

和歌山県南部町に分布する目津累層の古環境復元

Paleoenvironmental reconstruction on the Mezu Formation, Minabe Town, Wakayama Prefecture, Southwest Japan

松尾友太・此松昌彦・久富邦彦
(神戸大学大学院) (和歌山大学教育科学部)
(総合人間科学研究科) (地学教室)

Yuuta MATSUO, Masahiko KONOMATSU and Kunihiko HISATOMI

2004年10月6日受理

Abstract

The Mezu Formation distributed in the southwestern part of the Kii Peninsula, unconformably overlies the Otonashigawa Group and the Tanabe Group. The Mezu Formation was first mentioned by Hatenashi Reseach Group (1971). The early study on the formation was only the study on the gravel composition (Hatenashi Reseach Group, 1973). Therefore, this study attempts to clarify the stratigraphy, the sedimentary environments, paleoclimate and the geologic age based on the sedimentary facies analysis and the fossil pollen analysis.

The study area is Mezu area to the south of Route 42 in Minabe Town. In this study sedimentary logs were made for the sedimentary facies analysis. The Mezu formation mainly composed of conglomerate, and subordinately of sandstone and mudstone lenses. Sediments in the study area were classified into 9 sediment types on the basis of sedimentary structure and the grain-size. Strata mostly dip gently, but steeply in some area. Fine-grained sediments in the study area are characterized by the abundance of coaly sediments, and the development of paleosols and the soft-sediment deformations.

The Mezu Formation is classified into 3 members, namely, the Lower, the Middle and the Upper Members in ascending order based on lithofacies and the sedimentary facies. The Lower Member is 1 m in thickness and consists mainly of poorly sorted and massive conglomerate. The Middle Member is 14m in thickness and consists of trough-cross bedded conglomerate and sandstone. The Upper Member is 50m in thickness and consists of trough-cross bedded conglomerate and mudstone.

Coaly sediments in the Mezu Formation yield fossil pollen and leaf fossils. Pollen zone is divided into 3 zones, namely, M-1, M-2 and M-3 zones. M-1 zone corresponds to the Lower and the Middle Members, and M-2 and M-3 zones correspond to the Upper Member. The geologic age of the formation assigned to the middle to late Miocene.

Based on the sedimentary facies analysis and pollen analysis, the Mezu Formation is supposed to have been formed by braided rivers on the outer part of the alluvial fan. And the paleoclimate in the sedimentation stage of the formation was temperate comparatively.

I. はじめに

紀伊半島西部海岸沿いの和歌山県南部町に分布する目津礫岩層は、はてなし団体研究グループ(1971) <以下、団体研究グループを団研と省略する。>によって、分布を岩代の東、千里海岸沿いの南部以西とされた。その後、はてなし団体研究グループ(1973)によって、目津礫岩層の礫種組成の調査が行なわれ、音無川層群を傾斜不整合で覆うとした。また、はてなし団研(1980)により、目津礫岩層の分布域が地質図上で変更され、^{はなべ}埴田・^{はなべ}塚・^{はなべ}芳養地区に分布する地層は、田辺層群と変更された。

目津礫岩層については、上述の研究が行われているが、その堆積環境、形成年代、及び古環境についての研究は行われていない。そこで本論では、岩相・堆積相から堆積環境の復元を、花粉化石と大型植物化石から本層の形成年代及び古環境を明らかにすることを目的とする。

II. 地質概説

1. 目津累層の基盤岩類

紀伊半島に分布する四万十累帯は、御坊-萩構造線と本宮断層によって、北から日高川帯・音無川帯・牟婁帯に区分される。

音無川帯には、砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩からなる音無川層群が分布する。牟婁帯には、砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩からなる、始新統～中新統の牟婁層群が分布する(公文、1985)。

また、紀伊半島の東部と西南部では、四万十累層群を明瞭な傾斜不整合で覆う、中新統の熊野層群と田辺層群が分布する。両層群はいずれも、陸源性の碎屑性堆積岩からなる(久富、1981; 田辺団研、1984)。

2. 目津累層

本論文では、従来から用いられてきた「目津礫岩層」という呼称を廃止し、「目津累層」の新称を用いる。その理由は、第1に、「目津礫岩層」の名称が日本地質学会地層命名規約に基づいて命名されたものでなく、「目津礫岩部層」と誤解されやすいこと、第2に、地層命名規約に基づけば、第一義的な岩相層序単元は累層であるから、「目津礫岩層」は岩相層序単元としては、累層に相当するべきものであること、第3に、地層命名規約では、累層には岩相名を冠する必要がないとされていること、の3点である。

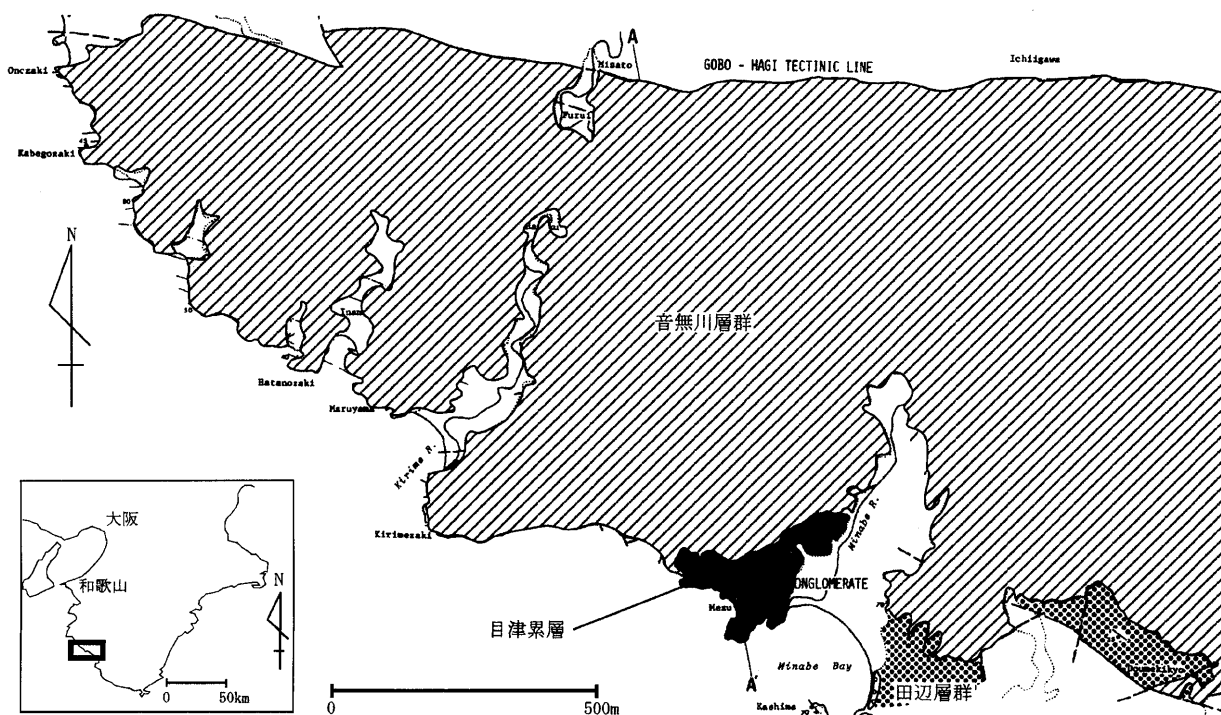
目津累層は、和歌山県南部町の南西部に分布する、礫岩を主とした砂岩・泥岩を伴う地層である(第1図)。層厚は、はてなし団研(1971)によれば、約320mである。目津累層は、東部で田辺層群を、西部で音無川層群を傾斜不整合で覆う。

本層の礫岩は、牟婁層群に由来する砂岩礫を主とする。そのほか、まれに頁岩・チャート・石英斑岩・緑色岩類・石英片岩・緑色片岩・紅簾石片岩も認められる(はてなし団研、1971)。はてなし団研(1973)は、礫種構成から目津累層を下部・中部・上部に三区別している。

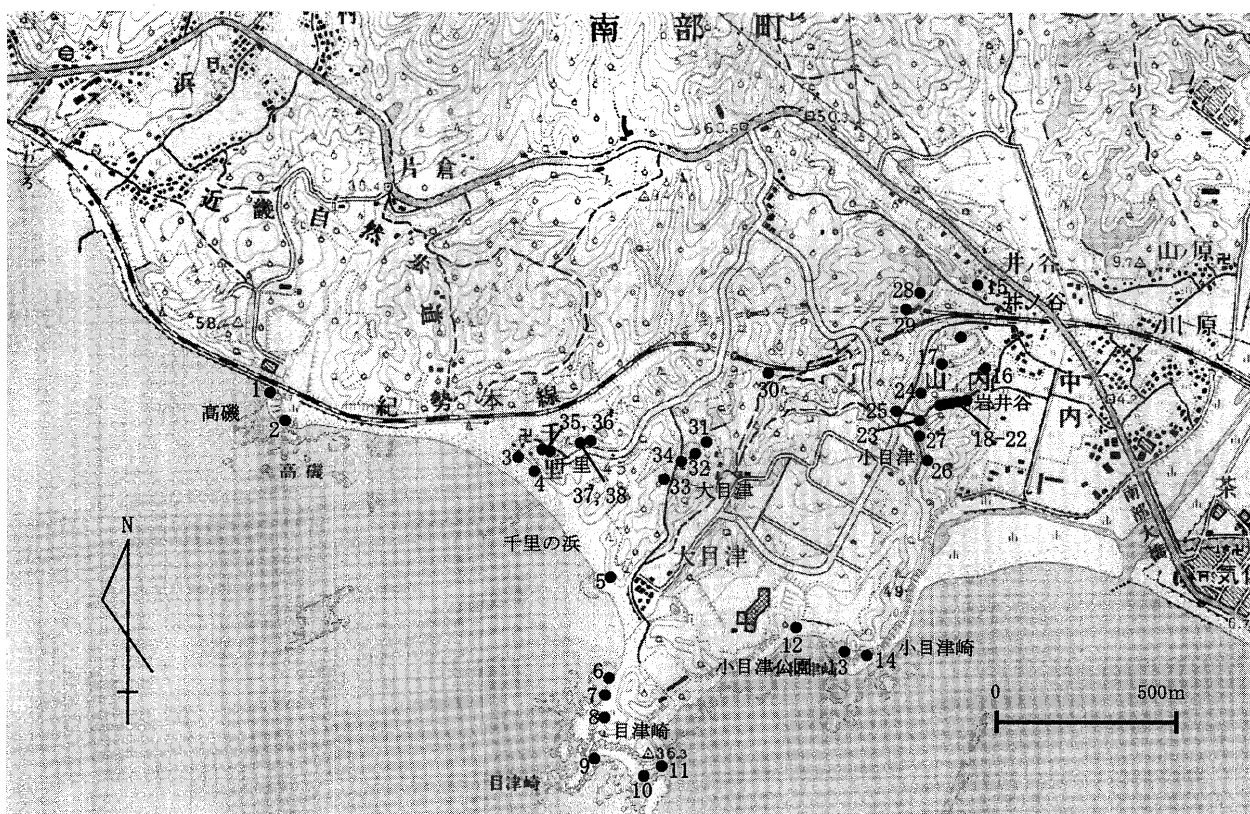
3. 調査地域の地質

調査地域は、国道42号線以南の和歌山県南部町目津周辺である(第2図)。本調査地域に分布する目津累層は、全層厚約80mで礫岩を主とし、砂岩・泥岩(シルト岩・粘土岩)を伴う(第3図)。

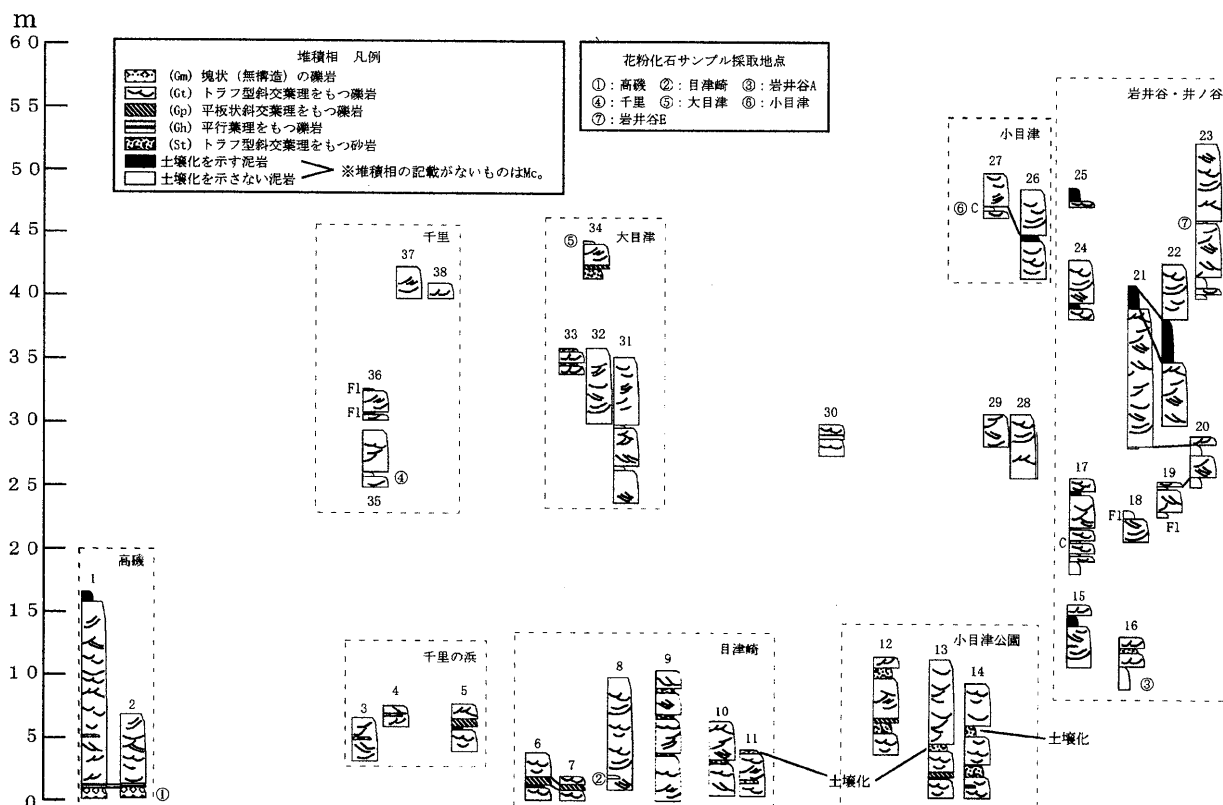
地層の走向は、北東-南西方向、または東西方向を示し、傾斜は10°程度北または南に傾斜する。本層は、主に緩傾斜であるが、一部に急傾斜部が認められ、そこでは、走向が北東-南西方向で、南に約70°傾斜する。



第1図. 目津累層の分布域。はてなし団体研究グループ(1980)を一部に引用。



第2図. 堆積柱状図作成地点。



第3図. 堆積柱状図。各柱状図の位置は第2図に示した。丸囲みの数字は、花粉化石サンプルの採取地点・層準を示す。

III. 層序および堆積

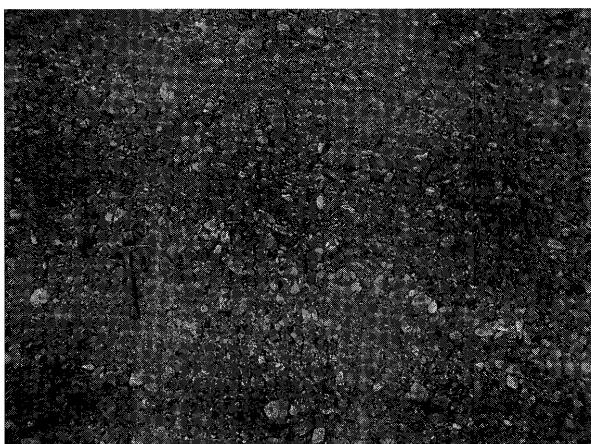
1. 岩相層序

目津累層の岩相及び堆積相から、本層を下部層・中

部層・上部層の3部層に区分する。なお、本論で用いる部層区分は、はてなし団研(1973)の部層区分とは異なる。

第1表. 堆積物の区分。

	堆積構造	解釈
Gm	塊状・無構造	土石流堆積物
Gt	トラフ型斜交葉理	流路が下位の地層を削り、そこに礫質堆積物が充填した堆積物
Gp	平板状斜交葉理	前進する礫州の前面堆積物
Gh	平行葉理	増水時の礫州頂面の堆積物
St	トラフ型斜交葉理	砂州頂面あるいは小規模な流路を充填する堆積物
Sp	平板状斜交葉理	増水時の砂礫州頂面のデューン(水流による波型地形)
Fl	塊状・細かい葉理	洪水時に氾濫原へあふれ出た水による堆積物
C	大型植物化石・塊状	氾濫原中の沼沢の堆積物
Mc	植物片・塊状・細かい葉理	氾濫原中の沼沢の堆積物



第4図. トラフ型斜交葉理の発達した砂岩 (St)。地点岩井谷の上部層。スケールのハンマーは長さ約30cm。

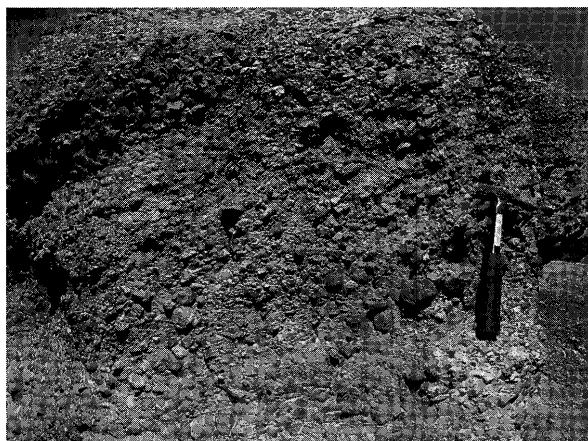
下部層は、本調査地域最西端の海岸沿いにのみ認められる。層厚はおよそ1mで、礫岩が卓越し、その上部には平行葉理が認められる。礫岩は礫支持礫岩で、淘汰は非常に悪く、礫は円磨度が0.6程度の中～巨礫からなり、基質は中粒砂～細粒砂で細粒砂を主とする。土壌化を示す薄層砂岩が認められる。

中部層は、海岸沿いを中心に、調査地域全域に分布する。層厚14mで、トラフ型斜交葉理を示す礫岩を主とし、砂岩とごくまれに泥岩を挟む。礫岩は礫支持礫岩で淘汰が悪い。礫は円磨度0.5～0.6程度の中～大礫で、基質は極細～中粒砂を含むシルトである。土壌化・液状化を示す細粒堆積物がしばしば挟まれる。

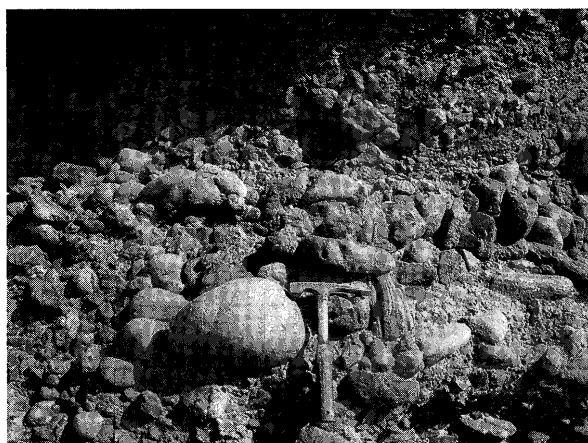
上部層は、内陸部を中心に調査地域全域に分布する。層厚は50mで、トラフ型斜交葉理を示す礫岩を主とし、泥岩とごくまれに砂岩を挟む。礫岩は、礫支持礫岩で、一般に淘汰は悪く、礫は円磨度0.4～0.5程度の中礫を主とし、大礫を伴う。基質は中粒砂～シルトである。上部層は他の部層と異なり、層厚が厚く、細粒堆積物の大規模な土壌化・液状化が卓越する。

2. 堆積物の認定

目津累層の堆積物を、Miall (1978b) の分類を参考にして、9つに分類した(第1表)。礫質堆積物はGm・



第5図. 平板状斜交葉理を示す礫岩(Gp)。地点目津崎の中部層。



第6図. 平行葉理を示す礫岩 (Gh)。地点高磯の下部層。

Gt・Gp・Ghの4種、砂質堆積物はSt・Spの2種、泥質堆積物はFl・C・Mcの3種である。このうち、GhとMcは本研究で独自に認定したものである。以下に各堆積物について、簡単に述べる。

Gmは塊状・無構造の礫支持礫岩、Gtはトラフ型斜交葉理を示す礫支持礫岩、Gpは平板状斜交葉理を示す礫支持礫岩、Ghは平行葉理を示す礫支持礫岩である。

Stはトラフ型斜交葉理を示す砂岩、Spは平板状斜交葉理を示す砂岩である。

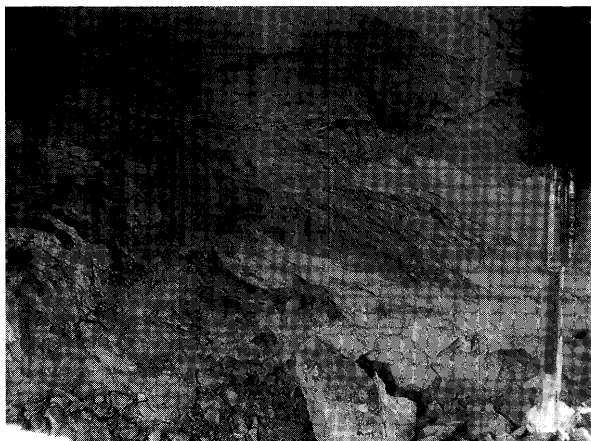
Flは塊状または細かい葉理を示す泥岩、Cは大型植物化石を多く含む炭質泥岩、Mcは塊状または細かい葉理を持つ炭質泥岩である。

目津累層は礫支持礫岩が非常に卓越し、特に、トラフ型斜交葉理を示す礫岩 (Gt) が卓越する (第4図)。他に、平板状斜交葉理を示す礫岩 (Gp: 第5図)、平行葉理を示す礫岩 (Gh: 第6図) が認められる。

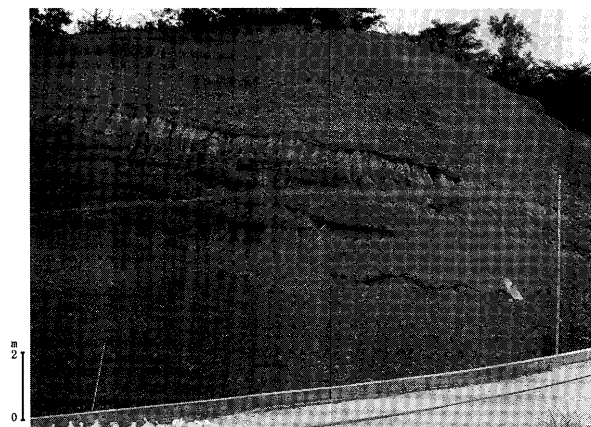
本層の最下部には、土石流堆積物とされる、塊状・無構造の礫岩 (Gm) が発達する。

砂岩は、トラフ型斜交葉理を示す砂岩 (St) が卓越する。泥岩は、炭質物に富む泥岩 (Mc) が多く、大型植物化石を産出する泥岩 (C) も認められる (第7図)。

また、本調査地域の細粒堆積物は、淘汰が悪く、調査地域全域にわたって土壌化及び液状化を示すものが



第7図. 大型植物化石を産した泥岩(C).地点小目津の上部層。



第8図. 土壌化を示す細粒堆積物。地点岩井谷の上部層。

卓越する(第8図、第9図)。

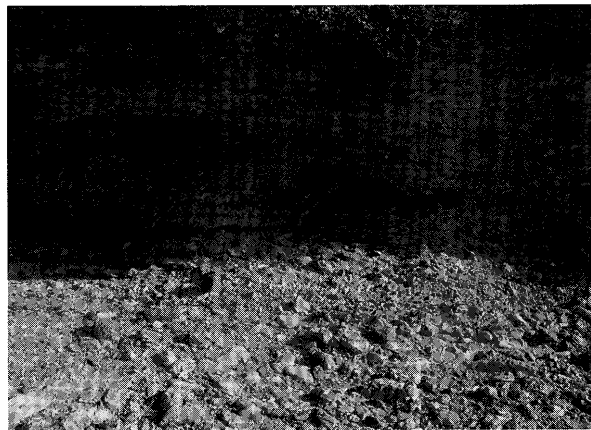
3. 堆積物の組合せと累重関係

以下では、部層ごとに、部層を構成する堆積物の組合せと、その累重関係を記載する。第3図に、前節で認定した堆積物の区分に基づいた堆積柱状図を示す。また、堆積物の累重関係は、松尾(2004MS)によって行われたマルコフ解析の結果に基づいて記載する。

下部層は、土石流堆積物であるGmを主とし、砂礫洲上部の堆積物であるGhとStを伴う。Gmの上位にGhが、Ghの上位にStが累重する。

中部層は、流路の堆積物Gtを主とし、砂礫洲下流部の堆積物Gp、砂礫洲上部の堆積物St、および氾濫原の湿地の堆積物Mcを伴う。侵食面上に発達するGtの上位にStやまれにMcが累重する。StとMcは侵食面に削られることが多いが、まれにGpが累重することがある。

上部層は、流路の堆積物Gtを主とし、砂礫洲の上部や下流部の堆積物Gp、Gh、St、Sp、および氾濫原の湿地または滞水域の堆積物Mc、Cを伴う。下部層や中部層に比べて、堆積物の種類が多様であることを特徴とする。侵食面上に発達するGtの上位にMcが累重し、Mcが侵食面に削られるという累重関係が最も卓越する。それ以外には、Gtの上位に、Fl、St、Cが累重し、



第9図. 液状化を示す砂岩層。地点小目津公園の中部層。

それらが侵食面に削られるという累重関係もある。まれに、Stの上位にGpが累重することもある。

IV. 植物化石

今回の調査によって、葉化石からなる大型植物化石が産出した。また、花粉分析によって花粉化石が検出されたので、以下に花粉化石と大型植物化石について記載する。

1. 花粉化石

a. 試料及び分析方法

試料は、炭質物を多く含む泥岩から花粉分析用の試料を採取した。採取地点は計6地点である(第3図)。採取した試料から、花粉化石を分離して濃縮するため、試料を約100g粉砕し、KOH処理・水洗処理・蒸発皿処理・比重選別法(ZnCl₂)・フッ酸処理・アセトリシス処理を行い、処理後の試料をグリセリンゼリーで封入した。

花粉化石の同定は、生物顕微鏡の400倍の鏡下で行い、必要に応じて1000倍の鏡下で行った。同定数については、各地点で木本種花粉総数150個を目安に同定したが、花粉化石の保存状態が悪い地点では、可能な限り花粉を同定した。

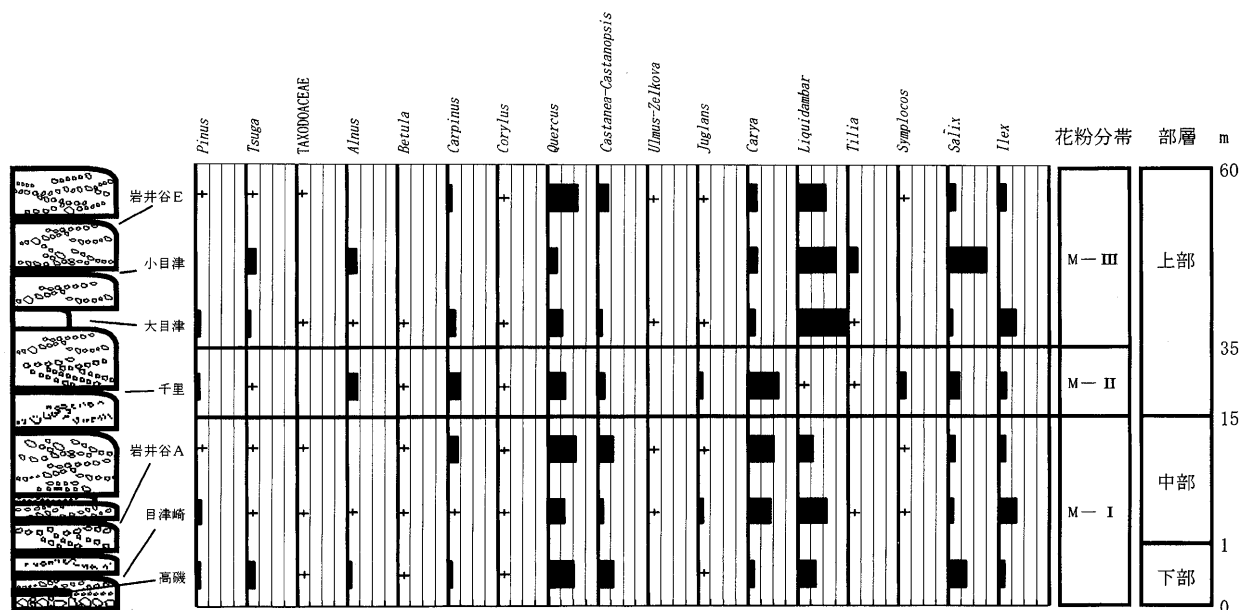
表示法は、木本花粉総数を母数として、それぞれのタクサについて出現率を百分率で示し、花粉ダイアグラムを描いた。

b. 分析結果

花粉分析の結果を、第10図に示す。それぞれの地点で針葉樹種花粉の出現率は低く、*Pinus*(マツ属)・*Tsuga*(ツガ属)は出現率が3%前後であることがほとんどである。

一方、広葉樹種花粉の出現率は高く、*Quercus*(コナラ属)・*Liquidambar*(フウ属)・*Carya*(カリヤ属)は、多くの地点で10%以上の安定した出現率を示す。

なお、*Quercus*は第四紀の花粉分析では常緑樹からなるアカガシ亜属と主に落葉樹からなるコナラ亜属に区分して同定することが多い。しかし、今回の花粉化石は保存状態が悪く、表面模様の観察が困難な標本も



第10図. 花粉化石ダイアグラムと花粉分帯。1目盛は10%を示し、3%未満の産出率は+で示す。

あるため、ここでは *Quercus* とする。ただし、同定できる標本を観察すると、アカガシ亜属の花粉がほとんどであったことを述べておく。

Quercus は、高磯から岩井谷Aにかけては高率で推移するが、その後は、大目津にかけて漸減し、岩井谷Eで20%以上まで回復する。また、出現率は異なるが、*Castanea-Castanopsis* (クリ属-シイノキ属) も同様の出現パターンを示す。

Liquidambar は、高磯から目津崎にかけて増加するが、目津崎から千里にかけて大きく減少し、千里では2.3%と低率になるが、その後は再び高率になっている。

Carya は、高磯から千里にかけて漸増するが、その後は大きく減少し、10%以下で推移する。

2. 大型植物化石

上述したとおり、今回の調査では、葉化石からなる大型植物化石が産出した。産出地点は、岩井谷Dと小目津の計2地点である。このうち、岩井谷Dから産出した大型植物化石は著しく風化しており、葉脈を観察することが困難であり、同定には小目津から産出したものを用いた。産出した大型植物化石は、*Cunninghamia* (コウヨウザン属)・*Carpinus* (クマシデ属)・*Quercus*・*Liquidambar*・*Betulaceae* (カバノキ科)、及び *Lauraceae* (クスノキ科) である。

V. 考察

1. 堆積環境の復元

調査地域目津累層には、さまざまな層準に、土壌化を示す細粒堆積物が認められる。このことは、調査地域の目津累層が、陸成堆積物であることを示している。目津累層には、礫質堆積物が卓越しており、調査地域

のほぼ全域で、数10m以上の厚さに堆積している。陸上の堆積システムで、厚い礫層を広範囲に堆積させるものとしては、沖積扇状地堆積システムや臨海扇状地堆積システムがあげられる。

目津累層の中部層と上部層は、流路の礫質堆積物や砂礫洲上部の堆積物が卓越しており、これらの特徴は、礫質網状河川の特徴とされている (Miall, 1992)。すなわち、これらの地層は、沖積扇状地上の礫質網状河川の堆積物と考えることができる。

また、両部層の堆積物には、土石流堆積物が乏しく、砂礫相の多くは水流堆積物からなり、氾濫原の堆積物を頻繁に挟んでいる。扇状地における土石流堆積物の分布は、一般的には扇頂部に限られるとされている (Reineck & Singh, 1980)。氾濫原の堆積物を頻繁に伴うことも、中部層・上部層が、扇頂部よりは扇端部に近い場であったことを示唆している。さらに、両部層に、液状化がしばしば発達することも、地下水位が高かったことを示しており、扇端部での堆積と調和的である。以上の諸点から、中部層と上部層は、沖積扇状地扇端部の礫質網状河川の堆積物であると判断することができる。

それに対して、下部層は、土石流堆積物と砂礫洲上部の礫質堆積物からなっていることから、礫質網状河川の堆積相を示しているものの、より扇頂部に近い場で堆積したものと考えることができる。

2. 花粉分帯

今回の調査で得た花粉分析の結果から、主に、*Quercus*・*Liquidambar*・*Carya* の出現頻度を基に、花粉帯を下位からM-I帯・M-II帯・M-III帯に分帯した。

M-I帯は、高磯・目津崎・岩井谷Aの試料採取地点に相当する。*Quercus*・*Liquidambar*・*Carya* の出現率

が各タクサの出現率よりも高い。

M-II帯は、千里の試料採取地点に相当する。M-I帯に比べ、*Quercus*・*Liquidambar*、特に*Liquidambar*の出現率が大きく減少する。これに対し、*Carya*の出現率が増加する。また、低率で産出していた*Carpinus*が、10%の出現率を示すのも特徴である。

M-III帯は、大目津・小目津・岩井谷Eの試料採取地点に相当する。大きく減少した*Liquidambar*の出現率が再び増加し、約38%まで回復する。これに対し、*Carya*が大きく減少する。また、*Quercus*が減少傾向にあるのが特徴的である。

花粉分帯を部層区分と比較すると、M-I帯は下部層と中部層に、M-II帯とM-III帯は上部層に相当すると考えることができる。

3. 古植生及び古気候

花粉は空中に飛散し、湖沼や河川等の水流によって運搬されやすい異地性の化石である。そのため、堆積場の植生を反映しておらず、この問題点を考慮した上で、考察を述べる。なお、本研究における、各現生タクサの分布する気候帯については、佐竹ほか(1989)を用いた。

今回の分析で産出した花粉化石群集は、*Liquidambar*・*Carya*・*Ilex*のように、主に暖温帯に生育する第三紀型植物群のタクサが主体である。以下に、目津累層の花粉分帯ごとの古植生及び古気候を復元する。

M-I帯：暖温帯南部要素の落葉広葉樹である*Liquidambar*・*Carya*の出現率が高い。*Ilex*・*Salix*・*Carpinus*など、そのほかの暖温帯広葉樹も、採取地点ごとに差はあるが認められる。最も出現率の高い*Quercus*は、暖温帯と冷温帯に生育するタクサが存在するが、出現する他のタクサのほとんどが、暖温帯に生育するタクサであること、冷温帯落葉広葉樹である*Betula*の出現率が低いこと、同定できた多くの花粉はアカガシ亜属であることから、出現する*Quercus*は、暖温帯要素の常緑広葉樹であると推測される。よって、M-I帯は、比較的温暖な古気候で、*Quercus*・*Liquidambar*・*Carya*を優先種とする常緑樹と落葉樹からなる広葉樹林が広がっていたと推測される。

M-II帯：M-I帯に比べて*Quercus*・*Liquidambar*が大きく減少するものの、*Carya*のような暖温帯南部落葉広葉樹が安定した出現率を示す。古気候が、比較的温暖であったことはM-I帯と変わらず、広葉樹林の優先種が*Quercus*・*Liquidambar*から*Carya*に変わったと推測される。

M-III帯：M-II帯で出現率が低減した*Liquidambar*が大きく増加し、広葉樹林の優先種となっていることが推測される。このことは、産出した大型植物化石でも認められる。大型植物化石は、花粉化石に比べて、堆積場の環境を示しやすいので、M-III帯の堆積場は、比較的温暖な古気候で、*Quercus*・*Liquidambar*・*Carya*

が優先的に生育する暖温帯常緑樹と落葉樹の広葉樹林が広がっていたと推測される。

4. 堆積の時代

今回の調査では、花粉化石として*Liquidambar*・*Carya*が、大型植物化石として*Cunninghamia*が産出し、典型的な第三紀型植物化石が産出した。これらは、現在日本からの消滅種となっているが、近畿地方において、すべてが存在していた時代の上限は第三紀鮮新世前期ごろになる(百原, 1993)。

次に、花粉化石群集の出現傾向から、他地域の花粉分析結果と比較検討する。しかし、近畿地方での連続した第三紀の花粉データが少ないため、日本海側で検討した山野井(1986, 1990, 1994)による新第三紀の花粉層序と比較検討した。

山野井(1986, 1994)は、新第三紀の花粉化石帯として、下位よりNP-1帯(17.5~18Ma以前)、NP-2帯(13~17.5/18Ma)、NP-3帯(13~7Ma)、NP-4帯(7~4Ma)、NP-5帯(4~2Ma)と5帯に区分している。

NP-2帯の特徴は、*Carya*、*E. Quercus*(常緑カシ属)、*Liquidambar*などを主体として、*Dacrydium*(リムノキ属)を伴う。NP-3帯は、下位帯に比べ、*E. Quercus*がかなり低率化し、*Carya*や*Liquidambar*もやや低率化するものの、かなり多産する。*Fagus*やTAXODIACEAEの産出は下位帯よりも多く、*Dacrydium*の産出はまれになる。NP-4帯は、*Carya*や*Liquidambar*の割合が急激に低下し、代わって*Fagus*やTAXODIACEAEが高率化するという傾向をもつ。

それらを考慮して比較検討すると、*Dacrydium*を伴わないことと、*Carya*や*Liquidambar*が高率に出現することから、目津累層の花粉化石群集はNP-3帯に類似する可能性がある。

その結果、目津累層は13~7Ma、すなわち中新世中期から後期の間に堆積した可能性がある。目津累層に不整合で覆われるとされる田辺層群の堆積の時代は、浮遊性有孔虫の分帯では、BlowのN8後期で、N9におよぶ可能性があるとされている(田辺団研, 1984)。すなわち、田辺層群の堆積の終了時期は、15Maよりも後である可能性があり、従来漠然と考えられていたよりも、両者の時代は近いことになる。今後、目津累層と田辺層群の関係について検討し、紀伊半島の中新世の構造発達史を考察する必要がある。

VI. まとめ

1 日本地質学会の地層命名規約に基づき、「目津礫岩層」という呼称を廃止し、「目津累層」の新称を用いた。

2 岩相と堆積相から、目津累層を下部層・中部層・上部層の3部層に区分した。

3 目津累層の堆積物を、9つに分類した。礫質堆

積物はGm・Gt・Gp・Ghの4種、砂質堆積物はSt・Spの2種、泥質堆積物はFl・C・Mcの3種である。

(4) 岩相・堆積相から、中部層と上部層は、沖積扇状地扇端部の礫質網状河川の堆積物であると判断することができる。下部層は、より扇頂部に近い場で堆積したものと考えられることができる。

(5) 産出した花粉化石から、花粉ダイアグラムを作成し、花粉帯を下位からM-I帯・M-II帯・M-III帯に分帯した。M-I帯は下部層と中部層に、M-II帯とM-III帯は上部層に相当すると考えることができる。

(6) 目津累層の堆積時代の古植生及び古気候は、比較的温暖な古気候で、*Quercus*・*Liquidambar*・*Carya*を優先種とする落葉広葉樹林が広がっていたと推測される。

(7) 調査地域の目津累層から産出した花粉化石が、山野井(1990)のNP-3帯に類似する可能性があることから、目津累層の堆積時代は、中新世中期から後期までの間であると考えられることができる。

引用文献

はてなし団体研究グループ(1971)紀伊半島西部海岸地域の牟婁層群の層序と構造 日本地質学雑誌、71-83。
 はてなし団体研究グループ(1973)紀伊半島西部海岸地域の音無川ムロ層 和歌山大学教育学部紀要、自然科学、23、73-91。
 はてなし団体研究グループ(1980)紀伊半島四万十累帯、音無川帯の研究—層序と構造の総括—和歌山大学教育学部紀要自然科学、29、48-70。

久富邦彦(1981)紀伊半島南東部の熊野層群の地質と堆積 地質学雑誌、87、3、157-174。

公文富士夫(1985)紀伊半島の四万十累帯研究の現段階と課題 地球科学、39、1、57-73。

松尾友太(2004MS)和歌山県南部町に分布する目津累層の堆積相解析と古環境復元 和歌山大学卒業論文。

Miall, A.D. (1978b) Facies types and vertical profile models in braided river deposit: a summary. In Miall, A.D., ed., *Fluvial sedimentology: Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 5*, 597-604.

Miall, A.D. (1992) Alluvial Deposits. In Walker, R. G. and James, N. P. ed., *Facies Models*. 119-142, Geological Association of Canada.

百原新(1993)近畿地方とその周辺の大規模植物化石相。市原実編著「大阪層群」、256-270。

Reineck, H.E. & Singh, I.B. (1980) *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, 549P.

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本I、平凡社。

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本II、平凡社。

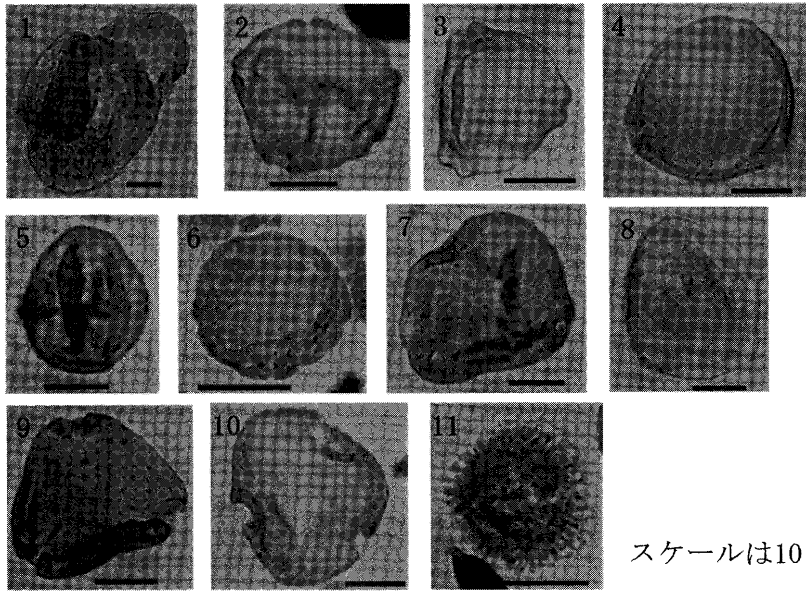
田辺団体研究グループ(1984)紀伊半島田辺層群の層序と構造、地球科学、38、4、249-263。

山野井徹(1986)花粉からみた新第三紀の海岸平野気候事件、海洋科学、18、3、140-145。

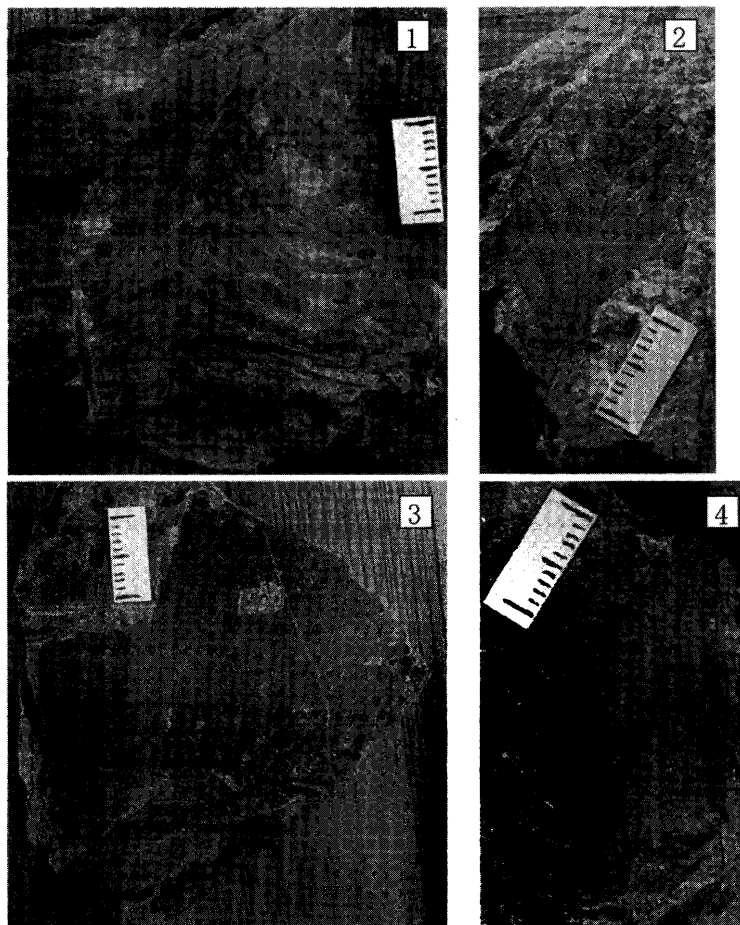
山野井徹(1990)新第三系の花化石—とくに中新世前期・中期の花化石群集—、瑞浪市化石博物館専報、7、13-23。

山野井徹(1994)新第三紀における日本島の大規模古植生、月刊地球、16、3、180-185。

Plate1



1. *Pinus* 2. *Alnus* 3. *Betula* 4. *Corylus* 5. *Quercus* 6. *Ulmus-Zelkova*
7. *Carya* 8. *Liquidambar* 9. *Symplocos* 10. *Tilia* 11. *Ilex*



1: *Cunninghamia* 2: *Quercus* 3: *Liquidambar* 4: *Lauraceae*