

飛騨外縁帯のシルル系・デボン系放射虫生層序

Silurian and Devonian radiolarian biostratigraphy of the Hida Gaaien belt, central Japan

Abstract

栗原敏之*

Toshiyuki Kurihara *

2004年4月28日受付.

2004年7月27日受理.

* 新潟大学理学部地質科学科

Department of Geology, Faculty of Science,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

Silurian and Devonian radiolarian biostratigraphy was studied for tuffaceous clastic rocks developed in the Fukuji - Hitoegane and Kuzuryu Lake - Upper Ise River areas of the Hida Gaaien belt, central Japan. The objective of the study was to improve chronostratigraphic calibration of these intervals and to discuss local correlation among the Middle Paleozoic strata in Japan. Radiolarian zones characterized by eight distinctive assemblages have been defined in the seven measured sections, as follows: *Haploaeniatum tegimentum* - *Syntagnetactinia excelsa* (middle to upper Llandovery), *Fusalfanus osobudaniensis* - *Secuicollacta itoigawai* (lower Ludlow), *Zadrappolus spinosus* - *Praespongocoelia parva* (lower or middle Ludlow), *Stylosphaera* (?) *magnaspina* (upper Ludlow), *Pseudospongoprimum* (?) *tauersi* (lower to middle Pridoli), *Futobari solidus* - *Zadrappolus tenuis* (lower or middle Pridoli to Lower Devonian), *Palaeoscenidium ishigai* - *Deflantrica furutani* (Lochkovian or Pragian to lower Emsian), and *Pactarentinia intermedia* - *Pactarentinia igoi* (lower Emsian) Assemblage Zones. Age control is based on the stratigraphic relationship between the zones, other fossils, and correlation with other radiolarian zones established in the southern Urals, west Texas, and the Kurosegawa belt, Southwest Japan.

Biostratigraphic correlations clearly show that Ludlow to Emsian tuffaceous clastic rocks of deep-water origin in the Hida Gaaien belt are exceedingly similar to those in the Kurosegawa and South Kitakami belts in depositional age. It provides a constraining link between these terranes during the early evolutionary stage of their geologic history.

Key words: Devonian, Fukui Prefecture, Fukuji - Hitoegane area, Gifu Prefecture, Hida Gaaien belt, Kuzuryu Lake - Upper Ise River area, radiolarian biostratigraphy, Silurian

はじめに

中部・北陸地方の飛騨外縁帯に属する地層の中で、石灰岩相のデボン系と凝灰質碎屑岩相のシルル系・デボン系（一部はオルドビス系に及ぶ）は、西南日本内帯の他の地域では見られない地質体として、この地帯を特徴づける構成要素となっている。前者については、保存良好な大型化石を多産することから、1950年代以降、生層序・古生物学的検討が精力的に進められてきた。これに対し、後者の実体が明らかになってきたのは、時代を決定できる古生物学的証拠が示された1990年代後半以降である（例えば、東田・小池, 1997; 栗原・指田, 1998; 田沢ほか, 2000）。こうした地質情報の偏りは、後者の詳細な時代論に放射虫生層序研究の進展が不可欠であったとはいえ、サンゴ等の古生物地理論と相まって、「飛騨外縁帯のシルル系・デボン系は南部北上帯や黒瀬川帯の同時代層と著しく異なるものである」という印象をもたらし、日

本列島の構造発達過程におけるこの地質体の確たる位置づけを遅らせる一因になったと考えられる。

古生代放射虫の生層序学という視点から見ると、飛騨外縁帯は、世界的に先駆的なシルル系・デボン系放射虫生層序・記載学的研究であったFurutani (1990)の研究が行われた地域として、同様の研究が行われた黒瀬川帯(Wakamatsu et al., 1990)とともに研究史上、重要な地位を占めている。Furutani (1990)による放射虫化石群集の研究は、後にNoble (1994)から指摘されたように、検討セクションの連続性が乏しいことや独立した時代を決定する証拠を欠いていたことによる時代論の問題を抱えていた。しかし、7属21種に及ぶ新属新種が記載されたFurutani (1990)の研究が、黎明期のシルル系・デボン系放射虫学に対し大きな貢献を果たしたことは明らかである。現在、上部シルル系で広く使用されているNoble (1994)の化石帯において、分類や生層序層準を規定する分類群の選別にこの先行研究の結果が深く考

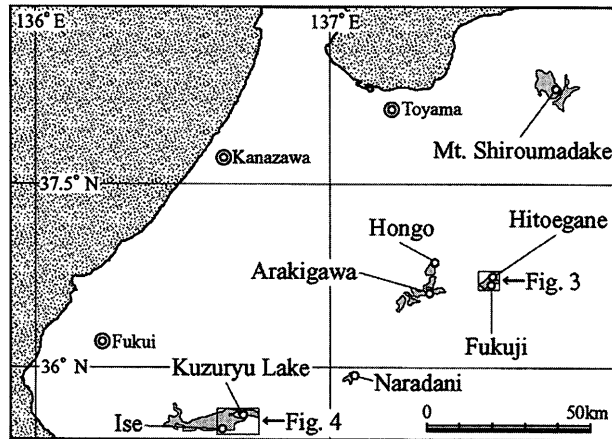


Fig. 1. Index map showing the Hida Gaian belt. The rocks of this belt occur in the gray areas.

慮されていることから、その影響がうかがえる。

近年、黒瀬川帯のシルル系・デボン系では Umeda (1998c) により化石帯が設定され、その増補改訂が進められている (梅田ほか, 2002)。また、オーストラリア東部のデボン系においても生層序資料が蓄積された (Stratford and Aitchison, 1997; Aitchison et al., 1999)。このような過程を経て、オルドビス系～デボン系の標準化石帯の提唱 (Noble and Aitchison, 2000) や前～中期古生代放散虫の消長に関する研究 (梅田, 2002) 等、包括的な議論が急速に進められた。しかし、各地で設定された化石帯の時代論には未だ問題点が多く残されており、また、産出報告が極端に少ない期間もある。この点、Furutani (1990) に始まる飛騨外縁帯で行われてきた研究の成果は、含放散虫岩の時代幅がシルル紀からデボン紀の広範に及ぶことや報告の少ないシルル紀末期～前期デボン紀の資料を提供していること等、飛騨外縁帯におけるシルル系・デボン系放散虫化石帯の確立が今後の生層序研究に対し大きな意義をもつことを示している。

このような背景の下、筆者は 1997 年より伊勢 (九頭竜湖～伊勢川上流) 地域と福地^{ひとえがね} (Fig. 1) のシルル系・デボン系を対象に放散虫生層序の確立を目的として再検討を行ってきた。その結果、両地域からあわせて 8 つの放散虫化石群集を識別することができた。これまでに群集の幾つかはその産出の意義とともに別個に報告してきたが (例えば、栗原・指田, 1998)、本論では飛騨外縁帯のシルル系・デボン系放散虫生層序を総括することを目的とし、これらの群集によって認定される群集帯を提唱する。以下では、含放散虫岩相のシルル系・デボン系を概観し、検討セクションの岩相・層序を記載する。次に化石帯の定義と特徴について述べ、それらの時代と化石帯に基づく黒瀬川帯・南部北上帯のシルル系・デボン系との対比について議論する。

なお、本論で用いる飛騨外縁帯の定義と分布域の名称については、栗原 (2003a) に従う。

飛騨外縁帯のシルル系・デボン系放散虫生層序の研究史

飛騨外縁帯のシルル紀・デボン紀放散虫化石は、Igo et al.

(1980) によって福地のオソブ谷支流一の谷に露出する凝灰質泥岩から最初に報告^{*}・図示された。Igo et al. (1980) は放散虫化石を含む地層を吉城層と命名し、貝形虫化石に基づきオルドビス系とした。彼らは放散虫化石群集もオルドビス紀からシルル紀を示す可能性があることを述べ、群集のある構成種はオルドビス紀に生存期間が限られる種に形態的によく似ていることを指摘した。その後、古谷 (1981) は吉城層の群集について、他地域から報告されている群集との対比によって時代を決定することは難しいとしているものの、群集中にシルル紀以降のみから報告されている分類群が含まれることを根拠に、シルル紀の群集である可能性を示唆した。その他、古谷 (1981) はオソブ谷沿いに分布する凝灰岩層にシルル紀からデボン紀に及ぶ可能性のある群集が産出することを述べている。

福地一重ヶ根地域の系統的な放散虫生層序研究は、Furutani (1990) によって行われた。Furutani (1990) は、検討した 4 つのセクションから次の 5 つの放散虫化石群集を識別した。彼が推定した時代順に、*Fusalfanus osobudaniensis* 群集 (前期シルル紀ウェンロック世あるいは後期シルル紀ラドロウ世)、*Spongocoelia parvus* - *Spongocoelia kamitakarensis* 群集 (ラドロウ世)、*Zadrappolus yoshikiensis* 群集 (シルル紀末期あるいは前期デボン紀)、*Stylosphaera* ? sp. A - *Stylosphaera* ? sp. B 群集 (前期あるいは中期デボン紀) および *Stylosphaera* ? sp. C 群集 (中期デボン紀アイフェル期) である。その他、一重ヶ根の凝灰岩層から保存不良の群集 (*Spongocoelia* ? spp. 等) が見出された。また、原山 (1990) も *S. parvus* - *S. kamitakarensis* 群集の放散虫化石を図示している。Furutani (1990) は、これらの群集を含む地層から時代を決定できる他の化石が報告されていなかったため、他地域で報告された群集との比較に基づき時代推定を行った。しかし、生層序学的な知見の蓄積がほとんどなかった 1980 年代の資料に基づく比較であったことや層序関係のわからない孤立した露頭から産出した群集もあったため、群集間の前後関係や時代推定は多くの問題を残すものであった。その後、Noble (1994) は北米テキサス Caballos Novaculite のシルル系における放散虫生層序に基づき、Furutani (1990) が識別した群集の時代を議論した。それによれば、*F. osobudaniensis* 群集、*S. parvus* - *S. kamitakarensis* 群集および *Z. yoshikiensis* 群集がウェンロック世～ラドロウ世に対比される化石帯の群集に、*Stylosphaera* ? sp. A - *Stylosphaera* ? sp. B 群集および *Stylosphaera* ? sp. C 群集がラドロウ世～プリドリ世 (後期シルル紀) の化石帯の群集にそれぞれ対比されるという。特に、Furutani (1990) がデボン紀と推定した群集がすべてシルル紀に位置づけられたことが大きな改訂点といえる。

Furutani (1990) の研究以降、生層序の再検討はしばらく行われていなかったが、1990 年代後半から飛騨外縁帯西部の九頭竜湖～伊勢川上流地域におけるシルル系・デボン系層序の再検討が進められた (栗原, 2003a)。これに伴い、後期シルル紀～前期デボン紀放散虫化石 (栗原・指田, 1998; 栗

* 学会講演としては古谷・西山 (1980) がある。

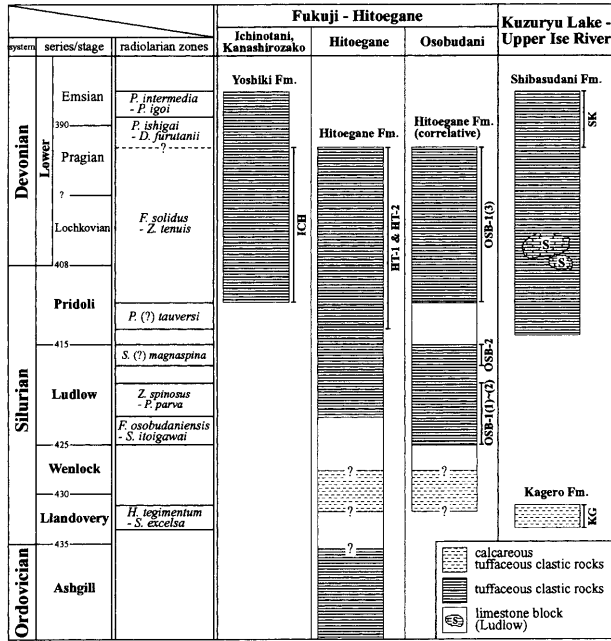


Fig.2. Stratigraphic outline and geologic age of Silurian and Devonian radiolarian-bearing tuffaceous clastic strata in the Hida Gaian belt. Data are from Tsukada (1997) and Kurihara (2003a, b). The chronostratigraphic range of each study section is indicated to the right of the column. Radiometric ages (Ma) are from Odin (1994).

原, 2000; Kurihara and Sashida, 2000a) および前期シルル紀放射虫化石 (Kurihara and Sashida, 2000b) が相次いで報告された。最近, 栗原 (2003b) は福地地域から新たに前期デボン紀を示す群集を報告し, 飛騨外縁帯に広く凝灰質碎屑岩相の下部デボン系が存在することを明らかにした。また, Furutani (1990) が提唱した *Z. yoshikiensis* 群集の時代についても言及し, 前述の Noble (1994) が行った対比に問題があることを指摘した。

飛騨外縁帯では, 上記2地域その他, 本郷-荒城川地域と楢谷地域 (Fig.1) に凝灰岩・碎屑岩相のデボン系が分布するが, 放射虫化石は報告されていない。本郷-荒城川地域に分布する呂瀨層 (田沢ほか, 2000) からは放射虫化石が産出するとされているが (田沢ほか, 1997), 図示されていない。楢谷地域のデボン系林ノ平層 (藤本ほか, 1953) については, 筆者が検討を行ったが, 礫岩中の珪質岩礫から保存不良の球状放射虫が抽出されたのみで, 時代決定に有効な放射虫化石は得られていない。

含放射虫岩相シルル系・デボン系の地質

本研究で検討した福地-一重ヶ根地域と九頭竜湖-伊勢川上流地域の放射虫化石を含む凝灰質碎屑岩相シルル系・デボン系は, Igo et al. (1980) や原山 (1990) が前者の, 河合ほか (1957) や Yamada (1967) が後者の基本的な層序区分の枠組みをつくった。最近, いくつかの再検討結果が公表され (例えば, 東田, 1997; 栗原, 2003a), 層序区分が再編されている段階にある。そのため, 一部の地域に分布する地層では層

序区分に混乱が残っているが, 紙面の都合上その改訂には立ち入らず, 既存の資料を整理し概説するととどめる (Fig.2)。

1. 福地-一重ヶ根地域

本地域の凝灰質碎屑岩相のシルル系・デボン系は, 福地の西方オソブ谷沿い, オソブ谷支流一の谷下流部, 同支流カナシロザコの支流上流部および一重ヶ根東方山塊に分布する (Fig.3)。一の谷下流部に露出する地層は吉城層 (Igo et al., 1980) と命名されており, カナシロザコ支流上流部の地層も吉城層に帰属する可能性が高い (栗原, 2003b)。一重ヶ根東方山塊に露出する地層については, Igo et al. (1980) や田沢・金子 (1991) は吉城層として扱ったが, 原山 (1990) によって一重ヶ根層と命名され, 東田 (1997) の再定義を得た結果, この地層名が定着しつつある。オソブ谷沿いに分布する凝灰質碎屑岩層と随伴する玄武岩質溶岩・火山碎屑岩層については, 原山 (1990) はすべて空山層に含めているが, Tsukada and Takahashi (2000) は前者を一重ヶ根層, 後者を岩坪谷層 (東田, 1997) の西方延長として扱っている。筆者も基本的に彼らと同様な見解をもっているため, 以下ではオソブ谷沿いに分布する地層を「一重ヶ根層相当層」と記述する (Fig.2)。

吉城層 一の谷下流部に模式的に分布し, 凝灰質砂岩泥岩互層や珪長質凝灰岩からなる (Figs.3, 5)。N70°E ~ EW, 55 ~ 85°N の走向・傾斜を有し, 凝灰質砂岩泥岩互層中には北側上位を示す級化層理が観察される。一の谷では約 53 m の層厚をもつが, 上限・下限とも露出を欠いている。周囲に分布するオソブ谷沿いの一重ヶ根層相当層や福地層との関係は不明である。吉城層からは, 放射虫以外の時代決定に有効な化石は報告されていない。後述のように, 一の谷下流部右岸 (ICH セクション), 一の谷下流部左岸斜面およびカナシロザコ支流の上流部から放射虫化石が得られており, その時代はプリドリ世~前期デボン紀のエムス期である。なお, 吉城層の時代論の変遷については栗原 (2003b) が詳述した。

一重ヶ根層 本層は珪長質凝灰岩, 凝灰質砂岩, 凝灰質泥岩およびそれらの互層等からなり, 一宝水北方岩坪谷沿いと一重ヶ根東方山腹の林道沿いに主に露出している (Figs.3, 6)。岩坪谷と一重ヶ根東方山腹の間には細~中粒の斑れい岩が大規模に貫入している。一重ヶ根東方山腹に露出する上部シルル系石灰岩の小岩体 (Kobayashi and Hamada, 1974, 1987) (Fig.3) はしばしば一重ヶ根層 (もしくは吉城層) に含まれるが (Igo, 1990; 東田, 1997), 原山 (1990) も指摘したように, この岩体は斑れい岩中の捕獲岩であるため, 本論では一重ヶ根層から除外しておく。岩坪谷沿いの凝灰質碎屑岩類は一重ヶ根層の中でもより下位に位置づけられ, ENE - WSW ないし WNW - ESE 方向の走向で北に 60 ~ 80°で傾斜し, 凝灰質砂岩泥岩互層中には北側上位を示す級化層理が見られる。一重ヶ根東方山腹の林道沿いの地層は, 走向・傾斜にばらつきがあり褶曲構造の存在が予想されるが, 露出が極めて不良で露頭も孤立していることが多いため, 全体の構造は把握できていない。ただし, 大局的には, 級化層理等によ

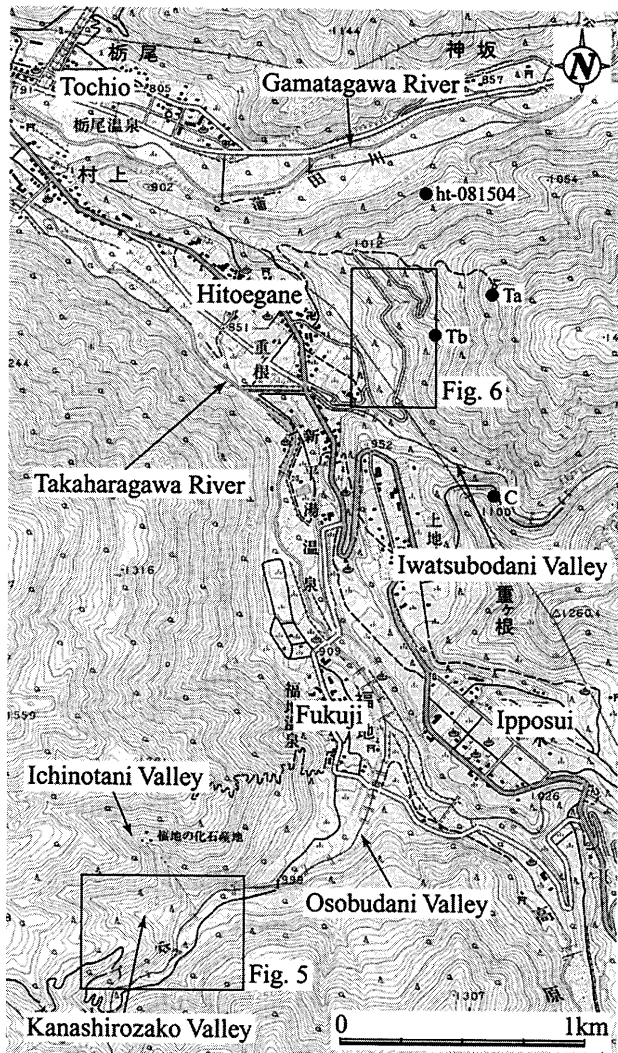


Fig.3. Index map of the Fukuji - Hitoegane area, Gifu Prefecture, central Japan. The topography is from the 1:25,000 scale "Yakedake" map sheet published by the Geographical Survey Institute of Japan. Solid circles indicate fossil localities in the Hitoegane Formation. C: Ordovician conodonts (Tsukada and Koike, 1997), Ta: Late Silurian trilobites (Kobayashi and Hamada, 1974, 1987), Tb: Late Silurian trilobite (Tazawa and Kaneko, 1991), ht-081504: *Futobari solidus* - *Zadrappolus tenuis* Assemblage Zone fauna of this study.

る各露頭の上下判定と今回得られた放散虫化石による時代から北または北西上位で、一重ヶ根層の中でもより上位を占めるものと考えられる。また、一重ヶ根東方山塊の北側斜面では石灰質泥岩や凝灰質砂岩泥岩互層が見られる。放散虫化石以外の時代決定に有効な化石としては、岩坪谷沿いの珪質凝灰岩凝灰質泥岩細互層からオルドビス紀ランビルン世～カラドック世を示すコノドント化石(東田・小池, 1997)が、一重ヶ根東方山腹の凝灰質泥岩・珪質凝灰岩から後期シルル紀ラドrow世ないしプリドリ世の三葉虫化石(Kobayashi and Hamada, 1974, 1987; 田沢・金子, 1991)が報告されている(Fig.3)。また、正確な地点は不明ながら、一重ヶ根東方山塊の北側斜面(Fig.3)からは、前期デボン紀の *Zostero-*

phyllum 属に似た植物化石が産出したとされている(Igo, 1990)。したがって、一重ヶ根層の時代はオルドビス紀ランビルン世ないしカラドック世から前期デボン紀である。放散虫化石は一重ヶ根東方山腹の林道沿い(HT-1, 2セクション等)と一重ヶ根東方山塊の北側斜面から得られた。

オソブ谷沿いの一重ヶ根層相当層 オソブ谷沿いは美濃帯と飛騨外縁帯の境界をなす断層帯となっており、一重ヶ根層の相当層が主に3か所に分断され露頭幅数10m～150m規模で分布している(Figs.3, 5)。それぞれの露頭間には蛇紋岩の小岩体が露出していることもあるが、露出がないことが多く、層序関係に不明な点が多い。一重ヶ根層相当層の露出地点のうち、オソブ谷左岸の標高約1000m付近(Fig.5のCH①)では、石灰質泥岩や炭酸塩粒子に富む凝灰質砂岩、凝灰質泥岩およびそれらの互層が露出する。岩相的には一重ヶ根東方山塊の北側斜面に見られる石灰質泥岩や凝灰質砂岩泥岩互層とよく類似している。これらはN10～30°Wの走向で、東もしくは西に急傾斜している。凝灰質砂岩泥岩互層中に見られる級化層理はこれらが西側上位であることを示す。石灰質泥岩や凝灰質泥岩中には一般に多量の放散虫化石が含まれるが、ほとんどが方解石に置換されており、個体抽出はできない。まれに抽出できるものもあるが、時代決定に有効な種は得られていない。なお、これらは、後述する九頭竜湖-伊勢川上流地域の影路層と岩相的に非常によく類似しているため、下部シルル系である可能性がある(栗原, 2003a)。

オソブ谷左岸の標高約1050～1060m付近(Fig.5のCH②)には一重ヶ根層の上部と岩相的に類似する凝灰質砂岩、凝灰質泥岩およびそれらの互層が分布する。走向・傾斜はN30°W・75～80°SWで、これらも級化層理から判断して西側上位である。一重ヶ根東方の一重ヶ根層より凝灰質砂岩が厚く発達しているのが特徴といえる。オソブ谷沿いの一重ヶ根層相当層からは放散虫以外の時代決定に有効な化石は報告されていない。放散虫化石はオソブ谷左岸の標高1050mと1060mの2地点のセクション(OSB-1, 2セクション)から得られ、その時代はプリドリ世から前期デボン紀に及ぶ。

2. 九頭竜湖-伊勢川上流地域

本地域のシルル系・デボン系は栗原(2003a)によって、下部シルル系影路層、上部シルル系～下部デボン系子馬巢谷層および下部デボン系上穴馬層に区分されている。これらのうち影路層と子馬巢谷層が凝灰質碎屑岩相である。以下では、栗原(2003a)に基づきこれらを概説する(Fig.2)。

影路層 凝灰質砂岩泥岩互層、凝灰質砂岩、凝灰質泥岩および珪質頁岩からなり、九頭竜湖北岸の野尻～影路付近に分布する(Fig.4)。これらの走向は一般にN20～30°Wで、70～85°で北東に急傾斜している。全体の層厚は400m以上である。凝灰質砂岩・泥岩には炭酸塩粒子が多く含まれているのが特徴で、珪質頁岩は石灰質コンクリーションを胚胎することもある。影路層からは放散虫以外の時代決定に有効な化石は見出されていない。放散虫化石は凝灰質泥岩中に多量に含まれるが、ほぼすべて著しく再結晶しているか、殻を方解石で置換されている。後述するKGセクションにおいて、珪質

頁岩に含まれる石灰質コンクリーションから比較的保存良好な放散虫化石が得られており (Kurihara and Sashida, 2000b), 下部シルル系ランドベリー統に対比されている。

子馬巢谷層 本層は砂岩, 泥岩, 珪質泥岩, 凝灰質砂岩泥岩互層および凝灰質砂岩等からなり, 一部に異地性と考えられる石灰岩ブロックを含む。これらは九頭竜湖北岸の子馬巢谷, 此木谷, 大洞谷および伊勢川最上流部の坂ノ谷 (SK セクション: 栗原, 2000 で検討したオイセ谷から約 800 m 西に位置する沢) に分布する (Fig.4)。模式地である子馬巢谷で全層厚 330 m に達するが, 他の分布域では数 10 m 以内である。子馬巢谷において本層の構成岩類は $N70 \sim 80^\circ W$ の走向で, 北, 一部は南に急傾斜している。本層は岩相から下部, 中部, 上部に区分され, いずれも放散虫化石を産するが, 特に細粒な碎屑岩・凝灰岩類が卓越する下部と上部から保存良好な放散虫化石が得られており (例えば, Kurihara and Sashida, 2000a), 全体としてはラドロウ統~エムス階に対比されている。時代決定に有効な他の化石は, 異地性の石灰岩ブロックから後期シルル紀を示す三葉虫化石 (大野ほか, 1977; Kobayashi and Hamada, 1987) が報告されているのみで, 碎屑岩・凝灰岩類からの報告はない。

主要検討セクションの記載

これまでに福地一重ヶ根地域と九頭竜湖-伊勢川上流地域において, 合わせて 68 試料から保存良好な放散虫化石が得られている。以下では放散虫化石群集帯を設定した主要なセクションについて岩相・層序を記載する。また, 試料採取地点を Figs.4, 5, 6 に示す。なお, 九頭竜湖-伊勢川上流地域の KG・SK 両セクションのルートマップはそれぞれ Kuri-

hara and Sashida (2000b), 栗原 (2000) に示してあるので, そちらを参考にされたい。

1. 福地一重ヶ根地域

OSB-1 セクション オソブ谷沿いの一重ヶ根層相当層が露出するこのセクションは, オソブ谷沿い左岸標高約 1050 m 地点に位置する (Figs.3, 5)。Furutani (1990) により最初に放散虫化石が検討されたセクションである。ここには珪長質凝灰岩, 凝灰質砂岩, 凝灰質泥岩および凝灰質砂岩泥岩互層が約 65 m に渡り露出している。見かけ下位から, (1) 凝灰質砂岩を挟む凝灰質泥岩, 一部で凝灰質泥岩と凝灰質砂岩が互層する (5.8 m), 0.5 m 欠如, (2) 凝灰質泥岩 (1.5 m), 1.3 m 欠如, (3) 珪長質凝灰岩 (2 m), 2.5 m 欠如, (4) 凝灰質砂岩 (35 m), 4 m 欠如, (5) 凝灰質泥岩を挟む凝灰質砂岩 (8 m), である (Fig.5)。これらのうち, (1) ~ (3) の柱状図を Fig.7 に示す。(1)・(2) の走向・傾斜は, それぞれ $N30^\circ W \cdot 50 \sim 80^\circ W$, $N10 \sim 25^\circ E \cdot 80^\circ W$ である。凝灰質砂岩泥岩互層において西側上位を示す級化層理が観察される。(4)・(5) は $N65^\circ W \cdot 75 \sim 85^\circ NE$ であるが, 上下判定はできていない。(1) の見かけ下位には蛇紋岩が露出しているが, 境界部付近で露頭が欠如している。(1)・(2) の凝灰質泥岩は, 灰色, 暗灰色, 黒色を呈し, 細かい葉理が発達する。鏡下では, 泥質の基質中に $100 \sim 200 \mu m$ の球状放散虫殻が散在しており, 細粒砂サイズの非常に角張った石英粒子が薄い葉理をなしているのも見られる。凝灰質砂岩は暗灰色で細粒~中粒のワック質砂岩である。一見塊状であるが, 凝灰質泥岩を薄く挟む部分があり, 厚さ数 cm で凝灰質泥岩と互層している場合もある。互層をなす凝灰質砂岩には級化層理が見られる。(3) の珪長質凝灰岩は塊状で, 灰色

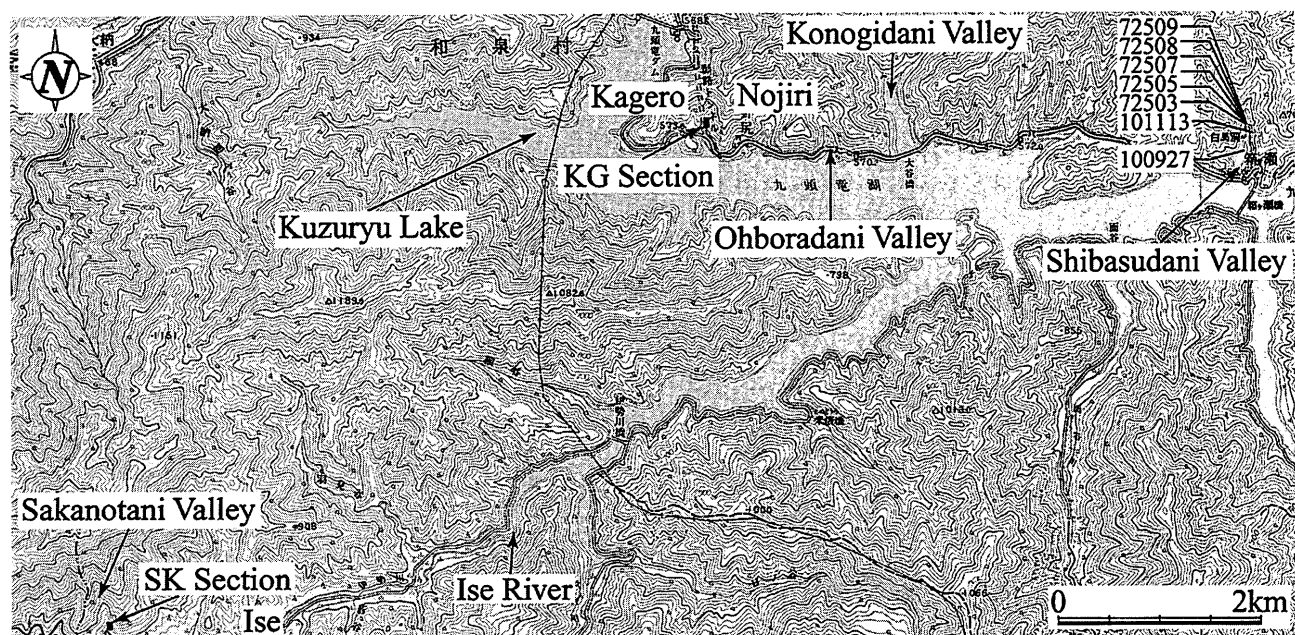


Fig.4. Index map of the Kuzuryu Lake - Upper Ise River area, Fukui Prefecture, central Japan. The topography is from the 1:50,000 scale "Shirotori" and "Arashimadake" map sheets published by the Geographical Survey Institute of Japan. Numbers (72503, 05, 07-9, 101113, 100927) indicate localities of Late Silurian to Early Devonian radiolarian-bearing samples (Kurihara and Sashida, 1998, 2000a).

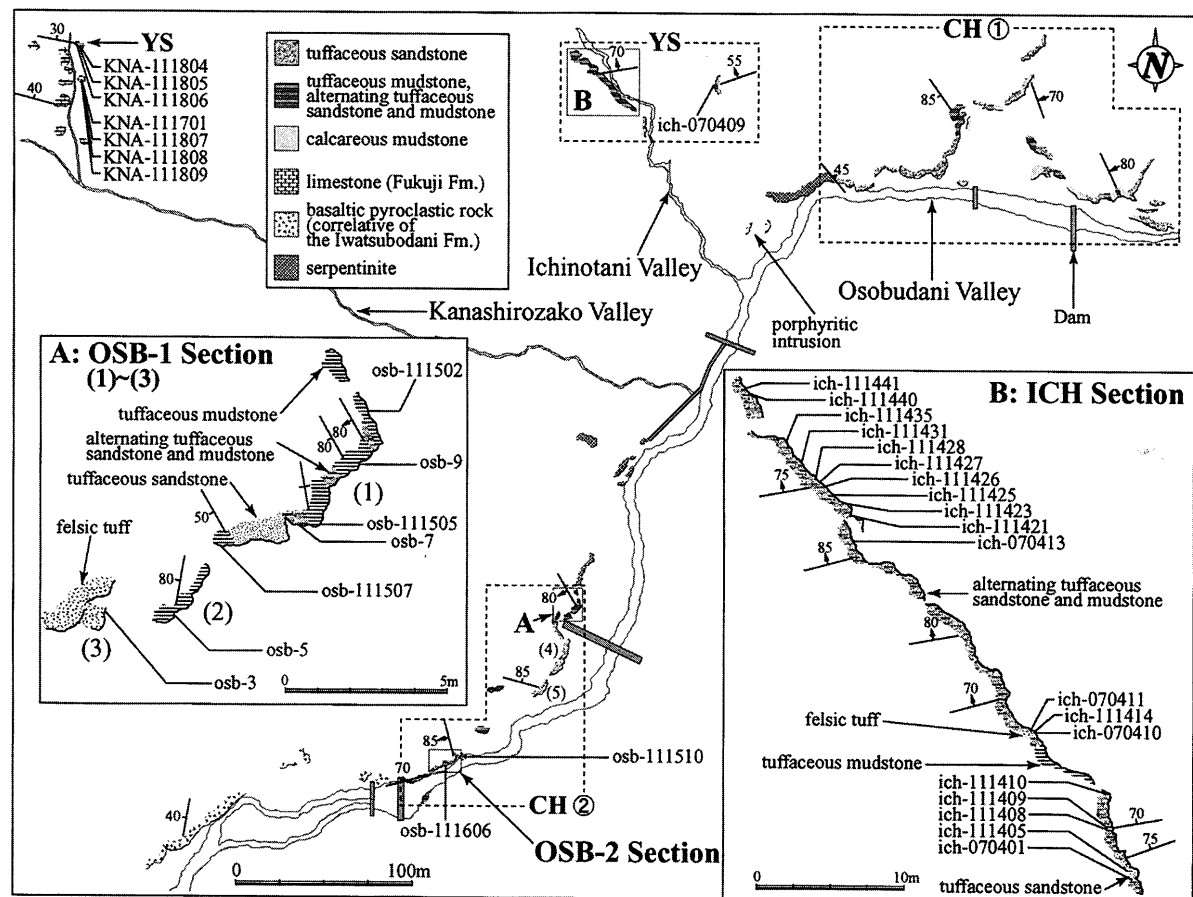


Fig.5. Route map along the Osobudani, Ichinotani, and Kanashirozako valleys. CH: correlative of the Hitoegane Formation, YS: Yoshi-ki Formation. Sample numbers (KNA-111701, 111804-9) indicate Early Devonian radiolarian localities (Kurihara, 2003b).

を呈する。(4)・(5)の厚い凝灰質砂岩は、灰色、暗緑色、暗赤色～暗紫色を呈する中粒～粗粒、一部で細粒の塊状砂岩である。凝灰質泥岩が挟在する(5)の凝灰質砂岩は、岩質的に(1)の凝灰質砂岩と似る。このセクションの地層は、見かけ約60mの厚さをもつが、(1)と(2)がN-S方向に近い走向を持ち西傾斜であるのに対し、(4)と(5)はWNW-ESE方向の走向で北東に傾斜している。化石帯の検討の結果、(2)と(3)の間には他のセクションで見られる2つの化石帯が欠如しており(Fig.7)、一連の層序をもつものではなく、(3)付近の露頭欠如部分に推定される断層によって異なる岩体が接しているものと考えられる。このセクションでは(1)～(3)において約50cm間隔で15試料を採取し、そのうち7試料から放射虫化石が得られ、後述する *Fusalfanus osobudaniensis*-*Secuicollacta itoigawai* 群集帯, *Zadrappolus spinosus*-*Praespongocoelia parva* 群集帯および *Futobari solidus*-*Zadrappolus tenuis* 群集帯を設定した(Figs.5, 7)。

OSB-2 セクション オソブ谷沿い左岸標高約1060m地点に位置するこのセクションには、一重ヶ根層相当層の凝灰質砂岩が主に露出している(Figs.3, 5)。Furutani (1990)によって放射虫化石が報告されているが、詳しい露頭の記載はない。ここで露出する凝灰質砂岩は約15mの層厚をもち、灰

色、緑色、青灰色を呈する中粒から粗粒の、大部分が塊状の砂岩である(Fig.7)。一部に凝灰質角岩を伴う。層理面が見られるところで測定した走向・傾斜は、N-S～N15°W・85°Wである。最下部から7m上位の層準に凝灰質砂岩と泥岩の互層が見られ、岩質はOSB-1セクションの(1)に見られるものとよく似ている。砂岩部は厚さ5～8cmで、一部でブーディングしている。泥岩部の厚さは1～3cmで、放射虫化石が密集している。互層中には、砂岩部から泥岩部に細粒化する級化構造が見られる。このセクションでは極細粒凝灰質砂岩と凝灰質砂岩泥岩互層から3試料を採取し、凝灰質砂岩泥岩互層の泥岩部1試料のみから放射虫化石が得られ、*Stylosphaera* (?) *magnaspina* 群集帯を設定した(Figs.5, 7)。

ICH セクション このセクションは、古城層の模式的な分布域である一の谷下流部右岸に位置する(Figs.3, 5)。Igo et al. (1980)が初めて放射虫化石を報告し、その後、Furutani (1990)が検討した。走向・傾斜はN70°E～EW, 55～85°Nで、凝灰質砂岩泥岩互層中に見られる級化層理は北上位を示す。ここでは、最下部の厚さ約15mの凝灰質砂岩・珪長質凝灰岩の上位に3m程の露頭欠如を介して、ほぼ一連の厚さ約35mの珪長質凝灰岩を挟む凝灰質砂岩泥岩互層が露出している(Fig.5)。凝灰質砂岩は細粒から中粒の角張った石英に富むワッケ質砂岩で、風化面で黄褐色を呈す

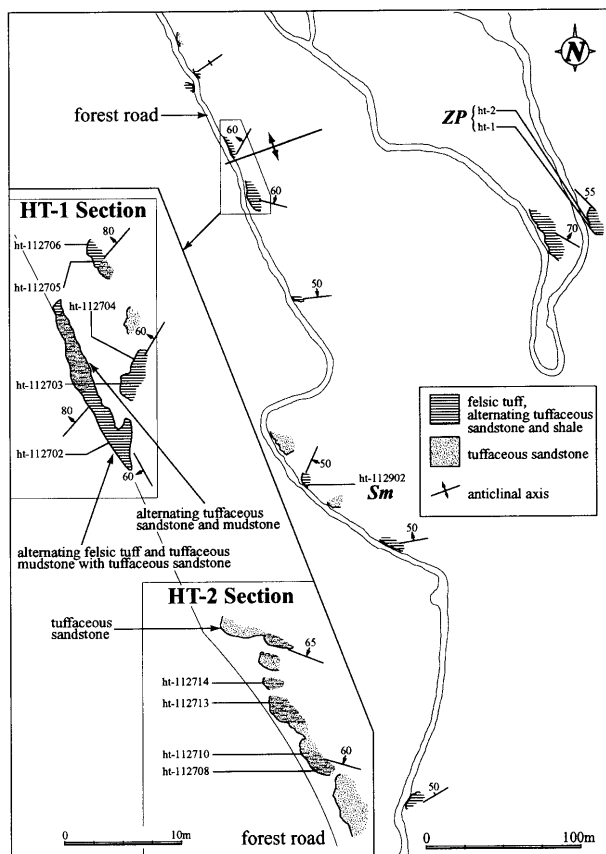


Fig.6. Route map along the forest road in east of Hitoegane. ZP: *Zadrappolus spinosus* - *Praespongocoelia parva* Assemblage Zone, Sm: *Stylosphaera* (?) *magnaspina* Assemblage Zone.

るが、新鮮な面では青灰色である。凝灰質砂岩は単層の厚さ2~3 cm程度で、数mm~数cmの黒色泥岩と互層をなし、一枚の堆積ユニット内で上方細粒化する級化構造および平行葉理が見られ、タービダイト性と判断される。最も細粒になった泥岩部には球状の放散虫殻が含まれている。珪長質凝灰岩は淡緑色で、粗粒な部分には1 cm程の軽石片を含むことが報告されている(原山, 1990)。細粒な部分には葉理が見られ、放散虫化石が多量に含まれている。厚さ約35 mの凝灰質砂岩泥岩互層卓越部のうち、下部と上部の厚さ約10 mの部分は互層の泥岩部が比較的厚いが、中部の約15 mの部分は砂岩勝ち互層あるいは泥岩をあまり挟まない凝灰質砂岩が多い。このセクションでは52 試料を採取し、泥岩部が比較的厚く発達する下部と上部で採取した19 試料から放散虫化石が得られた(Figs.5, 7)。このセクションはすべて *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯である。

HT-1 セクション 一重ヶ根東方山腹に位置するこのセクションには、一重ヶ根層上部層に相当する凝灰質砂岩、凝灰質泥岩、珪長質凝灰岩およびこれらの互層が林道上とその側溝に露出している(Figs.3, 6)。これらはN30°W・60°WからN30~40°E・60~80°Wの走向・傾斜をもっており、全体として東西性の軸をもつ背斜構造をなしている(Fig.6)。

全体の層厚は約14 mである(Fig.7)。このセクションでは、珪長質凝灰岩と凝灰質泥岩がそれぞれ約1~2 cmの厚さでリズムカルに互層しているのが特徴で、このような互層中にはしばしば凝灰質砂岩が挟在している。珪長質凝灰岩や凝灰質砂岩・泥岩は風化が進んでいる部分も多く、黄土色の見かけを呈するが、新鮮な部分では青灰色を呈する。特に細粒な珪長質凝灰岩は透明感がありチャート様の見かけをもつ。このような部分には放散虫化石が多量に含まれている。凝灰質泥岩と互層をなすやや粗粒な珪長質凝灰岩や凝灰質砂岩には上方細粒化する級化構造が発達するため、これらはタービダイト性と考えられる。このセクションでは、主に珪長質凝灰岩・凝灰質泥岩から採取した5 試料すべてから放散虫化石が得られ、*Pseudospongoprunum* (?) *tauersi* 群集帯と *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯を設定した(Figs.6, 7)。

HT-2 セクション このセクションはHT-1 セクションの約15 m南南東の林道沿いに位置する(Figs.3, 6)。厚さ約14 mの凝灰質砂岩と凝灰質砂岩泥岩互層からなる(Fig.7)。走向N75~80°Wで北に65~70°で傾斜するが、互層中に見られる級化層理は南上位を示し、逆転している。HT-1 セクションの背斜の南翼部に相当する(Fig.6)。層準的には、HT-2 セクションの最下部はHT-1 セクションの最上部あるいはやや上位に相当すると考えられる。凝灰質砂岩や凝灰質泥岩は青灰色を呈し、岩質的にHT-1 セクションのものと似るが、凝灰質泥岩は層理面に沿った剥離性を有する。凝灰質泥岩から10 試料を採取し、そのうち4 試料から放散虫化石が得られ、HT-1 セクションに引き続き *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯を設定した(Figs.6, 7)。

2. 九頭竜湖-伊勢川上流地域

KG セクション 影路層の模式地(栗原, 2003a)に位置し、Kurihara and Sashida (2000b) が検討したセクションである(Fig.4)。本セクションでは最下部に凝灰質砂岩が露出し、その上位に、(1) 灰色細粒凝灰岩(0.5 m)、(2) 塊状の灰色~暗灰色中粒凝灰質砂岩(6 m)、(3) 葉理の発達した暗灰色~暗青色細粒凝灰質砂岩(1.5 m)、(4) (2)と同様な砂岩(0.5 m)、(5) 暗灰色~淡緑色珪質頁岩(1 m)、(6) (3)と同様な砂岩(2.5 m)、(7) 暗緑色中粒凝灰質砂岩(1 m)、(8) 黒色(一部風化で白色)凝灰質砂岩泥岩細互層(1 m)、(9) 黒色中粒石灰質砂岩(1.5 m)、(10) (8)と同様な細互層(2.5 m)、(11) 塊状の暗緑灰色粗粒砂岩(2 m)が重なる(Fig.7)。これらの走向はN20~50°Wで、垂直あるいは北または南に急傾斜しており、北東側上位である。本セクションを含めた影路層の岩相記載は栗原(2003a)が行っている。放散虫化石は(1)、(5)、(8)、(10)に含まれるが、殻の著しい再結晶や方解石による置換で個体抽出はできない。本セクションでは(5)の珪質頁岩が胚胎する長径15 cm厚さ6 cmの石灰質コンクリーションからのみ放散虫化石が得られ、*Haplotaeniatum tegimentum*-*Syntagentic-tinia excelsa* 群集帯を設定した(Fig.7)。

SK セクション このセクションは伊勢川上流坂ノ谷左岸沿いに位置し、子馬巢谷層上部層が露出する(Fig.4)。栗原(2000)によって放散虫化石の検討が行われた。それによ

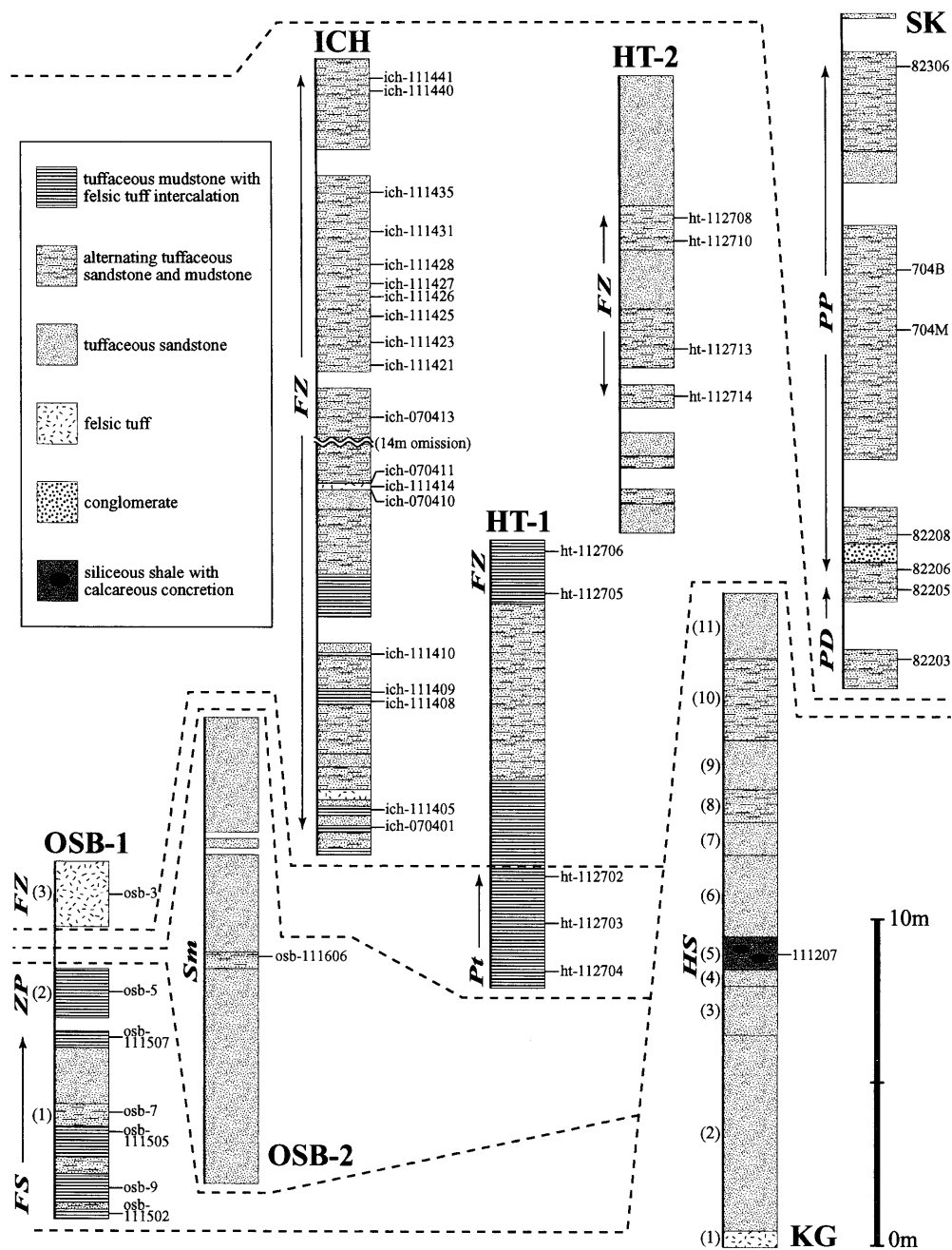


Fig.7. Stratigraphic cross sections of Silurian and Devonian radiolarian-bearing tuffaceous clastic strata in the Hida Gaien belt showing lithology and sample horizons. *HS*: *Haplotaeniatum tegimentum-Syntagentactinia excelsa* Assemblage Zone, *FS*: *Fusulfanus osobu daniensis-Secuicollacta itoigawai* Assemblage Zone, *ZP*: *Zadrappolus spinosus-Praespongocoelia parva* Assemblage Zone, *Sm*: *Stylosphaera (?) magnaspina* Assemblage Zone, *Pt*: *Pseudospongoprimum (?) tawversi* Assemblage Zone, *FZ*: *Futobari solidus-Zadrappolus tenuis* Assemblage Zone, *PD*: *Palaeoscenidium ishigai-Deflantrica furutani* Assemblage Zone, *PP*: *Pactarentinia intermedia-Pactarentinia igoi* Assemblage Zone.

ば、このセクションは層厚約 20 m のやや凝灰質な灰色～暗褐色砂岩と黒色泥岩の互層からなり、石灰岩の細礫を含む礫岩や灰色～灰緑色の凝灰質砂岩を挟む。走向・傾斜は N70～80° W, 35～60° N で、互層をなす砂岩中に北側上位を示す級化層理が観察される。凝灰質な砂岩泥岩互層の岩相は、福地—重ヶ根地域の ICH セクション（吉城層）の凝灰質砂岩泥岩互層とよく似ている。このセクションでは砂岩と互層をなす泥岩 37 試料を採取し、7 試料から放散虫化石が得られ、*Palaeoscenidium ishigai-Deflantrica furutani* 群集帯と *Pactarentinia intermedia-Pactarentinia igoi* 群集帯を設定した (Fig.7)。

放散虫化石群集帯

ここでは上記のセクションにおいて認められた放散虫化石群集に基づき、以下で述べる 8 つの群集帯を提唱する。各セクションの試料から産出した放散虫化石のリストを Table 1 に示す。また、各帯の代表的な構成種の電子顕微鏡画像を Plate I および II に示す。

***Haplotaeniatum tegimentum-Syntagentactinia excelsa* 群集帯** 本帯の群集は、Won et al. (2002) により新設された Haplotaeniidae 科の代表種である *Haplotaeniatum tegimentum* Nazarov and Ormiston と Haplentactiniidae 科の *Syntagentactinia excelsa* Nazarov

Rotasphaeridae 科の *Secuicollacta itoigawai* Furutani で主に構成される群集によって特徴づけられる。 *F. osobudaniensis* は、pylome がある厚く密なスポンジ状の外殻と約 30 本の頑丈な棘で特徴づけられる大型球状放散虫である。 *S. itoigawai* は Rotasphaeridae 科に見られる棘構造 (Noble, 1994) からなる殻をもつ本属の典型的な種である。本帯の群集には、これらの他に次のような種が含まれる。 *Oriundogutta* (?) *kingi* Noble, *Zadrappolus yoshikiensis* Furutani, *Zadrappolus tenuis* Furutani, *Zadrappolus spinosus* Furutani, *Zadrappolus* sp. A, *Zadrappolus* sp. B, *Zadrappolus* sp. C, *Inaniphella* sp. B, *Haplentactinia ozawai* Furutani, *Praespongocoelia parva* (Furutani), *Palaeoactinosphaera* sp., *Secuicollacta horrida* Furutani, *Secuicollacta vulgaris* Furutani, *Secuicollacta* sp., *Cenosphaera hexagonalis* Aberdeen, *Palaeoscenidium* sp., *Goodbodium elegans* Furutani, *Holdsworthum japonicus* Furutani, *Palaeoumbraculum* sp., *Palaeodecaradium* ? sp., *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. C, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. D, *Ceratoikiscum armiger* Furutani および *Helenifore speciosus* (Furutani) である。この群集は Furutani (1990) の *F. osobudaniensis* 群集に相当する。本帯は OSB-1 セクション下部の試料番号 osb-111502 から osb-111507 の層準に認められる (Fig.7)。OSB-1 セクション下部において本帯の下限は不明であるが、上限は群集中で最も一般的に見られる *F. osobudaniensis* の産出の上限で規定される。次に述べる群集帯の特徴種である *Z. spinosus* と *P. parva* は本帯に初産出層準が認められる。

Zadrappolus spinosus-Praespongocoelia parva 群集帯 本帯の群集は、 *Z. spinosus*, *P. parva*, *Zadrappolus hitoeganensis* Furutani の産出で特徴づけられる。 *Z. spinosus* は、殻の直径が 250 μ m に達する大型の球状放散虫で、外殻から生える多数の細く短い棘が特徴である。 *P. parva* は Noble (1994) によって新設された *Praespongocoelia* 属の模式種で、2 極性の主棘と亜球状のスポンジ状殻をもつ。この 2 種は、群集中で産出する個体の 70 % 以上を占める。その他の構成種は、 *Fusalfanus* sp. A, *Z. yoshikiensis*, *Z. tenuis*, *Zadrappolus* sp. A, *Zadrappolus* sp. B, *Zadrappolus* sp. C, *Zadrappolus* sp. D, *O.* (?) *kingi*, *S. horrida*, *S. itoigawai*, *Secuicollacta* sp., *Pseudorotasphaera* sp., *Palaeoactinosphaera antica* Noble および *C. armiger* である。Furutani (1990) の *S. parvus*-*S. kamitakarensis* 群集は本帯の群集に相当する。本帯の下限は上記の特徴種 3 種の共産で規定され、OSB-1 セクションにおいて *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯の上限から約 1.3 m 上位の層準 (試料番号 osb-5) に認められる (Fig.7)。その他、一重ヶ根東方山腹の林道沿いにも本帯は認められる (試料番号 ht-1, 2: Fig.6)。しかし、いずれのセクションでも本帯の上限は不明である。

Stylosphaera (?) magnaspina 群集帯 本帯は、稜一溝構造が発達した太い 2 極性の主棘をもつ *Stylosphaera*

(?) *magnaspina* Noble, *S.* (?) *magnaspina* と同様な主棘を 3 本もつ *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. E および *Z. yoshikiensis*, *Z. tenuis*, *Zadrappolus* sp. A, *Zadrappolus* sp. B, *Zadrappolus* sp. E から構成される群集で特徴づけられる。本帯は OSB-2 セクションの 1 層準 (試料番号 osb-111606) に認められる (Fig.7)。その他、一重ヶ根東方山腹の林道沿いの露頭 (試料番号 ht-112902: Fig.6) から *S.* (?) *magnaspina* が産出するので、本帯として認められる。しかし、各セクションともそれぞれ 1 層準のみから産出しているため、本帯の上限・下限を規定するには至っていない。上記の 2 層準から得られた個体は概して保存不良であるが、OSB-2 セクションの露頭付近で採取した凝灰質砂岩泥岩互層の転石 (試料番号 osb-111510: Fig.5) からは保存良好な個体が得られている。なお、Furutani (1990) は *S.* (?) *magnaspina* を *Stylosphaera* ? sp. A, *Stylosphaera* ? sp. B および *Stylosphaera* ? sp. C の 3 種に分けたが、Noble (1994) が指摘したように、それらは種内変異の範囲にあると考えられる。よって Furutani (1990) の *Stylosphaera* ? sp. A-*Stylosphaera* ? sp. B 群集および *Stylosphaera* ? sp. C 群集は本帯の群集に相当する。

Pseudospongoprunum (?) tauversi 群集帯 本帯の群集は、 *Fusalfanus* sp. A, *Z. yoshikiensis*, *Z. tenuis*, *Z. spinosus*, *Z. hitoeganensis*, *Zadrappolus* sp. A, *Zadrappolus* sp. B, *Zadrappolus* sp. C, *O.* (?) *kingi* 等、多様な Inaniguttidae 科放散虫と *Pseudospongoprunum* (?) *tauversi* Noble の産出で特徴づけられる。 *P.* (?) *tauversi* は、2 極性の主棘とラグビーボール型のスポンジ状殻をもった放散虫である。これらの他、本帯の群集には *P. parva* と *Secuicollacta* sp. が含まれる。本帯は HT-1 セクション下部における試料番号 ht-112704 から ht-112702 の層準に認められる (Fig.7)。下限は不明であるが、上限は *P.* (?) *tauversi* の産出の上限で規定される。Kurihara and Sashida (2000a) が九頭竜湖-伊勢川上流地域の子馬巢谷層下部層から報告した *Pseudospongoprunum sagittatum* 群集 (試料番号 100927: Fig.4) は、群集構成から見て本帯の群集に相当する。

Futobari solidus-Zadrappolus tenuis 群集帯 本帯は、Inaniguttidae 科の *Futobari solidus* Furutani, *Futobari morishitai* Furutani, *Z. tenuis*, *Z. yoshikiensis* を主要な構成種とする群集で特徴づけられる。これらの他に、本帯の群集には *O.* (?) *kingi*, *Oriundogutta* (?) *varispina* Noble, *Z. hitoeganensis*, *Zadrappolus lunaris* Noble, *Zadrappolus* sp. A, *Zadrappolus* sp. B, *Zadrappolus* sp. C, *Zadrappolus* sp. D, *Zadrappolus* sp. E, *Secuicollacta* sp., *Praespongocoelia* sp., *Palaeoscenidium* sp., *G. elegans*, *Goodbodium nishiyamai* Furutani, *H. japonicus*, *Fukujius yamakoshii* Furutani, *Palaeoephippium fukujiensis* Furutani, *Palaeopyramidium* sp., *Palaeoumbraculum* sp., *Palaeodecaradium* ? sp., *C. armiger*, *Ceratoikiscum lyratum* Ishiga および *Ceratoikiscum ichinotaniense* Ishiga が含まれる。本帯の下限

system	series/stage	Nazarov and Ormiston (1993)	Noble (1994)	Umeda (1998c) Umeda et al. (2002)	Noble and Aitchison (2000)	This study		
Devonian	Emsian			<i>P. hindea</i>	Entactiniid Superzone	(assemblages) <i>C. admissarius</i>		
				<i>Glanta fragilis</i>		<i>P. intermedia</i> - <i>P. igoi</i>		
	<i>Trilonche</i> (?) sp. A			<i>H. laticlavium</i>		<i>P. ishigai</i> - <i>D. furutanii</i> - ?		
				<i>Tlecerina-Glanta</i>				
Lower								
390								
Pragian			<i>Futobari solidus</i>					
?								
Lochkovian						<i>F. solidus</i> - <i>Z. tenuis</i>		
408								
Silurian	Pridoli	<i>I. tarangulica</i> - <i>S. cassa</i>	<i>Devoniglansus unicus</i> <i>P. (?) tauversi</i>	<i>P. sagittatum</i>	Postrotasphaerid Zone	<i>H. speciosus</i>		
			<i>Rotasphaeracea</i> <i>D. unicus</i>			<i>Devoniglansus</i> - <i>Pseudospongoprimum</i>	<i>P. (?) tauversi</i>	
	Ludlow		Rotasphaerid Superzone	<i>S. (?) magnaspina</i>		Long-spined inaniguttid Zone 3	<i>S. (?) magnaspina</i>	<i>S. (?) magnaspina</i>
				<i>Praespongocoelia</i> <i>S. (?) magnaspina</i>			<i>Praespongocoelia</i>	<i>Z. spinosus</i> - <i>P. parva</i>
				<i>Praespongocoelia</i>			<i>P. (?) asymmetrica</i>	<i>F. osobudaniensis</i> - <i>S. itoigawai</i>
				<i>P. (?) asymmetrica</i>			<i>I. tarangulica</i>	
	425							
	Wenlock					Long-spined inaniguttid Zone 2		
430		<i>H. tegimentum</i>						
Llandovery				Pylomate-large concentric sphaerellarian Zone 2	<i>Haploaeniatum</i> <i>Haploaeniatum</i> - <i>Orbitulopylorum</i>	<i>H. tegimentum</i> - <i>S. excelsa</i>		

Fig.8. Correlation of radiolarian zones in the Hida Gaien belt with radiolarian zones established in the southern Urals (Nazarov and Ormiston, 1993), west Texas (Noble, 1994), and the Kurosegawa belt, Southwest Japan (Umeda, 1998c; Umeda et al., 2002), and with radiolarian zones of Noble and Aitchison (2000). Radiometric ages (Ma) are from Odin (1994).

は *F. solidus* と *F. morishitai* が産出する最下限で規定され、HT-1 セクションにおいて *P. (?) tauversi* 帯から 8 m 上位の地層 (試料番号 ht-112705) より上位に本帯は認められる (Fig.7)。上限は不明である。この群集は Furutani (1990) の *Z. yoshikiensis* 群集にほぼ相当する。本帯は HT-1 セクションの上位に相当する HT-2 セクション (試料番号 ht-112708, 10, 13, 14; Fig.7), OSB-1 セクション (試料番号 osb-3; Fig.7), 一重ヶ根東方山塊の北側斜面 (試料番号 ht-081504; Fig.3), ICH セクション (試料番号 ich-070401, 111405, 08-10, 070410, 111414, 070411, 13, 111421, 23, 25-28, 31, 35, 40, 41; Fig.7) および一の谷下流部左岸斜面 (試料番号 ich-070409; Fig.5) に認められる。また, Kurihara and Sashida (2000a) が子馬巢谷層中部層から識別した *Zadrapopolus* sp. aff. *Z. spinosus* 群集 (試料番号 101113; Fig.4) は, *Futobari* 属放射散虫を含むため本帯の群集に対比できる。

***Palaeoscenidium ishigai-Deflantrica furutanii* 群集帯** 本帯は, *Palaeoscenidium ishigai* Wakamatsu, Sugiyama and Furutani に代表される骨針状殻をもった Palaeoscenidiidae 科放射散虫と *Deflantrica furutanii* Kurihara and Sashida のような下部半球の骨針状殻に籠状の殻をもつ種からなる群集で特徴づけられる。これら 2 種の他, *Palaeoscenidium simplum* Kurihara and Sashida, *Palaeoscenidium hakogasensis* Kurihara and Sashida,

Palaeoscenidium fragilis Kurihara and Sashida, *Deflantrica solidum* Wakamatsu, Sugiyama and Furutani, *Pactarentinia igoi* Kurihara and Sashida, *Palaeopyramidium ramosum* Kurihara and Sashida, *Palaeoumbraclum hidense* Kurihara and Sashida, *C. lyratum*, *C. ichinotaniense*, *Ceratoikiscum kurosegum* Aitchison, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. C, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. F, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. G が含まれる。本帯は SK セクション下部の 2 層準 (試料番号 82203, 05; 栗原, 2000) に認められる (Fig.7)。また, 転石ではあるが, カナシロザコ支流上流部の凝灰質泥岩 (試料番号 KNA-111701, 111807-9; Fig.5) から得られた群集 (栗原, 2003b の群集 I) は本帯の群集に相当する。SK セクションにおいて, 本帯の下限は不明である。上限は, 構成種の産出区間が上位の *Pactarentinia intermedia*-*Pactarentinia igoi* 群集帯に及んでいるため, ある種の産出範囲をもって明確に規定することは難しい。ただし, 本帯と *P. intermedia*-*P. igoi* 帯の群集は, 後者に *Palaeoscenidium* 型の基本骨格に球状の格子状殻をもった *Pactarentinia intermedia* Kurihara and Sashida と *P. igoi* が普遍的に含まれることで明瞭に区別できる。

Pactarentinia intermedia-Pactarentinia igoi 群集

帯 本帯の群集は、骨針状殻をもつ Palaeoscenidiidae 科放射状散虫に、*P. intermedia* と *P. igoi* が加わった群集組成を特徴とする。*P. intermedia* と *P. igoi* の他に、*P. ishigai*, *P. simplum*, *P. hakogasensis*, *P. fragilis*, *D. solidum*, *D. furutanii*, *P. ramosum*, *Pactarentinia holdsworthi* Furutani, *P. hidense*, *Palaeoephippium* sp., *C. lyratum*, *C. kurosegum*, *C. ichinotaniense*, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. C, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. F, *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. G が含まれる。本帯の下限は、*P. intermedia* の産出の最下限で規定され、SK セクションにおいて前述の *P. ishigai*-*D. furutanii* 帯直上の層準からその上位 (試料番号 82206, 08, 704M, 704B, 82306: 栗原, 2000) に本帯は認められる (Fig.7)。その他、Kurihara and Sashida (2000a) が子馬巢谷層上部層から報告した *Pactarentinia holdsworthi* 群集を産する地層 (試料番号 72503, 05, 07-9: Fig.4) および栗原 (2003b) の群集 II が産するカナシロザコ支流上流部の凝灰質砂岩泥岩互層 (試料番号 KNA-111804-6: Fig.5) も本帯として認定できる。

化石帯の時代

福地—一重ヶ根地域と九頭竜湖—伊勢川上流地域で化石帯を設定した地層は、放射状散虫化石以外に独立して時代を決定できる証拠が少ない。以下では、他地域で設定された化石帯や群集との対比およびその他の化石資料等を総合し、化石帯の時代を考察する (1)。

H. tegimentum-S. excelsa 帯 本帯の時代は、栗原 (2003a) が影路層の放射状散虫化石群集の時代として議論した。以下、その内容を要約すると、(1) 本帯の群集は Nazarov and Ormiston (1993) が識別した *Haplotaeniatum tegimentum* 群集に対比できる、(2) *H. tegimentum* 群集を含む地層は *Monograptus triangulatus* 帯 (ランドベリー統中部) ~ *Monograptus testis* 帯 (ウェンロック統) に対比されている、(3) Noble et al. (1997), Noble et al. (1998) および Noble and Maletz (2000) が報告したランドベリー世前期と後期の群集との比較から、Nazarov and Ormiston (1993) の *H. tegimentum* 群集の時代はランドベリー世中期から後期の前期にほぼ限定される、である。また、Noble and Aitchison (2000) は、ランドベリー統の化石帯 (Pylo-mate-large concentric sphaerellarian Zone 2) を構成する *Haplotaeniatum* 群集の時代をランドベリー世中期としている。これらに基づけば、本帯の時代はランドベリー世中期~ランドベリー世後期の前期である。

F. osobudaniensis-S. itoigawai 帯 Furutani (1990) は、本帯の群集に相当する *F. osobudaniensis* 群集に、Goodbody (1986) がウェンロック世の群集から報告した *Palaeoscenidium flammatum* Goodbody と近縁な種が含まれることを根拠に、その時代をウェンロック世と推定した。その後、本帯を特徴づける *F. osobudaniensis* は、Noble (1994) が Caballos Novaculite で設定した *Palaeoactinosphaera* (?) *asymmetrica* 最下限産出帯と *Praespon-*

gocoelia タクソン区間帯および四国黒瀬川帯の横倉山層群市山層 (梅田, 1998b) から産出が報告されている。特に、Noble (1994) によれば、*F. osobudaniensis* の産出区間は *P. (?) asymmetrica* 帯上半~*Praespongocoelia* 帯下半に限られる。Noble (1994) はこれらの化石帯の時代をコノドント化石産出層準との層序関係に基づきウェンロック世~ラドロウ世としたが、Noble and Aitchison (2000) ではラドロウ世としている。梅田 (1998b) は、市山層が、ラドロウ世前期のサンゴや三葉虫化石を含む深田層に整合的に重なることから、その時代をラドロウ世前期~中期とした。この他、Amon et al. (1995) はラドロウ世前期の *Inanihella tarangulica-Secuicollacta cassa* 群集 (Nazarov and Ormiston, 1993) を再検討し、この群集が本帯の群集とほぼ同じ群集であることを述べている。Amon et al. (1995) は *C. armiger* と *H. speciosus* を記載しているが、本検討の結果、*Zadrappolus* sp. B や *Spumellaria* gen. et sp. indet. sp. D も共通種であることが明らかになった。これらを総合すると、本帯の時代はラドロウ世であり、Amon et al. (1995) が報告した群集との共通性を加味すると、ラドロウ世前期である可能性が高い。

Z. spinosus-P. parva 帯 Furutani (1990) は、本帯の群集に相当する *S. parvus*-*S. kamitakarensis* 群集の時代を、特徴種である *Z. spinosus* や *Praespongocoelia* 属放射状散虫 (原著では *Spongocoelia*) と類似するものがウェンロック世後期~ラドロウ世前期ないしラドロウ世前期の群集中に含まれること (Goodbody, 1982) を主な根拠として、ラドロウ世前期かそれより若い時代と推定した。Noble (1994) は Furutani (1990) の *S. parvus*-*S. kamitakarensis* 群集を各種の産出区間を基に *Praespongocoelia* 帯上半の群集と対比し、Noble and Aitchison (2000) は *Praespongocoelia* 帯の時代をラドロウ世中期と位置づけた。その他、梅田 (1998b) が前述の市山層から *Z. spinosus* や *P. parva* を報告している。本帯を設定した OSB-1 セクションでは、*Z. spinosus* や *P. parva* の初産出層準が *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯内にある。さらに本帯は、露頭の欠如はあるものの、*F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯より約 1.3 m 上位の層準に認められる (Fig.7)。したがって、本帯の時代は *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯よりやや若いラドロウ世前期ないし中期と考えられる。なお、本帯が認められた一重ヶ根層上部層からは、ラドロウ世後期あるいはブリドリ世およびラドロウ世中期~後期を示す三葉虫化石 (Kobayashi and Hamada, 1987; 田沢・金子, 1991) が報告されている (Fig.3)。これらが産出した層準は、本帯との層序関係が不明であるため時代論の根拠として用いることはできないが、三葉虫化石から求められる時代は、上で推定した本帯の時代と大きく矛盾しない。

S. (?) magnaspina 帯 Furutani (1990) は、稜一溝構造が発達した 2 極性の主棘をもつ *Stylosphaera* ? sp. C を、中部~上部デボン系から報告されていた *Trilonche minax* (Hinde) に代表される entactiniid 類に類似するものと捉え、*Stylosphaera* ? sp. A-*Stylosphaera* ? sp. B 群集および

Stylosphaera? sp. C 群集をそれぞれ前期ないし中期デボン紀、アイフェル期の群集と考えた。しかし、Noble (1994) はこれを否定し、同様の形態をもつ種を *S.* (?) *magnaspina* と命名・記載した。さらに同種の産出区間で特徴づけられる *Stylosphaera* (?) *magnaspina* タクソン区間帯を設定し、コノドント化石産出層準との層序関係からその時代をラドロウ世～プリドリ世とした。筆者は Furutani (1990) も検討した OSB-2 セクションから得た試料にて *Stylosphaera*? sp. C (= *S.* (?) *magnaspina*) の形態を検討し、*Trilonche* 属とは主棘と殻構造が明瞭に異なることを確認しており、Noble (1994) の見解に同意できる。本検討セクションにおいて、本帯と他の化石帯との直接の層序関係は明らかになっていない。Noble (1994) は、彼女の *S.* (?) *magnaspina* 帯を *Praespongocoelia* 帯より上位に、次で述べる *Devoniglansus unicus-Pseudospongoprimum* (?) *tauersi* 間隔帯より下位の層序区間に認めている。この化石帯間の前後関係と対比に基づけば、本帯は *Z. spinosus-P. parva* 帯より上位、*P.* (?) *tauersi* 帯より下位に位置づけられる (Fig.7)。本帯の時代を決定する根拠は今のところ、Noble (1994) の *S.* (?) *magnaspina* 帯との対比のみである。Noble (1994) の *S.* (?) *magnaspina* 帯の時代は、Noble and Aitchison (2000) においてラドロウ世後期とされているので、本帯の時代もラドロウ世後期としておく。

***P.* (?) *tauersi* 帯** 本帯の特徴種である *P.* (?) *tauersi* は、Noble (1994) の *D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯から報告された。*D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯はコノドント化石によりその時代範囲をある程度限定されており、ラドロウ世前期以降、プリドリ世後期以前である (Noble and Aitchison, 2000)。さらに *D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯の直上からはプリドリ世を示すコノドント化石が産出しており (Noble, 1994)、少なくとも *D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯の上部付近はプリドリ統に対比できる。Noble (1994) によれば、*P.* (?) *tauersi* は *D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯の中部～上部に産出区間がある。また同帯の下限を規定する *Devoniglansus unicus* Wakamatsu, Sugiyama and Furutani は下部～中部に産出が認められている。本研究の *P.* (?) *tauersi* 帯では *D. unicus* は見出されていないので、Noble (1994) の *D. unicus-P.* (?) *tauersi* 帯上部に対比できる。したがって、本帯の時代はプリドリ世前期～中期と考えられる。なお、Umeda (1998c) は横倉山層群上流層において *Pseudospongoprimum sagittatum* 帯を提唱した。*P.* (?) *tauersi* は *Pseudospongoprimum sagittatum* Wakamatsu, Sugiyama and Furutani と極めて近縁な種と考えられている。Umeda (1998c) によれば、*P. sagittatum* 帯内で *Devoniglansus* 属の産出の上限が認められるという。よって、Umeda (1998c) の *P. sagittatum* 帯における *Devoniglansus* 属の最終産出層準より上位の部分は、本帯と対比可能である。

***F. solidus-Z. tenuis* 帯** Furutani (1990) は、本帯の群集に相当する *Z. yoshikiensis* 群集を、彼が推定した群集間の前後関係に基づき、その時代をシルル紀末期あるいは前

期デボン紀とした。その後、Noble (1994) は、*Z. yoshikiensis* 群集を *Praespongocoelia-Stylosphaera* (?) *magnaspina* 部分区間帯上部あるいは *Rotasphaerid* 超帯最上部の群集に対比されることを推定し、ラドロウ世の群集と位置づけた。しかし、HT-1 セクションでの検討の結果、本帯の群集は *P.* (?) *tauersi* 帯から 8 m 上位の層準から認められることが明らかになった (Fig.7)。*P.* (?) *tauersi* 帯と *F. solidus-Z. tenuis* 帯の間には岩相に急な変化はなく、その関係はほぼ連続的と考えられる。前述のように、*P.* (?) *tauersi* 帯はプリドリ世前期～中期と考えられる。したがって、本帯の下限の時代もその付近の時代と考えられる。本帯の上限の時代を示す明確な証拠はこれまでのところ見つかっていない。ただし、猪郷・安達 (1981) や Igo (1990) は、本帯の群集が認められた一重ヶ根東方山塊の北側斜面 (Fig.3) において、転石中から前期デボン紀を示す *Zosterophyllum* 属に似た植物化石が産出したことを述べている。したがって、本帯の上限の時代は前期デボン紀に及ぶと考えられる。以上、本帯の時代はプリドリ世前期～中期から前期デボン紀のある時期で、少なくともエムス期後期には確実に異なる群集が出現しているので (梅田ほか, 2002; Lipnitskaya, 2003)、それ以前と推定される。Umeda (1998c) が横倉山層群中畑層で設定した *Futobari solidus* 帯は、群集構成から本帯に対比できる。なお、Noble and Aitchison (2000) は、下部デボン系に Entactiniid 超帯を設定しているが、その群集と詳細な時代までは述べられていないので対比を議論できる段階にはない。ただし、Inaniguttidae 科放射散虫で特徴づけられる *F. solidus-Z. tenuis* 帯の時代が前期デボン紀に及んでいるので、下部デボン系基底に置かれた Entactiniid 超帯の下限については再考を要する。

***P. ishigai-D. furutani* 帯** 本帯と次に述べる *P. intermedia-P. igoi* 帯の群集は、Palaeoscenediidae 科の放射散虫が卓越することで特徴づけられる。本科が卓越する群集は、横倉山層群中畑層における *F. solidus* 帯の上位に設定された *Trilonche* (?) sp. A 帯～*Protoholoeciscus hindea* 帯 (Umeda, 1998c) で認められているが、中畑層では時代決定に有効な他の化石は見つかっていない。本帯の群集は、種構成から上記の *Trilonche* (?) sp. A 帯上半の群集に対比できる。栗原 (2003b) はこの群集について、以下のような Umeda (1998c) 等による黒瀬川帯の検討結果を根拠とし、時代を推定した。(1) Umeda (1998c) が *Trilonche* (?) sp. A 帯の指標種とした *Trilonche* (?) sp. A は、Kiessling and Tragelehn (1994) によって報告されたエムス期前期の球状放射散虫と同種である。(2) 梅田ほか (2002) は、*P. hindea* 帯の群集より若い群集の時代をコノドント化石に基づきエムス期後期と決定した。(3) Aitchison et al. (1996) が *Trilonche* (?) sp. A 帯から報告した碎屑粒子のジルコンの放射年代が 408.9 ± 7.6 Ma (シルル紀-デボン紀境界付近: Odin, 1994) で、この年代がおおよその下限となる、等である。これらに基づけば、*Trilonche* (?) sp. A 帯の時代は、(2) と (3) からシルル紀-デボン紀境界付近からエムス期後期以前のある時代に限定され、(1) からエムス期前期付近

であると推定できる。ただし、(1)については、*Trilonche* (?) sp. A がエムス期前期の球状放散虫と同種としても、産出期間を示す資料ではないので時代の決定には今後の資料の蓄積が必要と思われる。ここでは、本帯の下位に位置づけられる *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯の時代が前期デボン紀に及んでいると考えられるので、本帯の時代幅として前期デボン紀のロッコブ期ないしプラグ期のある時期からエムス期前期を考慮しておく。

P. intermedia-P. igoi 帯 本帯は、SK セクションにおいて *P. ishigai*-*D. furutani* 帯直上の層準から上位の地層において認められる (Fig.7)。本帯と *P. ishigai*-*D. furutani* 帯の群集は共通する種が多く、時代的にも大きな隔たりはないと考えられる。Furutani (1996) による Palaeosceniidae 科の進化過程の研究によれば、*P. intermedia* のような球状殻をもつ種は *P. ishigai* や *D. furutani* より進化した段階にあるとされ、SK セクションにおける *P. ishigai*-*D. furutani* 帯と本帯の層序関係とも矛盾しない。したがって、本帯は上で推定した *P. ishigai*-*D. furutani* 帯よりやや若い時代のもので、その時代はエムス期前期付近と考えられる。なお、本帯において予察的に有機質殻微化石の検討を行ったところ、胞子化石やカイチノゾア (Plate II の 38, 39) が得られている。これらにより時代を決定するには至っていないが、今後の検討によっては、本帯の時代を限定できる資料になる可能性がある。

飛騨外縁帯と黒瀬川帯・南部北上帯の シルル系・デボン系との対比

従来、黒瀬川帯・南部北上帯のシルル系・デボン系と飛騨外縁帯のデボン系 (福地層) は、珪長質凝灰岩層の存在をもってその関連性が指摘されることはあったが (例えば、浜田, 1959)、飛騨外縁帯の凝灰質碎屑岩相シルル系・デボン系は、その時代論が確立されていなかったこともあり、黒瀬川帯や南部北上帯のシルル系・デボン系との詳細な対比を行った研究は少ない。これまで議論されてきた対比論では、(1) 飛騨外縁帯のオルドビス系～デボン系は、基盤と考えられる苦鉄質・超苦鉄質岩も含めた岩相・層序が南部北上帯の同時代層、特に南部北上帯の北～北東縁部に分布するものと類似する (田沢, 1989, 1993; 東田, 1997) あるいは 3 地帯のシルル系・デボン系は相互に類似しているという見解 (栗原・指田, 1998; 田沢, 2000) と、(2) 黒瀬川帯と南部北上帯のシルル系・デボン系はよく類似しているが、飛騨外縁帯のシルル系・デボン系はそれらと異なる点が多いとする見解 (梅田, 1996b; 永広, 2000)、の大きく 2 つの意見に分かれている。今回の検討によって、飛騨外縁帯の凝灰質碎屑岩相シルル系・デボン系については対比を議論するのに十分な時代論の資料が集められたと思われる。以下では、放散虫化石帯対比の議論を中心に 3 地帯のシルル系～下部デボン系の対比を改めて整理してみる。

下部シルル系については、飛騨外縁帯ではランドベリー統の *H. tegimentum*-*S. excelsa* 帯が認められるが、黒瀬川帯・南部北上帯とも本帯に対比できる地層は見つかっていない

い。しかし、九州黒瀬川帯の祇園山地域において、Wakamatsu et al. (1990) が *Secuicollacta ? exquisita* 群集を見出した凝灰質砂岩泥岩互層は、筆者の観察によれば、*H. tegimentum*-*S. excelsa* 帯を設定した影路層と岩相的によく似ている。Wakamatsu et al. (1990) は *S. ? exquisita* 群集を G2 層 (浜田, 1959) の群集としたが、G2 層最上部からはランドベリー統上部～ウェンロック統下部の産出区間をもつコノドント化石が報告され、さらに G2 層がランドベリー統に対比されることが示唆されている (桑野, 1976)。したがって、祇園山地域の *S. ? exquisita* 群集を含む凝灰質砂岩泥岩互層の時代は、*H. tegimentum*-*S. excelsa* 帯の時代と極めて近い可能性がある。

上部シルル系では、飛騨外縁帯の一重ヶ根層とその相当層にラドロウ統下部～中部の *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯と *Z. spinosus*-*P. parva* 帯が認められる。前述のように、これらの特徴種は黒瀬川帯の横倉山層群市山層からも報告されている (梅田, 1998b)。よって、一重ヶ根層とその相当層の *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯と *Z. spinosus*-*P. parva* 帯は市山層に対比される。また、一重ヶ根層や子馬巢谷層の *P. (?) tauversi* 帯も、Umeda (1998c) が横倉山層群上流層で設定した *P. sagittatum* 帯の一部と対比できる。ところで、市山層の下位には、従来の対比で重視されてきた、市山層と漸移関係にある浅海成石灰岩相の深田層がある (梅田, 1998b)。一重ヶ根層相当層の *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯は、時代的に深田層～市山層漸移層準に近いと思われるが、同帯を設定した OSB-1 セクションに類似する岩相は見られない。ただし、飛騨外縁帯に上部シルル系石灰岩がないわけではなく、一重ヶ根層に貫入する斑れい岩中の捕獲岩として見られる (Kobayashi and Hamada, 1974, 1987; 原山, 1990)。この上部シルル系石灰岩は厚さにして数 m 以内の小岩体であるが、これが本来の地質体としての規模とは考えがたい。*F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯も層序の欠損が多いオソブ谷沿いの地層で設定したものであるため、飛騨外縁帯で、上部シルル系石灰岩と *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯付近の地層が、本来、深田層～市山層のような関係にあったことは一概に否定できない。これとは別に、子馬巢谷層の *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯 (プリドリ世～前期デボン紀) には、異地性のラドロウ統石灰岩ブロックがある (栗原, 2003a)。黒瀬川帯とは石灰岩相～凝灰質碎屑岩相の層序関係が異なるものの、飛騨外縁帯でもシルル系凝灰質碎屑岩層の堆積場近傍に浅海成石灰岩層が存在していたことは明らかである。南部北上帯では、北東縁部の釜石地域に分布する千丈ヶ滝層から *P. (?) tauversi* が報告されており (鈴木ほか, 1996)、一重ヶ根層の *P. (?) tauversi* 帯と対比できる。千丈ヶ滝層の下部は玄武岩質溶岩・火山碎屑岩からなるが (大沢, 1983)、一重ヶ根層も下位に玄武岩類からなる岩坪谷層を伴う (東田, 1997) 点で、両者の層序はよく似ている。また、筆者は、日頃市地域において石灰岩相の川内層 (ラドロウ統) の上位に漸移関係で凝灰質碎屑岩相の大野層が重なるのを確認している。微化石による時代決定には至っていないが、この岩相・層序関係は横倉

山層群の深田層—市山層の関係と似る。したがって、*F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 帯・*Z. spinosus*-*P. parva* 帯と大野層の最下部は対比できる可能性がある。大野層からは *Pseudospongoprunum* 属放射虫も産出するとされるが (梅田, 1996b), 図示されておらず詳細は不明である。

下部デボン系については、飛騨外縁帯では一重ヶ根層とその相当層、吉城層および子馬巢谷層に *F. solidus*-*Z. tenuis* 帯, *P. ishigai*-*D. furutani* 帯および *P. intermedia*-*P. igoi* 帯が認められ、これらは横倉山層群中畑層の *F. solidus* 帯～*Trilonche* (?) sp. A 帯 (Umeda, 1998c) に対比できる。南部北上帯では、飛騨外縁帯の上記化石帯に対比できるものは報告されていないが、*Pactarentinia* 属や *Tlecerina* 属放射虫が大野層や千丈ヶ滝層から報告されており (梅田, 1996a, 1998a), 時代的には近いものと考えられる。相違点としては、飛騨外縁帯では下部デボン系の石灰岩層 (福地層や上穴馬層) が存在するが、黒瀬川帯と南部北上帯の下部デボン系にはそれに相当するものが認められていないことが挙げられる。

以上をまとめると、ラドロウ世～エムス期における凝灰質碎屑岩層の発達状況は、飛騨外縁帯と黒瀬川帯・南部北上帯で非常によく類似している。さらに、黒瀬川帯ではランドベリー統も飛騨外縁帯のものと類似し、南部北上帯では千丈ヶ滝層下部の層序が飛騨外縁帯の岩坪谷層—一重ヶ根層の関係とよく対応する。このように、ラドロウ世以前についても類似点が認められる。全体として、飛騨外縁帯と黒瀬川帯のラドロウ統には粗粒な凝灰質碎屑岩が多いが (例えば、本研究の OSB-1, 2 セクション), プリドリ世～エムス期になると3地帯ともタービダイト性の凝灰質砂岩泥岩互層が卓越する (ICH セクション, 中畑層, 大野層等) ことが特徴といえる。後者はいずれも凝灰質碎屑物がタービダイトとして堆積する深海～半深海域の堆積盆で形成されたと考えられるが、発達状況の同時性は3地帯のシルル系・デボン系が形成時において深く関連していたことを示す。黒瀬川帯と南部北上帯に発達するランドベリー世?～ラドロウ世の浅海成石灰岩層に関しては、飛騨外縁帯にも対比できるものが存在し、その有無をもって上で述べた3地帯の類似性を否定する根拠にはならない。黒瀬川帯と南部北上帯の浅海成石灰岩層はラドロウ世の凝灰質碎屑岩層に覆われるが、飛騨外縁帯の石灰岩層は前期デボン紀まで引き続き堆積していたと考えられる。このような違いは浅海域の形成場における地域的な基盤の変動を反映するものであろう。

残る対比の問題の一つは、黒瀬川帯や南部北上帯におけるシルル系の基盤と見なされる氷上花崗岩のような 440Ma 前後の年代 (後期オルドビス紀アシュジル世～ランドベリー世: Odin, 1994) (Watanabe et al., 1995; 浅川ほか, 1999) をもつ古期花崗岩の存在である。飛騨外縁帯では、今のところ古期花崗岩は認められていない。しかし、村田ほか (1974) が提唱したような古期花崗岩とシルル系の層序関係については、シルル系の基底とされるアルコース質砂岩がペルム紀以降に堆積したものであるという指摘 (鈴木ほか, 1992) や、アルコース質砂岩に氷上花崗岩に見られない文象組織を有す

る岩片が存在する (小林・高木, 2000) といった指摘を考慮に入れた再検討が求められる。また、黒瀬川帯では、時代的に近い、あるいは古期花崗岩より古い時代ともなるランドベリー統の実体を明らかにする必要がある。吉倉 (1982) は横倉山層群市山層～中畑層に貫入する浅所貫入型の花崗岩質岩をシルル系・デボン系の火砕岩と共に一連の火山—深成作用によって形成されたものとして捉えた。古期花崗岩も、その年代からシルル系の直接の基盤ではなく、シルル系・デボン系の凝灰質物質の給源となった火山—深成複合岩体の一部をなしていたと考えることは可能と思われる。古期花崗岩＝シルル系基盤という制約がなくなれば、3地帯における古期花崗岩の有無は決定的な相違点ではなくなる。基盤との関連では、南部北上帯北縁部の早池峰複合岩類とそれを覆うとされるオルドビス系?～シルル系 (永広ほか, 1988) の位置づけも問題として残っている。このオルドビス系?～シルル系は陸源性碎屑岩が卓越する点でこれまで述べてきたシルル系やデボン系と岩相が異なる。さらに時代論の根拠となる資料も少ないため、対比は今後の課題である。

以上述べてきた3地帯間におけるシルル系・デボン系の対比は、相互の類似性が無視し得ないほど高いことを示唆する。これは日本列島の構造発達史のスタート地点に制約を与えるものといえる。しかし、地質構造の改変が多い古い地層や岩体を扱っているがゆえ、その時代論はさらに精緻なものでなくてはならないと考える。放射虫生層序としては、本研究の下部デボン系の化石帯に見るように、時代決定の証拠をまだまだ蓄積しなければならない状況にある。今後はコノドント化石や有機質殻微化石を視野に入れ、対比の精度を上げていく必要がある。

謝 辞

本稿は日本地質学会中部支部平成 15 年度年会シンポジウム「飛騨外縁帯研究の進展と展望」での講演をもとに執筆した。講演の機会を与えて下さった同シンポジウムの世話人である岐阜大学の小嶋 智教授、名古屋大学の竹内 誠助教授および名古屋大学博物館の東田和弘博士に深く感謝する。新潟大学の田沢純一教授、松岡 篤教授、新川 公助教授、植田 勇人博士 (現: 北海道大学) および地球史セミナーの皆様には日頃から議論していただき、有益なコメントをいただいている。筑波大学の指田勝男教授には、筆者が筑波大学地球科学研究科在籍時にご指導いただいた。大阪市立大学の八尾昭教授と姫路工業大学の古谷 裕助教授には本論を査読していただいた。なお、本研究を進めるにあたり平成 13～15 年度文部科学省科学研究費補助金 (特別研究員奨励費) の一部を使用した。記して感謝の意を表する次第である。

文 献

- Aitchison, J. C., Davis, A. M., Stratford, J. M. C. and Spiller, F. C. P., 1999, Lower and Middle Devonian radiolarian biozonation of the Gamilaroi terrane New England Orogen, eastern Australia. *Micropaleontology*, **45**, 138-162.
- Aitchison, J. C., Hada, S., Ireland, T. and Yoshikura, S., 1996, Ages of Silurian radiolarians from the Kurosegawa terrane, southwest Japan

- constrained by U/Pb SHRIMP data. *Jour. SE. Asian Earth Sci.*, **14**, 53-70.
- Amon, E. O., Braun, A. and Ivanov, K. S., 1995, Upper Silurian radiolarians from the southern Urals. *Geol. Palaeontol.*, **29**, 1-17.
- 浅川敬公・丸山孝彦・山元正継, 1999, 南部北上帯, 氷上花こう岩体の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代. 地質学論集, no. 53, 221-234.
- 永広昌之, 2000, 南部北上帯—早池峰構造帯と黒瀬川帯. “古領家帯”. 地質学論集, no. 56, 53-64.
- 永広昌之・大上和良・蟹沢聰史, 1988, “早池峰構造帯” 研究の現状と課題. 地球科学, **42**, 317-335.
- 藤本治義・鹿沼茂三郎・緑川洋一, 1953, 岐阜県清見村のゴトランド系. 東京教育大地誌研報, **2**, 11-16.
- 古谷 裕, 1981, 岐阜県福地地域のオルドビス・シルル系, とくに放射散虫化石について. 加納 博編, 総研 B 「下部古生界—上部原生界」研究報告, 13-16.
- Furutani, H., 1990, Middle Paleozoic radiolarians from Fukuji area, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **37**, 1-56.
- Furutani, H., 1996, Evolution of Palaeoscenediidae and Ceratoliscidae (Radiolaria) in Late Devonian (Preliminary report). In Noda, H. and Sashida, K., eds., *Professor Hisayoshi Igo Commemorative Volume on Geology and Paleontology of Japan and Southeast Asia*, 71-84.
- 古谷 裕・西山寛志, 1980, 岐阜県福地の古生代放射散虫化石. 日本地質学会第 87 年学術大会講演要旨, 135.
- Goodbody, Q. H., 1982, Silurian radiolaria from the Cape Phillips Formation, Canadian Arctic Archipelago. *Third North Amer. Paleont. Convention, Proc.*, **1**, 211-216.
- Goodbody, Q. H., 1986, Wenlock Palaeoscenediidae and Entactiniidae (Radiolaria) from the Cape Phillips Formation of the Canadian Arctic Archipelago. *Micropaleontology*, **32**, 129-157.
- 浜田隆士, 1959, 西南日本外帯ゴトランド系の層序と分帯. 地質雑, **65**, 688-700.
- 原山 智, 1990, 上高地地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 地質調査所, 175p.
- Igo, H., 1990, Paleozoic strata in the Hida “Gaien” Belt. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP Project No. 224, 41-48.
- 猪郷久義・安達修子, 1981, 岐阜県古城郡上宝村福地付近の古生界研究の現状と問題点. 地質雑, **90**, 336-345.
- Igo, H., Adachi, S., Furutani, H. and Nishiyama, H., 1980, Ordovician fossils first discovered in Japan. *Proc. Japan Acad.*, **56**, 499-503.
- 河合正虎・平山 健・山田直利, 1957, 5 万分の 1 地質図幅「荒島岳」および同説明書. 地質調査所, 123p.
- Kiessling, W. and Tragelehn, H., 1994, Devonian radiolarian faunas of conodont-dated localities in the Frankenwald (northern Bavaria, Germany). *Festschrift zum 60. Geburtstag von Erik Flügel*, **50**, 219-255.
- Kobayashi, T. and Hamada, T., 1974, Silurian trilobites of Japan, in comparison with Asian, Pacific and other faunas. *Palaeont. Soc. Japan, Sp. Paper*, no. 18, 155p.
- Kobayashi, T. and Hamada, T., 1987, On the Silurian trilobite faunule of Hitoegane near Fukuji in the Hida Plateau, Japan. *Trans. Proc. Palaeontol. Soc. Japan, N. S.*, no. 147, 131-145.
- 小林靖広・高木秀雄, 2000, 南部北上帯氷上花崗岩類の岩相区分, 構造および岩石化学. 地質学論集, no. 56, 103-122.
- 栗原敏之, 2000, 飛騨外縁帯西部の福井県和泉村伊勢川上流地域から産するデボン紀放射散虫化石. 化石, no. 67, 32-43.
- 栗原敏之, 2003a, 飛騨外縁帯九頭竜湖—伊勢川上流地域における中部古生界の層序と地質年代. 地質雑, **109**, 425-441.
- 栗原敏之, 2003b, 飛騨外縁帯福地地域の“古城層”から前期デボン紀 Palaeoscenediidae 科放射散虫化石の発見とその生層序学的意義. 地質雑, **109**, 635-647.
- 栗原敏之・指田勝男, 1998, 福井県九頭竜湖周辺地域の飛騨外縁帯から産する後期シルル紀および前期～中期デボン紀放射散虫化石とその意義. 地質雑, **104**, 845-858.
- Kurihara, T. and Sashida, K., 2000a, Taxonomy of Late Silurian to Middle Devonian radiolarians from the Kuzuryu Lake district of the Hida Gaien Belt, Fukui Prefecture, central Japan. *Micropaleontology*, **46**, 51-71.
- Kurihara, T. and Sashida, K., 2000b, Early Silurian (Llandoveryan) radiolarians from the Ise area of the Hida “Gaien” Belt, central Japan. *Paleont. Res.*, **4**, 147-162.
- 桑野幸雄, 1976, 黒瀬川構造帯におけるシルル紀コノドントの産出. 国立科博専報, **9**, 17-22.
- Lipnitskaya, T., 2003, Devonian radiolarian finds in western Siberia. *Tenth Meeting of the International Association of Radiolarian Palaeontologists (Interrad X), Abstracts and Programme*, 78-79.
- 村田正文・蟹沢聰史・植田良夫・武田信従, 1974, 北上山地シルル系基底と先シルル系花崗岩体. 地質雑, **80**, 475-486.
- Nazarov, B. B. and Ormiston, A. R., 1993, New biostratigraphic important Paleozoic radiolaria of Eurasia and North America. In Blueford, J. R. and Murchey, B. L., eds., *Radiolaria of giant and subgiant fields in Asia. Nazarov Memorial Volume*. Micropaleontology Spec. Publ., no. 6, 22-60.
- Noble, P. J., 1994, Silurian radiolarian zonation for the Caballos Novaculite, Marathon uplift, West Texas. *Bull. Amer. Paleontol.*, **106**, 55p.
- Noble, P. J. and Aitchison, J. C., 2000, Early Paleozoic radiolarian biozonation. *Geology*, **28**, 367-370.
- Noble, P. J., Braun, A. and McClellan, W., 1998, *Haplotaeniatum* faunas (Radiolaria) from the Llandoveryan (Silurian) of Nevada and Germany. *N. Jb. Geol. Paläontol., Monat.*, 1998, 705-726.
- Noble, P. J., Ketner, K. B. and McClellan, W., 1997, Early Silurian radiolaria from northern Nevada, USA. *Marine Micropaleontol.*, **30**, 215-223.
- Noble, P. J. and Maletz, J., 2000, Radiolaria from the Telychian (Llandovery, Early Silurian) of Dalarna, Sweden. *Micropaleontology*, **46**, 265-275.
- Odin, G. S., 1994, Geological time scale (1994). *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris*, **318**, 59-71.
- 大野照文・岡崎美彦・平尾喜代二, 1977, 福井県和泉村からのシルル紀三葉虫の発見. 地学研究, **28**, 185-191.
- 大沢正博, 1983, “早池峰構造帯”の地質学的研究. 東北大地質古生物研報, **85**, 1-30.
- Stratford, J. M. C. and Aitchison, J. C., 1997, Lower to Middle Devonian radiolarian assemblages from the Gamilaroi Terrane, Glenrock Station, NSW, Australia. *Marine Micropaleontol.*, **30**, 225-250.
- 鈴木和博・足立 守・山後公二・千葉弘一, 1992, 南部北上帯の氷上花崗岩および“シルル・デボン系”砕屑岩中のモナザイト・ジルコン CHIME 年代. 岩誌, **87**, 330-349.
- 鈴木紀毅・高橋大樹・川村寿郎, 1996, 釜石地域の中部古生界から産出するシルル紀後期・デボン紀前期放射散虫化石. 地質雑, **102**, 824-827.
- 田沢純一, 1989, 南部北上山地と飛騨外縁帯の古生層の比較 (予察). 地球科学, **43**, 224-230.
- 田沢純一, 1993, 古生物地理からみた日本列島の先新第三紀テクトニクス. 地質雑, **99**, 525-543.
- 田沢純一, 2000, 飛騨外縁帯・南部北上帯・黒瀬川帯の古生界: 対比と造構史. 地質学論集, no. 56, 39-52.
- 田沢純一・金子 篤, 1991, 飛騨山地福地地域一重ヶ根の凝灰岩から産出したシルル紀三葉虫 *Encrinurus* とその意義. 地球科学, **45**, 61-64.
- 田沢純一・新川 公・古市賢治・三宅幸雄・大倉正敏・古谷 裕・兼子尚知, 1997, 飛騨外縁帯森部地域よりデボン紀床板サンゴ・ウミユリ類の発見. 地質雑, **103**, 399-401.
- 田沢純一・楊 偉平・三宅幸雄, 2000, 飛騨外縁帯のデボン系呂瀬層 (新称) から産出した *Cyrtospirifer* と *Leptophloeum*. 地質雑, **106**, 727-735.
- 東田和弘, 1997, 岐阜県上宝村一重ヶ根地域の古生界の層序と構造. 地質雑, **103**, 658-668.
- 東田和弘・小池敏夫, 1997, 岐阜県上宝村一重ヶ根地域より産出したオルドビス紀コノドント化石について. 地質雑, **103**, 171-174.
- Tsukada, K. and Takahashi, Y., 2000, Redefinition of the Permian strata in the Hida-gaien Tectonic Zone, Fukuji area, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **47**, 1-36.
- 梅田真樹, 1996a, 南部北上帯のデボン系大野層・中里層からの放射散虫化石. 地球科学, **50**, 331-336.
- 梅田真樹, 1996b, 放射散虫化石に基づく黒瀬川帯の中部古生界と飛騨外縁帯・南部北上帯との比較. 月刊地球, **18**, 718-723.
- 梅田真樹, 1998a, 南部北上帯, 釜石地域の千丈ヶ滝層から産出したデボ

- ン紀放射虫化石. 地質雑, **104**, 276-279.
- 梅田真樹, 1998b, 高知県横倉山地域のシルル〜デボン系横倉山層群. 地質雑, **104**, 365-376.
- Umeda, M., 1998c, Upper Silurian - Middle Devonian radiolarian zones of the Yokokurayama and Konomori areas in the Kurosegawa Belt, southwest Japan. *Island Arc*, **7**, 637-646.
- 梅田真樹, 2002, 古生代放射虫の分類と消長史 - 7回の絶滅事件 -. 地質雑, **111**, 33-54.
- 梅田真樹・Furey-Greig, T. M.・Mawson, R.・Talent, J., 2002, オーストラリア東部, Silver Gully 層の下部デボン系放射虫生層序. 日本地質学会第 109 年学術大会講演要旨, 292.
- Wakamatsu, H., Sugiyama, K. and Furutani, H., 1990, Silurian and Devonian radiolarians from the Kurosegawa Tectonic Zone, southwest Japan. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **37**, 157-192.
- Watanabe, T., Fanning, M., Urano, K. and Kano, H., 1995, Pre-Middle Silurian granitic magmatism and associated metamorphism in northern Japan: SHRIMP U-Pb zircon chronology. *Geol. Jour.*, **30**, 273-280.
- Won, M., Blodgett, R. B. and Nestor, V., 2002, Llandoveryan (Early Silurian) radiolarians from the Road River Formation of east-central Alaska and the new family Haploaeniatiuidae. *Jour. Paleontol.*, **76**, 941-964.
- Yanada, K., 1967, Stratigraphy and geologic structure of the Paleozoic formations in the Upper Kuzuryu River district, Fukui Prefecture, central Japan. *Sci. Rep. Kanazawa Univ., Ser. 2*, **12**, 185-207.
- 吉倉紳一, 1982, 黒瀬川構造帯横倉山レンズ状部の地質と薄衣式礫岩. 地質学論集, no. 21, 213-229.

(要 旨)

栗原敏之, 2004, 飛騨外縁帯のシルル系・デボン系放射虫生層序. 地質雑, **110**, 620-639.

(Kurihara, T., 2004, Silurian and Devonian radiolarian biostratigraphy of the Hida Gaien belt, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **110**, 620-639.)

飛騨外縁帯の福地—重ヶ根地域と九頭竜湖—伊勢川上流地域に露出する凝灰質碎屑岩相のシルル系・デボン系において放射虫生層序の検討を行った。7つの主要なセクションで認められた放射虫化石群集に基づき、下部シルル系ランドベリー統から下部デボン系エムス階に対比される計8つの群集帯を設定し、飛騨外縁帯のシルル系・デボン系凝灰質碎屑岩層の時代を詳細に議論した。従来、飛騨外縁帯と黒瀬川帯・南部北上帯のシルル系・デボン系は、凝灰質碎屑岩層の堆積年代やシルル系石灰岩層の有無等、相違点が強調されてきた。しかし、放射虫化石帯に基づく対比から、後期シルル紀ラドロウ世から前期デボン紀エムス期の凝灰質碎屑岩層は、その発達状況において高い類似性があることが明らかになった。この類似性は、3地帯のシルル系・デボン系が形成時において深く関連していたことを示す。

Explanation of Plate

Plate I

- 1-10: Radiolarians from the *Haploaeniatum tegimentum* - *Syntagentactinia excelsa* Assemblage Zone.
- 1, 2. *Haploaeniatum tegimentum* Nazarov and Ormiston (sample 111207, KG Section)
3. *Haploaeniatum* sp. A (sample 111207, KG Section)
4. *Syntagentactinia excelsa* Nazarov and Ormiston (sample 111207, KG Section)
5. *Syntagentactinia afflicta* Nazarov and Ormiston (sample 111207, KG Section)
6. *Oriundogutta* sp. A (sample 111207, KG Section)
7. *Oriundogutta* ? sp. (sample 111207, KG Section)
8. *Inanihella* sp. A (sample 111207, KG Section)
9. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. A (sample 111207, KG Section)
10. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. B (sample 111207, KG Section)
- 11-26: Radiolarians from the *Fusalfanus osobudaniensis* - *Secuicollacta itoigawai* Assemblage Zone.
- 11, 12. *Fusalfanus osobudaniensis* Furutani (11: sample osb-111502, OSB-1 Section, 12: sample osb-9, OSB-1 Section)
13. *Oriundogutta* (?) *kingi* Noble (sample osb-9, OSB-1 Section)
14. *Zadrappolus* sp. A (sample osb-7, OSB-1 Section)
15. *Zadrappolus* sp. B (sample osb-7, OSB-1 Section)
16. *Zadrappolus* sp. C (sample osb-9, OSB-1 Section)
17. *Secuicollacta itoigawai* Furutani (sample osb-7, OSB-1 Section)
18. *Secuicollacta horrida* Furutani (sample osb-7, OSB-1 Section)
19. *Goodbodium elegans* Furutani (sample osb-9, OSB-1 Section)
20. *Holdsworthum japonicus* Furutani (sample osb-9, OSB-1 Section)
21. *Palaeodecaradium* ? sp. (sample osb-9, OSB-1 Section)
22. *Haplentactinia ozawai* Furutani (sample osb-9, OSB-1 Section)
23. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. C (sample osb-9, OSB-1 Section)
24. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. D (sample osb-9, OSB-1 Section)

25. *Ceratoikiscum armiger* Furutani (sample osb-7, OSB-1 Section)
 26. *Helenifore speciosus* (Furutani) (sample osb-7, OSB-1 Section)
 27-37: Radiolarians from the *Zadrappolus spinosus* - *Praespongocoelia parva* Assemblage Zone.
 27, 28. *Zadrappolus spinosus* Furutani (sample osb-5, OSB-1 Section)
 29, 30. *Praespongocoelia parva* (Furutani) (sample ht-2 of Fig.6)
 31. *Fusalfanus* sp. A (sample ht-1 of Fig.6)
 32. *Oriundogutta* (?) *kingi* Noble (sample osb-5, OSB-1 Section)
 33. *Zadrappolus yoshikiensis* Furutani (sample ht-1 of Fig.6)
 34. *Zadrappolus hitoeganensis* Furutani (sample ht-2 of Fig.6)
 35-37. *Secuicollacta* spp. (sample ht-2 of Fig.6)
 Scale bars, A to D, equal to 100 μ m: A applies to 13, 15, 16, B to: 5, 7, 8, 10-12, 14, 26-30, 32, 33, C to 1-4, 6, 9, 17-21, 23-25, 31, 34-37, D to 22.

Explanation of Plate

Plate II

- 1-7: Radiolarians from the *Stylosphaera* (?) *magnaspina* Assemblage Zone.
 1-3. *Stylosphaera* (?) *magnaspina* Noble (1, 2: sample osb-111510 of Fig.5, 3: sample osb-111606, OSB-2 Section)
 4, 5. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. E (sample osb-111510 of Fig.5)
 6. *Zadrappolus yoshikiensis* Furutani (sample osb-111510 of Fig.5)
 7. *Zadrappolus tenuis* Furutani (sample osb-111510 of Fig.5)
 8-15: Radiolarians from the *Pseudospongoprimum* (?) *tauersi* Assemblage Zone.
 8, 9. *Pseudospongoprimum* (?) *tauersi* Noble (sample ht-112702, HT-1 Section)
 10. *Secuicollacta* sp. (sample ht-112703, HT-1 Section)
 11. *Fusalfanus* sp. A (sample ht-112703, HT-1 Section)
 12. *Oriundogutta* (?) *kingi* Noble (sample ht-112703, HT-1 Section)
 13. *Zadrappolus* sp. A (sample ht-112703, HT-1 Section)
 14. *Zadrappolus* sp. B (sample ht-112703, HT-1 Section)
 15. *Zadrappolus* sp. C (sample ht-112704, HT-1 Section)
 16-25: Radiolarians from the *Futobari solidus* - *Zadrappolus tenuis* Assemblage Zone.
 16, 17. *Futobari solidus* Furutani (sample osb-3, OSB-1 Section)
 18. *Futobari morishitai* Furutani (sample osb-3, OSB-1 Section)
 19. *Zadrappolus yoshikiensis* Furutani (sample osb-3, OSB-1 Section)
 20. *Zadrappolus tenuis* Furutani (sample osb-3, OSB-1 Section)
 21. *Zadrappolus* sp. D (sample osb-3, OSB-1 Section)
 22. *Zadrappolus* sp. E (sample osb-3, OSB-1 Section)
 23. *Secuicollacta* sp. (sample ich-111410, ICH Section)
 24. *Goodbodium nishiyamai* Furutani (sample ich-111414, ICH Section)
 25. *Fukujius yamakoshii* Furutani (sample ich-070413, ICH Section)
 26-35: Radiolarians from the *Palaeoscenidium ishigai* - *Deflantrica furutani* Assemblage Zone.
 26. *Palaeoscenidium ishigai* Wakamatsu, Sugiyama and Furutani (sample KNA-111807 of Fig.5)
 27. *Palaeoscenidium simplum* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 28. *Palaeoscenidium fragilis* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 29. *Palaeoscenidium hakogasensis* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 30. *Deflantrica furutani* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 31. *Palaeopyramidium ramosum* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 32. *Palaeoumbraclum hidense* Kurihara and Sashida (sample KNA-111807 of Fig.5)
 33. *Ceratoikiscum ichinotaniense* Ishiga (sample KNA-111807 of Fig.5)
 34. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. F (sample KNA-111701 of Fig.5)
 35. Spumellaria gen. et sp. indet. sp. G (sample KNA-111807 of Fig.5)
 36-39: Radiolarians and chitinozoans from the *Pactarentinia intermedia* - *Pactarentinia igoi* Assemblage Zone.
 36. *Pactarentinia intermedia* Kurihara and Sashida (sample 72507 of Fig.4)
 37. *Pactarentinia igoi* Kurihara and Sashida (sample 72507 of Fig.4)
 38, 39. chitinozoans (sample KNA-111806 of Fig.5)
 Scale bars, A to D, equal to 100 μ m: A applies to 1-4, 12-14, B to 5, 11, 15-17, 21, 30, 33, C to 6-10, 18-20, 22-29, 31, 32, 34-37, D to 38, 39.

Plate I

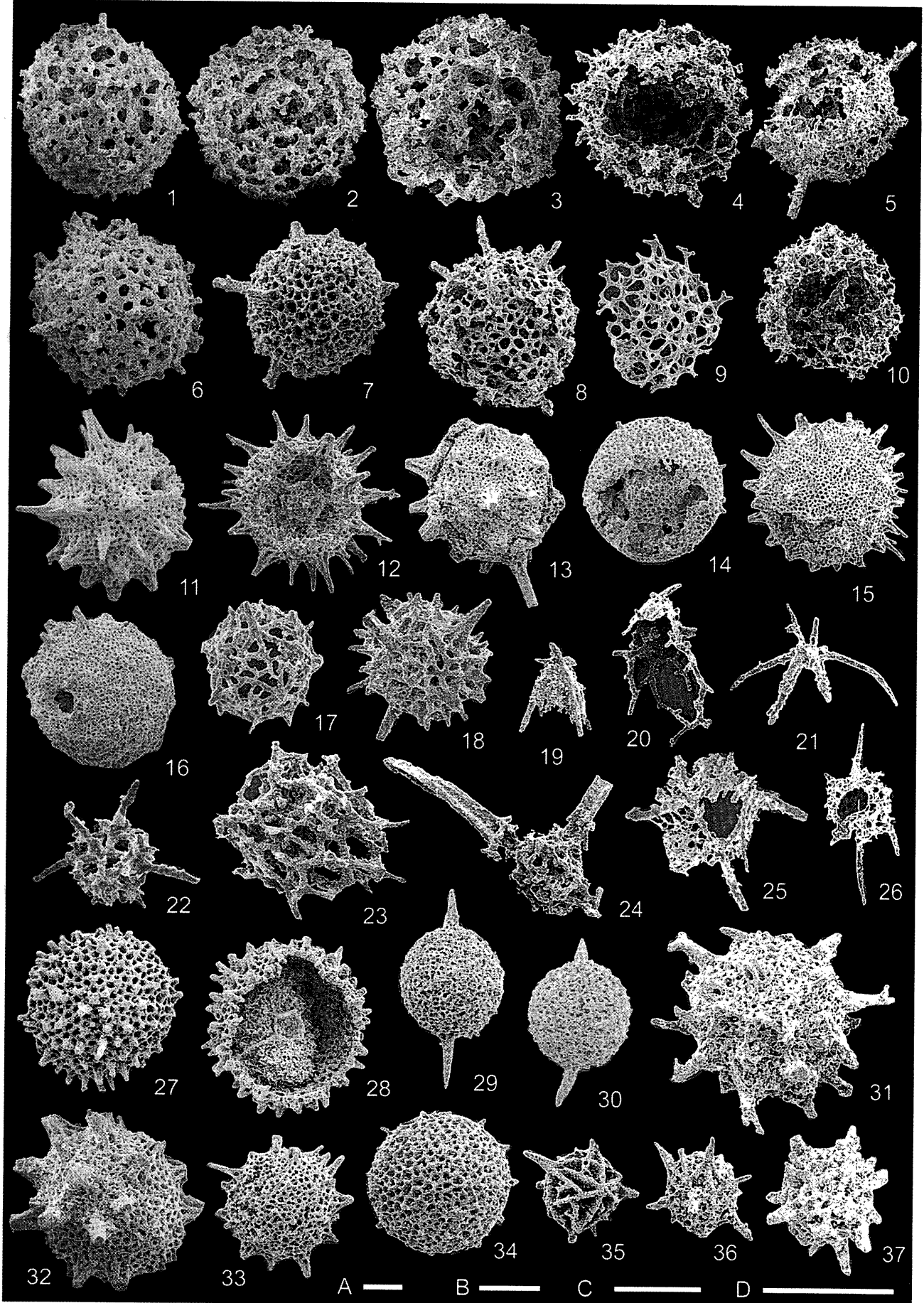


Plate II

