爆破地震動観測による東北日本を横断する 測 線 上 の 地 殻 構 造

第 1 部 気仙沼沖, 男鹿半島沖および
土畑爆破による地震動の観測

爆破地震動研究グループ
(昭和 43 年 9 月 14 日受理)

Crustal Structure in the Profile Across the Northeastern
Part of Honshu, Japan, as Derived from
Explosion Seismic Observations

Part 1. Observations of Seismic Waves Generated
from the Off Kesennuma, the Off Oga Peninsula
and the Tutihata Explosions

The Research Group for Explosion Seismology
(Received September 14, 1968)

Abstract

In the middle of March 1965, more than fifty shots were fired at sea Off Kesennuma in the northeastern part of Honshu for sixteen temporary observation sites on land and a receiving vessel. The amount of explosives is relatively small, 450 kg in maximum, in comparison with the land shots. In early March 1966, an explosion at Tutihata Mine and twenty-one shots at the Off Oga Peninsula were fired for almost the same temporary stations with those in the Off Kesennuma explosions. In these experiments, good records were obtained through the profile. These experiments in the northeastern part of Honshu are described and the observational results are presented.

§ 1. ま え が き

東北日本はほぼ中央を横切る脊梁山脈を境に東側の外帯と西側の内帯に分たれている。その外帯は三陸沖の地震帯から日本海溝に続き、内帯は新第三紀のグリーンタフ活動の日本における典型的な地域となつていて日本海に続いている。

この地域ではすでに 1950 年岩手県石淵においてわが国初の爆破地震動の実験が行なわれて以来 [爆破地震動研究グループ (1951)], 1957 年までこの地方で同様な実験が続けられた [爆破地震動研究グループ (1953), (1955), (1957), (1960)]. これ等の資料を用いて東北地方の

Fig. 1(a). Topography surrounding the surveyed area. thick cross mark: Tutihat shot point, K: temporary station Kesennuma, M: temporary station Monzen, S. 7: Shot No. 7. Numbers in the figure give water depth of isobath in meters.

地殻構造が求められた [松沢 (1959), 松沢他 (1960)]. その後, 観測技術の進歩とともに, 各地で爆破実験が行われてきた. 1961~63 年に行なわれた 139° 線に沿う測線においてわが国で始めて爆破観測によつて P 波の速度 6.5 km/s 程度のいわゆる玄武岩層が見出された [爆破地震動研究グループ (1964), 堀田他 (1964)]. また 1963~64 年に行なわれた西南日本における観測でも, 同様に玄武岩層が確認された [爆破地震動研究グループ (1966), 橋爪他 (1966)].

Fig. 1(b). Observation sites.

cross mark: Tutihat shot point

open circle: observation sites for the Off Kesennuma explosions

closed circle: observation sites for the Tutihat and the Off Oga Peninsula explosions

⊙: observation sites for three explosions

Numbers in the figure correspond to those in Tables 2 and 4 except K and O.

そして従来日本では世界の他の地域より小さいと考えられていた上部マントルの P 波速度として 8.0 km/s 位の値が求められた。

一方陸上観測点のための海中あるいは水中における爆破は Carnegie 研究所らによつてアメ

Fig. 1(c). The locations of shot points and the receiving vessel and the topography in the Off Kesennuma explosions.

large open circle: test shot

large closed circle: shot

small open circle: the position of receiving vessel for the shot with given number

small closed circle: the position of receiving vessel for the test shot

The topography of sea bottom under the shot points is given in the lower part and the abscissa is the distance from Karakuwa.

リカ合衆国やヨーロッパなどについても行なわれて来た。これらの新しい技術と知識で、東北地方の以前の観測で求めることが出来なかつた、さらに詳しい日本列島およびその縁辺地域の地殻構造を求める目的で、国際地球内部開発計画によつて気仙沼沖、岩手県土畑および男鹿半島沖で爆破実験を行なつた。

以下この観測の概要について報告する。この概要をまとめるに当つて次の諸氏の努力に負うところが多い。

Fig. 1(d). The locations of shot points and the topography in the Off Oga Peninsula explosions.

open circle: test shot

closed circle: shot

The topography of sea bottom under the shot points is given in the lower part and the abscissa is the distance from Monzen.

浅沼俊夫 (科博), 浅野周三 (東大), 尾池和夫 (京大), 岡田 惇 (東大), 嶋 悦三 (東大), 田望 (北大), 野越三雄 (秋大), 乗富一雄 (秋大), 萩原研二 (科博), 橋爪道郎 (京大), 浜口博之 (東北大), 村内必典 (科博), 村瀬 勉 (職業訓練大), 吉井敏尅 (北大).

§ 2. 爆破実験概要

1965 年 3 月 11~12 日および 14~15 日気仙沼沖において 50 回を越す爆破実験が行なわれ, 震源位置を決定するための水中マイク観測点の三点を含む 16 点で観測が行なわれた. この様子を Fig. 1 および Table 2 に示す. 爆破船は海上保安庁水路部に所属する「明洋丸」で, 通常の深海地震探査で行なわれる場合と同様, 船を定速で走らせながら一定の長さの導火線に点火して火薬を投下していくというやり方であつた. 爆破点の位置, 薬量, 水深などを Table 1 に示す. またこの実験においては海上に気象庁舞鶴海洋気象台所属の観測船「清風

Fig. 2(a). Tutihata shot point.

丸」も配置して観測を行なった。観測船の位置は常にロランで確めながら通常の深海地震探査で行なわれる方法と同様にして3台のハイドロフォンで観測がなされた。

1966年3月5日岩手県土畑において、続いて3月9～10日に男鹿半島沖で21回の爆破実験が行なわれた (Fig. 1)。この実験における観測点は、いくつかの例外を除き気仙沼沖爆破の場合の観測点と同位置あるいは極く近くに設けられた (Table 4)。土畑爆破の爆破点附近の地形および地質図は Fig. 2 に示す [藤田他 (1966)]。土畑鉱山の廃鉱において Fig. 2(a) に示すような方法で約2トンのダイナマイトを爆破した。男鹿沖爆破に関してはハイドロフォン観測点は2点であつた。爆破点の位置、薬量、水深などは Table 3 に示した。爆破船は日本近海捕鯨株式会社に所属する「勝丸」であつた。

各観測点は固有周波数 1～4 cps の電磁式地震計で磁気録音テープに録音する方法が取られた。ハイドロフォンは 100～1000 cps の周波数特性を有するセラミック型のものである。

各観測点の位置は三角測量あるいは航空写真によつて決められた。

§ 3. 海上爆破点位置の決定について

海上爆破点位置決定はすでに述べたように、気仙沼沖爆破では3観測点、男鹿半島沖では2観測点でハイドロフォンによつて水中音波を受信する方法でなされた。ハイドロフォンは各観測点共、海岸より数 10 m 以上はなれた水深 10～30 m の所のほぼその中間位の深さの位置に吊下げられた。爆破受信音は各観測点共、大体全爆破実験にわたり明瞭に受信された。

観測点が3カ所以上ある場合は未知量の水中音波速度および位置がすべて決まる。気仙沼沖爆破で求められた各爆破別の速度を Fig. 3 に示す。横軸は唐桑からの距離である。明らかに他と大きくはずれた、shot 6, shot 11 を除いた平均値は 1456 m/s となる。この値を用いてあらためて全爆破点の位置を最小自乗法で決めなおした。またこの時の海水表面近くの温度お

Fig. 2(b). Geology around the shot points.

- 1-4 Oishi formation
- 5 rhyolite
- 6-7 Kotunagisawa formation
- 8 Kurosawa formation
- 9 Hanayama formation
- 10 andesite

Fig. 3. The sound velocity in water determined from the three hydrophone stations in the Off Kesennuma explosions. The abscissa is the distance from Karakuwa.

よび塩分から推定される海水表面音波速度は Mathew's の表によると 1460 m/s であった。

男鹿半島沖爆破の場合は以上のようにして速度，位置を同時に決定できないので，ロランによつて決められた爆破点位置を第一近以として平均速度を求めた。この値は門前に対しては 1476 ± 5 m/s，岩館に対しては 1475 ± 5 m/s であった。われわれは 1476 m/s の値を全爆破点に適用して位置を決めた。

§ 4. 観測結果

Table 1 にみられるように今回の海上爆破の薬量はせいぜい 500 kg 足らずであつたが，初動が充分利用出来る震央距離が冬期風雪波浪下の悪条件にもかかわらず 300 km にまで及んだ。また 25 kg という少量の火薬で 175 km の遠点で明瞭な初動を観測し得て，その最大振幅は 300 kg 以上の薬量のそれにも匹敵したものがあつた。初動が明瞭な「引き」を示した記録もいくつかあつた。これらの理由がいかなる原因によるものかは究明に値しよう。この地震波の発生あるいは伝播効率の良さに加えて，観測計器の改良と統一によつて，従来の実験に比較して圧倒的に多くの優れた記録をうることが出来た。

しかし各個の地震記録上では，初動あるいは後続波が必ずしも明瞭でないものも数多くあつた。観測記録は次のように時間精度，相の確かさを考慮して段階をつけて読取られた。

- A: 初動が非常に明瞭なもの
- B: かなり明瞭な初動および後続波
- C: やや不明瞭な初動および後続波
- D: 刻時精度が 0.1 秒より悪い，あるいは相はありそうだが疑わしい。

観測船による観測は普通の深海地震探査において行なわれる方法で，3ケのハイドロフォン

の出力に低周波濾波器を通すことによつて行なわれた。多くの初動の記録は非常に明瞭であつた。

データの詳細に関しては東京大学地震研究所彙報第 46 巻 (1968) 539 頁を参照されたい。これらの資料から得られた解析結果については同じ表題の第 2 部に与えられている [橋爪他 (1968)]。

謝 辞

本観測に當つて次にあげる機関から御便宜をはかつて頂いた。ここに記して感謝します。

海上保安庁、水路部、関係管区海上保安本部；気象庁、舞鶴海洋气象台；日本放送協会；日本近海捕鯨株式会社；土畑鉱業所；関係県庁当局、市町村役場および警察本部；気仙沼水産高等学校；関係漁業組合。

また始終御指導頂いた元東京大学地震研究所々長河角広名誉教授および萩原尊礼教授に深く感謝します。

図版作成は主に藤井慶子、岩田悦子、杉本幸子の方々によります。記して感謝します。

なおこの観測は国際地球内部開発計画、文部省科学研究費、地震研究所持別事業費の各資金によつて実施されました。

文 献

- 爆破地震動研究グループ, 1951, 石淵爆破地震動の観測, 地震 II, 2, 77.
 同上, 1953, 第 2 回石淵爆破地震動観測結果, 地震 II, 6, 5.
 同上, 1953, 東北日本における第 3 回爆破地震動観測, 地震 II, 6, 84.
 同上, 1953, 釜石鉱山における大爆破作業による地震動の観測, 地震 II, 6, 122.
 同上, 1955, 釜石鉱山における第 2 回大爆破作業による地震動の観測, 地震 II, 7, 209.
 同上, 1957, 第 3 回釜石中爆破地震動観測について, 地震 II, 10, 86.
 同上, 1960, 第 2 回鉾田爆破地震動の観測, 地震 II, 13, 90.
 同上, 1964, 爆破地震動観測による本州中央部を南北に横断する測線上の地殻構造, 第 1 部 紫雲寺・安中・河津爆破地震動の観測, 地震 II, 17, 187.
 同上, 1966, 第 1 回, 第 2 回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造, 第 1 部 第 1 回, 第 2 回倉吉爆破および花房爆破地震動の観測, 地震 II, 19, 107.
 藤田至則, 垣見俊弘, 沓沢 新, 三梨 昂, 水野篤行, 佐藤二郎, 山下 昇, 1966, 脊稜地域の新第三紀における造構運動, 地団研専報, 12, 42.
 橋爪道郎, 川本 整, 浅野周三, 村松郁栄, 浅田 敏, 玉城逸夫, 村内必典, 1966, 第 1 回, 第 2 回倉吉爆破および花房爆破より得られた西部日本の地殻構造, 第 2 部 西部日本の地殻構造, 地震 II, 19, 125.
 橋爪道郎, 尾池和夫, 浅野周三, 浜口博之, 岡田 惇, 村内必典, 嶋 悦三, 野越三雄, 1968, 爆破地震動観測による東北日本を横断する測線上の地殻構造, 第 2 部 地殻構造, 地震 II, 21, 273.
 堀田 宏, 村内必典, 宇佐美竜夫, 嶋 悦三, 本谷義信, 浅沼俊夫, 1964, 爆破地震動観測による本州中央部を南北に横断する測線上の地殻構造, 第 2 部 地殻構造, 地震 II, 17, 201.
 MATUZAWA, T., 1957, On the Crustal Structure in North-East Japan by Explosion Seismic Observations, Bull. Earthq. Res. Inst., 37, 123.
 松沢武雄, 松本利松, 浅野周三, 1960, 第 2 回鉾田爆破地震動観測から得られた地殻構造について, 地震 II, 13, 78.
 OFFICER, C. B., J. I. EWING, J. F. HENNION, D. G. HARKRIDER, and D. E. MILLER, 1959.

Physics and Chemistry of the Earth, 3, Pergamon Press, London, 17.
 SHOR, G. G., 1963, The Sea, 3, Intescience Publishers, 20.

Table 1. Charge size, shot time, locations of shot points, shot depth and water depth in the Off Kesennuma explosions.

Shot No.	Charge size	Corrected shot time*	Shot point		Shot depth	Water depth	
			Latitude (N)	Longitude (E)			
shot 1	kg 300	1965				m 255**	sec 0.170
2	"	Mar. 11 23 03 13.478	38°35'05.2	142°01'39.7	0.200 ^{sec}	400	0.267
3	450	Mar. 12 00 03 26.307	38 30 06.0	142 08 55.0	0.216	588	0.392
4	"	" 01 03 28.836	38 24 41.1	142 17 38.8	0.218	848	0.565
5	"	" 02 03 25.677	38 18 44.4	142 27 42.6	0.214	1140	0.760
6	"	" 03 03 28.827	38 11 52.5	142 35 22.4	0.220	1347	0.897
7	"	Mar. 14 23 13 29.647	38 42 24.0	141 54 53.3		256	0.167
8	"	Mar. 15 00 03 27.802	38 37 56.2	142 02 05.2	0.218	403	0.263
9	"	" 01 03 27.086	38 33 18.3	142 08 48.9	0.218	567	0.373
10							
11	"	" 02 58 28.763	38 23 02.0	142 22 53.4	0.227	946	0.631
12	300	" 03 22 40.192	38 24 04.2	142 20 28.7	0.240	881	0.590
test 41	25	Mar. 14 22 13 07.983	38 48 19.4	141 45 22.8	0.041	143	0.095
42	"	" 22 19 57.134	38 47 38.4	141 46 29.1	0.034	152	0.101
43	50	" 22 27 08.510	38 46 57.1	141 47 36.2	0.045	160	0.106
44	"	" 22 33 09.396	38 46 21.2	141 48 33.5	0.045	166	0.110
45	"	" 22 41 15.715	38 45 29.2	141 49 57.2	0.049	178	0.118
46	"	" 22 48 23.511	38 44 47.2	141 51 03.8	0.074	190	0.125
47	"	" 22 55 22.540	38 44 02.7	141 52 15.4	0.074	205	0.136
48	"	" 23 02 23.301	38 43 17.2	141 53 27.8	0.074	224	0.148
49	"	" 23 23 24.499	38 40 59.0	141 57 09.7	0.074	284	0.188
50	"	" 23 36 26.475	38 39 33.4	141 59 33.7	0.074	328	0.217

(to be continued)

* Shot time is corrected to a shot at sea surface.

** The sound velocity in water is assumed to be 1500 m/s.

Table 1.

(continued)

Shot No.	Charge size	Corrected shot time			Shot depth	Water depth	
			h	m	s	m	sec
test 1	25	Mar. 11	20	01	10.291	260	0.173
2	"	"	20	11	51.422	273	0.182
3	"	"	20	22	41.905	287	0.191
4	"	"	20	41	10.455	313	0.209
5	"	"	20	51	09.999	327	0.218
6	10	Mar. 12	05	03	57.492	1418	0.945
7	"	"	05	07	57.515	1404	0.936
8	"	"	05	11	57.925	1431	0.954
9	"	"	05	15	57.718	1422	0.948
10	"	"	05	19	56.664	1436	0.957
11	"	"	05	23	57.239	1430	0.953
12	"	"	05	27	58.304	1440	0.960
13	5	"	05	31	52.132	1455	0.970
14	"	"	05	35	53.522	1458	0.972
15	2	"	05	40	20.661	1461	0.974
16	"	"	05	44	25.567	1451	0.967
17	"	"	05	48	25.467	1442	0.961
18	"	"	05	52	25.070	1427	0.951
19	"	"	05	56	24.590	1412	0.941
20	"	"	06	00	22.731	1389	0.926
21	"	"	06	04	24.587	1377	0.918
22	"	"	06	08	26.637	1382	0.921
23	"	"	06	12	25.250	1367	0.911
24	"	"	06	16	25.449	1352	0.901
25	"	"	06	20	25.012	1343	0.895
26	"	"	06	24	26.066	1338	0.892
27	5	"	06	28	54.073	1329	0.886
28	"	"	06	32	52.493	1314	0.876
29	"	"	06	36	52.422	1311	0.874
30	10	"	06	41	58.596	1304	0.869
31	"	"	06	45	58.226	1292	0.861
32	"	"	06	49	56.368	1275	0.850
33	"	"	06	55	00.270	1254	0.836
34	16	"	06	58	58.819	1230	0.820
35	25	"	07	05	11.855	1200	0.800
36	"	"	07	11	12.360	1185	0.790
37	50	"	07	21	08.801	1158	0.772
38	"	"	07	31	08.580	1124	0.749
39	"	"	07	41	09.499	1074	0.716
40	100	"	07	51	21.053	1040	0.693

Table 2. Locations of observation sites and observers
in the Off Kesennuma explosions.

Station No.	Observation point	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
K- 1	Kamaisi S " H	39°13' 19.7 39 13 03.9	141°55' 34.5 141 55 51.4	^m 10 -25	{M. Hashizume, K. Mino, {K. Kurokawa, Y. Matuo
K- 2	Enosima S " H	38 23 52.6 38 24 07.5	141 36 02.1 141 36 14.8	15 -20	E. Shima, M. Sibano, Y. Ichinose
K- 3	Karakuwa S " H	38 51 21.4 38 51 15.5	141 40 35.3 141 40 41.5	20 -20	T. Asanuma, Y. Hirobe, Y. Saizyō
K- 4	Kesennuma	38 58 33.1	141 30 49.9	155	N. Nakazima, T. Terashima
K- 5	Daitō	39 01 40.5	141 25 12.4	170	K. Yamamoto, K. Abe, K. Tanaka
K- 6	Higasiyama	39 00 16.5	141 13 05.5	205	{I. Karakama, S. Kubota, {T. Takahashi, Y. Okuma
K- 7	Mizusawa	39 03 57.1	141 13 45.1	255	{T. Asada, H. Shimamura, {T. Namie
K- 8	Iwasaki-sinden	39 15 02.9	141 01 25.1	156	H. Watanabe, M. Nakamura
K- 9	Waka-sennin	39 18 26.3	140 54 42.7	165	T. Ōide, T. Tada
K-10	Yuda	39 18 01.6	140 46 56.4	250	Y. Motoya, S. Nakai, T. Moriya
K-11	Rokugō	39 24 18.1	140 34 46.3	62	{M. Katsumata, M. Seino, {T. Ishizawa, Y. Kawamura
K-12	Nakasen	39 31 58.7	140 31 27.0	80	K. Oike, S. Takemoto, U. Magari
K-13	Miyatamata	39 39 15.3	140 24 56.6	240	{I. Muramatsu, S. Suzuki, {Y. Tooyama
K-14	Kayamori	39 42 54.5	140 18 35.7	90	{S. Asano, M. Yanagisawa, {M. Imaizumi
K-15	Matubara	39 45 52.3	140 10 12.9	40	{O. Kawamoto, Y. Ohba, {Y. Nakamori
K-16	Kitaura	39 57 27.9	139 46 49.4	30	{K. Noritomi, S. Nabetani, {M. Nogoshi
Shooting Vessel, Meiyo-maru					{S. Murauchi, K. Ichikawa, {K. Hagiwara
Receiving Vessel, Seihu-maru					{N. Den, T. Murase, S. Iizuka, {T. Yoshii
Surveyer					A. Okada

Table 3. Charge size, shot time, locations of shot points, shot depth and water depth in the Off Oga Peninsula explosions.

Shot No.	Charge size	Corrected shot time*			Shot point		Shot depth	Water depth	
		1966 Mar.	h	m	s	Latitude (N)	Longitude (E)		
test 1	kg 10	Mar. 9	22	20	57.344	39°57' 37.8	139°34' 07.3	sec 0.050	m 593**
2	10	"	22	30	58.043	39 58 40.2	139 31 47.3	0.045	986
3	22.5	"	22	41	31.749	40 00 00.2	139 29 40.9	0.058	1359
4	25	"	22	51	10.938	40 01 00.3	139 27 19.5	0.054	1420
Shot 1	300	"	23	02	25.536	40 01 58.9	139 24 54.8	0.136	1425
2									
3	"	"	23	18	25.261	40 04 02.3	139 21 29.7	0.136	1404
4	"	"	23	28	21.723	40 05 14.2	139 19 15.1	0.156	1593
5	"	"	23	38	29.318	40 06 23.5	139 17 00.1	0.144	1948
6	"	"	23	48	26.233	40 07 44.5	139 14 42.3	0.141	2129
7	"	"	23	58	25.983	40 08 48.9	139 12 22.6	0.143	2214
8	"	Mar. 10	00	08	22.088	40 09 59.2	139 10 02.0	0.149	2339
9	"	"	00	18	32.523	40 11 09.0	139 07 43.0	0.136	2470
10	"	"	00	28	26.334	40 12 14.1	139 05 15.9	0.137	2504
11	"	"	00	42	22.388	40 13 42.1	139 01 55.2	0.146	2594
12	450	"	00	57	28.991	40 15 46.1	138 58 43.5	0.137	2532
13									
14	"	"	01	20	24.074	40 18 51.6	138 53 52.9	0.162	2756
15	"	"	01	37	22.123	40 21 20.1	138 50 22.9	0.163	2777
16	"	"	01	52	16.280	40 23 12.3	138 47 00.5	0.160	2994
17	"	"	02	07	17.098	40 25 19.6	138 43 51.6	0.157	3062
18									
19	"	"	02	28	20.713	40 28 02.9	138 39 09.2	0.161	3062
20	"	"	02	42	21.221	40 29 43.2	138 35 54.1	0.164	2755
21	475	"	02	57	13.733	40 31 20.6	138 32 21.4	0.179	2913
Tutihata	2000	Mar. 5	01	07	00.033	39 17 00.5	140 48 28.1	405 m (Height)	

* Shot time is corrected to a shot at sea surface.

** The sound velocity in water is assumed to be 1500 m/s.

Table 4. Locations of observation sites and observers in the Tutihata and the Off Oga Peninsula explosions.

Station No.	Observation point	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
O-18	Iwadate S	40°23'52.5	139°58'50.2	^m 20	{M. Hashizume, H. Kobayashi, S. Iizuka
T, O-17	Monzen S-1	39 51 44.7	139 45 15.5	40	{T. Asanuma, T. Saizyo, Y. Ichinose
	" S-2	39 51 49.9	139 45 26.8	75	
	" H	39 51 24.6	139 45 10.6		
T, O-16	Kampuzan	39 55 51.9	139 52 41.8	190	{K. Noritomi, M. Nogoshi, Y. Ueda
T, O-15	Matsubara	39 45 52.3	140 10 12.9	40	Y. Ohba, Y. Nakamori, N. Seto
T, O-14	Kayamori	39 42 58.2	140 18 40.4	90	H. Hamaguchi, Y. Sawada
T, O-13	Arakawa	39 37 24.8	140 23 27.4	95	N. Nakazima, M. Ichinose
T, O-12	Nakasen	39 31 58.7	140 31 27.0	80	K. Oike, T. Onoguchi
T, O-11	Rokugō (a)	39 24 19.4	140 34 45.5	62	T. Ōida, T. Tada, K. Kidono
T-10	Tutihata No. 1	39 17 01.5	140 48 28.2	410	{T. Utsu, Y. Motoya, Y. Sasaki, T. Usami
	" No. 2	39 17 09.8	140 48 32.7	418	
	" No. 3	39 17 16.5	140 48 31.9	412	
O-10	Yukawa (A)	39 15 54.6	140 46 35.8	320	"
	" (B)	39 15 54.7	140 46 36.9	320	
T- 9	Waka-sennin	39 18 26.3	140 54 42.7	165	{T. Yoshii, S. Suzuki, N. Sakazi
O- 9	"	39 18 28.2	140 54 45.5	165	
T, O- 8	Iwasaki-sinden	39 14 35.7	140 59 40.0	250	{H. Watanabe, M. Nakamura, A. Kuroiso, T. Minami
T, O- 7	Mizusawa	39 03 57.1	141 13 45.1	255	H. Shimamura, T. Namie
T, O- 6	Higasiyama	39 00 16.5	141 13 05.5	205	M. Yanagisawa, S. Koresawa
T- 4	Kesennuma				S. Asano, A. Mochizuki
O- 4	" Pt. 2	38 52 28.7	141 32 21.6	60	
	" Pt. 2	38 52 29.4	141 32 20.7	60	
	" Pt. 1	38 52 31.0	141 32 17.4	60	
Shooting Vessel, Katsu-maru					S. Murauchi, K. Ichikawa, K. Hagiwara
Surveyer					A. Okada