

潜水船調査で明らかになった 富山トラフの地殻変動

山崎晴雄*¹

能登半島沖の富山トラフで「しんかい2000」による潜航調査（第344潜航）を行い、トラフの地殻変動史に関する資料を得た。潜航調査は富山トラフを下刻する富山深海長谷の東側斜面下部において実施され、地質学的な調査を通じてトラフ充填堆積物の詳しい層序が明らかになった。深度1414mで採取された泥岩試料の微化石分析の結果、この地層は更新世前期のオールドバイ亜期（1.8～1.6 Ma）に深度300m付近に堆積したものと推定された。

今回の潜航と昨年実施された第294潜航の調査結果に基づいて、富山トラフの地殻変動曲線を描き、同トラフの地殻変動が第四紀の半ばごろに沈降運動から隆起運動に転換したことを明らかにした。この隆起運動は佐渡島と能登半島の間を結ぶ、北東・南西方向の隆起帯の活動で引き起こされたものと考えられる。この富山トラフの方向と斜交する新しい隆起運動の存在は、日本海東縁部に新生プレート境界が存在するという説を支持しない。

Tectonic Movement of the Toyama Trough, Central Japan as Deduced from Dives of DSRV "SHINKAI 2000".

Haruo YAMAZAKI*²

The 344th dive of "SHINKAI 2000" carried in the Toyama trough off the Noto Peninsula has brought the many data on the tectonic movement of the eastern margin of Japan Sea. The detailed stratigraphy of the trough fill sediment was revealed by geological observation on the eastern steep slope of Toyama deep sea channel cutting into the trough floor. Through microfossil analysis, a mudstone block sampled on the slope at 1414m deep was identified as early Quaternary which had accumulated on the coastal region about 300m deep.

Data on ages and sedimentary environments collected from dives 294 and 344 showed that the tectonic movement of the Toyama trough floor had changed from subsiding to uplifting at the middle Pleistocene. This drastic change is likely to have been caused by commence of the uplifting of new ridge in the NE-SW direction, connecting Sado Island and the Noto Peninsula. The new tectonic movement of which axis obliquely crosses the direction of Toyama trough does not support the hypothetical plate boundary along the eastern margin of Japan Sea.

*¹ 地質調査所

*² Seismotectonics Research Section, Geological Survey of Japan.

1. はじめに

1983年に中村(1983)及び小林(1983)によって、日本海東縁部には新しく活動を始めたプレート収斂境界が存在し、この境界は中部日本のフォッサマグナ西縁に続くことが提唱された。この説は従来説明の難しかったいくつかの地学的事実を明快に説明することから、多くの研究者の関心を集めた。その後、地震活動や地殻変動、地質構造の研究を通じて、新生プレート及びその境界に関する多数の研究が進められている。

このような情勢を背景に、昭和60年度より科学技術振興調整費による「中部日本活構造地域の地震テクトニクスに関する研究」が開始された。この研究では、海域を含む中部日本地域の地震テクトニクスの解明を最終的な目的にして、上記プレート境界の実態解明に関する各種の調査・研究が国立研究機関を中心に行われている。地質調査所と海洋科学技術センターは、上記研究の一環として、プレート収斂運動と密接に関連していると考えられる富山トラフの地殻変動史を探るため、潜水調査船「しんかい2000」による潜航調査を昭和62年度より実施中である。

昭和62年度の調査(第294潜航)は、能登半島の珠洲東方沖約50kmの海域で行われ、富山トラフ底を約500m下刻している巨大な海底谷(富山深海長谷)の谷壁斜面が観察された。この谷壁下部にはトラフを構成する堆積物が良好に露出しており、潜航調査によってその層序観察と試料採取が行われ、堆積物の編年や古環境、地殻変動等に関する情報が得られた。この結果、上記谷壁の深度1550mの地点(トラフ底より450m下位)で採取された砂岩塊は、微化石分析により鮮新世の最末期(約200万年前)に水深50m以浅の沿岸浅海域に堆積したものと推定された。そして、この地層の現在の深度から、富山トラフは200万年間におよそ1500mの沈降運動を受けていること、そして更に、トラフ底を下刻する富山深海長谷の存在から、富山トラフの地殻変動は第四紀のある時期に沈降から隆起に転換したことが推定された(山崎, 1988)。

昭和63年度の潜航調査(第344潜航)は、上記考察の実証データを増やすために再度富山深海長谷の谷壁を対象に行われた。本報告では、この概

要を記載すると共に、今回得られたデータと既存データに基づいて、富山トラフの地殻変動に関する考察を述べる。なお、日本海東縁の新生プレート境界説、並びに富山トラフと富山深海長谷の概要については、62年度の報告(山崎, 1988)に述べたのでここでは記載を省略する。

2. 潜航調査の概要

「しんかい2000」の第344潜航は、昭和63年6月28日に能登半島珠洲沖東方約50kmの海域で実施された。図1には富山トラフの海底地形図上に今回及び前回(第294潜航)の潜航調査位置を示す。また、潜航の概要を表1に示す。

潜航調査実施点は能登半島と佐渡リッジのほぼ中間点に位置し、深度およそ1000mの富山トラフ底を富山深海長谷が蛇行しながら下刻し、深さ500mに及ぶ深海の峡谷が形成されているところである。深海長谷の蛇行部、特に東側の攻撃斜面は地

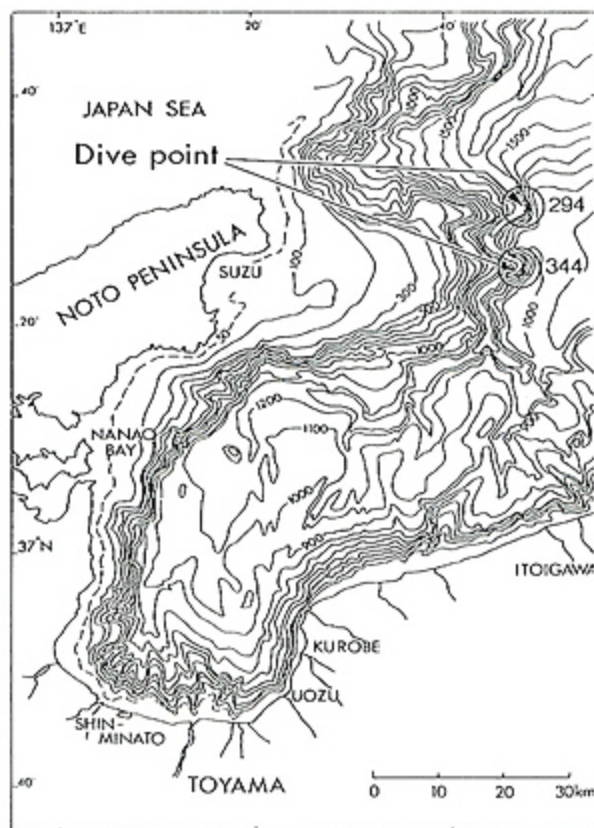


図1 富山トラフでの第294及び344潜航調査位置図
Fig. 1 Locality map of dive tracks of dives 294 and 344 in the Toyama trough

表1 潜航データ諸元

Table. 1 Summary of the dive 344 for geological and geomorphological survey in the Toyama trough.

実施日	1988年6月28日
実施地点	能登半島珠洲沖東方50km Lat. 37°25'06" Log. 137°47'15"
乗船者	潜水船船長 井田正比古 潜航士 赤澤 克文 観察者 山崎 晴雄
潜航開始時刻	09:34
着底時刻	10:48 最大潜航深度 1520m
離底時刻	14:47 海底移動距離
海象	天候 曇 風向 東 波浪 1 視程 7海里
海底の状況	底質 泥 水温 0.08°C 潮流 なし

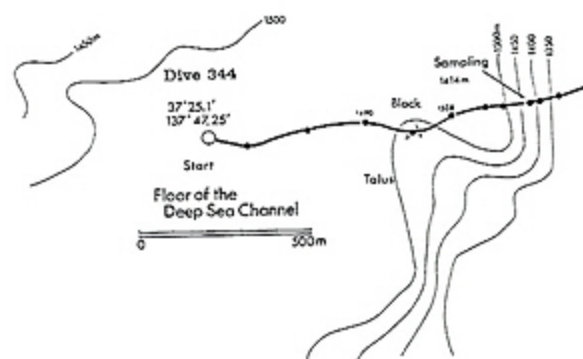


図2 第344潜航航跡図

Fig. 2 The track line of dive 344.

海長谷の2つの蛇行部のうちの南側で実施され、第294潜航実施点より南に約10km離れている。

潜航調査ではまず深海長谷底に着底し、そこから東方に進んで急崖の基部に到達し、次にこの崖を上昇しながら地層の観察、試料の採取を行なった。以下この観察記録を述べる。図2には潜水船の航跡を示す。地形図は潜航地点付近の事前調査によって得られたものである。図3は上記航跡及びビデオ記録から作成した深海長谷東側斜面の断面図である。なお、今回の潜航では時間と潜水船の深度の関係が分かるSTDデータは故障のため利用できなかった。

層の露出が良好で、2回の潜航調査はいずれもこの斜面に対して実施された。第344潜航は富山深

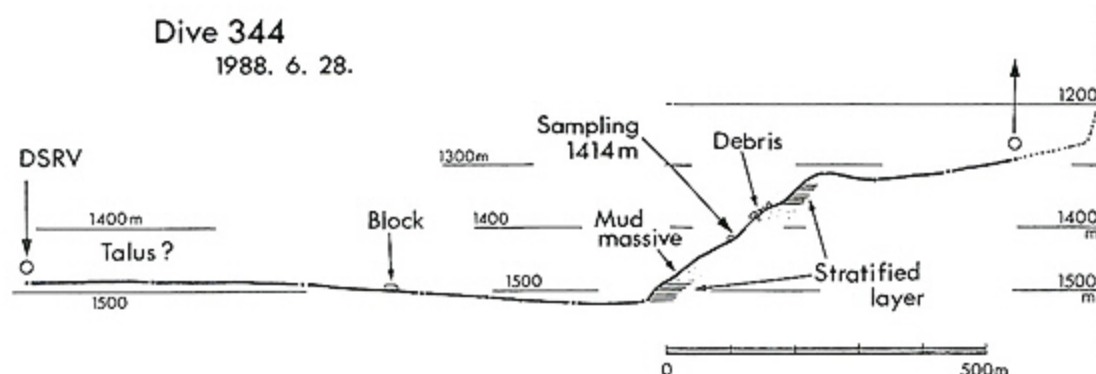


図3 潜航調査で得た富山深海長谷東側斜面の地形・地質断面

Fig. 3 Annotated profiles of the eastern slope of the Toyama deep sea channel along the dive 344.

2.1 富山深海長谷底の観察

着底地点の位置は37° 25' 06" N, 137° 47' 15" E, 深度1485mで、巾約1 kmの深海長谷底の中央よりやや西側に寄った地点である。着底後、深海長谷の東側谷壁に向って走行を開始した。泥に覆われた谷底は極めて平坦である。東に約600 m走行した地点で、不規則に散乱した長径1 m以上の岩塊群を発見した。この地点は図2に示すように、深海長谷の東側の谷壁から北西に広がる扇状地地形の末端部であり、岩塊群は斜面上部の崩壊によって移動してきた堆積物と考えられる。個々の岩塊はあまり泥に埋められていないので、崩壊の発生時期は極く最近であろう。この岩塊群の東側では谷底は急に深度を増し、深海長谷斜面の基部では深度1520~1515 mとなる。これは、本来攻撃斜面側、すなわち東側に向って緩く傾いていた蛇行部の深海長谷底上に、南東側から上記扇状地が張り出してきたため、谷の中央部が見掛け上平坦になり、堆積物に埋められなかった斜面基部が凹地として残されたためであろう。

2.2 深海長谷東側谷壁の観察

観察を行った富山深海長谷東側谷壁斜面の下部は、谷底から斜面途中の段丘状の平坦面まで比高約200 m、平均傾斜38°の単調な急斜面である(図3)。しかし、斜面を詳細に見ると傾斜60°以上の急崖と20°以下の緩斜面が交互に繰返し出現する。急崖部では連続した露頭が認められるが、緩斜面は薄く泥に覆われた地層の露出は断片的であった。

斜面基部の深度1510m付近には、成層した細かな層理の発達する泥質岩が認められた。これは第294潜航で深度1500m付近より上位に認められた泥岩層と岩相が酷似する。層理の発達した泥岩は上位に約30 m続くが、その上は層理の余り顕著ではない泥質岩に変化する。これらの地層の採取を試みたが、露出の良好な部分は潜水船が着底することができず、一方緩傾斜地は地層の露出が乏しく試料を得ることが難しかった。ようやく深度1414mで、着底可能な緩傾斜地に泥岩ブロックが散在しているのを発見した。これは緩斜面より数m上方の急崖からの崩落物と考えられる。試料採取は当初マニピュレータによってこの岩塊をつか

もうとしたが、柔らかいために滑れてしまった。そこで電動グラバーを用いてこれを採取した(試料番号880628-1)。この試料は無層理のシルト質泥岩で水に飽和した状態では固結度は極めて低かった。

深度1400m以浅では緩斜面上に多数の泥岩ブロック(径、数10cm)が散在しているのが認められた。上部の急崖からの崩落物と考えられる。深度1360m付近より上位には細かな層理の発達する泥質岩が現れた。層理面は水平で小断層なども認められず、激しい地殻変動を受けた様子は見出されない。この層理をもつ泥岩は無層理の泥岩と互層になって深度1330m付近まで確認された(写真1)。

深度1320m付近で斜面の傾斜が変り平坦面が現れる。この付近のトラフ底深度はおよそ1000mなので、この平坦面は深海長谷沿いに形成された段丘面と考えられる。海底地形図からは地回りによる平坦面の可能性も考えられるが、前述の様に平坦面の下の地層には断層や傾動等が認められないので、地回りが平坦面の成因とは考えられない。

潜水船はこの平坦面上の深度1290mで離底。浮上した。

2.3 観察のまとめ

- ① 第344潜航によって、富山深海長谷東側斜面で認められたトラフ堆積物の層序は、下位より成層した薄い層理の発達した泥岩(深度1515m~1470m)、層理の不明瞭な泥岩(深度1470m~1360m)、層理の発達した泥岩と無層理の泥岩の互層(深度1360m以浅)に区分される(図4)。地層はほぼ水平で、変形、傾動、断層等は認められなかった。
- ② 上記層序のうち中部の層理の不明瞭な泥岩中(深度1414m)から、シルト質泥岩塊を採取した。
- ③ 今回の潜航調査で観察されたトラフ堆積物の岩相や層序は、中部の層理の不明瞭な泥岩が厚いことを除いて、第294潜航で深度1500m以浅で観察された地層の岩相及び層序と酷似している。このことから、両潜航地点には同一層がほぼ同じ深度に分布しているものと考えられる。すると、今回の試料採取地点は、第294潜航での試料採取地点より約140 m上位の層準に位置するものと考えられる(図4)。

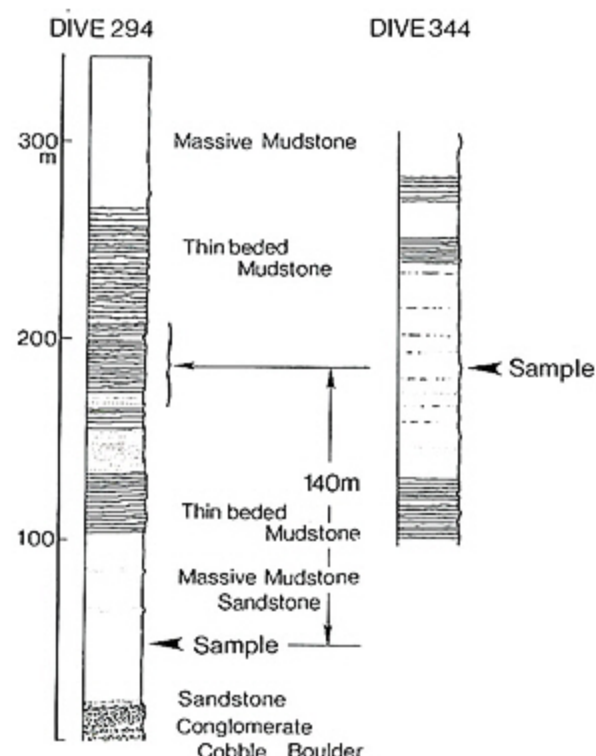


図4 2つの潜航調査で明らかになった富山トラフ堆積物の層序

Fig. 4 Stratigraphy of the trough fill sediment revealed by dives 294 and 344.

Sampled layer of dive 344 corresponds to a layer of about 140m above the sampled layer of dive 294.

3. 微化石分析

深度1414mで採取した試料(880628-1, 写真2)について, その堆積時期及び堆積深度, 古環境を推定するため, 有孔虫, 石灰質ナノプランクトン, 花粉, 珪藻についてそれぞれ微化石分析を行った。実際の分析作業はパリーノサーヴェイに依頼した。以下, この分析結果について記載する。なお, 分析方法の記載は省略する。

3.1 有孔虫化石分析

試料100g 中からは底生有孔虫17個体, 浮遊性有孔虫3個体を産出した。これらの一覧を表2に示す。底生有孔虫は全て膠着種であり, その中で

表2 富山トラフ堆積物試料(880628-1)中の有孔虫化石

Table. 2 List of the foraminifera detected from the sampled trough fill sediment.

有孔虫化石名	産出個体数
浮遊性有孔虫	
<i>Neogloboquadrina</i> sp.	1
<i>N. ?</i> sp.	2
浮遊性種 Total	3
底生有孔虫	
膠着質種	
<i>Ammodiscus</i> sp.	2
<i>Haplophragmoides</i>	2
<i>Trochammina japonica</i> Ishiwada	10
<i>Trochammina</i> sp.	1
Genus indet.	2
膠着質種 Total	17
石灰質種 Total	0
底生種 Total	17

Trochammina japonica が優占する。試料中に含まれる群集は, 現在富山湾湾底から大陸斜面下部にかけて, 日本海固有水塊の影響を受けて分布する群集(長谷川, 1986)と同一である。長谷川(1986)は現生有孔虫の群集解析に基づいて, 日本海固有水塊の分布上限深度を富山湾の湾口部で1200m, 湾奥部で300mと推定している。

3.2 珪藻化石分析

この試料7.8g 中からは未同定を含め96種の珪藻化石が産出した。そのうち, 同一種が2個体以上産出した種と絶滅種を表3に示した。生態的には真塩性種が60%以上を占める。優占種は沿岸浮遊性の *Thalassionema nitzschioides* で35.3%を占め, 次いで外洋性の *Thalassiosira excentrica* (5.7%), 沿岸付着性の *Cocconeis scutellum* (6.8%), 貧塩性好流水性種の *Gomphonema parvulum* (2.6%), *Gymbella minuta* (2.0%), *Geratoneis arcus* (1.4%) 等が産出する。また, 更新世前期の絶滅種である *Actinocyclus ingens*, *Denticulopsis iauta*, *Neodenticula koizumii*, *Thalassionema*

表3 富山トラフ堆積物試料(880628-1)中の珪藻化石

丸印は第四紀における絶滅種

Table. 3 List of the diatoms detected from the sampled trough fill sediment. Open circles indicate the extinct species.

Species Name	Ecology			880628-1
	H.R.	pH	C.R.	
<i>Cocconeis costata</i> Gregory	Euh			1
<i>Diploneis litoralis</i> (Donk.) Cleve	Euh			2
<i>Mastoglia pusilla</i> var. <i>subcapitata</i> Hustedt	Euh			2
○ <i>Neodenticula kolumbii</i> Akiba & Yanagisawa	Euh			2
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	Euh			2
<i>Pseudoeunotia dollfusii</i> (Walt.) Grunow	Euh			3
<i>Rhizosolenia</i> spp.	Euh			2
○ <i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	Euh			1
<i>Thalassiostris nitzschoides</i> Grunow	Euh			124
○ <i>Thalassiostris anilqua</i> (Grun.) Cleve	Euh			1
<i>Thalassiosira excentrica</i> (Ehr.) Cleve	Euh			20
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve	Euh			2
<i>Thalassiosira hyalina</i> (Grun.) Grunow	Euh			5
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve	Euh			3
<i>Thalassiosira</i> sp.-1	Euh			12
<i>Thalassiosira</i> sp.-2	Euh			14
○ <i>Actinocyclus ingens</i> Rattray	Euh			1
○ <i>Denticulopsis lauta</i> (Bail.) Simonsen	Euh			1
<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb.) Brebisson and Goder	Euh-Meh			2
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	Euh-Meh			24
<i>Diploneis smithii</i> (Breb.) Cleve	Euh-Meh			2
<i>Navicula forcipala</i> Grunow	Euh-Meh			2
<i>Rhaphoneis surirelia</i> (Ehr.) Grunow	Euh-Meh			4
<i>Amphora tosalica</i> Hustedt	Meh			2
<i>Achnanthes convergens</i> H. Kobayasi	Ogh-Ind	Ind	r-ph	3
<i>Achnanthes japonica</i> H. Kobayashi	Ogh-Ind	al-il	r-ph	2
<i>Achnanthes minutissimum</i> Kuetzing	Ogh-Ind	al-il	ind	5
<i>Amphora pediculus</i> (Kuetz.) Grunow	Ogh-ind	at-It	ind	2
<i>Ceratonis arcus</i> Kuetzing	Ogh-ind	at-il	r-ph	5
<i>Ceratonis arcus</i> var. <i>hattoriana</i> Meister	Ogh-ind	ind	r-ph	2
<i>Ceratonis arcus</i> var. <i>recta</i> (Cl.) Krasske	Ogh-ind	ind	r-ph	4
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabh.	Ogh-ind	ind	r-ph	7
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory	Ogh-ind	al-il	ind	2
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	2
<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i> Skvortzow	Ogh-ind	al-il	r-bl	5
<i>Dilatoma hiemale</i> var. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grunow	Ogh-ind	ac-il	r-ph	2
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kuetz.) Petersen	Ogh-ind	al-il	ind	2
<i>Gomphonema parvulus</i> Kuetzing	Ogh-ind	al-il	r-ph	9
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bertalot	Ogh-hil	al-il	ind	5
Marine Water Species				221
Marine to Brackish Water Species				38
Brackish Water Species				4
Fresh Water Species				88
Total Number of Diatoms				351

凡例説明

H.R.: 塩分濃度に対する適性 pH: 水素イオン濃度に対する適性 C.R.: 流水に対する適性
 Euh: 真塩性(海水性) al-il: 好中性 r-bl: 真流水性
 Euh-Meh: 真塩性-中塩性 ind: pH-不定性 r-ph: 好流水性
 (海水-汽水性) ac-il: 好酸性 ind: 流水不定性
 Meh: 中塩性(汽水性)
 Ogh-hil: 貧塩-好塩性
 Ogh-ind: 貧塩-不定性

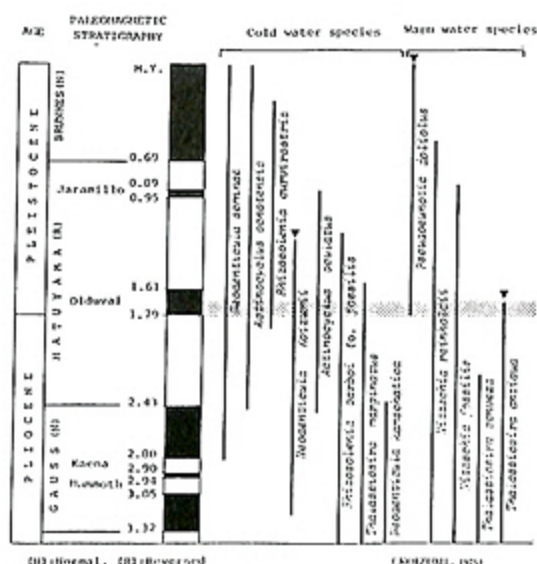


図5 北太平洋地域における主要珪藻化石の生育範囲 (KOIZUMI, 1975)

黒三角は堆積時期推定に役立った珪藻種、網目は化石によって推定された地層堆積時期を示す。

Fig. 5 Diagram showing the zone of characteristic diatoms in the northern Pacific area (KOIZUMI, 1975). Filled triangles indicate the diatom species useful in estimation of age of the deposit. Meshed part shows the age of sediment estimated from the several diatom species.

sirosakiensis, *Thalassiosira antiqua*が認められた。さらに、松山逆磁極期のオールドバイ亜期(約1.8~1.6Ma)に出現した現生種である *Neodenticula oizumii* が検出された。*Neodenticula oizumii* と絶滅種の *Neodenticula oizumii*, *Thalassiosira antiqua* の共存関係から、地層の堆積時期は更新世前期のオールドバイ亜期(約1.8~1.6Ma)と推定される(図5)。堆積環境は沿岸浮遊性化石が多く、好流水性種の化石を含み内湾性化石が少ないことから、河川水流入する外洋性の沿岸浅海域と考えられる。

3. 3 花粉化石分析

本試料は保存状態が良く、15gの試料中から多数の花粉化石が検出された。表4にその一覧を示す。

表4 富山トラフ堆積物試料(880628-1)の花粉分析結果

Table. 4 Pollen analysis of the trough fill sediment.

Sample No. 880628-1	
Taxa	
Arboreal pollen (木本花粉)	
<i>Abies</i> (モミ)	10
<i>Tsuga</i> (ツガ)	8
<i>Picea</i> (トウヒ)	15
<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxyton</i> (ゴヨウマツ)	18
<i>Pinus</i> subgen. <i>Diploxyton</i> (マツ)	5
<i>Pinus</i> (Unknown)	29
<i>Sciadopitys</i> (コウヤマキ)	2
<i>Cryptomeria</i> (スギ)	12
<i>T. C.</i>	2
<i>Salix</i> (ヤナギ)	2
<i>Myrica</i> (ヤマモモ)	1
<i>Pterocarya</i> (サワグルミ)	4
<i>Juglans</i> (クルミ)	3
<i>Carpinus - Ostrya</i> (クマシデ)	11
<i>Corylus</i>	12
<i>Betula</i> (カバノキ)	11
<i>Alnus</i> (ハナノキ)	29
<i>Fagus</i> (ブナ)	9
<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> (コナラ)	40
<i>Ulmus - Zelkova</i> (ニレケヤキ)	13
<i>Acer</i> (カエデ)	2
<i>Aesculus</i> (トチノキ)	1
<i>Parthenocissus</i> (ツタ)	1
<i>Araliaceae</i> (うろこ杉)	1
<i>Ericaceae</i> (つっじ杉)	1
<i>Ligustrum</i> (イボタノキ)	1
<i>Fraxinus</i> (トリネコ)	1
Nonarboreal pollen (草本花粉)	
cf. <i>Alisma</i> (ヘラオモダカ)	1
Gramineae (いね)	9
Cyperaceae (かやつりぐさ)	9
<i>Polygonum</i> sect. <i>Persicaria-Echino.</i>	1
<i>Polygonum</i> (タデ)	1
Amaranthaceae (ひよこ)	1
<i>Thalictrum</i> (カラマツソウ)	3
Ranunculaceae (さんぽうぐさ)	3
Leguminosae (まめ)	1
Umbelliferae (せり)	2
<i>Actinostemma</i> (ゴキツル)	1
<i>Artemisia</i> (ヨモギ)	22
Carduoideae	2
cf. <i>Lysichiton</i>	1
Unknown	6
Fern spores (蕨)	
<i>Lycopodium</i>	2
<i>Selaginella selaginoides</i> (イワヒバ)	2
<i>Osmunda</i> (ゼンマイ)	2
other Pteridophyta	89
derive Microfossils (再堆積花粉)	
cf. <i>Metasequoia</i>	1
<i>Carya</i>	2
<i>Liquidambar</i>	1
TOTAL	
Arboreal pollen	244
Nonarboreal pollen	57
Unknown	6
Fern spores	95
Total Number of Pollen & Spores	402

す。花粉種は *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, *Pinus*, *Alnus*, *Ulmus - Zelkova*, *Carpinus - Ostrya*, *Betula*, *Abies*, *Picea*, *Pinus* subgen. *Haploxyton*, *Cryptomeria*, *Actemesia*等が多産する。これから地層堆積時の陸上の森林植生は温帯広葉樹(*Lepidobalanus*, *Alnus*等)と亜寒帯針

葉樹 (*Picea*, *Abies*, *Haploxyton*等) で構成され、古気候は亜寒帯針葉樹の存在から寒冷であったと推定される。

3.4 ナノ化石分析

今回の試料中からは石灰質ナノプランクトン化石は産出しなかった。

3.5 微化石分析のまとめ

第344潜航で深度1414mから採取された富山トラフ堆積物試料(880628-1)の微化石分析の結果は、次の様にまとめられる。

- ① 堆積時期は珪藻分析の結果から更新世前期、松山逆磁極期のオールドバイ亜期(およそ1.8~1.6 Ma)と推定される。
- ② 堆積環境は珪藻及び有孔虫分析から、河川水の流入するような外洋性の沿岸海域で、日本海固有水塊の影響下にある深度に堆積したものと考えられる。現在の日本海固有水塊の上限深度は富山湾奥部で300mなので、この試料の堆積深度の上限も300mと推定される。珪藻化石が浅海環境を示すことから、堆積深度の下限も300mにかなり近いと思われる。

4. 考察

4.1 富山トラフの地殻変動

第294潜航で深度1550mから採取した砂岩(以下試料Aと呼ぶ)は、鮮新世最末期(約2 Ma)に深度50m以浅の沿岸浅海域に堆積したものと推定された(山崎, 1988)。そして本論では、第344潜航で試料Aより140m上位の層準で採取したシルト質泥岩(以下試料Bと呼ぶ)は、更新世前期のオールドバイ亜期(1.8~1.6 Ma)に深度300mに近い深度に堆積したものと推定した。

この2地点の堆積年代と水深のデータから、大胆ではあるが図6に富山トラフの地殻変動曲線を描いた。この図の作成に当たっては、堆積年代と堆積水深を試料Aでは2 Ma と50m, 試料Bでは1.7 Ma と300mとそれぞれ仮定し、海水準も同じだったと考えた。試料Aは試料Bの140m下に存在するので、1.7 Maにおける試料Aの深度は440mとなる。この30万年間の試料Aの深度差からトラフの沈降速度は1.3 mm/yと求められる。この

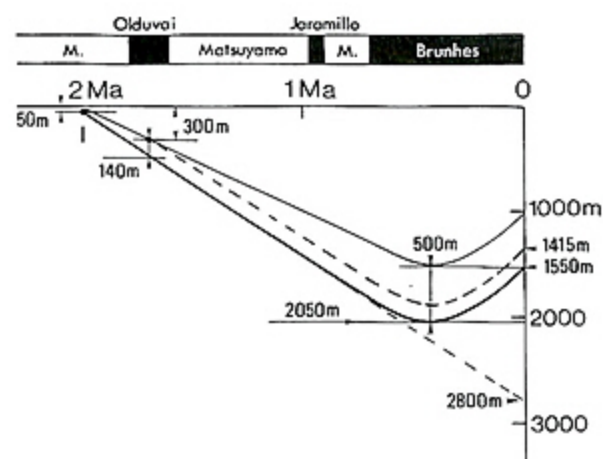


図6 第294及び第344潜航調査の結果から推定した能登半島沖の富山トラフの地殻変動曲線
太線: 第294潜航で採取した試料層準の地殻変動軌跡
点線: 第344潜航で採取した試料層準の地殻変動軌跡

Fig. 6 Diagram showing relationship between altitude of the trough fill sediment and geological time. Bold and dotted lines show the tectonic movement of the sampled layer of dives 294 and 344, respectively.

沈降速度が変わらずに現在まで続いているとすると、試料Aは深度2800mに出現するはずである。ところが実際には1550mに認められるのだから、更新世のある時期にトラフの地殻運動が沈降から隆起に変化したと考えられる。この沈降から隆起への地殻変動の転換によって富山深海長谷が形成されたのであろう。すると、深海長谷の下刻量500mはほぼトラフ底の隆起量と看做せるので、試料Aはかつて深度2050m迄沈降していたと推定される。これらの条件を満たすように描いた太線が試料Aの変動曲線、即ち試料A堆積後のトラフの地殻変動の軌跡である。その上の点線は試料Bの変動曲線、更にその上の細線は堆積速度を一定とした時のトラフ底の高度変化を示している。図6からはトラフの地殻変動は、Brunhes - Matsuyama境界以降の更新世中期に変化が起きたように見える。この仮定では試料Bの堆積深度に不確定な要素が

あり、実際の堆積深度はもっと深かったのかもしれない。その場合には更新世前期におけるトラフの沈降速度が速まるが、試料Aの最大沈降深度は2050mという制限があるので、地殻変動の転換時期が早まって更新世前期になる。

以上はかなり仮定の多い推論であるが、富山トラフの地殻変動が、更新世半ば以降に沈降から隆起に転換したことは確実と思われる。今後実証データを増して、正確な変動曲線を求めていく必要がある。

4.2 富山トラフの地殻変動変化の原因と新生プレート境界

能登半島と佐渡リッジとの間の富山トラフが、鮮新世以降一貫した沈降域であったことは、堆積物の編年(山崎, 1988)や音波探査による海底地質構造断面(HONZA ed., 1979)によって明らかである。この長期にわたる沈降運動が、第四紀の半ばに隆起運動に転換した原因は何であったのだろうか。加藤ほか(1988)は、今回の調査地域は深海長谷がトラフ底を最も深く下刻している部分であり、この付近は佐渡ヶ島の南西端から能登半島に続く北東・南西方向の高まりと一致することを述べている。このことから、第四紀後半の能登半島沖の富山トラフの地殻変動の様式の変化は、上記高まりを形成する隆起運動が始まったことを示すものであろう。この隆起運動の方向、佐渡ヶ島及び新潟付近の北東・南西方向を軸とする中新世以降の褶曲構造と一致しており、第四紀後半にはこの運動が西方の富山トラフから能登半島方面に拡大してきたことを示すものであろう。

すでに、日本海東縁部でのマルチチャンネル法音波探査(加藤ほか, 1988)や富山トラフの変動様式(山崎, 1988)から、日本海東縁から糸魚川-静岡構造線に続く新生プレート境界の存在について疑問が提示されている。上記の佐渡ヶ島と能登半島間の隆起帯は、直江津沖から佐渡ヶ島の西方に続く糸魚川-静岡構造線を横切っており、同構造線の活動とは不調和である。これらのことから、糸魚川-静岡構造線あるいはその周辺域に新生プレート境界を設定することは困難である。

謝 辞

本研究の実施にあたっては、科学技術庁及び海洋科学技術センターの方々にはたいへんお世話になりました。特に潜航調査では「しんかい2000」運航チーム及び「なつしま」乗員の皆様からは多大のご援助、ご協力をいただきました。誌上をお借りしてこれらの方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 長谷川四郎, 1986, 富山湾の現世有孔虫遺骸の群集解析. 海洋科学, 18, 569-576
- HONZA, E., ed., 1979, Geological investigation of the Japan Sea. Cruises Report, Geological Survey of Japan, 13, 99p.
- 加藤 茂, 浅田 昭, 春日 茂, 1988, 日本海東縁部における地殻構造調査-海底地殻構造・変動地形調査. 中部日本活構造地域の地震テクトニクスに関する研究成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 23-28.
- 小林洋二, 1983, プレート“沈み込み”の始まり. 月刊地球, 5, 510-514.
- KOIZUMI, I., 1975, Diatom events in late Cenozoic deep-sea sequences in the North Pacific. Jour. Geol. Soc. Japan, 81, 567-578.
- 中村一明, 1983, 日本海東縁新生海溝の可能性. 地震研究所彙報, 58, 711-722.
- 田中武男, 仲 二郎, 松本 剛, 深海研究グループ, 1987, 能登半島東方富山深海長谷における曳航及び潜航調査(II). 第4回「しんかい2000」研究シンポジウム予稿集, 11-12.
- 山崎晴雄, 1988, 能登半島珠洲沖の富山トラフの潜航調査. 第4回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 9-24.

(原稿受理 1989年5月8日)

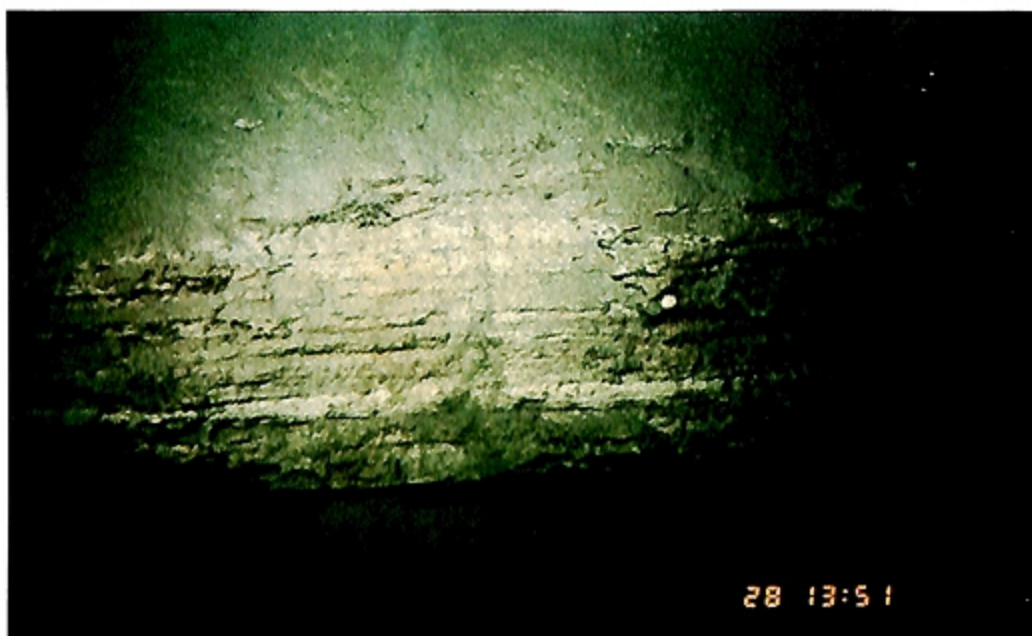


写真1 深度1,360 m付近に認められた薄層の成層した泥岩と無層理泥岩の互層
 photo.1 Alternating beds of thin stratified mudstone and massive mudstone observed on the slope at 1,360 m in depth of water.



写真2 深度1,414 mで採取された泥岩試料(880628-1)
 photo.2 Mudstone blocks sampled in the Toyama deep sea channel at 1,414 m in depth of water.