

底生有孔虫群集からみた後志トラフのタービダイト砂の起源

池原 研^{*1} 宇佐見和子^{*2} 加藤 幸弘^{*3}

後志トラフのほぼ全域には1993年北海道南西沖地震時に堆積した地震性タービダイトが海底表面直下に認められる。「しんかい6500」及び「しんかい2000」により、後志トラフから採取された堆積物試料にもその表層部に崩壊堆積物やタービダイトの存在が認められる。これらの堆積物の一部には底生有孔虫が含まれることが肉眼で観察できる。浅い炭酸カルシウム補償深度をもつ日本海において水深2000mを越えるトラフ底に炭酸塩は通常残されない。したがって、これらの有孔虫はより浅所から最近もたらされたものと考えられる。底生有孔虫群集の特徴は、陸棚あるいは陸棚斜面上部からこれらのタービダイト砂が供給されたことを示している。タービダイトや崩壊堆積物の粒度からみると茂津多岬沖の斜面がもっとも大きな給源である可能性が高い。

キーワード：タービダイト，底生有孔虫，北海道南西沖地震，後志トラフ

Origin of deep-sea turbidite sands revealed by benthic foraminifera assemblages

Ken IKEHARA^{*4} Kazuko USAMI^{*5} Yukihiro KATO^{*6}

Seismo-turbidites related to 1993 Hokkaido-nansei-oki Earthquake were widely deposited in the Shiribeshi Trough (water depth around 3300 m), north of Okushiri Island, west of Hokkaido, northern Japan Sea. The turbidites were recognized in surface sediment samples collected by submersible "Shinkai 6500" and "Shinkai 2000". In some turbidite sands, benthic foraminifera with carbonate test was observed. Because the calcium carbonate compensation depth (CCD) of modern Japan Sea is located around 2000 m, benthic foraminifera with carbonate test is not found at the water depth deeper than 2000 m. Therefore, these foraminiferal tests might be transported from shallower areas. Assemblages of benthic foraminifera in turbidite sands suggested at least some sands were supplied from shelves and/or upper slopes. Grain size of turbidite sands indicated that the largest origin of turbidite sands might be the steep slope off Cape Motta-misaki.

Keywords : turbidite, benthic foraminifera, 1993 Hokkaido-nansei-oki Earthquake, Shiribeshi Trough

*1 地質調査所海洋地質部

*2 株式会社 情報数理研究所

*3 海上保安庁水路部

*4 Marine Geology Department, Geological Survey of Japan

*5 Information and Mathematical Science Laboratory, Inc.

*6 Hydrographic Department, Japan Coast Guard

1. はじめに

海域に震源をもつ巨大地震では、しばしば海底斜面の崩壊が引き起こされる。これにより、崩壊起源の重力流堆積物が斜面の基部からその前面の海盆地に広く堆積する。したがって、このような崩壊堆積物の存在はある調査地点近傍における過去の巨大地震の証拠の一つとなる。そして、このような崩壊の発生時期や間隔を特定することにより、その場近傍における巨大地震の発生年代や発生間隔を推定することが可能となる。しかし、海底斜面の崩壊は地震にのみよるものではないので、その場の斜面崩壊の特徴(崩壊場所、崩壊物の移動・堆積経路と分布、崩壊物の特徴など)を把握することが大切である。

1993年の北海道南西沖地震の際には多くの場所で海底斜面の崩壊が生じ、崩壊堆積物が形成されたことが知られている(岡野ほか, 1995; 竹内ほか, 1996, 2000; Takeuchi et al., 1998; 池原・井内, 1998; 池原, 1999)。奥尻島の北に位置し、本震の震源と奥尻海嶺を隔てて近接する後志トラフにも広い範囲にこの地震起源のタービダイトが堆積していることが既に知られている(池原・井内, 1998)。したがって、この場所は、地震時の斜面崩壊により、どこからどのようなものがどのようにもたらされ、どのように堆積しているかを確認するには大変都合の良い場所と言える。

1999年の6月に行われた「しんかい6500」の潜航調査(竹内ほか, 2000)と8月に行われた「しんかい2000」の潜航調査では、後志トラフ周辺において6回の潜航が実施された。これらの潜航調査においては多くの表層堆積物が柱状試料あるいはマニピュレータでのすくい取り試料として採取された。これらの堆積物の中には斜面崩壊起源の堆積物が含まれている。そして、それらの崩壊起源堆積物の中には炭酸塩の殻をもつ底生有孔虫遺骸が含まれていることが観察された。日本海では、炭酸カルシウム補償深度(CCD)が浅い(約2000m: Ichikura and Ujiie, 1976)ため、潜航調査を実施した後志トラフの海盆地やその周辺斜面の多くのような水深2000~3000mを越えるような場所の堆積物には炭酸塩の殻をもつ微化石が含まれない。したがって、これらの有孔虫遺骸はCCD以浅の場所から輸送されてきたものと考えられる。

ここでは、これら北海道南西沖地震時の海底斜面崩壊起源の堆積物中に含まれる底生有孔虫遺骸の群集組成の解析結果から、これらの堆積物の起源について考える。そして、後志トラフ及びその周辺斜面の地形・堆積物の特徴から後志トラフへの重力流堆積物の供給源について考察する。

2. 試料採取地点の地形・地質学的特徴と試料の採取及び分析方法

後志トラフは北海道西方、奥尻島北方に位置する南北に延びた海盆で、海盆地の水深は3300m程度でほぼ一定である。トラフの西側には奥尻海嶺(水深2400m程度)があり、沖合の日本海盆とトラフとを分けている。トラフの東側斜面は陸棚外縁から続く陸棚斜面からなり、いくつかの海底谷

が認められる。トラフの北端には寿都海底谷が、北東部には茂津多海底谷が開口し、明瞭な海底扇状地を形成している。トラフの中央部は水深3300m程度でほぼ平坦な地形からなるが、トラフの南部には水深を異にする少なくとも2段の平坦面があり、南ほど水深が浅い。トラフの南端には奥尻島北側の斜面から続く海底谷がもっとも南の平坦面(水深3200m程度)に開口するが、寿都海底谷ほど顕著な海底扇状地は認められない。狩場山西側斜面が海岸に達する茂津多岬沖では幅12km程度の急斜面があり、非常に狭い陸棚を介して、海岸からトラフ底の南から2つ目の平坦面(水深3250m程度)にまで達している。

後志トラフの西に位置する奥尻海嶺は海と陸の地殻構造の境界部に発達した海嶺で、低角の逆断層によって変位している(倉本, 1989)。後志トラフはその陸側に形成された凹地で、奥尻海嶺との境界部には西傾斜の逆断層が発達している(岡村ほか, 1998)。後志トラフには往復走時で2秒以上の層厚をもつ堆積物が堆積しており、ほとんどが陸側からのタービダイトによって埋積されていると考えられている(倉本・岡村, 1996)。この堆積層は奥尻海嶺と後志トラフの境界で変形している。

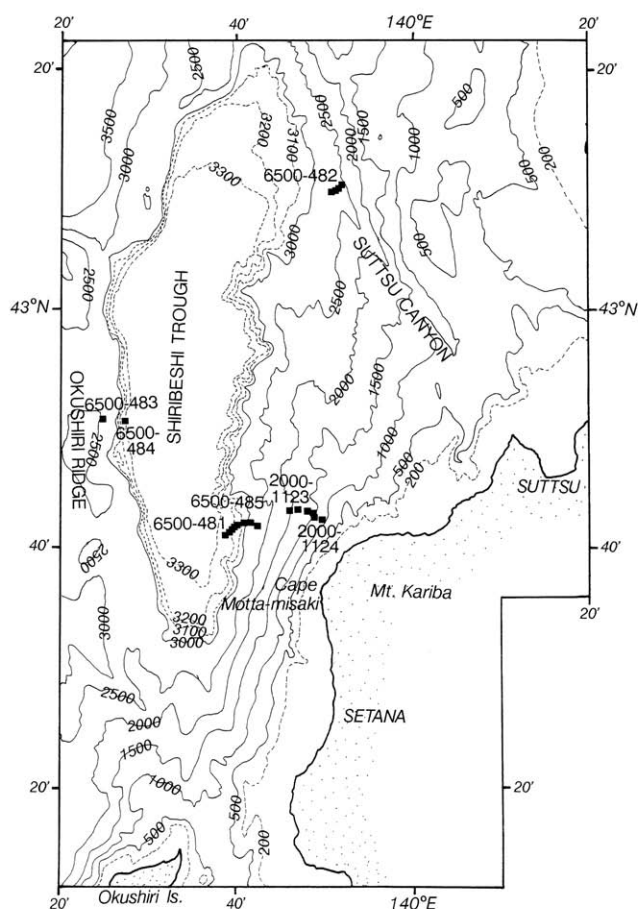


図1 後志トラフの位置、地形と試料採取位置

Fig. 1 Bathymetry of Shiribeshi Trough and its surrounding area with sampling locations.

地質調査所による表層堆積物分布調査(井内ほか, 1995, 1996)によれば, この周辺の陸棚上には砂や礫が, 斜面上部にはシルト～極細粒砂が分布するが, 斜面域のほとんどはシルト質粘土の細粒堆積物に覆われている。また, トラフ底には広くタービダイトが分布している。また, 茂津多海底谷でもタービダイトが採取されている。海上保安庁水路部と東京大学海洋研究所によるサイドスキャンソナー(イザナギ)による調査結果によると, 海底からの反射強度の高い斜面がトラフ南端部と茂津多岬沖にあること, 茂津多海底谷内とその出口のトラフ底(扇状地上)にやや反射強度の高い部分があることが分かる。これらのことは, 北海道南西沖地震の際にはこのような場所を通じて粗粒物質がトラフ底へ供給された可能性が高いことを示している。

今回分析に使用した試料は, 1999年6月に行われた「しんかい6500」(竹内ほか, 2000)と同年8月に行われた「しんかい2000」による潜航調査により採取されたものである。「しんかい6500」では, 茂津多岬沖斜面下部に2回(第481, 485潜航: 観察者; 加藤幸弘(海上保安庁水路部)), 寿都海底谷出口に1回(第482潜航: 観察者; 池原 研(地質調査所)), 奥尻海嶺に2回(第483潜航: 観察者; 竹内 章(富山大学), 第484潜航: 観察者; 張 勁(富山大学))の計5回の潜航が, 「しんかい2000」では茂津多岬沖斜面中部に2回の潜航(第1123, 1124潜航: 観察者; 加藤幸弘(海上保安庁水路部))が行われた(図1)。堆積物は, マニピュレータで押し込む柱状採泥器が基本的に用いられたが, 茂津多岬沖斜面の粗粒堆積物については柱状採泥器での採取が困難(採泥器を底質中に押し込めないことと, 底質が粗粒過ぎて抜き取るときに落下する)であるため, マニピュレータによりすくい取った堆積物試料を塩ビ製の円筒容器に入れて採取した。今回扱った試料は, 柱状採泥試料14個, すくい取り試料6個の計20個である(表1)。

採取された試料は潜水船母船の船上にて肉眼記載した後, 陸上に持ち帰った。柱状試料については表層の水分含有量の多い部分も変形・流動させないように立てたまま

の状態で持ち帰った。持ち帰った柱状試料は地質調査所のX線CT装置で非破壊で内部構造の観察を行った後, 採泥管から押し出して縦に半割し, 肉眼記載, 写真撮影を行うとともに, 分析用試料の分取を行った。分析試料は基本的に柱状試料中で重力流堆積物と考えられる砂質堆積物の層準及びすくい取り試料や柱状に採取できていない柱状採泥器による試料のうち砂質なものを選んだ。底生有孔虫分析は分取された試料について, 63 μ mの篩上で水洗した後, 乾燥器にて低温で乾燥させた試料について, 実体顕微鏡下で拾い出し, 同定を行った。底生有孔虫遺骸の含有量は一般に低いので, 拾い出された個体数は数個～176個と多くない。同定は水深指標種に着目して行い, 指標とならない種についてはすべてについて同定を行っていない。水深指標種は, 渡島半島沖の表層堆積物試料について検討した長谷川・小亀(1995)に基づいて行った。

3. 試料の記載

有孔虫分析用に採取された試料の肉眼記載は表1に示した。ここで, サンプル番号にCがついているものは柱状試料, Sがついているものはすくい取った堆積物試料である。また, 柱状試料については肉眼記載(柱状図)を分析試料の採取層準とともに図2に示した。ただし, 柱状試料でも底質の関係で十分な長さで採取されなかったものは柱状図に示されていない。

分析試料のほとんどは泥質(シルト質)な極細粒～細粒砂からなるが, 第481潜航の柱状試料C-6(緑), 第485潜航のS-2及びS-3試料, 第1124潜航の柱状試料C-1(赤)は粗粒で, 粗粒砂から細礫からなっている。一方, 第482潜航の柱状試料C-4(ストライプ), 第483潜航の柱状試料C-6(白), 第1123潜航のS-2試料は砂質シルト～シルト質粘土とやや細粒である。柱状試料のうち, 第481潜航C-4(ストライプ), 第482潜航C-1(赤), C-4(ストライプ), 第484潜航C-1(赤), 第1123潜航C-1(黄色)については, 最表層の砂質堆積物(一部の試料では薄い半遠洋性粘土に覆われる)からの試料

表1 分析試料のリスト

Table 1 List of samples analyzed.

Dive No.	Submersible	Observer	Sample No.	Horizon	Latitude	Longitude	Water Depth	Analyzed Sample Description
481	6500	Y. Kato	C-2 (Yellow)		42 41.18	139 38.87	3235	Light brown muddy fine sand, poorly-sorted
			C-3 (Black)		42 41.37	139 39.23	3225	Light gray tuffaceous very fine sand, biotite and plant debris bearing
			C-4 (Stripe)	2	42 41.56	139 39.53	3210	Black fine sand
			C-5 (Blue)		42 41.73	139 39.97	3177	Muddy very fine sand
			C-6 (Green)		42 41.81	139 40.23	3156	Very coarse sand-granule with a round pebble
			C-1 (Red)	1	43 10.07	139 50.90	2761	Very black very fine sand
482	6500	K. Ikehara	C-3 (White)	2	43 10.09	139 51.27	2780	Olive black very fine sand
			C-4 (Stripe)	1	43 10.41	139 51.88	2660	Olive black sandy silt
			C-5 (Blue)	1	43 10.43	139 52.02	2574	Dark olive brown very fine sand
			C-6 (White)	1	42 50.72	139 24.97	2606	Dark olive gray silty clay
483	6500	A. Takeuchi	C-1 (Red)	3	42 50.69	139 27.58	3293	Olive black very fine sand
484	6500	J. Zhang	C-1 (Red)		42 41.95	139 41.76	2872	Coarse sand-granule
485	6500	Y. Kato	S-2		42 41.73	139 42.47	2692	Coarse sand-granule
1123	2000	Y. Kato	C-1 (Yellow)	B	42 43.07	139 46.25	1949	Olive black muddy very fine sand
			C-2 (Green)	L	42 43.10	139 47.16	1799	Fine-very fine sand
			S-1		42 43.10	139 47.17	1799	Olive gray silty very fine sand
			S-2		42 42.92	139 48.06	1616	Sandy silt, sponge spicule bearing
1124		Y. Kato	C-1 (Red)		42 42.88	139 48.77	1465	Coarse sand
			S-1		42 42.47	139 49.00	1332	Olive gray silty very fine sand
			S-2		42 42.19	139 49.78	1125	Dark gray silty very fine sand

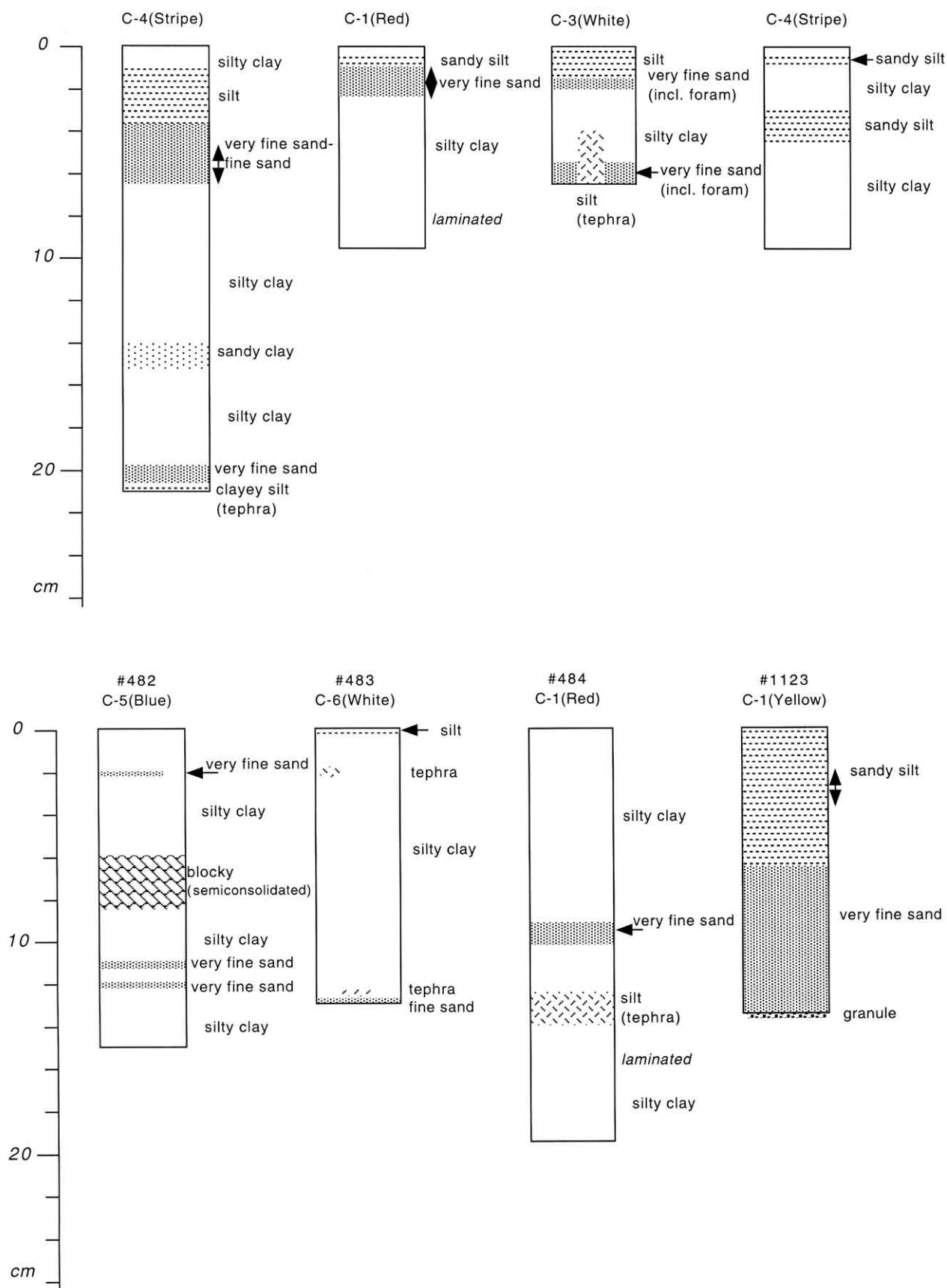


図2 分析した柱状試料の柱状図
Fig. 2 Columnar sections of analyzed cores.

であり、後述のように池原・井内(1998)の層序関係から考えて、北海道南西沖地震時のタービダイトと推定される。第482潜航の柱状試料C-5(青)は表層に挟在する極細粒砂であるが、堆積物の固結度がやや高く、現世堆積物でない可能性もあるので、北海道南西沖地震時のものかどうか判断できない。一方、第482潜航の柱状試料C-3(白)は表層のタービダイトと半遠洋性粘土を挟んで下位に位置するタービ

ダイト層からの試料であり、北海道南西沖地震のものではない。また、第483潜航の柱状試料C-6(白)は表層の半遠洋性粘土の試料である。

4. 底生有孔虫群集組成

分析した20個の試料中で認められ、同定された底生有孔虫のうち、水深指標種となる種の産出状況を表2に示し

表2 主な水深指標種となる底生有孔虫の産出状況

Table 2 Occurrence of some depth indicative benthic foraminifera in the analyzed samples.

Original W.D.(m)*	Test Type**	Dive No. Sample No. Water Depth(W.D.)	2000-1124 S-2 1125	2000-1124 S-1 1332	2000-1124 C-1 (Red) 1465	2000-1123 S-2 1616	2000-1123 S-1 1799	2000-1123 C-2 (Green) 1799	2000-1123 C-1 (Yellow) 1949	6500-482 C-5 (Blue) 2574	6500-483 C-6 (White) 2606	6500-482 C-4 (Stripe) 2660
63-104	C	<i>Cibicides lobatulus</i> ⁺										
	C	<i>C. refulgens</i> ⁺										
	C	<i>C. spp.</i> ⁺										
	C	<i>Elphidium crispum</i> ⁺										
	C	<i>E. spp.</i> ⁺										
	C	<i>Pseudonion japonicum</i> ⁺⁺										
	C	<i>Hanzawaia nipponica</i> ⁺⁻	1									
	C	<i>Quinqueloculina spp.</i> ⁺⁺										
135-165	C	<i>Islandiella japonica</i> ⁺										
	C	<i>I. sublimbata</i> ⁺										
	C	<i>I. setanaensis</i> ⁺										
244-394	C	<i>Angulogerina japonica</i> ⁺	1		1	1	1					
	C	<i>Uvigerina akitaensis</i> ⁺⁺	1		1							
< 1500	A	<i>Thalmanammina parkerae</i> ⁺			10	6						1
	A	<i>Trochammina japonica</i> ⁺	4	3	6							
	A	<i>T. pacifica</i> ⁺					22					
	A	<i>T. spp.</i> ⁺		2								
	A	<i>Adercotryma glomeratum</i> ⁺⁺										
	C	<i>Brizalina pacifica</i> ⁺⁺	2	1	4			1				1
	A	<i>Alveolophragmium scitulum</i> ⁺⁺⁺		2	1		2	1				
	A	<i>A. spp.</i> ⁺⁺⁺	1	5	8	7	16	9	1			
1500-2500	A	<i>Silicosigmoilina abyssalica</i> ⁺	1	19	13	14	51	32		*	*	6
> 2500	A	<i>Ammodiscus gullmarensis</i> ⁺										

*: Original water depth indicated by benthic foraminifera assemblages after Hasegawa and Kogame (1995)

**: Test type, C: calcareous, A: agglutinated

+: Dominant and depth indicative spec ++: Associated species +++: Dominant but not depth indicative species

Original W.D.(m)*	Test Type**	Dive No. Sample No. Water Depth(W.D.)	6500-485 S-3 2692	6500-482 C-1 (Red) 2761	6500-482 S-3 (White) 2780	6500-485 S-2 2872	6500-481 C-6 (Green) 3156	6500-481 C-5 (Blue) 3177	6500-481 C-4 (Stripe) 3210	6500-481 C-3 (Black) 3225	6500-481 C-2 (Yellow) 3235	6500-484 C-1 (Red) 3293
63-104	C	<i>Cibicides lobatulus</i> ⁺		2	6							
	C	<i>C. refulgens</i> ⁺			3							2
	C	<i>C. spp.</i> ⁺						1				
	C	<i>Elphidium crispum</i> ⁺	1	3	12							
	C	<i>E. spp.</i> ⁺		1	1							
	C	<i>Pseudonion japonicum</i> ⁺⁺			1							
	C	<i>Hanzawaia nipponica</i> ⁺⁻	1									
	C	<i>Quinqueloculina spp.</i> ⁺⁺	2		1							
135-165	C	<i>Islandiella japonica</i> ⁺	3								2	
	C	<i>I. sublimbata</i> ⁺	2									
	C	<i>I. setanaensis</i> ⁺	2									
244-394	C	<i>Angulogerina japonica</i> ⁺			2					1	2	1
	C	<i>Uvigerina akitaensis</i> ⁺⁺			1			1			2	
< 1500	A	<i>Thalmanammina parkerae</i> ⁺										
	A	<i>Trochammina japonica</i> ⁺										
	A	<i>T. pacifica</i> ⁺		6	4						3	
	A	<i>T. spp.</i> ⁺										
	A	<i>Adercotryma glomeratum</i> ⁺⁺										
	C	<i>Brizalina pacifica</i> ⁺⁺										
	A	<i>Alveolophragmium scitulum</i> ⁺⁺⁺										
	A	<i>A. spp.</i> ⁺⁺⁺									1	
1500-2500	A	<i>Silicosigmoilina abyssalica</i> ⁺		32	4	*	*		*	2	16	37
> 2500	A	<i>Ammodiscus gullmarensis</i> ⁺										2

た。これらの底生有孔虫の保存度は一部のものを除き良好である。ここでは、試料採取水深の大きいものから小さいものへ右から左に、底生有孔虫の種は浅い水深の指示者から深い水深の指示者へ上から下に並べて示した。

長谷川・小亀(1995)によれば、渡島半島沖の底生有孔虫群集は、*Cibicides*属や*Elphidium*属を中心とする陸棚中部の群集、*Islandiella*属の卓越する外側陸棚の群集、*Angulogerina japonica*を特徴種とする斜面上部の群集、膠着質殻有孔虫である*Thalmanammina parkerae*や*Trochammina*属が卓越し石灰質殻有孔虫の*Brizarina pacifica*を随伴する斜面中部～下部の群集、膠着質殻有孔虫の*Silicosigmoilina abyssalica*を主体とする斜面下部から海盆底の群集、同じく膠着質殻有孔虫の*Ammodiscus gullmarensis*を優先種とする海盆底の群集に区分される。膠着質殻有孔虫の割合は水深300～400m程度から増え始め、水深800～1000mの間で急激に増加し、水深1200m以深ではほぼ100%に達する。長谷川・小亀(1995)の研究対象地域は奥尻島より南部であるが、奥尻島の北から積丹半島沖にかけての表層堆積物中の底生有孔虫群集を検討した高田・長谷川(1996)も基本的に同様な群集構造を認めており、この群集区分は後志トラフ周辺地域で適用できると考えられる。

今回得られた試料の採取水深はもっとも浅いものでも水深1125mからのものであり、膠着質殻底生有孔虫が多くの試料で認められる(表2)。また、いくつかの試料を除けば、群集自体も採取水深に卓越する群集組成に近いものも多い。しかし、水深1000m以深の採取場所にもかかわらず、陸棚から斜面上部を指示する石灰質殻有孔虫を含むものもある。特に、茂津多岬沖の第485潜航のS-3試料では、水深2692mから採取されたにもかかわらず、陸棚中部の優先種の一つである*Elphidium crispum*や随伴種の*Hanzawaia nipponica*, *Quinqueloculina* spp., 外側陸棚の優先種である*Islandiella japonica*, *I. sublimbata*, *I. setanaensis*のみからなっている。また、同じ斜面のさらに下位で第481潜航時に採取された柱状試料C-5(青：水深3177m), C-3(黒：水深3225m), C-2(黄色：水深3235m)にも量は少ないものの、陸棚中部から陸棚斜面上部の群集が混じっている。後志トラフの中央西端で第484潜航時に採取された柱状試料C-1(赤：水深3293m)中のタービダイトや寿都海底谷出口で第482潜航時に採取された柱状試料C-3(白：水深2780m)とC-1(赤：水深2761m)中のタービダイト中にも陸棚中部から陸棚斜面上部の優先種が産している。特に、第482潜航の柱状試料C-3(白)には陸棚中部の優先種である*Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *E. crispum*, *E. spp.*, 随伴種の*Pseudononion japonicum*, *Q. spp.*, 斜面上部の優先種の*Angulogerina japonica*, 随伴種の*Uvigerina akitaensis*を含んでいる。底生有孔虫をほとんど産出しない試料(第481潜航の柱状試料C-4(ストライプ), 柱状試料C-6(緑), 第482潜航の柱状試料C-5(青), 第483潜航の柱状試料C-6(白), 第485潜航のS-2試料)を除けば、陸棚から陸棚斜面上部を示す底生有孔虫を含まないものは、第482潜航の柱状試料C-4(ストライプ：水深2660m), 第1123潜航の柱状試料C-1(黄

色：1949m), 柱状試料C-2(緑：1799m), 第1124潜航のS-1試料(1332m)の4つに限られる。すなわち、後志トラフから採取された崩壊起源の堆積物の多く(11/15)は陸棚から陸棚斜面上部の堆積物を含んでいることが分かる。

5. 底生有孔虫群集と堆積物の特徴からみた崩壊堆積物の起源と堆積経路

底生有孔虫群集からは陸棚から陸棚斜面上部起源の粗粒物質が崩壊堆積物として斜面下部やトラフ底に供給されていることが分かった。タービダイトや崩壊堆積物を構成する極細粒砂から中粒砂程度の砂は後志トラフ周辺では、陸棚上と斜面上部に分布している(井内ほか, 1996)。このような表層堆積物分布も崩壊堆積物の起源が陸棚から斜面上部にあることを指示している。

まず、ここで扱った崩壊堆積物の堆積時期について考察する。トラフ底のタービダイトは1995年夏の地質調査所による調査時点において海底表面まで達しているが、その表面には表面酸化層が認められない(池原・井内, 1998)。日本海の水深800～1000m以深では低温で溶存酸素に富む底層水の影響で茶褐色の表面酸化層が形成されているのが普通である。一方、このタービダイトの直下の泥質堆積物は茶褐色の酸化層となっている。これらのことはこのタービダイトが非常に最近堆積したことを示している。この調査時に採取された表層堆積物の層序(池原・井内, 1998)は今回トラフ底から採取された柱状試料の多くにみられるそれと同じであり、今回トラフ底から採取されたタービダイトもいくつかの試料を除けば1993年の北海道南西沖地震時に形成されたものと考えて差し支えない。一方、茂津多岬沖斜面の崩壊堆積物については、層相がトラフ底のものと異なるため、これまでの結果と直接比較して論ずることはできない。しかし、CCDよりも深い水深で炭酸塩の殻をもつ底生有孔虫が保存よく産することは深海へ供給されて時間が経っていない(底層水との反応時間が短い)か、急激な堆積によって底層水との接触が遮断されたため、あるいはその両方の原因が考えられる。粗粒で粒子間隙に富む(すなわち、底層水とよく接している)茂津多岬沖斜面の試料の場合、炭酸塩の殻をもつ底生有孔虫が産することは深海へ供給されてからの時間が短いことを示唆している。つまり、層序的にその堆積年代を特定できない茂津多岬沖斜面の崩壊堆積物もおそらく1993年の北海道南西沖地震時に形成されたものと考えられる。

次に、トラフ底に堆積しているタービダイト砂の粒度について比べてみる。池原・井内(1998)によれば、トラフ表層を広く覆う北海道南西沖地震のタービダイト砂の粒径はほとんどが極細粒砂であり、トラフ内でタービダイト砂の粒径に顕著な差はない。しかし、タービダイト全体及びタービダイト砂の部分の層厚は南に行くほど厚くなる傾向にあり、全体として南に供給源があることを予想させる。トラフ南側におけるタービダイト砂の供給源としては、トラフ南端部の奥尻島に続く斜面域と茂津多岬沖の斜面がある。奥尻島側の斜面の上の陸棚域の面積は狭く、多量の碎屑物が堆積

しているようには見えない。また、井内ほか(1995)によれば斜面上部(水深約700-1200m)には粗粒シルトが堆積しているほか、斜面中部の水深1571mから採取された試料は細粒シルトからなっている。嵯峨山ほか(2000)も奥尻島稲穂岬沖では陸棚上、斜面上部に露岩域が広がるほか、狭い陸棚上に中～粗砂や礫が分布していることと、斜面上部が泥に覆われることを示した。井内ほか(1995)の粒度組成データによれば、この斜面の基底部の堆積物の粒度は斜面中部のものよりもわずかに粗く、粗粒物の供給の存在を示唆しているが、砂の含有量の顕著な増加は認められず、堆積構造や肉眼記載でも砂層はみられない。したがって、この斜面から後志トラフへの大量の粗粒物質の供給は考えづらい。一方、茂津多岬沖の斜面に続く陸棚はやはり狭く、細粒～極細粒砂に覆われている(井内ほか, 1995)。「しんかい2000」や「しんかい6500」の潜航結果を合わせると、斜面上部にも極細粒砂や細粒砂が分布する。嵯峨山ほか(2000)によれば、陸棚上は細砂と中～粗砂、礫、露岩域が分布し、細砂の分布の下限水深は水深1000mに達し、南の瀬棚沖の水深110-150m、北の寿都沖の水深130m、岩内沖の110-130mよりも明らかに深くなっている。さらに斜面下部ではより粗粒な中粒砂から極粗粒砂や火山岩や変成岩礫も採取されている(竹内ほか, 2000)。したがって、多量の粗粒の崩壊堆積物が茂津多岬沖の斜面全体に分布すると考えられる。イザナギサイドスキャンソナーイメージでもこの斜面は反射強度が高く、粗粒物質に覆われることを示している。以上のことは、後志トラフへの崩壊堆積物の給源として、茂津多岬沖斜面が大きく貢献している可能性を示している。今後、崩壊堆積物の粒子・粒度組成の詳細な検討によりこの妥当性が検証されねばならない。

以上の結果をまとめると、北海道南西沖地震時には寿都海底谷や茂津多海底谷を通しても浅海域(陸棚から陸棚斜面上部)からの崩壊物の供給はあったが、量的には小さかった。後志トラフ全体を覆うようなタービダイトの給源としてはトラフ南東部の茂津多岬沖の斜面がもっとも重要である。茂津多岬沖の斜面はほぼ西を向いているので、斜面を流下した重力流はトラフ底でその流れを変え北に向かったものと考えられる。茂津多岬沖斜面前面のトラフ底が北に広がるトラフ本体部よりも水深が浅いことも流れが北に向かった原因の一つであろう。

6. まとめ

以上のように、底生有孔虫群集から後志トラフを埋積する崩壊堆積物が陸棚から陸棚斜面に由来するものであることが明らかとなった。陸棚から斜面上部に分布する砂質堆積物が重力流として斜面を流れ下り、トラフ底にタービダイトとして堆積したのである。そして、そのもっとも大きな給源は茂津多岬沖の斜面と考えられる。また、寿都海底谷出口ではタービダイトの層厚は薄いもののたくさんの陸棚起源の底生有孔虫が産しており、海底谷が浅海から深海への効率的な物質輸送機関であることを示している。

今後、後志トラフ及びその周辺海域の斜面崩壊堆積物

の粒度・粒子組成、堆積構造、古流向解析、底生有孔虫分析、堆積年代決定を行うことにより、北海道南西沖地震震源域における地震時の海底斜面の応答特性とその古地震解析の応用について検討していく予定である。

7. 謝 辞

「しんかい6500」の今井義司司令及び「よこすか」の田中等船長、「しんかい2000」の依田代志男司令及び「なつしま」の齋藤房夫船長、YK99-05レグ2航海の首席研究員である富山大学の竹内 章教授、NT99-11レグ2航海の首席研究員である広島大学の長沼 毅助教授をはじめとする両航海の乗船研究員、潜航チーム、乗組員の方々には大変お世話になった。記してお礼申し上げます。

8. 引用文献

- 長谷川四郎・小亀 出, 日本海東部, 渡島半島西方海域の有孔虫群集(予報), 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成6年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—, 地質調査所, 151-166(1995)
- Ichikura, M. and Ujiié, H., Lithology and planktonic foraminifera of the Sea of Japan piston cores, Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo, ser.C, 2, 151-178 (1976)
- 池原 研, 潜水調査船を用いた海底表層堆積物中のタービダイトの古流向解析: 北海道西方奥尻海盆の例, JAMSTEC深海研究, 14, 455-465(1999)
- 池原 研・井内美郎, 深海底タービダイトからみた北海道西方日本海東縁の地震発生間隔, 月刊地球, 20, 470-475 (1998)
- 井内美郎・池原 研・本山 功, 北海道西方海域南部の表層堆積物, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成7年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—, 地質調査所, 73-85(1996)
- 井内美郎・大塚雅之・公文富士夫・本山 功・片山 肇, 北海道南西沖海域の表層堆積物, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成6年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—, 地質調査所, 63-88 (1995)
- 倉本真一, 背弧オフィオライトの形成モデル—奥尻海嶺(日本海)の例—, 地学雑誌, 98, 81-91(1989)
- 倉本真一・岡村行信, 積丹半島沖シングルチャンネル音波探査及び3.5kHzSBP調査, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成7年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—, 地質調査所, 40-54(1996)
- 岡村行信・倉本真一・佐藤幹夫, 日本海東縁海域の活構造およびその地震との関係, 地調月報, 49, 1-18(1998)
- 岡野 肇・藤岡換太郎・田中武男・竹内 章・倉本真一・徳山英一・徐 垣・加藤 茂, 北海道南西沖地震直後の海底, JAMSTEC深海研究, 11, 379-394(1995)
- 嵯峨山積・内田康人・大澤賢人・菅 和哉・濱田誠一・村山泰司・仁科健二, 北海道沿岸域の地質・底質環境—2—西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報

告, 29, 74p.(2000)

高田裕行・長谷川四郎, 日本海東部, 積丹半島沖海域の有孔虫群集(予報), 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成7年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—, 地質調査所, 160-170(1996)

竹内 章・藤岡換太郎・藤倉克則・加藤幸弘・長沼 毅・倉本真一・岡村行信・岡野 肇・青木美澄・小寺 透, 津波地震による海底地盤変動—1993年北海道南西沖地震震源域潜航調査—, JAMSTEC深海研究, 12, 65-81(1996)

竹内 章・岡村行信・加藤幸弘・池原 研・張 勁・佐竹健治・長尾哲史・平野真人・渡辺真人, 日本海東縁, 奥尻海嶺および周辺の大地震と海底変動, JAMSTEC深海研究, 16II, 29-46(2000)

Takeuchi, A. and Shipboard Scientific Party of R/V Yokosuka, Japan Sea Cruise, Bottom response to a tsunami earthquake: Submersible observations in the epicenter area of the 1993 earthquake off southwestern Hokkaido, Sea of Japan, Jour. Geophys. Res., 103, 24109-24125 (1998)

(原稿受理：2000年12月27日)