岐阜県郡上八幡の美濃帯ペルム系石灰岩の岩相・生相と堆積環境*

堀 保 健 爾**

Petrography and depositional environment of Permian limestone of Mino terrane,
Gujo-Hachiman, Gifu Prefecture, central Japan*

Kenji HORIBO**

Abstract Permian shallow-marine limestones of the Mino terrane in the Hachiman area, central Japan, are best reconstructed as relicts of a bank-formed build-up resting upon a basaltic pedestal in an open-ocean area. The build-up contained a lagoonal mud flat, sand bars or shoals, marginal terrace and foreslope.

Within the Permian limestones, two nearly coeval rock-units are identified, namely the Horikoshitoge (ca. 200 m; upper Lower to lower Middle Permian) and the Akuda (ca. 500 m; upper Lower Permian) Formations. The former consists of various kinds of bioclastic lime-mud/wackestone, while the latter is characterized by limestone-breccia and basaltic volcanoclastics, accompanied by bioclastic lime-wackestone, packstone and grainstone.

The lower to middle Horikoshitoge limestones represent the sediments of calm lagoonal mud flat. They consist of bedded highly carbonaceous lime-mud/wackestone, which is characterized by filamentous blue-green algae and molluscs with subordinate fusulines, green algae, ostracods and algal peloids. Sediments in the marginal terrace are represented by the upper Horikoshitoge Formation and Akuda bioclastic limestones. They commonly contain filamentous blue-green algae and *Tubiphytes*, with some green algae, fusulines, brachiopods, molluscs, intraclasts and algal peloids. The local lime-grainstone represents washed skeletal sand deposits on sand bars to shoals.

The limestone-breccias of the Akuda Formation comprise unsorted, angular and un-oriented limestone-clasts, and are deficient in matrix. Most of the clasts are derived from the Akuda bioclastic limestones of the marginal terrace facies. The Akuda limestone-breccia is interpreted as synsedimentary talus deposits formed on the foreslope area of the build-up.

は じ め に

本論文は、岐阜県郡上八幡地域に分布する美濃帯のペルム系石灰岩について、その層序、堆積岩石学的特徴、紡錘虫に基づく時代を記述し、併せて堆積環境について考察したものである。

美濃帯とその東方延長の足尾帯では、それらのほぼ中央に、石灰岩の大岩体を中心とし、周辺に玄武岩質溶岩・同質火山砕屑岩、チャート、ドロマイト岩を伴うペルム系が、断続的ながら一つの列をなして分布してい

る。舟伏山列の緑色岩-石灰岩(勘米良, 1983)と呼ばれるものがこれで、代表的な石灰岩体は鈴鹿山地の藤原岳・^{りやうぜんさん}霊仙山から伊吹山地の伊吹山、美濃山地の^{うおかね}魚金山・舟伏山を経て、足尾山地の鍋山に至る。これらの石灰岩は下部ペルム系上部から中部ペルム系上部にわたり(藤本ほか, 1962), 厚いドロマイト岩を伴うのが特徴である。ここで取り扱う郡上八幡の^{あくだ}安久田岩体(脇田, 1984)は、上記諸岩体に比べて規模は小さいが、この列の一員である。

舟伏山列の各石灰岩体の紡錘虫による化石帯区分、時代については、古くから多くの研究がある(KANUMA, 1958; 藤本ほか, 1962; ほか多数)。しかし、近年まで層序並びに岩相・生相解析による堆積相の詳細が分かっていたのは鍋山石灰岩(小林, 1979)だけで、美濃-足尾

1989 年 9 月 7 日受付. 1990 年 3 月 23 日受理.

* 本研究の一部は日本地質学会第 96 年学術大会(水戸)で講演.

** 九州大学理学部地質学教室. Dept. Geol., Fac. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka, 812, Japan.(現所属: 三菱信託銀行福岡支店. The Mitsubishi and Banking Corporation)

帯ペルム系の堆積環境の復元の試み(例えば、藤本ほか, 1962; TAIRA & TASHIRO, 1987; OZAWA, 1987)も岩相、層序、時代に関するわずかの知識に基づく推測にとどまっている。最近舟伏山石灰岩について、層序、岩相・生相の特徴、チャート層との同時異相関係などに基づいた、堆積環境の復元に関する研究が大きく進展したが(SANO, 1988 a, b, 1989 a, b), さらに他の岩体についても同様の研究が必要である。

一方、美濃-足尾帯では、舟伏山列の南北(伊吹山以北)または東西(伊吹山以南)両側地域に、大・小の石灰岩、ドロマイト岩が多数散在している。それらはジュラ系碎屑岩中に異地性岩体として混在していることが各地で報告されている(美濃山地: 脇田, 1984; 山本, 1985; WAKITA, 1988; 木曽山地: 大塚, 1985; ほか)。しかし、それらの起源、トリアス系を含めた古地理復元、そして、ジュラ系碎屑岩との混在過程を考察する上において、舟伏山列の各石灰岩体の岩相・生相の解明は重要な課題である。

地 質 概 略

調査地域は岐阜県郡上郡八幡町の南部で、美濃帯のほぼ中央部に位置する(Fig. 1)。この地域の地層はペルム系安久田岩体、中部ジュラ系小駄良川層徳永砂岩部層および那比川層上部層に区分されている(脇田, 1984)。それらはほぼ東西の走向をもち、南または北に急傾斜し、北側から小駄良川層、安久田岩体、那比川層の順に並ぶ(Fig. 2)。研究対象の安久田岩体は、八幡町安久田付近から堀越峠を経て同町入間付近まで約 12 km にわたって分布する(KANUMA, 1958)。本研究では、その西部の、最大の石灰岩体を含む安久田・犬伏谷・堀越峠付近の東西 4 km, 南北 2.5 km の部分を取り扱った。

調査地域の安久田岩体は石灰岩、チャートおよび少量の玄武岩質溶岩・火山砕屑岩から成る。岩相上、層状チャートを主とする島谷層(KANUMA, 1958)、および石灰岩の 2 層、すなわち生砕石灰岩(bioclastic limestone)からなる堀越峠層(新称)と生砕石灰岩に加えて石灰岩角礫岩(limestone-breccia)と玄武岩質溶岩・火砕岩を挟むことで特徴づけられる安久田層(KANUMA, 1958 を再定義)に区分される。これらの 3 層は互いに断層で接する。いずれの地層もシルト径以上の石英・長石などの粗粒陸源碎屑粒子を含まず、また陸源碎屑性の砂岩・泥岩層と互層したり、水平・垂直的に移化することもない。

ペルム系安久田岩体とその南・北両側の中中部ジュラ系とは、それぞれほぼ垂直に近い断層で境される(Fig. 2)。同岩体の西縁は八幡町市街を通る北北西-南南東方

Fig. 1. Index map showing locality of the study area in central Mino Mountains.

向の東に急傾斜した断層で画され、小駄良川層および那比川層と接する。

安久田岩体の北および北西側に分布する小駄良川層は、主に塊状無層理ないし厚成層の中〜粗粒砂岩および砂岩・泥岩互層から成り、珪質頁岩を伴う。一方、南および南西側に分布する那比川層は泥岩が優勢で、砂岩・砂岩泥岩互層を挟み、また珪質頁岩を伴う。両層の珪質頁岩はジュラ紀中世の放散虫を産する(脇田, 1984)。

そのほか、上記の中部ジュラ系の 2 層には、大・小のレンズ状・層状のチャート岩体を挟んでいる。とくに那比川層には、側方への延長性の良い大岩体が多数あり、また玄武岩質溶岩・火砕岩、石灰岩、ドロマイト岩も含まれる。チャートは三疊紀およびペルム紀のコノドント(猪郷, 1979)や放散虫(脇田, 1982, 1984)を産する。これらの岩石は異地性岩体と考えられ、安久田岩体もその一つとみなす意見もある(脇田, 1984; WAKITA, 1988)。

ペルム系安久田岩体の層序

安久田岩体内のペルム系の層序については、ENDO & KANUMA (1954), KANUMA (1958) および猪郷 (1979) の

Fig. 2. Geologic map of the study area, southeast of Hachiman.

Fig. 3. Generalized columnar section of the Horikoshitoge Formation illustrating lithostratigraphy and fusuline biostratigraphy. See Fig. 4 for lithologic symbols.

見解がある。紡錘虫またはコノドントを用いたこれらの生層序学的研究では、当地域の地層を安久田層、口洞層、島谷層の3層に区分し、下位から順に整合的に重なるとした。しかし、前述のように、本研究の結果ペルム系は、互いに断層関係にある島谷層・堀越峠層・安久田層の3層に区分されることが明らかになった。

島谷層は犬吠谷の中流から八幡町市街地の南に分布する (Fig. 2)。KANUMA (1958) の島谷層にほぼ相当する。本層はほとんどが層状放散虫チャートから成り、最下部の10 m以内に数層のドロマイト砂岩の薄層 (厚さ数 cm以下) を伴う。チャートは本層下部で赤色、中部以上では灰、緑灰、暗黒色を呈する。チャートは粘土質薄層を挟んで数 cm から10数 cmの厚さで成層することが多いが、成層構造が失われ、塊状になっている場合も少なくない。見かけの厚さは500 m以上であるが、放散虫を用いて検討した結果では少なくとも5回の地層の繰り返し認められ、本来の層厚は80 m程度と見積られる。今回、本層のチャートから *Pseudoalbaillella* sp. C of ISHIGA, KITO & IMOTO (1982), *Albaillella asymmetrica* ISHIGA & IMOTO, *Ps. fusiformis* HOLDSWORTH & JONES, *Ps. globosa*

ISHIGA & IMOTO, *Ps. sp. aff. Ps. longicornis* ISHIGA & IMOTO, *Follicucullus monacanthus* ISHIGA & IMOTO, *Fo. scholasticus* ORMISTON & BABCOCK, *A. triangularis* ISHIGA, KITO & IMOTO など、ISHIGA (1986) の *Pseudoalbaillella* sp. C 帯 (中部ペルム系下部) から *Follicucullus scholasticus* 帯 (中部ペルム系最上部) にいたる放散虫を得た。このほか、ペルム紀中世のコノドントが報告されている (猪郷, 1979; IGO, 1981)。これらの放散虫・コノドント化石に基づけば、本層は中部ペルム系下部から中部ペルム系最上部に属する。

堀越峠層は KANUMA (1958) の口洞層の一部に相当する。調査地域内では東安久田およびその東方に狭く分布する (Fig. 2)。全層厚は約200 mに及ぶ。代表的な層序は、東安久田南方の3つの断面 (Fig. 2 の39, 22, 59) で得られる。本層は生砕石灰岩だけから成る (Fig. 3)。後述するように、この石灰岩は多様な浅海生物遺骸とその碎屑物を含み、岩相・生相は変化に富む。本研究では、ペルム紀古世後期から中世前期にわたる紡錘虫を検出した。なお既に同様の時代を示す紡錘虫 (KANUMA, 1958) やコノドント (猪郷, 1979) が報告され

Fig. 4. Columnar sections showing detailed lithologic succession of the Horikoshitoge Formation. Localities of measured sections are indicated in Fig. 2. Columns A, B, and C represent the lower to upper, and middle members, respectively.

ている。

安久田層は KANUMA (1958) の安久田層にほぼ相当し、加えて KANUMA (1958) の口洞層の一部を含む。安久田岩体を構成する 3 層の中では本層の分布が最も広い。南縁は那比川層上部層の泥質岩と、また北縁は島谷層のチャートとそれぞれ断層で接する。模式的な層序は西安久田付近や県道八幡金山線沿いでみられる (Fig. 2 の 71, 64)。層厚はおよそ 500 m に達する。本層は石灰岩角礫岩、生砕石灰岩、玄武岩質火山砕屑岩およびごく少量の玄武岩質溶岩から成り、石灰岩角礫岩を伴うことで堀越峠層とは明確に区別される (Fig. 5)。また堀越峠層の生砕石灰岩が岩相・生相の変化に富むのに対し、本層の生砕石灰岩のそれらは比較的単調である。しかし、浅海生生物遺骸とその砕屑物に富む点では両層の

生砕石灰岩は共通している。石灰岩角礫岩、生砕石灰岩、玄武岩質火山砕屑岩は時に数 m、一般には 10 数 m あるいはそれ以上の厚さで互層する (Figs. 5, 6B, 7)。上位に向かって生砕石灰岩および石灰岩角礫岩が優勢になる。玄武岩質火山砕屑岩は暗緑、赤紫色で、中粒砂サイズの玄武岩質砕屑物で構成される。また、わずか 1 地点ではあるが、枕状構造をもった玄武岩質溶岩が本層の下部にみられた。紡錘虫化石の検討結果から、少なくとも本層の下部は下部ペルム系上部に相当することが明らかになった。なお本層からは、ペルム紀古世後期の紡錘虫 (KANUMA, 1958) のほか、ペルム紀古世後期から中世中期のコノドント (猪郷, 1979) も知られている。

以上の記述から明らかなように、島谷層はチャート相 (chert facies)、堀越峠層は生砕石灰岩相 (bioclastic

Fig. 5. Generalized columnar section of the Akuda Formation illustrating lithostratigraphy and fusuline biostratigraphy. See Figs. 4 and 6 for lithologic symbols.

limestone facies), 安久田層は石灰岩角礫岩相(limestone-breccia facies)とまとめられよう。しかも、これらのペルム系3層は互いに同時代の部分を含んでおり、大半が同時異相の関係にある。安久田岩体におけるこのような層序関係は、SANO(1988a)が岐阜県北西部の舟伏山地域のペルム系奥美濃層群で示したチャート相(初鹿谷層), 生砕石灰岩相(舟伏山層)および石灰岩角礫岩相(天の河原層)の3相の関係と共通している。

堀越峠層・安久田層石灰岩の岩相・生相

本研究では連続した層序がみられるいくつかの断面に沿って、詳しい野外観察を行うとともに試料採集を行った。それらの試料を中心に、およそ150個の試料から200枚以上の薄片を作成し、生砕石灰岩および石灰岩角礫岩の岩相・生相組織などを検討した。なお石灰岩の

堆積岩石学的分類にはDUNHAM(1962)の分類法を基本とし、含まれる主要な粒子名と組み合わせて石灰岩の名称とした。

堀越峠層

本層は生砕石灰岩だけから成り、約200mの厚さがある。色調や成層形態などの肉眼的特徴と鏡下での特徴によって上・中・下部層に区分した(Fig. 3)。

(1) 下部層: 本部層の石灰岩は黒色から暗灰色(N1~N4: Rock-color chart; Geol. Soc. Amer., 1984)で、板状によく成層する(Fig. 3)。単層の厚さは10~80cm程度であることが多い。まれに2~3mに達する。単層の上・下面は平坦である。単層の厚さが数10cm以下の場合には、有機質物質に富む黒色石灰質薄層(厚さ約1cm)がしばしば挟まれ、石灰岩自身も著しく有機質で、腐卵臭を発する。

本部層はフィラメント状藍藻類(filamentous blue-green algae)の産出で特徴づけられ、本層のほぼ全層準で認められる(Fig. 4A, B). そのほか緑藻類、紡錘虫、小型有孔虫、二枚貝、巻貝(多くは bellerophonitid), 腕足類、コケムシ、ウミユリ、貝形虫、藍藻類起源のペロイドなどが含まれる。また本部層上部には少量の *Tubiphytes* もみられる。これらのうち、貝形虫とペロイドは量としては少ないが、全層を通じて普遍的に産する。紡錘虫、二枚貝などはときおり密集して数 cm から 10 数 cm の厚さの層やパッチを形成することがある。ウミユリは後述する lime-packstone に含まれる以外にはまれである。以上の生砕物のほか、糞粒子と思われる短楕円形のペロイドが含まれる。

本部層の石灰岩は、上記の化石密集部を除いて、基本的に基質支持の組織をもつ。生砕物やペレットが 10% を越える場合は少ない。本部層の石灰岩の大半は lime-mudstone に分類される。紡錘虫や二枚貝、巻貝が密集する部分は lime-wackestone とよぶことができる。本部層上部にはまれにイントラクラストや紡錘虫、ウミユリ化石破片を含む lime-packstone が挟まれる。また 1 か所であるがフィラメント状藍藻類からなる bindstone が認められた。

基質は有機質物質に富み、ミクライト化したフィラメント状藍藻細片(Plate III-3)を主体とする淘汰不良の石灰泥である。

(2) 中部層 : 本部層においても成層石灰岩が優勢である(Fig. 3)。しかし、単層の厚さは下部層のそれに比べて厚く、多くは 2~3 m で、4 m 以上に達することも少なくない。

色調は下部層の石灰岩よりも淡く、暗灰色~灰色(N3~N5)のものが卓越する。間欠的に有機質物質が濃集した黒色の石灰岩が挟まれる。

本部層ではフィラメント状藍藻類が普遍的で、とくに上部できわめて優勢である(Fig. 4A)。加えて紡錘虫、小型有孔虫、ウミユリ、二枚貝、腕足類、コケムシ、貝形虫、*Tubiphytes* なども含まれる。また直径 30~50 μm の calcisphere らしい球状体が中部付近に多産し(Fig. 4C)、部分的にほとんどがそれで占められることもある。

これらの化石粒子のほか、糞粒子起源のペロイドやフィラメント状藍藻類起源のミクライト質のペロイドが含まれる。ペロイドの量は上部で増加し、それに富む石灰岩では、紡錘虫、ウミユリは破片化したり、摩耗していることが多い。

本部層の石灰岩も多くは lime-mud/wackestone に分

類される。しかし、上部のペロイドに富む部分では、同時に生砕粒子の量比が大きくなって、lime-wacke/packstone とよぶべき石灰岩がみられる(Fig. 4C)。

本部層の最上部では、*Tubiphytes* が、フィラメント状藍藻類や stromatoporoid 状の内部構造を示すコロニーを伴って、小規模な bindstone を形成しているのが認められる(Plate III-1, 2)。そのほか、まれにイントラクラストに富む lime-packstone が挟まれることがある。

(3) 上部層 : 下・中部層が薄くあるいは厚く成層するのに対して、本部層の石灰岩は塊状ないし、より厚成層である(Fig. 3)。灰~灰白色(N6~N8)を呈し、下・中部層では多かれ少なかれ有機質であるのに比べて、本部層は不純物に乏しい。生砕物として藍藻類が優勢で、本部層を特徴づけている。ほかに緑藻類、紡錘虫、小型有孔虫、ウミユリ、コケムシ、二枚貝、巻貝、貝形虫がみられる。また本部層全体を通じて、*Tubiphytes* が含まれる(Plate I-2)。これらの多くは破片化し、中・下部層のそれと比べると粗粒で量も多い。

上記の生砕物のほか、円磨された藍藻類起源のペロイドが多量に含まれる。ペロイドは普通 0.4~0.5 mm の大きさで、1 mm を越えることはまれである。

本部層の生砕物やペロイドは一般に石灰泥またはシルトから成る基質で支持されており、本部層の石灰岩の多くは lime-wacke/packstone に分類される(Fig. 4A)。また部分的にイントラクラストに富む lime-grainstone も伴う。

以上のように、堀越峠層の生砕石灰岩は藍藻類のほか多様な浅海生物遺骸で特徴づけられる。下・中部層では lime-mud/wackestone が優勢であるが、上部層では lime-wacke/packstone が主体となり、lime-grainstone を少量伴う。そのほかイントラクラストに富む intraclastic lime-packstone や藍藻類を主体とする algal bindstone がまれに挟まれる。また上位に向かってより淡色・厚層・粗粒化し、有機質物質が乏しくなり、ペロイドが増加する傾向が認められる(Fig. 3)。

なお、本層の全体にわたって石灰岩がドロマイト化をこうむっている。ドロマイト化の程度は様々ではない。ドロマイト化が著しい場合には、基質全体および粒子の大半がドロマイトで交代され、その結果、本来の石灰岩の組織がほとんど失われている。

その他、中・上部層にそれぞれ一カ所ずつ、薄い赤色風化殻をもつ小規模な侵食面が確認された。

安久田層

本層の生砕石灰岩は浅海生物遺骸、特にフィラメント状藍藻類に富む点では堀越峠層のそれと共通する。し

Fig. 6. Columnar sections of the Akuda Formation showing lithologic succession. Columns A and B represent the upper and middle members, respectively. See Fig. 4 for lithologic symbols.

かし、本層は石灰岩角礫岩を伴うことで、生砕石灰岩だけからなる堀越峠層とは明瞭に区別できる (Fig. 5)。

(1) 石灰岩角礫岩：石灰岩角礫岩は成層構造を欠き、まったく無構造である。

石灰岩角礫岩は石灰岩・ドロマイト岩の角礫とごく少量の基質からなる (Plate IV)。石灰岩の角礫が圧倒的に多い。石灰岩角礫の岩相は多様で、その多くは石灰藻・紡錘虫・ウミユリなどの浅海生生物遺骸を含む灰～灰白の lime-wacke/packstone である。ほかに堀越峠層中・

下部層にみられるような黒色～暗灰色石灰岩や、ほとんど無化石の lime-mudstone、ペレットに富む lime-mudstone 角礫もみられる。ドロマイト岩角礫は白、灰白、淡赤色などで、粗粒な自形ないし半自形ドロマイト結晶からなる。

これらの石灰岩・ドロマイト岩角礫はさまざまな大きさをもつ。最も普通には数 cm から 10 数 cm 大であるが、ときには 1 m 大に及ぶことや、数 mm 以下のこともある。角礫の形は著しく不規則で、どの角礫も角ばっている (Plate IV)。角礫はごく狭い細粒～極細粒基質中に無秩序に含まれ、大小・雑多な形と大きさの角礫が雑然と混在している。

基質は灰色から暗灰色、淘汰不良の石灰泥・シルト (Plate IV-1)、または微粒の赤色石灰質粘土 (Plate IV-2) から成る。石灰泥・シルト質基質にはときに紡錘虫やウミユリが破片化した個体として含まれる。赤色粘土基質は部分的に還元されて淡緑色になっていることがある。

基質は一般にきわめて少ない。またまったく欠如して、角礫どうしが stylolite 面で接していることも少なくない。一方、まれに赤色石灰質粘土基質が幅 70 cm 以下で、不規則な形態のレンズ状に広がっていることがある (Figs. 7, 8)。このような場合には、不明瞭な葉理が基質中にみられ、径数 cm 以下の石灰岩・ドロマイト岩角礫を散点的に含む。周囲の石灰岩角礫岩との境界は明瞭で移化関係は認められない。上記の赤色石灰質粘土基質は非常に細粒で、陸源性の粗粒な粒子をまったく含まないことから、石灰岩堆積当時の風化残留堆積物の可能性がある。なお最近、セクション 64 (Figs. 2, 6 A) の上位に位置する生砕石灰岩中から、含赤鉄鉱泥質基質をもつカルカレナイトが Igo (1989) によって報告された。また、このカルカレナイトの基質からは、前期ペルム紀から後期トリアス紀にわたるコノドントの混在群集が検出されている (Igo, 1989)。Igo (1989) によれば、このカルカレナイトは堆積と侵食を繰り返すような極浅海の環境下での裂罅充填堆積物と解釈されている。

(2) 生砕石灰岩：生砕石灰岩は、多くの場合灰白色 (N7～N8)、塊状・無構造である。玄武岩質火山砕屑岩の直上にある場合には、1 cm 以下の淡緑色凝灰質岩の薄層を挟んで、2～3 m の厚さで成層する。

本石灰岩はフィラメント状藍藻類、*Tubiphytes*、緑藻類、コケムシ、ウミユリ、紡錘虫、小型有孔虫、二枚貝、巻貝、腕足類などの浅海生生物遺骸に富む。なかでも藍藻類、*Tubiphytes*、コケムシがごく普通にみられ、本石灰岩の生相を特徴づける。これらの化石粒子のほか、藍藻類起源のペロイドも多く含まれる。下部では石

Fig. 7. Field-sketch showing conformable stratigraphic relationship among bioclastic limestone, limestone-breccia, and basaltic volcanoclastics of the Akuda Formation at locality 71 on Fig. 2. Lower-half of column B on Fig. 6. Volcanoclastic bed contains small limestone blocks in its lower part and includes greenish coarse-grained part and reddish fine-grained part. Bioclastic limestone immediately above limestone-breccia is thick-bedded.

limestone-breccia

Fig. 8. Calcareous red mudstone pocket within limestone-breccia. Red mudstone, partly laminated, contains small limestone clasts. Locality 1 is shown in Fig. 2.

灰泥・シルト基質をもつlime-wacke/packstone および lime-mudstone が優勢である。よく洗われた露頭では、lime-wacke/packstone と lime-mudstone が10 数 cm の幅で互層し、部分的ながら堆積面の認定が可能であることがある。これに対して、上部には透明方解石セメントをもつ lime-grainstone が数 m 程度の厚さで挟まれる (Fig. 6 A)。

生砕石灰岩の堆積岩石学的特徴

堀越峠層・安久田層の生砕石灰岩は多様な岩相をもつが、鏡下観察の結果、下に列挙した 7 タイプが代表的なものであることが明らかになった。

- (1) bivalve lime-mud/wackestone
- (2) algae-fusuline lime-mud/wackestone
- (3) algal lime-mud/wackestone
- (4) calcisphere lime-mud/wackestone
- (5) bioclastic peloidal lime-wacke/packstone
- (6) *Tubiphytes* lime-wacke/packstone
- (7) bioclastic peloidal lime-grainstone

これらのほか、堀越峠層にはペロイドに富む peloidal lime-mudstone, 巻貝を多く含む gastropod lime-wackestone, 多様なイントラクラストや化石片を含む intraclastic bioclastic lime-packstone, ほとんど化石を含まない均質な lime-mudstone が少量みられる。

各タイプの記述に先だって、特に重要な 1, 2 の構成

要素について説明を加える。

前述のように、堀越峠・安久田両層にはフィラメント状藍藻類が多量に含まれる。この類は内径が $10\sim40\mu\text{m}$ で、厚さ $3\sim5\mu\text{m}$ の薄いミクライト質外壁をもつ細管からなり、ゆるく屈曲し、時に $1\sim2$ 条、通例数 ~ 10 数条の細管がからみ合った束状、^{へんす} 遍豆状、球塊状の葉状体(thallus)を作っている。また、まれに密集して algal felt または mat とよぶべき bindstone の薄層や多数の球塊が群集してコロニーをなすことがある。細管はまれに 2 分岐する。細管内径が $10\sim15\mu\text{m}$ と $20\sim40\mu\text{m}$ の 2 種が識別され、いずれも *Girvanella* 属に帰せられる。以下これらを一括して *Girvanella* 属藍藻類として記述する。

次に両層の wackestone, grainstone, packstone の重要な構成要素の 1 つとしてミクライトから成る砂サイズのペロイドがある。このペロイドには少なくとも 2 種類が区別される。1 つは *Girvanella* 属藍藻類の円磨破片で、一般に粒子全体がミクライト化しているが、内部に上記の細管組織が認められることが少なくない。他の 1 つは *Tubiphytes* の破片で、*T. carinthiacus* FLÜGEL のそれは、上記の *Girvanella* 起源のものに比べてより緻密で濃い黒色を呈する。*T. obsculus* MASLOV の破片は内部の網状組織で区別される。

一方、堀越峠・安久田両層の wackestone は石灰細砂-シルトの基質をもつものが多い。これらの基質粒子の大半は *Girvanella* の細破片からなる。このことは、粗粒の *Girvanella* 粒子から砂サイズの同源のペロイドをへて、基質のシルトサイズの細片にいたる組織上共通した特徴をもつことで認定できる。

(1) Bivalve lime-mud/wackestone (Plate I-1)

堀越峠層下部のよく成層した石灰岩に多くみられる (Fig. 4 A, B)。

二枚貝が化石粒子の大半を占め、*Girvanella* 属藍藻類および少量の緑藻類、紡錘虫、小型有孔虫、巻貝、腕足類、貝形虫などが少量ずつ含まれる。石灰藻は散在して産するほか、二枚貝や紡錘虫を被覆していることもある。二枚貝は薄殻・小型である。その多くは離弁で、ときに数 mm 程度の厚さの葉理をなして密集する。

基質は微細な藍藻類の破片を含む淘汰不良の石灰泥、シルトからなる。

(2) Algae-fusuline lime-mud/wackestone (Plate I-3)

堀越峠層で最もよくみられるタイプの石灰岩で、とりわけ中・下部層に多い (Fig. 4 B, C)。

Girvanella 属藍藻類と紡錘虫が主な化石粒子で、緑藻類、小型有孔虫、ウミユリ、腕足類、二枚貝、巻貝など

を伴う。紡錘虫はパッチ状に密集して産する場合が多い。以上のほかペロイドも含まれる。

これらの粒子は石灰泥またはシルトからなる基質中に散在して含まれる。

(3) Algal lime-mud/wackestone (Plate I-4)

このタイプの石灰岩は堀越峠層中部層の上部で卓越する (Fig. 4 A)。

化石粒子の大半を緑藻類・藍藻類が占める。そのほか紡錘虫、二枚貝、ウミユリ、小型有孔虫などが少量含まれる。ところによりペロイドが密集して産することがある。

以上の粒子は石灰泥またはシルトの基質中に含まれる。

(4) Calcsphere lime-mud/wackestone (Plate I-5)

このタイプの石灰岩は、堀越峠層の中部層中部に限って産出する (Figs. 3, 4 C)。

化石粒子のほとんどが calcsphere と考えられる径 $30\sim50\mu\text{m}$ 、中空でミクライト外壁をもつ球体から成る。多くの場合、他の化石粒子を伴わないが、ごくまれに小型で薄殻の二枚貝、小型有孔虫や緑藻類石灰藻の細片を散点的に含む。一般に calcsphere は石灰岩中にほぼ一様に含まれるが、密集して葉理をなすことがある。また部分的に、有機質物質にきわめて富んだ葉理がみられる。

基質の大半は細粒の石灰泥からなる。ちなみに、calcsphere は堀越峠層の下部～中部の多くの層準にごく普通ないし散点的に産するが、それらは上記のものに比べて大型で、内径が $80\mu\text{m}$ を越えるものが多い。

(5) Bioclastic peloidal lime-wacke/packstone (Plate I-2)

堀越峠層中部層の上部以上の層準にみられ、上部層ではほとんどの石灰岩がこのタイプに属する (Fig. 4 A)。

Girvanella 属藍藻類起源のペロイドが最も多く含まれ、本タイプの石灰岩を特徴づける。ペロイドは大半がミクライト質で、やや淘汰され、また円磨されたものが多い。そのほか比較的大型のウミユリの破片やコケムシ、藍藻類、*Tubiphytes* の破片が多く、緑藻類、紡錘虫、二枚貝、腕足類、巻貝、小型有孔虫、貝形虫などを少量伴う。化石粒子は他のタイプの石灰岩に比べて、より粗粒で、量もやや多い。また多くは破片化している。

基質は石灰泥またはシルトからなる。化石粒子・ペロイドの多くは基質で支持される。しかし部分的に粒子が密集して、相互に支持しあう lime-packstone とすべき石灰岩もときおりみられる。

(6) Tubiphytes lime-wacke/packstone (Plate II-2, 3, 4, 5)

安久田層のほとんどすべての生砕石灰岩はこのタイプ

Table 1. List of fusulines from the Horikoshitoge and the Akuda Formations. Locality numbers are shown in Fig. 2.

taxa	locality and horizon	22-3	6	-16	-17	-28	-31	39-10	-11	-16	-24	-25	45	59-8	-9	-14	-18	-19	-20	-21	-23	-36	-41	-56	64-21	-30	67	69	71-1	4	48
<i>Pseudofusulina ambigua</i> (DEPRAT)																															
<i>Ps.</i> sp. aff. <i>ambigua</i> (DEPRAT)																															
<i>Ps.</i> <i>krafftii</i> (SCHELLWIEN)																															
<i>Ps.</i> <i>lutugini</i> (SCHELLWIEN)																															
<i>Ps.</i> <i>vulgaris</i> (SCHELLWIEN)																															
<i>Ps.</i> sp.																															
<i>Schwagerina japonica</i> (SCHWAGER)																															
<i>Scw.</i> sp. aff. <i>japonica</i>																															
<i>Parafusulina kaerimizensis</i> (OZAWA)																															
<i>Pr.</i> sp. aff. <i>kaerimizensis</i> (OZAWA)																															
<i>Pr.</i> <i>nakamigawai</i> MORIKAWA																															
<i>Pr.</i> sp.																															
<i>Minojapanella elongata</i> FUJIMOTO & KANUMA																															
<i>Pamirina leveni</i> KOBAYASHI																															
<i>Pm.</i> sp.																															
<i>Misellina claudiae</i> (DEPRAT)																															
<i>Ms.</i> sp.																															
<i>Neoschwagerina</i> sp.																															
<i>Schubertella kingi</i> (DUNBER & SKINNER)																															
<i>Scb.</i> sp.																															
<i>Nankinella</i> sp.																															
<i>Staffella</i> sp.																															
<i>Toriyamaia</i> sp.																															

○=confer

の石灰岩から成る (Fig. 6).

本石灰岩の主要化石粒子である *Tubiphytes* の分類上の位置については議論が多い (FLÜGEL, 1981, 1982; SCOFFIN, 1987; WILSON, 1975 など). しかし, FLÜGEL (1981, 1982) のように藍藻の一つとみなす見解もあって, 現在のところ石灰藻とする見解が一般に受けいられているようである.

本石灰岩は *Tubiphytes* に加え, *Girvanella* 属藍藻類および同源のミクライト質ペロイドを多量に伴うことで特徴づけられる. これらのほかコケムシ, 紡錘虫, 緑藻類, ウミユリ, 二枚貝, 腕足類, 巻貝, 小型有孔虫もみられ, ごくまれに破片化したサンゴが含まれる.

本石灰岩からは 2 種類の *Tubiphytes* が産する. 一つは細かな網状構造をもつ *Tubiphytes carinthiacus* (FLÜGEL) (Plate II-3) で, もう一つはミクライト質で, その中心付近に透明方解石で充填された一つまたは二つの小孔をもつ *Tubiphytes obscurus* MASLOV (Plate II-4, 5) である. 同種の *Tubiphytes* は SANO (1989 a, b) が舟伏山地域の石灰岩から報告している.

基質は多くの場合 *Girvanella* 起源の石灰シルトないし細砂から成り, それらの粒子の間隙は微少な透明方解石で充填されている.

(7) Bioclastic peloidal lime-grainstone (Plate II-1)

安久田層の中～上部にのみ産する.

紡錘虫, ウミユリ, コケムシ, 二枚貝, 巻貝, 腕足類, 小型有孔虫など多様な化石粒子と, *Girvanella* 属藍藻類起源のペロイド・板状 phylloid 緑藻類石灰藻が主な構成粒子である. どの化石も破片化し, 円磨されている. また粒子は比較的淘汰がよい.

粒子間には透明方解石でセメントされ, 粒子支持の組織を示す.

堀越峠層・安久田層石灰岩の時代

堀越峠層および安久田層の時代を, 両層の生砕石灰岩に含まれる紡錘虫によって検討した.

堀越峠層

本層の下・中部層から *Pseudofusulina ambigua*, *Ps.* cf. *krafftii*, *Ps.* *lutugini*, *Ps.* *vulgaris*, *Parafusulina* cf. *kaerimizensis*, *Pr.* *nakamigawai*, *Schubertella* cf. *kingi*, *Misellina claudiae* などが産出した (Table 1).

これらに基づけば, 本層は *Pseudofusulina ambigua* 帯から *Parafusulina kaerimizensis* 帯に属し, 下部ペルム系上部から中部ペルム系下部に対比される.

安久田層

本層下部から *Pseudofusulina krafftii*, *Ps.* cf. *vulgaris*, *Schwagerina* cf. *japonica*, *Minojapanella* cf. *elongata*, *Pamirina leveni* などが産出した (Table 1).

これによって, 本層の少なくとも一部は *Pseudofusulina*

ambigua 帯に属し、下部ペルム系上部を含むものと考えられる。

堀越峠層・安久田層の堆積環境

堀越峠・安久田層は粗粒な陸源砕屑粒子や地層をまったく含まない。このことは、両層が陸源砕屑粒子の到達し得ない、島弧および大陸から遠く離れた公海域で形成されたことを意味している。

両層の生砕石灰岩は、浅海生物遺骸、特に藍藻類石灰藻を普遍的に含むことから、ともに浅海の環境で堆積したことは疑いない。また堀越峠層の二か所において確認された小規模な侵食面上記の内容を支持する。

堀越峠層下部層の生砕石灰岩は、lime-mudstone を主とし wackestone を伴うことで特徴づけられるので、波浪の影響をあまり受けない、静穏な環境下で堆積したものと考えられる。フィラメント状葉鞘をもつ *Girvanella* 属藍藻類石灰藻や貝形類に富む一方、海水の流通のよい浅海環境に多産するウミユリに極めて乏しいことは、このことを裏付けている。また下部層の石灰岩中に含まれる多量の有機質物質は、海水の流通循環の悪い還元的环境を示唆するものである。これらのことから堀越峠層生砕石灰岩はラグーンでの堆積物とみなされる。

一方、本層中・上部層の生砕石灰岩は、lime-wackestone が優勢で lime-packstone や lime-grainstone を伴い、円磨された比較的粗粒のウミユリ、腕足類、紡錘虫・小型有孔虫などの生砕物やペロイドを多く含む。これらは波浪の影響が強い sand bar のような、より高エネルギー環境下であったことを示す。また同層中・上部層には、*Tubiphytes* や *Girvanella* の algal felt ないし mat から成る bindstone がみられる。SANO(1989 a, b) は舟伏山層石灰岩から、日本におけるペルム系礁性堆積相として初めて上記と類似の boundstone を報告するとともに、*Tubiphytes* および藍藻類石灰藻の boundstone 形成の役割の重要性を指摘している。これらの特徴は、後に述べるバンク縁平坦部(marginal terrace)での公海に面した浅海環境を指示するものである。

これらを総合すると、下部層で代表される初期の段階(ペルム紀古世後期)においては、ラグーン内部の静穏でやや還元的な環境であったが、中・上部層が形成されたペルム紀中世前期には sand bar などの高エネルギーの環境へと移行し、一部は sand bar を越え、より外洋側のバンク縁にまで及んでいたと考えられる。以上のようなラグーンから sand bar(一部バンク縁部)への堆積環境の変化は、当時、堀越峠層生砕石灰岩の堆積場が後退作用(retrogradation)の影響下であったことを示し

ている。

なお、中・下部層にまれに含まれるイントラクラストに富む lime-packstone は、付近の sand bar からもたらされた lag deposits とみなされる。

一方、*Tubiphytes* lime-wacke/packstone を主体とし lime-grainstone をしばしば伴う安久田層生砕石灰岩は、堀越峠層生砕石灰岩の堆積環境に比べると、ややエネルギーの高い環境下での堆積物とみなされる。FLÜGEL(1981)は、南アルプス・チロル地域の陸棚縁部の堆積体とみなされる石灰岩(Trogkfel build-up)から、コケムシ、被覆性(encrusting)石灰藻とともに *Tubiphytes* の豊富な産出を報告している。この後背にある陸棚上の潟性石灰岩には *Tubiphytes* がほとんど産出しないことから、*Tubiphytes* は石灰岩堆積体の縁部部の、高エネルギー環境に特徴的な生物と考えられている。したがって、堀越峠層生砕石灰岩が潟性堆積物(一部 sand bar, バンク縁部堆積物を含む)と考えられるのに対して、*Tubiphytes* に富む安久田層の生砕石灰岩は、石灰岩堆積体海側縁部部の堆積物と考えることができる。

安久田層の主体をなす石灰岩角礫岩は、非常に角ばった、さまざまな岩相の石灰岩角礫とごく少量の基質からなり、まったく無構造である。角礫としては、*Tubiphytes* に富む生砕石灰岩が最も多く含まれる。これらの特徴から、石灰岩角礫岩は、長い距離を運搬されて堆積したものではなく、*Tubiphytes* などが卓越する浅海成生砕石灰岩堆積体縁部部前斜面の崖錐として堆積したものと考えられる。

また安久田層は岩相の組合せ上、生砕石灰岩だけから成る部分(Fig. 6 A)と、生砕石灰岩と石灰岩角礫岩が玄武岩質火山砕屑岩を伴って数 10 m 間隔で互層する部分(Fig. 6 B)の 2 層に区分できる。すなわち前者はバンク縁部部の、後者はその不安定な前面斜面の崩壊による崖錐性堆積物に帰せられる。

以上の考察結果から、堀越峠・安久田両層の石灰岩は、平坦な頂部と縁部部から前面にかけての斜面をもった、バンク状の石灰岩堆積体を形成したとみなされる。また安久田層に頻繁に玄武岩質火山砕屑岩が挟まれることから、この石灰岩堆積体は公海域における玄武岩質の海山状の高まりの上に発達したと考えるのが妥当であろう。

美濃・足尾山地の石灰岩との比較

美濃山地あるいは足尾山地において堀越峠・安久田層に対比が可能なものとして、堀越峠層に比較される鍋山

層(葛生地域:小林, 1979)や舟伏山層(舟伏山地域: SANO(1988 b), また安久田層と類似の岩相・時代の天の河原層(舟伏山地域: SANO, 1989 a)があげられる。

鍋山層石灰岩(中部ペルム系), 舟伏山層石灰岩(下部ペルム系上部~中部ペルム系上部)はいずれも下部では成層した黒色ないし暗灰色の石灰岩が, 中・上部では塊状の灰色ないし灰白色の石灰岩が優勢である。また浅海生生物遺骸を豊富に含み, その大半が wackestone であることからバンク上の潟性堆積物であるとされている(小林, 1979; SANO, 1988 b)。さらに SANO(1989 b)は舟伏山層中部層にかなりの量の *Tubiphytes* が, フィラメント状藍藻類とともに boundstone を形成していることを報告しており, 舟伏山層生砕石灰岩がラグーンから砂州・砂堆および縁辺テラスにかけての堆積物であることを明らかにしている。堀越峠層生砕石灰岩がこれらとほぼ同じ環境下で堆積したことは前に述べた通りである。また同層石灰岩は静穏な環境からやや高エネルギーの環境へ変化したと考えられ, 小林(1979), SANO(1988 b, 1989 a, b)の考察と大局において一致する。

舟伏山地域の天の河原層は石灰岩角礫岩, 生砕石灰岩, 緑色岩から成り, その岩相・時代は当地域の安久田層のそれとほぼ一致する。すなわち, 天の河原層石灰岩角礫岩は, 塊状・無構造で石灰岩バンク斜面上部の崖錐性堆積物に, また同層生砕石灰岩は含 *Tubiphytes* 藻石灰岩が主体で石灰藻 boundstone を含むことから, 縁辺テラスの堆積物に比較されている(SANO, 1989 a)。

上記の炭酸塩岩類を含む舟伏山地域のペルム系海洋性岩石群は SANO(1988 a, b, 1989 a, b)によって詳細な研究がなされ, 堆積場の復元が行われている。それによると, 生砕石灰岩, 石灰岩角礫岩, チャートで代表される三つの地層群は, 本来側方移化の関係にあつて, 公海域の海山上および海山周辺の深海堆積物からなる海洋性岩石群複合体を形成していたことが明らかにされている。チャート相の島谷層を含め, 本地域の安久田岩体は岩相・層序・時代などの点で舟伏山岩体と共通性が高く, 類似の堆積環境が認められる。

ま と め

本研究の成果はつぎのように要約できる。

(1)岐阜県郡上八幡地域のペルム系安久田岩体の石灰岩は岩相上, 生砕石灰岩のみからなる堀越峠層, 生砕石灰岩を挟み, 石灰岩角礫岩で特徴づけられる安久田層に区分できる。

(2)堀越峠層は層厚約 200 m で, 上・中・下部層に分けられる。中・下部層は有機質で, 暗灰色~灰色の,

よく成層した生砕石灰岩から成り, 上部層は灰色~灰白色で, 厚成層~塊状石灰岩で特徴づけられる。これらの石灰岩は浅海生生物遺骸, 特に藍藻類に富み, そのほとんどが lime-mudstone または wackestone で, lime-packstone を伴う。

(3)安久田層は層厚約 500 m で, 石灰岩角礫岩, 生砕石灰岩および玄武岩質火山砕屑岩から成る。生砕石灰岩は *Tubiphytes* に富む lime-wackestone が主体で, lime-packstone や lime-grainstone もみられる。

(4)堀越峠層は *Pseudofusulina ambigua* 帯~*Parafusulina* cf. *kaerimizensis* 帯に属し, 下部ペルム系上部から中部ペルム系下部に対比できる。安久田層の一部は *Pseudofusulina ambigua* 帯に属し, 下部ペルム系上部に対比される。

(5)安久田岩体の石灰岩類は公海域の玄武岩質海山上に浅海性石灰岩堆積体を形成した。堀越峠層の堆積環境は静穏なラグーンから, sand bar(一部はバンク縁辺部)で代表されるような, より高エネルギーの環境へ移化していった。安久田層はバンク縁辺部から前面の斜面にかけて堆積したものと考えられる。

謝辞 本論文は, 筆者が九州大学地質学科卒業研究として行った研究成果の一部をまとめたものである。

本研究を進めるにあたり, 九州大学佐野弘好博士からは, 野外・室内において, 適切な御指導と終始暖かい励ましをいただいた。また粗稿を読んでいただき, 多くの御助言をいただいた。九州大学名誉教授勸米良亀齡先生には, 紡錘虫の同定とともに, 粗稿の校閲をしていただき, 多くの御指摘を賜った。九州大学岡田博有教授には粗稿の校閲をしていただき, 有益な御助言をいただいた。以上の方々に深く感謝の意を表する。

文 献

- DUNHAM, R. J., 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **1**, 108-121.
- ENDO, R. and KANUMA, M., 1954: Stratigraphical and paleontological studies of the later Paleozoic calcareous algae in Japan. *7. Sci. Rep. Saitama Univ.*, [B], **1**, 177-221.
- FLÜGEL, E., 1981: Lower Permian *Tubiphytes*/*Archaeolithoporella* buildups in the southern Alps (Austria and Italy). *Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, no. 30, 143-160.
- , 1982: *Micorofacies analysis of limestones*. 633p., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- 藤本治義・鹿沼茂三郎・猪郷久義, 1962: 飛驒山地の上部古生界について。飛驒山地の地質研究, 44-70.
- Geological Society of America, 1984: Rock-Color Chart.
- 堀保健爾・佐野弘好, 1989: 岐阜県郡上八幡の美濃帯ペルム系石灰岩。日本地質学会第 96 年学術大会演旨,

119.
猪郷久治, 1979: 美濃帯東部のコノドントによる層序ならびに地質構造の再検討. 日本の二畳系ならびに三畳系におけるコノドントとナマコの骨片による生層序, 鹿沼茂三郎教授退官記念論文集, 103-113.
- IGO, H., 1981: Permian conodont biostratigraphy of Japan. *Paleont. Soc. Japan. Spec. Pap.*, no. 24, 50.
- , 1989: Mixed conodont elements from Hachiman Town, Mino Terrane, central Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan*, N. S., no. 156, 270-285.
- ISHIGA, H., 1986: Late Carboniferous and Permian radiolarian biostratigraphy of southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **29**, 89-100.
- 勘米良亀齡, 1983: 西南日本上部古生界の堆積造構過程に関する一問題—外来堆積体の付加—. 日本地質学会西日本支部第100回例会記念シンポジウム論文集, 67-76.
- KANUMA, M., 1958: Stratigraphical and paleontological studies of the southern part of the Hida plateau and the north-eastern part of the Mino mountainland. *Jubilee Publ. Comm. Prof. H. Fujimoto*, 1-48.
- 小林文夫, 1979: 栃木県葛生地域の鍋山石灰岩の岩相と堆積環境について. 地質雑, **85**, 627-642.
- 大塚 勉, 1985: 長野県美濃帯北東部の中・古生界. 地質雑, **91**, 583-598.
- OZAWA, T., 1987: Permian fusulinacean biogeographic provinces in Asia and their tectonic implications. In TAIRA, A. and TASHIRO, M., eds.: *Historical Biogeography and Plate Tectonic Evolution of Japan and Eastern Asia*. 45-63, TERRA PUB, Tokyo.
- SANO, H., 1988a: Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part I. Chert facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 697-709.
- , 1988b: Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part II. Limestone facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 963-976.
- , 1989a: Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part III. Limestone-breccia facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 527-540.
- , 1989b: Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part IV. Supplements and concluding remarks. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 595-602.
- SCOFFIN, T. P., 1987: *An introduction to carbonate sediments and rocks*. 274p., Blackie, Glasgow-London.
- TAIRA, A. and TASHIRO, M., 1987: Late Paleozoic and Mesozoic accretion tectonics in Japan and eastern Asia. In TAIRA, A. and TASHIRO, M., eds.: *Historical Biogeography and Plate Tectonic Evolution of Japan and Eastern Asia*. 1-43, TERRA PUB, Tokyo.
- 脇田浩二, 1982: 九頭竜川最上流地域-郡上八幡西方地域に産するジュラ紀放射虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 5, 153-171.
- , 1984: 5 万分の 1 地質図幅「八幡」及び同説明書. 地質調査所, 89p.
- WAKITA, K., 1988: Origin of chaotically mixed rock bodies in the Early Jurassic to Early Cretaceous sedimentary complex of the Mino terrane, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **39**, 675-757.
- WILSON, J. L., 1975: *Carbonate facies in geologic history*. 471p., Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin.
- 山本博文, 1985: 根尾南部地域および伊吹山地域の美濃帯中・古生層. 地質雑, **91**, 353-369.

(要 旨)

堀保健爾, 1990: 岐阜県郡上八幡の美濃帯ペルム系石灰岩の岩相・生相と堆積環境. 地質雑, **96**, 437-451. (HORIBO, K., 1990: Petrography and depositional environment of Permian limestone of Mino terrane, Gujo-Hachiman, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **96**, 437-451.)

岐阜県郡上八幡地域の美濃帯ペルム系石灰岩の層序・岩相・時代を記述し, 堆積環境を考察した. 本地域の石灰岩を生砕石灰岩からなる堀越峠層と石灰岩角礫岩を主として, 生砕石灰岩・緑色岩を伴う安久田層に区分した.

堀越峠層(ペルム紀古世後期~中世前期)石灰岩の大半は藍藻・緑藻・紡錘虫・二枚貝・ウミユリを含む lime-mud/wackestone である.

安久田層(ペルム紀古世後期)生砕石灰岩の多くは *Tubiphytes* に富む lime-wacke/packstone で, ペロイドを多く含む lime-grainstone を挟む. 石灰岩角礫岩は角張った大小雑多な石灰岩角礫とごく少量の細粒石灰質基質からなる. 両層の石灰岩はごく浅海の堆積物である. 堀越峠層はラグーンないし sand bar に, 安久田層生砕石灰岩はバンク縁辺部に堆積した. また安久田層石灰岩角礫岩はバンク前面での崖錐性堆積物に帰せられる.

Explanation of Plates

Plate I Thin-section photomicrographs of bioclastic limestones of Horikoshitoge Formation. Stratigraphic positions are shown in Fig. 4. All scale bars represent 1 cm.

1. Bivalve lime-mudstone.
Most of skeletal debris are bivalve and gastropod shells. Matrix is aphanitic lime-mud rich in organic matter. Sample 24.
2. Bioclastic peloidal lime-wackestone.
Abundant peloids of micrite are embedded within lime-mud matrix together with crinoid and bryozoa debris. Sample 66.
3. Algae-fusuline lime-mudstone.
Fusulines and calcareous algae are embedded within poorly sorted lime-silt matrix. Sample 33.
4. Algal lime-mudstone.
Green alga, *Koninkopora* sp., denoted by arrows is discerned. Sample 28.
5. Calcsphere lime-mudstone.
Laminated skeletal debris are composed of calcspheres. In the lower part thin-shelled bivalve fragments and smaller foraminifers are associated. Sample 22.

Plate II Thin-section photomicrographs of bioclastic limestone and limestone-breccia of the Akuda Formation. Stratigraphic positions are shown in Fig. 6.

1. Platy phylloid algae rich bioclastic lime-grainstone.
Various kinds of bioclasts, including fusulines, bivalves, calcareous algae, and smaller foraminifers, and peloids, among which platy phylloid algae are most abundant; cemented by sparry calcite. Sand size peloids are mostly of *Girvanella* origin. Sample 8. Scale bar 1 cm.
2. *Tubiphytes* lime-wackestone.
Contained are *Tubiphytes* (denoted by arrows) and its debris and crinoids in matrix composed of fine lime-sand and silt. Sample 28. Scale bar 1 cm.
3. Close-up view of *Tubiphytes carinthiacus* (FLÜGEL).
Note web-like network structure of *carinthiacus* (1). *T. obscurus* MASLOV is also contained (2). Same sample as that of Pl. II-2. Scale bar 1 mm.
- 4, 5. Close-up view of *Tubiphytes obscurus* MASLOV.
Tubiphytes debris is composed of cloudy micrite. Note faint concentric structure and sparite-filled, small central tubes. Sample 24. Scale bar 1 mm.

Plate III Thin-section photomicrographs of algal bindstone and close-up view of filamentous blue-green algae. Lower to middle member of Horikoshitoge Formation. Stratigraphic positions are shown in Fig. 4.

- 1, 2. Algal bindstone.
Bindstone layer composed of *Tubiphytes*(1) and stromatoporoids?(2). The matrix consists of filamentous blue-green algae. Sample 60. Scale bar 1 cm.
3. Close-up view of filamentous blue-green algae.
Note colonized filamentous blue-green algae forming algal felts or sheets. Sample 20. Scale bar 1 mm.

Plate IV Polished slabs of limestone-breccia of the Akuda Formation. Scale bars are 5 cm.

Limestone-breccia consists of angular- and irregular-shaped, unsorted limestone clasts with various lithologies, and has a chaotic and dense-packed fabric. The sparse matrix is composed of grey lime-mud (1) and red calcareous clay (2).