

山口県新第三紀油谷湾層群の堆積地質学的研究

葦津, 賢一
兵庫県庁

岡田, 博有
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4495592>

出版情報 : 九州大学理学部研究報告. 地質学. 16 (1), pp.1-17, 1989-01-17. 九州大学理学部
バージョン :
権利関係 :

山口県新第三紀油谷湾層群の堆積地質学的研究

葦津 賢一*・岡田 博有

Sedimentological study of the Miocene Yuya-wan Group,
Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan

Kenichi YOSHIZU* and Hakuyu OKADA

Abstract

The Early to Middle Miocene Yuya-wan Group is well exposed in the Yuya-wan area in the westernmost part of Honshu. This group is regarded to represent Miocene marine sequences developed in close relation to the spreading of the Sea of Japan.

This paper describes and analyzes sedimentary facies, sedimentary structures, paleocurrent patterns and petrological features of the Yuya-wan Group in order to clarify the depositional environment.

The main results are summarized as follows:

(1) The Yuya-wan Group is divided into the Igami Formation and its equivalent Kadoyama Formation in the lower and the Kawashiri Formation in the upper on the basis of the characteristics of litho- and bio-facies.

(2) The Igami (more than 250m thick) and Kadoyama Formations (150-300m thick) are composed mainly of well-sorted, thin- to medium-bedded sandstones with pebble conglomerate in the lower and upper parts. Tabular and trough-like cross-stratifications are the most common sedimentary structures. Channel structures, hummocky structures and herringbone cross-stratification are also found at some horizons. Glauconitic sandstones are intercalated in the lower part of the Igami and Kodayama Formations. The sediments contain molluscan fossils and foraminifers abundantly, which show shallow sea environments. In addition, trace fossils *Cylindrichnus* sp. occur exclusively in these formations, which corresponds to the *Skolithos* assemblage of the SEILACHER Model proposed as the depth-indicator. All these features suggest strongly that the Igami and Kadoyama Formations were deposited in the tidal flat to very shallow sea environments including the prodeltaic environment.

(3) The Kawashiri Formation (more than 350m thick) conformably overlies the Kadoyama Formation. It is wholly characterized by gravity-flow sediments showing turbidite facies with intercalations of slump deposits. Most of sandstones show the graded bedding with the Tb-Tc intervals. *Lithothamnium* limestones occur as exotic blocks of various sizes in slump beds in the upper part of the formation. *Zoophycos*-like trace fossils and foraminifera assemblages so far reported from the Kawashiri Formation indicate that the sediments were deposited in the upper bathyal environments.

(4) The sandstone composition of the Yuya-wan Group indicates that sandstones are mostly lithic to feldspathic arenite and are characterized by stable heavy mineral assemblages of high ZTR index.

(5) The petrographic and paleocurrent data suggest that clastic materials may have been derived mainly westwards and/or northwards from the Cretaceous Kwanmon and Abu Groups and Paleogene Hioki Group as source rocks.

*兵庫県庁

Hyogo Prefectural Office, Kobe

昭和63年7月25日 受理

I. ま え が き

西南日本火成岩類の古地磁気学的研究によると、西南日本は中新世中期(15Ma)に時計回りに回転して、日本海が形成されたといわれている(例えば、鳥居ほか, 1985)。山陰側の新第三系を代表する油谷湾層群(岡本・今村, 1964)は、まさにこの時期に日本海側で一挙に堆積したと考えられる海成堆積物のひとつに相当する。つまり、本層群は北部九州、対馬、山陰、北陸および韓半島南部の日本海沿岸地域に分布する新第三系とともに、日本列島のアジア大陸からの分離・移動過程を研究するうえで重要な位置を占めている。日本海形成時期の地史解明のためには、これら新第三系の堆積環境・堆積過程についての詳しい情報が不可欠である。しかしながら、油谷湾層群の堆積学的研究については、これまで断片的な記載・報告があるのみで(岡本・君波, 1985)、組織だった研究報告はなかった。

本研究の調査地域である山口県北西部、油谷湾地域(Fig. 1)には、中新世前期～中期の海成堆積物である油谷湾層群が広く分布している(Fig. 2)。本層群については、これまで主に貝化石・微化石による生層序学的研究が行われてきた(岡本, 1960; 岡本・今村, 1964; 黄・岡本, 1979; 南, 1979; OKADA and BUKRY, 1980; 布施・小高, 1986; など)。そこで、本研究では、これまで研究が遅れていた堆積学的側面、特に岩

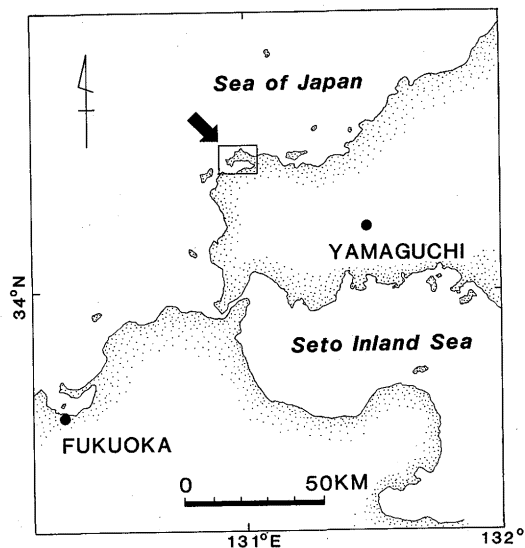


Fig. 1. Map showing the study area (box with an arrow).

相・堆積構造の記載、古流向の解析、ならびに砂岩の鉱物組成および礫種組成の検討を行い、油谷湾層群の堆積環境、堆積機構を明らかにすることを目的とした。

II. 地 質 概 説

1. 層序, その再検討

油谷湾沿岸を模式地とする油谷湾層群は、これまで岩相と産出化石により、Fig. 3 右側の欄に示されるように、層序区分が行われてきた(岡本・今村, 1964)。すなわち、岡本ら(岡本・今村, 1964; 岡本, 1970, 1974; 岡本・君波, 1985)によれば、油谷湾層群は基盤である漸新統～最下部中新統日置層群上に不整合に重なり、油谷湾南岸では伊上層およびその東部で同時異相にあたる角山層が、北岸・東岸では下位の南東側から上位の北西側へそれぞれ角山層と川尻層が分布している。この層序では、伊上層上部と川尻層とは含まれる藻類石灰岩および石灰質堆積岩を鍵層として対比され、伊上層と角山・川尻両層とは同時異相の関係にあると考えられてきた(岡本・今村, 1964; 岡本, 1970, 1974; 布施・小高, 1986)。

しかしながら、今回の調査からは、角山層は伊上層に含められ、伊上層と川尻層は同時異相の関係ではないことが明らかになった。つまり、川尻層は伊上層の上にくる層序関係をもつ。以下にこれらの結論の理由を述べる。

本研究では伊上層と角山層が同一層であると判断した。その基準は、両層とも基盤である日置層群の上に直接重なっていること、両層の間で岩相・堆積相・生痕群集の特徴が全く一致し、加えて古流向のパターンが類似することによる。伊上層の上に川尻層がくることについては、赤屋海岸で堆積的に整合の累重関係が観察された(Fig. 4)。なお、伊上・川尻両層が同時異相をなすことの有力な根拠とされた石灰質堆積物については、伊上層のそれは現地性であるのに対し、川尻層の石灰岩は異地性のブロックとして出現し、少なくとも直接的な対比の手段にはならない。また、伊上層には川尻層を特徴づけるタービダイト相は含まれず、岩相上も対比できない。

そこで、川尻層をつぎのように再定義したい。従来の層序で川尻層の最下部にあるとされた浅海性堆積物は角山層の最上部に含まれるものとする。すなわち、後述するように、川尻層は深海堆積物で特徴づけられるのに対し、角山層は極く浅い海成堆積物からなる累層として区分する。かくて、油谷湾層群の層序は Fig. 3 の左欄のようにまとめられる。なお、角山層の名称

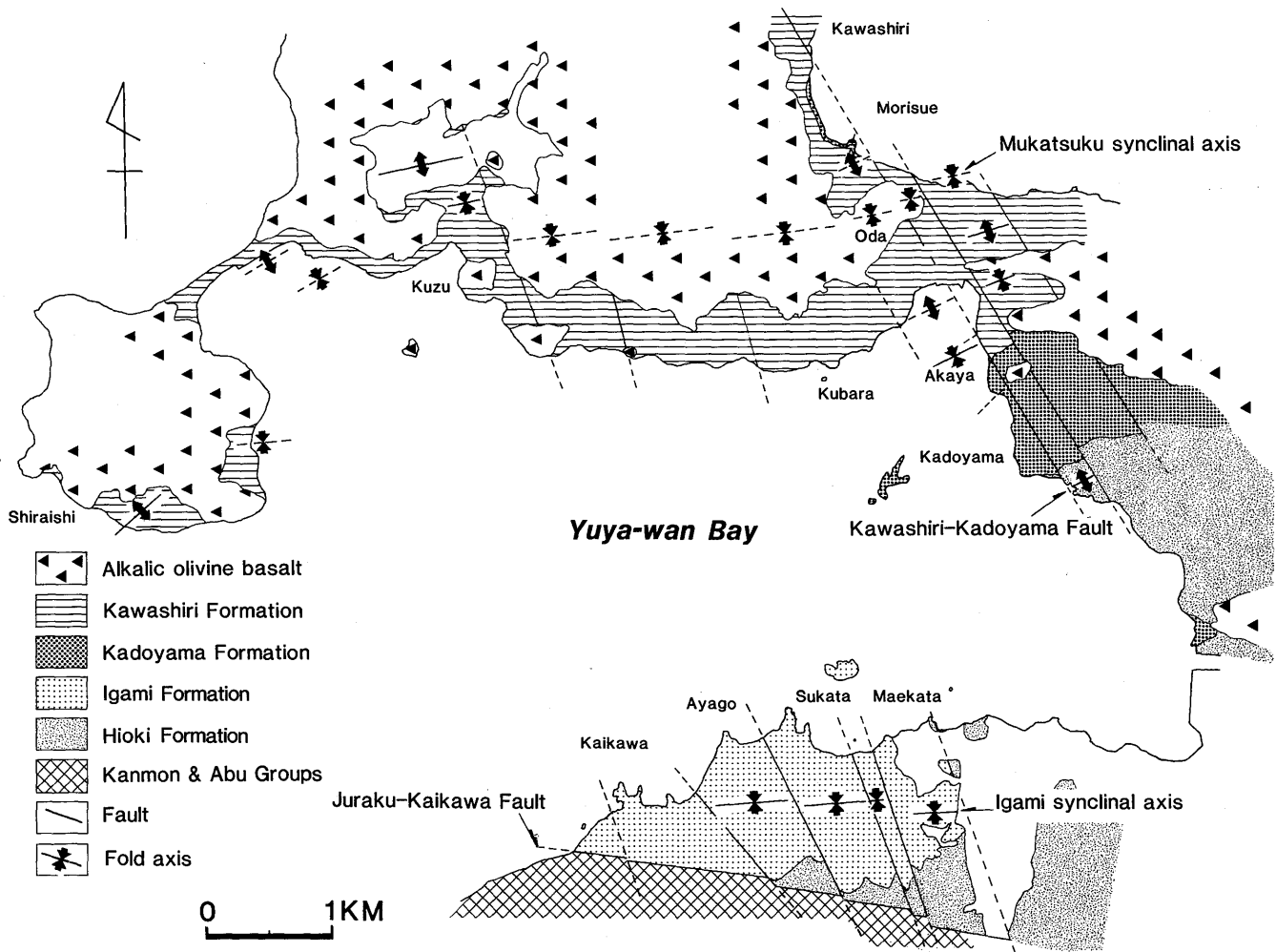


Fig. 2. Geologic sketch map around the Yuya-wan Bay.

を廃止して伊上層に統合したほうが分かりやすいが、
 本論文では便宜上角山層の層名を残した。
 油谷湾層群の厚さについては、伊上層は 250m 以上、
 角山層は 150m 以上、川尻層が 350m 以上である。

2. 地質構造

油谷湾周辺地域の地質構造は、基盤の白亜系関門層
 群・阿武層群と油谷湾層群が接する東西性の顕著な断
 層（十楽一貝川断層）、それを切る北西—南東方向の

Age	This Study		OKAMOTO & IMAMURA (1964)	
	South	North		
M i o c e n e	Late	Alkalic olivine basalt		
		Mukatsuku Gravel Bed		
	Middle	Yuya-wan Group	Kawashiri Formation	Yuya-wan Group
		Igami Form.	Kadoyama Formation	
Early				
Oligo.	Hioki Group	Hioki Group		

Fig. 3. Summary of the stratigraphy of the study area. Note the relation between the Igami Formation and Kawashiri Formation proposed in this study as compared with previous workers' interpretation.

断層群および東西方向の軸を持つ褶曲構造で特徴づけられる。北西-南東方向の断層は数100m~1km間隔で発達しており、いずれも垂直ないし高角度をなす。これらの断層に沿ってしばしば中新世後期の古銅輝石安山岩の貫入がみられる。特に、角山海岸から赤屋海岸を経て川尻に至る断層（川尻-角山断層=新称）沿いには数カ所で幅4~5mの古銅輝石-普通輝石安山岩脈がみられる。このほか、森末海岸では北北東方向の幅1mの断層破碎帯がみられ、これに沿って石英粗粒玄武岩岩脈が貫入している。

褶曲構造としては、伊上層中に東西性の軸を持つ伊上向斜（新称）と向津具半島の川尻層中に同じく東西性の軸を持つ向津具向斜（新称）が顕著である。この他、川尻層では上記の褶曲と平行な波長100~数100mの中規模褶曲がみられる（Fig. 2）。

3. 地質時代

油谷湾層群の地質時代は、角山層下部泥岩からの浮遊性有孔虫 *Globigerinoides sicanus* (南, 1979), 川尻層下部泥岩からの浮遊性有孔虫 *Globorotalia adamantea* (黄・岡本, 1979), 石灰質ナノプランクトン群集 (HUANG and OKAMOTO, 1980) などの産出により中新世前期~中期 (Blow's Zone N. 8-10)

に当たると考えられている。

また、油谷湾層群から産する貝類群集は八尾・門ノ沢動物群で特徴づけられ（岡本・今村, 1964, 1971; 岡本, 1974, 1981a, b), 対州層群（高橋, 1969; 高橋・西田, 1974), 九州北部の佐世保層群上部（水野, 1963), 山陰の須佐層群（岡本ほか, 1983) および川合層・久利層（黄・岡本, 1979) などに対比されている。

III. 研究方法

本研究では油谷湾層群の堆積相を明らかにするために詳細な岩相図を作成し (Figs. 4-5), 主要な地点で詳しい柱状図を作った (Figs. 6-10). さらに堆積物の運搬・堆積機構および堆積環境を明らかにするため堆積相・古流系解析を行った (Figs. 11-13).

古流系解析にあたっては、底痕、斜交層理などの堆積構造のほか、礫のファブリックを利用した。特に、礫ファブリックの測定では礫岩単層露頭面約1m²内の礫50個について、a b面の走行・傾斜とa軸の伸びの方向を求めた。これらの測定値は層理面を水平に戻す補正を行った。なお、スランプ褶曲を用いた古斜面解析も古流向に準じて補正した。

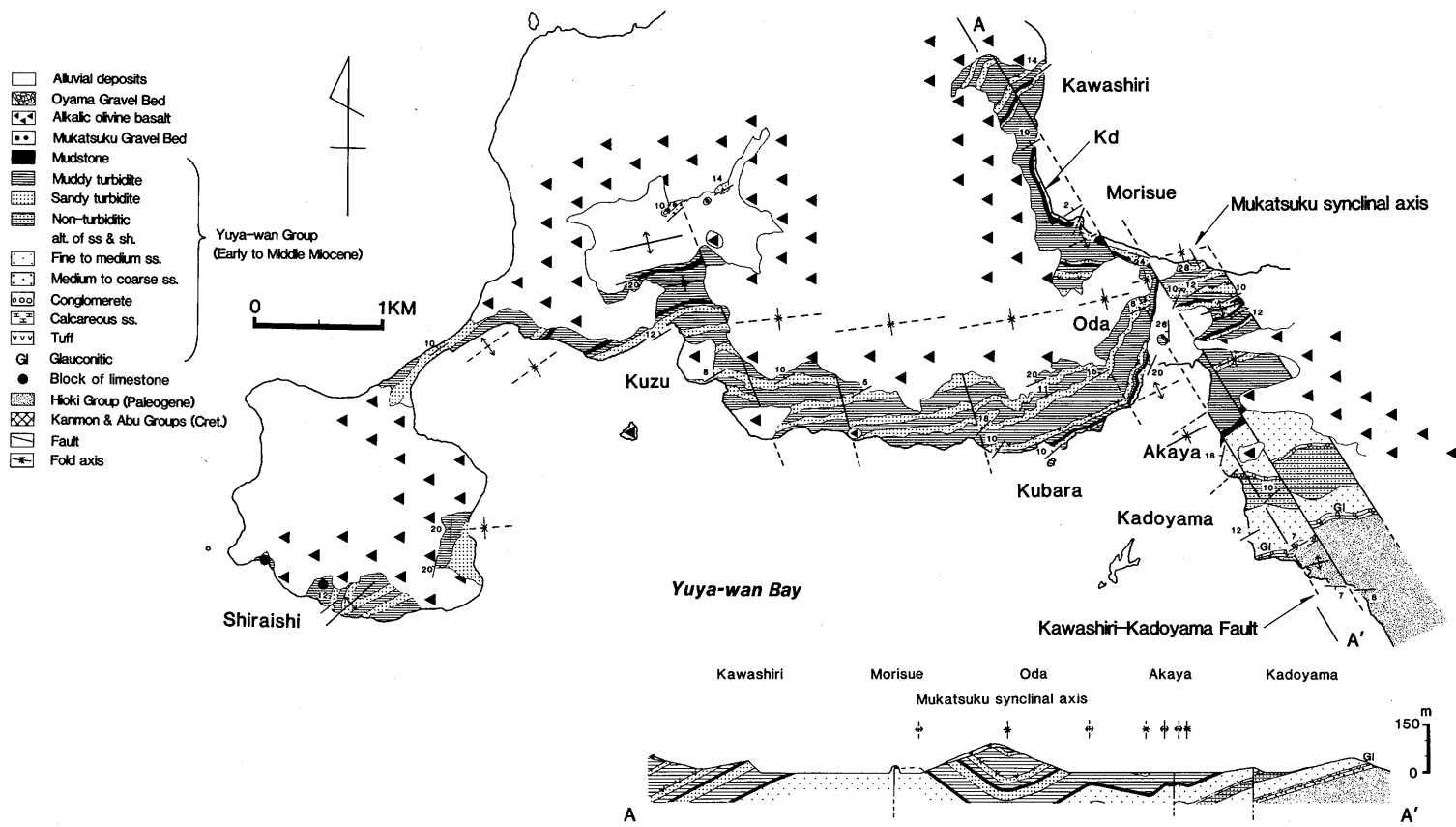


Fig. 4. Geologic map and cross-section of the northern part of the study area.

また、堆積物の供給源を検討するため、礫種組成、砂岩の主成分・副成分鉱物組成を調べた。砂岩の主成分・副成分組成の検討には、OKADA (1961) の方法に従い、層理面に平行に作成した薄片を鏡下で観察し、同時にポイントカウンターによって成分量を測定した。その際、石英、長石、岩片、基質などの成分について400ポイント以上の測定を行い、百分率で成分量を求めた。砂岩の岩石種の決定はOKADA (1971) によった。

副成分鉱物組成の検討もOKADA (1960) に従った。すなわち、粉碎した砂岩から3~4 phi の粒度の砂を取り出し、ツール氏重液(比重2.85)を用いて重鉱物の分離を行った。得られた重鉱物はバルサムで封じて鏡下で鉱物種を決定した。さらに、line method で200個以上の鉱物個数を数え、重鉱物組成百分率を出した。

IV. 結 果

A. 岩相および堆積構造

油谷湾層群は油谷湾南岸の伊上海岸、東岸の角山~赤屋海岸、向津具半島の小田では露出が良く、比較的

連続した層序を観察することができる(Fig. 6)。そこで、伊上・角山・川尻各層の岩相の特徴および堆積構造について略述する。なお、Fig. 7には、それぞれ油谷湾南岸、北岸で作成された岩相柱状図を示した。

1. 伊上層

本層は油谷町伊上海岸一帯を模式地として、好露頭がみられる(Figs. 5, 6)。層厚は250m以上である。本層の一般層序はFig. 7に示されるとおりである。

本層最下部は厚さ数十メートルの礫岩~礫質堆積岩層からなる。礫は礫径数cm(最大径25cm)の流紋岩・石英斑岩・安山岩・凝灰岩等の火成岩質円礫で特徴づけられる。この上位には細礫質礫岩薄層を含む粗粒砂岩が重なり、トラフ状斜層理がみられる(Fig. 8-①)。これは層厚50m前後で、岡本・今村(1964)のIb部層に当たる。また、この層位の最上部には厚さ数メートルの海緑石を含む礫岩ないし粗粒砂岩が重なる(Fig. 7)。

本層の主部(岡本・今村, 1964のIcに相当)は厚さ100m以上で、平行葉理、板状斜層理が発達する中~粗粒砂岩で特徴づけられる(Fig. 8-②)。斜層理の

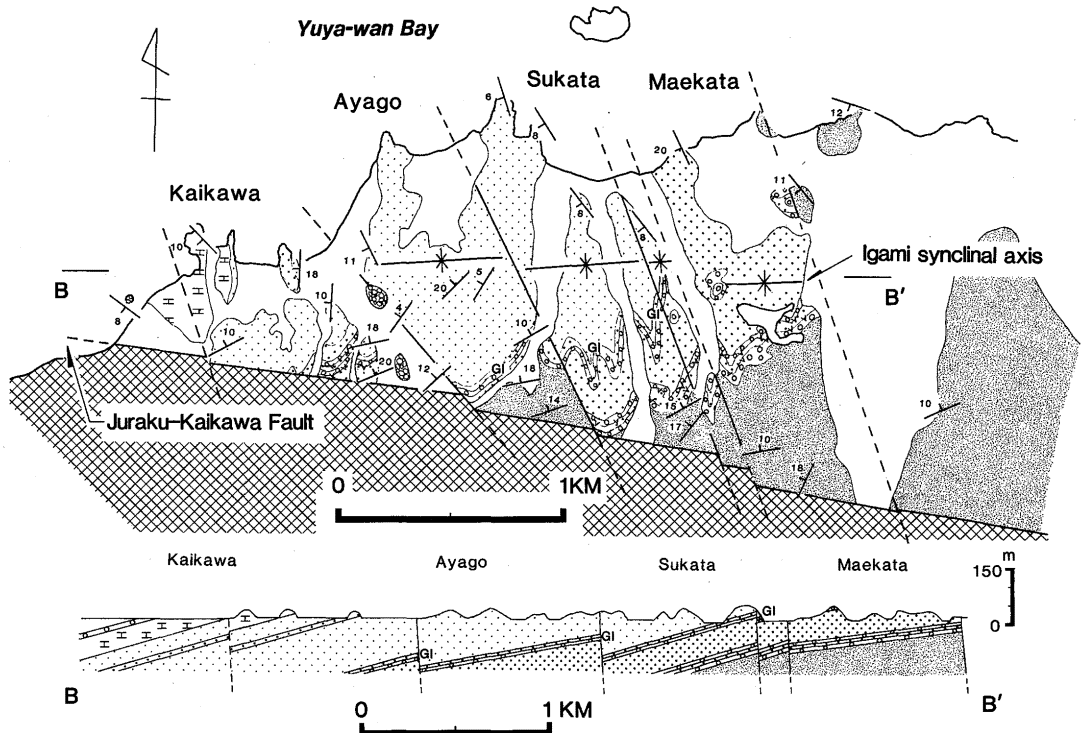


Fig. 5. Geologic map and cross-section of the southern area. Symbols used are the same as in Fig. 4b.

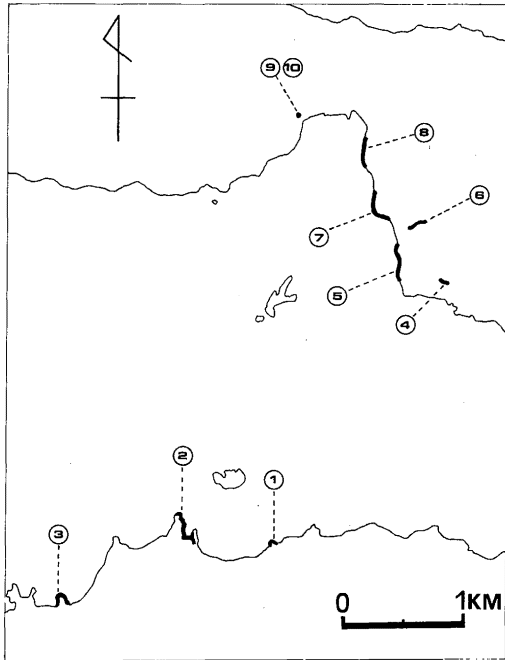


Fig. 6. Map showing the routes 1-10, along which detailed lithologies are shown in Figs. 7-10.

coset の厚さは 20~40cm である。また本層準の中・下部には砂管状生痕が極めて良く発達している。これは層理面にはほぼ垂直な、径 1~3cm、高さ約 5~10cm の円柱で、下方に細くなっている (Plate 2-1)。この円柱状砂管は中心に泥が充填して、同心円構造を示す (Plate 2-2)。この生痕は形状から *Cylindrichnus* sp. と考えられる。その分布密度は層準によって個体数の増減がみられ、伊上海岸縁古では層理面 1m² あたり 200 個体にも達する。このような高密度の所では層理面が乱された bioturbation が顕著である。そのほか、須方の海岸では幅 8m、深さ 80cm のチャンネル構造がみられる (Fig. 8-②)。

本層上部は厚さ約 25m の砂岩・泥岩互層部を経て (Fig. 8-③)、厚さ約 20m の成層砂岩相を示す。それぞれ岡本・今村 (1964) の Id, Ie に当たる。互層部の砂岩層は単層の厚さ 10~50cm、粗粒砂~細礫質で、泥岩は厚さ約 10cm 以下の黒灰色頁岩である。砂岩層には一般に板状斜層理の発達が著しい。成層砂岩層は単層の厚さ約 10~30cm で、膨縮が著しく、板状~トラフ状斜層理が極めて良く発達している (Plate 1-1, 2)。これらの砂岩中にはしばしば葉理に沿って貝殻細片や藻類破片が集中して、岩石全体が極めて石灰質と

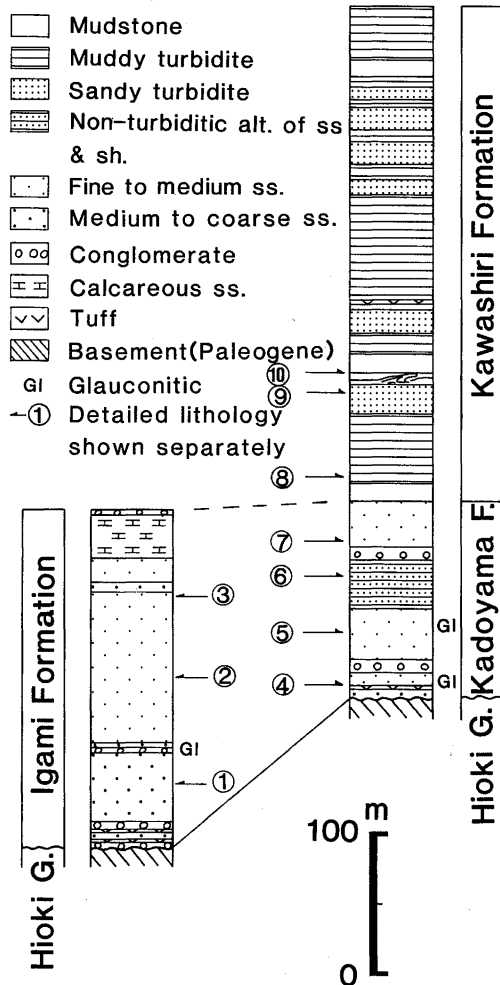


Fig. 7. Generalized columnar sections of the Yuya-wan Group.

なっている。また、興味深い現象として、成層部では coset の厚さ約 20cm の herringbone 構造 (Plate 1-3) が観察されることがある。

本層最上部は厚さ約 20m の細礫質礫岩~粗粒砂岩からなる。この岩層をチャンネル充填礫質堆積物が覆う (Plate 1-4)。それぞれ岡本・今村 (1964) の If, Ig に当たる。チャンネル充填堆積物は、最大径 1m までの種々の大きさの流紋岩・石英斑岩・安山岩・凝灰岩・砂岩などの円礫・角礫からなる乱雑堆積物である。基質は粗粒砂ないし細礫である。

2. 角山層

本層は層厚 150~300m、油谷湾東岸の油谷町掛淵~角山海岸を模式地として好露頭がみられる。また、日

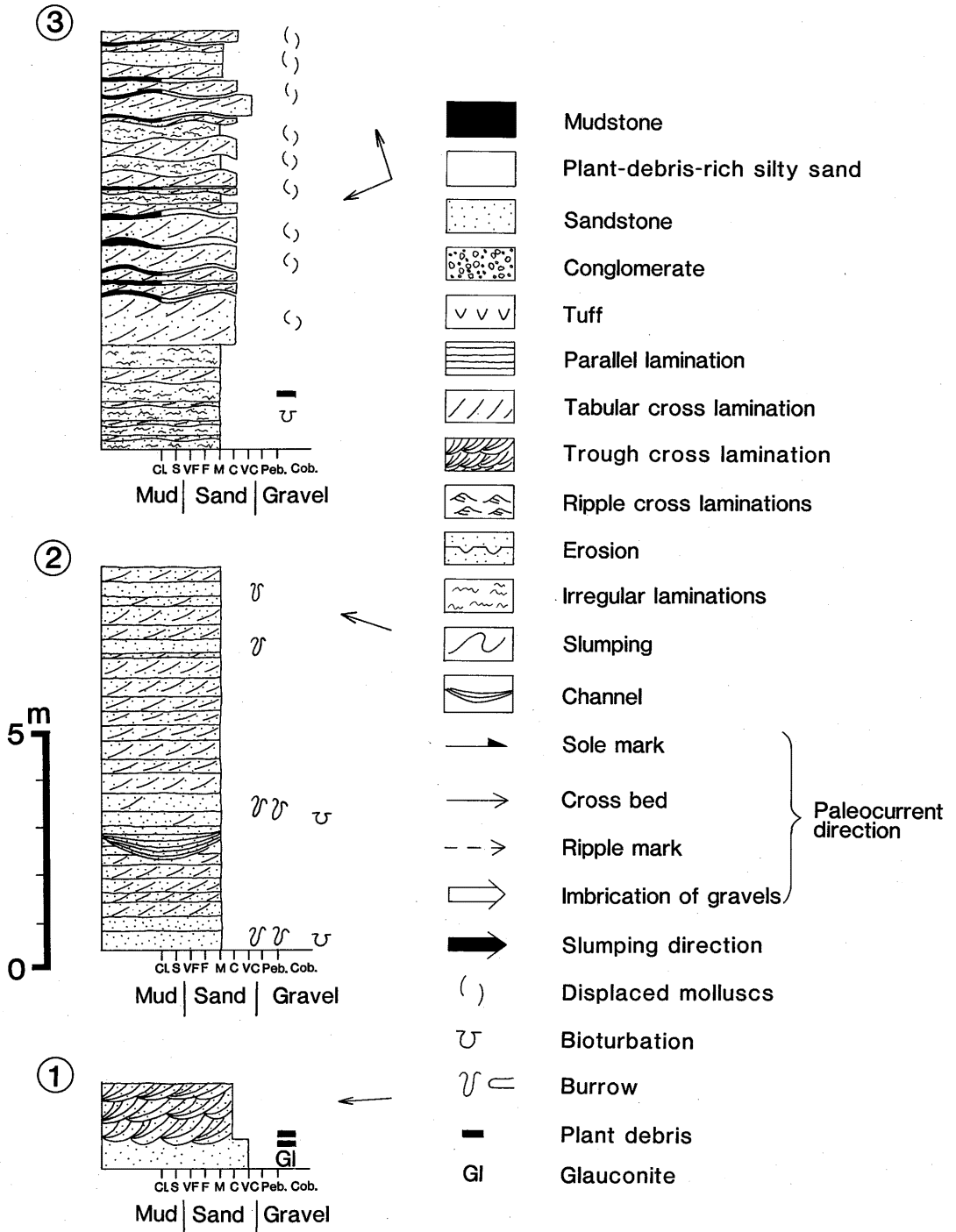


Fig. 8. Detailed lithology of some selected stratigraphic positions of the Igami Formation. ①-③ are referred to in Fig. 7.

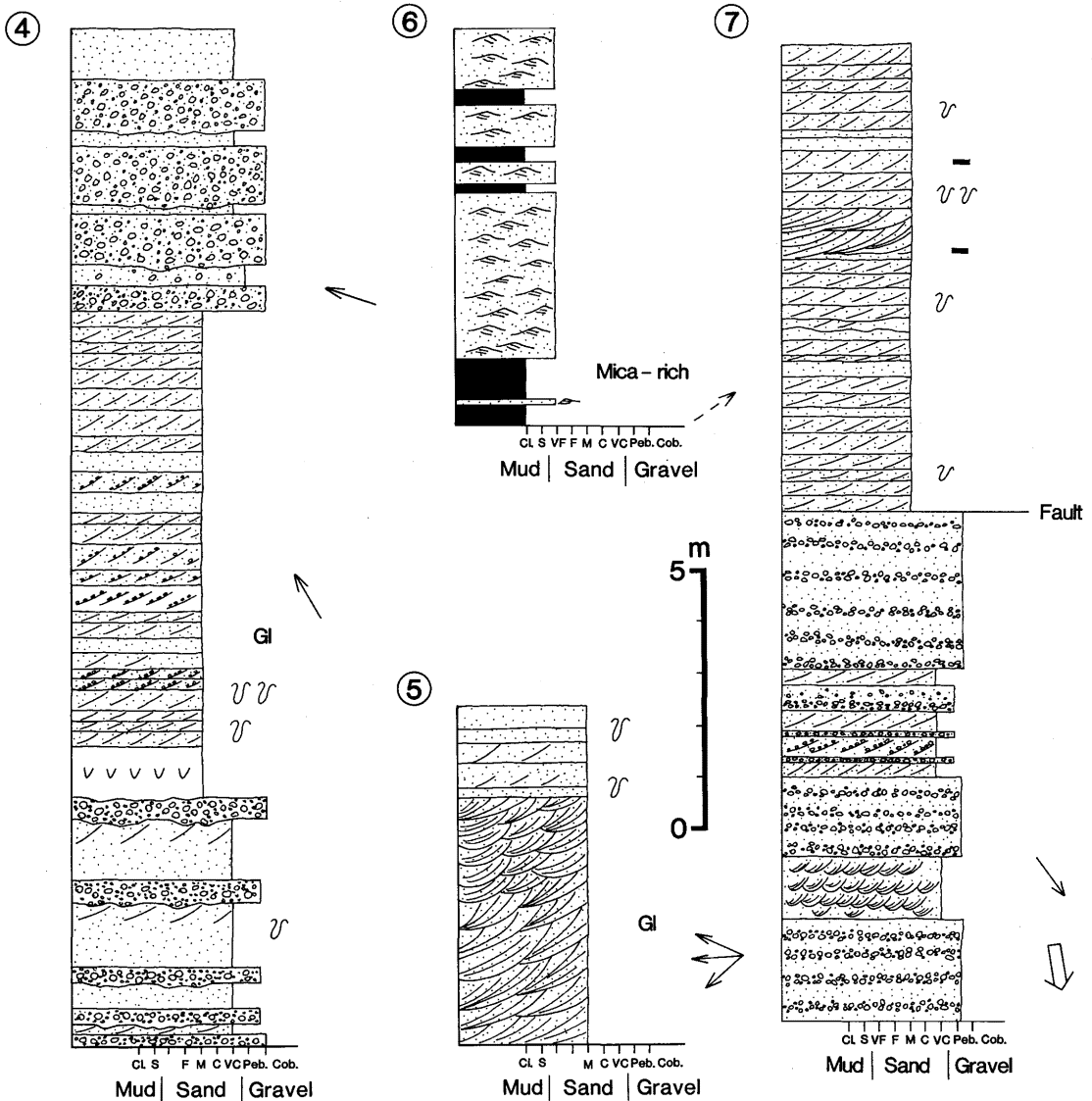


Fig. 9. Detailed lithology of some selected stratigraphic positions of the Kadoyama Formation. ④-⑦ are referred to in Fig. 7. Symbols are the same as in Fig. 8.

本海側の森末海岸にも良い露頭がある。

本層の代表的な岩相を Fig. 9 に示した。本層下部は大～中礫岩層を挟む粗粒砂岩からなり (Fig. 9-④)、海緑石を含むことがある。構成礫は流紋岩・石英斑岩・安山岩・凝灰岩・砂岩・泥岩などの円～垂円礫からなる。礫岩は礫支持構造 (clast-supported) であり、覆瓦状構造を示す (Plate 2-4)。

礫質堆積層の上位にはトラフ状～板状斜層理を持

つ層砂岩が発達し、一部に海緑石が含まれている (Fig. 9-⑤)。更にこの上位には細粒砂岩層と雲母質泥岩層との互層が見られる (Fig. 9-⑥)。砂岩層には登攀砂漣式斜層理 (ripple-drift cross-stratification) が特徴的に発達することがある。

その上位は細礫質礫岩層と板状斜層理を持つ砂岩層との互層となる (Fig. 9-⑦; Plate 2-3)。礫岩層にもトラフ状斜層理が見られることがある。礫岩は流紋岩

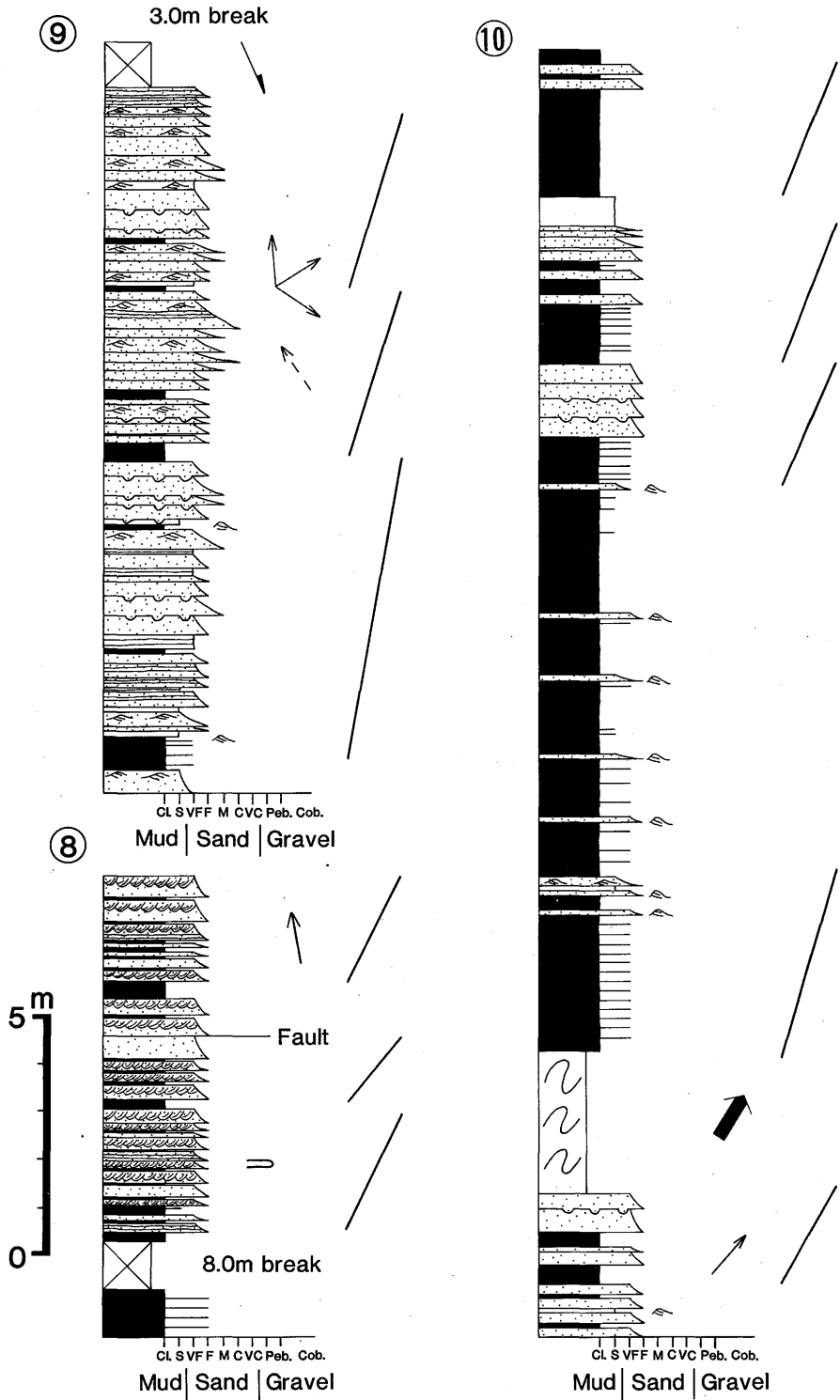


Fig. 10. Detailed lithology of some selected stratigraphic positions of the Kawashiri Formation. ⑧-⑩ are referred to in Fig. 7. Symbols are the same as in Fig. 8. Oblique bars indicate the thickening-upward sequence.

・石英斑岩・安山岩・黒曜石・優白質花崗岩・ホルンフェルス・石英質砂岩などを含む。

最上部は良く成層した細粒～中粒砂岩からなり、トラフ状～板状斜層理で特徴づけられる。特に板状斜層理の発達が著しい。層準によっては生痕化石 *Cylindrichnus* sp. が多産する。森末海岸では有機物に富んだ黒色葉理を持つ中粒砂岩層が多くはさまれ、風化面には生痕起源の 5～6mm 径の褐色斑点が目立つ。また、同海岸では、波長が異常に大きい hummocky structure が認められる。普通の斜層理は coset の厚さ 10cm 以下、波長は 10～20cm であるが、本 hummocky structure は波長約 20m、波高約 2m にも達する。なお、砂岩層中には炭化植物片を含むことがある。

以上のように、角山層の岩相、堆積相は伊上層と基本的に同一の特徴を示している。

3. 川尻層

川尻層は向津具半島南岸の小田～川尻間に模式的に露出している。全層厚は 350m 以上と見積もられ、全体としてフリッシュ型砂泥互層を主とする重力流堆積物で特徴づけられる。本層の代表的岩相を Fig. 10 に示す。

岩相的には、泥岩相、泥質タービダイト相、砂質タービダイト相、スランプ相が識別される。泥岩相はシルト葉理、時に小規模砂漣を持つ細粒砂岩薄層を挟む粘土岩からなる。また、*Zoophycos* 様生痕を含むことがある。本岩相は最下部、中部、上部の少なくとも 3 層位に見られる (Fig. 7)。

泥質タービダイト相は級化堆積を示す単層の厚さ 5～30cm の砂岩層と厚さ 50～70cm の泥岩層との互層からなる (Fig. 10-⑧～⑩)。砂岩層には BOUMA モデル (BOUMA, 1962) の Tc 部が発達する。砂質タービダイト相は BOUMA モデルの Tb～Tc 部が発達する単層の厚さ 20～70cm の級化層を主とし、ほとんど泥岩層を挟まない (Plate 3-1)。泥質タービダイト相は本層の下部・中部・上部に発達している。砂質タービダイト相は中～上部によく見られる。

スランプ相には破断層などの同時性砂岩礫、石灰岩ブロック・礫を含む含礫泥岩、泥質タービダイト層の一部が過褶曲を示す場合 (Plate 3-2)、および砂岩層の横臥褶曲状構造 (Plate 3-3) が含まれる。なかでも、浅海性石灰藻 *Lithothamnium* 石灰岩の大ブロックが向津具半島西端部の油谷島、俵島付近 (白石) で泥質タービダイト層中にスランプ性ブロックとして見いだされる (Fig. 4; Plate 3-4)。白石の石灰岩体

(Plate 3-4) は 1.8m×1.5m×1.0m (以上)、本油谷のそれは 0.6m×1.5m (奥行き不明) の規模である。これらは言わばオリストストローム中のオリストリスと見なすことができる。

川尻層中に見られる主な堆積構造としては、フルートマーク、グループマーク、コンボルーション、小浸食構造、コンターライト (contourite) としての小規模砂漣、Tc 斜層理などである。

B. 産出化石

油谷湾層群からは、特に、伊上層と角山層から比較的豊富な貝類群集、有孔虫群集が、川尻層からは石灰藻、若干の貝化石、有孔虫、超微化石などが報告されている。筆者らも底生有孔虫の検出を試みたが成功しなかった。産出化石の詳細については、貝類は岡本・今村 (1964, 1971)、岡本 (1974, 1977, 1981a, b) を、有孔虫は岡本 (1960)、黄・岡本 (1979)、南 (1979) を、超微化石は HUANG and OKAMOTO (1980) を、石灰藻は ISHIJIMA (1962) をそれぞれ参照されたい。

伊上・角山両層中の貝類化石群集は八尾・門ノ沢動物群に対比され (岡本・今村, 1964, 1971; 岡本, 1974, 1977, 1981a, b)、浅海環境を示している (岡本, 1974)。川尻層の泥岩からはやや深い環境を示す貝化石を産し (岡本・今村, 1971)、スランプに伴って *Ostrea* など極めて浅い環境を示す貝類が報告されている (岡本・今村, 1964)。

そのほか、既に述べたように (p. 7)、代表的な生痕化石として伊上層中部、角山層中～上部から *Cylindrichnus* sp., 川尻層から *Zoophycos* sp. が知られている。

C. 古流向解析

(1) スランプ褶曲：川尻層中の 4 地点でスランプ褶曲の背斜冠部の姿勢から求めたスランプの移動方向は Fig. 11 に示すとおりである。すべての地点で北方への移動を示し、北傾斜の古海底地形の存在が示唆される。

(2) 底痕：川尻層の 11 地点でフルートマーク、グループマークから流向を求めることができた (Fig. 12)。その流向は大きく見て南東から北西、南西から北東の方向が卓越する。

(3) 斜交層理：伊上層から 5 地点、角山層から 4 地点で流向を求めた。また、川尻層タービダイトの Tc 部について 6 地点で流向を求めることができた。その結果を Fig. 13 に示す。流向は、伊上層では東から西

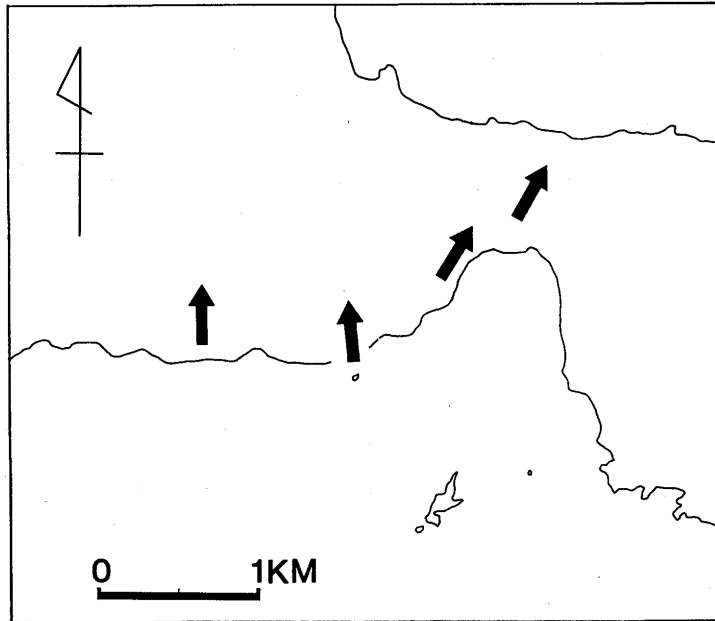


Fig. 11. Direction of slumping inferred from the facing of slump folds in the Kawashiri Formation.

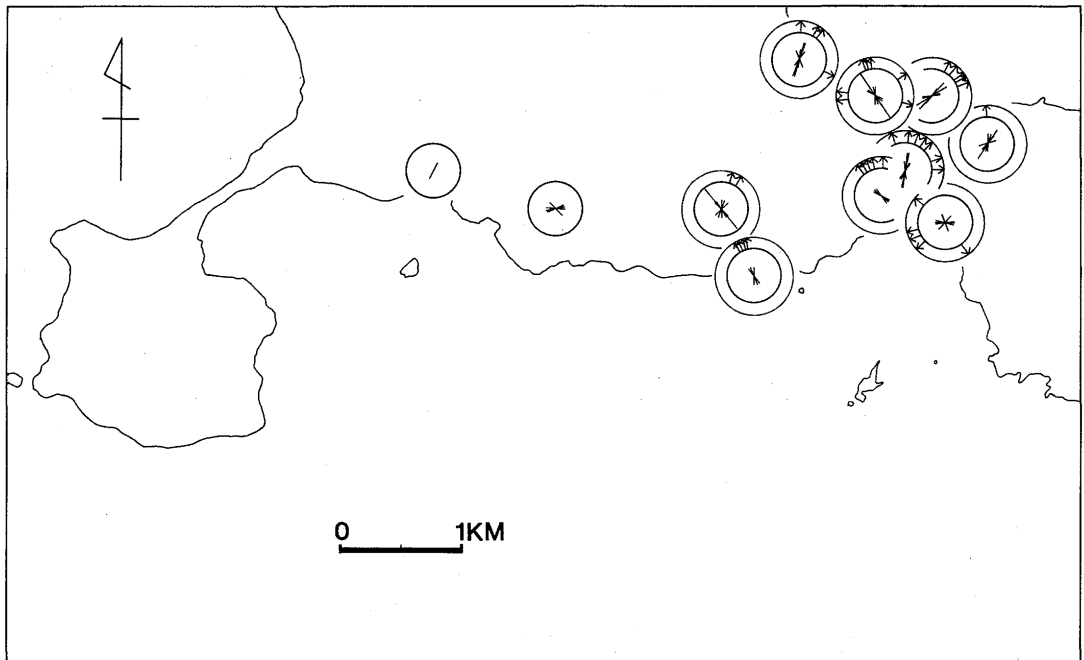


Fig. 12. Directions of paleocurrents obtained from sole marks in the Kawashiri Formation. Outer circles: flute marks; inner circles: groove marks.

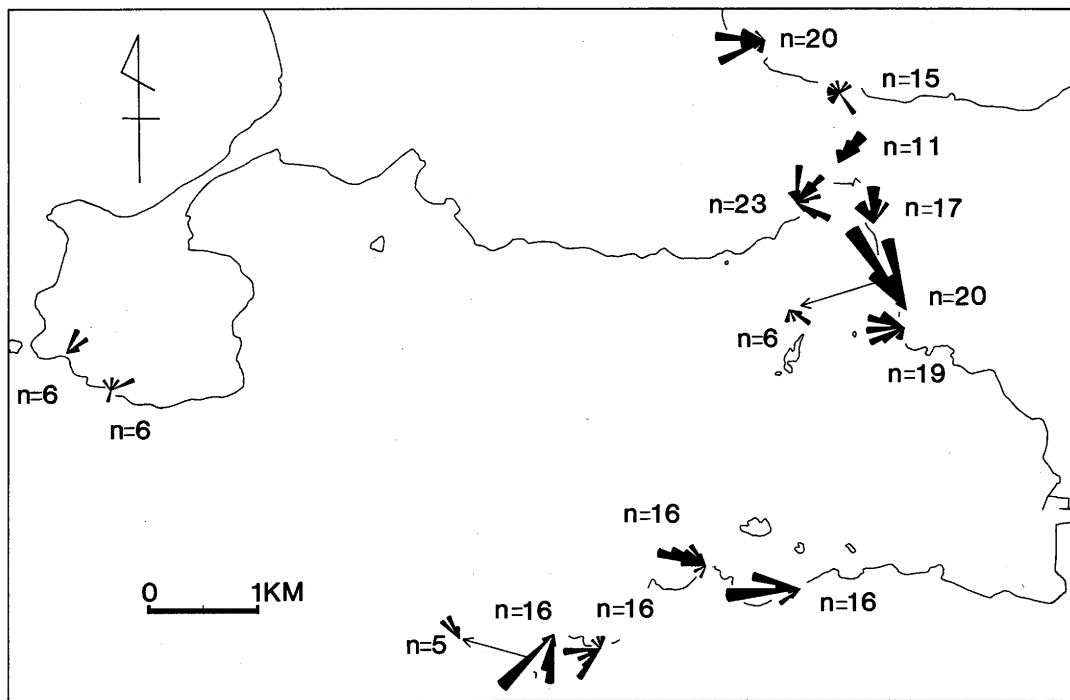


Fig. 13. Directions of paleocurrents obtained from cross-stratifications in the Yuya-wan Group.

へ、あるいは北東から南西へ；角山層では東から西へ、または南東から北西へ；川尻層では南から北へ、または南西から北東方向がそれぞれ優勢であった

(4) 礫ファブリック：伊上層下部の1地点、角山層下部および上部からそれぞれ1地点で測定できた。その結果は、前者では北東から南西へ、後者の下部では東から西へ、上部では北から南の方向であった。

D. 砂岩の鉱物組成

1. 主成分鉱物

砂岩の鉱物組成検討用試料はすべて砂岩単層下部から採取した。その採取地点は Fig. 14 に示すとおり、伊上部から2試料、角山層から4試料、川尻層から9試料である。それらの組成は Fig. 15 の三角図に示されるように、比較的石英に富む長石質～石質ワッケないシアレナイトで代表される。長石として微斜長石が多く認められ、岩片には石英斑岩・流紋岩・古期堆積岩・安山岩類が量的にこの順序で含まれる。

2. 重鉱物組成

主成分鉱物組成を検討した同一の試料について重鉱物分析をおこなった。その結果を Fig. 16 に示す。重

鉱物含有率は0.05～0.2%で、鉱物種としては各試料ともジルコン、電気石、ルチル、角閃石、ザクロ石、少量の鋭錐石、普通輝石などからなる。特に、ジルコン、電気石、ルチル、ザクロ石などの安定鉱物の量比が大きい。また全試料に円磨紫色ジルコンが多いのも特徴的である。

E. 礫岩の礫種組成

径2cm以上の礫種としては、伊上・角山両層共に石英斑岩・流紋岩などの酸性火山岩類が60～80%を占め、他に礫岩・砂岩・泥岩などの堆積岩類・安山岩・酸性凝灰岩などが含まれる。ただ、場所により礫岩・砂岩・泥岩などの堆積岩類が卓越することがある（例えば、伊上海岸貝川）。赤屋海岸では黒曜石の礫が認められた。

V. 考察とまとめ

以上の結果から、油谷湾層群の堆積機構、堆積環境、後背地および他の同時代層との関連についてここで考察をおこなう。

油谷湾層群は、その岩相、堆積構造、含有化石によ

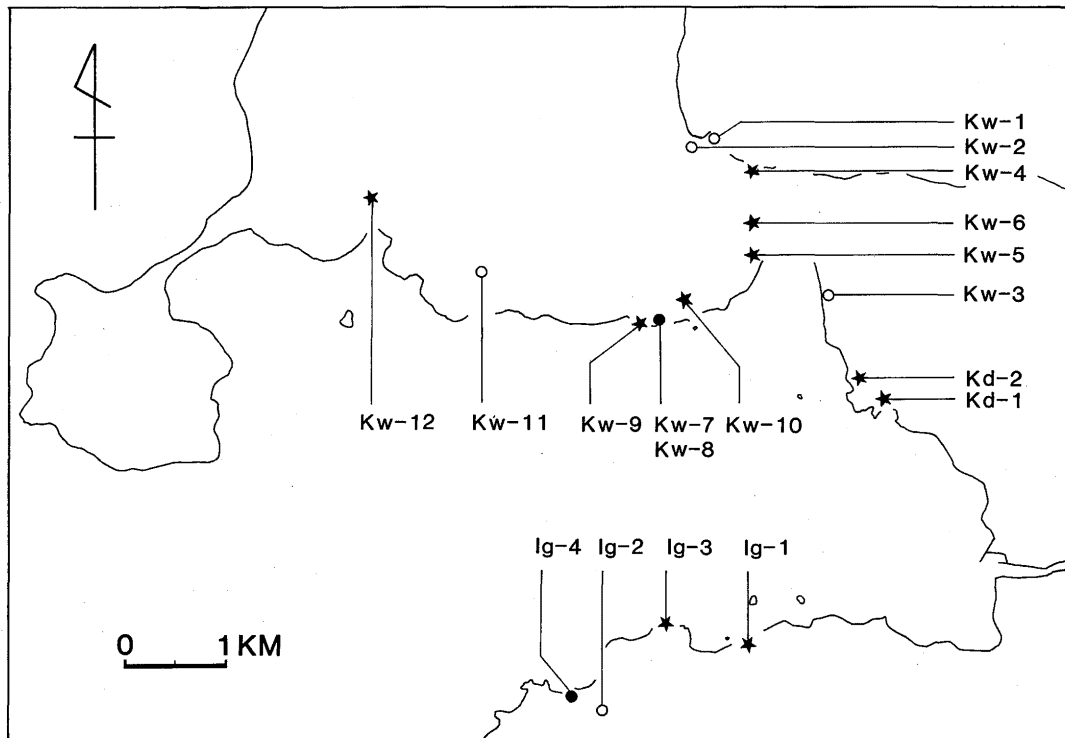


Fig. 14. Localities of the petrographic samples of sandstones from the Yuya-wan Group. Ig: Igami Formation, Kd: Kadoyama Formation, Kw: Kawashiri Formation.

○: for major constituent analysis, ●: for heavy mineral analysis, ★: for both major constituent and heavy mineral analyses.

って大きく二つの対照的な特性にまとめることができる。すなち、伊上・角山両層は、板状～トラフ状斜層理の発達する成層砂岩を主体とし、浅海性の貝化石・底生有孔虫化石を産出する（岡本・今村, 1964, 1971; 岡本 1960, 1974）のに対し、川尻層は級化層理が顕著なタービダイトを主とする重力流堆積物で特徴づけられ、大陸斜面上部から中部の深度を示す底生有孔虫化石（岡本, 1960のデータに基づき、北里 洋博士が解釈したもの）を産出する。また、古流系解析からも、伊上・角山層は概して東から西方向であるのに対し、川尻層では主に南から北方向の流れを示す（Figs. 12, 13）。

更に、伊上・角山層は泥岩層が未発達であり、かなり強い流水の影響を受けて良く淘汰された砂岩層からなる。やや泥質部には *Cylindrichnus* 生痕が発達しているが、これは生痕による深度指標に関する SEILACHER (1967) の *Skolithos* 相に当たり、極め

て浅い環境を示唆している。角山層に海緑石が含まれることも本層が半深海 (bathyal environment) より浅い海成環境 (PORRENGA, 1967) であったことを示している。

伊上・角山両層ではまた小チャンネル構造や hummocky structure (BOURGOIS, 1980; DOT and BOURGOIS, 1982; BOSE and CHANDA, 1986) が認められることから波の影響を強く受け、時々嵐による浸食・再堆積作用を被ったと考えられる。加えて、herringbone structure の存在から潮間帯のような環境 (KLEIN, 1977) が示唆される。また、角山層中部の砂・泥互層部はデルタ先端部 (prodelta) の環境を示している。

なお、川尻層中の浅海性石灰岩ブロックはスランプ層に含まれ、浅海域から二次的に混入したものと考えられる。

次に堆積岩の供給源について考察する。砂岩は油谷

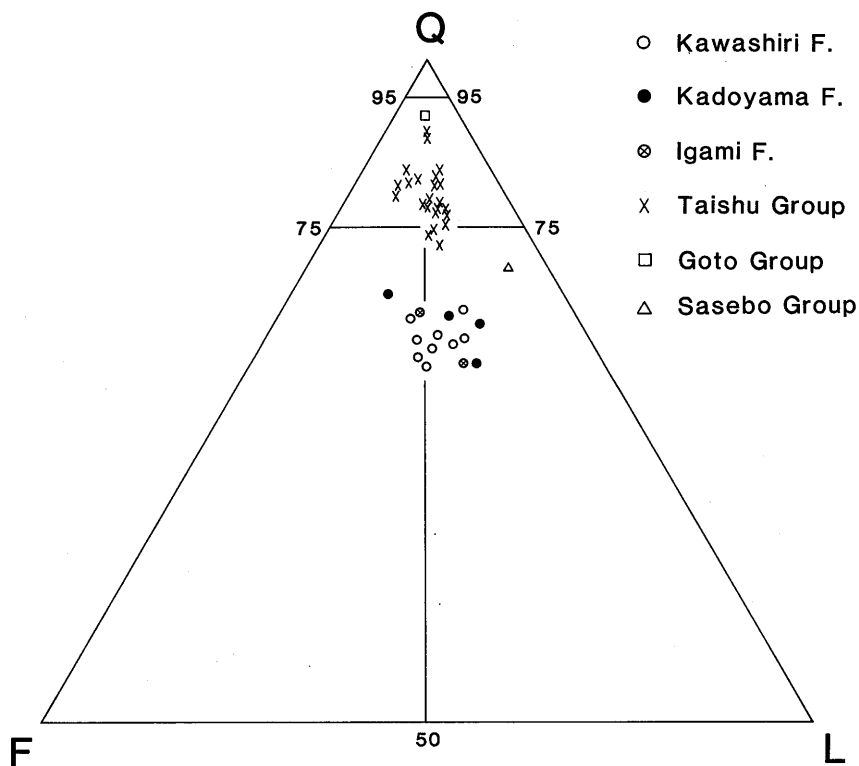


Fig. 15. Ternary diagram showing the sandstone composition of the Yuya-wan Group. The Taishu Group sandstones are plotted after OKADA *et al.* (1971), the Goto Group sandstones are after UEDA (1960), and the Sasebo Group sandstones are after OHARA (1957).

湾層群全体として淘汰が良く、石質～長石質アレナイトで代表される。砂粒としては、多晶質石英、カリ長石(微斜長石)、堆積岩・安山岩質岩片が多い。また重鉱物としては、ジルコン、電気石、ルチル、ザクロ石などの安定鉱物で特徴づけられ、ZTR index (HUBERT, 1962) が示す鉱物成熟度は高い。礫岩組成は石英斑岩・流紋岩・安山岩・酸性凝灰岩・堆積岩類からなる。以上述べた堆積物の組成上の特徴および古流系の資料から本層群堆積物の起源を白亜紀関門層群・阿武層群、古第三紀日置層群に求めることができる。また、ZTR index の高い重鉱物組成は対馬や北部九州の第三系砂岩(小原, 1961) と共通している。ただ、主成分組成では対馬の対州層群や北部九州の佐世保層群・五島層群の砂岩は本層群に比べより石英質である (Fig. 15)。

以上を要約すれば次のとおりである。

(1) 油谷湾層群は下部の伊上層 (= 角山層) と上部の川尻層からなる。

(2) 伊上・角山両層は潮間帯から極浅海にかけての環境に堆積したのに対して、川尻層は大陸斜面中～上部の半深海環境に堆積した。

(3) 堆積物の供給源は白亜紀関門層群・阿武層群や古第三紀日置層群に求められる。

謝 辞

本研究を進めるに当たり種々ご教示・ご討論を戴いた岡本和夫教授(広島大学学校教育学部)に厚くお礼申し上げる。また黒田直教授(静岡大学)には岩石の鑑定で、北里 洋博士(静岡大学)には有孔虫の鑑定とデータ解析について、さらに野田浩司教授(筑波大学)には生痕についてご教示・ご助言を戴いた。現地の野外調査では油谷町役場、藤永商店(油谷町本郷)の皆様にお世話になった。坂井 卓氏(九州大学)には論文原稿を査読していただいた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

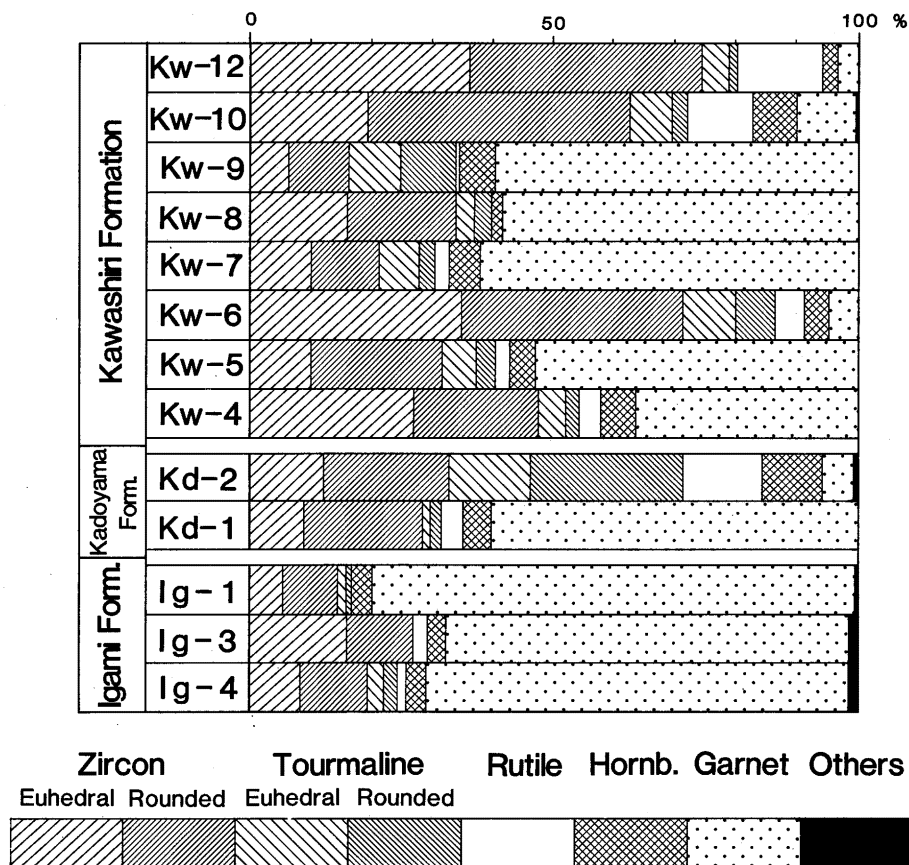


Fig. 16. Heavy mineral composition of selected sandstones from the Yuya-wan Group.

引用文献

- BOSE, P. K. and CHANDA, S. K. (1986): Storm deposits and hummocky cross-stratification: a geological viewpoint. *Quart. Jour. Geol. Min. Met. Soc. India*, 58(1), 53-68.
- BOUMA, A. H. (1962): *Sedimentology of some flysch deposits*. 168p., Elsevier Publ. Co., Amsterdam.
- BOURGOIS, J. (1980): A transgressive shelf sequence exhibiting hummocky stratification: the Cape Sabastatian Sandstone (Upper Cretaceous), southwestern Oregon. *Jour. Sediment. Petrol.*, 50, 681-702.
- DOTT, R. H., Jr. and BOURGOIS, J. (1982): Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93, 663-680.
- 布施圭介・小高民夫 (1986): 山口県日置層群産貝化石群集. 瑞浪市化石博専報, (6), 119-141.
- HUANG, T. C. and OKAMOTO, K. (1980): Calcareous nannofossils from the Miocene formations in Yuya and Iki, Southwest Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, 7, 69-72.
- 黄 敦友・岡本和夫 (1979): 山陰川合累層および相当層の浮遊性有孔虫化石群集. 瑞浪市化石博専報, 6, 101-110.
- HUBERT, J. F. (1962): A zircon-tourmaline-rutile maturity index and the interdependence of the composition of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstones. *Jour. Sediment. Petrol.*, 32, 440-450.
- ISHIJIMA, W. (1962): Calcareous algae of Corallinaceae in the Tertiary System around Yuya Bay, Yamaguchi Prefecture, Japan. *St. Paul's Rev. Sci.*, 2(1), 17-24.
- KLEIN, G. de V. (1977): *Clastic tidal facies*. 149p., CEPCO, Illinois.
- 南 明 (1979): 山陰・対馬沖の堆積盆地の分布と性格. 石油技協誌, 44(5), 321-328.
- 水野篤行 (1963): 西日本地域における古第三系および下部新第三系の古生物年代学的研究. 地質雑, 69, 38-50.

- 小原浄之介 (1957): 佐賀県三間坂南方の地質及び砂岩 (九州第三紀層砂岩の研究, その1). 地質雑, 64 (749), 78-91.
- (1961): 重鉱物による北九州諸炭田の地質学的研究. 九大理研報, 6(1), 33-76.
- OKADA, Hakuyu (1960): Sandstones of the Cretaceous Mifune Group, Kyushu, Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 10(1), 1-10.
- (1961): Cretaceous sandstones of Goshonoura Island, Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 11(1), 1-48.
- (1971): Classification of sandstones: analysis and proposal. *Jour. Geol.*, 79(5), 509-525.
- 岡田博有・柴田秀道・辰巳洋治郎・鍋倉直哉 (1971): 対馬北部の地質. 鹿大理報, (22), 13-31.
- OKADA, Hisatake and BUKRY, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleont.*, 5, 321-325.
- 岡本和夫 (1960): 山口県油谷湾付近第三系の小型有孔虫化石群 (予報). 有孔虫, 11, 47-53.
- (1970): 山口県豊浦郡豊北町特牛港付近の第三系—とくに日置層群の貝化石群集と堆積環境—. 地質雑, 76, 235-246.
- (1974): 貝化石群集による中国地方中期中新世の海域についての一考察. 楠見久先生退官記念文集, 127-132.
- (1977): 山口県油谷湾層群産 *Aturia* と本邦中~後期中新世 *Aturia* の地史的意義. 地質雑, 83, 359-362.
- (1981a): 山陰中新世貝類化石からみた古対馬海峡. 化石, (30), 49-53.
- (1981b): 山陰地方中新統の貝類化石. 軟体動物の研究 (大森昌衛教授還暦記念論文集), 347-355.
- ・今村外治 (1964): 山口県油谷湾付近の第三系. 広島大地研報, (13), 1-42.
- ・———— (1971): 山陰西部下~中部中新統の貝類化石. 化石, (22), 19-28.
- ・君波和雄 (1985): 油谷湾地域の第三系. 地質学会92年大会見学旅行案内書, 99-117.
- ・陶山義仁・松田逸子・西本庸子・掛川克義 (1983): 山口県東部の中新世須佐層群. 瑞浪市化石博研報, (10), 85-102.
- PORRENGA, D. H. (1967): Glauconite and chamossite as depth indicators in the marine environment. *Marine Geol.*, 5, 495-501.
- SEILACHER, A. (1967): Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.*, 5, 413-428.
- 高橋 清 (1969): 対州層群の研究. 長崎大教養紀要, 10, 67-82.
- ・西田民雄 (1974): 対馬上県地域の対州層群下部層の軟体動物化石について. 長崎大教養紀要, 15, 15-20.
- 鳥居雅之・林田 明・乙藤洋一郎 (1985): 西南日本の回転と日本海の誕生. 科学, 55, 476-483.
- 植田芳郎 (1960): 五島層群の研究. 九大理研報, 5(2), 51-61.

葦津賢一・岡田博有

山口県新第三紀油谷湾層群の堆積地質学的研究

第 1 ～ 3 図 版

Explanation of Plates

Plate 1

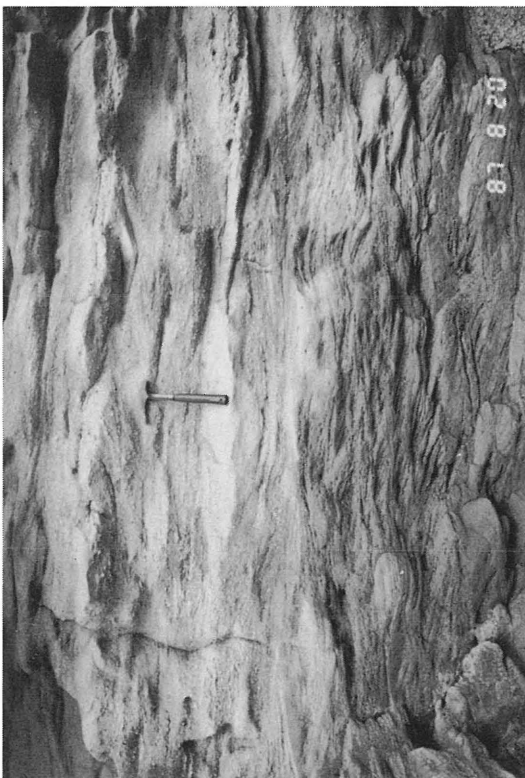
- Fig. 1. Outcrop of the upper part of the Igami Formation at Kasasezaki, west of Kaikawa, showing thin-bedded, tabular cross-stratified sandstones.
- Fig. 2. Close-up view of a part of the outcrop shown in Fig. 1. Note the wavy shape of sandstone beds.
- Fig. 3. Herringbone cross-stratification at the same outcrop as in Fig. 1.
- Fig. 4. Channel-fill conglomerates at the top of the Igami Formation exposed at the midpoint between Kaikawa and Awano. About 4m thick.



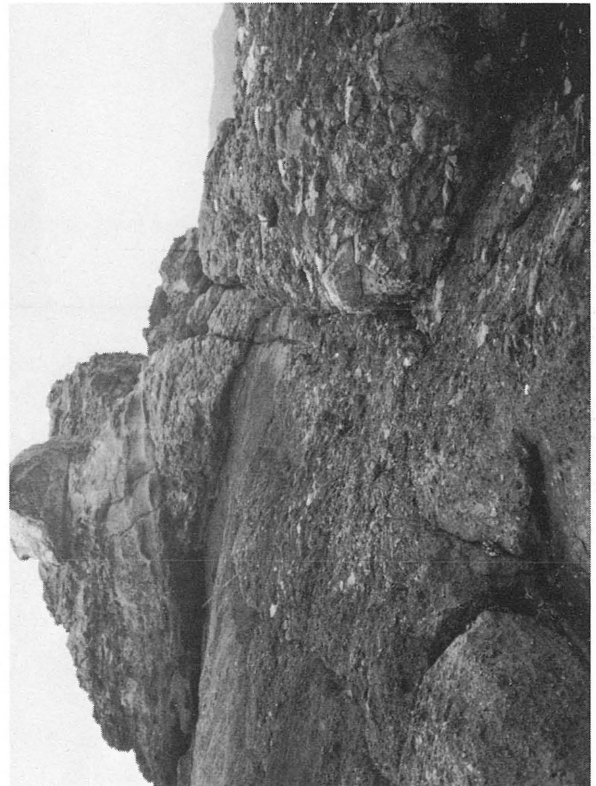
1



3



2



4

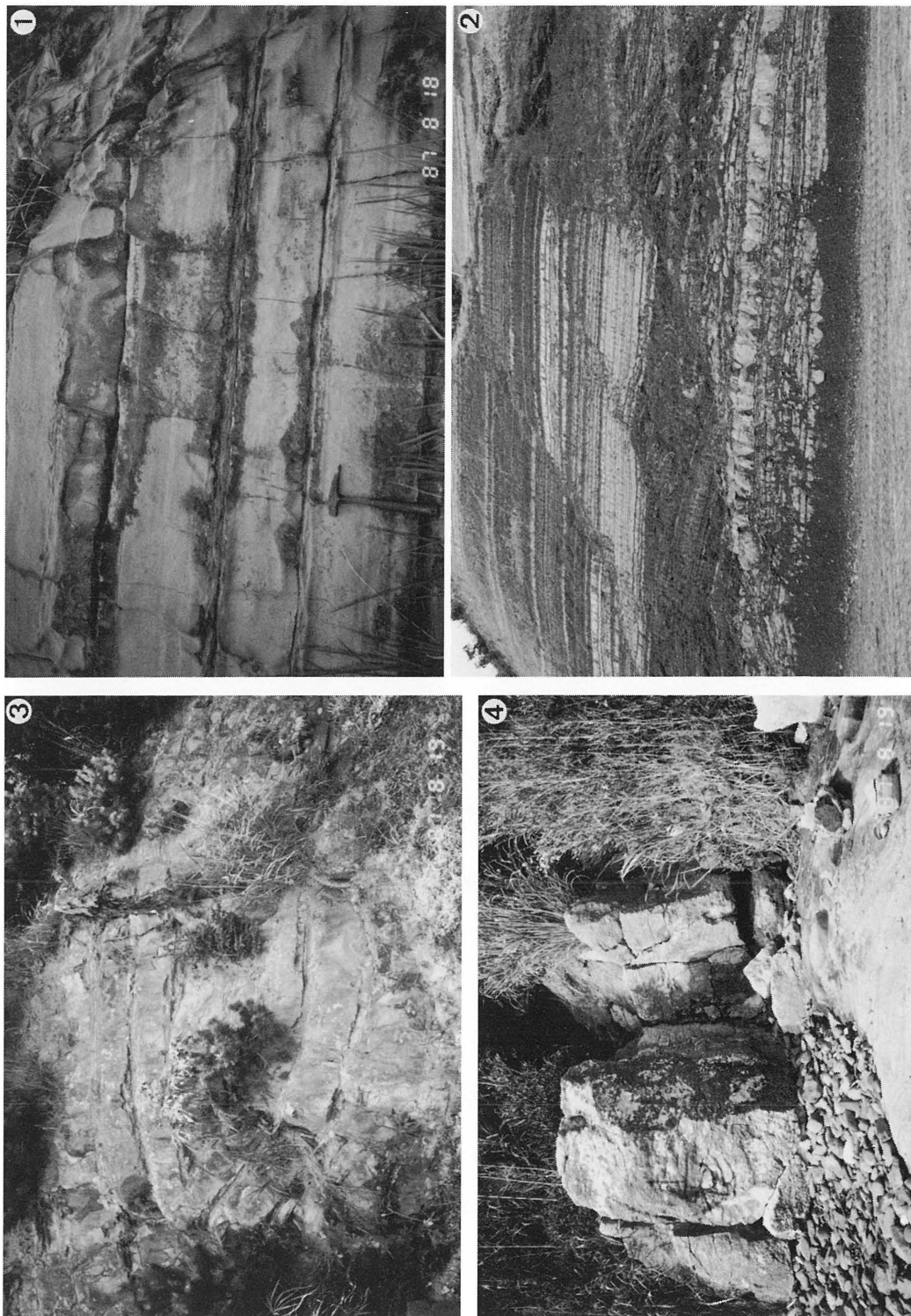
Plate 2

- Fig. 1. Occurrence of trace fossils, *Cylindrichnus* sp. Scale is 20cm long. Exposed at Kannonzaki, Ayago.
- Fig. 2. Horizontal sections of vertical and tabular burrows *Cylindrichnus* sp.
- Fig. 3. Outcrop of the Kadoyama Formation showing the planar cross-stratification at the middle part and a conglomerate bed at the upper part. The outcrop, 4m high, is located at Akaya, Kodoyama.
- Fig. 4. Oriented gravels in conglomerates of the Kadoyama Formation at Kadoyama.



Plate 3

- Fig. 1. Tb-c turbidites of the Kawashiri Formation at Oda.
- Fig. 2. Turbidites are accompanied by slump deposits at the middle part of the Kawashiri Formation. The outcrop, about 20m high, is located west of Oda.
- Fig. 3. Recumbent slump-fold in the Kawashiri Formation exposed at Kubara. The exposure is about 4m high.
- Fig. 4. *Lithothamnium* limestone blocks in slump deposits in the Kawashiri Formation exposed at Tawarashima. The limestone is 1.8m thick.



葦津賢一・岡田博有：油谷湾層群の堆積地質学的研究