九州大学学術情報リポジトリ Kyushu University Institutional Repository

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:

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た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

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1

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.

 北質構造 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)、それを切る北西一南東方向の



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

山口県新第三紀油谷湾層群の堆積地質学的研究

ω



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. 北西一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(川尻一角山断層=新称)沿 いには数カ所で幅4~5mの古銅輝石一普通輝石安山 岩脈がみられる. このはか,森末海岸では北北東方向 の幅1mの断層破砕帯がみられ,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)、石灰質ナンノプラン 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 分鉱物組成の検討には,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比を測定した.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,百分率で成分量比を求め 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,粉砕した砂岩から 3~4 phi の粒度の砂を 取り出し,ツーレ氏重液(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 25 cm)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,伊上海岸綾古では層理面 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塡礫質堆積物が覆 う (Plate 1-4). それぞれ岡本・今村(1964)の If, Ig に当たる. チャンネル充塡堆積物は,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. 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~亜円礫から 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

つ成層砂岩が発達し、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

・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~上部に良く見られる.

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、グルーブマーク、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 ルーブ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 いし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 (BOURGEOIS, 1980; DOTT and BOURGEOIS, 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 感謝申し上げる.

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.
- BOURGEOIS, 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 BOURGEOIS, 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. 瑞浪市化石博專報, (6), 119-141.
- HUANG, T. C. and OKAMOTO, K. (1980): Calcareous nannofossils from the Miocene forma-

tions 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. 瑞浪市化石博研報, 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. deV.(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: analyis and proposal. *Jour. Geol.*, **79**(5), 509 -525.
- 岡田博有・柴田秀道・辰己洋治郎・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
 三系ーとくに日置層群の貝化石群集と堆積環境ー.
 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 chamosite 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.

九州大学理学部研究報告(地質学)第16卷第1号

第1図版 Plate 1

葦津賢一・岡田博有:油谷湾層群の堆積地質学的研究

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.

九州大学理学部研究報告(地質学)第16卷第1号

第2図版 Plate 2

葦津賢一・岡田博有:油谷湾層群の堆積地質学的研究

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.

九州大学理学部研究報告(地質学)第16卷第1号

第3図版 Plate 3

葦津賢一・岡田博有:油谷湾層群の堆積地質学的研究