

北西太平洋における人工物体の探索実験

門馬大和*¹ 大塚 清*¹ 土屋利雄*²
堀田 宏*¹

1983年7月、北西太平洋の水深5,700 mの海域において、深海曳航式ソナー及びカメラによる人工物体探索実験を行い、1977年から開発を続けている「深海底探索調査システム」の性能評価を行った。

実験は、先づ音響航法のためのトランスポンダを3基設置し、コンクリート詰の200 ℓドラム缶22個を4回にわけて、直径50 mの範囲に投下した。次に、ソナーを1～1.5 ktの速度で曳航し、ドラム缶の探索を行った。ソナーには、ドラム缶と思われる複数のエコーが記録され、その分布範囲は約300 mであった。その後、0.5～1 ktの速度でカメラをドラム缶の分布域に誘導し、投下地点を4回通過した。その結果、3回にわたってドラム缶をTVカメラで目視確認し、写真撮影することができた。

以上の実験により、ソナー、カメラ、音響航法等、システム構成装置の性能が確認された。

Experimental Searching for Artificial Objects in the Northwest Pacific Ocean

Hiroyasu Momma*³ Kiyoshi Ohtsuka*³
Toshio Tsuchiya*⁴ Hiroshi Hotta*³

A method of locating artificial objects in the deep ocean was tested in July 1983 in the Northwest Pacific Ocean. The purpose of the experiment was to estimate the capabilities of a deep-tow sonar and camera system. The system, named "Deep Challenger," consists of a 100 kHz side scan sonar, 4.5 kHz sub-bottom profiler, real-time black-and-white TV, still camera, long-base-line acoustic navigation system, onboard towing gear and winch system. The maximum depth capability of the system is 6200 meters by use of 8000 meters of tow cable.

Twenty-two canisters, each 200 liters in volume and filled with concrete, were deployed to a depth of 5700 meters. These artificial objects, i.e. targets, were dropped overboard within a diameter of 50 meters. The deep-tow sonar

*¹ 深海研究部

*² 深海開発技術部

*³ Deep Sea Research Department

*⁴ Deep Sea Technology Department

was then towed around the target area at speeds of 1 to 1.5 knots. Several sonar echoes of probable objects believed to be the canisters were recorded. They were scattered from southeast to northwest over a 300-meter range with a width of 100 meters. The deep-tow camera was guided to the target area by acoustic navigation at speeds of 0.5 to 1 knot. The camera crossed four times over the site. As a result, three canisters were visually observed and photographed.

In conclusion, it was proved that artificial objects with a size of not more than 1 meter were detectable by 100 kHz side scan sonar where the bottom was covered with soft sediment and very flat. Also, these objects on the sea floor of 5700 meters deep could be visually contacted by the deep-tow camera, which has a field of view less than 3 meters square, provided the position of the camera was fixed very accurately.

1. ま え が き

1983年7月、北西太平洋の水深約5,700 mの海域において、深海曳航式ソーナー及びカメラを用いて、人工物体の探索実験を行った。

本実験は、科学技術庁からの受託研究により、1977年以来開発を進めている、「曳航式深海底探査システム」の性能を評価することが目的であった。その結果、極めて平坦な深海底に設置した1 m程度の大きさの人工物体を、100 kHzのサイドスキャンソーナーで探知できることがわかった。さらに、音響トランスポンダ航法で曳航体を目標地点に誘導し、人工物体をTVカメラで目視確認し、写真撮影を行うことにも成功した。TVカメラの視野はせいぜい3 m四方程度であるから、これは曳航体の水中位置が極めて精度よく求められていたから成し得たといっても過言ではない。

この手法は、沈船や落下した航空機等人工物体の探索のみならず、海底微細地形調査等の地球科学的分野にも適用可能である。類似の深海曳航式ソーナー・カメラシステムは、潜水調査船「しんかい2000」の事前調査に活用されている。

ソーナー（サイドスキャンソーナー）記録には、海底地形や海底上の人工物体が散乱強度の違いによって、2次元濃淡表示される。これは、海底の傾斜の向きまたは、底質の違いの二通りに解釈できる。これらの区別は一般的に、必ずしも容易ではない。従って、ソーナー記録を正しく解釈する

上でも、形状や材質のわかっている物体がどのように表示されるかを知ることが必要である。同様に、物体の大きさの識別能力（分解能）を知ることとも必要である。

また、ソーナーで探知された地形または物体は、今のところカメラ等で目視観察しないと判別ができない場合が大部分である。深海曳航の場合、船と曳航体の距離は数kmも離れることが普通である。従って、視野がせいぜい3 m四方のカメラで目標物をとらえるには、船位を高精度で求めても余り意味がなく、曳航体の水中位置を高精度で求める必要がある。

以上のことから、今回の報告では、ソーナーによって1 m程度の大きさの人工物体が探知できるか、さらに、ソーナーで発見した目標物にカメラを誘導し、目視確認ができるかについて水深5,700 mの海域で実験を行ったので以下に報告する。

2. 方 法

2.1 曳航式深海底探査システム

本システムは以下の構成装置から成っている。

① 探索装置（曳航体）^{1) 2) 3)}

ソーナー（100 kHz サイドスキャンソーナー、4.5 kHz サブボトムプロファイラ）、カメラ（白黒TV、スティルカメラ）、導電率・水温・深度計（CTD）及び曳航体位置測定用リレートランスポンダ等が、オープンフレーム型の曳航体に装備

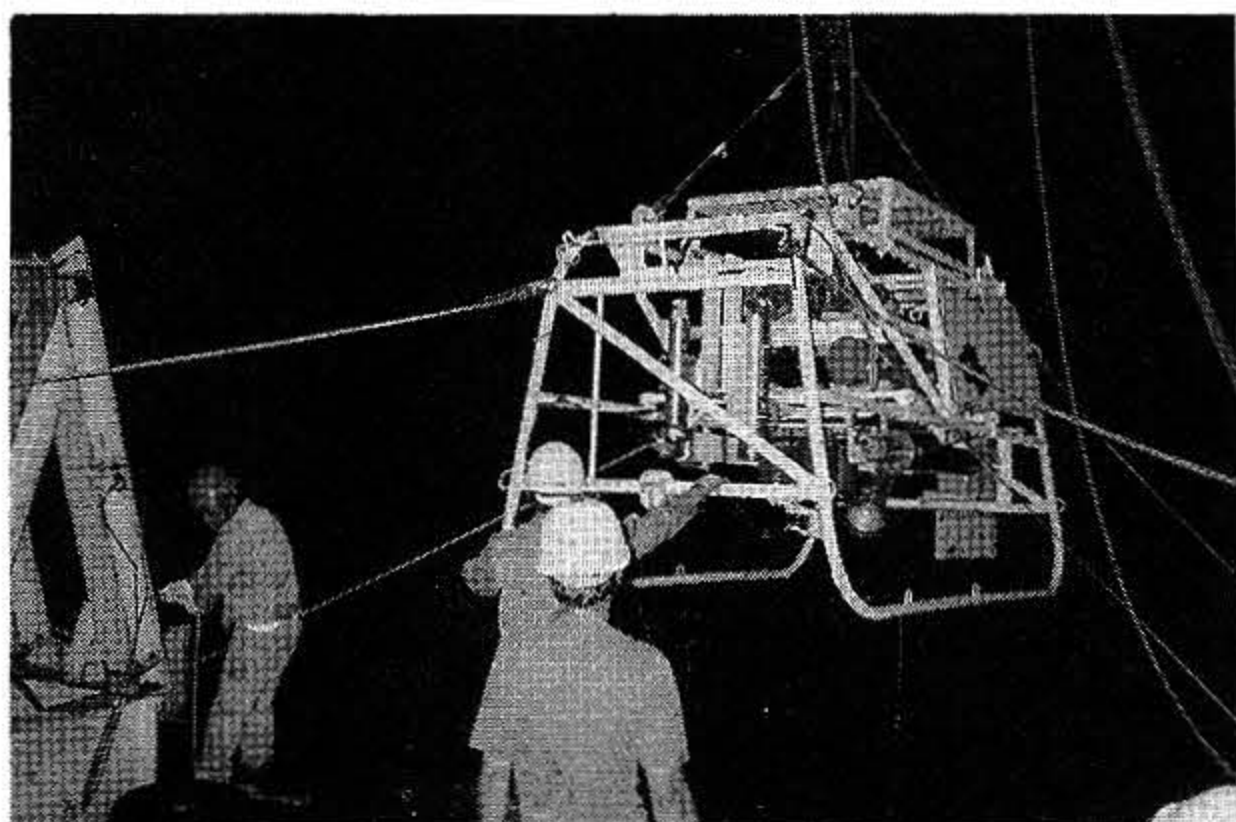


写真1. ソナー、カメラ等をオープンフレームに装備した曳航体
Towed open frame installed with sonar and camera.
 $3^L \times 15^H \times 1.2^W$ m, 1,000 kg in air, 700 kg in water.

されている。(写真1 参照)

② 音響航法装置^{4) 5)}

海底に2本以上のトランスポンダを設置し、ロングベースライン方式の音響航法により、船と曳航体の位置を高精度で測定する。

③ 船上装置

ソナー、カメラ、音響航法装置の船上部、精密音響測深機(PDR)、ウインチ操作盤等がコンテナハウスに格納されている。

④ ウインチ及びケーブル⁶⁾

フリクションドラム(トラクション)ウインチ、ストックドラムウインチ、油圧ユニットから成るウインチシステムに、全長約8,000 mの二重鎧装同軸ケーブルが装備されている。

⑤ 曳航装置⁷⁾

油圧起倒式Aフレームとジンバルシーブから成り、船尾に設置される。曳航体の着水・揚収及び曳航に使用される。

以上の各構成装置の詳細については、海洋科学技術センター試験研究報告第5号ほか^{1)~7)}を参照されたい。写真2に船上に搭載した構成装置の全景を示す。

2.2 人工物体の設置及び探索方法

実験海域として、北緯 $33^{\circ}40'$ 、東経 $145^{\circ}55'$ 付近の水深約5,700 mの海域(北西太平洋海盆)を選んだ。これは、海底が軟泥に覆われて極めて

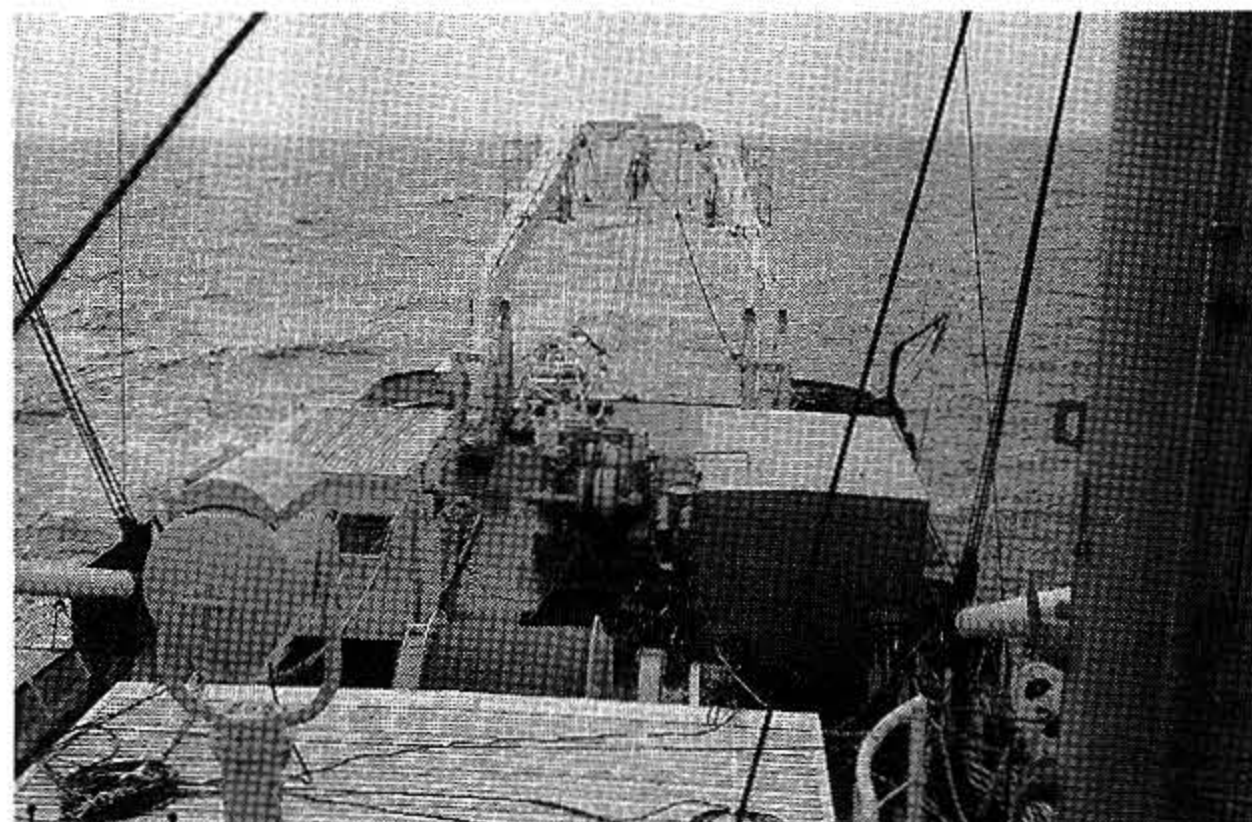


写真2. 船上に搭載した装置全景。中央部にフリクションドラムウインチとストックドラムウインチ等から成るウインチシステムが見える。
Onboard equipments on the after deck of a class 1,000 G/T work boat. Traction winch and storage drum are seen in the center.

平坦であり、ソナーによる人工物と海底との識別が容易と考えられたからである。

人工物体には、内部にコンクリートを充てんした、200 ℓドラム缶を22個用意した。これらのドラム缶を船尾から投下し、その後ソナーとカメラで探索することとした。海面から海底まで落下する間に、ドラム缶が広範囲にバラつかないように、出来るだけ一点に集中して投下するようにした。また、ソナーやカメラでドラム缶を探索するには曳航体の位置を高精度で求める必要があるため、海底に3台のトランスポンダを設置することとした。

3. 実験結果

1983年7月18日から20日にかけて艀装及び準備を行い、7月21日出港後、8月3日に帰港するまでの14日間、図1に示す北西太平洋海盆において実験を行い、8月4日機材の撤去を行った。

出港後5日間は梅雨前線による風とうねりに悩まされたが、その後は梅雨明けと共に平穏な海況が続いた。

実験に使用した船舶は、深田サルベージのオーシャンタグボート、「オーシャンブル」(995G/T)であった。本船は、1981年に使用した「さむらい」

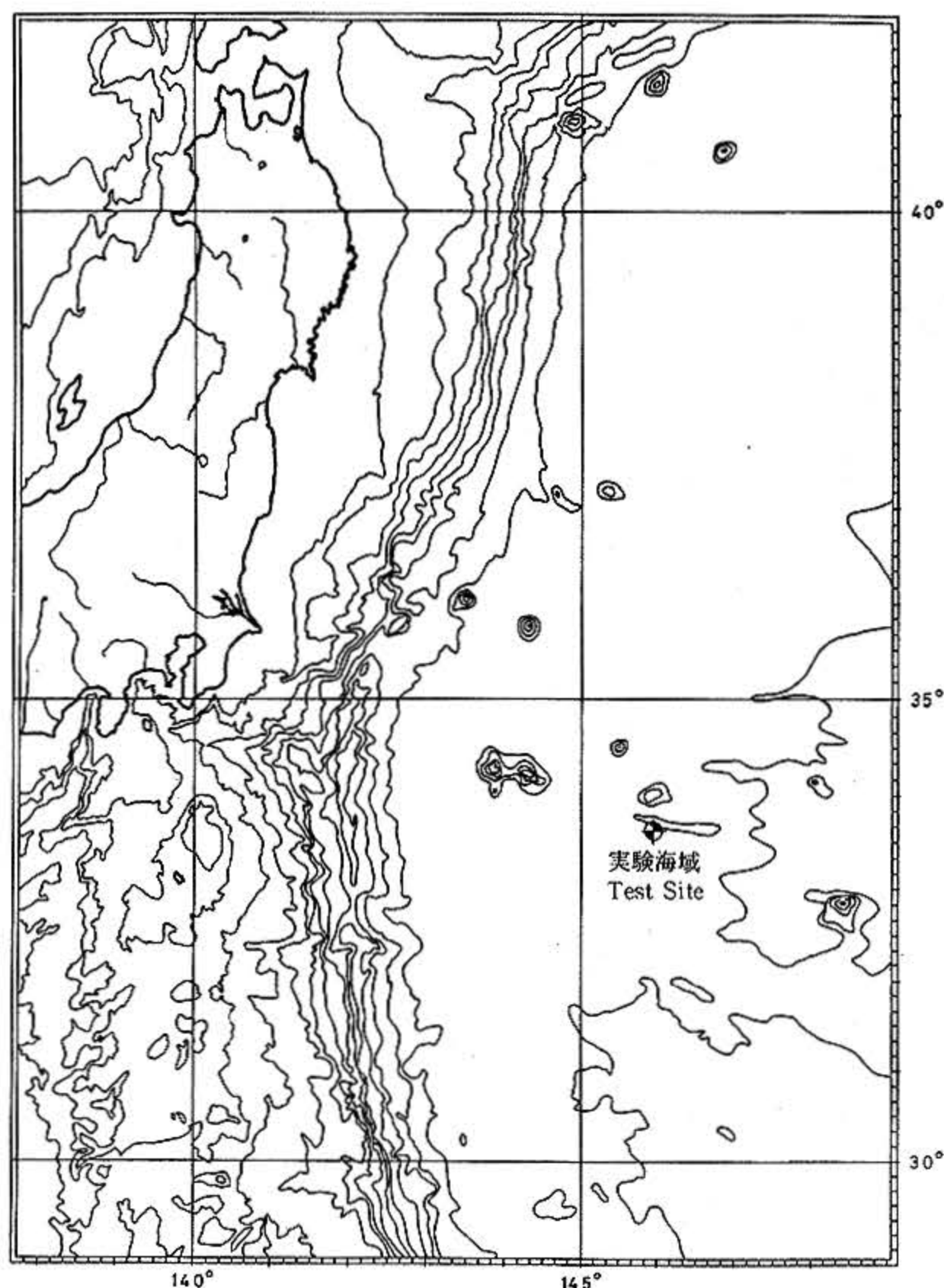


図1. 北西太平洋海盆の実験海域位置と周辺の海底地形

Experimental site and adjacent topography of the Northwest Pacific Ocean

と同一船であるが、所有者の変更により船名が変わったものである。

3.1 トランスポンダの設置及び位置の決定

トランスポンダの設置に先立って、ケーブル先端部に合計6台のトランスポンダを取り付け、海底付近まで降下させ、切離しや応答確認等の作動試験を行った。その結果、使用可能なトランスポンダは、切離装置の方式でいうと、電蝕式3台、電磁ブレーキ式1台の合計4台であった。

次に、 $33^{\circ}39.0'N$ 、 $145^{\circ}54.5'E$ を中心として、約3,000 m間隔で3基のトランスポンダ係留系を設置した。係留系の構成は従来と基本的に同一であるが、底曳回収の経験から係留系を長くする必要がないことがわかったので⁸⁾、その全長を約300 mとした。

3基目の係留系では、トランスポンダを写真3

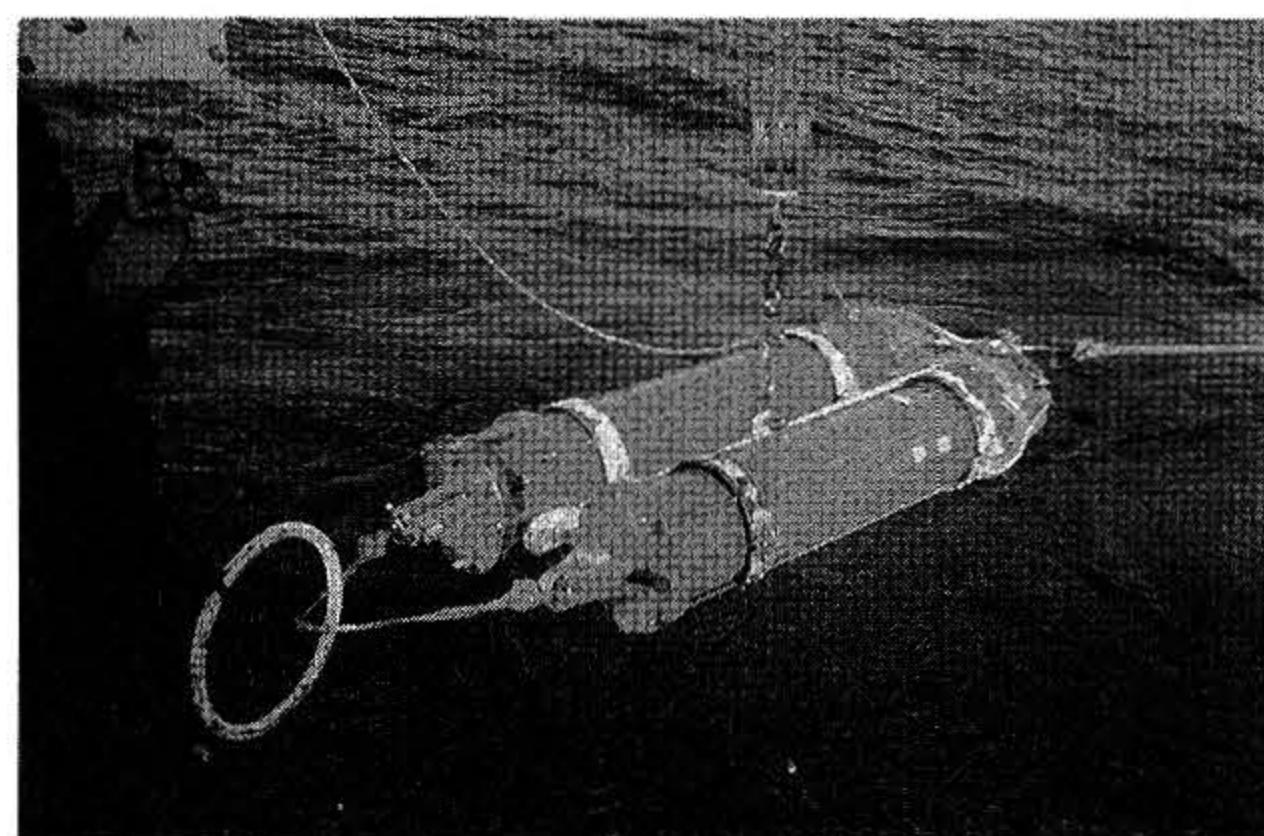


写真3. 2連続したトランスポンダ。手前が電磁ブレーキ式、向う側が電蝕式切離装置をもつトランスポンダ。どちらか一方が作動すればアンカーが切離される。

Two transponders are connected in parallel at one of the three mooring system to compare electrolytic corrosion and magnetic clutch release mechanism.

のように並列に2連続し、電蝕式と電磁ブレーキ式切離装置⁹⁾の比較を行った。

トランスポンダの設置後、キャリブレーション(サーベイ)ポイントを求め、各トランスポンダの相対位置を決定した。また、音響航法とロランC(9,970 W-X)で船位を求め、両者の航跡図を重ね合わせてトランスポンダの絶対位置(緯度、経度)を決定した。

これらの係留系は、実験終了後回収された。ただし、3基目の、トランスポンダ2連の係留系は、電蝕式切離装置のみが作動したが、切離しが完了しても浮上せず、翌日の朝ようやく浮上し回収された。これは、係留ロープが絡んでいたものが徐々にほどけたためではないかと思われる。なお、この係留系のガラス球ブイ(外径45 cm、浮力21 kg)が、設置した翌日圧壊し、その圧壊音が船上(音響航法用送受波器)でもキャッチされたが、これを除いた余剰浮力が97 kgあるため、浮力不足によって浮上が遅れたわけではない。

以上の係留結果をまとめて表1に示す。

3.2 地形の確認

表 1. トランスポンダ係留結果のまとめ

Table 1. Results of deep sea mooring for transponder navigation

基準時：JST.

水深は平均音速（1511 m/s）で補正済。

Standard time : JST.

Water depth is corrected with the average speed of sound (1511 m/s).

係 留 No. Mooring number	83-1	83-2	83-3	
設 置 年 月 日 Date of deployment	'83・7/27	'83・7/27	'83・7/27	
回 収 年 月 日 Date of recovery	'83・8/1	'83・8/1	'83・8/2	
緯 度 Latitude	33°38.44'N	33°38.41'N	33°40.17'N	
経 度 Longitude	145°53.27'E	145°55.45'E	145°54.40'E	
水 深 (m) Water depth	5,726	5,742	5,700	
経 留 系 全 長 (m) Total length of mooring system	296	296	296	
トランスポンダ高度 (m) Height of transponder	200	200	200	
主 浮 カ ブ イ 群 数 Number of groups for flotation	2	2	2	
正 味 浮 力 (kg) Net buoyancy	94	94	118	
シンカ水中重量 (kg) Weight of sinker in water	161	210	232	
トランスポンダ U/C Transponder unit code	726	506	514	766
周 波 数 (kHz) Frequency	10.75	11.25	11.75 (Active)	11.75 (Passive)
切 離 装 置 方 式 Type of release mechanism	電 蝕 式 Electrolytic	電 蝕 式 Electrolytic	電 蝕 式 Electrolytic	電磁ブレーキ式 Magnetic clutch
切 離 装 置 作 動 状 況 Release actuation	OK	OK	OK	不 可 Unsuccessful
落 下 速 度 (m/s) Rate of descent	0.4	1.1	1.3	
浮 上 速 度 (m/s) Rate of ascent	1.6~2.2	1.8	不 明 Unknown	
先 端 ブ イ 投 入 Tagline float launched at :	7/27 11:26 ⁰⁰	7/27 13:59 ³⁰	7/27 16:03 ⁵⁵	
マ ー カ ー ブ イ 投 入 Marker buoy launched at :	11:29 ⁰⁰	14:01 ¹⁰	16:05 ¹⁵	
シ ン カ ー 投 入 Sinker dropped at :	12:02 ⁰⁰	14:43 ¹⁰	16:18 ⁵⁷	
マ ー カ ー ブ イ 水 没 Marker buoy went out of view at :	12:05 ⁰⁰	—	16:21 ⁰²	
着 底 Sinker bottomed at :	16:35 頃	16:10	17:33 ³⁰	
切 離 完 了 Release completed at :	8/1 13:06	8/1 10:59	8/1 09:10	(切離装置作動) (Release actuated)
浮 上 確 認 Sighted or surfaced buoys at :	13:58 (発見) (Sighted)	11:47 ⁵⁰	8/2 07:38	(発見) (Sighted)
接 舷 Tagline was caught at :	14:05	12:05	07:52	
揚 収 完 了 Finished retrieval at :	14:20	12:20	08:20	
備 考 (Notes)			7/28 ブイ1個圧壊 切離装置が作動した翌日に回収さる。係留ロープが絡んだか？ One of the glass balls for flotation was clashed on 28 July. Mooring system was recovered one day after the release actuation.	

本海域の平均的水深は約 5,700 m で、ほとんど平坦であることが予想された。しかし、水路部発行の 300 万分の 1 海底地形図 (第 6302 号) からは微小な地形変化を知ることができないため、地形の確認を目的としてトランスポンダネットを含む汎 6 マイル四方の測深を行い、図 2 に示す水深図を作成した。図の水深は音速を 1,500 m/s として示しているが、XBT 等によって得られた平均音速は約 1,511 m/s であった。従って、本図の水深に約 40 m 加えたものが実際の水深を示している。

付録 1 に、XBT 及び CTD 計により得られた実験海域の水温鉛直断面図を示す。

地形的な起伏は、6 マイル四方でわずか 50 m 程度で、中央付近に北西-南東方向のゆるやかな凹地が見られるのみである。

3.3 ドラム缶の設置

探索すべき人工物体としては、直径約 60 cm、長さ 90 cm の 200 ℓ ドラム缶に、コンクリートを詰めたものを使用した。その空中重量は約 400 kg、水中重量は約 200 kg である。

ドラム缶の個数は 22 個であったが、船尾のデッキスペースが十分でないため、5～6 個ずつ 4 回にわけて投下した。ドラム缶の分布範囲が広がると、ソーナーやカメラによる探索が困難になると思われたので、音響航法によって船を正確に投下地点に誘導し船の行き足を止め、できるだけ集中的に投下した。図 3 に、ドラム缶投下の際の、音響航法による航跡を示す。その結果、ドラム缶 22 個は直径 50 m の円内に投下された。写真 4 に、ドラム缶とその投下作業を示す。

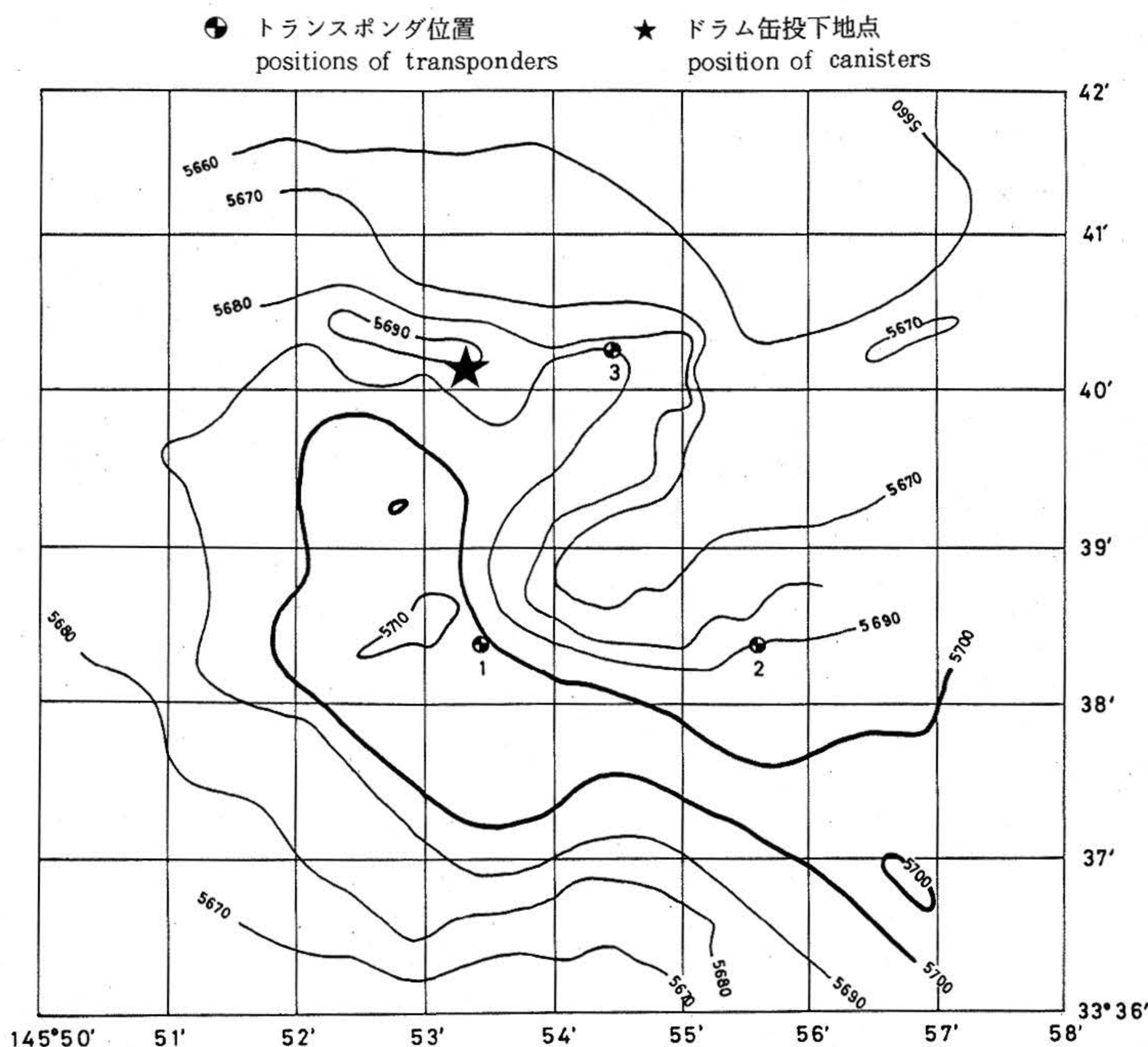


図 2. 実験海域の水深図 (原図の縮尺は 1 / 25,000)。水深の補正は行っていない。
Bathymetric map of the experimental site. (Original scale 1 : 25,000)
Water depths are not corrected.

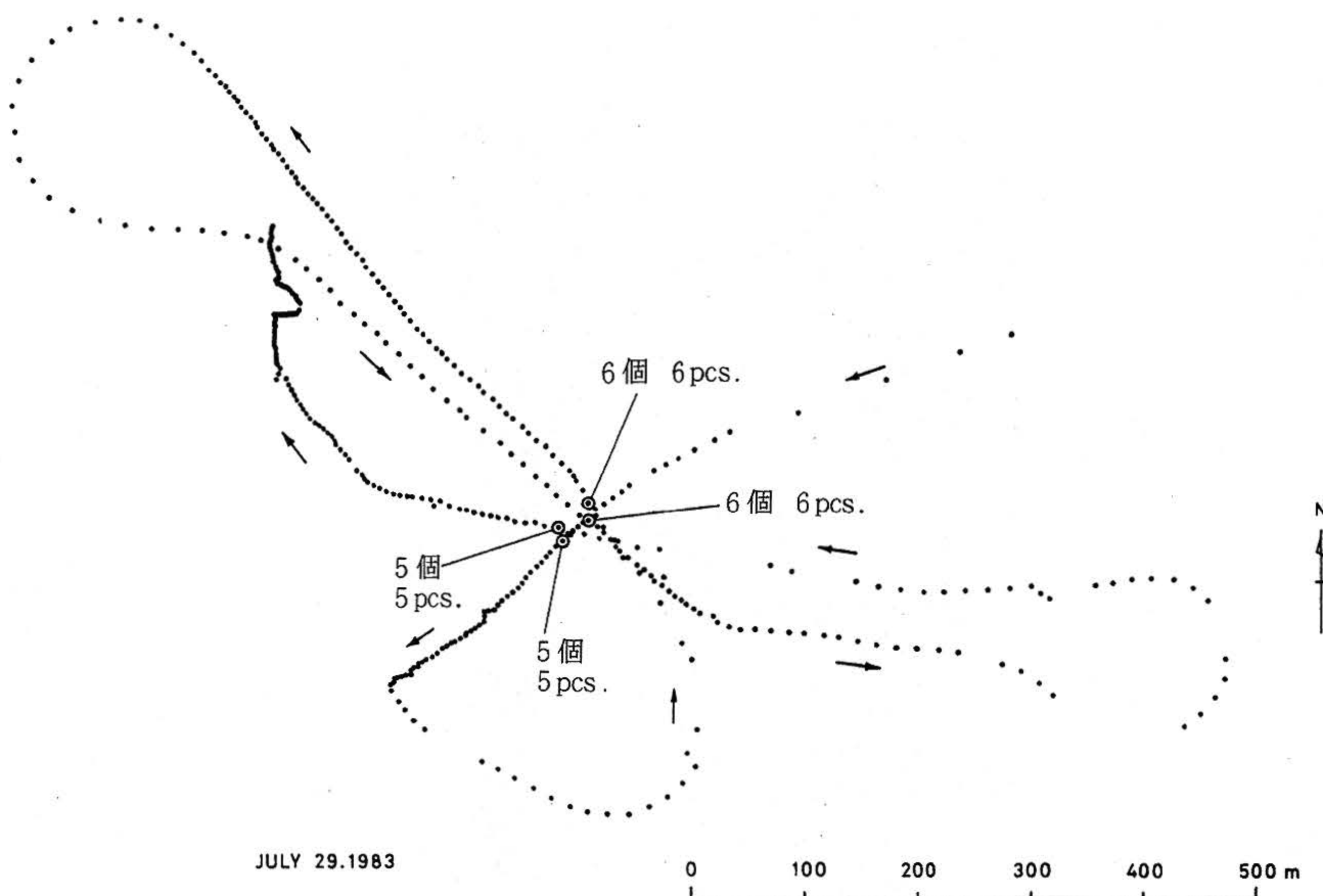


図3. ドラム缶投下時の音響航法による航跡
Acoustically navigated ship tracks
in deploying canisters.

3.4 ソナーによるドラム缶の探索

ドラム缶の設置後、投下地点を通過するように、南北方向と東西方向の各測線についてソナーを曳航した。その結果、各測線において、ドラム缶と思われる複数の点状または線状のエコーが記録された。これらの記録例を図4に示す。この海域の他の場所でもソナーを曳航したが、上のようなエコーは全く見られず、海底表面は極めて滑らかであった。ソナーでドラム缶を探索中は、音響航法で曳航体の位置が得られなかったが、ケーブル長等から推定した位置は、ドラム缶の投下地点付近となった。また、各測線で得られたエコーの数も投下したドラム缶とほぼ合っていた。ソナー記録のみから、これらをドラム缶と判断することは困難と思われるが、以上のことを考慮してソナーエコーがドラム缶によるものと判定した。

南北及び東西測線の記録を重ね合わせると図5のようになるが、全体として両者のエコーは良く

対応しており、ドラム缶の分布範囲は、北西-南東方向に幅約100 m、長さ約300 mにわたっていることがわかった。この分布の方向は、図2の投下地点(4点)の方向よりは、むしろ投下の際の船のコースに合っているように見える。

付録2に、サイドスキャンソナーと同時に得られた、サブボトムプロファイラによる海底表層付近の堆積構造を示した。

3.5 カメラによるドラム缶の目視確認

ソナーによる探索の結果、北西-南東方向にドラム缶の分布密度が高いことがわかったので、カメラ測線はこの方向を基本にした。

水深約5,700 mの海域で、曳航体を正確に目標地点に誘導した経験がなかったので、最初はコース修正の余裕を十分とるため、目標点の約3 km前方から接近した。船の変針に対する曳航体の反応速度や大きさの感覚がつかみにくく、実際には予定よりも船、曳航体共にかなり大きく蛇行してし



写真4. ドラム缶の投下作業風景。投下予定地点で停船し、5～6個ずつ船尾から投下した。

Deployment of 22 canisters over the stern. Five or six canisters were let go at a time.

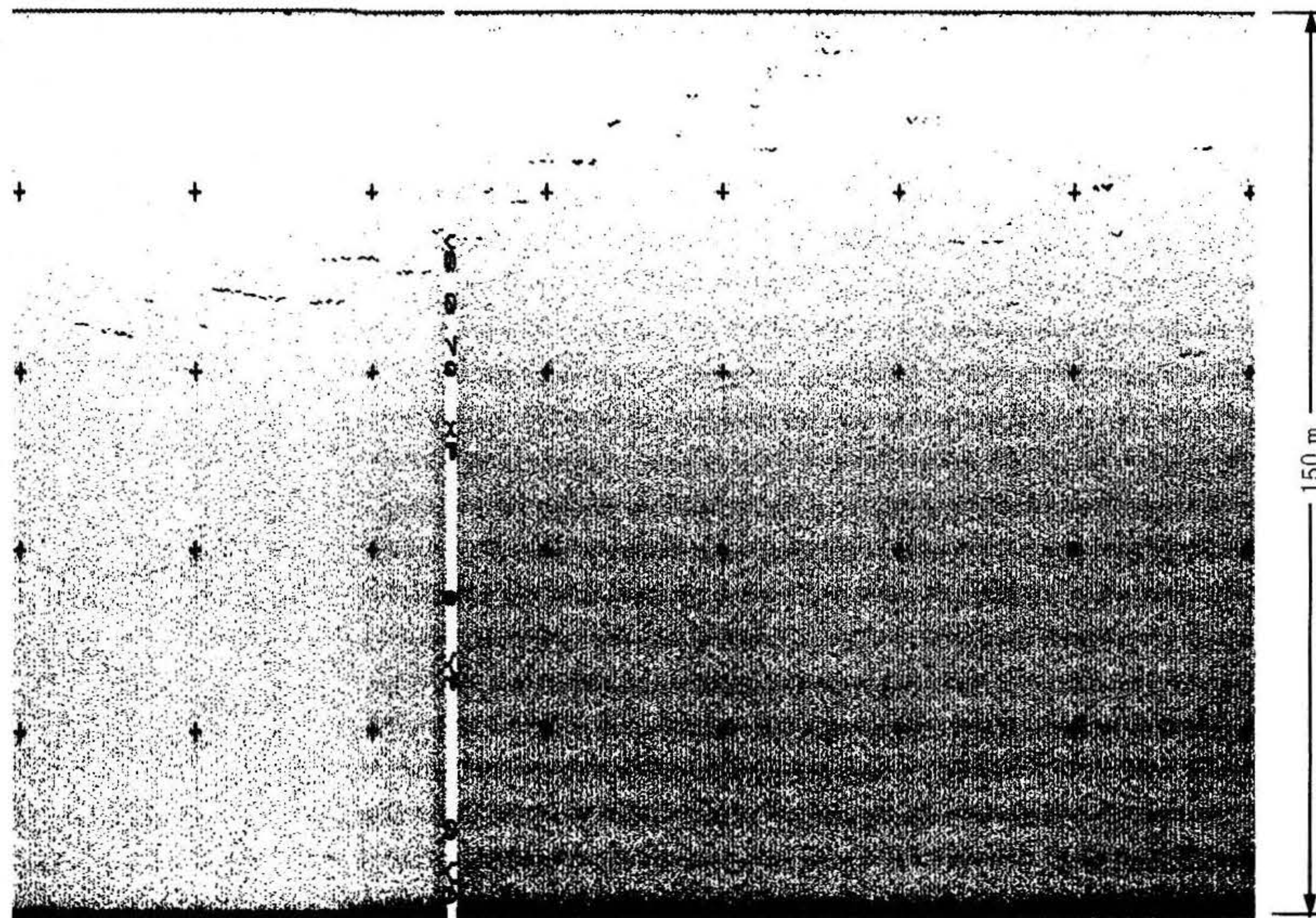


図4. サイドスキャンソナーによる、ドラム缶と思われるエコーの記録。上図は、記録の一部を拡大したものである。図の上部の点や線がこれらのエコーである。

Partially enlarged graphic record on the starboard side of 100kHz side scan sonar. Dots and thin lines is considered to be corresponding to the canisters.

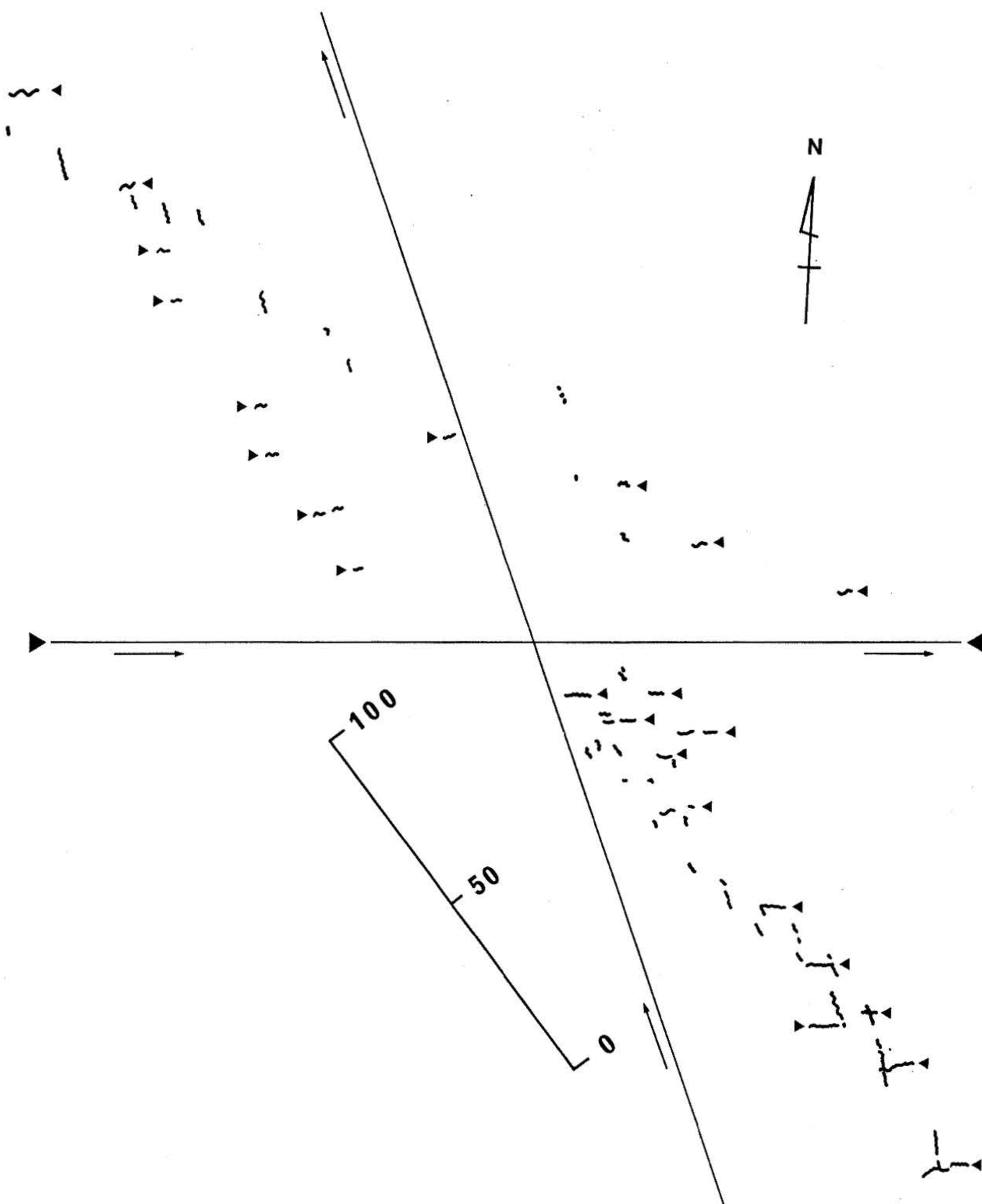


図5. 東西及び南北測線で得られたソーナーエコーを重ね合わせたもの。黒マリの三角形のついたエコーは東西測線で得られたエコーを示す。矢印は各測線の進行方向を示す。エコーは進行方向に長く出る傾向がある。

Probable objects obtained by two sonar lines are shown altogether. The echoes by E-W line are indicated with filled triangles. Every echo seems to be elongated toward the direction of steaming. Arrows indicate the directions of each line.

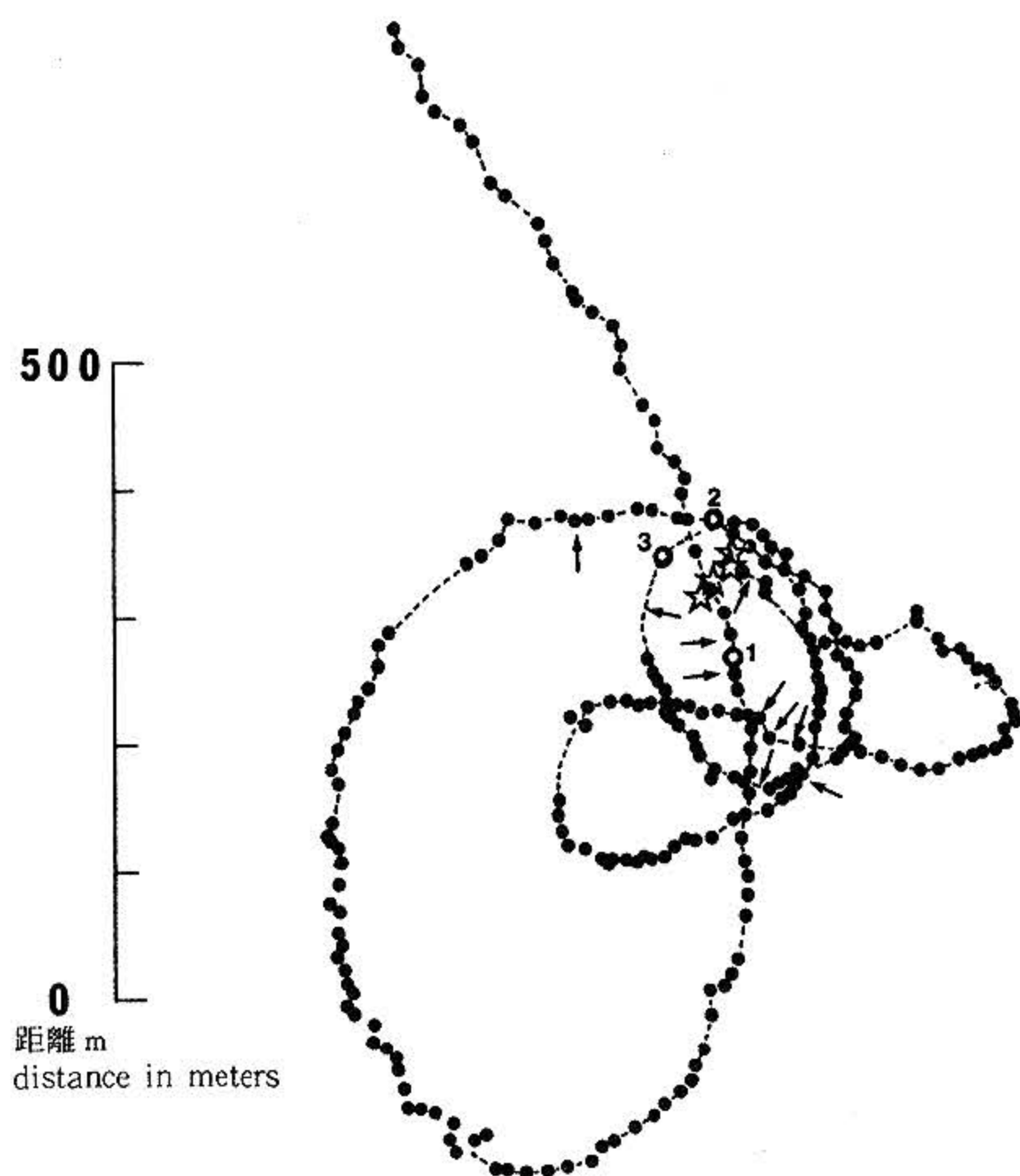


図6. カメラによるドラム缶探索時の音響航法による曳航体の航跡。星印はドラム缶の投下地点，数字のついた白ヌケの丸印はドラム缶の視認位置を示す。矢印は，ワイヤロープ状の物体が発見された位置を示す。水深約5,700 m。
Acoustically navigated track of deep tow camera. Three different canisters were observed at points of numbered open circle. Four stars show the surface positions where the canisters were let go. Wire ropes or some similar objects were found in several places indicated by arrows. Water depth about 5,700 meters.

まった。幸い，曳航体の測位が良好に行われたため，第1回目の通過でドラム缶を視認することができた。その後，船の旋回半径を小さくしながら目標点を周回し，曳航体を誘導した。

このようにして，合計4回目標点を通過した結果，3度にわたってドラム缶を視認し，写真撮影することができた。図6に，目視確認の際の曳航体の船跡と，ドラム缶の投下位置及び視認位置等を示す。目視確認したドラム缶の数は，22個の

うちの3個であったが，これらの位置関係を見ると，5,700 mの水深の割には分布のバラツキが小さいといえる。

また，写真5に海底で撮影されたドラム缶等の写真を示した。海底は灰褐色の軟泥に覆われていたが，着底したドラム缶（水中重量約200 kg）の潜り込んでいる深さは10 cmを超えないものと思われる。海底の生物は，ナマコ的一种が時々見られる程度で，魚類は極めて少なかった（写真5）。

ドラム缶を視認した地点の周辺には，直径3 cm以上の白色または銀灰色のワイヤ状の物体が，かなりの範囲に分布していた。その視認位置と写真を図6および写真5に示した。これらのワイヤ状物体は，直径十数m程度にコイルしていると思われる，合計10回以上視認された。また，その分布状態は図5のソーナーによるドラム缶の分布状態とも類似している。その後の経験によると，直径18 mmのワイヤロープでも，条件によっては70 kHzのソーナーで探知しうることがわかった¹⁰⁾ので，図3のエコーのいくつかはワイヤ状物体であった可能性もある。

3.6 深海曳航中の船と曳航体の挙動

水深数千mの深海域で曳航を行った場合，船と曳航体がどのように挙動するかは興味ある課題であった。これまでの本システムに関するいくつかの海洋実験では^{11) 12) 13)}，音響航法による水中測位が十分に作動していなかったため，曳航体を目標地点に正確に誘導することができなかった。

今回の一連の実験では，ソーナーでドラム缶を探索した場合を除いて，音響航法による水中測位が良好に行われた。図7および図8にそれぞれ，ソーナーとカメラによる探索時の船と曳航体の航跡を示す。ソーナーとカメラは同一の曳航体に組込まれており，船上のスイッチ操作で切替可能である。両者の曳航上の違いは，ソーナーの曳航速度が1～1.5 ktで，カメラが0.5～1 ktである点である。水深が5,700 mの場合，ケーブルの繰出長はいずれも約5,700 mであるが，曳航速度の違いは海底からの高度の差となって現われる。図7では，船が円を描くように航走した際の曳航体の旋回半径は船の約 $\frac{1}{2}$ であるが，図8では約 $\frac{1}{3}$ となっている。これらは速度の違いによるものと考えられる。

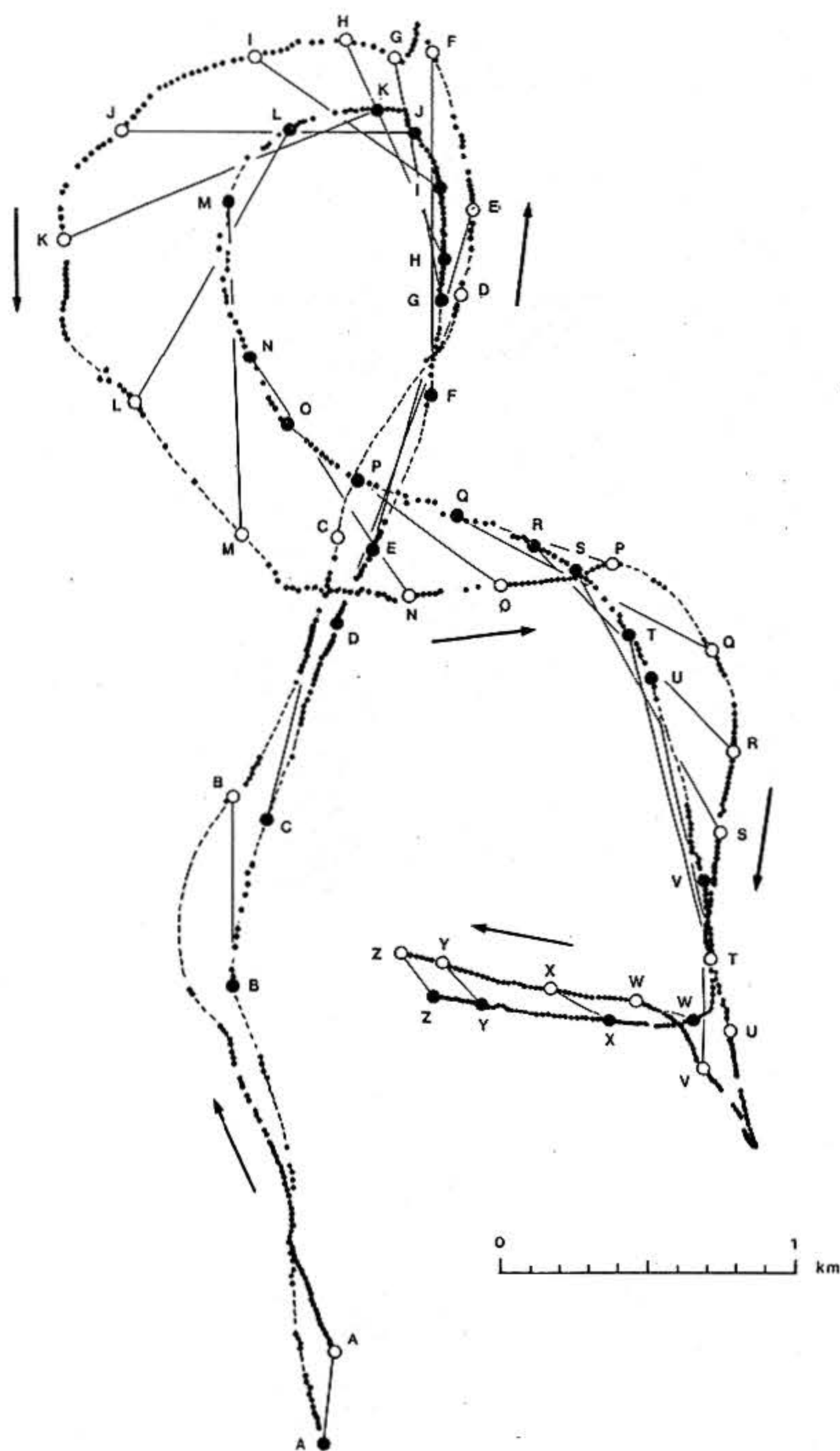


図7. ソナー曳航中の船と曳航体の航跡。
白ヌケの丸印と黒丸印はそれぞれ対応
する船位と曳航体位置を示す。曳航速
度は1～1.5 kt。水深約5,700 m, ケ
ーブル繰出長約5,700 m。

Acoustically navigated tracks of the
ship and the deep tow sonar.

Open circles and filled circles with
alphabet show the corresponding
positions of the ship and the sonar
respectively.

Towing speed 1 ~ 1.5 kt. Water
depth $\approx$ 5,700 m. Cable pay out $\approx$
5,700 m.

曳航速度については、前述の速度よりも大きい
速度での曳航も可能であるが、速度が増すと共に
ケーブルが浮き上って曳航体が海底から離れるた
め、繰出長を大きくする必要がある。例えば、

水深が5,700 m のとき、船速が2 kt を超えると
(程度でも)、ケーブルを6,500 m から7,000 m
繰り出しても曳航体は着底しない。このように、
深海曳航では船速が大きいとケーブル繰出長が増
し、その割には曳航体が海底に近づかないという
悪循環が生じ、必ずしも探索効率(単位時間当り
の探索面積)が高まることにはならない。

4. ま と め

今回報告した一連の実験は、予め位置と形状の
わかっている人工物体を、ソナーとカメラで探
索しうるか否かが課題であった。その結果、1 m
程度の大きさの人工物体(200 l ドラム缶)でも、
平坦な軟泥上であれば100 kHzのサイドスキャン
ソナーで探知可能であることがわかった。また、
曳航体の水中位置が音響航法で正確に求められて
いれば、水深5,700 m の深海底に、約300 m の範
囲に分布した22個のドラム缶のいくつかを目視確
認でき、本システムが所期の性能を発揮しうるこ
とがわかった。

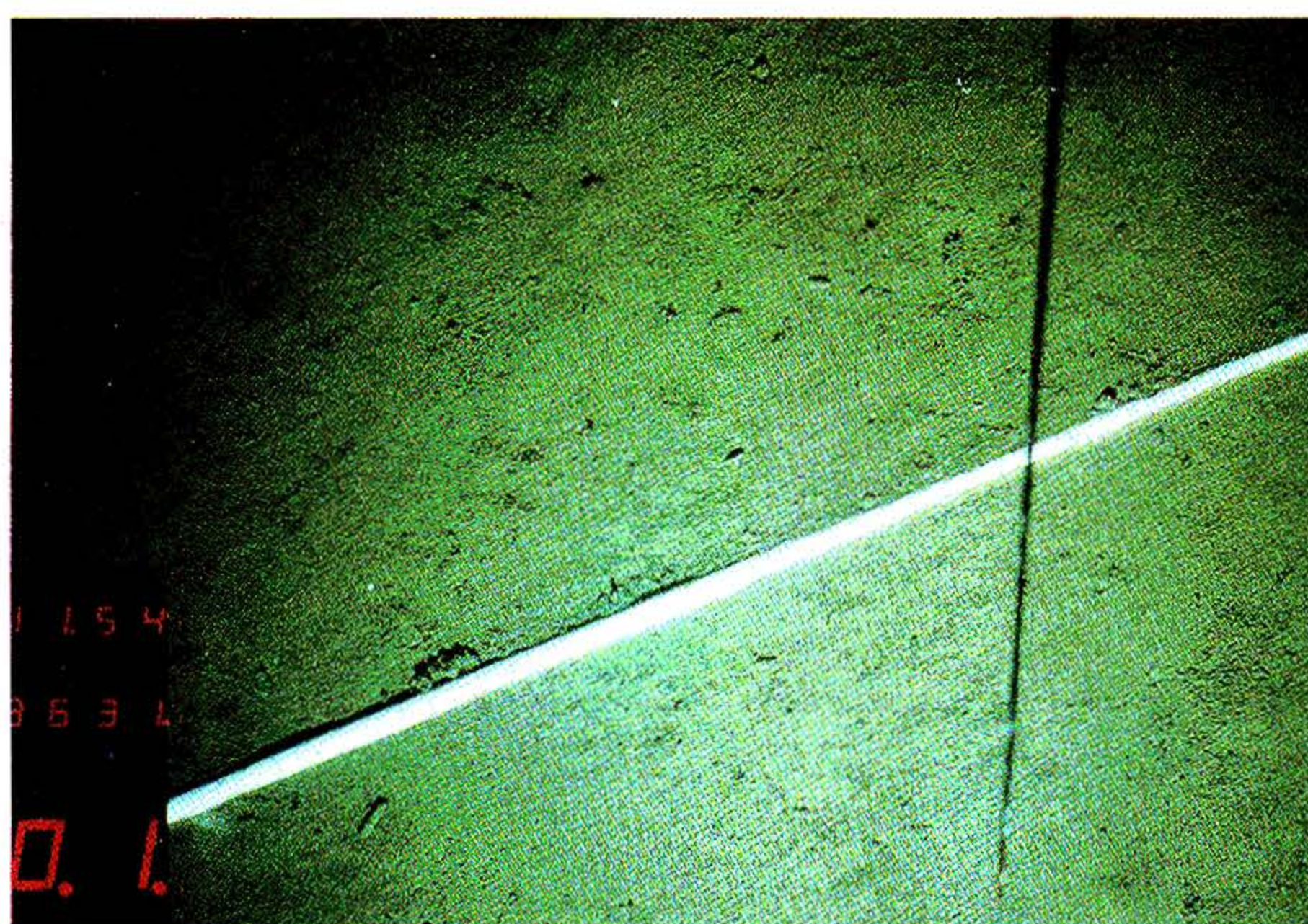
上の方法は、沈船や海中に落下した航空機等の
人工物体の探索にもそのまま適用可能である。た
だし、今回の実験と異なる点は、その多くの場合、
位置が予め確定できないことである。深海域では、
ケーブルの長さの制約により、曳航速度を大きく
できないため、浅海域に比べてソナーの探索効
率(単位時間当りの探索面積)がかなり低下する。
従って、深海域では探索時間が重要な制約要因と
なる。このような場合は、分解能を多少犠牲にし
てソナーの周波数を下げ、探索レンジを広げる
のが得策ではないと思われる。

また、音響航法の有効範囲は10マイルを超える
ことはないので、探索範囲が広がると新たにトラ
ンスポンダを設置する等の必要が生ずる。この対
策として、船位を電波航法で求め、曳航体位置を
ジンバルシーブ⁷⁾で計測したケーブル角等から求
める方法が¹⁴⁾が有効と考えられる。

海底の起伏が激しく、岩が露出しているような
海域では、今回のような1 m程度の人工物体と海
底の底質を区別することは困難である。一般に、
深海域に比べて浅海域の海底地形は変化に富んで
いるため、探索物体の形状がソナーで識別でき
る程度に大きくないと探知が困難である。



- (a) 海底のドラム缶。ストロボが発光しなかったので深海TVのライトのみで撮影された。
Three 200-litter canisters were visually observed by the TV camera.
This underexposure photograph was taken with two 250-watt underwater lights for TV camera.

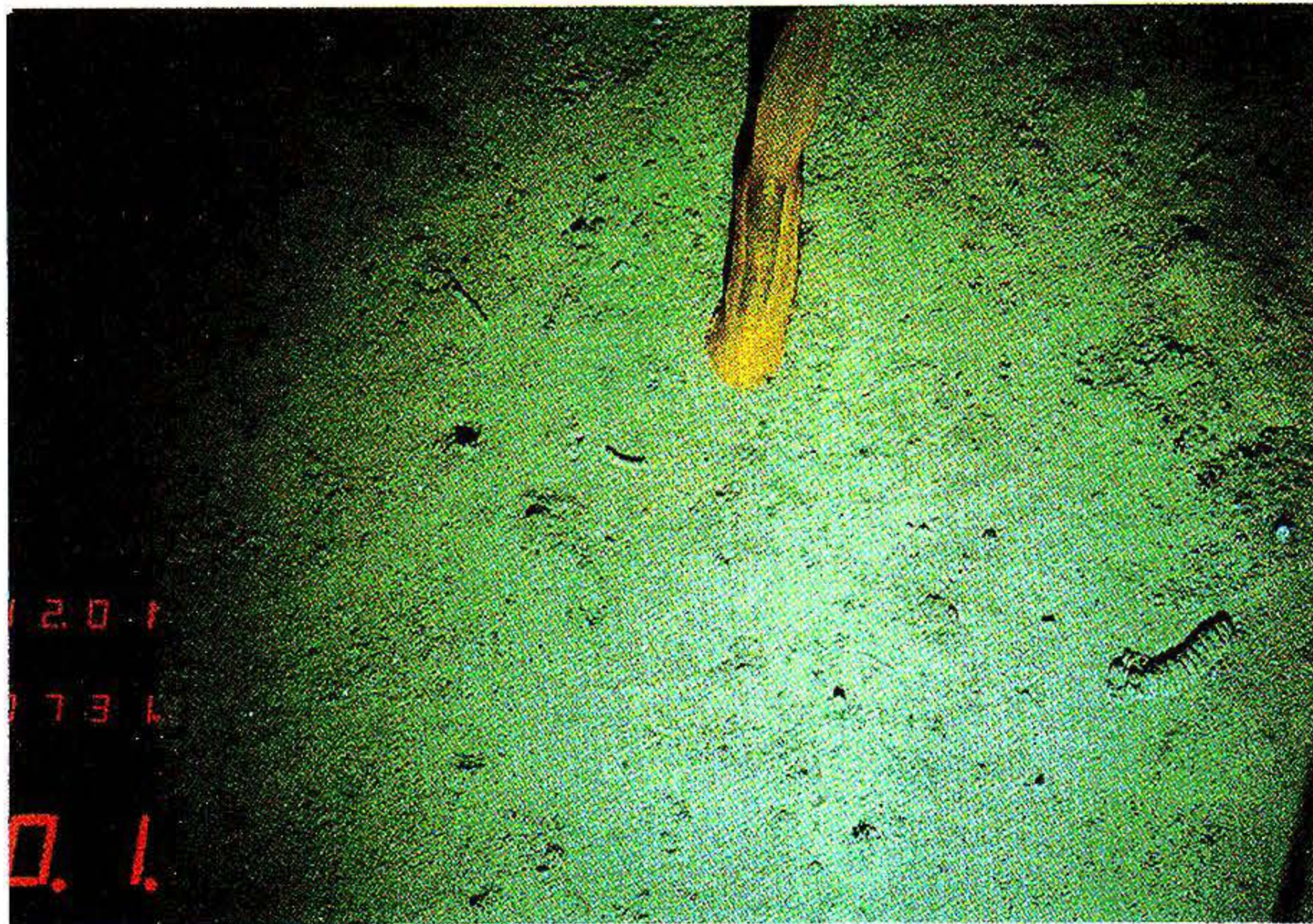


- (b) ドラム缶の周辺に多数見られたワイヤーロープ状の物体。直径十数m程度でコイルしているものが多かった。

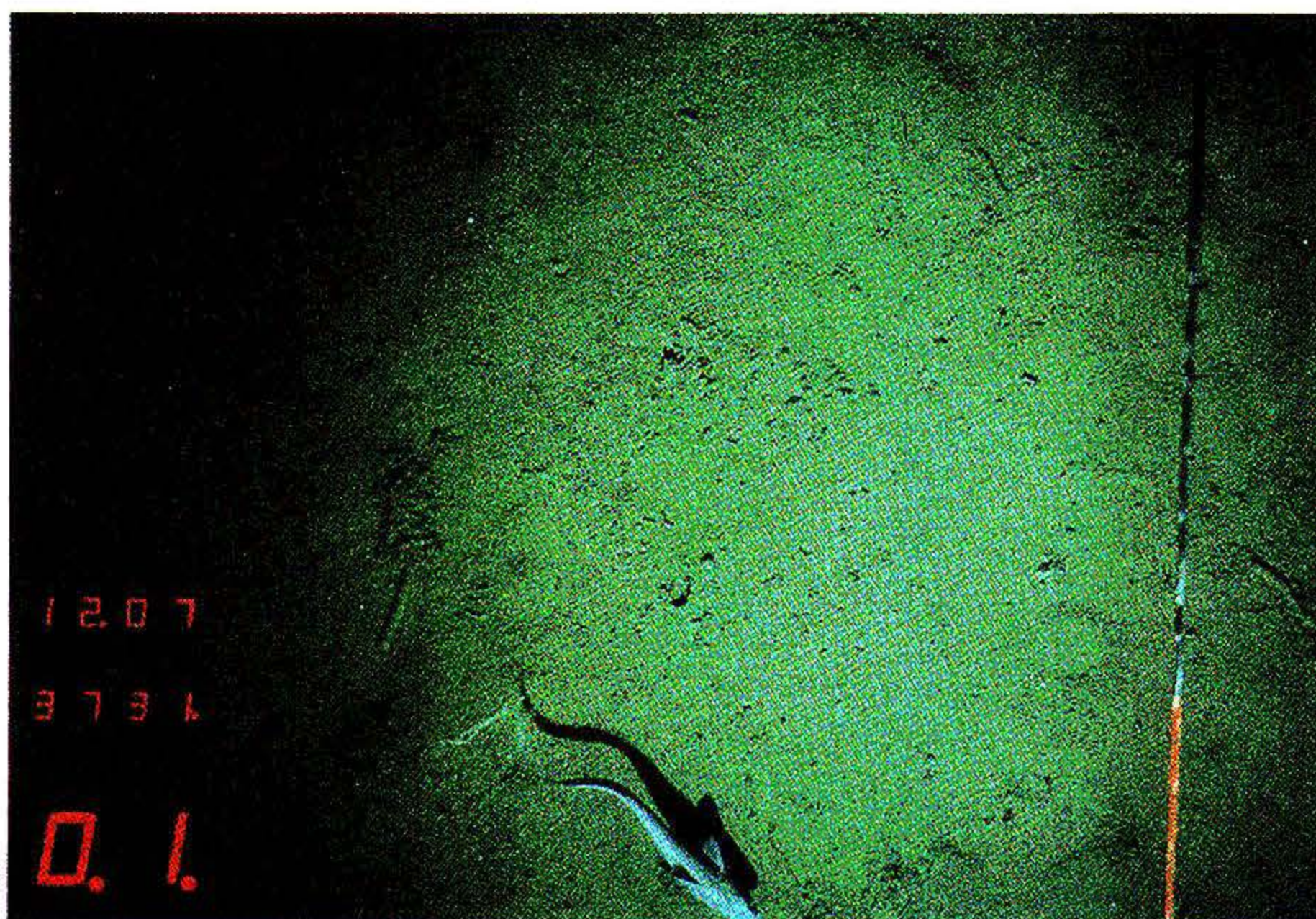
Wire ropes or some similar objects were observed several times in the neighborhood of the canisters. They were looped at a diameter of 10 meters or so.

写真5. 深海カメラで撮影された海底のドラム缶や生物等。水深約5,700 m。

Deep sea photographs of the artificial objects and benthic animals. Water depth 5,700 meters.



(c) ナマコの種類。海底には生物の生痕が見られる。
A kind of seacucumber. Traces and feces of benthic animals are seen.



(d) 魚類はこの写真に写った一匹しか観察されなかった。尾の後ろに粘液物質を引きずっているように見える。
Only one fish was observed during the deep tow camera survey.
Some viscous object is seen behind the tail of the fish.

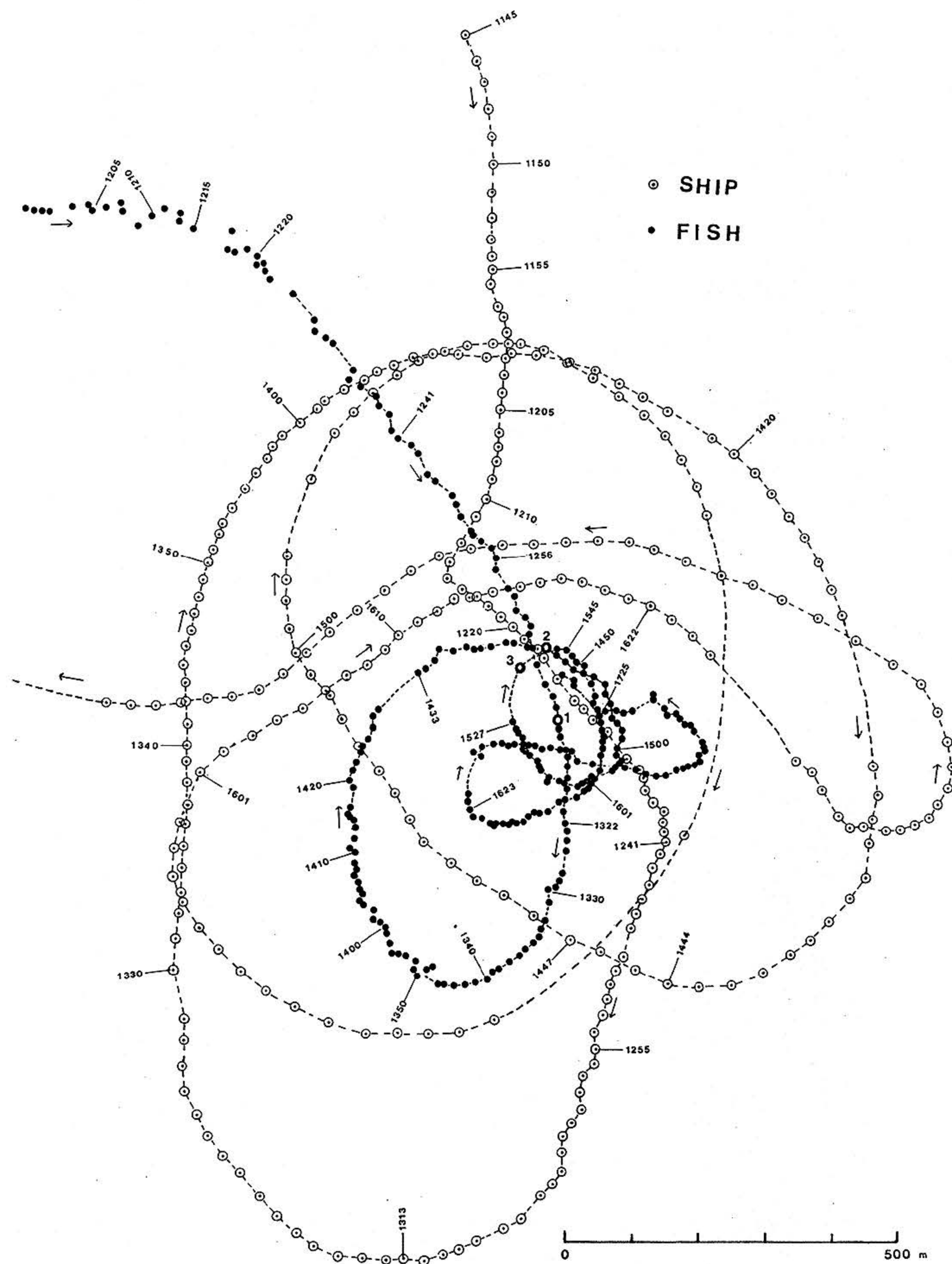


図 8. カメラ曳航中の船と曳航体の航跡。白丸印と黒丸印はそれぞれ、対応する船位と曳航体位置を示す。

曳航速度 0.5 ~ 1 kt, 水深約 5,700 m, ケーブル繰出長約 5,700 m.

Acoustically navigated tracks of the ship (open circles) and the deep tow camera (dots).

Towing speed 0.5 ~ 1 kt. Water depth $\simeq$ 5,700 m. Cable pay out $\simeq$ 5,700 m.

このように、ソーナーとカメラは一般的に言って、物体の探索等に有効であるが、水深や探索対象によって効果が異なり、一つのシステムが万能ではないことを念頭に置くべきである。

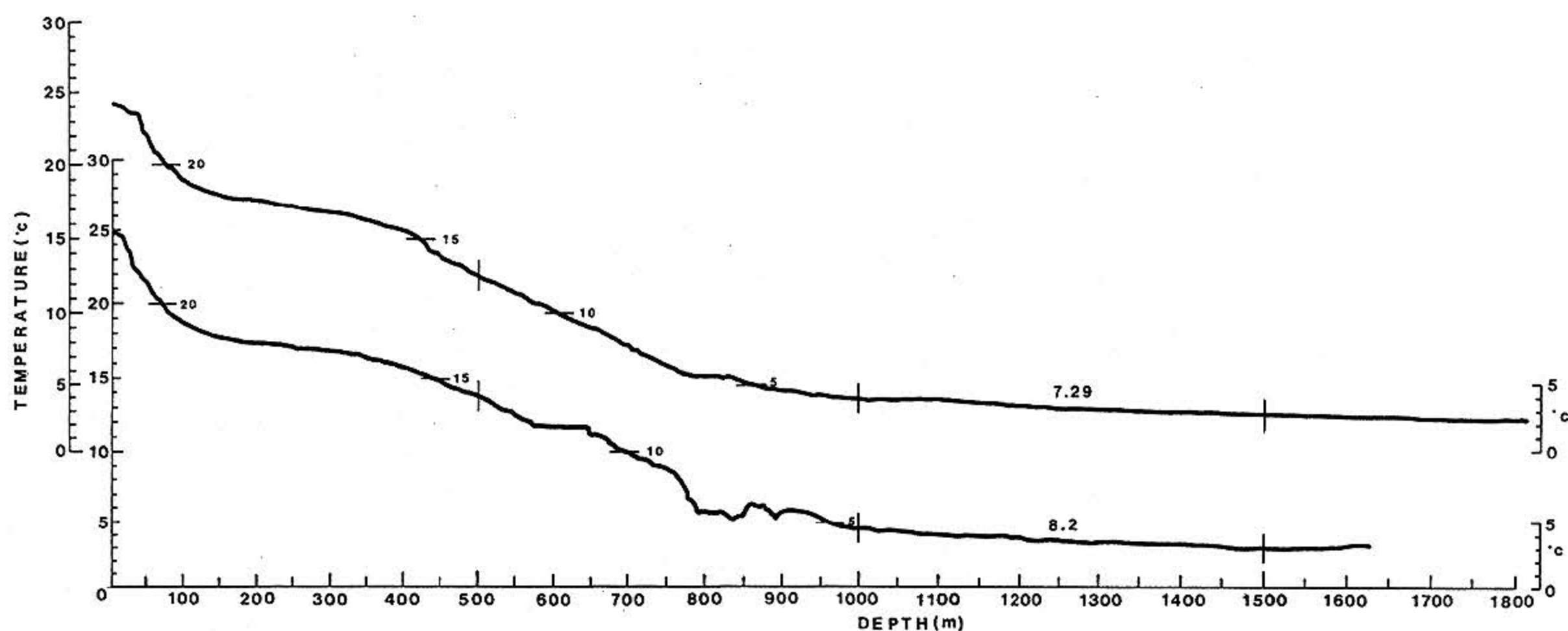
5. 謝 辞

本実験は、特にその準備段階において、元東海大学修士課程実習生（現在㈱日本浅海研究所）中村泰之氏の献身的な助力なしではなし得なかった。ここに心から感謝の意を表する。また、海洋実験に当っては、㈱深田サルベージの本田進氏、「オーシャンブル」船長ほか乗組員の方々、元東海大学学生柳沢志郎氏および井上義之氏の援助を得たのであわせて感謝の意を表する。最後に、実験中の船位測定に偉力を発揮したロランC受信機の使用に際して協力を載いた、東京大学海洋研究所の古田俊夫氏に感謝する。

文 献

- 1) 堀田宏ほか、「深海底探索調査システムの基礎実験」, JAMSTECTR (5) 27-44, 1980
- 2) 大塚清ほか、「曳航式海底探索調査システムのソーナー」, JAMSTECTR (8) 1-28, 1982
- 3) 土屋利雄, 大塚清, 「曳航式深海底探査テレビシステムの開発」, JAMSTECTR (11) 13-29, 1983
- 4) 海洋科学技術センター, 「追跡調査のための深海底探索調査システムに関する対策研究」昭和 52 年度成果報告書, 1980
- 5) 中西俊之ほか, 「トランスポンダ航法装置の音響的性能試験および海洋実験」, JAMSTECTR (3), 39-49, 1979
- 6) 海洋科学技術センター, 「追跡調査のための深海底探索調査システムに関する対策研究」昭和 57 年度成課報告書, 1982
- 7) 門馬大和, 堀田宏, 「深海底航のための船上曳航装置—ガイドアーム付ジンバルシーブおよび A フレーム」, JAMSTECTR (7) 1-23, 1981
- 8) 門馬大和, 堀田宏, 「トランスポンダの深海底係留および底曳回収」, JAMSTECTR (16), 1-14, 1986
- 9) 門馬大和ほか, 「深海底用トランスポンダの切離装置—電磁ブレーキ方式と強制電蝕方式」, JAMSTECTR (9) 67-74, 1982
- 10) 門馬大和ほか, 「海底の人工物体の搜索」, 第 11 回研究発表会要旨集 55-58, 1985
- 11) 海洋科学技術センター, 「追跡調査のための深海底探索調査システムに関する対策研究」昭和 54 年度成果報告書, 1979
- 12) 海洋科学技術センター, 「追跡調査のための深海底探索調査システムに関する対策研究」昭和 55 年度成果報告書, 1980
- 13) 海洋科学技術センター, 「追跡調査のための深海底探索調査システムに関する対策研究」昭和 56 年度成果報告書, 1981
- 14) 門馬大和, 堀田宏, 「深海底航データ表示装置」, JAMSTECTR (15), 1-10, 1985

(原稿受理: 1986 年 4 月 30 日)

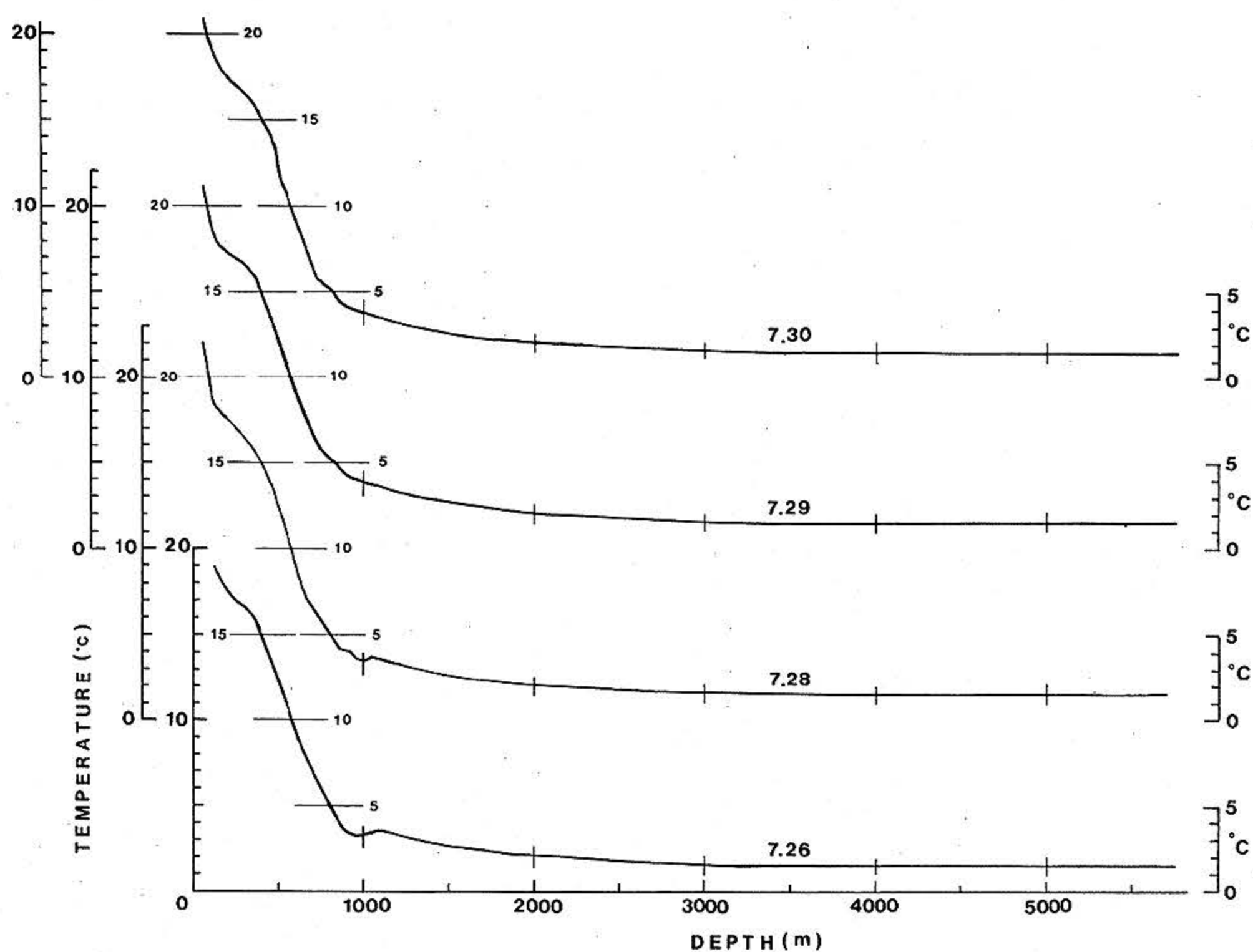


Appendix

付録 1 (a)

XBT (投下式水温計) による水温の鉛直断面図

XBT depth-temperature profile of experimental site.

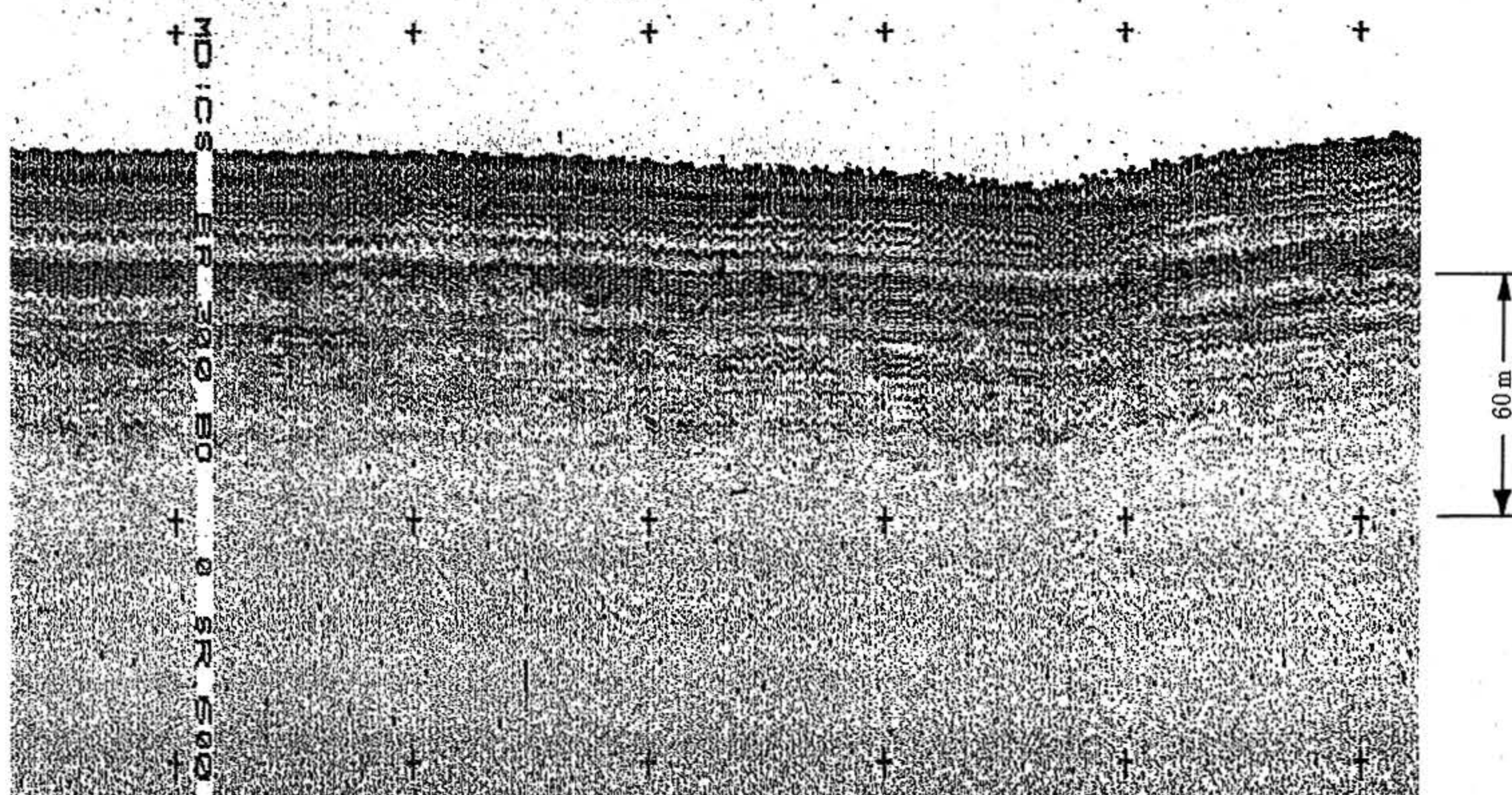


Appendix

付録 1 (b)

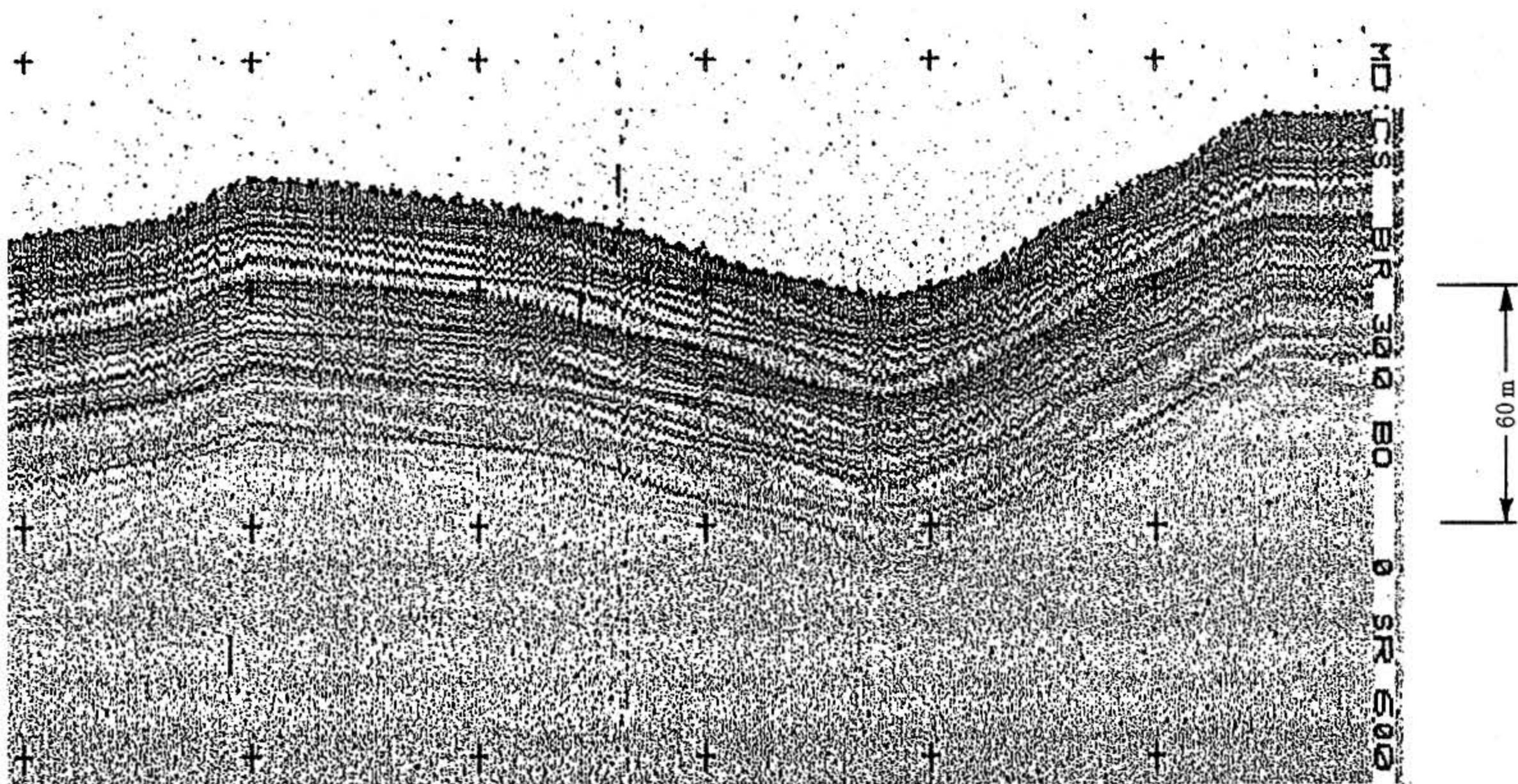
CTD (導電率・水温・深度計) による水温の鉛直断面図

CTD depth-temperature profile of the experimental site.



- (a) 海底表面付近から下部まで成層しており、強弱あわせて20以上の層が数えられる。海底下30 m 付近の強い反射層は、本海域全体にわたって顕著である。部分的に堆積層の厚さが変化する所が見られる。

Sedimentary layers are well stratified. More than 20 strong and weak layers are countable. Strong reflector at 30 meters from the surface is dominant over the experimental site. Thickness of some layers are not consistent.



- (b) 海底表面付近に比べて、下部の層構造に乱れが見られる。

Sediments deeper than 30 meters are not stratified in some places.

付録2. サブボトムプロファイラによる実験海域の海底表層部の堆積構造。曳航体の高度変化を補正していないので地形断面は実際と異なる。水深約5,700 m。

Appendix Sedimentary structures of the experimental site by 4.5 kHz subbottom profiler. As the height of the deep tow sonar is not corrected, the cross section differs from the real one.