

南鳥島周辺海域屈折法地震探査 ～2004年度第13-15次大陸棚調査～

小山あずさ，松本正純，小澤誠志，阿部則幸：大陸棚調査室

金 敬洋：航法測地室

伊藤清寿：海洋情報課

下村広樹：第十管区海上保安本部海洋情報部

平井康仁：測量船「拓洋」

村上大樹：測量船「海洋」

Wide-angle seismic experiments in the sea area near Minami-Tori Shima —13-15th Continental Shelf Survey 2004—

Azusa OYAMA, Masazumi MATSUMOTO, Seiji OZAWA, Noriyuki ABE, : Continental Shelf Surveys Office

Takahiro KON : Geodesy and Geophysics Office

Kiyohisa ITO : Oceanographic Data and Information Division

Hiroki SHIMOMURA : Hydrographic and Oceanographic Department, 10th R.C.G.Hqs.

Yasuhito HIRAI : HL02 *Takuyo*

Daiju MURAKAMI : HL05 *Kaiyo*

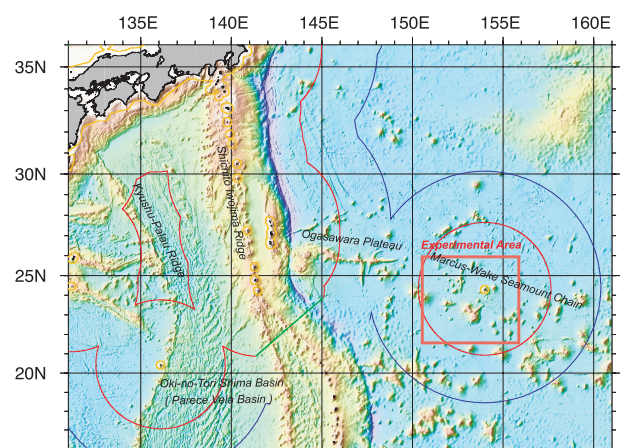
1 序論

大陸棚調査室では2005年1月から2005年3月にかけて大型測量船「昭洋」及び「拓洋」により，南鳥島周辺海域（第1図）で3航海にわたり屈折法地震探査を実施し，地震探査データの他にも，重力・海底地形データを合わせて取得した．ここでは，この探査の概要について報告する．

日本の最東端に位置する南鳥島はマーカス・ウェイク海山群に属しており，同島周辺には大小の海山が数多く分布している．これらの海山のうち大規模なものは平頂海山を形成し，山頂（平頂）の水深は押し並べて1100m程である．それに対し，南鳥島は，山体の大きさが中規模であるのにも関わらず海面まで達しており，周辺海域の海山の中で極めて特異な存在であるといえる．

これまでの大陸棚調査室による南鳥島周辺の地殻構造調査は，海山群に沿って存在する低プーグ重力

異常帯を地殻構造で説明が可能か確認するため，咸臨海山及び拓洋第5海山を縦断する測線において屈折法地震探査を実施している．しかし，周辺海域の大陸棚延伸を計るための重要な基点である南鳥島を



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: Submarine topographic features in the Northwest Pacific Ocean. Red rectangle indicates experimental area.

対象とした構造調査は行われておらず、その必要性が求められていた。

そのため、海上保安庁では、南鳥島の地殻構造モデルを取得し、同島を基点として隣接する海山との地殻構造の関連性を明確にするため、南鳥島と拓洋第5海山を北東-南西方向に縦断する測線において、海底地震計（OBS：Ocean Bottom Seismograph）及び陸上地震計を用いた屈折法地震探査を実施した。本探査測線におけるデータを基に、ブーゲ重力異常値から当周辺海域の地殻の厚さを推測できるようになることが期待されている。

2 調査概要

2.1 調査海域

海域：南鳥島周辺海域

屈折法地震探査海上作業期間（第1表）

第13次大陸棚調査（「拓洋」2005/1/21-2/9）

第14次大陸棚調査（「昭洋」2005/2/16-3/10）

第15次大陸棚調査（「拓洋」2005/2/21-3/14）

探査測線

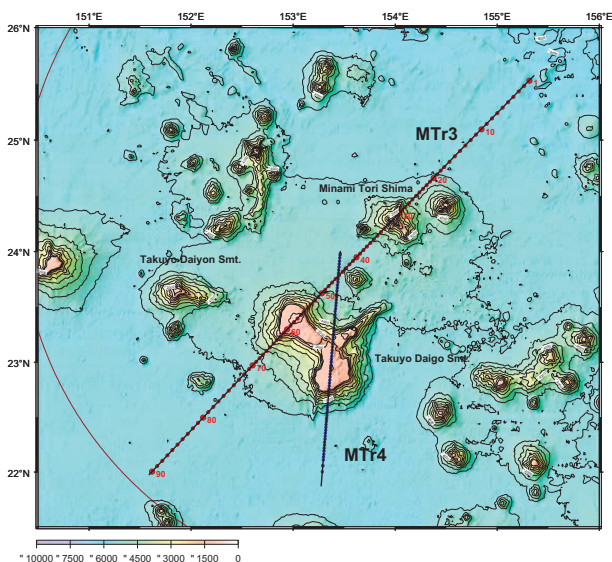
測線名：MTr3

両端座標：北緯21.97° 東経151.59°

北緯25.56° 東経155.35°

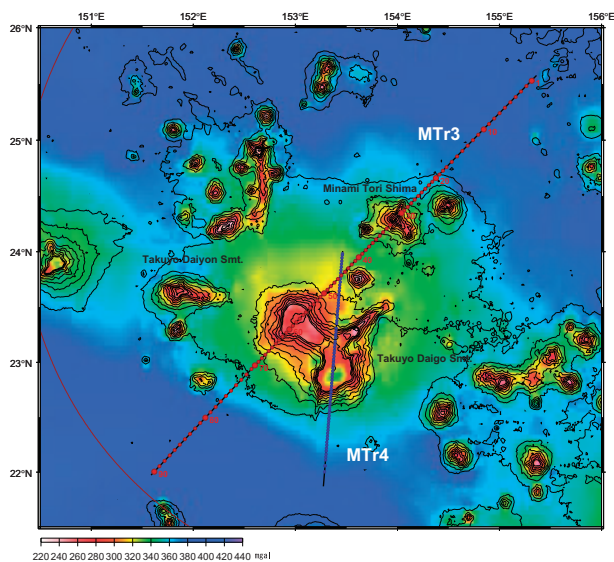
測線長：約557km（301n.m.）

座標系：世界測地系（WGS84）



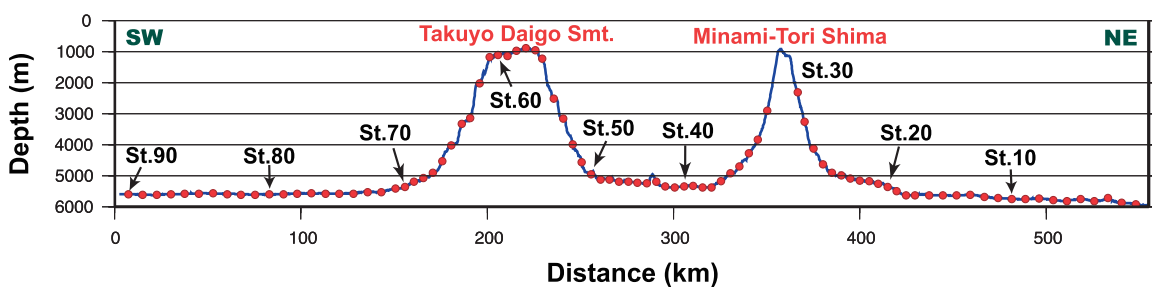
第2図：調査海域図。赤い点は地震計設置点を示す。

Figure 2: Map of experimental area. Red solid circles indicate OBS locations.



第3図：単純ブーゲ重力異常図。地殻の密度は2.67g/cm³と仮定して計算している。

Figure 3: Simple Bouguer anomaly map of the eastern Ogasawara Plateau. Crustal density is assumed to be 2.67g/cm³.



第4図：探査測線断面図。

Figure 4: Bathymetric profile along survey lines.

南鳥島を北東-南西に縦断する探査測線は、南鳥島にちなんでMTr3と命名された。測線長は約557 kmに及び、測線の両端は南鳥島及び拓洋第5海山の地殻及び上部マントルの速度構造を求めめるために十分な長さを有し、ブーゲ重力異常遷移域の地殻構造を求められるよう低重力異常帯を縦断している(第2, 3図)。MTr3測線は、2003年度に屈折法地震探査を実施したMTr4測線(金田他, 2005)と拓洋第5海山北方で交差しており、地殻構造の整合性の確認をとることができる。第2図には青点でMTr4測線の海底地震計設置位置を示している。

本調査では、屈折法地震探査に加え、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。

2.2 屈折法地震探査

発震船 : S/V「昭洋」
 海底地震計設置間隔 : 約5 - 7.5 km
 海底地震計使用台数 : 90台
 陸上地震計使用台数 : 1台
 震源 : non-tunedエアガンアレイ
 震源容量 : 6000inch³ (98.3ℓ)
 内部圧力 : 2000psi (13.79MPa)
 曳航深度 : 10m
 発震間隔 : 200m (90 - 100sec)
 測位 : 単独測位GPS

人工震源として、4台のエアガン(1500inch³: 24.6ℓ)で構成されるnon-tunedエアガンアレイ(総容量6000inch³: 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。

本探査では90台の海底地震計を使用した。海底地震計設置間隔は、海底面の凹凸が激しい測線中心部付近で5 km、海底面の変化が乏しい測線両端部の大洋底で7.5kmとした(第2, 3, 4図)。これまでの南鳥島周辺海域での地殻構造調査結果から、当海域における地形の凹凸の少ない大洋底では、海底地震計設置間隔が7.5kmでも精度のよい地殻構造モ

デルを取得することができることが予想される。

また、本測線は南鳥島を縦断するように設定してあるため、南鳥島の両隣に設置した海底地震計の間隔は約15kmと大きく開いてしまう。そのため、南鳥島上において1台の陸上地震計を設置し、受信点間隔に大きな欠損が生じないようにした。

2.3 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 : 16m
 GPSアンテナケーブル間距離 : 197m
 震源 : non-tunedエアガンアレイ
 往路
 震源容量 : 6000inch³ (98.3ℓ)
 内部圧力 : 2000psi (13.79MPa)
 曳航深度 : 10m
 発震間隔 : 200m (90 - 100sec)
 復路
 震源容量 : 700inch³ (11.5ℓ)
 内部圧力 : 2000psi (13.79MPa)
 曳航深度 : 10m
 発震間隔 : 20sec (約82m)
 記録長 : 10sec with delay
 サンプリングレート : 0.999msec
 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6000inch³エアガンアレイを、復路は、2台のBOLT社製350long life airgun(350inch³: 5.7ℓ)で構成されるnon-tunedエアガンアレイ(総容量700inch³: 11.5ℓ)を使用した。350inch³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。

ケーブルの曳航方式は片桐他[2005]と同様である。

2.4 使用機器仕様

海底地震計
 東京測振製TOBS-24N型

陸上地震計

クローバテック株式会社製DAT-4型

センサー (Mark Products社製L-28LB)

計測方式 : 速度型3成分

固有周波数 : 4.5Hz

感度 : 0.44V/cm/sec

サンプリングレート : 200Hz

プリアンプゲイン : 40db

海底地震計の機器仕様は林田他 [2005] に詳細が記されている。

今回使用した陸上地震計はクローバテック株式会社製DAT-4で、固有周波数4.5Hzの速度型3成分ジオフォンセンサーで計測する。センサーで計測されたアナログデータは16bitにA/D変換され、2.5 inchの8 GBハードディスクに同社独自フォーマットで収録される。地震計にはGPSアンテナを接続して設置位置、時刻設定・時刻校正データを取得することができる。本調査では、サンプリング周波数を200Hz、プリアンプゲインを40dbに設定して計測を行った。

シングルチャンネルストリーマケーブル

SIG製

ケーブル長 : 200m

ハイドロフォン : SIG16

感度 : -90 +/- 1 dBre 1 V/ μ Pa

総数 : 48台

BENTHOS製

ケーブル長 : 200m

ハイドロフォン : MESH100/200P

感度 : -194 +/- 1.5 dBre 1 V/ μ Pa

総数 : 50台

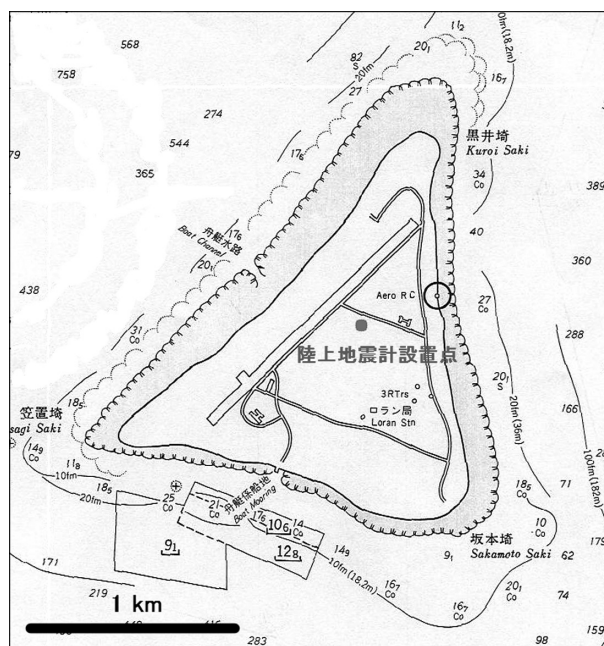
曳航ケーブルは、往路においては全長200mのSIG製アナログストリーマケーブル、復路においてはBENTHOS製アナログストリーマケーブルを使用した。

本調査では記録波形を随時モニターし、水深の変

第1表 : 2004年度第13-15次大陸棚調査行動表。

Table 1 : Ship operation in the 13-15th Continental Shelf Survey 2004.

日付	行動
第13次大陸棚調査 「拓洋」2005/1/21 - 2005/2/9	
1/24	OBS投入 (St.31-St.39)
1/25	OBS投入 (St.40-St.57)
1/26	OBS投入 (St.58-St.76)
1/27	OBS投入 (St.77-St.90)
1/28	OBS位置測定 (St.90-St.85)
1/29	OBS位置測定 (St.84-St.66)
1/30	OBS位置測定 (St.65-St.39)
1/31	OBS位置測定 (St.38-St.31) OBS投入 (St.30)
第14次大陸棚調査 「昭洋」2005/2/16 - 2005/3/10	
2/19	OBS投入 (St.13-St.29) OBS位置測定 (St.13-St.17)
2/20	OBS投入 (St.01-St.20) OBS位置測定 (St.01-St.02)
2/21	エアガン・シングルチャンネルストリーマケーブル投入 MTr3往路出線 (NE-SW)
2/24	MTr3往路出線 エアガン・シングルチャンネルストリーマケーブル揚取
2/25	エアガン・シングルチャンネルストリーマケーブル投入 MTr3復路入線 (SW-NE)
2/27	MTr3復路出線 エアガン・シングルチャンネルストリーマケーブル揚取
2/28	OBS揚取 (St.01-St.02) OBS位置測定 (St.03-St.06)
3/1	OBS揚取 (St.07-St.11) OBS位置測定 (St.18-St.21)
3/2	OBS揚取 (St.12-St.16) OBS位置測定 (St.22-St.25)
3/3	OBS揚取 (St.17-St.21) OBS位置測定 (St.26-St.30)
3/4	OBS揚取 (St.22-St.27) OBS位置測定 (St.07-St.12)
3/5	OBS揚取 (St.28-St.30)
第15次大陸棚調査 「拓洋」2005/2/21 - 2005/3/14	
2/27	OBS揚取 (St.90-St.84)
2/28	OBS揚取 (St.83-St.76)
3/1	OBS揚取 (St.75-St.67)
3/2	OBS揚取 (St.66-St.57)
3/3	OBS揚取 (St.56-St.47)
3/4	OBS揚取 (St.46-St.40)
3/5	OBS揚取 (St.39-St.31)
南鳥島陸上地震計設置 1/19 陸上地震計設置	



第5図 : 南鳥島陸上地震計設置点図。

Figure 5 : Seismometer settlement location in Minami-Tori Shima.

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。データ収録システムは片桐他 [2005] と同様である。

第2表：2004年度第13-15次大陸棚調査海底地震計投入位置・算出着底位置座標。
 Table 2 : Information of OBS deployment locations and calculated settlement locations in the 13-15th Continental Shelf Survey 2004.

St. No.	OBS No	投入計画位置			投入位置			ずれ(m)	着底位置			ずれ(m)	回収
		Lat	Lon	Dep	Lat	Lon	Dep (m)		Lat	Lon	Dep (m)		
01	1-047	25° 31.776'	155° 18.960'	5916	25° 31.764'	155° 18.952'	5893	27	25° 31.722'	155° 18.900'	5909	116	○
02	1-029	25° 28.893'	155° 15.810'	5807	25° 28.907'	155° 15.826'	5830	37	25° 28.860'	155° 15.804'	5835	94	○
03	1-040	25° 26.004'	155° 12.660'	5699	25° 26.006'	155° 12.670'	5674	17	25° 25.980'	155° 12.648'	5676	60	○
04	1-052	25° 23.115'	155° 09.510'	5725	25° 23.117'	155° 09.493'	5767	29	25° 23.064'	155° 09.528'	5774	113	○
05	1-016	25° 20.226'	155° 06.360'	5751	25° 20.229'	155° 06.347'	5744	22	25° 20.172'	155° 06.408'	5747	146	○
06	1-024	25° 17.337'	155° 03.210'	5771	25° 17.347'	155° 03.203'	5793	21	25° 17.280'	155° 03.288'	5799	188	○
07	1-013	25° 14.448'	155° 00.060'	5790	25° 14.440'	155° 00.055'	5777	16	25° 14.394'	155° 00.138'	5787	163	○
08	5-069	25° 11.556'	154° 56.940'	5771	25° 11.557'	154° 56.935'	5741	9	25° 11.556'	154° 56.940'	5744	9	○
09	1-043	25° 08.664'	154° 53.820'	5752	25° 08.663'	154° 53.824'	5724	7	25° 08.640'	154° 53.874'	5733	94	○
10	5-070	25° 05.766'	154° 50.670'	5754	25° 05.775'	154° 50.660'	5690	23	25° 05.796'	154° 50.670'	5710	42	○
11	1-021	25° 02.874'	154° 47.580'	5757	25° 02.872'	154° 47.581'	5070	4	25° 02.886'	154° 47.604'	5708	46	○
12	5-072	24° 59.976'	154° 44.430'	5685	24° 59.958'	154° 44.425'	5678	34	25° 00.036'	154° 44.508'	5679	201	○
13	1-046	24° 57.078'	154° 41.280'	5614	24° 57.107'	154° 41.303'	5647	100	24° 57.156'	154° 41.388'	5646	132	○
14	5-073	24° 54.180'	154° 38.190'	5619	24° 54.196'	154° 38.203'	5663	36	24° 54.162'	154° 38.328'	5676	220	○
15	1-026	24° 51.276'	154° 35.040'	5624	24° 51.271'	154° 35.035'	5641	12	24° 51.312'	154° 35.076'	5647	102	○
16	1-022	24° 48.378'	154° 31.950'	5627	24° 48.415'	154° 31.982'	5616	88	24° 48.444'	154° 32.010'	5619	71	○
17	1-012	24° 45.474'	154° 28.860'	5629	24° 45.511'	154° 28.879'	5633	92	24° 45.522'	154° 28.926'	5639	53	○
18	1-023	24° 43.542'	154° 26.760'	5625	24° 43.578'	154° 26.794'	5583	87	24° 43.596'	154° 26.814'	5587	48	○
19	1-066	24° 41.604'	154° 24.660'	5489	24° 41.636'	154° 24.696'	5480	84	24° 41.658'	154° 24.720'	5492	58	○
20	1-017	24° 39.666'	154° 22.620'	5360	24° 39.678'	154° 22.626'	5368	23	24° 39.696'	154° 22.644'	5370	46	○
21	1-058	24° 37.734'	154° 20.520'	5261	24° 37.741'	154° 20.510'	5265	21	24° 37.656'	154° 20.580'	5253	196	○
22	1-062	24° 35.796'	154° 18.480'	5181	24° 35.791'	154° 18.500'	5187	36	24° 35.784'	154° 18.486'	5193	27	○
23	1-061	24° 33.858'	154° 16.380'	5140	24° 33.879'	154° 16.366'	5166	46	24° 33.858'	154° 16.344'	5166	54	○
24	1-060	24° 31.920'	154° 14.340'	5099	24° 31.942'	154° 14.342'	5129	40	24° 31.920'	154° 14.310'	5130	67	○
25	1-050	24° 29.976'	154° 12.240'	4988	24° 29.995'	154° 12.224'	5003	44					○
26	1-056	24° 28.038'	154° 10.200'	4907	24° 28.028'	154° 10.180'	4913	38					○
27	1-051	24° 26.100'	154° 08.160'	4635	24° 26.107'	154° 08.165'	4634	15	24° 26.082'	154° 08.130'	4641	75	○
28	1-053	24° 24.162'	154° 06.060'	4128	24° 24.176'	154° 06.068'	4154	29	24° 24.150'	154° 06.036'	4154	72	○
29	1-038	24° 22.218'	154° 04.020'	3249	24° 22.209'	154° 04.004'	3253	32	24° 22.188'	154° 03.984'	3262	51	○
30	2-076	24° 20.272'	154° 02.460'	2308	24° 20.293'	154° 02.455'	2277	71	24° 20.272'	154° 02.472'	2286	88	○
31	4-056	24° 14.424'	153° 55.740'	2866	24° 14.470'	153° 55.634'	2826	199	24° 14.400'	153° 55.710'	2909	182	○
32	4-088	24° 12.486'	153° 53.700'	3825	24° 12.400'	153° 53.678'	3831	163	24° 12.414'	153° 53.622'	3844	98	○
33	4-074	24° 10.542'	153° 51.600'	4277	24° 10.549'	153° 51.617'	4294	32	24° 10.530'	153° 51.594'	4299	53	○
34	3-019	24° 08.598'	153° 49.560'	4692	24° 08.603'	153° 49.600'	4657	68	24° 08.580'	153° 49.584'	4678	51	○
35	4-061	24° 06.654'	153° 47.520'	4918	24° 06.643'	153° 47.544'	4886	45	24° 06.606'	153° 47.520'	4929	80	○
36	4-052	24° 04.704'	153° 45.480'	5162	24° 04.724'	153° 45.485'	5144	38	24° 04.668'	153° 45.480'	5172	104	○
37	4-049	24° 02.760'	153° 43.380'	5371	24° 02.730'	153° 43.371'	5303	58	24° 02.658'	153° 43.380'	5338	133	○
38	2-080	24° 00.816'	153° 41.340'	5369	24° 00.816'	153° 41.333'	5330	12	24° 00.720'	153° 41.322'	5364	177	○
39	2-033	23° 58.866'	153° 39.300'	5323	23° 58.852'	153° 39.257'	5315	78	23° 58.794'	153° 39.306'	5334	136	○
40	4-078	23° 56.922'	153° 37.260'	5344	23° 56.828'	153° 37.141'	5313	265	23° 56.742'	153° 37.140'	5338	159	○
41	4-062	23° 54.972'	153° 35.220'	5381	23° 54.891'	153° 35.140'	5303	202	23° 54.804'	153° 35.118'	5347	165	○
42	2-039	23° 53.028'	153° 33.180'	5354	23° 52.971'	153° 33.117'	5294	151	23° 52.902'	153° 33.126'	5334	127	○
43	2-034	23° 51.078'	153° 31.140'	5216	23° 51.058'	153° 31.102'	5131	75	23° 50.994'	153° 31.128'	5169	125	○
44	3-040	23° 49.128'	153° 29.100'	5250	23° 49.092'	153° 29.047'	5218	112	23° 49.026'	153° 29.058'	5251	123	○
45	4-094	23° 47.184'	153° 27.000'	5225	23° 47.149'	153° 26.956'	5192	98	23° 47.076'	153° 27.006'	5225	159	○
46	4-053	23° 45.234'	153° 24.960'	5193	23° 45.177'	153° 24.923'	5158	122	23° 45.126'	153° 24.966'	5191	119	○
47	4-050	23° 43.284'	153° 22.920'	5189	23° 43.239'	153° 22.870'	5154	119	23° 43.158'	153° 22.908'	5179	162	○
48	4-077	23° 41.334'	153° 20.880'	5113	23° 41.296'	153° 20.816'	5081	129	23° 41.214'	153° 20.856'	5121	166	○
49	4-072	23° 39.378'	153° 18.840'	5127	23° 39.387'	153° 18.848'	5097	21	23° 39.312'	153° 18.876'	5118	146	○
50	4-055	23° 37.428'	153° 16.800'	4963	23° 37.430'	153° 16.821'	4935	36	23° 37.410'	153° 16.794'	4944	59	○
51	4-071	23° 35.478'	153° 14.760'	4618	23° 35.522'	153° 14.784'	4658	91	23° 35.478'	153° 14.742'	4657	108	○
52	4-048	23° 33.528'	153° 12.720'	4014	23° 33.543'	153° 12.751'	4038	60	23° 33.468'	153° 12.744'	4025	140	○
53	4-089	23° 31.572'	153° 10.680'	3166	23° 31.619'	153° 10.711'	3138	101	23° 31.554'	153° 10.746'	3160	134	○
54	4-054	23° 29.622'	153° 08.700'	2520	23° 29.651'	153° 08.720'	2543	64	23° 29.646'	153° 08.706'	2543	26	○
55	4-081	23° 27.186'	153° 06.120'	1227	23° 27.193'	153° 06.131'	1217	22	23° 27.138'	153° 06.126'	1239	101	○
56	4-058	23° 25.710'	153° 04.620'	953	23° 25.758'	153° 04.632'	944	91	23° 25.710'	153° 04.626'	967	89	○
57	4-083	23° 23.760'	153° 02.580'	885	23° 23.744'	153° 02.555'	878	52	23° 23.712'	153° 02.538'	888	65	○
58	4-084	23° 21.804'	153° 00.540'	971	23° 21.808'	153° 00.619'	962	134	23° 21.780'	153° 00.528'	973	163	○
59	4-080	23° 19.848'	152° 58.500'	1127	23° 19.819'	152° 58.445'	1148	108	23° 19.758'	152° 58.410'	1158	128	○
60	4-075	23° 17.892'	152° 56.460'	1100	23° 17.882'	152° 56.413'	1094	82	23° 17.808'	152° 56.382'	1112	146	○
61	4-070	23° 16.122'	152° 54.660'	1192	23° 16.095'	152° 54.608'	1176	102	23° 16.032'	152° 54.552'	1191	150	○
62	4-051	23° 13.980'	152° 52.440'	2004	23° 13.969'	152° 52.417'	1996	44	23° 13.908'	152° 52.368'	2016	140	○
63	4-060	23° 12.024'	152° 50.400'	3109	23° 12.001'	152° 50.370'	3106	67	23° 11.928'	152° 50.340'	3126	144	○
64	3-022	23° 10.218'	152° 48.540'	3310	23° 10.190'	152° 48.504'	3295	80	23° 10.116'	152° 48.480'	3380	143	○
65	4-093	23° 08.106'	152° 46.320'	4010	23° 08.042'	152° 46.288'	4001	131	23° 07.968'	152° 46.272'	4020	139	○
66	2-083	23° 06.150'	152° 44.340'	4506	23° 06.105'	152° 44.297'	4527	111	23° 06.054'	152° 44.310'	4532	97	○
67	2-082	23° 04.188'	152° 42.300'	4896	23° 04.179'	152° 42.279'	4869	40	23° 04.092'	152° 42.282'	4896	161	○
68	4-092	23° 02.232'	152° 40.260'	5084	23° 02.224'	152° 40.281'	5055	39	23° 02.190'	152° 40.242'	5055	92	○
69	4-073	23° 00.270'	152° 38.280'	5181	23° 00.275'	152° 38.277'	5181	10	23° 00.192'	152° 38.292'	5185	155	○
70	4-057	22° 58.308'	152° 36.240'	5347	22° 58.354'	152° 36.272'	5297	101	22° 58.260'	152° 36.300'	5329	180	○
71	4-096	22° 56.346'	152° 34.200'	5406	22° 56.390'	152° 34.196'	5362	81	22° 56.232'	152° 34.236'	5404	299	○
72	3-023	22° 53.409'	152° 31.200'	5554	22° 53.415'	152° 31.189'	5466	21	22° 53.262'	152° 31.200'	5511	283	○
73	4-090	22° 50.466'	152° 28.200'	5526	22° 50.494'	152° 28.185'	5497	57	22° 50.346'	152° 28.212'	5531	276	○
74	4-087	22° 47.523'	152° 25.140'	5554	22° 47.530'	152° 25.148'	5522	19	22° 47.358'	152° 25.146'	5561	318	

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、大陸棚調査室員及び海洋調査課職員3人が乗船した。

地震計投入・設置作業

1月24日から31日にかけて測量船「拓洋」により61台(St.30-St.90)、2月18日から20日にかけて「昭洋」により29台(St.1-St.29)の海底地震計を設置した。また、陸上地震計を羽田航空基地から硫黄島経由で南鳥島に持ち運び、島の中心付近の北緯24度17.3764分、東経153度58.8721分に設置した(第5図)。地震計周辺での振動がノイズとして記録されるのを抑えるため、陸上地震計を深さ約30cmほどの土中に埋め、「昭洋」の発震期間中はなるべく付近に立ち入らないように周知した。

本調査における海底地震計の投入計画位置、投入位置は第2表に掲げる。投入位置欄の「ずれ」は投入計画位置からのずれを示したもので、計画位置より大幅にずれることなく地震計の投入が実施されたことがわかる。

海底地震計距離測定作業

投入地点から調査測線に対して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。この測距値は海底地震計の収録データと合わせ、海底地震計の着底位置を算出するのに用いられる。

距離測定作業は順調で、全ての地震計で作業を実施することができた。

エアガン発震作業

往路(北→南)は6000inch³、復路(南→北)は700inch³のエアガンアレイを用い、2月21日から27日にかけて「昭洋」により発震作業を実施した。本調査ではエアガン等の故障は発生せず、エアガン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、本調査では往路は一定の走航距離(200m)で、復路は一定時間(20sec)で発震するシステムを採用した。エアガン発震位置の詳細は第3表にまとめておく。「昭洋」に設置したGPSは単独測位であり、また、エアガンは海流の影響を強く受けて位置が変化するため、第3表に記した発震位置は20m程度の誤差を含んでいるものと推測される。

往路ではSIG社製シングルチャンネルストリーマケーブルを曳航したが、復路入線時に信号を受信できなかったため、急遽BENTHOS社製ストリーマケーブルに変更して調査を続行した。

海底地震計揚収作業

第3表：2004年度第13-15次大陸棚調査エアガンショットログ。

Table 3 : Airgunshot locations in the 13-15th Continental Shelf Survey 2004.

Shot No.	6000 inch ³ airgun array			Depth(m)
	Latitude	Longitude		
1	25° 34.582'	155° 21.778'		5922
201	25° 19.042'	155° 05.181'		5770
401	25° 03.508'	154° 48.423'		5719
601	24° 47.983'	154° 31.683'		5616
801	24° 32.453'	154° 14.987'		5109
1001	24° 17.612'	153° 57.762'		984
1201	24° 01.438'	153° 42.091'		5376
1401	23° 45.779'	153° 25.645'		5186
1601	23° 30.116'	153° 09.244'		2514
1801	23° 14.417'	152° 52.895'		1917
2001	22° 58.640'	152° 36.701'		5329
2201	22° 42.850'	152° 20.527'		5580
2401	22° 27.052'	152° 04.388'		5590
2601	22° 11.257'	151° 48.277'		5587
2764	21° 58.379'	151° 35.186'		5593

Shot No.	700 inch ³ airgun array			Depth(m)
	Latitude	Longitude		
1	21° 54.874'	151° 31.734'		5628
501	22° 10.009'	151° 47.007'		5594
1001	22° 25.511'	152° 02.814'		5602
1501	22° 40.179'	152° 17.803'		5575
2001	22° 54.246'	152° 32.205'		5487
2501	23° 09.603'	152° 47.952'		3750
3001	23° 23.339'	153° 02.148'		901
3501	23° 37.781'	153° 17.268'		4866
4001	23° 52.410'	153° 32.606'		5327
4501	24° 06.422'	153° 47.330'		4932
5001	24° 20.256'	154° 01.928'		2006
5501	24° 34.886'	154° 17.605'		5181
6001	24° 50.912'	154° 34.840'		5622
6501	25° 06.857'	154° 52.027'		5748
7001	25° 21.828'	155° 08.202'		5782
7401	25° 33.815'	155° 21.169'		5945

2月27日から3月5日にかけて「昭洋」により30台、2月27日から3月5日にかけて「拓洋」により60台の海底地震計を揚収し、計90台全てを揚収することができた。海底地震計の切り離しは地震計投入位置付近で実施した。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、海底地震計の浮上速度は平均約45m/min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13分で、海底地震計揚収作業は順調に実施された。

4 取得データ

海底地震計

揚収した海底地震計のうち、St.25とSt.26についてはデータが全く収録されていなかった。St.25とSt.26を除く他の海底地震計ではファイルの欠損及びデータの未収録は生じておらず、データ回収率は97.8% (88/90)であった。

以下には本調査で取得した海底地震計の記録例として、St.29 (南鳥島北東斜面)、St.42 (南鳥島-拓洋第5海山間の大洋底)、St.69 (拓洋第5海山南西斜面)の上下動成分記録、St.12 (南鳥島北東方大洋底)、St.69 (拓洋第5海山南西方大洋底)の上下動成分及び水平動成分記録を示す。

St.29 第6図 (a)

南鳥島北東斜面に設置した地震計の記録で、北東側はオフセット距離45km付近から、南西側は55km付近から見かけ速度8 km/sのPnが出始めている。南西側は拓洋第5海山が位置するオフセット距離170-200kmの部分で信号が不明瞭になるが、その先はオフセット距離300kmを越えて信号を確認することができる。また、南西側オフセット距離250-350km、時間9-7 secのところに反射波らしき信号

が現れている。これが反射波であるとする、上部マントル内に何かしらの速度不連続面が存在する可能性がある。

St.42 第6図 (b)

拓洋第5海山と南鳥島間の大洋底に設置した海底地震計の記録である。一部拓洋第5海山付近 (オフセット距離50-100km)の信号は不明瞭であるが、北東側・南西側ともオフセット距離が250kmを越えてもP波初動を確認できる。この地震計もSt.29と同様、南西方オフセット距離200-270kmに深部からの反射波と思われる信号がある。

St.69 第6図 (c)

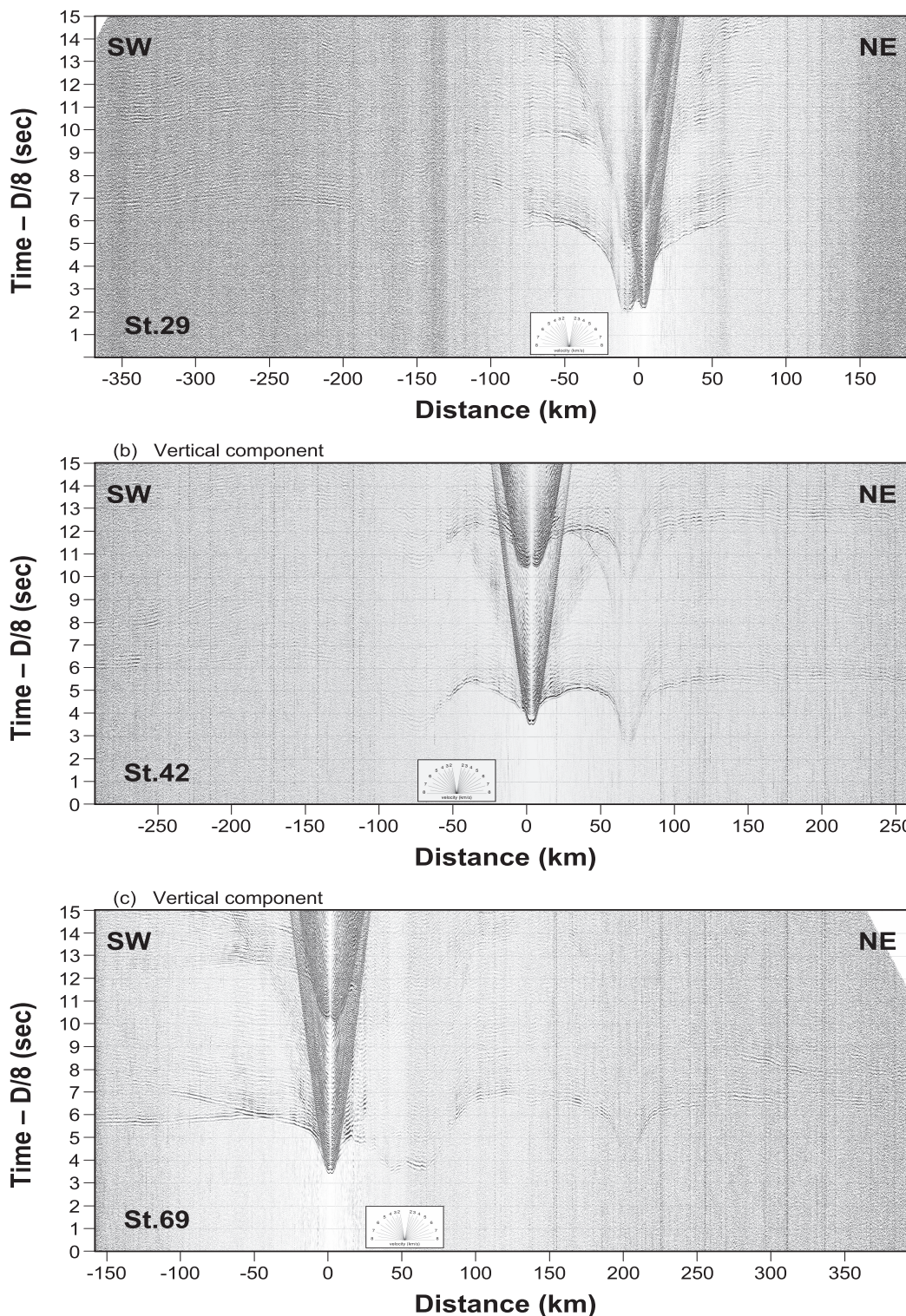
拓洋第5海山南西斜面に設置した海底地震計の記録である。南西側オフセット距離50km付近に明瞭なPmP、さらに遠方に側見かけ速度8 km/sのPnがオフセット距離150kmを越えて確認され、地殻の厚さが比較的薄い(8 km程度)と推測される。北東側は、一部不明瞭な部分があるが、オフセット距離350kmを越えてP波初動が連続してみられる。また、これまでの記録と同様、オフセット距離270km以遠には深部からの反射波と推測される信号が確認される。

St.12 第7図 (a) (b)

南鳥島北東方大洋底に設置した海底地震計の上下動成分記録を第7図 (a)、水平動成分の記録を (b)に示す。(a)では北東・南西側共オフセット距離35 km付近にPmPがあり、Pnが出始めることから、地殻の厚さが6 km程度であろうと推定される。これまで紹介した全ての地震計記録に現れている深部からの反射波は、St.12ではオフセット距離300km以遠に確認される。南鳥島北東方大洋底に設置された地震計にはS波も明瞭に記録されており、(b)ではオフセット距離35km付近にSmS、見かけ速度4.5km/sのSnが確認できる。

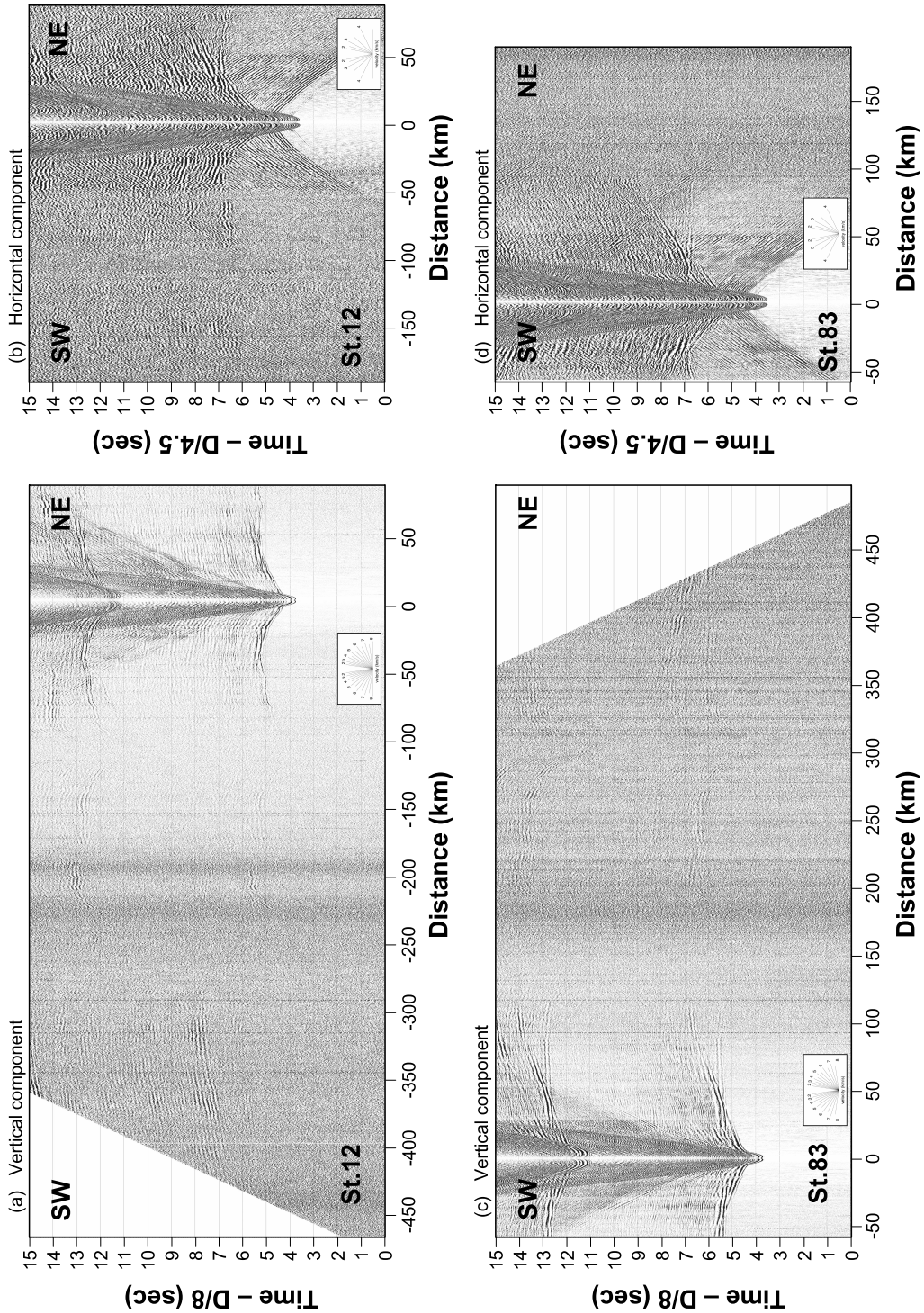
St.83 第7図 (c) (d)

拓洋第5海山南西方大洋底に設置した海底地震計



第6図：(a) 南鳥島北東斜面に設置した海底地震計 (St.29) の上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0km/s). 横軸は海底地震計からのオフセット距離, 縦軸は reduced travel time を示す. 図には幾何学的減衰に対する振幅補正, デコンボリューション, 周波数帯域 4-16Hz バンドパスフィルター, 3 トレース幅のコヒーレント処理を施してある. (b) 南鳥島一拓洋第5海山間の大洋底に設置したもの (St.42). (c) 拓洋第5海山南西側斜面に設置したもの (St.69).

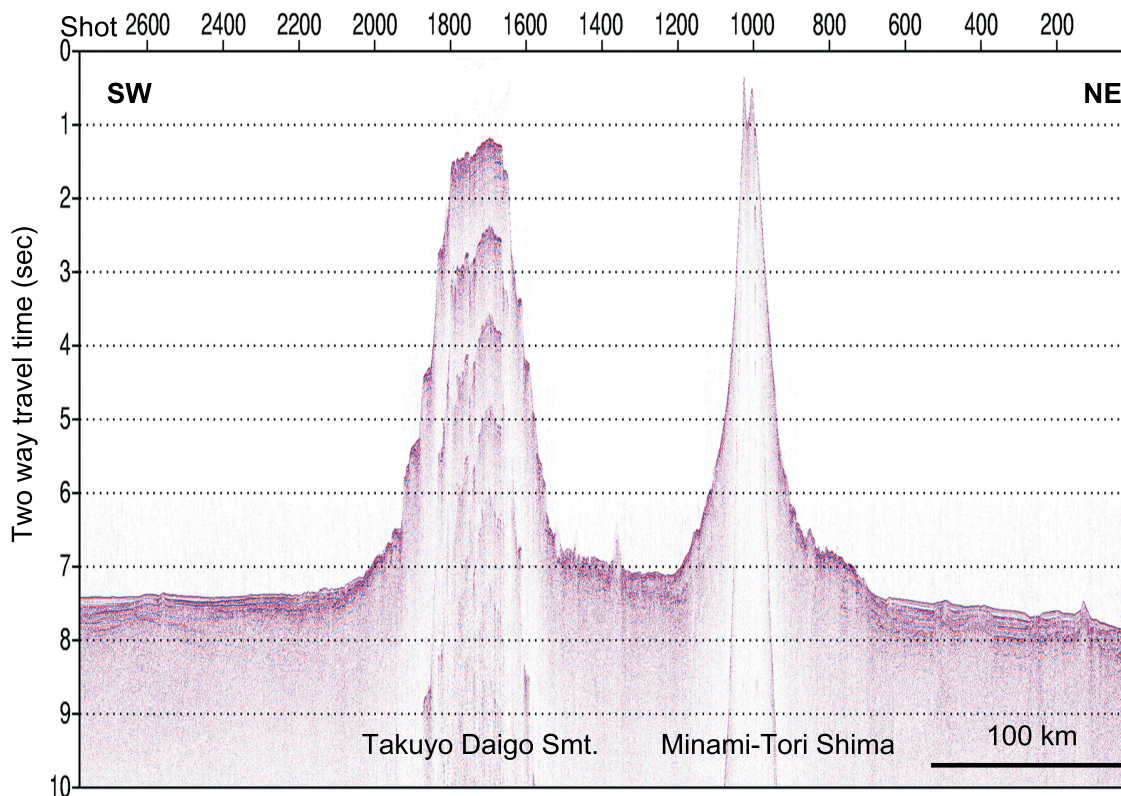
Figure 6 : (a) Record sections of vertical geophone component for St.29 OBS on the north-east slope of Minami-Tori Shima, with a reduction velocity of 8.0km/s. Horizontal and vertical axes indicate offsets from OBS and reduced travel time, respectively. Amplitude compensation for geometric spreading, deconvolution, 4-16Hz bandpass filtering and slant stack for three traces are applied to the data. (b) Record section for St.42 on the seafloor between Minami-Tori Shima and the Takuyo Daigo Seamount. (c) Record section for St.69 on the south-west slope of the Takuyo Daigo Seamount.



第7図：南鳥島北東方大洋底に設置した海底地震計St.12の (a) 上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0 km/s) と (b) 水平動成分の記録 (reduction velocity 4.5km/s). 拓洋第5海山南西方大洋底に設置した海底地震計St.83の (c) 上下動成分の記録と (d) 水平動成分の記録.

Figure 7 : Record sections for St.12 OBS on the seafloor to the north-east of Minami-Tori Shima. (a) Vertical component with a reduction velocity of 8.0km/s. (b) Horizontal component with a reduction velocity of 4.5km/s.

Record sections for St.83 OBS on the seafloor to the south-west of Minami-Tori Shima. (c) Vertical component. (d) Horizontal component.



第 8 図：シングルチャンネル反射法記録断面図。6000inch³エアガンアレイを震源として用いている。
 Figure 8 : Single channel seismic reflection profiles for MTr3. A seismic source is non-tuned 6000inch³ air-gun array.

の上下動成分記録を第 7 図 (c)，水平動成分の記録を (d) に示す。(c) では北東・南西側共オフセット距離 35km 付近に明瞭な PmP があり，Pn が出始めることから，地殻の厚さが 6 km 程度であろうと推定される。北東側オフセット距離 350km 以遠には反射波らしき信号も確認される。水平動成分 (d) ではオフセット距離 35km 付近で SmS, Sn が出始め，精度の高い S 波解析が期待できる。

シングルチャンネル反射法地震探査

シングルチャンネル反射法探査は 6000inch³ 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。第 8 図には 6000inch³ エアガンアレイによる記録を示す。

未固結の遠洋性堆積物と推測される音響的に透明な堆積層が，南鳥島北東方及び拓洋第 5 海山南西方の大洋底に 100msec (<100m) 程度の厚さで分布する。その下には層構造を持つ堆積層があるが，音響基盤との明瞭な境界面は部分的にしか確認できな

い。

また，南西側の大洋底は一様な層構造を成しているのに対し，北東側の大洋底は複数の貫入岩体が確認されることも特徴的である。

5 総論

反射法探査で堆積層と基盤岩の明瞭な境界を特定できなかったことは残念であるが，屈折法地震探査はオフセット距離 200km を越えて Pn が確認できる良好なデータを数多く取得することができ，地殻だけでなく，上部マントルの速度構造も精度良く求まることが期待される。

謝辞

本探査を通じて多大な御援助・御支援をして下さった，測量船「昭洋」・「拓洋」の船長及び乗組員，並びに千葉ロランセンター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

室の方々に御礼申し上げます。

参 考 文 献

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 (2005), 南鳥島周辺海域屈折法地震探査～2004年度第 5-7, 10-11次大陸棚調査～, 海洋情報部技報, 23, 8-22.

片桐康孝, 安部則幸, 浜本文隆, 小澤誠志, 志岐俊郎, 下村広樹, 小山あずさ, 松本正純 (2005), 九州・パラオ海嶺北部における精密地殻構造調査 (予報), 海洋情報部技報, 23, 23-32.

林田政和, 浜本文隆, 田中喜年, 松本正純 (2005), 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.