

REPORT
OF
HYDROGRAPHIC RESEARCHES

No. 13, March, 1978

山陰沖の海底地質

登崎隆志*・加藤 茂**・北原祥二***

SUBMARINE GEOLOGY OFF SAN-IN

Takashi Tozaki*, Shigeru Kato**, and Shoji Kitahara***

Received 1977 October 12

Abstract

Since 1967 the Hydrographic Department of Japan has been conducting a surveying project for the preparation of *the Basic Map of the Sea on the Continental Shelves* (scale 1:200,000), covering topography, geology, magnetism and gravity. The present paper describes the results on submarine topography and geology in the area off San-in being based on the surveying data in 1975 and 1976.

Three cruises were made for the survey (Fig. 4): by the *Shoyo* (1900 gr. tons) in October/November, 1975 for 4400 miles (designated SI), and by the *Meiyo* (450 gr. tons) in May/June, 1975 for 4000 miles (designated YA) and in May/June, 1976 for 2600 miles (designated Si). Ships' positions were fixed mainly by Loran C, Decca and NNSS. Soundings were made by medium-deep water type echo-sounder (type NS-16) and shallow water type echo-sounders (types NS-39 and -77). Submarine geological structure was probed by air-gun seismic profiling system with acoustic frequency of 60 to 300 Hz.

Main topographical features in the surveyed area are a remarkably wide continental shelf in the western part (YA-region) and a marginal plateau (Oki Spur) in the eastern part (Si-region). The continental shelf in YA-region have a width of about 120km and is divided

* 測量課 Surveying Division ** 環境庁(前測量課) Environmental Agency (formerly Surveying Division) *** 国際協力室(前測量課) International Co-operation Division (formerly Surveying Division)

into two flats by a group of shoals locating northward from Mi Sima. Another flat is developed between the mainland (Honsyu) and the Oki Is. The Oki Spur extends northward lingulately from the Oki Is. for about 140km with width of about 60-70km. (Figs. 2 and 5, Tab. 1)

The acoustic stratigraphy in the surveyed area can be divided into E-, D-, C-, B- and A-layers in ascending order from the basement. A-layer is found on the sedimentary basins and distributes almost wholly over the marginal plateau, excepting west of Dozen of the Oki Is. and offing of Ota. B- and C-layers also distribute widely, but the former is lacked at the continental shelf between Honsyu and the Oki Is. Although D-layer is found under the Oki Spur, its extension is narrower than those of the other layers. In the other regions, D-layer may be contained in the lower part of C-layer. E-layer, being adopted as the acoustic basement, appears as opaque around the Oki Is., the Oki Spur and around Mi Sima, while it appears as transparent along the coast of Si-region and offing of YA-region.

The trends of geological structure are NE-SW and ENE-WSW directions parallel to the coast of Honsyu and the Oki Is., and NNE-SSW and E-W directions parallel to Tusima. On the continental shelf in the surveyed area, two sedimentary basins are found: one off Nagato with NNE-SSW direction and the other off Hamada with NE-SW direction. Burried platform of acoustic basement and dome-like seabottoms are seen on the Oki Spur (Fig. 3). Strata warp downward, causing slumping widely, on the lower parts of continental slopes (Fig. 6).

The process of geological development can be summarized as follows:

1) After the deposition of E-layer, the basement platforms existing on the Oki Spur, around the Oki Is. and north of Mi Sima were formed.

2) Tectonic movement began after the formation of the basement, so that the lineation with NNW-SSE direction was formed at the western edge of Mi Sima, while undulation might be larger on the Oki Spur, forming small depressions where D-layer deposited. The succeeding movement became more active in the Oki Spur and caused large undulations of the basement. Depressions thus formed as well as the basement platforms were covered by C-layer. Off Hamada, on the contrary, the undulation was rather mild along the coast, producing several basins on which C-layer deposited.

3) Diastrophism became gradually quiet and continuous sedimentation developed B-layer especially on the basins and depressions which had been formed in the preceding age.

4) Quiet age still continued after the deposition of B-layer. Gentle uplifting in N-S direction took place broadly over the Oki Spur.

5) Continental shelf eroded repeatedly due to the alternation of lowering of the sea level through the glacial ages. The marginal plateau extending westward from the Oki Is. was carved and then submerged below the sea level. Finally through the erosion and sedimentation in the last glacial age, the continental shelf was developed to form the present topograhpy.

1. はじめに

水路部では昭和50年5～6月・10～11月・昭和51年5～6月にわたり、大陸棚の海の基本図整備のために、山口沖から島根沖に至る海域の海底地形・地質構造・地磁気・重力の調査を、測量船昭洋および明洋で実施した。この報告では、海底地形および地質構造について記述し、地質構造発達史について推論を試みる。

2. 調査海域および方法

日本海南西部にあたる調査海域を Fig. 1 に示す。この海域における陸岸付近の調査限界は、距岸2～3海里水深30～100mであり、航跡を Fig. 4 に示す。

調査測線の方向は、地形および地質構造を考慮に入れて定め、ほぼ東経132°10′を境に、西では北西—南東方向・東では東西方向であり、これらの方向は2海里間隔の主測線とこれに交わる補助測線により構成されている。測線の全測線距離は約11,000海里に達する。

測位には、デッカ（北九州チェーン、昭和50年5～6月・昭和51年5～6月の調査に使用）・ロランC（北太平洋チェーン）・NNSS（昭和50年10～11月の調査に使用）および補助的にロランAを使用し、10分ごとに行った。デッカの系統的誤差は、陸測（三点両角法）との比較により検出し補正を行った。ロランCによる測位は、NNSSと比較し、随時補正した。

測深には中深海型（NS16）・浅海型（NS39・NS77）音響測深機を使用した。水深の読取りは100m以浅で1m、1,000m以深は10m単位で行い、読取値は音速改正により補正をしてある。音速改正に用いた資料は、海洋資料センター保管のMARSDEN SQUARE 131-60の6月（昭和50年5～6月・昭和51年5～6月の調査時）、131-73の11月（昭和50年10～11月の調査時）を用い、補正値は桑原方式により算出した。

音波探査には、エアガン方式の深海用連続音波探査装置を使用した。記録周波数帯域は約60～300Hzである。

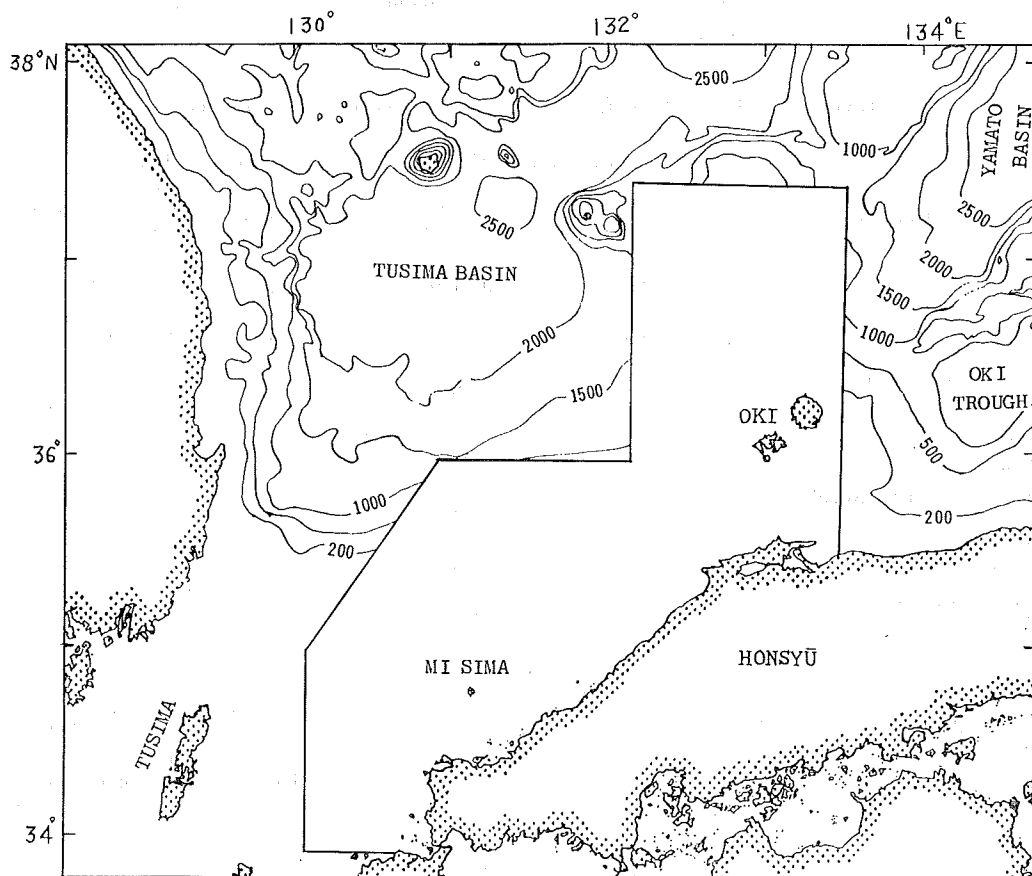


Figure 1 Surveyed area off San-in

3. 海底地形 (Fig. 5)

日本海南西部に位置する調査海域の周辺には、海盆や堆が分布している。北西側には対馬海盆があり、東側には大和海盆・隠岐堆・隠岐舟状海盆が北東～南西方向に配列している。

今回測量した海域の特徴は、山口沖から浜田沖にかけて発達する広い大陸棚と、隠岐諸島から北へ半島状に延び、縁辺台地と呼ばれている棚上の地形である（以下「隠岐海脚」とする）。ここでは広い大陸棚を有する山口沖から浜田沖までを「山口区」とし、浜田沖より東側を「島根区」とする。Fig. 2 に地形区分を示す、Table 1 には、大陸棚および縁辺台地の幅と外縁水深を、大陸斜面については平均こう配を示してある。

(1) 大陸棚

山口区

日本周辺の大陸棚は、平均約20kmの幅をもつと言われている。この区域の大陸棚の幅は120kmに達し、ここには顕著な二つの平坦面が認められる。

長門沖のものは水深120～140mの面で、この面のほぼ中央部には卯持ノ瀬*（水路通報，昭和52年31号798項参照，以下*を付けた地名についてはおなじ）と呼ばれる南北方向の高まりがある。そしてこれの両側には浅い凹地が湾入している。平坦面の北東縁から千里ヶ瀬*の西には、前記の湾入とは別の浅い谷が見られ、大陸棚外縁に開口している。

浜田沖のものは水深130～160mの面で、ここには根滝グリ*や130mの等深線で囲まれる北東～南西方向の高まりがあり、この南側には浅い凹地が湾入している。

Table 1 Continental shelf, marginal plateau and continental slope

location	continental shelf		marginal plateau	
	width (km)	depth at outer margin (m)	width (km)	depth at outer margin (m)
NW. of Hagi 萩北西方	120	140—150	25	300
NW. of Hamada 浜田北西方	120	155	20	300
NE. of Mi Sima 見島北東方	—	160	—	—
NW. of Ota 大田北西方	20	145	60	400
Dōzen to Hi-no Misaki 島前一日御碕	—	140—150	—	—
W. of Dōzen 島前西方	7	140	20	300
SE. of Dōzen 島前南東方	—	120	—	—
N. of Dōgo 島後北方	7	150	—	—
N. of Oki Is. 隠岐諸島北方	—	—	EW-direction: 60—70 NS-direction: 140	W-side: 300—400 E-side: 400—500

location	continental slope	
	depth range (m)	mean gradient
NW. of Hagi 萩北西方	300—1100	2° 25'
NW. of Hamada 浜田北西方	400—1300	4 17
NW. of Ota 大田北西方	400— 900	2 02
NW. of Dōgo 島後北西方	400—1200	3 17
N. of Dōgo 島後北方	300—1100	2 52

以上のべた二つの平坦面は、見島から北に延びる高まりにより分けられている。この高まりは八里ヶ瀬*や千里ヶ瀬*などの北東～南西を向く浅瀬によって構成されている。この山口区における大陸棚の外縁水深は140～160mである。

島根区

島根半島から隠岐諸島にかけて70～90mの顕著な平坦面が広がり、この面を切って浅い陸棚谷が認められ、110m付近で開口している。大陸棚の外縁水深は120～150mで、隠岐諸島周辺では島後北方で深く、島前南東方で浅くなっている。

(2) 縁辺台地

縁辺台地とは、大陸棚よりも一段低い所に発達する棚状の地形である（岩淵, 1968）。

山口区

大陸棚とは傾斜変換部で接し、幅約20kmの平滑な緩斜面であり、対馬海盆部に向かってこう配を増し、外縁部の水深は約300mである。この台地上の平均こう配は約20'であり、この区域の大陸棚の平均こう配が4'程度であるのに対し大きな値を示している。また大陸斜面の平均こう配は3°である。

島根区

隠岐諸島の北方には、半島状に北へ延びる起伏の少ない単調な地形面が発達し、稜線を境にして東西にゆるく傾いている。東縁には三番瀬と呼ばれる堆があり、東に突出している。外縁部の水深は、西側で300～400m・東側で300～500mであり、北へ行くほど深くなっている。幅は南北に約140km・東西に60～70kmである。隠岐諸島の西方から大田沖にかけては、幅約30～60kmの緩斜面があり、沖に向かってゆるく傾いている。

(3) 大陸斜面

対馬海盆部に向かって下る斜面には、広範囲にわたって海底崖が形成され、縁辺台地外縁部から水深1000～1200m付近までは、起伏に富んだ地形となっている。ただ大田沖では他の所に比べて滑らかで、しかも緩やかになっている。

島後の北西方約120kmの斜面麓には、ドーム状の地形をした俊鷹堆*があり、堆頂水深は137mであり、水深170～180m・220～230mに小規模な平坦面が認められる。

4. 地質

(1) 地層区分

音波探査記録上から地層は、下位層よりE, D, C, B, A層の5層に区分した。

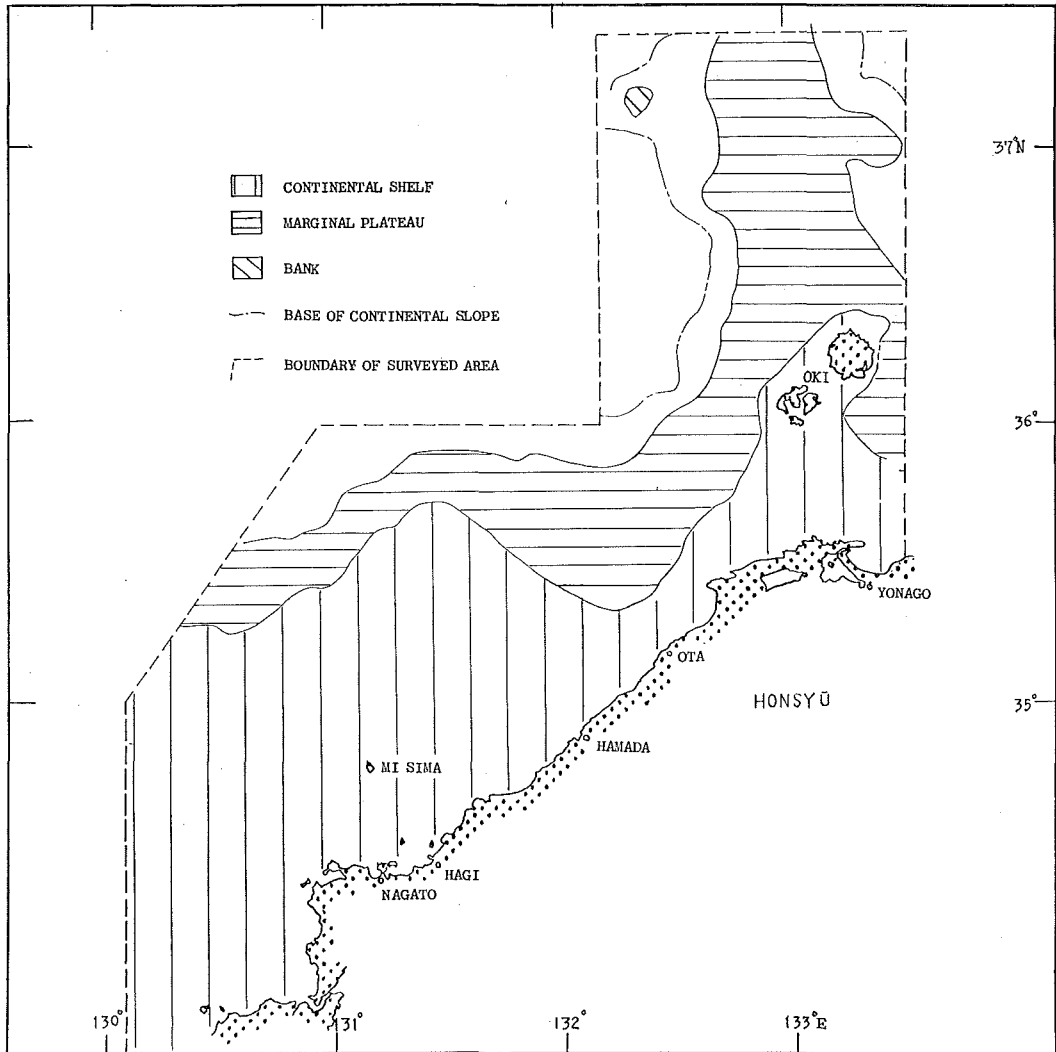


Figure 2 Morphological divisions off San-in

〔E層〕 この海域の最下位層で音響的基盤とした。隠岐諸島周辺や隠岐海脚域および見島付近では、不透明な反射層として現れる。島根沿岸や山口沖では、透明な反射層として現れ、わずかに層理が認められる。浜田の沿岸部から山口の沿岸部では他の層との区分が困難である。

〔D層〕 層理の連続性が悪く、隠岐海脚域でE層の凹地を埋めて堆積している。層相は、わずかにしま模様認められる。

〔C層〕 層相はしま模様を呈し、堆積盆の深部では、さほど明瞭なしま模様を示さない。下位層をほぼ全般にわたって覆っている。島後堆ではE層またはD層にアバットしている。

〔B層〕 はっきりとしたしま模様を呈している。大田沖から山口沖にかけては、沿岸部に向かって薄くなるように堆積している。

〔A層〕 堆積盆ではB層の凹地を埋めて堆積し、縁辺台地では外縁部に向かって厚さを増している。

大陸斜面の堆積層

大陸斜面では地層が不明瞭であり、地層区分が困難である。このために地層は、大陸棚および縁辺台地で区分した地層と対比が困難である。そのため地質構造図上では、模様を入れず白ぬきにしてある。

(2) 地層分布

A層は大陸棚で堆積盆を中心にして堆積し、縁辺台地では島前西方や大田沖を除けば、ほぼ全面に分布する。B・C層も広範囲に分布しているが、B層は隠岐諸島—島根半島の間の大陸棚では欠層している。D層は隠岐海脚域で認められるが、他の層に比べて分布範囲は狭くなっている。隠岐海脚域以外でD層はC層下部に含められている可能性がある。

(3) 地質構造 (Fig. 6)

この海域の主な構造方向は、山陰沿岸や隠岐諸島と平行するような北東—南西・東北東—西南西方向、対馬と同方向の北北東—南南西方向および東—西方向である。

(i) 大陸棚

山口区

長門沖および浜田沖には堆積盆が形成されている。長門沖のものは中央に背斜部があり、その両側には北北東—南南西方向の向斜部があり、そこに堆積盆が形成されている。堆積盆でのA—C層の厚さは約400mである。

浜田沖では、堆積盆が北東—南西方向の向斜部に形成され、A—C層の厚さは500m以上である。これら二つの堆積盆の間には、北東—南西方向に雁行する背斜部があり、ここでは基盤が露出している。

以上のように広い大陸棚は、二つの堆積盆と雁行する背斜部によって構成され、広い二つの平坦面は堆積盆を中心に、また八里ヶ瀬・千里ヶ瀬等の浅所は、削はくし残された基盤から成っている。

島根区

島根半島から隠岐諸島の間では、C層より下位層が褶曲構造を示して海底を構成し、A・B層は認められない。西側の大陸棚外縁付近には、A層に埋積された谷があり、北に延びている。隠岐諸島周辺は基盤が侵食され、大陸棚と大陸棚斜面を構成している。

(ii) 縁辺台地

山口区

大陸棚の西部では、北北東—南南西方向の褶曲構造を示すのに対し、これに接する縁辺台地ではおおむね東—西方向である。ここにはA—C層が堆積し、B・C層は大陸棚の堆積層に比べて、断層・褶曲により変位・変形を受けている。A層は全般にわたって上面を覆っているが、大陸棚と接する所ではB・C層が露出している。

東部は単純な構造で、堆積物が対馬海盆に向かって傾いている。

島根区

隠岐海脚域では、ほぼ全面を堆積物が覆い、外縁部に向かって厚さを増している。この堆積物の下には、基盤の平坦面やドーム状基盤がかくされている (Fig. 3)。基盤の平坦面は、その上面を300~500mのA—C層に覆われている。ドーム状基盤は、島後および俊鷹堆をふくめて北西へ直線的に配列している。平坦面やドーム状基盤の間は向斜部となり、厚い堆積物により埋積されている。三番瀬を形成する基盤の平坦面は北西に傾動している。

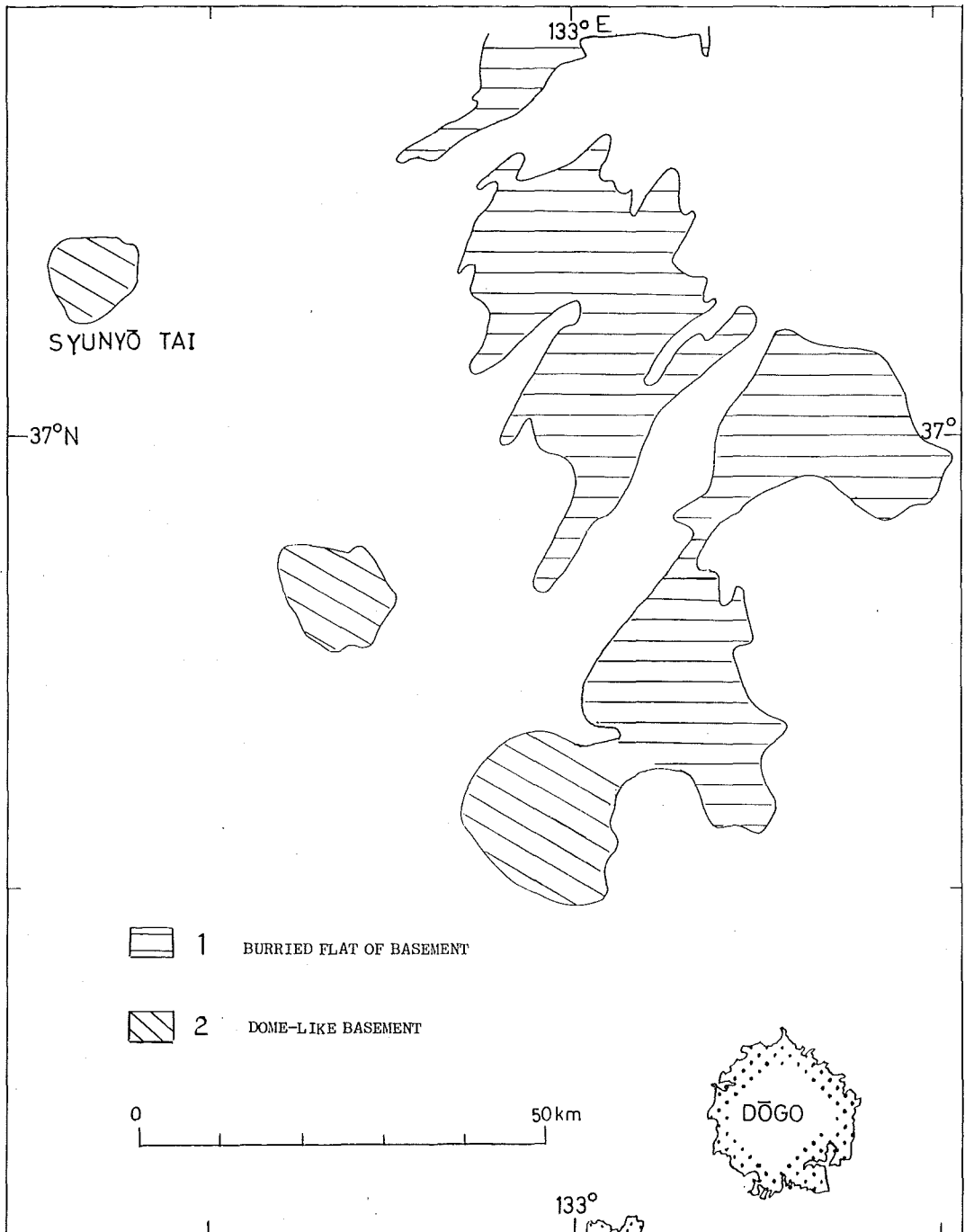


Figure 3 Classification of basement topography

隠岐諸島の北には、東北東—西南西方向の深い溝があり、厚い堆積物により埋積されている (Fig. 6 断面G—H)。ここには北落ちの断層が推定される。

隠岐諸島西方から大田沖にかけては、堆積層が外縁部に向かって傾きながら厚さを増している。この台地の傾いた地層B・C層は、層理面に対して斜めに切頭され、この前面にA層が堆積している (Fig. 5 断面

M-N).

隠岐諸島西方には、平坦化され北西に傾いた基盤があり、C層は基盤にはほぼ平行的に堆積し、B層はC層をオーバーラップし、沿岸部に向かって薄く堆積している。またここではA層により埋積された南北方向の谷があり、B層が侵食されている。大田沖には島根半島より続くような基盤の高まりが見られる。

(iii) 大陸斜面

大陸棚や縁辺台地に比べ層理が不明瞭になり、各々の層区分が困難になっている。地層は下方撓曲し、広範囲にわたってスランピングを起こしている。

島後北西方の斜面麓の俊鷹堆は、E層により形成され、その頂部は侵食を受けている。俊鷹堆の東側斜面麓の堆積物は著しく変形している。なお堆積層の厚さは、堆積層中の音速を2,000m/sとして計算した。

(4) 地質構造発達史

第1期 (E層形成後)

隠岐海脚域や隠岐諸島近辺では、基盤の平坦面が認められる。この時期に、これらの地域は比較的安定した陸域になっていたと考えられる。基盤の平坦面形成期である。

基盤の平坦面形成後、地殻変動が起きたものと考えられる。見島西縁には北北西—南南東方向に延びる構造線（以下「見島構造線」とする）が形成された。この見島構造線は、山陰地区の第三系より見た地質区区分で考えられているところの山陰区と西海区との境（西南日本新生代研究グループ、1960）とも考えられる。

第2期 (D・C層形成期)

見島構造線を境にして地殻変動の主軸は、西側で北北東—南南西であり、東側で北東—南西・東北東—西南西である。これらの方向を主軸として地殻変動が始まった。隠岐海脚域では、基盤の起伏が大きく堆積層も厚いことから、特に変動が大きかったものと思われる。隠岐海脚域では、変動の初期に小さな基盤の凹地が形成され、そこにはD層が堆積した。その後変動が活発になり、基盤には大きな起伏が形成され、基盤の凹地には堆積物が厚く堆積し、かつ基盤の平坦面をも堆積物が覆った。

これに対し島根沖から山口沖にかけては、隠岐海脚域に比べて穏やかな変動であった。ここでは盆地が形成され、そこには堆積物が堆積した。この時期の堆積層がC層である。

第3期 (B層形成期)

地殻変動も比較的穏やかになり、前期に形成された凹地を埋めながら広い範囲に堆積物が供給された。この時期の堆積物がB層である。

第4期

B層は上位層ほど変形が少なく、最上部はほとんど変形を受けていない。このことからB層堆積後は、平穏期を迎えたものと考えられる。隠岐海脚を含む縁辺台地では、外縁部に向かってA層が厚くなっていることから、この時期に入っても対馬海盆は沈降していたと考えられる。しかし隠岐海脚では北—南を主軸とし、変動単位としては大きく、ゆるやかな隆起があったと思われる。これは周囲の海底地形から見ると、隠岐海脚は高所であり、しかも変動期に形成された凹地以外にも300~500mの堆積物が存在している。これは現在の地形から考えて不自然である。

第5期

大陸棚の形成期となる。大陸棚上の浅い谷や平坦面が、繰り返す氷期の海面低下により形成された。

隠岐諸島西方から山口沖にかけての縁辺台地は、海面低下により侵食を受けたが、その後沈降し現在の位置にあるものと考えられる。そしてその後最終氷期がおとずれ大陸棚が完成した。

俊鷹堆は島後北西方に位置しているが、この堆の東側斜面麓の堆積物であるA層以下の層が、かなり変形していることから、この時期に形成されたものと思われる。

(5) 対 比

三番瀬において岩盤が採取され、これが濃飛流絞岩に類似するとされている(星野・本間, 1966)。もしこれが濃飛流絞岩と同時期のものとするれば、隠岐海脚で見られる平坦面を構成するE層は、白亜系—第三系とすることになる。またそのほかの地域のE層は周辺の陸上地質から類推して先新第三系と考える。

A層は対馬海盆で得られたコア資料を研究されたものより(氏家・市倉, 1977)更新統とし、D・C・B層は、日本の日本海沿岸陸域における地質的記録から言われている事件(紘野, 1971)より類推して、上部中新統から鮮新統に対比させた。

5. おわりに

この原稿を読んで頂き有益なご教示、助言を頂いた水路部測量課長茂木昭夫氏、水路部測量課補佐官内野孝雄氏、同主任水路測量官中嶋暎氏、同水路測量官永野真男氏に深く感謝します。また困難な船上作業に多大の協力を頂いた測量船「昭洋」、「明洋」の船長ほか乗組員各位、測量に参加された第五、第六、第七管区海上保安本部水路部の皆様、図の作成に全面的に協力をいただいた測量課の清水良夫氏に厚くお礼申し上げます。

写真記録の説明

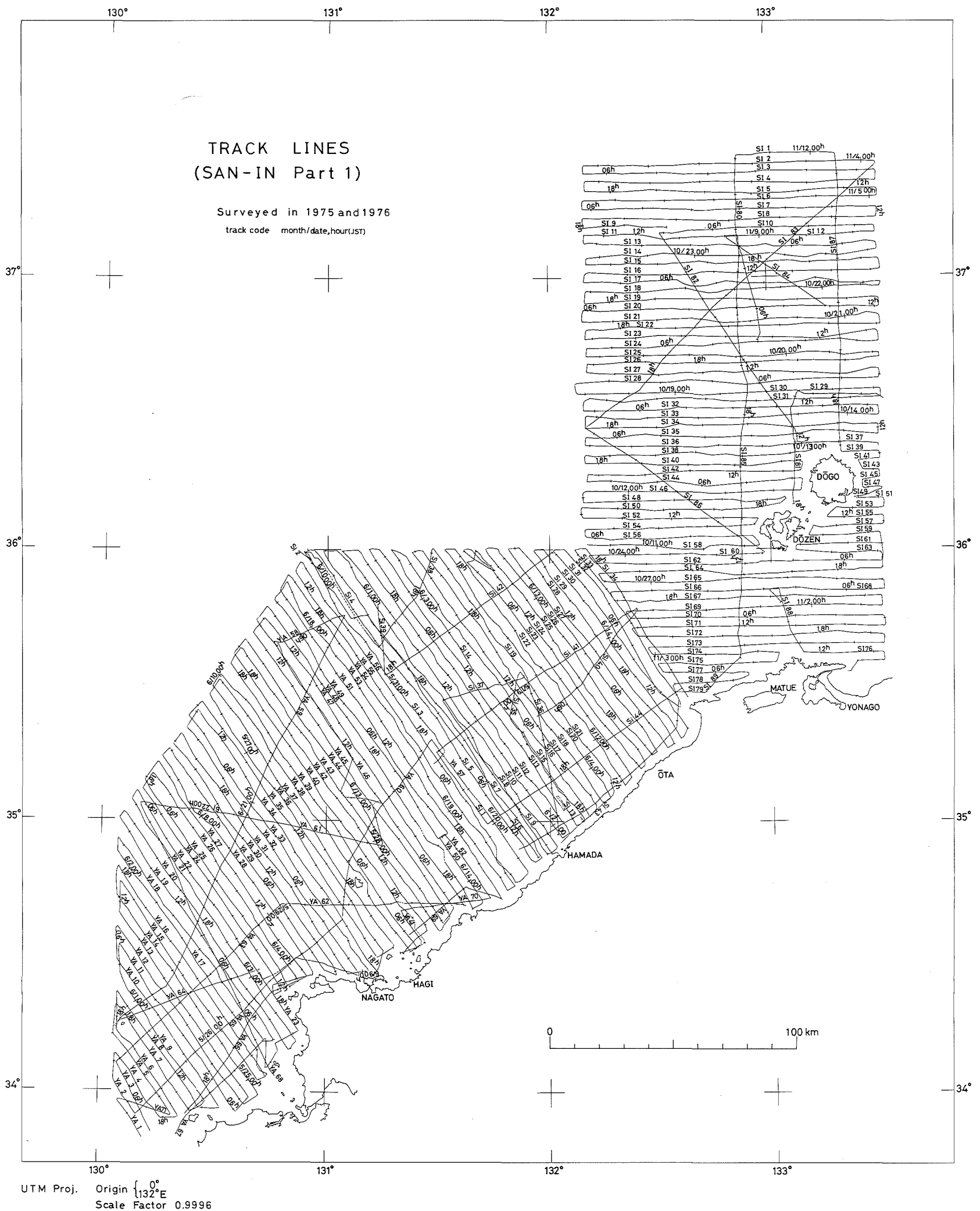
本記録写真は、この調査の基礎となった音波探査の記録集である。ただし紙面の都合上、全記録を掲載していない。

1. 原記録を写真で複写縮小してある。
2. 測線番号は写真の左肩に記してある。YAは山口沖、SIは島根沖I、Siは島根沖IIの調査によるものである。

Annexed plates are some specimens of the seismic profiler records. They have been reduced to about 1/10 of the original size. Location at which each record was taken can be identified with the surveying track in Fig. 4 through the track code (e.g. YA 28). Although they are not always clearly seen, vertical lines in the plates are time markers at every hours to which the nicks on the tracks in Fig. 4 correspond.

参 考 文 献

- 岩淵義郎, 1968: 東北大地質古生物研報, No. 66, p. 1.
- 氏家 宏, 市倉賢樹, 1977: 第四紀における日本海の変遷, 海洋科学, 9巻, p. 29.
- 紘野義夫, 1971: 日本の日本海沿岸における新生代地史と日本海の発達, 島弧と縁海, 東海大学出版会, p. 2.
- 西南日本新生代研究グループ, 1960: 西南日本の新生代地史, 地球科学, 14巻5, 6号, p. 56.
- 星野通平, 本間弘次, 1966: 日本海の礁堆の地質について, 地球科学, 20巻1号, p. 10.
- 大陸棚の海の基本図の測量成果による地形・地質の研究に関しては、既に次のように発表されている。
- 佐藤任弘ほか, 1973: 北海道西方大陸棚縁辺地域の海底地質, 水路部研究報告, 8号, p. 1.
- 永野真男ほか, 1974: 北海道東岸沖の海底地質, 水路部研究報告, 9号, p. 1.
- 桜井 操ほか, 1975: 北海道南岸沖の海底地質, 水路部研究報告, 10号, p. 1.
- 永野真男ほか, 1976: 九州西岸沖の海底地質, 水路部研究報告, 11号, p. 1.
- 永野真男ほか, 1977: 遠州灘の海底地質, 水路部研究報告, 12号, p. 1.



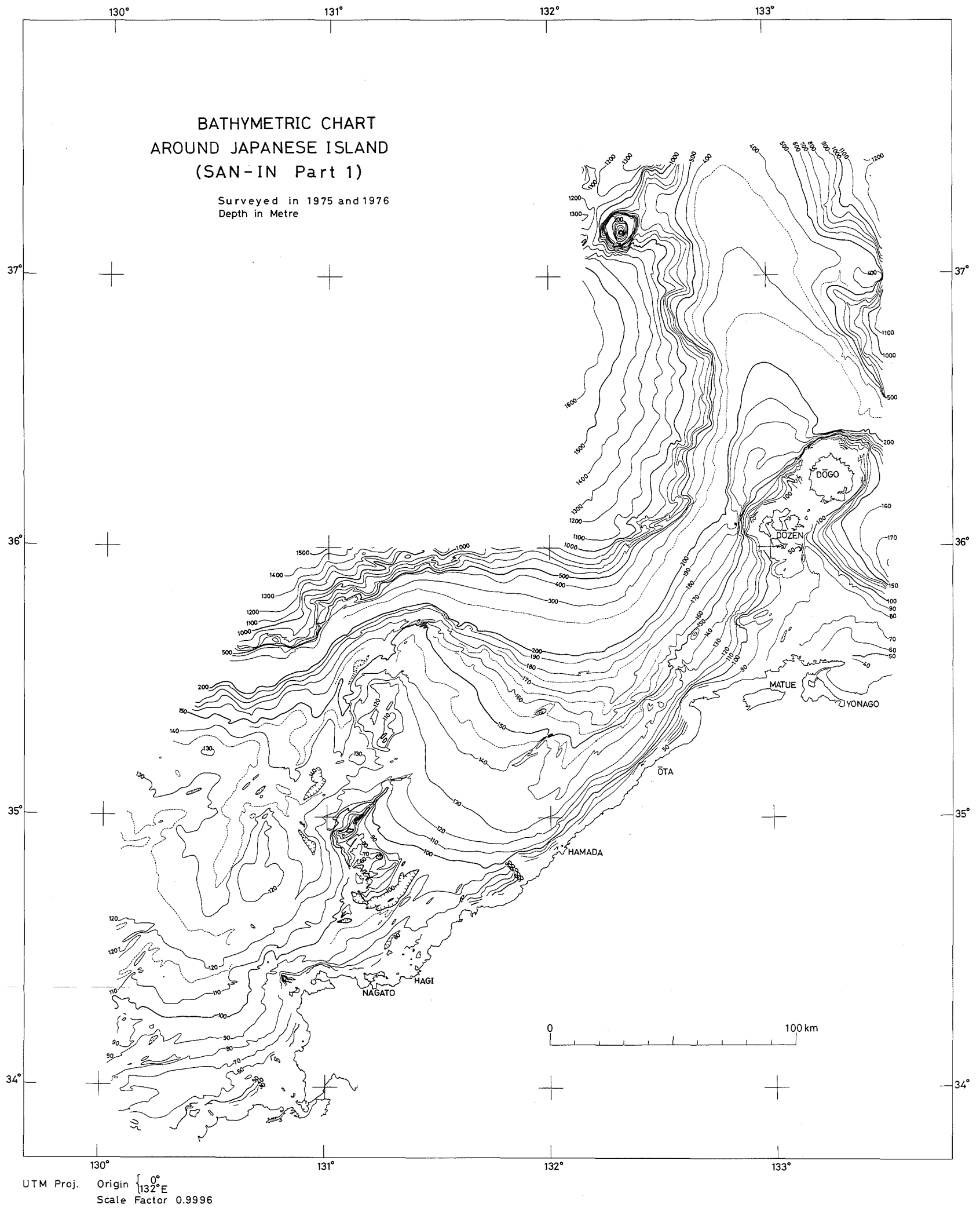


Figure 5 Bathymetric chart off San-in

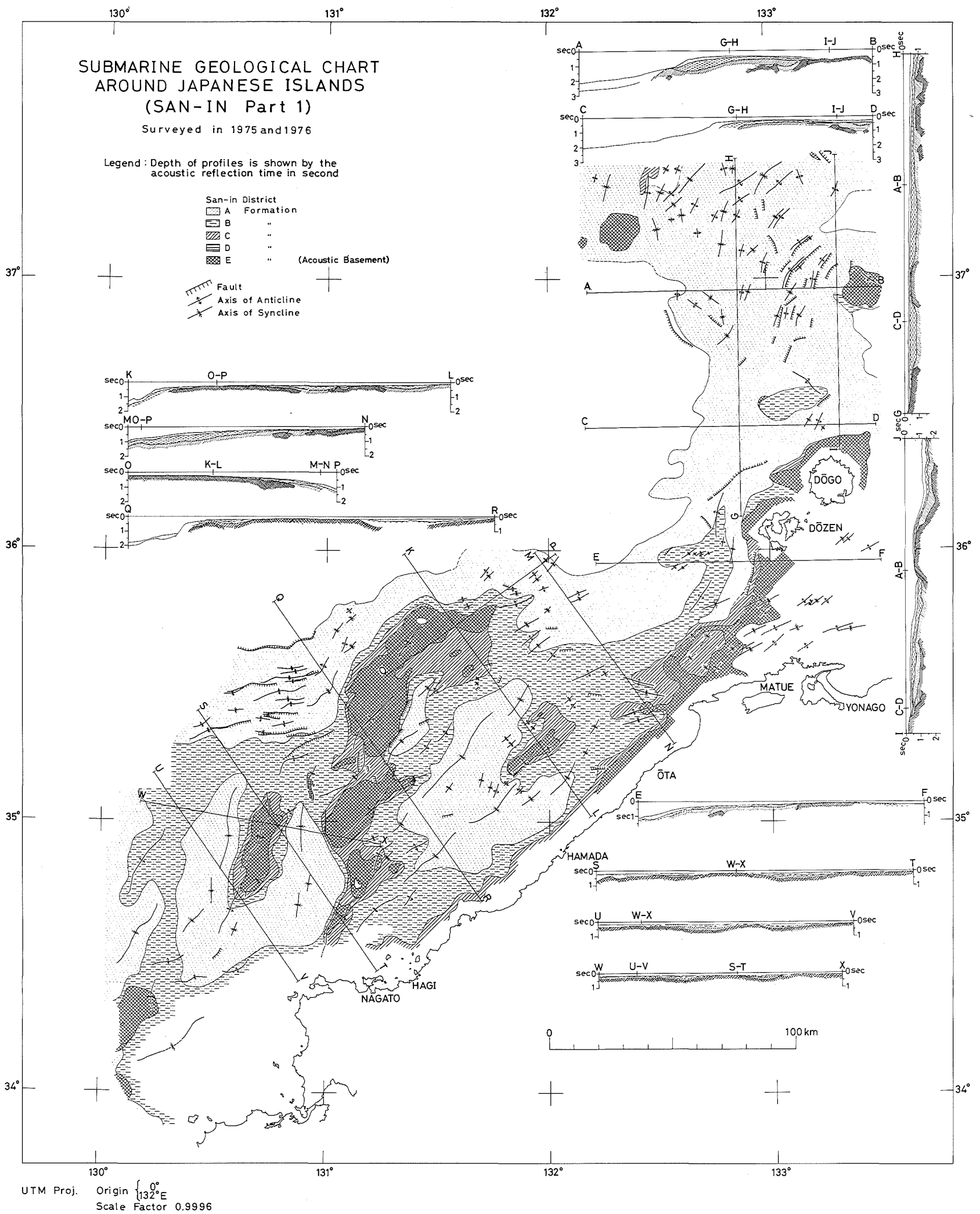
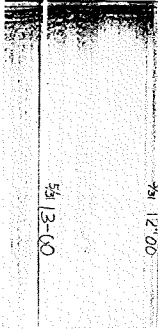


Figure 6 Submarine geological map off San-in

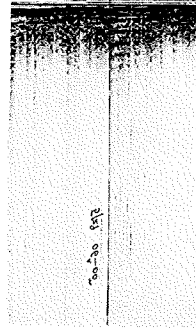
YA 1



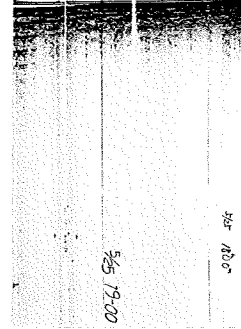
YA 2



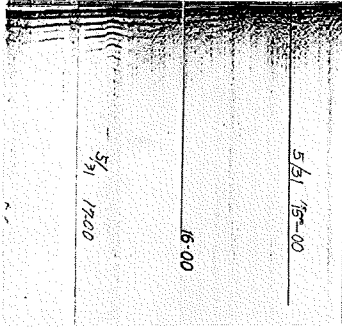
YA 3



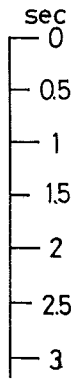
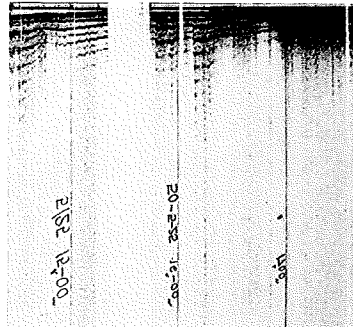
YA 4



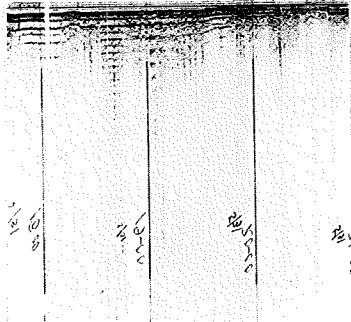
YA 5



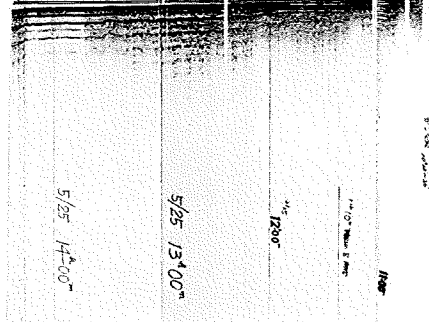
YA 6

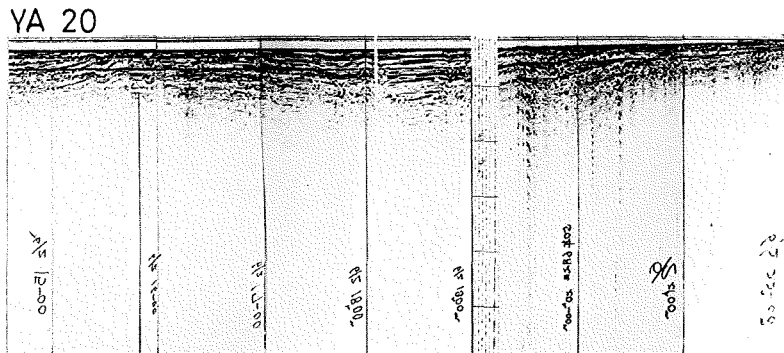
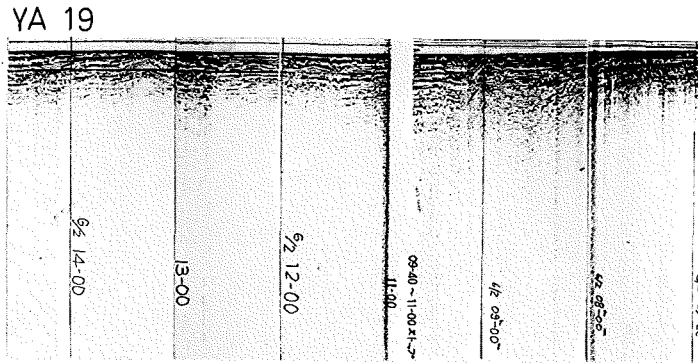
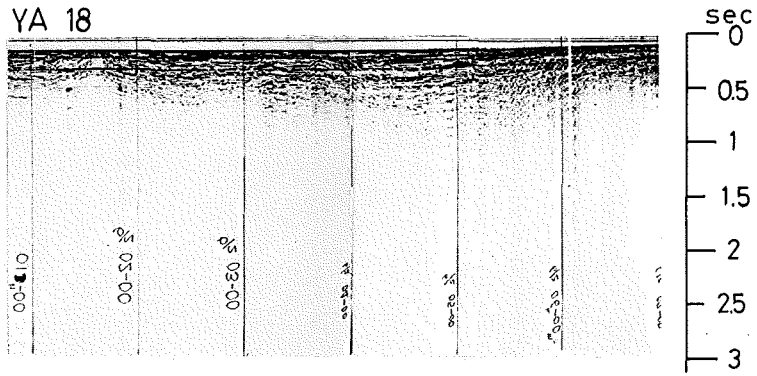


YA 7

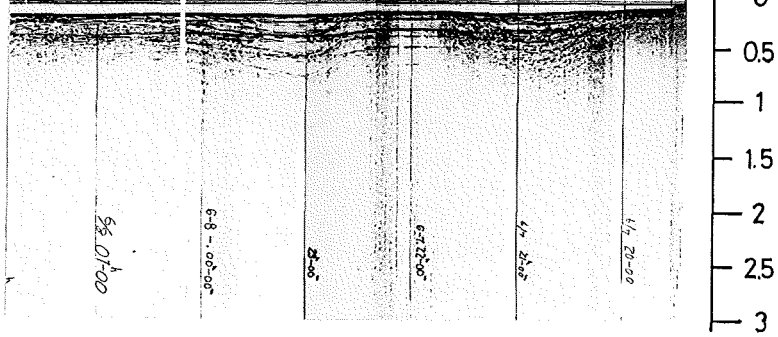


YA 8

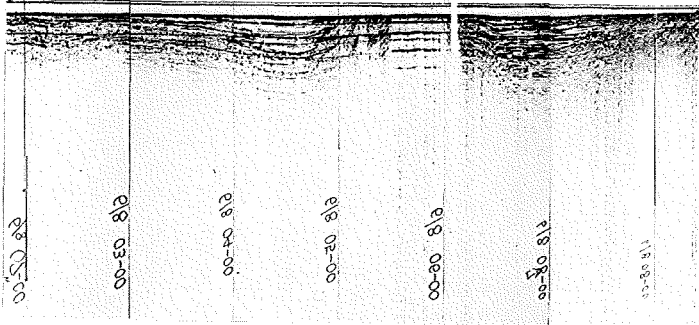




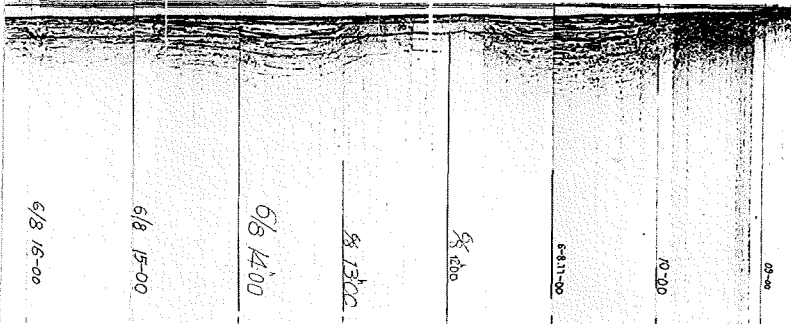
YA 28



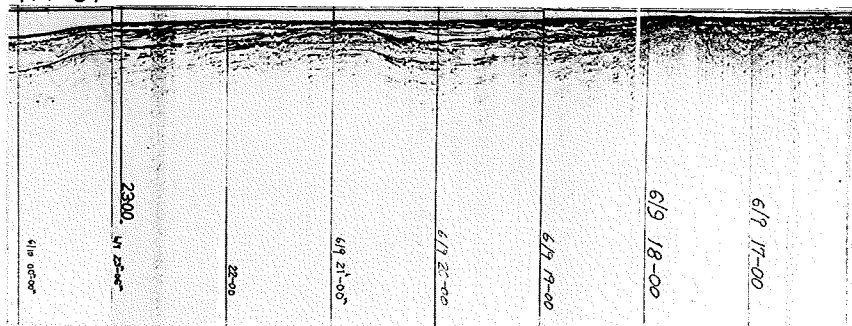
YA 29



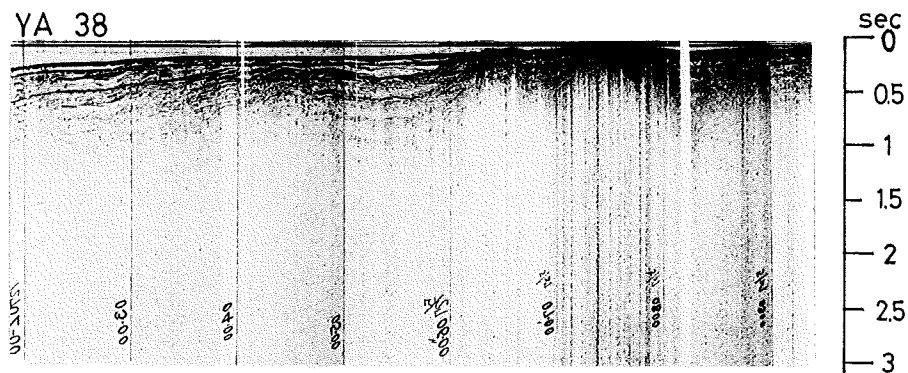
YA 30



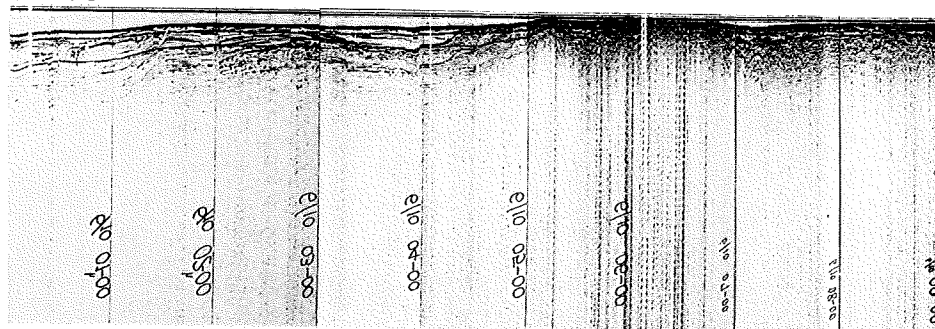
YA 37



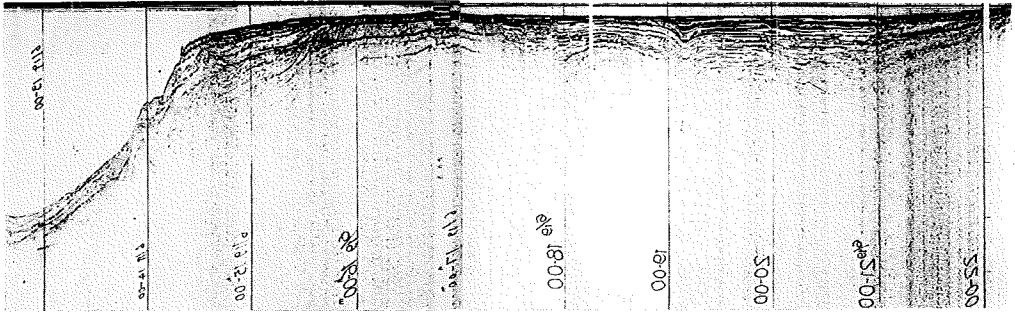
YA 38



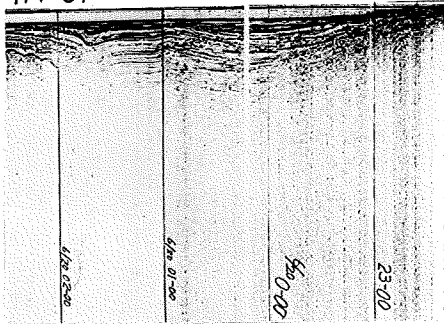
YA 39



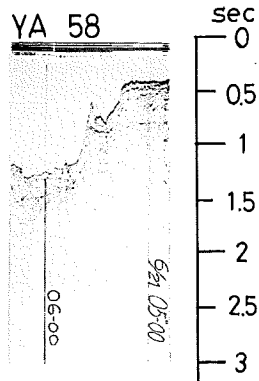
YA 56



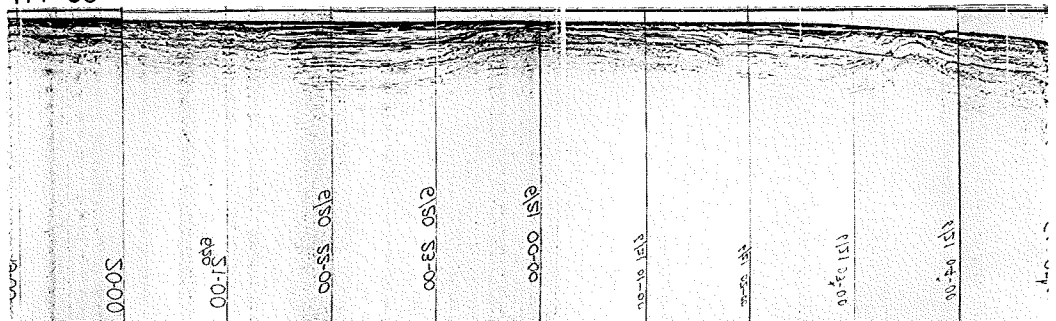
YA 57

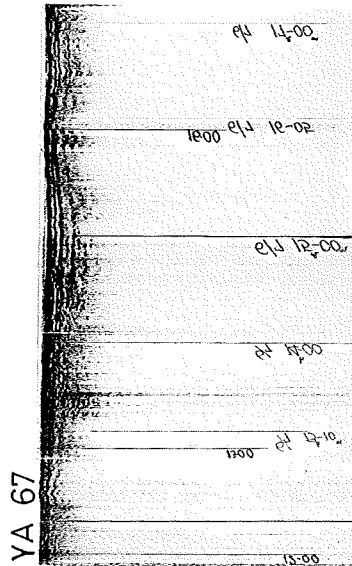
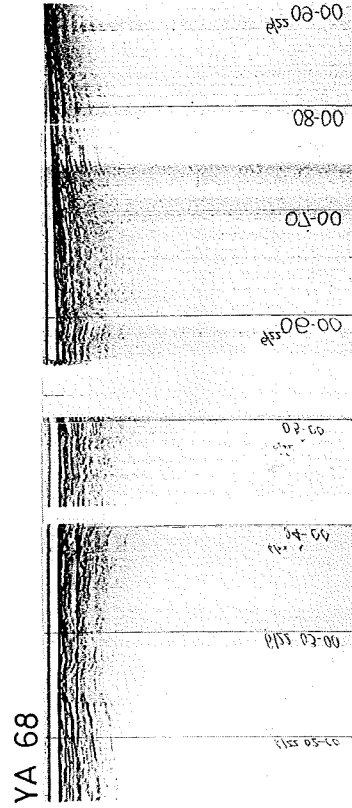
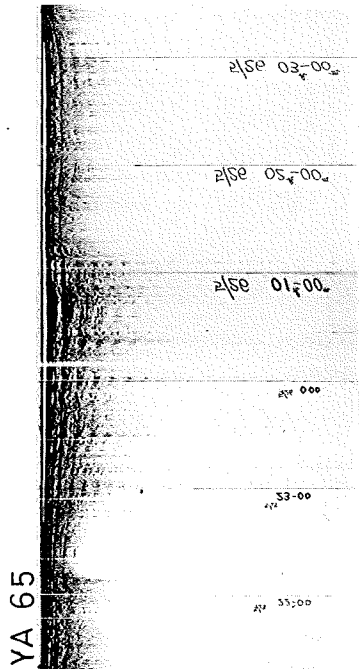
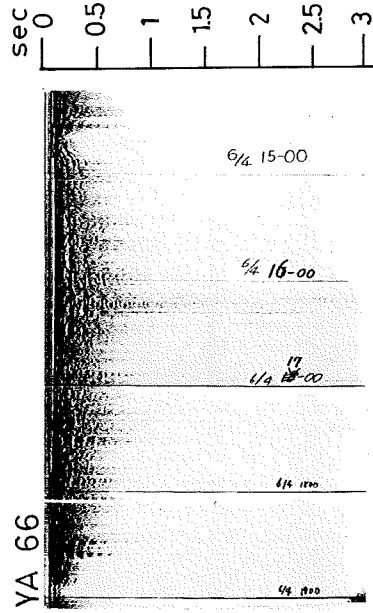


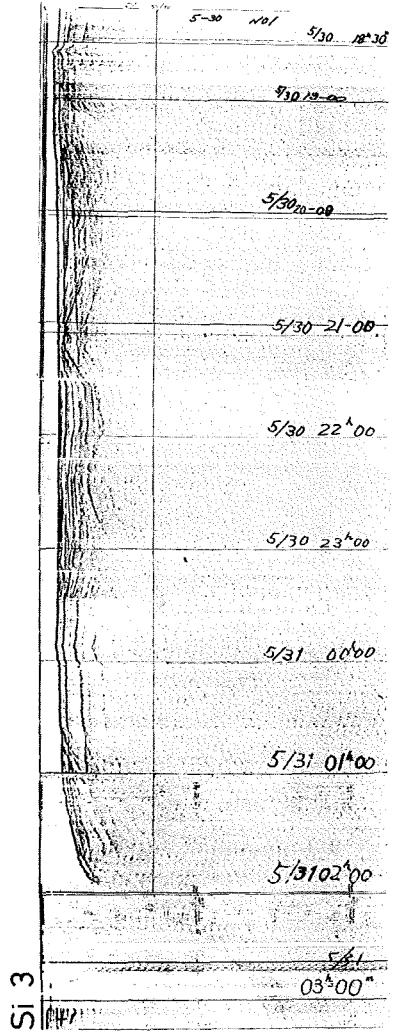
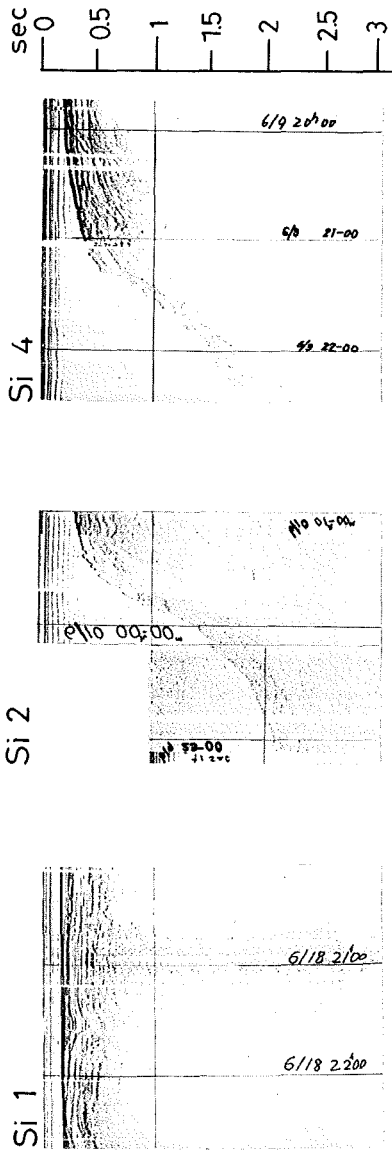
YA 58



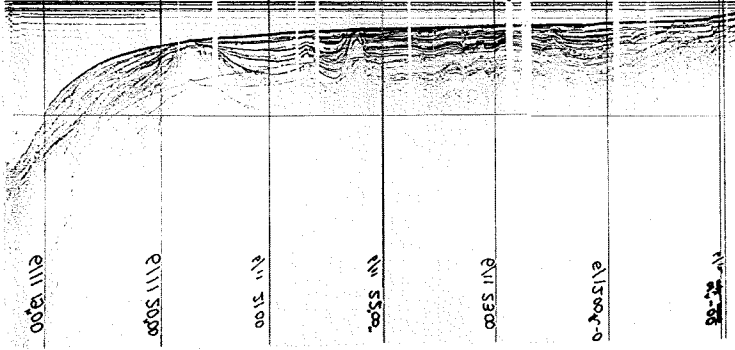
YA 59



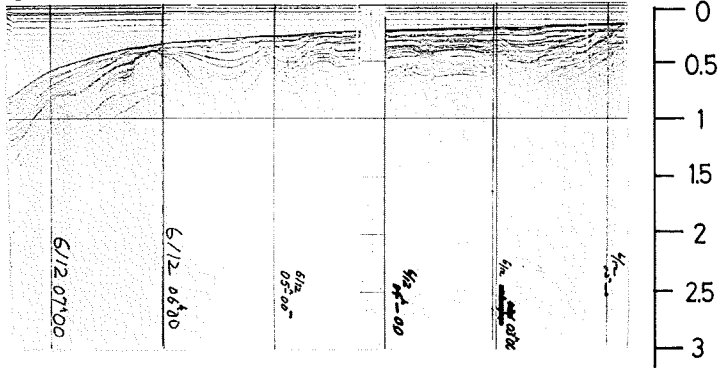




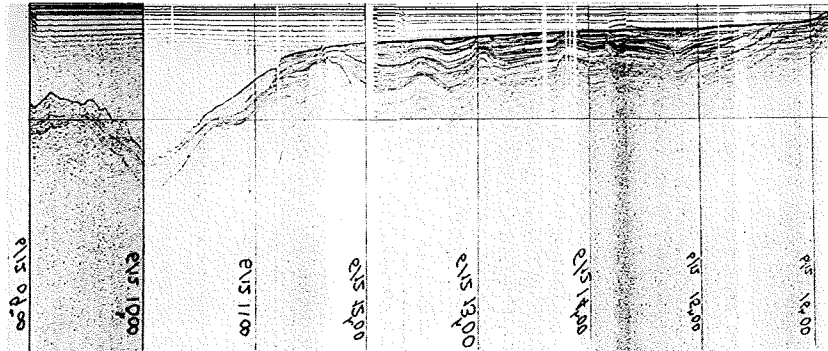
Si 22



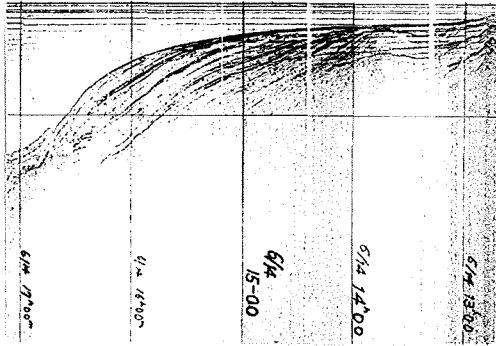
Si 23



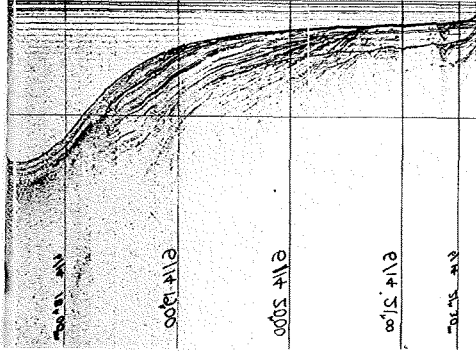
Si 24



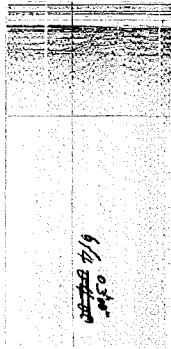
Si 33



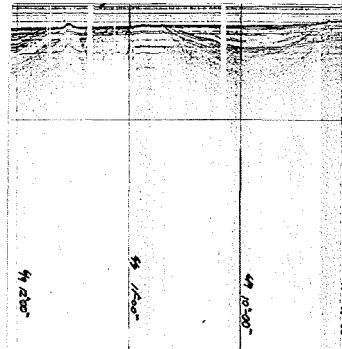
Si 34



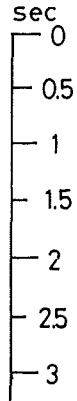
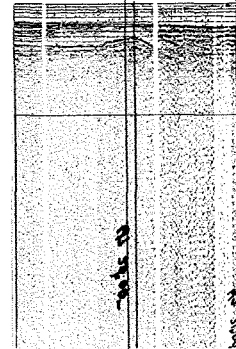
Si 35



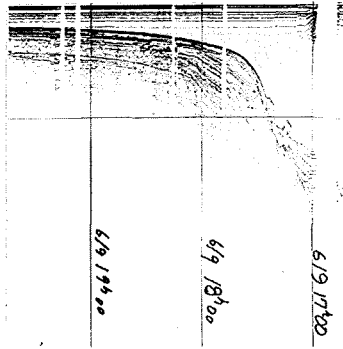
Si 36



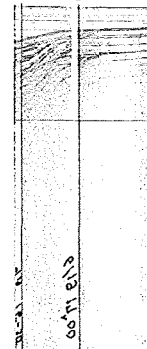
Si 37



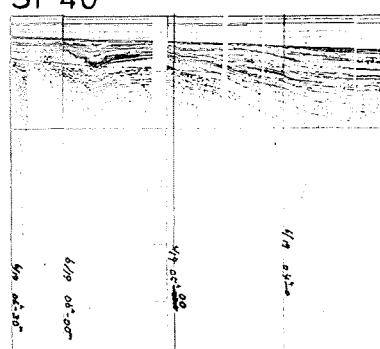
Si 38

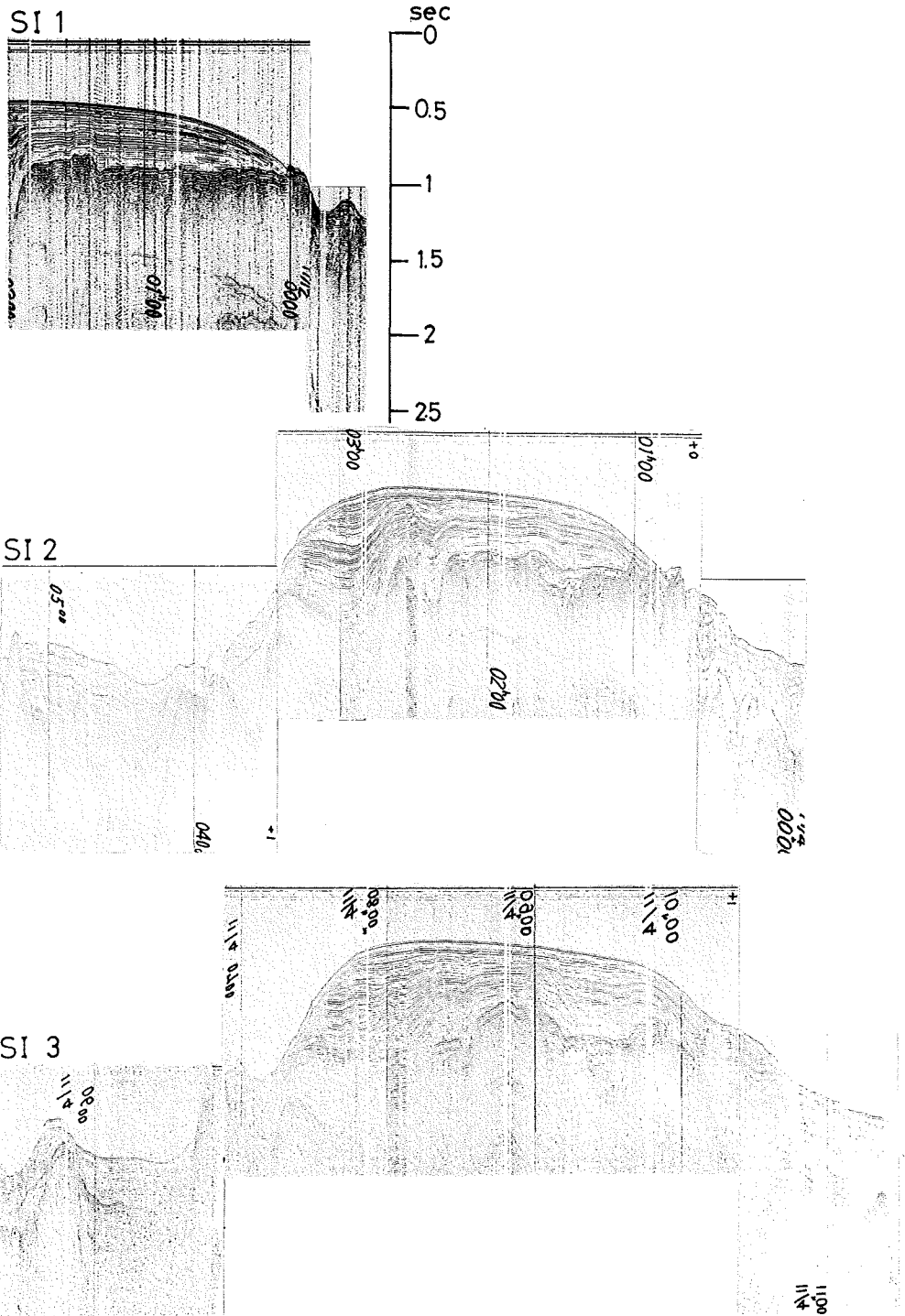


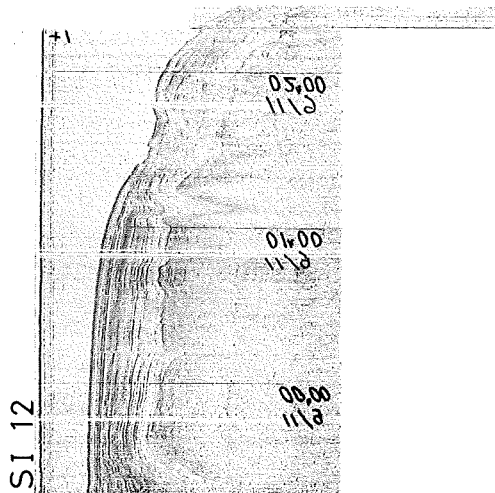
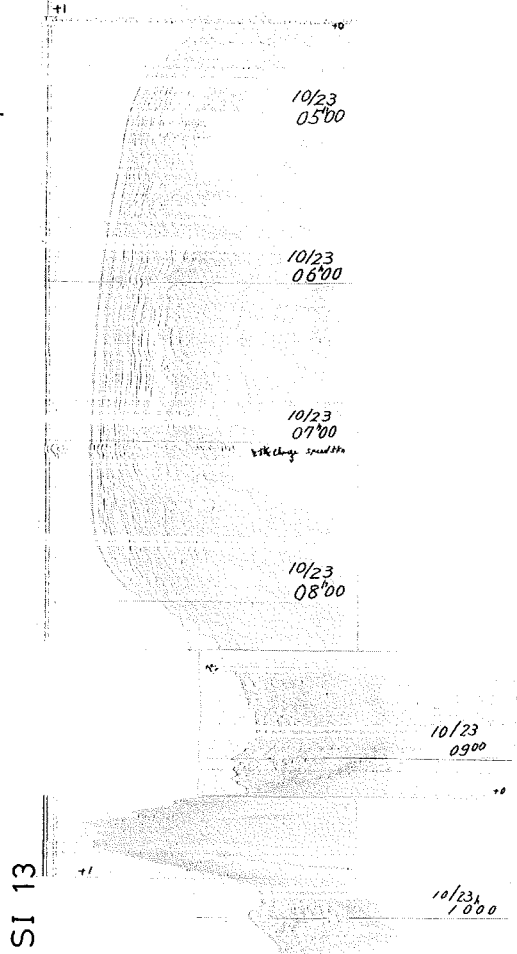
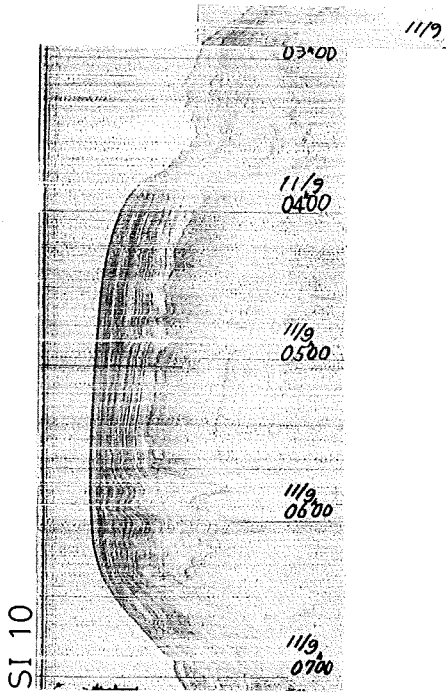
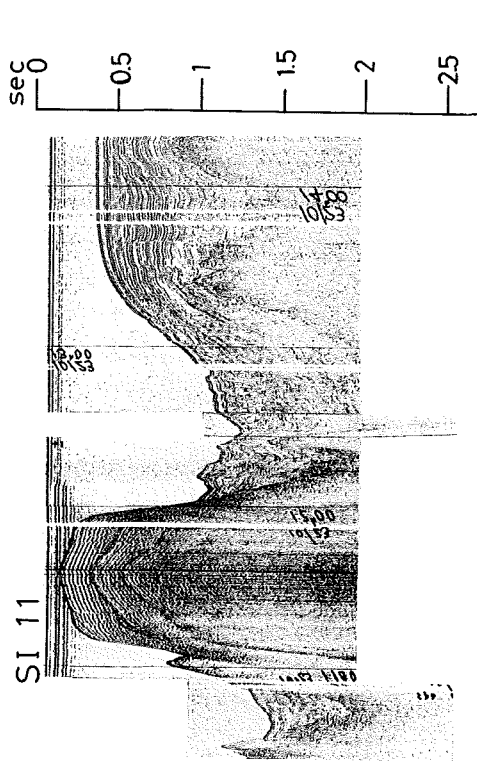
Si 39

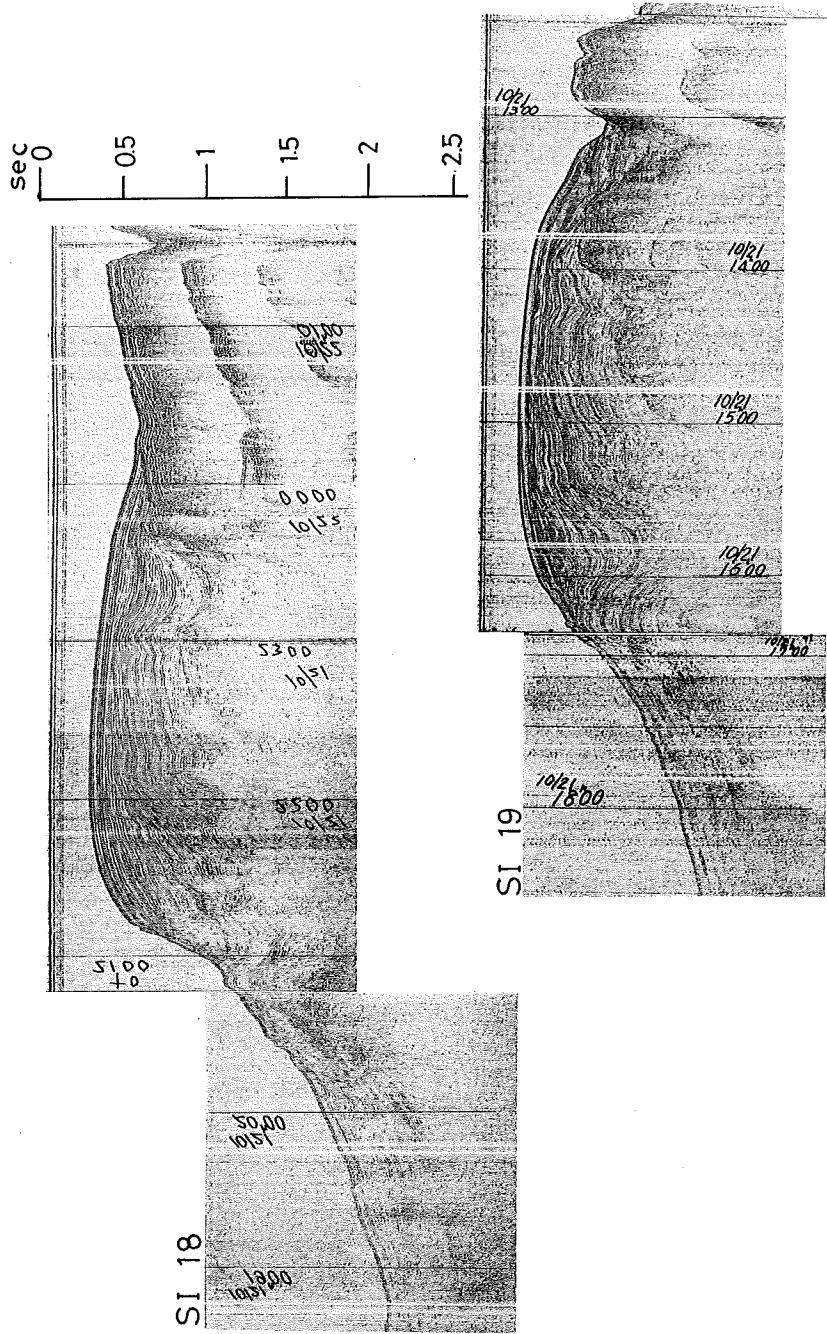


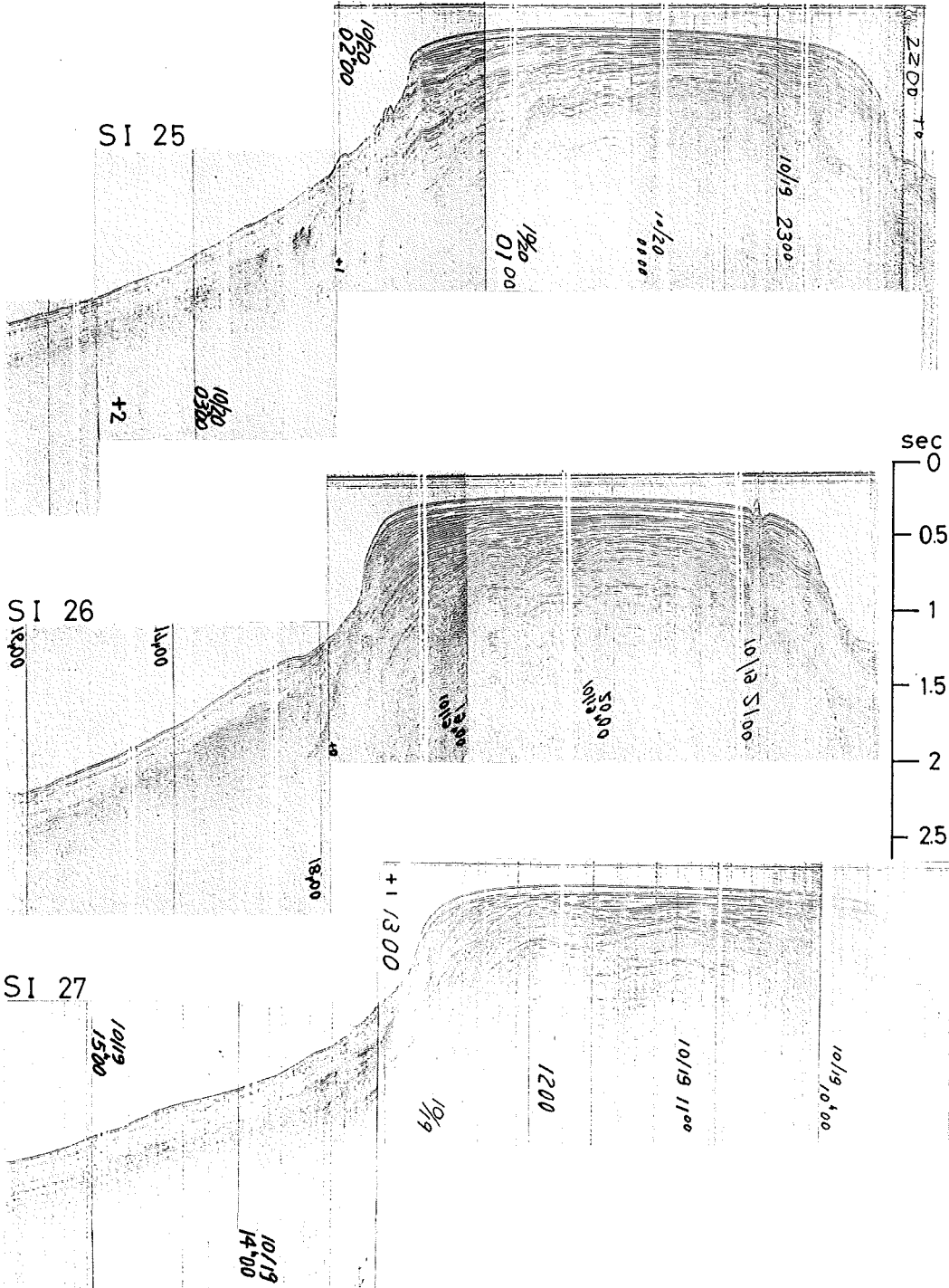
Si 40

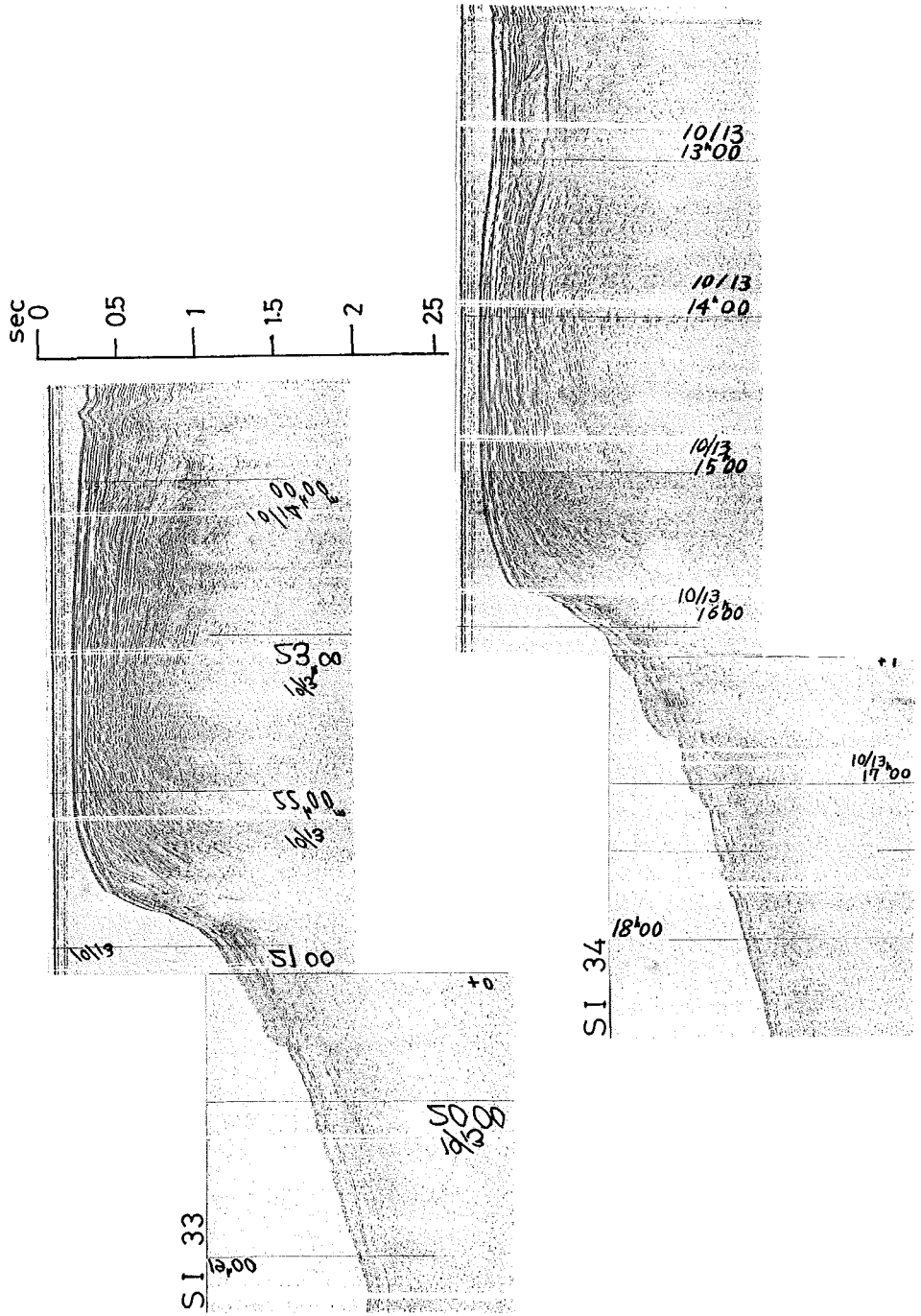




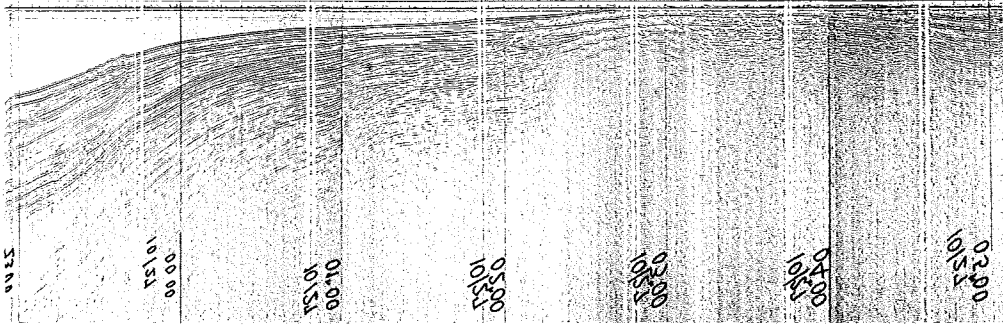




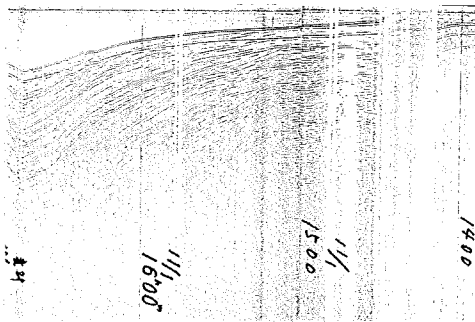




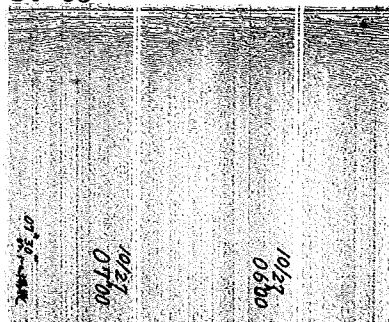
SI 65



SI 66



SI 68



SI 67

