

日本のジュラ系放射虫化石帯の年代と国際対比

八尾 昭*

Geological age of Jurassic radiolarian zones in Japan and their international correlations

Akira YAO*

Abstract Since 1979, a number of radiolarian zones have been proposed and established in Japanese Jurassic by numerous workers. They are mostly assemblage zone with exception of some range zones and interval zones. Eight proposals of radiolarian zonation for the Jurassic of Japan are compared each other. Their geological ages are estimated on the basis of occurrences of other index fossils such as ammonites, of comparison with age-determined radiolarian species, and of data of isotopic ages. Japanese Jurassic radiolarian zones proposed by MATSUOKA & YAO (in press) are correlated with those established by BAUMGARTNER (1984) and by PESSAGNO *et al.* (1984).

はじめに

日本の中生界放射虫生層序の研究が本格的に開始された1970年代末から、およそ7年が経過した。もちろん研究史的にいえば、今でいう中生代放射虫が日本ではじめて報告されたのは60年も前であり、それ以降1970年代までいくつもの報告が出され、化石記載もされている。しかし、HUZIMOTO (1938)が報告した「三波川帯結晶片岩から発見された放射虫化石」以外は大きく注目されることはなかったし、HUZIMOTO (1938)の放射虫化石による年代論(『ジュラ紀ないし少なくとも中生代』)にしても当時の学界では大勢として受け入れられなかった。つまり1970年代の中頃までは、先新生代放射虫は年代論にかんしてほとんど頼りにならない化石の一つであった。ところが1970年代末以降、放射虫化石が日本の中・古生界の年代再検討に重要な役割を果たすようになり、日本の中・古生代地史を大きく書き換える先導役を果たした。このことはすでに多くの論文や報告(例えば市川, 1982; 市川ほか, 1985; 八尾, 1985; など)で述べられているので、ここでは省略する。

現在の日本のトリアス・ジュラ系放射虫生層序の研究は、第2段階(八尾ほか, 1982)から第3段階に入

っている。つまり、群集帯(assemblage zone)の設定が一段落し、ついでrange zoneやinterval zoneの設定がなされはじめた段階である。そこで、これからの研究を進めるにあたって、今までの研究の到達点、とくに放射虫化石帯の大枠としての年代論をまとめておく必要がある。トリアス系放射虫生層序については、十分に研究されたとはいえないが、コノドント化石によるチェックが可能であるし、白亜系放射虫生層序にかんしても他の有効な化石によるチェックや国際対比が可能である。ここでは日本で独自に研究が進められたジュラ系放射虫生層序に焦点を絞り、今までの研究の到達状況をおさえ、放射虫化石帯の年代論と大綱的な国際対比をおこないたい。

謝辞: 本稿を書くにあたって、大阪市立大学理学部市川浩一郎先生と松岡篤氏には貴重な意見をいただいた。また、松岡氏からは放射虫化石種のレンジについて多くの教示をいただいた。さらに、次にあげる方々からは印刷中の資料をみせていただき、その引用・参照を快諾いただいた; 相田吉昭(秋田大)・岡田尚武(山形大)、岸田容司郎・久田健一郎(大阪教育大)、松岡篤(大阪市立大)、佐藤徹(建設企画コンサルタント)・村田正文(熊本大)・吉田英一(名古屋大)、山本博文(地質調査所)・水谷伸治郎(名古屋大)・加賀美英雄(東京大)、横田論・佐野弘好(九州大)。以上の方々に心から感謝いたします。

*大阪市立大学理学部地学教室, Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University, Osaka 558, Japan.

Table 1. Radiolarian zonations for Japanese Jurassic and their correlations.

	A	B	C	D	
J U R A S S I C	U p p e r	<i>Mirifusus baileyi</i>	<i>Pseudodictyomitra</i> cf. <i>carpatica</i>	<i>Mirifusus mediodilatatus</i>	
			<i>Pseudodictyomitra primitiva</i> - <i>P. sp. A</i>		<i>Mirifusus mediodilatatus</i>
			<i>Tricolocapsa yaol</i>	<i>Andromeda violae</i> - <i>M. mediodilatatus</i>	<i>Mirifusus guadalupensis</i>
	<i>Gongylothorax sakawaensis</i> - <i>Stichocapsa paradaniensis</i>				
	M i d d l e	<i>Unuma echinatus</i>	<i>Dictyomitrella(?) kamoensis</i> - <i>Pantaneillum foveatum</i>	<i>Guexella nudata</i>	<i>Guexella nudata</i>
				<i>Zartus jurassicus</i>	<i>Unuma echinatus</i>
				<i>Hsuum hisuikyense</i>	<i>Parahsuum sp. D</i>
	<i>Parahsuum simplum</i>	<i>Parvicingula gigantocornis</i>			
	<i>"Archaeodictyomitra" directiporata</i> - <i>"Eucyrtidium" sp. A</i>	<i>Bagotum pseudoerraticum</i>			
	<i>"Archaeodictyomitra" sp. A</i> - <i>Triassocampe sp. A</i>				
L o w e r	<i>Canoptum triassicum</i>	<i>Capnoce anapetes</i>	<i>Palaeosaturnalis mulatidentatus</i>		

A: Matsuoka (1981), Matsuoka & Yao (1981, in press), Nakatani & Yao (1980), Yao (1980), Yao & Matsuoka (1981), Yao et al. (1980, 1982).

B: Kido et al. (1982), Mizutani & Kido (1983), Mizutani et al. (1981a, b).

C: Nishizono & Murata (1983), Nishizono et al. (1981, 1982).

D: Kishida & Hisada (1984, 1985, 1986), Kishida & Sugano (1982).

日本のジュラ系放射虫化石帯

日本のジュラ系放射虫生層序の1970年代末以降の研究は、放射虫化石群集(fossil radiolarian assemblage)を識別することから始まり、それにもとづく群集帯(assemblage zone)の設定へと研究が進んだ。この研究経過は他の化石研究でも見られる一般的傾向である

が、研究対象とされた多くのジュラ紀層が層序不明のオリストストロームであったり、地質構造上複雑に擾乱されていることなども反映して、迂余曲折を経ている。1982年以降になると、range zone および interval zone の設定という第3段階の研究がはじめられ、現在、第2段階の研究と平行して進められている。以下に現在までに設定された様々なジュラ系放射虫化石帯

E	F	G	H	Ma
<i>Mirifusus mediodilatatus</i>			<i>Ditrabs sansalvadorensis</i>	140
	<i>Pseudodictyomitra primitiva</i>		<i>Sethocapsa cetia</i>	
	<i>Cinguloturris carpatica</i>		<i>Zhamoidellum mikamense</i>	150
<i>Mirifusus guadalupensis</i>	<i>Stylocapsa(?) spiralis</i>	<i>Andromeda violae - Stylocapsa(?) spiralis</i>	<i>F. hipposidericus</i>	160
			<i>G. sakawaensis</i>	
			<i>S.(?) spiralis</i>	
<i>Gexella nudata</i>	<i>Tricolocapsa conexa</i>	<i>Tricolocapsa tetragona</i>	<i>A. tunoensis</i>	170
			<i>A.(?) mirabilis</i>	
			<i>L.(?) nudata</i>	
<i>T. tetragona</i>				
<i>Unuma echinatus</i>	<i>Tricolocapsa plicarum</i>	<i>Tricolocapsa plicarum</i>	<i>O. magnaglobosa</i>	180
			<i>Eucyrtidium(?) unumaense</i>	
<i>Hsuum sp. A</i>	<i>Laxtorum(?) jurassicum</i>	<i>Hsuum sp. G</i>		190
<i>Bagotum sp. A</i>	<i>Archicapsa pachyderma</i>	<i>Droitus? sp. A - Droitus? sp. G</i>		
		<i>Parahsuum directiporata</i>		
<i>Parahsuum simplum</i>	<i>Parahsuum sp. C</i>			200
		<i>Parahsuum sp. A</i>		
<i>Canoptum triassicum</i>		<i>Betracium deweveri</i>		210

E: Igo, Hh. & Nishimura, H. (1984), Sashida & Igo, Hy. (1985).

F: Matsuoka (1983), Matsuoka & Yao (in press).

G: Sato, T. & Murata (1984), Sato, T. et al. (1986).

H: Aita (1985).

Time scale: Kent & Gradstein (1985).

を, 1. Assemblage zone, 2. Range zone・Interval zone に区分して, 簡単に説明を加える。

1. Assemblage zone

日本で初めてジュラ紀放射虫化石群集として報告されたのは, 中世古ほか (1979) が四国の四万十累帯の赤色チャートから見出した *Mirifusus mediodilatatus* -

Parvicingula altissima 群集である。1980年以降になると, 多くの研究者がいくつものジュラ紀放射虫化石群集を識別した。以下にそれらの化石群集を提唱した論文・報告を, 研究者グループ別(A-E; Table 1)に, その研究対象地域・岩相についてのみ簡単に記す。

A) YAO *et al.* (1980): 美濃帯犬山地域のチャートおよび碎屑岩, 中谷・八尾 (1980), 八尾 (1980), 松

岡・八尾 (1981), 松岡 (1981): 四国・紀州西部の秩父累帯南帯のチャート・碎屑岩。八尾・松岡 (1981): 美濃帯犬山地域の碎屑岩。八尾ほか (1982): 以上のまとめ。なお、各群集の代表種は, YAO (1982; *Parahsuum simplum*), ISOZAKI & MATSUDA (1985; *Hsuum hisuikyoense*), ICHIKAWA & YAO (1976; *Unuma echinatus*), MATSUOKA (1982, 1984; *Gongylothorax sakawaensis*, *Stichocapsa naradaniensis*), MATSUOKA (in press; *Tricolocapsa yaoi*), MATSUOKA & YAO (1985; *Pseudodictyomitra primitiva*) で記載された。

B) 水谷ほか (1981), MIZUTANI *et al.* (1981), 木戸ほか (1982), MIZUTANI & KIDO (1983): 美濃帯碎屑岩。

C) 西園ほか (1981), 西園ほか (1982), 西園・村田 (1983): 九州球磨川流域の秩父累帯のチャート・碎屑岩。

D) 岸田・菅野 (1982): 四国・九州の秩父累帯南帯のチャート・碎屑岩。岸田・久田 (1984, 1986), KISHIDA & HISADA (1985): 関東山地秩父累帯のチャート・碎屑岩。

E) 猪郷久治・西村はるみ (1984): 足尾帯葛生地域のチャート。SASHIDA & IGO, Hy. (1985): 足尾帯および関東山地秩父累帯のチャート・碎屑岩。なお、この両研究は調査対象地域 (葛生地域) が重なっているため、同一グループに列記した。

以上の論文・報告で提唱された放散虫化石群集は、それぞれの研究者によって独自に設定されたので、たとえ同年代の群集であってもその認定条件や名称は必ずしも一致していない。しかしながら、群集区分にあたっての特徴種の組み合わせや種構成の規模のとりかたにそれほど大きな差異はなく、大まかな対応関係が読み取れる。

ジュラ紀放散虫化石群集の地質産状の検討は、散点的な岩石試料にもとづくものから、ある層序断面でのいわゆる連続試料にもとづくものまで、様々である。この検討の違いは、群集帯の区分の議論に密接に係わってくる。たとえば、西園・村田 (1983, p. 18) は化石群集の設定にあたって「したがって今回は、local assemblage を区分することにとどめ、分帯は次のより詳細な調査検討の段階にゆずることとした。すなわち1つの群集(assemblage)を、単位層から採取された1個の岩石試料に含まれる放散虫種の集合とし…」と述べている。また、岸田・菅野 (1982, p. 281) は「群集の産出順序には規則性があり、また、それにもとづく種のrangeを求めて考察すれば現段階では一応このようなzoneを設定しうる。今回設定したzoneは、群集帯的性質をかなり持っているが、できうるかぎり生存期間帯的性質を加味したものであり…」としている。以上のような違いに留意した上で、ここでは議論をシンプ

ルにするため、化石群集で特徴づけられる地層を群集帯として扱い、群集帯の対比という形で比較を行う。

このような立場から検討すると、各々の群集帯はTable 1のように対比される。対比の根拠は、化石群集の種構成の共通性である。ただし、これまで提唱された化石群集にしても、また、区分された群集帯にしてもそれほど厳密に定義されているわけでもないので、群集帯の下限・上限の対応関係は大まかなものである。

2. Range zone・Interval zone

現在、日本のジュラ系放散虫層序の研究は、前述したように第3段階に入っており、taxon range zone, concurrent range zone, interval zone の設定がなされつつある。これらの化石帯区分は基本的に、あるタクソン(多くは種オーダー)の出現(first appearance)ないし消滅(last appearance)の層準(biohorizon)をその化石帯の下限ないし上限とするものであるから、少なくとも連続した層序断面での検討が必要である。現在のところ以下の3例(F-H; Table 1)の研究によって、range zone および interval zone が提唱されている。

F) MATSUOKA (1983)の成果に端を発し、MATSUOKA & YAO (in press) は、8つのbiohorizonを設定した。下位から *Parahsuum simplum* の出現, *Archicapsa pachyderma* の出現, *Laxtorum* (?) *jurassicum* の出現, *Tricolocapsa plicarum* の出現, *Tricolocapsa conexa* の出現, *Stylocapsa* (?) *spiralis* の出現, *Tricolocapsa conexa* の消滅, *Pseudodictyomitra primitiva* の出現の層準である。そして、これらをもとにジュラ系に8つのinterval zoneを設定している。

G) 佐藤・村田 (1984) および佐藤ほか (1986) は、ジュラ系(最上部を除く)に7つの化石帯を設定し、各化石帯の性格を次のように規定した。

J1: *Parahsuum* sp. A range zone, J2: *Parahsuum directiporata* range zone, J3: *Droltus*? sp. A-*Droltus*? sp. G concurrent range zone, J4: *Hsuum* sp. G interval zone (*Tricolocapsa plicarum* の出現を上限とする), J5: *Tricolocapsa plicarum* interval zone (*Tricolocapsa tetragona* の出現を上限とする), J6: *Tricolocapsa tetragona* range zone, J7: (*Andromeda violae* - *Stylocapsa*? *spiralis* range zone)。

H) 相田 (1985) は、中・上部ジュラ系中に10の基準面(すべてfirst appearance datum)を認定し、8つのinterval zoneと、下限ないし上限が未定の4つのzoneを設定した。

以上のrange zone および interval zone を対比すればTable 1のようになる。なお、MATSUOKA & YAO (in press)の化石帯と、佐藤ほか (1986) および相田 (1985)の化石帯との対比において、特徴種の産出層準

が対応する化石帯の境界は実線で示した。

放散虫化石帯の年代

1. 放散虫以外の化石による年代チェック

日本においてジュラ紀放散虫と他の示準化石が同一サンプルから共産したという報告は、いまのところほとんどない。これは日本のジュラ紀放散虫研究の歴史が浅いということにもよるが、もともと放散虫化石が多産する岩石試料には他の化石が一般的に少ないという特性によるところが大きい。このような状況のため日本のジュラ系放散虫化石帯の年代を他の示準化石で直接チェックすることは現在のところ出来ない。しかしながら放散虫化石帯のおおよその年代を間接的に示唆する他の化石資料がいくつか出されている。以下にその資料で、年代論がどの程度可能なかを簡単に示す。

(1) 下部ジュラ系放散虫化石帯

Parahsuum simplum 群集帯および同相当化石帯の岩相は、多くの場合層状チャート相で代表される。秩父累帯の九州球磨川流域(佐藤・西園, 1983), 美濃帯犬山地域(YAO *et al.*, 1980), 足尾帯葛生地域(猪郷久治・西村はるみ, 1984)ではトリアス紀新世後期(late Norian-Rhaetian)コノドント *Epigondolella bidentata*, *Misikella hernsteini*, *M. posthernsteini*などを産する層状チャート層の上位に連続的に *Parahsuum simplum* 群集の構成種を産する層状チャート層が発達する。上記の地域において両者の層状チャート層の間には、いずれも岩相的・構造的ギャップは認められず、整合的である。この層序的位置付けと、チャートの堆積速度を考慮に入ると、*Parahsuum simplum* 群集帯および同相当化石帯の年代は post-Rhaetian, つまり Hettangian 以降であるといえる。

(2) 中部ジュラ系放散虫化石帯

横田・佐野(1986)は、最近、九州球磨山地の中部ジュラ系(佐野, 1976)のジュラ紀中世(Bajocianないし Bathonian)アンモナイト *Cadomites* sp., *Planisphinctes* (?) sp. (HIRANO & SANO, 1977)産出層の直下の碎屑岩から *Unuma echinatus* 群集の多くの構成種を発見し、*Unuma echinatus* 群集帯の年代は少なくとも Bajocianないし Bathonian の一部を含むと、総合的に判断している。この横田・佐野(1986)の資料は、アンモナイトと放散虫化石の両産出層準の地質関係の確認にもとずいており、アンモナイトによる年代論が放散虫化石帯の年代論に有効な例である。

SATO(1974)は美濃帯犬山地域から産出したアンモナイト *Choffatia* (*Subgrossouvria*) sp. を記載し、SATO & WESTERMANN(1985)はこのアンモナイトの産出レンジを Uppermost Bathonian-Lower Callovian としている。犬山地域の中生層は、下位からチャート層

一珪質泥岩層—泥岩層—泥岩・シルト岩層—砂岩・泥岩層という層序をもち、これら各層の1セットからなる層序ユニットが繰り返し分布する(YAO *et al.*, 1980), この層序ユニット上部の泥質部から *Guexella nudata* 群集の構成種が産出する(八尾・松岡, 1981; 八尾ほか, 1982)。上記のアンモナイト標本は転石のシルト岩から産出したため、その産出層準を特定できないが、アンモナイト含有岩の岩相からみて層序ユニットの上部から由来した可能性が高い。これらの資料は、*Guexella nudata* 群集帯の一部が Lower Callovian である可能性を示唆する。

SATO *et al.*(1985)は、美濃帯郡上八幡地域の小駄良川層徳永砂岩部層から発見された *Kepplerites* (*Seymourites*) sp. を記載し、その産出レンジを Upper Bathonian-Lower Callovian としている。このアンモナイト産出層準との地質関係は不明であるが、徳永砂岩部層の珪質頁岩から *Unuma echinatus* 群集の構成種および *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* - *Pantanelium foveatum* 群集の構成種が産出する(脇田, 1984)。

(3) 上部ジュラ系放散虫化石帯

丹波帯西方延長にあたる山口県東部の玖珂層群からジュラ紀新世(Oxfordian)アンモナイト *Kranaosphinctes* sp. が見出されている(SATO, 1984)。このアンモナイト産出層は、玖珂層群b層に含まれ、b層からはジュラ紀放散虫が多数産する(脇田, 1985)。

足尾帯八溝山地南部の益子地域から、同じくアンモナイト *Kranaosphinctes matsushimai* が発見され(鈴木・佐藤, 1972)、そのアンモナイトの産出レンジは Lower-Middle Oxfordian とされている(SATO & WESTERMANN, 1985)。アンモナイト産出地点周辺からは放散虫化石は見出されていないが、産出地点東方地域からジュラ紀新世放散虫が産出する(SASHIDA & IGO, 1985)。

秩父累帯中・南帯からは、従来いくつものジュラ紀中・新世アンモナイト(SATO, 1962 参照)や二枚貝化石などの大型化石が報告されている。しかし、これら大型化石と放散虫化石の両産出層準の地質関係が明らかになっている例はごくまれである。西園・村田(1983)は、九州球磨山地南部の簸瀬層から *Mirifusus mediodilatatus* - *Pseudodictyomitra* cf. *carpatica* 群集を報告し、同群集の模式試料とはほぼ同一層準から Tithonian アンモナイト *Pseudovirgatites*? sp. (小島郁生鑑定)を同時に発見している。ただし、松本・西園(1984)は、このアンモナイト標本にかんして「*Decipia decipiens* とよく類似する」とし、示唆する年代が Oxfordian である可能性も示した。紀伊由良地域の由良層からは、Tithonian アンモナイト *Taramelliceras* (*Parastreblites*) sp. (佐藤正鑑定)が発見され(寛ほか, 1965)、その周辺の由良層から *Pseudodictyomitra*

primitiva - P. sp. A群集の構成種が産出する(YAO, 1984).

AITA & OKADA (in press)は、四国佐川の西方地域においてジュラ紀新世後期(middle-late Tithonian)の石灰質ナノ化石 *Polycostella beckmanni* と共産する放散虫化石群を報告した。そしてその産出層準をスイスの Maiolica Limestone を模式断面とする放散虫化石帯 *Ditrabs sansalvadorensis* Zone の下部に対比した。

2. 放散虫化石群の比較による年代チェック

外国におけるジュラ紀放散虫の研究は、古典的なものを除けば1960年代末に始まったといえよう。1970年代前半には DSDP などによる海洋底コアサンプルの最下部付近の放散虫化石が白亜紀最古期ないジュラ紀末のものとして報告された (PESSAGNO, 1969; MOORE, 1973; RIEDEL & SANFILIPPO, 1974; FOREMAN, 1975; など)。1970年代後半になって PESSAGNO (1977) がカリフォルニアコーストレンジで上部ジュラ系の放散虫生層序を検討し、6帯の放散虫化石帯 (4帯の interval zone と2帯の Opel zone) を設定した。これが本格的なジュラ系放散虫生層序研究の始まりである。この研究以降、いくつものジュラ紀放散虫研究結果が報告された。そのうち代表的なものを Table 2 に示す。これらの研究では、他の示準化石との共産関係によって直接年代がチェックされているものは限られており、また間接的に他の化石によってある程度正確に年代がコントロールされているものもそう多くない。

一般的にいて、一岩石試料に含まれるジュラ紀放散虫化石群は、数10種で構成され、保存の良い試料では200-300種を超える場合もある。このように一化石群の構成種がかなり多いため、各研究者はそれぞれ特徴あるタクソンに注目して研究を進めている。つまり、全構成種の解析には手が回りかねていて、化石群の報告においてはほとんどの場合、全構成種を網羅したリストアップに及んでいない状況である。この研究現状は、日本においても同様である。そのため日本国内においてさえ、文献にもとづく化石群の比較が充分におこなえるとは限らない、というのが実情である。上記の条件と、放散虫化石種の地理的分布なども考慮に入れると、現段階において化石群の広域的な比較は、限られたものにならざるをえない。

以下に、日本のジュラ系放散虫化石帯のうち、年代がコントロールされた外国の化石群にある程度対応する化石種を産する化石帯をとりあげ、その推定される年代を論じる。

(1) *Parahsuum simplum* 群集帯

Parahsuum simplum 群集帯および同相当化石帯か

Table 2. Main studies of Jurassic radiolarians outside Japan since 1977.

JURASSIC												
Lower				Middle				Upper				
Het	Sin	Plb	Toa	Aal	Bal	Bth	Clv	Oaf	Kim	Tth		
										Pessagno	1977	
											1978	
											1979	
										Baumgartner	1980	
										Pessagno & Blome		
										Baumgartner et al.		
										Pessagno & Poisson	Kocher	1981
										Pessagno & Whalen	1982	
										De Wever		
										Pessagno & Blome		
										Dumitrica	1983	
											1984	
										Kozur		
										Blome	Pessagno et al.	
										Baumgartner		
											1985	

らは、*Bagotum*, *Bipedis*, *Canoptum*, *Gigi*, *Jacus*, *Katroma*, *Pantanelium*, *Zartus* などに属する種が産出する。これらの中に *Bagotum maudense*, *B. erraticum*, *Bipedis calvabovis*, *Canoptum dixonii*, *C. anulatum*, *C. rugosum*, *Katroma bicornus*, *Pantanelium brownii* などに類似する種が見出される。

PESSAGNO & WHALEN (1982) によればブリティッシュコロンビアにおける以下の3種の産出層準は次のようになる。*Bagotum maudense* は early Pliensbachian アンモナイト産出層準の数m下位、および同層準と early Toarcian アンモナイト産出層準との中間層準から産出する。*B. erraticum* は Sinemurian アンモナイト産出層準、および early Pliensbachian アンモナイト産出層準の数m下位から産出する。*Canoptum dixonii* は latest Sinemurian アンモナイト産出層準の上位から産出する。さらに *Pantanelium brownii* は同上地域の Sinemurian アンモナイト産出層準の15m下位から記載された (PESSAGNO & BLOME, 1980)。*Canoptum anulatum* と *C. rugosum* はトルコの late Pliensbachian アンモナイト産出層準の数10m下位から記載され (PESSAGNO & POISSON, 1981)、ブリティッシュコロンビアの early Toarcian アンモナイト産出層準の27.4m下位からも報告され、*C. anulatum* はオレゴンの late Pliensbachian アンモナイト産出層準からも見出されている (PESSAGNO & WHALEN, 1982)。*Bipedis calvabovis* と *Katroma bicornus* はトルコの

上記層準から記載された(De Wever, 1982).

以上の資料にもとづけば, *Parahsuum simplum* 群集帯および同相当化石帯は, 少なくとも Sinemurian および Pliensbachian の一部に相当するといえる。なお, *Katroma* 属などの産出層準にかんする佐藤・西園(1983)等の資料を参照すれば, 上記の年代論は *P. simplum* 群集帯上半部に相当するものである。ゆえに, この化石帯の下半部の年代は Hettangian を含む可能性が高く, この帯の下限はトリアス紀とジュラ紀の境界付近に想定される。

(2) *Unuma echinatus* 群集帯

Unuma echinatus 群集帯および同相当群集帯を構成する種は, 未記載種も含めると少なくとも200種を超える。本群集帯は, このように多岐にわたるタクソンで構成されるため, その全貌は未だ明らかになっていない。ここでは PESSAGNO & BLOME (1980, 1982) と PESSAGNO & WHALEN (1982) がオレゴンの中中部ジュラ系(アンモナイトによって年代がコントロールされている)から報告した化石群との比較を中心として述べる。

塔状 Nassellaria の *Hsuum*, *Lupherium*, *Parvicin-gula* では, 以下に列挙する PESSAGNO & WHALEN (1982) の種が *Unuma echinatus* 群集帯構成種と類似する。*H. rosenbudense*, *L. officierense*, *P. matera* (以上 early Bajocian アンモナイト産出層準から), *H. robustum*, *H. parasolense*, *L. (?) mitidium*, *P. media*, *P. vera* (以上 late middle Bajocian アンモナイト産出層準から)。*Zartus* 属では, PESSAGNO & BLOME (1980) の記載した *Z. dickinsoni*, *Z. thayeri*, *Z. jurassicus* が *Unuma echinatus* 群集帯構成種と類似し, 主として early Bajocian アンモナイト産出層準の上位10m, および middle Bajocian アンモナイト産出層準から産出する。Bizarre Nassellaria では, PESSAGNO & BLOME (1982) の *Turanta morinae* と *T. officierensis* が *Unuma echinatus* 群集帯構成種と類似する。*T. morinae* は early Bajocian アンモナイト産出層準の低位 10.6m から, *T. officierensis* は late middle Bajocian アンモナイト産出層準から記載された。

BAUMGARTNER (1984) は, 中部イタリア Fiume Bosso において中部ジュラ系(Bajocian - Bathonian) に顕著に産出する二枚貝化石(*Bositra*)の産出層準から, *Unuma echinatus* 群集帯の代表種である *Unuma echinatus* を見出している。

以上の資料から *Unuma echinatus* 群集帯および同相当帯の年代は, 少なくとも Bajocian の一部を含み, Bathonian の一部も含む可能性が高いといえる。なお, 水谷・小池(1982)は, 主として PESSAGNO & BLOME (1980) の化石群との比較から *Unuma echinatus* 群集帯の年代が Bajocian 後半であろうと述べている。また, KOZUR (1984) は, 北部ハンガリーのマンガン質頁岩か

ら *Stichocapsa japonica*, *Cyrtocapsa mastoidea*, *Tricolocapsa (?) fusiformis*, *T. plicarum* などの *Unuma echinatus* 群集帯構成種を含む化石群を報告し, その年代を Bajocian としている。*Unuma echinatus* 群集帯の下限の年代は, 現在のところ正確には推定できないが, おおよそ Aalenian と Bajocian の境界付近に想定しておく。この化石帯の上限の年代は, BAUMGARTNER (1984) との対比(後記)から, Bathonian 後期の範囲内に推定される。

(3) *Guexella nudata* 群集帯

Guexella nudata 群集帯および同相当化石帯(およびその上位)から産出する *G. nudata* および *Stylocapsa oblongula* は, 西大西洋の DSDP Leg 76, Site 534 でのコアサンプルにおいて, middle Callovian - middle Oxfordian 双鞭毛藻化石および石灰質ナンノ化石産出層準から報告されている(BAUMGARTNER, 1984)。また, 同上コアの middle Callovian 石灰質ナンノ化石産出層準のサンプルから得られた放散虫化石群中には, MATSUOKA (1983) の *Tricolocapsa conexa* Zone の上半部ないし *Stylocapsa (?) spiralis* Zone の下部からの種とよく類似する種(*G. nudata*, *S. lacrimalis*, *P. (?) ochiensis* など)が含まれる(YAMAMOTO *et al.*, in press)。これらの種は, 松岡(1983年5月23日の海洋研シンポジウム「海域と陸域のジュラ系-Blake Bahama の DSDP をめぐって」における口頭発表; 総研連絡紙 NEWS & INFO, No.12, p. 3)によれば, *T. conexa* Zone の第3 subzone の種によく対応するという。

Guexella nudata 群集帯から特徴的に産出する *Archaeodictyomitra* sp. R (松岡, 1982; YAO, 1984) は, アラスカの middle Callovian アンモナイト産出層準から BLOME (1984) によって記載された *Hsuum (?) inexploratum* に類似する。

以上の資料から, *Guexella nudata* 群集帯および同相当化石帯の年代は, 少なくとも Callovian の一部を含むと判断される。この化石帯の上限の年代は, BAUMGARTNER (1984) との対比(後記)から Oxfordian 前期の範囲内と推定される。

(4) *Pseudodictyomitra primitiva* - *P. sp. A* 群集帯

本群集帯および同相当化石帯を構成する種は, 八尾・松岡(1985)で示したように, その産出レンジが下位の化石帯から連続するものや, 上位の化石帯に及ぶものが多く, 本群集帯に限られる種は少ない。しかしながら *Archaeodictyomitra apiara*, *Archaeospongoprunum imlayi*, *Eucyrtidiellum ptyctum*, *Formanella diamphidia*, *Mirifusus mediodilatatus*, *Orbiculiforma riedeli*, *Pantanellium riedeli*, *Podocapsa amphiptera*, *Ristola altissima* など, Callovian ないし Oxfordian から Tithonian まで, および Kimmeridgian ないし Tithonian から下部白亜系までの産出レンジを

もつ諸種の組合わせによって年代チェックが可能となる。以下にこれらの種のいくつかの組合わせが、年代のコントロールされた地層から産出報告されている例を列挙する(前4例は BAUMGARTNER, 1984 から、後2例は PESSAGNO, 1977 と PESSAGNO *et al.*, 1984 から)。

1) 東大西洋 DSDP Leg 41, Site 367 のコアサンプルの latest Kimmeridgian - earliest Tithonian aptychus 産出層準, 2) 北部イタリア Sangiano の late Tithonian calpionellid 産出層準の下位, 3) 中部イタリア Fiume Bosso の late Tithonian calpionellid 産出層準およびその下位, 4) 中部ギリシャ Marathos の late Tithonian calpionellid 産出層準の直下, 5) カリフォルニアコーストレンジの early late Tithonian *Buchia* 産出層準, 6) バハカリフォルニアの early late Tithonian *Buchia* 産出層準。

以上の資料から、*P. primitiva* - *P. sp. A* 群集帯および同相当化石帯の年代は、少なくとも Tithonian の一部を含むと判断される。この化石帯の下限の年代は、BAUMGARTNER (1984) との対比(後記)から Kimmeridgian の範囲内が想定され、上限は BAUMGARTNER (1984) と PESSAGNO *et al.* (1984) との対比(後記)、および相田 (1985) の *Ditrabs sansalvadorensis* Zone との比較から、Tithonian 後期の範囲内に推定される。

3. 同位体年代による年代チェック

SHIBATA & MIZUTANI (1980, 1982) は、放射虫化石によって年代が推定させた2地域の試料にかんして同位体年代測定を行い、次のような値(Ma)を報告した。

(1) *Unuma echinatus* 群集帯: 岐阜県各務原市鷺沼の珪質頁岩, Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 179.8 ± 5.7 , K-Ar 全岩年代 151 ± 4 , 152 ± 5 。

(2) *Mirifusus baileyi* 群集帯: 岐阜県益田郡飛騨金山町奥金山の珪質頁岩, Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 128 ± 3 , K-Ar 全岩年代 125 ± 4 , 128 ± 4 , 130 ± 4 , 133 ± 4 , 157 ± 4 , 165 ± 4 。

上記の値にかんして水谷・柴田 (1983) は、くわしく考察を加えている。最近のジュラ紀同位体年代目盛にかんする資料(KENT & GRADSTEIN, 1985)も参照して、水谷・柴田 (1983) の年代チェック、および MIZUTANI (1983) の化学的続成作用に関連する考察を以下に簡単に紹介する。

堆積岩の同位体年代は化学的続成作用の終了年代を意味し、化学的続成作用の期間は(1)6Ma, (2)20Ma と見積られる。この見積りのもとに、上記の(1)と(2)の試料の堆積年代を想定すれば、それぞれ(1)180-192Ma, (2)145-151Ma となる。この値を HARLAND *et al.* (1982) や KENT & GRADSTEIN (1985) の同位体年代目盛にてらして地質年代を読めば、およそ(1)Toarcian -

Aalenian - (Bajocian), (2) Tithonian となる。(2)にかんしては、放射虫化石から推定される年代と調和的である。(1)にかんしては、放射虫化石による推定より少し古い値となっている。これは、放射虫化石による推定 Bajocian より実際はもう少し古くなるか、それとも Bajocian と名づけられている地質時代の同位体年代目盛がもう少し古くなれるかもしれない、という可能性を示す。

放射虫化石帯の国際対比

外国におけるジュラ系放射虫化石分帯にかんする代表的な研究は、Table 2 に示すように、5例あげられる。PESSAGNO (1977) と BAUMGARTNER *et al.* (1980) の分帯は、その後の成果が追加され、それぞれ PESSAGNO *et al.* (1984), BAUMGARTNER (1984) で改定されている。一方、日本においては Table 1 に示すような化石帯が設定されており、年々改定されている。放射虫化石帯間の国際的な対比は、BAUMGARTNER (1984) が行っており、その中で日本の1983年段階での化石帯との対比にもふれている。ここでは MATSUOKA & YAO (in press) の化石帯と BAUMGARTNER (1984) との対比を行い、PESSAGNO *et al.* (1984) との比較も加える。

1. BAUMGARTNER(1984)との対比

BAUMGARTNER(1984)では世界各地の中部ジュラ系(Bathonian)から下部白亜系(Hauterivian)の層序断面が扱われており、43産地の110種の放射虫化石種の出現・消滅層準の組合わせによって、連続した15の Unitary Association (UA) が設定されている。それらの UA は、A0 - E2 の9帯の biochronozone にグループ化されているが、ここで対比の対象となるのは UA0 - UA10 (A0 - C2 の6帯) である。

Fig. 1 に日本の中・上部ジュラ系放射虫化石帯(MATSUOKA & YAO, in press の一部)と、そこから産出するいくつかの種の産出レンジを示した。ここにとりあげた種は、BAUMGARTNER (1984) と共通し、しかも現段階で出現・消滅層準が明らかか、産出層準がある程度限られる(MATSUOKA, 1983; YAO, 1984 など) にもとづくものである。これらの種を中心にして、以下の議論を進める。

Tricolocapsa plicarum Zone では Fig. 1 に示すように、*S. aff. japonica* から *E. unumaense* までの6種が共産し、この帯の上限が *S. aff. japonica* の消滅層準とほぼ一致する。このことから *T. plicarum* Zone の上部は、UA0 に相当する。

Tricolocapsa conexa Zone では、*S. oblongula*, *G. nudata* などが共産し、この帯の中で *E. ptyctum* の出現層準と、この帯の上限付近に *S. oblongula* の消滅層

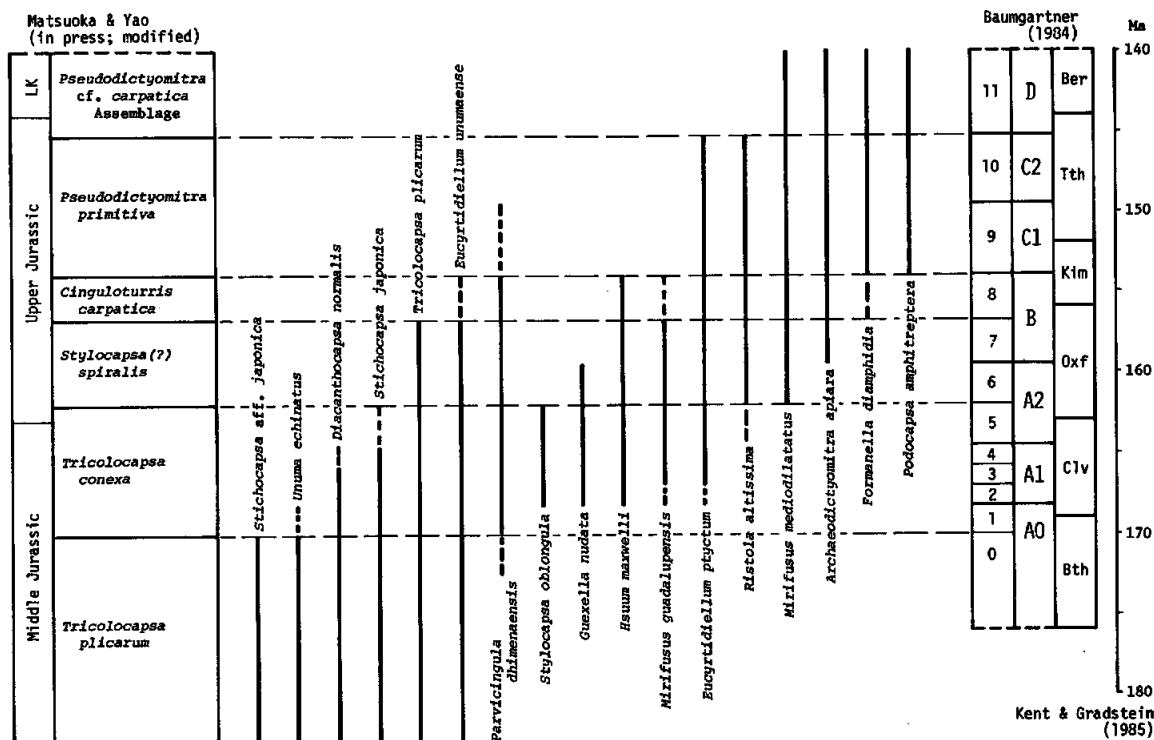


Fig. 1. Correlation of Japanese Middle-Upper Jurassic radiolarian zones (MATSUOKA & YAO, in press) with those of BAUMGARTNER (1984).

準がある。このことから *T. conexa* Zone は, UA1 - UA5 にほぼ対比される。

Stylocapsa (?) *spiralis* Zone では, *T. plicarum*, *R. altissima*, *M. mediodilatatus* が共産し, この帯の中に *G. nudata* の消滅層準と *A. apiara* の出現層準がみられる。このことから *S. (?) spiralis* Zone は, UA6 - UA7 に相当するといえる。

Cinguloturris carpatica Zone では, *P. dhimenaensis*, *H. maxwelli* などが共産し, この帯の上限は *H. maxwelli* の消滅層準にほぼあたる。このことから *C. carpatica* Zone は, UA8 に相当するであろう。

Pseudodictyomitra primitiva Zone では, *E. ptyctum*, *R. altissima*, *P. amphitrepera* などが共産し, この帯の上限が *E. ptyctum* と *R. altissima* の消滅層準にほぼ一致する。このことから *P. primitiva* Zone は, UA9 - UA10 に相当するといえる。

以上の対応関係を, Fig. 1 の右端に BAUMGARTNER (1984) の区分を併置することによって示した。化石帯の年代論にかんしては, 前章の年代チェックからわかるように, MATSUOKA & YAO (in press) と BAUMGARTNER (1984) の間に大きな不調和はみられない。

2. PESSAGNO *et al.* (1984) との比較

PESSAGNO *et al.* (1984) は, 北西アメリカの上部ジュラ系における PESSAGNO (1977) の分帯を改定して, 新しく 4 帯の化石帯 (Zone 1 - 4) を設定した。この分帯は, 主として *Mirifusus*, *Parvicingula*, *Ristola*, *Hsuum* などに属する種の出現・消滅層準を基準にしている。

Zone 1 は, 下限が *Parvicingula* 属の出現層準で, 上限が *Mirifusus* 属の出現 (*M. guadalupensis* の出現) 層準で定義されている。さらにこの帯は, 8 亜帯に細分されるという, いわゆる Superzone にあたる性格のものであり, ここではこの化石帯の上限だけを比較する。日本のジュラ系では, *Mirifusus* 属の出現層準は *T. plicarum* Zone 中にあり, *M. guadalupensis* のそれは *T. conexa* Zone 中にある。後者の出現層準を基準にすれば, *T. conexa* Zone の下部以下が Zone 1 に対応することになる。

Zone 2 の上限は, *M. baileyi* の出現層準で定義されている。日本では *M. mediodilatatus baileyi* の出現層準はおおよそ *S. (?) spiralis* Zone の下限付近である。このことから *T. conexa* Zone の中・上部が Zone 2 に対応する可能性がある。

Zone 3 の上限は, 日本では不明である。ただし, *M. guadalupensis*, *H. maxwelli* などの消滅層準を参考にすれば, *S. (?) spiralis* Zone, *C. carpatica* Zone と *P.*

primitiva Zone の下半部をあわせたものが Zone 3 に対応することになる。

Zone 4 は, *R. altissima*, *E. ptyctum* の消滅層準からみて *P. primitiva* Zone の上半部に対応する。

MATSUOKA & YAO (in press) と PESSAGNO *et al.* (1984) の化石帯の対応関係は, 数少ない共通種にもとづけば上記ようになる。しかし, *P. primitiva* Zone の上半部と Zone 4 を除いて, 各化石帯の年代論に大きな相違がある。たとえば, *M. guadalupensis* の出現年代は, PESSAGNO *et al.* (1984) によればジュラ紀新世中頃(Kimmeridgian の範囲内)であるのに対し, 日本ではジュラ紀中世後期と考えられている。この相違は, 現在のところ解消しがたく, 今後の検討課題である。

要 約

1. 日本のジュラ系放射虫化石帯: 日本のジュラ系において, 5つの研究者グループ(A-E)による Assemblage zone 区分と, 3例(F-H)の Range zone-Interval zone 区分とが提唱されている。これらの区分された放射虫化石帯を, 構成種および特徴種の産出レンジの比較にもとづいて対比した(Table 1)。

2. 放射虫化石帯の年代: ジュラ系放射虫化石帯の年代を, (1)他の示準化石(アンモナイトなど)との産出関係, (2)産出年代の判明している放射虫化石種(主として Table 2 の研究)との比較, (3)同位体年代, によってチェックした。その結果と, 化石帯の層序関係や国際対比にもとづけば, Table 1 A の化石帯の年代は次のように推定される。

1) *Parasuum simplicum* 群集帯: 少なくとも Sinemurian と Pliensbachian の一部を含む。下限はトリアス紀とジュラ紀の境界(?), 上限は Pliensbachian 後期の範囲内(?)。

2) *Parasuum* sp. D 群集帯: 下限は Pliensbachian の範囲内(?), 上限は不明。

3) *Hsuum hisuikyense* 群集帯: 下限は不明, 上限は Aalenian と Bajocian の境界付近(?)。

4) *Unuma echinatus* 群集帯: 少なくとも Bajocian と Bathonian の一部を含む。下限は Aalenian と Bajocian の境界付近(?), 上限は Bathonian 後期の範囲内(?)。

5) *Guexella nudata* 群集帯: 少なくとも Callovian の一部を含む。下限は Bathonian 後期の範囲内(?), 上限は Oxfordian 前期の範囲内(?)。

6) *G. sakawaensis* - *S. naradaniensis* 群集帯: 下限は Oxfordian 前期の範囲内(?), 上限は Oxfordian 後期の範囲内(?)。

7) *Tricolocapsa yaoi* 群集帯: 下限は Oxfordian 後期の範囲内(?), 上限は Kimmeridgian の範囲内(?)。

8) *P. primitiva* - *P.* sp. A 群集帯: 少なくとも Tithonian の一部を含む。下限は Kimmeridgian の範囲内(?), 上限は Tithonian 後期の範囲内(?)。

3. 放射虫化石帯の国際対比: MATSUOKA & YAO (in press) による日本のジュラ系放射虫化石帯 (Table 1 F) を BAUMGARTNER (1984) と対比した (Fig. 1)。PESSAGNO *et al.* (1984) との比較では, 年代論に問題を残している。

文 献

- 相田吉昭, 1985: 四国西部高野付近の不入山層(ジュラ系)の放射虫化石層序。秋田大学鉱山学部研究報告, 6, 33-41.
- AITA, Y. and OKADA, H., in press: Radiolarians and calcareous nannofossils from the Uppermost Jurassic and Lower Cretaceous strata of Japan and Tethyan regions. *Micropaleont.*
- BAUMGARTNER, P. B., 1984: A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarites. *Eclogae geol. Helv.*, 77 (3), 729-837.
- BAUMGARTNER, P. B., DE WEVER, P. and KOCHER, R., 1980: Correlation of Tethyan Late Jurassic-Early Cretaceous radiolarian events. *Cah. Micropaleont.*, 1980-2, 23-72.
- BLOME, C. D., 1984: Middle Jurassic (Callovian) radiolarians from carbonate concretions, Alaska and Oregon. *Micropaleont.*, 30 (4), 343-389.
- DE WEVER, P., 1982: Radiolaires du Trias et du Lias de la Tethys. *Soc. Geol. Nord, Pub.*, 7, 1-599.
- FOREMAN, H. P., 1975: Radiolaria from the North Pacific DSDP Leg 32. *Init. Rept. DSDP*, 32, 579-676.
- HARLAND, W. B., COX, A. V., LLEWELLYN, P. G., PICKTON, A. G., SMITH, A. G. and WALTERS, R., 1982: A geologic time scale. Cambridge Univ. Press, 131 p.
- HIRANO, H. and SANO, H., 1977: Middle Jurassic ammonites from Bisho, Kumamoto Prefecture, Kyushu. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., 106, 100-105.
- HUZIMOTO, H., 1938: Radiolarian remains discovered in a crystalline schist of the Sambagawa System. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 14, 252-254.
- 市川浩一郎, 1982: 日本の中古生代放射虫研究史。大阪微化石研究会誌特別号, 5, 1-9.
- 市川浩一郎・波田重熙・八尾昭, 1985: 中・古生界の微化石層序と西南日本の中生代造構史の最近の諸問題。地質学論集, 25, 1-18.
- ICHIKAWA, K. and YAO, A., 1976: Two new genera of Mesozoic Cyrtoid radiolarians from Japan. *Progress in Micropaleontology*, 110-117.
- 猪郷久治・西村はるみ, 1984: 栃木県安蘇郡葛生町唐沢における後期三疊紀-前期ジュラ紀放射虫化石の層位的分布(予報)。東京学芸大学紀要, 4部門, 36, 173-193.

- ISOZAKI, Y. and MATSUDA, T., 1985: Early Jurassic radiolarians from bedded chert in Kamiasso, Mino Belt, Central Japan. *Earth Sci. (Chikyū Kagaku)*, **39** (6), 429-442.
- 笈民夫・石井健一・市川浩一郎, 1965: 秩父累帯の調査報告, 紀伊半島西部南帯. UMP-C-ZONE 連絡紙, **2**, 7.
- KENT, D. V. and GRADSTEIN, F. M., 1985: A Cretaceous and Jurassic geochronology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **96**, 1419-1427.
- 木戸聡, 1982: 岐阜県七宗町上麻生における三疊紀チャートとジュラ紀珪質頁岩の産状について. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 135-151.
- 岸田容司郎・久田健一郎, 1984: 関東山地神流川流域のジュラ紀放射虫 (予察). 日本地質学会関西支部報, **96**, 2-3.
- KISHIDA, Y. and HISADA, K., 1985: Late Triassic to Early Jurassic Radiolarian Assemblages from the Ueno-mura area, Kanto Mountains, Central Japan. *Mem. Osaka Kyoiku Univ.*, Ser. III, **34** (2), 103-129.
- 岸田容司郎・久田健一郎, 1986: 関東山地西部三宝山帯の放射虫群集. 大阪微化石研究会誌特別号, **7**, 25-34.
- 岸田容司郎・菅野耕三, 1982: 西南日本外帯における三疊紀・ジュラ紀放射虫化石分帯. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 271-300.
- KOZUR, H., 1984: New radiolarian taxa from the Triassic and Jurassic. *Geol. Palaeont. Mitt. Innsbruck*, **13** (2), 49-88.
- 松本達郎・西園幸久, 1984: 九州 (熊本県) 龍瀬層産アンモナイトについて (その2). 日本地質学会関西支部報, **97**, 西日本支部報, **81**, 合併号, 17.
- 松岡篤, 1981: 高知県佐川地域秩父累帯南帯の中・後期ジュラ紀放射虫化石群集. 日本地質学会関西支部報, **90**, 3-4.
- 松岡篤, 1982: 高知県佐川・仁淀地域における中・上部ジュラ系の放射虫化石層序. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 237-253.
- MATSUOKA, A., 1982: Jurassic two-segmented Nassellarians (Radiolaria) from Shikoku, Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **25**, 71-86.
- 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., 1984: Late Jurassic Four-Segmented Nassellarians (Radiolaria) from Shikoku, Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **27**, 143-153.
- MATSUOKA, A., in press: *Tricolocapsa yaoi* Assemblage (Late Jurassic radiolarians) from the Togano Group in Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **29**.
- 松岡篤・八尾昭, 1981: 高知県佐川地域のジュラ紀放射虫化石群集. 日本地質学会関西支部報, **89**, 4-5.
- MATSUOKA, A. and YAO, A., 1985: Latest Jurassic radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **28**, 125-145.
- MATSUOKA, A. and YAO, A., in press: A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleont.*
- MIZUTANI, S., 1983: Duration of chemical Diagenesis. *Jour. Earth Sic. Nagoya Univ.*, **31**, 17-35.
- MIZUTANI, S. and KIDO, S., 1983: Radiolarians in Middle Jurassic siliceous shale from Kamiasso, Gifu Prefecture, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., **132**, 253-262.
- MIZUTANI, S., HATTORI, M., WAKITA, K., OKAMURA, Y., KIDO, S., KAWAGUCHI, I. and KOJIMA, S., 1981: Jurassic formations in the Mino area, Central Japan. *Proc. Japan Acad.*, **57**, Ser. B, 194-199.
- 水谷伸治郎・服部勇・足立守・脇田浩二・岡村行信・棚瀬大弥・吉村美由紀・木戸聡・川口一郎・小嶋智, 1981: 美濃地域のジュラ系. 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 152.
- 水谷伸治郎・小池敏夫, 1982: 岐阜県各務原市鷺沼, 木曾川河畔のジュラ紀珪質頁岩と三疊紀チャート中の放射虫. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 117-134.
- 水谷伸治郎・柴田賢, 1983: 美濃地域中生代珪質頁岩の続成作用と同位体年代. 総研A「堆積岩の続成作用に関する研究」, 143-155.
- MOORE, T. C., 1973: Radiolaria from Leg 17 of the Deep Sea Drilling Project. *Init. Rept. DSDP*, **17**, 797-869.
- 中世古幸次郎・西村明子・菅野耕三, 1979: 四万十帯の放射虫化石の研究. 大阪微化石研究会誌特別号, **2**, 1-49.
- 中谷登代治・八尾昭, 1980: 四国西部の鳥巢層群相当層の放射虫化石群集. 日本地質学会関西支部報, **86**, 5-6.
- 西園幸久・村田正文, 1983: 球磨山地南部における中・古生代放射虫群集と堆積相の予察的研究. 熊本大学理学部紀要 (地学), **12** (2), 1-40.
- 西園幸久・中世古幸次郎・村田正文, 1981: 九州球磨山地における中生界層序と放射虫化石群集. 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 169.
- 西園幸久・大石朗・佐藤徹・村田正文, 1982: 球磨川中流域における中・古生代放射虫化石群集について. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 311-326.
- PESSAGNO, E. A., Jr., 1969: Mesozoic planktonic foraminifera and radiolaria. *Init. Rept. DSDP*, **1**, 607-621.
- PESSAGNO, E. A., Jr., 1977: Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. *Micropaleont.*, **23** (1), 56-113.
- PESSAGNO, E. A., Jr. and BLOME, C. D., 1980: Upper Triassic and Jurassic Pantanellinae from California, Oregon, and British Columbia. *Micropaleont.*, **26** (3), 225-273.
- PESSAGNO, E. A., Jr. and BLOME, C. D., 1982: Bizarre Nassellariina (Radiolaria) from the Middle and Upper

- Jurassic of North America. *Micropaleont.*, **28** (3), 289-318.
- PESSAGNO, E. A., Jr., BLOME, C. D. and LONGORIA, J. F., 1984: A Revised Radiolarian Zonation for the Upper Jurassic of Western North America. *Bull. Amer. Paleont.*, **87**, no. 320, 1-51.
- PESSAGNO, E. A., Jr. and POISSON, A., 1981: Lower Jurassic radiolaria from the Gumuslu Allocthon of Southwestern Turkey (Taurides Occidentales). *Bull. Min. Res. Expl. Inst. Turkey*, **92**, 47-69.
- PESSAGNO, E. A., Jr. and WHALEN, P., 1982: Lower and Middle Jurassic Radiolaria (multicyrtid Nasselliariina) from California, east-central Oregon, and the Queen Charlotte Island, B. C. *Micropaleont.*, **48** (2), 111-169.
- RIEDEL, W. R. and SANFILIPPO, A., 1974: Radiolaria from the southern Indian Ocean, DSDP Leg 26. *Init. Rept. DSDP*, **26**, 771-818.
- 佐野弘好, 1976: 球磨山地における中部ジュラ系の層序. 地質学雑誌, **83** (2), 135-137.
- SASHIDA, K. and IGO, Hy., 1985: Jurassic Radiolarians in the Kanto Region. *IGCP 171, 1985 Circum-Pacific Jurassic 3rd Field Conference*, G-6, 25-34.
- SATO, Tadashi, 1962: Etudes biostratigraphiques des Ammonites de Jurassique du Japon. *Mem. Soc. geol. France*, N.S., **41**, Mem. no. 94, 1-122.
- SATO, Tadashi, 1974: A Jurassic ammonite from near Inuyama, north of Nagoya. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., **96**, 427-432.
- SATO, Tadashi, 1984: Collage tectonics and ammonite provinces. *IGCP 171, Circum-Pacific Jurassic Research Group, Report*, no. 2, 16-18.
- SATO, Tadashi, KASAHARA, S. and WAKITA, K., 1985: Discovery of a Middle Jurassic ammonite *Kepplerites* from the Mino Belt, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., **139**, 218-221.
- SATO, Tadashi and WESTERMANN, G. E. G., 1985: Range chart and zonations in Japan. *IGCP 171, 1985 Circum-Pacific Jurassic 3rd Field Conference*, J-1-3, 73-94.
- 佐藤徹・村田正文, 1984: 球磨山地の三疊紀-ジュラ紀放射虫化石帯. 日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 181.
- 佐藤徹・村田正文・吉田英一, 1986: 九州秩父累帯における三疊紀-ジュラ紀放射虫化石帯. 大阪微化石研究会誌特別号, **7**, 9-23.
- SHIBATA, K. and MIZUTANI, S., 1980: Isotopic ages of siliceous shale from Hida-Kanayama, central Japan. *Geoch. Jour.*, **14**, 235-241.
- SHIBATA, K. and MIZUTANI, S., 1982: Isotopic ages of Jurassic siliceous shale and Triassic bedded chert in Unuma, Central Japan. *Geoch. Jour.*, **16**, 213-223.
- 鈴木陽雄・佐藤正, 1972: 鶏足山地からジュラ紀菊石の産出. 地質学雑誌, **78** (4), 213-215.
- 脇田浩二, 1984: 八幡地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 89 p.
- 脇田浩二, 1985: 山口県東部の玖珂層群と美川層群. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 148.
- YAMAMOTO, H., MIZUTANI, S. and KAGAMI, H., in press: Middle Jurassic radiolarians from Blake Bahama Basin, West Atlantic Ocean. *Bull. Nagoya Univ. Museum*, **1**.
- 八尾昭, 1980: 紀伊由良地域のジュラ紀放射虫化石. 日本地質学会関西支部報, **87**, 西日本支部報, **71**, 合併号, 10-11.
- YAO, A., 1982: Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, Central Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **25**, 53-70.
- YAO, A., 1984: Subdivision of the Mesozoic Complex in Kii-Yura Area, Southwest Japan and Its Bearing on the Mesozoic Basin Development in the Southern Chichibu Terrane. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **27**, 41-103.
- 八尾昭, 1985: 秩父累帯の中・古生界研究の最近の進歩. 地球科学, **39**(1), 44-56.
- YAO, A., MATSUDA, T. and ISOZAKI, Y., 1980: Triassic and Jurassic Radiolarians from the Inuyama Area, Central Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **23**, 135-154.
- 八尾昭・松岡篤, 1981: 美濃帯犬山地域のジュラ紀放射虫 *Unuma echinatus* 群集. 日本地質学会関西支部報, **90**, 5-6.
- 八尾昭・松岡篤, 1985: 鳥巢層群および同相当層の年代的位置づけ. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 150.
- 八尾昭・松岡篤・中谷登代治, 1982: 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放射虫化石群集. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 27-43.
- 横田諭・佐野弘好, 1986: 熊本県八代郡美生の中期ジュラ紀型アンモナイト産出層からの放射虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, **7**, 53-58.