

## 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

山下雅之\*・石田耕太郎\*・石賀裕明\*

Late Early to early Middle Triassic bedded cherts in the Tanba Belt  
and black organic mudstones in the P/T boundary, Southwest Japan

Masayuki Yamashita\*, Kotaro Ishida\* and Hiroaki Ishiga\*

### Abstract

Lithologic characteristics, biostratigraphy and geochemical analysis of the late Early to early Middle Triassic bedded cherts were described from the two locations, Ashimi section in Type I (T I) suite and Taki section in Type II (T II) suite of the Tanba Belt, Southwest Japan, and the sedimentary environments of siliceous rocks in each suite is evaluated.

Bedded cherts in Ashimi section are composed of alternating beds of black to dark gray siliceous parts and dark gray to yellowish gray clay parts, and characteristically contain intercalated organic black mudstones. In two horizons in this section yielded the Spathian to Anisian conodont, *Neospathodus homeri* (Bender). In contrast, bedded cherts in the Taki section producing the late Spathian radiolarians, *Parentactinia* sp. characteristically occurred from red cherts and shale partings. Moreover, some of the late Early to early Middle Triassic bedded cherts in T II unit also indicate the same color variation.

Lithologic feature described above suggests that the paleo-oceanic basins under the varied sedimentary environments (ex. oxic/anoxic environments) had occurred in the late Early to early Middle Triassic, and T I and T II units are representative of mutually different paleo-oceanic basins. This indicates that an anoxic sedimentary environment throughout P/T boundary had changed to oxic environment in oceanic basin of T II unit at the earlier stage than that of T I unit.

### はじめに

最近、珪質堆積物中のP/T(ペルム/トリアス紀)境界について、活発な議論が行われている(例えば、山北, 1987, 1991; 杉山, 1990, 1991; 桑原ほか, 1991 a, b; 石田ほか, 1992; 磯崎・丸山, 1992など)。

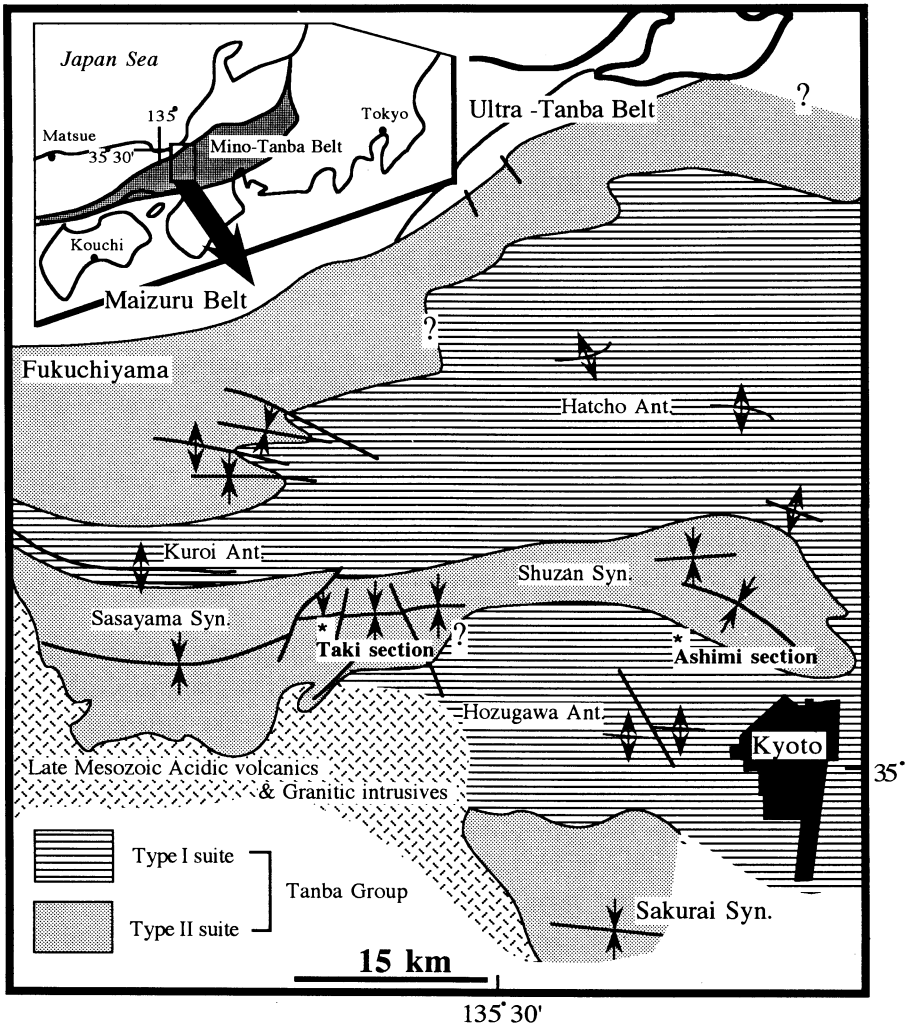
とくに層序学的には、ペルム紀新世の層状チャートの上位や、トリアス紀古世層状チャートの下位にみら

れる珪質粘土岩(砥石型頁岩: Imoto, 1984)に伴って黒色有機質泥岩が特徴的に分布していることが、丹波帯、美濃帯および秩父累帯北帯より報告されている(山北, 1987; Yamakita, 1988; Sano, 1988; 杉山, 1990, 1991)。この岩石については、四国の秩父累帯北帯天神丸層において、ペルム紀の地層とトリアス紀の地層の間に特徴的に産する(山北, 1987, 1991)。

P/T境界付近に特徴的に見られる黒色有機質泥岩層は、層序学的、古生物学的にもその重要性が指摘されている。しかし、それについての詳細な産状の報告、地球化学的検討ははじまったばかりである。

丹波帯I型地層群中にみられる黒色有機質泥岩層を

\* 島根大学理学部地質学教室: Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, Matsue 690, Japan.



第1図 丹波帯Ⅰ型、Ⅱ型地層群の分布を示す図（石賀，1985の第1図を簡略化）および検討を行ったセクションの位置図。

含むトリアス紀古世～中世の層状チャート岩体やⅡ型地層群中の同時代の層状チャート岩体についての検討は、P/T境界をはさむ古海洋環境の変遷を解明するうえで重要である。予察的ではあるが、丹波帯、秩父累帯北帯の数地点から採集した黒色有機質泥岩について地球化学的検討も行ったので、あわせて以下に簡単に報告する。

丹波帯にみられるトリアス紀古世～中世 (Spathian ~ Anisian) 層状チャート

1. 丹波帯Ⅰ型地層群

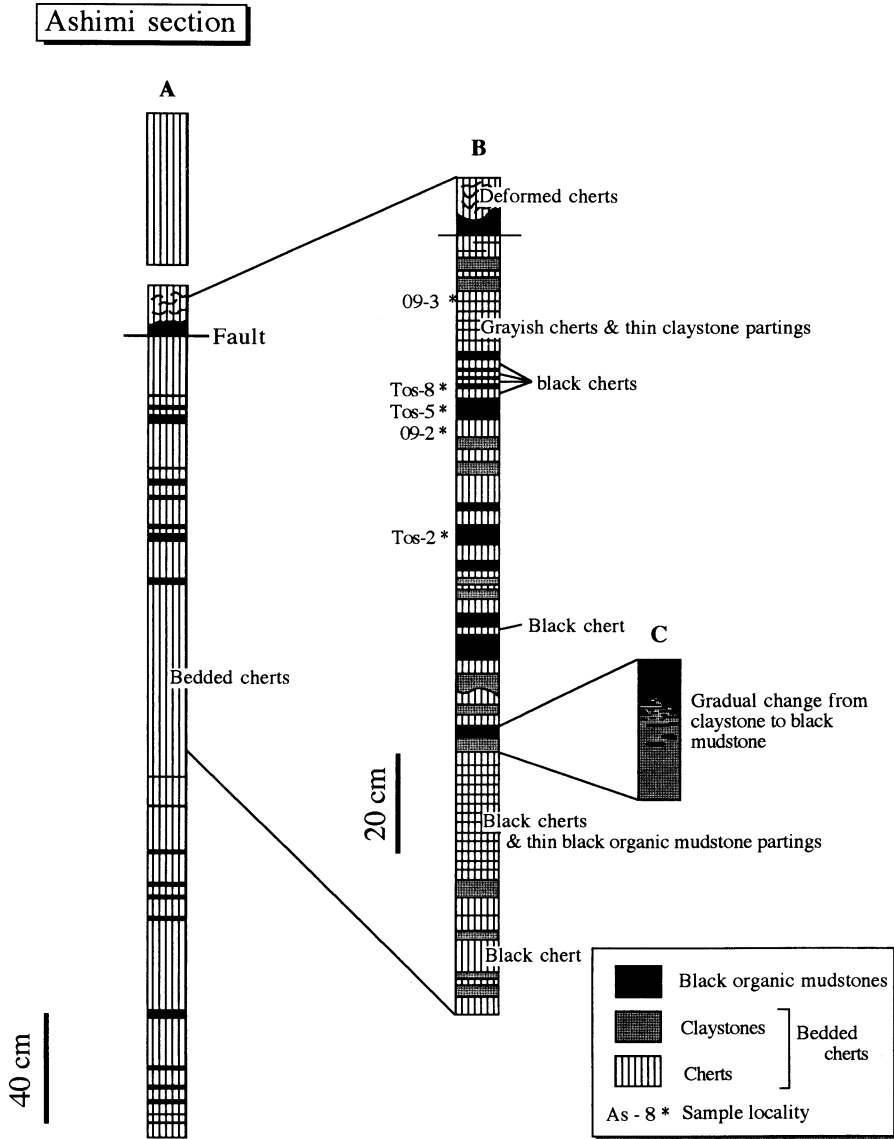
この地層群については、京都府京北町の芦見谷に分

布しているトリアス紀古世～中世層状チャートについて検討をおこなった（第1図）。

この露頭では、厚さ約11mの層状チャートがみられる。ここでの層状チャートはおおむね整然と重なっているが、見掛け最下位より約3m上位の層準に層面に平行な断層がみられ、その付近では地層が乱れている。黒色有機質泥岩はこの断層より下位の層状チャート（芦見セクション）に数層挟まれており、断層の上位の層状チャートには見られない（第2図-A）。このような産状を示す黒色有機質泥岩層は、Ⅰ型地層群中の他の地域や、丹波帯に対比されている島根県西部の鹿足層群中にもみられる。

層状チャートの珪質部は一般に灰～暗灰色を呈するが、黒色有機質泥岩付近では黒色を呈することもある。単層の厚さは、部分的には2 cm前後で繰り返しているところも見られるが、厚いところでは8 cmにもおよぶ。全層準を通して単層の層厚が一定していないところが多い。挟みの頁岩（粘土岩）は灰色を呈するが、風化作用を受けて黄褐色を呈するものも多い。産状は珪質部と同様に薄いところは数mm、厚いところでは4 cmと変化に富む（第2図-B）。

黒色有機質泥岩層は、層状チャートの間に数層挟まれており、全炭素量（W%）は一般に2～3%であるが、5%を越えるものもある。また、3層準において、見掛け下部より、珪質粘土岩から黒色有機質泥岩へ漸移している地層がみられる（例えば第2図-Cなど）。黒色有機質泥岩は、このような層状の産状の他に、2次的に地層内を動き、上述した断層に沿って注入したような産状もみられる（第2図-B）。このセクションからの産出化石については、2層準（09-2、



第2図 京都府京北町芦見谷付近の黒色有機質泥岩を含むトリアス紀古世～中世層状チャート（芦見セクション）の柱状図

09-3) から *Neospathodus homeri* (Bender) が得られ、このコノドントはトリアス紀古世～中世 (Spathian ~ Anisian) を示す (小池, 1979)。

## 2. 丹波帯Ⅱ型地層群

この地層群については、兵庫県篠山町の東部 (旧・多紀町) に分布しているトリアス紀古世層状チャート (多紀セクション) について検討をおこなった (第1図)。

このセクションでは、見掛けの層厚約 3 m の層状チャートが分布している。見掛け最下部は褶曲により地層が繰り返されており、実際の層厚は約 2 m である (第3図)。

チャートの色調は、見掛け下位より赤色-赤褐色-緑褐色-暗緑褐色へ変化する (第3図)。単層の厚さは 2 cm 前後であるが、最上部では 5 cm 以上の部分や、塊状の部分も見られる。挟みの頁岩は、下部では 1 ~ 2 cm と周りのチャートと同じ層厚を持つが、上部では数 mm といったようにチャートに比べて非常に薄くなる。特に下部の挟みの頁岩は赤色を呈する。

このセクションからの産出化石については、2 層準 (T-3, OF-35) より *Parentactinia* sp. が得られた。この放散虫化石はトリアス紀古世後期 (late Spathian) を示す (Sashida, 1983, 1991)。

### 丹波帯Ⅰ型・Ⅱ型地層群にみられるトリアス紀中世～古世 (Spathian ~ Anisian) 層状チャートの比較

丹波帯Ⅰ型地層群中の芦見谷セクション、Ⅱ型地層群中の多紀セクションからは、ほぼ同時代を示すコノドントまたは放散虫化石が産出する。しかし、両セクションの岩相を比較すると、黒色有機質泥岩層の有無や層状チャートの色調などの明らかな差異が認められる。多紀セクションでは黒色有機質泥岩層は認められず、チャートの色調も赤～赤褐色を呈する部分を含むのに対し、芦見セクションではほとんどが黒～暗灰色を呈する。赤色または赤褐色を呈するトリアス紀中世～古世層状チャートの例としては、兵庫県篠山盆地北部のツバ市ダム付近に分布する層状チャート岩体 (石賀, 1983の地点32: 産出化石の電子顕微鏡写真については山下ほか, 1991の図版を参照) や、京都府京北町周山地域八千代橋付近にみられる層状チャート岩体 (Kakuwa, 1991のKurio section 近くにみられる岩体) がある。そして、これらの岩体はいずれも多紀セクションと同様にⅡ型地層群中に分布している。

このような色調の差異は、当時の層状チャートの堆積環境の相違によると言える。層状チャートの色調と堆積環境の関係については、赤鉄鉱やゲータイトを含む赤色チャートは酸化的環境下で、炭質物を含むような黒色チャートは還元的環境下での堆積といった関係が考えられている (例えば、磯崎・丸山, 1992など)。

以上のことから、丹波帯のトリアス紀古世～中世の古海域における層状チャートの堆積場には、酸化環境、還元的環境といったような、全く異なる環境域が存在していたことがわかる。そして、それぞれの環境を示す古海域は丹波帯Ⅰ型、Ⅱ型地層群として付加された異なる海洋プレート層序 (Isozaki *et al.*, 1990) をなしている。

### 黒色有機質泥岩の地球化学的検討 (予察)

#### 1. 黒色有機質泥岩の採集地点

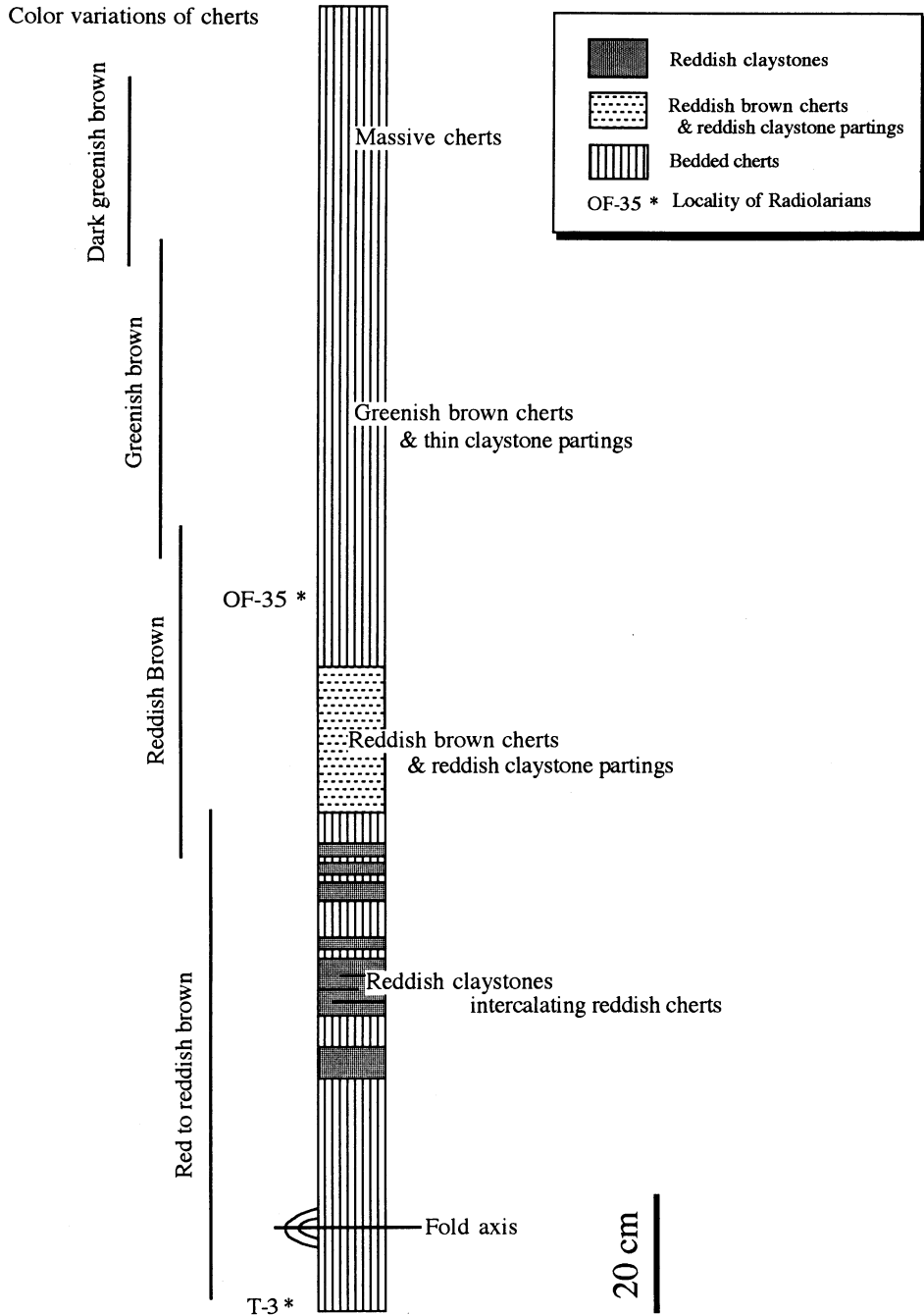
丹波帯、秩父累帯北帯の数地点から採集した試料について地球化学的に検討を行った。これらはペルム紀新世もしくは、トリアス紀古世～中世の層状チャート、珪質粘土岩層に不随して産出する黒色有機質泥岩である (第1表)。とくに徳島県の秩父累帯北帯天神丸層から採集した地点は、山北 (1987) によって報告された露頭であり、ペルム紀とトリアス紀の境界部の地層とされている (山北, 1987; Yamakita, 1988)。そして、兵庫県綾部地域の丹波帯Ⅱ型地層群から採集した試料は、桑原ほか (1991a, b) により報告された露頭からのものである。

#### 2. 分析方法

主成分元素および微量成分元素 (Ni, Zn, Y, Zr, Rb, Sr) については、粉末試料を 110℃ で乾燥させた後、融剤 ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , メルク社) を試料 1 に対し 5 の割合で混合し、ビードサンプラーにより作製したガラス円盤を用いて蛍光 X 線分析装置 (日本電子社製 JSX-60S7) により分析を行った。ただし、揮発成分 ( $\text{H}_2\text{O}(+)$ , 有機成分など) が多い粉末岩石試料については白金ルツボ内で約 30 分間加熱し、揮発成分を除去した試料を用いた。分析方法は、主成分元素については小林ほか (1981) を、微量成分元素 (Ni, Zn, Y, Zr, Rb, Sr) については市川 (1987) に従った。

微量元素 (Sc, Cr, Co, Hf, Ta, Th, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Cs, Ba, As, Sb) については、京都大学原子炉 KUR 共同利用による放射化分析を行った (分析操作の手順、概要については、武蔵野, 1992を参照)。

Taki section



第3図 兵庫県篠山町東部，旧・多紀町付近のトリアス紀古世～中世層状チャート（多紀セクション）の柱状図

第1表 黒色有機質泥岩の採集地点およびそれに付随する岩石とその年代

Sample No.	Belt	Related rocks & their age	Sample point & reference
Tos - 2, 5, 8	T I	Bedded ch. - Tr.	Ashimi section, Keihoku Town, Kyoto Pref. <b>Fig. 2 in this paper</b>
Tos - 10		Bedded ch. - Tr.	Ashimi Valley, Keihoku Town, Kyoto Pref.
Tos - 6,7	T II	Bedded ch. + siliceous sh. - Pm.	Ubara area, Miwa Town, Kyoto Pref. <b>Fig. 2 in Kuwahara <i>et al.</i> (1991 b)</b>
Tos - 3	Chichibu	Bedded ch. + siliceous sh. - Pm.	The Shimoyakawa Fm. in central Shikoku <b>Fig. 17 in Yamakita (1988)</b>
Tos - 9		Bedded ch. + siliceous sh. - Pm. / Tr.	The Tenjinmaru Fm. in eastern Shikoku <b>Fig. 2 in Yamakita (1987)</b>

以上の主成分元素および微量成分元素についての分析値を第2表に示す。また、蛍光X線分析装置による分析時に測定した JG-la の測定値と提案値 (Ando *et al.*, 1989) も同じく第2表に示した。

### 3. 主成分元素 (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) および微量成分元素 (Zr, Hf)

珪質堆積岩についての主要成分元素による地球化学的検討は、過去に Sugisaki *et al.*, (1982) や山本 (1983) などによるトリアス紀の層状チャートについての検討や、武蔵野 (1986) によるトリアス紀古~中世の層状チャートの下位にみられる珪質粘土岩についての検討がある。しかし、これまで黒色有機質泥岩について、この種の地球化学的検討はなされていない。

黒色有機質泥岩はチャートや挟みの頁岩に伴ってみられる。これらの岩石、および珪質粘土岩について特に TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, そして Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 関係図において比較を行った。一般に TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や Zr などは水に対する溶解度が小さい。従って、堆積・風化などの過程を通じて相互の量比が変化しにくい元素と考えられ、堆積岩の堆積時の組成を最もよく保持しているとされている (山本, 1983)。

TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 関係図においてチャートとその挟みの頁岩や珪質粘土岩は同一のトレンドに乗り、基本的にこれらは同一の起源と考えられている (Sugisaki *et al.*, 1982 ; 山本, 1983 ; 武蔵野, 1986)。TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 関係図に、山本 (1983) によるチャートとその挟みの頁岩の成分の回帰直線、武蔵野 (1986) および武蔵野氏より提供された未公表資料による珪質粘土岩の分析デー

タ、そして今回得られた黒色有機質泥岩の分析データ (武蔵野氏より提供された未公表資料も含む) をプロットしたものを第4図-Aに示す。さらに、TiO<sub>2</sub> と同様に SiO<sub>2</sub> と良い負の相関を示す Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や Zr (山本, 1983) についても、同様に各関係図に値をプロットした (第4図-B, C)。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 関係図についてみると、チャートおよび挟みの頁岩、珪質粘土岩そして黒色有機質泥岩はほぼ同一のトレンドに乗っている。一方、TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 関係図では黒色有機質泥岩は他の岩石に比べて TiO<sub>2</sub> が明らかに高い領域にプロットされ、山本 (1983) によるチャートとその挟みの頁岩の回帰直線には乗らない。Zr-SiO<sub>2</sub> ダイアグラムについても、黒色有機質泥岩が他の岩石に比べてやや Zr がやや高めの領域にプロットされる。また、ジルコンなどの鉱物中に Zr と共に含まれている Hf については、珪質粘土岩と黒色有機質泥岩の値はあまり変わらない。

### 4. 希土類元素

NASC (North American Shales Composite) で規格化した黒色有機質泥岩についての希土類元素パターンを第5図に示す。各地域において、各元素のパターンは非常によく似ている。パターンの特徴としては、Ce が La に対して低く出ることがあげられるが、丹波帯の石炭紀新世~ペルム紀古世の層状チャートにみられるような Ce の負の異常 (Musashino, 1990) 程の値は示さない。また、珪質粘土岩にみられる。LREE/HREE (軽希土類/重希土類) の比が NASC のそれより小さくなるといった傾向 (武蔵野, 1986; Musashino,

第2表 黒色有機質泥岩の分析値. JG-1a の提案値 (p.v.) は Ando *et al.* (1989) による.  
また, 試料番号と採集地点の関係については第1表を参照.

Sample No.	Tos-2	Tos-5	Tos-8	Tos-10	Tos-3	Tos-9	Tos-7	Tos-6	JG-1a	JG-1a
										p. v.
SiO <sub>2</sub> (%)	66.34	85.71	72.11	88.92	72.95	73.02	78.10	79.92	72.70	(72.26)
TiO <sub>2</sub>	1.22	0.47	0.93	0.26	0.93	0.80	0.48	0.50	0.26	(0.25)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.24	7.01	16.41	3.24	11.59	13.95	8.47	8.64	14.51	(14.23)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.75	0.99	1.45	0.71	2.51	1.95	4.11	1.77	2.04	(2.05)
MnO	0.16	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.07	(0.06)
MgO	2.03	0.93	1.79	0.53	1.44	1.53	1.29	1.07	0.72	(0.69)
CaO	0.05	0.07	0.04	0.16	0.59	1.77	0.06	0.06	2.19	(2.13)
Na <sub>2</sub> O	0.38	0.41	0.34	0.38	1.09	0.44	0.23	0.29	3.61	(3.41)
K <sub>2</sub> O	6.25	2.49	5.06	1.39	3.68	4.04	2.75	2.98	4.06	(4.04)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.04	0.05	0.11	0.52	1.70	0.04	0.03	0.08	(0.08)
lg. loss				3.98	5.19		4.76	4.70		
Total	99.47	98.13	98.20	99.69	100.51	99.21	100.31	99.98	100.24	99.20
Sc(ppm)	14.7	7.8	20.2	4.5	11.7	15.1	8.0	7.5		
Cr	91	43	76	34	66	89	48	47		
Co	22.1	2.2	9.4	4.6	8.4	3.2	12.1	1.4		
Ni	16	10	18	18	17	14	39		7	(6.4)
Zn	8	3	6	2	27	15	60	11	38	(38.8)
Y	32	31	37	12	36	92	16	19	29	(32)
Zr	219	110	173	49	149	148	86	95	125	(115)
Nb	20	9	19	6	22	20	11	11	13	(12)
Hf	4.4	2.5	4.2	1.5	3.7	3.8	2.8	2.9		
Ta	1.3	0.67	1.27	0.35	1.53	1.07	0.83	0.82		
Th	14.3	7.3	16.0	4.3	11.9	16.0	9.0	8.4		
U	5.1	4.7	7.3	2.7	8.2	18.7	7.0	5.8		
La	43.2	24.9	38.8	12.9	46.4	60.9	23.3	27.1		
Ce	72.8	44.1	69.0	23.4	86.0	120.0	38.2	43.7		
Sm	5.7	5.7	9.8	2.9	10.8	18.7	3.4	3.7		
Eu	0.95	1.14	1.91	0.64	2.31	3.79	0.49	0.58		
Tb	0.65	0.74	0.97	0.41	1.06	2.23	0.25	0.49		
Yb	3.21	2.48	3.21	1.07	3.08	6.1	1.88	2.03		
Lu	0.53	0.41	0.49	0.18	0.49	1.04	0.32	0.38		
Rb	236	99	202	58	112	152	107	109	193	(180)
Sr	62	26	56	10	29	115	19	15	179	(185)
Cs	22.1	10.3	18.8	3.9	5.0	13.3	8.1	7.1		
Ba	669	220	641	473		584	498	532		
As	18	10	18		12	15	22	11		
Sb	9.5	3.5	4.3	1.2	1.9	1.8	2.0	2.2		

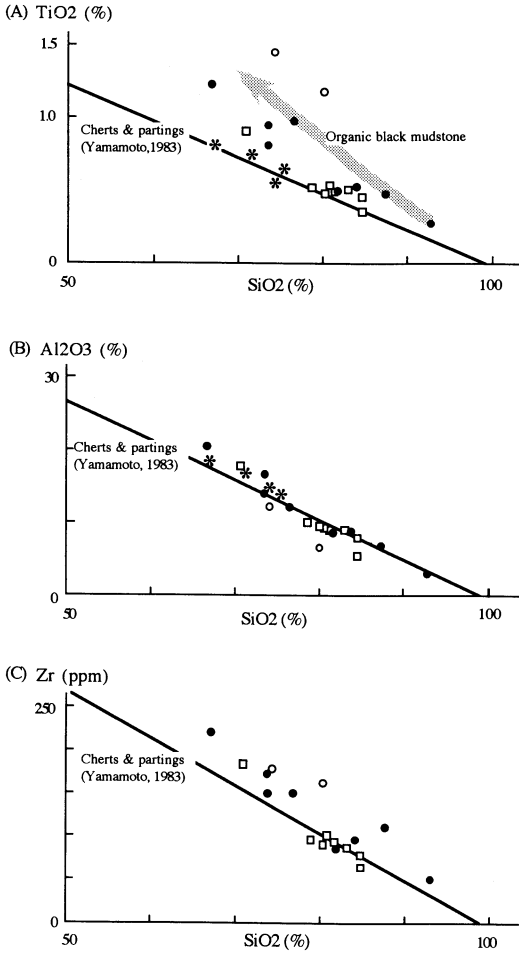
1990) は, 黒色有機質泥岩 (LREE/HREE : 平均値 1.15) については見られない.

## 討 論

ペルム紀末期からトリアス紀古世～中世にかけて特徴的にみられる黒色有機質泥岩は, それが層状チャートや珪質頁岩などの遠洋性堆積物に伴って現れることから, 当時の深海層水が世界的に還元的環境であった事が推測されている (例えば, 山北, 1991; 磯崎・

丸山, 1992など). また, この時期の珪質岩シークエンスは, いわゆる“砥石型頁岩”と呼ばれる珪質粘土岩および黒色有機質泥岩が主要な構成層であり, チャートは含まれない. チャートの成因を珪質殻をもった放散虫のブルーミングによる (例えば, 堀・趙, 1991など) とすれば, この時期にはチャートを形成させ得る程の大規模な放散虫のブルーミングは行われなかったのかもしれない.

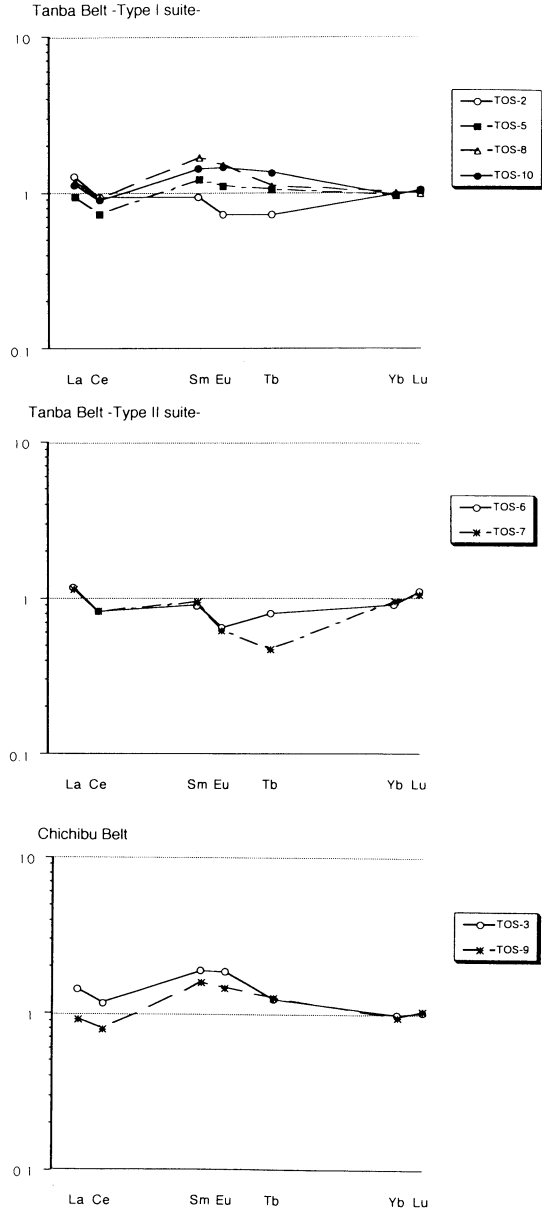
生物の絶滅と黒色有機質泥岩とが密接に関係してい



第4図(A)–(C) チャート・挟みの頁岩、珪質粘土岩および黒色有機質泥岩の  $TiO_2, Al_2O_3$  および  $Zr$  と  $SiO_2$  との関係図。

図中のチャート・挟みの頁岩の回帰直線は山本(1983)による。\*：珪質粘土岩(武蔵野, 1986), □：珪質粘土岩(武蔵野, 未公表資料), ●：黒色有機質泥岩, ○：黒色有機質泥岩(武蔵野, 未公表資料)。

る例としては、白亜紀のセノマニアン期とチューロニアン期の境界(C/T境界)が挙げられる。この境界での事変は、海洋無酸素事変(Oceanic Anoxic Events: OAE)と呼ばれるもので、世界的に無酸素状態もしくはそれに近い海洋が広がっていたとされるものであり、気温の上昇(海水準の上昇)に起因していると考えられる(平野, 1991参照)。しかし、P/T境界時の場合、浅海成堆積物(例えば、イラン・アバデー地域など)の堆積相は明らかに浅海化(短期間の陸化)の傾向がみられ、その後海進がおこっている(Iranian-



第5図 丹波帯I型, II型地層群, 四国中央, 東部秩父累帯北帯より採集した黒色有機質泥岩についての希土類元素パターン。NASC(North American Shales Composite)の値で規格化し,  $(Yb^* + Lu^*)/2$ を1としたもの(\*はNASC規格化値を示す)。

Japanese Research Group, 1981)。

丹波帯I型地層群で検討した芦見セクションは、先に述べたように層状チャートに挟まれる黒色有機質泥岩の産出によって特徴づけられる。このような岩相の



特徴およびその年代より、この地層はP/T境界付近でみられるチャートを含まない地層からトリアス紀中世以降に続く層状チャートへの移化層 (Imoto, 1984 での transitional portions にあたる) であるといえる。つまり、この地層は、まだ大洋底は還元的な環境にあるが、放散虫のブルーミングを起しうるだけの環境に回復しつつある時期のものであろう。

丹波帯Ⅱ型地層群中の多紀セクションは、Ⅰ型地層群中の芦見セクションとほぼ同時代の地層であるにもかかわらず、その岩相 (とくに色調) は大きく異なり、赤～赤褐色の地層を含む。このことから、多紀セクションの堆積環境は酸化的環境であったと考えられ、上述した丹波帯Ⅰ型地層群中での還元的堆積環境とは大きく異なる。

石賀 (1983) は、丹波帯Ⅰ型、Ⅱ型の両地層群は異なる古海域部分を代表するとしている。この両セクションで得られた結果は、この異なる古海域部の当時の海洋 (大洋底) 域の環境の違いを示していると考えられる。この事はⅡ型地層群中の他地域のトリアス紀古世～中世層状チャートにも赤色を呈するものが存在している事実からも支持される。

当時の海洋底は凡世界的にP/T境界時から続く還元的環境に支配されていた (磯崎・丸山, 1992) とされるなかで、酸化的環境を示すような赤色層状チャートがⅡ型地層群中には分布している。この事実は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している。

さらに、黒色有機質泥岩について、予察的な地球化学的検討を行った。その結果、とくに  $TiO_2$ - $SiO_2$  関係図において、山本 (1983) による層状チャートの回帰直線よりも  $TiO_2$  の値が明らかに高い領域にひろがる傾向がみられた。

## 謝 辞

四国東、中央部の秩父累帯北帯および綾部地域の丹波帯Ⅱ型地層群から採集した黒色有機質泥岩については、昨年5月、10月に行われた遠洋性堆積物中のP/T境界研究集会の巡検の際、採集したものである。山北聡助教授 (宮崎大学)、桑原希世子女史 (大阪市大) には現地討論会の際、露頭をそれぞれ案内していただき、試料採集の機会を与えていただいた。

また、蛍光X線分析装置を使用するにあたり、三宅康幸助教授 (信州大学) にはデータ処理プログラムを

使用させていただき、折橋裕二氏 (岡山大学地球内部研究センター) には蛍光X線分析装置使用の際お世話になった。

放射化分析は京都大学原子炉研究所共同利用を行った。武蔵野実教授 (京都教育大) には討論いただくとともに、黒色有機質泥岩および珪質粘土岩の未公表データを提供していただいた。以上の方々に深く感謝の意を表する。

## 文 献

- Ando, A., Kamioka, H., Terashima, S. and Itoh, S., 1989, 1988 values for GSJ rock reference samples "Igneous rock series". *Geochemical Journal*, 23, 143-148.
- 平野弘道, 1991, 講座・進化③. 柴谷篤弘・長野 敬・養老孟司編. 125-126., 東京大学出版会.
- 堀 利栄・趙 章熙, 1991, 層状チャートのリズムとその起源について. 月刊地球, 13, No. 8, 543-551.
- 市川博之・酒井利啓・渡辺暉夫・飯泉 滋, 1987: ガラス円盤を使った珪酸塩岩石中の微量元素の蛍光X線分析装置 (Rh管球) による定量分析. 島根大学地質学研究報告, 6, 161-169.
- Imoto, N., 1984, Late Paleozoic and Mesozoic Cherts in the Tamba Belt, Southwest Japan. (Part 1) *Bull. Kyoto Univ. of Education, Ser. B*, 65, 15-40.
- Iranian-Japanese Reserch Group, 1981, The Permian and the Lower Triassic Systems in Abadeh Region, Central Iran. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. and Mimer.*, 48, 61-133.
- 石田耕太郎・山下雅之・山岡祐二・後藤広和・石賀裕明, 1992, 兵庫県篠山盆地におけるP/T境界を含む層状チャート層の放散虫生層序の検討. 日本地質学会第99回学術大会演旨, 14.
- 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, 89, 443-454.
- , 1985, 丹波帯の中・古生界の年代と構造形成. 地球科学, 39, 31-43.
- Isozaki, Y., Maruyama, S. and Furuoka, F., 1990: Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, 181, 179-205.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1992: 付加帯中の遠洋性堆積物に保存された古生代・中生代境界事件の記録とその

- 地球史上の意義. 日本地質学会第99回学術大会演旨, 57.
- Kakuwa, Y., 1991, Lithology and petrography of Triasso-Jurassic bedded cherts of the Ashio, Mino, Tamba Belts in Southwest Japan. *Sci. Pap., Coll. Arts & Sci. Univ. Tokyo*, 41, 7-57.
- 小林英夫・渡辺暉夫・飯泉 茂, 1981, 珪酸塩岩石主成分元素の蛍光X線による全自動分析. 島根大学紀要, 15, 115-124.
- 小池敏夫, 1979, 三疊紀コノドントの生層序. 鹿沼三郎教授退官記念論文集, 21-77.
- 桑原希世子・中江 訓・八尾 昭, 1991 a, 美濃-丹波帯のペルム紀新世砥石型珪質泥岩. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 10.
- ・———・———, 1991 b, 美濃-丹波帯のペルム紀新世砥石型珪質泥岩. 地質雑, 97, 1005-1008.
- 武蔵野実, 1986, 四国の秩父帯の二, 三の泥岩について. 大阪微化石研究会誌, 特別号, 7, 287-291.
- Musasino, M., 1990, The Panthalassa-a cerium-rich Atlantic-type ocean: sedimentary environments of the Tamba Group, Southwest Japan. *Tectonophysics*, 181, 165-177.
- 武蔵野実, 1992, 砂岩の化学組成と堆積造構場, とくに非調和元素に関して—その1. 丹波帯・超丹波帯・舞鶴帯の砂岩を例として—. 地質学論集, 38, 85-97.
- Sano, H., 1988, Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan. Part I. Chert facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 94, 697-709.
- Sashida, K., 1983, Lower Triassic radiolaria from the Kanto Mountains, central Japan. Part 1: Palaeo-scenidiidae. *Trans. Soc. Japan, N. S.*, 131, 168-176.
- , 1991, Early Triassic radiolarians from the Ogamata Formation, Kanto Mountains, Central Japan. Part 2. *Trans. Soc. Japan, N. S.*, 161, 681-696.
- Sugisaki, R., Yamamoto, K. and Adachi M., 1982: Triassic bedded cherts in central Japan are not pelagic. *Nature*, 298, 644-647.
- 杉山和弘, 1990, 岐阜市金華山より産する前期-中期三疊紀放散虫化石について. 日本地質学会第97年学術大会演旨, 177.
- , 1991, 岐阜市金華山の三疊系より産する二疊紀放散虫化石について. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 28.
- 山北 聡, 1987, 四国東部秩父帯のチャート相二疊-三疊系間の層序関係. 地質雑, 93, 145-148.
- Yamakita, S., 1988, Jurassic-Earliest Cretaceous allochthonous complexes related to gravitational slidings in the Chichibu Terrane of eastern and central Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, 21, 467-514.
- 山北 聡, 1991, 秩父帯および美濃帯のチャート相二疊-三疊系境界に産する炭素に富む泥岩について. 日本地質学会第98年学術大会演旨, 11.
- 山本綱志, 1983, 岐阜県上麻生付近の三疊系層状チャートの地球化学的研究. 地質雑, 89, 143-162.
- 山下雅之・石田耕太郎・山岡祐二・後藤広和・石賀裕明, 1991, “砥石層”の中にP/T境界が在るか—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, 10, 47-52.