

中学生に見られる地層形成概念の問題点と地層研究の現状

八田 明夫*・中野 健作**

(1994年10月17日 受理)

The Concept of Stratum Formation in Junior High School and the Present Condition of Stratum Study

Akio HATTA and Kensaku NAKANO

Abstract

The purpose of this paper is to make clear the concept of geological stratum formation in junior high schoolchildren and introduce the present condition of stratum study in Japan. According to our investigation, a considerable number of junior high schoolchildren think that mud is heavier than sand and that mud strata accumulate before sand strata. Many of them do not have an exact concept of geological stratum. We emphasize the importance of doing the experiment of separation of sand and mud in water, and introduce the Alternation of sand and mud strata, Turbidite, and Olistostrome.

1 はじめに

海成の地層の形成過程を考えたとき、大まかな捉え方で言えば「海に堆積してできた」などの結論で間違いではない。しかし、より正確に解釈するとなると、どのような環境にどのような形態で堆積したのか判断しなければならない。今日の堆積学の分野では、地層の堆積形態についての研究が、目覚ましい発展をとげている。観察される堆積物についての形成過程の解釈がより系統性を高めた形で完成されつつある。しかしながら、現状の学習内容では、それまでに学んだ理科の知識や概念から堆積環境や堆積過程を考察させると不十分な結果を示すことが多い。小学校で学習し成立しているはずの分級概念もほとんどの生徒に成立していない。本論では、中学生の地層形成概念の現状と問題点を明らかにするとともに、地学分野の地層の学習で学ぶべきことの紹介や地層の理解についての地学教育的整理を試みる。

2 中学生の地層形成概念の現状と問題点

中学生の地層形成概念・堆積概念を把握するために、図1のように「砂泥互層の図を見て、どのようにこの互層ができたか」を聞くアンケート調査を行った。生徒の学年は1年から3年にわたるが

* 鹿児島大学教育学部理科教育教室

** 鹿児島大学教育学部附属中学校

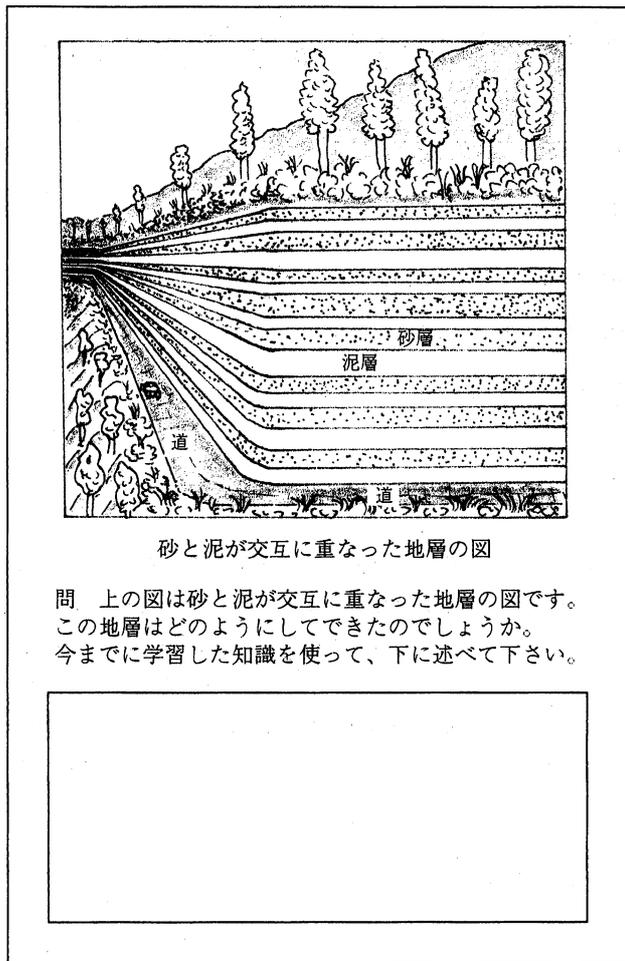


図1 砂泥互層の地層形成概念の調査用紙

のように状況の説明だけで終わっている例もある。「火山の灰」に原因を求めたものと前述の「砂層は風で飛ばされてできた」という考えは桜島の火山灰（附属中学校のある鹿児島市内に降る火山灰は雨で洗われた物がグランドなどに堆積するがその粒子は「砂」の大きさである）を日常目撃して得た概念と考えられる。

この結果の中で「砂と泥が来て、重い泥が先に沈んで砂とわかれた」と回答した生徒が2割以上いたのでそれらの生徒について更に再質問を行った。質問の形式は前回のアンケート用紙を縮小したものを示して「左の図は先日答えてもらった調査です。その中であなたは『砂より泥が重い』と考えて説明をしていました。なぜ『砂より泥が重い』と考えた（説明した）のですか。下の□の中に書いて下さい。（テストではありませんので考えたことをそのまま書いて下さい。）」というものである。

その結果を表2に示す。泥は水を含んでいるので砂より重い、と考えている生徒が最も多かった。「泥の方が間隙が少ないので重い」や「粒が小さいので砂の間隙から下へ」などの答えは生徒が経験や学習した内容を当てはめて回答したものといえる。

泥は水を含んでいるので砂より重いと答えた生徒は泥とは水を含んだもので、砂とは乾燥したも

いずれも中学校での地層の学習はまだ行っていない。設問を読んで自由記述を行う形で実施した。その結果を表1に示す。アンケートの図中に書き込んだ砂層、泥層の言葉の位置を3種類変えたアンケート用紙で行ったが有意な差は見られなかった。

生徒の解答の中で砂層と泥層の互層が堆積した過程に言及し、そのどちらが先に堆積したかを述べた例では、圧倒的に「泥層が下で、砂層が上」と考えている生徒が多い。次に特徴的なことは砂層が堆積し「泥層は砂層の一部が水(雨)で変えられた」と考えている生徒が多いことである。また、泥層は川や洪水によるものと考えているが「砂層は風で飛ばされてできた」と考えている例も多い。かなりの数の生徒が小学校での学習内容を反映して「川の流れて堆積した」と判断している。また「長い年月」や「順に」と

表1 地層形成・堆積概念調査の結果（1～7は調査したクラス）

回答の共通点	生徒の回答	1	2	3	4	5	6	7	合計	共通点の	合計
水の中に	泥は水の中にたまった							1	1	水の中に 堆積した	6
水の中に	洪水や津波で流れてきた							1	1		
海への堆積	海に砂や泥が積み重なってできた	1							1		
海への堆積	海に砂がたまり海が引いてから泥が運ばれてきた					1			1		
降灰、海で泥	灰が降って砂の層ができ、海水が上がって泥がたまった	1							1	水の中で 分離した	7
川で砂、湖で泥	川で砂がたまり、湖になって泥がたまることの繰り返し							1	1		
分離	水の中で砂と泥の区別ができる					1		2	3		
分離	水の中で泥から砂と順にたまってできた	1							1		
分離	海の水で砂と泥がわかれた			1					1	時間をかけて 堆積した	8
分離	海で砂と泥が流されて重いほうが下になった							1	1		
分離	土砂が砂と土に分かれた	1							1		
分離	土砂が砂と泥にわかれた	1							1		
だんだん	下からどんどん積みかさなった				1			1	2	時間をかけて 堆積した	8
だんだん	雨がふって流されてだんだんつもった				1				1		
だんだん	昔、土の上でどんどん土がたまった	1							1		
だんだん	昔からの層が積み重なった	1							1		
だんだん	昔から泥や砂がたまった	1							1	順に堆積した	13
だんだん	多くの年月で砂と泥がたまった	1							1		
だんだん	海面にどんどんつもった		1						1		
順に	砂と泥が重ならないようにたまった	1							1		
順に	砂が固まって次に泥がつもり固まった	1	1				1		3	順に堆積した	13
順に	泥と砂の層が順にたまって繰り返してできた					2	2	1	5		
順に	砂と泥が交互に流れこんだ	1							1		
順に	大昔から時代ごとに泥と砂が交代にたまった			2					2		
順に	別の種類の土が重なった	1							1	火山活動で できた	9
火山	火山の噴火で砂、流れる川の働きで泥の層ができた				1				1		
火山	火山の爆発で灰やそれ以外の物がたまった	1				2	1		4		
火山	火山が噴火してずっと昔から積もってきた				1	1			2		
火山	火山灰が降ったり降らなかったりしてできた	1							1	山崩れで できた	5
火山	火山灰や洪水で土が流れてきて、砂と泥が交互に重なった		1						1		
山崩れ	山崩れや爆発でできた	1							1		
山崩れ	山がくずれて層ができた	1							1		
山崩れ	山の土が落ちて泥がたまり、川ができて砂がたまった			1					1	模範解答	6
山崩れ	泥は山崩れでたまり、火山灰などで砂がたまった			1					1		
山崩れ	山の上から泥が落ちてきて平になり、砂が被さってできる				1				1		
模範解答	海底で重い砂が先につもり、その後泥がつもる						2		2		
中学模範	岸に近い側は砂、沖に泥がたまる	1							1	川の流れて 堆積した	24
中学模範	海水面が上下して砂や泥が交互にたまった	1				1			2		
中学模範	海水面が上がるにつれて地面も高くなりその繰り返しで		1						1		
川の流れ	川だった所に砂が流れたり泥が流れたりした			2		2		1	5		
川の流れ	川だった所に川の流れによって積もってきた	1	2	1	4	6			14	川の流れて 堆積した	24
川の流れ	川から流れてきて泥・砂と順にたまった			1	2				3		
川の流れ	砂と泥だから川に堆積した	1							1		
川の流れ	泥の層があって、その上に大雨で流された砂が積もった			1					1		

(続く)

(表1 続き)

砂が降る	泥の層があって、その上に砂が降ってきた	1	1			2							
砂が降る	川で泥がたまり、その上に砂は飛ばされてきてたまった			1		1							
砂が降る	泥はきめが細かいので下になり、上に砂が落ちてきた				1	1							
風で砂や泥が	風で砂や泥がつもった					1	1	砂は降ってきた					
水で泥、風で砂	洪水で泥がたまり、地表に出て砂が風で運ばれてたまった	1				1	2						
水で泥、風で砂	海だった所に湿った泥がたまり、そこに風で砂がたまった	1					1						
水で泥、風で砂	川で泥がたまり、風で砂が運ばれてつもった					1	1						
水で泥、風で砂	雨で流れてきた物の上に、乾燥した物がたまった	1					1						
水で砂が泥	砂ができた所に雨が降って所々泥になった	1					1						
水で砂が泥	砂の上の部分が雨でぬかるみ泥になった	2					2						
水で砂が泥	砂の層がつもり、上半分が泥の層になった			1			1						
水で砂が泥	土が積もり、雨の時泥の層、雨が少ない時砂の層になった	1	1		2		4	水で砂が泥に					
水で砂が泥	雨が降って砂が泥の層になり、晴れが続き砂の層になった			1	3		4	変化した					
水で砂が泥	山から流れてきた水と土が混ざり泥となり、晴れた日に砂		1		1	1	3						
水で砂が泥	多くの灰が降り、半分より上が雨で泥になった			1			1						
水で砂が泥	雨が降って泥の層になり、乾燥すると砂になる			1			1						
水で泥	泥水が引いて乾いて砂になり地下水で泥になって分かれる					1	1						
泥に変化	マグマなどが泥になり、その上に乾いた砂が重なった			1			1						
泥が先に沈む	砂と泥が来て、重い泥が先に沈んで砂とわかれた	8	3	6	2	2	4	7	32	泥が先に沈む	32		
粒子小、砂が上	泥より砂の方が粒が小さいので泥が下で砂が上にたまる			1					1				
粒子小の泥が下	泥の方が砂より粒が細かいので、泥が下、砂が上にたまる				1				1	1	泥が下	3	
粒子小の泥が下	泥より砂の方が粒が大きいので砂の層は上にくる					1			1				
泥が上がる?	洪水・大雨で砂が下にたまり、泥が上ってくる	1							1	1	その他	2	
死骸の分解	動物の死骸が大昔からつもり、土の中で分解してできた	1							1	1			
人間が作る	昔の人が作った					1			1	1	人間が作成	2	
人間が作る	人間が作った、一番上が砂なので抜き取り易くしてある					1			1	1			
	計	36	17	16	20	20	18	20	147				

表2 泥の層が下になるとした理由 (3-5, 3-3などはクラス名)

泥が下になるとした理由	3-5	3-3	2-4	1-4	合計
泥は水を含んでいるので砂より重い	5	2	12	3	22
小学校で実験をしたら泥が下にきたから	1	3	1	1	6
今までの経験から (昔習った気がする)	2				2
泥の方が間隙が少ないので重い		1	4		5
粒が小さいので砂の間隙から下へ	1		1	2	4
砂は風で飛ばされるが泥は飛ばされない			1		1
設問の図の一番下の層が泥になっているから			1	1	2
合計	9	6	20	7	42

のとらえており、水の分だけ泥の方が重いと考えている。粒の大きさに意識が向いていない生徒と粒のおおきさについて正しい理解がある生徒がいるが、いずれも泥の方は水をふくんでいるため重いと考えている。

「小学校で実験をしたら泥が下にきたから」と「今までの経験から (昔習った気がする)」という回答も少なくない。小学校においてコップ等を用いて分級の実験をしているが、「泥が下になった」と逆に記憶している。小学校での実験で砂が下になったはずだが、それまでの概念 (泥は水を含ん

でいるので重い) を打ち砕くだけはっきりと実験結果をみとどけておらず、月日と共に砂と泥が逆転して定着している。体験を通して学習しているものの、正しい理解が得られぬまま学習をおえているのではないか、と考えられる。

「泥の方が間隙が少ないので重い」と答えた生徒は、粒子の大きさという点では正しく理解しているものの、その後の学習(密度など)と重ね合わせた結果、「泥の方が間隙が少ないので重い」と答えてしまっている。このことは現象を理論的に解釈し、当てはめる条件は正しいかどうか考えて判断する習慣を身に付けていく必要性を示している。更に「粒が小さいので砂の間隙から下へ」と答えた生徒の場合も、日常のいろいろな経験の中での現象を水中の砂と泥にあてはめてしまった例である。確かに乾いた間隙のある砂の層に泥水を流し込んだら間隙をうめるまでしみこむであろう。しかし、その泥水が砂を押し上げて下に層をつくることは「軽石の砂層」でもなければありえない。こうした生徒の予想は実際に実験して目で確認することが大切であろう。

3 地層概念形成の現状—小・中・高校における堆積現象の学習

(1) 小学校

小学校で学ぶ堆積現象に関する内容は、3年生で石や土について学び、土は小石、砂、粘土、からできていること、水のしみこみ方の違いなどがテーマになっている。4年生で川の様子を学習し、土地を削ったり、流して積もらせたりして変化させることを学ぶ。そして6年生で大地はどのようにできるのか知るため、砂と粘土を混ぜて、堆積する様子を調べている。その結果、水の中で小石、砂、粘土などに分かれて順に積み重なっていくことを学んでいる。教科書には水の働きでできた地層として砂泥互層の写真も示されている。特に水をはった水槽に斜めにした板を通して濁った液を流し込むことを繰り返す実験は、実にタービダイト(乱泥流)の実験と言える(図2)。しかし、水による分級作用の概念を学ぶことが主で堆積環境には深入りしていない。

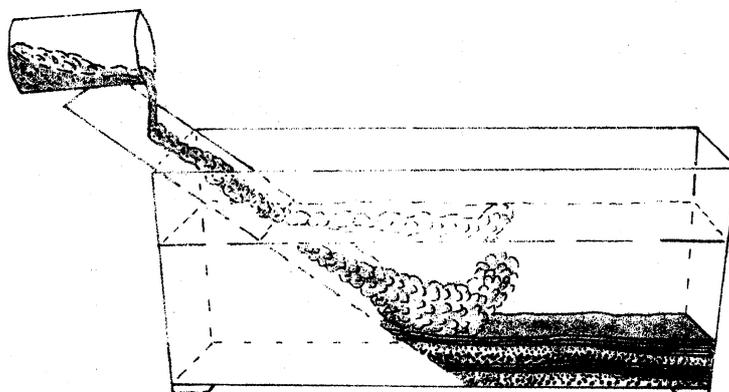


図2 小学校6年生における堆積実験
(水野・三浦, 1992を改変)

(2) 中学校

中学校3年では海には海水の動きが有るため、運ばれ方も複雑であるとしているが、おおまかに見ると海岸近くでは荒い砂やれきが堆積し波の影響の少ない所に細かい砂や泥が堆積するとしている。教科書に示されている図でも河口から沖合に向かって堆積物の粒子が小さくなるように示していることから、砂層＝岸に近い浅海の堆積物、泥層＝沖合の（やや深い海の）堆積物、という概念ができやすい。これは中学校理科の教科書に示されている概念で、ある意味では一般的な概念と言える。浅海の堆積場が静かに維持されれば、この様になる。

表3 中学校学習指導要領理科2分野の目標及び内容

(6) 大地の変化と地球 大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変動と関連付けてみる見方や考え方を養うとともに、人間の生存の場としての地球について総合的に考察させる。
ア 省略、イ 地層と過去の様子 (ア) 地層の観察や記録を基に、地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだすとともに、地層をつくる岩石とその中の化石などを手掛かりとして過去の環境と年代を推定すること。 (イ) いろいろな地形の観察などを通して、大地が変動していることに気付くとともに、それを地球内部の働きと関連付けてとらえること。
3 内容の取り扱い (7) エ 「イの(ア)」については、地層を形成している代表的な堆積岩も取り上げる。 「化石」については、示相化石及び示準化石を取り上げるが、地質年代には深入りしないこと。

中学校の理科教科書がこのようになる背景は次の理由による。表3は中学校学習指導要領理科の2分野の中で、地層形成に関係のある部分である。指導要領では大単元、大地の変化と地球の所で、地層の観察を通して重なり方の規則性を見だし大地の変動と関連付けてみる見方を養うことになっている。内容の取り扱いで地層を形成する堆積岩も取り上げることを指示している。このように地層について学習する内容を示しており、その堆積環境を限っていないが、これを受けて教科書では生徒の発達段階を考慮して陸に近く堆積物の多い大陸棚に堆積場を限っている。

表4は同単元の教科書の項目である。第2章の「削られる大地」で地層はどのようにしてできるかを学習している。「海底に運ばれた土砂は海底にそって堆積し、……新しい堆積物が重なり厚い地層ができる」ことを学習する。更に、海水

表4 教科書の「大地の変化と地球」の項目

第2章 削られる大地	1 岩石はどのようにけずられるか 風化、侵食、V字谷、運搬、堆積
	2 地層はどのようにしてできるか (1) 地層を調べる (2) 地層のでき方と広がり
	1 地震によって大地はどのように変わるか (断層、地層のずれ、水平・上下方向)
第3章 変動する大地	2 地形から大地の変動がわかるか (隆起・沈降、海岸・河岸段丘、リアス式海岸)
	3 地層から大地の変動がわかるか (しゅう曲、整合・不整合)
	4 大山脈はどのようにしてできたか (プレートの衝突)

面がさがる，大地の変動によって隆起する，柱状図をつくって調べることなどを学び，図3の様な海底の堆積状況が示されている。その結果，前述のように砂層は浅海堆積物で，泥層は深海堆積物という概念が成立する。最初の堆積場が静かに維持されれば，この様になるが，自然界はもっと動的である。

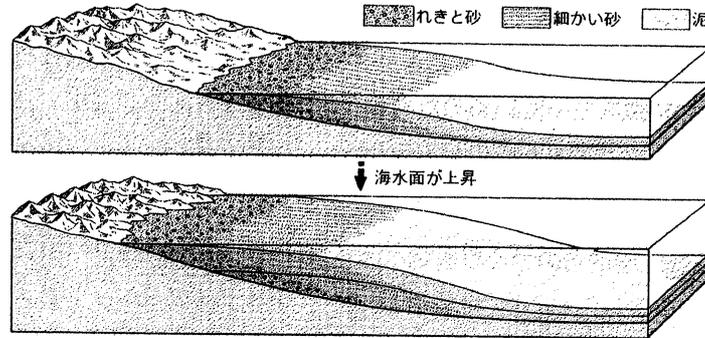


図3 中学校理科教科書の海底堆積物の立体的分布図
(上田・他, 1993より)

(3) 高等学校

我が国において砂泥互層は堆積岩分布地域には広く見られる地層である。この砂泥互層の成因について次の3つの中に答えを見いだすことができる。

- (1) 隆起，沈降の繰り返しによる海進海退で浅海深海状態が交互に出現した。
- (2) 氷期，間氷期の繰り返しによる海水面変動で浅海深海状態が交互に出現した。
- (3) 泥層が堆積する環境（深海・半深海）に浅海からタービダイト（乱泥流）が流入し砂層を堆積させた。

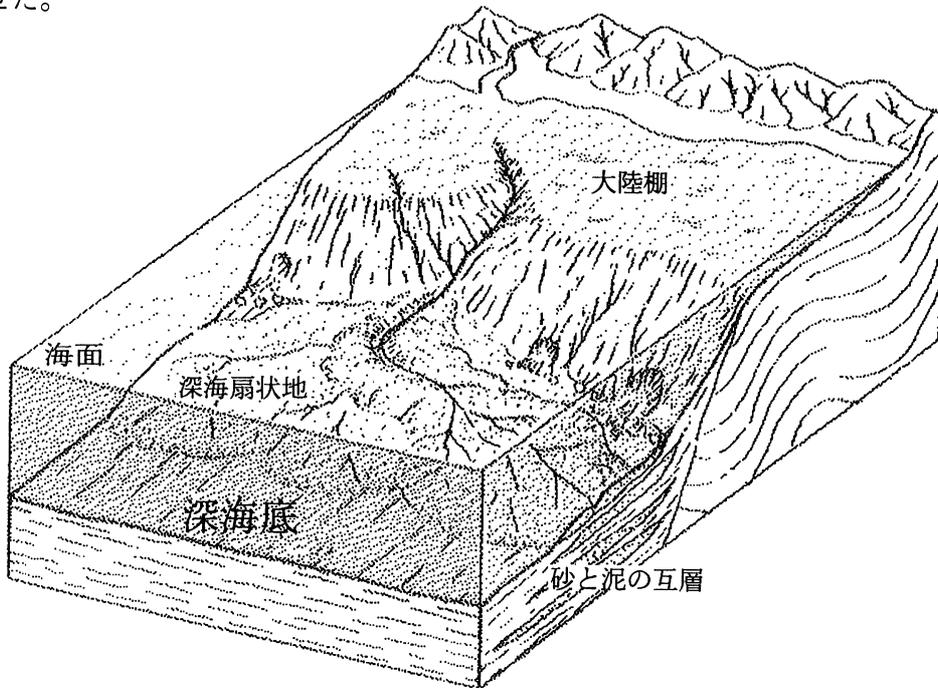
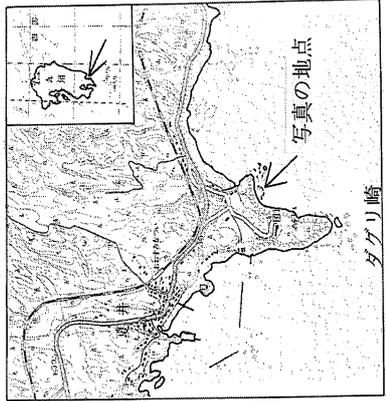
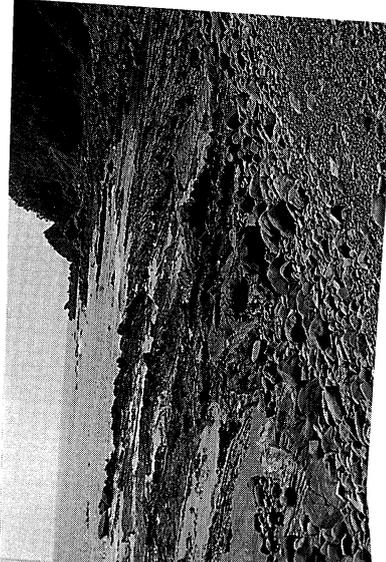
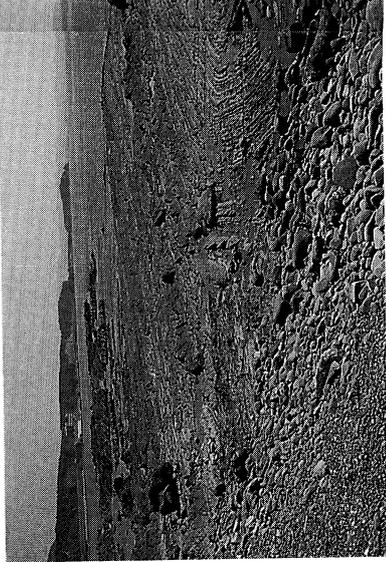


図4 高校地学教科書に示された混濁流（乱泥流）堆積物のつくる海底地形（海野・他, 1989より）

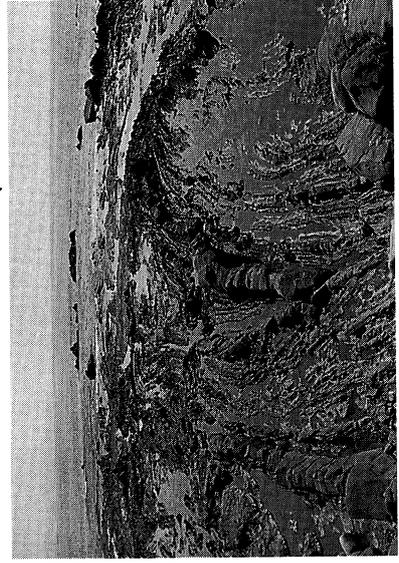
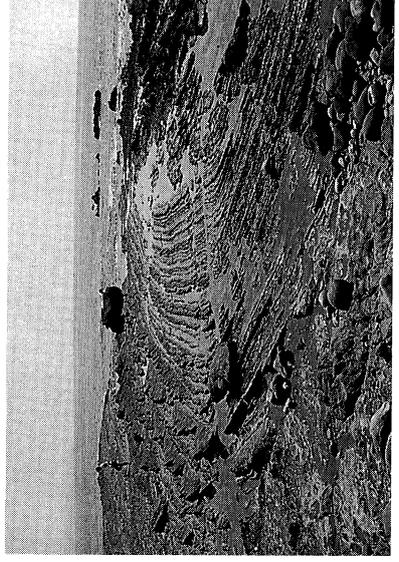
写真1

鹿児島県志布志町夏井ダグリ崎
東海岸の日南層群

砂泥互層が褶曲したり、ちぎれたりして
複雑に入り組んでいる。
潮が引いた所なので水平方向（走向方向）
はつきりしている。
走向が分かるように面が出ているので、
見かけの褶曲ではない。



国土地理院2万5千分の1地形図「串間」より作図



(1), (2)は、堆積環境が陸地から遠ざかるかどうかで堆積現象を考えている。前述したように、現在の中学校理科の教科書に示されている概念で考えれば(1)又は(2)となるであろう。しかし、実際の露頭で観察される現象は(3)の成因を持った堆積物が多いのである。

高校地学では混濁流として大陸棚から深海へ堆積物が運ばれて堆積する様子が示されている。高校地学教科書では「砂泥互層はどのようにできたか古くからの謎であったが最近ずっと沖合や海洋底でも砂の層が堆積する場合があることがわかった」として、混濁流（乱泥流）堆積物（タービダイト）を紹介している。

4 堆積現象研究の現状

(1) 浅海堆積物について

浅海堆積物は水深約200mまでの大陸棚堆積物である。陸から供給される堆積物の多くは大陸棚に堆積するため地層として観察される層の多くは浅海堆積物と言われている。第四紀の中でも新しい堆積物で覆われる地域の露頭では浅海堆積物を目にする事が多い。波浪、潮流などの影響を受けやすく堆積物の側方変化が著しいことが一般的である。中学校段階での学習はこの浅海堆積物にほとんど限られている。

表5 タービダイトについての研究の進展

1930年代	音響探査機による海底地形の調査進む
1940年代	カリフォルニア沖の海底谷末端に「緩やかな勾配の半円錐状地形」を発見、“deltas”と命名
1950年代	タービダイトの言葉が生まれる KUENEN and MIGLIORINI(1950)級化層理の研究
1960年代	混濁流と非混濁流の区別
1970年代	海底扇状地モデル、陸上フリッシュの研究の飛躍的発展

(2) タービダイトについて

1950年代に規則的な砂泥互層（フリッシュ型堆積物）についての研究が進み「タービダイト」という言葉が生まれた（平山次郎，1973）。以来、日本でも平山・鈴木（1965，1968）により房総半島で砂泥層の研究が「単層」のレベルで行われその堆積構造が明らかにされた。その結果、泥層は厚さが均一であるが砂層は10cmから数10cmのレンズ状構造をしていることが明らかにされた（徳橋秀一，1982，など）。こうした研究が進み高校地学教科書に示されている様な海底扇状地岩相も

表6 重力滑動による乱雑層＝オリストストロームについて

オリストストロームの定義	フロレスが1955年に定義した。すでに形成されていた地層や岩塊が重力流によって位置的に低い堆積盆地に滑り込んで再堆積した海成の地層。
スランプとの区別	スランプは地滑り堆積物がそれを含む正常層と同一累層で構成されている。
メランジとの区別	メランジは mixture の意味、mixture rock のこと。様々な岩塊が必ずといってよほど剪断され、基質の泥岩中に浮くように散在しているものである。

デルが描かれるようになった。すなわち、深海又は半深海の粘土やシルトが堆積する環境に大陸棚に堆積していた堆積物が乱泥流として流れ込み、堆積時の分級作用で分かれた粒子のうち、泥質堆積物は海流や潮流で流され、砂は流れ込んだ堆積場の近くにレンズ状に堆積して砂層を形成したのである。

(3) オリストストロームについて

海底に形成されていた地層や岩塊がプレートの動き等の影響を受けて位置的に低い堆積盆地に重力流となって滑り込んで再堆積した海成の地層をフロレスが1955年にオリストストロームと定義した(勘米良, 1979)。これは、スランプの地滑り堆積物がそれを含む正常層と同一累層から由来していることで区別され、更にすでに固結した様々な岩塊が泥質のマトリックス(基質)に混合して産出するメラランジェとも区別されている。

南九州、宮崎・鹿児島両県に分布する日南層群は砂層、泥層、砂泥互層などからなるが、日南層群の中にはその走向が周囲と著しく異なり、複雑な構造をしている部分が多い(写真1)。勘米良(1977)はこの堆積物を研究し、乱雑堆積物と基質に時代差を見つけこの堆積物がオリストストロームであるとしている。

5 発達段階に応じた地層学習

日南層群の様な複雑な堆積状況を理解するためには、学習すべき事柄を何段階かのステップに分けて学ぶ必要がある。第1は水中における分級作用である。砂と泥をかき混ぜて静かに堆積させるという基本的な実験が必要である。雨上がりには、水たまりが次第に干上がってうっすらと泥が覆った小さな堆積場が形成される。そこに裸足で入り込むと上の粘土や泥が足に付き、下の砂が見えて泥と砂が分かれていることに気付く。こうした体験が少なくなっており砂と泥をかき混ぜる基本的な実験が大切になっている。第2は浅海堆積物が砂層と泥層に分かれる成因である。中学校で学ぶことになるが第1の分級の概念が分かっていたら理解は容易になされると思う。逆に分級作用を実験結果から学んでいないと前述の様に「泥は水を含むので重く、砂より先に堆積する」と言う概念に邪魔されて理解できないことになる。第3が砂泥互層の成因である。現在では高等学校で学ぶことになっているが分級の概念がしっかりできていれば中学校で学んでも無理はない。高等学校で地

表7 堆積物の堆積過程の複雑さの違いと教科書などの書籍への記述

教科書などの記述	扱われている堆積物
小学校教科書	水中での砂と泥の分離(分級作用)まで
中学校教科書	浅海堆積物(堆積場による流度の違い)まで
高等学校教科書	半深海・深海堆積物(砂泥互層・タービダイト)まで
一般書籍	時代差の伴う複雑な堆積物(オリストストローム)まで

学を学ばない可能性の高い現状では中学校で簡単に半深海・深海堆積物についてふれておく必要があると思う。

中学理科教科書では「固まった地層や固まりかけた地層に図Aのように横から力が加わると大きく波を打ったように変形されることがある。これをしゅう曲という。」という説明を行い、水平な状態で力が加わった図を示している。中学生の段階では褶曲という言葉の

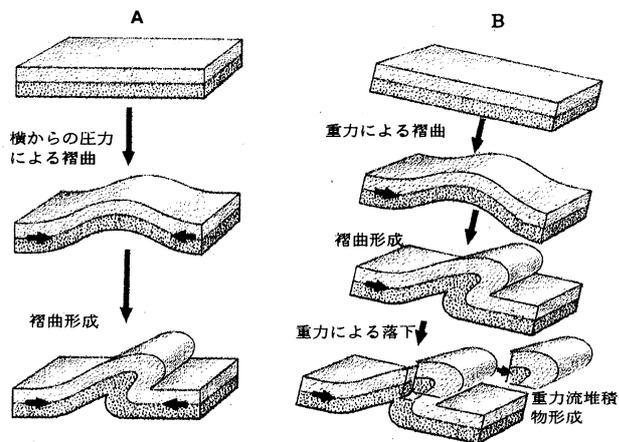


図5 地層の褶曲形成の概念図と重力流堆積物（スランプやオリストストロームなど）形成の概念図（上田・他，1993から改変）

基本的な意味を学習することが大きな目的と考えられるから加わる力の原因などは、あまり複雑にならないほうが良いのでAの様な図になっていると考えられる。次の単元では大山脈はどのようにしてできたか？ という疑問に答える形で「プレートの衝突」を学んでいる。そのため、褶曲形成のための横からの力はプレートの押す力を連想するようになっている。しかし、自然界では水平に堆積した地層がそのままの状態でないことも多く、堆積した地層が傾き、重力の影響で横方向の力を受け、地層が変形し、ついにはちぎれて滑り落ち、スランプやオリストストロームを形成する場合がある（図5）。

鹿児島県や宮崎県にはこうしてできた日南層群が広く分布している（勘米良・他，1983，加藤高政，1985，酒井治孝，1988a，1988b，坂井卓・他，1987）。その近くの中学校で露頭を観察すると複雑に曲がっていて、非常に多くの断層からなっている地層を観察することになる。こうしたとき、浅海堆積物の理論だけでは説明がつかない。「浅い海に堆積した地層が深海に流れ込んで堆積し、長い年月がたって少し浅いところまで地殻の変動で持ち上げられ、再び深海に落ち込んで堆積したものが隆起して今、地表に見えているのです。」という説明は中学生には無理であろうか。

謝辞 本論を作成するにあたり鹿児島大学教育学部附属中学校副校長木場哲朗先生，理科部池田英幸，寺園伸二，吉永直昭の各先生にはアンケート調査に御配慮と御協力頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 平山 次郎 (1973)：フリッシュの研究史とその問題点. 海洋科学, Vol. 5, p. 394-402.
 勘米良亀齡 (1977)：地向斜堆積物におけるオリストストロームとその認定. 地団研専報, No. 20, p. 145-159.
 勘米良亀齡 (1979)：オリストストローム. 岩波講座, 地球科学, Vol. 5, p. 184-192.
 勘米良亀齡・坂井卓・辻隆司・西弘嗣 (1983)：日南地域の四万十帯. 日本地質学会第90年大会巡検案内書, 日本地質学会, p. 23-36.

- 加藤 高政 (1985) : 日南層群の層位学的研究. 東北大, 理, 地質古生物研究邦文報告, No. 87, p.1-23.
- KUENEN, Ph. H. & MIGLIORINI, C. I. (1950) : Turbidity currents as a cause of graded bedding. *J. Geol.*, Vol. 58, p.91-127.
- 酒井 治孝 (1988a) : 南九州四万十帯南帯の都井岬オリストストローム I. 巨大海底地滑りによる変形構造とその形成過程. *地質雑誌*, Vol. 94, No. 11, p. 837-853.
- 酒井 治孝 (1988b) : 南九州四万十帯南帯の都井岬オリストストローム II. 崩壊前の堆積環境と層序の復元. *地質雑誌*, Vol. 94, No. 10, p. 733-747.
- 坂井 卓・弁場敬・西弘嗣・小守道郎・渡辺正幸 (1987) : 宮崎県日南地域の四万十帯オリストストローム—特にオリストの変形構造と配置の機構について—. 九州大, 理, 研究報告 (地質), Vol. 15, No. 1, p. 167-199.
- 徳橋 秀一 (1982) : タービダイトの話(2)タービダイトの巨大な墓場 海底扇状地. *地質ニュース*, No. 336, p. 39-50.