

竜串・イン・ザ・ワールド

～四万十帯における浅海堆積相モデル～

甲 藤 次 郎 (元 所 員 現 高 知 大 学) 平 朝 彦 (高 知 大 学)

はじめに

四国西南部の足摺宇和海国立公園(昭和47年11月10日指定)の見せ場は 東の足摺岬と西の大堂海岸並びにその中央部に位置する竜串である(第1図)。 前二者は海食崖を主とする男性的な海岸美を誇り 竜串周辺は手頃な磯と砂浜に恵まれた女性的な海岸である。

土佐清水から竜串にいたる海岸には 厚い砕屑性堆積岩が露出し 下部から上部へ 岩相が泥岩相・砂泥互層相・砂岩相と連続的に変化しているのが観察される(第

2図)。 このうち 竜串から千尋岬にいたる海岸(写真1)には 激しい風や波浪による浸食作用によって特徴的な蜂ノ巣構造(写真2)をはじめとする幻想的な岩石の造形美を創りだし それらのいわゆる奇岩奇勝が人目を楽しませている。 奇岩奇勝と呼ばれるものには 竜串の比較的狭い限られた海食台の周辺に 僧正の後姿石・竜の骨・大竹小竹・かぶと石・しぼり幕(写真19)・らんま石(写真20)・親子地藏・花瓶石・月の出上り天人の舞台石・竜の玉・竜門のタキと鯉石・矢盾石・千畳敷と違い棚

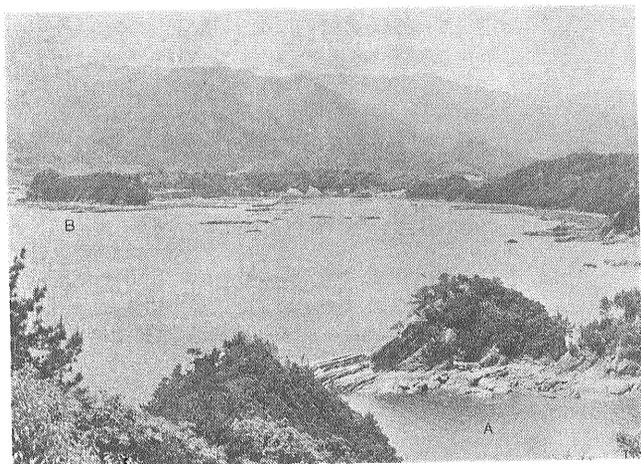
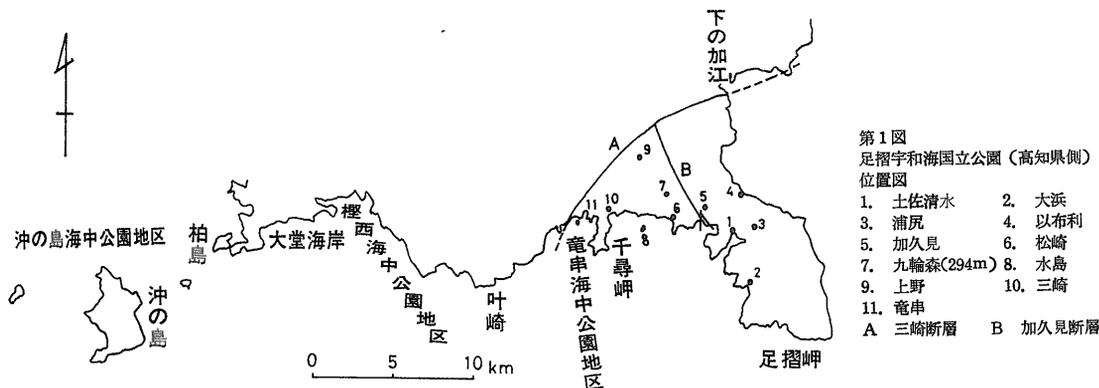


写真1 見残し展望台から竜串を望む(A:見残し湾 B:竜串 竜串背後の地形の急変するところを三崎断層が通る)

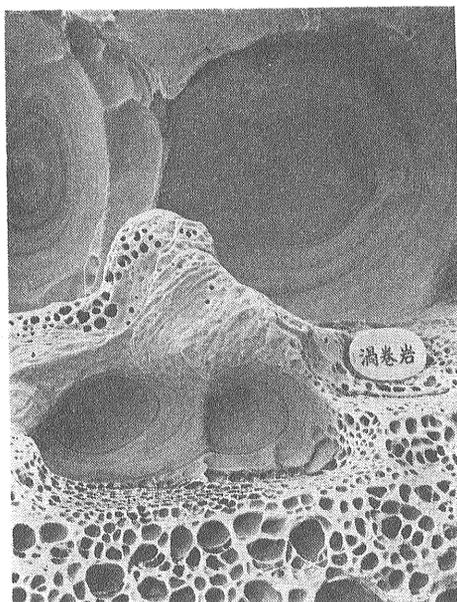
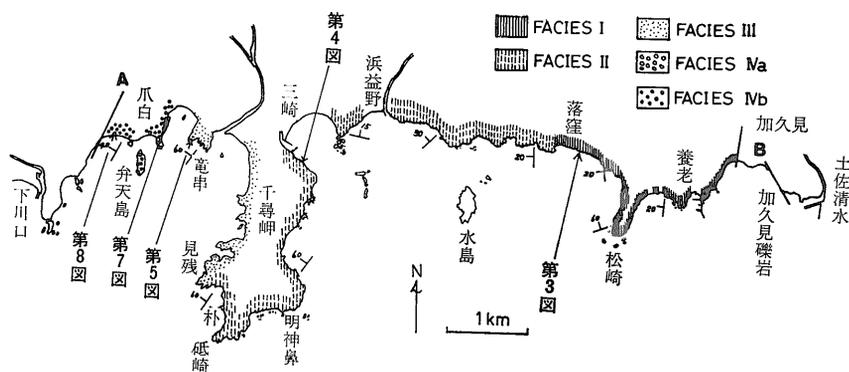


写真2 見残し(竜串層)の蜂ノ巣構造



第2図
土佐清水—竜串間の堆積相
分布図
第3・4・5・7・8図に示した
柱状図の地点も示してある。
FACIES (堆積相)の説明は第1表を参照
A 三崎断層
B 加久見断層

・鯉のタキ登りなどが知られており また千尋岬にもこれに類するいろいろの名所があるが 竜串に比べ 岩石の造形美がキングサイズであり 前者とまた異なる趣を呈している。

また竜串と千尋岬間には 観光船が通じ約10分の距離にあるが その間の礁や見残し湾には造礁サンゴの群落が見られ 竜串海中公園地区に指定されている。 また竜串・見残しには 見事な堆積構造や生痕化石が多く認められ この付近はまさに他に類をみない自然地質博物館そのものである。

土佐清水から竜串にいたる地域は 謎の時代未詳層群と呼ばれてきた広大な四万十帯の一隅をしめる。 その研究史は古いが 本地域の地質学的位置をまず明らかにしたのは鈴木達夫 (1938) であろう。

鈴木によれば 足摺半島部から竜串にわたる比較的狭少な地域を 下位から大浜層 (白亜〜ジュラ系?)・浦尻層 (同)・以布利層 (同)・九輪森統 (松崎層・水嶋層 第三系〜白亜系) および三崎層 (第三系古期) に細分した。 またこれらの地層群の北西側は 三崎断層によって 四国西南部の広大な面積をしめる四万十統 (ジュラ系) と接すると考えた。

甲藤 (1960・1961) は 高知県地質鉱産図において 前述の三崎断層南東側の鈴木 (1938) によって細分された地層群を整理して 三崎層 (漸新統) と室戸層に対比される清水層 (始新統〜漸新統) に分けた。

その後甲藤 (1977) は 本誌 270 号で 土佐清水市加久見を西北—南西に走る加久見断層並びに特異な加久見礫岩について報告し 加久見〜養老〜落窪〜下益野にわたる海岸線に模式的に露出する地層群は 中新統であろうと述べた (第2図参照)。 現在 足摺岬からこれらの地域にわたる地質については再検討中である。

三崎層は 西側では爪白を東北—西南に走る三崎断層

によって来栖野層 (漸新統) と接する (第2図参照)。

また三崎層の東側は 鈴木 (1938) によれば水嶋層と断層で接するとされているが 断層関係ではなく漸移している。 したがって 三崎断層と加久見断層にはさまれた海岸線に露出する地層群は一連のものと考えられるので ここに筆者らは下部の泥岩を主体とする部分を養老層 中部の砂泥互層部を浜益野層 上部を竜串層と仮称し 以上の三層を合わせて三崎層群と仮称する。 これらの仮称した地層群については 別途記載の予定である。

第2図において 養老層は後述の堆積相 I に相当し 鈴木 (1938) の松崎層とほぼ一致し 浜益野層は堆積相 II に相当し 鈴木 (1938) の水嶋層にほぼ一致する。 竜串層は堆積相 III および IV に相当し 鈴木 (1938) および甲藤 (1960) の三崎層にほぼ一致する。

以上の三崎層群は 3000m以上の層厚をもち (養老層 : 1000m+ 浜益野層 : 1200m 竜串層1000m+) 全体として上方粗粒化 (coarsening upward) の傾向を示す。

三崎層群の古生物学的検討

従来 三崎層群からの化石の報告は数少ないが 比較的貝化石を多産する竜串層の地質時代は 上野 (位置は第1図参照) から産する化石 (甲藤 1961) を再検討した結果 漸新世ではなく中新世と考える (写真3)。

上野 (竜串層) 産主要化石

- Anadara* sp.
- Striarca* sp.
- Aequiptecten* cf. *kyushuensis* (Nagao)
- Chlamys misakiensis* Katto
- Clementia tosaensis* Katto
- Costacallista shikokuensis* Katto
- Cuspidaria yabei* Katto
- Cancellaria kochiensis* Katto

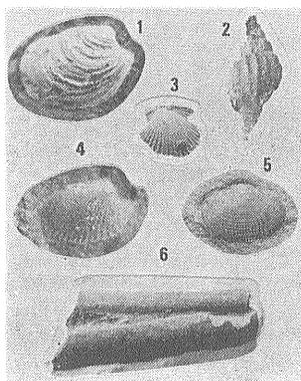


写真3
竜串層(上野)産の貝化石
1. *Clementia (Egesta) tosaensis* Katto
2. *Cancellaria kochiensis* Katto
3. *Chlamys misakiensis* Katto
4. *Cuspidaria yabei* Katto
5. *Costacallista shikokuensis* Katto
6. *Solen cf. connectens* Oyama

また下記の植物化石を産するが(甲藤 1952) 故遠藤誠道博士によればこれらは中新世を示すようである。

- Quercus* sp. (*Q. cf. acuta*?)
- Quercus* sp. (*Q. cf. glauca*?)
- Cinnamomum* sp.
- Dryophyllum*? sp.

その他の珍しい化石としてはヒトデを産する(甲藤 1952)。

またその後 本地域の爪白(第2図参照)から下記の化石が溝淵富弘氏によって採集され 研究資料として提供をうけたのでここに付記する。

- 爪白(竜串層)産化石
- "*Tellina*" cf. *maxima* Nagao
- Caryocorbula* sp.
- Varicorbula* sp.
- Amalthea* sp.
- Balanus* sp.
- Eburneopecten* sp.
- Brachyura* gen. sp. indet.
- Echinoid gen. sp. indet.

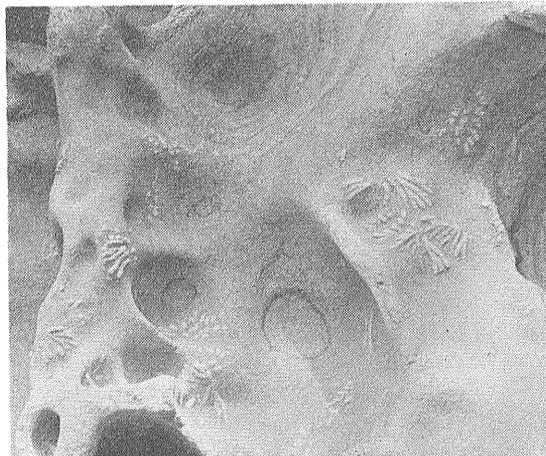


写真4 弁天島(竜串層)の海綿化石 *Spongia shikokuensis* Katto

また竜串~千尋岬間(竜串層・浜益野層)の生痕化石については *Ophiomorpha nodosa* Lundgren・*Spongia shikokuensis* Katto(甲藤 1960a) Worm casting(甲藤 1960b) *Nereites murotoensis misakiensis* Katto(甲藤 1965)の記載があり(写真9・4・5) また同地域の堆積構造については 漣痕と層面についての考察(深田・生越 1952)や漣痕・Flow cast・Groove cast(甲藤 1952) Tubular structures・Cylindrical structure(甲藤 1960a) Gennoishi(甲藤 1960b) Convolute bedding・Concretions・Tongallen(甲藤 1961) Cross-ripple marks・Slump-ball structures(甲藤 1965)などの記載がある。

以上の化石・生痕化石類から判断すると 三崎層群はその大部分が浅海域で堆積したと考えられる。

本文ではこれらを含めた堆積相の総合的な観察から三崎層群特に竜串層を中心として 堆積当時の浅海の姿を大胆に画がいてみたいと思う。

52年4月に高知大学で行なわれた日本地質学会全国大会では 最後を飾る地質巡検のコースの1つに この竜串を含めたルートを選び 筆者らが案内する機会を得たが 本文が現地での時間切れによる説明不足を補足することになれば幸いである。

三崎層群の堆積相と堆積環境

地層の堆積環境の推定には 地層中に含まれる物理的・化学的・生物的な堆積環境に関する情報をあらゆる面から検討する必要がある。これらの情報のうち フィールドで簡単に認識できるものには 単層の厚さ・大雑把な粒度・堆積構造の種類・生痕化石を含む化石の種類および鉱物組成の概略がある。

本研究はこれらのフィールド情報に 現世の堆積環境

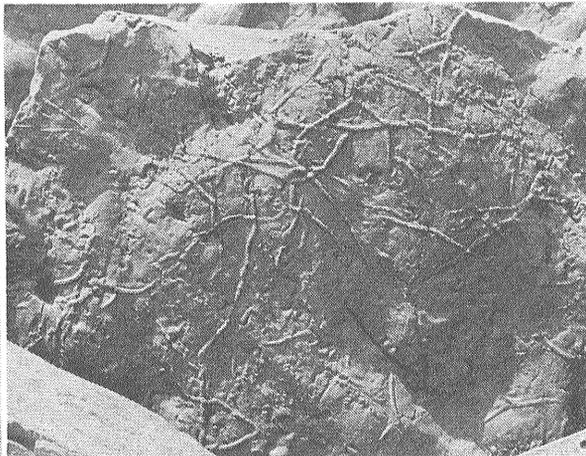


写真5 千尋岬 朴(写真14の下位)の環虫化石 *Nereites murotoensis misakiensis* Katto

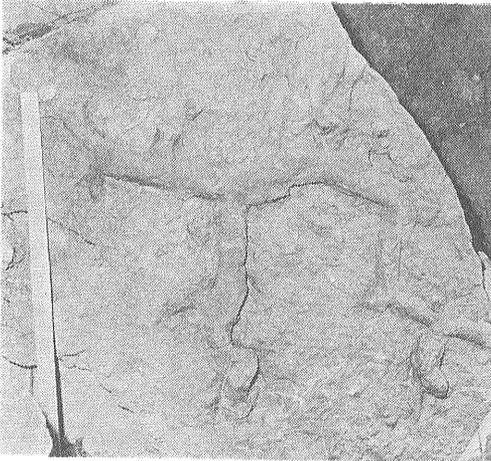


写真6 千尋岬の層面に平行な大型のサンドパイプ

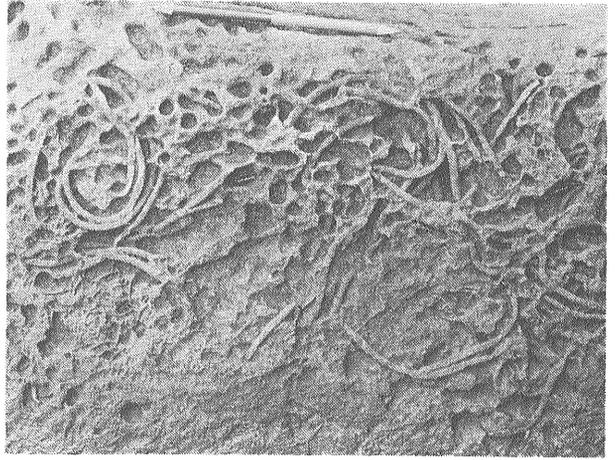


写真7 千尋岬見残し(竜串層)の *Nankaites kochiensis* Katto

および海洋学の知識にもとづくユニフォーミタリズム的解釈を加えて行なった三崎層群の堆積環境の“フィールド近似”である。

堆積物の研究には 大きくみて2つの立場がある。

1つは堆積現象そのものの解明で これは人間の自然理解・自然認識を深めるという自然科学の基本的立場にたっている。いま1つは堆積物のもっているさまざまな情報から 地球の歴史を知るという立場で この場合は地球の歴史の解明が基本的命題で 堆積物の研究はその手段ということになる。そして2つの立場は相補的である。

堆積環境の解析は 後者の立場に立つが その中で “フィールド近似” 的な古典的手法が有効になったのは



写真8 見残し付近の環虫化石

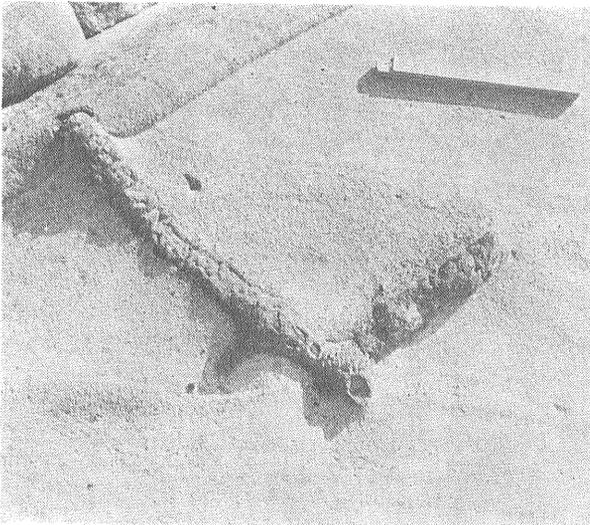


写真9 竜串の *Ophiomorpha nodosa* Lundgren の産状



写真10 竜串のほぼ層面に平行なサンドパイプ

堆積相Ⅲは泥岩部 (inter-bar mud facies) 互層部 (bar margin facies) 砂岩部 (bar facies) からなりそれぞれ *Nereites* 相・*Nankaites* 相・*Ophiomorpha* 相と対応している。

堆積相Ⅳa ではサンドパイプがみられるが Ⅳb では生痕はほとんどみられず 堆積相Ⅳb が非海成相と考える1つの証拠となっている。

以下各堆積相について述べることにする。

堆積相Ⅰ……堆積相Ⅰは泥岩と極細～細粒砂岩の薄い互層からなり 2つの異なった堆積プロセスの繰り返しを表わしている (写真11 図3)。1つは泥岩層の堆積プロセスであり 他の1つは漣痕葉理・平行葉理を示す極細粒～細粒砂岩層の堆積プロセスである。

一般に浅海域 (一応現在の大陸棚に対応して 200m 前後までの水深を考える) では 細粒物質 (粘土・シルト) の拡散・運搬は 温度・密度等の差によってできる海水中の境界層を通じて行なわれる。

たとえば KULM ら (1975) がオレゴン州沿岸の大陸棚で行なった研究では 河口よりもたらされた細粒物質は 1) 季節的にできる表面近くでの温度境界層 (thermocline) 2) 中深部に恒常的に存在する密度境界層 (pyconcline) 3) 底面部の懸濁層 (bottom turbid layer) を通じて底層流・表層流あるいは内部波等により浮遊・運搬されることが示された。

堆積相Ⅰ中の泥岩層においても このような拡散・堆積の機構が考えられ 細粒物質は浅海域で比較的一様に堆積したことが推測される。もちろん細粒物質の供給には 季節的な変化あるいは集中豪雨などによる一時的

な供給量の増加 (DRAKES 1972) 等の変化があり 泥岩の層厚の変化や微細な成層構造となって表われると考えられる。

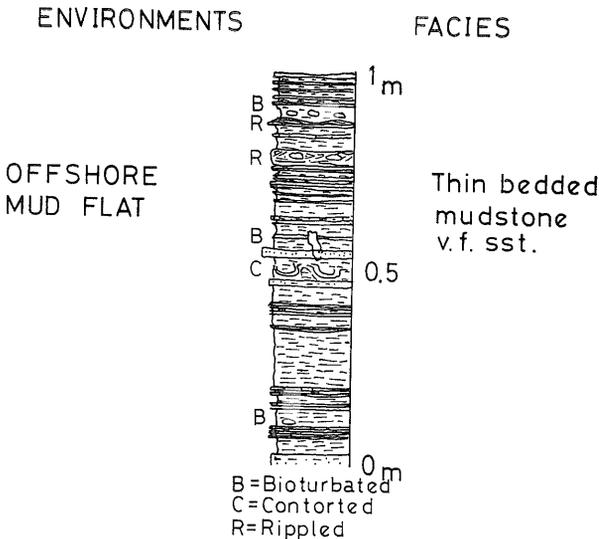
このような細粒物質の堆積プロセスは 時折のストーム (低気圧 台風) によって乱される。浅海堆積環境におけるストームプロセスの重要性は すでにいくつかの現世堆積物の研究において強調されている (HAYES 1967; REINECK and SINGH 1972; KUMAR and SANDERS 1976)。

ストーム時の強風によって引き起こされる表層流は大陸棚の水塊のかくはん・移動に決定的影響を与えることが知られており (SWIFT 1974) とくに潮流と相まって強い底層流を生じると考えられる。このストーム時の底層流は 浅海における砂さらに粗粒の貝殻片・礫等の運搬・堆積のプロセスを支配していると考えられる。このようなストームに伴う強い底層流と波浪の作用は浅海域に砂・礫をシート状に堆積する。堆積相Ⅰにみられるような漣痕葉理・水平葉理を示す砂層は このようなストーム起源のものとして推定できる。

以上の2つのプロセスの繰り返しのより 堆積相Ⅰに見られるような互層が形成された。従って 堆積相Ⅰを沖合泥底相 (offshore mud flat facies) と呼ぶ。

さらに堆積相Ⅱでの漸移帯泥底相 (transitional mud flat facies) 堆積相Ⅲでの砂州間泥底相 (interbar mud flat facies) も基本的には同じプロセスでできたと考えられる。

このような浅海ストーム起源の互層は 写真12・13・14・21に示したように乱泥流による砂泥互層と酷似する。



第3図 堆積相Ⅰの沖合泥底 (offshore mud flat) 堆積物の詳細 第2図に地点を示す

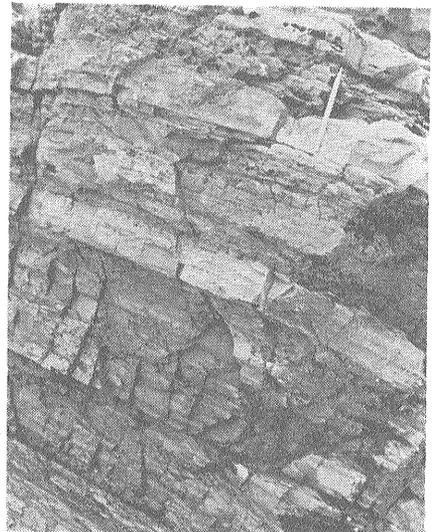
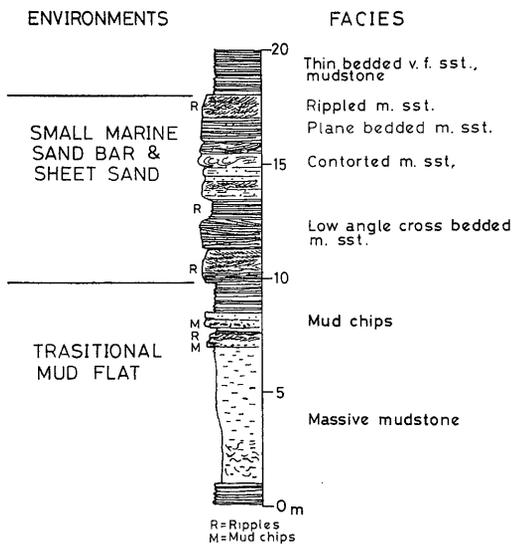


写真11 養老付近の泥岩相 堆積相Ⅰの沖合泥底 (offshore mud flat) 堆積物 右上の鉛筆



第4図 堆積相IIの上方粗粒化サイクルを示す柱状図に地点を示す

実際 ストーム底層流においても 堆積のプロセスは
 1) 初期の強い流れに伴う堆積物の懸濁・運搬 2) 流れの減衰に伴う堆積層とその順序は乱泥流の場合と変わらない。 ストーム底層流と乱泥流の根本的違いは 後者は堆積物の懸濁した流体自身の重みで流れるということだけである。 さらにストーム時における堆積物のかくはんは乱泥流の引き金となり得るので事は複雑である。
 しかるに竜串層における互層は その多くが乱泥流起源ではないと判断する証拠としては まず第一に他の堆積相との関連から 乱泥流堆積物とは考えにくいことである。 すなわちこの互層は 海底砂州の堆積物と考えられる厚い砂岩層を挟在し さらに上位では大規模な砂州群に漸移していると解釈できるからである。 このことは以下に述べる他の堆積相の記述を読めば理解して頂けるであろう。

その他の点としては 1) 大規模な級化構造あるいは



写真12 堆積相IIの砂泥互層泥岩部にも薄い葉理が発達している。漸移帯泥底 (transitional mud flat) 堆積物 (千尋岬 砥崎)

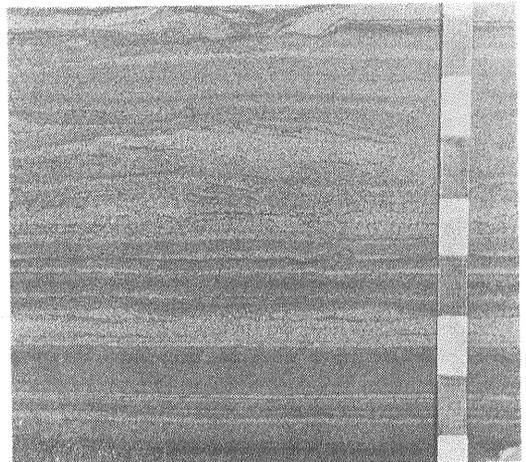


写真13 堆積相IIの漸移帯泥底 (transitional mud flat) 堆積物 薄いストーム砂層が認められる。スケール目盛は1cm (千尋岬 砥崎)

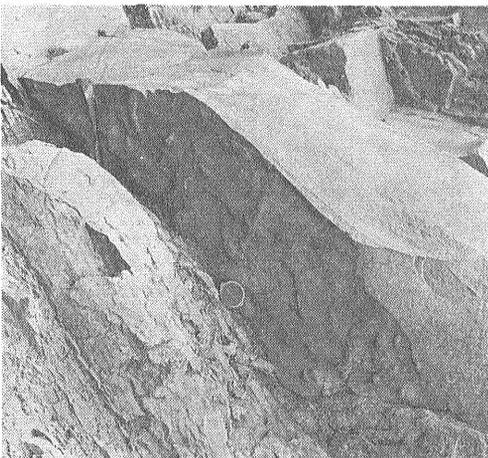


写真14 堆積相IIのシート状砂体 (sheet sand) 堆積物 フルトキャスト (三崎層群中では珍しい) や 生痕化石



写真15 堆積相IIにおける小規模海底砂州縁辺部にみられる波澱痕 手前の砂岩層の厚さは約40cm (千尋岬 朴)

塊状無層理構造のように堆積物重力流を示す堆積構造が
 少ない 2) 大規模な侵食構造 チャネル構造がほとん
 どない 3) 波漣痕が数多く見られる等があげられる
 (写真14). また生痕の観察によると 厚い砂岩層の多く
 は何回も間隙をおいて堆積したもので 乱泥流堆積物
 のように一度に堆積したのではないことを示している.

一般に これまで乱泥流堆積物のキメ手として用いら
 れてきたのは 砂岩層での級化構造と豊富なソールマ
 ークの組合わせである. しかし三崎層群ではこれらは数
 少なく 乱泥流堆積物と推定する積極的証拠に欠けてい
 る.

一般に砂泥互層は 2つの異なったプロセスの繰り返
 しを意味するだけで それはタービダイトのほか スト
 ーム堆積物 潮流堆積物 あるいは季節的な堆積プロセ
 スの変化 (広義のヴァーブ) 等によっても生成される.
 砂泥互層-フリッシュタービダイトといった条件反射
 的短絡は禁物である.

堆積相 II……堆積相 IIは 堆積相 Iに酷似した泥岩の
 卓越した部分 (写真12・13・14) とやや厚い細~中粒砂岩
 との互層部分 (写真15・16) よりなる (図4).

泥岩の卓越した部分は 堆積相 Iより薄い砂岩層をよ

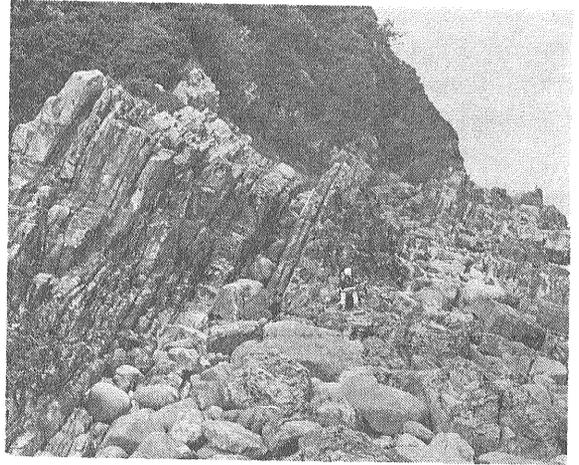
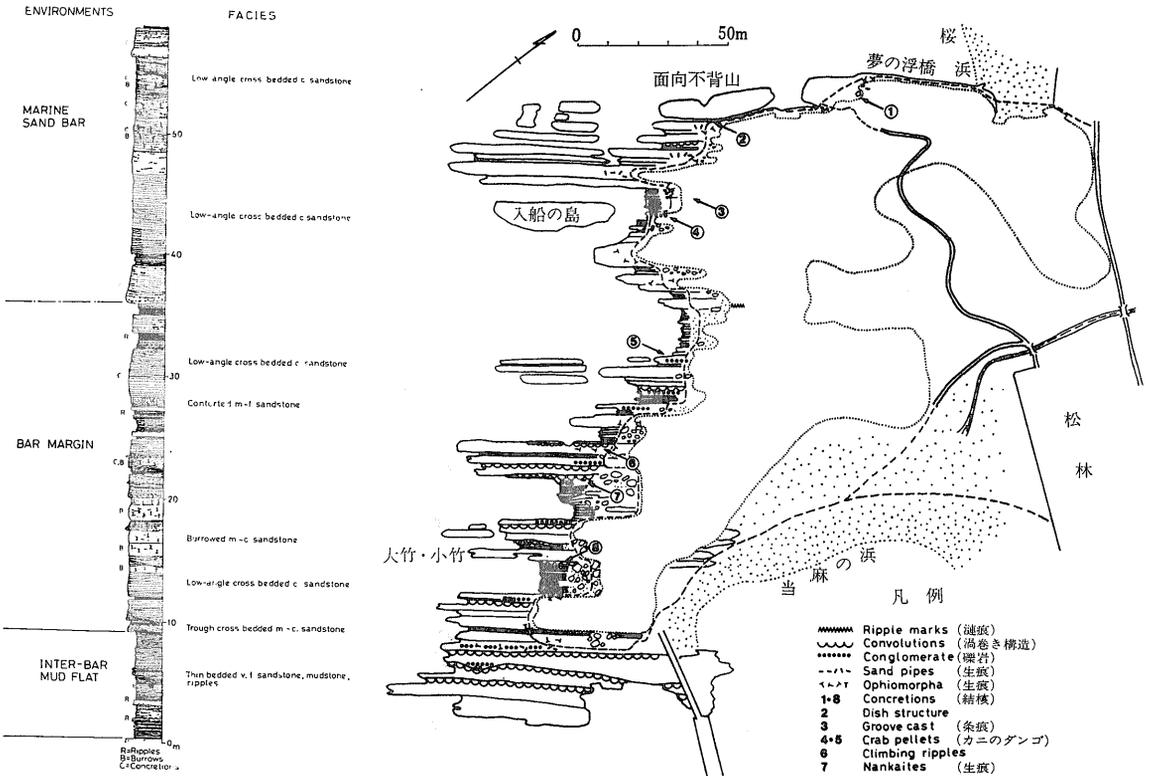


写真16 堆積相IIでの小規模な海底砂州の上方粗粒化サイクル 人物
 の坐している所に乱堆積構造が見られる (千尋岬)

り頻繁に挟んでいる (写真13). やや厚い砂岩層を含む
 互層部分は 小規模ながら堆積相IIIと類似している (図
 5参照). このことは 堆積相IIが次に述べる堆積相III
 の起源と考えられる海底砂州 (marine sand bar) 群の
 辺縁部の堆積相を示していると考えられる.

大規模な海底砂州の辺縁部に 独立した小規模な砂州



第5図 堆積相IIIの上方粗粒化サイクルを示す

第6図 竜串の見どころを示す主要露頭案内図

群が発達する状況は 内陸の大規模な風成砂丘群の例 (NORRIS and NORRIS 1961) から推測できる。さらにストーム時に海底砂州群から砂が沖合に向かってシート状に堆積していったと考えられる。

しかし堆積相Ⅱ中の厚い砂岩層は 堆積相Ⅲより漣痕葉理が卓越しており 粒度も細粒である。このことは底層流・波浪の影響が堆積相Ⅱでは堆積相Ⅲより弱かったことを示している。

以上のことより 泥岩の卓越した部分は沖合泥と砂州群との漸移帯に属するので漸移帯泥底相 (transitional mud flat facies) と呼び 互層部を小海底砂州—シート状砂体相 (small sand bar—sheet sand facies) と呼ぶ。

朴 (第2図参照) における厚い細～中粒砂岩相には 写真15のような見事な漣痕が発達しており ここでは厚さ約5.3mの砂岩勝ち砂泥互層間に4枚の水流漣痕と6枚の複合漣痕が見られ その下部の砂岩層下面には環虫類のはい跡の *Nereites murotoensis misakiensis* Katto (写真5) がみられる。またこの堆積相からは ある種の環虫類によると考えられる *Nankaites kochiensis* Katto (写真7) が見出される。

堆積相Ⅲ……この堆積相は 主として非常に厚い中～極粗粒砂岩からなり (第5図) とときおり礫岩も含む (写真18)。堆積構造は低角度斜交葉理 (傾斜5度前後で波高0.5～1.5m 波長5～20m程度のトラフ斜交葉理である) —水平葉理が卓越している (写真17)。この厚い砂岩相は 下部に互層部・泥岩部を伴って1つの上方粗粒化をなし 堆積相Ⅲではこのような粗粒化サイクルがいくつも認められる。このサイクルは 砂岩層は風化に強く 泥岩層は弱いので 地形的に明瞭にあらわれる。

たとえば 竜串には5つの粗粒化サイクルのセットが認められる (第6図)。第6図は竜串の露頭案内図で 竜串における地質の“見どころ”を示している。

この堆積相の比較的上部の竜串からは 甲殻類によるサンドパイプの *Ophiomorpha nodosa* Lundgren (写真9) を産し 少なくとも水深50m以下の浅海下の堆積であることを示している (DIKE 1971)。また本地域には漣痕もしばしば発見され また層面とほぼ平行しあるいは斜交乃至直交する各種のサンドパイプが多数発達しており (写真10) またカニが巣を掘る時に運びだした砂のダンゴ (?) が 水流とその後の地圧によって多少変形した姿で稀に見出される (写真23)。

以上から判断すると 竜串周辺の地層は 潮間帯近くの比較的浅いところで堆積した堆積環境が推定される。

このように多量の砂が浅海—沿岸域で集積している所は 現在の大陸棚上では 砂浜あるいは海底砂州帯 (ここでは砂州の形態がわからないので漠然と砂の集合体を指す) がある。しかし堆積相Ⅲにみられる低角度斜交葉理—水平葉理は クサビ状の葉理のセットからなる砂浜でのビーチ葉理と異なっており またビーチ堆積物と考えた場合には 堆積相Ⅲ内で何回もの海進・海退のフェーズを想定しなければならず困難がともなう。

一方 いくつものに配列した海底砂州を考えれば 第5図に示したような上方粗粒化サイクルは無理なく説明できる。すなわち 堆積相Ⅲはこれに海底砂州堆積環境による解釈を適用すると 3つの部分からなる小サイクルの繰り返しとして把握できる。

それらは1つの海底砂州の配列に対し 1) 砂州間の泥岩堆積相 (inter-bar mud facies) 2) 砂州辺縁部堆積相 (bar margin facies) 3) 砂州堆積相 (bar facies)

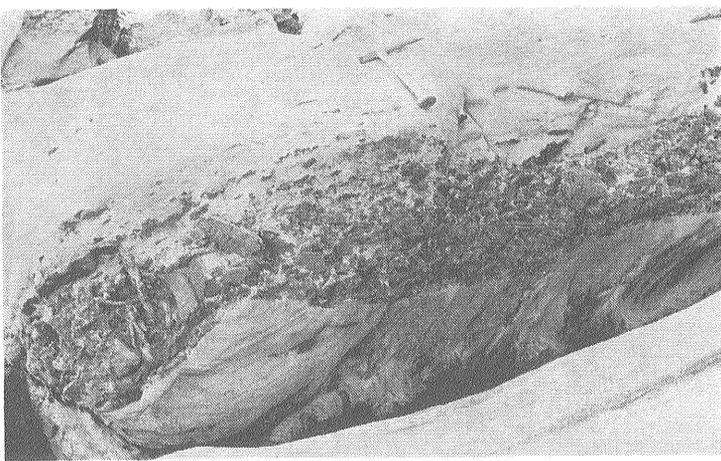


写真17 堆積相Ⅲの低角度斜交葉理を示す海底砂州

写真18 堆積相Ⅲにおける砂州内チャネル (trans-bar channel) の礫質堆積物

であり これらで1つの上方粗粒化サイクルをなしている。

堆積相IからIIIまでの重なり方は これらの小サイクルと基本的には同じであり 沖合から海底砂州帯まで全体のプログラデーションによってできた大サイクルである。

現世の海底砂州の堆積構造 (HOUBOLT 1968) および地層中での例 (BANKS 1973; HARMS 1975 p. 103—132; JOHNSON 1976) によると 海底砂州の多くはトラフおよびタビュラー斜交葉理あるいは大規模な傾斜面から構成されている。しかるに堆積相IIIは 主として低角度斜交葉理・水平葉理からなる。

この理由としては (1) 堆積相IIIは粗粒なため粗粒平滑床 (coarse plane bed form) がベッドフォームとして卓越したこと (HARMS 1975 p. 21) (2) 潮流とス

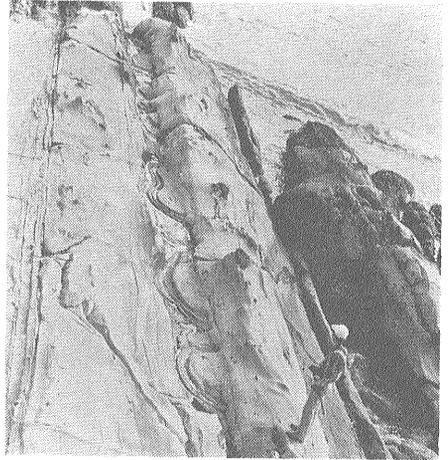


写真19 堆積相IIIの海底砂州堆積物 低角度斜交葉理 乱堆積構造 (通称“しぼり幕”)や平行葉理が見られる (竜串)



写真20 堆積相IIIの海底砂州堆積物 乱堆積構造は通称“らんま石”(竜串)

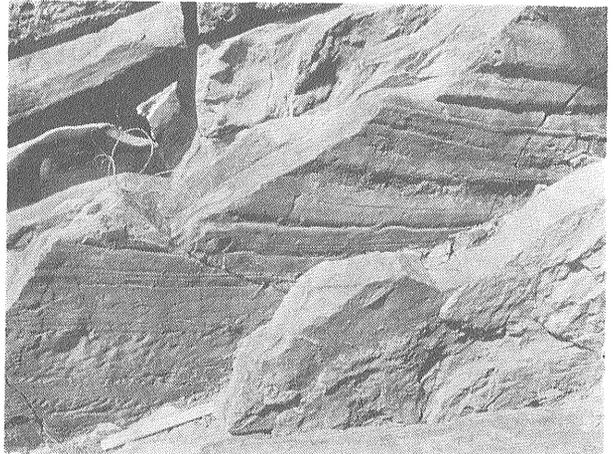


写真21 竜串の groove cast 堆積相IIIにおける砂州間泥底 (inter-bar mud flat) 堆積物中のストーム砂岩層の底面に見られる 左下にスケール

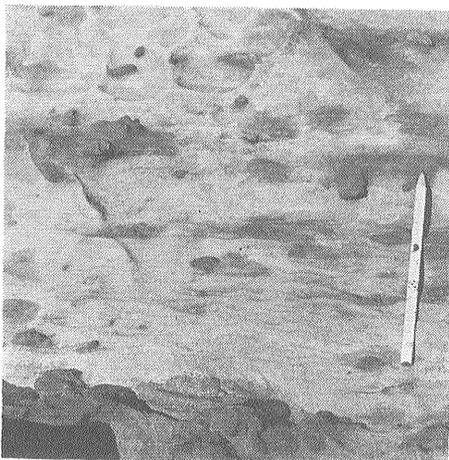


写真22 竜串の堆積相IIIにおける海底砂州堆積物中の dish

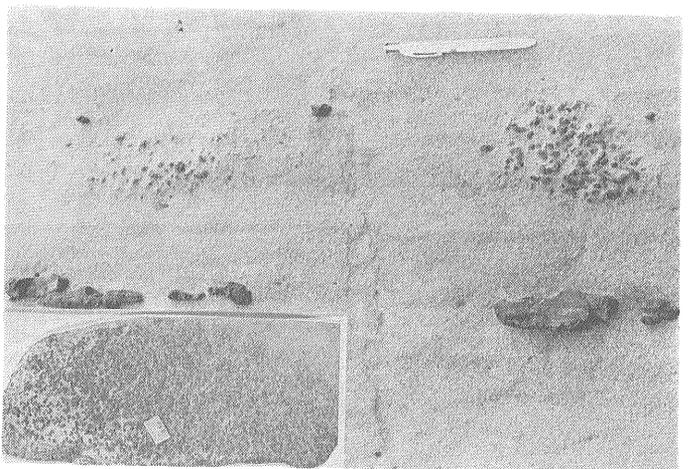
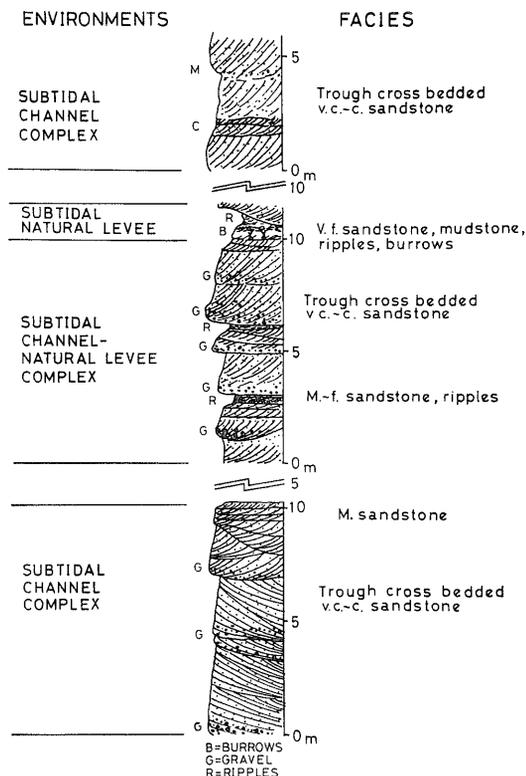


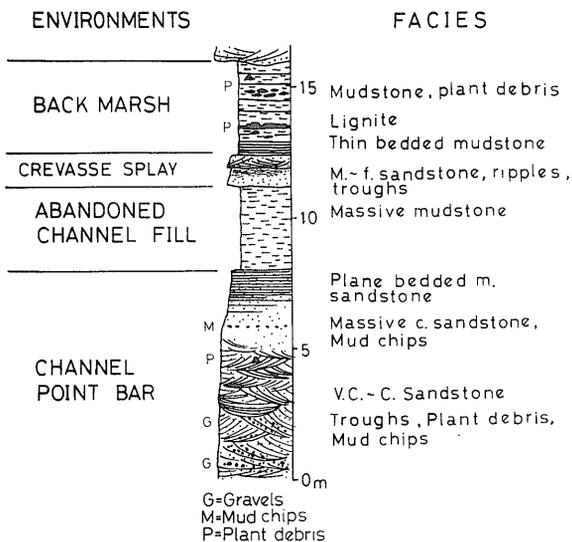
写真23 竜串の pellets? (右下は礫石の一部分は鉄屑)



第7図 堆積相IVbの海底チャネル(subtidal channel)および海底自然堤防(subtidal natural levee)堆積物 上方細粒化サイクルを示す。第2図に地点を示す

トーム底層流の方向が斜交あるいは反対で 砂州が高い堆積斜面を形成せず 比高の小さい対称形のシート状砂州をなしていた等が考えられる。

また この堆積相には“乱堆積”構造が数多く見られ



第8図 堆積相IVaの河川チャネル後背湿地(distributary channel-back marsh)堆積物の示す上方細粒化サイクル 第2図に地点を示す

(写真19・20) 地元では通称“しぼり幕” “らんま石”などと呼ばれている。このような渦巻状構造(convolute bedding)は特に砂州辺縁部相に発達している。“しぼり幕”は波長が1~3m程度 高さが0.5~1.5m程度で 単一の“しぼり幕”層では比較的一様な波長をもつ。“しぼり幕”層は 上位の層に堆積的に切られており この構造は上位層の堆積前にできたことを示している。“しぼり幕”の成因については 細粒物質の上に砂層がのっている不安定な状態(一般に堆積後まもない状態では密度は砂層>泥層である)において(レーリー・テラーの不安定面) 地震等のショックにより砂



写真24 堆積相IVaの潮間帯下のチャネル堆積物(subtidal channel fill deposits) 左から右へ上方細粒化サイクルを示す(電車の海中展望塔付近)



写真25 堆積相IVaの大規模なトラフ斜交葉理の縦断面 葉理面は漸近的に底部と接し 底部には粗粒物質が濃集している(電車の海中展望塔付近)

泥層が液化流動現象を起こしてできたと考えられる。さらに液化現象に伴った排水によってできたと考えられる dish structure がみられる (写真22)。

堆積相 IV……堆積相IVは 主として大規模なトラフ斜交葉理をなす粗～極粗粒砂岩からなり 上方細粒化の小サイクルを示す (写真24・25・26)。この堆積相は上部 (IVb) と下部 (IVa) で異なっている (図7・8)。

上部では 泥岩層を下部より多く含み 多量の炭質物・木片がみられる (写真27)。上部での上方細粒化サイクルは 河川のチャンネル堆積物とくにポイントバー堆積物の上方細粒化サイクルとよく一致する (第8図)。

一方 下部では海棲環虫類によるサンドパイプや海綿化石の存在から海水の影響が認められる (写真4)。また爪白からは既述の貝化石やカニの化石が発見される。

これらのことから堆積相IVは上部が潮間帯より上でのチャンネル—後背湿地の堆積物 (supratidal channel—back marsh deposits) で 下部は潮間帯～潮間帯下の潮流によるチャンネル—海底自然堤防の堆積物 (subtidal channel—subaqueous levee deposits) と考えられる。

三崎層群の形成プロセス

既述の三崎層群を堆積させた浅海域での堆積プロセスは次のように要約できる。

調査地域内での三崎層群は 全体として上方粗粒化の傾向をもつ。基本的には下部より 1) 沖合の泥・ストーム堆積物 2) 海底砂州群堆積物 3) 河口近くのチャンネルコンプレックスの堆積物 の順序で重なっている。このことは 当時の海域は全体としては JOHNSON (1919)の古典的な平衡大陸棚モデルが適用でき さらに堆積物の多量の供給と堆積盆の沈降とにより 全体のプ

ログラデーションが行なわれ (途中で海進のフェーズもあったと考えられるが) 大きな碎屑性堆積物のクサビ (clastic wedge) を形成していったと考えられる。

古地理を考える上では 古流向の検討等により 当時のチャンネルの方向 砂州の配列方向 ストーム堆積物の運搬方向を解析する必要がある。現在までのデータによると 堆積相 I・IIでは リップルの測定結果より 東北東からの流れが推定でき これがストーム時の底層流と一致しているかもしれない。堆積相IIIにおいては 低角度斜交葉理の方向の測定がフィールドでは困難なので砂州の配列方向を推定するデータは得られていない。しかし砂州間泥相の波動漣痕は 南北方向の波動を示し一般的な波のアプローチする方向を示しているかもしれない。さらに堆積相IVの下部では トラフ斜交葉理の主方向は 北東ないし北北東であるが 潮流あるいは河口での塩水クサビの影響による反対方向への流れも認められる (写真26)。しかし堆積相IVの上部では 北東ないし北北東からの流れが卓越し 反対方向への流れを示す斜交葉理はほとんど認められなくなる。このことは堆積相IVの上部では 海水の影響が少なくなっていることを示している。古流向による古地理の解析については 本稿では概略を述べるにとどめたが 以上を総合し大胆に古環境を復元してみると 第9図に描いたような堆積環境が推測できる。

おわりに

近年の学界の流行語の1つにフリッシュがある。アツという間に 日本国中の砂泥互層がフリッシュに塗りつぶされた感がしないでもない。

然しこの小著のように 四万十帯の堆積盆埋積サイクルの一部をなす砂泥互層および砂岩層を タービダイト

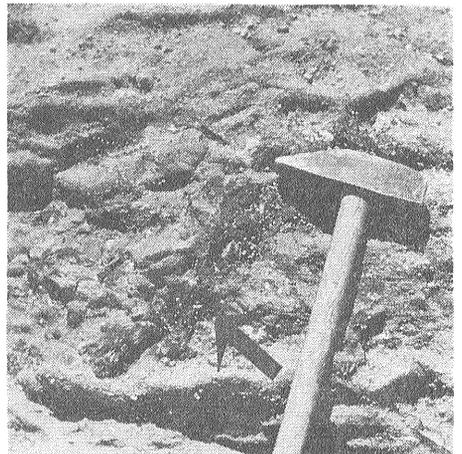
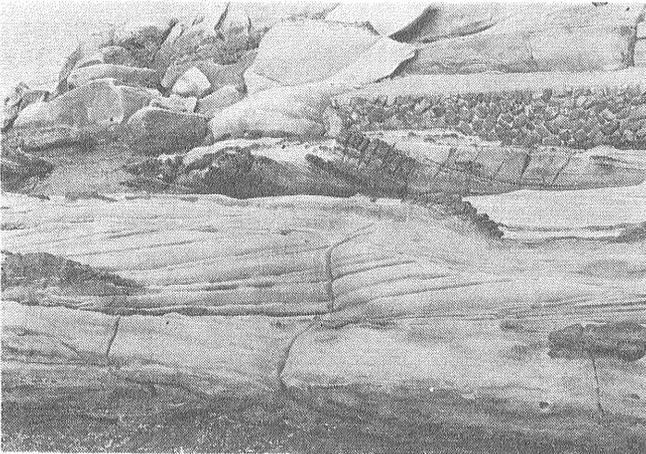
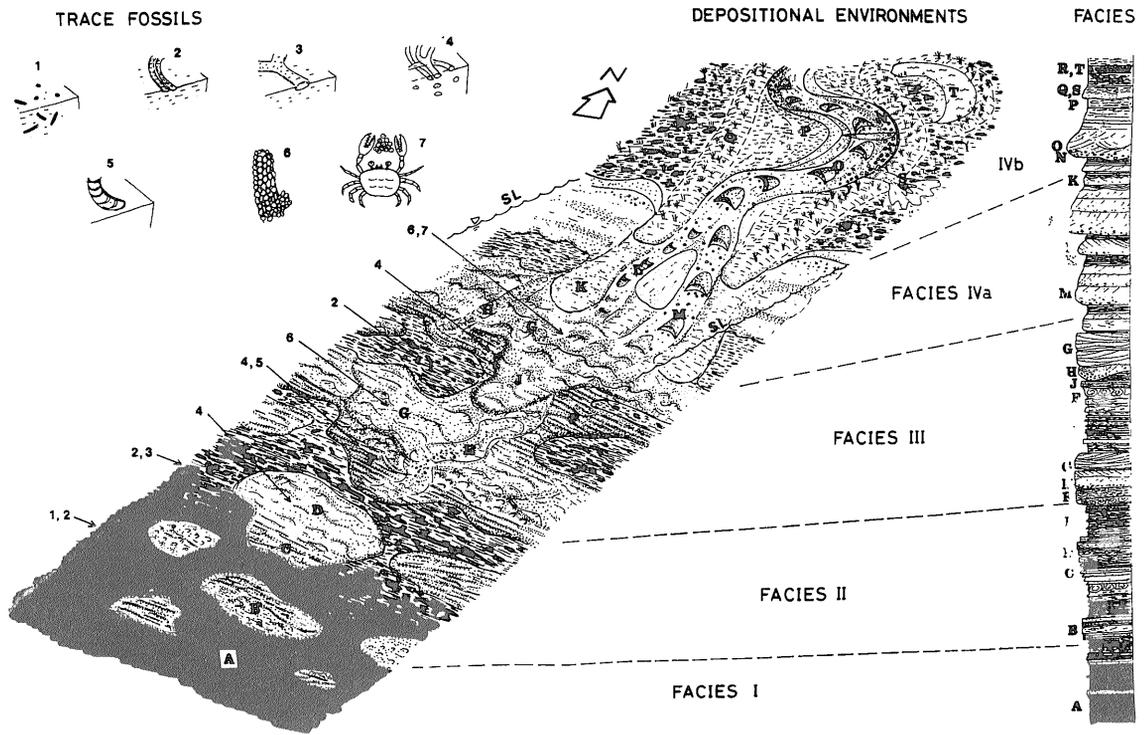


写真26 堆積相IV aに見られる斜交葉理反対二方向の流向を示している (反流チャンネル堆積物) (竜串の海中展望塔付近)

写真27 堆積相IV bにおけるチャンネル堆積物中の木片 (矢印)



第9図 三崎層群の堆積環境復元図と模式的に示した堆積相 生痕化石相のモデル 堆積環境の区分(アルファベットで示した)と生痕化石の種類(数字で示した)については第1表を参照 SL:海水準

ではなく 浅海堆積相モデルとして説明できたのは 意義深いことと思う。

またもし このような埋積サイクル中の互層をすべて “フレッシュ型” にして その供給方向に “斜面” を考えると (乱泥流が流れるには斜面が必要) 古流向の解釈に無理を生じる可能性がある。

浅海の堆積物では ストームの接近方向 潮流の方向など複雑な因子が流れの方向を支配している。従って古流向は常に堆積環境との関連において考える必要があるからである。安易な解釈は禁物である。

また 現在の大陸棚は堆積物と水理条件がいまだに非平衡状態にあり 浅海でのプログラデーション堆積物を検討するためには 地層の例も活用しなければならないので 三崎層群は古生物学上の証拠も豊富であり 世界的な浅海性砂岩体の堆積モデルの1つとなりうるであろう。

このように厚い浅海性の砂岩体が連続露頭で観察できるのは ノルウェー北部 (先カンブリア系) を除いては他にあまり報告の例がない。

さらに三崎層群における堆積相と生痕化石相の見事な対応は 浅海での堆積環境—古生態の関係を解明する上で重要な資料を提出している。

また 国や県の天然記念物に価する堆積構造や生痕化石も数少なくない。

筆者らが敢えて “竜串・イン・ザ・ワールド” として三崎層群の学問的価値を世に紹介する次第である。

参考文献

BANKS, N. L. (1973): Tide-dominated offshore sedimentation, Lower Cambrian, north Norway. *Sedimentology*, vol. 20, p. 213-228.

坂東祐司・土屋道子 (1977): 阿讃山地の和泉層群中にみられるサンド・パイプについて 香川大学教育学部研究報告 第27巻 第1号

DIKE, E. F. (1972): *Ophiomorpha nodosa* Lundgren: environmental implications in the Lower Greensand of the Isle of Wight. *Proc. Geol.* vol. 83.

DRAKE, D. E., KOLPACK, R. L., and FISCHER, P. J. (1972): Sediment transport on the Santa Barbara-Oxnard shelf, Santa Barbara channel, California, in Swift, D. J. P., Duane, D. B., and Pilkey, O. H., eds, *Shelf sediment transport: process and pattern*. Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, p. 301-332.

深田淳夫・生越 忠 (1952): 高知県三崎町千尋岬村海岸における漣痕についての一考察 *地質学雑誌* 第58巻 第677号

HARMS, J. C., SOUTHARD, J. B., SPEARING, D. R., and WALKER, R. G. (1975): Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and

- stratification sequences. Soc. Econ. Paleont. Mineralogists Short Courses, No. 2, 161 p.
- HAYES, M. O. (1967): Hurricanes as geological agents: case studies of hurricanes Carla, 1961, and Cindy, 1963, Univ. Texas, Bur. Econ. Geology, Rept Inv. 61, 56 p.
- HOUVOLT, J. J. H. C. (1968): Recent sediments in the southern bight of the North Sea. Geol. Mijnbouw, vol. 47, p. 245—273.
- JOHNSON, D. (1919): Shore processes and shoreline development. New York, Wiley, 585 p.
- JOHNSON, H. D. (1977): Shallow marine sand bar sequences: an example from the late Precambrian of North Norway. Sedimentology, vol. 24, p. 245—270.
- 甲藤次郎 (1952) : 四国外帯の時代未詳層群に関する研究 第3報 高知県幡多郡清水町及び三崎町附近に於ける新観察一(其の一)特に地層面の形態について一[附]その他の地域で観察される2, 3の地層面について 高知大学学術研究報告 第1巻 第11号
- 甲藤次郎・小島丈児・沢村武男・須鎗和巳 (1960・1961) : 高知県地質鉱産図および同説明書 高知県
- 甲藤次郎 (1960) : 足摺室戸国立公園候補地基本調査(地質調査報告書) 高知県
- KATTO, J. (1960a) : Some Problematica from the So-called Unknown Mesozoic Strata of the Southern Part of Shikoku, Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 2, Spec. vol. No. 4.
- KATTO, J. (1960b) : Markings on Stratification Surface. Res. Repts. Kochi, Univ., Vol. 8 No. 26.
- KATTO, J. (1960c) : Some Molluscan Fossils and Problematica from the Shimanto terrain of Shikoku, Japan. Rep. Kochi Univ., vol. 9, Nat. Sci., No. 9
- KATTO, J. (1961) : Sedimentary Structures from the Shimanto Terrain, Shikoku, Southwest Japan. Res. Rep. Kochi Univ., vol. 10, Nat. Sci., No. 6.
- KATTO, J. (1963) : Triassic Problematica from Yamaguchi Prefecture, Japan Res. Rep. Kochi Univ., vol. 11, Nat. Sci., No. 5.
- KATTO, J. (1965) : Some Sedimentary Structures and Problematica from the Shimanto Terrain of Kochi Prefecture, Japan. Res. Rep. Kochi Univ., vol. 13, Nat. Sci., No. 6.
- 甲藤次郎 (1969) : 高知県の地質 高知市民図書館
- 甲藤次郎 (1973) : 土佐の“ゲテモノ”と“イゴッソオ”地質ニュース(四国特集号) No. 231
- 甲藤次郎・田中啓策 (1974) : 白亜紀・古第三紀の生痕化石 日本化石集 No. 23 築地書館
- 甲藤次郎 (1974) : 環形動物(新版古生物学II—8) 朝倉書店
- 甲藤次郎・三井 忍 (1976) : 四国西南部 中筋地溝帯以南の来栖野層について 国立科学博物館専報 第9号
- 甲藤次郎 (1976) : サラシ首 ゲテモノ化石 黒潮古陸のことなど 地質ニュース No. 260
- 甲藤次郎 (1976) : ある不整合の再検討 地質ニュース No. 264
- 甲藤次郎 (1977) : デビュする土佐清水フローラ 地質ニュース No. 270
- 甲藤次郎 (1977) : 化石の墓場“古城山”と 中筋構造帯 地質ニュース No. 279
- 甲藤次郎・村上允英 (1977) : 日本地質学会第84年年会地質巡検案内書(第8班) 高知県西南部の四万十帯
- 甲藤次郎・須鎗和巳・鹿島愛彦・橋本勇・波田重照・三井忍・阿子島功 (1977) : 20万分の1 高知営林局管内表層地質図 高知営林局
- 甲藤次郎 (1977) : 四国の地質の最近の進歩—四国表層地質図編集にあたって—地質学雑誌 第83巻 第7号
- KULM, L. D., ROUSH, R. C., HARLETT, J. C., NEUDECK, R. H., CHAMBERS, D. M., and RUNGE, E. J. (1975) : Oregon continental shelf sedimentation: interrelationships of facies distribution and sedimentary processes. Jour. Geology, vol. 83, p. 145—175.
- KUMAR, N., and SANDERS, J. E. (1976) : Characteristics of shoreface storm deposits: modern and ancient examples. Jour. Sed. Petrology, vol. 46, p. 145—162.
- 長浜春夫・角 靖夫・長沼幸男 (1977) : 高知県第三系三崎層の古流向(講演要旨) 地質調査所月報 第28巻
- NORRIS, R. M., and NORRIS, K. S. (1961) : Algodones dunes of southeastern California. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 72, p. 605—620.
- REINECK, H. E., and SINGH, I. B. (1972) Genesis of laminated sand and graded rhythmites in storm-sand layers of shelf mud. Sedimentology, vol. 18, p. 128—128.
- 鈴木達夫 (1934・1936) : 7万5千分の1地質図幅「宇和島」並びに同説明書
- SWIFT, D. J. P. (1974) : Continental shelf sedimentation, in Burke, C. A., and Drake, C. L., eds. The geology of continental margins, Berlin, Springer, p. 117—135.

新刊紹介

朝日小事典 古生物

朝日小事典シリーズの一つであるこの本は 一口に言って化石についてのハンドブックといえることができると思う。一つ一つの項目は専門的に詳しく書かれているわけではないが洗練された文章で適当な長さにまとめられている。「化石の進化」「植物化石」「動物化石」「化石と人間」の4章に分けられ 章の中の項目をそれぞれ50音順に配列してある。また巻末には 古生物に関係する学会・大学・研究所・博物館の所在地が示され 化石の産地図や古生物学年表・参考文献等 多彩な付図付表が掲載されている。読者は本文を読み そして各

地の化石の産地や博物館へ出かけてゆくことによって 化石についてより正しい知識を身につけ さらに深い理解に基づいた興味をもつようになるだろう。

この本は 化石の研究法から自然保護に至るまで多岐に渡る項目を載せており 常に傍らに備え好きな時に気楽にページをめくり 化石を通じて古代のロマンに浸る そんな読物として座右におくものにも素晴らしい本だと思う。

(脇田浩二)

書名	朝日小事典 古生物
編者	大森昌衛
規格	B 6版 254頁 1977年9月発行 980円
発行	東京都 千代田区有楽町 2—6—1 朝日新聞社 朝日小事典編集部