

阿南市蕨石海岸のメランジュを 構成する付加堆積物と海底地すべり堆積物

地質班（地学団体研究会）

石田 啓祐^{1*} 鈴木 茂之² 山下 真司² 辻野 泰之³ 中尾 賢一³ 西山 賢一¹
橋本 寿夫⁴ 森江 孝志⁵

要旨：阿南市蕨石海岸の地層は、海洋プレートの海溝下への沈み込みの際に生じた剥ぎ取り付加作用や陸側斜面上部からの海底地すべりで断片化し、混在化したメランジュとしての特徴が際立っている。浅海陸域起源と遠洋起源の地層・岩石の混在化の過程と変形構造を解説した。また当地が、阿波釣法で有名な福村磯としての景勝地であるとともに、付加体メランジュならびに海底地すべり堆積物の全国的にも優れた観察地点であることを紹介し、筆者らのこれまでの調査結果と公表論文に基づき再考察した。

キーワード：付加体メランジュ、海底地すべり堆積物、蕨石海岸、秩父南帯、ジュラ紀-白亜紀初期付加体

1. はじめに

わが国の地盤は、その大部分がプレート沈み込み付加に伴い形成されているが、その形成過程や変形様式を観察できる地点は意外に限られている (Ishida et al., 2006など)。日本列島の形成に関わって、2011年には、徳島県の「坂州不整合」とともに、高知県の「五色ノ浜の横波メランジュ」ならびに「小鶴津の沖津メランジュ」が国の天然記念物に指定された (文化庁文化財部, 2011)。いずれも地球のプレート運動に伴う地層の変形やその背景となる地殻の変動が関与した事象であり、日本列島の成り立ちを知る上で重要な記念物とされている。

阿南市の蕨石海岸 (図1) は、阿波釣法の発祥の地「福村磯」として、釣りの愛好家には知られた、景観的にも優れた地磯である。波と飛沫で洗われた地層や岩石が連続する当地の海岸は、地質の観察に関しても絶好の条件が整っており、とくにプレート運動や海底地すべりによって、地層が断片化し、混在化した様子が詳細に観察できることがこれまでに紹介され、研究が進められてきた (石田, 1989)。

海岸に連続的に露出する地層には、構造的メランジュの特徴に加えて、付加後の海底地すべりに伴う地層の断片・混在化に至る各イベントに関与した堆積-変形構造が顕著に現れており、海底地すべりによるオリストストロームの変形の様子までもが識別できる。このように蕨石メランジュは、付加体表層部における一連の変形過程の進行の様子 (図2・3) が観察できる点で、全国的にも稀な、学術的にも、景観的にも優れた観察地点であり、阿波釣法発祥の地「福村磯」としても親しまれているので紹介する。

蕨石海岸の地質に関しては、石田 (1989) が報告して以来、石田ほか (2011)、鈴木ほか (2012)、山下ほか (2012) が構造変形の詳細を調査報告しており、その特色は、国際会議 (中国, インド, オーストリア: Ishida et al., 2005, 2007, 2012) でも紹介されている。

2. メランジュとオリストストローム

メランジュとは本来、海洋プレートが海溝で、陸側の地下に沈み込む際に、海洋プレートとともにはるばる移動してきたチャートなど大洋底の地層や、

1 徳島大学大学院SAS研究部 2 岡山大学理学部地球科学教室 3 徳島県立博物館 4 鳴門市立第一中学校
5 那賀町立相生中学校 * 770-8502 徳島市南常三島町 1-1 ishidak@tokushima-u.ac.jp

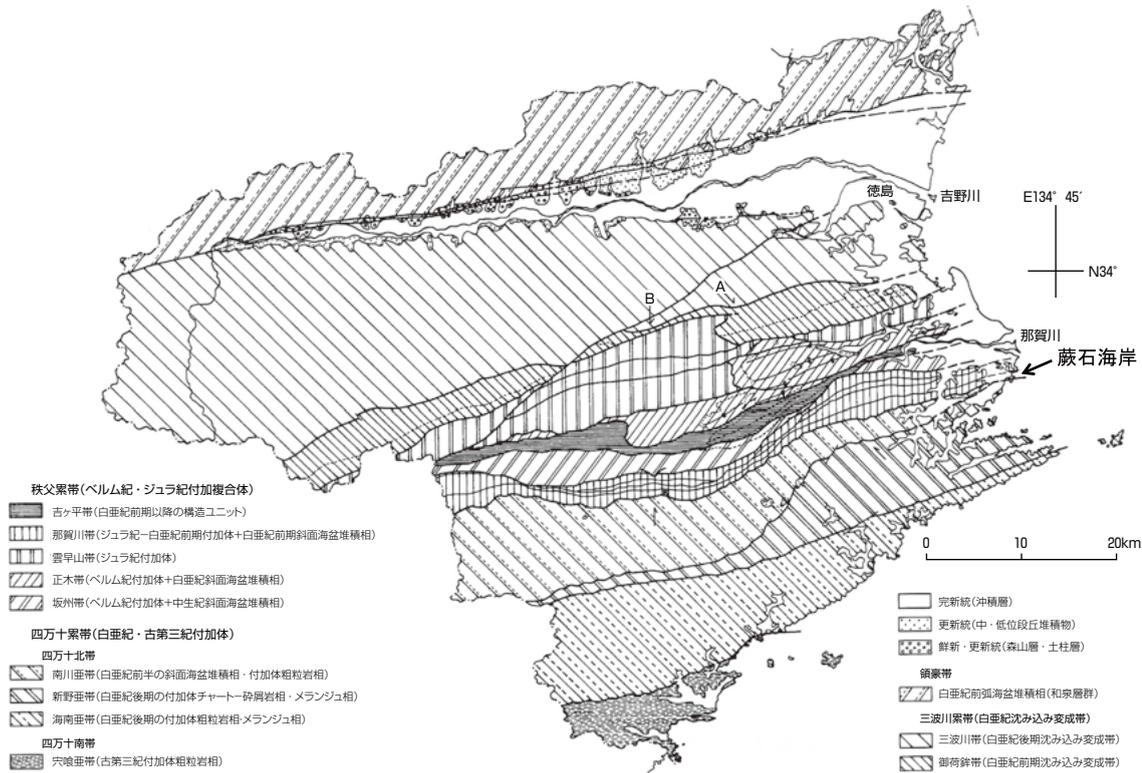


図1 徳島県の地質概要と蕨石海岸の位置 (石田, 2002)

地形的に突出した海底火山体とその頂部に形成されたサンゴ礁の石灰岩などがはぎ取られ、同時に、陸側から海溝へ流れ込んできた砂泥など陸源の堆積物とともに、変形・断片化して、混在化し、陸側の地下にくさび状に付け加わった地質ユニットとされる(Hsu, 1968など)。実際の付加体には、プレート運動による初生的なメランジュだけではなく、その後の発達段階における様々な成因の混在岩相が存在することが知られていることから、付加体を構成する混在岩相は、成因を問わず記載的に、広い意味で、メランジュと呼ばれている(Raymond, 1984など)。

海底地すべりは、海溝に至る陸側斜面上で、水を含んだ未固結の地層などが、重力の作用で、斜面を地すべり体として移動する現象である。海底地すべり堆積物はメランジュ同様に、地層は変形と断片化が著しく、流動変形した基質に、大小様々な岩塊が混在した特徴を示す。付加体においては、プレート沈み込みによる新たな付加体の底付け成長とともに、地形的には海溝陸側斜面が発達し、隆起することとなる。その際、付加ユニットの境界は、低角度の逆断層(衝上断層)で、先に付加したユニットが、後から付け加わったユニットの上位にせり上がる

(衝上する)こととなる。衝上したユニットの先端は、海溝陸側斜面を構成する海底で崩壊し、重力により海底地すべりを誘発し、混在岩相を形成することになる。このような、衝上体の前面で、重力崩壊により形成される混在岩体をオリストストロームと呼ぶ(Abbate et al, 1970)。

プレート沈み込み付加によるメランジュと、衝上する付加体ナップ(衝上断層で画された地質体)の先端で重力崩壊により生じた海底地すべり堆積物であるオリストストロームとは、プレート運動—付加体形成過程における重要なできごとを物語る両極である。同時に、付加体形成における一連の堆積—構造変形サイクルの特定の発達段階を特徴づける現象でもある。それらを特定し、メランジュの発達段階を識別することは、付加体の形成履歴や発達過程の解明にとって極めて重要な課題とされている(Raymond, 1984; Cowan, 1985など)。

プレート沈み込みによる構造的メランジュと、海底地すべり堆積物、さらには付加体メランジュ起源の海底地すべり堆積物であるオリストストロームの識別のためには、ユニットを構成する岩塊と基質の地層の種類や、それらの詳細な年代、変形に際して

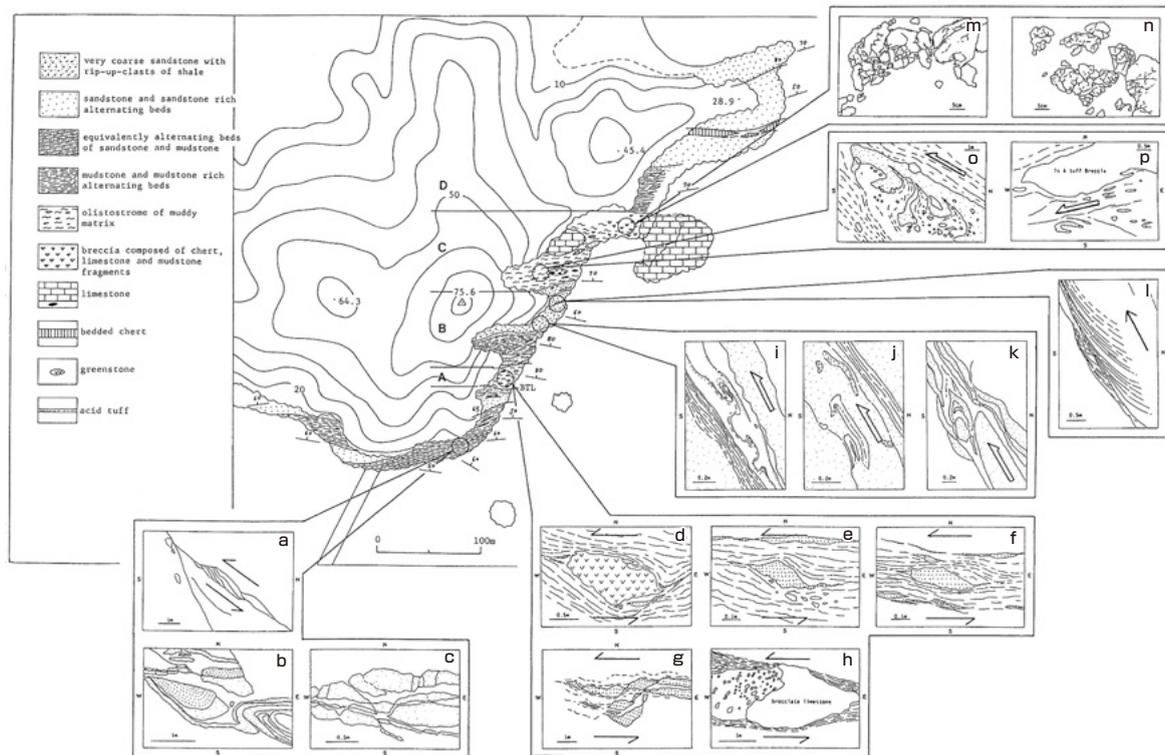


図2 蕨石海岸の層序—構造ユニットと堆積—変形構造 (石田, 1989)

働いた力の方向や、両者に区別的な変形構造の識別、地層が断片化し岩塊に至るまでの変形過程、変形以前の地層の本来の重なり（層序）とそれらの地層が形成された環境（堆積環境）などを解明し、総合的に判断する必要がある（石田, 1989; Ishida et al., 2012）。

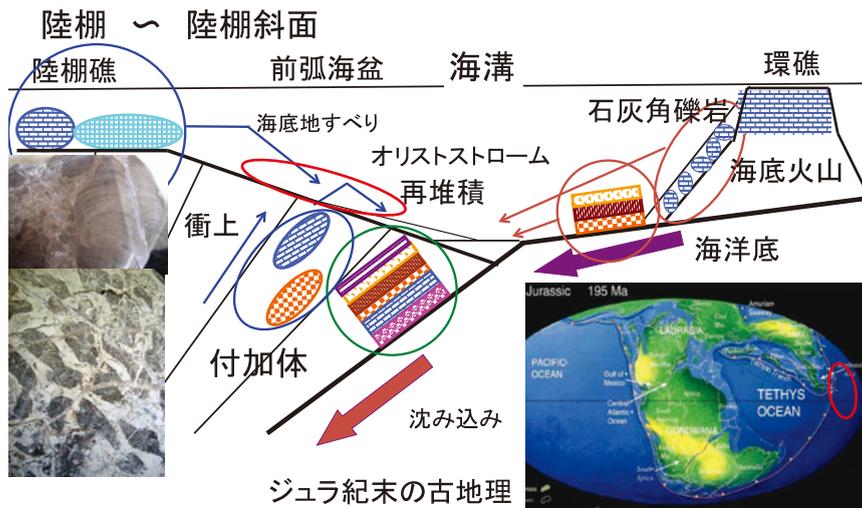
このようなメランジュ研究の観点から、蕨石海岸のメランジュは、遠洋起源と浅海陸域の地層・岩石が、プレート運動により断片化し混在化した付加体メランジュ相としての特徴が際立っていることに加えて、海底地すべりによる変形を伴っていることが注目されてきた（石田, 1989）。また地層の構成と変形に関するその後の研究の進展によって、蕨石メランジュの形成には、少なくとも3段階の要因が関与している。第一に海洋プレートの沈み込み付加に伴う初生的メランジュの形成段階（中生代白亜紀初期の秩父帯付加体形成末期）、第二に陸側斜面上部からの海底地すべり—土石流堆積物の供給によるオリストストロームの形成段階（白亜紀前期、四万十帯付加体形成初期）、第三にプレート斜め沈み込みに伴う仏像構造線断層（BTL）に沿った左横ずれ変形（白亜紀後期以降の四万十帯付加体発達期）で

ある。これら一連のメランジュ形成は、アジア大陸南東縁に沿った海溝陸側斜面下部での堆積と変形によるものと解析された（Ishida et al., 2012）。

3. 地質概説

阿南市蕨石海岸は、北の脇漁港の北側に隣接し、その北は淡島海岸の砂浜へと続く。蕨石海岸は、地形学的には、大湊平野に孤立する小山塊が紀伊水道に面した磯浜となるものであり、地質学的には、秩父南帯とその南に位置する四万十北帯に相当し、仏像構造線が両帯の境界を画する。地質学的に見た当地の西方延長は、津乃峰山塊の南側斜面に相当し、仏像構造線より北側に位置する秩父南帯のジュラ紀—白亜紀初期付加体が、南側に位置する四万十北帯の白亜紀付加体に対してせり上がった（衝上した）ことにより、斜面地形が形成されている（石田, 1987）。

蕨石海岸の地質を詳しく見ると、仏像構造線より南側には、四万十北帯の新野亜帯に属する谷山累層北部の砂岩泥岩互層タービダイトが分布する。津乃峰山塊と西方地域で仏像構造線の南に沿って分布する南川亜帯の地層群は、構造的斜交性が大きいため、



【形成環境】津乃峰垂帯の付加帯要素はジュラ紀末-白亜紀初期のメランジュ相であり、それを被覆する前弧海盆堆積相に、先行付加した海洋島起源の石灰岩塊と陸棚礁成石灰岩が共にオリストリスとして混在する。両者はいずれも混在岩相であるが、その起源や形成のメカニズムと時期が異なるユニットが層序的に接している。

図3 付加体の成長と海洋起源・陸源物質の再堆積モデル (Ishida et al., 2011)

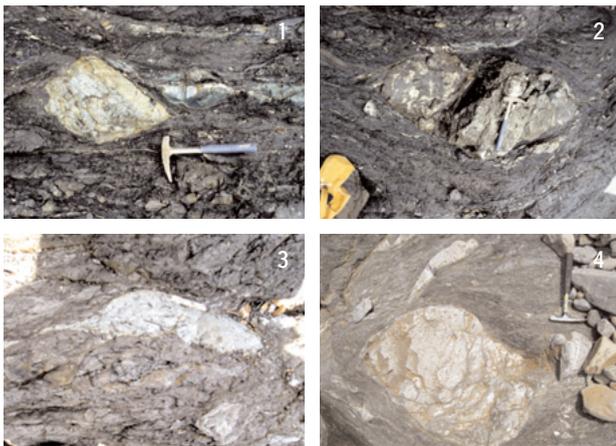


写真1-4 非対称剪断変形岩塊 (ユニットA).
1, 3: 酸性凝灰岩(左上, 右下), 2: 玄武岩(右上), 4: 砂岩(右下)

本海岸地域には分布せず、さらにその南に位置する新野垂帯の地層群が仏像構造線に直接する(図1)。

当海岸における仏像構造線以北の地質体は、南から北へ、ユニットA, B, C, Dに区分される(石田, 1989)。ユニットA-Cは、秩父南帯那賀川帯の津乃峰垂帯に帰属する付加体メランジュ相と海底地すべり堆積相で特徴づけられるのに対して、ユニットDは北接する太竜寺垂帯の付加体チャート-碎屑岩相に属する(石田, 1989, 2002)。

4. 構造-層序ユニットと堆積-変形構造

藤石海岸の地層ならびに各ユニットの境界は、全般に東西走向で、北に高角度で傾斜する。

(1) 四万十北帯

新野垂帯に属する谷山累層北部の砂岩泥岩互層タービダイトが分布する。砂岩泥岩等量互層を主とするタービダイトからなり、泥岩は凝灰質である。未固結時変形その他、単層単位での小規模なデュープレックス(多重階層構造)が見られ北から南への衝上を特徴づける(図2, a)。砂岩泥岩等量互層の上位には粗粒の塊状砂岩層が重なる。

(2) 仏像構造線

当地の仏像構造線相当の断層面は、東西走向で80° S傾斜を示す(図2: BTL)。南側に直接する四万十帯の塊状砂岩は幅30 mにわたって破碎されており、ローモンタイトの細脈を伴う。

(3) 秩父南帯

1) ユニットA

泥岩基質に、玄武岩、石灰岩、珪質酸性凝灰岩の岩塊が伴う付加体メランジュ相である。玄武岩・石灰岩からなる硬質岩塊の周囲には剪断変形に伴う非対称なプレッシャーシャドウが顕著に見られ、左横ずれセンスである(図2, d, e, f, h; 写真1-4)。基質は本来、酸性凝灰岩と砂岩の細互層を挟在する泥岩優勢互層であったものが、非対称剪断運動により、断片化し、砂岩や酸性凝灰岩は岩塊化し、泥岩は流動変形し基質を生じた様子が観察できる(図2, g)。四万十帯の付加体成長期である白亜紀後期～



写真5 剥離泥岩片の多い砂岩層
(ユニットB上部)



写真6 砂岩層の斜交層理とアマルガメーション
(ユニットB上部)



写真7 ユニットBとCの境界部
(ユニットB最上部に含まれる石灰岩塊)

古第三紀に、仏像構造線に沿って生じた左横ずれ運動に伴い非対称剪断変形が形成されたものと考えられる。四国東部における秩父南帯（那賀川帯）の津乃峰亜帯に帰属する付加体メランジュ相である。基質の泥岩、酸性凝灰岩からは白亜紀前期（ネオコミアン後期）の放散虫群集が産する（石田，1989）。

2) ユニットB

下半部は砂岩泥岩等量互層を主とするタービダイトからなり、上半部はアマルガメーション（部分剝削による合体）が顕著な極粗粒砂岩層からなる。砂岩泥岩互層部には、南方に傾倒したフレーム（火炎）構造（図2，i）や剥離泥岩の流動褶曲（図2，j），地すべり変形（図2，k）などが観察できる。また極粗粒の砂岩層は、剥離泥岩片を多量に含み（写真5），アマルガメーションが顕著で、南方へ向かう

規模の大きな斜交層理（図2，l；写真6）が顕著なことから、海溝陸側斜面を流下したタービダイトが、堆積と上部の細粒部の剝削を繰り返しながら形成されたと推察する。那賀川帯の津乃峰亜帯に帰属し、付加体メランジュ相を被覆する海溝充填粗粒堆積相とみなされ、海底扇状地的な堆積環境で形成されたと考えられる。上位のユニットCを構成する海底地すべり堆積物の形成に先立って、ユニットB最上部の粗粒砂岩中には、石灰岩塊が先行的に伴う（写真7）。

3) ユニットC

ユニットCは砂泥質～凝灰質な基質からなり、大小さまざまなスケールと岩質の石灰岩塊、チャート岩塊、玄武岩塊、泥岩塊が混在する（写真8）。石灰岩塊の最大径は数10mを超える。下位のユニットBとは堆積関係にあり、石灰岩塊を散在的に伴うユニットBの軽微な浸食面を覆って、ユニットCが堆積する（写真7）。石灰岩塊には、以下の各種が見られる。最も多いのは、海洋プレートの移動とともに古太平洋の低緯度熱帯海域からもたらされた三畳紀後期の遠洋性石灰岩塊であり、岩塊内にしばしばリボン状のチャートを伴う（写真9・10）。また石灰質岩塊には、凝灰質基質の石灰角礫岩の他、長石・石英粒を主とする陸源碎屑性砂岩基質の石灰角礫岩（写真11-13）や、石灰岩と泥灰岩の細互層からなる円磨された岩塊（写真14，15）がある。凝灰質基質のものは、三畳系の石灰岩角礫と若干のチャート角礫や玄武岩片から構成され、海洋プレート状の海底火山周辺海域で礁の崩壊とともに形成されたと推察される。一方、長石・石英粒を主とする陸源碎屑性砂岩基質の石灰角礫岩（写真11-13）や、石灰岩と



写真8 ユニットCの海底地すべり堆積物全景



写真9・10 ユニットCの遠洋性岩塊（ユニットC）

9：チャートと石灰岩の角礫からなる岩塊は石灰質基質
10：チャートと酸性凝灰岩の褶曲互層からなる岩塊

泥灰岩の細互層からなる円磨された岩塊（写真14, 15）は、海洋プレートの沈み込みに伴い、表層部の海底火山体玄武岩や頂部の三疊紀遠洋性石灰岩体がチャートとともにはぎ取り付加されたものが、陸側斜面で再び浸食されて陸源碎屑性の砂岩基質とともに角礫岩となったものが、海底地すべりに伴って再び角礫岩塊として当ユニットにもたらされた経緯が伺える。最後の石灰岩と泥灰岩の細互層からなる岩塊は、津乃峰山塊で付加体メランジュ相（久井谷層）を層序的に覆う斜面堆積相である嵐谷層の主な堆積物（写真22左）であり、泥灰岩には同様に海綿の骨針が多量に含まれる。また当地帯の西方延長で津乃峰山塊に分布する斜面堆積相の嵐谷層には、陸棚礁性の鳥巢式石灰岩塊（写真22右上）が含まれ、ジュラ紀末～白亜紀初期の放散虫が産する（石田ほか, 2011）。基質の泥岩からは、白亜紀前期（ネオ

コミアン後期）の放散虫群集が産する（石田ほか, 2004, 2011）。

次に、三疊紀の石灰岩塊を見ると、岩塊内部にクモの巣状の割れ目が顕著に見られ、基質の泥や火山灰が割れ目に沿って内部へと注入し、これに伴い、岩塊が碎片へと断片化する様子がユニット内で普遍的に観察できる（写真16-21）。三疊紀後期のユニットCの砂泥基質には、先端が南方へ傾倒した大規模な火炎状構造が見られ（図2, m）、地すべり岩体の海溝陸側斜面下部方向への流動を示唆する。当ユニットの西方延長である津乃峰山塊からは、国会議事堂に使用されている大理石「答島」（口絵写真9）が有名であるが、三疊紀後期のコノドント *Ancyrogondolella spatulata* を産する遠洋性の石灰岩体であり、クモの巣状の黒い細脈が顕著であり（写真22右下）、当ユニットの地すべり岩体と同様の変形例である。



写真11-13 陸源碎屑性砂岩基質の石灰角礫岩塊（ユニットC）。級化が見られ（右）、基質は長石・石英粒子に富む砂岩

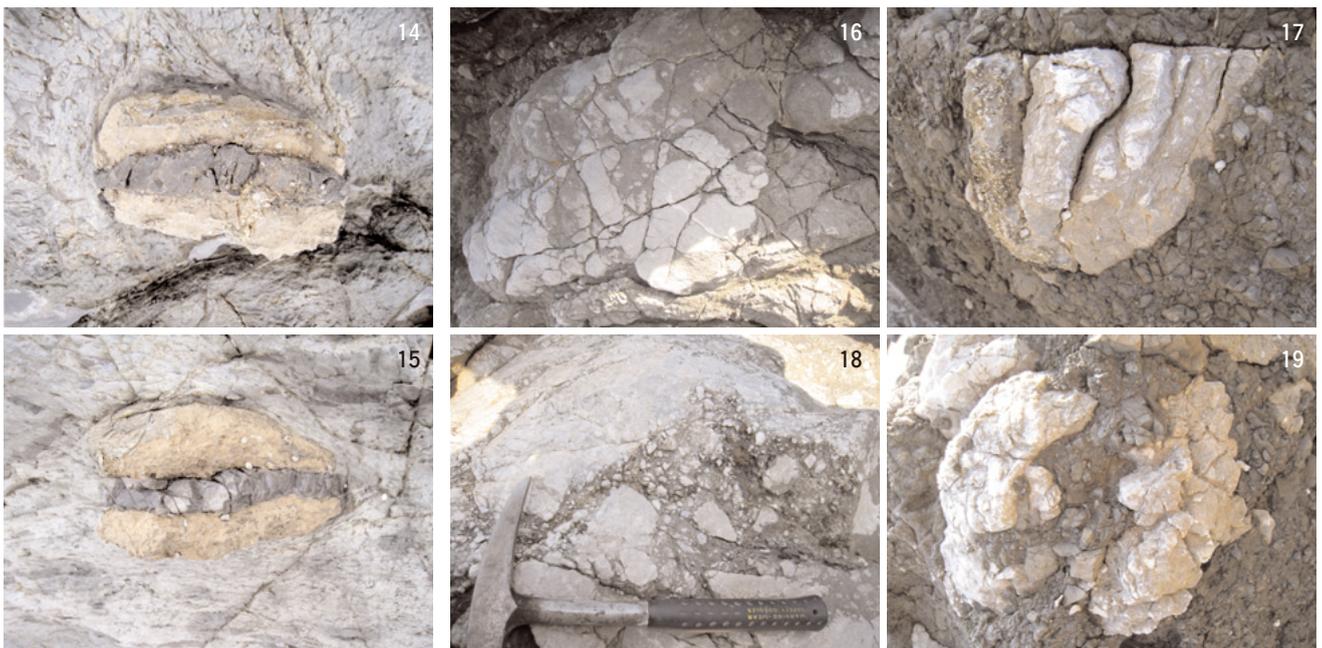


写真14, 15 石灰岩泥灰岩互層の円磨された礫岩塊（ユニットC）

写真16-19 遠洋性石灰岩体の断片化と泥質・凝灰質基質の注入（ユニットC）

以上のことから、本ユニットCの形成履歴は、三疊紀後期に海洋プレートの沈み込み付加が進行し、ジュラ紀—白亜紀初期付加体が形成され、成長し、白亜紀前期に新たな付加が進行する過程で、海溝陸側斜面が押し上げられ、いったん付加した遠洋性の三疊紀石灰岩、チャート、玄武岩が浸食され、陸棚的な浅海環境のもとで、陸源碎屑性の砂岩とともに石灰角礫岩を形成したと推察される。同時期に陸棚上では礁性石灰岩である鳥巢式石灰岩が堆積し、陸棚斜面の堆積相では石灰岩と泥灰岩の互層が堆積したと推察される。付加体の更なる成長に伴う付加ユニットの衝上運動や隆起に伴って、陸側斜面が不安定となる時期には、これらが再び海底地すべりを生じ、陸側斜面の下部から海溝へと、一部は崩壊しながら土石流堆積物とともに移動して形成された地質体と推察される(図3)。ユニットCは津乃峰亜帯に帰属する付加体海溝充填粗粒岩相と一連の海底地すべり堆積相で特徴づけられる。

4) ユニットD

当ユニットは、四国東部の秩父南帯のうち、太竜寺亜帯の付加体チャート—碎屑岩相に属する(石田,

1989; 2002)。ユニットCに北接して、下部の泥岩勝ち砂岩泥岩互層から、上部の砂岩優勢タービダイト層へと連続し、その構造的上位には、先行付加した層状チャートから始まるユニットが重なる。下部の泥岩優勢互層からは、白亜紀前期(ネオコミアン後期)の放散虫群集が産する(石田, 1989)。

5. おわりに

蕨石海岸は、室戸阿南国定公園にも属し、阿波釣法発祥の地「福村磯」としても親しまれていることに加えて、蕨石海岸のメランジュに見られる以下の地質学的な特色は、メランジュ研究の学術的価値とともに、他との比較の上で景観的にも、地質鉱物関連文化財としての価値が十分あると期待できることから、本報告書において紹介した。

- 1) 蕨石海岸のメランジュは、付加体表層部における一連の付加体発達過程の進行の様子が観察できる点で、全国的にも稀な、学術的にも景観的にも優れた観察地点である。
- 2) とくに、海岸に連続的に露出する地層には、構造的メランジュの特徴に加えて、付加体発達段階の各イベントに関与した堆積—変形構造が顕著に現れており、遠洋起源と浅海陸域の地層・岩石が、



写真20-21 遠洋性石灰岩体の断片化と泥質・凝灰質基質の注入(ユニットC)



【前弧海盆堆積相】嵐谷層は、石灰質砂岩と泥灰岩の互層から成り、海綿骨針を多産する(左)。(右)は嵐谷層に含まれる岩塊各種。津乃峰山塊にて(石田ほか, 2010)



写真22 嵐谷層の石灰岩泥灰岩互層(左)に含まれるジュラ紀末—白亜紀初期鳥巢式陸棚礁性石灰岩(右上2枚)と、クモの巣状細脈が顕著な三疊紀後期遠洋性の「答島」大理石(右下)(阿南市東分)

プレート運動により断片化し混在化した付加体メランジュ相としての特徴が際立っている。さらに付加岩体の衝上により発生した海底地すべりによるオリストストロームの変形の様子までもが識別できる。

- 3) メランジュの形成には、海洋プレートの沈み込み付加に伴う初生的メランジュの形成段階（中生代白亜紀初期の秩父帯付加体形成末期）、陸側斜面上部からの海底地すべり—土石流堆積物の供給によるオリストストロームの形成段階（白亜紀前期、四万十帯付加体形成初期）、プレート斜め沈み込みに伴う仏像構造線断層に沿った左横ずれ変形（白亜紀後期以降の四万十帯付加体発達期）が関与している。これらはアジア大陸南東縁に沿った海溝陸側斜面下部での堆積と変形による。

謝辞

徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部の山本裕史准教授には、原稿を査読していただき、有益な助言を頂いた。記して御礼申し上げます。

文献

- Abbate, E., Bortolotti, V. and Passerini, P., 1970, Olistostromes and olistoliths. *Sediment. Geol.*, 4, 521–557.
- 文化庁文化財部（監）、2011, 坂州不整合、五色ノ浜の横波メランジュ、小鶴津の興津メランジュ及びシュードタキライト。月刊文化財, No.569, 16–20.
- Cowan, D.S., 1985, Structural styles in Mesozoic and Cenozoic melanges in the western Cordillera of North America, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96, 451–462.
- Hsu, K.J., 1968, Principles of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox: *Geological Society of America Bulletin*, 79, 1063–1074.
- 石田啓祐, 1987, 四国東部秩父累帯の地質学的・微化石年代学的研究。徳島大学教養部紀要（自然科学）, 20, 47–121.
- 石田啓祐, 1989, メランジュの堆積時および後堆積時の中視的変形構造に関する一解析 —四国東部秩父累帯南帯の例—。構造地質（構造地質研究会誌）, No.34, 95–109.
- 石田啓祐, 2002, 徳島県の地盤。日本の地盤 連載38, 地質と調査, No. 3, 28–35.
- 石田啓祐, 鈴木茂之, 山下真司, 2011, 四国東端蔵石海岸の秩父南帯白亜紀前期付加コンプレックスと前弧海盆堆積物。日本地質学会第118年学術大会講演要旨, 118, 93, 9月, 水戸。
- 石田啓祐, 吉岡美穂, 岡本治香, 難波重里子, 中尾賢一, 香西武, 2004, 徳島県産国会議事堂大理石の研究—その1。産地と地質概要—, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 18, 15–23.
- Ishida, K., Kozai, T. and Hirsch, F., 2005, The Jurassic System in SW Japan: a report on recent research. *Abstracts for International Symposium on the Jurassic Boundary Events -The First Symposium of IGCP 506*, 30–31, Nanjing (China) .
- Ishida, K., Kozai, T. and Hirsch, F., 2006, The Jurassic System in SW Japan: review of recent research. *Progress in Natural Science: Materials International*, 16 (13) . 51–61.
- Ishida, K., Suzuki S. and Yamashita, S., 2012, The Warabeishi Complex: Origin and criteria for the accretionary melange and overlying olistostrome in Sambosan Belt, SW Japan. *Abstracts of 29th IAS Meeting of Sedimentology. Theme 8: Hazards, events, climate signatures T8 S1 Mass-transport deposits, olistostromes and mélange formation in modern and ancient continental margins, and associated natural hazards*, 421, Schladming (Austria).
- Ishida, K., Yoshioka, M., Hirsch, F. and Kozai, T., 2007, The Trench-type melange of "Sambosan": An example of Permian - earliest Cretaceous ocean stratigraphy in the southernmost Chichibu Superbelt accretionary complex of SW Japan. *Abstract Volume of Third International Symposium IGCP-516*, 59–62, Delhi (India).
- Raymond, L.A., 1984, *Melanges: Their Nature, Origin, and Significance*. Geological Society of America, U.S.A., Special Paper 198, 1–169.
- 鈴木茂之, 石田啓祐, 山下真司, 2012, 四国東部秩父累帯南帯付加体の微細変形構造。日本地質学会第119年学術大会講演要旨, 262, 9月, 水戸。
- 山下真司, 2014, 徳島県東部に分布する秩父累帯南縁付加体堆積物の地質構造。岡山大学大学院自然科学研究科修士論文, 36pp.
- 山下真司, 石田啓祐, 鈴木茂之, 2012, 徳島県阿南市蔵石海岸に分布する秩父累帯南縁メランジュの地質構造。日本地質学会第119年学術大会講演要旨, 119, 261, 9月, 水戸。

Accretionary mélange and olistostrome of the Warabe-ishi, southernmost Chichibu Zone, Shikoku, SW Japan: as one of the best view points of mélanges

ISHIDA Keisuke*, SUZUKI Shigeyuki, YAMASHITA Shinji, TSUJINO Yasuyuki, NAKAO Ken-ichi, NISHIYAMA Ken-ichi, HASHIMOTO Hisao, MORIE Takashi.

* 1-1 Minamijosanjima, Tokushima, 770-8502 JAPAN

Proceedings of Awagakkai, No.60 (2015), pp.187–194.