Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 22 (1995), p. 19-50, pls. 7-9, 20 figs., 3 tabs.

下関市彦島竹ノ子島・西山町地域の漸新世芦屋層群の堆積相と貝類化石

岡本和夫*・坂井　卓**

*〒732 広島市東区上温品4-42-9（広島大学名誉教授）
**九州大学理学部地球惑星科学教室，〒812 福岡市東区箱崎

Sedimentary Facies and Fossil Molluscs of the Oligocene Ashiya Group in the Hikoshima Takenokojima and Nishiyama Area, Shimonoseki City, Southwest Japan

Kazuo Okamoto* and Takashi Sakai**

*Professor Emeritus of Hiroshima University, Kaminukushina 4-42-9, Higashi-ku, Hiroshima 732, Japan
**Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 33, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812, Japan

Abstract

This study treats of the sedimentary facies and fossil molluscs of the Oligocene Ashiya Group in the Hikoshima Takenokojima and Nishiyama area, Shimonoseki City, Yamaguchi Prefecture. The group in this area is characterized by a sandstone-dominant shallow marine sequence (about 150 m thick), in which seven sedimentary facies were discriminated; the Graded pebbly sandstone, Large-scale cross-stratified sandstone, Small-scale cross-stratified sandstone, Parallel stratified sandstone, Hummocky and/or swaley cross-stratified sandstone, Bioturbated sandstone, and Sandstone and siltstone couplet Facies. It is divided into two lithologic units; the Unit I in the lower and the Unit II in the upper which are bounded by a regressive erosional surface showing a downlap boundary.

The fossil molluscan beds (assemblages) from the Ashiya Group in the area are as follows in descending order: *Glycymeris* 4, *Meretrix, Echinodiscus, Felaniella-Echinodiscus-"Ostrea", Felaniella-"Ostrea", Glycymeris* 3, *Glycymeris* 2, *Glycymeris* 1, *Glycymeris-Dosinia.* These molluscs are belonging to the Ashiya fauna (Otuka, 1939). Other fossils, i. e., whales, penguin-like bird, reptiles, shark-teeth and trace fossils had been also reported.

In the general sedimentary facies and molluscan assemblages from bottom to top of this group reveal that the deposition of the group is continual in the upper euneritic zone of

temperate to subtropical sea.
Meretrix hikoshimensis, n. sp. is described.

キーワード：下関市彦島竹ノ子島・西山町，漸新世芦屋層群，堆積相と岩相層序，芦屋動物群の貝化石群集，堆積環境，*Meretrix hikoshimensis*，n. sp.
Key words：Hikoshima Takenokojima and Nishiyama-cho, Shimonoseki City, Oligocene Ashiya Group, sedimentary facies and litho-stratigraphy, molluscan fossil assemblages of Ashiya fauna, sedimentary environment, *Meretrix hikoshimensis*, n. sp.

ま　え　が　き

下関市彦島竹ノ子島・西山町地域には古第三紀漸新世芦屋層群が分布する．古い地形図をみると彦島西山町南東部には舞子島と呼ばれる小島があり，化石を産出したようであるが，現在（1995年）は彦島製錬株式会社敷地内にあり，舞子島の姿は失われている．

彦島西山町北西－北部は漁業基地としての南風泊（はえどまり）港の整備とこれに伴う水産加工工場のための埋立地造成により自然の海岸線は失われてしまった．そしてこの計画の最後に埋立地北側の堤防および道路設置のために，彦島西山町二丁目東端にある下関市指定文化財（天然記念物）である *Glycymeris*（タマキガイ）化石層の処置の問題，すなわち *Glycymeris* 層の保存か，開発を重視するかについて1992－'93年頃新聞紙上に多くの話題が提供されたことは記憶に残ることであろう．

さらに彦島西山町地域の内部は住宅建設で自然の姿はほとんど失われている．

以上に述べた状況から，1993年下関市教育委員会文化課では彦島西山町北東部の下関市指定文化財である *Glycymeris* 層のみならず，彦島竹ノ子島・西山町地域の芦屋層群の化石の調査・研究を筆者らに依頼することになった．ところがこの地域芦屋層群には種々の堆積相・堆積構造が発達している．最近の堆積学の進歩は著しく，初等教育においても堆積の教材が扱われるようになってきている．さらに化石層も堆積の立場から扱われる必要がある．そこでこの調査・研究では岡本が貝類など化石を扱い，坂井が堆積相・堆積構造を扱い，両者が協力してこの調査・研究を行なうことになった．

実際にこの地域の調査を行なってみると，彦島竹ノ子島町東側，彦島西山町中央部および北－北東側地区の調査は，先に述べた事情により調査は不可能となり，この地域全体の地質調査はできなかった．竹ノ子島町西側および西山町南側はほぼ自然の状態が保存されており，このままの状態が保存されることを強く希望する。

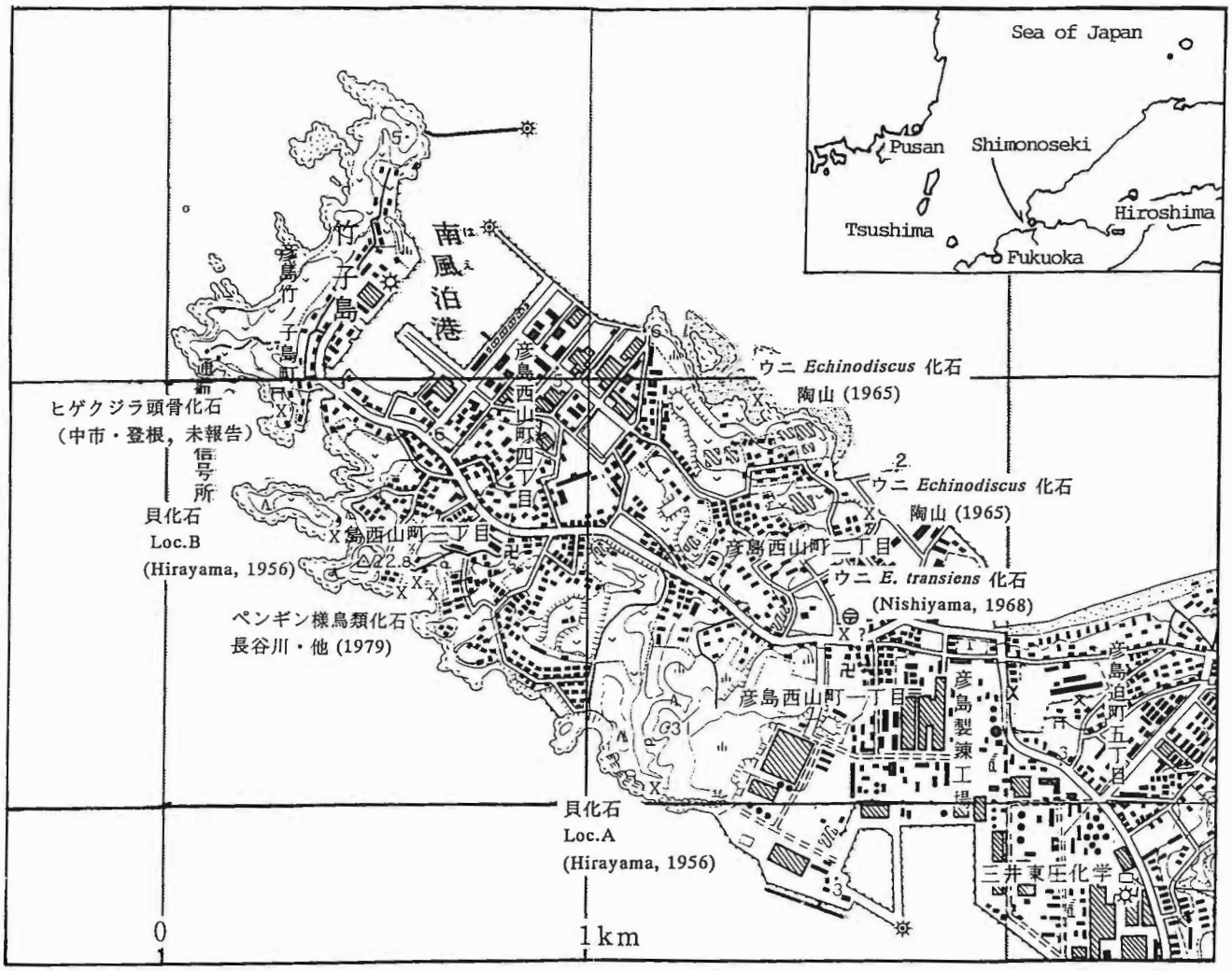
謝辞：この調査・研究を行なうために，私達の考えを受け入れ，御配慮下さった下関市教育委員会の方々，および貝類化石採集に御援助下さった井森工業株式会社彦島作業所所長藤迫英戈氏に深く感謝します．

貝類化石の文献を調べて下さった京都大学理学部鎮西清高教授，生痕化石を御検討下さった筑波大学地球科学系野田浩司教授，現生 *Glycymeris* と *Meretrix* について御教示下さった水産大学校校長網尾　勝教授（1992年当時），鯨の化石などについての資料を提供して下さった北九州市自然史博物館岡崎美彦博士，九州大学に保管されている下関市彦島産 *Meretrix* 化石標本を見せて下さった九州大学理学部富田宰臣・石橋　毅博士，原稿を読んで下さった名古屋大学糸魚川淳二名誉教授，写真作製のため御世話下さった広島大学総合科学部佐田公好教授，この原稿の投稿を許された瑞浪市化石博物館および御世話下さった同館柄澤宏明博士に厚くお礼申し上げます．私達を激励して下さった九州大学理学部岡田博有教授に感謝します．

研究史　－彦島竹ノ子島・西山町芦屋層群の層序・古生物学的研究－

下関市彦島竹ノ子島・西山町地域の漸新世芦屋層群は従来北九州市小倉地域から下関市彦島竹ノ子島・西山町，六連島および北九州市馬島・藍島を含めた小倉炭田（堆積盆）地域の一部という考え方で調査・研究が進められてきた．このような考え方でのこれら地域の地質学的研究については岩橋・小原（1959）の研究があり，富田・石橋（1990）による従来の研究のまとめがある．

下関市彦島竹ノ子島・西山町の貝類を主とする古生物の研究と層序学的研究は次のものがあげられる．Hirayama (1956) は彦島西山町南西海岸の芦屋層群からの貝類，すなわち筆者らの *Glycymeris-Dosinia* 群集を産出する2地点（第1図）からの貝類化石を研究し，芦屋層群の時代を論じている．村田・梶原（1960）は彦島竹ノ子島・西山町および馬島の層序，貝類化石と地質構造を報



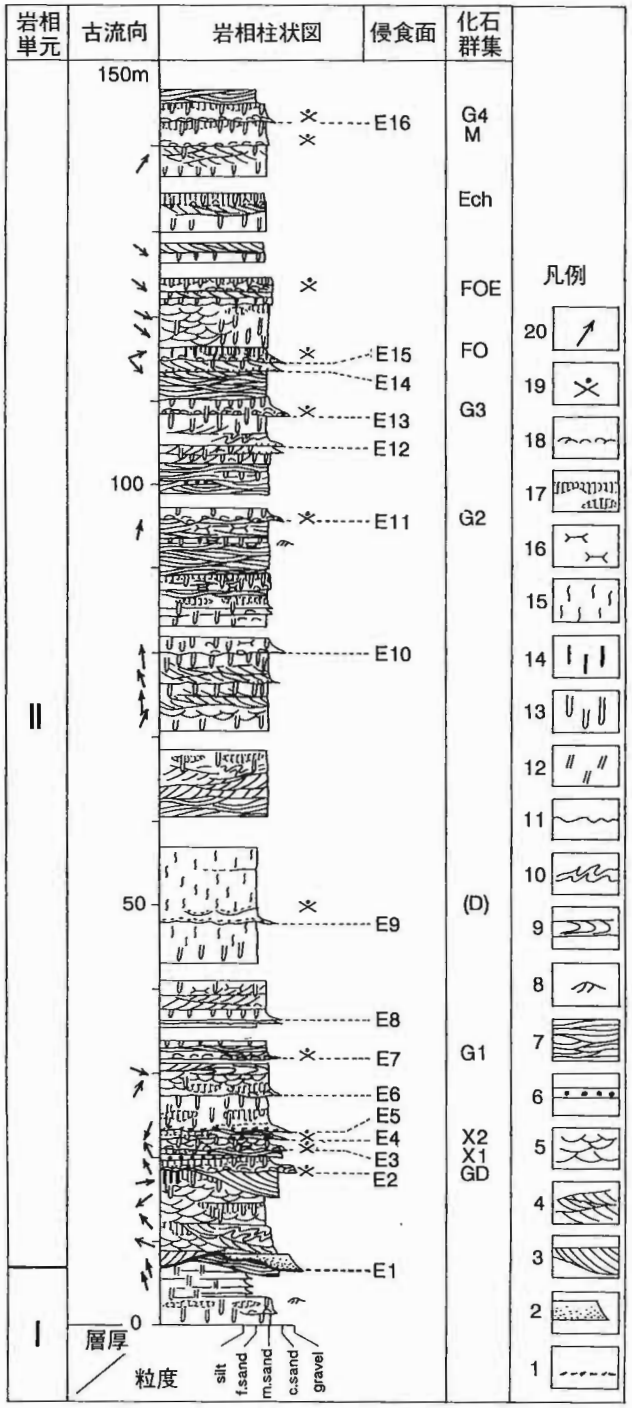
第１図．既報告化石産地（地形図は1/25,000　地形図「下関」から引用）．
Fig. 1.　Fossil localities previously reported.

告した．鎌田（1967）は彦島西山町南西海岸の貝化石について言及している．Nisiyama (1966, 1968) は彦島西山町からウニ *Echinodiscus chikuzenensis* Nagao から区別されるとして *E. transiens* n. sp. を報告している．彼の示した緯度･経度に従って産地を図示した（第１図）が，彼の記述を読むと産地地点に疑問が残る．長谷川・他（1979）は彦島西山町南西海岸（第１図）からペンギン様鳥類 Protopteridae gen. et sp. indet. の骨化石が発見されたことを報告している．Okazaki (1982, 1987, 1994) はこの地域からのクジラを記載している．原・首藤（1983）はこの地域芦屋層群の貝化石層序の概要を述べ，この地域芦屋層群を模式地芦屋層群中部の坂水層下部に対比している．Suzuki *et al.* (1993) は彦島竹ノ子島町の貝化石試料の珪化および緑泥石化などについて研究している．富田・石橋（1990）はこの時点までの北九州炭田地域古第三系の地質と化石を概括している．下関市彦島の芦屋層群についても言及しており，この地域の研究史も詳細に述べている．そして彼等は彦島竹ノ子・西山町地域では“斜交葉理や砂管が発達し，貝化石はその産状から現地性とは思われない”と貝化石の産状について述べている．

なお一般普及書についての記録については省略する．

芦屋層群の堆積相と岩相層序

下関市の芦屋層群は，彦島竹ノ子島および西山町の西－南西側の海岸に沿ってよく露出し，そのほぼ全層序が連続して観察できる．本研究では，挟まれている化石層の詳しい層準と分布，そして堆積相と岩相層序を明らかにすることを目的に，海岸に沿って分布する芦屋層群



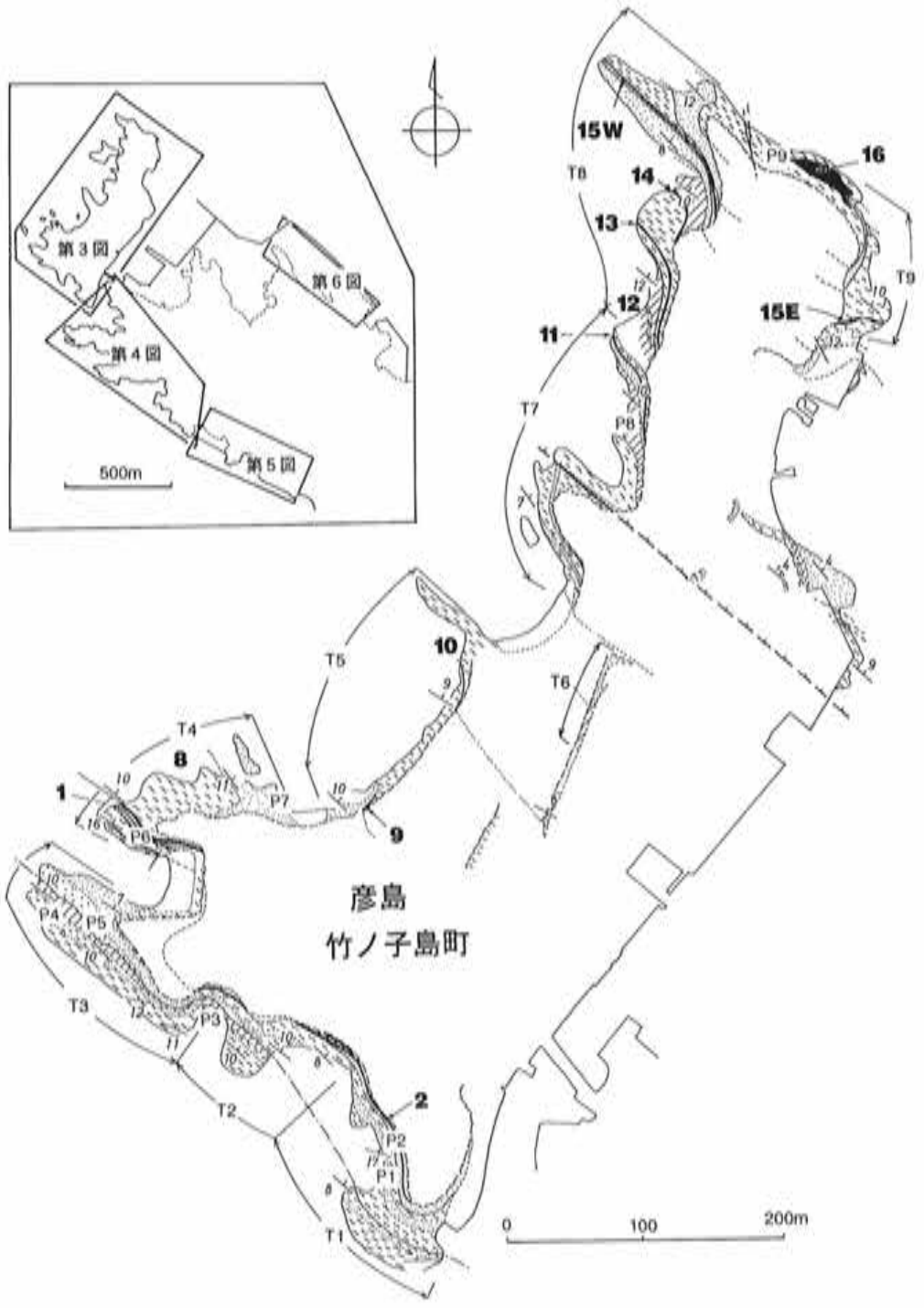
第２図　下関市彦島竹ノ子島・西山町における芦屋層群の岩相ならびに堆積層序.
１，シルト岩礫；２，級化層；３，大規模平板型斜層理；４，小規模平板型斜層理；５，小規模トラフ型斜層理；６，水平および楔状層理；７，ハンモック状およびスウェイル状斜層理；８，波漣痕；９，転倒斜層理；10，流動褶曲(コンボリュート葉理)；11，浸食面；12-16，生物擾乱砂岩 (bioturbated sandstone) (12，種名不明；13，*Ophiomorpha*；14，*Cylindrichnus*；15，*Tosalorbis*？；16，*Thalassinoides*)；17，石灰質部および団球；18，軟体動物化石；19，化石層；20，古流向

Fig. 2. Lithology and sedimentary sequence of the Ashiya Group in the Hikoshima Takenokojima and Nishiyama area, Shimonoseki City.
1, Siltstone clasts; 2, Graded bed; 3, Large-scale tabular cross-stratification; 4, Small-scale trough cross-stratification; 5, Small-scale trough cross-strtatification; 6, Horizontal and wedge-like bedding; 7, Hummocky and swaley cross-satrati-fication; 8, Wave ripple; 9, Overturned cross-bedding; 10, Convolution; 11, Erosional surface; 12, Unknown species; 13, *Ophiomorpha*; 14, *Cylindrichnus*; 15, *Tosalorbis*?; 16, *Thalassinoides*; 17, Calcareous part and concrertion; 18, Molluscan fossils; 19, Leading fossil beds; 20, Paleocurrent.

の2500分の１のルートマップならびに100分の１の実測柱状図を作成した．その結果，約150 mの全層序にわたる岩相層序が明らかになり，７堆積相を識別した．第２図には岩相層序および主要な堆積相の垂直分布の概要とともに，挟まれる化石層，明瞭な侵食面，古流向を示した．また，第３－６図のルートマップには，実測柱状図作成位置，識別された堆積相，化石層，化石産出地点，断層などの分布と，写真撮影地点を示した．

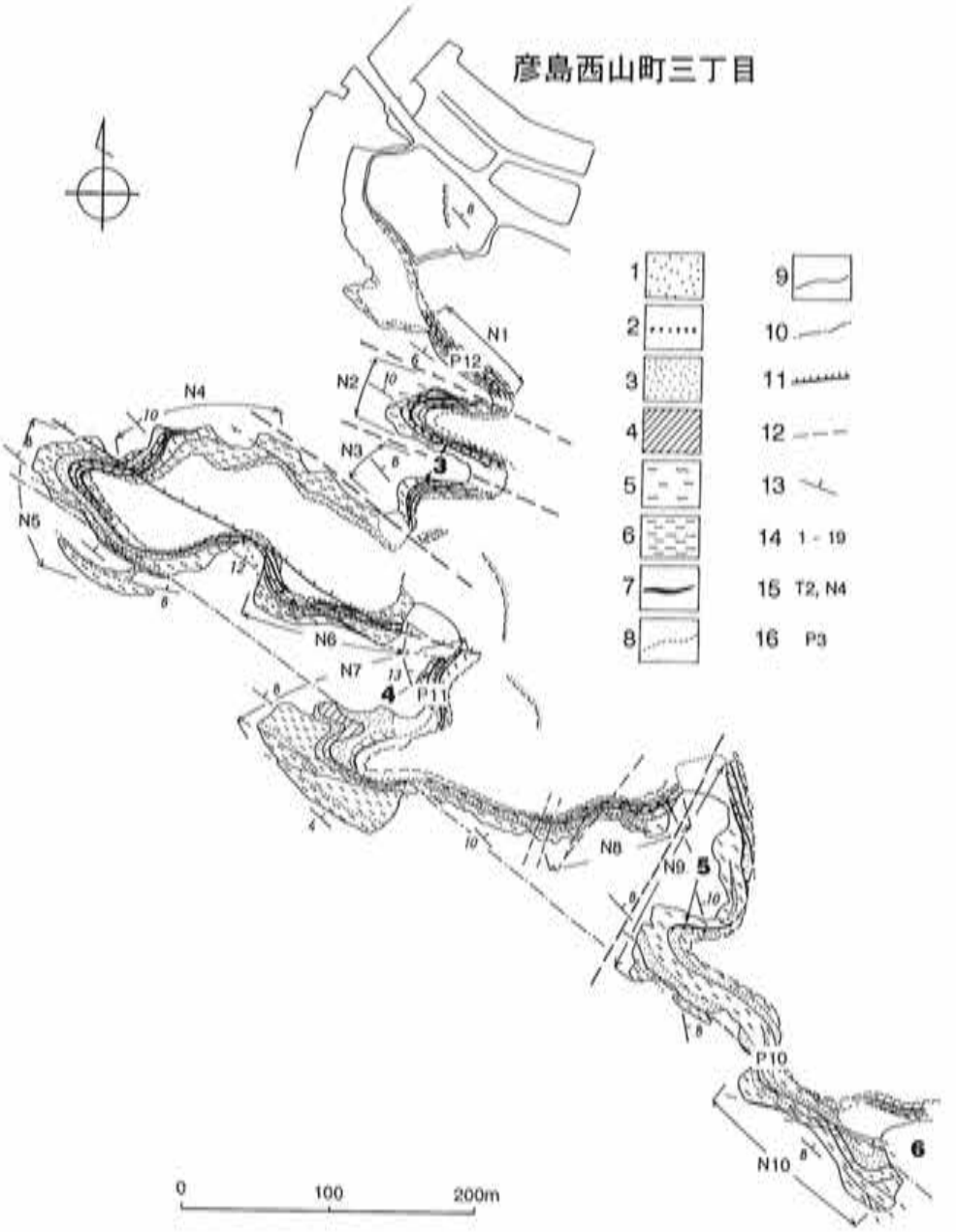
１　堆積相

彦島竹ノ子島・西山町の芦屋層群は，全体を通して非常に砂岩に富み，比較的単調な岩相を示す．しかしながら，詳しく観察してみると，砂岩層には内部構造をはじめとして堆積学的特徴を異にする幾つかの堆積相が含ま



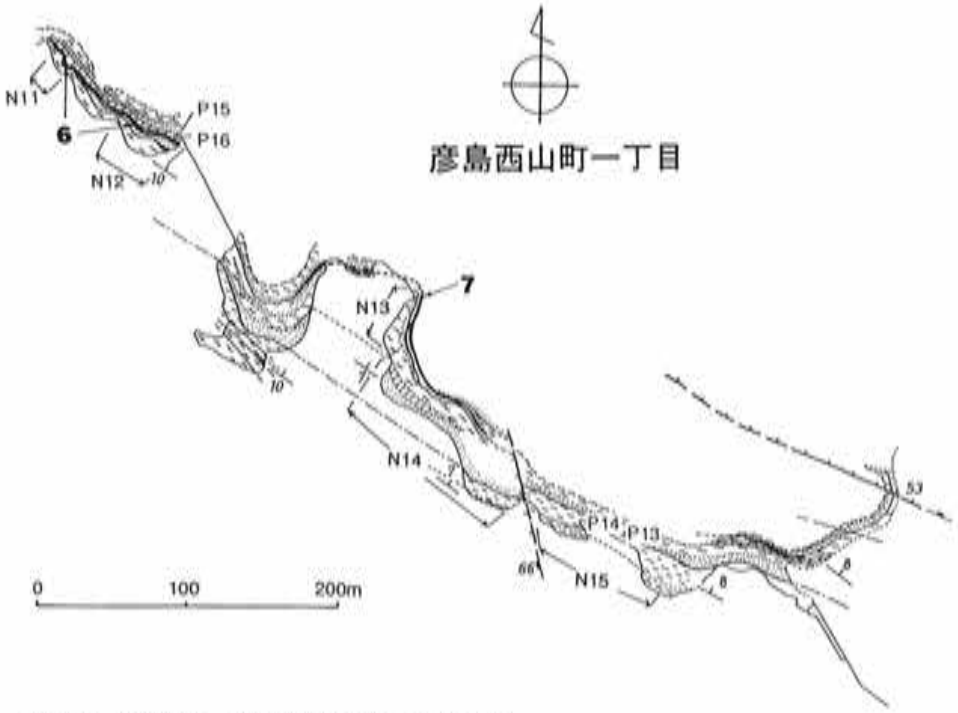
第3図．彦島竹ノ子島町のルートマップ．
枠内はルートマップの位置を示す．凡例は第4図を参照．

Fig. 3. Route map of Hikoshima Takenokojima-cho.
Enclosure showing an index of route maps. For legend refer to Fig. 4.



第4図．彦島西山町三丁目南側海岸のルートマップ．
1，含礫級化砂岩相；2，平行葉理砂岩相；3，斜層理砂岩相(大型および小型斜層理砂岩相を含む)；4，ハンモック状およびスウェイル状斜層理砂岩相；5，生物擾乱砂岩相；6，砂岩・シルト岩互層相；7，化石層；8，整合的地層境界；9，侵食性地層境界；10，岩相単元の境界；11，断層（実在）；12，推定断層；13，走向・傾斜；14，化石採集地点；15，実測柱状図作成ルート（T：竹ノ子島町，N：西山町）；16，写真撮影地点．

Fig. 4. Route map along the south coast of Hikoshima Nishiyamacho-3chome.
1, Graded pebbly sandstone Facies; 2, Parallel stratified sandstone Facies; 3, Cross-stratified sandstone facies including both the Large- and Small-scale cross-stratified sandstone Facies; 4, Hummocky and swaley cross-stratified sandstone Facies; 5, Bioturbated sandstone Facies; 6, Sandstone and siltstone couplet Facies; 7, Fossil beds; 8, Conformable contact; 9, Erossive contact; 10, Boundary of lithologic units; 11, Faults (confirmed); 12, Faults (assumed); 13, Strike and dip of strata; 14, Localities of fossils; 15, Routes for measured sections (T: Takenokojimacho; N: Nishiyamacho); 16, Locations of outcrop photographs.



第5図，彦島西山一丁目南海岸のルートマップ．
凡例は第4図を参照．
Fig. 5, Route map along the south coast of Hikoshima, Nishiyamacho-1chome. For legend refer to Fig. 4.

れている．

岩相や粒度を含め，堆積構造，分布形態，地層の重なりの様式，および含まれる化石や生痕化石などを判断の基準として地層を区分する方法を堆積相解析という（例えば，Walker，1992）．堆積相解析の結果，調査地域では，次の7つの堆積相が識別できた．以下，粗粒なものから順にその特徴を述べ，そのなかで重要と思われる堆積構造を記述する．

(1) 級化含礫砂岩相（Graded pebbly sandstone Facies）

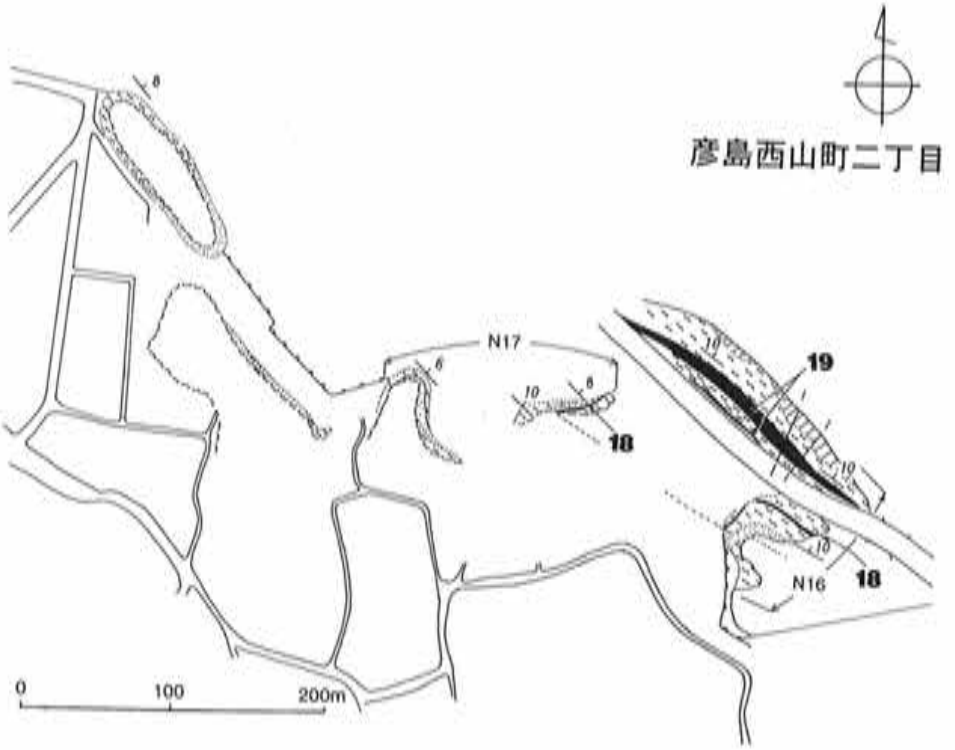
この堆積相は，細～小礫を含む粗～中粒砂岩からなる．本地域では竹ノ子島台場鼻通航潮流信号所南方に認められる．礫は細礫，まれに中礫で，粗～中粒砂中に分散的に含まれる．内部構造には級化構造（grading）が認められる（第7図）．下底部は明瞭で，下位層に対して顕著な削剝・侵食関係を示す（第8図）．また，層厚の側方変化も顕著である．上記地点では，本含礫砂岩は波曲状層理砂岩相の上位に，約50 cm程度の深さのチャンネルを伴い最大2 mの層厚で重なるが，側方に急激に薄化し，約100 m南東では消失する．

上述の産状の特徴からは，この堆積物がチャンネルを充塡する密度流の起源による堆積物であることを示す．この堆積相の下底は，ユニットⅠとユニットⅡとの境界である侵食境界面（E 1）の延長にあたる（第2，3図）．

(2) 大型斜層理砂岩相（Large-scale cross-straified sandstone Facies）

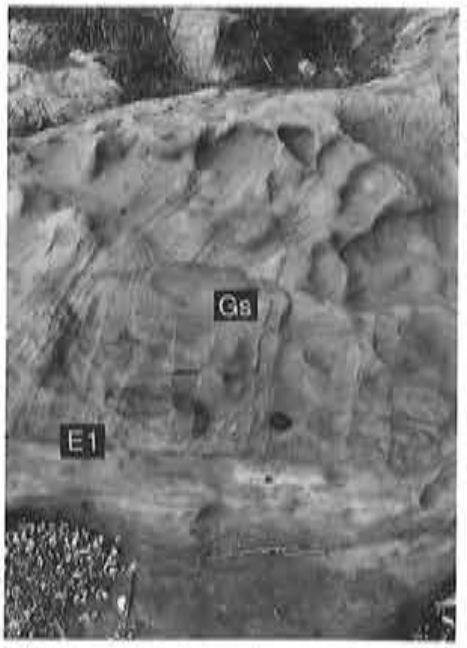
大型の斜層理は厚層理の成層砂岩層中に認められることが多い．この堆積相は斜層理の規模に加えて，一般に，生物擾乱作用を欠くか，もしくは軽微なことで，比較的容易に認定できる．ここでの大型斜層理は，斜交層理を構成する前置層と底置層の一組のセットが厚さ50 cm以上の規模のものに限って便宜的に用いることにする．普通，斜層理のセットの厚さが0.5－1.5 m，最大2 mの淘汰の良い中粒砂岩からなることが多い．斜層理には平板型およびトラフ型の二つのタイプが識別できる．調査地域では圧倒的に平板型斜層理砂岩相が卓越し，大型のトラフ型斜交層理砂岩相はごく一部で認められるに過ぎない．

この堆積相は，普通，生物擾乱砂岩相に挟まれるか，下底に比較的薄い礫層を伴った明瞭な侵食面で境され，



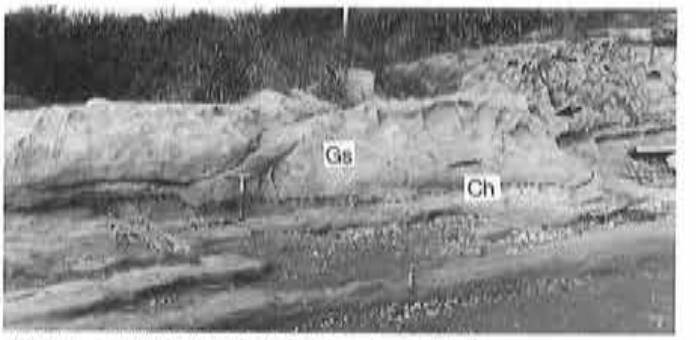
第6図. 彦島西山二丁目北側海岸のルートマップ.
凡例は第4図を参照.

Fig. 6. Route map along the south coast of Hikoshima Nishiyamacho-2chome.
For legend refer to Fig. 4.



第7図. 含礫級化砂岩相の露頭写真.
Gs：含礫級化砂岩，E1：チャンネル基底.
地点は第3図のP5.

Fig. 7. Graded pebbly sandstone Facies.
Gs: graded sandstone, E1: channel base.
Location P5 in Fig. 3.



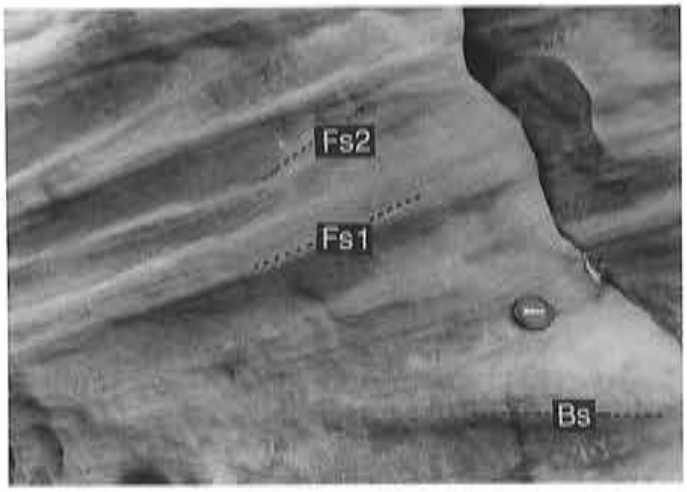
第8図. 含礫級化砂岩層下底のチャンネル構造.
チャンネルの基底面（Ch）は南西側ではユニットⅠ，Ⅱの侵食境界面（E1）に等しい．矢印は第6図写真の位置，地点は第3図P5.

Fig. 8. Channel structure at the base of pebbly sandstone.
To the southwest, the base of channel (Ch) is eqivalent to the erosional boundary (E1) between the Unit I and Unit II. Arrow indicates the location of photograph in Fig. 7.



第9図．大型斜交層理砂岩相の露頭写真．
上：中－高角度斜層理で特徴づけられる大型の平板型斜層理砂岩層．前置層は約160 cm．この直接上位には侵食面（E2）で境されGD群集の化石層が重なる．地点は第3図のP2．下：平板型斜層理のセットの集合体．地点は第4図のP10．

Fig. 9. Large-scale cross-stratified sandstone Facies.
Top: Large-scale tabular cross-stratified sandstone characterized by intermediate to high angled cross-bedding at Loc. P2 in Fig. 3; Bottom: Composite sets of tabular cross-stratified sandstones at Loc. P10 in Fig. 4.

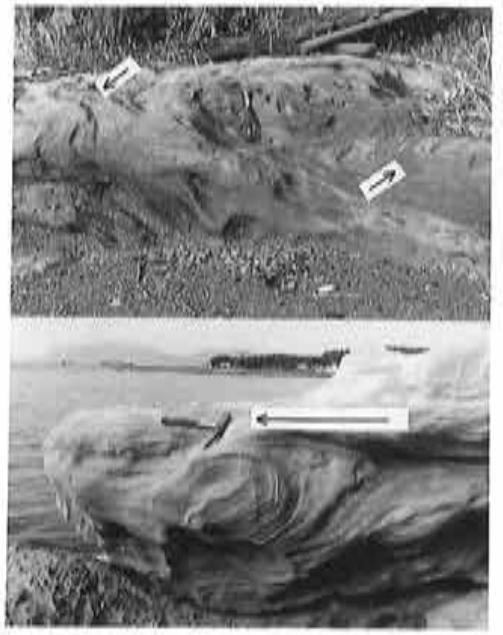


第10図．大型斜層理砂岩層の内部構造．
底置層（Bs）に対し，前置層には傾斜角が異なる2種類の斜層理セット（Fs1, Fs2）に注意．地点は第4図のP11．

Fig. 10. Internal structure in a large-scale tabular cross-stratified sandstone.
Note two foresets (Fs1 and Fs2) different in inclination against bottom set (Bs) at location P11 in Fig. 4.

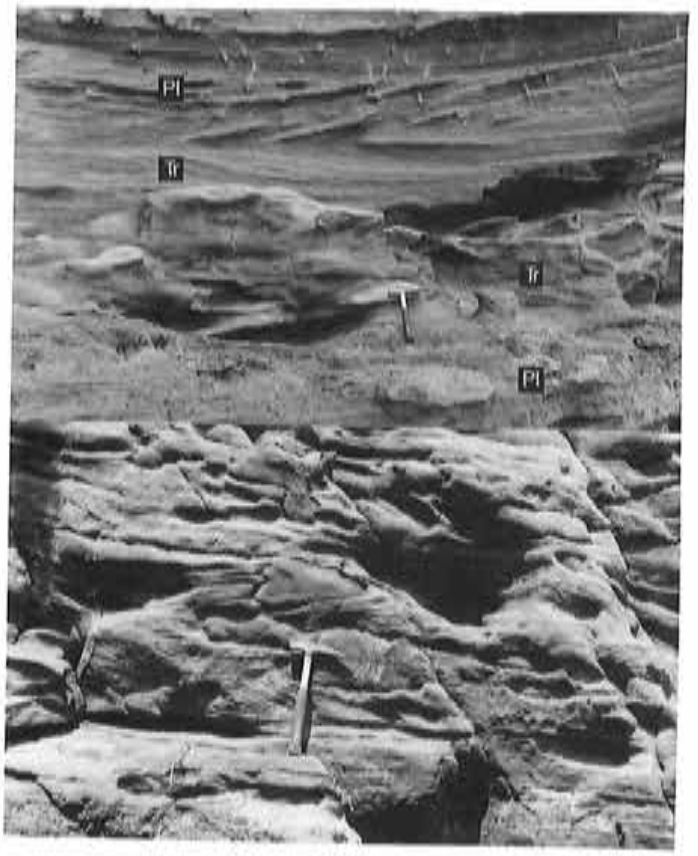
単層もしくは2，3層が重なった複数のセットとして現れる（第9図），単層で出現する例としては，竹ノ子島南部のE1直上およびE2直下の層準，竹ノ子島北西部（E8上位），西山1丁目南部海岸（セクションN-9，N-13：E2直下），西山町3丁目南部海岸（セクションN-8：E2直上，E3直下）などで認められ，単層の厚さは最大3m以上に達する．また複数のセットの集合からなる例は，竹ノ子島南部（セクションT-1，T-4）などで認められる．竹ノ子島南西部（セクションT-8）ではこの堆積相の厚さが最大6mに達する（第3図）．

斜層理は通常，層理境界面に対して，20°前後で傾斜するが，場所によっては10°あるいはそれ以下の低角度の場合がある．この堆積相は小型斜層理砂岩相を密接に伴うことから，沿岸環境の沿岸砂州（longshore bar）の堆積物に比較できる．沿岸砂州は一般に，海岸と準平行に配列し，その断面は非対称な形態をもつ．一般にそれぞれの砂州では，沖側・岸側にそれぞれ低角度，高角度の斜層理面が形成されることが知られている（Davidson-Arnott and Greenwood, 1976；Swift and Field, 1981）．低角度の平板型斜層理は，後述のハンモック状斜層理に類似するが，前置層の安息角が次第に低角度となり底置層に収れんすることや湾曲した層理を伴わないことで区



第11図．大型斜層理砂岩中の堆積同時流動変形．
上：平板型斜層理中の非調和な流動褶曲（コンボリュート葉理：矢印），地点は第2図のP1．下：上下の非変形斜層理層に挟在された転倒斜層理．元来の平板型斜層理が層理面上での引きずりのために流向方向（矢印方向）へ転倒していく様子が観察できる．地点は第3図のP7．

Fig. 11. Penecontemporaneous fluidization in a large-scale tabular cross-stratified sandstone.
Top: Flow fold (convolution) in a tabular cross-stratified sandstone at location P1 in Fig. 3. B: Overturned cross-bedding intercalated in undeformed tabular cross-stratified sandstones. Note a progressive overturnning of tabular cross-bedding toward the flow direction (from right to left) due to drag effect on the upper surface. Location P7 in Fig. 3.



第12図．小規模斜層理砂岩相の露頭写真．
上：トラフ型（Tr）および平板型斜層理（Pl）からなる小型斜層理砂岩相．地点は第5図のP13．
下：トラフ型の小規模斜層理砂岩相．地点は第5図のP15．

Fig. 12. Small-scale cross-stratified sandstone Facies.
Top: Small-scale trough (Tr) and tabular (Pl) cross-stratified sandstones in the lower and upper parts, respectively at Location P13 in Fig. 5. Bottom: Small-scale trough cross-stratified sandstone at location P15 in Fig. 5.

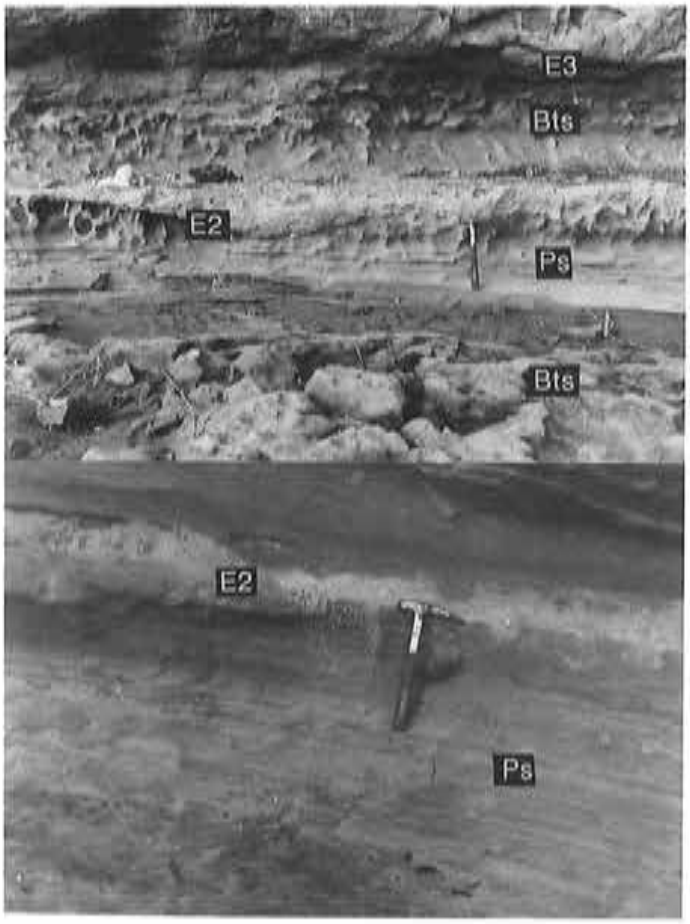
別できる．また，低角度と高角度の斜層理は傾斜方向がしばしば逆となっている．斜層理の前置層は単独の場合（第9図上）と傾斜角を異にする二つのセットからなる場合とがある（第10図），後者の場合，前置層のセットの形成に関連して流れの強さが周期的に変化したことを意味し，潮汐に関連した堆積様式に比較できる．

柱状図（第２図）やルートマップ（第３－６図）に示すように，大型斜層理砂岩相は下位を侵食面で境され，上位に生物擾乱砂岩相が伴われることが多い．また，場所によっては，トラフ型斜層理砂岩相を伴う．多くの場合，生物擾乱作用のために内部構造が失われて側方分布が不明瞭となっている．しかしながら，竹ノ子島南部から彦島製錬所にいたる海岸に沿うルートでは幾分側方への延長性をもち，また他の堆積相との随伴関係が観察できる．ここでは，数10 mの範囲で斜層理ユニットの厚さが側方に変化するレンズ状の形状と，上部に小規模斜層理砂岩相を伴う砂堆（bar）の形状を示す．生痕化石には *Ophiomorpha* が特徴的である．通常，生物擾乱作用は斜層理砂岩の下部ではほとんど認められないが，上部では頻繁に認められるようになる．

この大型斜層理砂岩相には未固結状態や堆積作用に伴われる液状化の構造が認められる（第11図）．厚層理の平板型斜層理中には，しばしばコンボリュート構造（Convolution）が形成されている．これは，淘汰の良い砂層が堆積直後により密な圧密状態に変化すると，余剰となった粒子間の間隙水が上方へ抜けていき，粒子の支持力の低下を引き起こす．コンボリュート構造（第11図上）はこのような脱水・液状化に伴われた葉理の流動変形である．逆転斜層理（Overturned cross-bedding）は竹ノ子島西部のＥ６，Ｅ７間の露頭で観察できる．この褶曲構造は一見，スランプ褶曲に類似し，完全に横倒しとなり横臥褶曲の形態を示す（第11図下）．しかし詳しく見てみると，葉理は元来平板型斜交葉理であり，褶曲部は上下を非変形の平板型斜層理砂岩層に密着している．このことから，前置層の上部が引きずられて転倒した構造であることが分かる．流動変形が砂岩単層内部のみで起こっており，上部ほど大きな水平変位をもつ．この流動化は未固結状態の砂層表面上での流れによる剪断作用に起因すると説明できる（Allen，1982）．

(3)　小型斜層理砂岩相（Small-scale cross-stratified sandstone Facies）

この堆積相は，大型斜層理砂岩層とともにこの地域の芦屋層群の斜層理相を特徴づける堆積相の一つである．



第13図．平行葉理砂岩の産状．
上：生物擾乱砂岩（Bts）に挟まれる平行葉理砂岩層（Ps：中央部）．本層上部は緩く波曲する侵食面（E2）によって切断．地点は第３図のP6．下：顕著な平行状成層構造．上部は侵食面（E2）で低角度平板型斜層理砂岩相と接触．地点は第４図P14．

Fig. 13.　Occurrence of the Parallel-stratified sandstone Facies.
Top: Parallel stratified sandstone (Ps) in central part, intercalated in the bioturbated sandstones (Bts). Upper contact with the bioturbated sandstone shows an undulatory erosional surface (E2) at location P6 in Fig. 3. Bottom: A distinctive parallel stratification, consisting of laminae different in grain size. It is covered by a low-angle tabular cross-stratified sandstone with thin lag bed on the erosional surface (E2) at location P14 in Fig. 4.

この中にはタイプの異なる二つの堆積相が含まれる．一つは比較的小型のトラフ型斜層理砂岩相で，他の一つは同じく小規模な平板型斜層理である．

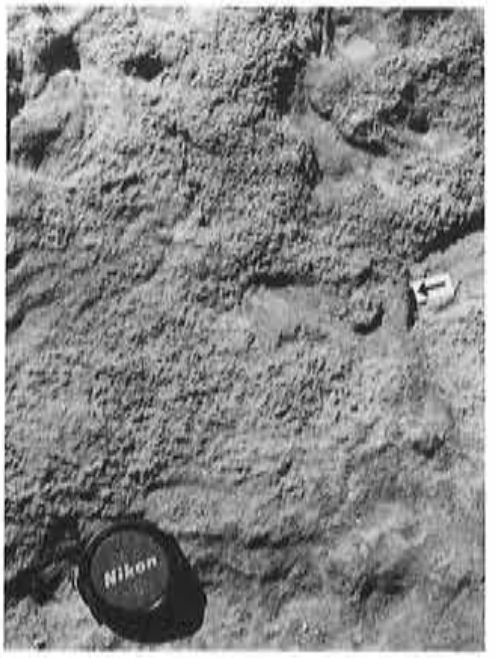
平板型斜層理のセットの厚さおよびトラフの深さは普通50 cm以下である（第12図），平板型の場合，セットの厚さは普通，数10 cm程度で，20 cm前後のものが多い．幾つかの斜層理ユニットが組合わさり，2～3 mの層厚をもつ．トラフ型の場合，一つの斜層理セットの厚さは数10 cm程度で，多くのセットの集合として出現する（第12図）．露頭断面の方位によっては，潮汐流の堆積構造であるヘリンボーン構造（herringborn structure）あるいは花房状斜層理（festoon-like cross-bedding）に類似することがある．しかしながら，このような潮汐流堆積物とは，潮汐の間に形成される懸濁堆積によるマッド・ドレイプを欠くことと，3次元的な露出ではトラフ型斜層理が確認できることから区別できる．トラフ型斜層理砂岩は，彦島製錬所の南西海岸，西山公園下，竹ノ子島南部および北部など多くの層準に出現する（第2図）．平板型斜層理砂岩は西山公園西方，竹ノ子島台場鼻通航潮流通行信号所南方などによい露出がある．生痕化石では *Ophiomorpha* のほか *Thalassinoides* が特徴的に含まれる．

この堆積相は側方への延長は生物擾乱作用のために不明なことが多い．しかしながら，他の堆積相や侵食面との随伴関係には，以下のようなバリエーションが識別できる．一つ目は，下底に数cmから20 cm程度，場所によってはポケット状に薄い小礫を含む残留性礫層を伴う斜層理砂岩相で，部分的には二枚貝化石を散在的に含むことである．これには前述の平板型・トラフ型両方の斜層理が発達する．砂岩自体は石灰質で，風化面では暗褐色を呈する．一般に，生物擾乱作用が顕著である．上位の地層とは侵食面で境されていることが多い．平行葉理砂岩相や生物擾乱作用砂岩相が密接に伴われる．二つ目は，大型斜層理砂岩に伴われるもので，下位の堆積相との間には顕著な侵食面や残留性礫質堆積物を欠く．この場合，上位に向かって斜層理の規模が縮小化する傾向を示すことがある．生物擾乱の発達の程度は比較的低い．

(4) 平行葉理砂岩相（Parallel-stratified sandstone Facies）

この堆積相は顕著な平行葉理の発達で特徴づけられる砂岩相である．一般に，淘汰の良い中～粗粒砂からなり，下底に細礫や化石片を含むことがある．調査地域内では，侵食面E 3の下位に1層準が挟まれ，これは竹ノ子島南部から西山町三丁目の海岸までの約900 mにわたって追跡することができる．層厚は約50 cmで，西部の竹ノ子島および西山三丁目海岸西部では下位の生物擾乱砂岩相，西山三丁目海岸東部では大型斜層理砂岩や小型のトラフ型斜層理砂岩相に連続して重なる．西部地域では上位に生物擾乱砂岩相や小型のトラフ型斜層理砂岩相が重なることがある．

この堆積相中の平行葉理は層理面とほぼ並行もしくは緩く斜交し，場所によっては低角度で層理が斜交する楔形の斜層理を呈することもある（第13図）．極めて低角度の葉理をもつ点ではハンモック状斜層理砂岩相や平板型斜層理相のそれと類似する．しかしながら，この堆積相は，ハンモック状～スウェイル状の層理を特徴づける下方に緩く湾曲あるいは波曲の層理が見られないことに加え，粒度が比較的粗粒で，葉理ごとの粒度が変化すること，直下の砂岩層を含めて砂岩が著しく石灰質であること，二酸化鉄の皮膜でコーティングされた砂粒子を含むこと，さらに側方への延長性がよいことでストーム堆積物と区別できる．生痕化石は比較的まれで，微細なもの



第14図．砂ペレットの産状．
写真はマウンド状の砂ペレットの集合部を示す．右手（矢印）には *Ophiomorpha ashiyaensis* Shuto and Shiroishi が見られる．層理と平行な露頭面．地点は第3図P9．

Fig. 14. Occurrence of sand pellets.
Photograph showing a mound-like aggregate of sand pellet. *Ophiomorpha ashiyaensis* Shuto and Shiroishi on the right hand (arrowed). Plane view. Loc. P9 in Fig. 3.

は保存が悪く同定不可能だが，*Ophiomorpha* は散在的に認められる．

(5) 生物擾乱砂岩相 (Bioturbated sandstone Facies)

調査地域の砂質岩には生物擾乱作用が顕著で，上述のストーム堆積物や沿岸砂州前面部に相当する斜層理砂岩など，比較的速い堆積速度をもつと考えられる堆積相を除いて，多かれ少なかれ擾乱作用を受けている．浅海域は多くの底生生物の生活の場でもある．そこでは生息に適した底質や波浪環境で甲殻類や軟体動物による営巣や捕食活動のために，堆積物の擾乱作用が盛んに行われる．このように底生生物によって堆積物が穿孔・撹拌される作用を生物擾乱作用 (bioturbation) という．生物擾乱作用によって元来の堆積構造が失われるが，その代わりに生痕相の情報があらたに加えられることになる．ここでは元来の堆積構造の識別が困難な程度に擾乱された岩相を生物擾乱相と呼ぶ．

生物擾乱砂岩相は細～粗粒，淘汰の悪い塊状砂岩からなる (Pl. 9, Figs. 12, 13)．この堆積相は彦島の芦屋層群のすべての層準に出現し，最も卓越した堆積相にあたる．擾乱の程度は層準や場所によっても変化する．上述の大型ならびに小型の斜層理砂岩相，ハンモック状－スウェイル状斜層理砂岩相でも地層の上部ほど擾乱の程度が大きくなる．

Ophiomorpha は最も卓越する生痕化石で，ほとんどの生物擾乱作用砂岩相は *"Ophiomorpha* 砂岩" にあたる．この生痕化石は上部外浜以浅の沿岸域に卓越することが知られている (例えば，Reineck and Singh, 1980)．そのほか，*Thalassinoides*, *Cylindrichnus*, *Tosalorbis*? などが幾つか特定の層準に出現する (第2図)．Pemberton *et al.* (1992) に従うと，これらの生痕化石群集は Skolithos 生痕相を示し，潮間帯～潮間帯直下の環境を示唆すると考えられている．

生物擾乱作用は普通，底質表面付近で最も活発に行われるが，*Ophiomorpha* などは数mに達する深い穿孔を作ることが知られており，必ずしも両者が同一の深度で形成されたとは言えない場合がある．竹ノ子島北部の化石層 (化石群集ＦＥＯ) 周辺では，*"Ophiomorpha* 砂岩" 中に径2㎜程度の "砂だんご" が密集する産状を示す (第14図)．これは，甲殻類が巣の補修を行う際に，巣内の砂を体液で固めて団子状にし，巣の外に運び出したものと解釈され，明らかに堆積面を示す証拠となる．しかしながら，多くの場合，層理と平行な侵食面で切断されていて堆積面の特定が難しい．生痕の発達する部分は地層全体に及ぶ場合と，上部に偏在あるいは集中する場合とがある．この堆積相に含めなかった他の堆積相でも，ある程度の生物擾乱作用を受けているのが普通である．

部分的には初生的な堆積構造がかすかに残されることがあり，斜層理・準平行葉理などの成層構造が観察できることがある．多くの場合，元来の堆積相は上述の小型



第15図．ストーム堆積物の露頭写真．
上：侵食面E2-E3間に現れる典型的なハンモック状斜層理の発達するストーム堆積物 (Hcs)．地点は第3図のＰ6．下：侵食面E11の下位に現れる厚層理ストーム堆積物，顕著なスウェイル構造 (矢印) に注意．

Fig. 15. Photographs showing a storm deposit.
Top: Typical storm deposit, showing a hummocky cross-stratification (Hcs), between the erosion surfaces E2 and E3 at Loc. P6 in Fig. 3.
Bottom: Thick-bedded storm deposits showing a swaley cross-bedding (arrowed), below the erosional surface E11. Loc. P16 in Fig. 5.



第16図．砂岩・シルト岩互層相の露頭写真．
20-60 cm間隔で平坦で平行な層理を示す砂岩とシルト岩の延長の良い互層．位置は第3図のP4．
Fig. 16. Sandstone and siltstone couplet Facies.
Continuous interbeds of sandstone and siltstone showing an even and parallel bedding at interval of 20 to 60 cm. Location P4 in Fig. 3.

斜層理砂岩相にあたる可能性が示唆される．

(6) ハンモック状あるいは波曲状斜層理砂岩相
(Hummocky or Swaley cross-stratified sandstone Facies)

この堆積相は，上あるいは下に凸な独特な波曲状の斜交層理で特徴づけられる中粒砂岩で，普通，生物擾乱作用を欠く．層理は振幅の浅い波曲状もしくは緩くうねった形態や，非常に低角度もしくは準水平な層理を示す(第15図)．個々の葉理は，数mmから数cmと通常の斜層理よりも厚く，適度に風化した露頭面では板状の外見を示す．一般に下底面は明瞭で，しばしば層理とほぼ平行ないし緩傾斜の侵食面となっており，小礫を伴うことがある．砂岩自体は淘汰のよい中粒砂岩からなる．上に凸の葉理は，ハンモック状葉理（Harms *et al.*, 1975）と呼ばれている．類似の砂岩層で，特に，ごく緩い傾斜のくぼみ状の侵食面と，これと平行な葉理の発達で特徴づけられる下に凸な層理はスウェイル状葉理（Swaley cross-stratification）として区別されるとこがある（Leckie and Walker, 1982）．このような内部構造をもつ堆積物は高い振動エネルギーの下で形成されたと考えられ，暴風時の波浪に起因する堆積物（ストーム堆積物：storm deposit）に比較されている（Harms *et al.*, 1975）．

ストーム堆積物は，調査地域で竹ノ子島南部のユニットIとユニットIIとの境界の侵食面E 1直下，ユニットIIの侵食面E 2の上位(第15図上)，ユニットIIの上部(第15図下）など幾つかの層準に挟在される．このハンモック状斜層理砂岩は西山公園西方まで約100 m追跡でき，南東では生物擾乱砂岩の上に軽微な侵食面で直接重なるのが観察できる．

生痕化石には *Ophiomorpha*, *Thalassinoides* が認められる．一般に，生痕を欠くか，もしくは上部に低頻度で認められるにすぎない．まれに礫質部に破片化した化石を含むことがある．

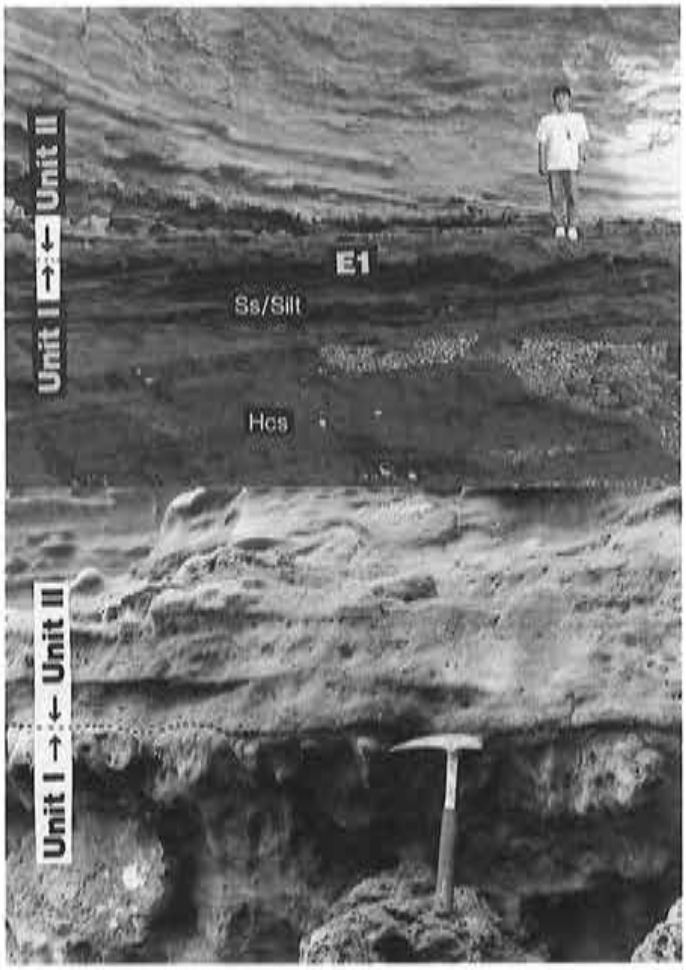
(7) 砂岩・シルト岩互層相（Sandstone/siltstone couplet Facies)

この堆積相はユニットIの最上部に出現し，本地域では最も細粒な堆積相である．生物擾乱作用が激しく淘汰は悪い，保存が悪いながらも，60 cm以下の厚さの細粒砂岩と5－10 cm程度の青灰色粗粒シルト岩とがほぼ平行に互層する成層構造が示される(第16図，17図上)．生物擾乱のため堆積構造の認定が困難なことが多いが，確認できるところでは，準平行な葉理，ハンモック状層理，リップル葉理などが認められる．この層準では生痕化石は同定できなかった．類似の成層構造はユニットIIの中部のタマネギ状風化を示す生物擾乱の激しい細粒砂岩層にも認められる．だたし，この場合，内部構造が全く不明である．

2　岩相層序

当地域の芦屋層群は非常に厚く砂岩層が発達した岩相で特徴づけられ，幾つかの層準に礫質堆積物，ストーム堆積物，化石層が挟在される以外，大半が中粒砂岩からなる．また，垂直的には粒度や層理の厚さの変化にも乏しく，ほとんど明瞭な堆積サイクルを示さない．これまでに行われた層序学的研究では，化石層や若干の岩相の違いに基づいて層序区分が行われてきた．例えば，村田・梶原（1960）は7部層に区分している．しかしながら，幾つかの特徴的な堆積相，例えば，砂岩・シルト岩互層や厚層理のストーム堆積物が発達する層準を除いて，それぞれの部層は類似の堆積相の組み合わせから構成されており，あまり明確な層序区分とは言えない．

本研究では，堆積相の認定，それぞれの堆積相の重なりの関係，化石層および侵食面の産状の把握と追跡に基づいて，第2図に示す岩相層序を設定した．層序区分としては下部に認められた海退に伴う侵食面（E 1）を境に上下2つのユニットに区分した．また，化石が密集して産する化石層は9層準に，顕著な侵食面は少なくとも16の層準に見いだされた(第2図)．特に，侵食面の多くは通常，数10 cmの化石を含む礫質堆積物を伴い，顕著な残留性礫層をなす．下部の侵食面（E 1-E 5）は側方に極めてよく連続することが確かめられ，含まれる化石の種構成も類似することから，良好な鍵層となっている(第18図)．以下，岩相層序の概略と重要な侵食境界について



第17図．彦島の芦屋層群中の岩相境界（E1），
上：ユニットⅠ・Ⅱ間に示される侵食境界面（E1），下位のユニットⅠの砂岩・シルト岩互層（Ss/Silt）およびストーム堆積物（Hcs）と上位のユニットⅡの斜層理砂岩（Cs）との間は下接の斜交関係（ダウンラップ）が示される，地点は第3図のP3．下：ユニットⅠ最上部の鉛直な巣孔化石密集層を切断する侵食境界面（E1），地点は第5図のP14．

Fig. 17. Lithologic boundary (E1) in the Ashiya Group of Hikoshima area.
Top: Erosional surface (E1) between the Lithologic Unit I and II. Oblique contact (downlap) between the sandstone and siltstone couplet (Ss/Silt) and storm deposits (Hcs) of Unit I in the lower and the small-scale trough cross-stratified sandstone (Stcs) in the upper. Location P3 in Fig. 3. Bottom: Marked erosional surface (E1) showing a sharp truncation of the densely burrowed bed of the Unit I. Location P14 shown in Fig. 5.

述べる．

(1) ユニットⅠ

これは下位より生物擾乱作用の顕著な中粒砂岩，その上位にストーム堆積物を挟む砂岩・粗粒シルト岩互層からなり，本地域の最下部に現れる．竹ノ子島南部から西山町一丁目および三丁目の南海岸に沿ってよく連続する．特に，砂岩・シルト岩互層は数mの層厚ながらも延長性に優れている．化石は最下部の砂岩中にまれに破片状で産するに過ぎない．

このユニットは，小規模な上方細粒化のサイクルを示し，堆積相の特徴からも上方に深い環境に移行した堆積層序を表している．

(2) ユニットⅡ

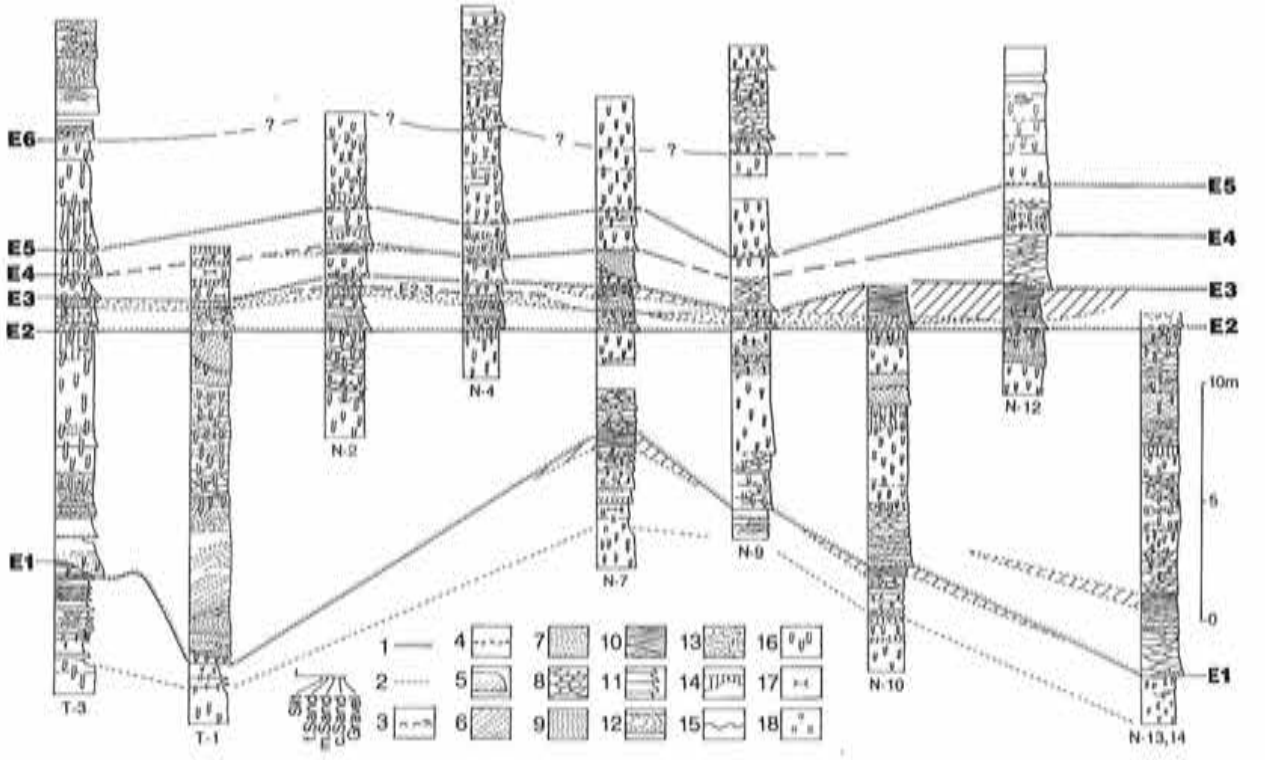
このユニットは調査地域の大半を占め，化石層はこのユニットから産する．下部では含礫砂岩，斜層理砂岩，平行葉理砂岩，中部で斜層理砂岩，ストーム堆積物，上部で斜層理砂岩に富み，生物擾乱砂岩は全体にわたって分布する（第2図）．このユニットは中部の厚層理をなす細粒の生物擾乱砂岩とその上位のストーム堆積物との間で比較的顕著な堆積相と粒度・生痕相の変化が見られるためにユニットが細分される可能性がある．しかしながら，今回の調査では上記の岩相境界が見いだされなかったので全体をユニットⅡに含めておく．

(3) 侵食面（Erosional surfaces）

第2図に示したように，この地域の芦屋層群中の多くの層準に侵食面が認められる．特に，ほとんどの化石層の下底に認められる点は重要で，化石層の成因との密接な関わりを暗示する．境界の上下で明瞭な岩相の違いがある場合や，相当規模の侵食を示す場合を除くと，侵食面の性格を厳密に評価するのは難しい．本研究では，竹ノ子島南部および西山町南海岸において，広域的に追跡できる明瞭な面であること，明らかに下位層の削剝を示す特徴を認定の基準とした（第18図）．竹ノ子島中－北部

および西山町北側では，露頭が失われて一つ一つの境界の延長が把握できないことが多く，南側ほど厳密な認定基準は得られなかったが，明らかな削剝・侵食の境界を侵食面と捉えた．これらの侵食面には性質の異なる次の二つのタイプが見いだされる．

一つはユニットⅠと上位のユニットⅡとの境界にあたる侵食面で，直接的な接触関係は竹ノ子島南部や西山町一・三丁目南側海岸の5，6箇所で観察できる．この境界は調査地域の中でも最も重要な侵食境界にあたる．竹ノ子島町および西山町三丁目と西山町一丁目とでは境界の産状に違いが認められる．最も南西側の竹ノ子島南西端では，前述のように含礫級化砂岩相の下底にあたり，チャンネル底を示す(第8図上)．それより南東側では上下ユニットの間に顕著な斜交関係が示される（第17図上)．この斜交関係は，より深い深度を示す下位層に対してより浅い深度の地層が順次東側に被覆する関係として示される(第17図上)．このような斜交関係は少なくとも西山公園西方まで延長が確認できる．西山町一丁目の彦島製錬所付近では，斜交関係は不明瞭となるが，層理に鉛直な巣孔の生痕化石が切断され，粗粒砂岩が重なる侵食境界を示す(第17図下)．以上の堆積相の重なりの関係からは，ユニットⅠからユニットⅡの間に海退が記録されていることを示唆する．西方でのチャンネルの発生は，恐らく海退現象に伴って形成された可能性がある．一方，



第18図．彦島竹ノ子島・西山町南部の芦屋層群の堆積層序の対比．
1：侵食面，2：対比線，3：軟体動物化石，4：シルト岩角礫，5：含礫級化砂岩，6：大型斜層理(平板型)，7：低角度斜層理（平板型)，8：トラフ型斜層理，9：平行葉理，10：ハンモック状ースウェイル状斜層理，11：砂岩・シルト岩互層，12：逆転斜層理，13：コンボリュート葉理，14：石灰質部，15：基底侵食，16-18：生痕化石(16：*Ophiomorpha*，17：*Thalassinoides*，18：未決定生痕，E1-E6：主要侵食面．各柱状図の作成位置は第3-6のルートマップ参照．

Fig. 18. Correlation of sedimentary successions of the Ashiya Group in the southern parts of Takenokojima and Nishiyama-cho.
1, Trace of erosional surfaces; 2, Correlation line; 3, Molluscan fossils; 4, Siltstone angular clasts; 5, Graded pebbly sandstone; 6, Large-scale cross-stratification (tabular-type); 7, Low-angle cross-stratification (tabular-type); 8, Trough cross-stratification; 9, Parallel stratification; 10, Hummocky and swaley cross-stratification; 11, Sandstone/siltstone couplet; 12, Overturned cross-bedding; 13, Convolution; 14, Calcareous part; 15, Scouring; 16, *Ophiomorpha*; 17, *Thalassinoides*; 18, Undetermined trace fossil; E1-E6: Major erosional surface. See route maps in Figs. 2-5 for locations of each columnar section.

高角度斜層理やトラフ型斜層理から求められた古流向は東南東から西北西への流れが示され，沖側は北東方向に面していたと推定できる．この境界面上での堆積作用は西側から順次東側に向かって，順次水深の深い方に堆積作用が進行して形成されたものである．このような斜交関係は下接(downlap)の不整合関係を意味する．ただし，境界面上下の堆積相から推定される古水深は10 m未満であり，小規模な海退に伴う侵食面（Regressive erosional surface）を示すと思われる．

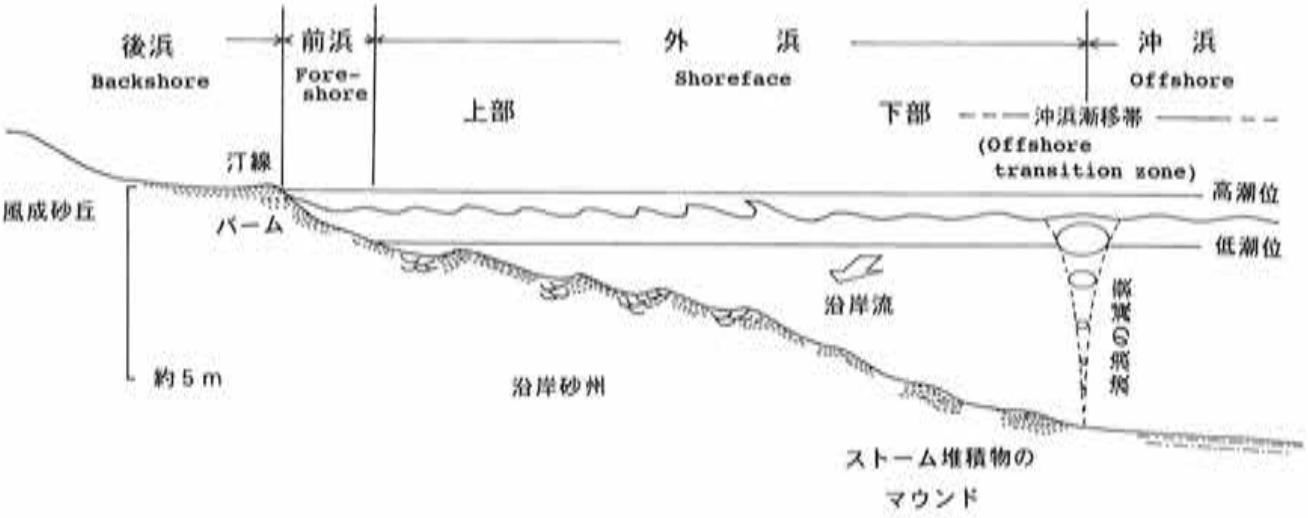
他の一つは境界の上位に下位層の堆積深度よりも深い深度を示す堆積相が重なる場合で，典型的な例として侵食面（E 3）があげられる．E 3面は極めて平坦な面をなす．E 3の下位には汀帯を示す平行葉理砂岩相が，上位には残留性礫質堆積物を下底にもつ斜層理砂岩層が重なる．つまり，侵食面を挟んで上位により深い堆積相が重なる関係を示す．このことから，侵食面E 3は海侵性侵食面（Transgressive erosion surface）を意味する．この侵食作用と残留性礫の堆積作用は海水準が上昇する際に，波浪による侵食を伴う外浜環境が通過することによって形成されるラヴィーンメント面（Ravinement surface）とその直上の海侵性残留堆積物(Transgressive lag）にあたる．

調査地域で認められた他の侵食面のうち，E 4，E 5，E 6，E 9，E10，E13，E16については，その上下の堆積相が生物擾乱作用によって内部構造が失われ，元来の堆積相が特定できない．また，その他の侵食面についても，堆積相から境界面の上下での水深の変化を見積もることはできなかった．しかしながら，上部のウニ化石を多産する化石層を除いて，ほとんどの侵食面は再堆積性の化石を含む残留性堆積物を伴うこと，E 2，E 4，E 5，およびE 6などは1.5～3 mの間隔で配置し，E 3と見事な平行関係を示すこと（第18図）などから，多くの侵食面がE 3と同様にラヴィンメント面である可能性がある．

3　堆積環境

彦島地域の芦屋層群について識別された堆積相ならびにそれらの重なりの様式から，堆積環境を考察する．当地域の芦屋層群を構成する個々の砂質堆積相はすべて沿岸環境を示唆する．ここでの沿岸環境（nearshore environments）とは，静穏時の波浪限界水深，これは波浪の強弱によって変化するが，普通10 mより浅く，通常6 m程度の水深から海岸までの，浅海環境を指す．第19図には，平均的な沿岸環境の概念図と堆積相の特徴を示す．

堆積相のうち，最も沖合いを示唆するのは，砂岩・シルト岩互層相である．他の堆積相に比較してより細粒なこと，また元来，ほぼ水平な成層構造をもつ特徴からは，この堆積相がより沖合いの環境を示唆する．ただし，直下には生物擾乱砂岩相を伴うことと，より細粒でよく成層したシルト岩あるいは泥岩からなる沖浜相（offshore facies）とは明瞭な違いがあるので，前浜から沖浜にいたる漸移帯（offshore-transition zone）に当たると判断で



第19図，沿岸環境の模式断面．
彦島の芦屋層群堆積環境は主に上部外浜，一部で前浜，沖浜漸移帯に比較できる．

Fig. 19, Schematic section of the nearshore environments.
Depositional environments of the Ashiya Group in the Hikoshima area is comparable mainly to the upper shoreface accompanied partly with foreshore and offshore transition zone.

きる．

大型斜層理砂岩相は前述のように下部外浜（lower shoreface）の沿岸砂州（longshore bars）に比較できる．沿岸砂州の非対称性から高角度および低角度の斜層理は，砂州のそれぞれ沖向き，浜向きの部分に相当すると思われる．これに古流向データを加味すると，沿岸砂州は西北西－東南東に配列し，西方への卓越沿岸流をもつ北東に広がる沿岸が推察される．

小型斜層理砂岩相は大型斜層理砂岩相とともに前浜環境の沿岸砂州の一部を構成していたと考えられる．斜層理砂岩相や生物擾乱砂岩相などと密接な随伴関係をもつ，Davidson-Arnott and Greenwood (1976) など現世の沿岸環境の堆積相の研究と比較すれば，大型斜層理に伴なわれるものは沿岸砂州の頂部や谷部に，生物擾乱作用が激しく，平行葉理砂岩相を伴うものは上部外浜（upper shoreface）で海岸線付近に形成される汀段や溝地形（ridge and runner）の堆積相に比較できるだろう．トラフ型斜層理の多くは北向きの古流向を示し，推定される海岸あるいは沿岸砂州とほぼ調和的なことから沿岸流（Davis and Fox, 1975）を示唆する．

平行葉理砂岩相の平行葉理自体は，非常に速い流速下（高領域）で形成された堆積物に相当する（例えば，Simons *et al.*, 1965）．上記の産状は潮上帯の海浜環境を強く示唆することから，このような高領域の堆積物は汀線（beach）に比較するのが妥当である．

顕著な生物擾乱作用で特徴づけられる砂岩相は，一般に石灰質で，幾つかの層準には石灰質団塊が発達する．*Ophiomorpha* は潮間帯に特徴的に認められる生痕化石で，砂ペレットを産する部分は明らかにこの環境を示す．

ハンモック状あるいはスウェイル状斜交葉理砂岩はストーム堆積物にあたり，イベント的な暴風雨時の強い振動流の発生によって形成された堆積体である．ユニットIIのものはスウェイル状斜層理砂岩相が卓越し，生物擾乱作用砂岩相や小型斜層理砂岩相を伴うことから浜よりで，ユニットIに挟まれるハンモック状斜層理砂岩相は比較的単層の厚さが薄く細粒であることから，若干沖合いでの堆積が示唆される．

以上のように彦島地域の芦屋層群は少なくとも静穏時の波浪限界水深以浅の前浜－外浜環境の大部を強く示唆する．また，ストーム堆積物がユニットIIの中部で癒着して厚く発達する以外にも，ユニットII下部，最上部，ユニットI上部などにも高い頻度で挟在される．しかしながら，潮汐の影響を反映した堆積相の発達は顕著ではない．このことから，波浪ならびに暴風雨卓越型の沿岸環境であったと結論できる．早坂（1991）は，本地層群の模式地の北九州芦屋地域において堆積相の解析を行い，古環境としてラグーンおよびデルタを含む暴風雨型ならびに波浪卓越型の沿岸環境を推定した．含まれる化石種や岩相の特徴からは，彦島の芦屋層群は北九州地域の坂水層に対比できる．これまでの調査からは，彦島の芦屋層群には潮汐の影響を強く受けた堆積物や，ラグーンおよびデルタ環境を示唆する堆積物は見いだせなかった．しかしながら，砂質堆積物だけを取り上げると，両地域は互いに類似の沿岸環境を示す点で共通性が認められる．

ところで，当地域のように砂岩に富む浅海性堆積物中に多くの連続性の良い侵食面が伴なわれる場合，これらの侵食面はしばしば重要な地層境界にあたる．最近，堆積相と相対的海水準変動との関係が詳しく吟味されるようになり，沿岸堆積物中に挟まれる侵食境界の重要性が指摘されてきた（例えば，増田・徳橋，1993）．例えば，房総半島の下末吉期の木下層では，堆積相や生痕・貝化石を指準に精緻な相対的海水準変動が解析され，幾つかのラヴィーンメント面が識別されている（岡崎・増田，1992；市原・下山，1995）．波浪卓越型の砂質海岸では，主要な砂質堆積物である沿岸砂州は年間を通して移動を繰り返すことが知られている（Davis *et al.*, 1972；Sumanura, 1988）．砂州が地層として固定されるためには，波浪の影響が低下する程度に水深が増大するか，もしくは堆積盆の沈降，つまり相対的な海侵が必要となる．沿岸環境の堆積物が150 m以上の厚さに及んで継続して堆積するためには，小規模な海侵・海退が繰り返し起こった可能性があり，当地域で識別された多くの侵食面はその間隔（多くが10 mあるいはそれ以下）から推察して，気候変動に依存した相対的海水準変動を記録している疑いが強い．今後，海水準変動との対応を含め，シークェンス層序学の観点から芦屋層群の堆積層序の成因を理解するためには，延長地域を含めた広域的な地域で侵食面や堆積相の吟味を行う必要がある．

芦屋層群からの化石

化石は貝類，フジツボ，ウニ，魚類，鳥類，クジラ，および生痕と異なる分類群のものが発見・採集されている（第1表）．従って底生生物の貝類，フジツボ，ウニ，そして移動（遊泳）する魚類，鳥類，クジラの生物群に分けて述べる．また生痕については堆積相との関連から既に述べた．

1　貝類などの化石と生物層序

第1表．下関市彦島竹ノ子島・西山町からの化石．

Table 1. Fossils from the Ashiya Group in the Hikoshima Takenokojima and Nishiyama-cho area, Shimonoseki City.

Fossil Assemblage	GD							X1				X2		G1		G2			G3	FO		FEO	E	M	G4
Locality	1	2	3	4	5	6	7	1	2	5	6	1	8	9	10	11	12	13	14	W 15	E	16	17	18	19
Fossil Name / Rock	m-c Ss	? Ss	m-c Ss	m-c Ss	m-c Ss	m-c Ss	m Ss	m-c Ss	m Ss	m-c Ss	m-c Ss	m-c Ss	m Ss	m Ss	m Ss	m-c Ss	m Ss	c-m Ss	c-m Ss	m Ss	m Ss	m Ss	m Ss	m Ss	m Ss
Acila cf. *ashiyaensis* (Nagao)						R																			
Acila sp.						R																			
Saccella sp.							R	R																	
Glycymeris (*Veletoceta*) *cissbuensis* Makiyama	A		A	A	A	A	A?	F			F	R?		A?	R?	A		X	A		F	F	F		VA
"*Ostrea*" sp.												X						X		C	A	F			
Lucinoma nagaoi Oyama et Mizuno						R									R										F
Felaniella confusa (Nagao)						R		R?												F	VA	A			
Sucrasatella yabei (Nagao)																R									
Pseudocardium sp. (=*Spisula* sp. a Nagao)			R	R	R	R	R	?																	
Angulus (*Tellinides*) *maximus* (Nagao)								R																	
Solen connectens Oyama						F	F	F																	
Pitar ashiyaensis (Nagao)			R?																						R
Pitar sp.															R										R
Dosinia (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao	C		C	C	C	A	C?	R							R	R			R				R		R
Dosinia sp.										R		R?													
Meretrix hikoshimensis Okamoto et Sakai, n. sp.																							A	VA	F
Bivalvia gen et sp. indet.								C?				C?						X							
"*Dentalium*" *ashiyaensis* Nagao						R		R								R			R						R
Euspira ashiyaensis Nagao			R	R	R	F													R				R	R	F
Euspira sp.						F		R	R			R				R								F	
"*Nassarius*" sp. A																								R	
"*Nassarius*" sp. B						R																			R
Molopophorus denselineatus (Nagao)						R																		R	
Antilophos fusiforme (Hirayama)																							R		
Siphonalia shojii Hirayama																			R				R	F	R
"*Balanus*" sp.								R												F	F	F			
Echinodiscus chikuzenensis Nagao																		C				C	A	F	
Shark tooth										R								X							
Fish tooth																									R
Protopteridae gen. et sp. indet. ペンギン様鳥					X																				
Metasqualodon symmetricus Okazaki ハクジラ歯				X																					
Mesicetus sp. ヒゲクジラ肋骨																									X
Cetotheridae gen. et sp. indet. ヒゲクジラ頚骨		X																							
Tosalorbis? sp. 生痕													X				X								
Cylindrichnus japonicus Shuto et Shiroishi 〃													X		X			X							
Thalassinoides sp. 〃	←----																								?→
Ophiomorpha ashiyaensis Shuto et shiroishi 〃	←----																								→

略　号

VA：非常に多数，A：多数，C：普通
F：少数，R：稀，X：産出する
←――→：表示の範囲に産出する

化石群集　Fossil Assemblage (in descending order)

G4: *Glycymeris* 4, *M*: *Meretrix*, *E*: *Echinodiscus*, *FEO*: *Felaniella*-*Echinodiscus*-"*Ostrea*", *FO*: (East) *Felaniella*-"*Ostrea*", (West) *Felaniella*-"*Ostrea*"-"*Balanus*", *G3*: *Glycymeris* 3, *G2*: *Glycymeris* 2, *G1*: *Glycymeris* 1, X2: Unnamed 2, X1: Unnamed 1, *GD*: *Glycymeris*-*Dosinia*

この地域で認められる貝類はすべて芦屋動物群(Otuka, 1939)に含められるものである．貝類などの化石と生痕の岩相の垂直変化に伴う出現状態は，上位から下位へ，以下に示される（第2図）．しかし生痕 *Thalassinoides* と *Ophiomorpha* は下位から上位まで多くの層準で認められるので，ここでは示さなかった．

Glycymeris 4層
Meretrix 層
Echinodiscus（ウニ）層
Felaniella-Echinodiscus-"Ostrea" 層
Felaniella-"Ostrea" 層
Glycymeris 3層
含化石破片礫岩・砂岩層
Tosalorbis?（生痕）の点在
Glycymeris 2層
Dosinia などと *Cylindrichnus*（生痕）の点在
Glycymeris 1層
Tosalorbis? と *Cylindrichnus*（生痕）の点在
Glycymeris-Dosinia 層およびX 1，X 2層

貝類およびウニは一般に化石層を形成している．これらはいずれも現地性のものではなく異地性の産状を示している（富田・石橋，1990）．しかしこれら化石層の一部は彦島竹ノ子島・西山町地域から北九州馬島まで8－9 kmにわたり追跡されるものがある．確実なものとしては，上位から下位へ，*Glycymeris* 4, *Meretrix*, *Echinodiscus*, および *Felaniella-"Ostrea"* 層である（井上，1982）．以下の層準の化石層の連続性については不明である．このようにかなりの距離の連続性を示す化石層は芦屋群の特徴であり，生層序の確立，対比，および地質構造の解析に重要と考えられてきた．

2 貝化石層および貝化石群集

以上で述べた貝化石層および貝化石群集について記載する（第3－6図参照）．

(1) *Glycymeris-Dosinia* 層（群集）およびX 1，X 2層（群集）

彦島竹ノ子島・西山町南側海岸に露出する（Loc. 1－7）．Hirayama (1956) の報告した *Glycymeris* および *Dosinia* を主とする貝化石はこの化石層からのもので，その採集地点 Loc. A，Bを第1図に，それらの化石内容を第2表に示した．

Cylindrichnus と *Ophiomorpha* を含む中－粗粒砂岩を覆って，厚さ30－15 cmの *Glycymeris-Dosinia* 層が彦島竹ノ子島・西山町南西側海岸で追跡される．一般的には連続するが，西山町一丁目では不連続で“化石床”型の産状を示すことがある．また化石層下に荷重痕を作り，小さな水路を化石層が充填する（channel-fill deposits）ことがあり，侵食面E 2がある．この化石層を覆って厚さ0.7－1.1 mの *Ophiomorpha* を含む中－粗粒砂岩，0.2－0.4 mの細粒砂岩があり，これを覆う厚さ1.4－1.8 mの *Ophiomorpha* を含む中－粗粒砂岩の基底部に貝化石を含む部分X 1層が認められる．この部分はより粗粒のことが多い．Loc. 5ではX 1層の基底に荷重痕が認められ，侵食面E 3がある．X 1層の上位1.5－1.8 mには厚さ10－30 cmのX 2層があり，その基底に侵食面E 4がある．

Glycymeris-Dosinia 層の貝類の産状は片殻であり，上

第2表．下関市彦島西山町南西側海岸2地点から採集された貝化石（Hirayama, 1956）．
Table 2. Mollusca from the Ashiya Group at two localities on the coast of the southwestern Hikoshima Nishiyama-cho, Shimonoseki City (Hirayama, 1956).
Abbreviations: R; Rare, only one specimen, F; Few, more than two specimens, C; Common, more than five specimens, A; Abundant, more than ten specimens.

Fossil Name	Locality A	Locality B
Acila sp. (aff. *ashiyaensis* Nagao)	F	R
Yoldia (*Tepidoleda*) *hikoshimensis* Hirayama	-	F
Glycymeris cisshuensis Makiyama	A	F
Chlamys ashiyaensis Nagao	-	F
Lucinoma acutilineatum (Conrad)	R	-
Lucinoma? sp.	-	R
Felaniella confusa (Nagao)	R	-
Venericardia (*Cyclocardia*) cf. *vestitoides* Mizuno	-	R
Venericardia? sp.	R	-
Eucrassatella yabui (Nagao)	F	-
Crassatella (*Crassatina*) *oblongata* (Yokoyama)	-	F
Dosinia (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao	A	C
Macrocallista hanzawai Nagao	F	C
Macrocallista cf. *matsuraensis* Nagao	F	-
Spisula sorachiensis Otatsume	F	-
Tellina sp.	-	R
Macoma nagaoi Hirayama	-	R
Solen connectens Oyama	R	R
Pitar ashiyaensis (Nagao)	F	F
Pitar matsumotoi (Nagao)	F	-
Turritella karatsuensis Nagao	-	R
Euspira ashiyaensis Nagao	C	F
Polinices sp.	C	-
Semicassis kanmonensis (Hirayama)	-	R
"*Nassarius*" sp.	R	-
Nolopophorus cf. *denselineatus* (Nagao)	-	R
Antillophos fusiforme (Hirayama)	-	R
Siphonalia shoji Hirayama	F	-
Siphonalia sp.	-	R
Ancistrolepis sp.	-	R
Nusashia (*Nipponomelon*) cf. *striata* (Yokoyama)	-	R

に凸のものが多いが，部分的には下に凸で異地性である．貝化石は *Glycymeris cisshuensis, Dosinia* (*Phacosoma*) *chikuzenensis* が多数または普通であり，一般的には前者が後者より多いが，逆の場合もある．*Acila* cf. *ashiyaensis, Pseudocardium* sp. (＝*Spisula* sp. a, Nagao, 1928)，*Solen connectens, Euspira ashiyaensis, Molopophorus denselineatus* などが少数または稀に認められる．Hirayama (1956) は少数－稀に認められる多数の貝化石（第2表）を報告しているが，かなりの時間化石採集に努力した結果と推察できる．

X 1層では貝殻は破片状となり，僅か4地点から少数－稀に貝化石が採集された．それらは *Saccella* sp., *Glycymeris cisshuensis, Angulus maximus, Solen connectens, Dosinia chikuzenensis, Euspira* sp. およびサメの歯などである．群集型を決定できない．

X 2層からの貝は極めて稀で，Loc. 1のみで採集された．それらは *Glycymeris cisshuensis, Dosinia chikuzenensis, Euspira* sp. である．破片が多い．

(2) *Tosalorbis*? と *Cylindrychnus*（生痕）の点在

彦島竹ノ子島町 *Glycymeris* 1層の下位層準（Loc. 8）では *Tosalorbis*? sp. と *Cylindrychnus japonicus* の生痕が多数点在する．

(3) *Glycymeris* 1層（群集）

彦島竹ノ子島南部（Loc. 9）で認められる．中－粗粒岩中に認められる．多くの *Glycymeris cisshuensis* は上に凸のようであるが，上に凹のものも認められる．その他については不明瞭である．基底に侵食面E 7がある．

(4) *Dosinia* などと *Cylindrychnus* の点在

彦島竹ノ子島町中央部（Loc. 10）で認められる．中粒砂岩中に *Glycymeris cisshuensis, Lucinoma nagaoi, Pitar* sp., *Dosinia chikuzenensis* が散在する．貝化石の散在部の上位には *Cylindrichnus japonicus* が認められる．

(5) *Glycymeris* 2層（群集）

彦島竹ノ子島北部（Loc. 11）に認められる．厚さ10－15 cmの細礫を含む粗粒砂岩に *Glycymeris cisshuensis* などが含まれる．片殻の *Glycymeris* は凸が上のものが多いように見える．*Glycymeris* 層には膨縮があり，"化石床" 型である．本層の以下と以上の砂岩とは不明瞭な境界を示す．その基底には侵食面E11がある．多数の片殻で砂片状の *G. cisshuensis* からなる．稀に *Eucrassatella yabei, Dosinia chikuzenensis, "Dentalium" ashiyaensis, Euspira ashiyaensis* が発見された．

(6) *Tosalorbis*? の点在

彦島竹ノ子島町北部（Loc. 12）で認められる．

(7) 含化石破片礫岩・砂岩層

彦島竹ノ子島北部（Loc. 13）に認められる．この露頭の最下部に *Ophiomorpha ashiyaensis* を認める砂岩層があり，これを覆う厚さ30 (?) cmで層理の認められる含細礫粗粒砂岩－中礫岩があり，さらに厚さ50 cm程度で塊状の粗粒砂岩が上位に重なる．この砂岩層上部には *Cylindrichnus* sp. が認められる．含細礫砂岩－中礫岩には *Glycymeris cisshuensis, "Ostrea"* sp., 同定困難の二枚貝破片が含まれ，粗粒砂岩の下部には *Echinodiscus chikuzenensis* 破片，*"Ostrea"* sp., さらにフナクイムシの穿孔跡と思われるものが含まれていた．

(8) *Glycymeris* 3層（群集）

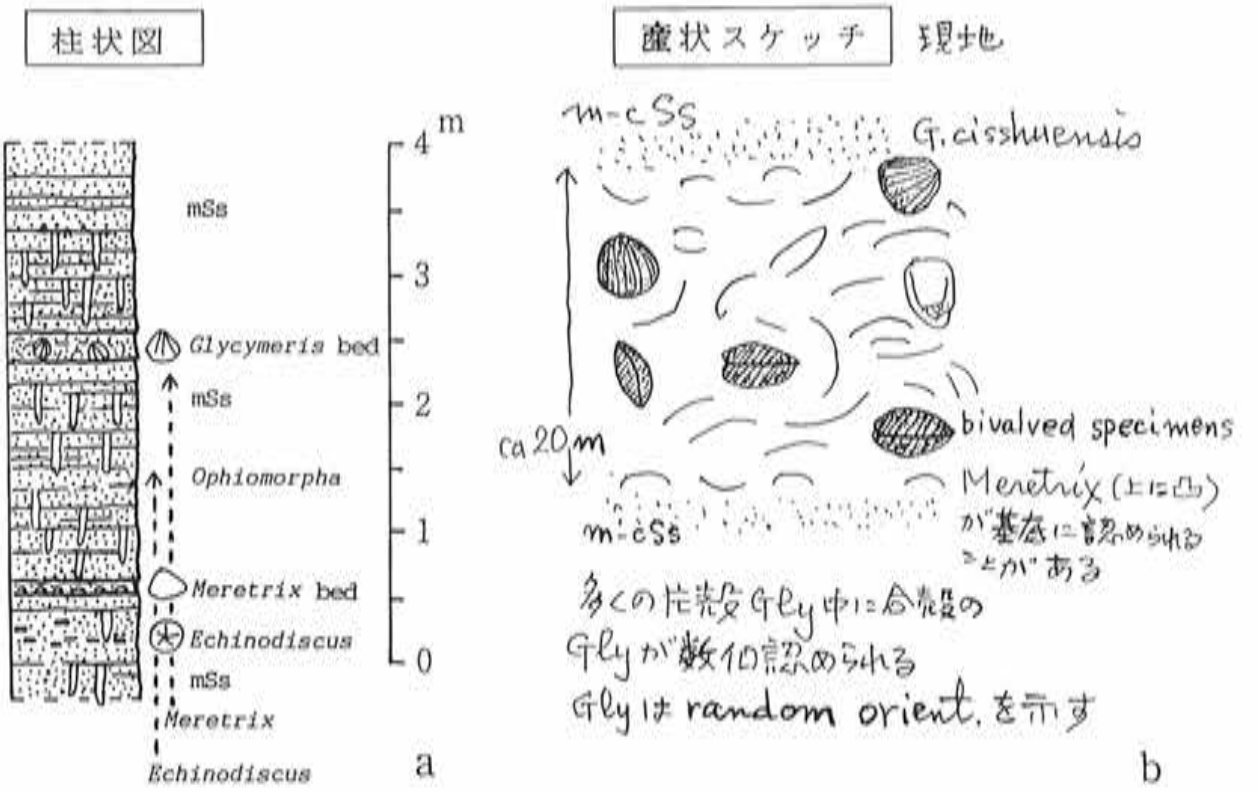
彦島竹ノ子島町北部(Loc. 14)で認められる．厚さ10－35 cmの粗－中粒砂岩中に片殻の *Glycymeris cisshuensis* が密集する．基底に侵食面E13がある．上に凸のものが，上に凹のものより多い．*Dosinia chikuzenensis, "Dentalium" ashiyaensis, Euspira ashiyaensis, Siphonalia shojii* が稀に発見された．

(9) *Felaniella*–*"Ostrea"* 層（群集）

彦島竹ノ子島町北部西岸(Loc. 15W)および東側(Loc. 15E)で認められる．東側と西側で産状が異なる．東側では厚さ約40 cmの中－粗粒砂岩中に化石は密集する．化石は片殻の *Felaniella confusa* が非常に多数で，*"Ostrea"* sp. の破片が多数，また少数の *Glycymeris cisshuensis* の破片が伴われる．*Felaniella* は上方に凹のものが多い．ところが西側では，厚さ45－80 cmで，下部に破片状の *"Ostrea"* sp. と *"Balanus"* sp. が散在し，上部に片殻の *F. confusa* が散在する．全般的には *"Ostrea"* sp. が普通に認められ，*F. confusa* と *"Balanus"* sp. は少ない．本層も以下と以上の砂岩とは漸移するが，下部に荷重痕が認められることがある．*Felaniella*–*"Ostrea"* 層の基底にも侵食面E15が認められる．本層は北九州市馬島に追跡されるが，馬島でも Loc. 15W と Loc. 15E で認められる異なる産状が認められる（井上，1982）．

(10) *Felaniella*–*Echinodiscus*–*"Ostrea"* 層（群集）

彦島竹ノ子島町北東端（Loc. 16）にのみ分布する．円



第20図．下関市彦島西山町二丁目 Loc. 19付近の地質柱状図と貝化石の産出層準（a）および *Glycymeris* の産状のスケッチ（b）．
Fig. 20. Geologic column and occurrence of fossil mollusca (a) and the sketch of occurrence of *Glycymeris* (b) at Loc. 19 area, Hikoshima Nishiyamacho-2chome, Shimonoseki City.

形－不定形，長径約15 cm以上で，厚さ5－10 cmの部分に化石が集合する．*Echinodiscus* の破片が直立することがある．このような化石の集合部が数多く認められる．化石の集合する中粒砂岩とその周囲の砂岩は連続し，相違が認められない．しかし化石の集合－密集部はノジュール状で周囲と区別できる．*Ophiomorpha* は化石を含む砂岩を貫いている．

化石の内容は *Felaniella confusa* が多数で，*Echinodiscus chikuzenensis* は破片で普通に認められ，*"Ostrea"* sp. の破片は少なく，*Glycymeris cisshuensis* の破片は稀である．

このような化石の産状は島根県浜田市唐鐘（とうがね）の千畳敷に分布する中期中新世（N．8－9）唐鐘累層の *Turritella* (*Hataiella*) *kadonosawaensis* および *Glycymeris cisshuensis* を主とする貝化石の産状（都留，1983）に似る．

(11) *Echinodiscus* 層（群集）

Echinodiscus が多数産出した彦島西山町二丁目の産地（Loc. 17）はこの地域を調査した1993年には不明になっていた．従って過去にこの地域を見学した際の資料および古賀（1977）の報告によってあらましを述べる．*Echinodiscus chikuzenensis* は中粒砂岩中に含まれ，厚さ約60 cmの部分に多数認められた．随伴する貝類は *Meretrix hikoshimensis*, n. sp.（多数），*Glycymeris cisshuensis*（少数），*Dosinia chikuzenensis*（稀），*Euspira ashiyaensis*（稀），*Antilophos fusiforme*（少数）であった（古賀，1977）．*Echinodiscus* 層の層準は *Glycymeris* 4層より約5 m下位に位置する．そして *Echinodiscus* は *Meretrix* 層準よりやや上位まで散在する（第20図a）．

(12) *Meretrix* 層（群集）

彦島西山町二丁目下関市指定文化財 *Glycymeris* 4層から約1.7 m下位層準に認められたが，現在は埋め立てられてしまった．南東側潮間帯（Loc. 18）に露出するだけとなった．北西側も埋め立てられてしまっている．しかしかなりの量の標本が亀谷 敦により採集され，山口博物館に保管されている．

密集層の層厚は約10 cmであるが，下位の *Echinodis-*

cus 層準から *Glycymeris* 4層直下まで散在分布し，*Echinodiscus chikuzenensis* を伴っている（第20図）．*Meretrix* は片殻で層理に平行で，上に凸のものが，上に凹のものより多い，また小型のものが殻に残存することが多い．*Meretrix hikoshimensis*, n. sp. が多数で，少数または稀の *Euspira ashiyaensis*, *"Nassarius"* sp. A, *Moropophorus denselineatus*, および *Siphonalia shojii* が認められた．

(3) *Glycymeris* 4層（群集）

彦島西山町二丁目北東海岸（Loc. 19）の下関市指定文化財となる *Glycymeris* 4層がある．厚さ約20 cmの中ー粗粒砂岩中に片殻および両殻の *Glycymeris cisshuensis* が密集する（第20図b）．*Glycymeris* の示す方位は一定せず，層理面に垂直あるいは傾いたものもあり，random orientation を示す．地層面上の *Glycymeris* は上に凸のものが多いように見える，しかし化石層断面では片殻の *Glycymeris* が意外と多く，両殻のものは少ない．*Glycymeris* 4層の最下部に上に凸の *Meretrix* がしばしば発見される．両化石を含む砂岩に相違は認められないが，おそらく *Glycymeris* 層は *Meretrix* があちこちに露出する下位の堆積物を急速に被覆したと思われ，侵食面E16が認められる．

以上で述べた *Glycymeris* の産状から考えると，*Glycymeris* 4層は bioturbation により形成されたと考えられる（Salazar-Jimenez *et al.*, 1982；Lindholm, 1989）．

非常に多数の *Glycymeris* に伴われるものは *Lucinoma nagaoi*, *Pitar ashiyaensis*, *Dosinia chikuzenensis*, *Meretrix hikoshimensis*, n. sp., *"Dentalium" ashiyaensis*, *Euspira ashiyaensis*, *"Nassarius"* sp. B, *Siphonalia shojii* で少数または稀である．

Glycymeris の殻表の傷についての付言：

Glycymeris 標本は，殻の外側で殻頂下，中央よりやや上の部分で傷みが著しく，そこには緑泥石ー海緑石（鈴木ほか，1992；Suzuki *et al.*, 1993）が沈殿しているのが多数認められた（Pl. 7, Figs. 1-4）．*Glycymeris* の殻表のこのような状態は彦島竹ノ子島・西山町の多数の地点からの *Glycymeris* にもしばしば認められる．

そこで岡本は山口博物館および北九州市自然史博物館に保管されている各地からの大型標本中に含まれる *Glycymeris cisshuensis* の標本を観察した．ここでも多くの *Glycymeris* は上記のような状態になっており，傷んでいない標本と傷んでいる標本の数の比は，場所によって異なるが，1：10程度になる．その原因については不明であるが，*Glycymeris* 層が堆積する以前に，高エネルギー条件下で，多数の *Glycymeris* 同士が衝突するような機会があったと推定している．衝突後，堆積時に *Glycymeris* には緑泥石ー海緑石が沈殿し始めたと考えられる．しかもそれ程多くの *Glycymeris* が繁栄したのが芦屋層群堆積時の特徴であった（井上，1964）．これまで報文の図版中の *Glycymeris* では上述したような傷ついた *Glycymeris* はほとんどなく，図示されなかったのであろう．このような *Glycymeris* の傷は異地性であることを示すと思われる．

第3表．下関市彦島西山町北東側沖から採取された芦屋層群の砂岩塊から得られた貝類化石．

Table 3. Mollusca from the blocky light gray fine sandstone of the Asiya Group off the coast of northeastern Hikoshima Nishiyama-cho, Shimonoseki City.

Fossil Name	Number of Individuals
Saccella nagaoi (Takeda)	1.5
Portlandia? sp.	0.5
"Ostrea" sp.	0.5
Lucinoma nagaoi Oyama et Mizuno	2
Lucinoma? sp.	7.5
Venericardia subnipponica Nagao	13.5
Venericardia? sp.	0.5
Pitar matsumotoi (Nagao)	2.5
Callista cf. *hanzawai* (Nagao)	1
Solen connectens Oyama	2.5
Turritella karatsuensis Nagao	2
Euspira ashiyaensis Nagao	2
Trominina japonica (Takeda)	1
"Balanus" sp.	3
Echinoid gen. et sp. indet.	1

3　彦島西山町北東側海域から採取された砂岩中に含まれる貝化石

1993年彦島西山町二丁目下関市指定文化財 *Glycymeris* 4層（Loc. 19）の北西側埋立地には地表で見られる芦屋層群の岩相とは異なる緑灰色細粒砂岩の大きな転石があった．おそらく北東側海域から採取されたものと思われる．

この転石中には貝類化石が含まれており，この転石中から採集された貝類は第3表に示される．砂岩中での産状は散在ー点在の状態であった．採集された貝で2個以上のものは *Lucinoma nagaoi*, *Lucinoma*? sp., *Venericardia subnipponica*, *Pitar matsumotoi*, *Solen con-*

nectens, Turritella karatsuensis, Euspira ashiyaensis であった．この化石群集は *Venericardia* 群集と呼べると思うが，この砂岩塊は陸上部彦島竹ノ子島・西山町地域の芦屋層群より深い上部浅海帯上－中部程度の環境での堆積が推定できる．

4 サメ，トリ，クジラなどの化石
(移動・遊泳する生物の化石)

今回の調査中は上記の化石について得られた標本は少なかった．この地域 Loc. 5 および Loc. 13からはサメの歯を，Loc. 19からはサカナの歯と思われるものが採集されている*．

彦島西山町三丁目 Loc. 5 付近の 3 地点（第 1 図参照）からペンギン様鳥類化石Plotopteridae, gen et sp. indet. の骨 3 点が発見されている（長谷川・他，fig. 11; pl. 15, fig. 2a, b; pl. 16, fig. 2, 1979）．これらは *Glycymeris-Dosinia* 化石層とは異なる層準から発見されており，磯崎一巳，陶山義仁，太田正道によって採集された．この地点の *Glycymeris-Dosinia* 層からはサメの歯 *Carcharodon megalodon, Odontaspis* sp. およびクジラ類の *Zeuglodon* と考えられるものが産出している．

彦島西山町二丁目の Hirayama (1956) の Loc. B 付近から Okazaki (1987) はハクジラ類の *Metasqualodon symmetricus* Okazaki を報告している．この種は他からも発見されている(Okazaki, 1982)が産地は不明である．

彦島西山町二丁目 Loc. 19の *Glycymeris* 4 層中に大濱博之によりヒゲクジラ類 *Mauicetus* sp. の肋骨が発見されている（同定は岡崎美彦による）．

彦島竹ノ子島町南部 Loc. 2 の *Glycymeris-Dosinia* 層より上位の砂岩中から下関市中市石山・他 3 名によりヒゲクジラ類 Cetotheriidae, gen. et sp. indet. の頭骨（岡崎美彦により同定）が採集されている．この標本は美祢市化石館に保管されている．

さらにウミガメ Chelonia, gen. et sp. indet., リクガメ（スッポン？）の下顎，ワニの歯の化石（竹ノ子島），ヒゲクジラの下顎（竹ノ子島）などが発見されている（岡崎美彦の私信による）が，産地は不明である．

5 貝化石から推定される堆積環境

この地域では *Glycymeris-Dosinia* 群集に始まり，*Glycymeris* を主とする群集が継続し，*Felaniella-"Ostrea"* 群集，*Felaniella-"Ostrea"-Echinodidcus* 群集，*Echinodiscus* 群集，および *Meretrix* 群集など異質の群集も認められるが，最上部は *Glycymeris* 4 群集で終わる．これらの化石群集は化石層の形で認められ，しかも異地性のものと考えられている（富田・石橋，1990），異地性ではあるが，化石の保存状態から考えると遠隔地からのものではなく，近接の場所に由来したものであろう．

また化石種と現生種の形態的類似性を考慮に入れて，現生種の環境から化石種生息時の環境を推定する立場で，この地域芦屋層群の環境の推定を試みた．

ここで認められた群集は，山口県油谷湾地域 "芦屋層群" から *Isognomon* sp.（岡本および陶山，未公表）が発見されていることから，西南日本以南の海に類似した亜熱帯海洋気候を示す海で，潮間帯直下の上浅海帯(Euneritic zone, N_1) の上部程度の環境が継続したと思われる．*Meretrix hikoshimensis,* n. sp. は現生の *M. lamarckii* に似た形を示し，*Glycymeris cisshuensis* は現生の *G. vestita* に似ており(Makiyama, 1926)，現生の *M. lamarckii* と *G. vestita* は響灘沿岸で水深10 m程度の外洋に共生するという（網尾 勝の私信による），同様に化石 *G. cisshuensis* と *M. hikoshimensis* は共産することもある．

気掛かりなのは *Felaniella-"Ostrea"* 群集および *Felaniella-Echinodiscus-"Ostrea"* 群集で，*Felaniella confusa* は冷水域の種と推定され，温暖な海に一時的に冷たい海水が流入したと考えられる．

芦屋層群の地質構造

この地域芦屋層群は一般的には NW-WNW 方向の走向で，8－9 °NNE 傾斜を示し，本地域芦屋層群は単斜構造を示している．そして北九州市小倉地域から下関市彦島竹ノ子島・西山町，六連島および北九州市馬島・藍島を含めた小倉炭田（堆積盆）地域における松下（1951）の筑豊型の地質構造の一部を形成することになる．

竹ノ子島・西山町の伸長方向は走向方向で，ほぼその延長上に北九州市馬島がある．またこの地域の地形は本来はケスタ（Cuesta）地形をしていたと考えられ，ケスタ地形の名残は西山町南海岸に認められる．

断層については，彦島竹ノ子島町中央部(第 3 図)，彦島西山町三丁目北西部海岸(第 4 図)，西山町一丁目南東部（第 5 図）で WNW-ESE 方向の走向断層で認められ，この地域における断層の主要なものと考えられる．村田・梶原（1960）および陶山（1966）は西山町南西海岸に沿う走向断層を報告している．西山町三丁目では NNE 方向の，西山町一丁目では NNW 方向の断層が認められている．

* おそらく多くのサメの歯化石が採集されていると思われるが，今回はそれらの追跡調査をしていない．

芦屋層群の時代，筑豊地域と下関地域芦屋層群の対比

筑豊地域芦屋層群の時代について斉藤・岡田（1984），Tsuchi, Shuto and Ibaraki (1987) および Okada (1992) の浮遊性有孔虫とナンノプランクトンによる研究がある．浮遊性有孔虫の立場からは芦屋層群のほぼ全体が P. 21a 帯に位置づけられている．ナンノプランクトンの立場からは芦屋層群山鹿層則松泥岩部層および坂水層二島砂岩・泥岩部層は CP19a 帯に対比できるとした．両者から芦屋層群の時代は前期漸新世の後期から後期漸新世の前期（28.2–31.6 Ma）と考えることもできる（炭木，1994）．

一方村上・今岡・雁沢（1989）は北九州市浅川および山口県豊北町特牛付近の芦屋層群山鹿層からの酸性凝灰岩のフィッション・トラック年代（以下ＦＴ年代とする）を測定した．前者では30.3±1.2 Ma，後者では27.2±1.8 Ma の値を得ている．尾崎・濱崎（1991）は山鹿層折尾砂岩部層下部の凝灰岩で31.7±2.3 Ma のＦＴ年代を得ている．さらに木村・辻（1992）は山口県日置町・油谷町の日置層群からの凝灰岩で30.2，28.5および27.4のＦＴ年代値が得られたことを報告している．これらのＦＴ年代値から芦屋層群の時代は前期漸新世の後期から後期漸新世の前期（27–32 Ma）となり，浮遊性有孔虫およびナンノプランクトンによる生物年代値と大きな差がないと言えるであろう．

彦島地域の芦屋層群が筑豊地域芦屋層群のどの部分に対比されるかについては，岩橋・小原（1959）は芦屋層群山鹿層に対比されるとした．Murata (1961) は芦屋層群坂水層に対比している．

原・首藤（1983）はこの地域芦屋層群を筑豊地域芦屋層群坂水層下部（陣ノ原砂岩層）に対比している．その根拠として，彼等は“模式地の芦屋層群の岩相と化石相は横方向に安定で，一つの岩相・化石相単位が横に長く続き，断層で繰り返し現われても対比の目安として使えるという事実がある（白石・首藤，口答発表，1979，古生物学会年会）ので，……島と模式地の地層の対応はかなり信頼性があると考えられる”と述べている．原（1983）はかかる考え方を基礎にして模式地芦屋層群と彦島周辺の島々の芦屋層群の貝化石集団の類似度指数を計算し，その結果から対比を行なっている．

貝化石の記載

今回の調査で採集された化石貝類およびウニのうち，多数採集され，比較的保存の良い標本のあるもの，

二枚貝　*Glycymeris* (*Veletuceta*) *cisshuensis* Makiyama, *Felaniella confusa* (Nagao), *Dosinia* (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao, *Meretrix hikoshimensis* Okamoto et Sakai, n. sp.

巻貝　*Euspira ahiyaensis* Nagao, *Siphonalia shojii* Hirayama

ウニ　*Echinodiscus chikuzenensis* Nagao

の原記載を収録し，気付いた点について述べる．

二枚貝綱　Bivalvia

Glycymeris (*Veletuceta*) *cisshuensis* Makiyama, 1926
(Pl. 7, Figs. 1–4)

1926　*Glycymeris cisshuensis* Makiyama; p. 155–156, pl. 8, figs. 2, 3.

1928　*Glycymeris cisshuensis* Makiyama; Nagao, p. 29–30, pl. 2, figs. 1–3; pl. 3, figs. 1–3; pl. 4, figs. 22–25.

1928　*Glycymeris cisshuensis* var. *compressa* Nagao, p. 30, pl. 3, figs. 25.

1986　*Glycymeris* (*Veletuceta*) *cisshuensis* Makiyama; Matsukuma, p. 62–68, pl. 7, figs. 1, 3, 4, 6.

1990　*Glycymeris cisshuensis* Makiyama; Tomita and Ishibashi, pl. 13, figs. 2, 3. (in Jpn.)

Original description: Shell attaining a large size, thick and solid, suborbicular to transversely ovate, somewhat longer than high, convex, slightly oblique, inequilateral. Beaks prominent, located a trifle in advance of the middle, turned inwards, approximate, but not contiguous, rounded. Anterior end broadly rounded, posterior end narrowly rounded, slightly produced with the dorsal margin descending nearly straight; the basal margin regularly arcuate. Surface with many radiating impressed lines crossed by concentric incremental lines. The ligamental area long, about four-sevenths of the length of the shell, rather broadly triangular, equilateral, flattened, without chevroned groove but transversely finely striated. Interior faintly radially striate; posterior adductor-scar slightly smaller than the anterior, distinctly im-

pressed, thickened, anteriorly bounded by a sharp ridge which becomes weaker toward the beaks; pallial line well-marked, simple, but with minute pointed sinus adjacent to the posterior adductor-scar. Basal margin very prominently crenate. Hinge-plate thick and large, the lower margin obtusely angulate at the middle; young shell with about 12 oblique teeth on each side; teeth hooked, decreasing in size distally, finely but distinctly pectinated. (Makiyama)

Holotype: In Geol. Surv., Chosen, no. LXX, a left valve of an adult.

Dimensions: length 67 ㎜, height 62 ㎜, thickness of left valve 22 ㎜. (Makiyama)

Type locality: Kinshodo, Kankyohoku-do, Korea. (Miocene Mankodo Formation, Meisen Group)

Glycymeris (*Veletuceta*) *cisshuensis* の時代的分布は中－後期漸新世から中新世で，分布は本邦から朝鮮半島に及ぶ．*G.* (*V.*) *cisshuensis* は現生 *Glycymeris* (*Veletuceta*) *vestita* (Dunker) に似ていると考えられた (Makiyama, 1926)．芦屋層群からの *G.* (*V.*) *cisshuensis* も現生の *G.* (*V.*) *vestita* に似ている．しかし前者は後者よりよくふくれた厚い殻を持ち，後背縁がほぼ真っ直ぐである (Matsukuma, 1986)．そして前者の殻は後腹部方向に伸長する傾向がある (Pl. 7, Figs. 1-3)．

Dosinia (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao, 1928
(Pl. 7, Figs. 5-7)

1928 *Dosinia chikuzenensis* Nagao, p. 64-65, pl. 10, figs. 4-7, 9.

1956 *Dosinia chikuzenensis* Nagao; Hirayama, p.109-112, pl. 7, figs. 1-15.

1990 *Dosinia* (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao; Tomita and Ishibashi, pl. 14, figs. 1-4. (in Jpn.)

Original description: Shell suborbicular, nearly as high as long, evenly convex, inequilateral, the anterior side being slightly shorter; anterior margin well rounded, passing gradually into the evenly convex ventral margin; antero-dorsal margin concave in front of the umbo, and the postero-dorsal margin usually a little arcuated, forming a blunt angle with the posterior margin; umbo small and curved forward, lying anterior to the mid-point of the shell; lunule much longer than broad, elongate-cordate, and deeply depressed; escutcheon very narrow, usually ill developed, but sometimes bounded by very acute ridges. Surface ornamented with crowded, raised, fine incremental lines. Anterior muscle scar oblong-ovate, and the posterior scar rounded; pallial sinus acute, moderately deep, extending as far as the vertical median line of the shell and gradually ascending.

Hinge strong; left middle cardinal tooth broad, short, and trigonal; left anterior lateral tooth large and prominent; right anterior cardinal tooth feeble. (Nagao)

Holotype: Nagao, pl. 10, fig. 5, 1928.

Dimentions: length c. 39 ㎜, height c. 36 ㎜ on Nagao's plate.

Type locality: Sakamizu, Wakamatsu-ku, Kitakyushu City, Fukuoka Prefecture. (Sakamizu Formation of Ashiya Group)

本種は漸新世芦屋層群およびその相当層に分布する．Hatai (1938) およびHirayama (1956) は本邦中新世 *Dosinia* (*Phacosoma*) *nomurai* Otuka および *D.* (*Ph.*) *nagaii* Otuka (Otuka, 1934) は *D.* (*Ph.*) *chikuzenensis* の同種異名であると述べている．*D.* (*Ph.*) *chikuzenensis* と *D.* (*Ph.*) *nomurai* の形は似ているが，一般的には *D.* (*Ph.*) *chikuzenensis* ではやや弧状の後背縁は次第に後縁に移化するが，*D.* (*Ph.*) *nomurai* ではやや弧状の後背縁は短い後縁に鈍角を作って移り変わる．*D.* (*Ph.*) *chikuzenensis* はまるい標本が多く，*D.* (*Ph.*) *nomurai* は長さが高さより長いものが多い点で異なる．

Felaniella confusa (Nagao, 1928)
(Pl. 9, Figs. 1-7)

1928 *Diplodonta confusa* Nagao, p. 60-61, pl. 10, figs. 3, 8, 10.

1990 *"Felaniella" confusa* (Nagao); Tomita and Ishibashi, pl. 13, fig. 7. (in Jpn.)

Original description: Shell relatively small, moderately and evenly convex, almost circular in outline except in the apical part; nearly equilateral and slightly longer than high; anterior end rounded or very indistinctly truncated; postero-dorsal margin straight, sloping very gently backward and sometimes making a blunt angle with the posterior margin; antero-dorsal margin also nearly straight, with a faint excavation in front of the umbo, and slightly greater inclination than the postero-dorsal margin; ventral margin mark-

edly rounded, passing gradually into the anterior margin and more abruptly into the posterior. Umbo small, pointed, curved inward, and not inflated. Surface ornamented with distinct, more or less regularly spaced, incremental concentric lines, besides crowded fine lines of growth and irregularly arranged concentric grooves.

Hinge plate narrow; both valves two cardinal teeth; left anterior one vertical, broad and bifid, the left posterior one very narrow and the right posterior one bifid; nymph short and small; ligament also short. Test rather thick. (Nagao)

Holotype: Nagao, pl. 10, fig. 8, 1928.

Dimensions: length 20 ㎜, height 17.5 ㎜, breadth of one valve 4 ㎜.

Type locality: Asakawa, Wakamatsu-ku, Kitakyushu City, Fukuoka Prefecture. (Yamaga Formation of Ashiya Group)

Felaniella confusa は漸新世芦屋層群およびその相当層に認められ，四国南西部からも報告されている．

本種は Nagao (1928) により *Diplodonta confusa* と記載された．標本は殻頂が前に傾かず，殻頂の前がえぐられた凹形を示さないことから，*Diplodanta* 属ではなく，*Felaniella* 属のものである (Pl. 9, Figs. 6, 7)．竹ノ子島標本の形は現在の *F. usta* (Gould) の形 (岡田　要・他：新日本動物図鑑 (中) における　波部，p. 254, fig. 965, 1955；吉良，p. 132, pl. 52, fig. 31, 1959) によく似る．

竹ノ子島標本は岐阜県瑞浪市明世町戸狩　中新世瑞浪層群戸狩層からの *F. usta* (糸魚川・柴田・西本，pl. 16, fig. 4, 1974；糸魚川・他，pl. 12, figs. 10a, b, 1981) に似るが，後者は高さより長さが長いのに対し，竹ノ子島標本はまるく，やや小さい．

Meretrix hikoshimensis Okamato et Sakai, n. sp.
(Pl. 8, Figs. 2-14)

1990　*Meretrix* sp. Tomita and Ishibashi, pl. 12, figs. 3-5. (in Jpn.)

Material: A large number of *Meretrix* specimens occur at Loc. 19 on the southeast coast of the *Glycymeris* 4 bed in Hikoshima Nishiyama-2chome, Shimonoseki City, Yamaguchi Prefecture. Some specimens of *Meretrix* are covered with shells, but most specimens are casts. A few specimens are deformed. *Meretrix* specimens are contained in gray medium sandstone of the Oligocene Ashiya Group.

Holotype: Pl. 8, Fig. 2 cited from Tomita and Ishibashi, pl. 12, fig. 4, 1990 (GK-L7848).

Paratype: Pl. 8, Fig. 3.

Description: Shell medium to large in size, inflated, subtrigonal, inequilateral and so-called meretrix form in outline. Test moderate to thick, about 1-2 ㎜ thick. Umbo blunt, curved forward slightly and inward, situated at about two fifth of length from the anterior. Antero-dorsal margin slightly concave at the front of Umbo; postero-dorsal margin nearly straight; anterior end rounded; posterior end roundly angulated; ventral margin broadly arched. Surface smooth with fine concentric growth lines. Hinge solid, with three cardinal teeth, but without the anterolateral in left valve specimen. Adductor muscle scars and pallial sinus obscure.

Dimensions: (in ㎜)

	Length	Height	1/2 Thickness	H/L
Holotype	56.3	44.3	15.0	0.79
Paratype	43.9	34.0	11.2	0.77
Pl.8, Fig. 5	61.0+	49.2+	12.2	0.80?
Pl.8, Fig. 7	57.1	44.0	15.2	0.77

Remarks: The height, length and 1/2 thickness are measured, and the height and length proportion of about 65 specimens is calculated. The height and length proportion ranges from 0.67 to 0.85, but the peak value is 0.77 to 0.79. There are wrincles seemingly on the every shell surface of *M. hikoshimensis* (Pl. 8, Figs. 3, 5-9), but there are no wrincles on the well preserved part of shell surface of this new species.

Nagao described *Meretrix pseudomeretrix* (p. 65, pl. 9, figs. 7, 8, 1928) for the specimens from the Waita Formation at Waita, Wakamatsu-ku, Kitakyushu City, Fukuoka Prefecture. The specimen of *M. pseudomeretrix* is trigonal and small, i. e., lengh 24 ㎜, height 21 ㎜ and H/L=0.88. Therefore this species is different distinctly from the present *hikoshimensis*, n. sp. Tomita and Ishibashi reported *Meretrix* sp. (pl. 12, figs. 3-5, 1990) from the Ashiya Group at Loc. 18, Hikoshima Nishiyama-2chome, Shimonoseki City. These specimens are identical with *M. hikoshimensis*.

M. hikoshimensis is similar to the recent *Meretrix*

lamarckii Deshayes, 1853 (*Cytherea morphina*, Sowerby, 1855, p. 620, pl. 129, figs. 59, 60) in having straight postero-dorsal margin and large arched ventral margin.

Meretrix arugai (Otuka, pl. 2, figs. 11, 12, 1938), which was reported from the Miocence Bihoku Group in Hiroshima Prefecture, is different from the present *hikoshimensis* in having large umbo, tall height, remarkably arched ventral margin and inflated shell.

彦島西山二丁目からのハマグリ属化石を，Nagao (1928) が芦屋層群から報告した *Meretrix pseudomeretrix* より大きく，異なる亜三角形を示すことから新種 *Meretrix hikoshimensis* として報告する．*M. hikoshimensis* は後背縁で直線的で，腹縁で大きなアーチ状であり，後端がややとがった形を示すことで現生のチョウセンハマグリ *Meretrix lamarckii* Deshayes に似ている．*M. lamarckii* は外洋浅海上部に生息するが，*M. hikoshimensis* も同様の海に生息したと考えられる．

本種は Loc. 19の *Glycymeris cisshuensis* 産地の北西側でも産出したが，現在では埋め立てられ，採集できなくなった．

腹足綱 Gastropoda

Euspira ashiyaensis (Nagao, 1928)
(Pl. 7, Figs. 8-9)

1928 *Polinices* (*Euspira*) *ashiyaensis* Nagao, p. 95-96, pl. 15, figs. 19-21.

1956 *Euspira ashiyaensis* Nagao; Hirayama, p. 119-120, pl. 8, figs. 17, 18, 20-22.

1990 *Euspira ashiyaensis* Nagao; Tomita and Ishibashi, pl. 15, fig. 12. (in Jpn.)

Original description: Shell moderately large, globose, conical, higher than broad, with a rather elevated spire which is slightly less than one half the height of the aperture; relatively thin-tested; sutures distinct, but rather inconspicuous, usually not canaliculated; whorls about 6 or slightly more in number, broadly convex, not much depressed but gradually contracted posteriorly. Body whorl large, with the side, convex, and not shouldered, and rather abruptly convex at the margin of the umbilicus; aperture oblique, semilunar, somewhat pointed posteriorly and rounded anteriorly; outer lip simple and sharp, and inner lip oblique, almost straight, but slightly excavated; umbilicus open and rather narrow, without funiculum; callosity well developed and elongated, but not covering the umbilicus. Surface ornamented with dense, fine, but distinct oblique lines of growth. Dimensions of the holotype: heigh, 18 ㎜; width, 16 ㎜. (Nagao)

Holotype: Nagao, pl. 15, fig. 19, 1928.

Dimensions: height c. 18 ㎜, breadth c. 16 ㎜.

Type locality: Taya, Ashiya-machi, Onga-gun, Fukuoka Prefecture. (Yamaga Formation of Ashiya Group)

本種は漸新世芦屋層群とその相当層に分布する．殻が球形に近い，中－大型のタマガイ科の巻貝である．臍孔は細長い．滑層は発達しているが，臍孔を被覆しない．普通標本の臍孔は砂岩に覆われ，臍孔の認められるものを採集することは困難である．

Siphonalia shojii Hirayama, 1956
(Pl. 7, Fig. 12-14)

1956 *Siphonalia shojii* Hirayama, p. 122-123, pl. 8, figs. 1-3.

1960 *"Nassarius" shojii* Hirayama; Oyama, Mizuno and Sakamoto, p. 72-73, pl. 14, figs. 6a-c.

1990 *"Nassarius" shojii* Hirayama; Tomita and Ishibashi, pl. 15, figs. 7, 8. (in Jpn.)

Original description: Shell medium in size, fusiform, spire acute; whorls with more than five volutions. The first three moderately convex, sculptured with fine spiral threads, separated by narrower interspaces, which are crossed with blunt longitudinal ribs, not largely plicated. The fourth and body whorls moderately expanded but not angulated, provided with many flat-topped, equally spaced spiral threads, separated much narrower interspaces; longitudinal ribs absolute. Body whorl large, about a half the height of the shell. Suture distinct, impressed; aperture ovate, margin moderately rounded; outer lip nearly smooth, thin; canal moderately long; recurved with siphonal faciole. (Hirayama)

Holotype: Tokyo Kyoiku Daigaku Reg. No. 10405. (Hirayama, pl. 8, figs. 1, 2, 1956)

Dimensions: height 32 ㎜, diameter of body whorl 18 ㎜.

Type locality: Loc. A of Hirayama (1959) in Hikoshima Nishiyamacho-1chome, Shimonoseki City, Yamaguchi Prefecture. (Fig. 1).

本種は漸新世芦屋層群のみから産する．富田・石橋が示した標本（pl. 15, figs. 8, 1990）および筆者らの標本（pl. 7, figs. 12）を見るとHirayama（p. 122-123, pl. 8, figs. 1, 2, 1956）が述べたように繃帯を持つ水管があり，ねじれていることから *Nassarius*（オリイレヨフバイ）属ではなく *Siphonalia*（ミクリガイ）属の種である．

ウニ綱　Echinoidea

Echinodiscus chikuzenensis Nagao, 1928
(Pl. 9, Figs. 10, 11)

1928 *Echinodiscus chikuzenensis* Nagao, p. 17-18, pl. 1, figs. 15-17.

1968 *Echinodiscus chikuzenensis* Nagao; Nishiyama, p. 132-133.

Original description: Test large, thin, with a flat ventral side and slightly convex dorsal one; broadly oval in outline, nearly as broad as long, rounded anteriorly, and broader and truncated posteriorly; margins with three slight indentations, one anterior and two antero-lateral. Apical system pentagonal, lying a little anteriorly, and provided with four genital pores.

Rosette relatively small, with the petals subequal in length and breadth, but the anterior odd one slightly longer than the antero-lateral, and the postero-lateral one the shortest of all. Each of the petals perfectly closed, rather short and broad, its length being nearly twice as great as its breadth; interporiferous area narrow, and almost as wide as each poriferous zone.

Lunules two in number, each lying in a line with the posterior ambulacrum, narrow, elongated, and somewhat lanceolate, its longer diameter being less than three times the minor, moderately distant from the distal end of the petal. Peristome subcentral and very small; groove single near the peristome, but soon bifurcating. (Nagao)

Holotype: Nagao, pl. 1, fig. 16, 1928.

Dimensions:

Longitudinal diameter……90 mm
Transverse diameter ……95 mm
Width of petal ……10 mm
Length of
- odd petal……20 mm
- anterior paired petal ……18 mm
- posterior paired petal ……16 mm

Width of poriferous zone …… 3 mm
Width of interporiferous area in odd petal …… 4 mm
Width of interporiferous area in anterior paired petal …… 3.7 mm
Width of interporiferous area in posterior paired petal …… 3.5 mm
Length of lunule ……21.5 mm
Width of lunule…… 7.5 mm
Distance between the extremity of petal and the lunule …… 6.3 mm
Number of pores in odd petal ……60
Number of pores in anterior paired petal……58
Number of pores in posterior paired petal ……51

Type locality: Waita, Wakamatsu-ku, Kitakyushu City, Fukuoka Prefecture. (Waita Formation of Ashiya Group)

本種は漸新世芦屋層群およびその相当層から産出しているスカシカシパン科のウニの一種である．非常に保存の良い口側面および反口面を示す標本（Pl. 9, Figs. 11, 10）がLoc. 18から採集できた．この附近の露頭は失われ，今後の採集は困難であろう．本種およびこの地域からのみ報告されている *Echinodiscus transiensis* Nishiyama はともに熱帯から亜熱帯の海に生息したと考えられている（Nisiyama, 1968）．

あ と が き

山口県下関市彦島竹ノ子島・西山町には，筑豊地域芦屋層群坂水層に対比される古第三紀漸新世芦屋層群が分布する．まえがきで述べたような経緯から，この地域芦屋層群の堆積相と貝化石層の調査・研究を行なった．この調査・研究の結果は以下のようにまとめられる．

(1) 彦島竹ノ子島・西山町地域の芦屋層群について，海岸露頭での詳細な堆積相の観察より，含礫級化砂岩相，大規模斜層理砂岩相，小規模斜層理砂岩相，平行葉理砂岩相，ハンモック状～スウェイル状斜層理砂岩相，生物擾乱砂岩相および砂岩・シルト岩互層相の七つの堆積相が識別された．

(2) 当地域の芦屋層群は下部の海退侵食面を境に，上

下二つのユニット，ユニットⅠ，ユニットⅡに区別できる．ユニットⅡには多くの侵食面が発達し，そのうち，下部の延長が追跡できるものは，海侵侵食面にあたり，ラヴィーンメント面にあたると思われる．

(3) 堆積相から推定される堆積環境は，すべてが沿岸環境にあたり，沖浜漸移帯から前浜の汀線に至る小環境が含まれる．

(4) 貝類化石は芦屋動物群 (Otuka, 1939) に含まれるものである．貝化石層（化石群集）は，上位から下位へ，以下の通りである．

Glycymeris 4, *Meretrix*, *Echinodiscus*, *Felaniella*–*Echinodiscus*–"*Ostrea*", *Felaniella*–"*Ostrea*", *Glycymeris* 3, *Glycymeris* 2, *Glycymeris* 1 および *Glycymeris*–*Dosinia*

(5) 貝類化石群集が示す環境は，現在の西南日本以南の海に似た，温暖な外洋上部浅海帯の上部 (Euneritic, N[1]) での環境が継続したと推定される．

(6) 堆積相と貝類化石群集検討の結果得られた推定される堆積環境は一致する．

(7) *Meretrix hikoshimensis*, n. sp. が記載された．

引　用　文　献

Allen, J. R. (1982), *Sedimentary structure*, Vol. II, 663 p. Elsevier, Amsterdam.

安藤寿男 (1990)，上部白亜系中部蝦夷層群三笠層の堆積相分布と前進性シーケンス．地質雑，**96**，453-469.

Davidson-Arnott, R. G. D. and Greenwood, B. (1976), Facies relationships on a barred coast, Kouchibouguac Bay, New Brunswick, Canada, *In*, Davis, R. A., Jr., and Ethington, R. L. (eds.), *Beach and Nearshore Sedimentation. Soc. Econ. Paleont. and Mineral., Spec. Publ.*, no. 24, 149-168.

Davis, R. A. Fox, W. T., Hyes, M. O., and Boothroyd, J. C. (1972), Comparison of ridge and tunnel systems in tidal and non-tidal environments. *Jour. Sediment. Petrol.*, **42**, 413-421.

原　尊照 (1983)，藍ノ島，馬島，六連島に分布する芦屋層群の層序学的・古生物学的研究．九大理学部地質卒論手記．

原　尊照・首藤次男 (1983)，北九州市の芦屋層群の化石層序．「日本新生代貝類の起源と移動（総研報告書：代表　小高民夫）」，57-59，東北大学．

Harms, J. C. Southard, J. B., Spearing, D. R., and Walker, R. G. (1975), Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequence. *Short Course Notes*, no. 2, 161 p, Soc. Econ. Paleont. and Mineral.

長谷川善和・磯谷誠一・長井孝一・関　麒一・鈴木　直・大塚宏之・太田正道・小野慶一 (1979)，漸新－中新世のペンギン様鳥類化石 (Part Ⅰ-Ⅶ)．北九州市自然史博研報，no. 1, 41-60, 8 pls.

Hatai, K. (1938), On some species of fossil *Dosinia* from Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **15**(1-2), 47-66.

早坂竜児 (1991)，北九州・芦屋地域に分布する漸新統芦屋層群の堆積相と堆積環境．地質雑，**97**，607-619.

Hirayama, K. (1956), Tertiary Mollusca from Hikoshima, Yamaguchi Prefecture, Japan, with remarks on the geological age of the "Ashiya Fauna". *Sci. Repts. Tokyo Kyoiku Daigaku*, Sec. C, **5**(45), 81-127, 3 pls.

茨木雅子 (1994)，浮遊性有孔虫群から見た九州北西部第三系の年代と古環境．月刊　地球，**16**，150-153.

市原季彦・下山正一 (1994)，堆積相 VS タフォノミー相－生痕編－．日本地質学会第102年大会要旨，182．地質学会（広島大学総合科学部）．

井上英二 (1964)，西彼杵半島西部の古第三系，ならびに西彼杵層群下部の堆積環境．地調月報，**15**(3)，29-50.

井上順子 (1982)，北九州市馬島における芦屋層群の貝化石群集．広大学校教育卒論手記．

糸魚川淳二・柴田　博・西本博行 (1974)，瑞浪層群の貝化石．瑞浪市化石博研報，no. 1，43-203，63 pls.

糸魚川淳二・柴田　博・西本博行・奥村好次 (1981，'82)，瑞浪層群の化石　2．貝類（軟体動物），瑞浪市化石博専報，no. 3-A，B，A，1-53，52 pls.；B，1-330.

岩橋　徹・小原浄之介 (1959)，小倉炭田の層序と地質構造．地質雑，**65**，528-536.

鎌田泰彦 (1967)，下関市の芦屋層群より *Vicarya* の産出．早坂先生喜寿記念文集，175-179，1 pl.

吉良哲朗 (1959)，原色日本貝類図鑑．改訂版．240 p., 71 pls. 保育社，東京．

木村勝弘・辻　喜弘 (1992)，堆積盆の生成発達過程の研究．石油開発技術センター年報，平成３年度，90-98.

古賀孝徳 (1977)，下関市西方，藍島・馬島・六連島・彦島の芦屋層群と貝化石群集について．広大理学部地学卒論手記．

Leckie, D. A. and Walker, R. G. (1982), Storm- and tide-dominated shorelines in Late Cretaceous Moosebar-Lower Gates interval－outcrop equivalents of deep basin gas trap in western Canada. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **66**, 138-157.

Lindholm, R. C. (1987), *A Practical Approach to Sedimentology*. 276 p. Allen & Unwin, London.

Makiyama J. (1926), Tertiary fossils from North Kankyo-do, Korea. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ.*, Ser. B., **2** (3)., 143-160, 2 pls.

Nagao, T. (1928), Palaeogene Fossils of the Island of Kyushu, Japan Part II. *Sci. Repts. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd Ser., **12**(1), 11-140, 17 pls.

Nisiyama, S. (1966, 1968), The Echinoid Fauna from Japan and Adjacent Regions, Pts. I and II, I, 227 p., 18 pls.; II, 492 p., 12 pls. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Paps.*, nos. 11, 12, Palaeont. Soc. Japan.

Matsukuma, A. (1986), *Glycymeris cisshuensis* (Mollusca: Bivalvia), an ancestral species of temperate glycymeridids from Japan and Korea. *Monogr. Mizunami Fossil Mus.* no. 6, 59-74, 2 pls.

松下久道 (1951), 九州北部炭田の地質構造, 九大理研報 (地質), **3**(2), 49-54.

増田富士雄 (1993), シークェンス層序学：わが国における陸域地質の適応例, 石油技誌, **58**, 292-310.

村上充英・今岡照喜・雁沢好博 (1989), 山陰西部における古第三紀火山性陥没体の分布と時代にかんする2, 3の問題. 陥没 ―其の構造・機構・応用―, 地団研専報, no. 36, 41-47.

村田茂雄・梶原靖夫 (1960), 小倉炭田の芦屋層群 (其の二), 九州工大研報 (工学), no. 10, 59-67.

Okada, H. (1992), Calcareous nannofossils and biostrtatigraphy of the Paleogene sequences of the northern Kyushu, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **98**, 509-528.

岡田　要・他 (1955), 新日本動物図鑑 (中), 803 p, 北隆館, 東京.

岡崎浩子・増田富士雄 (1992), 古東京湾地域の堆積システム, 地質雑, **98**, 235-258.

Okazaki, Y. (1982), A Lower Miocene squalodontid from the Ashiya Group, Kyushu, Japan. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.*, no. 4, 107-112, 2 pls.

Okazaki, Y. (1987), Additional materials of *Metasqualodon symmetricus* from the Oligocene Ashiya Group, Japan. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.*, no. 7, 133-138, 1 pl.

Okazaki, Y. (1994), A new type of the primitive baleen whale (Cetacea, Mysticeti) from Kyushu, *The Island Arc*, **3**(4), 432-435.

Otuka, Y. (1938), Mollusca from the Miocene of Tyugoku, Japan. *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, Sec. II, **5**(1, 2), 21-45, 4 pls.

Otuka, Y. (1939), Tertiary crustral deformations in Japan (with short remarks on Tertiary paleogeography), *Jub. Pub. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birth.*, 481-519.

Oyama, K., Mizuno, A. and Sakamoto, T. (1960), *Illustrated Handbook of Japanese Paleogene Molluscs*. 244 p, 71 pls. Geol. Surv. Japan.

尾崎正紀・濱崎聡志 (1991), 福岡県北部に分布する古第三系のフィッション・トラック年代, 地質雑, **97**, 251-253.

Permberton, S. G., MacEachern, J. A. and Frey, R. W. (1992), Trace fossil facies models: Environmental and allostratigraphic significance. *In*, Walker, R. G. and James, N. P. (eds.), *Facies Models: response to sea level change*, 47-72, Geol. Assoc. Canada.

Reineck, H.-E. and Singh, I. B. (1980), *Depositional Sedimentary Environments*. 549 p., Springer-Verlag. Berlin.

斎藤常正・岡田尚武 (1984), 北九州芦屋層群の漸新世石灰質浮遊性微化石層序,「日本の古第三系の生層序と国際対比に関する総合研究 (総研報告書：代表斎藤常正)」, 85-87, 山形大学.

Salagar-Jimenez, A., Frey, R. W. and Howard, J. D. (1982), Concavity orientations of bivalve shells in estuarine and nearshore shelf sediments. *Jour. Sed. Petrol.*, **52**, 565-586.

Simons, D. S., Richardson, E. V. and Nordin, C. F. (1965), Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels. *In*, Middleton, G. V., (ed.), *Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. Soc. Econ. Paleont. and Mineral., Spec. Publ.*, no. 12, 34-52.

Sowerby, G. B. (1985), *Thesaurus Conchyliorum or Monographs of Genera of shells*. Vol. II. 609-654, 14 pls. Sowerby, London.

Sumanura, T. (1988), Beach morphologies and their change. *In*, Horikawa, K. (ed.), *Neashore Dynamics and Coastal Processes*, 136-161, Univ. Tokyo Press.

Swift, D. J. P. and Field, M. E. (1981), Evolution of a classic ridge field: Maryland sector, North American inner shelf. *Sediment.*, **28**, 461-481.

鈴木清一・疋田吉識・上本原明美 (1992), 緑泥石および"海緑石"に交代された化石貝殻微細構造, 日本地質学会第99年大会要旨, 301, 地質学会99年総会・年会準備委員会 (熊本大学).

Suzuki, S., Togo, Y. and Hikita, Y. (1993), Original microstructures remaining in the silicified and chloritized shells of fossil molluscs. *In*, Kobayashi, I., Mutvei, H. and Sahni, A. (eds.), *Structure, Formation and Evolution of Fossil Hard Tissues*, 65-72, Tokai Univ. Press, Tokyo.

富田宰臣・石橋 毅 (1990), 北部九州炭田古第三系の地質と化石 (概説). 九大理研報 (地質), **16**(2), 99-142, 11 pls.
陶山義仁 (1965),「山口県の化石産地」 その1 下関彦島 (I). 山口県の自然, **2**(4), 24-27.
陶山義仁 (1966),「山口県の化石産地」 その2 下関彦島 (II). 山口県の自然, **2**(5), 26-32, 2 pls.
Tsuchi, R., Shuto, T. and Ibaraki, M. (1987), Geologic ages of the Ashiya Group, North Kyushu from a viewpoint of planktonic foraminifera. *Repts. Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, **21**, 109-119, 2 pls.
都留俊三 (1983), 島根県浜田市唐鐘累層産の中期中新世貝化石群集. 瑞浪市化石博研報, no. 10, 41-83, 12 pls.
Walker, P. G. (1992), Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. *In*, Walker R. G. and James, N. P. (eds.), *Facies Models*: response to sea level change, 1-14, Geol. Assoc. Canada.
Walker, P. G. and Plint, A. G. (1992), Wave- and storm-dominated shallow marine systems, *In*, Walker R. G. and James, N. P. (eds.), *Facies Models*: response to sea level change, 219-238, Geol. Assoc. Canada.

1995年9月30日受付・受理

Explanation of Plate

Plate 7

第7-9図版の化石 (生痕を除く) はすべて×1である. また産出した地層はすべて芦屋層群である.

Figures except Plate 9, Figs. 12, 13 are natural in size. *Meretrix hikoshimensis*, n. sp., specimen of Pl. 9, Fig. 14 is collected in Umashima of Kokurakita-ku, Kitakyushu City. Other specimens are collected from Hikoshima Tenagajima and Nishiyama-cho area, Shimonoseki City. All specimens are from the Ashiya Group.

Figs. 1-4. *Glycymeris* (*Veletuceta*) *cisshuensis* Makiyama
Loc. 19. 山口県下関市彦島西山町二丁目.

Figs. 5-7. *Dosinia* (*Phacosoma*) *chikuzenensis* Nagao
Fig. 5. Loc. 3. 山口県下関市彦島西山町三丁目; Fig. 6. Loc. 6. 彦島西山町三丁目; Fig. 7. Loc. 4. 彦島西山町三丁目.

Figs. 8, 9. *Euspira ashiyaensis* Nagao
Loc. 19. 山口県下関市彦島西山町二丁目.

Fig. 10. *"Nassarius"* sp. A
Loc. 18. 山口県下関市彦島西山町二丁目.

Fig. 11. *Molopophorus denselineatus* (Nagao)
Loc. 19. 山口県下関市彦島西山町二丁目.

Figs. 12-14. *Siphonalia shojii* Hirayama
Loc. 12. Loc. 19; Figs. 13, 14. Loc. 18. 山口県下関市彦島西山町二丁目.

標本の保管

Meretrix hikoshimensis の模式標本 (GK-L 7246) は九州大学理学部地球惑星科学教室に保管されている. その他の標本は下関市立考古博物館 (下関市綾羅木字岡) で保管する.

Repositry:

Holotype of *Meretrix hikoshimensis* is deposited in the Dept. Earth & Planet. Scis., Fac. Sci., Kyushu Univ. 33, Hakozaki, Fukuoka, 812. Other specimens are deposited in the Shimonoseki City Archaeological Museum, Ayaragi, Shimonoseki, 751.

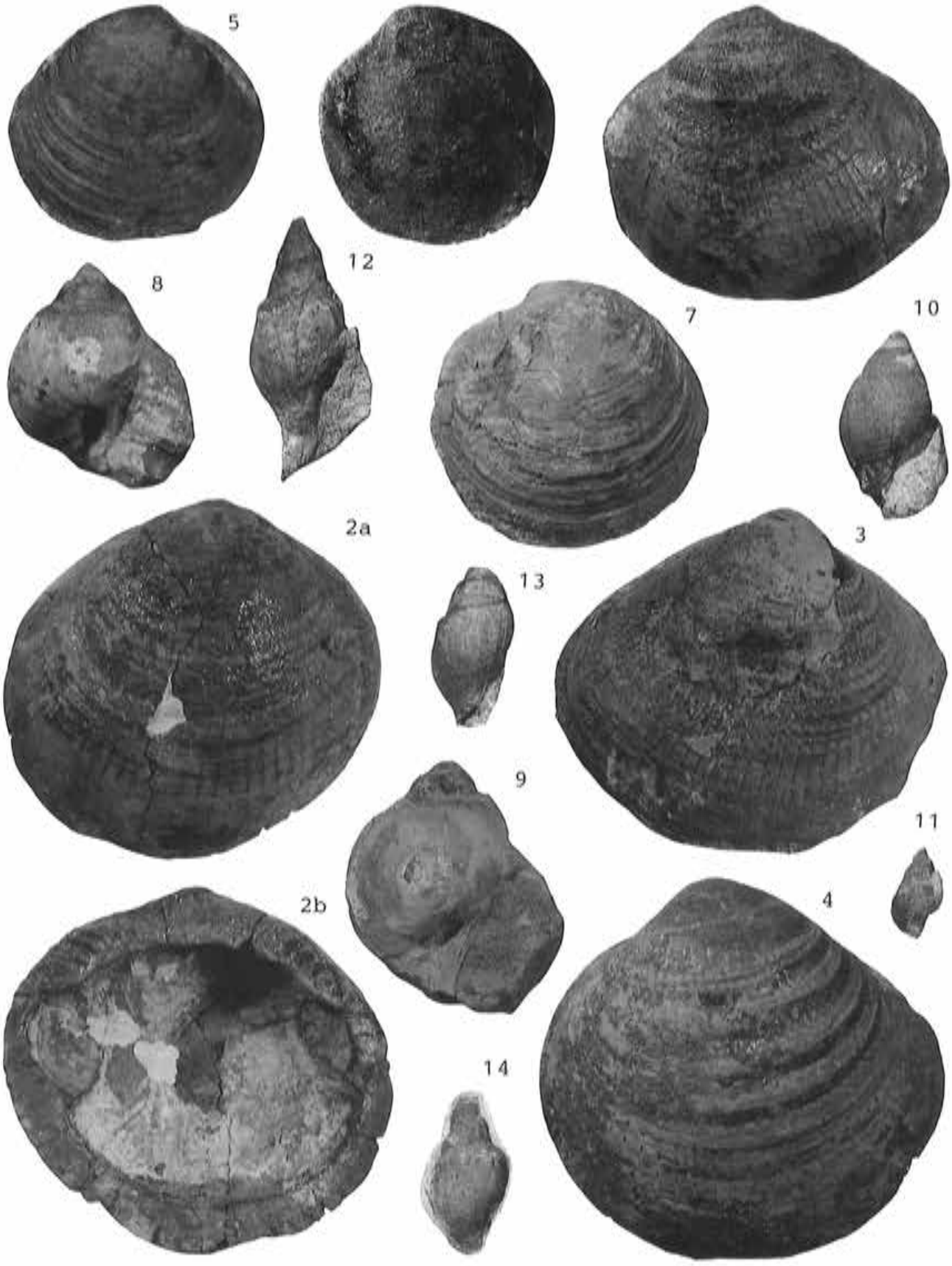

5
12
8
7
10
2a
13
3
9
11
2b
4
14

Plate 8

Fig. 1. *Pseudocardium* sp.
Loc. 7. 山口県下関市彦島西山町一丁目.

Figs. 2–14. *Meretrix hikoshimensis* Okamato et Sakai, n. sp.
Figs. 2–13. Loc. 18. 山口県下関市彦島西山町二丁目. Fig. 14. 福岡県北九州市小倉北区馬島；芦屋層群. Figs. 13, 14. 鉸板を示す. Figs. 2. 模式標本 (GK-L 7546, 富田・石橋, Pl. 12, Fig. 4, 1990). Fig. 3. 副模式標本.

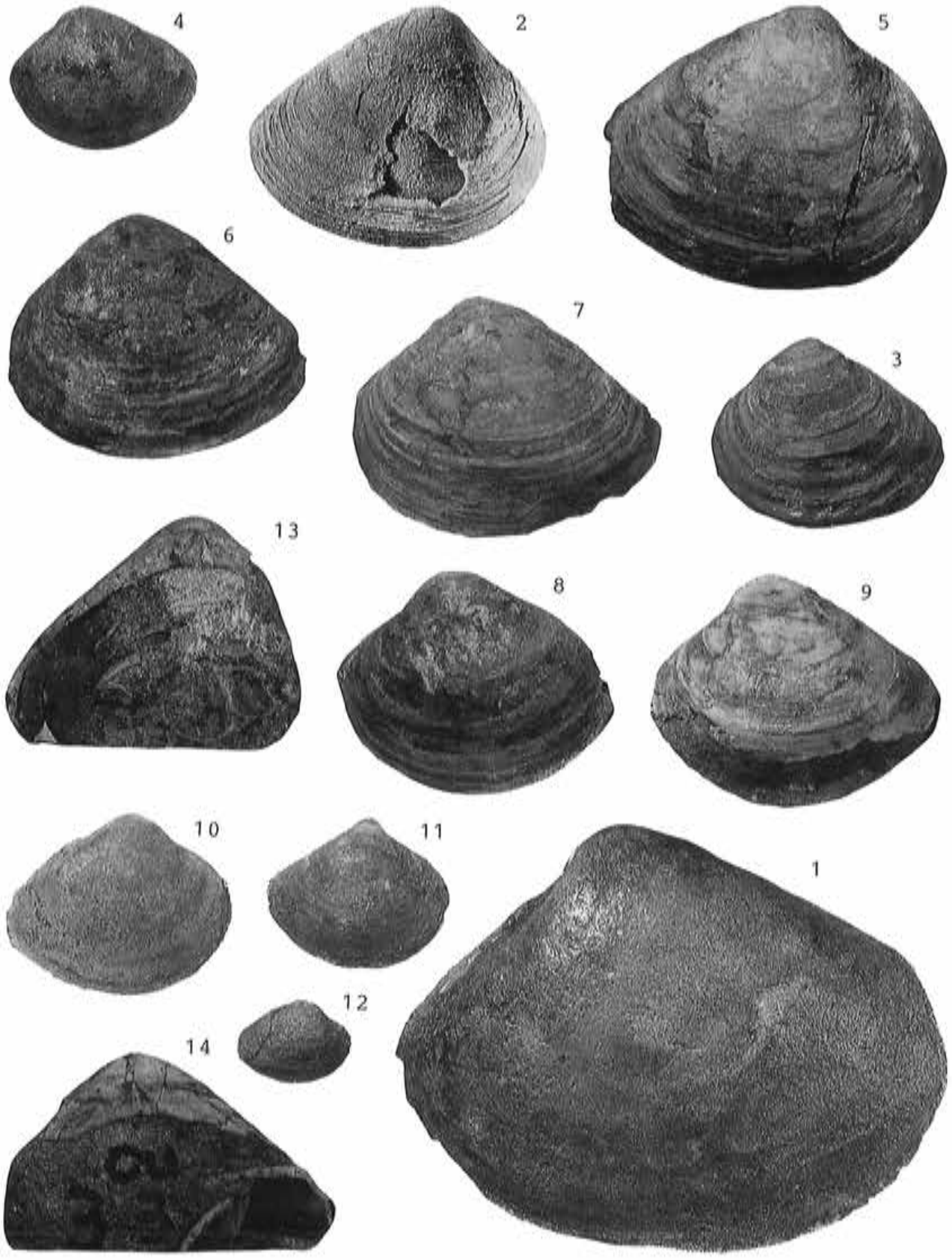
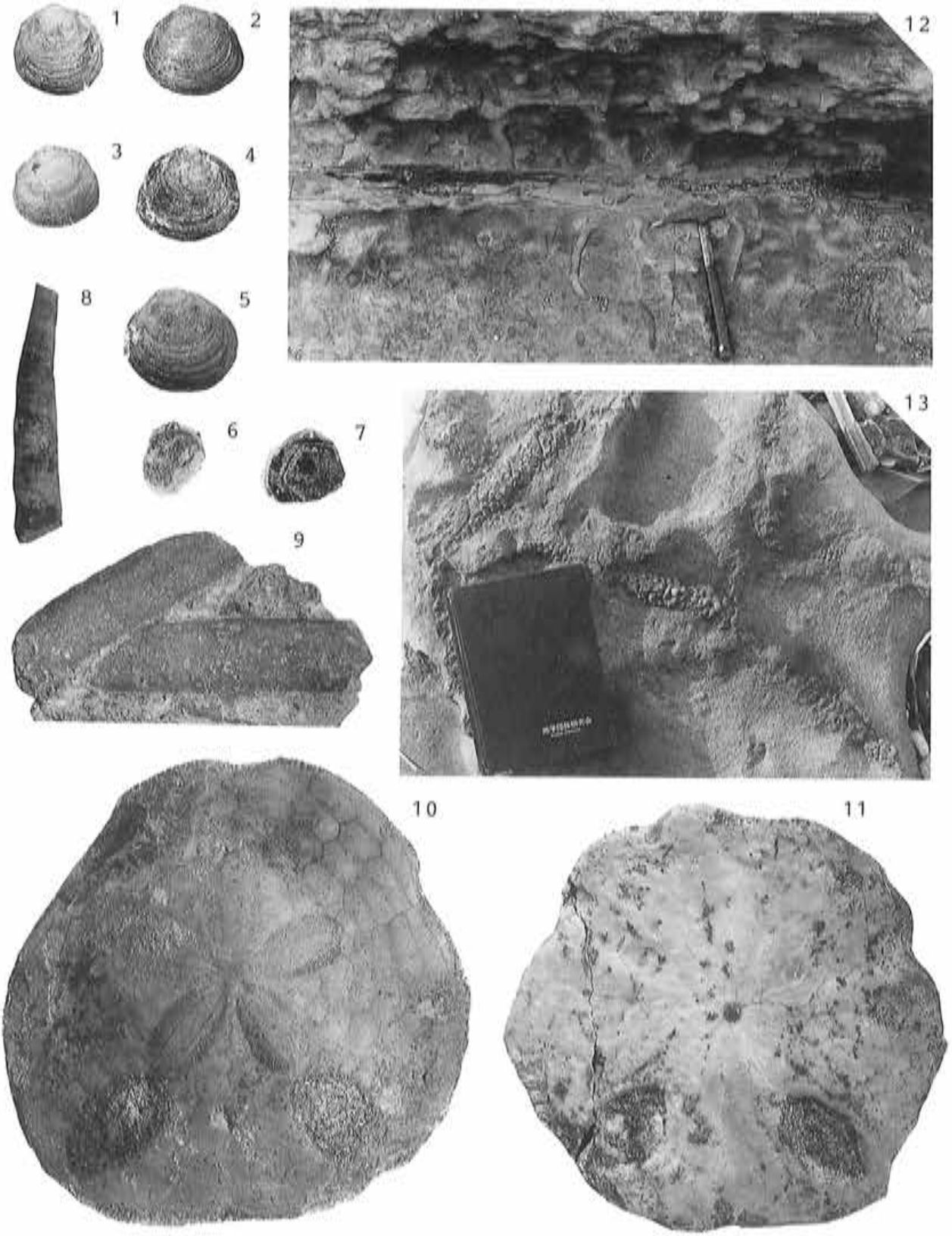

4
2
5
6
7
3
13
8
9
10
11
1
12
14

Plate 9

Figs. 1–7. *Felaniella confusa* (Nagao)
Loc. 15E. 山口県下関市彦島竹ノ子島町. Figs. 6, 7. 紋板を示す.
Fig. 8. *"Dentalium" ashiyaensis* Nagao
Loc. 19. 山口県下関市彦島西山町二丁目.
Fig. 9. *Solen connectens* Oyama
Loc. 7. 山口県下関市彦島西山町一丁目.
Figs. 10, 11. *Echinodiscus chikuzenensis* Nagao
Loc. 18. 山口県下関市彦島西山町二丁目. Fig. 10. 反口面. Fig. 11. 口側面.
Figs. 12, 13. *Ophimorpha ashiyaensis* Shuto et Shiroishi (生痕)
Fig. 12. Loc. 15E. 山口県下関市彦島竹ノ子島町. Fig. 13. Loc. 18. 山口県下関市西山町二丁目.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13