

5万分の1地質図幅「豊橋」地域における秩父帯付加コンプレックスの海洋プレート層序

堀 常東¹

Nobuharu Hori (2004) Oceanic plate stratigraphy of the accretionary complex of the Chichibu Belt in the Toyohashi district, Aichi Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 55(9/10), p.271 - 285, 5 figs., 1 table.

Abstract: Accretionary complex of the Chichibu Belt in the Toyohashi district, Aichi Prefecture, Southwest Japan is tectonostratigraphically divided into Unit A, B and C by Niwa and Otsuka (2001). Based on the radiolarian biostratigraphy, the oceanic plate stratigraphy (OPS) of Unit A and Unit B (Niwa and Otsuka, 2001) is reconstructed. The OPS of Unit A is composed of Lower Permian to upper Middle Jurassic chert, upper Middle Jurassic siliceous mudstone and upper Middle to lower Upper Jurassic mudstone, in ascending order. The OPS of Unit B consists of Lower Permian to lower Middle Jurassic chert, upper Lower to upper Middle Jurassic siliceous mudstone and middle Lower to lower Upper Jurassic mudstone, in ascending order. The duration of the deposition of mudstone of Unit B is much longer than that of the other tectonostratigraphic units of the Jurassic accretionary complexes in Japan. Furthermore, in Unit B, there is a mudstone deposited during Pliensbachian age which is older than the age of the boundary of chert and siliceous mudstone. These suggest that not only Unit B can be subdivided chronologically, but also the reexamination of the tectonostratigraphic division by Niwa and Otsuka (2001) is required.

Keywords: oceanic plate stratigraphy, radiolaria, Chichibu Belt, Toyohashi district, Aichi Prefecture, Southwest Japan

要 旨

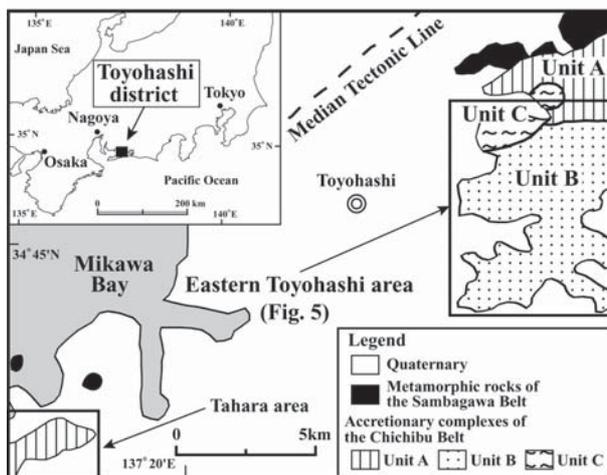
豊橋地域に分布する秩父帯付加コンプレックスのチャート、珪質泥岩及び泥岩からペルム紀 - ジュラ紀の放射虫化石を抽出し、それらの示す年代に基づき海洋プレート層序を復元した。丹羽・大塚 (2001)により区分されたユニット A では、下部ペルム系 - 中部ジュラ系の上部のチャート、中部ジュラ系の上部の珪質泥岩、中部ジュラ系の上 - 上部ジュラ系の下部の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される。ユニット B では、下部ペルム系 - 中部ジュラ系の下部のチャート、下部ジュラ系の上 - 中部ジュラ系の上部の珪質泥岩、下部ジュラ系の中 - 上部ジュラ系の下部の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される。ユニット B の泥岩については、(1)チャートより古い泥岩、(2)長い堆積期間の泥岩が認められる。これらのことは年代的にユニット B を細分することが可能であるのみならず、丹羽・大塚 (2001) の構造層序区分に再考の余地があることを示唆する。

1. はじめに

5万分の1地質図幅「豊橋」地域（以降豊橋地域と呼ぶ）は愛知県の南東部に位置し、静岡県西縁部を含む。豊橋地域には主として第四系が分布し、基盤岩類

として三波川帯の変成岩類や本研究の対象である秩父帯の付加コンプレックスが東部（豊橋東部地域）及び南西部（田原地域）に露出する (Fig. 1)。

西南日本内帯の丹波 - 美濃帯においては、1980年代後半から付加体地質学に基づく構造層序区分が行われている (例えば Wakita, 1988; Otsuka, 1988; Nakae,



第 1 図 豊橋地域の地質概略図。秩父帯付加コンプレックスの層序区分は丹羽・大塚 (2001) による。

Fig. 1 Index map showing the geologic outline of the Toyohashi district, Aichi Prefecture, Southwest Japan. Division of the accretionary complex of the Chichibu Belt is referred from Niwa and Otsuka (2001)

¹地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ)

1993). また秩父帯の構造層序区分に関しては、松岡ほか(1998)が四国及び関東山地において広域的に対比可能な標準的な区分を提案している。これらに対して、四国・関東山地以外での秩父帯付加コンプレックスにおける構造層序区分は遅れており、特に豊橋地域周辺では丹羽・大塚(2001)が初めてその試みを示した程度である。それによると浜名湖西方地域では3つの層序単元に区分され、18試料から得られた放散虫化石に基づき、各層序単元の海洋プレート層序が復元された。しかしながら、その海洋プレート層序には年代未決定の層準が多く、完全な層序復元にはさらなる化石抽出と年代決定の作業が必要である。また豊橋地域からは池田(1990)及び家田・杉山(1998)による放散虫化石の産出報告があるものの、いずれもチャートからの報告であり、すべての岩相からの放散虫化石の抽出と、それに基づく年代的資料の蓄積は、豊橋地域の秩父帯において必要不可欠の作業である。なぜなら、各岩相の年代あるいは岩相境界の年代を明らかにすること、すなわち海洋プレート層序の全貌を明らかにすることは、付加コンプレックスの堆積・形成過程の履歴を解明する上で最重要の課題だからである。

このような状況を鑑み、筆者は豊橋地域においてチャート、珪質泥岩及び泥岩の約400試料を採取・処理し、各岩相の年代決定に努めた。その結果、そのうちの155試料から年代決定に有効な放散虫化石を抽出し、各試料に含まれる放散虫群集について、その示す年代を報告した(堀, 2004a, b, c)。本小論では、報告された放散虫化石の年代から各層序単元の海洋プレート層序を復元し、それに基づいて丹羽・大塚(2001)の構造層序区分における若干の問題点を指摘する。

2. 研究史

豊橋地域の秩父帯に関する研究は石井(1928)に始まり、その後松沢ほか(1961)により豊橋市域の25,000分の1の地質図が描かれて以降、詳細な地質調査は行われていない。そして、最近確立しつつある付加体地質学の観点に立った地質の理解も、ほとんど議論されることがなかった。このような状況は豊橋地域周辺の秩父帯でも同様で、東側の浜名湖周辺地域では秋葉山図幅(斎藤・磯見, 1954)、三河大野図幅(斎藤, 1955)、浜松図幅(磯見・井上, 1972)及び磯見(1958)によるこれらの地域の総括的な研究以来、広域的な地質調査は行われていない。これらの研究では、浜名湖周辺の秩父帯は産出する紡錘虫化石の年代や層序関係から、見かけ下位の都田層(下部ないし中部ペルム系)及び上位の井伊谷層(下部ペルム系)に区分されている。

西南日本の秩父帯や丹波・美濃帯の細粒堆積岩からジュラ紀の放散虫化石が続々と報告された1980年代以

降、浜名湖周辺地域の秩父帯で初めてジュラ紀の放散虫化石を見いだしたのは水垣(1985)である。水垣(1985)はチャートからペルム紀・三畳紀の、泥質岩からジュラ紀の放散虫化石を見だし、チャート及び石灰岩は泥質岩中の異地性岩体であると指摘した。しかし、その後はチャートからペルム紀あるいは三畳紀の放散虫化石の産出が報告されたのみである(池田, 1990; 家田・杉山, 1998; 家田, 2001)。

豊橋地域の南西方に位置する渥美半島でも、やはり秩父帯付加コンプレックスからの放散虫化石の産出報告は少なく、永井・石川(1995)、Ohba and Adachi(1995)及びOhba(1997)がペルム紀・ジュラ紀の放散虫化石の産出を報告したのみである。これらの研究の中で、Ohba(1997)は渥美半島西部地域の秩父帯付加コンプレックスをユニットA、B及びCの3つの層序単元に区分し、得られた放散虫化石の年代に基づき、それぞれの層序単位ごとの海洋プレート層序を復元した。

最近、丹羽・大塚(2001)は、浜名湖西方地域の秩父帯付加コンプレックスを、岩相と地質構造に基づきユニットA、B及びCの3つの層序単元に区分した上で、4試料のチャート、10試料の珪質泥岩、1試料の凝灰質シルト岩及び3試料の泥岩から得られた放散虫化石を用いて各層序単元の海洋プレート層序を復元している。更にこれらの層序単元を秩父帯の標準的層序区分(松岡ほか, 1998)と比較・対比した。その結果、ユニットAは、斗賀野ユニットに岩相は異なるが年代的に対比可能であるとし、ユニットBは、年代に関する対比は困難であると述べている。一方、ユニットCの対比案については言及されていない。

3. 地質概説

豊橋地域の秩父帯付加コンプレックスは主として泥岩基質中に砂岩、泥岩、チャート、石灰岩及び緑色岩及び少量の珪質泥岩、チャート角礫岩の岩塊を含む混在岩からなる。量的に最も多いのはチャート岩塊で、泥岩基質中の径数センチメートル程の岩塊から、側方に数キロメートル追跡できるような大きな岩塊まで、大小様々である。泥岩基質には鱗片状劈開が発達し、北部で岩石の変形が強い傾向がある。豊橋東部地域については、北側は高角断層で御荷鉾緑色岩類と接し、南側及び西側は第四系によって覆われる。田原地域においては、秩父帯付加コンプレックスは北側、東側及び南側を第四系に覆われる。地層の走向は一般的に東北東・西南西方向で、北あるいは南に低・中角度で傾斜する。泥岩基質に見られる劈開面も、地層面に調和的な姿勢を示す。丹羽・大塚(2001)によれば、豊橋東部地域では岩相と地質構造に基づき、ユニットA、B及びCの3つのユニットに区分される(Fig. 1)。ユニッ

トAは泥岩基質中に砂岩, 珪質泥岩, チャート, 緑色岩, 石灰岩などの岩塊を含むメランジュ, ユニットBは泥岩基質中に砂岩, 珪質泥岩, 凝灰質シルト岩, チャート, 緑色岩などの岩塊を含むメランジュ, ユニットCは緑色岩及び石灰岩の大規模スラブの集合体とされ, チャート及び少量の混在岩や千枚岩を伴う. ユニットAとユニットBは東西走向の高角断層で接する. 一方, ユニットCはユニットAの背斜の軸部に露出し, ユニットAの構造的低位を占める(丹羽・大塚, 2001). しかしながら, 筆者の検討では, 石巻山周辺及び嵩山町^{すせ}北方の地層の走向・傾斜は, ユニットCがユニットAの構造的上位を占め, 向斜の軸部にユニットCが露出することを示す.

田原地域の秩父帯付加コンプレックスには, チャート及び混在岩からなる部分と緑色岩及び石灰岩を主体とした部分があり, 前者がユニットA, 後者がユニットCに相当すると考えられる.

4. 放散虫化石と年代

豊橋地域からは, 前述のようにチャート, 珪質泥岩及び泥岩あわせて155試料(豊橋東部地域:151試料, 田原地域:4試料)から年代決定に有効な放散虫化石が得られ, その群集構成の詳細が報告されている(堀, 2004a, b, c; 堀, 印刷中). 堀(印刷中)では, 田原地域に分布するユニットAに相当する部分のチャート3試料からの放散虫群集及び年代の詳細が報告された. 豊橋東部地域の秩父帯付加コンプレックスはユニットAからCの3つの層序単元に区分された(丹羽・大塚, 2001)が, 緑色岩及び石灰岩を主体とするユニットCからは放散虫化石は得られていない. ここでは, 丹羽・大塚(2001)の構造層序区分を踏襲し, 各層序単元から得られた放散虫化石及び年代(堀, 2004a, b, c; 堀, 印刷中)について略述する. 以下の記述に用いる放散虫化石帯について, 下部・中部ペルム系はIshiga (1990), 上部ペルム系はKuwahara *et al.* (1998), 三疊系はSugiyama (1997), 下部ジュラ系はHori (1990), 中部・上部ジュラ系はMatsuoka (1995a)の名称を用いる. また化石種の棲息期間については, 主としてIshiga (1990), Sugiyama (1997), Hori (1990), Matsuoka (1995a)及びNishizono *et al.* (1997)を参考にした. 本文中の化石帯の略称はFig. 2で用いられているものと同様である. なお, 年代決定の精度の悪い27試料については, その記述を省略した.

4.1 ユニットA

豊橋東部地域のユニットAからはチャート17試料, 泥岩2試料から年代決定に有効な放散虫化石が得られた. ユニットAにおいて放散虫化石が得られた試料の

採取地点と, それぞれの試料の取りうる年代範囲をまとめたものをFig. 2に示す. 各試料の採取地点, 放散虫群集及び年代論の詳細については, 別稿(堀, 2004a, b, c; 堀, 印刷中)を参照されたい.

(1) チャートの年代

本ユニットのチャートからは, 12試料からペルム紀の, 2試料から三疊紀の, 3試料からジュラ紀の放散虫化石が得られた. 以下に, 各試料に対応する化石帯及び識別された放散虫について略述する. なお, 下部三疊系及び上部三疊系に対比される放散虫化石は今のところ得られていない.

下部ペルム系 - 中部ペルム系の最下部 (P.u.I帯 - A.s.帯)

下部ペルム系 - 中部ペルム系の最下部に相当する試料は030521-10 (Loc. 6), 031203-4a (Loc. 7), 030514-10 (Loc. 28), 031128-2 (Loc. 8), 030514-3 (Loc. 29), 031128-3 (Loc. 3)及び040220-2 (Loc. 27)で, 識別された放散虫は, *Albaillella sinuata* Ishiga et Watase, *Pseudoalbaillella chilensis* Ling et Forsythe, *Pseudoalbaillella elegans* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella elongata* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata* Holdsworth et Jones, *Pseudoalbaillella simplex* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella u-forma* Holdsworth et Jonesなどである. なお, 040220-2において種レベルで識別されたのは *A. sinuata* のみであり, *A. sinuata* のレンジに基づけば, 本試料は下部ペルム系最上部 - 中部ペルム系最下部のA.s.帯に相当する.

中部ペルム系 (F.m.帯)

中部ペルム系のF.m.帯に相当する試料は030521-12 (Loc. 2)で, 得られた放散虫は *Follicucullus* sp. cf. *F. monacanthus* Ishiga et Imoto である.

中部ペルム系の最上部 - 上部ペルム系 (F.s.-F.v.帯 - N.op.帯)

中部ペルム系の最上部 - 上部ペルム系に相当する試料は030519-2 (Loc. 4), 030514-8 (Loc. 30), 030521-5 (Loc. 9)及び030521-2 (Loc. 10)で, 得られた放散虫は *Albaillella protolevis* Kuwahara, *Albaillella* sp. aff. *A. lauta* Kuwahara, *Entactinosphaera brevispinosa* Sashida et Tonishi, *Follicucullus dilatatus* Rudenko, *Follicucullus lagenarius* Rudenko, *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock, *Follicucullus* sp. cf. *F. charveti* Caridroit et De Wever, *Octatormentum?* *floriferum* Sashida et Tonishi, *Triaenosphaera minutus* Sashida et Tonishi などである. 030519-2からは *F. scholasticus* のみが種レベルで識別された. 桑原・八尾(2001)の検討では, *F. scholasticus* はN.or.帯ま

第2図 放射虫化石に基づくユニットAの各試料の取りうる年代範囲。放射虫化石帯については、下部-中部ペルム系は Ishiga (1990), 上部ペルム系は Kuwahara *et al.* (1998), 三畳系は Sugiyama (1997), 下部ジュラ系は Hori (1990), 中-上部ジュラ系は Matsuoka (1995a) による。岩相については ch. はチャート, ms. は泥岩を示す。ペルム系及び下部ジュラ系の放射虫化石帯の略称は以下の通りである。**ペルム系**: *Pseudoalbaillella u-forma* morphotype I 帯 (P.u.I 帯), *Pseudoalbaillella u-forma* morphotype II 帯 (P.u.II 帯), *Pseudoalbaillella lomentaria* 帯 (Ps.lm. 帯), *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata* 帯 (P.s.r. 帯), *Albaillella sinuata* 帯 (A.s. 帯), *Pseudoalbaillella longtanensis* 帯 (Ps.lt. 帯), *Pseudoalbaillella globosa* 帯 (Ps.g. 帯), *Follicucullus monacanthus* 帯 (F.m. 帯), *Follicucullus scholasticus-Follicucullus ventricosus* 帯 (F.s.-F.v. 帯), *Follicucullus charveti-Albaillella yamakitai* 帯 (F.c.-A.y. 帯), *Neoalbaillella ornithoformis* 帯 (N.or. 帯) 及び *Neoalbaillella optima* 帯 (N.op. 帯)。**下部ジュラ系**: *Parahsuum aff. longiconicum* 帯 (P.l. 帯), *Katroma kuruensis* 帯 (K.k. 帯), *Eucyrtidiellum* ? sp. C 帯 (E.C. 帯), *Trillus elkhornensis* 帯 (T.e. 帯), *Hexasaturnalis hexagonus* 帯 (H.h. 帯) 及び *Parahsuum* ? *grande* 帯 (P.g. 帯)。

Fig. 2 Geologic age of each sample from the Unit A based on the detected radiolarians. Radiolarian zones are referred from Ishiga (1990) for Lower and Middle Permian, Kuwahara *et al.* (1998) for Upper Permian, Sugiyama (1997) for Triassic, Hori (1990) for Lower Jurassic, and Matsuoka (1995a) for Middle and Upper Jurassic. In lithology, ch. and ms. indicate chert and mudstone, respectively. Abbreviations for Permian and Lower Jurassic radiolarian zones by Ishiga (1990), Kuwahara *et al.* (1998) and Hori (1990) are as follows. **Permian**: *Pseudoalbaillella u-forma* morphotype I (P.u.I) Zone, *Pseudoalbaillella u-forma* morphotype II (P.u.II) Zone, *Pseudoalbaillella lomentaria* (Ps.lm.) Zone, *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata* (P.s.r.) Zone, *Albaillella sinuata* (A.s.) Zone, *Pseudoalbaillella longtanensis* (Ps.lt.) Zone, *Pseudoalbaillella globosa* (Ps.g.) Zone, *Follicucullus monacanthus* (F.m.) Zone, *Follicucullus scholasticus-Follicucullus ventricosus* (F.s.-F.v.) Zone, *Follicucullus charveti-Albaillella yamakitai* (F.c.-A.y.) Zone, *Neoalbaillella ornithoformis* (N.or.) Zone and *Neoalbaillella optima* (N.op.) Zone. **Lower Jurassic**: *Parahsuum aff. longiconicum* (P.l.) Zone, *Katroma kuruensis* (K.k.) Zone, *Eucyrtidiellum* ? sp. C (E.C.) Zone, *Trillus elkhornensis* (T.e.) Zone, *Hexasaturnalis hexagonus* (H.h.) Zone, and *Parahsuum* ? *grande* (P.g.) Zone.

で産出するとされ、Kuwahara *et al.* (1998)によれば、その産出の下限は F.s.-F.v. 帯のベースである。したがって、本試料は中部ペルム系の最上部を示す可能性もある。030521-5からは *A. protolevis* 及び *A. aff. lauta* が識別された。*A. protolevis* 及び *A. lauta* はともに N.or. 帯-N.op. 帯から産出する (桑原・八尾, 2001)。上部ペルム系の上部を特徴づける *Neoalbaillella ornithoformis* Takemura et Nakaseko や *Neoalbaillella optima* Ishiga, Kito et Imoto は今のところ得られていないが、桑原・八尾 (2001)によれば *A. protolevis*, *E. brevispinosa*, *O. ? floriferum* 及び *T. minutus* は N.or. 帯-N.op. 帯にかけて産出する。したがって、これらの種を含む試料 030521-2 は N.or. 帯-N.op. 帯に相当すると考えられる。

中部三畳系 (TR2C 帯 - TR4A 帯下部)

Locality number	6	7	28	8	29	3	27	2	4	30	9	10	32	31	101	99	100	131	130		
Lithology	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ms	ms
Age	Rad. Zones																				
L. J. (Part)																					
Mid. Jurassic	Matsuoka (1995a)																				
Early Jurassic	Hori (1990)																				
Late Triassic	Norian																				
Middle Triassic	Sugiyama (1997)																				
Permian	Kuwahara <i>et al.</i> (1998)																				
Lower Permian	Ishiga (1990)																				
JR7																					
JR6																					
JR5																					
JR4																					
JR3																					
P.g.																					
H.h.																					
T.e.																					
E.C.																					
K.k.																					
P.l.																					
TR8D																					
TR8C																					
TR8B																					
TR8A																					
TR7																					
TR6B																					
TR6A																					
TR5B																					
TR5A																					
TR4B																					
TR4A																					
TR3B																					
TR3A																					
TR2C																					
TR2B																					
TR2A																					
TR1																					
TR0																					
N.op.																					
N.or.																					
F.c. A.y.																					
F.s.-F.v.																					
F.m.																					
Ps.g.																					
Ps.lt.																					
A.s.																					
P.s.r.																					
Ps.lm.																					
P.u.II																					
P.u.I																					

中部三畳系に相当する試料は、030518-1r (Loc. 32) 及び 030423-14 (Loc. 31) で、識別された放射虫は *Triassocampe deweveri* (Nakaseko et Nishimura), *Anisicyrtis italica* Kozur et Mostler, *Pseudostylosphaera tenuis* (Nakaseko et Nishimura), *Muelleritortis cochleata* (Nakaseko et Nishimura) などである。

下部ジュラ系 (K.k. 帯)

下部ジュラ系に相当する試料は 040219-7 (Loc. 101) で、識別された放射虫は *Katroma westermanni* Whalen et Carter などである。本試料は Sinemurian 後期を示す K.k. 帯中部に相当すると考えられる。

中部ジュラ系 (JR3 帯 - JR4 帯)

中部ジュラ系に相当する試料は、試料 030423-13 (Loc. 99) 及び 030518-2 (Loc. 100) で、得られた放射虫は

Eucyrtidiellum sp. aff. *E. disparile* Nagai et Mizutani, *Laxtorum?* *jurassicum* Isozaki et Matsuda, *Angulobracchiasicula* Kito et De Wever, *Cyrtocapsa mastoidea* Yao, *Hiscocapsa convexa* (Yao), *Hiscocapsa japonica* (Yao), *Tricolocapsa* sp. aff. *T. plicarum* Yao などである。

(2) 泥岩の年代

本ユニットの泥岩からは、2 試料からジュラ紀の放散虫化石が得られた。以下に、各試料に対応する化石帯及び識別された放散虫について略述する。

中部ジュラ系 - 上部ジュラ系の最下部 (JR5帯 - TR6帯下部)

中部ジュラ系 - 上部ジュラ系の最下部に相当する試料は031127-12 (Loc. 131)及び030521-14 (Loc. 130)で、得られた放散虫は *Hiscocapsa naradaniensis* (Matsuoka), *Hiscocapsa robusta* (Matsuoka), *Kilinora* sp. cf. *K. spiralis* (Matsuoka), *Mirifusus fragilis* Baumgartner, *Paronaella mulleri* Pessagno, *Stylocapsa tecta* Matsuoka, *Tethysetta dhimenaensis* (Baumgartner) などである。これらの種のレンジに基づけば、031127-12はJR5帯からJR6帯下部に、030521-14はJR6帯下部にそれぞれ相当すると考えられる。

4.2 ユニットB

豊橋東部地域のユニットBからはチャート80試料、珪質泥岩11試料、泥岩18試料から年代決定に有効な放散虫化石が得られた。ユニットBにおいて放散虫化石が得られた試料の採取地点と、それぞれの試料の取りうる年代範囲をまとめたものをFig. 3に示す。各試料の採取地点、放散虫群集及び年代論の詳細については、別稿(堀, 2004a, b, c)を参照されたい。

(1) チャートの年代

本ユニットのチャートからは、11試料からペルム紀の、55試料から三畳紀の、14試料からジュラ紀の放散虫化石が得られた。以下に、各試料に対応する化石帯及び識別された放散虫について略述する。

下部ペルム系 - 中部ペルム系の中部 (Ps.lm.帯 - Ps.g.帯下部)

下部ペルム系 - 中部ペルム系の中部に相当する試料は030517-12 (Loc. 18), 031206-3 (Loc. 20)及び040219-2 (Loc. 13)で、得られた放散虫は *Pseudoalbaillella* sp. cf. *P. lomentaria* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella* sp. cf. *P. scalprata* Holdsworth et Jones, *Albaillella* sp. cf. *A. asymmetrica* Ishiga et Imoto などである。040219-2からは *A. cf. asymmetrica* が得られているが、*A. asymmetrica*のレンジは下部ペルム系上部のP.s.r.帯上部 - 中部ペルム系中部のPs.g.帯下部までであり (Ishiga, 1990)、本試料から他に年代決定に有効な種が得られていないことから、その年代を前期ペルム紀に限定することはできず、中期ペル

ム紀を示す可能性もある。

中部ペルム系の上部 (F.m.帯)

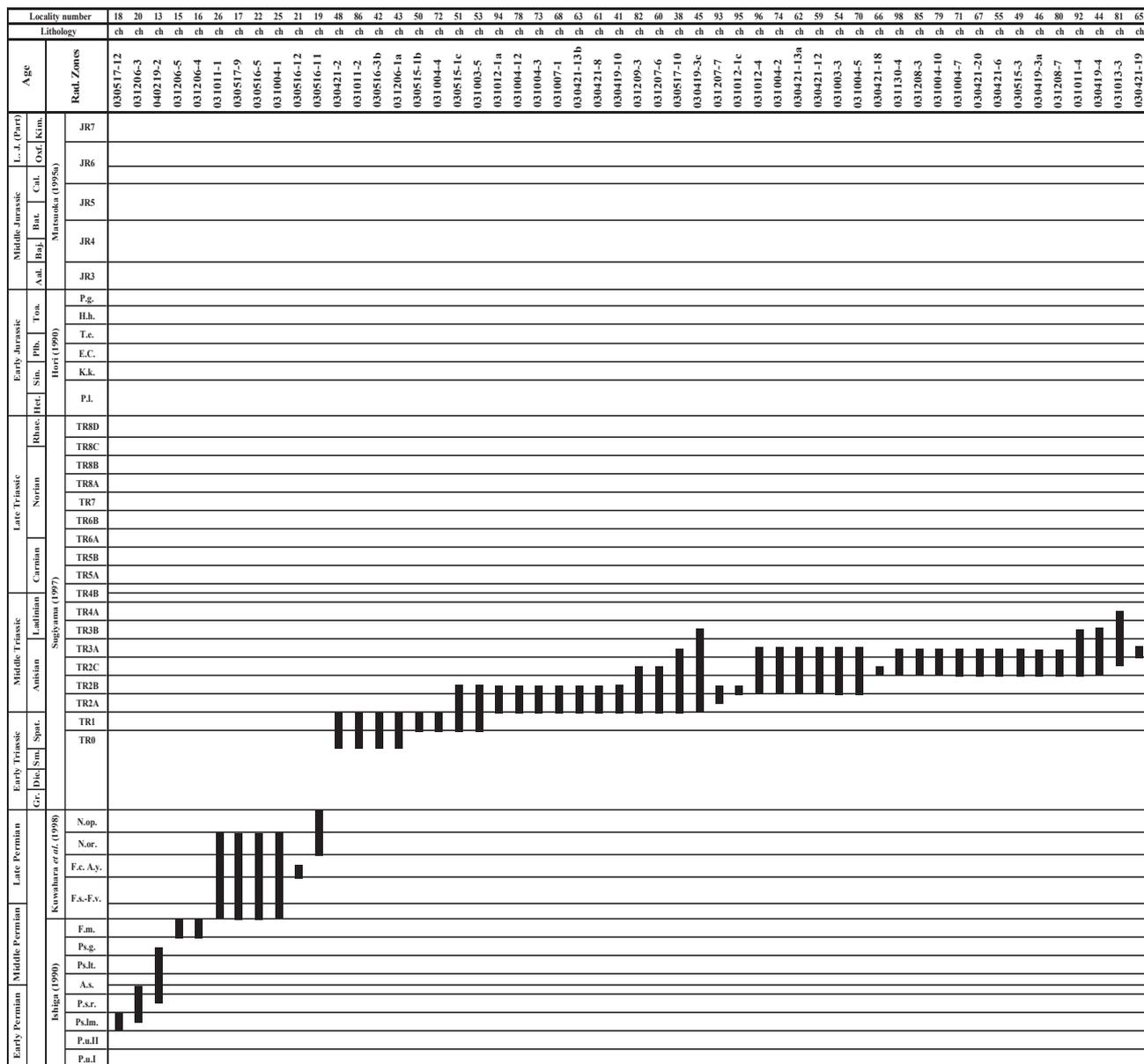
中部ペルム系の上部のF.m.帯に相当する試料は031206-5 (Loc. 15)及び031206-4 (Loc. 16)で、識別された放散虫は *Follicucullus monacanthus* Ishiga et Imoto, *Pseudoalbaillella* cf. *globosa* Ishiga et Imoto, *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock などである。

中部ペルム系の最上部 - 上部ペルム系 (F.s.-F.v.帯 - N.op.帯)

中部ペルム系の最上部 - 上部ペルム系に相当する試料は、試料031011-1 (Loc. 26), 030517-9 (Loc. 17), 030516-5 (Loc. 22), 031004-1 (Loc. 25), 030516-12 (Loc. 21)及び030516-11 (Loc. 19)で、識別された放散虫は *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock, *Follicucullus* sp. cf. *F. charveti* Caridroit et De Wever, *Ishigaum obesum* De Wever などである。031011-1, 030517-9, 030516-5及び031004-1から種レベルで識別されたのは *F. scholasticus* あるいは *F. cf. scholasticus* のみである。Kuwahara et al. (1998)の検討では、*F. scholasticus* はF.s.-F.v.帯-N.or.帯から産出する。F.s.-F.v.帯は中部ペルム系の最上部を含むので、他に年代決定に有効な種が得られていないこれらの試料は、年代的に中期ペルム紀を示すのか後期ペルム紀を示すのか限定できない。一方、上部ペルム系の上部を特徴づける *Neoalbaillella ornithoformis* Takemura et Nakaseko や *Neoalbaillella optima* Ishiga, Kito et Imoto は今のところ得られていないが、030516-11から得られた *I. obesum* はN.or.帯-N.op.帯から産出する(桑原・八尾, 2001)ので、030516-11はN.or.帯-N.op.帯に相当すると考えられる。

下部三畳系 (TR0帯 - TR1帯)

下部三畳系に相当する試料は030421-2 (Loc. 48), 031011-2 (Loc. 86), 030516-3b (Loc. 42), 031206-1a (Loc. 43), 030515-1b (Loc. 50)及び031004-4 (Loc. 72)で、識別された放散虫は *Archaeosemantis cristianensis* Dumitrica, *Parentactinia nakatsugawaensis* Sashida, *Cryptostephanidium japonicum* (Nakaseko et Nishimura), *Hozmadia* sp. cf. *H. ozawai* Sugiyama などである。上記試料には、五十川ほか (1998)が下部三畳系から報告した *Spumellaria* 目放散虫が含まれる場合がある。特に030421-2, 031011-2及び030516-3からはこのような *Spumellaria* 目放散虫のみが得られており、五十川ほか (1998)の下部三畳系の群集に類似する。また、031004-4からは *H. cf. ozawai* が得られたものの、五十川ほか (1998)が下部三畳系から報告した *Pantanellium?* sp. C や *Pseudostylosphaera* sp. Dなどに類似する個体が含まれるので、下部三畳系を示す可能性が高い。Sugiyama (1997)のレンジチャートによれば、確実に前



第3図 放散虫化石に基づくユニットBの各試料の取りうる年代範囲。放散虫化石帯及び略称については、第2図と同様である。岩相についてはch.はチャート、sm.は珪質泥岩、ms.は泥岩を示す。

Fig. 3 Geologic age of each samples from the Unit B based on the detected radiolarians. In lithology, ch., sm. and ms. indicate chert, siliceous mudstone and mudstone, respectively. Radiolarian zones and abbreviations are the same as those of Fig. 2.

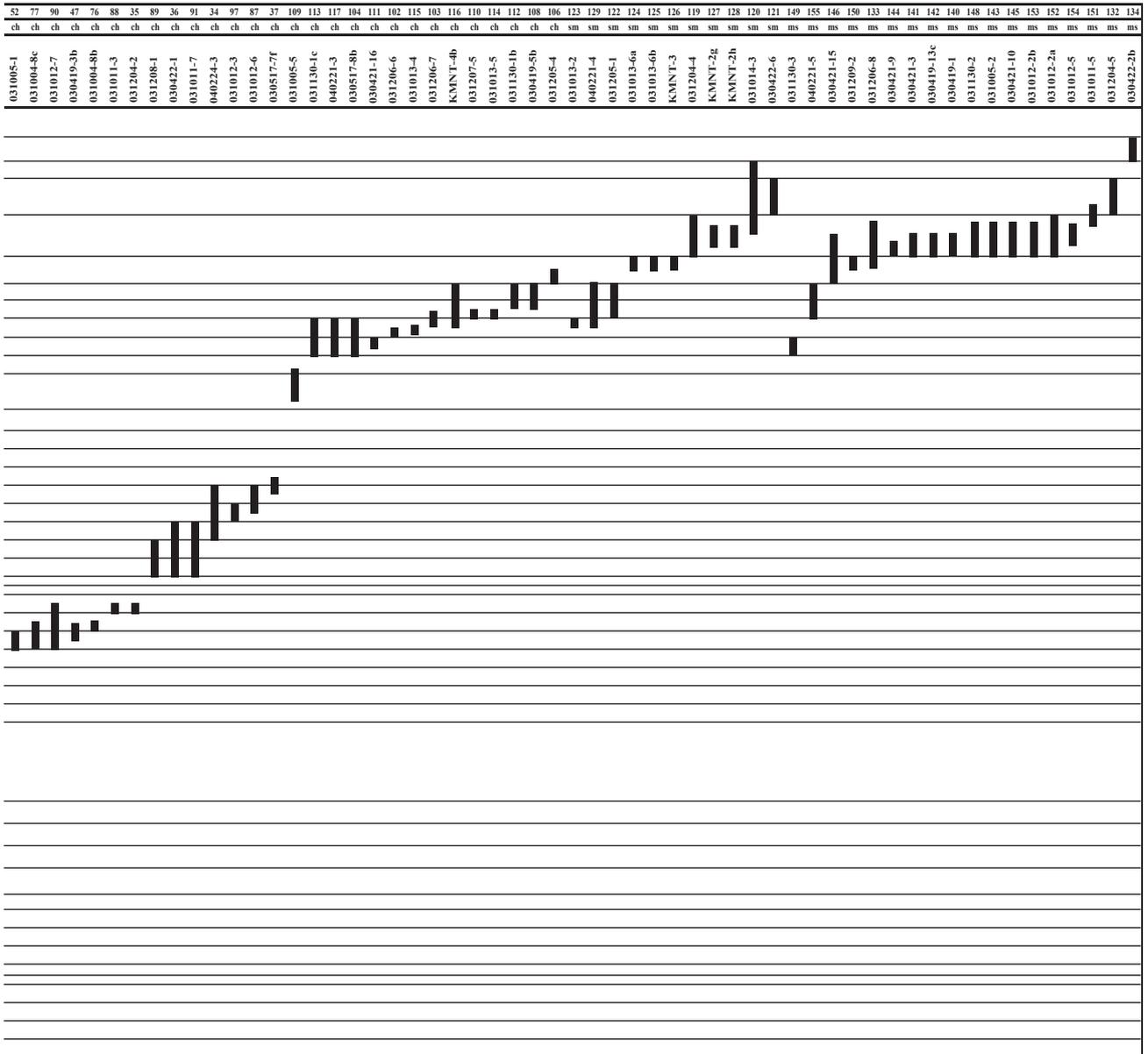
期三疊紀を示すのは *Pegoxystris mizutani* Sugiyama 及び *Pseudostylosphaera kozuri* Sugiyama であるが、これら2種は今のところ見いだされていない。

下部三疊系最上部 - 中部三疊系 (TR1帯 - TR4A帯下部)

下部三疊系最上部 - 中部三疊系に相当する試料は 030515-1c (Loc. 51), 031003-5 (Loc. 53), 031012-1a (Loc. 94), 031004-12 (Loc. 78), 031004-3 (Loc. 73), 031007-1 (Loc. 68), 030421-13b (Loc. 63), 030421-8 (Loc. 61), 030419-10 (Loc. 41), 031209-3 (Loc. 82), 031207-6 (Loc. 60), 030517-10 (Loc. 38), 030419-3c (Loc. 45), 031207-7 (Loc. 93), 031012-1c (Loc. 95),

031012-4 (Loc. 96), 031004-2 (Loc. 74), 030421-13a (Loc. 62), 030421-12 (Loc. 59), 031003-3 (Loc. 54), 031004-5 (Loc. 70), 030421-18 (Loc. 66), 031130-4 (Loc. 98), 031208-3 (Loc. 85), 031004-10 (Loc. 79), 031004-7 (Loc. 71), 030421-20 (Loc. 67), 030421-6 (Loc. 55), 030515-3 (Loc. 49), 030419-3a (Loc. 46), 031208-7 (Loc. 80), 031011-4 (Loc. 92), 030421-6 (Loc. 44), 031013-3 (Loc. 81), 030421-19 (Loc. 65), 031005-1 (Loc. 52), 031004-8c (Loc. 77), 031012-7 (Loc. 90), 030419-3b (Loc. 47), 031004-8b (Loc. 76), 031011-3 (Loc. 88)及び031204-2 (Loc. 35)である。識

豊橋地域秩父帯の海洋プレート層序(堀)



第3図 (つづき)
Fig. 3 (continued)

別された放散虫は、代表的なものとして *Archaeosemantis cristianensis* Dumitrica, *Cryptostephanidium japonicum* (Nakaseko et Nishimura), *Eptingium nakasekoi* Kozur et Mostler, *Hozmadia ozawai* Sugiyama, *Muelleritortis cochleata* (Nakaseko et Nishimura), *Parentactinia nakatsugawaensis* Sashida, Spine A2 sensu Sugiyama (1997), *Triassocampe coronata* Bragin, *Triassocampe deweveri* (Nakaseko et Nishimura), *Yeharaia elegans* Nakaseko et Nishimura などである。このうち 031003-5 からは *H. ozawai* のみが種レベルで識別された。*H. ozawai* のレンジは TR1 帯 - TR2B 帯下部 (Sugiyama, 1997) であ

ることから、これら 2 試料が下部三畳系あるいは中部三畳系のどちらに相当するのか限定できない。一方、030515-1c からは *Celluronta donax* Sugiyama, *C. japonicum*, *P. nakatsugawaensis*, *Parentactinia okuchichibuensis* (Sashida) が得られている。*C. donax*, *C. japonicum* 及び *P. nakatsugawaensis* のレンジはそれぞれ TR2A 帯 - TR2B 帯下部, TR1 帯 - TR3B 帯下部及び TR0 帯 - TR2C 帯下部である。*P. okuchichibuensis* は下部三畳系の *Parentactinia nakatsugawaensis* 群集 (Sugiyama, 1992) の特徴種であり、その上位の中部三畳系の最下部に相当する *Hozmadia gifuensis* 群集には含まれていない

(Sugiyama, 1992). したがって, 030515-1cは下部三畳系と中部三畳系の境界付近に相当すると考えられるが, 下部三畳系あるいは中部三畳系のどちらに相当するかは限定できない.

上部三畳系 (TR5A帯 - TR8A帯下部)

上部三畳系に相当する試料は031208-1 (Loc. 89), 030422-1 (Loc. 36), 031011-7 (Loc. 91), 030224-3 (Loc. 34), 031012-3 (Loc. 97), 031012-6 (Loc. 87)及び030517-7f (Loc. 37)で, 得られた放散虫は *Archaeosemantis* sp. cf. *A. pterostephanus* Dumitrica, *Betraccium deweveri* Pessagno et Blome, *Canesium lentum* Blome, *Capnodoce* sp., *Capnuchosphaera* sp., *Corum regium* Blome, *Japonocampe nova* (Yao), *Paleosaturnalis dotti* (Blome), *Paleosaturnalis zapfei* (Kozur et Mostler), *Pentactinocarpus sevaticus* Kozur et Mostler, *Pseudoheliodiscus finchi* Pessagno, *Pseudoheliodiscus heisseli* Kozur et Mostler *Sarla prietoensis* Pessagno, Spine D1 sensu Sugiyama (1997), *Veles vulgaris* Sugiyama などである. Sugiyama (1997)のレンジチャートによれば, これらの放散虫種はTR5A帯上部-TR8A帯下部を示す. 一方で, 最上部三畳系(Rhaetian)を示す種, 例えば *Betraccium chengi* Yeh, *Haeckelicyrtium breviora* Sugiyamaなどは今のところ得られていない.

下部ジュラ系 (P.l.帯 - P.g.帯)

下部ジュラ系に相当する試料は031005-5 (Loc. 109), 031130-1c (Loc. 113), 040221-3 (Loc. 117), 030517-8b (Loc. 104), 030421-16 (Loc. 111), 031206-6 (Loc. 102), 031013-4 (Loc. 115), 031206-7 (Loc. 103), KMNT-4b (Loc. 116), 031207-5 (Loc. 110), 031013-5 (Loc. 114), 031130-1b (Loc. 112)及び030419-5b (Loc. 108)である. 識別された代表的な放散虫は *Archicapsa ? pachyderma* (Tan), *Bagotum modestum* Pessagno et Whalen, *Dictyomitrella ? kamoensis* Mizutani et Kido, *Eucyrtidiellum disparile* Nagai et Mizutani, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Eucyrtidiellum* sp. C sensu Nagai (1986), *Hexasaturnalis hexagonus* (Yao), *Hsuum altile* Hori et Otsuka, *Jacus anatiformis* De Wever, *Katroma kurusuensis* Hori, *Parahsuum kanyoense* Sashida, *Parahsuum ovale* Hori et Otsuka, *Parahsuum simplum* Yao, *Parvicingula gigantocornis* Kishida et Hisada, *Parvicingula nanoconica* Hori et Otsuka, *Trillus elkhornensis* Pessagno et Blome などである.

中部ジュラ系 (JR3帯下部)

031205-4 (Loc. 106)からはJR3帯下部に対比される放散虫群集が得られた. 得られた放散虫は *Archicapsa ? pachyderma* (Tan), *Dictyomitrella* sp. ? aff. *D. kamoensis* Mizutani et Kido, *Hsuum matsukai*

Isozaki et Matsuda, Transhsuum hisuikyense (Isozaki et Matsuda) などである.

(2) 珪質泥岩

本ユニットの珪質泥岩からは, 11試料からジュラ紀の放散虫化石が得られた. 以下に, 各試料に対応する化石帯及び識別された放散虫について略述する.

下部ジュラ系 (T.e.帯上部 - P.g.帯)

下部ジュラ系に相当する試料は031013-2 (Loc. 123), 040221-4 (Loc. 129)及び031205-1 (Loc. 122)で, 識別された放散虫は *Eucyrtidiellum disparile* Nagai et Mizutani, *Hexasaturnalis hexagonus* (Yao), *Hexasaturnalis tetraspinus* (Yao), *Hsuum minoratum* Sashida, *Minocapsa cylindrica* Matsuoka, *Parahsuum kanyoense* Sashida, *Parahsuum longiconicum* Sashida, *Parvicingula gigantocornis* Kishida et Hisada, *Trillus elkhornensis* Pessagno et Blome などである. 上記3試料は下部ジュラ系の上部に相当する.

中部ジュラ系 (JR3帯上部 - JR6帯下部)

中部ジュラ系に相当する試料は031013-6a (Loc. 124), 031013-6b (Loc. 125), KMNT-3 (Loc. 126), 031204-4 (Loc. 119), KMNT-2g (Loc. 127), KMNT-2h (Loc. 128), 031014-3 (Loc. 120)及び030422-6 (Loc. 121)である. 識別された代表的な放散虫は *Archicapsa ? pachyderma* (Tan), *Cyrtocapsa ? kisoensis* Yao, *Dictyomitrella ? kamoensis* Mizutani et Kido, *Eucyrtidiellum disparile* Nagai et Mizutani, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Hiscocapsa convexa* (Yao), *Hiscocapsa japonica* (Yao), *Hiscocapsa robusta* (Matsuoka), *Hiscocapsa tegiminis* (Yao), *Hsuum matsukai* Isozaki et Matsuda, *Laxtorum ? hichisoense* Isozaki et Matsuda, *Laxtorum ? jurassicum* Isozaki et Matsuda, *Transhsuum brevicostatum* (Ozoldova), *Transhsuum hisuikyense* (Isozaki et Matsuda), *Transhsuum maxwelli* (Pessagno), *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, *Tricolocapsa ? fusiformis* Yao, *Tricolocapsa plicarum* Yao, *Unuma echinatus* Ichikawa et Yao などである.

(3) 泥岩

本ユニットの泥岩からは18試料からジュラ紀の放散虫化石が得られた. 以下に, 各試料に対応する化石帯及び識別された放散虫について略述する.

下部ジュラ系 (E.C.帯 - P.g.帯)

下部ジュラ系に相当する試料は031130-3 (Loc. 149)及び040221-5 (Loc. 155)で, 識別された放散虫は *Canoptum poissoni* Pessagno, *Canoptum rugosum* Pessagno et Poisson, *Eucyrtidiellum* sp. C sensu Nagai (1986), *Hexasaturnalis hexagonus* (Yao), *Hsuum altile* Hori et Otsuka, *Natoba* sp. aff. *N. minuta* Pessagno et Poisson, *Parvicingula nanoconica* Hori et Otsuka,

Trillus elkhornensis Pessagno et Blome などである。

中部ジュラ系 (JR3帯 - JR5帯)

中部ジュラ系に相当する試料は030421-15 (Loc. 146), 031209-2 (Loc. 150), 031206-8 (Loc. 133), 030421-9 (Loc. 144), 030421-3 (Loc. 141), 030419-13c (Loc. 142), 030419-1 (Loc. 140), 031130-2 (Loc. 148), 031005-2 (Loc. 143), 030421-10 (Loc. 145), 031012-2b (Loc. 153), 031012-2a (Loc. 152), 031012-5 (Loc. 154), 031011-5 (Loc. 151)及び031204-5 (Loc. 132)である。得られた代表的な放散虫は *Archicapsa ? pachyderma* (Tan), *Eucyrtidiellum semifactum* Nagai et Mizutani, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Hiscocapsa convexa* (Yao), *Hiscocapsa japonica* (Yao), *Hiscocapsa tegiminis* (Yao), *Protunuma turbo* Matsuoka, *Tethysetta dhimenaensis* (Baumgartner), *Transhsuum brevicostatum* (Ozoldova), *Transhsuum hisuikyoense* (Isozaki et Matsuda), *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, *Tricolocapsa ? fusiformis* Yao, *Tricolocapsa plicarum* Yao, *Unuma latusicostatus* (Aita), *Williriedellum* sp. A sensu Matsuoka (1983) などである。

上部ジュラ系 (JR6帯上部)

試料030422-2b (Loc. 134)からは上部ジュラ系の下部に対比される放散虫群集が得られた。識別された放散虫は *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, *Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel et Sanfilippo), *Hiscocapsa naradaniensis* (Matsuoka), *Williriedellum carpathicum* Dumitrica, *Williriedellum* sp. A sensu Matsuoka (1983) などであり、年代的には後期ジュラ紀の前期 (Oxfordian) を示すと考えられる。

5. 考察

豊橋地域の秩父帯において、多数産出した放散虫化石(堀, 2004a, b, c)に基づいた各岩相の堆積年代が詳細になったため、チャートと珪質泥岩の境界あるいは珪質泥岩と泥岩の境界といった岩相境界の年代と、泥岩の上限の年代がこれまでより詳細に議論できる条件が整った。中でも、珪質泥岩と泥岩の境界年代は海洋プレートの海溝への到達年代に近似され、泥岩の上限の年代は付加年代に近似される(例えば Isozaki *et al.*, 1990; Nakae, 1992)。これらの情報をもとに付加コンプレックスにおける各層序単元の海洋プレート層序を復元することは、層序単元に固有の地史を明らかにするために重要であるだけでなく、秩父帯や丹波 - 美濃帯といった付加コンプレックス全体の構造発達史を解明する上でも必要不可欠な作業である。ここでは、丹羽・大塚(2001)の構造層序単位ごとの海洋プレート層序を復元する。また、復元された海洋プレート層序にお

ける問題点を指摘する。

5.1 海洋プレート層序

前述のように、豊橋地域の秩父帯付加コンプレックスにおいて、多くの地点から放散虫化石を抽出した。層序単位ごとに、放散虫化石の保存状態や産出地点数に大きな差があるが、得られた放散虫化石の示す年代と丹羽・大塚(2001)などの研究結果とを合わせて、各層序単元の海洋プレート層序を復元した。

(1) ユニットA

ユニットAには、上述のように、下部及び上部三畳系などの未確認の層準はあるものの、下部ペルム系から中部ジュラ系の下部までのチャート、中部ジュラ系の上部から上部ジュラ系の下部までの泥岩が存在することが明らかになった。また、ユニットAからは、丹羽・大塚(2001)により、チャート及び珪質泥岩から、それぞれJR5帯及びJR5帯 - JR6帯を示す放散虫化石の産出が報告されている。更に、家田・杉山(1998)はユニットAのチャートから *Triassocampe* sp. cf. *T. campanilis* (Kozur et Mostler) や *Triassocampe* sp. cf. *T. sulovensis* Kozur et Mock の産出を報告しており、その年代を Anisian-Ladinian と結論している。

以上のことから、ユニットAにおいては、下位から下部ペルム系(P.u.I帯) - 中部ジュラ系の上部(JR5帯)のチャート、中部ジュラ系の上部(JR5帯) - 上部ジュラ系の下部(JR6帯)の珪質泥岩、中部ジュラ系の上部(JR5帯)から上部ジュラ系の下部(JR6帯下部)の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される(Fig. 4)。

次に、本ユニットにおける各岩相境界の年代及び泥岩の上限の年代について議論する。

チャート/珪質泥岩境界

ユニットAにおいて最も新しい年代を示すチャートは、丹羽・大塚(2001)の試料01であり、*Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Tricolocapsa plicarum* Yao 及び *Tricolocapsa conexa* Yao が産出している。一方、最も古い年代を示す珪質泥岩は、丹羽・大塚(2001)の試料05あるいは04である。試料05からは *T. conexa* 及び *T. plicarum* が、試料04からは *T. conexa* が産出しており、丹羽・大塚(2001)は、試料04の年代を中期ジュラ紀の後期から後期ジュラ紀の前期のある時期、試料05の年代を中期ジュラ紀の後期と推定している。これら2試料はともに *T. conexa* を含み、*K. spiralis* を含まないことから、珪質泥岩の下限の年代はJR5帯の範囲内にある可能性が高い。以上のことから、チャートと珪質泥岩の境界年代はJR5帯が示す年代の範囲内であると考えられる。

珪質泥岩/泥岩境界

ユニットAにおいて最も新しい年代を示す珪質泥岩は、丹羽・大塚(2001)の試料03である。この試料からは *Kilinora spiralis* (Matsuoka), *Kilinora hemicostata*

(Matsuoka), *Stylocapsa tecta* Matsuokaなどが産出しており, JR6帯の最下部を含むことは確実である(丹羽・大塚, 2001). 一方, 最も古い年代を示す泥岩は031127-12 (Loc. 131)であり, 種レベルでは *Hiscocapsa naradaniensis* Matsuoka, *Hiscocapsa robusta* (Matsuoka)が識別されている. Nishizono *et al.* (1997)による九州秩父帯での検討によれば, 両種はJR5帯からJR6帯下部まで共存する. 今までのところ, JR6帯から産出し始める *K. spiralis* が産出しなことから, 本試料中の放散虫群集はJR5帯に対比される可能性が高い. これらのことから, 珪質泥岩と泥岩の境界年代は, JR5帯とJR6帯下部の範囲内であると考えられる.

泥岩の上限の年代

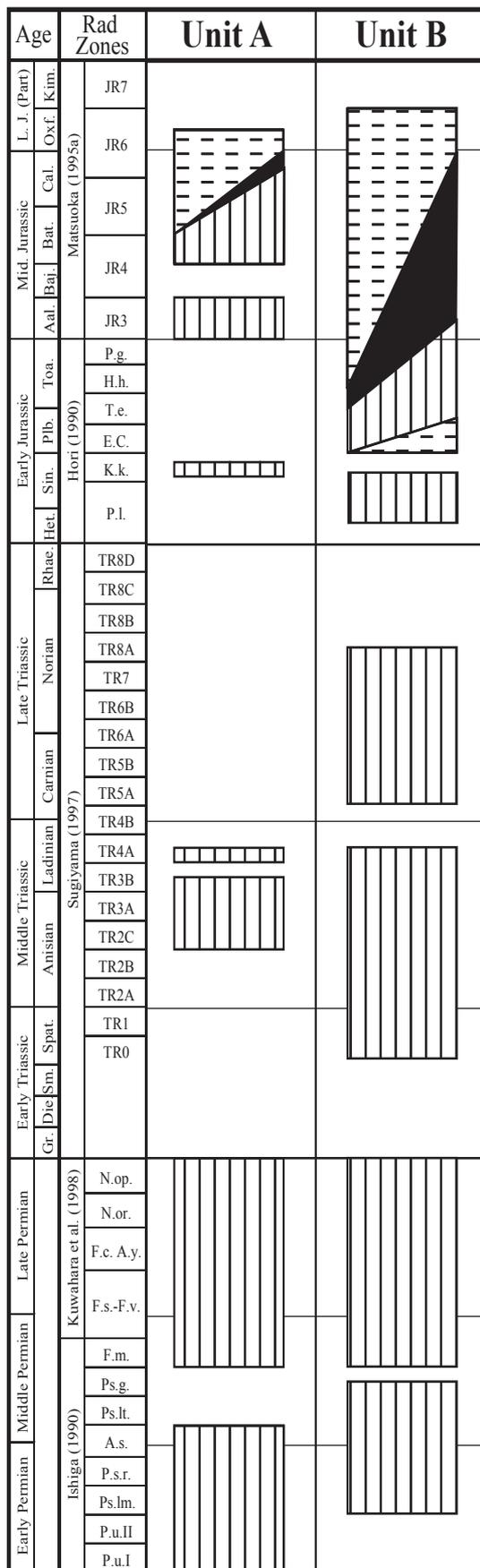
ユニットAの最も新しい年代を示す泥岩は030521-14 (Loc. 130)であり, *K. cf. spiralis*, *Mirifusus fragilis* Baumgartner, *Paronaella mulleri* Pessagno, *Stylocapsa tecta* Matsuoka, *Tethysetta dhimenaensis* (Baumgartner)が種レベルで識別されている. *M. fragilis*はBaumgartner *et al.* (1995)によれば, JR3帯-JR8帯下部に相当するUAZones 3~8のレンジを持つ. *K. spiralis*はJR6帯から産出し, *S. tecta*はJR5帯中部-JR6帯下部のレンジを持つ. *Tethysetta dhimenaensis* (Baumgartner)のレンジはJR3帯中部-JR8帯である(Nishizono *et al.*, 1997). これらのことから, 泥岩の上限の年代は古くてもJR6帯下部(後期ジュラ紀の初頭)である.

(2) ユニットB

ユニットBには, 上述のように, 下部三畳系や上部三畳系の上部などに未確認の層準があるものの, 下部ペルム系の中部から中部ジュラ系の下部までのチャート, 下部ジュラ系の上部から中部ジュラ系までの珪質泥岩, 及び下部ジュラ系の中部から上部ジュラ系の下部までの泥岩が存在することが明らかになった. ユニットBからは, 丹羽・大塚(2001)により, チャートからTR2B帯-TR3B帯, 珪質泥岩からT.e.帯-JR6帯, 泥岩からJR5帯を示す放散虫化石の産出が報告されている. また, 池田(1990)は, ユニットBのチャートから *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko *et Nishimura*)及び *Hozmadia rotunda* (Nakaseko *et Nishimura*)の産出を報告し, その年代を前期三畳紀-中期三畳紀としている. 更に, 家田・杉山(1998)はユニットBのチャートからTR2B帯-TR2C帯に対比される放散虫化石の産出を報告しており, その年代を

→
第4図 豊橋地域秩父帯の海洋プレート層序. 放散虫化石帯及び略称については, 第2図と同様である.

Fig. 4 Reconstructed oceanic plate stratigraphy of the Chichibu Belt in the Toyohashi district. Radiolarian zones and abbreviations are the same as those of Fig. 2.



Chert
 Siliceous mudstone
 Mudstone

Anisian 後期 - Ladinian 前期と結論している。

以上のことから、ユニット B においては、下位から下部ペルム系 (Ps.lm. 帯) - 中部ジュラ系の下部 (JR3 帯下部) のチャート、下部ジュラ系の中部 (T.e. 帯上部) - 中部ジュラ系の上部 (JR6 帯最下部) の珪質泥岩、下部ジュラ系の中部 (E.C. 帯) 及び下部ジュラ系の上部 (H.h. 帯) - 上部ジュラ系の下部 (JR6 帯上部) の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される (Fig. 4)。

次に各岩相境界の年代及び泥岩の上限の年代について議論する。

チャート/珪質泥岩境界

ユニット B において最も新しい年代を示すチャートは 031205-4 (Loc. 106) で、*Archicapsa? pachyderma* (Tan), *Dictyomitrella? sp. aff. D.? kamoensis* Mizutani et Kido, *Hsuum matsukai* Isozaki et Matsuda, *Transhuum hisuikyoense* (Isozaki et Matsuda) が種レベルで識別されている。Nishizono *et al.* (1997) によれば、*A.? pachyderma*, *H. matsukai* 及び *T. hisuikyoense* のレンジはそれぞれ H.h. 帯 - JR4 帯下部、JR3 帯下部 - 中部及び JR3 帯であることから、チャートの上限の年代は JR3 帯下部 - 中部の範囲内であると考えられる。一方、最も古い年代を示す珪質泥岩は 031013-2 (Loc. 123) であり、*Eucyrtidiellum disparile* Nagai et Mizutani, *Minocapsa cylindrica* Matsuoka, *Parahuum kanyoense* Sashida, *Parahuum longiconicum* Sashida が種レベルで識別されている。*E. disparile* は JR3 帯 - JR4 帯下部のレンジを持ち (Nagai and Mizutani, 1990), *P. kanyoense* 及び *P. longiconicum* は共に E.C. 帯 - T.e. 帯のレンジを持つ (Sashida, 1988; Hori, 1990)。*M. cylindrica* は八尾 (1997) により Toarcian 前期の試料からの産出が報告されている。堀 (2002) によれば、T.e. 帯上部が Toarcian 前期に相当する。したがって、珪質泥岩の下限の年代は、T.e. 帯上部の範囲内であり、*E. disparile* のレンジは、T.e. 帯上部までさかのぼると思われる。事実、Gorican *et al.* (2003) では Toarcian 下部 - 中部から *E. disparile* の産出が報告されている。以上のことから、チャートと珪質泥岩の境界年代は T.e. 帯上部から JR3 帯下部 - 中部の範囲内であると考えられる。

珪質泥岩/泥岩境界

ユニット B において最も新しい年代を示す珪質泥岩は 031014-3 (Loc. 120) あるいは試料 030422-6 (Loc. 121) である。前者からは *Hiscocapsa convexa* (Yao), *Williriedellum sp. A sensu Matsuoka* (1983) が得られたが、保存状態が悪く、識別された種も少ないため、詳細な年代を議論することはできない。後者からは *H. convexa*, *Hiscocapsa robusta* (Matsuoka), *Transhuum maxwelli* (Pessagno), *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, *Tricolocapsa plicarum* Yao などが識別された。

Nishizono *et al.* (1997) によれば、*H. convexa*, *H. robusta*, *T. maxwelli*, *T. conexa* 及び *T. plicarum* はそれぞれ JR3 帯中部 - JR6 帯下部, JR5 帯 - JR6 帯下部, JR5 帯 - JR8 帯中部, JR5 帯 - JR6 帯及び JR4 帯 - JR6 帯のレンジを持つ。これらのレンジが重なるのは JR5 帯 - JR6 帯であるが、JR6 帯から産出する *Kilinora spiralis* (Matsuoka) が見られないことから、本試料は JR5 帯に相当すると考えられる。また、丹羽・大塚 (2001) は試料 06 及び 08 から後期ジュラ紀を示す可能性のある放散虫群集を報告しているが、試料 08 において種レベルで識別されているのは *T. conexa* のみであり、詳細な年代は議論できない。試料 06 からは *Kirinola sp. cf. K. hemicostata* Matsuoka が識別されている。*K. hemicostata* は、JR5 帯最上部 - JR6 帯最下部のレンジを持つ (Matsuoka and Yao, 1986)。したがって、珪質泥岩の最も新しい年代は中期ジュラ紀の最後期 (JR6 帯最下部) である可能性がある。

一方、最も古い年代を示す泥岩は 031130-3 (Loc. 149) で、*Canoptum rugosum* Pessagno et Poisson, *Canoptum poissoni* Pessagno, *Eucyrtidiellum sp. C sensu Nagai* (1986), *Natoba sp. aff. N. minuta* Pessagno et Poisson が種レベルで識別された。*Eucyrtidiellum sp. C sensu Nagai* のレンジは E.C. 帯 - T.e. 帯である (Hori, 1990)。また、*N. minuta*, *C. poissoni* 及び *C. rugosum* のレンジは Pessagno and Poisson (1981) によれば Sinemurian 上部 - Pliensbachian 下部であり、この年代に対比される化石帯は K.k. 帯上部 - E.C. 帯である (堀, 2002)。したがって、本試料は E.C. 帯に相当すると考えられる。以上のことから、珪質泥岩と泥岩の境界年代は E.C. 帯上部から JR5 帯の範囲内であると考えられる。しかしながら、E.C. 帯から JR5 帯の間には E.C. 帯 - JR3 帯を示すチャートが存在している。通常チャート → 珪質泥岩 → 泥岩という岩相変化が典型的な海洋プレート層序で見られることから、本ユニットのように単一の層序単元で泥岩の堆積期間内にチャートが堆積することには問題がある。その解釈については後述する。

泥岩の上限の年代

ユニット B において最も新しい年代を示す泥岩は試料 030422-2b (Loc. 134) で、*Cinguloturris carpatica* Dumitrica, *Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel et Sanfilippo), *Hiscocapsa naradaniensis* (Matsuoka), *Williriedellum carpathicum* Dumitrica, *Williriedellum sp. A sensu Matsuoka* (1983) が識別されている。*H. naradaniensis* のレンジは Matsuoka and Yao (1986) によれば JR6 帯中部 - 上部、Nishizono *et al.* (1997) の検討では JR5 帯 - JR6 帯下部、Baumgartner *et al.* (1995) では UA Zones 6~7 である。Baumgartner *et al.* (1995) の UA Zones 6~7 は JR5 帯上部 - JR7 帯下部に相当す

る (Matsuoka, 1995b). *E. ptyctum* のレンジはJR5帯上部 - JR8帯下部である (Nishizono *et al.*, 1997). *W. carpathicum* はUAZones 7 ~ 11のレンジを持ち (Baumgartner *et al.*, 1995), これはJR6帯中部 - KR1帯下部に相当する (Matsuoka, 1995b). *C. carpatica* は, Matsuoka and Yao (1986)の検討ではJR6帯 - JR8帯, Nishizono *et al.* (1997)の検討ではJR5帯 - JR8帯のレンジを持つ. したがって, 泥岩の上限の年代はJR6帯中部 - 上部に相当する可能性が高い.

5.2 ユニットBにおける海洋プレート層序の問題点

前述したように, ユニットBにおいては, その復元された海洋プレート層序 (Fig.4) において, 2つの問題点を含んでいる. 1点はチャートの堆積期間内に堆積した古い年代の泥岩が存在すること, もう1点は長い堆積期間 (H.h.帯 - JR6帯) を示す泥岩が存在することである. 以下に, その解釈について議論する.

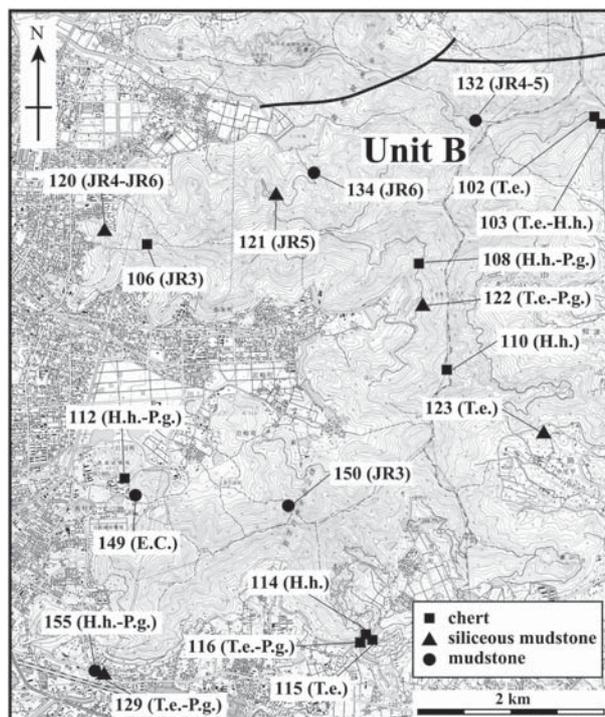
古い年代 (E.C.帯) を示す泥岩

ユニットBには, 前述したように, E.C.帯 (Pliensbachian前期) 及びH.h.帯 (Toarcian中期) - JR6帯 (Oxfordian) の泥岩が存在する. E.C.帯の泥岩 (031130-3) からは *Canoptum rugosum* Pessagno et Poisson や *Eucyrtidiellum* sp. C sensu Nagai (1986) などが得られており, 年代的にはPliensbachian前期を示す. この泥岩の年代は明らかにチャートと珪質泥岩の境界年代 (古くてもToarcian) よりも古い年代を示す (Fig. 4).

一般に, 海洋プレート層序内でのチャートから陸源碎屑岩に至るシークエンスは, 海洋プレートが海溝に到達するまでの歴史を示しており (例えば, Matsuda and Isozaki, 1991), 珪質泥岩から泥岩への岩相変化は海洋プレートが海溝に到達したことを示している (Nakae, 1992など). したがって, 泥岩の下限の年代が珪質泥岩の下限の年代よりも古いという現象は, 単一のユニット内では考えにくい. このような現象の一つの解釈として, 古い年代を示す化石の再堆積が考えられる. しかし, 得られた放散虫化石は比較的保存が良く, 一部の保存不良の個体 (例えば *Natoba* sp. aff. *N. minuta* Pessagno et Poisson や *Canoptum* sp. とした個体) が示す年代も, 本論で推定した年代と矛盾しないことから, 再堆積の可能性は低いと思われる. このような古い年代を示す泥岩は豊橋地域ではこの1地点からしか得られておらず, この泥岩の位置づけは豊橋地域の秩父帯付加コンプレックスの構造層序区分にも関連し, 岩相組み合わせや地質構造などの観点からも検討する必要があり, 今後の重要な課題である.

泥岩の年代幅と分布域

ユニットBにおいて, チャートと珪質泥岩の境界年代より新しい泥岩はH.h.帯 (Toarcian中期) - JR6帯



第5図 ユニットBにおける岩相と年代の関係の地域性を示す図. 放散虫化石帯の略称については, 第2図と同様である. 国土地理院発行の25,000分の1地形図「豊橋」及び「二川」を使用.

Fig. 5 Map showing the regional differences of the relation between lithology and age in the Unit B. Abbreviations of radiolarian zones are the same as those of Fig. 2. Base map is from 1:25,000 topographic maps "Toyohashi" and "Futagawa" published by Geographical Survey Institute of Japan.

(Oxfordian) の年代を示す. その年代幅は化石帯にして6帯である. 松岡ほか (1998)による秩父帯の各ユニットの海洋プレート層序を見てみると, 単一ユニットの泥岩の年代幅は長くてもMatsuoka (1995a)の化石帯にして3帯ないし4帯である. 一方, 同じくジュラ紀の付加体である丹波 - 美濃帯の各ユニットの海洋プレート層序を見てみても, やはり単一ユニットの泥岩の年代幅は長くてもMatsuoka (1995a)の化石帯にして3帯ないし4帯である (中江, 2000など). これらの事実と比較すると, 豊橋地域のユニットBは他地域のジュラ紀付加コンプレックスの各層序単元に比較して明らかに泥岩の年代幅が広い. 豊橋地域は四国と関東山地の中間に位置しており, 豊橋地域のみが四国及び関東山地のデータに基づいて設定された各層序単元の海洋プレート層序における泥岩の年代幅から大きくはずれることは考えにくい. つまり, 豊橋地域のユニットBだけが泥岩の堆積期間が極端に長かったと結論づけるには無理がある. この点に対する解釈の一つとして, ユニットBが単一のユニットではなく, 更に細分される可能性が挙げられる.

実際のところ、ユニットBにおいては、JR4帯-JR6帯の泥岩(相対的に新しい泥岩)の分布は北部に集中し、E.C.帯やT.e.帯-JR3帯といった相対的に古い年代を示す泥岩はより南部に分布している(Fig. 5)。つまり、地理的に両者は明瞭に異なっている。同様に、チャートと珪質泥岩の年代と分布の関係を比較すると、泥岩の年代と分布の関係を調和的である。すなわち相対的に新しい年代を示すチャート(JR3帯)や珪質泥岩(JR4-JR6帯)が北部に存在する(Fig. 5)。したがって、ユニットBは年代的な観点から見れば北部と南部に二分される。しかしながら、実際にユニットBが複数の層序単元に細分されるかどうかは、岩相組み合わせや地質構造などの面からも検討する必要がある、今後の重要な課題である。

6. まとめ

豊橋地域の秩父帯において、各岩相と年代との対応関係を明らかにし、海洋プレート層序を復元する目的で、チャート、珪質泥岩及び泥岩あわせて約400試料を処理し、そのうち155試料から年代決定に有効な放射虫化石を抽出した。丹羽・大塚(2001)により区分された構造層序区分を踏襲し、放射虫化石が得られたユニットA及びユニットBの海洋プレート層序を復元したところ、以下の点が明らかになった。

- (1) ユニットAにおいては、下部ペルム系(P.u.I帯)-中部ジュラ系の上部(JR5帯)のチャート、中部ジュラ系の上部(JR5帯-JR6帯最下部)の珪質泥岩、中部ジュラ系の上部(JR5帯)から上部ジュラ系の下部(JR6帯下部)の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される。
- (2) ユニットBにおいては、下位から下部ペルム系(Ps.Im.帯)-中部ジュラ系の下部(JR3帯下部)のチャート、下部ジュラ系の上部(T.e.帯上部)-中部ジュラ系の上部(JR6帯最下部)の珪質泥岩、下部ジュラ系の中部(E.C.帯)から上部ジュラ系の下部(JR6帯上部)の泥岩からなる海洋プレート層序が復元される。
- (3) ユニットBにおいては、チャートと珪質泥岩の境界年代よりも古い年代を示す泥岩が存在することや、泥岩の年代幅が他地域のジュラ紀付加コンプレックスに比較してかなり広いことが問題点として挙げられる。これらの問題点に対する解釈として、ユニットBの年代と分布に相関があることから、ユニットBが年代的に二分される可能性を指摘した。

文 献

Baumgartner, P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Dumitrica-Jud, R., Dumitrica, P., Pillevuit, A., Urquhart, E., Matsuoka, A., Danelian, T.,

Bartolini, A., Carter, E. S., De Wever, P., Kito, N., Marcucci, M. and Steiger, T. (1995) Radiolarian catalogue and systematics of Middle Jurassic to Early Cretaceous Tethyan genera and species. In Baumgartner, P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillevuit, A. and De Wever, P. eds, Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrence, Systematics, Biochronology, *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 23, Chapter 4, 37-685.

Gorican, S., Smuc, A. and Baumgartner, P. O. (2003) Toarcian Radiolaria from Mt. Mangart (Slovenian - Italian border) and their paleoecological implications. *Marine Micropaleont.*, **49**, 275-301.

堀 常東(印刷中)愛知県田原市蔵王山に分布するチャートから産するペルム紀放射虫化石。大阪微生物研究会誌特別号, no. 13.

堀 常東(2004a)5万分の1地質図幅「豊橋」地域の秩父帯チャートから産するペルム紀放射虫化石。地調研報, **55**, 287-301.

堀 常東(2004b)5万分の1地質図幅「豊橋」地域の秩父帯チャートから産する三畳紀放射虫化石。地調研報, **55**, 303-334.

堀 常東(2004c)5万分の1地質図幅「豊橋」地域の秩父帯チャート及び碎屑岩から産するジュラ紀放射虫化石。地調研報, **55**, 335-388.

Hori, R. (1990) Lower Jurassic radiolarian zones of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 159, 562-586.

堀 利栄(2002)下部ジュラ系放射虫化石層序とIGCP458(トリアス・ジュラ系境界事件)。日本地質学会新潟大会プレゼンポジウム講演予稿集, 47-52.

家田健吾(2001)静岡県浜松市西部の秩父帯から産する放射虫化石。豊橋市自然史博研報, no. 11, 23-26.

家田健吾・杉山和弘(1998)豊橋市東部地域の秩父帯から産する三畳紀放射虫化石。豊橋市自然史博研報, no. 8, 17-21.

池田芳雄(1990)葦毛湿原調査報告書。豊橋市教育委員会, 豊橋市. 14p.

Ishiga, H. (1990) Paleozoic radiolarians. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds, *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Osaka, 285-295.

石井清彦(1928)7万5千分の1地質図幅「豊橋」。地質調査所. 40p.

五十川淳一・相田吉昭・酒井豊三郎(1998)栃木県葛生町箕輪地区の層状チャートから産する前期三畳

- 紀放散虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 11, 81-93.
- 磯見 博 (1958) 静岡県浜名湖北方の古生層. 地調月報, **9**, 77-82.
- 磯見 博・井上正昭 (1972) 5万分の1地質図幅「浜松」. 地質調査所. 35p.
- Isozaki, Y., Maruyama, S. and Furuoka, F. (1990) Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, **181**, 179-205.
- 桑原希世子・八尾 昭 (2001) 美濃帯層状チャートに見られるペルム紀新世の放散虫群集の変遷. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 12, 33-49.
- Kuwahara, K., Yao, A. and Yamakita, S. (1998) Reexamination of Upper Permian radiolarian biostratigraphy. *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, **52**, 391-404.
- Matsuda, T. and Isozaki, Y. (1991) Well-documented travel history of Mesozoic pelagic chert in Japan: from remote ocean to subduction zone. *Tectonics*, **10**, 475-499.
- Matsuoka, A. (1983) Middle and Late Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Sakawa and adjacent areas, Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **26**, 1-48.
- Matsuoka, A. (1995a) Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *The Island Arc*, **4**, 140-153.
- Matsuoka, A. (1995b) Middle Jurassic-Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and the western Pacific, and age assignments based on the Unitary Associations Method. In Baumgartner, P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillecuit, A. and De Wever, P. eds, Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrence, Systematics, Biochronology, *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 23, Chapter 33, 1049-1057.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎 (1998) 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. 地質雑, **104**, 634-653.
- Matsuoka, A. and Yao, A. (1986) A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleont.* **11**, 91-105.
- 松沢 勲・嘉藤良次郎・水谷伸治郎・桑原 徹 (1961) 豊橋市域の地質. 附 豊橋市域地質図. 愛知県建築部・豊橋市. 27p.
- 水垣桂子 (1985) 浜名湖北西地域の秩父系に産する放散虫化石. 瑞浪市化石博研報, no. 12, 171-182.
- Nagai, H. (1986) Jurassic *Eucyrtidiellum* (Radiolaria) from central Japan. *Bull. Nagoya Univ. Museum*, no. 2, 1-21.
- 永井ひろ美・石川輝海 (1995) 渥美半島から産出する中期二畳紀放散虫. 名古屋大学古川総合研究資料館報告, no. 11, 7-21.
- Nagai, H. and Mizutani, S. (1990) Jurassic *Eucyrtidiellum* (Radiolaria) in the Mino terrane. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 159, 587-602.
- Nakae, S. (1992) A formative process of the sedimentary complex of the Tamba terrane in the Wakasa area, Southwest Japan: An example of continuous accretion. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **98**, 401-413.
- Nakae, S. (1993) Jurassic accretionary complex of the Tamba terrane, Southwest Japan, and its formative process. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **36**, 15-70.
- 中江 訓 (2000) 西南日本内帯ジュラ紀付加複合体の広域対比. 地質学論集, no. 55, 73-98.
- Nishizono, Y., Sato, T. and Murata, M. (1997) A revised Jurassic radiolarian zonation for the South Belt of the Chichibu terrane, western Kyushu, Southwest Japan. *Marine Micropaleont.* **30**, 117-138.
- 丹羽耕輔・大塚 勉 (2001) 浜名湖西方地域の秩父帯付加コンプレックスから産出した後期古生代および中生代放散虫化石. 信州大学理学部紀要, **36**, 77-93.
- Ohba, H. (1997) Mesozoic radiolarians from the western part of the Atsumi Peninsula, Southwest Japan. *Jour. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **44**, 71-87.
- Ohba, H. and Adachi, M. (1995) Permian, Triassic and Jurassic radiolarians from Omura and Ogura Islands in the eastern part of the Shima Peninsula, Southwest Japan. *Jour. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **42**, 55-67.
- Otsuka, T. (1988) Paleozoic-Mesozoic sedimentary complex in the eastern Mino terrane, central Japan and its Jurassic tectonism. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **31**, 63-122.
- Pessagno, E. A. Jr. and Poisson, A. (1981) Lower Jurassic radiolaria from the Gümüşlü Allochthon of southwestern Turkey (Taurides Occidentales). *Min. Res. Explor. Inst. Turkey, Bull.*, no. 92, 1979, 47-69.
- 斎藤正次 (1955) 5万分の1地質図幅「三河大野」. 地質調査所. 36p.
- 斎藤正次・磯見 博 (1954) 5万分の1地質図幅「秋葉

山」. 地質調査所. 34p.

Sashida, K. (1988) Lower Jurassic multisegmented Nassellaria from the Itsukaichi area, western part of Tokyo Prefecture, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **9**, 1-27.

Sugiyama, K. (1992) Lower and Middle Triassic radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 167, 1180-1223.

Sugiyama, K. (1997) Triassic and Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in the siliceous

claystone and bedded chert units of the southeastern Mino terrane, central Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.* no. 24, 79-193.

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.

八尾 昭 (1997) ジュラ紀古一中世放散虫化石群集の変遷. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 10, 155-182.

(受付: 2004年10月1日; 受理: 2004年11月18日)