

南鳥島北西方海域における精密地殻構造探査 ～2005年度第13-15次大陸棚調査～ MTr6 測線

野田直樹, 松本正純, 小澤誠志, 田中喜年, 及川光弘: 大陸棚調査室

阿部則幸: 航法測地室

丸山章子: 海洋情報課

杉村哲也: 測量船「昭洋」

小山あずさ: 測量船「拓洋」

Seismic exploration on the western Pacific Basin, northwest off Minami-Tori Shima-13-15th Continental Shelf Survey 2005 : profile MTr6

Naoki NODA, Masazumi MATSUMOTO, Seiji OZAWA, Kitoshi TANAKA, Mitsuhiro OIKAWA : Continental Shelf Surveys Office

Noriyuki ABE : Geodesy and Geophysics Office

Akiko MARUYAMA : Hydrographic Data and Information Division

Tetsuya SUGIMURA : HL01 *Shoyo*

Azusa OYAMA : HL02 *Takuyo*

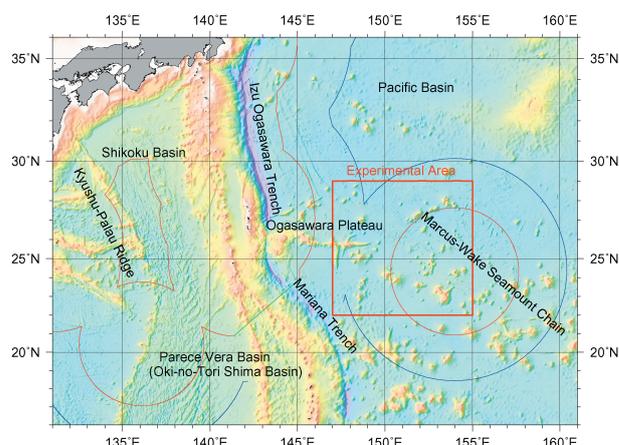
1 序論

海上保安庁は大陸棚調査の一環として、2006年1月から3月にかけて大型測量船「昭洋」及び「拓洋」により、南鳥島北西方海域で3航海にわたりシングルチャンネル反射法地震探査および海底地震計(OBS: Ocean Bottom Seismograph)を用いた屈折法地震探査を実施した(第1図)。ここでは、本探査の概要について報告する。

探査海域はマーカス・ウェイク海山群の北西部に位置する(第2図)。当海域では海山群から海洋底への地殻構造の遷移を把握するために、2004年度第5-7, 10-11次大陸棚調査におけるMTr4測線(金田他[2005]), 2004年度第10-12次大陸棚調査におけるOGr11測線, MTr2測線(金田他[2006]), 2004年度第13-15次大陸棚調査でのMTr3測線(小山他[2006])の各探査測線について地震波速度構造調査を実施してきた。

しかし、海山群域の地殻構造が標準的な海洋底下

の地殻構造と有意に異なることを示すためには、この海域における標準的な海洋地殻および上部マントルの地震波速度構造モデルを、予め提示しておく必要がある。海洋底下の上部マントルには海底拡大軸



第1図 北西太平洋海底地形図。赤い枠が調査海域に該当する。

Figure 1. Seafloor topographic features in the western Pacific Ocean. Red rectangle indicates experimental area.

と直交する方向に速い速度を持つ方位異方性の存在が示唆されているので (Christensen and Salisbury, 1975), 標準的な海洋底における地殻の速度構造及び上部マントルの速度構造を得るために, 測線の北西部において明瞭な地磁気縞状異常に直交する方向, すなわち上部マントルに高速度層の存在が期待される方向に探査測線を設定した。

2 調査概要

調査海域

南鳥島北西方海域

第13次大陸棚調査 (「拓洋」2006/1/9 - 1/26)

第14次大陸棚調査 (「昭洋」2006/2/15 - 3/10)

第15次大陸棚調査 (「拓洋」2006/2/18 - 3/13)

探査測線 (第2図)

測線名 : MTr6

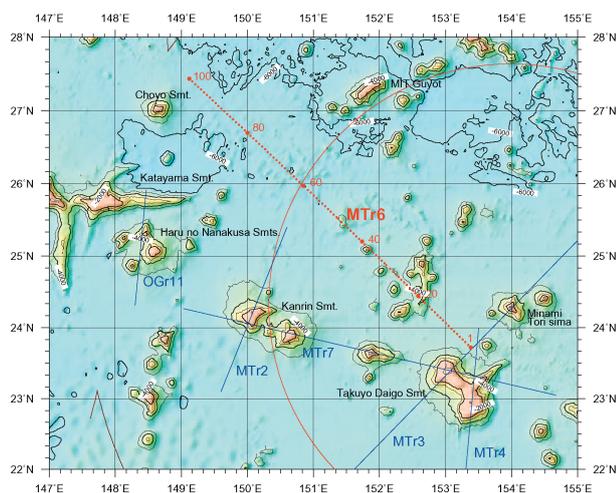
両端座標 : 北緯23.72° 東経153.38°

北緯27.44° 東経149.12°

測線長 : 約594 km (321 n.m.)

座標系 : 世界測地系 (WGS84)

南鳥島南西部から小笠原海台東部にかけての探査



第2図 調査海域図. 赤い点は海底地震計設置点を示す. これまでにこの海域で実施された精密地殻構造探査測線を青線で示す

Figure 2. Map of experimental area. Red circles indicate OBS locations. Blue lines are previous wide-angle seismic profiles in this area.

測線で南鳥島にちなんでMTr6と命名した. 測線長は約594 kmであり, また本調査では, 屈折法地震探査に加えて, シングルチャンネルストリーマケーブルを用いた反射法地震探査も並行して実施した。

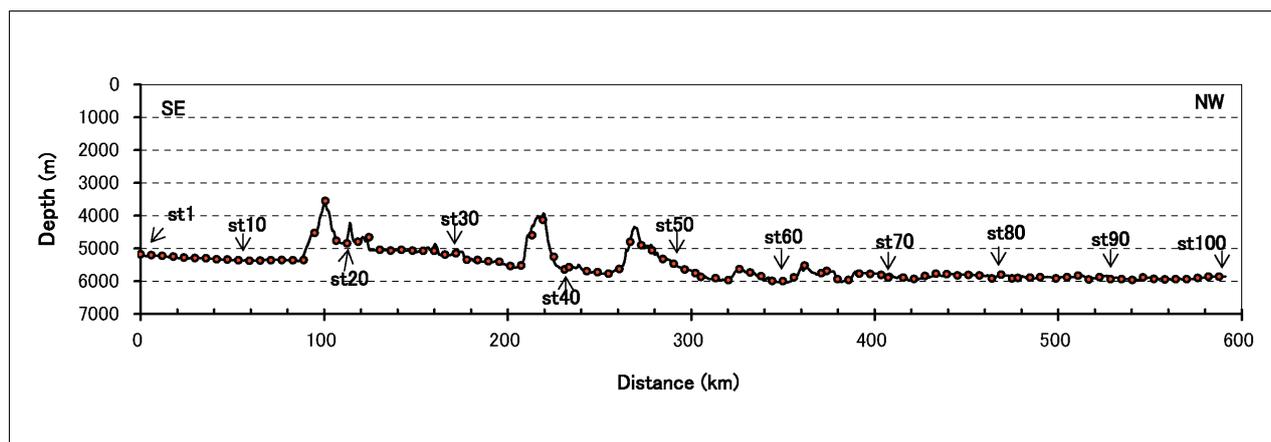
屈折法地震探査

発震船	: S/V 「昭洋」
海底地震計設置間隔	: 約 6 km
海底地震計使用台数	: 100台
震源	: non-tunedエアガンアレイ
震源容量	: 1500 inch ³ ×4 (98.3ℓ)
内部圧力	: 2000 psi (13.79 MPa)
曳航深度	: 10 m
発震間隔	: 200 m (90-100 sec)
測位	: 単独測位 GPS

人工震源として, 4台のエアガン (1500 inch³: 24.6ℓ×4) で構成される non-tunedエアガンアレイ (総容量6000 inch³: 98.3ℓ) を用いた. エアガンアレイ曳航方式及びデータ収録システムはこれまでの地殻構造調査 (金田他, 2005) と同じである. 本調査では100台の海底地震計を使用した. 設置間隔はこれまでの南鳥島周辺海域の地殻構造調査結果から, 当海域は地形の凹凸の少ない大洋底であり, 大陸棚調査で標準としている 5 km 間隔よりやや広い 6 km でも精度の良い地質構造モデルを取得できると判断した. ただし急傾斜地形部への設置は避けたので, 最短区間は2.4 km, 最長区間は9.7 km となった (第3図).

シングルチャンネル反射法地震探査

曳航ケーブル	
曳航深度	: 16 m (往路), 5 m (復路)
GPSアンテナ~ケーブル間距離	: 247 m
往路	
船速	: 4 kt
震源容量	: 1500 inch ³ ×4 (98.3ℓ)
内部圧力	: 2000 psi (13.79 MPa)
曳航深度	: 10 m
発震間隔	: 200 m (90-100 sec)



第3図 探査測線断面図.
Figure 3. Bathymetric profile along the survey line.

複路

- 船速 : 8 kt
- 震源容量 : 350 inch³ × 2 (11.5 ℓ)
- 内部圧力 : 2000 psi (13.79 MPa)
- 曳航深度 : 10 m
- 発震間隔 : 20 sec (約82 m)
- 記録長 : 10 sec with deley
- サンプリングレート : 0.999 msec
- 測位 : 単独測位 GPS

本調査では、反射法探査における人工震源として、往路は屈折法地震探査と共有したため6000 inch³ エアガンアレイを、復路は、2台のBOLT社製350 long life airgun (350 inch³ : 5.7 ℓ) で構成される non-tunedエアガンアレイ (総容量700 inch³ : 11.5 ℓ) を使用した。350 inch³エアガンは船尾ギャロスを利用して1台ずつ離して曳航した。

海底地震計

今回使用した海底地震計 (東京測振製 TOBS-24N 型) の仕様については林田他 (2005) に詳細が記載されている。ただし、2006年4月以降のOBSについては、レコーダのファームウェアのアップデートが実施され、バージョンが3.6になっている。主な改良点は、電源が突然OFFになる現象を防ぐために、電源OFFコードを複雑化する、通信制御コマンド SYSTを設け dt測定用パルス出力周期を10 sec、また

は1 minに設定できるようにする等である。

シングルチャンネルストリーマケーブル

- 全長 : 200 m
- アクティブセクション : 遠端部65 m
- ハイドロフォン : SIG製SIG161ch
- 感度 : -90 ± 1 dB re 1 V / μPa
- 総数 : 48台 (配置間隔1 m)

曳航ケーブルは往復共全長200 mのSIG製アナログストリーマケーブルを使用した。収録されたアナログデータは、データ収録・処理ソフトウェアにより32 bitへA/D変換され、RS232ポートを介して入力されたGPS情報とともにSEG-Y形式でハードディスクに保存される。本ソフトウェア上で記録波形を随時モニターし、水深の変化に合わせてディレイタイムを0~6 secに変化させてデータ収録を行った。

3 調査経過概要

各次の大陸棚調査日程・行動に関しては第1表にまとめておく。各行動では、上乗りとして、大陸棚調査室員3人が乗船した。

海底地震計投入作業

海底地震計は、2006年1月12日から1月17日にかけて測量船「拓洋」により約6 km間隔に100台投入した。海底地震計の投入計画位置及び投入位置を第

第 1 表 2005年度第13-15次大陸棚調査行動表。
Table 1. Ship operations in the 2005 13-15th Continental Shelf Survey.

日付	行動	日付	行動
第 13 次大陸棚調査 「拓洋」 2006/ 1/9 - 2006/ 1/26			
1/12	OBS 投入 (St.100-St.82)	1/13	OBS 投入 (St. 81-St.66)
1/14	OBS 投入 (St. 65-St.49)	1/15	OBS 投入 (St. 48-St.31)
1/16	OBS 投入 (St. 30-St.12)	1/17	OBS 投入 (St. 11-St. 1)
1/18	OBS 位置測定 (St. 1-St.12)	1/19	OBS 位置測定 (St.13-St.46)
1/20	OBS 位置測定 (St.47-St.95)	1/21	OBS 位置測定 (St.96-St.100)
第 14 次大陸棚調査 「昭洋」 2006/ 2/15 - 2006/ 3/10			
2/17	エアガン(1500inch ³ ×4 基)、シングルチャンネルストリーマケーブル投入 往路入線 (NW→SE)		
2/20	往路出線 エアガン(1500inch ³ ×4 基)、シングルチャンネルストリーマケーブル揚収 エアガン(350inch ³ ×2 基)、シングルチャンネルストリーマケーブル投入 復路入線 (SE→NW)		
2/22	復路出線 エアガン(350inch ³ ×2 基)、シングルチャンネルストリーマケーブル揚収		
2/23	OBS 揚収 (St.94-St.100)		
2/24	OBS 揚収 (St.87-St.93)		
2/25	OBS 揚収 (St.82を除く St.81-St.86)		
2/26	OBS 揚収 (St.74-St.80)		
2/27	OBS 揚収 (St.67-St.73)		
2/28	OBS 揚収 (St.60-St.66)		
3/1	OBS 揚収 (St.53-St.59)		
3/2	OBS 揚収 (St.49-St.52)		
3/3	OBS 揚収 (St.82)		
第 15 次大陸棚調査 「拓洋」 2006/ 2/18 - 2006/ 3/13			
2/26	OBS 揚収 (St. 1-St. 6)	2/27	OBS 揚収 (St. 7-St.12)
2/28	OBS 揚収 (St.13-St.18)	3/ 1	OBS 揚収 (St.19-St.24)
3/ 2	OBS 揚収 (St.25-St.28)	3/3	OBS 揚収 (St.29-St.34)
3/4	OBS 揚収 (St.35-St.40)	3/5	OBS 揚収 (St.41-St.45)
3/6	OBS 揚収 (St.46-St.48)		

2 表に示す。計画位置と投入位置の差の平均は37 m であり的確な投入作業であったことを示している。St.80 (OBSNo8-026) では投入後水深237 m まで沈降確認の距離測定を実施した後、突然浮上開始信号を受信した。距離測定時に切離し信号が入り、切離しが掛かったものと思われる。浮上後揚収して予備器 (OBSNo7-027) を投入した。

海底地震計斜距離測定作業

距離測定作業は2006年 1月18日から 1月21日にかけて測量船「拓洋」により実施した。測定は投入地点から調査測線に対し垂直方向に水深と等距離離れた海面上の 1 点で、測量船-海底地震計間の斜距離を船上支援装置 (日油技研工業株式会社製NRP-MC) を用いて測定した (測定記録例第 3 表)。この測定値とエアガンの水中音波の直達波の走時から海底地震計の着底位置が算出される。作業は測線の北

第 3 表 2005年度第13-15次大陸棚調査斜距離測定記録例。

Table 3. Measurement log of slant ranges between ship and OBS in the 2005 13-15th Continental Shelf Survey.

Index	Ship Lat.	Ship Lon.	Dist (m)	DateTime
No.1	25°38.9855'N	151°8.3314'E	8158	2006/01/20 3:19:35
No.2	25°38.9843'N	151°8.3345'E	8155	2006/01/20 3:19:51
No.3	25°38.9827'N	151°8.3383'E	8153	2006/01/20 3:20:05
No.4	25°38.9812'N	151°8.3427'E	8151	2006/01/20 3:20:19
No.5	25°38.9797'N	151°8.3472'E	8149	2006/01/20 3:20:33
No.6	25°38.9782'N	151°8.3508'E	8150	2006/01/20 3:20:47
No.7	25°38.9759'N	151°8.3559'E	8148	2006/01/20 3:21:01
No.8	25°38.9739'N	151°8.3613'E	8147	2006/01/20 3:21:15
No.9	25°38.9718'N	151°8.3655'E	8147	2006/01/20 3:21:29
No.10	25°38.9692'N	151°8.3700'E	8146	2006/01/20 3:21:42

端 St.1 から南西側へ水深と同距離離れた地点から開始したが、St.11以降は測定後海流、風力、風力等によりノイズが多くなり測定できなくなったので、測線の反対側である北東側へ移動して測定を続行した。また、測点 St.68, St.83は反対側へ移動しても測定できなかったため測線から1.5海里地点まで近づいて距離測定を実施した。

エアガン発震作業

発震作業は2006年 2月17日から 2月22日にかけて測量船「昭洋」により実施した。往路は北西から南東方向へ、復路は南東から北西方向へ探査を実施した。曳航したシングルチャンネルストリーマケーブルは往路・復路で共通であり、本調査ではエアガンの故障、発震の欠損部は生じていない。「昭洋」の発震システムでは座標 (緯度・経度) による発震点指定はできないため、往路は一定の走航距離 (200 m) で、復路は一定時間 (20 sec) で発震するシステムを採用した。エアガン発震位置の概要は第 4 表に示すとおり。エアガン本体について、2月22日揚収時に 2 基の内 1 基の吊り上げワイヤー (6tギヤロスウインチのワイヤー) が破断した。原因は、エアガンとの度重なる接触による磨耗及び、吊り上げワイヤーのゆるみによるキンクによりワイヤーが損傷したものと思われる。

ストリーマケーブルは今回往復とも新規購入したものを使用した。測線往路でケーブル内エア抜き穴のネジをつけたまま曳航したためエアが抜けずに曳

第2表 2005年度第13-15次大陸棚調査海底地震計位置座標。
Table 2. Information of OBS positions in the 2005 13-15th Continental Shelf Survey.

Station No.	OBS No	投入計画位置					投入位置					回収	remarks
		latitude		longitude		depth(m)	latitude		longitude		diff.(m)		
		deg.	min.	deg.	min.		deg.	min.	deg.	min.			
1	7-030	23	43.284	153	22.938	5179	23	43.284	153	22.951	18	○	
2	7-031	23	45.570	153	20.436	5225	23	45.579	153	20.450	31	○	
3	7-032	23	47.862	153	17.928	5220	23	47.863	153	17.924	7	○	
4	7-033	23	50.148	153	15.414	5254	23	50.158	153	15.407	24	○	
5	7-034	23	52.434	153	12.906	5288	23	52.447	153	12.889	36	○	
6	7-035	23	54.726	153	10.392	5300	23	54.752	153	10.364	74	○	
7	7-037	23	57.012	153	07.878	5303	23	57.033	153	07.891	48	○	
8	7-038	23	59.292	153	05.364	5309	23	59.312	153	05.358	35	○	
9	7-039	24	01.578	153	02.850	5351	24	01.620	153	02.831	82	○	
10	7-040	24	03.864	153	00.330	5351	24	03.865	153	00.323	42	○	
11	7-041	24	06.144	152	57.810	5370	24	06.136	152	57.816	21	○	
12	7-042	24	08.430	152	55.290	5373	24	08.423	152	55.305	29	○	
13	7-043	24	10.710	152	52.764	5347	24	10.723	152	52.753	33	○	
14	7-044	24	12.990	152	50.244	5349	24	12.999	152	50.245	13	○	
15	7-045	24	15.270	152	47.718	5359	24	15.285	152	47.722	25	○	
16	7-047	24	17.550	152	45.192	5363	24	17.567	152	45.189	28	○	
17	7-048	24	20.862	152	41.514	4481	24	20.875	152	41.506	25	○	
18	7-049	24	22.998	152	39.144	3642	24	23.009	152	39.150	21	○	
19	7-051	24	25.554	152	36.300	4756	24	25.556	152	36.280	34	○	
20	7-052	24	26.664	152	35.064	4843	24	26.661	152	35.053	24	○	
21	7-053	24	28.998	152	32.466	4781	24	29.020	152	32.446	49	○	
22	7-054	24	30.864	152	30.390	4700	24	30.863	152	30.372	27	○	
23	7-055	24	33.492	152	27.456	5061	24	33.505	152	27.437	45	○	データ記録停止できず。陸上で停止、データ転送
24	7-056	24	35.766	152	24.918	5054	24	35.778	152	24.891	53	○	
25	7-059	24	38.040	152	22.380	5061	24	38.052	152	22.396	40	○	
26	7-060	24	40.308	152	19.836	5073	24	40.306	152	19.800	61	○	
27	7-062	24	42.582	152	17.292	5099	24	42.585	152	17.281	19	○	
28	7-063	24	44.856	152	14.748	5018	24	44.869	152	14.740	31	○	
29	7-064	24	47.124	152	12.198	5197	24	47.130	152	12.204	14	○	
30	7-066	24	49.392	152	09.654	5156	24	49.395	152	09.664	22	○	
31	7-068	24	52.470	152	06.192	5373	24	52.452	152	06.193	32	○	
32	7-069	24	53.928	152	04.548	5376	24	53.944	152	04.559	30	○	
33	7-070	24	56.196	152	01.998	5404	24	56.186	152	02.033	65	○	
34	7-071	24	58.464	151	59.442	5413	24	58.452	151	59.443	23	○	切離し開始～離底までの時間7分
35	7-073	25	00.732	151	56.886	5532	25	00.735	151	56.881	12	○	
36	7-074	25	02.994	151	54.330	5530	25	02.997	151	54.321	13	○	
37	7-076	25	05.262	151	51.768	4492	25	05.256	151	51.775	13	○	
38	7-077	25	06.390	151	50.490	4135	25	06.399	151	50.486	13	○	
39	7-079	25	09.786	151	46.644	5195	25	09.776	151	46.648	20	○	
40	7-080	25	12.048	151	44.082	5633	25	12.053	151	44.087	13	○	40～41の距離2.4km
41	7-081	25	14.310	151	41.514	5581	25	14.328	151	41.541	54	○	41～42の距離9.7km
42	7-082	25	16.572	151	38.946	5705	25	16.579	151	38.972	43	○	
43	7-083	25	18.828	151	36.378	5727	25	18.845	151	36.394	36	○	
44	7-084	25	21.090	151	33.810	5771	25	21.100	151	33.821	28	○	トラボン応答なし、場所を移動応答あり
45	7-085	25	23.346	151	31.236	5624	25	23.367	151	31.266	60	○	
46	7-086	25	25.608	151	28.662	4794	25	25.613	151	28.627	62	○	
47	7-087	25	28.272	151	25.620	4929	25	28.312	151	25.588	93	○	
48	7-089	25	31.236	151	22.236	5229	25	31.212	151	22.257	55	○	
49	7-090	25	32.376	151	20.934	5309	25	32.389	151	20.922	33	○	
50	7-091	25	34.626	151	18.354	5451	25	34.616	151	18.344	28	○	
51	7-093	25	36.882	151	15.774	5630	25	36.887	151	15.785	25	○	
52	7-094	25	39.138	151	13.188	5736	25	39.142	151	13.195	16	○	
53	7-095	25	41.388	151	10.602	5884	25	41.381	151	10.613	21	○	
54	7-097	25	43.638	151	08.016	5943	25	43.643	151	08.011	11	○	
55	7-098	25	45.888	151	05.430	5988	25	45.896	151	05.437	17	○	
56	7-100	25	48.138	151	02.838	5658	25	48.142	151	02.824	25	○	
57	8-001	25	50.388	150	00.246	5726	25	50.388	150	00.251	6	○	
58	8-002	25	52.638	150	57.654	5851	25	52.660	150	57.631	58	○	
59	8-003	25	54.888	150	55.062	5976	25	54.884	150	55.060	3	○	
60	8-004	25	58.500	150	50.880	5987	25	58.494	150	50.857	42	○	
61	8-005	25	59.376	150	49.866	5897	25	59.377	150	49.851	24	○	
62	8-006	26	01.626	150	47.268	5572	26	01.644	150	47.284	49	○	dt6入力ミスあり、62～63の距離9.1km
63	8-008	26	03.870	150	44.664	5789	26	03.910	150	44.678	80	○	63～64の距離2.9km
64	8-009	26	06.114	150	42.060	5710	26	06.109	150	42.065	6	○	切離し開始～離底までの時間8分
65	8-010	26	08.352	150	39.456	5988	26	08.357	150	39.435	38	○	
66	8-011	26	10.596	150	36.852	5948	26	10.593	150	36.858	12	○	
67	8-012	26	12.840	150	34.242	5742	26	12.848	150	34.244	19	○	
68	8-013	26	15.078	150	31.632	5773	26	15.085	150	31.650	29	○	切離し開始～離底までの時間10分
69	8-014	26	17.316	150	29.022	5778	26	17.313	150	29.011	21	○	
70	8-015	26	19.554	150	26.412	5861	26	19.561	150	26.408	10	○	
71	8-016	26	21.792	150	23.796	5897	26	21.806	150	23.769	49	○	
72	8-017	26	24.030	150	21.180	5976	26	24.026	150	21.202	39	○	
73	8-018	26	26.268	150	18.564	5899	26	26.292	150	18.556	46	○	
74	8-020	26	28.506	150	15.942	5808	26	28.519	150	15.927	38	○	
75	8-021	26	30.738	150	13.320	5781	26	30.759	150	13.310	42	○	
76	8-022	26	32.970	150	10.698	5798	26	33.005	150	10.707	61	○	
77	8-023	26	35.208	150	08.076	5800	26	35.215	150	08.087	28	○	
78	8-024	26	37.440	150	05.448	5846	26	37.453	150	05.439	31	○	
79	8-025	26	39.672	150	02.820	5902	26	39.669	150	02.833	24	○	
80	7-027	26	41.898	150	00.192	5797	26	41.900	150	00.212	37	○	沈降途中浮上、別器再投入
81	8-028	26	44.130	149	57.558	5895	26	44.147	149	57.520	70	○	81～82の距離3.0km
82	8-029	26	46.362	149	54.924	5898	26	46.369	149	54.907	35	○	トラボン応答なし、場所を移動再々コールで応答あり
83	8-030	26	48.588	149	52.290	5889	26	48.602	149	52.290	28	○	
84	8-031	26	50.814	149	49.656	5875	26	50.833	149	49.644	37	○	
85	8-032	26	53.040	149	47.016	5904	26	53.063	149	47.036	54	○	
86	8-033	26	55.266	149	44.376	5867	26	55.286	149	44.372	35	○	
87	8-034	26	57.492	149	41.730	5851	26	57.490	149	41.723	17	○	
88	8-035	26	59.718	149	39.090	5922	26	59.711	149	39.076	24	○	
89	8-036	27	01.938	149	36.444	5859	27	01.921	149	36.448	34	○	
90	8-037	27	04.164	149	33.798	5906	27	04.180	149	33.797	34	○	
91	8-038	27	06.384	149	31.146	5931	27	06.413	149	31.189	86	○	
92	8-039	27	08.604	149	28.500	5952	27	08.610	149	28.511	24	○	
93	8-040	27	10.824	149	25.848	5895	27	10.835	149	25.828	36	○	
94	7-015	27	13.044	149	23.190	5923	27	13.063	149	23.181	42	○	
95	8-042	27	15.258	149	20.538	5935	27	15.292	149	20.589	104	○	
96	8-046	27	17.478	149	17.880	5936	27	17.497	149	17.881	35	○	
97	8-049	27	19.692	149	15.222	5933	27	19.707	149				

第4表 2005年度第13-15次大陸棚調査エアガンショットログ。

Table 4. Airgun shot locations in the 2005 13-15th Continental Shelf Survey.

6000 inch ³ airgun array					
Shot No.	Latitude		Longitude		Depth(m)
1	27°	33.266'	149°	05.052'	5865
201	27°	16.828'	149°	18.378'	5958
401	27°	01.978'	149°	36.206'	5857
601	26°	47.099'	149°	53.933'	5909
801	26°	32.253'	150°	11.675'	5815
1001	26°	17.194'	150°	29.136'	5809
1201	26°	02.178'	150°	46.583'	5615
1401	25°	47.020'	151°	03.940'	5710
1601	25°	31.941'	151°	23.089'	5311
1801	25°	16.766'	151°	38.510'	5698
2001	25°	01.555'	151°	55.640'	5573
2201	24°	46.401'	152°	12.791'	5140
2401	24°	31.250'	152°	29.895'	4767
2601	24°	15.931'	152°	46.816'	5366
2801	24°	00.644'	153°	03.717'	5325
3001	23°	45.359'	153°	20.588'	5209
3053	23°	41.416'	153°	24.998'	5114

700 inch ³ airgun array					
Shot No.	Latitude		Longitude		Depth(m)
1	23°	42.998'	153°	29.977'	5160
501	23°	53.555'	153°	11.575'	5283
1001	24°	09.802'	152°	53.581'	5369
1501	24°	25.907'	152°	35.812'	4801
2001	24°	41.736'	152°	18.214'	5117
2501	24°	57.378'	152°	00.486'	5393
3001	25°	13.488'	151°	42.304'	5614
3501	25°	29.322'	151°	24.378'	4878
4001	25°	45.225'	151°	06.128'	5940
4501	26°	00.980'	150°	47.936'	5619
5001	26°	16.230'	150°	30.221'	5751
5501	26°	32.066'	150°	11.768'	5814
6001	26°	47.854'	149°	53.082'	5912
6501	27°	03.376'	149°	34.646'	5877
7001	27°	18.743'	149°	16.258'	5961
7311	27°	29.056'	149°	05.671'	5882

航深度が浅くなったが、記録が概ね良好であったのでそのまま作業を続行し、復路入線前に揚収、エア抜き穴のネジを取り外し通常の曳航深度となった。

海底地震計揚収作業

海底地震計は、2006年2月23日から3月3日にかけて「昭洋」により52台、2月26日から3月6日にかけて測量船「拓洋」により48台、計100台全て揚収した。海底地震計の切り離しは地震計投入位置近辺で実施した。海底地震計が切り離し信号を受信してから電蝕により切り離されるまでの平均時間は約2分、長いもので7分が1台、10分が1台、離底信号

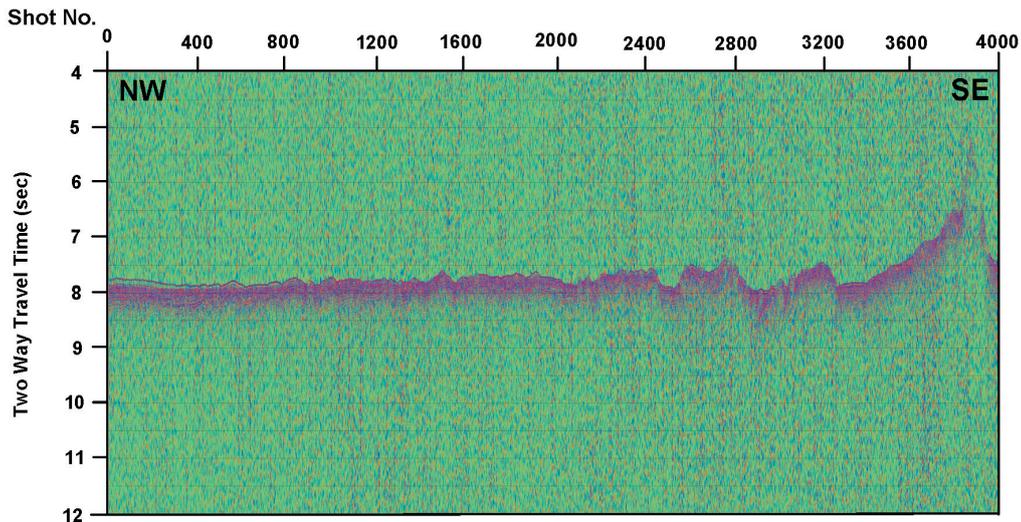
が無いものが1台あった。海底地震計の平均浮上速度は約48 m/分であった。離底後の海底地震計の動向を把握するため、船上支援装置により距離測定を断続的に実施した。海底地震計の浮上確認は、測量船搭載の方向探知機及び小型受信機にて行い、ほとんどの場合、ビーコン信号を受信してから数分以内に海底地震計を発見している。発見から甲板に揚収するまでの平均時間は約11分で、海底地震計揚収作業は順調に実施された。離底信号が無い1台 (St.82 OBSNo 8-029) については、コールに応答信号はあるが距離測定不能であった。切離し地点や日時を変え揚収を試みた結果、揚収することができた。応答信号が無い原因として、海底地震計が急斜面上に傾いて設置されていたりあるいは堆積層の厚い海底に埋没していた等の他、トランスポンダ関連の電池容量の低下も考えられるが不明である。

4 取得データ

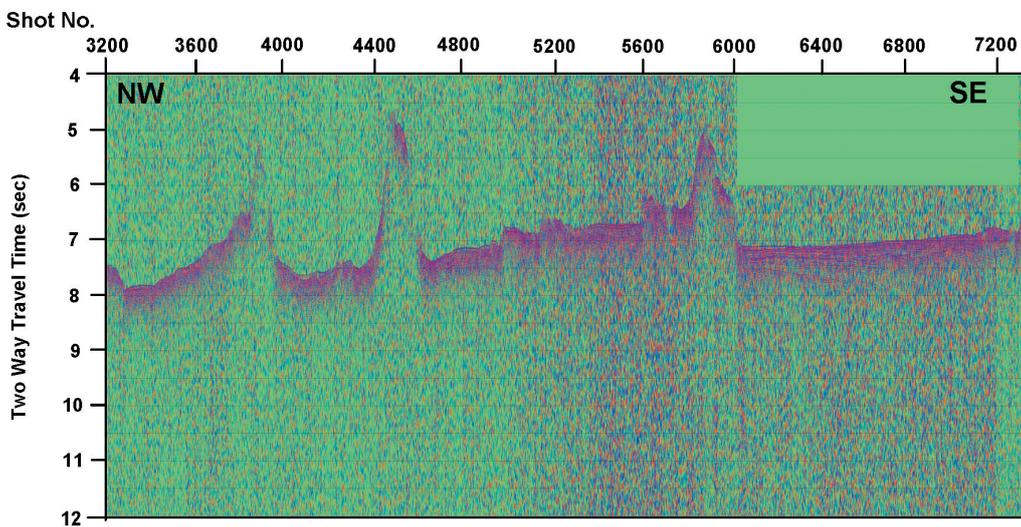
シングルチャンネル反射法地震探査

データ収録部で反射信号データをSEG-Y Float IEEE形式に設定して収録していたが、モニター画面のInformationアイコン内の表示はSEG-Y Float IBM形式と表示されていた。探査終了後動作テストを実施した結果、ファイルフォーマットの設定変更は有効であり、画面表示上において変更されていないことが確認された。そこで、プログラムを再起動するとファイルフォーマットの設定変更が画面表示においても反映されるようになった。今後の調査においては、設定変更の際に画面上の表示の変化に注意するとともに、変更したのにもかかわらず表示が変わらないときは、プログラムを再起動し表示が正常な状態で観測できるように対応することとする。

シングルチャンネル反射法探査は、6000 inch³と700 inch³の2種類のエアガンアレイを用いて記録を取得した。測線の北西部1/3の領域は、地磁気縞異常が明瞭な標準的な海洋地殻に対応する。最上部堆積層は非常に薄く、北西に向けてやや厚くなるが、北西端でもせいぜい往復走時で100 ms程度である。測線中心から南東部にかけてはいくつかの地形の凹地と高まりがあり、凹地には堆積物が層状に堆積し



(a)MTr6 northwest



(b)MTr6 southeast

第4図 シングルチャンネル反射法記録断面。(a) MTr6 測線北西部。(b) MTr6 測線南東部。
Figure 4. Single channel seismic reflection profile. (a) Northwest part of MTr6. (b) Southeast part of MTr6.

ている。最も南西の高まりの南西端では水深が崖状に急に深くなり、平坦な海底下には層状をなす堆積層の下に海面からの往復走時7.5-8 sに南東方向に深くなる顕著な反射面が検出できる。第4図に700 inch³エアガンアレイによる記録を示す。

屈折法地震探査

海底地震計で取得されたデータから、ショット毎の記録をSEG-Y形式ファイルとして抽出する作業(以下、データの切り出し)を行ったところ、正常にデータの切り出しができない地震計が23台あった。

データの切り出しの初期値として、時刻のずれ(以下DT)の測定記録を使用しているので、DTの測定に問題があるものと推測された。

DTの測定の確認手法として、標準時刻発生装置(以下TMC)のログを参照した。海底地震計投入時のTMCのログは、データの更新に伴い失われていたが、海底地震計回収時のTMCのログから、正常にデータの切り出しができない海底地震計については、時刻が20秒~30秒程度ずれていることが確認された。また、海底地震計に記録された水中音波の直達波及び、多重反射の記録から、同様に20秒~30秒

ずれていることが確認できた。TMCのログから読取ったDTと、エアガンの直達波から読取ったDTが一致したことから、DTを確定し、データの切り出しを行ったところ、正常に切り出すことができた。また、上記のTMCのログを参照する過程で、OBSチェックシート上の作業マニュアルにミスが存在することがわかった。間違ったマニュアルにしたがって操作を行うと、TMCのログに正常な海底地震計のレコーダ番号が記録されないことも明らかになった。

今後の作業においては、同様のミスを生じさせないために、今後はDTの測定を60秒毎に実施することとし、また、マニュアルの更新、作業手順の再確認、作業者の観測作業に対する観察力の向上を行い、今後同様の事態を招かぬよう、対策を講じた。

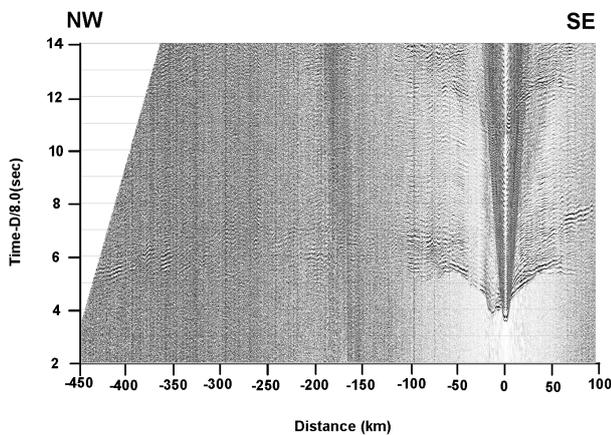
揚収した海底地震計のうち、St.23 (OBSNo7-055) については揚収後記録の停止・データ転送ができなかったが、DTの測定は実施できた。データ取り出しは陸上で電源を停止して行った。St.62 (OBSNo8-006) はdt6 (回収後3回目のDTの測定) に入力ミスがあった。またSt.98 (OBSNo8-051) のdt6に入力ミスがあった。海底地震計の未収録は生じておらず、データ回収率は100% (100/100個) であった。

本測線で得られた記録の例として、測線南東側に設置したSt.16および43の上下動地震計のレコード

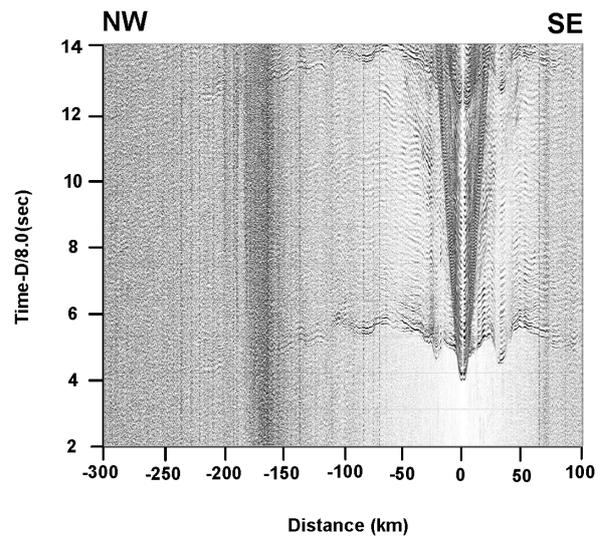
セクションを図5, 6に示す。St.16では観測点の北西側オフセット350 kmを超えて5-6 sec付近に信号が見えるが、屈折波かあるいは反射波であるかは現時点では不明である。St.43では北西側オフセット200 kmを超えて4sec付近に初動らしき信号が観測されている。また、測線北東部の、地磁気縞異常が明瞭な領域で得られた記録例として、St.83と96の上下動および水平動地震計のレコードセクションを図7, 8に示す。上下動記録において、オフセット20-50 kmでのtriplication, オフセット100 km程度まで見かけ速度7 km/s程度の後続波が見られること、Pnの見かけ速度が8.8 km/sを超えることが顕著な特徴である。水平動記録においては、見かけ速度3.8および4.9 km/sを示す顕著なS波が観測された。

5 今後に向けて

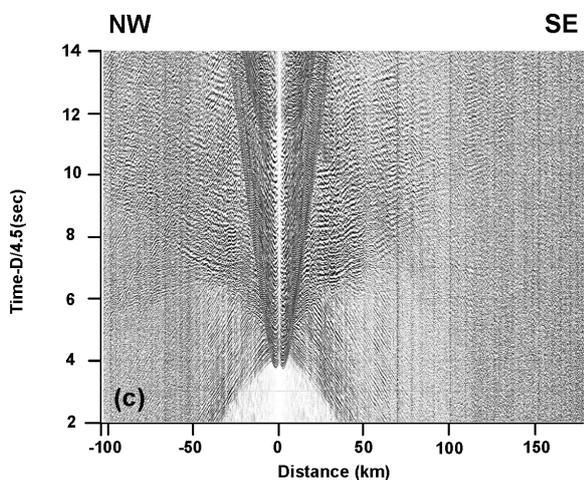
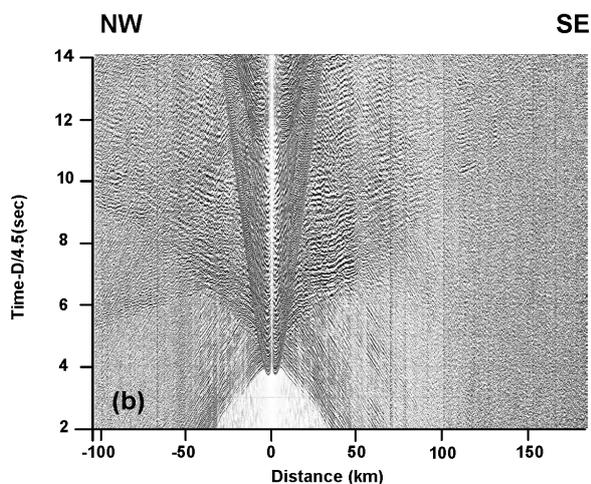
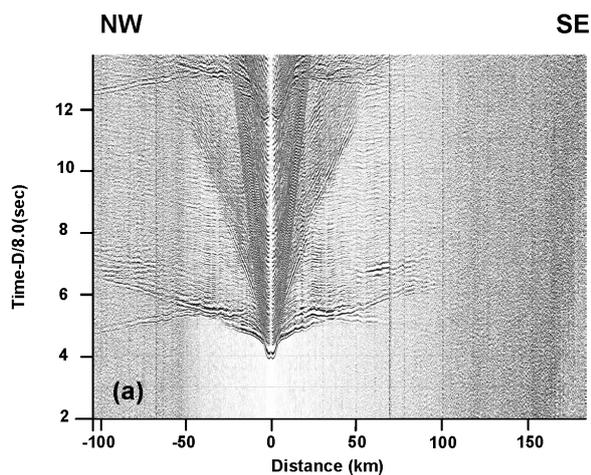
海底地震計の時刻初期設定に不適切があったため、いくつかの地震計については正しい時刻較正を実施したレコードセクションを得るために多くの時間を費やしたが、結果的には概ね良好な記録を得ることができた。これまでに海盆底で得られている標準的な地殻/マントル速度構造モデルでは、上部マントルの速度は 8.15 ± 0.30 km/s程度 (Christensen



第5図 MTr6-016のレコードセクション (上下動記録)。reduction velocityは8 km/sである。
Figure 5. Record section for OBS MTr6-016 (vertical component). The reduction velocity is 8 km/s.

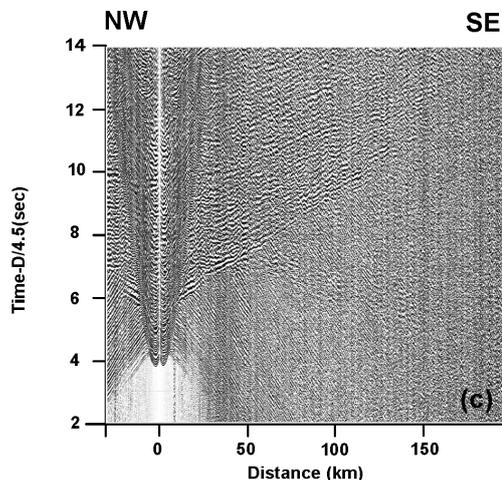
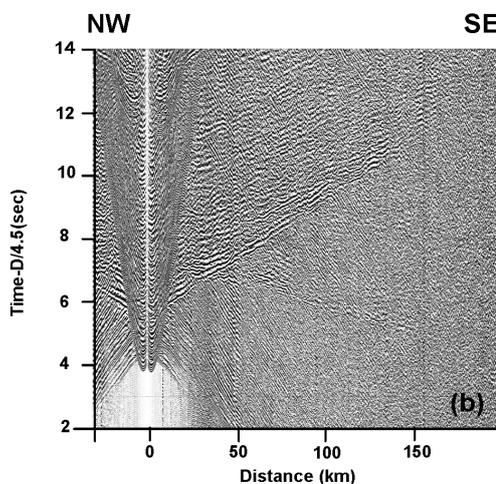
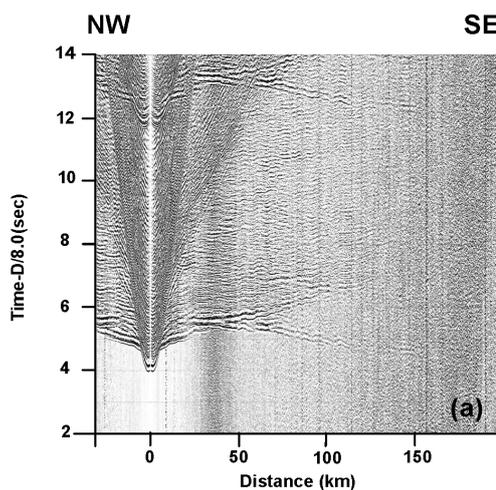


第6図 MTr6-043のレコードセクション (上下動記録)。reduction velocityは8 km/sである。
Figure 6. Record section for OBS MTr6-043 (vertical component). The reduction velocity is 8 km/s.



第7図 海底地震計MTr6-083のレコードセクション。(a) 上下動記録。(b) および (c) 水平動記録。上下動及び水平動記録に対する reduction velocity はそれぞれ 8 km/s および 4.5km/s である。

Figure 7. Record sections for OBS MTr6-083. (a) Vertical component. (b) and (c) Horizontal components. The reduction velocities for the vertical and horizontal record sections are 8km/s and 4.5km/s, respectively.



第8図 海底地震計MTr6-096のレコードセクション。(a) 上下動記録。(b) および (c) 水平動記録。上下動及び水平動記録に対する reduction velocity はそれぞれ 8 km/s および 4.5km/s である。

Figure 8. Record sections for OBS MTr6-096. (a) Vertical component. (b) and (c) Horizontal components. The reduction velocities for the vertical and horizontal record sections are 8km/s and 4.5km/s, respectively.

and Salisbury, 1975) であると考えられているが、測線北西部では8.8 km/sとこれまでにあまり報告されることがない、非常に速い速度が得られている。今後は、この速度よりも遅いと推定される直交測線の実施を行い、方位異方性の大きさを正確に見積もる予定である。さらに測線の南東部における海盆底から海山群域への遷移域の構造結果と、これまでに得られている MTr2, 3, 4 および OGr11 測線結果を総合することにより、遷移域の構造モデルのばらつきについて検討を行いたい。

謝辞

本探査を通じて多大な御援助・御支援を下さった、測量船「昭洋」・「拓洋」の船長及び乗組員の方々に深く感謝の意を表します。また、当探査計画に携わり、多くの御助言・御提言下さった大陸棚調査室及び海洋研究室の方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 小山あずさ, 松本正純, 小澤誠志, 阿部則幸, 金敬洋, 伊藤清寿, 下村広樹, 平井康仁, 村上大樹: 南鳥島周辺海域屈折法地震探査. 海洋情報部技報, **24**, 17-40, (2006)
- 金田謙太郎, 下村広樹, 志岐俊郎, 小山あずさ, 伊藤清寿, 林田政和, 池田耕作, 瀬田英憲, 佐伯充敏, 谷口克伸: 南鳥島周辺海域屈折法地震探査. 海洋情報部技報, **23**, 8-22, (2005)
- 金田謙太郎, 林田政和, 小澤誠志, 小山あずさ, 阿部則幸, 平井康仁: 小笠原海台東方海域屈折法地震探査. 海洋情報部技報, **24**, 6-27, (2006)
- 林田政和, 浜本文隆, 田中喜年, 松本正純: 大東海嶺群における精密地殻構造調査. 海洋情報部技報, **23**, 33-45, (2005)
- Christensen, N. I. and M. H. Salisbury: Structure and composition of the lower oceanic crust. *Rev. Geophys.* **13**, 57-86, (1975)