

報 文

551.24 : 551.7(521.74 : 265.04) : 550.837

放電式音波探査による大阪湾地質構造の研究

早川正巳* 森 喜義* 鎌田清吉* 藤田和夫**

Sonic Method Survey at Osaka Bay

by

Masami Hayakawa, Kiyoshi Mori, Seikichi Kamata & Kazuo Fujita

Abstract

During two weeks from the end of June till the middle of July, 1962, sonic exploration was conducted at Osaka bay by the writers.

This is a collaboration work by Osaka City University, Kobe Marine Meteorological Observatory and Geological Survey of Japan.

Besides the present writers, Messrs. J. Komai and S. Furuya participated in the field sonic method operation, and E. Tachibana, E. Matsuda, K. Ichikawa and T. Sasaki carried out the location survey.

The ship used for this work is S. S. "Shumpūmaru" of Kobe Marine Meteorological Observatory. (Captain : K. Kawaike)

The writers must record their gratitude to Prof. N. Ikebe, Prof. Y. Saito, Dr. K. Terada, Dr. T. Otani and Dr. A. Mano for their managements, encouragements, valuable advices and helps in the course of this work.

The major purposes of this survey are as follows :

(1) To make clear the distribution of alluvium and diluvium at Osaka bay and also to know the thickness of alluvium are important from the point of land subsidence and reclamation at the coast of Osaka bay.

(2) To know how the faults on land extend under the seabottom of Osaka bay.

(3) To find out the geological structure under the seabottom of Akashi strait.

This is interesting for the development of civil engineering problem, for example, to bridge or to tunnel under the seabottom between Honshū (Main land) and Awaji island.

(4) To know the underground geological structure of Izumi sandstone formation at Kitan strait. This formation is related to the structure of Central Median Line.

The data of both (1) and (2) are effective to solve the key of formation process of Osaka bay.

From the viewpoint explained above, the writers selected and set 26 traverse lines of sonic method survey. (see Fig. 3 and Tab. 1) The total length of these lines is about 550 kms. In the location, they used sextants and radar of the ship.

This survey is a kind of sonic exploration method. The equipment was designed and constructed by the Geological Survey of Japan and Nihon Electric Co., Ltd. In the following, a brief explanation of the equipment is described. The block diagram is shown in Fig. 1.

* 物理探査部

** 大阪市立大学

The equipment consists of a transmitting, receiving, controlling and recording units, including sparking electrode and hydrophone.

The source system consists of the spark power unit with its associating triggering mechanism and the spark cable terminated by the spark electrode in the water. The spark electrode is towed astern of the survey ship at a distance of approximately 100 m to avoid noises from the screw of the ship. The spark cable is a floating cable and the spark electrode is towed at the end of the cable at a depth of 1 to 1.5 m. The hydrophone and the spark electrode are separated about 5 to 10 m.

The spark power unit consists of a large transformer, rectifier, and large condensers. The condensers are charged to 10,000 volts D. C. through rectifier which is connected to the secondary of the transformer. Their periodic discharge through the electrode gap in the water is the sound source for the sparker. The sound energy of the spark discharge in the water is slightly less than that of small electric blasting cap. This discharge is controlled by the controller (triggering mechanism) which gives pulses from 1 to 1/8 sec.

By such processes, the electric energy is converted to the sonic pulse energy from 100 to 3,000 cps.

The sonic pulse energy arrives to the reflecting interface below seabottom and it comes back to the receiver (hydrophone) and this receiving sonic energy is converted again to the electric energy through hydrophone.

The receiving and recording system consists of a detector in the water attached to a floating cable approximately 100 m in length towed astern of the survey ship, a preamplifier, a variable band pass filter, a signal amplifier with A.G.C., a control chassis, and a recorder. Two recording sections on a single recording drum are available.

The dual channel equipment consists of a recorder drum with two helical wires attached to the drum. The helix wire forms one of the electrical contacts of the recorder. The other contact is a knife blade located above the paper. When the current is passed from the helix to the knife blade, it makes a mark on the recording paper. The amount of darkening on the paper is proportional to the strength of the electrical signal passed from the helix wire to the knife blade.

The first or upper channel on the recording paper is almost always used to record the reflections from the surface (0 meter) down to 1/8, 1/4 or 1/2 sec vertical time.

The second or lower channel can be used for many purposes. For example, it can be used as simply extended depth interval from the upper channel. If the upper channel were used to record 0~1/4 sec, the lower channel could be used to record 1/4~1/2 sec.

In both channels the same depth interval informations with a different variable band pass filter can be recorded by using the same hydrophone.

The sparker records are essentially a profile of the geologic structure underlying the survey ship's track. Depending on the constancy of the surface ship's speed which is generally good, the horizontal scale will be a linear distance scale. The hydrophone is composed of balium-titanate crystal.

The frequency of the sonic pulse generated by this method is higher than that of the conventional seismic exploration and lower than that of echo sounding. This means that although the transmitting power of the sonic pulse through rock formations below seabottom is smaller as compared with that of conventional seismic wave by seismic exploration, the resolving power for the formation structure is higher than that of seismic method, and the

attenuation of sonic pulse energy through formation is smaller than that of echo sounding. The writers need not worry about the damage for fish because of small sound energy, consequently the reparation for fishermen. The above is the brief explanation of the equipment which they used in the present survey.

They obtained sonic records as in Fig. 4, and the simplified profiles are seen in Figs. 5, 6 and 7.

The results obtained in the present prospecting are as follows.

(1) The distribution of alluvium and diluvium at Osaka bay has been made clear, comparing the sonic records with boring data at the offshore of Osaka harbour. The "Osaka layer" (diluvium) is seen in all the present sonic records and the flat seabottom which occupies more than two-thirds of Osaka bay (shallower than 40 m of water depth) is covered with alluvium.

The alluvium at Osaka bay can be divided into two, the upper and the lower by the present survey.

The lower is distributed at "Okinose" about 10 kms southeast of Akashi strait and it can be seen widely in the southwestern half of Osaka bay.

The upper covers about all the Osaka bay except the southwestern part of the bay, and it is thin at the bay coast, and it becomes thick at the central part of the bay. (Max. depth is about 40 m), and especially, in the northeastern part of the bay, it is widely distributed.

Besides, the upper is seen at the offshore of Sumoto, Awaji island.

The thickness of alluvium is thought to be important from the point of land subsidence and reclamation at the coast of Osaka bay.

In some places (in survey lines Nos. 3, 4, 8, 10 and 24), something like paleo-Osaka river bed is seen.

(2) In some parallel lines Nos. 3, 22, 21, 8 and 23, some fault like structures in "Osaka layer" dipping to SE are seen in the direction of NE-SW paralleling to the east coast of Awaji island at the distance of 8 kms from the Awaji island. (Besides this, in lines Nos. 2 and 24 near Kobe harbour, somewhat dipping part of "Osaka layer" is seen in SW direction.)

In case of the former, the result agrees with the geological evidence. Namely, these faults seem to have been formed by the uplifting of Rokko mountain block and the subsidence of Osaka bay, and the faults may correspond to the boundary between uplifting and subsidence and must be the extension of Ashia and Koyō faults on the land, under the seabottom of Osaka bay.

The data of both (1) and (2) are effective to solve the key of formation process of Osaka bay.

(3) At the Akashi strait and its adjacent area, various kinds of survey, dredging, boring, sparker and observation by submarine boat, were carried out by the Japan National Railway Government and those results were already obtained. The present survey lines Nos. 3, 17 and 22 were set in this area.

The result of the present survey does not contradict with that of the former survey. Besides, some interesting data have been added to the former survey result by this survey. Namely, in the observation point No. 4 of the survey line No. 22, seabottom granitic spine and some other faults were obtained. The structure under seabottom, which was added by this survey, is thought to be also important from the development of civil engineering problem, for example, to bridge or to tunnel the part under seabottom between Honshū

(Main land) and Awaji island.

(4) At Izumi sandstone area (Kitan strait), some survey lines were set, survey lines Nos. 10, 11, 12, 13, 14, 15 and 16, to find out the underground geological structure of this area.

As the result, at the caldron structure of seabottom in the western part of Tomogashima, the outcrop of Izumi sandstone formation was discovered, but in other lines, it was difficult to make clear the detail structure of Izumi sandstone formation, because of covered layers.

However, at the observation point No. 11 of the survey line No. 11, observation point No. 1 of the survey line No. 13 and observation point No. 27 of the survey line No. 15, unconformity in the lower part of the Osaka layer was recognized. Deeper layer than this part was made clear to dip downward the Awaji island.

Whether the structure deeper than this unconformity may correspond to the Izumi sandstone formation or some other interface structure exists, is not clear, and this is a future problem, but for a moment tentatively, the writers named this formation as "Hakosaku formation".

To know in detail the Central Median Line, they must set traverse lines at southern part of the present survey.

The above is the result obtained by the present survey. And, it seems to be necessary to conduct seismic prospecting or seismic profiler survey to know the deeper structure at Osaka bay.

1. はじめに

昭和 37 年夏、大阪湾において音波探査を実施した。

本調査は、大阪市立大学、神戸海洋気象台、工技院地質調査所が共同して実施したもので、神戸海洋気象台の観測船春風丸 (150 ton = 川池寛船長) に筆者らの他、上記三機関の研究者および学生が乗船し、それぞれの分野で研究を担当した。物理探査には上記研究者の他、駒井二郎・古谷重政が参加した。また測量は立花栄一・松田栄蔵・市川賢一・佐々木次雄の各技官による資料を利用した。

この調査を実施するために大阪市立大学教授池辺展生・斉藤行正の両氏および大阪管区気象台長大谷東平、神戸海洋気象台長、間野浩氏、気象庁海洋気象部長寺田一彦、第三港湾建設局石川進之氏をはじめ神戸市 (港湾局)・大阪府・兵庫県・大阪市 (港湾局)・朝日新聞社の協力を得た。ここに謹んで感謝の意を表する次第である。

この研究の主たる目的は、従来の研究によつてすでに知られている陸上の地質構造が大阪湾内いかに連続するか、また湾底下 200~300 m 程度までの地下構造はどのようなか——それらを知ることにあつた。もう少し詳しくいえば、次の 3 点に主目標を置いて、測線を選んだ。大阪湾周辺工業地帯の地盤沈下やまた埋立て問題に直接関係を持つている (沖積) 層の分布状態を知ること、西宮西方の甲断層・芦屋断層や明石付近の構造線が湾内海底下にどのように連続しているか、さらに紀淡

海峽付近の和泉層群中に推定される断層構造がどうなつているか——これらはいずれも大阪湾の成因を考えるうえで大切なことであるが——これらをしらべることにあつた。

調査に用いた方法はわれわれが音波探査法と称しているものである。測量は 5 分ごとにあらかじめ決めた目標 (今回は大阪湾周辺に総数 134 点をえらんだ) を六分儀を用いて測定を行なつた。そして読取つた角度から現地位置を図面上に記録するのである。曇天の際はレーダー航法により測線を走つた。このようにして大阪湾上に 26 本の測線を設け総延長 548 km にわたる調査を行なつた結果、およそ次のような結果を得た。

(1) 中新世層・沖積層・洪積新層 (大阪層群等)・中新世層 (神戸層群) および基盤岩の境界が明瞭に区別できた (これには大阪周辺の数多くの試錐が非常に参考になつた。)。また大阪湾の 2/3 以上を占める海底の平坦部 (等深線で水深 40 m 以内の部分) は大阪層群を沖積層が覆つていることが明らかとなつた。この沖積層の厚さの分布は地盤沈下や埋立て問題に貴重な資料を提供することと思われる。なお古淀川の河床跡に相当すると思われる場所も一部見られた。

(2) 大阪湾を東西に横切る数本の平行な測線のいずれにも、淡路島東方数 km の処に垂水沖から淡路島東岸に沿つて北東——南西に連なる地層の大きな変位が見られる。これには断層のような構造線を考えてもよい。これ

らの地域は大阪湾の中でも地質構造上、最も面白い地域である。“六甲変動”と呼ばれる第四紀半ばに最盛期に達したと考えられる地殻運動によつて六甲山地が上昇形成され、大阪湾が沈降して行つたが、この構造帯付近がその上昇部と沈降部の境界地帯にあつたと考えられ、複雑な構造を示している。したがつてこの地域は陸上の芦屋・甲陽等の断層の、大阪湾内への延長とも推定される。

(3) 明石海峡およびその付近については、以前に国鉄により種々の調査——海底ドレッシング、ボーリング、スパーカー、白鯨号による潜航調査——が行なわれ、海底地質がすでに発表されているが、今回はこの区域を横断する測線を取り、それらの結果と矛盾しないことがわかり、またいくつかの事実も加え得た。すなわち、この付近では明石層(大阪層群の下部に対応する)、第三紀層(神戸層)および基盤(たとえば花崗岩)それぞれの境界が明瞭に区別できた。そしていくつかの断層が淡路島に延びている様子がわかつた。

(4) 大阪湾南部和泉層群地帯においては、紀淡海峡の友ヶ島付近において和泉層群の構造をつかまえることができたが、側反射等の問題もあり、南北に走ると推定されていた構造線を非常に明瞭にはとらえることはできなかった。

なお、紀伊半島の淡輪あたり、海岸に沿う測線およびそこから洲本に向かう測線等により、大阪層群と和泉層群との間に両者に不整合関係にある一つの地層群の存在を考えた方がよいのではないと思われる事実があるが、この解決についてはなお検討を要する。

上に述べたように種々のことが明らかにはなつたが、和泉層群地帯の大きな構造についてはそれはまだ充分にはつかめていない。さらに大阪湾内部の構造についても少し深い処が知りたい。これらの目的を果すために、将来は大阪湾において、周辺の島なども利用して地震探査または Rass あるいは Seismic profiler 等による調査の行なわれることが望ましい。

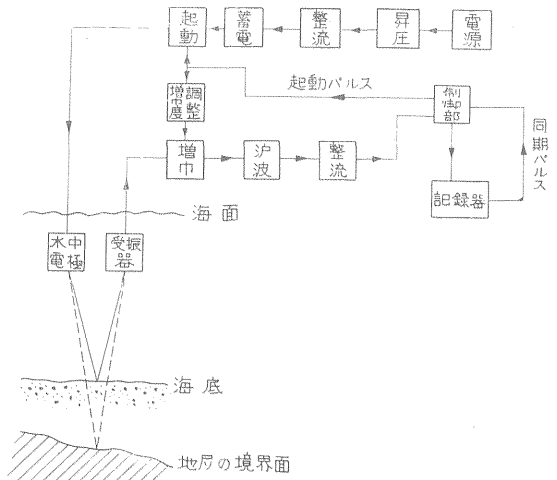
以上が今回の音波探査による研究結果のあらましであるが、以下に次のような順序でその詳細について述べてみよう。

2. 測定器械
3. 測線
4. 測定結果
5. 結果に対する考察
6. 地質
7. 地質構造

2. 測定器械

調査に用いた音波探査の方法は、原理的には地震探査や魚群探知測定器と同じである。たゞその音波のエネルギーや周波数が異なるのである。もともとアメリカで開発されてきた技術であるが、本調査には約2年前、地質調査所(森・中条・古谷)と日本電気通信技術研究所の共同研究により完成した国産装置を使用した。詳細はすでに物理探鉱、第14巻第1号(36年4月)、または地質ニュース第64、73、91号等にしるされたが、本報告の内容を検討するに必要な程度の要点だけをここに述べておこう。

ブロックダイアグラムを参考までに第1図に示す。



第1図 音波探査装置ブロックダイアグラム

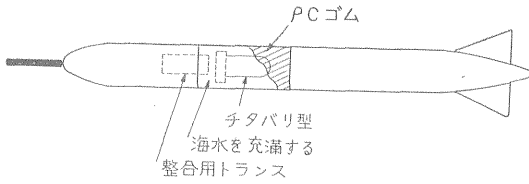
装置は発振、受振、制御、記録の各部と、水中電極およびハイドロフォンからなる。電源は100V、50cpsの交流で、これをトランスで、10,000Vの高圧直流電圧にし、これをコンデンサーに蓄え、起動部を通じて水中電極に放電を与える。起動部は常時絶縁状態にあるが、制御部から1/8~1秒ごとに加えられる起動パルスに制御され、その都度、起動状態になり水中放電を誘起する。これにより電気エネルギーの一部は音響エネルギーに変換され、100~3,000cps程度の周波数幅を持つ比較的low周波の非常に衝撃的な音波を発生する。

この音波は海底下に届き、その一部はそこから反射し、さらに残りの部分は海底下の不連続面に達し、そこから反射してきて水中ハイドロフォンに戻ってくる。この受振信号はふたたび電気エネルギーに変換され、まずA.G.C.を持った増幅器にはいり、適当な周波数制御を受け、整流の後電力増幅され、制御部を通じて記録器にはいる。

記録器はドラムの回転ごとに電解記録紙を掃引する方式で、固定および回転する一対の電極を有つている。増

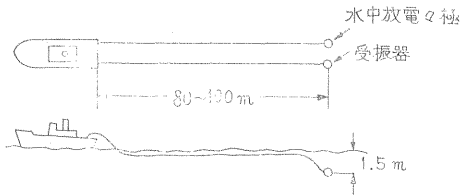
幅された受振波はこの両極に印加され、信号の大小に応じて濃淡記録される。また回転ドラムは毎回の掃引はじめての信号で同期パルスを生ずる。このパルスは制御部に加えられ、計数されて適当な時間間隔の起動パルスとなり、前記の起動部に加えらる。受振記録は周波数特性をかえて2種類の記録が同時に書かれるようにしてある。そして制御部で深度選択回路を切換え、浅い部分と深い部分を同時に記録することもできる。

水中電極は円筒状の簡単な構造で、円筒銅電極と中心電極との間に絶縁物が充填されている。



第2図 水中ハイドロフォン

受振器のハイドロフォンは圧電子素子を用い、これを木製魚雷型の容器におさめてある。水中電極、ハイドロフォンともにケーブルにより、船尾から100m位のところで曳航する(スクリューの雑音をさけるため)。普通、船の速度は毎時3~4ノットであるが、今回は船の大きさの都合上、4~6ノットで曳航した。現在使用している水中放電の大きさは、工業用6号電気雷管を水中で発破した際の音圧に較べても、はるかに小さい。



第3図 発振および受振ケーブルの曳行図

この方法では船を走らせながら地下音波断面が得られる。また周波数が地震探査より1桁高く、測深器よりはるかに低い。このことは地震探査法に較べ地層中への波の浸透は少ないが、構造に対する分解能がよく、また測深器に較べ地層中の波の減衰の少ないことを示している。また地震探査のように火薬を使わないので漁業補償の煩わしさが無い。

3. 測線

与えられた期間2週間中に、大阪湾全域をカバーして、しかもはじめに述べた目的を達しうような測線をとらなければならないので、種々検討の結果、第4図に示すような湾の長軸、短軸方向の長短とりまぜ総計26

本の測線を選んだ。各測線の詳細については第1表に示す。すなわち総延長は548kmに及ぶ。図に矢印で示したのは船の運航方向である。これはスパーカー断面図を見て地下構造を議論する際に必要となる。

第1表 大阪湾音波探査測線内容

測線名	測線長 (km)	所要時間
第1測線	19	h 1.35
2	18	1.58
3	33	4.20
4	22	2.10
5	33	2.59
6	10	.50
7	24	2.16
8	23	2.13
9	10	1.09
10	57	5.36
11	12	2.18
12	22	2.20
13	18	1.47
14	22	1.59
15	26	2.30
16	44	3.39
17	22	1.55
18	18	1.38
19	9	.59
20	20	1.49
21	12	1.03
22	15	1.40
23	11	1.01
24	23	2.00
25	5	.32
26	13	1.16
Test 1	7	.45
総計	548	

4. 測定結果

測定結果(音波探査記録)を図版に示した。記録のままでは船の速度の違いや、各種の重複反射があり、かつ地層の条件次第で必ずしも全部の記録が同じ見易さでもないで、記録を解釈しやすいように各記録を図化して、第5図とした。この図では方向を統一した。

なお、各記録に現われる共通のパターンが見られるが、これらは陸上の接続露頭や、試錐、海底のドレッジング結果から、すでにわかっているある種の地層に対比することが一応可能である。それらを次のような記号で分類し、図化した各図にするした。



第4図 大阪湾音波探査測線図

すなわち、

- a……沖積層A
- b……沖積層B
- c……大阪層群…洪積層…鮮新世
後大阪層群、先沖積層の地層も存在する可能性があるが、この中に一括されているとみていただきたい。
- d……神戸層群……第三紀・中新世
- e……箱作層
- f……和泉層群……白堊紀

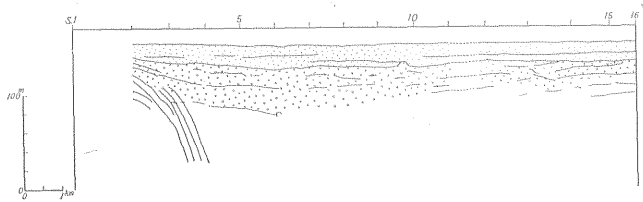
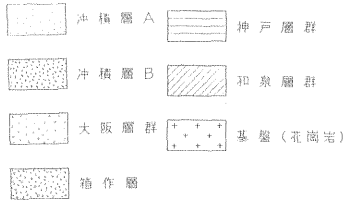
各測線について次に述べる。

測線 No. 1

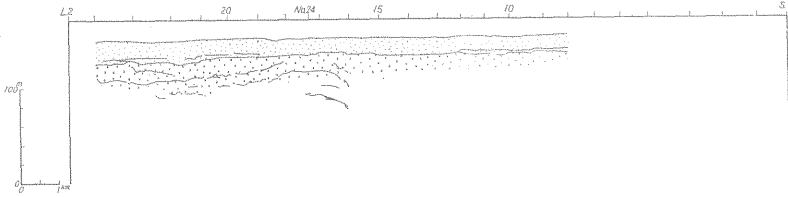
測点 No. 5 から測点 No. 16 付近まで、全般に電気的なハムが見られ、60~70 m 以深の記録はよくない。しかし、大阪層群の反射面はよく出ており、測点 No. 2, 3 には東落ちの明瞭な反射面がある。なお、測点 No. 8~11 の大阪層群の反射面には、こまかい凹凸が見られる。全般的には本測線における大阪層群はほぼ平坦な形状を示しているが、しいていえば西側にやや浅いようである。

測点 No. 11, 12 の記録の不連続は受振器の引上げによるものである。

第5図 音波探査による大阪湾地質構造の研究



測線 No. 1



測線 No. 2

測線 No. 2

本測線は武庫川河口付近から西宮・芦屋の沿岸沿いに神戸に至る測線で、海底は平坦である。本測線においては、器械の調整も兼ねて発振間隔を種々かえた。すなわち、2/4, 3/4, 4/4, 5/4, および6/4秒等であるが、検討の結果、2/4秒とすることにした。

測線全域にわたって沖積層、大阪層群が分布しているようで、大阪層群からの反射は明瞭である。

大阪層群内の反射面として、測点 No. 16~17 にかけて No. 15 よりに落ち込む反射面があり、それは一方測点 No. 18~19 にかけて No. 20 寄り、ゆるやかに落ち込む反射面とともに背斜的構造を形成しているように見える。

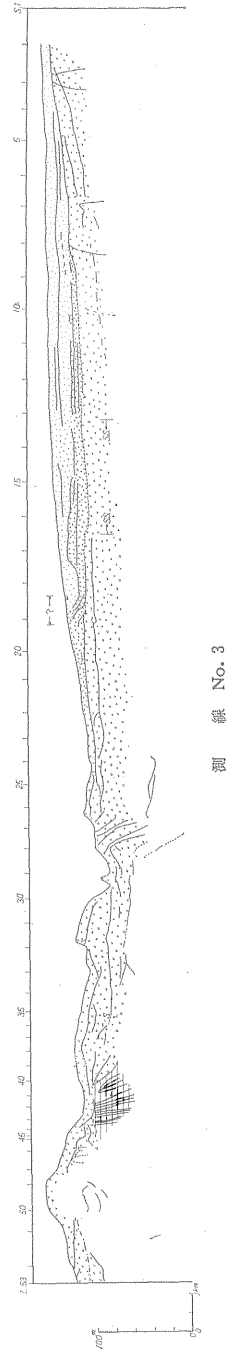
測線 No. 3

測点 No. 2~7 には多重反射が多く見られる。測点 No. 9 付近から No. 17 付近までは大阪層群の反射面には散乱模様が見られ処々に礫層の存在を思わせる。この他に測点 No. 9 付近から やゝ明瞭な連続性のある反射

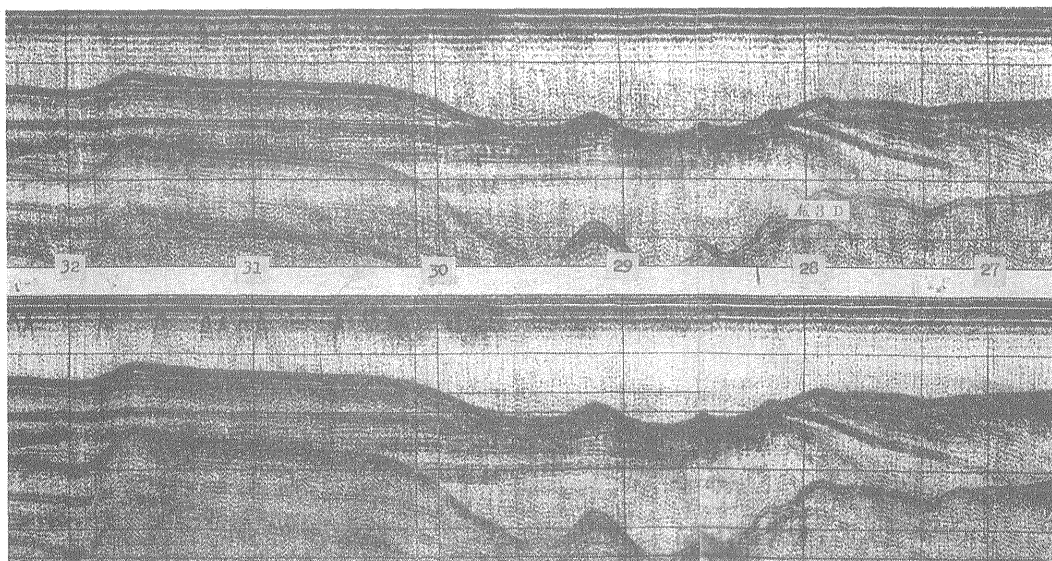
相が、大阪層群のすぐ上に見え、No. 15~19 では凹凸している。おそらく沖積層 B であろう。

測点 No. 2~8 まで、その反射面が非常に明瞭な大阪層群は No. 9 付近から、上述のようにやゝ散乱波面の様相を呈しながらも連続し、No. 22 付近において海底に露出するようである。

測点 No. 28, 27 に東落ちの急傾斜の反射面があり、これは No. 28 付近に南北に連なる構造線があるためと思われる (測線 No. 22, 21, 8 を比較して)。この構造線の西側に非常に明瞭な



測線 No. 3



ほぼ水平な反射面が 3~4 枚見える (測点 No. 29~37)。

測点 No. 40 付近の記録をよく観察すると、No. 39 から 41 付近にかけて不整合面が見える。また 43 から 45 の間にも不整合面が認められる。この No. 40~43 間に見える急斜反射面は神戸層群で、したがって No. 40~28 間に見えるパターンはおそらく大阪層群に属するものであろう。これら反射のパターンの違いは岩質の相違や地層の傾斜によるものと考えられる。測点 No. 47 付近に 2 本の断層が認められる。No. 48 から 50 付近まで潮流の関係で船のスピードを上げたため S/N が悪く、反射面の顕出は難しい。No. 50~53 は重複反射のため、下部の反射面の判別は困難である。

なお、この測線の西端の方は以前に国鉄によつて得られた資料と比較することができる。それによると、断層の位置は一致している (測点 No. 47 付近)。測点 No. 43~45 付近は国鉄の資料によれば神戸層群はかなり浅い

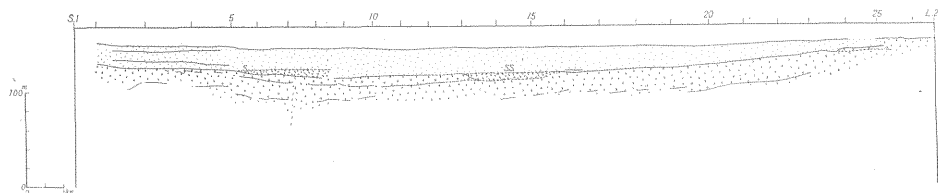
が、今回の調査結果ではやや浅い程度。そして、新たに No. 40 付近からその反射面が東に落ちることが確認された。

測点 No. 15 から 16 にかけての大阪層群の凹部に河床跡と思われる部分がある。

測線 No. 4

この測線では全般的に凹状構造が見られる。測点 No. 4 付近から沖積層が厚くなる。No. 5 付近から沖積層内に poor な反射が見られる。測点 No. 13~16 付近まで大阪層群の反射波面に凹凸あり。全体の傾向として No. 8 付近が沖積層基底面が大阪層群の最深部にある。測点 No. 13~15 に凹部あり、あるいは河床跡か。No. 16 あたりから徐々に沖積層の厚みがうすくなる。そして No. 9~15 間は大阪層内の重複反射が消える。

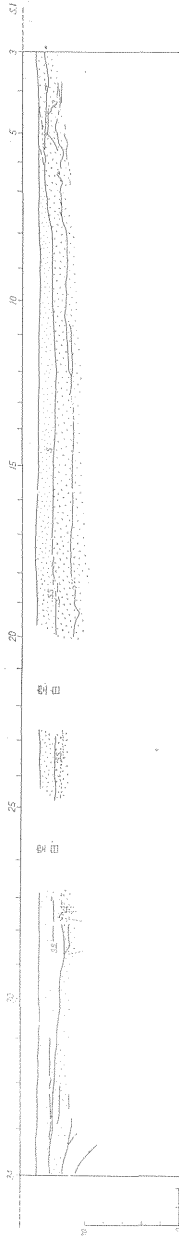
本測線の東端 (測点 No. 26~27) においては沖積層の厚さが非常にうすくなり、あるいは大阪層が海底に露出しているのかも知れない。



測線 No. 4

測線 No. 5

泉大津から大阪・神戸に向かう測線である。本測線の東端は測線 No. 4 の東端と同位置で、したがって本測線の測点 No. 3 から No. 5 付近にかけて大阪層群が海底近くに露出しているようで、大阪層の反射波群が海底に見られる。No. 6 あたりから大阪層群の反射面が海底に移行し、上部の沖積層との境界が明瞭になる (すなわち、沖積層の厚みがふえてゆく)。



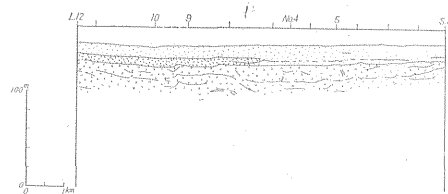
測線 No. 5

測点 No. 29 付近より次第に沖積層の厚みがうすくなる。No. 33~34 付近に東落ちの反射面がある。

No. 17 付近から 19 にかけて発振電極の不良のため記録がよくない。

測線 No. 6

本測線は神戸港付近の測線 No. 2 と測線 No. 7 に平行し、また交差する測線である。測線下の海底は平坦でほとんど全域にわたって水深は 15m 前後である。



測線 No. 6

沖積層と大阪層群との境界と考えられる反射面は良好で、連続している。大阪層内部の反射面の傾向として測点 No. 8 付近に北落ちの反射面が見え、また測点 No. 10~12 においては神戸に向かつて浅くなる。

軟弱沖積層の内部において測点 No. 7 付近から次第に明瞭な反射面 (平な) が発達する。これは次の測線 No. 7 から解釈して沖積層下部の沖の瀬層 (沖積層 B) に対応するものと考えられる。

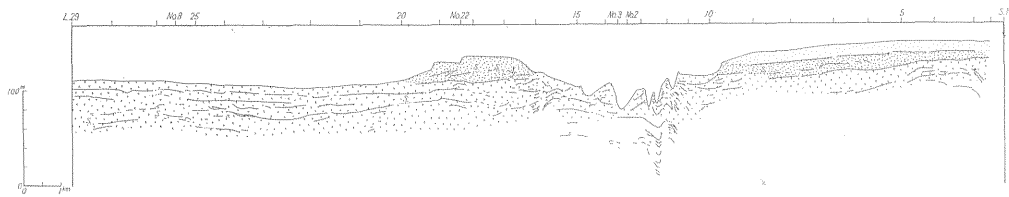
次に同じく軟弱堆積層中に測点 No. 8 付近から No. 2 付近にかけてほぼ連続する反射面が見られる。

測線 No. 7

明石海峡東方の凹部を横切る、北東、南西方向に走る測線で、測点 No. 13 付近の海底深度は 90m を超える。測線全体にわたって大阪層群の内部の反射面の傾向を見ると、大きく褶曲しているようである。

測点 No. 2 における軟弱沖積層と、大阪層群と認められる反射群の境界は良好である。測点 No. 3 においては大阪層群の中の反射群の傾向が測点 No. 1 よりに落ち込んでいる。また、この付近より軟弱沖積層の中に連続性のある反射面が現れてくる。この面は測点 No. 9 付近において不明瞭となり、測点 No. 10 付近において海底に露出しているようである。この面は沖積層 A、沖積層 B の境界と推定される。大阪層群は測点 No. 7 付近から反射面に凹凸をきたし、No. 9 から 10 にかけてその波面の境界は明瞭ではないが、測点 No. 10 から 11 付近の海底平坦部に大阪層群が露出している。

海釜凹部には大阪層群が海底に露出し、この層群中に断片的にいくつかの反射面が見られ、それらは褶曲して



測線 No. 7

いる。そして No. 12 付近において北方に落込んでしまう。これらには特に不整合面も認められないので同一地層からなりたっているように考えられる。

測線は測点 No. 16 付近から 20 にかけて、海底丘陵部の沖の瀬を横切っている。

測点 No. 16 付近から No. 20 にかけて水平な反射面は大阪層群の上面と考えられ、沖積層 B はこれに不整合に被覆し、丘陵部を構成している。大阪層群上面の反射群は No. 20 付近において海底に露出し、No. 29 まで続いている。

測線 No. 8

本線は大阪湾を横切る短軸方向の測線の一つである。

大阪層群と思われる顕著な反射波群は測点 No. 1 から 8 の海底付近に現れ、それぞれ測点 No. 9 付近から海底下に移行し、その上部を軟弱堆積物が覆っている。

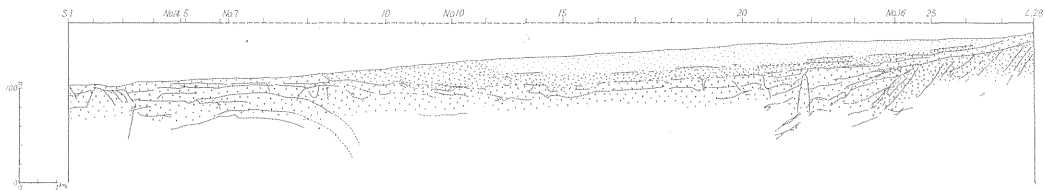
する。

測点 No. 15 から 16 にかけて大阪層群の反射群が凹状を示し、その上に散乱模様の反射面が見える。これは河床跡が存在するためかも知れない。

測点 No. 19 付近に大阪層群と思われる反射群の割れ目があるが、これはあるいは断層に相当するのかもわからない。

測点 No. 21 付近に見える大阪層群内の数枚の反射面はその両側に見える反射群と様相を異にしている。これが断層によるものか、岩質によるものか、あるいは古大阪川のような河床跡によるものか、今後の問題である。

測点 No. 24 付近に傾斜を異にするいくつかの反射面がある。この境の反射面はおそらく不整合面で、大阪層群の下に古い地層の存在しているものと考えられる。このような傾向(不整合面)は測線 No. 15, 16 にも見られ



測線 No. 8

これらの反射群の記録のパターンは連続しながらも、測点 No. 10 付近から 14 にかけて S/N が悪く、ともに散乱波面を示している。その原因の一つは反射波群上面の岩質によるものであろう。

測点 No. 8 から 9 にかけて深さ 80~110 m 前後の東に落ち込む反射面が poor ではあるが認められる。

この反射面は、測線 No. 3, 22, 21 中に見られる北東、南西の構造線の延長として考えるうえから重要である。

二つの明確に分離された海底付近の反射面は測点 No. 14 付近から受振感度が増したため、記録の焼付けが濃くなり、顕著な二つの反射群はほとんど一つの反射群に見えて、東に延びている。その上面はやゝ散乱模様を呈

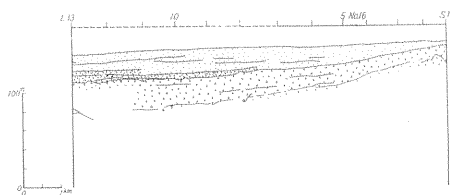
重要な問題の一つであろう。

軟弱堆積物の中にところどころ反射面が得られている。その反射面は No. 14 付近から 21 にかけて poor ながら連続し、No. 23 から No. 26 にかけては良好な反射面となつている。そして No. 26 付近で大阪層群の反射面と重なってしまう。

本測線と交差する測線 No. 10, 16 からみて、この軟弱沖積層中の反射面は沖積層 B と思われる。

測線 No. 9

泉佐野南方から大阪湾中央部に向かうこれも短軸方向の測線の一つである。測線下の海底はゆるやかな傾斜で測点 No. 1 から No. 13 に向かつて深度を増す。



測線 No. 9

軟弱沖積層と大阪層群との間に明確な反射面が見られる。この反射面は測点 No. 1 においてはほとんど海底に露出しているようであるが、以後深度を増し、海底との間の軟弱沖積層が発達する。大阪層群の反射面は No. 7 付近を過ぎるまでは直線的な面であるが、No. 8 付近から 13 の間はやゝ変化を見せている。

測点 No. 8 付近から軟弱沖積層の中に1つの反射面が発達してくる。これは沖積層 B と考えられる。

測線 No. 10

本測線は大阪湾を長軸方向に観測した本調査線中最も長い測線で 57 km に及び、測線に沿う海底は武庫川河口の測点 No. 1 から No. 53 にかけてなだらかに深さを増してゆく。測点 No. 53 から 61 にかけて紀淡海峡の海釜の北端か、海底凹部が存在し、No. 63 にかけて浅くなり、淡路島由良に近づく。

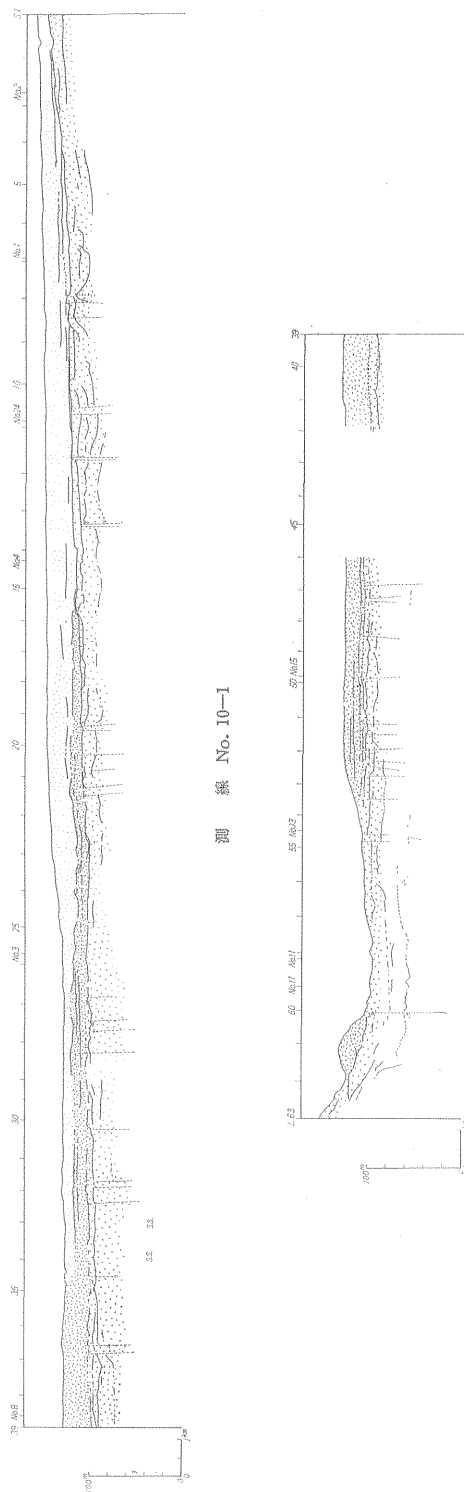
武庫川河口の測点 No. 1 から海底下に連続性のある良好な反射群が見られる。周辺の試錐結果からみて、この反射面は大阪層群と沖積層との境界面と考えてよいであろう。

測点 No. 5 付近から No. 8 にかけて、その反射面の上面は凹状を示し、沖積層が厚くなっている。

測点 No. 10 から 14 にかけて小さな面のとぎれが認められ、回折波が生じているので断層の存在が考えられるが、これは将来の問題である。No. 16 付近から大阪層群の上面に新しく一つの連続性のある反射面が見られる。No. 18, 19 辺のこの面の形状は散乱現象を示し、岩質が変化しているようである。新たに生じた反射面は沖積層 A と沖積層 B との境界と考えられ、それは No. 20 付近からきわめて良好な反射面となっている。

測点 No. 27 付近において、沖積層 B 上面の反射面は海底近くに上昇移行し、沖積層 A はうすく被覆しているものと考えられる。この付近から大阪層群上面の反射波が散乱現象を示し、濃淡な様子が凹凸を示す。この現象は測線の南下に伴ない強くなる。

測点 No. 30~31 付近において大阪層群は凹状を示し、No. 32 において大阪層群は強弱二つの反射面に分かれる。



測点 No. 34 付近で沖積層 B 上面の反射面が消滅する。おそらくこれは No. 35 付近において沖積層 B が海底まで露出しているのではあるまいか。したがって沖積層 A は No. 34 付近で消滅するものと考えられる。

測点 No. 40 付近から発振電極が長時間観測使用のため、消耗し、記録が悪くなってくる。No. 42 付近から 46 にかけての空間は電極取替のため観測不能の箇所である。

No. 50 付近から沖積層 B の中に反射面がみいだされ、No. 51~52 にかけて、さらにその上の反射面が現われる。この最上部反射面が沖積層 B の上面で、この付近には沖積層が海底を被覆しているのかもわからない。

大阪層群上面からの反射面と見られる記象は大阪湾中央部以北の記象と異なっている。大阪層群内からの反射面と思われるものが考えられ、No. 47~53 付近にかけて反射波面の不連続が認められ、断層の存在が考えられるが、この間は記録にハムが入っているので、詳しいことがいえない。

No. 54 付近から 60 にかけて海底凹部には大阪層群が露出しているものと考えられる。

No. 60, 62 間の海底凸部は沖積層 B が大阪層群を被覆しているものと考えられる。大阪層群は No. 62 から 63 にかけて海底にふたたび露出している。

測線 No. 11

友ヶ島から洲本北方に向かう測線であるが、途中受振器の故障のため、測線は蛇行している。友ヶ島には和泉

層群が全島露出しているが、友ヶ島寄りの測点 No. 1 付近から No. 4 までの海底部は丘陵形状を示し、この凸部は沖積層 B に相当するものからなっていると思われる。すなわち、凸部には西落ちの反射面がいくつか見え、その基底部には平坦な反射面があり、その中に不整合の存在が考えられる。

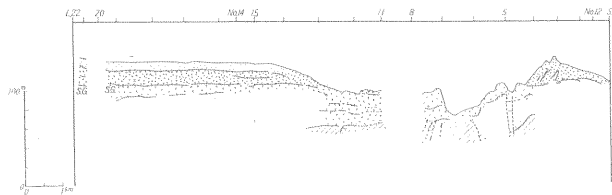
測点 No. 4~5 付近には断層帯の存在が考えられる。

測点 No. 6~7 の海底凹部付近に出ている反射面はあまり明瞭ではないが、凹部から出ている平坦な反射面の下部に No. 7 付近に西落ちの反射面が認められる。したがってこの面が和泉層と大阪層群の不整合面であると考えられる。No. 11 付近から平坦な反射群が数群認められる。最下部の反射群は和泉層群と大阪層群の不整合面からの反射と考えられる。その上部の反射群は大阪層群中のものと考えられ、この大阪層群は No. 13 付近まで海底に露出しているようである。

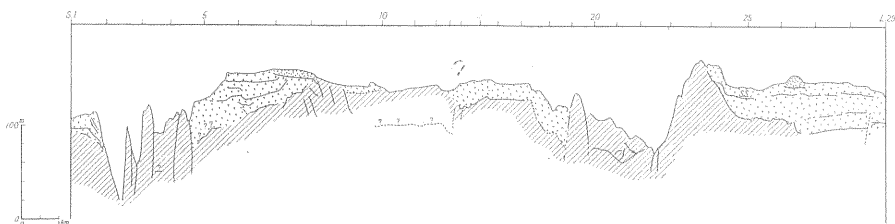
No. 13 付近から大阪層群は海底下に没し、海底の隆起とともにその上部に連続性のある反射面を発達させる。この反射面は No. 17~19, No. 21 付近の記録から明らかなように沖積層 A と沖積層 B の境界面と考えられ、その下部に大阪層群からの反射群が認められる。

測線 No. 12

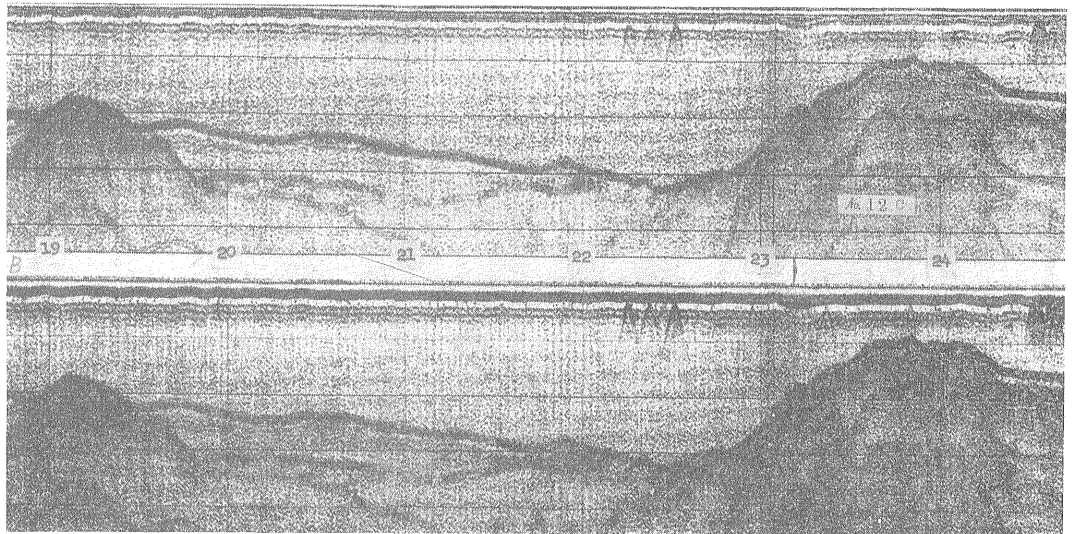
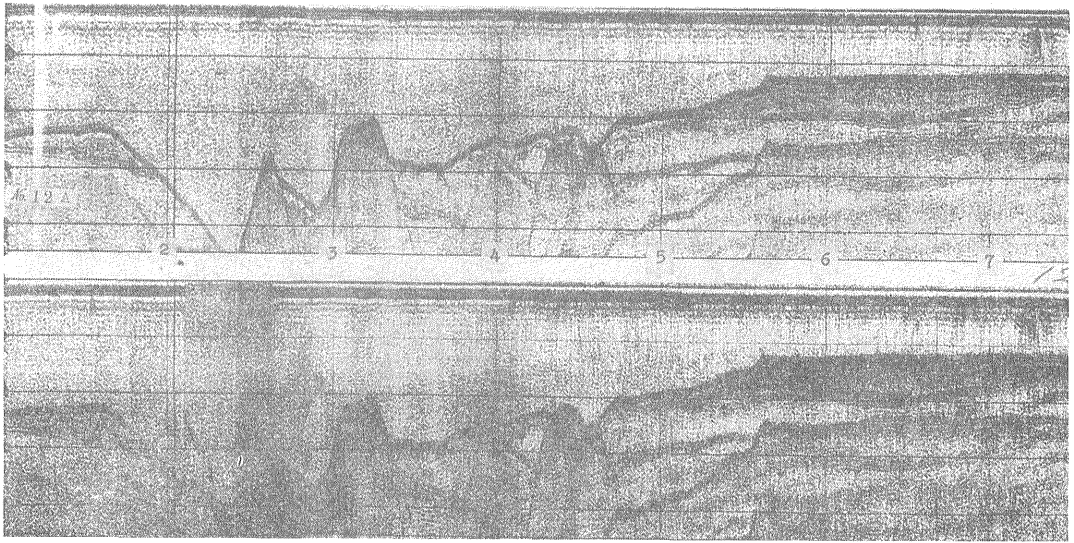
測点 No. 26, 27 間の凸部は沖積層 B と考えられる。大阪層群がこれを挟んで露出しているようで、No. 25 付近から 29 にかけて大阪層群中の反射面と考えられるものが見られる。



測線 No. 11



測線 No. 12



測点 No. 24 を中心に海底は隆起し、その頂部から No. 24 および 26 にかけて東方に落ち込む反射面が見られる。No. 24 の隆起の記象およびその反射面の上下のパターンから、この面は和泉層群と大阪層群の不整合面と考えられる。

測点 No. 19 付近に 24 と同様に海底隆起があり、その記象は類似している。この No. 19~24 間は海釜の凹部である。そのため、その間に現われる反射面は地層中からのものか、あるいは海釜の壁からの側面反射 (side reflection) であるか問題である。この間は測点 No. 3,

5 の間で交錯しているが、海釜の海底地形の形状は相違している。これは紀淡海釜の海底地形が急激に変化しているためと考えられる。したがって側面反射の生じうる可能性も強いわけである。

この問題の解決は今後の調査にまつとして一応、側面反射として処理し、この部分は和泉層群が露出しているものと解釈しておく。

測点 No. 18~14 にかけての反射面は No. 13 付近において海底に露出している。

測点 No. 8 付近には傾斜の異なる 2 つの反射群が見ら

れる。この間に不整合面は No. 5 付近の海釜において露出している。この不整合面の地質は和泉層群と考えられ、その上部に大阪層群が被覆しているものである。

測点 No. 1 付近には大阪層群が和泉層群に不整合の関係で覆っているようである。

測線 No. 13

本測線は短軸方向の測線である。測点 No. 1~2 にかけて海底は丘陵地形を示し、その頂部には測線 No. 15 より考察して、おそらく沖積層 A が覆っているようである。測点 No. 1~4 付近の海底凹部に向かって反射群は連続性を欠き、複雑な様相を呈している。すなわち、この間にはいくつかの断層構造線の存在が考えられる。測点 No. 4 付近の下部に上部反射群とその傾向を異にする急傾斜な反射面が見られる。したがってその間に不整合面の存在が考えられる。

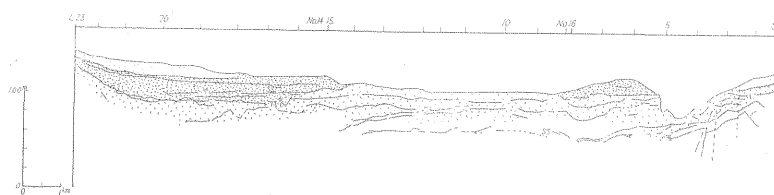
断層群の南東、つまり測点 No. 2 付近には南東落ちの傾斜の反射面が得られている。この記象の解釈は重要である。すなわち、これらの不整合面以下の記象が地表に

露出している和泉層とすれば、その和泉層群は断層群を境に北西落ちの傾向に移行するということになる。したがって測線 No. 15, 16 および測線 8 に見られる紀伊半島側の不整合面以深の地質は傾斜を断層群によつて北西落ちに変えた和泉層群と考えられることになる。この考えは、周辺地質の解釈からはなかなか解釈しにくい考え方もわからないので将来の解釈にまちたい。不整合面以深の地層をさしずめ箱作層と仮称しておく。

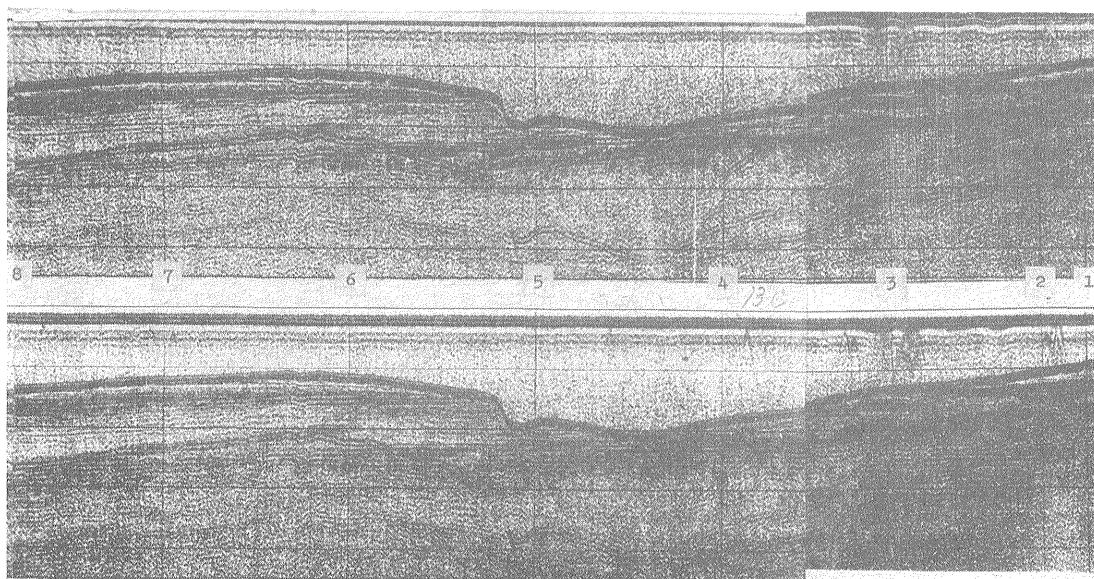
測点 No. 5~8 にかけて丘陵が存在している。その下部には大阪層群のパターンが明瞭に見られる。前後の関連から、台地の地質は沖積層 B に相当するものと考えられる。

大阪層群は測点 No. 8 付近から海底に露出し、測点 No. 14 あたりから、その上に軟弱堆積物を乗せていく。

測点 No. 16~20 にかけて大阪層群の上面の反射面が凹凸状を示し、その境界は明らかでないが、測点 No. 16 付近から、その深度を急に増しその上に覆う軟弱堆積物



測線 No. 13



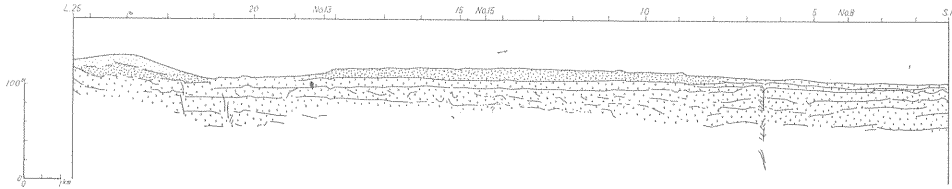
の厚みを増しているようである。

測点 No. 18~23 にかけて最上部に堆積するものはおそらく沖積層 A と考えられる。

測線 No. 14

これは淡路島東側の長軸方向に沿う測線である。海底地形はほとんど平坦で、わずかに測点 No. 22~24 にかけて海底隆起が認められる。

特徴的なことは、測点 No. 24 付近に不整合面からの反射が認められ、その反射面は測点 No. 26~27 付近の海底凹部に露出し、その凹部最浅部からふたたび現われ北西に落ちていることである。その反射面を境にして、上部と下部の反射面の傾斜は相違しており、不整合面であることは明らかである。不整合面以下の地層が大阪層群より古い地層であることは疑いの余地はないが、上記同



測線 No. 14

測点 No. 1~5 にかけて海底から1つの反射群が存在し、その反射群には3~4個の反射面が認められる。その中、最上部の反射面は下部の反射群と明らかに分離してくる。

測点 No. 8 付近から大阪層群の上面と見られる反射面は海底下に移行し、海底との間に新しい地層が出現し、測点 No. 18 付近まで続き、そこにおいて海底の凹部に消滅する。この層はこの測線に交差する測線 No. 15, 同13の断面から考察して沖積層 B に相当するものであろう。この沖積層 B は測点 No. 21 付近よりふたたび現われ、測点 No. 22 付近から上部に沖積層 A をのせて、測点 No. 25 付近において消滅している。

2つの反射群に分かれる大阪層群の反射面は測点 No. 14 付近においてますます明瞭になり、No. 18 付近の海底凹部に露出し、No. 21 付近の海底凸部に向かって海底下に移行する。この反射群は No. 23 付近で散乱現象を起こすが、No. 25 付近で上層の沖積層 B を消滅させ海底に近づく。

測線 No. 15

全般的に良好な反射面がいくつか見えるがこの測線で

様、かりに箱作層と仮称しておく。

測点 No. 27~32 で測線は逆方向になる。測点 No. 28 付近に見える丘陵は測点 No. 23 付近に見える丘陵と同じものと考えられる。すなわちこれに交差する測線 No. 16 より考察してこの丘陵は沖積層 B からなるものと考えられる。

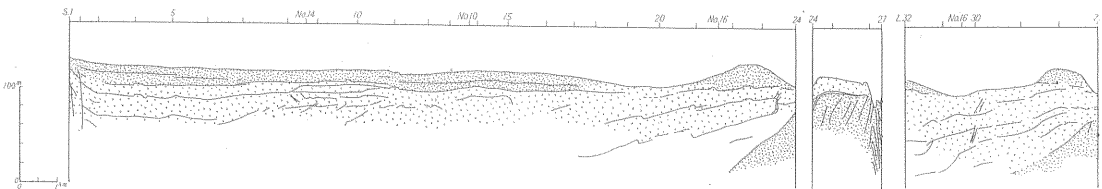
淡路島よりの測点 No. 1 付近には2~3の断層が存在し、測点 No. 1 西側によつて大阪層群と見られる反射群、あるいは、基盤岩たとえば花崗岩のようなものが急激に隆起している。

測点 No. 7 から 10 にかけての大阪層群の反射は明瞭であるが、その両側、すなわち測点 No. 4 の方向に追跡すると、その反射面が2つの反射群に分離されるようである。

測線 No. 16

本測線は紀淡海峡北方から大阪湾南東部の海岸線に沿った測線である。測線下の海底地形は測点 No. 2~6 の丘陵部、No. 6 から 8 にかけての海底凹部を除けば、ほとんど平坦で、その深度は20m 前後である。

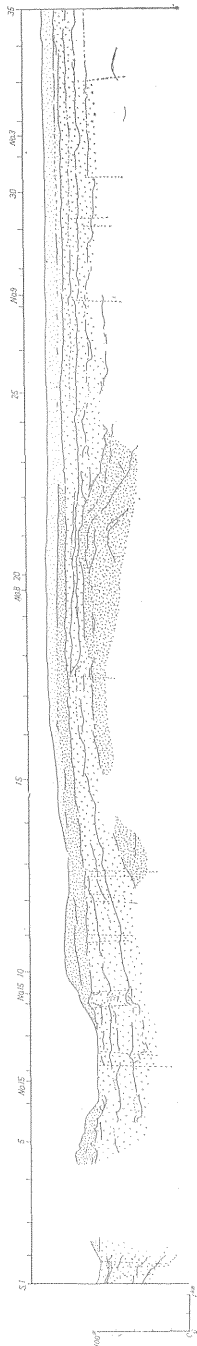
測点 No. 1 から 2 にかけて東落ちの反射面は大阪層



測線 No. 15

群中のもと考えられ、その傾向は測線 No. 13 の測点 No. 9 付近にも現われている。

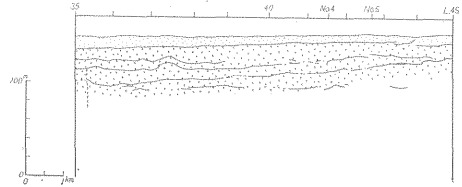
測点 No. 3 から 4 付近にかけての空白は発振電極の不良のためであるが、測点 No. 2 から 6 付近にかけては海底丘陵が存在し、これは大阪層群とは別の層で、測線



測線 No. 16-1

No. 11 の測点 No. 1~4, 測線 No. 15 の測点 No. 5~8 にも現われている沖積層 B からなると考えられる。

測点 No. 6 付近から大阪層群と思われる反射面が測点



測線 No. 16-2

No. 6~9 の海底凹部全体にわたって露出しており、これから測点 No. 15 に向かって大阪層群は測点 No. 1 から No. 2 の降斜の傾向と異なり、昇斜の傾向を有している。

測点 No. 8 から海底丘陵部に向かって不整合面の上に沖積層 B が覆っている。測点 No. 14 付近からさらに新しい反射面の出現をみるが、この面は沖積層 A と沖積層 B との境界面と考えられる。沖積層 B は次第に厚さを減じ、その反射面の S/N を悪くして測点 No. 22~23 において沖積層 A に変わるようである。

測点 No. 22 に大阪層群の反射面の下部に不整合の反射面が存在し、その下部反射面の傾向は上部の反射の傾向と異なっている。したがって不整合面下の地質は大阪層群よりも古い地質層からなっていることは確実である。これは測線 No. 8, 15 にみられるように箱作層に相当する。この不整合面の追跡は測点 No. 23~24 において明瞭になるが、測点 No. 20~13 においては明瞭ではない。その上部は沖積層 B との間に大阪層群がうすく存在している。

測点 No. 23~24 にかけて不整合面の降斜とともに大阪層群は次第に発達して層厚を増している。そして数枚の平坦な反射面が見られる。

測点 No. 26 付近から現われる沖積層 A 内からの反射面は poor である。

海底と大阪層群の間に分布する沖積層 A は次第に層厚を減じ、測点 No. 42 付近においては大阪層群の反射群が海底に接し、その分布の判別がわからなくなる。いずれにせよ、測点 No. 42~45 にかけては大阪層群までの深度は浅く、測点 No. 44, 45 においては海底にほとんど露出しているものと思われる (測線 No. 4, No. 5 を参照して)。

測線 No. 17

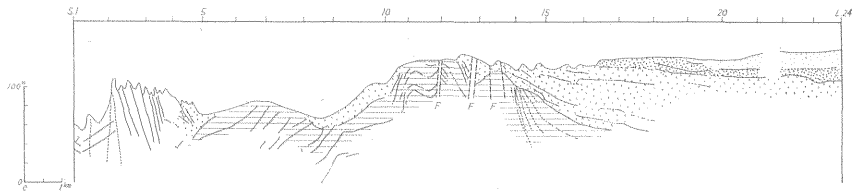
これは明石海峡を西から東へ横切る測線である。測点

No. 5 付近に poor ながら不整合面がみえる。

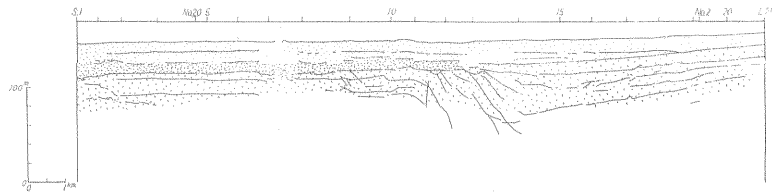
測点 No. 5 から 11 にかけて見られる東方落ちの反射層は神戸層群と思われる。測点 No. 9~11 にかけては船足を早めたため、S/N が悪く、反射面の追跡が困難であるが、測点 No. 9 および 10 付近の海底付近の反射面から考えると、この付近には比較的うすく大阪層群が神戸層を覆っているようである (かすかであるが、神戸層の上になにか大阪層群のようなものが覆っているようである。)

群として現われている。この反射群は測点 No. 2~3, 7 付近から 9 および 11, 13 にかけて反射面の散乱および凹凸が認められる。測点 No. 11 から 13 にかけては北落ちの反射面が見られる。

軟弱沖積層の中には測点 No. 1~3 にかげ良好な反射面があつて、以後不明瞭ながらも測点 No. 13 付近まで連続しているようである。測線 No. 20, No. 4 などの交点から判定して、この反射面は沖積層 B の上面からの反射面と考えられる。



測線 No. 17



測線 No. 18

測点 No. 12~14 にかけて 3 つの断層による地帯が認められる。この断層地帯を境に大阪層群が神戸層群を不整合に被覆して発達してゆく。

測点 No. 14 と 15 の間に明瞭な不整合面の反射が得られている。

測点 No. 16 付近の海底丘陵の底部から現われ No. 24 まで連続する反射面は測線 No. 7, 同・23, の交点から考えて大阪層群と思われる。

測点 No. 19 付近に得られた反射面は次第に poor になりながらも連続している。これは測点 No. 22~24 の poor な反射面に連がるようで、おそらく沖積層 B に相当すると思われる。

測線 No. 18

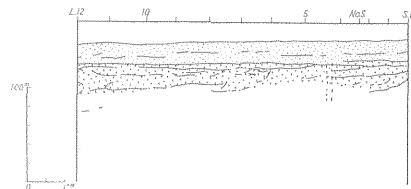
本測線の海底地形はほとんど平坦である。測線全体に軟弱沖積層が分布しており、その傾向は西宮沿岸付近はうすく、測点 No. 1 に向かつて厚くなっている。

軟弱沖積層と大阪層群の境界は、ここでも良好な反射

以上の点から、測線下には沖積層 A, 沖積層 B および大阪層群の存在が考えられる。

測線 No. 19

長軸方向の測線である。海底は平坦で、深度平均 15 m 前後を示す。



測線 No. 19

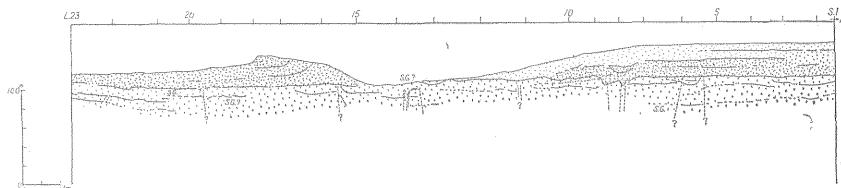
測線全体にわたって軟弱沖積層、大阪層群の反射面が得られ、それぞれの波面の傾向はほとんど平坦である。

軟弱沖積層中に poor ながら連続する反射面がある。軟弱沖積層は沖積層 A からなると考えられる。

測線 No. 20

明石海釜東端を長軸方向に走る測線である。沖積層A、沖積層B、大阪層群の3つの異なつた反射群がきれいに現われている。

沖積層Bと思われる反射面は測点 No. 4 付近から明瞭になり、測点 No. 8, 9 付近において変曲している。



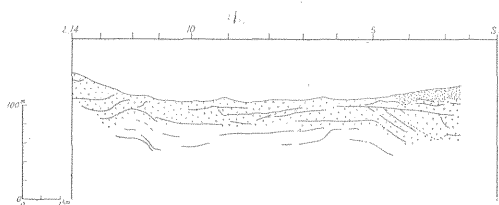
測線 No. 20

大阪層群上面からの反射面は測点 No. 8, 9 付近において凹凸状を呈し、測点 No. 12 付近における海底凹部に露出してほぼ水平に沖の瀬下部に分布している。

沖の瀬においては大阪層上層に2つの反射面が現われているが、これらは沖積層B中のものと認められる。また、大阪層群はこの2つの反射群に分かれるが、岩質的な差異があるものであろう。

測線 No. 21

大阪湾中央部から淡路島に向かう短軸方向の測線で、測線下の海底地形は凹状を示し、測点 No. 5 から 11 までの中心部は深度 65 m 前後を示している。



測線 No. 21

中心部には大阪層群の反射群が露出しており、測点 No. 5 付近から No. 3 にかけて湾中央部に向かつて降斜する大阪層群内の反射面が認められる。測線 No. 13, 22, 8 にも同様の構造線の傾向が出ており連続しているものと考えられる。淡路島側の海底に露出している反射面は大阪層群のものと思われる。

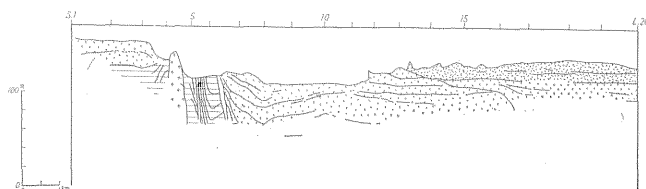
測点 No. 2 から 5 にかけては軟弱堆積物が海底付近に分布し、大阪層群がその下部に存在するようである。この間の大阪層群の上面の反射群は2あるいは3の反射

面からなる。軟弱堆積物は測点 No. 4 付近において消滅するように見えるが、この軟弱堆積物は測線 No. 20 から解釈して沖積層Bと考えられる。

測線 No. 22

この測線は西から東に向かう淡路の岩屋付近を通る測線で、国鉄の資料によると測点 No. 2, 3 の間で神戸層

群の露出が考えられているが、本測線の記録によれば海底面での多重反射が邪魔をして、神戸層群の存否は明らかでない。測点 No. 4 付近に見える不整合面が大阪・神戸両層群の境と考えられる。



測線 No. 22

測点 No. 4, 5 間にみえる突出部はパターンから考えて花崗岩と思われる。

測点 No. 5, 6 にかけて断層と急傾斜の数枚の反射面がある。これは神戸層群に相当する。

測点 No. 6, 7 間にある断層の破碎帯から測点 No. 7 寄りに不整合面と思われる反射面がわずかではあるが見える。この不整合面を大阪、神戸両層群の境界とすると、この付近から見える大阪層群の反射のパターンがやゝ問題となる。今後の検討を要する。

測点 No. 8, 9 で反射がきれいに分かれるが、これは2つに分かれる地層の発達の状態を示しているのかも知れない。

測点 No. 12 付近から顕著な反射面が出てくる。測点 No. 12 付近から 16 に至る海底の凹凸は海底の隆起とは考え難い。この付近はおそらく海流の影響による海底砂丘ではあるまいか。

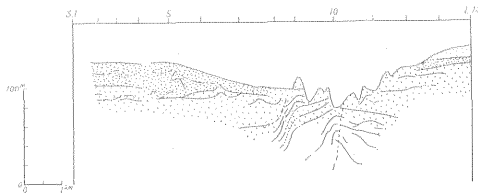
測点 No. 12~13 から沖の瀬にかけ、沖積層Bの存在が考えられる。

測点 No. 16 を境に明瞭な反射フロントが皆東に落ち込んでしまう。この付近になにか構造線があるのではなからうか。これは測線 No. 3, 8, 21 に現われている構造線とつながると思われる。

測線 No. 23

明石海峡東方の海釜を横切る南北の測線である。海釜の付近は海底地形も凹凸あり、また反射も凸部からいくつか発生しているので、この海釜がいかなる地質層序に対応するか不明である。しかし、測線 No. 3 および No. 17 の例からみて、もし大阪層群だとすると、この大阪層群は他の地域の大阪層群と反射のパターンが異なり、砂・粘土の互層のように見える。

測点 No. 8~9 付近に見える南落ちの dip は、測線 No. 3 および No. 22 のこの傾向を結ぶ線とよく一致している。



測線 No. 23

測点 No. 10 の処に海底最深部がある。

大阪層群の反射面は測点 No. 5 付近において、下部に移行し波面に凹凸を示す。

測点 No. 5 付近において連続性ある反射面は沖積層 B 中のものと思われ、その反射面の上部海底付近には類似の傾向が認められる。沖積層 B の厚さが最も厚いところと考えられる。

測点 No. 1 から 7 にかけては沖の瀬を横切る区間である。

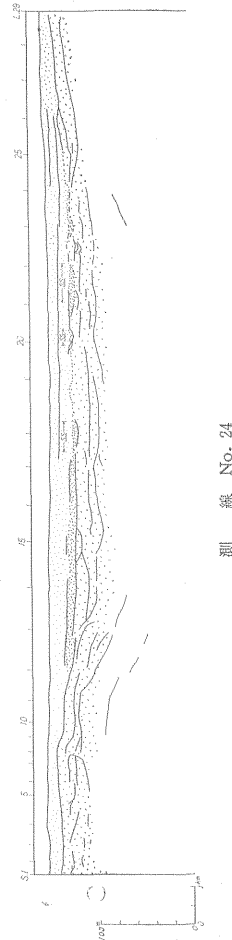
測点 No. 3 においては測線 No. 20 (測点 No. 14) と交差するが、両者から推計するに、この瀬には沖積層 B が露出していると考えられる。その下層の大阪層群の反射面は、この測線では反射面のパターンが他の測線と異なるようで判定に苦しむが、測線 No. 20 では明瞭である。

測線 No. 24

本測線は神戸港和田沖から北上し、測点 No. 8 付近から堺市方向に向きを変える測線である。海底は深度 15 m 前後である。

測線全域に軟弱沖積層が分布し、その下部に大阪層群が存在する。

大阪層群上面の反射面は測点 No. 8 付近より深度を増し、測点 No. 24 付近から漸次浅くなる。その反射のパターンは測点 No. 1 から 17 までは明瞭であるが、No. 18 から 25 にかけては凹凸波面を示し、ところどころ波面に散乱している。この中、特に測点 No. 20 から 32 付近にかけてみえる反射凹部は、河床跡と思われ、このような部分は測線 No. 4, 3 の相当する部分につらなる。



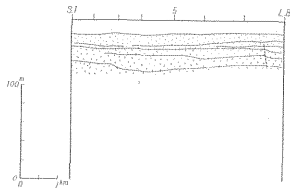
測線 No. 24

大阪層群内部における反射面の傾向は測点 No. 11 から 13 にかけて南東落ちを示し、また、測点 No. 23~24 付近にかけて北西落ちの傾向を示している。

軟弱沖積層内部においては、処々連続性のある反射面が得られている。特に測点 No. 12 付近から認められる反射面は、処々連続しながら測点 No. 17 まで続いている。この反射面は測線 No. 18 の反射面から推定して沖積層 B の反射面と考えられる。

測線 No. 25

大阪港付近の南北の測線である。測点 No. 1 から No. 5 付近にかけては、近くにいくつかの埋立てのための海底試錐の資料があるのでスパーカー記録との対比に大へん参考になった。



測線 No. 25

測線下の海底地形は平坦である。測線全域にわたって軟弱沖積層と大阪層群が存在している。大阪層群はほとんど平坦である。

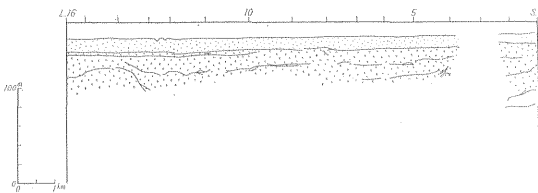
沖積層 A の中に 2~3 の反射面が存在している。

なお、本測線ならびに測線 No. 5 の周辺には、試錐の資料が多く、記録をしらべるうえに大へん参考になった。

測線 No. 26

西宮から神戸港にかけての測線である。

測線全体にわたって沖積層 A と大阪層群が存在し、その大阪層上面の反射面は良好である。沖積層 A は西宮周辺がうすく、神戸に向かってや厚く堆積している傾向がある。



測線 No. 26

大阪層群の反射群はほとんど平坦であるが、測点 No. 14 から No. 13 にかけての北東落ち面および測点 No. 15 付近から 16 にかけての南西落ちの反射面があり、この傾向は測線 No. 2 でも認められる。

本測線付近にも幾多の試錐資料があり参考となった。

以上、第 1 測線から第 26 測線までのそれぞれについて説明を行なった。相互の関係については次節に述べる。

5. 結果に対する考察

以上 26 本の測線について詳細の説明を行なったが、これら個々のままでは相互の関係がみにくいので、全体を一度に見較べるため、第 6 図、第 7 図に必要な測線を書入れてみた。

第 6 図には大阪湾の短軸方向の、第 7 図には長軸方向の測線を入れた。これらを総合、比較検討することにより次のような結論を得た。

(1) 第四紀の沖積層 A, B・洪積層(大阪層群, 明石層群等)・第三紀(神戸層群)それぞれの境界が明瞭に区別できた。これをいい切るには大阪港から尼ヶ崎方面にかけての数多くの試錐が非常に参考になった。大阪湾北部では、大阪層群と沖積層の間に陸上における低位段丘礫層が介在する可能性が多いが、今回の記録では、これらは *trangent zone* に入っているか、あるいは大阪層群のパターン中の一括されているとみられる。

大阪層群は全測線(測線 No. 12 も含め)に現われている。そして大阪湾の 2/3 以上を占める海底の平坦部(等深線で水深 40 m 以内の部分)は大阪層群を沖積層が覆っている。この軟弱層を本報告においては記録のパターンだけから 2 つに分けた。すなわち、沖積層 B およびいわゆる沖積層 A である。

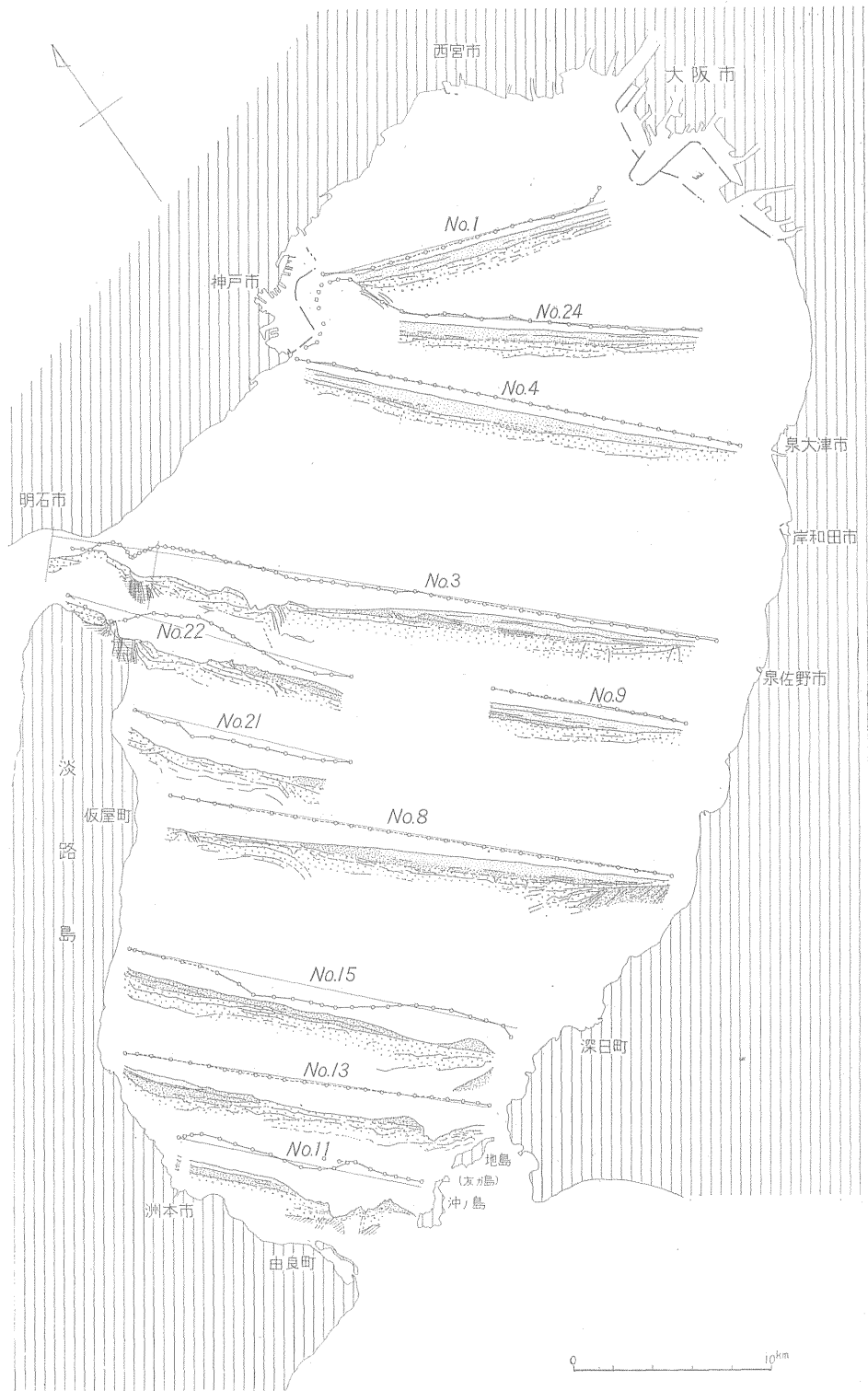
この沖積層 B は測線 No. 3 の測点 No. 17, 18 付近および測線 No. 20 の測点 No. 16~18, さらに測線 No. 7 の測点 17~19 などの明石海峡南東の沖の瀬周辺に見られる記録に現われている。このような沖積層 B は測線 No. 4 をほぼ境とし、その北東の湾内(大阪港, 西宮, 神戸港周辺)には認められず、この測線よりも南西の大阪湾内に分布している。

その上部の沖積層 A については淡路島東岸を除き、ほとんど湾全体に分布していると思われるが、第 6, 7 両図から明らかなように、湾の周辺沿岸部においてうすく、湾の中央部に行くに従い厚くなっている。その最大厚みは約 40 m である。特に湾北東部においては厚く分布している。

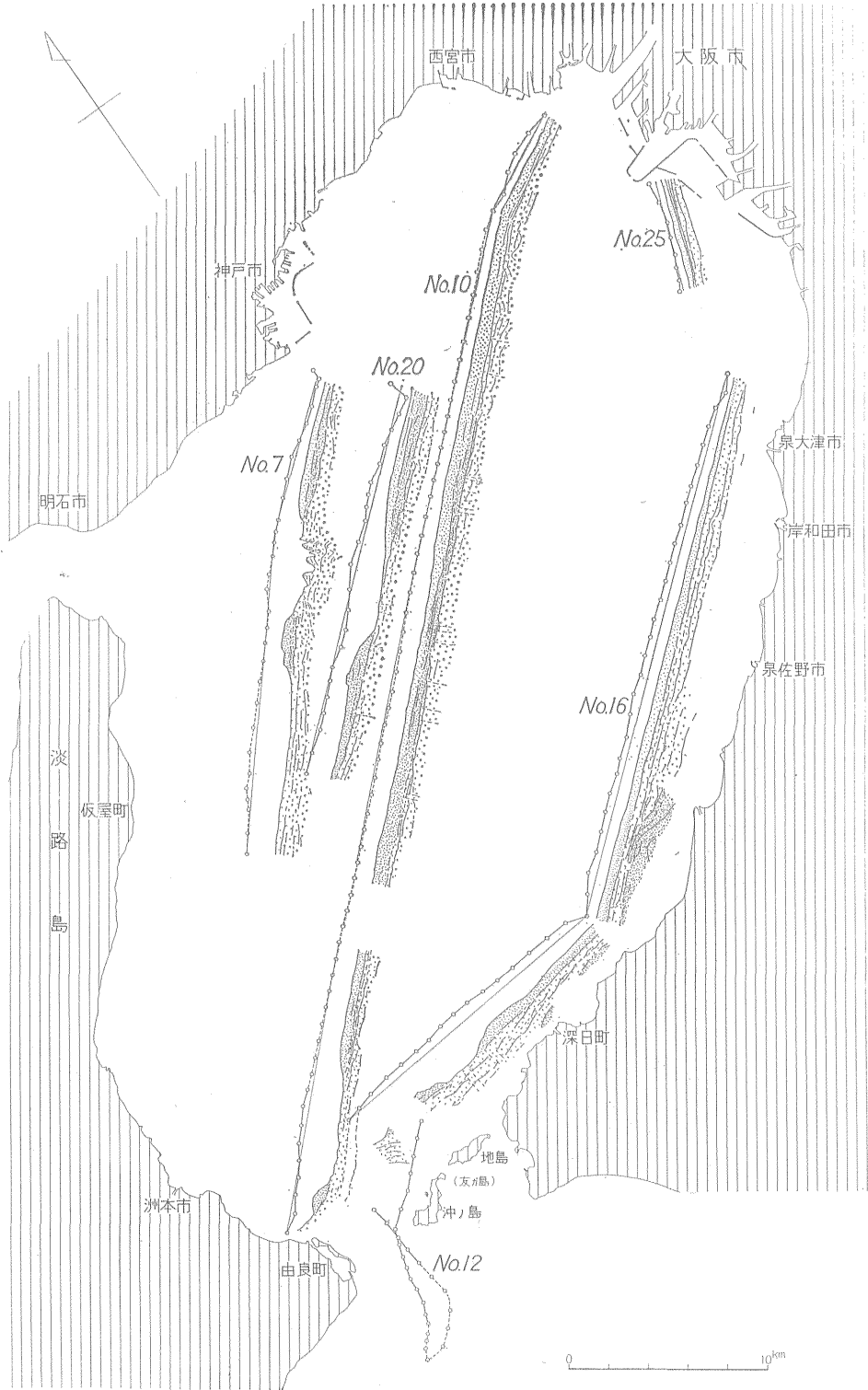
この被覆層厚の分布は地盤沈下や埋立て問題に貴重な資料を提供することと思われる。

なお古淀川等の川床跡に相当すると思われる場所が測線 No. 3 の 15~16, 測線 No. 4 の 13~16, 測線 No. 8 の 14~16, 測線 No. 24 の 20~22 などにみられた。さらに測線 No. 10 の 30~31 にも同様のものがみられる。

大阪層よりの反射記録は、湾の中央部より北東では割合に明瞭であるが、中央部および南西においては反射面が凹凸を示し、散乱模様を呈し、場所によつては 2~3 の反射群に分けられる。



第 6 图 大阪湾短軸方向綜合断面圖



第7図 大阪湾長軸方向総合断面図

淡路島東海岸、岩屋から飯屋町の沖合にかけては、大阪層群が海底に露出している。

(2) 大阪湾の短軸方向の測線、すなわち測線 No. 3, 22, 21, 23 および8のいずれにも、淡路島東方 8 km 程度の処に垂水沖から淡路島東岸に沿って北東—南西に連なる地層の大きな変位が見られる。地表調査の結果にみられる大阪層群の構造的特徴からみて、大阪層群がこのような傾斜の急変を示すことは、断層による引きずり、あるいは基盤岩の断層運動に伴う flexure (曲折) と推定できる。

また測線 No. 2, 24 の神戸港付近の測点に、やはり大阪層群の急傾斜が見られる。したがってこの付近にもなにか構造線があるように見える。この構造線の走向はほぼ南北であるが、測線 No. 4 などには認められない。したがって、はじめに述べた構造線の延長との関係は明らかではない。

しかし、少なくとも、始めに述べた構造線はおそらく、芦屋・甲陽等の断層の南、大阪湾海底下への延びと考えることはさしつかえなからう。

ここでは大阪湾内でも地質学的に最も面白い地域である。“六甲変動”と呼ばれる地殻運動によつて六甲山地が形成され、大阪湾が沈降して行つたが、この付近がその上昇運動と沈降運動の境界付近にあたると思われる、複雑な構造を示している。

(3) 明石海峡およびその付近については、以前に国鉄により種々の調査——海底ドレッシング、ボーリング、スパーカー、白鯨号による潜航調査——が行なわれ、海底地質がすでに発表されている。今回この区域を横切り、測線 No. 3, 17, 22 等を設け、調査したが、その結果、大きくは国鉄の調査と矛盾しないことがわかつた。またいくつかの事実を加え得た。すなわち、測線 No. 22 の測点 No. 4、つまり岩屋付近において花崗岩の海底突起の存在が認められた。また同測線の測点 No. 5, 6 付近で淡路島の東岸沖合 1 km を島の輪廓と平行に走るイサギ磯断層および南北方向のカバチ断層の延長が確認できた。

(4) 大阪湾南部和泉層群地帯においては、測線 No. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 等により、その構造の探査を行なつた。その結果、測線 No. 12 において、友ヶ島西方、紀淡海峡海釜凹部に和泉層群の海底露出をつかみえたが、他の測線では被覆層のため、和泉層の詳しい構造をつかむことはむづかしかつた。しかし、測線 No. 11 の測点 No. 11 付近、測線 No. 13 の測点 No. 1 側および測線 No. 15 の測点 No. 27 付近などにおいて、大阪層群の下部に不整合面が認められ、それ以深の地層の

反射面が淡路島側に降斜しているのが認められる。この不整合面以深の反射面が和泉砂岩層に対応するのか、あるいは一つの別の地層を考えた方がよいのか未解決の問題である(地層の向きなどから考えて)。

今回は仮りに箱作層と仮称しておくが、この問題の解決には今後の検討が必要である。

なお測線 No. 12 は、和泉砂岩層群の水平落差をとらえ、さらに南を東西に走る中央構造線を横切るべく選んだが、充分には目的を達しえなかつた。すなわち、海底地形の複そうするため、側反射の問題が出て、南北に走ると思われる水平落差の構造線を明瞭にはとらえることはできなかつた。また中央構造線をしらべるためにはさらに測線を南に延ばすべきであつた。

以上が今回の音波探査による結果のあらましであるが、今後、これらの資料をさらに深く検討し堆積上の諸問題の解決のいとぐちとすべきである。また深い構造を知るために将来地震探査等の行なわれることが望ましい。

6. 大阪湾周縁の地質

大阪湾は北西側を六甲山地—淡路島を連ねる山系で限られ、その山麓には狭い丘陵部と沖積平野をもつにすぎない。しかし東側は生駒—葛城山地に至るまでに広い段丘、丘陵地帯が展開し、とくに東北寄りには沖積平野の発達が著しく大阪平野と呼ばれている。南は和泉山脈で遮断されている。

上記のような山地に囲まれた部分を大阪湾を含めて大阪盆地と呼ぶことにする。大阪盆地・大阪湾ともに美しい楕円形であり、地質構造との密接な連関性がうかがわれるが、これは調査の進むに従つて、ますます実証されつつある。

六甲・生駒山地は基盤花崗岩類の露出地である。和泉山脈は和泉層群で構成されているが、構造的にも、弾性波特性からみても基盤に含めて取り扱つてよい。これら基盤岩類の上昇部に対して、大阪盆地部では基盤深度は—1,000 m 以上にも達するものと考えられる。これら沈降部と周縁上昇部との間にはシア帯があり、多数の高角衝上断層が発生している。沈降部である盆地内を第三紀中新統(神戸層群、二上層群および鮮新—最新統(大阪層群、満池谷累層など)が埋めている。これらの層序および地域でその分布関係は第2表のようにまとめられる。

これらのうち神戸・二上両層群の堆積盆地は、現在の大阪盆地とは無関係であつたが、大阪層群の分布は密接な関係があり、現在の盆地—山地の配列が大阪層群の堆積盆地を形成した第四紀の地殻運動に密接な関係をもっていることがわかる。この運動は“六甲変動”と呼ばれ

第 2 表

播磨盆地	六甲山中	六甲南麓	大阪盆地
沖積層	大阪層群下部	沖積層	沖積層
段丘堆積物 (低位 中位 高位(明武))	基盤岩類	段丘堆積物 (低位(伊丹) 中位(上原) 高位(玉川山))	上部洪積層 (満池谷累層)
大阪層群下部		満池谷累層	
神戸層群		大阪層群 { 上部 下部 }	大阪層群 { 上部 下部 }
基盤岩類		基盤岩類	二上層群
			基盤岩類

ている。

六甲上昇部と大阪盆地沈降部を境するシア帯を走る断層は多数あり、その性質については現在藤田和夫・笠間太郎・前田保夫・平野昌繁らによって精査中であるが、おもなものだけを地質図に示した。これらの断層の落差の積分値が、六甲山頂の+900 m 余、大阪盆地の基盤深度-1,000 m 余の基盤の起伏を調節しているものとみられる。各断層で区切られた地塊中に残存する大阪層群の層準の比較から算出すると、これらの断層による転位量はおおの 200~300 m 級とみることができる⁹⁾。

このような地殻運動の結果は地層の分布状況にもよく露われており、甲陽断層を境にしてそれ以南には基盤の露出はなく、大阪層群から沖積層に至る厚い地層の堆積の場となつているのに対して、それ以北は段階的に基盤の露出部が増加し、大阪層群下部だけが僅かに六甲山中に残存ようになる。この断層運動の影響は満池谷累層まで明瞭にあらわれていて、引ずりその他の著しい変位を与えている。さらに高位段丘礫層上に基盤岩が衝上している例もあるがその量は大きくない。

大阪層群下部は粗粒堆積物が多く、大部分が淡水成とみられるのに対して、上部は海成の比較的規則正しい粘土と砂・礫層の互層である。満池谷累層は、三木茂によって記載されたトリックス植物遺体群を含有するため第四紀研究上重要視されているが、模式地において下位層と不整合関係にあることが認められ¹⁾、その後各地で記載¹¹⁾¹⁴⁾されてきた。しかしそれらの関係はきわめて微妙であり、地表調査では両者の間に構造的差異はほとんど認められず、岩相的にもきわめて類似しており、なお今後多くの研究課題を残していた。そのため満池谷累層は大阪層群の最上部とされたり、これと切離されたり、いろいろの使い方をされてきたが、その後本調査の資料も加えている点から大阪層群とは別の単位として

扱った方が合理的であると考えられるので、本稿では切離して使用することにした。また大阪湾北部では、低位段丘礫層と沖積層下の礫層との関係について諸論²⁾⁸⁾¹⁸⁾があるので、大阪層群と沖積層の間の地層を満池谷層も含めて一括して上部洪積層と一応呼ぶことにした。基盤岩類については、その細分は音波探査結果の解析の対象にはならないと思われるのでここでは触れないことにする。ただ和泉側と淡路島側の和泉層群の層準を比較した場合、市川浩一郎によれば水平転位にして約 9 km 前者が南へ後者が北へずれているとみられる。このずれがどのような性質のものか、もし六甲変動に関係があるとなれば、音波探査の対象となることが期待された。

以上のような大阪湾周縁の地質調査結果から、音波探査記録の解釈の基準にできるような点をまとめると次のようになる。

(1) 大阪盆地内には、明瞭な不整合面へだてられ、凝固度も異なるいくつかの層群が累積している。基盤岩類・神戸あるいは二上層群・大阪層群・沖積層というような層群単位程度は音波探査の記録で識別されることが期待される。

(2) これらの単元は構造的にも相違があり、記録上の構造的差異の識別が重要になるであろう。

(3) 大阪層群と満池谷累層との関係は微妙であり、特に注意を必要とする。

7. 音波探査記録から解釈される 大阪湾の地質構造

従来大阪平野部の地下構造については多くの論議が行なわれてきたが、まだ統一の見解に達していないことが多い。これらの問題の解決へのアプローチの一つとして、今回の音波探査資料はいくつかの解釈を提供するものと思われる。ここでは筆者の一人藤田の見解に基づいて解釈を試みるが、その過程の論議や、それから生れる地質学的諸問題については別の機会に発表する論文にゆずり、本稿では結論だけを簡単にまとめておきたい。

第 8 図の地質図は大阪湾周縁の地質概念図に加えて、湾内の地質状況の解釈の概要を示した。周縁の地質図はわかり易くするために河谷の浸食による切れ込み部の欠損を埋めて分布を示す形式をとつた。資料としては市原実⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾・石田史郎ら¹¹⁾・藤田和夫²⁾⁸⁾らの既発表資料の他に、和泉層群については市川浩一郎、六甲山地・淡路島については笠間太郎・山下操・平野昌繁・藤田らの未発表資料を使用した。これらの方々にこの機会に感謝の意を表したい。

おもな問題点について若干の説明を加える。

1) 沖積層とみられるものは記録のパターンで最も明瞭に出ている。既存海底ボーリング資料と比較検討の結果、沖積層基底面が明瞭な反射面を形成していることが確認された。その分布は海底地形とよく一致し、大阪湾の北半および東半を占める平坦な海底面は沖積層の堆積面と一致する。地質図では等層厚線でその分布の概要を示した。この厚さは沖積層の弾性波速度を海水のそれと同じとみて作成したものである。ボーリング資料との比較もその妥当性を裏書きしている。

2) 沖積層の基底反射面の起伏状態を検討した結果、明らかに古淀川・古武庫川などの旧川床の切れ込みとみられる水糸状の凹部が追跡される。その最深部は湾中央から南寄り付近にあり、海水面下約 70 m である。その詳細については別の機会に報告したい。

3) 大阪湾底のほぼ全面にわたって満池谷累層が分布している可能性がある。また巨視的にみれば大阪層群と満池谷層の間には構造的相違が認められる。

この解釈には問題が多いが、第 8 測線 25~28 測点付近を中心に、13・15・16 測線にあらわれる傾斜不整合関係をどのように解釈するかにかゝっている。現在のところボーリング資料がえられないので直接の資料はないが、不整合面より上を満池谷累層、下位を大阪層群とみている。第 6、7 図の地質断面図は、この解釈によつて模様分けしたものである。その理由については多くの論議が必要なので別報にゆずるが、2、3 有利な点だけにふれておく。昭和 38 年 1~3 月に実施された大阪市港区の 900 m のボーリング結果によれば、大阪層群は 100 m 以下に出現し(池辺展生氏談による)、竹中準之助の測定によれば、この付近において弾性波伝播速度の変化が認められる。この間の上部洪積層を記録紙上で追跡する限りにおいては前記上位層に連続する。

上層を満池谷累層とみた場合の難点の一つは、記録にあらわれた比較的明瞭な傾斜不整合関係である。従来の地表調査によると大阪層群と満池谷累層とは、ほぼ平行不整合関係にあるものと考えられてきた。しかし音波探査記録では、今回の場合で縦横縮尺比 1 : 5 程度で、しかも連続断面として表現されるのであるから、陸上の小露頭では識別できない程度の構造上の相違も誇張して表現されることになる。また石田史郎¹¹⁾らの調査によれば、大阪盆地南部では、満池谷層が大阪層群下部上にオーバーラップしてくるとされている。

傾斜不整合面より下位の層群が和泉層群である可能性は、両者の構造が全く異なることで否定される。また大阪層群下に中新統あるいは鮮新統の存在が隠されていることも想定しなくてはならないが、箱作、淡輪付近の地

表再調査の結果では、少なくともこのような地表に露出していない。

このように満池谷累層の分布を広くみる場合、陸上部の地層分布との関係は、断層を想定するよりほかはない。このような断層は記録には出ていないがおそらくほとんど海岸線に沿って走っているものと考えられる。泉大津海岸において最近実施されたボーリング結果についての竹中準之助・鶴巻道二の観察によれば、地表下 120~160 m で崩壊著しく、その部分の粘土は強いシアをうけ急斜していることが認められた。地質図に示したように、大阪湾東岸に沿って上町台地にいたる断層を想定することは可能である。このような状況は淡路島東岸の仮屋断層でも同様で、この場合は記録上でも、陸上調査でも断層の存在が確認されている場所が少なくない。そして上記の結論に従つてこれら断層の転位量を推定すれば、六甲シア帯の断層群のそれとほぼ似たオーダーのものとなる。

なお以上のような観点に立つと、友ヶ島北方通称「アイの泥」に露出するとみられるナウマン象の化石床¹⁰⁾は満池谷累層である公算が大きい。

4) 記録上にあらわれた構造線としては、淡路島東岸に沿うもの他に、神戸港防波堤先端部をかすめ、大阪湾の最深部を通り、淡路島東岸沖合 7~8 km 付近を淡路島にほぼ平行に走るものが顕著である。この構造は東落ちのフレクチャー (flexure) とみられる。第 8 測線以南には追跡できないが、北にゆくほど曲りは著しくなり、その延長は甲陽断層に接続する公算が大である。この構造は上部洪積層まで及んでいることは明らかであるが、沖積層の等層厚線図が示すように、このフレクチャーを境にして、東西両部の沖積層の厚さに変化のある傾向の認められることは注目される。

(昭和 37 年 6~7 月調査)

文 献

- 1) 藤田和夫: Stratigraphical Significance of the Plant Remains Contained in the Late Cenozoic Formations in Central Kinki, 大阪市立大学理学部紀要 (地学), Vol. 2, 1954
- 2) 藤田和夫ほか: 東六甲周縁の地史と地形発達史, 西宮市史, Vol. 1, 1959
- 3) 藤田和夫: 六甲山地のスラスト系, 槇山教授記念論文集, 1961
- 4) 市原 実: Bottom Sediments of Osaka Bay—Part I, 大阪市立大学理学部紀要 (地



第8図 地質概念図

学), Vol. 2, 1954

- 5) 市原 実ほか：千里山丘陵，地質学雑誌，Vol. 61, 1955
- 6) 市原 実：明石層群・播磨層群について，(その1)，地球科学，Vol. 40, 1958
- 7) 市原 実ほか：明石層群・播磨層群について，(その2)，地質学雑誌，Vol. 66, 1960
- 8) 市原 実：大阪・明石地域の第四紀層に関する諸問題，地球科学，Vol. 49, 1960
- 9) 市原 実：Some Problems of the Quaternary Sediments in the Osaka and Akasi Areas, Japan, 大阪市立大学理学部紀要(地学)，Vol. 5, 1961
- 10) 市原 実：友ヶ島沖ナウマン象化石床について，榎山教授記念論文集，1961
- 11) 石田史郎ほか：近畿地方の新时期新生代層の研究 II，地球科学，Vol. 66, 1963
- 12) 伊崎 晃ほか：明石瀬戸東部の音波探査とその解析，物理探査，Vol. 13, 1960
- 13) 岡 義記：大阪平野北西部の地形発達史，地理評論，Vol. 36, 1963
- 14) 高谷好一ほか：枚方丘陵の第四紀層，地質学雑誌，Vol. 67, 1961
- 15) 早川正巳・森喜義・鎌田清吉・斉藤行正：大阪湾の音波探査，1962年海洋学会秋季講演会講演要旨
- 16) 早川正巳・森喜義・鎌田清吉：音波探査による構造線の探査，1963年地震学会春季講演会講演要旨
- 17) 鎌田清吉・森喜義・早川正巳・藤田和夫：大阪湾における音波探査について，1962年物理探査技術協会秋季講演会講演要旨

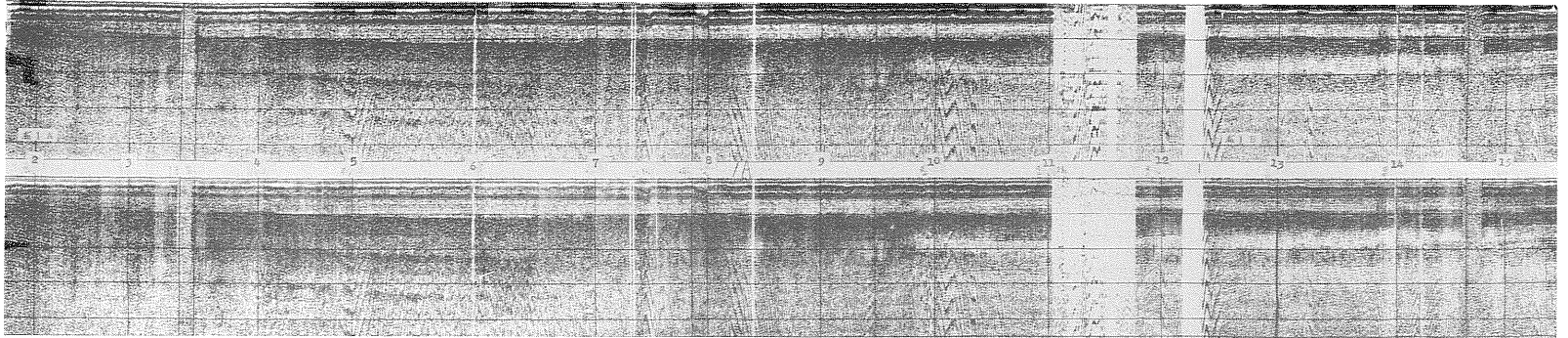
追記

大阪湾の音波探査実施においては記録の反射面の存在、パターン、構造関係、などからほぼ層群単位の地層区分の可能性を認めた。そして地表調査による地層区分の結果との対応関係を暫定的に定めた。本報告の記述はこれに基づいている。

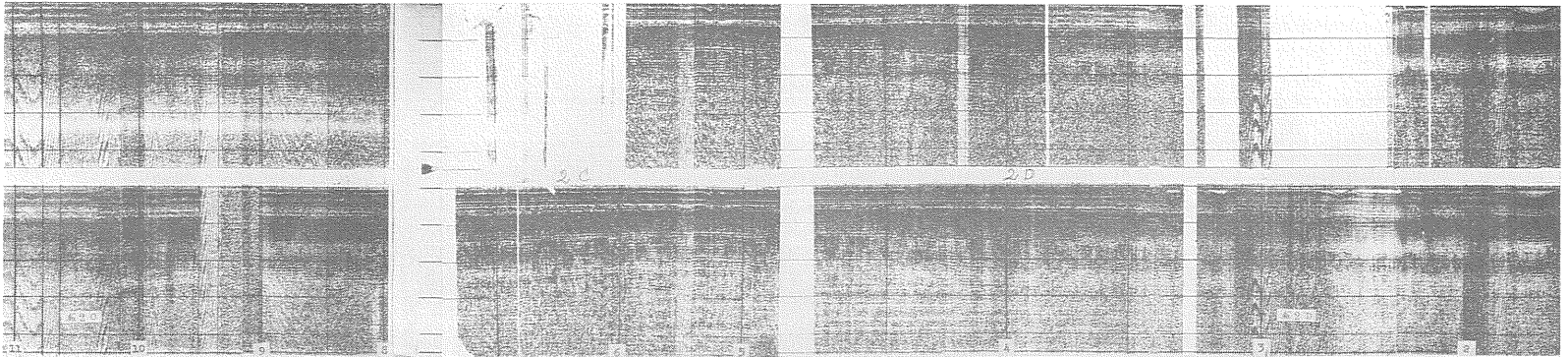
しかしそれ以後地表調査およびボーリング調査が進むにつれて、箱作層についての解釈が進み、筆者の一人、藤田は本層が大阪層群プロパーであろうとする見解をもつようになった。それについての詳細は別の機会に述べることにし、そうした場合、本文記載の地層名との対応関係をこゝではそのように考えるようになった理由のあらましを付記しておきたい。

本文では大阪層群中の細分を問題にせず一括していたが、こゝで大阪層群としたものは、大部分がその最上部としてきた満池谷累層であり、満池谷累層と大阪層群プロパーとの不整合関係が構造的にも明瞭になってきたので、これを大阪層群から切り離したわけである。なお第8図地質図も改訂地区分によつた。

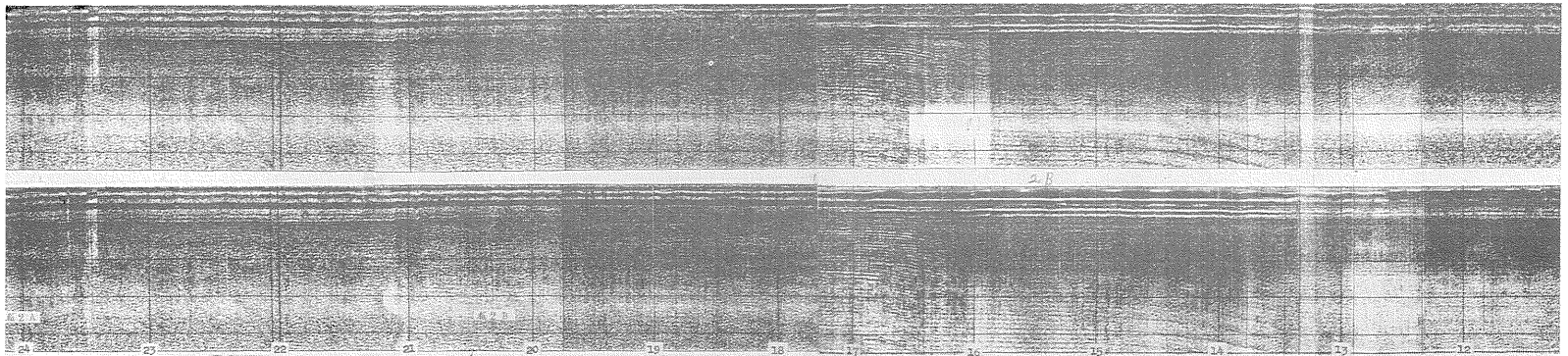
調査時の地層区分		改訂地層区分
沖積層	→	沖積層
段丘堆積物		上洪積 { 段丘堆積物
大阪層群		部層 { 満池谷累層
(最上部として満池谷層を含む)		大層 { 上 部
(箱作層)	→	阪群 { 下 部
和泉層群		和泉層群
基盤岩類		基盤岩類



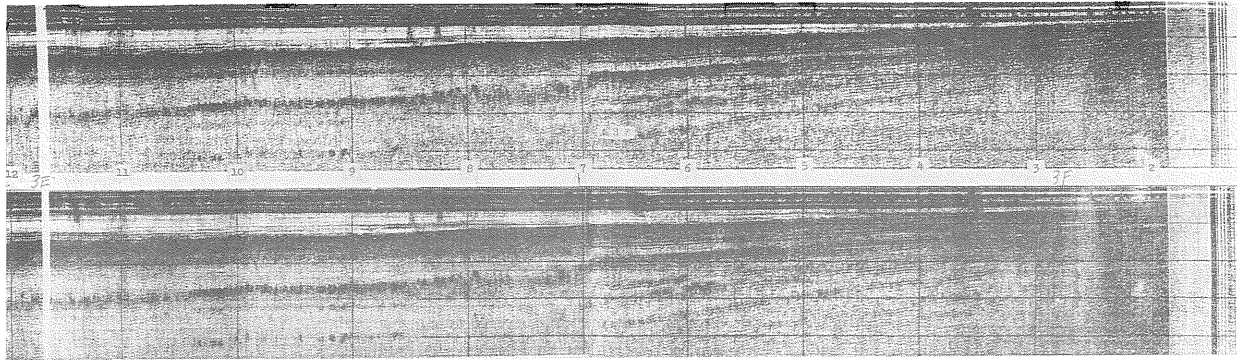
測線 No. 1



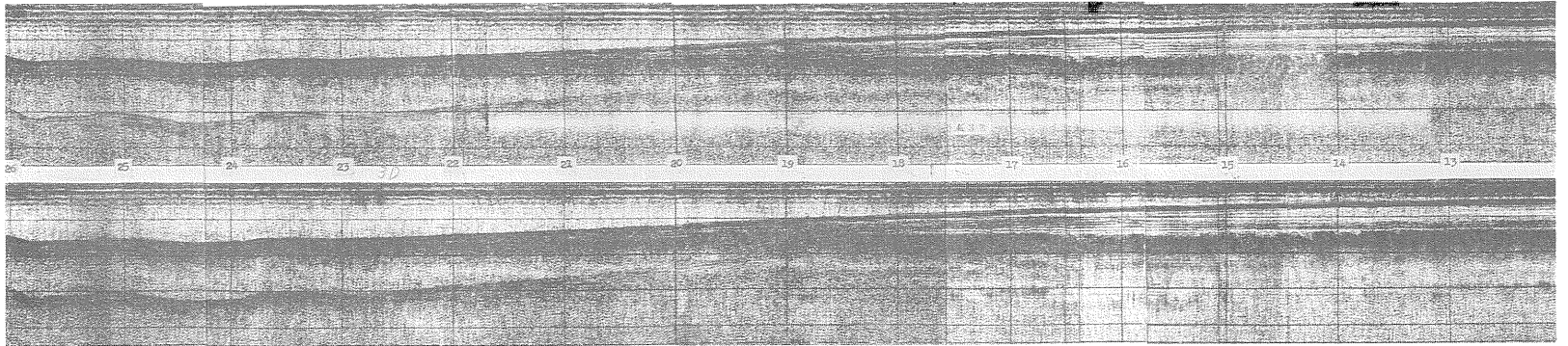
測線 No. 2



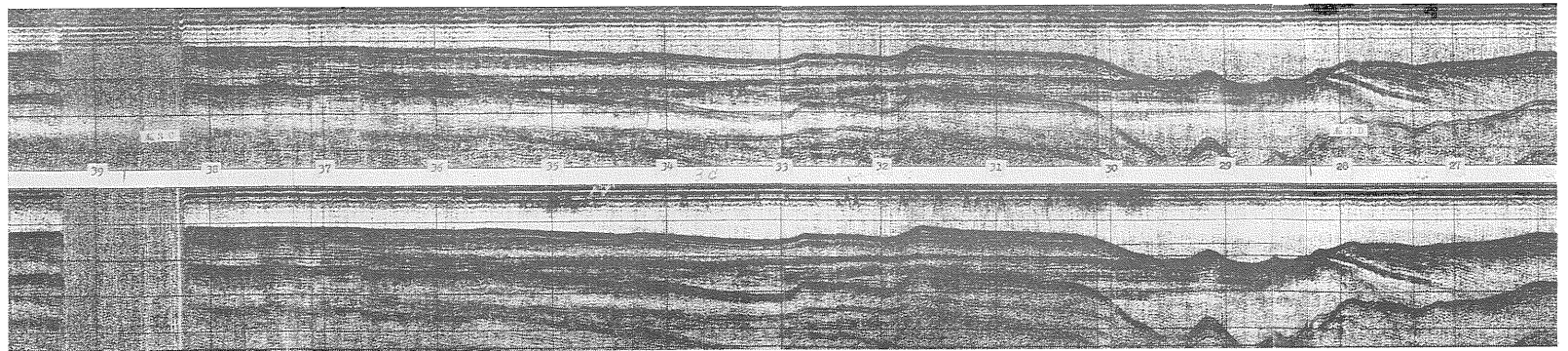
測線 No. 2



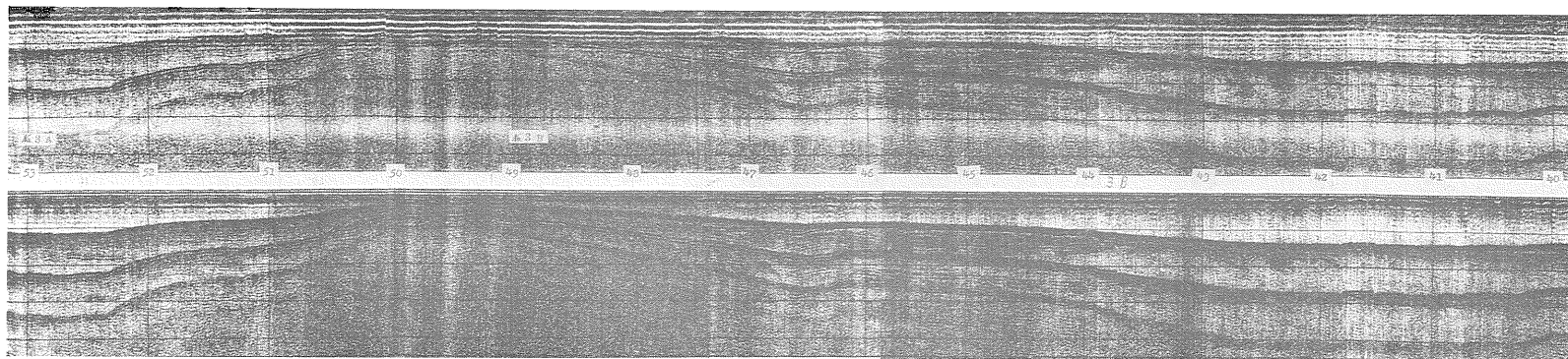
測線 No. 3



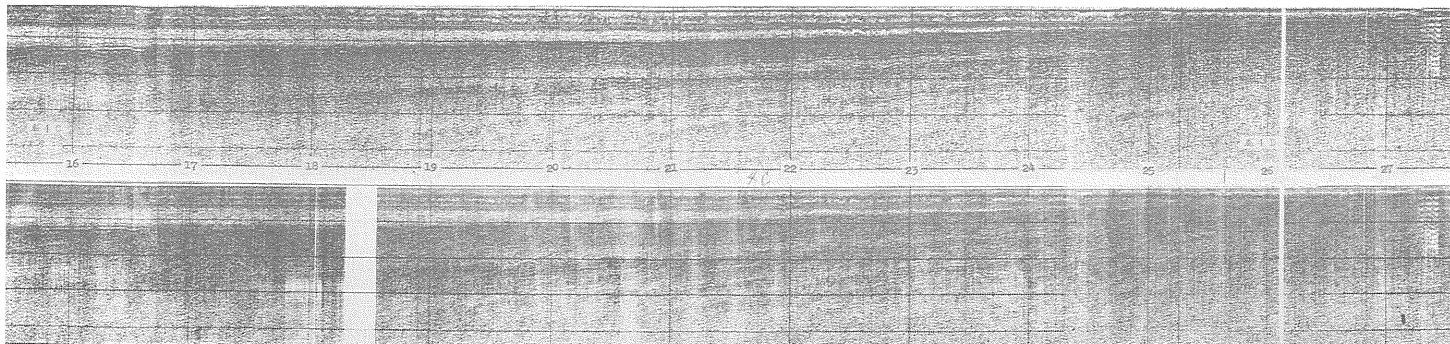
測線 No. 3



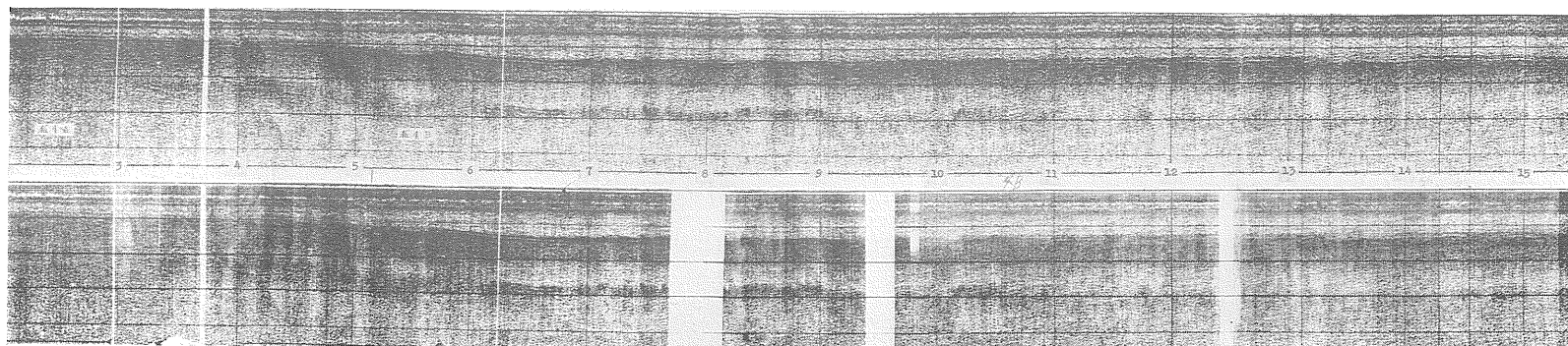
測線 No. 3



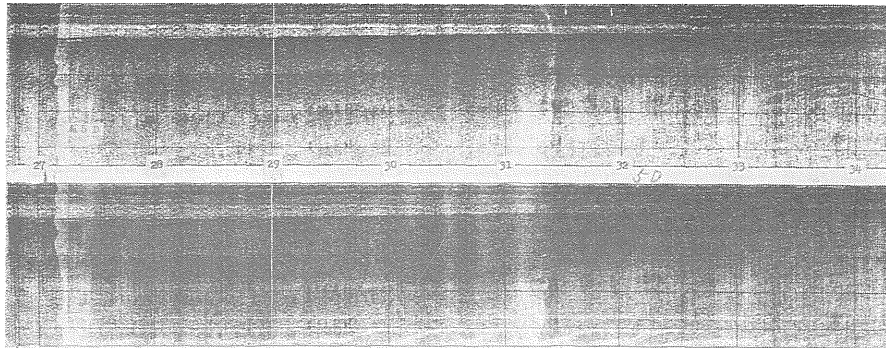
測線 No. 3



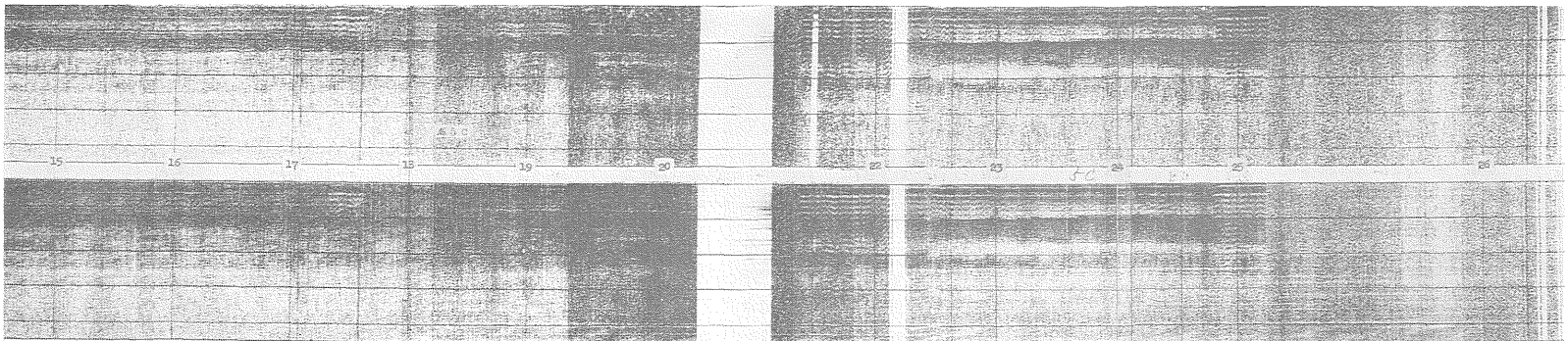
測線 No. 4



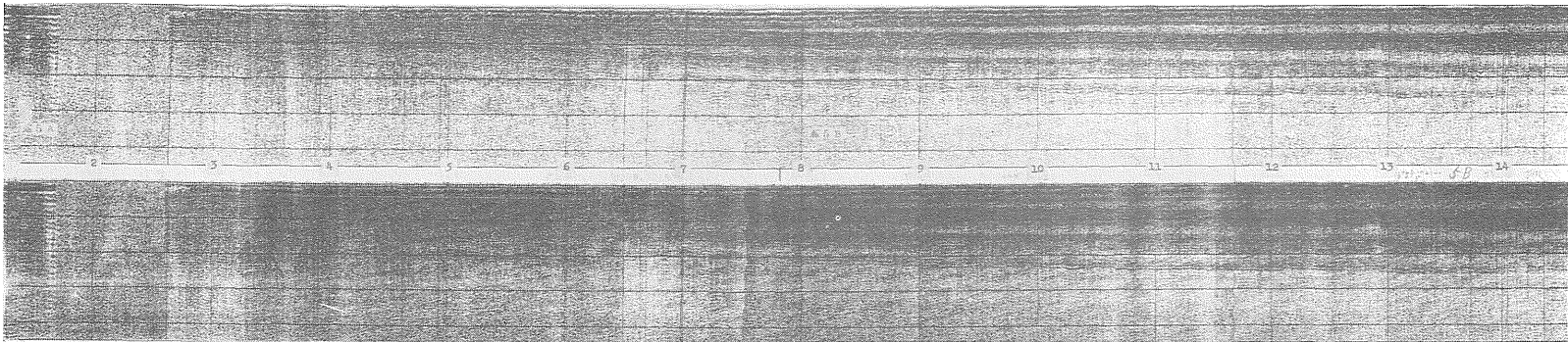
測線 No. 4



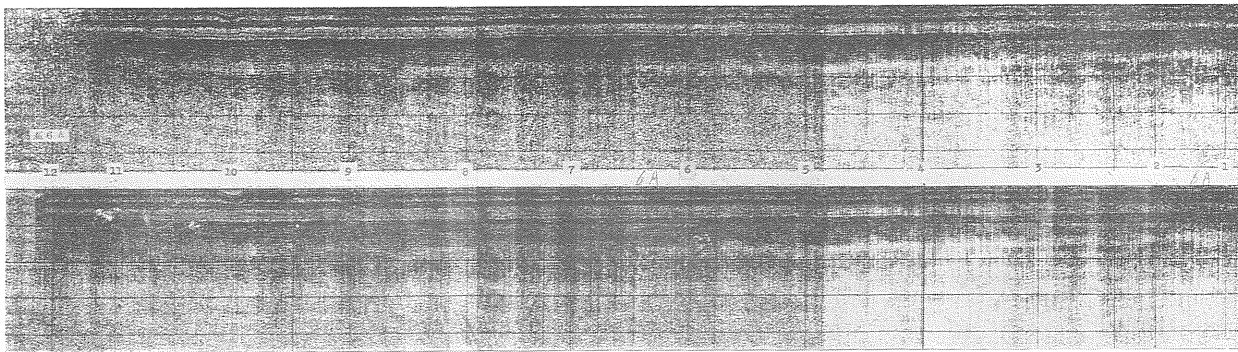
測線 No. 5



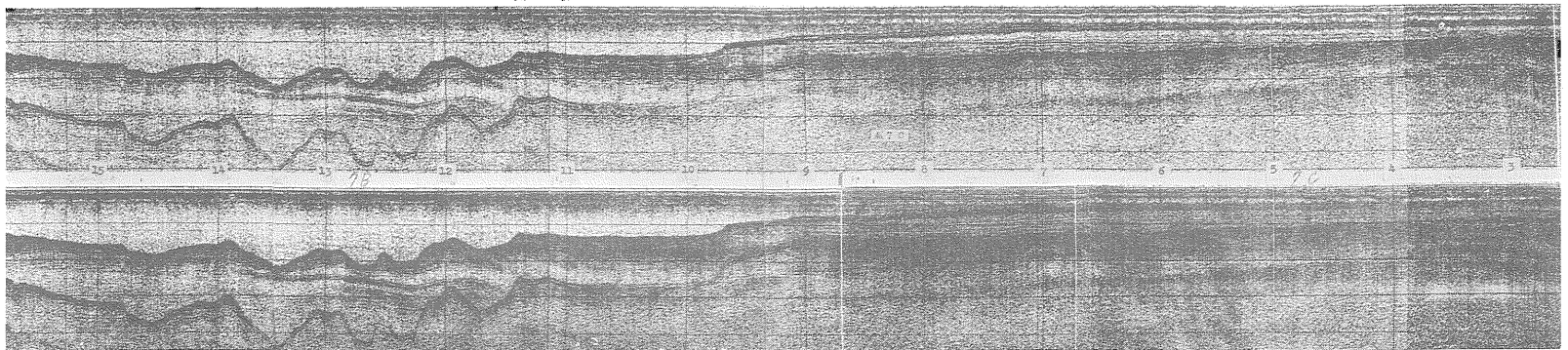
測線 No. 5



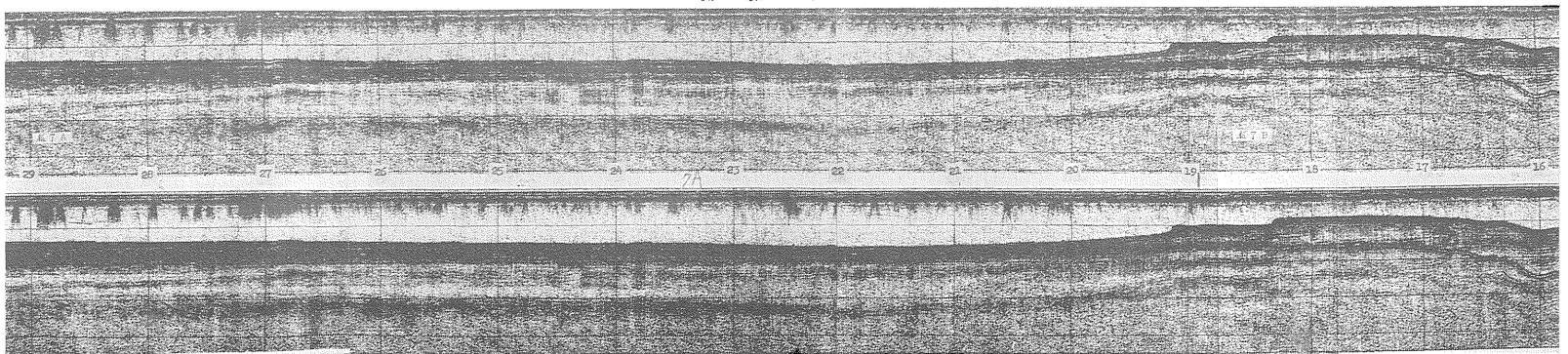
測線 No. 5



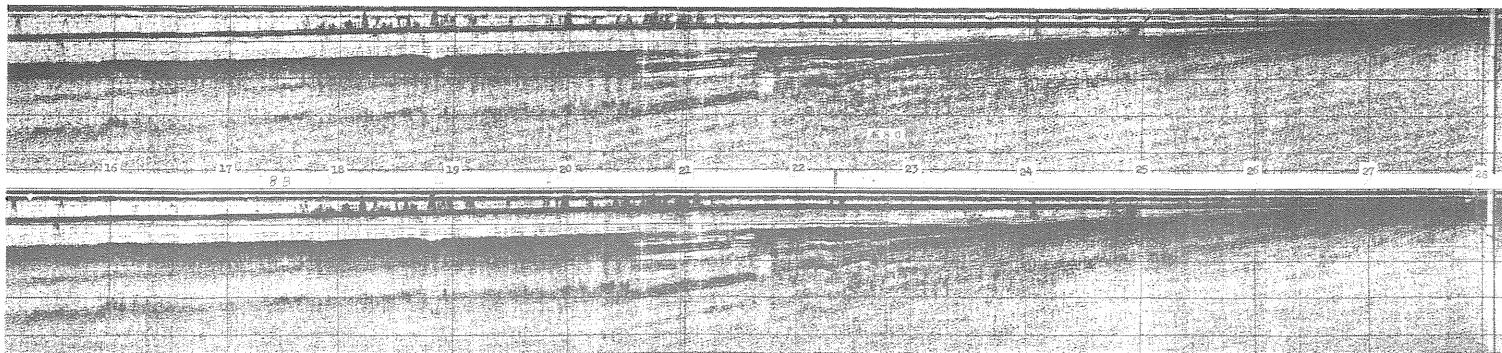
測線 No. 6



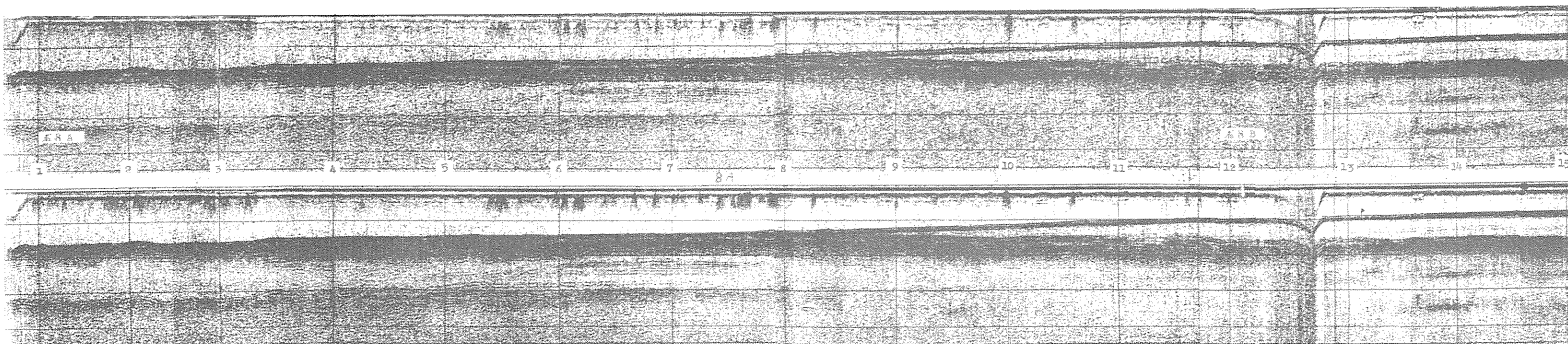
測線 No. 7



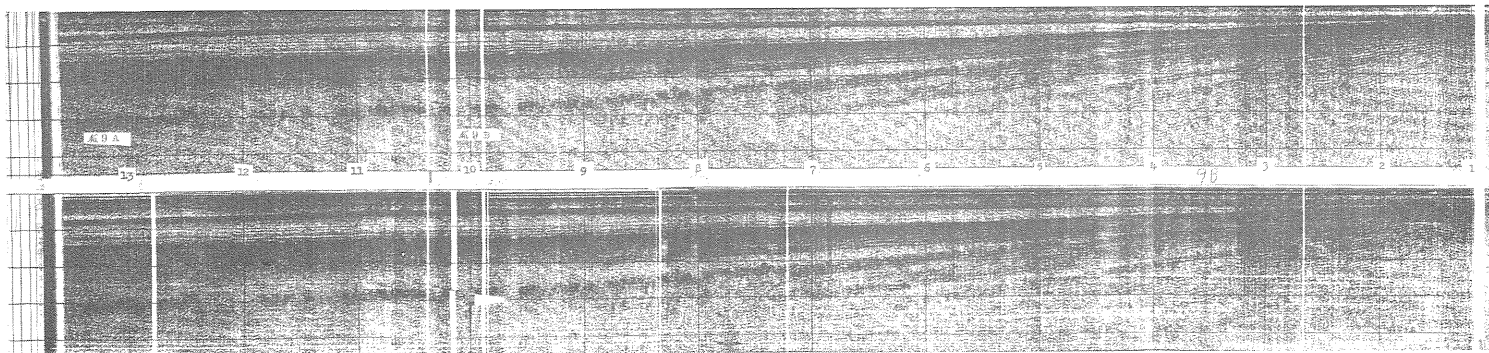
測線 No. 7



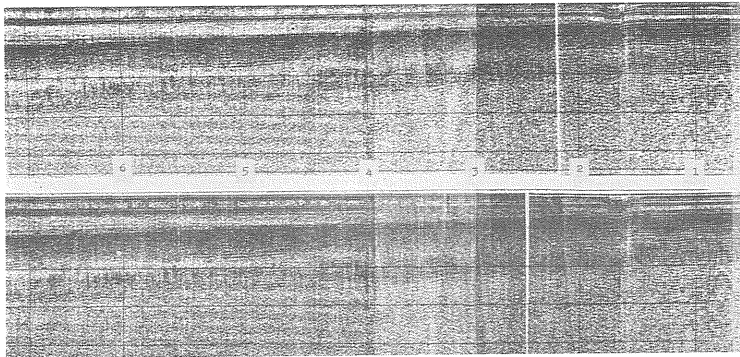
測線 No. 8



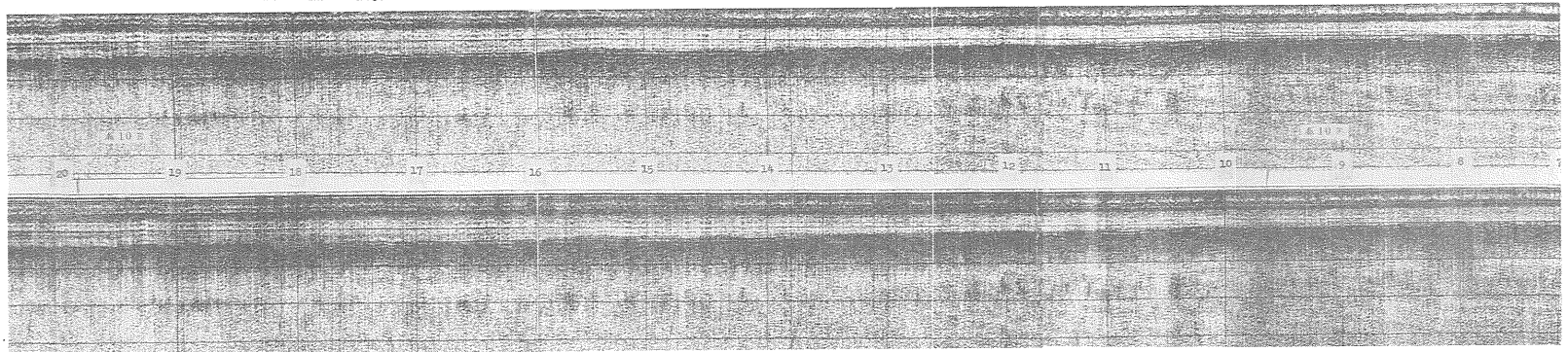
測線 No. 8



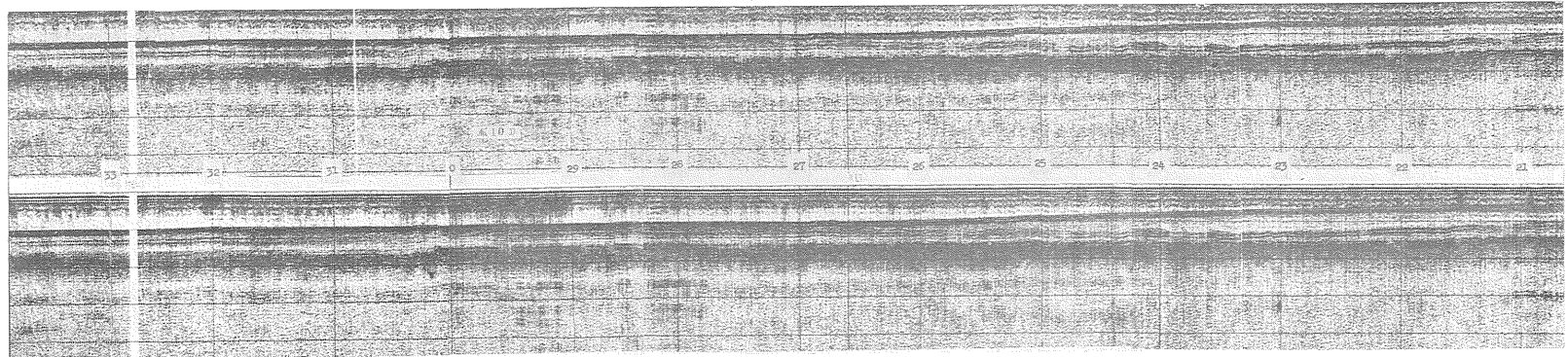
測線 No. 9



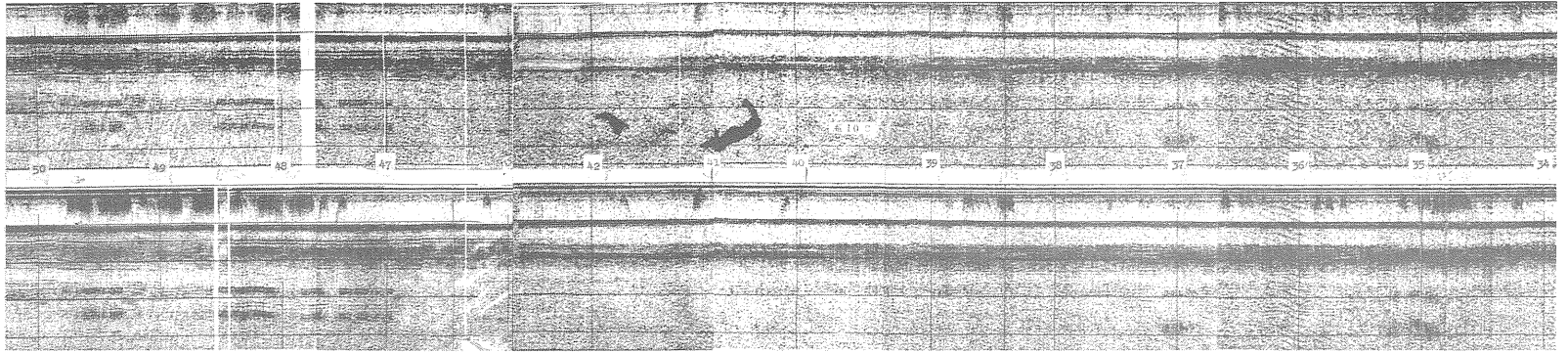
測線 No. 10



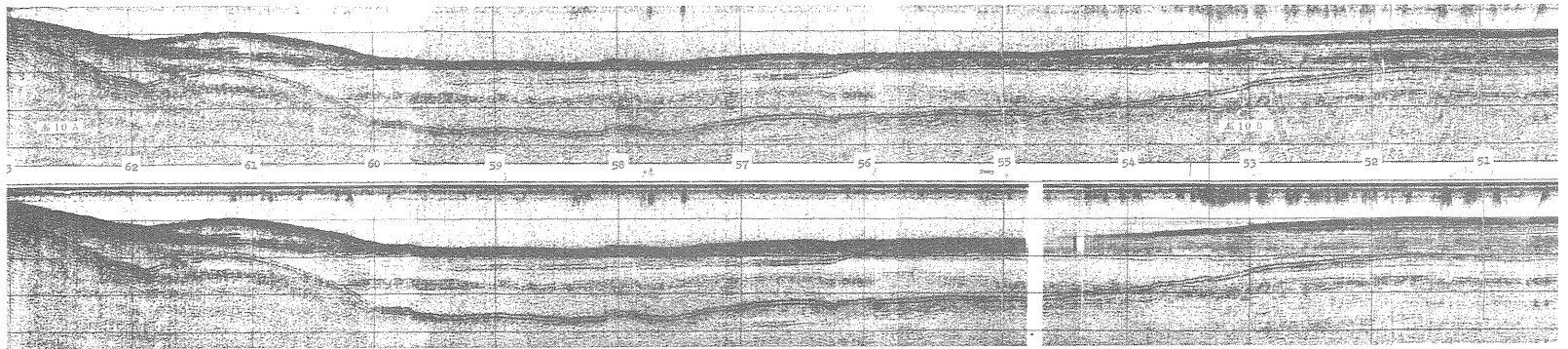
測線 No. 10



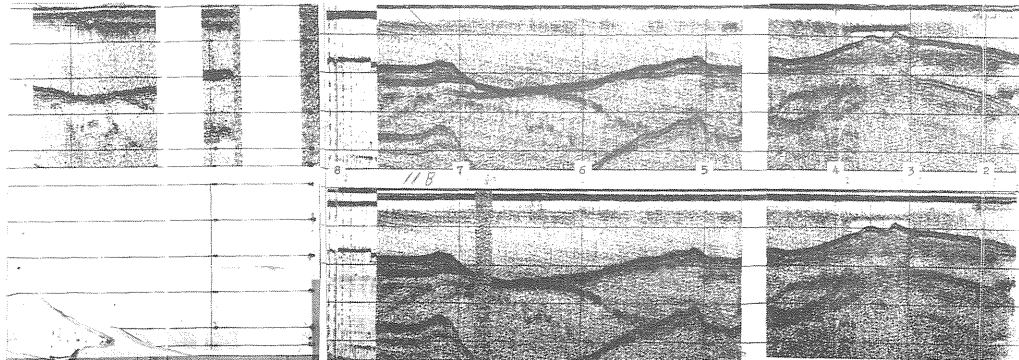
測線 No. 10



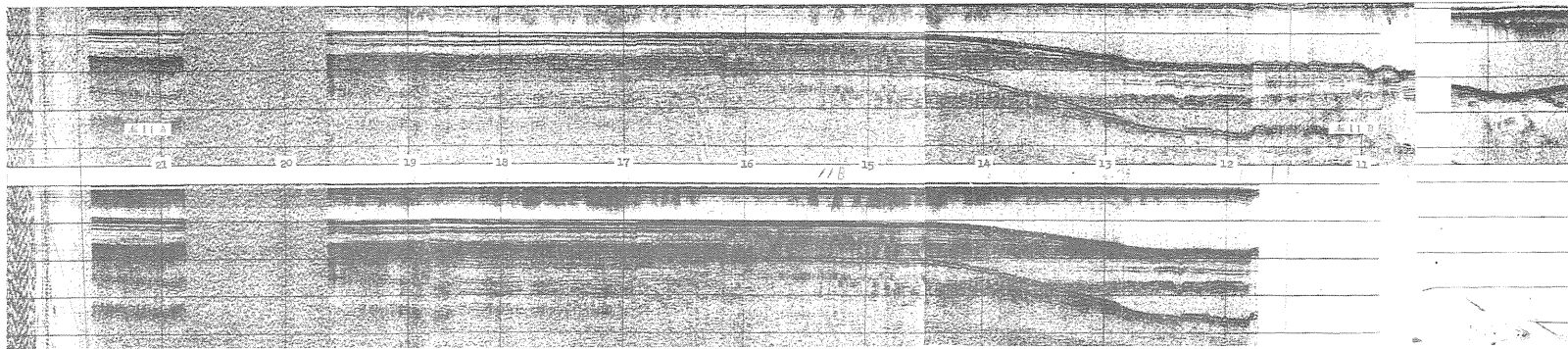
測線 No. 10



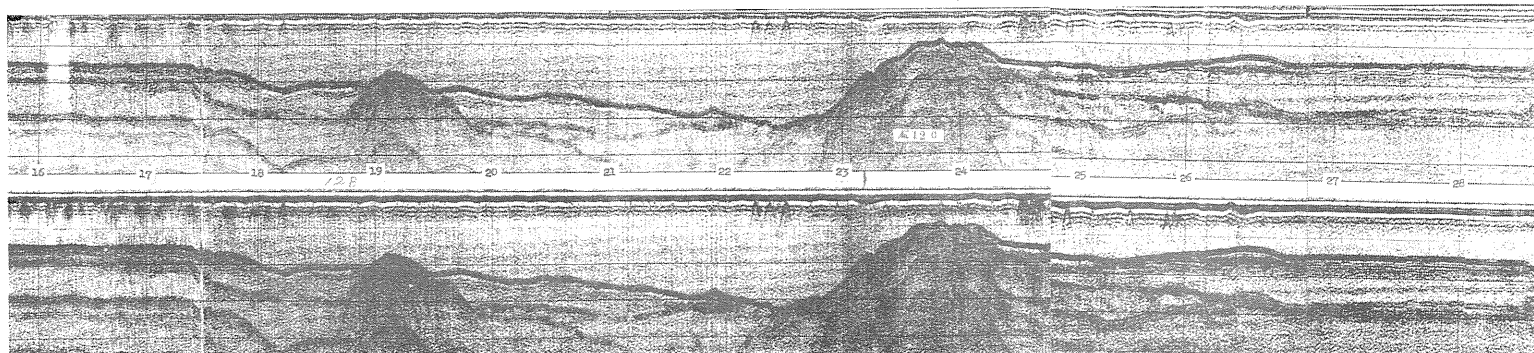
測線 No. 10



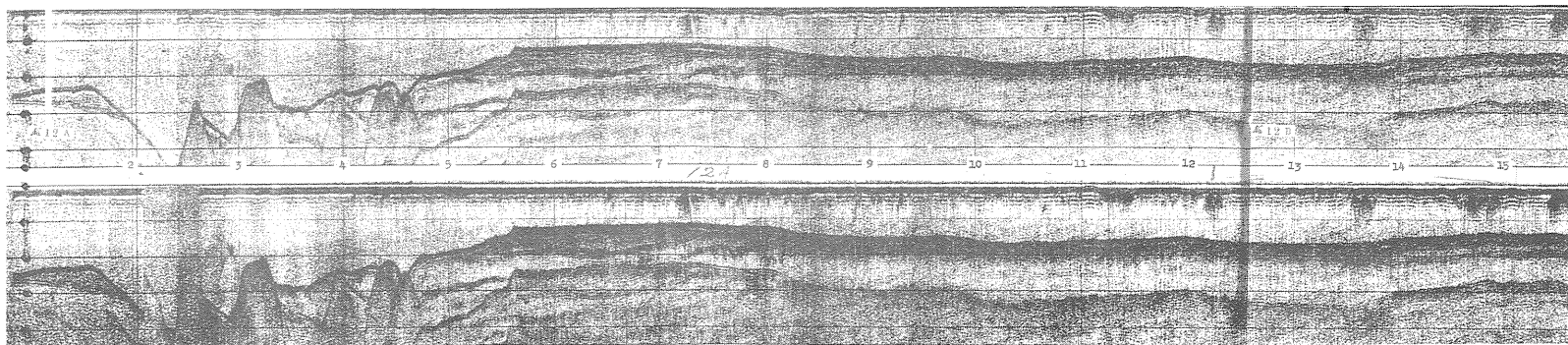
測線 No. 11



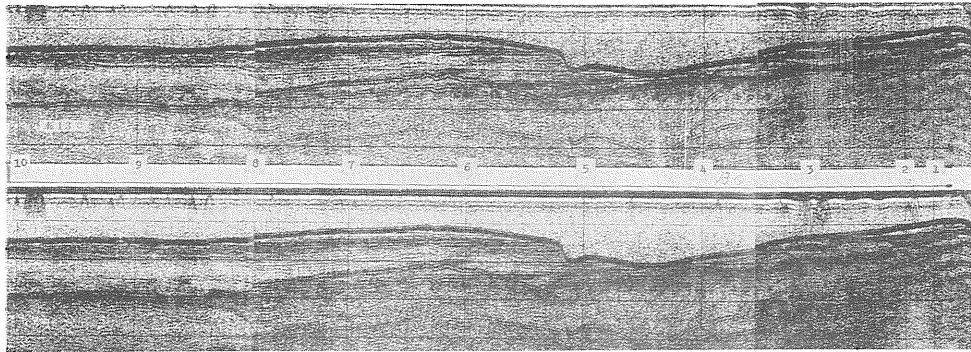
測 線 No. 11



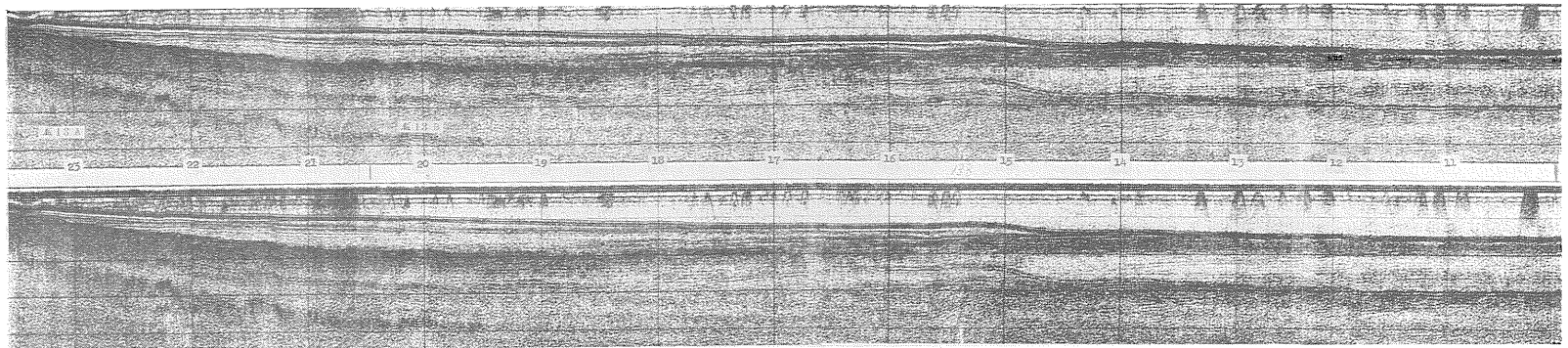
測 線 No. 12



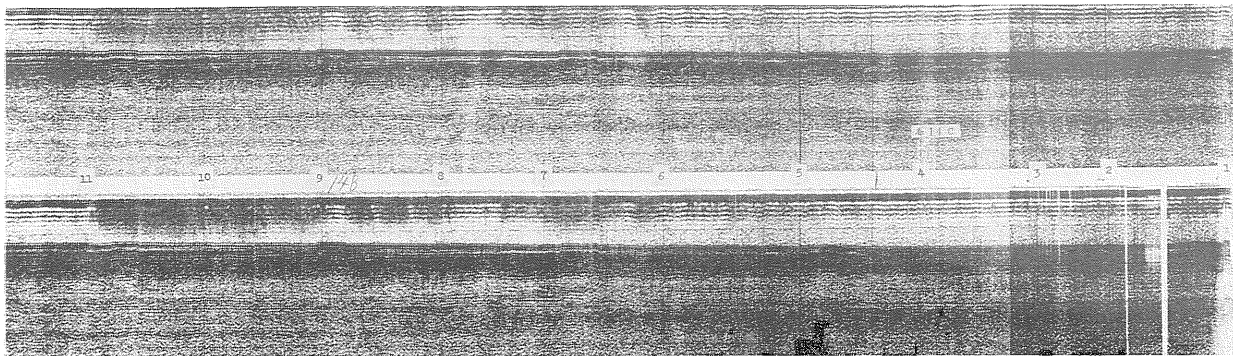
測 線 No. 12



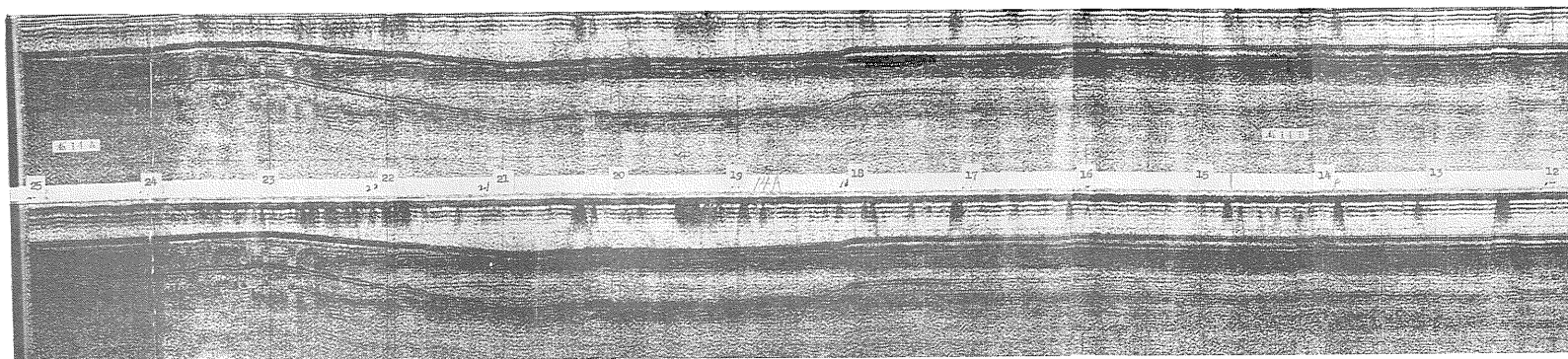
測線 No. 13



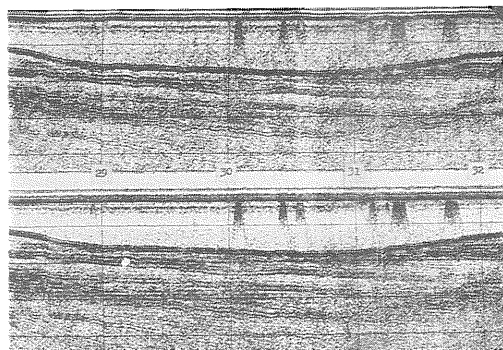
測線 No. 13



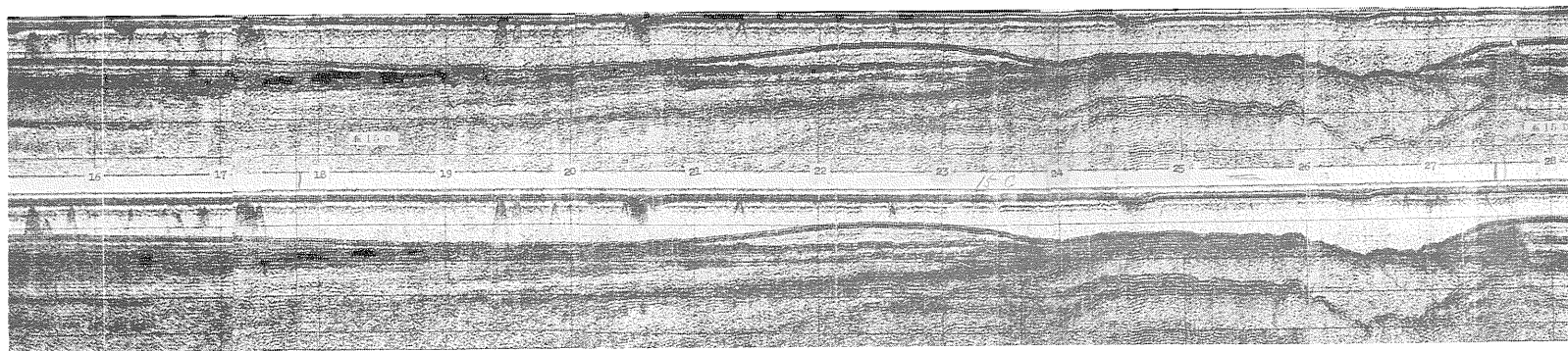
測線 No. 14



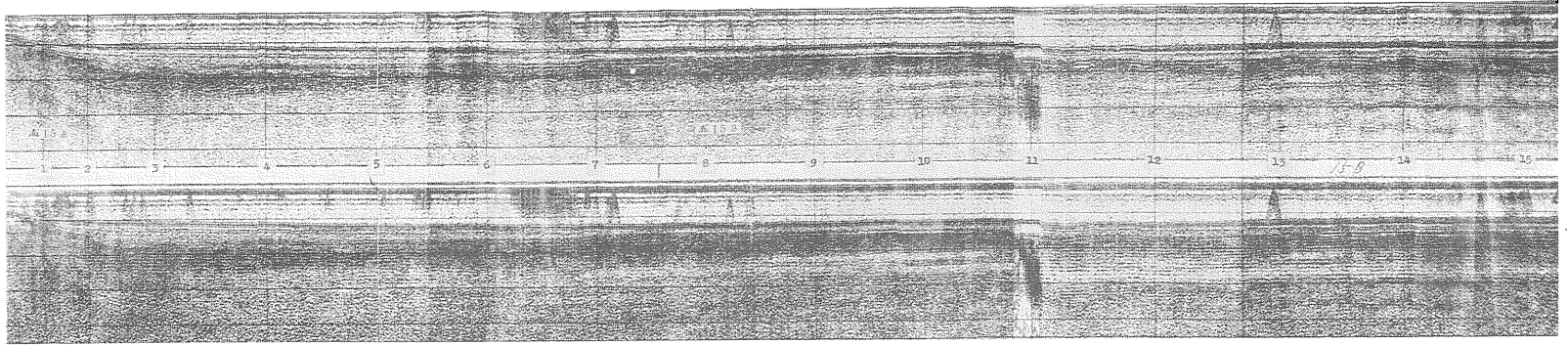
測線 No. 14



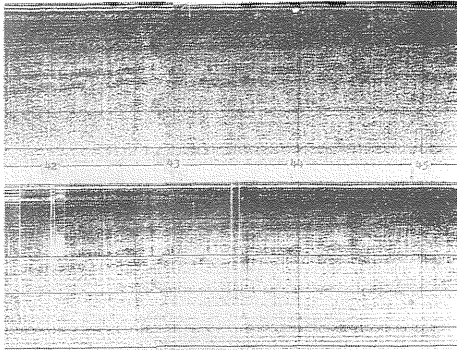
測線 No. 15



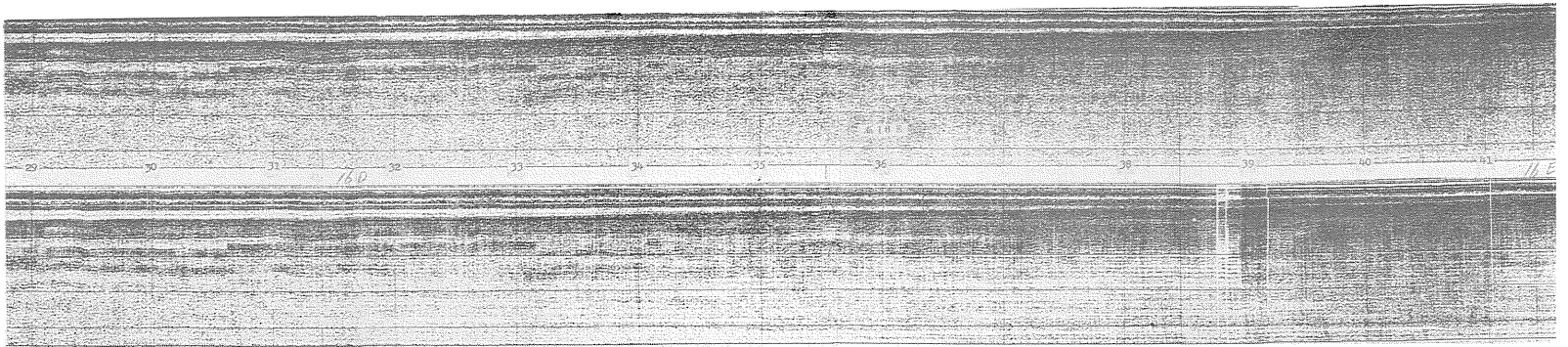
測線 No. 15



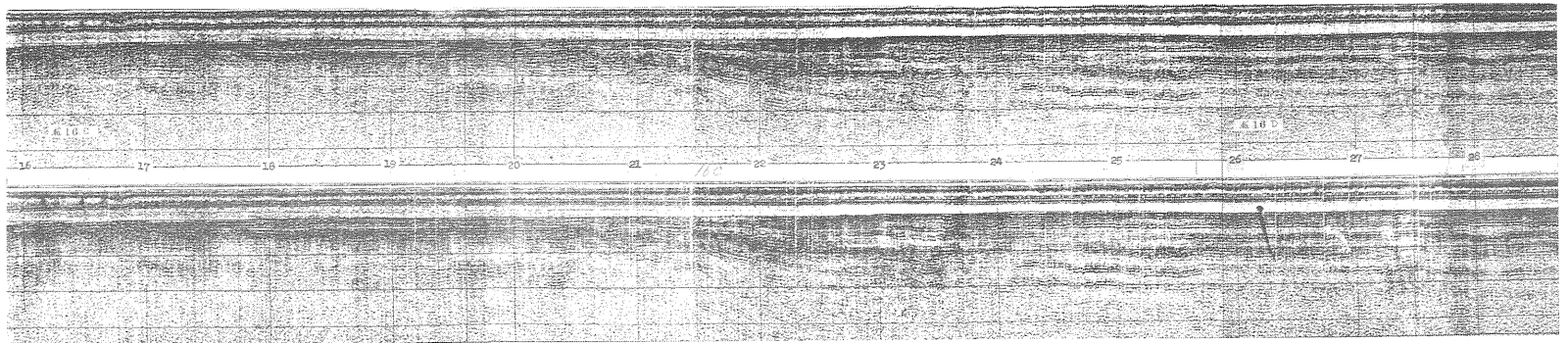
測線 No. 15



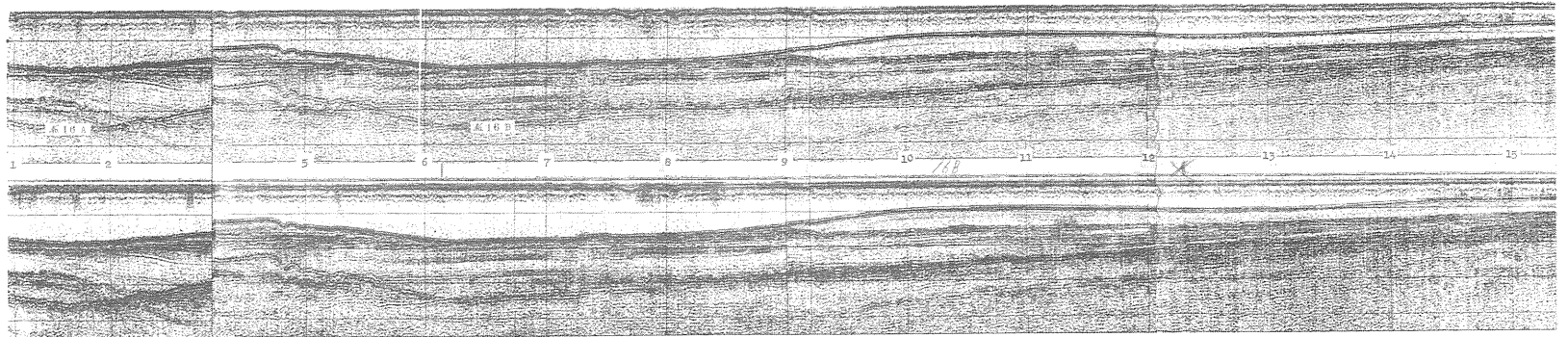
測線 No. 16



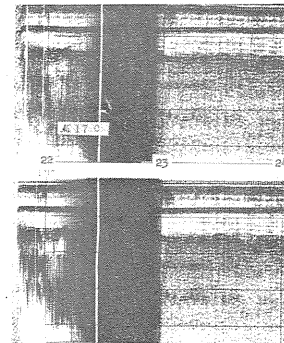
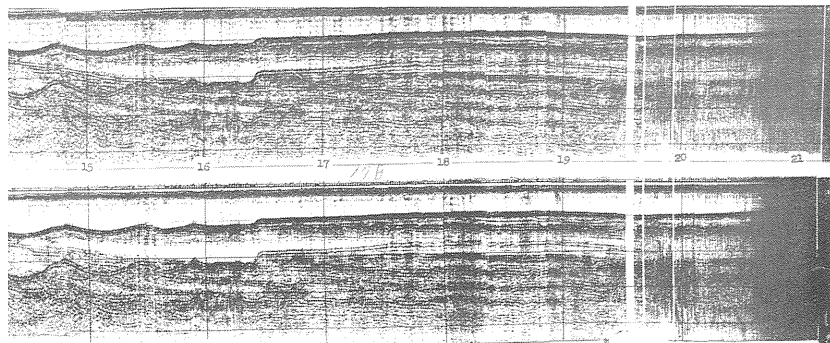
測線 No. 16



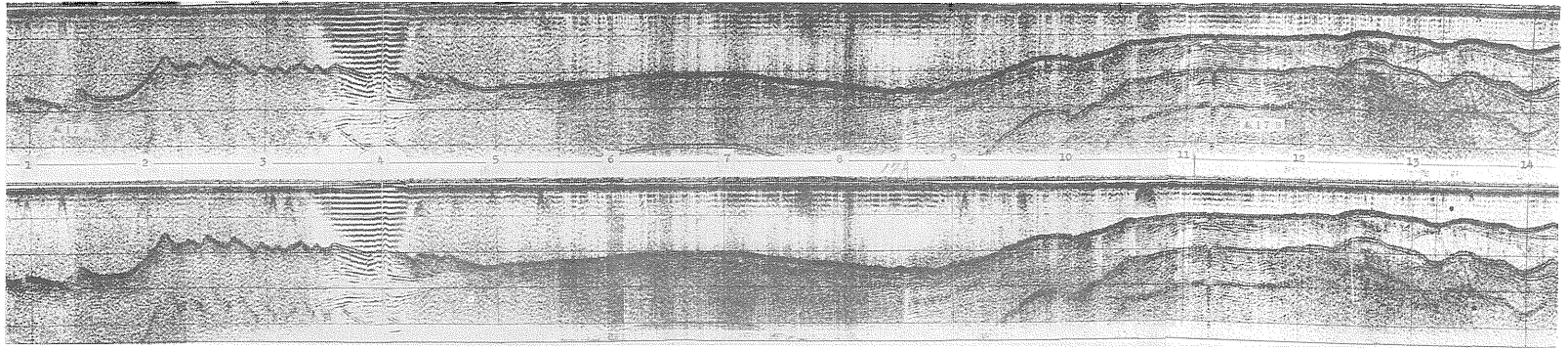
測 線 No. 16



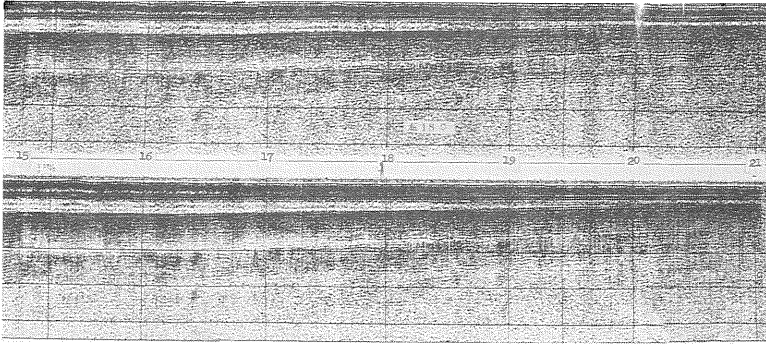
測 線 No. 16



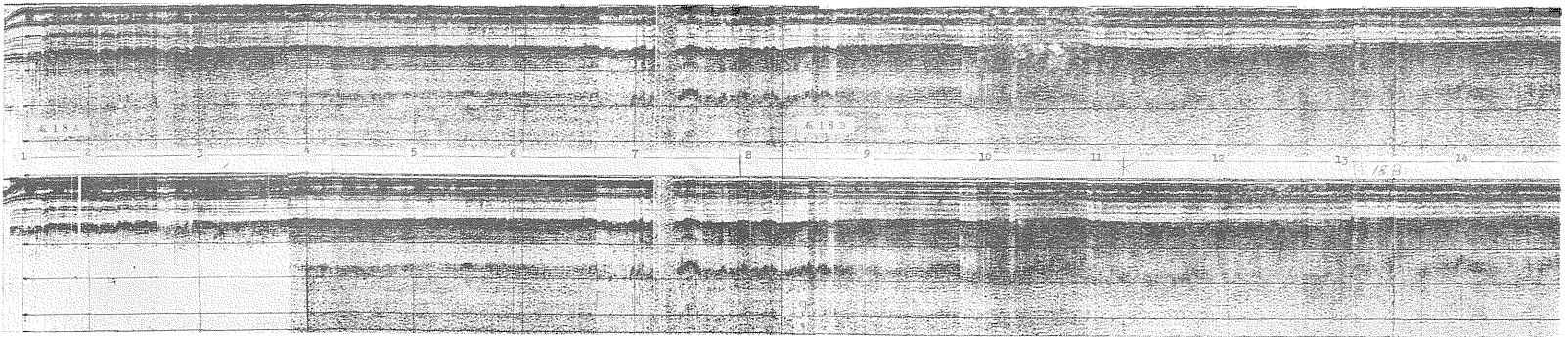
測 線 No. 17



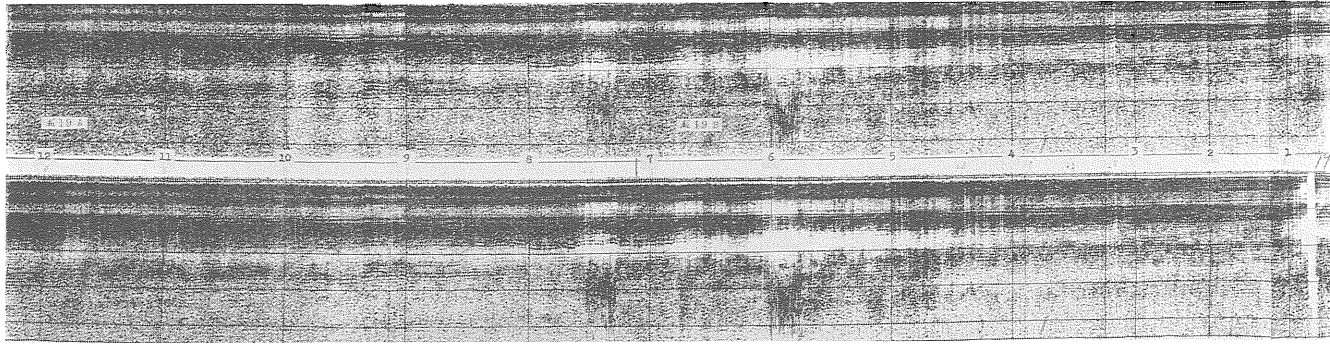
測 線 No. 17



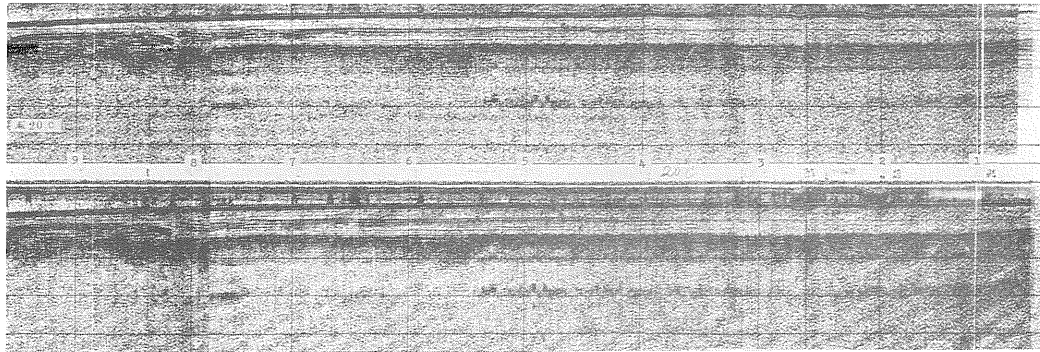
測 線 No. 18



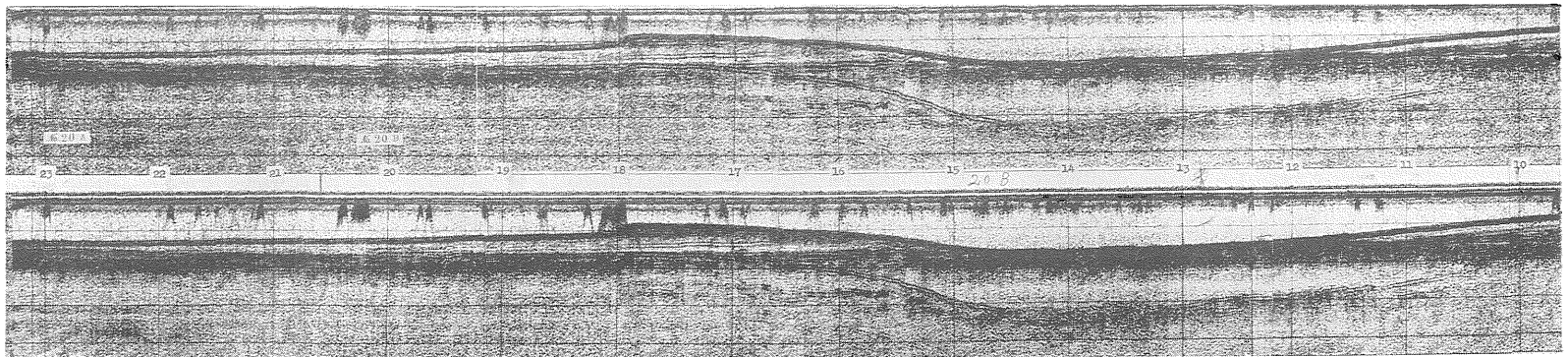
測 線 No. 18



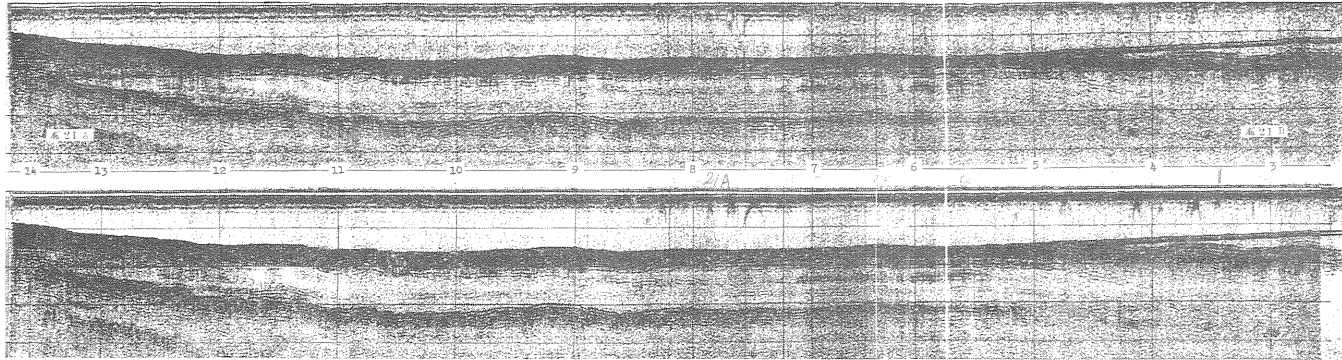
測線 No. 19



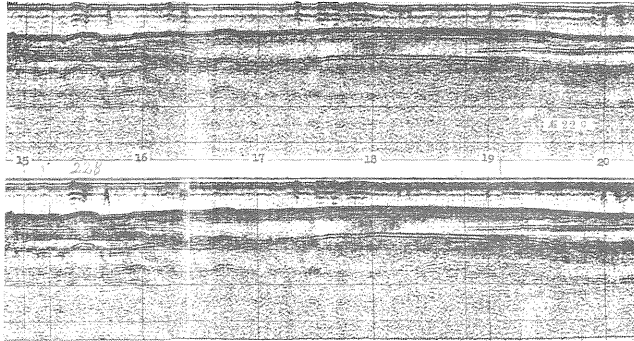
測線 No. 20



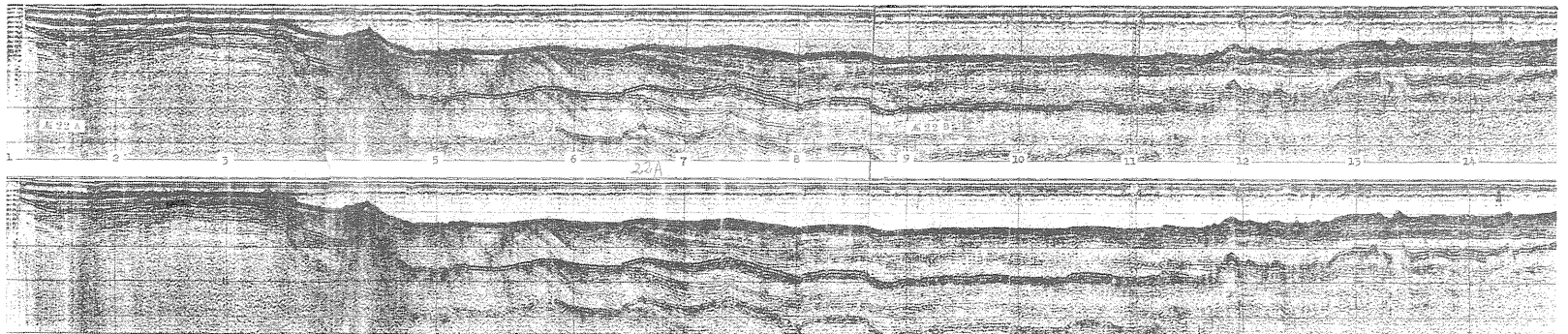
測線 No. 20



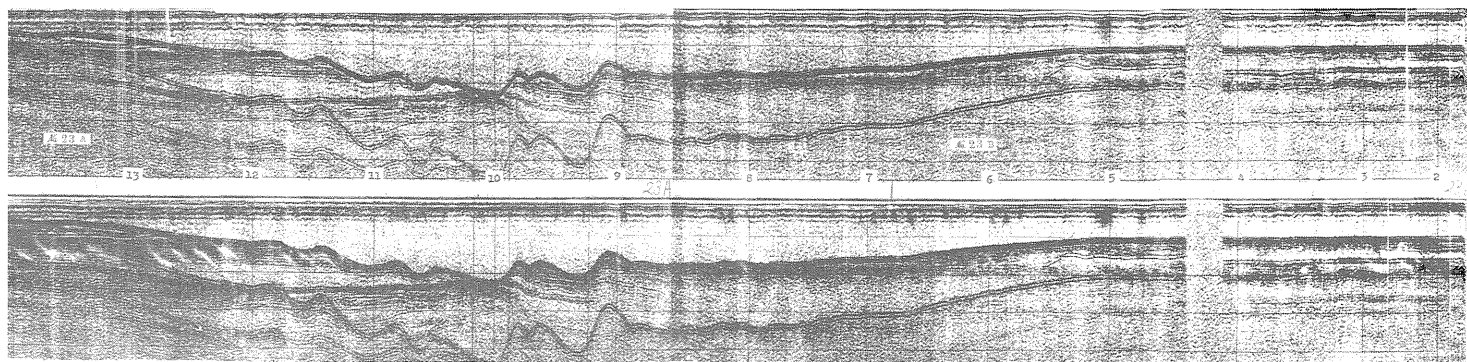
測 線 No. 21



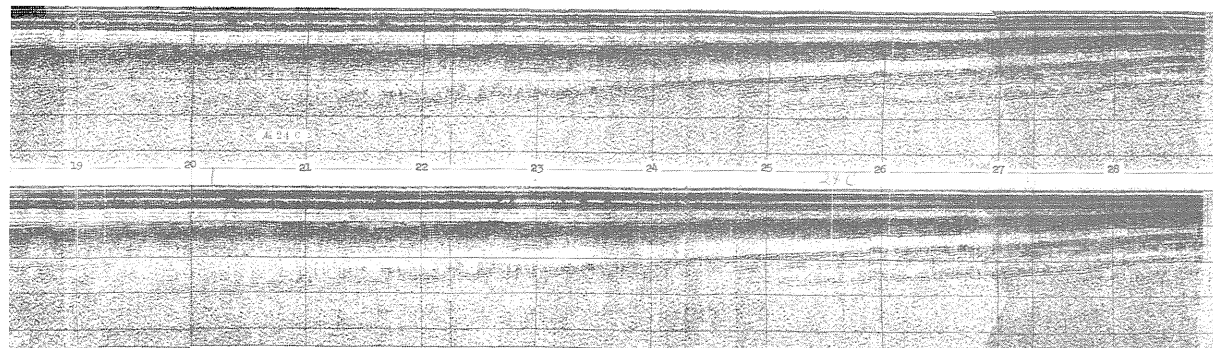
測 線 No. 22



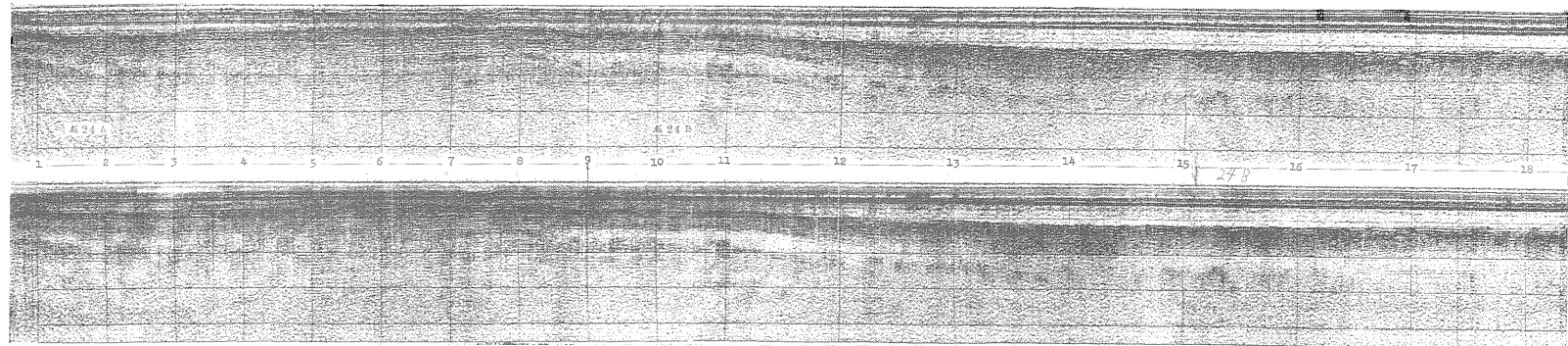
測 線 No. 22



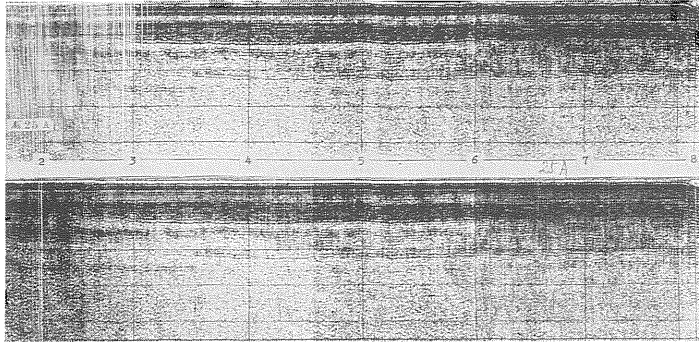
測線 No. 23



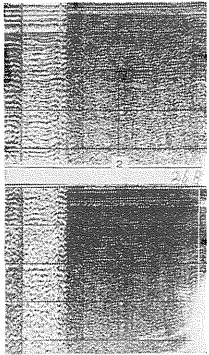
測線 No. 24



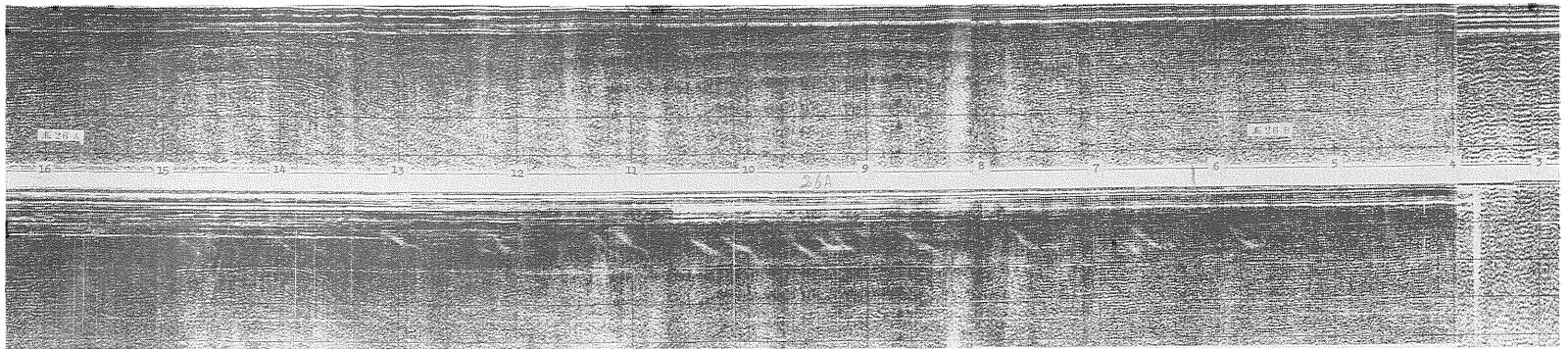
測線 No. 24



測線 No. 25



測線 No. 26



測線 No. 26