

高知県四万十帯北帯(白亜系)における “メラランジェ”の岩相と時代

平 朝彦*・岡村 真*・甲藤次郎*・田代正之*・斎藤靖二**
小玉一人***・橋本光男**・千葉とき子**・青木隆弘*

(1980年 9月 30日 受理)

1. はじめに

四万十帯は、その多くが、単調な砂岩、泥岩の互層および、それらの混在層(この用語については平ら 1980, 本巻中を参照)からなっている。しかし、一部には、緑色岩類、チャートを含む部分があり、従来より注目されてきた。これらの緑色岩類やそれとしばしば近接して露出するチャートなどの成因については、現在まで、大きく2つの考え方が提示されている。

まず第1は、これらの岩石は、現地性のものであり、あるいは多少海底地辻りなどにより再移動していても、同じ堆積盆内で形成されたのであるという考えである(たとえば、木村, 1980)。

第2の考え方は、緑色岩類は、海洋プレート起源の外來岩体であり、プレートの沈み込みにともなって、“付加”されたものとするところである。しかし、この考え方においてもいくつかの見解にわかれる。1つは、緑色岩類と周囲の碎屑岩層は“整合”, すなわち、緑色岩類は、碎屑岩層の堆積している場所で噴出したとする考えであり、(たとえば、SUZUKI and HADA 1979, 土谷・坂井・勘米良, 1979) いま1つは、緑色岩類とチャートは海洋プレート起源であるが、それらは、碎屑性堆積物の堆積している海溝にすべり込んだスライドブロックやスランプシートであるとする考えである(甲藤ら, 1980)。

このような考え方は、現在まで主として産状を主体とした野外観察にもとづき証拠たてられてきた。しかし、産状の証拠には限界があり、いずれの見解も十分な説得性をもっていなかった。

そこで我々は、

- ① 緑色岩類とその周辺岩石の産状を正確に把握すること
- ② 岩石の組織組成を詳細に知ること
- ③ 各岩石間の時代関係をつかむこと

④ 古地磁気学的手法を用いて、岩石の生成場所を知ることを

主たる目的とし、検討を進めてきた。本論文は、主として、①, ②, ③, の観点から、高知県白亜系四万十帯(四万十帯北帯)に分布する緑色岩を含む地層、いわゆる“メラランジェ”について検討した結果の第1報であり、また予察的ながら④の古地磁気学的検討の結果も報告する。また、放散虫の生層序学の詳細については、岡村(1980, 本巻中)が記述している。

本研究にあたって、高知大の学生諸君、とくに中野啓二、藤村雄治、石川照久、小林隆教、佐々木理恵、嶋村清、山内守明の各氏には、多大の御助力をいただいた。

大阪大学・中世古幸次郎、東北大学・中川久夫、静岡岡大学・新妻信明、東京大学・当舎利行の各氏には御教示をたまわった。ここに感謝の意を表します。

2. 記載語としてのメラランジェ

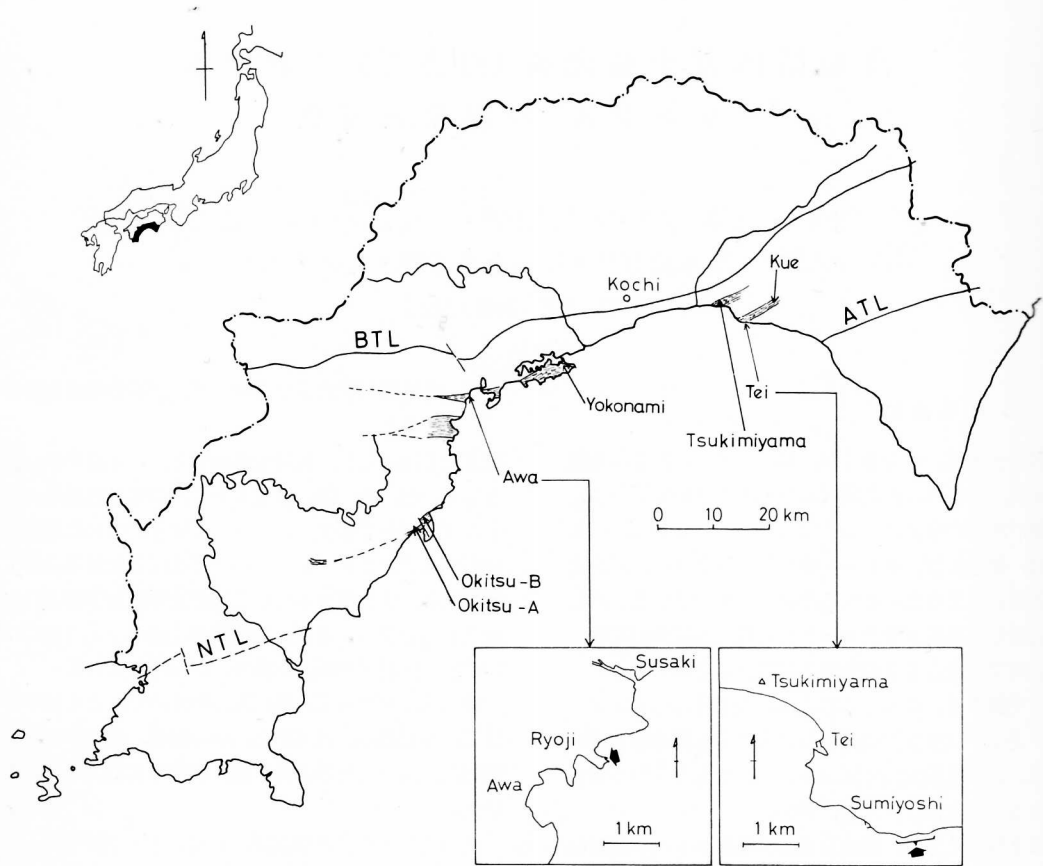
“メラランジェ (mélange・仏語で混合物の意味)”という言葉は、さまざまな概念と使い方をもった言葉であり、それに対し統一的な使い方と解釈の見解を与えるのは困難である。ここでは、メラランジェについてのレビューを行なうことは目的としない。それらについては Hsu (1974)などを参照していただきたい。

本論文では、メラランジェという言葉を実験室記載語として用いる。その定義は、基本的には AGI 発行の“Glossary of Geology”にほぼ従うが、同文中に含まれるテクトニックという成因的な意味あいを除いて訳出すると、「さまざまな岩石の不均質な寄せ集め、あるいは混合物を言う。詳しくは、地質図に図示可能な変形した岩石体で、剪断の著しい細粒な、普通は

* 高知大学理学部地質学教室

** 国立科学博物館

*** 東京大学地震研究所



第1図 本論文中で記述するメランジェの地点。BTLは仏像構造線，ATLは安芸構造線，NTLは中筋構造線。

Figure 1. Location of mélangé described in this paper. BTL is Butsuzo Tectonic Line. ATL is Aki Tectonic Line and NTL is Nakasuji Tectonic Line.

泥質のマトリックスとそれとよく混合した角ばった、淘汰の悪い、現地性あるいは異地性の断片、ブロックやスラブ（さまざまな起源と時代差を示す）などの岩塊などからなり、それらには、数 km におよぶものもある。」となる。本論文では、“四万十帯におけるメランジェ”という意味で、上記の定義のほかに、岩塊として緑色岩類を含む岩相と定義する。本論文でメランジェという言葉を用いる背景としては、

- ① そのような地層の一部は、プレートの沈み込みなど、変動帯に特有の運動で形成された可能性があり、地層として特筆しておく必要があること
- ② 四万十帯は、世界から注目されつつある地層であり、国際的にも混乱したメランジェの使い方や解釈に関して一つの指針を与えることができる可能性があること

の理由による。

3. メランジェの岩相と時代

【1】 調査地域の地質

本論文で記述するメランジェは、高知県四万十帯北部の東部地域に属する、香美郡夜須町月見山、芸西村手結住吉・久重、および、西部地域に属する須崎市安和領地・横浪半島、窪川町興津である。（第1図）

これらの地域の地質の詳細は、平ら（1980、本巻中）にゆずり、ここでは、概要を簡単にまとめる。

月見山付近は、東部地域の一番北側に分布するメランジェ（月見山メランジェ）が露出する地域で、メランジェの北側は、須崎・半山相当層が分布し、断層で境されている。月見山の南西に位置する手結住吉付近

にも、メランジエとの間には、砂泥互層を主体とした地層が分布する。久重は手結メランジエのほぼ走向延長方向にあたる。この地域のチャートなどについては、佐野・勘米良・坂井（1979）の記述がある。

西部地域の安和領地は、横浪半島に分布するメランジエ（横浪メランジエ）の延長にあたり、これは、西方で収れんする。南北両側は断層で、下津井層（コニアシアン Coniacian ～カンパニアン Campanian）、須崎層（セノマニアン Cenomanian）とそれぞれ接する。

興津付近には、北側の野々川層と南側の中村層（両

者ともコニアシアン～カンパニアン）と断層ではさまれたメランジエが分布し、その延長とおもわれる部分が、中村市大用付近に露出している。

本論文では、手結住吉および安和領地におけるメランジエの記述を中心とし、他は補足的に行なう。

〔2〕 手結住吉におけるメランジエ

高知県芸西村手結住吉の海岸では、走向方向に約800m にわたってメランジエの露頭が観察できる。この海岸のルートマップを第2図に示す。放散虫の年代を第1表に示す。

住吉の海岸の揚船場から東方へ観察してゆくと、ま

第1表 手結住吉のメランジエの放散虫時代。地点は第2図を参照。

Table 1. Radiolarian age of mélange at Tei-Sumiyoshi. See Fig. 2 for sampling site.

Sample	Rock Type	Age
TEI-16	Black Shale	Coniacian to Campanian?
TEI-82	Red Silty Shale	Coniacian to Santonian
TEI-103	Red Chert	Early Cretaceous
TEI-107	Red Chert	Early Cretaceous
TEI-8	Red Chert	Valanginian to Hauterivian
TEI-21	Red Silty Shale	Coniacian to Santonian
TEI-119	Red Silty Shale	Late Cretaceous
TEI-17-3	Red Silty Shale	Late Cretaceous
TEI-18	Red Chert	Early Cretaceous?
TEI-319	Red Silty Shale	Late Cretaceous
TEI-320	Red Silty Shale	Late Cretaceous
TEI-318	Red Chert	Aptian to Cenomanian
TEI-20	Red Chert	Early Cenomanian
TEI-201	Red Shale	Albian to Early Cenomanian

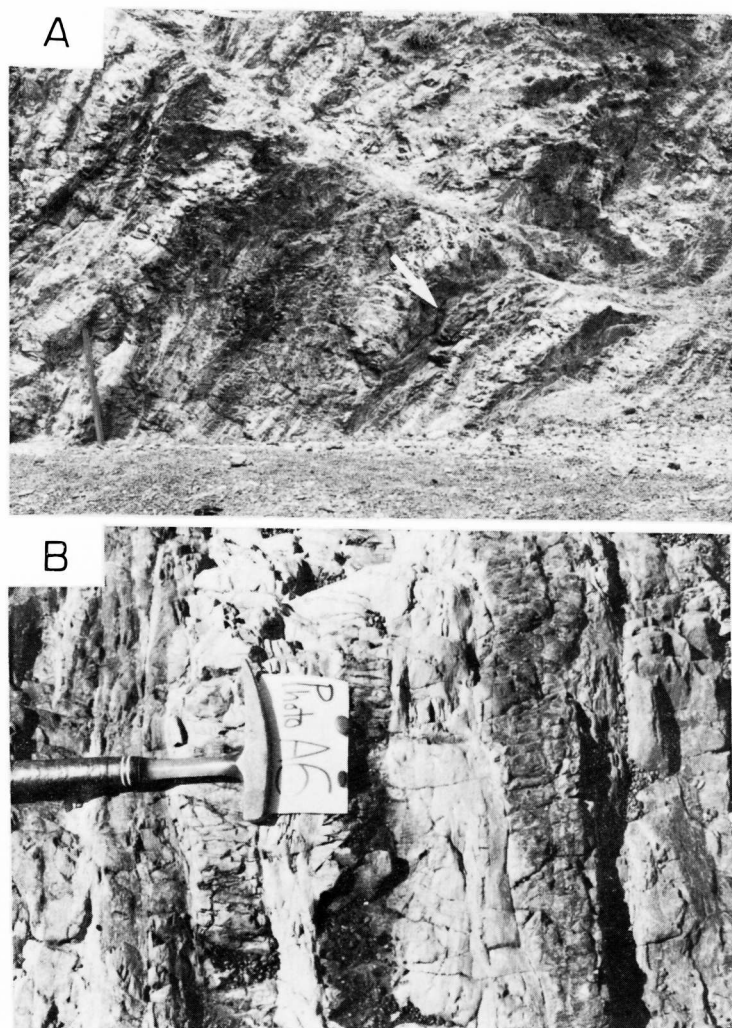


第3図 砂泥互層細互層中にみられる砂岩シンズ。第2図に地点を示す。

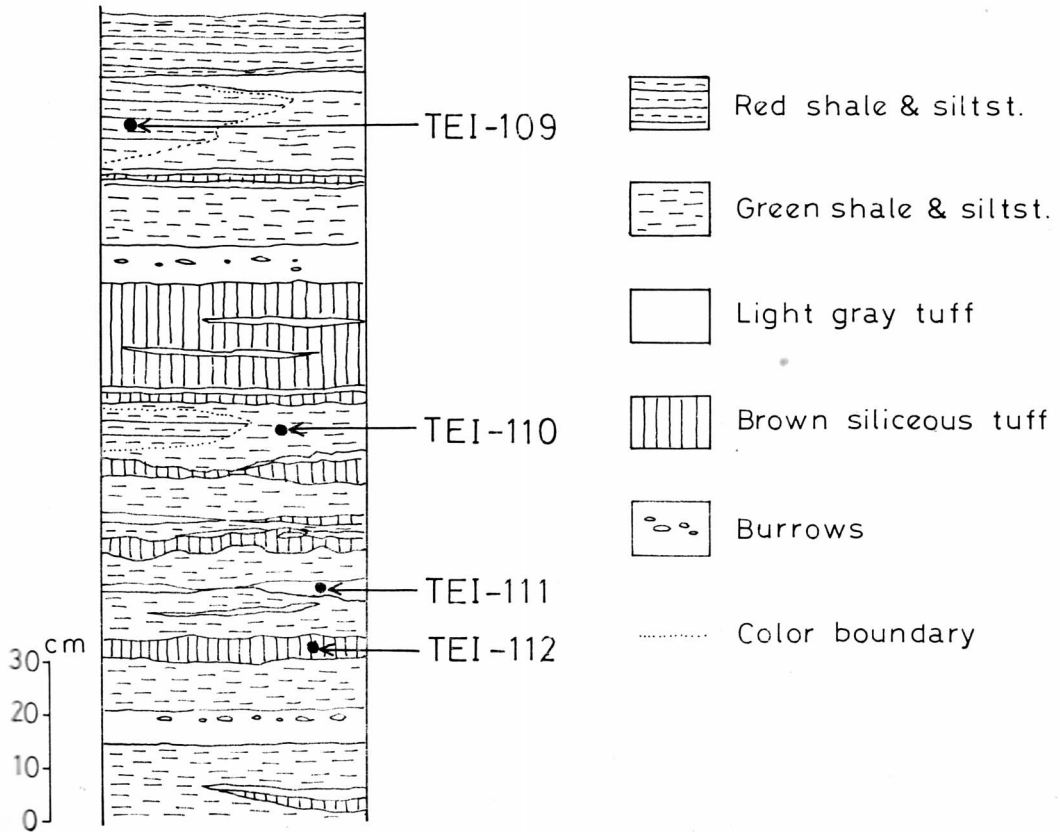
Figure 3. Lenticular sandstone block in finely interbedded sandstone and shale. See Fig. 2 for location.

ず黒色の頁岩とシルト岩～細粒砂岩の細互層が露出している（第2図の凡例2で分布を示した）。走向，傾斜はN60E，90～80N程度であるが上下判定は困難である。この細互層は，砂岩層のレンズ化，ブーディングが認められ，また，所々に大きな砂岩ブロックを含む。砂岩ブロックの最大径は2mにおよぶ。砂岩は一部でレンズ列をなし，ひきのばされた砂岩層の一部であることを示している。また砂岩ブロックの中には剪断面で仕切られているものがあり，テクトニックに形

成されたものもあることを示している。しかし，全体としてみると，砂岩ブロックは，未固結時の変形を示すようなひきのばされた形状を示し（第3図），この地層が海底地送りなどによる再移動によって形成されたことを示唆している。さらに後のあるいは堆積と同時の剪断変形によっても，地層のレンズ化が行なわれたと考えられる。この砂泥互層中の泥岩から，コニアシアン～カンパニアン？を示す放射虫化石を得た（資料TEI-16，第2図に採集地点を示す）。



第4図 多色互層の露頭写真。撮影地点は第2図に示す。A. 矢印はTEI-21の採集地点。左下の杭は高さ1mぐらい。B. 第5図に示した部分の写真。
 Figure 4. Outcrop photographs of varicolored shale and siltstone. A. An arrow indicates the sampled point of TEI-21. A stake below left for scale (1 m). B. Photograph of a part shown in Fig. 5.



第5図 多色互層柱状図の例。第2図に地点を示す。第6図に示した薄片資料の採集位置も示す。

Figure 5. Columnar section of varicolored shale and siltstone. Sampled position for thin sections shown in Fig. 6 is also indicated. See Fig. 2 for location.

この黒色頁岩と砂岩の細互層の見かけ上の上位には、砂岩勝ちの砂泥互層（第2図の凡例1）が重なるが、その間には断層が存在する（地点1）。揚船場の東にも、この砂泥互層は分布し（第2図には示していない）、北上位を示す。

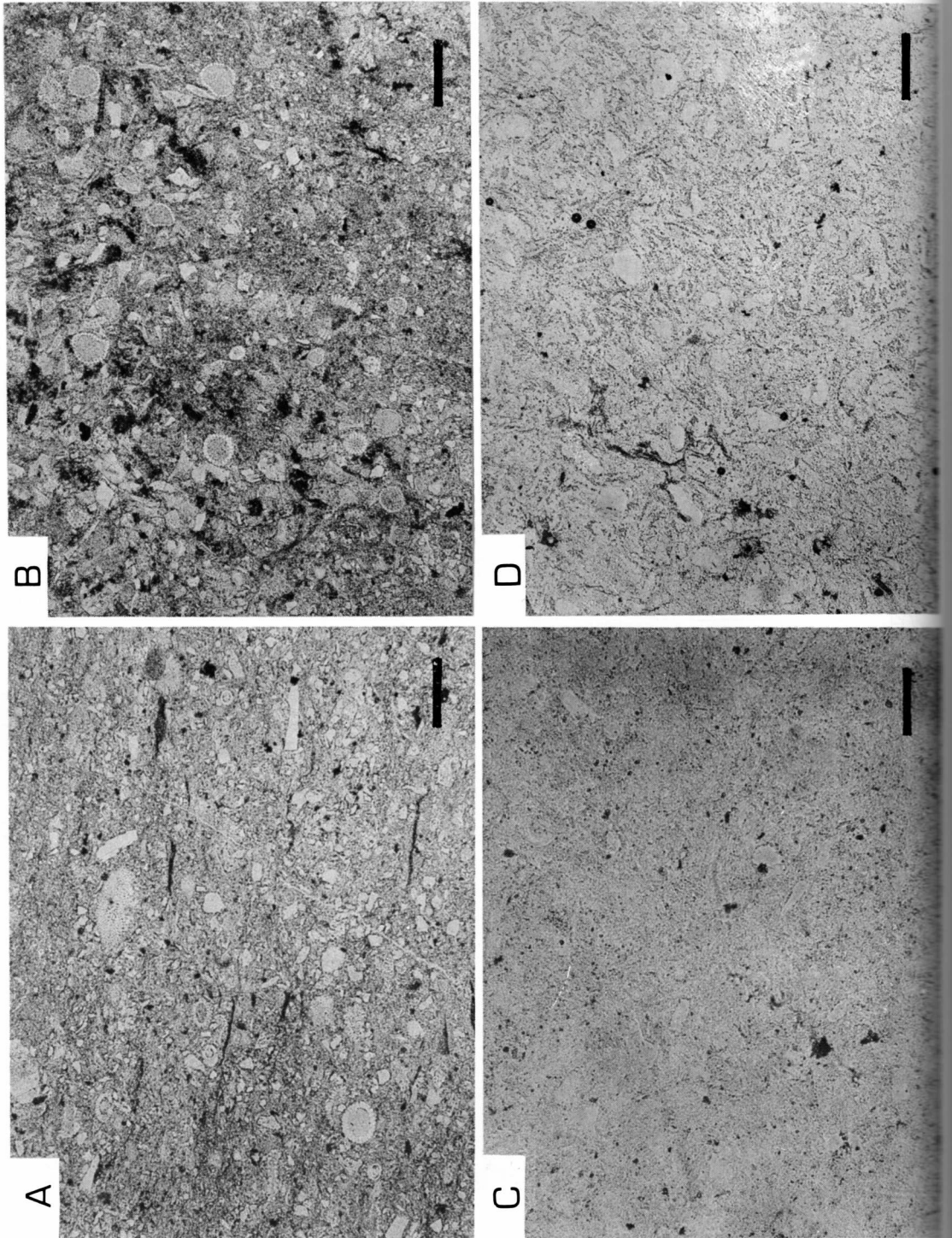
一方、黒色頁岩と砂岩の細互層の西側（見かけ上の下位）には、赤色・緑色などの色を呈す頁岩や珪質岩の互層が露出する。この岩相を、多色互層（varicolored shale and siliceous siltstone）と呼ぶ（第2図の凡例4）。

細互層と多色互層は、小川をはさんで急変し、その間の関係を示す露頭は認められない。しかし、地点2（Point 2, 第2図）では、黒色頁岩と多色互層の一部とみられる灰色頁岩が互層する部分があり、細互層と多色互層は、一部漸移的であった可能性がある。

多色互層は、主として四色の色を呈す細粒の堆積岩

の互層よりなる（第4図）。一部に黒色頁岩をはさむ部分があり、それを入れると五色になる。主要な構成メンバーである四色の細粒岩とは、1）赤色頁岩・シルト岩、2）緑色頁岩・シルト岩、3）灰白色凝灰岩、4）茶色（アメ色）珪質凝灰岩である。これらの岩石は、厚さ20 cm以下の単層でこまかくくりかえしている（第5図）。第5図に示した部分の各岩石について、薄片でみると、赤色の細粒岩は、石英、斜長石、白雲母、黒雲母、ジルコン、緑れん石？などの碎屑性のシルトサイズ粒子を含み、また放散虫化石をかなり多量に含む。赤色は、おそらく赤鉄鉱に由来しよう（第6図A）。

緑色の細粒岩は、石英、斜長石、黒雲母、燐灰石、ジルコンなどの碎屑性のシルトサイズ粒子を含み、また放散虫化石を豊富に含む（第6図B）。X線では、マトリックスに黒雲母が多くみとめられるが、緑泥石



第6図 多色互層の顕微鏡写真・A・含放射虫赤色シルト質頁岩 (TEI-109)・B・含放射虫緑色シルト質頁岩 (TEI-110)・C・淡灰色凝灰岩 (TEI-111)・D・茶色珪質凝灰岩 (TEI-112)・採集地点は第5図参照。スケールはすべて 0.1 mm。

Figure 6. Photomicrograph of varicolored shale and siltstone. A. Radiolaria rich red silty shale (TEI-109). B. Radiolaria rich green silty shale (TEI-110). C. Light gray tuff (TEI-111). D. Brown siliceous tuff (TEI-112). See Fig. 5 for sampled position. Scale bar is 0.1 mm.

はみとめられない。

赤色と緑色の細粒岩は、第5図に示したように同一層内で、側方に変化し、また上記のごとく、薄片の観察でも、差異はみとめられない。これらの岩石は、赤色あるいは緑色の含放散虫シルト岩あるいはシルト質頁岩とよぶことができよう。

灰白色の細粒岩は、微細な斜長石、白雲母、石英、燐灰石、再結晶したガラスシャーズ (glass shards) が認められ、原岩は凝灰岩あるいは凝灰質泥岩と考えられる (第6図C)。これを切ってくる白い細脈が認められ、ローモンタイトと石英からなる。

茶色 (アメ色) の珪質細粒岩は、石英、斜長石、カリ長石? 燐灰石などのシルトサイズの粒子を含み、再結晶した火山ガラス様の物質でうめられている (第6図D)。また緑泥岩と思われる鉱物が散在し、他に絹雲母が含まれている。この岩石の源岩もやはり、凝灰岩と考えられ、ローモンタイトと石英からなる白い細脈が認められる。

多色互層中の碎屑性の斜長石は、対称消光角およびX線による 2θ の測定からもオリゴクレスとアルバイトの間くらいの成分で、酸性火成岩起源と考えられる。

以上のことより、灰白色～茶色の細粒岩は、おそらく酸性の凝灰質頁岩あるいは細粒凝灰岩である。

多色互層中の放散虫化石は、コニアシアン～サント

ニアン年代を示す (TEI-82, TEI-21, 第2図で地点を参照)。

地点3, 4, 5, 6, 7 (第2図) などでは、多色互層にはさまれるようにして赤色～赤褐色の層状チャート (第2図凡例5) および枕状熔岩 (第2図凡例6) あるいは赤色頁岩中にチャートのブロックを含む岩石 (第2図凡例7) などが複雑に分布している。たとえば、地点3 (第2図) では、枕状熔岩、褶曲した層状チャートが複雑に入りこんで分布する。層状チャートは厚さ 10~20 cm 程度の単層を示し (第7図, TEI-103), 放散虫を多量に含み (第8図, TEI-103), 年代は、白亜紀前期を示す。

白亜紀前期の年代を示すチャートは、TEI-103, TEI-107, TEI-8 などであり、TEI-8 は、バランギニアンからオーテリビアン (Valanginian~Hauterivian) に対比できよう。

地点7では、枕状熔岩にはさまれるようにして多色互層が存在し、これは白亜紀後期の放散虫化石を産する (TEI-119, 第2図)。

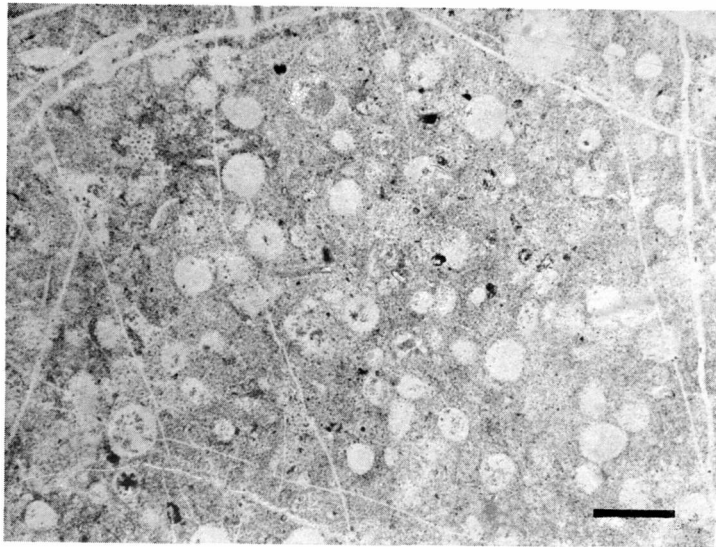
地点4と5付近では、チャートや枕状熔岩がブロック状に点々と分布する (第11図A)。

以上の時代関係と産状は、チャートや枕状熔岩は、大きなブロックとして、多色互層中に存在していることを示唆している。



第7図 TEI-103 を採集した赤色チャート (下部白亜系)。矢印で層理面を示す。第2図に地点を示す。

Figure 7. Lower Cretaceous red chert from which TEI-103 was sampled. Arrows indicate the bedding plane. See Fig. 2 for location.



第8図 赤色チャート(TEI-103)の顕微鏡写真・スケールは0.1mm.
Figure 8. Photomicrograph of radiolarian red chert (TEI-103).
Scale bar is 0.1 mm.

地点7(第2図)では、枕状熔岩にはさまれて縞状に葉理の発達した赤色の石灰質岩石が認められる(TEI-17, 第2図および第9図A)。この岩石は薄片でみると石灰質の球状、レンズ状の粒子を含む部分(第9図B下半)と、同様な石灰質粒子と斜長石の粒子を含み、より赤鉄鉱の多い部分(第9図B上半)が、葉理構造を示す。この石灰質岩は、その中に、玄武岩の岩片などを含むことより、枕状熔岩の噴出とはほぼ同時期に堆積したものと考えられる。

手結住吉ルートでみられる、いわゆる緑色岩類は、おそらくブロック状の岩体として存在している。

地点5には、密に積み重なった(close packed)枕状熔岩がみられる(第10図)。ピローの長径は30~100 cm 前後のものが多く、たれ下りより北方上位を示す。ピローの中には、同心状に3層の層状構造が認められるものがある。

地点5の枕状熔岩の岩石は無斑晶玄武岩である。試料によって組織の粗さにいくらかの違いはあるが、1 mm × 0.1 mm あるいはそれ以下の斜長石柱状結晶の無定向集合と、その粒間を充填する単斜輝石、ガラス質(であったと思われるもの)、骸晶状チタン鉄鉱などからなり、あまり多量ではないが杏仁をもつ。斜長石は中心部に空洞をもち両端の割れた急冷結晶のことが多い。内部が曹長石らしいものによって不規則に

置き換えられているが、残留した部分での最大対称偏光角の概測によると、組成はAn 60位と思われる。単斜輝石はさらに微細な針状結晶で淡赤褐色を呈する。ガラス質であったと思われる部分は完全に変質し、粘土鉱物様物質、褐鉄鉱様不透明物質などに変化している。特に後者への変化が著しい。

杏仁の周囲では組織は細粒化し、ヴァリオライト質となる。そこでは斜長石の斑状結晶は見られず、単斜輝石の細針状結晶の放射状集合が発達する。杏仁は凝泥石様物質や方解石で充たされている。

地点7では、バリオールが発達したピローが認められ(第11図B)、地点11では、ハイアロクラスタイトあるいはピローブレッチャが発達する(第11図C, D)。

地点7~8にかけては、白亜紀後期の放散虫化石を産する多色互層が分布する。地点8~9までは、赤色の層状チャートおよび赤色頁岩が分布し、層状チャートからは、保存のよい放散虫は得られていないが、白亜紀前期のものである。(TEI-18, 第2図)。地点9では、層状チャートは不規則な形で多色互層と接し、多色互層は白亜紀後期の放散虫を産する(TEI-320, TEI-319, 第2図)。

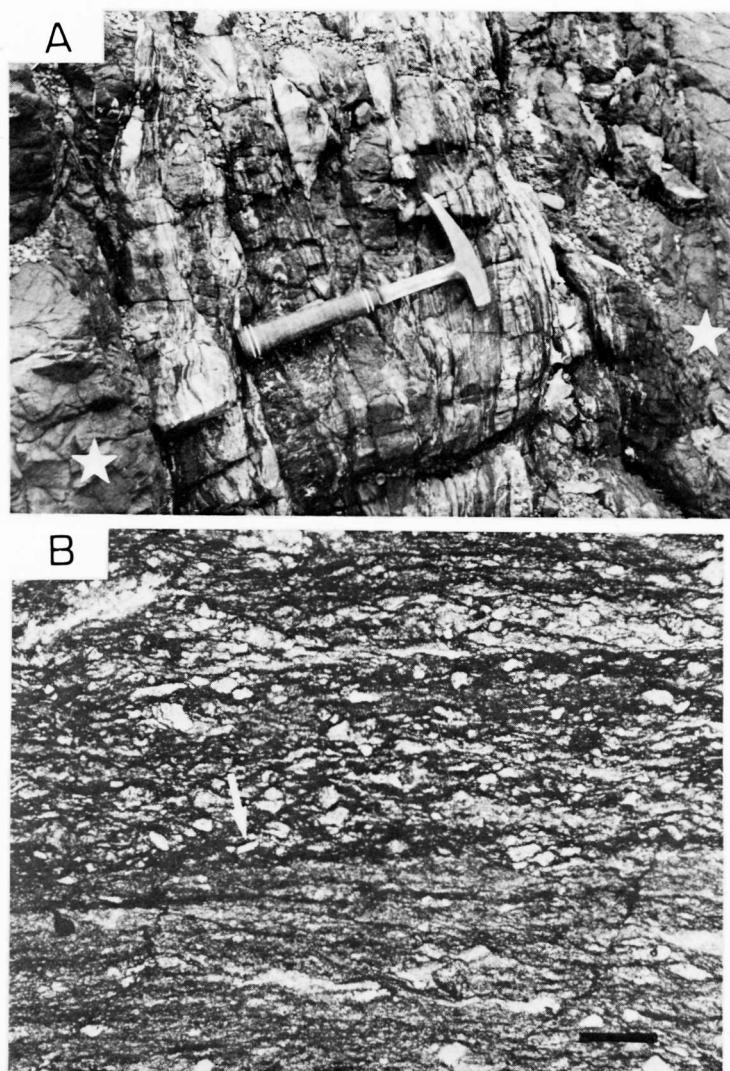
地点10では、単層が3~5 cm 程度の厚さでよく成層し、赤色頁岩(この頁岩は多色互層中のものと比較

して、碎屑性物質の量が著しく少ない）と細互層をなす赤色の層状チャートが露出している。この層状チャートは、内部褶曲が著しく（第12図A）、放散虫化石はアプチアン（Aptian）～セノマニアンに対比される（TEI-318, 第12図, 第2図B）。

地点11では、枕状熔岩がみられ、たれ下りより北方

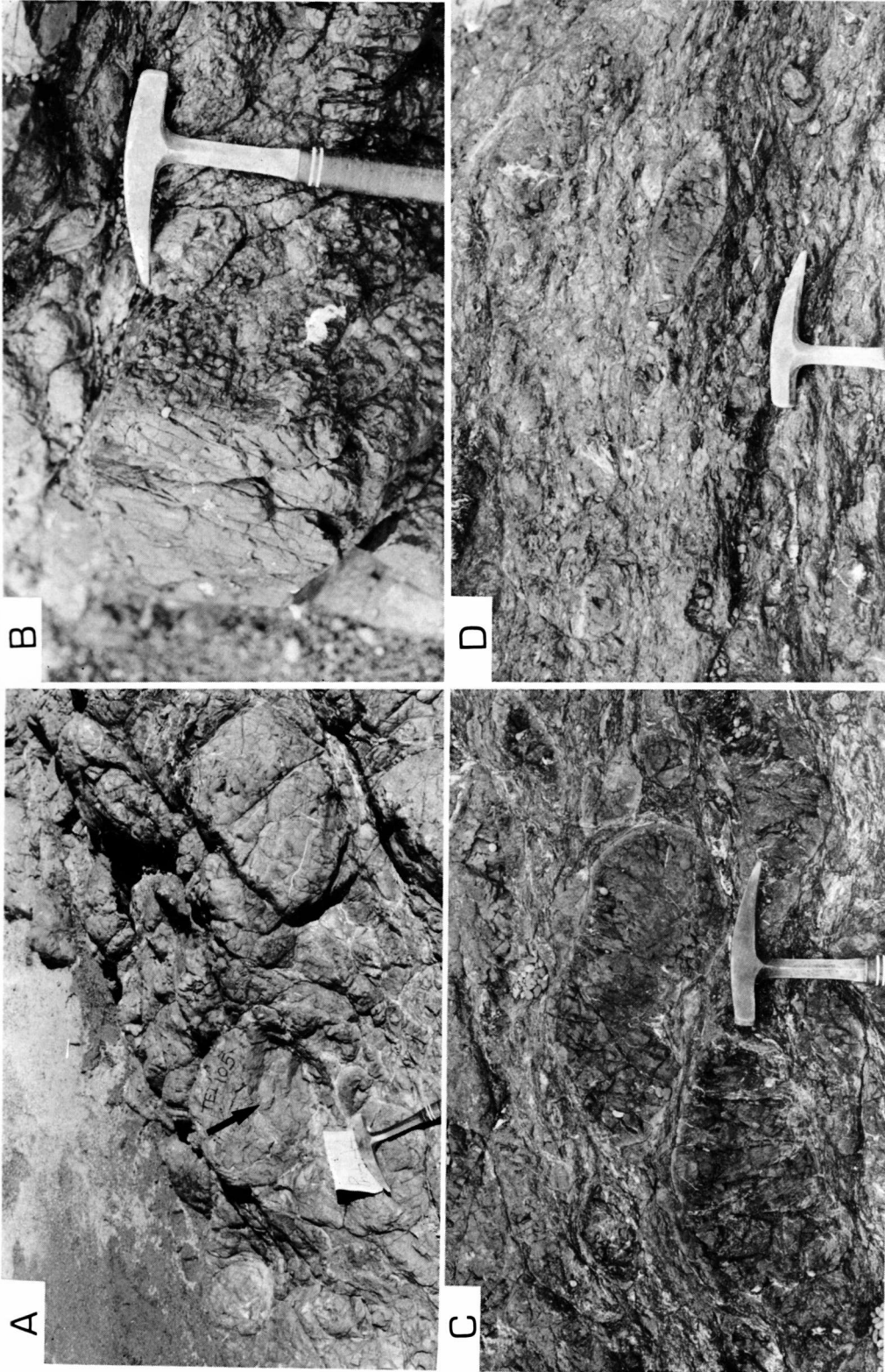
上位である。また、この部分では、ハイアロクラスタイトが多い（第11図C, D）。

地点12では、枕状熔岩の下面は断層で、チャートや砂岩のブロックを含む“含ブロック”黒色～灰色頁岩（第2図凡例3）と接する（第14図）。

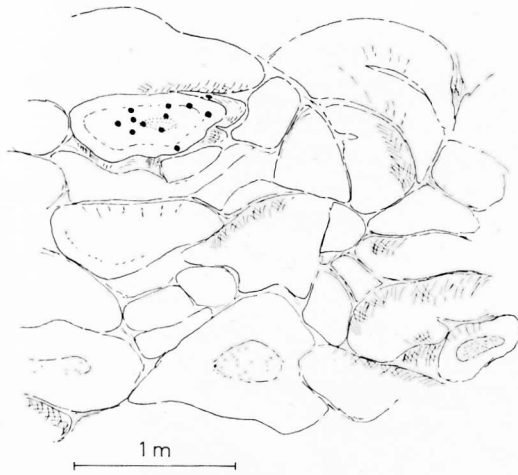


第9図 A 枕状熔岩（星印で示した）にはさまれて存在する縞状赤色石灰質岩（TEI-17）。地点は第2図を参照 B TEI-17の顕微鏡写真。矢印は斜長石。スケールは0.1 mm。

Figure 9. A. Laminated red carbonate rock (TEI-17) interbedded with pillow lava (indicated by star). See Fig. 2 for location. B. Photomicrograph of TEI-17. Arrow shows plagioclase grain. Scale bar is 0.1 mm.



第11図 A. TEI-105 (古地磁気サンプリング) を採集した枕状熔岩 (矢印で示した). B. ピロー表面のマリアール (地点 7). C. ハイアロクラスタイトとピロー. D. ハイアロクラスタイト (ピローブレッチャ). 古磁気の礫岩テストを行なった部分, 第17図を見よ, 第2図に地点を示した.
Figure 11. A. Pillow lava at Point 3. Arrow indicates TEI-105 sampling location. B. Variole on the surface of pillow lava (Point 7). C. Hyaloclastite and pillow. D. Hyaloclastite (pillow breccia) used for conglomerate test of paleomagnetism. See Fig. 17, Fig. 2 shows location for these photos.



第10図 TEI-2 (古地磁気サンプル) を採集した枕状熔岩のスケッチ。第2図に地点を示す。黒点はコアサンプルを採集した地点を示す。

Figure 10. Sketch of pillow lava. Solid dots are the cored points of TEI-2 samples for paleomagnetic analysis. See Fig. 2 for location.

地点13では、赤色の層状チャート、赤色頁岩が露出し、これもスランブ起源と思われる内部褶曲を示し(第15図) 前期セノマニアンの放散虫を産する (TEI-20)。このチャート層も、不規則な接合面で、“含ブロック” 黒色～灰色頁岩と接しており、スランブシートと考えられる。

地点14では、チャートブロックが含まれ(第16図

A)、また周囲のマトリックスである“含ブロック” 頁岩は黒色と灰色の頁岩が薄く“互層”し、その中にひきのばされた砂岩のレンズ列や、チャートのブロック等が含まれ、泥質部は鱗片状の劈開を示す(第16図B)。この泥質岩の年代は、保存のよい放散虫が得られていないため精度よく決定するにいたっていないが、おそらく後期白亜紀と思われる。

手結住吉の枕状熔岩について、古地磁気の測定を行った。試料は定方位のスラブサンプルから実験室で抜いたコアサンプルおよびフィールドでハンドコアラーを用いて抜いたコアサンプルを用いた。

まず、この地域の玄武岩の残留磁気の安定性をみるために、礫岩テストと消磁テストを行った。

礫岩テストを行なったのは、地点10にみられるハイアロクラスタイト(第17図)で、その中に散在するピロープレッチャの1個1個について残留磁気の方角を測定した。

その結果、自然残留磁気では、現在の地球磁場の影響がみられるが、交流消磁後は、分散する傾向がみとめられ、150 oe 以後は、落着いてくる傾向を示す(第18図)。消磁後の方向はランダムで、ピロープレッチャの玄武岩は、もともとの熱残留磁気を保存していると考えてよい。

枕状熔岩のサンプル(地点5)について、段階的な熱消磁、交流消磁の結果を第2表に示す。これより、このサンプルは、消磁によって大きな変動を示さず、非常に安定しており、もともとの熱残留磁気を保存し

第2表 手結住吉における枕状熔岩 (TEI-1) の熱消磁、交流消磁の結果。
Table 2. Thermal and AF demagnetization of TEI-1 samples

Sample TEI-1-7			Sample TEI-1-1		
Thermal Demagnetization			AF Demagnetization		
°C	I	D	oe	I	D
NRM	37°	-3°	NRM	37°	-18°
100	34	-11	50	38	-17
150	28	-8	100	35	-18
200	37	2	150	32	-18
250	31	-6	200	30	-18
300	24	-29	250	27	-20
350	31	-18	300	25	-22
400	33	-19	400	17	-19
450	38	-3	500	18	-22
500	36	-46	600	16	-37
			700	4	-29
			800	40	-57
			900	-7	-88

I=Inclination(Negative sign for upward direction)
D=Declination(Negative sign for westward direction)

ていると考えてよい。以上のことにより、この地域の玄武岩は、二次的な磁化の影響は少なく、オリジナルな熱残留磁気を保存しており、消磁によって信頼性のある古地磁気の方向が得られることがわかる。

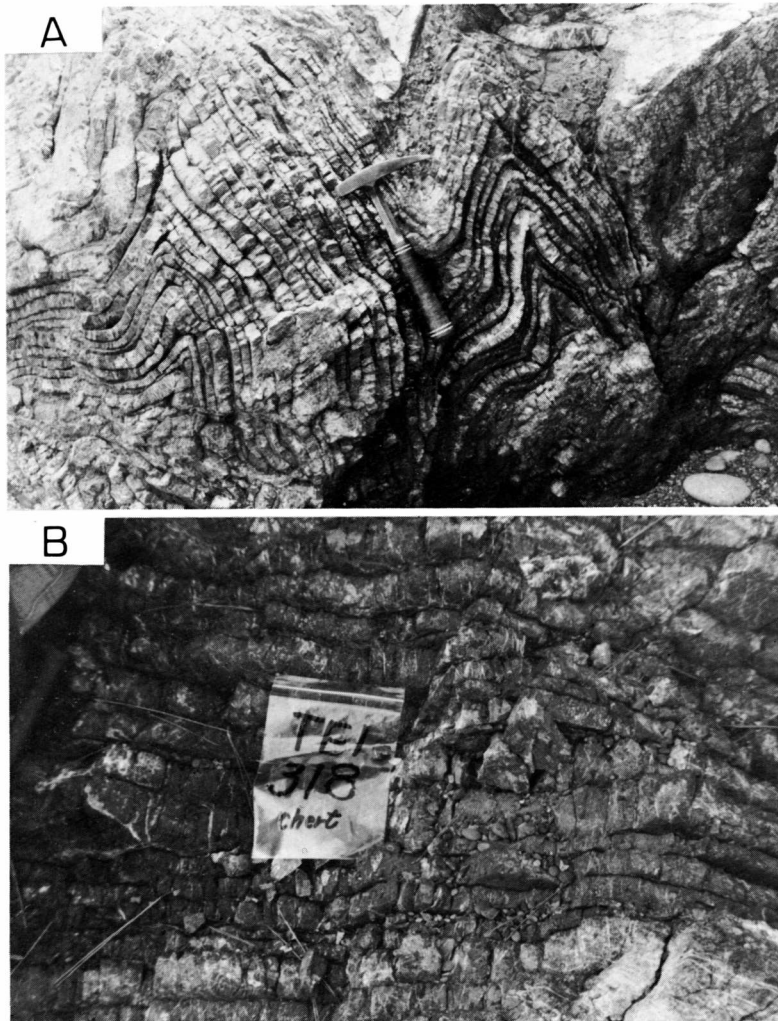
玄武岩の噴出、固結した場所の古緯度を知るには、枕状熔岩をももとの水平面に対する位置に補正してやらなければならない。このことは、かなり困難なことであるが、次の仮定を用いた。

(1) ハイアロクラスタイトは“堆積岩”なので、その層理面は、水中の安息角以内の傾斜内で堆積した

(たとえば第11図D)。

(2) ピローの間にはさまれる縞状赤色石灰質岩(たとえば第9図A)は、葉理構造を示し、その層理面も、水中の安息角以内で堆積した。

この2つを、当時の堆積面の指針として用いると、それらの走向、傾斜と周囲の枕状熔岩の全体的な配列からもとめられる走向、傾斜は、調和的である。このことから、手結住吉の枕状熔岩は、水中安息角以内の斜面で形成されたと考えられる。これより水平面の補正には最大 $\pm 20^\circ$ 程度の誤差が推定される。



第12図 A・褶曲した層状赤色チャート・ B・ TEI-318 (アプチアン～セノマニアン) を採集した層状赤色チャート・ 第2図に地点を示した。

Figure 12. A. Folding of bedded red chert. B. Bedded red chert from which TEI-318 (Aptian to Cenomanian) radiolarian sample was collected. See Fig. 2 for location.



第13図 チャートのスランプシート（矢印）．棒（2 m）がスケール．地点は第2図を参照．

Figure 13. Slump sheet of chert (arrow). A stake (2 m) for scale. See Fig. 2 for location.



第14図 緑色岩（左側）と“含ブロック”頁岩との間の断層（矢印）。地点は第2図に示す。

Figure 14. Fault contact (arrow) between greenstone (left side) and blocky shale. See Fig. 2 for location.



第15図 セノマニアン前期の放散虫を産する層状赤色チャート・第2図に地点を示す。

Figure 15. Bedded red chert which yields Early Cenomanian radiolarias. See Fig. 2 for location.

第3表 手結・住吉における枕状熔岩ブロックの古地磁気データ・第2図に採集地点を示す。

Table 3. Paleomagnetic data of the pillow lava blocks at Tei-Sumiyoshi. See Fig. 2 for sampling sites.

Site	N	I	D	I*	D*	k	α_{95}	P
TEI 1,2	15	33°	-18°	-25°	-19°	13	11°	13°
TEI 116	10	30	254	-4	-87	56	7	2
TEI 123	9	70	-71	-1	-31	39	8	0

N=Number of samples

I=Inclination (Negative upward)

D=Declination (Negative westward)

I*=Inclination after bedding correction

D*=Declination after bedding correction

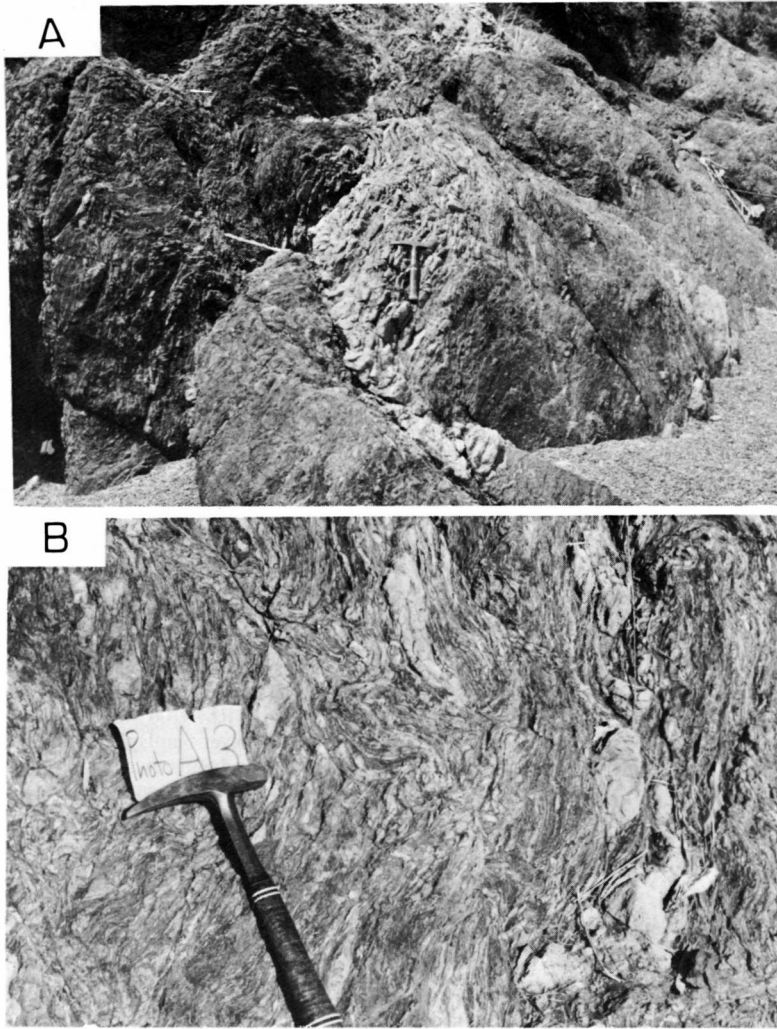
k=Fisher's precision parameter

α_{95} =Solid angle of 95% confidence cone

P=Paleolatitude (calculated from I*), absolute value

第3表と第19図に枕状熔岩の残留磁気の方角を示す。ピローのたれ下りで決定された上位面で、走向、傾斜を補正すると枕状熔岩の各ブロックごとの伏角は -1° から -25° (負の記号は上向きを示す)である。さらに偏角は、主として、北西向きに散らばる。枕状

熔岩の1つの岩塊はスライドしたブロックと考えられるので、偏角は1方向にそろうことはないが、全体としてみれば、もともとの方向を中心として散らばることが予想される。手結住吉の枕状熔岩の古緯度としては、絶対緯度にして $0^\circ \sim 13^\circ$ 間の値を得る。水平面の



第16図 A. 含ブロック頁岩マトリックス中に含まれるチャートのブロック・

B. 今ブロック頁岩内のフォリエーション・地点は第2図に示す・

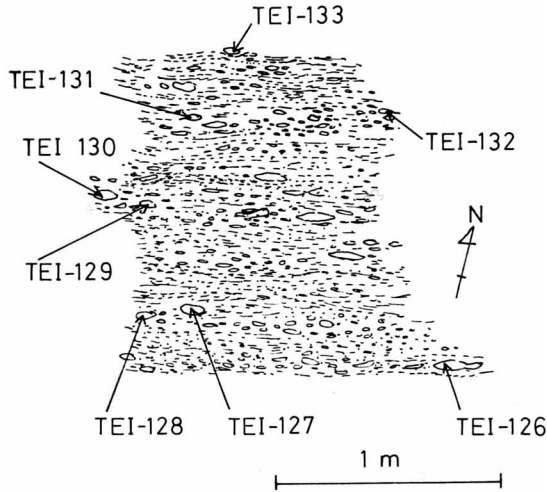
Figure 16. A. Chert block in blocky shale matrix. B. Foliated blocky shale. See Fig. 2 for location.

補正による誤差を(±20°)を考慮しても、この値は、手結住吉の枕状熔岩が、低緯度地域で、噴出固結したことを示唆している。

枕状熔岩の噴出時期については確証はない。しかし、ピローと近接して露出するバラングニアン～オーテリビアン層状チャートには、玄武岩の岩片が含まれ、また玄武岩質と思われる凝灰岩物質と互層する。

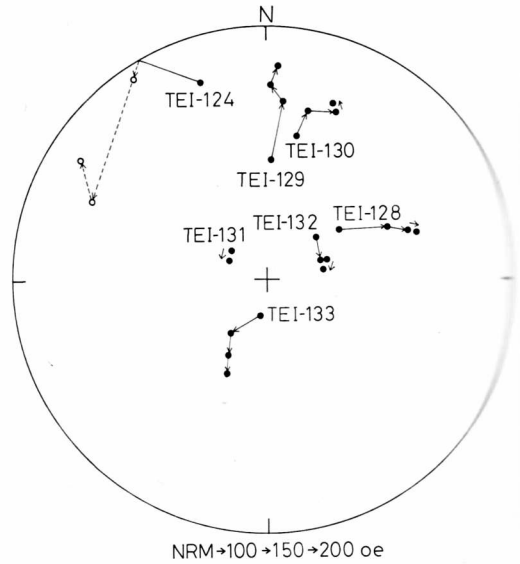
したがって、現在のところでは、その噴出時期は、バラングニアン～オーテリビアンと推定している。

以上をまとめると、このルートでは、時代の若い、黒色頁岩と砂岩の細互層、多色互層、“含ブロック”頁岩の“マトリックス”中に、遠方で形成された枕状熔岩、古い時代のチャートなどがスライドブロックやスランプシートとして混在していることが判明した。



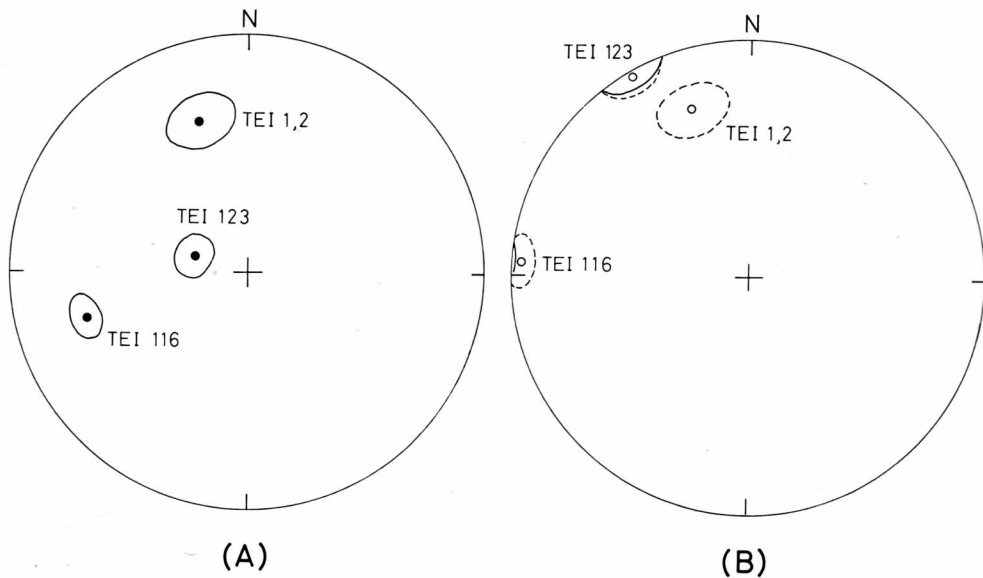
第17図 残留磁気の礫岩テスト用サンプルの採集地点におけるピローブレッチャのスケッチ。このうち、TEI-128, 129, 130, 131, 132, 133 および 124 (近接地点で採集, この図には示していない) を測定。地点は第2図に示す。

Figure 17. Sketch of pillow breccia at the sampling site for "conglomerate test" of remanent magnetization. Among these, TEI-128, 129, 130, 131, 132, 133 and 124 (not shown in this figure) were used for measurement. See Fig. 2 for location.



第18図 礫岩テストの結果。交流消磁 (NRM→100→150→200 oe) による方位の移動を示してある。黒丸は下半球。白丸は上半球。第17図を参照。

Figure 18. Result of conglomerate test. Directional behavior during AF demagnetization is shown (NRM, 100, 150, 200 oe). Solid circles are in lower hemisphere and open circles are in upper hemisphere. See Fig. 17 for sampling site.

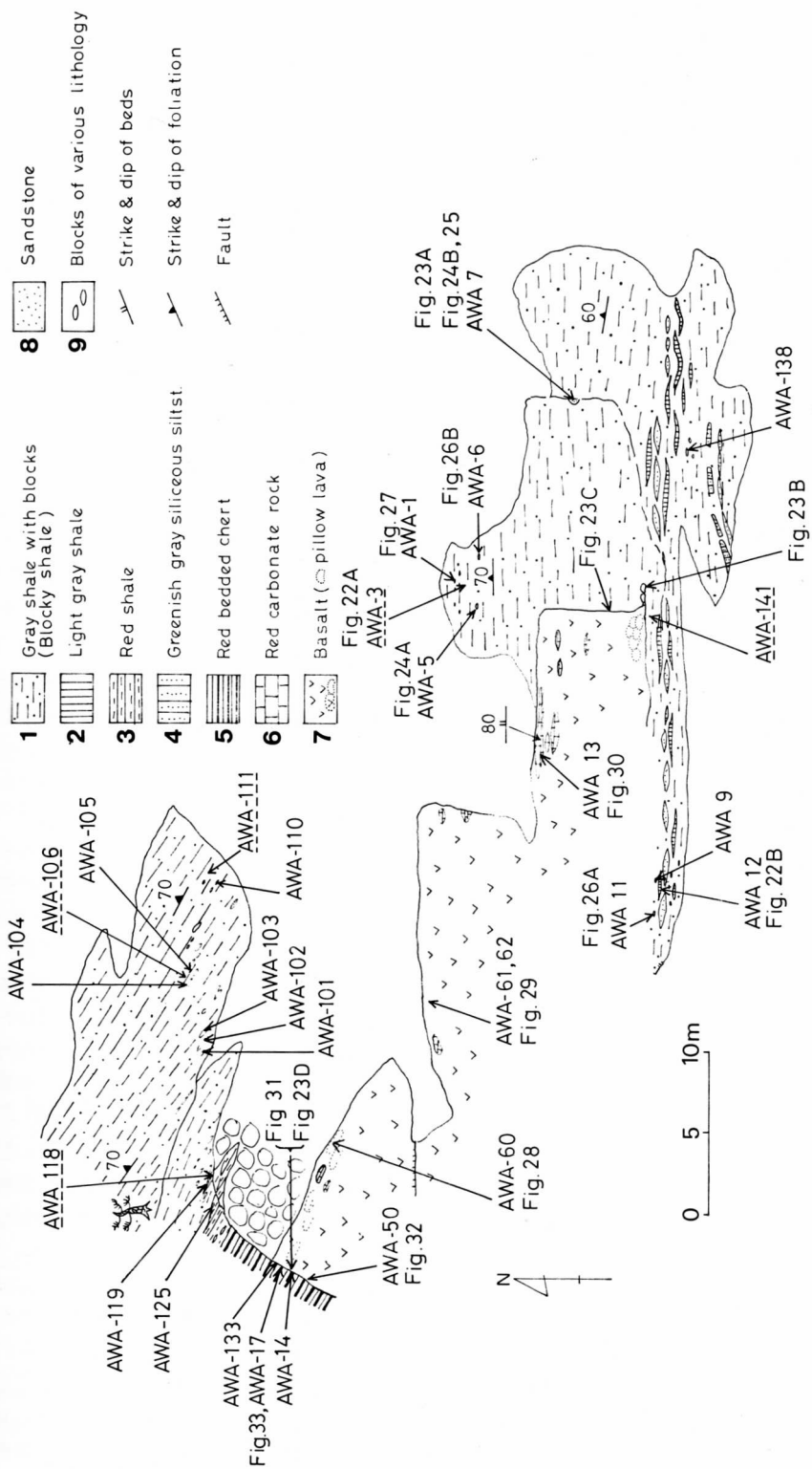


第19図 手結・住吉における枕状熔岩ブロックの残留磁気平均方向と95%の信頼度立体角。黒丸は下半球。白丸は上半球。(A)は層理面補正前, (B)は補正後。第2図に採集地点を示す。

Figure 19. Mean directions and cones of 95% confidence level of pillow lava blocks at Tei-Sumiyoshi. See Fig. 2 for sampling sites.

(A); before bedding correction, (B); after bedding correction.

Solid circles are in lower hemisphere and open circles are in upper hemisphere.



AWA 1, Sample for radiolarian biostratigraphy or thin section (----- for matrix sample)

第20図 安和領地におけるメランジェの岩相図・第1図に地点を示す。
Figure 20. Lithofacies map of mélangé at Awa-Ryoji. See Fig. 1 for location.

第4表 安和領地のメランジェの放散虫時代 地点は第20図を参照

Table 4. Radiolarian age of mélangé at AWA-Ryoji. See Fig. 20 for sampling site.

Sample	Rock Type	Age
AWA-138	Greenish gray siliceous siltstone	Cenomanian
AWA-12	Light gray shale	Cenomanian to Turonian
AWA-9	Greenish gray siliceous shale	Hauterivian to Aptian
AWA-11	Light gray siliceous shale	Cenomanian to Turonian
AWA-6	Greenish gray siliceous shale	Albian to Cenomanian
AWA-141	Dark gray shale (matrix)	< Turonian
AWA-14	Red chert	Valanginian
AWA-133	Black shale (matrix)	< Turonian
AWA-17	Red chert	Valanginian to Aptian
AWA-125	Red chert	Early Cenomanian
AWA-119	Red chert	Early Cenomanian
AWA-118	Dark gray shale (matrix)	Coniacian
AWA-101	Red chert	Early Cenomanian
AWA-102	Red chert	Early Cenomanian
AWA-103	Red chert	Early Cenomanian
AWA-104	Red chert	Early Cenomanian
AWA-105	Greenish gray siliceous siltstone	Cenomanian?
AWA-106	Dark gray shale (matrix)	< Turonian
AWA-110	Red chert	Cenomanian
AWA-111	Dark gray shale (matrix)	< Turonian

<Turonian = Cretaceous age younger than Turonian

〔3〕 安和領地におけるメランジェ

須崎市安和領地の海岸には、メランジェの内部構成をよく示す露頭がある。

ここに分布する岩石は、“含ブロック”頁岩、チャート、緑色岩であり、それらは、平面図（第20図）のような分布を示す。第4表に放散虫の年代を示す。

緑色岩中に存在する東西性の断層をはさみ北側と南側で、面構造の方向をやや異にする。この分布の示す著しい特徴は、緑色岩体が走向方向に連続しないことである。平面図では、見かけ上の地層の重なり方が不明瞭なので、模式的な“柱状図”を第21図に示した。この図は、北を上にして描いた、見かけの重なりを表わし、層位学的な層序を表わしてはいないことを注意していただきたい。この地点の岩相について南から北へ、見かけ上の下位から上位へと説明してゆく。

南側に分布する岩石は、“含ブロック”頁岩（第20図の凡例1）であるが、これは次の特徴をもつ。

頁岩は、暗灰色～帯緑暗灰色を呈し、劈開が発達している。薄片では、石英、斜長石、白雲母、黒雲母などの碎屑性シルト粒子を含み、チャートの岩石や放散虫化石が認められる（第22図A）。この頁岩の時代は十分な精度で決定されていないが、AWA-141はチュロニアン（Turonian）より若い時代を示している。上記の頁岩中には、淡灰色あるいは帯緑灰色の頁岩が

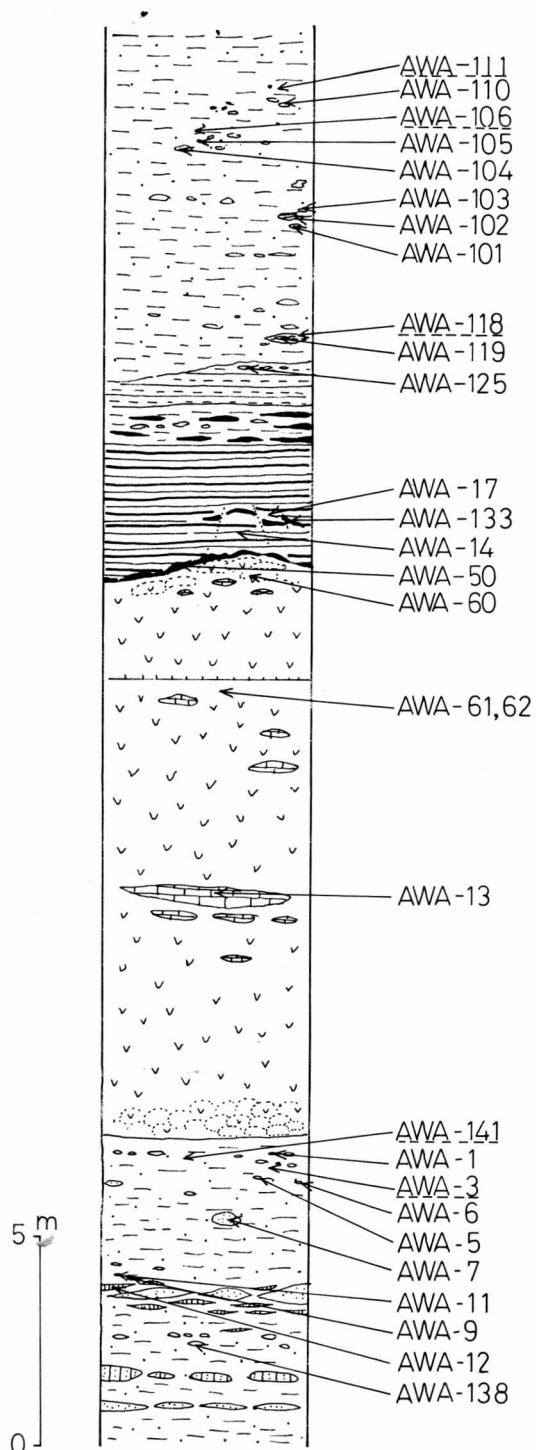
うすいレンズ状あるいはシート状にはさまれる（第20図の凡例2）。この頁岩は、同様なシルト粒子を含むけれど、それらの量は前者に比べて少なく、一方、放散虫化石を豊富に含み、その時代はセノマニアン～チュロニアンである（AWA-12, 第22図B）。

以上の頁岩中に含まれるブロックについてみると、砂岩は、互層のひきちぎれたレンズ列や大小の孤立した岩塊として存在し（第23図A）、一般に中～粗粒で基質に富み、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、白雲母が主要な構成粒子で、褐れん石が含まれていることがある。いずれも、円磨されておらず、淘汰はわいていない（第24図）。チャート、流紋岩、玄武岩の岩片が普通に見られるほか、ときに白雲母-緑泥石片岩や緑れん石-石英片岩の岩片も見い出される（第25図）。

ブロックとしては、さらにさまざまな珪質の岩石が含まれる。一般に、帯緑灰色の珪質な頁岩は、微細な石英や斜長石粒子を少量含み、また保存のよい放散虫が散点的にみられ、資料AWA-11ではセノマニアン～チュロニアンの時代を示す（第26図A）。より珪質な、帯緑灰色チャートは、碎屑性粒子の含有量が少なく、多量の放散虫を含むものがあり、資料AWA-6では、アルビアン（Albian）～セノマニアンの時代を示す（第26図B）。またAWA-9の資料はオーテリビアン～アプチアンの時代を示す。ここでは、時代の古いも

のには、碎屑性粒子の量がより少ない関係がみられる。赤色の珪質頁岩あるいはチャートなども放射状化石を含み、その殻は一部が溶けていることが多い（AWA-1, 第27図）。

この“含ブロック”頁岩の見かけ上の上位には、緑色岩がくる。その境界は“密着”している（第23図C）。また境界部ではほぼ孤立したピローの岩塊が“含ブロック”頁岩中に存在する（第23図B）。これらのことは走向方向への不連続性とあわせて緑色岩が大きなブロックであり、周囲とは“ブロック”と“マトリックス”の関係にあることを示唆している。緑色岩は厚さ13 m程度で、見かけの下底部には、枕状構造が発達する。また中部には、厚さ50~60 cmの縞状の赤色石灰質岩をはさむ。見かけでの最上部は、扁平な、形のはっきりしないピロー様の構造がみられ、黒色頁岩をはさんで、赤色のチャート、凝灰質岩がくる。この緑色岩は2つに分けられる。1つは急冷玄武岩であり他は粗粒玄武岩ないしはんれい岩である。急冷玄武岩はほとんど径0.5~0.7 mmのヴェリオールから成り、少量のかんらん石および斜長石の微斑晶を含む。斜長石微斑晶自体も内部に空洞をもち両端の割れた細柱状結晶（長さ0.5~1 mm）で、急冷にともなって成長したことを示している。ヴェリオールのあるものは、このような斜長石微斑晶を核としている（第28図）。かんらん石は完全に変質し緑泥石や方解石の集合と化しているが、包有されていた褐色スピネルは残留している。ヴェリオールは斜長石の針状結晶と単斜輝石の不規則形結晶あるいは不透明な鉄鉱物から成るサブオフィティック組織を示す。消光角の概測から推定すると、この斜長石は灰曹長石である。単斜輝石の光軸角 $2V_z$ は約 57° と測定された。なお、急冷玄武岩には杏仁をもつものがあり、それは方解石と少量の緑泥石様鉱物で充たされる。急冷玄武岩の化学組成とCIPWノルムとを第5表に示す。この組成は H_2O (+)と CO_2 とをそれぞれ約3%と約2%ふくむので、そのことを考えに入れて大洋底玄武岩（たとえば、GUNN & ROOBOL, 1977; MAZZULLO



第21図 北を上位として描いた安和領地におけるメランジェの見かけの模式柱状図。凡例は第20図にならう。（黒色は黒色頁岩）。

Figure 21. Schematic columnar section of apparent succession (represented north as stratigraphic top) of mélangé at Awa-Ryoji. Explanation of lithofacies follows as Fig. 20 except black for black shale.

第5表 急冷玄武岩 (AWA-60), 粗粒玄武岩 (AWA-61), はんれい岩 (AWA-62) の化学組成と CIPW ノルム地点は第20図に示す.

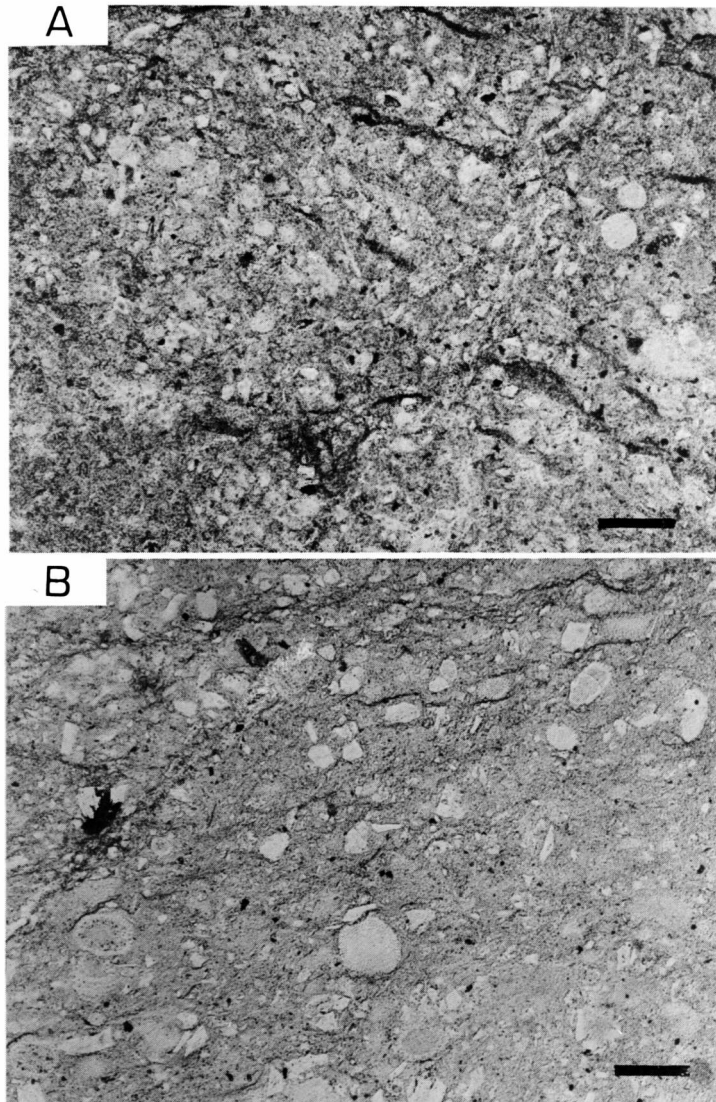
Table 5. Chemical analyses and CIPW norms of variolite basalt (AWA-60), dolerite (AWA-61) and gabbro (AWA-62).

	Variolite basalt	Dolerite	Gabbro
SiO ₂	47.29	44.83	43.73
TiO ₂	1.86	1.92	1.83
Al ₂ O ₃	14.82	15.88	14.67
Fe ₂ O ₃	6.59	2.39	2.77
FeO	3.21	6.81	6.72
MnO	0.22	0.24	0.44
MgO	6.35	11.21	12.25
CaO	7.23	7.52	6.46
Na ₂ O	5.23	2.95	3.44
K ₂ O	1.10	0.27	0.29
H ₂ O +	2.92	4.89	5.07
H ₂ O -	0.81	1.48	1.96
P ₂ O ₅	0.21	0.22	0.18
CO ₂	2.23	0.07	tr
Total	100.07	100.68	99.81
or	6.62	1.61	1.73
ab	35.08	24.96	27.37
an	13.66	29.29	23.73
ne	4.97	-	0.94
wo	2.80	2.54	2.97
en	2.42	1.82	2.15
fs	-	0.50	0.55
en	13.39	5.16	-
fs	-	1.45	-
fo	-	14.69	19.86
fa	-	4.52	5.62
mt	5.67	3.47	4.03
il	3.54	3.64	3.47
hm	2.68	-	-
ap	0.50	0.54	0.44
cc	5.07	0.16	-
Total	96.40	94.38	92.86

& BENCE, 1976) の組成と比較すると, NaO と K₂O に富み CaO に乏しいことおよび Fe₂O₃/FeO の高いこと以外は, 大洋底玄武岩の中で TiO₂ に富むものの組成とよく似ている. アルカリに富み CaO に乏しいのはいわゆるスピライト化作用 (CANN, 1969) の組成変化によるものであろう. なお, 上述の顕微鏡岩石学的性質も大洋底玄武岩のそれに似ている. 粗粒玄武岩はオフィティック組織をなす斜長石 (長さ約 1 mm) と単斜輝石 (長さ約 1 mm), チタン鉄鉱と磁鉄鉱, およびメソスタシスから成る. メソスタシスは斜長石および燐灰石の微晶と緑泥石やくさび石に変質したガラスを含む (第29図A, 長さ 2~3 mm). それとともにオフィティック組織がはっきりしなくなって等粒組織へ移化したものは, はんれい岩と呼んでもよい (第29図B). はんれい岩はかんらん石であったと思われる緑泥石様鉄物の仮像をふくむこともあり, それは褐色スピネルを伴う. 最大対称消光角から推定される斜長石の組成はほぼ An 50 だが, 累帯構造のある場合には縁部で Ab 成分が増加するものと思われる. また中心部が曹長石化していることが少なくない. メソスタシスの斜長石微晶は灰曹長石程度の組成をもつらしい.

単斜輝石は, Z の軸色が淡紅褐色で光学的分散もいくらか強く, かつ砂時計構造を示すこともあるので, チタンオーゾナイトかも知れないが, 光軸角 2 Vz は 53°~56°で比較的大きい. チタン鉄鉱は縁部およびわれ目に沿ってくさび石に変質しているが, 磁鉄鉱はあまり変質していない. 粗粒玄武岩とはんれい岩の化学組成および CIPW ノルムを第5表に示した. 両者は互いによく似ている. しかし, これらは高い H₂O (+) の量を考えに入れても, いずれも大洋底玄武岩一般とはかなり異なっている. とくに MgO に富み CaO に乏しいことが特徴であり, また急冷玄武岩と同じように Na₂O も多い. もっとも, 大洋底からのごく稀にこれらに似た組成の試料が得られている. たとえば DSDP の Leg 37, Site 334, Core 22 のはんれい岩の1つは, TiO と Na₂O を除くとここに示した粗粒玄武岩やはんれい岩に似た組成を持っている. (The Shipboard Scientific Party, 1977).

緑色岩の間にはさまれる縞状の赤色石灰質岩は, 柱状熔岩の間をうめたり, あるいは不規則な形状をもちながらレンズ状を発達しており外見, 内部組成とも手結のものときわめてよく似ている. 含まれる赤鉄鉱のため赤色を呈し, 葉理の発達したもので, より粗粒の

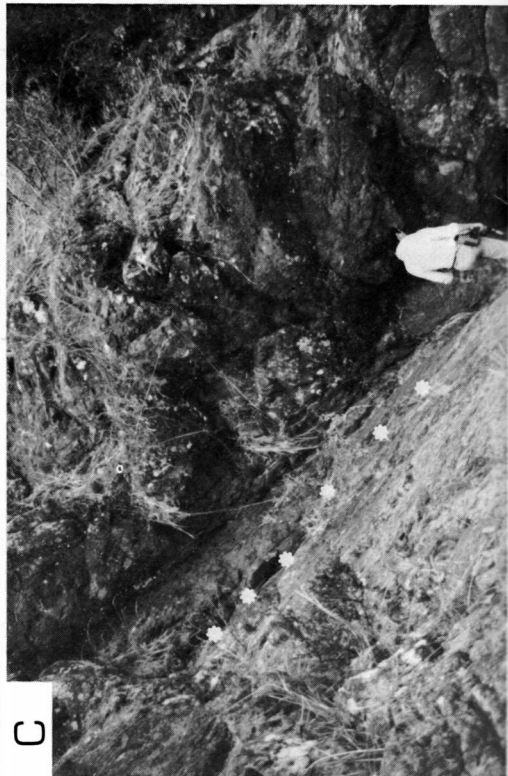
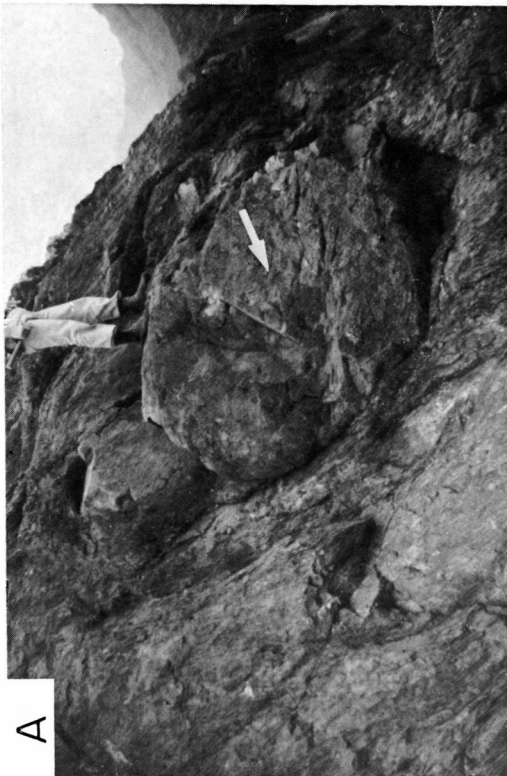
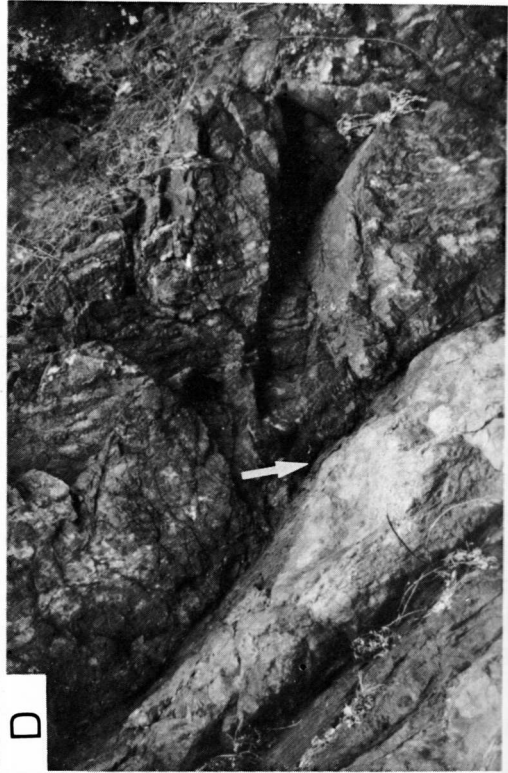


第22図 A・含ブロック暗灰色頁岩マトリックス（AWA-3）の顕微鏡写真。スケールは 0.1 mm。 B・含ブロック頁岩中に狹在する淡灰色頁岩レンズの顕微鏡写真（AWA-12）。時代はセノマニアン～チューロニアン。スケールは 0.1 mm。第20図に地点を示す。

Figure 22. A. Photomicrograph of blocky dark gray shale matrix (AWA-3). B. Photomicrograph of light gray shale lens within blocky shale matrix. Radiolarians are Cenomanian to Turonian in age.

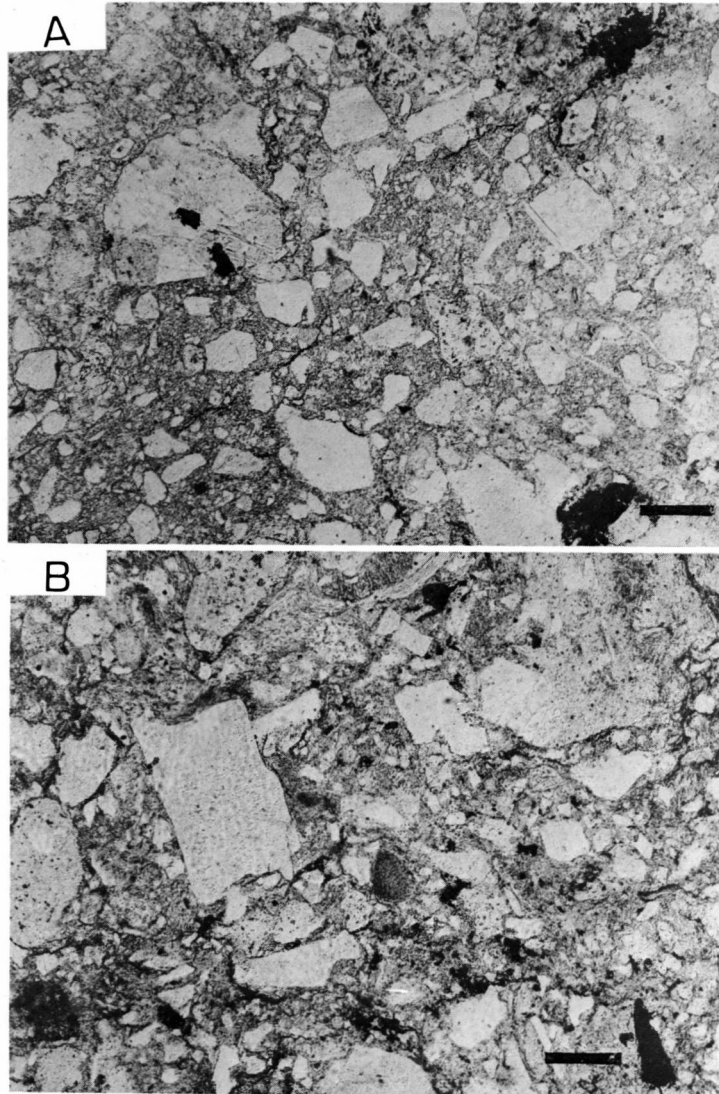
Scale bar is 0.1 mm for both.

See Fig. 20 for location.



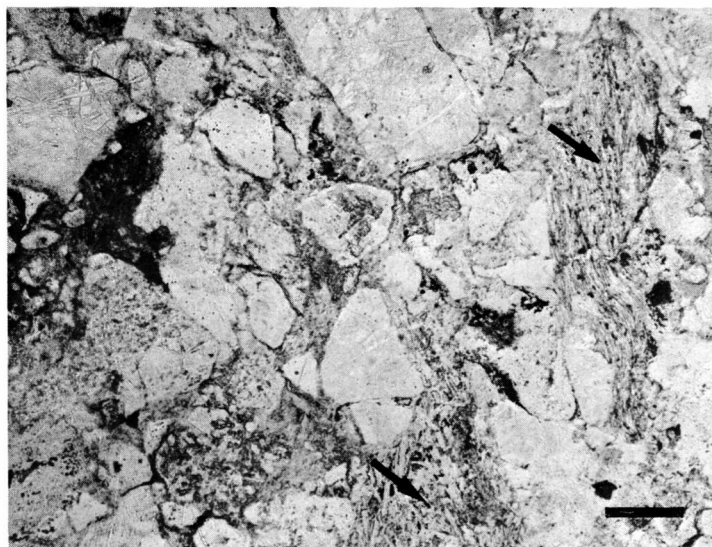
- ← 第23図 安和領地における露頭写真 A・含ブロック頁岩中の砂岩岩塊（AWA-7）. 矢印で示した.
 B・含ブロック頁岩中のピロー（矢印）. C・含ブロック頁岩（左下側）と緑色岩の境界（破線）.
 D・緑色岩（左下側）とその見かけの上位にくる黒色頁岩と赤色チャート（第31図を参照）. 第20図に地点を示す.

Figure 23. Outcrop photographs of mélangé at Awa-Ryoji. A. Sandstone block in blocky shale matrix indicated by an arrow (TEL-7). B. Block of isolated pillow in blocky shale matrix (arrow). C. Contact between blocky shale matrix (below left) and greenstone indicated by dotted line. D. Greenstone (below left), black shale and red chert in apparent stratigraphic succession (see Fig. 31 for sketch).
 See Fig. 20 for location.



第24図 砂岩ブロックの顕微鏡写真・A・AWA-5・B・AWA-7・第20図に地点を示す.

Figure 24. Photomicrographs of sandstone block. A. AWA-5. B. AWA-7. See Fig. 20 for location.



第25図 砂岩ブロックの顕微鏡写真。AWA-7のうち岩片(矢印)を含む部分。第20図に地点を示す。

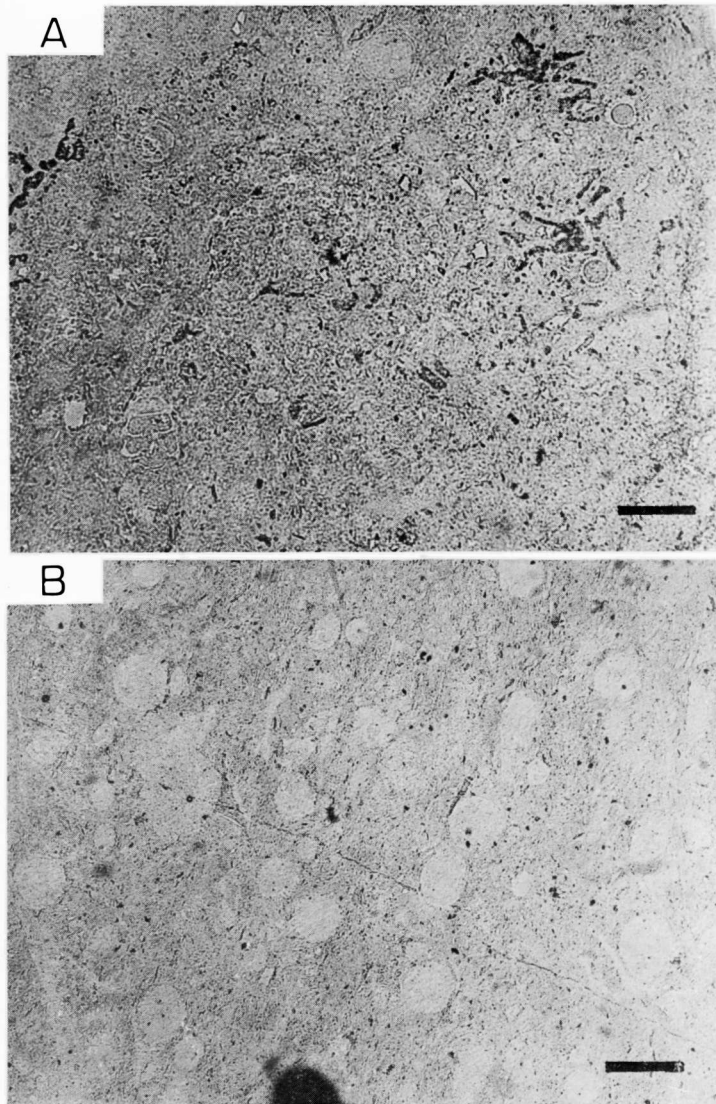
Figure 25. Photomicrograph of sandstone block (AWA-7). Arrows indicate lithic fragments. See Fig. 20 for location.

第6表 黒色頁岩(AWA-50)の化学組成
Table 6. Chemical analysis of black shale (AWA-50).

SiO ₂	64.19
TiO ₂	0.59
Al ₂ O ₃	14.71
Fe ₂ O ₃	1.82
FeO	2.52
MnO	0.18
MgO	3.40
CaO	1.32
Na ₂ O	5.12
K ₂ O	1.55
H ₂ O+	3.60
H ₂ O-	0.92
P ₂ O ₅	0.15
CO ₂	0.31
Total	100.38

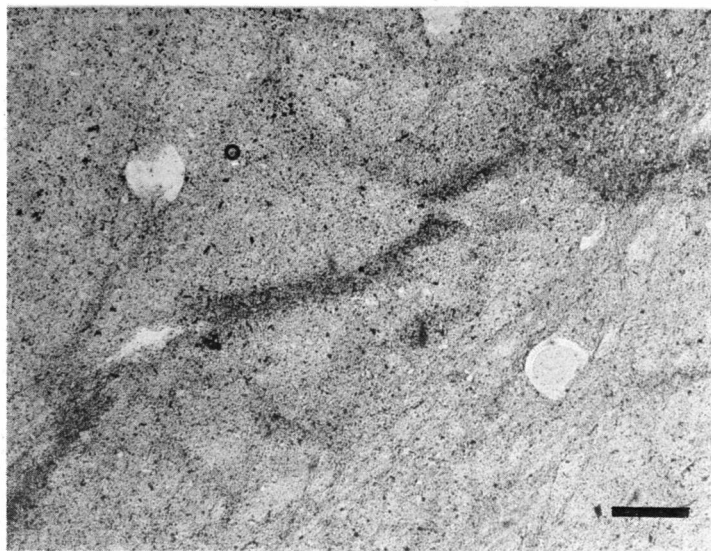
部分(第30図Aの上部%)と細粒の部分(第30図Aの下部%)の細互層からなる。細粒部分には、より粗粒の方解石でうめられたおそらく放散虫とおもわれる小楕円形の断面が数多くみられる。この細互層中に、微細な斜長石の碎屑性粒子で構成されている葉理がしばしば狭まっている(第30図Aの中部%)。斜長石粒子は、赤鉄鉱や方解石のマトリックスによってとりまかれていて、ときに玄武岩の微細な岩片が見出されることもある(第30図B)。これら斜長石粒子や玄武岩岩片は、石灰岩堆積時にまわりの玄武岩岩体から供給されたものと考えられる。

緑色岩の見かけの最上部には黒色頁岩をはさんで、赤色の凝灰質岩・チャートがくる(第23図D)。この赤色凝灰岩層とは、珪質で緻密な岩石であり、チャートに似るが放散虫をほとんど含まず、玄武岩の岩片・ガラス・斜長石粒子などを含む細粒岩である。この一連の“層序”は、一見整合的に見えるがそうではなく、黒色頁岩とチャートで年代が異なる。ここでは、まずチャートと凝灰岩の互層の層理面は、緑色岩の上面と斜交し、一見アバットするような関係にある(第31図)。また緑色岩とチャート層との間、赤色層状チャートの間に黒色の頁岩が存在する。頁岩の一部はチャートや凝灰岩とまじり合っており、両者は未固結時に“接した”ことを示している。緑色岩とチャート層との間のもは、数cmから30



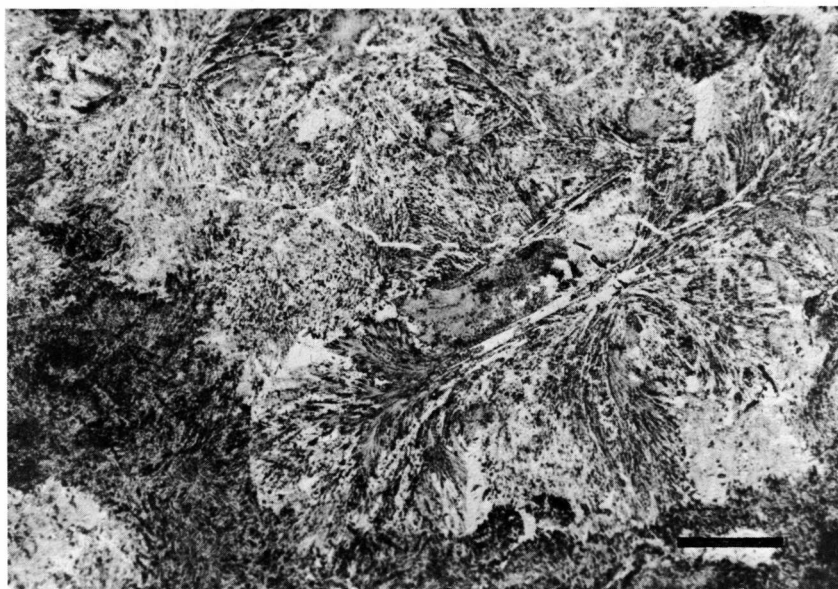
第26図 A・淡灰色珪質頁岩ブロック（AWA-11，セノマニアン～チューロニアン）の顕微鏡写真・B・帯緑灰色珪質頁岩ブロック（AWA-6，アルビアン～セノマニアン）の顕微鏡写真・スケールは両方とも0.1 mm・第20図に地点を示す。

Figure 26. A. Photomicrograph of light gray siliceous shale block (AWA-11, Cenomanian to Turonian). B. Photomicrograph of greenish gray siliceous shale block (AWA-6, Albian to Cenomanian). Scale is 0.1 mm. See Fig. 20 for location.



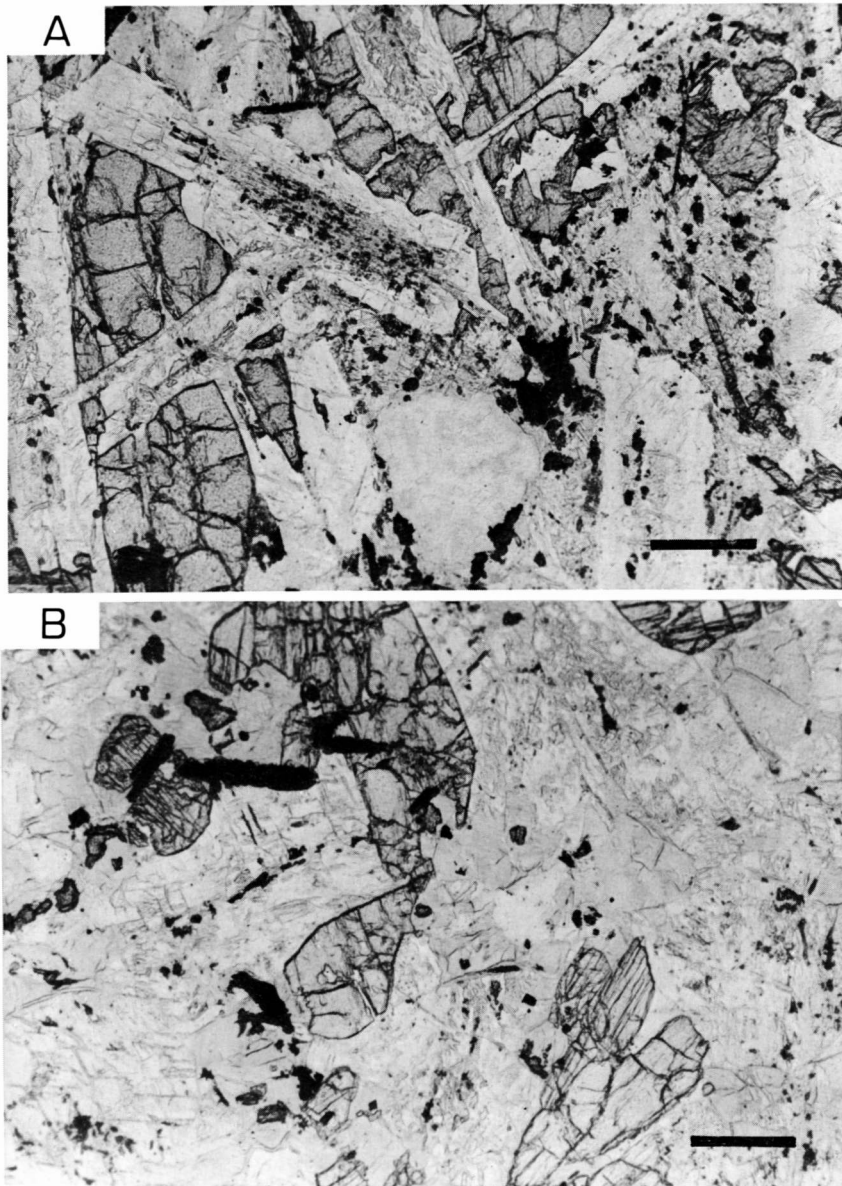
第27図 赤色 チャートブロック (AWA-1) の顕微鏡 写真. スケールは 0.1 mm. 第20図に地点を示す.

Figure 27. Photomicrograph of red chert block (AWA-1). Scale is 0.1 mm. See Fig. 20 for location.



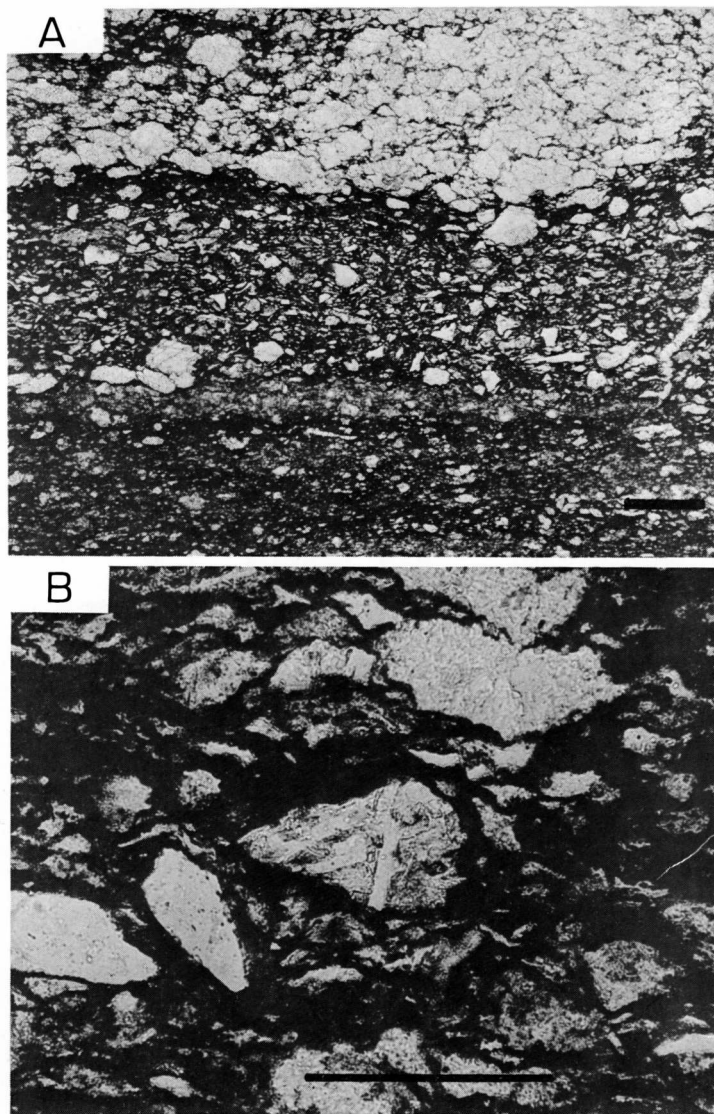
第28図 急冷玄武岩 (AWA-60) のヴァリオールの顕微鏡写真. スケールは 0.1 mm. 第20図に地点を示す.

Figure 28. Photomicrograph of variole in quenched basalt (AWA-60). Scale is 0.1 mm. See Fig. 20 for location.



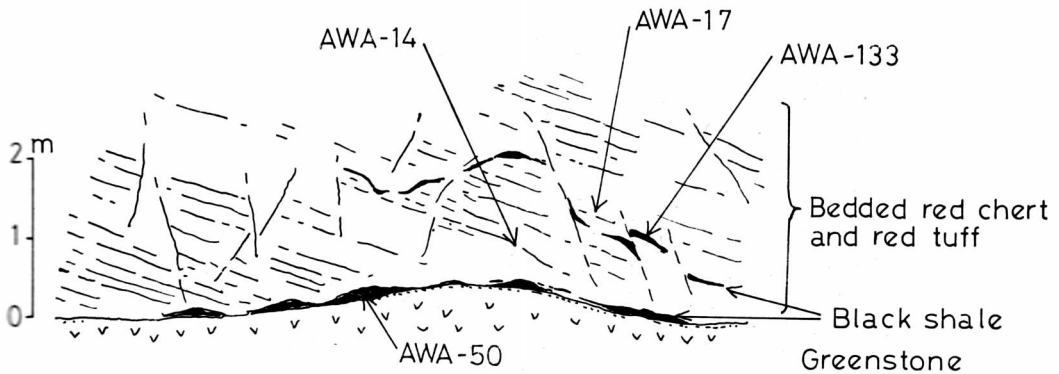
第29図 A・粗粒玄武岩（AWA-61）の顕微鏡写真． B・はんれい岩（AWA-62）の顕微鏡写真． スケールはともに 0.1 mm． 第20図に地点を示す．

Figure 29. Photomicrographs of A. dolerite (AWA-61) and B. gabbro (AWA-62). Scale is 0.1 mm. See Fig. 20 for location.



第30図 縞状赤色石灰質岩 (AWA-13) の顕微鏡写真・ A・ ラミナの様子. スケールは 0.1 mm. B・ 玄武岩?の小岩片. スケールは 0.2 mm.

Figure 30. Photomicrograph of laminated red carbonate rock (AWA-13). A. Laminated part. Scale is 0.1 mm. B. Small basaltic? rock fragment. Scale is 0.2 mm. See Fig. 20 for location.



第31図 緑色岩、黒色頁岩、赤色チャート（一部赤色凝灰岩）のスケッチ。第23図Dも参照。第20図に地点を示す。

Figure 31. Sketch of greenstone, black shale and red chert (interbedded with red tuff). Also see Fig. 23 D. See Fig. 20 for location.

cm 位の厚さで膨縮しながら存在する。この黒色頁岩は、鏡下ではより粗粒の部分とより細粒の部分とが識別される。粗粒部分はシルト岩で、構成粒子として石英・斜長石・白雲母・緑れん石・カリ長石・黒雲母・ジルコンなどが含まれている（第32図A）。細粒部分にも同様な粒子が含まれるけれどもその大きさはより小さくまた量も少ない（第32図B）。放散虫化石は細粒部分にのみ認められる。チャートの中間部にレンズ状に薄く存在する黒色頁岩の放散虫は、チュロニアンより若い時代を指示する。これら黒色頁岩は質的には“含ブロック”頁岩と似ているといえる。第4表には、化学組成を示した。平面的泥岩の組成に比べて、MnOが多く、K₂Oが少なくNa₂Oに著しく富んでいる。

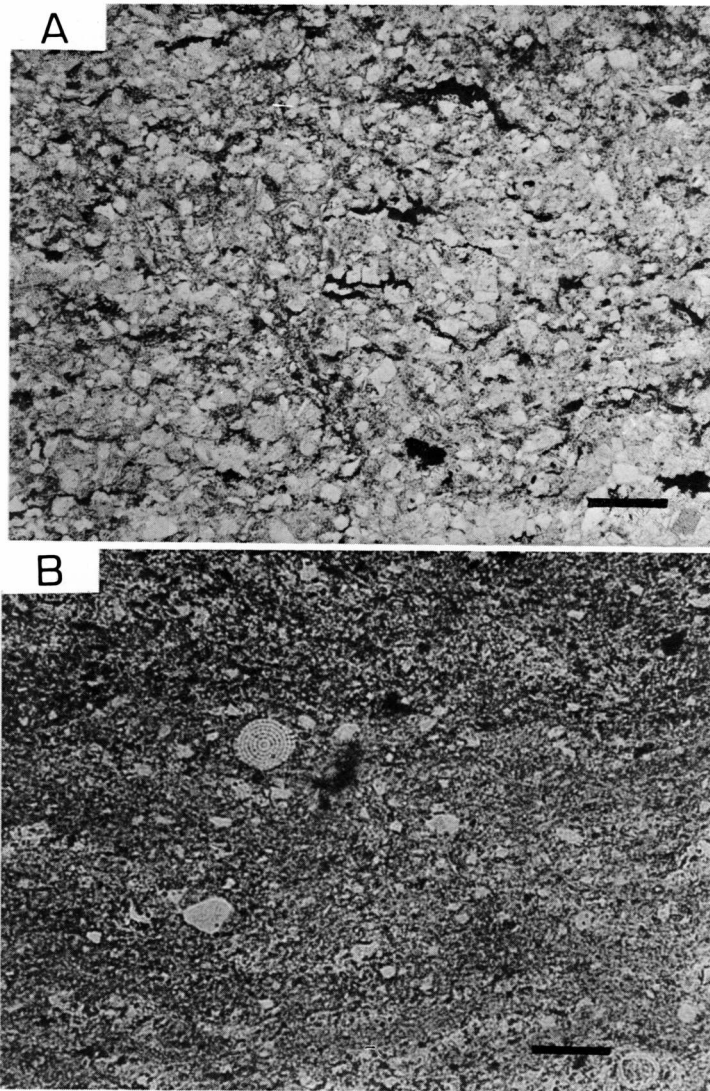
層状チャートには、比較的保存の良い放散虫殻が数多くみられるけれども（第33図A）、それらの一部が溶けたと考えられるものも多い。このチャート中には、碎屑性と考えられる非常に微細な斜長石の粒子や玄武岩の岩片が混在していて（第33図B）、ときにはそれらの粒子が非常に薄い葉層を形成していることもある。この葉層は、構成粒子や産状において、赤色凝灰岩層や縞状石灰質岩の葉理などと同様な成因が考えられる。このチャートは、おそらく玄武岩岩体に接近して形成されたものと考えられる。放散虫の年代はパラングニアンを示す。

層状チャートの見かけの上部は、黒色・帯緑灰色・赤色などの頁岩の入りまじった中に、赤色のチャートの小ブロックを含む岩相よりなる。さらに見かけの上部では、帯緑灰色頁岩が主体となり、その中に赤色チ

ャートや淡緑色の珪質頁岩・珪質シルト岩のブロックが含まれる。緑色岩の南側に分布するような淡灰色の頁岩の薄層（第20図の凡例2）はあまり含まれない。帯緑灰色の頁岩は、チュロニアンより若い時代を示し、おそらくコニアシアン（AWA 118）と思われる。一方、ブロック類は、ほとんどが、セノマニアン時代の時代を示す。

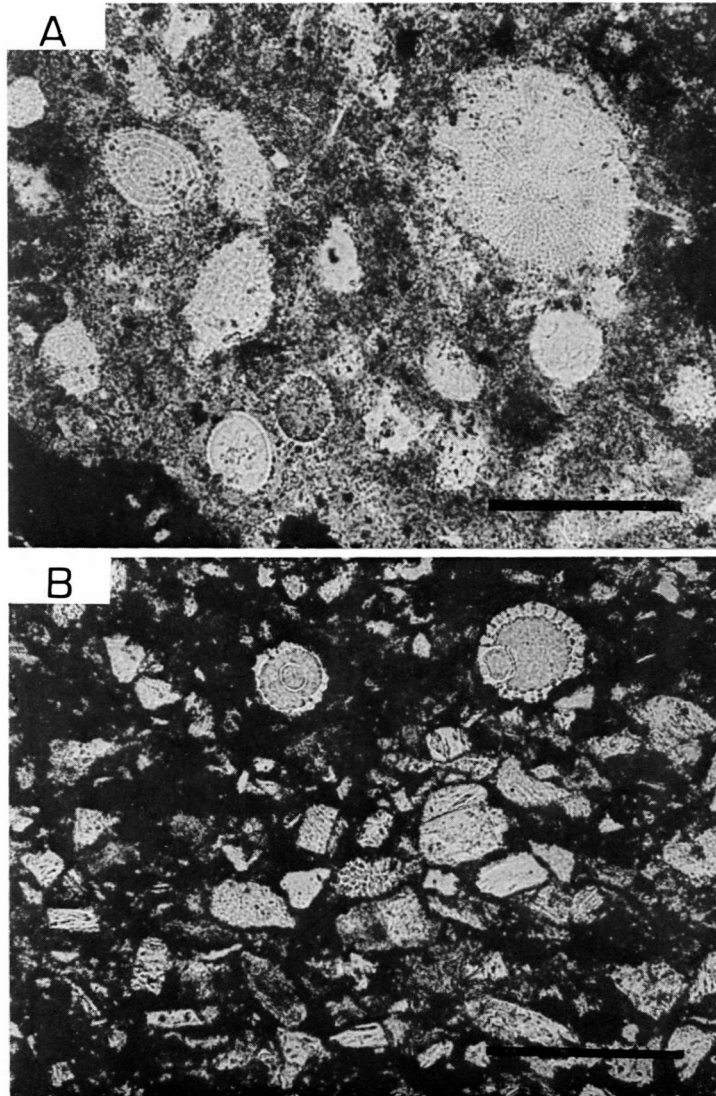
以上より、安和領地でも、岩相は、帯緑灰色や黒色などの頁岩の“マトリックス”と緑色岩・チャート・珪質岩類などの“ブロック”に区分できる。マトリックスの年代はチュロニアンより若く、おそらくコニアシアンである。一方ブロックはセノマニアンからパラングニアンまでの年代を示す。

ここでの特徴は、緑色岩と赤色凝灰岩・層状チャート間、およびチャート層の中間部に存在する薄い黒色頁岩の“マトリックス”である。すなわち“マトリックス”はいつでもブロックを取り囲むように多量に存在するのではなく、大きなスライドブロックやスランブシートがつみ重なっている所では、その間のすべり面に薄く存在する場合があります。これは従来は“狭在する薄層”としてあつかわれてきた。また“マトリックス”と“スライドシート”は、未固結時にまじり合うこともあるので産状だけではなかなか判定がむずかしい。しかし、放散虫の時代は両者が明らかに異なる時代に堆積したことを示している。このように“一連に堆積した薄層”と“ブロックやシート間のマトリックス薄層”では地質の意味は根本的に異なるのである。



第32図 黒色頁岩 (AWA-50) の顕微鏡写真. A. シルト質の部分. B. 放射虫を含む細粒部. スケールは 0.1 mm. 第20図, 第31図に地点を示す.

Figure 32. Photomicrograph of black shale "matrix" (AWA-50). A. Silty part. B. Finer grained part including radiolaria. Scale is 0.1 mm. See Figs. 20 and 31 for location.



第33図 赤色層状チャート（AWA-17）の顕微鏡写真。A・放射虫の密集した部分。B・玄武岩起源と思われる斜長石や岩片を含む部分。スケールは0.2 mm。第20, 31図に地点を示す。

Figure 33. Photomicrograph of red bedded chert (AWA-17, Valanginian to Aptian). A. Radiolaria rich part. B. Part containing plagioclase and basaltic? rock fragments. Scale is 0.2 mm. See Figs. 20 and 31 for location.

〔4〕その他のメランジェ

その他のメランジェ帯については、岩石種の検討は現在進行中であるが、フィールドでの観察などを通じてみると、前述の手結や安和のメランジェと産状や時代構成など著しい共通点をもつ。ここではフィールドでの産状と放散虫による時代論を主に簡単な記述を行なう。第34図に放散虫年代をまとめて示す。

香美郡夜須町月見山付近の県立自然公園のルートでは三つの“層準”にチャート・赤色頁岩の複合層がみられ、まわりは、剪断された含ブロック黒色頁岩である。これら3つの“チャート・赤色頁岩層”はいずれも異なった時代のものである。これは南から北へ、チトニアン (Tithonian) ～バレミアン (Barremian), キンメリジアン (Kimmeridgian) ～チトニアン, アルビアン～セノマニアンを示す。すなわち、これらのチャートは、周囲と整合一連ではなく、外来のスランブシートと考えられる。ここではマトリックスの年代は、コニアシアン～カンパニアンを示す。

窪川町興津には、海岸あるいは沢沿いにメランジェの好露頭が分布する。海岸では、緑色岩と周囲の含ブロック泥質岩との境界が明瞭に観察できる露頭がある。ここでは、緑色岩と泥質岩は、すきまなく接しており、また熱変成などの作用はまったく与えられていない。

沢沿いルートでは、チャート・多色頁岩の複合層がみられ、またその中に砂岩ブロックが点在する。この中の赤色頁岩からセノマニアン～チュロニアンの放散虫を産する。ここでは、黒色泥岩の年代はよくわからないが、興津峠付近ではコニアシアン～カンパニアンの放散虫を産するフリッシュ互層中にセノマニアン～チュロニアンの年代を示す多色頁岩・層状チャートの大きなシート状岩体が存在する。ここでもメランジェ中で、陸源碎屑性物質のマトリックス中に、古い時代の岩体が混在している関係がみられる。

その他、久重、横浪においては、マトリックスとブロックやスライドシートの関係は同様である。

以上より、大きくみて高知県四万十帯のメランジェは、主として陸源碎屑性物質や酸性火山性物質からなる時代の若い“マトリックス”中に、より時代の古いチャート・緑色岩・珪質岩などが外来のブロックやスランブシートとして存在していることが判明した。

4. メランジェの形成モデル

四万十帯は、当時の西南日本全体の古地理・構造上の観点からみて、島弧前縁で堆積・形成された可能性がきわめて強い(平ら, 1980本巻中)。

また前述したごとく、高知県の四万十帯北帯のメランジェ中には、外来の異地性岩体が多量に含まれている。

これらの異地性岩体は、放散虫の時代などからみて、秩父帯など四万十帯の内側(北側)に存在する地層群よりもたらされたのではないことが明らかである。

さらに、古地磁気学的測定により、緑色岩は、当時の日本列島内帯に比して、はるか南方で形成された可能性がある。すなわち緑色岩・チャート・赤色頁岩の一部などの外来岩体は、海洋プレート起源のものである可能性がきわめて強い。

一方、メランジェ中には砂岩など陸源性の物質よりなる岩体も含まれる。またマトリックスを構成する黒色頁岩や多色頁岩は、陸源性碎屑粒子や酸性火成岩起源の凝灰質物質や粒子を含む。

このことより、メランジェは陸源性のマトリックスや岩体と海洋プレート性物質が混じったものととらえることができる。その産状はブロックがさまざまな大きさや形態をとり、さらにまたマトリックスとブロックは、しっかりと“密着”していることより、初生的には堆積性のもと考えられる。

陸源物質と海洋プレート物質が、堆積的にまじり合える場所として、海溝付近があげられよう。

海洋の外側斜面では、断層運動によるプレートの破壊がおきているらしい。

たとえば、ベルー・チリー海溝では、海溝外側斜面には著しい正断層帯が発達し、その落差は 1000 m に達し、一部は、急な断層崖を形成しているらしい。この“グラーパーン”の一部は海溝軸に近づくと、海溝堆積物で埋積されている (SCHWELLER and KULM, 1978)。

また日本海溝に潜水したアルキメデス号は、ステップ状の断層崖らしき地形と、それから崩壊してくずれ落ちたと思われる岩塊を観察している (BELLACHE, 1980)。

さらに最近では、日本海溝に沈み込もうとしている第1鹿島海山は、落差 1000 m 以上の断層で分断されているという報告がある (Mogi and Nishizawa, 1980)。

Melange \ Age	JURA.		E. CRETA.						L. CRETA.						
	Kimmeridgian	Tithonian	Berriasian	Valanginian	Hauterivian	Barremian	Aptian	Albian	Cenomanian	Turonian	Coniacian	Santonian	Campanian	Maastrichtian	
Tsukimiyama	a		a						a	b	d				?
Kue			a						a						
Yokonami			?	a			c	c			d				?
Okitsu									b	b		d		c	?

Rock Type. a=chert, b=red shale, c=greenish gray shale and siliceous shale, d=black shale.

Occurrence. ---|--- = block (slump sheet), ---|---|--- = matrix.

第34図 高知県四万十帯北帯におけるメラランジェの放射虫時代。第1図の地点参照。
Figure 34. Radiolarian age of mélange in Shimanto Belt (Northern Belt) of Kochi Prefecture. See Fig. 1.

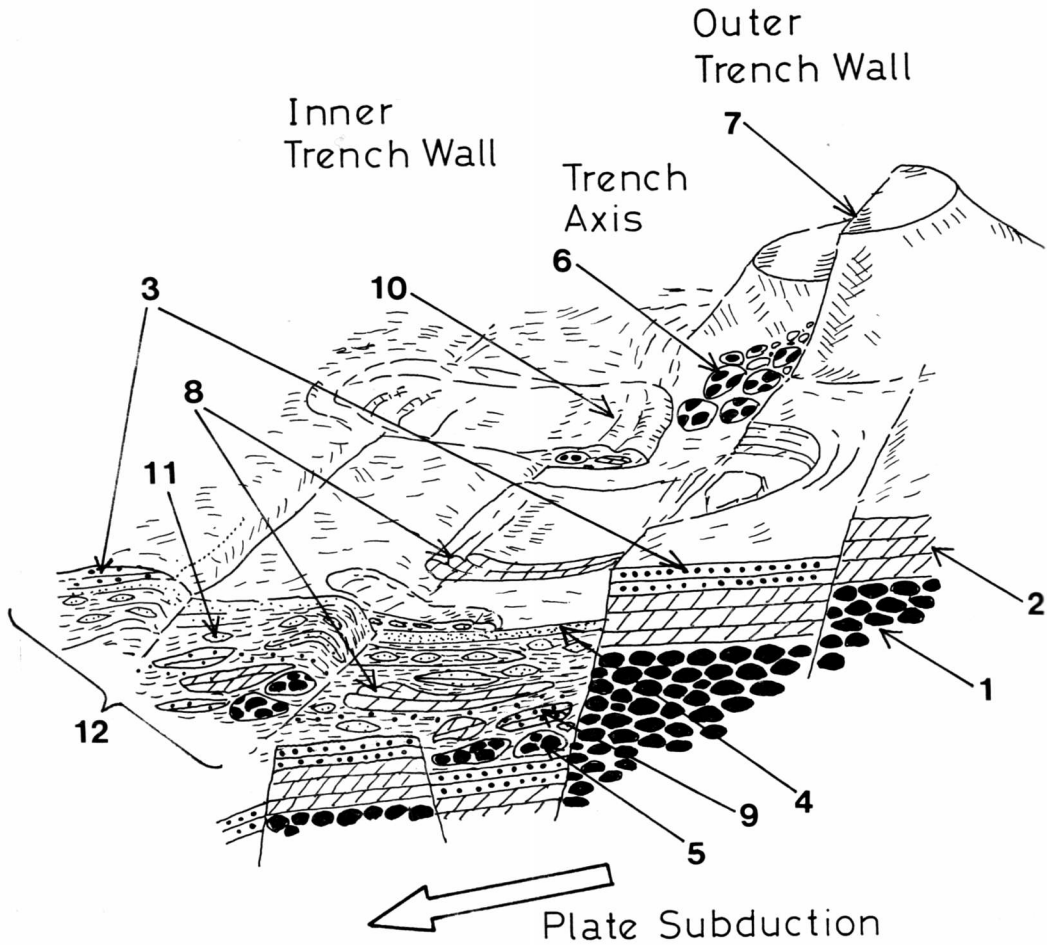
これらのことを考えると、海溝外側斜面ではプレートの断層破壊がおき、海洋地殻の一部や遠洋性堆積物の一部は、重力崩壊して、スライド・ブロックやスランプ・シートとなって海溝にすべり込むことが推定できる。またいったん海溝の陸源性物質に埋積された後に、さらに全体が重力崩壊をおこすことも考えられる。

このように海溝は、陸源物質と海洋プレート起源の物質が、堆積的に混合し得る場である。これらの“混合物”は、さらにプレートの沈み込み運動によって付加され、テクトナイズされていくであろう。

この様子を模式的に表わしたのが第35図である。メ

ランジェ中の緑色岩は海洋地殻あるいは、海山の“かけら”であり、チャートは、遠洋性堆積物の“切れはし”である。多色頁岩は、タービダイトの影響の少ない海溝の内側や外側斜面などにたまった半遠洋性堆積物であり、砂岩ブロックを含む碎屑岩類は、陸側からのオリストストロームであろう。

プレートに乗ってきた遠洋性堆積物は、うすく広がった“紙”のようなものである。これは、海溝にスランプ・シートとしてすべり込み、その際、一部は著しくスランプ褶曲するにちがいない。四万十帯にみられる層状チャートの産状は、以上のようなメカニズムで説明できよう。



第35図 メランジェの形成モデル

1. 海洋地殻を作る枕状熔岩
2. 遠洋性堆積物 (たとえばチャート)
3. 半遠洋性堆積物 (たとえば多色互層)
4. 海溝のタービダイト
5. 枕状熔岩のスライドブロックやスライドシート
6. 海山の崩壊物
7. 断層によって破壊された海山
8. 遠洋性堆積物のスランプシート
9. 半遠洋性堆積物のスランプシート
10. 付加物のスランプシート (再堆積メランジェ)
11. 陸源碎屑物のスライドブロック
12. 付加された「メランジェ」

Figure 35. Proposed model showing the processes of mélangé formation in trench.

1. Pillow lava in oceanic plate
2. Pelagic sediments (chert for examle)
3. Hemipelagic sediments (varicolored shale)
4. Trench turbidites
5. Slide blocks and slide sheets of pillow lava
6. Faulted seamount
7. Slumped sheet of pelagic sediments
8. Slumped sheet of hemipelagic sediments
9. Slumped sheet of accreted trench fill (resedimented mélangé)
10. Slide block of clastic sediments
11. Slide block of clastic sediments
12. Accreted trench fill (mélangé)

付加されたメランジュは、さらに再崩壊して堆積しなおすことも十分考えられる。このような再堆積メランジュは、もとのメランジュと類似しようが、区分してゆく必要がある。

5. メランジュから推定されるプレートの運動

手結メランジュのデータから当時のプレートの運動速度が推定できる。

手結では、オーテリビアンからパレミアンのチャートは、産状から察して、緑色岩とそれほど異ならない年代を示すと考えられる。一方マトリックスの年代であるコニアシアン～サントニアンを緑色岩が海溝にすべり込んだ年代とすると、その年代差約5000万年は、緑色岩が形成されてから海溝までにたどりつくの要した時間と考えることができる。

古地磁気データのデータは、緑色岩の形成場として一番遠方の場合には約南緯10°を示し、これは、当時の火山弧（西南日本内帯）から約5000 km 南方の位置である。したがってプレートの移動速度として、 ≤ 10 cm/yrを得る。

6. おわりに

本論文では、高知県四万十帯北帯のメランジュの岩相・時代・古地磁気の検討より、それが海溝で形成された海洋プレートの重力崩壊物と陸源物質の混合物の付加されたものである可能性を指摘した。

四万十帯のメランジュ中には、過去のプレート運動を復元する情報が含まれており、広い地域での同様な検討が望まれる。

引用文献

- BELLAICHE, G. 1980: Sedimentation and structure of the Izu-Ogasawara (Bonin) Trench off Tokyo: New lights on the results of a diving campaign with the Bathyscape "Archimede". *Earth and Planet. Sci. Letters*, 47, 124-130.
- CANN, J. R., 1969: Spilites from the Carlsberg Ridge, Indian Ocean. *J. Petrol.*, 10, 1-19.
- GUNN, B. M. and ROOBOL, M. J., 1977: Geochemistry of igneous rocks. *Initial Rep. DSDP*, 37, 735-755.
- Hsu, K. J., 1974: Mélanges and their distinction from olistostromes. in Dott, R. H. and Shaver, R. H (eds), *Modern and ancient geosynclinal sedimentation*, *SEPM Spec. Publ.* 19, 321-333.
- 甲藤次郎・田代正之・平朝彦・岡村真, 1980: 高知県須崎付近の生層位的研究と四万十帯北帯（白

系）の展望。地質ニュース, 309, 23-31.

木村敏雄, 1980: 日本列島—その形成に至るまで。第2巻下, 古今書院。

MAZZULLO, L. J. and BENICE, A. E., 1976: Abyssal tholeiites from DSDP Leg 34: The Nazca Plate. *J. Geophys. Res.*, 81, 4327-4351.

Mogi, A. and Nishizawa, K., 1980: Breakdown of a seamount on the bottom of the Japan Trench. *Proc. Jap. Acad.*, 56, Ser. B, 257-259

岡村真, 1980: 高知県四万十帯の放射虫化石。平朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学—甲藤教授還暦記念論文集一, 林野弘済会高知支部。

佐野弘好・勘米良亀齡・坂井卓, 1979: 四万十帯の緑色岩に伴う堆積物。地質雑, 85, 435-444.

SCHWELLER, W. J. and KULM, L. D., 1978: Extensional rupture of oceanic crust in the Chile Trench. *Marine Geol.*, 28, 271-291.

SUZUKI, T. and HADA, S., 1979: Cretaceous tectonic mélange of the Shimanto belt in Shikoku, *Japan Jour. Geol. Soc. Japan*, 85, 467-479.

平朝彦・甲藤次郎・田代正之・岡村真, 1980: 高知県四万十帯の地質とその起源。平朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学—甲藤教授還暦記念論文集一, 林野弘済会高知支部。

The Shipboard Scientific Party, 1977: Site 334, *Initial Rep. DSDP*, 37, 239-287.

土谷信之・坂井卓・勘米良亀齡, 1979: 九州耳川中流域における四万十帯緑色岩類の産状と岩石学的特徴。地質雑, 85, 445-454.

**Lithofacies and geologic age relationship within *mélange* zones
of Northern Shimanto Belt (Cretaceous), Kochi Prefecture, Japan**

Asahiko TAIRA*, Makoto OKAMURA*, Jiro KATTO*, Masayuki TASHIRO*,
Yasuji SAITO**, Kazuto KODAMA***, Mitsuo HASHIMOTO**, Tokiko CHIBA**,
Takahiro AOKI*

Abstract

The Shimanto Belt which fringes the outermost part of the southwest Japan is dominantly composed of flysch sediments, possibly deposited in a forearc setting. Within Cretaceous Shimanto Belt, there are several zones of chaotic rock masses in which greenstones, cherts and red, green and other multicolored fine-grained rocks occur, being surrounded by sheared shale in a complex manner. These zones, tentatively called "*mélange*", draw much attention in the recent history of Shimanto research.

In this study we have applied detailed radiolarian age determination to rocks of *mélange* facies in conjunction with lithological examination including thin section, X-ray and chemical analyses. At the same time, paleomagnetic measurements were also carried out to basaltic pillow lava.

In the *mélange* at Tei-Sumiyoshi area, east of Kochi City, radiolarian age analysis indicates that there is a distinct age contrast between detrital rock association and non-detrital one. The age of black shale, radiolaria rich siltstone and acidic tuff (these often occur as interbedded sequence called "vari-colored shale and siltstone") show Coniacian to Santonian while radiolarian chert and associated fine-grained red shale show Valanginian to Cenomanian age. The field observation indicates that the older rock masses such as chert occur as slump sheets or slide blocks surrounded by younger aged clastic sediments. The greenstones (mostly composed of basaltic pillow lava) also seem to be blocks embedded in detrital shale matrix. The age of basalt is not certain, however, the Valanginian to Hauterivian red chert is interbedded with basaltic tuff. This indicates that the basaltic eruption and chert formation may be more or less contemporaneous. Paleomagnetic measurements of pillow lava were conducted and bedding plane correction was made using hyaloclastite bedding and inter-pillow limestone lamination as original bedding plane. The stability of remanent magnetization was examined through conglomerate test as well as demagnetization test. The obtained paleolatitude is approximately $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ in absolute latitude indicating that the pillow basalt in *mélange* is allochthonous rock mass transported in a long distance.

The *mélange* zone in Awa-Ryoji area, west of Kochi City, reveals similar age-lithology relationship. In this area, the block to matrix relationship is quite obvious. The chert, siliceous fine-grained rock and basalt occur as blocks or slide sheets embedded in sheared dark gray shale. The age of blocks ranges from Valanginian to Turonian while the age of matrix is younger than it, possibly Coniacian. The matrix also occurs as thin seams within chert and chert to greenstone slide plane.

In other *mélange* zones, this age-lithology relationship is also confirmed. The data suggest that the *mélange* complex in the Cretaceous Shimanto Belt of Kochi Prefecture was initially formed as mass-transported deposits possibly in the trench. Pelagic sediments (for example chert), greenstones (possibly a part of oceanic crust or seamount) and hemipelagic sediments (for example varicolored shale and siltstone) were derived from outer trench wall where fault movement may have triggered gravitational failure. The mass movement of hemipelagic sediments and clastic sediments from inner trench wall contributed to the formation of "matrix". Thus in the trench, oceanic plate derived material and arc or continental margin derived material mixed depositionally making up initial chaotic trench fill sediments. This later was accreted and tectonized to the accretionally "basement" of the Shimanto Belt.

This model suggests that the pillow lava formed at 10° south (assuming Valanginian age) was subducted during Coniacian to Santonian time giving a plate convergence rate of about 10 cm/year at that time.

* Department of Geology, Kochi University, Kochi 780, Japan

** National Science Museum, Hyakunin-Cho, Shinjuku, Tokyo 160, Japan

***Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 133, Japan