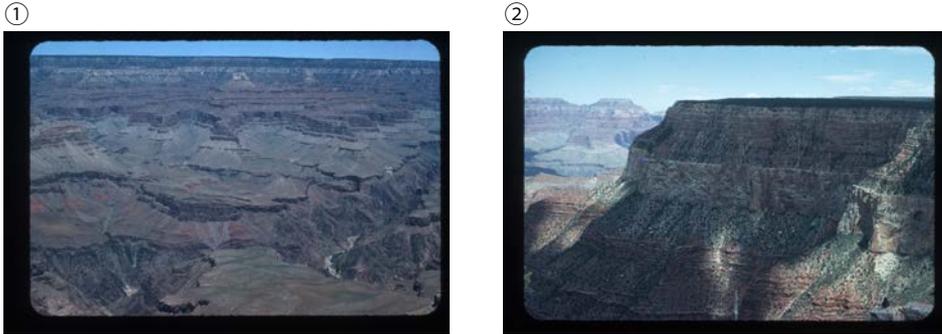


## chapter3.2 グランドキャニオンの地層

### アメリカ、コロラド州グランドキャニオンの景観

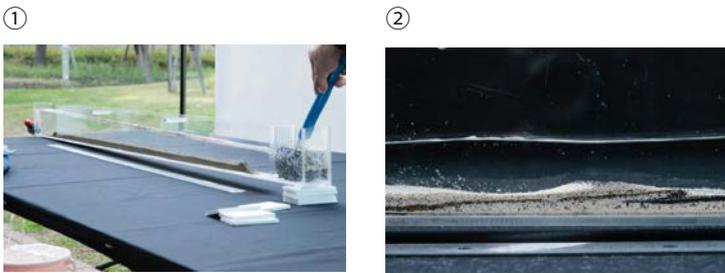
ここでは、先カンブリア時代の変成岩や地層を不整合で覆い古生代の地層が堆積している (①)。最上部は二畳紀の砂岩層 (②)。



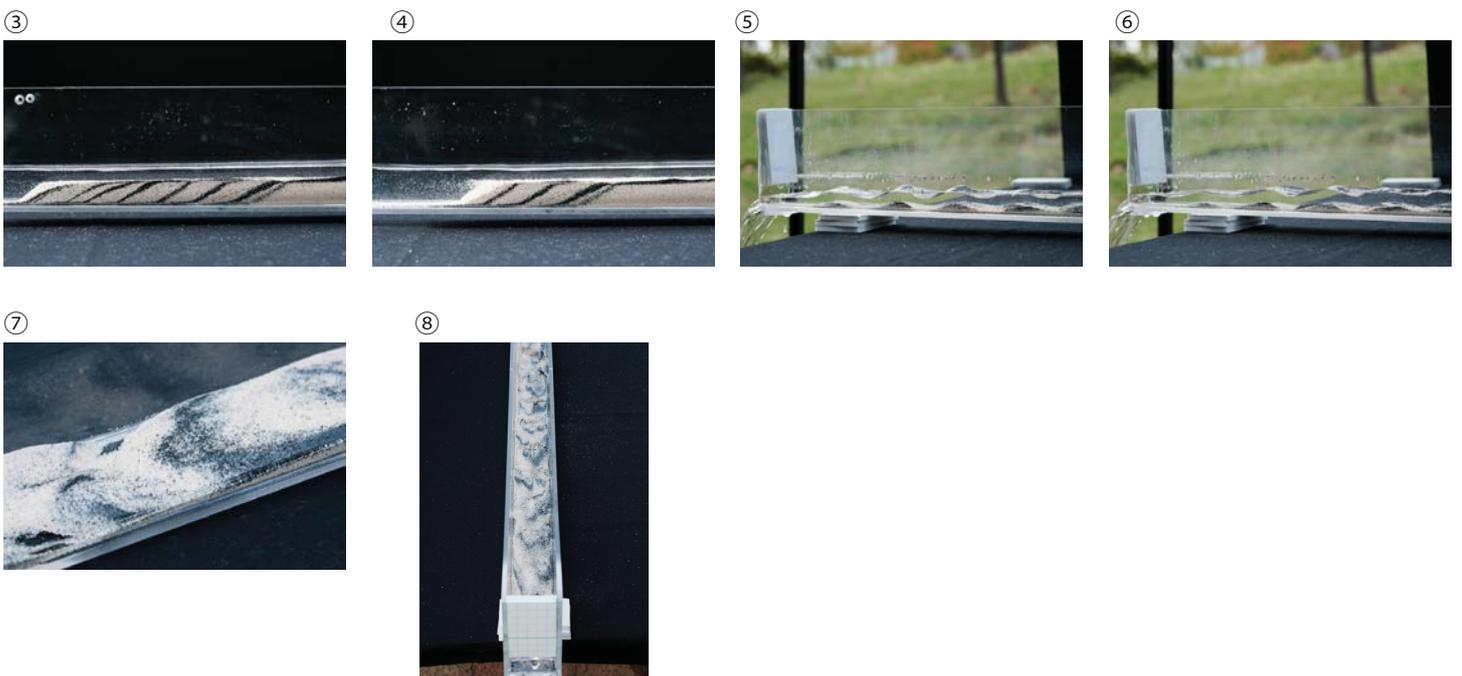
## chapter3.3 水槽実験でみる堆積構造

### 堆積構造の作り方

[動画 3.5] 簡易水槽の全体写真 (①)、中粒砂からなるリップルの移動。黒いラミナは砂鉄 (②)



フォーセットベッド (前置層: Foreset Bed) の実験 (③、④)。砂鉄を巻きながら移動の様子を観察する。⑤、⑥は、流速を上げた時 (40cm/sec) に水槽の下流で形成された反砂堆 (アンチデューン)。⑦、⑧は流れを止めて水を抜いた後のリップルの表面。⑦で流れは右から左。⑧は下流側から見た写真。



## chapter3.3 リップル下流側の粒子の可視化

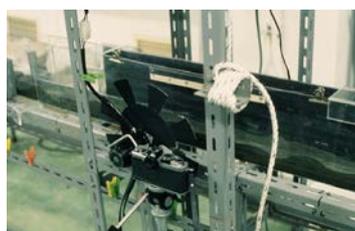
### 可視化によるリップル下流側の水流中の粒子の運動

①、②は可視化に使われた手作りの実験水槽（1982年頃に高知大学で制作・使用）。アクリル板とアングル材を使用。映写機を用いたスリット光源にてリップルの下流側を照らし、カメラのシャッターをオープンにして、羽を回転させて粒子を連続した点として撮影した。③～⑧の写真は観察された粒子の動き。点の長さは、粒子の移動距離（時間が分かるので速度も計算できる）を表す。リップルの下流には、幾つかの渦が存在し、その挙動によって、粒子の運搬が間欠的に行われ、ラミナが形成される。

①



②



③



④



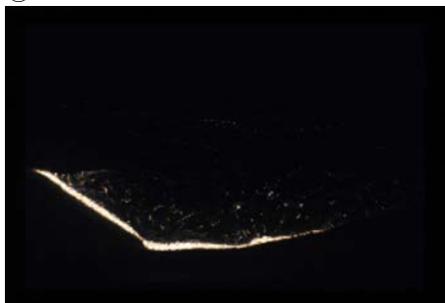
⑤



⑥



⑦



⑧



## chapter3.4 砂丘の堆積構造

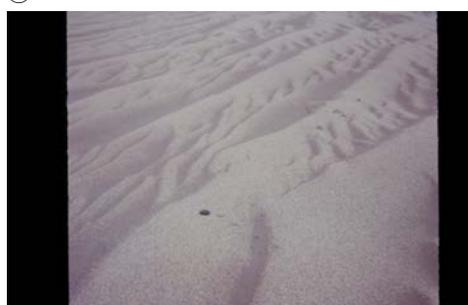
アメリカ・コロラド州グレートサンドデューズ国立公園 (Great Sand Dunes National Park and Preserve) の砂丘

砂丘は比高 200m を越す (①)。②は風成メガリップル (カメラのキャップがスケール)。メガリップルは、砂丘周辺に発達しており、粗粒から極粗粒砂からなり、砂丘本体の中粒砂より構成粒子の粒径が大きい。これは、中粒砂とそれより大きい粒子とは挙動が異なることを示している。

①



②



## chapter3.4 風成砂丘砂岩層

アメリカ・ユタ州ザイオン国立公園 (Zion National Part) に見られる風成砂丘砂岩層

中生代の赤色岩層 (Wingate Sandstone) に見られる大型斜交層理 (Large-scale Cross Bedding) (①、②)。

大型の堆積構造に関して葉理のかわりに層理という用語を用いることがある。

①



②



ジュラ紀のナバホ砂岩層 (Navajo Sandstone) の大型斜交層理

①、②のような斜交層理は過去の砂丘堆積物と推定されており、中生代の風系や大気循環の研究材料ともなっている。

①



②



## chapter3.6 河川の堆積構造

アメリカ・アーカンソー州アーカンソー川 (Arkansas River) に見られる種々のベッドフォーム

①はベッドフォームが認められる中州。②は中州の上のリップルを頂いたバルカン型砂堆 (デューン)。③は中州の上の横断型砂堆 (デューン)。④は横断型砂堆内部のタビュラー斜交葉理。⑤は平滑床とリップルを示す砂州表面。

①



②



③



④



⑤



## chapter3.6 ポイントバーの堆積構造

アメリカ・テキサス州ブラズス川 (Brazos River) におけるポイントバー (Point Bar) の堆積物

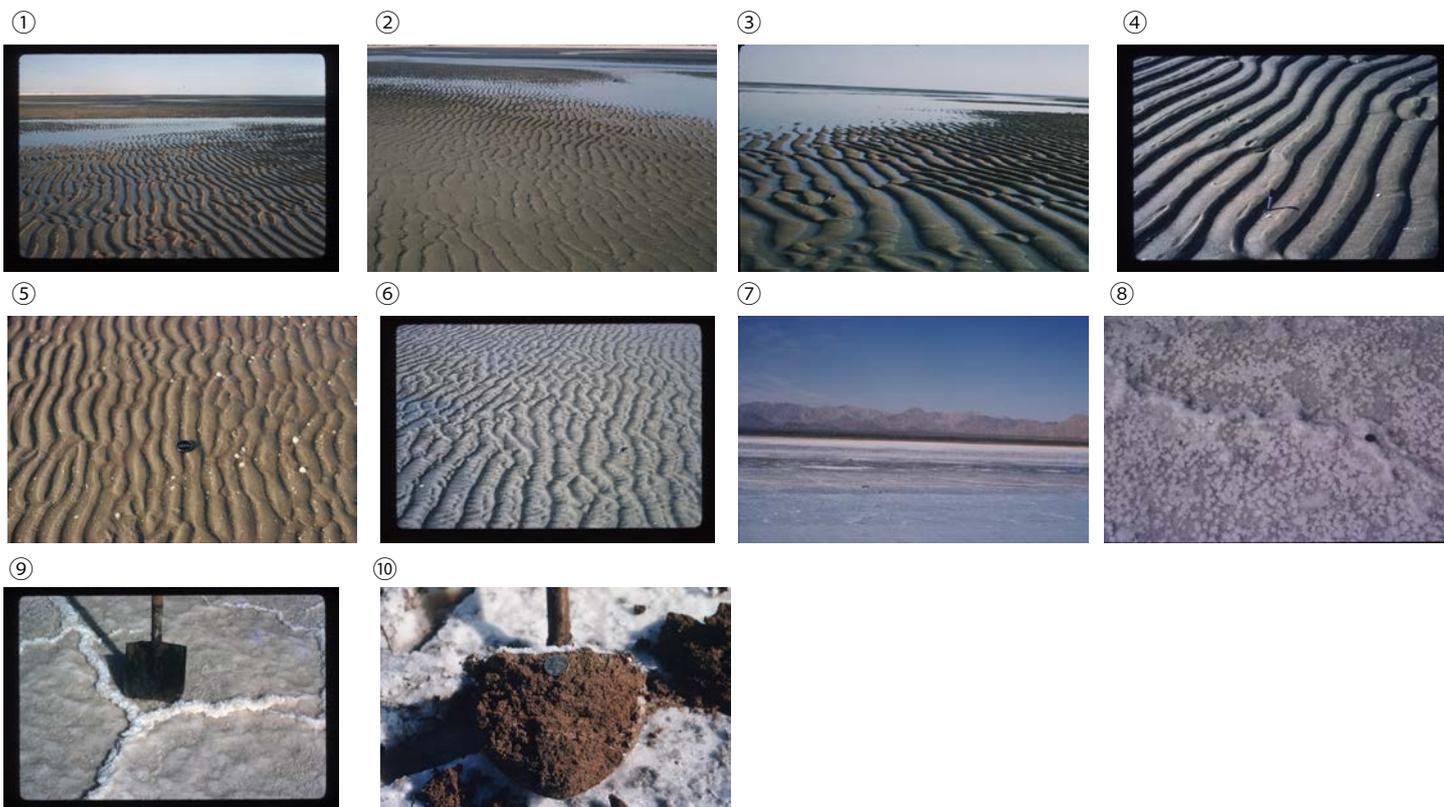
①はポイントバー全景。左側がカットバンク (Cut Bank)。②、③はポイントバー側からみた下部の砂堆。流れは右から左。スケールの山刀は 70cm。



## chapter3.7 干潟の堆積相

メキシコ・バハカリフォルニア (Baja California) のコロラド川河口における干潟堆積環境

この干潟ではリップルが卓越したベッドフォームである (①、②、③)。④、⑤は干潮とともにリップルのクレスト部 (頂部) が浸食され平坦化している。⑥は2方向の流れが複合している。干潟の一部は塩沢地となっており (⑦、⑧、⑨)、岩塩層の下は粘土層となっており、この塩沢地が一時的なものであることを示す。

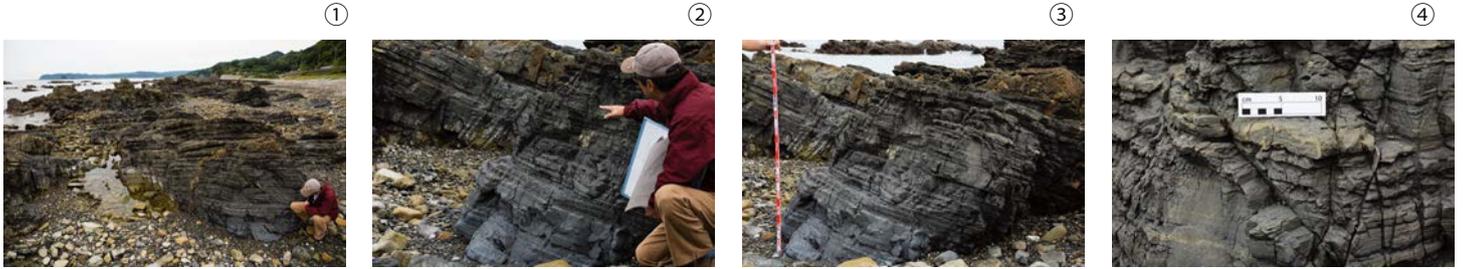


# chapter3.7 三崎層群の堆積環境

高知県西南部土佐清水市の松崎、養老、竜串海岸にかけて、中新世三崎層群（下位より養老層・浜益野層・竜串層）が分布している。この地層は全体で 3,000m 程度の層厚を有し、沖合の泥層から、プロデルタの砂泥互層、デルタ河口の砂州層やチャンネル砂層から構成されている。四万十帯形成後にその上に堆積した主に浅海相を示す地層群である。

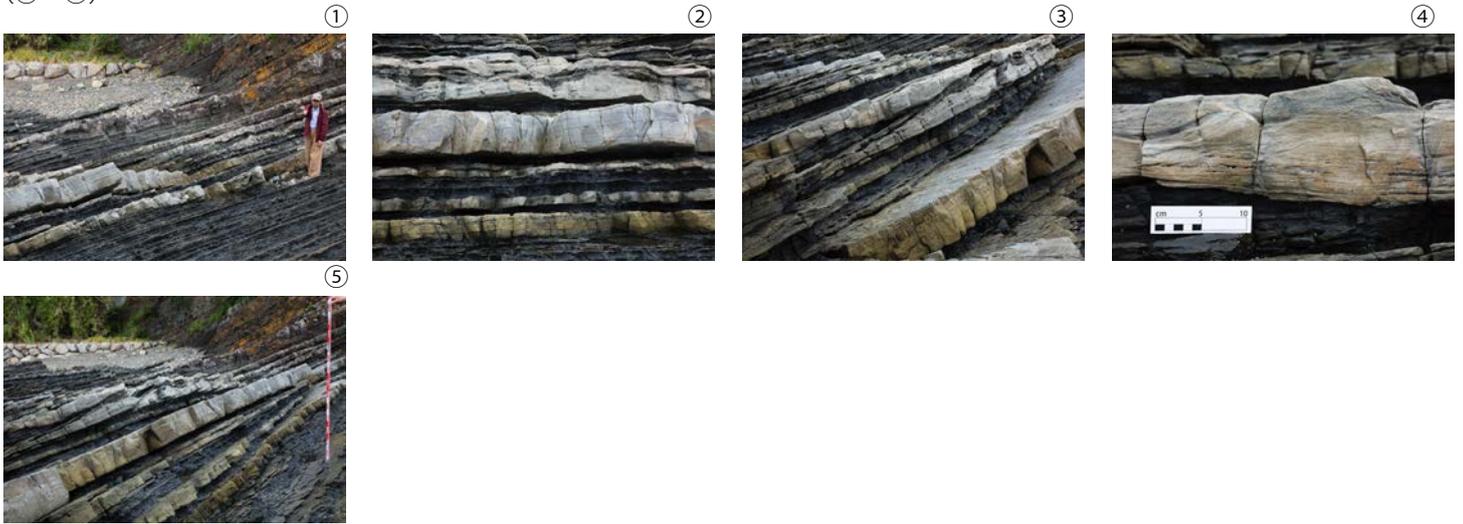
## [動画 3.11a] 01 三崎層群の堆積環境 養老層

沖合環境の泥底で堆積した泥岩を主体とし薄いシルト岩、細粒砂岩からなる地層の観察（①～④）。シルト岩や砂岩の薄層は、乱泥流で運搬されてきた可能性がある。



## [動画 3.11a] 02,03 浜益野層のレンズ状砂層

デルタの前面の砂州と泥底の混じりあった多様な流れのある環境で堆積した平行葉理、リップル葉理を示すレンズ状の砂岩層（①～⑤）



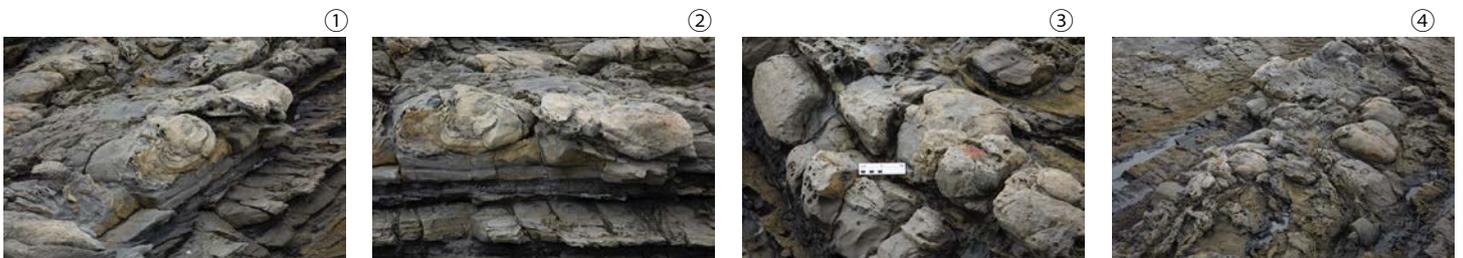
## [動画 3.11a] 04 砂岩層上面の堆積構造

見事なウェーブリップルが認められる（①～③）。動画では波動の振動方向の復元法を示す。



## [動画 3.11a] 05 砂岩層のコンボリューション構造

堆積直後に砂層は泥層より密度が大きいため不安定となり変形し、楕円球状となった（①～④）。地震が原因と考えられる。



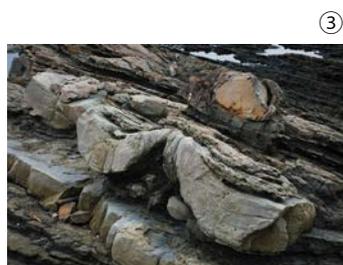
[動画 3.11a] 06 三崎層群養老層から浜益野層をのぞむ

養老層 (①)、浜益野層下部 (②、③)、浜益野層中部をのぞむ (④)



[動画 3.11a] 06 浜益野層のまとめ

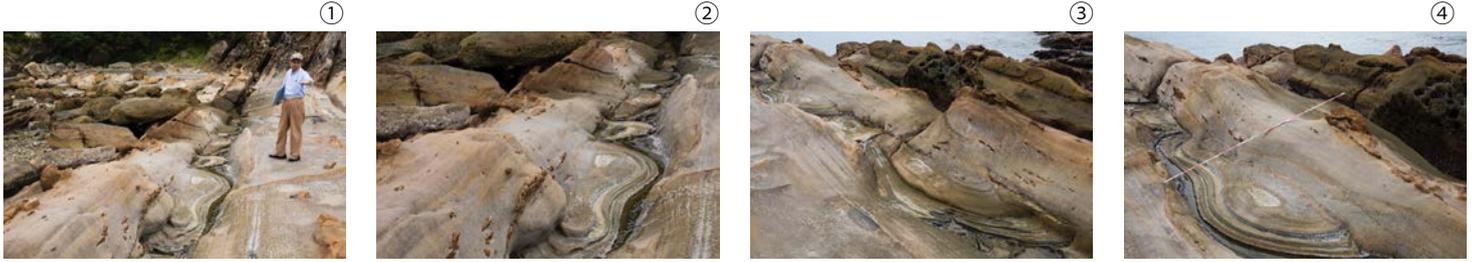
撮影箇所 (①) 付近で観察されるコンボリューション構造 (②、③)



# chapter3.7

## [動画 3.11b] 01 竜串層の砂層

①～④は低角度斜交葉理、コンボリューションを示す厚い砂岩層。地震などによる間隙水圧の上昇が原因と推定される。



## [動画 3.11b] 02 竜串層の砂泥互層の部分

ウェーブリップルが地層の上面に見られる (①～③)。



## [動画 3.11b] 03 砂岩層に見られる種々の構造

①～⑧は砂岩層に見られる生痕化石。⑨、⑩は節理面での続成作用。⑪～⑬はノジュール。⑪～⑮はハチの巣構造。

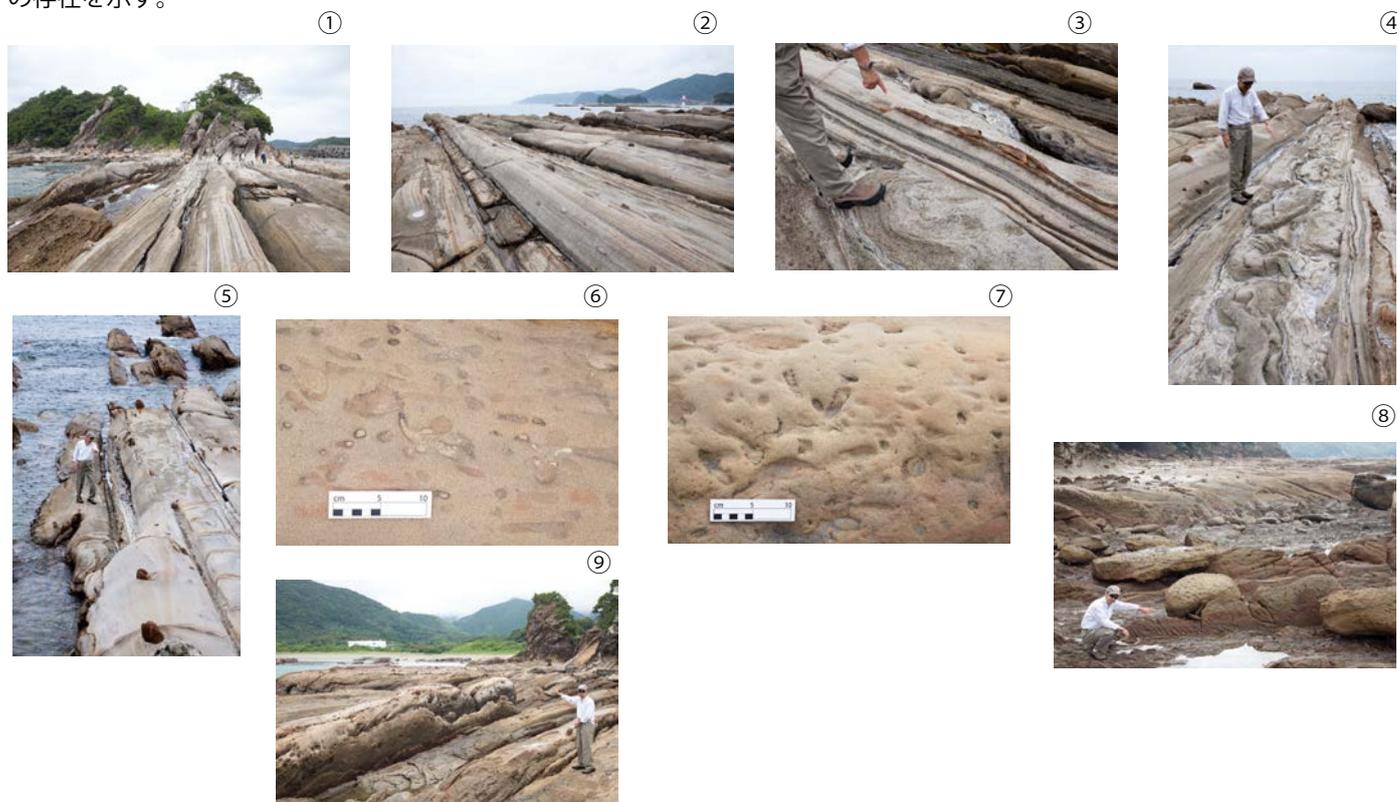


# chapter3.7

[動画 3.11b] 04

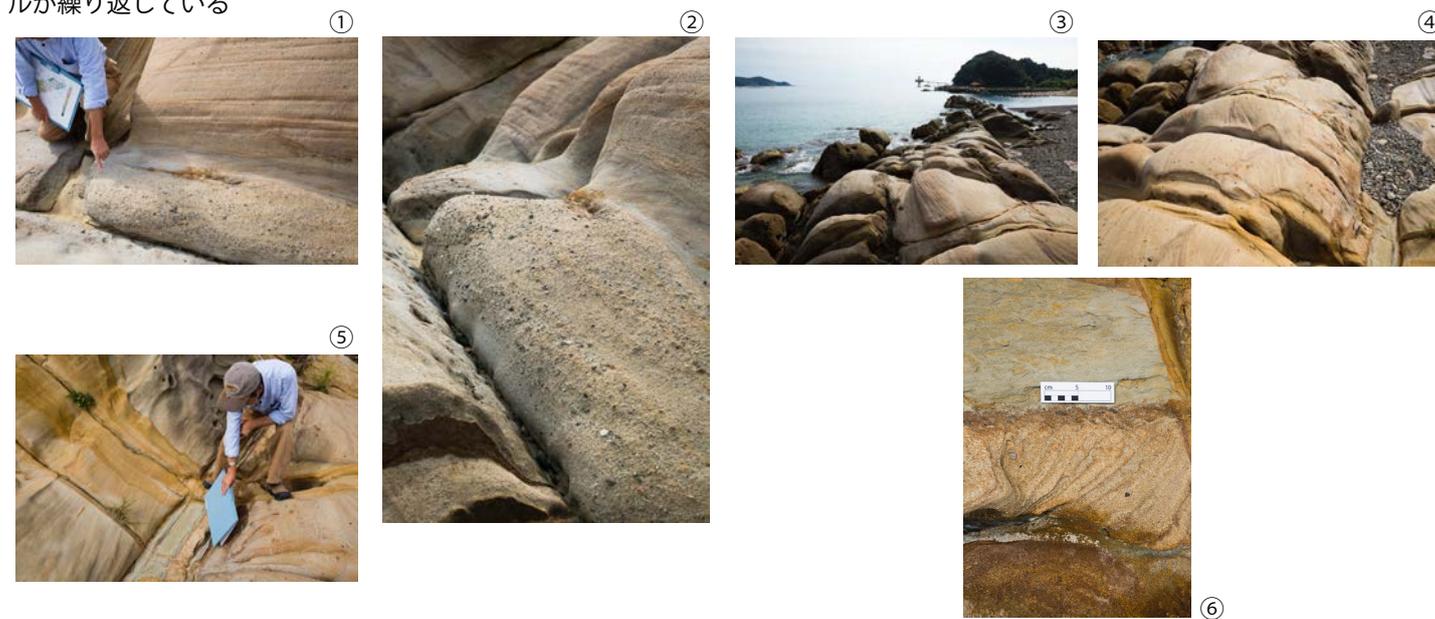
## 竜串層下部の堆積環境のまとめ

デルタの河口砂州(マウスバー)の環境が推定できる。低角度斜交葉理を示す砂岩層が見られる(①②)。③、④はコンボリューション。⑤は砂岩層下部の浸食構造。⑥は生痕化石。⑦は生痕化石。⑧はウェーブリップル。⑨は砂岩層と西側の山並みの境界部における断層の存在を示す。



## [動画 3.11b] 05 竜串層上部の礫混じり砂岩層の堆積構造

下部の大規模な斜交葉理を示す部分(①~④)、から上部のリップル葉理を示す細粒砂岩(⑤)、シルト岩(⑥)までの堆積サイクルが繰り返している

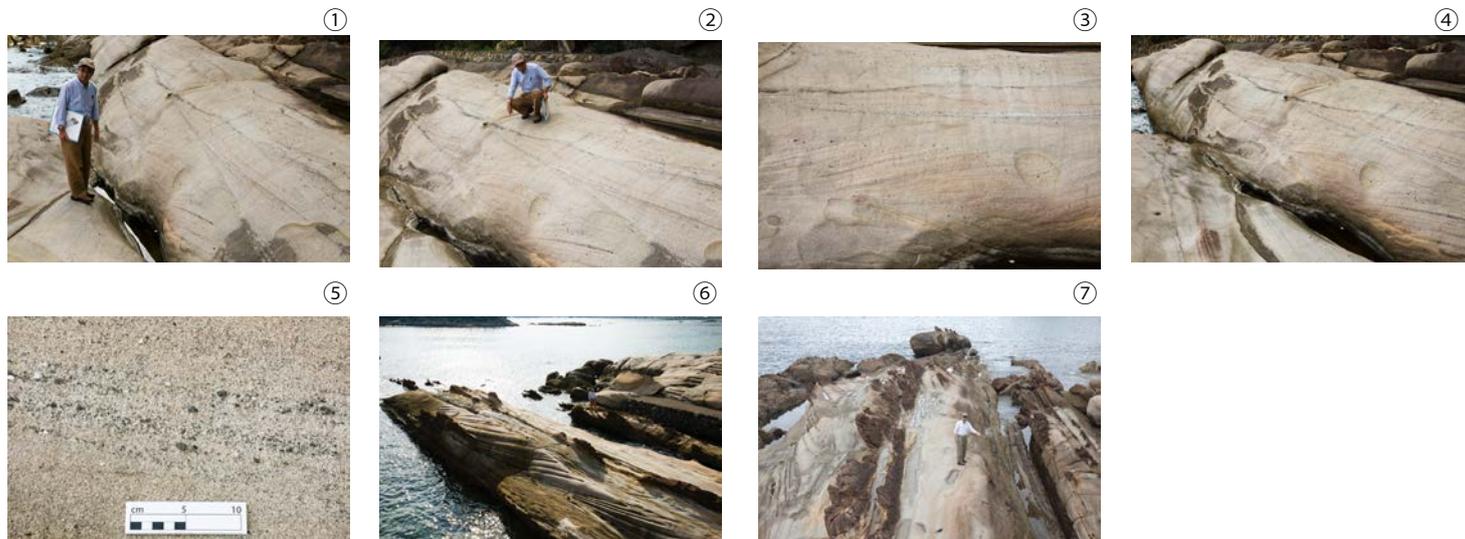


## chapter3.7

[動画 3.11b] 06,07

### 斜交葉理を示す砂岩層

①～⑤は斜交葉理の構造。⑥、⑦は反対2方向の流れを示す斜交葉理。主流は河川、反流は潮汐（上げ潮）によると解釈される



[動画 3.11b] 09

### 三崎層群のまとめ

始新世 (Eocene) から漸新世 (Oligocene) の付加体である来栖野層の変形した地層と三崎層群との境界（三崎断層）の説明。

三崎層群は、付加体の上の前弧海盆の堆積物であることを示す。①は竜串層から来栖野層の山並みをみる。三崎断層（足元は来栖野層）沿いに左側に来栖野層、右側（低地）に竜串層が分布（②、③）



## chapter3.8 タービダイトの堆積構造

### カリフォルニア・ヴェンチュラ盆地 (Ventura Basin) の鮮新世ピコ (Pico Formation) のタービダイト堆積構造

①はブーマシーケンス (Bouma Sequence) を示すタービダイト層。下位から級化構造 (Graded Bedding)、平行葉理、リップル葉理、細粒平行葉理、泥岩と変化している。全体として流れの減衰過程を表している。タービダイトは、これらの堆積構造のすべてが出現するわけではなく、流れの状態によって変化する。ただし、単層においては、出現の順序が逆転することはほとんどない。①はブーマシーケンスを示すタービダイト層。②は級化構造と平行葉理と一部リップル葉理からなるタービダイト層。③は平行葉理とリップル葉理からなる。タービダイト層にはしばしば変形構造 (コンボリューション) が認められる (④)。これは堆積が急激に起るために排水が十分でなく高い間隙水圧を生じるためと考えられる。

①



②



③



④



### タービダイト層の排水構造

排水が層内に水たまりを作り、その上昇によって皿状構造 (Dish Structure) ができる。①は千葉県房総半島の更新世大田代層において観察される皿状構造 (ツルハシの柄の末端のやや茶色の層の部分)。下部に海底の侵食を示す泥岩の偽礫 (Mud Clasts) を多数含む (ツルハシの金具部)。

①



### タービダイト層の下底面ソールマーク (Sole Mark)

代表的なもので渦流による海底の侵食を示すフルートキャスト (Flute Cast) がある。①は宮崎県日南市の海岸に露出する日南層群のタービダイト砂岩層底部に見られるフルートキャストである。流れは右から左へ。

①

