

## 小笠原海台東方海域屈折法地震探査 ～2004年度第10-12次大陸棚調査～

金田謙太郎, 林田政和：海洋研究室  
小澤誠志, 小山あずさ, 阿部則幸：大陸棚調査室  
平井康仁：測量船「拓洋」

### Wide-angle seismic experiments in a sea area east to the Ogasawara Plateau —10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004—

Kentaro KANEDA, Mazakazu HAYASHIDA: Ocean Research Laboratory  
Seiji OZAWA, Azusa OYAMA, Noriyuki ABE: Continental Shelf Surveys Office  
Yasuhito HIRAI: HL02 S/V *Takuyo*

#### 1 序論

大陸棚調査室では、2004年10月～12月にかけて、大型測量船「昭洋」及び「拓洋」により、小笠原海台東方海域において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。

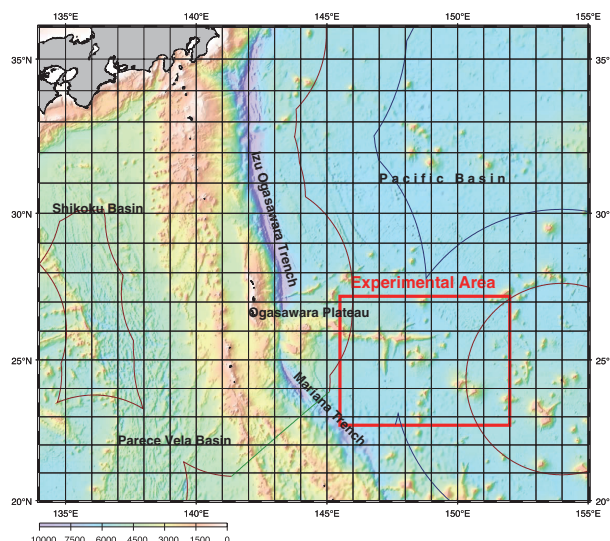
小笠原海台は、小笠原諸島父島の南東方およそ200kmの太平洋プレート上に位置しており、伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝の会合域でフィリピン海プレートに衝突している。衝突域鞍部の水深は約3800mで、海台南北に連なる両海溝（水深約8500～9000m）と比較して極めて浅く、フィリピン海プレート東端に位置する小笠原海嶺・母島海山から小笠原海台への「地形の連続性」の可能性が示唆され、大陸棚の延伸が期待される。

小笠原海台の東方には、海台と地形的連続性が顕著な平頂海山である矢部、半沢、片山海山が連立し（第2図）、これらの海山周辺には地形的連続性は乏しい春の七草海山群や秋の七草海山群の海山が点在している。これらの海山・海山群は南鳥島を含むマークス・ウエイク海山群の最西端域の構成要素であり、海山群に沿って西北西－東南東方向に帯状の負のブーゲ重力異常が確認される。

地形的連続性から矢部、半沢、片山海山部が小笠

原海台からの大陸棚延伸域に値することは明白であるが、地形だけでは周囲の海山群にまで延伸を主張することは困難である。そのため、当海域に確認される重力異常と地殻構造との関連性を説明し、海山群の形成発達史を推測して構造の連続性を提示することも延伸のための重要な要素になってくる。

海上保安庁では、小笠原海台東方域の地殻構造モデルを取得するため3本の測線を設定し、各測線に



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.

において海底地震計（OBS：Ocean Bottom Seismograph）を用いた屈折法地震探査及びシングルチャンネル反射法地震探査を実施した。

## 2 調査概要

### 調査海域

小笠原海台東方海域

第10次大陸棚調査（「拓洋」2004/10/26-11/12）

第11次大陸棚調査（「昭洋」2004/11/24-12/25）

第12次大陸棚調査（「拓洋」2004/11/27-12/19）

探査測線（第2図）

測線名：OGr9

両端座標：北緯25.9° 東経147.0° -

北緯26.8° 東経147.2°

測線長：約110km（59n.m.）

測線名：OGr11

両端座標：北緯26.5° 東経148.5° -

北緯24.3° 東経148.3°

測線長：約250km（135n.m.）

測線名：MTr2

両端座標：北緯23.1° 東経149.6° -

北緯25.4° 東経150.6°

測線長：約260km（140n.m.）

座標系：世界測地系（WGS84）

本探査では測線を3本設定し、それぞれOGr9、OGr11、MTr2測線と命名した。

OGr9測線は半沢海山から北方に延びる測線長110km程の短い測線で、半沢海山北方のCOT（Continent-Ocean Transition）位置を確認するためのものである。

OGr11測線は片山海山東方延長部と春の七草海山群を結び、地形的連続性が乏しい海山間において地殻構造的連続性の有無を確認するための測線である。この測線は2000年に石油公団が実施した「大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査」でのマルチチャンネル反射法地震探査測線と同一ライン上に設定してある。片山海山東縁部の地殻構造を

求めるため、海山東縁部より約50km北方に測線端を設定したが、水深6000mを越える海域が広がっており、海底地震計は設置していない。

MTr2測線は咸臨海山を北北東-南南西方向に貫き、総長約260kmに及ぶ。当海域では負のブーゲ重力異常が海山群に沿って東南東-西北西方向に帯状に延びており、周辺部と比較して相対的に厚い地殻が分布していることが推測される。当測線では負の重力異常帯をほぼ垂直に横切るよう測線を設定し、重力異常に伴う地殻構造変化を確認できる。

全ての測線で、両端は単純ブーゲ重力図（第3図）を参考に決定され、重力異常遷移域の地殻構造を求めるために十分な長さを有している。

### 屈折法地震探査

発震船：S/V「昭洋」

OBS設置間隔：5km

OBS使用台数：19台（OGr9）

37台（OGr11）

48台（MTr2）

震源：non-tunedエアガンアレイ

震源容量：1500inch<sup>3</sup>×4（98.3ℓ）

内部圧力：2000psi（13.79MPa）

曳航深度：10m

発震間隔：200m

測位：単独測位 GPS

### 反射法地震探査

発震船：S/V「昭洋」

測線：MTr2（往路）

震源：non-tunedエアガンアレイ

震源容量：350inch<sup>3</sup>×2（11.5ℓ）

内部圧力：2000psi（13.79MPa）

曳航深度：10m

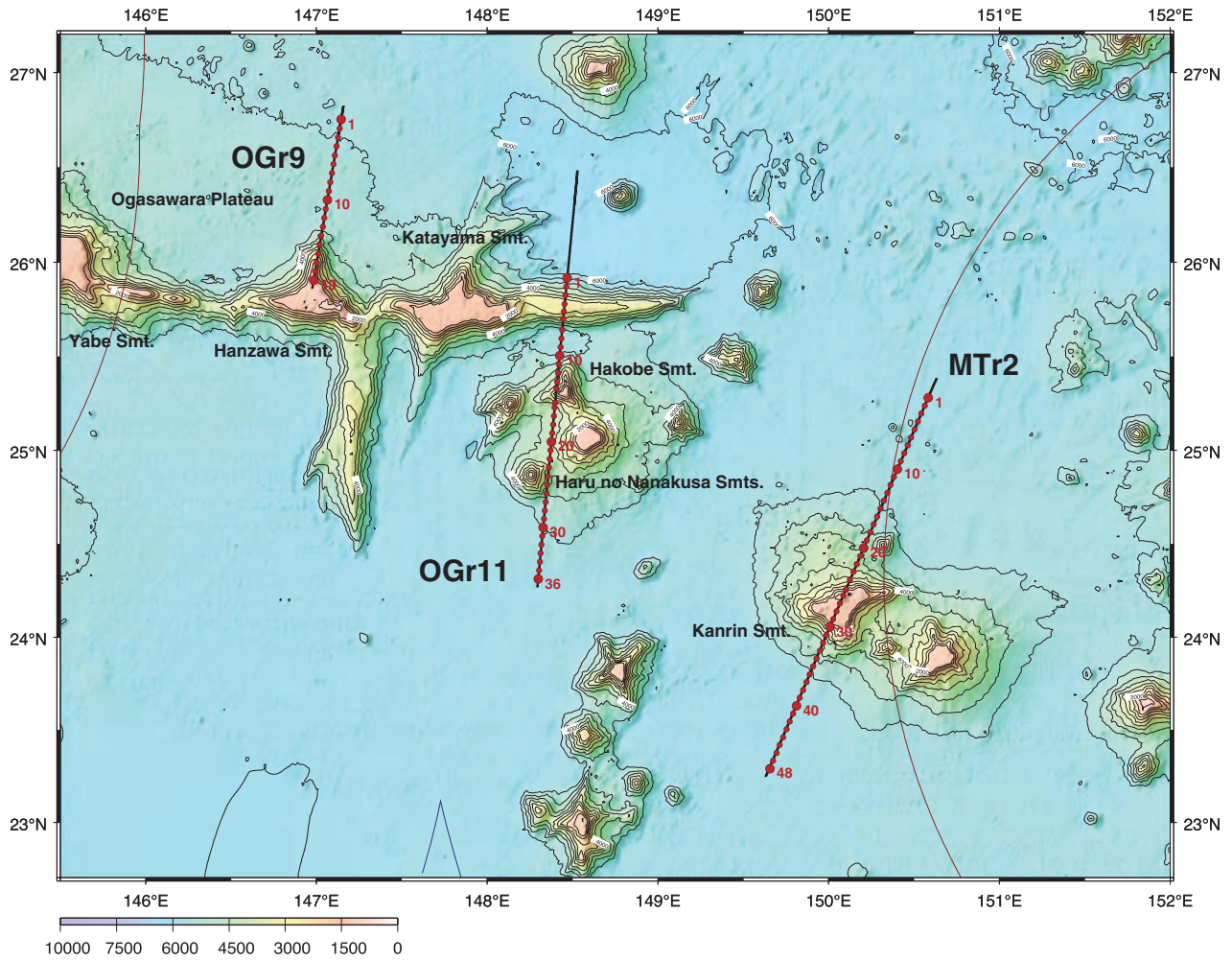
発震間隔：15sec（61m）

曳航ケーブル：シングルチャンネルストリーマケーブル

収録システム：TRITON ELICS社製DELPH PLUS

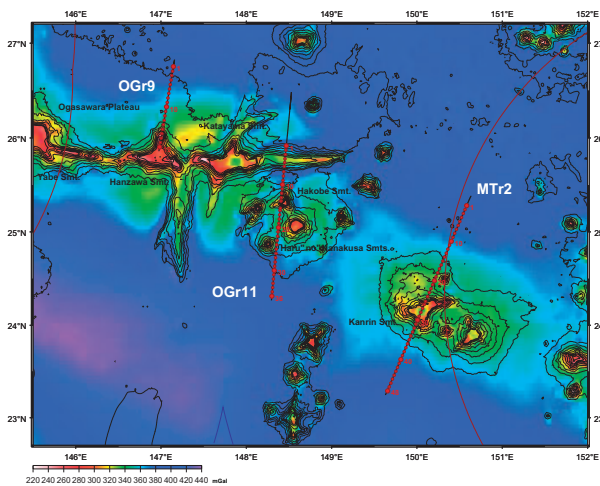
測線：OGr9、OGr11、MTr2（復路）

震源：屈折法地震探査と共通



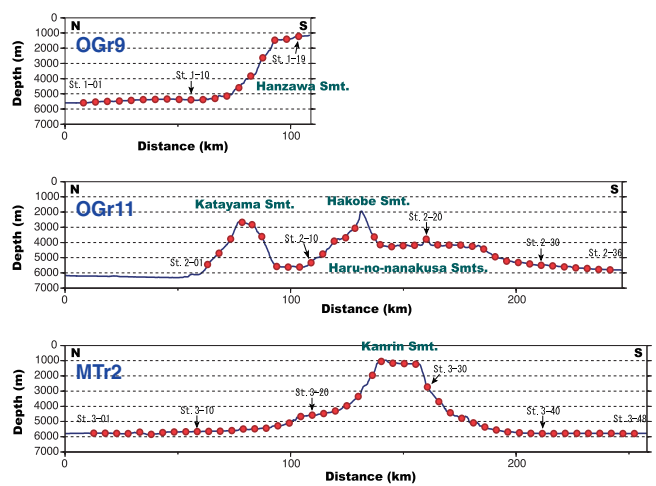
第2図：調査海域図。赤い点は地震計設置点を示す。

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2.67 g/cm<sup>3</sup>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/cm<sup>3</sup>.



第4図：探査測線断面図。

Figure 4 : Bathymetric profile along survey lines.

第1表：2004年度第10-12次大陸棚調査海底地震計パーツ構成表。

Table 1 : Information of OBS components used in the 10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004.

L27-LB : Katsujima Co., Ltd.							TOBS-24N : Tokyo Sokushin Co.						
Sl. No.	OBS No.	Glass Sphero	Sensor	Recorder	HDD	Battery	Hydrophone	Transponder	Sl. No.	OBS No.	Quartz	Flasher	Beacon
Sl-1-03	54	69584	0419	493	0361	290	BENTHOS 024	MX-1414	Sl-1-01	4-064	0269	5291154	3361296
Sl-1-04	52	6756	0435	523	0343	254	BENTHOS 028	MX-1424	Sl-1-02	4-097	0431	5291158	3361294
Sl-1-05	51	6753	0325	117	0363	294	HTI-253111	MX-1428	Sl-3-01	4-054	0261	5291134	3361303
Sl-1-06	55	5744	PMD172	419	0054	293	BENTHOS 031	MX-1448	Sl-3-02	4-050	0479	5291162	3361308
Sl-1-07	49	5743	64001	481	0159	304	HTI-253112	MX-1445	Sl-3-03	4-048	0477	5291128	3361367
Sl-1-08	47	5748	0418	513	0344	02-03	HTI-253089	MX-1421	Sl-3-04	4-055	0519	5291193	3361300
Sl-1-09	46	5771	212	466	0175	02-08	HTI-253052	MX-1419	Sl-3-05	4-053	0522	5291136	3361358
Sl-1-10	45	5766	0421	514	0342	223	HTI-253089	MX-1317	Sl-3-06	4-051	0496	5291169	3361298
Sl-1-11	43	5746	0427	524	0354	293	HTI-253100	MX-1415	Sl-3-07	4-056	0513	5291160	3361352
Sl-1-12	42	5737	0408	508	0396	297	HTI-253092	MX-1431	Sl-3-08	4-052	0524	5291155	3361305
Sl-1-13	41	5735	0431	509	0231	295	HTI-253072	MX-1420	Sl-3-09	4-049	0476	5291156	3361299
Sl-1-14	40	5759	0442	227	0070	292	HTI-253087	MX-1430	Sl-3-10	4-004	0016	5291161	3361297
Sl-1-15	38	5759	0429	492	0060	293	HTI-253083	MX-1453	Sl-3-11	4-003	0027	5291153	3361301
Sl-1-16	48	5762	0414	491	0392	210	HTI-253061	MX-1487	Sl-3-12	4-011	0024	5291130	3361304
Sl-1-17	44	5767	0432	489	0062	02-01	HTI-253071	MX-1450	Sl-3-13	4-000	0486	5291125	3361302
Sl-1-18	39	2996	0423	229	0168	02-06	HTI-253067	MX-1412	Sl-3-14	4-027	0053	5291164	3361307
Sl-1-19	27	68251	211	515	0003	286	HTI-253057	MX-1446	Sl-3-15	4-007	0003	5291132	3361355
Sl-2-01	37	5741	0416	505	0180	212	HTI-253088	MX-1429	Sl-3-16	4-002	0015	5291128	3361359
Sl-2-02	36	3000	0422	494	0362	277	HTI-253070	MX-1451	Sl-3-17	4-001	0012	5291157	3361306
Sl-2-03	15	68892	209	477	0365	220	HTI-253115	MX-1452	Sl-3-18	4-008	0068	5291140	3361365
Sl-2-04	2	62535	0709	483	0369	284	HTI-253094	MX-1447	Sl-3-19	4-073	0469	5291169	3361364
Sl-2-05	22	68261	0409	496	0002	290	HTI-253084	MX-1413	Sl-3-20	4-006	0004	5291146	3361331
Sl-2-06	1	5749	0705	470	0004	216	HTI-253109	MX-1490	Sl-3-21	4-008	0008	5291191	3361333
Sl-2-07	35	5734	0415	474	0359	274	HTI-253090	MX-1469	Sl-3-22	4-002	0094	5291143	3361332
Sl-2-08	34	68896	0715	489	0360	281	HTI-253091	MX-1426	Sl-3-23	4-005	0444	5291127	3361309
Sl-2-09	33	68245	0307	479	0007	300	HTI-253053	MX-1314	Sl-3-24	4-004	0463	5291152	3361329
Sl-2-10	32	69017	213	522	0164	294	HTI-253015	MX-1427	Sl-3-25	4-001	0014	5291105	3361330
Sl-2-11	31	69411	0434	419	0198	292	HTI-253083	MX-1482	Sl-3-26	4-015	0019	5291159	3361368
Sl-2-12	30	68886	0714	519	0368	287	HTI-253108	MX-1466	Sl-3-28	4-088	0374	5291133	3361339
Sl-2-13	29	68263	210	521	0009	221	HTI-253058	MX-1488	Sl-3-29	4-091	0120	5291144	3361366
Sl-2-14	28	68909	0300	507	0074	293	HTI-253102	MX-1485	Sl-3-30	4-086	0439	5291117	3361363
Sl-2-15	28	69677	0312	510	0366	237	HTI-253086	MX-1456	Sl-3-31	4-082	0455	5291141	3361338
Sl-2-16	25	69001	221	499	0174	296	HTI-253114	MX-1489	Sl-3-32	4-060	0131	5291117	3361335
Sl-2-17	24	69011	0407	499	0165	02-02	HTI-253124	MX-1476	Sl-3-33	4-058	0456	5291110	3361336
Sl-2-18	23	69006	218	506	0171	02-09	HTI-253054	MX-1454	Sl-3-34	4-000	0451	5291121	3361342
Sl-2-19	21	68272	0413	516	0351	02-10	HTI-253076	MX-1477	Sl-3-35	4-081	0450	5291124	3361310
Sl-2-20	20	69007	06002	495	0086	233	HTI-253113	MX-1499	Sl-3-36	4-063	0460	5291103	3361346
Sl-2-21	19	68997	0707	419	0071	234	HTI-253081	MX-1454	Sl-3-37	4-084	0454	5291112	3361309
Sl-2-22	18	61408	223	520	0341	240	HTI-253116	MX-1276	Sl-3-38	4-089	0044	5291120	3361340
Sl-2-23	17	68262	220	500	0089	275	HTI-253096	MX-1416	Sl-3-39	4-079	0478	5291104	3361312
Sl-2-24	14	68246	222	523	0099	230	HTI-253073	MX-1467	Sl-3-40	4-077	0517	5291195	3361314
Sl-2-25	13	69582	426	497	0346	222	HTI-253101	MX-1491	Sl-3-41	4-076	0515	5291118	3361322
Sl-2-26	16	69019	0433	472	0355	208	HTI-253099	MX-1475	Sl-3-42	4-075	0516	5291107	3361344
Sl-2-27	12	68230	0430	017	0349	207	HTI-253088	MX-1468	Sl-3-43	4-070	0474	5291119	3361313
Sl-2-28	11	69009	0311	460	0353	281	HTI-253074	MX-1452	Sl-3-44	4-071	0473	5291111	3361315
Sl-2-29	10	5755	225	101	0198	02-07	HTI-253119	MX-1481	Sl-3-45	4-072	0472	5291108	3361320
Sl-2-30	9	5747	286	228	0347	213	HTI-253103	MX-1473	Sl-3-46	4-074	0514	5291113	3361323
Sl-2-31	8	5761	0313	463	0160	283	HTI-253103	MX-1493	Sl-3-47	4-057	0519	5291122	3361317
Sl-2-32	7	5760	0305	503	0184	298	HTI-253120	MX-1470	Sl-3-48	4-061	0453	5291109	3361325
Sl-2-33	6	69574	0306	225	0074	280	HTI-253093	MX-1485					
Sl-2-34	5	5757	0306	226	0357	211	HTI-253104	MX-1447					
Sl-2-35	4	5752	06001	468	0364	238	HTI-253066	MX-1471					
Sl-2-36	3	5763	0304	409	0008	205	HTI-253106	MX-1465					

屈折法地震探査で設置した海底地震計は勝島製作所製L27-LB及び東京測振製TOBS-24Nで、OGr9測線では勝島製作所製17台と東京測振製2台、OGr11測線では全て勝島製作所製(37台)、MTr2測線では全て東京測振製(48台)である(第4図)。各々の海底地震計及び周辺機器の仕様は金田他[2005]及び林田他[2005]を参照されたい。本調査で使用した海底地震計の構成は第1表に掲げる。

屈折法地震探査での震源は、これまでの海上保安庁による探査と同様、BOLT社製エアガン4台から構成されているnon-tunedアレイ(総容量6000inch<sup>3</sup>)を用いた。エアガン及び発震システムは金田他[2005]と同等である。

シングルチャンネル反射法地震探査は屈折法地震探査と並行して実施したため、震源は屈折法地震探査と共有している。MTr2測線においては、エアガン水中直達波走時を利用した時刻補正を海底地震計に適用するため、測線を往復する必要がある。往路のみBOLT社製エアガン2台で構成されるnon-tunedエアガンアレイ(総容量700inch<sup>3</sup>)を使用した。反射法探査の機器仕様及びデータ収集システムは金田他

第2表：2004年度第10-12次大陸棚調査行動表。  
Table 2 : Ship operation in the 10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004.

Date	Remarks ( 10th Continental Shelf Survey 2004, Takuyo )
October 26	Departure from Odaiba Base, transit to OGr9
October 28	OBS deployment & location measurement on OGr9 (St.1-01 - St.1-02), transit to MTr2
October 29	OBS deployment on MTr2 (St.3-01 - St.3-16)
October 30	OBS deployment on MTr2 (St.3-17 - St.3-34)
October 31	OBS deployment on MTr2 (St.3-35 - St.3-48) & location measurement (St.3-46)
November 01	OBS location measurement on MTr2 (St.3-48 - St.3-34)
November 02	OBS location measurement on MTr2 (St.3-33 - St.3-18)
November 03	OBS location measurement on MTr2 (St.3-17 - St.3-01)
November 12	Arrival to Odaiba Base

Date	Remarks ( 11th Continental Shelf Survey 2004, Shoyo )
November 24	Departure from Odaiba Base, transit to OGr9
November 27	OBS deployment on OGr9 (St.1-03 - St.1-19), transit to OGr11
November 28	OBS deployment on OGr11 (St.2-01 - St.2-25)
November 29	OBS deployment on OGr11 (St.2-26 - St.2-36) & location measurement (St.2-36 - St.2-23)
November 30	Airgun shooting on MTr2 from south to north (700 cu.in.)
December 01	Airgun shooting on MTr2 from south to north (700 cu.in.) and north to south (6000 cu.in.)
December 02	Airgun shooting on MTr2 from north to south (6000 cu.in.), transit to OGr11
December 03	Airgun shooting on OGr11 from south to north (6000 cu.in.)
December 04	Airgun shooting on OGr11 from south to north (6000 cu.in.)
December 05	Airgun shooting on OGr11 from south to north and from north to south (6000 cu.in.)
December 06	Airgun shooting on OGr11 from north to south (6000 cu.in.), transit to OGr9
December 07	Airgun shooting on OGr9 from south to north (6000 cu.in.)
December 08	Airgun shooting on OGr9 from north to south (6000 cu.in.) OBS retrieval on OGr9 (St.1-01 - St.1-02) & location measurement (St.1-03 - St.1-13)
December 09	OBS retrieval on OGr9 (St.1-06 - St.1-03)
December 10	OBS retrieval on OGr9 (St.1-09 - St.1-13) & location measurement (St.1-14 - St.1-19)
December 11	OBS retrieval on OGr9 (St.1-14 - St.1-19), transit to OGr11
December 12	OBS location measurement on OGr11 (St.2-22 - St.2-12), transit to Futami Port
December 13	Arrival to Futami Port
December 15	Departure from Futami Port, transit to OGr11
December 16	OBS location measurement on OGr11 (St.2-01)
December 17	OBS retrieval on OGr11 (St.2-24 - St.2-19) & location measurement (St.2-11 - St.2-08)
December 18	OBS retrieval on OGr11 (St.2-18 - St.2-11) & location measurement (St.2-06 - St.2-02)
December 19	OBS retrieval on OGr11 (St.2-10 - St.2-05)
December 20	OBS retrieval on OGr11 (St.2-04 - St.2-01)
December 22	Arrival to Odaiba Base
December 25	Arrival to Odaiba Base

Date	Remarks ( 12th Continental Shelf Survey 2004, Takuyo )
November 27	Departure from Odaiba Base
December 04	OBS retrieval on MTr2 (St.3-48 - St.3-46)
December 05	OBS retrieval on MTr2 (St.3-45 - St.3-41)
December 06	OBS retrieval on MTr2 (St.3-40 - St.3-34)
December 07	OBS retrieval on MTr2 (St.3-33 - St.3-25)
December 08	OBS retrieval on MTr2 (St.3-24 - St.3-18)
December 09	OBS retrieval on MTr2 (St.3-17 - St.3-10)
December 10	OBS retrieval on MTr2 (St.3-09 - St.3-06)
December 11	OBS retrieval on MTr2 (St.3-05 - St.3-01), transit to OGr11
December 12	OBS retrieval on OGr11 (St.2-36 - St.2-31)
December 13	OBS retrieval on OGr11 (St.2-30 - St.2-25)
December 19	Arrival to Odaiba Base

[2005]及び片桐他[2005]に詳細が記されている。

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2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研究室員3-4人が乗船した。

地震計投入作業

東京測振製海底地震計は「拓洋」が、勝島製作所製海底地震計は「昭洋」が投入した。海底地震計の投入計画位置及び投入位置は第3表に示す。OGr9測線では両海底地震計が混在しており、St.1-01及びSt.1-02が東京測振製である。

OGr9測線St.1-16で海底地震計投入後に音響トランスデューサーで海底地震計沈降状態を確認する際、海底地震計の応答信号を受信することができな

第3表：2004年度第10-12次大陸棚調査海底地震計投入位置座標。Type欄の「K」は勝島製作所社製，「T」は東京測振社製を意味する。

Table 3 : Information of OBS deployment locations in the 10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004. "K" and "T" in the "Type" column indicate Katsujima L27-LB OBS and Tokyo Sokushin TOBS-24N OBS, respectively.

Table with columns: St. No., OBS No., Type, Planned Location (Latitude, Longitude, Depth), Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Difference, and Retrieval. Rows include stations SL-1-01 to SL-1-19.

Table with columns: St. No., OBS No., Type, Planned Location (Latitude, Longitude, Depth), Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Difference, and Retrieval. Rows include stations SL-3-01 to SL-3-19.

Table with columns: St. No., OBS No., Type, Planned Location (Latitude, Longitude, Depth), Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Difference, and Retrieval. Rows include stations SL-2-01 to SL-2-36.

Table with columns: St. No., OBS No., Type, Planned Location (Latitude, Longitude, Depth), Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Difference, and Retrieval. Rows include stations SL-3-20 to SL-3-48.

第4表：2004年度第10-12次大陸棚調査エアガンショットログ。

Table 4 : Airgunshot locations in the 10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004.

Table with columns: St. No., Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Settlement Location (Latitude, Longitude, Depth), Absolute, Parallel, and Perpend. Rows include stations SL-1-01 to SL-1-19.

Table with columns: St. No., Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Settlement Location (Latitude, Longitude, Depth), Absolute, Parallel, and Perpend. Rows include stations SL-3-01 to SL-3-19.

Table with columns: St. No., Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Settlement Location (Latitude, Longitude, Depth), Absolute, Parallel, and Perpend. Rows include stations SL-2-01 to SL-2-36.

Table with columns: St. No., Deployment Location (Latitude, Longitude, Depth), Settlement Location (Latitude, Longitude, Depth), Absolute, Parallel, and Perpend. Rows include stations SL-3-20 to SL-3-48.

第5表：2004年度第10-12次大陸棚調査海底地震計算出着底位置座標。

Table 5 : Information of OBS settlement locations calculated with the inversion method in the 10-12<sup>th</sup> Continental Shelf Survey 2004.

MTr2 (SCS)	Time (UTC)	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	SP
First shot	2004/11/30 5:30	23° 07.776'	149° 34.656'	5749	1
Last shot	2004/11/30 23:23	25° 19.437'	150° 36.177'	5773	4280

MTr2	Time (UTC)	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	SP
First shot	2004/12/1 2:28	25° 23.154'	150° 38.018'	5785	1
Last shot	2004/12/2 13:41	23° 14.749'	149° 37.838'	5784	1288

OGr11	Time (UTC)	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	SP
First shot	2004/12/4 19:18	26° 18.088'	148° 30.586'	6224	1
Stop shot	2004/12/4 21:22	26° 26.403'	148° 31.492'	6197	78
Restart shot	2004/12/5 1:32	26° 29.054'	148° 31.692'	6167	79
Last shot	2004/12/6 10:01	24° 15.965'	148° 17.664'	5820	1310

OGr9	Time (UTC)	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (m)	SP
First shot	2004/12/7 0:38	25° 51.569'	146° 58.511'	1142	1
Stop shot	2004/12/7 13:06	26° 40.558'	147° 07.812'	5507	459
Restart shot	2004/12/7 13:21	26° 41.518'	147° 07.993'	5520	460
Stop shot	2004/12/7 14:59	26° 47.937'	147° 09.228'	5607	520
Restart shot	2004/12/7 16:05	26° 49.513'	147° 09.484'	5600	521
Last shot	2004/12/7 18:34	26° 39.555'	147° 07.615'	5501	614

かった。St.1-19まで海底地震計投入後、St.1-16に戻り、再度信号を送信したが応答がなかったため、予備海底地震計を追加投入することにした。

海底地震計距離測定作業

2004年度第6次大陸棚調査（片桐他 [2005]）以降、海底地震計着底位置の算出にはエアガンの水中直達波走時を利用し、それに伴い海底地震計距離測定作業は各海底地震計につき1点に変更され、調査行動の円滑化が進められてきた。前回の地殻構造調査では2台の海底地震計で測距点を共有した結果、探査測線と測距の成す角度が小さくなり、海底地震計算出着底位置の誤差が大きくなった（～100m）ため、本探査では測距点は各海底地震計に1箇所ずつ設定した。

距離測定作業はエアガン発震前もしくは海底地震計揚収作業前に実施した。エアガン発震前に距離測定作業を実施した海底地震計は全ての海底地震計が応答したが、揚収前に実施した海底地震計ではSt.1-03、St.2-12、St.2-15の計3台で応答がなかった。

エアガン発震作業

エアガン発震ログ（第4表）に示す通り、MTr2、OGr11、OGr9測線の順でエアガン発震を行った。

MTr2測線は海底地震計時刻較正のため測線を往復する必要があったので、往路では高周波数の700 inch<sup>3</sup>、復路では6000inch<sup>3</sup>のエアガンアレイを震源として採用した。

OGr11測線に入線直後、左舷外側エアガンが発震停止したため、揚収・修理した。揚収したエアホース及び電磁弁ケーブルは至る所でキンクしており、測量船が回頭・入線した際にケーブル類をスクリューに巻き込んだために発震が停止したと考えられる。測線出線後、エアガンのショットログがファイルとして保存されていない事が判明し、急遽測線を折り返すことになった。PC画面上に残っていたログはファイルとして保存した。

また、測線出線後、OGr11測線往路ではシングルチャンネル反射法地震探査の記録が保存されていないことも判明した。これは収録装置であるDelph PLUSのバグと考えられ、SEG-YデータをIBM floating pointで収録すると収録停止時に作成したSEG-Yファイルを消去してしまう。MTr2測線の復路反射法データも同様に削除されていた。そのため、以後はIEEE754 floating pointで収録することにした。

OGr9測線では途中でマスタークロックが停止し、15分間ほどGPS時刻を取得できない状況になったため、測線出線後、折り返して約18kmに渡りエアガンを発震した。

エアガン周辺機器トラブルは生じたものの、エアガン自体の故障はなく、エアガン整備・発震作業に慣熟してきた感がある。

海底地震計揚収作業

海底地震計投入時及び距離測定作業時に応答のない4台の海底地震計は切り離し信号にも応答せず、これらを揚収することはできなかった。また、St.2-11、St.2-27、St.2-32は、距離測定作業で無事応答し、切り離し信号にも応答したが、一向に測量船との距離が縮まらず、浮上が確認されなかった。St.1-19は船上からの切り離し信号に対して電位不良（バッテリー低下）を意味する信号で返答してきており、浮上確認ができなかった。

これらの浮上が確認されなかった海底地震計に対

しては、日を改めて再度切り離し作業を実施したが、何れも揚収できなかった。

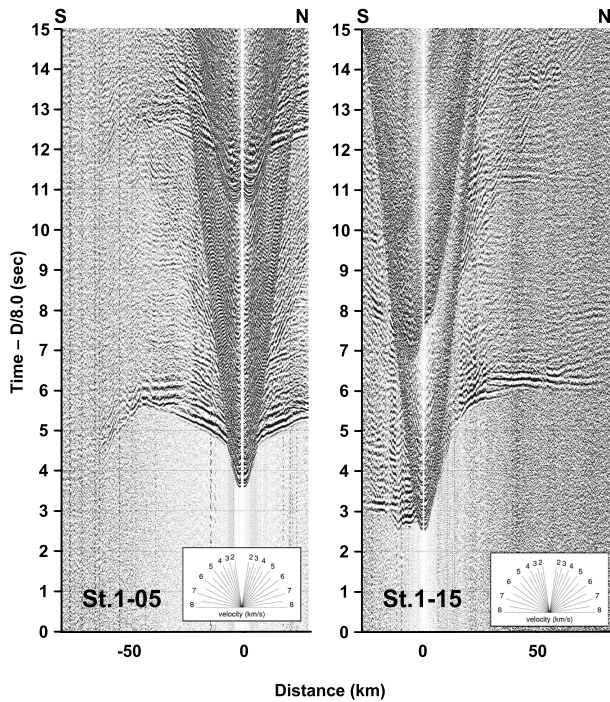
海底地震計の揚収率はOGr9測線が85% (17/20), OGr11測線が86% (31/36), MTr2測線が100% (48/48), 総合では92% (96/104) である。海底地震計別では勝島製作所製が85% (46/54), 東京測振製が

100% (50/50) となった。

#### 4 取得データ

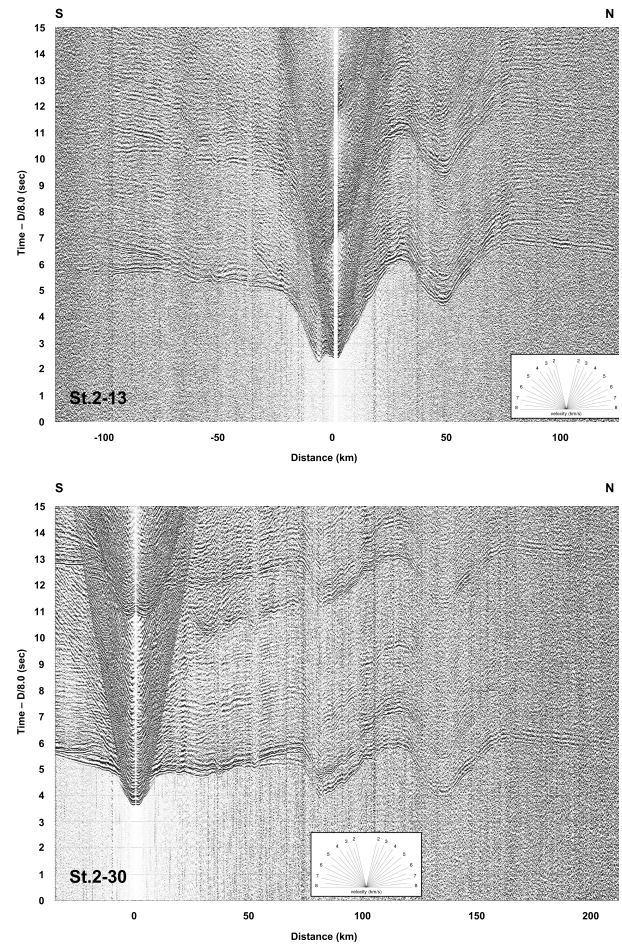
##### 屈折法地震探査

海底地震計のデータは、海底地震計に記録されたエアガンの水中直達波及び海上における距離測定結果を利用したインバージョンにより精密な時刻補正が行われる。この際に海底地震計の着底位置も精密に求められる。第5表には地震計投入位置、上記方



第5図：OGr9測線に設置した海底地震計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。(a) 半沢海山北方大洋底に設置したもの (St.1-05). (b) 半沢海山北側斜面に設置したもの (St.1-15).

Figure 5 : Record sections of vertical geophone component for OBSs on the OGr9, 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, 4-16 Hz bandpass filtering and slant stack for three traces are applied to the data. (a) Record section for St.1-05 on the oceanic floor to the north of the Hanzawa Seamount. (b) Record section for St.1-15 on the northern slope of the Hanzawa Seamount.

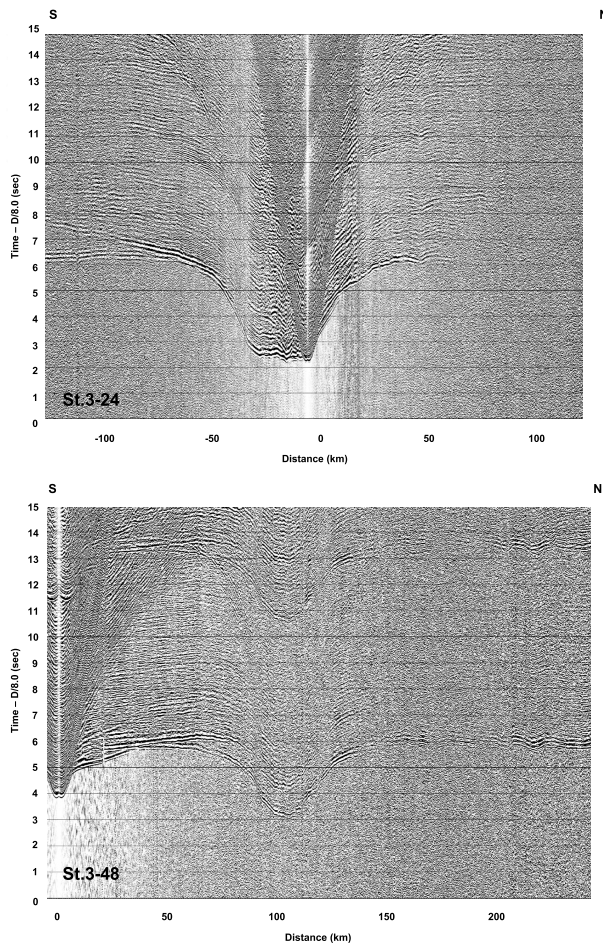


第6図：OGr11測線に設置した海底地震計の上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0km/s). (a) はこべ海山北側斜面に設置したもの (St.2-13). (b) 春の七草海山群南方大洋底に設置したもの (St.2-30).

Figure 6 : Record sections of vertical geophone component for OBSs on the OGr9, with a reduction velocity of 8.0km/s. (a) Record section for St.2-13on the northern slope of the HakobeSeamount. (b) Record section for St.2-30 on the oceanic floor to the south of the Haru-no-nakusa Seamounts.

法で算出された地震計着底位置，地震計投入位置と着底位置の水平方向成分のずれ及びそれを測線平行成分と直交成分とに分割したものを示す。

時刻補正をしてSEG-Yファイル化された海底地震計の収録データは，データの品質確認及び大まかな構造を解釈するため，レコードセクションとして図化される．今回回収されたデータは，St.2-09及びSt.2-17の hidroフォン成分の感度が極めて低かったことを除き，データの品質に特に問題はな



第7図：MTr2測線に設置した海底地震計の上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0km/s)。(a) 咸臨海山北側斜面に設置したもの (St.3-24)。(b) 測線南端部の大洋底に設置したもの (St.3-48)。

Figure 7: Record sections of vertical geophone component for OBSs on the OGr9, with a reduction velocity of 8.0km/s. (a) Record section for St.3-24 on the northern slope of the Kanrin Seamount. (b) Record section for St.3-48 on the oceanic floor on the southernmost part of MTr2 survey line.

かった。

以下に，本調査で得られた屈折法地震探査の記録として，海底地震計上下動成分のレコードセクションを各測線2台ずつ例示する。

1) OGr9測線

本測線は測線長が約110kmと短いため，半沢海山付近からの信号が読み取りにくくなっているものの，ほぼ測線全域からの信号が各海底地震計に記録されている．第5図には半沢海山北方大洋底に設置した海底地震計St.1-05，半沢海山北側斜面に設置した海底地震計St.1-15の記録を示す。

St.1-05では，北方・南方とも，見かけ速度約3.5 km/sから約6.7km/sに変わるレイヤー構造が認められる．また，南方オフセット距離35km付近からPnが出始め，地殻が比較的薄いことが予想され，海洋性地殻の特徴を示しているといえる。

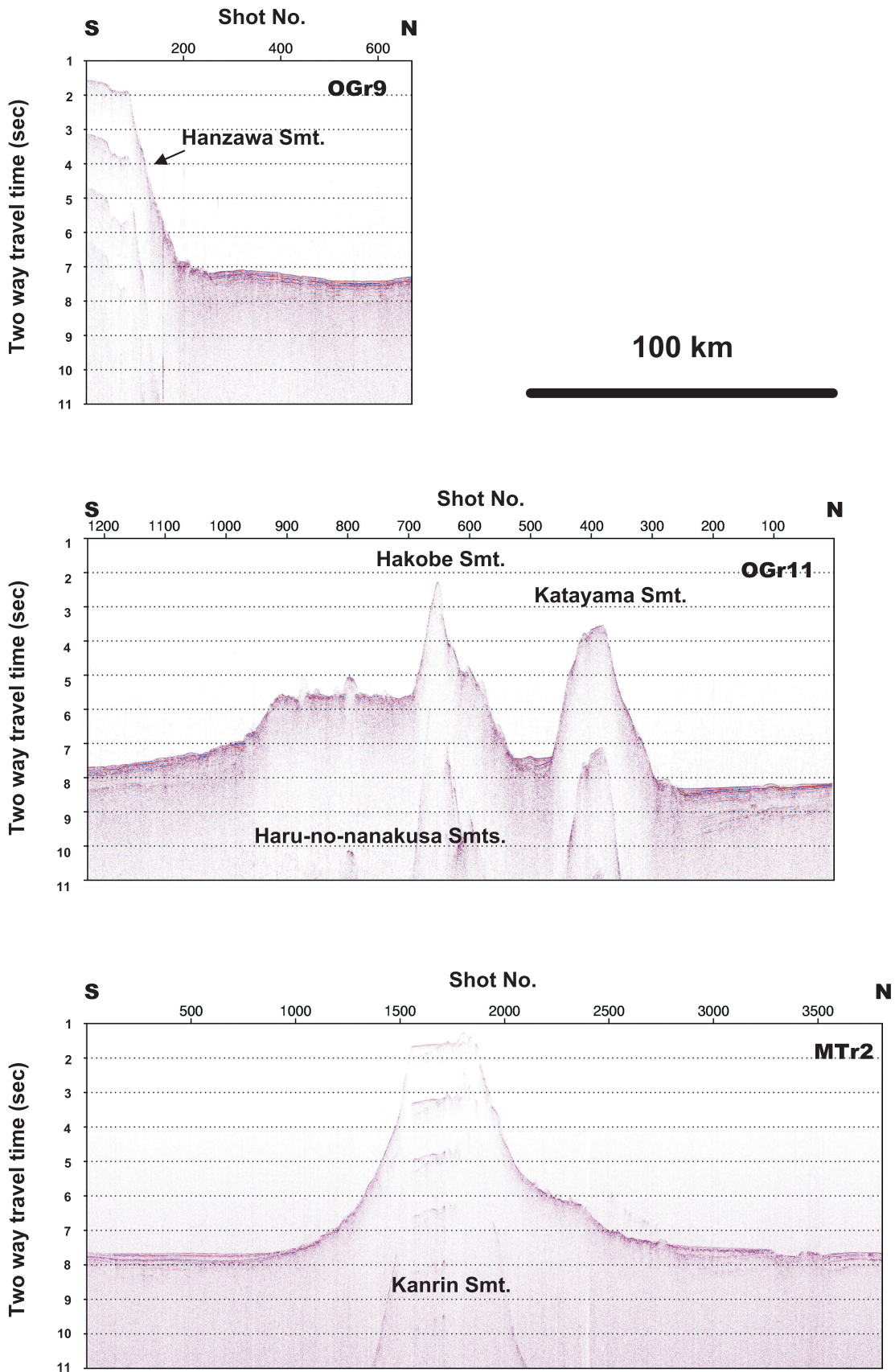
St.1-15は斜面に設置した海底地震計であるため，地形の影響を受けた記録になっている．北方オフセット距離50km付近からは，見かけ速度約8.0 km/sのPnが出始め，下部地殻とのレイヤー構造を示している．また，北方オフセット距離15kmの山頂付近ではレイヤー構造が確認され，山頂部に厚い石灰岩層の存在が窺われる。

2) OGr11測線

OGr11測線は片山海山及び春の七草海山群（はこべ海山）を縦断する地形の起伏が大きい測線のため，モホ面深度・構造の変化も大きく，海底地震計の設置場所によってはオフセット距離200km以上遠方からの信号も記録されているものもある．ここでは，はこべ海山北側斜面に設置した海底地震計St.2-13と春の七草海山群南方大洋底に設置した海底地震計St.2-30の記録を第6図に示す。

St.2-13では，南方ではオフセット距離50km付近からPnが確認される．北方は片山海山の地形の影響もあり判別が難しいが，オフセット距離50km付近からPnが出始めているように認められる．南方に対して北方のPnの見かけ速度は速く，約8.5km/sほどである．片山海山北方の海底地形面はほぼ平坦





第8図：シングルチャンネル反射法記録断面図。 OGr9及びOGr11測線では6000inch<sup>3</sup>エアガンアレイを、 MTr2測線では700inch<sup>3</sup>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 OGr9, OGr11 and MTr2. A seismic source for OGr9 and OGr11 profiles is non-tuned 6000 inch<sup>3</sup> airgun array and for MTr2 profile is non-tuned 700 inch<sup>3</sup> airgun array.

であるため地形の影響とは考えにくい。片山海山北方大洋底では、北に向かうに従い地殻が薄くなるか、上部マントルの速度が速いことが予想される。

St.2-30では、北方からはオフセット距離200kmを超えて信号が確認される。Pnはオフセット距離40km付近から出始め、春の七草海山群南方大洋底では見かけ速度約8.0km/sだが、片山海山北方大洋底では、St.2-13と同様、見かけ速度約8.5km/sを示している。

### 3) MTr2測線

MTr2測線では測線中央部に咸臨海山が位置し、両端部には大洋底が広がっている。大洋底に設置した海底地震計にはオフセット距離200km以上の信号が記録されており、上部マントルまでの速度構造を求めるに十分良好な記録になっている。本測線での収録記録として、咸臨海山北側斜面に設置した海底地震計St.3-24と測線南端部の海洋底に設置した海底地震計St.3-48のレコードセクションを第7図に例示する。

St.3-24では海山山頂部に反射波らしきものが確認され、厚い石灰岩層の存在が推察される。測線北部ではオフセット距離60km、南部では45km付近からPnが確認され、その見かけ速度は8.0km/sである。

St.3-48では測線北端（オフセット距離約250km）まで、構造上破線が伝播しにくいと思われる海山北部を除き、明瞭な信号が確認される。Pnはオフセット距離40km付近から出始め、地殻の厚さが薄い（約8km）ことが予想される。Pnの見かけ速度は8.0km/sである。

### 反射法地震探査

反射法地震探査記録断面図を第8図に示す。OGr9及びOGr11測線は6000inch<sup>3</sup>エアガンアレイによる断面図、MTr2測線では収録ソフトのバグにより、6000inch<sup>3</sup>の震源による記録が失われてしまったため、700inch<sup>3</sup>エアガンアレイによる断面図となっている。

いずれの測線においても海底面下0.2-0.3sec程

の厚さの層状堆積構造を明瞭に確認することができる。周辺域のOcean Drilling Program (ODP) の結果 (Shipboard Scientific Party [1990a, 1990b]) から、この部分では未固結の遠洋性堆積物の層は薄く (<100m)、主にチャート、石灰岩、泥岩等の比較的地震波速度が速い物質で構成されていると考えられる。

OGr11測線の測線両端部では基盤岩層と思われる反射面が海底面下0.8-1.2secに確認される。特に片山海山北方に厚い堆積構造が発達している。

## 5 総論

今回、海洋情報部の精密地殻構造調査として初めて東京測振社製の海底地震計を使用した。投入・揚収作業において特段の混乱を生じることなく調査を完了することができた。特に屈折法地震探査では、オフセット距離200kmより遠方の信号まで記録している海底地震計が多く、信号のS/Nも明瞭である良好な記録を取得することができたため、周辺海域の精度のよい速度構造モデルを作成することが期待できる。

### 謝辞

全調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.

Shipboard Scientific Party (1990a), Site 800, in Proc.  
ODP, Init. Repts., 129, edited by Y. Lancelot,  
R. Larson et al., pp.33-89, College Station,  
TX.

Shipboard Scientific Party (1990b), Site 801, in  
Proc. ODP, Init. Repts., 129, edited by Y. Lan-  
celot, R. Larson et al., pp.91-170, College Sta-  
tion, TX.