

西南日本外帯の下部白亜系の堆積環境と古地理

—アンモナイトなど軟体動物化石と恐竜に基づく古生物地理からのアプローチ—

松川正樹*・恒岡利治**

Sedimentary environments and paleogeography of the Lower Cretaceous in Southwest Japan based on paleobiogeography of ammonites and dinosaurs

Masaki Matsukawa* and Toshiharu Tsuneoka**

Abstract In Southwest Japan, Lower Cretaceous sediments are distributed in three terranes: Hida-Chugoku, Chichibu and Shimanto, from inner to outer, with a WNW-ESE trend. These terranes are characterized mainly by nonmarine, alternation of nonmarine and marine and marine deposits, respectively, which are interpreted to have accumulated in fluvio-lacustrine through shallow marine shelf to shelf slope environments.

Additionally, the occurrence of ammonites, which were distributed in the Tethyan, NW European, northern Pacific and Boreal provinces, in southwest Japan, provides important evidence for the influence of both cold and warm water currents originating in the Arctic and near the Equator, respectively. The latitude of Southwest Japan in Early Cretaceous, therefore, is inferred from the currents generated by the coriolis force.

Lower Cretaceous dinosaurs from both the inner and outer sides of Southwest Japan show that the Japanese islands in Early Cretaceous time were a part of the Asian continent.

は し が き

西南日本には、内側から外側にかけて、河川成ないし湖成堆積相から浅海陸棚堆積相をへて陸棚斜面の堆積相にいたる下部白亜系が分布し、東西方向に帯状に配列する (Figure 1)。これは、西南日本外帯の地質構造区分の配列とも調和的であるので、西南日本外帯に特徴的な帯状配列の発達様式を考察する

上で重要である。さらに、いくつかの異なる堆積相は、西南日本外帯の前期白亜紀の堆積相の発達様式や古地理を考察するための格好の材料となる。しかし、これらの堆積相は互いに離れて見られるので、まず堆積当時の異なる堆積相の相互関係を把握することが不可欠で、それを基に、同時異相関係の理解と含有化石の古生態や古生物地理上の意味の解釈が行われるべきであろう。

西南日本外帯の下部白亜系は、アンモナイトをはじめとする軟体動物化石と恐竜を産し、浅海相と非海成相との層序的な上下関係を示す。これは、異なる堆積相の相互関係を考えるうえで有益である。そのうえ、アンモナイトが関東から九州にいたる西南日本の広い地域にわたって分布するので、西南日本の浅海相の時代論や古生物地理上の特徴を促えるには好材料である。また、恐竜は西南日本の内帯地域

* 西東京科学大学理工学部地学研究室。

Laboratory of Palaeontology, Faculty of Science and Engineering, The Nishi Tokyo University, Yamanashi 409-01, Japan

** 通産省立地公署石炭課。

Coal Mine Safety Division, Industrial Location and Environmental Protection Bureau, Ministry of International Trade and Industry, Tokyo Japan

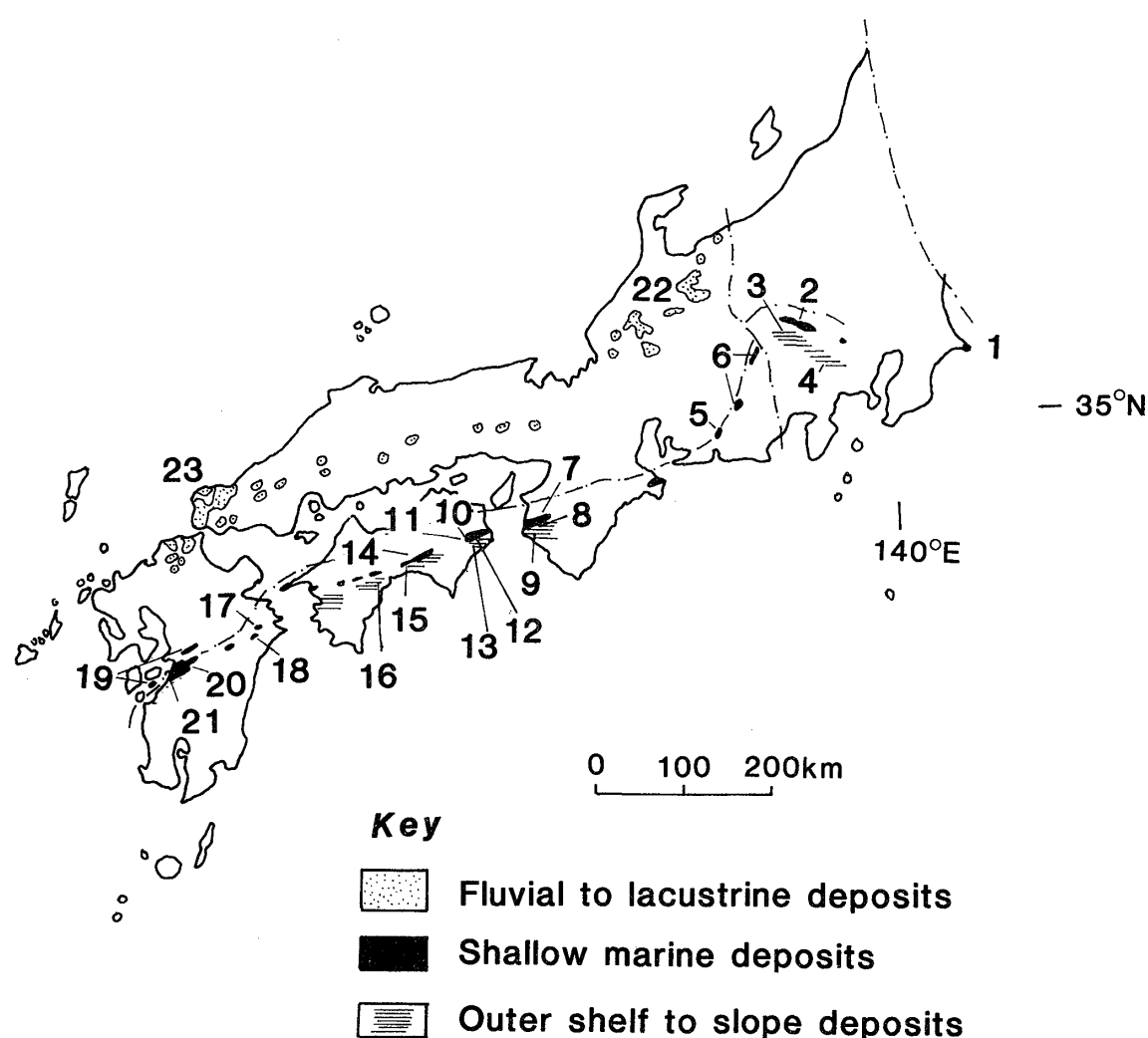


Figure 1. Map showing outcrops of Lower Cretaceous strata in Southwest Japan. 1: Choshi, 2: Sanchu, 3: Ueno, 4: Ogouchi, 5: Idaira, 6: Todai & Misakubo, 7: Yuasa, 8: south Kii, 9: Yura, 10: Katsuuragawa, 11: Nakaizu, 12: Kaminaka, 13: Kitoson, 14: Monobe & Ryoseki, 15: Birafu, 16: Doganaro, 17: Haidateyama, 18: Yamabu, 19: Goshonoura & Mifune, 20: Yatsushiro, 21: Uminoura

やアジア大陸のものとの比較からそれらの地域との陸続き関係を議論するうえでの材料になる。従って、アンモナイトと恐竜は、西南日本の前期白亜紀の古地理の解釈のための好材料となり、西南日本の下部白亜系の堆積相が内側から外側へ元来一連の堆積場で形成されたものであったことを示唆する。これは、前期白亜紀のデータに基づいて得た解釈ではあるが、西南日本の発達過程に関する最近のいくつかの解釈（例えば、田代, 1985, 1986; 磯崎・丸山, 1990, 1991; 磯崎・板谷, 1991)のなかで、少なくとも主として古生物学的検討に基づいて示された大規模な

横ずれ運動によるものとする解釈(田代, 1985, 1986)とは異なる。

そこで、本研究では、生物相と堆積相に基づき、西南日本外帯の古地理を論ずる。

下部白亜系の堆積相と生物相に基づく堆積環境の概要

1. 関東山地

下部白亜系は、秩父帯の中中部(山中白亜系: Matsukawa, 1983), 同南部(浜平層群のⅢ帯: 久田・岸田, 1986; 御座山層: 岩崎ほか, 1989), および四万十帯(小河内層群: Sashida *et al.*, 1984)に分

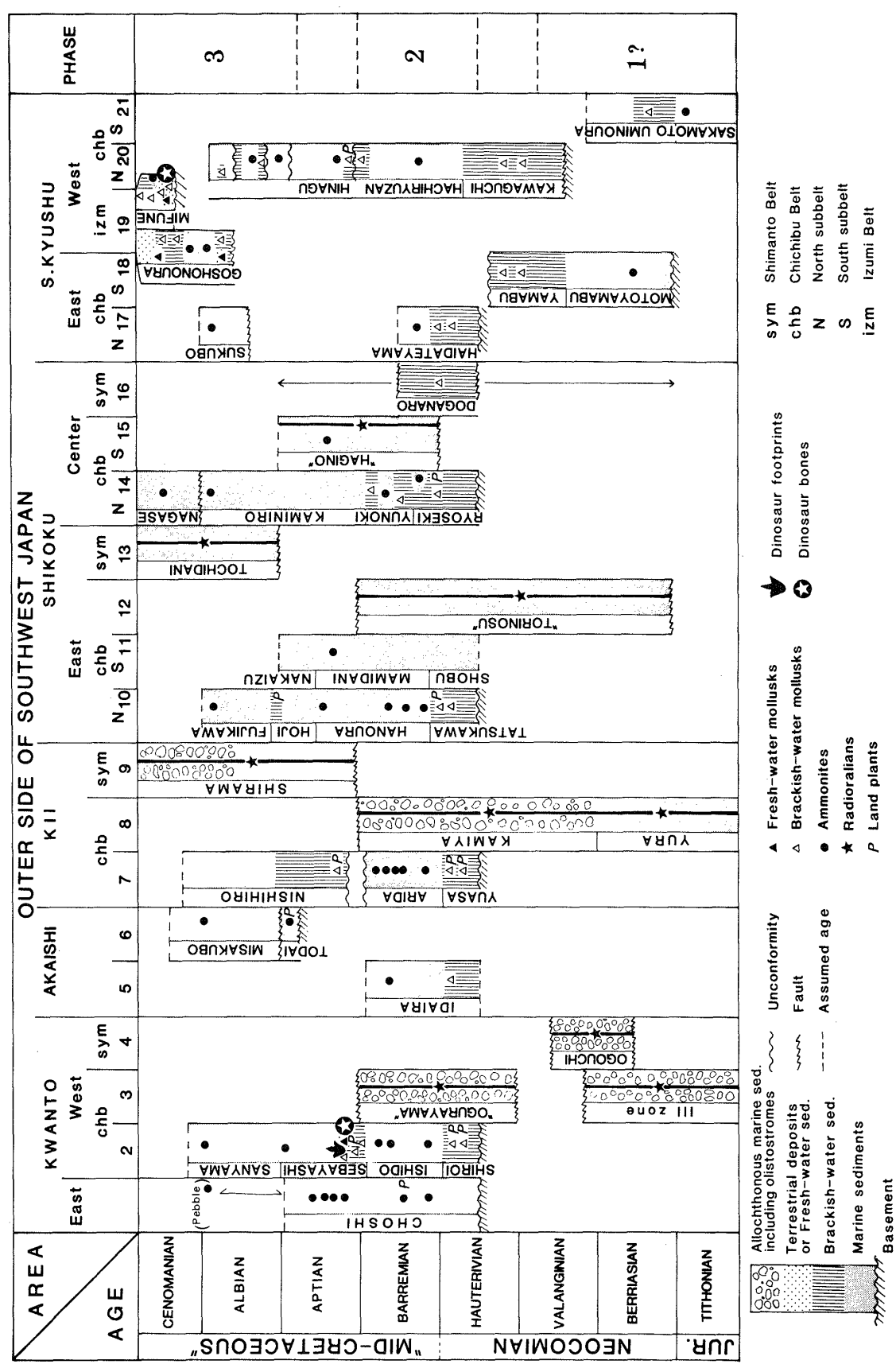


Figure 2. Stratigraphic chart of Lower Cretaceous strata in Southwest Japan. Based on Matsukawa and Obata (1992), Aita and Okada (1986), Yao (1984), Matsumoto *et al.* (1982). The numbers 1 to 21 are coincident with the locality numbers in Figure 1. The area revealed as the Shirama Formation (Yao, 1984) has been painted as the Yukawa Formation (Yao, 1987).

布する (Figures 1 & 2). 秩父帯中部の山中白亜系は、礫岩・砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩からなり、アンモナイトをはじめとする軟体動物化石、恐竜、有孔虫化石、放散虫化石、植物化石を含み、浅海陸棚相と解釈される (Matsukawa, 1983). ここでは、非海成層から海成層への層序的变化が2回認められ、本邦の前期白亜紀の第2期と第3期海進期 (Matsukawa & Obata, 1989, 1992) に相当する. 一方、秩父帯南部の浜平層群や御座山層は、チャート・石灰岩・火山性碎屑岩・砂岩・頁岩などの岩塊と頁岩や砂岩などの基質から構成される混在岩からなり、付加体での崩壊・再堆積が推定されている (久田・岸田, 1986). これは、関東山地の秩父帯南部の堆積相が付加体内で形成、滑動、崩壊、再堆積を繰り返していた (石井・松川 1980; Sato *et al.*, 1981; Hisada, 1983; 高島・小池, 1984; Sashida & Tonishi, 1985) ことを示す. 四万十帯小河内層群にも浜平層群と同様の特徴を呈する混在岩が認められ、類似の環境下での堆積が推定されている (久田・岸田, 1986). さらに、山中白亜系に接する南北両側の秩父帯でも時代は異なるが付加体に特徴の堆積相がある (久田ほか, 1989).

山中白亜系は、基底礫岩をもって南北両側の秩父累層群上に不整合で乗っており、これらの礫岩は南北両側から運搬されたことがファブリック解析の結果から示される (Ishii *et al.*, 1991) (Figure 3). 従って、浅海陸棚相の山中白亜系が堆積を開始したとき (Hauterivian 後期) には、その南北両側には付加体で形成した秩父累層群がその基盤として存在していたと解釈される. この解釈は、山中白亜系と秩父帯南部の浜平層群や四万十帯の小河内層群との同時異相関係が示されると共に、現在の秩父帯南部の秩父累層群が大規模な横ずれ運動を起こした結果のものでない限り、北から南に連続する浅海陸棚から陸棚斜面への堆積場が推定される.

2. 四国東部

勝浦川盆地には、秩父帯中に下部白亜系が南北2帯に離れて分布する (Figure 2). 両帯の下部白亜系は、礫岩、砂岩、砂岩泥岩互層、泥岩からなり、軟体動物化石や植物化石を含み、両帯の下部白亜系の岩相層序、化石層序と堆積環境の変遷の調和性から両帯の下部白亜系の同時異相関係が示される (Table 1) (松川・江藤, 1987). 両帯の下部白亜系は、本邦の多くの下部白亜系で認められている前期白亜

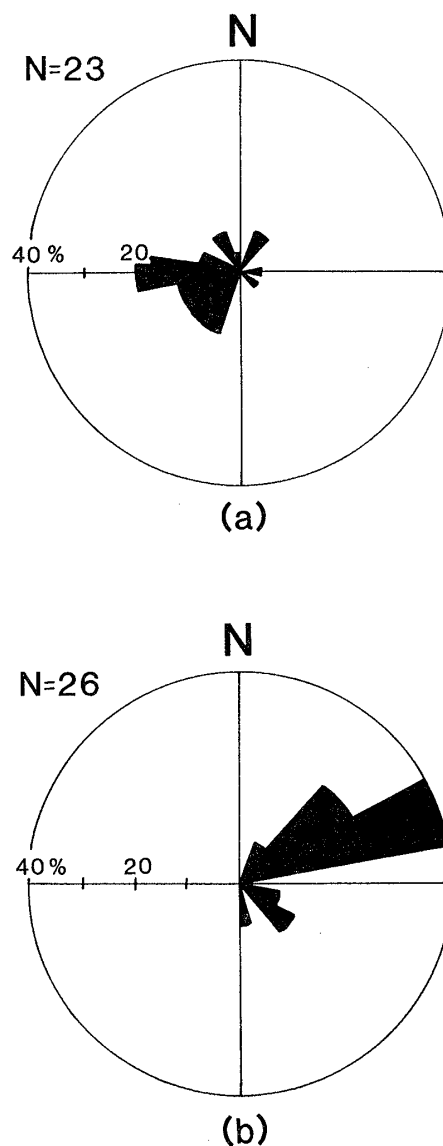


Figure 3. Rose diagram, indicating current directions, based on the fabric of conglomerates (imbrication) in the basal Ishido Formation (a: northern and b: southern flanks) (cited from Ishii *et al.*, 1991).

紀の第2回目の海進期 (Hauterivian後期) (Matsukawa & Obata, 1992) に形成されはじめ、それらの基底部の礫岩の構成礫種から推定すると、当初、北帯の下部白亜系が北側の先白亜系から、南帯のそれが現在の北帯と南帯の間にある黒瀬川構造帯沿いの先白亜系から供給されたものと推定される (松川・江藤, 1987). その後、この海進の絶頂期には、北帯の下部白亜系では成層構造で特徴づけられる泥質

Table 1. Geological comparison between the Lower Cretaceous in the northern and southern belts of the Katsuragawa basin during the second transgression phase at Early Cretaceous time.

		北帯	南帯
化石層序		同じ時代	
堆積環境の変遷		調和的	
海進海退の時代		調和的	
最初の 海進期 の堆積相	層序区分	立川・羽ノ浦・傍示下部	葛蒲・狸谷
	基底層の礫種	チャート, 石灰岩, 砂岩 塩基性火山岩, 千枚岩	流紋岩, 圧碎花崗岩 花崗片麻岩
	主部の岩相	泥質砂岩, 砂岩 成層構造	砂岩泥岩互層 スランプ構造
	動物化石	汽水～浅海生軟体動物 (現地性) テチス, ボレアルと北太 平洋の動物区に特徴的な アンモナイト	浅海生軟体動物 (異地性) 放散虫 温暖環境下の二枚貝
	下位層との関係	不整合	断層
	推定される環境	内湾～浅海	沖合い海域

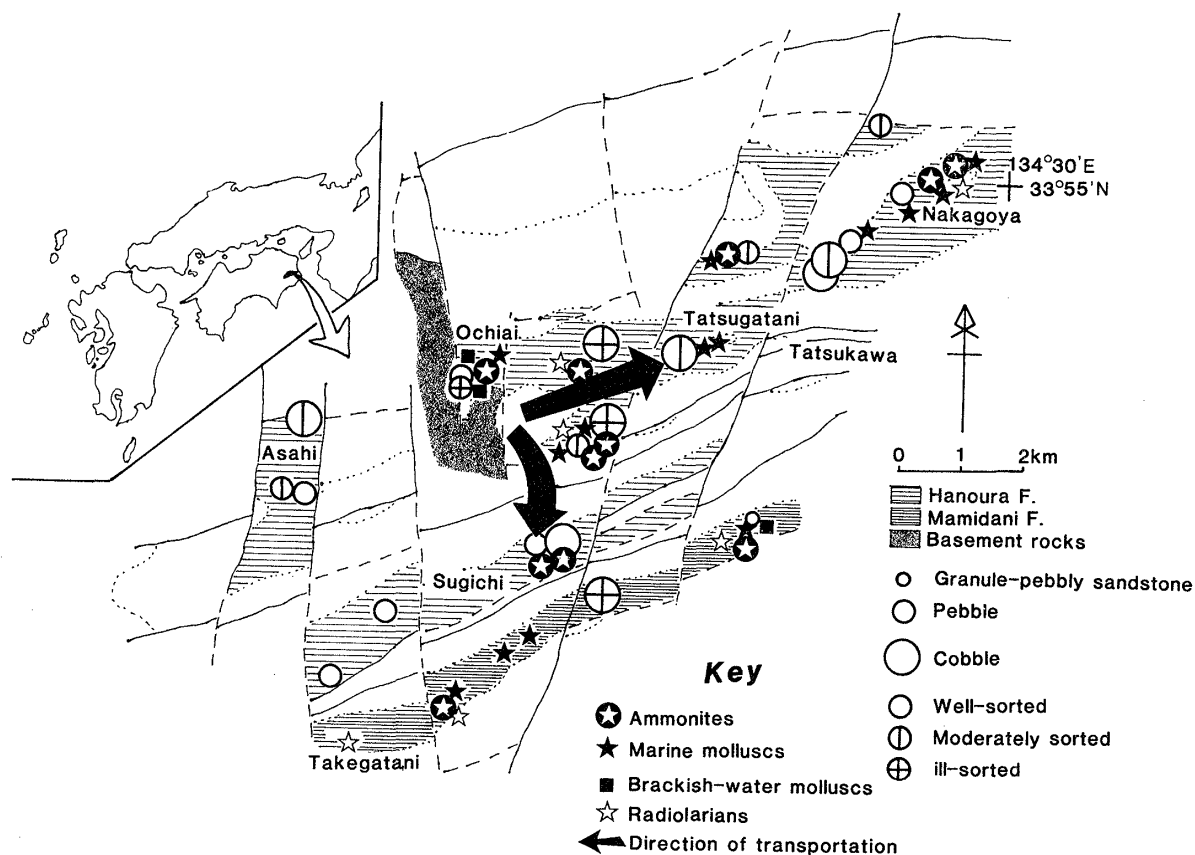


Figure 4. Map showing average sizes and size sorting of gravels in the conglomeratic rocks and faunal distributions in the strata during the first transgression time. Radiolarian localities were cited from Ishida and Hashimoto(1991).

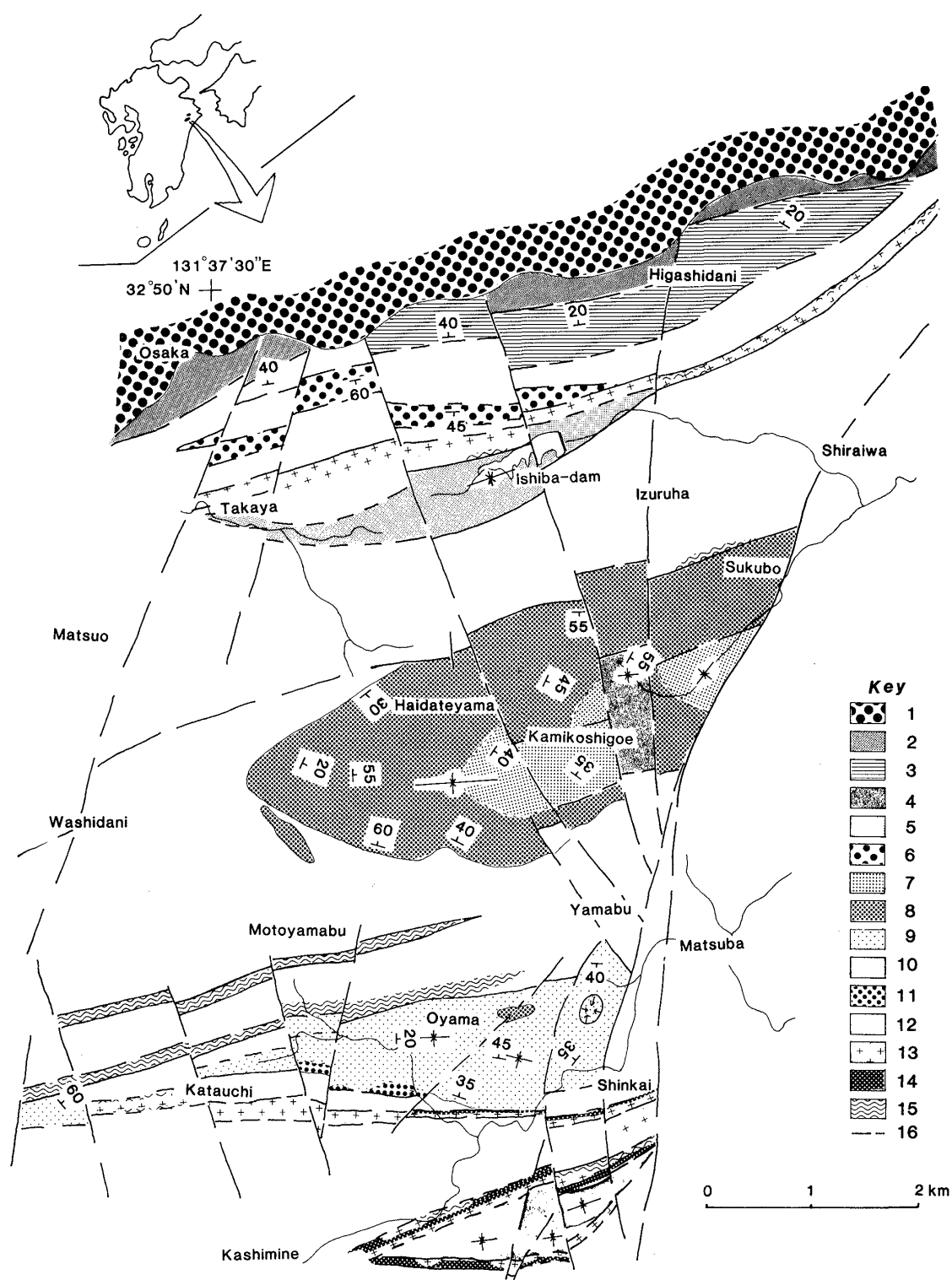


Figure 5. Geological map of the Lower Cretaceous in the Haidateyama area. 1: Aso pyroclastic flow deposits, 2: Tano Group, 3: Higashidani Formation, 4: Sukubo Formation, 5: Ishiba Formation, 6: Osaka Formation, 7: Koshigoe Formation, 8: Haidateyama Formation, 9: Yamabu Formation, 10: Shinkai Formation, 11: Motoyamabu Formation, 12: Pre-Cretaceous formations, 13: Granitic rocks, 14: Gneissic rocks, 15: Serpentinite, 16: Fault

砂岩と現地性の汽水生から浅海生の軟体動物化石の産出により内湾から浅海の環境が推定される (Figure 4). 一方, 南帯のそれは, スランプ構造を呈する砂岩泥岩互層, 放散虫化石と異地性が推定される浅海性軟体動物化石から沖合いの海域と解釈される. 両帯の下部白亜系がデルタまたはその周辺から南, 南東, 北東に広がる内湾性の浅海域から沖合い域にかけての一連の堆積場を形成していたと考えられている (松川・江藤, 1987). 従って, 勝浦川盆地の下部白亜系が堆積を開始した時期には, 黒瀬川構造帯を形成する先白亜系はすでに下部白亜系の後背地として存在しており, 北帯と南帯の下部白亜系

は一連の堆積場の中にあり, 堆積当時から接近した位置関係にあったと考えられる.

3. 九州東部

大分県^{はいだてやま}佩楯山周辺には, ほぼ東西方向に軸を持つ下部白亜系が秩父帯中に南北5帯に離れて分布する (Figure 5). これらの地層は, 上限や下限が断層で断たれているが, それぞれの帯に分布する地層はいずれも非海成層から海成層への層序的变化を示す. この地域全体では, 層序的变化が3回認められ, それらは本邦の前期白亜紀の3回³の海進期 (Matsukawa & Obata, 1989, 1992) に相当する. これらの地層

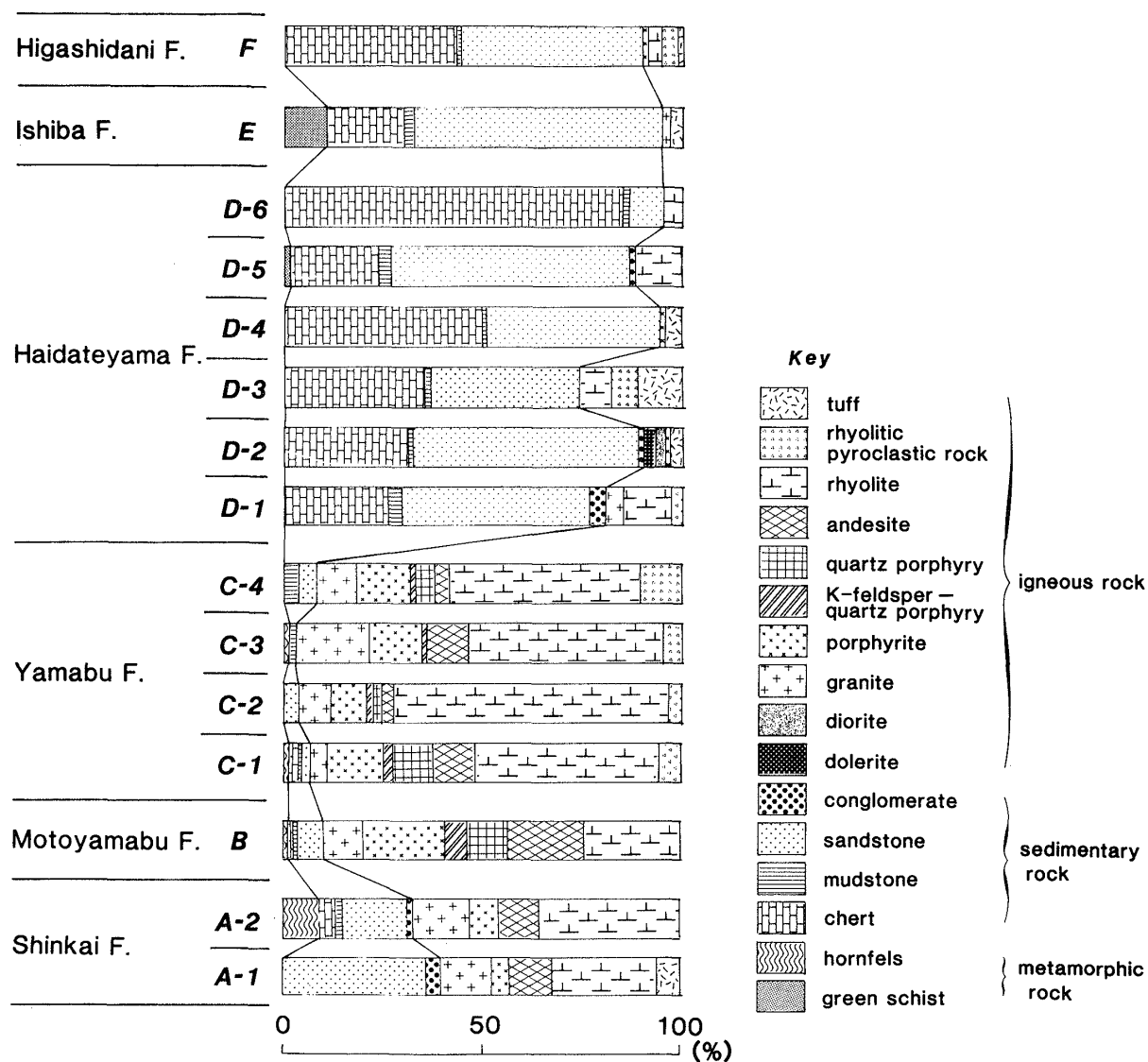


Figure 6. Lithologic compositions of conglomerate in Lower Cretaceous strata of the Haidateyama area.

には礫岩が含まれており、地域的ならびに層序的に構成礫種の変化が認められる。すなわち、南の帯の第1回目の海進期(Berriasian期からValanginian期)の地層には、流紋岩、安山岩、石英斑岩、ひん岩や花崗岩などの火成岩の礫が卓越する(Figure 6)。一方、北の帯の第2, 3回目の海進期(Hauterivian期からBarremian期とAlbian期)の地層には、チャート、砂岩、泥岩、礫岩などの礫が卓越する(Figure 6)。火成岩礫のうち、花崗岩や流紋岩には地殻の浅いところで固結したと考えられる文象構造が認められる。火成岩礫を供給した後背地は、花崗岩が地下浅所で固結し、同時に流紋岩が形成されるという酸性の火山-深成複合岩体を主体とする地質構成であったと推定される。また、花崗岩礫には圧碎構造が認められない。現在この地域には蛇紋岩を伴う、幅狭く産する花崗岩体が分布する。花崗岩礫はこの花崗岩とは性質が異なるので、この花崗岩体はこの地域に分布する下部白亜系の堆積時より後に断層に沿って蛇紋岩と共に持ち上げられた可能性の高いことが指摘される。さらに、これらの礫には覆瓦状配列が認められ、南側からの供給が示される(Figure 7)。また、砂岩層中には、同様に南側からの流向を示す斜交層理や漣痕が存在し、礫岩の供給方向と共に、南側の後背地の存在が推定される。南の帯の地層ほど古い時代を示す傾向があることと考え合わせると、堆積盆地が南から北へ移動したことを示すとともに、それにともない後背地に分布する火成岩類の分布地域から離れていったことが推定される。

産出化石に基づく西南日本外帯の古地理

西南日本外帯の下部白亜系は内側から外側へ帯状に幾つにも分かれて分布する。しかし、それらを地質時代順に並べて比較すると、河川成ないし湖成堆積相から浅海陸棚堆積相をへて陸棚斜面の堆積相にいたる堆積環境の緩やかな変化が認められる。従って、それらは内側から外側への元来一連の堆積場で形成されたもので、現在の分布はそれらの異なる堆積相が折り畳まれたものであると解釈される。この点について、堆積物の供給方向と産出化石の古生物学的な意義と比較して議論する。

1. 堆積物の供給

西南日本各地の下部白亜系に含まれる礫岩層と砂岩層から堆積物の供給方向が読み取れる(Figure 8)。手取層群の下部白亜系は河川成ないし湖成堆積相で、

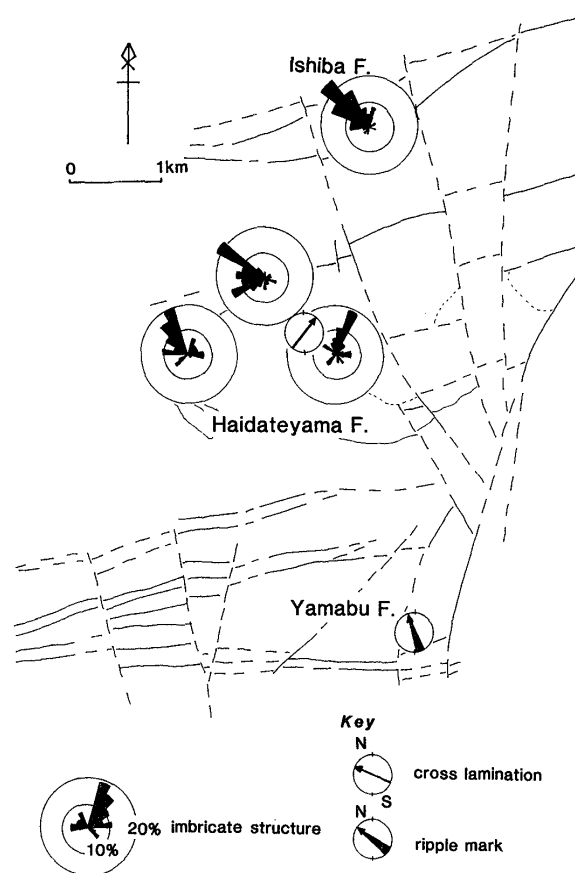


Figure 7. Rose diagram, indicating current directions, based on the fabric of conglomerates (imbrication) in the Lower Cretaceous strata of the Haidateyama area. Geological map is coincident with that of Figure 5.

いくつかの地域に離れて点在する(前田, 1960; Masuda *et al.*, 1991). このうち、南西部の九頭竜川に沿って分布する手取層群は、南東から北西へ、南西から北東へ、西から東への古流向が斜交層理、スランプ構造、樹幹の配置の方向から復元される(Masuda *et al.*, 1991). これは、この地域の手取層群の堆積盆地の西、南と東側に後背地があったことを示す。さらに、北西部の手取川沿いの手取層群では、西から東へと、北西から南東への古流向が斜交層理、リップル葉理、チャネル構造の配列、木片や倒木の方向から復元され、北と北西側の後背地の存在が推定される(平・松尾, 1983; Masuda *et al.*, 1991). これらの手取層群にはオーソコーツァイト礫が含まれる。このうち手取川沿いの手取層群に含まれるものは、468~555MaのK-Ar年代を示し

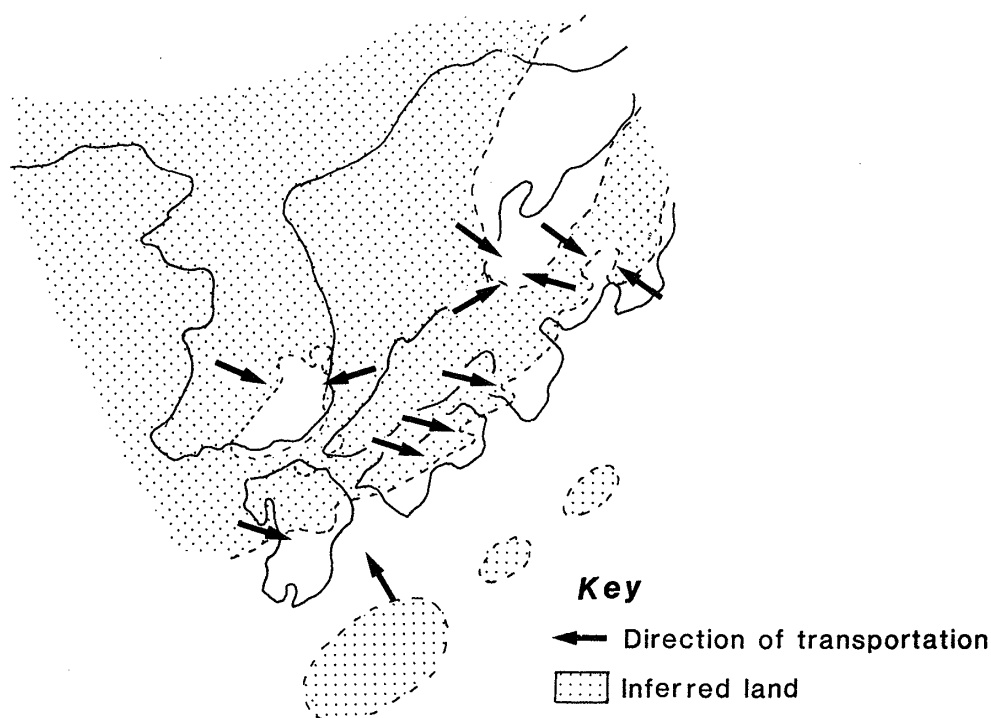


Figure 8. Inferred paleogeography and transportation systems of the Lower Cretaceous strata in Southwest Japan based on the paleocurrents and horizontal size and sorting index changes of sandstones and conglomerates. Based on Ishii et al. (1991), Matsukawa and Eto (1987), Chang et al. (1987), Masuda et al. (1991), Kalinin and Matsukawa (1991).

(Shibata, 1979), 当時飛驒帯と共に大陸を形成していた中国や朝鮮半島の先カンブリア系起源と解釈されている(徳岡・大上, 1979; Shibata, 1979). また, 東部の黒部川上流域の手取層群では, 手取川流域の手取層群と同様の起源と考えられるオーソコツァイト礫と美濃テレーンに起源が求められる三畳紀放射虫化石を含むチャート礫が含まれることから西と東側の後背地が推定されている(竹内ほか, 1991). 従って, 手取層群の堆積盆地の西, 東と南に後背地が存在していたと推定される. これは, 北方に開いた堆積盆の存在を示唆し, ロシア東部の沿海州の下部白亜系と一連の堆積盆地を形成していた可能性が高い(Kalinin & Matsukawa, 1991).

西南日本の内側よりさらに大陸側の韓国の慶尚層群でも東方から西方へと西方から東方への古流向が示され, 東西両側の後背地が推定されている(Chang et al., 1987) (Figure 8).

西南日本外帯では, 向斜構造を呈する山中白亜系の両翼にある基底礫岩で, 北東から南西へと南西から北東への古流向を示す覆瓦状構造が認められる(Ishii et al., 1991). 現在の山中白亜系の配列は西

北西-東南東方向を呈するが, この方向は26Maから5Maまで起こった本州の折れ曲がり(Kawai et al., 1961; 笹嶋, 1991)の結果を示している. これは, 山中白亜系が堆積した前期白亜紀には現在の配列より約90°ほど反時計まわりに回転した位置にあったと解釈される(Hyodo & Niitsuma, 1986; 笹嶋, 1991). 従って, 山中白亜系の堆積当時の古流向は北西から南東へと南東から北西への供給が示される(Figure 8).

四国東部の勝浦川盆地では礫径や淘汰度の水平方向への変化から北側の後背地が推定される(Figure 4参照)(松川・江藤, 1987). この状況は紀伊半島西部, 四国中部や九州西部の下部白亜系でも認められ(松川ほか, 1987; Matsukawa & Obata, 1993b)前期白亜紀当時には西南日本では北側の陸域と南側の海域が解釈される. しかしながら, 九州東部, 四国東部の勝浦川盆地と関東山地の山中白亜系では南側の陸域の存在が推定されるが, これらは島や半島であったと推定される(Matsukawa, 1983; 松川・江藤, 1987).

前期白亜紀には, 西南日本外帯では浅海相の堆積

盆地の北側には陸域が解釈された。一方、西南日本内帯では河川成性ないし湖成性の堆積盆地の南、東と西側に陸域が推定された。両帯の間には浅海性の堆積盆地が存在していた証拠がないので、両帯の間には陸地が存在していたと解釈するのが合理的である。

西南日本の下部白亜系から産する植物化石は、領石植物化石群と手取植物化石群に区分される。領石植物化石群は外帯地域に分布し、熱帯ないし亜熱帯性で乾燥気候を反映する。一方、手取植物化石群は手取地域に分布し、温暖湿潤性の気候が解釈されている(Kimura, 1979, 1980, 1984)。2つの異なる気候を支持する植物化石群から、両地域は元来異なる陸域に存在していたと解釈された(Kimura, 1987)。これは、領石植物化石群を含む地層が大規模な横ずれ運動により移動してきたもので、元来は低緯度地域に存在していたものであるという解釈(田代, 1985, 1986)を支持した。しかし、西南日本の外帯地

域と内帯地域との陸域が現在の距離より大きく、少なくとも領石植物化石群を産する地域が亜熱帯性気候であったならば、両地域が陸続き関係であったとする解釈を支持される(木村による私信, 1991)。

2. アンモナイト

西南日本外帯では、本邦で認められている前期白亜紀の3回の海進期(Matsukawa & Obata, 1992)の地層にアンモナイトが含まれる。このうち、特に第2回目の海進期(後期Hauterivian期からBarremian期)の地層には多種のアンモナイトが多数含まれる。この第2回目の海進期は、西南日本各地で堆積盆地が形成され始めたときでもあり、各地のこの時期の地層からアンモナイトが産する。従って、アンモナイトに基づく西南日本の前期白亜紀当時の古地理の解釈の意義は大きい。

Barremian期のアンモナイトが関東から九州にいたる各地から産する(Figure 9)。これらのアンモナイトは、テチス、北西ヨーロッパ、ボレアルと北

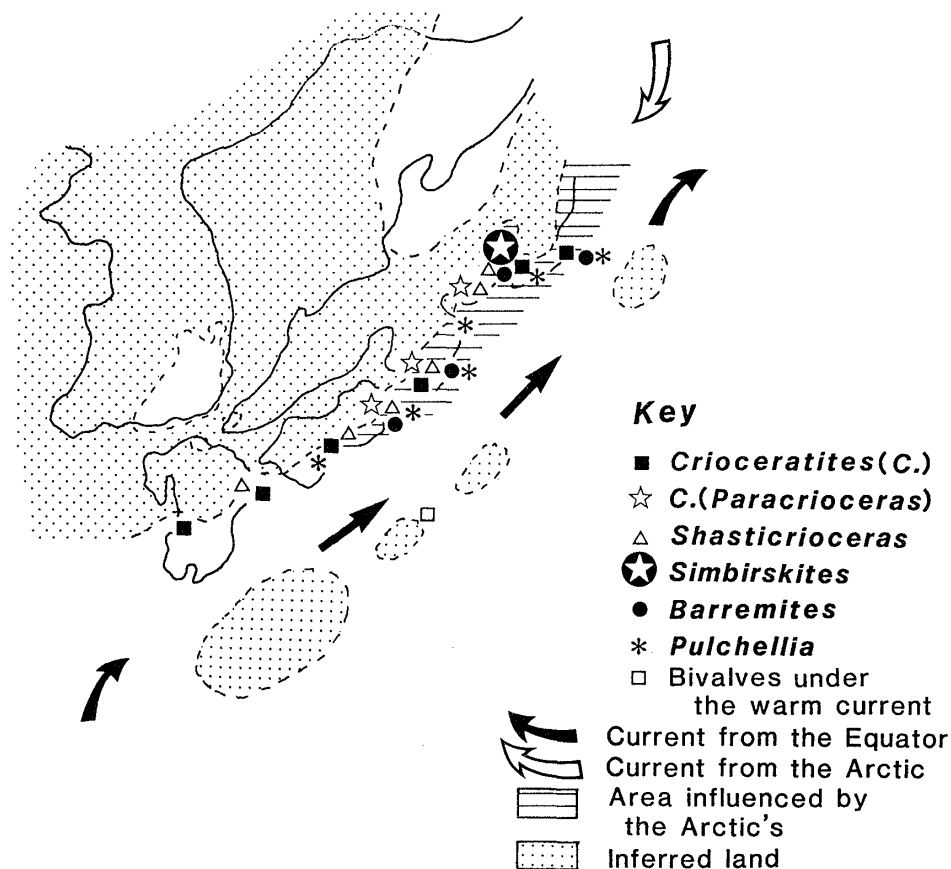


Figure 9. Distribution of some Barremian ammonite genera and the presumed paleogeography and paleocurrents around Japan. Based on Matsukawa and Obata (1993a).

太平洋の各動物地理区に特徴的なものである (Obata and Matsukawa, 1987, Matsukawa, 1988, Matsukawa & Obata, 1993a). テチス動物地理区の *Barremites*, *Pulchellia*, *Crioceratites* (C.), *Crioceratites* (*Emericiceras*) 等が銚子層群, 石堂層, 有田層, 羽ノ浦層, 佩楯山層, 八竜山層から産する. 一方, 北西ヨーロッパ動物地理区の *Crioceratites* (*Paracrioceras*) は伊平層, 有田層, 羽ノ浦層に, ボレアル動物地理区の *Simbirskites* (*Milanowskia*) が石堂層に, 北太平洋動物地理区の *Shastiacrioceras* が石堂層, 伊平層, 有田層, 羽ノ浦層, 石場層に含まれる. 石堂層, 伊平層, 有田層と羽ノ浦層では, 2 つ以上の動物地理区のアンモナイトを含むが, テチス動物地理区のそれらとそれ以外の動物地理区に属するアンモナイトが共存して産することはない. これは, アンモナイトを産する層準が, テチス動物地理区とそれ以外の動物地理区のアンモナイトを産する層準に二分され, 異なる二つの水塊 (たぶん海流) の影響を受けたと推定できる. Obata and Matsukawa (1987) と Matsukawa and Obata (1993a) によれば, テチス動物地理区に属するアンモナイトは低緯度地域に分布し, ボレアル, 北西ヨーロッパ, 北太平洋動物地理区のそれらは高緯度地域に分布し, それらの分布は当時の海流分布と調和的である. 従って, 西南日本外帯の各地域は, 赤道からの海流と北極方向からの海流の影響を受けたものと解釈できる. 現在の日本付近では, 赤道からの海流は東側に, 北極方向からのそれは西側にそれるので, 前者は大陸側から離れた太平洋側を, 後者は大陸側を流れる. これは, 地球の自転と地軸の傾きに基づくもので, 北半球では北緯30°を越すと赤道からの海流は東へ向きを変える. 地軸の向きが前期白亜紀当時も現在と同じであるならば, 海流の向きの変換は当時も同じであるはずである. 従って, 前期白亜紀当時の西南日本外帯は北緯30°以上の位置にあり, 現在の位置とさほど変わらなかったと解釈できる. これは, 本邦の第2回目の海進期に相当する四国中央部の領石層と物部川層 (= Figure 2 の柚木層) の古地磁気解析に基づく古緯度のデータがそれぞれ22.5° (14.4°から32.8°) と26.9° (Maenaka *et al.*, 1985; 酒井・丸山, 1985) であることともほぼ調和的である. 勝浦川盆地では, 下部白亜系が南北2帯に離れて分布する (松川・江藤, 1987). Barremian期からAptian期の北帯の羽ノ浦層と南帯の狸谷層の産出化石を比較すると両者の共通種は

2種だけであるが, 北帯の羽ノ浦層では北西ヨーロッパと北太平洋の両動物地理区に特徴的なアンモナイトが含まれ (松川・江藤, 1987), 南帯の狸谷層には温暖な海域を示す可能性のある二枚貝が含まれる (田代, 1985). この状況は, 隣接の物部川盆地のAptian期でも同様で, 北帯の日比原層 (上韭生層) と南帯の萩野層に含まれる二枚貝は生息域に相違 (日比原層のものは沿岸性の環境, 萩野層のものは遠浅の砂泥を思わせる環境) のあることが示された. その上, 南帯の萩野層から *Cucullaea* や *Scabrotrigonia* の産出することは, 北帯の日比原層に含まれるものに比べて温暖な海域であったことを示す可能性が指摘されている (田代, 1985). これらは両帯の下部白亜系の堆積の場の海流の相違に原因するものと思われる. このように北帯と南帯のアンモナイトと二枚貝に基づく生物相の相違は, 二つの海流の相違に基づくと解釈されるので, 両地域が一連の堆積場の中にあり, 堆積当時から比較的近い位置関係にあったと解釈するのは合理的である.

3. 恐竜

山中白亜系の瀬林層下部 (Aptian 期) から恐竜の足跡と *Ornithomimidae* gen. et sp. indet. が報告されている (Matsukawa & Obata, 1985, 1992; Manabe *et al.*, 1986; Manabe & Hasegawa, 1991).

Ornithomimid 類の多くは後期白亜紀から報告されている. しかし, Barsbold and Osmólska (1990) によるとモンゴルのAptian期ないしAlbian期からも *Harpymimus okladnikovi* が産出しており, 瀬林層下部層の *Ornithomimid* 類はモンゴルのそれとともにこの仲間の初期のものであると解釈できる. 瀬林層下部層の *Ornithomimid* 類に同定される標本は一つの脊椎骨である. そのため, 層や種レベルでの分類が不可能で, それらのレベルでの系統関係の議論はできない. しかし, 瀬林層下部層とモンゴルのものが *Ornithomimid* 類の系統上の初期のものという点からすると, 両者の交流関係が期待できる. 両地域, 陸続き関係であった可能性が高い (Figure 10).

恐竜の足跡は, 分類の特定が不可能である. 同時代の手取層群から恐竜産出の報告 (東, 1991) があり, 手取地域と山中地域の陸続き関係が推定できる. 瀬林層下部層では, *Ornithomimid* 類と淡水生二枚貝の *Nippononaia ryosekiana* (Mataukawa, 1983) が共存する. *Nippononaia ryosekiana* は, その仲間が西南日本内帯の手取層群と関門層群, 韓国の慶

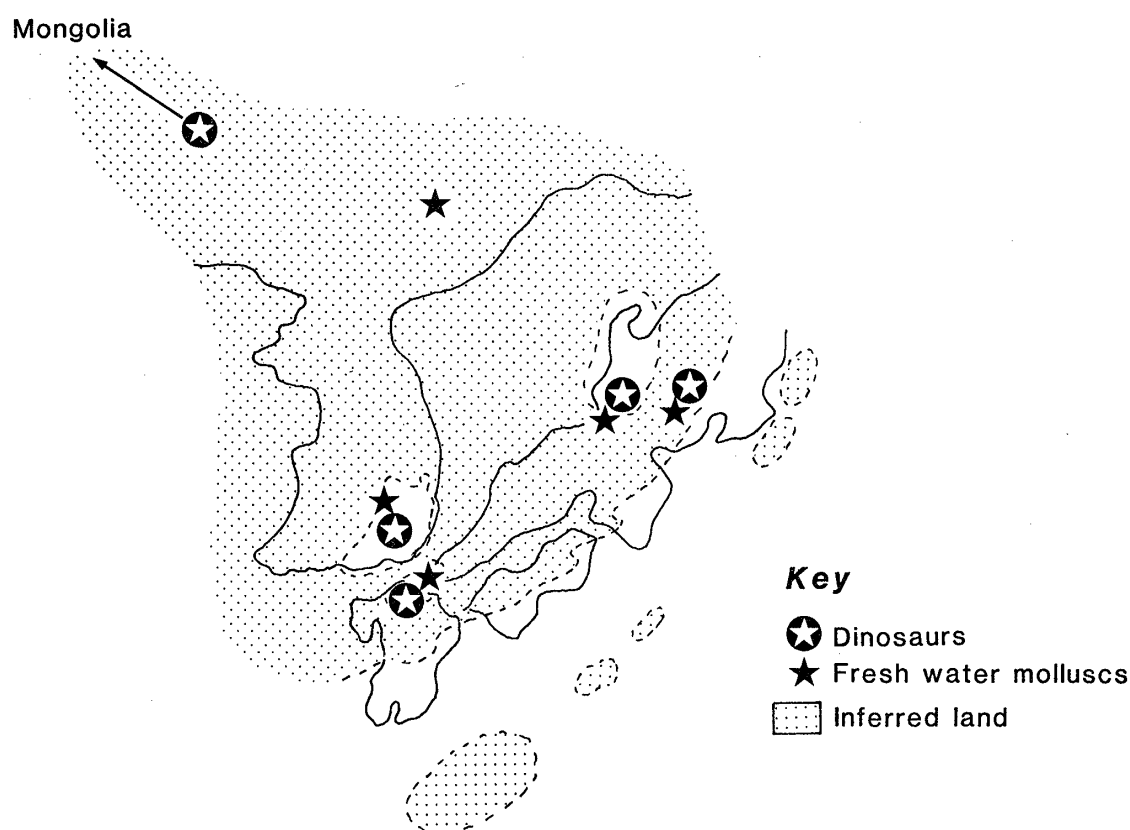


Figure 10. Distribution of some dinosaurs and freshwater molluscs around Japan in late Early Cretaceous time.

尚層群や中国の白亜系から産する。これも、瀬林層のある関東山地とそれらの地域の当時の陸続き関係を裏付ける一つの証拠である。さらに、同時代の手取層群の知那洞層と田茂谷層には鎮石植物群と手取植物群の混合群集が認められる(木村による私信, 1991)。これらは、西南日本外帯が前期白亜紀には、内帯地域やアジア大陸と陸続きであったとする解釈(松川ほか, 1987; Matsukawa & Obata, 1982, 1993a, b)を支持する。

これらのことは、西南日本外帯地域の秩父帯・黒瀬川複合地帯が白亜紀前期に内帯地域に衝突・合体した解釈(笹嶋, 1991)を支持すると共に、両帯の衝突・合体の時期が少なくとも第2回目の海進期(後期Hauterivian期からBarremian期)以前であることを示す。

結 論

1) 西南日本外帯の下部白亜系が分布する3つの地域の堆積相と生物相に基づく堆積環境の概要を述

べた。特に、関東や四国東部では浅海陸棚相と陸棚斜面との同時異相関係が認められ、これらは北側に陸域と南側に広がる海域のある一連の堆積場で形成されたと解釈できる。

2) 西南日本各地の下部白亜系に含まれる礫岩層と砂岩層から堆積物の供給方向が読み取れる。内帯の手取層群の堆積盆地は西、東と南に後背地が存在していたと推定される。一方、外帯の下部白亜系の古流向は北西から南東へと南東から北西へ方向を示し、北側の陸域が示唆される。両地域の間には、堆積盆地の存在を支持する証拠がないので、両者の間に陸地が存在していたと解釈するのが合理的である。なお、外帯地域では古流向や礫岩の礫径や淘汰度の水平的変化から南側の陸域の存在が推定されるが、それらは島や半島であったと解釈される。

3) 西南日本外帯の下部白亜系は、アンモナイトを産する。このうち、Barremian期のものは、テチス、北西ヨーロッパ、ボレアルと北太平洋の4つの動物地理区に特徴的な種を含む。これは、西南日本

外帯の下部白亜系が、赤道からと北極からの2つの海流の影響を受けたと解釈される。これは、当時の西南日本外帯地域が北緯30°以上のおそらく現在とほぼ同様の位置にあったことを示す。

4) 西南日本外帯の山中白亜系から恐竜や淡水生二枚貝が産出し、それらの類縁種の内帯地域およびアジア大陸からも産する。これは、前期白亜紀当時、西南日本の外帯地域は内帯地域やアジア大陸と陸続き関係にあったことを示す。

謝辞 本論文に関して小畠郁生(国立科学博物館)、小松正幸(愛媛大学理学部)、石井醇(東京学芸大学)、木村達明(自然史科学研究所)、石田啓祐(徳島大学教養部)の諸博士には多くの貴重な御意見、御助言を頂いた。特に、石井醇博士と高橋修氏(東京学芸大学)には関東山地の地質に関する調査結果を見せて頂き、情報を頂いた。また、江藤史哉、福田英利、岡田忠晴、杉田公也、井戸和彦、斉藤雅子の各氏には、愛媛大学理学部地球科学科の卒論と修論研究を通して貴重な情報の提供を頂いた。これらの方々に感謝する。

文 献

- Aita, Y. and Okada, H. 1986. Radiolarians and calcareous nannofossils from the uppermost Jurassic and Lower Cretaceous strata of Japan and Tethyan regions. *Micropaleontology*, 32, 97-128.
- 東 洋一, 1991. 手取層群からの白亜紀前期の恐竜動物群—手取層群産恐竜化石の研究(1)—. 三浦静教授退官記念論文集, 55-69.
- Barsbold, R. and Osmólska, H. 1990. Ornithomimosauria. In Weishampel, D. B., Dodson, P. & Osmólska, H., eds., *The Dinosauria*, 225-248, Univ. Californ. Press, Berkeley, 733p.
- Chang, K. H., Kim, H. M., Chang, C. J. and Park, S. O., 1987. Cretaceous stratigraphy and paleocurrent analysis of Kyongsang Basin, SE Korea. *Abstract First International Symp. IGCP-245*, 9, Urmuqi, China, 52p.
- Hisada, K. 1983. Jurassic olistostrome in the southern Kanto Mountains, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, (B), 4, 99-119.
- 久田健一郎・岸田容司郎, 1986. 関東山地西部の浜平層—ジュラ系—下部白亜系付加体の発達過程—. 地質雑, 92, 569-590.
- ・——・上野光・上川容一, 1989. 関東山地における秩父帯付加体. 構造地質, 34, 85-94.
- Hyodo, H. and Niitsuma, N., 1986. Tectonic rotation of the Kanto Mountains, related with the opening of the Japan Sea and collision of the Tanzawa Block since middle Miocene. *Jour. Geomag. Geoelectr.*, 38, 335-348.
- 石田啓祐・橋本寿夫, 1991. 四国東部秩父帯下部白亜系の放散虫群集とそのアンモナイトによる年代. 徳島大・教養・紀要, 25, 23-67.
- 石井醇・松川正樹, 1980. 関東山地奥秩父の大ガマタ層. 東京学芸大紀要, 4, 32, 195-207.
- Ishii, A., Takahashi, O. and Matsukawa, M. 1991. Development of the Cretaceous basins in the Kanto Region, central Japan. *Abstract Intern. Symp., Origin, sedimentation and tectonic, late Cretaceous to early Cenozoic sedimentary basins, eastern margin Asian continent and workshop IGCP-245 in Fukuoka*, 87, 118p.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1990. 新版日本列島地帯構造論. 日本地質学会第97年学術大会講演要旨集, 356.
- ・——, 1991. 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地帯構造区分. 地学雑, 100, 697-761.
- ・板谷徹丸, 1991. 四国中西部秩父帯北帯の先ジュラ系クリッペー黒瀬川内帯起源説の提唱—. 地質雑, 97, 431-450.
- 岩崎敏典・指田勝男・猪郷久義, 1989. 関東山地西部, 長野県南佐久郡北相木—川上地域の中生界. 地質雑, 95, 733-753.
- Kalinin, J. and Matsukawa, M., 1991. Correlation between Japanese and Sikhote-Alin (USSR) sequences in the early Cretaceous. *Abstract intern. Symp., Origin, sedimentation and tectonic, late Cretaceous to early Cenozoic sedimentary basins, eastern margin Asian continent and workshop IGCP-245 in Fukuoka*, 54, 118p.
- Kawai, N., Ito, H. and Kume, S., 1961. Deformation of the Japanese Islands as inferred from rock magnetism. *Gephys. Jour. Royal Astronom. Soc.*, 6, 124-130.
- Kimura, T., 1979. Late Mesozoic palaeofloristic provinces in east Asia. *Proceed. Japan Acad.*, 55B, 425-430.

- , 1980. The present status of the Mesozoic land floras of Japan. *Prof. Saburo Kanno Mem. vol.*, 379-413.
- , 1984. Mesozoic floras of east and southeast Asia, with a short note on the Cenozoic floras of Asia. *Geol. Palaeont. Southeast Asia*, 25, 325-350.
- Kimura, T., 1987. Recent knowledge of Jurassic and Early Cretaceous floras in Japan and phytogeography of this time in East Asia. *Bull. Tokyo Gakugei Univ.*, sect. 4, 39, 87-115.
- 前田四郎, 1960. 手取層群の地史学的研究. 千葉大文理紀要, 3, 369-426.
- Maenaka, K. and Sasajima, S., 1985. Preliminary paleomagnetic study on the Lower Cretaceous series in the outer zone of southwest Japan. *Rock Mag. Paleogeophys.*, 12, 38-43.
- Manabe, M. and Hasegawa, H., 1991. The Cretaceous dinosaur fauna of Japan. In Kielan-Jaworowska, Z., Heintz, N. & Nakrem, H. A., eds., *Fifth symposium on Mesoz. terrestl ecosys. biota, Palaenot. Mus., Oslo*, 41-42.
- Manabe, M., Hasegawa, Y. and Azuma, Y., 1989. Two new dinosaur footprints from the early Cretaceous Tetori Group of Japan. In Gillette, D. D. & Lockley, M. G., eds., *Dinosaur Tracks and Traces*, 309-312, Cambridge Univ. Press, 454p.
- Masuda, F., Ito, M., Matsukawa, M., Yokokawa, M. and Makino, Y., 1991. Depositional environments. In Matsukawa, M., ed., *IGCP-245 field trip guide book*, 11-17, 116p.
- Matsukawa, M., 1983. Stratigraphy and sedimentary environments of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Mem. Ehime Univ.*, D, 9, 132-178.
- , 1988. Barremian ammonites from the Ishido Formation, Japan- Supplements and faunal analysis-. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., 149, 396-416.
- and Obata, I., 1985. Dinosaur footprints and other indentations in the Cretaceous Sebayashi Formation, Sebayashi, Japan. *Bull. Nation. Sci. Mus.*, Tokyo, 11, 9-36.
- . and ——, 1989. *Acanthohoplites reesidei* (Anderson) from the Lower Cretaceous Sebayashi Formation, Japan. *Bull. Nation. Sci. Mus.*, Tokyo, C, 14, 79-86.
- and ——, 1992. Correlation of nonmarine and marine formations in the Lower Cretaceous of Japan: A contribution to nonmarine formations in Asia. In Mateer, N. and Chen, P. J. eds., *Aspect of Nonmarine Cretaceous Geology*, 78-93, China Ocean Press, 304p.
- and ——, 1993a. The ammonite *Crioceratites* (*Paracrioceras*) and *Shastrioceras* from the Barremian of southwest Japan. *Palaeontology*, 36, (In press).
- and ——, 1993b. Dinosaurs and sedimentary environments in the Japanese Cretaceous: a contribution to dinosaur facies in Asia based on the molluscan palaeontology and stratigraphy. *Cretaceous Research*, 14, (In press).
- 松川正樹・江藤史哉, 1987. 徳島県勝浦川盆地の下部白亜系の層序と堆積環境—特に秩父帯の南北2帯の白亜系を比較して—. 地質雑, 93, 491-511.
- ・小島郁生・梁承榮, 1987. 日本産と韓国産の恐竜足跡の比較. 地学雑, 95, 54-56.
- 松本達郎・小島郁生・田代正之・太田喜久・田村実・松川正樹・田中均, 1982. 本邦白亜系における海成・非海成層の対比. 化石, 31, 1-26.
- Obata, I. and Matsukawa, M., 1987. Existence of some boreal and subboreal ammonites in the Japanese Barremian. In Kullmann, J. and Wiedmann, J., eds., *Cephalopods: Present and Past*, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart., 469-476.
- 酒井英男・丸山茂徳, 1985. 黒瀬川古島孤の古地磁気学. 日本地質学会92年会講演要旨, 152.
- Sasajima, S., 1981. Pre Neogene paleomagnetism of Japanese island (and vicinities). *Amer. Geophys. Union, Geodyn.*, 2, 115-128.
- 笹嶋貞雄, 1991. 物理地質学その進展. 法政出版, 413頁.
- Sashida, K., Igo, H., Hisada, K., Tonishi, K., Iyota, N. and Iwasaki, T., 1984. Cretaceous radiolarians from the Kanto Mountains, central Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 10, 106-110.
- Sashida, K. and Tonishi, K., 1985. Permian radiolarians from the Kanto Mountains, central Japan -Some Upper Permian Supmellaria from

- Itsukaichi, western part of Tokyo Prefecture. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, (B), 6, 1-19.
- Sato, T., Takizawa, S., Kuwabara, T., Sashida, K., Hisada, K., Aono, H., Fuseya, M. and Arakawa, Y., 1981. Exotic nappes of probably sliding origin in the South belt of the Kanto Mountains. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 7, 56-59.
- Shibata, K., 1979. Geochronology of pre-Silurian basement rocks in the Japanese Island, with special reference to age determinations on orthoquartzite clasts. The basement of the Japanese Islands. *Prof. Kano Memorial Volume*, 625-639.
- 平朝彦・松尾秀邦, 1983. 白山山地の手取層群に関する2, 3の知見. 石川県自然保護センター研報, 9, 1-11.
- 竹内誠・斉藤眞・滝沢文教, 1991. 黒部川上流域の手取層群の礫岩から産出した放散虫化石とその地質学的意義. 地質雑, 97, 345-356.
- 高島清行・小池敏夫, 1984. 関東山地東南部, 御前山-五日市地域の中生界の層序と地質構造. 横浜国大・理科紀要, 第2類, 31, 29-50.
- 徳岡隆夫・大上和良, 1979. オースコォーツァイト礫からみた日本列島の基盤. 加納博教授記念論文集, 601-623.
- 田代正之, 1985. 四国秩父帯の白亜系-下部白亜系の横ずれ断層について-. 化石, 38, 23-35.
- , 1986. 西南日本白亜系の古地理. 同上, 41, 1-16.
- 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, 1987. 紀伊半島西部の紀伊由良地域の秩父帯南帯地質図および地質断面図. 中沢圭二ほか編集, 日本の地質6: 近畿地方, 84, 共立出版, 279p.