

四国東部秩父累帯南帯中生界の地質と放射虫年代

石田 啓 祐*

Geology and radiolarian ages of the Mesozoic formations in the South Zone
of the Chichibu Belt in eastern Shikoku

Keisuke ISHIDA*

Abstract The zonal distribution, the lithostratigraphy and the radiolarian ages of the Mesozoic flysch-olistostrome formations distributed in said area were discussed in context with the Mesozoic basin development of the South Zone of the Chichibu Belt. The results can be summarized as follows: (1) The studied area is divided into eight subzones Ia to V from the north to the south and is bounded by E-W trending reverse faults (Figs. 2,3). (2) These formations are divided into three stratigraphic units i.e. the Middle Jurassic to Lower Cretaceous Nakagawa Group, the formation correspond to the Lower Cretaceous Torinosu Group and the uppermost Lower to lowest Upper Cretaceous Tohidani Formation (Table 1). (3) On the basis of lithology and its age, the Tohidani Formation is considered to belong in the northern Shimanto Belt. Therefore the reverse fault which bounds the southern limit of the subzone IV is suitable for the Butsujo Tectonic Line. (4) The olistostrome component of the Nakagawa Group changes in each subzone, and the ages of this group become younger toward the southern subzones (Tables 1-3). (5) Based on the directions of paleocurrent and slumping, the terrigenous sediments of the Nakagawa Group were transported from northwards and westwards, and the olistoliths of chert slid from both northwards and southwards (Fig. 2, Tables 4-6). (6) These sedimentary and tectonic features suggest that the deposition of the terrigenous sediments advanced from the northern basin to the southern ones in Middle Jurassic to Early Cretaceous age, and the olistoliths of limestone, chert and greenstone derived from some rows of topographic high which bound these sedimentary basins in the South Zone of the Chichibu Belt.

はじめに

四国東部の秩父累帯南帯には石灰岩、チャート、緑色岩を伴う中生界が分布する。石田 (1985) は当地帯の堆積岩類の配列と微化石年代に関する調査を行い、碎屑岩層がジュラ～白亜系に属すること、石灰岩、チャート等がオリストリスとしてフリッシュ層中に含まれることを明らかにした。また北部地帯と南部地帯で

地層の年代に差異のあることを示した。しかしながらこれらの地層群は堆積直後およびその後の変形が著しいことから、地層の分布および境界に関しては不明な点が多く残されていた。

本研究では四国東部秩父累帯南帯の地帯区分および各亜帯に分布する地層の年代と岩相層序を解明することを目的として継続調査を行い、あわせてフリッシュ層の堆積構造の解析を行ったのでこれらについて報告し、2・3の地史学的考察を行う。

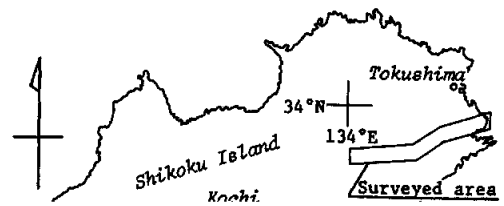
地 質

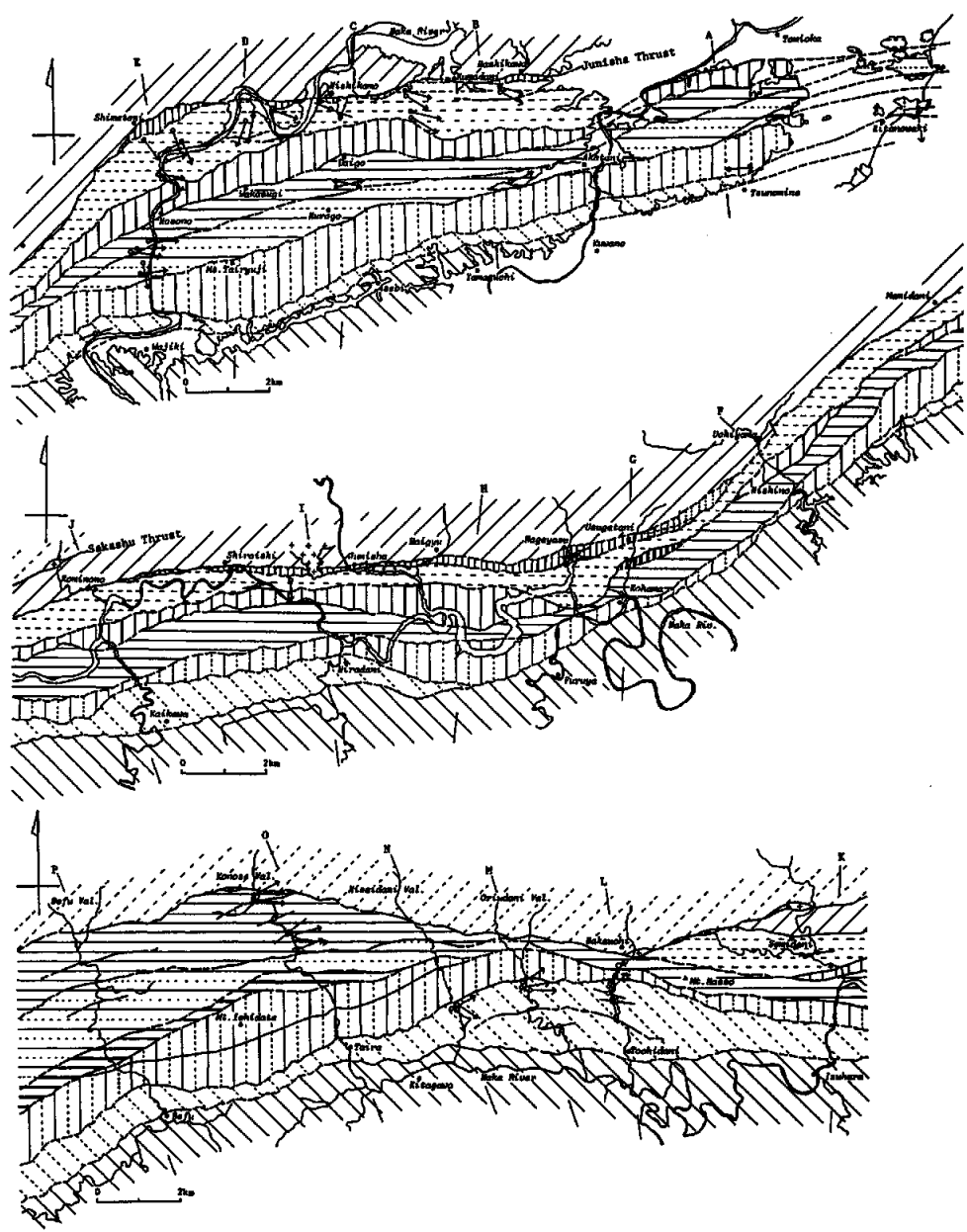
調査地域は四国東部の徳島県那賀河流域および高知



















*徳島大学教養部地学教室。Department of Earth Science, College of General Education, University of Tokushima, Tokushima 770, Japan.

県物部川最上流地域にあたる(第1図)。当地域の秩父累帯南帯の北限は東部では十二社衝上線によって、また西部では坂州衝上線によってそれぞれ秩父累帯中帯および北帯の地層群と画される。また南限は仏像構造線によって四万十帯の地層群と画される。

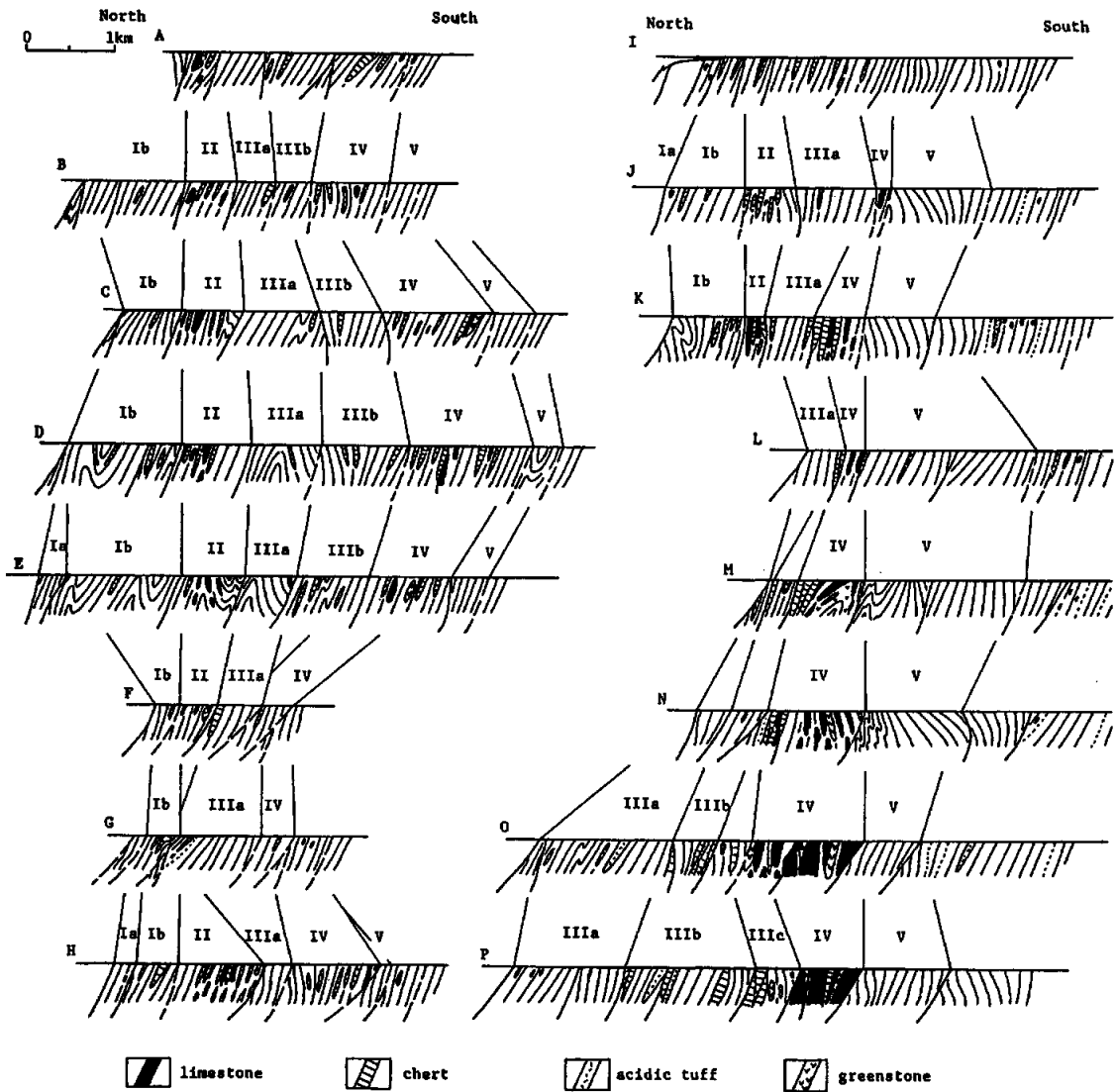
秩父累帯南帯および四万十帯北縁にはフリッシュ層





- | | |
|---|---|
|  那賀川層群 (Ib亜帯) |  相谷層 (V亜帯) |
|  那賀川層群 (II亜帯) |  日野谷層 (四十万帯) |
|  那賀川層群 (IIIa亜帯) |  秩父累帯中帯 |
|  那賀川層群 (IIIb亜帯) |  秩父累帯北帯 |
|  那賀川層群 (IIIc亜帯) |  黒瀬川構造帯レンズ状部 |
|  那賀川層群 (IV亜帯) |  蛇紋岩 |
|  烏染層群相当層 (Ia亜帯) |  古流向 (flute cast etc.) |
|  烏染層群相当層 (IIa亜帯) |  古流向 (groove cast) |
|  正木谷層 (Ia亜帯) |  A - P 断面位置 |

第2図 帯区分の地質図 (含、古流向)。
上から下へ調査地域東部・中部・西部



第3図 断面図。

少量の基質とシート状のチャート岩体から成るオリストストロームならびにスランプ礫岩が挟在する。

砂岩優勢互層における砂岩はワッケ質である。単層の厚さは通常数10cmで最大1.5mを越え、dish structureを伴う。砂岩優勢互層には幅数m、深さ1~2mのチャンネルが発達し、剝離泥岩片の多い砂岩が充填する。スランプ礫岩層は雑色不均質で弱い剪断を受けた砂質岩中に長径3m以下の砂岩および泥岩塊が雑然と含まれる。砂岩塊はプーティン状の構造や流動変形を伴う。泥岩塊は植物片を含む。1枚のスランプ礫岩層の厚さは数~40mであり、重なり合って厚層をなす場

ナイト質の基質を伴う。

II垂帯

チャートアレナイト質および凝灰質のオリストストロームが主であり、砂岩泥岩互層、アルコース砂岩、礫岩、酸性凝灰岩が伴う。

オリストストロームの分布幅は最大500mに及ぶ。オリストリスとして後期古生代~トリアス紀の石灰岩、緑色岩、チャートのシート状あるいはレンズ状の巨岩体が含まれる。石灰岩体は厚さ最大180m、延長1.5kmに及ぶ。

アルコース砂岩は阿南市細野町から若杉谷東方に分

(K-F>Pl)28.1, 岩片6.1%で鏡下ではオーソコーツァイト, グラノファイアーの岩片が目立つ。アルコース砂岩は礫岩を挟在することがある。礫岩は淘汰不良, 不均質で, clast supported および matrix supported の状態が認められるが, 基質の量は15%を越える。ファブリックや級化成層は見られない。礫径は最大1.5mに及び, 中〜大礫が多い。礫種構成は石灰岩, チャート, 砂岩, 泥岩の亜角礫が主で, チャートアレナイト, 塩基性溶岩の亜角礫が伴い, アプライト質花崗岩, グラノファイアー, 花崗斑岩, 酸性凝灰岩, オーソコーツァイトの中円礫が含まれており, 多源的である。

酸性凝灰岩は単層の厚さが3~10cm, 淡緑灰色細粒で, 鏡下では斜長石, 黒雲母, 石英を含み, チャート様の見かけを示す。級化成層, コンボルトラミナ, フレーム構造を有し, 細粒のタービダイトである。

III a・III b・III c 亜帯

砂岩優勢互層および砂岩泥岩等量互層が主であり, 酸性凝灰岩が伴い, 少量の基質とシート状のチャート岩体から成るオリストストロームおよびスランブ礫岩が挟在する。

砂岩優勢互層の砂岩はワッケ質で, 単層の厚さは0.5~1mであり, 級化成層, 底痕が発達する。砂岩泥岩等量互層における砂岩単層の厚さは30cmより薄い。酸性凝灰岩には砂岩泥岩互層中で級化成層を有する砂岩と漸移・互層する場合と, オリストリス岩体内部でチャートと互層する場合がある。

スランブ礫岩は厚さ数~25mで, 剝離泥岩片の多い雑色砂質あるいは泥質の基質に砂岩, 泥岩, 酸性凝灰岩等の長径3~5mの岩塊を含む。

チャート岩体の下底は砂岩泥岩互層と斜交するすべり面で画されており, 下底部のチャート層にはスランブ褶曲が発達し, 通常の破碎帯は伴わない。また酸性凝灰岩や石灰岩薄層を伴うチャートの厚さ20~30mのシート状岩体が何枚もすべり面で接して重なることがあり, 放散虫年代にくり返しが認められる。

IV 亜帯

チャートアレナイト質および泥質のオリストストロームが主であり, 砂岩優勢互層, 砂岩泥岩等量互層が伴ない, 泥岩, 長石質砂岩, 礫岩が挟在する。当亜帯にはまたトリアス紀の灰白色石灰岩, チャート, 緑色岩のレンズ状あるいはシート状の巨岩体が分布しており(第3図), 石灰岩体は測定できる限りで厚さ200mに及ぶ。西部地域ではこれらの岩体がオリストストロームと共に南北幅2kmにわたって分布する。本層群に含まれる巨大なオリストリスである。チャートアレナイト質と泥質のオリストストロームはいずれも石灰岩, チャート, 緑色岩, 酸性凝灰岩の数m以下の岩塊

を含む。チャートアレナイト基質のオリストストロームはIV亜帯に広汎に分布し, 泥質基質のものはIV亜帯西部に多くみられる。

これらのオリストストロームに含まれる岩塊のうちで緑色岩と石灰岩塊はコンピテントブロックとして産するが, その他の岩塊には, (1)スランブ変形したチャート岩塊の周囲が破碎して角礫状となりチャートアレナイト基質に移化する場合, (2)泥岩塊に石灰岩, 緑色岩塊がくい込んだことによって泥岩塊がマトリックスに見える場合, (3)泥岩塊の周縁部が流動してチャートアレナイト片と交り, 基質へと移化する場合, (4)酸性凝灰岩のレンズ状ブロックがひきのばされて, ペースト状の基質に見える場合, などの産状が認められることから, 未〜半固結時の海底地すべりによる変形であると考えられる。またIV亜帯の南縁に分布する泥質オリストストロームは断層運動に伴う剪断を受けており, ときに千枚岩様を示す。

砂岩優勢互層は調査地域中央部から東部地域に分布する。砂岩は単層の厚さが通常0.5~1m, 最大3mあり, 級化成層, 底痕を有する。砂岩は斜交層理を有することがあり, ときに単層の厚さ数~10mの粗粒砂岩が高さ60cm以上で傾斜角20°前後のforesetsを形成する。これらの斜交層理を有する砂岩および長石質砂岩はタービダイトおよびオリストストローム層間に挟在する。

2. 鳥巢層群相当層

鳥巢層群相当層は秩父累帯南帯北縁(I a 亜帯)と中央部(III a 亜帯)に分布する。泥岩優勢互層が主であり, 砂岩優勢互層, スランブ礫岩, オリストストロームが伴う。

泥岩優勢互層は厚さ2~3cmの級化成層をなす砂質部と5~10cmの泥質部から成り, 細粒部は厚さ数mmの砂質ラミナに移行する。細粒のフリッシュ型堆積物である。厚さ数cmの凝灰質部を伴うことがある。泥質部からは二枚貝, 腕足貝化石が産する。I a 亜帯, III a 亜帯に分布する。

砂岩優勢互層における砂岩層は厚さ30~50cmのワッケ質砂岩であり, 級化成層, 荷重痕, 流痕(グループキャスト)を有するタービダイトである。また厚層の砂岩は下底に剝離泥岩片を含む。I a 亜帯の本層下部に発達する。

I a 亜帯では, これらのフリッシュ型互層間にオリストストロームおよびスランブ礫岩が挟在しており, オリストリスとして, 長径数m以下の鳥巢式石灰岩, 石灰質砂岩, アルコース砂岩塊ならびに剪断性の破碎を受けた泥質岩塊(20cm×50cm)が含まれる。この泥質岩塊は秩父累帯中帯の古生層と類似しており, 直径数

10cmの石灰岩、チャート、酸性凝灰岩塊を含む。スランプ礫岩は雑色の砂岩基質に剝離泥岩片と小円礫を含み、基質よりも岩片が多い。泥岩片からは植物化石や貝殻片が産することから、おそらく瀕海～浅海堆積物に由来するものと考えられる。

3. 棚谷層

V亜帯に分布する。フリッシュ型の砂岩優勢互層が主であり、砂岩泥岩等量互層および泥岩が伴い、酸性凝灰岩薄層が挟在する。

砂岩優勢互層は有律であり、厚層(3~4m)の砂岩に始まり上方に層厚を減じ、砂岩泥岩等量互層を経て泥岩に終る数~30mの地層がひとつのサイクルを形成する。砂岩は級化成層、荷重痕、各種の流痕を有する。サイクル上部の泥岩は雲母片に富み、幅1~2mmの赤いひも状の生痕化石が伴う。これらの互層には深さ1~6mのチャンネルが発達し、剝離泥岩片の多い砂岩および泥岩が充填する。

泥岩層は砂岩優勢互層間に幅100~200mにわたって分布するほか、V亜帯南縁に最大幅800mにわたって分布する。砂質ラミナを伴う雲母片の多い黒灰色泥岩であり、マイクロリップルを有することがある。層厚1~3mの酸性凝灰岩を挟在する。

地層およびオリストリスの微化石年代

那賀川層群および棚谷層の各種堆積岩類からは放散虫、コノドント、紡錘虫等の微化石が産しており、産出地点は200地点を越える。各種のレンジに基づく各地点の微化石群集の年代を第2・3表に示した。各地点から産した微化石群集のリストは石田(1985)ほかを参照されたい。なお放散虫各種のレンジについては BAUMGARTNER, 1984; PESSAGNO *et al.*, 1984; SAN-

に比べて著しく若い(第2表)。

鳥巢層群相当層：調査地域の鳥巢層群相当層からは年代決定に有効な微化石が得られていない。模式地の鳥巢層群ならびに秩父累帯中帯北部の鳥巢層群相当層から検出された放散虫群集(須鎗・石田, 1985)の年代は前述の BAUMGARTNER (1984) ほかに基づけば白亜紀前期(Berriasian-Barremian)と考えられることから、当地域の鳥巢層群相当層は同様の年代であると推測する。

2. スランブーオリストリス岩体の年代

那賀川層群：那賀川層群にはスランブーオリストリス岩体として前述の堆積岩類が含まれており、その年代は石炭紀前期末から白亜紀前期に及ぶ(第3表)。

石灰岩体はII亜帯とIV亜帯に集中しており、II亜帯には石炭紀前期末からトリアス紀の岩体が、またIV亜帯にはトリアス紀の岩体ならびに鳥巢式石灰岩体が知られている。I b 亜帯とIII a 亜帯にはペルム紀石灰岩の礫が含まれるのみである。

チャート岩体はI b~IV亜帯のオリストストロームに含まれており、中でもトリアス紀中~後期の岩体はどの亜帯にも普通に見られる。トリアス紀前期以前のチャートはII亜帯に集中しており、最も古いものは石炭紀中期に及ぶ。ジュラ紀のチャート岩体はIII a, III b およびIV亜帯に分布しており、その年代はジュラ紀後期に及ぶ。

泥岩塊および多くの酸性凝灰岩塊はジュラ紀以降の年代を示しており、各亜帯の正常層と同年代か若干古い。また酸性凝灰岩はトリアス紀、ペルム紀に及び、オリストリス内でチャートと互層する。

鳥巢層群相当層：本層の砂岩には酸性凝灰岩片が含まれており、トリアス紀中期およびジュラ紀前期の放

FILIPPO & RIEDEL, 1985; SCHAAF, 1984 などにに基づく。

1. 正常層およびオリストストローム基質の年代

那賀川層群：正常層およびオリストストローム基質の放散虫年代はジュラ紀中期から白亜紀前期末に及び、亜帯各の年代は、I b 亜帯がジュラ紀中期、II 亜帯およびIII a~c 亜帯がジュラ紀中期末から後期で、III a 亜帯が白亜紀初期に及び、IV 亜帯がジュラ紀後期から白亜紀前期末である(第2表)。このように那賀川層群の年代は隣接する亜帯で多少異なりながら、最北のI b 亜帯から最南のIV 亜帯へと新しくなる傾向がある。

棚谷層：V 亜帯に分布する棚谷層の年代は白亜紀前期末から後期初頭であり、下限はIV 亜帯の那賀川層群

散虫が産する。

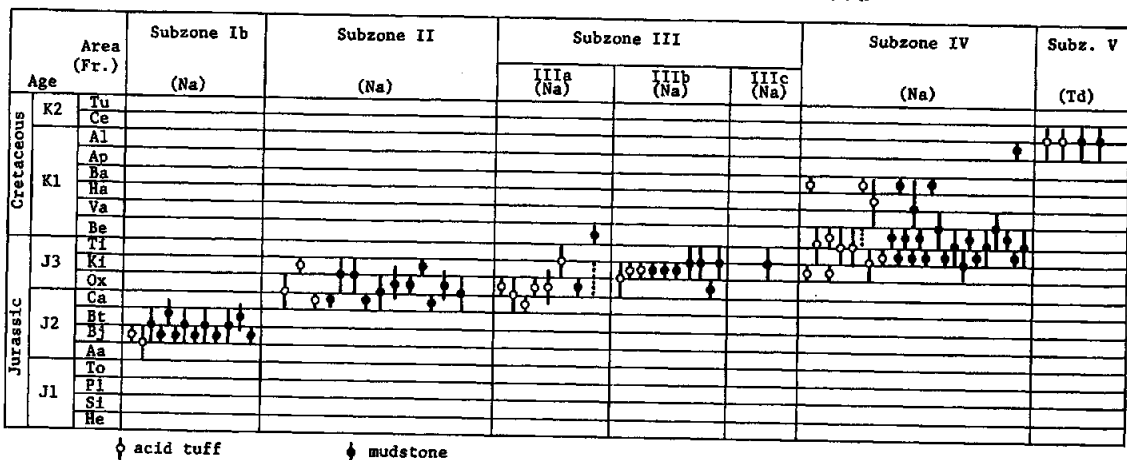
棚谷層：砂岩優勢互層の泥質部からは白亜紀の放散虫に交ってジュラ紀中期の放散虫が産する。砂質部は剝離泥岩片を多数含む。

古流向およびスランプ解析

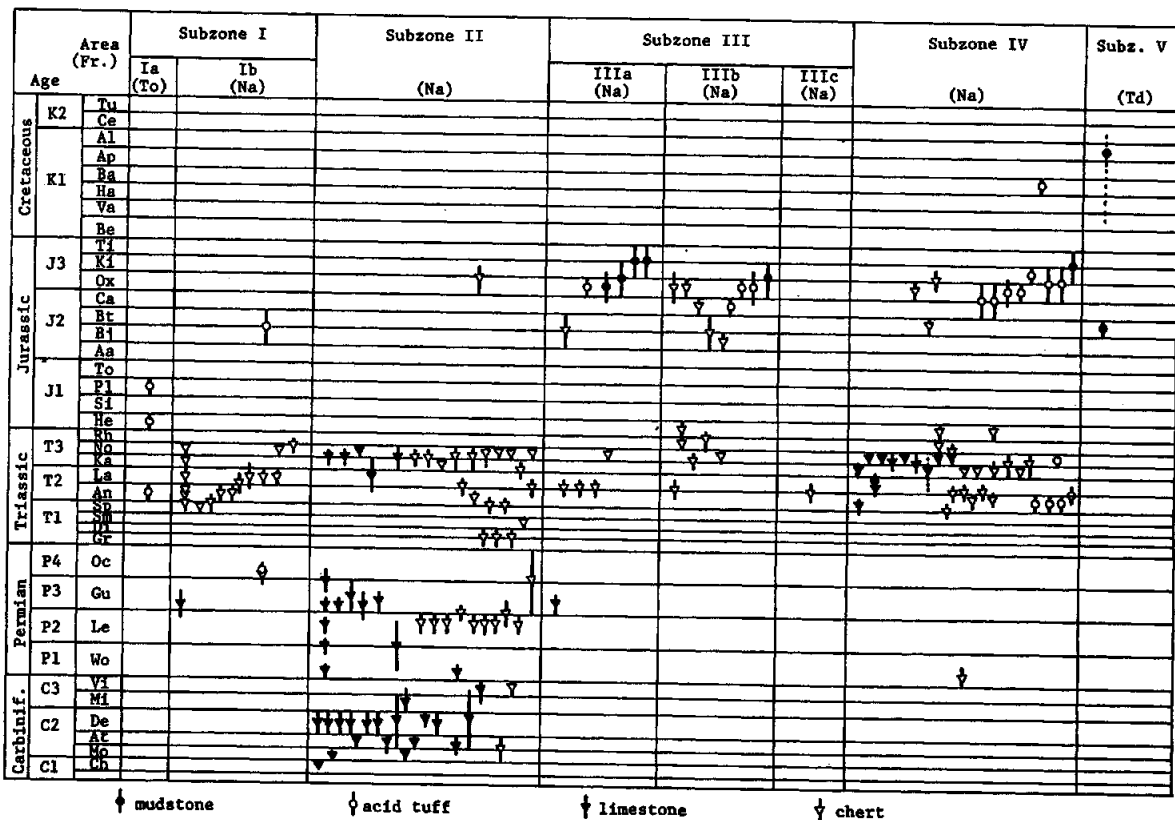
1. 古流向

那賀川層群、鳥巢層群相当層および棚谷層の砂岩下底には各種の流痕が見られる。陸源碎屑物の移動方向を知る目的でフルートキャスト、フレイム構造、グループキャストならびに斜交層理の方向を測定し、第2図に示した。またI b 亜帯とIII a 亜帯の那賀川層群の古流向をローズダイアグラム(第4表)に示した。その結果、以下の傾向が認められた。

第2表 那賀川層群 (Na) および棚谷層 (Td) の放散虫年代.



第3表 那賀川層群 (Na), 鳥巢層群相当層 (To) および棚谷層 (Td) のスランパーオリストリス岩体の微化石年代.



那賀川層群：第4表に示すように、I b 亜帯とIII a 亜帯では西方からの流向が卓越しており、I b 亜帯では北方からの流向が加わっている。第2図を見るとI b 亜帯では中軸部で西方からの流向が卓越しており、北縁部に北方からの流向が認められる。またIII b, IV 亜帯の那賀川層群においても同様に西方および北方から

の流向が認められる。

鳥巢層群相当層：I a 亜帯の本層砂岩には東西方向のグループキャストが認められる (第2図)。

棚谷層：調査地域西部の棚谷層は西方および南西方からの流向を示しており、一部に北方および南方からの流向が認められる (第2図)。

2. スランプ褶曲と古斜面の方向

那賀川層群および棚谷層の砂岩泥岩互層には波長数10cm~数mの褶曲が発達する。これらは層間褶曲であり、流動変形を示すことからスランプ性の褶曲である。第5表に示すようにこれらの褶曲の軸方向と褶曲軸面の走向・傾斜を測定し、海底地すべり時の斜面の方向を推定した。その結果、以下の傾向が認められた。

那賀川層群：本層群では北西方向(第5表2, 3, 8, 9)あるいは北東方向(同4, 6)からのすべりと南西方向(同1)からのすべりが認められる。とくにI b亜帯では北方からのすべりが卓越している。

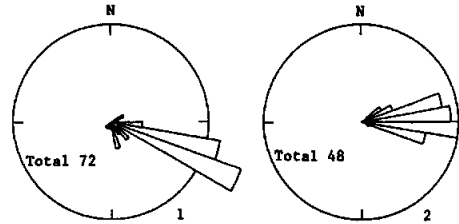
棚谷層：棚谷層では北方から(第5表11, 12)と南方から(同10)のすべりが認められる。

那賀川層群に含まれるシート状岩体のチャート層は波長数10cm~数mの褶曲を形成する。先述のように、これらの褶曲は流動変形によるものであり、チャート層には碎屑岩脈が注入することや、オリストリス岩体の

下部がしばしばチャートアテナイトに移行することから、これらの褶曲は主としてオリストリス形成時の海底地すべりに伴うスランプ変形と考えられる。第6表に示すように、これらの褶曲の軸方向と褶曲軸面の走向・傾斜を測定し、海底地すべり時の斜面の方向を推定した。これによるとチャート岩体には北方から(第6表1, 2, 8, 10, 11)と南方から(同3-6, 12)

第4表 那賀川層群の古流向ローズダイアグラム。

1. I b 亜帯, 2. III a 亜帯. 半径が25%.



第5表 砂岩泥岩互層のスランプ解析。

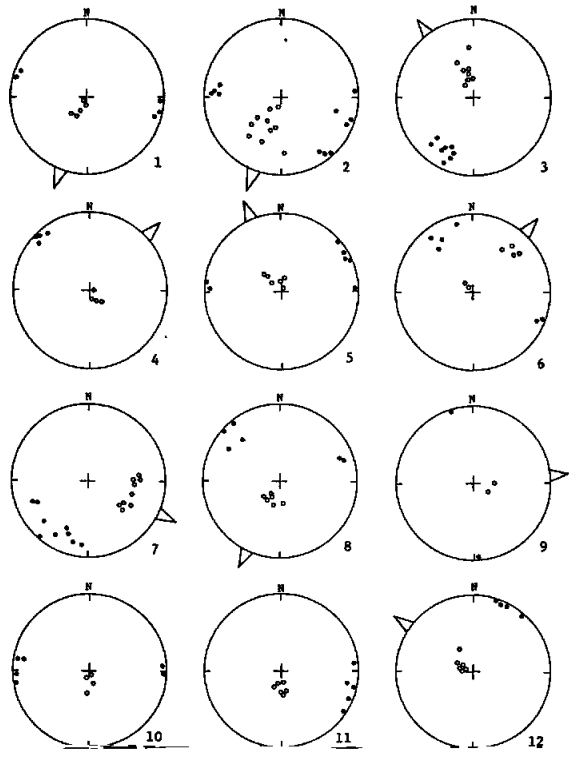
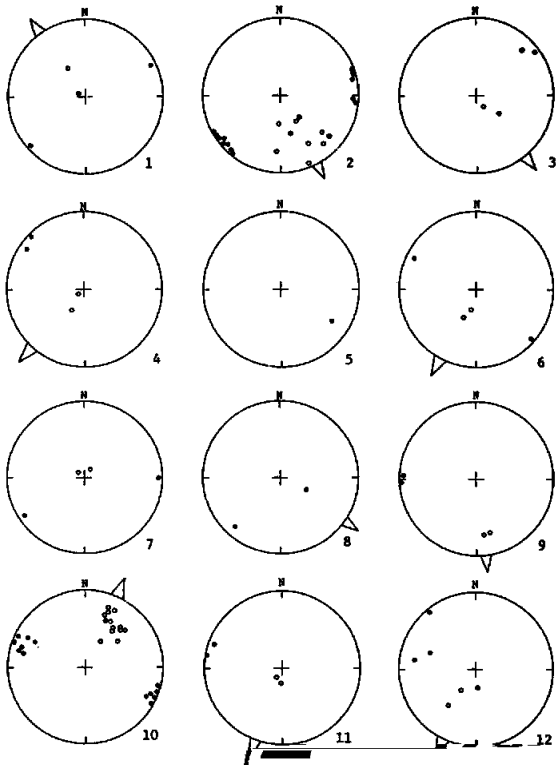
黒丸：褶曲軸，白丸：褶曲軸面の極。下半球投影。円外の三角印は軸および軸面の極方向から推定した移動方向。1-6：那賀川層群(I b 亜帯)，7：同(II 亜帯)，8. 同(III a 亜帯)，9：同(III b 亜帯) 10-12：棚谷層

第6表 チャート岩体のスランプ褶曲解析。

記号は第5表と同じ。1, 2：那賀川層群(I b 亜帯)，3, 4：同(III a 亜帯)，5, 6：同(III b 亜帯)，7：同(III c 亜帯)，8-12：

(V 亜帯)。

同 (IV 亜帯)。



のすべりが認められる。とくに I b 亜帯では北方から (第 6 表 1, 2), III a・b 亜帯では南方から (同 3-6) のすべりが卓越しており, IV 亜帯では北方 (同 8, 10, 11) および南方 (同 12) からのすべりが認められる。

ま と め

1. 秩父累帯と四万十帯の境界

調査地域は東西性の断層で画された 8 亜帯に区分された。調査地域西部の棚谷層の南側にはオリストストロームを挟在する有律の砂岩泥岩互層が分布しており, その放散虫年代は白亜紀前期後半~後期初頭である (石田, 1982)。今回 V 亜帯に分布する棚谷層から白亜紀前期末~後期初頭を示す放散虫が検出されたことにより, 南側に分布する地層との年代的な隔りが認められなくなった。一方那賀川層群の年代下限は IV 亜帯以北のどの亜帯でもジュラ紀に及んでおり, 棚谷層の年代下限とは大きくかけ離れている。そして IV 亜帯の南限には逆断層が存在し, 那賀川層群と棚谷層とを画することが明らかとなった。以上の知見から, 当地域においては IV 亜帯南限の断層が仏像線に相当し, V 亜帯の棚谷層は四万十帯に属するものとみなされる。

2. 秩父累帯南帯の岩相の時空分布

当地域の秩父累帯南帯には, ジュラ紀中期以降の陸源碎屑岩類が分布している。一方ジュラ紀初期以前の岩類は主として石灰岩, チャートおよび緑色岩から成り, いずれもオリストリスとして挟在する。このようにジュラ紀前期後半を境にして堆積岩類に顕著な変化が認められる。II 亜帯と IV 亜帯に分布するオリストストロームにはジュラ紀最初期以前の石灰岩, チャート, 緑色岩の巨岩体が特徴的に含まれる。また石灰岩, チャート, 緑色岩はオリストリスの内部で層序的に密接に伴うことから, これらのオリストリス岩体は海底の高まりを形成していた玄武岩とその頂部から斜面に堆積していた石灰岩, チャート等の崩壊によって生じたものと考えられる。

那賀川層群はジュラ紀中期~白亜紀前期にかけて秩父累帯南帯に堆積したオリストストロームを伴うフリッシュ型堆積物であり, 分布する亜帯ごとにその形成年代が異なり, 北部 (I b 亜帯) ではジュラ紀中期, 中部 (II, III a・b・c 亜帯) ではジュラ紀中期末~白亜紀初頭, 南部 (IV 亜帯) ではジュラ紀後期~白亜紀前期である。また各亜帯を画する断層は地層の走向と調和的であり, 岩相分布の大綱を支配していることから, 構造形成のみならず堆積相の形成にも影響を与えていると考えられる。

古流向およびスランプ層解析によれば, I b 亜帯の北縁では那賀川層群の堆積時に東西走向で南に傾いた斜面が存在し, 北方および西方から陸源碎屑物が供給され, また北方からはチャートが海底地すべりによって運ばれたと推測される。III a・b 亜帯の那賀川層群堆積時には, 東西走向で南と北に傾いた 2 つの斜面が存在し, 西方および北方からは陸源碎屑物が供給され, また北方からは碎屑岩層が, 南方からはチャート層がスランプ岩体としてもたらされたと推測される。

以上の諸観から, ジュラ紀当時の秩父累帯南帯には, 東西に延びる玄武岩質の海底の高まりによって隔てられた複数の海盆が存在したと考えられ, 那賀川層群の堆積は北側の海盆から南側の海盆へと進行し, 陸源碎屑物が主として西方および北方から乱泥流によってもたらされたと考えられる。また石灰岩, チャート, 緑色岩体を主とするオリストストロームは, 各々の海盆を隔てる玄武岩質の高まりの崩壊によってもたらされ, その時期は北列ではジュラ紀後期, 南列ではジュラ紀末~白亜紀前期であったと推測される。

当地域の鳥巢層群相当層はオリストリスを伴う泥質のフリッシュ型互層を主としており, 那賀川層群を基盤として秩父累帯南帯の中央部 (III 亜帯) 以北に堆積した下部白亜系と考えられる。

文 献

- BAUMGARTNER, P.O., 1984: A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarites. *Ecl. Geol. Helv.*, **77**, 729-837.
- 石田啓祐, 1982: 徳島県西部四万十帯北縁の層序と海底地すべり堆積物。四万十帯曲帯の形成過程 [総研 A], 53-61.
- , 1985: 徳島県地域の秩父累帯南帯における堆積岩類の放散虫・コノドントによる年代とその配列。徳島大教養紀要 (自然), **18**, 27-81.
- 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**, 1-51.
- SANFILIPPO, A. and RIEDEL, W. R., 1985: Cretaceous Radiolaria. In BOLLI, H. M., SAUNDERS, J.B. and PERCH-NIELSEN, K. ed. *Plankton stratigraphy*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 573-630.
- SCHAAF, A., 1984: Les Radiolaires du Cretace inferieur et Moyen: Biologie et systematique. *Sci. Géol. Inst. Géol. Univ. Louis Pasteur de Strasbourg*, Mem. No. 75, 1-189.
- 須輪和巳・石田啓祐, 1985: 鳥巢層群の放散虫年代。徳島大教養紀要 (自然), **18**, 83-101.