

## 丹波帯におけるペルム紀及び三畳紀チャートの構成要素について

井本伸広\*・西條裕一\*\*

IMOTO Nobuhiro and SAIJO Yuichi (1993) Constituents of Permian and Triassic Bedded Cherts in the Tamba Belt. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 44 (9), p.547-554, 7 fig.

**Abstract:** The ratio of the volume of radiolarian tests versus these radiolarian tests plus sponge spicules, and the percentage of matrix that includes smaller siliceous skeletons and fine-grained siliceous material of Permian and Triassic bedded cherts in the Tamba Belt were measured. The maximum volumes of siliceous skeletons in Permian and Triassic cherts were 30% and 20%, respectively. Although some amounts of sponge spicules ranging from a few to 40% in volume were contained in a number of Permian cherts, no sponge spicules were determined in Triassic cherts. The matrices composed of fine-grained siliceous material were observed only in the case of Permian cherts. The distinctions in constituents between Permian and Triassic cherts were related assumedly to the differences of sedimentary basins that Permian cherts were deposited in the vicinity of seamount or submarine ridge in contrast with the deposition of Triassic cherts in distal areas.

### 要 旨

丹波帯のペルム紀及び三畳紀の層状チャート各2岩体について、それぞれ単層ごとに採取した珪質層に含まれる放散虫・海綿骨片の構成比とマトリクスの量比を求めた。明らかな珪質生物遺骸は、ペルム紀チャートでは最多30%、三畳紀チャートでは20%程度含まれる。またペルム紀チャートでは、生物遺骸のうちで海綿骨片が最多40%を占める場合があるが、三畳紀チャートでは骨片は認められなかった。

マトリクスは、生物遺骸の破片から構成される場合(B型)と微細な石英粒子からなる場合(F型)があり、ペルム紀チャートでは両型が認められたが、三畳紀チャートのマトリクスは全てB型であった。

こうしたチャートの構成要素の差異は、チャートの堆積環境の違いを反映しており、ペルム紀チャートは、生物遺骸が海山などの海底の高まりの近傍に堆積したものであり、三畳紀チャートは、より distal な環境に堆積したものと推測される。

### 1. 緒 言

丹波帯には、後期古生代と三畳紀～ジュラ紀の層状チャートが分布する。その主な構成要素は、放散虫遺骸やその破片、海綿骨片、微細な珪質粒子であるが、まれにコノドントや魚の歯、小型有孔虫、ウニの骨片などを含む。またチャートの色調に対応して、赤色の場合には赤鉄鉱、緑色の場合は緑泥石、灰色～黒色のチャートにはイライトや炭質物などが分散して含まれる。シルトよりも粗い粒子はまったく含まれていない。

ところで丹波帯では、古生代と中生代チャートで、異なった特徴を示すことが指摘されている(Imoto, 1983, 1984)。古生代チャートは緑色岩の上位に重なることがあり、その部分では、赤・緑・多色を呈し、上方では灰～黒色へと推移する。珪質部の層厚は0.5～13cmと変化に富む。岩質は、微少な生物遺骸からなるマトリクス中に放散虫殻・海綿骨片などが混在する場合(B型)と珪質微粒子からなるマトリクス中に保存良好な放散虫殻や海綿骨片が点在する場合(F型)がある。

一方、中生代チャートは、下位に“砥石型”珪質頁岩を伴い、灰～黒色を呈し、珪質層の層厚も、6 cm以下に集

Keywords: bedded chert, radiolarian tests, sponge spicules, Tamba Belt, Permian, Triassic, sedimentary environments

\*京都教育大学教育学部 \*\*京都市立堀川高等学校

中する。岩質はB型に限られ、放散虫殻及びその破片を主とし、海綿骨片をまったく含まないか、ごく少量含むにすぎない。

こうした特徴の差異は、丹波帯の古生代と中生代のチャートで、それらの形成条件や環境が異なっていたことを示すものであり、いわゆるP/T境界問題を検討するうえで留意されなければならない。本稿では地質時代とチャートの岩質との関係についてさらに明確にする目的で、古生代チャート及び中生代チャートそれぞれ2岩体について、単層ごとに採取した層状チャート珪質層の放散虫・海綿骨片及びマトリクスの構成比率を求めた結果を報告する。

本研究を進めるにあたり、島根大学石質裕明助教には、チャート標本の活用についてご高配を頂いた。記して感謝する。

## 2. 試料及び観察方法

### 2.1 試料

今回、次の4地点の層状チャート岩体について放散虫・海綿骨片及びマトリクスの構成比率を検討した(第1図)。

#### ペルム紀チャート

a) 保土呂セクション。京都府北桑田郡京北町細野長野保土呂、細野川河床の淡褐色(5 YR 6/4-10 YR 7/4)を主とする層状チャート。層厚は1~9cm。Folliculus属放散虫化石を多産する。試料数150。

b) 篠山セクション。兵庫県多紀郡篠山町藤岡奥の赤褐色(10 R 3/4-10 R 4/6)層状チャート。層厚は1~10cm。産出化石についてはIshiga and Imoto(1980)を参照。試料数59。

#### 三畳紀チャート

c) 周山セクション。京都府北桑田郡京北町周山、大堰川河床の暗灰色(N 2-5, 5GY 4/1)層状チャート。層厚は0.5~6cm。下に珪質頁岩及びハイアロクラスタイトを伴う。Triassocampe属放散虫化石を含む。試料数80。

d) 芦見谷セクション。京都府北桑田郡京北町細野、芦見谷中流右岸山腹の暗灰色(N 2-3)層状チャート。層厚は0.5~6cm。Capnodocce属及びCapnucosphaera属の放散虫化石を含む。試料数16。

### 2.2 観察方法

堆積構造にもとづいて上下関係を確認したうえで、単層ごとに採取した試料について原則として上端面を研磨

し、弗化水素酸(10%)で腐食後、十分に水洗・超音波洗浄(30秒)をおこない風乾した表面を、接眼レンズに1辺を5等分した方眼マイクロメーターを取り付けた双眼実体顕微鏡を用いて、倍率80倍で観察した。このときマイクロメーター1区画の辺の長さは0.25mmとなる。構成要素を放散虫殻、海綿骨片、マトリクス及びその他の要素(石英脈、コノドント、魚の歯など)に区分し、合計500ポイントになるまで、視野をかえてカウントした。なお、大きさが0.125mm以下の放散虫殻、長さが0.25mm以下の海綿骨片については、マトリクスに含めた。また同時に、マトリクスのF型・B型(Imoto, 1983)についても判定した。

## 3. 層状チャートの構成要素の特徴

まずマトリクスの特徴についてみると、保土呂セクションのペルム紀チャートでは、153試料中53試料、篠山セクションでは59試料中23試料がF型であるのに対し、周山及び芦見谷セクションの三畳紀チャートでは全てB型であった。

つぎにカウントした結果をもとに、マトリクスの構成比率、放散虫/放散虫+海綿骨片の値を求め、それぞれを横軸及び縦軸の値としてグラフに表示した(第2~4図)。これらの図によれば、1)ペルム紀チャートは、生物遺骸を0~30%含むのに対し、三畳紀チャートでは1.6~18%で、最大値はペルム紀チャートのほうが大きい。三畳紀チャートでは生物遺骸の認められないものはない。2)ペルム紀チャートでは海綿骨片を含む場合があり、放散虫/放散虫+海綿骨片の値が60%以下のことがあるのに対し、三畳紀チャートは海綿骨片を全く含まない。

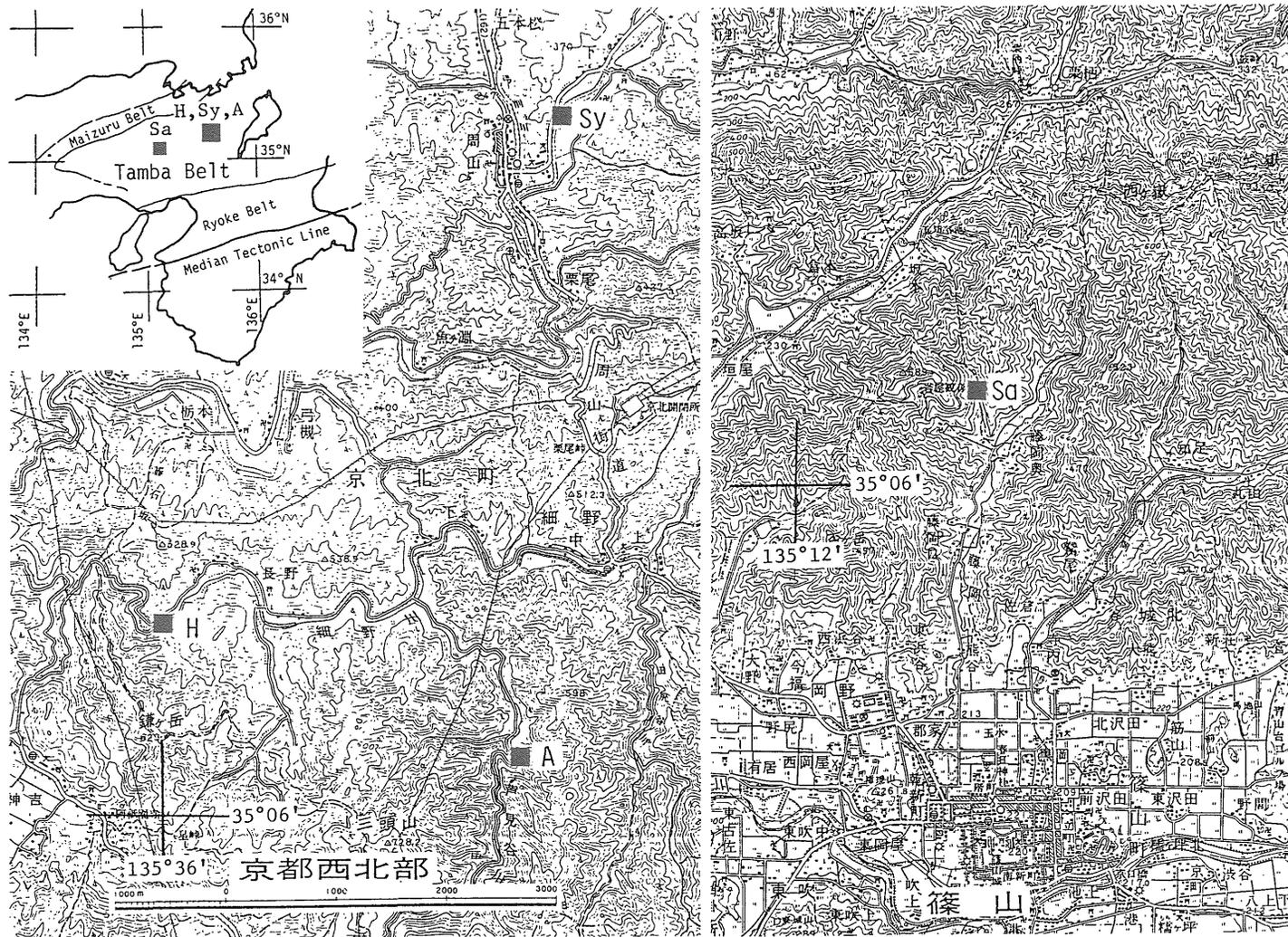
保土呂セクションにおける、試料ごとについての海綿骨片と放散虫殻の割合について検討すると、海綿骨片を多く含む試料は、1)マトリクスがB型である場合が多いこと、2)比較的限られた層準に集中すること、などの傾向が認められた(第5図)。

## 4. 構成要素とチャートの堆積環境

丹波帯のペルム紀及び三畳紀チャートについては、およそつぎのような特徴を示すことが指摘されている(Imoto, 1983, 1984)。

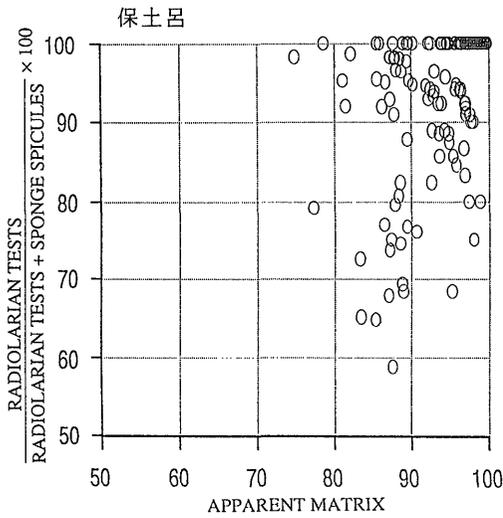
ペルム紀チャートは、1)緑色岩層を覆うことが多い、2)緑色岩の近傍では赤褐色、緑色、多色を呈し、上方では灰黒色に推移する、3)珪質層の厚さは変化に富む、4)F型チャートが存在し、海綿骨片を含むことが多い、赤白珪石鉱床を伴う。

三畳紀・ジュラ紀チャートは、1)珪質頁岩層から漸

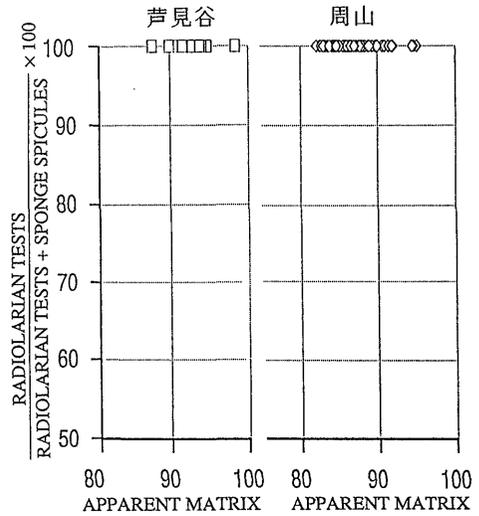


第1図：保土呂(H)，篠山(Sa)，周山(Sy)及び芦見谷セクション(A)の位置図。

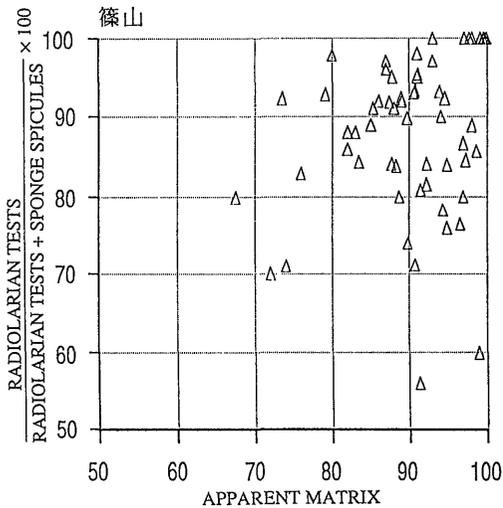
この地図は国土地理院発行の5万分の1地形図「京都西北部」及び「篠山」の一部を使用したものである。



第2図: 保土呂セクション, ペルム紀層状チャートにおける珪質生物遺骸とマトリクスの構成比



第4図: 周山セクション及び芦見谷セクション, 三疊紀層状チャートにおける珪質生物遺骸とマトリクスの構成比



第3図: 篠山セクション, ペルム紀層状チャートにおける珪質生物遺骸とマトリクスの構成比

移する, 2) 灰~灰黒色を呈する, 3) 珪質層の厚さは通常6cm以下で, 層理は安定している, 4) B型チャートに限られ, 放散虫遺骸及びその破片を主とする, 5) 層状マンガニ鉄床を伴う。

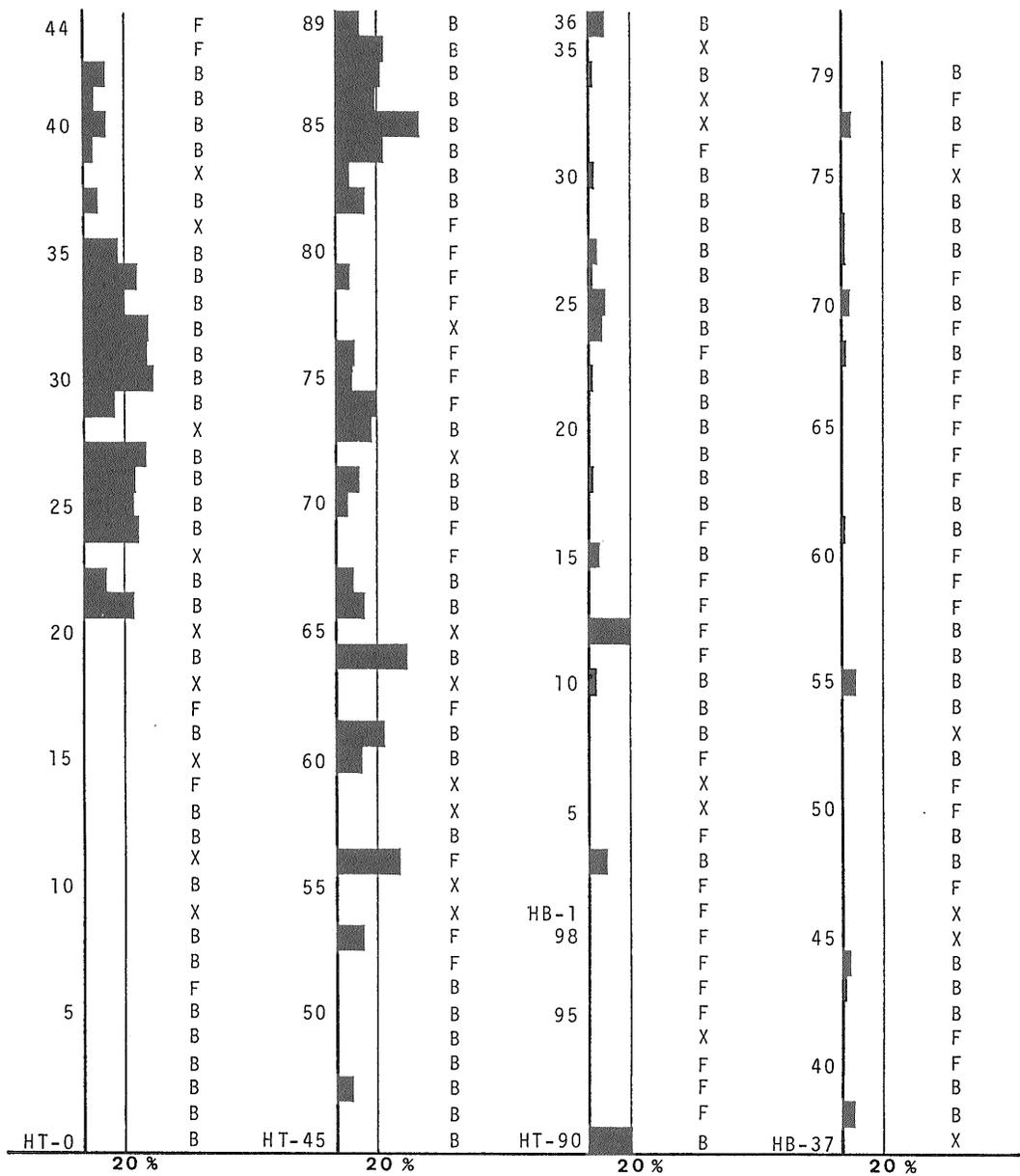
今回の報告によって, それぞれ4)に示した特徴がいつそう明らかにされた。そこで, この特徴を中心に, 層状チャートの堆積機構と堆積環境について検討を加える。

#### 4.1 堆積機構

海綿動物が底生生物であり, 放散虫が浮遊生物であることは論をまたない。ペルム紀チャートに放散虫化石とともに海綿骨片を含む場合のあることは, チャートの構成要素の堆積の過程において, 1) 海底→海底, 2) 水中→海底, の二つの異なった供給機構が同時に進行したことになる。これに対して三疊紀・ジュラ紀チャートでは, 水中→海底の機構が卓越していたとみなしうる。

海綿骨片が供給される機構については, 海山などの海底の高まりに生息していた海綿類の分解で生じた骨片が, 重力流または底層流によって移動し, 海山周縁に再堆積したことが推定される。海綿骨片と放散虫殻が混合する機構については, 1) 放散虫遺骸と骨片はもともと同じ場所で混在しており, それらが同時に移動・再堆積した, 2) 骨片と放散虫殻はもともと別の場に堆積していたが, 両者ともに移動・再堆積し, 混合した, 3) 放散虫殻が沈降し堆積している場に, 骨片が移動・再堆積した, こと

丹波帯におけるペルム紀及び三畳紀チャートの構成要素について (井本・西條)



第5図：保土呂セクション，層状チャートにおける海綿骨片／海綿骨片＋放散虫殻のパーセント。

B, FはそれぞれB型チャート, F型チャートを示す。×印は測定不能を意味する。HT-, HB-は単層ごとに採取した試料番号を示す。

が考えられる。

保土呂セクションの場合、海綿骨片を含むチャートの多くがB型チャートであり、マトリクスに放散虫遺骸の破片を大量に含むことから、両者の混合の機構としては、1) または2) の可能性が高い。

保土呂セクションのF型チャートにおいては、海綿骨片を含まないことが多く、B型チャートに比較して放散虫殻の含まれる比率も低い(第6図)。また *Follicucullus* などの殻の圧密による変形が認められる。これらのことから、珪質堆積物の海底における移動・再堆積が顕著に機能したとは考えにくく、マトリクスを構成するミクロン径の粒子はもともと微細な粒子して放散虫殻とともに沈降し、堆積したものと考えられる。珪質微粒子の起源については、1) シリカコロイドの再結晶、2) 珪質ネフロイド堆積物、3) ミクライト質堆積物のシリカによる交代作用などが考えられる。

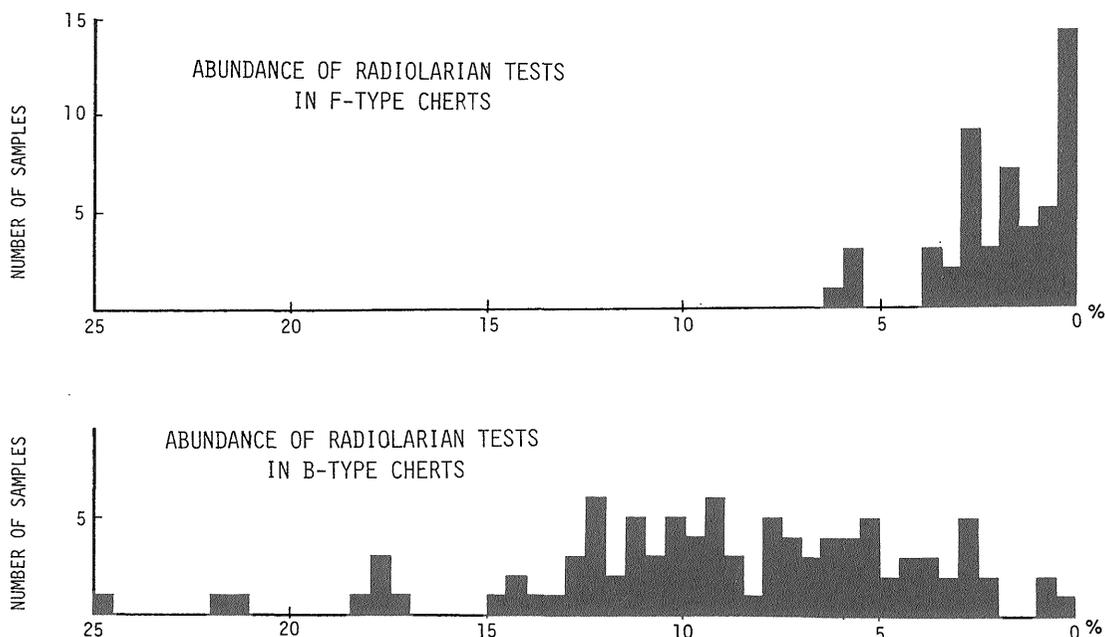
これらのうち1)については、海底玄武岩の噴出に伴う熱水活動で形成された赤白珪石に認められるような顕著なコロフォーム構造は認められず、またペルム紀の海洋が、現在の海洋と違ってシリカに過飽和で、そのためシリカコロイドが無機的に沈していたとは考え難いところから、その可能性は小さい。2)についても、現在の海洋底に珪質生物遺骸を起源としないシリカ微粒子からなる堆

積物は確認されていないところから、可能性は低い。現在までのところ、3)の可能性を積極的に支持する証拠は得られていないが、1) 及び2) の機構が考えにくいとすれば今後の検討が必要であろう。

#### 4.2 堆積環境

古生代チャートに海綿骨片を多く含む例については、すでに秋吉台周辺(Uchiyama *et al.*, 1986 など)、中国山地中央部秋吉帯(佐野ほか, 1987)、美濃帯(Sano, 1988)などで検討されており、特に佐野ほか(1987)やSano and Kanmera(1988)は秋吉帯において、浅海性石灰岩、海綿骨片チャート、放散虫チャートが同時異相の関係で、玄武岩質海山の頂部からの堆積場の隔たりに対応するとの考えを示した。丹波帯の海綿骨片を含むチャートは、このモデルにおける海山斜面下部~麓部の堆積相に相当するとみなしうるが、明瞭な碎屑性の石灰質堆積物を伴わないところから、海山の高まりは、秋吉帯のそれより低かったか、海山自体が小規模であったことを示唆するものであろう。

一方、三疊紀チャートのマトリクスは全てB型であることから、放散虫遺骸は沈降後移動・再堆積し、その過程で棘の離脱や殻の破損が生じたことが考えられる。周山セクションでは、チャート層の下位にハイアロクラスタ



第6図：保土呂セクションにおけるF型、B型チャートにおける放散虫殻の含有率

イトを伴っており、チャートの堆積場の近傍に玄武岩質海山が存在したことを示唆するが、チャートは海綿骨片を全く含まないことから、その海山頂部の水深が深く海綿動物が生息しえなかったか、ペルム紀チャートに比べて、海山からより distal な場において堆積したことが推定される。このようにチャートを構成する海綿骨片と放散虫殻の比率は、海山からの隔たりや海山の高さ・規模などについての情報を与えてくれるものとなる。

遠洋性堆積相における、ペルム系から三畳系への連続層序については、山北(1987)による徳島県の秩父帯での検討を初めとして、その後、日本のいくつかのセクションにおいて確認されてきた(桑原ほか, 1991、山下ほか, 1991、石田ほか, 1992など)。これらのセクションでは、岩相は灰色層状チャートから有機炭素を数パーセント含む黒色頁岩層を伴う“砥石型”珪質頁岩を経て、灰～灰黒色層状チャートへと推移し、還元的環境が継続したことを示唆する。

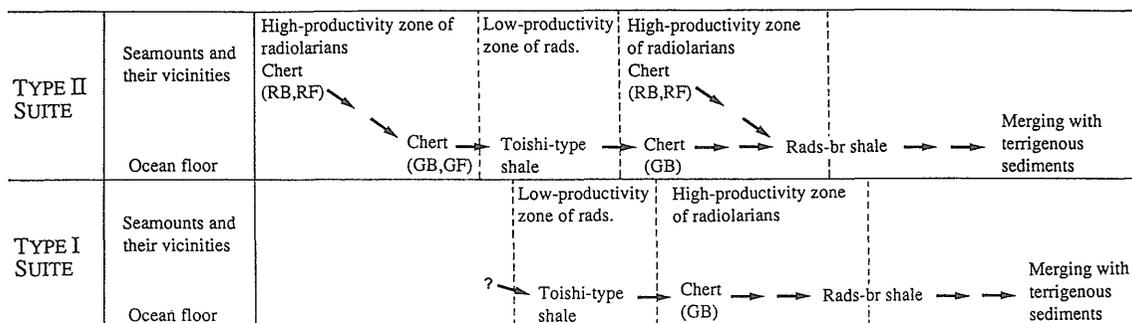
一方、丹波帯II型地層群に含まれる古期三畳紀のチャートには赤褐色を呈するものがあり、酸化的な環境の存在を示唆している(Imoto, 1984; Kakuwa, 1991; 山下ほか, 1992)。このことについて、丹波帯I型, II型地層群のチャートはもともと異なった古海域に堆積したとする考え(石賀, 1983)にもとづき、山下ほか(1992)は、“II型地層群を代表する古海域部(海洋底域)では、この時期すでにI型に先立って還元的環境から酸化的環境に回復していた事”を示唆するものとしている。しかし、丹波帯の古期三畳紀チャートに酸化的環境と還元的環境を示す岩体が並存することについては、Sano and Kanmera(1988)のモデルのように、同じ海域内での同時異相を示すものかも知れない。

Noble and Renne (1990)は、北米カリフォルニア州

の東クラマス山地のペルム・三畳系セクションについて検討し、ペルム紀チャートは赤～緑色で海綿骨片を多量に含むが、セクション上部(三畳紀?)では有機炭素に富む頁岩が挟在することを述べ、こうした岩相推移については、堆積盆の沈降にもなって堆積環境が、酸化的環境から還元的環境へと変化したことを反映しているものと推定している。

Imoto(1984)は丹波帯の層状チャートについて、その色調により、灰黒色を主とするG型と赤褐色を主とするR型に区分し、また、すでに触れたようにマトリクスの特徴によってF型, B型を識別し、これらの組合せにより堆積環境の時空間的な推移を、プレート運動と関連づけて論じた(第7図)。この図では、例えば丹波帯II型地層群の場合、ペルム紀のRB, RF型チャートは、海山などの海底地形の高まりで派生した湧昇流によって生物生産性が高まり、放散虫の繁殖と酸化的な環境で堆積したことを示唆している。その後、時間の経過とプレートの移動とともに海山は沈降し、堆積環境は、GB, GF型チャートが堆積するような還元的な環境へと変化した。つづいて堆積場は、生物生産性の低い海域へと移動し、その間にはP/T境界を特徴づけるとされる炭素質頁岩を含む“砥石型”珪質頁岩が堆積した。堆積場は、再び生物生産性の高い海域(例えば古赤道海域)へと推移し、チャートの堆積が再開した。II型地層群には、三畳紀前半の赤褐色チャートブロックを伴うことから、酸化的な堆積環境が並存した可能性も示している。堆積場はさらに陸域に近づき、ついに、海洋性岩石は大陸縁辺に付加した。

一方I型地層群のばあいには、“砥石型”珪質頁岩層の下底が漸層できられているため、ペルム系との関係は不明であるが、チャートの岩質がほとんどGB型であるところから、チャートの堆積場は還元的な環境が卓越して



第7図：丹波帯におけるチャートの堆積環境の時空間的推移 [Imoto (1984) を一部改訂]

R：赤・緑・多色，G：灰～黒色。

B：B型チャート，F：F型チャート(本文参照)

いたことが推測される。

こうしたチャートの岩相解析に加えて、今回のような海綿骨片と放散虫殻の含まれる比率の検討は、層状チャートの堆積環境をさらに具体的に解明していくうえで有効であろう。

### 文 献

- Imoto, N.(1983) Sedimentary structures of Permian-Triassic cherts in the Tamba district, Southwest Japan. In Iijima, A., Hein, J. R. and Siever, R. eds., *Siliceous deposits in the Pacific Region*. Elsevier, Amsterdam, p.377-393.
- (1984) Late Paleozoic and Mesozoic cherts in the Tamba Belt, Southwest Japan (Part 2). *Bull. Kyoto Univ. Educ., Ser. B*, no.65, p.41-71.
- 石田耕太郎・山下雅之・石賀裕明 (1992) 丹波帯の遠洋性堆積物中の P/T 境界について。島根大学地質学研究報告, vol.11, p.39-57.
- 石賀裕明 (1983) “丹波層群”を構成する2組の地層群について—丹波帯西部の例—。地質雑, vol.89, p.443-454.
- Ishiga, H. and Imoto, N.(1980) Some Permian radiolarians in the Tamba district, Southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, vol.34, p.332-345.
- Kakuwa, Y.(1991) Lithology and petrology of Triassic-Jurassic bedded cherts of the Ashio, Mino and Tamba Belts in Southwest Japan. *Sci. Pap., Coll. Arts and Sci., Univ. Tokyo*, vol.41, p.7-57.
- 桑原希世子・中江 訓・八尾 昭 (1991) 美濃—丹波帯のペルム紀新世砥石型珪質泥岩。地質雑, vol.97, p.1005-1008.
- Noble, P. and Renne, P.(1990) Paleoenvironmental and biostratigraphic significance of siliceous microfossils of the Permo-Triassic Redding Section, Eastern Klamath Mountains, California. *Marine Micropaleontology*, vol.15, p. 379-391.
- Sano, H.(1988) Permian oceanic rocks of Mino terrane, central Japan. Part I. Chert facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.94, p. 697-709.
- 佐野弘好・飯島康夫・服部弘通 (1987) 中国山地中部秋吉帯古生界の層序。地質雑, vol.93, p. 865-880.
- Sano H. and Kanmera, K.(1988) Paleogeographic reconstruction of accreted oceanic rocks, Akiyoshi, southwest Japan. *Geology*, vol.16, p.600-603.
- Uchiyama, T., Sano, H. and Kanmera, K. (1986) Depositional and tectonic settings of cherts around the Akiyoshi Limestone Group. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., [D]*, vol.26, p.51-68.
- 山北 聡 (1987) 四国東部秩父帯中のチャート相二畳—三畳系間の層序関係。地質雑, vol.93, p.145-148.
- 山下雅之・石田耕太郎・石賀裕明 (1992) 丹波帯にみられるトリアス紀古世—中世層状チャートと P/T 境界の黒色有機質泥岩。島根大学地質学研究報告, vol.11, p.87-96.
- ・ —— ・ 山岡祐二・後藤広和・石賀裕明 (1991) “砥石層”のなかに P/T 境界があるか—付。トリアス紀古世の放散虫について—。島根大学地質学研究報告, vol.10, p.47-52.