層状チャートの堆積リズムからみたトリアス紀中世からジュラ紀古世の海水準変動

Sea-level change reduced from rhythmicity of Middle Triassic to Lower Jurassic bedded cherts of Southwest Japan

Abstract

道前香緒里* 石賀裕明*

Kaori Douzen and Hiroaki Ishiga**

1994年5月30日受付.

1995年3月29日受理.

* 島根大学理学部地質学教室.

Department of Geology, Faculty of Science,
Shimane University, Matsue 690, Japan

Late Triassic to Early Jurassic sea-level change has been inferred from sedimentologic and cyclo-stratigraphic examination of bedded cherts forming part of a pelagic sedimentary sequence in Southwest Japan. These bedded cherts, composed of alternating beds of chert and mudstone, are characterized by rhythmic stratification with regular variations in bed thickness. Thicker chert beds represent the dominance of radiolarian blooming, whereas mudstone beds overlying chert horizons indicate cessation of radiolarian production.

A newly proposed graph of rhythmicity in bedded cherts reveals 7.5 Ma and 1.5 Ma cycles, which could coincide with a well documented second order cycle of sea level change. This graph also indicates a modal variation in radiolarian production, and changes in production across biostratigraphic boundaries. Strong depression of radiolarian productivity occurs at the Triassic/Jurassic and Carnian/Norian boundaries. This was caused by a supposed regression in sea-level at the end of the Triassic following the Norian regression event. Recovery from this regressional oceanic condition took place in the Early Jurassic, at which time cyclic sea-level changes also became apparent.

Key words: primary production, radiolarian blooming, sea-level change, Triassic, Jurassic, bedded cherts

はじめに

海洋底の堆積物には過去の海洋環境の変化が記録されている。しかし、現在の海洋底にはジュラ紀中世より古い時代については記録がない。それよりも古いものについては陸側に付加された堆積物を検討する必要がある。特に西南日本内帯にはジュラ紀以前の付加体が広く分布し、ここには海洋底で形成された層状チャートが含まれる。西南日本の丹波-美濃帯にはトリアス紀およびペルム紀の層状チャートが多くみられ、すでに放散虫やコノドントといった微化石を用いた年代学的検討が進んでいる(市川ほか, 1985)。これらは海洋古環境を解明する上で重要な資料となる。

層状チャートは放散虫を主とする二酸化珪素の殻を持つ生物の遺骸からなる珪質部(チャート)と、この珪質部によって挟まれる泥岩からなる薄層(一般に“挟みの泥岩”と呼ばれている)の繰り返しによって構成される。最近このチャートと挟みの泥岩の繰り返しにみられる堆積リズムの規則性を解明しようとする試みがなされている(Ishiga et al., 1993a, b; 平石, 1993)。このような規則的な繰り返しをなす層状チャートの珪質部と泥質部の形成モデルとして, Hori et al.

(1993)は放散虫のブルーミングの結果チャートが堆積し、放散虫の生産の停止期に泥岩が堆積するとしている。放散虫は動物プランクトンであり、その生産量は基礎生産の変化に対応する。また放散虫は光合成を行う共生藻や共生バクテリアを持ちこれから光合成生成物を摂取している(松岡, 1992)ので、放散虫の生産量は基礎生産を直接的に左右する栄養塩の供給量の変化にも対応すると考えられる(高橋, 1994)。したがって、チャートの生産量から基礎生産量の変化、栄養塩供給量の変化などを引き起こす海洋環境の変化を推定することができる。

層状チャートの堆積リズムについては、上部トリアス系層状チャートでは、厚いチャートの上に薄いチャートが数枚重なる規則性が報告され、10万年、40万年の周期が存在することが期待されている(Ishiga et al., 1993b)。また後述するようにチャートの厚さ、泥岩の厚さの時間的変化にみられる周期性については、フーリエ解析を用いて4~6万年前後、10~12万年前後、40万年前後の周期があることが示されている(平石, 1993)。本論では層状チャートの各単層のチャートの部分と挟みの泥質部分について厚さを測定し、両者が構成する堆積リズムを検討した。その結果、これまで知られていた

Fig. 1. Index map showing geologic outline of Southwest Japan, and locations of study sections (after Ishiga, 1992).

周期よりも大きな堆積リズムのサイクルが認められた。以下にその概要を記述する。なお年代尺度は Harland et al. (1989) に基づく。

検討セクションの年代と測定結果

検討したセクションは京都府保津峡セクション、山口県玖珂セクション、京都府猪鼻セクション、京都府芦見セクション、岐阜県犬山セクション、岐阜県勝山セクションである (Fig. 1)。各セクションについての地質概略を以下に記述する。

1) 保津峡セクション (北緯 $35^{\circ}1'15''$ 東経 $135^{\circ}38'36''$)

本セクションは Isozaki and Matsuda (1982) がコノドントを用いて生層序学的検討を行った灰色層状チャート岩体 (全体では約 33 m) のうち loc. 11~loc. 46 を含む層準である。地質学的には保津川アンチフォーム (Isozaki and Matsuda, 1980) に位置し、丹波帯 I 型地層群 (石賀, 1985) に属する。測定した部分は層厚約 28 m あり、褶曲などによる地層の繰り返しは認められていない。この部分の年代はコノドントから Ladinian 古世~Rhaetian 新世を含むとされている。検討したセクションを層状チャートのチャート単層の層厚の変化により上・中・下位に 3 分した。すなわち下位の層状チャートは単層の厚さが 5~6 cm と厚いものがあり、平均値は 26.0 mm である。挟みの泥岩も 2 mm と薄いものから 50 mm と厚いものもあり、平均値は 2.6 mm である (Fig. 2)。この下位の層状チャートのうち上部ではチャートの単層の厚さは数 mm~4 cm と変化に富むようになり、またチャートの厚さも薄くなる (Fig. 3)。中位の層状チャートについては、平均値は 18.9 mm である。ここで中位とした部分

Fig. 2. Bedded chert of lowest part (Lower Ladinian) of the Hozukyo section, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. Bedded cherts are characterized by invariable thickness of chert beds (approximately 5 cm thick) which are rather thicker than average thickness of bedded cherts in this section. White arrow shows facing-up of bedded chert.

のうち上部には、厚さ約 10 cm の泥岩が 1 枚存在する。しかしその他の挟みの泥岩は 1~3 mm と薄く、中位の泥岩の厚さの平均値は 3.5 mm である。上位の層状チャートの単層の厚さは 1~3 cm であり、平均値は 18.8 mm である。挟みの泥岩は 2~3 mm ではば一定となり、平均値は 2.3 mm である。チャート単層の数はセクション全体で 1278 枚であり、下位から上位までのすべての平均値は、チャートの厚さについては 21.0 mm、泥岩の厚さについては 3.3 mm である。

2) 玖珂セクション (北緯 $34^{\circ}12'0''$ 東経 $132^{\circ}3'54''$)

Fig. 3. Bedded chert of lower-middle part (Upper Ladinian) of the Hozukyo section, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. This horizon is situated vertically at 6m above the bedded chert indicated in Fig. 2. Note the difference of sedimentary rhythmicity from that of shown in Fig. 2. Repetition of a single thicker (about 4cm) chert bed and following thinner (1~2cm) chert beds is apparently characteristic. White arrow shows facing-up of bedded chert.

山口県玖珂郡美和町の生見川ダム東岸の道路沿いに位置し、西村ほか(1985)のStop 7C中の灰色層状チャート岩体である。層序学的には玖珂層群(小島・岡村, 1952)に、また、高田(1987)の南部ユニットに含まれ、丹波帯I型地層群に相当する。層厚は約20mであり、層状チャートは約20cmの黒色有機質泥岩を伴う断層で切断されている。この断層より上位約4.5mの部分について検討を行った。検討セクションの下位の層準からは*Epigondolella nodosa*, 上位の層準からは*Epigondolella abneptis*が産出する(西村ほか, 1985)。したがって、このセクションの年代はCarnian新世~Norianを含むと考えられる。層状チャートの単層の厚さは、ほとんどのものは1~3cmであるが、厚いもので6~7cmである。厚さの平均値は19.3mmである。挟みの泥岩の厚さはほとんどが2~3mmで、平均値は2.6mmである。チャート単層の数はセクション全体で123枚である。

3) 猪鼻セクション(北緯35°12'6"東経135°19'23")

京都府船井郡瑞穂町猪鼻に位置する灰色層状チャート岩体である。この岩体も丹波帯I型地層群に含まれる(石賀, 1985)。層厚は約8mで、断層で3つの部分に分けられている。この断層の断層面は層状チャートの層理に高角度(約60°)で交わり、剪断破碎帯(幅約2cm)はチャートの角レキからなる。見かけ下位よりA, B, Cとする。Bの最下位の層準から、*Neogondolella foliata*を産出し、この層はLadinian新世からCarnian古世を含むといえる。Cでは、1枚の厚いチャートの上位に数枚の薄いチャートが重なるリズムが明瞭に認められ(Fig. 4)、露頭内ではこれが12回程度繰り返している。チャート単層の数はセクション全体で369枚あり、厚さの平均値は19.8mmである。泥岩単層の厚さの平均値は2.7mmである。

4) 芦見セクション(北緯35°6'1"東経135°38'0")

Fig. 4. Bedded chert of upper part of the Inobana section, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. Repetition of thicker (7~10cm) chert bed and following thinner (several mm~2cm) chert beds can be observed clearly. White arrow shows facing-up of bedded chert.

このセクションは京都府北桑田郡京北町芦見谷の中程に位置し、Imoto(1984)が層状チャートのチャートと挟みの泥岩の厚さを計測し、section Aとして報告している。このセクションの層状チャートは丹波帯I型地層群に含まれる(Imoto, 1984)。これはジュラ紀メランジ中に含まれる灰色層状チャート岩体で、下位から層厚約2.3m, 約1.5m, 約1.3mの3つのブロックに分かれており(Imoto, 1984)、これらを下位よりA, B, Cとする。下位の層準からは*Neogondolella foliata*, 上位の層準からは*Epigondolella postera*のコノドントを産出し、Ladinian新世~Norianとされている(Ishiga et al., 1993a)。層状チャートの単層の厚さは、下位のものでは3~6cmと厚く、中位では2~5cmとやや薄くなり、上位ではほとんどが1~2cmと薄い、周期的に6~8cmの厚いチャートが挟まれる。挟みの泥岩もチャートと同様下位ほど厚く(4~10mm)、上位ほど薄い(1~3mm)。チャート単層の数はセクション全体で210枚あり、厚さの平均値は24.9mmである。泥岩単層の厚さの平均値は2.6mmである。

5) 犬山セクション(北緯35°23'53"東経136°57'53")

美濃帯犬山地域は主にトリアス~ジュラ系のチャート-碎屑岩シークエンスからなり、これらは美濃帯の坂祝向斜を中心として馬蹄形に分布する。木曾川沿いのこの褶曲構造の南翼部では厚い4帯のチャート層とそれに挟まれる3帯の碎屑岩層が分布するが、Yao et al.(1980)は層状チャート層を南からそれぞれ、CH-1, CH-2, CH-3, CH-4とし、CH-2の中部においてコノドントや放散虫を用いた詳しい生層序学的検討を行っている。犬山セクションはYao et al.(1980)のloc. 19~loc. 24を含む約10mの層準であり、年代はRhaetian古世中期~Rhaetian新世前期である。ここで測定した層状チャートセクションの下部は灰色層状チャートからなり、中部と上部は主に赤色層状チャートからなる。しかし、セクション中には緑色ないし赤色層状チャートに挟まれて灰色層

Fig. 5. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Hozukyo section, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. Change of chert bed thickness is vertically indicated by cumulated values of balance of each chert bed thickness from average chert bed thickness in this section (21.0 mm). Horizontally mudstone bed thickness is indicated cumulatively. Conodont data are adopted from Isozaki and Matsuda (1982), and their original horizons of conodont occurrence are indicated in this figure.

状チャートがみられる。また、最上部は緑色ないし赤色層状チャートからなり、これは単層内において中心部が赤色で上下が緑色を呈する層状チャートである。層状チャートの単層の厚さは6 cm 以下であり、ほとんどのものは3~4 cm である。挟みの泥岩は2~5 mm である。チャート単層の数はセクション全体で275 枚あり、厚さの平均値は33.9 mm である。泥岩単層の厚さの平均値は2.0 mm である。

6) 勝山セクション (北緯 35°25' 11" 東経 136°58' 23")

美濃帯犬山地域の勝山セクションは犬山セクションで述べた褶曲構造の北翼部に位置する。トリアス紀/ジュラ紀境界や Toarcian 海洋事変などの地質学的イベントを含む上部トリアス系から中部ジュラ系までの連続した層状チャート岩体であり、ここでは放散虫生層序や地球化学的検討がなされている (Hori, 1992; 堀, 1993)。

今回検討したのは、Hori (1992) による UF Section の試料番号 Kb3~UFI21 を含む層準であり、赤色珪質泥岩の上位から白色塊状チャートの下位までの比較的層理の安定した部分約 22 m である。このセクションでは、赤色層状チャートが次第に緑色層状チャートに移化し、黒色層状チャートに変わる。単層の厚さは、赤色チャートは数 mm の薄いものもあるがほとんどは2~5 cm で、周期的に約 10 cm の厚い層が挟まれる。緑色チャートや黒色チャートは、単層の厚さが最大 6 cm であり、ほとんどのものは1~3 cm である。赤色チャートに比べ、やや薄いといえる。泥岩の厚さはどの層準でも1

~2 mm である。チャート単層の数はセクション全体で725 枚あり、厚さの平均値は26.0 mm である。泥岩単層の厚さの平均値は1.7 mm である。

層状チャートの堆積リズム

上記の測定結果をもとに、層状チャートの堆積リズムを解読するためのグラフを各セクションについて作成した。グラフの作成方法は、縦軸に各チャート単層の厚さからそのセクションにおけるチャートの厚さの平均値を差し引いた値をとり、横軸にこの単層に重なる泥岩の厚さをとり、両者を順次累積した。Hori et al. (1993) のチャート堆積モデルに従えば、このグラフにおいて縦軸はチャート単層の厚さの変化量を示しており、放散虫生産量の変化を反映する。一方、横軸は堆積時間の経過を示す。検討したそれぞれのセクションについて、放散虫やコノドントから推定した年代を各グラフに示す。また、これらの微化石が検討された試料番号もあわせて示している。以下にそのグラフから読みとれる放散虫生産量の変化について述べる。

1) 保津峡セクション (Fig. 5)

先に述べたように本セクションでは上・中・下位の3部分で層状チャートの厚さの変化が異なっている。そこで、試みに上・中・下位の3部分のチャートの厚さをそれぞれの部分の平均値をもとにグラフを作成した (Fig. 5)。その理由はこのセクション全体の層状チャートの平均値を用いた場合、後

Fig. 6. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Kuga section, Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan. The graph is drawn in the same manner as indicated in Fig. 5. An average chert bed thickness in this section is 19.3 mm. Conodont data are adopted from Nishimura et al. (1985).

Fig. 7. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Inobana section, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. The graph is drawn in the same manner as indicated in Fig. 5. An average chert bed thickness in this section is 19.8 mm.

に示すように全体として急激な減少を示すグラフとなり、堆積リズムを示す微妙な厚さの変化が表現されにくいためである。

Ladinian 古世ではチャートの単層は厚く、放散虫の生産が活発に行われていたといえる。Ladinian 新世になると、放散虫生産量は周期的に変化しながら減少する。Ladinian 新世にみられるグラフのつくるピークについては、ピークの左側（立上りの部分）が急傾斜で、右側は緩慢に下がるピーク（ノコギリ刃のような形態；以後ノコギリ型と呼ぶ）をなす。ここでこれを1次オーダーのピークと呼ぶ。さらにこの大きなピークの中にも小さなノコギリ型のピークが認められる（これを2次オーダーと呼ぶ）。またこれらのピークはさらに小さなノコギリ型のピークからなる（これを3次オーダーと呼ぶ）。これら3種類のオーダーのピークは各々ノコギリ型を呈し、相似形をなす。したがって、放散虫生産量の変化は増減の時期には非対称な変化を示すことがわかる。Carnian 古世ではこのような変化は認められない。Carnian

新世から再び放散虫生産量は周期的に変化しながら減少し、Carnian/Norian 境界で激減する。Norian 古世後期では放散虫生産量は急速に増加し、その後は放散虫生産量は周期的に変化しながら緩やかに増加する。なお、Carnian/Norian 境界は岩相的にも厚さ 10 cm の珪質泥岩によって特徴づけられる。Rhaetian 古世後期から Rhaetian 新世前期にかけて放散虫生産量は減少するが、Rhaetian 新世後期では回復し、その後は小さな変化はあるが、ほぼ一定となる。

2) 玖珂セクション (Fig. 6)

放散虫生産量は、前半では周期的に変化しながら増加しているが、*Epigondolella abneptis* のコノドントが産出した層準から減少する。このグラフの形は、勝山セクション（後述）や保津峡セクションで典型的にみられる“ノコギリ刃”の型ではなく、上に凸に膨らんだピークをなす。この大きなピークは保津峡セクションの Ladinian 新世後期にも類似のものが認められる。しかし、玖珂セクションはコノドントからは Carnian 新世後期を示すため、後述するようにコノドントの

Fig. 8. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Ashimi section (data of section A of Imoto, 1984), Kyoto Prefecture, Southwest Japan. The graph is drawn in the same manner as indicated in Fig. 5. An average chert bed thickness in this section is 25.0 mm.

年代に基づいて、保津峡セクションの Carnian 新世に対比した。

3) 猪鼻セクション (Fig. 7)

本セクションは断層によって3部分に区分されるが、下部のAでは、放散虫生産量が増加した後に減少しており、上に凸に膨らんだピークを示す。Bでも同じ放散虫生産量の変化パターンがみられる。Cは1枚の厚いチャートの上に数枚の薄いチャートが重なるリズムの繰り返しが明瞭に認められるところであり、このグラフでは典型的なノコギリ型になっている。このノコギリ型のピークは保津峡セクションで区別した2次オーダーおよび3次オーダーのピークに相当する。

4) 芦見セクション (Fig. 8)

本セクションは露頭欠如によって3部分に区分されるが、下部のAではチャートは厚く、放散虫の生産が活発に行われていたと考えられる。グラフは周期的に小さなピークを示しながら全体としては上昇する。Bでもグラフは上がり調子で、放散虫生産量は増加している。Cではチャートの厚さは1 cm 前後となり薄く、やや幅の狭い小さなノコギリ型の

ピークを作りながらグラフは急激に下降していく。A, Bに比べて放散虫生産量は急速に減少する。

5) 犬山セクション (Fig. 9)

Rhaetian 古世中期ではグラフは小さなノコギリ型のピークを示しながら上昇しており、放散虫生産量は周期的に変化しながらも増加する。その後は小刻みの変動を繰り返すが、グラフの高さはおおきくみてはば一定となる。Rhaetian 古世後期からグラフは下降し、*Epigondolella bidentata* が消滅する直前でいったん上昇するが、Rhaetian 新世前期において再びグラフは下降する。本セクションでは前述のようにチャートの色調に変化がみられる。チャートの色調と堆積リズムの関係では、グラフ前半のグラフが上昇する部分、すなわち放散虫の生産量が増加しているところは灰色層状チャートとなっている。

6) 勝山セクション (Fig. 10)

このセクションでは3個の大きなピークが認められる。このピークの形状は左側が急で右側が緩やかであるといったノコギリ型の形態を示し、保津峡セクションで区別した1次オーダーのピークに相似する。これらのピークの年代幅については放散虫による年代的位置付けに基づけば、古い方より9.4 Ma, 7.7 Ma, 7.5 Maと推定される。この3個の大きなピークの境界については、ノコギリ型のグラフの形状の特徴である左側で急に上昇し、右側で緩やかになるところをそれぞれのピークの境界とした。しかも、これら3個のピークは、保津峡セクションにみられる堆積リズムと同じく、さらに2次および3次オーダーのピークの集合から形成されていることがグラフより明らかである。SinemurianとPliensbachianの1次オーダーの2個のピークは、2次オーダーのピークの数量、位置、年代幅など互いに類似する。1次オーダーのピークは対をなす5個の2次オーダーのピーク (Fig. 10中に番号で1~5を示した) から構成されている。したがって、この2次オーダーのピークの年代幅についてはSinemurianとPliensbachianのそれぞれについて1.54 Maおよび1.5 Maの値を得る。さらに、3次オーダーのピークの年代幅については、2次オーダーのピーク (年代幅1.5 Ma) が5~10個の3次オーダーのピークから構成されることに基づけば、年代幅はおおむね10~30万年となる。

トリアス紀/ジュラ紀境界の部分は鋭いピークで示され、その前と後において高さは異なるものの2次オーダーのピークが出現している。

なお、本セクションにはPliensbachian eventやToarcian event (堀, 1993)が含まれており、これらの堆積環境の変化に対応してチャートの色調や岩相は大きく変化する。チャートの色調と堆積リズムとの関係では、Pliensbachian初頭の1次オーダーのピークが始まる層準で、チャートの色調は赤色チャートから、緑色ないし赤色チャートおよび緑色チャートを経て黒色チャートへと変化している。この上位では再び緑色チャートに岩相が変化するが、さらに上位に白色塊状チャート (厚さ約90 cm) を挟むため堆積リズムの検討は行っていない。犬山セクションのようにグラフの上昇する左側は灰色で、グラフの下降する右側では赤色に変化すると

Fig. 9. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Inuyama section, Gifu Prefecture, Southwest Japan. The graph is drawn in the same manner as indicated in Fig. 5. An average chert bed thickness in this section is 33.9 mm. Conodont data are adopted from Yao et al. (1980), and their original horizons of conodont occurrence are indicated in this figure.

Fig. 10. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Katsuyama section, Gifu Prefecture, Southwest Japan. The graph is drawn in the same manner as indicated in Fig. 5. An average chert bed thickness in this section is 26.0 mm. Data of radiolarian assemblage-zones are reproduced from Hori (1992, 1993).

Fig. 11. Change of chert bed thickness in Middle Triassic to Lower Jurassic in bedded chert sequences is indicated by compilation of data from 6 study sections in this paper, Southwest Japan.

Thickness of chert beds
in the upper Ladinian - lower Carnian

	Hozukyo	Inobana B	Ashimi B,C
number of chert beds	147	184	155
average (mm)	22.4	18.8	20.1
median (mm)	19.8	15.1	14.0

Fig. 12. Histogram showing thickness of chert beds in the upper Ladinian to lower Carnian from the Hozukyo, Inobana and Ashimi sections. Note similar distribution pattern of bedded chert thickness among 3 sections.

いった特徴は認められない。

考 察

1) 堆積リズムを用いた地層対比

層状チャートの堆積リズムを用いて異なる地域の地層を対比する試みがなされている (Ishiga et al., 1993b). 今回、検討を行った6セクションについて、堆積リズムのグラフの形態の類似性をもとに、また、コノドントによって推定される

地質年代をもとに、各々のグラフの対比を行う。結果を Fig. 11 のグラフに示す。

この対比の基礎は、トリアス紀については保津峡セクションが Ladinian 古世～Rhaetian 新世と今回検討した中では最も長い年代を含んでおりこれを標準とした。また、ジュラ紀古世については勝山セクションを用いている。

保津峡、猪鼻、芦見の3セクションのいずれもが重なる Ladinian 新世から Carnian 古世の間について、層状チャート珪質部分(チャート)の厚さの頻度分布を求めた (Fig. 12)。各々のセクションにおけるこの年代幅の中のチャートの枚数は150枚前後であり、チャートの厚さの平均値は20 mm 前後である。チャートの厚さの頻度分布図をみると、各セクションにおいては、チャート単層の厚さはほぼ同じ分布を示す。したがって、3セクションの層状チャートは Ladinian 新世から Carnian 古世においては平均の厚さ2 cm のチャートを周期的に形成したといえ、挟みの泥岩から次の挟みの泥岩までの間隔における放散虫の生産量が3地域において同じであることを示す。また、Ladinian 新世から Carnian 古世の期間、放散虫の生産総量は3地域ではほぼ同じであることを意味する。

これらの3セクションはすべて丹波帯I型地層群中の灰色層状チャートシーケンスである。保津峡セクションに特徴的にみられた上に凸に膨らんだ形態を示すピークをもとに、これら3セクションの対比を行った。保津峡セクションの Ladinian 新世後期に対し、猪鼻セクションのAのピークは類似の形態を示す。さらに猪鼻セクションのA、Bの2ピークは前述のように互いに類似する。Ladinian から Rhaetian までの連続した堆積リズムが計測された保津峡セクションではこのような上に凸に膨らんだ形態のピークが繰り返して出現することはない。したがって、猪鼻セクションでは構造的に断層を挟んで同じものが2回繰り返している可能性がある。芦見セクションは、Aを除いたBからCにかけてのグラフの形態やピークの位置が猪鼻セクションにおけるグラフの

形態とよく一致する。芦見セクションの A は、保津峡セクションの Ladinian 中世と一致する。したがって、芦見セクションは層序的には連続しているとされていた (Ishiga et al., 1993a, b) が、A と B の間に地層の欠如があると予想される。

2) トリアス紀～ジュラ紀の堆積リズム

層状チャートのチャートに挟まれる泥岩および、チャート中にわずかに含まれる泥質物は、定常的な陸源碎屑物の空中輸送によって供給されている (Hori et al., 1993; Matsuoka et al., 1994)。したがって、泥岩の累積層厚 (横軸) は時間の経過を示すので、放散虫生層序から明らかとなっている化石帯に基づき、泥岩の堆積速度を計算する。勝山セクションにおいてジュラ紀の Hettangian から Pliensbachian までの年代幅が 21 Ma であり、この間の泥岩の累積層厚は 991 mm あるところから (Fig. 10)、泥岩の厚さ約 4.7 cm が 1 Ma に対応する。下部ジュラ紀については各階ごとの年代幅と泥岩の厚さが比例しておりこのような推測が可能といえる。

前述のように Fig. 10 において認められる Pliensbachian および Sinemurian の 1 次オーダーのピーク (年代幅がそれぞれ 7.7 Ma および 7.5 Ma) と、これを構成する 2 次オーダーのピーク (年代幅は約 1.5 Ma) のような堆積リズムは、Ishiga et al. (1993b) で予想された 10 万年、40 万年よりもさらに長い周期を示す。今回、識別した 3 次オーダーの堆積サイクルは 10～30 万年の周期を持ち、平石 (1993) の指摘する 4～6 万年前後、10～12 万年前後、40 万年前後の周期と同じオーダーを持つ。

海洋環境、特に海水準変動の周期性については第 1 次から第 3 次オーダーまでのものが識別され (Plint et al., 1992)、今回の堆積サイクルの 1 次オーダーの周期 (7.5 Ma の周期) が彼らの第 2 次オーダーに相当する。この周期は地殻の形成や沈み込み、また海嶺の容積変化や拡大速度の変化に対応した周期と考えられている (Plint et al., 1992)。海嶺の拡大については海嶺容積の拡大、すなわち海底の盛り上がりによって水塊が上昇し、海水準が上昇すると考えられる (Gaffin, 1987)。海水準の上昇は大陸沿岸では海進を起こし、生物学的なニッチが拡大すると期待される。沿岸域では水塊の進入によって湧昇域が拡大し、基礎生産の上昇が起こることは古くから知られている (Parrish, 1982 など)。遠洋域においても湧昇の場が広がり、深層水に含まれる栄養塩の表層海域への供給が期待される (中尾, 1993 参照)。したがって、放散虫の生産量周期が海嶺の生産速度の変化に対応する可能性も指摘できる。

Fig. 10 に示される Sinemurian と Pliensbachian の 2 個の大きなピークでは年代もほぼ等しく、5 個の小さなピークが明瞭に読みとれる。しかし、トリアス紀/ジュラ紀境界を含む大きなピークでは年代幅が 9.4 Ma と長く、上述のような 5 個のピークは識別困難である。Sinemurian と Pliensbachian の 2 個の大きなピークについては、5 個のピークの 1 つが 1.5 Ma となることが推定される。これに基づけばトリアス紀/ジュラ紀境界より前の部分では年代幅から 1.7 個、トリアス紀/ジュラ紀境界より後の部分には 4.5 個の

ピークが存在すると推定される。このような周期性の乱れはトリアス紀/ジュラ紀境界で恒常的な規則性が一時停止したことが予想される。境界後に再び規則性が回復するとき、また改めて放散虫生産量の変化のリズムが刻まれた現象を示すと考えられる。さらに、グラフの形態の特徴としては、グラフが上昇を示す時よりも下降を示す時の方が、ノコギリ型のピークのような非対称性が明瞭に識別される。ただし、Fig. 10 に示したグラフでは、5 個のピークのうちの 1 個がグラフの上昇時に現れ、残りの 4 個についてはグラフの頂点に 1 個と下降時に 3 個現れるという特徴を持つ。このことは層状チャートは 1 次オーダーの 7.5 Ma 前後の周期の中では、これを構成する放散虫の堆積が急速に進む一方で、堆積量の減少は段階的に緩慢に起こっていることを示す。

トリアス紀については累積した泥岩の厚さは変化に富む。すなわち、Ladinian と Rhaetian は年代に対して泥岩が厚く、その層厚は 1 Ma に対して Ladinian は 37 cm、Rhaetian は 63 cm と見積もられる。Carnian と Norian は比較的ジュラ紀の堆積速度に近く、1 Ma に対して Carnian は 7.0 cm、Norian は 5.4 cm という値を示す。層状チャートの泥岩は空中輸送された陸源碎屑物 (主に粘土鉱物) から構成されている (Matsumoto and Iijima, 1983; Yamamoto, 1987 など)。したがって、層状チャート中の泥岩の堆積量は大陸の岩石の風化や削剥の状況を反映すると考えられる。言い換えれば、海退時には陸域の面積が増加して、削剥量が増し泥岩の運搬量が増すと考えられる。一方、海進時には反対に減少すると予想される。これらは一般には、気候変動とも関係して変化する事象であり (増田, 1991)、極地域に氷河が発達し、低緯度地域においては乾燥気候のため植生が減少すると大陸からの碎屑物は増加する可能性がある。したがって、Ladinian と Rhaetian は泥岩の堆積量は多く、反対に Carnian と Norian は泥岩の堆積が一桁低くなることは、このような気候変動を反映しているのかもしれない。

3) 層状チャートの色調の変化と堆積環境

一般に堆積物とくに泥岩の色調は泥岩に含まれる鉄鉱物の鉄の酸化還元状態や有機炭素量によって左右されるとされ、黒色ないし灰色のものには黄鉄鉱や有機炭素が多く含まれ、赤色のものには赤鉄鉱が含まれているとされている (Potter et al., 1980, p. 55)。層状チャートの色調についても同様のことが指摘されており、一般には黒色ないし灰色層状チャートは還元的な環境で、赤色層状チャートは酸化的な環境で形成されたと考えられている (Imoto, 1984 参照)。最近、犬山地域における層状チャートの色調とチャート中の黄鉄鉱や赤鉄鉱などの酸化還元環境を指示する鉱物の関係についても検討が進んでおり、赤色チャートには赤鉄鉱が含まれることが、灰色ないし黒色層状チャートには黄鉄鉱が含まれることが示されている (中尾・磯崎, 1994)。また、有機物については勝山セクションにおいて、Toarcian を含む層状チャートには acritarchs とよばれるプランクトンが大量に含まれること (石賀, 1993)、有機炭素量が 2% に達する有機質泥岩が層状チャートに挟まれていることが報告されている (Ishiga, 1993)。一方、堆積物の堆積環境についてのもう一つの指標、

硫黄安定同位体についても、このような層状チャートの色調と硫黄同位体の関係について両者はよい相関を示し、上述の推測が正しいことが示されている (Ishiga et al., 1993c; Kajiwar et al., 1993). しかし、堆積物の酸化還元状態は海洋の酸化還元状態や堆積速度、有機物の分解速度などに大きく関係する。したがって、有機物の供給量や、堆積後の堆積物と海水とのインターフェイスにおける有機物の分解速度が層状チャートの酸化還元状況を決定する可能性が高い。

今回検討した6層状チャートセクションについては、丹波帯I型地層群中のものはすべて灰色を呈し、堆積盆は比較的還元状態にあったか、堆積速度が速かった可能性がある。一方、勝山、犬山両セクションでは赤色層状チャートがみられ、上記の4セクションの層状チャートを堆積した堆積環境に比べて酸化された環境であったことが推定できる。事実、放散虫層状チャートの形成場については、丹波帯においては層状チャートの下位に位置する玄武岩は地球科学的検討から海山を構成する火山岩と考えられている (佐野・田崎, 1989)。また、層状チャートに伴われる地質体の検討から、層状チャートは海山やそのすそ野から海洋底にかけての地域において形成されるといわれている (Imoto, 1984; Uchiyama et al., 1986; Kanmera and Sano, 1991)。例えば、丹波帯I型地層群中の黒色や灰色層状チャートは海山の周辺やすそ野の堆積盆で形成され、赤色チャートは海山のような高まりで形成された可能性がある (Imoto, 1984)。したがって、今回検討した6セクションのうち丹波帯I型地層群の4セクションと美濃帯の2セクションの色調の違いは、このような堆積盆の地形の相違による海水循環の差異による可能性がある。すなわち、丹波帯I型地層群の4セクションの層状チャートは海山のすそ野や大洋底のより海水循環の弱い還元的な環境で堆積した可能性がある。一方、美濃帯の2セクションの層状チャートは海山頂部の比較的海水の循環のよい堆積盆で形成され酸化されやすく、赤色を呈すると考えられる。

美濃帯の2セクションにおいても、一時的であるにせよ、層状チャートには色調の変化が認められる。犬山セクション (Fig. 9) はグラフの左側は灰色の層状チャートからなり、その後これは赤色層状チャートに変化する。グラフの変化に基づけば放散虫の生産量が増加するときに灰色を呈することとなり、基礎生産の増加に伴った有機物の供給量の増加が灰色層状チャートを形成する要因となったことが期待される。一方、勝山セクション (Fig. 10) では大きなピークの左右では色調の変化は認められないが、Pliensbachianの層状チャートから緑色ないし赤色層状チャートを介して、黒色層状チャートへと色調が変化している。犬山セクションの層状チャートには放散虫生産量の変化が層状チャートの色調の変化とよく対応して現れている。これに対して、勝山セクションでの色調の変化はPliensbachianとToarcianの両海洋事変 (堀, 1993) に対応した世界的な海洋環境の変化を現しているのかもしれない。

4) トリアス紀～ジュラ紀の海洋環境の変化

先に述べたように層状チャートを構成するチャートとこれに挟まれる泥岩の各々の厚さの変化には周期性がみられる。

これは放散虫生産量の変化に対応してチャートの生産量が増加することによる。したがって、トリアス紀からジュラ紀にかけての放散虫生産量の周期的な変化をもとに海洋環境の変化を解明することが可能となる。一般に、放散虫のブルームについては新生代の研究では地球の温暖化に伴われる海水準の上昇や底層流の変化による栄養塩の海洋表層への供給に関連すると考えられている (高橋, 1994)。古生代や中生代の海洋環境において、特に遠洋域での放散虫の生産量がどのような機構で変化するかを論じたものはほとんどないが、一般には大陸の分裂による海洋域の拡大、またこれに伴う底層流の変化などが基礎生産に大きな変化をもたらすと考えられている (Tappan and Loeblich, 1973; 石賀, 1993; 増田, 1991)。先に述べたように湧昇域では底層流が豊富な栄養塩類を含んだ深層水を海洋表層へもたらし、この海域では基礎生産が上昇することは十分に考えられる。放散虫の生産量はこのような基礎生産の変化に対応しているとすれば、層状チャートの堆積リズムにみられる周期性は海水準や底層流が周期的に変化していることを示している。

次に、トリアス紀からジュラ紀にかけてこれまでに知られている海洋事変や大量絶滅現象と、ここで示した放散虫層状チャートの堆積リズムを示すグラフとの対応について考察する。そこで長期間の変動を通覧するために、Fig. 11のグラフをもとにトリアス紀を代表する保津峡セクションとジュラ紀を代表する勝山セクション (ジュラ系のみ) を併せて、トリアス紀中期からジュラ紀前期までの連続したチャートの厚さの変化を示すグラフを作成した (Fig. 13)。両セクションをあわせるとチャート単層の枚数は合計1924枚あり、チャートの厚さの平均値は22.7 mm、泥岩の厚さの平均値は2.8 mmである。このグラフはこれまで議論した堆積ダイヤグラムと同様に、縦軸に各チャート単層の厚さから平均値 (22.7 mm) を差し引いた値をとり、横軸にこの単層に重なる泥岩の厚さをとり、両者を順次累積したものである。このグラフにはNorianと、トリアス紀/ジュラ紀境界以前のRhatian後期に放散虫生産量の急激な減少が起こったことが明瞭に示されている。

放散虫生産量はCarnianとNorianの境界で最も減少し、放散虫チャートは生産されない。ここには厚さ約10 cmの泥岩が挟まれており、層状チャート中の泥岩の堆積速度を1 mm/1万年 (Hori et al., 1993より試算した) とすれば、約100万年間にわたり放散虫生産量の激減が起こったと考えられる。そして、この後もFig. 13のグラフに示されるように、放散虫生産量はRhatian後期まで減少を続ける。放散虫の生産量が階のような長い時間の経過の中でどのように変化しているかを検討する上ではFig. 13のグラフは有効であるといえる。

Kennedy (1977) は頭足類の研究からNorianには海洋動物の大絶滅があったとし、その原因を海水準の低下によると考えている。またトリアス紀の海水準変動についてはGriesbachian初期、Anisian初期、Carnian初期、Norian初期に大規模な海進があったとされている (Embry, 1988)。このうちCarnian初期、Norian初期の海進が、Fig. 13のグ

Fig. 13. Graph indicating mode of radiolarian blooming in the Middle Triassic to the lower Jurassic bedded cherts. Change of chert bed thickness in bedded chert sequence of the Hozukyo section in the Middle to Upper Triassic combined with the Katsuyama section in the Lower Jurassic. Vertically values of balance of each chert bed thickness from average chert bed thickness (22.7 mm) are cumulatively indicated. Horizontally mudstone bed thickness is cumulatively indicated.

ラフでは層状チャートの生産量の増加とよく対応して表現されている。したがって、放散虫生産量は海水準上昇の時期に増加し、海水準が低下する時期には放散虫生産量は低下するといえそうである。

Fig. 13のグラフにおいても Rhaetian 後期からジュラ紀 Pliensbachian にかけて本論で述べた 1 次オーダーの堆積サイクルが明瞭に現われる。このような周期的な変化はさらに各階の境界とグラフの谷の部分に対応し、従来海棲動物群により確立された地層区分と放散虫生産量の変遷はよく対応する。海棲動物は基礎生産によって支えられ、基礎生産は海水準の変動とよく一致するといえる。階区分は海棲動物群の変遷によって確立されてきたものであり、この境界は海水準の低下から上昇に変化する時期に対応するといってもよい。

一方、トリアス紀/ジュラ紀境界では Norian event でみられた激しい変化は認められない。そこではすでに述べたように恒常的な規則性が一時停止し、堆積リズムにリセットがかかったような現象であるといえる。トリアス紀/ジュラ紀境界は放散虫の生産量 (Fig. 13) からすれば、すでに生産量は回復に向かっている時期にあったといえる。堆積リズムにどのようにしてリセットがかかるような変化が生じるのかその原因については現在のところ不明であるが、地球の公転や自転に影響を与える天体現象であったことが期待される。このように放散虫堆積リズムのグラフは海水準変動のみならず、地球の変動をも記録しており地球事変の解説には有効であるといえる。

ま と め

1. トリアス系および下部ジュラ系層状チャートの放散虫生産量の変化には周期性が認められる。特に下部ジュラ系層状チャートには 1 次オーダー (750 万年)、2 次オーダー (150 万年)、3 次オーダー (10 万年ないし 30 万年) の堆積サイクルが認められる。1 次オーダーのサイクルは従来の生層序区分の境界とよく一致する。

2. 1 次オーダーの堆積サイクル (750 万年) は、すでに提唱されている海水準変化にみられる第 2 次オーダーの周期によく一致する。このことは放散虫生産量の変化が海水準変動に大きく左右されることを示唆する。

3. トリアス紀中期からジュラ紀前期にかけての連続した放散虫生産量の変化グラフでは、Norian event を経てトリアス紀終末に向かって放散虫生産量が低下し、トリアス紀/ジュラ紀境界を挟んでジュラ紀前期には段階的に回復することを示している。

謝 辞

京都教育大学井本伸広教授には、日頃から御討論、激励いただいております。芦見セクションを案内していただいた。島根大学地質学教室石田耕太郎氏には古生代の層状チャートと中生代の層状チャートの堆積リズムの比較検討において討論いただいた。また、同教室の“放散虫ゼミ”のみなさんには猪鼻セクションにおける層状チャートの厚さの計測において援助いただき、データの使用を許可していただいた。最後に、

島根大学 Paul A. Morris 博士には英語要旨を校閲していただいた。以上の方々に記して感謝する。なお、本研究費の一部は文部省科学研究費補助金（一般研究 C 代表石賀裕明課題番号 05640514）を使用した。

文 献

- Embry, A., 1988, Triassic sea-level changes : evidence from the Canadian Arctic Archipelago. In C.K. Wilgus et al., eds., *Sea-Level Changes—An Integrated Approach*, SEPM Special Publication, no. 42, 249–259.
- Gaffin, S., 1987, Ridge volume dependence on seafloor generation rate and inversion using long term sea level change. *Amer. Jour. Sci.*, **287**, 596–611.
- Harland, W.B., Armstrong, R.L., Cox, A.V., Craig, L.E., Smith, A.G. and Smith, D.G., 1989, *A geologic time scale*. Cambridge Univ. Press., 263p.
- 平石美樹子, 1993, 美濃帯犬山地域トリアス紀-ジュラ紀層状チャートの層厚変化について. 日本地質学会関西支部報, no. 116, 6.
- Hori, R., 1992, Radiolarian biostratigraphy at the Triassic/Jurassic period boundary in bedded cherts from the Inuyama area, Central Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **35**, 53–65.
- 堀 利栄, 1993, 深海堆積物中の Toarcian 海洋事変. 地調月報, **44**, 555–570.
- Hori, S.R., Cho, C. and Umeda, H., 1993, Origin of cyclicity in Triassic–Jurassic radiolarian bedded cherts of the Mino accretionary complex from Japan. *The Island Arc*, **3**, 170–180.
- 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, no. 25, 1–18.
- Imoto, N., 1984, Late Paleozoic and Mesozoic cherts in the Tamba Belt, Southwest Japan (Part 2). *Bull. Kyoto Univ. Education, Ser. B*, **65**, 41–71.
- 石賀裕明, 1985, 丹波帯中・古生界の年代と構造形成. 地球科学, **39**, 31–43.
- Ishiga, H., 1992, Pre-Jurassic Akiyoshi and “Sangun metamorphic” Terranes and Jurassic accretionary complex of western Tanba Terrane : Inner zone of Southwest Japan. In Dallmeyer, R.D., ed., *Terrane Accretion in Southwest Japan : A Geotraverse Excursion*. 1992–University of Georgia I.G.C.P. Project 233 Guidebook Series Volume 6, 7–4.
- Ishiga, H., 1993, Carbonaceous mudstones of the Lower Toarcian (Jurassic) and the Permian/Triassic boundary horizons in Japan. *NOM Spec. Vol.* **9**, 51–69.
- 石賀裕明, 1993, 西南日本の中・古生界層状チャートの研究—とくに層状チャートに記録された海洋無酸素事変. 地球科学, **41**, 63–73.
- Ishiga, H., Douzen, K. and Imoto, N., 1993a, Depositional cycles in Permian and Triassic bedded cherts from Tanba Belt, Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Shimane Univ.*, **27**, 45–54.
- Ishiga, H., Douzen, K. and Imoto, N., 1993b, Stratigraphic correlation by depositional cycles of bedded cherts, Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Shimane Univ.*, **27**, 55–64.
- Ishiga, H., Ishida, K., Sampei, Y., Musashino, M., Yamakita, S., Kajiwar, Y. and Morikiyo, T., 1993c, Oceanic pollution at the Permian–Triassic boundary in pelagic condition from carbon and sulfur stable isotopic excursion, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **44**, 721–726.
- Isozaki, Y. and Matsuda, T., 1980, Age of Tamba Group along the Hozugawa “Anticline”, Western Hills of Kyoto, Southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **23**, 115–134.
- Isozaki, Y. and Matsuda, T., 1982, Middle and Late Triassic conodonts from bedded chert sequence in the Mino–Tanba Belt, Southwest Japan. Part I *Epigondolalla*. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **25**, 103–136.
- Kajiwar, Y., Ishida, K., Tanikura, Y. and Ishiga, H., 1993, Sulfur isotopic data from the Permian/Triassic boundary at Sasayama in the Tanba Terrane in southwestern Honshu, Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, **19**, 67–71.
- Kanmera, K. and Sano, H., 1991, Collisional collapse and accretion of late Paleozoic Akiyoshi seamount. *Episodes*, **14**, 217–223.
- Kennedy, W.J., 1977, Ammonite evolution. In Hallam, A., ed., *Patterns of Evolution as illustrated fossil records*. Development of Paleontology and Sedimentology, **5**, 251–304.
- 小島丈児・岡村義彦, 1952, 柳井地方. 地質巡検旅行案内書, 九大地質教室, 18p.
- 増田富士雄, 1991, 古気候変動史から見た現在. 地学雑, **100**, 976–987.
- Matsumoto, R. and Iijima, A., 1983, Chemical sedimentology of some Permo–Jurassic and Tertiary bedded cherts in central Honshu, Japan. In Iijima, A., Hein, J.R. and Siever, R., eds., *Siliceous deposits in the Pacific region*. Elsevier, Amsterdam, 175–192.
- 松岡 篤, 1992, 放散虫と共生生物の観察—平板状の Spumellarida 目について—. 化石, no. 53, 20–28.
- Matsuoka, A., Hori, R., Kuwahara, K., Hiraishi, M., Yao, A. and Ezaki, Y., 1994, Triassic–Jurassic radiolarian-bearing sequences in the Mino Terrane, Central Japan. *InterRad VII Field Excursion II (Mesozoic)*, Organizing Committee of InterRad VII, Osaka, 1994, 19–61.
- 中尾京子・磯崎行雄, 1994, 美濃帯犬山地域の遠洋性チャート中に記録された P/T 境界深海 anoxia からの回復過程. 地質雑, **100**, 505–508.
- 中尾征三, 1993, 海洋における物質循環—その実態と機構の解明を目指して—. 地質ニュース, **461**, 9–18.
- 西村祐二郎・磯崎行雄・濡木輝一, 1985, 山口県東部の三郡-中国帯および領家帯. 日本地質学会第 92 年学術大会見学旅行案内書, 17–49.
- Parrish, J.T., 1982, Upwelling and petroleum source beds, with reference to Paleozoic. *AAPG Bull.*, **66**, 750–774.
- Plint, A.G., Eyles, N., Eyles, C.H. and Walker, R.G., 1992, Control of sea level change. In Walker, R.G. and James, N.P., eds., *Facies Models response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 15–25.
- Potter, P.E., Maynard, J.B. and Pryor, W.A., 1980, *Sedimentology of Shale*. Springer-Verlag, 306p.
- 佐野 栄・田崎耕市, 1989, 丹波帯の緑色岩. 地質学論集, no. 33, 53–67.
- 高橋孝三, 1994, レデイオラリア殻：海洋環境トレーサーとしての意義. 総合研究 (A) 放散虫による顕生代海洋環境の地史的変動の研究. *News & Letters*, **14**, 4.
- 高田正治, 1987, 山口県東部のジュラ紀コンプレックス玖珂層群の再検討—2つの地質体の識別とその意義—. 内帯高圧変成帯の研究, **4**, 27–37.
- Tappan, H. and Loeblich Jr., A.R., 1973, Evolution of the Oceanic Plankton. *Earth Sci. Rev.*, **9**, 207–240.
- Uchiyama, T., Sano, H. and Kanmera, K., 1986, Depositional and tectonic setting of cherts around the Akiyoshi Limestone Group, Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geology*, **26**, 51–68.
- Yamamoto, K., 1987, Geochemical characteristics and depositional environments of cherts and associated rocks in the Franciscan and Shimanto terranes. *Sediment. Geol.*, **52**, 65–108.
- 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.

(要 旨)

道前香緒里・石賀裕明, 1995, 層状チャートの堆積リズムからみたトリアス紀中世からジュラ紀古世の海水準変動. 地質雑, 101, 354-366. (Douzen, K. and Ishiga, H., 1995, Sea-level change reduced from rhythmicity of Middle Triassic to Lower Jurassic bedded cherts of Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 101, 354-366.)

西南日本内帯の中部トリアス系～下部ジュラ系層状チャートの代表的な6セクションにおいて, チャート層とその間の泥岩層との厚さを測定した. コノドントや放散虫層序から推定される年代が泥岩層の累積した厚さで代表され, それを時間軸にとった. また, チャート層の厚さには周期的な変動が認められ, 同じ時代の変化が複数のセクションでも認められることを示した. チャート層の変動はグローバルなものと考え, 遠洋性堆積物である層状チャート層の形成を放散虫ブルーミングの結果と考えた. ブルーミングの変動パターンから化石層序より詳細な対比が可能である. ジュラ紀の層状チャートの変動周期は7.5 Maと1.5 Maであり, これはグローバルな海水準変動の周期と一致する. また, Norianの海水準低下の事件がチャート層の厚さの変動に記録されている. 一方, トリアス紀/ジュラ紀の境界はこうした周期的な変動を中断しリセットしていると解釈できる.