

堆積学研究会報

特 集 号

(XXII/XXIII号)

細粒碎屑性堆積物と  
その堆積機構

事案上、志保ク編集

1985年4月

堆 積 学 研 究 会

細粒タービダイト, およびこれに伴う半遠洋性堆積物—  
堆積構造, 組成, 堆積機構などに関する 2・3 の知見と  
討論 (予報)

Fine-grained turbidites and associated hemipelagites  
— a few new data and discussions (Preliminary report) —

山崎 貞治\*・志岐 常正\*\*  
Teiji YAMAZAKI・Tsunemasa SHIKI

ま え が き

小論は, 近年筆者らが行なっている, シルト質ないし泥質のタービダイトの研究結果を主な素材として, 細粒碎屑性堆積物に関する堆積学的問題を記述しようとするものである。タービダイトをとくにとりあげる理由は, 特徴ある堆積構造をもち, 特殊な(?) 堆積機構が推定される堆積物を見ることによつて, 細粒碎屑性堆積物一般の堆積機構を研究する上での手掛りが得られるかも知れないと考えるからである。

近年, STOW (1982) は, 細粒子堆積物研究の途を論じ, それに関する三つの先端的課題について述べた。それらは, (1) 黒色頁岩の堆積学的・無機-有機化学的研究とその総合, (2) シルト質-泥質タービダイトの研究, (3) 泥質コンターライトの研究, である。

これらのうちで, もっとも新しく, 興味深い課題は, あるいは第3であるかも知れない。しかし, 日本では, コンターライトやコンター・カレントの研究は, 砂質堆積物やその運搬・堆積機構に関してさえも, まだほとんど研究が進んでいない。これに対し, 「タービダイト泥」の研究は, 従来多くの人々が興味をもって進めてきたタービダイト研究の延長上にあり, 少なくとも当面は, とつき易い面がある。これはまた, STOW (1982) は触れていないが, ネフェロイドレイア (Nepheloid layer, 低密

度懸濁物層) からの堆積物や, 近年注目されているストーム堆積物 (EINSELE and SEILACHER, 1982) の研究への準備や前提としても, コンターライトに対してと同様に意味があると思われる。

小論の実質的内容は三つある。一つは, タービダイト泥と, これに伴う半遠洋性泥質堆積物との組成を比較・検討し, 両者を識別するための特徴を明らかにすることである。他の一つは, 細粒タービダイトの各部の粒度組成の特徴を CM 図を用いて検討することである。最後に, 細粒タービダイトの葉理の形成機構に関する討論を行なう。これらを通して, 「turbidite sequence」の実態とその形成機構を考える途を, 一歩進めたいと考える。

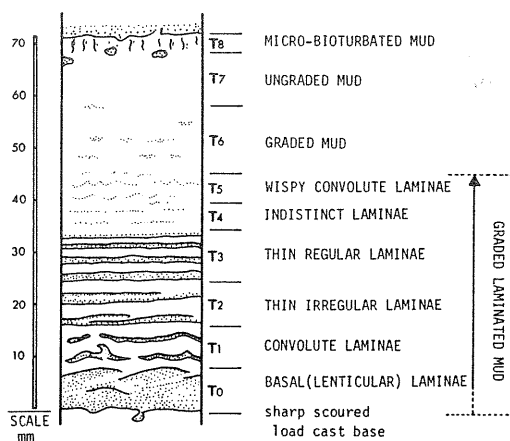
1. 細粒タービダイトの単層内部構造順序

はじめに, 細粒タービダイトの単層内部堆積構造について触れておくことが, 後の章の記述のために必要であるように思われる。

タービダイト単層内部堆積構造に関する BOUMA (1962) の模式は, 広く知られている。これは主として比較的砂質の部分が多い, 普通のタービダイトの内部構造の Composite sequence を模式化したものである。これに対し, STOW and SHANMUGAM (1980) は, 細粒のタービダイトの内部構造の重なり方の模式を提唱した (第1図)。ここでは, 「BOUMA sequence」の C・D・E 部に

\*大阪教育大学池田分校 Osaka Kyoiku University, Ikeda, Osaka, Japan

\*\*京都大学理学部 Faculty of Science, Kyoto University, Sakyo, Kyoto, Japan



第1図 細粒タービダイトの内部堆積構造順序の模式 打点部：シルト，白色部：泥 (STOW and SHANMUGAM 1980)

相当する部分が8つの部位に別けられている。この模式が、BOUMA (1962) のそれがもつほどの有効性をもたらすものか否か、言いかえれば、細粒タービダイトとこれに伴う半遠洋堆積物の内部構造が、果してこれほど細かく別けられるものであるかどうかについては、さらに検討を要するに思われる。

筆者らは、グアテマラ海溝、沖縄舟状海盆、および南海舟状海盆などから採られたタービダイト泥の試料を検討したが、今のところ、タービダイト泥およびこれに伴う半遠洋性泥の内部構造を、STOWらの場合のようにくわしく細分することには成功していない。BOUMA (1962) のe部が、級化泥部、非級化泥部、半遠洋性泥に別かれることは、どうやらありそうに思われるが、以下の記述においては、主にBOUMAの模式を基本として、ときに必要なコメントをつけつつ検討や議論を進めることにする。

## 2. タービダイト泥部と半遠洋性泥部

比較的近年、O'BRIEN and HISATOMI (1978) O'BRIEN (1980) は、沖縄舟状海盆の柱状試料、房総半島の鮮新統や紀伊半島の中新統熊野層群からの試料などについて、タービダイト泥と半遠洋性泥との比較・検討を行ない、両者のSEM像で見るファブリックに顕著な違いがあることを確めた。この

研究は、タービダイト泥と半遠洋性泥との識別だけでなく、両者の堆積機構を考える上でも示唆を与えるものである。

しかし、堆積物の運搬・堆積機構や供給源などを考えるためには、粒度組成や鉱物・化石組成などを知ることが必要であり、これらに関する資料から、タービダイト泥と半遠洋性泥との識別を行うことも追求されねばならない。

以下に、このような研究の例として、2・3の半遠洋性泥質堆積物とタービダイト泥との組成の違いについての検討結果を示す。この記述における、筆者らの粒度分析・分画結果は、すべて、国際電子KK製作の超音波微粒子篩分装置 (山崎・志岐, 1984) によって得られたものである。

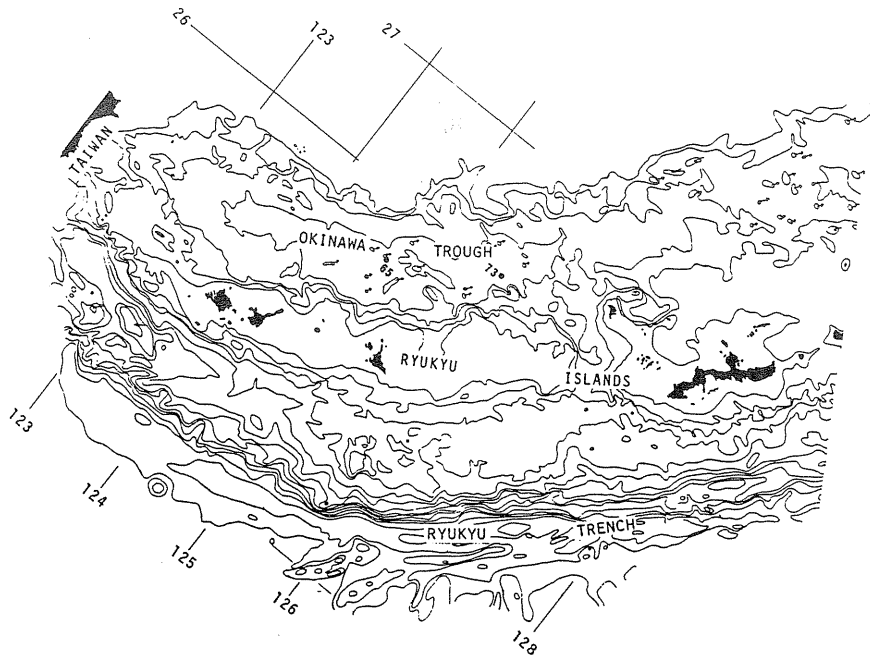
### 2-1 沖縄舟状海盆柱状試料 KH 72-2 St. 73

第2図に、東京大学研究船白鳳丸 KH 72-2 航海 (KAGAMI, 1975) において、タービダイトを含む泥質柱状試料 (SHIKI, *et. al.*, 1975) の得られた地点 (St. 65, 水深 2078m, St. 73, 水深 2104m) を示す。両地点はともに沖縄舟状海盆内の、しかしそれぞれ別個の小盆中にある。

第3図に、St. 73 より得られた試料に見られた一枚のタービダイトの粒度組成を示す。タービダイト単層内での中央粒径値の垂直変化は、肉眼的に観察される内部堆積構造変化とよく対応している。BOUMA 模式区分のb部に相当するところに平行葉理がほとんど発達しないので、単層下底からC部直下までをa部として一括してある。この部分は砂質である。

粒度級化は、その上のシルト質～泥質な、C部からe部にかけて発達している。c, d部の個別葉理の粒度組成は、非常にしばしば顕著な歪みを示す。この点は、筆者らが、中米グアテマラ海溝や、沖縄舟状海盆のSt. 65からのタービダイトについて見出した (SHIKI *et al.*, 1982, SHIKI and YAMAZAKI, 1984) ことと同じであり、タービダイトのc・d・(一部e)部の特徴であるとしてもよいと思われる。なお、粒度組成をくわしく解析すれば、それがモードの異なる三つの母集団の集合からなることがわかる。これらの点については、別に稿を改めて記述したい。

このタービダイトは、やや緑色を帯びた暗灰色泥質堆積物の上に堆積している。後者の上部端部には、



第2図 沖縄舟状盆柱状試料採取地点

73: KH72-2 St. 73. 26°00.3' N, 125°44.5' E. 水深 2104m  
 65: KH72-2 St. 65. 25°29.2' N, 124°48.6' E. 水深 2078m

前者から、これと粒度組成、鉱物組成を同じくする砂からなる生痕が入り込んでいる。

タービダイトの構成粒子は、泥質のe部を含めて、輝石安山岩質火山ガラスを主体としており、同質マグマの噴出と混濁流発生との間の因果関係を示唆している。

これに対して、下位のやや緑色を帯びた暗灰色泥質堆積物も、粒度組成だけを見るならば、タービダイトe部の暗灰色泥質堆積物の最も細粒な部分と大きくは違わない。また火山ガラスも含まれている。この堆積物のタービダイト泥と異なる大きな特徴は、石灰質有孔虫遺体や石灰質ナノプランクトン遺体を多く含んでいることである\*。タービダイトの中には石灰質生体遺体は全く含まれていない。この点、および色調、生痕などを総合的に見るならば、この帯緑色暗灰色泥は半遠洋性堆積物であり、VAN DER LINGEN, (1969)やHESSE, (1975)のF部やSTOW and SHANMUGAM, (1980)のT<sub>7</sub>・T<sub>8</sub>に相当するものとみてよいであろう。

2-2 沖縄舟状海盆柱状試料 KH72-2 St. 65  
 タービダイトを含む堆積物のタービダイト泥と半

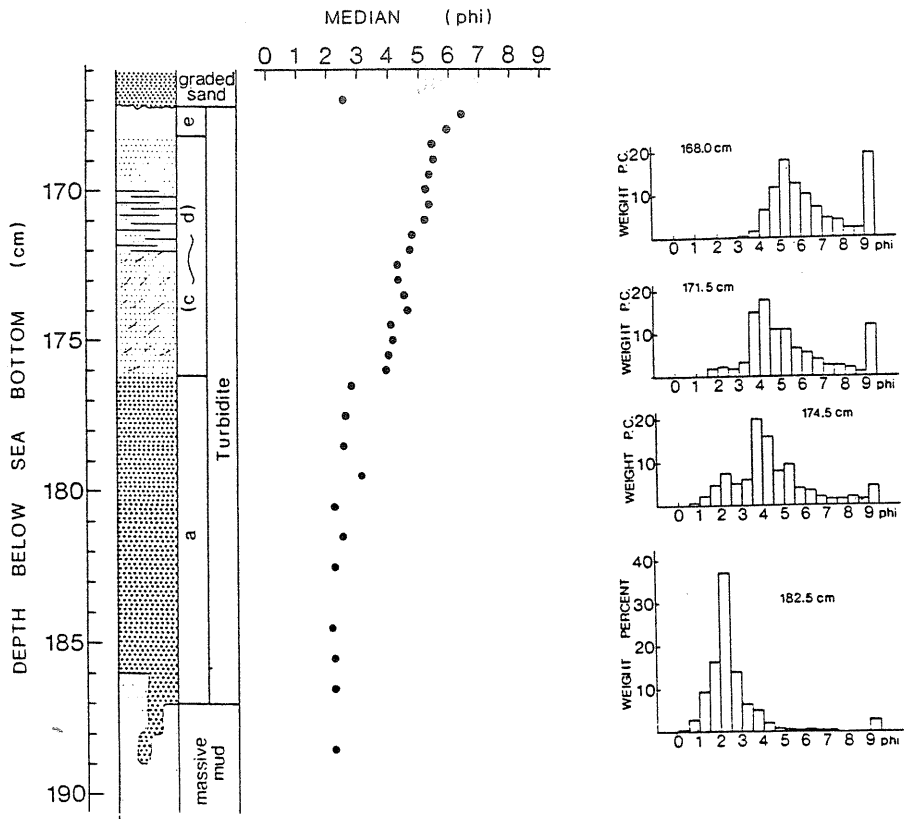
遠洋性泥質堆積物(F部)との違いに関しては、もう一つ、注目すべきことがある。

それは、タービダイト泥(e部)がd・c部にも増して顕著な級化をその平均粒径に示すに対して、F部ではそれが見られないことである。

e部の粒度級化については、SHIKI *et al.*, (1982) SHIKI and YAMAZAKI (1984)によってくわしく検討されたが、すでに、前述のSTOW and SHANMUGAM (1980)の模式区分にも示されていた(T<sub>6</sub>部)ものである。St. 73の第3図に示した例ではe部の厚さが薄いためこれが読みとれないので、第4図に、St. 65の細粒タービダイトの例を示す。この図で、粒度(中央粒径)の級化が極めて著しく、しかも規則的であること、および、e部とd・c部との粒度組成の特徴の違いが読みとれるであろう。d・c部内の中央粒径の変動は、細・粗の粒度の葉理を区別して粒度分析を行なった結果が表われたものである。その堆積学的意味について

\*粒度が小さいため、図や表に定量的に示すことは困難である。

ST. 73



第3図 沖縄舟状海盆底 KH 72-2 St. 73 より得られた柱状試料中のタービダイト層内粒度変化（中央粒径値および粒度頻度分布）ヒストグラムの肩の数値は、図左端スケールの示すコア内の深さに対応。

は、後の章で検討を行なう。e部の級化は、流れの中での粒子の沈降速度が主に粒度によって異なることの単純な結果であると考えられる。昔、タービダイト単層全体内の粒度級化について言われたような考えは、むしろこのe部について典型的にあてはまると言えよう。

なお、St. 65の試料は火山ガラス質ではない。このような試料については、タービダイト泥と半遠洋性泥との識別は、鉱物・生物遺体組成だけからでは、St. 73の場合に比べて困難なようである。

### 2-3 四国沖南海舟状海盆柱状試料

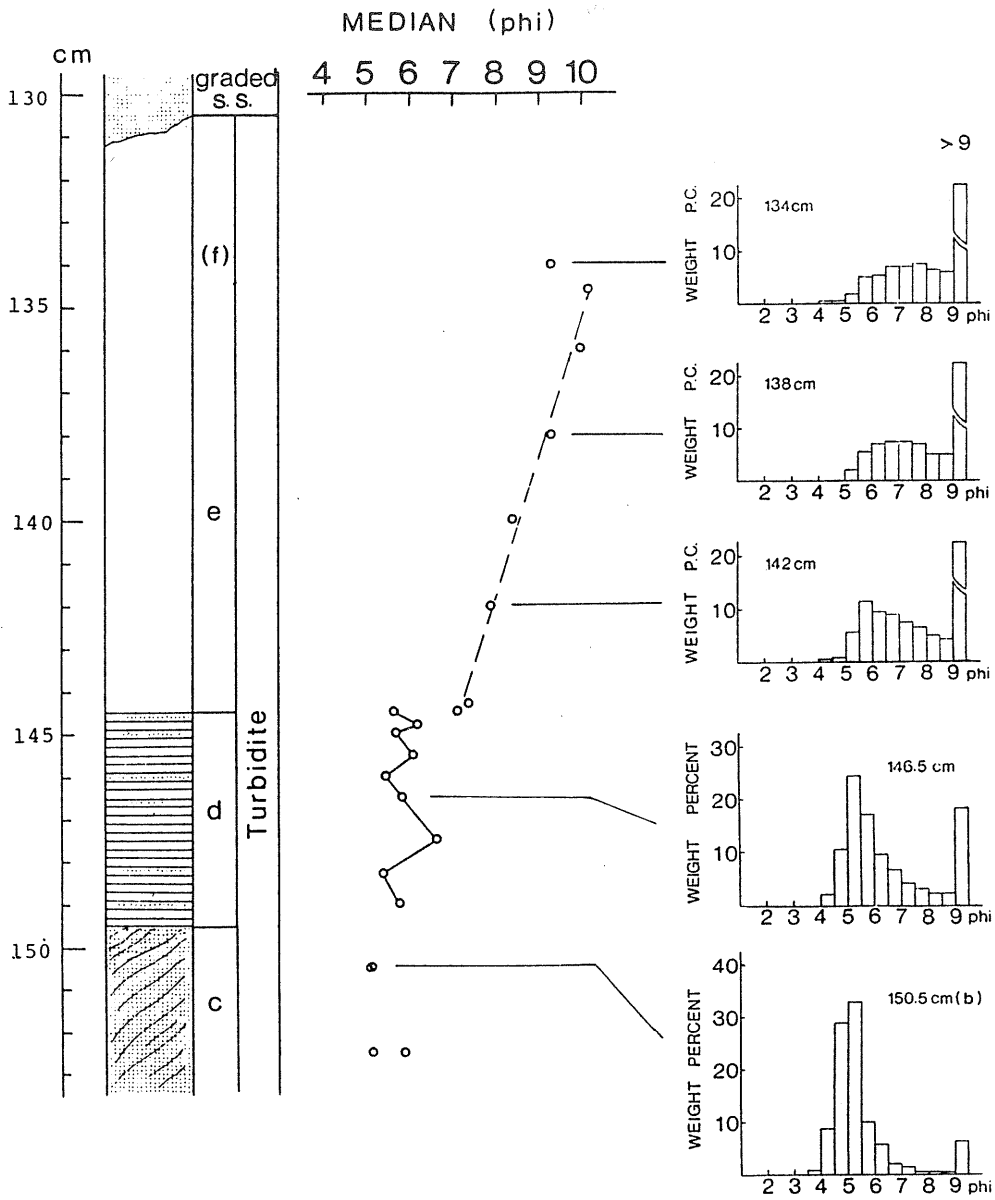
次に、タービダイト泥と半遠洋性泥との組成の違いについて、一見St. 73の場合と全く逆に見える例を示そう。

白鳳丸 KH 83-2 航海によって、四国沖南海舟状海盆（第5図 St. 3, 32°07.8'N, 134°24.6'E, 水深4770m）で得られた柱状試料から、タービダイトの含まれる部位の一部をえらんで粒度組成を検討した結果を第6図に示す。

このタービダイトは、全体として細粒であり、BOUMA Sequenceの類型のTde, Te以外が発達していない。級化も弱い、e部にそれが見られること、各部を通じて粒度組成に正の歪みが発達していることなど、グアテマラ海溝や沖縄舟状海盆のタービダイト細粒部と同様の特徴を示す。

試料の分画部60-25 $\mu$ には、有孔虫（浮遊性、底生破片）の他、放射虫、珪藻などが、また5 $\mu$ 以下には石灰質ナンノプランクトンが大量に含まれて

KH72-2 ST.65



第4図 沖縄舟状海盆 KH72-2 St.73 より得られた柱状試料中のタービダイト層内粒度変化(中央粒径値および粒度頻度分布)

欠けて新言するに は 砕屑 17.5 μm ~ 2 μm, < 2 μm が 半電産のものだけ  
を集めて 427 mg / 7 ㎤ なければならず

turbidite 砂には mind 部と 繋いで、浅海の生物 近海への entry と  
(自然堆積物) をわけてみる → この 堆積物に、E, F 部 2 つが、うすくは  
(産量化)  
いる (第 7 図)。組成鉱物としては、グラス、石英、  
長石などの他に、緑色角閃石、酸化角閃石、雲母そ  
の他がある。酸性火成岩片、変質鉱物も多い。

これに対して、f 部とした部分は、有孔虫を欠き、  
また、石灰質ナノプランクトンも極めて少量しか  
含まない。ただし、e 部と f 部の間には、数 cm にわた  
る漸移部がある。一部逆級化の傾向がうかがえる  
ことや、生痕の存在を考慮に入れると、この部分は  
PIPER (1978) の E<sub>3</sub> に当るかも知れない。

以上に見るとおり、四国沖南海舟状海盆の柱状試  
料の場合にも、生物遺体の含まれ方その他によって、  
タービダイト泥と f 部とを識別することが可能である。  
後者はおそらく半遠洋性堆積物ととらえてよい  
であろう。ただし、南海舟状海盆の場合には、それ  
らの生物遺体・鉱物組成の特徴が、沖縄舟状海盆  
St. 73 の場合と一見まるで逆である。

このことは不思議なことではなく、両者の堆積水深  
の違ひを見れば容易に了解される。すなわち、沖  
縄舟状海盆の試料の堆積場は、CCD 以上であり、  
南海舟状海盆の場合は CCD 以下であると考えられる。  
言うまでもなく、CCD 以下では、堆積・埋積  
速度の遅い半遠洋性沈積物中の石灰質化石は溶解  
しやすい。St. 73 のタービダイト泥中に生物遺  
体がないことは、試料が、一旦比較的浅所に堆積し  
てからある時間を経て後混濁流によって運搬・再堆  
積したのではなく、上にも触れたように、混濁流の  
発生が火山活動とかなり直接的関係をもっているも  
のであったことを示唆するものである。

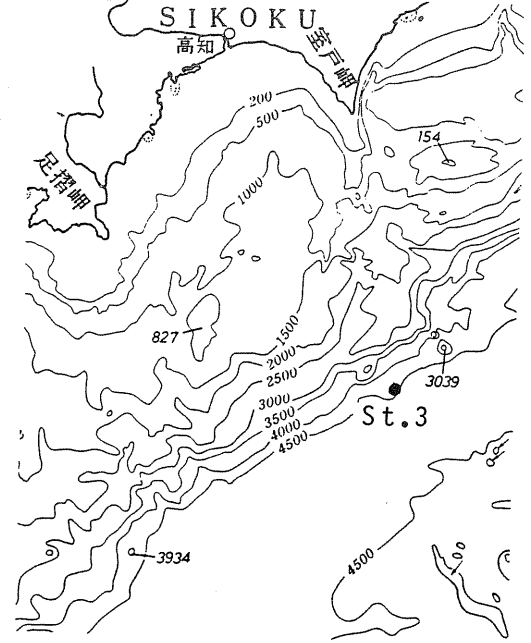
### 3. 細粒タービダイトの葉理とその形成機構

次に、細粒タービダイトの c・d 部の粒度にみら  
れる特徴について、PASSEGA (1957, 1964) の  
CM 図を用いて検討し、これら、とくに d 部の平行  
葉理の形成機構について考えてみよう。

#### 3-1 細粒タービダイトの CM パターンと粘土粒子 含有量

PASSEGA (1957, 1964) の CM 図は、堆積物の  
組織・粒度組成と、水中での運搬過程における粒子  
の挙動とを結びつけて考える一つの糸口を与えた。  
この図は、水流中で運搬される粗粒粒子と細粒粒子  
とが各々別の挙動をしていることに着目して考え出  
されたものである。

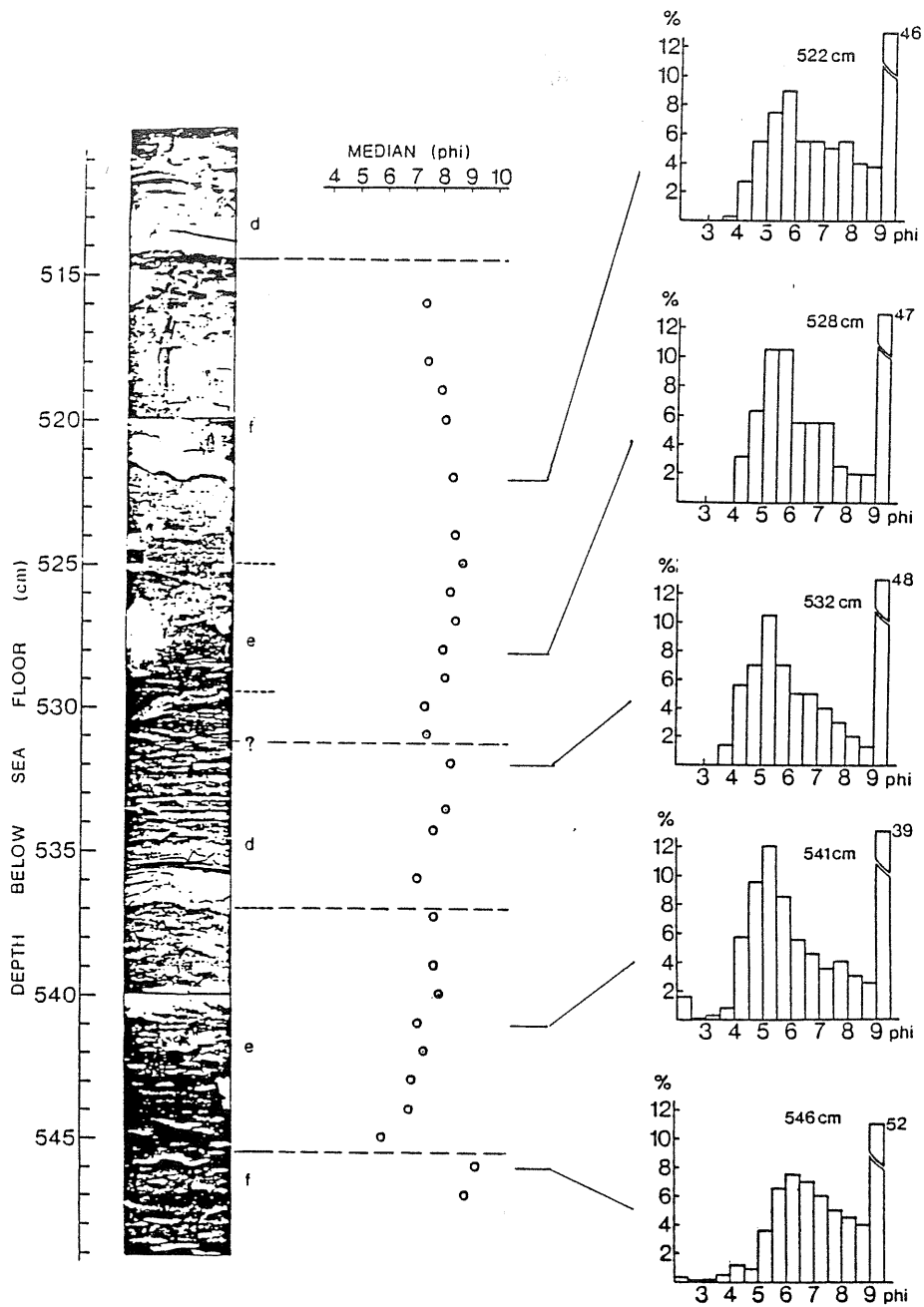
第 8 図は、上記沖縄舟状海盆の二つの柱状試料が



第 5 図 白鳳丸航海 KH 83-2 による南海舟状  
海盆底柱状試料採取地点 St. 3 位置図

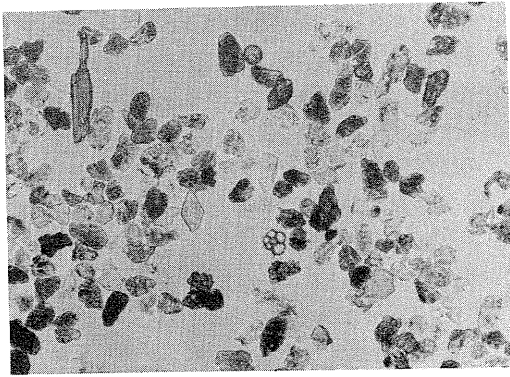
ら、2 枚のタービダイト層をえらんで、その粒度を  
CM 図にプロットしたものである。

この図によれば、これら試料の CM パターンは三  
つの部分に別けられる。第一の C=M に略平行な分  
布は、掃流運搬における級化浮流荷重の堆積物に特  
徴的なものと同じであるが、主に BOUMA 区分の  
a-c 部に相当する堆積物のものである。次に、か  
なり散らばっているが c 軸に平行的とも見える分  
布を示す部分は、c 部、d 部に相当する堆積物である。  
CM 図で、C は堆積物中の粗い方から重量 1% に相  
当している粒径の値であり、水流の運搬可能粒径限  
界 (competency) に密接に関係した値である。した  
がって、CM 図の C 軸に平行的な分布は、流れの運  
搬能力の急激な低下を示している。第三に、c 値があ  
まり変化しないにもかかわらず M 値が減少するパ  
ターンの部分 (d・e 部) がある。CM 図で M 軸に平  
行的な分布パターンを示す堆積物は均等浮遊荷重の  
ものであって、タービダイト e 部がこれと似たパ  
ターンを示すことが注目される。このようなパターンは、  
グアテマラ海溝のタービダイト e 部にも見出されて

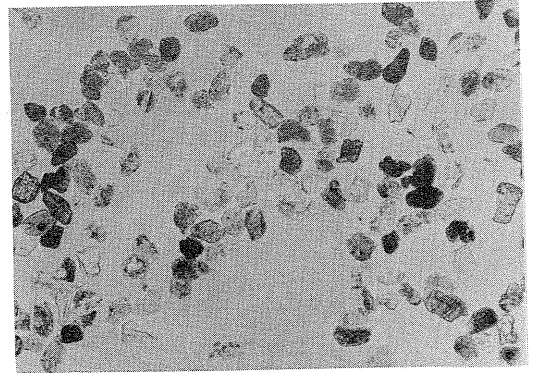


第6図 南海舟状海盆底 St. 3 の柱状試料内にみられる粒度変化  
(中央粒径値および粒度頻度分布)





a : コア天端より 534.3 cm ( d 部)。有孔虫 ( 視野中央よりやや右下 ) その他の石灰質生物遺体破片を含む。



b : コア天端より 519 cm ( f 部)。石灰質生物遺体を全く含まない。

第7図 南海舟状海盆底 KH 83-2 St. 3 の柱状試料, 30~25 $\mu$  分画物。

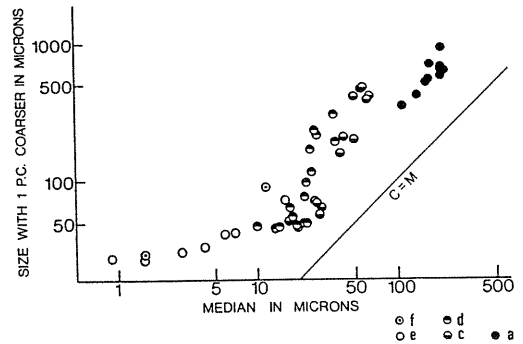
いる (SHIKI *et al.*, 1982)。

タービダイト中の細粒部分の中央粒径値は、粘土粒径粒子の含有量に大きく依存している (第9図)。c部、d部の粗粒葉理と細粒葉理とは、最大粒径、最小粒径に大きな違いはなく、また、シルト部の粒度分布型は、粗粒葉理と細粒葉理とで極めて近似している (SHIKI and YAMAZAKI, 1984)。従って、粘土粒子の含有が大きいかがタービダイト細粒部の堆積と堆積構造の形成に大きな役割を果していると考えられる。

### 3-2 粘性底層からの粘土粒子の堆積 —葉理形成機構に関して—

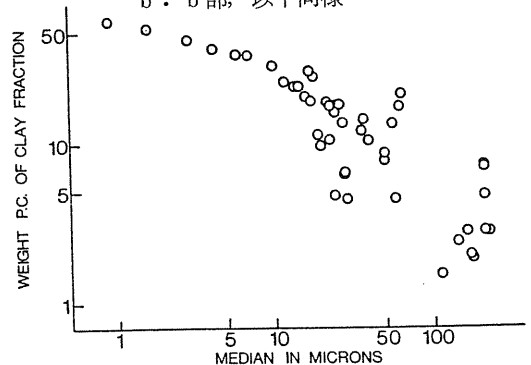
均等浮流荷重として運搬されている粘土径粒子の堆積には乱流の基底部に於る流れの構造と粘土径粒子の flocculation の機構とが大きな役割を果している。

平坦な底面上を流れる乱流の最下部は一般に粘性底層又は層流底層と呼ばれており、層流的な流れであると考えられている。しかし、くわしい水流実験によれば、その流れは三次元的な乱れをもつ流れであって、層流ではない (KLINE, *et al.*, 1967, CORINO and BRODKEY, 1969)。すなわち、この粘性底層の中には流れの方向の渦により速さの小さい筋状部分が流れにそって無数に発生しては消滅している。この低速度の筋状部分は空間的にも時間的にも全く不規則に発生している。KLINE, *et*



第8図 沖縄舟状海盆底柱状試料 St. 65, St. 73 のタービダイトの CM パターン。

a : BOUMA 区分の a 部,  
b : b 部, 以下同様



第9図 沖縄舟状海盆底柱状試料タービダイトの中央粒径値と粘土分重量との関係。

al., (1967)によればこの低速度の筋は底面に近い程数多く発生しており、底面から離れるにつれてまばらとなる。またこの筋は層流底層の上の方では幡のようにゆらめき、断続的に、より速度の速い遷移領域や乱流領域の中に急激に飛び出してゆく。いわゆる burst現象と呼ばれているのがこれである。

Burstの後にはこれを補うために遷移領域又は乱流領域から粘性底層中に水塊が入りこむ。これは sweepと呼ばれている。BRIDGE (1978)はこのburst and sweep現象に着目して非凝集性粒子からなるタービダイト中の平行葉理の成因を説明しようとした。また、HESSE and CHOUGH (1980)はこれを更に、凝集性粒子を多量に含む細粒タービダイトの成因にまで拡張しようとした。彼等の考えの骨子は断続する burst and sweepの間の層流的な流れの時に微粒子が堆積し、burstによって堆積した微粒子の一部が浸蝕されて舞上げられる。さらに sweepによって流速が一時的に又局所的に速くなった時に粗粒粒子の堆積が生じ、平行葉理が形成されるというものである。

しかし CORINO and BRODKEY (1969)によれば、いわゆる burstとして遷移領域や乱流領域に飛出してゆく低速度の筋状流は底面から離れた所で発生したものが次第に流れの速い部分に移動して遂に burstとなるのであって、 $y^+ = \frac{yU_\tau}{\nu} < 10$  のような底面に近い所のものはburstには関与していない。(y; 底面からの高さ,  $u_\tau$ ; 摩擦速度,  $\nu$ ; 動粘性係数)。McCAVE (1970)が示したように  $y^+ = 10$  というのは摩擦速度を 1 cm/sec とすると 1 mmの厚さとなり、これは粘土径粒子の数百倍の大きさである。したがって、一旦堆積した粘土径粒子が burstによって再び舞上るという事は考えられない。

染料や水素気泡を使った水流実験によれば、粘性底層中では染料や水素気泡は低速度筋状部に濃集する傾向にある。均等浮流荷重として運搬されている粘土径粒子もこれと同様な挙動をしていると考えるのは自然であり、低速度筋状部は通常の部分に比べて粘土径粒子を高濃度を含むと考えられる。

海水中では粘土径粒子は floc を作る傾向にあり、その頻度は粒子濃度や流れの中のせん断応力の大きさ等に大きく関係している (KRANCK, 1973)。すなわち粒子濃度が高ければ floc は沢山形成され

る。せん断応力が大きければ floc の形成は阻害され、またできた floc も破壊される。粘性底層中での低速度筋状部は永続するものではなく、短時間内に、不規則に生成と消滅とを繰返しているの、それに応じて凝集性粒子の floc も生成と消滅とを繰返していると思われる。

floc を作らない非凝集性粒子は floc の形成に関係なく、各々の粒子の沈降速度に応じて、又粒子濃度に応じて、粘性底層の通常部分からも低速度筋状部分からも堆積してゆく。しかし、凝集性の粘土径粒子の堆積は floc の形成とその濃度に大きく依存している。したがって、粘土径粒子の堆積は、通常部分からよりもこの低速度筋状部分からの堆積速度がはるかに大きいと考えられる。もしそうであるならば、そのことは、タービダイト d 部の葉理の形成になんらかの関係がないであろうか。たとえば、細粒タービダイトの形成において、粘性底層の通常部分から堆積したものが平均粒径の粗いシルト葉理であり、低速度筋状部分から堆積したものが粘土含量の高い細粒葉理であるという考えもなりたつかも知れない。

このことに関して、細粒タービダイトの c 部や d 部の葉理において、上記のように、各隣接葉理の最大粒径と最小粒径の値はあまり変わらないにもかかわらず、シルトと粘土径粒子の含量の差によって粗粒葉理と細粒葉理とができてきていることは、この考えを支持するようにも見える。

しかし、この問題をつめるに際しては、粘性底層の厚さ、burst の大きさ、実際の葉理の厚さなどに関する十分な考慮が必要なように思われる。タービダイト d 部の平行葉理は、仔細に観察すると、1 mm よりも細い、顕微鏡的な極薄葉理から成立していることがある。あるいはこのような極薄の細粒粘土質葉理の形成が、上記のような低速筋状部分への粘土粒子の集中とその堆積に直接関係しているものかも知れない。この問題に関する各位の討論を期待するものである。

## ま と め

1. タービダイト泥と半遠洋性泥とは、生物遺体その他の含有量によって識別される場合がある。しかし、両者の特徴は場合により異なる。堆積場が CCD 以深であれば、石灰質化石は半遠洋性泥中

に残りにくい。しかし、CCD以浅では、沖縄舟状海盆の場合のように、逆も起りうる。

2. 粒度級化はタービダイト泥 (e部) に顕著である。
3. タービダイトのCMパターンには、掃流運搬における級化浮流荷重の堆積物と同様な分布を示す部分 (a(-c)部)、流れの運搬能力の急激な低下を示す部分 (c・d部)、均等浮遊荷重の堆積物と似た分布の部分 (e部) が見られる。
4. タービダイトd部の葉理の形成には、粘性底層中の低速度筋状部への粘土粒子の集中と、その中の flocculation が、なんらかの役割を果していると思われる。

### あ と が き

小論では、細粒堆積物の分類、命名などに関してはあえて論じなかった。タービダイト泥、は別として、半遠洋性堆積物、などの語は、あらかじめきちんと定義を与えてから使うべきものであるかも知れない。あるいは、これらの語は内容不明確であるから述語としては使わない方がよいという意見もあろう。

筆者らも、DSDPで使われているような記載的な呼び方のほうが良いと思うが、しかし、それには組成を知るまでは使えないという問題がある。小論のように漠然とした語の使い方をしても内容に大きな混乱を生じなければ、それはそれでよいのではなからうか。

白鳳丸航海 KH72-2・KH83-2において、多くの方々に御援助をいただいた。本論説をまとめるにあたっては、図の作製に一部、入野健志氏の御協力を得た。本研究には文部省科学研究費 59540489 の一部を使用した。いずれも厚く御礼申上げる。

### 引 用 文 献

- BOUMA, A. H., 1962: Sedimentology of Some Flysch Deposits: A Graphic Approach to Facies Interpretation. Elsevier Publishing Co., Amsterdam. 168pp.
- BRIDGE, J. S., 1978: Origin of horizontal lamination under turbulent boundary layers. Sed. Geol. 20, 1-16.
- CORINO, E. R. and BRODKEY, R. S., 1969: A visual investigation of the wall region in turbulent flow. Jour. Fluid Mech. 37, 1-30.
- EINSELE, G. and SEILACHER A., 1982 (Ed.): Cyclic and Event stratification. 536pp. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- HESSE, R., 1975: Turbiditic and non-turbiditic mudstone of Cretaceous flysch sections of the East Alps and other basins. Sedimentology, 22, 387-416.
- HESSE, R. and CHOUGH, S. K., 1980: The Northwest Atlantic mid-ocean channel of the Labrador sea: II. Deposition of parallel laminated levee-muds from the viscous sublayer of low density turbidity currents. Sedimentology, 27, 697-711.
- KAGAMI, H., 1975 (Ed.): Preliminary Report of the Hakuohmaru Cruise KH-72-2. Ocean Research Institute, University of Tokyo. 144pp.
- KLINE, S. J., REYNOLDS, W. C., SCHRAUB, F. A., and RUNSTADLER P. W. R., 1967: The structure of turbulent boundary layers. Jour. Fluid Mech., 30, 741-773.
- KRANCK, K., 1973: Flocculation of suspended sediment in the sea. Nature, 246, 348-350.
- McCAYE, I. N., 1970: Deposition of fine-grained suspended sediment from tidal currents. Jour. Geophys. Res., 41, 4151-4159.
- O'BRIEN N. R. and HISATOMI, K., 1978: Sedimentological study of a turbidite cycle, Kii Peninsula, Japan. Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral., 45, 177-186.
- O'BRIEN, N. R., NAKAZAWA, K. and TOKUHASHI, S., 1980: Use of clay fabric to distinguish turbidite and hemi-pelagic siltstones and silts. Sedimentology, 27, 47-61.
- PASSEGA, R., 1957: Texture as characteristic of clastic deposition. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 41, 1952-1984.
- PASSEGA, R., 1964: Grain size representation by CM patterns as a geological tool. Jour. Sed. Petrol., 34, 830-847.

- PIPER, D. J. W., 1978: Turbidite muds and silts on deep sea fans and abyssal plains. In: STANLEY, D. J., and KELLING, G. G. (Ed.), Submarine Canyon and Fan Sedimentation. Dowden, Hutchinson & Ross, 163-176.
- SHIKI, T., OKADA, H., OTSUKA, K. and HAYASHIDA, N., 1975: Description of the core samples (Stations 56, 65, and 73) In: KAGAMI, H. (Ed.), Preliminary Report of the Hakuho-maru Cruise KH-72-2. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 70-71.
- SHIKI, T. and YAMAZAKI, T., 1985: A lamina-by lamina analysis of grain-size distribution in fine-grained turbidites, *Sed. Geol.*, **41**, 201-220.
- SHIKI, T., YAMAZAKI, T. and HISATOMI, K., 1982: Features of grain-size distribution and mineral composition of turbiditic sediments from the middle America Trench off Guatemala. In: AUBOUIN, J. and VON HUENE, R. *et al.* (Ed.), *Init. Repts. Deep Sea Drilling Project*, **67**, Washington (U. S. Govt. Printing Office) 537-548.
- STOW, D. A. V., 1982: Toward an anatomy of fine-grained sediments. *Episodes*, **1982**, 3-4.
- STOW, D. A. V., and SHANMUGAM, G., 1980: Sequence of structure in fine-grained turbidites: comparison of recent deep-sea and ancient flysch sediments. *Sed. Geol.*, **25**, 23-42.
- VAN DER LINGEN, J. G., 1969: The turbidite problem. *N. Z. J. Geol. Geophys.*, **12**, 7-50.
- 山崎貞治・志岐常正, 1984: 超音波篩分装置による粒度分析法と沖縄舟状海盆底細粒タービダイトの粒度分析。碎屑性堆積物の研究, No. 3, 29-39.

細粒碎屑性堆積物とその堆積機構  
堆積学研究会報特集号

編集 君波和雄・水野篤行・岡田博有・  
志岐常正・立石雅昭 印刷事務局

発行 1985年4月1日  
堆積学研究会  
〒980 仙台市荒巻字青葉山  
東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室  
田口一雄 気付  
振替口座 仙台 19996

印刷 (企)昭和堂印刷所  
〒606 京都市左京区百万遍交差点上ル東側