群の中の沢層は、粗粒のアレナイト質砂岩を伴うことや、本層から産出した二枚貝化石と同じ化石を産するなど無垢島層と共通性が高い。中の沢層は産出する石灰藻、アンモナイト、二枚貝、腕足類などの化石から、年代はオックスフォードアン～キンメリッジアンとされているが（Mori, 1963）、上部をチトニアンとする解釈もある（Takizawa, 1985）。これらの研究結果を踏まえ、ここでは無垢島層の年代をジュラ紀後期としておく。

地無垢島層：地無垢島層から産出する種は、*Hayamina naumanni*, *Isodomella shiroiensis*, *Costocyrena otsukai otsukai*, *Protocardia ibukii* であり、四国の物部川層群領石層から産出する化石種とほぼ一致する。九州の領石層相当層（大分県佩楯山地域の腰越層（Tanaka, 1989）および宮崎県五ヶ瀬町の戸川層（田中ほか, 1997））では *Hayamina naumanni*, *Isodomella shiroiensis*, *Costocyrena otsukai otsukai* 等が多産するのに対して *Protocardia ibukii* が全く産出していない。田代（1993）によれば、*Protocardia ibukii* は東北地方で多産し、徳島県の立川層から希に、高知県の領石層から極希に産するとされている。しかしながら、*Protocardia ibukii* は地無垢島層から普通に産出しており、その分布範囲が西方に広がったことを意味している。ただし、領石フォーナの中で *Protocardia ibukii* が東北地方で多産し西南日本で少なくなることや *Hayamina naumanni* が西南日本で多産し東北日本で少なくなるといった一般的傾向は変わらない。

地域・帯 地質年代	熊本県 (八代地域)			宮崎県 (五ヶ瀬地域)	大分県			
	日奈久帯	宮地帯			佩楯山地域		無垢島地域	
アルビアン	日奈久層 上部層	日奈久層 (砥用層)		芝の元層				
アプチアン	日奈久層 下部層	宮地層		笠部層				
バレミアン	三峰山層			津花層	佩楯山層	沖無垢島層		
オーテリビアン	小原層			戸川層	腰越層	地無垢島層		
バラングニアン								
ベリアシアン								

図8 九州に分布する物部川層群に対比される下部白亜系

四国の領石層やその相当層の地質時代について田代(1993)は、河川堆積物を示すチャンネル状の堆積相の部分や小規模な上方粗粒化を示すデルタ堆積相が見られるので、その堆積速度は見かけの地層の厚さよりも速いと考えている。そのため領石層の堆積開始が物部層の地質時代よりも大幅に下位から始まっているとは考えにくく、オーテリビアン後期の一部を含んで主体はバレミアンであろうとしている。汽水生貝化石を産する領石相当層の地質時代は、上位の海成層の化石年代から推定するほかなく、大分県の佩楯山地域の佩楯山層(Tanaka, 1989)、宮崎県の五ヶ瀬地域の津花層(田中ほか, 1997) および高知県の物部地域の物部層(松本ほか, 1982) から産出したアンモナイトなどの大型化石はオーテリビアン後期からバレミアンを示している。したがって、四国の領石層および領石層相当層

の地質年代はオーテリビアン後期と考えている。九州の領石層相当層は、岩相および産出化石から判断して、大分県佩楯山地域の腰越層、宮崎県五ヶ瀬地域の戸川層および熊本県八代地域の小原層(田中ほか, 1998) がそれに対比できる。

沖無垢島層：本層から産出する二枚貝化石は、*Nanonavis yokoya Yabea shinanoensis*, *Plectomya* sp. *Mesosacella* (?) *choshiensis*, *Astarte subsecta subsecta* などである。これらの種はいずれも四国の物部川層群物部層(田代, 1985a) や羽ノ浦層(田代, 1993)、宮崎県の津花層(田中ほか, 1997) および熊本県の三峰山層(田中ほか, 1998) から産出する。津花層からはアンモナイト *Shasticrioceras* sp. が産出し、その化石が示唆する年代はオーテリビアン後期～バレミアンである。また、熊本の三峰山層からは、

地域・帯 地質年代	熊本県 (八代地域)		鹿児島県 (久見崎地域)	宮崎県 (五ヶ瀬地域)	大分県	
	日奈久帯	宮地帯			佩楯山地域	無垢島地域
セノミアン				田原層	田野層	
アルビアン				高畑層	須久保層	
アプチアン	今泉川層	八代層	久見崎層		溜水層 B	豊後層
	袈裟堂層				溜水層 A	
バレミアン	八竜山層				小坂層	
オーテリビアン	川口層					
バラングニアン						
ベリアシアン	黒崎層					

図9 中九州層群に対比される下部白亜系

Pulchellia compressissima が報告され、バレミアンと考えられている(村上,1996)。従って、沖無垢島層の地質年代は、他地域のアンモナイトの産出によって示唆された年代(バレミアン)とほぼ同じと考えられ、下位の地無垢島層の層序関係からも矛盾はない。また、地無垢島層や沖無垢島層産道物群は、田代(1994)の区分に従えば、テチス北方型動物群に帰属する。
 豊後層：沖無垢島では *Astarte yatsusiroensis*, *Plicatula cf. takahashii*, *Pinna cf. robinaldina*, *Ptychomya densicostata*, *Amphidonte subhaliotoidea*, *Neitheia kochiensis* *Pterotrigonia* sp., 等が産出した。*Pinna cf. robinaldina* D'Orbigny は、四国の南海層群神母木層、萩野層(田代, 1993)、文城層(Tashiro and Matsuda, 1986) および大分県や熊本県に分布する中九州層群溜水層(Tanaka et al., 1996)や八代層(田代, 1993)

から報告されている。*Neitheia kochiensis* は四国の四万十帯新庄川層群堂ヶ奈路層(Hayami and Kawasawa, 1967)や佩楯山地域の小坂層(Tanaka et al., 1996)、熊本県の袈裟堂層(Tashiro, 1990)から報告されている。*Plicatula cf. takahashii* は四国の新庄川層群堂ヶ奈路層や南海層群中伊豆層から産出している(Tashiro and Kozai, 1986)。*Amphidonte subhaliotoidea* は、南海層群萩野層(田代, 1993)および中九州層群小坂層(Tanaka, 1989)、袈裟堂層(Tashiro, 1990)、高畑層(Tashiro and Tanaka, 1992)および東北地方の宮古層群田野畑層や平井賀層(Hayami, 1965)から産する。*Ptychomya densicostata* は中九州層群小坂層、袈裟堂層および宮古層群の“オルビトリナ砂岩”(Nagao, 1934)から産出している。*Pseudopisidium aff. inflata* は、南海層群萩野層および中九州層群小坂層から産出する。

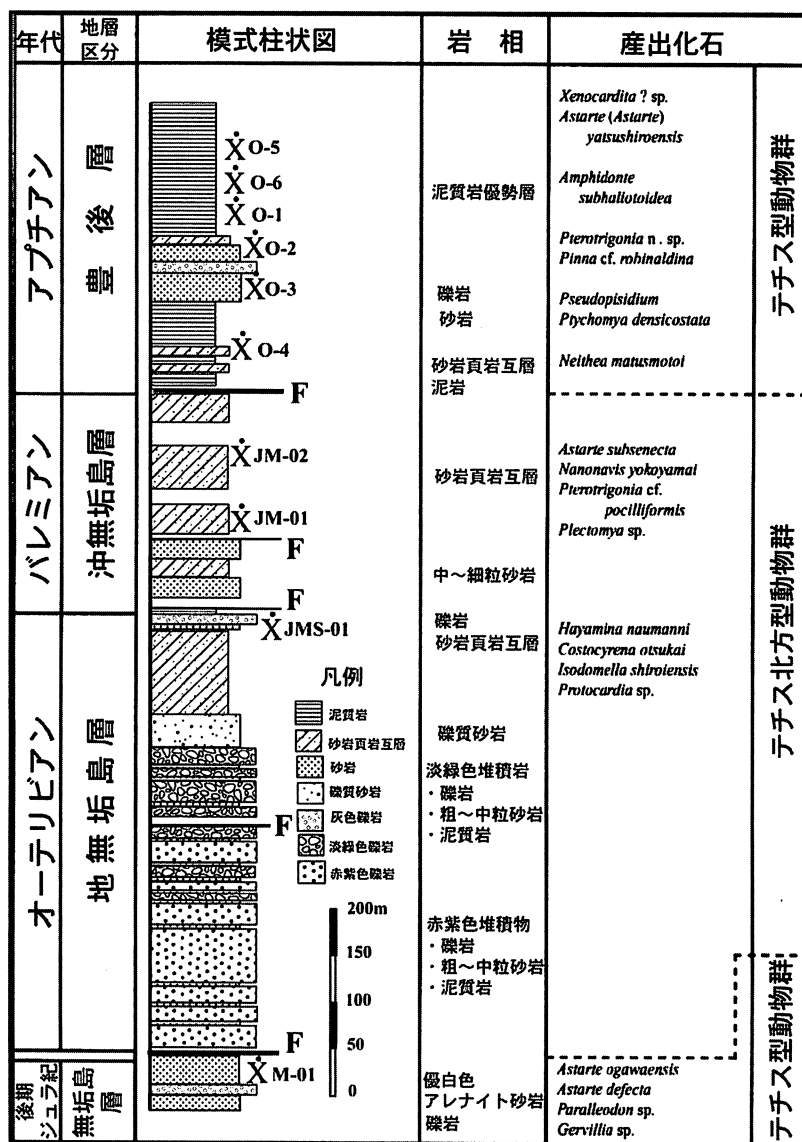


図 10 無垢島の総合柱状図

このように沖無垢島から産出する二枚貝化石群集は、四国の南海層群萩野層や中伊豆層そして新庄川層群堂ヶ奈路層、九州の中九州層群小坂層や袈裟堂層および宮古層群の田野畑層などから報告されている種と共通し、地質時代は、ほぼアプチアンと考えられる。また、この動物群は、田代（1994）の区分に従えば、テチス型動物群に帰属する。

4. まとめ

1. 地無垢島および沖無垢島の上部中生界の岩相は、上下限とも不明であるが4つに大きく区分される。それらは下位より白色の粗粒アレナイト質砂岩が卓越する岩相、その上位に断層関係で重なる赤紫色～淡緑色礫岩から始まり砂岩をへて砂岩頁岩互層に至る岩相、砂岩優勢頁岩互層の岩相、そして最上位に低角度衝上断層関係で重なる泥質岩優勢層である。今回、それぞれの岩相に対して下位より無垢島層、地無垢島層、沖無垢島層および豊後層（新称）とした。
2. 無垢島層は、岩相や産出化石から無垢島層は四国の上部ジュラ系の鳥巢層群やその相当層に対比される。
3. 地無垢島層は、岩相や産出化石から四国の物部川層群領石層に対比され、九州では大分県佩楯山地域の腰越層（Tanaka, 1989）、宮崎県五ヶ瀬町の戸川層（田中ほか, 1997）、熊本県の小原層（田中ほか, 1998）にそれぞれ対比される。本層から産出する化石の中で *Protocardia ibukii* は東北地方で多産し、徳島県の立川層から希に、高知県の領石層から極希に産するとされている。しかしながら、*Protocardia ibukii* は地無垢島層から普通に産出しており、その分布範囲が西方に広がったことを意味している。
4. 沖無垢島層は、岩層および産出化石から四国の物部川層群物部層に対比され、九州では八代地域の三峰山（田中ほか, 1998）、五ヶ瀬地域の津花層（田中ほか, 1997）および佩楯山地域の佩楯山層（Tanaka, 1989）にそれぞれ対比される。
5. 豊後層は、岩相および産出化石から九州に分布する中九州層群、大分県の小坂層（Tanaka, 1989）宮崎県の高畑層（Tashiro and Tanaka, 1992）、熊本県の袈裟堂層（Tashiro, 1990）にそれぞれ対比される。
6. 地無垢島層および沖無垢島層産二枚貝化石は、田代（1994）が提唱するテチス北方型動物群に属し、豊後層産二枚貝化石は、テチス型動物群にそれぞれ属することが明らかになった。

引用文献

- 相田吉昭・岡田尚武（1984）：高知県西部地域およびテチス地域の最上部ジュラ系～下部白亜系放射・石灰質ナンノ化石。日本地質学会第91年学術大会講演要旨，168
- Hayami, I. (1965): Lower Cretaceous Marine Pelecypods of Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, Part 1, vol. 15, no. 2, p. 221-349, text-figs. 1-4, pls. 27-52.
- Hayami, I. and Kawasawa, K. (1967): Some Lower Cretaceous Bivalves from the Shomantogawa Group of South Shikoku. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, 66, 73-82, pl. 9.
- 一瀬めぐみ・田中 均・高橋 努・野田雅之・林 智洋・児島千聡（2006）：大分県津久見市無垢島の下部白亜系と二枚貝化石群集—地域地質教材開発—. 大分地質学会誌，第12号，1-42.
- 神戸信和・寺岡易司（1968）：臼杵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，63p.
- Kimura, T. (1956): Some pelecypods from the Upper Jurassic Torinosu group in Kochi Prefecture, Japan. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, vol. 4, no. 2, 80-90, pl. 1.
- Matsumoto, T and Tamura, M. (1985): On an ammonite of the genus *Campylites* from the Ebirase Formation of Kyushu. *J. Geol. Soc. Japan*, no. 91, 371-373.
- 松本達郎・小島郁生・田代正之・太田善久・田村 実・松川正樹・田中 均（1982）：本邦白亜系における海成・非海成層の対比。化石，31，1-26.
- Mori, K. (1963): Geology and palaeontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, ser. 2, vol. 35, 33-65.
- 森野善広（1993）：高知県物部地域の下部白亜系鳥巢石灰岩の生成環境。地質雑。Vol. 99, no. 3, p. 173-183.
- 村上浩二（1996）：八代一日奈久地域の下部白亜系（八竜山・日奈久）の再検討—特にアンモナイトに基づく化石層序—. 熊本地学会誌，113，2-9.
- Nagao, T. (1934): Cretaceous Mollusca from the Miyako district, Honshu, Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ.*, ser. 4, vol. 2, no. 3, p. 177-277, pls. 23-39.
- Tamura, M. (1959): Trigonidae, Ostreidae, Bakevelliidae, Pteriidae, Cardidae, Astartidae from the Upper Jurassic Sakamoto formation in central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan, N.S.*, no. 33, 23-32, pl. 5.
- 高橋 努・田中 均・坂本大輔・永田由希江・中本絵美（2003）：大分県津久見市無垢島の下部白亜系と二枚貝化石群集（その1）。御所浦白亜紀資料館報，no. 4, 1-10.
- 高橋 努・田中 均・山口琢磨（2004）：大分県津久見市無垢島の下部白亜系と二枚貝群集（その2）。御所浦白亜紀資料館報，no. 5, 15-19.
- 高橋 努・田中 均・山口琢磨・岩永拓也（2005）：大分県津久見市無垢島のジュラ系と二枚貝化石。御所浦白亜紀資料館報，no. 6, 15-18.
- Takizawa, F. (1985): Jurassic sedimentation in the South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, no. 36, 203-320.
- 田村 実（1959）：相馬ジュラ紀層群産の鳥の巢二枚貝化石群について。地質学雑誌，vol. 65, no. 764, 280-289.

- 田村 実 (1960): 坂本層群—九州—の層位学的研究. 地質雑, vol.66, no.777, 371-388.
- Tamura, M.(1984): Upper Jurassic Bivalve Fauna from the Ebirase Formation, Middle Kyushu, with aNote on the Haidaia Species (Trigoniid) in the Trinosu Fauna. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ. Nat.Sci.*, no.33, 23-33, pls.2
- Tanaka, H. (1989): Mesozoic Formations and their molluscan faunas in the Haidateyama Area, OitaPrefecture, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, Ser.C, 9, 1-43, pls.1-5.
- Tanaka, H., Miyamoto, T., Tashiro, M. and Takahashi, T. (1996): Bivalve Fauna from the Pre-Sotoizumi Group Developed to the North of Mt. Haidate,Oita Prefecture, Kyushu. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, 45 (*Nat.Sci.*), 11-52.
- 田中 均・高橋 努・曾我部 淳・宮本隆実・田代正之 (1997): 宮崎県五ヶ瀬地域の中生界と二枚貝化石相. 熊大教育紀要, 46, 自然科学, 9-44.
- 田中 均・高橋 努・宮本隆実・利光誠・一瀬めぐみ・桑水流淳二・安藤秀一 (1998): 熊本県八代山地東域の下部白亜系と二枚貝化石相. 熊大教育紀要, 47, 自然科学, 11-40.
- 田代正之 (1985): 四国秩父帯の白亜系—下部白亜系の横ずれ断層について—. 化石, 38, 23-35.
- Tashiro, M. (1990): Bivalve fauna from the Kesado Formation of Yatsushiro Mountains in Kyushu. *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. Ser. E. Geol.* vol.11, 1-22, pls.1-3.
- 田代正之 (1993): 日本の白亜紀二枚貝相 Part1: 秩父帯・“領家帯”の白亜紀二枚貝相について. 高知大学学術研報, 42, 105-155.
- Tashiro, M. and Matsuda, T. (1986): Lower Cretaceous bivalves from Sakawa area, Shikoku. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 142, 366-392, pls.74-77.
- 田代正之 (1994): 二枚貝群集から見た西南日本の白亜系のテクトニズム. 高知大学学術研報, vol.43,43-54.
- Tashiro, M and Kozai,T. (1986): Bivalve fossils from the type Monobegawa Group. *Res. Rep. Kochi Univ.*, (*Nat. Sci.*), vol.35, 23-54, pls. 1-10.
- Tashiro, M. and Tanaka, H. (1992): Bivalve fossils from the Cretaceous Takahata Formation ofcentral Kyushu, Japan. *Res. Rep. Kochi Univ.*, (*Nat. Sci.*), vol.40, 139-156, pls. 1-3.
- 寺岡易司 (1970): 九州大野川盆地付近の白亜紀層. 地質調査所研究報告, 237, 84p