

[解説]

堆積岩の初生的構造

第一高 徳山康浩

堆積岩にみられる初生的構造は、簡単に、堆積構造ともいわれるが、これには、次のようなものがある。

I、異常堆積

II、斜層理

III、底痕

IV、グレーデイト・ベツディングとサンド・ダイク

これ等は、普通の断層・褶曲などのように岩石が固結してから生じた構造でなしに、地層の堆積直後か、または、これらの解析によつて、その堆積環境や堆積機構を推定し、地層の逆転を証拠づけることなどが行われている。

I 異常堆積

表層地すべり型：単層の内部が、図1のように、しわがよつている機構で、乱れたラミナが上の地層面によつて、頭を切られている。スランプ構造 (slumping structure) といわれるものである。単層が海底の表面ですべりを起し、再び定着し、その上部は一部分底流によつて、けずり去られ、それから新しい地層が上に堆積したものである。この近くでは、天草松島町の中島で、白亜紀姫浦層群の砂岩・頁岩互層の中に見られる(写真1)。

房総半島の新第三系や、和歌山県南部の古第三系では、含レキ泥岩の上位にくる流状のシルト岩に典型的に見られる(三梨、垣見：1964)。これらの成因として、砂岩・頁岩の互層の場合のように、海底地すべりによつて生じた混濁流が考えられている。混濁流が大規模で急速なものの場合、はじめの堆積構造は完全に消失するが、その程度が、余りはげしくない場合は、流状シルト岩のようなスランプ構造となり、さらに、小規模に、ゆつ

くりとすべり出し、余り長い距離を動かさずに停止したものが、天草中島の例のようなものである。

深層地すべり型：これは、図2のようにある特定の地層が、それより上の、一定の厚さの地層の地すべりによつて応力を受け乱れたものである。これは、次に述べる層間褶曲との区別が困難であるが、この変形帯には、断層面が融着し黒いすじ状になつていて、断層粘土や角レキ岩などを伴わない固結断層が大変多いこと、そして、その固結断層が変形構造と相伴つて生じたものであること、などを調べて、層間褶曲から区別される。

房総半島や三浦半島では、この型の異常層が、特定の層準に、かなり連続的に発達していて、堆積盆地内における基盤沈降の中心の移動に伴つて、異常層の生成する場が系統的に変移していることが調べられている。熊本付近からは、この種の異常層は報告されていないが、これに近い形のものとして、三角半島の網田のフトン岩がある。このフトン岩は上に大きな花コウ岩の岩塊が重なつてきたために、その下の未固結の地層が、乱れを起したものである。

層間褶曲：これは、堆積構造ではないが、外見上、深層地すべり型のもに似ているので、その特徴を少し述べる。厚い砂岩層などのような抵抗力の強い地層の間に、頁岩層や砂岩、頁岩の細互層などがある場合に、図3のような造構運動による応力が働くと、抵抗力の弱い頁岩層などは、その応力場に応じて層内褶曲を起す。そして、褶曲の軸面は図3のように、偶力の向きに傾く。このように、

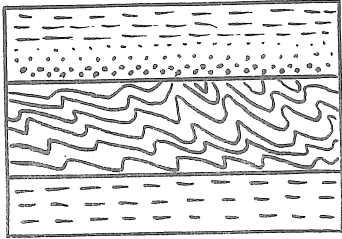


図1. 表層地すべり型の異常堆積

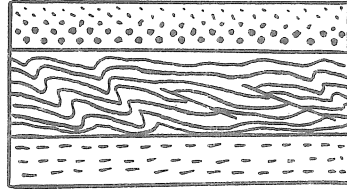


図2. 深層地すべり型の異常堆積

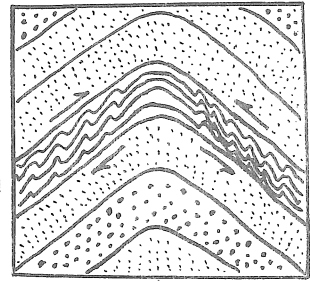


図3. 層間褶曲と背斜構造の関係(矢印は剪断応力の方向)

層間褶曲は、それを取りまく、全体の地質構造と調和しているもので、それによつて区別されるが、その大きな構造が不明の場合は、その小褶曲を統計的に処理し、その他の資料を含め総合的に判断を下すべきである。

また、造構的な運動がゆるやかに、未固結層に働く場合を考えると、深層地すべり型の変形と層間褶曲との区別はますますなくなり、両者は連続的に変化すると言わねばならない。

II 斜層理

これは、全体的な、一般的な層理面に対して、ある角度をなす小層理または葉理が1つのセットをなして作る初生的な構造である。偽層、斜交葉理、クロスラミナなど、色々の名称で呼ばれている。

斜層理には色々の形をしたものがあつて、平板型、くさび型、レンズ型、峯型などと分類でき、また、それぞれの成因についても考察されている。ここでは、平板型のでき方を簡単に述べておこう。川床面上を流れてきた土砂は、斜面にさしかると流れの陰になつてそこに沈積する。洪水の時のように流速が大きいと、川床や川岸の地形によつて乱流を盛んに生じるため、いろいろな向きに、斜層理が生じる。更に、一度沈積した土砂は、流速が増大すると、上方から次第に削り去られ、その後、その上に再び土砂が堆積していくため、下のラミナは、上のラミナや層面によつて切られ、傾斜不整合の場合のような形を呈

する。

斜層理から分る古水流系：上記のように斜層理は、水流のかなり動揺する環境下で出来るものだが、その傾斜の方向と水流の方向は一致しているため、斜層理の傾斜の方向を統計的に処理することによつて、全体的な古水流系が判明する。その場合の傾斜の測定は平面型斜層理を選び、セットごとに最大傾斜面の走向・傾斜を求めの方がよい。

また、同時に、その地層の一般的な層理面の走向・傾斜も測定しておいて、ステレオ・ネットなどを利用し、堆積時における斜層理の走向・傾斜に還元しておく必要がある。

以上のようにして、主要地点で、堆積時に於ける斜層理の最大傾斜の方向を数10~100個程度求め、ローズ・ダイアグラム (Rose Diagram) を描くと、古水流系が求まり、一つの堆積盆での土砂の運搬方向を推定でき、古地理の研究上、重要な資料となるものである。

(注) 1): 地質ニュース 117号 p 19、先生と生徒のための地図・天気図・地質図 (共立出版) p. 119~ p. 126参照。

2): 木材・佐藤・徳山: 小地質構造 (鉱山地質 16巻 78号) p. 35参照。

斜層理から逆転構造を知る：前記のように斜層理は、傾斜不整合的な線構造を示すので、斜層理を利用して、地層の上下の方向を判定

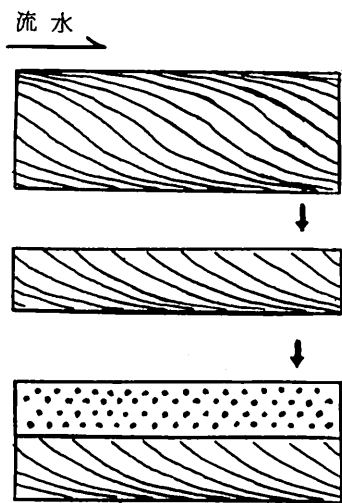


図4. 斜層理のできかた

できる。日本のように、地殻変動のはげしい所では、しばしば、これによつて地層の逆転が知られる。但し、その場合、次に述べる底痕や三連痕や化石など多くの資料も合せ総合的に判断すべきである。

Ⅲ 底痕 (sole marks)

層理面は、原則的には平面であるが、そこに、凸凹のいろいろな印象が見られる場合がある。これ等は、水底の流水によるもの、底棲動物によるもの、堆積物自体の重みによるものなどがある。底痕というのだから、もともとは単層の底面は裏面に見られるものとい

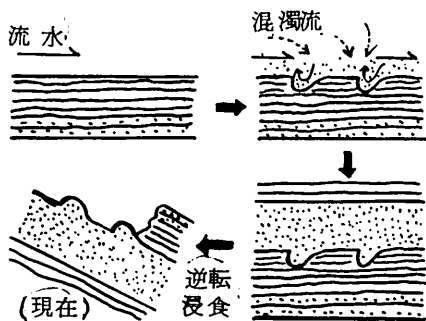


図5. 逆転した砂岩層の底面に見られる流痕のでき方

う意味だが、地層が逆転したり、下の単層が風化に強い砂岩などだつたりすると、上面に見られることになる(図5)。

流痕：水底の流水(土砂を多量に混えた混濁流)が、すでに沈着した地層の表面を数cm~数十cmにわたつて削り取つた跡である(図5)。削り取られた跡そのもの(雌型)と、そこをうめて、その上に堆積した単層の底面につく雄型、即ち、カスト(cast)があるはずだが、露頭では後者のカストの方が多い。そして、特に、砂岩頁岩の互層の、砂岩の底面によく見られる。これは砂岩頁岩互層の成因が混濁流ではないかという考えとよく調和している。

流痕には、フルート・カスト(flute cast)、グループ・カスト(groove cast)、バウンス・カスト(bounce cast)の三つの代表的形がある。

フルート・カストは、丸い溝の雄型で、真上から見ると楕円形で、真横から見ると非対称的な丸味をもつた山である(図6)。成因から考えて当然、長軸の方向が水流の方向であり、隆起の傾斜の強い方が上流側で、傾斜が弱くなり次第に流れて層理面と区別がつかなくなつていく方が、下流側である。従つて、これによつて、堆積時の流れの向き(古水流系)を知ることができる。

グループ・カストは、線上に細長く伸びた溝の雄型で、混濁流に含まれていた岩片などが引つかいていつた跡だとされている。細長い線の方向が水流の方向だが、フルート・カストと違い、そのどちら側から流れてきたものかは、これからは判断がつかない。

バウンス・カストは、型の長さの点で、上記二者の中間を示すもので、舟底形の溝をうめてできた雄型である。混濁流の中のレキなどが、水底をバウンドしていつたとき削り去つた溝だとされている。そして、これも長軸の方向と水流の方向は平行だが、どちら側から流れてきたものかは示さない。

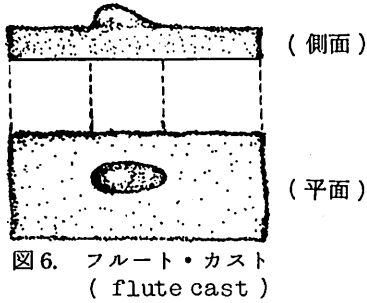


図6. フルート・カスト
(flute cast)

以上のカストは、宇土天草一帯にかなり互層が発達しているにも拘らず、まだ、その報告をきかない。入念に調べるとあるのかも知れない。

荷重痕 (load cast): 堆積物が十分に固化していない時期に、上に重なってきた堆積物自体の重みなどで、単層の下面が部分的に沈下して凸凹をつくつたものである。上記のフルート・カストから発達するもの、また漣痕から発達するものなどもある。しかし、一般的には、流痕、漣痕と違つて、方向性はないし、形や大きさもまちまちである。

漣痕 (ripple marks): これはどこ海岸でも見かける波や水流によつて生じた砂の紋様(写真2)が、地層の中に残されたものである。これには、流水によるものと波の攪拌によるものが区別される。

動揺型漣痕 (oscillation ripple marks) がその1つで、主として波の攪拌作用によつてできたもので、図7のように波頂はとがつて波の谷の部分はゆるく丸味をもっている。上下には同様な波形をしたラミナが平行して重なっている。波のとがりから、上下の判断がつくので、地層の逆転を立証する証拠とされる。

流水型漣痕 (current ripple marks) は、

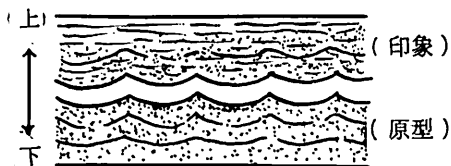


図7. 動揺型漣痕の断面

主として流水の働きでできるもので非対称的な波形をしているので、水流の方向が分る点は上記の斜層理やフルート・カストと同じである。しかし波長と波谷は同じ形をしているので、地層の上下の判別には役立たない(図8)。写真2で見ると、波頂は水流の方向と直交して長く伸びる。

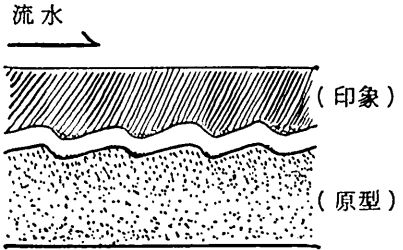


図8. 流水型漣痕の断面

生痕: 生物の生活のあとが色々な形で残されているものを生痕という。生痕には、動物の足跡、はい跡、巣穴、糞などがある。宇土半島の網田・平岩の間には、虫のはい跡のようなものが見られる(写真3)。また、天草松島の石切場の砂岩の中に見られるサンド・パイプは巣穴ではないだろうか。

IV グレーテッド・ベツティングとサンド・ダイク

グレーテッド・ベツティング (graded bedding) とは、1つの単層の下部に細レキ又は粗い砂の粒子が配列し、上方にゆくにつれ次第に粒変が落ち、一番上は頁岩で終るといつた成層の仕方、いくつかの単層が重なっているものをいう(図9)。これは砂岩・頁岩の互層によく見られる。宇土半島の網田以西に分布する互層にもよく見られる(写真4)。この成因としては、スランプ構造やフルート・カストと同じように、海底に生じた混濁流が考えられている。即ち、混濁流の流速が衰えると、沈殿速度の大きい、粗粒の粒子が早く沈殿し最後にシルトや粘土などの細粒子が沈殿するのである。そして、これで、砂岩と頁岩の1組が出来る訳である。

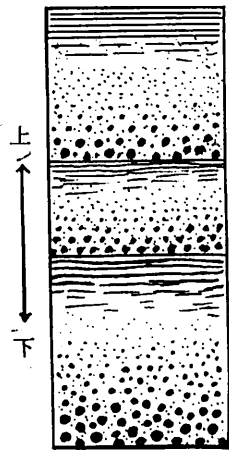


図9. グレーデッド・ベツディング

このグレーデッド・ベツディングは地層の上下を判断するのに役立つ。ただ、一つの単層内では、上方へ細粒になるという法則を機械的に適用しようとする、レキ質の堆積物などで、逆グレーディングが見られるので矛盾を生じることになる。レキ質の地層では地質時代の新旧をとわず、この逆グレーディングが見られる事実が多く報告されているし、砂質や泥質岩からもいくつか報告されている。地層の上下の判断は、他の場合と同様にいくつもの、それを支持する資料を集め総合的に行わなければならない。

逆グレーディングの生じる原因は岡田博有氏によると4つ位考えられているが、その中で最も分かり易いものを1つ述べると、次のようである。色々な大きさの粒子の混つた土砂を箱に取り、これを箱ごと、トントンたたいたり、揺つたりすると、大きい粒子が表面に出てくる。この実験をガラスびんで行えば逆グレーディングがよく観察できよう。これは、バグノールド効果(Bagnold effect)と呼ばれている。

サンド・ダイク(sand dyke) : これは砂岩の岩脈である。岩脈とは普通、火成岩に見られるものであるが、堆積岩でも、岩塩のダイアビルに見られるように、流動性を示して貫入することもあるが、それは構造的な後生構造である。初生構造としてのサンド・ダイクの成因は、水底や、未固結の堆積物(砂の層など)のおおひのある所に生じた割れ目が、上から落ちてきた堆積物によつて埋められることが考えられる。また、もう一つの成因として、地層の中に地震による割れ目などが出来、その割れ目に沿つて地下水が流出し、その地下水が砂を運び上げる場合がある。

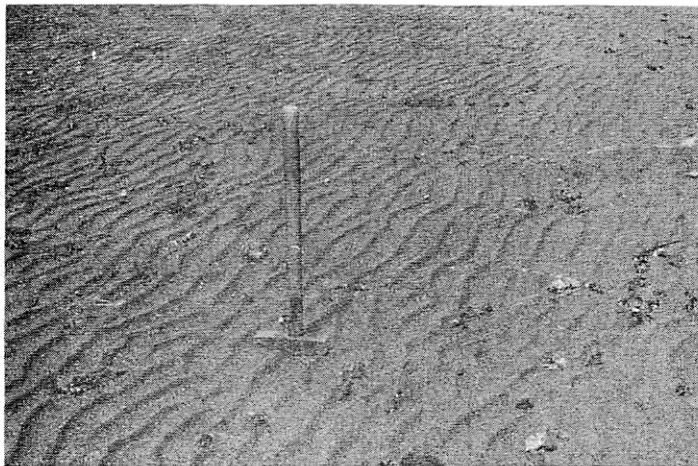
ヨーロッパからは、このようなサンド・ダイクが、いくつも報告されている。宇土半島の小田良の海岸にも、いくつも見られるが、成因としては上記のいずれに当るのか、或は別の成因によるものか余りはつきりしない。筆者は、上記の2つの中の後者に属するものだろうと考えている。

文献 : 上記の解説を書くに当つては主として、地質ニュース117号(1964年)の、特集「野外での地層の観察」(平山二郎、他)によつたが、他のいくつかの文献も参照した。その主なものは次の通りである。

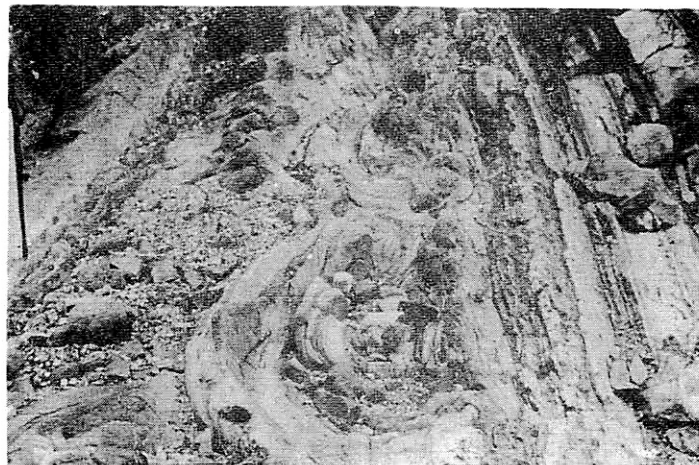
地質学雑誌 74巻11、12号、75巻6号
地球科学 21-6、22-2、22-5
一般地質学(A.ホームズ、竹内均 訳)
Structural Geology (M.P. Billings)

写真説明

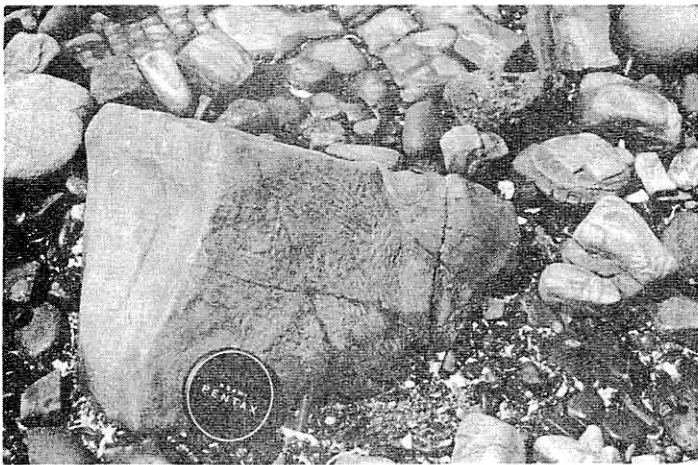
- 写真1 : スランプ構造
(天草松島、中島の姫浦層群)
写真2 : 流水型流痕、水流は左から右へ
(宇土半島網田西方の海岸)
写真3 : 転石に見られる生痕
(宇土半島の姫浦層群の砂岩)
写真4 : グレーデッド・ベツディング、中央部でクロスラミナも見られる。
(宇土半島の姫浦層群の互層)



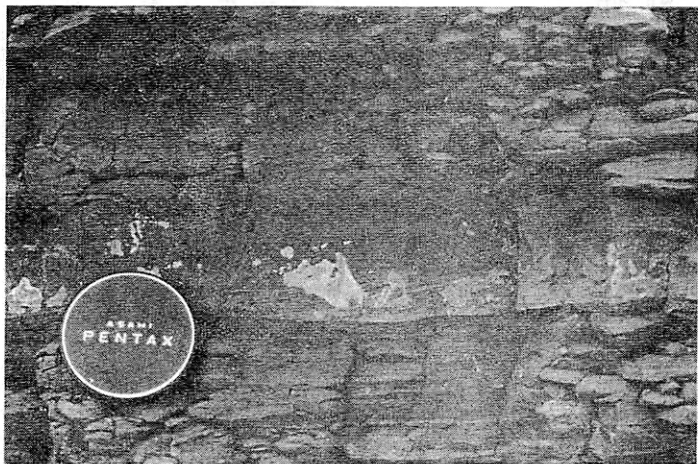
2



1



3



4