

# タービダイト砂岩貯留岩体同定指標としての 重鉍物組成の可能性

## —Part II：マクロ的解析による可能性の検証—

徳橋 秀 一<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

前報(Part I)では、新第三系新潟合油堆積盆の東縁部の東山南部地域に分布する前期鮮新世のタービダイト砂岩体である川口層を主な対象に、凝灰岩鍵層を用いた層序学的・堆積学的解析とともに、重鉍物分析という鉍物学的観点から、同砂岩体を対象にした上下方向および同時面方向を含む詳細な三次元的解析を行うことによって、層序学的・堆積学的解析のみからは得ることができない新しい事実関係が得られ、堆積機構そのものにも新しい事実と解釈が加わったことを紹介した。

従来、供給源の特定やその岩石特性の解明に主に使われてきた重鉍物分析などの鉍物学的解析が、堆積過程そのものの解析にも大変有効であることを示す一つの典型的な解析例であろう(徳橋, 1994)。

一方、東山南部域に南北方向の褶曲構造に規制されながら分布するタービダイト砂岩体は、川口層という一つのタービダイト砂岩体としてまとめられていたが、重鉍物分析を用いた詳細で三次元的な解析によって、重鉍物組成の特徴からはいくつかの垂岩体に区分可能なこと、それぞれの垂岩体では、個々のタービダイト砂岩の単層の厚さや粒度に関係なく安定した鉍物組成上の特徴を有していることが明らかになり、堆積学的に新しい解釈を生む基盤を提供した。このことは、重鉍物組成が供給源の岩石の特性を反映しているとともに、同一供給源(同一の地質・岩石条件)から供給されたタービダイト砂岩体を特定したり、識別したりする際の安定した同定指標

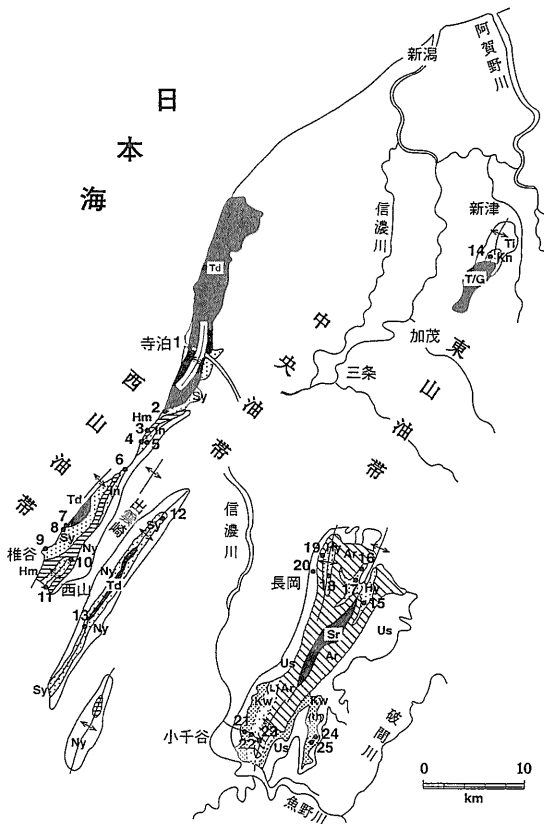
(トレーサー、インディケーター、マーカー)としても使える可能性があることを強く示唆するものである。

こうしたいわば新しい可能性が現実のものであるのかどうかを検証するためには、より多くのタービダイト砂岩体について解析を行い、検証することが必要である。したがって、本報(Part II)では、新潟堆積盆中部域に分布する多数のタービダイト砂岩体を対象にした解析結果を示すことにする。ここでは、多数のタービダイト砂岩体を対象にするために、個々の砂岩体を三次元的に解析するような詳細でミクロ的な解析手法はせず、それぞれの砂岩体を横断する代表的なルートや代表的な露頭で試料採取を行い、その結果を解析するという方法を採用した。このような方法をここではマクロ的解析手法と呼ぶことにしている。この新潟堆積盆中部域に分布する多数のタービダイト砂岩体を対象とした重鉍物組成のマクロ的解析結果の詳細な内容については、Agyingi and Tokuhashi(1995), Tokuhashi and Agyingi(1995)によって公表されたが、ここでは代表的な例を中心に紹介することにする。

なお、重鉍物の分析手法は前回(Part I)で紹介した通りであるが、既に述べているように、マクロ的アプローチの議論では、多数の地点のタービダイト砂岩体の組成を比較しているために、顕微鏡下での鑑定段階では雲母類をカウントしているが、計算の段階では除いて扱っている。ただし今回の場合、雲母類のもともとの量的な割合が低いことから、そのことによる影響は少ない。

1) 地質調査所 燃料資源部

キーワード：重鉍物分析、タービダイト、砂岩貯留岩、新潟堆積盆、層位トラップ



第1図 新潟含油堆積盆中部域の地質略図。アルファベットの記号は、第1表の地層名に対応。数字は分析地点。

## 2. 解析対象に関する基本的情報

新潟堆積盆の中部域、いわゆる中越地域は、寺泊時階、椎谷時階、西山時階、灰爪時階など、新潟堆積盆における中期中新世から更新世の標準時階の模式地域が分布するなど、本堆積盆の層序研究の上で最も重要な役割を果たしてきた地域であり、これらの地層は、北北東—南南西方向の褶曲構造に規制されながら、大きくは、西方から、西山油帯、中央油帯、東山油帯の3帯に分離して地表に露出している(第1図、第1表)。一方、これらの地層には、多くのタービダイト砂岩体が挟在していることでも知られている。主なタービダイト砂岩体としては、西山・中央油帯における寺泊層、椎谷層、浜忠互層部層、稲川砂岩部層であり、東山油帯では、北部の金津層、中部の東山砂岩部層、荒谷層の一部、牛ヶ首層の一部、南部の荒谷層の一部、川口層などが指摘される(第

第1表 西山油帯・中央油帯・東山油帯における層序対比表。アスタリスクは、分析を行った累層や部層を示す。

地質年代	標準時階	西山/中央油帯	東山油帯		
			北部	中部	南部
5 Ma	更新世	灰爪時階	灰爪層		
	新世	西山時階	皆川層	白岩層	白岩層
			平層 [Ti]	牛ヶ首層* [Us]	牛ヶ首層* [Us]
			金津層* [Kn]	川口層* [Kk]	川口層* [Kk]
	後期	椎谷時階	椎谷層* [Sy]	荒谷層* [Ar]	荒谷層* [Ar]
寺泊時階		寺泊層* [Td]	猿倉岳層 [Sr]	猿倉岳層 [Sr]	
10 Ma	中新世		?	?	
	中期				
15 Ma	七谷時階		高立山層 [Ti]		
			観摩堂山層 [O]		

1表)。マクロ的解析では、西山油帯、中央油帯、東山油帯に分布するこれらのタービダイト砂岩体を対象に、25の地点で解析を行った(第1図)。

## 3. 解析結果

既に指摘しているように、ここでは、代表的な地点での解析結果を示すことにする。各地点で試料を採取するにあたっては、露頭の詳細な柱状図を作成し、その右側に試料番号等を記入することによって、試料の岩石種(タービダイト砂岩か凝灰岩かなど)、単層中の採取位置(上部、中部、下部、最下部など)、露頭でみた粒度や堆積構造との関係がわかるようにしてある。また、比較的厚い単層の場合には、採取した単層の部位や粒度の相違が重鉱物組成に影響をあたえるかどうかを検討するために、一つの単層の複数の部位から試料を採取・解析した例も多く含まれている。

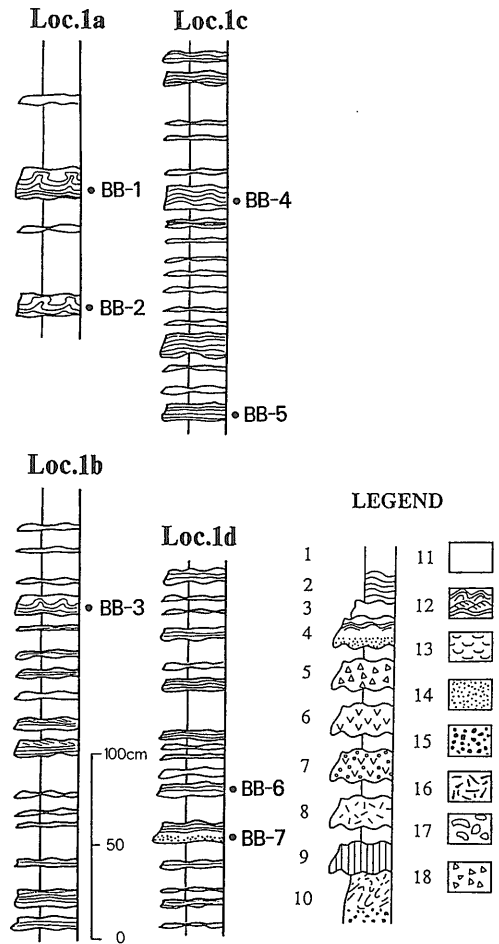
### 3.1 西山油帯の寺泊層の場合(地点1)

信濃川の放水路として人工的に開削された大河津分水(新信濃川)沿いは、寺泊層の模式地である。模式地の寺泊層は、黒色～暗灰色泥岩と大半が厚さ50cm以下の細粒ないし極細粒のタービダイト砂岩の

互層からなる泥岩優勢な砂岩泥岩互層～等量互層で特徴付けられる。生痕化石や生物擾乱構造(バイオターベーション)はほとんど観察されず、タービダイト砂岩の堆積構造が微細な点までよく観察される。本地点では、背斜の西翼において、適当な間隔をおいて、川沿いに7ポイント(上位から下位の層準へポイント1a～1h)で試料を採取した。このうちポイント1a～1dの柱状図と試料採取層準(●印とともに試料番号のついた部分)を第2図に示す。

次に、これらの試料の重鉍物分析結果を第2表に示す。この表の左側には、試料に関する基本的な情報、すなわち、採取地点番号(Loc.No., 第1図参照)、岩相、単層の厚さと単層の中での試料の採取位置、試料番号(室内分析番号)が記されている。また表の右側には、各試料ごとの計測した重鉍物の総数、鉍物全体の中で重鉍物の占める重量百分率(Hy), 重鉍物の中で磁性鉍物の占める重量百分率(Mg)がまとめられている。重鉍物分析の結果は、表の中央部に、産出する重鉍物の種類ごとに頻度を記号で表現している。すなわち50%以上の場合が◎(dominant), 15%以上で50%未満が○(abundant), 5%以上で15%未満が△(common), 1%以上で5%未満が+(rare), 0.1%以上で1.0%未満が-(very rare), 0.1%未満が・(trace)である。頻度を数字で表わさず記号を用いているのは、全体的な特徴を表から視覚的に把握するためである。ただこの表では、産出頻度の特に低い鉍物種については、簡略化のために省略している。

第2表から、タービダイト砂岩の重鉍物組成は、大半が不透明鉍物(opaque minerals)であり、それを除くとジルコンやガーネットが主である。そして、ハイパーシン、オージャイト、ホルンブレンドは含んでいても極くわずかで、実質的にはほとんど含まれていないことが指摘される。このように各タービダイト砂岩の重鉍物組成は、ほぼ共通しており、それらを一般化した組成が表の一番下の欄に表現されている(以下の表でも同じ)。第1図の地点7や地点8では、上部から最上部の寺泊層が分布しているが、ここでの寺泊層のタービダイト砂岩の重鉍物組成も基本的には、地点1のそれと同じような特徴を有している(Agyingi and Tokuhashi, 1995)。



第2図 地点1(西山油帯大河津分水)における分析試料採取層の柱状図(寺泊層上部)。黒丸が試料採取層準の位置を示す(以下同じ)。凡例

- 1: 泥岩ないしシルト岩
- 2: 縞模様のある泥岩ないしシルト岩
- 3: 砂質泥岩(タービダイト・ダスト)
- 4: タービダイト砂岩
- 5: 軽石凝灰岩ないし砂質軽石凝灰岩
- 6: 安山岩質凝灰岩
- 7: 安山岩質ラピリ凝灰岩
- 8: 細粒ガラス質凝灰岩
- 9: 細粒白色ないし灰色凝灰岩
- 10: 岩礫泥岩, 11: 塊状砂岩
- 12: 葉理砂岩(平行葉理, カーレント・リップル葉理, コンポルト葉理ほか)
- 13: 皿状構造, 14: 小礫, 15: 中礫
- 16: 炭質物片, 17: 泥岩偽礫(同時浸食礫)
- 18: 軽石粒.

第2表 地点1における重鉱物分析の結果 (以下凡例)

岩相 (Tbss: タービダイト砂岩, Tfss: 凝灰質砂岩, Sdtf: 砂質凝灰岩, Tf: 凝灰岩)  
 試料採取位置 (LM: 最下部, L: 下部, M: 中部, U: 上部, UM: 最上部, A: 全体)  
 重鉱物 (Opq: 不透明鉱物, Hyp: ハイパーシン, Aug: オージャイト, Hor: ホルンブレンド,  
 Oxy-Hor: 酸化ホルンブレンド, Tre-Act: トレモナイト・アクティノライト, Epi: エピドート,  
 Zir: ジルコン, Gar: ガーネット)  
 含有率の低いこのほかの鉱物種は, 表の簡略化のために省略した。以下同じ。

地点 番号	岩相	単層 層厚 (cm)	試料 採取 位置	試料 番号	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy- Hor	Tre- Act	Epi	Zir	Gar	計測 総数	Hy %	Mg %
1a	Tbss	15	L	BB-1	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	3668	2	2
1a	Tbss	12	L	BB-2	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	5185	0	1
1b	Tbss	10	L	BB-3	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	4074	1	6
1c	Tbss	12	L	BB-4	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	3385	0	3
1c	Tbss	7	A	BB-5	◎	-	+	-	-	-	-	-	-	3656	0	18
1d	Tbss	7	A	BB-6	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	2904	0	5
1d	Tbss	10	L	BB-7	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	2439	1	4
地点1でのタービダイト砂岩 の一般化した重鉱物組成					◎ (-)	(-)	(-)									

Hy: 重鉱物の百分率重量%  
 Mg: 重鉱物中における磁性鉱物の重量百分率  
 ◎: 大多数を占める (≥50.0%)  
 ○: 豊富 (50.0% > ○ ≥15.0%)  
 △: ふつう (15.0% > △ ≥5.0%)  
 +: 稀 (5.0% > + ≥1.0%)  
 -: 非常に稀 (1.0% > - ≥0.1%)  
 ·: ごく微量 (· < 0.1%)

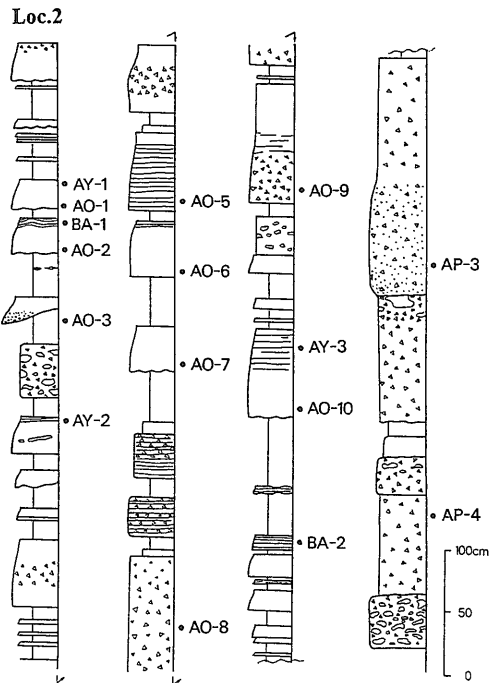
### 3.2 西山油帯の下部椎谷層の場合 (地点2)

椎谷層は, 寺泊層の上位に整合に重なり, 西山油帯から中央油帯にかけて広く分布する。椎谷層は, 厚さ数m以上の厚層理タービダイト砂岩も頻りに挟む砂岩優勢砂岩泥岩互層を主体とする地層であるが, 凝灰岩やスランプ堆積物も挟在する。調査地域では南方に厚くなり, 最大層厚は1,000mを越す。

地点2は, 郷本川の河口のすぐ横にある比較的大きな露頭であり, 椎谷層の最下部が露出している。本地点の柱状図を第3図に示す。この柱状図からもわかるように, 本地点の椎谷層には, タービダイト砂岩のほかに, 厚層の凝灰岩, 特に軽石凝灰岩が頻りに挟まれている。本地点では, タービダイト砂岩のみならず, これらの凝灰岩 (および砂質凝灰岩) についても, 試料を採取し重鉱物分析を行っている。

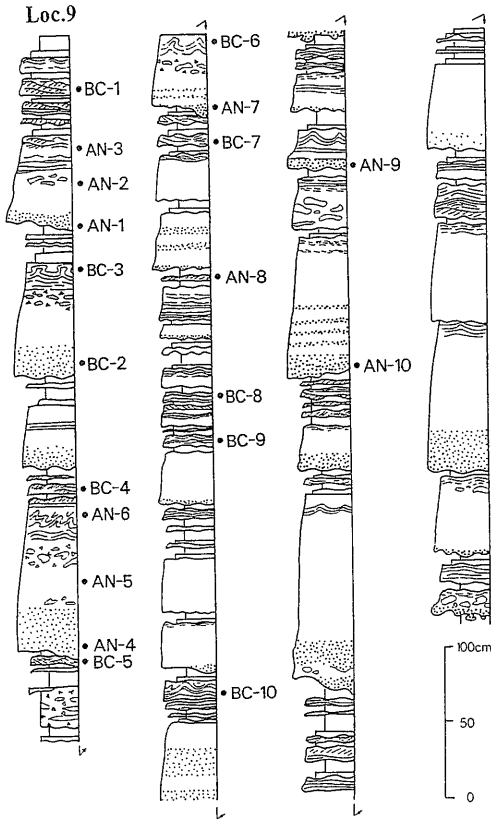
重鉱物分析の結果を第3表に示す。タービダイト砂岩の重鉱物組成は, ひとつの試料 (AY-2) を除くといずれもほぼ共通しており, 主要な構成鉱物は, ホルンブレンドと不透明鉱物である。このほかの鉱物は, いずれもごくわずかである。また, ハイパーシンとオージャイトはほとんど含まれていない。寺泊層のタービダイト砂岩と比較した場合には, 大量のホルンブレンドを含むという点で基本的に異なっていることが指摘される。

一方, 凝灰岩 (砂質凝灰岩を含む) の場合には, 重鉱物組成が上下のタービダイト砂岩とほとんど変わ



第3図 地点2(西山油帯郷本川河口)における分析試料採取層の柱状図(椎谷層最下部)。凡例は第2図に同じ。

らないもの (AO-8, AO-9など) と基本的に異なるもの (AO-5, AP-4など) の両方が認められる。



第4図 地点9(西山油帯観音岬)における分析試料採取層の柱状図(椎谷層上部)。凡例は第2図に同じ。

### 3.3 西山油帯の上部椎谷層の場合(地点9)

本地点は、観音岬の海岸沿いにみられる大きな露頭で、椎谷層の模式地である。本地点の柱状図を第4図に示す。本地点の椎谷層には、下部に粗粒な砂岩を伴い級化構造の比較的明瞭な厚さ1m前後の粗粒厚層理タービダイト砂岩が頻りに挟まれるとともに、厚さ数10cm～数cmの細粒で葉理構造の発達した薄層理タービダイト砂岩も頻りに挟在する。本地点では、この両者から試料を採取するとともに、前者の厚層理粗粒タービダイト砂岩のいくつかについては、粒度の影響も検討するために、砂岩単層の複数の層準(部位)から試料を採取し分析を行った。ここでは凝灰岩は挟まれていない。

本地点の分析結果を第3表に示す。試料はすべてタービダイト砂岩である。量的に主要な鉱物は、不透明鉱物とホルンブレンドで、ハイパーシンやオーザイトはほとんど含まれていない。タービダイト砂岩の

第3表 地点2および地点9における重鉱物分析の結果(椎谷層)。凡例は第2表参照。

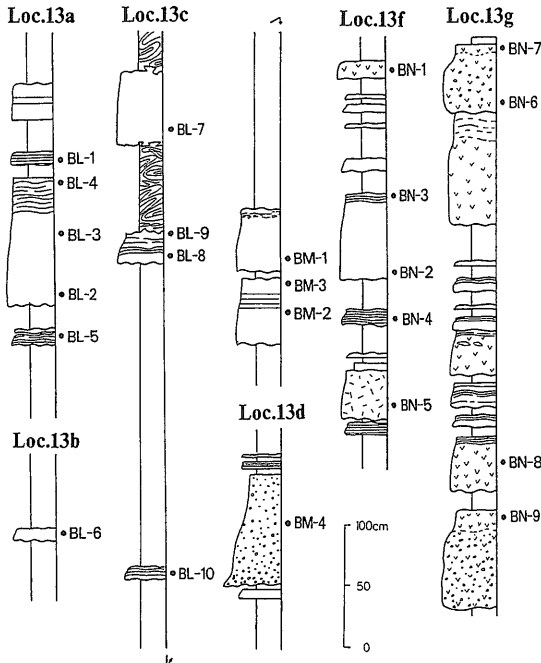
地点番号	岩相	単層厚 (cm)	試料採取位置	試料番号	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy-Hor	Tre-Act	Epi	Zir	Gar	計測総数	Hy %	Mg %
2	Tbss	23 L		AO-1	○			◎	-	-	-	-	-	1605	2	5
2	Tbss	23 UM		AY-1	◎			○	+	-	△	-	-	2562	1	4
2	Tbss	29 L		AO-2	◎			◎	-	+	-	-	-	1387	1	7
2	Tbss	29 UM		BA-1	◎			◎	+	-	-	+	-	1386	1	3
2	Tbss	20 L		AO-3	○			◎	-	-	-	-	-	1290	2	4
2	Tbss	29 UM		AY-2	○		○	◎	-	-	-	△	-	1158	1	2
2	Tf	63 LM		AO-5	◎		+	◎	+	-	-	-	-	1041	1	2
2	Tbss	45 LM		AO-6	◎		○	◎	-	-	-	-	-	1061	1	3
2	Tbss	35 L		AO-7	◎			◎	-	-	-	+	-	1287	1	7
2	Tf	108 M		AO-8	◎		+	◎	+	-	-	+	-	983	0	3
2	Sdtf	95 LM		AO-9	○		-	◎	-	-	-	+	-	1489	0	6
2	Tbss	70 LM		AO-10	◎			◎	+	-	-	+	-	1492	1	4
2	Tbss	70 U		AY-3	◎			◎	+	-	-	+	-	1258	1	4
2	Tbss	12 M		BA-2	◎			◎	-	-	-	+	+	2346	0	5
2	Tbss	90 LM		AP-1	◎			◎	-	○	+	-	-	1285	0	6
2	Tf	80 U		AP-4	◎		△	+	-	-	-	-	-	1012	6	1
地点2でのタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成					○			◎	○	-	+	-	-	△	-	
9	Tbss	10 L		BC-1	○			◎	-	+	+	+	+	1639	1	2
9	Tbss	50 LM		AN-1	○			◎	-	+	+	+	-	1605	1	10
9	Tbss	50 M		AN-2	○			◎	-	+	+	+	-	1752	1	5
9	Tbss	50 U		AN-3	○			◎	-	△	-	-	-	1971	0	5
9	Tbss	74 LM		BC-2	○			◎	-	-	-	+	-	1447	1	8
9	Tbss	74 UM		BC-3	○			◎	+	-	+	-	-	3513	1	4
9	Tbss	5 A		BC-4	+			◎	△	-	+	+	-	1477	0	5
9	Tbss	100 L		AN-4	○			◎	-	+	+	-	-	1776	1	11
9	Tbss	100 M		AN-5	○			◎	△	-	-	-	-	1213	0	8
9	Tbss	100 UM		AN-6	○			◎	+	-	-	-	-	1805	1	4
9	Tbss	50 LM		AN-7	○			◎	+	-	-	-	-	2433	1	11
9	Tbss	5 A		BC-5	○			◎	△	-	+	+	-	1707	1	3
9	Tbss	50 UM		BC-6	○			◎	+	-	+	-	-	1798	0	4
9	Tbss	6 A		BC-7	○			◎	+	-	+	+	-	3458	0	7
9	Tbss	3 A		AN-8	○			◎	+	-	+	-	-	2478	1	17
9	Tbss	5 A		BC-8	○			◎	-	-	+	-	-	4238	1	39
9	Tbss	8 A		BC-9	○			◎	△	+	+	-	-	3143	0	6
9	Tbss	15 L		BC-10	○			◎	+	-	+	-	-	1751	0	5
9	Tbss	26 LM		AN-9	○			◎	-	+	+	-	-	2019	2	15
9	Tbss	90 LM		AN-10	○			◎	+	-	-	-	-	1444	1	8
地点9でのタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成					◎			◎	◎	○	-	+	-	△	-	-

厚さの違いや単層のなかでの採取した部位の違い、そして粒度の違いからくる相違は特に認められない。組成的特徴は、地点2の椎谷層最下部のタービダイト砂岩のそれとほぼ同じである。また、ここでは具体的な解析結果を示さないが、第1図の地点10で道路沿いに分布する椎谷層上部のタービダイト砂岩の重鉱物組成の特徴も、地点9のそれと同じである。

### 3.4 中央油帯の椎谷層の場合(地点13)

中央油帯の椎谷層は、西山油帯に比べると全体として薄くなっており、挟在するタービダイト砂岩の頻度や厚さもより小さくなっている。ここでは中央油帯の背斜西翼を切る川沿いに分布する椎谷層のタービダイト砂岩と凝灰岩について、7つのポイント(13a～13g)で試料を採取した。このうち6ポイントにおける柱状図と試料採取箇所を第5図に、また重鉱物の分析結果を第4表に示す。

このタービダイト砂岩の重鉱物の主要な構成物



第5図 地点13(中央油帯妙法寺)における分析試料採取層の柱状図(椎谷層)。凡例は第2図に同じ。

は、不透明鋳物のほかに、ホルンブレンド、ハイパーシオン、オージャイトである。凝灰岩の場合には、あるものはタービダイト砂岩のそれと似た特徴を有しているが、他のあるものはハイパーシオンとオージャイトをほとんど含まないなど、タービダイト砂岩とは基本的に異なった特徴を有している。本地点のタービダイト砂岩の一般化した重鋳物組成が表の一番下に示されているが、この特徴は、西山油帯の椎谷層のタービダイト砂岩のそれとは、基本的に特徴を異にするものである。同じく中央油帯に属する第1図の地点12における椎谷層のタービダイト砂岩も本地点と同じような重鋳物組成の特徴を有し(Agyingi and Tokuhashi, 1995)、西山油帯の椎谷層のタービダイト砂岩とは異なった特徴を有している。これまでは一括されていた西山油帯の椎谷層と中央油帯の椎谷層のタービダイト砂岩とは、重鋳物組成上の特徴が基本的に異なることが指摘される。

### 3.5 西山油帯の浜忠互層部層下部の場合(地点10)

西山および中央油帯においては、椎谷層は主に青灰色の泥岩から成る西山層によって整合に覆われ

第4表 地点13における重鋳物分析の結果(椎谷層)。凡例は第2表参照。

地点番号	岩相	単層層厚 (cm)	試料採取位置	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy-Hor	Tre-Act	Epi	Zir	Gar	計総数	Hy %	Mg %
13a	Tbss	100	UM BL-4	+	○	△	⊙	+					1027	14	8
13a	Tbss	12	M BL-5	+	○	○	○						586	2	2
13b	Tbss	10	M BL-6	○	○	○	○						828	2	1
13c	Tbss	60	L BL-7	○	○	○	○						1065	3	5
13c	Tbss	25	LM BL-8	△	△	△	△						820	3	3
13c	Tbss	25	UM BL-9	△	△	△	△						989	1	4
13c	Tbss	10	M BL-10	+	○	○	○						660	3	2
13c	Tbss	50	L BM-1	○	○	○	○						1748	2	4
13c	Tbss	55	M BM-2	○	○	○	○						1553	3	2
13c	Tbss	55	UM BM-3	○	○	○	○						1559	3	1
13d	Tbss	90	M BM-4	○	○	○	○						1048	5	2
13f	Tf	13	A BN-1	○	○	○	○						1373	7	4
13f	Tbss	70	LM BN-2	○	○	○	+						1229	5	2
13f	Tbss	70	UM BN-3	○	○	○	○						1412	4	2
13f	Tbss	12	A BN-4	○	○	○	○						1905	2	1
13f	Tf	40	L BN-5	○	○	○	○						1323	3	2
13g	Tf	50	L BN-6	○	○	○	○						1576	3	17
13g	Tf	50	UM BN-7	○	○	○	○						1287	1	8
13g	Tf	45	M BN-8	△	△	△	△						1241	1	4
13g	Tf	80	U BN-9	⊙	-	+	○						1281	7	28

地点13でのタービダイト砂岩の一般化した重鋳物組成  
 ⊕ ○ ○ △ △ ⊙ - + (-) - - (-)

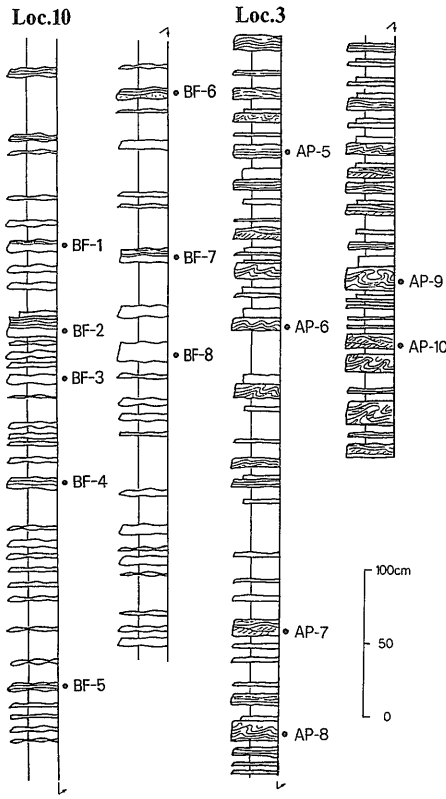
ているが、西山油帯では、この西山層の最下部に浜忠互層部層および稲川砂岩部層が発達している(第1図、第1表参照)。浜忠互層部層は、葉理構造の発達した細粒の薄層理タービダイト砂岩と灰色の泥岩との等量ないし泥岩優勢砂岩泥岩互層から成り、主に西山油帯に分布している(第6図)。本地点は、道路沿いに面した模式地近くの露頭である。

本地点の重鋳物の分析結果を第5表に示す。本地点のタービダイト砂岩の主要な重鋳物は、不透明鋳物とホルンブレンドであり、ハイパーシオンとオージャイトはほとんど含まれていないことから、下位の椎谷層中のタービダイト砂岩のそれと基本的に同じ特徴を有している。

海岸に面した第1図の地点3では浜忠互層部層中部が観察されるが、ここのタービダイト砂岩の重鋳物組成も、本地点(地点10)のタービダイト砂岩の重鋳物組成と基本的に同じ特徴を示している(第6図、第5表)。

### 3.6 西山油帯の稲川砂岩部層の例(地点6)

西山油帯では、浜忠互層部層の上位にほぼ整合に重なって稲川砂岩部層が分布する。本部層は、基盤岩の礫もしばしば含む粗粒な厚層理タービダイト砂岩を主体とするが、葉理構造の発達した細粒の薄層理タービダイト砂岩も挟在する。このほかに、凝灰岩やスランプ堆積物・土石流堆積物も挟在する。本部層は南方に薄くなって消滅する。地点6は、河口直前の川沿いの露頭で、稲川砂岩部層の下部が比較



第6図 地点10(西山油帯浜忠)および地点3(西山油帯山田南方)における分析試料採取層の柱状図(浜忠互層部層)。凡例は第2図に同じ。

的まとまって露出する。本地点の地質柱状図と試料採取層準の位置を第7図に示す。本地点では、粒度や堆積構造の違いが重鉱物組成に与える影響も検討するために、多数のタービダイト砂岩について、同一の単層の複数の層準から試料を採取し、分析を行った。

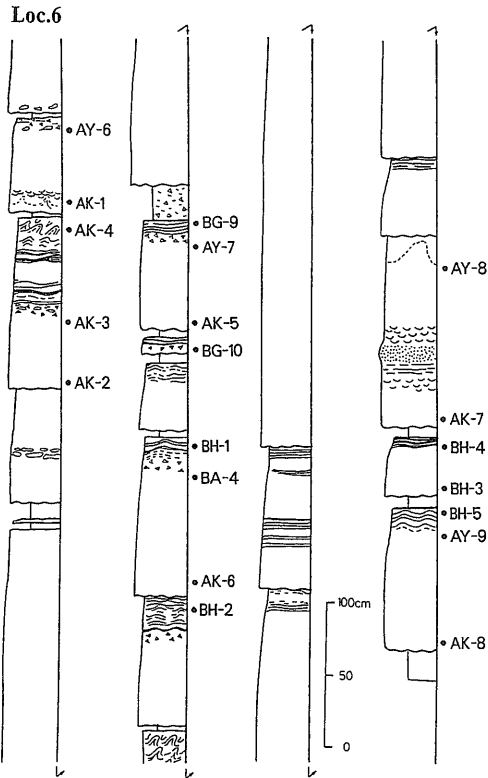
分析結果を第5表に示す。本地点のタービダイト砂岩の主要な重鉱物は、不透明鉱物のほか、ハイパーシン、オーゾイト、ホルンブレンドである。多少のばらつきはみられるが、どのタービダイト砂岩の場合にも、基本的には同じような重鉱物組成を有し、単層における試料の採取層準の違いからくる影響は、小さいことが指摘される。本地点の北方の落水川の河口近くに露出する稲川砂岩部層(第1図の地点5)のタービダイト砂岩についても、本地点と同じような重鉱物組成を得ている(Agyingi and Tokuhashi, 1995)。

第5表 地点10, 地点3, 地点6における重鉱物分析の結果(浜忠互層部層および稲川砂岩部層)。凡例は第2表参照。

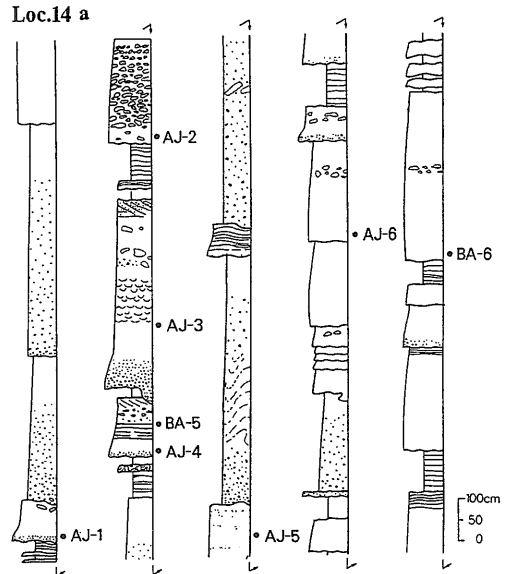
地点番号	岩相	単層層厚 (cm)	試料採取層準	試料番号	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy-Hor	Tre-Act	Epi	Zir	Gar	計測総数	Hy %	Mg %
10	Tbss	7 A		BF-1	○			○	+	+	+	+	+	1028	1	1
10	Tbss	12 L		BF-2	○			○	-	+	-	+	-	1122	1	4
10	Tbss	5 A		BF-3	○			◎	-	+	-	+	-	1149	1	2
10	Tbss	5 A		BF-4	○			◎	-	+	-	+	-	1036	1	2
10	Tbss	5 A		BF-5	○			◎	-	+	-	+	-	1690	1	3
10	Tfss	7 A		BF-6	△	◎	+	○	+	-	-	-	-	1019	1	4
10	Tbss	8 A		BF-7	○			◎	-	+	+	+	+	1086	1	21
10	Tbss	12 L		BF-8	○			◎	-	+	+	+	+	808	1	1
地点10でのタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成					○			◎	-	+	-	+	-			
3	Tbss	9 M		AP-5	△	-	-	◎	+		-	+	-	1921	1	3
3	Tbss	8 M		AP-6	△	-	-	◎	-		+	+	-	1775	1	8
3	Tbss	12 M		AP-7	△	-	-	◎	+		+	+	-	1181	1	2
3	Tbss	15 M		AP-8	○	-	-	◎	+		+	+	-	1815	1	2
3	Tbss	15 M		AP-9	○	-	-	◎	+		+	+	-	1817	1	5
3	Tbss	10 M		AP-10	○	-	-	◎	+		+	△	+	1988	0	5
地点3でのタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成					△	○	-	◎	+		+	+	-			
6	Tbss	65 LM		AK-1	△	○	○	○	+		-	+	-	923	2	4
6	Tbss	65 UM		AY-6	△	○	○	○	+		+	-	-	895	1	4
6	Tbss	120 LM		AK-2	△	○	○	○	+		+	-	-	911	1	3
6	Tbss	120 M		AK-3	○	○	○	○	+		-	-	-	1645	2	2
6	Tbss	120 UM		AK-4	△	+	○	○	+		+	-	-	1071	2	2
6	Tbss	75 LM		AK-5	○	○	○	○	-		-	-	-	1196	2	4
6	Tbss	75 U		AY-7	○	○	○	△	-		-	-	-	739	2	3
6	Tbss	75 UM		BG-9	△	○	○	○	-		-	-	-	688	1	2
6	Tbss	12 L		BG-10	○	○	○	○	-		-	+	-	555	1	7
6	Tbss	110 LM		AK-6	○	○	○	○	+		-	+	-	713	2	8
6	Tbss	110 U		BA-4	△	○	○	○	-		-	-	-	933	2	5
6	Tbss	110 UM		BH-1	○	+	△	◎	+		+	+	+	795	1	3
6	Tbss	90 UM		BH-2	△	+	○	◎	+		+	+	-	677	2	2
6	Tbss	130 LM		AK-7	△	◎	○	○	+		-	-	-	994	8	14
6	Tbss	130 U		AY-8	○	○	○	△	-		-	-	-	880	6	7
6	Tbss	40 LM		BH-3	△	○	○	△	+		-	-	-	956	3	4
6	Tbss	40 UM		BH-4	○	○	○	○	+		-	-	-	642	1	4
6	Tbss	100 LM		AK-8	△	○	○	○	+		-	-	-	726	5	9
6	Tbss	100 U		AY-9	△	○	○	△	-		-	-	-	775	3	7
6	Tbss	100 UM		BH-5	△	○	○	△	-		-	-	-	664	3	3
地点6でのタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成					○	△	○	△	◎	-	+	-	-	-	-	-

3.7 東山油帯北部の金津層の場合(地点14)

金津層は、新津油田で知られる新津丘陵に分布し、同油田の主要な貯留層の一つである。同層は、中期中新世の火山岩類を不整合に覆う形で、新津丘陵の中軸を形成する背斜軸周辺にレンズ状に露出し、地表付近での最大層厚は450m前後である(第1図, 第1表)。同層は、しばしば基盤の礫を伴う粗粒な厚層理タービダイト砂岩を主体とするが、このほかに含礫泥岩も頻繁に産出する。このような岩相と形態から、かつてのフィーダー・チャンネル堆積物と解釈されている(安部, 1978; Tateishi et al., 1984)。背斜に直交する幹線道路沿いには、採石のための大きな露頭が多数存在するが、これらのタービダイト砂岩の表面には、しばしば油のしみだしがみられる。今日でも、この付近では多数のポンプによる石油の生産が細々とではあるが続けられており、“石油の里”として知られている。本地域におけるタービダイト砂岩



第7図 地点6(西山油帯井鼻)における分析試料採取層の柱状図(稲川砂岩部層)。凡例は第2図に同じ。



第8図 地点14a(東山油帯北部金津)における分析試料採取層の柱状図(金津層)。凡例は第2図に同じ。

の試料採取は、この道路沿いの4ポイント(ポイント14a~14d)で行った。ここでは、この中で最も大きな露頭であるポイント14aの地質柱状図と試料採取層準を第8図に示す。

本地点における重鉱物組成の分析結果を第6表に示す。タービダイト砂岩の重鉱物組成は、礫を含むような粗粒なタービダイト砂岩の場合にはやや変動は大きいですが、量的に主要な重鉱物は、不透明鉱物のほか、ハイパーシンとホルンブレンドで、オーチャイトを含まないことが特徴となっている。

### 3.8 東山油帯中部の東山砂岩部層の場合(地点18)

東山砂岩部層は、主に暗灰色の泥岩から成る後期中新世の荒谷層に挟在するタービダイト砂岩体で、東方の荷傾背斜周辺と西方の東山背斜周辺に分布する(第1図)。いずれの地域でも、厚層理タービダイト砂岩を主体とする砂岩優勢砂岩泥岩互層である。

東山背斜周辺に分布するタービダイト砂岩体は、かつての東山油田の主要な貯留層の一つである。地点18は、東山背斜にほぼ直交する道路沿いの露頭で、3つのポイント(ポイント18a~18c)で試料を採取した。地質柱状図を第9図に示す。

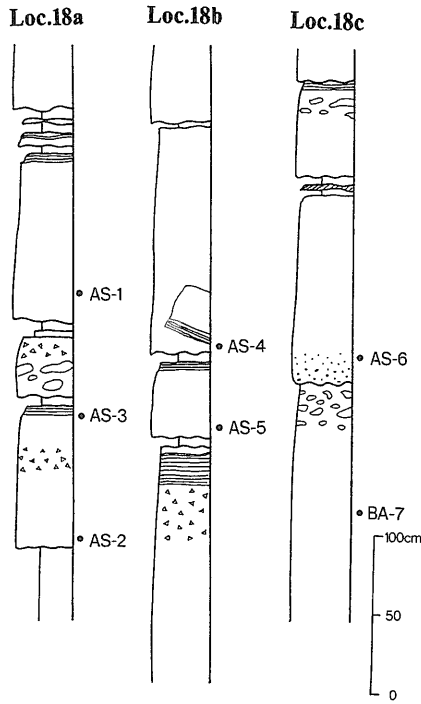
分析結果を第6表に示す。タービダイト砂岩の主要な重鉱物は、不透明鉱物とホルンブレンドであり、ハイパーシンやオーチャイトはほとんど含まれない。

### 3.9 東山油帯中部の上部荒谷層の場合(地点19)

東山油帯中部の主に暗灰色の泥岩から成る荒谷層には、前に述べた東山砂岩部層が挟在されるが、その上位の荒谷層上部にも、散点的にはあるが、タービダイト砂岩が挟在する。ここでは、東山背斜西翼の桂川沿いで、4つのポイント(19a~19d)で試料を採取した。

分析結果を第6表に示す。本地点のタービダイト砂岩の重鉱物組成は、ポイントによって異なり、ポイント19b, 19dでは、ハイパーシンとオーチャイトが主要な重鉱物であるのに対して、ポイント19a, 19cでは、不透明鉱物とハイパーシン、ホルンブレンドが主要な重鉱物である。それぞれの一般化した重鉱物組成を表の下の方の2つの欄にまとめてある。





第9図 地点18(東山油帯中部榎峠)における分析試料採取層の柱状図(東山砂岩部層). 凡例は第2図に同じ.

第6表 地点14, 地点18, 地点19および地点20における重鉍物分析の結果(金津層, 東山砂岩部層, 荒谷層上部および牛ヶ首層). 凡例は第2表参照.

地点番号	岩相	単層厚度 (cm)	試料採取位置	試料番号	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy-Hor	Tre-Act	Epi	Zir	Gar	計測総数	Hy %	Mg %
14a	Tbss	100	LM	AJ-1	○	○		○	-					1076	3	3
14a	Tbss	250	LM	AJ-2	○	○		○	-					585	3	4
14a	Tbss	450	M	AJ-3	◎	△		△			+			1303	3	4
14a	Tbss	150	U	BA-5	◎	+		+			-			776	5	3
14a	Tbss	150	LM	AJ-4	◎	+		+			+			2627	2	5
14a	Tbss	200	M	AJ-5	○	○		○	-					746	7	2
14a	Tbss	250	LM	AJ-6	◎	◎		○	-					1250	3	2
14a	Tbss	400	LM	BA-6	◎	○		△			-			1344	3	2
地点14aでのタービダイト砂岩の一般化した重鉍物組成					◎○	+		○	-		(-)	-	+			
18a	Tbss	100	L	AS-1	◎			△			-	△		1714	1	3
18a	Tbss	85	LM	AS-2	◎			△			-	+		929	1	5
18a	Tbss	85	UM	AS-3	◎			+			-	△		1586	0	3
18b	Tbss	140	LM	AS-4	◎			+			-	+		1078	1	2
18b	Tbss	45	LM	AS-5	○	+		◎	-			+		1116	1	1
18c	Tbss	120	L	AS-6	○			○				+		1021	1	2
18c	Tbss	150	M	BA-7	◎			-				+		2476	0	5
地点18でのタービダイト砂岩の一般化した重鉍物組成					◎○			+	◎	(-)		(-)	+	△		
19a	Tbss	130	LM	AT-4	○	○	+	○	+					1374	3	3
19a	Tbss	90	L	BA-9	△	○	+	○	+					875	3	2
19a	Tbss	60	LM	AT-5	△	○	△	○	+					1029	2	2
19b	Tbss	110	LM	AT-6	+	◎	○							894	25	1
19b	Tbss	30	L	AT-7	+	◎	○							857	16	1
19c	Tbss	300	M	AT-8	○	△	-	◎	-			-		1275	2	1
19d	Tbss	120	LM	AT-9	+	◎								850	20	2
19d	Tbss	17	L	BA-1C	+	◎								670	2	11
19d	Tbss	25	L	AT-1C	+	◎								1000	20	1
地点19でのタービダイト砂岩の一般化した重鉍物組成1					+	◎	○					(-)				
の一般化した重鉍物組成2					○△	○	+	◎	○	-	+					
20a	Tbss	50	L	AT-1	+	◎	○	+	+					859	22	3
20b	Tbss	150	LM	AT-2	△	◎	○	-	-					918	26	2
20b	Tbss	400	LM	AT-3	△	◎	○	-	-					900	31	2
20b	Tbss	30	LM	BA-8	△	◎	○	+	+					642	23	1
地点20でのタービダイト砂岩の一般化した重鉍物組成					+	△	◎	○	(+)	-	+					

3.10 東山油帯中部の牛ヶ首層の例(地点20)

東山油帯中部では, 荒谷層の上位に厚さ500m~600mで主に灰色の塊状泥岩から成る牛ヶ首層が整合に重なるが, この牛ヶ首層にも散点的にタービダイト砂岩が挟み込まれる。ここでは, 東山背斜西翼の川沿いで2つのポイント(20a, 20b)で試料を採取した。分析結果を第6表に示す。タービダイト砂岩の主要な重鉍物は, 不透明鉍物のほか, ハイパーシムとオーチャイトであり, ホルンブレンドはほとんど含まれていないのが特徴である。

3.11 東山油帯南部のタービダイト砂岩の場合

東山油帯南部(第1図の地点21~地点25)については, 前報(Part I)のミクロ的解析のところで紹介していることから, ここでは省略することにする。

4. 各地点の解析結果のまとめ

マクロ的解析では, 新潟含油堆積盆中部域に分布

する中期中新世~鮮新世のタービダイト砂岩体を対象に, 25の地点でタービダイト砂岩等の試料採取と重鉍物分析を行い, 重鉍物組成の特徴について検討した。その解析結果の主な例を前章で紹介した。このようなマクロ的解析の結果, まず次のような結論を指摘することができる。

- 1) 個々の露頭(層厚で5m~20m位か)で産出するタービダイト砂岩はいずれも同じような重鉍物組成を有している。すなわち, 同一地点のタービダイト砂岩は, 一般化した特定の重鉍物組成で表現される。
- 2) タービダイト砂岩単層の厚さや単層中の採取層準の違いや粒度が, タービダイト砂岩の重鉍物組成の基本的特徴に与える影響は小さく, このことが1)の結論に基本的な影響を与えることはない。
- 3) タービダイト砂岩とともに挟み込まれる凝灰岩や砂質凝灰岩の重鉍物組成は, 上下のタービダイト砂岩のそれと比較的よく似ている場合と全く異なる場合がある。

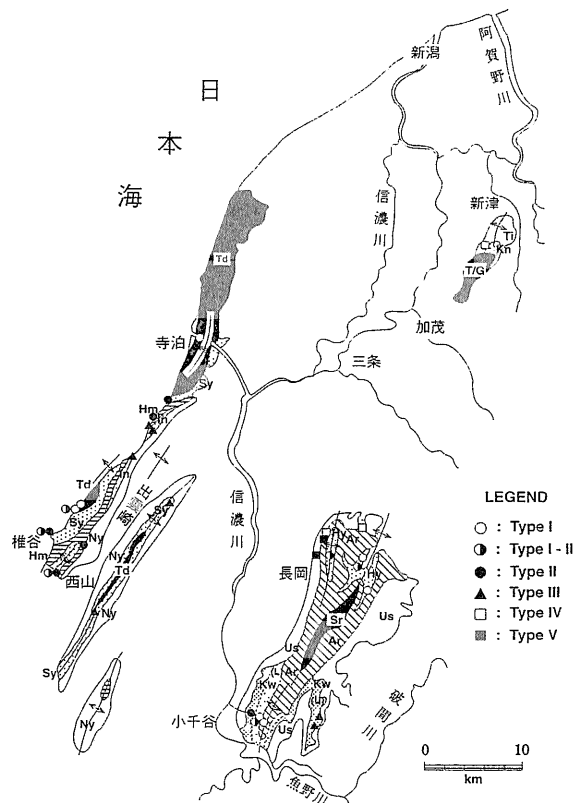
第7表 量的に主要な重鉱物の組み合わせによる重鉱物組成のタイプ分け

タイプ	Opq (不透明鉱物)	Hor (ホルンブレンド)	Hyp (ハイパーシン)	Aug (オージャイト)	(凡例)
I	◎	× or —	× or —	× or —	◎ : Dominant
I-II	◎	○ or △	× or —	× or —	○ : Abundant
II	○ or △	◎	× or —	× or —	△ : Very rare
III	○ or △	○ or △	○ or △	○ or △	— : Very rare
IV	○ or △	○ or △	○ or △	× or —	× : None
V	○ or △	× or —	○ or △	○ or △	

## 5. 重鉱物組成によるタイプ分け

前報 (Part I) で紹介したように、東山油帯南部に分布する川口層のタービダイト砂岩を主対象としたミクロ的解析によって、この地域に分布する砂岩は、不透明鉱物、ホルンブレンド、ハイパーシン、オージャイトといった非常にポピュラーな重鉱物の産出状況、組み合わせによって、少なくとも4つのタイプに分類できることを指摘した。こうした分類が一般的に可能なのかどうか、もし可能とすれば、このほかにどのようなタイプ・組み合わせが存在するのかを検討するために、本報 (Part II) では新潟含油堆積盆中部域に分布する多数のタービダイト砂岩体を対象にしたマクロ的解析を行い、その結果を示した。

こうしたミクロ的およびマクロ的解析の両方の結果を、ミクロ的解析で用いた分類手法と同じ方法で、すなわち、不透明鉱物、ホルンブレンド、ハイパーシン、オージャイトといった非常にポピュラーな重鉱物の出現状況・組み合わせによって分類すると、第7表に示すような、少なくとも6つのタイプが存在することが指摘される。このうち、タイプ I、タイプ I-II、タイプ II、タイプ IIIについては、ミクロ的解析のところで名づけたものと同じであり、そのタイプ名を踏襲している。第8表は、新潟含油堆積盆各地 (地点1～地点25) のタービダイト砂岩体中のタービダイト砂岩の一般化した重鉱物組成と第7表に示した重鉱物組成のタイプを総括したものである。第10図は、各地点での重鉱物組成のタイプを地質略図上に描いて空間



第10図 各地点における重鉱物組成タイプの分布状況

的な分布を表したものである。

この第8表から、累層や部層名のついた個々のタービダイト砂岩体は、一般に一つないし相互に関連の深い2つの重鉱物組成のタイプで表現できることが指摘される。すなわち、先に個々の露頭オーダー (通常

第 8 表 各地点におけるタービダイト砂岩の一般化された重鉱物組成とそのタイプ

油帯名	地点番号	地層名	Opq	Hyp	Aug	Hor	Oxy-Hor	Tre-Act	Epi	Zir	Gar	Type	
西山油帯	Loc.1	寺泊層	◎	(-)		(-)				△	+	I	
	Loc.7	上部寺泊層	◎	-	(-)	-	(-)	(-)	(-)	△	+	I	
	Loc.8	最上部寺泊層	◎	(-)	(-)	-△		-	-	△	+	I, I-II	
	Loc.2	下部椎谷層	○			◎	-+	-	-	-△	-	II	
	Loc.9	上部椎谷層	◎			◎	(-)	△+	-	-+	-	I-II, II	
	Loc.11	上部椎谷層	◎			◎	-+	△+	-+	-+	-	I-II, II	
	Loc.10	下部浜忠互層部層	○			◎	-	+	-+	+	-	II	
	Loc.3	中部浜忠互層部層	○△	-	-	◎	+		+	+	-	II	
	Loc.4	最上部浜忠互層部層	○△	○△	+○	◎	△-		-+	-	(-)	III	
	Loc.5	稲川砂岩部層	○△	○△	+○	◎	+○		(-)	-	(-)	III	
中央油帯	Loc.6	稲川砂岩部層	○△	○	○	△	-+	(-)	-+	-+	(-)	III	
	Loc.12	椎谷層	+○	◎	○△	○△	-	(-)	(-)	-+	(-)	III	
東山油帯	Loc.13	椎谷層	+○	○	○△	△	-+	(-)	-	-	(-)	III	
	Loc.14	金津層	◎	+◎		-○	(-)	(-)	-+	-	-	IV	
	Loc.15	東山砂岩部層	◎			(-)	(-)			+	-	I	
	Loc.16	東山砂岩部層	◎			-				+	-	I	
	Loc.17	東山砂岩部層	◎			△				+	-+	I-II	
	Loc.18	東山砂岩部層	◎			+◎	(-)		(-)	+△	-	I-II	
	Loc.19	上部荒谷層	+	◎	○	-						V	
			○△	○	-+	◎	-+						IV
	Loc.20	牛ヶ首層	+△	◎	○	(+)	-+						V
	Loc.23	最上部荒谷層	◎			(-)				-○	-△	-○	I
	Loc.22	下部川口層	◎			(-+)				-+	+△	○△	I
			◎			○△	(-)			-+	-△	△	I-II
	Loc.21	上部川口層	○△	(-)	(-)	◎	-	-+	+△	-+	+		II
	Loc.24	上部川口層	○△	○	○	○	(-)			-	-		III
	Loc.25	上部川口層	+○	◎	△	△	◎	-		-	(-)	-	III

5~20mのオーダーか)で上下に産出するタービダイト砂岩の場合には、ほぼ同じ重鉱物組成を有していることを示したが、このことが部層や累層オーダー(通常数10m~数100mのオーダーか)でも、ほぼ同じようにいえることを示している。一方、上下および地域的に隣接していても、異なった累層や部層の場合には、しばしば異なった重鉱物組成のタイプから構成されていることが指摘される。

次に、タービダイト砂岩体と重鉱物組成のタイプとの関係をもう少し詳しく検討してみる。ミクロ的解析のところ対象とした東山油帯南部の西側の模式ルートである野辺川沿いでは、上位へ向かって、タイプIからタイプI-IIを経てタイプIIに変化する現象が、荒谷層最上部のタービダイト砂岩(タイプI)からその上位の下部川口層のタービダイト砂岩(タイプIおよびタイプII)を経て、上部川口層のタービダイト砂岩(タイプII)にみられたが、同じような現象は、西山油帯の寺泊層主部のタービダイト砂岩(タイプI)、寺泊層最上部のタービダイト砂岩(タイプIおよびタイプI-II)、その上位の椎谷層と浜忠互層部層主部のタービダイト砂岩(タイプI-IIおよびタイプII)、浜忠互層部層最上部のタービダイト砂岩(タイプIII)、その上位の稲川砂岩部層のタービダイト砂岩(タイプIII)に至る上位方向の変化に認められる。このような現象がどのよ

うな原因によるものかは、今後の検討課題である。

先にミクロ的解析のところ対象とした東山油帯南部の川口層上部のタービダイト砂岩の場合、全く同じ時期にできたにもかかわらず、西部域のタービダイト砂岩は重鉱物組成上タイプIIであるのに対して、東部域のタービダイト砂岩の場合にはタイプIIIであって、基本的特徴が異なることを指摘したが、同じような現象は、西山油帯と中央油帯の椎谷層のタービダイト砂岩の場合にも指摘できる。すなわち、西山油帯のタービダイト砂岩はタイプIIないしタイプI-IIであるのに対して、中央油帯の椎谷層のタービダイト砂岩は、同じ時期に形成されたにもかかわらずタイプIIIである。これらの砂岩は、古流向のデータによると、いずれも南方ないし南南西から運搬されたものであるが(Tokuhashi and Agyingi, 1995)、少なくとも異なった供給源からの供給が考えられよう。

こうした異なるタイプの重鉱物組成が形成される原因としては、全く異なった供給源からの供給や同じ供給源地域であっても供給源地域における構造運動等の影響による河川系の変化や、新しい地質現象の始まり(例えば、供給源地域における活発な火山活動の開始と火山砕屑物の供給の開始)といったことなどが考えられよう。しかし、供給源の岩石をより詳しく具体的に推定するためには、産出する重鉱物

のより定量的・化学的な分析や古流向などによって予想される後背地の岩石に関するより詳しい情報の収集と解析(例えば、七山・徳橋(1996)),そして軽鋳物の特性や礫種の検討を含めたより総合的な解析などが必要であろう。

## 6. 異なった地質学的セッティング下での例

ここまでは、第三紀背弧堆積盆としての新潟含油堆積盆における新第三紀以降のタービダイト砂岩を対象にした、すなわち、グリーンタフ地域の堆積盆で形成されたタービダイト砂岩を対象にした解析結果である。それでは、全く異なった地質学的セッティングのもとで形成されたタービダイト砂岩の場合にも、ここで指摘したような一般的な結論が適用可能であろうか。日本では、新第三紀以降の砂岩と古第三紀以前の堆積物では、重鋳物の組成がしばしば異なることが知られている(佐藤, 1971)。

まず、最近、別所(1995a,b)によって報告された紀伊半島四万十帯白亜系日高川層群美山累層のタービダイト砂岩を対象にした解析例についてごく簡単に触れる。ここでは、ホルンブレンド・ハイパーシン・オーザイトではなく、自形ジルコン、円磨ジルコン、ガーネットの量比によって、4つのタイプに区分している。そして、重鋳物の含有量が大変少ない(0.1%前後)にもかかわらず、これら重鋳物組成の4つのタイプは、累層・部層・ユニット区分にほぼ対応しているということである。

すなわち、火山活動の影響を強く受けた背弧堆積盆である第三紀新潟含油堆積盆とは地質学的セッティングを全く異にした前弧側の白亜系の地質学的セッティング下で形成されたタービダイト砂岩の場合でも、累層、部層、ユニットと呼ばれているタービダイト砂岩体は、それぞれ一定の重鋳物組成上の特徴・タイプで表現可能なことを示している。その場合、そこで指標(トレーサー)として用いられる重鋳物は、全く異なっていることを示している。このことは、少なくともタービダイト砂岩体の場合には、時代や地質学的セッティングが異なっても、したがって、指標となる重鋳物が全く異なっても、重鋳物組成上の特性あるいは重鋳物の組み合わせを使うことによって、タービダイト砂岩体の特徴づける指標として、重鋳物組成が有用であることを強く示唆しているといえる。

一方Sato(1969)は、北西九州の炭田地域に分布する古第三紀砂岩を対象にした重鋳物分析の結果、透明重鋳物の大半を占めるジルコン、ガーネット、トーマリン比(Z-G-T比)の分布状況(ZGT図)から、4つタイプに区分するとともに、これによって各累層を容易に識別でき、地層の対比にも応用可能であるとしている。このように重鋳物組成の特徴からいくつかのタイプに分類し、地層の分類や相互の対比に応用する手法は、九州の挟炭古第三系やその基盤をなす中生層を対象にした研究で比較的古くから認識され行われている(たとえば、藤井, 1956; 加藤, 1960; 佐藤, 1961; Ohara, 1961; 小原, 1959, 1962)。このことは、重鋳物組成が単にタービダイト砂岩体のみならず、他の砂岩体の場合にも、その同定指標としての応用性が高いことを示唆しているといえる。より正確に言えば、今回の研究は、炭田地域における陸成から浅海成の砂岩のみならず、深海成のタービダイト砂岩の場合にも、重鋳物組成がそれらの同定指標として利用価値の高いことを証明したといえる。逆に言えば、異なる供給源からもたらされた異なる岩体に属するタービダイト砂岩は、その組成上の特徴から区別することが可能であることを強く示唆しているといえる。

## 7. まとめ

新潟含油堆積盆中部域に分布するタービダイト砂岩体を対象に行ったマクロ的解析結果を中心に紹介してきたが、主な結論を一般化してまとめると次の通りである。

- 1) 個々の露頭で産出するタービダイト砂岩は、いずれも同じような重鋳物組成を有している。すなわち、同一地点のタービダイト砂岩は、一般化した特定の重鋳物組成で表現することができる。
- 2) タービダイト砂岩単層の厚さや単層中の採取層標準や粒度の違いが、タービダイト砂岩の重鋳物組成の基本的特徴に与える影響は小さく、このことが1)の結論に基本的な影響を与えることはない。
- 3) タービダイト砂岩とともに挟在する凝灰岩や砂質凝灰岩の重鋳物組成は、上下のタービダイト砂岩のそれとよく似ていることもあれば、全く異なることもある。
- 4) この地域に分布するタービダイト砂岩は、ポピュ

ラーでかつ量的に主要な重鉱物の出現状況・組み合わせによって、いくつかのタイプに分類することができる。

5) 同一累層, 同一部層中のタービダイト砂岩は, 一般に一つないし密接に関連した二つの重鉱物組成のタイプによって, 表現することができる。

6) 異なった累層や部層のタービダイト砂岩は, しばしば異なった重鉱物組成から構成されている。異なるタイプの重鉱物組成が形成される原因としては, 全く異なった供給源からの供給や同じ供給源地域であっても供給源地域における構造運動等の影響による河川系の変化や, 新しい地質現象の始まり(例えば, 供給源地域における活発な火山活動の開始と火山砕屑物の供給の開始)といったことなどが考えられる。

7) 重鉱物組成は, その含有量は少ない(通常, 1%以下)にもかかわらず, 部層や累層に相当する個々のタービダイト砂岩体を特徴付け, 同定するための安定した指標(トレーサー)としても, 大変有用である。

8) タービダイト砂岩体を特徴付ける指標(トレーサー)としての重鉱物の役割は, 時代と地質学的セッティングを全く異にする場合でも大変有用性が高いことが明らかになりつつある。また, タービダイト砂岩体以外の砂岩体でも応用でき, 特に挟炭地域では地層の対比手段として利用されてきた。

9) 重鉱物分析は, 供給源の推定という従来の手法としてのみならず, いくつかの砂岩体相互の成因的關係やそれらの堆積様式の解明, そしてそれらの三次元的分布様式(貯留岩の大きさや形態)の解明にも大変有用な手段となりうることを示しており, 砂岩貯留岩を対象とした層位トラップの探鉱や油層工学的解析にも一定の役割を果たすことが期待される。

## あとがき

本報告(PartII)では, 野外での柱状図の作成と試料の採取は徳橋が行ったが, 室内の作業(分離・鑑定など)の大部分は, 1992年3月~1993年9月までSTA(科学技術庁)フェローとして地質調査所に滞在していたカメルーン人のDr. Christopher M. Agyingi氏によってなされたものである。

## 文 献

- 安部正名(1978):南阿賀油層砂岩の堆積機構について. 石油技協誌, 43, 398-406.
- Agyingi, C.M. and Tokuhashi, S., (1995): Heavy mineral composition of the Neogene turbidite sandstones in the middle part of the Niigata backarc oil basin, central Japan - Part I: Western ("Nishiyama") and Central ("Chuo") oil belts - Bull., Geol. Surv. Japan, 46, 61-101.
- 別所孝範(1995a):紀伊半島四万十帯帯美山累層・竜神累層・丹生ノ川累層における重鉱物組成変化. 日本地質学会第102年学術大会(広島)講演要旨, 164.
- 別所孝範(1995b):付加体堆積物における重鉱物組成の意義—紀伊半島四万十帯白亜系を例として—. 堆積学研究会1995年研究集会(松本)講演要旨, 34-35.
- 藤井浩二(1956):九州八代地方中生界砂岩. 地質雑, 62, 193-211.
- 加藤和幸(1960):重鉱物による筑豊炭田古第三系の研究. 九州鉱山学会誌, 28, 453-474.
- 七山 太・徳橋秀一(1996):新潟堆積盆東縁部, 下部鮮新統川口層の碎屑性クロムスピネルと角閃石:その組成と起源(予察). 地質雑, 102, 639-642
- 佐藤良昭(1961):長崎県東長崎町付近および熊本県天草下町に分布する古第三系の重鉱物組成. 地調月報, 12, 697-709.
- 小原浄之介(1959):高島炭田二子島層中の砂岩単層の重鉱物分布. 地質雑, 65, 678-687.
- Ohara, J., (1961): Heavy mineral association in the Paleogene Systems of some coal fields, North Kyushu, Japan. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser.D, Geology, 11, 381-418.
- 小原浄之介(1962):重鉱物による北九州諸炭田の地質学的研究. 九州大学理学部研究報告, 地質学, 6, 33-76.
- Sato, Y., (1969): Geological significance of zircon - garnet - tourmaline ratio of the Paleogene sandstones of Northwestern Kyushu, Japan. Report, No.235, 46p., Geol.Surv.Japan.
- 佐藤良昭(1971):重鉱物研究の現状と課題. 岩鉱, 22, 487-499.
- Tateishi, M., Irino, H., Minezaki, T., and Endo, M., (1984): Submarine fan sediments in the Niigata active marginal basin, central Japan. Jour. Clastic Sediments in Japan, no.3, 41-56.
- 徳橋秀一(1994):重鉱物分析の堆積学的解析への適用による新しい展開—新潟堆積盆東縁部の前期鮮新世タービダイト砂岩への適用例—. 地調月報, 45, 451-470.
- Tokuhashi, S. and Agyingi, C.M., (1995): Heavy mineral composition of the Neogene turbidite sandstones in the middle part of the Niigata backarc oil basin, central Japan - Part II: Eastern ("Higashiyama") oil belt and summary of the whole study area. Bull., Geol.Surv.Japan, 46, 121-151.

TOKUHASHI Shuichi (1996): Possibility of heavy mineral composition as an indicator of each turbidite sandstone reservoir body. Part II: Verification of the possibility based on a macroscopic analysis.

<受付:1996年7月21日>